

연구보고서(연차)

NIE-A-2024-19

내륙습지 정밀조사('24) 1권

Intensive Survey on National Inland Wetlands('24)

NATIONAL
INSTITUTE OF ECOLOGY

연구진

연구책임자	김수환	습지연구팀	선임연구원
연구부책임자	한상욱	습지연구팀	연구원
연구참여자(내부)	이상훈	습지연구팀	팀장
	추연수	습지연구팀	전임연구원
	이창수	습지연구팀	전임연구원
	신해선	습지연구팀	전임연구원
	이형철	습지연구팀	연구원
	김기동	습지센터(실)	실장

연구참여자(외부)

I. 지형·지질·퇴적물

강대균, 양재혁
장동호, 정근비
김장수, 탁명한
신재열, 김가혜
김종연, 신원정

II. 수리·수문·수질

윤상린, 오경근
양해근, 한희경
최광희, 이준호
박충선, 이해빈
목종구, 장범주

III. 식생

김기대, 이일원
유영한, 박지원
이경의, 조채희
연명훈, 이상훈
김영중, 이관준

IV. 식물상

조현, 한경숙
황인천, 심명호
문명옥, 현근희
김영철, 채현희
임용석, 박지은

V. 조류

이상기, 진성배
강희영, 김은경
강창환, 강희만
박종현, 김진희
이희진, 이화진

VI. 양서 · 파충류

윤필상, 나영희
노남호, 이재호
고영민, 고경범
이상철, 황연화
이재호, 정원희

VII. 어류

변화근, 최승혁
오민기, 전세봄
김희성, 김대한

VIII. 육상곤충

김중락, 서성수
백문기, 김아영, 추현철
안수정, 이기숙
최득수, 이영봉
한용구, 조미영

IX. 포유류

김형후, 김대산
신지훈, 신지영
신화용, 허선희
함의정, 송승우
한성용, 김대산

X. 저서성 대형무척추동물

김명철, 김정우
한승철, 손세환
이황구, 박송현
박정호, 신우진
김동건, 변진석

본 연구진은 연구윤리를 준수하였음을 서약합니다.

요 약 문

1. 제 목

내륙습지 정밀조사('24)

2. 연구 목적

본 연구는 「습지보전법」 제8조(습지지역의 지정 등), 제5조(습지보전기본계획의 수립), 제11조(보전계획의 수립·시행) 이행을 위한 기초자료 제공을 위한 목적으로 생태우수습지 및 습지보호지역에 대한 생태계 현황과 변화상을 조사한다. 본 연구 결과는 생태적으로 우수한 습지의 체계적 보전 및 관리를 위한 정책 이행 과정에서 발생할 수 있는 다양한 이해관계자들 간의 대립을 합리적으로 조정하고, 습지보호지역에 대한 체계적인 관리계획 수립 및 훼손 지역에 대한 복원계획 수립 등의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

3. 연구 내용 및 방법

본 연구는 2024년 1월부터 12월까지 생태우수습지 2개소(합천 정양지, 함안 질남늪)와 습지보호지역 5개소(순천 동천하구, 신안 장도산지습지, 정읍 월영습지, 제주 1100고지, 제주 숨은물뱅듸)를 대상으로 수행되었다.

1월부터 2월까지 조사계획을 수립하였고 2월부터 3월까지 조사단 구성 및 관계기관 협의 등 조사 준비를 하였다. 3월부터 10월까지 10개 분야(지형·지질·퇴적물, 수리·수문·수질, 식생, 식물상, 육상곤충, 어류, 조류, 포유류, 양서·파충류, 저서성 대형무척추동물)에 대해 내륙습지 조사지침('20)에 따라 조사하였다. 이후 12월까지 보고서 취합 및 최종보고서 작성 등의 과정이 수행되었다.

<대상지 7개소 위치 및 경계>



4. 연구 결과

가. 합천 정양지

- (서식환경 특성) 황강 지류의 배후습지성 호소로 하류부에 유수차단으로 형성된 호수, 외부오염에 안정적인 수질을 유지하며, 강수를 저장하고 홍수를 조절하는 능력 우수

- (생물다양성 및 멸종위기 야생생물) 멸종위기 야생생물 7종(I 급: 2종(흰꼬리수리, 수달), II 급: 5종(가시연, 금개구리, 큰기러기, 큰고니, 쇠), 천연기념물 5종(원앙, 소쩍새, 솔부엉이, 흰꼬리수리, 큰고니) 포함 총 716종 확인

- (주요 특징) 산지와 높은 연결성, 가시연 군락 습지내부 산발적 분포, 금개구리의 주요 번식지

- (위협요인 및 관리방안) 인접 농경지의 농약, 생활하수 등 비점오염원 유입 가능성과 뉴트리아, 배스, 붉은귀거북, 미국선녀벌레 등 생태계교란 생물 관리 필요

<합천 정양지 생물상 조사결과>

구 분	출현종	멸종위기 야생생물	
		I 급	II 급
계	716	2	5
식물상	350	-	가시연
양서·파충류	13	-	금개구리
어류	22	-	-
육상곤충	228	-	-
조류	62	흰꼬리수리	큰기러기, 큰고니
포유류	9	수달	삵
저서성대형무척추동물	32	-	-

<습지보호지역 지정 가치>

- **(생물다양성)** 황강 지류의 배후습지성 호소로 산지와 높은 연결성을 보이며, 금개구리를 포함한 양서류의 산란지이며, 부화한 개체가 안정적으로 성장 할 수 있는 서식환경을 제공, 또한 곤충 다양성이 높아 상위포식자인 조류나 양서·파충류 등의 주요 먹이원으로 작용, 수변 식생이 풍부하여 저서생물의 서식지로도 적합하며, 풍부한 식생이 다양한 야생동물의 휴식처 역할 수행
- **(멸종위기 야생생물·희귀종)** 흰꼬리수리 수달(멸 I 급), 가시연, 금개구리, 큰기러기, 큰고니, 삵(멸 II 급) 등 주요 서식처로 확인되며, 절멸 위기에 처한 **멸종위기 야생생물 총 7종 서식 확인**
- **(경관·지형적 가치)** 황강 지류의 배후습지성 호소로 본류와 지류하천의 합류부에 형성된 호수로 하류부에 상대적으로 영양염류와 무기물이 풍부한 것으로 나타남, 자연적으로 형성된 배후습지로 강수를 저장하고, 홍수를 조절하는 능력이 우수한 것으로 판단
- ☞ **산지와 하천이 잘 연결되어 있고, 양서류의 대량 번식지로 안정적인 서식환경을 유지하며, 식생이 발달하고, 곤충다양성도 높아 야생동물의 풍부한 먹이원과 휴식처를 제공, 홍수를 조절하는 능력이 우수 할 것으로 판단**

나. 함안 질날늪

- (서식환경 특성) 호소의 퇴적물이 고환경변화의 기록을 담고 있어 지형·지질학적으로 매우 중요, 습지 내 8개 식생군락(왕버들, 선버들 군락 등)이 확인되며, 줄 군락이 34.2%로 가장 넓은 면적 차지
- (생물다양성 및 멸종위기 야생생물) 멸종위기 야생생물 8종(I 급: 1종(수달), II 급: 7종(가시연, 구렁이, 큰고니, 큰기러기, 새호리기, 삿, 담비) 포함 총 788종 확인
- (위협요인 및 관리방안) 축산폐수 및 농업폐기물 등의 유입으로 수질오염(CD, TDS 등) 심각한 것으로 확인되어 이에 대한 대처방안 마련이 필요함

<함안 질날늪 생물상 조사결과>

구 분	출현종	멸종위기 야생생물	
		I 급	II 급
계	788	1	7
식물상	487	-	가시연
양서·파충류	12	-	구렁이
어류	12	-	-
육상곤충	181	-	-
조류	54	-	큰고니, 큰기러기, 새호리기
포유류	13	수달	삿, 담비
저서성대형무척추동물	29	-	-

<습지보호지역 지정 가치>

- (생물다양성) 습지 내 8개 식생군락(왕버들군락, 선버들군락 등)이 확인되며, 줄 군락이 가장 넓게 발달하여 식생의 구조가 안정적이고, 포유류의 먹이원, 은신처 제공 등 핵심 서식처 역할 수행
- (멸종위기 야생생물·희귀종) 수달(멸 I 급), 가시연, 큰기러기, 구렁이(멸 II 급) 등 주요 서식처로 확인되며, 절멸 위기에 처한 멸종위기 야생생물 총 8종 서식 확인
- (경관·지형적 가치) 배후습지성 호소로 습지 내 퇴적물은 고환경변화의 기록을 담고 있어 지형·지질학적으로 매우 중요한 가치를 지님
- ☞ 습지 내 퇴적물의 지형·지질학적으로 중요한 가치를 지니며, 줄 군락이 넓게 발달하였고, 왕버들, 선버들 군락의 발달하여 포유류 등에 다양한 서식처 및 은신처를 제공

다. 순천 동천하구

- (서식환경 특성) 열린 하구로 다양한 식생(습지, 하구, 갯벌 식생 혼재)이 분포하며, 갈대 군락 등 다년생 습생 초본이 우점
- (생물다양성 및 멸종위기 야생생물) 멸종위기 야생생물 12종(I 급: 3종(저어새, 노랑부리백로, 수달), II 급: 9종(노랑부리저어새, 흑두루미, 재두루미, 검은목두루미, 큰기러기, 물수리, 붉은발말뚝개, 대모잠자리, 샛) 포함 총 917종 확인
- (이전 조사와 차이점) 확인된 멸종위기종 17종에서 12종으로 감소, 총 종수 960에서 917로 감소, 생태계교란 식물 7종(털물참새피, 돼지풀, 가시상추, 양미역취, 도깨비가지, 환삼덩굴, 가시박)에서 5종(가시상추, 돼지풀, 물참새피, 양미역취, 환삼덩굴)로 감소

※ 멸종위기종의 희귀성 및 조사여건, 현장상황 등에 따라 확인 종수에 차이가 발생 할 수 있음
(황새, 매, 검독수리, 개리, 독수리, 잣빛개구리매, 조롱이, 새매, 참매 등 조류에서 차이를 보임)

- (위협요인 및 관리방안) 농업용수, 축사, 육가공시설 등 오염원의 하천수 유입으로 수질오염 우려, 하천 직강화로 인해 본류의 빠른 유속과 구하도의 얕아짐 발생

라. 정읍 월영습지

- (서식환경 특성) 해발 300m 내외 능선과 계곡부가 만나는 곡저분지 지형, 국내 대표적 묵논습지(25년간 경작포기), 육화현상, 물길의 세굴, 건조화 진행
- (생물다양성 및 멸종위기 야생생물) 멸종위기 야생생물 6종(II 급 구렁이, 참매, 긴꼬리딱새, 담비, 샛, 하늘다람쥐) 포함 총 984종 확인
- (이전 조사와 차이점) 확인된 멸종위기종 7종에서 6종으로 1종 감소, 총 종수는 845종에서 984종으로 대폭 증가
- (위협요인 및 관리방안) 습지의 육화진행, 토양답압, 건습화로 인한 훼손 및 면적 감소(큰월영윗습지 면적 감소폭 가장 큼), 산악자전거 등 레저활동이 확인됨

마. 신안 장도산지습지

- (서식환경 특성) 섬의 규모에 비해 습지 면적이 넓고, 갈수기에도 저수량이 일정부분 유지됨, 묵논습지의 특성이 보이며, 일부 이탄층이 발견, 해안가는 매우 가파른 해식애로 구성

- (생물다양성 및 멸종위기 야생생물) 멸종위기 야생생물 7종(I 급: 1종(수달), II 급: 6종(석곡, 매, 붉은배새매, 흑비둘기, 청호반새, 섬개개비) 포함 총 710종 확인
- (이전 조사와 차이점) 확인된 멸종위기종 6종에서 7종으로 1종 증가, 총 종수는 625종에서 710종으로 증가
- (위협요인 및 관리방안) 3년간('17, '21, '22년) 극심한 가뭄이 장기화되며 버드나무 씨앗의 발화를 증가, 버드나무군락이 습지 전역에 걸쳐 확대(버드나무에 의한 육역화 급속 진행)과 석곡(멸종위기 II급)의 인위적 채취가 심각하여 별도의 관리 필요

바. 제주 1100고지습지

- (서식환경 특성) 화산쇄설물이 화구 주변에서 오름 형성 이후 세립질 물질이 난투수층을 형성하여 점토성회산회토류에 의해 습지 형성, 물수지 분석결과 매우 풍부한 수분량을 보임(연평균 강수량 4,622mm, 국내 연평균 강수량 1,320mm)
- (생물다양성 및 멸종위기 야생생물) 멸종위기 야생생물 3종(I 급: 1종(비바리뱀), II 급: 2종(자주땅귀개, 새호리기)) 포함 총 689종 확인
- (이전 조사와 차이점) 확인된 멸종위기종 4종에서 3종으로 1종 감소, 총 종수는 446종에서 689종으로 증가
- (위협요인 및 관리방안) 1100도로 인근에 비점오염원에 의한 토양 및 수질 오염 심화, 야생에 탈출(방사)된 우제목(붉은사슴, 꽃사슴)에 의한 식물과 토양의 훼손 발생

사. 제주 습은물뱅디

- (서식환경 특성) 한라산 서록완사면에 오름으로 둘러싸인 분지형태의 습지, 토양의 퇴적물에 의해 높은 산도(pH 4.6-5.6) 보임, 잠재증발량에 비해 강수량이 매우 풍부하여 습지 함양에 유리, 전체적으로 양호한 수질을 보이거나 갈수기에 수질 악화
- (생물다양성 및 멸종위기 야생생물) 멸종위기 야생생물 5종(II 급: 5종(자주땅귀개, 한라옥잠난초, 새매, 새호리기, 긴꼬리딱새) 포함 총 478종 확인
- (이전 조사와 차이점) 확인된 멸종위기종 3종에서 5종으로 2종 증가, 총 종수는 666종에서 478종으로 대폭 감소

※ 총 종수의 감소 원인은 곤충(308종→90종)조사에 야간 등화채집 미실시(현지 조사여건상)

- (위협요인 및 관리방안) 북동쪽 경계부에 열카르스트(토빙융해로 지면 함몰)에 의한 지형변화 확인, 갈수기 수질 악화, 야생화 된 우제목(소, 붉은사슴, 꽃사슴)과 들개로 인한 식물과 토양 훼손

<습지보호지역 대상지 5개소의 생물다양성 현황>

구 분	출현종	멸종위기 야생생물
순천 동천 하구	917 (멸 I 3종, 멸 II 9종)	I 급 : 저어새, 노랑부리백로, 수달 II 급 : 노랑부리저어새, 흑두루미, 재두루미, 검은목두루미, 큰기러기, 물수리, 붉 은발말뚝개, 대모잠자리, 샛
정읍 월영습지	984 (멸 II 6종)	II 급 : 구렁이, 참매, 긴꼬리딱새, 담비, 샛, 하늘다람쥐
신안 장도 산지습지	710 (멸 I 1종, 멸 II 6종)	I 급 : 수달 II 급 : 매, 붉은배새매, 흑비둘기, 섬개개비, 청호반새, 석곡
제주 1100고지	689 (멸 I 1종, 멸 II 2종)	I 급 : 비바리뱀 II 급 : 자주땅귀개, 새 호리기
제주 숨은물뱅듸	478 (멸 II 5종)	II 급 : 자주땅귀개, 한라옥잠난초, 새매, 새 호리기, 긴꼬리딱새

아. 습지보호지역 5개소 모니터링 요소 및 지점 도출

- 습지보호지역 5개소 생태계 조사 결과를 바탕으로 향후 조사(유역·환경청 모니터링 조사, 내륙습지 정밀조사 등)와 연계하기 위한 습지별 ①멸종위기 야생생물, ②중요 서식지, ③교란 및 훼손, ④기타 등 4가지 모니터링 요소를 도출함
- (순천 동천하구) 사람 출입(관광객, 낚시인, 불법어로행위)이 빈번한 지점, 주변토지 이용(수질오염 등), 식생보전등급 3급 이상지, 버드나무 군락지, 생태계교란 식물(양미역취)생육지, 양서류 산란지, 멸종위기종 서식지(큰기러기, 흑두루미, 수달, 샛, 붉은발말뚝개, 대모잠자리) 선정
- (정읍 월영습지) 사람 출입(관광객)이 빈번한 지점, 습지식물 주요 서식지, 양서류 산란지, 생태계교란 생물(갈색날개매미충, 등검은말벌), 생물다양성이 높은 지점, 생물서식환경 우수지역, 멸종위기종 서식지(구렁이, 참매, 긴꼬리딱새, 하늘다람쥐) 선정

- (신안 장도산지) 건습화·육화 진행지, 습지식물 주요 서식지, 조릿대 피압 군락지, 기후변화지표종 서식지, 멸종위기종 서식지(석곡, 매, 흑비둘기, 섬개개비, 수달) 선정
- (제주 1100고지) 도로로 단절된 습지, 습지식물 주요 서식지(한라물부추 등), 생물다양성이 높은 지점, 포유류 이동경로, 멸종위기종 서식지(새호리기) 선정
- (제주 숨은물뱅디) 습지지형 변화지(열카르스트), 습지식물 주요 서식지(한라물부추 등), 외래포유류(붉은사슴, 꽃사슴) 이동경로, 멸종위기종 서식지(자주땅귀개, 한라옥잠난초, 새매, 새호리기, 긴꼬리딱새) 선정

<각 습지별 향후 모니터링 지점>



Abstract

This study investigates the status and changes in the ecosystems of exemplary ecological wetlands and wetland protection areas, aiming to provide foundational data for the implementation of the Wetland Conservation Act. The findings can serve as essential information for developing systematic management plans for wetland protection areas and restoration strategies for degraded sites. The research was conducted from January to December 2024 in two exemplary ecological wetlands (Hapcheon Jeongyangji and Haman Jilnalneup) and five wetland protection areas (Suncheon Dongcheon Estuary, Sinan Jang-do Mountain Wetland, Jeongeup Wolyeong Wetland, Jeju 1100 Hill, and Jeju Sumunmulbaengdwi). From March to October, ten fields of study (topography, geology, sediments, hydraulics, hydrology, water quality, vegetation, flora, terrestrial insects, fish, birds, mammals, amphibians, reptiles, and benthic macroinvertebrates) were investigated in accordance with the Inland Wetland Survey Guidelines (2020). Hapcheon Jeongyangji is a backwater lake of the Hwanggang River tributary, which maintains stable water quality and possesses excellent flood control capabilities. The habitats of seven endangered species and 670 species of organisms were identified. Although the area has high connectivity with surrounding mountains, water pollution from sewage and the presence of invasive alien species require effective management.

Haman Jilnal Swamp is a significant wetland in terms of geomorphology, as the lake sediments provide valuable records of paleoenvironmental changes. Eight distinct vegetation communities have been identified within the wetland, with the *Zizania latifolia* community covering the largest area at 34.2%. The swamp serves as a habitat for eight endangered species and supports a diverse array of 788 organism species. However, water pollution poses a serious threat due to livestock wastewater and agricultural runoff, necessitating the implementation of effective countermeasures.

The Suncheon Dongcheon Estuary is an open estuary characterized by

diverse vegetation and serves as a habitat for 12 endangered species and 917 species of organisms. The Jeongeup Wolyeong Wetland is a representative rice paddy wetland in Korea, where evidence of terrestrialization and drying has been observed. This wetland supports the habitats of 6 endangered species and 984 species of organisms. The Sinan Jang-do Mountain Wetland, relatively large for the size of the island, demonstrates the ability to maintain water storage even during the dry season. It is home to 7 endangered species and 710 species of organisms, although the wetland is experiencing rapid terrestrialization due to the proliferation of *Salix koreensis*. The Jeju 1100 Highland Wetland benefits from a plentiful water supply, attributed to high average annual precipitation, and supports the habitats of 3 endangered species and 689 species of organisms. However, soil and water pollution from nonpoint sources occurs near 1100 Road, leading to damage to plants and soil caused by released deer. The Jeju Hidden Waterfall is a basin-type wetland nestled among the peaks of Hallasan Mountain, providing habitats for 5 endangered species and 478 species of organisms. During the dry season, water quality deteriorates, and damage to plants and soil from released deer and cattle has been documented.

목 차

요 약 문	i
Abstract	x

합천 정양지

I. 지형 · 지질 · 퇴적물	3
II. 수리 · 수문 · 수질	45
III. 식생	67
IV. 식물상	105
V. 양서 · 파충류	137
VI. 어류	153
VII. 육상곤충	173
VIII. 조류	197
IX. 포유류	233
X. 저서성 대형무척추동물	255

함안 질남늪

I. 지형 · 지질 · 퇴적물	277
II. 수리 · 수문 · 수질	315
III. 식생	375
IV. 식물상	395

V. 양서 · 파충류	439
VI. 어류	463
VII. 육상곤충	485
VIII. 조류	511
IX. 포유류	535
X. 저서성 대형무척추동물	551

순천 동천하구

I. 지형 · 지질 · 퇴적물	575
II. 수리 · 수문 · 수질	605
III. 식생	643
IV. 식물상	687
V. 양서 · 파충류	713
VI. 어류	733
VII. 육상곤충	751
VIII. 조류	781
VIII. 포유류	801
X. 저서성 대형무척추동물	827

정읍 월영습지

I. 지형 · 지질 · 퇴적물	847

II. 수리·수문·수질	917
III. 식생	943
IV. 식물상	971
V. 양서·파충류	1003
VI. 육상곤충	1015
VII. 조류	1057
VIII. 포유류	1075
IX. 저서성 대형무척추동물	1091

신안 장도산지습지

I. 지형·지질·퇴적물	1113
II. 수리·수문·수질	1165
III. 식생	1189
IV. 식물상	1211
V. 양서·파충류	1251
VI. 육상곤충	1263
VII. 조류	1301
VIII. 포유류	1325
IX. 저서성 대형무척추동물	1337

제주 1100고지습지

I. 지형 · 지질 · 퇴적물	1355
II. 수리 · 수문 · 수질	1385
III. 식생	1403
IV. 식물상	1421
V. 양서 · 파충류	1449
VI. 육상곤충	1461
VII. 조류	1503
VIII. 포유류	1513
IX. 저서성 대형무척추동물	1529

제주 숨은물뱅디

I. 지형 · 지질 · 퇴적물	1545
II. 수리 · 수문 · 수질	1573
III. 식생	1591
IV. 식물상	1609
V. 양서 · 파충류	1637
VI. 육상곤충	1647
VII. 조류	1675
VIII. 포유류	1687
IX. 저서성 대형무척추동물	1705

표 목 차

합천 정양지

[지형·지질·퇴적물]

표 1. 본류-지류간의 관계 및 본류와 지류간의 다양한 지형 변수 관계의 연속체에 대한 개념도	18
표 2. 합천 정양지 퇴적물 시료의 입도 분석 결과	25
표 3. 합천 정양지 퇴적물의 입도 분석 결과	26
표 4. 합천 정양지 퇴적물 시료의 입자 크기 비율	26
표 5. 합천 정양지 퇴적물 시료의 토색 측정 결과	32
표 6. 합천 정양지 퇴적물 시료 분석 결과	33
표 7. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치	39

[수리·수문·수질]

표 1. 현장조사	50
표 2. 합천기상관측소 30년 월평균 기후환경(1944~2023)	53
표 3. 합천기상관측소 30년 연평균 기후환경(1944~2023)	54
표 4. 합천 정양지 조사지점별 현장조사 결과	58

[식생]

표 1. 합천 정양지 식생조사 조사시기	70
표 2. 식물종의 기여도 및 백분율 상대기여도	71
표 3. 피도계급 산정 방법	72
표 4. 식생보전등급 평가항목 및 평가요령	74
표 5. 조사지역 일대 식생자원의 종합상재도표	84

표 6. 합천 정양지 일대의 현존식생 유형별 분포 현황	91
표 7. 합천 정양지 일대 식생의 보전등급별 식물군락 현황	92
표 8. 합천 정양지 일대의 식생보전등급 분포 현황	92
표 9. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치	98

[식물상]

표 1. 합천 정양지의 관속식물 분류군 수	111
표 2. 합천 정양지의 조사지역별 분류군 수	112
표 3. 합천 정양지의 관속식물 생활형별 분류군 수 및 분포비율	112
표 4. 합천 정양지의 한반도고유종	113
표 5. 합천 정양지의 식물구계학적 특징종	115
표 6. 합천 정양지의 생태계교란 생물과 외래식물	118

[양서·파충류]

표 1. 합천 정양지 조사시기	140
표 2. 조사지역에서 확인된 양서류 현황	143
표 3. 조사지역에서 확인된 파충류 현황	143
표 4. 1차 조사결과 출현종 및 개체수	144
표 5. 2차 조사결과 출현종 및 개체수	144
표 6. 3차 조사결과 출현종 및 개체수	145
표 7. 1차 조사시 양서류 군집분석 결과	145
표 8. 1차 조사시 파충류 군집분석 결과	145
표 9. 2차 조사시 양서류 군집분석 결과	146
표 10. 2차 조사시 파충류 군집분석 결과	146

표 11. 3차 조사시 양서류 군집분석 결과	146
표 12. 3차 조사시 파충류 군집분석 결과	146
표 13. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치	148

[어류]

표 1. 합천 정양지 조사지역 및 조사일정	157
표 2. 합천 정양지 조사지점별 어류상	161
표 3. 합천 정양지 조사차수별 어류상	162
표 4. 합천 정양지 모니터링 필요 지점	165

[육상곤충]

표 1. 조사일정 및 주요 조사 내용	177
표 2. 합천 정양지의 육상곤충류 출현 현황	179
표 3. 주요종 출현현황	180
표 4. 합천 정양지 육상곤충류 군집분석 결과	181
표 5. 우점도와 다양도에 따른 군집특성 및 환경상태	181
표 6. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치	183

[조류]

표 1. 조사시기	201
표 2. 문헌조사 종 목록	204
표 3. 현지조사 종 목록	210
표 4. 합천 정양지 모니터링 필요지점	220

[포유류]

표 1. 합천 정양지 일대 조사 시기 현황	237
표 2. 합천 정양지 일대의 멸종위기야생생물 포유류 출현 현황	240
표 3. 법정보호종 확인 지점	241
표 4. 무인센서카메라 설치지점 좌표	243
표 5. 무인센서카메라에 확인된 종 및 사진 촬영 횟수	244
표 6. 합천 정양지 조사결과와 선생연구의 결과 비교(포유류)	245
표 7. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치	248

[저서성 대형무척추동물]

표 1. 조사시기	258
표 2. 조사지점 좌표	259
표 3. 1차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 출현종수	261
표 4. 1차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도	261
표 5. 2차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 출현종수	262
표 6. 2차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도	262
표 7. 3차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 출현종수	263
표 8. 3차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도	263
표 9. 조사지점별 저서성 대형무척추동물 출현종수(종합)	264
표 10. 조사지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도(종합)	264
표 11. 합천 정양지의 조사차수별 우점종 및 아우점종	265
표 12. 합천 정양지의 조사차수별 군집지수	266
표 13. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치	267

함안 질남늪

[지형·지질·퇴적물]

표 1. 현장 조사 일정 및 내용 281

표 2. 시료 채취 지점 좌표 301

표 3. 함안 질남늪 일대 토성 분석 결과 303

표 4. 함안 질남늪 일대 화학 분석 결과 304

표 5. 함안 질남늪 일대 유기물 함량 분석 결과 306

표 6. 함안 질남늪 모니터링 필요 지점 307

[수리·수문·수질]

표 1. 기상 및 수문 관측소 요약(edited from KMA and WAMIS) 327

표 2. 수질측정 지점 현황 352

표 3. 수질측정 결과 353

표 4. 제 1차 조사 수질측정 결과의 상관계수 행렬(19 April) 356

표 5. 제 2차 조사 수질측정 결과의 상관계수 행렬(20 Jun) 358

표 6. 제 3차 조사 수질측정 결과의 상관계수 행렬(24 August) 361

표 7. 각 조사와 지점별 CV값의 변이 363

표 8. 조사지역의 습지보호지역 지정 가치 366

[식생]

표 1. 함안 질남늪 조사시기 380

표 2. 함안 질남늪 식물 군락별 면적 383

표 3. 서식처 평가 385

표 4. 식생환경 평가 386

표 5. 생물등급 평가	386
표 6. 함안 질남늪의 습지보호지역 지정 가치	388

[식물상]

표 1. 식물상 조사 일정	399
표 2. 함안 질남늪에 분포하는 관속식물 현황	401
표 3. 함안 질남늪에 분포하는 국가적색목록 식물	402
표 4. 함안 질남늪에 분포하는 고유종	403
표 5. 함안 질남늪에 분포하는 식물구계학적 특정식물종	404
표 6. 함안 질남늪에 분포하는 생태계교란 식물 및 외래식물	406
표 7. 함안 질남늪의 습지보호지역 지정 가치	411

[양서·파충류]

표 1. 함안 질남늪 우수습지지역 생태조사 일시	443
표 2. 지점별 양서류 출현종 및 개체수	448
표 3. 함안 질남늪 양서류 군집지수 분석 결과	449
표 4. 지점별 파충류 출현종 및 개체수	450
표 5. 함안 질남늪 습지의 파충류 군집지수분석 결과	450
표 6. 함안 질남늪 습지의 습지보호지역 지정 가치	453

[어류]

표 1. 함안 질남늪 전체 어류상	471
표 2. 함안 질남늪 조사지점 1의 어류상	472
표 3. 함안 질남늪 조사지점 2의 어류상	473

표 4. 함안 질날늪 조사지점 3의 어류상	474
표 5. 함안 질날늪의 전체 어류군집 분석	475
표 6. 함안 질날늪 모니터링 필요지점	477

[육상곤충]

표 1. 조사일정 및 주요 조사 내용	489
표 2. 함안 질날늪의 육상곤충 종다양성 현황	491
표 3. 함안 질날늪의 육상곤충 목별 다양성(현지조사)	494
표 4. 조사지점별 우점종 및 군집분석 결과	495
표 5. 함안 질날늪의 습지보호지역 지정 가치	496

[조류]

표 1. 2024년 함안 질날늪 조류 조사일정	515
표 2. 조사 시기별 우점종 현황	519
표 3. 조류 서식 유형별 종수 변화	520
표 4. 조류 서식 유형별 개체수 변화	520
표 5. 함안 질날늪에서 확인된 법정보호종	521
표 6. 함안 질날늪 조류 선행연구와 비교	523
표 7. 함안 질날늪의 습지보호지역 지정 가치	527

[포유류]

표 1. 함안 질날늪 조사 시기	539
표 2. 무인센서카메라 설치기간	540
표 3. 포유류 목록	542

표 4. 포유류 목록(기존 문헌 비교)	543
표 5. 함안 질남늪의 습지보호지역 지정 가치	545

[저서성 대형무척추동물]

표 1. 각 조사지점의 개황	555
표 2. 함안 질남늪 저서성 대형무척추동물 조사시기	555
표 3. 조사지점별 분류군의 출현종수 현황	559
표 4. 함안 질남늪 각 조사지점의 군집분석(1차 조사)	560
표 5. 함안 질남늪 각 조사지점의 군집분석(2차 조사)	561
표 6. 함안 질남늪 각 조사지점의 군집분석(3차 조사)	561
표 7. 함안 질남늪 내 저서성 대형무척추동물 우점종 및 아우점종(1차 조사)	561
표 8. 함안 질남늪 내 저서성 대형무척추동물 우점종 및 아우점종(2차 조사)	561
표 9. 함안 질남늪 내 저서성 대형무척추동물 우점종 및 아우점종(3차 조사)	562
표 10. 함안 질남늪 모니터링 필요지점	564

순천 동천하구

[지형·지질·퇴적물]

표 1. 현장조사 일자 및 조사내용	581
표 2. 퇴적물 입도분석 결과	589
표 3. 순천 동천하구 습지 모니터링 필요 지점	599

[수리·수문·수질]

표 1. 순천동천 하천 개요	609
표 2. 조사 시기 개요	611

표 3. 수리·수문·수질분야 조사지점 수리적 위치	613
표 4. 순천 2011~2023년 연평균 기후	615
표 5. 순천 동천하구(순천시, 중권역(이사천)) 생활계 오염원 현황	616
표 6. 순천 동천하구(순천시, 중권역(이사천)) 축산계 오염원 현황	617
표 7. 순천 동천하구(순천시, 중권역(이사천)) 산업계 오염원 현황	617
표 8. 순천 동천하구(순천시, 중권역(이사천)) 토지계 오염원 현황	617
표 9. 순천 동천하구(순천시, 중권역(이사천)) 양식계 오염원 현황	618
표 10. 순천 동천 하천 유량	618
표 11. 풍덕보(동천) 수위·유량 측정자료	618
표 12. 신전교(이사천) 수위·유량 측정자료	619
표 13. 해룡교(해룡천) 수위·유량 측정자료	620
표 14. 측정망(동천교) 월별 수위·유량 측정자료	622
표 15. 측정망(연동교) 월별 수위·유량 측정자료	622
표 16. 수질분석 결과(현장 실측)	623
표 17. 하천의 생활환경 기준(환경부)	624

[식생]

표 1. 식물종의 피도 판정기준	651
표 2. 식생보전등급 평가항목 및 평가요령	652
표 3. 조사지역 일대의 현존식생 유형별 분포 현황	654
표 4. 순천 동천하구습지 일대 식생의 보전등급별 식물군락 현황	676
표 5. 순천 동천 하구습지 모니터링 필요 지점	681

[식물상]

표 1. 순천 동천하구 정밀조사 기본 정보	691
표 2. 순천 동천하구의 관속식물 현황	692
표 3. 순천 동천하구의 생태계교란 식물 현황	692
표 4. 순천 동천하구의 식물구계학적 특정식물 현황	693
표 5. 순천 동천하구의 한국고유종 현황	694
표 6. 순천 동천하구 식물종의 생활형에 따른 구분	695
표 7. 순천 동천하구의 식물종의 생활형에 따른 습지식물 현황	695
표 8. 순천 동천하구 모니터링 필요 지점	698

[양서·파충류]

표 1. 순천 동천하구 양서파충류 조사시기	718
표 2. 순천 동천하구에서 확인된 양서류 현황	720
표 3. 순천 동천하구에서 확인된 파충류 현황	721
표 4. 1차 조사결과 출현 종 및 개체수	722
표 5. 2차 조사결과 출현 종 및 개체수	723
표 6. 3차 조사결과 출현 종 및 개체수	724
표 7. 1차 조사결과 양서류 군집분석	724
표 8. 1차 조사결과 파충류 군집분석	724
표 9. 2차 조사결과 양서류 군집분석	725
표 10. 2차 조사결과 파충류 군집분석	725
표 11. 3차 조사결과 양서류 군집분석	725
표 12. 3차 조사결과 파충류 군집분석	725

표 13. 순천 동천하구 모니터링 필요 지점	727

[어류]

표 1. 순천 동천하구습지 일대의 어류상	739
표 2. 순천 동천하구 습지 각 조사지점의 우점종과 아우점종	742
표 3. 순천 동천하구습지 각 조사지점의 군집분석	742
표 4. 과거 문헌과의 비교	743
표 5. 순천 동천하구습지 모니터링 필요 지점	745

[육상곤충]

표 1. 순천 동천하구습지의 현지조사 결과에 따른 육상곤충의 종 구성	757
표 2. 순천 동천하구습지의 조사시기별 우점종과 아우점종 현황	759
표 3. 순천 동천하구습지의 육상곤충상	760
표 4. 순천 동천하구습지의 주요종 출현현황	763
표 5. 순천 동천하구습지 모니터링 필요 지점	764

[조류]

표 1. 순천 동천하구습지 모니터링 필요지점	793

[포유류]

표 1. 순천 동천하구 일대 조사 시기 현황	806
표 2. 순천 동천하구습지 선행 연구사례 비교(포유류)	810
표 3. 흔적유형별 포유류 출현현황 횡수	811
표 4. 순천 동천하구 일대의 멸종위기 야생생물 포유류 출현 현황	812
표 5. 멸종위기 야생생물 관찰지점 좌표	814

표 6. 무인센서카메라 설치지점 좌표	816
표 7. 무인센서카메라 확인된 종 및 사진 촬영 횟수	817
표 8. 순천 동천하구습지 모니터링 필요지점	820

[저서성 대형무척추동물]

표 1. 순천 동천하구 저서성 대형무척추동물 조사 지점 정보	831
표 2. 조사지점별 저서성 대형무척추동물 분류군의 출현종수	833
표 3. 순천 동천하구습지의 저서성대형무척추동물 우점종 및 아우점종	836
표 4. 순천 동천하구습지의 조사지점별 평균 군집지수 현황	837
표 5. 순천 동천하구습지 모니터링 필요 지점	839

정읍 월영습지

[지형·지질·퇴적물]

표 1. 최근 30년간 정읍시 기상 개황	856
표 2. 정읍 월영습지 조사 시기	857
표 3. 정읍 월영습지 퇴적물 채취 지점	859
표 4. 정읍 월영습지 고도별 분포	864
표 5. 정읍 월영습지 경사별 분포	865
표 6. 정읍 월영습지 사면향별 분포	867
표 7. 정읍 월영습지 토지피복 유형별 분포	867
표 8. 정읍 월영습지 시계열 논 면적	877
표 9. 정읍 월영습지 시계열 논 면적 비교	881
표 10. 정읍 월영습지의 토양분석 결과	893

표 11. 습지별 pH와 Ec(dS/m)의 분포	894
표 12. 습지별 유기물과 유효인산의 분포	895
표 13. 정읍 월영습지 입도분석 결과	898
표 14. 정읍 월영습지 모니터링 필요 지점	911

[수리·수문·수질]

표 1. 정읍 월영습지 조사일정	922
표 2. 정읍 월영습지의 월별 평균 기후특성	924
표 3. Penman-FAO24에 의한 기후학적 월평균 물수지	929
표 4. 정읍 월영습지의 연강수량과 연평균 지중수위 및 변화량	932
표 5. 월평균 유출량과 '24년 월 유출량 비교	933
표 6. 정읍 월영습지의 NDVI와 NDWI 통계값	940

[식생]

표 1. 각 습지별 현존식생 면적 및 비율	948
표 2. 작은월영아래습지 군락면적 및 현존식생도	951
표 3. 작은월영윗습지 군락면적 및 현존식생도	953
표 4. 큰월영아래습지 군락면적 및 현존식생도	956
표 5. 큰월영윗습지 군락면적 및 현존식생도	959
표 6. 정읍 월영습지 모니터링 필요 지점	960

[식물상]

표 1. 조사일정 및 시기	976
표 2. 선행조사와의 식물목록 비교	977

표 3. 조사지역 식물의 생활형	977
표 4. 조사지역의 적색목록 식물 목록	978
표 5. 조사지역의 고유종 목록	978
표 6. 조사지역내 식물구계학적 특정식물 목록	979
표 7. 조사지역의 귀화식물 및 생태계교란 생물 목록	981
표 8. 정읍 월영습지의 식물특성 및 가치	982
표 9. 정읍 월영습지 모니터링 필요 지점	983

[양서·파충류]

표 1. 정읍 월영습지 조사시기	1006
표 2. 정읍 월영습지 양서류 목록 및 개체수	1008
표 3. 정읍 월영습지 양서류 군집분석	1008
표 4. 정읍 월영습지 파충류 목록 및 개체수	1009
표 5. 정읍 월영습지 파충류 군집분석	1009
표 6. 정읍 월영습지 모니터링 필요 지점	1010

[육상곤충]

표 1. 조사일정 및 주요 조사내용	1020
표 2. 정읍 월영습지 습지보호지역의 육상곤충종 다양성 현황	1022
표 3. 조사시기별 출현종 다양성과 우점종 현황	1027
표 4. 정읍 월영습지 습지보호지역의 국외반출 승인대상 생물종(곤충) 출현 현황	1030
표 5. 정읍 월영습지 습지보호지역의 한국고유생물종(곤충) 출현 현황	1033
표 6. 정읍 월영습지 습지보호지역의 기후변화 생물종(곤충) 출현 현황	1034
표 7. 정읍 월영습지 습지보호지역의 생태계교란 생물(곤충) 출현 현황	1035

표 8. 정읍 월영습지의 모니터링 필요 지점	1037

[조류]

표 1. 정읍 월영습지 조사일정	1061
표 2. 정읍 월영습지에서 확인된 조류	1063
표 3. 정읍 월영습지에서 확인된 법정보호종 현황	1064
표 4. 정읍 월영습지 모니터링 필요 지점	1067

[포유류]

표 1. 정읍월영습지 조사시기	1079
표 2. 무인센서카메라 설치기간	1080
표 3. 포유류 목록	1082
표 4. 정읍 월영습지 모니터링 필요지점	1085

[저서성 대형무척추동물]

표 1. 정읍 월영습지의 물리적 서식지 현황	1095
표 2. 정읍 월영습지의 저서성 대형무척추동물 조사시기	1095
표 3. 정읍 월영습지의 분류군별 종 조성	1097
표 4. 정읍 월영습지의 조사시기별 출현종 구성	1098
표 5. 정읍 월영습지의 군집지수 현황	1098
표 6. 정읍 월영습지의 특정종 현황	1099
표 7. 정읍 월영습지 모니터링 필요 지침	1101

신안 장도산지습지

[지형·지질·퇴적물]

표 1. 최근 27년간 조사지역 기상 개황	1121
표 2.新安 장도 산지습지 조사시기	1122
표 3. Phantom 4 Pro V2 제원	1123
표 4.新安 장도 산지습지 퇴적물 채취 지점	1125
표 5.新安 장도 산지습지 고도별 분포	1130
표 6.新安 장도 산지습지 경사별 분포	1131
표 7.新安 장도 산지습지 사면향별 분포	1133
표 8.新安 장도 산지습지 토지피복 유형별 분포	1134
표 9.新安 장도 산지습지 시계열 습지면적	1136
표 10.新安 장도 산지습지의 토양분석 결과	1145
표 11.新安 장도 산지습지의 입도분석 결과	1146
표 12.新安 장도 산지습지 모니터링 필요 지점	1156
표 13.新安 장도 산지습지 재설정 습지 경계별 면적	1157

[수리·수문·수질]

표 1. 조사일정	1170
표 2.新安 장도 산지습지의 월별 평균 기후특성	1172
표 3. Penman-FAO24에 의한 기후학적 월평균 물수지	1177
표 4.新安 장도 산지습지의 연평균 지중수위와 변화량	1180
표 5.新安 장도 산지습지의 수질환경	1181
표 6.新安 장도 산지습지의 토양함수율의 공간분석 결과	1181
표 7.新安 장도 산지습지의 NDVI와 NDWI 통계값	1185

표 8. 신안 장도 산지습지의 모니터링 필요 지점	1186

[식생]

표 1. 신안 장도 산지습지 군락면적 및 현존식생도	1199

표 2. 신안 장도 산지습지 모니터링 필요지점	1200

[식물상]

표 1. 조사일정 및 시기	1217

표 2. 선행조사와 식물목록 비교	1218

표 3. 조사지역 식물의 생활형	1218

표 4. 조사지역의 적색목록 식물 목록	1219

표 5. 조사지역의 고유종 목록	1219

표 6. 조사지역의 식물구계학적 특정식물	1220

표 7. 조사지역의 귀화식물 및 생태계교란 생물 목록	1224

표 8. 신안 장도 산지습지 식물특성 및 가치	1226

표 9. 신안 장도 산지습지 모니터링 필요 지점	1226

[양서·파충류]

표 1. 신안 장도 산지습지 조사시기	1254

표 2. 신안 장도 산지습지 양서류 목록 및 개체수	1256

표 3. 신안 장도 산지습지 양서류 군집분석	1256

표 4. 신안 장도 산지습지 파충류 목록 및 개체수	1256

표 5. 신안 장도 산지습지 양서류 군집분석	1257

[육상곤충]

표 1. 조사일정 및 주요 조사내용	1268
표 2. 신안 장도 산지습지의 육상곤충 종다양성 현황	1270
표 3. 조사 시기별 출현종 다양성과 우점종 현황	1275
표 4. 신안 장도 산지습지 습지보호지역의 멸종위기 야생생물 II급(곤충) 출현현황 ..	1276
표 5. 신안 장도 산지습지의 국외반출 승인대상 생물종(곤충) 출현 현황 ..	1278
표 6. 신안 장도 산지습지의 한국고유생물종(곤충) 출현 현황	1280
표 7. 신안 장도 산지습지의 기후변화 생물지표종(곤충) 출현 현황 ...	1281
표 8. 신안 장도 산지습지 습지보호지역의 모니터링 필요지점	1283

[조류]

표 1. 신안 장도 산지습지 조사일정	1305
표 2. 신안 장도 산지습지에서 확인된 조류	1307
표 3. 신안 장도 산지습지에서 확인된 법정보호종 현황	1309
표 4. 신안 장도 산지습지 모니터링 필요 지점	1312

[포유류]

표 1. 신안 장도 산지습지 조사시기	1328
표 2. 무인센서카메라 설치기간	1330
표 3. 포유류 목록	1331
표 4. 신안 장도 산지습지 모니터링 필요지점	1333

[저서성 대형무척추동물]

표 1. 신안 장도 산지습지의 생태환경 현황	1341
표 2. 조사시기	1342

표 3. 신안 장도 산지습지의 분류군별 종 조성	1344
표 4. 신안 장도 산지습지의 조사시기별 출현종 구성	1344
표 5. 신안 장도 산지습지의 군집지수 현황	1345
표 6. 신안 장도 산지습지의 특정종 현황	1345
표 7. 신안 장도 산지습지의 모니터링 필요 지점	1347

제주 1100고지습지

[지형·지질·퇴적물]

표 1. 최근 5년간 서귀포시 기상 개황	1361
표 2. 조사 시기	1361
표 3. 제주 1100고지의 퇴적물 조사 지점	1363
표 4. 제주 1100고지 토양유형별 분포면적	1369
표 5. 제주 1100고지 고도별 분포	1371
표 6. 제주 1100고지 경사별 분포	1372
표 7. 제주 1100고지 사면향별 분포	1373
표 8. 제주 1100고지 각 시기별 토지피복 유형의 면적 및 비율	1377
표 9. 제주 1100고지 습지의 퇴적물 분석 결과	1379
표 10. 제주 1100고지 모니터링 필요 지점	1380

[수리·수문·수질]

표 1. 현장조사	1390
표 2. 제주 1100고지 월기상 자료(2016-2023)	1393
표 3. 제주 1100고지 습지의 기후학적 평균물수지	1395

표 4. 1100고지 습지 주요지점의 수질 분석 결과	1397

[식생]

표 1. 제주 1100고지 군락별 면적	1409
표 2. 서식지 평가	1415
표 3. 식생환경 평가	1416
표 4. 제주 1100고지 습지 모니터링 필요 지점	1418

[식물상]

표 1. 제주 1100고지 일대에 분포하는 관속식물의 집계표	1427
표 2. 제주 1100고지 일대에 분포하는 관속식물의 습지선호도 및 비율	1427
표 3. 제주 1100고지 일대에 분포하는 관속식물의 생육지 분류 및 비율	1427
표 4. 제주1100고지 일대에 분포하는 멸종위기야생식물	1427
표 5. 제주 1100고지 일대에 분포하는 한국적색목록식물	1428
표 6. 제주 1100고지 일대에 분포하는 식물구계학적 특정식물	1429
표 7. 제주 1100고지 일대에 분포하는 생태계교란 식물 및 귀화식물	1430
표 8. 제주 1100고지 모니터링 필요지점	1432

[양서·파충류]

표 1. 조사지역 양서류상	1453
표 2. 조사지의 파충류상	1454
표 3. 조사 일시 별 양서류 종다양도 지수	1455
표 4. 조사 일시 별 파충류 종다양도 지수	1455

[육상곤충]

표 1. 제주 1100고지 이전 조사(2013년, 2018년) 데이터 수정 내용	1464
표 2. 제주 1100고지의 조사지점	1466
표 3. 조사일정	1468
표 4. 제주 1100고지의 육상곤충 종현황	1471
표 5. 제주 1100고지의 육상곤충 우점종 및 상대풍부도	1472
표 6. 제주 1100고지 내 주간과 야간 조사별 육상곤충 종현황	1473
표 7. 제주 1100고지의 육상곤충 군집분석	1474
표 8. 제주 1100고지 육상곤충 환경부지정종 출현 현황	1474

[조류]

표 1. 조사일정	1507
표 2. Spot Census 지점 좌표	1507
표 3. 제주 1100고지 조류상	1508
표 4. 제주 1100고지 습지 모니터링 필요지점	1510

[포유류]

표 1. 제주 1100고지 일대의 조사시기	1518
표 2. 현지조사시 포유류 목별 분포현황	1520
표 3. 제주 1100고지 일대 포유류 목록	1520
표 4. 제주 1100고지 일대 포유류 목록(기존 문헌 비교)	1522
표 5. 무인센서카메라에 확인된 종 및 출현빈도	1523
표 6. 제주 1100고지 모니터링 필요지점	1525

[저서성 대형무척추동물]

표 1. 제주 1100고지 조사지점 좌표 및 행정구역명	1533
표 2. 제주 1100고지 조사시기	1533
표 3. 제주 1100고지에 출현한 저서성 대형무척추동물상	1535
표 4. 조사시기별 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 비교	1536
표 5. 제주 1100고지 모니터링 필요 지점	1538

제주 숨은물뱅디

[지형·지질·퇴적물]

표 1. 최근 5년간 제주시 기상 개황	1551
표 2. 조사시기	1551
표 3. 제주 숨은물뱅디의 퇴적물 조사 지점	1553
표 4. 제주 숨은물뱅디 토양유형별 분포면적	1558
표 5. 제주 숨은물뱅디 고도별 분포	1560
표 6. 제주 숨은물뱅디 경사별 분포	1561
표 7. 제주 숨은물뱅디 사면향별 분포	1562
표 8. 제주 숨은물뱅디 각 시기별 토지피복 유형의 면적 및 비율	1566
표 9. 제주 숨은물뱅디의 퇴적물 분석 결과	1568
표 10. 제주 숨은물뱅디 모니터링 필요지점	1569

[수리·수문·수질]

표 1. 조사일정	1577
표 2. 숨은물뱅디 습지의 월기상 자료	1581
표 3. 숨은물뱅디 습지의 기후학적 평균물수지	1582
표 4. 숨은물뱅디 습지 주요지점의 3개월 수질 분석 결과	1585

[식생]

표 1. 제주 숨은물뱅디 군락별 면적	1597
표 2. 서식처 평가	1603
표 3. 식생평가	1604
표 4. 제주 숨은물뱅디 모니터링 필요 지점	1606

[식물상]

표 1. 제주 숨은물뱅디 일대에 분포하는 관속식물의 집계표	1614
표 2. 제주 숨은물뱅디 일대에 분포하는 관속식물의 습지선호도 및 비율 ...	1615
표 3. 제주 숨은물뱅디 일대에 분포하는 관속식물의 생육지 분류 및 비율 ...	1615
표 4. 제주 숨은물뱅디 일대에 분포하는 멸종위기야생식물	1615
표 5. 제주 숨은물뱅디 일대에 분포하는 한국적색목록 식물	1616
표 6. 제주 숨은물뱅디 일대에 분포하는 식물구계학적 특정식물	1617
표 7. 제주 숨은물뱅디 모니터링 필요 지점	1619

[양서·파충류]

표 1. 조사지의 양서류 상	1641
표 2. 조사지의 파충류 상	1642
표 3. 조사 일시별 양서류 종다양도 지수	1642
표 4. 조사 일시별 파충류 종다양도 지수	1642

[육상곤충]

표 1. 제주 숨은물뱅디 이전 조사(2012년, 2017년) 데이터 수정 내용	1650
표 2. 제주 숨은물뱅디 조사지점	1651
표 3. 조사일정	1652

표 4. 제주 숨은물뱅디 내 출현한 육상곤충 종현황	1655
표 5. 제주 숨은물뱅디 내 육상곤충 우점종 및 상대풍부도(비율)	1656
표 6. 제주 숨은물뱅디의 육상곤충 군집분석	1657
표 7. 제주 숨은물뱅디 내 환경부지정종 육상곤충 출현 현황	1657

[조류]

표 1. 조사일정	1679
표 2. Spot Census 지점 좌표	1679
표 3. 제주 숨은물뱅디 조류상	1680
표 4. 제주 숨은물뱅디 모니터링 필요 지점	1683

[포유류]

표 1. 제주 숨은물뱅디 일대의 조사시기	1692
표 2. 현지조사시 포유류 목별 분포현황	1694
표 3. 제주 숨은물뱅디 일대 포유류 목록	1694
표 4. 제주 숨은물뱅디 일대 포유류 목록(기존문헌 비교)	1696
표 5. 무인센서카메라에 확인된 종 및 출현빈도	1697
표 6. 제주 숨은물뱅디 모니터링 필요 지점	1700

[저서성 대형무척추동물]

표 1. 제주 숨은물뱅디 조사지점 좌표 및 행정구역명	1708
표 2. 제주 숨은물뱅디 조사시기	1709
표 3. 제주 숨은물뱅디에 출현한 저서성 대형무척추동물상	1710
표 4. 제주 숨은물뱅디 저서성 대형무척추동물 군집분석	1712

그 립 목 차

합천 정양지

[지형·지질·퇴적물]

그림 1. 합천 정양지 위치	6
그림 2. 합천 정양지 일대의 지질 특성	9
그림 3. 황강과 아천 주변의 기반암 노출부	10
그림 4. 아천과 주요 지류의 하천 종단 곡선(부산지방국토관리청, 2019) ...	12
그림 5. 합천 정양지와 아천의 종단 곡선(부산지방국토관리청, 2019) ...	13
그림 6. 동절기(2월) 합천 정양지 일대의 경관	14
그림 7. 하절기(8월) 합천 정양지 일대의 내부 경관	14
그림 8. 합천 정양지 일대의 사질 하상 모습	15
그림 9. 황계천 하류에 위치하는 박실지	16
그림 10. 황강 구하도에 위치하는 연당소류지	16
그림 11. 일제 강점기 지형도 상의 합천 정양지	19
그림 12. 광여도에 나타난 아천 하류의 호수	19
그림 13. 합천 정양지 규모의 시계열적 변화	22
그림 14. 시료 채취 지점의 위치	24
그림 15. 시료 채취 지점의 각 지점별 모습	25
그림 16. 합천 정양지 퇴적물 시료의 입도 구성 비율	28
그림 17. 합천 정양지 퇴적물 시료의 입도분석 결과	29
그림 18. 합천 정양지 시료의 토성 특성	31
그림 19. 합천 정양지 퇴적물 시료 측정결과	35
그림 20. 합천 정양지 퇴적물 시료의 치환성 이온 함량	36

[수리·수문·수질]

그림 1. 합천지역의 하천도(환경부, 한국수자원공사, 2022)	49
그림 2. 합천 정양지 주변 하천 모식도	49
그림 3. 조사에 사용된 측정 장비	51
그림 4. 합천 정양지 조사지점 위치도	52
그림 5. 합천 기상관측소의 30년간(1994-2023) 기온 및 강수량 변화	55
그림 6. 합천 정양지(ST.03) 수위 모니터링('24.4.7-9.4.)	56
그림 7. 합천 정양지(ST.03) 수온 및 대기온도 비교('24.4.7-9.4.)	57
그림 8. 조사시기별 현장수질측정값 변화	59
그림 9. 남정교 수위 및 유량 변화('14- '23년, 10년)	60
그림 10. 황강4(수질측정망)의 수질변화	61
그림 11. 합천 정양지 관련 언론자료	63
그림 12. 유량 계측관리 시스템 구성 및 설치사진	64

[식생]

그림 1. 드론으로 촬영한 합천 정양지 일대 전경	72
그림 2. 조사지역 및 조사지점도	73
그림 3. 습지 전경 및 현장 식생조사 전경	74
그림 4. 조사지역 일대의 현존식생도(1/2)	93
그림 4. 조사지역 일대의 현존식생도(2/2)	94
그림 5. 조사지역 일대의 식생보전등급도(1/2)	95
그림 5. 조사지역 일대의 식생보전등급도(2/2)	96
그림 6. 합천 정양지의 주요 식생군락	98
그림 7. 습지의 각종 교란 및 훼손 요인들	100

[식물상]

그림 1. 합천 정양지 조사구역(붉은실선)	109
그림 2. 합천 정양지 전경(좌)과 아천 상류(우)	109
그림 3. 가시연 봄철 토끼 귀모양의 어린 개체(좌)와 여름철 꽃봉오리(우)	113
그림 4. 한반도 고유종인 키버들(좌)과 큰꽃땅비싸리(우)	113
그림 5. 합천 정양지 식물구계학적 특정종	115
그림 6. 합천 정양지의 주요 식물구계학적 특정종	117
그림 7. 합천 정양지의 생태계교란 생물과 외래식물	118
그림 8. 가시연 분포지와 착생성 양치식물 서식지	121
그림 9. 합천 정양지 탐방로 제초부와 하류 미국수련	121
그림 10. 아천 하류의 낚시꾼과 제방 쓰레기	122

[어류]

그림 1. 합천 정양지 조사지역	158
그림 2. 합천 정양지의 과별 출현종 현황	159
그림 3. 합천 정양지의 출현종 현황 및 군집분석	160

[육상곤충]

그림 1. 합천 정양지의 조사지역 및 전경	177

[조류]

그림 1. 합천 정양지 조사지역	201
그림 2. 합천 정양지 조사 시기별 종수 및 개체수 변화	207
그림 3. 합천 정양지 우점종 현황	214
그림 4. 합천 정양지 도래유형별 종의 비율	216

그림 5. 합천 정양지 법정보호종 출현 위치도	218

[포유류]

그림 1. 합천 정양지의 포유류 조사 범위	237
그림 2. 전체 포유류 출현 현황	239
그림 3. 법정보호종 서식 흔적(수달, 삵 배설물 및 족적)	240
그림 4. 법정보호종 포유류 출현 위치	241
그림 5. 무인센서카메라 설치 현황	243
그림 6. 무인센서카메라에 촬영된 포유류 촬영 횟수	244

[저서성 대형무척추동물]

그림 1. 저서성 대형무척추동물 조사지점	259

합안 질날늪

[지형·지질·퇴적물]

그림 1. 합안 질날늪 일대 지형 개관	283
그림 2. 합안 질날늪 일대 지질 개관	285
그림 3. 합안 질날늪 일대 함안층 노두	287
그림 4. 합안 질날늪 일대 경사 분포	287
그림 5. 합안 질날늪 일대의 지형 기록	288
그림 6. 합안 질날늪 일대의 드론 촬영 기반 DEM과 표고점 분포	290
그림 7. 합안 질날늪 일대 1954년 항공사진	291
그림 8. 합안 질날늪 일대 1969년 항공사진	293
그림 9. 합안 질날늪 일대 1987년 항공사진	294

그림 10. 함안 질날늪 일대 1996년 항공사진	295
그림 11. 함안 질날늪 일대 2015년 항공사진	296
그림 12. 함안 질날늪 일대 5월 21일 드론 촬영 영상	298
그림 13. 함안 질날늪 일대 8월 29일 드론 촬영 영상	299
그림 14. 함안 질날늪 일대 10월 8일 드론 촬영 영상	300
그림 15. 퇴적물 분석을 위한 시료 채취 지점	301
그림 16. 함안 질날늪 일대 토성 분석 결과	302
그림 17. 함안 질날늪 일대 화학 분석 결과	304
그림 18. 함안 질날늪 일대 유기물 함량 분석 결과	305
그림 19. 함안 질날늪 일대 오염원	308

[수리·수문·수질]

그림 1. 연구지역의 지형개요	319
그림 2. 연구지역의 세부지형	321
그림 3. 연구지역 주변 지질	322
그림 4. 연구지역의 토양 특성	323
그림 5. 연구지역과 우리나라의 기후조건(1991~2020)	325
그림 6. 연구지역의 장기 기후변화	333
그림 7. 연구지역의 단기 기후 변동	334
그림 8. 연구지역의 장기적인 수문학적 변동	340
그림 9. 연구지역의 단기 수문학적 변화	341
그림 10. 연구지역의 장기적인 수질변화	343
그림 11. 수질 측정 위치	348

그림 12. 주변지역의 상세지형(image from Google Earth)	349
그림 13. 1차 조사 수질측정 결과의 공간적 분포	355
그림 14. 2차 조사 수질측정 결과의 공간적 분포	357
그림 15. 3차 조사 수질측정 결과의 공간적 분포	360

[식생]

그림 1. 함안 질남늪 조사지역	379
그림 2. 함안 질남늪 현존식생도	384
그림 3. 함안 질남늪의 수생식물군락 및 가시연	389
그림 4. 멸종위기 야생생물 II급 가시연의 분포	390
그림 5. 생태계교란 생물 가시박, 도깨비가지	391
그림 6. 생태계교란 생물 가시박, 도깨비가지 분포 위치	392

[식물상]

그림 1. 조사대상지 현황, 핵심지역, 완충구역	400
그림 2. 대평늪의 2019년 가시연 군락과 2024년 연꽃군락	410

[양서·파충류]

그림 1. 함안 질남늪 양서·파충류 조사구간	443
그림 2. 함안 질남늪에서 확인된 멸종위기 II급 구렁이	452

[어류]

그림 1. 함안 질남늪 어류상 조사지점	466
그림 2. 조사지점 1의 경관	468
그림 3. 조사지점 2의 경관	469

그림 4. 조사지점 3의 경관	470
그림 5. 함안 질날늪에 서식하는 어류의 상대풍부도	472
그림 6. 함안 질날늪에 출현한 어류의 군집분석	475
그림 7. 함안 질날늪 오염원	478

[육상곤충]

그림 1. 현지조사 지점	488
그림 2. 구간 1 및 구간 2일대의 경관	490
그림 3. 유인등을 이용한 야간조사	490
그림 4. 함안 질날늪의 육상곤충 목별 다양성(문헌+현지조사)	492
그림 5. 함안 질날늪의 육상곤충 목별 다양성(현지조사)	493

[조류]

그림 1. 조사 대상지역(함안 질날늪)	515
그림 2. 조사 시기별 관찰 종수 및 개체수	518
그림 3. 조사 시기별 조류 군집 지수	521
그림 4. 법정보호종 위치	523

[포유류]

그림 1. 함안 질날늪 카메라 위치도	540
그림 2. 함안 질날늪 포유류 법정보호종 위치	544

[저서성 대형무척추동물]

그림 1. 전체 저서성 대형무척추동물의 분류군별 현황	558
그림 2. 저서성 대형무척추동물(곤충류)의 분류군별 구성비(Order별)	559

그림 3. 각 지점의 조사 시기별 출현 종수의 변화 비교	560
그림 4. 함안 질남늾 내 확인된 분포특이종	563
그림 5. 각 지점간 인접 위험요인	565

순천 동천하구

[지형·지질·퇴적물]

그림 1. 순천 동천과 이사천의 유역분지	580
그림 2. 순천 동천하구	583
그림 3. 순천만 일대 DEM 지형도	584
그림 4. 순천 동천하구 습지 일대의 표고 분포	584
그림 5. 순천 동천하구 습지 일대의 경사 분포	585
그림 6. 순천 동천하구 습지 일대의 향 분포	586
그림 7. 순천만의 암석 분포(한국지질자원연구소, 2022)	587
그림 8. 퇴적물 표품 채취 지점	588
그림 9. 순천 동천하구 습지 퇴적물 토성 분석치	589
그림 10. 2024년 산도 분석치	590
그림 11. 2024년 전기전도도 분석치	590
그림 12. 2024년 유기물 함량 분석치	591
그림 13. 2024년 인산 분석치	592
그림 14. 2024년 양이온치환용량 분석치	592
그림 15. 2024년 칼슘 분석치	593
그림 16. 2024년 마그네슘 분석치	593
그림 17. 2024년 나트륨 분석치	594

그림 18. 2024년 칼륨 분석치	594
그림 19. 순천만 항공사진(2013,2015,2017,2020,2023년 촬영)	596
그림 20. 순천만 경관변화(1918,1957,1970,2008,2023년 제작)	597

[수리·수문·수질]

그림 1. 순천 동천 하천수계 모식도	610
그림 2. 순천 동천하구 습지보호지역 구역도	611
그림 3. 수리·수문·수질분야 조사지점	612
그림 4. 현장조사 측정 장비(유속계 및 다항목수질측정기) 및 현장조사	614
그림 5. 순천 2011-2023년 연평균 기후	616
그림 6. 풍덕보(동천)	619
그림 7. 신전교(이사천)	620
그림 8. 이사천 수위변화	620
그림 9. 해룡교(해룡천)	621
그림 10. 해룡천 수위변화	621
그림 11. 순천 동천2 수질변화(2021-2024)	626
그림 12. 순천 이사천3 수질변화(2021-2024)	627
그림 13. 순천 동천3 수질변화(2021-2024)	628

[식생]

그림 1. 습지보호지역인 순천 동천하구 습지 조사지역	648
그림 2. 습지보호지역인 순천 동천하구 습지조사지역 일대 전경	649
그림 3. 평년과 조사년의 기온과 강수량 비교	649
그림 4. 순천 동천하구 습지 방형구 조사 지점	650

그림 5. 식물 군락의 종다양도 지수	655
그림 6. 순천 동천하구습지 현존식생도	656
그림 7. 순천 동천하구습지 식생보전등급	656
그림 8. 갈대 군락 분포도	658
그림 9. 물억새 군락	659
그림 10. 환삼덩굴 군락	660
그림 11. 버드나무 군락	661
그림 12. 모새달 군락	662
그림 13. 갈대-털물참새피군락	664
그림 14. 모새달-갈대군락	665
그림 15. 왕대군락	666
그림 16. 리기다소나무 군락	667
그림 17. 칩 군락	668
그림 18. 줄-털물참새피군락	669
그림 19. 멸구슬나무 군락	670
그림 20. 이사천 달뿌리풀 군락 분포도	671
그림 21. 애기부들 군락	672
그림 22. 아까시나무 군락	674
그림 23. 줄 군락	675
그림 24. 순천 동천하구습지 생태계교란 식물 서식 현황	679

[식물상]

그림 1. 순천 동천하구 조사구역	691

[양서파충류]

그림 1. 순천 동천하구 조사구역	717

[어류]

그림 1. 어류 조사지점의 위치도	737

그림 2. 각 출현어종의 개체수 구성비	741

[육상곤충]

그림 1. 순천 동천하구습지 육상생태계 조사 지점	755

그림 2. 순천 동천하구습지의 현지조사 결과에 따른 육상곤충의 종 구성	757

그림 3. 순천 동천하구습지 육상곤충의 분류군별 계절적 변동	758

그림 4. 순천 동천하구습지 육상곤충의 조사지점별 계절적 변동	759

그림 5. 순천 동천하구습지 육상곤충의 종구성	761

그림 6. 순천 동천하구습지 현지조사와 선행조사에서의 종 구성 비교	761

그림 7. 순천 동천하구습지 현지조사 추가종 현황	762

[조류]

그림 1. 순천 동천하구 습지의 조사지역	785

그림 2. 순천 동천하구 습지의 조류종의 변화	790

그림 3. 순천동천 하구습지의 우점종 및 군집지수	790

그림 4. 순천동천 하구습지의 전체 도래유형별 종의 비율	791

[포유류]

그림 1. 순천 동천하구의 조사범위	806

그림 2. 현지에서 조사된 포유류 확인지점 현황	808

그림 3. 현지조사 출현종 현황 비교	809
그림 4. 현지에서 조사된 멸종위기 야생생물 포유류 확인지점 현황	813
그림 5. 현지에서 조사된 멸종위기 야생생물 서식 흔적	815
그림 6. 무인센서카메라 설치 지점 현황	817
그림 7. 무인센서카메라 촬영된 종	818
그림 8. 모니터링 추천 대상지역	820

[저서성 대형무척추동물]

그림 1. 순천 동천하구의 조사지역 및 지점	831
그림 2. 순천 동천하구습지의 저서성 대형무척추동물의 분류군별 조성	833
그림 3. 지점별 저서성 대형무척추동물의 출현종수 및 개체수밀도	835
그림 4. 붉은발말뚝개	837

정읍 월영습지

[지형·지질·퇴적물]

그림 1. 정읍 월영습지 전경사진	852
그림 2. 조사지역도	853
그림 3. 최근 30년간 정읍시 기상 개황 그래프	855
그림 4. 표층퇴적물 시료 채취 지점 및 현장사진	859
그림 5. 정읍 월영습지 주변의 지질 및 토양지형 분포	862
그림 6. 정읍 월영습지 및 주변 지역의 지질조사 결과	862
그림 7. 지형주제도 및 토지피복도	869
그림 8. 각 습지별 중·횡단면도 위치	870

그림 9. 작은월영아래습지 횡단면도	871
그림 10. 작은월영윗습지 횡단면도	872
그림 11. 큰월영윗습지 횡단면도	873
그림 12. 큰월영아래습지 횡단면도	874
그림 13. 정읍 월영습지 및 주변 지역의 다중시기 항공영상	876
그림 14. 정읍 월영습지 시계열 논 면적 경계	879
그림 15. 정읍 월영습지 구역	880
그림 16. 정읍 월영습지 최대, 최소 경계	883
그림 17. 작은월영아래습지 전경 및 지형사진	885
그림 18. 작은월영윗습지 전경 및 지형사진	887
그림 19. 큰월영윗습지 전경 및 지형사진	889
그림 20. 큰월영아래습지 전경 및 지형사진	891
그림 21. sand-gravelly-mud 분류	899
그림 22. 습지별 모래 함량의 공간적 분포	902
그림 23. 습지별 실트 함량의 공간적 분포	903
그림 24. 습지별 점토 함량의 공간적 분포	904
그림 25. 정읍 월영습지 구역별 퇴적상 모래, 실트, 점토 함량의 공간적 분포 (국립생태원, 2016)	907
그림 26. 월영습지 생태·역사·관광자원으로써의 가치	910
그림 27. 정읍 월영습지 오염 물질 및 훼손 현황	912

[수리·수문·수질]

그림 1. 큰월영습지 정사영상	921

그림 2. 작은월영아래습지 정사영상	922
그림 3. 정읍 월영습지의 월평균 기온과 강수량 분포	925
그림 4. 정읍 월영습지 인근 지역의 연평균 기온과 연강수량 변화 추이	926
그림 5. 정읍 월영습지 인근 지역의 계절별 평균기온 변화	927
그림 6. 정읍 월영습지 인근 지역의 계절별 강수량 변화	927
그림 7. 정읍 월영습지의 강수-지중수위 변화	930
그림 8. 정읍 월영습지의 지중수의 경년변화	932
그림 9. 작은월영아래습지의 수문곡선	934
그림 10. 토양함수율변화(상)와 평균 함수율대비 ‘24년 함수율 변동량(하) ..	935
그림 11. 큰월영습지의 정규식생지수(NDVI)와 정규수분지수(NDWI)	938
그림 12. 작은월영아래습지 정규식생지수(NDVI)와 정규수분지수(NDWI)	939

[식생]

그림 1. 정읍 월영습지 조사지역	947
그림 2. 정읍 월영습지 현존식생도	949

[식물상]

그림 1. 정읍 월영습지 위치 및 조사지역	975
그림 2. 조사지역의 전경	975

[육상곤충]

그림 1. 정읍 월영습지 일대의 주요조사지역과 전경	1019
그림 2. Bucket lightit trap 설치 위치 및 현황	1021
그림 3. 정읍 월영습지 습지보호지역의 육상곤충류 군집구조	1023

그림 4. 계절별 육상곤충류 출현종수 및 개체수 변동	1028
그림 5. 남방노랑나비의 현지 관찰지역	1034
그림 6. 생태계교란 생물(곤충)의 현지 관찰지역	1035
그림 7. 습지보호지역으로 편입 검토가 필요한 지역	1038

[조류]

그림 1. 정읍 월영습지 위치도	1061
그림 2. 정읍 월영습지에서 확인된 우점종과 이동형	1063
그림 3. 정읍 월영습지에서 확인된 법정보호종 위치도	1065

[포유류]

그림 1. 정읍 월영습지 카메라 위치도	1080
그림 2. 정읍 월영습지 포유류 법정보호종 위치	1083

[저서성 대형무척추동물]

그림 1. 정읍 월영습지의 종 조성	1097

신안 장도산지습지

[지형·지질·퇴적물]

그림 1. 신안 장도 산지습지 전경	1118
그림 2. 조사지역도	1119
그림 3. 최근 27년간 조사지역 기상 그래프	1122
그림 4. 드론 촬영 현장 사진	1124
그림 5. 표층퇴적물 시료 채취 지점 및 현장사진	1126
그림 6. 신안 장도 산지습지 주변의 지질 및 토양지형 분포	1128

그림 7. 신안 장도 산지습지 및 주변 지역의 지질조사 결과	1129
그림 8. 지형주제도 및 토지피복도	1132
그림 9. 신안장도 산지습지 및 주변지역의 다중시기 항공영상 및 드론 정사영상 ...	1136
그림 10. 신안 장도 산지습지의 시계열 습지 면적 경계	1137
그림 11. 신안 장도 산지습지의 시계열 논 면적 경계	1137
그림 12. 신안 장도 산지습지 구역	1139
그림 13. 신안 장도 산지습지 구역별 전경 및 지형 사진	1140
그림 14. silt-sand-clay 분류	1147
그림 15. 모래, 실트, 점토 비율의 공간적 분포	1151
그림 16. 모래, 실트, 점토 비율의 공간적 분포(환경부, 2018)	1152
그림 17. 퇴적물 평균입도, 분급, 왜도, 첨도의 공간 분포도	1153
그림 18. 공간자료를 활용한 습지 경계 재설정	1158
그림 19. 신안 장도 산지습지 내 안내게시판 및 덩굴식물	1159

[수리·수문·수질]

그림 1. 신안 장도 산지습지 전경	1169
그림 2. 항공사진으로 본 신안장도 산지습지의 경관 변화	1170
그림 3. 신안 장도 산지습지의 천이과정	1170
그림 4. 신안 장도 산지습지의 평균기온과 강수량 분포	1173
그림 5. 신안 장도 산지습지 인근 지역의 연평균 기온과 연강수량 변화 추이 ..	1174
그림 6. 신안 장도 산지습지 인근지역의 계절별 평균기온 변화	1175
그림 7. 신안 장도 산지습지 인근지역의 계절별 강수량 변화	1175
그림 8. 신안 장도 산지습지의 지중수의 경년변화	1179

그림 9. 신안 장도 산지습지의 토양함수율 분포도	1182
그림 10. 신안 장도 산지습지의 정규식생지수(NDVI)와 정규수분지수(NDWI)	1184

[식생]

그림 1. 신안 장도 산지습지 조사지역	1193

[식물상]

그림 1. 신안 장도 산지습지 위치 및 조사지역	1216
그림 2. 조사지역 전경	1216

[육상곤충]

그림 1. 신안 장도 산지습지 습지보호지역 일대의 주요 조사지역과 전경	1267
그림 2. Bucket light trap(A)과 Light trap(B)의 설치 위치와 현황	1269
그림 3. 신안 장도 산지습지의 육상곤충류 군집구조	1271
그림 4. 계절별 육상곤충류 출현종수 및 개체수 변동	1275
그림 5. 습지보호지역으로 편입 검토가 필요한 지역	1284

[조류]

그림 1. 신안 장도 산지습지 위치도	1305
그림 2. 신안 장도 산지습지에서 확인된 우점종과 이동형	1307
그림 3. 신안 장도 산지습지에서 확인된 법정보호종 위치도	1310

[포유류]

그림 1. 신안 장도 산지습지 카메라 위치도	1330
그림 2. 신안 장도 산지습지 포유류 법정보호종 위치	1332

[저서성 대형무척추동물]

그림 1. 신안 장도 산지습지의 종 조성 1343

제주 1100고지습지

[지형·지질·퇴적물]

그림 1. 제주 1100고지 전경 1359

그림 2. 제주 1100고지 위치도 1360

그림 3. 표층퇴적물 시료 채취 위치도 1364

그림 4. 표층퇴적물 시료채취 모습 1365

그림 5. 현지조사 사진 1367

그림 6. 제주 1100고지 주변의 지질도 1368

그림 7. 제주 1100고지의 토양특성도 1369

그림 8. 제주 1100고지 고도 분포도 1371

그림 9. 제주 1100고지 경사 분포도 1372

그림 10. 제주 1100고지 사면향 분포도 1373

그림 11. 일제강점기(1910년대) 제주 1100고지 일대 지형도 1374

그림 12. 정사영상 제작을 위한 드론 비행 경로 및 이미지 획득 지점 ...1375

그림 13. 2013년 정사영상 1375

그림 14. 2024년 정사영상(2026.06.19.) 1376

그림 15. 2013년 정사영상으로 제작된 토지피복도 1376

그림 16. 2024년 드론 영상으로 제작된 토지피복도 1377

그림 17. 모니터링 지점의 현장 사진 1381

그림 18. 습지 경계 조정 필요 지점 1382

[수리·수문·수질]

그림 1. 제주도 습지 분포와 제주 1100고지 위치	1389
그림 2. 제주 1100고지의 경계 및 설치지점(A)과 자동관측정 설치도(B) ..	1391
그림 3. 영실 AWS의 지난 8년간(2016-2023) 주요 기상관측값	1393
그림 4. 영실 AWS의 일강수량과 제주 1100고지의 수위 비교	1396
그림 5. 강우 후 제주 1100고지의 수위 감쇠 곡선	1398
그림 6. 제주 1100고지의 수분분포(A)와 전기전도도 분포(B)	1399

[식생]

그림 1. 제주 1100고지 식생 조사지점	1407
그림 2. 제주 1100고지 현존식생도	1410
그림 3. 제주 1100고지 군락 현황	1417

[육상곤충]

그림 1. 제주 1100고지 조사지역과 전경	1467
그림 2. 조사 방법(쓸어잡기법 과 육안 모니터링 및 사진 촬영)	1469
그림 3. 제주 1100고지의 육상곤충 목별 종수	1471
그림 4. 제주 1100고지의 육상곤충 목별 개체수	1472
그림 5. 제주 1100고지의 주간과 야간 조사별 육상곤충 개체수	1474

[조류]

그림 1. 조사지역 위치도	1506

[포유류]

그림 1. 제주 1100고지 전경	1517

그림 2. 제주 1100고지 조사범위	1517
그림 3. 무인센서카메라를 활용한 상대풍부도 지수(RAI)	1523
그림 4. 무인센서카메라 설치지점	1524

[저서성 대형무척추동물]

그림 1. 제주 1100고지의 저서성 대형무척추동물 조사지점	1532
그림 2. 저서성 대형무척추동물 종조성	1535
그림 3. 지점별 저서성 대형무척추동물 종조성 비교	1535
그림 4. 조사시기별 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 비교	1536
그림 5. 조사지점별 및 조사차수별 OHC-group 개체수	1537

제주 숨은물뱅디

[지형·지질·퇴적물]

그림 1. 제주 숨은물뱅디 전경	1549
그림 2. 제주 숨은물뱅디 위치도	1550
그림 3. 표층퇴적물 시료 채취 위치도	1553
그림 4. 표층퇴적물 시료채취 모습	1554
그림 5. 현지조사 사진	1556
그림 6. 제주 숨은물뱅디 주변의 지질도	1557
그림 7. 제주 숨은물뱅디의 토양특성도	1558
그림 8. 제주 숨은물뱅디 고도 분포도	1560
그림 9. 제주 숨은물뱅디 경사별 분포	1561
그림 10. 제주 숨은물뱅디 사면향 분포도	1562

그림 11. 일제강점기(1910년대) 제주 숨은물뱅디 일대 지형도	1563
그림 12. 정사영상 제작을 위한 드론 비행 경로 및 이미지 획득 지점	1564
그림 13. 2013년 정사영상	1564
그림 14. 2024년 정사영상(2024.06.18.)	1565
그림 15. 2013년 정사영상으로 제작된 토지피복도	1565
그림 16. 2024년 드론 영상 제작된 토지피복도	1566
그림 17. 모니터링 지점의 현장 사진	1570

[수리·수문·수질]

그림 1. 제주도 습지 분포와 숨은물뱅디 습지 보호지역 위치	1577
그림 2. 제주 숨은물뱅디 습지 경계(A)와 자동관측정 설치도(B)	1579
그림 3. 영실 AWS의 지난 8년간(2016-2023) 주요 기상관측값	1581
그림 4. 영실 AWS의 일강수량과 숨은물뱅디 습지의 수위비교	1584
그림 5. 강우 후 숨은물뱅디 습지의 수위 감쇠 곡선	1585
그림 6. 숨은물뱅디 습지보호지역의 수분과 전기전도도 분포도	1586

[식생]

그림 1. 제주 숨은물뱅디 식생조사지점	1595
그림 2. 제주 숨은물뱅디 현존식생도	1598
그림 3. 제주 숨은물뱅디 군락 현황	1605

[육상곤충]

그림 1. 제주 숨은물뱅디 조사대상 지역과 현장사진	1652
그림 2. 조사 방법(쓸어잡기법과 육안 모니터링 및 사진 촬영)	1653

그림 3. 제주 숨은물뱅디 육상곤충 목별 종수	1655
그림 4. 제주 숨은물뱅디 육상곤충 목별 개체수	1656

[조류]

그림 1. 조사지역 위치도	1678

[포유류]

그림 1. 제주 숨은물뱅디 조사 범위	1691
그림 2. 제주 숨은물뱅디 전경	1691
그림 3. 무인센서카메라를 활용한 상대풍부도 지수(RAI)	1698
그림 4. 무인센서카메라 설치지점	1698

[저서성 대형무척추동물]

그림 1. 제주 숨은물뱅디의 저서성 대형무척추동물 조사지점	1708
그림 2. 저서성 대형무척추동물 종조성	1710
그림 3. 조사지점별 저서성 대형무척추동물 종조성 비교	1711
그림 4. 조사시기별 저서성 대형무척추동물 종수 및 개체수 비교	1711
그림 5. 조사지점별 및 조사차수별 OHC-group 개체수	1712



합천 정양지



지형 · 지질 · 퇴적물

I . 지형 · 지질 · 퇴적물

김종연 · 신원정

(충북대학교)

요 약

경상남도 합천군에 위치하는 정양지는 빙기 이후 해수면 상승의 영향을 받아 낙동강 지류인 황강과 그 지류인 아천의 합류부에 만들어진 배후습지성 호소이다. 이 습지는 조선 후기 이후 지도에 다른 명칭으로 출현하고 있으며 일제 강점기 지형도상에는 정양지라는 이름으로 기록되어 있다. 정양지는 이 보다 상류인 황계천 합류부의 박실지와 함께 낙동강의 지류 중 가장 상류에 만들어진 기후변화 관련 습지이다. 황강에 대한 대대적인 준설이 이루어지기 전에는 정양지의 하상이 황강의 하상에 비해 고도가 낮았으며, 그로 인하여 홍수시가 아닌 경우에도 황강의 하천수가 역류하는 환경이었던 것으로 보인다. 아천의 하구는 아천으로부터 공급된 퇴적 물질이 황강 본류로 유입되지 못하고 합류성 Bar의 형태인 사주가 성장한 것으로 보여진다. 그리고 이로 인해 전형적인 소택지 환경이 된 것으로 판단된다. 소택지가 된 정양지는 이후 상류로부터의 퇴적물질의 공급과 인위적인 개간으로 인해 그 규모가 점차로 감소하고 있는 것으로 보인다. 퇴적물의 경우 정양지 하류 인근은 주로 중립~조립 모래로 이루어져 있으며, 상류 인근은 세립 모래와 실트로 이루어져 있다. 세립질의 비중이 높은 곳에서는 유기물 함량과 유효 인산, 양이온치환용량, 양이온 함량이 높게 나타났으며, 조립질 조립 모래가 주로 분포하는 곳에서는 유기물 함량 및 전기전도도, 양이온치환용량, 유효인산이 모두 낮게 측정되었다. 퇴적물의 화학적 특성은 입도 특성 과도 연관성을 나타내며, 하류에 비해 정양지의 상류 쪽이 상대적으로 영양염류와 유기물이 풍부한 것으로 나타났다. 현재 정양지는 생태우수습지로 생태공원이 조성되어 방문객들의 휴식 공간으로 활용되고 있으며 향후 지속적인 관리와 모니터링이 요구된다.

1. 서 론

국내에서 연구 및 조사가 이뤄진 하천 습지의 대부분은 자연적으로 형성된 습지들로 인위적인 개입으로 인하여 만들어진 습지 혹은 그 영향으로 형성된 지형에 특성과 변화에 대한 연구는 제한적이다. 특히 자연환경의 변화로 인하여 만들어진 뒤 장기간에 걸쳐 인간의 다양한 개입으로 변형된 하천 습지의 변화 특성 등에 대해서는 제한적인 경우를 제외하고, 지형 특성이나 퇴적물 특성 등에 대한 충분한 조사가 이뤄지지 않은 실정이다.

정양지(正陽池)는 낙동강의 지류인 황강과 아천이 합류하는 부분에 만들어진 호소성습지로 현재 정양늪 생태공원이 조성되어 있다. 이 습지는 19세기 작성된 지도에도 다른 이름(혈암담)으로 출현하며, 일제강점기에 제작된 지형도에는 정양지라는 이름으로 표기되어 있다. 정양지의 하류부는 본류와 지류의 합류부에 만들어진 사주에 의하여 차단되어있으며, 정양지의 동쪽으로 아천의 황강으로의 배수로가 만들어져 있다. 본 조사에서는 정양지와 유입하는 하천인 아천의 경관 특성, 퇴적물 특성 등을 기반으로 해당 습지의 지형 및 퇴적물 특성과 그 형성과정을 파악하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역 개관



그림 1. 합천 정양지의 위치

정양지는 경상남도 합천군 대양면의 북부에 위치하는 호소성 습지이다 (그림 1). 정양지는 아천과 황강의 합류점 부근에 형성된 호소성 습지로 현재는 아천과 황강의 합류점으로부터 약 1km상류에 위치한다. 정양지로 유입되는 아천의 유역 분지는 동경 $128^{\circ} 01' 39'' \sim 128^{\circ} 13' 33''$ 사이에, 북위 $35^{\circ} 28' 27''$ 와 $35^{\circ} 33' 20''$ 사이에 위치한다(부산지방국토관리청, 2019). 아천의 유역 면적은 약 43.52km^2 , 유로연장은 약 11.92km 로 나타나며, 유역의 평균 해발 고도는 145.38m , 유역 내의 평균 경사는 22.08° 이다. 현재 정양지의 유역면적은 약 42.74km^2 이며, 정양지에 유입하는 하천인 아천의 길이는 약 12km 이다. 또한 정양지의 평균 깊이는 0.7m 이며, 최대 깊이는 1.4m 로 알려져 있다(낙동강유역환경청, 2022). 아천의 주요 지류로는 안금천, 덕암천, 장자천, 무곡천이 있으며, 이들은 모두 정양지보다 상류에서 아천으로 합류한다. 안금천은 유역면적 약 6.81km^2 , 유로연장 4.46km , 평균 해발고도 171.86m 평균경사 24.59° 로 경사가 급한 산지 하천의 특성을 보이며, 덕암천은 유역면적 약 3.18km^2 , 유로연장 2.99km 이며, 평균 해발고도 112.37m , 평균 경사는 20.68° 를 나타낸다. 장자천의 경우 유역면적 약 7.6km^2 , 유로연장 5.2km 의 하천으로 평균 해발고도 194.67m , 평균경사 22.17° 를 지닌다. 또한 무곡천은 장자천의 지류로 유역면적 약 2.66km^2 , 유로연장 3.99km 이고 평균 해발고도는 180.43m , 평균경사는 22.57° 로 나타난다. 모든 지류 하천들은 산지 하천의 특성을 지니고 있으며, 이들 하천의 전반적인 유로 형성에는 지질구조에 따른 습곡과 암석의 경계 등 지질적인 단열선이 큰 영향을 준 것으로 알려져 있다(강과 박, 1975).

아천의 유역 분지 경계는 남동쪽의 금곡산(381.8m)에서 북쪽으로 뻗은 능선이 수리봉-팔미재-252고지-244고지로 이어지고, 동쪽으로 뻗은 능선은 남쪽의 낮은 고개들을 지나 381고지에서 북쪽의 아홉자리재-무월산(622m)-대암산(591.1m)-대야성산(271m)으로 이어진다. 아천 유역분지의 동쪽 경계는 운석충돌구로 알려진 초계·적중분지의 외곽 부분을 이루고 있다.

나. 조사시기

본 조사에서는 3차례 현장 조사를 수행하였으며, 구체적으로는 다음과 같은 시기에 현장 조사를 실시하였다.

먼저 2024년 2월 26~27일에 사전 조사를 실시하여 식생이 정착되지 않은 시기에 퇴적 물질 시료를 채취하고 갈수기의 경관 특성을 파악하고자 하였

다. 정양지 주변으로 시료 채취지점을 탐색한 후 총 7점의 퇴적물 시료를 채취하였다.

이후 8월 5일~7일에 1차 조사를 진행하여 정양지의 전반적인 분포 범위와 지형 및 지질 특성을 파악하였다. 해당 조사 기간은 식생이 상당히 정착해있는 시기로, 식생 정착 이후에는 하천 주변 경관을 도보로 답사하며 경관 특성을 조사하였으며, 기반암 노출부를 중심으로 암석 특성을 파악하고 전반적인 지형 경관을 조사하였다.

그리고 8월 20일~22일에는 2차 조사를 진행하여 정양지 주변의 하천지형을 조사하였다. 아침이 정양지로 합류하는 지점에서부터 그 상류까지 하천 퇴적물의 분포와 경관 특성을 조사하였다.

다. 조사방법

정양지의 지형·지질·퇴적물 특성을 파악하기 위해 문헌 조사와 현지조사, 그리고 퇴적물 시료 분석을 수행하였다.

문헌 조사는 서울대학교 규장각의 고지도 자료 등을 탐색하고 학술문헌 자료를 바탕으로 실내 조사를 진행하였으며, 국토지리정보원에서 제공하는 항공사진과 지오빅데이터 오픈플랫폼의 1:50,000 지질도를 활용하여 정양지 일대의 전반적인 지형 및 지질 특성을 파악하였다.

현지조사는 총 2일 간의 사전 조사와 6일 간의 본 조사를 수행하였으며, 갈수기와 홍수기에 모두 방문하여 시기에 따른 경관 특성을 비교하고자 하였다. 또한 정양지로 유입되는 하천인 아천 유역에서 퇴적물 시료를 채취하여 분석하였다.

퇴적물 시료의 분석은 한국농업기술진흥원에 의뢰하여 진행하였으며 총 7점의 시료에 대해 pH, 유기물(OM), 양이온치환용량(CEC), 전기전도도(EC), 치환성 칼륨(Ex-K), 치환성 칼슘(EX-Ca), 치환성 마그네슘(Ex-Mg), 치환성 나트륨(Ex-Na), 유효인산(Av.P2O5), 토성(Soil texture) 등을 분석하였다. 또한 입도분석과 토색 측정을 실시하였으며, 입도분석의 경우 레이저 회절 방식의 입도분석기(Laser Diffraction Particle Size Analyzer)를 사용하였으며, Sympatec GmbH의 HELOS Particle Size Analysis를 이용하여 분석하였다. 분석 결과는 Folk and Ward(1957)법에 따라 계산하여 평균입경, 분급, 왜도, 첨도 값을 나타내었다. 또한 토색의 경우 Munsell의 토색집(Soil Color Chart)를 바탕으로 측정하여 퇴적물 특성을 파악하고자 하였다.

3. 연구 결과

가. 정양지 유역의 암석 분포 및 지질 특성

1) 암석 분포와 특성



그림 2. 합천 정양지 일대의 지질 특성

정양지는 아천 유역에 위치하는 습지로, 아천 유역은 모두 경상누층군에 속하는 중생대 퇴적층을 기반으로 한다(그림 2). 유역분지의 대부분은 1:50,000 합천 도폭에 속하며, 남쪽 일부 지역은 1:50,000 삼가 도폭에 해당한다.

경상누층군은 소위 경상분지를 형성하는 퇴적암체로 우리나라의 대표적인 중생대 백악기의 육상퇴적층이다. 경상누층군에 속하는 암석의 전체적인 분포 범위는 약 20,000km²이며 퇴적층의 두께는 약 9,000m에 달하는 것으로 알려져 있다. 경상누층군의 가장 하부에는 신동층군이 나타나며 신동층군은 가장 하부의 낙동층군(연화동층), 하산동층군, 진주층군(동명층)으로 구분된다(그림 3). 신동층군은 현재의 경상분지의 서쪽 가장자리에 북북

동-남남서 방향으로 분포한다. 신동층군의 상부에는 하양층군이 나타나며 하양층군은 하부로부터 칠곡층, 신라역암층, 학봉 화산암류, 함안층, 진동층으로 구분된다. 경상누층군의 상부는 유천층군으로 고성층이 하부에 다른 화산암류가 가장 상부에 위치한다(홍과 진, 2024).



그림 3. 황강과 아천 주변의 기반암 노출부. (A): 정양지 인근의 기반암 단애, (B): 아천 하안에 발달한 하식와, (C): 황강 하안의 기반암 단애, (D): 황계천 하구 인근의 기반암.

아천의 유역 분지 동쪽을 차지하는 암석은 경상누층군 신동층군(낙동층군)의 동명층(Kdm) 또는 진주층(Knj)에 속하는 세일과 사암이다. 진주층은 신동층군의 최상부 지층으로 두께가 약 1,200 m에 이르며, 경상분지 서쪽 경계를 따라 북북동-남남서 방향으로 분포한다. 함천 인근 지역에서는 약 900m의 두께를 지니는 것으로 알려져 있다(장, 1968). 이 지층은 하산동층에 속하는 적색 이암을 정합적으로 덮고 있으며 주로 호소성 환경에서 형성된 것으로 알려져 있다. 이에 비하여 유역분지의 서측과 북측은 신동층군 하산동층(Kha)에 속하는 사암, 역암, 세일이 주를 이루는 암석이 분포한다. 하산동층의 전반적인 퇴적환경은 충적평원으로, 충적 평야상에 발달하는 곡류가 심한 하천의 사행과 범람 및 구하도의 유기의 결과로 이루어진 하도 퇴적층, 하도 주변의 범람원 퇴적층, 독터짐(crevasse splay/channel)퇴적층, 범람원 호소 퇴적층 등으로 구성되어 있으며, 모래로 이루어진 하도 퇴적층과 점토가 주를 이루는 범람원 퇴적층의 서로 교차하여 나타나는 것

이 하산동층의 대표적인 퇴적 특성이다(백 외, 2020). 이 암석이 퇴적된 시기의 기후 환경은 열대 풍화가 진행되는 열대 또는 아열대 환경으로 추정되고 있다. 합천 인근 지역에서는 약 600m의 두께를 지니는 것으로 조사되어 있다(장, 1968). 아천 유역에서 정양지의 주변은 주로 하산동층에 속하는 암석들이 노출되어 있다. 이 경상누층군의 퇴적층들은 완만한 습곡구조를 지니고 있으며 일부 지역에서는 케스타(questa)로 볼 수 있는 지층의 배열이 보고되고 있다(강과 박, 1975)

한편 유역분지 동쪽 경계의 산지 정상부에는 백악기의 중성 암맥이 분포하며 주로 대암산 등에서 나타난다. 일부 산성 암맥(Kad)도 분포하며, 이들은 모두 관입암체로 불국사 조산운동 시기에 이루어진 관입의 결과로 알려져 있다. 삼가도폭에서는 경상누층군 진주층(Knj)이 나타나며 북쪽의 동명층군(Kdm)과 동일한 암석으로 불린다. 삼가도폭의 마동층(Knm)은 합천도폭의 하산동층과 같다. 이러한 지질구조는 유역 분지의 현재 지형과는 큰 관련성을 보이고 있지 않다. 장자천 합류 이후 정양지 유입 전까지 하천의 유로가 전반적으로 암석의 경계부를 따라서 발달한 것으로 보이지만 이 암석의 경계들이 독특한 지형 특성을 나타낸다고 보기는 어렵다.

나. 정양지 인근의 하천지형 특성

정양지는 아천 하류에 발달한 습지로 아천의 지류로는 암금천, 덕암천, 장자천 등이 있으며 장자천은 무곡천을 지류로 두고 있다. 아천의 가장 하류부 약 1km구간은 황강으로 유입되는 부분이며 그보다 상류부 약 1km 구간이 정양지 구간에 해당한다. 즉, 정양지는 황강으로 유입하는 아천과의 합류점 인근에 형성된 자연 습지로, 아천 및 황강의 하천 특성을 이해하기 위해 아천과 황강의 하천종단곡선상의 특성을 살펴보았다. 부산지방국토관리청(2019)의 자료를 바탕으로 아천과 아천의 주요 지류, 그리고 정양지와 아천의 종단곡선을 작성하였고, 그 결과는 그림 4, 그림 5와 같다.

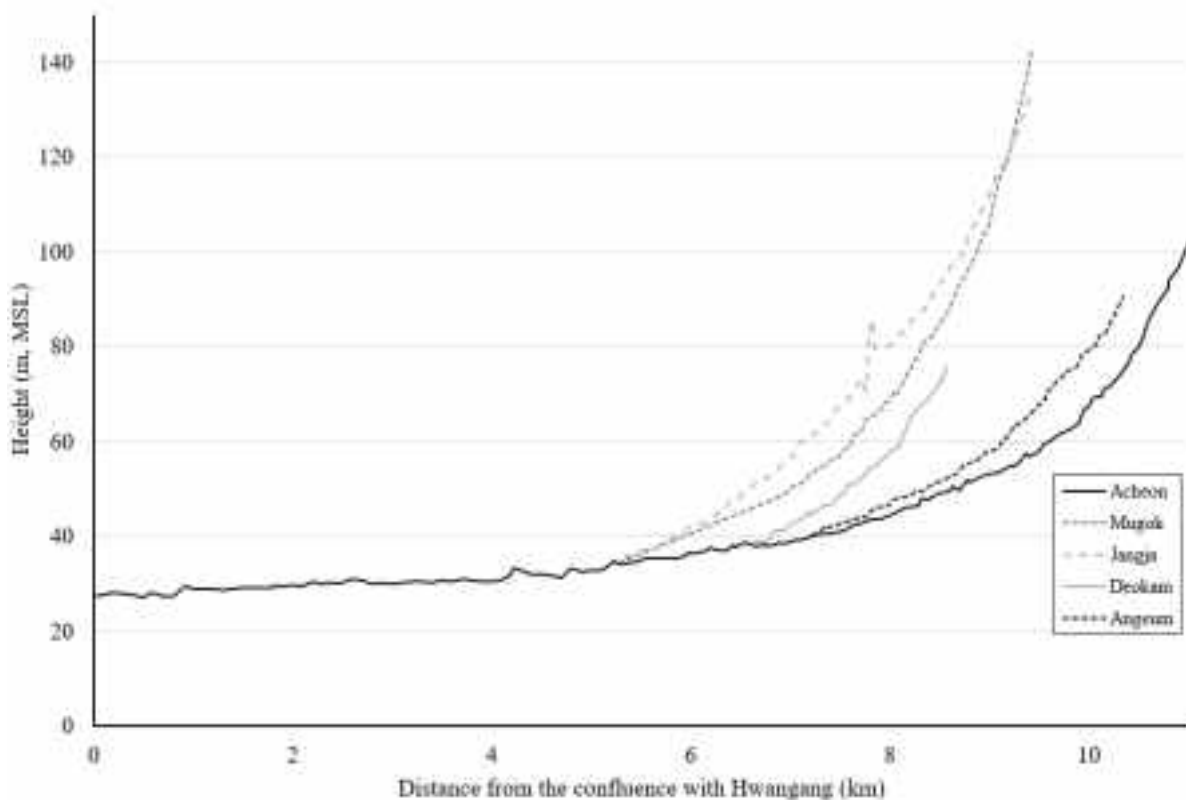


그림 4. 아천과 주요 지류의 하천 종단 곡선(부산지방국토관리청, 2019)

아천의 전반적인 하천종단곡선은 황강 합류부로부터 약 5km지점까지는 매우 완만한 경사의 하천구간이 나타나고 있으며, 이보다 상류 지역에서는 경사가 급해지는 산지 하천의 특성이 나타난다. 이는 일반적인 하천에서 관찰되는 오목사면(concave)의 형태로 주로 하천유수에 의해 침식되어 만들어진 사면의 전형적 특성으로 파악된다. 다만 아천의 경우 인공 시설물의 영향을 배제할 경우 하천의 경사가 급격히 증가하는 경사변환점이 관찰되지 않는다. 인근의 다른 하천인 황계천에서는 암석 차이와 지형 변화에 의한 경사변환점이 관찰되는 반면 아천은 그러한 특성이 확인되지 않는다.

한편 아천의 하류부 일부 구간은 현재는 본류인 황강과 유사한 고도를 지닌 것으로 나타나고 있으나, 과거의 황강과 아천의 하상 높이에 대한 조사 결과에 의하면 황강의 하상 높이가 아천 하류부에 비해 높은 것으로 나타나고 있다.

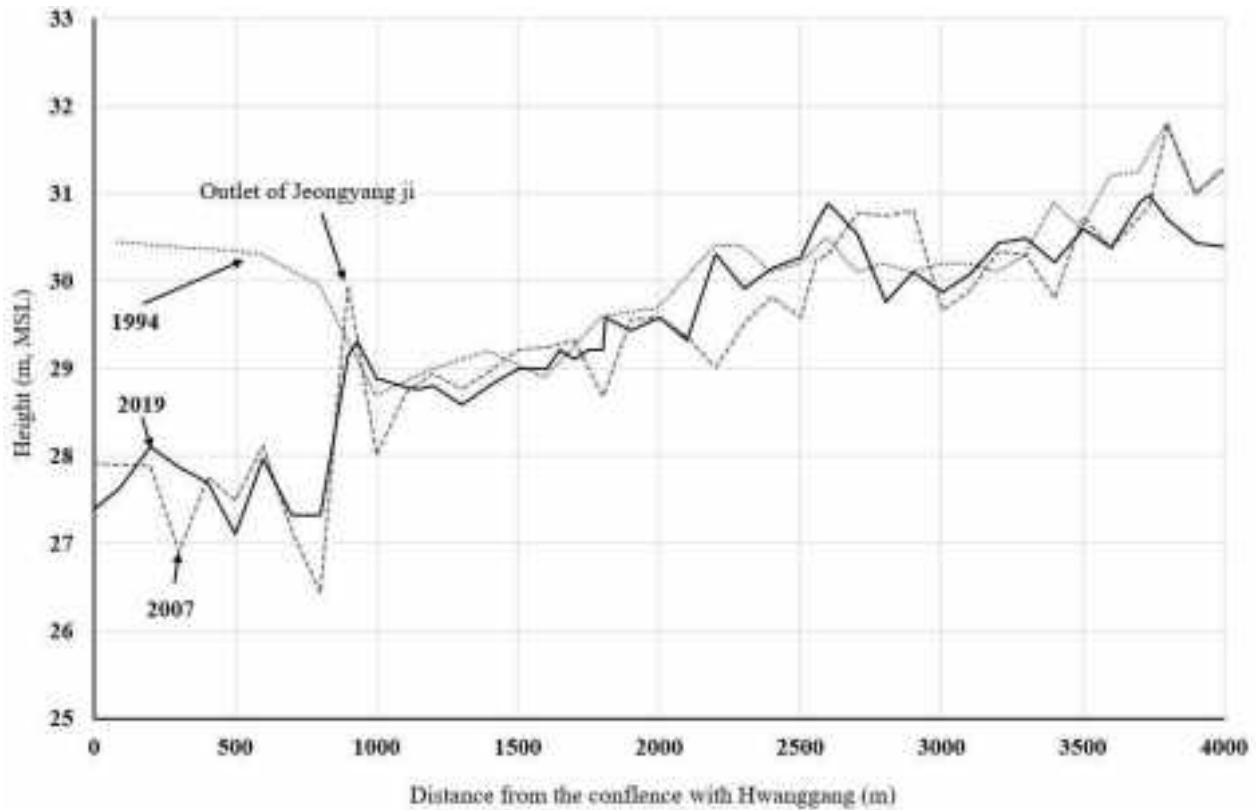


그림 5. 정양지와 아천의 종단 곡선(부산지방국토관리청, 2019)

이를 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 정양지의 종단곡선을 살펴보면 2019년에는 인위적으로 만들어진 배수로에 비해 고도가 약 1m 내외 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 1994년의 자료에 따르면 황강으로 연결되는 배수로의 하상이 정양지 하류부 약 1~1.5km 지점에 비하여 약 1m 이상 높은 것으로 나타나고 있다. 그리고 당시의 황강의 하상 높이는 배수로의 높이와 유사한 수준을 보인다. 황강의 종단곡선에 의하면 1983년에는 약 30.97~32.7m에 달했으며, 2005년에는 28.2~30.2m, 2016년에는 28.15~31.16m에 달하는 것으로 나타난다(건설부, 1983, 합천군, 1996). 2000년대에 들어서 황강의 하상고도가 급격히 낮아지고 있으며, 이러한 황강의 하상고도 저하는 인위적인 준설 작업에 의한 것으로 알려져 있다. 아천 유출부의 고도 역시 황강의 고도와 상당히 유사한데, 하천 하상의 준설 외에도 합천댐 건설 이후 하상의 침식으로 인한 고도 저하가 함께 진행된 것으로 보인다. 이러한 인위적인 하상 저하 요인들을 고려할 때, 자연 상태의 황강의 하상은 아천 하류부 약 4km 지점까지는 지류 하천에 비해 높았던 것으로 추정된다. 이러한 현상은 황강의 하천 경사가 급해지는 해발고도 40m 정도의 지점까지도 확인되며, 황강으로 유입되는 다른 하천의 합류부에서도 관찰된다.



그림 6 동절기(2월) 합천 정양지 일대의 경관 (A): 합천 정양지 일대의 전반적인 경관 (B): 합천 정양지 상류 지점 (C): 이전의 합천 정양지 유입부, (D): 합천 정양지 하류 인근의 수로



그림 7. 하절기(8월) 합천 정양지 내부 경관 (A): 정양지 동쪽의 수역 부분, (B): 관찰데크, (C): 정양지 내부의 수생식물 군락지, (D): 연꽃 군락지.

이러한 하상의 고도 차이로 인해 정양지는 연간 배수되지 않고 호소 환경이 유지되고 있다(그림 6, 7). 현재 아천의 유로를 따라 일부 차단 시설이 설치되어 배수가 이뤄지고는 있으나, 갈수기에도 정양지의 완전한 배수는 이뤄지지 않는 것으로 보인다. 최근 아천 유역에서 홍수피해가 발생한 바 있으나 이는 아천의 배수 불량에 의한 것이 아닌 도로 공사 와중에 설치된 배수관의 배수 용량 부족에 의한 것으로 알려져 있어, 아천과 정양지와는 무관한 것으로 보인다(뉴스1, 2024.5.8.).

한편 아천이 유입되는 황강의 하상은 합천댐 하류로는 기반암 노출 구간이 나타나지만 아천 합류부 인근에서는 주로 모래로 이루어진 사질 하상이 분포하고 있다(그림 8). 이 구간의 하상 형성에는 인공 구조물의 설치도 일부 영향을 주었으나, 상류에서 공급되는 사질 물질로 인해 모래톱·하중바(Bar)와 같은 퇴적 지형이 발달한 것으로 보인다(장과 정, 2024).



그림 8. 합천 정양지 일대의 사질 하상 모습. (A): 황계천 합류부, (B): 아천 합류부 인근의 황강 모습, (C): 사질 하상에 발달한 연흔, (D): 황강의 사질 하상.

다. 정양지의 지형 변화

1) 정양지의 형성과 역사적 변화

낙동강 하류 유역에 발달한 지류 내 습지는 하구로부터 약 50~170km 구간에 분포하며, 낙동강과 그 지류에 분포하는 전체 습지의 면적은 약 1,000

km²에 달하는 것으로 알려져 있다. 낙동강의 지류인 황강의 경우 아천 하류에는 정양지가 형성되어 있고, 정양지보다 상류인 황계천 하류에는 ‘박실지’라 불리는 습지가 형성되어 있으며, 인근의 황강의 구하도에는 ‘연당소류지’가 분포한다(그림 9, 그림 10). 박실지는 낙동강 하구로부터 약 170km 떨어져 있어, 낙동강 유역에서 가장 상류에 위치한 하천 호소성 습지로 알려져 있다. 아천과 황강의 합류부에 위치하는 정양지 역시 상류에 위치한 하천 호소성 습지로, 이는 후빙기 낙동강의 퇴적으로 형성된 자연제방이 지류를 차단하며 형성된 것으로 보인다(손과 류, 2002).



그림 9. 황계천 하류에 위치하는 박실지



그림 10. 황강 구하도에 위치하는 연당소류지

일반적으로 ‘배후 습지’는 하천의 자연제방 배후에 있는 범람원에 형성된 배수 불량 지역으로, 상습적으로 침수되는 구역을 뜻한다. 그러나 낙동강과 같은 대하천의 하류로 유입되는 지류 하천의 경우, 지류의 유로를 중심으로 형성된 ‘배후습지성 호소’가 나타난다(손, 2012). 그리고 일반적으로 배후 습지성 호소는 연중 물이 남아있는 소택지로 분류된다.

일반적으로 충적하상 하천의 범람원은 곡지를 통과하는 하천의 2차류 및 곡류 하천의 측방 침식과 퇴적, 범람 시 수직 퇴적 과정으로 형성된 퇴적물질로 구성된다. 하천의 측방 이동의 과정에서 발생하는 침식과 퇴적을 통해 전반적으로 저평한 충적지가 만들어지며, 하천의 범람에 따라 세립 퇴적물이 퇴적되어 범람원의 고도가 점차 상승하게 된다(Wolman and Leopold, 1957). 이 때 범람원의 고도 상승은 범람의 빈도와 강도에 따라 결정된다.

‘배후습지성 호소’와 ‘배후 습지’의 차이점은 호소의 위치가 지류의 유로 내에 있다는 점, 하류의 차단으로 인해 유로의 일부가 배수되지 않고 습지로 변한 환경이라는 점, 그리고 신생대 제4기 빙기와 간빙기의 교차로

인해 해수면 상승에 의해 형성되었다는 점이다. 일반적인 배후 습지는 주로 하천의 범람이 중요한 요소인 반면, 배후습지성 호소는 해수면 상승으로 인한 침식기준면의 상승이 핵심적인 요소이다. 이 습지들은 간빙기 저해저수면기에 하방 침식하던 하천이 해수면 상승으로 인해 하구가 막히고 유수가 역류하면서 형성된 것이다. 이러한 배후습지성 호소는 낙동강과 섬진강의 하류부에 주로 발견되며, 낙동강의 경우 하구로부터 약 50~170km 구간에 나타나고 있다. 특히 토평천의 우포, 섬진강의 동정호 등이 이에 해당한다(손, 2012). 이러한 배후습지성 호소는 홍수 발생 시 지류의 유역 분지 내에서 발생하는 홍수 유량에 낙동강 본류에서 역류하는 유량이 더해져 배후 습지에 해당하는 곡지를 침수시키면서 형성된다(양 외, 2004).

본류와 지류 하천의 합류부에서 유수 차단으로 형성된 호수는 일반적으로 ‘계곡 차단 호소(blocked-valley lake)’로 분류된다. 내륙에서 계곡 차단 호소가 형성되는 가장 빈번한 경우는 빙하 분포 지역에서 지류 빙하의 말단 부분이 모레인(Moraine) 등과 같은 퇴적 지형에 의해 차단되는 것이다. 빙하 분포 지역이 아닌 곳에서는 후빙기 해수면 상승으로 인해 본류 하천의 체계 변화가 발생하고, 본류의 범람원과 하상 고도가 상승하면서 지류 곡지가 차단되어 습지가 형성된다. 빙하환경이 아닌 경우 상류에서 유입된 퇴적물질이 본류로 유출되지 않고 합류부 인근에 사주를 형성함으로써 계곡을 차단하는 것으로 보인다. 또한 본류와 지류가 합류하는 지점에서 지류의 퇴적 물질을 모두 운반할 만큼 본류의 운반 능력이 충분히 클 경우 바가 형성되지 않는다. 그러나 본류의 운반 능력이 제한되거나 퇴적물질의 공급이 과도한 경우에는 본류의 유수에 의하여 퇴적물질이 제거되지 않고, 지류 말단부에 바가 형성된다. 이 바는 하류방향으로 성장하게 되고, 이로 인해 배후습지의 호소가 본류와 차단되어 소택지가 형성된다. 그리고 본류의 역류로 인해 지류 하천 하류에 소택지가 형성된 경우, 본류에서 멀어질수록 소택지 호소의 퇴적율은 낮아지고 입자는 세립화된다. 이는 지류의 유입과 본류의 범람으로 인한 퇴적 작용에 기인하며, 지류 차단 이후에는 퇴적 작용으로 인해 호소의 규모가 점차 축소된다(Grenfell et al., 2010). 한편 지류에서 유입되는 퇴적물질의 기여도가 큰 환경에서는 입자 크기의 변화가 다른 양상을 나타낸다(표 1).

표 1. 본류-지류간의 관계 및 본류와 지류 간의 다양한 지형변수 관계의 연속체에 대한 개념도(Grenfell et al., 2010의 내용을 수정함).

	<-----본류 지배적----->			----- 지류 지배적----->	
	호소성 (상시 침수) Lacustrine	일시적 호소* Palustrine	하성 Fluvial	일시 침수 Palustrine	호소성 (상시 침수)
형성과정 / 상호작용	지류 계곡 침수	지류의 부분적인 운반능력 감소	본류 하도 평면 형상이나 특성 변화	본류의 부분적인 운반능력 감소	본류 계곡의 침수
지형	호수	곡저 습지, 지류의 차단	급류, 하폭의 변화, 하천 평면 유형 변화	흑수(black water)** 호수와 체류 홍수	호수
	낮음 -----> 높음 지류의 상대적인 유역의 경사 지류의 상대적인 퇴적물 공급 지류 유입 부분의 상대적인 적평형(퇴적 또는 호소의 매물)을				

* Cowardin et al., 1979 의 분류에 따름

** 흑수: 부유 하중의 비중은 낮고 높은 유기물질의 함량을 지니는 담수(Meyer, 1990)

기후변화로 인한 해수면의 상승은 1차적으로 하천의 하구에 형성되는 삼각주성 퇴적층의 변화를 유발한다. 해수면이 상승하면서 하천의 유로는 단축되고 새로이 형성된 유출부를 중심으로 삼각주성 퇴적층이 만들어진다. 해수면 상승이 지속되면서 하구의 삼각주성 퇴적층은 해양 쪽으로 성장해감과 동시에 하천의 상류 방향으로 경사가 감소하고, 이로 인해 하천 유수의 운반 능력은 더욱 감소하게 된다. 하류부에서의 하천 운반 능력의 감소는 해당 구간의 퇴적을 유발하여 하상 고도가 상승하게 된다. 이에 따라서 하천의 중·하류부에 형성되는 자갈-모래 하천의 경계부가 상류 방향으로 이동하는 경향이 나타난다. 동시에 하천의 범람으로 인하여 하천 주변에는 저평한 평야가 만들어진다. 본류의 하상 고도 상승으로 인해 본류로 유입하는 지류의 하류 부분은 차단되면서 다수의 호소가 만들어진다.

한편 하천 체계의 특성을 변화시키는 해수면 상승과 같은 요소를 고려하지 않은 경우, 지류가 본류로 유입하는 구간에서는 일반적인 하천 지형의 특성이 나타난다. 일반적으로 지류가 본류로 유입하는 구간이 범람원과 같이 저평한 지형인 경우, 하천은 해수면 상승에 따른 하상 고도 상승의 결과

로 유로의 곡류가 증가하는 경향을 보인다. 그러나 현재 황강은 이와 다른 양상이 나타나는데, 황강의 경우 기반암이 침식되어 형성된 곡지를 따라 흐르며 유입된다. 이는 지난 빙기 동안 황강이 전반적으로 감입 곡류를 진행한 것이라고 할 수 있다. 특히 황강 하류부의 감입 곡류는 빙기에 발생한 황강의 하방 침식으로 낙동강 하상이 저하된 것을 기준으로, 황강의 하상 또한 저하된 것으로 볼 수 있다. 이에 따라 현재 황강 주변에는 기반암 노출 산지와 하식에 중심의 지형들이 형성되어 장기적인 지형 발달을 나타내는 것으로 볼 수 있다. 즉, 계곡의 폭이 제한된 감입 곡지가 형성되고, 이를 따라 흐르던 감입 하천이 이후 침식기준면이었던 낙동강의 퇴적에 적응한 것으로 보이며, 자유 곡류 하천의 만족도 증가와는 다른 방식으로 하천의 적응이 나타난 것으로 보인다.

2) 일제강점기 이전의 정양지



그림 11. 일제 강점기 지형도 상의 합천 정양지



그림 12. 광여도에 나타난 아천 하류의 호수

낙동강과 같이 대하천의 지류에 발달하는 자연 습지의 형성 과정에 대해, 초기 연구 중 일부는 유역 분지 내 산림 남벌로 인해 하천으로 유입되는 퇴적 물질이 증가하면서 하상이 상승하고, 이로 인해 본류로 유입되는 지류의 하류부 등에 습지가 형성된다고 보았다. 이후 연구에서는 빙기의 해수면 하강과 그 이후의 해수면 상승에 따른 하천의 침식과 퇴적 과정이 지류의 습지를 형성하는 원인으로 제시되었다.

정양지의 형성 과정에 대하여 Oya(大矢雅彦)는 과거에 논으로 이용되던 이 지역이 황강의 하상 고도 상승으로 인해 주변에 자연제방이 형성되고, 이로 인해 배수가 불량해져 저습지가 되었다고 주장하였다. 그 근거로 정

양지를 흐르는 아천의 퇴적 물질 양이 많지 않고 하상에 존재하는 퇴적물의 양도 미미하다는 점을 들었다(권, 1976). 또한 남별로 인해 황강 본류 구간의 하상이 상승하면서 지류의 유수와 퇴적물이 본류 하도로 배수되지 못하고 유로가 차단되어 배후 습지 지역이 침수되었다고 설명하였다.

그러나 1910년대에 작성된 해당 지역의 지도(그림 11)에 따르면, 이미 정양지와 박실지가 존재하고 있어 과거에 논이었다가 습지가 되었다는 주장은 타당하지 않은 것으로 보인다. 특히 1737년대에 간행된 ‘광여도(廣輿圖)’ 상(그림 12)에 나타나는 ‘혈암담’은 아천과 황강과의 합류 지점 남쪽에 위치하고 있으며, 해당 하천의 상류부에 하현(아현)이 표기되어 있다. 위치상으로 볼 때 ‘혈암담’은 정양지를 나타낸 것으로 추정되며 당시 정양지의 존재를 인지하고 있었던 것으로 보인다. 이전 연구에서는 대동여지도 등 고지도에 호소 표시 여부를 조사하였으나, 자료를 확보하지는 못한 것으로 보인다(경남생태관광협회, 2022).

역사 기록에 의하면 아천은 조선 후기까지 ‘도천’이라 불리었으며, 정양은 과거 합천의 지명이므로(이, 1916) 합천에 있는 연못이라는 의미에서 ‘정양지’라 명명한 것으로 볼 수 있다. 역사 기록이 간행된 연대는 1916년이지만 해당 문헌은 사후 후손에 의하여 간행되었기 때문에, 실제 작성 시기는 향산집에 수록된 다른 자료들과 유사한 1870년대로 보는 것이 타당할 것이다. 따라서 정양지는 조선시대부터 그 존재가 인식되었던 자연적인 호소성 습지였던 것으로 판단된다.

3) 일제 강점기 이후 정양지의 규모 변화

경상남도 람사르환경재단(2015)의 분석에 의하면 정양지는 1918년부터 2013년 사이에 그 면적이 크게 감소한 것으로 나타난다. 정양지의 최소 면적은 2013년 326,171㎡이었고, 최대 면적은 1954년의 1,837,483㎡였다(경남생태관광협회, 2022). 이들의 분석에 의하면 정양지의 1918년도 지도에는 정양늪 주변이 모두 논으로 표기되어 있지만, 1954년 항공 사진에는 정양지 주변에 농경지가 확인되지 않는 것으로 알려져 있다(그림 13). 다만 일제 강점기의 지도에도 북서-남동 방향 1km, 폭 250m 내외의 계곡을 완전히 채우는 형태의 저수지가 나타나고 있어 정양지의 존재는 확인되고 있으며, 주변 지역이 경지로 활용되는 것으로 표현되었다. 다만 당시의 시대적인 정황상 논이 습지로 바뀌어 규모가 확장되었던 것으로 보기는 어렵다고 사료된다.

최대 면적을 보인 1954년을 기준으로 습지 소실율을 살펴보면 1976년에 53%의 습지가 소실되고 꾸준히 습지가 소실되어 2013년에는 1954년에 비해 약 80%가 소실된 것으로 판단된다. 또한 국토지리정보원의 지도상에 나타난 면적 비율 변화에 대한 분석에 의하면 정양지는 전체 면적에서 차지하는 수역의 면적이 1976년 전체의 65%에서 점차 감소하다가 2008년도에 40% 가까이까지 감소한 것을 알 수 있다. 수역 주변의 경작지와 식생의 면적에는 크게 변화가 없으며, 나지의 비율이 차이를 보인다. 나지의 경우 1976년 면적이 약 5%정도에서 2008년에는 약 35% 정도로 수직적으로 증가하였다. 이러한 변화는 정양지의 수면 면적이 지류천의 유입과 본류의 범람, 퇴적 등으로 인한 자연적인 과정에 의한 것이 아니라 주거지, 공장, 창고, 운전면허학원, 모텔 등의 건립을 위한 인위적인 매립에 의한 것으로 판단된다(김과 정, 2010).

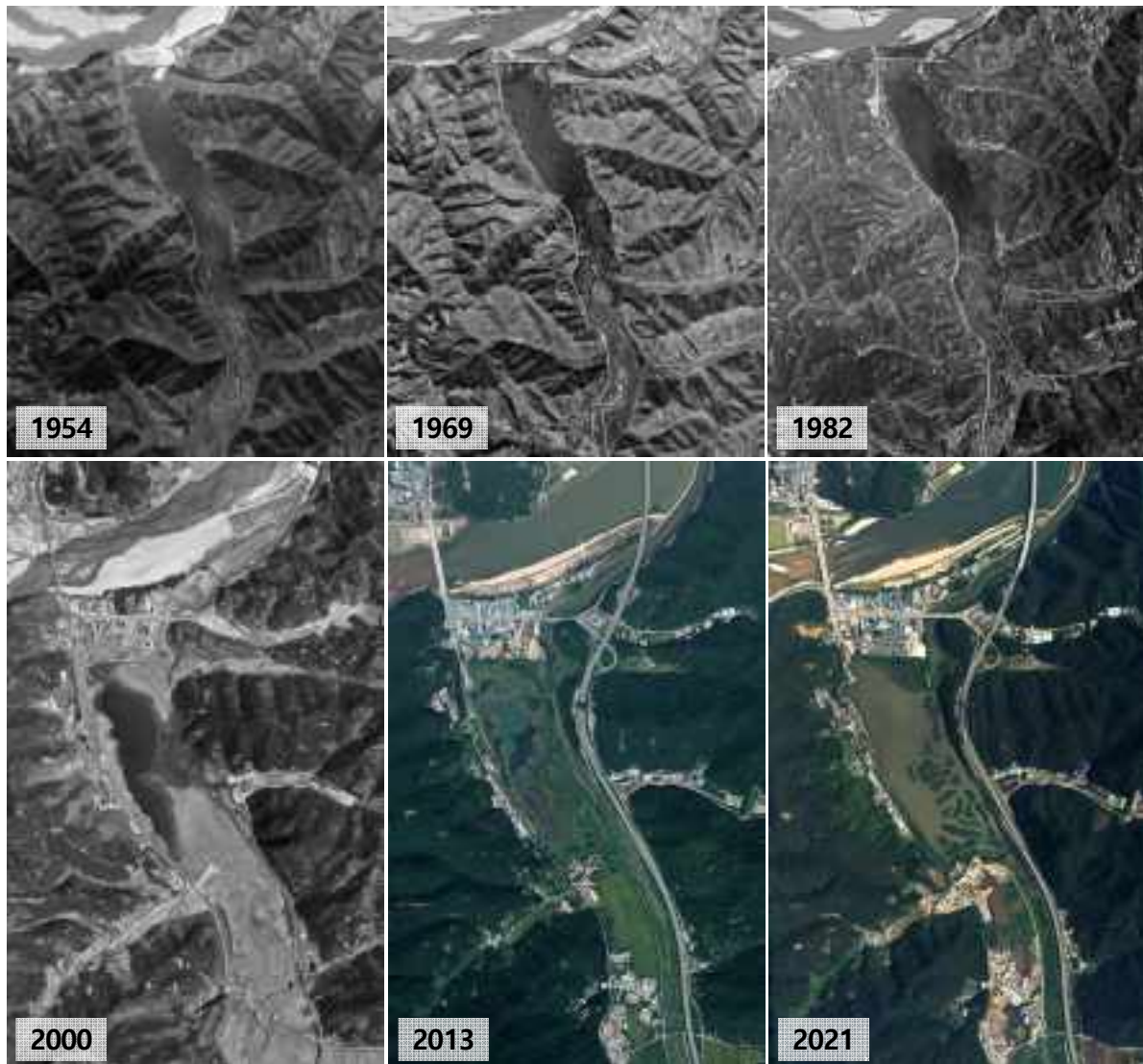


그림 13. 합천 정양지 규모의 시계열적 변화

라. 정양지 및 아천 유역의 퇴적물 특성

1) 정양지 습지 퇴적물의 시료 채취 지점

정양지에서는 총 7군데 지점에서 퇴적물 시료를 채취하였다. 정양지는 아천의 하류 부분에 형성된 습지로 정양지 하구, 아천과 황강의 합류부, 정양지 상부, 아천의 상류 등에서 샘플링을 실시하였으며, 구체적인 시료 채취 지점은 그림 14와 같다.

먼저 JY-1 지점의 경우 아천의 하구 인근으로 정양교에서 하천 하류 방향으로 약 700m, 황강 합류부에서부터 상류 방향으로 약 600m 떨어진 지점이다. 아천 하안에 사질 중심의 퇴적물이 분포하고 있었으며 일년생 초본류가 정착해 있다. JY-2 지점은 아천과 황강의 합류부로 임복교차로에서

서쪽으로 약 180m 떨어진 곳이다. 황강 합류부 인근에는 모래 중심의 포인트바(point bar)가 다수 분포해 있어 해당 지점에서 퇴적물 시료를 채취하였다. 또한 JY-3과 JY-4 지점은 아천과 인접한 황강 본류의 퇴적물로 바(bar) 표면에서 시료를 채취하였다. JY-3은 JY-1 지점과 제방을 사이에 두고 인접해 있으며 바 표면에 연흔이 발달해 있다. JY-4 지점은 정양레포츠공원 전면부로, 연호사 맞은편에 위치한 포인트바에서 시료를 채취하였다.

다음으로 JY-5와 JY-6 지점은 정양지 내부 부분으로 주변에 다수의 식생이 분포하고 있는 곳이다. JY-5은 정양지 남쪽의 산책로 인근, JY-6은 정양지 남단의 돌다리 인근으로 두 지점 모두 퇴적물 바에 식생이 피복되어 있다. 특히 JY-6 지점은 아천이 정양지에 유입하는 부분으로 습지의 최상류 부분에 해당하며, 두 지점 모두 정양지 상류 지점이라고 할 수 있다.

마지막으로 JY-7은 대목교 인근의 퇴적층으로 아천의 상류 지점에 해당된다. 정양지에서는 남쪽으로 직선거리 약 2km 가량 떨어져 있으며 조사 범위의 가장 남단에 위치하는 지점이다.

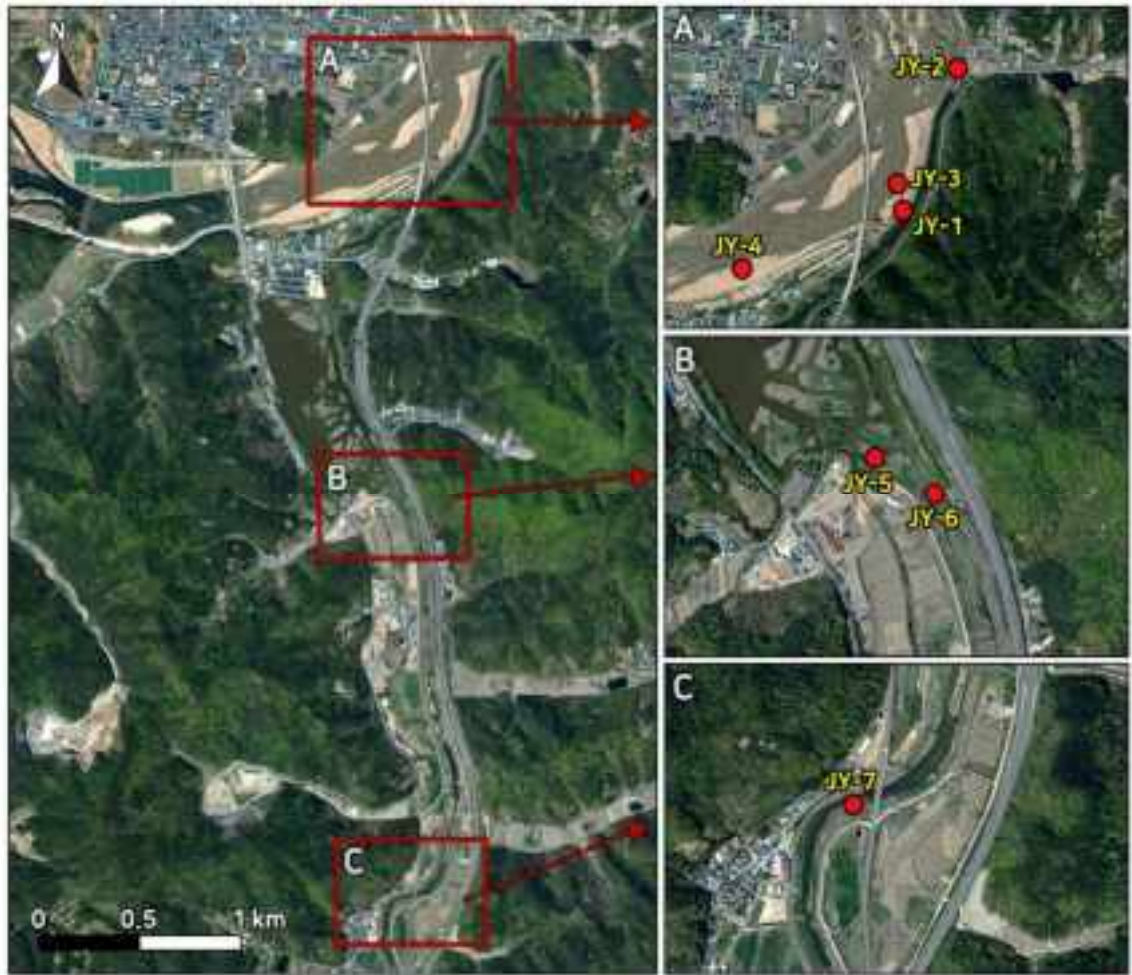


그림 14. 시료 채취 지점의 위치

이처럼 JY-1, JY-2, JY-3, JY-4 지점은 아천의 하구 및 황강 합류부로 정양지의 하류 부근에 해당하고, JY-5, JY-6은 습지 내부 및 아천의 유입부로 정양지의 상류 부근에 해당한다. 그리고 JY-7은 아천의 상류 부분에 해당된다. 모든 시료는 지표(surface)에서 채취하였으며, 채취한 시료를 대상으로 입도분석 및 토색 측정, 양이온 함량 분석 등을 실시하였다. 시료 채취 지점의 구체적인 모습은 그림 15와 같다.



그림 15. 시료 채취 지점의 각 지점별 모습

2) 정양지 퇴적물의 입도 특성

가) 입도분석 결과

표 2. 합천 정양지 퇴적물 시료의 입도 분석 결과

Sample Code	Method of Moments (μm)				Folk and Ward Method (ϕ)			
	Mean	Sorting	Skewness	Kurtosis	Mean	Sorting	Skewness	Kurtosis
JY-1	939.73	1.60	-0.02	0.88	0.09	0.68	0.02	0.88
JY-2	437.45	3.70	-0.24	0.83	1.19	1.89	0.24	0.83
JY-3	1169.59	1.53	-0.27	0.97	-0.23	0.62	0.27	0.97
JY-4	1250.57	1.38	-0.15	0.96	-0.32	0.47	0.15	0.96
JY-5	24.04	2.93	-0.25	1.08	5.38	1.55	0.25	1.08
JY-6	144.33	4.36	-0.50	0.84	2.79	2.12	0.50	0.84
JY-7	93.75	4.15	-0.26	0.90	3.42	2.05	0.26	0.90

입도분석 결과 정양지 퇴적물은 평균입경 약 $24\mu\text{m}$ 에서부터 약 $1,251\mu\text{m}$ 까지 조립 실트에서부터 극조립 모래로 구성되어 있었다. 입도 특성은 각 지점별로 차이를 보였는데 지점별로 살펴보면 표 2, 표 3과 같다.

표 3. 합천 정양지 퇴적물의 입도 분석 결과

Sample	Mean	Sorting	Skewness	Kurtosis
JY-1	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Symmetrical	Platykurtic
JY-2	Medium Sand	Poorly Sorted	Fine Skewed	Platykurtic
JY-3	Very Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Fine Skewed	Mesokurtic
JY-4	Very Coarse Sand	Well Sorted	Fine Skewed	Mesokurtic
JY-5	Coarse Silt	Poorly Sorted	Fine Skewed	Mesokurtic
JY-6	Fine Sand	Very Poorly Sorted	Very Fine Skewed	Platykurtic
JY-7	Very Fine Sand	Very Poorly Sorted	Fine Skewed	Platykurtic

표 4. 합천 정양지 퇴적물 시료의 입자 크기 비율

	JY-1	JY-2	JY-3	JY-4	JY-5	JY-6	JY-7
Very Coarse Sand	45.90	39.82	67.47	75.97	0.00	0.64	0.07
Coarse Sand	44.92	9.79	27.19	23.01	0.00	17.46	7.24
Medium Sand	8.54	15.03	4.67	1.02	0.00	30.65	20.95
Fine Sand	0.57	16.97	0.59	0.00	0.97	11.63	19.97
Very Fine Sand	0.02	9.57	0.02	0.00	17.19	10.15	16.10
Very Coarse Silt	0.00	3.39	0.00	0.00	25.72	9.92	12.09
Coarse Silt	0.05	2.63	0.06	0.00	26.93	9.42	11.36
Medium Silt	0.00	1.31	0.00	0.00	13.64	4.72	5.71
Fine Silt	0.00	0.69	0.00	0.00	7.12	2.47	2.98
Very Fine Silt	0.00	0.44	0.00	0.00	4.58	1.59	1.92
Clay	0.00	0.37	0.00	0.00	3.84	1.33	1.61

먼저 JY-1 지점의 경우 비교적 양호한 분급의 조립 모래로 이루어져 있었다. 극 조립 모래가 약 46%, 조립 모래가 약 45%, 중립 모래가 약 9%로 이루어져 있었으며 세립모래는 1% 이하로 대부분 조립 모래로 구성되어 있었다(표 4).

JY-2 지점의 경우 분급이 불량한 중립 모래로 이루어져 있으며, 극 조립 모래가 약 40%, 중립 모래와 세립 모래가 약 15~17%의 비중을 나타내었다. JY-2 지점의 경우 아천과 황강의 합류부 인근으로, 아천 하구의 인근 지점 보다 세립 모래의 비중이 상대적으로 높게 나타났다.

JY-3과 JY-4 지점은 비교적 양호한 분급의 극 조립 모래로, 두 지점 모두 극 조립 모래 및 조립 모래가 95% 이상으로 이루어져 있었다. 평균입경이 각각 약 1,170 μ m과 1,251 μ m로 모든 지점 중 가장 조립한 특성을 보였다. 입도 분포 상으로는 세립질 쪽으로 꼬리가 치우쳐진 음의 왜도와 중첨의 첨도 특성을 나타내었다. JY-3과 JY-4는 황강 본류에 해당하는 퇴적물로, 아천 유역이나 정양지 내부의 퇴적물에 비해 조립한 특성을 나타내었으며 입도 특성상 차이를 보였다.

다음으로 JY-5는 세립 모래의 비중이 가장 높은 지점으로, 조립 실트가 50% 이상을 차지하였고 극 조립 모래와 중립 실트가 각각 17%, 14% 정도를 이루고 있었다. 평균 입경은 약 24 μ m로 전체 지점 중 가장 세립한 특성을 나타내었다.

JY-6 지점은 분급이 매우 불량한 세립 모래로, 음의 왜도와 저첨의 첨도 특성을 나타내었다. 입자 크기로는 중립 모래가 약 31% 정도를 차지하였고, 조립 모래, 세립 모래, 극 세립 모래, 극 조립 실트, 조립 실트, 중립 실트 순으로 높은 비율을 보였다(그림 16).

