

외래생물 정밀조사(I)

생태보전연구본부 생태보전연구실 위해생물연구부

이효혜미, 김동언, 김수환, 이도훈,
이창우, 황인천, 이희조, 김현맥, 김미정, 김덕기, 송해룡

Ecological Studies of Alien Species (I)

Hyohyemi Lee, Dong Eon Kim, Su Hwan Kim, Do-Hun Lee,
Chang Woo Lee, In Chun Hwang, Heejo Lee, Hyun-Mac Kim,
Mi Jeong Kim, Deokki Kim, Hae-Ryong Song

Eco-Safety Research Team
Ecological Conservation Research Laboratory
Ecological Conservation Research Division
National Institute of Ecology

2014





요약문

1. 제 목

외래생물 정밀조사

2. 목 적

국내 도입된 생태계위해성이 높은 외래종의 분포와 생태계영향을 조사하여 관리방안을 도출하고 과학적인 외래종관리를 지원

3. 연구내용 및 방법

가. 조사기간 : 2014년 3월 ~ 12월

나. 대상종 : 늑대거북과(악어거북, 늑대거북), 대만꽃사슴, 갈색날개매미충, 해바라기방패벌레, 달맞이꽃속

다. 조사내용 : 전국분포, 생육환경, 생리·생태학적 특성, 생태계영향

라. 조사방법 : 서식 또는 생육현지에서 출현종, 분포면적과 피도, 생육상태, 피해내용과 주변 환경에 대한 실측과 청문 및 분석

4. 연구결과

가. 늑대거북

늑대거북은 북미원산으로 캐나다 남서부에서 미국서부지역까지 넓게 분포하며, 우리나라, 일본, 중국 등지로 수입이 이루어지고 있다. 2014년 조사기간 중 총 2개체의 늑대거북을 경기도 화성시와 충청남도 예산군의 농수로 인근의 자연 상태에서 포획하였다. 또한 우리나라 최대의 거북사육농장인 춘천의 터틀랜드를 방문하였으며, 사육중인 늑대거북 7개체(성체 4, 아성체 3)를 비롯하여 거북류 40여종의 사육 현황을 확인하였다.

물속 생활을 많이 하는 거북의 활동 특성상 서식 현황을 파악하기 어렵기 때문에, 늑대거북 cytb유전자를 증폭 및 검출을 통한 e-DNA를 연구방법을 활용하였다. 서울, 경기일대의 총 20개 지점에서 환경샘플 채수하였으며, 실험결과 3개의 장소에서 동일한 크기의 밴드가 관찰됨으로써 서식 가능성이 확인되었다. 추후 해당 장소의 목측을 통하여 서식 확인을 할 예정이며, 염기서열 분석 등으로 효과적인 연구방법을 개발할 예정이다.

자연생태계로 유입된 늑대거북은 생태적 특성으로 발견이 매우 어렵기 때문에 애완동물 사육자들의 교육을 통해 자연 유기를 사전에 예방하는 것이 필요하다. 또한 보다 효과적인 관리를 위해서는 사육 포기 개체의 기증 제도, 자연 발견 개체의 신고·접수 제도 및 전문가를 통한 포획 방안 등이 고려되어야 한다.

나. 악어거북

악어거북은 북미원산으로 애완동물로 유럽 및 아시아 등에 널리 수출되었으며, 일부 국가에서는 자연생태계로 방류되어 서식되고 있다. 잡식성으로 먹이 사슬을 교란시키며, 포악하여 공격성이 강하므로 자연생태계에 방류될 경우 심각한 생태계교란이 예측되는 종이다. 우리나라에서는 2011년 경북 구미시 샛강에서 악어거북 포획 사례가 있으며, 2014년 조사에서는 춘천 터틀랜드에서 사육중인 악어거북 3개체 외에는 자연생태계에서 서식이 확인되지 않았다.

자연생태계로 유입된 악어거북은 생태적 특성으로 발견이 어렵기 때문에, 애완동물 사육자들의 교육을 통해 자연 유기를 사전에 예방하는 것이 중요하다. 늑대거북과 마찬가지로 사육 포기 시 사육개체 기증 제도와 자연에서 발견 시 신고 및 접수 제도 및 전문가를 통한 포획 방안 마련이 필요하다.

다. 대만꽃사슴

*Cervus*속은 사슴아과(Cervinae)에서도 지역적 분포나 종수에 있어 주류를 이루고 있다. 이들은 형태적 분석에 의거 european red deer(*C. elaphus*), wapiti(*C. elaphus*), sika deer(*C. nippon*)가 단계통(monophyletic)이며 형태학적으로 분화된 것으로 보인다. Sika deer(*Cervus nippon*)의 아종인 대만꽃사슴은 동아시아에서 대량으로 사육되는 종으로 약 9종의 아종이 존재한다. 국내의 사슴사육 개체수는 전국적으로 약 90,000 개체에 이르며 이 가운데 꽃사슴은 24,421 개체로 전국 사육 사슴의 약 52.5%에 달한다. 2개 공원 방사지역과 3개의 사육시설의 현장조사 결과, 개체의 지속적인 탈출이 발생되고 있었다. 보호지역인 속리산국립고원에는 현재 약 100개체가 서식하는 것으로 추정되고 있으며 소록도와 죽도, 거제 내도 등 4개 도서지역에서의 서식이 확인되었다. 특히, 굴업도의 경우 약 200개체의 서식이 확인되어 높은 밀도를 나타내었다.

대만꽃사슴은 산림이나 초원지대에서 무리지어 생활하고 국내 자연에서 충분히 정착과 증식이 가능하다. 굴업도에 정착한 꽃사슴은 무리당 평균 3.86개

체로 구성되어 있으며, 수컷과 암컷의 비율은 1:1.89로 확인되었다. 기존에 서식하지 않는 중대형 초식동물이 도서지역에 정착한 경우, 인위적인 관리에 의한 개체수 조절이 반드시 필요하다. 이들의 서식은 단기적으로 고유 도서생태계의 교란을 가져올 수 있으며, 장기적으로 도서 내 식물다양성과 보호식물종의 심각한 훼손을 가져온다. 내륙에서 밀도 증가 시 농경지 피해와 어린수목의 피해를 발생시키게 된다. 일부 내륙의 사육농가의 경우 사육 개체의 현황을 파악하지 못하고 있으며 노후된 시설로 인해 지속적인 탈출에 의한 자연 유입이 발생되고 있다. 탈출한 개체는 고라니와 노루 등 자생 유제류와의 먹이 및 서식지 경쟁을 일으키게 된다.

대만꽃사슴은 붉은사슴에 비해 국내 환경에 적응할 가능성이 높은 동물로서 사전 관리가 필요하다. 생태보호지역에 유입된 개체에 대해서는 우선 제거를 실시하고 밀도 과잉 이전에 인위적 포획을 통한 개체수 조절이 필요하다. 사육 시 탈출하는 개체가 없도록 시설관리 및 관리대장을 작성하고 관할기관에서는 주기적인 확인을 해야 한다. 유입가능지역과 방목지역은 지속적인 모니터링으로 개체의 자연 유출 시 선제적 대응이 가능하도록 한다.

