

EcoBank 유지관리 및 활용연구(3차년도)

Research for maintenance and application of
EcoBank(3rd year)

NATIONAL
INSTITUTE OF ECOLOGY

연구진

연구책임자	권용수	생태빅데이터팀	선임연구원(연구책임자)
연구참여자(내부)	윤성수	생태빅데이터팀	전임연구원
	김정철	생태빅데이터팀	전임연구원
	심승우	생태빅데이터팀	전임연구원
	이진	생태빅데이터팀	전임연구원
	표인범	생태빅데이터팀	연구원
	조채령	생태빅데이터팀	전문위원

본 연구진은 연구윤리를 준수하였음을 서약합니다.

요약문	1
Abstract	2
I. 서론	3
1. 연구배경	3
2. 연구목적	3
3. 당해연도 목표	3
II. 연구 내용 및 방법	4
1. 연구내용	4
2. 연구방법	5
III. 연구 결과	7
1. EcoBank의 원활한 서비스를 위한 시스템(H/W, S/W) 유지보수	7
2. 수요자 요구분석을 통한 생태정보 서비스 강화	14
3. 생태정보 품질관리를 통한 생태정보 신뢰성 강화	28
4. 생태 빅데이터 분석 및 활용 연구	38
5. 국내·외 유관기관 생태정보 연계 확대 및 서비스 강화	42
IV. 결론	51
부 록	52
1. 연구성과	52
2. 기타성과	53
3. 참고자료	54
4. 연구활용	56

<표 2-1> EcoBank 중장기 연구목표 및 내용	4
<표 3-1> EcoBank 하드웨어 세부 내역	9
<표 3-2> EcoBank 사용자 설문조사 결과	14
<표 3-3> EcoBank 키워드 유형별 주요 요구사항	26
<표 3-4> 2025년 생태조사정보 구축 결과	29
<표 3-5> 데이터세트 구조 개요: 실측·추정·예측된 토양 데이터	38
<표 3-6> 자연환경조사의 지형 분류 체계	40
<표 3-7> 맹그로브 연구 데이터 유형 분류	45

<그림 2-1> 공공기관 정보화사업 수행 절차	5
<그림 3-1> EcoBank 시스템 구성도	7
<그림 3-2> 전자정부 표준 프레임워크 구성도	10
<그림 3-3> 오픈소스 기반 소프트웨어 구성과 주요 적용 서비스	11
<그림 3-4> EcoBank 시스템 정기점검	12
<그림 3-5> EcoBank 시스템 수시점검을 통한 보안취약점 대응	12
<그림 3-6> 긴급 장애처리 방안	13
<그림 3-7> EcoBank 시민참여 사업 소개	15
<그림 3-8> 훼손지 시민참여조사 서비스	16
<그림 3-9> EcoBank 시민참여 서비스 비공개 처리기능	16
<그림 3-10> 업무협약서	17
<그림 3-11> 이용제공동의서	17
<그림 3-12> 국가 생물다양성 전략 지원을 위한 EcoBank 서비스 구성(안)	18
<그림 3-13> EcoBank 생태계 유형 데이터 서비스	19
<그림 3-14> EcoBank 중요 생물다양성 지역(KBA) 서비스	19
<그림 3-15> EcoBank 생태계 적색 목록 서비스	20
<그림 3-16> 외래생물 위해성 평가 지원 서비스 현황 분석 및 개편(안)	21
<그림 3-17> 메인화면 UI/UX 디자인 개선	22
<그림 3-18> 시스템 활용 통계 서비스	23
<그림 3-19> 시스템 메뉴 체계 개편 및 서비스 기능 이관	23
<그림 3-20> 생태·자연도 서비스 일원화에 따른 기능 개선	24
<그림 3-21> EcoBank 사용자 요구사항 유형별 변화	25
<그림 3-22> EcoBank 활용도 대시보드	27
<그림 3-23> 생물종 마스터 데이터와 생태조사정보의 최신성 유지	28
<그림 3-24> 수집 데이터 현행화 4단계 절차	30
<그림 3-25> EcoBank 데이터 모델 설계 방안	31
<그림 3-26> EcoBank 상세 데이터 모델링	32
<그림 3-27> 생태정보 고품질 유지를 위한 품질관리 체계 운영	33

<그림 3-28> EcoBank 서비스 신뢰 향상을 위한 공인인증 프로세스	34
<그림 3-29> EcoBank 데이터 표준화 지침 기준	35
<그림 3-30> 표준화된 EcoBank 데이터 구조 및 연계 관리	36
<그림 3-31> 데이터 개방 서비스 개선	37
<그림 3-32> 남산 내 연구 지점과 지형도	39
<그림 3-33> I-II등급 지형 자원의 분포 지도. (a) 전체지형, (b) 산지지형, (c) 카르스트지형, (d) 하천지형	41
<그림 3-34> 공동연구 연구배경 및 목적	42
<그림 3-35> 우선순위 현장 조사 데이터 도출 프로세스	43
<그림 3-36> 맹그로브숲 생태정보 데이터 프레임워크 개발	44
<그림 3-37> 맹그로브숲 모니터링 조사지 선정 방법	44
<그림 3-38> 중분류 데이터 우선순위 분석	46
<그림 3-39> 맹그로브숲 현장 조사 데이터 수집가능성 검토 결과	46
<그림 3-40> 맹그로브 모니터링 표준 지침 구조	47
<그림 3-41> 맹그로브 후보지 평가	48
<그림 3-42> 신규 맹그로브 모니터링 조사지 개황	49
<그림 3-43> GBIF 연계 EcoBank 생태정보 제공 및 활용 현황	50

요약문

포스트 코로나 시대로 접어들며 경제·사회 전반에서 D·N·A(Data, Network, AI)에 기반한 디지털 경제로의 전환이 가속화되고 있으며, 정부에서는 모든 데이터가 연결되는 세계 최고의 디지털플랫폼 정부 구현을 목표로 많은 정책들을 추진하고 있다. 더불어 최근 OpenAI社의 ChatGPT 등 초거대 언어모델(Large Language Model)의 등장으로 인해 인공지능(AI)을 비롯한 빅데이터의 중요성이 더욱 대두되고 있다. 그러나 국내에서는 여전히 생물·생태 관련 일부 자료들만이 단편적으로 제공되고 있을 뿐 생태계 전반에 대한 정보의 공유·활용은 부족한 실정이다. 이에 국립생태원에서는 국내·외 생태정보의 공유 및 활용을 위해 생태정보포털서비스인 EcoBank를 구축하여 지난 2019년부터 대국민 서비스를 실시하고 있다. 이를 바탕으로 EcoBank 시스템 및 데이터 활용도 증대를 위해 다양한 사용자 요구를 적극적으로 반영하고 생태정보 서비스 기능 및 제공정보의 다변화를 추구하고자 하였다. EcoBank 유지관리 및 활용을 위한 본 연구에서는 5개 세부 연구들을 다음과 같이 추진하였다.

- (1) EcoBank의 원활한 서비스를 위한 시스템(H/W, S/W) 유지보수
- (2) 수요자 요구분석을 통한 생태정보 서비스 강화: EcoBank 활용도 분석 및 AI 기반 사용자 요구사항 분석
- (3) 생태정보 품질관리를 통한 생태정보 신뢰성 강화: 데이터 품질관리 및 국내·외 API 연계 표준화 확대
- (4) 생태 빅데이터 분석 및 활용 연구: 맹그로브숲 생태정보 분석
- (5) 국내·외 유관기관 생태정보 연계 확대 및 서비스 강화: 동아시아 생태정보 수집 및 GBIF 연계를 통한 글로벌 서비스 확대

주요어 : 생태정보포털서비스, 생태정보, 생태빅데이터, 에코뱅크

Abstract

As the post-COVID era began, The paradigm shift to the digital economy and society based on data, network, and artificial intelligence (D.N.A.) has been accelerated. The government of Republic of Korea is pushing forward numerous policies with the goal of becoming the world's leading digital platform government, where all data is interconnected. Furthermore, the emergence of super-large language models including OpenAI corporation's ChatGPT has highlighted the importance of artificial intelligence (AI) and big data. However, in the Republic of Korea, only fragmented biological and ecological information has been available due to a lack of comprehensive sharing and utilization across-the-board information about ecosystem. The National Institute of Ecology has developed EcoBank, an ecological information portal service, to share and utilize ecological information from both domestic and international sources. EcoBank has provided ecological information services for the public since 2019. Various needs from users have been actively reflected for enhancing the functionality and diversification of EcoBank's ecological information services. This study has pursued five research goals to maintain and utilize EcoBank as follows:

- (1) System(H/W, S/W) maintenance and management for operation of EcoBank service
- (2) Strengthening ecological information services through demand analysis
- (3) Enhancing the reliability of ecological information through quality management
- (4) Research on the analysis and utilization of ecological big data
- (5) Strengthening linkage and services for domestic and international ecological information.

keyword : ecological information portal service, ecological information, ecological big data, EcoBank

I. 서론

1. 연구배경

가. 정책적 부합성

- 1) 「자연환경보전법」제11조(자연환경정보망의 구축·운영 등), 「국립생태원의 설립 및 운영에 관한 법률」제5조제1항(사업)에 근거
- 2) 제6차 국가공간정보정책 기본계획('18~'22), 제5차 국가환경종합계획('20~'40)에서 “모두가 누리는 자연혜택으로 생태복지 실현”, 제3차 자연환경보전 기본계획('06~'25)에서 “자연환경종합 GIS-DB 구축 및 생태자연도 수정·정밀화” 등에 부합

나. 사회/경제적 필요성

- 1) 생태·자연도 고시는 국립생태원에서 진행하고 있으나 전체 생태·자연도 자료는 환경공간정보서비스에서 제공하여 서비스 이중화로 인한 사용자 불편사항 초래
- 2) 「환경공간정보서비스」상의 생태·자연도에 대한 검색 및 현황 추출 기능 미흡으로 인해 활용성이 낮아 체계적인 기능 확장 요구 대두

다. 기술적 필요성

- 1) 국제적으로 생물다양성과 생태계서비스 평가를 위해 생물다양성과학기구(IPBES; Intergovernmental Platform of Biodiversity and Ecosystem Services)가 설립되었고, 생태정보의 표준화와 공유가 중요한 문제로 대두
- 2) 국내·외 유관기관 및 기구의 생태 DB 연계와 통합관리를 통한 생태복지 증진을 위해 생태정보 연구의 필요성이 지속적으로 증가
- 3) 국제적 차원의 다양한 생태정보를 수집, 공유, 활용하는 체계로서 EcoBank를 국립생태원에 설립하여 생태환경분야 연구를 견인

2. 연구목적

- 1) 생태조사 연구 관련 생태 빅데이터의 시·공간적 분석
- 2) 생태정보포털시스템인 에코뱅크(EcoBank, 생태정보종합은행)의 안정적 유지관리

3. 당해연도 목표

- 1) 수요자 요구분석을 통한 생태정보 서비스 강화
- 2) 생태정보 품질관리를 통한 생태정보 신뢰성 강화

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구내용

가. EcoBank의 원활한 서비스를 위한 시스템(H/W, S/W) 유지보수

나. 수요자 요구분석을 통한 생태정보 서비스 강화

- 1) EcoBank 활용도 분석을 통한 사용자 니즈(Needs) 분석 및 발굴
- 2) AI 활용 업무데이터 기반 사용자 요구사항 키워드 분석

다. 생태정보 품질관리를 통한 생태정보 신뢰성 강화

- 1) 고품질 생태정보 서비스를 위한 데이터 품질관리
- 2) 국내·외 생태정보 API 연계를 위한 표준화 적용 확대

라. 생태 빅데이터 분석 및 활용 연구

- 1) 맹그로브숲 생태정보를 활용한 생물다양성 및 기후변화 영향 분석 등

마. 국내·외 유관기관 생태정보 연계 확대 및 서비스 강화

- 1) 국외(동아시아) 생태정보 수집 및 글로벌 서비스 확대

※ 베트남(농림대학교), 태국(까셋삿대학교) 등 업무협약(MOU; '19.2) 및 합의각서(MOA; '20.12) 체결 대상

- 2) 생태·환경 관련 국제기구(GBIF) DB 연계를 통한 생태정보 개방 확대

※ 생물다양성 정보 공유 및 연계를 위한 국립생태원-국립중앙과학관 업무협약('20.2) 후속조치

〈표 2-1〉 EcoBank 중장기 연구목표 및 내용

구분	주요내용	
2023(1차년도)	EcoBank 기능강화	<목표> 지능형 플랫폼 기반 생태정보 서비스 강화 • 전문가 중심의 분석·통계(시계열분석) 서비스(생태연구정보 분석 시스템) 제공 • 생태정보 품질개선 체계 확대 적용 • EcoBank 자연환경조사 통합정보 서비스 확대
2024(2차년도)		<목표> 수요자 요구분석을 통한 지능형 플랫폼 기반 생태정보 서비스 강화 • 데이터 이력 관리(DOI 추적 시스템)를 통한 생태정보 신뢰성 강화 • EcoBank 활용도 분석을 통한 사용자 니즈(Needs) 분석 및 발굴 • 생태빅데이터를 활용한 환경 관련 정책 지원
2025(3차년도)	EcoBank 확대운영	<목표> 수요자 중심 생태정보 서비스 혁신 • 수요자 요구분석을 통한 생태정보 서비스 강화 • 생태정보 품질관리를 통한 생태정보 신뢰성 강화
2026(4차년도)		<목표> EcoBank 인프라 고도화 및 공동활용 강화 • 전산자원 교체, 재배치, 업그레이드를 통한 자원 활용 효율성 향상 • 기후변화에 따른 생태계 변화예측 시나리오 연계
2027(5차년도)	EcoBank 서비스 안정화	<목표> 안정적 EcoBank 서비스 운영 • 생태정보 연계·수집 확대 및 다변화 • 서비스 기능 환류 및 시스템 유지관리
2028(6차년도)		

2. 연구방법

가. 정보화사업 수행절차에 따른 사업 추진(시스템 유지보수, 서비스 기능 개선)



〈그림 2-1〉 공공기관 정보화사업 수행 절차

나. EcoBank 유지관리 및 운영지원 용역 발주

1) EcoBank의 원활한 서비스를 위한 시스템(H/W, S/W) 유지보수

다. 수요자 요구분석을 통한 사용자 니즈 분석 및 발굴

1) EcoBank 사용자 만족도 조사, 범정부EA포털 업무성과 달성도 측정, 내부 제안제도 등

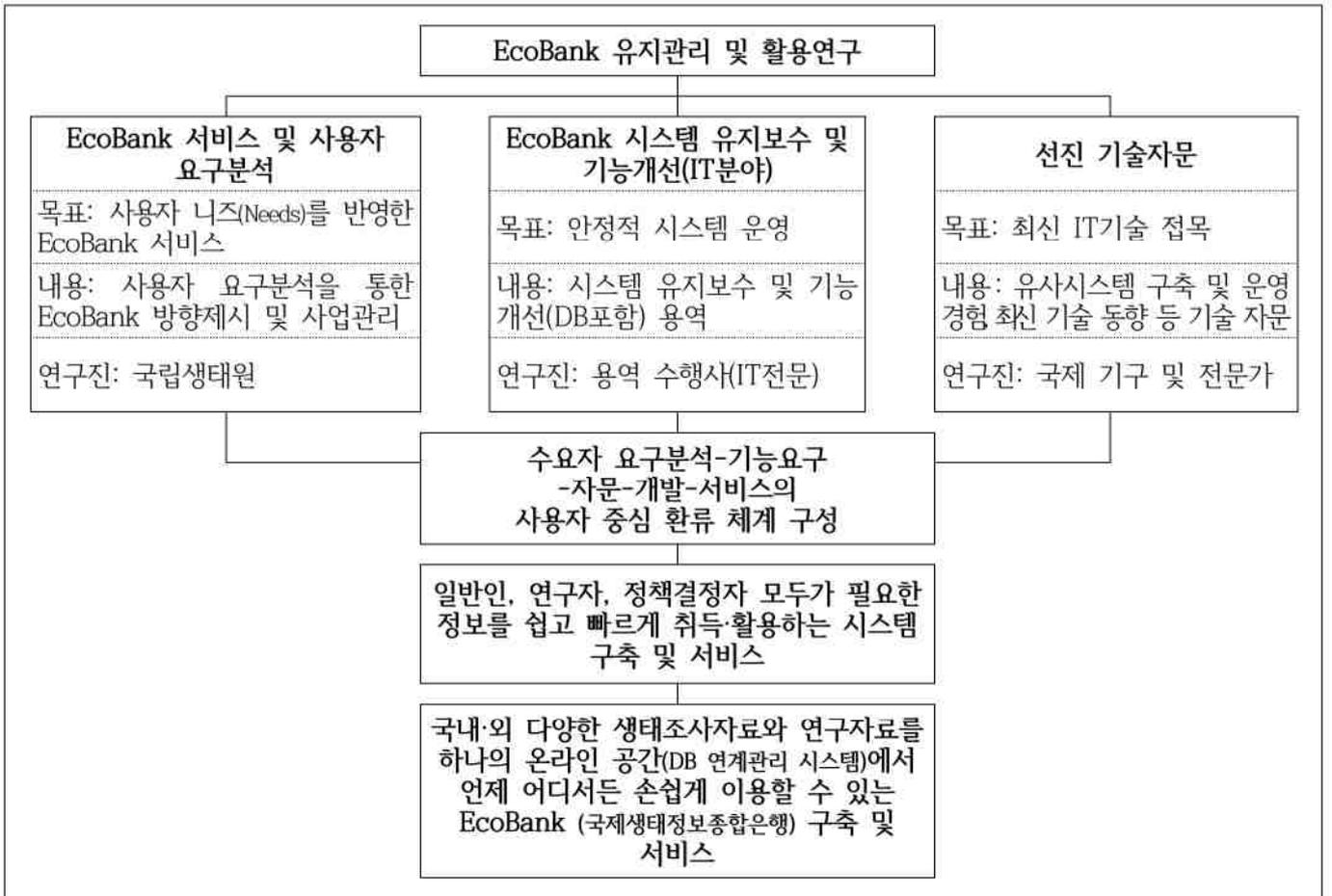
라. 국내·외 전문기구/기관을 통해 매년 시스템 구축과 네트워크 연계 방향, 활용분야, 요구기능 분석 등 자문 및 결과 반영

마. 생태정보학적 접근을 통한 EcoBank 보유 생태 빅데이터 분석 및 활용

바. EcoBank 활용성 강화를 위한 사용자 대상 EcoBank 시연 및 교육

※ (내부 연구진 업무) DB 표준 및 개방정책, 구현 기능, 제공 콘텐츠, 국내·외 협력 및 요구기능 분석, 데이터 분석 및 표준체계, 사용자 관리 등

사. 연구 수행 체계



나. EcoBank H/W 및 S/W 구성

EcoBank의 하드웨어 인프라는 WEB, WAS, DB Server로 이루어진 3계층(3-tier) 아키텍처를 기반으로 운영되고 있으며, 현재 이중화 구성은 적용되지 않은 상태이다. 데이터 처리와 핵심 애플리케이션이 운영되는 WAS, 연계 서버, 데이터베이스 서버는 NAS (Network Attached Storage)를 통해 스토리지 자원을 부분적으로 공유하는 구조로 설계되었다. 또한 시스템 장애 발생 시 신속한 대응과 사전 예방을 위해 백업 전용 장비(Backup Appliance)와 서버 모니터링 시스템을 운영 지원 인프라로 구축하여 서버 성능 및 가용성을 실시간으로 관제하고 있다.