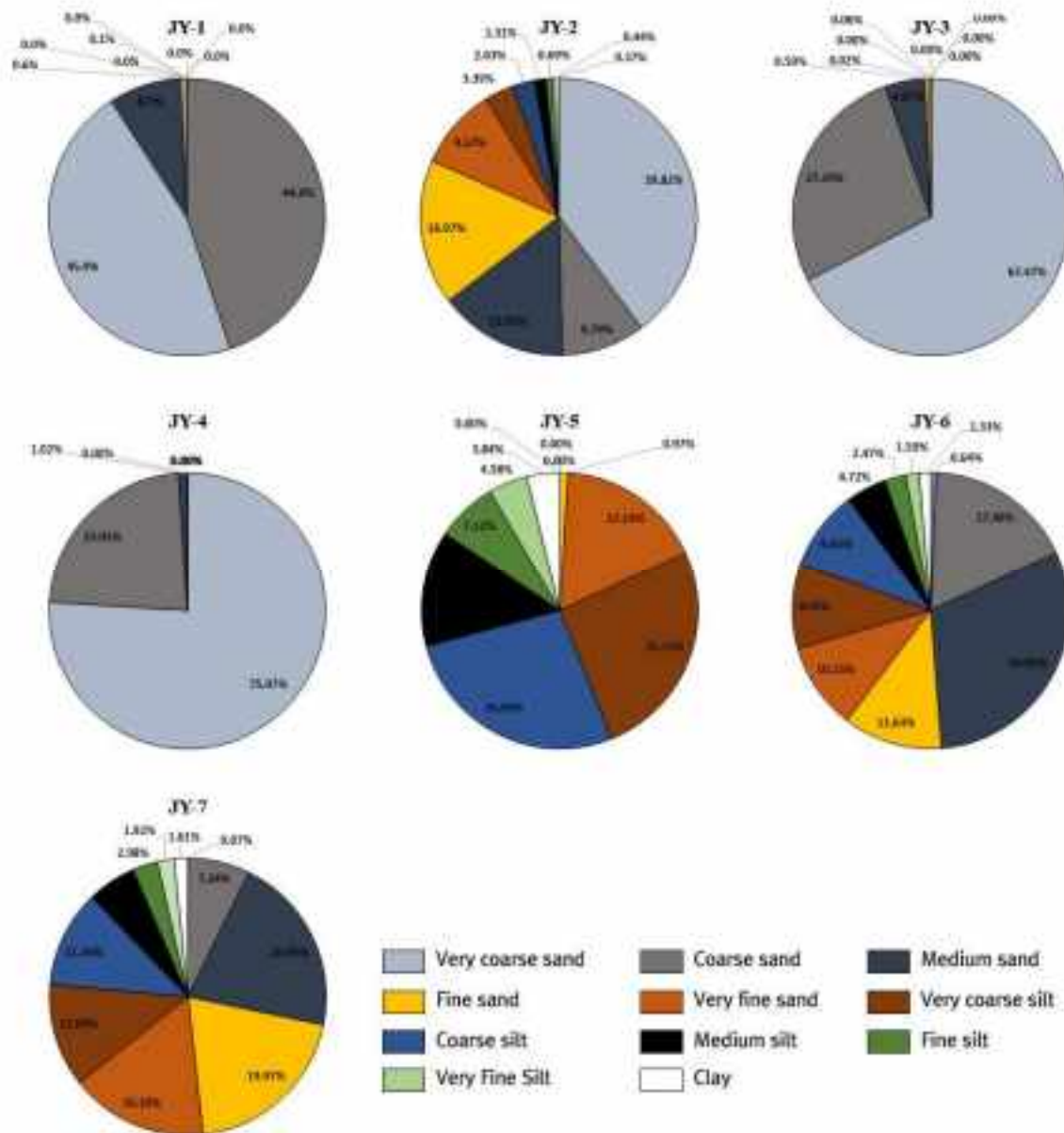


그림 16. 합천 정양지 퇴적물 시료의 입도 구성 비율

마지막으로 JY-7 지점은 분급이 매우 불량한 극 세립 모래로 중립 모래와 세립 모래가 각각 약 20% 내외의 비율을 차지하고 있었으며, 극 세립 모래, 극 조립 실트, 조립 실트, 조립 모래 순으로 이루어져 있었다. 왜도와 첨도 특성 역시 JY-6 지점과 유사한 특성을 보였고 입도의 분포 특성 역시 두 지점이 서로 유사하게 나타났다. JY-5, JY-6, JY-7 지점은 모두 점토에서부터 세립 실트와 중립 실트, 조립실트, 그리고 세립 모래와 중립 모래를 모두 포함하고 있었으며, 입자의 크기가 다양하고 분급이 불량한 특징을 나타내었다.

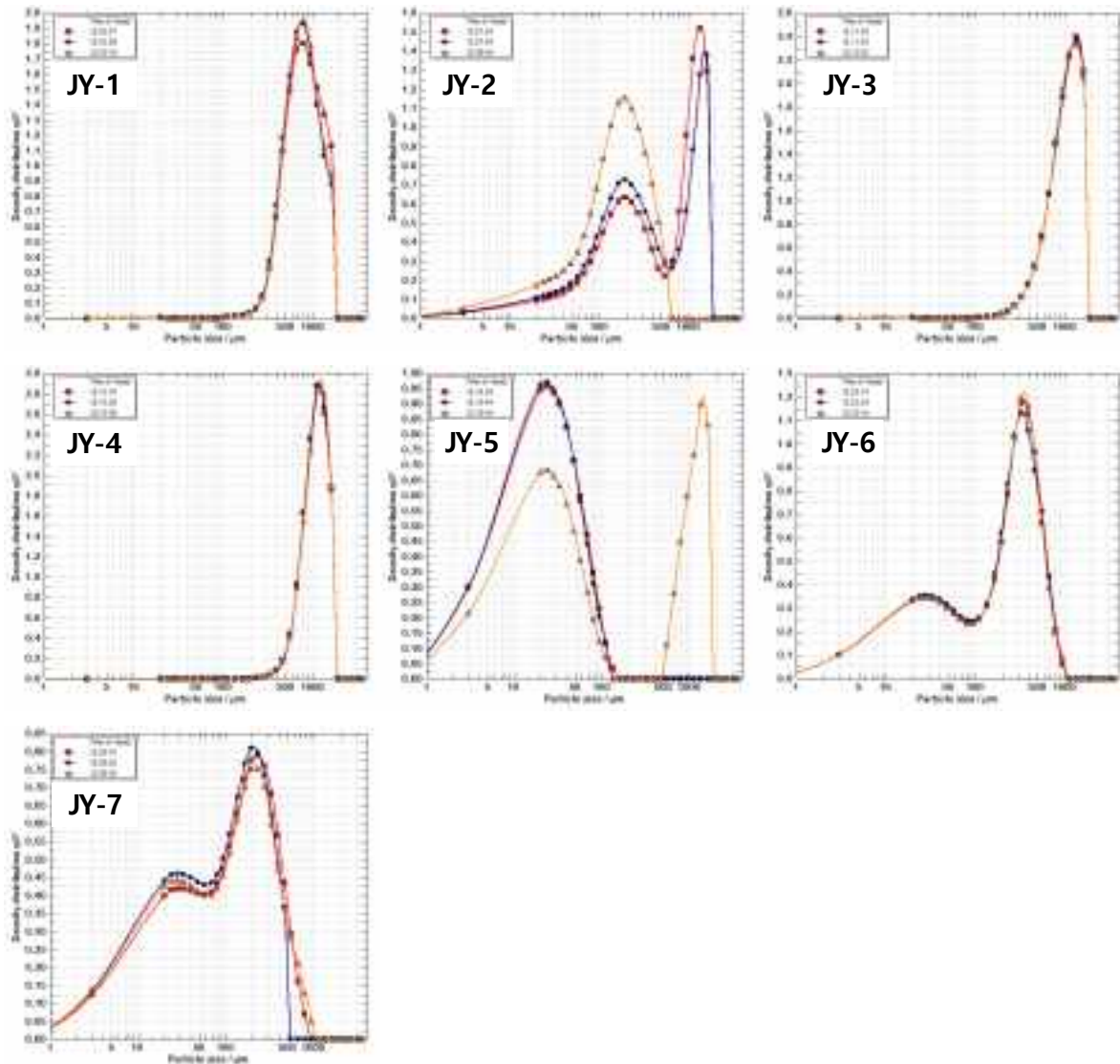


그림 17. 합천 정양지 퇴적물 시료의 입도분석 결과

입도 분포의 경우 정양지 하류의 JY-1은 조립 모래 중심의 단봉형 분포(unimodal distribution)를 나타내었고 대칭적인 왜도(symmetrical) 분포를 보였다. 황강 합류부에 해당하는 JY-2은 쌍봉형 분포(bimodal distribution)를 나타내었는데 이는 중립·세립 모래와 조립 실트의 비율 증가에 따른 것으로 보인다. 또한 황강 본류 쪽의 JY-3, JY-4는 모래 중심의 단봉형 분포를 나타내었다. JY-1 지점도 단봉형의 형태이기는 하나, JY-1은 첨도가 낮은 저첨(platykurtic)의 분포인 데 비해 JY-3, JY-4는 중첨(mesokurtic)의 첨도를 보이는 단봉형으로, 상대적으로 모래가 더 집중적으로 분포하였다. 따라서 황강 유역의 경우 세립질의 거의 없는 모래 하상으로 아천의 퇴적물과는 차이를 보였다. 정양지 남단의 JY-5, JY-6 지점과 정양지 상류의 JY-7

지점은 쌍봉형 분포를 나타내었는데, JY-5는 세립질의 비율이 더 높게 측정된 반면, JY-6, JY-7은 조립질의 피크가 더 높은 쌍봉형의 형태를 보였다(그림 17).

한편 정양지에 대한 기존 하천 조사 결과에 의하면 합류부의 하상 구성 물질은 자갈 5.3%, 모래 87%, 실트 및 점토 4.6%이며, 정양지 하류부는 모래 21.8%, 실트 및 점토 78.2%의 비율이 나타나는 것으로 조사되었다(부산지방국토관리청, 2019). 또한 아천이 유입하는 황강의(합천대교) 하상 구성 물질에 대한 자료는 없으나, 이보다 하류 지점에서는 모래 90.34%, 실트 및 점토 9.63%의 비율이 나타나며, 합천읍으로 유입되기 직전에서는 자갈 9.12% 모래 84.38% 실트 및 점토 6.5%의 특성이 조사된 바 있다(합천군, 1996).

본 조사에서는 정양지의 하류부와 합류부 모두 모래의 비율이 높게 나타났으며, 합류부에서 실트 및 점토의 함량은 10% 미만으로 나타나 합천군(1996)의 조사 결과와 유사한 특성을 보였다(표 4, 그림 16).

또한 정양지의 상류의 하천 유입 부분의 경우, 기존 조사에서 모래 8.4% 실트 및 점토 91.6%로 실트와 점토 함량이 급격히 증가하였으며, 이는 유속의 급격한 감소로 인한 정체가 반영된 것으로 볼 수 있다(부산지방국토관리청, 2019). 본 조사에서도 정양지 남단과 아천 상류 지점인 JY-5, JY-6, JY-7의 경우 세립질의 비율이 증가하였으며, 전반적으로 모래 함량이 감소하고 실트의 함량이 증가하는 것으로 나타났다.

이처럼 정양지 하류는 모래가 80~90%를 차지하는 모래 하천의 성격이라고 할 수 있으나, 상류는 세립질의 함량이 증가하여 상·하류 지점 간에 입도 특성이 차이를 보이는 것으로 확인되었다. 이는 아천이 정양지로 유입되면서 유속이 감소하는 것과 관련 있는 것으로 볼 수 있으며, 유기물 및 영양염류의 함량에도 영향을 줄 수 있을 것으로 보인다.

나) 토성(soil texture) 분류 결과

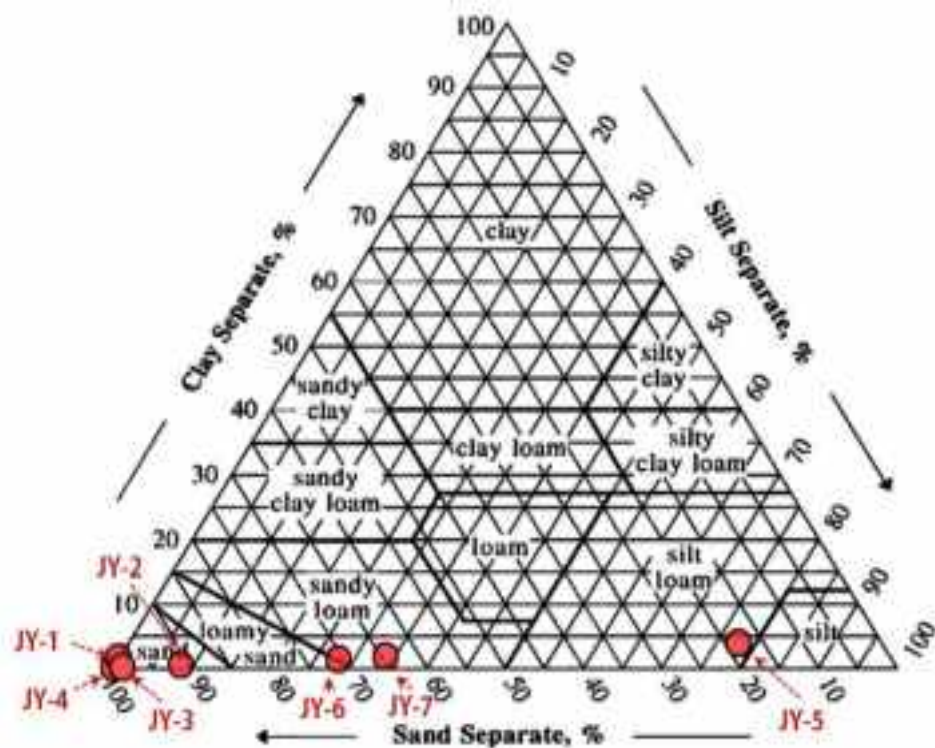


그림 18. 합천 정양지 시료의 토성 특성

입도 분석 결과를 바탕으로 토성을 도시해보면 그림 18과 같다. 하류의 JY-1 지점과 황강의 JY-3, J-4 지점은 모래의 비율이 99% 이상인 사토(sand)로 판별되며, 황강 합류부인 JY-2 지점은 양질 사토(loamy sand)로 판별되었다. JY-5 지점은 미사질 양토(silt loam), JY-6은 양질 사토, JY-7 지점은 사양토(sandy loam)로 구분되었다. 이처럼 정양지는 각 지점마다 서로 다른 토성을 나타냈으며 주로 사토, 양질사토, 미사질 양토, 사양토 등으로 이루어져 있다. 정양지의 하류와 상류에서는 사토나 양질사토가 주로 나타나고, 상류 인근에는 사양토로 변하는 양상을 보였다.

다) 토색(soil color) 측정 결과

정양지 시료에 대한 토색 측정 결과는 표 5와 같다. JY-1 지점은 흐린 황갈색(dull yellowish brown, Hue 10YR 5/3), JY-2는 올리브 갈색(olive brown, Hue 2.5Y 4/3)으로 측정되었으며, JY-3, JY-4 지점 역시 흐린 황갈색으로 측정되었다. 또한 정양지 상류에 해당하는 JY-5 지점은 흑갈색(brown black, Hue 10YR 3/2), JY-6 지점은 올리브 흑색(olive black, Hue 5Y 3/1), 아천 상류의 JY-7 지점은 갈색빛의 흑색(brownish black, Hue 2.5Y

3/1)으로 측정되었다. 상류 지점들의 경우 다른 지점에 비해 명도 값이 낮아 어두운 특징을 보였으며, 전반적으로 조립 모래의 비율이 높은 곳에서 밝은 황갈색 계열, 세립질 비율이 높은 곳에서는 어두운 흑색 계열의 토색이 측정되었다. 이처럼 토색은 입도 특성에 따라 차이를 보이는 것으로 나타났다(표 5).

표 5. 합천 정양지 퇴적물 시료의 토색 측정 결과

Sample Code	soil color	
JY-1	Hue 10YR 5/3	dull yellowish brown
JY-2	Hue 2.5Y 4/3	olive brown
JY-3	Hue 10YR 5/3	dull yellowish brown
JY-4	Hue 10YR 5/3	dull yellowish brown
JY-5	Hue 10YR 3/2	brown black
JY-6	Hue 5Y 3/1	olive black
JY-7	Hue 2.5Y 3/1	brownish black

3) 정양지 시료의 토양 분석 결과

가) 화학적 분석 결과

정양지 습지 퇴적물의 특성을 파악하기 위해 P2O5(유효인산), 수소이온 농도(pH), 유기물 함량(OM), 전기전도도(EC), CEC(양이온치환용량), 치환성 양이온(Ca²⁺, K⁺, Na⁺, Mg²⁺) 등을 분석하였다(그림 19). 이는 주로 토양의 비옥도와 관련된 것으로, 식생의 생장뿐만 아니라 생물 서식처 기능과도 밀접한 관계가 있다(표 6).

표 6. 정양지 퇴적물 시료 분석 결과

	JY-1	JY-2	JY-3	JY-4	JY-5	JY-6	JY-7
유효인산(Av-P2O5)*	49.73	51.78	15.61	8.68	98.56	76.90	128.98
pH(1:5)	6.6	6.9	6.4	6.5	5.7	6.8	6.2
유기물(OM)**	1.20	9.44	0.75	0.22	51.67	18.41	59.65
전기전도도(EC)***	0.14	0.15	0.10	0.05	2.14	0.22	2.79
양이온치환용량(CEC)****	2.58	8.02	3.46	2.26	28.65	13.61	25.21
치환성칼륨(Ex-K)****	0.03	0.06	0.03	0.03	0.09	0.05	0.06
치환성칼슘(Ex-Ca)****	0.90	3.39	0.73	0.53	13.05	6.10	13.78
치환성마그네슘(Ex-Mg)****	0.19	0.61	0.17	0.12	2.44	1.09	1.99
치환성나트륨(Ex-Na)****	0.05	0.09	0.05	0.05	0.15	0.09	0.11
토성(Soil texture)	사토	양질 사토	사토	사토	미사질 양토	양질 사토	사양토

* : mg/kg, ** : g/kg, *** : dS/m, **** : cmol+/kg

분석 결과 먼저 유효인산(P2O5)은 JY-7 지점에서 가장 높은 값을 보였으며 전반적으로 정양지 상류 인근(JY-5, JY-6, JY-7)에서 하류에 비해 높은 값이 측정되었다. 황강 본류에 해당하는 JY-3, JY-4 지점에서 가장 낮은 값이 나타났으며, 전체적으로 세립질의 함량이 많고 유기물 함량이 높은 지점에서 유효 인산도 높게 측정되었다.

수소이온농도(pH)의 경우 전체적으로 중성에 가까운 값을 보였으며, JY-5 지점이 가장 낮고, JY-2 지점이 가장 높게 나타났다. 그러나 지점별로 큰 차이가 있다고 보기는 어려우며, 국내 다른 지역 습지와 비교하더라도 유의한 차이를 보이지 않았다(국립공원관리공단 오대산관리사무소, 2001).

유기물 함량(OM)은 아천 상류에 해당하는 JY-7 지점에서 가장 높은 값이 측정되었으며, 정양지 상류를 중심으로 유기물 함량이 높게 나타났다. 특히 JY-7 지점의 경우 유기물 함량이 약 60g/kg로 상당히 높게 측정되었으며, 실제 시료 채취 당시 JY-5, JY-7 지점 주변에 초본류 식생이 피복되어 있어 식생으로 인한 유기물 유입이 활발한 것으로 추정된다. 반면 하류부인 JY-1과 황강 본류인 JY-3, J-4 지점은 유기물 함량이 약 1g/kg 내외로 상·하류 간에 지점별 편차가 상당히 크게 나타났다. 전반적으로 유기물 함량이 낮은 지점은 주로 조립 모래가 분포하는 곳이며, 유기물 함량이 높은 곳은 세립질의 비율이 높은 곳으로 나타나, 입도 특성에 따라 유기물 함량이

차이 나는 것으로 확인되었다. 일반적으로 조립 물질의 함량이 많을수록 배수성이 높아 유기물을 비롯한 물과 양분이 비교적 빠르게 유출되는 것으로 추정되며, 이러한 이유로 인해 조립 모래로 이루어진 곳에서는 유기물 함량이 낮게 측정되는 것으로 보인다.

전기전도도(EC)는 JY-5, JY-7 지점에서 상대적으로 높게 나타났으며, 유효인산과 유기물 함량, 양이온치환능이 높은 곳에서 전기전도도도 높게 측정되는 특징을 보였다. 정양지의 하류 및 하구의 황강 유입부 부분, 황강 유역의 퇴적물에서는 전기전도도가 0.15ds/m ($150\mu\text{S/cm}$) 이하로 나타나 상류 지점과 큰 차이를 보였다. 전기전도도 측정 결과 정양지 하류 인근에는 오염원이나 염분의 영향이 거의 없는 것으로 판단되며, 국내 다른 습지에 비해서도 전기전도도 값이 전반적으로 낮은 편이라고 할 수 있다. 이러한 전기전도도는 토양염류농도와 관련된 것으로, 농경지 주변에서 전기전도도가 높게 나타날 경우 작물 성장에 부정적인 영향을 미치게 된다. 정양지 상류에는 아천의 유로를 따라 농경지가 분포해 있으며 습지 내에도 다양한 수생 식물이 식재되어 있는데, 전기전도도에 따른 영향은 비교적 크지 않을 것으로 생각된다.

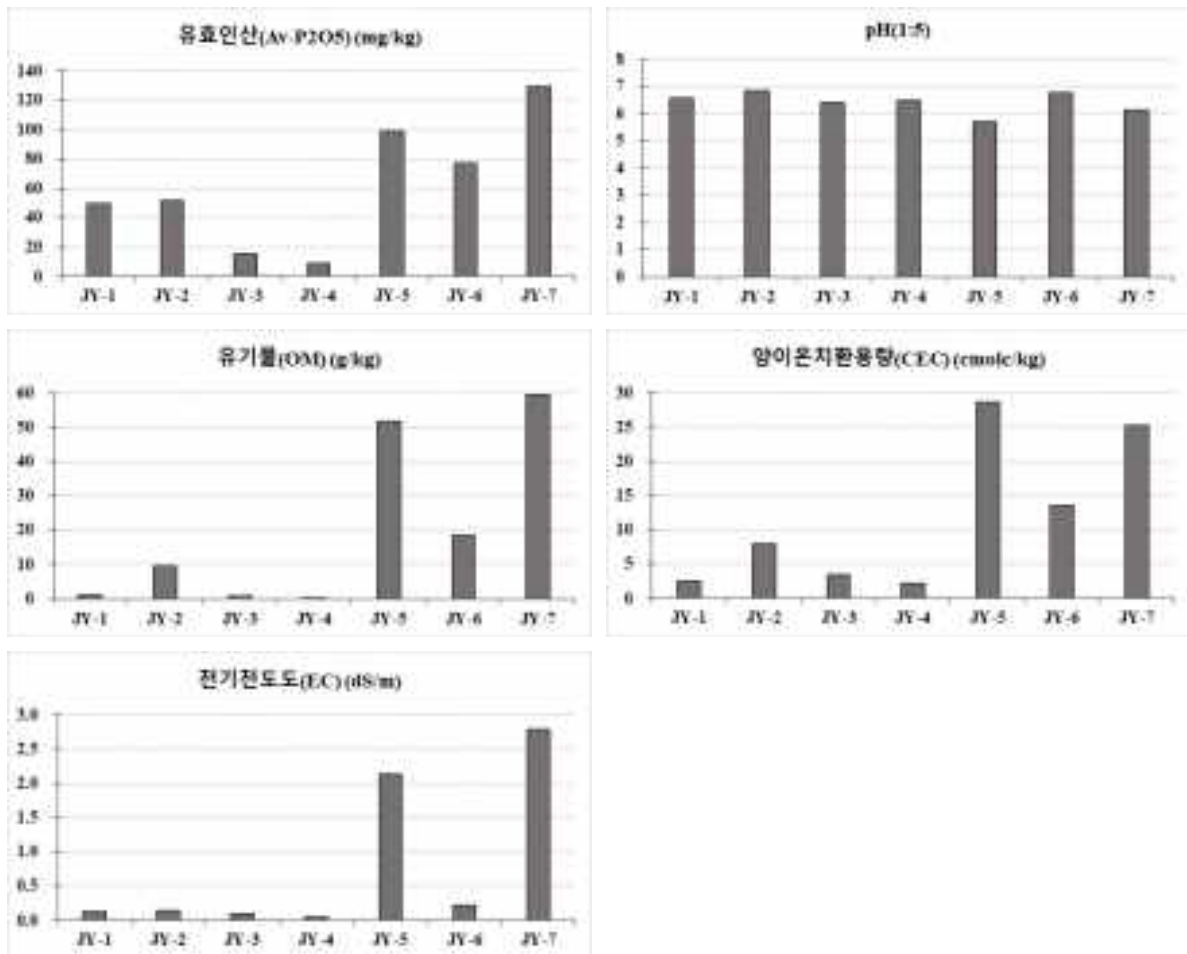


그림 19. 합천 정양지 퇴적물 시료 측정결과(유효인산(P2O5), 수소이온농도 (pH), 유기물(OM), 양이온치환용량(CEC), 전기전도도(EC))

양이온치환용량(CEC)의 경우 JY-5 지점에서 가장 높게 나타났으며, 정양지 상류 지역에서 상대적으로 높은 값이 측정되었다. 따라서 정양지 상류 지역이 하류에 비해 양이온을 흡수하거나 보유하는 능력이 높다고 할 수 있으며, 이는 유기물 함량과도 관련 있는 것으로 보인다. 정양지 하류 및 황강 유역에 해당하는 JY-1, JY-3, JY-4 지점의 경우 유효 인산, 유기물 함량, 전기전도도, 양이온 치환용량이 모두 낮게 나타났으며, 이는 토양화작용이 거의 이뤄지지 않은 하천 퇴적물 상태로 해석된다. 황강과 아천이 합류하는 JY-2 지점에서 양이온치환용량이 다소 증가하기는 하였으나 상류 지점들에 비해서는 낮은 편이며, 양이온치환용량 역시 세립질 비율이 높은 곳에서 높게 나타났다. 따라서 입도 특성과 관련한 것으로 보이며, 세립 물질의 함량이 높을 경우 입자의 표면적이 증가하여 양이온 흡착 능력이 증가하는 것으로 판단된다.

이와 같이 정양지 퇴적물의 경우, 전반적으로 세립 물질의 비율이 높은

곳에서 유기물 함량과 유효인산, 양이온 치환용량도 높게 나타났으며, 조립 모래가 주로 분포하는 곳에서는 유기물 함량 및 전기전도도, 양이온치환용량, 유효인산이 모두 낮게 측정되었다.

나) 치환성 양이온 분석 결과

치환성 양이온 분석 결과 전체적으로 칼슘이온(Ca^{2+})의 농도가 가장 높게 나타나고 마그네슘(Mg^{2+})이 그 뒤를 이었으며, 나트륨(Na^{+})과 칼륨(K^{+}) 이온은 미미한 양이 측정되었다(그림 20). 나트륨 이온의 경우 분포 경향이 전기전도도와 유사한 양상을 나타내었으나 그 양이 미미하여 다른 양이온들에 비해 비교적 빠르게 용출된 것으로 추정된다.

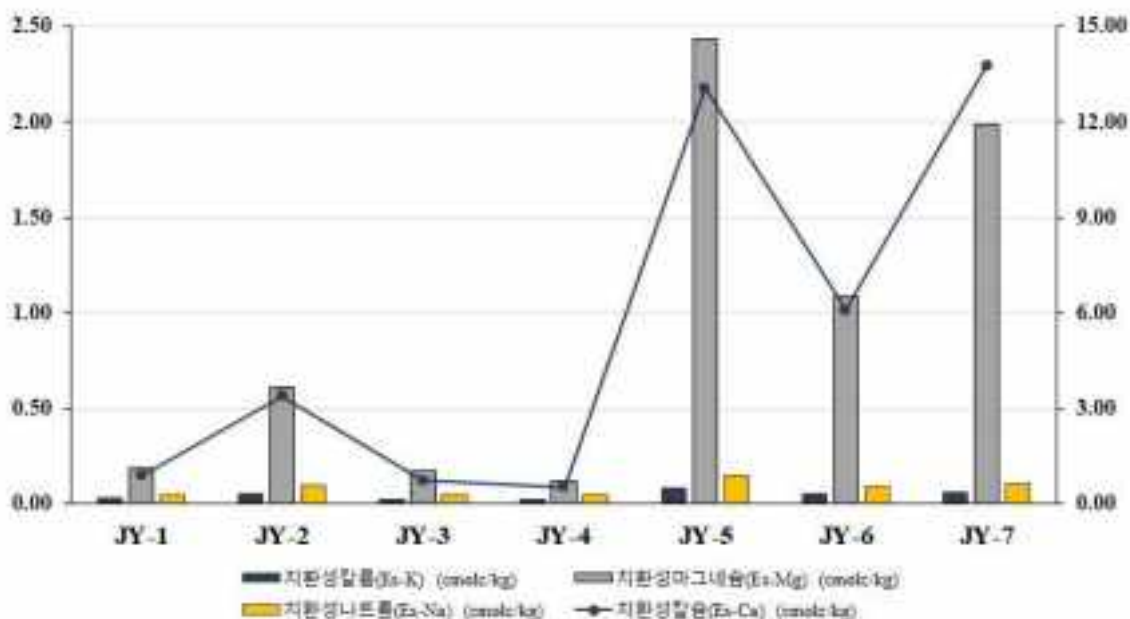


그림 20. 합천 정양지 퇴적물 시료의 치환성 이온 함량

전반적으로는 정양지의 상류 지역에서 양이온의 함량이 높게 나타나고, 하류 지역에서는 치환성 양이온이 상당히 낮은 편이며, 이러한 경향은 양이온치환용량의 경향과도 일치한다. 구체적으로는 JY-5와 JY-7 지점에서 치환성 양이온이 가장 높았으며, JY-3과 JY-4 지점에서 가장 낮은 특성을 보였다. 정양지 상류에 해당하는 JY-5, JY-6, JY-7 지점 중에서 JY-6 지점의 양이온 함량은 다소 낮게 나타났는데, 이는 시료 채취 지점의 특성 때문인 것으로 보인다. JY-5 지점의 경우 하상에 퇴적 바(bar)가 정착해있는 곳인 반면 JY-6 지점은 지속적으로 유수의 흐름의 영향을 받는 곳이었는데, 이러한 차이가 양이온 함량에 영향을 준 것으로 생각된다. 상류에서 유입

된 유기물 및 영양염류가 하류로 이동되는 과정에서 희석되거나 침전된 것으로 보이며 상대적으로 유수의 흐름이 강한 지점에서 양이온 함량이 감소한 것으로 볼 수 있다.

또한 퇴적물의 입도 특성 역시 양이온 함량과 연관이 있다고 할 수 있는데, 세립질 입자의 비중이 높은 곳에서 치환성 양이온 함량도 높게 나타났다. 세립질 물질의 경우 상대적으로 수분 보유력이 높고 표면적이 증가하여 치환성 양이온 함량을 증가시키는 것으로 보인다. 따라서 아천의 하구 인근 즉, 정양지의 하류보다는 상류 인근이 양분 공급 능력이 더 뛰어나다고 할 수 있으며, 식물 생장에 보다 유리한 환경인 것으로 판단된다.

4. 고찰

가. 정양지의 습지가치

낙동강 하류 지역의 본류와 지류에는 지난 빙기동안 해수면 변동에 따라 하상이 상승되며 곡지가 침수되고, 침수된 곡지는 합류부에 형성된 모래바(bar)로 인해 막히면서 호소성 습지들이 형성되었다. 이 호수들은 본류에서 역류하는 하천의 유수와 퇴적물, 그리고 지류로부터 유입하는 퇴적물질에 의하여 만들어졌다. 곡지의 침수는 본류의 유수 역류가 주요 원인으로 작용하며, 합류부의 이러한 호수들은 본류 배후습지의 일부로 간주된다. 따라서 이 호수들은 배후습지성 호수로 구분된다.

정양지는 이러한 배후습지성 호소 중 하나로, 본류인 황강의 하상보다 고도가 낮아 자연적으로 물이 고이는 소택지의 성격을 띠고 있다. 이로 인해 정양지는 상시적으로 수위가 유지되며, 일년 내내 물이 고여 있는 호소성 습지의 특성을 지닌다. 이러한 호소성 습지는 그 자연적 형성과정으로 인해 학문적 가치가 높으나, 이 지역에 형성된 호소들의 대부분은 농경지 확장을 위한 개간 과정에서 훼손되거나 파괴되어 현재 그 일부만이 잔류하고 있다. 특히 자연제방 이외의 인공제방을 구축하여 수역의 물을 배수하고 농경지로 개간함에 따라 많은 호소들이 사라졌고, 일부는 농업용 저수지로 변모하여 원형을 유지하는 호소는 극히 드물다.

정양지 또한 주변 지역의 개발로 인해 과거에 비해 규모가 점차 축소되었으나, 현재는 생태 관광 자원으로 활용되면서 습지 보존을 위한 노력이 이루어지고 있다. 그러나 생태 관광 자원으로 활용되고 있음에도 불구하고, 정양지가 지니고 있는 지형형성과정이나 정양지만의 독특한 역사적·자연

적 가치에 대해서는 충분히 조명되지 못한 것으로 보인다. 정양지의 형성 배경에는 과거 수만 년 동안 이어져 온 하천의 침식 및 퇴적 작용이 반영되어 있으며, 이는 단순한 습지 이상의 지형학적 의미를 지닌다. 따라서 향후 습지의 유지 관리 및 홍보 과정에서 정양지의 형성과정과 자연적 특성, 고유성 등과 같은 점이 강조되어야 할 것으로 판단된다. 이를 통해 정양지는 생태 관광 자원을 넘어 습지 생태계와 지형 발전의 이해를 돕는 학술적 가치와 보전의 필요성을 널리 알릴 수 있을 것으로 보인다.

나. 습지보호지역 지정 가치

정양지를 습지보호지역으로 지정하기 위한 지형·지질·퇴적물의 측면의 가치는 다음과 같다. 먼저 정양지는 배후습지성 호소로서 황강과 아천이 합류하는 지점에 하천 유수가 역류하고 퇴적물이 퇴적되면서 자연적으로 형성된 습지이다. 이는 다른 지역의 습지와 달리 본류와 지류 간의 상호작용, 해수면 변동에 따른 환경 변화 등을 겪으면서 고유한 형성과정을 거쳤다고 할 수 있다. 이는 습지의 생태·환경적 가치뿐만 아니라 하천의 본류와 지류 간의 역동적인 지형 변화를 연구하는 데에도 중요한 사례 지역이 될 수 있다(표 7).

또한 정양지는 역사적 기록에서도 그 존재가 확인될 만큼 오랜 기간 동안 유지되어 온 습지이며, 지역 주민들과 상호작용을 해온 곳이라고 할 수 있다. 따라서 학문적 가치를 넘어 해당 지역의 역사와 문화가 담겨있는 장소로 인간의 삶과 지형 간의 관계를 살펴볼 수 있는 상징적인 공간으로서의 의미도 지닌다.

이 외에도 정양지는 토지이용 및 개발 압력 속에서도 일부 원형이 유지되고 있어 습지의 자연적 형성과정을 보여주는 사례가 될 수 있다. 따라서 하천 환경의 변화와 습지 형성 메커니즘을 이해하고 습지 보전 및 하천 관리에 관한 정책을 수립하는 데 유의미한 대상 지역이 될 수 있을 것으로 보인다.

표 7. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
경관 및 지형	• 정양지는 지난 빙기 종료이후 낙동강의 하상 변동(상승) 영향으로 만들어진 하천 습지 가운데 가장 상류 지역에 잔존하는 습지임. 낙동강의 하상 변동으로 인해 상류에 형성된 습지에는 ‘박실지’와 ‘정양지’가 있는데, 정양지는 박실지에 비하여 그 보존 상태가 상당히 양호함. • 과거 퇴적 환경 변화의 증거가 되는 지형으로, 교육 및 연구의 자료로서의 활용 가치가 큰 것으로 판단됨. 본류와 지류의 상호 작용, 해수면 변동 등에 따른 환경 변화를 겪으면서 고유한 형성 히스토리를 지님. • 호소의 존재가 역사 문헌인 고지도를 통해서 확인되는 곳이며, 많은 개발 압력 속에서도 지형 원형의 일부가 잘 보존되어 있어 습지로서의 가치가 크다고 판단됨.
기능 및 역할	• 하천 환경 변화 및 습지 형성과 관련한 자료를 제공해주며 연구 대상 지역으로서의 가치가 높음.

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

정양지는 현재 ‘정양늪 생태공원’으로 구성되어 있으며 생태학습관과 나무 데크 산책로, 조류 탐조대, 습지 조망대, 쉼터 등이 마련되어 있다. 약 410,000㎡의 습지 면적 내에는 어류, 양서류 군락지, 철새 군락지, 연꽃 군락지 등이 분포하며, 지역주민들의 휴식 공간으로 활용되고 있다. 현재 정양지 일대의 생태공원 구역에서는 낚시, 취사, 야영, 오물투기 등의 행위가 전면 금지되고 있어, 인간 활동으로 인한 어류 피해 및 생태계 파괴를 막기 위한 노력이 이루어지고 있으며, 각종 생태탐방 및 체험프로그램도 운영되고 있다. 이처럼 정양지는 지형·지질 등 학문적 가치뿐만 아니라 교육적으로도 활용되고 있으며, 방문객들에게 체험과 휴양 공간으로서의 기능을 하고 있다. 따라서 친수공간으로서의 가치를 재고하고, 생물서식지로서의 보전 가치를 높이기 위한 지속적인 관리와 모니터링이 필수적이다.

현재 정양지는 습지 외곽을 따라 데크길이 조성되어 있으며 수역 내에는 각종 생물 군락지가 분포한다. 그러나 정양지 일대의 시계열적 변화를 살펴보면, 일제강점기 이후 습지의 면적이 감소하여 2013년에는 1954년에 비해 습지의 약 80%가 소실된 것으로 조사되었다. 제방을 쌓고 도로를 건설하며 습지의 면적이 제한되었고 토지 활용을 위한 매립이 이루어지면서 논

과 나지의 면적이 증가하였다. 따라서 앞으로는 추가적인 매립이나 간척을 금지하고 습지의 면적을 보존할 수 있도록 해야 할 것이다.

또한 현재 정양지 주변에는 제조업체, 건설업체, 공사업체 등이 영업 중이다. 습지 보전을 위해서는 정양지 주변에 완충 구역을 설정하여 업체들의 직접적인 영향이 최소화될 수 있도록 해야 하며, 수질에 대한 지속적인 모니터링을 통해 오염 물질의 유입을 막아야 할 것이다. 오염원이 될 수 있는 산업 배출수와 비점오염원을 주기적으로 관리하고, 습지를 훼손할 수 있는 위험 요소를 제거할 필요가 있다.

이 외에도 습지 탐방과 관련하여, 휴가철 방문객 수를 조절하고 생태경관 보호와 관련된 교육 프로그램 운영을 통해 습지 보전에 대한 의식을 재고할 필요가 있다.

참고문헌

- 강필중, 박석환. 1975. 지질도폭설명서 삼가(1:50000). 국립지질광물연구소, 서울.
- 건설부.1983. 낙동강(황강) 하천정비기본계획. 건설부,서울. 207pp.
- 경남생태관광협회. 2022. 생태관광 활성화 중장기 로드맵 수립 연구용역. 합천군, 합천, 135pp.
- 국립공원관리공단 오대산관리사무소. 2002. 오대산 국립공원 습지생태계 모니터링(3차)보고서.
- 권혁재. 1976. 낙동강 하류의 배후습지성 호소. 대한지리학회지 14 1-8.
- 김기홍, 정승민. 2010. 정양지와 박실지의 수문학적 특성변화에 대한 연구. 2010 대한토목학회 정기학술대회: 880-883.
- 낙동강유역환경청. 2022. 2021년 낙동강청 관할 호소환경 및 생태조사. 낙동강유역환경청, 창원.
- 백인성, 김현주, 황진연, 박정규, 이호일, 박맹언. 2020. 경남 하동군의 하산동층 하부 최저층에서 산출. 크롭운모편의 상상과 기원. 지질학회지: 56(3) 311-326.
- 부산지방국토관리청. 2019. 황강하류권역 하천기본계획[변경]. 부산지방국토관리청, 부산. 1021pp.
- 손명원, 류태일. 2002. 내륙습지정밀조사보고서(낙동강(정양지)-지형, 지질, 경관, 수리, 수문, 유역특성. 3-14, 국립환경과학원, 인천.
- 손명원, 전영권. 2003. 낙동강 하류 연안 자연습지의 자연지리적 특성. 지역지리학회지: 9(1) 66-76.
- 손명원. 2012. 토평천 하류 구간의 지형발달. 경관과 지리: 22(1) 97-105.
- 양현모, 김무언, 심명필, 김형수. 2004. 본류 배수 영향을 받는 지류하천의 수리특성 검토-낙동강 토평천을 중심으로. 2004 대한토목학회정기학술대회: 5177-5182.
- 이만도(김성혜 역). 1916. 道川亭記(響山集 別集 第三卷). 한국고전번역원, 서울.
- 장기홍. 1968. 지질도폭설명서 합천(1:50000). 국립지질조사소, 서울. 40pp.
- 장동호, 정근비. 2024. 다중시기 항공 정사영상을 활용한 합천댐 하류부의 황강 하도 내 퇴적환경 변화 연구. 경관과 지리: 34(1) 69-86.

- 합천군. 1996. 황강하천정비기본계획보고서. 건설교통부. 265pp.
- 홍성경, 진광민. 2024. 고준위방사성폐기물 지층처분 암종평가를 위한 경상분지 진주층 예비연구: 암상 및 광물학적 특성을 중심으로. 자원환경지질: 57(4) 387-396.
- Cowardin LM, Carter V, Golet FC, LaRoe ET. 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. 131pp.
- Folk RL., and Ward, W. C., 1957, Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain-Size Parameters, Journal of Sedimentary Petrology, 27(1), 3-26.
- Grenfell SE, Ellery WN, Grenfell MC, Ramsay LF and Flügel TJ, 2010. Sedimentary facies and geomorphic evolution of a blocked-valley lake: Lake Futululu, northern Kwazulu-Natal, South Africa. Sedimentology: 57(5) 1159-1174.
- Wolman MG., Leopold LB. 1957. River flood plains: Some observations on their formation. U.S. Geological Survey Professional Paper 282-C, U.S. Geological Survey, Washington, D.C. 30pp.
- 뉴스1. 2024.5.8. “물이 목까지 차올라 죽는가 싶었다“...도로공사로 침수된 양산·신거마을(<https://v.daum.net/v/20240508131757966>)

부록(사진자료)



정양늪 생태전시관 주변 전경



정양지 서측 수역



정양지 내 수련 군락지



정양지 수역 내부의 모습1



정양지 수역 내부의 모습2



정양지 내 가시연꽃 군락



정양지 수역 내부의 모습3



동절기(2월) 정양지의 전경

부록(사진자료)



황강 하류 전경



아천과 황강의 합류부



정양지 상류(아천의 정양지 합류부 인근)



아천의 상류 구간



황강 본류의 퇴적 바



아천 하구의 모습



동절기(2월) 정양지의 전경



AI 방역을 위해 정양지의 출입을 통제하고 있는 모습



수리 · 수문 · 수질

II. 수리 · 수문 · 수질

목종구 · 장범주

((주)지오쓰리에코)

요 약

정양지는 합천군 대양면에 있는 황강 지류 아천의 배후습지로 1980년대에 지역 농업을 위한 치수사업으로 건설되었다. 시간이 지남에 따라 황강의 수량 감소와 인위적 매립에 의해 수질악화가 발생하여 습지로서의 기능이 상실되기도 하였다. 현재는 생태공원 조성사업으로 인해 유지·관리되고 있으며, 다양한 생명체들로 수생태계가 잘 발달되어 있다. 합천지역은 강수량이 우리나라 평균 강수량인 약 1,300mm와 같으며, 우기인 7~8월에 강수량이 집중된다. 정양지의 수위는 약 28m로 거의 일정하며, 강수에 의한 수위상승과 수위회복이 빠르게 나타난다. 현장수질측정 결과 외부 오염원에 안정적으로 큰 영향을 받지 않으며, 주변 수질측정망의 하천수 수질환경기준은 매우 좋음(Ia)~보통(III)상태이다.

향후, 정양지 내 수질측정망과 유량계측관리 시스템을 적용하여 안정적인 수생태환경 모니터링이 필요하다고 사료된다.

1. 서 론

일반적으로 ‘습지’란 일정기간 물에 잠기거나 지하수 또는 지표수에 의해 포화상태를 유지할 수 있는 수문학적 특성을 지닌 지역으로 육상생태계와 수생태계 사이의 전이대로서 두 생태계의 가장자리에 위치해 있는 중요한 공간이다. 합천 정양지는 약 1만 년 전인 후빙기에 생겨난 것으로 알려져 있고, 주변 경관이 빼어날 뿐 아니라 다양한 동식물의 서식지로서 생태학적 보존가치가 높은 습지로 정양늪 생태공원이 조성되어 있다(합천군 누리집, 2024).

정양지는 경상남도 합천군 대양면 정양리와 아천리에 걸쳐 있으며, 국도 33번과 24번의 교차점 남서쪽에 위치하고 있으며 면적은 약 1,094,000m², 해발 27~ 30m에 위치한다. 정양지는 담수호로서 그 남쪽으로는 인근의 촌락과 전답으로부터 생활하수와 농업용수가 유입되며, 대양천, 아천천 등으로부터 강수 시에만 집수되고, 북쪽의 자연적으로 형성된 배수구를 통하여 황강으로 유출된다(김과 정, 2010).

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

합천군은 경상남도 북서측에 위치하고 있으며, 동쪽으로 고령군과 창녕군, 남쪽으로 의령군, 서쪽으로 거창군과 산청군, 북쪽으로 성주군에 접하고 있다. 정양지가 위치한 합천지역의 주요하천은 창덕면 동측에서 창녕군과 경계를 이루는 국가하천 낙동강, 합천군을 동서로 횡단하는 국가하천 황강, 덕곡면 동측에서 고령군과 경계를 이루는 지방하천 회천 등이 있다. 정양지의 유역현황은 중권역 황강(2016)에 표준유역은 합천수위표하류(201602)속한다(그림 1). 정양지가 포함된 아천은 본류가 낙동강, 제1지류가 황강으로 하천연장 12km, 유로연장 18km, 유역면적은 43.45km²이며, 정양지 주변 하천 모식도는 (그림 2)와 같다.

나. 조사기간

2024년 정양지 정밀조사는 총 3회에 걸쳐 현장조사를 실시하였다(표 1). 1차 조사는 정양지로 유입되는 수계 현황을 파악하고, 지점을 선정하여 유량 및 현장수질측정을 수행하였으며, 정양늪생태학습관 탐방로 ST.03에 자동수위측정기(수압 및 수온)를 설치하였다. 2차 조사는 장마 전으로 1차 조사 동일한 지점에서 유량 및 현장수질측정을 수행하였다. 3차 조사는 장마 이후로 1, 2차 조사 동일한 지점에서 유량 및 현장수질을 측정하였으며, 자동수위측정기를 회수하였다. 1~3차 조사 모두 비교를 위하여 연당저수지(배경)에서 현장수질측정을 병행하였다.

표 1. 현장조사

조사시기	날짜	조사구역	비고
1차	2024.04.07.~08.	지점 선정, 유량측정, 현장수질 측정	수위 및 수온 모니터링
2차	2024.06.16.~17.	유량측정, 현장수질 측정	
3차	2024.09.04.~05.	유량측정, 현장수질 측정	

다. 조사방법

1) 수문기후 특성 및 기후변화

습지생태계의 천이와 환경변화에 영향을 미치는 기후특성 및 장기 기후 변화는 기상청 기상자료개방포털 자료를 이용하였다. 기상자료 분석은 정양지 인근에 기상청 합천기상관측소(지점번호 285)로 좌표(WGS84)는 위도 35.5651, 경도 128.1699로 정양지 경계에서 북쪽으로 약 1 km에 위치한다. 합천기상관측소의 해발고도는 약 27m로 정양지 수면과 거의 같다. 합천기상관측소는 1973년 1월부터 관측을 개시하였고, 본 조사에서는 1994년부터 2023년까지 30년 자료를 취득하여 수문기후 특성 및 기후변화를 분석하였다.

2) 수위변화 관측

합천 정양지의 수위변화를 파악하기 위하여 자동수위측정기(Solinst Ltd.)를 정양늪생태학습관 탐방로 중간(ST.03)에 설치하였다. 최초 설치 시 탐방로 다리 높이는 2.1m, 수심은 0.4m로 측정되었다. 관측기간은 2024년 4월 7일부터 2024년 9월 4일까지(약 151일)로 측정간격은 1시간으로 설정하였다.

3) 수문환경조사

하천 유속 및 유량측정, 현장수질측정은 4개 지점에서 실시하였으며, 주변 지역의 현장수질 비교를 위해 연당저수지에서 현장수질측정을 실시하였다. 유량측정은 정류구간을 선정하여 디지털유속계를 이용한 단면적법으로 5회 이상 측정하여 산술평균을 적용하였으며, 수직적 위치는 2/3 지점에서 측정하였다(그림 4).

현장수질측정은 수온($^{\circ}\text{C}$), 수소이온농도(pH), 용존산소량(DO, mg/L), 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$), 탁도(Turb, NTU), 총용존고형물질(TDS, g/L)을 측정하였다. 현장수질측정에는 휴대용다항목수질측정기(Professional Plus, YSI)와 휴대용탁도계(TN-100, Eutech)를 이용하였으며, 측정 전 보정을 실시하여 측정값의 신뢰도를 향상시켰다. 현장조사에 이용된 유속계, 다항목수질측정기 그리고 탁도계의 사진은 (그림 3)과 같다.



그림 3. 조사에 사용된 측정 장비

4) 측정망 자료 분석

물환경정보시스템에 따르면 합천 정양지 주변에 수리수문기상 합천군(남정교)와 수질측정망 황강4가 있다. 합천군(남정교)에서는 10년간 수위와 유량 자료를 수집하였고, 황강4에서는 10년간 수온($^{\circ}\text{C}$), 용존산소량(DO, mg/L), 생물학적산소요구량(BOD, mg/L), 화학적산소요구량(COD, mg/L) 총질소(T-N, mg/L), 총인(T-P, mg/L) 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$), SS(부유물질, mg/L) 항목의 자료를 수집하였다.

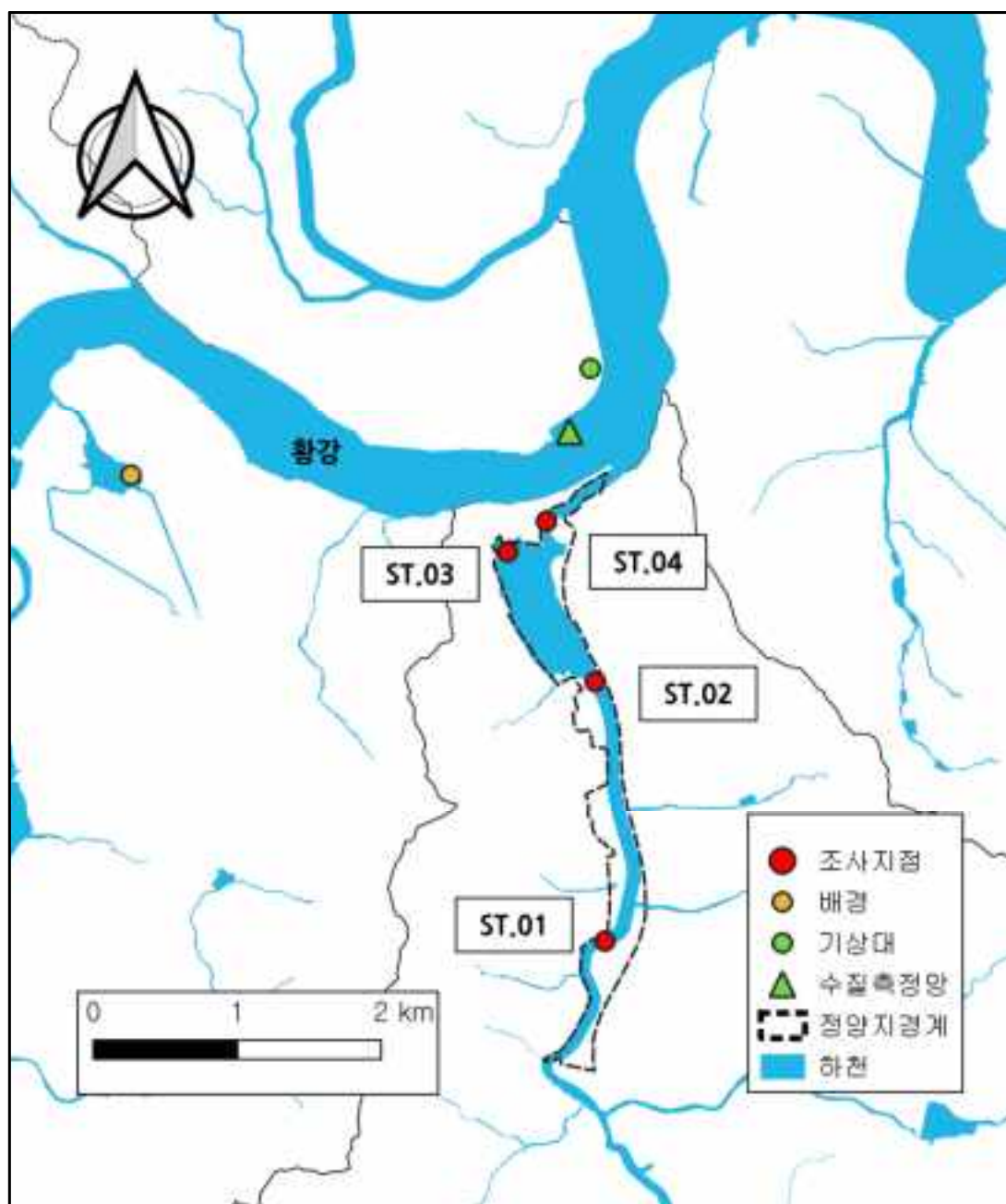


그림 4. 합천 정양지 조사지점 위치도

3. 연구 결과

가. 기후특성

지난 30년간(1994~2023년) 합천기상관측소 관측 자료에 의하면, 연평균 기온은 13.4℃, 최한월(1월) 평균기온은 -0.2℃, 최난월(8월) 평균기온은 25.9℃를 기록하였다. 연평균 강수량은 1,291.8mm으로 강수량이 적은 달은 1월(20.3mm)이며, 가장 많은 달은 8월(294.3mm)로 나타났다. 연평균 상대습도는 65.2%, 연평균 풍속은 1.2m/s, 연평균 일조시간은 2,183.5hr이다(표 2~3).

합천지역은 2024년 7월에 262.3 mm과 9월 216.4mm의 강수량이 기록되었으며, 2024년 1월부터 9월까지의 강수량은 작년 같은 기간의 67% 해당하는 1,094mm이다. 인근 무곡저수지의 경우 저수율은 2023년 9월에 89.7%, 2024년 9월에는 48%로 기록되었으며, 이는 2024년 8월의 강수량 44.8mm에 비해 2023년 8월에 11배 많은 503mm의 영향으로 파악된다.

합천기상관측소 30년간 연누적 강수량 자료의 선형분석결과(Eq. $Y = 8.45 * X - 15782$) 증가추세에 있으며 약 255mm 증가하였다(그림 5).

표 2. 합천기상관측소 30년 월평균 기후환경(1944~2023)

월	기온(℃)	강수량(mm)	상대습도(%)	풍속(m/s)	일조시간(hr)
1	-0.2	20.3	60	1.1	183.5
2	2.4	29.9	56	1.2	185.2
3	7.6	54.2	56	1.5	211.7
4	13.4	80.8	56	1.6	213.8
5	18.4	97.8	61	1.4	223.6
6	22.4	145.9	67	1.3	170.0
7	25.5	287.9	75	1.3	144.7
8	25.9	294.3	76	1.1	163.5
9	21.0	158.1	75	1.1	156.5
10	14.7	64.1	71	1.0	188.4
11	8.0	38.0	67	1.0	169.1
12	1.6	20.4	63	1.0	173.5
평균/합계	13.4	1,291.8	65.2	1.2	2,183.5

표 3. 합천기상관측소 30년 연평균 기후환경(1944~2023)

년도	기온(℃)	강수량(mm)	상대습도(%)	풍속(m/s)	일조시간(hr)
1994	13.3	658.4	57.2	1.4	204.6
1995	12.2	628.2	56.3	1.4	191.9
1996	12.7	815.8	59.3	1.3	174.5
1997	12.9	1,252.5	61.8	1.4	193.8
1998	13.9	1,668.0	64.7	1.0	158.1
1999	13.1	1,388.5	62.9	1.3	172.2
2000	13.2	1,425.2	62.4	1.3	167.9
2001	12.8	1,139.1	64.3	1.1	182.5
2002	13.3	1,687.1	65.8	1.3	185.8
2003	13.2	1,862.7	70.5	1.0	165.8
2004	14.0	1,477.4	67.7	1.1	190.4
2005	13.5	1,119.6	64.8	1.2	188.2
2006	13.8	1,306.6	68.4	1.2	167.0
2007	14.3	1,232.6	69.8	1.2	167.3
2008	13.2	767.0	67.4	1.4	182.3
2009	13.6	1,066.0	64.5	1.4	178.5
2010	13.2	1,547.1	67.2	1.4	169.4
2011	13.2	1,624.5	64.8	1.5	177.4
2012	12.9	1,795.4	64.8	1.4	177.4
2013	13.3	1,276.0	65.0	1.3	195.2
2014	13.1	1,292.1	65.1	1.3	172.0
2015	13.4	1,044.5	66.4	1.2	177.0
2016	13.8	1,505.6	66.5	1.1	186.0
2017	13.5	780.0	61.3	1.2	214.5
2018	13.3	1,479.4	65.6	1.3	202.6
2019	13.8	1,417.6	64.9	1.1	195.0
2020	13.5	1,733.5	72.8	1.1	178.2
2021	13.9	1,146.4	72.3	0.9	169.2
2022	13.7	794.3	64.4	0.9	196.3
2023	14.4	1,771.4	68.8	0.8	179.5
년평균	13.4	1,290.1	65.2	1.2	182.0

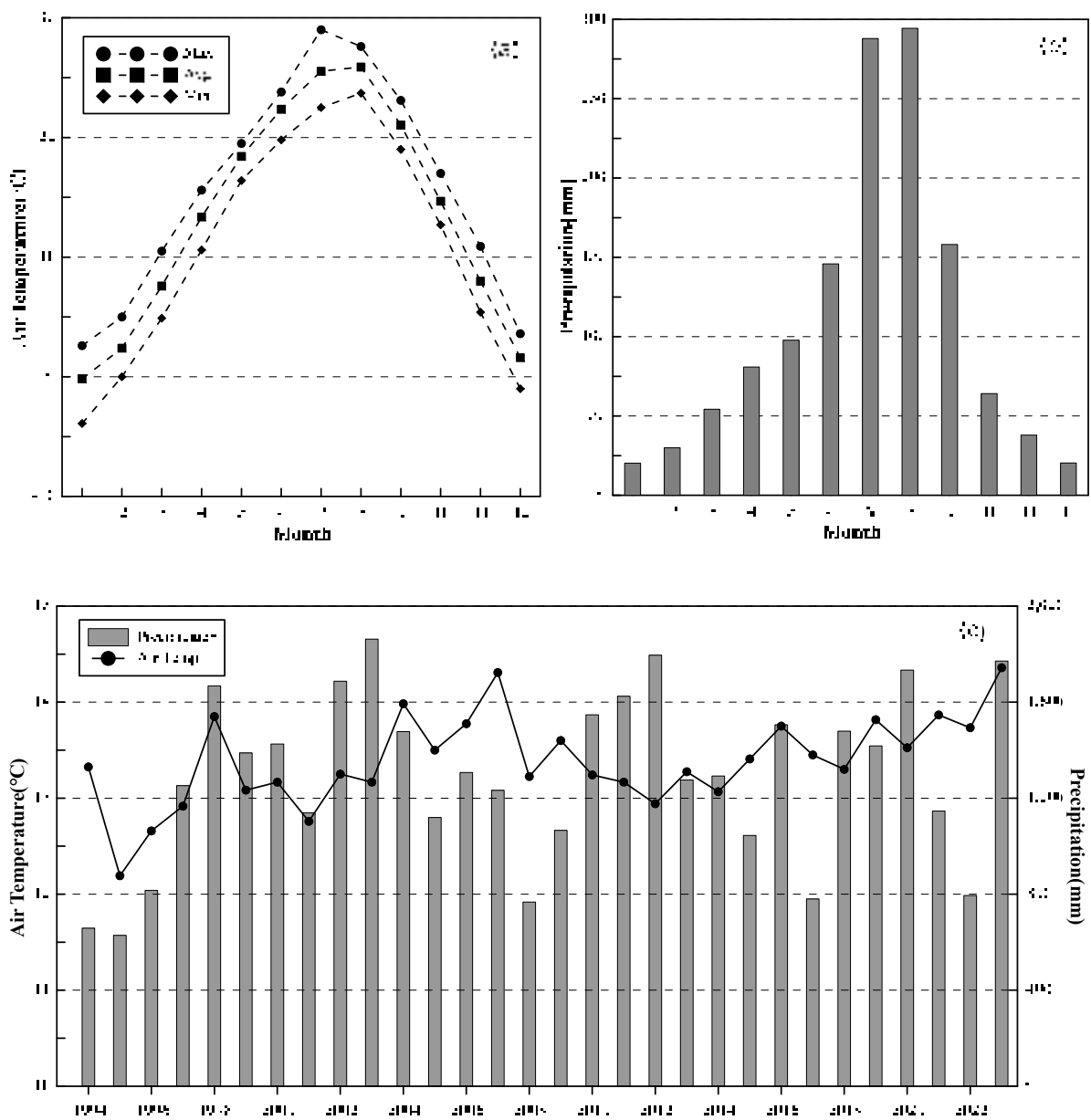


그림 5. 합천기상관측소의 30년간(1994~2023) 기온 및 강수량 변화
 (a: 월평균 기온변화, b: 월평균 강수량, c: 연평균 기온 및 연누적 강수량)

나. 정양지 수위/수온 모니터링

정양늪생태학습관 탐방로 중간지점(ST.03)에 자동수위측정기를 설치하여 자동모니터링을 약151일 동안 1시간 간격으로 수행하였다. 정양지는 개방된 하천형 습지로 적은 강우 발생 시에도 수위의 반응 매우 빠르게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 정양지 수위는 평균 27.89m이고, 변동폭은 27.7~28.6m으로 나타났다(그림 6). 정양지내 수온은 평균 22.78 ℃(변동폭 13~28.8℃)로 계절적 영향에 의해서 대기 온도와 유사한 변화양상을 보이고 있다(그림 7).

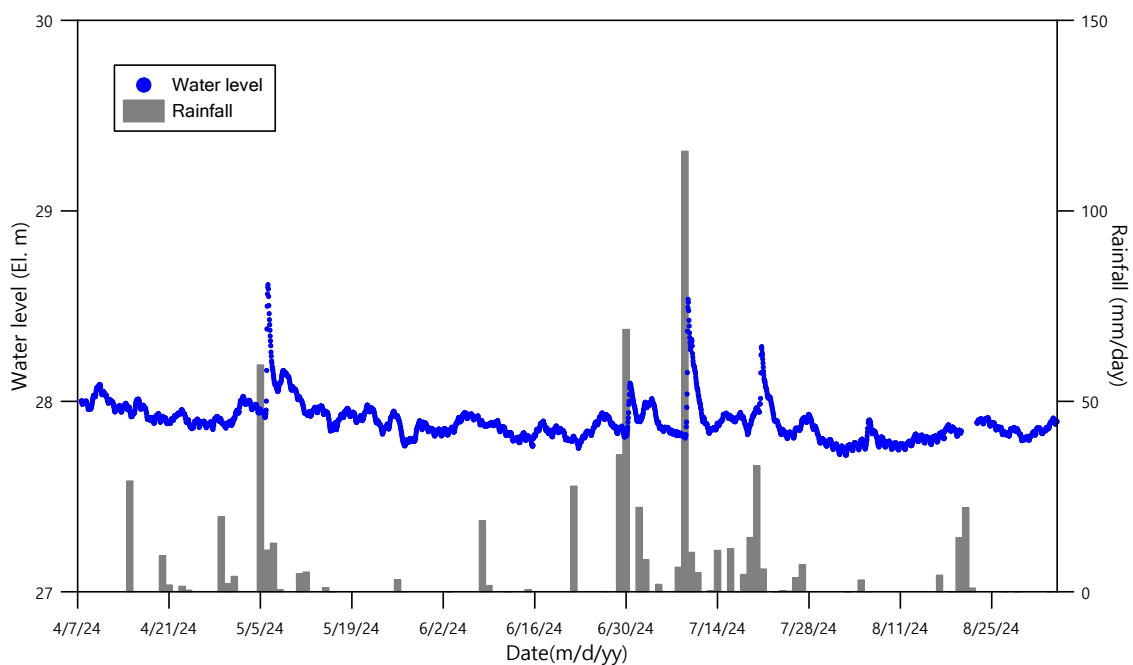


그림 6. 합천 정양지(ST.03) 수위 모니터링 (2024년4월7일~2024년9월4일)

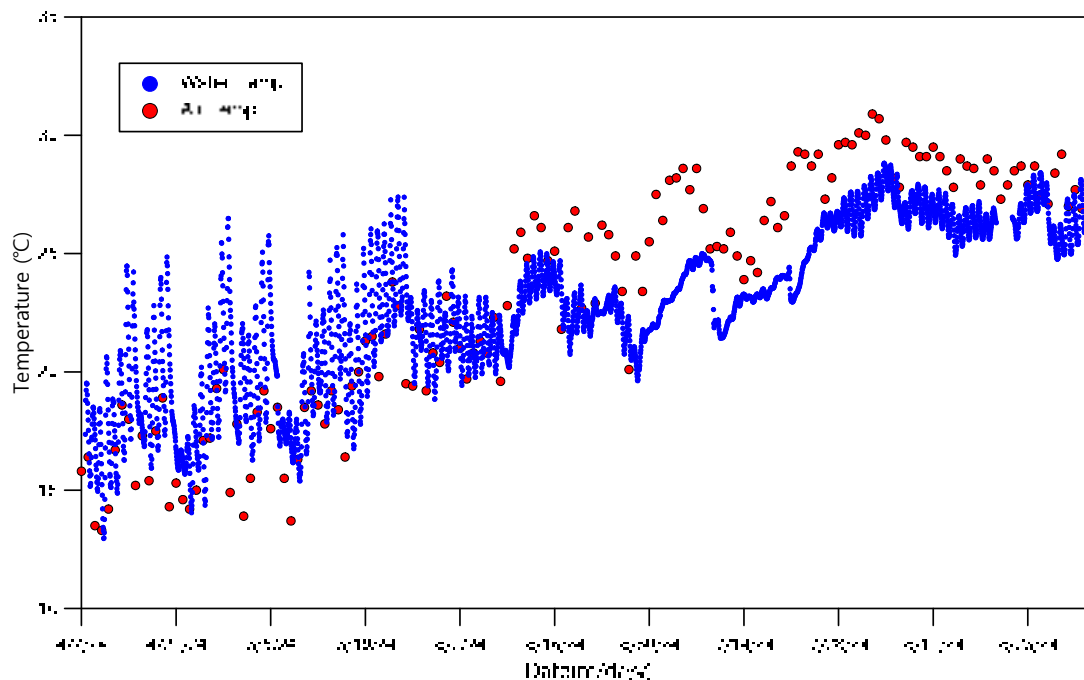


그림 7. 합천 정양지(ST.03) 수온 및 대기온도 비교 (2024년4월7일~2024년9월4일)

다. 지점별 현장조사 결과

합천 정양지 현장 조사지점은 ST.01(대목교), ST.02(장양리 341-1 앞 돌다리), ST.03(정양늪생태학습관 탐방로), ST.04(정양교)로 총 4지점이며, 연당저수지를 현장수질 비교지점으로 선정하였다. 각 지점에서는 총 3회에 걸쳐 유속, 유량 그리고 현장수질을 측정하였으며 그 결과는 표 4와 같다.

현장수질측정 결과, 4월 1차 조사에서는 수온(17.0~18.4°C), DO(8.76~9.35mg/L), pH(8.12~8.56), 전기전도도(145~186 μ S/cm) 등은 모든 지점에서 유사한 값을 보였다. 탁도의 경우는 하류지점인 ST.04에서 18NTU로 상류보다 상대적으로 낮게 측정되었는데, 이는 정양지 본류(생태공원)에서 유속이 느려지면서 유기물이 하상에 침전되고, ST.04지점을 지나면서 유속이 증가하는 지형적 원인으로 판단된다. 6월 2차 조사에서도 1차 조사와 비슷한 양상을 보이고 있으나, 전기전도도가 약 1.4배 증가하였다. 9월 3차 조사에서는 전기전도도가 하류로 갈수록 증가하는 양상을 보이며, 1차 조사와 비교하면 약 1.8배 증가하였다(그림 8).

유량 조사결과, ST.01지점과 ST.02지점은 직접적인 강수의 영향으로 간주되어 지며, ST.04지점은 정양지 본류의 저장능력과 지류에 의한 영향을 받는 것으로 보여진다.

표 4. 합천 정양지 조사지점별 현장조사 결과

조사일	지점	현장수질측정						유속 (m/s)	유량 (m³/s)
		수온 (℃)	DO (mg/L)	pH	EC (μ S/cm)	탁도 (NTU)	TDS (mg/L)		
2024.04.07	ST.01	17.0	9.35	8.12	173	26.5	131.95	0.20	3.02
	ST.02	17.0	9.84	8.29	163	25.6	125.45	0.43	5.16
	ST.03	18.4	9.25	8.56	145	32.1	170.25	–	–
	ST.04	16.0	8.76	8.54	186	18.0	145.60	0.16	1.67
	연당	17.4	8.29	7.93	194	34.2	156.00	–	–
2024.06.16	ST.01	23.2	6.75	7.56	153	30.4	125.60	0.26	4.36
	ST.02	29.0	5.84	7.34	282	40.5	182.76	0.45	5.76
	ST.03	28.3	7.25	8.67	262	38.4	173.10	–	–
	ST.04	27.8	6.46	8.71	265	24.3	172.30	0.38	5.31
	연당	28.7	6.41	7.62	242	36.8	149.63	–	–
2024.09.04	ST.01	27.0	4.94	7.32	162	32.1	127.43	0.15	2.23
	ST.02	27.8	4.45	7.49	281	32.5	182.99	0.12	1.58
	ST.03	28.9	4.12	7.70	387	32.1	252.20	–	–
	ST.04	29.0	4.20	7.62	372	33.4	248.57	0.24	2.03
	연당	27.2	4.01	7.54	245	36.5	143.20	–	–

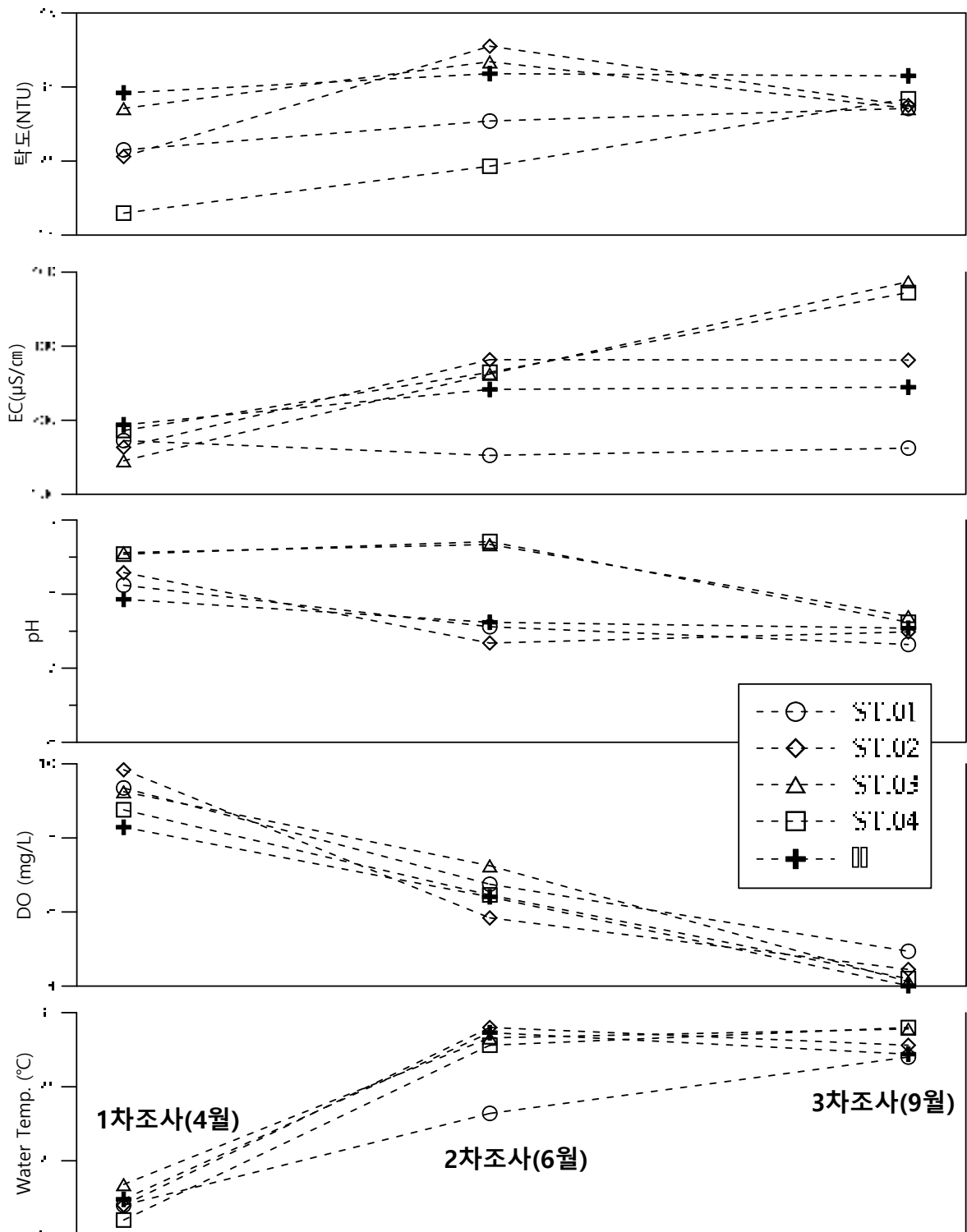


그림 8. 조사시기별 현장수질측정값 변화

라. 측정망 자료 검토

합천군(남정교)의 2014년부터 2023년까지 10년간 수위, 유량 자료를 수집하였다. 남정교의 유량이 200m³/s(약 1,728만톤/일) 이상인 날을 살펴보면, 2019년 10월에 태풍 미탁의 영향으로 유량이 약 320m³/s이고, 2020년 7~8월에 집중호우로 인하여 약 550m³/s(약 4,752만톤/일)까지 유량이 증가하였다. 남정교 수위는 평시에 약 60cm 이나, 태풍과 집중호우로 유량이 증가하는 기간에 급상승하여 수위가 200cm 이상인 날이 4일에 달한다(그림 9).

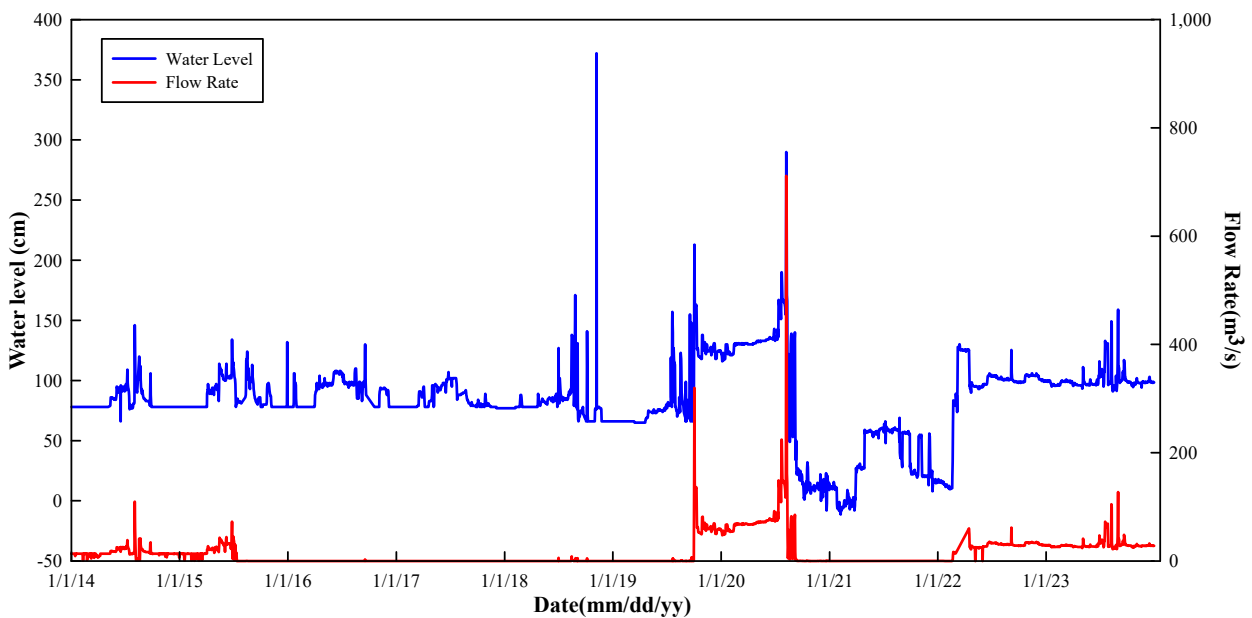


그림 9. 남정교 수위 및 유량 변화 (2014년 ~ 2023년, 10년)

항강4의 2014년 1월부터 2024년 8월까지 자료 중 수온, DO, BOD, COD, T-N, T-P의 자료를 도시한 결과, 6개 항목 모두 연변화가 뚜렷하게 나타났다(그림 10). 수온은 평균 13.5℃이며, DO 평균농도는 11.2mg/L(6.7~21.1mg/L)로 하천수 수질환경기준 매우 좋음(Ia)~좋음(Ib)상태이며, BOD 평균농도 0.9mg/L(0.2~3.5mg/L)로 매우 좋음(Ia)~보통(III)상태이다. COD 평균농도는 3.2mg/L(1.9~5.4mg/L)로 BOD와 마찬가지로 매우 좋음(Ia)~보통(III)상태이다. T-N과 T-P의 각각의 평균농도는 1.502mg/L(0.828~1.875mg/L)와 0.026mg/L(0.003~0.137mg/L)로 감소하는 경향을 보이고 있다.

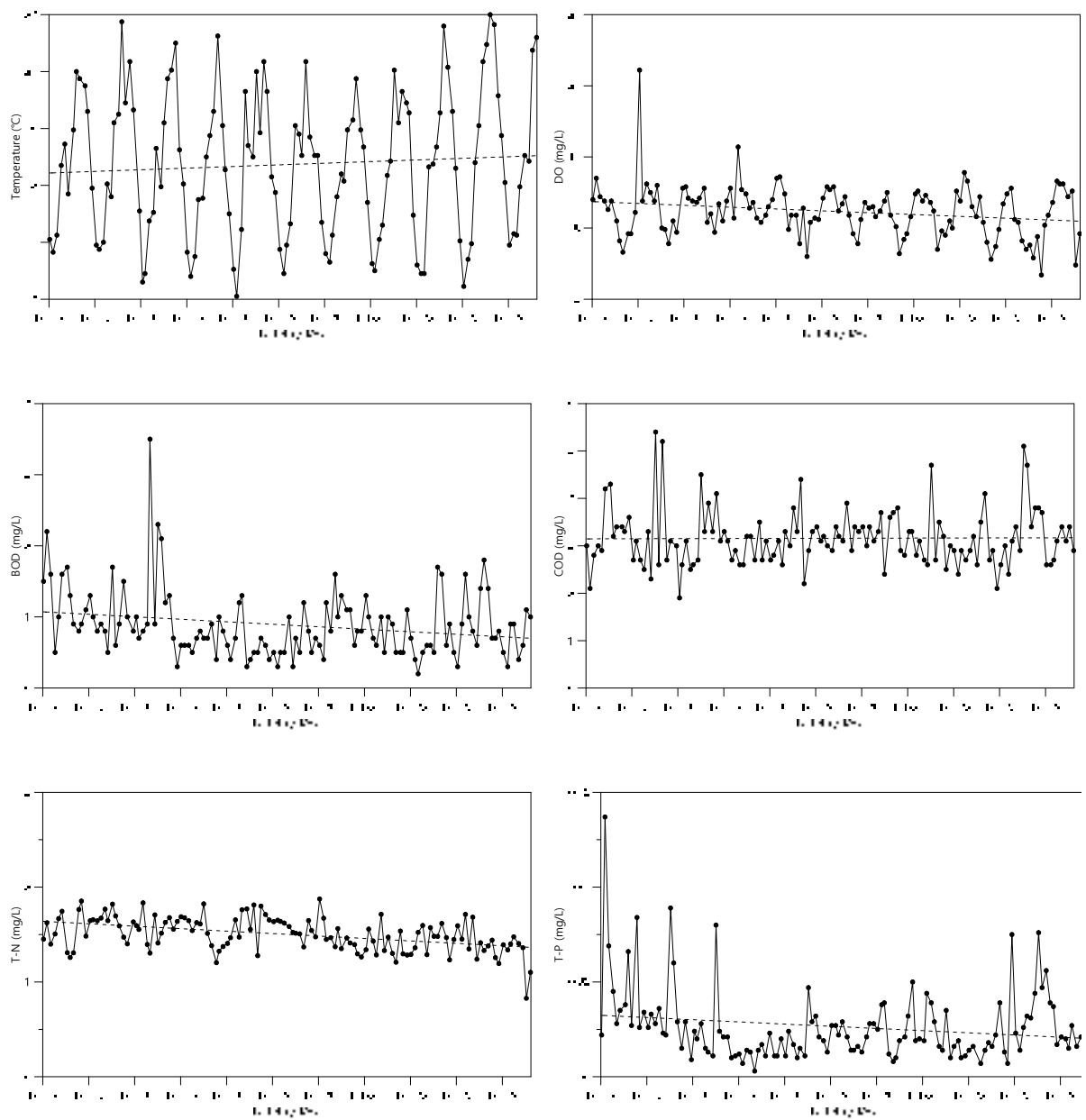


그림 10. 항강4(수질 측정망)의 수질변화

4. 고찰

가. 수리·수문·수질분야로서의 습지가치

정양지가 위치한 합천지역은 연평균 강수량이 약 1,300mm이며, 정양지의 평균 수위는 약 28m로 거의 일정하다. 정양지는 강수에 빠른 반응을 보이는 개방형 하천습지로 상류는 유속이 빠르고, 하류로 내려올수록 하폭이 증가하여 유속이 감소하는 경향을 띄고 있다. 수온은 계절적 영향을 받으며, 전기전도도는 $200\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 이하로 외부 오염에 안정적으로 보인다. 하류 수질측정망(황강4)에 의하면 DO, BOD 그리고 COD은 하천수 수질환경기준으로 매우 좋음(Ia)~보통(III)상태이다.

나. 습지보호지역 지정 가치

합천 정양지를 습지보호구역으로 지정하기 위한 환경 및 학술적 가치로서 수문학적으로 강수량이 풍부하며, 탄소저장 능력이 있는 것으로 판단된다. 또한 합천군(정양늪 생태공원)이 정양지를 유지·관리하고 있는 부분이 높히 평가된다. 따라서 합천 정양지는 수문학적 측면과 관리적 측면에서 우수하기 때문에 습지보호구역으로 지정하기 위한 가치가 있다.

수문학적 가치 : 합천지역은 연평균 강수량은 약 1,300mm로 우리나라 연평균 강수량과 비슷하다. 다른 지역과 마찬가지로 계절적인 강우분포가 차이가 있으며 주로 여름에 200mm 이상의 강수가 발생하며, 기후변화에 따른 영향으로 강수량이 증가추세에 있다. 정양지는 자연적으로 형성된 배후 습지로서 강수를 저장하고, 홍수를 조절하는 능력이 우수한 것으로 판단된다.

탄소저장 능력 : 정양지의 면적은 약 $1,094,000\text{m}^2$ 으로 유속이 빠른 상류 하천구간과 하류에 위치한 정양늪(약 $410,000\text{m}^2$)으로 구분될 수 있다. 이는 유기물의 축적과 함께 탄소저장량을 높일 수 있는 조건이 충족되며, 특히 지속적인 관리를 통하여 탄소저장능력을 최적화할 수 있다.

지자체의 노력 : 습지를 지속적으로 보호하고, 관리하기 위해서는 무엇보다도 해당 지자체의 지속적인 노력이 필요하다. 합천군에 따르면 ‘과거 황강의 수량과 수위 감소로 육지화되고 인위적인 매립으로 수질악화가 지속되면서 습지로서의 기능이 점점 상실되어, 합천군에서는 지난 2007년부터 2011년까지 5년간 계속사업으로 「정양늪 생태공원 조성사업」을 추진하여, 현재의 정양늪으로 다시 태어났다.’고 한다(합천군 누리집, 2024). 또한 합천군은 「정양늪 생태관광 활성화 중장기 로드맵 수립, 2022」, 「생태계조사 용역, 2023」 등 다방면으로 지속적인 관리를 유지하고 있다.



‘합천 정양늪 생태해설사, 늪지서 자연 알리다’
경남도민일보(2024-10-17)



‘멸종위기종 살리기 교육 및 서식지 보전활동’
<국립생태원 멸종위기종복원센터 교육>
시민일보(2024-10-14)

그림 11. 합천 정양지 관련 언론 자료

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

수문학적으로 보면 습지생태계에서 가장 중요한 부분은 유량의 확보이며, 유량의 확보는 모니터링을 통하여 자료의 수집 및 분석으로 알 수 있다. 따라서 기후변화로 인하여 강수량이 급변하고 있기 때문에 정양지의 장기적인 유량 모니터링이 필요하다. 장기적인 모니터링을 위해 정양지의 유입지점(IN)인 대목교와 유출지점(OUT)인 정양교에 유량을 측정하는 지속적인 계측관리 시스템이 필요하다고 판단된다.

유량 모니터링의 단기적 목적은 수위/유량/강수예보를 확인하고, 적정 수위 이상 및 지속적 유량 유입 확인 시 범람에 의한 피해를 줄이기 위해 주민 대피가 가능하다. 장기적으로는 데이터를 수집하고 분석하여 범람에 대한 수위/유속/강수량을 수치화하여 자동 알림(경보)이 가능하다는 점이 있다.

결국, 유량계측관리 시스템은 정양지에서 유출되는 유량과 수위의 지속적인 모니터링뿐만 아니라, 기후변화에 따른 홍수량 예측의 정확성을 제고하고, 정양지 주변 주민의 신속한 대피 유도로 재해로부터 인명과 재산을 보호하고 피해를 최소화하기 위한 시스템이다.



그림 12. 유량 계측관리 시스템 구성 및 설치사진(출처: 하이드로넷)

유량계측관리 시스템과 더불어 정양지 수질측정망이 필요하다. 황강(수질측정망)는 제1지류인 황강에 위치하고 있어 정양지가 속한 아천의 하천 수질특성을 반영하지 못하고 있다. 정양지 수질측정망 위치는 정양지 상류 지역 보다는 하류지역인 정양교 부근이 적당하다고 사료된다.

참고문헌

- 김기홍, 정승민. 2010. 정양지와 박실지의 수문학적 특성변화에 관한 연구.
2010 대한토목학회 정기학술대회 880-883.
- 기상청, 기상자료개방포털(<http://www.data.kma.go.kr>)
- 환경부, 물환경정보시스템(<https://water.nier.go.kr>)
- 환경부, 한국수자원공사. 2022. 합천지역 통합 지하수 기초조사 보고서.
388pp.
- 하이드로넷(<http://www.hydronet.co.kr>)
- 합천군 누리집(<https://hc.go.kr/jungyang.web>)

부록(사진자료)



ST.01 전경



ST.01 유속측정



ST.02 전경



ST.02 유속측정



ST.03 전경



ST.03 자동수위측정기



ST.04 전경



연당저수지



식 생

III. 식생

김영중 · 이관준

((주)참생태연구소)

요 약

정양지의 삼림식생(상수리나무군락, 소나무군락, 갈참나무군락, 아까시나무-갈참나무군락), 버드나무군락, 덩굴식생(취군락, 가시박군락, 환삼덩굴군락 등), 다년생 습생초본식생(매자기군락, 줄군락, 달뿌리풀군락, 물억새군락 등), 일이년생 습생초본식생(고마리군락), 수 생식생(수련군락, 마름군락, 가시연군락 등) 등 25개의 식물군락이 분류되었다. 식생보전등급은 III, IV, V 등급이 분류되었고, 식생보전등급 I 등급과 II 등급은 분포하지 않는 것으로 조사되었다.

현존식생도는 34개 유형으로 작성되었고 논(농경지)의 면적(22.13%)이 가장 넓은 것으로 나타났으며, 다음으로 달뿌리풀군락이 17.95%로 차우점하였다. 습생지역 중에서는 수련군락(4.63%), 줄군락(2.81%), 노랑어리연군락(1.72%), 생이가래군락(1.62%)이 상대적으로 넓게 분포하였다. 식생보전등급은 III등급 5.82%, IV등급 3.19%, V등급 90.99%이다. 호수(침수식생)-마름,수련군락-줄군락-달뿌리풀군락의 순으로 식물 군락들이 공간분포하는 경향이 있는 것으로 파악된다.

습지의 보전적 제언으로 생태공원으로 조성되어 운영되고 있는 정양지 생태계에 대한 교란으로 작용할 수 있어 보전생태학적 관리가 필요하다. 생태공원을 이용하는 관광객 및 탐방객들로 인한 생태계교란 생물 및 귀화식물의 유입이 이루어질 수 있는바 지속적인 정비·관리가 필요하다. 현재 식생을 보전하기 위해서 수질관리가 필요할 것으로 판단된다. 정양지는 인공습지이나 습지 내 식생군락(가시연군락 등)의 가치가 높은 바 습지 생태계에 대한 자연적인 천이 유도 및 유지하기 위해 수생식물(수련군락 등)에 대한 관리가 필요하다.

다. 전문가를 통해 계획된 수생식물 군락의 확장 제어시스템을 구축하여야 하며 체계적인 관리를 통해 습지 내 생태계의 급격한 변화가 발생하지 않도록 중장기적인 계획을 세워야 할 것으로 판단된다.

1. 서 론

정양지는 행정구역상 경상남도 합천군 대양면 정양리에 위치한다. 정양지는 황강의 지류인 아천천의 배후습지로 과거 육지화되고 있는 정양지에 2007년~2011년까지의 ‘정양늪 생태공원 조성사업’을 통해 조성된 인공 습지에 해당한다.

본 조사는 생태우수습지인 정양지의 식생 현황 조사를 통해 식생학적 관점에서의 인위적, 자연적 교란 등의 파악, 주요 식생에 대한 공간분포 특성 파악, 현존식생도 등을 작성하여 그 결과를 통해 정양지에 대한 습지보호 지역으로 지정하기 위한 가치 등을 파악하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역 및 조사시기

1) 조사지역

본 조사지역은 경상남도 합천군 대양면 대곡리 사곡교에서 하류 방향으로 경상남도 합천군 대양면 정양리 합천대교까지 길이 약 4,600m 조사범위로 설정하였다(그림 1).

2) 조사시기

정양지를 대상으로 2024년 5월부터 10월까지 3차례에 걸쳐 현장조사를 실시하였다. 조사는 계절별 조사를 시행하였으며, 식생조사결과는 수생식물(마름, 수련, 가시연 등)의 생육이 가장 왕성한 시기의 결과를 제시하였다(표 1).

표 1. 합천 정양지 식생조사 조사시기

회차	1회	2회	3회
조사일자	2024.05.18~19	2024.06.07~09	2024.10.03~05
조사내용	사전답사 및 춘계조사	하계 식생조사	추계 식생조사

나. 식생조사

현장 식생조사는 총 3회에 걸쳐 이루어졌다. 식생연구는 Z.-M.학파(Zürich-Montpellier school)의 전통식물사회학적 방법(Braun-Blanquet 방법, Becking, 1957; Braun-Blanquet, 1965; Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974; 김과 이, 2006)에 따랐다.

현장조사는 식생연구에 맞도록 개발된 현장조사표(야장 relevé)를 이용하였다. 현장조사는 생물계절을 고려하여 수행하였고, 총 33개의 식생조사표를 획득하였다(그림 1, 그림 2, 그림 3). 현장조사표는 식물상 정보(flora data)와 환경 정보(environment data)를 기재하도록 구분되어 있다. 식물상 정보는 현장에서 식생구조를 파악하여 각 층별로 출현식물종을 정성, 정량적으로 기재하였다. 양적인 기재는 1~5,+,r 등 7가지의 척도를 이용하여 표기하였으며(표 2), 현장에서 조사된 식생자료로 실내에서 표작업(table work)을 통해 식물군락을 분류하였고, 분류된 식생단위에 대해 공간분포 특성 및 보전생태학적 가치 평가(표 3, 4)를 수행하였다. 이를 위해 MS-Excel(Micorosoft corp) 등 다양한 프로그램이 이용되었다.

분류된 식생단위에 대한 비교·검토는 기여도(NCD: Net Contribution Degree)와 이를 이용하여 정량적 상대값을 나타내는 식물종의 백분율 상대기여도(rNCD: relative Net Contribution Degree)로 이루어졌다(Kim and Manyko 1994). 식물종의 기준명은 국가표준식물목록 등에 따랐다.

표 2. 식물종의 기여도 및 백분율 상대기여도

$NCDi = \frac{\sum Ci}{N} \times \frac{n_i}{N} \quad (Cmin \leq NCD \leq Cmax)$ $\sum Ci$: 식생단위(군락/군집) 내의 i종의 피도 적산값 N : 전체 조사구 수 n_i : i종이 출현한 조사구수	$rNCDi = \frac{NCDi}{NCDmax}$ $NCDi$: 대상 식생단위에 대한 i종의 기여도 $NCDmax$: 대상 식생단위 내의 기여도 최대값

표 3. 피도계급 산정 방법(Van der Maarel Scale)

계급	피 도 산 정 내 용	Braun- Blanquet
1	개체의 크기가 작은 식물종이 대상 조사구 내에서 매우 드물게 출현하는 경우	r
2	각 종이 대상 조사구에서 차지하는 총면적이 5% 미만이며, 가끔 출현하는 경우로 식물체의 크기에 따라 출현빈도는 다르게 적용	+
3	각 종이 대상 조사구에서 차지하는 총면적이 5% 미만이며, 빈번한 출현을 보이는 경우로 식물체의 크기와 출현빈도가 함께 고려	1
4	각 종이 대상 조사구에서 차지하는 총면적이 5% 미만이며, 출현빈도가 매우 높은 경우	2
5	각 종이 대상 조사구에서 차지하는 피도가 6 - 12.5%에 해당	
6	각 종이 대상 조사구에서 차지하는 피도가 12.6 - 25%에 해당	
7	각 종이 대상 조사구에서 차지하는 피도가 26 - 50%에 해당	3
8	각 종이 대상 조사구에서 차지하는 피도가 51 - 75%에 해당	4
9	각 종이 대상 조사구에서 차지하는 피도가 76 - 100%에 해당	5



전경(북→남 방향)



전경(남→북 방향)

그림 1. 드론으로 촬영한 합천 정양지 일대 전경

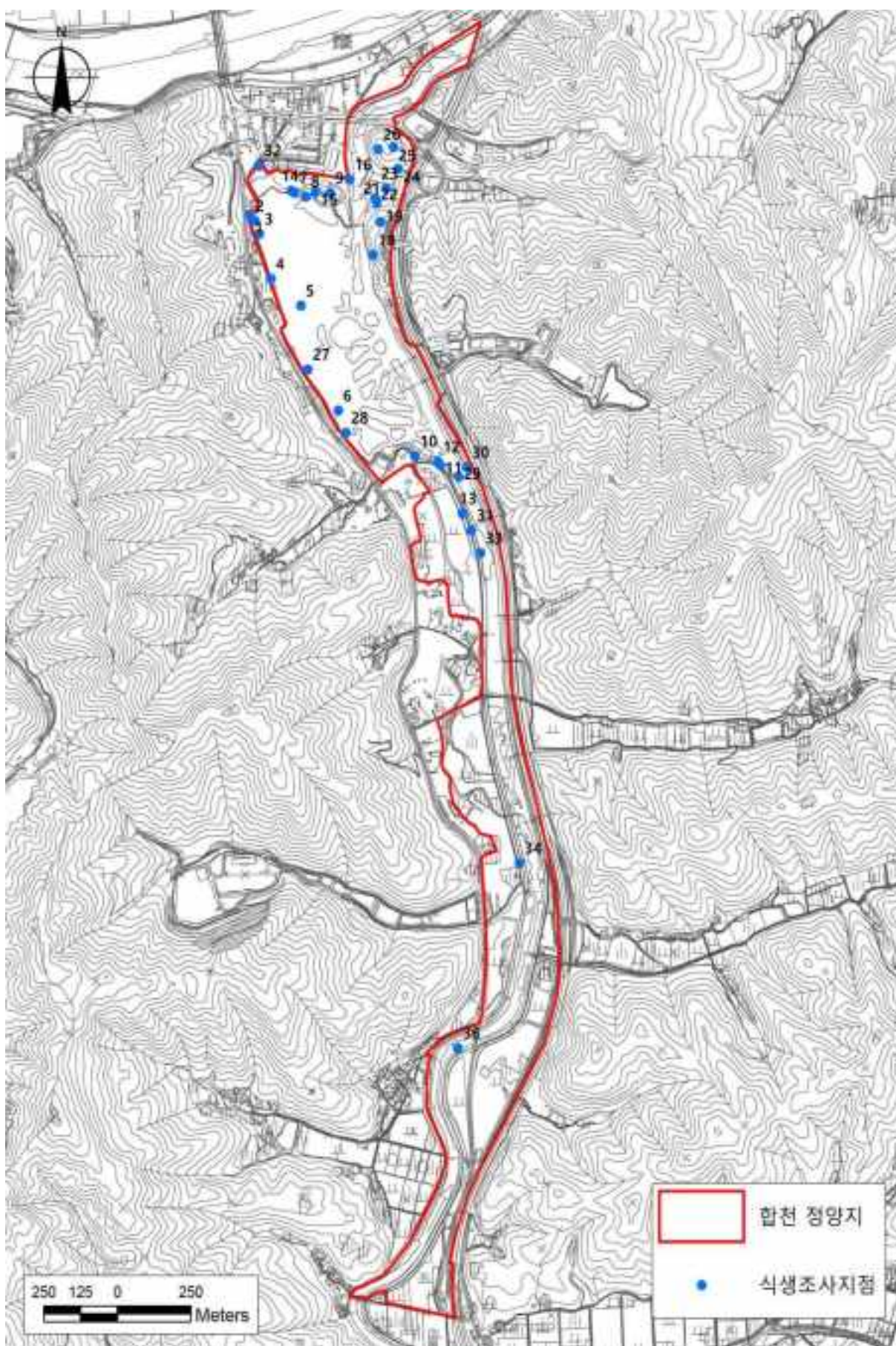


그림 2. 조사지역 및 조사지점도



습지 내부 전경



습지 내부 조사 전경

그림 3. 습지 전경 및 현장 식생조사 전경

표 4. 식생보전등급 평가항목 및 평가요령

평가 항목	평 가 요 령
가. 분포 희귀성 (rarity)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 한반도 내에서 분포하는 패턴을 의미 (2) 분포면적이 국지적으로 좁으면 높게, 전국적으로 분포하면 낮게 평가
나. 식생복원 잠재성 (potentiality)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락(식분)이 형성되는데 소요되는 기간(잠재 자연식생의 형성기간)을 의미 (2) 오랜 시간이 요구되면 높게, 짧은 시간에 형성되는 식물군락은 낮게 평가. 다만, 식생 발달기원이 부영양화, 식재 등에 의한 것이면 상대적으로 낮은 것으로 평가
다. 구성식물종 온전성 (integrity)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락의 구성식물종(진단종군)이 해당 입지에 잠재적으로 형성되는 식물사회의 구성식물종인가에 대한 평가를 의미 (2) 이는 입지의 자연식생의 구성종을 엄밀히 파악하는 것으로 삼림의 경우, 흔히 천이후기종(극상종)으로 구성되면 높게, 초기종의 구성비가 높으면 낮게 평가
라. 식생구조 온전성	(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 해당입지에 전형적으로 발달하는 식생구조(층위구조)가 얼마나 원형에 가까운가를 가지고 판정 (2) 삼림식생은 4층의 식생구조를 가지며, 각 층위는 고유의 식생고(height)와 식피율(coverage)을 가지고 있으므로 층위구조가 온전하면 보전생태학적으로 높게 평가
마. 중요종 서식	(1) 식물군락은 식물종의 구성으로 이루어지므로 식물종 자체에 대한 보전생태학적 가치를 평가 (2) 그 분포면적이 좁거나, 중요한 식물종(멸종위기야생식물 I·II급 또는 식물구계학적 중요종)이 포함되면 더욱 높게 평가
바. 식재림 흉고직경	식재림의 경우 가장 큰 개체, 보통 개체의 흉고직경(DBH)을 기록
※ 자연환경조사 방법 및 등급분류기준 등에 관한 규정: 환경부훈령 제1075호(환경부, 2015)	

다. 현존식생도 작성

현존식생도(actual vegetation map)는 현존하는 식생의 공간 분포양식을 나타낸 입지도(立地圖)로서 현재 토지이용 방식에 대한 빠르고, 정확한 식생학적 공간분석을 포함한 토지개발, 관리, 보전 등에 다양하게 이용될 수 있다(김과 이, 2006). 영상은 다음지도, 네이버지도, 구글어스, 국립지리원의 항공영상 등을 활용하였으나, 우선 정확한 현존식생도 작성을 위해 최신 영상을 직접 확보하였다. 드론(drone)촬영(24년 5월 19일)을 통해 접근이 용이하지 못한 지역에 대한 식생군락을 상관식생조사하였으며, 현장에서 GPS, 사진 등으로 보완하여 현존식생도를 완성하였다. 범례는 상관적인 특성(physiognomic character)을 고려하여 β 적 수준으로 결정하였다. 최종 현존식생도는 실내에서 GIS 프로그램을 이용하여 최종 도식화하여 완성하였다. 면적 분석은 MS-Excel(Micorosoft corp) 등 다양한 프로그램이 이용되었다.

3. 연구 결과

가. 식생다양성

금년조사에서는 환경변화 및 교란 등에 의해 비교적 영향을 많이 받는 초본식생을 중점적으로 조사하였으며, 또한 습지 내 분포하는 삼림식생 등도 함께 조사하여 총 25개의 식물군락이 조사되었다.

정양지 일대에서 분포하는 식생은 비식생지(기타(인공나지), 생태공원, 개방수역(하천))를 제외하면, 식생유형은 삼림식생(상수리나무군락, 소나무군락, 갈참나무군락, 아까시나무-갈참나무군락), 버드나무군락, 덩굴식생(취군락, 가시박군락, 환삼덩굴군락 등), 다년생 습생초본식생(매자기군락, 줄군락, 달뿌리풀군락, 물억새군락 등), 일년생 습생초본식생(고마리군락), 수생식생(수련군락, 마름군락, 가시연군락 등), 농경지 등으로 구분된다(표 5).

본 군락들은 보전생태학적인 특성을 고려하여 식생보전등급은 상수리나무군락, 소나무군락, 갈참나무군락, 버드나무군락은 III등급으로, 아까시나무군락, 아까시나무-갈참나무군락, 밤나무군락 등은 IV등급으로, 관목, 덩굴식생 초본식생 및 다년생 초본식생 등은 V등급으로 분류된다. 특히, 희귀식물 군락에 해당하는 가시연군락이 소규모군락을 이루고 있는 것으로 관찰되었으며, 마름군락 등 습지 내 수생식물군락 내에도 일부 혼생하고 있는 것으로 조사되었다.

1) 삼림식생

정양지 일대의 삼림식생은 습지의 북동측에 위치하는 산지 고지 식물군락과 습지 내에 분포하는 버드나무류 군락으로 구분할 수 있다. 산지 식물군락의 경우, 동측에 위치한 도로로 인한 교란이 지속적으로 발생하고 있는 것으로 조사되었다.

상수리나무군락(*Quercus acutissima* plant community)은 정양지의 동측에 위치하는 삼림에 해당되는 산지 고지(upland)에 분포하는 식물군락이다. 상수리나무가 군락의 진단종이며, 총 14종의 다양한 식물종이 혼생한다. 본 식분은 식생구조는 교목층, 관목층 및 초본층으로 이루어진 3층 구조로 비교적 단순하다. 교목층은 70%의 피도로 상수리나무가 우점하고, 굴피나무, 굴참나무 등이 혼생하며, 관목층은 식피율 20%로 감태나무, 갈참나무 등이 혼생한다. 초본층은 식피율 10%로 비교적 낮은 피도로 신갈나무, 그늘사초, 쥐뚝나무, 산박하, 감태나무, 땃대이덩굴 등이 혼생한다. 본 군락은 우리나라 낮은 산지 일대에서 흔히 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원은 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 III등급으로 평가하였다.

소나무군락(*Pinus densiflora* plant community)은 정양지의 동측에 위치하는 삼림에 해당되는 산지 고지(upland)에 분포하는 식물군락이다. 소나무가 군락의 진단종이며, 총 12종의 다양한 식물종이 혼생한다. 본 식분은 식생구조는 교목층, 관목층 및 초본층으로 이루어진 3층 구조로 비교적 단순하다. 교목층은 70%의 피도로 소나무가 우점하고 관목층은 식피율 30%로 때죽나무, 졸참나무, 상수리나무, 산철쭉, 감태나무 등이 혼생한다. 초본층은 식피율 10%로 비교적 낮은 피도로 주름조개풀, 그늘사초, 청미래덩굴, 큰기름새 등이 혼생한다. 본 군락은 우리나라 전국에 흔히 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원은 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 III등급으로 평가하였다.

갈참나무군락(*Quercus aliena* plant community) 정양지의 북동측에 위치하는 삼림에 해당되는 산지 고지(upland)에 분포하는 식물군락이다. 갈참나무가 군락의 진단종이며, 총 12종의 다양한 식물종이 혼생한다. 본 식분은 식생구조는 교목층, 관목층 및 초본층으로 이루어진 3층 구조로 비교적 단순하다. 교목층은 70%의 피도로 상수리나무가 우점하고, 굴피나무, 굴참나무 등이 혼생하며, 관목층은 식피율 20%로 감태나무, 갈참나무 등이 혼생한다. 초본층은 식피율 10%로 비교적 낮은 피도로 신갈나무, 그늘사초, 쥐뚝나무, 산박하, 감태나무, 땃대이덩굴 등이 혼생한다. 본 군락은 우리나라

낮은 산지 일대에서 흔히 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원은 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 III등급으로 평가하였다.

버드나무군락(*Salix koreensis* plant community)은 본 지역에서 육지화 된 지형에서 자연적으로 발달한 식물군락으로 매우 소규모 형태로 패치(patch)상 분포한다. 출현종은 총 21종으로 버드나무를 진단종으로 하여 구분된다. 교목층(또는 관목층)과 초본층으로 이루어져 있으며, 교목층은 식피율 40~60%로 버드나무 한 종만이 관찰된다. 초본층은 식피율 80%로 환삼덩굴, 개밀 등이 대부분의 면적으로 차지하고 있으며, 개망초, 고마리, 사위질빵, 팽이밥, 참새귀리, 쇠무를 등이 혼생한다. 본 군락은 우리나라 습생 지역 일대에서 흔히 관찰되는 식물군락이며, 보전대상이 되는 식생자원은 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 III등급으로 평가하였다.

왕버들군락(*Salix glandulosa* plant community)은 본 지역에서 생태공원을 조성할 시 조경수로 식재된 지역과 자연적으로 발달한 식물군락으로 매우 소규모 형태로 패치(patch)상 분포한다. 출현종은 총 12종으로 왕버들을 진단종으로 하여 구분된다. 교목층과 초본층으로 이루어져 있으며, 교목층은 식피율 70%로 왕버들 한 종만이 관찰된다. 초본층은 식피율 90%로 개밀, 참새귀리, 뿌리뱅이, 쇠뜨기, 환삼덩굴 등이 혼생한다. 조사된 식분은 생태공원 조성 시 식재된 군락으로 관목층은 인위적인 관리 등으로 제거 또는 교란되어 형성되지 않은 것으로 판단된다. 본 군락은 우리나라 남부지역 습생지역 일대에서 흔히 관찰되는 식물군락이며, 일부 군락의 경우 식재된 군락으로 보전대상이 되는 식생자원은 아니다. 일부 군락의 경우 식재된 삼림이나 적지적수로 판단하여 식생보전등급은 III등급으로 평가하였다.

2) 조림기원식생

튜울립나무군락(*Castanea crenata* plant community) 본 지역에서 생태공원을 조성할 시 조경수로 식재된 지역으로 동측 산책로를 따라 소규모 패치(patch)상 분포한다. 출현종은 총 4종으로 튜울립나무를 진단종으로 하여 구분된다. 교목층과 초본층으로 이루어져 있으며, 교목층은 식피율 60%로 튜울립나무 한 종만이 관찰된다. 초본층은 식피율 5%로 낮은 피도로 쇠무를, 개여뀌, 개망초 등이 혼생한다. 조사된 식분은 생태공원 조성 시 식재된 군락으로 관목층 및 초본층은 인위적인 관리 등으로 제거 또는 교란되어 형성되지 않은 것으로 판단된다. 식재된 군락으로 보전대상이 되는 식생자원은 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 IV등급으로

평가하였다.

밤나무군락(*Castanea crenata* plant community) 정양지의 북동측에 위치하는 삼림에 해당되는 산지 고지(upland)에 분포하는 식물군락이다. 출현종은 총 5종으로 밤나무를 진단종으로 하여 구분된다. 본 식분은 식생구조는 교목층, 관목층 및 초본층으로 이루어진 3층 구조로 비교적 단순하다. 교목층은 식피율 50%로 밤나무가 우점하며 상수리나무가 혼행한다. 관목층은 식피율 20%로 감태나무 등이 혼생한다. 초본층은 식피율 5%이하로 비교적 낮은 피도로 청미래덩굴, 감태나무 등이 혼생한다. 본 군락은 우리나라 전국에 흔하게 조림 식재된 군락으로 보전대상이 되는 식생자원은 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 IV 등급으로 평가하였다.

아까시나무군락(*Robinia pseudoacacia* plant community) 정양지의 북동측에 위치하는 삼림에 해당되는 산지 고지(upland)에 분포하는 식물군락과 하천변에 유입된 식물군락으로 조사되었다. 출현종은 총 13종으로 아까시나무, 갈참나무이 진단종으로 하여 구분된다. 본 식분은 식생구조는 교목층, 관목층 및 초본층으로 이루어진 3층 구조 또는 관목층 및 초본층으로 이루어진 2층 구조로 비교적 단순하다. 교목층은 식피율 80%로 아까시나무가 우점하며 갈참나무, 상수리나무 등이 혼행한다. 관목층은 식피율 30%로 감태나무, 가죽나무 등이 혼생한다. 초본층은 식피율 15%로 비교적 낮은 피도로 청미래덩굴, 가죽나무, 그늘사초, 주름조개풀, 상수리나무 등이 혼생한다. 본 군락은 낮은 산지 하천변 및 삼림임연부 등에 아까시나무가 유입되어 우리나라 전국에 흔하게 분포하는 조림기원식생으로 보전대상이 되는 식생자원은 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 IV 등급으로 평가하였다.

3) 덩굴식생

환삼덩굴군락(*Humulus japonicus* plant community)은 정양지 내 하천변에서 조사되었다. 입지에 따라 다양한 식물종이 혼생할 수 있으며, 조사된 본 식분에는 환삼덩굴이 최우점하고 달뿌리풀이 높은 피도로 혼생한다. 또한 초본층에는 미국가막사리, 고마리, 며느리배꼽, 도깨비바늘, 새팔, 뚜껑덩굴 등이 혼생한다. 조사된 식분의 출현종수는 8종이며, 식생구조는 주로 초본층으로 구분된다. 전형적인 하천식생이 아니며, 제방 사면 및 숲가장자리 등지에서 흔히 관찰된다. 본 군락은 전국적으로 분포하는 생태계교란 생물이며 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성 등을 고려하여 식

생보전등급을 V 등급으로 평가하였다.

취군락(*Pueraria thunbergiana* plant community)은 정양지 내 하천 제방 사면 및 동측에 위치한 도로변에서 조사되었다. 입지에 따라 다양한 식물 종이 혼생할 수 있으며, 조사된 본 식분에는 취이 최우점하고 환삼덩굴이 높은 피도로 혼생한다. 또한 초본층에는 그렁, 개망초, 쥐꼬리망초, 큰낭아초, 물억새, 닭의장풀, 미꾸리남시 등이 혼생한다. 조사된 식분의 출현종수는 17종이며, 식생구조는 주로 초본층으로 구분된다. 전형적인 하천식생이 아니며, 제방 사면 및 도로변, 농경지 주변 등에서 흔히 관찰된다. 본 군락은 전국적으로 분포하는 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성 등을 고려하여 식생보전등급을 V 등급으로 평가하였다.

가시박군락(*Sicyos angulatus* plant community)은 정양지 내 기타(인공나지), 농경지 등과 인접한 제방사면 및 하천변에서 조사되었다. 입지에 따라 다양한 식물종이 혼생할 수 있으며, 조사된 본 식분에는 가시박이 최우점하고 환삼덩굴이 높은 피도로 혼생한다. 또한 초본층에는 도깨비바늘, 미국 실새삼 등이 혼생한다. 조사된 식분의 출현종수는 4종이며, 식생구조는 주로 초본층으로 구분된다. 전형적인 하천식생이 아니며, 제방 사면 및 숲가장자리 등지에서 흔히 관찰된다. 본 군락은 전국적으로 분포하는 생태계교란 생물이며, 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성 등을 고려하여 식생보전등급을 V 등급으로 평가하였다.

4) 다년생 습생초본식생

다년생 습생초본식생은 습지에 일대에 흔히 관찰되는 초본형 식생자원에 해당된다. 조사지역 일대에는 매자기군락, 달뿌리풀군락, 줄군락, 물억새군락, 산조풀군락 등이 조사되었다.

매자기군락(*Scirpus fluviatilis* plant community)은 정양지 내부 집수역에 개방수역과 가장 입접하여 소규모군락이 있고, 유사 공간에는 물옥잠군락, 달뿌리풀군락이 발달하기도 한다. 북측 가장자리에도 본 군락이 일부 분포한다. 조사된 식분들에서 출현한 종은 총 6종이며, 입지에 따라 다양한 식물종이 혼생한다. 매자기가 최우점하고 달뿌리풀, 붕어마름, 마름, 개구리밥, 수련 등이 혼생한다. 본 군락은 전형적인 습지성 식생자원으로 정수역, 얕은 물가, 수변부에서 발달하며, 식생구조는 초본층으로 구분된다. 본 군락은 우리나라 습지 일대에서 흔히 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

달뿌리풀군락(*Phragmites japonica* plant community)은 정양지 수변부를 따라 빈번히 관찰되는 습지성 식생자원이다. 달뿌리풀 단일종으로 구분되며, 공간에 따라 여러 식물종이 혼생하기도 한다. 조사된 식분들에서의 출현종수는 3종이다. 달뿌리풀이 최우점하고, 입지에 따라 칩, 들깨풀 등이 혼생한다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 제1층과 제2층으로 구분될 수 있다. 본 군락은 특히 정양지 파편화된 소규모 둔치 및 남쪽 하천을 따라 수변부에 비교적 넓게 발달하고 있다. 본 군락은 우리나라 전역에서 흔히 관찰되는 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

줄군락(*Zizania latifolia* plant community)은 정양지 남쪽 하천부를 따라 정수역 및 얕은 물가를 따라 발달한 전형적인 습지성 식물군락이다. 본 군락은 정양지에서 비교적 넓게 분포 한다. 줄을 진단종으로 하고, 노랑어리연, 검정말, 말즘 등이 비교적 소규모로 혼생한다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 출현종은 3종이다. 본 군락은 우리나라 정수성의 습지 일대에서 흔히 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

4) 일이년생 건생초본식생

일이년생 건생초지는 습지 주변 고지 또는 생태공원, 둔치, 제방사면, 도로변 등지에 흔히 관찰되는 초본형 식생자원에 해당된다. 조사지역 일대에는 사상자군락, 개밀군락, 참새귀리군락, 물억새군락이 조사되었다.

사상자군락(*Torilis japonica* plant community)은 정양지 내 양지바른 둔치 내에서 조사되었으며, 일대에 부분적으로 분포하는 육상의 비습지성 식생자원이다. 사상자 단일종으로 구분되며, 조사된 식분에서는 9종의 식물종이 관찰되었다. 초본층에는 소리쟁이, 며느리배꼽, 고마리, 메꽃, 미나리, 참새귀리, 달뿌리풀, 쇠뜨기 등이 혼생하고 있다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 본 군락은 건조지역에서 일시적으로 발달한 천이상 초기의 식생이다. 본 군락은 우리나라에서 흔히 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

개밀군락(*Agropyron tsukushiense* var. *transiens* plant community)은 농경지와 인접한 하천변에서 조사되었으며, 정양지 남쪽 하천변에 부분적으로 분포하는 육상의 비습지성 식생자원이다. 개밀 단일종으로 구분되며, 조사된 식분에서는 12종의 식물종이 관찰되었다. 초본층에는 칩, 메꽃, 애기뿔

풀, 환삼덩굴, 쇠뜨기, 참새귀리, 쥐방울덩굴, 석잠풀, 쭉, 쇠별꽃 등이 혼생하고 있다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 본 군락은 건조지역에서 우리나라에서 흔히 관찰되는 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

참새귀리군락(*Bromus japonicus* plant community)은 생태공원 산책로 주변에서 조사되었으며, 정양지 남쪽 하천변에 부분적으로 분포하는 육상의 비습지성 식생자원이자. 참새귀리 단일종으로 구분되며, 조사된 식분에서는 18종의 식물종이 관찰되었다. 초본층에는 개망초, 개밀, 쇠뜨기, 서양민들레, 질경이, 팽이밥, 주름잎, 소리쟁이, 환삼덩굴 등이 혼생하고 있다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 본 군락은 건조지역에서 우리나라에서 흔히 관찰되는 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

물억새군락(*Miscanthus sacchariflorus* plant community) 정양지 제방 사면을 따라 빈번히 관찰되는 식생자원이자. 물억새 단일종으로 구분되며, 공간에 따라 여러 식물종이 혼생하기도 한다. 조사된 식분들에서의 출현종수는 4종이다. 물억새이 최우점하고, 입지에 따라 칩, 환삼덩굴, 뚱딴지 등이 혼생한다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 제1층과 제2층으로 구분될 수 있다. 본 군락은 특히 정양지 남쪽 하천을 따라 수변부 및 동측 도로변에 산발적으로 발달하고 있다. 본 군락은 우리나라 전역에서 흔히 관찰되는 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

5) 일이년생 습생초본식생

정양지에서 관찰된 일이년생 습생초본식생은 고마리군락(*Persicaria thunbergii* plant community)이며, 하천 수변부에 발달하고 있다. 식생고 0.5m, 식피율 90%인 본 군락은 고마리가 최우점하고 쇠무릎, 이삭여뀌, 주름조개풀 등이 혼생한다. 본 군락은 장기적으로 천이가 진행되면 쇠퇴할 것으로 판단된다. 본 군락은 전형적인 습지성 식생자원으로 식생구조는 초본층으로만 구분된다. 본 군락은 우리나라 습지(하천 포함) 일대에서 비교적 흔히 관찰되는 천이상 초기에 해당되는 식물군락으로 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

6) 수생식생

본 식생유형은 정양지 내부에 형성된 침수, 부엽, 부유하는 식생자원에 해당된다. 항상 식물체의 뿌리는 침수된 하상에 있거나, 부유하는 것이 특징이다. 정양지의 습지생태계를 유지, 관리하기 위한 핵심적인 식생자원으로 질적, 양적 기준을 마련하는 것이 중요하다. 조사된 식물군락은 노랑어리연군락, 물옥잠군락, 생이가래군락, 수련군락, 마름군락, 가시연군락이며, 그 외 침수식물군락은 별도로 조사하지 않았다.

노랑어리연군락(*Nymphoides peltata* plant community)은 정양지의 동측 하천을 따라 발달해 있으며 습지 내 동측에 설치된 오탉방지망을 따라 대규모군락이 분포하는 것으로 조사되었다. 또한 남측 정수역 및 유속이 낮은 하천 내에 넓게 분포하는 식물군락으로 조사되었다. 노랑어리연을 구분종으로 하고, 수변부에 부들 등이 혼생하고 있다. 조사된 식분들에서의 출현종은 총 2종이다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 우리나라 남부지방 습지의 정수역에서 흔히 관찰되는 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

물옥잠군락(*Monochoria korsakowii* plant community) 정양지의 북측에 조성된 생태공원 산책로 수변부를 따라 소규모군락으로 발달해 있는 것으로 조사되었다. 조사된 식분들은 수심이 0~0.30cm 사이에서 위치하고 있었으며, 물옥잠을 구분종으로 하고, 수변부에 줄, 돌피, 자라풀 등이 혼생하고 있다. 조사된 식분들에서의 출현종은 총 4종이다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 우리나라 정수역 및 얕은 물가에서 흔히 관찰되는 종으로 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

생이가래군락(*Salvinia natans* plant community)은 정양지 호수 중앙에 넓게 분포하고 있는 식물군락으로서 특히, 습지 남동측 둔치를 따라 매우 넓게 발달하고 있으며, 생이가래에 의해 구분되며, 조사지역의 출현종은 생이가래 단일종이나 입지에 따라 개구리밥, 수련, 가시연 등과 혼생하는 것으로 조사되었다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 특히 수온이 상승하는 하절기 식피율이 높아지는 것이 특징이다. 본 군락은 우리나라 중부이남 부영양화된 습지(논, 호소 등) 일대에서 흔히 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

수련군락(*Nymphaea tetragona* var. *angusta* plant community)은 정양지 생태공원 조성 시 인위적으로 식재된 식물군락이 발달하는 조성된 군락으로 판단되며, 정양지 북측에 넓게 발달하고 있는 것으로 조사되었다. 수련에 의해 구분되며, 조사된 식분들에서의 출현종은 2종이나 입지에 따라 마름, 가시연, 생이가래, 개구리밥 등이 혼생하고 있는 것으로 조사되었다. 수심이 1m이하에서 주로 분포하는 것으로 판단된다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 특히 수온이 상승하는 하절기 식피율이 높아지는 것이 특징이다. 본 군락은 식재 유래로 우리나라 습지(호소 등) 일대에서 흔히 관찰되며, 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

마름군락(*Trapa japonica* plant community)은 정양지 개방수역 일대에 산발적으로 분포하고 있는 식물군락이며, 전술의 수련군락에 비해 보다 수심이 깊은 곳에 생육한다. 마름을 진단종으로 하고 있으며, 가시연, 생이가래, 자라풀 등이 혼생하고 있다. 조사된 식분들에서의 출현종은 4종이다. 식생구조는 초본층으로 구분되며, 특히 수온이 증가하는 하절기 식피율이 증가하는 것이 특징이다. 본 군락은 천이상 초기에 해당되며, 우리나라 습지 일대에서 흔히 관찰되는 보전대상이 되는 식생자원이 아니다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

가시연군락(*Euryale ferox* plant community)은 멸종위기 야생생물 II 급이 가시연을 진단종으로 하며, 가시연은 정양지 내 산발적으로 분포하고 있으며, 단일 군락으로는 정양지 북측 및 남측에 소규모군락으로 분포하는 것으로 조사되었다. 가시연은 부엽성 수생식물로 정양지 호수 내에 전역 넓게 분포하고 있으나, 마름과 수련 등의 부엽성 수생식물에 생육에 밀려 면적은 넓지 않은 것으로 판단된다. 조사된 식분의 출현종은 5종이다. 개구리밥, 마름, 생이가래 붕어마름 등과 혼생한다. 희귀식물군락이나 물속에 떠서 자라는 부유성 수생식물로서 습지 가장자리에 일시적으로 군락을 형성하고 있는 것으로 판단된다. 이러한 특성들을 고려하여 식생보전등급은 V 등급으로 평가하였다.

표 5. 조사지역 일대 식생자원의 종합상재도표(값r-NCD)

식물종/군락	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
출현종수	22	4	2	12	2	6	3	9	12	17	13	5	4
군락의진단종													
버드나무	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
마름	-	1.00	0.15	-	-	0.63	-	-	-	-	-	0.14	-
수련	-	-	1.00	-	-	0.38	-	-	-	-	-	-	-
왕버들	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노랑어리연	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
매자기	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
달뿌리풀	0.17	-	-	-	-	0.88	1.00	0.33	-	-	0.09	-	-
사상자	-	-	-	-	-	0.50	-	1.00	-	-	-	-	-
개밀	0.55	-	-	0.50	-	-	-	-	1.00	0.75	0.16	-	-
참새귀리	0.07	-	-	0.75	-	-	-	0.11	0.25	1.00	0.19	-	-
아까시나무	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-
가시연	-	0.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-
물옥잠	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
튜울립나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상수리나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.16	-	-
소나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
고마리	-	-	-	-	-	-	-	0.44	0.13	0.13	-	-	-
환삼덩굴	0.21	-	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
밤나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
갈참나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	-	-
생이가래	-	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	-
줄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11
취	-	-	-	-	-	-	0.15	-	0.38	-	-	-	-
물억새	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
가시박	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개망초	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-
살갈퀴	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쇠별꽃	0.14	-	-	-	-	-	-	-	0.13	0.13	-	-	-
사위질빵	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
괭이밥	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25	-	-	-
토끼풀	0.03	-	-	0.13	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-
새포아풀	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벼룩이자리	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쇠무릎	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

식물종/군락	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
큰김의털	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소리쟁이	0.28	-	-	-	-	-	-	0.11	-	0.13	-	-	-
주름잎	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-
갈퀴덩굴	0.07	-	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노랑꽃창포	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
머느리배꼽	0.03	-	-	-	-	-	-	0.22	-	-	-	-	-
돌콩	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
들깨풀	-	-	-	-	-	-	0.09	-	-	-	-	-	-
자라풀	-	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11
뿌리뱅이	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
꽃마리	-	-	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
큰개불알풀	-	-	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쇠뜨기	-	-	-	0.38	-	-	-	0.11	0.63	0.75	-	-	-
쭈	-	-	-	0.13	-	-	-	-	0.63	0.25	-	-	-
얼치기완두	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부들	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-
붕어마름	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	-
개구리밥	-	-	-	-	-	0.25	-	-	-	-	-	0.29	-
메꽃	-	-	-	-	-	-	-	0.11	0.13	-	-	-	-
미나리	-	-	-	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	-
애기똥풀	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	0.03	-	-
취방울덩굴	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25	-	-	-	-
석잠풀	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-
애기메꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-
서양민들레	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-
질경이	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-
선개불알풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-
팽이사초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-
지칭개	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-
이고들빼기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-
돌피	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11
개여뀌	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴피나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴참나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
감태나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	-	-
신갈나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
그늘사초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	-	-

식물종/군락	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
취퐁나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산박하	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
댕댕이덩굴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
맥문동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
조록싸리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
주름조개풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-
석위	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
줄참나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산철쭉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
잔털벗나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
큰기름새	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
미국가막사리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
도깨비바늘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
뚜껍덩굴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
새팔	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
가죽나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.16	-	-
사람주나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
떡갈나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산초나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노간주나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
붉나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
싸리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
검정말	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
말즘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
그렁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
취꼬리망초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
박주가리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
강아지풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
큰낭아초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
왕고들빼기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
닭의장풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
미꾸리낚시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
뚝탄지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
미국실새삼	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이삭여뀌	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
제비꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

식물종/군락	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
출현종수	3	14	12	6	8	5	12	1	4	17	4	3
군락의진단종												
버드나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
마름	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
수련	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
왕버들	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노랑어리연	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	-	-	-
매자기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
달뿌리풀	-	-	-	-	0.56	-	-	-	-	-	-	-
사상자	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개밀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참새귀리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
아까시나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
가시연	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
물옥잠	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
튜울립나무	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상수리나무	-	1.00	0.50	-	-	0.86	-	-	-	-	-	-
소나무	-	-	1.00	-	-	-	0.63	-	-	-	-	-
고마리	-	-	-	1.00	0.11	-	-	-	-	-	-	-
환삼덩굴	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	0.22	0.63	0.56
밤나무	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-
갈참나무	-	0.25	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-
생이가래	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-
줄	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-
취	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	0.63	-
물억새	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	1.00	-
가시박	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
개망초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
살갈퀴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쇠별꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
사위질빵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
괭이밥	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
토끼풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
새포아풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벼룩이자리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쇠무릎	0.13	-	-	0.88	-	-	-	-	-	0.03	-	-
큰감의털	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소리쟁이	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
주름잎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
갈퀴덩굴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노랑꽃창포	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
며느리배꼽	-	-	-	-	0.56	-	-	-	-	-	-	-
돌콩	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
들깨풀	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-
자라풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
뿌리뱅이	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
꽃마리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

식물종/군락	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
큰개불알풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쇠뜨기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쭈	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
얼치기완두	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부들	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
붕어마름	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개구리밥	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
메꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
미나리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
애기똥풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쥐방울덩굴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
석잠풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
애기메꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
서양민들레	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
질경이	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
선개불알풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
괭이사초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
지칭개	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이고들빼기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
돌피	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개여뀌	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴피나무	-	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴참나무	-	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
감태나무	-	0.75	0.75	-	-	0.71	0.50	-	-	-	-	-
신갈나무	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
그늘사초	-	0.25	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쥐똥나무	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산박하	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
댕댕이덩굴	-	0.13	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-
맥문동	-	0.13	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
조록싸리	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
주름조개풀	-	0.13	0.38	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-
석위	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
줄참나무	-	-	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산철쭉	-	-	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
잔털벗나무	-	-	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	-	-	0.13	-	-	0.14	0.25	-	-	-	-	-
큰기름새	-	-	0.13	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-
미국가막사리	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	0.03	-	-
도깨비바늘	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	0.03	-	0.11
뚜껍덩굴	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-
새팔	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-
가죽나무	-	-	-	-	-	-	0.25	-	-	-	-	-
사람주나무	-	-	-	-	-	0.57	-	-	-	-	-	-
떡갈나무	-	-	-	-	-	-	0.63	-	-	-	-	-
산초나무	-	-	-	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-

식물종/군락	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
노간주나무	-	-	-	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-
붉나무	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-
싸리	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-
검정말	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	-	-	-
말즘	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	-	-	-
그렁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
쥐꼬리망초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
박주가리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
강아지풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
큰낭아초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
왕고들빼기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
닭의장풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
미꾸리나시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
뚥판지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-
미국실새삼	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이삭여뀌	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-
제비꽃	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-

- 1 : 버드나무군락(*Salix koreensis* plant community)
2 : 마름군락(*Trapa japonica* plant community)
3 : 수련군락(*Nymphaea tetragona* var. *angusta* plant community)
4 : 왕버들군락(*Salix glandulosa* plant community)
5 : 노랑어리연군락(*Nymphoides peltata* plant community)
6 : 매자기군락(*Scirpus fluviatilis* plant community)
7 : 달뿌리풀군락(*Phragmites japonica* plant community)
8 : 사상자군락(*Torilis japonica* plant community)
9 : 개밀군락(*Agropyron tsukushiense* var. *transiens* plant community)
10 : 참새귀리군락(*Bromus japonicus* plant community)
11 : 아까시나무군락(*Robinia pseudoacacia* plant community)
12 : 가시연군락(*Euryale ferox* plant community)
13 : 물옥잠군락(*Monochoria korsakowi* plant community)
14 : 튜울립나무군락(*Liriodendron tulipifera* plant community)
15 : 상수리나무군락(*Quercus acutissima* plant community)
16 : 소나무군락(*Pinus densiflora* plant community)
17 : 고마리군락(*Persicaria thunbergii* plant community)
18 : 환삼덩굴군락(*Humulus japonicus* plant community)
19 : 밤나무군락(*Castanea crenata* plant community)
20 : 갈참나무군락(*Quercus aliena* plant community)
21 : 생이가래군락(*Salvinia natans* plant community)
22 : 줄군락(*Zizania latifolia* plant community)
23 : 칩군락(*Pueraria thunbergiana* plant community)
24 : 물억새군락(*Miscanthus sacchariflorus* plant community)
25 : 가시박군락(*Sicyos angulatus* plant community)

나. 식생 공간분포

정양지를 포함한 일대를 대상으로 현존식생도 및 식생보전등급도를 작성하였다(2024년 10월 기준). 현존식생도는 총 34개의 유형(범례)으로 구분되어 작성되었다(그림 4). 비식생지(인공나지, 하천, 논, 과수원 등) 식생지(갈참나무군락, 소나무군락, 버드나무군락, 상수리나무군락, 노랑어리연군락, 마름군락, 달뿌리풀군락, 줄군락, 수련군락, 가시연군락 등)로 구분된다.

분류된 현존식생도 범례 가운데 논(농경지)의 면적(22.13%)이 가장 넓은 것으로 나타났으며, 다음으로 달뿌리풀군락이 17.95%로 차우점하였다. 습생지역 중에서는 수련군락(4.63%), 줄군락(2.81%), 노랑어리연군락(1.72%), 생이가래군락(1.62%)이 상대적으로 넓게 분포하였다. 이러한 식생분포를 보면 수심이 깊은 곳에서부터 호수(침수식생)-마름,수련군락-줄군락-달뿌리풀군락의 순으로 식물 군락들이 공간분포하는 경향이 있는 것으로 파악된다(표 6).

구분된 현존식생도 범례(식생 유형)를 보전생태학적 가치에 따라 식생보전등급을 산정하여 도식화하였다. 주변 산지의 갈참나무군락, 상수리나무군락, 소나무군락 및 버드나무군락 등은 식생보전등급 III등급으로, 식재로부터 유래된 밤나무군락 아까시나무군락, 아까시나무-갈참나무군락 등은 식생보전등급 IV등급으로 판정하였다. 기타 다년생 습생초본식생 및 건생초본식생, 일이년생 습생초본식생, 수생식생, 하천(수역) 및 농경지(논,과수원), 인공나지는 식생보전등급 V등급으로 판정하였다(표 7).

평가된 식생보전등급 가운데 식생보전등급 V등급 지역의 면적이 90.99%로 대부분을 차지하고 있었으며, 정양지가 농경지를 포함하며 수역이 넓게 분포하기 때문이다. IV등급지역의 구성비는 3.19%이며, III등급 지역은 5.82%를 구성하였다. 보전 대상이 되는 식생보전등급 I등급과 II등급은 분포하지 않는 것으로 조사되었다.