라. 갈색날개매미충

갈색날개매미충은 2010년 충남, 전남 일대에서 처음 보고되었으나, 국내 침입은 그 이전일 가능성이 높다. 2014년 조사결과, 서울, 인천, 대전, 광주, 세종, 충북(4지역), 충남(12지역), 전북(11지역), 전남(3지역), 경남(4지역), 경북(1지역)까지, 전국 총 41개 시·군에서 분포가 확인되었고, 경북에서는 문경에서 처음 분포가 확인되었다. 그 중 서울, 청양, 공주, 괴산, 완주, 진안, 구례 등에서 피해가 심각하였다. 확산예측 결과, 전국으로 확산 될 가능성이 있으며 특히, 전남과 경남 지역은 잠재적으로 높은 밀도로 발생할 가능성이 있다. 주로 산지와 인접한 과수원, 도로변 등에서 발생빈도가 높게 나타났다.

갈색날개매미충은 주로 1년생 가지 조직 내 산란에 의한 가지고사로 수관을 크게 감소시키며 유실수의 경우 결과모지의 수가 줄어 결실량을 감소시킨다. 약충과 성충은 잎과 줄기에서 흡즙으로 인한 생육저해와 분비물에 의한 그을음병을 유발한다. 기주식물은 감나무, 두릅, 아까시나무 등 112종으로 확인되었고, 문헌조사를 포함하면 136종으로 매우 광범위하고, 특히 초본을 포함한 침엽수인 주목(*Taxus cuspidata*)까지 산란이 확인되어 기주식물의 범위는 더 늘어날 것으로 판단된다.

갈색날개매미충의 성충은 1년생 약지에 산란하여 피해를 주는 기간이 길고

알을 약지에 매립된 상태로 산란되어 방제가 쉽지 않다. 산란기에 집중적으로 암컷 성충들을 유인하여 산란 피해를 줄이거나, 산란된 난괴의 물리적 제거 등이 필요하다. 방제를 위한 난괴들의 정확한 부화 시기 예측이 필요하며, 방제에 필요한 효과적인 친환경 약제 및 생물학적 방제가 필요하다. 관련기관의 유기적인 협조를 통해서 방제전략 대책 또한 필요하다.

마. 해바라기방패벌레

해바라기방패벌레는 2011년 경남, 경북 일대에서 처음 발생하였으나, 국내 침입은 이전 일 가능성이 높다. 2013년 인천, 경기 등 총 27개 시·군에서 발생 확인, 2014년에는 강원도 강릉시, 고성군 등 28개 시·군이 추가되어 전국 55개 시·군에서 분포가 확인되었다. 도로변과 고속도로 휴게소 등지에서 발생빈도가 높게 나타났다. 해바라기방패벌레는 성충과 약충이 동시에 기주식물의 아랫부분부터 흡즙하여 가해부위의 표면은 엽록소가 파괴되어 황백색으로 변하며, 끈적거리는 검은 배설물을 남겨 그을음병 유발한다. 기주식물은 미국쑥부쟁이, 망초 등 32종으로 확인되었으며, 특히 뚱딴지, 해바라기, 삼잎국화, 양미역취, 물쑥 등에서 피해가 심하게 나타난다. 주로 국화과(Compositae) 식물에 피해가 심하며, 이외에도 꿀풀과, 가지과, 백합과, 콩과, 버즘나무과에서 피해가 확인된다.

해바라기방패벌레는 전국적인 분포 확산이 급격히 증가하고 있으며 국내 기후에 적응하여 년 2회 발생하는 것으로 확인되어 주요 이동경로 및 연간 발생 세대수에 관한 연구가 필요하다. 서식에 필요한 환경조건이 형성되면 기주식물의 범위는 더 확대될 가능성이 있으므로 기주식물 및 피해에 관한 장기적인 모니터링이 필요하다. 또한, 천적 및 생물학적 방제에 관한 연구가 진행되어야 한다.

바. 달맞이꽃속

달맞이꽃속(*Oenothera*) 식물 가운데 국내에서 확산이 진행된 달맞이꽃, 애기 달맞이꽃 두종을 대상으로 정밀조사를 수행하였다.

달맞이꽃의 조사지점은 총 1296개 지점으로 전국적으로 분포하는 것이 확인되었다. 특히 남부지방의 해발고도가 낮은 곳에 집중되어 있었으며, 위도가 올라갈수록 분포가 감소되는 패턴을 나타내었다. 생육지 유형 구분 결과 도로변 유형이 55%로 가장 높게 나타났으며, 산지절개지 17%, 공터 15% 순으로 확인되었다. 생육지 유형이 구분된 입지는 대부분 토지가 노출된 입지이며, 인간간섭에 의해 식생이 형성되지 않거나, 식생발달단계상 천이초기의 선구적 식물이

정착한 초지입지에 분포하는 것으로 보인다. 국내에서 자생한지 100년 이상된 귀화식물로 전국적인 확산이 이미 진행된 상태이며, 현재까지 토착생태계에 대한 특별한 위해성이 확인되지 않고 있다. 이것은 수명이 짧은 월년생식물이며 교란된 입지를 중심으로 확산이 제한되어 있기 때문으로 보이며, 간혹 하천제방과 같은 광범위한 입지에 우점하는 양상을 나타내나 모두 인간간섭이 지속적으로 이루어지는 입지적 특징을 나타내므로 잠재적으로 인간간섭이 최소화된다면 쉽게 다른 식생으로 천이가 가능할 것으로 판단된다.

애기달맞이꽃의 생육지 출현식물은 총 22개 지점이 확인 되었으며, 분포는 남부지방에 국소적으로 분포하며 제주도에 집중적으로 분포하는 것이 확인되었으며 모두 바다와 연접한 모래질 토양에서 발견되었다. 이것은 애기달맞이꽃의 원산지인 북아메리카 자생지의 토지 및 기후조건과 비교하여 국내에서도 매우 유사한 환경조건에서 확산이 이루어진다는 것을 알 수 있으며, 본종의 귀화가 확인된 다른 국가에서도 주요환경요인이 유사한 입지에서 확산된다는 것을 알 수 있었다. 애기달맞이꽃은 지면을 피복하여 확산하므로 높은 피도로 우점할 경우 주변자생식물종과 경쟁이 일어날 수 있으며, 식물의 분포를 제한하는 2 가지 환경요소(물리적스트레스, 종간경쟁)에 잠재적인 내성이 있는 종이므로 제거 및 생태적 복원 관리가 필요한 종으로 판단된다. 본종을 제어하기 위해선 우선적으로 인간간섭도를 최소화하여 해안자생식물종으로 천이 진행을 촉진시켜야 하며, 본 식물보다 고경으로 자랄 수 있는 해안자생식물인 갯그렁, 순비기나무 등의 다년생식물로 대체하면 제거 가능할 것으로 판단된다.