소프트웨어 측면에서 EcoBank는 상용 및 공개 소프트웨어를 혼합하여 운영하고 있다. 시스템 모니터링 체계는 WAS 성능 분석을 위한 JENNIFER와 서버 운영 상태 관제를 위한 ZABBIX-EMS-Manager로 구성되며, 리포팅 기능은 OzReport를 활용한다. 웹 서비스는 WebtoB를 Web Server로, JEUS를 WAS로 사용하고 있으며, 보안 통신을 위해 2개 도메인(*.nie.re.kr, *.nie-ecobank.kr)에 SSL 인증서가 적용되어 있다.

공개 소프트웨어로는 데이터베이스 관리를 위한 PostgreSQL과 공간정보 서비스를 위한 GeoServer가 핵심 구성 요소로 운영되고 있으며, 데이터 처리를 위한 ETL 도구와 통합검색 엔진 등도 오픈소스 기반으로 구축되어 있다. 이러한 소프트웨어 구성은 안정적인 서비스 제공과 함께 유지보수 효율성을 고려한 것이다(표 3-1).

〈표 3-1〉 EcoBank 하드웨어 세부 내역

장비구분	하드웨어 사양	수량
DB 서버 (IBM P770)	CPU : 9117 Model MMD(POWER 770+) / 3.8GHz / 8Core / 10MB X 8 개 Disk : 300GB(300GB x 2EA : RAID 1), 600GB(600GB x 2EA : RAID 1) San Storage : 5 TB / OS : AIX 7.1 / RAM : 64GB	1 식
WAS 서버 (HP DL380 Gen9)	CPU : Intel E5-2640v4(10-Core 2.40 GHz) / RAM : 64GB Disk : 600GB(600GB x 2EA : RAID 1) San Storage : 10TB / OS : RHEL 7.2	1 식
WEB 서버 (HP DL380 Gen9)	CPU : Intel E5-2640v4(10-Core 2.40 GHz) / RAM : 64GB Disk : 600GB(600GB x 2EA : RAID 1) / OS : RHEL 7.2	1 식
연계 서버 (HP DL380 Gen9)	CPU : Intel E5-2640v4(10-Core 2.40 GHz) RAM : 32GB / Disk : 600GB(600GB x 2EA : RAID 1) San Storage : 5 TB / OS : RHEL 7.2	1 식
모니터링 운영 서버 (HP DL360 Gen10 X86 Server)	CPU : Intel Xeon(R) Gold 6324 CPU @ 3.3Ghz 8core Processor * 1EA Disk : 480GB(480GB SSD x 2 개 : RAID 1), 4.0TB(4.0TB SAS x 2ea : RAID 1) SMPS 이중화 OS : RHEL 7.8 / RAM : 64GB(32GB x 2EA)	1 식
Backup Appliance (Arcserve UDP Appliance 9012)	CPU : Intel Xeon(R) Silver 4108(8-Core 1.8 GHz) Disk : 480GB(SSD), 8TB(4TB 7.2K RPM SAS HDD x 3EA : RAID 5) Arcserve Unified Data Protection v7.0 / RAM : 48GB(8GB x 6)	1 식
SAN Switch (HP 8/8 San Switch)	가용 포트 : 16 포트 / 확장 가능 포트 : 24 포트(최대) 사용 Bandwidth : 8gbit/sec	1 식
Network Storage (HP 3PAR StoreServ 8400)	Controller - 2 Controller (Max 4) / dual redundant controller 제공 / 최대 4 개 구성 지원 Cache Memory - Block Cache : 192GB / Flash Cache : 1500GB HDD Disk - 1.2TB SAS Disk * 32ea / 48GB Cache SSD * 4 개 RAID-5 구성 - 최대 HDD 수 : 576 개 / 최대 SSD 수 : 240 개	1 식
Cloud Storage 서버 (fujitsu)	CPU : Intel Xeon 2.60GHz 8core RAM : 32G / Disk : 5.1T	1 식

다. 전자정부 표준 프레임워크 활용

EcoBank 서비스 실행환경에 대해 재사용이 가능한 공통 컴포넌트 활용으로 공공정보 시스템의 품질을 향상시키고 상호 운영성, 표준성, 유지보수성을 증대하고자 전자정부 표준 프레임워크(eGovFram; www.egovframwork.go.kr)를 적용하였다(그림 3-2). 전자정부 표준 프레임워크는 대한민국의 공공부문 정보화 사업 시 정보시스템 구축에 필요한 기능과 아키텍처를 표준화한 소프트웨어 플랫폼으로 대부분의 관공서 프로젝트에서 필수로 채택되는 표준 규격이다. 특히 전자정부 표준 프레임워크는 실행환경, 개발환경, 관리환경, 운영환경, 공통 컴포넌트로 구성되어 개발 전체 단계를 지원하는 환경으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 이러한 전자정부 표준 프레임워크에 EcoBank 서비스의 특징적 분석사항을 적용하여 개발 생산성을 극대화하고 안정적 활용 기반을 확보하고자 하였다.



〈그림 3-2〉 전자정부 표준 프레임워크 구성도

라. 오픈소스 소프트웨어 적용

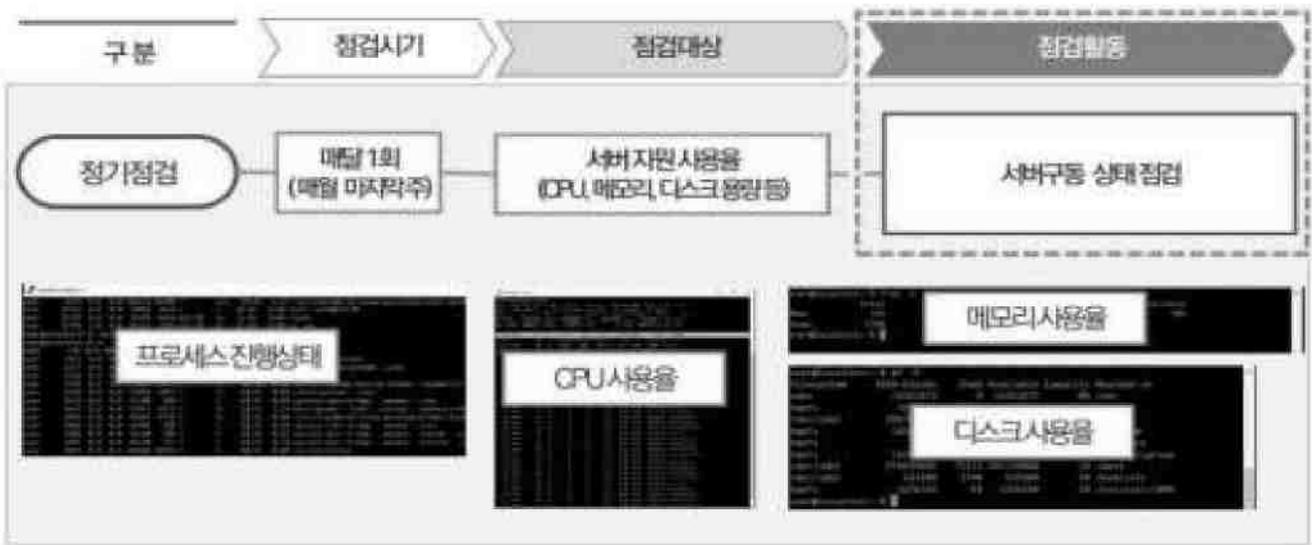
오픈소스 소프트웨어는 소스코드가 공개되어 있는 소프트웨어를 말하며, 일반적으로 자유롭게 사용·복제·배포·수정 할 수 있다. 저렴한 비용으로 도입할 수 있는 오픈소스는 공동개발을 통해 빠르게 변화하는 기술 발전에 유연하게 대응하고, 표준을 기반으로 개발되어 다양한 시스템과의 높은 호환성이 장점이다. EcoBank에서는 다양한 open source 소프트웨어(PostGIS, Apache Solr, JQuery 등)들을 데이터 변환 및 적재 관리를 비롯한 생태정보 검색 서비스, 지도기반 생태공간정보 서비스에 적용하였다(그림 3-3). 이러한 오픈소스 소프트웨어를 적용함으로써 시스템의 확장성 및 안정성을 확보하고, 유지보수 비용 절감을 통한 안정적 사업 운영 기반을 마련하고자 하였다.



〈그림 3-3〉 오픈소스 기반 소프트웨어 구성과 주요 적용 서비스

마. 시스템 유지관리

시스템의 운영상태 점검 및 장애 예방 조치를 위한 정기(매월)·수시 점검 및 관리를 통해 EcoBank의 원활한 서비스가 이루어지도록 하였다. 시스템 정기점검은 서버 상태 점검(서버 프로세스 실행상태, CPU 사용률, Memory 사용률, Disk 용량 등)을 통해 장애발생에 대비한 서버의 자원 사용량과 서비스 정상 기동 여부를 확인하였다(그림 3-4). 한편 시스템에서 발생한 갑작스러운 이상징후, 장애, 잘못된 정보에 대한 원인규명과 조치를 위한 수시점검에서는 추후 유사 장애 발생시 점검이력을 통한 신속한 원인 규명 및 개선 조치를 위해 장애원인 및 조치결과를 문서로 작성하여 관리하도록 하였다(그림 3-5).



〈그림 3-4〉 EcoBank 시스템 정기점검

구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분

〈그림 3-5〉 EcoBank 시스템 수시점검을 통한 보안취약점 대응

특히 시스템 운영 중 발생하는 긴급 장애 발생에 대해서는 즉각적 대처 실현을 통한 안정적인 시스템을 유지하고 서비스 신뢰성 향상을 도모하였다. 비상대책 및 장애대응을 위한 긴급 장애처리 방안은 <그림 3-6>과 같이 체계화하여 관리하도록 하였으며, 이러한 모든 장애발생에 대한 원인과 조치결과는 철저히 기록하여 관리될 수 있도록 하였다.

▶ 긴급 장애처리 방안



▶ 비상대책 및 장애대응 방안

<p>점검 및 예방</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 예방 및 점검활동 · 정기 점검 중 발견된 문제점 담당자 통보 · 자체/통합유지보수팀과 협조하여 문제 해결 	<p>장애감시 체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 장애 모니터링 · 장애 내역 정보 공유
<p>비상 연락망 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 예방 점검 관련 담당자 및 유지보수 비상 연락망 최신 유지 · 지속적인 관리 	<p>백업/복구</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 통합유지관리체계의 백업지원 · 시스템/자료소실시 백업파일을 통한 복구 지원
<p>장애 대응</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 발생장애는 원인 확인 후 즉시조치하도록 함 · 네트워크/하드웨어 장애 발생 시 통합유지보수팀과 담당자에게 연락하여 조치 취함 	<p>긴급상황 발생시</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 긴급상황 발생시 비상연락망 활용 · 협력업체 도선으로 기존 사용하던 SW에 의한 문제 발생시 내부회의를 통하여 대책 마련

<그림 3-6> 긴급 장애처리 방안

2. 수요자 요구분석을 통한 생태정보 서비스 강화

가. EcoBank 활용도 분석을 통한 사용자 니즈(Needs) 분석 및 발굴

1) EcoBank 사용자 만족도 조사

EcoBank는 2019년 대국민 서비스 이후부터 사용자의 급격한 증가(95,715명^{'19년} → 385,870명^{'21년} → 500,430명^{'23년} → 2,114,527명^{'25년})와 생태정보의 개방 확대에 따른 사용자의 요구가 증대되고 있다. 이에 따라 EcoBank 시스템 및 생태정보 품질에 대한 더 나은 서비스 제공을 위한 서비스 개선 및 생태정보 품질관리 방안 도출 등 EcoBank 발전 방향 수립에 활용하고자 EcoBank 사용자 니즈(Needs)를 분석하고 발굴하고자 하였다. 이를 위해 EcoBank 사용자 니즈(Needs) 분석을 위해 EcoBank 사용자 만족도 조사(2025.04.21.~05.18.)를 실시하였다. 만족도 조사는 EcoBank 로그인 사용자를 대상으로 EcoBank의 주요 서비스 현황에 대한 질의를 리커트 척도(5점)를 이용하여 조사하였다. 조사결과 총 125명의 사용자가 설문에 응답하였으며 평균 만족도는 82.3점으로 2024년 하반기 사용자 만족도(80.7점) 대비 102% 수준으로 상승한 것으로 나타났다(표 3-1). 특히 메뉴 구성의 편의성 부문에 대한 사용자 만족도가 84.6점으로 가장 높았으며, OpenAPI 서비스 항목에서는 80.2점으로 가장 낮은 만족도를 보였다.

〈표 3-2〉 EcoBank 사용자 설문조사 결과

질문	평균점수
회원 가입 및 로그인 절차가 용이합니까?	83.6
시스템이 장애를 자주 일으키지 않고 안정적으로 운영되고 있습니까?	82.0
시스템 응답속도는 적절합니까?	82.4
메뉴 구성은 간편하고 쉽게 사용할 수 있도록 되어 있습니까?	84.6
데이터 등록, 수정 및 조회 기능들은 사용하기 편리하게 되어있습니까?	81.2
OpenAPI 서비스를 활용한 공개자료의 이용이 편리합니까?	80.2
총합계	82.3

2) 시민참여사업 채널 고도화

최근 ESG 경영과 관련하여 국립생태원 시민참여 사업의 정보 접근성 증진 요구가 커짐에 따라, 기관 차원에서 시민참여 방식을 체계화하고 국민 접근성 향상을 위해 노력해 왔다. 이에 국민 참여 기반 생태정보의 구축 및 개방을 통해 공공서비스 질을 높이고, 생태가치 확산을 통한 국민의 알권리 실현 및 생태복지 증진을 도모하고자 한다. 구체적으로는 생태정보포털인 EcoBank로 시민과학연구 소개 페이지를 이관하고 기능을 고도화함으로써, 시민참여 사업에 대한 국민의 정보 접근성과 대내 업무 효율성을 높이고자 하였다. 먼저 시민참여 사업에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 기존 국립생태원 홈페이지와 EcoBank에 분산되어 있던 시민참여 채널을 EcoBank로 통합하였으며, 국립생태원의 다양한 시민참여 사업들(두꺼비 로드킬 정보수집 해결사 등 13개)에 대한 소개 페이지를 신설하였다(그림 3-7).

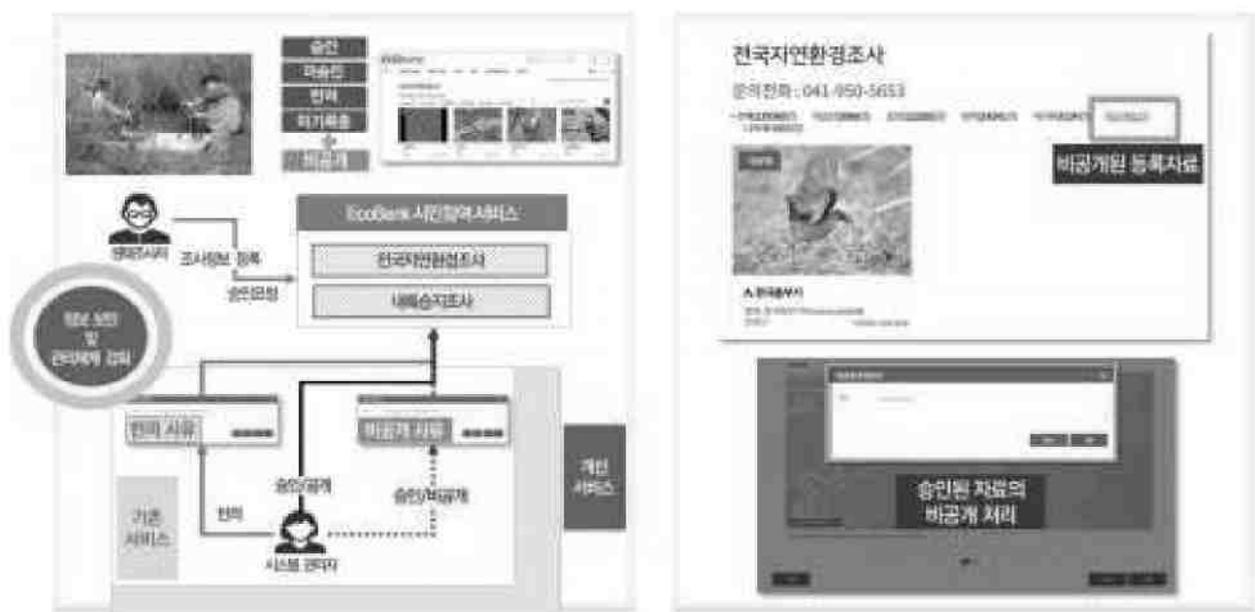


〈그림 3-7〉 EcoBank 시민참여 사업 소개

또한 시민조사원 활용 훼손지 조사 정보 수집 채널에 대한 수요를 반영하여 기존 전국 자연환경조사 시민참여조사와 동일한 구성으로 신규 채널을 개설(조사 결과물 검증 및 DB 구축)하였다(그림 3-8). 추가적으로 기존 시민참여 서비스에서는 조사정보 비공개 처리 기능 부재에 따른 민감 조사정보 관리의 어려움이 발생하여 기승인된 조사정보를 대상으로 시스템 관리자가 비공개 사유 등록과 더불어 비공개 처리할 수 있도록 기능을 개선하였다(그림 3-9).



〈그림 3-8〉 훼손지 시민참여조사 서비스



〈그림 3-9〉 EcoBank 시민참여 서비스 비공개 처리기능

EcoBank에서는 시민참여 게시판을 통해 전국자연환경조사 등 시민참여조사 결과물(이미지)을 구축하고 개방하고 있다. 전국자연환경조사 시민참여조사의 경우, 사업 운영과 데이터 등록(App 구축 및 운영) 및 검토는 자연환경조사팀이 담당하며, EcoBank 시민참여 게시판 운영 및 디지털 데이터 구축과 개방은 생태빅데이터팀이 협업을 통해 수행하고 있다. 그러나 현재 시민참여조사 사업 수행 단계에서는 조사 결과물에 대한 저작권 활용동의는 받고 있으나, 제3자(대국민) 활용을 위한 공공누리 등 공공저작물 디지털 개방 권원은 확보하지 못하고 있는 상황이다. 따라서 저작권 분쟁을 예방하고 AI 등 관련 산업의 혁신적 가치 창출 기반을 마련하기 위해, 한국문화정보원과 협업하여 공공저작물의 안전한 개방 및 저작권 확보를 진행하였다(그림 3-10). 그 결과, 2019년 이후 시민참여조사에 참여한 조사자 중 상대적으로 결과 등록이 활발한 9명을 대상으로 권원 확보를 수행하여 총 30,513건에 대한 권원을 확보하였다. 한국문화정보원의 지원 사업 범위에 따라 이 중 17,209건에 대해 공공누리 유형을 부착하고 공공누리 누리집(www.kogil.go.kr) 연계를 완료하였다. 나머지 13,304건의 결과물은 차년도에 공공누리 유형 부착 및 추가 연계를 진행할 계획이다. 또한 기존 시민참여조사에서 사용하던 저작권 활용동의서에 대한 법적 검토를 통해 ‘저작권양도 및 공공누리이용제공동의서’로 개편하였으며, 차년도 사업부터 시민참여조사 사업 시작단계에서 적용할 예정이다(그림 3-11).