표 6. 합천 정양지 일대의 현존식생 유형별 분포 현황(1/2)

식생 유형	기호	면적 (㎡)	구성비 (%)	비 고
갈참나무군락	Qal	6,266	0.57	습지 주변 산지
버드나무군락	Sk	32,643	2.98	습지 내부
상수리나무군락	Qa	7,619	0.70	습지 주변 산지
소나무군락	Pd	16,336	1.49	습지 주변 산지
왕버들군락	Sg	883	0.08	습지 내부
왕버들식재림	Sg	14,352	1.31	생태공원 식재
밤나무군락	Cac	9,195	0.84	습지 주변 산지
아까시나무군락	Rop	396	0.04	습지 주변 산지, 하천변
아까시나무-갈참나무군락	RopCac	9,671	0.88	습지 주변 산지
튤립나무군락	Lit	1,289	0.12	생태공원 식재
가시연군락	Eut	641	0.06	습지 내부
가시박군락	Sia	1,269	0.12	습지 가장자리
개밀군락	Et	1,047	0.10	습지 가장자리
고마리군락	Pet	2,575	0.24	습지 가장자리

표 6 합천 정양지 일대의 현존식생 유형별 분포 현황(2/2)

식생 유형	기호	면적 (㎡)	구성비 (%)	비 고
노랑어리연군락	Np	18,807	1.72	습지 내부
달뿌리풀군락	Phj	196,525	17.95	습지 내부 및 가장자리
마름-가시연군락	TjEut	2,818	0.26	습지 내부
마름군락	Tj	4,540	0.41	습지 내부
매자기군락	Bm	39	0.01	습지 가장자리
물억새군락	Ms	3,396	0.31	습지 가장자리
물옥잠군락	Mk	278	0.03	습지 내부
사상자군락	Toj	803	0.07	습지 내부
생이가래군락	San	17,733	1.62	습지 내부
수련군락	Nyt	50,730	4.63	습지 내부
줄군락	Zi	30,731	2.81	습지 내부
참새귀리군락	Brj	738	0.07	습지 가장자리
취군락	Pth	81,647	7.46	습지 가장자리
취-물억새군락	PthMs	4,552	0.42	습지 가장자리
환삼덩굴군락	Hj	18,845	1.72	습지 가장자리
과수원(농경지)	FA3	2,910	0.27	습지 주변
논(농경지)	FA1	242,317	22.13	습지 주변
생태공원(인공나지)	AG3	4,366	0.40	습지 주변
기타(인공나지)	AG1	99,410	9.08	습지 주변
하천(수역)	WA1	209,144	19.10	습지 내부
합 계		1,094,511	100.00	

표 7 합천 정양지 일대 식생의 보전등급별 식물군락 현황

등급	식물군락 유형 및 주요 식물종
Ⅲ등급	- 산림식생 및 습생림(버드나무림)
Ⅳ등급	- 과거 인위적으로 식재되었거나, 식재로부터 유래됨(밤나무, 아까시나무 등)
Ⅴ등급	- 식생이 거의 없거나, 인위적으로 교란된 이차초지(환삼덩굴 등) - 습생의 초지(매자기, 달뿌리풀, 물억새, 칩 등) 및 관목림을 형성하는 식생 등 식생이 없는 자연나지 및 인공나지, 도로 및 시설지, 경작지, 개방수역 등

표 8 합천 정양지 일대의 식생보전등급 분포 현황

식생 유형	면적(m²)	구성비(%)	비고
Ⅲ등급	63,747	5.82	갈참나무군락 , 소나무군락, 상수리나무군락, 버드나무군락 등
Ⅳ등급	34,903	3.19	밤나무군락, 아까시나무군락 등
Ⅴ등급	995,861	90.99	마름군락 , 매자기군락, 수련군락, 가시연군락 등
합 계	1,094,511	100.0	

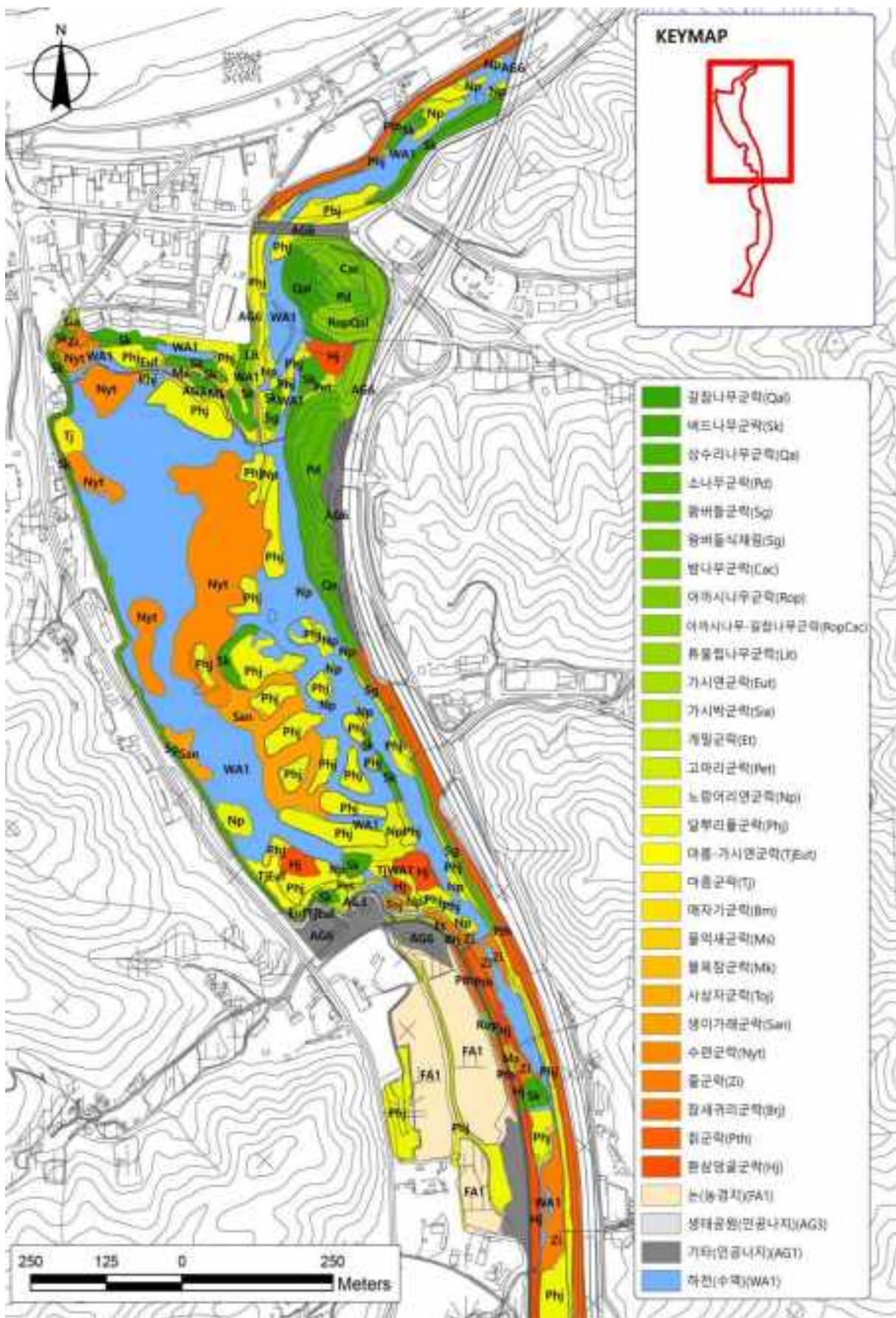


그림 4. 조사지역 일대의 현존식생도(1/2)

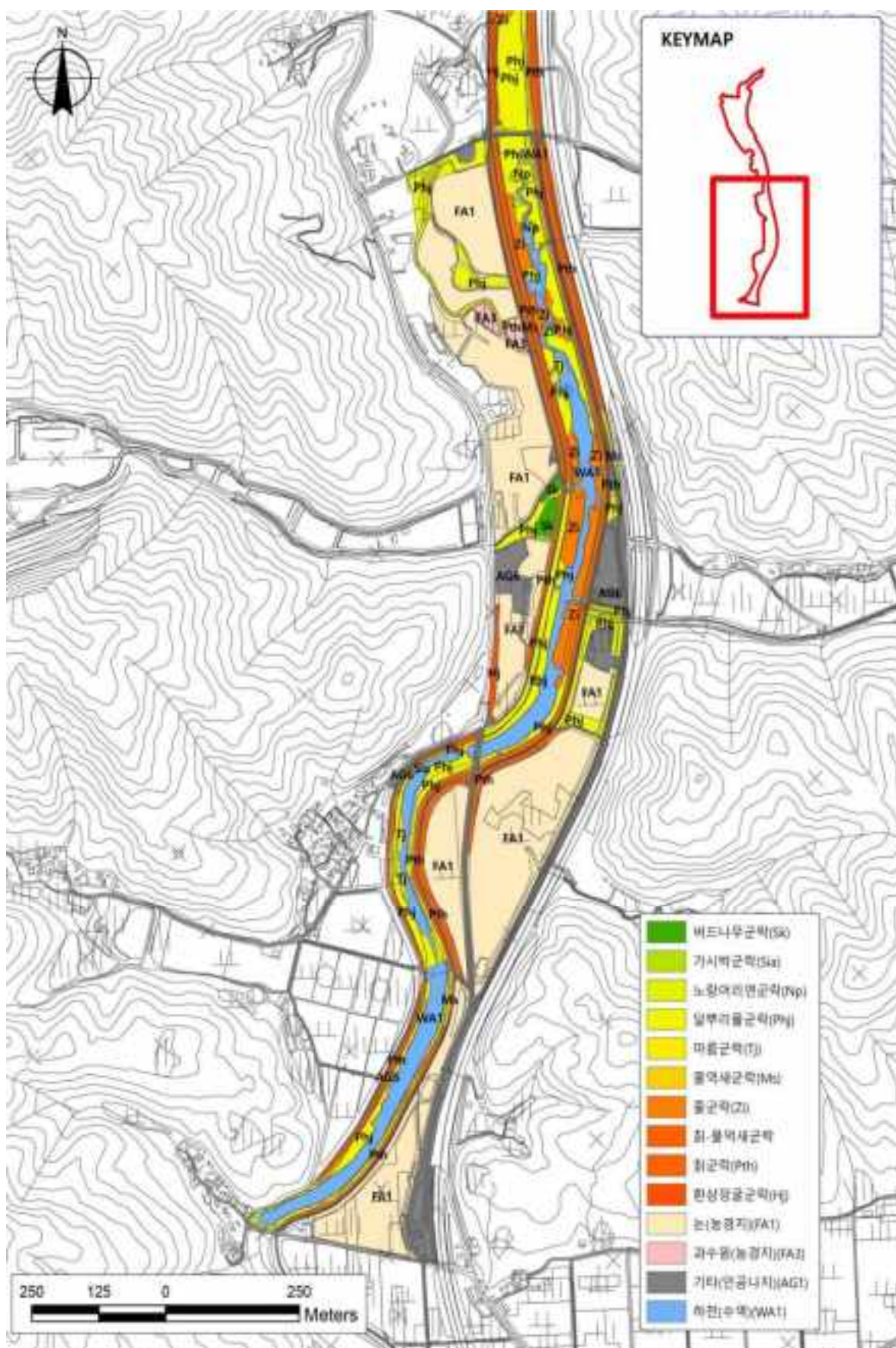


그림 4. 조사지역 일대의 현존식생도(2/2)



그림 5. 조사지역 일대의 식생보전등급도(1/2)

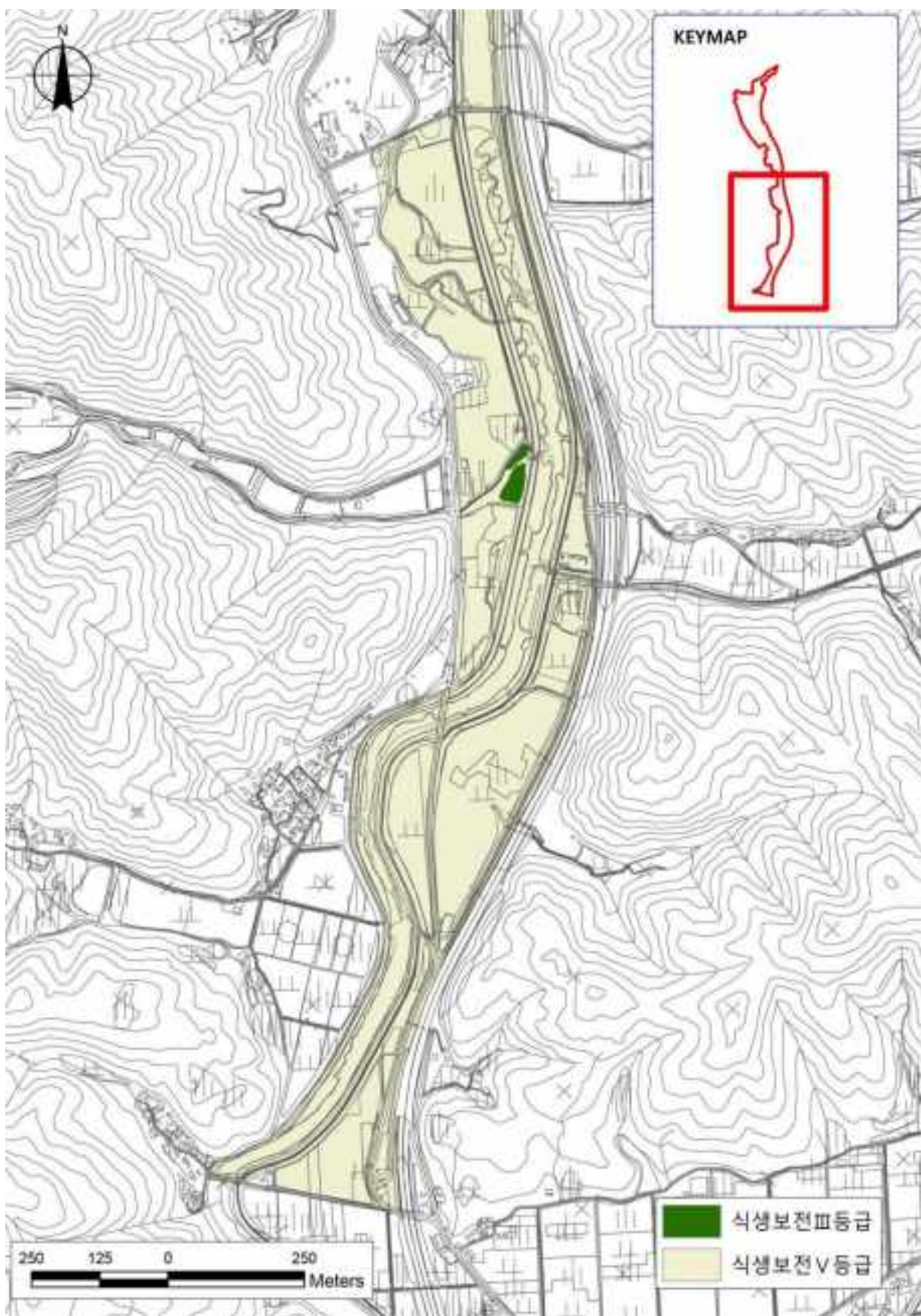


그림 5. 조사지역 일대의 식생보전등급도(2/2)

4. 고찰

가. 정양지의 식생 특성

금년 조사에서 공간적으로 분포하는 식생의 피복 유형은 크게 34개의 유형이다(2024년 10월 기준). 비식생지(인공나지, 하천, 논, 과수원 등) 식생지(갈참나무군락, 소나무군락, 버드나무군락, 상수리나무군락, 노랑어리연군락, 마름군락, 달뿌리풀군락, 줄군락, 수련군락, 가시연군락 등)로 구분된다.

논(농경지)의 면적(22.13%)이 가장 넓었고, 달뿌리풀군락이 17.95%로 차우점하였다. 습생지역 중에서는 수련군락(4.63%), 줄군락(2.81%), 노랑어리연군락(1.72%), 생이가래군락(1.62%)이 상대적으로 넓게 분포하였다. 이러한 식생분포를 보면 수심이 깊은 곳에서부터 호수(침수식생)-마름군락-수련군락-줄군락-달뿌리풀군락의 순으로 식물 군락들이 공간분포하는 경향이 있는 것으로 파악된다.

보전생태학적 가치에 따라 식생보전등급을 판정할 때, III등급, IV등급, V등급이 분포하였으며, 식생보전등급 V등급 지역의 면적이 90.99%로 대부분을 차지하고 있었으며, 정양지가 농경지를 포함하며 수역이 넓게 분포하기 때문이며 IV등급지역의 구성비는 3.19%이며, III등급 지역은 5.82%를 구성하였다. 보전 대상이 되는 식생보전등급 I등급과 II등급은 분포하지 않는 것으로 조사되었다.

정양지의 식생특성으로는 (1) 인공습지 (2) 정수역 (3) 부영양화 (4) 농경지 및 도로에 따른 인위적 교란 등으로 요약될 수 있다.

정양지는 과거 자연습지가 육지화가 진행됨에 따라 생태공원 조성사업을 통해 조성된 인공습지로 조사되었으며, 생태공원 조성 시 남부지방 습지 식생을 대표할 수 있는 다양한 식물종을 식재하였으며, 현재까지 양호하게 관리하고 있는 것으로 조사되었다. 정양지의 식생군락 중 습지 내부에 분포하고 있는 수생식물의 경우 정수역 다년생초본식생인 줄군락, 매자기군락이 분포하며, 부영양화된 정수역에서 발달하는 수생식생인 마름군락, 생이가래군락, 노랑어리연군락, 가시연군락 등이 분포한다. 이는 남부지방의 기후와 정양지 상류에 넓게 분포하는 농경지에 영향으로 판단된다. 또한 정양지 남측에 위치한 하천을 따라 하천변 제방에 인위적인 예초, 제초제 등의 농약사용으로 식생발달에 교란이 확인되었으며, 정양지 동측 도로사면에 귀화식물 유입 등 지속적인 교란이 이루어지고 있는 것으로 조사되었다.

나. 습지보호지역 지정 가치

정양지의 습지보호지역 지정 가치는 우리나라 남부지방의 대표적인 호수 식생이 다양하게 발달하고 있으며, 멸종위기 야생생물 II급의 서식지이며, 호수, 하천 및 삼림 등 다양한 식생 구성으로 우리나라 남부지방의 다양한 식물 유전자원보전 역할로서 가치가 높다고 판단된다(표 9).

표 9. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	우리나라 남부지방의 하변림에 발달하는 왕버들군락, 버드나무군락 등이 발달해 있으며, 남부지방의 대표 수생식물군락인 노랑어리연군락, 생이가래군락이 발달해 있다. 또한 북동측 삼림이 포함되어 있어 다양한 식생구성으로 식물 유전자원보전 역할로서 가치가 높다.
멸종위기 야생생물	멸종위기 야생생물 II급 가시연이 소규모 군락 및 습지 내 호수 전지역에 산발적으로 많은 개체가 분포함에 따라 서식처로서 가치가 높다.



가시연(멸종위기 야생생물 II급)군락



생이가래군락



노랑어리연군락



왕버들군락

그림 6. 합천 정양지의 주요 식생군락

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

본 조사지역은 생태공원으로 조성되어 운영되고 있는 정양지 생태계에 대한 교란으로 작용할 수 있어 보전생태학적 관리가 필요하다. 탐방로와 탐방데크 주변으로 조경수로 자생수종이 아닌 튜올립나무 등이 식재된 것으로 확인되었으며, 일부구간 우리나라 남부지방의 하변식생인 왕버들 나무가 식재되어 있으나 탐방로 주변으로만 한정된 조성되어 있어 식생군락으로 가치가 낮은 것으로 판단된다. 보다 자연친화적인 하천 생태모델숲 조성에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

생태공원을 이용하는 관광객 및 탐방객들로 인한 생태계교란 생물 및 귀화식물의 유입이 이루어질 수 있는바 지속적인 정비·관리가 필요하다. 정양지의 북측에 위치한 시설지(숙박시설) 주변으로 생태계교란 생물인 가시박군락이 분포하고 있으며, 동측 도로변 및 남측 하천의 농로를 따라 귀화식물 및 생태계교란 생물이 유입되는 바 지자체에서 지속적인 제거 관리방안을 수행이 필요할 것으로 판단된다.

정양지의 수생식생은 부영양화된 정수역에 생육하는 식물인 생이가래, 마름, 가시연 등이 우점한 식생이 발달해 있다. 따라서 현재 식생을 보전하기 위해서 수질관리가 필요할 것으로 판단된다. 본 조사 시 정양지 하류부에 해당하는 남측 하천에 제초제 및 농약사용 흔적을 확인하였으며 경작시 발생하는 오염원이 지속적으로 유입될 것으로 예상된다. 경작에 이루어지는 과정에서 발생하는 오염원의 유입을 배제 할 수 없는 바 친생태적 경작이 이루어지도록 관리되어야 한다.

정양지는 인공습지이나 습지 내 식생군락(가시연군락 등)의 가치가 높은바 습지 생태계에 대한 자연적인 천이 유도 및 유지하기 위해 수생식물(수련군락 등)에 대한 관리가 필요하다. 특히 습지 내 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 수련군락은 지속적인 식생면적변화의 추적 관찰이 필요하다고 판단되며 생태해설사 및 주민감시원의 지속적인 모니터링과 관리가 필요하다. 전문가를 통해 계획된 수생식물 군락의 확장 제어시스템을 구축하여야 하며 체계적인 관리를 통해 습지 내 생태계의 급격한 변화가 발생하지 않도록 중장기적인 계획을 세워야 할 것으로 판단된다.



습지 서측 탐방로



습지 남측 농경지



가시박군락(습지 북측)



습지 남측 농로

그림 7. 습지의 각종 교란 및 훼손 요인들

참고문헌

- 김종원, 이율경. 2006. 식물사회학적 식생조사와 평가방법. 월드사이언스.
- 이율경, 백현민. 2023. 하천과 습지, 식물의 역동적인 적응과 생태. 참생태연구소.
- Becking, R. W. 1957. The Zürich-Montpellier school of phytosociology. Bot. Rev. 23, no. 7:411-488.
- Braun-Blanquet, J. 1928/1965. Pflanzensoziologie. 1st eds. Springer-Verlag. Wien. 3rd eds. Springer-Verlag. Wien. 865 p.
- Kim, J.W. and Y.I. Manyko. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cool-temperate mixed forest in the southern Sikhote Alin, Russian Far East. Kor. J. Ecol. 17: 391-413.
- Muller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Willy & Sons.

부록(사진자료)



소나무군락



버드나무군락



튜올립나무군락



상수리나무군락



고마리군락



환삼덩굴군락



물옥잠군락



습지 동측 오탁방지망



밤나무군락



마름-가시연군락



아까시나무-굴참나무군락



줄군락



버드나무군락



달뿌리풀군락



취군락



하천(수역)



식물상

IV. 식물상

임용석·박지은
(꽃섬, 순천향대학교)

요 약

정양지는 자연형 습지인 정양지와 상류의 하천형 습지인 아천 일대로 행정구역상 경상남도 합천군 대양면 정양리와 대목리에 속한다. 금번조사를 통해 99과 241속 329종 5아종 14변종 2품종 등 총 350분류군의 관속식물이 확인되었다. 수생식물은 큰매자기, 대가래, 창포, 자라풀 등 40분류군이 출현하였으며, 이 중에서 침수식물은 새우가래, 붕어마름 등 10분류군, 부유식물은 참통발, 좀개구리밥 등 4분류군, 정수식물은 질경이택사, 송이고랭이, 물고챙이골, 창포 등 22분류군이 분포하였고, 부엽식물은 마름, 연, 자라풀 등 9분류군이 확인되었다. 습생식물은 좀부처꽃, 흰꼬리사초, 애기골무꽃, 개구리자리 등 54분류군이 확인되었으며, 중건생식물은 256분류군이 분포하였다. 멸종위기 야생생물은 가시연 1분류군이 확인되었으며, 한반도고유종은 키버들, 큰꽃땅비싸리 등 4분류군이 출현하였다. 국가적색목록은 EN(위기종)에 해당하는 왕벚나무가 분포하였으나 식재된 종이었고, VU(취약종)은 가시연과 향나무(식재) 2분류군, LC(최소관심종)은 이팝나무(식재)와 창포 2분류군이 분포하였다. 식물구계학적 특정종은 총 31분류군이 확인되었으며, V 등급종은 가시연 1분류군, IV 등급종은 왕벚나무(식재)과 등(식재) 2분류군, III 등급종은 돌담고사리, 쑥부지깻이, 당조팝나무 등 6분류군, II 등급종은 창포, 자라풀, 질경이택사, 애기골무꽃 등 8분류군, I 등급종은 봉의꼬리, 애기석위, 노랑어리연, 감태나무, 쥐방울덩굴, 흰꼬리사초 등 14분류군이 출현하였다. 생태계교란 생물은 환삼덩굴, 돼지풀, 미국쑥부쟁이, 가시상추 등 4분류군이 확인되었으며, 외래식물은 좀명아주, 말냉이, 미국쥐손이, 전호아재비, 애기나팔꽃, 큰이삭풀 등 42분류군이 확인되었다.

1. 서 론

정양지는 낙동강의 지류인 황강으로 유입되는 아천 하류에 형성된 자연형 습지인 정양지와 상류의 하천형 습지인 아천 일대로 행정구역상 경상남도 합천군 대양면 정양리에 위치하며, 금번조사구역은 정양지 일대를 포함하여 아천 상류의 사곡교까지 하도와 둔치, 제방, 주변 일대가 포함된다. 정양지 일대는 생태공원으로 개발되어 탐방로와 관찰데크 등이 설치되어 있다. 정양지에 대한 식물상 조사는 2002년 전국 내륙습지조사를 통해 40과 81속 104종이 조사된 바 있으며, 2021년 낙동강유역환경청에서 38과 68속 68종 11변종 등 총 79분류군이 보고된 바 있다.

본 조사는 우수습지 정밀조사의 일환으로 정양지와 상류 아천과 주변 일대에 분포하는 관속식물을 대상으로 식물상을 밝히고, 멸종위기 야생생물, 식물구계학적 특정종, 외래식물, 생태계교란 생물 등 주요종의 분포양상을 파악하여 정양지의 생태적 가치 파악 및 관리방안 마련을 위한 기초자료를 제공하고자 수행되었다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

정양지는 황강으로 유입되는 아천 하류에 형성된 자연형 습지와 하천형 습지가 혼재하는 습지로 행정구역상 경상남도 합천군 대양면 정양리와 대목리에 위치한다.(그림 1, 2). 금번 조사 구역은 정양지를 포함하여 아천의 상류인 대목리 사곡마을 사곡교까지와 주변 일대이다.



그림 1. 합천 정양지 조사구역(붉은 실선)



그림 2. 합천 정양지 전경(좌)과 아천 상류(우)

나. 조사시기

정양지의 식물상 조사는 2024년 5월 18~19일, 8월 24~26일, 9월 20~22일 등 총 3회에 걸쳐 조사를 수행하였다.

다. 조사방법

정양지의 식물상 조사는 전국내륙습지 조사지침(환경부·국립생태원, 2020)에 따라 수행하였다.

금번조사 구역은 정양지를 포함하여 상류의 아천 사곡교까지 하도, 둔치, 제방, 제방 밖 주변 일대 등이었으며, 특히 정양지와 아천의 하도와 둔치, 제방 및 제방 양사면, 제방 밖 주변 일대 등 3개 구역으로 구분하여 조사를 수행하였다(그림 1).

현지조사는 도보를 통해 이루어졌으며, 현장에서 동정이 가능한 분류군의 경우 현장조사표에 식물명, 생육지, 위치정보 등을 바로 기록하였다. 동정이 어려운 분류군은 세부사진을 촬영한 후 동정하였고, 일부 분류군은 채집하여 석엽표본으로 제작 후 동정하였다. 식물의 동정은 박(2009), 이(1996), 이(2003), 조 등(2016), 한국양치식물연구회(2005) 등을 이용하였다.

학명은 ‘2023 국가생물종목록’(환경부·국립생물자원관, 2024)을 따랐으며, 식물목록의 배열은 ‘Genera of Vascular Plants of Korea’(Park, 2007)을 따랐고, 속 이하의 분류군의 배열은 알파벳 순서로 하였다.

멸종위기 야생생물과 생태계교란 생물은 환경부·국립생태원(2019)의 제5차 전국자연환경 조사지침을 따랐다. 식물구계학적 특정종은 환경부·국립생태원(2018), 한반도고유종은 환경부·국립생물자원관(2013), 한국적색목록은 환경부·국립생물자원관(2021)을 따라 정리하였다. 수생식물과 습생식물등 생활형은 임(2010), 정 등(2012), 최(2000) 등을 참고하였다.

3. 연구결과

가. 전체 식물상

(1) 조사구역 내 식물상

정양지에 분포하는 관속식물은 99과 241속 329종 5아종 14변종 2품종 등 총 350분류군이 확인되었다(표 1, 부록 종목록). 이 중에서 양치식물은 부싧깃고살, 돌담고사리, 쇠고비, 고사리 등 8과 10속에 속하는 13분류군이 분포하였으며, 나자식물은 소나무, 향나무(식재), 메타세쿼이아(식재) 등 2과 3속에 속하는 3분류군이 출현하였다(표 1, 부록 종목록). 피자식물은 89과 228속에 속하는 334분류군이 분포하였으며, 이 중에서 쌍자엽식물은 사위질빵, 털개구리미나리, 자귀풀 등 73과 170속에 속하는 247분류군이 출현하였고, 단자엽식물은 알방동사니, 큰이삭풀, 방울비짜루 등 16과 58속에 속하는 87분류군이 출현하였다(표 1, 부록 종목록).

표 1. 합천 정양지의 관속식물 분류군 수

분류군		과	속	종	아종	변종	품종	분류군수
양치식물		8	10	12	-	1	-	13
나자식물		2	3	3	-	-	-	3
피 자 식 물	쌍자엽식물	73	170	228	5	11	2	247
	단자엽식물	16	58	85	-	2	-	87
	소계	89	228	313	5	13	2	334
합계		99	241	329	5	14	2	350

3곳의 조사구역 중 정양지 탐방로 인근 산지와 제방 밖 등 주변 일대에 가장 많은 78과 197속에 속하는 282분류군이 출현하였고, 특히 정양지 하류의 우안 바위와 절벽 등 산지에는 거미고사리, 애기석위, 돌담고사리, 봉의꼬리, 부싯깃고사리 등 다양한 양치식물이 분포하였다. 그리고 제방 밖의 도로변, 경작지 등에는 대부분의 중건생식물이 분포하였고, 작은 농수로에는 큰물칭개나물, 개구리밥, 애기부들 등이 출현하였으며, 논과 논둑에는 올방개, 물꼬챙이골, 물별이끼 등 수생식물과 애기골무꽃, 개구리자리, 젓가락나물, 여뀌바늘, 논둑외풀 등 다양한 습생식물도 분포하였다(표 2, 부록 종목록). 제방과 제방 양사면에는 66과 137속에 속하는 173분류군이 분포하였고, 쭉부지깻이, 가래나무, 쥐방울덩굴, 이팝나무(식재) 등 대부분 중건생식물이 출현하였으나 갈대, 달뿌리풀, 흰꼬리사초 등 습지식물도 분포하였다(표 2, 부록 종목록). 정양지를 포함하여 상류의 아천 하도와 둔치에는 가장 적은 44과 82속에 속하는 109분류군이 출현하였으며, 정양지에는 연, 마름, 가시연, 줄, 노랑어리연, 물옥잠, 붕어마름, 애기가래 등 다양한 수생식물이 군락으로 분포하였다. 또한 하류 탐방테크 주변에는 미국수련의 다양한 원예품종들이 식재되어 있었다. 정양지 수변부와 둔치에는 버드나무, 왕버들, 갯버들 등 다양한 버드나무류가 분포하였으며, 아천의 둔치에는 넓게 갈대 군락이 발달하였다.

표 2. 합천 정양지의 조사지역별 분류군 수

조사구역	과	속	종	아종	변종	품종	분류군수
정양지, 아천 하도 및 둔치	44	82	104	2	3	-	109
제방 및 양사면	66	137	166	2	4	1	173
주변 일대	78	197	265	4	12	1	282
합계	99	241	329	5	14	2	350

(2) 생활형별 분포현황

정양지에 분포하는 수생식물은 가시연, 노랑어리연, 검정말, 질경이택사, 대가래 등 40분류군이 출현하여 전체 출현종 350분류군의 11.4%를 차지하였으며, 이 중에서 침수식물은 말즘, 새우가래 등 5분류군, 부유식물은 자라풀, 쯤개구리밥 등 4분류군, 부엽식물은 물별이끼, 연, 자라풀 등 9분류군, 정수식물은 애기부들, 큰매자기, 말둑외풀, 큰고랭이, 창포 등 22분류군이 분포하였다(표 3, 부록 종목록). 습생식물은 개구리자리, 여뀌바늘, 흰꼬리사초, 애기골무꽃, 큰물칭개나물 등 54분류군이 출현하여 전체 출현종의 15.4%를 차지하였고, 중건생식물은 73.2%에 해당하는 256분류군이 분포하였다(표 3, 부록 종목록).

표 3. 합천 정양지의 관속식물 생활형별 분류군 수 및 분포비율

습지명	정양지							
생활형	수생식물					습생식물	중건생식물	총계
	침수식물	부유식물	부엽식물	정수식물	소계			
분류군 수	5	4	9	22	40	54	256	350
비율(%)	1.4	1.1	2.6	6.3	11.4	15.4	73.2	100.0

나. 주요종 분포현황

1) 멸종위기 야생생물

정양지에는 멸종위기 야생생물은 II급에 해당하는 가시연 1분류군이 출현하였으며, 정양지의 북쪽 탐방데크 주변에 약 70개체 이상이 분포하였다(그림 3).



그림 3. 가시연 봄철 토끼 귀모양의 어린 개체(좌)와 여름철 꽃봉오리(우)

2) 한반도고유종

정양지에 분포하는 한반도고유종은 키버들(그림 4. 좌), 개나리(식재), 큰꽃땅비싸리(그림 4. 우), 개나리(식재), 병꽃나무 등 4분류군이 분포하였으며, 정양지고 아천에는 키버들 1분류군만 출현하였고, 제방 밖 주변 일대에는 가장 많은 3분류군이 분포하였다(표 4).

표 4. 합천 정양지의 한반도고유종. *: A. 정양지와 아천 하도 및 둔치, B. 제방과 제방 양사면, C. 제방 밖 주변 일대.

과명	학명	국명	분포지*			비고
			A	B	C	
버드나무과	<i>Salix koriyanagi</i>	키버들	O		O	
콩과	<i>Indigofera grandiflora</i>	큰꽃땅비싸리			O	
물푸레나무과	<i>Forsythia koreana</i>	개나리		O	O	식재
병꽃나무과	<i>Weigela subsessilis</i>	병꽃나무		O		
합 계			1	2	3	



그림 4. 한반도 고유종인 키버들(좌)과 큰꽃땅비싸리(우)

3) 국가적색목록

정양지에 분포하는 국가적색목록은 EN(위기) 범주의 왕벚나무(식재), VU(취약) 범주의 가시연과 향나무(식재), LC(최소관심) 범주의 창포와 이팝나무(식재) 등 총 5분류군이 출현하였으나 가시연과 창포 2분류군을 제외한 다른 분류군들은 모두 식재된 종이었다.

4) 식물구계학적 특정종

정양지에는 식물구계학적 특정종이 총 31분류군이 출현하였다(표 5, 그림 5~6). V 등급종은 가시연 1분류군이 정양지에 분포하였고, IV등급종은 왕벚나무와 등 2분류군이 분포하였으나 모두 식재종이었으며, III등급종은 쭉부지깻이(그림 5. A), 당조팝나무, 돌담고사리(그림 5. B) 등 6분류군이 출현하였으며, II등급종은 예기골무꽃, 질경이택사, 자라풀 등 8분류군이 분포하였고, I 등급종은 봉의꼬리, 감태나무, 시무나무, 노랑어리연(그림 5. C), 왕버들, 흰꼬리사초(그림 5. D)초 등 14분류군이 출현하였다(표 5). 정양지와 아천 하도 및 둔치에는 참통발, 자라풀, 물옥잠 등 10분류군, 제방과 제방 양사면에는 이팝나무(식재), 쭉부지깻이, 쥐방울덩굴, 돌가시나무, 흰꼬리사초 등 10분류군이 분포하였으며, 제방 밖 주변 일대에는 참오글잎버들, 계요등, 당조팝나무, 방울비짜루 등 17분류군이 출현하였다(표 5).



그림 5. 정양지의 식물구계학적 특정종. A. 쑥부지깽이(III등급), B. 돌담고사리(III등급), C. 노랑어리연(Ⅰ등급), D. 흰꼬리사초(Ⅰ등급)

표 5. 합천 정양지의 식물구계학적 특정종. *: A. 정양지와 아천 하도 및 둔치, B. 제방과 제방 양사면, C. 제방 밖 주변 일대

등급	분류군수	학명	국명	분포지*			비고
				A	B	C	
V	1	<i>Euryale ferox</i>	가시연	O			
IV	2	<i>Prunus × yedoensis</i>	왕벚나무		O		식재
		<i>Wisteria floribunda</i>	등		O	O	식재
III	8	<i>Asplenium sarelii</i>	돌담고사리			O	
		<i>Juniperus chinensis</i>	향나무		O	O	식재
		<i>Salix siuzevii</i>	참오글잎버들			O	
		<i>Erysimum macilentum</i>	쑥부지깽이		O		
		<i>Spiraea chinensis</i>	당조팝나무			O	
		<i>Chionanthus retusus</i>	이팝나무		O		식재
		<i>Utricularia tenuicaulis</i>	참통발	O			
		<i>Potamogeton maackianus</i>	새우가래	O			
II	6	<i>Pyrrosia petiolosa</i>	애기석위			O	
		<i>Scutellaria dependens</i>	애기골무꽃			O	
		<i>Alisma orientale</i>	질경이택사	O			
		<i>Hydrocharis dubia</i>	자라풀	O			
		<i>Acorus calamus</i>	창포	O			
		<i>Monochoria korsakowii</i>	물옥잠	O			

등급	분류군수	학명	국명	분포지*			비고
				A	B	C	
I	14	<i>Cheilanthes argentea</i>	부싯깃고사리			O	
		<i>Pteris multifida</i>	봉의꼬리			O	
		<i>Lindera glauca</i>	감태나무			O	
		<i>Aristolochia contorta</i>	쥐방울덩굴		O	O	
		<i>Hemiptelea davidii</i>	시무나무			O	
		<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	느릅나무			O	
		<i>Juglans mandshurica</i>	가래나무		O		
		<i>Salix chaenomeloides</i>	왕버들	O	O	O	
		<i>Rosa wichuraiana</i>	돌가시나무		O	O	
		<i>Nymphoides peltata</i>	노랑어리연	O			
		<i>Paederia foetida</i>	계요등			O	
		<i>Potamogeton octandrus</i>	애기가래	O			
		<i>Carex brownii</i>	흰꼬리사초		O		
		<i>Asparagus oligoclonos</i>	방울비짜루			O	
합 계				10	10	17	
				31			



그림 6. 합천 정양지의 주요 식물구계학적 특정종 분포도(식재된 종과 노랑어리연, 새우가래, 참통발 등 정양지에 광범위하게 분포하는 종 제외).

5) 생태계교란 생물 및 외래식물

정양지의 생태계교란 생물은 환삼덩굴, 돼지풀, 미국쭉부쟁이, 가시상추(그림 7. A) 등 4분류군이 출현하였다(표 6, 그림 7), 환삼덩굴은 조사지역 전역에 흔하게 분포하였으며, 미국쭉부쟁이는 정양지 수변부, 아천의 둔

치, 제방, 도로변 등에서 흔하게 출현하였다(표 6).

외래식물은 줄명아주, 자운영(그림 7. B), 말냉이, 전호아재비(그림 7. C), 미국취손이, 재쑥(그림 7. D), 털별꽃아재비, 큰이삭풀, 쥐보리 등 43 분류군이 확인되었다(표 6). 정양지와 아천의 하도 및 둔치에는 큰물칭개나물, 큰개불알풀, 비짜루국화 등 14분류군이 출현하였으며, 제방과 제방 양사면에는 미국자리공, 붉은토끼풀, 미국취손이, 큰방가지뚱, 붉은씨서양민들레 등 31분류군, 제방 밖 주변 일대에는 애기땅빈대, 털비름, 애기나팔꽃, 개소시랑개비, 콩다닥냉이 등 가장 많은 37분류군이 분포하였다(표 6).



그림 7. 합천 정양지의 생태계교란 생물과 외래식물. A. 가시상추(생태계 교란, 외래), B. 자운영(외래), C. 전호아재비(외래), D. 재쑥(외래)

표 6. 정양지의 생태계교란 생물과 외래식물. *: A. 정양지와 아천 하도 및 둔치, B. 제방과 제방 양사면, C. 제방 밖 주변 일대, **: 생교. 생태계교란 생물, 외: 외래식물

과명	학명	국명	분포지*			비고**
			A	B	C	
삼과	<i>Humulus japonicus</i>	환삼덩굴	○	○	○	생교
자리공과	<i>Phytolacca americana</i>	미국자리공		○	○	외

과명	학명	국명	분포지*			비고**
			A	B	C	
명아주과	<i>Chenopodium ficifolium</i>	좁명아주		O	O	외
비름과	<i>Amaranthus retroflexus</i>	털비름			O	외
석죽과	<i>Cerastium glomeratum</i>	유럽점나도나물		O	O	외
	<i>Stellaria media</i>	별꽃	O	O		외
마디풀과	<i>Rumex crispus</i>	소리쟁이	O	O	O	외
십자화과	<i>Descurainia sophia</i>	재쑥		O	O	외
	<i>Lepidium virginicum</i>	콩다닥냉이		O	O	외
	<i>Thlaspi arvense</i>	말냉이	O	O	O	외
장미과	<i>Potentilla supina</i>	개소시랑개비			O	외
콩과	<i>Trifolium pratense</i>	붉은토끼풀		O		외
	<i>Trifolium repens</i>	토끼풀		O	O	외
바늘꽃과	<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃		O	O	외
대극과	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	큰땅빈대			O	외
	<i>Euphorbia maculata</i>	애기땅빈대			O	외
괭이밥과	<i>Oxalis corniculata</i>	괭이밥	O	O	O	외
쥐손이풀과	<i>Geranium carolinianum</i>	미국쥐손이		O	O	외
미나리과	<i>Chaerophyllum tainturieri</i>	전호아재비			O	외
메꽃과	<i>Cuscuta campestris</i>	미국실새삼		O		외
	<i>Ipomoea lacunosa</i>	애기나팔꽃			O	외
	<i>Ipomoea purpurea</i>	동근잎나팔꽃		O	O	외
현삼과	<i>V e r o n i c a anagallis-aquatica</i>	큰물칭개나물	O		O	외
	<i>Veronica arvensis</i>	선개불알풀	O	O	O	외
	<i>Veronica persica</i>	큰개불알풀	O	O	O	외
국화과	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	돼지풀		O	O	생교,외
	<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	O	O	O	생교,외
	<i>Aster subulatus</i>	비짜루국화	O		O	외
	<i>Bidens frondosa</i>	미국가막사리	O		O	외
	<i>Conyza canadensis</i>	망초		O	O	외
	<i>Conyza sumatrensis</i>	큰망초		O		외
	<i>Eclipta prostrata</i>	한련초	O		O	외
	<i>Erigeron annuus</i>	개망초	O	O	O	외
	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	털별꽃아재비			O	외
	<i>Lactuca scariola</i>	가시상추		O	O	생교,외
	<i>Sonchus asper</i>	큰방가지뚥		O	O	외
	<i>Taraxacum laevigatum</i>	붉은씨서양민들레		O		외
	<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레		O	O	외
	벼과	<i>Bromus catharticus</i>	큰이삭풀			O
<i>Dactylis glomerata</i>		오리새		O		외
<i>Festuca arundinacea</i>		큰김의털		O	O	외
<i>Lolium multiflorum</i>		쥐보리	O	O	O	외
<i>Poa pratensis</i>		왕포아풀		O	O	외
합 계			14	31	37	
			43			

4. 고찰

가. 출현종 특성과 식물분야로서의 습지가치

정양지는 낙동강의 큰 지류인 황강으로 유입되는 아천의 하류에 형성된 자연습지로 멸종위기 야생생물 II급인 가시연이 정양지 북쪽 탐방데크(그림 8) 주변에 군락으로 분포하였다. 다양한 습지식물이 확인되었는데, 전체 출현종 350분류군의 28.8%에 해당하는 94분류군이 습지식물이었다. 습지식물 중 가는마디풀, 노랑꽃창포, 자라풀, 새우가래, 큰매자기 등 수생식물은 11.4%로 40분류군이 출현하였고, 애기골무꽃, 논둑외풀, 여뀌바늘, 이삭사초, 흰꼬리사초 등 15.4%에 해당하는 54분류군은 습생식물이었다. 정양지에는 침수성 수생식물인 새우가래, 말즘, 붕어마름, 대가래 등이 흔하게 분포하였으며, 부엽성 수생식물인 연, 마름 등은 큰 군락으로 출현하였다. 부유성 수생식물인 생이가래, 개구리밥, 좀개구리밥, 참통발 등도 흔하게 출현하였으며, 정수성 수생식물은 갈대, 줄 등이 큰 군락으로 분포하였고, 물옥잠, 벼풀, 큰매자기, 큰고랭이 등도 군락으로 출현하였다. 아천의 둔치에는 갈대가 큰 군락으로 분포하였고, 하도에는 대가래, 노랑어리연 등이 작은 군락으로 분포하였으며, 수변부에는 세모고랭이, 물꼬챙이골, 창포, 애기부들 등 정수성 수생식물이 작은 군락을 이루며 출현하였다. 비록 생태공원으로 탐방로 주변이 제초되는 등 지속적으로 교란되고 있으나 다양한 습지식물이 분포하고, 생태교육장으로도 큰 역할을 수행하고 있어 경관적으로, 식물학적으로 큰 가치가 있다. 한편, 정양지 하류의 우안 탐방로에 인접한 숲 가장자리(그림 8)에 위치한 바위틈과 절벽에는 부싯깃고사리, 돌담고사리, 거미고사리, 애기석위, 쇠고비 등 다양한 양치식물이 붙어 자라고 있었다.



그림 8. 가시연 분포지인 정양지 하류쪽 탐방데크 일대(좌)와 다양한 착생성 양치식물이 바위와 절벽에 분포하는 정양지 우안 숲 가장자리(우).

나. 서식지 관리방안 및 보전대책

정양지는 생태공원으로 개발되어 생태학습관을 비롯해 정양지 둘레에는 탐방로(정양지생명길), 관찰데크, 꽃터널, 조류관찰대 등이 구성되어 있었다. 탐방로 주변 특히 수변부 쪽은 제초작업 등이 지속적으로 이루어져 관리되고 있었으며(그림 9), 탐방로 일대에는 메타세쿼이아, 계수나무, 왕벚나무 등이 식재되어 있었다. 특히 생태학습관 동쪽 개방수면에는 다양한 꽃색을 띠는 미국수련의 원예품종들이 식재되어 있었다.



그림 9. 합천 정양지 탐방로 제초된 수변부(좌)와 하류 다양하게 식재된 미국수련 원예품종(우)

아천이 정양지로 유입되는 징검다리 상류는 유속이 느려져 낚시행위 등 어로활동 등으로 인해 하도 수변부와 하도에 분포하는 물꼬챙이골, 갈대, 노랑어리연, 대가래, 창포 등 습지식물이 일부 훼손되고 있었다(그림 10).

아천의 양쪽 제방에는 농업용 펌프, 파이프, 비닐 등이 쓰레기로 버려진 곳도 있었다(그림 10). 따라서 이들 폐비닐이나 폐파이프 등은 홍수 시 정양지로 유입될 수 있으므로 주기적인 수거가 요구된다.



그림 10. 아천 하류의 낚시꾼(좌)과 제방에 쓰레기(버려진 농업용 펌프, 파이프, 비닐(우))

한편, 멸종위기종인 가시연은 금번조사에서 확인되었으나 해거리를 하는 한해살이풀으므로 다음 조사에서 확인되지 않을 경우도 있다. 따라서 다다음 조사에서 분포가 확인될 수도 있다. 또한 토끼귀처럼 생긴 물에 뜨는 어린잎은 여름이 오기 전 수위가 갑자기 높아져 깊은 물속에 잠기면 죽는 경우도 있다. 따라서 5~6월 조사에서 어린 개체를 확인하고 여름철 조사 시 성체의 재확인이 필요하다.

참고문헌

- 박수현. 2009. 세밀화와 사진으로 보는 한국의 귀화식물. 일조각.
- 이우철. 1996. 원색 한국기준식물도감. 아카데미서적.
- 이창복. 2003. 원색대한식물도감(상, 하). 향문사.
- 임용석. 2010. 한국산 수생식물의 분포특성. 순천향대학교 박사학위논문.
- 정영숙, 이우철, 조강현, 주광영, 민병미, 현진오, 조규송. 2012. 우리나라 습지생태계 관속식물 유형분류. 수생태복원사업단.
- 조양훈, 김종환, 박수현. 2016. 벼과·사초과 생태도감. 지오북.
- 최홍근. 2000. 수생관속식물. 정행사.
- 한국양치식물연구회. 2005. 한국 양치식물 도감. 지오북.
- 환경부·국립생물자원관. 2021. 국가적색자료집 제5권: 관속식물.
- 환경부·국립생물자원관. 2013. 한반도고유종.
- 환경부·국립생물자원관. 2024. 2023 국가생물종목록.
- 환경부·국립생태원. 2018. 한국산 최신 식물구계학적 특정종.
- 환경부·국립생태원. 2019. 2019 습지보호지역 정밀조사.
- 환경부·국립생태원. 2019. 제5차 전국자연환경 조사지침.
- 환경부·국립생태원. 2020. 전국내륙습지 조사지침.
- 환경부·낙동강유역환경청. 2022. 2021 낙동강청 관할 호소환경 및 생태조사.
- 환경부. 2003. 2022 전국내륙습지 자연환경조사.
- Park CW (ed.). 2007. The Genera of Vascular Plants of Korea. Academy Publishing Co..

부록(사진자료)



아천교 상류 전경



대목교 하류 전경



애기석위



붕의꼬리



애기꼬리고사리



돌담고사리



노랑꽃창포



병꽃나무

부록(사진자료)



애기매꽃



미국쥐손이



가는마디꽃



물별이끼



벌음씀바귀



죽제비싸리



물꼬챙이골



큰매자기

부록(사진자료)



팽이사초



산골무꽃



참오글잎버들



흰꼬리사초



큰꽃땅비싸리



애기닥나무



말냉이



큰이삭풀

부록(종목록)

과명	학명	국명	분포지1)			생활형2)	비고3)
			A	B	C		
속새과	<i>Equisetum arvense</i>	쇠뜨기	O	O	O	Ms	
생이가래과	<i>Salvinia natans</i>	생이가래	O			Ff	
봉의꼬리과	<i>Cheilanthes argentea</i>	부싯깃고사리			O	Ms	식 I
봉의꼬리과	<i>Pteris multifida</i>	봉의꼬리			O	Ms	식 I
잔고사리과	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	고사리		O		Ms	
꼬리고사리과	<i>Asplenium incisum</i>	꼬리고사리			O	Ms	
꼬리고사리과	<i>Asplenium ruprechtii</i>	거미고사리			O	Ms	
꼬리고사리과	<i>Asplenium sarelii</i>	돌담고사리			O	Ms	식 III
꼬리고사리과	<i>Asplenium varians</i>	애기꼬리고사리			O	Ms	
개고사리과	<i>Athyrium niponicum</i>	개고사리		O		Ms	
관중과	<i>Cyrtomium fortunei</i>	쇠고비			O	Ms	
관중과	<i>Dryopteris chinensis</i>	가는잎족제비고사리			O	Ms	
고란초과	<i>Pyrrosia petiolosa</i>	애기석위			O	Ms	식 II
소나무과	<i>Pinus densiflora</i>	소나무		O		Ms	
측백나무과	<i>Juniperus chinensis</i>	향나무		O	O	Ms	식 III, VU, 식
측백나무과	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	메타세쿼이아		O		Ms	
목련과	<i>Liriodendron tulipifera</i>	튤립나무			O	Ms	
녹나무과	<i>Lindera glauca</i>	감태나무			O	Ms	식 I
취방울덩굴과	<i>Aristolochia contorta</i>	취방울덩굴		O	O	Ms	식 I
연과	<i>Nelumbo nucifera</i>	연	O			Fl	
수련과	<i>Euryale ferox</i>	가시연	O			Fl	멸 II, 식 V, VU
수련과	<i>Nymphaea odorata</i>	미국수련	O			Fl	식
붕어마름과	<i>Ceratophyllum demersum</i>	붕어마름	O			Sm	
미나리아재비과	<i>Clematis apiifolia</i>	사위절병	O	O	O	Ms	
미나리아재비과	<i>Clematis terniflora</i>	참으아리			O	Ms	
미나리아재비과	<i>Ranunculus cantoniensis</i>	털개구리미나리			O	Hp	
미나리아재비과	<i>Ranunculus chinensis</i>	젓가락나물			O	Hp	
미나리아재비과	<i>Ranunculus sceleratus</i>	개구리자리	O		O	Hp	
매자나무과	<i>Nandina domestica</i>	남천			O	Ms	
으름덩굴과	<i>Akebia quinata</i>	으름덩굴		O	O	Ms	
새모래덩굴과	<i>Cocculus trilobus</i>	맹맹이덩굴			O	Ms	
새모래덩굴과	<i>Menispermum dauricum</i>	새모래덩굴		O	O	Ms	
양귀비과	<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	애기뿔풀	O	O	O	Ms	
양귀비과	<i>Papaver rhoeas</i>	개양귀비	O		O	Ms	
계수나무과	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	계수나무		O		Ms	식
팽나무과	<i>Celtis bungeana</i>	좁꼥계나무			O	Ms	
팽나무과	<i>Celtis sinensis</i>	팽나무		O	O	Ms	
느릅나무과	<i>Hemiptelea davidii</i>	시무나무			O	Ms	식 I
느릅나무과	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	느릅나무			O	Ms	식 I
느릅나무과	<i>Zelkova serrata</i>	느티나무			O	Ms	
삼과	<i>Humulus japonicus</i>	환삼덩굴	O	O	O	Ms	생교

과명	학명	국명	분포지1)			생활형2)	비고3)
			A	B	C		
뽕나무과	<i>Broussonetia monoica</i>	애기닥나무			O	Ms	
뽕나무과	<i>Morus alba</i>	뽕나무	O	O	O	Ms	
쐨기풀과	<i>Boehmeria gracilis</i>	풀거북꼬리			O	Ms	
쐨기풀과	<i>Boehmeria japonica</i>	왜모시풀		O	O	Ms	
쐨기풀과	<i>Boehmeria spicata</i>	좁개잎나무		O		Ms	
가래나무과	<i>Juglans mandshurica</i>	가래나무		O		Ms	식 I
가래나무과	<i>Platycarya strobilacea</i>	굴피나무			O	Ms	
참나무과	<i>Castanea crenata</i>	밤나무		O	O	Ms	
참나무과	<i>Quercus acutissima</i>	상수리나무			O	Ms	
참나무과	<i>Quercus dentata</i>	떡갈나무			O	Ms	
참나무과	<i>Quercus mongolica</i>	신갈나무			O	Ms	
자작나무과	<i>Alnus hirsuta</i>	물오리나무		O		Ms	
자작나무과	<i>Corylus heterophylla</i>	개암나무			O	Ms	
자리공과	<i>Phytolacca americana</i>	미국자리공		O	O	Ms	외
명아주과	<i>Chenopodium album</i>	명아주		O	O	Ms	
명아주과	<i>Chenopodium ficifolium</i>	좁명아주		O	O	Ms	외
비름과	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i>	쇠무릎		O	O	Ms	
비름과	<i>Amaranthus retroflexus</i>	털비름			O	Ms	외
쇠비름과	<i>Portulaca oleracea</i>	쇠비름			O	Ms	
석류풀과	<i>Mollugo stricta</i>	석류풀			O	Ms	
석죽과	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	벼룩이자리	O	O	O	Ms	
석죽과	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	점나도나물	O		O	Ms	
석죽과	<i>Cerastium glomeratum</i>	유럽점나도나물		O	O	Ms	외
석죽과	<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i>	벼룩나물	O		O	Hp	
석죽과	<i>Stellaria aquatica</i>	쇠별꽃	O	O	O	Hp	
석죽과	<i>Stellaria media</i>	별꽃	O	O		Ms	외
마디풀과	<i>Fallopia dentatoalata</i>	큰닭이덩굴		O		Ms	
마디풀과	<i>Persicaria hydropiper</i>	여뀌	O		O	Hp	
마디풀과	<i>Persicaria lapathifolia</i>	흰여뀌	O		O	Ms	
마디풀과	<i>Persicaria longiseta</i>	개여뀌	O	O	O	Hp	
마디풀과	<i>Persicaria maackiana</i>	나도미꾸리납시	O			Hp	
마디풀과	<i>Persicaria perfoliata</i>	머느리배꼽		O	O	Ms	
마디풀과	<i>Persicaria sagittata</i> var. <i>sieboldii</i>	미꾸리납시	O		O	Hp	
마디풀과	<i>Persicaria senticosa</i>	머느리밑씻개			O	Ms	
마디풀과	<i>Persicaria thunbergii</i>	고마리	O		O	Hp	
마디풀과	<i>Polygonum aviculare</i>	마디풀			O	Ms	
마디풀과	<i>Rumex crispus</i>	소리쟁이	O	O	O	Ms	외
피나무과	<i>Corchoropsis tomentosa</i>	수까치깨			O	Ms	
제비꽃과	<i>Viola lactiflora</i>	흰젓제비꽃	O		O	Ms	
제비꽃과	<i>Viola mandshurica</i>	제비꽃		O	O	Ms	
버드나무과	<i>Populus × canadensis</i>	이태리포플라			O	Ms	
버드나무과	<i>Salix chaenomeloides</i>	왕버들	O	O	O	Hp	식 I
버드나무과	<i>Salix gracilistyla</i>	갯버들			O	Hp	
버드나무과	<i>Salix koriyanagi</i>	키버들	O		O	Hp	고

과명	학명	국명	분포지1)			생활형2)	비고3)
			A	B	C		
버드나무과	<i>Salix pierotii</i>	버드나무	○	○	○	Hp	
버드나무과	<i>Salix siuzevii</i>	참오글잎버들			○	Hp	식 III
버드나무과	<i>Salix triandra</i> subsp. <i>nipponica</i>	선버들	○			Hp	
십자화과	<i>Brassica juncea</i>	갯	○	○	○	Ms	
십자화과	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	냉이	○	○	○	Ms	
십자화과	<i>Cardamine fallax</i>	좁쌀냉이			○	Ms	
십자화과	<i>Cardamine flexuosa</i>	황새냉이	○		○	Hp	
십자화과	<i>Cardamine impatiens</i>	싸리냉이	○		○	Ms	
십자화과	<i>Descurainia sophia</i>	재욱		○	○	Ms	외
십자화과	<i>Draba nemorosa</i>	꽃다지	○	○	○	Ms	
십자화과	<i>Erysimum macilentum</i>	쑥부지깽이		○		Ms	식 III
십자화과	<i>Lepidium virginicum</i>	콩다닥냉이		○	○	Ms	외
십자화과	<i>Rorippa cantoniensis</i>	좁개갯냉이			○	Hp	
십자화과	<i>Rorippa indica</i>	개갯냉이		○	○	Hp	
십자화과	<i>Rorippa palustris</i>	속속이풀			○	Hp	
십자화과	<i>Thlaspi arvense</i>	말냉이	○	○	○	Ms	외
진달래과	<i>Rhododendron yedoense</i> f. <i>poukhanense</i>	산철쭉		○		Ms	
감나무과	<i>Diospyros kaki</i>	감나무		○	○	Ms	식
감나무과	<i>Diospyros lotus</i>	고욤나무			○	Ms	
앵초과	<i>Lysimachia clethroides</i>	큰까치수염		○		Ms	
돌나물과	<i>Sedum bulbiferum</i>	말뚥비름	○	○	○	Ms	
돌나물과	<i>Sedum kamtschaticum</i>	기린초			○	Ms	
돌나물과	<i>Sedum sarmentosum</i>	돌나물		○	○	Ms	
장미과	<i>Duchesnea indica</i>	뽕딸기		○		Ms	
장미과	<i>Potentilla kleiniana</i>	가락지나물		○	○	Hp	
장미과	<i>Potentilla supina</i>	개소리랑개비			○	Ms	외
장미과	<i>Prunus × yedoensis</i>	왕벚나무		○		Ms	식 IV, EN, 식
장미과	<i>Prunus japonica</i> var. <i>nakaii</i>	이스라지			○	Ms	
장미과	<i>Prunus mume</i>	매실나무		○		Ms	식
장미과	<i>Prunus persica</i>	복사나무	○	○	○	Ms	
장미과	<i>Prunus salicina</i>	자도나무		○		Ms	식
장미과	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>pubescens</i>	잔털벚나무			○	Ms	
장미과	<i>Rosa multiflora</i>	찔레나무		○	○	Ms	
장미과	<i>Rosa wichuraiana</i>	돌가시나무		○	○	Ms	식 I
장미과	<i>Rubus coreanus</i>	복분자딸기			○	Ms	
장미과	<i>Rubus crataegifolius</i>	산딸기		○	○	Ms	
장미과	<i>Rubus parvifolius</i>	명석딸기		○	○	Ms	
장미과	<i>Rubus phoenicolasius</i>	붉은가시딸기			○	Ms	
장미과	<i>Spiraea chinensis</i>	당조팝나무			○	Ms	식 III
장미과	<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i>	조팝나무		○		Ms	
장미과	<i>Stephanandra incisa</i>	국수나무		○		Ms	
콩과	<i>Aeschynomene indica</i>	자귀풀			○	Hp	
콩과	<i>Albizia julibrissin</i>	자귀나무	○	○	○	Ms	
콩과	<i>Amorpha fruticosa</i>	죽제비싸리		○	○	Ms	

과명	학명	국명	분포지1)			생활형2)	비고3)
			A	B	C		
콩과	<i>Amphicarpaea bracteata</i> subsp. <i>edgeworthii</i>	새콩		O	O	Ms	
콩과	<i>Astragalus sinicus</i>	자운영			O	Ms	
콩과	<i>Cercis chinensis</i>	박태기나무		O		Ms	식
콩과	<i>Glycine soja</i>	돌콩	O	O	O	Ms	
콩과	<i>Indigofera bungeana</i>	큰낭아초			O	Ms	
콩과	<i>Indigofera grandiflora</i>	큰꽃땅비싸리			O	Ms	고
콩과	<i>Indigofera kirilowii</i>	땅비싸리			O	Ms	
콩과	<i>Kummerowia stipulacea</i>	등근매듭풀			O	Ms	
콩과	<i>Lespedeza cuneata</i>	비수리		O	O	Ms	
콩과	<i>Lespedeza inschanica</i>	청비수리			O	Ms	
콩과	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	조록싸리		O	O	Ms	
콩과	<i>Lespedeza maximowiczii</i> var. <i>tomentella</i>	털조록싸리			O	Ms	
콩과	<i>Lespedeza virgata</i>	좁싸리		O		Ms	
콩과	<i>Pueraria lobata</i>	췌		O	O	Ms	
콩과	<i>Robinia pseudoacacia</i>	아까시나무	O	O	O	Ms	
콩과	<i>Trifolium pratense</i>	붉은토끼풀		O		Ms	외
콩과	<i>Trifolium repens</i>	토끼풀		O	O	Ms	외
콩과	<i>Vicia hirsuta</i>	새완두		O	O	Ms	
콩과	<i>Vicia sativa</i>	살갈퀴	O	O	O	Ms	
콩과	<i>Vicia tetrasperma</i>	얼치기완두	O	O	O	Ms	
콩과	<i>Wisteria floribunda</i>	등		O	O	Ms	식Ⅳ, 식
보리수나무과	<i>Elaeagnus multiflora</i>	뜰보리수			O	Ms	식
부처꽃과	<i>Ammannia multiflora</i>	좁부처꽃	O		O	Hp	
부처꽃과	<i>Lagerstroemia indica</i>	배롱나무		O	O	Ms	식
부처꽃과	<i>Lythrum salicaria</i>	털부처꽃	O		O	Hp	
부처꽃과	<i>Rotala mexicana</i>	가는마디꽃			O	Em	
마름과	<i>Trapa japonica</i>	마름	O			Fl	
석류나무과	<i>Punica granatum</i>	석류나무		O		Ms	식
바늘꽃과	<i>Ludwigia epilobioides</i>	여뀌바늘	O		O	Hp	
바늘꽃과	<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃		O	O	Ms	외
층층나무과	<i>Cornus walteri</i>	말채나무			O	Ms	
단향과	<i>Thesium chinense</i>	제비꽃		O		Ms	
노박덩굴과	<i>Celastrus orbiculatus</i>	노박덩굴		O	O	Ms	
노박덩굴과	<i>Euonymus alatus</i> f. <i>ciliatodentatus</i>	회잎나무			O	Ms	
대극과	<i>Acalypha australis</i>	깨풀			O	Ms	
대극과	<i>Euphorbia helioscopia</i>	등대풀			O	Ms	
대극과	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	큰땅빈대			O	Ms	외
대극과	<i>Euphorbia maculata</i>	애기땅빈대			O	Ms	외
대극과	<i>Flueggea suffruticosa</i>	광대싸리	O	O	O	Ms	
갈매나무과	<i>Rhamnus yoshinoi</i>	짝자래나무			O	Ms	
포도과	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	개머루		O	O	Ms	
포도과	<i>Vitis flexuosa</i>	새머루		O	O	Ms	
고추나무과	<i>Staphylea bumalda</i>	고추나무		O		Ms	
단풍나무과	<i>Acer tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i>	신나무			O	Ms	

과명	학명	국명	분포지1)			생활형2)	비고3)
			A	B	C		
옻나무과	<i>Rhus javanica</i>	붉나무		O	O	Ms	
소테나무과	<i>Ailanthus altissima</i>	가중나무		O	O	Ms	
소테나무과	<i>Picrasma quassioides</i>	소테나무		O		Ms	
운향과	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	산초나무		O	O	Ms	
괭이밥과	<i>Oxalis corniculata</i>	괭이밥	O	O	O	Ms	외
취송이풀과	<i>Geranium carolinianum</i>	미국취송이		O	O	Ms	외
미나리과	<i>Chaerophyllum tainturieri</i>	전호아재비			O	Ms	외
미나리과	<i>Hydrocotyle ramiflora</i>	큰피막이			O	Hp	
미나리과	<i>Oenanthe javanica</i>	미나리	O	O	O	Em	
미나리과	<i>Torilis scabra</i>	큰사상자	O	O	O	Ms	
조름나물과	<i>Nymphoides peltata</i>	노랑어리연	O			Fl	식 I
박주가리과	<i>Metaplexis japonica</i>	박주가리		O	O	Ms	
가지과	<i>Lycium chinense</i>	구기자나무		O		Ms	
가지과	<i>Solanum lyratum</i>	배풍등			O	Ms	
메꽃과	<i>Calystegia hederacea</i>	애기메꽃			O	Ms	
메꽃과	<i>Calystegia pubescens</i>	메꽃	O		O	Ms	
메꽃과	<i>Cuscuta campestris</i>	미국실새삼		O		Ms	외
메꽃과	<i>Ipomoea lacunosa</i>	애기나팔꽃			O	Ms	외
메꽃과	<i>Ipomoea purpurea</i>	등근잎나팔꽃		O	O	Ms	외
지치과	<i>Trigonotis peduncularis</i>	꽃마리	O	O	O	Ms	
꿀풀과	<i>Agastache rugosa</i>	배초향			O	Ms	
꿀풀과	<i>Isodon inflexus</i>	산박하			O	Ms	
꿀풀과	<i>Lamium amplexicaule</i>	광대나물		O	O	Ms	
꿀풀과	<i>Leonurus japonicus</i>	익모초		O	O	Ms	
꿀풀과	<i>Mosla punctulata</i>	들깨풀			O	Ms	
꿀풀과	<i>Perilla frutescens</i>	들깨			O	Ms	
꿀풀과	<i>Salvia plebeia</i>	배암차즈기	O	O	O	Hp	
꿀풀과	<i>Scutellaria dependens</i>	애기골무꽃			O	Hp	식 II
꿀풀과	<i>Scutellaria pekinensis</i> var. <i>transitra</i>	산골무꽃			O	Ms	
꿀풀과	<i>Stachys japonica</i>	석감풀			O	Ms	
꿀풀과	<i>Teucrium japonicum</i>	개곽향			O	Ms	
별이끼과	<i>Callitriche palustris</i>	물별이끼			O	Fl	
질경이과	<i>Plantago asiatica</i>	질경이		O	O	Ms	
물푸레나무과	<i>Chionanthus retusus</i>	이팝나무		O		Ms	식 III, LC, 식
물푸레나무과	<i>Forsythia koreana</i>	개나리		O	O	Ms	고
물푸레나무과	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	취풍나무		O	O	Ms	
현삼과	<i>Lindernia micrantha</i>	논독외풀			O	Hp	
현삼과	<i>Lindernia procumbens</i>	발독외풀	O		O	Em	
현삼과	<i>Mazus pumilus</i>	주름잎	O	O	O	Hp	
현삼과	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	큰물청개나물	O		O	Hp	외
현삼과	<i>Veronica arvensis</i>	선개불알풀	O	O	O	Ms	외
현삼과	<i>Veronica persica</i>	큰개불알풀	O	O	O	Ms	외
현삼과	<i>Veronica undulata</i>	물청개나물	O		O	Hp	
통발과	<i>Utricularia tenuicaulis</i>	참통발	O			Ff	식 III

과명	학명	국명	분포지1)			생활형2)	비고3)
			A	B	C		
초롱꽃과	<i>Lobelia chinensis</i>	수염가래꽃			O	Em	
초롱꽃과	<i>Platycodon grandiflorum</i>	도라지		O		Ms	
꼭두선이과	<i>Galium bungei</i>	좁네잎갈퀴			O	Ms	
꼭두선이과	<i>Galium spurium</i>	갈퀴덩굴	O	O	O	Ms	
꼭두선이과	<i>Paederia foetida</i>	계요등			O	Ms	식 I
꼭두선이과	<i>Rubia argyi</i>	꼭두서니			O	Ms	
병꽃나무과	<i>Weigela subsessilis</i>	병꽃나무		O		Ms	고
인동과	<i>Lonicera japonica</i>	인동		O	O	Ms	
산분꽃나무과	<i>Viburnum carlesii</i> var. <i>bitchiuense</i>	분꽃나무			O	Ms	
국화과	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	돼지풀		O	O	Ms	생교, 외
국화과	<i>Artemisia annua</i>	개뽕쑥			O	Ms	
국화과	<i>Artemisia capillaris</i>	사철쑥			O	Ms	
국화과	<i>Artemisia codonocephala</i>	참쑥		O	O	Ms	
국화과	<i>Artemisia indica</i>	쑥		O	O	O	Ms
국화과	<i>Aster hispidus</i>	갯쑥부쟁이		O		Ms	
국화과	<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이			O	Ms	
국화과	<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	O	O	O	Ms	생교, 외
국화과	<i>Aster scaber</i>	참취			O	Ms	
국화과	<i>Aster subulatus</i>	비짜루국화	O		O	Ms	외
국화과	<i>Bidens biternata</i>	털도깨비바늘		O	O	Ms	
국화과	<i>Bidens frondosa</i>	미국가막사리	O		O	Hp	외
국화과	<i>Centipeda minima</i>	종대가리풀			O	Hp	
국화과	<i>Conyza canadensis</i>	망초		O	O	Ms	외
국화과	<i>Conyza sumatrensis</i>	큰망초		O		Ms	외
국화과	<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국		O	O	Ms	
국화과	<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스		O		Ms	
국화과	<i>Crepidiastrum denticulatum</i>	이고들빼기			O	Ms	
국화과	<i>Crepidiastrum sonchifolium</i>	고들빼기		O	O	Ms	
국화과	<i>Dendranthema boreale</i>	산국			O	Ms	
국화과	<i>Eclipta prostrata</i>	한련초	O		O	Hp	외
국화과	<i>Erigeron annuus</i>	개망초	O	O	O	Ms	외
국화과	<i>Eupatorium tripartitum</i>	향등골나물			O	Ms	
국화과	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	털별꽃아재비			O	Ms	외
국화과	<i>Helianthus tuberosus</i>	동란지		O	O	Ms	
국화과	<i>Hemistepta lyrata</i>	지칭개	O	O	O	Ms	
국화과	<i>Ixeris chinensis</i>	노랑선씀바귀		O		Ms	
국화과	<i>Ixeris debilis</i>	번음씀바귀			O	Ms	
국화과	<i>Ixeris polycephala</i>	별씀바귀		O	O	Ms	
국화과	<i>Lactuca indica</i>	왕고들빼기		O	O	Ms	
국화과	<i>Lactuca scariola</i>	가시상추		O	O	Ms	생교, 외
국화과	<i>Petasites japonicus</i>	머위		O		Ms	
국화과	<i>Sonchus asper</i>	큰망가지뚱		O	O	Ms	외
국화과	<i>Taraxacum coreanum</i>	흰민들레		O	O	Ms	
국화과	<i>Taraxacum laevigatum</i>	붉은씨서양민들레		O		Ms	외

과명	학명	국명	분포지1)			생활형2)	비고3)
			A	B	C		
국화과	<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레		O	O	Ms	외
국화과	<i>Youngia japonica</i> subsp. <i>elstonii</i>	뿌리뽕이		O	O	Ms	
택사과	<i>Alisma orientale</i>	질경이택사	O			Em	식 II
택사과	<i>Sagittaria trifolia</i>	벗풀	O		O	Em	
자라풀과	<i>Hydrilla verticillata</i>	검정말	O			Sm	
자라풀과	<i>Hydrocharis dubia</i>	자라풀	O			Fl	식 II
가래과	<i>Potamogeton crispus</i>	말즘	O			Sm	
가래과	<i>Potamogeton distinctus</i>	가래	O		O	Fl	
가래과	<i>Potamogeton maackianus</i>	새우가래	O			Sm	식 III
가래과	<i>Potamogeton octandrus</i>	애기가래	O			Fl	식 I
가래과	<i>Potamogeton wrightii</i>	대가래	O			Sm	
천남성과	<i>Pinellia ternata</i>	반하		O		Ms	
창포과	<i>Acorus calamus</i>	창포	O			Em	식 II, LC
개구리밥과	<i>Lemna perpusilla</i>	좀개구리밥	O		O	Ff	
개구리밥과	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	개구리밥	O		O	Ff	
닭의장풀과	<i>Commelina communis</i>	닭의장풀		O	O	Ms	
닭의장풀과	<i>Murdannia keisak</i>	사마귀풀	O		O	Em	
골풀과	<i>Juncus decipiens</i>	골풀	O		O	Hp	
사초과	<i>Bolboschoenus fluviatilis</i>	큰매자기	O	O		Em	
사초과	<i>Carex breviculmis</i>	청사초		O	O	Ms	
사초과	<i>Carex brownii</i>	흰꼬리사초		O		Hp	식 I
사초과	<i>Carex ciliatmarginata</i>	털대사초			O	Ms	
사초과	<i>Carex dimorpholepis</i>	이삭사초	O		O	Hp	
사초과	<i>Carex gibba</i>	나도별사초		O	O	Ms	
사초과	<i>Carex japonica</i>	개찌버리사초		O		Ms	
사초과	<i>Carex lanceolata</i>	그늘사초		O	O	Ms	
사초과	<i>Carex leiorhyncha</i>	산괭이사초		O		Hp	
사초과	<i>Carex neurocarpa</i>	괭이사초	O	O	O	Hp	
사초과	<i>Carex polyschoena</i>	가지청사초			O	Ms	
사초과	<i>Cyperus difformis</i>	알방동사니			O	Hp	
사초과	<i>Cyperus iria</i>	참방동사니			O	Hp	
사초과	<i>Cyperus microiria</i>	금방동사니			O	Ms	
사초과	<i>Cyperus nipponicus</i>	푸른방동사니			O	Hp	
사초과	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	올방개			O	Em	
사초과	<i>Eleocharis ussuriensis</i>	물꼬챙이풀	O		O	Em	
사초과	<i>Fimbristylis littoralis</i>	바람하늘지기			O	Hp	
사초과	<i>Kyllinga brevifolia</i> var. <i>leiolepis</i>	파대가리			O	Hp	
사초과	<i>Schoenoplectiella triangulata</i>	송이고랭이			O	Em	
사초과	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	큰고랭이	O			Em	
사초과	<i>Schoenoplectus triqueter</i>	세모고랭이	O		O	Em	
사초과	<i>Scirpus karuizawensis</i>	솔방울고랭이	O		O	Hp	
벼과	<i>Alopecurus aequalis</i>	뚝새풀		O	O	Hp	
벼과	<i>Arthraxon hispidus</i>	조개풀			O	Hp	
벼과	<i>Beckmannia syzigachne</i>	개피	O	O	O	Hp	

과명	학명	국명	분포지1)			생활형2)	비고3)
			A	B	C		
벼과	<i>Bromus catharticus</i>	큰이삭풀			O	Ms	외
벼과	<i>Bromus japonicus</i>	참새귀리	O	O	O	Ms	
벼과	<i>Cymbopogon goeringii</i>	개솔새			O	Ms	
벼과	<i>Dactylis glomerata</i>	오리새		O		Ms	외
벼과	<i>Echinochloa caudata</i>	물피	O		O	Hp	
벼과	<i>Echinochloa crus-galli</i>	돌피	O		O	Hp	
벼과	<i>Eleusine indica</i>	왕바랭이			O	Ms	
벼과	<i>Elymus ciliaris</i>	속털개밀	O	O	O	Ms	
벼과	<i>Elymus tsukushiensis</i>	개밀	O	O	O	Ms	
벼과	<i>Eragrostis ferruginea</i>	그령			O	Ms	
벼과	<i>Festuca arundinacea</i>	큰김의털		O	O	Ms	외
벼과	<i>Hordeum vulgare</i>	보리		O	O	Ms	
벼과	<i>Imperata cylindrica</i>	띠		O	O	Ms	
벼과	<i>Leersia japonica</i>	나도겨풀	O			Em	
벼과	<i>Lolium multiflorum</i>	취보리	O	O	O	Ms	외
벼과	<i>Microstegium vinineum</i> var. <i>polystachyum</i>	큰듬성이삭새			O	Ms	
벼과	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	물억새		O	O	Hp	
벼과	<i>Miscanthus sinensis</i>	억새		O	O	Ms	
벼과	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	주름조개풀			O	Ms	
벼과	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	수크령			O	Ms	
벼과	<i>Phalaris arundinacea</i>	갈풀	O			Hp	
벼과	<i>Phragmites australis</i>	갈대	O	O	O	Em	
벼과	<i>Phragmites japonica</i>	달뿌리풀	O	O	O	Hp	
벼과	<i>Phyllostachys bambusoides</i>	왕대			O	Ms	
벼과	<i>Poa annua</i>	새포아풀	O	O	O	Ms	
벼과	<i>Poa pratensis</i>	왕포아풀		O	O	Ms	외
벼과	<i>Poa sphondyliodes</i>	포아풀		O	O	Ms	
벼과	<i>Setaria faberi</i>	가을강아지풀			O	Ms	
벼과	<i>Setaria pumila</i>	금강아지풀			O	Ms	
벼과	<i>Setaria viridis</i>	강아지풀			O	Ms	
벼과	<i>Themeda triandra</i>	솔새		O	O	Ms	
벼과	<i>Trisetum bifidum</i>	잠자리피		O		Ms	
벼과	<i>Zizania latifolia</i>	줄	O	O	O	Em	
벼과	<i>Zoysia japonica</i>	잔디		O	O	Ms	
부들과	<i>Typha angustifolia</i>	애기부들	O		O	Em	
부들과	<i>Typha latifolia</i>	큰잎부들	O		O	Em	
물옥잠과	<i>Monochoria korsakowii</i>	물옥잠	O			Em	식 II
물옥잠과	<i>Monochoria vaginalis</i>	물달개비	O		O	Em	
백합과	<i>Allium macrostemon</i>	산달래		O	O	Ms	
백합과	<i>Asparagus oligoclonus</i>	방울비짜루			O	Ms	식 I
백합과	<i>Lilium lancifolium</i>	참나리	O	O	O	Ms	
백합과	<i>Liriope spicata</i>	개백문동		O	O	Ms	
붓꽃과	<i>Iris pseudacorus</i>	노랑꽃창포	O	O		Em	
청미래덩굴과	<i>Smilax china</i>	청미래덩굴			O	Ms	

과명	학명	국명	분포지1)			생활형2)	비고3)
			A	B	C		
마과	<i>Dioscorea polystachya</i>	마		O	O	Ms	
합 계			109	173	282		
			350				

1): A. 정양지와 아천의 하도 및 둔치, B. 제방 및 제방 양사면, C. 제방 밖 주변 일대.

2): 생육형. Ms. 중건생식물, Hp. 습생식물, Em. 정수성 수생식물(정수식물), Sm. 침수성 수생식물(침수식물), Ff. 부유성 수생식물(부유식물), Fl. 부엽성 수생식물(부엽식물).

3): 고. 한반도고유종, EN. 적색목록 위기종, VU. 적색목록 취약종, LC. 적색목록 최소관심종, 식 I~V. 식물구계학적 특정종 등급, 생교. 생태계교란 생물, 외. 외래식물, 식. 식재종.



양서 · 파충류

V. 양서 · 파충류

이재호 · 정원희

(주)생태평가연구원, 프리랜서

요 약

본 연구는 전국내륙습지 지역인 정양지에 대한 생태조사를 수행하였으며, 양서 · 파충류를 대상으로 2024년 총 3회에 걸쳐 조사를 시행하였다. 본 조사에서 확인된 양서 · 파충류는 총 3목 7과 13종의 서식이 확인되었으며, 환경부 법정보호종은 멸종위기야생생물 II 급 금개구리(*Pelophylax chosonicus*) 1종이 확인되었고, 외래종은 붉은귀거북(*Trachemys scripta*) 1종의 서식이 확인되었다. 조사된 양서 · 파충류는 습지 및 경작지대를 중심으로 활동하는 분류군이 주로 확인되었으며, 내륙습지의 특성 등을 고려할 때, 습지를 중심으로 대규모 산란지 및 번식지로 활용되는 것으로 조사되었다.

1. 서 론

본 조사는 생태우수습지인 정양지의 생태적 가치와 관리 등에 대한 생태적 평가를 위하여 실시되었으며, 계절별 서식하는 양서 · 파충류상과 법정보호종의 서식유무 등을 기준으로 습지의 생태적 가치를 파악하기 위해 수행되었다.

정양지는 생태우수습지로 황강의 지류인 아천천의 배후습지이며, 습지환경이 전형적으로 보전되어진 지역으로 강우에 의해 변화가 큰 특징을 나타내고 있다. 행정구역상 경상남도 합천군에 위치하고 있으며, 버드나무군락, 갈대군락, 연꽃군락, 초지, 농경지 등을 포함한 습지대와 주변 지역이다.

내륙습지의 생물서식공간과 일부 산림, 경작지와 가까이 위치한 특성 등을 고려하여 지리생물학적인 생물분포를 대상으로 정밀한 양서 · 파충류상과 서식지에 대한 조사를 수행하였으며, 내륙습지의 환경, 생태, 생물다양

성 증진을 위한 기초적인 자료로 제시하고자 한다. 본 지역의 조사 결과는 생태적인 가치와 현황을 파악하여 생태계 생물다양성 현황과 특성을 분석, 제시함으로써 보전 및 관리방안을 확립하는데 그 목적이 있으며, 조사된 행태 현황 데이터는 향후, 습지보호지역의 관리 및 현황과 목적 타당성에 따른 국가 지정 습지 등록 시 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

본 조사지역은 경상남도 합천군에 위치하는 정양지를 중심으로 조사를 수행하였다.

나. 조사시기

2024년 총 3회에 걸쳐 주간조사 및 야간조사(3회)가 수행되었으며, 양서류·파충류의 주 활동기 시기에 조사를 수행하였다(표 1). 조사시기는 양서류의 행동 생태상 성체, 난괴, 유생이 관찰되는 시기, 파충류의 주 활동시기를 선정하여 배회성 파충류의 조사에 적합한 시기를 선정하여 진행하였다.

표 1. 합천 정양지 조사시기

구 분	1차	2차	3차	비고
조사시기	2024.03.28.~30	2024.06.07.~09	2024.09.06.~07	

다. 조사방법

1) 직접확인방법(Direct survey)

양서류 중에서 有尾目(도롱뇽類)의 도롱뇽(Family Hynobiidae)와 미주도롱뇽과(Family Plethodontidae)에 속하는 종들은 물이 흐르는 계곡에 유속의 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생을 확인하거나, 물이 고여 있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 찾아 종을 확인하는 방법을 이용하고, 성체는 활엽수림이 있는 음지쪽에 쓰러져 있는 고목을 들추거나, 바위틈에서 확인한다.

무미목(無尾目, Order Salientia)의 양서류는 조사 대상 지역 주변의 접근 가능한 지역을 따라 좌우 10m간격으로 이동 중인 개체와 계곡의 바위틈

혹은 논, 수로 그리고 습지 주변에서 포충망을 이용하여 채집한다.

거북류는 햇빛이 잘 드는 지역을 대상으로 쌍안경 등을 이용하여 확인한다. 파충류 중에서 장지뱀류와 도마뱀류는 묵정밭 주변, 도로변과 등산로 주변의 햇빛이 잘 드는 곳에 쌓여 있는 돌을 들추어 확인한다.

뱀류는 저지대의 임연부 일대, 묵정밭 주변에서 뱀 집게와 포충망을 이용하여 채집한다.

2) 간접확인방법(Indirect survey)

양서류(개구리類)는 주간보다 야간에는 논이나 밭 근처, 수로 그리고 웅덩이 등지에 모여 집단으로 울기 때문에 울음소리로 종을 식별한다.

3) Roadkill 조사

현지조사 중 도로 위에서 확인되는 양서류·파충류의 모든 개체를 확인하며, 확인된 개체의 위치정보(지도표기)와 사진자료, Roadkill 정보 등을 기록한다.

4) 군집지수 분석

가) 우점도(Dominance Index: DI)

환경의 변화 정도가 악화 될수록 특정종의 우세가 나타나므로 어떤 우점종이 군집에서 가지는 상대적인 비를 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지표로서 이용될 수 있다는 관점에서 도출된 지수이다. 각 조사 지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였다(McNaughton, 1967).

$DI = n_i / N$ (N: 총 개체 수, n_i : 특정종의 개체 수)

나) 종다양도(Species Biodiversity Index : H')

Margalef(1958)의 정보이론(information theory)에 의해 유도된 Shannon-Weaver function(Pielou, 1969)을 이용하여 산출하였다. 이는 동물 군집의 종 풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 뜻하는 것으로 군집의 복잡성을 나타낸다.

$H' = - \sum (n_i / N) \ln(n_i / N)$ (n_i : 특정종의 개체 수, N: 총 개체수, $\ln$: 자연로그)

다) 종균등도(Specis Evenness Index: J')

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비율로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집 내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 이용하여 산출하였다.

$$J' = H' / \ln(S) \quad (H': \text{종 다양도}, S: \text{전체 종수})$$

라) 종 풍부도(Richness Index: R')

종 풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 조사에서는 대표 적인 지수인 Margalef(1958) 지수를 사용하여 산출하였다.

$$R' = (S-1) \ln(N) \quad (S: \text{전체 종수}, N: \text{총 개체 수})$$

3. 연구 결과

가. 조사지역의 양서·파충류상

본 조사지역에서 확인된 양서·파충류는 총 3목 7과 13종이 조사되었다. 이중 확인된 양서류는 1목 2과 5종이 확인되었고, 파충류는 2목 5과 8종이 조사되었으며, 멸종위기야생생물은 금개구리 1종이 확인되었고, 생태계교란생물은 붉은귀거북 1종이 조사되었다(표 2, 3).

표 2. 조사지역에서 확인된 양서류 현황

No.	학명	국명	비고
	Class Amphibia	양서강	
	Order Anura	무미목	
	Family Hylidae	청개구리과	
1.	<i>Dryophytes japonica</i>	청개구리	
	Family Ranidae	개구리과	
2.	<i>Rana uenoi</i>	큰산개구리	
3.	<i>Pelophylax nigromaculatus</i>	참개구리	
4.	<i>Pelophylax chosonicus</i>	금개구리	멸종 II
5.	<i>Glandirana rugosa</i>	옴개구리	
1목 2과 5종			

표 3. 조사 지역에서 확인된 파충류 현황

No.	학명	국명	비고
	Class Reptiles	파충강	
	Order Testudinata	거북목	
	Family Emydidae	늪거북과	
1.	<i>Trachemys scripta</i>	붉은귀거북	교란
	Order Squamata	뱀목	
	Family Scincidae	도마뱀과	
2.	<i>Scincella vandenburghi</i>	도마뱀	
	Family Lacertidae	장지뱀과	
3.	<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	
	Family Colubridae	뱀과	
4.	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	
5.	<i>Oocatochus rufodorsatus</i>	무자치	
6.	<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	
	Family Viperidae	살모사과	
7.	<i>Gloydius brevicaudus</i>	살모사	
8.	<i>Gloydius ussuriensis</i>	쇠살모사	
2목 5과 8종			

나. 조사시기 및 지점별 양서·파충류 출현 현황

1) 1차조사

1차 조사 결과, 양서·파충류는 총 2목 2과 2종 21개체가 조사되었으며, 양서류는 1목 1과 1종 18개체, 파충류는 1목 1과 1종 3개체가 조사되었고 (표 4), 멸종위기야생생물은 확인되지 않았고 생태계교란 생물인 붉은귀거북 1종의 서식이 확인되었다.

표 4. 1차 조사 결과 출현종 및 개체수

No.	과(Family)	종 명		개체수	비고
		학 명	국 명		
1.	Ranidae	<i>Rana uenoi</i>	큰산개구리	18	
2.	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	붉은귀거북	3	교란
	2과	2종		21	

2) 2차 조사

2차 조사 결과, 양서·파충류는 총 3목 7과 12종 192개체가 조사되었으며, 양서류는 1목 2과 4종 158개체, 파충류는 2목 5과 8종 34개체가 조사되었고, 멸종위기야생생물은 금개구리 1종이 조사되었다. 또한, 생태계교란 생물인 붉은귀거북 1종의 서식이 확인되었다(표 5).

표 5. 2차 조사 결과 출현종 및 개체수

No.	과(Family)	종 명		개체수	비고
		학 명	국 명		
1.	Hylidae	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	10	
2.	Ranidae	<i>Pelophylax nigromaculatus</i>	참개구리	39	
		<i>Pelophylax chosonicus</i>	금개구리	77	멸 II
		<i>Glandirana rugosa</i>	옴개구리	32	
3.	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	붉은귀거북	24	
4.	Scincidae	<i>Scincella vandenburghi</i>	도마뱀	1	
5.	Lacertidae	<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	3	
6.	Colubridae	<i>Elaphe dione Pallas</i>	누룩뱀	1	
		<i>Oocatochus rufodorsatus</i>	무자치	2	
		<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	1	
7.	Viperidae	<i>Gloydius brevicaudus</i>	살모사	1	
		<i>Gloydius ussuriensis</i>	쇠살모사	1	
	7과	12종		192	

3) 3차 조사

3차 조사 결과, 양서·파충류는 총 3목 4과 5종 97개체가 조사되었으며,

양서류는 1목 2과 3종 92개체, 파충류는 2목 2과 2종 5개체가 조사되었고, 멸종위기야생생물인 금개구리 1종이 조사되었다. 또한, 생태계교란 생물인 붉은귀거북 1종의 서식이 확인되었다(표 6).

표 6. 3차 조사결과 출현종 및 개체수

No.	과(Family)	종 명		개체수	비고
		학 명	국 명		
1.	Hylidae	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	17	
2.	Ranidae	<i>Pelophylax nigromaculatus</i>	참개구리	32	
		<i>Pelophylax chosonicus</i>	금개구리	43	멸 II
3.	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	붉은귀거북	4	
4.	Colubridae	<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	1	
	4과	5종		97	

다. 양서·파충류 군집분석

1) 1차 조사

1차 조사 결과, 출현한 양서·파충류는 총 2목 2과 2종 21개체가 조사되었으며, 양서류는 큰산개구리 1종이 출현하였으며, 1과 1종 18개체가 조사, 집계되었다(표 7). 파충류는 붉은귀거북 1종이 출현하였으며, 총 1과 1종 18개체가 조사, 집계되었다(표 8).

표 7. 1차 조사시 양서류 군집분석결과

국 명	합계	우점도	종다양도	종균등도	종풍부도
큰산개구리	18	1.00	-	-	-

표 8. 1차 조사시 파충류 군집분석결과

국 명	합계	우점도	종다양도	종균등도	종풍부도
붉은귀거북	3	1.00	-	-	-

2) 2차 조사

2차 조사 결과, 출현한 양서·파충류는 총 3목 7과 12종 192개체가 조사되었으며, 양서류는 1목 2과 4종 158개체가 조사, 집계되었다. 양서류의 군집분석 결과, 우점종은 금개구리 77개체(48.75%)로 조사되었으며, 출현한 양서류의 경우 종다양도 1.19, 종균등도 0.86, 종풍부도 0.59로 나타났다(표 9). 파충류는 총 2목 5과 8종 34개체가 조사, 집계되었으며, 군집분석 결과, 우점종은 붉은귀거북 24개체(70.60%)로 조사되었으며, 군집분석 결과, 종다양도 1.15, 종균등도 0.55, 종풍부도 1.99로 나타났다(표 10).

표 9. 2차 조사시 양서류 군집분석결과

국 명	합계	우점도	종다양도	종균등도	종풍부도
청개구리	10	6.33	1.19	0.86	0.59
참개구리	39	24.68			
금개구리	77	48.75			
옴개구리	32	20.24			

표 10. 2차 조사시 파충류 군집분석결과

국 명	합계	우점도	종다양도	종균등도	종풍부도
붉은귀거북	24	70.60	1.15	0.55	1.99
도마뱀	1	2.94			
줄장지뱀	3	8.82			
누룩뱀	1	2.94			
무자치	2	5.88			
유혈목이	1	2.94			
쇠살모사	1	2.94			
살모사	1	2.94			

3) 3차 조사

3차 조사 결과, 출현한 양서류·파충류는 총 3목 4과 5종 97개체가 조사되었으며, 양서류는 총 1목 2과 3종 92개체가 조사, 집계되었다. 양서류의 군집분석 결과, 우점종은 금개구리 43개체(46.74%)로 조사되었으며, 출현한 양서류의 경우 종다양도 1.03, 종균등도 0.94, 종풍부도 0.44로 나타났다(표 11). 파충류는 총 2목 2과 2종 5개체가 조사, 집계되었으며, 우점종은 붉은귀거북 4개체(80.00%)로 조사되었으며, 군집분석 결과, 종다양도 0.50, 종균등도 0.72, 종풍부도 0.62로 나타났다(표 12).

표 11. 3차 조사시 양서류 군집분석결과

국 명	합계	우점도	종다양도	종균등도	종풍부도
청개구리	17	18.48	1.03	0.94	0.44
참개구리	32	34.78			
금개구리	43	46.74			

표 12. 3차 조사시 파충류 군집분석결과

국 명	합계	우점도	종다양도	종균등도	종풍부도
붉은귀거북	4	80.00	0.50	0.72	0.62
유혈목이	1	20.00			

4. 고찰

가. 출현종 특성과 양서·파충류상 분야로서의 습지가치

조사지역은 경상남도 합천군 대양면에 위치하며, 황강 지류 아천천의 배후습지로 습지내에는 갈대, 마름, 연꽃 군락이 넓게 분포하는 습지로 조사되었다. 내륙습지를 대상으로 양서·파충류 생물다양성 현황과 특성을 정밀조사를 통해 보전 및 관리방안을 수립하기 위해 2024년 3월에서 9월 사이 총 3회의 조사를 실시하였다. 조사결과, 현지지역에서 양서·파충류는 총 3목 7과 13종이 확인되었으며, 그 중 멸종위기야생생물은 II급 금개구리 1종, 생태계교란 생물은 붉은귀거북 1종이 확인되었다.

정양지는 황강의 수량과 수위 감소로 육지화되고 인위적인 매립 등으로 인해 수질악화가 가속되면서 습지로서의 기능이 상실되어 합천군에 지난 2007년부터 2011년까지 5년간 “정양늪 생태공원 조성사업”을 통해 생물다양성을 높이고 특이생물상의 구성과 멸종위기종 등의 중요한 서식처로 매우 중요한 입지로 보고되었다.

해당 습지내에는 양서·파충류상의 서식처, 번식처 등의 다양한 미소환경이 분포하며, 금번 조사시 멸종위기야생생물인 금개구리의 개체군이 비교적 높게 조사되어 금개구리의 중요서식처로 매우 중요한 입지로 판단된다.

한편, 생태계교란 생물인 붉은귀거북의 서식이 확인되었으며, 붉은귀거북의 개체군 포획이 트랩을 통해 실시되어 관리가 되는 것으로 조사되었다. 다만, 조사지역에서 붉은귀거북의 번식개체가 확인된 바, 보다 보다 근본적인 관리방안을 제시하여야 할 것으로 판단된다.

이에 따라, 특이 생태지역으로의 가치가 높은 특징 및 고유의 생물서식처로서의 가치가 높은 지역인 만큼 보전과 영속에 대한 장기적인 관리계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

나. 습지보호지역 지정 가치

정양지를 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치로서 생물다양성을 검토한 바, 저지대 습지로서 다양한 생물종의 서식이 확인되었으며, 멸종위기야생생물Ⅱ급인 금개구리의 서식이 확인되었다. 습지 내에는 양서류가 주로 서식 및 번신하는 것으로 조사되었으며, 습지 주변지역으로 뱀류, 장지뱀류 등의 서식이 확인되어 비교적 다양한 생물종의 서식이 확인되었다. 한편, 금개구리 조사지점을 중심으로 연꽃 군락이 넓게 분포하고 있으며, 군락을 중심으로 금개구리의 대규모 번식지로 이용되는 것으로 조사되었다. 이에, 다양한 양서·파충류상의 은신처 및 먹이원 제공 등 안정적인 서식 환경 제공을 하므로 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치가 있다(표 13).

표 13. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	
멸종위기 야생생물	멸종위기 Ⅱ급 1종(금개구리) 서식, 습지 내 연꽃군락을 중심으로 금개구리의 번식지, 서식지로 이용되는 것으로 조사되었음
경관 및 지형	
기능 및 역할	습지 내 연꽃군락, 갈대군락 등이 넓은 면적으로 분포하고 있어 양서류의 대규모 번식지 및 산란지 등의 안정적인 서식 환경을 제공하여 보전 가치가 높은 지역임

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

조사결과 금개구리(멸종위기야생생물 Ⅱ급) 1종이 조사되었다. 조사된 지점 등을 검토한 바, 연꽃군락이 넓게 위치하고 있으며, 데크, 산책로가 조성되어 관광객들의 출입이 빈번하게 발생되고 있다. 또한, 일부 습지 하류 하천에서 낚시꾼이 확인되었고, 인접한 농경지에서 농약병, 제초제 병 등이 확인된 바, 양서류 번식지 내로 유입되어 농약사용 등에 대한 저감 및 사용제한이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 한편, 습지 내 외래생물인 붉은귀거북의 퇴치방안인 트랩 등이 확인되었으나, 습지내에서 1년생 미만 개체(등갑이 10cm 이하)가 확인된 바, 습지내에서 번식행위가 일어나는 것으로 판단되며, 보다 근본적인 관리방안을 제시하여야 할 것으로 판단된다. 이에 외래종 유입에 따른 피해방지 등을 고려하여 보다 정밀한 모니터링을 실시하여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 국립생태원. 2014. 우리가 주목해야할 외래생물(Ⅰ). 국립생태원.
- 국립생태원. 2021. 외래생물 전국 서식 실태 조사 지침서. 국립생태원.
- 국립생태원. 2024. 내륙습지 조사지침(양서·파충류)
- 뱀(지성사 자연사박물관①), 지성사출판사, 197 pp. (백와 심, 1999)
- 생태계 교란종에 대한 모니터링 체계 구축 및 관리방안 연구. 환경부. (방 등, 2006)
- 한국 양서류 사전, 한국 파충류 사전. 비글스쿨. (김, 2020)
- 한국 양서·파충류 생태도감. 국립환경과학원. (Lee et al., 2011).
- 한국 파충류 생태 도감. 자연과생태. (Lee et al., 2013)
- 한국 양서류 생태 도감. 자연과생태. (이와 박, 2016)
- 한국동식물도감, 제17권 동물편(양서·파충류), 문교부. (강과 병, 1975)
- 화살표 양서·파충류 도감. 자연과생태. (김 등, 2019)
- 환경부. 2024. 제6차 전국자연환경조사 지침(양서·파충류)

부록(사진자료)



조사지역 전경(1차조사)



조사지역 전경(2차조사)



조사지역 전경(3차조사)



금개구리



참개구리



청개구리



옴개구리



큰산개구리



무자치



붉은귀거북



살모사



줄장지뱀

부록(종 목록)

분류군 명	합천 정양지			합계
	1차	2차	3차	
Class Amphibia 양서강				
Order Anura 무미목(개구리목)				
Family Hylidae 청개구리과				
<i>Hyla japonica</i> Günther 청개구리		10	17	27
Family Ranidae 개구리과				
<i>Rana uenoi</i> 큰산개구리	18			18
<i>Pelophylax nigromaculatus</i> (Hallowell) 참개구리		39	32	71
<i>Pelophylax chosonicus</i> (Okada) 금개구리		77	43	120
<i>Glandirana rugosa</i> 옴개구리		32		32
목 수(No.)	1	1	1	1
과 수(No.)	1	2	2	2
종 수(No.)	1	4	3	5
개 체 수(No.)	18	158	92	268
종다양도(H')	-	1.19	1.03	1.38
종풍부도(R1)	-	0.59	0.44	0.72
균 등 도(E')	-	0.86	0.94	0.86
Class Reptiles 파충강				
Order Testudinata 거북목				
Family Emydidae 늪거북과				
<i>Trachemys scripta</i> 붉은귀거북	3	24	4	31
Order Squamata 뱀목(유린목)				
Family Scincidae 도마뱀과				
<i>Scincella vandenburghi</i> 도마뱀		1		1
Family Lacertidae 장지뱀과				
<i>Takydromus wolteri</i> Fischer 줄장지뱀		3		3
Family Colubridae 뱀과				
<i>Elaphe diene</i> Pallas 누룩뱀		1		1
<i>Oocatochus rufodorsatus</i> Canter 무자치		2		2
<i>Rhabdophis tigrinus</i> Boie 유헤لموئى		1	1	2
Family Viperidae 살모사과				
<i>Gloydius ussuriensis</i> Emelianov 쇠살모사		1		1
<i>Gloydius brevicaudus</i> 살모사		1		1
목 수(No.)	1	2	2	2
과 수(No.)	1	5	2	5
종 수(No.)	1	8	2	8
개 체 수(No.)	3	34	5	42
종다양도(H')	-	1.15	0.50	1.06
종풍부도(R1)	-	1.99	0.62	1.87
균 등 도(E')	-	0.55	0.72	0.51



어 류

VI. 어류

김희성 · 김대한

(전남대학교, 대한환경평가그룹)

요 약

조사대상 습지인 정양지는 경상남도 합천군 대양면에 소재하고 있는 정양지를 대상으로 하여 정양지 내, 정양지 유입하천(아천)을 대상으로 조사를 실시하여, 서식하고 있는 어류 현황을 파악하고 기초자료로 수집하여, 이를 토대로 합천 정양지의 습지의 생태적 가치를 파악하기 위함이다.

정양지 조사는 계절별(봄, 여름, 가을) 조사를 실시하였으며, 조사지점은 정양지 내 유입·유출부 2개지점과 정양지 유입하천 2개지점으로 총 4개지점을 선정하여 조사를 실시하였다.

정양지 4개 지점에서 총 8과 22종 754개체의 어류가 확인되었으며, 과별 분포 현황은 잉어과 13종(59.09%)가 가장 우세하게 출현하였고, 그 외 미꾸리과 2종(9.08%), 검정우럭과 2종(9.08%), 메기과, 동자개과, 동사리과, 망둑어과, 가물치과가 각각 1종(4.55%)로 확인되었다.

우점종은 피라미(138개체, 18.30), 아우점종은 치리(92개체, 12.20%)이며, 군집분석 결과 우점도지수 0.305, 다양도 지수 2.653, 균등도 지수 0.858, 풍부도 지수 3.170으로 산출되었다.

한국 고유종은 왜매치, 돌마자, 각시붕어, 참물개, 긴물개, 기름종개, 얼룩동사리 7종이 확인되었다. 환경부 지정 멸종위기 야생생물은 확인되지 않았으며, 생태계교란 생물로 지정된 블루길, 배스 2종이 확인되었다.

1. 서 론

정양지는 행정구역상 행정구역은 경남 합천군 대양면 정양리에 위치하고 있으며, 면적은 430,775m²로 넓은 면적을 갖추고 있는 황강으로 유입되는 아천의 배후습지이다. 정양지는 인위적인 매립과 황강의 수량 변화로 인해 습지로의 기능을 상실하고 있었으나, 습지의 기능을 회복 시키고자 합천군에서 2007년~2011년까지 「정양늪 생태공원 조성사업」을 진행하였다.

정양지 주변은 산림, 경작지, 상가 등이 분포하고 있으며, 정양지 내에는 탐방로, 관찰데크, 생태학습관 등을 운영하고 있어, 일반인의 자유로운 출입이 가능한 지역이다.

금번 조사를 통해 정양지에 서식하고 있는 어류 현황을 파악하고 기초자료로 수집하여, 이를 토대로 정양지의 생태적 가치를 파악하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

정양지는 행정구역상 행정구역은 경남 합천군 대양면 정양리에 위치하고 있으며, 면적은 430,775m²로 넓은 면적을 갖추고 있는 황강으로 유입되는 아천의 배후습지이다(그림 1).

정양지 조사지역은 정양지 내 2개지점과 유입하천인 아천 2개지점을 선정하여 조사를 진행하였다. 정양지는 정수역으로 상시 유량이 유지되고 있고, 하상은 대부분 진흙으로 구성되어 있다. 또한, 정양지 대부분 수생식물이 넓게 발달하여 분포하고 있다

나. 조사일정

현장조사는 2024년 04월부터 09월까지 계절별(봄, 여름, 가을)로 2일간 총 3회 조사를 진행하였으며, 상세 일정은 아래 표 1과 같다.

다. 조사방법

1) 어류의 채집 및 동정

어류의 채집은 내륙습지 조사지침(국립생태원, 2020)을 기준으로 하였으며, 조사 장비는 투망(6×6mm), 족대(5×5mm)를 기본 장비로 사용하였다.

채집된 어류는 현장에 동정 후 방류하였으며, 동정이 어렵거나, 정확한 분류학적 검토를 위해 사진촬영 또는 표본이 필요할 경우에는 10% 포르말린 용액에 고정하여 실험실에서 동정 및 분류를 실시하였다.

어류의 동정은 내륙습지 조사지침(국립생태원 2020) 어류편의 <표 9> 어류 동정에 주로 이용되는 참고문헌을 통하여 동정하고 어류 종 목록에 사용하는 학명은 국가생물종목록-어류(국립생물자원관)를 우선으로 하며, 학명이 없거나, 새로 발표된 어류는 국립생태원(습지센터)담당자와 협의 후 추가하며, 한반도 고유종 및 적색목록은 국립생물자원관에서 발표한 최신 목록을 이용하였다.

2) 군집분석

출현한 어류의 군집분석을 위해 우점도 지수는 McNaughton (1967), 종다양도 지수는 Shannon and Weaver (1963), 종균등도 지수는 Pielou (1975), 종풍부도 지수는 Margalef (1958) 수식을 이용하였다.

표 1. 합천 정양지 조사지역 및 조사일정

조사지역			조사일정		
			1차(봄)	2차(여름)	3차(가을)
정양지	St.1	N 35° 33' 09.49", E 128° 09' 59.52"	2024.04.28	2024.08.25	2024.09.28
		경상남도 합천군 대양면 정양리 151			
	St.2	N 35° 32' 43.89", E 128° 10' 12.78"	2024.04.27	2024.08.25	2024.09.25
		경상남도 합천군 대양면 정양리 33			
아천 (유입하천)	St.3	N 35° 31' 44.97", E 128° 10' 13.72"	2024.04.27	2024.08.24	2024.09.27
		경상남도 합천군 대양면 대목리 113			
	St.4	N 35° 31' 17.72", E 128° 09' 57.87"	2024.04.27	2024.08.24	2024.09.27
		경상남도 합천군 대양면 대목리 485			



그림 1. 합천 정양지 조사지역

3. 연구 결과

가. 정양지

금번 정양지 4개소에서 8과 22종 754개체의 어류가 확인되었으며, 과별 분포 현황은 잉어과 13종(59.09%)가 가장 우세하게 출현하였고, 그 외 미꾸리과 2종(9.08%), 검정우럭과 2종(9.08%), 메기과, 동자개과, 동사리과, 망둑어과, 가물치과가 각각 1종(4.55%)로 확인되었다(그림 2).

우점종은 피라미(138개체, 18.30), 아우점종은 치리(92개체, 12.20%)이며, 그 외 우세종은 붕어(70개체, 9.28%), 밀어(59개체, 7.82%), 참붕어(59개체, 7.82%), 블루길(56개체, 7.43%), 기름종개(45개체, 5.97%), 긴몰개(39개체, 5.17%) 등의 순으로 확인되었다(그림 3).

군집분석 결과 우점도지수 0.305, 다양도 지수 2.653, 균등도 지수 0.858, 풍부도 지수 3.170으로 산출되었다(그림 3).

한국 고유종은 왜매치, 돌마자, 각시붕어, 참몰개, 긴몰개, 기름종개, 얼룩동사리 7종이 확인되었다. 환경부 지정 멸종위기 야생생물은 확인되지 않았으며, 생태계교란 생물로 지정된 블루길, 배스 2종이 확인되었다(표 2, 3).

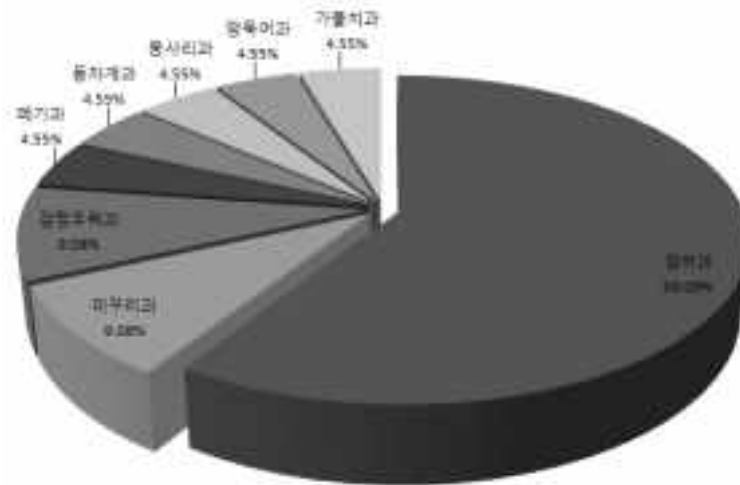


그림 2. 합천 정양지의 과별 출현종 현황(%)

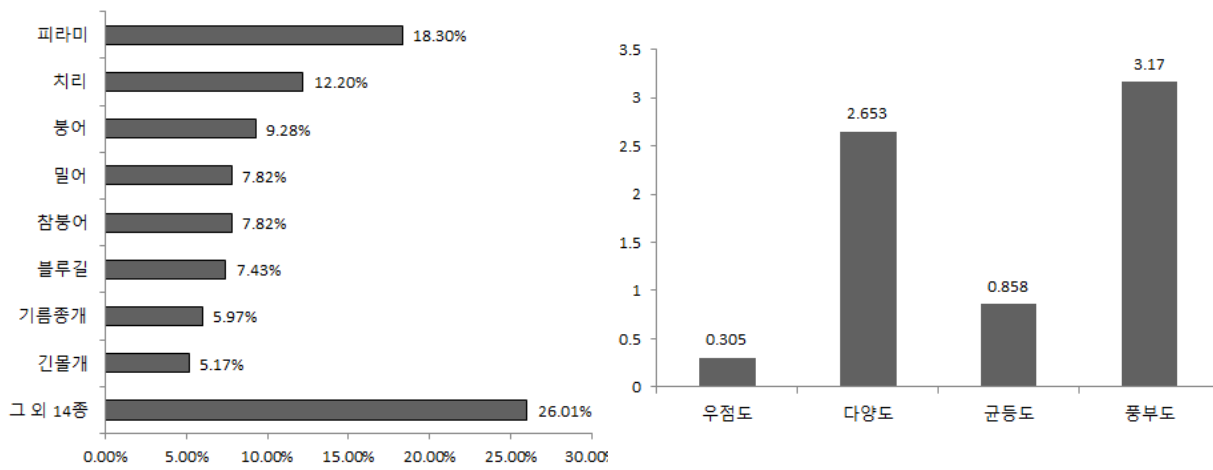


그림 3. 합천 정양지의 출현종 현황(%) 및 군집분석

표 2. 합천 정양지 조사지점별 어류상

국명	정양지													비 고
	St.1			St.2			St.3			St.4			종합	
	1차	2차	3차	1차	2차	3차	1차	2차	3차	1차	2차	3차		
왜매치				4	5								9	고, NT
붕어	8	5	9	10	2	8		3	5	11	5	4	70	
잉어	7	3		5	4			2			3		24	
누치									5				5	
치리		12	19		10	16		16	19				92	DD
돌마자										4	4		8	고
모래무지		3	4		1	2	4		3				17	
참붕어	11	12	10	6	7			3		5	2	3	59	
돌고기							2	4	6				12	
각시붕어	4	5	6	6		3							24	고
참몰개		9	8					11	9				37	고, LC
긴몰개						10				8	11	10	39	고, LC
피라미		18	16				24	16	14	31		19	138	
기름종개		3	3		1	2	12	6	3	6	4	5	45	고
미꾸리		2	2		5		6	4		3	2	2	26	
메기								1					1	
동자개												1	1	
블루길		3	4		5	7	16	7	5		4	5	56	
배스		2	4				4	3	3	4		4	24	
얼룩동사리						1					2		3	고
밀어	9	5	3				9	3	4	13	5	8	59	
가물치	3				1				1				5	
과	3	4	4	1	4	4	4	5	5	4	5	5	8	
종수	6	13	12	5	10	8	8	13	12	9	10	10	22	
개체수	42	82	88	31	41	49	77	79	77	85	42	61	754	
과/종/개체수	5/14/212			5/13/121			6/16/233			6/13/188			-	

주) 고 : 한국고유종, 교 : 생태계교란 생물(동물), NT : 준위협종, LC : 관심대상종, DD : 정보부족종

표 3. 합천 정양지 조사차수별 어류상

국명	정양지				비고
	1차	2차	3차	종합	
왜매치	4	5		9	고, NT
붕어	29	15	26	70	
잉어	12	12		24	
누치			5	5	
치리		38	54	92	DD
돌마자	4	4		8	고
모래무지	4	4	9	17	
참붕어	22	24	13	59	
돌고기	2	4	6	12	
각시붕어	10	5	9	24	고
참몰개		20	17	37	고, LC
긴몰개	8	11	20	39	고, LC
피라미	55	34	49	138	
기름종개	18	14	13	45	고
미꾸리	9	13	4	26	
메기		1		1	
동자개			1	1	
블루길	16	19	21	56	
배스	8	5	11	24	
얼룩동사리		2	1	3	고
말어	31	13	15	59	
가물치	3	1	1	5	
과	5	7	7	8	
총	16	20	18	22	
개체수	235	244	275	754	

주) 고 : 한국고유종, 교 : 생태계교란 생물(동물), NT : 준위협종, LC : 관심대상종, DD : 정보부족종

4. 고찰

가. 출현종 특성과 어류분야로서의 습지가치

정양지에서는 총 22종의 어류가 조사되었으며, 정수역의 수생식물이 발달한 지역에서 확인되는 각시붕어, 잉어, 붕어, 가물치 등, 유수역의 하천의 흐름이 있는 누치, 돌마자, 참물개 등의 서식이 확인되었고, 한국고유종 왜매치, 돌마자, 각시붕어, 참물개, 긴물개, 기름종개, 얼룩동사리 7종의 서식이 함께 확인되었다.

정양지의 대부분은 수생식물이 넓게 발달한 정수역으로 하상은 진흙으로 이루어진 습지이나, 일부 유수역의 서식환경도 분포하고 있는 것으로 조사됨에 따라 다양한 어류의 서식을 확인할 수 있었다.

따라서, 정양지와 아천과의 이동이 자유롭고, 연중 유지유량이 안정적이며, 산란 및 피난처로 활용가능한 환경이 넓게 분포하고 있어, 어류의 안정적인 서식환경을 제공하고 있는 것으로 조사된 바, 해당 습지의 우수한 서식환경을 장기적으로 유지할 수 있도록 지속적인 모니터링과 유지·관리가 필요할 것으로 판단되었다.

나. 특정종(멸종위기 야생생물 등) 또는 우점종 특성/ 지형적·환경적 특성

정양지에서 멸종위기 야생생물 등은 확인되지 않았으나, 국가적색목록 관심대상(LC) 참물개, 긴물개 2종, 자료부족종(DD) 치리 1종, 준위협종(NT) 왜매치 1종이 확인되었고, 피라미(138개체, 18.30%), 치리(92개체, 12.20%), 붕어(70개체, 9.28%), 밀어(59개체, 7.82) 등이 우점하고 있는 것으로 확인되었다. 또한, 생태계교란 생물(동물) 배스, 블루길 2종이 확인되었다.

정양지는 황강으로 유입되는 아천의 배후습지이며, 유량이 안정으로 유지되는 지역이다. 정양지 내에 수생식물이 넓게 분포하고 있다.

정양지는 인위적인 매립과 황강의 수량 변화로 인해 습지로의 기능을 상실하고 있었으나, 습지의 기능을 회복 시키고자 합천군에서 2007년~2011년까지 「정양늪 생태공원 조성사업」을 진행하여 현재는 정양지생태공원으로 탐방로, 관찰데크, 생태학습관 등을 운영하고 있으며, 일반인의 자유로운 출입이 가능한 지역이다.

다. 서식지 관리방안 및 보전대책(위협요인)

정양지는 합천군에서 관리하고 있으며, 탐방로, 관찰데크, 생태학습관 등을 운영하고 있어, 지속적으로 유지·관리를 하고 있는 지역이다.

정양지에서 생태계교란 생물(동물)인 배스와 블루길의 서식이 확인되었

었다. 해당 종들은 유속이 느린 하천의 중류, 하류역, 수초가 발달한 지역 등지를 선호하는 종 특성상 정양지의 생태환경이 해당 종이 서식하기 적합한 지역으로 조사된 바, 개체수의 증가, 서식범위 확산 등의 가능성이 높은 지역으로 이들 종에 관한 관리가 필요할 것으로 판단되었다.

라. 정양지 모니터링 필요 지점

정양지는 다양한 어류가 서식하고 있으며, 한국고유종, 국가적색목록에 등록된 종들이 서식하고 있으며, 이에 대한 보호 및 보전이 필요하고, 해당 종들의 서식에 위협이 되는 생태계교란 생물(동물)인 배스, 블루길의 서식 또한 함께 확인되고 있는 바, 해당 지점에 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단되었다(표 4).

표 4. 합천 정양지 모니터링 필요 지점



참고문헌

- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. General Systems, 3: 36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationships among functional properties of Californian grassland. Nature, 216: 168-169.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. John Wiley and Sons, New York, 165pp.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana, 125pp.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감; 제 37권 동물편(담수어류). 교학사. 629pp.
- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 한국어류대도감. 교학사. 615pp.
- 국립생물자원관. 2011. 한국의 멸종위기 야생동·식물 적색자료집 어류. 국립생물자원관. 202pp.
- 국립생태원, 2020. 내륙습지 조사지침, 국립생태원. 238pp.
- 윤창호. 2002. 한국어류검색도감. 아카데미서적, 747pp.
- 통일부·국립생태원, 2021. 한강하구 우리측 지역습지 생태조사. 2021.
- 환경부 국립생물자원관. 2023. 2022 국가생물종목록, 인천.
- 향문사, 1990. 원색한국담수어도감. 최기철, 전상린, 김익수, 손영목, 서울, 277pp.

부록(사진자료)



정양지 전경(봄)



정양지 전경(여름)



정양지 전경(가을)



정양지 조사지점 전경(St.1)



정양지 조사지점 전경(St.2)



아천 전경(St.3)



아천 전경(St.4)



Hemibarbus labeo 누치

Hemiculter eigenmanni 치리



Pseudogobio esocinus 모래무지

Squalidus chankaensis tsuchigae 참물개



Zacco platypus 피라미

Cobitis hankugensis 기름종개



Lepomis macrochirus 블루길

Micropterus salmoides 배스



Rhinogobius brunneus 밀어

Channa argus 가물치

부록(종목록)

분류군 명	정양지												총 합	비고
	St.1			St.2			St.3			St.4				
	1차	2차	3차	1차	2차	3차	1차	2차	3차	1차	2차	3차		
Order Cypriniformes 잉어목														
Family Cyprinidae 잉어과														
Abbottina springeri 왜매치				4	5								9	고, NT
Carassius auratus 붕어	8	5	9	10	2	8		3	5	11	5	4	70	
Cyprinus carpio 잉어	7	3		5	4			2			3		24	
Hemibarbus labeo 누치									5				5	
Hemiculter eigenmanni 치리		12	19		10	16		16	19				92	DD
Microphysogobio yaluensis 돌마자										4	4		8	고
Pseudogobio esocinus 모래무지		3	4		1	2	4		3				17	
Pseudorasbora parva 참붕어	11	12	10	6	7			3		5	2	3	59	
Pungtungia herzi 돌고기							2	4	6				12	
Rhodeus uyekii 각시붕어	4	5	6	6		3							24	고
Squalidus chankaensis tsuchigae 참물개		9	8					11	9				37	고, LC
Squalidus gracilis majimae 긴물개						10				8	11	10	39	고, LC
Zacco platypus 피라미		18	16				24	16	14	31		19	138	
Family Cobitidae 미꾸리과														
Cobitis hankugensis 기름종개		3	3		1	2	12	6	3	6	4	5	45	고
Misgurnus anguillicaudatus 미꾸리		2	2		5		6	4		3	2	2	26	
Order Siluriformes 메기목														
Family Siluridae 메기과														
Silurus asotus 메기								1					1	
Family Bagridae 동자개과														
Pseudobagrus fulvidraco 동자개												1	1	
Order Perciformes 농어목														
Family Centrachidae 검정우럭과														
Lepomis macrochirus 블루길		3	4		5	7	16	7	5		4	5	56	교
Micropterus salmoides 배스		2	4				4	3	3	4		4	24	교
Family Odontobutidae 동사리과														
Odontobutis interrupta 얼룩동사리						1					2		3	고
Family Gobiidae 망둑어과														
Rhinogobius brunneus 밀어	9	5	3				9	3	4	13	5	8	59	
Family Channidae 가물치과														
Channa argus 가물치	3				1				1				5	
과	3	4	4	1	4	4	4	5	5	4	5	5	8	
종수	6	13	12	5	10	8	8	13	12	9	10	10	22	
개체수	42	82	88	31	41	49	77	79	77	85	42	61	754	
과/종/개체수	5/14/212			5/13/121			6/16/233			6/13/188			-	

주) 고 : 한국고유종, 교 : 생태계교란 생물(동물), NT : 준위협종, LC : 관심대상종, DD : 정보부족종

분류군 명	정양지			종합	비고
	1차	2차	3차		
Order Cypriniformes 잉어목					
Family Cyprinidae 잉어과					
Abbottina springeri 왜매치	4	5		9	고, NT
Carassius auratus 붕어	29	15	26	70	
Cyprinus carpio 잉어	12	12		24	
Hemibarbus labeo 누치			5	5	
Hemiculter eigenmanni 치리		38	54	92	DD
Microphysogobio yaluensis 돌마자	4	4		8	고
Pseudogobio esocinus 모래무지	4	4	9	17	
Pseudorasbora parva 참붕어	22	24	13	59	
Pungtungia herzi 돌고기	2	4	6	12	
Rhodeus uyekii 각시붕어	10	5	9	24	고
Squalidus chankaensis tsuchigae 참물개		20	17	37	고, LC
Squalidus gracilis majimae 긴물개	8	11	20	39	고, LC
Zacco platypus 피라미	55	34	49	138	
Family Cobitidae 미꾸리과					
Cobitis hankugensis 기름종개	18	14	13	45	고
Misgurnus anguillicaudatus 미꾸리	9	13	4	26	
Order Siluriformes 메기목					
Family Siluridae 메기과					
Silurus asotus 메기		1		1	
Family Bagridae 동자개과					
Pseudobagrus fulvidraco 동자개			1	1	
Order Perciformes 농어목					
Family Centrarchidae 검정우럭과					
Lepomis macrochirus 블루길	16	19	21	56	교
Micropterus salmoides 배스	8	5	11	24	교
Family Odontobutidae 동사리과					
Odontobutis interrupta 얼룩동사리		2	1	3	고
Family Gobiidae 망둑어과					
Rhinogobius brunneus 밀어	31	13	15	59	
Family Channidae 가물치과					
Channa argus 가물치	3	1	1	5	
과	5	7	7	8	
종수	16	20	18	22	
개체수	235	244	275	754	

주) 고 : 한국고유종, 교 : 생태계교란 생물(동물), NT : 준위협종, LC : 관심대상종, DD : 정보부족종



육상곤충

VII. 육상곤충

한용구 · 조미영

(드림네이처, ㈜블루코리아이노베이션)

요 약

정양지의 곤충류 조사결과 총 12목 79과 228종의 곤충류가 확인되었다. 분류군별로는 딱정벌레목이 13과 54종(23.68%)으로 가장 많은 종수를 나타냈으며, 나비목 16과 49종(21.49%), 노린재목 17과 43종(18.86), 메뚜기목과 잠자리목 6과 20종(8.77%), 벌목 6과 17종(7.46%), 파리목 9과 16종(7.02%), 사마귀목 1과 4종(1.75%), 집게벌레목 2과 2종(0.88%), 날도래목·바퀴목·하루살이목이 각각 1과 1종(0.44%) 등의 순으로 나타났다. 멸종위기 야생생물에 포함되는 곤충류는 확인되지 않았으나 고유종 2종(여치, 우리벼메뚜기), 국외반출 승인대상종 66종(가시측범잠자리, 검은물잠자리 등), 기후변화 지표생물종 4종(남방노랑나비, 넓적배사마귀 등), 생태계교란 생물 2종(미국선녀벌레, 갈색날개매미충), 국가적색목록 취약종(VU) 1종(꼬리명주나비)이 확인되었다. 군집분석 결과 전체 우점종은 스미스개미(0.10)로 나타났으며, 5월에는 메추리노린재(0.09), 7월에는 스미스개미(0.13), 9월에는 애긴노린재와 네발나비가 0.12의 우점도 지수로 각각 우점종으로 확인되었다. 다양도는 5월에 4.17, 7월 4.53, 9월 3.71로 대체적으로 양호한 지수를 나타냈으며, 균등도 및 풍부도는 0.88~0.93과 12.11~24.86으로 비교적 안정된 군집에서 나타나는 수치를 각각 나타냈다. 본 조사에서는 확인되지 않았지만 과거조사에서 확인된 대모잠자리의 경우 서식처의 확보를 위한 꾸준한 관리와 지속적인 관찰이 필요하며, 국가적색목록 취약종(VU)인 꼬리명주나비의 서식지 및 먹이식물의 지속적인 관리도 필요해 보인다. 또한 본 조사에서 확인된 생태계교란 생물인 미국선녀벌레, 갈색날개매미충은 언제든지 대발생이 가능한 돌발해충으로 개체수 증

가 시 습지생태계에 큰 영향을 끼칠 수 있으므로 지속적이고 주기적인 모니터링이 필요하다.

1. 서론

경상남도 합천군 대양면 정양리 일대에 위치한 정양지는 황강의 지류인 아천의 배후습지로 자연경관이 빼어나고 다양한 동·식물의 서식처로 생물학적·생태학적 보존가치가 뛰어난 습지로 보고된다(합천군, 2024). 또한 다수의 멸종위기 야생생물이 서식하고 다양한 수생식물이 발달하였으며, 물을 정화하고 홍수를 예방하는 등 물질적, 경제적, 심미적 및 교육적 기회를 제공하는 중요한 생태공간으로 자리매김하였다. 이러한 가치로 인해 2019년에는 도내 최초로 도를 대표하는 우수습지로 지정되기도 하였다(재)경상남도람사르환경재단, 2020).

곤충류는 다양성이 높고 상위포식자의 중요한 먹이원으로서 기능하며, 특히 조류, 양서류, 파충류 등의 먹이사슬에서 핵심적인 역할을 하는 생물군이다. 습지생태계를 포함한 다양한 생태계에서 분해자, 수분 매개자, 포식자, 먹이원, 생물다양성 유지를 위한 상호작용 등의 역할 및 기능을 통해 에너지 흐름과 영양 순환에 기여한다. 정양지의 곤충류 조사는 57종(이와 김, 2003), 77종(2014, 한국환경생태기술연구소), 131종(2018, 한국환경생태기술연구소), 137종(곽 등 2020) 및 135종(곽 등, 2023) 등 총 5차례 조사가 이루어졌으나 조사된 종수 57~137종 사이로 다양한 곤충군이 확인되지는 않았다. 본 연구에서는 정양지에 서식하는 주요 곤충류 및 생태계 현황, 위협 요인 등을 파악하여 습지로서의 가치를 고찰하고, 동시에 체계적이고 효율적인 관리방안 마련을 위한 기초 자료를 제공하고자 수행되었다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

조사지역은 정양지 일대로 선조사는 하천의 상류 방향인 사곡교 인근으로부터, 대목교, 아천교 등의 독방길 좌우, 양안의 접근 가능지역, 그리고 아천의 하류 방향인 생태공원의 산책로 및 데크를 따라 실시하였으며, 물길이 좁아지기 시작하는 징검다리 인근에서 함정트랩과 야간등화 채집을 실시하였다. 생태공원인 정양지의 수면은 다양한 수생식물로 덮여 있고, 산책로 주변으로는 버드나무류를 포함하여 여러 종류의 교목이 조성되어 있

다. 반면 물길이 좁아지는 조사지역의 상류 양안 및 독방길 주변에는 초지대가 넓게 형성되어 있으며, 일부 농경지도 포함되어 있다(그림 1).



그림 1. 합천 정양지의 조사지역 및 전경

나. 조사시기

현장 조사는 5월부터 9월까지 총 3회 수행되었으며, 봄, 여름, 가을 3계절 조사를 실시하였다(표 1).

표 1. 조사일정 및 주요 조사내용

조사시기	주요 조사내용
2024. 05. 17~05. 18.	주간조사(선조사, 함정트랩조사)
2024. 07. 05~07. 07.	주·야간조사(선조사, 함정트랩조사, 유인등조사)
2024. 09. 16~09. 18.	주간조사(선조사, 함정트랩조사)

다. 조사방법 및 분석방법

현장 조사는 전국내륙습지 조사지침(2020)에 따라 수행되었으며, 선조사(채어잡기, 쓸어잡기 등) 및 트랩조사(함정트랩, 유인등트랩 등) 활용하여

조사하였다. 채어잡기(brandishing)는 날아다니거나 정지해 있는 곤충을 포충망으로 채집하는 일반적인 조사방법 중 하나로 습지에 서식하는 비행성 곤충(나비류, 잠자리류 등) 채집에 효과적이며, 쓸어잡기(sweeping)는 초본류, 관목류나 교목류의 꽃, 잎, 줄기 등에 앉아 있는 곤충을 포충망을 이용하여 쓸 듯이 채집하는 일반적인 조사방법 중 하나로 노린재류, 딱정벌레류, 메뚜기류 등 다양한 습지 곤충을 포획하는데 효과적인 방법이다. 함정 트랩(pit-fall trap)은 지표면을 기어다니는 곤충을 부육질이나 초당밀 등으로 유인하여 함정에 빠뜨려 채집하는 방법으로 지표성 딱정벌레류를 포함한 보행성 곤충류 조사에 효과적이며, 본 조사에서는 시중에서 판매되는 통조림 번데기를 미끼로 사용하였다. 유인등트랩(light trap)은 곤충을 불빛으로 유인하여 채집하는 야간 조사방법으로 불빛에 이끌리는 나방류를 포함한 다양한 곤충을 조사하는데 효과적이며, 본 조사에서는 백색천과 수은등(200W)을 이용한 스크린 유인등 조사를 4시간 이상 실시하였다.

채집된 곤충류 샘플은 실험실 내로 이동하여 분류 및 동정을 실시하였으며, 곤충 종목록의 작성은 국가생물종목록(NIBR, 2023)의 분류체계에 따라 정리하였다. 종 동정은 주요 분류군의 도감, 보고서, 학술지 등의 최근 연구결과를 활용하였으며, 멸종위기 야생생물, 한반도 고유종, 국외반출 승인 대상종, 기후변화 생물지표종 및 생태계교란 생물 등은 국립생물자원관에서 운영하는 한반도의 생물다양성 홈페이지 자료를 기준으로 정리하였다. 또한 우점도지수(DI, Dominance index)(McNaughton, 1967), 다양도지수(H' , Diversity index)(Pielou, 1969), 균등도지수(EI, Evenness index)(Pielou, 1975), 풍부도지수(RI, Richness index)(Margalef, 1958)를 산출하여 정양지에서 서식하는 곤충류의 군집특성을 파악하고자 하였다.

3. 연구 결과

가. 전체 종구성

정양지의 곤충류 조사결과 총 12목 79과 228종의 곤충류가 확인되었다. 분류군별로는 딱정벌레목이 13과 54종(23.68%)으로 가장 많은 종수를 나타냈으며, 나비목 16과 49종(21.49%), 노린재목 17과 43종(18.86%), 메뚜기목과 잠자리목 6과 20종(8.77%), 벌목 6과 17종(7.46%), 파리목 9과 16종(7.02%), 사마귀목 1과 4종(1.75%), 집게벌레목 2과 2종(0.88%), 날도래목·바퀴목·하루살이목이 각각 1과 1종(0.44%) 등의 순으로 나타났다(표 2).

우점군으로 나타난 딱정벌레목은 습지 주변 초지에서 서식하는 잎벌레류

와 무당벌레류, 함정트랩과 유인등 조사에서 채집된 먼지벌레류 및 풍덩이류가 다양한 곤충군을 형성한 것으로 보이며, 나비목의 경우 습지 주변 초지에 서식하는 나비를 포함하여 유인등 조사에서 채집된 나방류가 더해져 비교적 다양한 곤충군을 형성하였다. 또한 노린재목, 메뚜기목 및 잠자리목 등 상대적으로 우점율이 높았던 분류군은 습지 주변의 서식환경을 잘 대변할 수 있는 분류군으로 나타났다.

표 2. 합천 정양지의 육상곤충류 출현 현황

목명	과수	종수	상대적 우점율(%)
바퀴목	1	1	0.44
나비목	16	49	21.49
메뚜기목	6	20	8.77
딱정벌레목	13	54	23.68
잠자리목	6	20	8.77
집게벌레목	2	2	0.88
노린재목	17	43	18.86
사마귀목	1	4	1.75
하루살이목	1	1	0.44
날도래목	1	1	0.44
파리목	9	16	7.02
벌목	6	17	7.46
12목	79과	228종	100.00

나. 주요종 출현현황

정양지의 육상곤충류 조사결과 멸종위기 야생생물에 포함되는 곤충류는 확인되지 않았으나 고유종 2종(여치, 우리벼메뚜기), 국외반출 승인대상종 66종(가시측범잠자리, 검은물잠자리 등), 기후변화 지표생물종 4종(남방노랑나비, 넓적배사마귀 등), 생태계교란 생물 2종(미국선녀벌레, 갈색날개매미충), 국가적색목록 취약종(VU) 1종(꼬리명주나비)이 확인되었다(표 3).

이전 조사에서 곽 등(2020, 2023)에 의해 확인되었던 대모잠자리(멸종위기 야생생물 II 급)는 본 조사에서는 확인되지 않았으나 근래에 확인되었던 만큼 향후 조사에서 다시 조사될 가능성이 높을 것으로 보인다.