5. 연구결과의 활용 및 제언

가. 종별 연구결과 활용

- (1) 늑대거북과 악어거북: 야생지역으로 방사 또는 유기된 개체의 자연 서식 확인을 위한 연구 기법 개발 및 생태계위해성 연구로 관리 방안 제공
- (2) 대만꽃사슴: 관리가 가능하도록 관련 자료를 환경부 및 유관기관에 제공하며, 유입 대상 지역은 지속적인 모니터링을 통한 예찰로 선제적 대응
- (3) 갈색날개매미충: 관리가 가능하도록 관련 자료를 환경부 및 유관기관에 제공하며, 과수농가를 대상으로 피해 및 방제를 위한 교육 자료로 제공
- (4) 해바라기방패벌레: 주요 분포지역, 기주식물 자료를 각 기관에 제공하여 확산, 관리, 예찰이 가능하도록 참고자료로 제공

(5) 애기달맞이꽃 : 해안사구식생에 피해가 예상됨으로 조사결과를 활용한 관리방안을 제시하고, 일부 지역에서 원예용으로 식재하는 경우 대체할 수 있는 종과 위해성 홍보

나. 연구결과 홍보 및 정책(시책) 반영

- (1) 학회 발표: 한국곤충학회 1건('14.5.9), 한국생물과학협회 2건('14.8.12)
- (2) 논문 발표: 한국환경과학회('14.8.31)
- (3) 보도자료: 갈색날개매미충(MBC 뉴스데스크, '14.7.25), 외래곤충(중앙일보, '14.8.20)
- (4) 홍보책자 발간: 우리가 주목해야할 외래생물('14.12)
- (5) 정밀조사대상 6종 조사 완료('14.11.30)



목 차

요약문	i
목차	vii
표목차	ix
그림목차	x
Abstract	xiii
I. 서론	1
II. 외래동물	6
1. 늑대거북(<i>Chelydra serpentina</i>)	6
가. 서론	6
나. 연구내용 및 방법	7
다. 연구결과	10
라. 관리방안	16
2. 악어거북(<i>Macrochelys temminckii</i>)	17
가. 서론	17
나. 연구내용 및 방법	17
다. 연구결과	18
라. 관리방안	21
3. 대만꽃사슴(<i>Cervus nippon taiouanus</i>)	23
가. 서론	23
나. 연구내용 및 방법	24
다. 연구결과 및 고찰	27
라. 관리 방안	36

4. 갈색날개매미충(<i>Pochazia shantungensis</i>)	38
가. 서론	38
나. 연구내용 및 방법	39
다. 연구결과	40
라. 관리방안	54
5. 해바라기방패벌레(<i>Corythucha marmorata</i>)	56
가. 서론	56
나. 연구내용 및 방법	57
다. 연구결과	58
라. 관리방안	65
III. 외래식물 : 달맞이꽃속(<i>Oenothera</i>)	66
가. 서론	66
나. 연구내용 및 방법	67
다. 연구결과	70
라. 관리방안	89
IV. 결론 및 제언	90
참 고 문 헌	94

표 목 차

표 1. 외래생물 정밀조사 대상종 목록과 생태계위해성 평가종	3
표 2. 늑대거북의 포획지역	12
표 3. 갈색날개매미충 잠재서식지 예측 모형변수	40
표 4. 갈색날개매미충 출현지	44
표 5. 갈색날개매미충 잠재서식지 예측 모형변수 기여도	45
표 6. 갈색날개매미충의 기주식물	48
표 7. 해바라기방패벌레 약충과 성충의 형태 측정	58
표 8. 해바라기방패벌레 출현지	61
표 9. 해바라기방패벌레의 기주식물	63
표 10. 달맞이꽃 식물상 조사구 위치	68
표 11. 애기달맞이꽃 식물상 조사구 위치	68
표 12. 라운키에르 생활형	69
표 13. 식물구계학적 특정식물종 구분	69
표 14. 달맞이꽃 행정구역별 조사지점	71
표 15. 애기달맞이꽃 행정구역별 조사지점	74
표 16. 달맞이꽃 조사지역 식물상 목록	76
표 17. 달맞이꽃 조사지역의 귀화식물상	79
표 18. 달맞이꽃 조사지의 식물구계학적 특정식물종	81
표 19. 애기달맞이꽃 조사지역 식물상 목록	82
표 20. 애기달맞이꽃 조사지역의 귀화식물상	85
표 21. 애기달맞이꽃 조사지의 식물구계학적 특정식물종	87

그 립 목 차

그림 1. 환경부와 국립생태원의 외래생물 관리 체계에 따른 역할	1
그림 2. 우리나라 외래생물 관리 체계	2
그림 3. e-DNA 검출 방법	7
그림 4. e-DNA 검출을 위한 환경샘플 채수지점	8
그림 5. NCBI로부터 제공받은 cytB partial cds 염기 서열	9
그림 6. 경기도 화성시 정남면 포획 개체	13
그림 7. 충남 예산군 대술면 포획 개체	13
그림 8. 터틀랜드에서 사육중인 늑대거북 성체(좌) 아성체(우)	14
그림 9. 늑대거북 cytB 유전자 검출을 위한 프라이머 효율성 검증	15
그림 10. 채집한 e-DNA로부터 늑대거북 cytB 유전자의 증폭 결과	15
그림 11. 경북 구미시에서 발견된 악어거북	19
그림 12. 악어거북 발견사례 뉴스기사	20
그림 13. 터틀랜드에서 사육중인 악어거북	21
그림 14. 악어거북의 혀돌기	21
그림 15. 대만꽃사슴 조사지역	24
그림 16. Distance sampling 분석을 위한 주간조사 경로	25
그림 17. 국내 자연서식 꽃사슴 및 서식흔적	26
그림 18. 연간 사슴 사육 개체수 변화	29
그림 19. 사육 및 보호지역 서식 개체	32
그림 20. 굴업도의 서식지 형태	33
그림 21. 굴업도 서식 대만꽃사슴의 주·야간 확인 개체수	34
그림 22. 굴업도 대만꽃사슴 무리당 평균 개체수	35

그림 23. 대만꽃사슴의 무리 구성	35
그림 24. 대만꽃사슴 서식에 따른 영향	36
그림 25. 갈색날개매미충의 생활사	42
그림 26. 갈색날개매미충 분포	43
그림 27. 갈색날개매미충 확산예측 모형변수의 반응곡선	46
그림 28. 갈색날개매미충 확산 예측	47
그림 29. 갈색날개매미충으로 인한 피해	53
그림 30. 해바라기방패벌레의 약충과 성충의 형태	59
그림 31. 해바라기방패벌레의 분포지	60
그림 32. 해바라기방패벌레로 인한 피해	64
그림 33. 달맞이꽃 전국분포도	70
그림 34. 달맞이꽃 주요 생육지	72
그림 35. 달맞이꽃 분포 확인지역의 생육지 유형 구분	73
그림 36. 애기달맞이꽃 전국분포	74
그림 37. 애기달맞이꽃 주요 생육지	75
그림 38. 달맞이꽃 생육지 출현식물	78
그림 39. 달맞이꽃 군집 내에서 동반출현한 귀화식물의 원산지 비율	80
그림 40. 달맞이꽃 생육지 출현식물	81
그림 41. 애기달맞이꽃 생육지 출현식물 과별비율	84
그림 42. 애기달맞이꽃 생육지 귀화식물 원산지 비율	86
그림 43. 애기달맞이꽃 생육지 출현식물 생활형 비율	86



Abstract

The total number of 'introduced species' in South Korea has been estimated at 2,167 including 333 plants and 1,834 animals by the end of 2013. A species introduction has naturally or artificially happened by human transportation and trade. By the increase of international trading, 2,167 of the introduced alien species has dramatically increased by about 105% from 1,109 in 2011 to the present, including 62 mammals, 40 birds, 81 reptiles, 11 amphibians, 742 fish, 98 invertebrates, and 25 plants species.

Climate change and urbanization (or development) caused ecological disturbances and threatened the natural ecosystem. It will create an exotic environment with reducing ecosystem resilience.

According to the 'Act on Conservation and Use of Biodiversity', the National Institute of Ecology (NIE) co-established the management plan of alien species, 'Comprehensive Plan for Management of Alien Species (2014-2018)'. Therefore the NIE has carried out designation and management, monitoring, and determining and executing the eradication measures since January 2014. The project, 'The Ecological Research of Alien Species' in Korea, annually surveys the distribution area and ecological risk of listed alien species to provide the information and produce effective management methods of the local ecosystem.