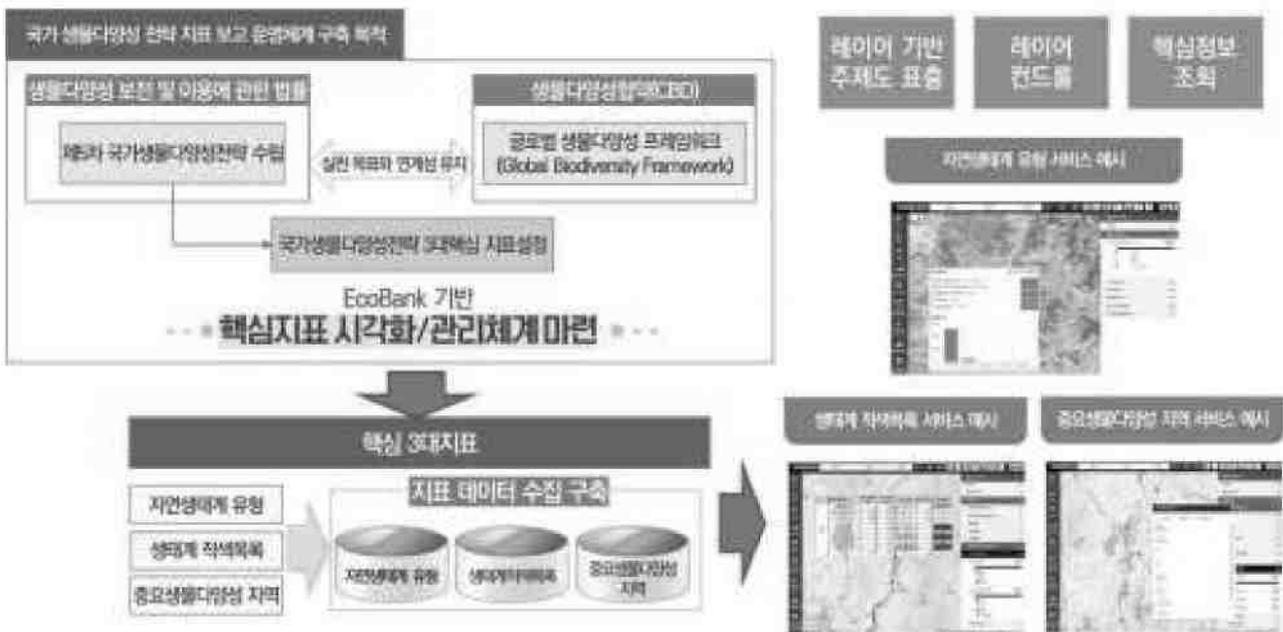
〈그림 3-10〉 업무협약서



〈그림 3-11〉 이용제공동의서

3) 생태공간정보 서비스 내 주제도 서비스 개선

국내·외적으로 생물다양성 보전에 대한 관심이 증대되고 있으며, 특히 2022년 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(GBF) 채택 이후 국가별 생물다양성 전략 및 행동 계획(NBSAP) 수립과 이행이 강조되고 있다. 그러나 국내의 경우 생물다양성 전략 지표의 체계적인 모니터링, 보고 및 운영체계가 부재한 실정이며, 생태계 서비스와 탄소 흡수원으로서의 생태계 가치를 연계하여 평가하고 관리할 수 있는 통합 플랫폼의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 탄소-생물다양성 연계평가 결과의 체계적 관리와 보고를 위한 통합 시스템 개발이 요구되었으며, 생물다양성 정보의 개방과 활용을 통해 정책 의사결정을 지원하고 국민의 생태정보 접근성을 제고하고자 하였다. 이에 따라 EcoBank에서는 탄소-생물다양성 연계평가 결과의 투명한 보고체계 운영을 위한 기능 개발을 추진하였으며, 국가생물다양성 전략의 3대 핵심 지표를 시각화하고 지속적 개선을 통한 관리체계를 정립하였다. 이를 위해 EcoBank 시스템을 기반으로 세 가지 핵심 서비스를 개발하였다(그림 3-12).



〈그림 3-12〉 국가 생물다양성 전략 지원을 위한 EcoBank 서비스 구성(안)

첫째, 자연생태계 유형 서비스는 Tiff 이미지를 벡터화하여 주제 레이어로 분류하고 공간데이터를 구축하였으며, 이를 통해 국토 전역의 생태계 유형 분포를 직관적으로 파악할 수 있도록 하였다(그림 3-13).



〈그림 3-13〉 EcoBank 생태계 유형 데이터 서비스

둘째, 중요 생물다양성 지역(KBA) 서비스는 shp 형태의 공간데이터와 Excel 속성정보를 매칭하여 주제 레이어로 구성하고, 지도상에서 특정 지역 선택 시 보호종 정보, 서식지 특성, 위협요인 등 관련 속성정보가 즉시 표출되도록 구현하였다(그림 3-14).



〈그림 3-14〉 EcoBank 중요 생물다양성 지역(KBA) 서비스

셋째, 생태계 적색목록 서비스는 생태계 유형에서 추출한 벡터데이터와 Excel 속성정보를 연계하여 주제 레이어를 구성하고, 동일하게 지도 기반의 정보 조회 기능을 제공하여 위기 생태계의 현황과 분포를 실시간으로 확인할 수 있도록 개발하였다(그림 3-15). 이러한 시스템 구축을 통해 국가 생물다양성 전략 지표의 효과적인 모니터링과 관리 기반을 마련하였으며, 공간정보와 속성정보의 통합 관리를 통해 생물다양성 현황에 대한 종합적인 이해를 가능하게 하였다. 또한 웹 기반 시각화 서비스를 통해 정책입안자, 연구자, 일반 국민 등 다양한 이해관계자가 생물다양성 정보에 쉽게 접근하고 활용할 수 있는 환경을 조성하였다. 향후 지속적인 데이터 갱신과 서비스 고도화, 추가 지표의 통합을 통해 생물다양성 정보의 개방성과 활용성을 제고하고, 국가 생물다양성 전략의 이행 모니터링 및 국제 보고 체계와의 연계를 강화하고 한다.



〈그림 3-15〉 EcoBank 생태계 적색 목록 서비스

탄소-생물다양성 연계평가를 위한 국가생물다양성 전략의 3대 핵심 지표 시각화 서비스는 현재 서비스 초기 단계로 승인된 사용자(관리자 및 업무담당자)만 활용하도록 제한하고 있으나, 향후 추가 서비스 개발 및 안정화 테스트를 거쳐 '27년 이후 전체 사용자에게 서비스를 오픈할 예정이다.

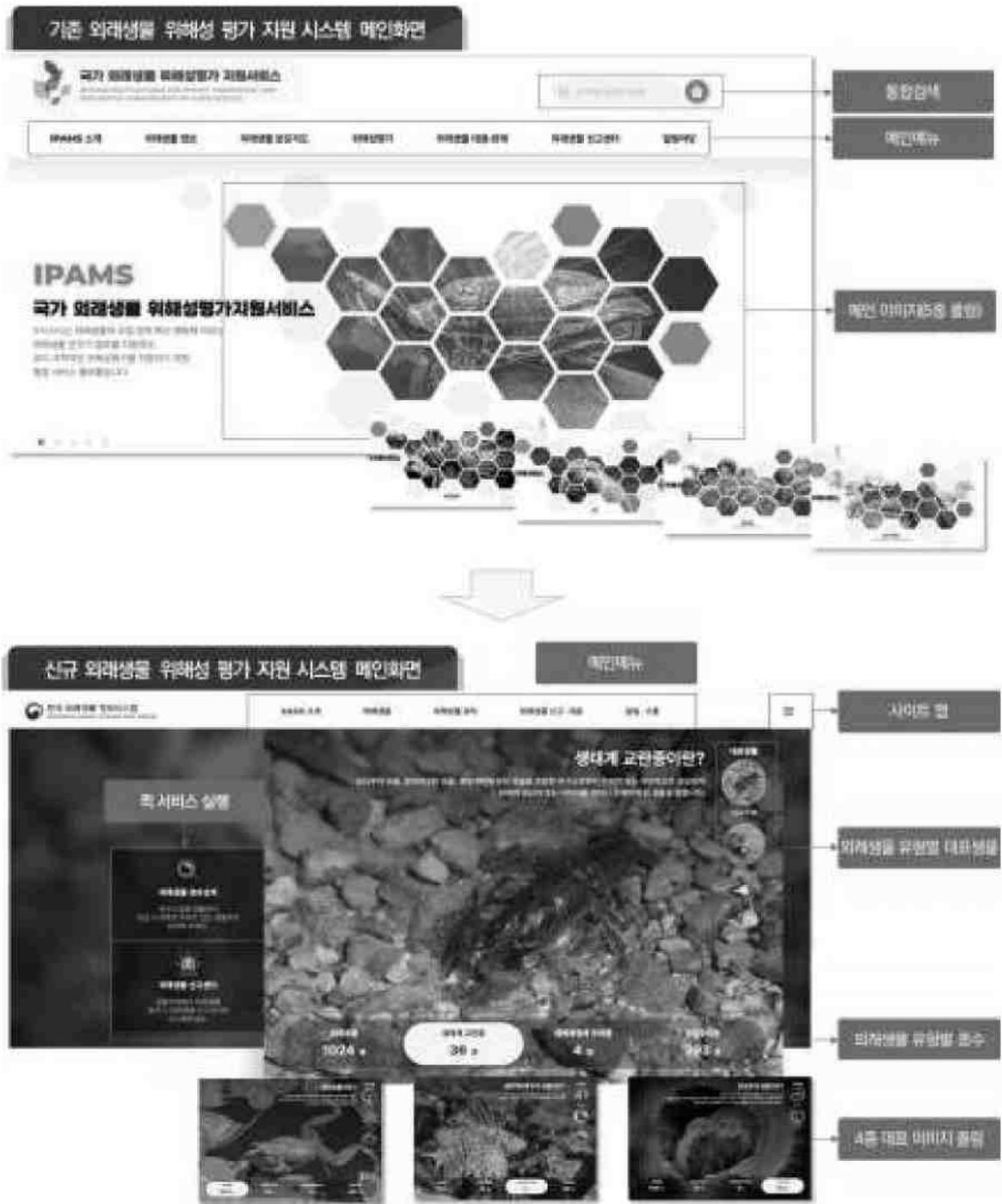
4) 외래생물 위해성 평가 지원 서비스 개선

국립생태원은 '생물다양성 위협 외래생물 관리 기술 개발 사업(R&D)'을 통해 외래생물의 유입, 확산, 정착에 따른 생태계 위협을 평가하고 관리하기 위한 과학적 기반을 구축해왔다. 해당 사업에서는 외래생물의 생태적 위험도를 체계적으로 평가하고 관리 우선순위를 결정하는 핵심 도구로 활용하기 위해 외래생물 위해성평가 지원 서비스를 개발하였으나, 시스템 운영 주체 및 관리체계 미비 등의 문제로 실질적인 서비스 운영이 이루어지지 못하였다. 이에 2024년 12월, 안정적인 운영과 실무 활용을 위해 해당 서비스가 국립생태원으로 공식 이관되었다. 그러나 서비스 이관 과정에서 기존 시스템이 독립적으로 운영됨에 따라 EcoBank와의 연계성 부족, 관리 효율성 저하, 사용자 접근성 제한 등의 문제가 확인되었으며, 안정적인 운영체계 확립과 실무 활용도 제고를 위한 시스템 개선의 필요성이 제기되었다. 이에 따라 외래생물 위해성평가 지원 서비스의 현황을 종합적으로 분석하고, 사업 담당부서인 외래생물팀의 실무 요구사항을 수렴하여 EcoBank와 연계한 체계적인 시스템 개선을 추진하였다(그림 3-16).



〈그림 3-16〉 외래생물 위해성 평가 지원 서비스 현황 분석 및 개편(안)

먼저 별도의 독립 시스템으로 구성되어 있던 외래생물 위해성평가 지원 서비스를 EcoBank의 하위 서비스 체계로 통합하여 생태정보 플랫폼 간 연계성을 강화하고, EcoBank 유관시스템 체계로 재구성함으로써 사용자의 접근 편의성을 향상시켰다. 또한 메인화면의 UI/UX 디자인을 개선하여 직관적인 정보 탐색 기능과 시각적 가독성을 제고하였다 (그림 3-17).

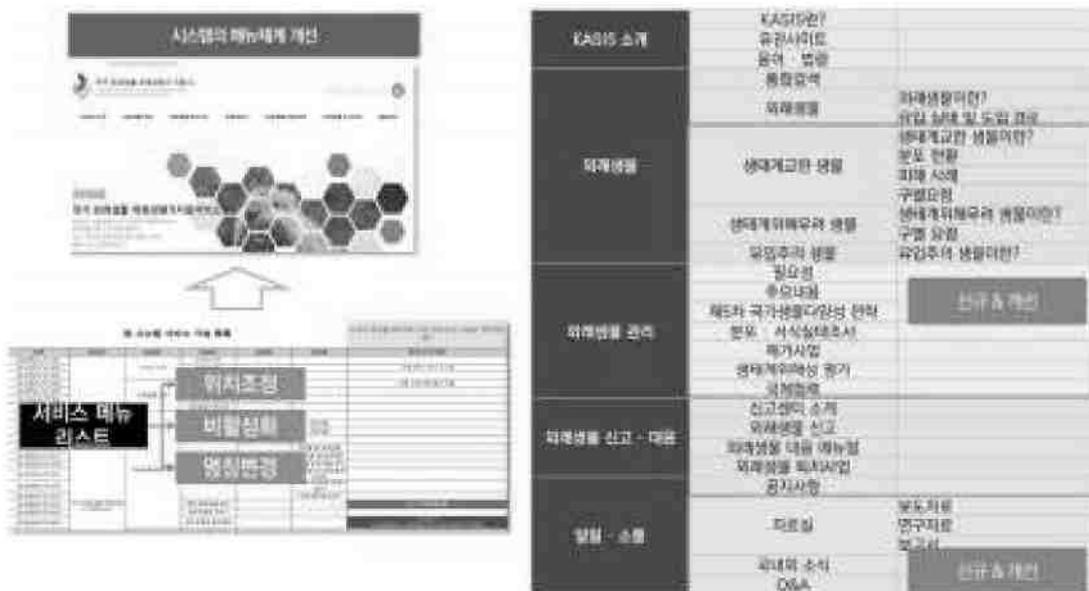


〈그림 3-17〉 메인화면 UI/UX 디자인 개선

다음으로는 시스템의 효율적 운영 관리를 위해 시스템 활용 통계 서비스를 신규 개발하였으며, 방문자 수, 생물종 조회 수 집계 통계 현황을 매일 주기적으로 자동 갱신하여 관리자가 서비스 이용 추이를 실시간으로 모니터링하고 개선 방향을 수립할 수 있도록 지원하였다(그림 3-18). 마지막으로 사용자 중심의 시스템 메뉴체계를 재설계하여 정보 탐색의 논리적 흐름을 개선하고, 국립생태원이 자체적으로 구축·운영하던 한국외래생물정보시스템의 일부 핵심 서비스 기능을 외래생물 위해성평가 지원 서비스로 이관하여 관련 정보와 기능의 통합 관리 체계를 구축하였다(그림 3-19). 이러한 개선을 통해 외래생물 관리 업무의 효율성을 제고하고, 연구자 및 정책담당자가 외래생물 위해성 정보에 보다 신속하고 편리하게 접근할 수 있는 환경을 조성하였다.



〈그림 3-18〉 시스템 활용 통계 서비스



〈그림 3-19〉 시스템 메뉴 체계 개편 및 서비스 기능 이관

5) 생태·자연도 서비스 일원화

생태·자연도는 산, 하천, 내륙습지, 농지, 도시 등 국토 전반에 대하여 자연환경을 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등에 따라 등급화한 지도로, 국토의 생태적 가치를 종합적으로 평가하고 환경정책 수립의 기초자료로 활용되는 핵심 환경공간정보이다. 그러나 기존에는 생태·자연도 서비스가 국립생태원의 EcoBank와 기후부의 환경공간정보서비스(EGIS)로 이원화되어 제공됨에 따라 사용자의 혼란과 이용 불편이 지속되어 왔다. 기존의 EcoBank에서는 생태·자연도 정보의 효율적 관리와 활용을 위해 지도서비스, 개방·공유, 민원서비스 등을 제공하였으며, EGIS에서는 생태·자연도 PDF 다운로드 서비스와 멸종위기종 등 생태·자연도 1등급 지역 지정 사유에 대한 상세 정보를 제공하는 등 시스템 간 차별화된 서비스를 운영해왔다. 이러한 이원화된 서비스 체계는 사용자가 필요한 정보에 따라 서로 다른 플랫폼을 방문해야 하는 불편을 초래하였으며, 업무 담당자와 일반 국민 모두에게 혼란을 가중시켰다. 이러한 상황에서 2025년에 발생한 대전 국가정보자원관리원 화재 사고로 인해 기후부를 포함한 여러 정부 부처의 정보시스템이 마비되는 심각한 상황이 발생하였다. 이에 국립생태원은 국민의 생태정보 접근권을 보장하고 업무 연속성을 확보하기 위해 신속하게 대응하여, 기존 EGIS에서 제공하던 생태·자연도 서비스를 EcoBank로 긴급 통합·이관하고 서비스 일원화를 완료하였다(그림 3-20). 이를 통해 사용자는 단일 플랫폼에서 생태·자연도의 모든 정보와 기능을 종합적으로 이용할 수 있게 되었으며, 서비스 접근성과 편의성이 크게 향상되었다.

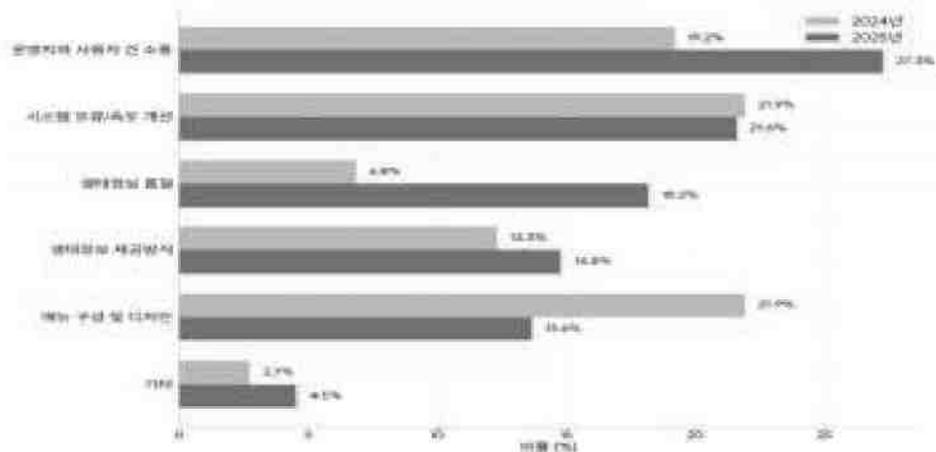


〈그림 3-20〉 생태·자연도 서비스 일원화에 따른 기능 개선

나. AI 활용 업무데이터 기반 사용자 요구사항 키워드 분석

EcoBank 서비스 운영을 통해 획득한 업무데이터의 구축 및 분석 체계의 지속적 활용을 위하여 국민 수요 분석을 통하여 데이터 기반 EcoBank 서비스 개선사항을 도출하고자 하였다. 이를 위하여 EcoBank 사용자 요구사항 분석과 기능활용도 및 활성율 분석을 실시하였다.

EcoBank 요구사항 분석은 2024년과 2025년 실시한 EcoBank 만족도 설문조사 결과를 활용하여 요구사항 수집(161개 주관식 문항) 및 전처리하였으며, 생성형 AI 도구(ChatGPT, Gemini)를 활용하여 키워드 분류, 유형별 통계 시각화 및 세부 요청사항 도출을 실시하였다. 2024년 대비 2025년 사용자 요구사항을 비교한 결과 2025년에는 운영자와 사용자 간 소통(19.2%^{'24년} → 27.3%^{'25년})과 생태정보 품질(6.8%^{'24년} → 18.2%^{'25년}) 관련 요구사항 비중이 전년대비 상승한 것으로 나타난 반면 메뉴 구성 및 디자인 관련 요구사항은 감소(21.9%^{'24년} → 13.6%^{'25년})한 것으로 나타났다(그림 3-21). 특히 운영자와 사용자 간 소통에서는 시민참여 기능의 사진 업로드 승인 속도 및 절차 개선에 대한 요구와 자료 검색 및 다운로드 속도 개선에 대한 요구와 같이 EcoBank 시스템 하드웨어의 내구연한 도래 등으로 서비스 전반에서 발생하고 있는 시스템 성능 및 속도 저하에 대한 개선 요구가 증가한 것으로 나타났다(표 3-3). 또한 기후부의 환경공간정보서비스와 분산 제공되던 생태·자연도 서비스가 EcoBank로 일원화('25.10.1.)됨에 따라 생태·자연도 속성 정보 개방 요청을 비롯한 관련 요구가 증가한 것으로 나타났다. 반면 '24년 개선된 시민 참여 서비스 및 검색 기능 등으로 인해 생태정보 제공 방식(사진자료 업로드, 생태정보 검색 및 조회 활용) 등과 관련된 사용자 요구는 전년대비 상대적으로 감소한 것으로 나타났다.