표 3. 주요종 출현현황

구분	증명
멸종위기종	해당사항 없음
고유종(2)	여치, 우리벼메뚜기
국외반출 승인대상종 (66)	가시촉범잠자리, 검은물잠자리, 고추잠자리, 국화하늘소, 꼬리명주나비, 남방부전나비, 남생이잎벌레, 넓적배사마귀, 노란허리잠자리, 녹색공풍덩이, 동양하루살이, 두눈박이쌍살벌, 두점박이좁잠자리, 들깃동잠자리, 등검은실잠자리, 등빨간먼지벌레, 등줄실잠자리, 말매미, 무당벌레, 물땡땡이, 물잠자리, 밀잠자리, 밤나무잎벌레, 방아깨비, 방울실잠자리, 배노랑긴가슴잎벌레, 배자바구미, 배치레잠자리, 버들잎벌레, 벌줄풍덩이, 사마귀, 사시나무잎벌레, 상아잎벌레, 쌍무늬먼지벌레, 쌍색풍덩이, 싹잎벌레, 아시아실잠자리, 알락하늘소, 애매미, 애물땡땡이, 애홍점박이무당벌레, 어리호박벌, 여치, 오이잎벌레, 왕귀뚜라미, 왕파리매, 왕풍덩이, 우리벼메뚜기, 점날개잎벌레, 중국청람색잎벌레, 참검정풍덩이, 참볼록모메뚜기, 공풍덩이, 큰검정풍덩이, 큰줄날도래, 털두꺼비하늘소, 파리매, 풀무치, 풀색꽃무지, 풀색노린재, 풀색먼지벌레, 풍덩이, 홀쭉밀잠자리, 홍점알락나비, 황호리병잎벌, 흰띠길쭉바구미
기후변화 지표생물종 (4)	남방노랑나비, 넓적배사마귀, 말매미, 푸른아시아실잠자리
생태계교란 생물(2)	미국선녀벌레, 갈색날개매미충
국가적색목록(1)	꼬리명주나비(취약(VU))

다. 군집분석

정양지의 육상곤충류 군집분석 결과 전체 우점종은 스미스개미(0.10)로 나타났으며, 5월에는 메추리노린재(0.09), 7월에는 스미스개미(0.13), 9월에는 애긴노린재와 네발나비가 0.12의 우점도 지수로 각각 우점종으로 확인되었다. 우점도 지수는 특정한 종에 치우치지 않고 전체적으로 0.10 안팎의 비교적 낮은 지수를 나타냈다. 다양도는 5월에 4.17, 7월 4.53, 9월 3.71로 대체적으로 양호한 지수를 나타냈으며, 균등도 및 풍부도는 0.88~0.93과 12.11~24.86으로 비교적 안정된 군집에서 나타나는 수치를 각각 나타냈다 (표 4).

표 4. 합천 정양지 육상곤충류 군집분석 결과

조사시기	우점종	우점도 (DI)	다양도 (H')	균등도 (EI)	풍부도 (RI)
춘계(5월)	메추리노린재	0.09	4.17	0.93	15.85
하계(7월)	스미스개미	0.13	4.53	0.90	24.86
추계(9월)	애긴노린재, 네발나비	0.12	3.71	0.88	12.11
전체	스미스개미	0.10			

우점도와 다양도 지수에 따른 정양지의 군집특성 및 환경상태 분석결과 중간 경쟁의 경쟁력은 높거나 매우 높고 군집 안정도는 안정적이거나 매우 안정적인 것으로 나타났으며, 환경 상태 또한 양호하거나 매우 양호한 것으로 분석되었다(표 5).

표 5. 우점도와 다양도에 따른 군집특성 및 환경상태(박 등, 2006)

우점도(DI)	다양도(H')	종간경쟁	군집 안정도	환경 상태
0.90 ~ 1.00	0.000 ~ 1.00	경쟁력 파괴	극한 안정	매우 불량
0.70 ~ 0.90	1.00 ~ 2.00	경쟁력 약함	불안정	불량
0.50 ~ 0.70	2.00 ~ 3.00	경쟁력 다소 높음	다소 안정	다소 양호
0.25 ~ 0.50	3.00 ~ 4.00	경쟁력 높음	안정	양호
< 0.25	> 4.00	경쟁력 매우 높음	매우 안정	매우 양호

4. 고찰

가. 출현종 특성과 육상곤충분야로서의 습지가치

본 조사에서 확인된 육상곤충류는 총 12목 79과 228종이었으며, 이는 2000년 이후부터 조사된 5차례 조사에 비해 40~75% 증가된 수치이다. 이는 정양지의 곤충 다양성이 점진적으로 높아지고 있으며, 정양지의 습지 생태계가 안정적이고 건강한 상태로 자리 잡고 있다는 것을 방증한다. 우점군으로 나타난 딱정벌레목은 습지 주변 초지에서 서식하는 잎벌레류와 무당

벌레류, 그리고 함정트랩에서 조사된 수변성 먼지벌레류, 유인등 조사에서 확인된 풍뎡이류 및 물뎡뎡이류 등이 다양한 곤충군을 형성하였다. 나비목 곤충의 경우 습지 주변 초지의 흡밀식물에서 활동하는 나비를 포함하여 유인등 조사에서 채집된 초지성 나방류가 더해져 비교적 다양한 곤충군을 형성하였다. 이 밖에 노린재목, 메뚜기목 및 잠자리목 등 상대적으로 우점했던 다양한 분류군 역시 습지의 서식환경을 잘 대변할 수 있는 분류군으로 구성되어 안정된 습지 생태계를 유지하고 있는 것으로 사료된다.

본 조사에서는 확인되지 않았지만 과거조사(곽 등, 2020, 2023)에서 확인된 대모잠자리의 경우 서식처의 확보를 위한 꾸준한 관리와 지속적인 관찰이 필요하며, 국가적색목록 취약종(VU)인 꼬리명주나비의 서식지 및 먹이식물의 지속적인 관리도 필요해 보인다. 아울러 본조사에서 확인된 4종(남방노랑나비, 넓적배사마귀, 말매미, 푸른아시아실잠자리)의 기후변화 지표생물종은 남방계 곤충으로 기후변화로 인한 습지 생태계의 변화를 관찰하는데 바로미터로 활용될 수 있으므로 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 보인다.

나. 습지보호지역 지정 가치

정양지를 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치로서 생물다양성이 비교적 양호하고 중간 경쟁의 경쟁력이 높아 건강한 생태계를 구성하며, 군집의 안정도나 환경 상태도 안정적이거나 양호한 것으로 확인되었다. 또한 멸종위기종 II 급인 대모잠자리의 출현이 2020년과 2023년 조사에서 확인되었으며, 정양지 생태공원의 다양한 수생식물, 수변(산책로 주변)의 교목류 및 관목류의 형성으로 인해 초지성 곤충에 국한되지 않고 다양한 곤충이 서식하기 유리한 환경을 지닌다. 아울러 습지가 인근 산지로 위요된 지형을 지녀 곤충류의 지속적인 유입이 가능하여 곤충 다양성은 점진적으로 올라갈 것으로 사료되며, 이는 상위포식자인 조류, 양서류, 파충류 등의 중요한 먹이원으로 작용하여 전반적인 생물다양성 유지에 도움을 줄 것으로 판단된다(표 6).

표 6. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	생물다양성이 비교적 양호하고, 군집분석 결과 중간 경쟁력이 높고 군집의 안정도나 환경 상태도 안정적이거나 양호한 것으로 나타남
멸종위기 야생생물	본 조사에서는 확인되지 않았으나 곽 등(2020, 2023)에 의해 비교적 근래에 대모잠자리(멸종위기종 II 급)의 서식이 확인되었음
경관 및 지형	정양지 생태공원의 다양한 수생식물, 수변(산책로 주변)의 교목류 및 관목류의 형성으로 인해 초지성 곤충에 국한되지 않고 다양한 곤충이 서식하기에 유리한 환경을 지님
기능 및 역할	습지가 인근 산지로 위요된 입지로 인해 주변 산림과의 지속적인 상호작용으로 인해 곤충류의 점진적인 다양성 확보가 가능할 것으로 보이며, 이는 조류, 양서류, 파충류 등의 중요한 먹이원으로 작용하여 전반적인 생물다양성 유지에 도움을 줄 것으로 판단됨

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

정양지는 과거에 비해 보전 및 관리가 비교적 잘 이루어지고 있는 습지로 보이나 합천군 읍소재지와 인접하여 방문하는 탐방객의 숫자가 늘고 있어 이에 따른 서식지 보전에 대한 몇 가지 보완 대책이 필요할 것으로 보인다. 첫째, 조사지역인 아천교 인근에서 붕어낚시를 하는 낚시객의 모습이 종종 포착된바 수질 개선 및 수변 환경오염 방지를 위해 낚시금지구역을 확대·지정해야 할 것으로 판단된다. 낚시객의 지속적인 출입으로 인한 주변 쓰레기 배출 및 떡밥 등의 수중 투기는 궁극적으로 습지의 생물다양성을 떨어뜨리는 결과를 초래할 가능성이 크다. 둘째, 산책로 곳곳에 버려진 담배꽂초 및 쓰레기들이 확인되어 환경보호에 대한 시민인식 강화 및 환경정화 활동을 강화해야 할 것으로 보인다. 셋째, 조사지 상류인 아천의 사곡교 인근의 농경지 활용에 대해 고민해 볼 필요가 있다. 현재 농업 경영이 이루어지고 있는 상황에서 친환경 농법을 유도하거나 최후의 방법으로 농경지 매입을 고려해 안정된 서식지 환경을 조성할 필요가 있다.

본 조사에서 확인된 생태계교란 생물인 미국선녀벌레, 갈색날개매미충은 언제든지 대발생이 가능한 돌발해충으로 개체수 증가 시 습지생태계에 큰

영향을 끼칠 수 있으므로 지속적이고 주기적인 모니터링이 필요하다. 아울러 본 조사에서는 확인되지 않았지만 곽 등(2020, 2023)에 의해 확인된 등 검은말벌 및 꽃매미의 지속적인 관찰도 필요해 보인다.

참고문헌

- 경상남도람사르환경재단. 2020. 정양늪 습지관리계획 수립. 합천군, 144pp.
- 곽승국, 전대수, 최만영, 신은숙. 2020. 정양늪 생태공원 생태교육 및 생태관
광자원조사 연구용역. 합천군, 163pp.
- 곽승국, 전대수, 최만영. 2023. 정양늪 생태공원 생태계 조사 용역. 합천군,
55-68p.
- 권용정 · 허은엽. 2001. 매미아목(매미목). 한국경제곤충지 19 호, 농업과학기
술원, 460pp.
- 김선주, 송재형. 2017. 한국매미생태도감. 자연과생태, 128pp.
- 김용식. 2002. 한국나비도감. 교학사, 306pp.
- 김태우. 2013. 메뚜기 생태도감, 지오북, 381pp.
- 박규택, 권용정, 박종균, 배양섭, 배연재, 변봉규, 이봉우, 이승환, 이종욱,
이종은, 한경덕, 한호연. 2012. 한국곤충대도감. 지오북, 600pp.
- 박연규, 서광성, 최충길. 2006. 환경생물학. 대학서림, 426pp.
- 박종균, 백종철. 2001. 딱정벌레과(딱정벌레목). 한국경제곤충 12. 농업과학
기술원, 180pp
- 박해철, 김성수, 이영보, 이영준. 2006. 딱정벌레. 교학사, 358pp.
- 배양섭, 변봉규, 백문기. 2008. 한국산 명나방상과 도해도감. 산림청, 426pp.
- 백문기. 2012. 한국 밤 곤충 도감. 자연과생태, 448pp.
- 백문기. 2016. 화살표 곤충도감. 자연과생태, 552pp.
- 백문기, 신유향. 2010. 한반도의 나비. 자연과생태, 430pp.
- 백문기, 신유향. 2014. 한반도 나비 도감. 자연과생태, 600pp.
- 신유향. 1989. 원색한국곤충도감 I. 나비편. 아카데미서적, 264pp.
- 신유향. 2001. 원색한국나방도감. 아카데미서적, 552pp.
- 안수정, 김원근, 김상수, 박정규. 2018. 한국 육서 노린재. 자연과생태,
632pp.
- 안승락, 2013. 잎벌레 세계. 자연과생태, 184pp.
- 이종욱, 김기범. 2003. 2022 전국내륙습지 자연환경조사: 낙동강(박실지 · 정

- 양지). 국립환경연구원, 285-302p.
- 이종은, 안승락. 2001. 잎벌레과(딱정벌레목). 한국경제곤충 14 호, 농업과학기술원, 229pp.
- 정광수. 2012. 한국의 잠자리. 자연과생태, 272pp.
- 정광수. 2018. 한국 잠자리 그림검색표. 자연과생태, 92pp.
- 정상우, 배연재, 안승락, 백운기. 2016. 잠자리표본도감. 자연과생태, 240pp.
- 한국환경생태기술연구소. 2014. “정양늪 생태공원 수생태계” 모니터링 보고서(2014년) 현황조사 보고서(1~4차). 합천군, 124pp.
- 한국환경생태기술연구소. 2018. “정양늪 생태공원 수생태계” 모니터링 보고서(2018년) 현황조사 보고서(1~4차). 합천군, 236pp.
- 합천군. 2024. 수려한 합천 정양늪: 생태공원소개.
<https://www.hc.go.kr/06543/06564.web>.
- Margalef, D. R. (1957). Information theory in ecology. *Memorias de la Real Academica de ciencias y artes de Barcelona*, 32, 374-559.
- McNaughton, S. J. (1967). Relationships among functional properties of Californian grassland. *Nature*, 216(5111), 168-169.
- Pielou, E. C. (1969). *An introduction to mathematical ecology*. New York, USA, Wiley-Inter-science.
- Pielou, E. C. (1975). Ecological diversity (No. 574.524018 P5).

부록(사진자료)



조사지역 전경_사곡교 인근 아천



조사지역 전경_사곡교 인근 농경지



조사지역 전경_대목교 인근 아천



조사지역 전경_아천교 인근 아천



조사지역 전경_징검다리 인근 아천



조사지역 전경_정양지 생태공원



조사지역 위험요인_낚시객 출입



조사지역 위험요인_건축자재, 폐기물 등



종사진_갈색날개매미충(생태계교란
생물)



종사진_미국선녀벌레(생태계교란 생물)



종사진_칠성무당벌레



종사진_홍점알락나비



종사진_물땡땡이



종사진_반원무늬애기잎말이나방



조사사진_유인등 조사



조사사진_함정트랩

부록(종 목록)

분류군 명	조사시기			합계	특이사항
	5월	7월	9월		
Order Blattodea 바퀴목					
Family Ectobiidae 바퀴과					
<i>Blattella nipponica</i> 산바퀴	2			2	
Order Coleoptera 딱정벌레목					
Family Attelabidae 거위벌레과					
<i>Cycnotrachelodes cyanopterus</i> 노랑배거위벌레		1		1	
Family Buprestidae 비단벌레과					
<i>Agilus plasoni plasoni</i> 멧쟁이호리비단벌레		1		1	
Family Carabidae 딱정벌레과					
<i>Chlaenius (Chlaenius) pallipes</i> 풀색먼지벌레	3		2	5	국반
<i>Chlaenius (Lissaugenius) naeviger</i> 쌍무늬먼지벌레		14	2	16	국반
<i>Chlaenius (Pachydinodes) virgulifer</i> 끝무늬먼지벌레	1	1		2	
<i>Dolichus halensis halensis</i> 등빨간먼지벌레	1		1	2	국반
<i>Nebria (Sadonebria) chinensis</i> 중국먼지벌레	2	3		5	
<i>Parena cavipennis</i> 납작선두리먼지벌레		1		1	
<i>Pheropsophus (Stenaptinus) javanus</i> 남방흑탄먼지벌레	2	4	2	8	
<i>Synuchus (Crepidactyla) nitidus</i> 윤납작먼지벌레		2	2	4	
Family Cerambycidae 하늘소과					
<i>Agapanthia (Epopetes) amurensis</i> 남색초원하늘소	1			1	
<i>Anoplophora chinensis</i> 알락하늘소		1		1	국반
<i>Moechotypa diphyis</i> 털두꺼비하늘소	1			1	국반
<i>Neocerambyx raddei</i> 하늘소		1		1	
<i>Phytoecia (Phytoecia) rufiventris</i> 국화하늘소	1			1	국반
Family Cetoniidae 꽃무지과					
<i>Gametis jucunda</i> 풀색꽃무지		2		2	국반
Family Chrysomelidae 잎벌레과					
<i>Aulacophora indica</i> 오이잎벌레		1		1	국반
<i>Aulacophora nigripennis nigripennis</i> 검정오이잎벌레	2		2	4	
<i>Basilepta fulvipes</i> 금록색잎벌레		4		4	
<i>Cassida nebulosa</i> 남생이잎벌레		1		1	국반
<i>Chrysochus chinensis</i> 중국청람색잎벌레		1		1	국반
<i>Chrysolina (Anopachys) aurichalcea</i> 쪽잎벌레	2	4		6	국반
<i>Chrysomela populi</i> 사시나무잎벌레	1			1	국반
<i>Chrysomela vigintipunctata vigintipunctata</i> 버들잎벌레	2			2	국반
<i>Gallerucida bifasciata</i> 상아잎벌레	1			1	국반
<i>Gastrophysa (Gastrophysa) atrocyanea</i> 좀남색잎벌레	7			7	
<i>Lema (Lema) concinnipennis</i> 배노랑긴가슴잎벌레		2		2	국반
<i>Monolepta quadriguttata</i> 크로바잎벌레		1		1	
<i>Nonarthra cyanea cyanea</i> 점날개잎벌레	1			1	국반
<i>Physosmaragdina nigrifrons</i> 밤나무잎벌레		4		4	국반
Family Coccinellidae 무당벌레과					
<i>Chilocorus kuwanae</i> 애홍점박이무당벌레		2		2	국반
<i>Coccinella (Coccinella) septempunctata</i> 칠성무당벌레	11	7	11	29	
<i>Harmonia axyridis</i> 무당벌레	10	3		13	국반
<i>Hippodamia (Hemisphaerica) tredecimpunctata</i> 열석점긴다리무당벌레		2		2	
<i>Propylea japonica</i> 꼬마남생이무당벌레	3	14		17	
Family Curculionidae 바구미과					
<i>Cardipennis shaowuensis</i> 환삼덩굴좀쌀바구미		1		1	
<i>Lixus (Eulixus) acutipennis</i> 흰띠길쭉바구미	1			1	국반

분류군 명	조사시기			합계	특이사항
	5월	7월	9월		
<i>Sitona hispidulus</i> 들바구미	1			1	
<i>Sternuchopsis (Mesalcidodes) trifidus</i> 배자바구미		1		1	국반
Family Elateridae 방아벌레과					
<i>Ludioschema vittiger vittiger</i> 검정테광방아벌레		1		1	
Family Endomychidae 무당벌레붙이과					
<i>Ancylopus pictus asiaticus</i> 무당벌레붙이	1			1	
Family Hydrophilidae 물땡땡이과					
<i>Hydrophilus (Hydrophilus) acuminatus</i> 물땡땡이		1		1	국반
<i>Sternolophus rufipes</i> 애물땡땡이		1		1	국반
Family Melolonthidae 검정풍땡이과					
<i>Hilyotrogus bicolorus</i> 쌍색풍땡이		5		5	국반
<i>Holotrichia diomphalia</i> 참검정풍땡이		1		1	국반
<i>Holotrichia parallela</i> 큰검정풍땡이		5		5	국반
<i>Melolontha incana</i> 왕풍땡이		1		1	국반
Family Rutelidae 풍땡이과					
<i>Adoretus tenuimaculatus</i> 주둥무늬차색풍땡이		1		1	
<i>Anomala mongolica</i> 몽고청둥풍땡이		3		3	
<i>Blitopertha orientalis</i> 등얼룩풍땡이		3		3	
<i>Mimela splendens</i> 풍땡이		2		2	국반
<i>Mimela testaceipes</i> 별줄풍땡이		12		12	국반
<i>Popillia mutans</i> 쿡풍땡이	2			2	국반
<i>Popillia quadriguttata</i> 녹색쿡풍땡이	1			1	국반
Order Dermaptera 집게벌레목					
Family Anisolabididae 민집게벌레과					
<i>Euborellia annulipes</i> 애흰수염집게벌레		9	3	12	
Family Forficulidae 집게벌레과					
<i>Timomenus komarowi</i> 고마로브집게벌레	1			1	
Order Diptera 파리목					
Family Asilidae 파리매과					
<i>Cophinopoda chinensis</i> 왕파리매		1		1	국반
<i>Promachus yesonicus</i> 파리매		1		1	국반
Family Platystomatidae 알락파리과					
<i>Rivellia apicalis</i> 민무늬콩알락파리		1		1	
Family Pyrgotidae 풍땡이파리과					
<i>Eupyrgota rufosetosa</i> 노랑털풍땡이파리		1		1	
Family Sciomyzidae 들파리과					
<i>Sepedon aenescens</i> 빨들파리			2	2	
Family Stratiomyidae 등에등에과					
<i>Odontomyia garatas</i> 범등에등에		1		1	
Family Syrphidae 꽃등에과					
<i>Allograpta javana</i> 차바꽃등에	2	4	1	7	
<i>Episyrphus balteatus</i> 호리꽃등에	2	3	7	12	
<i>Eristalis tenax</i> 꽃등에			2	2	
<i>Melanostoma mellinum</i> 광불이꽃등에			1	1	
<i>Mesembrius flaviceps</i> 노랑배수중다리꽃등에	2	1		3	
<i>Sphaerophoria menthastris</i> 꼬마꽃등에	2		1	3	
<i>Syritta pipiens</i> 알통다리꽃등에		1		1	
Family Tabanidae 등에과					
<i>Tabanus mandarinus</i> 채등에		1		1	
Family Tachinidae 기생파리과					
<i>Gymnosoma rotundata</i> 똥보기생파리	1	1	1	3	
Family Tephritidae 과실파리과					
<i>Campiglossa hirayamae</i> 국화좀과실파리	1			1	

분류군 명	조사시기			합계	특이사항
	5월	7월	9월		
Order Ephemeroptera 하루살이목					
Family Ephemeridae 하루살이과					
<i>Ephemera orientalis</i> 동양하루살이	2			2	국반
Order Hemiptera 노린재목					
Family Alydidae 호리허리노린재과					
<i>Riptortus clavatus</i> 톱다리개미허리노린재	1	1	3	5	
Family Aphrophoridae 거품벌레과					
<i>Petaphora maritima</i> 갯잎거품벌레			1	1	
Family Cercopidae 좀매미과					
<i>Eoscartopsis assimilis</i> 쥐머리거품벌레		1	2	3	
Family Cicadellidae 매미충과					
<i>Bothrogonia ferruginea</i> 끝검은말매미충			2	2	
<i>Cicadella viridis</i> 말매미충	1			1	
Family Cicadidae 매미과					
<i>Cryptotympana atrata</i> 말매미		1		1	기후, 국반
<i>Hyalessa maculaticollis</i> 참매미		2		2	
<i>Meimuna opalifera</i> 애매미		3		3	국반
<i>Platypleura kaempferi</i> 털매미		3		3	
Family Coreidae 허리노린재과					
<i>Anoplocnemis dallasi</i> 장수허리노린재			1	1	
<i>Cletus punctiger</i> 시골가시허리노린재	2	3		5	
<i>Cletus schmidtii</i> 우리가시허리노린재	4	3	7	14	
<i>Homoeocerus (Tilponius) dilatatus</i> 넓적배허리노린재	1	1		2	
<i>Homoeocerus (Tilponius) unipunctatus</i> 두점배허리노린재	2	1	2	5	
<i>Hygia (Colpura) lativentris</i> 떼허리노린재	2			2	
<i>Hygia (Hygia) opaca</i> 애허리노린재	4			4	
Family Delphacidae 멸구과					
<i>Saccharosydne procerus</i> 풀멸구		3		3	
<i>Stenocranus matsumurai</i> 일본멸구			1	1	
Family Derbidae 긴날개멸구과					
<i>Diostribus politus</i> 주홍긴날개멸구		2		2	
Family Flatidae 선녀벌레과					
<i>Metcalfa pruinosa</i> 미국선녀벌레			2	2	교란
Family Lygaeidae 긴노린재과					
<i>Nysius plebejus</i> 애긴노린재	6	18	18	42	
<i>Pachygrontha antennata</i> 더듬이긴노린재	5	2	2	9	
<i>Panaorus albomaculatus</i> 흰무늬긴노린재		2		2	
<i>Panaorus csikii</i> 어리흰무늬긴노린재		4		4	
Family Malcidae 뽕나무노린재과					
<i>Chauliops fallax</i> 게눈노린재		1	1	2	
Family Miridae 장님노린재과					
<i>Adelphocoris suturalis</i> 변색장님노린재	2			2	
<i>Trigonotylus caelestialium</i> 빨간촉각장님노린재	1			1	
Family Pentatomidae 노린재과					
<i>Aelia fieberi</i> 메추리노린재	12	28		40	
<i>Carbula putoni</i> 가시노린재	1		5	6	
<i>Dolycoris baccarum</i> 알락수염노린재	1	9	1	11	
<i>Eurydema gebleri gebleri</i> 북쪽비단노린재	8	4		12	
<i>Halyomorpha halys</i> 썩덩나무노린재	1	7		8	
<i>Menida violacea</i> 감보라노린재	1			1	
<i>Nezara antennata</i> 풀색노린재		1		1	국반
<i>Piezodorus hybneri</i> 가로줄노린재		1		1	
<i>Plautia stali</i> 갈색날개노린재		1		1	

분류군 명	조사시기			합계	특이사항
	5월	7월	9월		
Family Plataspididae 알노린재과					
<i>Megacopta punctatissima</i> 무당알노린재	10	9	5	24	
Family Rhopalidae 잡초노린재과					
<i>Liorhyssus hyalinus</i> 투명잡초노린재		1		1	
<i>Rhopalus (Aeschyntelus) maculatus</i> 붉은잡초노린재		3		3	
<i>Rhopalus (Aeschyntelus) sapporensis</i> 삿포로잡초노린재	2	1		3	
<i>Stictopleurus minutus</i> 점흑다리잡초노린재	2	6		8	
Family Ricaniidae 큰날개매미충과					
<i>Ricania sublimata</i> 갈색날개매미충			2	2	교란
Family Scutelleridae 광대노린재과					
<i>Eurygaster testudinaria testudinaria</i> 도토리노린재	2	9	2	13	
Order Hymenoptera 벌목					
Family Apidae 꿀벌과					
<i>Apis mellifera</i> 양봉꿀벌	6	5	14	25	
<i>Nomada japonica</i> 왜알락꽃벌			1	1	
<i>Xylocopa appendiculata circumvolans</i> 어리호박벌	1	1		2	국반
Family Formicidae 개미과					
<i>Camponotus japonicus</i> 일본왕개미	6			6	
<i>Lasius japonicus</i> 고동털개미		2		2	
<i>Nylanderia flavipes</i> 스미스개미	8	32	13	53	
<i>Pristomyrmex punctatus</i> 그물등개미		3		3	
<i>Tetramorium tsushimae</i> 주름개미		2		2	
Family Halictidae 꼬마꽃벌과					
<i>Seladonia (Seladonia) aeraria</i> 구리꼬마꽃벌	2			2	
Family Ichneumonidae 맵시벌과					
<i>Metopius (Metopius) rufus browni</i> 누런줄몽톡맵시벌		1		1	
Family Tenthredinidae 잎벌과					
<i>Tenthredo mortivaga</i> 황호리병잎벌	1			1	국반
Family Vespidae 말벌과					
<i>Oreumenes decoratus</i> 큰호리병벌		1		1	
<i>Polistes chinensis antennalis</i> 두눈박이쌍살벌	2	1		3	국반
<i>Polistes mandarinus</i> 어리별쌍살벌		1		1	
<i>Polistes snelleni</i> 별쌍살벌			1	1	
<i>Vespa crabro flavofasciata</i> 말벌	1			1	
<i>Vespula flaviceps flaviceps</i> 땅벌			1	1	
Order Lepidoptera 나비목					
Family Crambidae 풀명나방과					
<i>Chilo suppressalis</i> 이화명나방		5		5	
<i>Neopodiasia mixtalis</i> 깨다시포충나방		1		1	
<i>Spoladea recurvalis</i> 흰띠명나방			2	2	
Family Drepanidae 갈고리나방과					
<i>Cyclidia substigmatica nigralbata</i> 왕인갈고리나방		2		2	
Family Erebiidae 태극나방과					
<i>Edessena hamada</i> 쌍복관눈수염나방		2		2	
<i>Lymantria mathura</i> 붉은매미나방		2		2	
<i>Somena pulvereana</i> 꼬마독나방		1		1	
<i>Spilarctia seriatopunctata</i> 줄점불나방		3		3	
<i>Spilarctia subcarnea</i> 배붉은흰불나방		2		2	
Family Geometridae 자나방과					
<i>Epobesia tigrata</i> 노랑날개무늬자나방		1		1	
Family Hesperidae 팔랑나비과					
<i>Daimio tethys</i> 왕자팔랑나비	2		1	3	
<i>Lobocla bifasciata</i> 왕팔랑나비	1			1	

분류군 명	조사시기			합계	특이사항
	5월	7월	9월		
<i>Parnara guttata</i> 줄점팔랑나비			7	7	
Family Limacodidae 켤기나방과					
<i>Austrapoda dentata</i> 흰점켤기나방		1		1	
<i>Belippa horrida</i> 끝검은켤기나방		1		1	
<i>Narosa fulgens</i> 꼬마얼룩무늬켤기나방		2		2	
<i>Neothosea suigensis</i> 새극동켤기나방		1		1	
<i>Phlossa conjuncta</i> 남방켤기나방		2		2	
Family Lycaenidae 부전나비과					
<i>Cupido argiades</i> 암먹부전나비	5		4	9	
<i>Lycaena phlaeas</i> 작은주홍부전나비		2		2	
<i>Tongeia fischeri</i> 먹부전나비		1		1	
<i>Zizeeria maha</i> 남방부전나비	2	3	16	21	국반
Family Noctuidae 밤나방과					
<i>Cosmia achatina</i> 제주꼬마밤나방		1		1	
Family Notodontidae 재주나방과					
<i>Fentonia ocypete</i> 밤나무재주나방		1		1	
<i>Phalera angustipennis</i> 좁은날개재주나방		2		2	
<i>Stauropus fagi</i> 재주나방		1		1	
Family Nymphalidae 네발나비과					
<i>Argynnis laodice</i> 흰줄표범나비		1		1	
<i>Argyreus hyperbius</i> 암끝검은표범나비			1	1	
<i>Hestina assimilis</i> 홍점알락나비	1			1	국반
<i>Neptis sappho</i> 애기세줄나비	7	2	2	11	
<i>Polygonia c-aureum</i> 네발나비	2	2	18	22	
<i>Vanessa cardui</i> 작은멋쟁이나비			1	1	
<i>Ypthima multistriata</i> 물결나비		1		1	
Family Papilionidae 호랑나비과					
<i>Papilio bianor</i> 제비나비		1		1	
<i>Papilio macilentus</i> 긴꼬리제비나비	1			1	
<i>Papilio xuthus</i> 호랑나비	1	1	1	3	
<i>Sericinus montela</i> 꼬리명주나비		2		2	국반, 적색(VU)
Family Pieridae 흰나비과					
<i>Colias erate</i> 노랑나비	1			1	
<i>Eurema mandarina</i> 남방노랑나비	4		15	19	기후
<i>Pieris canidia</i> 대만흰나비	3			3	
<i>Pieris melete</i> 큰줄흰나비	6			6	
<i>Pieris rapae</i> 배추흰나비	8	5	13	26	
Family Psychidae 주머니나방과					
<i>Eumeta variegata</i> 남방차주머니나방		2		2	
Family Pyralidae 명나방과					
<i>Orybina regalis</i> 노랑눈비단명나방		1		1	
Family Sphingidae 박각시과					
<i>Clanis undulosa</i> 무늬콩박각시		1		1	
<i>Marumba sperchius</i> 등줄박각시		1		1	
<i>Rhagastis mongoliana</i> 우단박각시		2		2	
<i>Theretra japonica</i> 줄박각시		2		2	
Family Tortricidae 잎말이나방과					
<i>Epiblema sugii</i> 반원무늬애기잎말이나방		1		1	
Order Mantodea 사마귀목					
Family Mantidae 사마귀과					
<i>Hierodula patellifera</i> 넓적배사마귀		2		2	기후, 국반
<i>Statilia maculata</i> 줄사마귀			1	1	
<i>Tenodera angustipennis</i> 사마귀			3	3	국반

분류군 명	조사시기			합계	특이사항
	5월	7월	9월		
<i>Tenodera sinensis</i> 왕사마귀			1	1	
Order Odonata 잠자리목					
Family Aeshnidae 왕잠자리과					
<i>Anax parthenope julius</i> 왕잠자리	1			1	
Family Calopterygidae 물잠자리과					
<i>Atrocalopteryx atrata</i> 검은물잠자리	5	2	3	10	국반
<i>Calopteryx japonica</i> 물잠자리	10	1		11	국반
Family Coenagrionidae 실잠자리과					
<i>Ischnura asiatica</i> 아시아실잠자리	4	1		5	국반
<i>Ischnura senegalensis</i> 푸른아시아실잠자리	1			1	기후
<i>Paracercion calamorum</i> 등검은실잠자리	4	1		5	국반
<i>Paracercion hieroglyphicum</i> 등줄실잠자리	4	1		5	국반
Family Gomphidae 측범잠자리과					
<i>Gomphidia confluens</i> 어리부채장수잠자리		1		1	
<i>Trigomphus citimus</i> 가시측범잠자리	1			1	국반
Family Libellulidae 잠자리과					
<i>Crocothemis servilia mariannae</i> 고추잠자리	1	2		3	국반
<i>Lyriothemis pachygastra</i> 배치레잠자리	1			1	국반
<i>Orthetrum albistylum</i> 밀잠자리	7	4		11	국반
<i>Orthetrum lineostigma</i> 홀쭉밀잠자리		2		2	국반
<i>Pantala flavescens</i> 뽕잠자리		2		2	
<i>Pseudothemis zonata</i> 노란허리잠자리		4		4	국반
<i>Rhyothemis fuliginosa</i> 나비잠자리		6		6	
<i>Sympetrum eroticum</i> 두점박이좁잠자리		1	2	3	국반
<i>Sympetrum frequens</i> 고추좁잠자리			2	2	
<i>Sympetrum risi</i> 들깃동잠자리			2	2	국반
Family Platycnemididae 방울실잠자리과					
<i>Platycnemis phyllopoda</i> 방울실잠자리	3	7		10	국반
Order Orthoptera 메뚜기목					
Family Acrididae 메뚜기과					
<i>Acrida cinerea</i> 방아깨비		14	1	15	국반
<i>Locusta migratoria migratoria</i> 풀무치		1		1	국반
<i>Oedaleus infernalis</i> 팔중이		1	16	17	
<i>Oxya sinuosa</i> 우리벼메뚜기			12	12	고유, 국반
<i>Shirakiacris shirakii</i> 등검은메뚜기			6	6	
Family Gryllidae 귀뚜라미과					
<i>Dianemobius nigrofasciatus</i> 알락방울벌레		1		1	
<i>Oecanthus longicauda</i> 긴꼬리			2	2	
<i>Teleogryllus (Brachyteleogryllus) emma</i> 왕귀뚜라미		2	2	4	국반
Family Pyrgomorphidae 섬서구메뚜기과					
<i>Atractomorpha lata</i> 섬서구메뚜기			3	3	
Family Rhaphidophoridae 폼등이과					
<i>Tachycines (Tachycines) coreanus</i> 폼등이		1		1	
Family Tetrigidae 모메뚜기과					
<i>Criotettix japonicus</i> 가시모메뚜기			2	2	
<i>Euparatettix insularis</i> 장삼모메뚜기		1		1	
<i>Formosatettix robustus</i> 참볼록모메뚜기		1		1	국반
<i>Tetrix japonica</i> 모메뚜기	1	6		7	
Family Tettigoniidae 여치과					
<i>Chizuela bonneti</i> 잔날개여치			1	1	
<i>Conocephalus (Anisoptera) exemptus</i> 긴꼬리색썩기			1	1	
<i>Gampsocleis sedakovii obscura</i> 여치			1	1	고유, 국반
<i>Kuwayamaea sapporensis</i> 북방실베짱이		1		1	

분류군 명	조사시기			합계	특이사항
	5월	7월	9월		
<i>Phaneroptera falcata</i> 실베짱이		3	1	4	
<i>Phaneroptera nigroantennata</i> 검은다리실베짱이			4	4	
Order Trichoptera 날도래목					
Family Hydropsychidae 줄날도래과					
<i>Macrostemum radiatum</i> 큰줄날도래		1		1	국반

* 고유: 고유종, 국반: 국외반출 승인대상종, 기후: 국가 기후변화 지표종, 교란: 생태계교란 생물, 적색: 국가적색목록



조 류

VIII. 조 류

이진희 · 이화진

(야생생물생태보존연구소, 프리랜서)

요 약

합천 정양지는 경상남도 합천군 대양면 정양리에 위치하며, 황강의 지류인 아천천의 배후습지이다. 자연경관이 빼어나고 다양한 야생동·식물의 서식지로 생물학적, 생태학적으로 보존가치가 높은 습지로 보고되고 있다. 정양지에 서식하는 조류상에 대한 문헌조사 시에는 총 13목 32과 72종이 확인되었으며, 그 중에서 법정보호종은 큰기러기(멸Ⅱ급)와 흰이마기러기(멸Ⅱ급), 큰고니(천, 멸Ⅱ급), 원앙(천), 황조롱이(천), 새호리기(멸Ⅱ급), 독수리(천, 멸Ⅱ급), 붉은배새매(천, 멸Ⅱ급), 참매(천, 멸Ⅱ급), 흰목물떼새(멸Ⅱ급) 등 총 10종의 서식이 확인되었다. 현지 조사는 계절별로 총 4차례에 걸쳐서 조사를 실시하였으며, 조사 중에 관찰된 종은 총 13목 30과 62종 누적 개체수 1,419개체, 최대 개체수 879개체로 확인되었다. 법정보호종은 큰기러기(멸종위기 야생생물Ⅱ급)와 큰고니(천연기념물, 멸종위기 야생생물Ⅱ급), 원앙(천연기념물), 흰꼬리수리(천연기념물, 멸종위기 야생생물Ⅰ급), 소쩍새(천연기념물), 솔부엉이(천연기념물) 등 총 6종의 서식이 확인되었다. 현지 조사 시에 다양한 산새류와 물새류들이 시기별로 관찰되었으며, 주로 정양지 내에 위치한 갈대밭, 느티나무군락 등지에서 먹이활동 및 휴식을 취하는 것으로 확인되었다. 특히, 겨울철에 무리를 형성하여 도래하여 월동하는 큰기러기와 큰고니, 청둥오리 등의 오리류의 조류에게는 월동지로써의 기능을 하는 것으로 확인되었다.

1. 서 론

습지는 호수나, 하천, 바다처럼 높은 수위를 가지지도 않으며, 육지와 다른 중간적 성격을 가지고 있는 중간적 지역이다. 주로 얕은 물로 잠겨 있으나, 수위가 없어도 대체로 물에 젖어있는 상태로 존재하는 지역이다. 과거에는 습지가 쓸모없는 땅으로 인식되어, 농경지로 개간되거나, 간척의 대상이 되었다. 그러나, 최근에는 습지가 육상 및 수중생태계를 이어주는 중간지로서 다양한 생물종의 서식과 수질 정화 작용 등이 생태계 유지에 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀졌다. 최근에 들어서는 내륙습지의 분포와 정밀조사, 국가지정습지 지정 등을 통해서 내륙습지에 대한 연구와 보호를 진행 중에 있다. 그러나, 강과 바다를 이어주는 하구에 위치한 하구습지에 대한 조사 및 연구가 최근에 활발히 진행되고 있다.

일반적으로 습지는 육지와 물을 이어주는 중간 단계의 생태적 환경 특성을 가지고 있으며, 생물다양성이 매우 높은 특수한 생태계로 알려져 있다. 특히 습지는 생물다양성이 높으며, 희귀 동·식물 등의 서식처 및 산란지로서 생태계의 보고라 불리고 있다. 또한, 야생동물보호지역 및 야생조류철새도래지로 지정되어 있는 대표 습지들은 서산 간척지와 당진 대호지, 해남 영암호, 영산호, 금호호 등이 이에 해당된다.

최근 들어 습지의 중요성이 강조되면서 환경부 및 해양수산부 등의 국가기관에서는 내륙습지의 분포와 정밀조사, 국가지정습지 지정 등의 연구를 통해 내륙습지에 대한 연구와 보호를 진행 중에 있다.

본 조사는 합천 정양지를 대상으로 현지 조사를 진행하여, 조사 지역에서 서식하는 조류상과 중요 서식지, 법정보호종 서식 현황 등을 파악하여 기초 자료를 제공, 습지보호지역 및 생태계보전지역을 보호하는데 목적이 있다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

조사 지역인 합천 정양지는 경상남도 합천군 대양면 정양리에 위치하고 있으며, 등록면적은 0.4km²이다. 황강의 지류인 아천천의 배후습지이며, 자연경관이 빼어나고 다양한 야생 동·식물의 서식지로 생물학적, 생태학적으로 보존가치가 높은 습지로 보고되고 있다(그림 1). 정양지는 약 1만년전 후빙기 이후에, 해수면의 상승과 낙동강 본류의 퇴적으로 형성된 습지로 알려져 있다. 정양지에는 약 30여 종의 어류와 20여 종의 곤충, 10여 종의

포유류, 40여 종의 조류가 서식하는 것으로 알려져 있으며, 그 중에서 법정 보호종(천연기념물, 멸종위기 야생생물)인 금개구리와 수달, 큰고니, 큰기러기 등이 서식하는 것으로 알려져 있다.



그림 1. 합천 정양지 조사지역

나. 조사시기

조류 조사 대상종은 조사지역에서 관찰되는 모든 야생조류를 대상으로 하였다. 조사 시기는 계절성 및 이동성을 고려하여 3회로 구분하여 실시하였다. 1차 조사는 겨울철 이동 조류를 대상으로 조사를 실시하였고, 2차 조사는 여름철새 조사, 3차 조사는 텃새와 이동성 조류를 대상으로 조사를 수행하였다(표 1).

표 1. 조사 시기

조사지역	조사시기	조사일자	비고
합천 정양지	1차 조사	2024년 02월 26일	겨울철 조사
	2차 조사	2024년 04월 29일~05월 01일	봄 조사
	3차 조사	2024년 06월 05일~07일	여름 조사
	4차 조사	2024. 11. 04. ~ 06.	늦가을 조사

다. 조사방법

1) 문헌조사

문헌조사는 『습지생태계변화조사(정양늪). 경상남도·경상남도람사르환경재단. 2022』와 『습지생태계변화조사(정양늪). 경상남도·경상남도람사르환경재단. 2023』 등의 문헌을 참고하여, 과거에 관찰된 종에 대해 기록하였다.

2) 현지조사

조류조사는 직접관찰, 울음소리 등에 의해 종을 식별하고 조사된 종은 야장에 개체수와 함께 위치를 기록하였으며 비행 및 이동하는 조류와 이동 중 관찰되는 조류도 모두 조사목록에 포함하였다.

현지조사는 조사지역을 이동하며, 시속 약 2km의 속도로 보행하면서 육안, 쌍안경(Nikon 25×8)을 이용하여 관찰되는 조류 종을 확인하는 선조사법(line census)을 이용하였다.

한편, 시야가 넓거나 많은 조류가 밀집되는 구간에서는 쌍안경을 이용하여 분류 및 동정하는 정점조사법(point count census)을 이용하였으며, 해당 구간 내부에서 약 10-20분간 출현하는 종과 개체수를 파악하였다. 조사된 조류의 분류체계는 『환경부·국립생물자원관의 국가생물종목록』을 따랐으며 동정은 Kim et al. (2013), Lee et al. (2000), Brazil. M(2009)을 이용하였다.

① 조류 종의 표기 및 분석 방법

각 종의 관찰된 개체수를 조사 날짜와 조사구간에서 가장 많이 관찰된 개체수를 그 종의 학명과 국명을 표기하였으며, 각 조류 종은 도래 유형에 따라 텃새(Res), 여름철새(SV), 겨울철새(WV), 나그네새(PM), 길 잃은 새(Vag.) 등으로 구분하였다. 또한, 법정보호종 중에서 천연기념물은 『천』으로, 멸종위기야생생물 I, II 급은 『멸 I, II』로 줄여서 표기하였다.

생물학적 표본 추출법에 의한 생태측정(Ecological measurement)은 우점도 지수(Index of Dominance species)와 종다양도 지수(Index of Species diversity)를 이용하였다. 조사한 결과를 종합하여 분석·비교하는데 사용한 공식들은 다음과 같다.

가) 우점도 지수(Dominance Index : D.I)

환경의 변화가 악화될수록 특정종의 우세가 나타나므로, 어떤 우점종이 군집내에서 가지는 생태적인 비를 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지표로서 이용될 수 있다는 관점에서 도출된 지수이다 (McNaughton, 1967).

$$DI = ni/N$$

DI : 우점도 지수, M : 총개체수, ni : 제 i 번째의 종의 개체수

나) 종다양도 지수(Biodiversity Index : H')

동물 군집의 종풍부도와 개체수의 상대적인 균형성을 의미하는 것으로 군집내의 복잡성을 나타내는 수치로 Margalef (1958)의 정보이론 (Information theory)에 의하여 유도된 Shannon & Weaver function (Pielou, 1966)을 사용하여 산출한다.

$$H' = -\sum(ni/n) \ln(ni/N)$$

ni : 각종의 개체수, N : 총 개체수, Ln : 자연로그

다) 균등도(Evenness Index : E')

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집내의 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou (1966)의 식을 이용하여 산출한다.

$$E' = H' / \ln(S)$$

S : 관찰된 전체 종수, H' : 종다양도, Ln : 자연로그

라) 종풍부도(Richness Index : R')

종풍부도 지수는 총 대체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것으로 전제로 하고 있다. 종풍부도 지수는 Margalef (1958)의 지수를 이용하여 산출한다.

$$R' = (S-1)/\ln(N)$$

S : 관찰된 전체 종수, N : 총 개체수, Ln : 자연로그

3. 조사결과

가. 문헌조사 결과

총 2개의 문헌조사를 실시하였으며, 총 13목 32과 72종이 확인되었다. 그 중에서 범정보호종은 큰기러기(멸 II 급)와 흰이마기러기(멸 II 급), 큰고니(천, 멸 II 급), 원앙(천), 황조롱이(천), 새호리기(멸 II 급), 독수리(천, 멸 II 급), 붉은배새매(천, 멸 II 급), 참매(천, 멸 II 급), 흰목물떼새(멸 II 급) 등 총 10종의 서식이 확인되었다(표 2).

문헌 1은 총 13목 30과 60종이 확인되었으며, 범정보호종은 큰기러기(멸 II 급)와 큰고니(천, 멸 II 급), 원앙(천), 황조롱이(천), 독수리(천, 멸 II 급), 붉은배새매(천, 멸 II 급), 참매(천, 멸 II 급), 흰목물떼새(멸 II 급) 등 8종의 서식이 확인되었다.

문헌 2는 총 12목 27과 55종이 확인되었으며, 범정보호종은 큰기러기(멸 II 급)와 흰이마기러기(멸 II 급), 큰고니(천, 멸 II 급), 원앙(천), 새호리기(멸 II 급), 참매(천, 멸 II 급) 등 6종의 서식이 확인되었다.

표 2. 문헌조사 종 목록

학명	국명	문헌자료		도래유형	비고
		문헌1	문헌2		
Galliformes	닭목				
Phasianidae	꿩과				
Phasianus colchicus	꿩	●	○	RES	
Anseriformes	기러기목				
Anatidae	오리과				
Anser fabalis	큰기러기	●	○	WV	멸 II 급
Anser erythropus	흰이마기러기		○	WV	멸 II 급
Cygnus cygnus	큰고니	●	○	WV	천, 멸 II 급
Aix galericulata	원앙	●	○	RES	천
Anas strepera	알락오리	●	○	WV	
Anas falcata	청머리오리	●	○	WV	
Anas platyrhynchos	청둥오리	●	○	WV	
Anas poecilorhyncha	흰뺨검둥오리	●	○	RES	
Anas clypeata	넓적부리	●	○	WV	
Anas crecca	쇠오리	●	○	WV	
Aythya ferina	흰죽지	●	○	WV	
Aythya fuligula	댕기흰죽지		○	WV	
Bucephala clangula	흰뺨오리	●		WV	
Podicipediformes	논병아리목				
Podicipediade	논병아리과				
Tachybaptus ruficollis	논병아리	●		RES	
Ciconiiformes	황새목				
Ardeidae	백로과				
Butorides striata	검은댕기해오라기	●	○	SV	
Ardea cinerea	왜가리	●	○	SV	
Ardea alba	중대백로	●	○	SV	
Ardea alba alba	대백로		○	WV	
Egretta intermedia	중백로	●		SV	

표 2. 계속

학명	국명	문헌자료		도래유형	비고
		문헌1	문헌2		
Pelecaniformes	사다새목				
Phalacrocoracidae	가마우지과				
<i>Phalacrocorax carbo</i>	민물가마우지	●	○	WV	
Falconiformes	매목				
Falconidae	매과				
<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	●		RES	천 멸Ⅱ급
<i>Falco subbuteo</i>	새호리기		○	SV	
Accipitridae	수리과				
<i>Aegypius monachus</i>	독수리	●		WV	천, 멸Ⅱ급 천, 멸Ⅱ급 천, 멸Ⅱ급
<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매	●		SV	
<i>Accipiter gentilis</i>	참매	●	○	WV	
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	●	○	WV	
Gruiformes	두루미목				
Rallidae	뜸부기과				
<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭	●	○	SV	
<i>Fulica atra</i>	물닭	●	○	WV	
Charadriiformes	도요목				
Charadriidae	물떼새과				
<i>Charadrius placidus</i>	흰목물떼새	●		RES	멸Ⅱ급
<i>Charadrius dubius</i>	꼬마물떼새	●		SV	
Scolopacidae	도요과				
<i>Tringa ochropus</i>	백백도요	●		WV	
<i>Actitis hypoleucos</i>	갸작도요	●	○	SV	
Columbiformes	비둘기목				
Columbidae	비둘기과				
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	●	○	RES	
Cuculiformes	두견목				
Cuculidae	두견과				
<i>Cuculus canorus</i>	빠꾸기	●	○	SV	
Coraciiformes	파랑새목				
Coraciidae	파랑새과				
<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새	●	○	SV	
Upupidae	후투티과				
<i>Upupa epops</i>	후투티	●	○	SV	
Piciformes	딱다구리목				
Picidae	딱다구리과				
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	●	○	RES	
<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리		○	RES	
<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	●	○	RES	
<i>Picus canus</i>	청딱다구리	●	○	RES	

표 2. 계속

학명	국명	문헌자료		도래 유형	비고
		문헌1	문헌2		
Passeriformes	참새목				
Laniidae	때까치과				
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	●		RES	
Oriolidae	꼭꼬리과				
<i>Oriolus chinensis</i>	꼭꼬리	●	○	SV	
Corvidae	까마귀과				
<i>Cyanopica cyanus</i>	물까치	●	○	RES	
<i>Pica pica</i>	까치	●	○	RES	
<i>Corvus corone</i>	까마귀	●		RES	
<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀		○	RES	
Paridae	박새과				
<i>Parus major</i>	박새	●	○	RES	
<i>Parus varius</i>	곤줄박이		○	RES	
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	●	○	RES	
Hirundinidae	제비과				
<i>Hirundo rustica</i>	제비		○	SV	
<i>Cecropis daurica</i>	귀제비		○	SV	
Aegithalidae	오목눈이과				
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	●	○	RES	
Pycnonotidae	직박구리과				
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	●	○	RES	
Sylviidae	휘파람새과				
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비	●	○	SV	
<i>Acrocephalus bistrigiceps</i>	쇠개개비	●		PM	
Timaliidae	붉은머리오목눈이과				
<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	●	○	RES	
Troglodytidae	굴뚝새과				
<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새	●		RES	
Turdidae	지빠귀과				
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	●		SV	
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀		○	SV	
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	●	○	WV	
Muscicapidae	솔딱새과				
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	●	○	RES	
Passeridae	참새과				
<i>Passer montanus</i>	참새	●	○	RES	
Prunellidae	바위종다리과				
<i>Prunella montanella</i>	멧종다리		○	PM	

표 2. 계속

학명	국명	문헌자료		도래유형	비고
		문헌1	문헌2		
Fringillidae	되새 과				
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	●		WV	
<i>Eophona migratoria</i>	밀화부리	●		SV	
Emberizidae	멧새 과				
<i>Emberiza cioides</i>	멧새		○	RES	
<i>Emberiza rustica</i>	쑥새	●	○	WV	
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	●	○	RES	
목 수		13	12	13	
과 수		30	27	32	
종 수		60	55	72	

주1) 문헌1 : 습지생태계변화조사(정양늪).경상남도 · 경상남도담사르환경재단. 2022

문헌2 : 습지생태계변화조사(정양늪).경상남도 · 경상남도담사르환경재단. 2023

주2) RES : 텃새, SV : 여름철새, WV : 겨울철새, PM : 나그네새, Vag. : 길 잃은 새

주3) 천 : 국가유산청(前 문화재청)지정 천연기념물, 멸 I, II : 환경부지정 멸종위기야생생물 I, II급

나. 현지조사 결과

1) 전체 조류상 결과

총 4차례의 조사를 실시하였으며, 관찰된 조류는 총 13목 30과 62종으로 확인되었으며, 누적 개체수는 1,419개체, 최대 개체수는 879개체로 확인되었다(그림 2.). 범정보호종은 큰기러기(멸 II 급)와 큰고니(천, 멸 II 급), 원앙(천), 흰꼬리수리(천, 멸 I 급), 소쩍새(천), 술부엉이(천) 등 총 6종의 서식이 확인되었다. 전체 조류 군집특성을 분석한 결과, 종다양도(H')는 2.95, 종풍부도지수(R') 8.40, 균등도(E') 0.72로 분석되었다.



그림 2. 합천 정양지 조사 시기별 종수 및 개체수 변화

2) 조사 시기별 결과

조사 시기별 합천 정양지에 출현한 조류를 비교해 보면, 가장 많은 종이 관찰된 시기는 2차 조사 시로 확인되었으며, 가장 적은 종이 관찰된 시기는 1차와 3차 조사 시로 확인되었다. 개체수에서는 1차 조사 시가 가장 많은 개체수가 관찰되었으며, 가장 적은 개체수는 3차 조사 시인 것으로 확인되었다.

조사 시기별로 종수는 조사 시기별로 비교하였을 때 큰 차이가 없는 것으로 확인되었으며, 이는 조사지역에 서식하는 텃새와 철새(여름철새, 겨울철새, 나그네새 등)의 분포가 시기별로 다양하게 서식하기 때문인 것으로 판단된다. 개체수에서는 관찰 개체수가 크게 차이가 나는 것으로 확인되었다. 특히, 1차 조사 시와 4차 조사 시에 가장 많은 개체수가 관찰되었으며, 이는 겨울철과 가을에 월동을 위해서 무리를 형성하여 도래한 겨울철새들의 개체수가 증가하기 때문인 것으로 판단된다(표 3.).

① 1차 조사 결과

1차 조사는 2024년 2월 26일에 진행되었다. 1차 조사에서 확인된 조류는 총 8목 18과 30종 595개체로 확인되었다. 현지 조사 시에 관찰된 종들은 산새류와 물새류가 다양하게 관찰되었다. 특히, 큰기러기와 청둥오리, 쇠오리 등의 오리류가 월동기인 2월에 무리를 형성하여 먹이활동 및 휴식을 취하고 있는 모습이 관찰되었다. 정양지 주변의 갈대밭 및 버드나무 군락 등지에는 노랑턱멧새, 쭉새, 흰등새, 붉은머리오목눈이 등의 산새류가 먹이활동을 하는 채식지로 이용하는 모습이 확인되었다. 1차 조사 시의 조류군집의 특성을 분석한 결과 종다양성(H')는 2.45, 종풍부도(R') 4.54, 균등도(E')는 0.72로 확인되었다.

② 2차 조사 결과

2차 조사는 2024년 4월 29일부터 5월 1일까지 진행되었다. 2차 조사에서 확인된 조류는 총 10목 23과 33종 158개체로 확인되었다. 현지조사 시에 관찰된 종들 중에서 번식을 위해서 도래한 검은댕기해오라기, 빠꾸기, 찌꼬리, 개개비 등의 여름철새들이 다수 관찰되었다. 산림성 조류들 중에서 텃새류는 소수의 개체가 관찰되었으며, 이는 번식을 시작한 종들이 모습을 감추면서 적은 수가 관찰된 것으로 판단된다. 2차 조사 시의 조류군집의 특성을 분석한 결과 종다양성(H')는 2.71, 종풍부도(R') 6.32, 균등도(E')는 0.78으로 확인되었다.

③ 3차 조사 결과

3차 조사는 2024년 6월 5일부터 7일까지 진행되었다. 3차 조사에서 확인된 조류는 총 8목 17과 30종 143개체로 확인되었다. 주로 산림성 조류 중에서 텃새가 관찰되었으며, 일부 이동성 산림성 조류들이 조사지역 인근 산림에서 관찰되기도 하였다. 3차 조사 시의 조류군집의 특성을 분석한 결과 종다양성(H')는 2.88, 종풍부도(R') 5.84, 균등도(E')는 0.85로 확인되었다.

④ 4차 조사 결과

4차 조사는 2024년 11월 4일부터 6일까지 진행되었다. 4차 조사에서 확인된 조류는 총 8목 19과 32종 523개체로 확인되었다. 현지 조사 시에 다양한 산새류와 물새류가 월동을 위해서 도래한 것으로 확인되었다. 특히, 다수의 큰기러기와 청둥오리, 물닭 등이 정양지에 월동을 위해서 도래한 것으로 확인되었으며, 추후 더 많은 종 및 개체수가 도래할 것으로 판단된다. 4차 조사 시의 조류군집의 특성을 분석한 결과 종다양성(H')는 2.35, 종풍부도(R') 4.95, 균등도(E')는 0.68로 확인되었다.

표 3. 현지조사 종 목록

학명	국명	현지조사						우점도 (%)	도래 형태	비고
		1차	2차	3차	4차	합계	최대 합계			
Galliformes	닭목									
Phasianidae	꿩과									
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	1	3			4	3	0.28	RES	
Anseriformes	기러기목									
Anatidae	오리과									
<i>Anser fabalis</i>	큰기러기	197			158	355	197	25.02	WV	멸 II 급 천, 멸 II 급 천
<i>Cygnus cygnus</i>	큰고니	31				31	31	2.18	WV	
<i>Aix galericulata</i>	원앙		5	2		7	5	0.49	RES	
<i>Anas strepera</i>	알락오리	27			4	31	27	2.18	WV	
<i>Anas falcata</i>	청머리오리	10			4	14	10	0.99	WV	
<i>Anas penelope</i>	홍머리오리	1				1	1	0.07	WV	
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	56		5	72	133	72	9.37	WV	
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	32		3	12	47	32	3.31	RES	
<i>Anas clypeata</i>	넓적부리				1	1	1	0.07	WV	
<i>Anas crecca</i>	쇠오리	54			11	65	54	4.58	WV	
<i>Aythya ferina</i>	흰죽지				2	2	2	0.14	WV	
Ciconiiformes	황새목									
Ardeidae	백로과									
<i>Butorides striata</i>	검은댕기해오라기		1	1		2	1	0.14	SV	
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	3	4	2	1	10	4	0.70	SV	
<i>Ardea alba</i>	중대백로		1	1	3	5	3	0.35	SV	
<i>Ardea alba alba</i>	대백로	3				3	3	0.21	WV	
Pelecaniformes	사다새목									
Phalacrocoracidae	가마우지과									
<i>Phalacrocorax carbo</i>	민물가마우지	36			1	37	36	2.61	WV	
Falconiformes	매목									
Accipitridae	수리과									
<i>Haliaeetus albicilla</i>	흰꼬리수리	1				1	1	0.07	WV	천, 멸 I 급
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	1				1	1	0.07	WV	
Gruiformes	두루미목									
Rallidae	뜸부기과									
<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭				5	5	5	0.35	SV	
<i>Fulica atra</i>	물닭	3			116	119	116	8.39	WV	
Columbiformes	비둘기목									
Columbidae	비둘기과									
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	20	10	9	9	48	20	3.38	RES	
Cuculiformes	두견목									
Cuculidae	두견과									
<i>Cuculus canorus</i>	빠꾸기			2		2	2	0.14	SV	
<i>Cuculus saturatus</i>	병어리빠꾸기		1	1		2	1	0.14	SV	

표 3. 계속

학명	국명	현지조사						우점도 (%)	도래 형태	비고
		1차	2차	3차	4차	합계	최대 합계			
Strigiformes	올빼미목									
Strigidae	올빼미과									
<i>Otus sunia</i>	소쩍새		2	1		3	2	0.21	SV	천 천
<i>Ninox scutulata</i>	솔부엉이		1			1	1	0.07	SV	
Caprimulgiformes	쏙독새목									
Caprimulgidae	쏙독새과									
<i>Caprimulgus indicus</i>	쏙독새		4			4	4	0.28	SV	
Coraciiformes	파랑새목									
Coraciidae	파랑새과									
<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새		1			1	1	0.07	SV	
Alcedinidae	물총새과									
<i>Halcyon coromanda</i>	호반새			1		1	1	0.07	SV	
<i>Alcedo atthis</i>	물총새		1	1	1	3	1	0.21	SV	
Piciformes	딱다구리목									
Picidae	딱다구리과									
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리		2	5	1	8	5	0.56	RES	
<i>Picus canus</i>	청딱다구리		1	1		2	1	0.14	RES	
Passeriformes	참새목									
Laniidae	때까치과									
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	2	3		1	6	3	0.42	RES	
Oriolidae	피꼬리과									
<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리			4		4	4	0.28	SV	
Corvidae	까마귀과									
<i>Garrulus glandarius</i>	어치			1		1	1	0.07	RES	
<i>Pica pica</i>	까치	3		7	4	10	7	0.70	RES	
<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	12	2	2	9	25	12	1.76	RES	
Paridae	박새과									
<i>Parus major</i>	박새	3	2	5	4	14	5	0.99	RES	
<i>Parus ater</i>	진박새		1			1	1	0.07	RES	
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	1	5	5	1	12	5	0.85	RES	
Aegithalidae	오목눈이과									
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	4			8	12	8	0.85	RES	
Pycnonotidae	직박구리과									
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	9	7	12	18	46	18	3.24	RES	
Sylviidae	휘파람새과									
<i>Phylloscopus xanthodryas</i>	솔새		4			4	4	0.28	PM	
<i>Cettia diphone</i>	휘파람새		3			3	3	0.21	SV	
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비		12	9		21	12	1.48	SV	

표 3. 계속

학명	국명	현지조사						우점도 (%)	도래 형태	비고
		1차	2차	3차	4차	합계	최대 합계			
Timaliidae	붉은머리오목눈이과									
<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	49	55	24	26	154	55	10.85	RES	
Troglodytidae	굴뚝새 과									
<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새				1	1	1	0.07	RES	
Sittidae	동고비과									
<i>Sitta europaea</i>	동고비	1	2			3	2	0.21	RES	
Sturnidae	찌르레기과									
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기		1			1	1	0.07	RES	
Turdidae	지빠귀과									
<i>Zoothera aurea</i>	호랑지빠귀			1		1	1	0.07	SV	
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀		3	4		7	4	0.49	SV	
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀		5	1		6	5	0.42	SV	
Muscicapidae	솔딱새과									
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	1	2	3	3	9	3	0.63	RES	
<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새		2	4		6	4	0.42	SV	
Passeridae	참새과									
<i>Passer montanus</i>	참새	9	9	24	8	50	24	3.52	RES	
Motacillidae	할미새과									
<i>Motacilla alba</i>	알락할미새		2			2	2	0.14	SV	
<i>Anthus hodgsoni</i>	hing동새	2			4	6	4	0.42	PM	
Fringillidae	되새과									
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새				13	13	13	0.92	WV	
Emberizidae	멧새과									
<i>Emberiza rustica</i>	쓱새	8			5	13	8	0.92	WV	
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	15	1	2	11	29	15	2.04	RES	
<i>Emberiza spodocephala</i>	촉새				6	6	6	0.42	WV	
목 수		8	10	8	8	13	13			
과 수		18	23	17	19	30	30			
종 수		30	33	30	32	62	62			
개 체 수		595	158	143	523	1,419	879			
종다양도(H')		2.45	2.71	2.88	2.35	2.95	3.03			
종풍부도(R')		4.54	6.32	5.84	4.95	8.40	9.00			
균 등 도(E')		0.72	0.78	0.85	0.68	0.72	0.73			

주1) 1차 : 2024. 02. 26., 2차 : 2024. 04. 29. ~ 05. 01., 3차 : 2024. 06. 05. ~ 07., 4차 : 2024. 11. 04. ~ 06.

주2) RES : 텃새, SV : 여름철새, WV : 겨울철새, PM : 나그네새, Vag. : 길 잃은 새

주3) 천 : 국가유산청(前 문화재청)지정 천연기념물, 멸 I, II : 환경부지정 멸종위기야생생물 I, II급

3) 우점종 현황

총 4회의 조사에서 전체 우점종 중에서 누적 개체수(1,419개체) 우점종은 큰기러기 355개체(25.02%)와 붉은머리오목눈이 154개체(10.85%), 청둥오리 133개체(9.37%), 물닭 119개체(8.39%), 쇠오리 65개체(4.58%) 등의 순으로 확인되었다. 최대 개체수(879개체) 우점종은 큰기러기 197개체(22.41%)와 물닭 116개체(13.20%), 청둥오리 72개체(8.19%), 붉은머리오목눈이 55개체(6.26%), 쇠오리 54개체(6.14%) 등의 순으로 확인되었다. 주로 겨울철에 월동을 위해서 무리를 형성하는 오리류와 습지주변의 갈대밭에서 무리를 형성하여 서식하는 소형 산새류가 우점종인 것으로 확인되었으며, 정양지 내의 갈대숲 주변 및 주변의 수변부에서 먹이활동 및 휴식, 이동하는 모습이 확인되었다. 정양지 내의 연군락과 갈대숲, 버드나무 군락 등은 다양한 조류의 먹이터, 휴식지, 번식지 등을 제공하고 다양한 조류들이 이용하는 것으로 확인되었다(그림 3).

1차 조사 시에 관찰된 총 595개체의 조류 중에서 우점종은 큰기러기 197개체(33.11%)와 청둥오리 56개체(9.41%), 쇠오리 54개체(9.08%), 붉은머리오목눈이 49개체(8.24%), 민물가마우지 36개체(6.05%) 등의 순으로 물새류가 우점하는 것으로 확인되었다. 이는 월동을 위해서 무리를 형성하여 도래한 물새류가 정양지 내에서 관찰되었기 때문인 것으로 판단된다.

2차 조사 시에 관찰된 총 158개체의 조류 중에서 우점종은 붉은머리오목눈이 55개체(34.81%)와 개개비 12개체(7.59%), 멧비둘기 10개체(6.33%), 참새 9개체(5.70%), 직박구리 7개체(4.43%) 등의 순으로 관찰되었다. 현지 조사는 정양지에서 월동하는 오리류가 번식지로의 이동이 완료되어, 관찰된 종들이 대부분 산림성 조류인 것으로 확인되었다. 관찰된 종들 중에서 개개비는 정양지의 갈대밭에 도래하여, 짝을 찾고 번식을 하기 위해서 구애소리를 내고 있는 것으로 확인되었다.

3차 조사 시에 관찰된 총 143개체의 조류 중에서 우점종은 붉은머리오목눈이와 참새가 각각 24개체(16.78%), 직박구리 12개체(8.39%), 멧비둘기와 개개비가 각각 9개체(6.29%), 까치 7개체(4.90%), 청둥오리와 박새, 쇠박새가 각각 5개체(3.50%) 등의 순으로 관찰되었다. 관찰된 종들 중에서 일부 종들은 번식을 마치고, 새끼새들과 함께 이동 중인 모습이 확인되기도 하였다.

4차 조사 시에 관찰된 총 523개체의 조류 중에서 우점종은 큰기러기 158개체(30.21%)와 물닭 116개체(22.18%), 청둥오리 72개체(13.77%), 붉은머리

오목눈이 26개체(4.97%), 직박구리 18개체(3.44%) 등의 순으로 관찰되었다. 현지 조사 시에 정양지에 월동을 위해서 무리를 이루어 도래한 큰기러기와 물닭, 청둥오리 등의 물새류가 먹이활동 및 휴식을 취하고 있는 모습이 확인되었다.

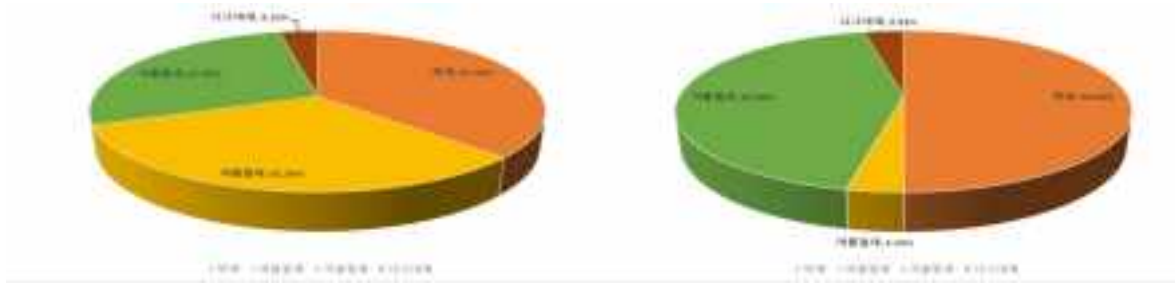


그림 3. 합천 정양지 우점종 현황

4) 도래유형별 종의 비율

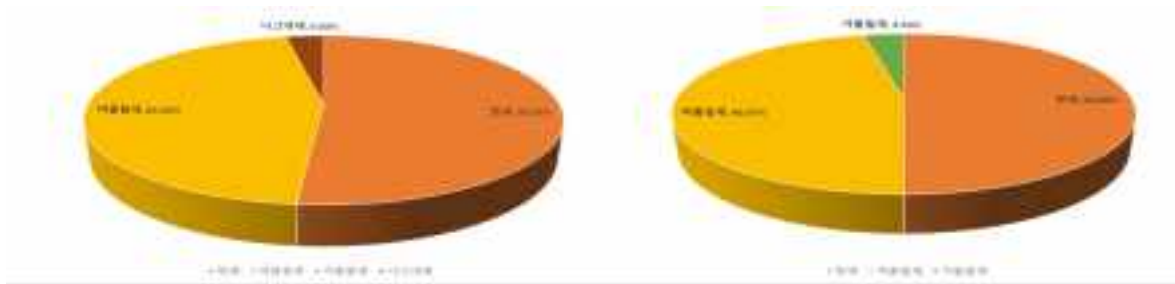
총 4회의 조사에서 총 62종의 조류가 관찰되었다. 그 중에서 텃새는 37.10%(23종)로 확인되었으며, 여름철새 32.26%(20종), 겨울철새 27.42%(17종), 나그네새 3.23%(2종)로 확인되었다. 1차 조사에서는 총 30종의 조류 중에서, 텃새가 50.00%(15종)로 확인되었으며, 겨울철새 43.33%(13종), 여름철새와 나그네새가 각각 3.33%(1종)로 확인되었다. 2차 조사는 총 33종의 조류 중에서, 텃새 51.52%(17종), 여름철새 45.45%(15종), 나그네새 3.03%(1종)로 확인되었다. 3차 조사(총 30종)는 텃새 50.00%(15종), 여름철새 46.67%(14종), 나그네새 3.33%(1종)로 확인되었으며, 4차 조사(총 32종)는 텃새 46.88%(15종), 여름철새 12.50%(4종), 겨울철새 37.50%(12종), 나그네새 3.13%(1종)으로 확인되었다(그림 4.).

시기별로는 도래유형별 종의 비율은 차이가 있으나, 이는 계절적인 영향으로 판단된다. 그러나, 종합적인 도래유형별 종의 비율은 텃새류의 비율이 높은 것으로 확인되었다. 이는 정양지 주변의 산림과 습지내의 다수의 노거수(버드나무 군락), 조경수에 설치된 인공둥지 등이 산림성 소형 조류가 서식하기에 적합한 형태를 유지하여 텃새류의 비율이 매우 높게 나타난 것으로 판단된다.



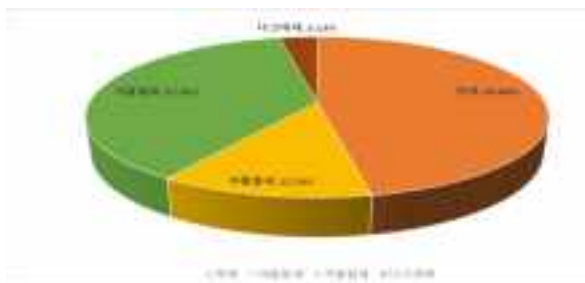
전체 도래유형별 종의 비율(%)

1차 조사 도래유형별 종의 비율(%)



2차 조사 도래유형별 종의 비율(%)

3차 조사 도래유형별 종의 비율(%)



4차 조사 도래유형별 종의 비율(%)

그림 4. 합천 정양지 도래유형별 종의 비율(%)

5) 법정보호종 및 특이종

총 4회의 조사 기간 중, 정양지 일대에서 관찰된 법정보호종은 큰기러기(멸종위기 야생생물Ⅱ급)와 큰고니(천연기념물, 멸종위기 야생생물Ⅱ급), 원앙(천연기념물), 흰꼬리수리(천연기념물, 멸종위기 야생생물Ⅰ급), 소쩍새(천연기념물), 솔부엉이(천연기념물) 등 총 6종이 관찰되었다(그림 5.).

큰기러기는 월동기인 1차 조사 시(197개체)와 4차 조사 시(158개체)에 정양지 일대에서 먹이활동 및 휴식 중인 모습이 확인되었다. 오전과 오후 시간대에는 정양지 내에서 먹이활동을 활발하고 있으며, 해질녘에는 주변의 황강내의 모래사주로 이동하여 휴식을 취하는 것으로 확인되었다. 큰고니는 월동기인 1차 조사 시(31개체)에만 관찰되었으며, 월동기인 4차 조사 시에는 관찰되지 않았다. 이는 현재까지 월동하는 큰고니가 국내에 도래하고 있는 상황이며, 조사 시기에는 정양지에 도래하지 않은 것으로 판단된다. 날씨가 더 쌀쌀해지는 11월 중순 이후에 다수가 도래할 것으로 판단된다. 원앙은 4월에서 6월까지 관찰되었으며, 조사 시에는 번식이 확인되지 않았다. 그러나, 관찰된 지역 주변에 자연수구가 많이 형성된 버드나무가 많은 것으로 보아서, 정양지 내의 자연수구에서 소수가 번식하는 것으로 판단된다. 흰꼬리수리는 1차 조사 시에 정양지를 가로질러 이동하는 모습이 확인되었으며, 정양지를 월동지로 이용하는 것으로는 판단되지 않는다. 그러나, 정양지에 다수의 물고기와 다양한 오리류가 서식하는 것으로 보아서, 월동기에 일시적으로 먹이를 사냥하는 사냥터로 이용할 가능성이 높은 것으로 판단된다. 소쩍새와 솔부엉이는 국내에서 번식하는 소형 야행성 맹금류이며, 번식기인 4월에서 6월까지 정양지 인근 산림지역에서 울음소리(Song)를 내는 것으로 확인되었다. 소쩍새와 솔부엉이는 노거수의 작은 수구 및 딱다구리류의 둥지, 버려진 까치 둥지에서 번식하며, 주변에 이러한 번식지가 많이 분포하여 울음소리(Song)가 들리는 지역에서 번식하는 것으로 판단된다.

총 4차례의 현지 조사 중에 조사지역 외의 주변 산림지역에서 수리부엉이의 서식과 긴꼬리딱새의 서식이 확인되었다. 이러한 지역은 조사지역과 다소 거리가 떨어져있어서 조사 종목록에는 기입하지 못하였으나, 추후 조사 시에는 조사지역을 확대하여 조사가 진행되어야 할 것으로 판단된다.



그림 5. 합천 정양지 법정보호종 출현 위치도

4. 고찰

가. 출현종 특성과 조류분야로서의 습지가치

합천 정양지에서 관찰된 조류는 총 13목 30과 62종의 관찰되었으며, 그 중에서 물새류는 큰기러기와 큰고니, 원앙, 알락오리, 청머리오리, 홍머리오리, 청둥오리 등 18종, 산새류는 꿩과 멧비둘기, 빠꾸기, 병어리빠꾸기, 소쩍새, 솔부엉이 등 총 44종으로 확인되었다.

현지 조사 시에 정양지 및 주변 산림, 갈대밭, 버드나무 군락 등지에서 산림성 조류들이 관찰되었으며, 텃새인 박새, 곤줄박이, 직박구리, 멧비둘기 등이 주로 관찰되었다. 그러나, 조류의 번식기인 6월에는 빠꾸기, 병어리빠꾸기, 찌꼬리, 개개비, 소쩍새, 솔부엉이 등의 여름철새들이 산림지역 및 버드나무군락, 갈대밭 등지에서 다수가 관찰되었다. 이러한 여름철새들은 지속적으로 울음소리(Song)를 내면서 같은 종 또는 다른 종들 자신들의 영역에 침입했을 때, 쫓아내는 행동으로 보아서 정양지의 버드나무 군락 및 갈대숲, 주변 산림지역을 번식지로 이용하는 것으로 확인되었다. 또한, 겨울철 및 가을조사가 진행된 2월과 11월에는 다수의 겨울철새가 정양지 내의 갈대밭 및 연군락 주변에서 먹이활동을 하는 것으로 확인되었다. 특히, 큰기러기는 해질녘에는 주변의 황강으로 이동하여 휴식을 취하고, 오전 10시에 정양지에 날아들어와서 먹이활동 등을 하는 것으로 확인되었다. 정양지는 월동기에 큰기러기에게 월동기에 영양분을 섭취할수 있는 중요한 역할을 하고 있는 것으로 확인되었다.

현지 조사 결과에서 범정보호종인 큰기러기와 큰고니, 원앙, 흰꼬리수리, 소쩍새, 솔부엉이 등이 정양지 내 또는 주변지역에서 관찰되고 있다. 정양지에는 정양늪 생태학습관이 위치하고 있으며, 다수의 방문객들이 방문하고 있는 것으로 확인되었다. 정양지 주변에는 깊은 산림들이 위치하고 있으나, 합천대로와 대야로 등의 국도가 습지를 둘러싸고 있다. 또한, 나무테크 설치와 둘레길 등의 위치하여 인간과의 접촉이 빈번하여 조류에게 안정적인 서식지를 제공하지 못할 것으로 판단되었으나, 겨울철에 무리를 이루어 월동하는 물새류들이 월동지로 이용하는 모습으로 보아서, 인간으로 인한 위협은 적은 것으로 판단되며, 다양한 조류들이 월동 및 서식하는 정양지와 유입하천인 아천천, 주변의 깊은 산림내부는 생태적 가치는 매우 높은 것으로 판단된다.

나. 합천 정양지 모니터링 필요 지점

합천 정양지의 모니터링 지점을 다음과 같이 선정하였다. 모니터링 지점들은 큰기러기와 큰고니, 개개비 등이 주로 관찰되는 정양지 내의 연군락 및 갈대밭 등지이며, 주변의 깊은 산림에 대한 모니터링도 이루어져야 할 것으로 판단된다. 특히, 정양지에서 약 1km 떨어진 동측에는 폐석산이 위치하고 있으며, 폐석산에는 천연기념물이자 멸종위기 야생생물Ⅱ급인 수리부엉이의 서식(번식 포함)과 멸종위기 야생생물Ⅱ급인 긴꼬리딱새의 서식이 확인되었다. 정양지와 다소 거리가 떨어져 있으나, 산림이 연결되어 있어서 수리부엉이의 경우에는 번식기에 먹이터로 이용할 가능성이 높은 것으로 판단된다(표 4).

표 4. 합천 정양지 모니터링 필요 지점

경도(longitude)	위도(latitude)	선정 사유	지점 또는 범위
128.163752	35.553008	멸종위기 야생생물(큰기러기, 큰고니) 출현, 월동지로 이용	

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

정양지는 약 1만년 전 후빙기 이후에 해수면의 상승으로 인하여, 낙동강 본류가 퇴적되면서 생겨난 습지로 알려져 있다. 1988년 합천댐이 준공된 후에 100ha에서 40ha로 줄어들면서, 현재의 모습을 하게되었다. 현재 정양지에는 약 200여종의 야생동·식물이 관찰되는 것으로 알려져 있다. 수위가 낮은 곳에 위치한 버드나무군락들은 조류에게 휴식지 및 번식지 등을 제공하고 있으며, 갈대밭과 연군락은 물새류의 먹이터 및 월동지 등을 제공하는 것으로 확인되고 있다.

그러나, 정양지는 합천군에서 운영하는 생태체험관광지 중의 명소이며, 다수의 탐방객들이 방문한 글들이 인터넷으로 많이 확인되었다. 탐방로는 습지 주변을 둘러싼 둘레길 형태를 띠고 있으며, 나무테크는 정양지를 가로지르고 있는 것으로 확인되었다. 현지 조사 시에 다양한 물새류와 산새류들의 서식이 확인되었으며, 테크를 이동하는 사람들에 대한 물새류들의 반응이 민감한 것으로 확인되었다. 그러나, 민감한 반응은 일시적인 것으로 확인되었으며, 물새류가 테크에서 약 5m 정도 떨어지면 안정적으로 먹이 활동 및 휴식을 취하는 것으로 확인되었다. 정양지는 정양늪 생태학습관에서 정기적으로 순찰 및 관리를 하고 있어서 인위적인 훼손등은 거의 없는 것으로 확인되었다.

참고문헌

- 경상남도·경상남도람사르환경재단. 2022. 습지생태계변화조사(정양늪), 경상남도.
- 경상남도·경상남도람사르환경재단. 2023. 습지생태계변화조사(정양늪), 경상남도.
- 환경부·국립생물자원관. 2024. 국가생물종목록(조류), 인천광역시.
- Lee, W.S., T.H. Koo and J.Y. Park. 2014. A Field Guide to the Birds of Korea. LG Foundation, Seoul. 383pp.
- Brazil, M. 2009. Birds of East Asia: China, Taiwan, Korea, Japan and Russia. Princeton Univ. press, New Jersey. 528pp.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California Grasslands. Nature 216: 144-168.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst. 3: 36-71.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theoret. Biol. 13: 131-144.

부록(전경사진)



1차 조사 합천 정양지 전경(1)



1차 조사 합천 정양지 전경(2)



2차 조사 합천 정양지 전경(1)



2차 조사 합천 정양지 전경(2)



3차 조사 합천 정양지 전경(1)



3차 조사 합천 정양지 전경(2)



4차 조사 합천 정양지 전경(1)



4차 조사 합천 정양지 전경(2)

부록(종사진)



큰기러기 무리(1차 조사)



큰고니(1차 조사)



청머리오리 무리(1차 조사)



홍머리오리(1차 조사)



청둥오리(1차 조사)



대백로(1차 조사)

부록(종사진)



민물가마우지(1차 조사)



흰꼬리수리(1차 조사)



말뚝가리(1차 조사)



때까치(1차 조사)



까치(1차 조사)



형둥새(1차 조사)

부록(종사진)



원앙(2차 조사)



왜가리(2차 조사)



때까치(2차 조사)



쇠박새(2차 조사)



붉은머리오목눈이(2차 조사)



딱새(2차 조사)

부록(종사진)



참새(2차 조사)



알락할미새(2차 조사)



과업지역 외 지역에서 관찰된 수리부엉이(2차 조사)



원앙(3차 조사)



청둥오리(3차 조사)



왜가리(3차 조사)

부록(종사진)



멧비둘기(3차 조사)



쇠딱다구리(3차 조사)



직박구리(3차 조사)



개개비(3차 조사)



되지빠귀



흰눈썹황금새(3차 조사)

부록(종사진)



큰기러기(4차 조사)



청머리오리(4차 조사)



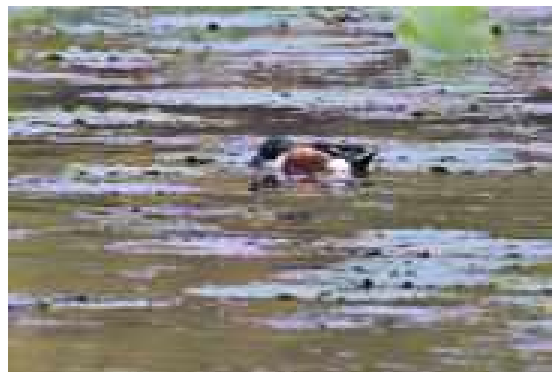
청둥오리 수컷(4차 조사)



청둥오리 암컷(4차 조사)



흰뺨검둥오리(4차 조사)



넓적부리(4차 조사)

부록(종사진)



쇠오리(4차 조사)



중대백로(4차 조사)



쇠물닭(4차 조사)



물닭(4차 조사)



딱새 암컷(4차 조사)

부록(문헌 및 현지조사 종목록)

학명	국명	문헌자료		현지조사	도래유형	비고
		문헌1	문헌2			
Galliformes	닭목					
Phasianidae	꿩 과					
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	●	●	4	RES	
Anseriformes	기러기목					
Anatidae	오리과					
<i>Anser fabalis</i>	큰기러기	●	●	355	WV	멸 II 급
<i>Anser erythropus</i>	흰이마기러기		●		WV	멸 II 급
<i>Cygnus cygnus</i>	큰고니	●	●	31	WV	천, 멸 II 급
<i>Aix galericulata</i>	원앙	●	●	7	RES	천
<i>Anas strepera</i>	알락오리	●	●	31	WV	
<i>Anas falcata</i>	청머리오리	●	●	14	WV	
<i>Anas penelope</i>	홍머리오리			1	WV	
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	●	●	133	WV	
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	●	●	47	RES	
<i>Anas clypeata</i>	넓적부리	●	●	1	WV	
<i>Anas crecca</i>	쇠오리	●	●	65	WV	
<i>Aythya ferina</i>	흰죽지	●	●	2	WV	
<i>Aythya fuligula</i>	댕기흰죽지		●		WV	
<i>Bucephala clangula</i>	흰뺨오리	●			WV	
Podicipediformes	논병아리목					
Podicipediade	논병아리과					
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	논병아리	●		4	RES	
Ciconiiformes	황새목					
Ardeidae	백로과					
<i>Butorides striata</i>	검은댕기해오라기	●	●	2	SV	
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	●	●	10	SV	
<i>Ardea alba</i>	중대백로	●	●	5	SV	
<i>Ardea alba alba</i>	대백로		●	3	WV	
<i>Egretta intermedia</i>	중백로	●			SV	
Pelecaniformes	사다새목					
Phalacrocoracidae	가마우지과					
<i>Phalacrocorax carbo</i>	민물가마우지	●	●	37	WV	
Falconiformes	매목					
Falconidae	매과					
<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	●			RES	천
<i>Falco subbuteo</i>	새호리기		●		SV	멸 II 급
Accipitridae	수리과					
<i>Haliaeetus albicilla</i>	흰꼬리수리			1	WV	천, 멸 I 급
<i>Aegypius monachus</i>	독수리	●			WV	천, 멸 II 급
<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매	●			SV	천, 멸 II 급
<i>Accipiter gentilis</i>	참매	●	●		WV	천, 멸 II 급
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	●	●	1	WV	
Gruiformes	두루미목					
Rallidae	뜸부기과					
<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭	●	●	5	SV	
<i>Fulica atra</i>	물닭	●	●	119	WV	
Charadriiformes	도요목					
Charadriidae	물떼새과					
<i>Charadrius placidus</i>	흰목물떼새	●			RES	멸 II 급
<i>Charadrius dubius</i>	꼬마물떼새	●			SV	

부 록 계 속

학명	국명	문헌자료		현지조사	도래유형	비고
		문헌1	문헌2			
Scolopacidae	도요과					
<i>Tringa ochropus</i>	백백도요	●			WV	
<i>Actitis hypoleucos</i>	갯작도요	●	●		SV	
Columbiformes	비둘기목					
Columbidae	비둘기과					
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	●	●	48	RES	
Cuculiformes	두견목					
Cuculidae	두견과					
<i>Cuculus canorus</i>	빠꾸기	●	●	2	SV	
<i>Cuculus saturatus</i>	병어리빠꾸기			2	SV	
Strigiformes	올빼미목					
Strigidae	올빼미과					
<i>Otus sunia</i>	소쩍새			3	SV	천 천
<i>Ninox scutulata</i>	솔부엉이			1	SV	
Caprimulgiformes	쏙독새목					
Caprimulgidae	쏙독새과					
<i>Caprimulgus indicus</i>	쏙독새			4	SV	
Coraciiformes	파랑새목					
Coraciidae	파랑새과					
<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새	●	●	1	SV	
Alcedinidae	물총새과					
<i>Halcyon coromanda</i>	호반새			1	SV	
<i>Alcedo atthis</i>	물총새			3	SV	
Upupidae	후투티과					
<i>Upupa epops</i>	후투티	●	●		SV	
Piciformes	딱다구리목					
Picidae	딱다구리과					
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	●	●	8	RES	
<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리		●	1	RES	
<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	●	●		RES	
<i>Picus canus</i>	청딱다구리	●	●	2	RES	
Passeriformes	참새목					
Laniidae	때까치과					
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	●		6	RES	
Oriolidae	피꼬리과					
<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리	●	●	4	SV	
Corvidae	까마귀과					
<i>Garrulus glandarius</i>	어치			3	RES	
<i>Cyanopica cyanus</i>	물까치	●	●	8	RES	
<i>Pica pica</i>	까치	●	●	14	RES	
<i>Corvus corone</i>	까마귀	●			RES	
<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀		●	25	RES	
Paridae	박새과					
<i>Parus major</i>	박새	●	●	14	RES	
<i>Parus ater</i>	진박새			1	RES	
<i>Parus varius</i>	곤줄박이		●	3	RES	
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	●	●	12	RES	

부 록 계 속

학명	국명	문헌자료		현지조사	도래유형	비고
		문헌1	문헌2			
Hirundinidae	제비과					
<i>Hirundo rustica</i>	제비		●		SV	
<i>Cecropis daurica</i>	귀제비		●		SV	
Aegithalidae	오목눈이과					
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	●	●	12	RES	
Pycnonotidae	직박구리과					
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	●	●	46	RES	
Sylviidae	휘파람새과					
<i>Phylloscopus xanthodryas</i>	솔새			4	PM	
<i>Cettia diphone</i>	휘파람새			3	SV	
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비	●	●	21	SV	
<i>Acrocephalus bistrigiceps</i>	쇠개개비	●			PM	
Timaliidae	붉은머리오목눈이과					
<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	●	●	154	RES	
Troglodytidae	굴뚝새과					
<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새	●		1	RES	
Sittidae	동고비과					
<i>Sitta europaea</i>	동고비			3	RES	
Sturnidae	찌르레기과					
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기			1	RES	
Turdidae	지빠귀과					
<i>Zoothera aurea</i>	호랑지빠귀			1	SV	
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	●		7	SV	
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀		●	6	SV	
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	●	●		WV	
Muscicapidae	솔딱새과					
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	●	●	13	RES	
<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새			6	SV	
Passeridae	참새과					
<i>Passer montanus</i>	참새	●	●	80	RES	
Prunellidae	바위종다리과					
<i>Prunella montanella</i>	멧종다리		●		PM	
Motacillidae	할미새과					
<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새	●			SV	
<i>Motacilla alba</i>	알락할미새	●	●	2	SV	
<i>Anthus hodgsoni</i>	hing등새	●	●	6	PM	
Fringillidae	되새과					
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	●		13	WV	
<i>Eophona migratoria</i>	밀화부리	●			SV	
Emberizidae	멧새과					
<i>Emberiza cioides</i>	멧새		●		RES	
<i>Emberiza rustica</i>	쓱새	●	●	13	WV	
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	●	●	29	RES	
<i>Emberiza spodocephala</i>	촉새			6	WV	
목 수		13	12	13	15	
과 수		30	27	30	37	
종 수		60	55	62	89	

주1) 문헌1 : 습지생태계변화조사(정양남).경상남도·경상남도담사르환경재단. 2022

문헌2 : 습지생태계변화조사(정양남).경상남도·경상남도담사르환경재단. 2023

주2) RES : 텃새, SV : 여름철새, WV : 겨울철새, PM : 나그네새, Vag. : 길 잃은 새

주3) 천 : 국가유산청(前 문화재청)지정 천연기념물, 멸 I, II : 환경부지정 멸종위기야생생물 I, II급



포유류

IX. 포유류

한성용 · 김대산

(사단법인 한국야생동물연구소)

요 약

본 조사는 2024년 내륙습지 정밀조사로 조사 지역인 경상남도 함천군 정양지에 서식하는 포유류의 분포 및 법정보호종의 서식 유·무를 조사하여, 습지의 생태적 가치를 파악하고 체계적인 보전 및 관리를 위한 조사 연구가 목적이다.

본 조사는 2024년 3월부터 10월까지 총 3차에 걸쳐 수행되었다. 이 지역에 대한 포유류 조사 결과, 멸종위기 야생생물은 총 2종(멸종위기 야생생물 I 급: 수달, 멸종위기 야생생물 II 급: 삵)이 서식하는 것으로 확인되었고, 그 외 포유류 종으로는 고라니, 너구리, 두더지, 멧돼지, 족제비, 등줄쥐가 출현하였다. 그 외 생태계교란 생물인 뉴트리아가 확인되어, 전체 총 4목 8과 9종의 포유류가 정양지 일대에 서식함이 확인되었다.

무인센서카메라를 활용한 포유류 조사 결과, 정양지 일대에 총 2대의 무인센서카메라를 3월 ~ 10월까지 설치하여 운영하였다. 이 기간 동안 총 4,439 장이 촬영되었다. 고라니 38회(13.6%), 너구리 104회(37.3%), 뉴트리아 1회(0.4%), 멧돼지 8회(2.9%), 삵 8회(2.9%), 수달 116회(41.6%), 족제비 4회(1.4%)가 출현하여 총 7종이 확인되었다.

정양지에 대한 선행 조사 사례로서 2002년 국립환경연구원에서 전국내륙습지 자연환경조사가 수행된 바 있다. 당시 선행 조사에서 확인된 포유류는 5목 10과 12종의 포유류가 확인되었고, 법정보호종의 서식은 확인되지 않았었다. 금번 조사 결과와 선행연구의 결과를 상호 비교해 보면 법정보호종으로 관리되고 있는 멸종위기 야생생물 I 급 수달, 멸종위기 야생생물 II 급 삵이

금번 연구에서 추가 확인되었음을 알 수 있었다.

정양지 습지 내에 잘 보전되어 있는 식물 군락지와 크고 작은 하중도, 인근 산림지 및 농경지 환경의 분포는 다양한 야생동물에게 유용한 은신처와 풍부한 먹이원을 제공해 주는 등 안정적인 서식 환경을 제공하고 있다고 판단된다. 하지만 습지 양안으로 조성된 도로와 습지를 방문하는 탐방객(산책, 낚시 등), 농경지에서 발생하는 오염원은 일부 관리되어야 할 여건인 것으로 판단된다.

이러한 모든 조사 결과를 종합해 보면, 정양지 하류의 습지환경은 보호가 필요한 것으로 판단되며, 주변 지역 또한 건강한 습지환경을 유지할 수 있도록 지속적인 모니터링 및 관리를 시행해나가는 것이 좋을 것으로 사료된다.

1. 서 론

습지는 매우 다양한 생태적 역할을 제공하며, 특히 포유류, 조류, 어류, 양서 파충류와 같은 야생생물에게 안전하고 유용한 서식처를 제공해 준다. 지구온난화 예방에 도움이 될 뿐만 아니라 종 다양성이 풍부하여 생물학적 생산성도 높은 생태학적 공간이다. 연안과 내수면의 수질을 정화할 수 있으며, 지하수의 보수 및 홍수조절에도 기여한다. 현시대에는 생태교육의 장으로서 그 역할도 하고 있다.

정양지는 경상남도 합천군 황강의 지류인 아천의 배후습지로서 습지 내에 크고 작은 하중도가 존재하여 다양한 동·식물의 서식지로 생태적 보존 가치가 높은 곳으로 판단된다.

금번 연구를 통해 정양지에 서식하는 포유류의 분포 및 법정보호종의 서식 유·무를 조사하여 궁극적으로는 내륙습지의 생태적 가치를 파악하고 체계적인 보전 및 관리에 필요한 기초자료를 수립하고자 본 연구를 시행하였다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

본 조사 지역인 정양지는 경상남도 합천군 대양면 정양리와 아천리에 걸쳐 있으며, 국도 33번과 24번의 교차점 남쪽에 위치하고 면적 760,000㎡, 해발 30m에 위치하는 호소(湖沼) 환경이다(그림 1). 정양지 상류(남쪽)로는 인근 촌락과 전답이 산재하여 생활하수와 농업용수가 유입되며 대양천, 아천천 등으로부터 강우 시에만 집수되고, 자연적으로 형성된 정양지 북측

수로를 통하여 황강으로 유하한다(정, 2010).



그림 1. 합천 정양지의 포유류 조사 범위

나. 조사시기

금번 포유류 분야의 조사는 2024년 3월 ~ 10월 기간에 걸쳐 총 3차의 현지 조사를 수행하였으며, 그 조사 일자는 아래와 같다(표 1).

표 1. 합천 정양지 일대 조사 시기 현황

구분	조사시기	지역	비고
1차	2024. 03. 24. ~ 26.	정양지 일대	
2차	2024. 08. 26. ~ 27.	정양지 일대	
3차	2024. 10. 13. ~ 15.	정양지 일대	

다. 조사방법

금번 조사는 현지에 서식하는 포유류가 서식지 현장에 남기게 되는 배설물, 족적, 식흔 등의 출현 흔적의 수집 조사뿐만 아니라 직접 육안 관찰에 의한 직접 조사도 병행하여 조사를 진행하였다. 직접 관찰이 어려운 포유류의 조사는 그들이 남긴 서식 흔적(족적, 배설물, 털, 이동통로, 섭식 흔적

등)을 확인하면서 출현 종을 동정하는 현지조사 방법으로 분포 조사를 실시한다(최와 최, 2007).

일평생을 수환경에 출현하는 수달의 경우에는 하천을 따라 도보로 이동하면서 배설물, 족흔, 식흔 등을 수집하는 흔적조사법(Field signs)을 이용하여 조사한다. 이와 같은 여러 포유류 종들의 출현 정보를 더욱 다양하게 확보하기 위해 무인센서카메라를 활용한 실물 확인 조사도 병행하여 실시하였다. 무인센서카메라의 설치 위치는 현지조사시 포유류가 남긴 배설물, 족적 등의 현장 출현 흔적들이 반복적으로 발견되는 지점을 대상으로 무인센서카메라를 설치하여 운영하였다. 금번 연구는 위와 같은 몇 가지의 조사 방법을 병행하면서 조사 지역 포유동물의 서식현황을 조사하였고, 현장에 출현하는 일반 포유류의 출현 현황뿐만 아니라 법정보호종의 출현 현황도 구분하여 보고서에 수록하였다.

3. 연구 결과

가. 전체 포유류 서식현황

본 조사 지역의 서식지 환경을 보면, 크고 작은 하중도가 정양지 습지환경 내에 산재해 있고, 동쪽과 서쪽으로는 산림이 인접해 있다. 정양지에서 합류해 들어가는 황강 본류 역시 풍부한 수변 식생 및 모래톱이 발달하여 다양한 생물 서식지로서의 면모를 보여준다. 정양지 상류 방면으로는 하폭이 좁아지면서 주변에 농경지역이 분포한다.

이러한 정양지를 대상으로 총 3차의 현지 조사를 시행한 결과, 출현한 포유류 종은 총 4목 8과 9종으로 확인되었고, 고라니, 너구리, 뉴트리아, 두더지, 등줄쥐, 멧돼지, 삵, 수달, 족제비가 현지에서 출현하였다(그림 2).



그림 2. 전체 포유류 출현 현황

나. 법정보호종 포유류 서식 현황

전체 출현종 중, 법정보호종으로는 멸종위기 야생생물 I급이자 천연기념물인 수달, 그리고 멸종위기 야생생물 II급인 삵이 각각 출현하여 총 2종의 법정보호종이 출현하였다(표 2). 수달과 삵은 현장조사에서의 서식흔적(배설물, 족적) 뿐만 아니라 무인센서카메라로도 그 실체를 확인할 수 있었다(그림 3).

법정보호종 수달은 일평생을 수환경 영역에서 살아가는 반수생 포유류로서 자연하천이나 호소, 습지환경에서 살아가며 건강한 수생태계의 유지, 먹이사슬의 조절자 역할을 하는 수환경의 핵심종(keystone species)이라는 생태적 지위(niche)를 가진 동물이다.

본 조사 시, 정양지의 징검다리 구간에서 수달의 출현 흔적(배설물)이 확인되었고, 하천수변부 일대에서 수달의 출현흔적(배설물, 족적)이 반복적으로 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 아울러, 해당 지점에 무인센서카메라를 설치하여 운영한 결과, 실제 수달의 모습을 촬영하기도 하였다.

삵은 멸종위기 야생생물 II급으로 지정되어 법정 보호를 받고 있는 종으로서 산림 속 작은 동굴, 속이 빈 통나무, 바위틈새 그리고 큰 나무뿌리 틈새에서도 생활을 하며, 육상에서 먹이사슬의 상위 포식자 역할을 한다. 금번 조사에서 정양지 지역뿐만 아니라 주변 농경지역에서도 삵의 출현흔적(배설물, 족적)을 확인할 수 있었다(그림 4).

표 2. 합천 정양지 일대의 멸종위기야생생물 포유류 출현 현황

국명	영명	학명	비고
수달	Eurasian otter	<i>Lutra lutra</i>	멸종 I 급, 천연
삾	Leopard cat	<i>Prionailurus bengalensis</i>	멸종 II 급
전체 출현종 수 = 2종			

주) 멸종 I 급: 멸종위기야생생물 I 급, 멸종 II 급: 멸종위기야생생물 II 급, 천연: 천연기념물



수달 배설물



수달 족적



삾 배설물 사진



삾 족적

그림 3. 법정보호종 서식 흔적(수달, 삾 배설물 및 족적)



그림 4. 법정보호종 포유류 출현 위치

표 3. 법정보호종 확인 지점 좌표

순번	국명	흔적유형	관찰지점 좌표(WGS84 기준)					
			위도			경도		
1	삼	흔적(분변)	35	32	26.64	128	10	15.56
	삼	흔적(분변)	35	33	03.01	128	10	01.55
	삼	흔적(분변)	35	31	45.54	128	10	19.64
	삼	흔적(분변)	35	31	46.84	128	10	20.79
	삼	흔적(분변)	35	31	47.84	128	10	21.41
	삼	흔적(분변)	35	31	47.53	128	10	21.33
	삼	흔적(분변)	35	33	09.47	128	09	45.30
	삼	흔적(분변)	35	31	44.14	128	10	15.87
	삼	흔적(발자국)	35	32	14.13	128	10	19.77
	삼	흔적(발자국)	35	32	14.07	128	10	19.84
	삼	직접(근접)	35	32	14.46	128	10	25.32
	삼	직접(근접)	35	33	10.52	128	10	00.22
2	수달	흔적(분변)	35	33	02.24	128	09	48.70
	수달	흔적(분변)	35	32	45.98	128	09	58.94
	수달	흔적(분변)	35	32	44.03	128	10	12.64
	수달	흔적(분변)	35	33	09.88	128	09	57.61
	수달	흔적(분변)	35	31	45.69	128	10	19.45
	수달	흔적(발자국)	35	31	44.66	128	10	19.66

순번	국명	흔적유형	관찰지점 좌표(WGS84 기준)					
			위도			경도		
	수달	흔적(분변)	35	31	46.28	128	10	19.02
	수달	흔적(분변)	35	32	13.97	128	10	19.43
	수달	흔적(분변)	35	32	14.10	128	10	19.98
	수달	흔적(분변)	35	33	09.67	128	09	59.78
	수달	흔적(분변)	35	33	10.66	128	10	00.33
	수달	흔적(발자국)	35	32	14.08	128	10	19.78
	수달	흔적(분변)	35	32	14.09	128	10	20.04
	수달	흔적(분변)	35	31	45.30	128	10	19.28
	수달	흔적(분변)	35	32	43.76	128	10	12.65
	수달	흔적(분변)	35	32	43.74	128	10	12.53
	수달	흔적(분변)	35	33	09.27	128	09	58.88
	수달	흔적(분변)	35	33	09.36	128	09	58.89
	수달	흔적(분변)	35	33	09.42	128	09	59.01
	수달	흔적(분변)	35	33	09.46	128	09	59.15
	수달	흔적(분변)	35	33	09.52	128	09	59.52
	수달	흔적(분변)	35	33	10.48	128	10	00.33
	수달	흔적(분변)	35	32	44.16	128	10	13.26
	수달	흔적(분변)	35	32	44.13	128	10	13.13
	수달	흔적(분변)	35	32	43.94	128	10	12.77
	수달	흔적(분변)	35	32	43.92	128	10	12.63
	수달	흔적(분변)	35	32	43.97	128	10	12.58
	수달	흔적(분변)	35	32	43.86	128	10	12.53
	수달	흔적(분변)	35	32	06.18	128	10	18.44
	수달	흔적(분변)	35	32	04.81	128	10	17.97
	수달	흔적(분변)	35	31	45.49	128	10	19.23
	수달	흔적(분변)	35	32	14.30	128	10	19.93
	수달	흔적(발자국)	35	32	14.34	128	10	19.52
	수달	흔적(분변)	35	32	43.67	128	10	12.56
	수달	흔적(분변)	35	32	43.90	128	10	12.86
	수달	흔적(분변)	35	32	43.80	128	10	12.59
	수달	직접(근접)	35	32	14.46	128	10	25.32
	수달	직접(근접)	35	33	10.52	128	10	00.22

다. 무인센서카메라를 활용한 포유류 조사

정양지 조사 과정 중, 배설물이나 족적 등 서식흔적이 반복적으로 발견되는 지점 또는 야생생물의 서식이 양호하여 방문 가능성이 높다고 판단되는 지점에 무인센서카메라를 설치하여 실제 모습을 촬영을 시도하였다.

무인센서카메라 설치 지역은 다음과 같으며(표 4, 그림 5), 무인센서카메라 촬영 조사를 통해 해당 지역 출현이 확인된 포유류 종은 고라니, 너구리, 뉴트리아, 멧돼지, 삥, 수달, 족제비이었고, 모두 총 7종의 포유류가 무인센서카메라 사진으로 확인되었다.

표 4. 무인센서카메라 설치지점 좌표

구분	위도	경도	비고
무인센서카메라1	35°32 ' 14.24 "	128°10 ' 20.03 "	
무인센서카메라2	35°33 ' 10.52 "	128°10 ' 00.22 "	



그림 5. 무인센서카메라 설치 현황

표 5. 무인센서카메라에 확인된 종 및 사진 촬영 횟수

국명	학명	사진 촬영 횟수(%)	비고
고라니	<i>Hydropotes inermis</i>	38회(13.6%)	
너구리	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	104회(37.3%)	
뉴트리아	<i>Myocastor coypus</i>	1회(0.4%)	외래
멧돼지	<i>Sus scrofa</i>	8회(2.9%)	
삵	<i>Prionailurus bengalensis</i>	8회(2.9%)	멸종 II 급
수달	<i>Lutra lutra</i>	116회(41.6%)	멸종 I 급, 천연
족제비	<i>Mustela sibirica</i>	4회(1.4%)	
전체 출현종 수 = 7종			

주) 멸종 I급: 멸종위기야생생물 I급, 멸종 II급: 멸종위기야생생물 II급, 천연: 천연기념물, 외래: 외래생물

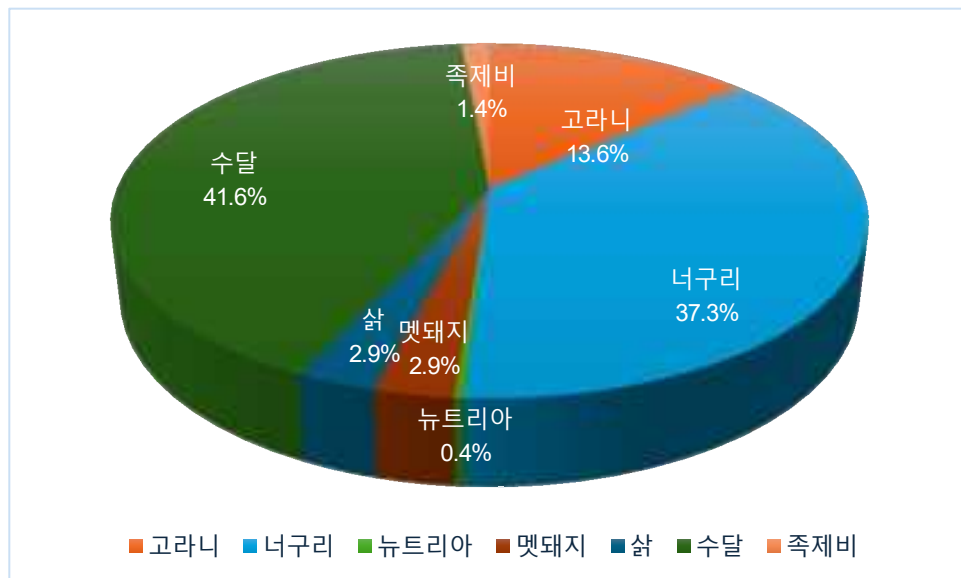


그림 6. 무인센서카메라에 촬영된 포유류 촬영 횟수

무인센서카메라는 3월부터 10월까지 정양지 내에 2대를 설치하여 운영하였고, 이 기간 동안 총 4,439장이 촬영되었다. 금번 연구에서 무인센서카메라의 촬영 설정은 1차 움직임 감지 시 자동으로 3장이 연속촬영되도록 설정하였다. 또한 동일한 개체가 한 장소에 오래 머무르게 되었을 때, 연속적으로 중복 사진이 자동으로 촬영되는데 이러한 경우 1회 출현으로 하여 포유류 출현 횟수를 분석하였다.

그 결과, 고라니가 38회(13.6%), 너구리 104회(37.3%), 뉴트리아 1회(0.4%), 멧돼지 8회(2.9%), 삵 8회(2.9%), 수달 116회(41.6%), 족제비 4회(1.4%)가 출현하였다(표 5).

라. 선행연구 결과와의 비교

정양지에 대한 선행 조사 사례를 보면, 2002년 국립환경연구원에서 전국 내륙습지 자연환경조사가 수행된 바 있다. 당시 조사에서 확인된 포유류는 5목 10과 12종의 포유류가 출현하는 것으로 확인된 바 있었다(표 6).

금번 2024년 조사 결과를 이전 선행 연구(2022)와 비교해 볼 때 멸종위기 야생생물 I 급 수달, 멸종위기 야생생물 II 급 삵이 추가로 확인되었다.

표 6. 합천 정양지 조사결과와 선행연구의 결과 비교(포유류)

국명 조사년도	선행연구(2002) *		본 조사 (2024)	비고**
	청문	흔적, 목견		
고라니		●	●	
고슴도치	●			
고양이	●			
너구리		●	●	
뉴트리아			●	외래
다람쥐		●		
두더지		●	●	
등줄쥐	●		●	
멧토끼	●			
멧돼지	●		●	
삵			●	멸종 II
수달			●	멸종 I, 천연
족제비	●		●	
집쥐	●			
청설모		●		
계	5목 10과 12종		4목 8과 9종	

* 선행연구 : 2002년 국립환경연구원에서 전국내륙습지 자연환경조사

** 멸종 I급: 멸종위기 야생생물 I급, 멸종 II급: 멸종위기 야생생물 II급, 천연: 천연기념물, 외래: 외래생물

4. 고찰

가. 출현종 특성과 포유류 분야로서의 습지 가치

조사에 따르면, 멸종위기 야생생물 I 급 및 천연기념물인 수달이 서식하고 있음이 확인된다. 수달은 일평생 습지, 강, 호소, 저수지, 계곡, 해안선 등과 같은 한줄기 수환경 영역을 기반으로 살아가는 반수생 포유동물이다. 이들은 한 가족 단위로 행동권을 구성하며 그들의 세력권 크기는 수컷 15km, 암컷 7km(Erlinge. 1967) 정도를 가지며 살아가는 종이다. 이에 따라 한줄기 수영역에서 댐이나 기타 서식지 단절요소가 발생한다면 수달에게는 다양한 영향을 초래하게 된다.

수달의 사냥 습성을 보면, 크기가 작은 물고기(약 10cm 이하)는 사냥 활동에 따른 에너지가 비효율적으로 과다 소모되므로 그보다 충분히 성장한 물고기(약 20cm 정도)를 우선 선택하는 사냥 전략을 선호한다. 이러한 수달의 먹이사냥 전략은 먹이사슬 상위에 위치한 포식자를 우선적으로 조절해주어 정양지와 같은 호소 습지환경에 서식하는 작은 수생생물들에게는 유리한 생존 기회를 제공해 주기도 한다. 이처럼 반수생 포유류인 수달은 수생태계 먹이사슬의 조절자 역할을 제공하고, 습지환경의 생물다양성을 건강하게 유지하게 해주는 수환경의 핵심종(keystone species)이라는 생태적 지위(niche)를 가진 동물로 평가된다(IUCN Otter Action Plan 1990).

한편, 멸종위기 야생생물 II 급인 산의 경우, 산림 속 작은 동굴, 속이 빈 통나무, 바위틈새 그리고 큰 나무뿌리 틈새에서도 생활을 하며 육상 생태계의 먹이사슬에서 상위 포식자 역할을 한다. 고양이과 동물답게 민첩하고 빠른 사냥 능력을 가지고 있으며 숲 환경뿐만 아니라 먹이를 찾아 강변의 초지대, 경작지 주변에도 출현한다.

산은 완전한 육상생활을 하며 식육목 육식성 동물이다. 주요 먹이는 설치류, 야생 조류, 청설모, 멧토끼, 어린 고라니, 들꿩 등을 잡으며, 그 외에도 어류, 파충류, 곤충에 이르기까지 다양한 먹이를 사냥한다. 농촌 민가 근처로 출몰하여 기르는 닭이나 오리를 공격하는 경우도 많다. 금번 조사 시에도 이러한 산의 서식이 확인되었고 습지와 인근 산림지역을 오가며 서식을 이어오고 있는 것으로 판단된다.

그 외에도, 정양지 일원은 복잡한 만곡부 지형과 다수의 하중도 환경을 보유하는 등 우수한 습지지형을 가지고 있고, 하천변으로는 풍부한 수변식생이 밀생하여 다양한 야생동물과 수생생물의 서식처가 되고 있다. 이러한

환경은 법정보호종뿐만 아니라 다른 포유류 종들에게도 중요한 먹이사냥 공간이자 안전한 은신처 공간이 되기도 하므로 정양지 습지환경은 일대의 포유류들에게 안전한 서식영역의 가치가 있다고 판단된다.

다만, 정양지 습지 일원에서 생태계교란 생물인 뉴트리아가 서식함을 확인하였다. 이 종은 주로 수변 식물을 섭식하며 살아가는 종으로서 습지환경에 큰 영향을 줄 수 있다. 따라서 뉴트리아 종의 경우에는 지속적인 구제활동이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

나. 습지보호지역 지정 가치

정양지 현지 조사에서 확인된 포유류는 총 9종으로서 법정보호종은 수달, 삵이 확인된다. 정양지 습지 내에 잘 보전되어 있는 수변식물 군락지, 크고 작은 하중도의 산재 그리고 인근 산림지역과의 연접환경은 다양한 야생동물의 활동 과정에서 필요한 안전한 은신처이자 휴식처, 그리고 다양한 먹이자원을 제공해 주는 먹이활동 공간으로서의 역할도 하는 우수한 서식지 환경조건을 보여주고 있다.

특히 정양지 하류의 습지 영역에는 정양늪 생태공원 조성 및 탐방로(생명길)가 조성되어 있어 대국민 습지 생태교육의 장으로도 역할을 할 수 있는 등 습지보호지역으로 지정 가치가 높은 지역으로 사료된다. 다만, 정양지 수계의 상류 방면으로는 하천의 폭이 좁아지면서 민가, 상가, 농경지가 주변에 분포하는 환경이다. 물론 정양지 상류 구간의 하천 내부에도 풍부한 수변식생이 분포하고 있어 야생동물의 유용한 이용이 가능한 지역이지만, 하천을 따라 농경지나 민가가 위치하고 있어서 지속적인 관리가 필요할 것으로 판단된다. 그 외 정양지 일대에서 생태계교란 생물인 뉴트리아의 서식을 확인하였는데, 이 동물은 수변식물을 먹이로 하며 살아가는 종이기 때문에, 습지환경의 보존에 큰 영향을 줄 수 있는 종이다. 따라서 이 종의 경우에는 지속적인 구제활동이 이루어져야 할 것으로 판단된다(표 7).

표 7. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	낙동강 본류의 퇴적으로 만들어진 황강의 지류인 아천천의 배후습지로 다양한 야생생물들의 건강한 서식지 및 먹이자원을 제공하며 생물학적, 생태학적 보존가치가 높음.
멸종위기 야생생물	멸종위기 야생생물 I 급 1종(수달), 멸종위기 야생생물 II 급 1종(샛) 서식.
경관 및 지형	습지 내에 크고 작은 하중도가 형성되어 있고, 양안으로 산림이 인접해 있음. 북쪽으로는 황강 본류가 연결되고, 습지 내 수변 식생 군락이 잘 보존되어 있어 자연 경관이 뛰어나.
기능 및 역할	정양지는 주변 경관이 뛰어나고 다양한 야생동물의 서식지로서 그 보존가치가 높고, 정양늪 생태공원 및 탐방로가 조성되어 있어 생태교육의 장으로서도 그 역할을 하고 있음.

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

본 조사 지역의 주변 환경을 보면, 북쪽으로는 갈대군락, 줄군락, 마름군락 등이 분포하고, 관찰데크 주변으로 가시연꽃 군락, 갈대군락, 버드나무 군락이 펼쳐진다. 정양지 내에는 크고 작은 하중도가 복잡하게 산재해 있고, 동쪽과 서쪽으로는 산림환경이 인접해 있다. 정양지의 상류 방면으로 이동하면 하천을 따라 경작지들이 있다.

정양지 일대는 우수한 자연경관을 가지고 있어 많은 탐방객과 지역주민의 방문이 잦은 곳이며, 습지생태교육의 장으로서 좋은 역할이 기대된다. 이러한 생태적·학술적 가치가 뛰어난 정양지 일대의 보호가치와 중요성을 홍보하고, 정양지 생태계 보호의 실질적인 효과를 거두기 위해서는 지역주민도 함께 참여할 수 있는 지역밀착형 프로그램(서식지 정화활동, 안내, 해설활동 등)도 함께 계획하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

습지를 중심으로 양안에는 도로가 인접해 있고, 특히 33번 국도는 차량의 이동이 빈번한 도로이다. 야생동물 생태통로가 존재하지만 일부 도로 구간에서는 로드킬 위협의 가능성도 있을 것으로 보아야 하며, 본 지역을 보호구역으로 관리하기 위해서는 사전에 로드킬 예방에 대한 사전 검토도 필요할 것으로 판단된다.

정양지의 상류 방면으로는 경작지가 넓게 위치하며 하천폭은 점차 좁아진다. 해당 농경지 주변에는 버려진 농약병과 폐 농자재도 확인할 수 있었

고, 낚시인들의 활동과 그로 인해 발생한 쓰레기들도 방치되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 요소들은 경우에 따라 이곳에 서식하는 포유동물에게 위협요인으로 작용할 수도 있다. 추후, 농경지 인근에 폐 농자재 수거함을 설치 확대하고, 지역 농민들에게 적극적인 교육홍보를 실시하여 정양지 습지환경의 보호 노력에 동참을 유도하는 것이 필요하다고 사료된다.

금번 조사 중에 생태계교란 생물로 분류되어 있는 뉴트리아의 서식을 확인할 수 있었다. 아마 습지관리기관에 의해 설치된 것으로 보이는 생포트랩에 뉴트리아가 포획되어 있는 상황을 연구진이 목격하였으며, 그 외 하중도에서 휴식 중인 뉴트리아를 직접 촬영하기도 하였다. 또한 본 연구진이 설치한 무인센서카메라에도 뉴트리아의 모습이 촬영되었다. 뉴트리아는 초식 위주의 잡식동물로 수생 및 육상식물에게 큰 피해를 주기도 한다. 수생식물의 섭식은 습지 수초대를 크게 감소시키거나 사라지게 하여 그에 기대어 살아가는 수생생물들의 서식지를 변경시킨다. 또한 과도한 개체군 증식에 따른 섭식 피해는 하안이나 제방의 침식 또는 침하를 불러오기도 한다(전국 뉴트리아 서식실태 조사, 2014). 따라서 정양지 습지환경의 보호를 위해서는 생태계교란 생물로 뉴트리아에 대한 집중적이고도 지속적인 퇴치 사업이 필요하다고 판단된다.

그 외, 수달에게 치명적인 익사사고를 유발하는 하천 내 통발 설치 또는 폐그물의 방치 사례는 본 조사기간 동안 나타나지 않았다. 그럼에도 불구하고 정양습지 환경이 더욱 안전하게 보호될 수 있도록 습지 야생생물 보호 안내 및 장기적인 정화활동이 필요하며, 지역사회와의 지지와 동참을 유도할 수 있는 지역밀착형 습지관리계획을 포함하여 보전전략을 수립하는 것이 중요하다고 사료된다.

참고문헌

- 국립생태원. 전국 뉴트리아 서식실태조사. 국립생태원, 2014.
- 정승민. “정양지와 박실지의 수문학적 특성변화에 관한 연구.” 국내석사학위논문 진주산업대학교 산업대학원, 2010.
- 최태영, 최현명, 2007, 야생동물 흔적 도감. 돌베개.
- 환경부, 국립환경연구원. 2002. 전국내륙습지 자연환경조사 : 낙동강(박실지, 정양지)
- Erlinge, S. 1967. Home-range of the Otter *Lutra lutra* L. in Southern Sweden. - *Oikos* 18: 186-209.
- IUCN, 1990, Otter Action Plan, IUCN Otter Specialist Group.
- Hans Kruuk, 1995, Wild Otters: Predation and Populations, Oxford University Press, United Kingdom.

부록(사진자료)



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경(하중도)



조사지역 전경(하중도)



조사지역 간접요인(뉘시인)



조사지역 위협요인(폐 농자재)



수달 배설물



등줄쥐 사체



멧돼지 식흔



뉴트리아



무인센서카메라 수달 한가족(4마리)
모습



무인센서카메라 삵 가족(3개체) 촬영



무인센서카메라 멧돼지(3개체) 촬영



무인센서카메라 뉴트리아 촬영

부록(종목록)

분류군 명	조사결과			비고
	1차	2차	3차	
Order Artiodactyla 우제목				
Family Cervidae 사슴과				
<i>Hydropotes inermis</i> 고라니	S, F	S, F	S, F, M	
Family Suidae 멧돼지과				
<i>Sus scrofa</i> 멧돼지	R	R	R, M	
Order Carnivora 식육목				
Family Canidae 개과				
<i>Nyctereutes procyonoides</i> 너구리	F		F, M	
Family Felidae 고양이과				
<i>Prionailurus bengalensis</i> 살쾨	S	S	S, F, M	멸 II
Family Mustelidae 족제비과				
<i>Lutra lutra</i> 수달	S, F	S, F	S, F, M	멸 I, 천
<i>Mustela sibirica</i> 족제비	S		S, M	
ORDER RODENTIA 설치목				
FAMILY MURIDAE 쥐과				
<i>Apodemus agrarius</i> 등줄쥐	V			
Myocastoridae 뉴트리아과				
<i>Myocastor coypus</i> 뉴트리아	V		M	외
Order Soricomorpha 침서목				
Family Talpidae 두더지과				
<i>Mogera robusta</i> 두더지	T	T	T	
종 수				
(전 체 4목 8과 9종)				

주: S; 배설물, F; 족적, T; 터널, V; 목견, M; 무인센서카메라, R; 식흔, 천; 천연기념물
 멸 I; 멸종위기 야생생물 I 급, 멸 II; 멸종위기 야생생물 II 급, 외; 외래생물



저서성 대형무척추동물

X. 저서성 대형무척추동물

김동진 · 변진석

(삼육대학교, 환경생태연구소)

요 약

합천군 대양면 정양리 151번지에 소재하는 합천 정양지는 ‘습지보호지역’으로 지정되어 있지는 않으나, ‘제3차 경상남도 습지보전실천계획(2019~2023년)’의 일환으로 “경상남도 대표 우수습지”로 지정되어 관리되고 있다. 본 연구는 습지에 서식하는 저서성 대형무척추동물의 생물상을 파악하고, 생태우수습지로서의 가치와 보전 방안을 마련하기 위한 기초 자료를 제공하기 위해 수행되었다.

합천 정양지에서 수행된 저서성 대형무척추동물 현장조사 결과 총 출현 종수는 4문 5강 13목 25과 32종으로 확인되었다. 조사 지점별 출현 종수는 St. 1은 총 3문 4강 8목 11과 13종, St. 2는 총 3문 4강 9목 18과 20종, St. 3는 4문 5강 8목 12과 15종으로 확인되었다. 분류군별 출현 현황은 곤충강의 잠자리목과 파리목에서 각각 6종으로 가장 높게 나타났으며, 편형동물문과 곤충강의 하루살이목, 날도래목에서 1종으로 가장 적게 출현하였다. 전체 조사시기에 출현한 저서성 대형무척추동물의 현존량은 총 374.4 Ind./m²로 확인되었다. 특이종의 경우 국외반출승인대상종 1종이 출현하였으며, 연갑강의 줄새우(*Palaemon paucidens*)가 서식하고 있는 것으로 확인되었다.

1. 서 론

합천 정양지는 행정구역상 경남 합천군 대양면 정양리에 위치하고 있으며, 정양늪은 담수호로서 그 남쪽으로는 인근의 촌락과 전답으로부터 생활하수와 농업용수가 유입되며, 동서의 구릉지로부터 집수되어, 북쪽의 자연적으로 형성된 수로를 통하여 황강으로 유출되는 습지이다. 정양늪의 주 유입하천은 경남 합천군 정양면 도리 수리봉(331m)에서 발원하는 아천으로 4개의 지방2급 하천이 합류하여 정양지에 유입된다. 전국내륙습지 조사의 일환으로 정밀 조사가 수행된 이력은 없으며, 전국내륙습지 자연환경조사(2003), 제 2차 전국내륙습지 모니터링(2016)의 일환으로 기초조사가 수행된 이력이 있었다. 습지보전법상 습지보호 지역에 포함되어 있지는 않았으나, 최근 생태적 중요성을 인정받아 제3차 경상남도 습지보전실천계획(2019~2023년)의 일환으로 “경상남도 대표 우수습지”로 지정되어 관리되고 있다.

본 연구는 합천 정양지의 과거와 현재의 저서성 대형무척추동물의 변화상 관찰을 통해 정양지의 관리방안 마련과 보전계획을 수립하기 위해서 수행되었다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사일정(표 1)

표 1. 조사 시기

조사 차수	조사 시기
1차 조사	2024년 5월 2, 3일
2차 조사	2024년 7월 18, 19, 20일
3차 조사	2024년 10월 5, 6일, 10일

나. 조사지 개황

합천 정양지는 합천군 대양면 정양리 151번지 일원에 위치하고 있으며, 범람원 또는 삼각주에 발달한 자연제방에 의하여 형성된 배후습지에 해당하는 습지이다. 습지 면적은 410,000m²이며, 정양늪 생태공원이 위치하고 있어 생태교육 프로그램, 전시 등 생태 관광 시설로써 활용되고 있다. 습지 외곽을 따라 산책로, 데크가 설치되어 있으며, 습지 관리를 위하여, 일반인의 수변구역 접근은 금지하고 있다(그림 1).

다. 조사 지역

본 조사지역은 합천 정양지의 수변부에서 미소서식처의 다양성과 접근성 등을 고려하여 3개의 지점을 선정하였다(표 2).



그림 1. 저서성 대형무척추동물 조사지점

표 2. 조사지점 좌표

조사지점	위도	경도
St. 1	35°33'14.25"N	128°09'45.26"E
St. 2	35°32'55.03"N	128°09'51.91"E
St. 3	35°32'56.12"N	128°10'05.82"E

라. 조사 방법

1) 현장 조사

조사는 총 3번 수행하였으며, 1차 조사는 2024년 5월, 2차 조사는 2024년 7월 그리고 3차 조사는 2024년 10월에 수행하였다. 수변부 식생이 풍부하고, 하상 기질의 종류가 다양한 곳을 우선하여 정량 및 정성 조사를 수행하였다. 조사를 수행하였으며, 정량 조사는 D-Frame net (30×25, 망목 0.2mm)을 이용하여 1m를 2회 조사하였으며, 정성조사는 Hand net (망목 0.5mm)을 이용하여 각 지점에서 5분 이상 수행하였다. 채집물은 현장에서 500ml Vial에 담아 95% Ethanol로 고정하여 실험실로 운반 후 80% Ethanol로 치환하여 보관하였으며, 보관된 채집물은 유기물로부터 저서성 대형무

척추동물을 골라내어 종(Species) 수준까지 동정 후 Vial (10~25ml)에 옮겨 보존하였다.

2) 동정

저서성 대형무척추동물의 동정은 기존의 문헌을 참고하여 해부현미경을 이용하여 수행하였다(권 등, 2001; 권 등, 2013; 권 등, 2017; 김훈수, 1977). 학명의 체계 및 국명은 기본적으로 국립생물자원관에서 제공하는 국가생물종목록을 기준으로 하였다.

3) 군집분석

각 조사지점 별 정량 조사 결과에서 출현종수, 출현 분류군 별 개체 밀도를 단위면적(m²) 당 개체수로 환산한 후 비교하였으며 군집 분석은 각 조사지점에서 정량 채집된 출현종과 개체수를 기준으로 우점도 지수(Dominant index, DI), 다양도 지수(Species diversity index, H') 및 균등도 지수(Evenness index, J'), 풍부도 지수(Species richness index, R1)를 산출하였다.

우점도지수(DI)	$DI = \frac{N_1 + N_2}{N}$	McNaughton (1967)
다양도지수(H')	$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad [p_i = \frac{N_i}{N}]$	Shannon-Weaver (1949)
균등도지수(J')	$= \frac{H'}{\log_2 S}$	Margalef (1958)
종풍부도지수(R1)	$R1 = \frac{S-1}{\ln N}$	Pielou (1975)
N: 총 출현개체수 N _i : i 종의 개체수 S: 총 출현종 수		
N ₁ : 제 1우점종의 개체수 N ₂ : 제 2우점종의 개체수		

3. 연구 결과

가. 1차 조사

정량 조사 결과 총 출현 종수는 4문 5강 10목 21과 24종으로 확인되었다. 조사 지점별 출현 종수는 St. 1은 총 2문 2강 5목 8과 8종, St. 2는 총 3문 4강 7목 12과 13종, St. 3는 4문 5강 7목 9과 12종으로 확인되었다. 분류군별 출현 현황은 곤충강의 파리목에서 6종으로 가장 다양하게 출현하였으며, 편형동물문·하루살이목·딱정벌레목에서 각각 1종으로 가장 적게 출현하였다. 정량 조사 결과 1차 조사의 개체밀도는 총 498.5 Ind./m²로 확인되었다(표 3, 4).

표 3. 1차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 출현종수

분류군			St. 1	St. 2	St. 3	총합
편형동물문					1	1
연체동물문			1	3	2	4
환형동물문				2	2	2
절지동물문	연갑강			1	1	2
	곤충강	하루살이목		1		1
		잠자리목	1	3	1	4
		노린재목	1	1	2	3
		딱정벌레목	1			1
		파리목	4	2	2	6
총합			8	13	11	24

표 4. 1차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도(Ind./m²)

분류군			St. 1	St. 2	St. 3	총합
편형동물문					3.3	3.3
연체동물문			3.3	30.4	23.5	57.2
환형동물문				13.5	13.5	27.0
절지동물문	연갑강			6.7	23.5	30.2
	곤충강	하루살이목		16.9		16.9
		잠자리목	3.3	37.0	10.2	50.5
		노린재목	3.3	121.3	53.9	178.5
		딱정벌레목	6.7			6.7
		파리목	43.9	43.9	40.4	128.2
총합			60.5	269.7	168.3	498.5

나. 2차 조사

정량 조사 결과 총 출현 종수는 3문 4강 8목 13과 13종으로 확인되었다. 조사 지점별 출현 종수는 St. 1은 총 2문 2강 3목 3과 3종, St. 2는 총 3문 4강 6목 9과 9종, St. 3는 2문 3강 5목 6과 6종으로 확인되었다. 분류군별 출현 현황은 연체동물문과 연갑강에서 각각 3종이 출현하여 가장 높게 출현하였으며, 환형동물문·곤충강의 잠자리목·딱정벌레목에서 각각 1종 출현하였다. 정량 조사 결과 2차 조사의 개체밀도는 총 296.3 Ind./m²로 확인되었다(표 5, 6).

표 5. 2차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 출현종수

분류군			St. 1	St. 2	St. 3	종합
연체동물문			1	3	1	3
환형동물문				1		1
절 지 동 물 문	연갑강			2	2	3
	곤 충 강	잠자리목		1		1
		노린재목	1	1	1	2
		딱정벌레목	1			1
		파리목		1	2	2
종합			3	9	6	13

표 6. 2차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도(Ind./m²)

분류군			St. 1	St. 2	St. 3	종합
연체동물문			10.2	33.7	20.2	64.1
환형동물문				3.3		3.3
절지동물문	연갑강			185.4	6.7	192.1
	곤충강	잠자리목		3.3		3.3
		노린재목	6.7	3.3	3.3	13.3
		딱정벌레목	10.2			10.2
		파리목		3.3	6.7	10.0
종합			27.1	232.3	36.9	296.3

다. 3차 조사

정량 조사 결과 총 출현 종수는 3문 4강 8목 11과 11종으로 확인되었다. 조사 지점별 출현 종수는 St. 1은 총 3문 4강 5목 5과 5종, St. 2는 총 2문 2강 5목 6과 6종, St. 3는 2문 2강 3목 5과 5종으로 확인되었다. 분류군별 출현 현황은 연체동물문이 3종으로 가장 높게 나타났으며, 환형동물문·연갑강·파리목·날도래목 각각 1종 출현하였다. 정량 조사 결과 3차 조사의 개체밀도는 총 326.8 Ind./m²로 확인되었다(표 7, 8).

표 7. 3차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 출현종수

분류군			St. 1	St. 2	St. 3	종합
연체동물문			2	1	2	3
환형동물문			1			1
절지 동물문	연갑강		1			1
	곤충강	잠자리목		2	2	2
		노린재목	1	1	1	2
		파리목		1		1
		날도래목		1		1
종합			5	6	5	11

표 8. 3차 조사의 조사지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도(Ind./m²)

분류군			St. 1	St. 2	St. 3	종합
연체동물문			27.0	175.2	47.2	249.4
환형동물문			3.3			3.3
절지동물문	연갑강		16.9			16.9
	곤충강	잠자리목		10.2	6.7	16.9
		노린재목	3.3	16.9	13.5	33.7
		파리목		3.3		3.3
		날도래목		3.3		3.3
종합			50.5	208.9	67.4	326.8

라. 종합

모든 조사 시기를 종합한 결과, 총 출현 종수는 4문 5강 13목 25과 32종으로 확인되었다. 조사 지점별 출현 종수는 St. 1은 총 3문 4강 8목 11과 13종, St. 2는 총 3문 4강 9목 18과 20종, St. 3는 4문 5강 8목 12과 15종으로 확인되었다. 분류군별 출현 현황은 곤충강의 잠자리목과 파리목에서 각각 6종으로 가장 높게 나타났으며, 편형동물문과 곤충강의 하루살이목, 날도래목에서 1종으로 가장 적게 출현하였다. 전체 조사시기에 출현한 저서성 대형무척추동물의 현존량은 총 374.4 Ind./m²로 확인되었다(표 9, 10).

표 9. 조사지점별 저서성 대형무척추동물 출현종수 - (종합)

분류군			St. 1	St. 2	St. 3	종합
편형동물문					1	1
연체동물문			2	3	3	5
환형동물문			1	3	2	3
절 지 동 물 문	연갑강		1	2	2	3
	곤 충 강	하루살이목		1		1
		잠자리목	1	5	2	6
		노린재목	2	2	2	4
		딱정벌레목	2			2
		파리목	4	3	3	6
		날도래목		1		1
종합			13	20	15	32

표 10. 조사지점별 저서성 대형무척추동물 개체밀도(Ind./m²) - (종합)

분류군			St. 1	St. 2	St. 3	종합
편형동물문					1.1	1.1
연체동물문			13.5	79.7	30.4	123.6
환형동물문			1.1	5.6	4.6	11.3
절 지 동 물 문	연갑강		5.6	64.1	10.2	79.9
	곤 충 강	하루살이목		5.6		5.6
		잠자리목	1.1	16.9	5.6	23.6
		노린재목	4.6	47.2	23.5	75.3
		딱정벌레목	5.6			5.6
		파리목	14.6	16.9	15.8	47.3
		날도래목		1.1		1.1
종합			46.1	237.1	91.2	374.4

마. 우점종 및 아우점종

합천 정양지에서 정량조사를 수행하여 차수별로 우점종과 아우점종을 확인한 결과 1차 조사에서 우점종은 방물벌레(*Sigara* (Tropocorixa) substriata), 아우점종은 깔따구(과) sp. (Chironomidae sp.)로 확인되었다. 2차 조사에서 우점종은 줄새우(*Palaemon paucidens*), 아우점종은 새뱅이(*Neocaridina denticulata denticulata*)로 확인되었다. 3차 조사에서 우점종은 수정또아리물달팽이(*Hippeutis cantori*), 아우점종은 원돌이물달팽이(*Physa acuta*)로 확인되었다.