The project was performed by ecological researches on six species, common snapping turtle (*Chelydra serpentina*), alligator snapping turtle (*Macrochelys temminckii*), feral formosan deer (*Cervus nippon taiouanus*), Pochazia shantungensis (*Pochazia shantungensis*), lace bug (*Corythucha marmorata*), and evening primrose (*Oenothera* spp.). Here, we summarized the investigation results of the research on six species.

Chelydra serpentina

The common snapping turtle (*Chelydra serpentina*) is a large freshwater turtle of the family Chelydridae. The common snapping turtle is noted for its belligerent disposition above the water, its powerful beak-like jaws, and

highly mobile head and neck. Lifespan in the wild is poorly known, but it could survive over 100 years in Algonquin Park, Ontario. The common snapping turtle has been introduced to South Korea as pet animals due to the small size as juvenile. Therefore, it has been difficult to discover strayed turtles in the Korean ecosystem so far. In this research, we captured two individuals of the common snapping turtle in nature. However, the monitoring study of species distribution and expansion is needed because it has the high possibility of settlement due to similar weather conditions, considering ecological characteristics.

Macrochelys temminckii

The alligator snapping turtle (*Macrochelys temminckii*) is the heaviest freshwater turtle in the world. The alligator snapping turtle is given its name because of its immensely powerful jaws and long spring-like neck, as well as distinct ridges on its shell that are similar to the rough ridged skin of the alligator. Adult alligator snapping turtles generally range in carapage length from 40 to 80cm and weigh from 68 to 80kg. The mouth is closed with tremendous speed and force, completing the ambush. The potential lifespans in the wild are unknown, alligator snapping turtles are believed to be capable of living upto 200 years of age, but 80 to 120 is more likely. In captivity, they typically live between 20 to 70 years. Though we couldn't find any individual in natural conditions during the research, it's necessary to prevent the negative impact on natural ecosystems.

Cervus nippon taiouanus

The feral herds have been settled in nature due to their escape or deliberate release. These formosan deer inhabited islands inside the protected area including south and western sea islands. They have negative effects on the ecosystem like soil erosion, interruption of plant regeneration, etc. Especially, overpopulation of feral formosan deers in limited area causes serious damage to the adjacent area. Guleopdo shows that its number of population per hectare is 3.86 heads. Despite its relatively low densities, the feral formosan deer can disturb the natural ecosystem and compete with indigenous species in the local area. Thus, the control

program and techniques are necessary to completely relive feral formosan deers.

Pochazia shantungensis

Pochazia shantungensis was first reported in South Chungcheong and South Jeolla Provinces in 2010. From the investigation of 2014, this species has been occurred in 41 cities in total with serious damage on fruit trees and various plants in some area. According to the results of diffusion prediction analysis, *Pochazia shantungensis* species is likely to be spread throughout the country. Especially South Jeolla and South Gyeongsang Provinces have been suggested as vulnerable ecosystems to the invasion of *Pochazia shantungensis*. The wide range of host plants identified were 136 species in total and the number of species will continue to increase. Nymph and adult insect damages leaves, new branches, and stems by sucking, feeding and excreting. Therefore intensive physical and chemical control methods are required for infected branches during the oviposition and hatching period.

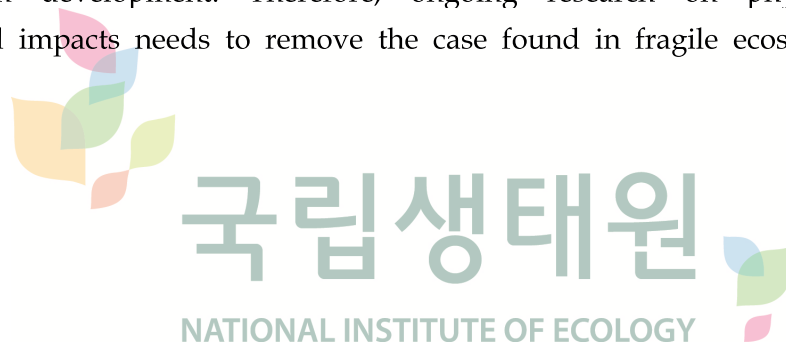
Corythucha marmorata

The lace bug, *Corythucha marmorata*, was first identified in North and South Gyeongsang Provinces in 2011. Japan has considered it a pest since the first discovery in 2000, and China has also found it in 2012. While these reports suggest that the habitat of lace bug is expanding rapidly in Korea since the first sighting. It has been spread to 27 cities by 2013 and then to 55 cities by 2014. The impact of nymph and adult is similar to *Pochazia shantungensis*. Host plants investigated were 32 species, including Asteraceae (Compositae). We observed that the distribution area and host plants are rapidly increased by adult lace bug flying and through human agents. So it is important to know the range of host plants' habitat expansion through the monitoring plan.

Oenothera spp.

The common evening primrose (*Oenothera biennis*) is a species of *Oenothera* native to eastern and central North America. The distribution and

ecological impact of common evening primrose has been studied in the country as a naturalized species since the 1890s. The main habitats of evening primrose are roadside, around the mountains, abandoned area, periodical or intermittent disturbances area, ect. This species has less effect on the natural ecosystem due to the low population density. *Oenothera laciniata* is a species of flowering plant in the family of the evening primrose, known by the common name 'cutleaf evening primrose'. It is native to the eastern United States but it can be found in many other places as an introduced species and sometimes as a noxious weed. The cutleaf evening primrose is known to have been naturalized from 1961 to 1980's. This species was observed in sandy soils of the coasts or disturbed sand dunes. This is an annual or short-lived perennial herb, producing a spreading stem from a hairy rosette. Because of the growing characteristics on the ground, the cutleaf evening primrose can affect the native vegetation development. Therefore, ongoing research on physical and ecological impacts needs to remove the case found in fragile ecosystems.



I. 서론

우리나라에 도입된 외래생물은 동물 1,834종, 식물 334종으로 총 2,167종인 것으로 보고되었다(환경부, 2014). 여행과 무역이 활발해지고, 수입 애완동물을 비롯한 관상용 외래어의 국내 수요가 증가되면서, 유입 외래생물의 수는 2011년 1,109종에서 105%가 증가하였으며, 분류군별로는 포유류 62종, 조류 40종, 파충류 81종, 양서류 11종, 어류 742종, 무척추동물 98종, 식물 25종이 추가되었다.

기후변화와 개발에 따른 생태계 훼손은 고유생태계의 안정성을 위협하며, 외래생물 침입이 용이한 환경을 조성하여 생태계의 자연 복원력 감소와 생태적, 경제적 피해를 증가시킨다. 이러한 생태계 변화는 잠재적 생태계교란생물에게 출현 기회를 제공하게 된다. 최근 전국적으로 대발생하여 여름철 반복적인 피해를 생산하는 꽃매미, 등검은말벌, 미국선녀벌레, 갈색날개매미충 등도 생태계 변화에 의한 결과로, 개체군의 생태적 특성 및 피해를 포함한 생태계 영향에 대한 정확한 실태 파악과 관리가 필요하다.