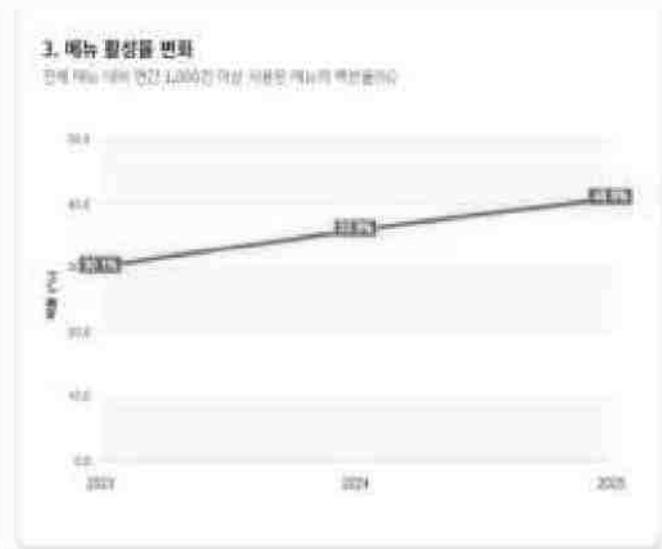
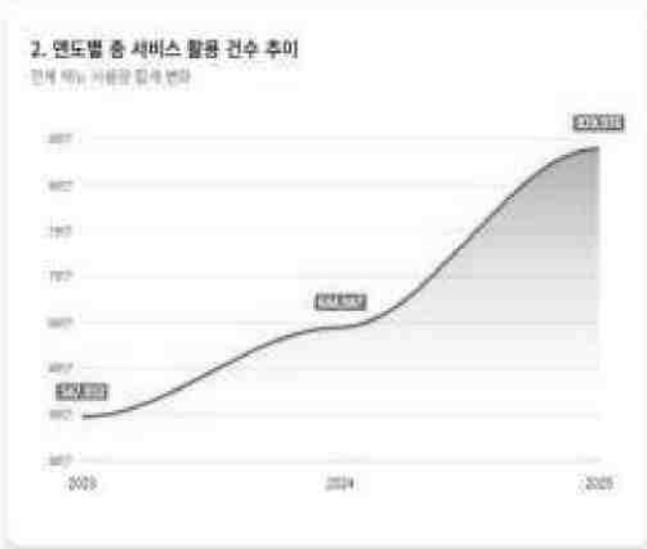
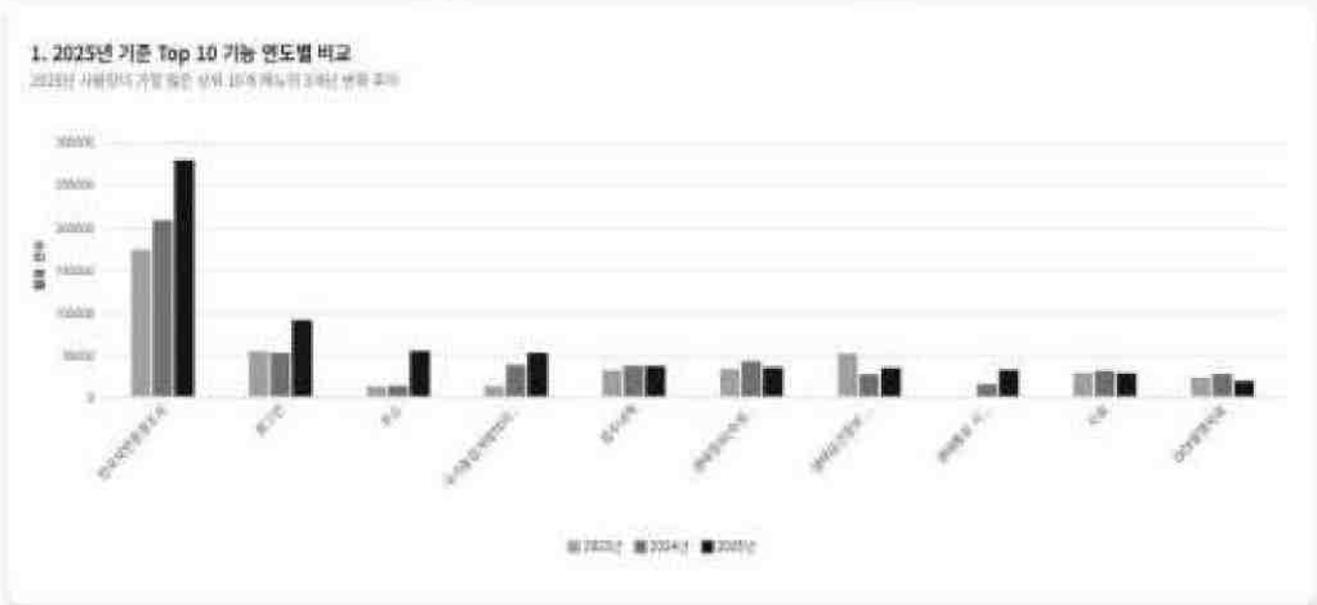
〈그림 3-21〉 EcoBank 사용자 요구사항 유형별 변화

〈표 3-3〉 EcoBank 키워드 유형별 주요 요구사항

요구사항 유형	주요 요구사항
운영자와 사용자 간 소통	<ul style="list-style-type: none"> • 시민참여 기능의 사진 업로드 승인 속도 및 절차 개선 • 자료 검색 및 다운로드 속도 개선 필요
시스템 오류/속도 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 성능 저하로 인하여 페이지 응답, 자료 다운로드 등 지연 발생 • 로그인 유지 시간이 짧고 및 간편가입 시 오류가 발생
생태정보 품질	<ul style="list-style-type: none"> • 환경공간정보서비스와 동일한 생태자연도 속성정보 개방 요청 • 굿로드맵 실행시 위치정보 정확성 개선
생태정보 제공방식	<ul style="list-style-type: none"> • 사진자료 업로드 시 위치 지정이 어렵고 과정이 불편함 • 생태정보 검색 및 조회 활용 기능 개선 필요
메뉴 구성 및 디자인	<ul style="list-style-type: none"> • 모바일 환경의 화면 구성 및 조작방식 개선 • 자료 업로드 및 편집 과정의 인터페이스 개선

EcoBank 기능 활용도 및 활성율은 2023년 이후 EcoBank를 통해 서비스되고 있는 기능(메뉴)들 중 3레벨 수준에서의 기능(메뉴)에 대한 활용 건수를 Excel 대시보드를 활용하여 시각화하였다(그림 3-22). 분석결과, EcoBank의 서비스 활용도와 1,000건 이상 활용된 메뉴 비율이 지속적인 상승세를 보이는 것으로 나타났다. 특히, 전국자연환경조사 시민참여 기능은 2023년 약 18만건에서 2025년 약 28만건으로 크게 증가하여 전체 서비스 활용도 성장을 견인하였다. 또한, 기후부 생태·자연도 서비스 통합효과로 국가중점데이터 및 주소 기반 검색 서비스의 활용도가 동반 상승한 점도 주요 서비스 확대 성과로 분석되었다. 반면에 생태공간정보 서비스나 데이터세트 개방자료의 활용도는 다소 감소하는 경향을 보였다. 이에 따라 향후 지도 서비스의 편의성과 접근성을 대폭 개선하고, DOI 데이터세트를 활용한 보다 적극적인 자료 개방 전략이 필요한 것으로 보인다.

<p>2025년 총 활용 건수</p> <p>839,976건</p> <p>서비스 이용 증가</p>	<p>2025년 최대 활용 서비스</p> <p>전국자연환경조사</p> <p>기타 서비스 이용률 저조</p>	<p>서비스 활성도 (2025)</p> <p>40.8%</p> <p>전국자연 서비스 이용</p>
--	--	--



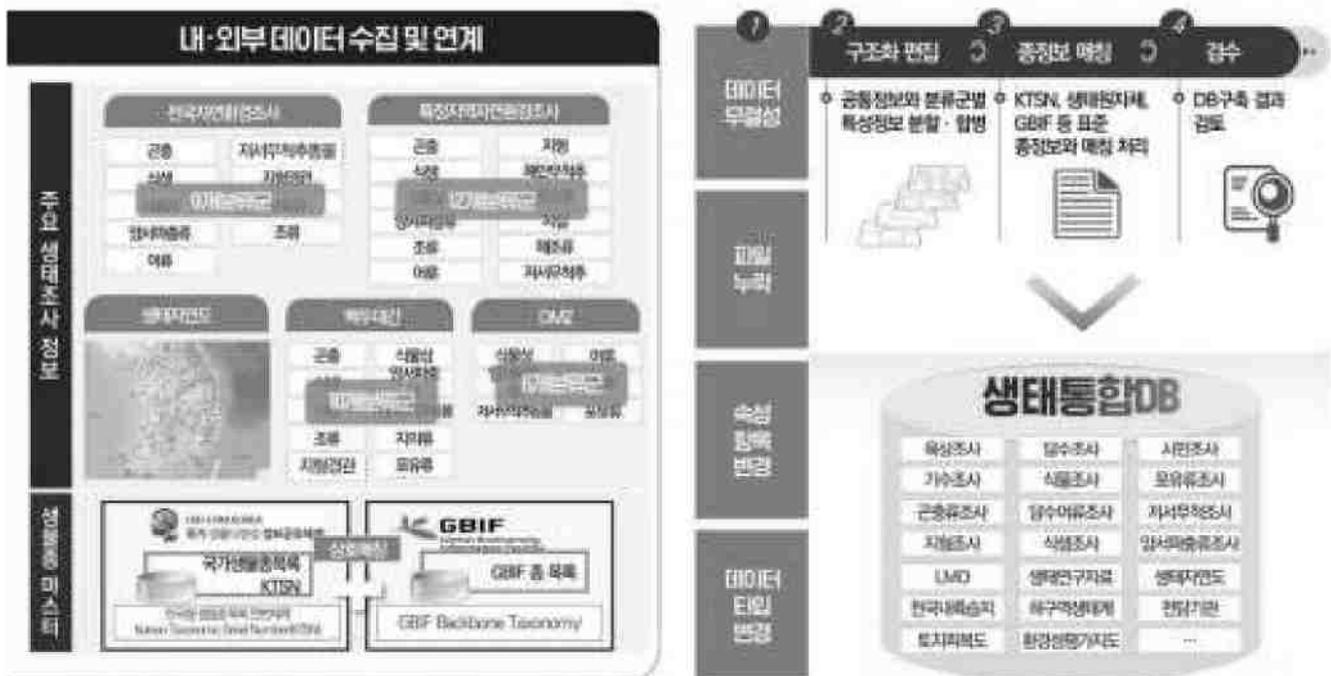
〈그림 3-22〉 EcoBank 활용도 대시보드

3. 생태정보 품질관리를 통한 생태정보 신뢰성 강화

가. 고품질 생태정보 서비스를 위한 데이터 품질관리

1) 생태정보통합 DB 구축

EcoBank에 구축된 생물종 마스터 데이터는 국립생물자원관에서 제공하는 한국형 생물종목록 연번체계(Korean Taxonomic Serial Number; KTSN)를 기반으로 생태조사결과 내 생물 종명을 표준화하여 매칭하였다. 또한 국외 생태정보 수집 및 서비스 확대를 위하여 KTSN에서 제공되지 않는 국외 생물종 목록은 GBIF(Global Biodiversity Information Facility)의 생물종 목록과 연계하여 통합 생물종 검색 서비스로 제공하고 있다. 이후 원시데이터는 수집 단계에서 데이터 무결성 검증, 파일 누락 여부 확인, 속성항목 및 데이터 타입 변경 여부 점검 등의 품질관리를 수행하고, 이후 구조화 편집, 종 정보 매칭 및 검수 과정을 거쳐 최종 생태정보통합 DB로 구축하였다(그림 3-23). 이를 통해 주요 생태조사 데이터의 현행화 및 신규 데이터 구축을 추진하여 총 444,699,850건(레코드×컬럼)의 원시데이터를 확보하였다(표 3-4). 특히 2025년 신규로 구축된 전체 데이터의 93.7%를 차지하는 생태·자연도는 환경부 환경공간정보서비스(EGIS)에서 제공하는 생태·자연도 데이터와의 정합성을 확보하기 위해 수시고시 결과를 매일 반영하여 전국 통판 형태로 제공하였다. 이 외에도 전국자연환경조사, 습지조사 등 9종의 생태정보를 신규로 구축하여 데이터의 최신성을 유지하였다.



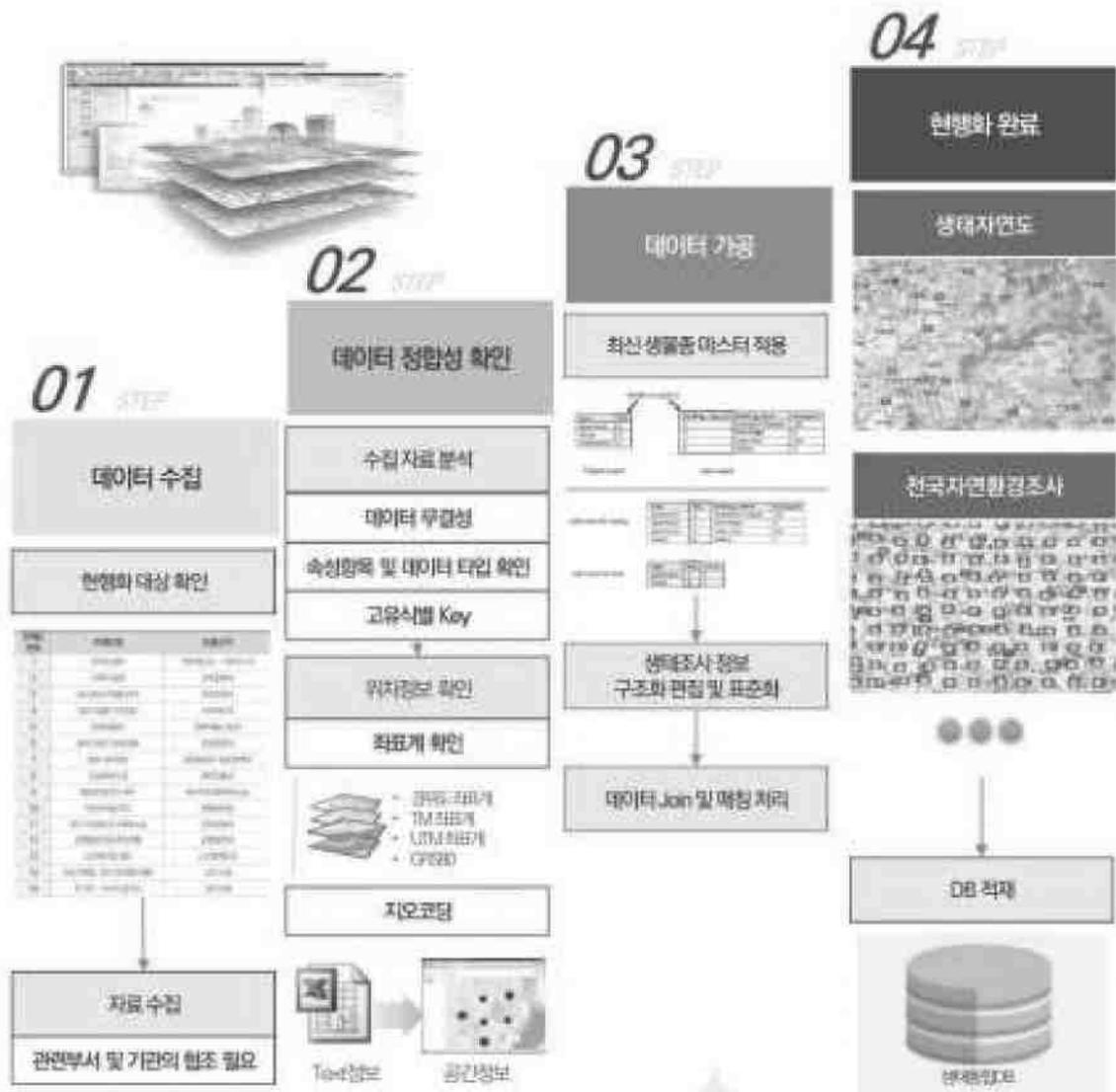
〈그림 3-23〉 생물종 마스터 데이터와 생태조사정보의 최신성 유지

〈표 3-4〉 2025년 생태조사정보 구축 결과

년도	구분	레코드 건수(파일)	레코드 x 필드 수
2025	전국자연환경조사	322,295	15,348,827
	생태자연도	22,317,363	416,645,963
	시민참여	42,057	1,345,824
	DMZ 정밀조사	18,807	832,664
	백두대간정밀조사	17,048	820,358
	특정지역자연환경조사	31,370	1,361,808
	조류충돌	53,812	1,560,548
	습지	318,643	6,122,452
	기타	74,947	661,406
총합계		23,196,342	444,699,850

2) 생태정보 현행화

EcoBank에서 제공하는 생태정보의 최신성 유지와 고품질 서비스 제공을 위해 4단계(데이터 수집, 정합성 확인, 가공, 현행화)로 구성된 데이터 현행화 체계를 운영하였다(그림 3-24). 데이터 수집 단계에서는 관련 부서 및 기관과의 협조를 통해 현행화 대상 데이터를 확보하였으며, 수집된 자료에 대해서는 데이터 무결성 검증 및 위치정보 확인 등 정합성 검토를 수행하였다. 이후 최신 생물종 마스터 데이터를 적용하여 생태조사 정보를 구조화 편집 및 표준화함으로써 현행화된 생태정보통합 DB를 구축하였다.



〈그림 3-24〉 수집 데이터 현행화 4단계 절차

3) 데이터 모델 설계

데이터 통합성, 정합성, 일관성을 유지하기 위한 품질관리와 향후 생태정보 서비스 확장과 변동을 대비한 유연한 DB 구조 설계 적용을 위해 3단계로 구성된 데이터 모델 설계 방안을 수립하였다(그림 3-25). 첫 번째 단계인 '표준을 준수한 DB구조 설계'에서는 데이터 표준화, 데이터 관리, 표준용어 준수를 통해 일관성 있는 데이터베이스 정보 수집 체계를 구축하고, 용어, 명명규칙, 코드, 도메인 등 데이터 설계 표준을 정립하였다. 두 번째 단계인 '데이터 품질 확보'에서는 표준화 지침 준수를 기반으로 통합DB의 무결성을 확보하고 확장성을 고려한 DB 설계 체계를 마련하였으며, 데이터 정제 규칙 정의, 데이터 정제 및 변환 규칙 이행, 데이터 검증 방안 등을 수행하였다. 세 번째 단계인 '확장과 변동을 대비한 유연한 DB구조 설계'에서는 유사 정보 간 확대를 고려한 DB 설계, 조사항목 및 분류체계 변경 시 시스템 영향 최소화, 해외 생태정보 자료 추가 반영 등을 통해 향후 데이터 확장에 대비하였다. 이러한 설계 원칙을 바탕으로 주제영역설계, 개념데이터모델 설계, 논리데이터모델 설계, 물리데이터모델 설계의 4단계를 거쳐 데이터 및 업무 규칙정의서를 완성하였다.