전체 조사 차수를 종합하여 우점종, 아우점종을 확인한 결과 우점종은 깔따구(과) sp.(Chironomidae spp.), 아우점종은 새뱅이(*Neocaridina denticulata denticulata*)로 확인되었다(표 11).

표 11. 합천 정양지의 조사차수별 우점종 및 아우점종

시기	우점종		아우점종	
	종명	비율	종명	비율
1차 (5월)	방물벌레 <i>Sigara</i> (Tropocorixa) substriata	33.8	깔따구(과) sp. Chironomidae sp.	20.9
2차 (7월)	줄새우 <i>Palaemon paucidens</i>	51.1	새뱅이 <i>Neocaridina denticulata denticulata</i>	12.5
3차 (10월)	수정또아리물달팽이 <i>Hippeutis cantori</i>	63.9	원돌이물달팽이 <i>Physa acuta</i>	11.3
종합	깔따구(과) sp. Chironomidae sp.	22.5	새뱅이 <i>Neocaridina denticulata denticulata</i>	16.5

바. 군집분석

1차 조사에서 정량 조사를 수행한 결과 군집지수는 우점도 $0.58(\pm 0.11)$, 다양도 $2.65(\pm 0.39)$, 균등도 $0.78(\pm 0.07)$, 종풍부도 $2.11(\pm 0.21)$ 로 확인되었다. 2차 조사의 경우 우점도 $0.73(\pm 0.08)$, 다양도 $1.78(\pm 0.25)$, 균등도 $0.77(\pm 0.22)$, 종풍부도 $1.28(\pm 0.51)$ 로 확인되었다. 3차 조사의 경우 우점도 $0.82(\pm 0.09)$, 다양도 $1.52(\pm 0.49)$, 균등도 $0.64(\pm 0.22)$, 종풍부도 $1.07(\pm 0.06)$ 로 확인되었다. 조사 시기별로 군집지수를 비교한 결과 1차 조사에서 다양도가 가장 높게 나타났으며, 3차 조사에서 가장 낮은 것으로 확인되었다.

전체 조사 차수를 통합하여 군집지수를 산출한 결과 우점도 $0.71(\pm 0.13)$, 다양도 $1.98(\pm 0.61)$, 균등도 $0.73(\pm 0.18)$, 종풍부도 $1.49(\pm 0.55)$ 로 확인되었다(표 12).

표 12. 합천 정양지 조사 차수별 군집지수

지점 및 시기 \ 지수	우점도지수 (DI)	다양도지수 (H')	균등도지수 (J')	종풍부도지수 (R1)
1차	0.58(±0.11)	2.65(±0.39)	0.78(±0.07)	2.11(±0.21)
2차	0.73(±0.08)	1.78(±0.25)	0.77(±0.22)	1.28(±0.51)
3차	0.82(±0.09)	1.52(±0.49)	0.64(±0.22)	1.07(±0.06)
종합	0.71(±0.13)	1.98(±0.61)	0.73(±0.18)	1.49(±0.55)

4. 고찰

가. 출현종 특성과 저서성 대형무척추동물분야의 습지가치

합천 정양지는 배후습지로 하상의 대부분이 모래 이하의 미립질로 구성되어 있고, 해변에 위치하면서도 지하수가 모여있어서 담수생태계를 유지할 수 있다. 이는 해안사구가 바닷물이 유입되는 것을 막아주기 때문이다. 또한 2002년에 습지보호지역, 2007년에 람사르습지로 지정되어 보호되고 있다. 또한 담수생태계로부터 공급되는 영양물질, 퇴적물과 미소서식처 등으로 다양한 저서성 대형무척추동물이 서식할 수 있는 환경을 구성하고 있다.

저서성 대형무척추동물은 생태계의 영양단계 중 상위 단계에 위치한 분류군의 먹이원으로서 중요한 위치를 차지하고 있다. 배후습지의 특성상 하천의 근처에 위치하여 유입 하천의 오염물을 침전·정화 하는 작용으로 유출하천의 수질 유지에 중요한 역할을 한다. 또한 정양늪의 경우 풍부한 수변 식생이 구성되어 있어 저서성 대형무척추동물의 서식처가 다양하게 형성되어 있었으며, 다양한 분류군이 서식하고 있어 복잡한 생태계를 구성하고 있는 것으로 판단된다. 저서성 대형무척추동물 특이종의 경우 국외반출 승인대상종인 줄새우(*Palaemon paucidens*) 1종이 출현하였다.

나. 습지보호지역 지정 가치

합천 정양지를 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치로서 저서성 대형무척추동물 군집의 생물다양성이 높고, 복잡한 미소서식처를 구성하고 있기 때문에 본 조사에서 출현이 확인되지 않은 법정보호종, 고유종 등이 다양하게 서식하고 있을 것으로 판단된다. 또한 습지 생태계에서 다양하게 서식하는 OCH(Odonata · Coleoptera · Hemiptera)가 다양하게 서식하고 있는 것으로 확인되어 이상적인 습지 생태계를 구성하고 있는 것으로 보여 진다(표 13).

표 13. 합천 정양지의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	습지 생태계에서 높은 다양성을 가지는 OCH (Odonata·Coleoptera·Hemiptera) 분류군이 다양하게 출현하여, 이상적인 습지 생태계를 형성하고 있는 것으로 보여짐
경관 및 지형	저서성 대형무척추동물의 서식처로 활용되는 수생식물 군락이 습지 수변부를 따라 다양하게 서식하고 있어 높은 서식처 다양성을 보임
기능 및 역할	배후습지에 해당하는 합천 정양지의 특성상 하천의 근처에 위치하여 유입 하천의 오염물을 침전·정화 하는 작용으로 유출하천의 수질 유지에 중요한 역할을 함

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

습지의 수변부를 따라 설치된 데크와 생태공원, 화장실이 마련되어 있고, 생태 체험 프로그램의 장소로 활용되어 인위적 교란 요인으로 작용하지 않도록 지속적인 관리가 필요하다. 또한 장마, 폭우로 인한 수위 변동으로 상습적인 수변부 교란이 일어날 위험이 있어 자연재방 구축, 수변부 경사도 완화 등의 대처 방안 수립이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 권오길, 민덕기, 이종락, 이준상, 제종길, 최병래, 2001, 신원색한국패류도감, 민패류박물관, 도서출판 한글, 332 pp.
- 권순직, 전영철, 김명철, 2017, 화살표 물속생물도감, 자연과생태, 224 pp.
- 권순직, 전영철, 박재홍, 2013, 물속생물도감, 자연과생태, 791 pp.
- 김훈수, 1977, 한국동식물도감 제19권 동물편(새우류), 문교부, 414 pp.
- 한국동물분류학회, 1997, 한국동물명집, 아카데미서적, 489 pp.
- De Szalay, F.A., Resh, V.H. 2000. Factors influencing macroinvertebrate colonization of seasonal wetlands: responses to emergent plant cover. *Freshwater Biology*. 45: 295-308.
- Kong, D.S., Ryu, J.K., Yoon, I.B., Assessment and restoration of aquatic environment using benthos - biomonitoring, biomanipulation, ecotechnology, In Proceeding of Symposium on Environmental Changes and Insect Resources, Seoul, Korea, 9 December 1999.
- Margalef, R. 1958. Temporal succession and spatial heterogeneity in natural phytoplankton. In perspectives in marine biology. Univ. of California Press. pp. 323-349.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties of California.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological.
- Shannon, C. E., and Weaver, W. 1949. The mathematical theory of information. succession. *J. Theor. Biol.* 13, pp. 31-144.

부록(사진자료)

가. 조사지 전경



St.1 전경



St.2 전경



St.3 전경



현장조사사진

나. 출현종 사진



줄새우
(*Palaemon paucidens*)



방물벌레
(*Sigara (Tropocorixa) substriata*)



각시물자라
(*Diplonychus esakii*)



깔따구류
(*Chironomidae spp.*)

부록(종목록)

분류군 명	2024년				문헌	
	1차	2차	3차	정성	2003	2016
Order Tricladida 삼기장목						
Family Viviparidae 플라나리아과						
<i>Dugesia</i> sp. 플라나리아 sp.			1.1			◎
Order Unassigned						
Family Lymnaeidae 물달팽이과						
<i>Radix auricularia</i> 물달팽이		4.6			◎	
Family Physidae 원돌이물달팽이과						
<i>Physa acuta</i> 원돌이물달팽이		6.7	25.8	◎		
Order Unassigned						
Family Planorbidae						
또아리물달팽이과						
<i>Gyraulus chinensis</i> 또아리물달팽이					◎	◎
<i>Hippeutis cantori</i> 수정또아리물달팽이	12.3	68.5	3.3	◎		◎
<i>Polypylis hemisphaerula</i>						◎
배꼽또아리물달팽이						
<i>Laevapex nipponica</i> 민물삿갓조개			1.1			
Order Stylommatophora						
병안목						
Family Succineidae						
뽕족뽕물우렁이과						
<i>Oxyloma hirasei</i> 뽕족뽕물우렁이	1.1			◎		
Order Unionoida 석패목						
Family Unionidae 석패과						
<i>Cristaria plicata</i> 대칭이					◎	
Order Tubificida 실지렁이목						
Family Tubificidae 실지렁이과						
<i>Limnodrilus</i> sp. 실지렁이 sp.	1.1	1.1	3.3		◎	◎
Order Rhynchobdellida						
부리거머리목						
Family Glossiphoniidae						
넙적거머리과						
<i>Alboglossiphonia lata</i> 조개넙적거머리		3.3	1.1			
Order Arhynchobdellida						
턱거머리목						
Family Hirudinidae 거머리과						
<i>Hirudo nipponia</i> 참거머리		1.1		◎		
Order Notostraca 배갑목						
Family Triopidae 투구새우과						
<i>Triops longicaudatus</i> 긴꼬리투구새우					◎	
Order Isopoda 등각목						
Family Asellidae 물벌레과						
<i>Asellus</i> sp. 물벌레 sp.			9.0		◎	◎
Order Amphipoda 단각목						
Family Gammaridae 옆새우과						
<i>Gammarus sobaegensis</i> 보통옆새우					◎	◎
Order Decapoda 십각목						
Family Atyidae 새뱅이과						

분류군 명	2024년				문헌	
	1차	2차	3차	정성	2003	2016
<i>Neocaridina denticulata denticulata</i>	5.6	13.5	1.1	◎	◎	
새뱅이						
Family Palaemonidae						
징거미새우과						
<i>Palaemon paucidens</i> 줄새우		50.6				
Order Ephemeroptera						
하루살이목						
Family Baticidae 꼬마하루살이과						
<i>Baetis fuscatus</i> 개똥하루살이					◎	
<i>Cloeon dipterum</i> 연못하루살이				◎	◎	◎
Family Ephemeridae 하루살이과						
<i>Ephemera orientalis</i> 동양하루살이					◎	
Family Heptageniidae						
납작하루살이과						
<i>Ecdyonurus dracon</i> 참납작하루살이					◎	
Family Leptophlebiidae						
갈래하루살이과						
<i>Paraleptophlebia chocolata</i> 두갈래하루살이					◎	
Family Caenidae 등딱지하루살이과						
<i>Caenis nishinoae</i> 등딱지하루살이		5.6				
Order Odonata 잠자리목						
Family Coenagrionidae 실잠자리과						
<i>Coenagrion melanurum</i> 노란실잠자리					◎	
<i>Coenagrion nipponicum</i> 연분홍실잠자리						◎
<i>Paracercion calamorum</i> 등검은실잠자리		9.0	4.6	◎		
<i>Ischnura asiatica</i> 아시아실잠자리				◎		
Family Platycnemididae						
방울실잠자리과						
<i>Platycnemis phyllopoda</i> 방울실잠자리		4.6		◎		
Family 물잠자리과						
<i>Calopteryx japonica</i> 물잠자리		1.1			◎	
Family Aeshnidae 왕잠자리과						
<i>Anax parthenope</i> 왕잠자리					◎	
Family Cordulegastridae						
장수잠자리과						
<i>Anotogaster sieboldii</i> 장수잠자리						◎
Family Libellulidae 잠자리과						
<i>Crocothemis servilia mariannae</i>		1.1	1.1			◎
고추잠자리						
<i>Orthetrum albistylum</i> 밀잠자리	1.1					
<i>Orthetrum lineostigma</i> 홀쪽밀잠자리					◎	
<i>Sympetrum vulgatum</i> 만주좀잠자리		1.1				
Order Hemiptera 노린재목						
Family Corixidae 물벌레과						
<i>Micronecta sedula</i> 꼬마물벌레			2.3		◎	
<i>Sigara (Tropocorixa) substriata</i> 방물벌레		40.4	21.4	◎	◎	◎
Family Pleidae 동글물벌레과						
<i>Plea japonica</i> 꼬마동글물벌레						◎
Family Belostomatidae 물장군과						
<i>Appasus japonicus</i> 물자라	1.1					◎
<i>Diplonychus esakii</i> 각시물자라	3.3	6.7		◎	◎	◎

분류군 명	2024년				문헌	
	1차	2차	3차	정성	2003	2016
Family Nepidae 장구애비과						
<i>Nepa hoffmanni</i> 메추리장구애비					◎	
Order Coleoptera 딱정벌레목						
Family Dytiscidae 물방개과						
<i>Cybister brevis</i> 검정물방개						◎
<i>Ilybius apicalis</i> 모래무지물방개	2.3					◎
<i>Rhantus suturalis</i> 애기물방개	3.3			◎		
<i>Laccophiliis difficilis</i> 깨알물방개					◎	
<i>Noterus japonicus</i> 자색물방개						◎
Family Haliplidae 물진드기과						
<i>PeUodytes sinensis</i> 중국물진드기					◎	◎
Family Hydrophilidae 물땡땡이과						
<i>Amphiops mater</i> 알물땡땡이						◎
<i>Enochrus esuriens</i> 꼬마넓적물땡땡이						◎
<i>Helochares nopponicus</i> 좀물땡땡이						◎
Family Elmidae 여울벌레과						
Elmidae sp. 여울벌레(과) sp.						◎
Order Diptera 파리목						
Family Dixidae 별모기과						
Dixidae sp. 별모기 sp.		1.1				
Family Culicidae 모기과						
<i>Culex</i> sp. 집모기 sp.	1.1	2.3	1.1			
Family Chironomidae 깔따구과						
Chironomidae sp. 깔따구(과) sp.	11.2	13.5	11.2	◎		◎
<i>Chironomus flaviplumus</i> 노랑털깔따구					◎	
Family Stratiomyidae 동애등애과						
<i>Stratiomys japonica</i> 줄동애등애	1.1					◎
<i>Odontomyia garatas</i> 범동애등애						◎
Family Syrphidae 꽃등애과						
Syrphidae sp. 꽃등애 sp.	1.1					
Family Muscidae 집파리류						
Muscidae sp. 집파리류			3.3			
Order Trichoptera 날도래목						
Family 별날도래과						
<i>Ecnomus tenellus</i> 별날도래		1.1				
총 종수	13	20	15	13	24	27



함안 질남초



지형 · 지질 · 퇴적물

I . 지형 · 지질 · 퇴적물

신재열 · 정무열

(경상국립대학교)

요 약

경남 함안군 법수면 대송리 및 우거리 일대에 위치한 질날늪은 신생대 제 4기 충적평야 지형 발달 과정에서 남강과 지류하천 합류부에 형성된 배후습 지성 호소이다. 질날늪은 최종 빙기 최성기 이후 역동적인 기후 변화 및 해수면 변화에 대한 퇴적학적 기록을 간직하고 있으며, 원지형이 잘 남아있어 지형 · 지질 · 퇴적물 측면에서도 보존 가치가 높다. 또한 야생동물 및 천연기념물에 해당하는 동 · 식물의 서식지로서도 높은 보존 가치를 지닌 습지로 판단된다. 그 가치를 인정받아 질날늪은 경상남도 대표 우수습지 등 보호지역으로 지정되어 현재까지 큰 인위적인 훼손 및 오염 없이 비교적 관리가 잘 이루어지고 있다. 다만, 조사 결과 인접한 지역에 오염원들이 다수 위치하고 있어 향후 오염 및 훼손이 우려되며 지속적인 모니터링과 관리, 규제 등 질날늪의 가치를 보존하기 위한 노력이 요구된다.

1. 서 론

습지란 담수(淡水: 민물), 기수(汽水: 바닷물과 민물이 섞여 염분이 적은 물) 또는 염수(鹽水: 바닷물)가 영구적 또는 일시적으로 그 표면을 덮고 있는 지역으로서 내륙습지 및 연안습지를 말한다(습지보전법 제2조 1항). 습지는 지형 · 지질 경관 변화 수문 환경의 변화, 기상 및 기후 변화, 등의 자연적 요인과 인공 시설물 설치 등의 인위적 요인으로 인해 끊임없이 환경의 변화가 발생하며, 이에 적응한 동 · 식물로 구성된 습지만의 독특한 생태계가 형성된다.

최근 생태계 전이지역이자 국가 핵심 생태자원인 습지의 효율적 보전 및 현명한 이용을 위한 사회적 요구 증가함에 따라 보호지역 지정, 국가습지 목록 구축 등 습지의 체계적인 관리를 위한 유별·분야별 기초 데이터 확보가 요구되고 있다. 이 연구는 국가 습지 보전 정책 수립 및 시행을 위한 유형별 분포 현황 및 개별 습지의 생태적·사회적 보전 가치를 파악하기 위한 연구의 일환으로서 경남 함안군에 위치한 질날늪을 대상으로 지형·지질·퇴적물에 대한 조사 결과를 제시하는데 목적이 있다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

조사 대상인 질날늪은 경남 함안군 법수면 일대 천제산에서 발원하여 남강으로 유입하는 지류하천의 상류에 발달한 습지이다. 행정구역상 함안군 법수면 대송리 일대에서 우거리 일대에 이르며, 북위 $35^{\circ} 18' 35.20''$, 동경 $128^{\circ} 20' 128.22''$ 범위에 해당한다. 질날늪 습지 보호 구역의 둘레는 약 4.19km, 면적은 약 0.56km²이며, 농경지 약 0.18km²와 산림 지역 약 0.19km²를 포함한다. 습지 구역의 낙동강 유로 연장은 약 9.9km이며, 습지 보호 구역의 면적은 약 1.7km²이다.

국립환경과학원의 조사 결과(2014)에 따르면 질날늪 일대에는 식물구계학적 특정식물종 V등급인 가시연, 자라풀, 통발, III등급인 북사초, 그리고 I등급인 왕버들, 뚜껑덩굴, 노랑어리연꽃, 나사말 등이 서식하며, 외래종과 중건생 식물이 적어 비교적 자연습지의 형태와 식물상을 보존하고 있어 생태적 측면에서 질날늪은 생물다양성이 우수한 습지이다. 또한, 가시연꽃, 삿, 수달, 붉은배새매, 황조롱이, 큰기러기 등 멸종 위기 야생동물 및 천연기념물에 해당하는 동·식물의 서식지로서 보존 가치가 인정되어 2020년 5월 경상남도에서 두 번째로 ‘도 대표 우수습지’로 지정된 바도 있다.

나. 조사시기

현장 조사는 조사 지역의 지형·지질적 환경 특성을 파악하고 퇴적물 분석을 위한 시료 채취 등을 위해 총 8회(3월 11일, 5월 21일, 5월 30일, 7월 2일, 7월 4일, 8월 4일, 8월 29일, 10월 8일)에 걸쳐 진행되었다. 자세한 현장 조사 일정 및 내용은 아래의 표 1과 같다.

표 1. 현장 조사 일정 및 내용

조사 차수	조사 일자	조사 내용
1차	3월 11일	지형 및 지질 조사
2차	5월 21일	지형 및 지질 조사, 드론 촬영
3차	5월 30일	지형 및 지질 조사
4차	7월 2일	지형 및 지질 조사
5차	7월 4일	퇴적물 분석 시료 채취 지점 선정
6차	8월 4일	퇴적물 분석 시료 채취
7차	8월 29일	지형 및 지질 조사, 드론 촬영
8차	10월 8일	드론 촬영

다. 조사방법

조사는 전국내륙습지조사 지침에 따라 실내 조사와 현장 조사를 병행하여 수행하였으며, 두 방법에 의한 조사 자료를 통합하여 질날늪의 지형·지질·퇴적물의 특징을 분석하였다. 구체적인 조사 방법과 절차는 다음과 같다.

1) 실내 조사

조사 지역에 대한 기존 조사 보고서, 논문, 관련 문헌 등을 수집하여 질날늪의 행정, 지리, 지형·지질학적 정보를 검토하였다. 또한 시대별 항공사진, 시대별 정사영상 등을 활용하여 질날늪 일대의 장·단기간에 걸친 시공간적 변화 특성을 파악하였다. 마지막으로 Arc GIS를 활용해 1:5,000 수치지형도 기반의 공간 자료를 구축하고 지형 특성을 분석하였다.

가) 기존 문헌 검토

질날늪을 대상으로 한 지형·지질·퇴적학적 정밀 조사는 2014년에 수행된 바 있다(환경부, 2014). 당해 연구에서는 이전 연구 사례의 내용을 참고하여 퇴적물 특성의 변화, 지형 변화, 환경 변화 등을 조사하고 각 요소 간의 상호 관련성 등을 검토하였다.

나) 습지의 시공간 변화 분석

질날늪의 시공간 변화 분석은 장기 시계열 변화와 단기 시계열 변화로 나누어 분석하였다. 장기 시계열 변화는 국토지리정보원에서 제공하는 과거 항공사진(1954년, 1969년, 1987년, 1996년, 2015년)을 활용하여 장기간에

결쳐 진행된 질날늪 일대의 공간 변화를 파악하였다. 단기 시계열 변화는 시기별(3월, 8월, 10월)로 촬영된 드론 이미지를 활용하였으며, 계절 변화, 기상 변화, 강우 유무 등 환경 변화에 의한 질날늪의 공간 변화를 파악하였다.

다) Arc GIS 분석

1:5,000 수치 지형도를 활용하여 지형도 검토, 경사도 분석, 지형 기복 분석을 시행하였으며, 분석 결과는 지도화하여 제시하였다. 분석 결과는 질날늪의 기하학적 특성을 분석하고 현장 조사에서 확인된 각 요소들과 상호 연관성을 파악하는데 활용하였다.

2) 현장 조사

현장 조사는 GPS와 지형도, 카메라, 현지조사표를 휴대하여 조사 경로를 따라 도보로 이동하며 진행되었다. 현장 조사를 통해 현장에서 확인되는 지형·지질·퇴적물 환경, 습지 보전 상태, 관리 실태 등을 확인하고 실내 조사 결과를 수정 및 보완하였다. 현장 촬영은 디지털 카메라를 기본적으로 활용하였으며, 접근이 불가능한 지점 또는 경관적 가치가 높아 다양한 촬영 사진을 획득하는 것이 유용할 것으로 판단되는 경우에는 드론 촬영을 하였다.

가) 지형 및 지질 특성 조사

내륙습지 조사지침을 참고하여 습지의 지형학적 특성, 야외 노두 관찰, 유역 특성 등을 조사하였으며, 접근이 불가능하거나 촬영이 필요한 경우 드론을 이용하여 촬영 후 영상 판독을 진행하였다.

나) 퇴적물 특성 조사

퇴적물 특성 조사는 지형 분석 및 시계열 분석 결과를 바탕으로 질날늪의 퇴적물 특성을 파악할 수 있는 4개 지점을 선정하여 진행하였다. 시료 채취는 일기를 고려하여 질날늪의 수위가 낮은 날에 실시하였으며, 현장 관리원의 안내 하에 장비를 이용하여 획득하였다. 퇴적물 채취 지점은 지도에 별도로 표기하였으며(그림 15), 위도와 경도 좌표를 제시하였다(표 2).

다) 드론 촬영

드론 촬영은 3회에 걸쳐 5월 21일, 8월 29일, 10월 8일에 실시하였다. 촬영에 사용된 드론은 DJI 社의 Air 2s이며, 100m의 비행 고도에서 경로를 설정 후 동일한 비행 계획에 따라 촬영을 진행하였다. 촬영된 이미지는 Agisoft社의 PhotoScan을 통해 정사영상(Orthomosaic) 이미지를 획득한 후 분석에 활용하였다.

3. 연구 결과

가. 지형 특성과 지질 분포

1) 지형 특성

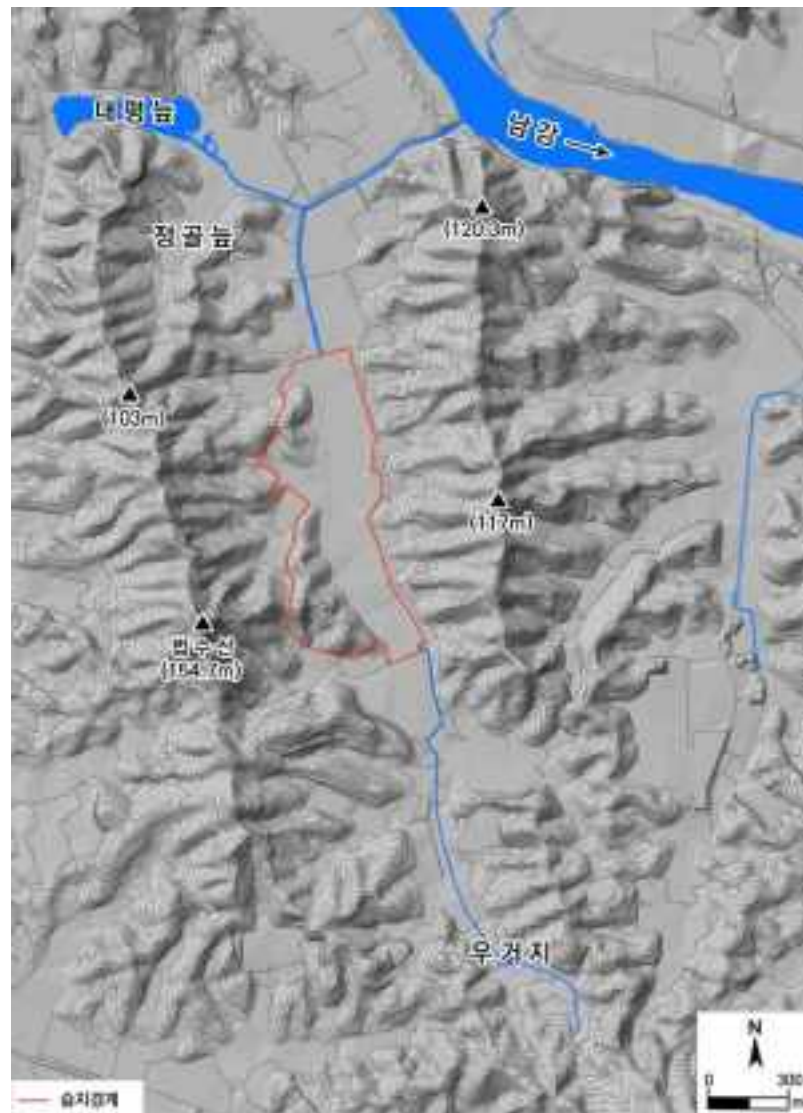


그림 1. 함안 질날늪 일대 지형 개관

국내에 분포하는 내륙습지는 대부분 지형이 평탄하여 배수가 불량한 하천 중·하류의 범람원이나 지류가 본류와 만나는 합류부처럼 배수가 불량한 환경에서 잘 발달한다(환경부, 2014). 질날늪이 위치한 하천은 남강의 지류하천으로 질날늪은 남강과 지류하천의 합류부에 배수가 불량한 환경에서 발달한 배후습지성 호소이다.

기존 연구 결과에 따르면 하천의 충적평야 발달은 제4기 기후변화에 따른 해수면 변동과 크게 관련이 있다. 지난 최종 빙기 동안 해수면은 현재보다 낮았고 특히 최종 빙기 최성기(Last Glacial Maximum)에는 해수면이 현재보다 120~140m 아래에 위치하면서 하천은 해수면 하강에 대응하여 깊은 침식곡을 형성한다. 내륙에서는 본류의 하상이 지류하천의 국지적 침식기준면이 된다. 따라서, 빙기 동안 해수면이 하강하여 본류의 하상이 하각되면, 지류는 본류 합류 지점에서부터 상류쪽으로 하각을 진행한다. 이후 홀로세에 들어와 해수면이 상승하고 약 6,000년 BP 경 해수면이 현재 수준에서 안정되면서 상류로부터 운반된 퇴적물들이 침식곡들을 매적(filling)하고, 하상경사가 점차 완만해짐에 따라 넓은 충적평야가 형성된다(조, 1987; 황과 조, 1995; 윤, 1998; 황 등 2016).

충적평야 발달 과정에서 하천 합류부 일대는 지형의 요철(凹凸)에 따라 다양한 지형 발달 양상을 보인다. 침식기준면이 하강하면 합류부 일대에서는 하상 경사의 증가에 따른 하천력(stream power)의 증가로 인해 침식이 발생하여 폭포나 급류를 이루게 된다. 반면 침식기준면의 상승으로 만들어진 오목한 경계에서는 홍수 시에 수위가 높아진 본류의 유수가 상대적으로 수위가 낮은 지류를 따라 역류하게 되고 하상 경사의 감소에 따른 하천력의 감소로 퇴적이 발생하여 배후습지성 호소를 형성한다(손, 2012). 질날늪은 홍수 시 남강의 유수가 상대적으로 수위가 낮은 지류를 따라 역류하는 과정에서 배수가 불량한 저지(低地)에 형성된 배후습지성 호소이다. 남강의 배후에는 질날늪을 비롯해 대평늪, 정골늪 등 제4기 충적평야 지형 발달 과정에서 형성된 여러 배후습지성 호소들이 발달하며, 현재는 매립되어 토지로 이용되고 있으나 지명 및 과거 항공사진 등에서 그 흔적을 찾을 수 있는 배후습지성 호소도 다수 발견된다.

질날늪과 같이 유입하는 하천의 유량이 많지 않고 유로의 연장이 짧은 경우, 본류와 합류 구간에서 범람원 비고의 변화가 나타난다. 또한, 본류의 수위 변화에 따라 습지와 육상 일부 지역까지 하도가 확장되면서 홍수가

빈번하게 발생한다. 이로 인해 현재 남강과 합류부 일대에는 높게 인공제방이 건설되어 있고, 질날늪 일대의 수위 조절 및 홍수 방지를 위한 배수장이 운용되고 있다(그림 1).

2) 지질 분포



그림 2. 함안 질날늪 일대 지질 개관

질날늪 일대의 기반암은 중생대 백악기 퇴적암인 함안층(Haman formation)이 넓게 분포하며, 일부 함안층을 관입한 염기성 암맥이 관찰된다(그림 2). 함안층은 하양층군의 상부에 해당하며 층서적으로 하부의 신라역암층의 조립 내지 중립 역질사암, 붉은색의 이암과 얇은 층의 판상 사암 내지 실트스톤, 상부의 암회색 내지 흑색 이암층으로 구성된다(김 등

2018). 함안층의 퇴적 시작 시기는 신라 역암층에 포함된 화산력들의 Ar-Ar 연대 측정 결과인 113 Ma 보다 이후이며, 퇴적이 종료된 시기는 구산동 응회암이 분출한 96~97 Ma 이전의 시기로 보고된 바 있다(이, 2016). 한편으로, 함안층에서 분리한 쇠설성 저어콘의 U-Pb 연대에 근거한 함안층의 최대 퇴적 시기는 103.5 ± 1.5 Ma로 보고되었다(김 등 2005).

질날늪 남쪽에 위치한 함안군 군북면 소포리에서 이루어진 함안층 상부의 퇴적학적 연구 결과에 따르면(김 등, 2018), 함안층 상부의 퇴적상은 11개로 구분되며 이들 퇴적층은 퇴적 당시 건조한 기후가 우세한 가운데 건기와 우기가 반복되는 계절성 기후 조건을 가지는 충적평원 내지 호수 주변부와 얕은 호수 환경에서 퇴적되었다. 호수 주변부에는 메마르고 염도가 높은 평원이 존재했고, 간헐적인 화산 활동도 발생한 것으로 해석된다. 퇴적층의 최상부로 가면서 두꺼운 암회색질층의 발달하는데 이는 점차 호수 환경이 우세한 퇴적 조건으로 변화하였음을 의미하며, 간혹 무척추동물의 생흔 화석(*Cochlichnus* isp., *Diplocraterion* isp. 등), 공룡 및 새발자국 화석이 수반된다.

질날늪 동측 구릉성 산지 사면에서는 토지 공사 과정에서 노출된 함안층의 노두가 잘 관찰된다(그림 3). 노두에서 관찰되는 함안층은 하부에서 자색의 세일이 우세하게 관찰되며 상부로 갈수록 회색의 이암이 자색의 세일과 호층으로 발달하는 양상이다. 기존 연구 결과에 따르면 질날늪 일대에서 함안층의 주향은 $N20^{\circ}E \sim N70^{\circ}E$, 경사는 약 $10^{\circ}S$ 로 단층이나 습곡은 인정되지 않는 것으로 보고된 바 있다(국립지질조사소, 1963). 다만 질날늪 인근에서 관찰된 함안층의 노두에서는 습곡 구조가 잘 관찰되며, 지층이 심하게 교란된 양상을 보인다.



그림 3. 함안 질날늪 일대 함안층 노두

3) GIS 분석

가) 경사도 분석

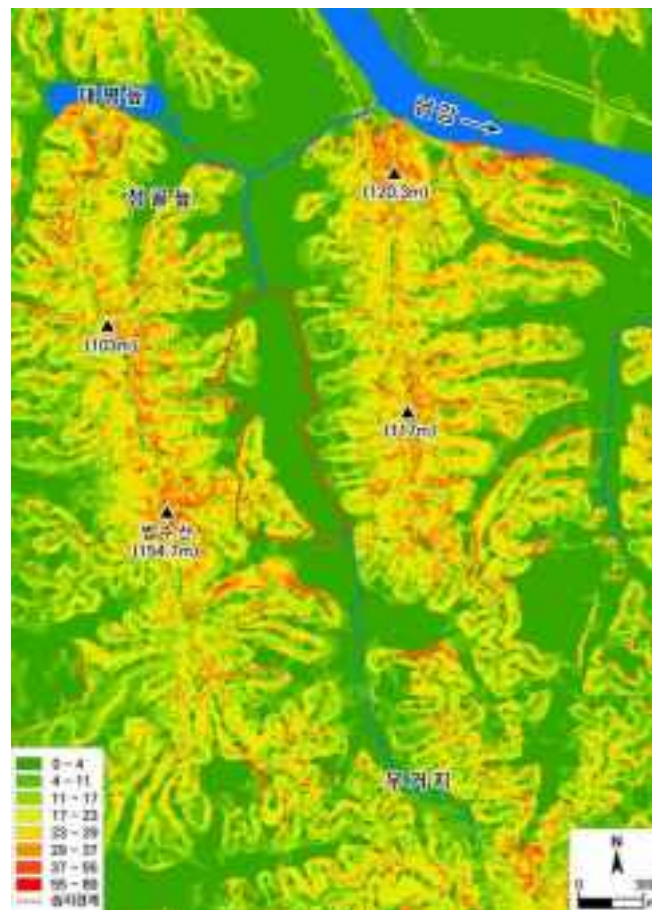


그림 4. 함안 질날늪 일대 경사 분포

수치지형도에서 추출한 DEM(Digital Elevation Model) 자료를 활용하여 질날늪 일대의 경사도 분석을 진행하였다. 경사도 분석에 기초 자료인 DEM 자료는 등고선에 해당하는 사상을 추출하여 활용하였으며, 추출 및 처리된 등고선을 바탕으로 TIN(Triangulated Irregular Network)을 형성한 후 셀 크기가 5m인 DEM으로 변환하여 연구 지역의 DEM을 제작하였다. 오목지 중 일부는 고도에 오류(elevation=0)가 있어 모두 삭제하였으며, 평탄지를 0°로 보고 Jenks 구분 방법에 따라 경사도를 분류하였다.

상술한 분석 과정을 통해 분석된 질날늪 일대의 경사 분포는 그림 4와 같다. 질날늪 일대의 경사도는 0~89° 범위로 확인되었다. 질날늪 주변 구릉성 산지의 정부를 중심으로 55° 이상의 급경사지가 관찰되며, 일부 토지공사 과정에서 사면 절개로 인해 급경사지가 나타나는 경우도 관찰된다. 구릉성 산지의 사면 대부분은 23° 이상의 경사를 보이는데, 상술한 바와 같이 질날늪 일대에 분포하는 중생대 퇴적암의 지질 특성과 관련된 것으로 생각된다. 퇴적암류의 기반암은 층리를 따라 높은 밀도의 수평 절리가 발달하는데, 수평 절리는 풍화·침식 과정에서 절리방향으로 기반암을 쉽게 분리하므로, 기반암 산지의 정부는 비교적 평탄하지만, 정부의 사면을 따라서는 급경사의 지형 구배를 보이는 것으로 판단된다.

질날늪을 비롯해 구릉성 산지의 곡저를 따라 0~4°의 완경사지가 발달하는데, 대부분 경작지 및 용지로 이용되고 있으며, 전술한 홀로세 해수면 변화와 관련되어 형성된 충적평야로 판단된다. 일부 구릉성 산지 계곡을 중심으로 관찰되는 완경사지는 사면퇴적물이 계곡의 하부를 메우면서 형성된 곡저평야로 판단된다.

나) 지형 기복 분석

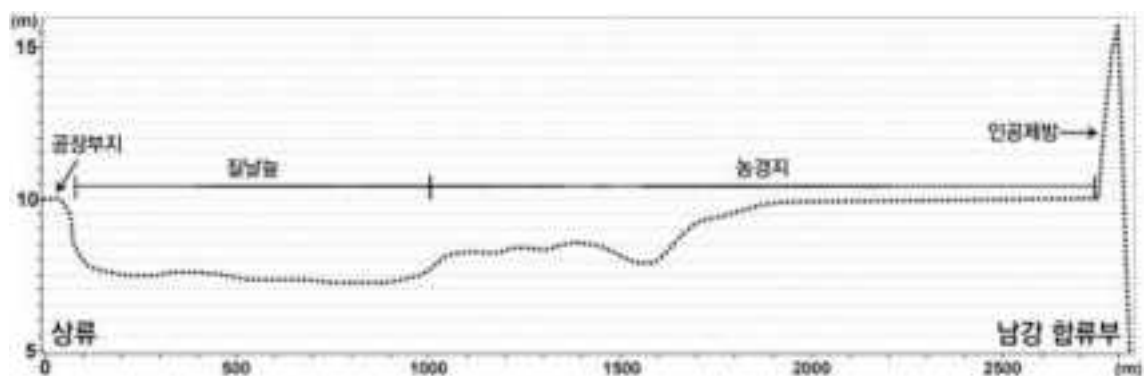


그림 5. 함안 질날늪 일대의 지형 기복

그림 5는 1:5,000 수치지형도 기반 DEM 자료를 활용해서 제작한 질날늪 일대의 지형 기록이다(그림 5). 질날늪 최상류부부터 남강 합류부 지점까지의 유로를 대상으로 측선을 설정했으며, 유로의 고도 변화를 살펴보고자 하였다. 일반적으로 유로의 고도는 상류에서 높고 하류로 갈수록 낮아진다. 반면, 질날늪 유로의 고도는 질날늪 일대가 가장 낮고 본류와 합류하는 지점이 더 높게 나타나는 특징을 보인다. 남강 합류부 일대에서 유로의 해발 고도는 약 10m로, 질날늪 최상류부에 인접한 공장부지의 고도와 유사한 반면, 질날늪 구간의 유로 고도는 2~3m 정도 더 낮다. 이러한 지형 기록 특징은 질날늪의 형성 요인과 잘 일치한다. 상술한 바와 같이 충적평야 발달 과정에서 홍수 시에 수위가 높아진 본류의 유수가 상대적으로 수위가 낮은 지류를 따라 역류하고 퇴적이 이루어지면서 배후습지성 호소를 형성하게 된다. 즉, 질날늪은 충적평야 형성 과정에서 남강의 지류하천 일대 저지를 따라 배수가 불량한 환경에서 유수가 집수되어 형성된 배후습지성 호소로 볼 수 있다.

질날늪의 드론 촬영 기반 DEM의 상대고도 및 표고점 분포를 통해서도 이를 확인할 수 있다(그림 6). 질날늪의 드론 촬영 기반 DEM의 상대고도를 살펴보면, 상대고도는 질날늪의 가장자리로 갈수록 높아지고 상류부에서 중류부로 갈수록 고도가 낮아지다가 하류부에서 다시 높아지는 양상이다. 표고점에서 그 수치를 정확하게 파악할 수 있는데, 질날늪의 가장자리 표고점 고도가 7.36m로 가장 높고, 상류부에서는 7.07m 중류부에서는 6.87m로 가장 낮은 표고점 고도가 나타난다. 다시 하류로 가면서 6.97m, 최하류부에서는 7.24m의 비고로 상류부 보다 높은 고도가 나타난다. 표고점 고도가 가장 낮은 중류부 일대는 질날늪에 수원이 공급되면 가장 먼저 정수환경이 형성되는 지역으로 질날늪에서 수역이 가장 넓게 나타나며 수심도 가장 깊은 지점이다.

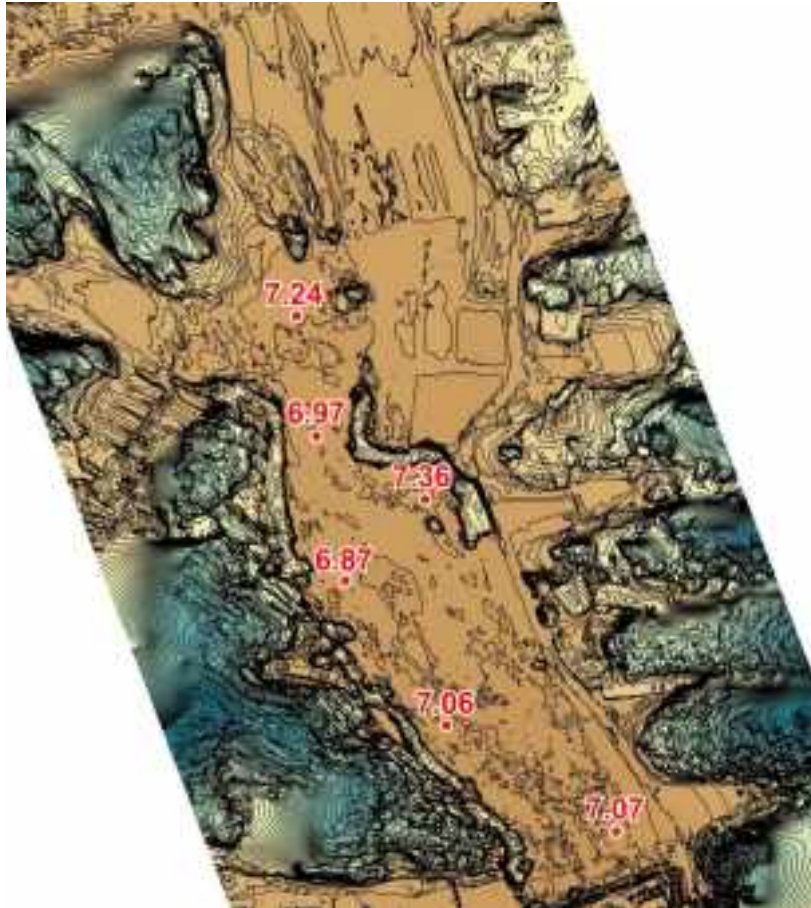


그림 6. 함안 질날늪 일대의 드론 촬영 기반 DEM과
표고점 분포

나. 질날늪 일대 시계열 변화

습지의 환경 변화는 각 구성 요소 간 복잡한 상호작용을 하며 시·공간적으로 다양하게 변화하므로, 시계열적 변화를 살펴보는 것은 매우 중요하다. 질날늪 일대는 습지와 인접한 곳에 공장 및 마을이 입지하고, 농경지가 넓게 분포한다. 또한, 급격한 환경 변화를 야기할 수 있는 대규모 토지 공사가 주변에서 이루어져 인위적인 변화에 노출된 지역이다. 따라서, 장·단기간에 걸쳐 일대의 공간 변화를 파악하기 위해 과거 항공사진과 드론 촬영 결과를 비교·분석하고 현장 조사를 통해 검증하여 장·단기간의 시계열 변화를 파악하였다.

1) 장기 시계열 변화

질날늪의 장기 시계열 변화를 관찰한 결과, 질날늪의 가장 큰 변화는 상류부 일대의 매립이다. 2007~2008년 전후한 시기로 해당 지역의 매립을 통

해 대규모 공장이 자리 잡았으며, 현재까지도 공장부지로 활용되고 있다. 주변 지역의 변화를 살펴보면, 질날늪 일대 지역에는 대평늪과 정골늪을 비롯해 배후습지성 호소가 다수 발달하고 있었는데, 시간이 지나면서 대부분 매립되어 농경지 및 기타 용지로 활용되고 있으며 현재는 질날늪과 대평늪만 남아있는 상태이다. 그 외에도 하천의 직강화와 인공제방 및 배수장 건설 등이 주목할 만한 변화로 판단된다.

구체적인 시기별 변화 양상은 아래와 같다.

가) 1954년

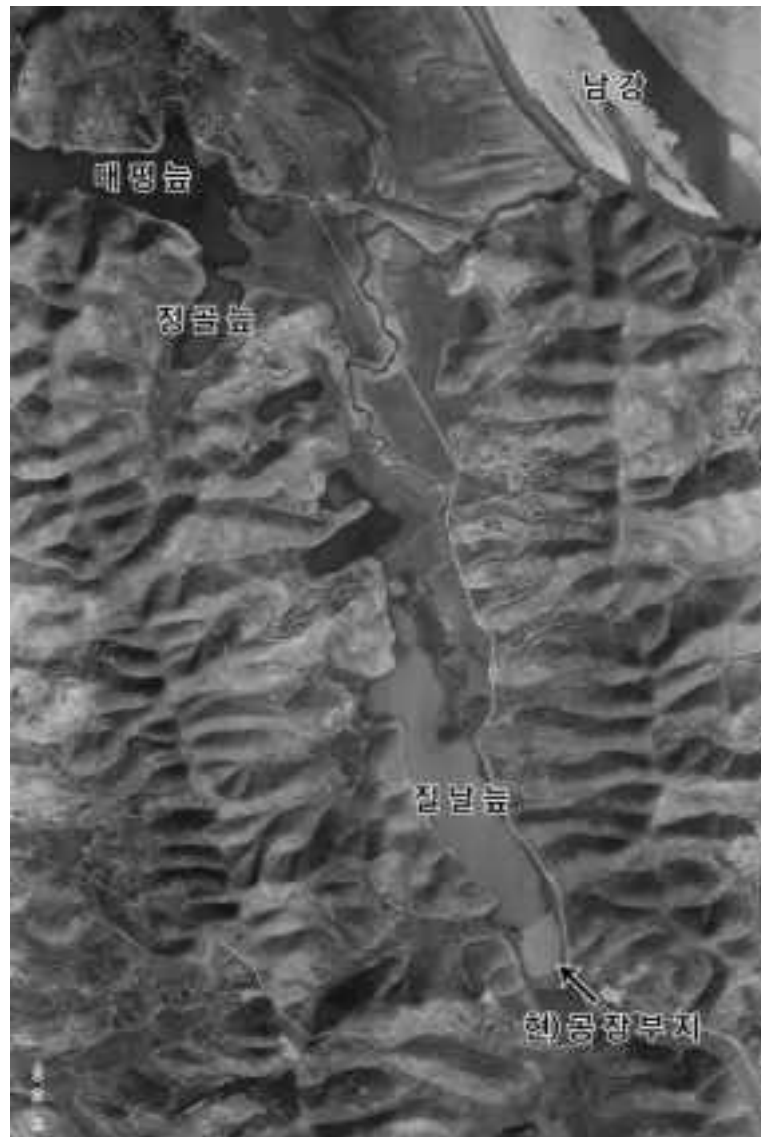


그림 7. 함안 질날늪 일대 1954년 항공사진

그림 7은 1954년에 발행된 질날늪 일대의 항공사진이다. 현재의 질날늪과 비교했을 때, 질날늪의 육화가 상대적으로 덜 진행되어 수역이 넓게 분포한다. 현재 대규모 공장이 위치한 곳은 매립이 이루어지지 않아 질날늪의 연장으로 발달하는 모습이다. 다만, 1954년에도 토지 이용을 위한 초기 공사가 이루어지고 있었던 것으로 판단된다. 현재 공장의 토지 경계와 동일한 위치에 제방으로 보이는 구조물이 관찰되며, 일부 지역은 소규모로 매립되어 농경지로 활용되고 있는 모습이다. 지도의 북서쪽에는 현재도 습지로 남아있는 대평늪의 수역이 관찰되며, 그 남쪽으로는 현재는 매립되어 토지로 이용되고 있는 정골늪의 수역이 관찰된다. 그 외에도 정골늪과 질날늪 사이로는 지명이 확인되지 않는 습지 3개소가 발달한다. 이 습지들도 질날늪, 대평늪과 마찬가지로 배후습지성 호소로 생각된다.

한편, 질날늪을 빠져나온 하천의 유로는 남강으로 합류하는 과정에서 크게 곡류하는데, 1954년 항공사진에서 그 흔적을 관찰할 수 있다. 현재는 하천이 직강화되어 질날늪 일대의 하천이 직선의 형태를 보이지만, 1954년 항공사진에서는 질날늪 하류와 남강 합류부 사이에서 하천이 크게 곡류하는 양상이다. 또한 남강과의 합류하기 이전의 구릉지 사이에서는 남강의 홍수가 역류하는 것을 방지하기 위한 제방도 설치된 것으로 관찰된다.

나) 1969년



그림 8. 함안 질날늪 일대 1969년 항공사진

그림 8은 1969년에 발행된 질날늪 일대의 항공사진이다. 1954년과 비교했을 때, 일부 지역에서 변화가 관찰된다. 현재 공장이 입지하고 있는 지역의 수역 면적은 다소 줄어든 것으로 보인다. 다만, 이것은 인위적인 매립에 의한 축소보다는 자연적인 퇴적 현상에 의해 줄어든 것으로 보이며, 이는 질날늪을 비롯한 여러 습지에서도 관찰되는 양상이다. 또한 습지의 가장자리를 따라 퇴적물이 유입되면서 육화가 천천히 진행된 것으로 판단된다. 특히 질날늪과 정골늪 사이에 있는 3개의 소규모 습지에서는 육화 양상이 더욱 두드러지게 관찰된다.

다른 특징적인 변화는 하천 유로의 형태이다. 1954년 항공사진에서는 하천의 분류가 수위가 낮은 지류를 따라 역류하는 과정에서 발생하는 사행하천의 흔적이 잘 관찰되는데, 1969년의 항공사진에서는 하도 정비가 이루어져 직선 형태로 나타난다. 일부 구간에서는 직강화 후 기존 유로가 매립되지 않아 구하도로 관찰되기도 한다.

다) 1987년



그림 9. 함안 질날늪 일대 1987년 항공사진

1987년은 이전 시기와 비교했을 때, 가장 큰 변화가 관찰되는 시기이다 (그림 9). 현재 공장부지로 활용되고 있는 최상단 지역은 이전 시기까지 수역의 면적이 다소 줄어든 모습이었던다면, 1987년에는 습지의 매립이 완료된 것으로 판단된다. 다만, 건물의 모습은 확인되지 않는 것으로 보아, 매립 후 본격적인 토지 이용은 이루어지지 않은 것으로 생각된다. 이 지역을 제외한다면 질날늪은 이전 시기와 비교했을 때 습지 가장자리를 중심으로 약간의 육화가 계속해 진행되고 있으며 그 외에 큰 변화는 없는 것으로 판단된다.

한편 질날늪 주변의 습지에서는 큰 변화가 관찰된다. 정골늪의 경우 일부 지역이 매립되고 주변의 토지 정리가 이루어지면서 그 규모가 다소 줄어든

모습이다. 정골늪과 질날늪 사이에 위치하던 3개의 습지는 1969년과 비교했을 때, 완전히 매립되어 농경지로 이용되고 있음을 알 수 있다. 질날늪과 남강을 연결하는 하천의 유로 형태 또한 변화된 모습이다. 1969년의 항공사진에서 이미 하천은 직강화되어 직선의 형태로 나타났으나, 이후 추가적인 하천 정비를 통해 구하도는 완전히 매립되고 하천의 직강화가 더욱 진행되어 현재의 유로 형태를 갖추게 된 것으로 판단된다.

한편, 1954년, 1969년 항공사진에서는 구룡지 사이를 연결하여 조성한 제방이 관찰되었는데, 1987년 항공사진에서는 농경지의 경계를 통해 그 흔적만 관찰되며, 기존 제방이 있던 지역보다 하류부에 새로운 제방이 조성되었고, 배수장으로 추정되는 건물이 관찰된다.

라) 1996년

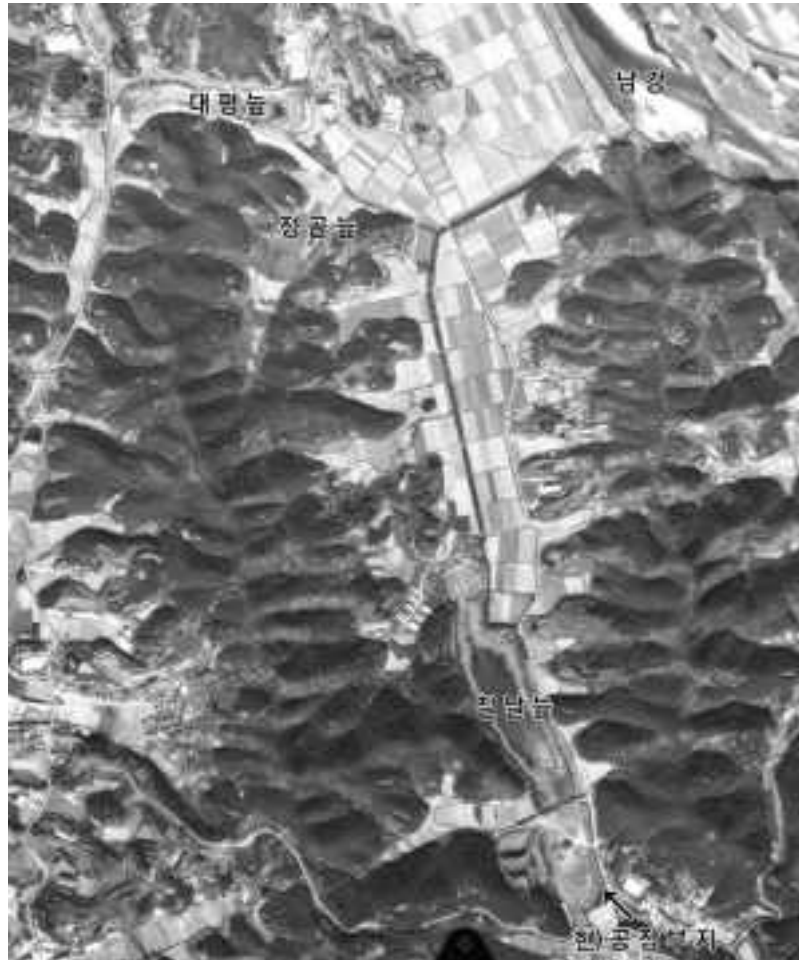


그림 10. 함안 질날늪 일대 1996년 항공사진

1996년 항공사진에서 큰 변화가 관찰되는 지역은 정골늪 일대이다(그림 10). 1987년 항공사진에서 이미 정골늪의 일부 지역이 매립되고 주변 토지 정리가 이루어지면서 규모가 다소 줄어든 모습이 관찰되었는데, 1996년의 항공사진에서는 정골늪의 대부분 지역이 매립되면서 소규모로 남아있는 모습이다. 질날늪 상류부에 현재 공장이 입지한 지점은 이전 시기와 비교했을 때, 도로 흔적을 비롯해 토지를 이용하기 위한 공사가 진행되고 있는 것으로 판단된다. 그 외의 지역에서는 습지 가장자리를 중심으로 진행 중인 육화를 제외하면 큰 변화는 없는 것으로 보인다.

마) 2015년



그림 11. 함안 질날늪 일대 2015년 항공사진

그림 11은 2015년에 발행된 질날늪 일대의 항공사진이다. 이전 시기에 질날늪 상류부에서 진행 중인 공사 현장에는 토지 정비를 마치고 공장이 완전히 자리 잡은 모습이다. 위성사진을 검토한 결과, 공장은 2008년~2009년 사이에 입지한 것으로 확인된다.

정골늪의 경우, 이전 시기부터 이미 매립이 진행되어 소규모로 남아있었으나, 2015년 항공사진에서는 완전히 매립되어 그 흔적만 관찰할 수 있다. 대평늪과 질날늪은 이전 시기와 비교해서 큰 변화는 관찰되지 않는다. 다만, 질날늪의 경우 수역의 범위가 다소 줄어든 모습인데, 이는 습지 식생의 영역이 확장되면서 나타나는 현상으로 판단된다. 후술하게 될 단기 시계열 변화에서 알 수 있듯이, 비교적 최근의 변화 과정을 살펴보면 계절별 혹은 강수 유무에 의해 습지의 유량이 변동하면서 수역의 범위는 다소 간의 차이를 보인다.

2) 단기 시계열 변화

질날늪의 단기 시계열 변화를 분석한 결과, 질날늪 내에 일정한 형태의 유로가 유지되고 있는 것으로 파악되었지만, 그 깊이가 깊지 않고 폭도 넓지 않아서 유량이 조금만 증가하더라도 유로의 확장과 변화가 쉽게 발생할 것으로 판단된다. 즉, 질날늪이 홍수위에 도달 후 다시 평수위로 복귀했을 때 새로운 유로로 변화될 가능성이 있다. 다만, 전술한 지형 기복 분석과 드론 촬영 기반 DEM의 상대고도 및 표고점 분포로 확인했듯이, 질날늪의 고도는 가장자리로 갈수록 높아지고 상류부에서 중류부로 갈수록 고도가 낮아지다가 하류부에서 다시 높아지는 양상이다. 따라서 유로의 변화는 물이 집수되기 유리한 질날늪의 저지 범위 내에서만 이루어질 것으로 생각된다.

한편 비고가 가장 낮은 질날늪의 중류부에 호소 수역이 충분히 넓어지고 수위가 일정 높이 이상으로 상승하여야 그 하류의 유로도 확장될 것으로 판단되며, 지형 기복 분석 결과에 근거한다면 그 수위는 2~3m 내외일 것으로 보인다. 이러한 유로 특성으로 인해 계절 변화에 따른 유수의 유입량 및 유출량, 증발량이 질날늪의 수위 변화에 1차적인 영향을 미치며, 조사 당시의 강우 유무가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다.

구체적인 단기 시계열 변화 양상은 아래와 같다.

가) 5월 21일



그림 12. 함안 질날늪 일대 5월 21일 드론 촬영 영상

1차 촬영 시기인 5월 21일은 계절상 건기에 해당하는 시기이지만 촬영이틀 전 강우로 인해 수역 및 유로가 비교적 넓게 발달하는 모습이다. 그러나 호소의 수위가 충분히 상승하지 않아 하류의 유로는 기존의 형태를 유지하고 있는 것으로 보인다(그림 12). 이는 질날늪의 수위 변화에 강우 유무가 가장 큰 영향을 미치고 있음을 보여준다. 한편, 질날늪 최상류부 서측에는 소규모 수역이 관찰되는데, 이 수역은 배후 산지에서 질날늪으로 유입되는 우수로에 의해 형성되어 유지되는 것으로 보인다.

나) 8월 29일



그림 13. 함안 질날늪 일대 8월 29일 드론 촬영 영상

그림 13은 8월 29일 장마 기간 직후 비교적 수위가 상승했던 시기의 드론 촬영 영상이다. 드론 촬영 영상으로 표현된 원경의 수역 및 유로의 영역은 5월 21일의 영상보다 작지만, 이는 식생으로 인해 수역 및 유로의 범위가 과소 평가된 결과로 판단된다. 8월 29일 촬영 당시는 장마 기간 직후여서 높아진 지하수위와 함께 전체적으로 질날늪의 퇴적물이 매우 습윤한 상태였으며, 5월 21일 촬영 당시 질날늪은 수역 및 유로를 제외하면 대체로 지표 퇴적물이 건조한 상태였다. 이는 비고가 가장 낮은 중류부에 호소 수역이 충분히 넓어지고 수위가 일정 높이 이상 되어야 하류의 유로도 확장되는 질날늪의 유로 발달 과정을 고려했을 때, 8월 29일 촬영 당시 하류부의 유로 폭이 5월 21일의 유로보다 더 넓게 발달하는 것으로 유추할 수 있다.

다) 10월 8일



그림 14. 함안 질날늪 일대 10월 8일 드론 촬영 영상

3차 촬영 시기인 10월 8일은 계절상 건기에 해당하며, 촬영 전후로 강우도 오지 않아 질날늪의 수위가 가장 낮았던 시기이다. 질날늪 중류부의 저지를 제외하면 수역 및 유로는 폭이 좁게 발달하며, 수위도 높지 않은 상태이다. 장기간 강우가 오지 않는다면, 질날늪 중류부 일대의 저지에만 수역 및 유로가 유지되고 상·하류부는 유로가 단절될 가능성이 있다. 이 경우에 기존 유로에 새로운 식생이 정착할 수 있는 충분한 시간과 환경조건이 제공된다면 새로운 식생 유입은 질날늪 내부의 지표 고도 및 유로의 발달에 영향을 미쳐 유로의 변환을 발생시킬 수 있다.

다. 퇴적물 특성

1) 시료 채취 지점



그림 15. 퇴적물 분석을 위한 시료 채취 지점

표 2. 시료 채취 지점 좌표

시료명	위도	경도
JN-1	35°19 ' 34.86 "	128°20 ' 49.28 "
JN-2	35°19 ' 28.87 "	128°20 ' 50.05 "
JN-3	35°19 ' 23.96 "	128°20 ' 53.36 "
JN-4	35°19 ' 05.34 "	128°20 ' 57.63 "

습지는 수문 환경의 변화, 인위적 요인 등으로 인해 끊임없이 환경 변화가 발생한다. 특히, 하천 에너지 변화에 따른 퇴적물 특성의 변화는 습지의 수문 환경과 육화에 영향을 미치며, 이는 식생 분포, 경관 등에도 직·간접적인 영향을 미친다. 따라서, 퇴적물 분석은 습지의 퇴적환경에 영향을 미친 요인을 유추해 낼 수 있다는 점에서(국립습지센터, 2016) 습지의 지형 환경을 이해하는데 유용한 정보를 제공한다. 이 연구에서는 질날늪 내 공간 변화와 퇴적환경 차이에 따른 퇴적물의 특성 변화를 살펴보기 위해 시료를 채취하고, 퇴적물 분석을 수행하였다. 시료 채취 지점은 총 4개 지점으로 그 위치와 좌표는 그림 15와 표 2에 제시하였다.

JN-1 지점은 질날늪의 유로가 농수로로 이어지는 배출구 일대로 농경지 및 도로와 인접하고 있어 외부 퇴적물 및 오염원의 유입 가능성이 존재하는 지점이다. JN-2 지점은 농수로와 질날늪의 유로가 연결된 지점으로 외부 퇴적물 및 오염물이 유입되는 지점이다. JN-3 지점은 질날늪의 수역이 가장 넓게 나타나는 구간의 가장자리로 질날늪의 자연 상태가 가장 잘 보존되고 있는 지역 중 일부이다. JN-4 지점은 우수로와 연결되어 외부 퇴적물 및 오염 물질이 유입되는 지점이며, 우수로에서 유입되는 우수로 인해 소규모 호소가 관찰되기도 한다.

2) 퇴적물 분석 결과

가) 토성 분석

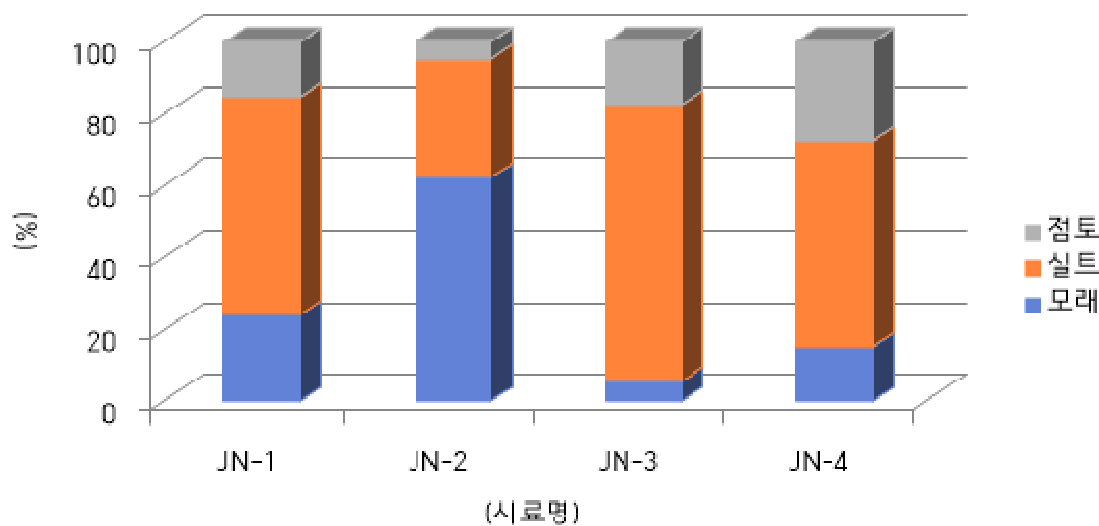


그림 16. 함안 질날늪 일대 토성 분석 결과

표 3. 함안 질날늪 일대 토성 분석 결과

시료명	토성	모래(%)	실트(%)	점토(%)
JN-1	미사질양토	24	60.7	15.3
JN-2	사양토	62.2	33	4.8
JN-3	미사질양토	5.5	76.9	17.6
JN-4	미사질식양토	15	57.3	27.8

질날늪 퇴적물의 구성비를 살펴보기 위한 토성(soil texture) 분석 결과는 그림 16 및 표 3과 같다. 토성 분석 결과에 따르면, 각 시료의 토성은 다양하게 확인된다. 먼저, JN-1 지점은 모래가 24%, 실트가 60.7%, 점토가 15.3%로 미사질양토의 특성을 보인다. JN-3 지점, JN-4 지점과 비교하면 상대적으로 높은 모래 비율을 보이는데, 이는 JN-1 지점이 질날늪의 유로가 농수로로 이어지는 배출구 일대로 농경지 및 도로와 인접하고 있어 외부로부터 이동성이 높은 모래가 공급되었을 가능성이 존재한다. 한편으로 배출구 일대에서 질날늪의 폭은 점차 좁아져 농수로로 이어져 이동하므로, 낮은 수력 환경에서도 운반된 모래들이 좁아진 폭으로 인해 정체하면서 퇴적되었을 가능성도 존재한다.

다른 지점에서는 실트가 가장 높은 비율로 나타나는 것과 달리 JN-2 지점은 사양토 토성이며, 모래 62.2%, 실트 33%, 점토 4.8%로 모래의 비율이 가장 높게 나타났다. 이 지점은 농수로와 질날늪의 유로가 연결된 지점으로 농수로에서 공급된 유수에 영향을 직접적으로 받는다. 따라서, 이 지점의 높은 모래 출현은 상대적으로 유수의 흐름이 있고, 외부에서 직접 운반된 퇴적물로 해석된다.

JN-3 지점은 질날늪의 수역이 가장 넓게 분포하는 구간의 가장자리에 있으며, 질날늪 중류부의 저지에 해당한다. 따라서 질날늪 내에서 정수 환경이 지속해 유지되는 지역이며, 이는 토성 분석 결과에서도 확인된다. JN-3 지점의 토성은 미사질양토로 모래는 5.5%, 실트 76.9%, 점토 17.6%로 실트의 비율이 가장 높게 나타났다.

JN-4 지점은 우수로와 연결된 유로 인근 지역으로 JN-2 지점과 유사한 토양 특성을 보일 것으로 추정하였으나, 토성 분석 결과 미사질식양토로 모래 15%, 실트 57.3%, 점토 27.8%로 실트 비율이 가장 높았으며, 시료 채취 4지점 중에서 점토의 비율이 가장 높게 나타났다. 단기 시계열 분석 결

과에서 해당 지점 주변에는 소규모의 호소가 발달하는 것으로 확인되었는데, 질날늪 내 지표 미기복에 따라 소규모의 와지가 형성된 것으로 추정되며, 그 결과 정수 환경이 조성되어 비교적 미립질의 퇴적물 비율이 높게 나타난 것으로 판단된다(표 3).

나) 화학 분석

- 염기치환용량(Cation Exchange Capacity, CEC)

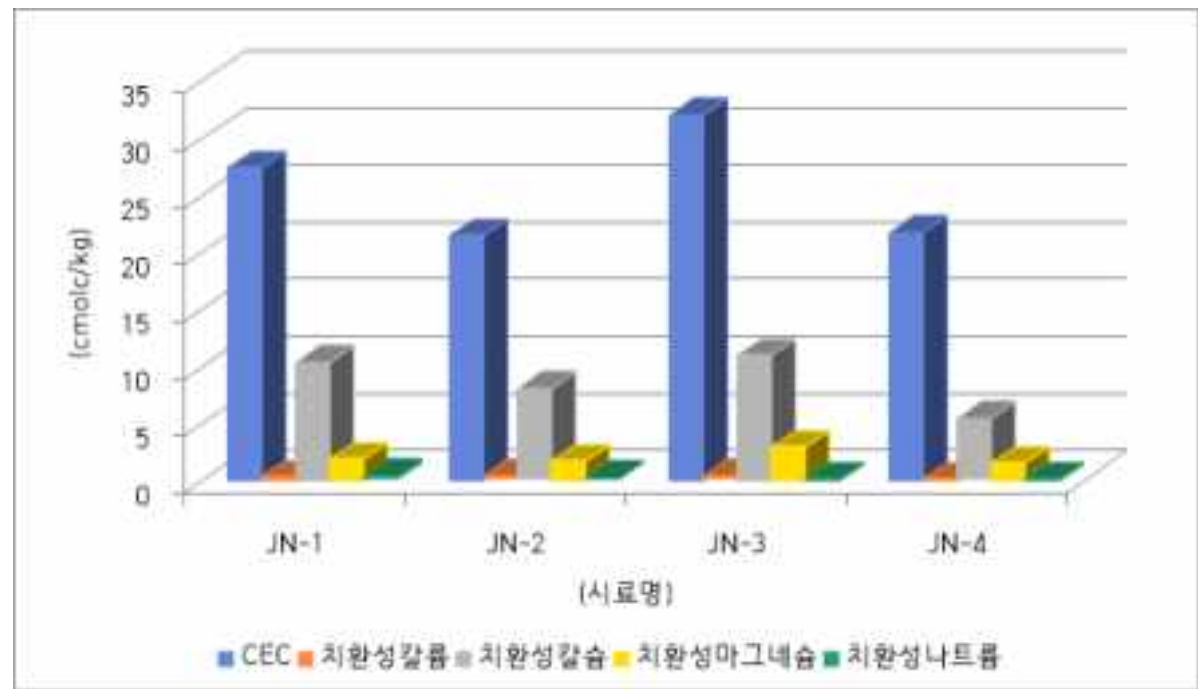


그림 17. 함안 질날늪 일대 화학 분석 결과

표 4. 함안 질날늪 일대 화학 분석 결과

시료명	CEC (cmolc/kg)	치 환 성 칼 른 (cmolc/kg)	치 환 성 칼슘 (cmolc/kg)	치 환 성 마그네슘 (cmolc/kg)	치 환 성 나트륨 (cmolc/kg)
JN-1	27.44	0.38	10.38	1.90	0.22
JN-2	21.47	0.24	7.98	1.76	0.13
JN-3	32.10	0.29	11.03	2.96	0.18
JN-4	21.71	0.18	5.38	1.54	0.19

염기치환용량(cation exchange capacity, CEC)은 토양의 무기 및 유기 콜로이드가 흡착할 수 있는 치환성양이온의 총량으로 치환성양이온은 Ca^{2+} , K^{+} , Mg^{2+} , Na^{+} (치환성칼륨, 치환성칼슘, 치환성마그네슘, 치환성나트륨) 등이 대표적이다. 염기치환용량은 1N NH_4OAc (ph 7.0)을 토양시료에 통과시켜 토양의 모든 음하전을 치환 NH_4^{+} 로 포화시키고 95% 알콜 또는

iso-propyl alcohol로 과잉의 NH_4^+ 을 세척한 후 토양전하에 포화된 NH_4^+ 을 켈달방법으로 정량하여 측정한다(농업기술실용화재단, 2010).

퇴적물 염기치환용량 분석 결과를 살펴보면(그림 17, 표 4), JN-3 지점이 32.10cmolc/kg 가장 높게 나타났고, JN-1 지점이 27.44cmolc/kg로 2번째로 높은 값을 보였으며, JN-2 지점과 JN-4 지점은 비슷한 결과를 보였다.

치환성양이온 별로 총량을 살펴보면 치환성칼륨은 JN-1 지점에서 0.38cmolc/kg, JN-2 지점에서 0.24cmolc/kg, JN-3 지점에서 0.29cmolc/kg, JN-4 지점에서 0.18cmolc/kg로 분석되었다. 치환성칼슘은 JN-1 지점에서 10.38cmolc/kg, JN-2 지점에서 7.98cmolc/kg, JN-3 지점에서 11.03cmolc/kg, JN-4 지점에서 5.38cmolc/kg로 분석되었다. 치환성마그네슘은 JN-1 지점에서 1.90cmolc/kg, JN-2 지점에서 1.76cmolc/kg, JN-3 지점에서 2.96cmolc/kg, JN-4 지점에서 1.54cmolc/kg로 분석되었다. 치환성나트륨은 JN-1 지점에서 0.22cmolc/kg, JN-2 지점에서 0.13cmolc/kg, JN-3 지점에서 0.18cmolc/kg, JN-4 지점에서 0.19cmolc/kg로 분석되었다.

염기치환용량은 토양비옥도를 나타내는 하나의 지표로 활용되며, 수치가 높은 토양일수록 양분을 지니는 능력이 크고 비옥도가 높다(토양사전, 2000). JN-3 지점은 질날늪의 수역이 가장 넓게 나타나는 구간의 가장자리로 질날늪의 자연 상태가 가장 잘 보존되고 있는 지역 중 일부이다. 따라서, 질날늪의 다양한 습지 식생들이 성장하고 사멸하는 과정에서 완전히 썩지 못하고 퇴적 및 발효되어 탄화되는 토탄(土炭; peat)화 과정이 지속적으로 진행되고 있으며, 이로 인해 높은 염기치환용량 값을 보이는 것으로 판단된다(표 4).

- 유기물 함량

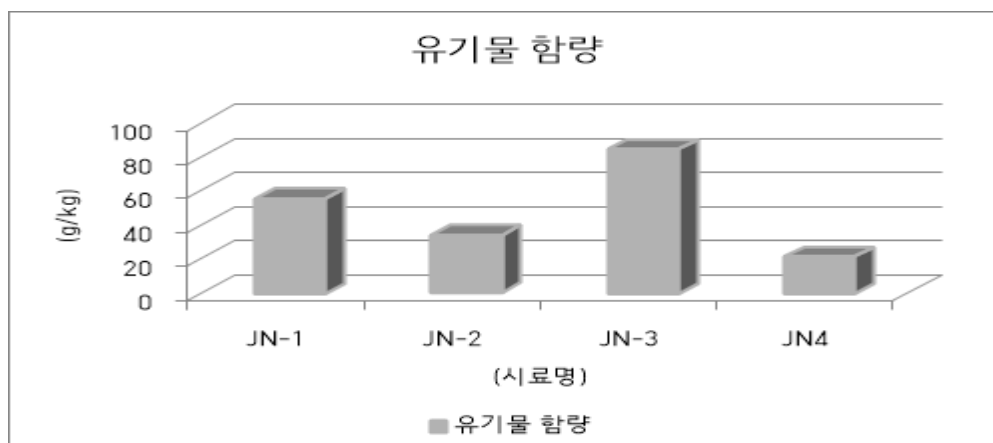


그림 18. 함안 질날늪 일대 유기물 함량 분석 결과

표 5. 함안 질날늪 일대 유기물 함량 분석 결과

시료명	유기물 함량(g/kg)
JN-1	55.46
JN-2	33.43
JN-3	84.86
JN-4	21.57

토양의 유기탄소는 이산화탄소와 수소이온 및 전자로 분해되는데, 전자는 $K_2Cr_2O_7$ 의 Cr^{6+} 과 반응하여 Cr^{3+} 으로 환원시킨다. 이때 소모된 Cr^{6+} 의 양을 측정하여 탄소함량을 계산하고, 탄소함량에 1.724(토양 부식/탄소의 비)를 곱해서 유기물의 함량을 정한다(농업기술실용화재단, 2010). 퇴적물 내의 유기물 함량은 유역 내에 분포하는 유기물질이 하천에 의해 운반된 것과 주변에서 공급된 유기물로 이루어진다(국립습지센터, 2016).

유기물 함량 분석 결과를 살펴보면, JN-1 지점에서 10.38g/kg, JN-2 지점에서 7.98cg/kg, JN-3 지점에서 11.03g/kg, JN-4 지점에서 5.38g/kg로 JN-3 지점에서 가장 높게 나타났다. 이는 전술한 염기치환용량 분석 결과에 잘 부합하는 것으로, JN-3 지점은 토탄화 과정이 지속적으로 진행되고 있어 높은 유기물 함량을 보이는 것으로 판단된다.

4. 고찰

가. 지형·지질·퇴적물 분야로서의 습지가치

질날늪은 신생대 제4기 충적평야 발달 과정에서 남강이 지류하천을 따라 역류하여 발달한 배후습지성 호소이다. 배후습지성 호소는 최종 빙기 최성기 이후 역동적인 기후 변화 및 해수면 변화에 대한 지형·지질·퇴적학적 기록을 간직하고 있는 습지 유형이다. 배후습지성 호소를 비롯한 충적평야는 저평하고 비옥하기 때문에 과거부터 농경지 등 각종 용지로 활용되어 현재는 대부분 매립되거나 훼손되어 원지형을 찾아보기 어렵지만, 질날늪은 여전히 그 모습을 잘 간직하고 있는 중요한 습지이다. 또한 계절 및 수문 환경 변화에 따른 습지 환경의 역동성도 잘 보여주고 있어 지형·지질·퇴적물과 관련한 야외학습장으로서도 가치가 높다.

현재 질날늪 인근에 위치한 대평늪은 습지 식물 보호를 위해 천연기념물

제346호 및 함안 9경으로 지정되어 관리가 이루어지고 있다. 질날늪 또한 야생동물 및 천연기념물에 해당하는 동·식물의 서식지로서 높은 보존 가치를 지닌 습지로 판단된다. 또한, 지형·지질·퇴적물 관점에서도 대평늪과 동일한 지형 발달 과정을 겪었으며, 규모, 보존성, 접근성 등의 가치 평가 기준을 적용했을 때, 대평늪의 가치와 비견될 수 있다. 따라서, 질날늪의 습지 가치가 계속해 보존될 수 있도록 지속적인 관리가 필요하다.

나. 질날늪 모니터링 필요 지점

질날늪의 모니터링 필요 지점은 표 6과 같다. 두 지점은 농수로 또는 우수로와 연결되어 외부 오염원이 유입되거나 유입될 가능성이 높은 지점이다. 지속적인 모니터링과 안내판 설치 등을 통해 외부 오염원이 질날늪으로 유입되지 않도록 노력이 필요하다.

표 6. 함안 질날늪 모니터링 필요 지점

위도	경도	선정 사유	지점 또는 범위
35°19′ 28.87″	128°20′ 50.05″	농수로와 연결되어 외부 퇴적물 및 오염 물질이 유입되는 지점	행정구역 경남 함안군 법수면 대송리 577-1 농로 서쪽 30m 지점
35°19′ 05.34″	128°20′ 57.63″	우수로와 연결되어 외부 퇴적물 및 오염 물질이 유입되는 지점	행정구역 경남 함안군 법수면 우거리 871-2 동쪽 20m 지점

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

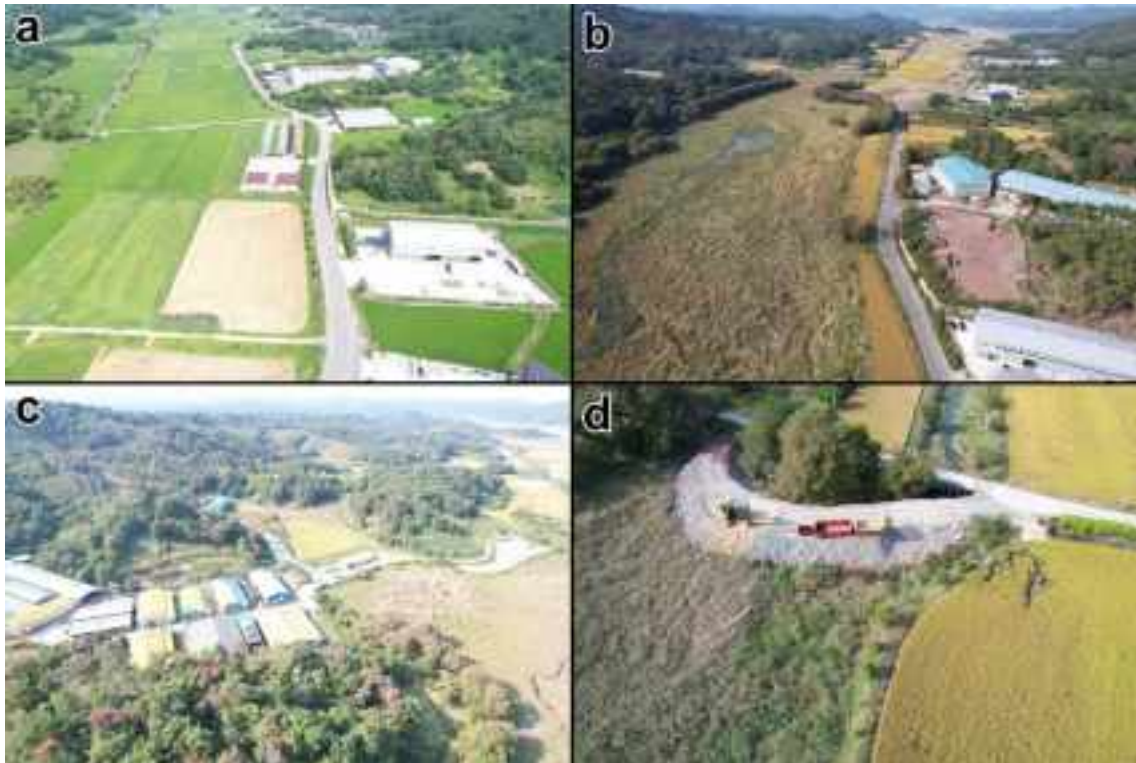


그림 19. 함안 질날늪 일대 오염원

질날늪은 경상남도 대표 우수습지 등 보호지역으로 지정되어 현재까지 큰 인위적인 훼손 및 오염 없이 비교적 관리가 잘 이루어지고 있는 것으로 판단된다. 다만, 질날늪과 인접한 지역에 오염원들이 다수 있어 향후 지속적인 모니터링과 관리가 필요한 지점들을 조사 과정에서 확인할 수 있었다.

대표적으로 질날늪 인근에 농경지와 대규모 공장 및 축사가 다수 위치하며, 일부 농경지는 질날늪 보호구역에 포함되어 있다(그림 19-a, b, c). 현장 조사 결과 농수로 및 우수로가 질날늪과 연결되어 용수가 유입되고 있는 것을 관찰할 수 있으며, 비닐, 농약통 등 각종 폐기물도 수로나 질날늪의 경계부를 따라 유입되는 경우도 있었다. 또한, 질날늪 인근에서 도로 개설, 토지 공사 등의 과정에서 사면 절개나 객토 등 급격한 환경 변화가 발생하고 있는 지점도 다수 확인되었다(그림 19-d). 현장에서 조사된 오염원은 대부분 인간 활동에 의한 것들이며, 이 오염원은 질날늪 보호구역의 경계에 위치하거나 질날늪의 유역권 내에 위치하여 습지 생태에 직접적인 영향을 줄 수 있다. 습지가 발달한 지역에서의 인위적인 변화들은 습지의 면

적을 축소하거나 분절화할 수 있으며, 지속적으로 유입되는 많은 오염 물질은 습지가 본래의 상태를 회복하는데 충분한 회복 시간을 주지 못해 오염이 더욱 악화하기도 한다. 더욱이 토지 개발은 그 진행 속도가 빠르고 규모가 크기 때문에, 여러 요인들 중에서도 가장 뚜렷한 경관의 변화와 심각한 습지 환경의 훼손을 야기한다(한, 2007).

그러므로, 우선적으로 보호구역 조정을 통해 농경지로 활용되고 있는 사유지는 관리 지역에서 제외시켜야 하며, 습지 보호 구역을 침범하여 훼손하는 행위에 대해서는 엄격한 규제가 필요하다. 다만, 사유지 내에서 이루어지는 생업 및 경제활동에 대해서 제재를 가할 수는 없으므로 오염원 배출을 최소화하고 환경을 훼손하지 않도록 주민을 대상으로 한 관련 교육과 협조가 필요하다. 아울러, 습지 보호 구역과 사유지의 접이지대에 안내판 등을 설치하여 지역주민이나 탐방객들에게도 주의를 환기하고 환경 보존에 대한 인식을 고취해야 한다.

참고문헌

- 국립습지센터, 2016, 전국내륙습지 정밀조사.
- 국립지질조사소. 1963. 1:50,000 지질도폭설명서: 의령.
- 국립환경과학원. 2014. 전국내륙습지 정밀조사: 질날늪, 대평늪, 석교천습지.
- 김찬수, 박계현, 백인성. 2005. 백악기 신라역암 내 화산암력의 40AR/39AR 연대 및 하양층군의 퇴적시기에 관한 고찰. 한국암석학회지. 14(1): 38-44.
- 김현주, 백인성, 김성영, 이호일. 2018. 경남 함안군 군북면 소포리 부근 함안층(전기 백악기)의 퇴적성, 고환경 및 층서. 대한지질학회지. 54(1): 1-19.
- 농업기술실용화재단. 2010. 토양 분석 방법.
- 손명원. 2012. 토평천 하류 구간의 지형발달. 한국사진지리학회. 22(1). 97-105.
- 윤순옥. 1998. 강릉 운산 층적평야의 홀로세 후기의 환경변화와 지형발달. 대한지리학회지. 33(2): 127-143.
- 이태호. 2016. Formation and evolution of the Gyeongsang Basin: constraints from zircon geochronology and Hf isotope geochemistry. 부경대학교 박사학위논문.
- 조화룡, 1987, 한국의 층적평야, 교학연구사.
- 토양사전. 2000. 서울대학교출판부.
- 한국지질자원연구원 지질정보서비스시스템. <https://data.kigam.re.kr/mgeo/>(2024.10.25.).
- 한성백. 2007. 화포천 화포습지의 수질정화능 평가. 인제대학교 석사학위논문.
- 환경부. 2014. 전국내륙습지 정밀조사(II).
- 황상일, 정무열, 윤순옥. 2016. 밀양 수산제 일대 Holocene 후기 해수면 변동. 한국지형학회지. 23(4): 1-15.
- 황상일, 조화룡. 1995. 사포해안 층적평야의 Holocene 퇴적환경변화. 한국지형학회지. 2(1): 1-8.

부록(사진자료)



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



수리 · 수문 · 수질

II. 수리 · 수문 · 수질

박충선 · 이해빈

(경북대학교)

요 약

함안 질날늪은 남강에 유입하는 무명천 하상에 발달한 배후습지성 하천습지로, 행정구역상 경상남도 함안군 법수면 우거리, 대송리에 걸쳐 분포하고 있다. 함안 질날늪이 발달해 있는 무명천을 따라 곡저평야와 범람원 형태의 평지가 잘 발달해 있으며, 특히 무명천이 남강에 유입하는 함안군 법수면 백산리 일대에는 남강의 범람원이 상당히 넓게 자리 잡고 있다. 무명천의 분수계는 해발고도 100~250m의 구릉지성 산지로 이루어져 있으며, 일부 지역의 산지 말단부는 하안단구로 생각된다. 조사지역의 해발고도는 7~64m의 범위를 보이고 있으며, 평균 해발고도는 약 15m이고, 해발고도의 표준편차는 약 11m이다. 경사의 경우, 최소 0° , 최대 약 41.0° 로, 평균 경사는 약 7.0° 이고, 경사의 표준편차는 약 9.1° 인 것으로 나타났다. 조사지역 내에는 동사면이 가장 높은 비율을 그리고 평지가 가장 낮은 비율을 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

함안 질날늪은 본류 및 본류와는 고립된 수체에서 측정 결과가 서로 다르게 나타나며, 공간적으로 그리고 시간적으로 상당히 다양한 수질 특성을 보이고 있다. 또한 대체로 본류의 CD, TDS 및 염도가 고립된 수체에 비해 더 높은 것으로 나타났다. 이는 곧 오염 물질이 본류를 통해 직접 유입되고 있음을 의미하는 것으로 생각된다. 더구나 다른 하천습지에 비해, CD, TDS 및 염도 등이 더 높은 것으로 측정되었으며, 이는 곧 수질 오염이 상당히 심각하다는 것을 의미한다. 모든 지점의 유속은 0m/s로 측정되었으며, 이는 물이 거의 정체되어 있는 상태임을 의미한다. 따라서 오염 발생 시 쉽게 정화 또는 희석되지

않을 것으로 생각된다. 함안 질날늪 인근에 공장, 농경지, 주거지 및 축사 등이 위치하고 있어, 각종 오염 물질이 조사지역에 직접 유입되고 있는 상황이다. 이에 따라, CD, TDS 및 염도 등이 다른 하천습지에 비해 매우 높은 것으로 나타났다. 또한 함안 질날늪이 발달한 무명천을 따라 넓은 농경지가 위치하고 있어, 농약이나 제초제 등이 수로를 통해 직접 조사지역에 유입되고 있어, 심각한 수질 오염이 우려되고 있어, 이에 대한 적극적인 관리가 필요할 것으로 판단된다.

1. 서 론

함안 질날늪은 남강에 유입하는 무명천 하상에 발달한 배후습지성 하천습지이다. 보통의 하천습지는 유속의 감소나 하천의 분류로 인해 하상에 형성되는 사력퇴적체(bar)의 발달과 함께 형성되지만, 함안 질날늪의 경우, 남강의 유량이 증가하는 홍수 발생 시 남강의 물이 무명천을 따라 역류하면서 비교적 평탄한 곳에 물이 고여 형성된 습지로 판단된다. 비교적 규모가 큰 하천을 따라 분포하는 배후습지는 경지 정리 및 직강화 등으로 인해 많이 파괴된 상태이지만, 우포와 유사한 형성 과정을 거쳐 형성되는 배후습지성 하천습지는 낙동강 및 낙동강의 지류 하천을 따라 매우 드물게 발견된다. 예를 들어, 함안군 법수면 윤내리의 윤내늪 그리고 함안 질날늪보다 하류에 위치한 법수면 대송리 일대의 대평늪, 정골늪 역시 함안 질날늪과 유사한 과정을 통해 형성된 배후습지성 하천습지로 생각된다. 이러한 배후습지성 하천습지는 하천습지가 발달한 지류 하천뿐만 아니라, 본류 하천의 영향을 동시에 받기 때문에, 해당 지역의 고기후 변화 및 지형 발달을 설명하는데 매우 중요한 역할을 할 수 있다. 또한 매우 드물게 분포하고 있기 때문에, 지형학적인 희소성 측면에서도 매우 가치 있는 지형으로 판단된다. 그러나 이러한 하천습지는 농경지 및 시가지로 개발되거나, 하천 정비 사업 등 단기간의 인간 활동에 의해 훼손되거나 사라진 상태이다(김 등, 2014).

유역 분지 내 하천의 수문학적, 기후학적 변화 또한 배후습지성 하천습지의 확장과 축소에 큰 영향을 미칠 수 있다. 다시 말해, 강수량 증가는 하천 유량의 증가를 유발하며, 이는 다시 본류 하천의 홍수를 유발할 수 있다. 이를 통해 배후습지성 하천습지의 성장을 기대할 수 있다. 또한 유역 분지의 토지 이용 변화로 퇴적물 공급량이 증가하거나 감소한다면, 이는 배후습지성 하천습지의 축소 및 성장을 야기할 수 있다. 따라서 배후습지성 하

천습지는 유역 분지의 환경 변화를 직접적으로 반영하는 훌륭한 지표라 할 수 있다. 다만 현재는 남강을 따라 제방이 건설되어 있어, 남강은 더 이상 무명천을 따라 역류할 수 없으며, 이는 결국 지류 하천이 운반, 퇴적시킨 퇴적물에 의해 함안 질날늪이 매적 및 축소되고 있음을 의미한다.

본 조사에서는 경상남도 함안군 법수면 무명천 하상에 발달한 함안 질날늪을 대상으로 수리, 수문, 수질 특성을 조사하여, 수리, 수문학적 측면에서 함안 질날늪이 갖는 가치를 평가하고 생태적 가치를 파악하고자 한다. 이를 통해, 함안 질날늪의 효율적인 관리 방안을 모색하고, 하천습지에서 유량 변화가 습지의 발달에 어떠한 영향을 미치는지 고찰해 보고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

함안 질날늪은 남강에 유입하는 무명천 하상에 발달한 배후습지성 하천습지로, 행정구역상 경상남도 함안군 법수면 우거리, 대송리에 걸쳐 분포하고 있다(그림. 1). 남강은 경상북도 함양군 서상면 일대에서 발원하여 경상남도 함안군 대산면 일대에서 낙동강에 유입하는 유로 연장 약 230.03km, 유역 면적 약 3967.99km²의 하천으로, 함양위천, 덕천강, 함안천 등의 지류 하천을 갖는다(하천정보관리시스템).

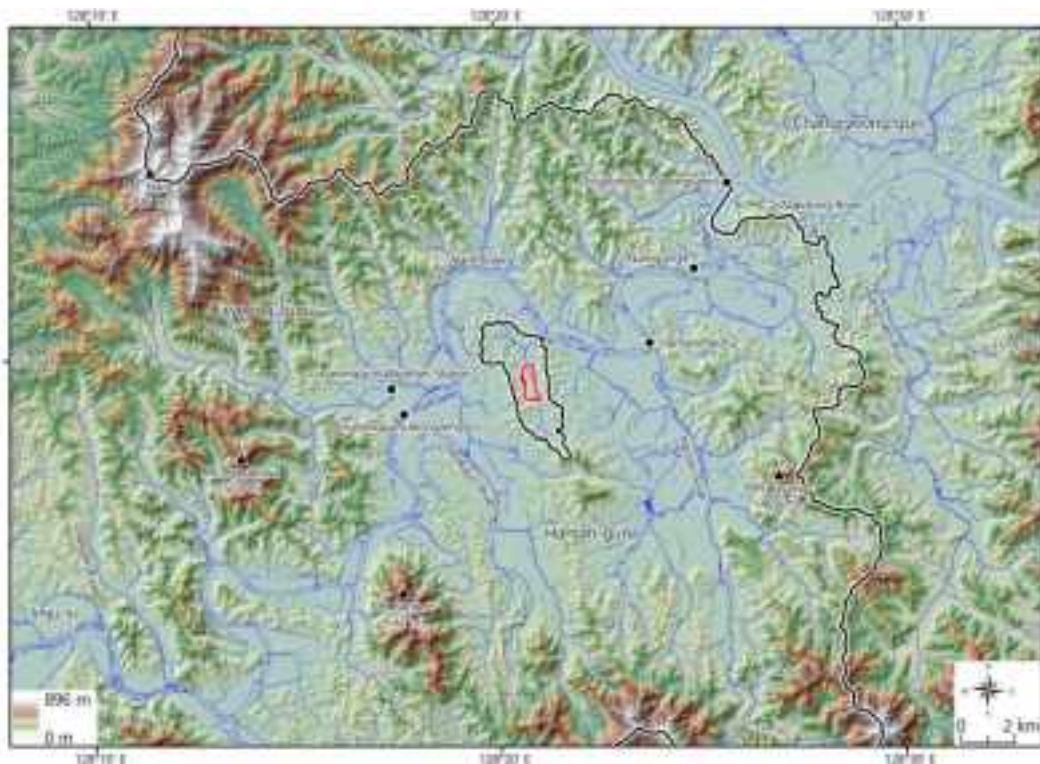


그림 1. 연구 지역의 지형 개요

함안 질날늪이 발달해 있는 무명천은 경상남도 함안군 범수면 윤내리 천제봉(233m) 일대에서 발원하여 대체로 북류하여 함안군 범수면 백산리 일대에서 남강에 유입하는 유로 연장 약 5.47km, 유역 면적 약 7.45km²의 하천으로, 함안 질날늪은 무명천의 중류부에 발달해 있으며, 조사지역의 상류부는 함안군 범수면 우거리에 그리고 조사지역의 하류부는 함안군 범수면 대송리에 해당된다(그림. 2). 함안 질날늪이 발달해 있는 무명천을 따라 곡저평야와 범람원 형태의 평지가 잘 발달해 있으며, 특히 무명천이 남강에 유입하는 함안군 범수면 백산리 일대에는 남강의 범람원이 상당히 넓게 자리 잡고 있다. 무명천의 분수계는 해발고도 100~250m의 구릉지성 산지로 이루어져 있으며, 일부 지역의 산지 말단부는 하안단구로 생각된다. 무명천 유역 분지의 해발고도(elevation)는 5~231m의 범위를 나타내며, 평균 해발고도는 약 33m, 해발고도의 표준편차는 약 27m이다. 또한 무명천 유역 분지의 경사(slope)는 0~56.9°의 범위에 있으며, 평균 경사와 경사의 표준편차는 각각 약 13.2°, 10.6°이다. 주향(aspect)의 경우, 무명천의 유역 분지에는 모든 사면이 분포하고 있지만 북서사면이 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 특정 방향을 향하고 있지 않은 평지(flat)가 가장 낮은 비율을 나타낸다. 한편 조사지역의 해발고도는 7~64m의 범위를 보이고 있으며, 평균 해발고도는 약 15m이고, 해발고도의 표준편차는 약 11m이다. 경사의 경우, 최소 0°, 최대 약 41.0°로, 평균 경사는 약 7.0°이고, 경사의 표준편차는 약 9.1°인 것으로 나타났다. 조사지역 내에는 동사면이 가장 높은 비율을 그리고 평지가 가장 낮은 비율을 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

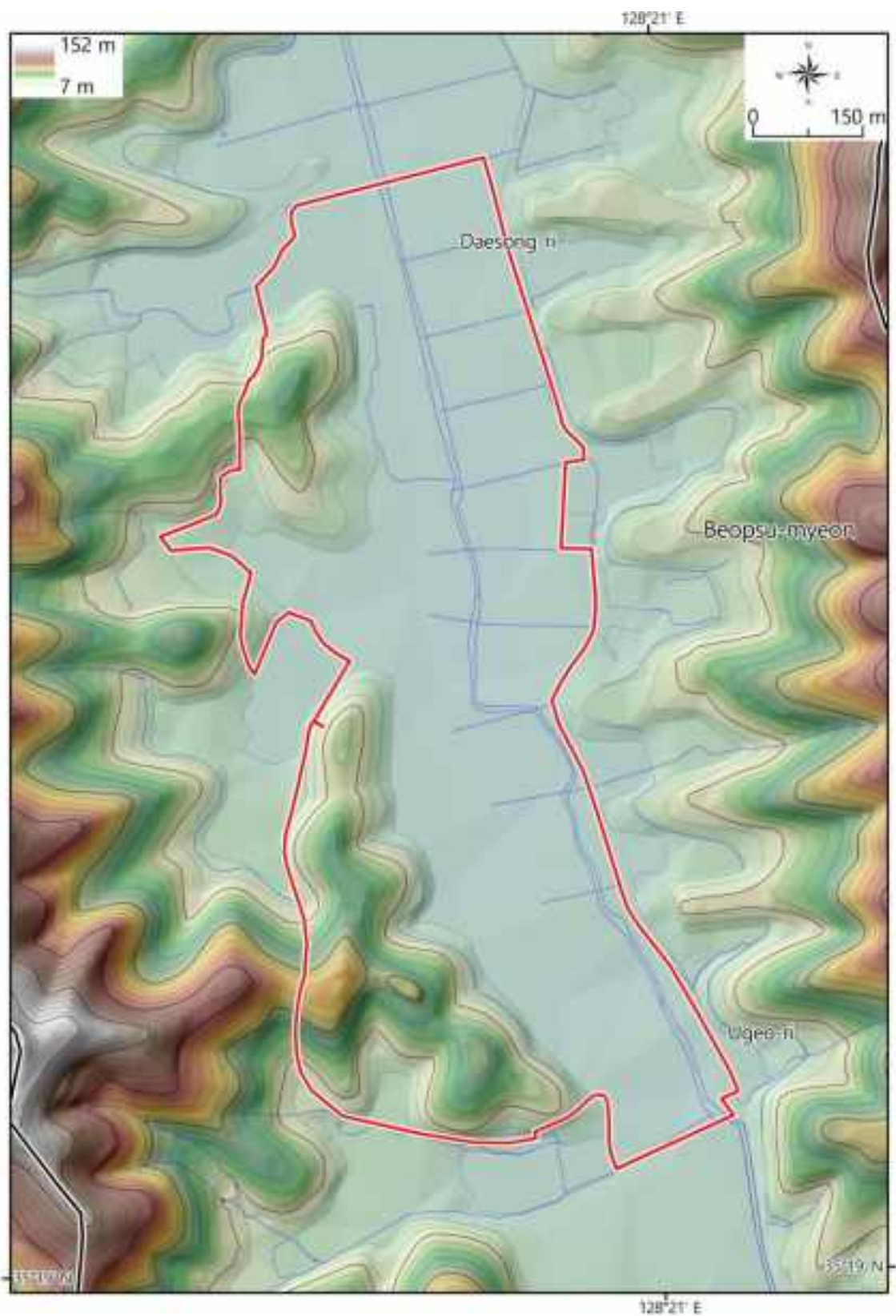


그림 2. 연구지역의 세부 지형

조사지역 주변의 기반암은 중생대 백악기 경상누층군 신라층군의 함안층이 대부분을 차지하고 있으며, 분수계 서쪽이나 남서쪽 일부 지역에서는 염기성 암맥을 확인할 수 있다(그림. 3). 또한 무명천의 최상류부를 중심으로 중생대 백악기의 화강섬록암이 매우 소규모로 자리 잡고 있다.

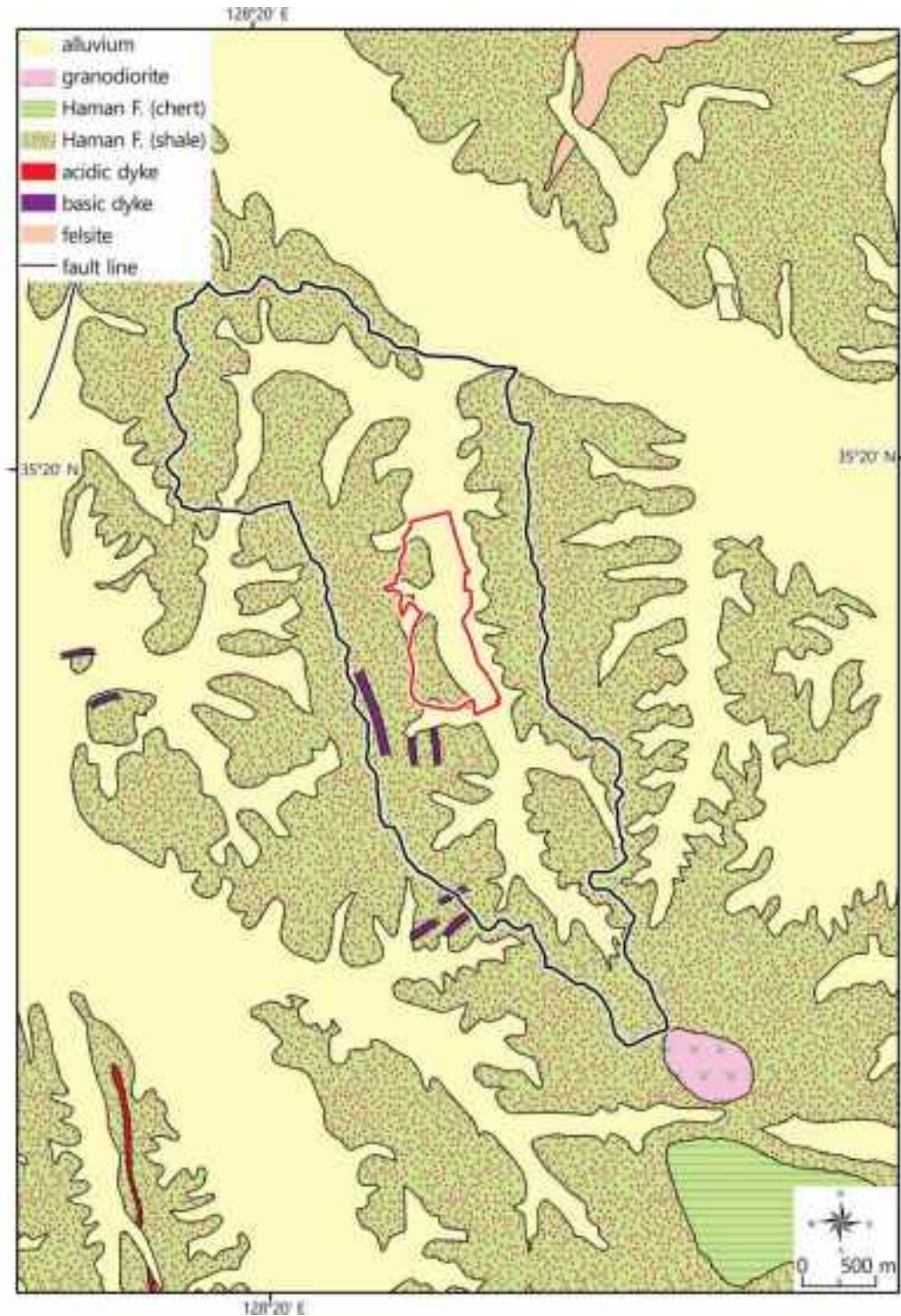


그림 3. 연구지역 주변 지질(Geo Big Data Open Platform편집)

조사지역의 토양통, 유효토심, 심토자갈함량, 심토토성, 배수등급 등과 같은 토양 특성을 그림. 4에 나타내었다. 조사지역 내에는 반호통, 고산통, 귀산통, 경산통, 규암통, 유가통 등 총 6개의 토양통이 분포하고 있는 것으로 확인되었으며, 이중 귀산통이 가장 넓은 분포 면적을 나타내고, 고산통의 분포 면적이 가장 작은 것으로 확인되었다.



그림 4. 연구지역의 토양 특성

조사지역의 서쪽에 산재되어 분포하고 있는 반호통의 표토는 암갈색의 자갈이 있는 미사질 양토이며, 심토1(BA)은 암황갈색의 자갈이 있는 미사질 식양토, 심토2(Bt1)는 갈색의 자갈이 있는 미사질 식양토, 심토3(Bt2)은 암갈색의 자갈이 있는 미사질 식양토 그리고 심토4(BCt)는 암갈색의 자갈

이 있는 미사질 양토로, 모재는 암갈색의 자갈이 있는 미사질 식양토이다(흙토람). 조사지역의 남동쪽에 매우 협소하게 분포하고 있는 고산통의 표토는 암황갈색의 자갈이 있는 양토, 심토1(BA)은 암황갈색의 자갈이 있는 양토, 심토2(Bw)는 암황갈색의 자갈이 많은 양토 그리고 심토3(BC)은 황갈색의 자갈이 많은 양토이다(흙토람). 조사지역의 서쪽을 중심으로 상당히 넓은 분포 면적을 나타내는 귀산통의 표토는 진갈색의 미사질 양토이며, 심토1(BAt)은 적색의 미사질 식양토, 심토2(Bt1)는 적색의 자갈이 있는 미사질 식양토 그리고 심토3(Bt2)은 황적색의 자갈이 있는 미사질 식양토로, 모재는 황적색의 자갈이 있는 미사질 식양토이다(흙토람). 조사지역의 북서쪽 및 남동쪽에 분포하고 있는 경산통의 표토는 약간 두꺼운 암회갈색의 미사질 양토이며, 심토는 깊고 반문이 갈색 내지 암갈색, 암황갈색, 회갈색과 암회갈색의 미사질 식양토이다(흙토람). 조사지역의 북동쪽에 넓게 자리 잡고 있는 규암통의 표토는 암회갈색의 미사질 식양토이며 갈색의 반문이 있고, 심토1(BA)은 암갈색의 미사질 양토로 갈색의 반문이 있으며, 심토2(Bw1)는 갈색의 미사질 양토로 암갈색의 반문이 나타나고, 심토3(Bw2)은 암황갈색의 미사질 양토이며 갈색과 회갈색의 반문이 확인되고, 심토4(BC)는 암황갈색의 극세사 양토로 회갈색과 어두운 적색의 반문이 있다(흙토람). 조사지역의 서쪽과 남동쪽에 산발적으로 확인되는 유가통의 표토는 회갈색의 미사질 양토이며 갈색 반문이 있고, 심토1(BAg)은 회갈색의 미사질 양토이며 갈색의 반문이 나타나고, 심토2(Btg1)는 갈색의 미사질 식양토로 황갈색의 반문이 있으며, 심토3(Btg2)은 암회색의 미사질 식양토로이며 황갈색의 반문이 확인되고 그리고 심토4(Btg3)는 암회색의 미사질 식양토로 암황갈색의 반문이 있다(흙토람).

유효토심의 경우, 상류에서 하류 방향으로 유효토심이 50~100cm인 지역과 100cm 이상인 지역이 반복되는 경향을 보이고 있다. 다시 말해, 유효토심이 50~100cm인 지역은 대체로 조사지역의 서쪽에 분포하고 있으며, 이 지역 사이에서 유효토심이 100cm 이상인 지역을 확인할 수 있다.

조사지역의 북동쪽 및 동쪽 지역을 중심으로 심토자갈함량이 10% 이하인 지역을 확인할 수 있으며, 조사지역의 서쪽은 대부분 심토자갈함량이 10~35%인 지역으로 이루어져 있다.

심토토성 역시 심토자갈함량과 유사한 분포 양상을 나타낸다. 다시 말해, 조사지역 서쪽은 대부분 심토토성이 식양질 지역으로 이루어져 있는데 반해, 조사지역 북동쪽 및 동쪽 지역을 중심으로 심토토성이 미사식양질 지

역을 확인할 수 있다. 다만, 심토토성이 사양질인 지역은 조사지역의 북동쪽에 매우 협소하게 분포하고 있다.

조사지역의 배수등급은 대부분의 지역이 양호하며, 조사지역의 서쪽, 북동쪽 및 동쪽 지역을 중심으로 약간 양호한 지역을 확인할 수 있다. 배수등급이 약간 불량한 지역은 조사지역의 북쪽 및 중앙부에서 확인된다.

진주 기상대에 1991년부터 2020년까지 관측된 조사지역의 월평균 기온의 평균은 약 13.4℃로, 1월의 평균 기온이 약 0.3℃로 가장 낮으며, 8월의 평균 기온이 약 25.9℃로 가장 높다(그림. 5). 월최고 기온 및 월최저 기온 역시 각각 1월(각각 약 7.2℃, -5.5℃)과 8월(각각 약 30.6℃, 22.2℃)에 가장 낮고 높은 것으로 나타났다. 한편 월최고 기온 및 월최저 기온의 평균은 각각 약 19.8℃, 7.8℃이다. 강수량의 경우, 12월이 약 26.1mm로 가장 적으며, 가장 강수량이 많은 달은 7월로 약 312.2mm의 강수량을 기록하였다. 한편 지난 30년 동안의 월강수량 합은 약 1518.0mm이다.

조사지역의 기온 및 강수량 분포는 우리나라 평균과 상당히 유사하다. 우리나라의 월평균 기온 역시 각각 1월(약 -0.9℃)과 8월(약 25.6℃)에 가장 낮고 높으며, 월최고 기온 및 월최저 기온도 각각 1월(각각 약 4.2℃, -5.5℃)과 8월(각각 약 30.2℃, 22.1℃)에 가장 낮고 높다. 다만 우리나라의 월평균 기온의 평균은 약 12.8℃로, 조사지역보다 약간 낮으며, 월최고 기온의 평균 역시 약 18.2℃로 조사지역보다 약간 낮다. 그러나 월최저 기온의 평균은 8.1℃로 조사지역보다 약간 높은 것으로 나타났다. 지난 30년 동안 우리나라의 월강수량은 1월(약 24.0mm)에 가장 적고 7월(약 307.1mm)에 가장 많으며, 월강수량의 합은 약 1305.4mm로, 조사지역보다 적은 것으로 확인되었다.

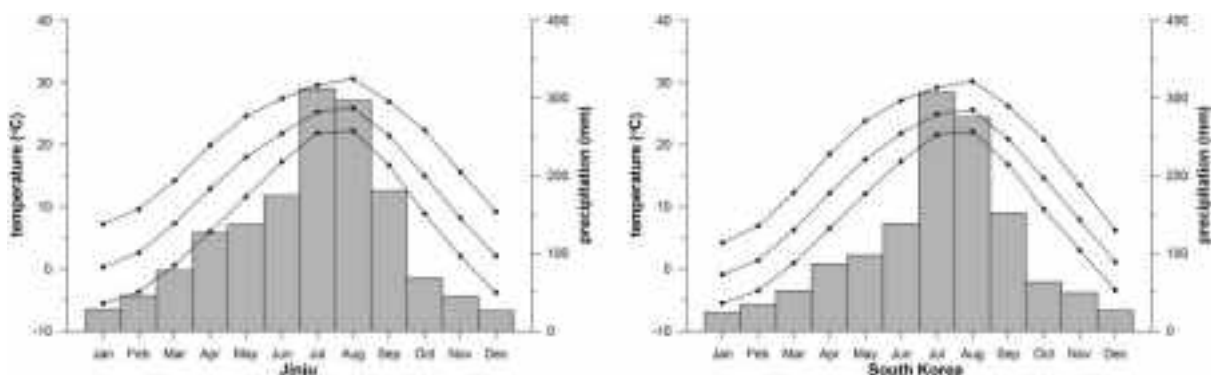


그림 5. 연구지역과 우리나라의 기후조건(1991~2020) (data from KMA)

나. 조사시기

현장 조사는 조사 지침에 따라 4월 19일~4월 20일(1차 조사), 6월 20일~6월 21일(2차 조사), 8월 24일~8월 25일(3차 조사) 등 총 3회에 걸쳐 이루어졌다. 현장 조사 중 하루는 총 27개 지점에서 수온(temperature), 수소이온농도(pH), 전도도(Conductivity), 총용존고형물(Total Dissolved Solid), 염도(salinity), 용존 산소(Dissolved Oxygen), 유속(velocity) 및 수심(depth)과 같은 총 8개 항목들을 측정하였으며, 다른 하루는 조사지역의 전반적인 지형 특성을 확인하면서, 조사지역의 지형 변화 등을 확인하였다.

다. 조사방법

실내에서 조사지역의 위성영상, 항공사진 및 지형도, 지질도 분석을 통해, 조사지역의 전반적인 지형, 지질 특성 등을 확인하였으며, 수질 측정을 위한 지점을 선정하였다.

지형도는 1:25,000 및 1:5,000 수치지도를 활용하였다. 조사지역의 전반적인 지형 특성은 1:25,000 수치지도를 이용해 파악하였으며, 조사지역의 자세한 지형 분석은 1:5,000 수치지도를 활용하였고, 이를 통해 조사지역의 지형 개관도 등을 작성하였다. 수치지도에서 등고선 및 수준점, 삼각점과 표고점 등을 추출하여, TIN(Triangular Irregular Network)을 제작한 후, 1:25,000 수치지도의 경우 공간 해상도가 10m 그리고 1:5,000 수치지도의 경우 공간 해상도가 5m인 DEM(Digital Elevation Model)으로 변환하여, 조사지역의 지형 특성을 파악하는데 활용하였다. 조사지역의 지질은 1:50,000 의령 도엽 및 남지 도엽을 활용하였으며, 수치지도의 처리 및 지형 분석에는 ESRI의 ArcGIS 10.8을 이용하였다.

진주 기상대 및 의령군 기상대(표 1)에 기록된 평균 기온(mean temperature), 최저 기온(min. temperature), 최고 기온(max. temperature), 기압(air pressure), 강수량(precipitation), 상대 습도(relative humidity), 일조 시간(sunshine), 풍속(wind speed), 증발량(evaporation) 등과 같은 자료를 이용해 조사지역의 기후 특성을 파악하였다. 장기적인 경향은 진주 기상대의 경우 1991년부터 2023년까지 그리고 의령군 기상대의 경우 2010년부터 2023년까지 기록된 연 자료를 이용하였으며, 2024년 1월 1일부터 9월 30일까지 기록된 일 자료를 통해 조사지역의 단기적인 변화를 파악하였다. 그러나 의령군 기상대의 연 자료 중 증발량의 경우 2016년부터 관측이 시작되었다.

표 1. 기상 및 수문 관측소 요약(edited from KMA and WAMIS)

category	name	N	E	yearly data	daily data
weather	Jinju	35°09'50	128°02'24"	1969 ~ 2023	1 January ~ 30 September
	Uiryeonggun	35°19'21"	128°17'23"	2010 ~ 2023	1 January ~ 30 September
precipitation	Uiryeonggun (Jeongamgyo)	35°18'50"	128°17'41"	1995 ~ 2023	1 January ~ 30 September
	Uiryeonggun (Seongsanri)	35°23'26"	128°25'46"	1995 ~ 2023	1 January ~ 30 September
water level	Uiryeonggun (Jeongamgyo)	35°18'50"	128°17'41"	1922 ~ 2023	1 January ~ 30 September
	Uiryeonggun (Seongsanri)	35°23'26"	128°25'46"	1917 ~ 2023	1 January ~ 30 September
discharge	Uiryeonggun (Jeongamgyo)	35°18'50"	128°17'41"	1955 ~ 2023	1 January ~ 30 September
	Uiryeonggun (Seongsanri)	35°23'26"	128°25'46"	1964 ~ 2023	1 January ~ 30 September
water quality	Namgang4	35°21'43"	128°24'54"	1992 ~ 2021	
	Hamancheon2	35°20'13"	128°23'47"	1992 ~ 2021	

조사지역 주변에서 기록된 강수량, 수위(water level), 유량(discharge) 자료를 수집해 조사지역의 수문 특성을 파악하였다. 조사지역의 강수량, 수위 및 유량은 의령군(정암교) 관측소 및 의령군(성산리) 관측소에 기록된 자료를 이용하였다(표 1, 그림 1). 기후 자료와 동일하게 1991년부터 2023년까지 기록된 연 자료를 활용해 조사지역의 장기적인 경향을 파악하려 하였으나, 관측소 및 관측 요소에 따라 측정 개시 시기가 차이를 보이거나 결측이 존재한다. 강수량의 경우, 두 관측소 모두 1995년부터 관측이 시작되었으며, 수위 자료의 경우, 각각 1922년과 1917년부터 관측이 시작되었다고는 하지만 의령군(성산리) 관측소의 1991년 자료는 누락되어 있다. 유량은 각각 1955년과 1964년에 관측이 시작되었지만, 두 관측소 모두 2002년부터 자료가 존재한다. 또한 2024년 1월 1일부터 9월 30일까지 기록된 일 자료를 통해 수문 특성의 단기적인 경향을 파악하였다. 다만 의령군(성산리) 관측소의 경우 올해 유량은 모두 0m³/s로 기록되었다. 한편 수심 및 유속의 단기적인 변화 경향은 현장 조사를 통해 추가적으로 측정하였다.

조사지역 주변에 위치한 남강4 관측소, 함안천2 관측소(표 1, 그림 1)에서 관측된 pH, DO, 생물학적 산소 요구량(Biological Oxygen Demand), 화학적 산소 요구량(Chemical Oxygen Demand), 부유물질량(Suspend Solid), 총 질소(Total N), 총 인(Total P), 수온 및 전기전도도(Electric Conductivity) 등과 같은 항목을 통해 조사지역의 장기적인 수질 변화를 파악하였다. 두 관측소 모두 1992년부터 2021년까지의 자료가 존재하지만, 남강4 관측소의 경우 2006년과 2007년은 결측되었으며, 함안천2 관측소의 경우, 2006년 자료가 없다. 또한 두 관측소 모두 2008년과 2009년의 수온 및 EC 자료가 존재하지 않는다. 수질의 단기적인 변화 경향은 현장 조사를 통해 직접 측정하였다. Eutech의 포켓용 다항목 수질 측정기인 PCS Testr 35를 이용해, 수온, pH, CD, TDS 및 염도를 측정하였고, DO는 Lutron의 DO 측정기인 PDO-520을 이용하였다. 유속은 Will Science의 휴대형 유속계인 Kestrel-2500을 이용해 측정하였다. 다만, 유속계의 최소 측정 가능 유속은 0.3m/s로, 이보다 낮은 유속은 0m/s로 측정된다. 측정 결과, 모든 지점이 0m/s의 유속을 나타내, 이하에서는 유속에 대한 논의는 제외하였다. 한편 수심은 측정 지점의 수면으로부터 하상까지의 깊이를 측정하였다.

현장 조사를 통해 얻은 수질 측정 결과 및 수심의 공간적인 분포 특성을 확인하기 위해, 측정 지점을 점(point) 자료로 나타낸 후 측정된 자료를 기초로 ESRI의 ArcGIS 10.8을 이용해 IDW(Inverse Distance Weighted) 기법으로 공간적으로 내삽(interpolation)하여, 공간 해상도가 5m인 래스터(raster) 자료를 산출하였다.

3. 연구 결과

가. 기후학적 특성

1991년부터 2023년까지의 진주 기상대 및 2010년부터 2023년까지의 의령군 기상대에 기록된 평균 기온, 최저 기온, 최고 기온, 기압, 강수량, 상대습도, 일조 시간, 풍속, 증발량 등의 연 변화를 그림. 6에 나타내었다.

지난 30여 년 동안 진주 기상대에 기록된 평균 기온은 12.4~14.4℃의 범위를 나타내며, 평균은 약 13.4℃이다. 1993년에 가장 낮은 평균 기온을 기록하였으며, 2023년에 가장 높은 평균 기온을 확인할 수 있다. 지난 30여 년 동안 진주 기상대의 평균 기온은 1년에 약 0.03℃씩 증가하는 경향을 나타내며, 상관 계수(R²)는 약 0.250이다. 1990년대에는 해에 따라 편차가 상당히 크지만 전체적으로 증가하는 경향을 나타내고, 2000년대 초반에는 해

에 따라 큰 차이를 보이지 않는다. 이후 2000년대 후반~2010년대 초반까지는 전체적으로 평균 기온이 감소하다가, 2010년대 초반 이후 해에 따라 약간의 차이는 있지만 평균 기온이 지속적으로 증가하는 모습을 확인할 수 있다. 지난 10여 년 동안 의령군 기상대에 기록된 평균 기온 역시 1년에 약 0.15℃ 씩 전체적으로 증가하는 모습을 나타내며, 상관 계수(R²)는 약 0.785로 매우 높다. 의령군 기상대에 기록된 평균 기온은 12.2~14.5℃의 범위를 나타내며, 평균은 약 13.4℃이다. 2014년과 2023년에 각각 가장 낮고 높은 평균 기온을 기록하였다. 특히 2010년대 중반 이후 두 기상대의 평균 기온은 매우 유사한 변화 양상을 보이고 있다.

평균 기온과 달리, 진주 기상대에 기록된 최저 기온은 시간에 따라 1년에 약 0.02℃ 씩 전체적으로 감소하는 모습을 보인다. 다만 상관 계수(R²)가 약 0.008로 큰 관련성은 없는 것으로 생각된다. 또한 해에 따라 최저 기온의 편차가 상당히 큰 것으로 나타났다. 한편 진주 기상대의 최저 기온은 -15.7~-9.4℃의 범위에 있으며, 평균은 약 -12.6℃이다. 1997년에 가장 낮은 최저 기온을 기록하였으며, 가장 높은 최저 기온은 1992년에 확인된다. 이에 반해, 의령군 기상대에 기록된 최저 기온은 1년에 약 0.01℃ 씩 증가하는 것으로 나타났다. 다만 진주 기상대와 마찬가지로 상관 계수(R²)가 약 0.000으로 관련성은 없는 것으로 판단된다. 또한 진주 기상대와 유사하게 해에 따라 상당히 큰 편차를 보이고 있으며, 두 기상대에 기록된 최저 기온은 매우 유사한 변화 양상을 보이고 있다. 한편 의령군 기상대의 최저 기온은 -17.1(2011년)~-10.2℃(2019년)의 범위에 있으며, 평균은 약 -13.5℃이다.

진주 기상대의 최고 기온은 32.1~38.9℃의 범위를 나타내며, 평균은 약 35.7℃이다. 1993년에 가장 낮은 최고 기온을 그리고 1994년에 가장 높은 평균 기온을 각각 기록하였다. 최고 기온의 경우, 평균 기온과 마찬가지로 1년에 약 0.05℃ 씩 증가하는 경향을 나타내지만, 상관 계수(R²)가 약 0.102로 매우 낮다. 대략 1990년대~2000년대 후반까지는 해에 따라 편차가 상당히 크면서 전체적으로 최고 기온이 증가하는 추세를 보이다가, 2000년대 후반 이후 미변동하면서 전체적으로 증가하는 모습을 보인다. 그러나 2010년대 후반부터는 최고 기온이 감소하는 양상을 나타낸다. 의령군 기상대의 최고 기온은 33.6~38.7℃의 범위를 보이고, 평균은 약 36.3℃이다. 최저 기온과 유사하게, 2011년에 가장 낮은 최고 기온을 기록하였으며, 2018년에 가장 높은 최고 기온이 확인된다. 진주 기상대와 마찬가지로 시간에 따라 최고 기온이 증가하는 추세를 확인할 수 있지만, 증가 속도는 1년에 약

0.25℃로 진주 기상대에 비해 매우 빠르고, 상관 계수(R2)는 약 0.520으로 관련성도 비교적 큰 것으로 생각된다. 의령군 기상대의 최고 기온도 2010년대 후반까지는 증가를 그리고 이후에는 감소하는 경향을 나타내고, 두 기상대의 최고 기온은 매우 유사한 변화 양상을 나타낸다.

진주 기상대에 기록된 기압은 1015.2~1016.7hPa의 범위를 보이고, 지난 30여 년 동안의 평균은 약 1016.1hPa이다. 2009년과 2018년에 각각 가장 낮고 높은 기압을 확인할 수 있다. 1990년대와 2000년대에는 해에 따라 상당히 큰 편차를 보이면서 전체적으로 감소하는 경향을 보이는데 반해, 2000년대 후반~2010년대 초반에 급격히 증가한 후, 해에 따라 큰 차이를 보이지 않는다. 지난 30여 년 동안 진주 기상대의 기압은 1년에 약 0.02hPa씩 증가하는 경향을 보이고, 상관 계수(R2)는 약 0.157이다. 의령군 기상대의 경우, 진주 기상대에 비해 약간 낮은 기압을 기록하였지만, 시간에 따른 변화 양상은 매우 유사하다. 의령군 기상대의 기압은 1015.7(2012년)~1016.6hPa(2018년)의 범위를 보이고, 평균은 약 1016.2hPa이다. 의령군 기상대 역시 1년에 약 0.03hPa씩 기압이 증가하는 경향을 나타내며, 상관 계수(R2)도 약 0.177로 진주 기상대와 유사하다.

진주 기상대에 기록된 강수량은 766.7~2304.8mm의 범위에 있으며, 평균은 약 1521.4mm로, 2017년에 가장 적은 강수량을 그리고 2023년에 가장 많은 강수량을 각각 기록하였다. 다른 기상 요소와 달리, 강수량의 경우 해에 따라 상당히 큰 편차를 보이고 있지만, 지난 30여 년 동안 1년에 약 3.9mm씩 강수량이 증가하는 모습을 보인다. 다만 상관 계수(R2)가 약 0.009로 관련성은 거의 없는 것으로 생각된다. 의령군 기상대 역시 해에 따라 강수량이 증가하는 모습을 보이지만, 증가 속도는 1년에 약 13.9mm로 진주 기상대에 비해 상당히 빠르다. 전체적으로, 진주 기상대에 비해 약간 적은 강수량이 의령군 기상대에 기록되었지만, 두 기상대의 시간에 따른 변화 양상은 매우 유사하다. 한편 의령군 기상대는 지난 10여 년 동안 784.2~1939.9mm 범위의 강수량을 기록하였으며, 평균은 약 1314.1mm로, 각각 2022년, 2023년에 가장 적고 많은 강수량을 확인할 수 있다.

상대 습도의 경우, 두 기상대 모두 시간에 따라 감소하는 모습을 나타낸다. 다만 진주 기상대의 경우 1년에 약 0.02%씩 감소하는데 반해, 의령군 기상대는 1년에 약 0.78%씩 감소해 매우 빠른 감소 속도를 나타낸다. 또한 상관 계수(R2)는 각각 0.007, 0.601로 큰 차이를 보이고 있다. 진주 기상대의 상대 습도는 61.2~72.8%의 범위를 나타내고, 평균은 약 68.0%로, 강수량

이 가장 적었던 2017년에 가장 낮은 상대 습도를 그리고 2021년에 가장 높은 상대 습도를 기록하였다. 진주 기상대의 상대 습도는 일정 범위 안에서 미변동하는 모습을 나타낸다. 의령군 기상대의 상대 습도는 64.1~76.1%의 범위에 있으며, 평균은 약 71.5%이다. 의령군 기상대에 가장 적은 강수량이 기록된 2022년에 가장 낮은 상대 습도를 기록하였으며, 가장 높은 상대 습도는 2015년에 확인된다. 의령군 기상대의 상대 습도는 2010년대 후반까지는 증가하는 경향을 그리고 이후에는 감소하는 경향을 나타낸다. 다른 기상 요소와 달리, 두 기상대에 기록된 상대 습도는 상당히 큰 차이를 보이고 있다.

진주 기상대의 일조 시간은 1930.4~2704.3hr의 범위에 있으며, 평균은 약 2316.5hr이다. 가장 적은 일조 시간은 1993년에 확인 가능하며, 가장 많은 일조 시간은 2022년에 기록되었다. 진주 기상대에 기록된 일조 시간은 약간의 미변동과 더불어 1년에 약 13.7hr씩 전체적으로 증가하는 모습을 나타내며, 상관 계수(R^2)는 약 0.455이다. 의령군 기상대 역시 시간에 따라 일조 시간이 증가하는 모습을 나타내며, 증가 속도는 약 40.8hr/y로 진주 기상대에 비해 매우 빠르다. 다만 상관 계수(R^2)는 약 0.255로 진주 기상대에 비해 낮은 것으로 나타났다. 특히 2010년대 이후 두 기상대의 일조 시간 변화 양상은 의령군 기상대의 일조 시간이 약간 적은 것으로 나타났지만, 매우 유사하다. 한편 지난 10여 년 동안의 의령군 기상대의 일조 시간은 1066.8~2453.1hr의 범위에 있으며, 평균은 약 2149.7hr이다. 기상 관측이 시작된 2010년에 가장 적은 일조 시간을 기록하였고, 가장 많은 일조 시간은 2013년에 확인된다.

풍속의 경우, 진주 기상대는 약간의 미변동과 더불어 풍속이 1년에 약 0.03m/s씩 지속적으로 감소하는 모습을 나타내며, 상관 계수(R^2)도 약 0.901로 매우 높다. 이에 반해, 의령군 기상대는 1년에 약 0.02m/s씩 풍속이 증가하는 모습을 나타내, 두 기상대가 차이를 보이고 있다. 다만 의령군 기상대의 상관 계수(R^2)는 약 0.133으로 비교적 낮다. 지난 30여 년 동안 진주 기상대에 기록된 풍속은 0.9~2.1m/s로, 평균은 약 1.4m/s이다. 2023년에 가장 낮은 풍속이 그리고 1995년에 가장 높은 풍속이 각각 기록되었다. 이에 반해, 지난 10여 년 동안 의령군 기상대에 기록된 풍속은 1.1~1.8m/s의 범위를 나타내고, 평균은 약 1.4m/s이다. 2016년에 가장 낮은 풍속을 확인할 수 있으며, 가장 높은 풍속은 2022년에 기록되었다.

진주 기상대의 증발량은 301.8~1405.9mm의 범위를 나타내며, 2015년과

1994년에 가장 적고 많은 증발량을 각각 확인할 수 있다. 한편 지난 30여 년 동안의 평균은 약 1124.9mm이다. 의령군 기상대의 경우, 580.3~1642.6mm의 증발량을 지난 10여 년 동안 기록하였으며, 2016년과 2022년에 가장 적고 많은 증발량을 각각 기록하였다. 의령군 기상대 증발량의 평균은 약 1347.4mm이다. 진주 기상대의 증발량은 시간에 따라 1년에 약 0.7mm씩 증가하는 경향을 나타내지만, 상관 계수(R^2)가 약 0.001로 거의 관련성이 없는 것으로 나타났다. 이보다는 일부 해를 제외하면 일정한 수준에서 증감을 반복하는 것으로 생각된다. 이에 반해, 의령군 기상대의 경우 1년에 90mm 정도씩 증발량이 증가하는 모습을 보이고, 상관 계수(R^2)도 약 0.474로 비교적 높다. 대체로 진주 기상대보다는 의령군 기상대의 증발량이 많은 것으로 나타났지만, 두 기상대의 시간에 따른 증발량 변화는 거의 유사한 것으로 보인다.