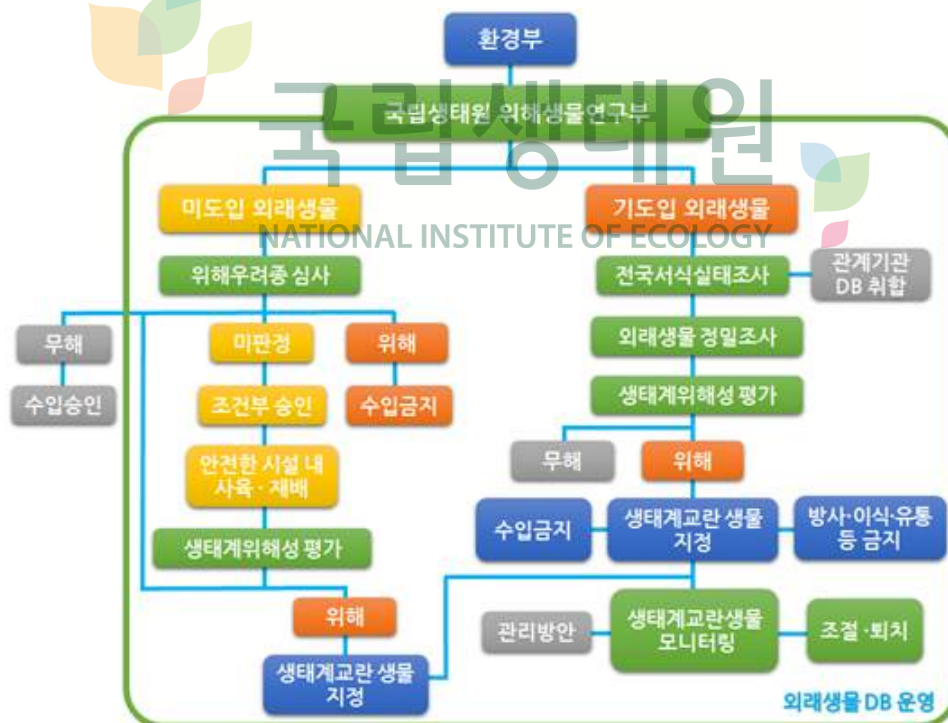


그림 1. 환경부와 국립생태원의 외래생물 관리 체계에 따른 역할

국립생태원은 생물다양성보전 및 이용에 관한 법률 제21조에 따라 수립된 국가 외래생물관리계획('14~'18)에 의거하여 고유생태계를 위협하는 외래생물에 대한 통합적인 관리를 위하여 국립환경과학원에서 수행하던 외래생물 관련 연구 사업을 이관하여 2014년부터 수행하고 있다(그림 1).

우리나라의 외래생물 관리는 국내 미도입된 외국생물에 대한 사전관리와 도입후의 사후관리로 구분할 수 있다(그림 2).



그림 2. 우리나라 외래생물 관리 체계

외래생물 정밀조사는 국내 도입된 외래생물 중 확산 경향이 있거나, 잠재적 위해성이 있는 외래생물을 선정하여 전국적 분포 현황과 생태계 영향에 대해 연구하는 사후특정관리에 포함된다. 2006년부터 국립환경과학원에서 수행하였으며, 체계적인 외래생물 관리를 위한 외국의 외래종 관련 법제와 관리 실태를 정리하고 우리나라에 필요한 외래종 관리 방향과 국가 조사연구의 방향을 제시하는 것을 목적으로 한다(국립환경과학원, 2013).

외래생물 정밀조사는 '06에서 '13년까지 매해 6종씩 총 49종이 연구되었으며, 이 중 정밀조사 결과 생태계위해성이 높거나 확산이 급격하여 피해가 가시화된 동물 15종과 식물 18종 등의 총 33종은 생태계위해성 평가의 대상종으로 선정되어 등급이 평가되었다(표 1).

2014년에는 늑대거북, 악어거북, 갈색날개매미충, 해바라기방패벌레, 대만

표 1. 외래생물 정밀조사 대상종 목록과 생태계위해성 평가중

연도	외래생물 정밀조사			생태계위해성 평가		
	종수	동물	식물	종수	동물(등급)	식물(등급)
계	55	30	25	45	19	26
'06	11	뉴트리아 붉은가재 까치, 흑염소, 사슴	서양금혼초, 양미역취 미국미역취, 쇠채아재비 나도독미나리 캐나다영경귀	※ '06~'10까지는 외래생물 정밀조사만 시행 ※ 외래생물의 생태계위해성 평가 방법 등에 관한 규정이 2011년 3월에 제정		
'07	6	왕우렁이 떡봉어, 산천어	애기수영, 가시비름 미국썩부쟁이			
'08	5	사향쥐 무지개송어	비짜루국화 미국가막사리 큰김의털	7	뉴트리아(1급) 떡봉어(1급) 왕우렁이(2급)	서양금혼초(1급) 양미역취(1급), 애기수영(1급) 미국썩부쟁이(1급)
'09	5	중국봉어 집쥐 꽃매미	가시상추 나래가막사리	7	꽃매미(1급) 집쥐(1급_사수도)	가시상추(2급), 큰김의털(2급) 비짜루국화(3급) 미국가막사리(3급) 나래가막사리(3급)
'10	5	돼지풀잎벌레 고양이	가죽나무 족제비싸리 창질경이	국립생태원 NATIONAL INSTITUTE OF ECOLOGY		
'11	6	미국선녀벌레 미국흰불나방 염소	가죽나무 미국실새삼 만수국아재비	11	사향쥐(1급) 꽃매미(1급) 고양이(1급) 돼지풀잎벌레(3급)	가시상추(1급)*, 큰김의털(2급) 미국가막사리(2급) 가죽나무(2급), 창질경이(3급) 나래가막사리(3급) 비짜루국화(유보)
'12	6	방패광대노린재 외래거북 3종	울산도깨비바늘 큰비짜루국화	6	염소(2급) 미국선녀벌레(2급) 미국흰불나방(2급)	족제비싸리(2급) 미국실새삼(2급) 만수국아재비(3급)
'13	5	소나무허리노린재 버즘나무방패벌레 왕달팽이	미국좁부처꽃 대청가시풀	6	등검은말벌(1급) 방패광대노린재(3급)	가시비름(2급), 미국미역취(2급) 울산도깨비바늘(3급) 큰비짜루국화(3급)
'14	6	늑대거북, 악어거북 갈색날개매미충 해바라기방패벌레 대만꽃사슴	달맞이꽃	8	늑대거북, 악어거북 갈색날개매미충 버즘나무방패벌레 대만꽃사슴	큰도꼬마리 백령풀 똥판지

꽃사슴, 달맞이꽃 등의 총 6종에 대한 국내 분포, 생태적 특성 및 생태계 영향에 대해 정밀조사를 수행하였다.

늑대거북과 악어거북은 애완용으로 판매되어지고 있는 거북류로 독특한 생김새와 어린 개체의 매력적인 작은 크기로 인하여 애완동물로 사육되고 있다. 아직까지 자연 생태계에 유출된 개체가 적어 피해사례는 없으나, 대형거북류에 속하기 때문에 성장이 빠르고, 사육 비용이 증가와 강한 공격성에 의해 관리의 어려움이 생기게 되면, 자연으로 유기될 가능성이 높아진다. 자연으로 유기 될 경우 긴 수명과, 원산지의 기후 조건이 우리나라와 유사하여 자연 정착이 가능하기 때문에 생태적 특성 등을 조사하여 종의 기본적인 정보를 제공하고, 조사대상종에 대한 적절한 관리방안을 제시하여 효율적인 관리 방안을 마련하고자 하였다.

국내 서식하는 대만꽃사슴은 도서, 내륙지역 등 한정된 지역에서 행하여지는 자연방사와 사육시설에서의 이탈이 원인이 되어 자연생태계로 유입되었으며, 현재에도 지속적인 유입이 관찰되고 있다. 특히 천적이 없고 서식 환경이 적합한 도서지역의 경우 환경수용능(carrying capacity)까지 개체수가 증가할 수 있다. 서식지를 벗어난 자연 유출 개체는 초지 식생 피해, 숲의 파괴, 수목의 재생에 부정적인 영향을 주기 때문에 지속적인 모니터링을 통해 유출 개체의 조기 검출을 위한 제도 및 효과적인 관리체계 마련이 필요하다.