〈그림 3-25〉 EcoBank 데이터 모델 설계 방안

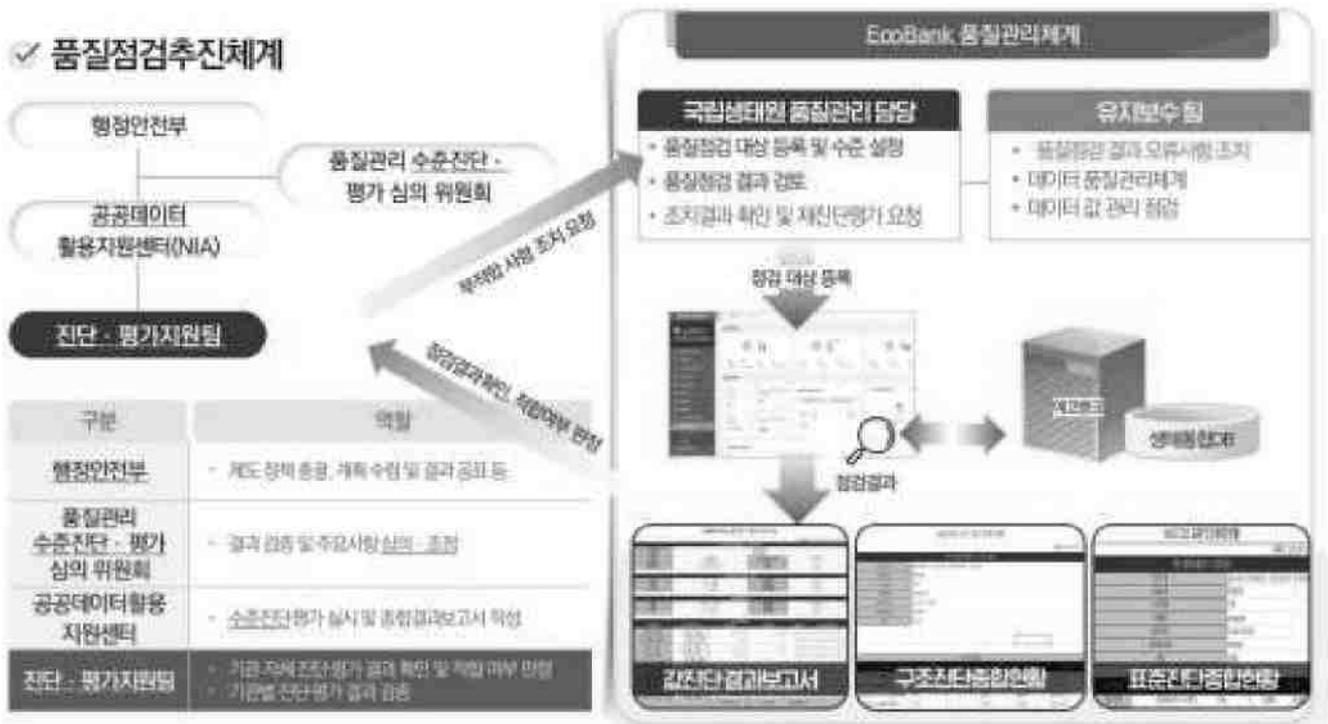
또한 데이터 모델 설계 방향성 및 세부 기능 요건을 바탕으로 비즈니스 서비스별 데이터 모델링을 수행하였다(예: 생태정보 관리, 연구자료, 게시판 등 데이터 주제영역)(그림 3-26). 모델링 과정에서는 데이터 통합을 고려하여 설계 원칙을 적용하였으며, 국립생태원의 내·외부 데이터 연계를 고려한 확장성 및 유연성을 갖춘 모델 설계를 수행하였다. 또한 국립생태원이 보유한 데이터 및 코드 표준화를 적용하였다. 이를 통해 각 주제 영역별로 세부 엔터티와 속성을 정의하고 관계를 설정하여 데이터의 무결성과 일관성을 확보하였으며, 향후 데이터 확장 및 서비스 고도화에 유연하게 대응할 수 있는 구조를 마련하였다.



〈그림 3-26〉 EcoBank 상세 데이터 모델링

4) 데이터 품질관리

EcoBank의 생태정보통합 DB에 대한 데이터 품질관리는 행정안전부에서 실시하는 ‘공공데이터 품질관리 수준진단평가’ 결과의 오류 개선 및 생태정보의 품질 확보를 통해 신뢰성 높은 데이터 개방을 목적으로 수행되었다. 품질관리 프로세스는 구축 단계와 진단·평가 단계로 구분하여 체계적으로 운영하고 있다. 구축 단계에서는 행정정보 등록, 과제 실무 정합성 검증 조치, 역량 강화 교육 등을 수행하며, 진단·평가 단계에서는 수준진단, 품질 점검 컨설팅 결과 분석 및 개선 조치, 기관별 점검 조치를 순차적으로 진행한다. 실제 품질점검은 행정안전부로부터 품질관리 대상으로 등록되고 점검이 실시되면, 품질점검 결과를 토대로 검증점검을 수행한 후 품질진단결과보고서, 수준진단결과보고서, 표준진단결과보고서를 작성하는 절차로 이루어진다(그림 3-27). 이러한 체계적인 품질관리를 통해 EcoBank DB는 2022년 최초 평가 이후 지속적으로 0.01% 미만의 오류율(최고등급)을 유지하며 국립생태원의 공공데이터 품질인증 최우수 등급 달성에 핵심적으로 기여하고 있다.



〈그림 3-27〉 생태정보 고품질 유지를 위한 품질관리 체계 운영

5) 개인정보보호인증(ePRIVACY) 및 웹접근성인증(WA) 갱신

EcoBank는 서비스 이용자의 개인정보 보호 강화 및 사회적 약자(장애인, 고령자 등)의 정보통신 접근성 향상을 위해 개인정보보호인증(ePRIVACY) 및 웹접근성인증(WA)을 지속적으로 유지·관리하고 있다. 개인정보보호인증(ePRIVACY)은 개인정보보호협회(OPA)에서 신뢰성 높은 시스템 운영과 이용자의 개인정보 권리를 우수하게 보호하는 정보시스템을 대상으로 부여하는 인증으로, EcoBank는 2021년 최초 취득 이후 매년 인증을 갱신하며 개인정보 보호 관리체계의 신뢰성을 확보해왔다. 또한 웹접근성인증(WA)은 「지능정보화기본법」에 근거하여 사회적 약자가 웹사이트에서 제공하는 정보를 비장애인과 동등하게 접근하고 이용할 수 있도록 보장하는 인증으로, (사)한국디지털접근성진흥원을 통해 심사 및 갱신을 진행하였다. 2025년에는 각 인증의 재인증 시행 프로세스에 따라 시스템 점검, 개선사항 반영, 심사 대응 등을 체계적으로 수행하였으며, 2025년 12월 두 인증 모두 재갱신을 완료하여 개인정보 보호 및 웹접근성 준수 체계를 공식적으로 인정받았다(그림 3-28). 이를 통해 EcoBank는 모든 이용자에게 안전하고 평등한 생태정보 서비스 환경을 제공하고 있다.

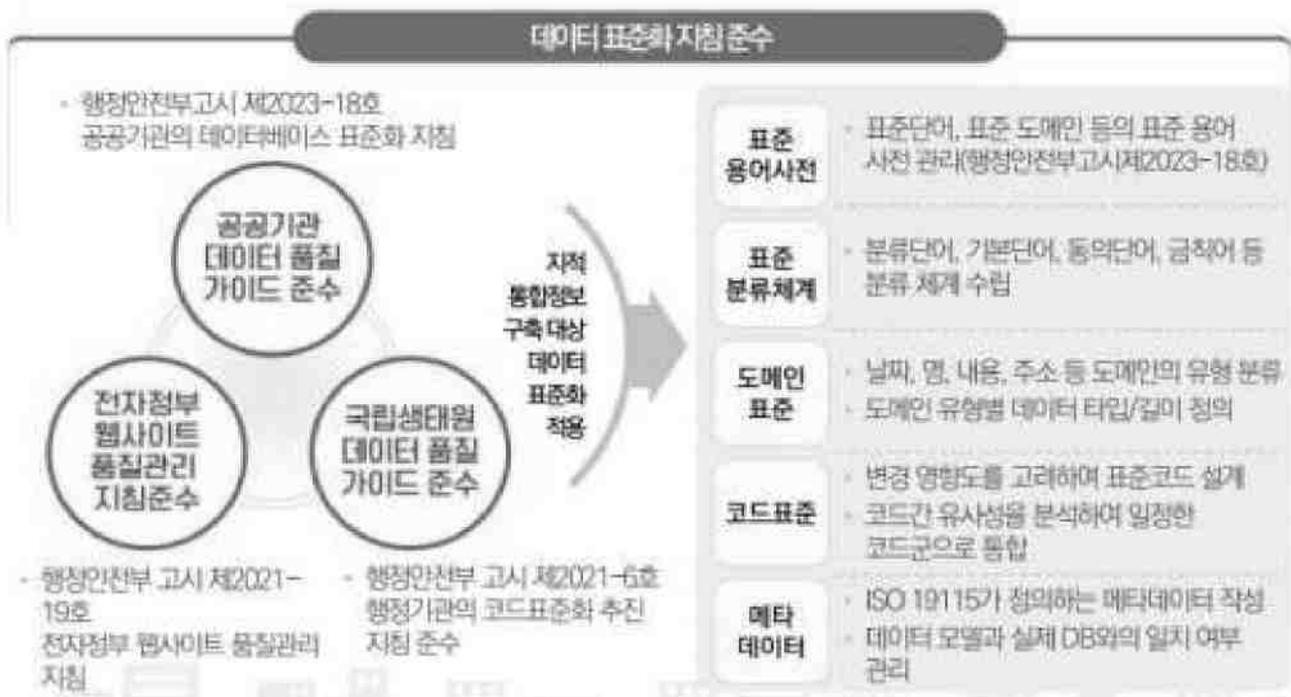


〈그림 3-28〉 EcoBank 서비스 신뢰 향상을 위한 공인인증 프로세스

나. 국내·외 생태정보 API 연계를 위한 표준화 적용 확대

1) 데이터 지침 준수

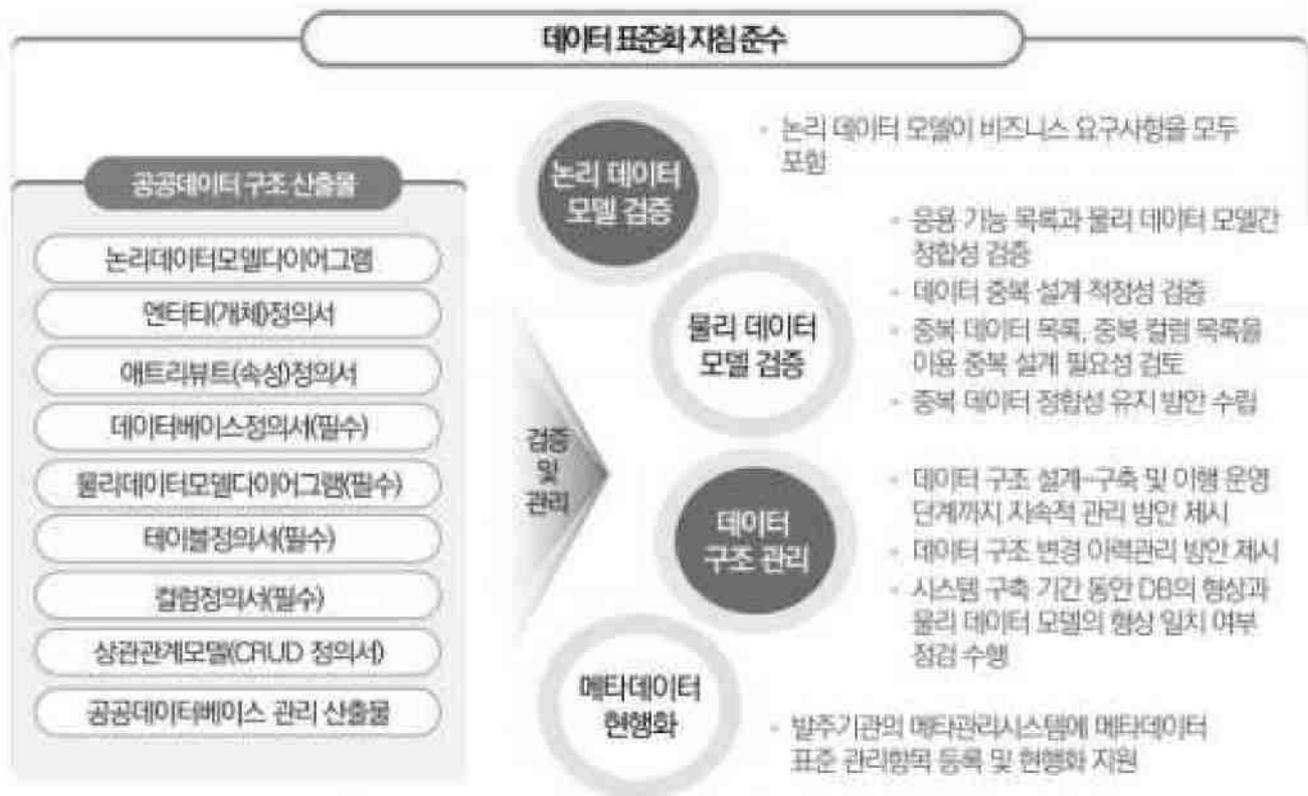
EcoBank에서는 공공기관 데이터 품질가이드, 국가공간정보 데이터 품질 기준 및 국립생태원 데이터 표준화 지침을 준수하여 데이터를 구축하고 있다. EcoBank의 데이터 표준화는 행정안전부고시 제2023-18호 「공공기관의 데이터베이스 표준화 지침」을 기본 원칙으로 삼고 있으며, 이와 함께 공공기관 데이터 품질 가이드, 전자정부 웹사이트 품질관리 지침, 국립생태원 데이터 품질 가이드를 종합적으로 적용하고 있다. 특히 구축 대상 데이터의 표준화는 표준 용어 사전, 표준 분류체계, 도메인 표준, 코드 표준, 메타 데이터의 다섯 가지 핵심 영역에서 이루어진다. 또한 대상 데이터의 표준화 적용은 데이터 값 진단 계획을 수립하고 진단 수행 및 검증을 통해 공통기준과 데이터 분야별 특성에 따른 세부 기준을 정의하였다. 더불어 오류 관리 및 개선과제를 도출하고, 추가 데이터 업무 규칙(BR) 정의와 품질진단 및 업무규칙(BR) 기준 값 검증 수행하였다. 이러한 데이터 값 검증은 매년 행정안전부에서 시행하고 있는 데이터 품질점검의 결과에 따라 오류의 개선과 보정을 통해 데이터 품질을 향상시키도록 하였다(그림 3-29).



〈그림 3-29〉 EcoBank 데이터 표준화 지침 기준

2) 데이터 구조 및 연계 관리

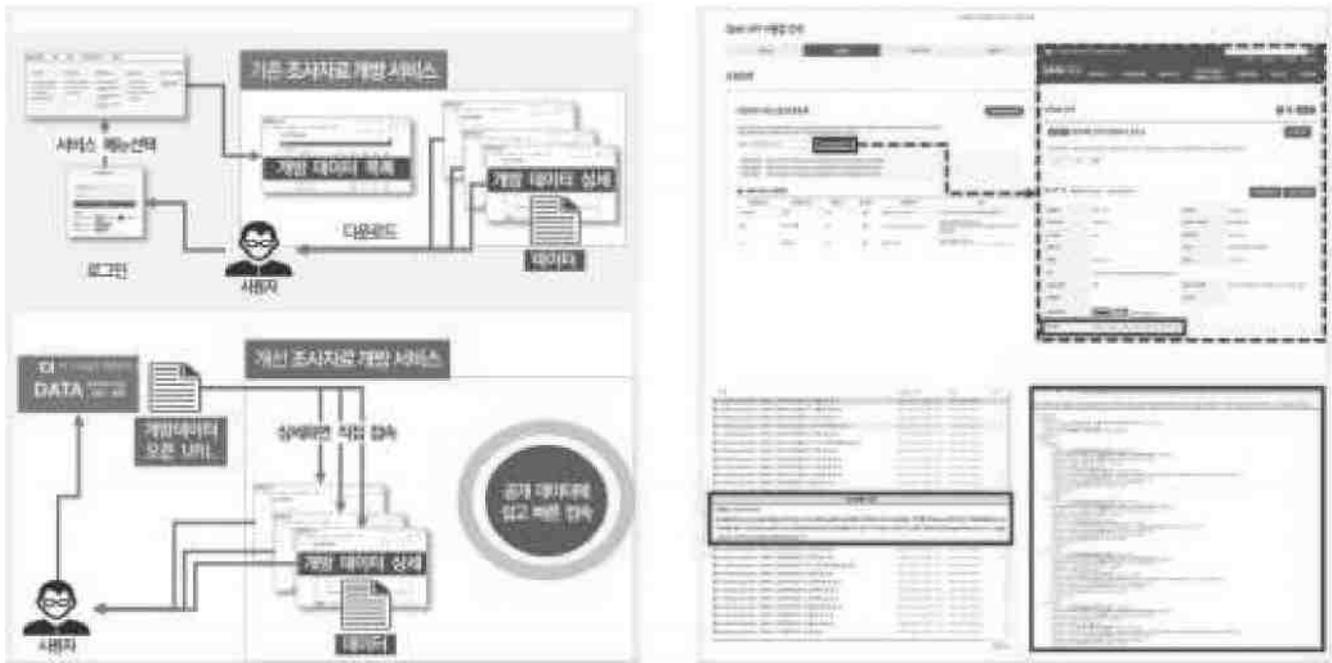
EcoBank는 공공기관 데이터베이스 표준화 지침과 공공데이터 관리 지침에 근거하여 체계적이고 표준화된 데이터 구조 및 연계 관리를 수행하고 있다. 데이터 구조 관리를 위해 데이터베이스정의서, 물리데이터모델 다이어그램, 테이블정의서, 컬럼정의서 등 필수 산출물을 체계적으로 작성하고 있으며, 논리데이터모델 다이어그램, 엔티티정의서, 애트리뷰트 정의서, 상관관계모델 등을 함께 관리한다. 데이터 모델의 검증은 논리 데이터 모델이 비즈니스 요구사항을 충족하는지 확인하고, 물리 데이터 모델의 중복 설계 적정성과 정합성 유지 방안을 검토하는 방식으로 수행된다. 또한 데이터 구조의 설계부터 운영 단계까지 지속적인 관리 체계를 유지하며, 메타관리시스템에 메타데이터 표준 관리항목에 따라 현행화하였다. 또한 연계정보 DB 구축 시에는 「공공기관의 데이터베이스 표준화 지침」 및 국립생태원 표준을 준수하고, 산출물 변경 발생 시 관련 규정에 따라 현행화하였다. 연계 데이터 관리는 「공공데이터 관리지침」에 근거하여 내·외부 DB 간 송수신하는 연계 데이터 목록을 정의하고 최신성을 유지하며, 송·수신 구분, 주기, 데이터 타입, 테이블·컬럼 정보 등을 체계적으로 관리하였다(그림 3-30).