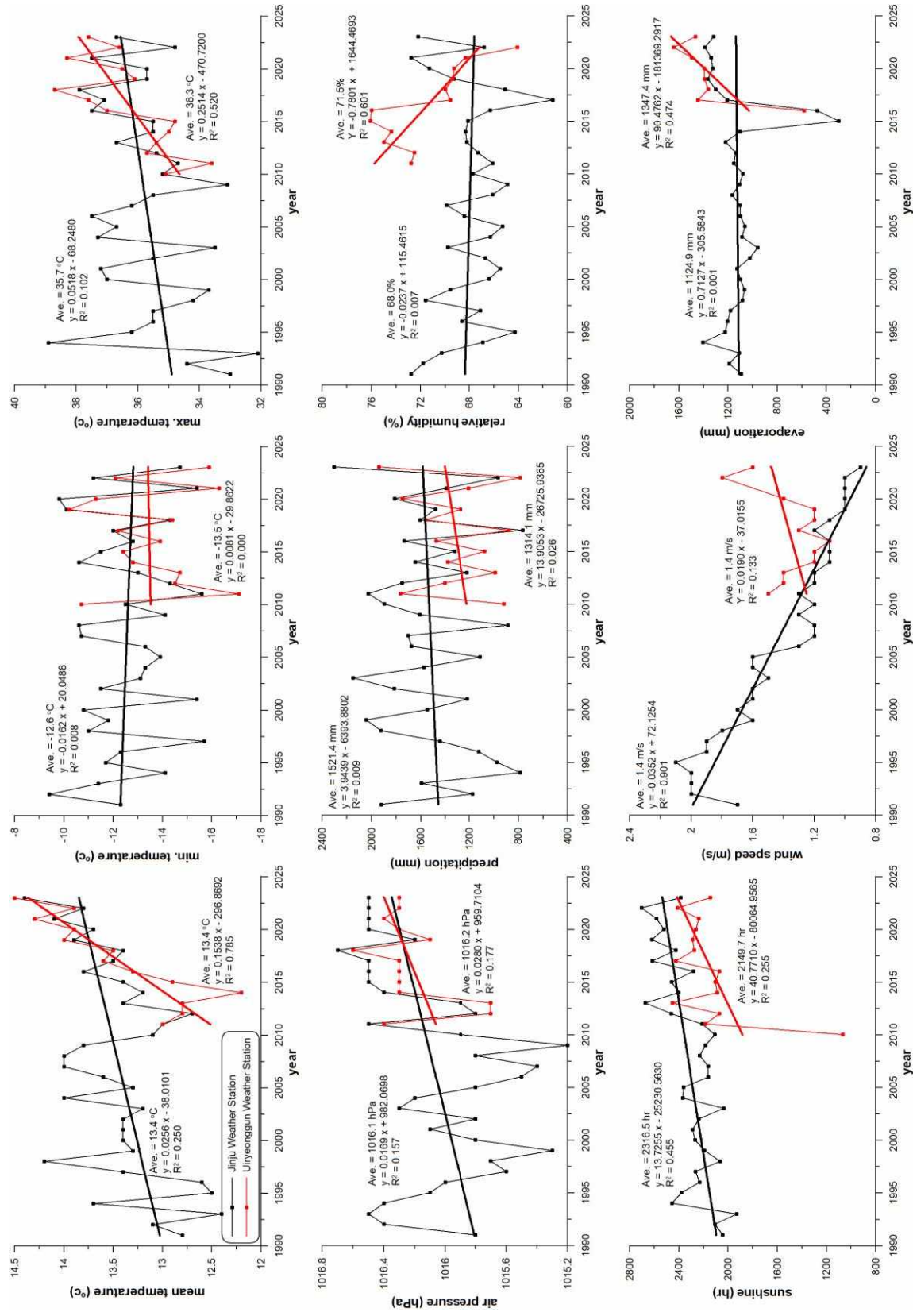


그림 6. 연구지역의 장기 기후 변화 (data from KMA)

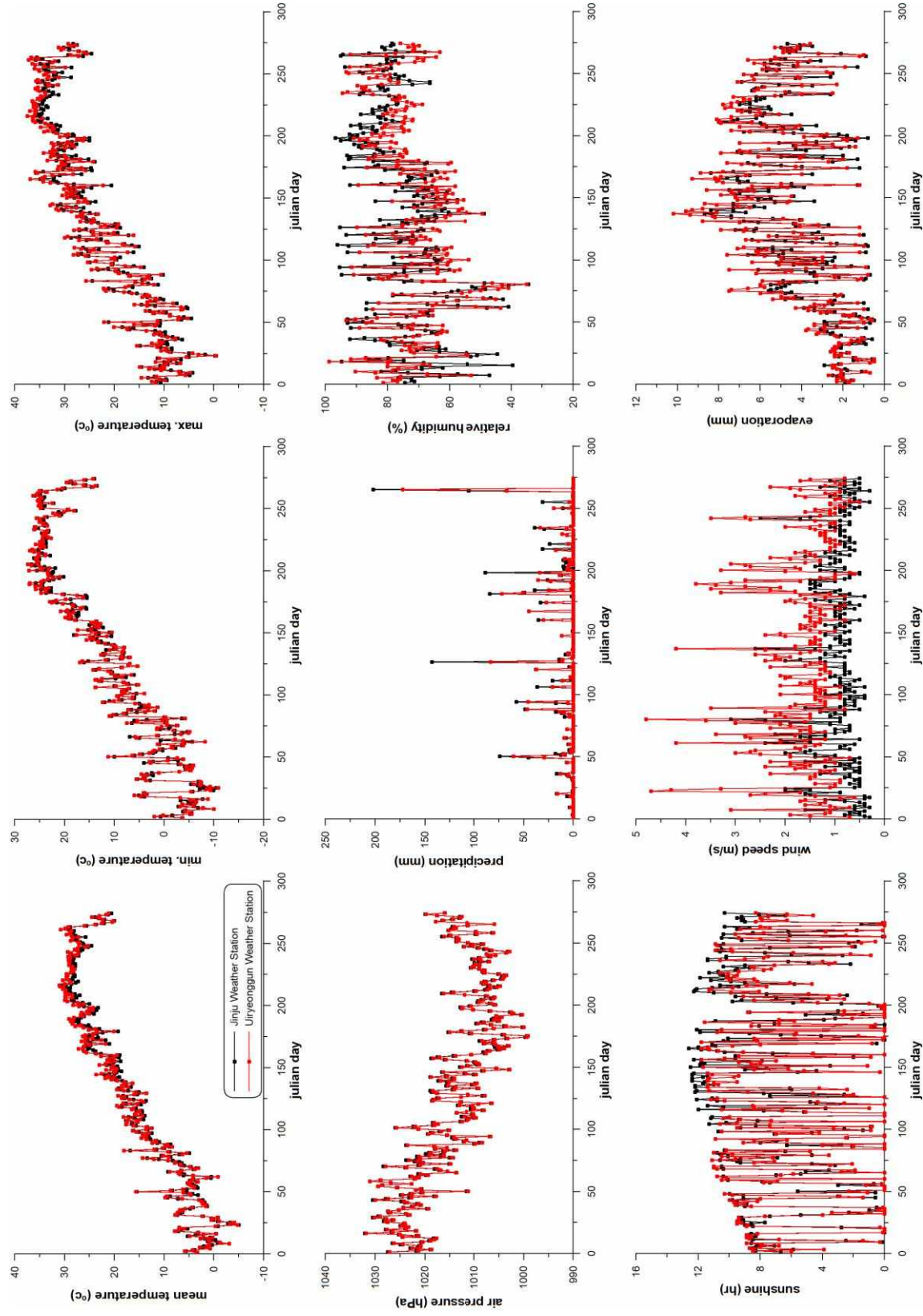


그림 7. 연구지역의 단기 기후 변동 (data from KMA)

2024년 1월 1일부터 9월 30일까지 진주 기상대 및 의령군 기상대에 기록된 평균 기온, 최저 기온, 최고 기온, 기압, 강수량, 상대 습도, 일조 시간, 풍속, 증발량 등과 같은 기상 요소의 일 변화를 그림. 7에 나타내었다.

올해 진주 기상대에 기록된 평균 기온은 $-5.0\sim 30.6^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 나타내며, 평균은 약 16.8°C 이다. 1월 23일과 8월 3일에 각각 가장 낮고 높은 평균 기온을 기록하였다. 1월과 2월에는 특별한 경향 없이 큰 폭으로 변화하지만, 대략 3월부터는 약간의 미변동과 더불어 시간에 따라 꾸준히 증가하는 경향을 확인할 수 있다. 8월에는 큰 변화 없이 25°C 이상의 평균 기온을 꾸준히 기록한 후, 9월에는 시간에 따라 평균 기온이 감소하는 모습을 보이고 있다. 의령군 기상대에는 $-4.7\sim 31.1^{\circ}\text{C}$ 범위의 평균 기온이 기록되었으며, 평균은 약 17.4°C 로 진주 기상대보다 약간 높은 평균 기온(약 0.6°C)을 나타낸다. 의령군 기상대 역시 각각 1월 23일과 8월 3일에 가장 낮고 높은 평균 기온을 확인할 수 있다. 시간에 따른 평균 기온의 변화 역시 진주 기상대와 유사한 양상을 나타낸다. 다시 말해, 1월과 2월에는 특별한 경향 없이 평균 기온이 큰 폭으로 변화하지만, 대략 3월부터는 시간에 따라 약간의 미변동과 더불어 꾸준히 증가하고 있다. 이후 8월에는 큰 변화를 보이지 않으며, 9월부터는 시간에 따라 평균 기온이 감소하는 모습을 확인할 수 있다.

최저 기온의 경우, 진주 기상대는 $-10.4\sim 26.7^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 보이고 있으며, 평균은 약 11.7°C 이다. 이에 비해, 의령군 기상대의 최저 기온은 $-10.9\sim 27.4^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 나타내고, 평균은 약 11.9°C 로, 진주 기상대에 비해 약간 높은 최저 기온(약 0.2°C)을 확인할 수 있다. 두 기상대 모두 각각 1월 25일과 7월 23일에 가장 낮고 높은 최저 기온을 기록하였다. 평균 기온과 마찬가지로, 1월과 2월에는 큰 폭으로 변화하는데 반해, 이후 대략 3월부터는 약간의 미변동하면서 꾸준히 증가하는 모습을 확인할 수 있다. 7월과 8월에는 20°C 이상의 최저 기온을 기록하면서 큰 변화를 나타내지 않고, 9월 초에 약간 감소한 이후 시간에 따라 다시 큰 변화를 보이지 않다가 9월 하순경부터는 시간에 따라 감소하는 모습을 보인다. 의령군 기상대 역시 1월과 2월에는 큰 폭으로 변화하지만, 특별한 경향을 찾기는 어렵고, 대략 3월부터는 꾸준히 증가하는 모습을 보이고 있다. 이후 7월부터 9월 중순까지는 큰 변화를 보이지 않지만, 시간에 따라 최저 기온이 약간씩 감소하는 경향을 나타내며, 9월 하순에는 큰 폭으로 최저 기온이 감소한 것을 확인할 수 있다.

올해 진주 기상대의 최고 기온은 $-0.2\sim 36.1^{\circ}\text{C}$ 의 범위에 있으며, 평균은 약 22.9°C 로, 평균 기온과 마찬가지로 1월 23일에 가장 낮은 최고 기온을 그리고 8월 3일에 가장 높은 최고 기온을 확인할 수 있다. 평균 기온 및 최저 기온과 유사하게, 1월과 2월에는 큰 폭의 변화를 보이고 있지만, 이후 대략 3월부터는 시간에 따라 약간의 미변동과 더불어 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 8월부터는 시간에 따라 약간씩 최고 기온이 감소하는 모습을 확인할 수 있으며, 9월부터는 약간의 미변동과 더불어 지속적으로 감소하고 있다. 의령군 기상대의 경우, 올해 $-0.5\sim 37.5^{\circ}\text{C}$ 범위의 최고 기온을 나타내고 있다. 평균은 약 23.8°C 로, 진주 기상대에 비해 평균적으로 약 1.0°C 높은 최고 기온을 기록하였다. 다만 진주 기상대와 동일하게, 1월 23일에 가장 낮은 최고 기온을 그리고 8월 3일에 가장 높은 최고 기온을 확인할 수 있다. 의령군 기상대의 시간에 따른 최고 기온의 변화 역시 진주 기상대와 유사한 것으로 나타났다. 즉 1월과 2월에는 큰 폭의 변화를 그리고 3월과 7월 사이에는 꾸준한 증가를 확인할 수 있으며, 8월 이후에도 약간의 최고 기온 감소를 나타내고 있다.

진주 기상대의 기압은 $999.4\sim 1032.1\text{hPa}$ 의 범위를 나타내며, 평균은 약 1014.5hPa 로, 6월 23일에 가장 낮은 기압을 기록하였으며, 가장 높은 기압이 기록된 날은 1월 16일이다. 의령군 기상대는 올해 $999.1\sim 1031.8\text{hPa}$ 범위의 기압을 기록하였으며, 평균은 약 1014.2hPa 로, 진주 기상대와 큰 차이를 보이지 않는다. 진주 기상대와 동일하게 6월 23일에 가장 낮은 기압을 기록하였으며, 가장 높은 기압이 기록된 날은 1월 16일이다. 두 기상대 모두 1월부터 6월까지의 대체로 시간에 따라 감소하는 경향을 그리고 7월부터는 대체로 시간에 따라 증가하는 경향을 보이고 있다. 다만 기온에 비해 일 변화가 상당히 큰 것으로 나타났다.

올해 진주 기상대에 기록된 강수량은 $0\sim 202.1\text{mm}$ 의 범위에 있으며, 가장 많은 강수량은 9월 21일에 확인된다. 올해 9월 30일까지 진주 기상대에 기록된 강수량은 총 약 1620.2mm 이다. 의령군 기상대의 경우, $0\sim 172.5\text{mm}$ 범위의 강수량을 나타내며, 진주 기상대와 마찬가지로 9월 21일에 가장 많은 강수량이 기록되었다. 올해 9월 30일까지 의령군 기상대에 기록된 강수량은 총 약 1274.4mm 로, 진주 기상대에 비해 대략 350mm 적은 강수량만이 기록되었다. 두 기상대의 시간에 따른 강수량 변화는 대체로 유사하지만, 많은 강수량을 기록한 날, 의령군 기상대보다는 진주 기상대의 강수량이 더 많은 것으로 나타났다. 올해 9월 30일까지 총 274일 중 무강수일은 진주

기상대의 경우 185일 그리고 의령군 기상대의 경우 186일로 거의 유사하다.

진주 기상대의 상대 습도는 34.5~96.8%의 범위를 나타내며, 평균은 약 75.2%이다. 올해 가장 평균 습도가 낮았던 날은 3월 20일이며, 평균 습도가 가장 높았던 날은 7월 16일이다. 시간에 따라 증가 또는 감소를 나타내는 기온 및 기압과 달리, 진주 기상대에 기록된 상대 습도의 경우, 일정한 범위에서 큰 폭으로 변화하는 양상을 나타내며, 특히 1월부터 5월 중순까지의 변동 폭이 크다. 이후 변동 폭 자체는 감소하였고, 7월 중순까지 지속적으로 증가하며, 이후에는 시간에 따라 일정한 경향을 확인하기는 어렵다. 의령군 기상대는 35.0~98.9% 범위의 상대 습도를 보이고 있으며, 평균은 약 72.2%로, 진주 기상대에 비해 평균적으로 약 3.0% 낮은 상대 습도를 기록하였다. 진주 기상대와 마찬가지로, 가장 낮은 상대 습도는 3월 20일에 확인되지만, 올해 의령군 기상대에 기록된 가장 높은 습도는 1월 18일에 확인된다. 의령군 기상대의 상대 습도 역시 진주 기상대와 유사하게, 일정 범위에서 큰 폭으로 변화하는 모습을 보이며, 1월부터 5월 중순까지는 큰 폭으로 그리고 그 이후에는 작은 폭으로 변화하는 것을 확인할 수 있다. 또한 5월 중순과 7월 중순 사이에는 미변동과 더불어 약간씩 상대 습도가 증가하는 모습도 확인할 수 있다.

일조 시간의 경우, 진주 기상대는 0~12.6hr의 범위를 그리고 의령군 기상대는 0~11.8hr의 범위를 보이고 있으며, 평균은 각각 약 6.9hr, 6.1hr로, 의령군 기상대의 일조 시간이 평균적으로 약 0.8hr 적은 것으로 나타났다. 진주 기상대 및 의령군 기상대의 일조 시간이 0hr인 일수는 각각 35일, 36일이며, 진주 기상대는 6월 13일에 그리고 의령군 기상대는 6월 4일, 6월 13일, 6월 18일에 가장 많은 일조 시간을 기록하였다. 두 기상대 모두 일 변화가 매우 크지만, 대략 6월 하순까지는 일조 시간이 시간에 따라 증가하는 경향을 보이지만, 이후에는 대체로 감소하는 모습을 나타낸다.

올해 진주 기상대에 기록된 풍속은 0.3~3.1m/s의 범위에 있으며, 평균은 약 0.9m/s로, 1월 1일, 1월 9일, 1월 17일, 9월 11일, 9월 20일에 가장 낮은 풍속을 기록하였으며, 가장 높은 풍속은 3월 20일에 확인된다. 일 변화가 상당히 크지만, 3월 하순까지는 시간에 따라 풍속이 증가하는 모습을 확인할 수 있고, 이후에는 시간에 따라 뚜렷한 경향을 확인하기 어렵다. 의령군 기상대에 기록된 풍속은 0.5~4.8m/s의 범위를 보이고 있으며, 평균은 약 1.6m/s로, 진주 기상대에 비해 평균적으로 약 0.7m/s 높은 풍속을 나타낸다. 진주 기상대와 마찬가지로, 가장 높은 풍속은 3월 20일에 확인되지만, 9월

11일에만 가장 낮은 풍속이 기록되었다. 의령군 기상대의 시간에 따른 풍속 변화 역시 대체로 진주 기상대와 유사하다. 다시 말해, 3월 하순까지는 시간에 따라 풍속이 증가하는 모습을 그리고 이후에는 뚜렷한 경향을 확인하기 어렵다. 다만 전체적으로 진주 기상대에 비해 의령군 기상대의 풍속이 더 높은 것으로 나타났다.

진주 기상대의 증발량은 0.5~8.7mm의 범위를 보이고, 평균은 약 4.0mm이다. 1월 18일, 2월 20일에 가장 적은 증발량을 그리고 5월 16일에 가장 많은 증발량이 각각 확인된다. 1월과 2월에는 일 변화가 그리 크지 않은데 반해 이후에는 상당히 큰 일 변화를 보이고 있으며, 대략 5월 중순까지는 시간에 따라 증가하는 경향을 그리고 이후에는 대체로 감소하는 경향을 확인할 수 있다. 의령군 기상대의 경우, 최소 약 0.5mm, 최대 약 10.2mm의 증발량을 올해 기록하였으며, 평균은 약 4.5mm로, 진주 기상대에 비해 평균적으로 약 0.5mm 많은 증발량을 나타낸다. 진주 기상대와 마찬가지로, 5월 16일에 가장 많은 증발량이 확인되지만, 가장 적은 증발량은 1월 18일, 1월 20일에 기록되었다. 의령군 기상대의 시간에 따른 증발량 변화 역시 대체로 진주 기상대와 유사한 것으로 나타났다.

나. 수문학적 특성

의령군(정암교) 관측소, 의령군(성산리) 관측소에 기록된 강수량, 수위 및 유량의 연 변화를 그림. 8에 나타내었다.

1995년부터 2023년까지 지난 30여 년 동안 의령군(정암교) 관측소에 기록된 강수량은 50~1981mm의 범위를 나타내며, 평균은 약 1282mm이다. 관측이 시작된 1995년에 가장 적은 강수량을 기록하였으며, 1995년을 제외하면 2008년에 약 747mm의 가장 적은 강수량이 기록되었다. 가장 많은 강수량은 2003년에 확인 가능하다. 의령군(성산리) 관측소의 경우, 동일 기간 동안 35~1771mm 범위의 강수량을 나타내며, 평균은 약 1212mm로, 의령군(정암교) 관측소와 마찬가지로 관측이 시작된 1995년에 가장 적은 강수량을 그리고 2003년에 가장 많은 강수량을 기록하였지만, 1995년을 제외하면 2017년에 약 622mm의 가장 적은 강수량을 확인할 수 있다. 한편 1995년에 진주 기상대에는 약 975.0mm의 강수량이 기록되었으며, 2003년은 약 2151.2mm의 강수량을 나타낸다. 한편 2008년과 2017년에 진주 기상대는 각각 약 885.6mm, 766.7mm의 강수량을 보이고 있다. 일부 해를 제외하면 의령군(정암교) 관측소의 강수량이 의령군(성산리) 관측소의 강수량보다 약

간 많은 것으로 나타났지만, 시간에 따른 두 관측소의 강수량 변화 경향은 매우 유사하며, 해에 따라 강수량의 편차가 상당히 큰 것으로 나타났다. 다만 진주 기상대 및 의령군 기상대와 달리, 두 관측소 모두 시간에 따라 강수량이 감소하는 모습을 보이고 있다.

1991년부터 2023년까지 의령군(정암교) 관측소는 0.42~1.57m 범위의 수위를 나타내며, 평균은 약 1.04m이다. 가장 낮은 수위는 2022년에 그리고 가장 높은 수위는 2003년에 확인된다. 한편 2022년과 2003년에 의령군(정암교) 관측소는 각각 약 748mm, 1981mm의 강수량을 나타낸다. 1992년부터 2023년까지의 자료가 존재하는 의령군(성산리) 관측소의 경우, -1.12~1.90m 범위의 수위를 나타내고, 평균은 약 0.62m로, 2009년과 2016년에 가장 낮고 높은 수위를 각각 확인할 수 있다. 2009년과 2016년에 의령군(성산리) 관측소에 기록된 강수량은 각각 약 1140mm, 1421mm이다. 2010년대 초반까지는 상류에 위치한 의령군(정암교) 관측소의 수위가 더 높았지만 이후에는 의령군(성산리) 관측소의 수위가 더 높은 것으로 나타났으며, 의령군(정암교) 관측소의 경우 시간에 따라 큰 차이 없이 일정 수준에서 미변동하는 양상을 보이는데 반해, 의령군(성산리) 관측소의 경우 2010년대까지는 전체적으로 수위가 낮아지는 경향을 보이다가 이후 크게 높아진 후 다시 낮아지는 모습을 나타낸다. 다만 의령군(정암교) 관측소 역시 시간에 따라 수위가 낮아지는 모습을 확인할 수 있다.

2000년부터 2023년까지 의령군(정암교) 관측소는 27.46~103.67m³/s 범위의 유량을 나타내며, 평균은 약 68.07m³/s이다. 2017년과 2003년에 가장 적고 많은 유량을 각각 기록하였으며, 이 해의 강수량은 각각 약 831mm, 1981mm이다. 2002년부터 2023년까지 의령군(성산리) 관측소는 0~146.46m³/s 범위의 유량을 나타내며, 평균은 약 57.31m³/s이다. 2002년과 2023년에 가장 많고 적은 유량을 각각 확인할 수 있으며, 0m³/s의 유량을 기록한 2023년을 제외하면 2022년이 약 7.91m³/s의 가장 적은 유량을 나타낸다. 2002년과 2022년에 의령군(성산리) 관측소에 기록된 강수량은 각각 약 1529mm, 664mm이다. 두 관측소에 기록된 유량의 시간에 따른 변화는 서로 매우 유사하지만, 2010년대 초반까지는 대체로 상류에 위치한 의령군(정암교) 관측소의 유량이 더 많은 것으로 그리고 2010년대 중반~후반에는 하류에 위치한 의령군(성산리) 관측소의 유량이 더 많은 것으로 나타났다. 그러나 2020년대에 접어들면 다시 의령군(정암교) 관측소가 더 많은 유량을 보이고 있다.

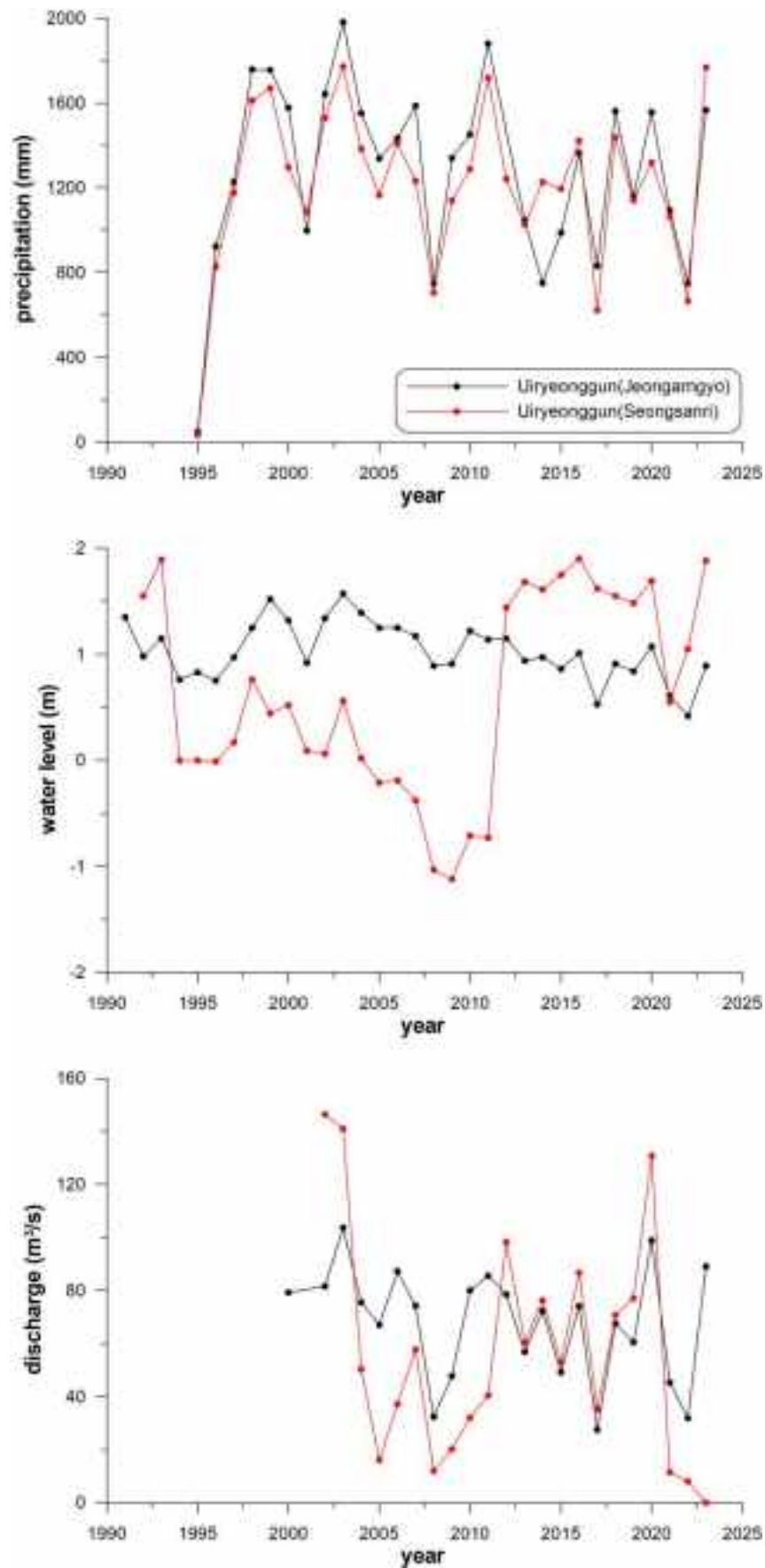


그림 8. 연구지역의 장기적인 수문학적 변동 (data from WAMIS)

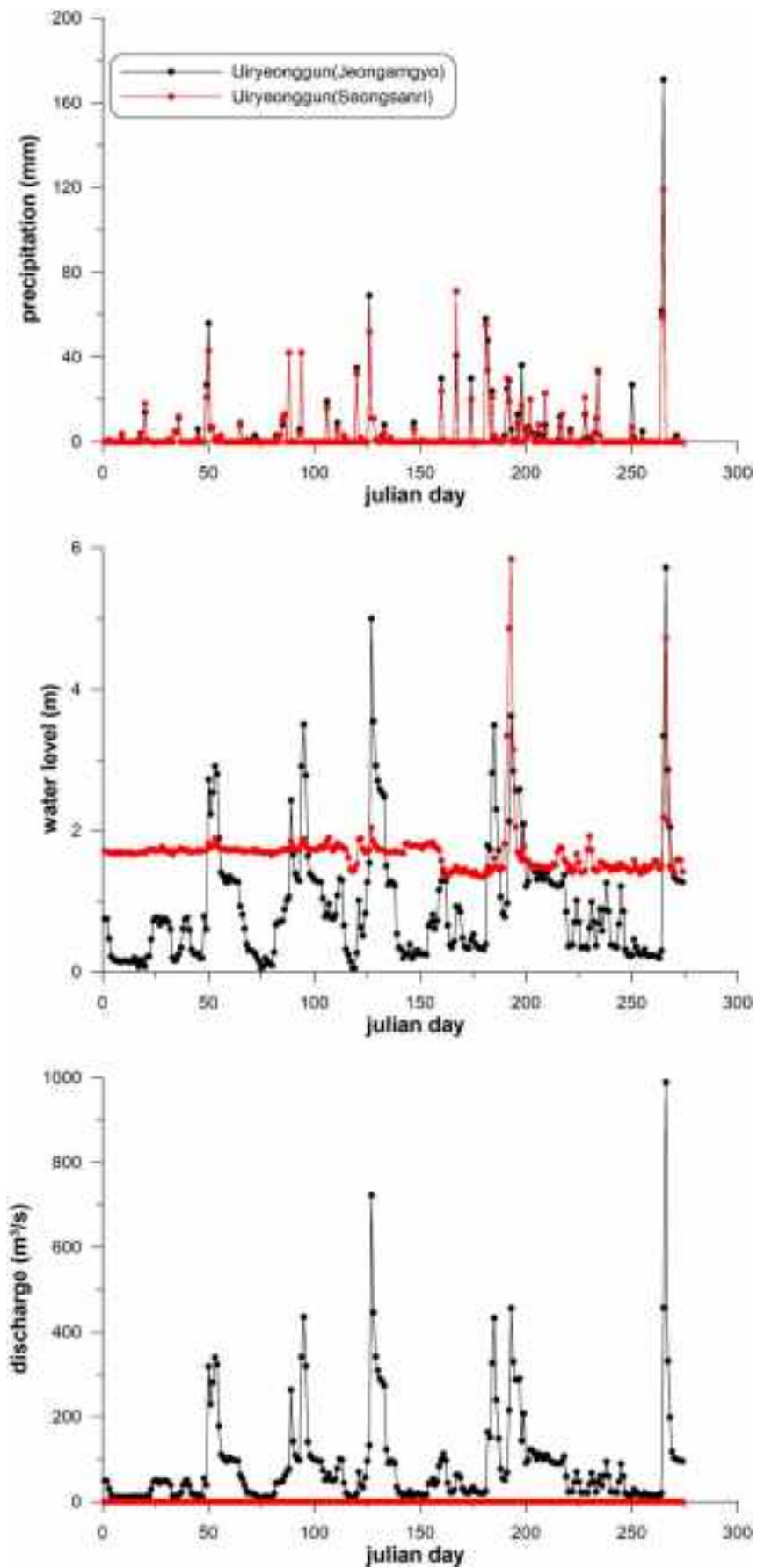


그림 9. 연구지역의 단기 수문학적 변화 (data from WAMIS)

올해 1월 1일부터 9월 30일까지 의령군(정암교) 관측소, 의령군(성산리) 관측소에 기록된 강수량, 수위 및 유량의 일 변화를 그림. 9에 나타내었다.

의령군(정암교) 관측소에 기록된 올해 강수량은 0~171mm의 범위에 있으며, 올해 9월 30일까지 총 1198mm의 강수량이 기록되었다. 이에 비해, 의령군(성산리) 관측소에는 0~119mm 범위의 강수량이 확인되고, 총 1068mm의 강수량을 나타내, 두 관측소가 대략 130mm의 강수량 차이를 보이고 있다. 가장 많은 강수량은 두 관측소 모두 9월 21일에 확인 가능하다. 한편 진주 기상대 및 의령군 기상대에서도 전술한 바와 같이, 9월 21일에 가장 많은 강수량(각각 약 202.1mm, 172.5mm)이 기록되었다. 한편 올해 9월 30일까지 총 274일 중 의령군(정암교) 관측소 및 의령군(성산리) 관측소에 기록된 무강수일은 각각 192일, 196일로, 큰 차이를 보이지는 않는다. 시간에 따른 강수량 변화는 두 관측소가 대체로 유사한 경향을 나타내지만, 많은 강수량을 기록한 날, 의령군(정암교) 관측소가 의령군(성산리) 관측소에 비해 약간 많은 강수량을 나타내고 있다.

의령군(정암교) 관측소의 수위는 0.05~5.72m의 범위를 나타내고, 평균은 약 0.94m이다. 가장 수위가 낮았던 날은 4월 28일이며, 가장 수위가 높았던 날은 9월 22일이다. 4월 24일부터 4월 28일까지 의령군(정암교) 관측소에는 총 0mm의 강수량이 기록되었으며, 9월 20일부터 9월 21일까지의 총 강수량은 약 233mm에 이른다. 의령군(성산리) 관측소는 1.34~5.84m 범위의 수위를 올해 기록하였으며, 평균은 약 1.69m이다. 6월 27일과 7월 11일에 가장 낮고 높은 수위가 각각 확인된다. 9월 22일에도 약 4.72m의 비교적 높은 수위가 기록되었다. 의령군(성산리) 관측소에 6월 23일부터 6월 27일까지 기록된 강수량은 총 0mm이며, 7월 9일과 7월 10일에는 총 약 49mm의 강수량이 기록되었다. 의령군(정암교) 관측소의 경우, 강수량에 따라 수위가 변동하는 경향을 잘 보이고 있는데 반해, 의령군(성산리) 관측소의 경우 1.6~1.7m의 대체로 일정한 수위를 유지하다가 많은 강수량이 기록되었을 때 수위가 빠르게 증가하는 모습을 나타낸다.

의령군(정암교) 관측소에 기록된 유량은 7.43~989.76m³/s의 범위를 보이고, 평균은 약 84.15m³/s이다. 수위가 가장 낮았던 4월 28일에 가장 적은 유량이 확인되며, 수위가 가장 높았던 9월 22일에 가장 많은 유량이 확인된다. 수위 변화와 유사하게, 유량 변화 역시 강수량에 따라 증감을 반복하는 모습을 나타내며, 전체적으로 강수량 증가에 따라 유량은 빠르게 증가하지만, 유량 감소는 비교적 느리게 진행되는 모습을 보이고 있다. 다만 올해 의령군(성산리) 관측소의 경우, 모두 0m³/s의 유량이 기록되었다.

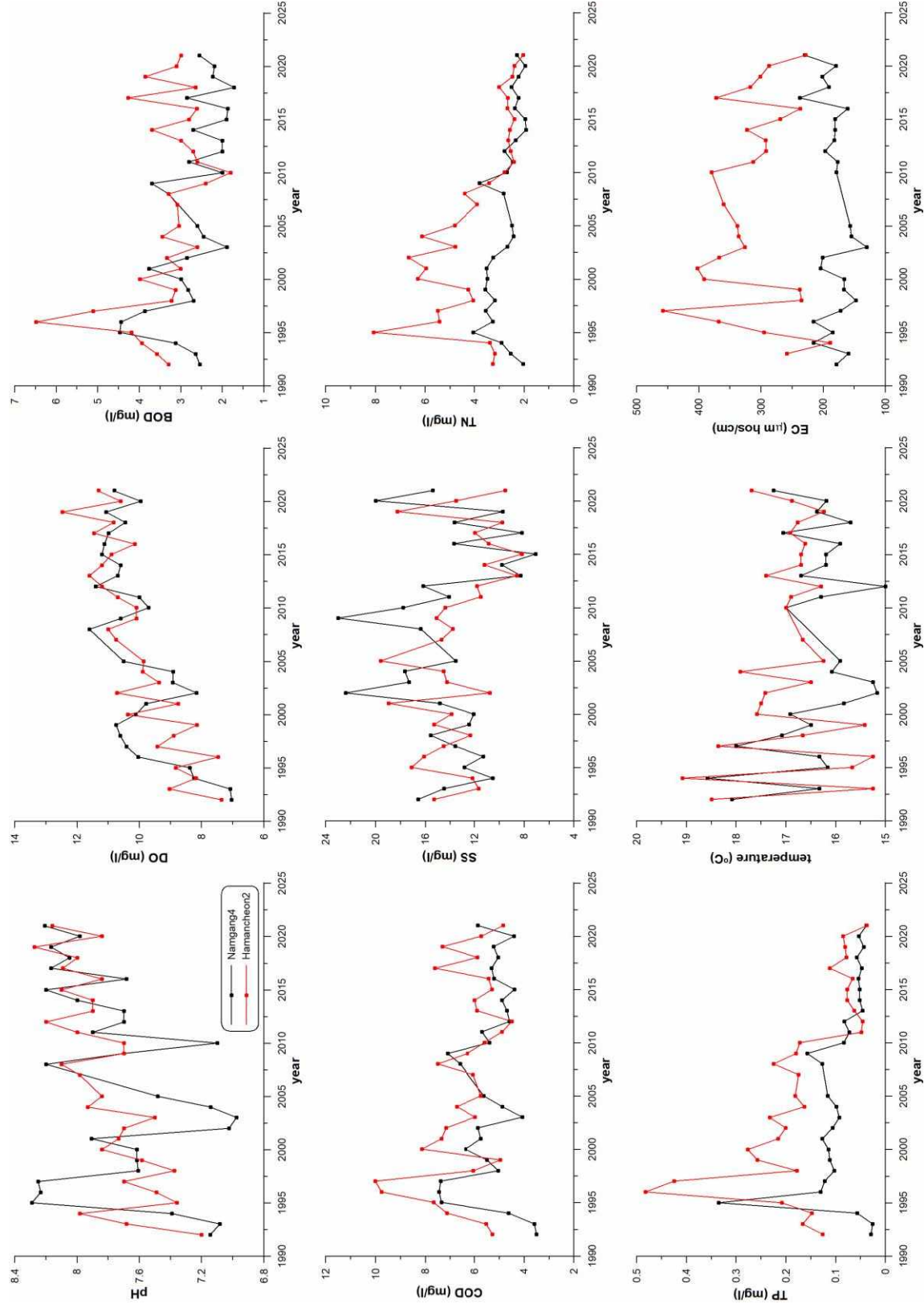


그림 10. 연구지역의 장기적인 수질변화 (data from WAMIS)

다. 수질 변화

남강4 관측소 및 함안천2 관측소에 기록된 pH, DO, BOD, COD, SS, TN, TP, 수온 및 EC의 연 변화를 그림. 10에 나타내었다.

1992년부터 2021년까지 남강4 관측소에 기록된 pH는 7.0~8.3의 범위를 나타내며, 평균은 약 7.7이다. 2002년과 2003년에 가장 낮은 pH를 기록하였으며, 1995년과 1997년에 가장 높은 pH를 확인할 수 있다. 관측이 시작된 이후 해에 따라 상당히 큰 편차를 보이면서 대체로 증가하는 추세를 나타내며, 2010년대 이후에는 편차가 크게 감소하였지만 지속적으로 증가하는 추세를 확인할 수 있다. 동일 기간 동안 함안천2 관측소의 pH는 7.2~8.3의 범위에 있으며, 평균은 약 7.8이다. 1992년에 가장 낮은 pH를 그리고 2019년에 가장 높은 pH를 확인할 수 있다. 남강4 관측소와 마찬가지로, 시간에 따라 pH는 지속적으로 증가하는 추세를 나타내며, 2010년대 이전에는 해에 따라 편차가 큰데 반해 이후에는 편차가 감소하였다. 두 관측소는 특히 2010년대 중반 이후 매우 유사한 시간에 따른 변화 양상을 보이고 있다.

남강4 관측소의 DO는 7.0~11.6mg/l의 범위에 있으며, 평균은 약 10.0mg/l로, 이는 하천수 수질 환경 기준에 의하면 매우 좋음(7.5mg/l 이상)에 해당된다. 1992년에 가장 낮은 DO를 기록한데 반해, 가장 높은 DO는 2008년에 확인된다. 남강4 관측소의 DO 역시 시간에 따라 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 또한 해에 따른 편차는 감소하는 모습을 나타낸다. 함안천2 관측소의 DO는 7.4~12.5mg/l 사이에 있으며, 평균은 약 10.0mg/l로, 이는 하천수 수질 환경 기준에 의하면 매우 좋음(7.5mg/l 이상)에 해당된다. 1992년과 2019년에 가장 낮고 높은 DO를 각각 확인할 수 있다. 남강4 관측소와 마찬가지로, 시간에 따라 함안천2 관측소의 DO는 지속적으로 증가하고 있지만, 해에 따른 편차는 크게 감소한 모습을 보이지 않는다. 시간에 따른 두 관측소의 DO 변화는 대체로 유사한 양상을 나타낸다.

pH 및 DO와 달리, 남강4 관측소의 BOD는 전체적으로 시간에 따라 감소하는 모습을 나타낸다. 또한 2010년을 기준으로 이전에는 해에 따라 상당히 큰 편차를 보이는데 반해, 이후에는 해에 따른 편차가 그리 크지 않다. 남강4 관측소의 BOD는 1.7~4.5mg/l의 범위를 나타내며, 평균은 약 2.7mg/l로, 이는 하천수 수질 환경 기준에 의하면 약간 좋음(3.0mg/l 이하)에 해당된다. 각각 2018년과 1995년 가장 낮고 높은 BOD를 확인할 수 있다. 함안천2 관측소의 BOD는 1.8~6.5mg/l의 범위에 있으며, 평균은 약 3.4mg/l로, 이는 하천수 수질 환경 기준에 의하면 보통(5.0mg/l 이하)에 해당된다. 2010년

이 가장 낮은 BOD를 나타내며, 가장 높은 BOD는 1996년에 확인 가능하다. 남강2 관측소와 마찬가지로 전체적으로 시간에 따라 감소하는 경향이 뚜렷하지만, 대략 2010년 이후에는 증가하는 모습을 나타낸다. 해에 따라 약간의 차이는 있지만, 대체로 함안천2 관측소의 BOD가 남강4 관측소의 BOD보다 높은 것으로 나타났다.

남강4 관측소의 COD는 3.5~7.5mg/l의 범위를 보이고 있으며, 평균은 약 5.4mg/l로, 이는 하천수 수질 환경 기준에 의하면 보통(7.0mg/l 이하)에 해당된다. 가장 낮은 COD는 1992년에 그리고 가장 높은 COD는 1996년에 확인된다. BOD와 유사하게, 전체적으로 시간에 따라 감소하는 경향이 뚜렷하며, 2010년대 이전에는 해에 따른 편차가 큰데 반해, 이후는 일정 수준에서 미변동하는 양상을 나타낸다. 함안천2 관측소는 4.5~10.0mg/l 범위의 COD를 보이고, 평균은 약 6.4mg/l로, 이는 하천수 수질 환경 기준에 의하면 보통(7.0mg/l 이하)에 해당된다. 가장 낮고 높은 COD는 각각 2012년과 1997년에 확인된다. 남강4 관측소와 마찬가지로, 시간에 따라 COD가 감소하는 경향을 나타내지만, 대략 2010년 이후에는 약간 증가하는 모습을 확인할 수 있다. 또한 BOD와 마찬가지로, 일부 해를 제외하면, 남강4 관측소의 COD보다 함안천2 관측소의 COD가 더 높은 것으로 확인되었다.

SS의 경우, 남강4 관측소는 7.1~23.0mg/l의 범위를 그리고 함안천2 관측소는 8.2~19.6mg/l의 범위를 보이고 있으며, 평균은 각각 약 14.2mg/l, 13.4mg/l로, 이는 하천수 수질 환경 기준에 의하면 각각 매우 좋음~보통(25.0mg/l 이하)에 해당된다. 두 관측소에서 가장 낮은 SS는 2015년에 확인되며, SS가 가장 높았던 해는 각각 2009년과 2005년이다. 두 관측소의 SS는 일부 해를 제외하면 대체로 유사한 변화 양상을 나타낸다. 다시 말해, 대략 2000년 이전에는 시간에 따라 증가는 경향을 보이는데 반해, 이후 2010년대 중반까지는 시간에 따라 SS가 감소하는 모습을 나타내고 있다. 그러나 이후에는 시간에 따라 다시 증가하는 경향을 확인할 수 있다. 1990년대에는 대체로 함안천2 관측소의 SS가 더 높는데 반해, 2000년대에는 남강2 관측소의 SS가 더 높은 것으로 나타났으며, 이후에는 두 관측소가 유사한 정도의 SS를 보이고 있다.

남강4 관측소의 TN은 1.922~4.047mg/l의 범위에 있으며, 평균은 약 2.763mg/l이다. 2014년에 가장 낮은 TN을 확인할 수 있고, 가장 높은 TN은 1995년에 확인된다. 전체적으로 시간에 따라 감소하는 모습을 확인할 수 있지만, 해에 따른 편차가 그리 크지 않으며, 일정 수준에서 지속적으로 감

소하는 모습을 나타낸다. 이에 반해, 함안천2 관측소의 TN은 대략 2010년까지는 해에 따른 편차가 상당히 큰데 반해, 이후에는 일정 수준에서 미변동하는 모습을 보이고 있다. 또한 함안천2 관측소 역시 전체적으로 시간에 따라 TN이 감소하고 있다. 한편 함안천2 관측소는 2.043~8.083mg/l 범위의 TN을 나타내며, 평균은 약 3.939mg/l이다. 가장 낮고 높은 TN은 각각 2021년과 1995년에 확인된다. 일부 해를 제외하면 함안천2 관측소의 TN이 남강4 관측소의 TN보다 더 높은 것으로 나타났다.

TP의 경우, 남강4 관측소는 0.026~0.336mg/l의 범위를 보이고, 평균은 약 0.091mg/l로, 이는 하천수 수질 환경 기준에 의하면 약간 좋음(0.1mg/l 이하)에 해당된다. 1993년과 1995년에 가장 낮고 높은 TP를 각각 확인할 수 있다. 전체적으로는 시간에 따라 TP가 감소하는 모습을 보이지만, 2010년대 이전에는 대략 0.1mg/l에서 미변동하는 양상을 그리고 이후에는 대략 0.05mg/l에서 미변동하는 양상을 나타낸다. 또한 2010년대 이전에는 이후에 비해 해에 따른 편차가 큰 것으로 나타났다. 함안천2 관측소의 TP는 0.038~0.483mg/l의 범위에 있으며, 평균은 약 0.165mg/l로, 이는 하천수 수질 환경 기준에 의하면 보통(0.2mg/l 이하)에 해당된다. 2021년과 1996년에 가장 낮고 높은 TP를 각각 확인할 수 있다. 함안천2 관측소의 TP 역시 시간에 따라 감소하는 경향을 확인할 수 있지만, 2010년대 이전에는 해에 따라 큰 편차를 보이는데 반해, 이후에는 일정 수준에서 미변동하는 양상을 나타낸다. 또한 전체적으로 함안천2 관측소의 TP가 남강4 관측소의 TP보다 더 높은 것으로 확인되었다.

1992년부터 2021년까지 남강4 관측소의 수온은 15~19℃의 범위를 나타내며, 평균은 약 16℃이다. 2002년, 2003년 그리고 2012년에 가장 낮은 수온을 확인할 수 있으며, 1994년에 가장 높은 수온을 보인다. 수온의 경우, 시간에 따른 일정한 경향 없이 해에 따라 상당히 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 함안천2 관측소의 수온은 15~19℃의 범위에 있으며, 평균은 약 17℃이다. 1996년과 1999년에 가장 낮은 수온을 그리고 1992년에 가장 높은 수온을 확인할 수 있다. 남강4 관측소와 마찬가지로, 시간에 따라 일정한 경향 없이 해에 따라 상당히 큰 편차를 확인할 수 있다. 다만 일부 해를 제외하면, 함안천2 관측소의 수온이 약간 더 높은 것으로 나타났다.

남강4 관측소의 EC는 130~238 $\mu\text{mhos/cm}$ 의 범위에 있으며, 평균은 약 183 $\mu\text{mhos/cm}$ 로, 2003년과 2017년에 가장 낮고 높은 EC를 각각 확인할 수 있다. 남강4 관측소의 EC는 관측이 시작된 이후, 일정한 경향 없이 일정

수준에서 미변동하는 양상을 나타낸다. 한편 함안천2 관측소의 EC는 189~458 $\mu\text{mhos/cm}$ 의 범위를 보이고, 평균은 약 315 $\mu\text{mhos/cm}$ 이다. 1994년에 가장 낮은 EC를 그리고 1997년에 가장 높은 EC를 확인할 수 있다. 함안천2 관측소의 EC는 시간에 따라 대체로 감소하는 경향을 보이고 있지만, 해에 따라 상당히 큰 편차를 나타내며, 또한 일부 해를 제외하면 함안천2 관측소의 EC가 남강4 관측소의 EC보다 더 높은 것으로 나타났다.

함안 질날늪 및 그 주변 지역에 위치한 총 27개 지점(그림. 11, 12, 표 2)에서 수온, pH, CD, TDS, 염도, DO 및 수심과 같은 항목을 측정하였으며, 그 결과는 표 3과 같다. 총 27개의 측정 지점 중 4개의 측정 지점은 습지 경계 밖에 위치한다.

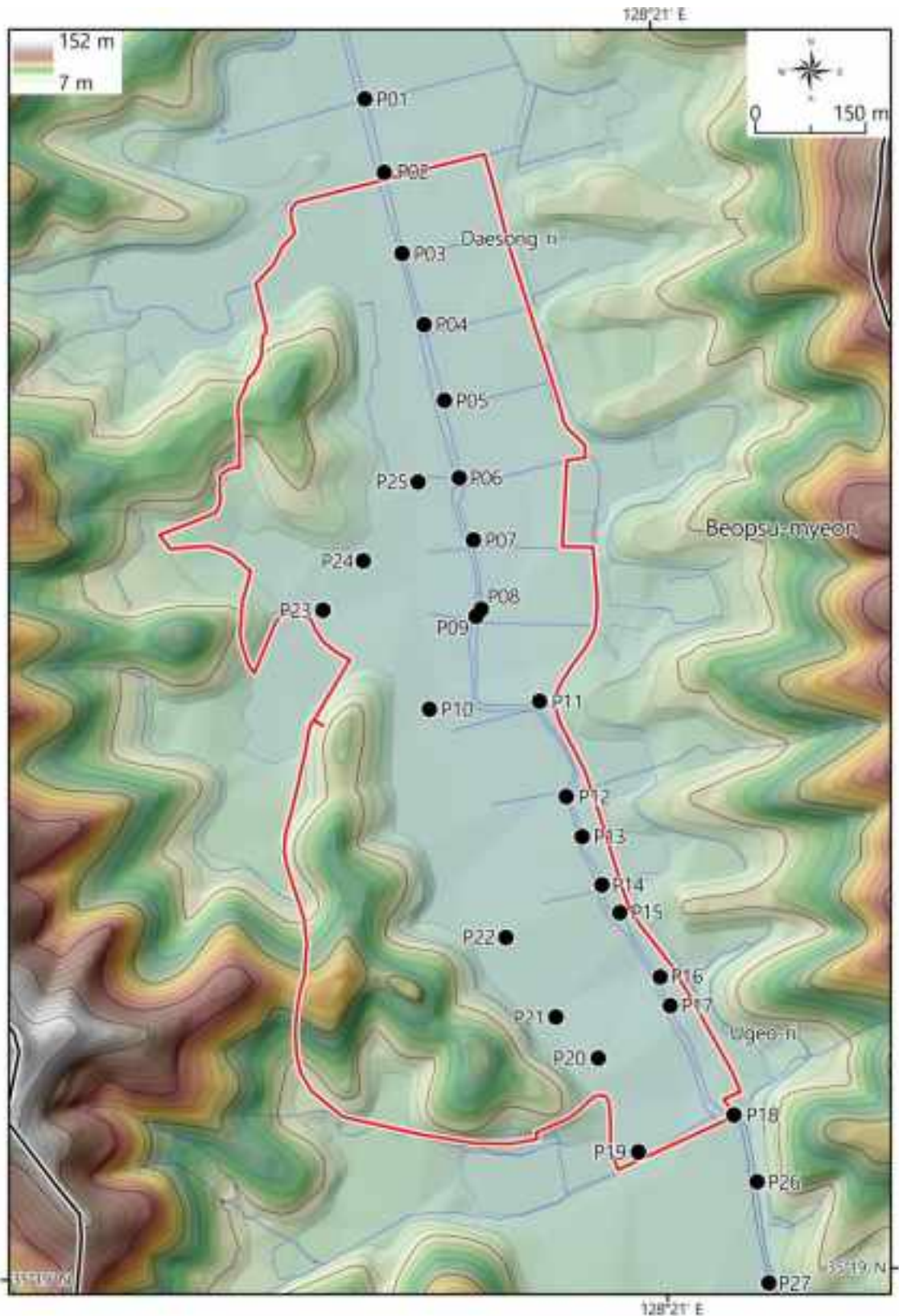


그림 11. 수질 측정 위치

P01은 측정 지점 중 최하류부 그리고 습지 경계 밖에 위치해 있다. 측정 지점 주변에서는 사질 실트의 토성을 나타내는 퇴적물을 확인할 수 있으

며, 주로 초본류의 식생이 우점하고 있다. 또한 측정 지점 주변으로 무명천에 유입하는 수로가 건설되어 있다. P02는 P01에서 상류 방향으로 약 100m 떨어져 있으며 습지 경계 밖에 해당하는 지점이다. 측정 지점 주변은 사질 퇴적물로 이루어져 있으며, 나지와 초본류의 식생을 확인할 수 있다. 또한 측정 지점 주변으로 무명천에 유입하는 수로를 확인할 수 있다. P03은 무명교에 위치한 지점으로 습지 경계 내 최하류부에 해당하며, P02에서는 상류 방향으로 110m 정도 떨어져 있다. P04는 P03에서 상류 방향으로 100m 정도 떨어진 지점에 위치해 있다. 측정 지점 주변에서 실트질 퇴적물과 초본류의 식생을 확인할 수 있으며, 이 지점 역시 주변 농경지를 거쳐 무명천에 유입하는 수로를 확인할 수 있다. P05는 P04에서 상류 방향으로 약 110m 떨어진 지점에 위치해 있고, P04와 유사하게 실트질 퇴적물과 초본류의 식생이 확인된다(그림 11).



그림 12. 주변지역의 상세지형 (image from Google Earth)

P06은 P05에서 상류 방향으로 110m 정도 떨어진 무명교에 위치한 지점이다. P07은 P06에서 남쪽으로 약 80m 떨어진 지점에 위치해 있으며, 측정 지점 주변에서는 목본류와 더불어 초본류를 함께 확인할 수 있다. 또한 측정 지점 주변은 실트의 토성을 나타내는 퇴적물로 이루어져 있다. P08은 P07에서 남쪽으로 90m 정도 떨어진 지점에 위치해 있으며, 사질 실트의 퇴적물 및 초본류 식생이 확인된다. 이 지점 역시 함안 질날늪에 유입하는 수로를 확인할 수 있다. P09는 P08에서 남쪽으로 10m 정도 떨어진 본류와는 고립된 수체에 위치한 지점으로, 사질 실트의 퇴적물과 더불어 초본류의 식생이 확인된다. P10은 P09에서 남서쪽으로 140m 정도 떨어진 함안 질날늪을 흐르는 무명천 본류에 해당하는 지점이다. 측정 지점 주변은 실트질 모래의 토성을 나타내는 퇴적물로 이루어져 있으며, 나지와 더불어 초본류의 식생이 확인된다.

P11은 P10에서 동쪽으로 110m 정도 떨어진 지점에 위치해 있으며, 사질 실트 및 초본류의 식생이 확인된다. 이 지점 역시 함안 질날늪에 유입하는 수로를 확인할 수 있다. P12는 P11에서 남동쪽으로 약 130m 떨어진 고립된 수체에 위치한 지점이다. 사질 실트의 퇴적물 및 초본류 식생이 확인된다. P13은 P12에서 남동쪽으로 60m 정도 떨어진 고립된 수체에 위치한 지점으로, 측정 지점 주변은 실트의 토성을 보이는 퇴적물로 이루어져 있으며, 초본류의 식생이 우점하고 있다. P14는 P13에서 남동쪽으로 약 70m 떨어진 고립된 수체에 위치한 지점이다. 함안 질날늪에 유입하는 수로로 인해 역질 모래로 이루어진 퇴적물을 확인할 수 있으며, 초본류의 식생이 우점하고 있다. P15는 P14에서 남동쪽으로 40m 정도 떨어진 고립된 수체에 위치한 지점으로, 실트질 모래와 더불어 초본류 식생이 확인된다.

P16은 P15에서 남동쪽으로 100m 정도 떨어진 고립된 수체에 위치한 지점이다. 측정 지점 주변은 실트질 모래의 토성을 보이는 퇴적물로 이루어져 있으며, 초본류 식생이 우점하고 있다. P17은 P16에서 남동쪽으로 40m 정도 떨어진 고립된 수체에 위치한 지점이다. 주변 농경지를 거쳐 함안 질날늪에 유입하는 수로를 확인할 수 있으며, 측정 지점 주변에서 실트질 모래와 더불어 초본류 식생이 확인된다. P18은 습지 경계 최상류부 무명교에 위치한 지점으로, P17에서 남동쪽으로 170m 정도 떨어져 있다. P19는 P18에서 남서쪽으로 140m 정도 떨어진 고립된 수체에 위치해 있다. 실트질 모래 그리고 초본류 식생이 확인된다. P20은 P19에서 북서쪽으로 약 140m 떨

어진 지점에 위치해 있으며, 실트의 토성을 보이는 퇴적물과 더불어 초본류의 식생이 확인된다.

P21은 P20에서 북서쪽으로 약 80m 떨어져 있고, 실트질 점토와 초본류 식생이 확인된다. P22는 P21에서 북서쪽으로 약 130m 떨어진 지점에 위치해 있으며, 실트질 점토의 토성을 보이는 퇴적물과 더불어 목본류와 초본류 식생이 함께 관찰된다. P23은 P22에서 북서쪽으로 510m 정도 떨어진 지점에 위치해 있으며, 사질 실트의 퇴적물과 초본류 식생이 쉽게 확인된다. P24는 P23에서 북동쪽으로 90m 정도 떨어진 고립된 수체에 위치한 지점으로, 모래의 토성을 보이는 퇴적물 및 초본류의 식생이 확인된다. P25 역시 고립된 수체에 위치해 있으며, P24에서 북동쪽으로 약 130m 떨어져 있다. 모래질 퇴적물과 초본류 식생이 확인된다.

P26은 P18에서 상류 방향으로 약 100m 떨어진 무명천 본류에 해당하는 지점으로, 습지 경계 밖에 위치해 있다. 측정 지점 주변은 도로로 인해 거의 수로의 모습을 하고 있다. P27은 측정 지점 중 가장 상류부에 위치해 있으며 습지 경계 밖에 해당하는 최상류부 무명교에 위치한 지점이다. P26과 마찬가지로 도로로 인해 거의 수로의 모습을 하고 있다(그림 12).

표 2. 수질측정 지점 현황

name	N	E	soil texture	land cover	remark or sediment origin
P01	35°19'51.91"	128°20'44.59"	sandy silt	grass	canal
P02	35°19'48.65"	128°20'45.57"	sand	bareland+grass	canal
P03	35°19'45.07"	128°20'46.48"	artificial	artificial	no name bridge
P04	35°19'41.91"	128°20'47.61"	silt	grass	canal
P05	35°19'38.56"	128°20'48.65"	silt	grass	
P06	35°19'35.12"	128°20'49.39"	artificial	artificial	no name bridge
P07	35°19'32.38"	128°20'50.10"	silt	grass+wood	
P08	35°19'29.32"	128°20'50.48"	sandy silt	grass	canal
P09	35°19'29.00"	128°20'50.19"	sandy silt	grass	isolated waterbody?
P10	35°19'24.94"	128°20'47.61"	silty sand	bareland+grass	main stream
P11	35°19'25.22"	128°20'53.54"	sandy silt	grass	canal
P12	35°19'21.00"	128°20'54.91"	sandy silt	grass	isolated waterbody
P13	35°19'19.22"	128°20'55.74"	silt	grass	isolated waterbody
P14	35°19'17.08"	128°20'56.77"	gravely sand	grass	isolated waterbody, canal
P15	35°19'15.84"	128°20'57.71"	silty sand	grass	isolated waterbody
P16	35°19'12.98"	128°20'59.84"	silty sand	grass	isolated waterbody
P17	35°19'11.71"	128°21'00.36"	silty sand	grass	isolated waterbody, canal
P18	35°19'06.84"	128°21'03.71"	artificial	artificial	no name bridge, canal
P19	35°19'05.27"	128°20'58.54"	silty sand	grass	isolated waterbody
P20	35°19'09.43"	128°20'56.45"	silt	grass	
P21	35°19'11.27"	128°20'54.20"	silty clay	grass	
P22	35°19'14.81"	128°20'51.56"	silty clay	grass+wood	
P23	35°19'29.37"	128°20'41.95"	sandy silt	grass	
P24	35°19'31.52"	128°20'44.16"	sand	grass	isolated waterbody
P25	35°19'34.97"	128°20'47.17"	sand	grass	isolated waterbody
P26	35°19'03.88"	128°21'04.90"	artificial	artificial	
P27	35°18'59.41"	128°21'05.46"	artificial	artificial	

표 3. 수질측정 결과

date	name	temperature	pH	CD	TDS	salinity	DO	depth
		℃		μS/cm	ppm	ppm	mg/l	cm
1st survey (19 April)	P01	20.7	8.71	286	202	136	6.6	20
	P02	21.0	8.49	294	208	140	6.7	16
	P03	19.1	8.59	300	212	142	5.6	-
	P04	21.9	8.76	301	214	144	9.0	5
	P05	19.0	8.83	303	215	144	8.7	21
	P06	20.2	8.27	307	217	146	6.3	-
	P07	22.3	8.62	299	212	144	7.4	5
	P08	19.9	8.84	399	282	189	9.6	4
	P09	22.9	8.33	201	143	98	8.6	15
	P10	28.1	8.11	330	234	159	7.4	16
	P11	18.0	8.45	420	300	203	5.4	8
	P12	19.8	8.01	138	97	67	7.0	3
	P13	23.1	8.19	121	86	61	12.6	25
	P14	25.0	8.00	185	133	94	7.5	3
	P15	16.4	8.42	164	115	78	7.4	5
	P16	24.3	7.82	156	110	77	5.9	13
	P17	26.2	8.27	119	83	59	9.5	6
	P18	20.8	9.08	315	220	149	11.8	-
	P19	25.2	9.15	172	122	84	9.9	35
	P20	19.2	8.50	157	115	79	4.7	5
	P21	26.2	7.38	176	125	86	2.0	1
	P22	20.0	7.58	107	77	54	4.5	2
	P23	20.9	8.27	280	198	139	6.1	5
	P24	23.2	8.06	223	158	107	4.0	10
	P25	18.1	8.20	265	196	131	2.7	2
	P26	20.3	8.84	323	229	154	9.1	-
	P27	20.0	9.18	330	234	157	9.6	-
2nd survey (20 June)	P01	24.5	8.88	182	130	89	7.0	30
	P02	24.7	8.56	181	129	89	5.5	10
	P03	24.4	8.34	177	126	87	3.9	-
	P04	24.2	8.15	200	140	96	7.7	19
	P05	23.9	8.23	211	151	103	2.6	5
	P06	23.6	8.13	213	151	103	4.0	-
	P07	23.9	8.09	212	151	103	4.5	22
	P08	23.7	7.78	189	134	92	2.5	12
	P09	23.5	7.98	177	128	88	5.6	18
	P10	21.0	7.70	235	170	115	9.3	5
	P11	20.9	8.16	256	180	122	7.0	9
	P12	20.9	8.00	154	109	75	6.5	7
	P13	22.2	7.87	146	103	72	3.8	9
	P14	22.2	8.05	181	128	87	7.2	30
	P15	21.6	8.12	167	117	81	4.8	3
	P16	22.8	7.91	229	162	110	3.8	8
	P17	20.5	8.17	160	114	78	7.1	12
	P18	22.8	8.57	324	230	155	9.6	-

date	name	temperature	pH	CD	TDS	salinity	DO	depth
		℃		μS/cm	ppm	ppm	mg/l	cm
	P19	24.2	8.45	170	121	83	5.7	14
	P20	19.2	7.88	182	130	89	2.3	1
	P21	20.6	7.82	158	112	77	2.9	3
	P22	21.0	7.28	138	98	68	2.7	2
	P23	21.2	7.92	290	205	138	1.3	4
	P24	24.3	8.24	142	101	70	5.1	11
	P25	21.4	7.87	219	153	104	2.3	13
	P26	22.0	8.34	322	230	155	5.2	-
	P27	21.8	8.54	330	233	157	4.8	-
3rd survey (24 August)	P01	28.2	8.39	203	146	100	5.1	12
	P02	28.2	8.28	323	228	155	3.3	4
	P03	28.4	8.09	181	128	89	6.7	-
	P04	29.5	8.21	190	135	94	4.1	7
	P05	29.2	7.86	201	143	99	3.3	4
	P06	28.5	7.91	189	132	92	1.8	-
	P07	28.2	7.84	181	128	89	4.3	17
	P08	27.9	8.46	221	157	108	5.1	15
	P09	29.5	8.31	185	131	90	3.7	6
	P10	27.2	7.68	216	151	104	6.0	1
	P11	28.8	8.18	160	114	80	4.9	7
	P12	29.4	8.13	144	102	72	3.7	13
	P13	27.9	7.73	162	115	80	3.1	5
	P14	28.4	8.15	165	117	81	5.5	20
	P15	28.6	8.21	164	116	81	4.0	6
	P16	29.3	7.59	161	115	81	1.8	10
	P17	26.5	7.79	160	113	79	3.1	6
	P18	28.0	8.18	256	181	124	4.5	-
	P19	30.7	8.49	168	119	83	4.8	6
	P20	27.1	7.66	288	205	140	7.0	1
	P21	26.6	7.71	150	106	75	1.8	3
	P22	27.2	7.21	169	120	84	1.4	4
	P23	27.6	8.08	296	210	143	1.2	3
	P24	29.9	8.05	167	115	83	0.7	11
	P25	27.5	7.88	201	142	98	2.2	9
	P26	29.4	8.38	195	135	93	4.3	-
	P27	29.8	8.47	175	124	87	5.4	-

1차 조사 결과, 함안 질날늪의 수온은 16.4~28.1℃의 범위를 나타내며, 평균은 약 21.5℃이다(그림. 13). P15와 P10에서 가장 낮은 수온과 가장 높은 수온을 각각 확인할 수 있다. 수온과 측정 시간은 비례 관계를 보이고 있지만 거의 관련성이 없는 것으로 나타나($R^2=0.002$), 수온 분포에 환경적인 영향이 더 큰 것으로 생각된다. 전체적으로 상류에서 하류로 갈수록 수온이 감소하는 경향을 확인할 수 있다. pH의 경우, 7.38~9.18의 범위를 보이고 있으며, 평균은 약 8.41이다. 가장 낮은 pH는 P21에서 확인되며, 가장 상류

에 위치한 P27이 가장 높은 pH를 기록하였다. 조사지역의 상류부 경계 지역을 제외하면 전체적으로 상류에서 하류로 갈수록 pH가 증가하는 모습을 확인할 수 있다.

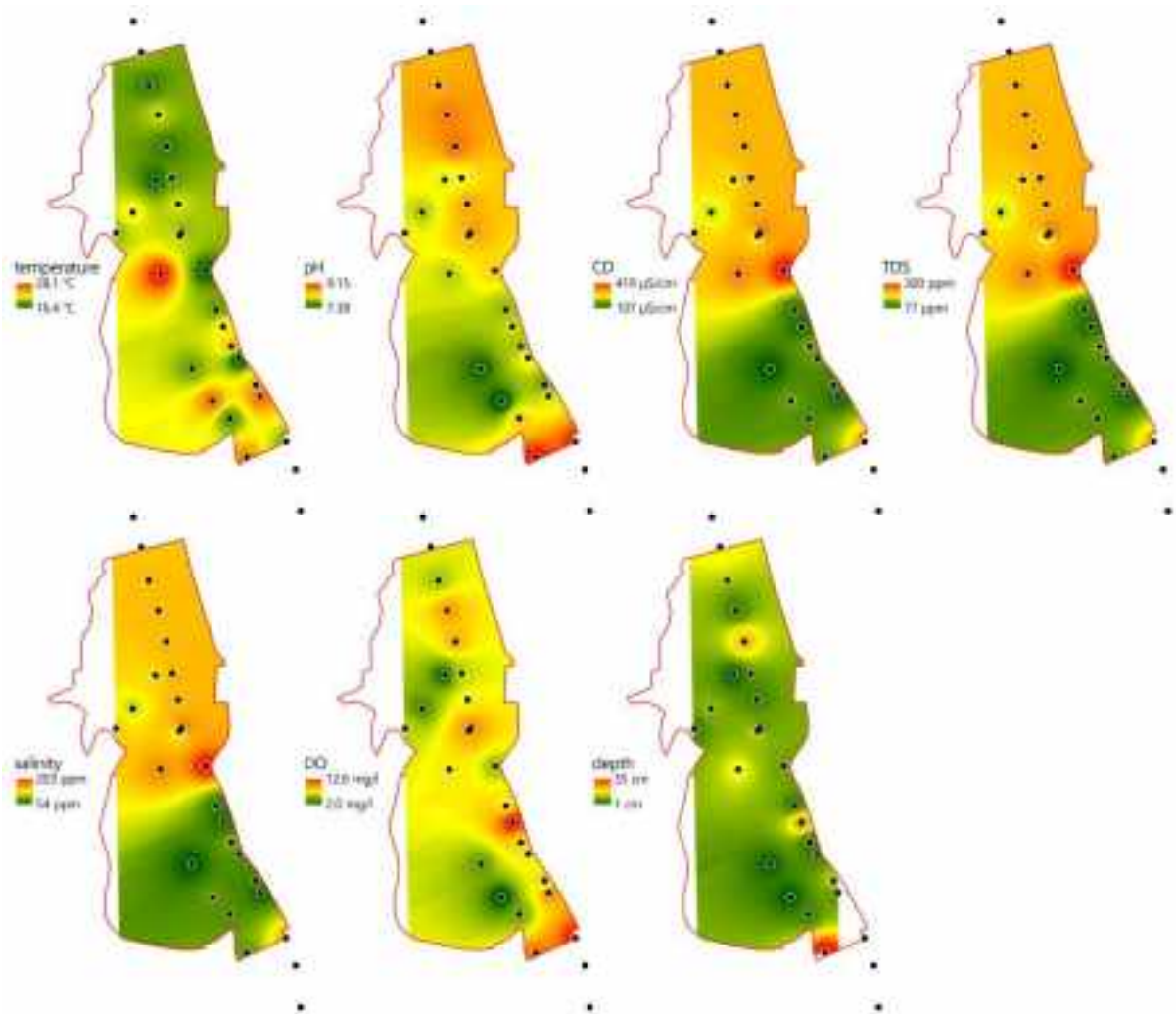


그림 13. 1차 조사 수질측정 결과의 공간적 분포 (19 April)

CD는 $107\sim 420\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 사이에 있으며, 평균은 약 $247\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 로, P22와 P11에서 가장 낮고 높은 CD가 각각 확인된다. 대략 P11과 P12 사이를 경계로 이보다 상류 지역은 대체로 낮은 CD를 보이는데 반해, 이보다 하류 지역은 대체로 높은 CD를 나타내고 있다. TDS의 경우, $77\sim 300\text{ppm}$ 의 범위를 보이고 있으며, 평균은 약 175ppm 이다. CD와 마찬가지로, P22와 P11에서 가장 낮고 높은 TDS가 각각 확인되며, 또한 대략 P11과 P12 사이를 경계로, 상류 지역은 대체로 낮은 TDS를 그리고 하류 지역은 대체로 높은 TDS를 기록하였다.

염도는 평균 약 119ppm으로, 전술한 CD 및 TDS와 동일하게 P22(약 54ppm)와 P11(약 203ppm)에서 가장 낮고 높은 염도가 확인된다. 조사지역 내에서 염도의 공간적인 분포 역시 CD 및 TDS와 동일하게, P11과 P12 사이를 경계로 상류 지역은 대체로 낮은 염도를 그리고 하류 지역은 대체로 높은 염도를 보이고 있다. DO의 경우, 2.0~12.6mg/l의 범위에 있으며, 평균은 약 7.2mg/l인 것으로 나타났다. 가장 낮은 DO는 P21에서 확인되며, 가장 높은 DO는 P13이 기록하였다. 상류와 하류 지역 사이에 차이를 보이는 다른 측정 항목과 달리, DO의 경우 서쪽 지역이 대체로 낮고, 동쪽 지역은 대체로 높은 것으로 나타났다.

수심은 1~35cm의 범위를 보이고, 평균은 약 10cm이다. P21과 P19에서 가장 얇고 깊은 수심을 각각 확인할 수 있다. 일부 지점을 제외하면, 대체로 수심이 그리 깊지 않아 특별한 공간적인 특성을 확인하기는 어려울 것으로 생각된다.

표 4. 제1차 조사 수질측정 결과의 상관계수 행렬 (19 April)

	tem.	pH	CD	TDS	sal.	DO	depth
tem.	1.000						
pH	- 0.433	1.000					
CD	- 0.375	0.703	1.000				
TDS	- 0.380	0.700	1.000	1.000			
sal.	- 0.368	0.693	1.000	1.000	1.000		
DO	0.069	0.536	0.206	0.197	0.200	1.000	
depth	- 0.005	0.502	0.326	0.322	0.319	0.804	1.000

1차 조사를 통해 산출된 래스터 자료 사이의 상관 계수(R)를 살펴보면(표 4), 수온은 pH, CD, TDS 및 염도와 비슷한 수준의 음의 관련성을 보이는데 반해, DO와는 양의 관련성을 나타낸다. 다만 상관 계수가 그리 크지 않아 큰 관련성을 확인하기는 어려울 것으로 생각된다. pH, CD, TDS 및 염도와 마찬가지로, 수심과도 음의 관련성을 보이고 있지만, 매우 작은 상관 계수를 나타낸다. pH의 경우 수온을 제외한 다른 측정 항목과 대체로 높은 관련성을 보이고 있다. CD, TDS 및 염도 사이에는 1의 상관 계수가 확인되며, DO 및 수심과는 큰 관련성을 보이지 않는다. DO의 경우, 특히 수심과 매우 높은 관련성을 보이고 있다.

2차 조사 결과, 19.2~24.7℃ 범위의 수온이 측정되었으며, 평균은 약 22.5℃로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 0.9℃ 증가하였다(그림. 14). 가장 낮은 수온은 P20이 기록하였으며, P02가 가장 높은 수온을 나타낸다. 수온과 측정 시간은 반비례 관계를 나타내며, 약 0.316의 상관 계수(R²)를 보여, 일정 부분 측정 시간에 따른 영향이 있는 것으로 생각된다. 수온의 공간적인 분포 역시 먼저 측정한 하류 지역이 대체로 높은 수온을 그리고 이후에 측정한 상류 지역이 대체로 낮은 수온을 보이고 있다. pH는 7.28~8.88의 범위를 보이고 있으며, 평균은 약 8.11로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 0.29 감소하였다. P22가 가장 낮은 pH를 그리고 가장 하류에 위치한 P01이 가장 높은 pH를 기록하였다. 조사지역의 북쪽(하류 지역) 및 동쪽 지역의 pH가 대체로 높은 것으로 나타났으며, 남서쪽 지역이 대체로 낮은 pH를 보이고 있다.

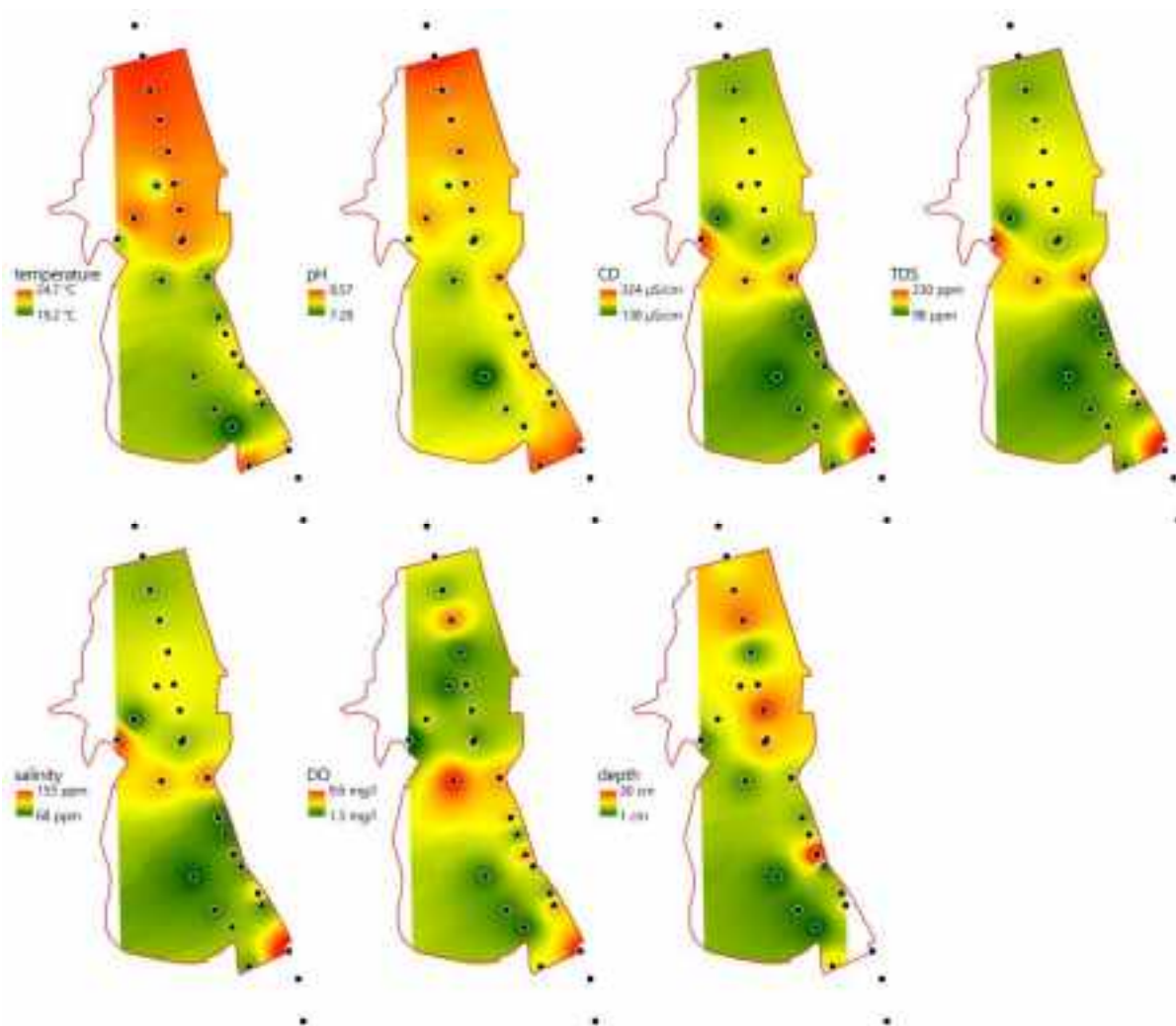


그림 14. 2차 조사 수질측정 결과의 공간적 분포 (20 June)

CD의 경우, 138~330 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 사이에 있으며, 평균은 약 205 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 감소하였다. P22가 가장 낮은 CD를 보이고 있으며, 가장 높은 CD는 가장 상류에 위치한 P27에서 확인된다. 조사지역의 중간 지역 그리고 상류부 경계 지역을 제외하면 대체로 낮은 CD를 보이고 있지만, 그래도 하류 지역이 약간 더 높은 CD를 나타낸다. TDS는 98~233ppm의 범위를 나타내고, 평균은 약 146ppm으로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 30ppm 감소하였다. CD와 마찬가지로, P22와 P27에서 가장 낮고 높은 TDS가 각각 확인된다. TDS의 공간적인 분포 역시, CD와 유사하다. 다시 말해, 조사지역의 중간 지역 그리고 상류부 경계 지역을 제외하면 대체로 낮은 TDS를 보이고 있지만, 그래도 하류 지역이 약간 더 높은 TDS를 나타낸다.

염도는 68~157ppm의 범위를 보이고, 평균은 약 99ppm으로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 20ppm 감소하였다. CD 및 TDS와 동일하게, P22와 P27에서 가장 낮고 높은 염도가 각각 확인된다. 염도의 공간적인 분포 역시 CD 및 TDS와 유사하다. DO의 경우, 1.3~9.6mg/l의 범위에 있으며, 평균은 약 5.0mg/l인 것으로 나타났다. 다만 1차 조사에 비해 평균적으로 약 2.3mg/l 감소하였다. 가장 낮은 DO는 P23에서 확인되며, 가장 높은 DO는 P18이 나타내고 있다. 조사지역의 중앙 지역과 상류부 동쪽 지역의 DO가 대체로 높은 것으로 확인되었다.

수심은 1~30cm의 범위를 보이고, 평균은 약 11cm로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 1cm 증가하였다. P20이 가장 얇은 수심을 그리고 가장 하류에 위치한 P01이 가장 깊은 수심을 보이고 있다. 일부 지점을 제외하면, 전체적으로 상류에서 하류로 갈수록 수심이 증가하는 모습을 확인할 수 있다.

표 5. 2차 조사 수질측정 결과의 상관계수 행렬(20 June)

	tem.	pH	CD	TDS	sal.	DO	depth
tem.	1.000						
pH	0.757	1.000					
CD	0.287	0.366	1.000				
TDS	0.281	0.356	0.999	1.000			
sal.	0.295	0.367	0.999	1.000	1.000		
DO	-0.010	0.145	0.314	0.324	0.322	1.000	
depth	0.731	0.354	0.213	0.322	0.218	0.078	1.000

2차 조사를 통해 산출된 래스터 자료 사이의 상관 계수(R)를 살펴보면(표 5), 수온은 pH 및 수심과 매우 높은 양의 관련성을 나타내지만 CD, TDS 및 염도와는 큰 관련성을 보이지 않는다. 다만 DO의 경우 음의 관련성이 확인되지만, 상관 계수 자체는 그리 크지 않다. pH의 경우, DO를 제외한 다른 측정 항목과 비슷한 수준의 양의 관련성을 보이고 있다. CD, TDS 및 염도의 경우 거의 1에 가까운 상관 계수를 나타내며, DO 및 수심과는 대체로 비슷한 수준의 양의 관련성을 보이고 있다. DO는 수심과 거의 관련성이 없는 것으로 나타났다.

3차 조사 결과, 함안 질날늪의 수온은 26.5~30.7℃의 범위를 보이고 있으며, 평균은 약 28.4℃로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 6.9℃ 그리고 2차 조사에 비해 평균적으로 약 5.9℃ 증가하였다(그림. 15). 가장 낮은 수온은 P17이 그리고 가장 높은 수온은 P19가 각각 기록하였다. 수온과 측정 시간 사이에는 반비례 관계가 확인되지만 상관 계수(R²)는 약 0.002로, 큰 관련성은 없는 것으로 생각되지만, 먼저 측정한 상류가 높은 수온을 그리고 이후에 측정한 하류가 낮은 수온을 보이고 있다. pH는 7.21~8.49의 범위에 있으며, 평균은 약 8.03로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 0.37 그리고 2차 조사에 비해 평균적으로 약 0.08 감소하였다. P22와 P19에서 가장 낮고 높은 pH가 각각 확인된다. 상류 지역 일부 지점을 제외하면, 전체적으로 상류에서 하류로 갈수록 pH가 증가하는 모습을 나타낸다.

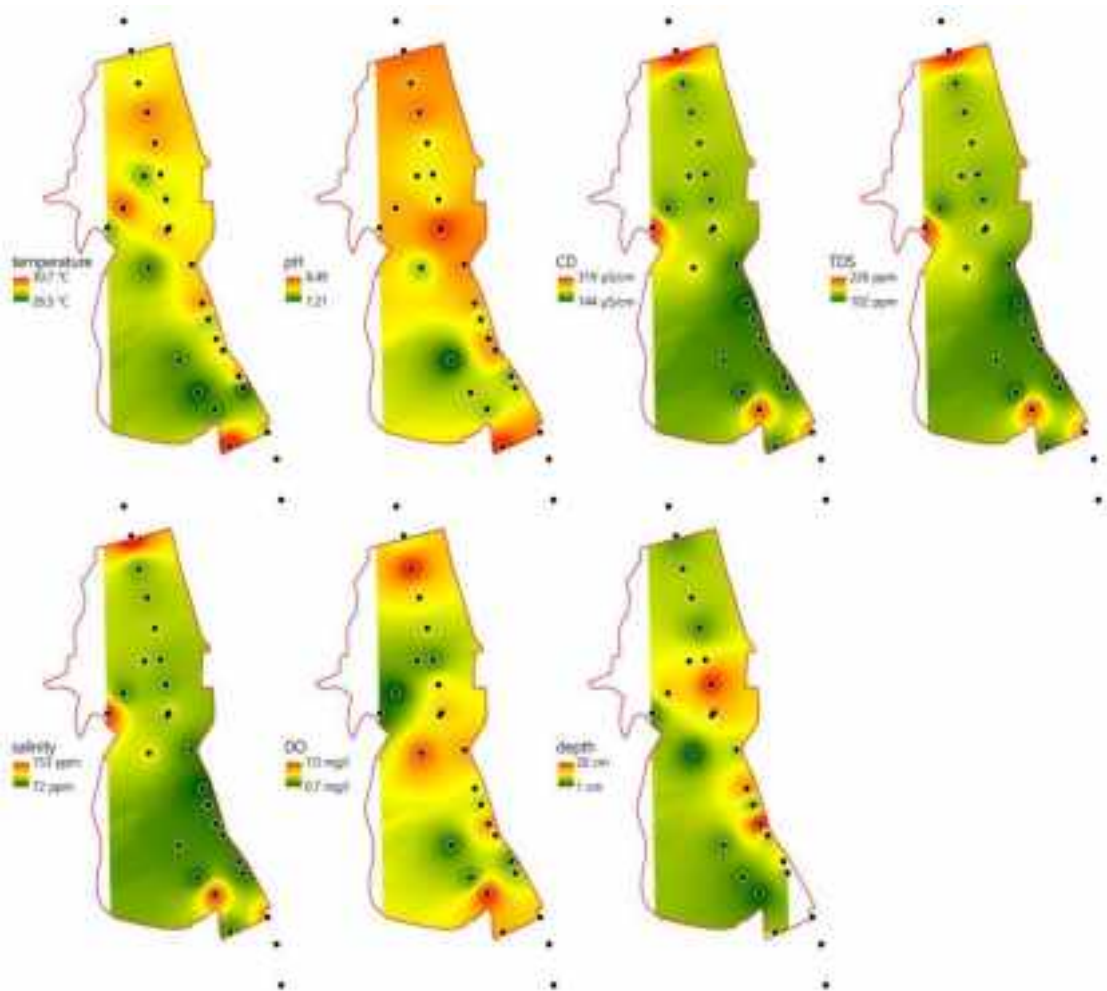


그림 15. 3차 조사 수질측정 결과의 공간적 분포(24 August)

CD는 144~323 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 범위를 보이고, 평균은 약 195 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 52 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 그리고 2차 조사에 비해 평균적으로 약 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 감소하였다. P12와 P02에서 가장 낮고 높은 CD가 각각 확인되며, 일부 지점을 제외하면 전체적으로 상류에서 하류로 갈수록 CD가 증가하는 경향을 나타낸다. TDS의 경우, 평균은 약 138ppm으로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 37ppm 그리고 2차 조사에 비해 평균적으로 약 8ppm 감소하였으며, 102~228ppm의 범위를 보이고 있다. CD와 마찬가지로, P12와 P02에서 각각 가장 낮고 높은 TDS가 확인되며, 일부 지점을 제외하면 전체적으로 상류에서 하류로 갈수록 TDS가 증가하는 경향을 나타낸다.

염도는 72~155ppm의 범위에 있으며, 평균은 약 96ppm으로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 24ppm 그리고 2차 조사에 비해 평균적으로 약 4ppm 감소하였다. CD 및 TDS와 동일하게, P12와 P02에서 각각 가장 낮고 높은 염도가 확인되며, 또한 일부 지점을 제외하면 전체적으로 상류에서 하류로

갈수록 증가하는 경향을 나타낸다. DO의 경우, 0.7~7.0mg/l의 범위를 보이고, 평균은 약 3.8mg/l로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 3.4mg/l 그리고 2차 조사에 비해 평균적으로 약 1.2mg/l 감소하였다. P24가 가장 낮은 DO를 기록하였으며, P20이 가장 높은 DO를 나타낸다. 조사지역의 최상류, 중앙 지역 그리고 최하류부의 DO가 높고, 다른 지역은 낮은 공간 분포를 보이고 있다.

수심은 1~20cm의 범위를 나타내고, 평균은 약 8cm로, 1차 조사에 비해 평균적으로 약 3cm 그리고 2차 조사에 비해 평균적으로 약 4cm 감소하였다. P10 및 P20이 가장 얇은 수심을 기록하였으며, 가장 깊은 수심은 P14에서 확인된다. 전체적으로, 조사지역 중앙부 지역의 수심이 깊고 여기서 멀어질수록 수심이 얇아지는 경향을 확인할 수 있다.

표 6. 제 3차 조사 수질측정 결과의 상관계수 행렬 (24 August)

	tem.	pH	CD	TDS	sal.	DO	depth
tem.	1.000						
pH	0.770	1.000					
CD	0.079	0.384	1.000				
TDS	0.074	0.380	0.999	1.000			
sal.	0.079	0.378	1.000	1.000	1.000		
DO	0.088	0.385	0.259	0.269	0.253	1.000	
depth	0.369	0.135	- 0.339	- 0.350	- 0.352	- 0.179	1.000

3차 조사를 통해 산출된 래스터 자료 사이의 상관 계수(R)를 살펴보면(표 6), 수온은 pH와 매우 높은 양의 관련성을 보이고 있지만, CD, TDS, 염도 및 DO와는 거의 관련성이 없는 것으로 나타났다. 다만 수심과는 약간의 양의 관련성을 보이고 있다. pH의 경우, CD, TDS, 염도 및 DO와 비슷한 수준의 양의 관련성을 보이고, 수심과는 이보다 약한 관련성을 나타낸다. CD, TDS 및 염도 사이에는 거의 1에 가까운 상관 계수가 확인된다. 또한 CD, TDS 및 염도는 DO와는 비슷한 수준의 양의 관련성을 그리고 수심과는 음의 관련성을 보이고 있다. DO는 수심과 약한 음의 관련성을 보이고 있다.

이상의 결과를 바탕으로, 측정 결과의 변동성을 파악하기 위해 지점별 그리고 조사 차수에 따른 변동 계수(Coefficient of Variation)를 각각 산출해 보았다(표 7). 측정 항목별로 측정치의 차이가 상당히 심하기 때문에 표준 편차(standard deviation)보다는 CV가 측정된 자료의 변동성을 보다 효과적

으로 표현해줄 것으로 생각된다. 매번 동일한 지점에서 각 항목을 측정하였기 때문에, 각 지점의 CV는 시간에 따른 측정 항목의 변동성을 의미한다. 또한 동일한 날짜에 측정하였기 때문에, 조사 차수에 따른 CV는 시간에 따른 변동성보다는 공간에 따른 변동성으로 이해할 수 있다. 만약 조사 차수에 따라 특정 항목의 CV가 증가 또는 감소한다면 이는 공간적인 변동성 자체가 변화하였음을 의미하며, 만약 측정 지점의 CV가 조사 차수에 따른 CV보다 크다면 해당 지점은 공간적인 변동성보다는 시간적인 변동성이 더 크다는 것을 의미한다.

표 7. 각 조사와 조사지점별 CV 값의 변이

name	tem.	pH	CD	TDS	sal.	DO	depth
P01	0.15	0.03	0.25	0.24	0.23	0.16	0.44
P02	0.15	0.02	0.28	0.28	0.27	0.33	0.60
P03	0.19	0.03	0.32	0.32	0.29	0.26	-
P04	0.15	0.04	0.27	0.27	0.25	0.37	0.73
P05	0.21	0.06	0.24	0.23	0.22	0.69	0.95
P06	0.17	0.02	0.26	0.27	0.25	0.56	-
P07	0.12	0.05	0.27	0.27	0.26	0.32	0.60
P08	0.17	0.06	0.42	0.42	0.40	0.63	0.55
P09	0.14	0.02	0.07	0.06	0.06	0.41	0.48
P10	0.15	0.03	0.23	0.24	0.23	0.22	1.06
P11	0.25	0.02	0.47	0.48	0.46	0.19	0.13
P12	0.22	0.01	0.06	0.06	0.06	0.31	0.66
P13	0.13	0.03	0.15	0.14	0.14	0.81	0.81
P14	0.12	0.01	0.06	0.06	0.07	0.16	0.77
P15	0.28	0.02	0.01	0.01	0.02	0.33	0.33
P16	0.13	0.02	0.22	0.22	0.21	0.53	0.24
P17	0.14	0.03	0.16	0.17	0.16	0.49	0.43
P18	0.16	0.05	0.12	0.12	0.12	0.43	-
P19	0.13	0.05	0.01	0.01	0.01	0.40	0.82
P20	0.21	0.05	0.33	0.32	0.32	0.50	0.99
P21	0.14	0.03	0.08	0.08	0.08	0.26	0.49
P22	0.17	0.03	0.22	0.22	0.22	0.54	0.43
P23	0.16	0.02	0.03	0.03	0.02	0.98	0.25
P24	0.14	0.01	0.23	0.24	0.22	0.70	0.05
P25	0.21	0.02	0.14	0.17	0.16	0.11	0.70
P26	0.20	0.03	0.26	0.28	0.26	0.41	-
P27	0.22	0.04	0.32	0.32	0.30	0.40	-
1st survey	0.13	0.05	0.36	0.36	0.35	0.35	0.87
2nd survey	0.07	0.04	0.27	0.27	0.26	0.44	0.74
3rd survey	0.04	0.04	0.23	0.24	0.22	0.44	0.66

지점별 CV를 살펴보면, 수온은 0.12~0.28 범위의 CV를 나타내며, 평균은 약 0.17이다. 가장 작은 CV는 P07, P14에서 확인되며, P15가 가장 큰 CV를 나타낸다. 지점별 CV는 조사 차수에 따른 CV보다 대체로 큰 것으로 나타났다. 이는 결국 함안 질날늪의 수온은 공간적인 변동성보다 시간적인 변동성이 더 크다는 것을 의미한다.

pH는 0.01~0.06 범위의 CV를 보이고 있으며, 평균은 약 0.03이다. P12, P14 및 P24에서 최소 CV를 그리고 P05, P08에서 최대 CV가 각각 확인된다. 수온과는 반대로, pH의 지점별 CV는 조사 차수에 따른 CV보다 대체로 작은 것으로 나타났다. 따라서 조사지역의 pH는 시간적인 변동성보다 공간적인 변동성이 더 큰 것으로 판단된다.

CD 및 TDS의 CV는 각각 0.01~0.47, 0.01~0.48의 범위에 있으며, 평균은 각각 약 0.20으로, P15, P19가 가장 작은 CV를 나타내고, P11이 가장 큰 CV를 보이고 있다. CD 및 TDS의 경우, 일부 지점은 조사 차수에 따른 CV보다 작거나 큰 CV를 그리고 또 다른 일부 지점은 조사 차수에 따른 CV 범위 내의 CV를 보이고 있어, 지점에 따라 시간적인 변동성과 공간적인 변동성의 차이가 큰 것으로 생각된다.

염도 CV의 경우, 평균은 약 0.20이며, 최소 약 0.01 그리고 최대는 약 0.46이다. P19 및 P11이 가장 작고 큰 CV를 각각 보이고 있다. CD 및 TDS와 유사하게, 염도의 CV 역시 일부 지점은 조사 차수에 따른 CV보다 작거나 큰 CV를 그리고 또 다른 일부 지점은 조사 차수에 따른 CV 범위 내의 CV를 보이고 있어, 지점에 따라 시간적인 변동성과 공간적인 변동성의 차이가 큰 것으로 생각된다.

DO의 CV는 0.11~0.98 범위에 있으며, 평균은 약 0.43으로, P25가 가장 작은 CV를 보이고 있으며, P23이 가장 큰 CV를 나타낸다. CD, TDS 및 염도와 마찬가지로, DO의 CV 역시 일부 지점은 조사 차수에 따른 CV보다 작거나 큰 CV를 그리고 또 다른 일부 지점은 조사 차수에 따른 CV 범위 내의 CV를 보이고 있어, 지점에 따라 시간적인 변동성과 공간적인 변동성의 차이가 큰 것으로 생각된다.

수심은 0.05~1.06 범위의 CV를 보이고 있으며, 평균은 약 0.57이다. P24 및 P10에서 가장 작은 CV 및 가장 큰 CV를 각각 확인할 수 있다. 전술한 CD, TDS, 염도 및 DO와 마찬가지로, 수심의 CV 역시 일부 지점은 조사 차수에 따른 CV보다 작거나 큰 CV를 그리고 또 다른 일부 지점은 조사 차수에 따른 CV 범위 내의 CV를 보이고 있어, 지점에 따라 시간적인 변동성과 공간적인 변동성의 차이가 큰 것으로 생각된다. 다만 조사 차수에 따른 CV 범위보다 작은 CV를 나타내는 지점이 더 많아 전체적으로 시간적인 변동성보다는 공간적인 변동성이 큰 것으로 생각된다.

조사 차수에 따른 CV를 살펴보면, DO를 제외하면, 모든 측정 항목이 조사 차수에 따라 CV가 감소하는 경향을 보이고 있다. 이는 결국 조사 차수

에 따라 함안 질날늪의 공간적인 변동성이 감소하고 있음을 의미하는 것으로 생각된다. 다만 DO의 경우, 1차 조사가 가장 작은 CV를 보이고 있으며, 2차 조사와 3차 조사의 CV는 대체로 유사하다. 이는 결국 함안 질날늪에서 DO의 공간적인 변동성은 증가하고 있음을 의미하고 있는 것으로 생각된다.

4. 고찰

가. 수리·수문·수질분야로서의 습지가치

함안 질날늪은 본류 및 본류와는 고립된 수체에서 측정 결과가 서로 다르게 나타나며, 공간적으로 그리고 시간적으로 상당히 다양한 수질 특성을 보이고 있다. 또한 대체로 본류의 CD, TDS 및 염도가 고립된 수체에 비해 더 높은 것으로 나타났다. 이는 곧 오염 물질이 본류를 통해 직접 유입되고 있음을 의미하는 것으로 생각된다. 더구나 다른 하천습지에 비해, CD, TDS 및 염도 등이 더 높은 것으로 측정되었으며, 이는 곧 수질 오염이 상당히 심각하다는 것을 의미한다. 모든 지점의 유속은 0m/s로 측정되었으며, 이는 물이 거의 정체되어 있는 상태임을 의미한다. 따라서 오염 발생 시 쉽게 정화 또는 희석되지 않을 것으로 생각된다.

나. 함안 질날늪의 습지보호지역 지정 가치

수리, 수문, 수질 측면에서 함안 질날늪을 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치로서, 다른 유형의 습지 및 다른 하천습지와는 차별적인 조사지역의 독특한 공간적으로 그리고 시간적으로 다양한 수질 특성을 꼽을 수 있으며, 이러한 수질 특성은 다양한 서식지 환경이 조성될 수 있음을 의미한다. 또한 이러한 시공간적으로 다양한 수질 특성은 오염 발생 시 조사지역에서 다양하게 그 영향이 나타날 수 있기 때문에, 이에 대한 관리를 위해 습지보호지역으로 지정할 충분한 가치가 있을 것으로 판단된다. 이와 더불어, 조사지역 인근에 공장, 농경지, 주거지 및 축사 등 다양한 오염원이 위치하고 있으며, 현재 직접적으로 함안 질날늪의 수질에 영향을 미치고 있다. 이러한 오염원의 관리 측면에서도 충분히 습지보호지역으로 지정할 가치가 있다고 생각된다(표 8).

표 8. 조사지역의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
수리, 수문, 수질	시공간적으로 다양한 수질 특성 및 이에 따른 다양한 서식지 환경 조성 그리고 인근 오염원에 대한 관리

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

함안 질날늪 인근에 공장, 농경지, 주거지 및 축사 등이 위치하고 있어, 각종 오염 물질이 조사지역에 직접 유입되고 있는 상황이다. 이에 따라, CD, TDS 및 염도 등이 다른 하천습지에 비해 매우 높은 것으로 나타났다. 또한 함안 질날늪이 발달한 무명천을 따라 넓은 농경지가 위치하고 있어, 농약이나 제초제 등이 수로를 통해 직접 조사지역에 유입되고 있어, 심각한 수질 오염이 우려되고 있어, 이에 대한 적극적인 관리가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

김창환, 박동헌, 배선학. 2014. 강원도 하천의 하중도 변화 분석. 한국지형학회지 21: 1-10.

국가수자원관리종합정보시스템 <http://www.wamis.go.kr>

기상청 기상자료개방포털 <http://data.kma.go.kr>

지오빅데이터 오픈플랫폼 <http://data.kigam.re.kr/>

하천관리지리정보시스템 <http://www.river.go.kr>

흙토람 <http://soil.rda.go.kr>

부록(사진자료)



P03에서 상류 방향으로 바라본 습지
전경(4월 19일)



P03에서 상류 방향으로 바라본 습지
전경(6월 20일)



P03에서 상류 방향으로 바라본 습지
전경(8월 24일)



P03에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(4월 19일)



P03에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(6월 20일)



P03에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(8월 24일)



P06에서 상류 방향으로 바라본 습지
전경(4월 19일)



P06에서 상류 방향으로 바라본 습지
전경(6월 20일)



P06에서 상류 방향으로 바라본 습지
전경(8월 24일)



P06에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(4월 19일)



P06에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(6월 20일)



P06에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(8월 24일)



P13 인근에서 촬영한 습지 전경(4월 19일)



P13 인근에서 촬영한 습지 전경(6월 20일)



P13 인근에서 촬영한 습지 전경(8월 24일)



P14 인근에서 촬영한 습지 전경(4월 19일)



P14 인근에서 촬영한 습지 전경(6월 20일)



P14 인근에서 촬영한 습지 전경(8월 24일)



P16 인근에서 촬영한 습지 전경(4월 19일)



P16 인근에서 촬영한 습지 전경(6월 20일)



P16 인근에서 촬영한 습지 전경(8월 24일)



P17 인근에서 촬영한 습지 전경(4월 19일)



P17 인근에서 촬영한 습지 전경(6월 20일)



P17 인근에서 촬영한 습지 전경(8월 24일)



P18에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(4월 19일)



P18에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(6월 20일)



P18에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(8월 24일)



P19에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(4월 19일)



P19에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(6월 20일)



P19에서 하류 방향으로 바라본 습지
전경(8월 24일)



식 생

III. 식 생

연명훈 · 이상훈

((주) 마린, (주) 한해생태연구소)

요 약

질날늪은 경상남도 함안군 범수면 우거리와 대송리 일대에 위치하며 식생 현황을 파악하고 현존식생도를 작성하여 습지보호지역 지정 가치를 판단하고자 내륙습지 정밀조사를 수행하였다. 주요 우점군락으로 줄군락, 갈대군락, 줄-갈대군락, 갈대-줄군락, 왕버들군락, 왕고랭이군락등이 분포하고 있다. 줄군락 (34.23%)이 가장 넓은 분포면적을 나타내었으며 갈대군락(22.66%), 줄-갈대군락(9.66%), 줄-물억새군락(4.58%) 순으로 나타났다. 내륙습지 조사 지침에 따른 서식처 평가는 II 급(7점), 식생평가는 I 급(8점), 생물등급을 평가한 결과 산정치 점수는 18점, 생물등급은 90점으로 ‘ 좋음 ’ 상태로 평가하였다. 질날늪에는 멸종위기 야생생물 II 급 가시연의 분포가 확인되었으며 야생동물의 휴식처 및 먹이터로 활용 가능성이 매우 높아 습지보호지역으로서의 가치가 높은 습지로 판단된다.

1. 서 론

습지 보전법에 따르면 “ 습지 “란 담수 · 기수 또는 염수가 영구적 또는 일시적으로 그 표면을 덮고 있는 지역으로서 내륙습지 및 연안습지를 말한다. “ 내륙습지 “ 는 육지 또는 섬안에 있는 호 또는 소와 하구등의 지역, “ 연안습지 “ 는 만조시에 수위선과 지면이 접하는 경계선으로부터 간조시에 수위선과 지면이 접하는 경계선까지의 지역으로 정의하고 있다. 람사르(Ramsar)협약에서의 습지는 자연적이든/인공적이든, 영구적이든/임시적이든, 물이 정체되어 있든/흐르고 있든, 담수이든/기수이든/염수이든 관계없

이 소택지, 습원, 이탄지 또는 물로 된 지역을 말하며 여기에서 간조시에 수심이 6m를 넘지 않는 해역을 포함한다. 최근 들어 습지가 다른 생태계에 비해 그 중요성이 크게 인식되고 있다.

질날늪은 경상남도 함안군 법수면 우거리와 대송리 일대에 위치하며 법수면은 예부터 늪지가 발달한 곳이었지만 정부의 식량 육성책에 따라 많은 늪지가 경지 정리되어 사라지고 현재 대평늪, 질날늪, 매곡늪 세 곳만이 온전하게 보존되어 있다(한국학 중앙연구원-향토문화전자대전 자료 참조)

질날늪의 식생에 대한 학술연구는 정영호와 최홍근(1987)에 의해 처음 조사되었으며 질날늪의 북쪽의 큰늪과 남쪽의 작은늪으로 나누어 5개의 우점상관(마름, 줄, 물옥잠, 수염마름, 여뀌과&사초과 종류)으로 분류하였고 습지내의 최우점종은 마름으로 기재하였다. 이후 환경부에서는 2001년 전국 내륙습지 자연환경조사에서 5개의 식물군락(왕버들군락, 갈대군락, 줄군락, 송이고랭이군락, 마름군락)으로 구분하였으며 현존식생도에서 나타는 최우점종은 줄군락으로 확인되었다. 과거 질날늪 남쪽의 작은늪은 매립되어 공장부지(르노삼성 공장)로 변화하였고 북쪽 큰 늪도 많은 부분이 농경작지로 변화한 것으로 판단된다. 이후 2007년 전국내륙습지 일반조사를 통하여 습지의 상관식생형이 구분되었으며, 수분구배에 따른 식생의 대상분포가 우수하고 생물다양성이 높은 배후습지로 습지보전등급 ‘상’으로 평가되었다(환경부, 국립환경과학원 2007). 2014년에는 전국내륙습지 정밀조사에서 이창우 등 (2014)에 의해 식생분포 및 구조 등을 평가하였다.

본 연구는 함안군 대표 습지 중 하나인 질날늪의 식생현황을 파악하여 현존식생도를 작성하였으며 보전가치가 있는 생물자원에 대하여 국가습지 관리를 위한 기초자료 도출하고, 습지보호지역 지정 가치를 판단하고자 하였다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

질날늪은 행정구역상 경남 함안군 법수면 우거리, 대송리에 속하며, 지리적으로는 북위 35° 18' - 35° 20', 동경 128° 20' - 128° 22'에 위치한다(그림 1). 습지의 형태는 남북 방향으로 길게 뻗은 장축형태이며, 조사 면적은 약 71,132.59㎡이다. 질날늪 유역 북부는 동일 수계에 의해서 형성된 대평늪 유역, 서쪽은 법수산(154.7m), 동쪽으로는 고도 100m 내외의 구릉지와 경계를 이룬다. 질날늪 유역의 남쪽 경계부는 천제봉(232.6m) 산지로 구성되어있고 북쪽은 100m 내외의 낮은 구릉지로 구성되어 있으며, 질날

높의 물길은 복류 하여 대평늪 물길과 합류 남강으로 흐른다.

창원기상대의 지난 30년간(1991-2020) 기상관측자료를 분석 해보면 연평균기온 14.9℃로 전국평균기온보다 4.94℃ 높으며, 연평균강수량은 1,545.4 mm로 전국 연평균강수량보다 461.5mm 비가 더 많이 내리는 다우지역에 해당한다(기상청, 2024, 기상자료 개방 포털). 생물기후구계 분포상 남부내륙형에 속하며 남부내륙의 상록활엽수림과 냉온대 남부 저산지의 하록활엽수림과의 이행대에 속하는 지역이다(김중원, 이윤희 2006).



그림 1. 함안 질날늪 조사지역

나. 조사시기

본 조사 대상 습지에 대한 조사는 2024년 4월~10월까지 수행하였으며 계절별 세부 일정은 표 1과 같다.

표 1. 함안 질날늪 조사시기

구분	습지명	조사시기		조사일수	비고
1	질날늪	1차	2024. 05. 23 - 05. 26	4	8일
		2차	2024. 09. 27 - 09. 30	4	

다. 조사방법

1) 식생조사

조사 대상 지역의 습지 내 식물군락에 대하여 17개 지점을 선정하여 Braun-Branquet(1964) 방법에 따라 식물사회학적 조사를 수행하였으며, 최소 면적(5m × 5m) 이하인 군락은 보다 큰 면적에 포함하였다. 군락명은 상관에 의해 작성하였으며, 우점종의 종명을 따라 명명하였고 혼합군락은 상위 우점종 1~2종을 연기하였다. 조사 대상지내 군락 조사지는 GPS를 이용하여 확인하였으며, 수심이 있는 습지 내부 접근이 어려운 지역은 전망이 용이한 위치에서 쌍안경 및 드론(DJI 미니 4 pro)영상을 촬영해 확인하였다. 식물상 정보는 현장에서 식생구조를 파악하여 각 층별로 출현식물종을 기재하였다. 식물종의 기준명은 국가생물종목록(2024, 국립생물자원관) 따라 기재하였다.

2) 현존식생도

현존식생도(actual vegetation map)는 현존하는 식생의 공간적 분포양식을 나타낸 입지도 (立地圖)로서 현재의 토지이용 방식에 대한 빠르고, 정확한 식생학적 공간분포와 토지개발, 관리, 보전 등에 대한 다양한 정보를 획득할 수 있다(김종원, 이윤경 2006).

식생도는 국립지리원에서 제작된 1:5,000 축적의 수치지형도와 2023년(구글영상)에 제작된 항공영상과 현장에서 드론으로 촬영한 영상을 중첩 분석하여 식생 경계 작업을 실시하였다. 식생 범례는 현장 선행답사를 통해 획득된 정보를 바탕으로 사전 구획 후 현장에서 확인 작업과 재구획하여 작성하였다.

3) 습지등급평가

습지등급평가는 내륙습지조사 지침(환경부, 국립생태원 2020.) 및 하구수 생태계 현황조사 및 건강성평가(환경부, 국립환경과학원, 2022.)에서 제시된 방법에 따라 평가하였으며 그 외 조사방법은 내륙습지 조사지침 (환경부, 국립생태원, 2020.)을 참고하였다.

3. 연구 결과

가. 우점식생

1) 왕버들군락

왕버들군락은 질날늪의 북동쪽 북서쪽에 분포하며, 교목층의 높이 17m, 식피율 60-70%, 우점종은 왕버들 수반종으로 일부 버드나무, 선버들이 출현하였다. 아교목층의 분포는 없으며 관목층으로 팽나무, 찔레나무, 고욤나무등이 분포하고, 초본층으로 화살사초가 우점하는 가운데 갈풀, 쇠별꽃, 사상자, 비름, 개모시풀, 주름조개풀, 자운영, 머느리배꼽등이 함께 출현하였다.

2) 줄군락

줄군락은 갈대군락과 질날늪의 최우점 종으로 고려되는 종이며 초본층의 높이 1.5-2.0m, 우점종으로 줄, 물억새, 수반종으로 부들, 쇠별꽃, 쭉, 쇠뜨기, 이삭사초, 나도겨풀, 한련초, 갈퀴덩굴, 명아주, 개밀, 소리쟁이 등이 출현하였다.

3) 줄-갈대군락

줄-갈대군락은 초본층의 높이 1.5-2.0m 우점종으로 줄, 갈대 수반종으로 부들, 쇠별꽃, 이삭사초, 개밀, 돌콩, 갈퀴나물, 고마리, 쭉 큰고랭이 등이 출현하였다.

4) 갈대군락

갈대군락의 높이는 1.5-1.7m 식피율70-75% 정도이며 우점종으로 갈대, 부들이 출현하였다. 수반종으로 이삭사초, 개밀, 명아주, 갈퀴덩굴, 여귀, 쇠뜨기, 새콩, 갈풀, 쭉, 닭의장풀 등이 출현하였다.

5) 갈대-줄군락

갈대군락의 높이는 1.5-1.7m 식피율 70-75% 정도이며 우점종으로 갈대, 부들이 출현하였다. 수반종으로 이삭사초, 개밀, 명아주, 갈퀴덩굴, 여귀, 쇠뜨기, 새콩, 갈풀, 쭉, 닭의장풀 등이 출현하였다.

6) 갈대-물억새

갈대-물억새군락의 높이는 1.8m 식피율 80% 정도이며 우점종으로 갈대, 물억새가 출현하였고 수반종으로 며느리배꼽, 갈퀴덩굴, 쭉, 비수리, 비름, 쥐꼬리망초, 미국쥐손이, 화살사초, 자운영, 소리쟁이, 뿌리뱅이 등이 출현하였다.

7) 물억새군락

물억새군락의 높이는 1.5m 식피율 70% 정도이며 우점종으로 물억새가 출현하였고 수반종으로 환삼덩굴, 고마리, 쇠비름, 소리쟁이, 돌콩, 부들, 쥐꼬리망초, 개구리자리, 쭉 등이 출현하였다.

8) 삿갓사초군락

삿갓사초 군락의 높이는 1.2m, 식피율 75% 정도이며 우점종으로 삿갓사초, 수반종으로 갈퀴꼭두선이 고마리 등이 출현하였다.

9) 큰고랭이군락

큰고랭이군락의 높이는 1.2-1.5m, 식피율 70-80% 정도이며 우점종으로 큰고랭이 수반종으로 비름, 며느리배꼽, 쥐꼬리망초, 쇠별꼬츠, 개밀, 고마리, 삿갓사초, 부들, 돌콩, 물억새 등이 출현하였다.

10) 나도겨풀군락

나도겨풀군락의 높이는 1.2m, 식피율 75% 정도이며 우점종으로 나도겨풀, 수반종으로 미국가막사리, 고마리, 갈퀴꼭두선이, 개밀, 명아주, 개여뀌, 쇠비름, 며느리배꼽, 쇠비름 등이 출현하였다.

나. 현존식생도

질날늪의 현존 식생도 작성 결과 줄군락 (34.23%)이 가장 넓은 분포면적을 나타내었으며 갈대군락(22.66%), 줄-갈대군락(9.66%), 줄-물억새군락(4.58%) 순으로 나타났다(그림 2, 표 2). 왕버들군락(1.04%)의 면적을 차지하고 있으며 조사지역의 남서측, 서측, 북측, 북서측의 습지 가장자리에 우점하여 대상분포(zonation) 하는 형태를 나타낸다. 인위적인 벌목, 인간의 간섭 행위의 강도나 빈도가 낮은 장소로 판단되며 수위 변동이 심하지 않은 비교적 안정된 서식지이다.

표 2. 함안 질날늪 식물 군락별 면적

순번	기호	군락명	면적	구성비(%)	비고
1	AG6	기타(인공나지)	2,136.05	3.00	
2	Cd	삿갓사초군락	1,062.39	1.49	
3	FA1	논(농경지)	6,913.72	9.72	
4	Hj	환삼덩굴군락	341.70	0.48	
5	Lej	나도겨풀군락	146.67	0.21	
6	Ms	물억새군락	3,164.33	4.45	
7	Pc	갈대군락	16,119.03	22.66	
8	PcCd	갈대-삿갓사초군락	1,864.11	2.62	
9	PcMs	갈대-물억새군락	367.58	0.52	
10	Pet	고마리군락	220.52	0.31	
11	Pry	왕벚나무군락	133.62	0.19	
12	Sg	왕버들군락	738.21	1.04	
13	Sn	선버들군락	378.88	0.53	
14	Sta	큰고랭이군락	2,302.88	3.24	
15	Tj	마름군락	166.16	0.23	
16	WA2	호수(수역)	600.19	0.84	
17	Zi	줄군락군락	24,347.62	34.23	
18	ZiMs	줄-물억새군락	3,257.42	4.58	
19	ZiPc	줄-갈대군락	6,871.51	9.66	
합계			71,132.59	100.00	



그림 2. 함안 질날늪 현존식생도

다. 습지등급평가

습지등급평가는 내륙습지 조사지침(환경부, 국립생태원 2020)을 이용하여 평가하였다.

1) 서식처평가

서식처평가는 국가습지유형분류체계(환경부, 2011)에 따라, 산지형, 하천형, 호소형으로 구분하여 유형별 중점 평가 항목을 달리하여 평가 항목별 배점을 부여하고 정량화하여 진행하였다. 질날늪의 경우 호소형 습지로 분류하여 호소형 습지의 서식처 평가표를 이용하여 평가한 결과 II 급(7점)으로 나타났다(표 3).

표 3. 서식처 평가

서식처 평가 Matrix		호소 습지	호소기원		자연호소			인공호소			
			수문통제		없음	소극	적극	없음	소극	적극	
					5	4	3	2	1	0	
수 면 적	40,000	수생 식물 점유율 (%)	81이상	8	13	12	11	10	9	8	
			40-80	7	12	11	10	9	8	7	
			40미만	6	11	10	9	8	7	6	
	40,000- 10,000		81이상	5	10	9	8	7	6	5	
			40-80	4	9	8	7	6	5	4	
			40미만	3	8	7	6	5	4	3	
	10,000 미만		81이상	2	7	6	5	4	3	2	
			40-80	1	6	5	4	3	2	1	
			40미만	0	5	4	3	2	1	0	
					Ⅰ 급(13~10)		Ⅱ 급(9~7)		Ⅲ 급(6~4)		급(3~0)

2) 식생평가

대상 습지 내에서 습지식생의 분포 양상을 조사하여, 식생회복력, 식생 유지 기작, 희귀식생 포함 여부, 외지식생 분포면적을 중점 항목으로 선정·평가한 결과 I 급(8점)으로 평가하였다. 특히 질날늪에는 멸종위기 야생생물 II 급 가시연의 분포가 확인되어 가치를 높게 평가하였다(표 4).

표 4. 식생환경 평가

식생환경 평가 Matrix		공통	식생회복력		장기		중기		단기	
			식생유지	기작	스트레스형	교란형	스트레스형	교란형	스트레스형	교란형
					5	4	3	2	1	0
희귀 식생 포함	포함	외지 식생	< 5%	5	10	9	8	7	6	5
			< 50%	4	9	8	7	6	5	4
			> 50%	3	8	7	6	5	4	3
	미포함	분포 면적	< 5%	2	7	6	5	4	3	2
			< 50%	1	6	5	4	3	2	1
			> 50%	0	5	4	3	2	1	0
I 급(10-8) II 급(7-6) III 급(5-3) IV 급(2-0)										

3) 하구 수생태계 건강성 평가에 의한 생물등급 평가

하구 수생태계 현황조사 및 건강성평가(환경부 국립환경과학원, 2022)에서 제시된 생물등급평가를 활용하여 질날늪의 생물등급을 평가한 결과 산정치 점수는 18점, 생물등급은 90점으로 ‘ 좋음 ’ 상태로 평가되었다(표 5).

표 5. 생물등급평가

구분 \ Score	4	3	2	1	0	산정치
식생환경의 온전성	1	2	3	4	5	3
외래식물군락의 분포면적(%)	<5	20> ~ ≥5	40> ~ ≥20	60> ~ ≥40	≥60	4
육상식물군락의 분포면적(%)	<5	20> ~ ≥5	40> ~ ≥20	60> ~ ≥40	≥60	3
습지식물 및 염생식물군락의 분포면적(%)	≥60	40≤ ~ <60	20≤ ~ <40	5≤ ~ 20	5	4
적지식물군락의 다양성	5종	4종	3종	2종	1종	3
계						17
식생(NDV)에 의한 생물등급지수 산정 (점수합×100/20)	생물등급 = 18×100/20 = 90(‘ 좋음 ’ 상태)					

4. 고찰

가. 질날늪 식생분야 가치

질날늪은 경상남도 함안군 범수면 우거리와 대송리 일대에 위치해 있으며 범수면은 예부터 늪지가 발달한 곳으로 알려져 있다. 왕버들군락은 조사지역의 남서측, 서측, 북측, 북서측의 습지 가장자리에 우점하여 대상분포(zonation) 하는 형태를 나타내고 있으며 인위적인 벌목, 인간의 간섭 행위의 강도나 빈도가 낮은 장소로 판단되며 수위 변동이 심하지 않은 비교적 안정된 서식지이다. 또한 갈대, 줄, 물억새, 삿갓사초, 큰고랭이 등의 수생 및 수변 식물이 잘 발달한 지역이다. 특히 질날늪에는 멸종위기 야생생물 II급 가시연의 분포가 확인되어 가치를 높게 평가하였으며 다양한 생물의 먹이터, 휴식처 및 서식공간으로 활용 가치가 높은 것으로 판단된다.

나. 습지보호지역 지정 가치

질날늪의 습지보호지역 지정 가치로 멸종위기 야생생물 II급 가시연의 분포가 확인되었다(그림 3, 4). 또한 왕버들군락을 비롯한 줄, 갈대, 큰고랭이, 마름군락 등의 수생 및 수변 식물이 분포하고 있으며 다양한 동물의 은신처 및 먹이원 제공 등 안정적인 서식 환경 제공을 하므로 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치가 있다. 또한 함안군은 대평·질날늪을 보전하고 관광자원화하기 위해 2001년부터 복원사업을 추진하고 있으며 2024년 환경부 국비 지원 사업으로 선정되어 생태적 구조와 기능 향상 및 생물다양성 증진, 습지의 현명한 이용을 위해 습지 특성이 반영된 질날늪 습지관리계획을 수립하고 2024년부터 2025년까지 47억원을 투입해 습지 훼손 복원, 생태탐방로 조성, 가시연꽃 복원사업, 물막이 공사, 질날늪-대평늪 연계사업을 추진하고 있다(경남신문, 2023.04.03. 기사 참조).

이러한 지자체의 노력과 함께 습지보호지역으로 지정 관리한다면 지속적으로 이용 가능한 생태복원 사업이 될 것으로 예상된다(표 6).

표 6. 함안 질날늪의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	왕버들군락이 습지 가장자리에 대상 분포하여 발달하고 있으며 습지 내부에는 줄군락, 갈대군락이 우점하고 있어 수생식물의 분포면적이 넓고 자연성이 우수하여 다양한 야생생물들이 번식·휴식하는 핵심 서식처 역할을 할 것으로 판단됨
멸종위기야생생물 분포	멸종위기 야생생물 II급으로 지정되어 있는 가시연의 분포를 확인하여 습지보호지역으로 그 가치가 높음
기능 및 역할	주변 지역의 산지에서 포유류, 조류 등 다양한 동물의 은신처 및 먹이원 제공 등 안정적인 서식 환경을 제공할 것으로 판단됨. 그러나 습지 주변으로 민가 공장등이 위치하고 있어 습지의 역할은 일부 제한될 것으로 판단되나 장기적 관점으로 보전 가치 높은 지역임.



왕버들군락



왕버들 DBH 측정



줄-갈대군락



큰고랭이군락



드론 촬영 영상으로 확인한 가시연 (24.09.29.)

그림 3. 함안 질날늪의 수생식물군락 및 가시연



그림 4. 멸종위기 야생생물 II급 가시연 분포

다. 서식지 보전 및 관리방안

질날늪은 왕버들군락이 습지 주변으로 대상분포하며 줄군락, 갈대군락, 왕고랭이군락등이 발달한 호소형 습지이다. 주변에 인가, 공장, 농경지 등이 분포하고 있어 오염 발생이 예상되므로 이에 대한 적절한 관리가 요구된다. 또한 질날늪은 습지의 기능인 서식지, 물 저장, 유속 완화, 생물다양성 보전등의 역할을 하고 있어 습지 보호지역으로 지정하여 관리해야 할 것으로 판단된다.

한편, 생태계교란 생물은 생물다양성의 보전 및 이용에 관한 법률 제2조에 의해 정의하고 있으며 식물은 총 17종이 지정되었다. 질날늪에는 가시박, 도깨비가지, 환삼덩굴등이 분포하고 있어 이에 대한 적절한 관리가 필요하다(그림 5).



가시박



도깨비가지

그림 5. 생태계교란 생물 가시박, 도깨비가지



그림 6. 생태계교란 생물 가시박, 도깨비가지 분포 위치

참고문헌

- 기상청, 2024, 기후도: 평균기온, 평균강수량. 기상청(<http://www.kma.go.kr/intro.html>.)
- 김종원, 이율경. 2006. 식물사회학적 식생조사와 평가방법. 월드사이언스 서울. 239p.
- 경남신문, 2023.04.03. 기사검색 (<https://www.knnews.co.kr/news/articleView.php?idxno=1400682>)
- 정영호, 최홍근 1987. 함안소재 자연늪의 수생관속식물상. 환경생물학회지 5:17-28.
- 이창우, 오해성, 2014, , 2014, 전국내륙습지 정밀조사(Ⅱ). 환경부, 국립습지센터.
- 환경부, 국립환경연구원 2002. 전국내륙습지 자연환경조사(질낱늪, 대평늪, 석교천습지).
- 환경부, 국립환경과학원 2008. 2007년 전국내륙습지 일반조사.
- 환경부, 국립생태원. 2020. 내륙습지조사지침.
- 환경부, 국립환경과학원, 2022. 하구수생태계 현황조사 및 건강성평가.
- 한국학 중앙연구원-향토문화전자대전 검색(<https://www.grandculture.net/korea>).
- Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie. “3./J. Braun-Blanquet.” Aufl.-Wien, N.-Y (1964).

부록(사진자료)



질낱늪 남측전경



질낱늪 경작지 전경



질낱늪 남측 호소 전경



질낱늪 내부 전경



왕버들군락 전경



선버들군락 전경



식물상

IV. 식물상

김영철 · 채현희

(강릉원주대학교 자연과학연구소, 프리랜서)

요 약

질날늪은 경상남도 함안군 범수면에 위치하고 낙동강의 소규모 지류에 형성된 지류습지로 평가된다. 습지는 육상생태계와는 서로 다른 물리적 환경을 나타내고 있고 이것은 서로 다른 생태적 지위를 소유하는 식물이 생육할 수 있는 공간을 제공한다. 제한된 습지 공간에 분포하는 식물의 다양성은 높지 않지만 지역적인 규모에서의 식물다양성을 포함하는 생물다양성의 보전을 위해 높은 가치를 소유한다. 본 연구에서는 총 8회에 걸쳐 질날늪의 습지지역과 주변의 산림지역 및 경작지를 포함하여 조사하였고 그 결과로 102과 288속 451종 9아종 25변종 2품종 487분류군이 조사되었다. 핵심지역에서는 72과 166속 231종 6아종 8변종 1품종 246분류군이, 완충구역에서는 100과 280속 416종 9아종 25변종 2품종 452분류군이 조사되었다. 멸종위기야생식물은 분포하지 않았고 식물구계학적특정식물종으로 V 등급으로 목련 1분류군이, IV 등급으로는 뽕대추나무와 긴제비꽃이 분포하였다. 고유종으로는 좀땅비싸리와 오동나무가 분포하였다. 생태계교란 식물로는 환삼덩굴, 가시박, 가시상추, 도깨비가지, 돼지풀, 미국쑥부쟁이 6분류군이 분포하였고 외래식물은 총 71분류군이 조사되었다. 좁은 면적에도 불구하고 상대적으로 다양한 식물이 분포하였고 그 중에서 벼과 식물이 62분류군을 차지하여 가장 높은 비율을 나타냈다. 최근까지 조사된 멸종위기 야생식물 가시연은 금번 조사에서 관찰되지 않았는데 최근에 생육가능한 공간의 축소와 종자의 공급원이 소멸된 것이 주요한 요인으로 판단되었다. 지역적인 특성을 고려하여 습지보호지역으로서의 가치를 제시하였고 보전과 관리의 방안을 제시하였다.

1. 서 론

질날늪은 경상남도 함안군 범수면 우거리와 대송리의 북위 35 ° 19 ′, 경도 128 ° 22 ′에 위치하고 있다(환경부 국립환경연구원, 2001). 질날늪은 낙동강과 합류하는 남강의 지류에 형성된 중간 또는 소규모 지류의 하도 내에 발달하는 지류습지의 특성을 나타낸다(환경부 국립환경연구원, 2001).

질날늪에 분포하는 식물상에 대한 연구는 2001년에 환경부 국립환경연구원에서 실시한 ‘2001 내륙습지자연환경조사’를 통해 50과 87속 89종 9변종 98분류군의 수생식물을 보고하였다(환경부 국립환경연구원, 2002). 김수승과 김용식(2008)은 경상남도 함안군 대평늪·질날늪의 식물상을 조사하여 질날늪에 50과 97속 99종 16변종 1품종 총 115분류군을 보고하였다. 환경부 국립환경과학원(2014)에서 제3차 전국내륙습지 정밀조사(‘14)를 통해 질날늪에서 45과 87속 99종 7변종 총 106분류군을 보고하였다. 비교적 최근에는 황윤정(2022)이 ‘함안군 습지의 관속식물상 분포와 외래식물 유입에 관한 연구-대평늪·질날늪·석교천늪을 중심으로-’에서 56과 120속 144종 1아종 11변종 3품종 총 159분류군을 보고하였다. 이들 연구는 조사의 범위가 서로 동일하지 않고 조사자의 편차와 조사 시기 및 횟수에 따른 차이를 고려할 때 변화를 비교하고 평가하는 자료로는 적합하지 않다.

습지는 일반적인 육상생태계와는 달리 독특한 환경을 제공한다. 따라서 육상생태계와는 서로 다른 식물구성을 나타낸다(Peach and Zedler, 2006), 이와 같은 이유로 지역적, 국가적 규모에서 식물다양성을 유지하고 보전하기 위해서 습지의 보전은 매우 중요하다(Kim et al., 2015). 습지보호지역의 지정과 보전은 이와 같은 점에 근거하여 매우 큰 의미를 가진다(환경부 국립환경연구원, 2002; 환경부 국립환경연구원, 2014). 습지에 분포하는 식물의 다양성은 습지 내에 존재하는 생육공간의 다양성과 밀접하게 연관되어 있다(Kim et al., 2015; Chae et al., 2021; 채 등 2019). 특히 동일한 환경조건을 나타내는 공간에서는 해당 공간에 가장 적합한 1~2종에 의해 점유되고 필연적으로 식물다양성은 낮다(Pickett and Thompson, 1978; Pickett, 1980). 습지에 분포하는 식물의 다양성과 풍부도를 조사하고 평가하는 것은 보전대상 습지의 현재 상태를 평가하고 관리계획의 수립과 시행에 필요한 중요한 정보가 된다(Pickett and Thompson, 1978). 이와 같은 점에 근거하여 본 조사는 습지보호지역에 분포하는 식물의 현황을 조사하고 평가하여 적절한 관리의 방향을 제안하는데 두었다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

본 조사의 범위는 그림 1 에 나타난 바와 같이 질날늪의 습지지역과 주변의 경작지, 주거지, 산지, 묘지, 과수원, 축산시설 및 공장지역이 포함되었다.

나. 조사 시기

조사대상지역에 분포하는 식물은 서로 다른 생장특성을 나타내고 있음에 따라 조사의 시기는 계절에 따라 배분하였다(표 1). 다만, 대부분의 식물이 봄철을 포함하는 시기에 출현하는 경향이 있음에 따라 절반에 해당하는 4 일을 봄철에 배분하였다(표 1).

표 1. 식물상 조사 일정

조사회차	일시	조사회차	일시
1차	2024. 03. 14	2차	2024. 04. 10
3차	2024. 05. 03	4차	2024. 06. 09
5차	2024. 08. 05	6차	2024. 08. 06
7차	2024. 10. 03	8차	2024. 10. 15

다. 연구방법

출현식물의 조사는 접근 가능한 공간을 따라 도보로 이동하면서 출현식물을 관찰하고 현지에서 동정이 가능한 식물을 기록하였다. 현지에서 동정이 어려운 종에 대해서는 특징을 기록하고 동정에 필요한 정보를 디지털 카메라(Cannon EOS 6D mark II)로 촬영하였다. 또한 세부적인 재검토가 필요한 경우는 증거표본을 수집하여 건조표본으로 제작한 후 연구실내에서 동정에 이용하였다. 멸종위기 야생식물을 포함하여 분포범위가 제한적이고 개체수가 소수에 불과한 희귀식물 또는 적색목록 평가에서 멸종위기(CR, EN, VU)로 평가되는 식물은 별도로 분포 정보를 조사하고 분포 면적, 개체수를 기록하였다.

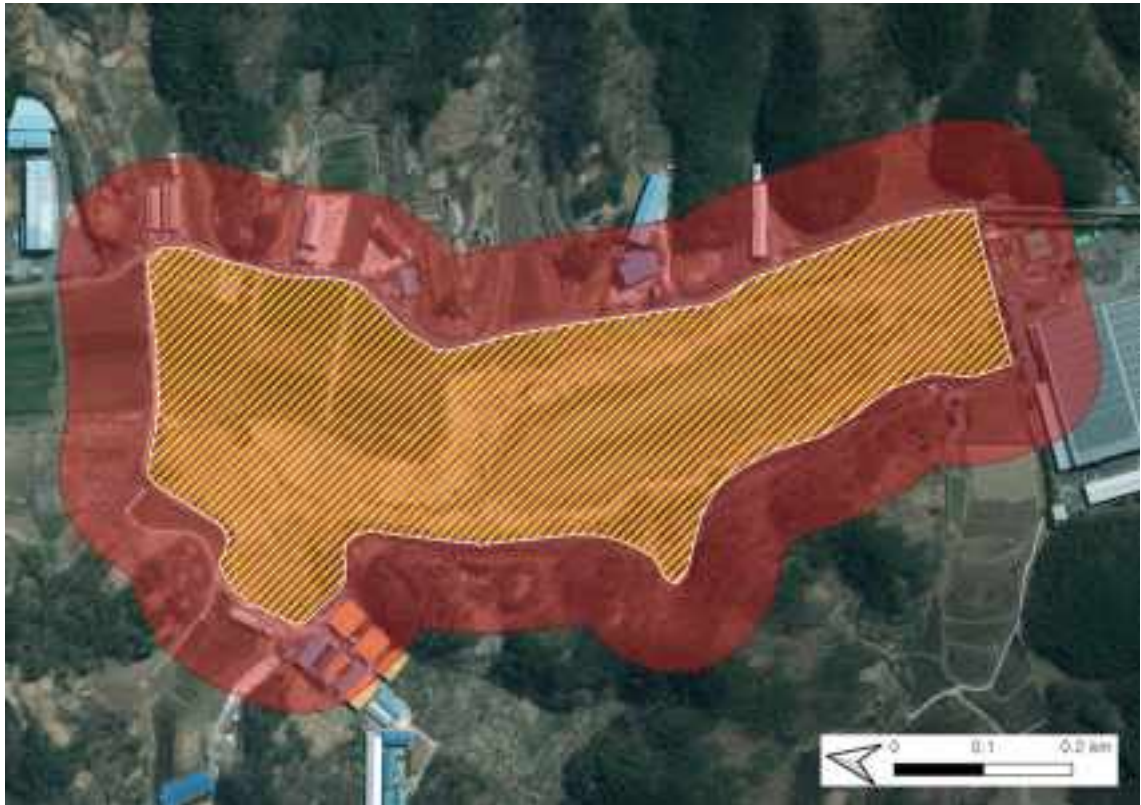


그림 1. 조사대상지 현황, 핵심지역(황색빗금), 완충구역(적색)

식물의 동정은 Lee(1980), Lee(1996A; 1996B), Lee(2003A; 2003B), Lee(2006A; 2006B)을 이용하였고 귀화식물은 Park(2009)을 이용하였다. 학명 및 국명은 국가생물종목록집(Kim et al., 2019)에 준하여 사용하였다. 멸종위기 야생식물은 환경부(Ministry of Environment(MOE), 2015)를, 한반도 고유종은 국립생물자원관(National Institute of Biological Resources(NIBR), 2013)을, 식물구계학적특정식물은 제5차 전국자연환경조사 지침(MOE, 2019)과 국립생태원(National Institute of Ecology(NIE), 2018)을 이용하였고 생태계교란외래식물은 환경부(MOE, 2019)를 참고하였다. 적색목록에 따른 출현식물의 구분은 국립생물자원관(NIBR, 2021; MOE, 2014)을 참고하였다. 출현식물의 목록은 ‘The Genera of Vascular Plants of Korea(Park, 2007)’를 따라 정리하였고 속 이하는 알파벳순으로 배열하였다. 또한 위의 문헌으로 동정이 어려운 식물, 위의 문헌에 따라 통합하는 것이 적절하지 않다고 판단되는 분류군 및 분류학적인 재검토가 필요한 분류군에 대해서는 Cho et al.(2016), 한국의 양치식물(Korean Fern Society, 2005; Lee and Lee, 2018), 국립수목원(Korea National Arboretum(KNA), 2008)을 참고하였다.

본 조사대상지는 습지 공간 뿐만 아니라 경작지(논, 밭, 과수원), 주거지, 축산시설, 공장, 묘지를 포함하고 있음에 따라 식재된 것으로 판단되는 식물은 목록에서 제외하였다. 다만, 자연적으로 확산되어 분포하는 것으로 판단되는 식물은 목록에 포함하였다. 또한 산림식생 내에 인위적으로 식재된 것으로 판단되는 식물에 대해서는 목록에 포함하고 식재식물로 표기하였다.

3. 연구 결과

가. 출현식물

총 8회의 조사를 통해 질날늪에서 관찰된 관속식물은 102과 288속 451종 9아종 25변종 2품종 487분류군이 조사되었다. 이 중에서 핵심지역으로 평가되는 습지와 습지에 인접한 논 경작지에서는 72과 166속 231종 6아종 8변종 1품종 246분류군이 조사되었다. 산림, 경작지, 묘지, 주거지, 과수원, 축산시설 및 공장지역을 포함하는 완충구역에서는 100과 280속 416종 9아종 25변종 2품종 452분류군이 조사되었다(표 2).

표 2. 함안 질날늪에 분포하는 관속식물 구분

Taxon names		Fam.	Gen.	Sp.	Subsp.	Var.	For.	Taxa.
Pteridophyta		8	10	16	–	2	–	18
Gymnospermae		1	1	3	–	–	–	3
Angiospermae	Dicotyledoneae	75	204	317	8	16	1	342
	Monocotyledoneae	18	73	117	1	7	1	124
	Subtotal	93	277	434	9	23	2	466
Total		102	288	451	9	25	2	487

2014년에 환경부 국립환경연구원에서 실시한 제3차 전국내륙습지 정밀조사('14)에서는 45과 87속 99종 7변종 총 106분류군을 보고하였다(환경부 국립환경과학원, 2014). 이 결과는 금번 조사에서 실시한 핵심구역에 분포하는 식물로 72과 166속 231종 6아종 8변종 1품종 246분류군이 조사된 것과는 큰 차이를 나타내는 것으로 조사의 범위에서 습지구역과 주변의 논 경작지를 포함한 점을 고려하여도 차이가 있는 것으로 판단된다. 이와 같은 차이는 조사 범위의 차이, 조사 시기 및 조사 경로에 따른 차이와 더불어 조사자의 분류학적인 견해 차이도 포함된다고 판단된다.