농업 및 산림해충으로 주목받고 있는 갈색날개매미충은 2010년 충남, 전남 일대에서 처음 보고되었으며, 2014년 조사 결과 총 41개 시·군에서 발생이 확인되었다. 확산 예측 결과, 전국으로 확산될 가능성이 높으며, 특히, 전남과 경남 지역이 피해에 취약한 것으로 분석되었다. 기주식물로는 초본류에서 침엽수까지 총 136종의 광범위한 산란 피해가 확인되었으며, 약충과 성충의 흡즙 및 분비물로 인한 경제적 피해도 조사되었다. 식물체의 조직 내 산란을 하는 특성 및 생태적 특성을 고려한 효과적 방제 방안의 개발과 예방 조치의 수립이 필요하다.

해바라기방배벌레는 북미 원산으로 2011년 경주에서 처음 확인되었다. 일본은 2000년 최초 발견 이후 현재 해충으로 고려되며, 중국 또한 2012년에 최초 발견되어 확산 중에 있다. 우리나라는 2013년 27개에서, 2014년에는 55개 시·군에서 발생이 확인되었으며, 현재 제주도를 제외한 전국에 분포한다. 주요 기주식물인 국화과를 포함한 32종의 식물을 가해하는 것으로 조사되었다. 성충과 약충은 잎을 흡즙하며 배설물을 남겨 식물체에 피해를 주며, 도로변, 휴게소, 나지 등이 주서식지인 것으로 연구되었다. 기주식물 연구와 생태계 영

향에 대한 지속적인 조사와 더불어 생태적 특성을 고려한 방제 방안 연구로 효과적 관리 방안의 도출이 필요하다.

달맞이꽃은 1890년대 이후에 국내에 귀화한 종으로 전국적인 분포가 확인되고 있다. 주요 생육지는 도로변, 산지절재기, 공터, 하천변 등으로 지속적으로거나 간헐적으로 교란이 있는 지역에서 출현하였다. 고유생태계를 교란시키는 위해성에 대한 피해사례는 없으므로 교란을 최소화하거나 교란지를 복원할 경우 큰 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 애기달맞이꽃은 북미원산의 귀화종으로 국내에는 1961~1980년대 들어온 것으로 알려져 있다. 주요 서식처는 해안의 모래사구로 해안식생이 파괴된 곳이나 해안가의 나지 등지를 중심으로 분포가 확인되었다. 달맞이꽃에 비하여 분포 면적이 적으나, 줄기가 지면을 기면서 생육하는 특성으로 인하여 높은 피도로 우점할 경우 좁보리사초, 통보리사초, 갯메꽃 등의 해안고유식생과 경쟁이 일어날 수 있다. 그러므로 취약한 생태계에서 발견될 경우 물리적 제거와 생태계 영향에 대한 지속적인 연구가 필요하다.



II. 외래동물

1. 늑대거북(*Chelydra serpentina*)

가. 서론

국가 간 무역이 증대되고 개인의 삶이 중요한 가치로 여겨지고 있는 현대사회에서 애완동물에 대한 관심과 그 수요는 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 과거의 애완동물의 사육은 개, 고양이 등의 일부 종에 한정적이었으나, 최근에는 다양한 종류의 파충류 및 곤충류, 거미류 등의 무척추동물류 까지 광범위하게 넓어지고 있는 실정이다(국립환경과학원, 2012a/b).

그 중 늑대거북은 국내에 도입되어 애완동물로 판매되어지고 있는 거북류의 한 종이다. 국내에서 외래 거북류가 애완동물로서 자리를 잡게 된 것은 붉은귀거북의 도입 이후로 추정되어진다. 붉은귀거북 등 외래 거북류는 국내의 토종 거북류인 남생이에 비하여 채색이 화려하고, 잘 자라 사육이 양호한 편이다. 특히 늑대거북의 어린개체는 작은 크기에 독특한 생김새를 가지고 있으며, 관리가 수월하여 많은 사람들이 애완동물로 사육하고 있는 실정이다.

하지만 늑대거북은 대형거북류로 성장이 빠르고 성체가 되면 25~47cm까지 자라며 일반적인 무게는 4.5~16kg 정도이지만, 34kg 이상까지 성장하기도 한다. 성체는 먹이량과 배설량이 많아지면서 먹이의 공급비용이 증가하며, 사육수조의 수질관리에 어려움이 생기게 된다. 또한 성체 늑대거북은 매우 강한 공격을 띄는 등 사육에 어려움이 발생하게 된다(국립환경과학원, 2010).

붉은귀거북 등 외래거북의 사례에서 볼 수 있듯 애완동물로 사육되는 개체는 관리가 어려워 질 경우 자연으로 유기될 가능성이 매우 높아진다. 늑대거북은 자연으로 유기 될 경우 긴 수명과, 원산지의 기후 조건이 우리나라와 유사한 점 등으로 국내의 자연에 정착 할 수 있는 가능성이 충분하다.

따라서 본 연구에서는 자연에 도입 시 정착가능성이 매우 높을 것으로 우려되는 늑대거북의 자연생태계 서식여부 및 적응성, 생태적 특성 등을 조사하여 종의 기본적인 정보를 제공하고, 조사대상종에 대한 적절한 관리방안을 제시하여 효율적인 관리 방안을 마련하고자 한다.

나. 연구내용 및 방법

(1) 국내 자연에서의 포획조사

국내 자연생태계에서의 늑대거북 포획 조사는 2014년 3월부터 10월까지 자연생태계에서 발견되어 국립생태원으로 제보되는 개체를 대상으로 하였다. 국립생태원 동물관리팀에 의해 현장에서 포획된 늑대거북은 개체확인 이후 관련 실내 환경에 적응시켜 관련 연구에 활용하였다.

(2) 사육지 방문 조사

늑대거북 등 각종 거북류를 사육하고 있는 터틀랜드(사육농장)를 2014년 9월 23일 방문 조사하였다.

(3) 환경 DNA를 이용한 서식여부 확인 조사

(가) 환경 DNA 개요

Environmental DNA(e-DNA)는 환경내에 노출되어져 있는 각종 DNA 소스(털, 피부조각, 배설물 등)로부터 확인되어지는 DNA를 말한다. 토양, 수분 등의 환경샘플을 가지고 그 속에 포함되어져 있는 DNA를 검출하여 그 곳에 서식하고 있는 생물체를 검출해 내는 방법이다. 물속에서의 환경 DNA는 1~2주의 범위내에서는 검출이 되는 것으로 알려져 있으며, 최대 1개월까지도 확인이 가능하다(그림 3).