〈그림 3-30〉 표준화된 EcoBank 데이터 구조 및 연계 관리

3) 데이터 개방서비스 공유 및 접근 개선

EcoBank 서비스의 개선과 OpenAPI 컬럼정보의 개방을 위해 데이터 개방 서비스를 개선하고자 하였다(그림 3-31). 특히 기존 서비스에서는 사용자가 개방된 데이터를 확인하고 다운로드하기 위해서는 ‘시스템 로그인 → 서비스 메뉴선택 → 개방 데이터 목록 확인 → 개방 데이터별 상세 화면 → 다운로드’와 같이 복잡한 여러 단계를 거쳐야만 원하는 데이터를 다운로드할 수 있으며, 더불어 복수의 데이터를 다운로드하기 위해서는 이러한 복잡한 절차를 반복적으로 시행해야 하는 불편함이 존재한다. 이에 따라 공공데이터 포털에 등록하고 있는 메타정보 문서를 현행화하고 해당 문서를 통해 직접 데이터 다운로드 서비스에 접근하고 데이터를 다운로드할 수 있도록 EcoBank로의 접근성을 개선하였다.



〈그림 3-31〉 데이터 개방 서비스 개선

4. 생태 빅데이터 분석 및 활용 연구

가. 남산 토양 온도 및 호흡 데이터셋: SSP 기후 시나리오 하의 장기 예측 연구

본 연구는 서울 남산의 몽골참나무 숲에서 수집한 토양 온도와 호흡 측정 데이터를 바탕으로, 2009년부터 2100년까지의 장기 데이터셋을 구축했다. 이 데이터셋은 실측 데이터(2009-2010년), 추정 데이터(2011-2020년), 그리고 공유 사회경제 경로(SSP) 기후 시나리오에 따른 예측 데이터(2021-2100년)로 구성되어 있다(표 3-5).

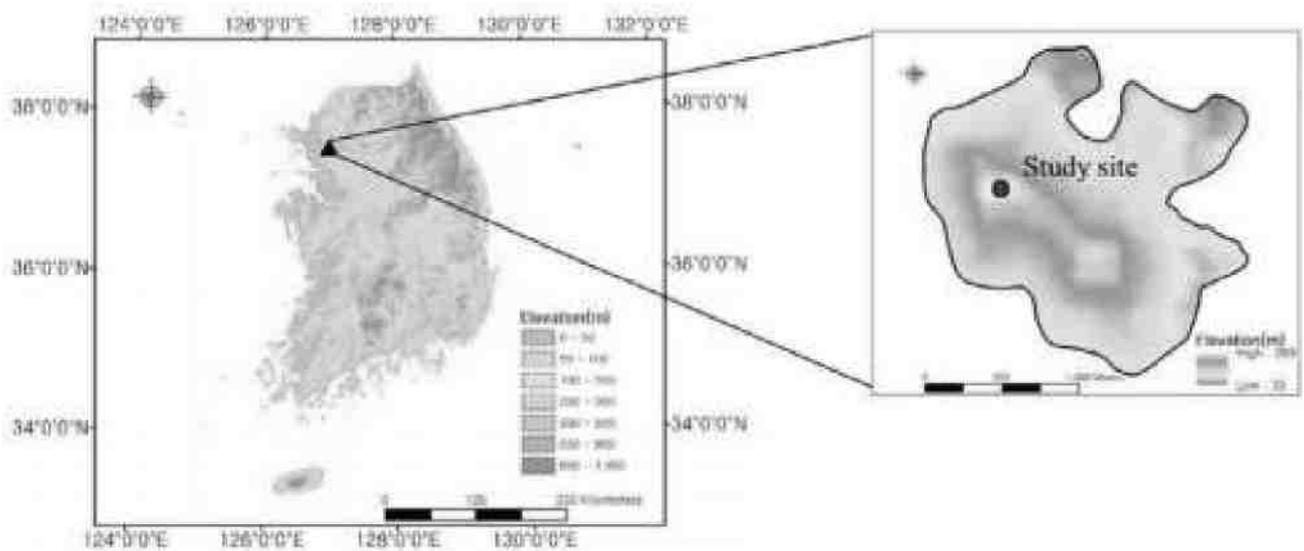
〈표 3-5〉 데이터셋 구조 개요: 실측·추정·예측된 토양 데이터

Folder	Files	Description
Measured Data (2009-2010)	Excel Sheet: "Measured Soil Temperature"	Monthly average soil temperature (°C)
		Monthly average soil respiration (mg CO ₂ m ⁻² h ⁻¹)
Estimated Data (2011-2020)	Excel Sheet: "Estimated Soil Temperature"	Monthly average soil temperature (°C)
		Monthly average soil respiration (mg CO ₂ m ⁻² h ⁻¹)
Projected Data (2021-2100)	Excel Sheet: "Projected Soil Temperature"	Monthly average soil temperature (°C) for SSP1-2.6 to SSP5-8.5
		Monthly average predicted soil respiration (mg CO ₂ m ⁻² h ⁻¹) for SSP1-2.6-SSP5-8.5 scenarios

연구 지역은 북위 37°32'53.5", 동경 126°59'40.1"에 위치한 해발 205m의 남산으로, 북동향 사면에 경사도 26°C의 몽골참나무 숲이 우점하고 있다(그림 3-31). 이 지역의 연평균 기온은 11.8이며 연간 강수량은 1,369mm로 전형적인 온대림 환경을 보여준다. 토양 온도와 호흡량은 토양 깊이 5cm에서 자동 센서를 이용해 측정되었으며, CO₂ 농도는 밀폐 챔버법을 사용하여 20분 동안 5분 간격으로 기록되었다. 2011년부터 2020년까지의 토양온도는 2009-2010년 실측 데이터와 기상청의 기온 자료를 활용한 선형 회귀 모델로 추정되었다. 이 모델은 R² 값 0.85, RMSE 0.73°C로 검증되어 신뢰성 있는 추정치를 제공한다. 2021년부터 2100년까지의 예측은 IPCC 6차 평가보고서의 SSP 시나리오를 기반으로 이루어졌다. SSP1-2.6은 지속가능성을 추구하는 저배출 시나리오로 2100년까지 1.5-2°C의 온난화를 예상하며, SSP2-4.5는 중간 경로로 2.5-3°C, SSP3-7.0은 지역 경쟁 시나리오로 3.5-4°C, SSP5-8.5는 화석연료 의존 시나리오로 4-5°C의 극심한 온난화를 전망한다. 토양 호흡량 예측은 토양 온도와 호흡률 간의 관계를 나타내는 지수 회귀 모델을 사용했다. 연구 결과는 토양 호흡이 온도에 따라 지수함수적으로 증가하며, 특히 고배출 시나리오인 SSP5-8.5에서 가장 큰 민감도를 보인다는 가설을 입증했다. 이는 토양 탄소 플럭스의 온도 민감성을 명확히 보여주는 결과다.

이 연구는 몇 가지 한계점을 인정하고 있다. 첫째, 단일 지점 측정으로 인해 고도, 토양 유형, 산림 구조의 공간적 다양성을 반영하지 못한다. 둘째, 실측 데이터가 2년이라는 짧은 기간에 국한되어 연간 변동성을 충분히 담아내지 못할 수 있다. 셋째, 선형 및 지수 회귀 모델이 토양 수분과 온도 간의 비선형 상호작용 같은 복잡한 생태적 관계를 완전히 포착하지 못할 수 있다. 넷째, 겨울철 토양 동결로 인한 데이터 공백이 존재하며, 다섯째, 남산이 도심에 위치해 열섬 효과의 영향을 받을 가능성이 있어 비도심 온대림으로의 일반화에 제약이 있다.

그럼에도 불구하고 이 데이터셋은 100년 이상의 기간을 아우르는 종합적인 자료로서 생태 모델링, 탄소 순환 연구, 기후변화 적응 전략 수립에 귀중한 자원을 제공한다. 데이터는 ecobank 저장소를 통해 공개되어 기후과학, 생태학, 환경 관리 등 다양한 분야에서 활용 가능하며, 온대림 생태계의 기후변화 대응을 이해하고 예측하는 데 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.



〈그림 3-32〉 남산 내 연구 지점과 지형도

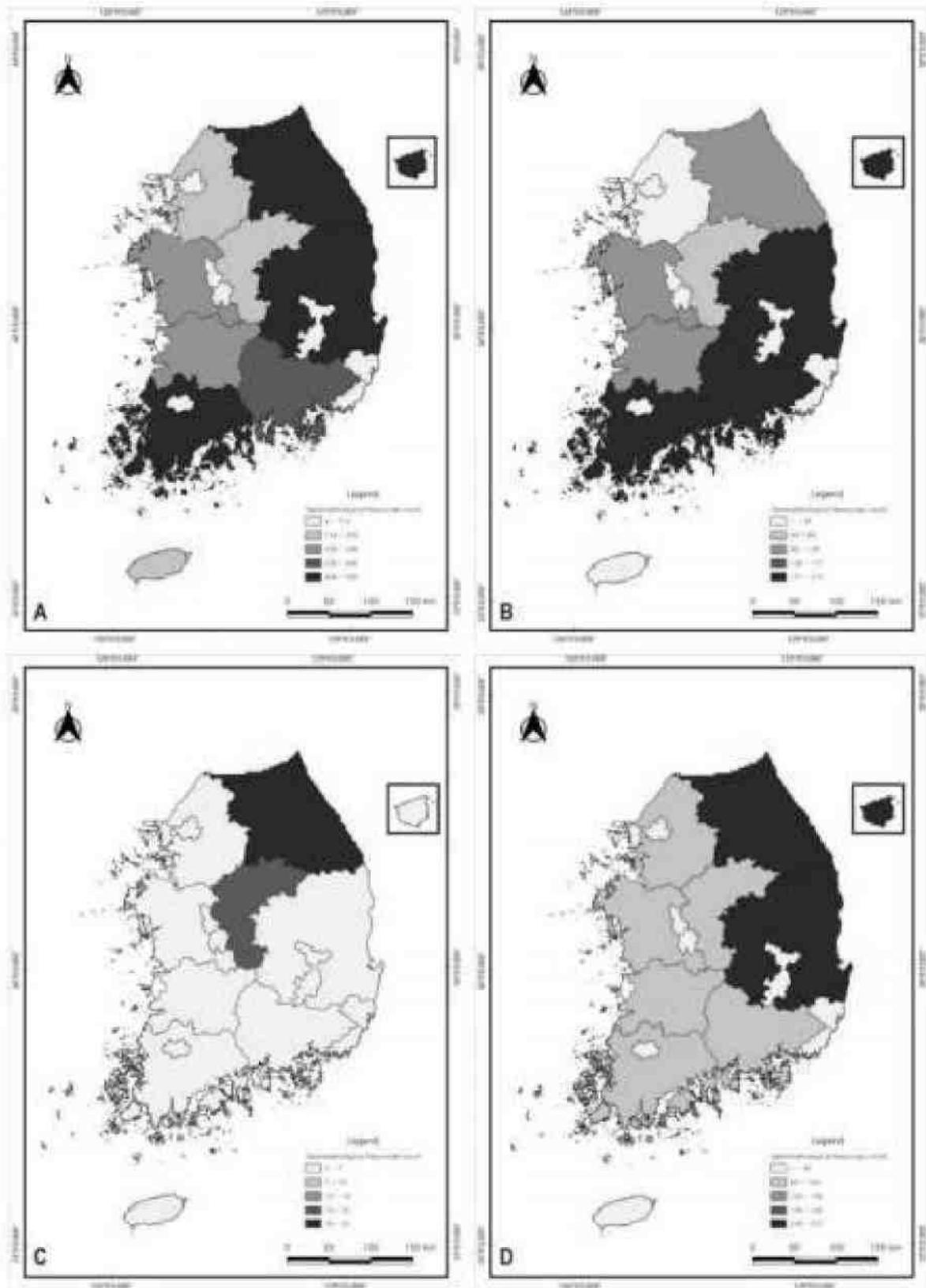
※ 연구결과는 Data in Brief에 게재 완료하였음(2025, 59: 111397).

나. 제5차 전국자연환경조사 기반 1, 2등급 지형 자원의 광역지자체별 분포 현황

본 연구는 제5차 전국자연환경조사(2019-2023년)의 지형 보전 등급 I-II등급 자원을 대상으로 전국 광역지자체별 공간 분포 특성을 분석하였다. I-II등급 지형 자원은 생태·자연도 1-2등급 권역에 반영되어 환경영향평가와 국토 보전 정책의 핵심 판단 근거가 된다. 전국 지형 자원 데이터를 행정구역과 공간 조인하여 산지지형, 하천지형, 해안지형, 화산지형, 카르스트지형의 5대 유형으로 분류하고(표 3-6), 단위 면적당 밀도를 Z-score로 표준화하여 비교하였다. 분석 결과 총 3,126개의 I-II등급 지형 자원이 확인되었으며, 하천지형(38.3%)과 산지지형(35.6%)이 전체의 74%를 차지했다(그림 3-32). 광역지자체별로는 경상북도(556개), 강원특별자치도(461개), 전라남도(450개), 경상남도(400개)에서 높은 분포를 보였으며, 광주·대전·세종은 10개 미만이었다. 단위 면적당 밀도는 제주특별자치도($Z=+2.46$)가 가장 높았고, 세종특별자치시($Z=-1.55$)가 가장 낮았다. 지형 유형별 우세도는 지역별로 뚜렷한 차이를 보였다. 경상북도·강원특별자치도·경기도는 하천지형이, 전라남도·경상남도·충청권은 산지지형이 우세했다. 인천광역시는 해안지형, 제주특별자치도는 화산지형(76.6%)이 압도적이었으며, 카르스트지형은 충청북도와 강원특별자치도에 집중되었다. 본 연구는 지형 다양성이 생물 다양성의 핵심 기반 요소로서 지역별 차별화된 보전 전략이 필요함을 시사하며, 환경영향평가에서 지형 유형별 우선 고려 사항에 대한 실증적 근거와 지형 자원 중심의 공간 보전 정책 수립을 위한 기초 자료를 제공한다.

〈표 3-6〉 자연환경조사의 지형 분류 체계

Geomorpho-logical type	Formation process and characteristics	Representative landforms elements
Mountain landforms	A structural-slope landform system developed by tectonic deformation, crustal uplift, and subsequent erosional denudation	Talus, peak, tor, ridge, cliff
Karst landforms	Karst landforms developed through the dissolution of carbonate bedrock, resulting in distinctive solution-driven geomorphic features	Doline, uvala, limestone cave, sinkhole
Fluvial landforms	Dynamic fluvial landforms developed through the continuum of fluvial erosion, sediment transport, and depositional processes	Meander, alluvial plain, terrace, floodplain
Coastal landforms	Coastal-marine boundary landforms developed by the interactive processes of waves, tides, and littoral currents	Beach, sea cliff, coastal terrace, intertidal zone
Volcanic landforms	Volcanic landforms produced by volcanic eruptions, lava effusion, cooling, and subsequent erosional modification	Volcanic cone, lava plateau, crater & parasitic cone, columnar joints



〈그림 3-33〉 I-II등급 지형 자원의 분포 지도.

(a) 전체지형, (b) 산지지형, (c) 카르스트지형, (d) 하천지형

※ 연구결과는 'GEO DATA'에 게재 완료하였음(2025, 7(4): 774-785).

5. 국내·외 유관기관 생태정보 연계 확대 및 서비스 강화

가. 국외(동아시아) 생태정보 수집 및 글로벌 서비스 확대

1) 연구배경 및 목적

국립생태원은 데이터 기반의 맹그로브 보전연구 및 정책을 지원하는 국제공동연구를 지난 2021년부터 시행해왔다. 특히, 베트남 및 태국 맹그로브숲의 지속적인 모니터링, 맹그로브 데이터세트의 표준화 및 개방을 추진했으며, 수집된 데이터를 활용한 분석 연구를 수행해왔다. 하지만, 여전히 효과적인 보전 정책 수립과 최신 AI 기술 적용을 뒷받침할 고수요 현장 데이터는 부족한 실정이다. 데이터의 신뢰성과 활용성을 담보할 표준화된 현장 조사 프로토콜과 데이터 프레임워크가 미비했다. 더불어 기존 모니터링 지점들은 기후 변화 대응 전략 수립에 필요한 다양한 환경 조건을 충분히 대변하지 못하고 있다. 이에 본 연구는 태국 까셋삿대학교(Kasetsart University)와 함께 1) 기술적·정책적 수요가 높은 우선순위 현장조사 기반 데이터를 식별하고, 2) 현장조사 지침 및 관리 프레임워크 표준화를 추진하며, 3) 접근성과 과학적 대표성을 고려한 최적의 장기 모니터링 대상지를 선정하여 지속 가능한 연구 기반을 강화하는 것을 목표로 하였다.

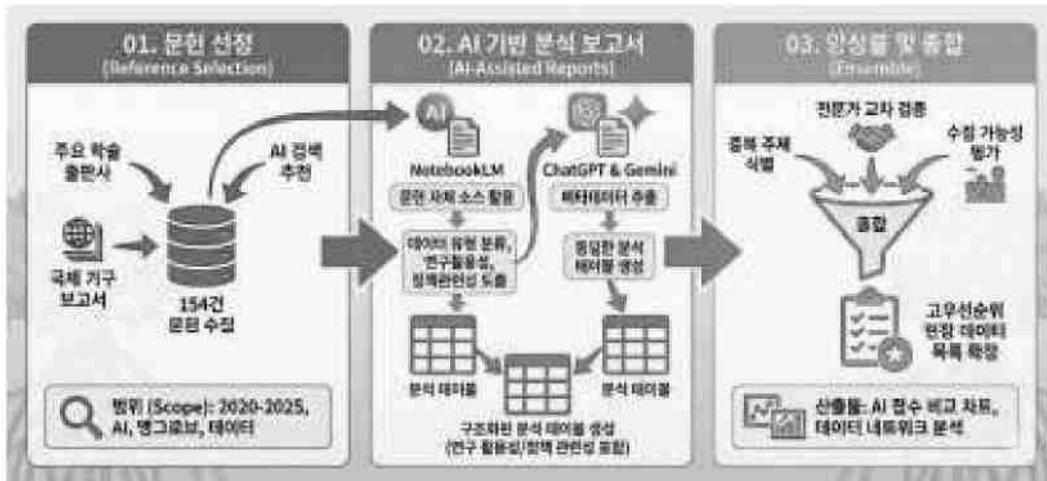


〈그림 3-34〉 공동연구 연구배경 및 목적

2) 연구방법

가) 우선순위 현장 조사 데이터 식별

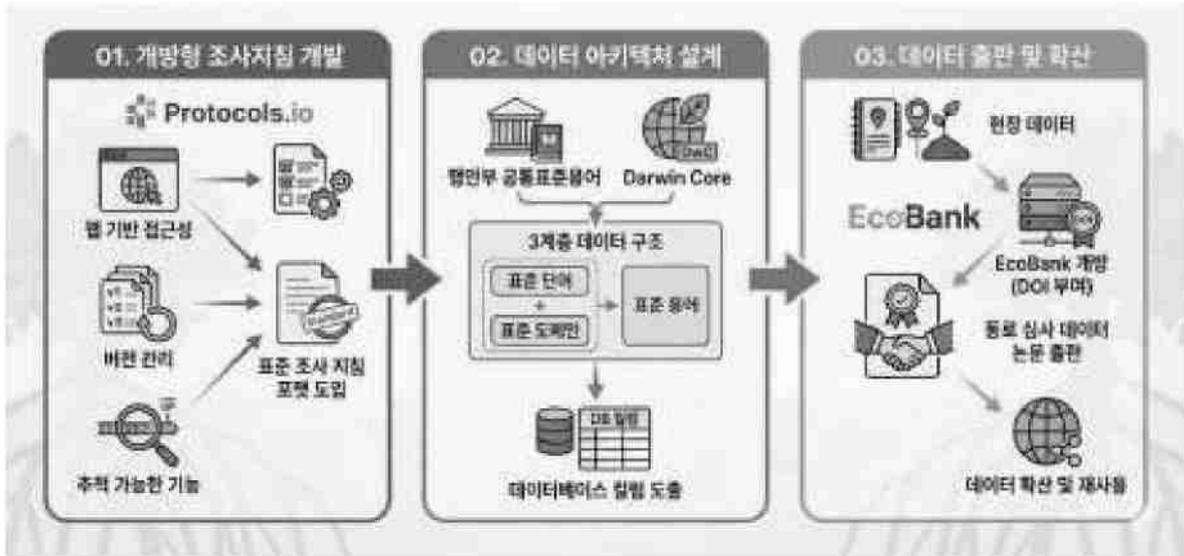
맹그로브 보전 정책 수립 및 최신 AI 기술 적용에 필수적인 우선순위 현장 데이터를 도출하기 위해, 인공지능을 활용한 3단계 문헌 분석 프로세스를 적용하였다(그림 3-37). 첫째, 2020년부터 2025년까지 발간된 주요 학술지, 국제기구 보고서 및 AI 기반 검색 엔진(Perplexity)이 추천한 자료를 포함하여 총 154건의 핵심 문헌을 선정하였다. 둘째, 선정된 문헌의 원본을 NotebookLM을 활용하여 데이터 유형 분류를 하고 데이터 유형별 연구 활용성과 전략적 관련성(기후변화 적응 정책 등과의 관련성)을 10점 만점 기준으로 평가했다. 동일한 데이터 유형을 바탕으로, ChatGPT와 Gemini를 활용하여 메타데이터 테이블을 추출하고 데이터 평가를 수행했다. 셋째, AI 모형별로 도출된 결과에서 공통된 주제를 식별하는 네트워크 분석과 항목별 현장 조사 데이터의 수집 가능성에 대한 전문가 평가를 통해 최종 우선순위 목록을 작성했다.