조사의 결과로 18분류군의 양치식물이 분포하는 것으로 조사되었다. 이것은 산림지역이 조사 범위에 포함되었고 또한 양치식물이 분포할 수 있는

입지가 조사범위에 포함되었기 때문이다. 가장 높은 비율을 차지한 분류군은 벼과식물로 총 62분류군이었고 다음으로는 국화과 식물이 60분류군을 차지하였다. 콩과 식물이 34분류군, 사초과 식물이 29분류군을 차지하였다. 이와 같은 결과는 출현하는 식물 중에 귀화식물의 비율이 높았고 그 중에서 벼과와 국화과의 귀화식물 비율이 높기 때문으로 판단되었다(조광진 등, 2020).

나. 법정보호종 및 국가적색목록 종

질남늪에서 총 8회에 걸친 조사에서 법정보호종(멸종위기 야생식물)은 관찰되지 않았다. 반면에 2001년(환경부 국립환경연구원, 2002), 2008년(김과 김, 2008)과 2014년에 실시한 제3차 내륙습지정밀조사(환경부 국립환경연구원, 2014)에서는 멸종위기 야생식물 II급의 가시연(*Euryale ferox* Salisb.)이 보고하였다. 본 조사에서 과거 넓은 범위에 걸쳐 분포하였다고 보고된 바 있는 멸종위기 야생식물인 가시연이 관찰되지 않은 것은 최근 질남늪의 환경조건(물리적 환경 및 생물학적 환경)이 가시연이 분포하기에 적합하지 않게 변화하였기 때문으로 판단된다. 이와 더불어 메타개체군이론(Metapopulation theory)에 따라 주변의 분포지와 상호 연관에 따라 소멸과 재정착의 과정이 잘 이루어져야 하지만 과거 가시연의 대규모 분포지에 해당하였던 대평늪에서 가시연의 군락이 소멸되었고 현재는 일부 공간에서 약 30개체 정도가 관찰됨에 따라 주변 지역으로부터의 종자 공급이 중단된 점도 영향을 미친다고 판단되었다.

질남늪에 분포하는 식물 중에서 국가적색목록평가종으로 관심대상(LC; Least Concern)으로 평가되는 새박과 창포가 관찰되었다(표 3). 국가적색목록평가의 항목에서 LC(Least Concern)로 제시한 종은 ‘관심대상’으로 제시하고 있지만 IUCN에서는 특별한 관심과 관리가 필요하지 않은 위험의 정도가 가장 낮은 분류군에 해당하는 것으로 특별히 위험은 없다고 판단된다.

표 3. 함안 질남늪에 분포하는 국가적색목록식물

Grade*	Scientific name · Korean name	Remarks
LC	<i>Melothria japonica</i> (Thunb.) Maxim. ex Cogn., 1881 새박	
	<i>Acorus calamus</i> L., 1753 창포	

다. 고유종

질날늪에 분포하는 식물 중에서 고유종으로 평가되는 식물은 좀땅비싸리와 오동나무 2 분류군이 분포하였다(표 4). 2 분류군 모두 습지의 주변에 해당하는 완충구역인 산림지역에 분포하였다. 습지의 경우 주변의 육상과는 이질적인 생육환경을 제공하는 점에 근거하여 고도로 고립된 공간으로 평가될 수 있다. 그렇지만 습지에 분포하는 식물 중에서 지역적으로 고립되어 분화한 결과인 고유종의 비율이 낮은 것으로 평가되는데 이것은 습지를 이용하는 조류를 포함하는 동물에 의해 번식체(종자 등)가 교류하기 때문으로 판단된다(Kim et al., 2015).

표 4. 함안 질날늪에 분포하는 고유종

No.	Scientific name · Korean name	Remarks
1	<i>Indigofera koreana</i> Ohwi, 1936 좀땅비싸리	
2	<i>Paulownia coreana</i> Uyeki, 1925 오동나무	

라. 식물구계학적특정식물종

질날늪에 분포하는 식물구계학적특정식물종으로 V 등급의 목련 1분류군, IV 등급의 뿔대추나무와 긴제비꽃, III 등급의 구슬갯냉이, 낭아초 등 9분류군, II 등급의 회색사초, 광릉골, 자라풀 등 7분류군, I 등급의 보풀, 흰꼬리사초, 삿갓사초 등 27분류군이 조사되었다(표 5).

V 등급의 목련은 질날늪의 남동쪽 및 남서쪽의 경작지와 습지 사이의 공간에서 관찰되었다. 따라서 인위적으로 식재된 식물체로부터 확산한 종자가 정착하여 성장한 것으로 판단되었다. 뿔대추나무는 질날늪의 남서쪽에 위치한 낮은 산지에서 관찰되었는데 이 지역은 토심이 깊지 않아 식생의 천이가 지연되는 입지를 나타내고 있고 또한 묘지가 조성되어 있어 남부지역의 관목식생지역에 주로 분포하는 뿔대추나무의 생육이 가능하였다고 판단된다. 긴제비꽃은 남부지방을 포함하여 중부지역에 걸쳐 묘지 및 초원에 분포하고 있지만 분포 정보가 제한적인 것으로 판단된다. 본 조사에서는 질날늪 주변 산림지역에 산발적으로 분포하고 있는 묘지에서 봄철에 개화 및 결실을 완료하는 제비꽃과 함께 분포하였다.

표 5. 함안 질날늪에 분포하는 식물구계학적 특정식물종

Grade	Scientific name · Korean name
V	<i>Magnolia kobus</i> DC., 1817 목련
IV	<i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>spinosa</i> (Bunge) H.H. Hu ex H.F. Chow., 1934 뽕대추나무 <i>Thesium refractum</i> C. A. Mey., 1841 긴제비꿀
	<i>Rorippa globosa</i> (Turcz. ex Fisch. & C. A. Mey.) Hayek, 1911 구슬갯냉이 <i>Indigofera pseudotinctoria</i> Matsum., 1902 남아초 <i>Lathyrus quinquenervius</i> (Miq.) Litv., 1932 연리초 <i>Lespedeza juncea</i> (L. f.) Pers., 1807 땅비수리
III	<i>Acer palmatum</i> Thunb., 1784 단풍나무 <i>Citrus trifoliata</i> L., 1763 탕자나무 <i>Calystegia dahurica</i> (Herb.) Choisy, 1845 선메꽃 <i>Dryopteris fuscipes</i> C. Chr., 1917 큰지네고사리 <i>Botrychium japonicum</i> (Prantl) Underw., 1898 산꽃고사리삼
	<i>Carex cinerascens</i> Kük., 1902 회색사초 <i>Schoenoplectiella komarovii</i> (Roshev.) J. Jung & H. K. Choi, 2010 광릉골 <i>Hydrocharis dubia</i> (Blume) Backer, 1925 자라풀
II	<i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers., 1805 물질경이 <i>Monochoria korsakowii</i> Regel & Maack, 1861 물옥잠 <i>Circaea canadensis</i> subsp. <i>quadrisulcata</i> (Maxim.) Boufford, 2005 말털이슬 <i>Acorus calamus</i> L., 1753 창포

Grade	Scientific name · Korean name
	<i>Sagittaria aginashi</i> Makino, 1901 보풀
	<i>Carex brownii</i> Tuck., 1843 흰꼬리사초
	<i>Carex dispalata</i> Boott, 1857 삿갓사초
	<i>Ophiopogon japonicus</i> (Thunb.) Ker Gawl., 1807 소엽맥문동
	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> (Rupr. & Maxim.) S. Y. Hu, 1980 오갈피나무
	<i>Aristolochia contorta</i> Bunge, 1833 쥐방울덩굴
	<i>Artemisia caruifolia</i> Buch. - Ham. ex Roxb., 1832 개사철쭉
	<i>Lapsanastrum apogonoides</i> (Maxim.) Pak & K. Bremer, 1995 개보리뽕이
	<i>Cerastium fischerianum</i> Ser., 1824 큰점나도나물
	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb., 1780 사철나무
	<i>Euonymus sachalinensis</i> (F. Schmidt) Maxim., 1881 회나무
	<i>Vigna vexillata</i> var. <i>tsusimensis</i> Matsum., 1902 돌동부
	<i>Lindera erythrocarpa</i> Makino, 1897 비목나무
I	<i>Lindera glauca</i> (Siebold & Zucc.) Blume, 1851 감태나무
	<i>Chloranthus fortunei</i> (A. Gray) Sloms, 1869 옥녀꽃대
	<i>Lysimachia barystachys</i> Bunge, 1833 까치수염
	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb., 1781 헛개나무
	<i>Paederia foetida</i> L., 1767 계요등
	<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura, 1938 왕버들
	<i>Toxicodendron sylvestre</i> (Siebold & Zucc.) Kuntze, 1891 산검양꽃나무
	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb., 1780 광나무
	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (Rehder) Nakai, 1932 느릅나무
	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq., 1798 참느릅나무
	<i>Actinostemma lobatum</i> (Maxim.) Franch. & Sav., 1873 뚜껑덩굴
	<i>Melothria japonica</i> (Thunb.) Maxim. ex Cogn., 1881 새박
	<i>Athyrium vidalii</i> (Franch. & Sav.) Nakai, 1925 산개고사리
	<i>Dryopteris gymnohylla</i> (Baker) C. Chr., 1905 금죽제비고사리

마. 생태계교란 식물 및 외래식물

질날늪에 분포하는 생태계교란 식물은 환삼덩굴, 돼지풀, 미국쑥부쟁이, 가시상추, 도깨비가지, 가시박 6분류군이 조사되었다(표 6). 환삼덩굴은 질날늪의 가장자리 및 산림의 가장자리에 분포하였다. 돼지풀은 인접한 도로와 농로 및 경작지의 가장자리에 산발적으로 분포하였다. 미국쑥부쟁이는 햇볕이 잘 들고 건조한 환경을 나타내는 묘지에서 밀도가 높았고, 밭 경작지 가장자리와 도로 및 농로의 가장자리를 따라 산발적으로 관찰되었다. 가시상추는 질날늪의 북서쪽 도로 및 경작지 가장자리를 따라 산발적으로 관찰되었다. 도깨비가지는 질날늪의 북서쪽에 위치한 논 경작지 가장자리 및 왕버들 군락과 도로의 경계지역에 군락을 이루어 분포하였다. 가시박은 질날늪의 중앙 북쪽에 위치한 왕버들 군락의 가장자리에 분포하였다. 생태계교란 식물 중에서 가시박은 질날늪의 가장자리를 따라 확산하여 분포할 가능성이 높다고 판단되었는데 이것은 가시박이 분포할 수 있는 공간이 질날늪의 가장자리를 따라 분포하고 있고 또한 인접한 함안군과 의령군의 남강 및 주변 지역에 가시박 군락지가 넓게 분포하고 있기 때문이다.

본 조사지역에서 관찰된 외래식물은 생태계교란 식물 5종을 포함하여 총 71분류군이 조사되었다(표 6). 본 조사지역에서 관찰된 487분류군의 14.6%에 해당하였다. 조사결과로 나타난 외래식물은 도로의 가장자리, 경작지, 축산시설, 과수원 및 공장의 주변지역에 분포하는 식물로 대부분이 인간의 활동에 따라 확산한 식물로 평가되었다. 질날늪의 습지지역에서 관찰되는 외래식물로는 소리쟁이와 묵밭소리쟁이가 관찰되었는데 질날늪의 상류쪽인 동쪽에서 토사의 유입으로 육지화가 진행되는 공간에 확산하여 분포하였다.

표 6. 함안 질날늪에 분포하는 생태계교란 식물 및 외래식물

No.	Scientific name · Korean name	Remarks
1	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc., 1846 환삼덩굴	생태계교란 생물
2	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L., 1753 돼지풀	생태계교란 생물, 외래식물
3	<i>Aster pilosus</i> Willd., 1803 미국쑥부쟁이	생태계교란 생물, 외래식물
4	<i>Lactuca scariola</i> L., 1763 가시상추	생태계교란 생물, 외래식물
5	<i>Solanum carolinense</i> L., 1753 도깨비가지	생태계교란 생물, 외래식물
6	<i>Sicyos angulatus</i> L., 1753 가시박	생태계교란 생물, 외래식물
7	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl, 1819 개나래새	외래식물
8	<i>Bromus catharticus</i> Vahl, 1791 큰이삭풀	외래식물
9	<i>Bromus commutatus</i> Schard., 1806 털큰참새귀리	외래식물
10	<i>Bromus tectorum</i> L., 1753 털빚새귀리	외래식물

No.	Scientific name · Korean name	Remarks
11	<i>Diplachne fusca</i> subsp. <i>fascicularis</i> (Lam) P.M. Peterson & N. Snow, 2012 갯드렁새	외래식물
12	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb., 1771 큰김의털	외래식물
13	<i>Lolium multiflorum</i> Lam., 1779 쥐보리	외래식물
14	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx., 1803 미국개기장	외래식물
15	<i>Poa compressa</i> L., 1753 좁포아풀	외래식물
16	<i>Poa trivialis</i> L., 1753 큰새포아풀	외래식물
17	<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmel., 1805 들묵새	외래식물
18	<i>Aster subulatus</i> Michx., 1803 비짜루국화	외래식물
19	<i>Bidens frondosa</i> L., 1753 미국가막사리	외래식물
20	<i>Bidens pilosa</i> L., 1753 울산도깨비바늘	외래식물
21	<i>Bidens subalternans</i> DC., 1836 왕도깨비바늘	외래식물
22	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist, 1943 망초	외래식물
23	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L., 1771 한련초	외래식물
24	<i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) Raf. ex DC., 1938 붉은서나물	외래식물
25	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers., 1807 개망초	외래식물
26	<i>Erigeron philadelphicus</i> L., 1753 봄망초	외래식물
27	<i>Erigeron strigosus</i> (A. Gray) Muhl. ex Willd., 1803 주걱개망초	외래식물
28	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav., 1798 털별꽃아재비	외래식물
29	<i>Senecio vulgaris</i> L., 1753 개쑥갓	외래식물
30	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill, 1769 큰방가지뚥	외래식물
31	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg., 1780 서양민들레	외래식물
32	<i>Xanthium orientale</i> L., 1763 큰도꼬마리	외래식물
33	<i>Xanthium strumarium</i> L., 1753 도꼬마리	외래식물
34	<i>Lepidium apetalum</i> Willd., 1800 다닥냉이	외래식물
35	<i>Lepidium virginicum</i> L., 1753 콩다닥냉이	외래식물
36	<i>Thlaspi arvense</i> L., 1753 말냉이	외래식물
37	<i>Amaranthus patulus</i> Bertol., 1837 가는털비름	외래식물
38	<i>Amaranthus retroflexus</i> L., 1753 털비름	외래식물
39	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill., 1799 유럽점나도나물	외래식물
40	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill., 1789 별꽃	외래식물
41	<i>Chenopodium ficifolium</i> Sm., 1800 좀명아주	외래식물
42	<i>Chenopodium pumilio</i> R. Br., 1810 땀새명아주	외래식물
43	<i>Phytolacca americana</i> L., 1753 미국자리공	외래식물
44	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L., 1753 큰땅빈대	외래식물
45	<i>Euphorbia maculata</i> L., 1753 애기땅빈대	외래식물
46	<i>Trifolium pratense</i> L., 1753 붉은토끼풀	외래식물
47	<i>Trifolium repens</i> L., 1753 토끼풀	외래식물
48	<i>Vicia sepium</i> L., 1753 구주갈퀴덩굴	외래식물
49	<i>Vicia villosa</i> Roth, 1793 벧지	외래식물
50	<i>Geranium carolinianum</i> L., 1753 미국쥐손이	외래식물
51	<i>Oxalis corniculata</i> L., 1753 팽이밥	외래식물
52	<i>Sida spinosa</i> L., 1753 공단풀	외래식물
53	<i>Ammannia coccinea</i> Rottb., 1773 미국좁부처꽃	외래식물
54	<i>Oenothera biennis</i> L., 1753 달맞이꽃	외래식물
55	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray, 1770 묵발소리쟁이	외래식물
56	<i>Rumex crispus</i> L., 1753 소리쟁이	외래식물

No.	Scientific name · Korean name	Remarks
57	<i>Potentilla supina</i> L., 1753 개소시랑개비	외래식물
58	<i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell, 1935 미국외풀	외래식물
59	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L., 1753 큰물칭개나물	외래식물
60	<i>Veronica arvensis</i> L., 1753 선개불알풀	외래식물
61	<i>Veronica peregrina</i> L., 1753 문모초	외래식물
62	<i>Veronica persica</i> Poir., 1808 큰개불알풀	외래식물
63	<i>Veronica polita</i> Fr., 1819 개불알풀	외래식물
64	<i>Convolvulus arvensis</i> L., 1753 서양메꽃	외래식물
65	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck., 1932 미국실새삼	외래식물
66	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth, 1797 나팔꽃	외래식물
67	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth, 1787 둥근잎나팔꽃	외래식물
68	<i>Ipomoea rubriflora</i> O'Donell, 1959 둥근잎유홍초	외래식물
69	<i>Ipomoea triloba</i> L., 1753 별나팔꽃	외래식물
70	<i>Physalis angulata</i> L., 1753 땅파리	외래식물
71	<i>Solanum americanum</i> Mill., 1768 미국까마중	외래식물
72	<i>Solanum nigrum</i> L., 1753 까마중	외래식물

4. 고찰

가. 출현종 특성과 식물분야로서의 습지가치

질날늪에 분포하는 식물 중에서 보전가치가 높은 습지식물은 조사되지 않았다. 과거 조사에서(환경부 국립환경연구원, 2002; 김과 김, 2008; 환경부 국립환경연구원, 2014) 멸종위기 야생식물인 가시연이 군락을 이루어 분포하는 것으로 보고하였지만 금번 조사에서는 분포가 확인되지 않았다. 식물 분야에서 질날늪의 보전 가치는 멸종위기 야생식물인 가시연의 분포지로서의 가치가 크다고 판단된다. 또한 다양한 습지 식물이 분포함에 따라 각각의 식물을 이용하는 곤충, 조류 및 포유류의 서식공간으로서 가치가 높다고 판단된다. 질날늪은 갈대와 줄 및 물억새가 넓은 공간을 차지하고 있고 그에 따라 수공간이 축소된 것으로 판단된다. 이와 더불어 상류에서 유입되는 물의 오염, 상류쪽에 설치된 오폐수 정화시설(간이정화시설로 추정)에서 질날늪으로 유기물의 함량이 높은 폐수가 유입됨에 따라 대형 초본식물의 확산과 세력의 확대가 촉진되었다고 추정된다. 따라서 가시연의 분포에 적합한 공간이 대부분 소멸되었다고 판단된다. 특히, 가시연의 경우는 1년생의 생활사를 나타내기 때문에 발아, 생장, 개화 및 결실의 과정이 잘 유지 되어야 분포지가 지속될 수 있다고 판단된다. 질날늪의 토양 및 물의 유기물 함량이 높아짐에 따라 줄 군락의 빠른 확대와 소규모로 남아 있는 수공간을 마름이 점유하게 됨에 따라 가시연이 분포할 수 있는 공간이 소멸되었고 그 결과로 현재는 분포하지 않는 것으로 판단된다.

질남늪의 환경변화는 습지를 이용하는 다른 동물 및 곤충 분류군에도 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서 질남늪이 현재 식물 분야에서 가치가 낮더라도 다른 분류군에서의 가치를 함께 고려하는 것이 필요하다고 판단된다.

나. 습지보호지역 지정 가치

질남늪에 대한 식물 분야에서의 조사 결과를 반영해 볼 때 보호지역으로서의 가치는 낮다고 판단된다(표 7). 본 조사로 나타난 결과에서 습지에 분포하는 주요한 식물은 그 비율이 낮고 대부분은 육상에 분포하는 식물에 해당하였다. 즉, 인접한 함안과 의령 일원에 분포하는 식물을 포함한다고 판단된다. 그럼에도 다음과 같은 점에서 습지보호지역으로 지정하여 관리하는 것이 필요함을 제안한다. 첫째로, 함안과 의령 지역에서 개발에 의해 원형이 훼손되지 않고 비교적 잘 보전되고 있는 습지가 인접한 대평늪과 질남늪이 유일하다는 점이다. 둘째로는 식물 분야 뿐만 아니라 조류를 포함하는 동물과 곤충 분야에서의 가치를 함께 고려하는 것이 필요하다고 판단된다. 즉, 습지는 일반적인 육상생태계와는 서로 다른 공간을 제공하기 때문이다. 이와 같은 점에 따라 습지보호지역으로 지정할 경우 보전과 관리에 있어서 요구되는 점을 제안하고자 한다.

- 1) 오염관리 : 질남늪의 상류에서 생활하수 등이 그대로 유입되고 있고 상류에 설치된 정화시설의 경우 고도의 정화시설이 아닌 일반적인 정화시설로 다량의 유기물이 습지로 유입되는 것으로 판단된다. 그에 따라 습지에는 오염된 토양이 퇴적되어 있는 것이 관찰된다. 퇴적된 유기물 토양의 부패에 따른 냄새가 심하게 발생하고 있음이 관찰되었다. 이것은 식물다양성을 낮추는 요인 뿐만 아니라 생태계에 부정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서 질남늪으로 추가적인 다량의 유기물 유입을 차단함과 동시에 퇴적된 토양의 유기물함량을 낮추는 관리의 시행이 필요하다고 판단된다.
- 2) 수위 관리 : 질남늪은 저습지의 형태를 나타내고 있고 습지의 중앙부의 일부를 제외하고는 물이 저류하지 않는 것으로 관찰된다. 특히 여름철의 홍수 및 장마철을 제외하고는 침수가 발생하지 않는 것으로 관찰된다. 이러한 점은 정수성인 갈대, 줄, 부들류(큰잎부들, 부들, 애기부들)와 일시적으로 침수가 발생하는 공간에 분포하는 물억새의 분포범위가 확대될 수 있는 공간을 제공한다고 판단된다. 따라서 질남늪 내에서 일정하게 수위가 유지되는 공간이 유지될 필요가 있다고 판단된다.

3) 수생식물 관리 : 질날늪의 식물분야에서 보전의 목표가 되는 식물은 멸종위기 야생식물인 가시연으로 평가된다. 이와 같은 점에 근거하여 위의 오염관리, 수위관리가 필요함을 제시하였다. 이와 더불어 습지보호지역으로 지정될 경우 보전관리계획의 수립과 시행에서 중요하게 고려되어야 할 점으로는 질날늪에 연꽃을 식재하지 않는 것이다. 인접한 대평늪의 경우 문화재보호지역으로 지정되었고 그에 따라 최근에 습지지역에 연꽃이 식재된 것으로 추정된다. 그 결과로 대평늪은 현재 가시연이 분포할 수 있는 공간을 연꽃이 점유하고 있고 2024년의 경우 대평늪에서는 연꽃이 분포하지 않은 서쪽의 가장자리에서 30개체, 과거 군락을 이루어 분포하던 지역에서 단 1개체만이 관찰된다. 즉, 습지식물의 보전을 위해 문화재보호구역으로 지정하였지만 관리계획의 수립과 시행이 적절하게 이루어지지 않음에 따라 보전의 대상이 되는 식물의 소멸을 초래하였다고 판단된다.



△ 대평늪의 동쪽 전경, 2024년 10월 15일 촬영



△ 대평늪의 동쪽 전경, 2019년 9월 26일 촬영

그림 2. 대평늪(문화재보호지역)의 2019년 가시연 군락과 2024년 연꽃 군락
(동일 장소 촬영)

질남늪에는 과거 가시연 군락이 존재하였다. 인접한 대평늪의 경우는 관리의 시행이 적절하지 못함에 따라 가시연의 분포지가 급격하게 축소되었다. 또한 함안과 의령 일원에서 가시연의 분포지가 관찰되지 않고 있다. 따라서 질남늪을 습지보호지역으로 지정하고 보전의 목표 식물로서 가시연을 대상으로 분포지를 복원하고 보전할 필요성은 높다고 판단된다.

표 7. 함안 질남늪의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	질남늪의 조사 대상지에서 관찰된 관속식물은 총 487분류군이 었다. 2024년에 실시한 전국자연환경조사로 함안, 의령 도엽에서 조사된 식물은 각각 약 700 분류군이 었다. 질남늪 일원의 좁은 공간에서 약 70%에 해당하는 식물이 분포하고 있음에 따라 지역적인 식물다양성은 높다고 판단된다. 이것은 조사대상지에 다양한 식물이 분포할 수 있는 공간이 존재하기 때문이다.
멸종위기 야생생물	멸종위기야생식물로 과거 가시연이 분포하였지만 금번 조사에서는 관찰되지 않았다.
경관 및 지형	-
기능 및 역할	식물 이외에 조류, 포유류 및 곤충 등의 서식지로 중요하다고 판단된다. 특히 주변 지역에서 질남늪의 규모에 해당하는 습지가 존재하고 있지 않음은 그 가치가 높다고 판단된다.

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

위의 습지보호지역 지정 가치 항목에서 기술한 바와 같이 습지보호지역으로 지정되었을 경우 제시된 각각의 항목을 고려하여 관리계획의 수립과 시행이 필요하다고 판단된다. 다만, 이때 단기적으로 필요한 항목과 장기적으로 고려되어야 할 항목을 구분하여야 할 것으로 판단된다. 특히 멸종위기야생식물인 가시연의 생육지로 기능하도록 할 경우는 수위, 수심의 관리가 필요하며 질남늪에 과거 공급된 가시연의 종자가 존재하는지에 대한 평가(매토종자)와 매토종자의 활력 평가가 필요하다. 질남늪의 주요한 오염원으로는 위에서 제시한 상류에서 유입되는 오폐수와 더불어 질남늪의 서남쪽에 위치한 대규모 축산시설에서 유입되는 유기물도 그 영향이 크다고 판단된다. 따라서 보전과 관리는 주변지역을 포함하는 것이 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- 김수승, 김용식. 2008. 경상남도 함안군 대평늪·질남늪의 식물상. 한국환경생태학회 74-76.
- 김영철, 채현희, 홍보람, 오현경, 이경화, 이규송. 2016. 우리나라 중동부지역에 분포하는 멸종위기야생식물현황과 위협요인 평가. 한국환경생태학회지 30: 291-307.
- 조광진, 임정철, 이창수, 윤정도, 김미정, 추연수. 2020. 내륙습지 습지보호지역의 귀화식물 응용생태공학회지 7: 374-378.
- 채현희, 김영철, 이규송, 남기흠, 이새롬, 이윤중, 이윤경, 2019. 동강유역생태경관보전지역의 관속식물. 한국환경생태학회지 33: 131-167.
- 환경부 국립환경연구원. 2002. 2001 전국내륙습지 자연환경조사(질남늪, 대평늪, 석교천습지). 세종시, 443pp.
- 환경부 국립환경연구원. 2014. 제3차 전국내륙습지 정밀조사. 세종시 31pp.
- 황윤정. 2022. 함안군 습지의 관속식물상 분포와 외래식물 유입에 관한 연구 -대평늪·질남늪·석교천늪을 중심으로-. 경상국립대학교 산업복지대학원 석사학위논문.
- Chae HH, Kim YC, Kwak MH, Nam GH. 2021. Internal Dynamics of Wetland Specialist, Population of *Lychnis wilfordii* (Regel) Maxim. Korean Journal of Environment and Ecology 35: 237-255.
- Cho YH, Kim JH, Park SH. 2016. Grasses and sedges in south Korea. Geobook, Seoul, 527pp.
- Connell JH, Slatyer RO. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. The American Naturalist 111:1119-1144.
- Crawley MJ. 1986 Plant ecology. Blackwell scientific publications, Oxford, 496pp.
- Crawley MJ, Ross GJS. 1990 The population dynamics of plants [and discussion]. Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences 330:125-140.

- Elzinga CL, Salzer DW, Willoughby JW. 1998. Measuring & Monitoring Plant Populations. U.S. Bureau of Land Management, Lincoln, USA. 496pp.
- Grubb JP. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Review* 52: 107-145.
- Kim JS, Jang HD, Kim JH, Lee BY. 2019. National Species List of Korea: plants, Fungi, Algae, Prokaryotes. National Institute of Biological Resources. 922pp.
- Kim YC, Chae HH, Park YC, Lee SM, Nam GH. 2021. Floristic characteristics of vascular plants in the Maryong-san(Mt. 406.7m) and Daeso-san(Mt. 286m) area. *Korean Journal of Environment and Ecology* 35: 347-376.
- Kim YC, Chae HH, Oh SH, Choi SH, Hong MP, Nam GH, Choi JY, Choi HS, Lee KS. 2015. Floristic characteristics of vascular plants and first distributional report of *Pseudostellaria baekdusanensis* M. Kim in Yongneup wetland protected area. *Korean Journal of Environment and Ecology* 29: 132-144.
- Korea Fern Society. 2005. Ferns and fern allies of Korea. Geobook. Seoul. Korea.
- Korea National Arboretum(KNA). 2008. Illustrated flora of Korea II - Illustrated Pteridophytes of Korea. Korea National Arboretum, Gyeonggi-do, 547pp.
- Lee CS, Lee KH. 2018. Pteridophytes of Korea: Lycophytes & Fern, second edition. GeoBook Publishing Co., Seoul, 491pp.
- Lee TB. 1980. Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa Publishing Co., Seoul, Korea. 914pp.
- Lee TB. 2003A. Coloured flora of Korea. Vol. I. Hyangmunsa Publishing Co., Seoul, Korea. 914pp.
- Lee TB. 2003B. Coloured flora of Korea. Vol. II. Hyangmunsa Publishing

- Co., Seoul, Korea. 910pp.
- Lee WT. 1996B. Standard Illustrations of Korean Plants. Acamdemy Press, Seoul, Korea. 1688pp.
- Lee YN. 1996A. Flora of Korea. Gyohaksa, Seoul, Korea. 1247pp.
- Lee YN. 2006A. New flora of Korea(I). Gyohaksa, Seoul, Korea. 975pp.
- Lee YN. 2006B. New flora of Korea(II). Gyohaksa, Seoul, Korea. 885pp.
- Ministry of Environment(MOE). 2014. Korean Red list of threatened species(second edition). National Institute of Biological Resources, Incheon, 242pp.
- National Institute of Biological Resources(NIBR). 2013. Endemic plants of Korea. National Institute of Biological Resources, Incheon, 912pp.
- National Institute of Biological Resources(NIBR). 2021. Red data book of Republic of Korea(Volume 5, Vascular plants). National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea. 523pp.
- National Institute of Ecology(NIE). 2018. Floristic target species in Korea. National Institute of Ecology, Chungcheongnam-do, 728pp.
- Park CW(ed.). 2007. The Genera of vascular plants of Korea. Flora of Korean Editorial Commitee. Academy Publishing Co., Seoul, 1,481pp.
- Park SH. 2009. New illustrations and photographs of naturalized plants of Korea. Ilchokak, Seoul, Korea. 559pp.
- Peach M, Zedler JB. 2006. How tussocks structure sedge meadow vegetation. *Wetlands* 26: 322-35.
- Pickett STA, Thompson JN. 1978. Patch dynamics and the design of nature reserves. *Biological Conservation* 13: 27-36.
- Pickett STA. 1980. Non-equilibrium coexistence of plants. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 107: 238-248.
- Whittaker RJ, Willis KJ, Fiel R. 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28: 453-470.

부록(사진자료)



질남늪 중앙 북쪽에서 촬영한 전경, 3월 14일



질남늪 중앙 북쪽에서 촬영한 전경, 4월 10일



질남늪 중앙 북쪽에서 촬영한 전경, 5월 3일



질남늪 중앙 북쪽에서 촬영한 전경, 6월 9일



질남늪 중앙 북쪽에서 촬영한 전경, 8월 6일



질남늪 중앙 북쪽에서 촬영한 전경, 10월 15일



질날늪 동쪽에서 촬영한 전경, 3월 14일



질날늪 동쪽에서 촬영한 전경, 4월 10일



질날늪 동쪽에서 촬영한 전경, 6월 9일



질날늪 동쪽에서 촬영한 전경, 8월 6일



질날늪 동쪽에서 촬영한 전경, 10월 3일



질날늪 동쪽에서 촬영한 전경, 10월 15일



가시박(생태계교란식물)



가시상추(생태계교란식물)



도깨비가지(생태계교란식물)



가는마디꽃



각시그렁



개구리자리



개보리뽕이



갯드렁새



골무꽃



공단풀



광릉골



구슬갯냉이



금죽제비고사리



긴화살사초



김의털아재비



꽃받이



꽃여뀌



나도겨풀



나도논피



나도미꾸리뉘시



냄새명아주



노랑꽃창포



논피



뚜껍덩굴



마름



말즘



목발소리쟁이



물마디꽃



물별이끼



물쭈



물억새



물질경이



미국외풀



미국좁부처꽃



미나리



발독외풀



배암차즈기



보풀



산해박



삿갓사초



새박



선메꽃



선버들



소리쟁이



솔방울고랭이



실새삼



애기봄맞이



염주괴불주머니



옥녀꽃대



왕버들



이삭사초



자라풀



자운영



죽제비싸리



줄



지네고사리



참느릅나무



참뚝사초



창포



콩제비꽃



큰개불알풀



큰고랭이



큰닭의덩굴



큰물칭개나물



큰잎부들



큰지네고사리



털석잠풀



한련초



화살사초



회색사초



흰꽃여뀌



흰제비꽃

부록(종목록)

분류군 명
Order Alismatales 택사목
Family Alismataceae 택사과
<i>Sagittaria aginashi</i> Makino, 1901 보풀
<i>Sagittaria trifolia</i> L., 1753 벼풀
Order Arales 천남성목
Family Acoraceae 창포과
<i>Acorus calamus</i> L., 1753 창포
Family Araceae 천남성과
<i>Pinellia ternata</i> (Thunb.) Ten. ex Breitenb., 1879 반하
Family Lemnaceae 개구리밥과
<i>Lemna minor</i> L., 1753 나도좀개구리밥
<i>Lemna perpusilla</i> Torr., 1843 좀개구리밥
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid., 1839 개구리밥
Order Commelinales 닭의장풀목
Family Commelinaceae 닭의장풀과
<i>Commelina communis</i> L., 1753 닭의장풀
<i>Murdannia keisak</i> (Hassk.) Hand.-Mazz., 1936 사마귀풀
Order Cyperales 사초목
Family Cyperaceae 사초과
<i>Carex benkei</i> Tak. Shimizu, 2009 긴화살사초
<i>Carex breviculmis</i> R. Br., 1810 청사초
<i>Carex brownii</i> Tuck., 1843 흰꼬리사초
<i>Carex ciliatomarginata</i> Nakai, 1914 털대사초
<i>Carex cinerascens</i> Kük., 1902 회색사초
<i>Carex dimorpholepis</i> Steud., 1855 이삭사초
<i>Carex dispalata</i> Boott, 1857 삿갓사초
<i>Carex gibba</i> Wahlenb., 1803 나도별사초
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (H. Lév. & Vaniot) Ohwi, 1936 가는잎그늘사초
<i>Carex lanceolata</i> Boott, 1856 그늘사초
<i>Carex leiophryna</i> C. A. Mey., 1831 산괭이사초
<i>Carex neurocarpa</i> Maxim., 1859 괭이사초
<i>Carex transversa</i> Boott, 1857 화살사초
<i>Cyperus amuricus</i> Maxim., 1859 방동사니
<i>Cyperus difformis</i> L., 1756 알방동사니
<i>Cyperus hakonensis</i> Franch. & Sav., 1877 병아리방동사니
<i>Cyperus iria</i> L., 1753 참방동사니
<i>Cyperus microiria</i> Steud., 1854 금방동사니
<i>Cyperus nipponicus</i> Franch. & Sav., 1878 푸른방동사니
<i>Eleocharis attenuata</i> f. <i>laeviseta</i> (Nakai) H. Hara, 1957 참바늘골
<i>Eleocharis kamtschatica</i> (C. A. Mey.) Kom., 1927 올방개아재비
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl, 1805 하늘지기
<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaudich., 1826 바람하늘지기
<i>Kyllinga brevifolia</i> var. <i>leirolepis</i> (Franch. & Sav.) H. Hara, 1938 파대가리
<i>Schoenoplectiella komarovii</i> (Roshev.) J. Jung & H. K. Choi, 2010 광릉골
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. Gmel.) Palla, 1888 큰고랭이
<i>Scirpus karuizawensis</i> Makino, 1904 솔방울고랭이
<i>Scirpus mitsukurianus</i> Makino, 1903 솔방울골
<i>Scirpus radicans</i> Schkuhr, 1973 도루박이
Family Poaceae 벼과
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i> Ohwi, 1941 겨이삭
<i>Agrostis gigantea</i> Roth, 1788 흰겨이삭

<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol., 1799 독새풀
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl, 1819 개나래새
<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino, 1912 조개풀
<i>Arundinella hirta</i> var. <i>ciliata</i> (Thunb.) Koidz., 1925 털새
<i>Bromus catharticus</i> Vahl, 1791 큰이삭풀
<i>Bromus commutatus</i> Schard., 1806 털큰참새귀리
<i>Bromus japonicus</i> Thunb., 1784 참새귀리
<i>Bromus tectorum</i> L., 1753 털빚새귀리
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth, 1789 실새풀
<i>Cleistogenes hackelii</i> (Honda) Honda, 1936 대새풀
<i>Cymbopogon goeringii</i> (Steud.) A. Camus, 1921 개솔새
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler, 1802 바랭이
<i>Digitaria violascens</i> Link, 1827 민바랭이
<i>Diplachne fusca</i> subsp. <i>fascicularis</i> (Lam.) P.M. Peterson & N. Snow, 2012 갯드렁새
<i>Echinochloa oryzicola</i> (Vasinger) Vasinger, 1934 논피
<i>Echinochloa oryzoides</i> (Ard.) Fritsch, 1891 나도논피
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn., 1788 왕바랭이
<i>Elymus ciliaris</i> (Trin.) Tzvelev, 1972 속털개밀
<i>Elymus gmelinii</i> (Ledeb.) Tzvelev, 1914 털개밀
<i>Elymus tsukushiensis</i> Honda, 1968 개밀
<i>Eragrostis ferruginea</i> (Thunb.) P. Beauv., 1812 그렁
<i>Eragrostis japonica</i> (Thunb.) Trin., 1830 각시그렁
<i>Eragrostis multicaulis</i> Steud., 1854 비노리
<i>Eriochloa villosa</i> (Thunb.) Kunth, 1829 나도개피
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb., 1771 큰김의털
<i>Festuca parvigluma</i> Steud., 1854 김의털아재비
<i>Hemarthria sibirica</i> (Gand.) Ohwi, 1947 쇠치기풀
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeusch., 1797 띠
<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult., 1824 도랭이피
<i>Leersia japonica</i> (Honda) Honda, 1930 나도겨풀
<i>Lolium multiflorum</i> Lam., 1779 쥐보리
<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A. Camus, 1921 나도바랭이새
<i>Microstegium vimineum</i> var. <i>polystachyum</i> (Franch. & Sav.) Ohwi, 1942 큰뜸성이삭새
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Hack. 1887 물억새
<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson, 1855 억새
<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roem. & Schult., 1817 주름조개풀
<i>Panicum bisulcatum</i> Thunb., 1815 개기장
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx., 1803 미국개기장
<i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steud., 1841 참새피
<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng., 1825 수크렁
<i>Phalaris arundinacea</i> L., 1753 갈풀
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., 1841 갈대
<i>Phyllostachys bambusoides</i> Siebold & Zucc., 1843 왕대
<i>Poa annua</i> L., 1753 새포아풀
<i>Poa compressa</i> L., 1753 좁포아풀
<i>Poa sphondylodes</i> Trin., 1833 포아풀
<i>Poa trivialis</i> L., 1753 큰새포아풀
<i>Poa viridula</i> Palib., 1901 청포아풀
<i>Setaria faberi</i> R. A. W. Herm., 1910 가을강아지풀
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult., 1817 금강아지풀
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv., 1812 강아지풀
<i>Spodipogon cotulifer</i> (Thunb.) Hack., 1889 기름새
<i>Spodipogon sibiricus</i> Trin., 1820 큰기름새
<i>Sporobolus fertilis</i> (Steud.) Clayton, 1965 쥐꼬리새풀

<i>Stipa pekinensis</i> Hance, 1877 나래새
<i>Themeda triandra</i> Forssk., 1775 솔새
<i>Trisetum bifidum</i> (Thunb.) Ohwi, 1931 잠자리피
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmel., 1805 들묵새
<i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) Turcz. ex Stapf, 1909 줄
<i>Zoysia japonica</i> Steud., 1854 잔디
Order Hydrocharitales 자라풀목
Family Hydrocharitaceae 자라풀과
<i>Hydrocharis dubia</i> (Blume) Backer, 1925 자라풀
<i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers., 1805 물질경이
Order Juncaceae 골풀목
Family Juncaceae 골풀과
<i>Luzula capitata</i> Kom., 1927 꿩의밥
Order Liliales 백합목
Family Amaryllidaceae 수선화과
<i>Zephyranthes carinata</i> Herb., 1825 나도사프란
Family Dioscoreaceae 마과
<i>Dioscorea polystachya</i> Turcz., 1837 마
Family Iridaceae 붓꽃과
<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753 노랑꽃창포
<i>Iris sanguinea</i> Donn ex Hornem., 1813 붓꽃
Family Liliaceae 백합과
<i>Allium macrostemon</i> Bunge, 1833 산달래
<i>Allium tuberosum</i> Rottler ex Spreng., 1825 부추
<i>Barnardia japonica</i> (Thunb.) Schult. & Schult. f., 1829 무릇
<i>Hemerocallis fulva</i> var. <i>kwanso</i> Regel, 1866 왕원추리
<i>Liriope spicata</i> (Thunb.) Lour., 1790 개맥문동
<i>Ophiopogon japonicus</i> (Thunb.) Ker Gawl., 1807 소엽맥문동
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> (Miq.) Ohwi, 1949 둥굴레
Family Pontederiaceae 물옥잠과
<i>Monochoria korsakowii</i> Regel & Maack, 1861 물옥잠
<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm. f.) C. Presl, 1827 물달개비
Family Smilacaceae 청미래덩굴과
<i>Smilax china</i> L., 1753 청미래덩굴
<i>Smilax riparia</i> A. DC., 1878 밀나물
<i>Smilax sieboldii</i> Miq., 1868 청가시덩굴
Order Najadales 나자스말목
Family Najadaceae 나자스말과
<i>Najas graminea</i> Delile, 1813 나자스말
Family Potamogetonaceae 가래과
<i>Potamogeton crispus</i> L., 1753 말즘
Order Typhales 부들목
Family Typhaceae 부들과
<i>Typha angustifolia</i> L., 1753 애기부들
<i>Typha latifolia</i> L., 1753 큰잎부들
<i>Typha orientalis</i> C. Presl., 1851 부들
Order Apiales 미나리목
Family Apiaceae 미나리과
<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC., 1830 미나리
<i>Ostericum sieboldii</i> (Miq.) Nakai, 1942 뿔미나리
<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC., 1830 사상자
Family Araliaceae 두릅나무과
<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem., 1868 두릅나무
<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> (Rupr. & Maxim.) S. Y. Hu, 1980 오갈피나무

<i>Kalopanax septemlobus</i> (Thunb.) Koidz., 1925 음나무
Order Aristolochiales 쥐방울덩굴목
Family Aristolochiaceae 쥐방울덩굴과
<i>Aristolochia contorta</i> Bunge, 1833 쥐방울덩굴
Order Asterales 국화목
Family Asteraceae 국화과
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L., 1753 돼지풀
<i>Artemisia caruifolia</i> Buch. - Ham. ex Roxb., 1832 개사철쭉
<i>Artemisia codonocephala</i> Diels, 1912 참쭉
<i>Artemisia indica</i> Willd., 1803 쭉
<i>Artemisia keiskeana</i> Miq., 1866 맑은대쭉
<i>Artemisia lancea</i> Vaniot, 1903 뺨쭉
<i>Artemisia montana</i> (Nakai) Pamp., 1930 산쭉
<i>Artemisia selengensis</i> Turcz. ex Besser, 1834 물쭉
<i>Aster fastigiatus</i> Fisch., 1812 옹긋나물
<i>Aster iinumae</i> Kitam. ex H. Hara, 1952 버드쟁이나물
<i>Aster incisus</i> Fisch., 1812 가새쭉부쟁이
<i>Aster meendorffii</i> (Regel & Maack) Voss, 1894 개쭉부쟁이
<i>Aster pilosus</i> Willd., 1803 미국쭉부쟁이
<i>Aster scaber</i> Thunb., 1784 참취
<i>Aster subulatus</i> Michx., 1803 비짜루국화
<i>Bidens bipinnata</i> L., 1753 도깨비바늘
<i>Bidens biternata</i> (Lour.) Merr. & Sherff, 1929 털도깨비바늘
<i>Bidens frondosa</i> L., 1753 미국가막사리
<i>Bidens pilosa</i> L., 1753 울산도깨비바늘
<i>Bidens subalternans</i> DC., 1836 왕도깨비바늘
<i>Breia segeta</i> (Bunge) Kitam., 1959 조뱅이
<i>Carpesium abrotanoides</i> L., 1753 담배풀
<i>Carpesium cernuum</i> L., 1753 좀담배풀
<i>Centipeda minima</i> (L.) A. Braun & Aschers., 1867 중대가리풀
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i> (Regel) Kitam., 1912 엉겅퀴
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist, 1943 망초
<i>Coreopsis lanceolata</i> L., 1753 큰금계국
<i>Crepidiastrum denticulatum</i> (Houtt.) Pak & Kawano, 1992 이고들빼기
<i>Crepidiastrum sonchifolium</i> (Bunge) Pak & Kawano, 1992 고들빼기
<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Ling, 1975 산국
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L., 1771 한련초
<i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) Raf. ex DC., 1938 붉은서나물
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers., 1807 개망초
<i>Erigeron philadelphicus</i> L., 1753 봄망초
<i>Erigeron strigosus</i> (A. Gray) Muhl. ex Willd., 1803 주걱개망초
<i>Eupatorium fortunei</i> Turcz., 1851 새등골나물
<i>Eupatorium makinoi</i> var. <i>oppositifolium</i> (Koidz.) Kawah. & Yahara, 1995 등골나물
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav., 1798 털별꽃아재비
<i>Helianthus tuberosus</i> L., 1753 뚱딴지
<i>Hemistepta lyrata</i> Bunge, 1838 지칭개
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i> (Thunb.) Franch. & Sav., 1878 금불초
<i>Inula britannica</i> var. <i>linearifolia</i> (Turcz.) Regel, 1861 가는금불초
<i>Ixeris chinensis</i> subsp. <i>strigosa</i> (H. Lév. & Vaniot) Kitam., 1935 선씀바귀
<i>Ixeris polycephala</i> Cass., 1822 벌씀바귀
<i>Lactuca indica</i> L., 1771 왕고들빼기
<i>Lactuca scariola</i> L., 1763 가시상추
<i>Lapsanastrum apogonoides</i> (Maxim.) Pak & K. Bremer, 1995 개보리뺨이
<i>Petasites japonicus</i> (Siebold & Zucc.) Maxim., 1866 머위

<i>Pseudognaphalium affine</i> (D. Don) Anderb., 1991 떡쑥
<i>Senecio vulgaris</i> L., 1753 개쑥갓
<i>Sigesbeckia glabrescens</i> (Makino) Makino, 1917 진득찰
<i>Sigesbeckia pubescens</i> (Makino) Makino, 1917 털진득찰
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i> Kitam. ex H. Hara, 1952 미역취
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill, 1769 큰방가지뚥
<i>Taraxacum coreanum</i> Nakai, 1932 흰민들레
<i>Taraxacum mongolicum</i> Hand.-Mazz., 1907 털민들레
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg., 1780 서양민들레
<i>Xanthium orientale</i> L., 1763 큰도꼬마리
<i>Xanthium strumarium</i> L., 1753 도꼬마리
<i>Youngia japonica</i> subsp. <i>elstonii</i> (Hochr.) Bab. & Stebbins, 1937 뿌리뱅이
Order Callitrichales 별이끼목
Family Callitrichaceae 별이끼과
<i>Callitriche palustris</i> L., 1753 물별이끼
Order Campanulales 초롱꽃목
Family Campanulaceae 초롱꽃과
<i>Lobelia chinensis</i> Lour., 1790 수염가래꽃
Order Capparales 풍점초목
Family Brassicaceae 십자화과
<i>Arabis glabra</i> (L.) Bernh., 1800 장대나물
<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern., 1859 갓
<i>Brassica napus</i> L., 1753 유채
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik., 1792 냉이
<i>Cardamine fallax</i> (O. E. Schulz) Nakai, 1919 좁쌀냉이
<i>Cardamine flexuosa</i> With., 1796 황새냉이
<i>Draba nemorosa</i> L., 1753 꽃다지
<i>Lepidium apetalum</i> Willd., 1800 다닥냉이
<i>Lepidium virginicum</i> L., 1753 콩다닥냉이
<i>Rorippa cantoniensis</i> (Lour.) Ohwi, 1937 좁개갓냉이
<i>Rorippa globosa</i> (Turcz. ex Fisch. & C. A. Mey.) Hayek, 1911 구슬갓냉이
<i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern, 1896 개갓냉이
<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser, 1821 속속이풀
<i>Thlaspi arvense</i> L., 1753 말냉이
Order Caryophyllales 석죽목
Family Amaranthaceae 비름과
<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i> Miq., 1865 쇠무릎
<i>Amaranthus patulus</i> Bertol., 1837 가는털비름
<i>Amaranthus retroflexus</i> L., 1753 털비름
Family Caryophyllaceae 석죽과
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L., 1753 벼룩이자리
<i>Cerastium fischerianum</i> Ser., 1824 큰점나도나물
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet, 1982 점나도나물
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill., 1799 유럽점나도나물
<i>Dianthus chinensis</i> L., 1753 패랭이꽃
<i>Silene firma</i> Siebold & Zucc., 1843 장구채
<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> (Thunb.) Ohwi, 1941 벼룩나물
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop., 1774 쇠별꽃
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill., 1789 별꽃
Family Chenopodiaceae 명아주과
<i>Chenopodium bryoniifolium</i> Bunge, 1876 세명아주
<i>Chenopodium ficifolium</i> Sm., 1800 좀명아주
<i>Chenopodium pumilio</i> R. Br., 1810 냄새명아주
Family Molluginaceae 석류풀과

<i>Mollugo stricta</i> L., 1762 석류풀
Family Phytolaccaceae 자리공과
<i>Phytolacca americana</i> L., 1753 미국자리공
Family Portulacaceae 쇠비름과
<i>Portulaca oleracea</i> L., 1753 쇠비름
Order Celastrales 노박덩굴목
Family Celastraceae 노박덩굴과
<i>Celastrus flagellaris</i> Rupr., 1857 풀지나무
<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb., 1784 노박덩굴
<i>Euonymus alatus</i> f. <i>ciliatodentatus</i> Hiyama, 1956 회잎나무
<i>Euonymus japonicus</i> Thunb., 1780 사철나무
<i>Euonymus sachalinensis</i> (F. Schmidt) Maxim., 1881 회나무
Order Cornales 층층나무목
Family Cornaceae 층층나무과
<i>Cornus officinalis</i> Siebold & Zucc., 1835 산수유
<i>Cornus walteri</i> Wangerin, 1908 말채나무
Order Dipsacales 산토끼목
Family Caprifoliaceae 인동과
<i>Lonicera japonica</i> Thunb., 1784 인동
Family Valerianaceae 마타리과
<i>Patrinia scabiosifolia</i> Fisch. ex Trevir., 1820 마타리
Family Viburnaceae 산분꽃나무과
<i>Viburnum erosum</i> Thunb., 1784 덜꿩나무
Order Ebenales 감나무목
Family Ebenaceae 감나무과
<i>Diospyros kaki</i> Thunb., 1780 감나무
<i>Diospyros lotus</i> L., 1753 고욤나무
Family Styracaceae 때죽나무과
<i>Styrax japonicus</i> Siebold & Zucc., 1837 때죽나무
Order Ericales 진달래목
Family Ericaceae 진달래과
<i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz., 1837 진달래
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i> Nakai, 1917 털진달래
Order Euphorbiales 대극목
Family Euphorbiaceae 대극과
<i>Acalypha australis</i> L., 1753 깨풀
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L., 1753 큰땅빈대
<i>Euphorbia maculata</i> L., 1753 애기땅빈대
<i>Flueggea suffruticosa</i> (Pall.) Baill., 1858 광대싸리
Order Fabales 콩목
Family Fabaceae 콩과
<i>Aeschynomene indica</i> L., 1753 자귀풀
<i>Albizia julibrissin</i> Durazz., 1772 자귀나무
<i>Amorpha fruticosa</i> L., 1753 족제비싸리
<i>Amphicarpaea bracteata</i> subsp. <i>edgeworthii</i> (Benth.) H. Ohashi, 1966 새콩
<i>Astragalus sinicus</i> L., 1767 자운영
<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc., 1843 돌콩
<i>Hylodesmum podocarpum</i> (DC.) H. Ohashi & R.R. Mill, 2000 개도독놈의갈고리
<i>Hylodesmum podocarpum</i> subsp. <i>oxyphyllum</i> (DC.) H. Ohashi & R.R. Mill, 2000
도독놈의갈고리
<i>Indigofera kirilowii</i> Maxim. ex Palib., 1898 땅비싸리
<i>Indigofera koreana</i> Ohwi, 1936 좁땅비싸리
<i>Indigofera pseudotinctoria</i> Matsum., 1902 낭아초
<i>Kummerowia stipulacea</i> (Maxim.) Makino, 1914 둥근매듭풀

<i>Kummerowia striata</i> (Thunb.) Schindl., 1912 매듭풀
<i>Lathyrus quinquenervius</i> (Miq.) Litv., 1932 연리초
<i>Lespedeza cuneata</i> (Dum. Cours.) G. Don., 1832 비수리
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> Miq., 1867 참싸리
<i>Lespedeza juncea</i> (L. f.) Pers., 1807 땅비수리
<i>Lespedeza virgata</i> (Thunb.) DC., 1825 좁싸리
<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi, 1947 칩
<i>Robinia pseudoacacia</i> L., 1753 아까시나무
<i>Senna tora</i> (L.) Roxb., 1832 결명자
<i>Sophora flavescens</i> Aiton, 1789 고삼
<i>Trifolium pratense</i> L., 1753 붉은토끼풀
<i>Trifolium repens</i> L., 1753 토끼풀
<i>Vicia amoena</i> Fisch. ex Ser., 1825 갈퀴나물
<i>Vicia amurensis</i> Oett., 1906 벌완두
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray, 1821 새완두
<i>Vicia sativa</i> L., 1753 살갈퀴
<i>Vicia sepium</i> L., 1753 구주갈퀴덩굴
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb, 1771 얼치기완두
<i>Vicia villosa</i> Roth, 1793 벧지
<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i> (Ohwi) Ohwi & H. Ohashi, 1969 새 팥
<i>Vigna umbellata</i> (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi, 1969 덩굴팥
<i>Vigna vexillata</i> var. <i>tsusimensis</i> Matsum., 1902 돌동부
Order Fagales 참나무목
Family Betulaceae 자작나무과
<i>Carpinus laxiflora</i> (Siebold & Zucc.) Blume, 1851 서어나무
Family Fagaceae 참나무과
<i>Castanea crenata</i> Siebold & Zucc., 1846 밤나무
<i>Quercus</i> × <i>urticaefolia</i> Blume, 1850 갈줄참나무
<i>Quercus acutissima</i> Carruth., 1862 상수리나무
<i>Quercus aliena</i> Blume, 1850 갈참나무
<i>Quercus dentata</i> Thunb., 1784 떡갈나무
<i>Quercus serrata</i> Murray, 1784 졸참나무
<i>Quercus variabilis</i> Blume, 1850 굴참나무
Order Gentianales 용담목
Family Apocynaceae 협죽도과
<i>Trachelospermum asiaticum</i> (Siebold & Zucc.) Nakai, 1922 마삭줄
Family Asclepiadaceae 박주가리과
<i>Cynanchum paniculatum</i> (Bunge) Kitag., 1940 산해박
<i>Metaplexis japonica</i> (Thunb.) Makino, 1903 박주가리
Family Gentianaceae 용담과
<i>Gentiana zollingeri</i> Fawc., 1883 큰구슬봉이
Order Geraniales 쥐손이풀목
Family Geraniaceae 쥐손이풀과
<i>Geranium carolinianum</i> L., 1753 미국쥐손이
Family Oxalidaceae 갯이밥과
<i>Oxalis corniculata</i> L., 1753 갯이밥
Order Juglandales 가래나무목
Family Juglandaceae 가래나무과
<i>Platycarya strobilacea</i> Siebold & Zucc., 1843 굴피나무
Order Lamiales 꿀풀목
Family Boraginaceae 지치과
<i>Bothriospermum tenellum</i> (Hornem.) Fisch. & C. A. Mey., 1835 꽃받이
<i>Trigonotis peduncularis</i> (Trevir.) Steven ex Palib., 1905 꽃마리
Family Lamiaceae 꿀풀과

<i>Agastache rugosa</i> (Fisch. & C. A. Mey.) Kuntze, 1891 배초향
<i>Ajuga multiflora</i> Bunge, 1833 조개나물
<i>Amethystea caerulea</i> L., 1753 개차즈기
<i>Clinopodium micranthum</i> (Regel) H. Hara, 1940 두메층층이
<i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) H. Hyl., 1941 향유
<i>Elsholtzia splendens</i> Nakai ex F. Maek., 1934 꽃향유
<i>Isodon inflexus</i> (Thunb.) Kudô, 1929 산박하
<i>Isodon japonicus</i> (Burm. f.) H. Hara, 1948 방아풀
<i>Lamium amplexicaule</i> L., 1753 광대나물
<i>Leonurus japonicus</i> Houtt., 1778 익모초
<i>Mosla punctulata</i> (J. F. Gmel.) Nakai, 1928 들깨풀
<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton, 1894 들깨
<i>Prunella asiatica</i> Nakai, 1930 꿀풀
<i>Salvia plebeia</i> R. Br., 1810 배암차즈기
<i>Scutellaria indica</i> L., 1753 골무꽃
<i>Stachys baicalensis</i> Fisch. ex Benth., 1834 털석잠풀
<i>Stachys japonica</i> Miq., 1865 석잠풀
Family Phrymaceae 파리풀과
<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>oblongifolia</i> (Koidz.) Honda, 1936 파리풀
Order Laurales 녹나무목
Family Lauraceae 녹나무과
<i>Lindera erythrocarpa</i> Makino, 1897 비목나무
<i>Lindera glauca</i> (Siebold & Zucc.) Blume, 1851 감태나무
<i>Lindera obtusiloba</i> Blume, 1851 생강나무
Order Magnoliales 목련목
Family Magnoliaceae 목련과
<i>Liriodendron tulipifera</i> L., 1753 튜울립나무
<i>Magnolia kobus</i> DC., 1817 목련
Order Malvales 아욱목
Family Malvaceae 아욱과
<i>Hibiscus syriacus</i> L., 1753 무궁화
<i>Sida spinosa</i> L., 1753 공단풀
Family Tiliaceae 피나무과
<i>Corchoropsis tomentosa</i> (Thunb.) Makino, 1903 수까치개
Order Myrtales 도금양목
Family Lythraceae 부처꽃과
<i>Ammannia coccinea</i> Rottb., 1773 미국좁부처꽃
<i>Rotala mexicana</i> Schlttdl. & Cham., 1830 가는마디꽃
<i>Rotala rosea</i> (Poir.) C.D.K. Cook ex H. Hara, 1979 물마디꽃
Family Onagraceae 바늘꽃과
<i>Circaea canadensis</i> subsp. <i>quadrisulcata</i> (Maxim.) Boufford, 2005 말털이슬
<i>Circaea mollis</i> Siebold & Zucc., 1843 털이슬
<i>Ludwigia epilobioides</i> Maxim., 1859 여뀌바늘
<i>Oenothera biennis</i> L., 1753 달맞이꽃
Family Trapaceae 마름과
<i>Trapa japonica</i> Flerow, 1925 마름
Order Papaverales 양귀비목
Family Fumariaceae 현호색과
<i>Corydalis heterocarpa</i> Siebold & Zucc., 1845 염주괴불주머니
<i>Corydalis speciosa</i> Maxim., 1858 산괴불주머니
Family Papaveraceae 양귀비과
<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> (H. Hara) Ohwi, 1953 애기똥풀
Order Piperales 후추목
Family Chloranthaceae 홀아비꽃대과

<i>Chloranthus fortunei</i> (A. Gray) Sloms, 1869 옥녀꽃대
Order Plantaginales 질경이목
Family Plantaginaceae 질경이과
<i>Plantago asiatica</i> L., 1753 질경이
<i>Plantago depressa</i> Willd., 1814 털질경이
Order Polygonales 마디풀목
Family Polygonaceae 마디풀과
<i>Fallopia dentatoalata</i> (F. Schmidt) Holub, 1971 큰닭의덩굴
<i>Persicaria conspicua</i> (Nakai) Nakai ex T. Mori, 1922 꽃여뀌
<i>Persicaria filiformis</i> (Thunb.) Nakai ex T. Mori, 1922 이삭여뀌
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre, 1800 여뀌
<i>Persicaria japonica</i> (Meisn.) H. Gross ex Nakai, 1914 흰꽃여뀌
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre, 1800 흰여뀌
<i>Persicaria longiseta</i> (Bruijn) Kitag., 1937 개여뀌
<i>Persicaria maackiana</i> (Regel) Nakai ex T. Mori, 1922 나도미꾸리낙시
<i>Persicaria perfoliata</i> (L.) H. Gross, 1919 머느리배꼽
<i>Persicaria senticosa</i> (Meisn.) H. Gross ex Nakai, 1914 머느리밀씻개
<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H. Gross, 1913 고마리
<i>Persicaria viscofera</i> (Makino) H. Gross, 1919 끈끈이여뀌
<i>Polygonum aviculare</i> L., 1753 마디풀
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray, 1770 묵발소리쟁이
<i>Rumex crispus</i> L., 1753 소리쟁이
Order Primulales 앵초목
Family Primulaceae 앵초과
<i>Androsace filiformis</i> Retz., 1781 애기봄맞이
<i>Androsace umbellata</i> (Lour.) Merr., 1919 봄맞이꽃
<i>Lysimachia barystachys</i> Bunge, 1833 까치수염
<i>Lysimachia clethroides</i> Duby, 1844 큰까치수염
Order Proteales 프로티아목
Family Elaeagnaceae 보리수나무과
<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb., 1784 보리수나무
Order Ranunculales 미나리아재비목
Family Lardizabalaceae 으름덩굴과
<i>Akebia quinata</i> (Houtt.) Decne., 1839 으름덩굴
Family Menispermaceae 새모래덩굴과
<i>Cocculus trilobus</i> (Thunb.) DC., 1818 땡땡이덩굴
<i>Menispermum dauricum</i> DC., 1817 새모래덩굴
Family Ranunculaceae 미나리아재비과
<i>Clematis apiifolia</i> DC., 1817 사위질빵
<i>Pulsatilla cernua</i> (Thunb.) Bercht. & J. Presl, 1820 할미꽃
<i>Ranunculus cantoniensis</i> DC., 1824 털개구리미나리
<i>Ranunculus chinensis</i> Bunge, 1833 젓가락나물
<i>Ranunculus sceleratus</i> L., 1753 개구리자리
<i>Thalictrum minus</i> L., 1753 큰꿩의다리
Order Rhamnales 갈매나무목
Family Rhamnaceae 갈매나무과
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb., 1781 헛개나무
<i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>spinosa</i> (Bunge) H.H. Hu ex H.F. Chow., 1934 뽕대추나무
Family Vitaceae 포도과
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Trautv., 1883 개머루
<i>Vitis ficifolia</i> var. <i>sinuata</i> (Regel) H. Hara, 1954 까마귀머루
<i>Vitis flexuosa</i> Thunb., 1794 새머루
Order Rosales 장미목
Family Crassulaceae 돌나물과

<i>Sedum bulbiferum</i> Makino, 1903 말뚝비름
<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge, 1833 돌나물
Family Rosaceae 장미과
<i>Agrimonia coreana</i> Nakai, 1932 산쥬신나물
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb., 1823 쥬신나물
<i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke, 1888 뱀딸기
<i>Potentilla amurensis</i> Maxim., 1859 좁개소리랑개비
<i>Potentilla chinensis</i> Ser., 1825 딱지꽃
<i>Potentilla fragarioides</i> L., 1753 양지꽃
<i>Potentilla kleiniana</i> Wight & Arn., 1834 가락지나물
<i>Potentilla supina</i> L., 1753 개소리랑개비
<i>Prunus jamasakura</i> Siebold ex Koidz., 1911 벚나무
<i>Prunus padus</i> L., 1753 귀룽나무
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch, 1801 복사나무
<i>Rosa luciae</i> Franch. & Rochebr. ex Crép., 1871 제주찔레
<i>Rosa multiflora</i> Thunb., 1784 찔레나무
<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge, 1833 산딸기
<i>Rubus parvifolius</i> L., 1753 멍석딸기
<i>Sanguisorba officinalis</i> L. 1753 오이풀
<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> (Nakai) Nakai, 1916 조팝나무
<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zabel, 1885 국수나무
Order Rubiales 꼭두선이목
Family Rubiaceae 꼭두선이과
<i>Galium bungei</i> var. <i>trachyspermum</i> (A. Gray) Cufod., 1940 네잎갈퀴
<i>Galium spurium</i> L., 1753 갈퀴덩굴
<i>Paederia foetida</i> L., 1767 계요등
<i>Rubia argyi</i> (H. Lev. & Vaniot) H. Hara ex Lauener & D.K. Ferguson, 1972 꼭두선이
<i>Rubia cordifolia</i> L., 1767 갈퀴꼭두선이
Order Salicales 버드나무목
Family Salicaceae 버드나무과
<i>Populus deltoides</i> Marsh, 1785 미류나무
<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura, 1938 왕버들
<i>Salix pierotii</i> Miq., 1867 버드나무
<i>Salix triandra</i> subsp. <i>nipponica</i> (Franch. & Sav.) A.K. Skvortsov, 1968 선버들
Order Santalales 단향목
Family Santalaceae 단향과
<i>Thesium chinense</i> Turcz., 1837 제비꿀
<i>Thesium refractum</i> C. A. Mey., 1841 긴제비꿀
Order Sapindales 무환자나무목
Family Aceraceae 단풍나무과
<i>Acer palmatum</i> Thunb., 1784 단풍나무
Family Anacardiaceae 율나무과
<i>Rhus javanica</i> L., 1753 불나무
<i>Toxicodendron sylvestre</i> (Siebold & Zucc.) Kuntze, 1891 산검양율나무
<i>Toxicodendron vernicifluum</i> (Stokes) F. A. Barkley, 1940 율나무
Family Rutaceae 운향과
<i>Citrus trifoliata</i> L., 1763 탕자나무
<i>Tetradium daniellii</i> (Benn.) T.G. Hartley, 1981 쉬나무
<i>Zanthoxylum piperitum</i> (L.) DC., 1824 초피나무
<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc., 1846 산초나무
Family Simaroubaceae 소태나무과
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle, 1916 가중나무
<i>Picrasma quassioides</i> (D. Don) Benn., 1844 소태나무
Order Scrophulariales 현삼목

Family Acanthaceae 쥐꼬리망초과
<i>Justicia procumbens</i> L., 1753 쥐꼬리망초
Family Oleaceae 물푸레나무과
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb., 1780 광나무
<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc., 1846 쥐똥나무
Family Scrophulariaceae 현삼과
<i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell, 1935 미국외풀
<i>Lindernia micrantha</i> D. Don, 1825 논둑외풀
<i>Lindernia procumbens</i> (Krock.) Borbás, 1881 밭둑외풀
<i>Mazus miquelii</i> Makino, 1902 누운주름잎
<i>Mazus pumilus</i> (Burm. f.) Steenis, 1958 주름잎
<i>Paulownia coreana</i> Uyeki, 1925 오동나무
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L., 1753 큰물칭개나물
<i>Veronica arvensis</i> L., 1753 선개불알풀
<i>Veronica peregrina</i> L., 1753 문모초
<i>Veronica persica</i> Poir., 1808 큰개불알풀
<i>Veronica polita</i> Fr., 1819 개불알풀
Order Solanales 가지목
Family Convolvulaceae 메꽃과
<i>Calystegia dahurica</i> (Herb.) Choisy, 1845 선메꽃
<i>Calystegia hederacea</i> Wall., 1824 애기메꽃
<i>Calystegia pubescens</i> Lindl., 1846 메꽃
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br., 1810 큰메꽃
<i>Convolvulus arvensis</i> L., 1753 서양메꽃
<i>Cuscuta australis</i> R. Br., 1810 실새삼
<i>Cuscuta campestris</i> Yunc., 1932 미국실새삼
<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq., 1787 미국나팔꽃
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth, 1797 나팔꽃
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth, 1787 둥근잎나팔꽃
<i>Ipomoea rubriflora</i> O'Donnell, 1959 둥근잎유홍초
<i>Ipomoea triloba</i> L., 1753 별나팔꽃
Family Solanaceae 가지과
<i>Lycium chinense</i> Mill., 1768 구기자나무
<i>Physalis angulata</i> L., 1753 땅파리
<i>Solanum americanum</i> Mill., 1768 미국까마중
<i>Solanum carolinense</i> L., 1753 도깨비가자
<i>Solanum lyratum</i> Thunb., 1784 배풍등
<i>Solanum nigrum</i> L., 1753 까마중
Order Theales 차나무목
Family Clusiaceae 물레나물과
<i>Hypericum ascyron</i> L., 1753 물레나물
Order Urticales 켄치목
Family Cannabaceae 삼과
<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc., 1846 환삼덩굴
Family Celtidaceae 팽나무과
<i>Celtis sinensis</i> Pers., 1805 팽나무
Family Moraceae 뽕나무과
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent., 1799 꾸지나무
<i>Cudrania tricuspidata</i> (Carrière) Bureau ex Lavallée, 1877 꾸지뽕나무
<i>Fatoua villosa</i> (Thunb.) Nakai, 1927 뽕모시풀
<i>Morus alba</i> L., 1753 뽕나무
<i>Morus bombycis</i> Koidz., 1915 산뽕나무
Family Ulmaceae 느릅나무과
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (Rehder) Nakai, 1932 느릅나무

<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq., 1798 참느릅나무
<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino, 1903 느티나무
Family Urticaceae 켄치과
<i>Boehmeria gracilis</i> C.H. Wright, 1934 풀거북꼬리
<i>Boehmeria platanifolia</i> Franch. & Sav., 1875 개모시풀
<i>Boehmeria spicata</i> (Thunb.) Thunb., 1794 좀개잎나무
<i>Pilea mongolica</i> Wedd., 1869 모시물통이
Order Violales 제비꽃목
Family Cucurbitaceae 박과
<i>Actinostemma lobatum</i> (Maxim.) Franch. & Sav., 1873 뚜껑덩굴
<i>Melothria japonica</i> (Thunb.) Maxim. ex Cogn., 1881 새박
<i>Sicyos angulatus</i> L., 1753 가시박
<i>Trichosanthes kirilowii</i> Maxim., 1859 하늘타리
Family Violaceae 제비꽃과
<i>Viola lactiflora</i> Nakai, 1914 흰젓제비꽃
<i>Viola mandshurica</i> W. Becker, 1917 제비꽃
<i>Viola patrinii</i> DC. ex Ging., 1824 흰제비꽃
<i>Viola verecunda</i> A. Gray, 1858 콩제비꽃
<i>Viola yedoensis</i> Makino, 1912 호제비꽃
Order Pinales 소나무목
Family Pinaceae 소나무과
<i>Pinus × rigitaeda</i> HYUN & Ahn, 1859 리기테다소나무
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc., 1842 소나무
<i>Pinus rigida</i> Mill., 1768 리기다소나무
Order Equisetales 속새목
Family Equisetaceae 속새과
<i>Equisetum arvense</i> L., 1753 쇠뜨기
Order Polypodiales 고사리목
Family Aspleniaceae 꼬리고사리과
<i>Asplenium incisum</i> Thunb., 1794 꼬리고사리
Family Athyriaceae 개고사리과
<i>Athyrium sinense</i> Rupr., 1845 참새발고사리
<i>Athyrium vidalii</i> (Franch. & Sav.) Nakai, 1925 산개고사리
<i>Athyrium yokoscense</i> (Franch. & Sav.) H. Christ, 1896 뱀고사리
Family Dennstaedtiaceae 잔고사리과
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Underw. ex A. Heller, 1909 고사리
Family Dryopteridaceae 관중과
<i>Cyrtomium fortunei</i> J. Sm., 1866 쇠고비
<i>Dryopteris bissetiana</i> (Baker) C. Chr., 1905 산족제비고사리
<i>Dryopteris chinensis</i> (Baker) Koidz., 1930 가는잎족제비고사리
<i>Dryopteris fuscipes</i> C. Chr., 1917 큰지네고사리
<i>Dryopteris gymnohylla</i> (Baker) C. Chr., 1905 금족제비고사리
<i>Dryopteris lacera</i> (Thunb.) Kuntze, 1891 비늘고사리
<i>Dryopteris sacrosancta</i> Koidz., 1924 애기족제비고사리
<i>Dryopteris uniformis</i> (Makino) Makino, 1909 곰비늘고사리
Family Thelypteridaceae 처녀고사리과
<i>Macrothelypteris oligophlebia</i> var. <i>elegans</i> (Koidz.) Ching, 1963 각시고사리
<i>Thelypteris japonica</i> (Baker) Ching, 1936 지네고사리
Order Salviniales 생이가래목
Family Salviniaceae 생이가래과
<i>Salvinia natans</i> (L.) All., 1785 생이가래
Order Ophioglossales 고사리삼목
Family Ophioglossaceae 고사리삼과
<i>Botrychium japonicum</i> (Prantl) Underw., 1898 산꽃고사리삼



양서 · 파충류

V. 양서 · 파충류

이상철 · 황연화

(인천대학교, 프리랜서)

요 약

본 연구는 경남 함안에 위치한 함안 질날늪을 대상으로 수행된 정밀조사로써 양서 · 파충류를 주 조사 대상으로 수행되었다. 조사기간은 2024년 3월, 7월, 10월 총 3차에 걸쳐 진행되었으며, 각 차수별 3일간의 조사를 수행하였다.

경남 함안군 법수면 우거리에 소재하는 질날늪 습지는 0.56km²의 면적이 환경부 생태우수습지 지역으로 지정되었으며, 질날늪 습지에 서식하는 멸종위기 야생생물인 구렁이, 수달, 가시연 등의 국가적으로 지정된 보호종 서식실태 등 생태적 현황을 파악하고, 습지보호지역의 보전 방안을 마련하기 위한 기초 자료를 제공하기 위해 수행되었다.

조사결과 확인된 양서 · 파충류는 총 2목 6과 12종이 확인되었으며, 이 중에서 멸종위기 야생생물 II급 종인 구렁이 1종, 한반도고유종인 한국산개구리가 안정적으로 서식하는 것으로 확인되었다. 한편, 생태계교란 생물 황소개구리가 공서하는 것으로 확인되었다.

1. 서 론

양서 · 파충류는 자연생태에서 밀도와 다양성에 있어서 비교적 적은 집단임에도 불구하고 그 분포 및 서식상은 지역의 생태를 이해하고 건강성을 파악하는데 중요한 지표로서 이용된다. 환경부에서는 습지보전법에 의거하여 습지보호지역을 지정, 관리하고 있으며, 지정된 습지보호지역과 우수하고 보전상이 양호한 습지지역을 대상으로 생태계 조사를 수행하고 결과에 따라 효율적인 보전 및 관리방안을 마련하고자 정밀조사를 수행하고 있다.

조사의 대상지역은 경남 함안군 법수면 우거리에 소재하는 질날늪 습지

는 남강의 지류에 해당되는 습지대로, 왕버들나무림, 연꽃습지, 갈대림, 초지, 농경지 등을 포함한 습지대와 그 주변 지역이다.

기본적으로 하천습지라는 특성을 지녔으나 수량이 풍부하지 않으며, 정체된 습지형태로써 자연적으로 발생된 습지로 매우 희소한 특수 생태적으로 가치가 높다고 볼 수 있는 지역이다. 습지지역이 지닌 생태상과 현황을 파악하고자 양서·파충류상을 중심으로 조사하였다. 본 조사는 생태 우수 습지에 대한 분야별, 시기별 정밀조사를 통해 습지생물다양성 확인 등 생태적 가치 확인 및 습지 보전방안을 강구하고자 하며, 조사된 생태 현황 데이터는 향후, 습지보호지역의 관리 및 현황과 목적타당성에 따른 국가 관리 습지로 지정하기 위한 목적을 가지고 수행되었으며, 결과에 따라 지형적인 특수성과 생태보전, 생태적인 중요성을 판단하고 이를 기초로 현황과 가치를 조명하고 나아가 생태공간에 대한 관리 방안을 도출하고자 수행되었다.

양서·파충류 중심의 생태상을 정밀조사 하여, 수집된 결과를 진단 분석하여 제시하고자 하며, 변화추이, 위협요인, 생태적 수준을 평가하고, 바람직한 관리와 방향을 제안하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

조사 구간은 3개로 구분하여 조사를 수행하였으며, 상류에 위치한 유입부 습지에서 공장까지의 구간1, 공장에서 축사와 농경지 사이의 왕버들나무림 구간이 구간2, 농경지가 중심이 되는 민가 집중지역의 구간3으로 구간 1, 2는 유속의 흐름이 거의 없는 정체지역이며, 구간 3은 유속이 발생되어 하천의 특성을 보이는 면적이 포함된다. 구간 1, 2 지역은 갈대림이 주된 식생을 이루고 있으며, 일부 오픈공간에 부엽성 수생식물이 도포되어 있다. 습지를 중심으로 주변 도로, 농경지와 일부 산림을 포함하고 있는 공간이 조사 대상으로 계획되어 수행되었다.



그림 1. 함안 질날늪 양서·파충류 조사구간

나. 조사시기

조사 기간은 2024년 3월부터 10월까지로 총 3회의 조사로 이루어졌다. 각 조사는 주간과 야간 조사를 병행하였다(표 1).

표 1. 함안 질날늪 우수습지지역 생태조사 일시

조사시기	기간
1차 조사	204년 03월 26일 - 28일
2차 조사	2024년 07월 08일 - 10일
3차 조사	2024년 10월 05일 - 07일

다. 조사방법

육상생태계와 수생태계를 모두 포함하여 조사하며, 법적보호종, 지역대표종, 깃대종 선정, 고유종, 위해외래종, 국외반출승인대상종 파악하고 조사 지역의 간단한 입상과 지형조건을 기록한다.

조사시의 물리적 조건(일기, 기온, 수온 등)과 출현종의 출현상의 물리적

조건(산림지, 습지, 농지, 유숙, 수심 등)을 기록한다.

조사시 출현종이 확인될 경우 당시의 위치정보를 기록하고 촬영하여 보관한다.

1) 양서류 조사방법

이동선형조사 : 조사자가 조사지역의 이동 경로를 선정하여 500m를 이동하며 조사를 시행하며, 조사경로는 산지내 소로, 농로 및 천변에 형성된 나지 등을 조사 경로로 선정하여 조사를 시행한다. 조사지역의 다양한 단위 생태계가 포함되도록 조사 경로를 계획한다.

정점원형조사 : 조사자가 양서류의 중심 서식지로 판단되는 장소를 선정하여 직경 300m 범위내의 양서류의 성체, 유생, 난괴를 확인한다.

유형별 조사방법 - 트랩설치, 청음, 청문, 목견, 채집, 은신처(돌무더기, 낙엽 밑)탐색조사

가) 무미목

난 - 출현 시기, 종, 난괴 수, 산란지를 표시하며 정량조사를 위해 산란된 난괴의 개수를 계수기를 이용하여 정량적으로 파악하여 기록한다.

유생 - 초기유생(아가미 유무, 유영능력 유무)과 후기(사지 발달유무 구분)유생을 구분하여 종을 파악하여 계수기를 이용하여 정량 파악한다.

성체 - 배회 또는 물가에 위치하고 있는 개체를 직접 관찰하는 목견확인
과 청개구리와 수원청개구리와 같이 쉽게 눈에 띄지 않는 종과 은신하여 짧은 기간 집중 발성하는 맹꽁이, 북방산개구리와 같은 종은 소리를 확인하여 종의 서식유무와 개략적인 개체군 사이즈를 판단하여 기록한다. 도로와 농경지 주변의 노출된 공간을 조사하여 종 서식유무에 대한 시간적인 정보가 될 수 있는 사체를 확인하여 기록한다. 개체수가 적고 은신형의 생태를 지니는 양서류를 대상으로 청문하여 유무에 대한 정보를 습득하며, 수집된 정보에 따라 목견 또는 청음 등의 직접 확인을 통하여 기록한다. 청문조사만의 정보를 기록하지는 않는다.

나) 유미목

난 - 출현 시기, 종, 난괴 수, 산란지를 표시하며 정량조사를 위해 산란된 난괴의 개수를 계수기를 이용하여 정량적으로 파악하여 기록한다.

유생 - 초기유생과 후기(사지 발달유무 구분)유생을 구분하여 종을 파악하여 계수기를 이용하여 정량 파악한다.

성체 - 배회하거나 물가에 은신하고 있는 개체를 확인하여 기록한다. 도로와 농경지 주변의 노출된 공간을 조사하여 종 서식유무에 대한 시간적인 정보가 될 수 있는 사체를 확인하여 기록한다. 개체수가 적고 은신형의 생태를 지니는 양서류를 대상으로 청문하여 유무에 대한 정보를 습득하며, 수집된 정보에 따라 목견하여 직접 확인한 후 기록한다. 청문조사만의 정보를 직접 기록하지 않는다.

2) 파충류 조사방법

연 3회의 조사를 기본으로 하며, 춘기, 하기, 추기로 구분한다. 집중우기 이후, 서리가 내리기 전의 기간에 비중을 크게 한다. 조사시 오전중에 집중조사를 시행하는 것이 바람직하며, 일몰전후에 활발한 활동을 하므로 조사를 시행하여야 한다.

계곡, 웅덩이, 경작지, 산지 능선부가 모두 포함되도록 조사 경로를 선정한 후 500m 선형 조사지를 선정하여 경로 및 경로 주변을 포함하여 조사를 수행한다.

조사 확인된 종과 흔적을 확인한 지점의 위치정보와 함께 기록하고 촬영하여야 하며, 필요에 따라 채집한다. 채집된 파충류는 속성에 따라 측정하여 기록한다.

가) 거북류 :

호안 또는 하안을 도보 또는 도선을 이용하여 이동하며, 일광욕을 하는 개체를 목견 또는 망원경을 이용하여 서식 유무를 파악하며, 사주(모래톱)에 생성된 이동흔적을 확인하여 종 서식을 확인한다.

나) 도마뱀류 :

산림지의 덩불숲, 임연부 또는 암반 노출지역을 확인하여 일광욕을 하거나 배회하는 개체를 직접 확인하고, 농경지 또는 암반부, 소로 등의 주변에 위치한 호박돌을 들추어 은신하고 있는 개체를 포획하여 서식여부를 판단하고, 관찰시간의 연장목적에 따라 pitfall trap, snake net 등을 이용하여 포획하여 서식유무와 개체군 사이즈를 확인한다. 트랩 설치시 adhesive(sticky) trap는 사용하지 않는다.

다) 뱀류 :

임상과 지질적인 환경에 따라 뱀류가 서식하기 적합한 곳을 방문하여 직접 목견법에 따라 서식유무를 확인한다. 거석, 암반 노출지역, 등산로 주변,

너덜지대 등을 확인하여 일광욕을 하거나 배회하거나, 쓰러진 거목이나 호박돌을 들추어 은신하고 있는 개체를 포획하여 서식여부를 판단하고 서식유무를 파악하며, 관찰시간의 연장목적에 따라 snake net, funnel trap 등을 이용하여 포획하여 서식유무와 개체군 사이즈를 확인한다.

3) 생물학적 표본추출법에 의한 생태측정(Ecological measurement)

모집단과 군집을 기술하는 중요 측정값으로는 우점도(Dominant), 균등도(Evenness), 종풍부도(Richness), 상대밀도(Relative density), 종다양도(Biodiversity), 생체량(Biomass) 등이 있으며, 이들 측정값으로 다른 중요한 생태측정을 하게 된다. 각 조사 지역별로 채집 및 확인된 종들에 대하여 매 조사 때마다 개체수를 기록하여 정량적인 방법을 도입하여 생태측정을 실시하였다.

- 우점도(Dominance Index, D.I) : 환경의 변화정도가 약화될수록 특정 종의 우세가 나타나므로 어떤 우점종이 군집에서 가지는 상대적인 비를 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지표로서 이용될 수 있다는 관점에서 도출된 지수이다. 각 조사지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였다(McNaughton, 1967).

$$DI = n_i / N$$

DI : 우점도지수, N : 총개체수, n_i : 제 i 번째 종의 개체수

- 종다양도(Biodiversity Index : D') : Margalef(1968)의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출하였다. 이는 동물 군집의 종풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 뜻하는 것으로 군집의 복잡성을 나타낸다.

$$D' = -\sum P_i (\ln/P_i)$$

D' : 다양도, S : 전체 종수, P_i : i 번째에 속하는 개체수의 비율 (n_i/N)으로 계산

(N : 군집내의 전체 개체수, n_i : 각 종의 개체수)

- 균등도(Evenness Index : E') : 균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집 내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산

출하였다.

$E' = H' / \ln(S)$, E' : 균등도, H' : 다양도, S : 전체 종수

- 종 풍부도(Richness Index : R') : 종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 연구에서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$R' = (S-1)/\ln(N)$, R' : 풍부도, S : 전체 종수, N : 총 개체수

- 상대밀도(Relative density, R.D) : 특정종의 개체수를 우점종의 개체수로 나눈 후 백분율로 표시하였다.

3. 연구 결과

본 조사에서 확인된 양서류·파충류는 총 2목 6과 12종이 확인되었다. 확인된 종에는 환경부고시 멸종위기 야생생물은 II급 종인 구렁이 1종이 확인되었으며, 한반도고유종인 한국산개구리 1종이 포함되었다. 한편, 생태계교란 생물인 황소개구리가 서식하는 것으로 확인되었다.

가. 양서류

1) 지점별 양서류 출현상 및 출현 개체수

총 3회의 조사결과 2목 4과 6종이 확인되었으며, 성장단계에 있어서 성체 158개체, 유생 8지점, 난과 12개, 사체 2개체가 관찰되었으며, 청음으로 28개체가 확인되었다. 유미목은 확인되지 않았으며, 무미목에서 6종이 출현하였다. 확인된 종은 무당개구리, 두꺼비, 청개구리, 한국산개구리, 참개구리, 황소개구리 등이었다. 하천 습지의 가장자리에 위치한 논경작지와 산림지 내의 수로, 가로수 주변에서 무미목 양서류가 대부분 확인되었다. 확인된 종중에 멸종위기 야생생물은 포함되지 않았으며, 한반도고유종인 한국산개구리가 확인되었다. 한편, 생태계교란 생물인 황소개구리가 확인되었다.

2) 시기별 양서류 출현상 및 출현 개체수

3회의 조사결과, 1차 조사에서 4종의 양서류가 확인되었으며, 2차, 3차 조사에서 6종이 확인되었다. 성장단계에 있어서 1차 조사에서 성체와 유생,

난괴가 모두 확인되었으며, 2차 조사에서는 성체와 유생이 확인되었으며, 3차 조사에는 성체에 한해 출현한 결과를 나타냈다. 유생 또는 난괴의 확인을 통해 번식이 확인된 종은 두꺼비, 청개구리, 한국산개구리의 3종이 본 지역에서의 번식이 직접 확인되었으며, mating call 및 포점으로 간접적인 번식이 확인된 종은 무당개구리, 참개구리, 황소개구리의 3종이다(표 2).

표 2. 지점별 양서류 출현종 및 개체수

번호	과(Family)	종 명		채집 및 확인된 종			비고
		학 명	국 명	st1	st2	st3	
1	Bombinatoridae	<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리		15		
2	Bufo	<i>Bufo gargarizans</i>	두꺼비	2/2, d1	2, d1		
3	Hylidae	<i>Dryophytes japonicus</i>	청개구리	20/3/ s3	18 s3	17	
4	Ranidae	<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	10/3/12	4	3	고유
		<i>Pelophylax nigromaculatus</i>	참개구리	19, s3	25, s3	16	
		<i>Lithobates catesbeianus</i>	황소개구리	5, s10	1, s6	1	교란
4과		1목 4과 6종		5종	6종	4종	

※ 숫자: 출현개체수, a/b/c : a-성체수, b-유생수, c-난괴수, d : 사체, s : 청음

3) 양서류 군집분석 결과

함안 질남늪의 양서류 조사에 대하여 군집분석을 시행한 결과 우점종은 청개구리로 나타났으며(환산개체수 67), 출현한 양서류의 환산개체수의 군집분석 결과, 종다양도(H')는 1.614, 종균등도(E')는 0.901, 종풍부도(R')는 0.915로 나타났다(표 3). 전체적인 군집분석 결과 값이 높게 나타났으며, 이는 각각의 출현종이 비슷한 개체수로 확인된 결과에 따른 분석수치로 사료된다.

표 3. 함안 질날늪의 양서류 군집지수분석 결과

종명	합계	우점도	상대밀도	종다양도	종균등도	종풍부도
무당개구리	15	0.06	22	1.614	0.901	0.915
두꺼비	10	0.04	15			
청개구리	67	0.28	-			
한국산개구리	47	0.20	70			
참개구리	65	0.28	97			
황소개구리	32	0.14	48			

나. 파충류

1) 지점별 파충류 출현상 및 출현 개체수

총 3회의 조사결과 2목 2과 6종이 확인되었으며, 유형별 확인 개체수는 성체 30개체, 사체 4개체, 허물 2개가 관찰되었다. 거북목, 도마뱀아목은 확인되지 않았으며, 뱀과에서 5종, 살모사과 1종이 출현하였다. 확인된 종은 누룩뱀, 구렁이, 유혈목이, 무자치, 능구렁이, 살모사 등이었다. 하천 습지의 가장자리에 위치한 논경작지와 산림지, 가로수 주변에서 대부분 확인되었다. 확인된 종중에 멸종위기 야생생물은 II급종으로 지정된 구렁이 1종이 확인되었으며, 생태계교란 생물은 확인되지 않았다(표 4).

2) 시기별 양서류 출현상 및 출현 개체수

3회의 조사결과, 1차조사에서 4종의 양서류가 확인되었으며, 2차, 3차조사에서 6종이 확인되었다. 1차조사에서 파충류는 확인되지 않았으며, 2차조사에서 4종, 3차조사에서 6종이 출현한 결과를 나타냈다. 확인된 유형에 있어서 목전에 의한 관찰이 주로 이루어졌으며, 소수의 사체, 허물 등이 확인되었다.

표 4. 지점별 파충류 출현종 및 개체수

번호	과(Family)	종 명		채 집 및 확인된 종			비 고
		학 명	국 명	st1	st2	st3	
1	Colubridae	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	5, d2		3	
		<i>Elaphe schrenckii</i>	구렁이	2	1		멸II
		<i>Rhabdophis lateralis</i>	유혈목이	5, s1	3	4, d1	
		<i>Oocatochus rufodorsatus</i>	무자치	3			
		<i>Lycodon rufozonatus</i>	능구렁이	1, s1			
2	Viperidae	<i>Gloydius brevicaudus</i>	살모사	2, d1	1		
2과		1목 2과 6종		6종	3종	2종	

※ d : 사체, s : 허물

3) 파충류 군집분석 결과

함안 질날늪 습지의 파충류 조사에 대하여 군집분석을 시행한 결과 우점종은 유혈목이로 나타났으며(14개체), 출현한 파충류의 군집분석 결과, 종다양도(H')는 1.542, 종균등도(E')는 0.861, 종풍부도(R')는 0.359로 나타났다. 전체적인 군집분석 결과 값이 비교적 낮게 나타났으며, 이는 각각의 출현종이 낮은 개체수로 확인된 결과에 따른 분석수치로 사료된다(표 5).

표 5. 함안 질날늪 습지의 파충류 군집지수분석 결과

종명	합계	우점도	상대밀도	종다양도	종균등도	종풍부도
누룩뱀	10	0.28	74	1.542	0.861	1.395
구렁이	3	0.08	21			
유혈목이	14	0.39	-			
무자치	3	0.08	21			
능구렁이	2	0.05	14			
살모사	4	0.11	29			

4. 고찰

가. 출현종 특성과 양서·파충류 분야로서의 습지가치

함안 질날늪 습지에 서식하는 양서·파충류를 중심으로 정밀조사를 수행하여 생태적인 현황을 파악하고자 하였다. 조사대상 습지지역인 질날늪 습지는 질날벌습지로 분리되었으며, 행정구역상 경남 함안군 범수면 우거리에 해당되며, 면적은 약 560㎡에 달한다. 조사는 함안 질날늪 일대를 대상으로 하며, 조사기간은 2024년 3월부터 10월까지 양서·파충류를 대상으로 수행하였다.

3차의 현장 조사 결과, 무당개구리, 청개구리, 참개구리 등 2목 4과 6종의 양서류와 누룩뱀, 무자치, 살모사 등 2목 2과 6종의 파충류가 확인되어 총 4목 6과 12종의 양서·파충류의 서식이 확인되었다. 법정보호종은 멸종위기 야생생물 II급인 구렁이(*Elaphe schrenckii*) 1종이 확인되었으며, 한반도 고유종인 한국산개구리, 1종, 생태계교란 생물인 황소개구리가 확인되었다.

조사에서 본 지역의 생태적인 위협요인으로 인접한 포장도로, 외래종, 로드킬, 하천공사, 축사 등이 목격되었으며, 주변의 농경지에서 집약적인 농경이 행해지고 있어 중·장기적인 위협요인이 될 것으로 사료된다.

생태여건상 저지대의 중심부에 위치한 자연적인 습지대에 해당되며, 유입하천 및 경작지에서 발생하는 유기물에 의해 영양물질이 풍족한 지역으로 생물부양능력은 비교적 높은 특징을 보인다. 사람들의 출입은 비교적 국한하여 나타나고 있으며, 농경지 주변 지역의 방문, 도로 이용 등의 교란 압은 낮은 것으로 사료된다.

조사결과, 확인된 종중에서 멸종위기 야생생물 II급 종인 구렁이의 서식이 확인되었으며, 밀도는 높지 않으나 올해 번식된 개체가 확인되는 등 안정된 개체군을 형성하고 있는 것으로 파악되었다.



구렁이 성체



구렁이 1년생 개체

그림2. 함안 질날늪에서 확인된 멸종위기 II급 구렁이(*Elaphe schrenckii*)

나. 습지보호지역 지정 가치

함안 질날늪 습지를 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치로서 양서·파충류를 중심으로 조사를 수행한 결과, 생물다양성에 있어서 저습지가 지닌 전형적인 특성을 보이고 있으며, 자연적이고 오랜기간 유지된 습지로서 매우 가치가 높은 특수성을 보이는 것으로 확인되었다. 비교적 좁은 공간을 지니고 있으나 오픈수역, 단생초본, 장생초본 등의 층이구조를 평면적으로 보이고 있었으며, 습지구조에 있어서 원형을 잘 유지하고 있는 것으로 확인되었다. 또한 산림지에서 연속된 연계를 보이고 있으며, 단위 생태계가 유기적으로 연결되어 총괄적인 생태상이 매우 다양하게 상호의존적 구조로 유지되고 있는 것으로 사료된다. 다양한 동물의 은신처 및 먹이원 제공원, 중요한 기능적 서식지로 이용되고 있으며, 특히 산란지의 역할지로 주요한 공간으로 이용되는 것으로 확인되었다. 주변의 생태상을 지탱하는 주요한 공간으로 역할을 수행하고 있으며, 생물다양성과 안정성에 매우 중요한 거점이 되고 있다. 필수기능을 수행하기 위한 시, 공간적인 서식 환경 제공을 하고 있으므로 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치가 매우 높다고 판단된다(표 6).

표 6. 함안 질날늪 습지의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	갈대림이 완충하고 있는 공간을 포함하여, 오픈수역까지의 수계공간은 양서류를 포함한 수서 또는 반 수서생물의 유효수자원으로 이용되고 있으며, 특히 산란지로의 역할이 중대함, 중앙 습지는 식생 구조가 전형의 층의구조이고, 자연성이 우수하여 다양한 야생생물들이 이용하는 핵심적 서식처임
멸종위기야생생물	멸종위기 야생생물 Ⅱ급 구렁이(<i>Elaphe schrenckii</i>)
경관 및 지형	함안 질날늪습지 일대는 수달, 가시연, 구렁이 등의 주요 서식지역할 뿐만 아니라 주변의 산림지, 농경지 등의 단위 생태계를 유기적으로 연결하는 교량이며, 생태적 다양성을 유지하는 핵심 공간으로 역할을 수행함
기능 및 역할	수서생물을 포함한 습지성 야생생물과 조류, 포유류 등과 같은 다양한 동물의 유효 수자원, 은신처 및 먹이원 제공 등 안정적인 서식 환경을 제공하여 장기적으로 매우 보전 가치 높은 지역임 자연적인 습지로써 훼손이나 기능의 상실시 복구 불가능한 특성을 지닌 희소성 높은 지역임

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

본문 조사시에 확인된 현황 중 위협이 되는 요인으로, 습지주변 토목공사, 갈대림 예초, 인접도로의 로드킬, 화학 농경, 외래종, 집고양이, 비점오염원 유입 등의 생태적인 위협요인이 있는 것으로 조사되었다. 이중 조사시 현재 가장 위협적인 요인으로서는 농경에 따른 화학약제 유입과 부영양화, 인접한 도로에서의 피해발생, 토목공사 및 예초로 인한 직접적이고 단시간 적인 인위적 영향 등 3가지로 집약되었다.

우선, 가장 큰 위협요인으로 농경지에 의한 영향이 지대할 것으로 파악되었다. st1과 st3은 직접적으로 습지공간과 인접하여 경작지가 넓게 위치하고 있으며, st2는 목초지와 밭경작지가 구성되어 있다. 이들 농경지에서 발생하는 농약과 비료에 의한 지속적인 영향이 있을 것으로 판단된다. 또한 조사시 습지내로 유입되는 간헐 수로를 다수 확인할 수 있었으며, 우천에 따라 지속적으로 주변의 비점오염원이 영향을 미칠 것으로 우려되었다. 지표수와 지류하천을 통해 유입되는 경로가 다수 확인되어 이로 인한 장기적이고 점진적인 영향이 있을 것으로 판단된다.

다음으로 습지의 동쪽으로 습지의 선형과 동일한 포장도로가 설치되어 있어 이곳에서 발생하는 야생생물의 피해가 예상되었다. 차량이 많이 이용하는 도로는 아니지만, 지속적으로 피해가 누적되어 장기적으로 생태적인 총량을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. 조사시에도 차량과의 직접 사고에 의한 로드킬 사례를 다수 확인하였다. 또한 양서류와 포유류 등 계절적 또는 임의적인 이동을 하는 생태를 지닌 생물그룹에는 지속적인 피해가 예상되며, 이는 생태적인 단절로 인한 파편화 현상을 나타낼 가능성도 배제할 수 없다. 다음으로는 예초 및 토목공사로써 단시간에 직접적인 영향과 위협적인 상황을 극단적으로 수위를 높임으로 피해가 발생될 수 있으며, 이동성이 큰 생물집단에는 기피하는 효과가 발생될 것으로 판단된다.

마지막으로, 단기간에 발생하는 인위적 행위에 의해 발생하는 위협요인으로, 도로변과 축산 단지, 농경지 주변으로 예초를 한 모습을 확인할 수 있었으며, 예초시에 발생하는 피해로 조사대상군의 사체가 확인되었다. 또한 st3의 교량 상부에서 습지의 갈대림까지 진입한 토목공사를 확인하였으며, 공사에 따라 토사가 유입되고 육화되어 결과적으로 습지의 면적이 감소되고 생태적 기능에 부정적인 영향이 있을 것으로 판단되었다.

우선시 된 3가지 위협요인 이외에도 다수의 위협요인이 산재되어 있어

습지가 지닌 총량과 기능, 가치를 유지 존속하기 위한 관리와 노력이 있어야 할 것으로 사료된다.

주요 위협요인에 대한 관리방안으로 화학 농경에 대한 영향을 감소시키기 위해 주변의 주민과 농민을 대상으로 교육과 계도를 시행하고 적정량의 약제를 사용하도록 권고하는 것이 필요하다. 더욱 적극적인 관리가 가능할 시, 유기농을 시행하고 유기농에 의한 공력 증가와 출하량 감소에 대한 지원을 시행하는 것이 매우 효율적인 것으로 사료된다. 이러한 변화에 따라 습지가 안정적으로 유지되고 인근의 농경지까지 습지의 생태적 기능이 확대 될 수 있을 것으로 판단된다.

포장도로에 의한 영향과 피해 발생을 감소시키고 인근의 단위생태공간과의 연결성을 고취시키기 위한 방안으로 포장도로의 피해발생에 대한 모니터링을 실시하여 피해와 단절상이 집약되는 공간적 범위를 파악하는 것이 필요하며, 확인된 공간의 위협요인을 제거하고 경감하는 노력이 있어야 할 것으로 판단된다. 본 지역은 지표성 행동 생태을 지닌 동물군의 피해 비중이 높을 것으로 판단되며, 이러한 공간을 안정적으로 연결하는 암거형 생태이동 통로인 Under pass 형태 또는 수로형태의 구조물의 설치 등이 적합하리라고 판단된다. 마지막으로 습지에 직접적으로 위협이 되는 토목공사, 예초, 방제 등 인위적인 행위에 대해서는 법적인 절차상에 있어서 철저히 감리, 감독하여 대상지의 기능과 공간적인 불림에 대하여 감시하여야 하며, 전문가의 의견을 청취하여 생태적으로 미치는 영향에 따라 논의되고 절차에 따라 시행될 수 있도록, 또한 임의적인 시행을 배제할 수 있도록, 행정적인 라인을 체계화 하여야 할 것이다.

본 지역이 지닌 양서·파충류 서식상의 생태적인 현황은 종합적으로 볼 때, 우수한 결과를 나타내고 있는 것으로 판단된다. 또한 지역이 지닌 입지 특성에 따른 고유성과 특수성은 본 습지가 지닌 생물적 가치의 잠재적인 가능성이 매우 높음을 보여준다. 바람직한 관리방향과 중·장기적인 유지 관리가 조속히 필요한 상황이라고 판단되었다. 세부적인 지점별 현황으로 st1의 농경지와 인접 산지에서 가장 많은 종과 개체수가 확인되었고, st2, 3은 산업지와 축산단지, 집단취락지, 포장도로 등 위협적인 요인이 인접하고 있다는 서식환경을 고려하면, 비교적 반생태적인 영향이 팽배되어 있고 지속적인 것으로 판단된다. 이러한 조사 지점별 특성에 따른 차이를 포함하여 장기적인 측면에서의 관리방안이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

향후 조사진행과 계획에 있어서 매우 주요하게 파악되어야 할 중요 지표 군에 대하여 확대, 강화하여야 할 것으로 판단되며, 지표성 생물상의 변화에 대하여 분석이 있어야 할 것이다. 지역이 지닌 지형적 입지에 따라 자연스러운 유입, 또는 개체군 증가가 있을 가능성이 있으므로 이에 따른 추이를 관망하고, 분석하는 것이 가장 기초적인 사항이 될 것으로 판단된다.

생태공간이 지닌 가치와 이용 목적에 따라 생태적인 현황과 변화는 안정적인 일정수준을 지닌 상태로 지속할 수 있을 것이다. 정확한 현황을 조망하고 조사를 통해 변화를 감지하는 것은 매우 중요한 기초적 과업이라고 생각되며, 이에 도출된 결과에 따라 바람직한 관리 방안의 수립이 필요하겠다.

종합적으로, 함안 질남늪습지 조사를 통해 확인된 양서·파충류와 생태적인 특수성에 있어서, 높은 수준을 지닌 것으로 확인되었다. 또한 지역이 지닌 연결성과 완충, 중요한 기능 수행공간이라는 점에 있어서 매우 복잡적이고 핵심적인 특성을 지닌 거점으로 판단된다. 생물다양성을 제고하고, 지역이 지닌 생태가치를 유지하기 위한 중요 공간으로 취급하는 것이 타당하고, 바람직하며, 공간이 지닌 생태적인 가치를 직시하여 시급히 국가 보전습지로 지정하는 것이 타당하며, 국가적인 전문기관의 관리 공간으로 편입시키고, 이에 따라서 안정성을 지닌 시각과 관리체계가 구축되는 것이 절실히 요구된다.

참고문헌

- 강영선·윤일병, 1975. 한국동식물도감 제17권 동물편(양서·파충류), 문교부
- 송재영, 장민호, 정규희. 2005. 산개구리류 4종(양서강;개구리과)의 형태적 비교. 환경생물학회지 Vol. 23. No. 2. pp 157-162
- 환경부. 2019. 제5차 전국자연환경조사 지침(양서·파충류). pp.183-193
- 환경부. 2024. 전국 내륙습지 조사지침. pp.153-167
- 한국양서파충류학회. 2024. 한국 양서 · 파충류 종목록. <http://www.krsh.co.kr> (2022년 12월 기준)
- Margalef, R.. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst.
- Margalef, R.. 1968. Perspectives in ecological theory. Chicago, University of Chicago Press,
- Zhao E.-M. and K. Adler, 1993. Herpetology of China. The Study of Amphibians and Reptiles, 522p
- McNaughton, S. J.. 1967. Relationship among functional properties of California Glassland. Nature, 216:144-168.
- Pielou, E. C.. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. Amur. Nat. 100:463-465.
- Pielou, E. C.. 1975. Ecological diversity, Wiley, New York. pp. 165.

부록(사진자료)

표 190 조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경



조사지역 전경

표 191 위협요인 현황



로드킬



습지 침범 토목공사



외래종 농법(사과우렁이)



외래종 식재(튤립나무)



농약 살포



예초기에 의한 피해

표 192 출현종 현황(양서류)



한국산개구리



두꺼비



청개구리



참개구리



무당개구리



황소개구리

표 193 출현종 현황(파충류)



유혈목이



무자치



능구렁이



살모사



누룩뱀



구렁이

부록(종목록)

함안 질날늪 습지에서 확인된 양서류 목록

No.	학명	국명	비고
	Class Amphibians	양서강	
	Order Salientia	무미목	
	Family Bombinatoridae	무당개구리과	
1	<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	
	Family Bufonidae	두꺼비과	
2	<i>Bufo gargarizans</i>	두꺼비	
	Family Hylidae	청개구리과	
3	<i>Dryophytes japonicus</i>	청개구리	
	Family Ranidae	개구리과	
4	<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	고유
5	<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	
6	<i>Lithobates catesbeianus</i>	황소개구리	교란
1목 4과 6종			

함안 질날늪 습지에서 확인된 파충류 목록

No.	학명	국명	비고
	Class Reptiles	파충강	
	Order Squamata	유린목	
	Suborder Serpentes	뱀아목	
	Family Colubridae	뱀과	
1	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	
2	<i>Elaphe schrenckii</i>	구렁이	멸II
3	<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	
4	<i>Oocatochus rufodorsatus</i>	무자치	
5	<i>Lycodon rufozonatus</i>	능구렁이	
	Family Viperidae	살모사과	
6	<i>Gloydus brevicaudus</i>	살모사	
1목 2과 6종			



어 류

VI. 어 류

오민기 · 전세봄
((주)새봄생태연구원)

요 약

본 조사는 경남 함안군 법수면 우거리와 대송리 일대에 형성된 질날늪에 대한 어류상 조사를 실시하여 어류 서식현황을 파악하고 질날늪의 어류분야로서의 습지가치를 평가함으로써 습지보호를 위한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2024년 4월부터 8월까지 총 3회에 걸친 현장조사 결과, 총 4목 8과 12종 1,681개체의 어류를 확인하였으며, 우점종은 송사리, 아우점종은 참붕어, 그리고 붕어는 비교적 우세하게 출현하였다. 한국고유종과 법종보호종은 서식하지 않았으며, 외래종이자 생태계교란 생물인 블루길 1종의 서식이 확인되었다. 한편, 한국적색목록 관심대상(LC) 어류인 쯤구굴치가 질날늪에 집단을 이루어 서식하는 모습이 확인되어 우리나라 쯤구굴치 분포 및 보호에 대한 추후 논의가 필요할 것으로 사료된다. 또한 질날늪 주변은 공장이 위치하고 있고, 유입부에는 오수정화시설에서 처리수가 직접 유입되고 있어 질날늪의 수질과 생태계 보호를 위한 적극적인 노력이 요구된다.

1. 서 론

경상남도 함안군 법수면 우거리와 대송리 일대에 형성된 질날늪은 면적 약 150,000m²에 달하며, 수심은 1~3m, 하상은 대부분 진흙으로 구성되어 있어 질날늪 내부의 식생은 줄곧락과 마름, 자라풀 등이 자생하는 특징을 보인다.

질날늪의 북쪽에는 천연기념물 제346호로 지정된 대평늪이 존재하고 두 늪에서 흐르는 하천은 서로 만나 남강 본류와 합류한다. 질날늪은 천연기념물인 가시연꽃을 포함한 다양한 식물이 서식하고, 여름 철새와 텃새에 중요한 서식처를 제공하고 있어 생물다양성이 상당히 높은 곳이라 할 수 있다.

이에 본 조사는 질날늪에 서식하는 어류상 조사를 통해 어류의 서식현황을 파악하고 질날늪의 어류분야로서의 습지가치를 평가하기 위하여 계절별 어류조사를 실시하였다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

질날늪에 대한 어류상 조사는 총 3개 지점에서 총 3회(4월, 6월, 8월)에 걸쳐 수행하였으며 각 지점의 행정구역은 아래와 같다(그림 1).

St. 1. 경남 함안군 법수면 우거리 833-1 일대(35° 19'6.17"N 128° 20'59.95"E)

St. 2. 경남 함안군 법수면 대송리 121 일대(35° 19'26.93"N 128° 20'47.49"E)

St. 3. 경남 함안군 법수면 대송리 129-2 일대(35° 19'34.32"N 128° 20'49.22"E)



그림 1. 함안 질날늪 어류상 조사지점

나. 조사 및 분석방법

1) 조사방법

질낚시에 대한 어류 조사는 투망(망목 7×7 mm)과 족대(망목 4×4 mm)를 기본도구로 사용하였으며, 일부 지점은 유인어망(망목 3×3 mm)을 사용하여 24시간 정치하였다. 포획된 어류는 김과 박(2002), 김 등(2005), 채 등(2019)의 방법에 따라 동정한 후 즉시 방류하였다. 어류상 조사는 정성, 정량조사가 될 수 있도록 투망은 10회, 족대는 30분을 준수하였다. 하상구조는 Cummins (1962)의 하상구조 분류법에 의해 큰돌(>256 mm), 돌(256~64 mm), 자갈(64~16 mm), 잔자갈(16~2 mm), 모래(<2 mm)로 구분하였다. 학명은 국립생물자원관의 “2023 국가생물종목록”, 어류 목록의 배열은 Nelson (2006)의 분류체계를 따랐다.

2) 군집분석

어류의 군집구조는 아래와 같이 어류의 종수와 개체수와의 관계를 토대로 우점도(Dominance index; D), 종다양도(Diversity index; H), 종균등도(Evenness index; E), 종풍부도(Richness index; R) 지수를 산출하여 어류군집의 특성을 분석하였다.

- 우점도 : Simpson index (McNaughton, 1967)

$$D = (n_1 + n_2) / N$$

(n_1, n_2 : 제 1, 2 우점종의 개체수, N; 총개체수)

- 종다양도 : Shannon index (Pielou, 1966)

$$H = -\sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \times \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

(n_i : 생물종수 또는 생물량, 생산성 등의 중요가, N; 중요가의 총량)

- 종균등도 : Pielou (1975)

$$E = \frac{H}{\ln(S)} \quad (H: \text{다양도}, S: \text{전체종수})$$

- 종풍부도 : Margalef (1958)

$$R = \frac{S-1}{\ln(N)} \quad (S: \text{전체종수}, N: \text{총개체수})$$

3. 연구 결과

가. 서식처 환경

1) 조사지점 1의 서식처 환경

조사지점 1은 질낚늪의 상류부로 서편 가장자리에는 수심이 깊은 웅덩이가 넓게 형성되어 있으며, 동편에는 유량이 적은 질낚천의 유입부에 해당한다. 유입부에는 오수처리시설이 존재하여 오수 처리수가 질낚늪으로 유입되고 있어 약간의 악취가 발생되고 있으며, 수질 또한 다소 탁하였다(그림 2).



그림 2. 조사지점 1의 경관

2) 조사지점 2의 서식처 환경

조사지점 2는 질날늪의 중류지점으로 질날늪으로 유입되는 유량에 따라 수면적은 매우 유동적이었다. 하상은 진흙뻘이었으며 물길을 따라 수렁이 형성되어 있다. 1차 조사시기에만 질날늪 내부로 진입이 가능하였으며 6월 이후부터는 질날늪 내부에 웅덩이가 형성되면서 걸어서 진입이 불가능하였다(그림 3).



그림 3. 조사지점 2의 경관

3) 조사지점 3의 서식처 환경

조사지점 3은 질날늪의 하류 경계부로 유폭이 좁은 수로를 형성하며 유량과 함께 수심이 깊은 곳에 해당한다. 질날늪을 횡단하는 도로가 있으며, 주변 농가에서 취수관을 이용하여 물을 이용하고 있다. 하상은 진흙펄로 구성되어 있으며, 연중 수질은 탁하였다(그림 4).



그림 4. 조사지점 3의 경관

나. 전체 어류상

질날늪에서 출현한 어류는 총 7과 12종 1,681개체였으며, 우점종은 송사리(42.8%), 아우점종은 참붕어(25.3%), 그리고 붕어(19.6%)가 비교적 우세하게 출현하였다(표 3; 그림 10). 분류군별로는 잉어과 어류가 6종으로 출현 빈도가 가장 높았으며, 미꾸리과, 메기과, 동자개과, 송사리과, 검정우럭과, 동사리과 어류는 각각 1종씩 확인되었다. 출현한 어류 중 한국고유종과 법정보호종은 출현하지 않았으며, 생태계교란 생물은 블루길 1종이 확인되었다(표 1, 그림 5).

한국적색목록의 관심대상(LC) 어류인 쏜구굴치는 서해와 남해로 흐르는 일부 하천에서만 서식이 확인되는 분포특이종으로 본 조사에서는 낙동강의 질날늪에서 집단을 이루어 서식하는 모습이 확인되어 우리나라 쏜구굴치 분포 및 보호에 대한 추후 논의가 필요할 것으로 사료된다.

표 1. 함안 질날늪의 전체 어류상

출 현 종	조사지점					비고
	1	2	3	합계	%	
Cyprinidae, 잉어과						
<i>Carassius auratus</i> , 붕어	175	64	90	329	19.6	
<i>Cyprinus carpio</i> , 잉어		4	11	15	0.9	
<i>Acheilognathus macropterus</i> , 큰납지리	17	2		19	1.1	
<i>Pseudorasbora parva</i> , 참붕어	222	89	114	425	25.3	
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i> , 꼬리			1	1	0.1	
<i>Hemiculter eigenmanni</i> , 치리	1		3	4	0.2	
Cobitidae, 미꾸리과						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> , 미꾸리	7	11	16	34	2.0	
Siluridae, 메기과						
<i>Silurus asotus</i> , 메기			1	1	0.1	
Bagridae, 동자개과						
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i> , 동자개		3	6	9	0.5	
Adrianichthyidae, 송사리과						
<i>Oryzias latipes</i> , 송사리	613	34	72	719	42.8	
Centrarchidae, 검정우럭과						
<i>Lepomis macrochirus</i> , 블루길	2	1		3	0.2	외,교
Odontobutidae, 동사리과						
<i>Micropercops swinhonis</i> , 쏜구굴치	66	37	19	122	7.3	
종수	8	9	10	12		
개체수	1103	245	333	1681		

*비고: 외(외래종), 교(생태계교란야생생물)

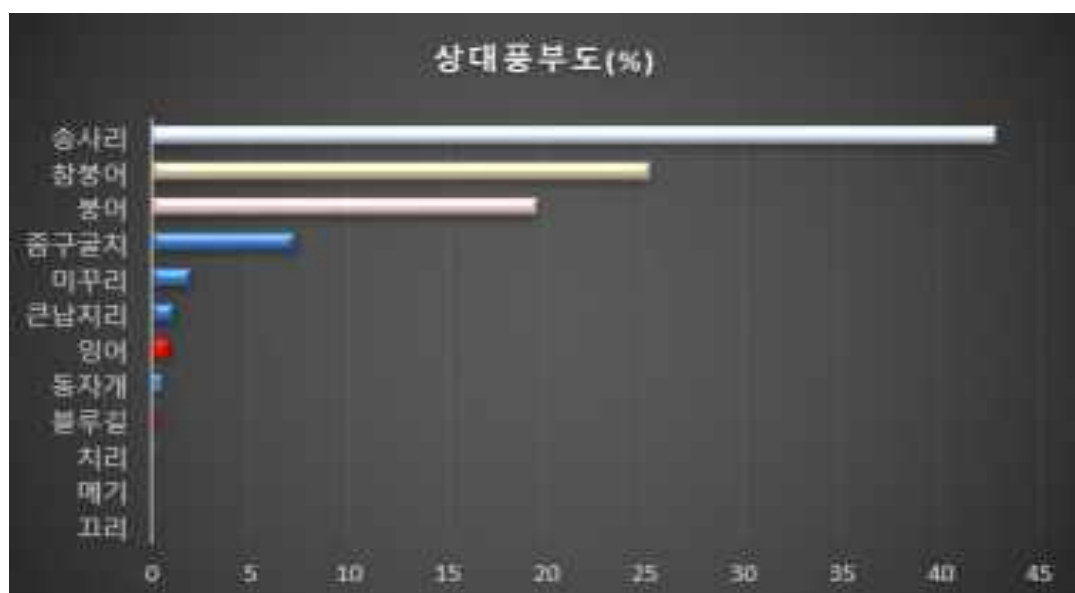


그림 5. 함안 질날늪에 서식하는 어류의 상대풍부도

다. 조사지점별 어류상

조사지점 1에서는 5과 8종 1,103개체가 출현하였으며, 우점종은 송사리 (55.6%), 아우점종은 참붕어(20.1%)로 확인되었다. 서편 가장자리에 형성된 웅덩이에서는 1차 조사시기에 블루길 서식이 확인되었으며, 2차 조사시기 부터는 줍구굴치의 출현빈도가 증가하였다. 동편 유입부에서는 큰납지리와 치리의 서식이 확인되었다(표 2).

표 2. 함안 질날늪 조사지점 1의 어류상

출 현 종	조사시기					비 고
	1차	2차	3차	합계	%	
Cyprinidae, 잉어과						
<i>Carassius auratus</i> , 붕어	90	57	28	175	15.9	
<i>Acheilognathus macropterus</i> , 큰납지리		1	16	17	1.5	
<i>Pseudorasbora parva</i> , 참붕어	145	29	48	222	20.1	
<i>Hemiculter eigenmanni</i> , 치리		1		1	0.1	
Cobitidae, 미꾸리과						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> , 미꾸리	7			7	0.6	
Adrianichthyidae, 송사리과						
<i>Oryzias latipes</i> , 송사리	270	170	173	613	55.6	
Centrarchidae, 검정우럭과						
<i>Lepomis macrochirus</i> , 블루길	2			2	0.2	외,교
Odontobutidae, 동사리과						
<i>Micropercops swinhonis</i> , 줍구굴치		37	29	66	6.0	
종수	5	6	5	8		
개체수	514	295	294	1103		

*비고: 외(외래종), 교(생태계교란 생물)

조사지점 2에서는 6과 9종 245개체가 출현하였으며, 우점종은 참붕어 (36.3%), 아우점종은 붕어(26.1%)로 확인되었다. 질낚늪 중앙부와 가장자리 의 어류상에는 큰 차이는 없었으며, 블루길, 줌구굴치는 가장자리 수변부에서만 확인되었다(표 3).

표 3. 함안 질낚늪 조사지점 2의 어류상

출 현 종	조사시기					비고
	1차	2차	3차	합계	%	
Cyprinidae, 잉어과						
<i>Carassius auratus</i> , 붕어	9	43	12	64	26.1	
<i>Cyprinus carpio</i> , 잉어		2	2	4	1.6	
<i>Acheilognathus macropterus</i> , 큰납지리			2	2	0.8	
<i>Pseudorasbora parva</i> , 참붕어	63	9	17	89	36.3	
Cobitidae, 미꾸리과						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> , 미꾸리	6	2	3	11	4.5	
Bagridae, 동자개과						
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i> , 동자개	2		1	3	1.2	
Adrianichthyidae, 송사리과						
<i>Oryzias latipes</i> , 송사리	4	17	13	34	13.9	
Centrarchidae, 검정우럭과						
<i>Lepomis macrochirus</i> , 블루길			1	1	0.4	외,교
Odontobutidae, 동사리과						
<i>Micropercops swinhonis</i> , 줌구굴치		28	9	37	15.1	
종수	5	6	9	9		
개체수	84	101	60	245		

*비고: 외(외래종), 교(생태계교란 생물)

조사지점 3에서는 6과 10종 333개체가 출현하였으며, 우점종은 참붕어 (34.2%), 아우점종은 붕어(27.0%)로 확인되었다. 메기와 꼬리는 본 지점에서만 출현하였으며, 줌구굴치는 성체가 확인되었다. 한국고유종과 법정보호종 및 생태계교란 생물은 출현하지 않았다. 수심이 깊은 웅덩이가 존재하여 잉어와 붕어 성체가 주로 서식하였다(표 4).

표 4. 함안 질남늪 조사지점 3의 어류상

출 현 종	조사시기					비고
	1차	2차	3차	합계	%	
Cyprinidae, 잉어과						
<i>Carassius auratus</i> , 붕어	54	23	13	90	27.0	
<i>Cyprinus carpio</i> , 잉어	1	10		11	3.3	
<i>Pseudorasbora parva</i> , 참붕어	94	8	12	114	34.2	
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i> , 꼬리	1			1	0.3	
<i>Hemiculter eigenmanni</i> , 치리	3			3	0.9	
Cobitidae, 미꾸리과						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> , 미꾸리	7	3	6	16	4.8	
Siluridae, 메기과						
<i>Silurus asotus</i> , 메기	1			1	0.3	
Bagridae, 동자개과						
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i> , 동자개	5		1	6	1.8	
Adrianichthyidae, 송사리과						
<i>Oryzias latipes</i> , 송사리	8	47	17	72	21.6	
Odontobutidae, 동사리과						
<i>Micropercops swinhonis</i> , 줌구굴치	1	14	4	19	5.7	
종수	10	6	6	10		
개체수	175	105	53	333		

라. 군집분석

질날늪에서 출현한 어류군집에 대한 우점도, 종다양도, 종균등도, 종풍부도를 각 조사지점에 대하여 산출하였다. 군집분석 결과 우점도는 0.681, 종다양도는 1.455, 종균등도는 0.585, 종풍부도는 1.481로 분석되었다(표 5, 그림 6). 상류보다는 하류역에서 출현종이 다양해짐에 따라 종다양도와 종풍부도가 증가하였으며, 우점도는 상대적으로 감소하는 경향을 보였다. 또한 각 군집지수의 증감이 점진적인 변화를 보여 각 서식처간 서식처 구조가 비교적 유사한 것으로 분석되었다.

표 5. 질날늪의 전체 어류군집분석

지수	조사지점1	조사지점2	조사지점3	전체
우점도	0.757	0.624	0.613	0.681
다양도	1.224	1.600	1.623	1.455
균등도	0.589	0.728	0.705	0.585
풍부도	0.999	1.454	1.550	1.481

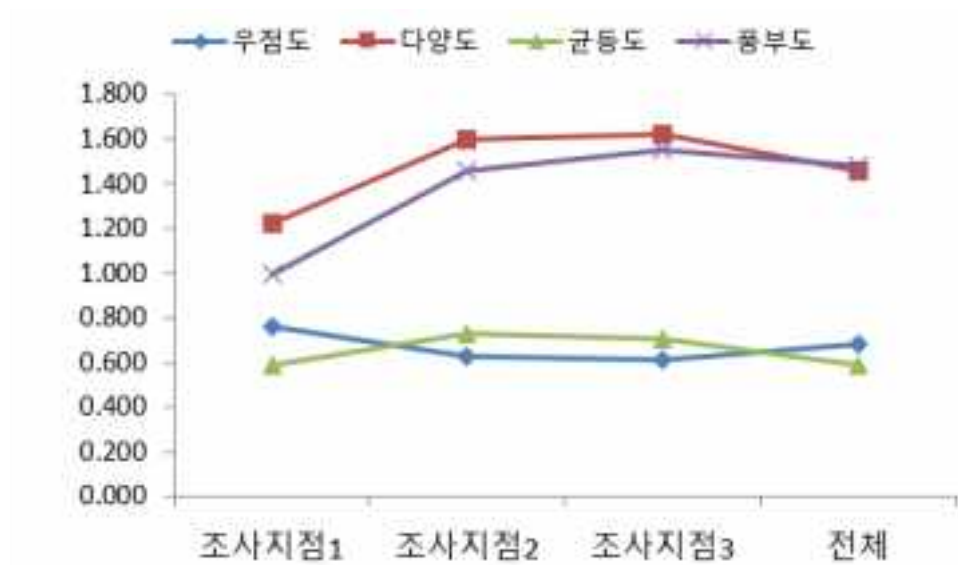


그림 6. 함안 질날늪에 출현한 어류의 군집분석

4. 고찰

가. 출현종 특성과 어류분야로서의 습지가치

함안 질날늪은 하상이 진흙으로 구성된 늪지대로 식물군락이 늪 전반에 걸쳐 발달하여 토양함수율이 좋고 갈수기에도 물이 마르지 않는 특성이 있다. 또한 여러 곳에 형성되어 있는 웅덩이의 수면에는 마름군락이 자생하고 있고, 그 주변은 줄, 갈대 등 식물군락이 번성하고 있어 수온이 상승하는 여름철에도 수중환경은 비교적 안정적으로 유지될 것으로 사료된다. 특히 이러한 서식처는 정수성 어류의 좋은 산란장이자 자치어의 보육장으로 활용되고 있으므로 어류 생물다양성 증진을 위해 반드시 보호될 필요가 있다. 또한 질날늪에는 서해와 남해 유입천 일부 지역에 드물게 서식하는 것으로 알려진 좁구굴치가 큰 집단을 이루어 서식하는 것이 본 조사를 통해 처음으로 확인된 바, 본 수계(질날늪, 대평늪 및 질날천)를 포함한 남강 일대의 모든 하천에 대한 정밀조사를 통해 좁구굴치의 서식상태와 분포특성에 대한 추가적인 연구도 필요할 것으로 판단된다.

			
좁구굴치		질날늪 웅덩이	
어류 분야	좁구굴치는 한국적색목록 관심대상(LC) 어종으로 과거에는 전라북도 지방에서만 서식한다고 알려졌으나 조사연구가 진행되면서 서해 및 남해 유입 하천에서도 드물게 확인되고 있는 종이지만 낙동강 수계의 함안 질날늪에서 매우 높은 밀도로 서식하는 것이 확인되어 본 종에 대한 정밀모니터링과 함께 서식지 보호가 필요할 것으로 판단됨.		

나. 질낚늪 모니터링 필요 지점

질낚늪의 생태계를 보호하고 생태적 가치를 증진시키기 위하여 모니터링 지점을 다음과 같이 선정하였다(표 6).

표 6. 함안 질낚늪 모니터링 필요 지점

경도(longitude)	위도	선정 사유	지점 또는 범위
128.349524°E	35.318161°N	넓은 웅덩이가 형성되어 있고 수초가 발달해 어류의 산란장 및 보육장으로 활용됨	
128.347055°E	35.326375°N	질낚늪 어류 다양성이 높은 지점이자 어류의 주요 이동통로. 최근 농업용수 확보를 위해 수변부를 훼손하여 어류 이동에 영향이 있었을 것으로 사료됨	
128.350978°E	35.318522°N	질낚늪 유입부로 오수정화시설에서 배출되는 처리수로 인해 수질오염이 우려됨	

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

질날늪에서 조사된 어류는 대부분은 수초지대 웅덩이에서 확인되었으며, 어류의 서식에 있어 수초는 서식과 산란 및 자치어 보육을 위한 중요한 환경요인이므로 질날늪의 어류 생물다양성 증진을 위하여 수질관리와 함께 수초가 인위적으로 제거되지 않도록 보호할 필요가 있다.

질날늪 유입부에는 범수 문화마을 오수처리시설이 존재하며 이곳을 통해 정화된 물(처리수; 악취 발생)이 질날늪으로 곧바로 유입되고 있어 질날늪의 수질이 오염될 수 있으므로 정기적인 수질검사가 요구된다. 또한 질날늪 내부에는 다양한 종류의 농약병과 플라스틱병 및 기타 생활쓰레기(스티로폼 등)가 다량 퇴적되어 있어 질날늪 생태계 보호를 위한 정기적인 정화 활동이 필요할 것으로 판단된다.



오수정화시설 배출수



질날늪 내부 플라스틱류 쓰레기



질날늪 내부 농약병



질날늪 내부 쓰레기

그림 7. 함안 질날늪 오염원

참고문헌

- 김익수, 박종영. 2002. 한국의 민물고기. 교학사. 465pp.
- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 한국어류대도감. 교학사. 615pp.
- 채병수, 송호복, 박종영. 야외원색도감 한국의 민물고기. LG상록재단. 355pp.
- Cummins, K.W. 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special on lotic waters. Amer. Midl. Natl., 67: 477~504.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Sys., 3: 36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationships among functional properties of Californian grassland. Nature, 216: 168-169.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. John Wiley and Sons, Hoboken, 601pp.
- Pielou E.C. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. Amer. Nat., 100: 463-465.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. Wiley, New York. 165pp.

부록(사진자료)



조사지역 1의 전경



조사지역 1의 전경



조사지역 2의 전경



조사지역 2의 전경



조사지역 3의 전경



조사지역 3의 전경



붕어



잉어



큰납지리



참붕어



꾸리



치리



미꾸리



메기



동자개



송사리



블루길



좁구굴치

부록(종목록)

분류군 명	조사지점 1			조사지점 2			조사지점 3			합계	비고
	1차	2차	3차	1차	2차	3차	1차	2차	3차		
Order Cypriniformes, 잉어목											
Family Cyprinidae, 잉어과											
Carassius auratus (Linnaeus, 1758) 붕어	90	57	28	9	43	12	54	23	13	329	
Cyprinus carpio Linnaeus, 1758 잉어					2	2	1	10		15	
Acheilognathus macropterus (Bleeker, 1871) 큰납지리		1	16			2				19	
Pseudorasbora parva (Temminck and Schlegel, 1846) 참붕어	145	29	48	63	9	17	94	8	12	425	
Opsariichthys uncirostris amurensis Berg, 1932 꼬리							1			1	
Hemiculter eigenmanni (Jordan and Metz, 1913) 치리		1					3			4	
Family Cobitidae, 미꾸리과											
Misgurnus anguillicaudatus (Cantor, 1842) 미꾸리	7			6	2	3	7	3	6	34	
Order Siluriformes, 메기목											
Family Siluridae, 메기과											
Silurus asotus Linnaeus, 1758 메기							1			1	
Family Bagridae, 동자개과											
Pseudobagrus fulvidraco (Richardson, 1846) 동자개				2		1	5		1	9	
Order Beloniformes, 동갈치목											
Family Adrianichthyidae, 송사리과											
Oryzias latipes (Temminck and Schlegel, 1846) 송사리	270	170	173	4	17	13	8	47	17	719	
Order Perciformes, 농어목											
Family Centrarchidae, 검정우럭과											
Lepomis macrochirus Rafinesque, 1819 블루길	2					1				3	외,교
Family Odontobutidae, 동사리과											
Micropercops swinhonis (Günther, 1873) 줍구굴치		37	29		28	9	1	14	4	122	
총 종수	5	6	5	5	6	9	10	6	6	12	
총 개채수	514	295	294	84	101	60	175	105	53	1,681	



육상곤충

VII. 육상곤충

최득수 · 이용봉
(주)검역기술연구원

요 약

본 조사는 생태우수습지로 지정된 질날늪을 대상으로 생태적 우수성과 생태계 취약성 등 현황 및 보전가치에 근거한 습지보호지역 지정 가능성 분석에 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다. 육상곤충을 대상으로 2024년 5월부터 9월까지 총 3회에 걸쳐 계절별로 현지조사를 수행한 결과 질날늪에서 육상곤충은 13목 80과 181종이 확인되었다. 천연기념물(곤충) 및 멸종위기 야생동물(곤충) I 급, II 급의 법정보호종 및 적색목록종은 현지조사 결과 확인되지 않았으나, 한국고유생물종(국립생물자원관, 2014)은 2종(서울병대벌레, 등점목가는병대벌레), 국외반출승인대상생물(환경부, 2019)은 호박벌, 빌로오도재니등에, 긴알락꽃하늘소 등 17종, 생태계교란 생물(환경부, 2023)은 미국선녀벌레, 갈색날개매미충 2종이 확인되었다. 선행연구결과와 본 조사결과를 합하여 질날늪의 육상곤충상은 15목 114과 332종으로 파악되었다. 현지조사의 목별 다양성은 노린재목이 16과 43종(23.8%)으로 우점군, 딱정벌레목과 파리목이 각각 18과 34종(18.8%), 13과 34종(18.8%)으로 아우점군으로 나타났으며, 나비목(11과 30종, 16.6%), 벌목(7과 19종, 10.5%), 잠자리목(6과 12종, 6.6%), 날도래목(3과 3종, 1.7%), 사마귀목, 풀잠자리목, 집게벌레목, 하루살이목, 뱀잠자리목, 강도래목이 각각 1과 1종, 0.6%로 뒤를 이었다.

1. 서 론

질날늪은 경상남도 함안군 범수면 우거리와 대송리 일원에 위치하며, 남북으로 길게 뻗은 장축형태로 173,064㎡에 달하며, 남강으로 유입하는 질날천의 중·하류에 위치한 배후습지로 멸종위기 야생생물과 천연기념물의 동·식물의 서식지로 보존가치가 높아 이를 인정받아 2020년 5월 15일 경상남도 내에서 두 번째로 ‘도 대표 우수습지’로 지정되었다. 질날늪은 일찍부터 생태적 중요성이 강조되어 지금까지 3회에 걸쳐 육상곤충상에 대한 조사가 수행되어 왔다(이와 김, 2001; 김 등, 2006; 김과 서, 2014).

본 조사는 생태우수습지를 대상으로, 생태적 우수성과 생태계 취약성 등 현황 및 보존가치에 근거한 습지보호지역 지정 가능성 분석에 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

질날늪은 경상남도 함안군 범수면 우거리와 대송리 일원에 위치한 배후습지로 비교적 작은 규모이나 조사의 편의성 및 지점별 정확한 서식종 현황 분석을 위하여 해당 지역을 2개의 구간으로 나누어 실시하였다. 구간 1은 질날늪 북측으로 대송리 일원이며, 구간 2는 남동측으로 우거리 일원이다(그림 1).



그림 1. 현지조사 지점

나. 조사시기

본 조사는 계절별로 발생하는 곤충의 경향성과 다양성을 파악하기 위해 2024년 5월부터 9월까지 3회에 걸쳐 현장조사를 실시하였다. 야간조사는 여름 조사(6월)에 구간 1 지점에서 실시하였다(표 1).

표 1. 조사일정 및 주요 조사 내용

조사일자	주요 조사내용
2024.05.07.~05.08.	구간 1, 2 지역 주간조사
2024.06.17.~06.19.	구간 1, 2 지역 주간조사; 구간 1 지역 야간조사(06.17.)
2024.09.19.~09.21	구간 1, 2 지역 주간조사

다. 조사방법

1) 주간조사

현장조사 방법은 내륙습지 조사지침('20.)에 따라 각 조사 구간마다 생물서식환경의 이질성과 현지조사 시기에 출현 예상되는 분류군 생태를 고려하여 하천변의 다양한 서식지 유형이 포함되도록 설정했으며, 주요 종에 대한 현장사진 및 출현지의 위치 정보를 기록하였다. 현장조사 방법은 본 조사의 목적과 각 분류군의 생태적 특성을 고려하여 실시하였으며, 주로 포충망을 이용한 쓸어잡기법(sweeping)과 채어잡기법(brandishing), 함정트랩(bait trap), 흡충관을 이용한 직접잡기 등의 다양한 채집법을 사용하였으며, 최대한 종 다양성 확보를 위해 육안관찰 기록을 포함시켰다. 함정트랩은 당밀과 식초, 알콜을 이용하여 제작하였으며, 각 조사 구간별 2개씩 설치하여 이틀 뒤에 수거하였다(그림 2). 채집된 곤충은 연구실에 가져와서 건조표본으로 제작하였으며, 함정트랩에서 수거된 곤충은 80% 에탄올(EtOH)로 액침표본을 제작하여 해부현미경하에서 동정 작업을 수행하였다.