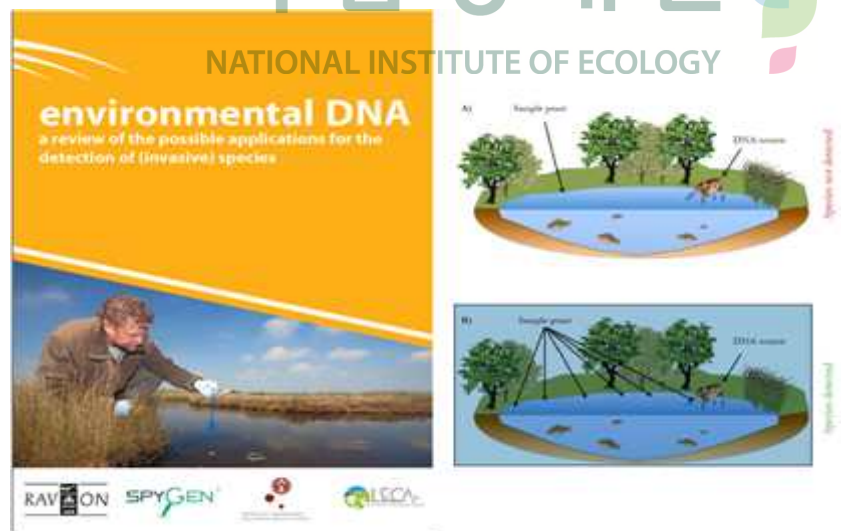


그림 3. e-DNA 검출 방법(Herder *et al*, 2014)

(나) e-DNA 조사 지점

늑대거북의 e-DNA 검출을 확인하기 위하여 지역별 외래거북류의 수입 등록과 동물 판매업체의 비율이 높은 지역인 서울과 경기도 일대를 조사 대상 지역으로 선정하였다. 늑대거북의 유기 가능성이 높을 것으로 판단되는 호수, 공원일대, 한강 및 한강으로 유입되어지는 지류하천인 탄천, 중랑천, 안양천 등의 20지점을 선정하여 환경샘플을 채수하였다(그림 4).

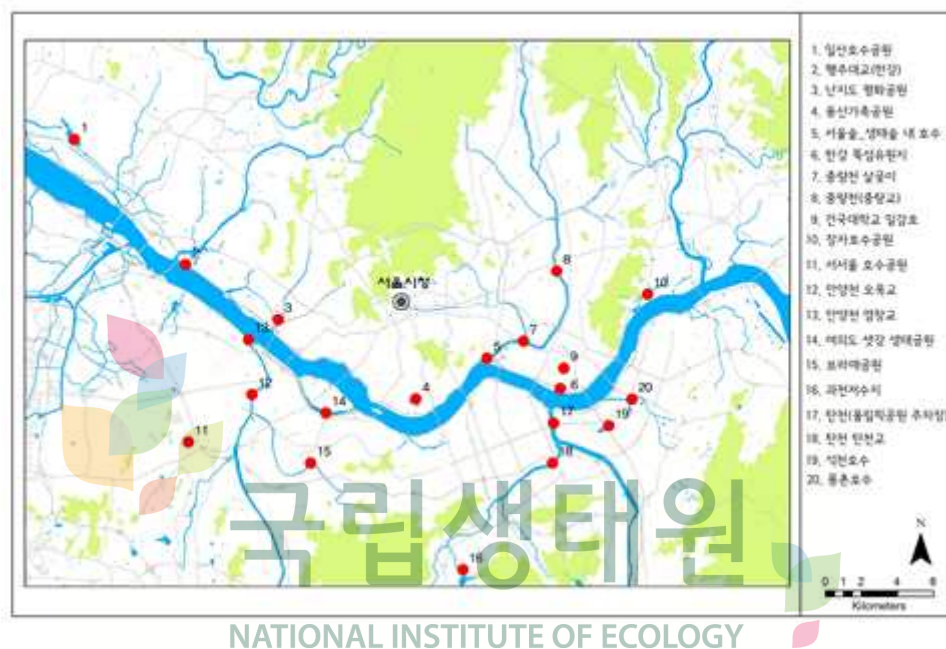


그림 4. e-DNA 검출을 위한 환경샘플 채수지점

(다) e-DNA 연구 방법

1) 늑대거북 조직 DNA 추출

늑대거북 cytb 유전자 증폭의 양성대조군으로 사용하기 위한 늑대거북 조직 DNA는 춘천 소재의 터틀랜드로부터 확보한 늑대거북 사체의 조직에서 추출하였다. 미량의 늑대거북 조직을 멸균된 e-tube로 옮긴 후 추후 분석을 위해 남은 시료는 -20℃에 냉동 보관하였다. 조직 DNA 추출을 위해 QIAamp® DNA Mini Kit(Qiagen, USA)를 이용하였으며 제조사의 실험방법을 준수하였다.

2) 환경시료로부터 e-DNA 추출

e-DNA 양성시료로 국내 자연환경으로부터 포획하여 사육중인 늑대거북 사육수조 시료와 음성대조군으로 국립생태원내 늑대거북이 서식하지 않는 것이 확인된 나저어못, 그리고 20개소의 조사지점으로부터 e-DNA 추출을 위한 시료를 채수하였다. 물속에 존재하는 e-DNA를 추출하기 위하여 채집한 물 샘플 20ml에 3M NaOAc 1.5ml, 100% 에탄올 20ml을 첨가한 후 -20℃에서 16시간 동안 처리하였다. 처리한 샘플은 초고속원심분리기 (Labogene 2236R, USA)를 이용하여 4℃, 12,000rpm 20min 동안 원심분리하였다. 침강된 e-DNA는 멸균된 100 μ l의 증류수를 첨가하여 녹인 후 분석하기 전까지 -20℃에 냉동 보관하였다.

3) 검출을 위한 프라이머의 설계 : 특이적 프라이머의 확보

여러 논문에서 외래종 검출에 많이 사용되고 있는 미토콘드리아 유전자인 늑대거북 cytb 유전자의 염기서열을 NCBI(미국 국립생물정보센터)로부터 확보하여 늑대거북의 존재를 확인하기 위한 표적 유전자 프라이머를 설계하였다(그림 5).

```
5'-ATCTCTGCTTGATGAAATTTTCGGATCATTATTAGGCGCCTGCTTAATTGTACAAATCGTCACCGGAATCT
TCCTGGCAATACACTATTCACCGAGATCTTCCTGGCATTCTCATCAATCACTCACATTACCCGAGACGT
ACAATACGGATGACTAATCCGCAACATACACGCCAACGGCGCCTCACTCTTCTTCATCTGTATTACCTC
CATATCGGCCGAGGACTTTTCTACGGATCATACTTATATAAAGAAACCTGAAATACCGGAGTAATCCTTC
TCTTATTAAGTATAGCCACTGCATTGTAGCTTACGTCCTACCATCAGGCCAAATATCATTTCTGAGGTGC
TACAGTTATCACCAACCTGCTCTCAGCCATACCTTACATAGGTAATACATTAGTACAATGAATTTGAGGA
GGATTCTCAGTAGACAACGCAACCTTAACCCGATTCTTTACCTTCCACTTTCTACTACCATTACCATTTA
TTGGCCTTGCAATAGTACATTTACTTTTCCCTTCAYGAAACCGGCTCAAATAACCCAACAGGCCTAAACTC
AGCCTCTGATAAAATTCCTTCCACCCATATTTCTCTTACAAAGACCTATTAGGCCTTATTTTAATAACA
ACCTCTTATTAAGTATAGCACTATTCTACCCAAACCTTCTTGGTGATCCAGACAACCTTCAGCCAGCCA
ACCCCTGGTAACCCACACACATCAAACCAGAATGATACTTCTATTTGCCTACGCAATCCTACGATC
AATCCCAAACAACTAGGAGGTGTATTAGCCCTTCTATTCTCCATCCTCATCCTACTTTTAATACCCATC
CTCCACACATCAAAACAACGAACAATCCAATTTGACCATGAACCTCAAATCT-3'
```

그림 5. NCBI로부터 제공받은 cytb partial cds 염기 서열. 밑줄 친 부위는 P1 프라이머 세트를 설계한 부위(빨간색 : P1 정방향 프라이머, 파란색 : P1 역방향 프라이머)

검출을 위한 프라이머 설계를 위하여 cytB 유전자 염기서열을 PrimerX (<http://www.bioinformatics.org/primerx/>)를 이용하여 143bp 크기의 특이적 프라이머 P1을 설계하였다. 늑대거북의 cytB 유전자 특이적인 프라이머 P1 set(P1_F 5'-TCACCAGATACTTCCCTGGC-3', P1_R 5'-TAAAGTCCTCGGCCGATATG-3')은 프라이머 합성 회사인 (주)마크로젠에 의뢰하여 제작하였으며 검출 PCR 반응시 10pM/ μ l로 희석하여 각각의 반응조건에 맞도록 사용하였다.