〈그림 3-35〉 우선순위 현장 조사 데이터 도출 프로세스

나) 표준 데이터 관리 및 조사지침 프레임워크 개발

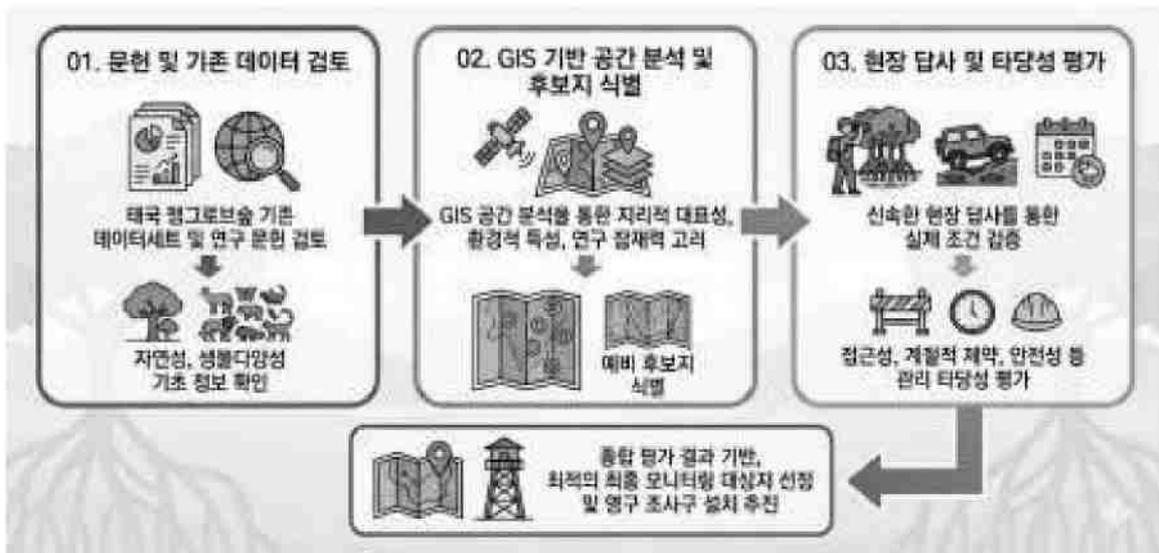
맹그로브숲 생태정보의 체계적인 관리와 공유를 위해 3단계로 구성된 데이터 프레임워크를 개발하였다(그림 3-38). 첫째, 개방형 조사지침 개발 단계에서는 protocols.io 플랫폼을 활용하여 웹 기반의 표준 조사 지침 포맷을 도입하였다. 둘째, 데이터 구조 설계 단계에서는 데이터의 통일성을 위해 행안부 공통표준용어와 다윈코어(Darwin Core)를 바탕으로 표준단어와 표준도메인을 결합하여 데이터베이스 컬럼에 해당하는 표준용어를 도출하는 3계층 구조를 설계하였다. 셋째, 데이터 출판 및 확산 단계에서는 구축된 생태정보가 EcoBank에서 DOI 데이터세트로 개방되고 동료 심사를 거친 데이터 논문으로 출판되는 일련의 과정을 정립하였다.



〈그림 3-36〉 맹그로브숲 생태정보 데이터 프레임워크 개발

다) 장기 모니터링 대상지 평가 및 선정 절차

다양한 환경적 구배를 대변하는 맹그로브숲 장기 모니터링 조사지를 구축하기 위해, 단계적인 평가를 수행하였다(그림 3-39). 첫째, 태국 내 맹그로브숲에 대한 기존 데이터세트와 연구 문헌을 검토하여 후보지를 도출하였다. 둘째, GIS 기반의 공간 분석을 통해 지리적 대표성, 환경적 특성, 연구 잠재력을 고려하여 예비 후보지를 식별하였다. 셋째, 선별된 후보지를 대상으로 신속한 현장 답사를 실시하여 실제 현장 조건을 검증하고, 접근성, 계절적 제약, 안전성 등 조사지 관리 측면의 타당성을 평가하였다. 이러한 다차원적인 평가 결과를 종합하여 장기적인 생태정보 수집과 보전 정책에 최적화된 최종 모니터링 조사지를 선정하고 조사지 구축을 추진했다.



〈그림 3-37〉 맹그로브숲 모니터링 조사지 선정 방법

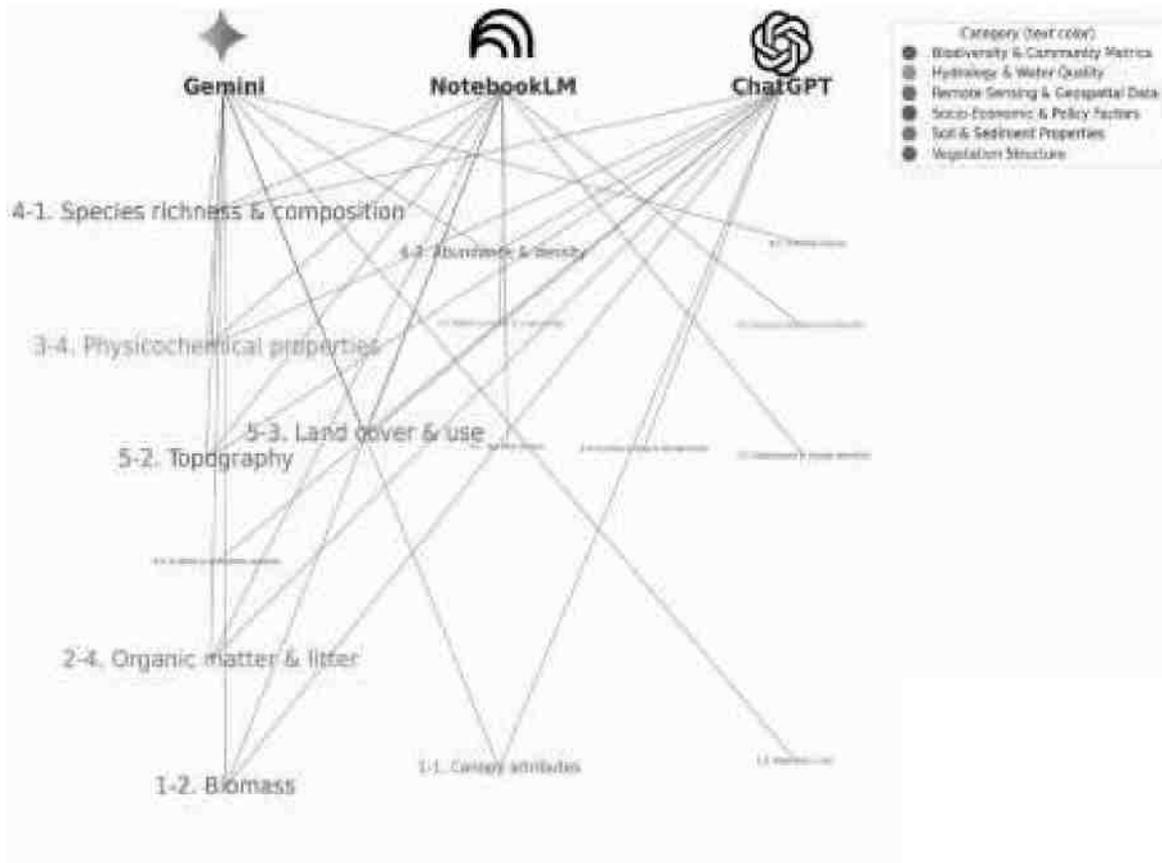
3) 연구결과

가) 우선순위 현장 조사 데이터 식별

선정된 154건의 핵심 연구문헌을 기반으로 6개 데이터 유형에 따라 맹그로브 연구에서 어떠한 데이터 공백이 발생하는지를 생성형 AI(NotebookLM)를 활용하여 분석하였다(표 3-5). 이후 <표 3-7>에서 제시한 중분류 기반으로 데이터의 연구 활용성과 전략 관련성을 평가한 결과, AI 도구와 데이터 대분류에 따라 결과가 상이하게 나타났다. NotebookLM과 Gemini는 연구 활용성과 전략적 관련성 기준에서 각각 평균 7.5점과 8.0점 이상을 부여하며 대부분의 데이터유형에 대해 높은 평가 점수를 부여했지만, ChatGPT는 두 기준 모두 평균 3.0점 미만의 낮은 점수를 기록했다. 반면 종 풍부성 및 구성, 생물량을 포함한 6개 핵심 중분류 항목은 모든 AI 도구에서 공통적으로 상위 10위권에 포함되는 것으로 나타났다(그림 3-40). 특히, 2개 이상의 AI 도구에서 선정된 상위 8개 중분류 항목에 포함되는 현장 조사 데이터를 발굴하고, 전문가 검토를 통해 본 연구에서 수집가능한 6개 중분류 항목의 12개 세부 데이터를 <그림 3-41>과 같이 도출하였다.

<표 3-7> 맹그로브 연구 데이터 유형 분류

대분류	중분류	데이터 예시	데이터 공백
식물 구조 및 생물량	수목 특성, 하층 구조, 생물량 등	수고, 수관폭, 지상 및 지하부 생물량, 관목 밀도	지역별 상대생장식이 부족한 경우가 많음; 지하부 생물량은 지상부에 비해 측정이 현저히 부족함
토양 및 퇴적물 특성	물리적 특성, 화학적 특성, 양분 함량 등	토성, 용적밀도, pH, 전기전도도 등	심층 토양 탄소 저장량 데이터가 드물, 토양 유기물 화학 조성 정보가 제한적임
원격 탐사 및 지리공간	분광지수, 토지피복, 지표 온도 등	NDVI, EVI, 고도, 토지 피복 분류, 산림벌채율 등	고해상도 데이터는 높은 비용과 제한적인 공간해상도를 지님
생물다양성 및 군집	종 풍부도 및 구성, 다양성 지수, 개체수 및 밀도 등	종 풍부도, 새년지수, 종 개체수, 비엽면적, 고유종 비율, 멸종위기종	장기적이고 포괄적인 생물다양성 모니터링 프로그램이 드물, 잠재종이나 미생물군집 데이터가 부족
수문 및 수질	수문체계, 수위, 저수량, 물 화학 성분 등	하천 유량, 수심, 질산염 농도, 인산염 농도, 용존산소량	고빈도 장기 모니터링이 부재하여 수질과 생태계 변화를 시간에 따라 연결짓기 어려움
사회경제 및 정책적 요인	토지이용 강도, 자원 추출, 인구통계, 경제 지표, 거버넌스 등	인구밀도, GDP, 목재 수확량, 보호지역 비율	정책 시행과 직접적인 생태적 결과를 연결하는 정량적 데이터가 부족함



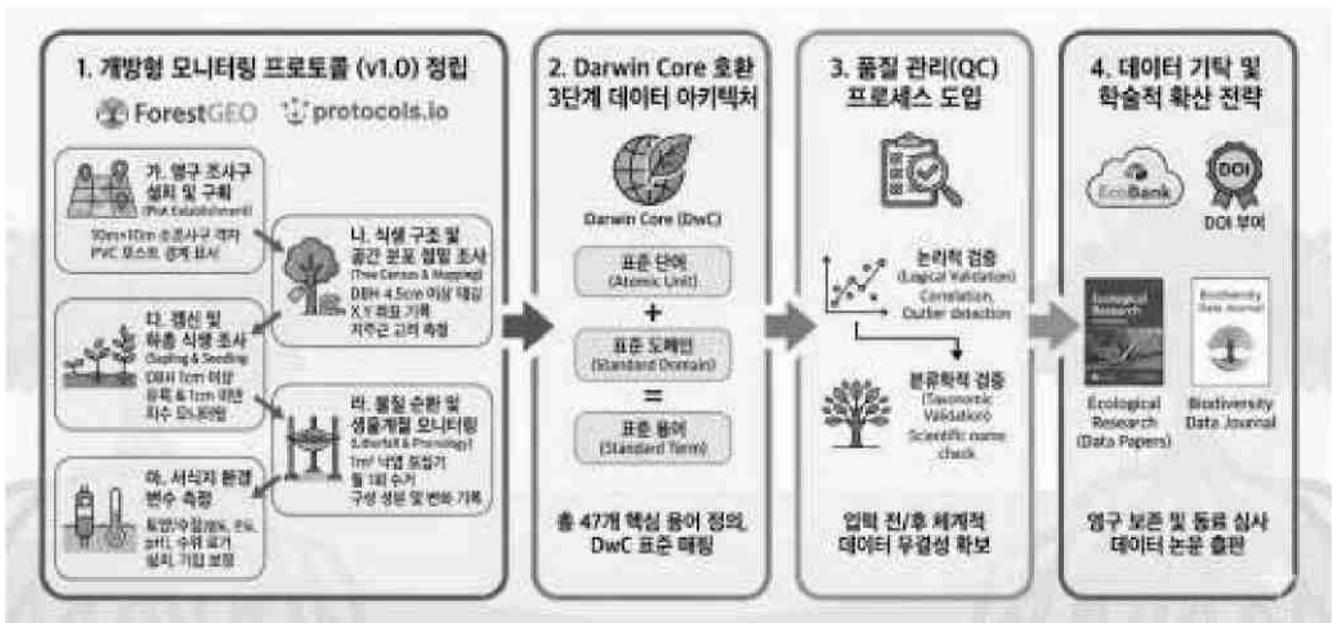
〈그림 3-38〉 중분류 데이터 우선순위 분석



〈그림 3-39〉 맹그로브숲 현장 조사 데이터 수집가능성 검토 결과

나) 표준 데이터 관리 및 조사지침 프레임워크 개발

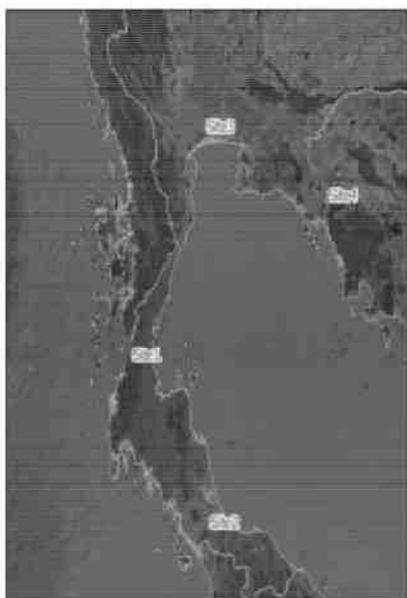
맹그로브숲 생태정보의 투명성, 재현성 및 글로벌 상호운용성을 강화하기 위해 국제 표준을 준수하는 전 주기적 조사지침 및 데이터 관리 프레임워크를 개발하였다 (그림 3-42). 첫째, 연구자 간의 방법론적 일치성을 확보하고자 ForestGEO 조사 표준을 기반으로 태국 맹그로브 환경에 최적화된 개방형 'Mangrove Monitoring Protocol v1.0'을 정립하고 protocols.io 플랫폼에 등재하였다. 이 지침은 영구 조사구 설치, 식생 구조 정밀 조사, 하층 식생 동태 파악, 물질 순환 모니터링(1m² 낙엽 포집기 활용), 서식지 환경 변수 측정 등 5가지 조사 분야에 대한 구체적인 수행 방안을 제시하였다. 둘째, 수집된 맹그로브숲 데이터의 국제적 공유를 위해 다윈코어(Darwin Core) 표준과 호환되는 3단계 데이터 아키텍처를 설계하여, 총 47개의 핵심 표준 용어를 정의하고 각 필드를 DwC 표준에 매핑하였다. 셋째, 데이터 신뢰도 확보를 위해 입력 전·후 단계에 걸친 체계적인 품질 관리(QC) 프로세스를 도입하여, 변수 간 논리적 검증 및 이상치 탐지와 더불어 정확한 학명 사용을 위한 분류학적 검증 절차를 의무화하였다. 마지막으로, 최종 정비된 데이터셋을 EcoBank에 등록하여 영구 보존 체계를 마련하였다. 또한, Ecological Research, GEO DATA, Biodiversity Data Journal 등 동료 심사를 거치는 데이터 저널 출판을 추진하여, 연구 성과의 학술적 확산과 데이터 재사용성을 극대화하는 전략을 지침에 포함하였다.



〈그림 3-40〉 맹그로브 모니터링 표준 지침 구조

다) 장기 모니터링 대상지 평가 및 선정 절차

태국 내 맹그로브 숲 장기 모니터링을 위한 후보지 4곳(Ranong, Satun, Samutsongkram, Trat)을 대상으로 접근성, 유지관리 용이성 등 6개 주요 기준에 따라 모니터링 조사지 선정 평가를 수행했다(그림 3-43). 그 결과, 자연림의 보존성, 종 다양성, 접근성 등을 고려했을 때 Ranong과 Trat에 위치한 후보지를 최종적으로 선정하였다(그림 3-44). 안다만 해(海)를 대표하는 Ranong의 조사지는 까셋삿대학의 관리하에 있으며, 2015년부터 수집된 데이터가 존재하여 쓰나미 이후의 생태 변화를 시계열로 비교·분석할 수 있다는 점이 핵심 선정 사유였다. 특히 지난 국립생태원과 공동연구를 통해 구축한 조사지와 인접하여, 숲의 구조적 발달 및 탄소 저장량 추적 연구에 최적화되어 있다. 태국만에 위치한 Trat 지방의 조사지는 2025년 12월에 신규로 조성된 조사구로, 안다만 해역과는 다른 반일주조(Semidiurnal tide)의 환경적 특성을 지닌다. 이곳은 *Avicennia marina* 등 다양한 종이 서식하여 Ranong 지역과의 환경적·생태적 비교 연구가 가능하며, 인근 학습 센터와 연계하여 교육 및 지역 사회 참여를 이끌어낼 잠재력이 높다. 이 두 조사구의 운영을 통해 태국의 양대 해역을 아우르는 맹그로브숲 생태계의 데이터를 확보하고 관리 방안을 수립할 수 있을 것으로 보았다.