그림 2. 구간 1 및 구간 2 일대의 경관

2) 야간조사

야간 활동성 곤충류 현지조사는 유인등을 이용한 라이트트랩법(light trap)을 활용했는데, 광원은 250W 수은등 1개와 20W 블랙라이트 2개를 사용하였다. 조사에 사용된 스크린은 텐트형태의 백색 천이며, 평평하게 바닥과 수직으로 설치하여 일몰 직전부터 4시간 동안 실시하였다.



그림 3. 유인등을 이용한 야간조사

3. 연구 결과

가. 출현종 현황

본 조사 지역과 관련된 문헌조사 기록으로는 2001년 전국내륙습지 자연환경조사의 일환으로 실시한 연구(이와 김, 2001), 낙동강유역환경청에서 시행한 호수의 생물상(질날벌·번개늪) 조사(김 등, 2006), 2014년 전국내륙습지 정밀조사(김과 서, 2014)가 있다. 당시 조사에서는 각각 10목 37과 60종(2001), 10목 43과 95종(2006), 11목 71과 177종이 기록되어 본 조사 이전

까지 11목 73과 203종이 기록되어 있다.

본 조사 대상 생태우수습지인 질날늪 일대의 육상곤충 다양성을 파악하기 위해 2024년 5월부터 9월까지 계절별로 현지조사를 실시한 결과, 총 13목 80과 181종이 확인되었다. 과거 문헌조사 결과와 종합하면 질날늪의 육상곤충상은 15목 114과 332종으로 파악되었다(표 2).

표 2. 함안 질날늪의 육상곤충 종다양성 현황

목명	전체(현지+문헌)			현지 조사(2024)			비고		
	과수	종수	R.D	과수	종수	R.D	문헌 조사종	공통 종	추가 종
Blattodea 바퀴목	1	1	0.3				1	0	0
Coleoptera 딱정벌레목	24	77	23.2	18	34	18.8	53	11	23
Dermaptera 집게벌레목	1	1	0.3	1	1	0.6	0	0	1
Diptera 파리목	18	50	15.1	13	34	18.8	24	8	26
Ephemeroptera 하루살이목	1	1	0.3	1	1	0.6	0	0	1
Hemiptera 노린재목	25	70	21.1	16	43	23.8	45	18	25
Hymenoptera 벌목	9	33	9.9	7	19	10.5	21	7	12
Lepidoptera 나비목	14	51	15.4	11	30	16.6	23	2	28
Mantodea 사마귀목	1	3	0.9	1	1	0.6	3	1	0
Megaloptera 뱀잠자리목	1	1	0.3	1	1	0.6	0	0	1
Neuroptera 풀잠자리목	3	3	0.9	1	1	0.6	2	0	1
Odonata 잠자리목	7	21	6.3	6	12	6.6	14	5	7
Orthoptera 메뚜기목	5	16	4.8				16	0	0
Plecoptera 강도래목	1	1	0.3	1	1	0.6	0	0	1
Trichoptera 날도래목	3	3	0.9	3	3	1.7	0	0	3
15목	114	332	100	80	181	100	202	52	129

* R.D. 상대적우점도

문헌조사 및 현지조사에서 확인된 332종의 목별 다양성을 살펴보면 딱정벌레목(Coleoptera)이 24과 77종(23.2%)으로 우점군을 차지하였고, 노린재목(Hemiptera)이 25과 70종(21.1%)로 아우점군으로 나타났으며, 그 외 나비목(Lepidoptera)이 14과 51종(15.4%), 파리목(Diptera) 18과 50종(15.1%), 벌목(Hymenoptera) 9과 33종(9.9%), 잠자리목(Odonata) 7과 21종(6.3%), 메뚜기목(Orthoptera) 5과 16종(4.8%), 날도래목(Trichoptera)과 풀잠자리목

(Neuroptera)가 각각 3과 3종(0.9%), 사마귀목(Mantodea) 1과 3종(0.9%), 바퀴목(Blattodea), 집게벌레목(Dermaptera), 하루살이목(Ephemeroptera), 뱀잠자리목(Megaloptera), 강도래목(Plecoptera)이 각각 1과 1종(0.3%)이 뒤를 이었다.

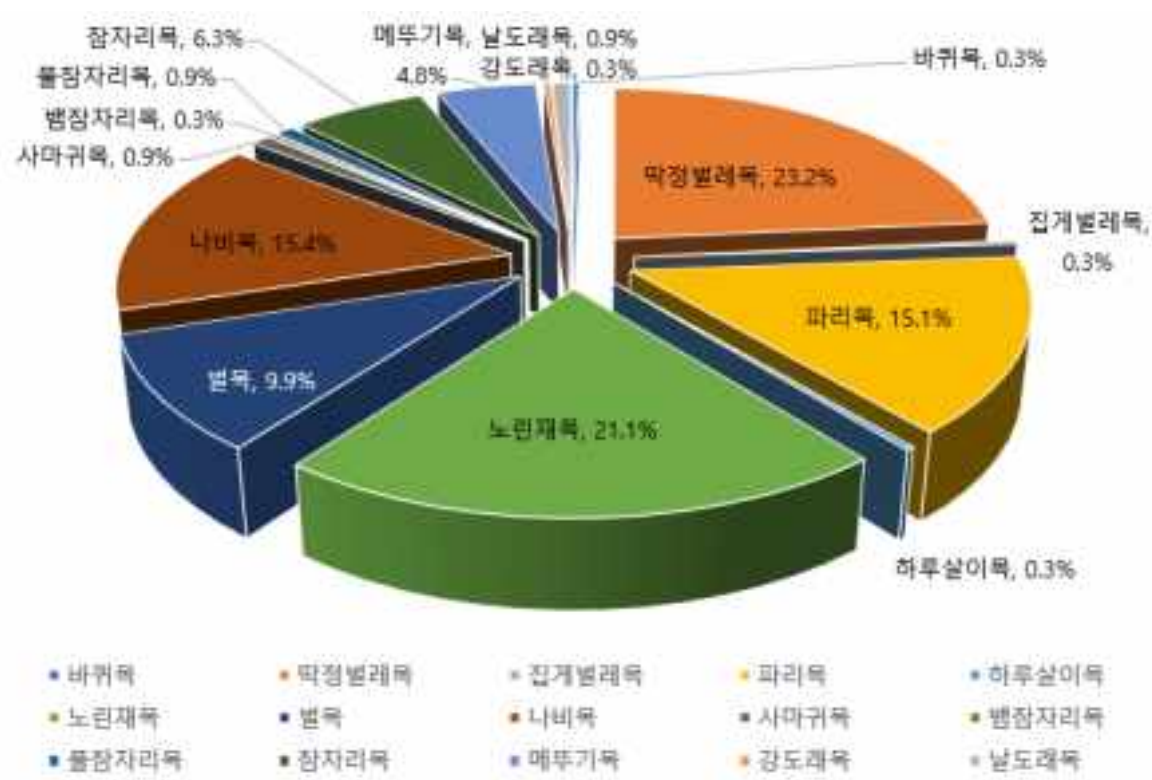


그림 4. 함안 질날늪의 육상곤충 목별 다양성(문헌+현지조사)

현지조사의 목별 다양성은 노린재목이 16과 43종(23.8%)으로 우점군, 딱정벌레목과 파리목이 각각 18과 34종(18.8%), 13과 34종(18.8%)으로 아우점군으로 나타났으며, 나비목(11과 30종, 16.6%), 벌목(7과 19종, 10.5%), 잠자리목(6과 12종, 6.6%), 날도래목(3과 3종, 1.7%), 사마귀목, 풀잠자리목, 집게벌레목, 하루살이목, 뱀잠자리목, 강도래목이 각각 1과 1종, 0.6%로 뒤를 이었다.

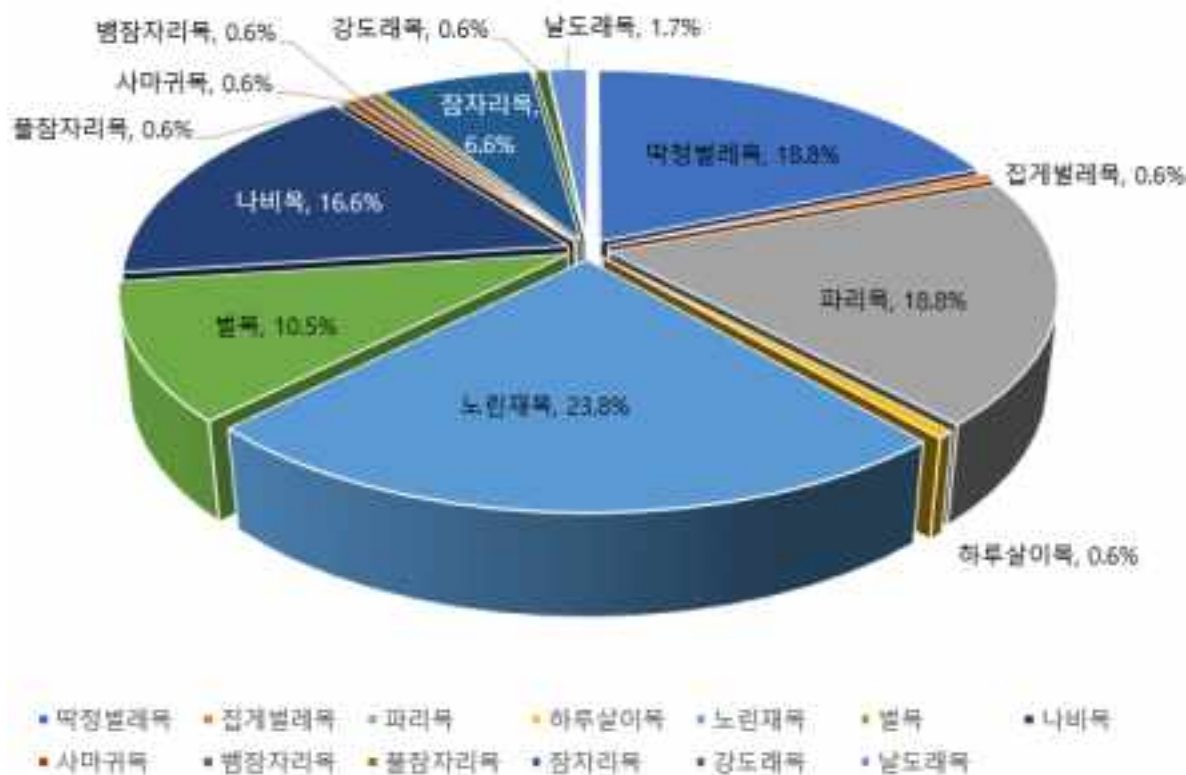


그림 5. 함안 질날늪의 육상곤충 목별 다양성(현지조사)

현지조사의 우점군들인 노린재목, 딱정벌레목, 파리목에서 과(family, 科) 수준의 다양성을 살펴보면, 43종이 확인된 노린재목에서는 노린재과 (Pentatomidae)가 10종으로 우점군이었으며, 허리노린재과 6종, 긴노린재과 5종, 매미충과 4종 순으로 관찰되었다. 34종이 확인된 딱정벌레목은 잎벌레과(Chrysomelidae)가 7종으로 우점군이었으며, 무당벌레과 4종, 풍뎅이과, 하늘소과가 각각 3종 순으로 나타났다. 34종이 확인된 파리목은 꽃등에과(Syrphidae)가 17종으로 우점군이었으며, 기생파리과 3종, 등애등에과, 등애과, 파리매과가 각각 2종 순으로 확인되었다.

나. 멸종위기 야생생물 및 주요종 서식 현황

천연기념물(곤충) 및 멸종위기 야생동물(곤충) I 급, II 급의 법정보호종 및 적색목록종은 현지조사 결과 확인되지 않았으나, 한국고유생물종(국립생물자원관, 2014)은 2종(서울병대벌레, 등점목가는병대벌레), 국외반출승인대상생물(환경부, 2019)은 호박벌, 빌로오도재니등애, 긴알락꽃하늘소 등 17종, 생태계교란 생물(환경부, 2023)은 미국선녀벌레, 갈색날개매미충 2종이 확인되었다(표 3).

표 3. 함안 질날늪의 육상곤충 목별 다양성(현지조사)

구분		증명
멸종위기종	I 급	-
	II 급	-
기후변화지표종		-
고유종(2종)		서울병대벌레, 등점목가는병대벌레
국외반출 승인대상종(17종)		서울병대벌레, 등점목가는병대벌레, 황호리병잎벌, 호박벌, 풀색노린재, 청색하늘소붙이, 진강도래, 어리호박벌, 야노뽕죽벌, 애매미, 쇠측범잠자리, 빌로오도재니등에, 보날개풀잠자리, 물결넓적꽃등에, 두눈박이쌍살벌, 넓적사슴벌레, 긴알락꽃하늘소
생태계교란생물(2종)		미국선녀벌레, 갈색날개매미충

다. 기타

조사기간 동안 채집된 곤충류의 조사지점별 우점종과 우점도를 분석한 결과, 9월 구간 2에서 가장 높은 우점도지수(0.357)을 나타냈다.

조사지점별 군집지수들을 살펴보면 군집의 복잡성을 나타내는 종다양성 지수(Biodiversity Index, H')는 구간 1 6월(4.266), 구간 1 9월(3.726), 구간 2 6월(3.360), 구간 1 5월(3.343) 순으로 높게 조사되었으며, 가장 낮은 지점은 구간 2 9월 2.107로 나타났다. 또한 지수값이 높을수록 종 구성에 있어 균형을 이루고 환경상태가 양호함을 나타내는 종풍부도지수(RI)의 경우 종다양성지수가 가장 높았던 구간 1 6월이 16.282로 가장 높고, 구간 1 9월(10.821), 구간 1 5월(8.264) 순으로 높게 조사되었으며, 가장 낮은 지점은 구간 2 9월로 3.031로 나타났다. 종다양성지수와 종풍부도지수가 높게 나타난 구간 1의 6월은 다른 시기와 지점에 비해 곤충들의 활동성이 매우 양호한 것으로 생각된다. 군집 내 종조성의 균일한 정도를 나타내는 종균등도지수(ED)의 경우 구간 2 6월(0.978), 구간 2 5월(0.964), 9월(0.959)이 높고, 구간 1 9월(0.454), 6월(0.272)이 낮은 것으로 확인되었는데, 이는 각각 미국 흰불나방, 점박이초록파리 등 특정종이 해당 구간, 특정 시기에 상대적으로 많이 채집된 것이 원인으로 판단된다.

표 4. 조사지점별 우점종 및 군집분석 결과

조사 지점	조사 시기 (월)	우점종	아우점종	우점도 (DI)	다양도 (H')	균등도 (EI)	풍부도 (RI)
구간 1	5	꼬마꽃등에	노랑배수증다리 꽃등에	0.216	3.343	0.844	8.264
	6	점박이초록파리	일본멸구	0.108	4.266	0.272	16.282
	9	미국흰불나방	꼬마꽃등에 등	0.170	3.726	0.454	10.821
구간 2	5	애긴노린재	꼬마꽃등에	0.204	3.022	0.964	5.653
	6	호리꽃등에	알통다리꽃등에 등	0.111	3.360	0.978	7.521
	9	왜알락꽃벌	황호리병앞벌 등	0.357	2.107	0.959	3.031

4. 고찰

가. 출현종 특성과 육상곤충분야로서의 습지가치

일반적으로 곤충류의 서식지 특성 분석은 조사지역 내에 서식하는 종 다양성이 높고, 해당 서식지에서 생태적 역할이 분명하며 생태계에 미치는 영향이 큰 곤충류인 딱정벌레목, 나비목, 벌목, 파리목, 노린재목 등을 대상으로 실시한다. 산림 등 다양한 서식환경을 갖는 서식지에서 이들 분류군의 출현현황은 나비목 > 딱정벌레목 > 노린재목 > 파리목 > 벌목 > 메뚜기목·잠자리목 등으로 순으로 나타난다. 반면 초지나 하천 등의 서식지에서는 나비목 > 노린재목 > 딱정벌레목 > 메뚜기목·잠자리목 > 파리목 > 벌목으로 순으로 확인되는게 일반적이다.

본 현지조사를 통한 분류군별 조사결과는 노린재목(23.8%), 딱정벌레목과 파리목(각 18.8%), 나비목(16.6%), 벌목(10.5%), 잠자리목(6.6%) 순으로 확인되어 전형적인 하천의 종 다양성 양상과는 다소 상이한 결과를 보여주었다. 노린재목, 딱정벌레목, 파리목은 채어잡기와 쓸어잡기를 통하여 다양한 분류군을 확인할 수 있었으나, 나비목의 경우 야간 유인등 조사를 실시했음으로 예상보다 저조하게 출현하였다. 단기간의 조사결과를 원인을 분석하기에는 무리가 있지만, 올해 장기간에 걸친 폭염 및 폭우 등 기상조건이 일정 부분 영향을 끼쳤을 것으로 판단된다. 또한, 조사지 주변이 공장, 축사, 농경지 등으로 서식지 환경이 곤충이 서식하는 데 일부 부정적인 요인으로 작용했을 것으로 판단된다.

곤충의 경우 종류가 다양하고 특정 서식지에서 서식하는 종류가 많지 않아 출현종만으로 습지의 가치를 판단하기에는 무리가 있지만, 다른 지역에 비해 다소 부족한 분류군이 확인되었고, 수변부에서 주로 발견되는 종류들이 저조하게 관찰되는 점으로 보아 서식환경으로서의 가치를 판단하기 위해서는 보다 면밀한 조사가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

나. 습지보호지역 지정 가치

질날늪을 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치로서 천연기념물과 멸종위기종 등 동·식물 서식지로 보전가치가 높다는 점과 겨울철 수많은 철새가 찾아오는 주요 월동지 역할을 하므로 이에 따라 다양한 육상곤충이 서식하고 번식하는 역할을 수행하는 점을 들 수 있다. 이러한 곤충류는 다른 동물들에 먹이원 제공 등 안정적인 서식 환경 제공을 위해 필수적이므로 습지보호지역으로 지정하기 위한 가치가 있다.(표 5)

표 5. 함안 질날늪의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	천연기념물과 멸종위기종 등 동·식물 서식지로 보전가치가 높다는 점과 겨울철 수많은 철새가 찾아오는 주요 월동지 역할을 하므로 이에 따라 다양한 육상곤충이 서식하고 번식하는 서식처
멸종위기 야생생물	
경관 및 지형	
기능 및 역할	자연형 습지식물들과 국화과 식물들이 다양하게 분포하고 있어 육상곤충류의 서식 및 번식에 유리

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

본 현지조사를 통하여 미국선녀벌레, 갈색날개매미충 등 생태계교란 생물로 지정된 외래곤충들 발견되었다. 외래생물은 단어 자체에서 의미하듯 생물체 본연의 서식처에서 벗어나 타 지역 또는 타 국가로 이동하여 정착된 생명체를 의미하며, 침입성이 강한 외래생물의 경우 토착 생물과 생태계에 악영향을 미침으로써 생물다양성을 훼손한다는 문제가 있다. 다행히 현지조사에서 확인된 바로는 그 밀도가 낮아 추가적인 관리나 방제가 필요하지는 않은 것으로 판단되지만, 방제작업을 위하여 발생초기에 발견하는 것이 중요하므로 정기적인 예찰 등을 통하여 발생상황을 모니터링 할 필요가 있다.

참고문헌

- 국립생물자원관. 2014. 한반도 고유종 곤충 I, II, III
- 김인택·박정원·정선우. 2006. 호소의 생물상(질날벌·번개늪). 낙동강유역환경청
- 김중락·서성수. 2014. V. 육상곤충. 2014 전국내륙습지 정밀조사. 환경부 국립습지센터
- 이종욱·김기범. 2001. VII. 저서성대형무척추동물, 육상곤충. (2001) 전국내륙습지 자연환경조사: 질날늪·대평늪·석교천습지. 환경부.
- 환경부. 2019. 국외반출 승인대상 생물자원 지정고시(환경부고시 제2019-100호)
- 환경부. 2023. 생태계교란 생물 지정고시(환경부고시 제2023-228호, 시행 2023. 9. 25.)

부록(사진자료)



구간 1 지점 전경(5월)



구간 1 지점 전경(6월)



구간 1 지점 전경(9월)



구간 2 지점 전경(5월)



구간 2 지점 전경(6월)



구간 2 지점 전경(9월)



야간조사(유인등)



야간조사(유인등)



넓적사슴벌레



녹색박각시



가시꽃등에



말매미충



울도하늘소



이십팔점박이무당벌레



장수허리노린재



칠성무당벌레



남색초원하늘소



범동애등에

부록(종목록)

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
Order Plecoptera 강도래목									
Family Perlidae 강도래과									
<i>Oyamia nigribasis</i> 진강도래	1		1					○	
Order Lepidoptera 나비목									
Family Nymphalidae 네발나비과									
<i>Polygonia c-aureum</i> 네발나비	5		5	○	○	○			
<i>Ypthima multistriata</i> 물결나비						○			
<i>Neptis pryri</i> 별박이세줄나비	1		1						
<i>Libythea lepta</i> 뿔나비					○				
<i>Argyreus hyperbius</i> 암끝검은표범나비					○				
<i>Neptis sappho</i> 애기세줄나비					○	○			
<i>Ypthima argus</i> 애물결나비				○	○				
<i>Vanessa cardui</i> 작은멋쟁이나비					○				
<i>Kaniska canace</i> 청띠신선나비					○	○			
<i>Vanessa indica</i> 큰멋쟁이나비						○			
<i>Argynnis laodice</i> 흰줄표범나비					○				
Family Pyralidae 명나방과									
<i>Dioryctria sylvestrella</i> 큰술알락명나방	2		2						
<i>Termioptycha nigrescens</i> 흰무늬집명나방붙이	1		1						
Family Sphingidae 박각시과									
<i>Callambulyx tatarinovii</i> 녹색박각시	1		1						
<i>Clanis bilineata</i> 콩박각시	1		1						
Family Noctuidae 밤나방과									
<i>Niphonyx segregata</i> 엉겅퀴밤나방	1		1						
Family Lycaenidae 부전나비과									
<i>Cupido argiades</i> 암먹부전나비					○	○			
<i>Lycaena phlaeas</i> 작은주홍부전나비					○	○			
<i>Celastrina argiolus</i> 푸른부전나비						○			
Family Limacodidae 켤레나방과									
<i>Austrapoda dentata</i> 흰점켤레나방	1		1						
Family Geometridae 자나방과									
<i>Polymixia appositaria</i> 담혹가지나방	2		2						
Family Notodontidae 재주나방과									
<i>Phalerodonta bombycina</i> 덩불재주나방	1		1						
<i>Phalera assimilis</i> 참나무재주나방	1		1						
Family Erebidae 태극나방과									
<i>Barsine aberrans</i> 교차무늬주홍테불나방	2		2						
<i>Paragabara flavomacula</i> 꼬마보라수염나방	1		1						
<i>Polypogon tarsicrinata</i> 날개수염나방	1		1						
<i>Katha deplana</i> 노랑배불나방	1		1						
<i>Miltochrista calamina</i> 노랑불나방	1		1						
<i>Artaxa subflava</i> 독나방	2		2						
<i>Hyphantria cunea</i> 미국흰불나방	20		20						
<i>Pechipogo strigilata</i> 참나무수염나방	1		1						
<i>Cifuna locuples</i> 콩독나방	1		1						
<i>Chionarctia niveus</i> 흰제비불나방	2		2						
Family Pterophoridae 털날개나방과									
<i>Stenoptilodes taprobanes</i> 갈색털날개나방	2		2						

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
Family Hesperidae 팔랑나비과									
<i>Pamara guttata</i> 줄점팔랑나비						○			
Family Crambidae 풀명나방과									
<i>Patania chlorophanta</i> 몸노랑들명나방	1		1						
<i>Chilo suppressalis</i> 이화명나방	3		3						
<i>Chabula onychinalis</i> 점알락들명나방	2		2						
<i>Ostrinia furnacalis</i> 조명나방	3		3						
<i>Glyphodes quadrimaculalis</i> 큰각시들명나방	1		1						
<i>Ostrinia zaguliaevi</i> 큰섬들명나방	1		1						
<i>Herpetogramma luctuosalis</i> 포도들명나방	1		1						
Family Papilionidae 호랑나비과									
<i>Papilio macilentus</i> 긴꼬리제비나비					○				
<i>Papilio bianor</i> 제비나비					○	○			
<i>Papilio xuthus</i> 호랑나비	2		2		○	○			
Family Pieridae 흰나비과									
<i>Anthocharis scolymus</i> 갈고리흰나비						○			
<i>Eurema laeta</i> 극남노랑나비				○	○	○			
<i>Colias erate</i> 노랑나비					○	○			
<i>Pieris canidia</i> 대만흰나비					○				
<i>Pieris rapae</i> 배추흰나비					○	○			
<i>Pieris melete</i> 큰줄흰나비					○	○			
Order Trichoptera 날도래목									
Family Goeridae 가시날도래과									
<i>Goera japonica</i> 일본가시날도래	2		2						
Family Leptoceridae 나비날도래과									
<i>Mystacides azureus</i> 청나비날도래	3		3						
Family Hydropsychidae 줄날도래과									
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> 줄날도래	1		1						
Order Hemiptera 노린재목									
Family Aphrophoridae 거품벌레과									
<i>Atuphora stictica</i> 만주거품벌레					○	○			
<i>Obiphora intermedia</i> 흰띠거품벌레		2	2						
Family Scutelleridae 광대노린재과									
<i>Eurygaster testudinaria testudinaria</i> 도토리노린재				○	○				
Family Derbidae 긴날개멸구과									
<i>Dioscrobis politus</i> 주홍긴날개멸구	2		2						
Family Lygaeidae 긴노린재과									
<i>Pachygrontha antennata</i> 더듬이긴노린재		4	4	○	○	○			
<i>Tropidothorax cruciger</i> 십자무늬긴노린재	2	2	4						
<i>Nysius plebejus</i> 애긴노린재		5	5		○	○			
<i>Geocoris (Plocoris) varius</i> 큰떡부리긴노린재	3	1	4	○	○	○			
<i>Panaorus albomaculatus</i> 흰무늬긴노린재		1	1	○	○	○			
Family Fulgoridae 꽃매미과									
<i>Lycorma delicatula</i> 꽃매미						○			○
Family Aradidae 넓적노린재과									
<i>Aradus spinicollis</i> 뿔넓적노린재						○			
Family Pentatomidae 노린재과									
<i>Piezodorus hybneri</i> 가로줄노린재	3		3			○			
<i>Carbula putoni</i> 가시노린재	2		2			○			
<i>Eysarcoris aeneus</i> 가시점둥글노린재				○	○	○			
<i>Plautia stali</i> 갈색날개노린재	2		2						

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
<i>Menida violacea</i> 감보라노린재		1	1						
<i>Dalpada cinctipes</i> 다리무늬두흰점노린재						○			
<i>Aelia fieberi</i> 메추리노린재		2	2	○	○	○			
<i>Eurydema gebleri gebleri</i> 북쪽비단노린재	2		2	○	○	○			
<i>Dybowskyia reticulata</i> 빈대불이						○			
<i>Halyomorpha halyi</i> 썩덩나무노린재	2		2		○	○			
<i>Dolycoris baccarum</i> 알락수염노린재	3	1	4		○	○			
<i>Nezara antennata</i> 풀색노린재	1		1					○	
<i>Eurydema dominulus</i> 홍비단노린재		2	2						
<i>Graphosoma rubrolineatum</i> 홍줄노린재						○			
Family Cicadidae 매미과									
<i>Meimuna opalifera</i> 애매미	1		1					○	
Family Cicadellidae 매미충과									
<i>Idiocerus (Koreocerus) koreanus</i> 고려버들머리매미충	5		5						
<i>Bothrogonia ferruginea</i> 끝검은말매미충	3		3	○	○	○			
<i>Nephotettix cincticeps</i> 끝동매미충				○	○				
<i>Favintiga camphorae</i> 남쪽매미충						○			
<i>Cicadella viridis</i> 말매미충	3		3	○	○	○			
<i>Matsumurella (Matsumurella) curticauda</i> 버금그물눈매미충	2		2						
<i>Handianus (Usuiaronus) limbifer</i> 앞흰넓적매미충						○			
<i>Phlogotettix cyclops</i> 흑점박이매미충						○			
Family Delphacidae 멸구과									
<i>Stenocranus matsumurai</i> 일본멸구	10		10			○			
<i>Saccharosydne procerus</i> 풀멸구						○			
Family Tingidae 방패벌레과									
<i>Corythucha marmorata</i> 국화방패벌레	5		5						
<i>Uhlerites debilis</i> 참나무방패벌레	3		3						
Family Membracidae 뿔매미과									
<i>Bufragulus flavipes</i> 뿔매미					○	○			
Family Flatidae 선녀벌레과									
<i>Metcalfa pruinosa</i> 미국선녀벌레	2		2						○
Family Gerridae 소금쟁이과									
<i>Aquarius paludum paludum</i> 소금쟁이	2		2						
Family Berytidae 실노린재과									
<i>Yemma exilis</i> 실노린재					○	○			
Family Nabidae 켜기노린재과									
<i>Nabis steniferus</i> 긴날개켜기노린재						○			
Family Plataspididae 알노린재과									
<i>Coptosoma japonicum</i> 노랑무늬알노린재		1	1						
<i>Megacopta punctatissima</i> 무당알노린재	5		5						
<i>Coptosoma bifarium</i> 알노린재	1		1			○			
Family Issidae 알멸구과									
<i>Orthopagus lunulifer</i> 깃동상투벌레						○			
Family Rhopalidae 잡초노린재과									
<i>Rhopalus (Aeschyntelus) maculatus</i> 붉은잡초노린재				○	○	○			
<i>Rhopalus (Aeschyntelus) sapporensis</i> 삿포로잡초노린재		2	2						
<i>Stictopleurus minutus</i> 점흑다리잡초노린재				○	○	○			
<i>Stictopleurus crassicornis</i> 흑다리잡초노린재									
Family Miridae 장님노린재과									
<i>Apolygus limbatus</i> 무늬고리장님노린재						○			
<i>Adelphocoris suturalis</i> 변색장님노린재				○	○	○			

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
<i>Adelphocoris triannulatus</i> 설상무늬장님노린재		2	2	○	○	○			
<i>Adelphocoris lineolatus</i> 연리초장님노린재						○			
<i>Polymerus (Polymerus) pekinensis</i> 페킨장님노린재						○			
<i>Stenodema calcarata</i> 홍맥장님노린재	3		3						
Family Cercopidae 좀매미과									
<i>Eoscartopsis assimilis</i> 쥐머리거품벌레						○			
Family Reduviidae 침노린재과									
<i>Ectrychotes andreae</i> 우단침노린재						○			
Family Ricaniidae 큰날개매미충과									
<i>Ricania sublimata</i> 갈색날개매미충	2		2						○
Family Coreidae 허리노린재과									
<i>Acanthocoris sordidus</i> 파리허리노린재	3		3						
<i>Plinactus bicoloripes</i> 노랑배허리노린재	2		2						
<i>Homoeocerus (Tiponius) unipunctatus</i> 두점배허리노린재				○	○	○			
<i>Hygia (Colpura) lativentris</i> 떼허리노린재		3	3						
<i>Cletus trigonus</i> 버가시허리노린재					○	○			
<i>Cletus punctiger</i> 시골가시허리노린재	2	2	4						
<i>Cletus schmidtii</i> 우리가시허리노린재		1	1	○	○	○			
<i>Anoplocnemis dallasi</i> 장수허리노린재	1		1						
Family Alydidae 호리허리노린재과									
<i>Riptortus clavatus</i> 톱다리개미허리노린재	2		2	○	○	○			
<i>Leptocoris chinensis</i> 호리허리노린재	2		2						
Order Coleoptera 딱정벌레목									
Family Silvanidae 가는납작벌레과									
<i>Psammoeocus triguttatus</i> 모래가는납작벌레						○			
Family Cleridae 개미불이과									
<i>Trichodes sinae</i> 불개미불이	1		1						
Family Melolonthidae 검정풍뎡이과									
<i>Holotrichia parallela</i> 큰검정풍뎡이	2		2						
Family Cetoniidae 꽃무지과									
<i>Glycyphana fulvistermma</i> 검정꽃무지						○		○	
<i>Gametis jucunda</i> 풀색꽃무지	3		3	○	○	○			
<i>Lasiotrichius succinctus</i> 호랑꽃무지		2	2		○	○			
Family Mordellidae 꽃벼룩과									
<i>Mordella brachyura brachyura</i> 꽃벼룩	5		5		○	○			
<i>Mordella</i> sp.						○			
Family Carabidae 딱정벌레과									
<i>Pterostichus (Phaenoraphis) acuspinus</i> 가시길쭉먼지벌레						○			
<i>Colpodes (Metacolpodes) buehneri</i> 날개끝가시먼지벌레	1		1						
<i>Nebria (Paranebria) livida angulata</i> 노랑선두리먼지벌레					○	○			
<i>Harpalus (Zangoharpalus) tintulus luteicornoides</i> 대마머리먼지벌레						○			
<i>Pterostichus (Steropus) orientalis orientalis</i> 동양길쭉먼지벌레					○	○			
<i>Odacantha (Heliocasnonia) aegrota</i> 산목대장먼지벌레				○					
<i>Amara (Curtonotus) giganteus</i> 큰둥글먼지벌레						○			
Family Malachiidae 무늬의병벌레과									
<i>Malachius (Malachius) prolongatus</i> 노랑무늬의병벌레		2	2			○			
Family Coccinellidae 무당벌레과									
<i>Propylea japonica</i> 꼬마납생이무당벌레	10	6	16	○	○	○			
<i>Harmonia axyridis</i> 무당벌레	6	3	9	○	○	○			
<i>Henosepilachna vigintioctopunctata</i> 이십팔점박이무당벌레	15		15						
<i>Epilachna chinensis</i> 중국무당벌레				○					

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
<i>Coccinella (Coccinella) septempunctata</i> 칠성무당벌레	5	5	10	○	○	○			
Family Endomychidae 무당벌레붙이과									
<i>Ancylopus pictus asiaticus</i> 무당벌레붙이						○			
Family Hydrophilidae 물땡땡이과									
<i>Sternolophus rufipes</i> 애물땡땡이	2		2						
<i>Hydrochara affinis</i> 잔물땡땡이	2		2						
Family Psephenidae 물삿갓벌레과									
<i>Eubrianax ramicornis</i> 둥근물삿갓벌레	2		2						
Family Curculionidae 바구미과									
<i>Sternuchopsis (Mesalcidodes) trifidus</i> 배자바구미				○		○			
<i>Moreobaris deplanata</i> 뽕나무애바구미						○			
<i>Hyotanzo uenoi</i> 석산썩이바구미						○			
Family Elateridae 방아벌레과									
<i>Pectocera fortunei</i> 왕빛살방아벌레	2		2						
Family Cantharidae 병대벌레과									
<i>Hatchiana glochidiata</i> 등점목가는병대벌레		1	1				○	○	
<i>Cantharis (Cantharis) soeulensis</i> 서울병대벌레		2	2				○	○	
Family Buprestidae 비단벌레과									
<i>Ptosima chinensis</i> 노랑무늬비단벌레	1		1						
<i>Trachys minuta minuta</i> 버드나무줄비단벌레						○			
<i>Paracylindromorphus richteri</i> 통길쭉비단벌레						○			
Family Lucanidae 사슴벌레과									
<i>Dorcus titanus castanicolor</i> 넓적사슴벌레	2		2					○	
Family Dermestidae 수시령이과									
<i>Trogoderma granarium</i> 벌수시령이						○			
<i>Attagenus (Attagenus) unicolor japonicus</i> 애수시령이						○			
Family Chrysomelidae 잎벌레과									
<i>Aulacophora nigripennis nigripennis</i> 검정오이잎벌레	1	1	2						
<i>Basilepta fulvipes</i> 금록색잎벌레						○			
<i>Basilepta hirayamai</i> 노랑애꿈추잎벌레									
<i>Argopistes tsekooni</i> 깨알벼룩잎벌레					○				
<i>Phyllotreta rectilineata</i> 노랑등줄벼룩잎벌레					○				
<i>Dactylispa (Triplispa) angulosa</i> 노랑테가시잎벌레				○	○	○			
<i>Ophraella communis</i> 돼지풀잎벌레	3		3			○			
<i>Chaetocnema (Chaetocnema) ingenua</i> 두줄털다리벼룩잎벌레						○			
<i>Physosmaragdina nigrifrons</i> 밤나무잎벌레				○		○			
<i>Lema (Lema) concinnipennis</i> 배노랑긴가슴잎벌레						○			
<i>Chrysomela populi</i> 사시나무잎벌레						○		○	
<i>Gallerucida bifasciata</i> 상아잎벌레	1		1						
<i>Lema (Lema) cyanella</i> 썩갓잎벌레					○				
<i>Chrysolina (Anopachys) aurichalcea</i> 썩잎벌레	1	2	3			○			
<i>Crepidodera plutus</i> 알통다리잎벌레					○	○			
<i>Agelastica coerulea</i> 오리나무잎벌레						○			
<i>Aulacophora indica</i> 오이잎벌레	5		5			○			
<i>Galerucella (Galerucella) nipponensis</i> 일본잎벌레					○	○			
<i>Crioceris duodecimpunctata</i> 점박이잎벌레						○			
<i>Plagiosterna adamsii</i> 참금록색잎벌레						○			
<i>Monolepta quadriguttata</i> 크로바잎벌레	3		3						
<i>Thlaspidia biramosa biramosa</i> 큰남생이잎벌레	2		2						
<i>Sangariola multicocta</i>				○					
Family Apionidae 창주둥이바구미과									

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
<i>Squamapion megatoma</i> 중국창주동이바구미					○	○			
Family Rutelidae 풍뎡이과									
<i>Blitopertha orientalis</i> 등얼룩풍뎡이	3		3						
<i>Blitopertha pallidipennis</i> 연노랑풍뎡이						○			
<i>Adoretus tenuimaculatus</i> 주둥무늬차색풍뎡이	2		2			○			
<i>Anomala albopilosa</i> 청동풍뎡이	2		2						
<i>Mimela splendens</i> 풍뎡이						○		○	
Family Cerambycidae 하늘소과									
<i>Leptura annularis annularis</i> 긴알락꽃하늘소		1	1					○	
<i>Agapanthia (Eoptes) amurensis</i> 남색초원하늘소	6	2	8						
<i>Anastrangalia scotodes continentalis</i> 수검은산꽃하늘소						○			
<i>Psacotheta hilaris hilaris</i> 울도하늘소	2		2						
Family Oedemeridae 하늘소붙이과									
<i>Chrysanthia geniculata integricolis</i> 녹색하늘소붙이						○			
<i>Oedemera (Oedemera) lucidicollis lucidicollis</i> 알통다리하늘소붙이						○			
<i>Nacerdes (Xanthochroa) waterhousei</i> 청색하늘소붙이	1		1					○	
<i>Oedemera testaceithorax</i> 큰알통다리하늘소붙이					○	○			
<i>Oedemera (Oedemera) concolor</i> 흑청색하늘소붙이						○			
Family Pyrochroidae 홍날개과									
<i>Pseudopyrochroa rufula</i> 홍날개						○			
Family Lycidae 홍반디과									
<i>Lycostomus modestus</i> 홍반디		2	2						
Order Orthoptera 메뚜기목									
Family Gryllidae 귀뚜라미과									
<i>Oecanthus longicauda</i> 긴꼬리				○	○	○			
<i>Metioche japonica</i> 먹종다리						○			
<i>Loxoblemmus arietulus</i> 알락귀뚜라미				○		○			
Family Acrididae 메뚜기과									
<i>Stethophyma magister</i> 끝검은메뚜기						○			
<i>Shirakiacris shirakii</i> 등검은메뚜기					○	○			
<i>Acrida cinerea</i> 방아깨비						○		○	
<i>Mongolotettix japonicus</i> 삼사리				○					
<i>Oxya sinuosa</i> 우리벼메뚜기						○	○		
Family Tetrigidae 모메뚜기과									
<i>Criotettix japonicus</i> 가시모메뚜기					○	○			
<i>Tetrix japonica</i> 모메뚜기				○	○	○			
Family Pyrgomorphidae 섬서구메뚜기과									
<i>Atractomorpha lata</i> 섬서구메뚜기				○	○	○			
Family Tettigoniidae 여치과									
<i>Phaneroptera nigroantennata</i> 검은다리실베짚이					○	○			
<i>Phaneroptera falcata</i> 실베짚이						○			
<i>Conocephalus (Amurocephalus) chinensis</i> 싹새기				○	○	○			
<i>Gampsocleis sedakovii obscura</i> 여치					○	○	○	○	
<i>Chizuella bonneti</i> 잔날개여치					○				
Order Blattodea 바퀴목									
Family Ectobiidae 바퀴과									
<i>Blattella nipponica</i> 산바퀴						○			
Order Megaloptera 뱀잠자리목									
Family Corydalidae 뱀잠자리과									
<i>Protohermes xanthodes</i> 노란뱀잠자리	1		1						
Order Hymenoptera 벌목									

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
Family Megachilidae 가위벌과									
<i>Osmia cornifrons</i> 머리뿔가위벌						○			
<i>Coelioxys yanonis</i> 아노뿔족벌		1	1					○	
Family Formicidae 개미과									
<i>Formica japonica</i> 곰개미				○	○	○			
<i>Camponotus japonicus</i> 일본왕개미	2	2	4		○	○			
<i>Tetramorium tsushimae</i> 주름개미	5		5						
<i>Camponotus atrox</i> 한국홍가슴개미		2	2						
Family Apidae 꿀벌과									
<i>Eucera (Eucera) spurcatipes</i> 수염줄벌	3		3						
<i>Apis mellifera</i> 양봉꿀벌	6	4	10		○	○			
<i>Xylocopa appendiculata circumvolans</i> 어리호박벌	2		2		○	○		○	
<i>Nomada japonica</i> 왜알락꽃벌	2	3	5						
<i>Apis cerana</i> 재래꿀벌					○			○	
<i>Bombus (Bombus) ignitus</i> 호박벌		2	2	○	○	○		○	
Family Pompilidae 대모벌과									
<i>Lophopompilus samariensis</i> 왕무늬대모벌						○		○	
Family Argidae 등에잎벌과									
<i>Arge pagana pagana</i> 장미등에잎벌						○			
<i>Arge cyanocrocea</i> 청람등에잎벌						○			
Family Vespidae 말벌과									
<i>Polistes chinensis antennalis</i> 두눈박이쌍살벌	2		2					○	
<i>Vespula flaviceps flaviceps</i> 땅벌	1		1						
<i>Eumenes rubronotatus</i> 민호리병벌						○			
<i>Parapolybia varia</i> 뱀허물쌍살벌		2	2			○			
<i>Rygchium seullii</i> 벌참두줄감탕벌				○	○				
<i>Polistes mandarinus</i> 어리벌쌍살벌				○	○	○			
<i>Polistes rothneyi koreanus</i> 왕바다리	2		2						
<i>Vespa mandarinia</i> 장수말벌				○	○	○			
<i>Vespula koreensis koreensis</i> 참땅벌	2		2						
<i>Vespa simillima simillima</i> 털보말벌	1		1						
Family Ichneumonidae 맵시벌과									
<i>Pimpla luctuosa</i> 검정마디꼬리납작맵시벌						○			
<i>Tryphon (Stenocrotaphon) obtusator</i> 베끝마디검은뿔맵시벌						○			
<i>Xorides jezoensis</i> 예조꼬리납작맵시벌						○			
<i>Pimpla rufipes</i> 오렌지다리납작맵시벌						○			
<i>Metopius (Ceratopius) citratus citratus</i> 줄뿔맵시벌	1		1						
Family Scoliididae 배벌과									
<i>Scolia oculata</i> 황띠배벌	2		2			○			
Family Tenthredinidae 잎벌과									
<i>Athalia japonica</i> 왜무잎벌		3	3						
<i>Tenthredo mortivaga</i> 황호리병잎벌	3	2	5			○		○	
Order Mantodea 사마귀목									
Family Mantidae 사마귀과									
<i>Tenodera angustipennis</i> 사마귀					○	○		○	
<i>Tenodera sinensis</i> 왕사마귀					○	○			
<i>Statilia maculata</i> 좁사마귀	1		1	○					
Order Odonata 잠자리목									
Family Calopterygidae 물잠자리과									
<i>Atrocalopteryx atrata</i> 검은물잠자리	1		1						
<i>Calopteryx japonica</i> 물잠자리					○	○			

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
Family Platynemidae 방울실잠자리과									
<i>Platynemis phyllopoda</i> 방울실잠자리	2		2						
Family Coenagrionidae 실잠자리과									
<i>Ceragrion melanurum</i> 노란실잠자리	2	2	4			○			
<i>Paracercion hieroglyphicum</i> 등줄실잠자리				○	○	○			
<i>Ischnura elegans</i> 북방아시아실잠자리	1	1	2						
<i>Ischnura asiatica</i> 아시아실잠자리					○	○			
Family Aeshnidae 왕잠자리과									
<i>Anax parthenope julius</i> 왕잠자리	2		2						
Family Libellulidae 잠자리과									
<i>Crocothemis servilia mariannae</i> 고추잠자리				○	○	○			
<i>Sympetrum frequens</i> 고추좀잠자리				○	○	○			
<i>Sympetrum infuscatum</i> 갯동잠자리	1	2	3	○	○	○			
<i>Rhyothemis fuliginosa</i> 나비잠자리				○					
<i>Sympetrum pedemontanum elatum</i> 날개띠좀잠자리	1	2	3						
<i>Pantala flavescens</i> 된장잠자리	7		7						
<i>Sympetrum eroticum</i> 두점박이좀잠자리				○		○			
<i>Orthetrum albistylum</i> 밀잠자리	1		1	○	○	○			
<i>Lyriothemis pachygastra</i> 배치레잠자리	2		2			○			
<i>Orthetrum melania</i> 큰밀잠자리		2	2			○			
<i>Orthetrum lineostigma</i> 홀쭉밀잠자리						○		○	
Family Lestidae 청실잠자리과									
<i>Lestes japonicus</i> 좀청실잠자리				○				○	
Family Gomphidae 측범잠자리과									
<i>Davidius lunatus</i> 쇠측범잠자리	2		2					○	
Order Dermaptera 집게벌레목									
Family Forficulidae 집게벌레과									
<i>Timomenus komarowi</i> 고마로브집게벌레	4	1	5						
Order Diptera 파리목									
Family Tipulidae 각다귀과									
<i>Tipula (Yamatotipula) aino</i> 아이노각다귀				○	○				
<i>Tipula (Yamatotipula) nova</i> 애잠자리각다귀	2		2						
<i>Tipula (Pterelachisus) taikun</i> 줄각다귀						○			
<i>Nephrotoma virgata</i> 황각다귀				○	○	○			
Family Calliphoridae 검정파리과									
<i>Lucilia sericata</i> 구리금파리					○				
<i>Lucilia caesar</i> 금파리						○			
<i>Lucilia illustris</i> 연두금파리						○			
<i>Calliphora grahami</i> 털검정파리				○	○	○			
<i>Lucilia ampullacea</i> 푸른등금파리						○			
Family Tephritidae 과실파리과									
Tephritidae sp.						○			
Family Tachinidae 기생파리과									
<i>Tachina nupta</i> 등줄기생파리	2	1	3						
<i>Gymnosoma rotundata</i> 똥고기생파리	2		2			○			
<i>Cylindromyia agnieszkae</i> 아그네스표주박기생파리	2		2						
<i>Cylindromyia brassicaria</i> 표주박기생파리						○			
Family Sepsidae 꼭지파리과									
<i>Sepsis monostigma</i> 꼭지파리				○	○				
Family Syrphidae 꽃등에과									
<i>Tropidia rostrata</i> 가시꽃등에	5		5						

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
<i>Paragus haemorrhous</i> 고려꽃등에	2		2			○			
<i>Melanostoma mellinum</i> 광불이꽃등에	2	1	3	○	○	○			
<i>Sphaerophoria menthastris</i> 꼬마꽃등에	22	7	29			○			
<i>Eristalis tenax</i> 꽃등에	3		3						
<i>Mesembrius flaviceps</i> 노랑배수증다리꽃등에	10		10			○			
<i>Eristalis arbustorum</i> 덩굴꽃등에	3	1	4						
<i>Eristalinus viridis</i> 루리꽃등에	1		1						
<i>Eupeodes (Metasyrphus) nitens</i> 물결넓적꽃등에	1		1					○	
<i>Eristalis cerealis</i> 배짚은꽃등에	1		1			○			
<i>Eupeodes (Metasyrphus) corollae</i> 벌넙적꽃등에	3		3						
<i>Orhonevra karumaiensis</i> 벌불이꽃등에	1		1						
<i>Helophilus virgatus</i> 수증다리꽃등에	1		1						
<i>Syritta pipiens</i> 알통다리꽃등에	5	3	8						
<i>Eristalinus quinquestratus</i> 오줄루리꽃등에	1		1						
<i>Allograpta javana</i> 자바꽃등에	2		2						
<i>Episyrphus balteatus</i> 호리꽃등에	7	3	10	○	○	○			
Family Stratiomyidae 동애등에과									
<i>Plecticus tenebrifer</i> 동애등에	3		3	○	○	○			
<i>Odontomyia garatas</i> 범등애등에		2	2						
Family Sciomyzidae 들파리과									
<i>Sepedon aenescens</i> 뿔들파리	2		2						
Family Tabanidae 등애과									
<i>Haematopota pluvialis</i> 깨다시등애	2		2						
<i>Atylotus horvathi</i> 황등애불이	1		1						
Family Fanniidae 딸집파리과									
<i>Fannia kikowensis</i> 붉은종아리딸집파리						○			
Family Scathophagidae 똥파리과									
<i>Scathophaga stercoraria</i> 똥파리	1		1						
Family Dolichopodidae 장다리파리과									
<i>Condyllostylus nebulosus</i> 얼룩장다리파리	3		3						
<i>Dolichopus nitidus</i> 장다리파리						○			
Family Bombyliidae 재니등애과									
<i>Bombylius major</i> 빌로오도재니등애	1	2	3					○	
Family Muscidae 집파리과									
<i>Musca domestica</i> 집파리						○			
<i>Stomoxys calcitrans</i> 침집파리	3		3						
Family Rhiniidae 초록파리과									
<i>Stomorphina obsoleta</i> 점박이초록파리	15		15						
Family Drosophilidae 초파리과									
Drosophilidae sp.				○		○			
Family Bibionidae 털파리과									
<i>Bibio tenebrosus</i> 검털파리	2	1	3						
Family Asilidae 파리매과									
<i>Neoitamus angusticornis</i> 광대파리매	1		1						
<i>Laphria rufa</i> 빨간뒤영벌파리매		1	1						
<i>Promachus yesonicus</i> 파리매						○		○	
Order Neuroptera 풀잠자리목									
Family Osmylidae 보날개풀잠자리과									
<i>Lysmus harmandinus</i> 보날개풀잠자리	2		2					○	
Family Ascalaphidae 뿔잠자리과									
<i>Libelloides sibiricus sibiricus</i> 노랑뿔잠자리						○		○	

분류군 명	현지조사(지점)			문헌조사			보호종 및 특이종 현황		
	구간1	구간2	합계	2001	2006	2014	고유	반출	교란
Family Chrysopidae 풀잠자리과									
<i>Chrysopa intima</i> 풀잠자리				○	○	○			
Order Ephemeroptera 하루살이목									
Family Ephemeridae 하루살이과									
<i>Ephemera strigata</i> 무늬하루살이		1	1						

* 고유: 고유종, 반출: 국외반출승인대상종, 교란: 생태계교란 생물



VIII

조 류

VIII. 조류

박종현 · 김진희

((사)한국물새네트워크)

요 약

질남늪은 면적 168,532㎡로, 생태우수습지이자 2020년 경상남도 도 대표 우수습지로 지정된 습지이다. 본 조사는 질남늪 일대에 도래하는 조류상을 조사하고, 습지보호지역으로 지정하기 위한 질남늪의 가치 파악을 위해 수행되었다. 조사 결과, 질남늪에서는 총 10목 28과 54종 1,513개체가 확인되었다(관찰 개체수 합계). 법정보호종은 큰기러기, 큰고니, 새호리기 3종이 확인되었다. 질남늪 내부는 봄부터 가을까지 식생으로 인해 호수의 바닥 또는 수면이 잘 드러나지 않으나, 겨울철에는 지면이 드러나고 얕은 수심을 장기간 유지함으로써 이러한 환경을 선호하는 수면성오리류가 서식하기 적합한 환경이었다. 따라서, 큰기러기, 큰고니, 청둥오리 등이 우점하는 경향을 보였다. 또한, 봄부터 가을까지는 작은 참새목 조류들이 주변 산림과 습지를 함께 이용하는 것이 확인되기도 하였다.

습지 주변으로 공장, 비닐하우스 등이 다수 운영되고, 이모작을 하는 논이 많아 논 또는 습지를 이용하는 조류들이 서식할 수 있는 공간이 많지 않은 질남늪 주변의 환경과 본 조사결과를 종합해 볼 때, 질남늪은 겨울철 월동조류의 취식지로서 가치가 높은 것으로 판단된다. 그러나 본 지역은 도로와 인접해 사람의 접근이 쉬워 조류 서식을 방해할 우려가 있고, 조사 기간 동안 습지 내부에서 쓰레기가 빈번히 확인됨에 따라 이와 관련한 방안 마련이 필요하다. 아울러 식물의 천이에 따라 월동조류가 서식 가능한 면적 또한 변화할 수 있으므로 이 일대에 서식하는 동식물상에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다.

1. 서 론

경상남도 함안군 일대는 과거 늪지가 발달한 지역이었으나 대부분 늪지들이 사라지고 대평늪, 질날늪, 매곡늪 세 습지가 보전되고 있다. 이 중 질날늪은 산골짜기, 마을에서 흐르는 물로 유지되는 습지로 남강으로 유입하는 지류에 위치한다. 과거 질날늪에 대한 조류조사는 2014년 제3차 전국내륙습지 정밀조사(국립환경과학원, 2014), 전국내륙습지 모니터링(국립생태원, 2019)의 일환으로 수행된 바 있다. 2014년에는 47종 1,734개체, 2019년에는 27종 216개체가 확인되었다. 본 습지는 겨울철 많은 철새가 도래하고, 다양한 야생 동식물이 서식함에 따라 2020년에 도 대표 우수습지로 지정하여 관리하고 있다. 반면, 과거 늪지 개간으로 인해 질날늪을 제외한 주변의 대부분은 농경지로 이용되고, 습지 상류는 매립되어 공장부지로 이용되고 있다. 따라서 주변 지역의 환경 변화에 따라 질날늪 일대 또한 영향을 받을 수 있으므로 본 습지는 지속적인 관리와 모니터링이 필요한 지역이다. 본 조사는 2024년 내륙습지 정밀조사의 일환으로 생태우수습지 질날늪 일대를 이용하는 조류의 도래 양상을 파악하고, 서식환경에 대한 자료를 축적함으로써 과학적이고 체계적인 보호 관리방안을 마련에 목적이 있다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

질날늪은 행정구역상 경상남도 함안군 범수면 우거리, 대송리에 속한다. 습지는 남강으로 유입하는 지류의 중하류에 위치하며, 남에서 북으로 길게 뻗은 형태로 면적은 약 168,532m²이다. 서쪽의 일부는 석교천과 접하고, 동측은 해발 100m 내외의 구릉지와 경계를 이룬다. 습지 내부는 물억새, 갈대, 샷갯사초 등이 우점하고, 가장자리는 버드나무 군락이 우점하고 있다(그림 1).



그림 1. 조사 대상지역(함안 질날늪)

나. 조사시기

본 조사는 2024년 2월부터 10월까지 총 5회 조사를 수행하였다(표 1).

표 1. 2024년 함안 질날늪 조류 조사 일정

조사 차수	조사일	조사 대상
1차	2024. 02. 24~25.	겨울철 월동조류
2차	2024. 04. 04~05.	겨울철 월동조류, 봄철 이동성조류
3차	2024. 04. 05~11.	봄철 이동성조류, 번식조류
4차	2024. 08. 20~22.	여름철 번식조류
5차	2024. 10. 03~04.	가을철 이동성조류

다. 조사방법

1) 현장조사 방법

조류조사는 야생에서 관찰되는 모든 조류를 대상으로 하였다. 직접관찰 및 울음소리를 이용하여 종을 식별하고 확인된 종은 종명, 개체수 및 위치를 기록하였으며, 비행 및 이동하는 조류도 모두 조사 목록에 포함하였다.

현장조사는 조사구간별로 시속 약 2km 속도로 보행하며, 육안 및 쌍안경(Swarovski, 10×30)을 이용하여 관찰되는 조류 종을 확인하는 선조사법(Line census)을 이용하였다. 한편, 시야가 넓거나 많은 조류가 밀집되는 구간에서는 필드스코프(Swarovski ×20~60)와 쌍안경을 이용하여 분류 및 동정하는 정점조사법(Point count census)을 이용하였다. 조사된 분류체계는 환경부 국가생물종목록(2024)를 따랐으며, 동정이 어려운 종의 경우 조류도감(Brazil, 2009; 박, 2014; 이 등 2020)을 이용하여 종을 구분하였다.

2) 조류 종 표기 및 분석방법

각 종의 관찰된 조류 종은 도래유형에 따라 텃새(Res), 여름철새(SV), 겨울철새(WV), 나그네새(PM) 등으로 구분하였다. 생물학적 표본 추출법에 의한 생태 측정(Ecological measurement)은 우점도 지수(Index of Dominance species)와 종다양도 지수(Index of Species diversity)를 이용하였다. 조사한 결과를 종합하여 분석·비교하는데 사용한 공식들은 다음과 같다.

가) 우점도 지수(Dominance Index : D.I)

환경의 변화가 악화될수록 특정종의 우세가 나타나므로, 어떤 우점종이 군집 내에서 가지는 생태적인 비를 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지표로써 이용될 수 있다는 관점에서 도출된 지수이다(McNaughton, 1967).

$$DI = ni/N$$

DI : 우점도 지수, M : 총개체수, ni : 제 i 번째의 종의 개체수

나) 종다양도 지수(Biodiversity Index : H')

동물 군집의 종풍부도와 개체수의 상대적인 균형성을 의미하는 것으로 군집 내의 복잡성을 나타내는 수치로 Margalef(1958)의 정보이론(Information theory)에 의하여 유도된 Shannon & Weaver function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출한다.

$$H' = -\sum (ni/n) \ln(ni/N)$$

ni : 각종의 개체수, N : 총 개체수, Ln : 자연로그

다) 균등도 지수(Evenness Index : J')

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집 내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1966)의 식을 이용하여 산출한다.

$$J' = H' / \ln(S)$$

S : 관찰된 전체 종수, H' : 종다양도, $\ln$: 자연로그

라) 종풍부도 지수(Richness Index : eH')

종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것으로 전제로 하고 있다. 종풍부도 지수는 Margalef(1958)의 지수를 이용하여 산출한다.

$$eH' = (S-1)/\ln(N)$$

S : 관찰된 전체 종수, N : 총 개체수, $\ln$: 자연로그

3. 연구 결과

가. 조류 도래 현황

1) 관찰 종수 및 개체수

5회 조사 결과, 질날늪에서는 총 10목 28과 54종 2아종 1,513개체가 확인되었다. 1차 조사에서는 8목 19과 30종 1,030개체로 가장 많은 종수와 개체수가 확인되었다. 2차 조사에서는 6목 16과 21종 153개체가 확인되었으며, 3차 조사에서는 8목 19과 27종 110개체가 확인되었다. 4차 조사에서는 6목 14과 19종 104개체가 확인되었고, 5차 조사에서는 4목 12과 20종 116개체가 확인되었다(그림 2).

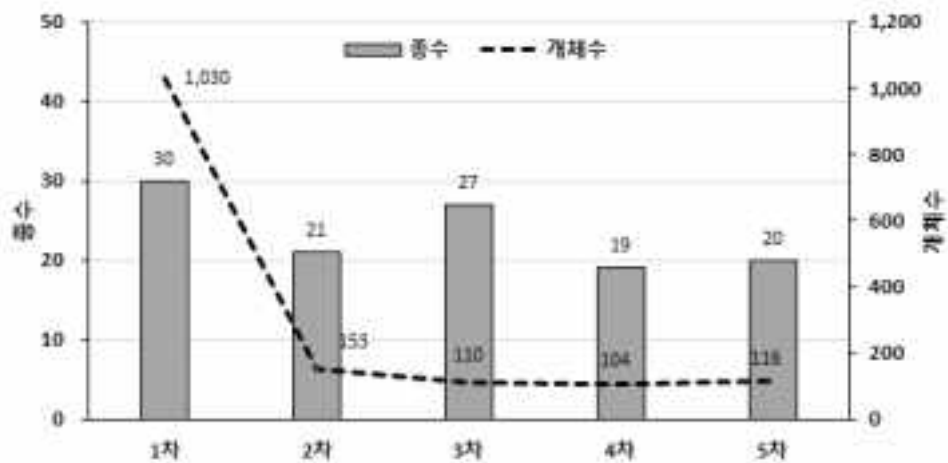


그림 2. 조사 시기별 관찰 종수 및 개체수

2) 우점종 현황

가) 전체 우점종 현황

전체 조사 기간 동안 큰기러기가 575개체로 최우점하였고, 차순으로는 붉은머리오목눈이가 133개체였다. 그 다음으로는 청둥오리 119개체, 참새 79개체, 멧비둘기 75개체였다.

나) 시기별 우점종 현황

1차 조사에서는 큰기러기가 575개체로 최우점하였고, 청둥오리가 112개체로 아우점하였다. 그 다음으로는 큰고니와 붉은머리오목눈이 51개체, 흰뺨검둥오리 39개체 순이었다.

2차 조사에서는 붉은머리오목눈이가 26개체로 최우점하였으며, 흰뺨검둥오리가 24개체로 아우점하였다. 그 다음으로는 참새 15개체, 직박구리 12개체, 찌르레기 11개체 순이었다.

3차 조사에서는 참새가 41개체로 최우점하였으며, 붉은머리오목눈이가 13개체로 아우점하였다. 차순으로는 오목눈이와 박새 8개체, 큰부리까마귀 4개체였다.

4차 조사에서는 참새가 23개체로 최우점하였고, 멧비둘기가 18개체로 아우점하였다. 차순으로는 직박구리 16개체, 물까치와 붉은머리오목눈이 10개체였다.

5차 조사에서는 붉은머리오목눈이가 33개체로 최우점하였고, 멧비둘기가 15개체로 아우점하였다. 차순으로는 되새 13개체, 물까치와 박새 8개체 순이었다(표 2).

표 2. 조사 시기별 우점종 현황

조사 차수	우점종(개체수)					
	1차	2차	3차	4차	5차	합계
1차	큰기러기 (575)	붉은머리오목 눈이(26)	참새 (41)	참새 (23)	붉은머리오목 눈이(33)	큰기러기 (575)
2차	청둥오리 (112)	흰뺨검둥오리 (24)	붉은머리오목 눈이(13)	멧비둘기 (18)	멧비둘기 (15)	붉은머리오목 눈이(133)
3차	큰고니 (51)	참새 (15)	오목눈이 (8)	직박구리 (16)	되새 (13)	청둥오리 (119)
4차	붉은머리오목 눈이(51)	직박구리 (12)	박새 (8)	물까치 (10)	물까치 (8)	참새 (79)
5차	흰뺨검둥오리 (39)	찌르레기 (11)	큰부리까마귀 (4)	붉은머리오목 눈이(10)	박새 (8)	멧비둘기 (75)

3) 서식 유형별 조류 도래 현황

가) 조류 서식 유형별 종수

전체 조사 기간 동안 조류 서식 유형별 종수를 살펴보면, 관찰된 54종의 조류 중 텃새가 20종, 여름철새 19종, 겨울철새 12종, 나그네새 3종이었다.

겨울철인 1차 조사에서 관찰된 30종 중, 텃새는 16종, 여름철새가 2종, 겨울철새가 12종이었다. 이른 봄철인 2차 조사에서 관찰된 21종 중, 텃새는 9종, 여름철새가 9종, 겨울철새가 3종이었다. 봄철 이동 시기이자 조류의 번식 시기인 3차 조사에서 관찰된 27종 중 텃새는 14종, 여름철새 12종, 나그네새 1종이었다. 여름철 번식 시기인 4차 조사에서 확인된 19종 중 텃새는 13종, 여름철새가 5종, 나그네새가 1종이었다. 가을철 이동 시기인 5차 조사에서 확인된 20종 중 텃새는 12종, 여름철새는 5종, 겨울철새는 1종, 나그네새는 2종이었다(표 3).

표 3. 조류 서식 유형별 종수 변화

구분	종수					
	1차	2차	3차	4차	5차	합계
텃새	16	9	14	13	12	20
여름철새	2	9	12	5	5	19
겨울철새	12	3	0	0	1	12
나그네새	0	0	1	1	2	3
합계	30	21	27	19	20	54

가) 조류 서식 유형별 개체수

전체 조사 기간 동안 조류 서식 유형별 개체수를 살펴보면, 아종을 포함한 1,513개체의 조류 중, 텃새는 531개체, 여름철새가 97개체, 겨울철새 877개체, 나그네새가 8개체였다.

1차 조사에서 관찰된 1,030개체 중, 텃새 163개체, 여름철새 24개체, 겨울철새는 843개체 확인되었다. 2차 조사에서 관찰된 153개체 중, 텃새는 101개체, 여름철새 31개체, 겨울철새는 21개체였다. 3차 조사에서 관찰된 110개체 중 텃새는 90개체, 여름철새 19개체, 나그네새 1개체 확인되었다. 4차 조사에서 관찰된 104개체 중 텃새는 92개체, 여름철새 11개체, 나그네새 1개체 확인되었다. 5차 조사에서 관찰된 116개체 중 텃새는 85개체, 여름철새 12개체, 겨울철새 13개체, 나그네새 6개체였다(표 4).

표 4. 조류 서식 유형별 개체수 변화

구분	개체수					
	1차	2차	3차	4차	5차	합계
텃새	163	101	90	92	85	531
여름철새	24	31	19	11	12	97
겨울철새	843	21	0	0	13	877
나그네새	0	0	1	1	6	8
합계	1,030	153	110	104	116	1,513

4) 군집지수

종다양도 지수는 2차 조사에서 2.65로 가장 높았으며, 1차 조사에서 1.82로 가장 낮았다. 종풍부도 지수는 3차 조사에서 5.53으로 가장 높았으며, 4차 조사에서 3.88로 가장 낮았다. 종 균등도지수는 2차 조사에서 0.87로 가장 높았으며, 1차 조사에서 0.54로 가장 낮았다. 우점도 지수는 1차 조사에서 0.67로 가장 높았으며, 2차 조사에서 0.33으로 가장 낮았다. 겨울철인 1차 조사에서 종다양도, 종균등도 지수는 가장 낮게 나타났으며, 우점도는 가장 높게 나타났는데, 이는 큰기러기, 청둥오리 등 일부 월동조류들의 비율이 높은 것이 원인으로 추정된다(그림 3).

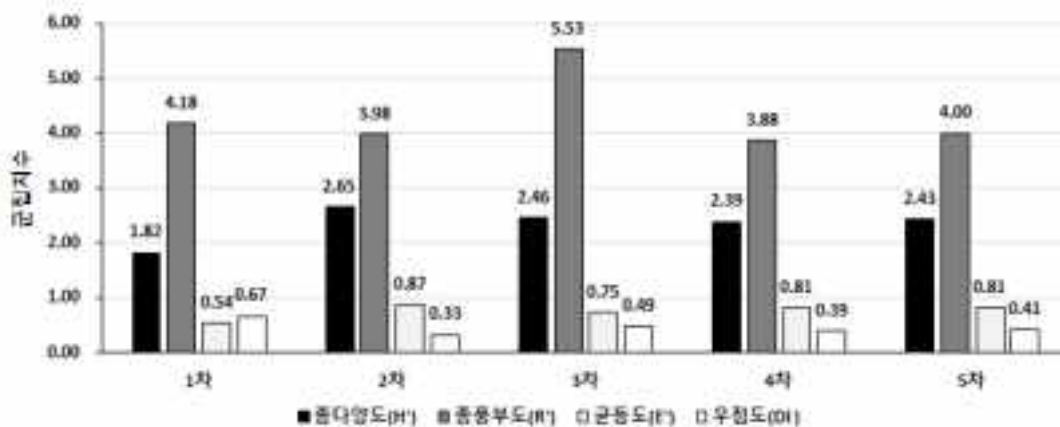


그림 3. 조사 시기별 조류 군집지수

나. 멸종위기 야생생물 현황

질남늪에서 멸종위기 야생생물 II 급은 큰기러기, 큰고니, 새호리기 3종이 확인되었으며, I 급으로 지정된 조류는 확인되지 않았다. 큰기러기는 1차 조사에서 575개체가 확인되었으며, 큰고니 또한 1차 조사에서 51개체가 확인되었다. 새호리기는 3차 조사에서 1개체가 확인되었다(표 5, 그림 4).

표 5. 함안 질남늪에서 확인된 법정보호종

종명	개체수	관찰 시기	구분
큰기러기(<i>Anser fabalis</i>)	575	1차	멸종위기 야생생물 II 급
큰고니(<i>Cygnus cygnus</i>)	51	1차	멸종위기 야생생물 II 급, 천연기념물
새호리기(<i>Falco subbuteo</i>)	1	3차	멸종위기 야생생물 II 급

가) 큰기러기

큰기러기는 겨울철 우리나라에 월동을 위해 도래하는 겨울철새로 농경지, 습지 일대에서 벼이삭, 잡초, 목초 등을 먹이원으로 이용한다(박, 2014). 현장 조사에서는 겨울철 575개체가 확인되었으며, 늪 중앙에서 수서 식물을 취식하거나 산림과 인접한 습지 가장자리에서 휴식을 취하였다. 일출 후 다른 지역에서 날아오는 개체들이 다수 관찰되어 본 지역을 야간에 잠자리로 이용하기보다는 낮 시간 동안에 취식 및 휴식지로 질날늪 일대를 이용하는 것으로 판단된다.

나) 큰고니

큰고니 또한 겨울철 우리나라에 월동을 위해 도래하는 조류로 호수나 습지 바닥의 풀뿌리와 줄기를 끊어먹거나, 질편한 갯벌, 습지에 부리를 파묻고 우렁이, 조개, 수초 등을 섭취한다. 현장 조사에서는 51개체가 확인되었으며, 대부분 개체들은 늪 중앙에서 먹이 활동을 하였다.

다) 새호리기

새호리기는 5월부터 도래해 10월까지 관찰되는 조류로 이 중 일부는 우리나라에서 번식한다. 농경지, 인가 주변 산림에 번식하며, 곤충과 소형 조류 등을 섭취한다. 본 조사에서는 5월인 3차 조사 시 산림 가장자리에서 휴식 중인 1개체가 관찰되었으며, 이후 확인되지 않았다. 이동 시기에 조사 지역 일대를 통과하는 개체가 확인되었을 가능성이 있으나 농경지, 인가, 낮은 산림 등 번식 가능한 환경이 관찰 장소 주변에 위치함에 따라 번식 개체일 가능성 또한 배제할 수 없다.



그림 4. 법정보호종 위치

나. 선행연구와의 비교

질날늪에 대한 선행연구는 2014년 전국내륙습지 정밀조사(국립환경과학원), 2019년 전국내륙습지 모니터링(국립생태원)의 일환으로 수행된 바 있다. 2014년에는 47종 1아종, 2019년에는 27종이 확인되었다. 멸종위기 야생생물은 2014년에 큰기러기, 붉은배새매 2종이 확인되었으며, 2019년에는 확인되지 않았다(표 6).

표 6. 함안 질날늪 조류 선행연구와 비교

학 명	국 명	2014	2019	본 조사	구분
<i>Anas crecca</i>	쇠오리	○	○	38	
<i>Anas falcata</i>	청머리오리			9	
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	○	○	119	
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	○	○	63	
<i>Anser albifrons</i>	쇠기러기	○			
<i>Anser fabalis</i>	큰기러기	○		575	II
<i>Cygnus cygnus</i>	큰고니			51	II
<i>Charadrius dubius</i>	꼬마물떼새		○		
<i>Vanellus vanellus</i>	댕기물떼새	○		2	
<i>Actitis hypoleucos</i>	갯작도요	○			
<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로	○	○	6	
<i>Ardea alba alba</i>	대백로			5	

학 명	국 명	2014	2019	본 조사	구분
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	○	○	13	
<i>Bubulcus ibis</i>	황로	○	○		
<i>Butorides striata</i>	검은댕기해오라기	○		1	
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	○			
<i>Egretta intermedia</i>	중백로			2	
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	○	○	75	
<i>Alcedo atthis</i>	물총새	○		2	
<i>Halcyon coromanda</i>	호반새			1	
<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새	○	○	2	
<i>Upupa epops</i>	후투티			1	
<i>Cuculus canorus</i>	빠꾸기	○	○	1	
<i>Cuculus micropterus</i>	검은등빠꾸기		○		
<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매	○			II
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	○		2	
<i>Falco subbuteo</i>	새호리기			1	II
<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	○			
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	○		5	
<i>Gallinula chloropus</i>	식물닭	○			
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	○	○	14	
<i>Corvus corone</i>	까마귀	○			
<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	○	○	12	
<i>Cyanopica cyanus</i>	물까치	○	○	39	
<i>Garrulus glandarius</i>	어치	○		2	
<i>Pica pica</i>	까치	○	○	11	
<i>Emberiza cioides</i>	멧새	○			
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	○		3	
<i>Emberiza rustica</i>	쑥새	○	○	9	
<i>Emberiza tristrami</i>	흰배멧새	○			
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	○		34	
<i>Hirundo rustica</i>	제비			4	
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	○		2	
<i>Lanius tigrinus</i>	철때까치			1	
<i>Anthus rubescens</i>	발종다리		○	29	
<i>Motacilla alba leucopsis</i>	알락할미새		○	7	
<i>Motacilla alba lugens</i>	백할미새			1	
<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새			3	
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	○	○	2	
<i>Saxicola torquatus</i>	검은딱새			1	
<i>Oriolus chinensis</i>	꼭꼬리	○	○	4	
<i>Parus major</i>	박새	○	○	29	
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	○		10	
<i>Passer montanus</i>	참새	○	○	79	
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	○	○	39	
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기		○	42	
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비		○	2	
<i>Phylloscopus borealis</i>	쇠솔새			3	
<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새			3	

학 명	국 명	2014	2019	본 조사	구분
<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새			4	
<i>Paradoxornis webbiana</i>	붉은머리오목눈이	○	○	133	
<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새	○			
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	○		2	
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	○		1	
<i>Turdus naumanni</i>	노랑지빠귀			1	
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	○		4	
<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리	○		1	
<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	○	○	5	
<i>Picus canus</i>	청딱다구리	○		3	
목수		11	8	10	
과수		27	19	28	
종수		47	27	54	

표:멸종위기 야생생물II급

4. 고찰

가. 출현종 특성과 조류분야로서의 습지가치

현지 조사에서 총 54종 합계 1,513개체가 확인되었는데 이 중 60% 이상인 30종 1,030개체가 1차 조사에 확인되었다. 생활 유형별로 살펴보면, 겨울철새가 843개체로 가장 많이 확인되었으며, 텃새 또한 643개체가 확인되었다. 그러나 텃새는 이동성이 크지 않은 조류로 현장 조사 시 같은 개체가 반복적으로 확인되었을 가능성이 있어 실제 서식 개체수는 이보다 적을 것으로 추정된다.

함안 질날늪은 특별한 물의 공급 없이 산골짜기 또는 마을에서 유입되는 물로 유지되는 습지이다. 이 지역은 봄부터 가을까지 습지 내부는 초본 식물들이 밀생하고 서식환경이 단순하여 오리류를 포함한 대부분 조류 종들이 본 지역을 주요 서식지로 이용하기는 어려운 환경이었다. 그러나 겨울철에는 지면이 드러나고 수면이 드러남에 따라 겨울철 월동하는 오리류가 취식지 및 휴식지로 이용하기 적합한 환경이었다. 따라서 겨울철에 수행된 1차 조사에는 큰기러기, 큰고니, 청둥오리 등 다양한 종이 습지 내부에서 확인되었으며, 관찰 개체수 또한 많은 것으로 판단된다. 또한, 질날늪은 주변에 공장, 비닐하우스 등이 다수 운영되고, 이모작을 하는 논이 많아 논 또는 습지를 이용하는 조류들이 서식할 수 있는 지역이 많지 않다. 질날늪 내부 환경과 주변 지역의 상황을 고려할 때, 질날늪은 겨울철 월동조류의 취식지로서 보호가 필요한 지역으로 판단된다. 봄부터 가을철인 2~4차 현장 조사에서 습지 경계부에 위치한 산림에 조류 서식 밀도가 높고, 다양한

조류들이 봄부터 가을철까지 습지와 주변 산림을 오고가며, 이 일대를 이용하는 것이 확인되기도 하였다. 따라서, 질날늪 일대는 주변 지역을 이용하는 소형참새목 조류들의 서식지 이용에도 영향을 미치는 것으로 판단된다.

나. 습지보호지역 지정 가치

함안군 일대는 비교적 높이가 낮은 구릉성 산지, 논이 폭넓게 분포하고 있으며, 남강이 흐르고 있다. 그러나 질날늪 주변으로 산업단지가 다수 위치하여, 직접적인 서식 면적 감소, 소음 등 방해가 지속적으로 이루어지고 있었다. 논인 경우에도 비닐하우스를 운영하거나 이모작을 시행하는 등 월동조류들이 취식지로 이용할 수 있는 농경지가 많지 않았다. 주변에 위치한 남강의 경우 하폭이 넓고, 큰기러기, 청둥오리, 흰뺨검둥오리 등 수면성 오리류가 휴식지로 이용할 수 있는 모래퇴적층이 발달하기는 하였으나 수심이 깊은 구간이 많아 강의 내부를 주요 취식지로 이용하기에는 어려움이 있다.

질날늪은 면적이 168,532m²로 넓은 면적의 습지로 볼 수는 없으나 겨울철 바닥이 드러나고 수심이 얕아 수면성오리류가 취식지로 이용하기 적합한 환경이었다. 도로가 인접해 있기는 하지만 사람의 접근도 거의 없는 지역으로 겨울철 월동조류들에게 안정적인 서식환경을 제공하고 있었다. 질날늪은 지리적인 특성상 많은 조류 종이 도래하는 지역으로 보기는 어렵다. 그러나 월동조류의 취식지가 많지 않은 질날늪 주변 지역의 환경, 습지의 환경적인 특성, 조류서식지로서의 가치를 고려할 때, 본 지역을 보호지역으로 지정하여 관리할 필요가 있다.

표 7. 함안 질날늪의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	겨울철 다양한 오리류들이 이 일대를 월동지로 이용하며, 많은 수의 큰기러기, 큰고니 등 법정보호종이 취식지로 이용하고 있었음. 봄부터 가을까지는 소형 참새목조류들이 산림과 습지를 함께 이용하는 것이 확인되었음.
멸종위기 야생생물	멸종위기 야생생물 II급 3종이 확인되었음. - 큰기러기, 큰고니: 겨울철 취식지이자 휴식지로 이용함. - 새호리기: 봄철 이동 시기에 관찰, 번식 가능성이 있음.
경관 및 지형	질날늪은 사람의 출입이 거의 없어 인간 활동에 의한 영향이 많지 않음. 겨울철에는 지면이 드러나거나 습지 수심이 얕아 다양한 월동조류들이 먹이터로 이용하기에 적합한 환경임.
기능 및 역할	습지 가장자리의 산림이 위치하고, 버드나무군락, 초본 식생 군락 등이 분포함에 따라 다양한 산림성 조류의 서식지로서 적합한 환경임. 특히, 겨울철에는 얕은 수심, 풍부한 먹이원으로 인해 수면성오리류(청둥오리, 흰뺨검둥오리, 큰기러기 등)의 취식지이자 휴식지로서의 가치가 높음.

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

가) 사람의 출입 제한

질날늪은 생태우수습지이자 도대표우수습지로 지정되어 관리 중인 습지로, 조사 기간 동안 사람의 출입이 직접 확인된 바 없고, 출입 흔적 또한 관찰되지 않았다. 그러나 도로가 인접해 있어 습지 내부로의 접근이 쉽게 이루어질 수 있는 지역으로 펜스, 안내문 등 사람의 출입을 제한할 수 있는 시설 설치가 필요하다.

나) 습지 내부 식생 모니터링

본 습지 중앙은 겨울철에는 식생이 적어 지면 또는 수면이 드러난다. 또한, 수심이 얕아 겨울철 수면성오리류가 취식지로 이용하기 적합한 환경으로 현장 조사에서도 이러한 조류들이 우점하는 경향을 보였다. 그러나 습지 내부에 겨울철에도 밀생하는 갈대 등 다년생식물군락이나 버드나무 군락의 면적이 크게 증가할 경우 겨울철 월동조류들이 서식할 수 있는 공간이 감소할 가능성이 있다. 따라서 추후 습지 내부의 식생 변화에 대한 장기적인 모니터링 계획 마련이 필요하다.

다) 오염원 제거

질날늪 남측으로는 농공단지, 산업단지, 마을 등이 위치하고, 해당 지역에서 물이 늪으로 유입이 되기도 한다. 습지 서측에는 축사가 위치함에 따라 수질 오염에 대한 우려가 있다. 습지 내부에서 취식 활동을 하는 겨울철 월동조류의 특성상 수질 오염은 이 일대를 이용하는 조류들에게 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 또한, 생활 쓰레기가 물이 유입되는 지역 주변에 투기 및 방치된 것을 조사 기간 동안에 빈번하게 확인하였다. 따라서 수질 오염에 대한 모니터링과 쓰레기 투기에 대한 감시가 필요하다.

참고문헌

- 국립환경과학원. 2014. 전국내륙습지모니터링_질날늪. 국립환경과학원 습지센터, 경상남도. 741pp.
- 국립생태원. 2019. 전국내륙습지모니터링_질날늪. 국립생태원 습지센터, 경상남도.
- 국립생태원. 2020. 내륙습지 조사지침. 국립생태원 습지센터, 경상남도. 241pp.
- 박종길. 2014. 야생조류 필드 가이드. 자연과생태, 서울. 680pp.
- 이우신, 구태희, 박진영. 2020. 한국의새. LG상록재단, 서울. 404pp.
- 환경부. 2024. 국가생물종목록. 환경부 국립생물자원관, 인천.
- Brazil, M. 2009. Birds of East Asia: China, Taiwan, Korea, Japan and Russia. Princeton University press, New Jersey. 528pp.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. Nature 216: 144-168.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. General Systems. 3: 36-71.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology. 13: 131-144.

부록(조류사진)



큰기러기



큰고니



흰뺨검둥오리



쪽새



노랑턱멧새



대백로



쇠오리



청둥오리



찌르레기



붉은머리오목눈이



왜가리



큰부리까마귀



중대백로



왜가리(유조)



까치



검은뎡기해오라기



새호리기



쇠딱다구리



평



참새

부록(전경사진)



질날늪 내부 전경(겨울철)



질날늪 남측 물이 유입되는 구간(겨울철)



질날늪 동측 경작지(겨울철)



질날늪 주변 이모작하는 경작지(겨울철)



질날늪 북측 수로(겨울철)



질날늪 동측 논(겨울철)



질날늪 전경(봄철)



질날늪 전경(가을철)

부록(종목록)

학 명	국 명	1차	2차	3차	4차	5차	합계	구분
<i>Anas crecca</i>	쇠오리	28	10				38	
<i>Anas falcata</i>	청머리오리	9					9	
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	112	7				119	
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	39	24				63	
<i>Anser fabalis</i>	큰기러기	575					575	II
<i>Cygnus cygnus</i>	큰고니	51					51	II
<i>Vanellus vanellus</i>	댕기물떼새	2					2	
<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로		2	2	2		6	
<i>Ardea alba alba</i>	대백로	2	3				5	
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	3	7	2		1	13	
<i>Butorides striata</i>	검은댕기해오라기					1	1	
<i>Egretta intermedia</i>	중백로				1	1	2	
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	37	3	2	18	15	75	
<i>Alcedo atthis</i>	물총새		1	1			2	
<i>Halcyon coromanda</i>	호반새			1			1	
<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새				2		2	
<i>Upupa epops</i>	후투티		1				1	
<i>Cuculus canorus</i>	빠꾸기			1			1	
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	2					2	
<i>Falco subbuteo</i>	새 호리기			1			1	II
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	2		1	2		5	
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	3		8	3		14	
<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	2		4	1	5	12	
<i>Cyanopica cyanus</i>	물까치	7	10	4	10	8	39	
<i>Garrulus glandarius</i>	어치					2	2	
<i>Pica pica</i>	까치	2		2	3	4	11	
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	3					3	
<i>Emberiza rustica</i>	쑥새	9					9	
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	21				13	34	
<i>Hirundo rustica</i>	제비		4				4	
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	1				1	2	
<i>Lanius tigrinus</i>	첩때까치				1		1	
<i>Anthus rubescens</i>	발종다리	29					29	
<i>Motacilla alba leucopsis</i>	알락할미새		3		3	1	7	
<i>Motacilla alba lugens</i>	백할미새	1					1	
<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새		1	2			3	
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	1		1			2	
<i>Saxicola torquatus</i>	검은딱새		1				1	
<i>Oriolus chinensis</i>	꼭꼬리			1	3		4	
<i>Parus major</i>	박새	5	6	8	2	8	29	
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	2	4		2	2	10	
<i>Passer montanus</i>	참새		15	41	23		79	
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	4	12	3	16	4	39	
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	21	11	2		8	42	
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비			2			2	

학 명	국 명	1차	2차	3차	4차	5차	합계	구분
<i>Phylloscopus borealis</i>	쇠솔새					3	3	
<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새			3			3	
<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새			1		3	4	
<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	51	26	13	10	33	133	
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	1	1				2	
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀			1			1	
<i>Turdus naumanni</i>	노랑지빠귀	1					1	
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	3		1			4	
<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리					1	1	
<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리		1	1	1	2	5	
<i>Picus canus</i>	청딱다구리	1		1	1		3	
목수		8	6	8	6	4	10	
과수		19	16	19	14	12	28	
종수		30	21	27	19	20	54	
개체수		1,030	153	110	104	116	1,513	
종다양도(H')		1.82	2.65	2.46	2.39	2.43	2.57	
종풍부도(R')		4.18	3.98	5.53	3.88	4.00	7.24	
균등도(E')		0.54	0.87	0.75	0.81	0.81	0.64	
우점도(DI)		0.67	0.33	0.49	0.39	0.41	0.47	

II : 멸종위기 야생생물II급



포유류

IX. 포유류

함의정 · 송승우

(백두지리생물연구소, 한국산양보호협회)

요 약

질날늪은 경상남도 함안군 범수면에 위치하는 질날천의 배후습지이자 지류 습지로서 2020년 ‘도 대표 우수습지’로 지정되었다. 본 조사는 질날늪에 서식하고 있는 포유동물의 분포 현황을 파악하고, 생태적 가치가 높은 질날늪의 생태계 보전을 위한 보전 대책 수립의 근거자료를 제시하기 위하여 시행되었다.

질날늪에서 확인된 포유류는 총 4목 8과 13종으로 멸종위기 야생생물은 수달(멸 I 급, 천)과 삵, 담비(멸 II 급) 3종이 확인되었다. 고라니와 너구리 등은 조사지역 전체에서 고루 서식이 확인되었으며, 육식동물의 먹이원이 될 수 있는 등줄쥐는 질날늪 내 초지대에서 포획되어 관찰되었다. 멸종위기종인 수달은 수계를 따라 서식 흔적이 관찰되었고, 질날늪 내부에 설치된 무인센서카메라에서 삵과 담비가 확인되었는데, 이는 질날늪이 산림과도 맞닿아 있어 산림과 수계 인근의 저지대를 선호하는 포유류에게 필요한 수원, 먹이원, 은신처(초지대)를 모두 제공하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 질날늪은 현재 최상위 포식자이면서 법정보호종인 수달, 삵, 담비가 서식하는 중요한 위치에 있음이 확인되었으므로 포유류에 있어서는 중요한 가치가 있는 지역으로 판단된다.

질날늪은 습지 내 자연환경이 잘 유지되고 있긴 하나, 인위적 간섭에 지속적으로 노출되어 있는 바, 이에 대한 적절한 관리가 요구된다. 야생동물 생존의 방해요인인 인간의 간섭이 배제될 경우 야생동물 서식지로서 기능을 잘 유지할 것으로 판단되므로, 사람의 간섭을 최소화할 수 있도록 지속적으로 철저히 관리하고, 방문객 및 지역주민을 대상으로 환경보전의식 고취를 위한 홍보, 경쟁종의 개체수 조절, 주변 농경지에 대한 적절한 관리 등이 필요할 것으로 판단된다.

1. 서 론

질날늪은 경상남도 함안군 범수면에 위치하며, 남북으로 길게 뻗은 장축 형태로 남강으로 유입되는 질날천의 중·하류에 위치한 배후습지이자 지류습지이고, 가시연꽃, 수달, 황조롱이 등 멸종위기 야생생물과 천연기념물의 서식지로 보존가치가 높아 2020년 5월 ‘도 대표 우수습지’로 지정되었다. 질날늪 주변의 농경지는 습지가 개간된 곳이며, 질날늪 수계 상류부는 대부분이 매립지역으로 공장 부지로 이용되고 있다.

습지에 서식하는 육상동물은 습지생태계에 있어서 중요한 역할을 하며, 소형포유류인 설치류, 잡식성인 너구리, 담비, 오소리, 초식동물인 고라니, 노루, 그리고 새와 같은 육식동물을 포함하고 있다. 이들의 먹이원은 풀, 씨앗, 곤충, 물고기, 개구리, 도마뱀, 그리고 작은 포유류와 물새까지 매우 다양하다. 때문에 습지는 건강한 생태를 유지하는데 꼭 필요한 장소라 할 수 있으며, 이런 습지에 서식하는 야생생물을 모니터링 하는 것은 야생의 생태계를 관리하고 보전하는데 중요하다. 특히 축적된 모니터링 데이터는 습지에 서식하는 야생동물을 평가하는데 유용하게 사용될 수 있다(Matthew J etc, 2013). 이에 따라 장기적인 모니터링을 통해 야생동물 개체군의 변동 및 서식지 환경변화를 파악하여 서식지 및 야생동물 개체군을 관리할 수 있는 체계를 구축하여야 한다.

질날늪은 생태우수습지로 지정된 이후 체계적인 보전·관리를 통한 생태적 구조, 기능 향상 및 생물다양성 증진, 습지의 현명한 이용 등을 위해 습지보호지역으로의 지정을 고려중인 지역이다.

본 조사는 질날늪이 생태적 가치가 높은 습지인지를 분석하기 위해 질날늪에 서식하고 있는 멸종위기 야생생물을 포함한 포유동물의 분포 현황을 파악하여 습지보호지역 지정을 위한 과학적 근거를 마련하기 위한 기초자료를 구축하고, 보전 대책 수립의 근거자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사시기

조사는 3월과 7월, 그리고 10월 총 3회 실시하였다. 조사기간 및 지역은 표 1과 같다.

표 1. 함안 질날늪 조사시기

조사차수	조사기간	지역	비고
1차	2024.03.31 - 04.01	질날늪	봄철
2차	2024.07.27 - 07.29		여름철
3차	2024.10.07 - 10.09		가을철

나. 조사방법

1) 문헌조사

『전국내륙습지 자연환경조사, 2001』 및 『전국내륙습지 정밀조사, 2014』와 비교하였다.

2) 현장조사

현장조사는 기본적으로 전국내륙습지 조사지침을 적용하였으며, 현장조사는 크게 흔적조사(직접관찰), 포획조사(소형설치류 : sherman live trap), 무인센서카메라조사 등 세 가지 방법으로 구분하여 실시하였다.

가) 흔적조사

중·대형포유류는 조사지역 내에 사람이 접근할 수 있는 지역을 중심으로 도보로 이동하면서 조사를 실시하였다.

대부분의 포유류는 사람의 눈에 잘 띄지 않아 직접 관찰이 쉽지 않으므로 흔적조사를 통해 배설물, 발자국, 은신처, 사체, 식이흔적, 영역표시 등을 동정하여 포유동물의 종 목록 및 분포 정보를 기록하였다. 관찰되는 발자국과 배설물 등은 현장에서 사진 촬영 후 길이와 폭, 보폭 등의 기초 측정을 실시하고, 그 후 해당 동물의 종을 동정하였다.

나) 포획조사(소형포유류)

야생 설치류와 같이 굴을 파서 살거나 야행성인 동물은 조사자가 직접 관찰하거나 포획하기 어렵기 때문에 생포트랩(Live trap - Sherman collapsible trap)을 이용하여 포획하였다.

설치장소는 관목이 무성한 곳, 장경초지 등 습지 내 유형별로 설치하였다. 설치시간은 일몰 전에 설치하여 익일 일출 전·후로 확인하였다.

다) 무인센서카메라

무인카메라의 경우 24시간 실시간 조사가 가능한 비침습적(Noninvasive Technique) 장비로 최근 포유류 조사에서 도입되고 있다.

포유류의 이동이 이루어지고 있는 것으로 예측되는 질날늪 내 2개 지점(CAM-1, CAM-2)을 선정하여 3~10월 설치하였다.

표 2. 무인센서카메라 설치기간

camera number	설치기간	설치장소
CAM-1	2024.03.13 - 10.07	동측 왕버들 군락
CAM-2		서측 산림 경계부



그림 1. 함안 질날늪 카메라 위치도

3. 연구 결과

가. 포유류 서식 현황

질날늪 및 주변지역에서 서식이 확인된 포유류는 고라니, 멧돼지, 개, 너구리, 삥, 고양이, 수달, 담비, 오소리, 족제비, 등줄쥐, 청설모, 두더지로 총 4목 8과 13종이 확인되었다(표 3).

이전 조사와 비교하여 담비와 오소리가 추가 확인되었고, 멧토끼와 집쥐, 다람쥐가 확인되지 않았는데, 집쥐의 경우 질날늪과 인접하여 축사가 위치하고 있어 충분히 서식가능 할 것으로 예상된다(표 4).

조사지역 전체에서 고라니, 멧돼지, 개, 너구리, 고양이, 오소리, 족제비, 두더지, 청설모가 흔적 및 실체로 질날늪 내에서 서식이 확인되었는데, 고라니, 너구리는 질날늪 일대에 고루 활동하고 있는 것으로 관찰되었고, 산림을 기반으로 활동하는 오소리와 멧돼지는 서측 산림 및 산림과 맞닿는 수원 경계부에서 많은 서식흔을 확인할 수 있었다. 청설모는 서측 산림에서 확인되었고, 등줄쥐는 질날늪 수변부에서 트랩조사에 의해 서식을 확인할 수 있었으며, 족제비는 10월 인근 경작지에서 목견되었다.

고양이는 질날늪 내에서 현지조사와 무인센서카메라 조사시 여러차례 실체로 확인되었다.

나. 무인센서카메라 결과

무인센서카메라는 3월부터 10월까지 질날늪 동측 왕버들 군락(CAM-1)과 서측 산림과 맞닿는 경계부(CAM-2)에 각 1대를 설치하였고, 이 기간동안 총 2,931장(CAM-1), 1,851장(CAM-2)이 촬영되었다. CAM-1에서는 삥, 담비, 개, 고라니, 너구리, 멧돼지, 오소리 7종이 확인되었으며, CAM-2에서는 고라니, 고양이, 너구리, 멧돼지, 오소리 5종이 확인되어 질날늪에서는 총 8종의 포유류가 실체로 확인되었다.

2개소의 카메라 모두 움직임이 포착되면 연속 3컷이 촬영되도록 설정하였으며, 3컷의 이미지는 1컷만을 카운팅 하였고, 카메라 앞에 머물러 여러컷 촬영된 경우도 1회 출현한 것으로 카운팅 하여 포유류의 출현횟수를 분석하였다.

그 결과, CAM-1에서는 고라니가 57회, 너구리 6회, 오소리 4회, 멧돼지 3회, 개 1회, 삥과 담비가 1회 출현하였고, CAM-2에서는 고라니가 32회, 너구리 14회, 오소리 7회, 멧돼지 3회, 고양이가 2회 출현하였다.

2개소의 카메라를 종합하여 출현횟수를 산정하면 고라니(89회), 너구리(20회), 오소리(11회), 멧돼지(6회), 고양이(2회), 삥, 담비, 개(1회)의 순으로 카메라에 촬영된 것으로 확인되었다.

표 3. 포유류 목록

학 명	국 명	현지조사					비고
		배설물	족적	목견	기타	CAM	
Artiodactyla 우제목							
Cervidae 사슴과							
<i>Hydropotes inermis</i>	고라니	○	○			○	
Suidae 멧돼지과							
<i>Sus scrofa</i>	멧돼지	○	○			○	
Carnivora 식육목							
Canidae 개과							
<i>Canis lupus familiaris</i>	개		○			○	
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	너구리		○			○	
Felidae 고양이과							
<i>Prionailurus bengalensis</i>	살					○	멸 II
<i>Felis catus</i>	고양이		○	○		○	
Mustelidae 족제비과							
<i>Lutra lutra</i>	수달	○	○				멸 I, 천
<i>Martes flavigula</i>	담비					○	멸 II
<i>Meles leucurus</i>	오소리	○				○	
<i>Mustela sibirica</i>	족제비			○			
Rodentia 설치목							
Muridae 쥐과							
<i>Apodemus agrarius</i>	등줄쥐				○(트랩)		
Sciuridae 청설모과							
<i>Sciurus vulgaris</i>	청설모	○			○(식흔)		
Soricomorpha 침서목							
Talpidae 두더지과							
<i>Mogera robusta</i>	두더지				○(굴)		
출현 종수		4목 8과 13종					

표 4. 포유류 목록(기존 문헌 비교)

학 명	국 명	문헌조사		현지 조사	비고
		2001	2014		
Artiodactyla 우제목					
Cervidae 사슴과					
<i>Hydropotes inermis</i>	고라니		◎	○	
Suidae 멧돼지과					
<i>Sus scrofa</i>	멧돼지	◎	◎	○	
Carnivora 식육목					
Canidae 개과					
<i>Canis lupus familiaris</i>	개			○	
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	너구리	◎	◎	○	
Felidae 고양이과					
<i>Prionailurus bengalensis</i>	살쾨	◎	◎	○	멸 II
<i>Felis catus</i>	고양이		◎	○	
Mustelidae 족제비과					
<i>Lutra lutra</i>	수달		◎	○	멸 I, 천
<i>Martes flavigula</i>	담비			○	멸 II
<i>Meles leucurus</i>	오소리			○	
<i>Mustela sibirica</i>	족제비		◎	○	
Lagomorpha 설치목					
Leporidae 토끼과					
<i>Lepus coreanus</i>	멧토끼	◎			
Rodentia 설치목					
Muridae 쥐과					
<i>Rattus norvegicus</i>	집쥐		◎		
<i>Apodemus agrarius</i>	등줄쥐		◎	○	
Sciuridae 청설모과					
<i>Sciurus vulgaris</i>	청설모	◎		○	
<i>Tamias sibiricus</i>	다람쥐	◎			
Soricomorpha 침서목					
Talpidae 두더지과					
<i>Mogera robusta</i>	두더지		◎	○	
출현 종수		6종	10종	13종	

다. 법정보호종

질날늪 일대에서 확인된 법정보호종은 멸종위기 야생생물 I 급인 수달과 멸종위기 야생생물 II 급인 산과 담비 3종으로, 수달은 수계를 따라 질날늪 남측 경계 교량 아래(배설물)와 북측 대송교(죽적)에서 서식흔이 확인되었고, 산과 담비는 습지 내 설치된 무인센서카메라에서 실체로 확인되었다.



그림 2. 함안 질날늪 포유류 법정보호종 위치

4. 고찰

가. 출현종 특성과 포유류 분야로서의 습지가치

질날늪에서 출현한 포유동물은 총 13종으로, 이 중 법정보호종은 수달(멸 I 급, 천)과 산(멸 II), 담비(멸 II 급) 3종이 확인되었다. 하천에 위치한 습지의 경우, 멧돼지, 오소리, 담비와 같이 산림에 기반을 두고 서식하는 포유류의 활동이 많지 않으나, 질날늪은 서측의 범수산(154.7m)과 직접 맞닿아 있어 이들 종이 습지와 산림을 자유로이 오가며 활동하고 있는 것이 확인되었다.

질날늪의 서식환경을 살펴보면, 질날늪의 경우 북측의 하류로는 남강과 연결되어 있고, 산림과 경작지가 질날늪을 둘러싸고 있어, 질날늪은 하천을

따라 이동하는 수달을 비롯하여 산림과 수계 인근의 저지대를 선호하는 포유류에게 은신처와 먹이를 제공하는 휴식처 역할을 할 것으로 판단된다.

현지조사시 질날늪 내부에서 수달의 흔적을 확인하진 못하였는데, 이는 무성한 초본류로 인해 습지 내 수변부로의 접근이 쉽지 않았기 때문이다. 질날늪을 기준으로 질날천 상하류 모두에서 수달의 신선한 서식흔(배설물, 족적)이 확인된 것으로 보아 질날늪은 멸종위기 야생생물인 수달의 은신처 및 휴식처로 충분히 이용되고 있을 것으로 판단된다.

나. 습지보호지역 지정 가치

질날늪은 작은 면적임에도 불구하고 비교적 다양한 포유동물이 서식하고 있는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 질날늪의 자연환경이 비교적 잘 보존되고 있어 이들에게 필요한 수원, 먹이원, 은신처(초지대)를 모두 제공하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

현재 최상위 포식자이면서 법정보호종인 수달과 삵, 담비가 서식하는 중요한 위치에 있음이 확인되었으므로 포유류에 있어서 질날늪은 중요한 가치가 있는 지역으로 판단된다(표 5).

표 5. 함안 질날늪의 습지보호지역 지정 가치

구분	습지보호지역 지정 타당성
생물다양성	서측으로는 법수산과 맞닿아 있고, 습지 내부에는 초본류가 잘 보존되고 있어 산림을 선호하는 포유류와 수계 인근의 저지대를 선호하는 포유류에게 은신처와 먹이를 제공
멸종위기 야생생물	멸종위기 야생생물 I 급 수달 및 멸종위기 야생생물 II 급 삵과 담비 총 3종 서식 확인

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

질날늪은 습지 내 초지대가 유지되고 있어 포유류의 은신처를 제공하고 있긴 하나, 도로, 축사, 마을이 인접해 있고, 습지 내 경작활동으로 인해 특정시기에는 인위적 간섭에 노출되어 있는 것으로 확인되었다. 질날천 일대의 하천공사, 습지 내부로의 쓰레기방치, 목줄 없는 반려견 동반, 들고양이의 서식 등은 공점지 일대에 서식하는 야생동물에게 부정적 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

야생동물 생존의 위협요인인 인간의 간섭이 배제될 경우 야생동물의 서식지로서 기능을 더욱 잘 유지할 것으로 판단되므로 사람의 간섭을 최소화할 수 있도록 철저히 관리하고, 지역주민 및 방문객을 대상으로 환경보전의식(쓰레기투기·고성방가 금지, 반려동물 동행 자제 및 목줄 착용 의무화 등)을 고취시키기 위한 홍보가 필요할 것으로 사료된다.

또한 질남늪 내 농경지의 제초제, 농약 등의 사용은 지양하며, 주변 정비시 생태계가 보전되어지도록 각 분야 전문가의 조언을 구할 필요가 있으며, 경쟁종이 될 수 있는 들고양이의 개체수 조절이 필요할 것으로 보여진다.

참고문헌

- 국립환경과학원 · 국립습지센터. 2014. 전국내륙습지 정밀조사-천축산습지, 대봉습지, 우습제, 합강습지, 질날늪. p935-944
- 환경부 · 국립환경연구원. 2002. 전국내륙습지 자연환경조사-질날늪, 대평늪, 석교천습지. p123-134
- Matthew J. Gray, Michael J. Chamberlain, David A. Buehler, and William B. Sutton. 2013. Wetland Wildlife Monitoring and Assessment. Wetland Techniques, volume 2, 265-318.
- Wildlife Habitat Management Institute. 2001, Wetland Mammals, Fish and Wildlife Habitat Management Leaflet number 21, National Resources Conservation Service
- <https://species.nibr.go.kr/index.do>

부록(사진자료)



질날늪 남측에서 바라본 전경



질날늪 내부 왕버들 군락



질날늪 내 서측 산림



질날늪 내부 쓰레기



CAM-1 설치 사진



CAM-1 설치 사진



CAM-2 설치 사진



CAM-2 설치 사진



고라니 배설물



너구리 족적



멧돼지 족적



고양이



두더지 굴



오소리 배설물



등줄쥐



수달 족적



고라니



너구리



오소리



멧돼지



개



담비



살



살(확대컷)



저서성 대형무척추동물

X. 저서성 대형무척추동물

박정호 · 신우진

((주)케이에코)

요 약

경상남도 함안군 법수면 우거리~대송리 일원에 소재하는 질날늪은 남북으로 길게 뻗은 장축형태로 남강으로 유입하는 질날천의 중·하류에 위치한 배후습지로서 가시연꽃, 샅, 수달, 붉은배새매, 황조롱이, 큰기러기 등 멸종위기 야생생물과 천연기념물 등 동·식물의 서식지로 보존가치가 높아 2020년 5월 15일 경상남도 내에서 두 번째로 ‘도 대표 우수습지’로 지정되었으며 질날늪에 분포하는 생태계의 가치를 파악하고, 습지보호지역의 보전 방안을 마련하기 위한 기초 자료를 제공하기 위해 조사를 수행하였다.

본 조사는 2024년 내륙습지 정밀조사의 일환으로 계절별로 3월, 8월, 10월 총 3회에 걸쳐 질날늪의 저서성 대형무척추동물상에 대한 조사를 실시하였다.

현지조사 결과, 조사 대상인 질날늪에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 분류군은 총 3문 4강 14목 25과 29종으로 확인되었다. 출현 종 분류군의 구성비는 절지동물문 곤충강 17종, 연체동물문 6종, 환형동물문 4종, 절지동물문 갑각강 2종 순으로 출현하였다. 절지동물문 곤충강은 딱정벌레목 6종, 잠자리목과 파리목이 각각 4종, 하루살이목이 2종, 노린재목이 1종 순으로 종 다양성이 나타났다. 출현종은 주로 유속이 거의 없는 정수역에서 서식하는 종이 확인되었다. 본 조사를 통해 확인된 질날늪 일대의 저서성 대형무척추동물 중에서 멸종위기 야생생물에 해당하는 분류군의 출현 및 서식은 확인되지 않았

으며, 한반도고유종과 국외반출승인대상종도 확인되지 않았다. 분포특이종(NIER)은 검은물잠자리 1종이 확인되었다.

본 조사지는 달뿌리풀과 같은 초본류가 습지 내부에 빼곡하게 자리 잡고 있으며, 버드나무류와 같은 목본류가 수변부를 차지하고 있다. 전 지점에 걸쳐 정수역에 가까운 환경을 나타내고 있으며, 하상구조는 모래(Sand)와 진흙 이하(Silt)가 대부분을 차지하며 비교적 단순한 생물 서식 환경을 나타내고 있다.

1. 서 론

습지는 영구적 혹은 일시적으로 습윤한 상태로 그 표면을 덮고 있는 지역으로(습지보전법, 2021), 크게 계류나 강과 같이 물의 흐름 체계가 잘 발달한 유수역과 물 흐름이 정체된 정수역으로 구분할 수 있다(박 등, 2013). 수서생물들은 이러한 장소의 물리적 환경 특성에 적응하여 진화해 왔고, 이러한 습지생태계의 생물 구성원 중 저서성 대형무척추동물은 가장 높은 종 다양성과 개체수 현존량을 나타내고 있다. 또한, 이들은 정수와 유수생태계의 다양한 서식처에 적응하고 있을 뿐만 아니라 1차 또는 2차 소비자로서 영양단계의 중요한 역할을 담당하고 있다(Pennak, 1989). 저서성 대형무척추동물은 생활사가 짧으며 정량 채집이 용이하고, 많은 종류가 환경변화에 민감하게 반응하여 분포를 달리하므로 수질과 환경변화의 지표생물로서 많이 이용된다(Ward, 1992).

환경부에서는 습지보전법에 의거 습지보호지역을 대상으로 매 5년마다 생태계 변화상 관찰을 통하여 효율적인 보전 및 관리방안 마련을 위한 정밀조사를 수행하고 있으며(습지보전법, 2021), 본 조사는 그 일환으로 질날늪에 서식하는 저서성 대형무척추동물의 현황을 파악하고 이를 토대로 질날늪이 저서성 대형무척추동물 서식지로서 갖는 생태적인 가치와 중요성을 파악하고 효율적인 보전과 관리방안을 위한 기초자료로 활용할 목적으로 실시되었다.

2. 연구내용 및 방법

가. 조사지역

조사지역인 질날늪은 행정구역상 경상남도 함안군 법수면 우거리~대송리 일원이며, 낙동강 수계와 연결되는 남강으로 유입되는 질날천의 배후습지이다. 본 조사지의 진입로에는 환삼덩굴, 가시박 등이 발달하였고 습지 내

부에는 달뿌리풀과 같은 초본류의 식생군락이 전체 조사지점에 걸쳐 넓게 발달하였으며, 버드나무류와 같은 목본류가 발달하였다.

질날늪의 상·중·하로 나뉜 총 3개의 지점을 조사지점으로 선정하였다. 모든 지점에서 물이 탁하고 하상이 모래(Sand)와 진흙이하(Silt)가 대부분인 것으로 확인되었다(표 1).

표 1. 각 조사지점의 개황

지점 번호	지점 전경	개황	
St.1		좌표	N35°19'06.8" E128°20'59.9"
		본 조사지의 최상류 지점으로 수폭이 좁고 느린 유속을 띄며, 하상은 모래가 대부분을 이루고 있다.	
St.2		좌표	N35°19'16.9" E128°20'50.6"
		본 조사지의 중류 지점으로 수폭이 가장 넓고 정수역의 환경을 나타내며 하상은 모래와 진흙이하로 이루어져 있다.	
St.3		좌표	N35°19'27.1" E128°20'47.4"
		본 조사지의 최하류 지점으로 좁은 수폭과 유속이 거의 없는 정수역의 환경을 나타내며, 모래와 진흙이하가 하상의 대부분을 차지하고 있다.	

나. 조사시기

조사기간은 2024년 3월부터 10월까지 동계를 제외하고 각 계절별로 총 3회에 걸쳐 조사를 수행하였다(표 2).

표 2. 함안질날늪의 저서성 대형무척추동물 조사시기

구분	1차	2차	3차
조사 날짜	2024.03.28.~30.	2024.08.20.~22.	2024.10.07.~09.

다. 조사방법

1) 채집방법

기본적인 채집 및 조사방법은 제5차 전국자연환경조사지침(국립생태원, 2019)과 습지보호지역조사지침(환경부, 2016)의 저서성 대형무척추동물분야 내용을 최대한 반영하여 수행하였다. 각 조사지점에서 수환경에 따라 Suber net과 Dredge를 활용하여 각 3회씩 정량채집을 실시하였으며, 채집된 채집물은 현장에서 95% 에탄올에 담아 고정한 후 실험실로 옮겨서 분류 및 동정하고 80% 에탄올에 보관하였다.

2) 동정 및 분류

저서성 대형무척추동물의 동정은 Merritt and Cummins(1984, 1996), Kawai(1985, 2004), Yoon(1988, 1995), Kwon(1990), Kwon et al.(1993, 2001), Jung(2003), Won et al.(2005), 권 등(2013), 김 등(2013), 박 등(2013) 등에 준하여 해부현미경(OLYMPUS SZX-16) 또는 광학현미경(Nikon Eclipse 80i) 하에서 동정하였다. 동정된 분류군의 학명 체계 및 국명은 국가생물종목록(환경부-국립생물자원관, 2021)에 의거하여 작성 및 정리하였으며, 각 분류군들은 가능한 종 수준 또는 최하위 분류군 단위까지 동정하였고 주요 생물종에 대해 사진을 촬영하여 증거로서 제시하였다.

출현한 저서성 대형무척추동물을 대상으로 각 세부 분류군들에 대하여 멸종위기 야생생물 I, II급의 법정보호종과 한반도 고유종, 국외반출 승인대상 생물자원, 분포특이종(NIER종)의 출현여부를 확인하였다.

3) 군집분석

우점종은 동일 지역에서 출현한 개체수의 비율을 고려하여 선정하였으며, 우점도 지수는 Naughton's dominance index(DI)의 방법에 의하여 산출하였다(McNaughton, 1967). 종 다양도는 Shannon - Wiener Function(H') (Shannon & Wiener, 1949)을 따랐고 균등도는 Pielou(1966), 종풍부도는 Margaref(1958)의 계산에 따랐다(Ludwig et al. 1988).

① 우점도(Dominance Index : D. I)

환경의 변화가 악화될수록 특정종의 우세가 나타나므로, 어떤 우점종이 군집에서 가지는 상대적인 비를 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지

표로서 이용될 수 있다는 관점에서 도출된 지수이다. 각 조사지점별로 개체수 현존량에 의하여 우점도를 산출한다(McNaughton, 1967).

$$DI = n_i/N$$

DI : 우점도 지수, N : 총개체수, n_i : 제 i 번째 종의 개체수

② 다양도(Biodiversity Index : H)

Margalef(1968)의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출한다. 이는 동물군집의 종 풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 뜻하는 것으로 군집의 복잡성을 나타낸다.

$$H' = -\sum P_i (\ln/P_i)$$

H' : 다양도, S : 전체 종수, P_i : i 번째에 속하는 개체수의 비율 (n_i/N)으로 계산
(N : 군집내의 전체 개체수, n_i : 각 종의 개체수)

③ 균등도(Evenness Index : J')

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출한다.

$$J' = H' / \ln(S)$$

J' : 균등도, H' : 다양도, S : 전체 종수

④ 풍부도(Richness Index : R1)

종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 조사에서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출한다.

$$R1 = (S-1)/\ln(N)$$

R1 : 풍부도, S : 전체 종수, N : 총 개체수

3. 연구 결과

가. 저서성 대형무척추동물상

1) 질날늪의 3개 지점에 대한 2024년 3월~10월에 걸친 3회의 조사에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 분류군은 총 3문 4강 14목 25과 29종 564개체로 조사되었다. 조사기간 동안 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 분류군 조성비를 살펴보았을 때 문(Phylum)에서 절지동물문의 곤충강이 17종(58.6%)으로 가장 많은 종수를 차지하고, 연체동물문이 6종(20.7%), 환형동물문이 4종(13.8%), 절지동물문의 갑각강이 2종(6.9%)의 순으로 나타났다(그림 1).

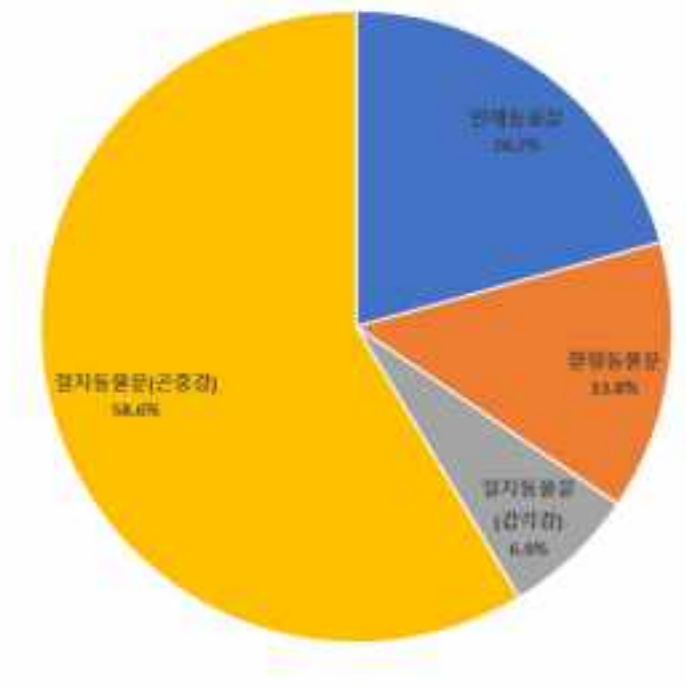


그림 1. 전체 저서성 대형무척추동물의 분류군별 현황

본 수역에서 대부분의 종 수를 차지하는 절지동물문의 곤충강에 해당하는 분류군의 목(Order)별로 세분하여 살펴보면, 딱정벌레목 6종(20.7%), 잠자리목과 파리목이 각각 4종(13.8%), 하루살이목 2종(6.9%), 노린재목 1종(3.4%) 순으로 나타났다(표 3, 그림 2).

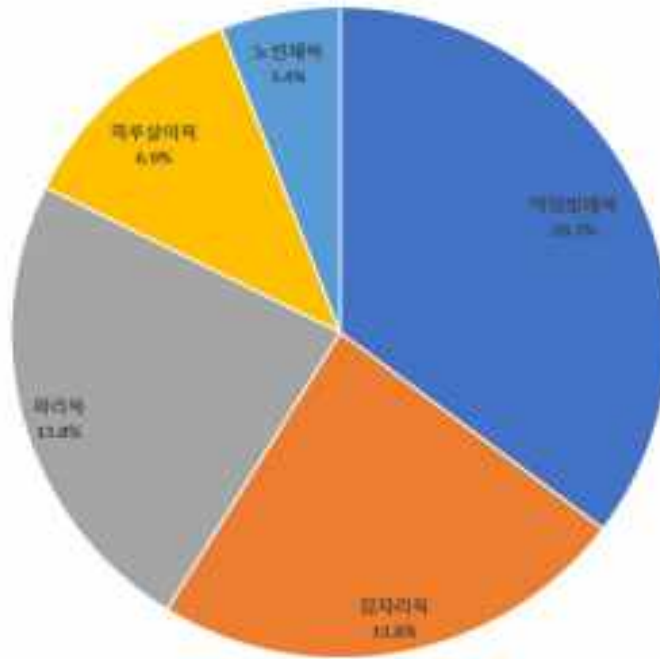


그림 2. 전체 저서성 대형무척추동물(곤충류)의 분류군별 구성비(Order 별)

표 3. 조사지점별 분류군의 출현종수 현황

분류군	조사지점	1차조사				2차조사				3차조사				Total
		St.1	St.2	St.3	소계	St.1	St.2	St.3	소계	St.1	St.2	St.3	소계	
연체동물문		1			1	2	2	2	4	4	3	4	6	6
환형동물문		1	3	2	3	1			1	1			1	4
갑각강		2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2
절지동물문	딱정벌레목	1			1		1	1	1		2	3	5	6
	잠자리목	1			1	1		1	1	2	1	1	3	4
	파리목	2	1	1	3	1	3	2	3	2		2	2	4
	하루살이목	1			1					1			1	2
	노린재목									1		1	1	1
	소계	5	1	1	6	2	4	4	5	6	3	7	12	17
합계(종수)		9	5	5	12	6	7	8	12	12	8	13	21	29

조사기간 동안 계절에 따른 조사 시기별 저서성 대형무척추동물의 출현 종수를 비교한 결과, 1차 조사(3월)의 경우 총 3문 4강 10목 11과 12종이 확인되었으며, St.1 지점에서 9종으로 가장 많이 확인되었고, St.2, St.3에서 5종으로 확인되었다. 2차 조사(8월)의 경우 3문 4강 8목 11과 12종이 확인되었으며, St.3 지점에서 8종으로 가장 많은 종이 확인되었고, St.1 지점에서 6종으로 가장 적게 출현하였다. 3차 조사(10월)의 경우 3문 4강 11목 19과 21종이 확인되었으며, St.3 지점에서 13종으로 가장 많은 종이 확인되었고, St.2 지점에서 8종으로 가장 적게 출현하였다.

대부분의 종 구성이 시기별로 유사한 경향성을 나타냈으나 1차와 2차 조사에 비해 3차에서 종수가 늘어난 것을 확인 할 수 있는데, 이는 계절적 영향으로 인하여 강우기 이후 저서성 대형무척추동물의 재정착으로 인한 종수가 증가한 것으로 판단된다(그림 3).

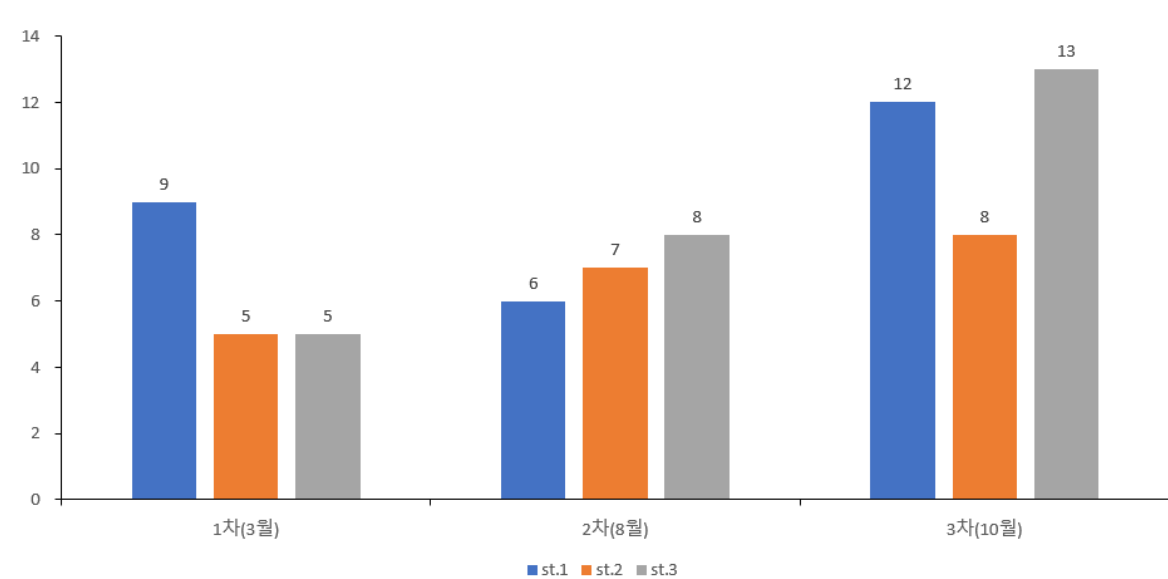


그림 3. 각 지점의 조사 시기별 출현 종수의 변화

나. 군집분석 및 우점종

전 조사기간 동안 질날늪의 저서성 대형무척추동물을 대상으로 지점별 우점도, 다양도, 균등도, 풍부도 등과 같은 각종 생물학적 지수를 평가한 결과는 다음과 같다(표 4,5,6). 전체 조사 기간 동안 군집지수는 지점별, 시기별 차이가 있었으며 이는 조사 시기 및 강우에 따른 영향으로 판단되며, St.1 지점에서 타지점에 비해 전체적으로 양호한 군집지수를 보이는데 이는 유속이 거의 없는 정수역 환경을 가진 다른 지점과 달리 최상류에 위치하여 어느정도 유속을 가진 환경으로 인해 보다 많은 종의 저서성 대형무척추동물이 서식하는 이유로 판단된다.

표 4. 함안 질날늪 각 조사지점의 군집분석(1차 조사)

지점	우점도	다양도	균등도	풍부도
St. 1	0.83	1.00	0.46	1.84
St. 2	0.82	0.87	0.54	1.41
St. 3	0.88	0.92	0.57	1.24

표 5. 함안 질날늪 각 조사지점의 군집분석(2차 조사)

지점	우점도	다양도	균등도	풍부도
St. 1	0.62	1.59	0.89	1.95
St. 2	0.56	1.69	0.87	1.46
St. 3	0.74	1.33	0.64	1.56

표 6. 함안 질날늪 각 조사지점의 군집분석(3차 조사)

지점	우점도	다양도	균등도	풍부도
St. 1	0.31	2.39	0.96	3.97
St. 2	0.89	0.78	0.37	1.64
St. 3	0.94	0.94	0.37	2.13

전체 조사 기간 동안 우점종 및 아우점종은 정수역에서 흔히 볼 수 있는 종이 확인되었으며, St.1 지점에서 새뱅이가 전체 기간 동안 우점 하였고 St.2, St.3 지점에서는 물벌레 sp.가 대부분 우점하였다(표 7,8,9).

표 7. 함안 질날늪 내 저서성 대형무척추동물 우점종 및 아우점종(1차조사)

지점	우점종	아우점종
St.1	새뱅이 <i>Neocaridina denticulata denticulata</i>	입술하루살이 <i>Labiobaetis atrebatinus</i>
St.2	물벌레 sp. <i>Asellus</i> sp.	줄지렁이 sp. <i>Eisenia</i> sp.
St.3	물벌레 sp. <i>Asellus</i> sp.	새뱅이 <i>Neocaridina denticulata denticulata</i>

표 8. 함안 질날늪 내 저서성 대형무척추동물 우점종 및 아우점종(2차조사)

지점	우점종	아우점종
St.1	새뱅이 <i>Neocaridina denticulata denticulata</i>	집모기 sp. <i>Culex</i> sp.
St.2	깔따구 sp. Chironomidae sp.	늪깔따구 sp. Tanypodinae sp.
St.3	물벌레 sp. <i>Asellus</i> sp.	깔따구 sp. Chironomidae sp.

표 9. 함안 질날늪 내 저서성 대형무척추동물 우점종 및 아우점종(3차조사)

지점	우점종	아우점종
St.1	새뱅이 <i>Neocaridina denticulata denticulata</i>	달팽이넙적거머리 <i>Alboglossiphonia heteroclita</i>
St.2	물벌레 sp. <i>Asellus</i> sp.	새뱅이 <i>Neocaridina denticulata denticulata</i>
St.3	물벌레 sp. <i>Asellus</i> sp.	깔따구 sp. Chironomidae sp.

다. 법정보호종 및 특이종 출현 현황

본 조사를 통해 확인된 질날늪 일대의 저서성 대형무척추동물 중에서 멸종위기 야생생물 I·II급 종에 해당하는 분류군의 서식은 확인되지 않았다. 특이종으로는 분포특이종(NIER)인 검은물잠자리 1종이 확인되었다.

4. 고찰

가. 출현종 특성과 저서성 대형무척추동물 분야로서의 습지가치

질날늪은 분포특이종(NIER)인 검은물잠자리가 출현하였으며, 고추잠자리, 왕잠자리 등 다른 잠자리류도 출현하였다(그림 4). 검은물잠자리는 모기, 파리 등 해충을 포식하며 생태적 균형을 유지하는 역할을 한다. 또한, 깨끗하고 건강한 습지에 서식하며 습지생태계의 건강성을 보여주는 지표종 중 하나이다. 이러한 잠자리가 서식하는 습지는 다양한 생물들의 서식지로도 기능을 하며, 생물다양성의 유지와 보호에 중요한 역할을 한다. 습지는 수질 정화, 홍수 방지, 탄소 저장 등 생태적 서비스를 제공한다. 특히 습지에서 발생하는 생태적 가치는 인간이 직접적으로 누리는 경제적 가치와도 연결되므로 검은물잠자리와 같은 종의 보호는 습지 보전과 직결되며, 생태적 지속 가능성을 위한 필수적으로 판단된다.



검은물잠자리
(*Atrocalopteryx atrata*)

그림 4. 함안 질날늪 내 확인된 분포특이종(NIER)

나. 질날늪 모니터링 필요 지점

안정적 수환경 유지를 위하여 질날늪의 모니터링 필요 지점을 다음과 같이 선정하였다.

표 10. 함안 질날늪 모니터링 필요 지점

경도(longitude)	위도	선정 사유	지점 또는 범위
128.34997222	35.31855556	습지로 유입되는 수로 인근 쓰레기 적치, 하수처리 시설 및 자동차 부품공장으로 인한 오염 위험	
128.34650000	35.32419444	인근 축사에서 흘러드는 축산폐수의 유입 위험	

다. 서식지 관리방안 및 보전대책

질날늪은 검은물잠자리가 출현하였고, 가시연, 큰기러기 등 범정보호종이 서식하는 생태적으로 중요한 습지이다. 다만, 질날늪 주변에 농경지와 축산 시설, 산업시설이 다양하게 분포해 있는 지리적 특성으로 인하여 농축산폐수 및 산업폐수 등의 유입에 의한 오염이 위협요인으로 판단된다. 특히 질날늪으로 유입되는 수로에 하수처리 시설 및 자동차 부품공장이 매우 인접해 있어 오염물 유입에 대한 대책 마련이 이루어져야 할 것으로 판단된다.



그림 5. 각 지점간 인접 위험요인

참고문헌

- 권순직, 전영철, 박재홍. 2013. 물속생물도감. 자연과생태.
- 권오길, 박갑만, 이준상. 1993. 원색한국패류도감. 아카데미서적.
- 권오길. 1990. 한국동식물도감 제32권 동물편 (연체동물 I). 문교부. 446pp.
- 김귀곤. 2003. 습지와 환경. 아카데미서적
- 김명철, 천승필, 이준국. 2013. 하천생태계와 담수무척추동물. 지오북.
- 배성우, 황태원, 윤춘식, 홍성진, 정선우. 2022. 화포천의 저서성 대형무척추 동물 분포특성과 생태학적 정보. 한국환경과학회지.
- 배연재, 박선영, 황정미. 1998. 갯장하루살이(하루살이목: 꼬마하루살이과) 유충의 기재 및 한국산 꼬마하루살이과 유충의 검색표. 한국육수학회지. 31(4): 282-286.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 261 pp.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감. 제30권. 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 서울.
- 습지보전법 부칙 제2조 제1항(2021. 01. 05. 법률 제17844호로 개정된 것).
- Kawai. T. 1985. An illustrated book of aquatic insects of Japan. 東海大學出版會.
- Kawai. T. 2004. An illustrated book of aquatic insects of Japan. 東海大學出版會.
- Merritt, R. W. & K. W. Cummins. 1984. An introduction to the aquatic insects of North America. 2nd. Ed. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, Iowa.
- Merritt, R. W., and K. W. Cummins. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3rd. ed. Kendall/Hunt Publ. Co.
- Mitsh, W. J. and J. G. Gosselink. 1993. Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York. pp21-29.
- Pennak, R. W. 1989. Fresh-water Invertebrates of the United States(3rd ed.). John Wiley & Sons, New York. 628pp.

- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biologic collections. *J. Theor. Biol.* 13:131-144.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. Wiley. New York. 165pp.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity*. Wiley. New York. 165pp.
- Sang Woo Jung and Yeon Jae Bae. 2012. Taxonomic Review of the Korean Megaloptera with Description of *Sialis koreana*, New Species. *Entomological Research Bulletin* 28: 3-13
- Sang Woo Jung, Tatyana S. Vshivkova, Yeon Jae Bae. 2015. DNA-based identification of South Korean Megaloptera larvae with taxonomic notes. *Entomological Society of Canada*. Vol 00
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana. 233pp.
- Verhoeven, J. T. A., Beltman, B., Bobbink, R., Whigham, D. F. (Eds.). 2006. *Wetlands as a Natural Resource*. *Ecological Studies*, vol. 190. Springer, Berlin.
- Ward, J. V. 1992. *Aquatic Insect Ecology*. John Wiley & Sons, 438pp.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Academic Press. San Diego.

부록(사진자료)



조사지역 전경(St.1)



조사지역 전경(St.2)



조사지역 전경(St.3)



조사지역 전경(항공 사진)



유입수로 인근 쓰레기 적치



유입수로 인근 하수처리 시설(1)



유입수로 인근 하수처리 시설(2)



축산시설로부터 유입되는 유입수



물벌레 sp.(*Asellus* sp.)



새뱅이(*Neocaridina denticulata*
denticulata)



검은물잠자리(*Atrocalopteryx atrata*)



고추잠자리(*Crocothemis servilia*
mariannae)



꼬마줄물방개(*Hydaticus (Prodaticus)*
grammicus)



중국물진드기(*Peltodytes sinensis*)



애물뽕뽕이(*Sternolophus rufipes*)



갈따구 sp.(*Chironomidae* sp.)

부록(종 목록)

분류군 명	1차(3월)	2차(8월)	3차(10월)	비고
Phylum Mollusca 연체동물문				
Class Gastropoda 복족강				
Order Architaenioglossa 고설목				
Family Viviparidae 논우렁이과				
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i> 논우렁이		3	3	
Family Ampullariidae 사과우렁이과				
<i>Pomacea canaliculata</i> 왕우렁이	1	3	2	
Order Littorinimorpha 총알고둥목				
Family Bithyniidae 쇠우렁이과				
<i>Parafossarulus manchouricus</i> 쇠우렁이			1	
Order Systellommatophora 수병안목				
Family Lymnaeidae 물달팽이과				
<i>Radix auricularia</i> 물달팽이		2	1	
Family Planorbidae 또아리물달팽이과				
<i>Hippeutis cantori</i> 수정또아리물달팽이		7	3	
<i>Polypylis hemisphaerula</i> 배꼽또아리물달팽이			1	
Phylum Annelida 환형동물문				
Class Clitellata 환대강				
Order Neoligochaeta 지렁이목				
Family Lumbricidae 뉘시지렁이과				
<i>Eisenia</i> sp. 줄지렁이류	2			
Order Tubificida 실지렁이목				
Family Tubificidae 실지렁이과				
<i>Limnodrilus gotoi</i> 실지렁이	3	1		
Order Rhynchobdellida 부리거머리목				
Family Glossiphoniidae 뱀적거머리과				
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i> 달팽이뱀적거머리			2	
Order Arhynchobdellida 턱거머리목				
Family Erpobdellidae 돌거머리과				
<i>Erpobdella lineata</i> 돌거머리	1			
Phylum Arthropoda 절지동물문				
Class Malacostraca 연갑강				
Order Isopoda 등각목				
Family Asellidae 물벌레과(연갑강)				
<i>Asellus</i> sp. 물벌레류(연갑강)	36	54	240	
Order Decapoda 십각목				
Family Atyidae 새뱅이과				
<i>Neocaridina denticulata denticulata</i> 새뱅이	58	22	9	
Class Collembola 톡토기강				
Class Insecta 곤충강				
Order Ephemeroptera 하루살이목				
Family Baetidae 꼬마하루살이과				
<i>Cloeon dipterum</i> 연못하루살이			1	
<i>Labiobaetis atrebatinus</i> 입술하루살이	6			
Order Odonata 잠자리목				
Family Coenagrionidae 실잠자리과				
<i>Ischnura asiatica</i> 아시아실잠자리		2	2	
Family Calopterygidae 물잠자리과				
<i>Atrocalopteryx atrata</i> 검은물잠자리	1			특

분류군 명	1차(3월)	2차(8월)	3차(10월)	비고
Family Aeshnidae 왕잠자리과				
<i>Anax parthenope julius</i> 왕잠자리			2	
Family Libellulidae 잠자리과				
<i>Crocothemis servilia mariannae</i> 고추잠자리			1	
Order Hemiptera 노린재목				
Family Corixidae 물벌레과				
<i>Sigara (Tropocorixa) substriata</i> 방물벌레			6	
Order Coleoptera 딱정벌레목				
Family Dytiscidae 물방개과				
<i>Hydaticus(Prodaticus) grammicus</i> 꼬마줄물방개			1	
Family Haliplidae 물진드기과				
<i>Peltodytes sinensis</i> 중국물진드기			1	
Family Hydrophilidae 물땡땡이과				
<i>Berosus (Enoplurus) lewisius</i> 뒷가시물땡땡이			1	
<i>Sternolophus rufipes</i> 애물땡땡이		6	1	
Family Psephenidae 물삿갓벌레과				
<i>Homoeogenus coreanicum</i> 가시삿갓벌레	1			
Family Chrysomelidae 잎벌레과				
<i>Galerucella (Galerucella) KUa</i> 딸기잎벌레 KUa			3	
Order Diptera 파리목				
Famiy Culicidae 모기과				
<i>Culex</i> sp. 집모기류		17	2	
Family Chironomidae 깔따구과				
Chironomidae sp. 깔따구류	3	36	83	
Tanypodinae sp. 늪깔따구류	1	10		
Family Dolichopodidae 장다리파리과				
Dolichopodidae sp. 장다리파리류	1			
총 3문 4강 14목 25과 29종	11 과 12 종	11 과 12 종	19 과 21 종	-

*특 : 분포특이종