[Locations of candidate sites]

Site Selection Results				
Criteria	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Province	Ranong	Satun	Samutsongkram	Trat
Mangrove area (ha / province)	27,477	38,352	4,486	11,411
Location	Andaman	Andaman	Thai Gulf	Thai Gulf
Accessibility	High	Medium	High	High
Maintainability	High	High	Medium	High
Tenure	Kasetsart University	DMCR	DMCR	DMCR
Conflict	No	No	No	No
Forest Condition	Natural	Natural	Artificial	Natural
Species Diversity	High	High	Medium	High
Prior Data	Yes	No	No	No
Results	Selected	—	—	Selected

〈그림 3-41〉 맹그로브 후보지 평가



〈그림 3-42〉 신규 맹그로브 모니터링 조사지 개황

나. 생태·환경 관련 국제기구(GBIF) DB 연계를 통한 생태정보 개방 확대

EcoBank에서 개방되는 생태정보의 국제적 활용 확대를 위해 세계생물다양성정보기구(GBIF)의 한국사무국인 국립중앙과학관과 2020년 업무협약 체결(연구데이터 공유 및 협력 네트워크 구축을 위한 정보 등록 및 연계) 이후 매년 GBIF로 EcoBank에서 구축된 생태정보를 연계하고 있다. 2024년에는 44만여건(행기준)의 생태정보를 GBIF로 직접 연계하여 현재까지 총 176만여건(행기준)의 데이터를 연계하였다. 연계된 생태정보는 현재까지 누적 743건('21년 37건, '22년 108건, '23년 165건, '24년 247건, '25년 186건)의 국외 논문들에서 활용된 것으로 나타났다(그림 3-43).



〈그림 3-43〉 GBIF 연계 EcoBank 생태정보 제공 및 활용 현황

IV. 결론

본 연구 사업에서는 지난 2019년 대국민 서비스를 시작으로 현재까지 다양한 생태정보의 개방과 관련 서비스를 제공하고 있는 EcoBank 시스템의 안정적인 서비스를 위한 유지관리 및 다양한 사용자들의 요구를 반영하여 EcoBank 기능을 개선하고자 하였다. 금년도 연구에서는 EcoBank 시스템에 대한 정기·수시 점검 및 긴급 장애처리 체계를 통해 EcoBank의 안정적 서비스가 될 수 있도록 하였다. 또한 EcoBank 기능 활용도 분석 및 설문조사 결과를 활용하여 사용자 요구를 반영한 서비스 개선을 추진하였다. 특히 국가 생물다양성 전략 지원을 위한 생태공간정보 서비스(자연생태계 유형, 중요 생물다양성 지역, 생태계 적색목록)를 신규 개발하고, 시민참여사업 채널을 EcoBank로 통합하여 국민의 정보 접근성을 향상시켰다. 더불어 기존 별도의 시스템으로 운영되던 외래생물 위해성평가 지원 서비스를 EcoBank 유관시스템 체계로 통합하였으며, 환경공간정보서비스(EGIS)에서 제공하던 생태·자연도 서비스를 EcoBank로 일원화하여 사용자 편의성을 제고하였다.

신뢰성 있는 고품질의 생태정보 서비스를 위한 데이터 품질관리는 행정안전부의 데이터 품질관리 기준에 따라 0.01% 미만의 오류율(최고등급)을 유지하였으며, 사용자의 생태정보 활용도 향상을 위해 개방 및 공유를 확대하였다. 또한 사용자의 개인정보 보호를 위한 개인정보보호인증(ePRIVACY) 및 사회적 약자에 대한 정보통신 접근 편의성 증대를 위한 웹접근성인증(WA)을 재갱신하였다. 국외 생태정보 연계 확대를 위해서는 태국 까셋삿대학교와 공동으로 맹그로브숲 장기 모니터링 조사지를 신규 선정하고 표준화된 조사지침 프레임워크를 개발하였으며, GBIF를 통해 총 176만여 건의 생태정보를 국제적으로 연계하였다.

이러한 노력을 통해 EcoBank 시스템 방문자 수는 181%(1,167,453명^{'24년} → 2,114,527명^{'25년})로 증가하였으며, 데이터 다운로드 건수는 141%(31,889건^{'24년} → 44,905건^{'25년})로 증가하였다. 데이터 구축건수는 158%(2.81억건^{'24년} → 4.45억건^{'25년})로 증가하여 글로벌 환경 분야 데이터 플랫폼 대비 최고 수준을 달성하였다. 또한 EcoBank 연계 생태정보의 국제적 활용성과(논문; 누적)는 133%(558건^{'24년} → 742건^{'25년})로 증가한 것으로 나타났다. 이를 통해 EcoBank 포털서비스가 명실상부한 대한민국 최고의 생태정보포털 서비스이자 동아시아를 대표하는 생태정보 허브 역할을 수행할 수 있는 시스템으로 발돋움할 수 있을 것으로 기대한다.

부록 1. EcoBank 유지관리 및 활용연구(3차년도) 성과

1. 연구성과

가. 논문실적

제목	저자	게재일	비고
Soil temperature and respiration dataset from Mt. Namsan: Long-term projection and its implications under SSP climate scenarios	이재호, 유영주, 권용수, 이재석	'25.2.18.	SCOPUS
제 5 차 전국자연환경조사 기반 1, 2 등급 지형 자원의 광역지자체별 분포 현황	우승현, 김기동	'25.12.31.	KCI

나. 교육·전시 콘텐츠

1) 학회 홍보부스 연계 EcoBank 콘텐츠 구축

<table border="1"> <tr> <td>등록번호</td> <td>2025-10-14</td> </tr> <tr> <td>등록일자</td> <td>2025. 10. 4.</td> </tr> <tr> <td>등록부호</td> <td>중하</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>신청구분</td> <td>전시</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>신청종류</td> <td>10104</td> <td>전시부스</td> <td></td> </tr> <tr> <td>신청지역</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	등록번호	2025-10-14	등록일자	2025. 10. 4.	등록부호	중하	신청구분	전시			신청종류	10104	전시부스		신청지역				<h3>III 추진결과(홍보 부스운영 및 학회발표 사진)</h3> <p>○ EcoBank 홍보부스 운영활동 사진</p>  <p>○ 학술회 발표사진(이정구 책임연구원)</p>  <h3>IV 기대효과</h3> <p>○ EcoBank 플랫폼 사용자 인식 확산 및 이해도 제고 ○ 유관기관 또는 관련 업무 담당자 환경공간 정보 제공 및 활용성 증대</p> <p>붙임 2025년 EcoBank 홍보 리플렛, 같.</p>
등록번호	2025-10-14																		
등록일자	2025. 10. 4.																		
등록부호	중하																		
신청구분	전시																		
신청종류	10104	전시부스																	
신청지역																			

2025 한국환경영향평가 추계 학술대회 EcoBank 홍보부스 운영 결과보고

I 추진목적

- 국립생태원의 EcoBank 플랫폼 이용 및 활성화 도모를 위해 2025년 한국환경영향평가학회 추계 학술대회 발표 및 홍보부스 운영
- EcoBank 플랫폼 이용방법 시연을 통한 플랫폼 활용 촉진 도모
- EcoBank의 생태데이터를 활용한 환경영향평가 분석 기초자료 활용안내 및 연구지원 연계방안 발표로 학술의 인지도 강화

II 추진내용

- 행사명 : 2025년도 한국환경영향평가학회 추계학술대회 홍보부스 운영
- 일 시 : 2025. 10. 29(수) - 10. 31(금) 3일간
- 장 소 : 제주특별자치도 제주시 오리엔탈 호텔 컨퍼런스 홀
- 주요내용
 - (홍보부스) EcoBank 플랫폼 이용방법 안내 및 환경영향평가 관련 자료(생태서연도, 전국자연환경조사 보고서 등) 조력·다운로드 가능 안내 및 홍보물을 제공
 - (특별세션) 「EcoBank 디지털 혁신 기반 환경영향평가 정보시스템 고도화 지원 및 연계 방안 고찰」 발표를 통한 환경영향평가 제도 지원

<2025 한국환경영향평가 추계 학술대회 EcoBank 홍보부스 운영>

2. 기타성과

가. 내·외부수상

구분	내용	대상기관	일자
대상	ICT AWARD KOREA 2025 기관/단체부문	(사)한국정보과학진흥협회	'25.08.28.
최우수상	WEB AWARD KOREA 2025 공공정보분야	(사)한국인터넷전문가협회	'25.12.18.

나. 언론보도

구분	보도 제목	보도일
언론 보도	국립생태원, 사용자 맞춤형 '에코뱅크 사용자가이드' 3종 발간	'25.03.05.
	국립생태원, 자연에서 영감 얻는 생태모방지식 DB 대국민 서비스 나서	'25.07.07.
	국립생태원 'ICT 어워드코리아 2025' 플래티넘상 수상	'25.08.20.
	국립생태원, 생태정보 포털 '에코뱅크' 생성형 AI 챗봇 시범 운영	'25.11.12.

다. 계량실적

구분	'22년	'23년	'24년(a)	'25년(b)	증가율 ((b/a)*100)
데이터 구축건수(억건)	1.05	1.80	2.81	4.45	158% ↑
데이터 다운로드(건)	20,678	23,068	31,889	44,905	141% ↑
EcoBank 방문자수(회)	475,406	500,430	1,167,453	2,114,527	181% ↑
국제(논문) 활용성과(누적, 건)*	146	311	558	742	133% ↑

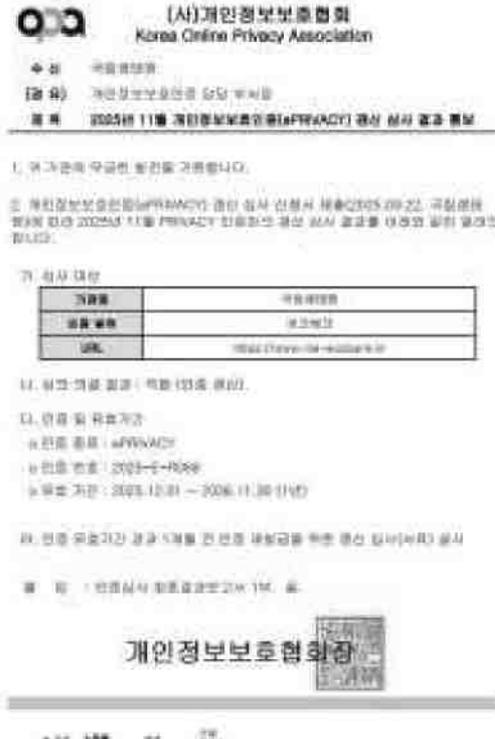
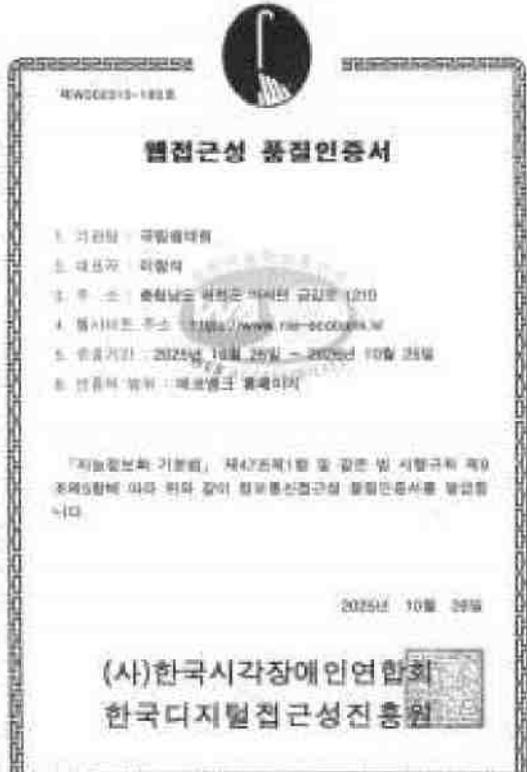
* GBIF(국제생물다양성정보기구) 연계 생태정보에 대한 국외 논문 활용 실적

라. 기타

- 1) 사회적약자 배려를 위한 웹접근성 재인증('25.12월)
- 2) 시스템 개인정보보호인증(ePRIVACY) 재인증('25.12월)
- 3) 사용자 계층별(일반인, 연구자, 정책입안자, 기업) EcoBank 교육(7회) 및 홍보
- 4) K-water 공동 생태자연 데이터 분석기술 공유 & 활용 세미나 개최
- 5) EcoBank 및 생태정보 성과 공유를 위한 국내·외 학회 특별세션 운영(3회)
- 6) 생태·자연도 관련 서비스 일원화(환경공간정보서비스 → EcoBank)
- 7) EcoBank 개방 데이터의 국가지식정보 지정 및 독자 AI 학습데이터 제공
- 8) EcoBank 시민참여 결과물(이미지) 저작권 확보(30,513건) 및 공공누리 개방(17,209건)

3. 참고자료

가. 인증결과

 <p>(사)개인정보보호협회 Korea Online Privacy Association</p> <p>주 소 : 서울특별시 [과 목] 개인정보보호인증 상담 부서팀 문 제 : 2025년 11월 개인정보보호인증(ePRIVACY) 대상 심사 결과 발표</p> <p>1. 위 기관에 무결한 발견을 기록합니다.</p> <p>2. 개인정보보호인증(ePRIVACY) 심사 심사 신청서 제출(2025.09.22), 국일생원 원서제 원서(2025년 11월) PRIVACY 인증대상 대상 심사 결과를 내주어 심사 결과는 합니다.</p> <p>3. 심사 대상</p> <table border="1" data-bbox="239 616 678 694"> <tr> <td>기관명</td> <td>국립생태원</td> </tr> <tr> <td>인증 번호</td> <td>2025-11-1111</td> </tr> <tr> <td>URL</td> <td>www.ecobank.or.kr</td> </tr> </table> <p>4. 인증 결과 결과 : 적절 (인증 대상)</p> <p>5. 인증 및 유효기간 인증종류 : ePRIVACY 인증번호 : 2025-11-1111 유효기간 : 2025.12.31 ~ 2026.11.30(1년)</p> <p>6. 인증 유효기간 경과 시 재발견 전 인증 재발급을 위한 갱신 절차(비지) 실시</p> <p>7. 문의 : 인증심사팀 02-2000-1111, 1111</p> <p>개인정보보호협회장</p>	기관명	국립생태원	인증 번호	2025-11-1111	URL	www.ecobank.or.kr	 <p>인증번호: NEW00215-1111</p> <p>웹접근성 품질인증서</p> <p>1. 기관명 : 국립생태원 2. 대표자 : 이영희 3. 주 소 : 충청남도 아산시 아산로 100 (201) 4. 웹사이트 주소 : www.nie-ecobank.kr 5. 인증기간 : 2025년 10월 25일 ~ 2026년 10월 25일 6. 인증서 범위 : 웹페이지 홈페이지</p> <p>「장애인복지법」 제47조제1항 및 같은 법 시행규칙 제9조제5항에 따라 위와 같이 웹접근성품질인증 품질인증서를 발급합니다.</p> <p>2025년 10월 25일</p> <p>(사)한국시각장애인연합회 한국디지털접근성진흥원</p>
기관명	국립생태원						
인증 번호	2025-11-1111						
URL	www.ecobank.or.kr						
<p>개인정보보호 인증(ePRIVACY)</p>	<p>웹접근성 인증(WA)</p>						

나. 언론보도 스크랩

 <p>국립생태원 '에코뱅크 사용자 가이드' 3종 발간...연 방문 116만명</p> <p>발전도 함께하는 연구·보육·관광 서비스 생태정보 플랫폼도 확대하여 원서 서비스 5종, 연간 방문자 116만명</p> <p>2025.11.12 14:35</p> <p>5대 포인트</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. EcoBank 사용자 가이드 3종 발간...연 방문 116만명 2. 생태정보 플랫폼도 확대하여 원서 서비스 5종, 연간 방문자 116만명 3. EcoBank 사용자 가이드 3종 발간...연 방문 116만명 4. 생태정보 플랫폼도 확대하여 원서 서비스 5종, 연간 방문자 116만명 5. EcoBank 사용자 가이드 3종 발간...연 방문 116만명 <p>발견할 수 있는 관광권 광고</p>	 <p>국립생태원, 생태정보 포털 '에코뱅크' 생성형 AI 챗봇 시범 운영</p> <p>노경민 기자</p> <p>2025.11.12 14:35</p> <p>누구나 쉽고 빠르게 생태정보 검색</p> <p>EcoBank</p> <p>1,462명 113건</p> <p>THINK FACT</p> <p>국립생태원(이하 국생원)은, 생태정보 플랫폼인 '에코뱅크'에 생성형 AI 챗봇 서비스를 도입하여</p>
<p>에코뱅크 사용자 가이드 발간</p>	<p>국립생태원 에코뱅크 생성형 AI 챗봇 서비스</p>

다. EcoBank 계량 실적(홈페이지 관리자 페이지)

방문자 수 집계 통계							데이터 다운로드 수 집계 통계																			
연도	월	방문자 수	연도	월	방문자 수																					
2022년	1월	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	2022년	1월	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121

EcoBank 방문자수

데이터 다운로드 건수

데이터 구축건수

연도	생태정보조사	생태 정보	내셔널 생태정보조사 생태정보조사	국립생태원조사	국립생태원										
2022년	2,541,317	2,541,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317	1,581,317

데이터 구축건수



국제(논문) 활용성과(www.gbif.org/)

4. 연구활용

가. 정책적 기여

- 1) 사용자 편의성을 강화한 생태정보 구축·개방 확대로 디지털플랫폼 정부 지원
 - 가) 글로벌 환경 분야 데이터 플랫폼 대비 최고 수준 달성('25년 4.4억건 데이터 신규 구축)
 - ※ ('23년 기준) DataONE: 3백만건, EU BON: 42백만건, GBIF: 1.12억건
 - 나) 국가정보자원관리원 화재로 인한 기후부 생태·자연도 관련 업무공백 최소화 지원
 - 생태·자연도 관련 업무 일원화(환경공간정보서비스 → EcoBank; '25.10월)

나. 사회·경제적 기여

- 1) 사용자 계층별 요구반영 및 ICT 기반 생태정보 플랫폼 서비스 만족도 향상
 - 가) 에코뱅크 사용자 만족도 및 서비스 접근성 향상
 - 시민참여사업 채널 및 외래생물 위해성평가 지원 서비스 통합
 - (시스템 만족도) '23년 73.9점 → '24년 80.7점 → '25년 82.3점
 - 나) 생성형 AI 적용을 통한 지능형 생태정보 서비스 제공 기틀 마련
 - 사용자 자연어 질의 기반 EcoBank 생태정보 추출 파일럿 서비스 발굴
 - ※ AI 기반 DPG 테스트베드(NIA)를 활용한 민간 AI 전문가 협업으로 데이터 접근성 개선
- 2) 생태정보 관련 산업의 사회적 편익
 - 가) (국민편익) 환경영향평가 대행 비용 연간 약 24억원 절감
 - 나) (일자리 창출) '28년까지 공간정보분석 분야에서 약 342명 고용효과 창출

• 생태정보 개방·공유 확대로 국민편익(환경영향평가 대행비용 감소) 및 민간일자리 창출

사회성과	=	사회적 편익**	-	사회적 비용(시스템 유지비용)
연간 17,673백만원		연간 18,033백만 원		연간 360백만 원

* (국민편익) 최근 10년간 환경영향평가 및 영향평가(사전, 전략, 소규모) 평균 협의건수(4,030건/년) x 문헌검색 소요 감소 일수(2.5일) x 투입인력(중급 및 초급) 노임단가(240,513원)

** (일자리 창출) 공간정보분석가(지도제작) 예상 평균 임금(3,804천원) x 12개월 x 예상 일자리 창출수(342명, 관련 업체수)

NIE-B-2025-01

EcoBank 유지관리 및 활용연구(3차년도)

(Research for maintenance and application of EcoBank(3rd year))

발행일 : 2026. 2. 13.

발행인 : 이창석

발행처 : 국립생태원
충청남도 서천군 마서면 금강로 1210

문의 : 041-950-5600

홈페이지 : www.nie.re.kr

편집·제작 : 사)한국장애인문화예술인협회 인쇄사업단



ISBN: 979-11-6698-842-4(93400)



국립생태원

NATIONAL INSTITUTE OF ECOLOGY