4) 유전자 증폭 조건

늑대거북의 cytB 유전자의 증폭을 위하여 우선 특이적 프라이머의 작동 유무를 검증하기 위한 늑대거북 조직 DNA와 사육중인 늑대거북 수조의 물에서 추출한 e-DNA, 그리고 20개소로부터 추출한 e-DNA를 주형으로 하여 PCR 반응을 수행하였다. PCR 반응액(20 μ l)은 주형으로 e-DNA 4 μ l 혹은 1:1000으로 희석한 조직 DNA 4 μ l, 10X Ex Taq™ buffer 2 μ l, dNTP mixture(2.5mM each) 1 μ l, 정방향 및 역방향 프라이머 1 μ l(each 0.5uM), 1 unit의 Ex Taq 증폭효소를 첨가한 후 나머지 부피를 멸균된 3차 증류수로 채웠다. PCR 조건은 95℃에서 5분간 반응전 변성 시킨 후 95℃ 30초, 55℃ 15초, 72℃ 15초 연쇄반응을 55회 반복하였다(AB science ProFlex PCR system, USA).

다. 연구결과

(1) 일반적인 특성

(가) 늑대거북의 분포

늑대거북은 아메리카가 원산으로 북미대륙에서 열대 아메리카까지 폭 넓게 분포하고 있다. Northern common snapping turtle은 캐나다 남서부에서 미국의 서부지역에 분포하며 일반적으로 국내에 수입되어지는 늑대거북은 이 종을 말한다. 우리나라뿐만 아니라 일본, 중국 등에서도 수입되어지고 있으며, 멕시코와 중남미 지역까지 분포하는 것으로 알려져 있다.

(나) 생물학적 특성

- 종명 : 늑대거북 *Chelydra serpentina*
- 일반명 : 늑대거북
- 분류체계 : 척추동물문 (Vertebrata)

파충강(Reptilia)

거북목 (Testudines)

늑대거북과 (Chelydridae)

늑대거북 *Chelydra serpentina*

○ 형태 : 늑대거북은 미국의 담수거북 중에서 가장 크고, 우리나라의 거북류 중에서도 가장 크다. 밝은 황갈색을 띄며, 등갑의 길이는 25~47cm까지 자라며 비교적 긴 편이다. 무게는 보통 4.5~16kg 정도이지만, 34kg이상까지 성장하는 경우도 있다. 목은 원추모양으로 짧고 뭉툭하나 자라처럼 목을 늘이면 몸길이 정도로 길어진다. 등갑은 가운데가 볼록한 오각형 모양이고 둘레는 둥그스름하여 몸크기까지 덮고 있으며, 등갑의 가장자리는 톱니모양이다. 발가락에는 물갈퀴가 존재하며, 꼬리는 근육지로 튼튼하며, 비교적 길고, 꼬리 위쪽에 가시모양의 비늘이 있다. 어린 개체는 등갑이 울퉁불퉁하며 굴곡이 있지만 성장하면서 매끄러워진다.

○ 식별 : 늑대거북과 속하는 거북류는 늑대거북과 악어거북의 2종이 현존하고 있다. 늑대거북과 거북류를 snapping turtle이라고 불리고 있다. 늑대거북과 악어거북의 구분은 악어거북은 등갑판이 모두 삼각뿔모양의 굴곡이 솟아 있어 성체 등갑의 굴곡이 약하게 나타나는 늑대거북과 뚜렷이 구분되어지며, 늑대거북은 자라처럼 목이 길게 늘어나지고, 악어거북은 목을 등갑으로 길게 빼지 못하므로 두 종을 명확히 구분 할 수 있다. 또한 먹이를 잡는 행동에서도 늑대거북은 먹이를 쫓아가서 잡아먹는 형태의 사냥을 하지만 악어거북은 혀돌기를 흔들어서 먹이를 유인하는 장치로 사용하여 사냥을 한다.

○ 생태 : 늑대거북은 강, 하천 등의 물이 흐름이 느리고 얕은 곳이나, 호수나 저수지 등의 수초지대, 바위틈 등 은폐하기 쉬운 곳에서 숨어서 지낸다. 얼굴의 윗부분에 콧구멍이 솟아 있어 수영을 할 때나 진흙에 몸을 묻고 있을 때 목을 길게 빼고 콧구멍만 공기 중으로 빼내어 호흡 한다. 원산지에서는 4월에서 11월 사이에 짝짓기를 하며, 주로 6~7월에 가장 많은 산란이 이루어진다. 산란은 사질토양의 땅을 파고, 25~80개의 알을 산란하여 모래 등을 덮어 부화시킨다. 부화기간은 9주에서 18주로 온도가 높으면 부화가 빠르다. 암컷 늑대거북은 수 년동안 정자를 저장 할 수 있어 교미 없이도 지속적으로 알을 낳을 수 있다. 알을 낳거나 새로운 서식지를 찾아 상당히 먼 거리를 이동하기도 하며, 서식지의 파괴, 먹이의 부족, 오염 등이 늑대거북의 장거리 이동을 촉진시킨다. 담수생태계에서 늑대거북은 최상위 포식자로 어류, 양서류, 조개류, 새우류, 뱀 등의 파충류 및 동물의 사체까지도 먹는다.

성질이 거칠고 먹이를 잡을 때는 동작이 매우 빠르다. 야생에서는 수명이 30년 정도이며 47년 까지 산 개체가 보고되기도 하였다(국립환경과학원, 2010).

(2) 자연생태계에서 늑대거북의 포획 결과

국립생태원에서는 2014년 3월부터 11월까지의 조사기간중에 총 2건 늑대거북을 자연생태에서 포획하였다. 포획은 2014년 5월 22일 경기도 화성시 정남면 귀래리 496번지에서 1개체의 늑대거북을 농경지 인근의 농수로에서 포획하였으며, 2014년 6월 26일 충남 예산군 대술면 농리 390-30번지에서 1개체의 늑대거북을 포획하였다(표 2). 포획된 늑대거북은 국립생태원 동물관리팀으로 가지고와 별도의 사육시설에서 사육되어지고 있다. 예산군에서 포획된 개체의 경우 등갑의 색깔이 짙은 색으로 변화되어 있었다(그림 6, 7). 늑대거북은 서식지의 환경에 따라 등갑의 색깔이 변화되기도 하며, 등갑의 색깔이 변화되는 데에는 수개월 이상의 시간이 필요한 것으로 알려져 있다. 이에 예산군에서 포획된 개체의 경우 이른 봄 이전에 자연 상태로 유입된 것으로 생각되어지며, 날씨가 추운 시기에 사육 중인 늑대거북을 자연으로 유기하였을 때에는 적응하지 못하고 폐사 할 가능성이 매우 높아 이 개체의 자연 상태에서 상당기간 활동하고 적응한 개체로 판단되어 진다.

표 2. 늑대거북의 포획지역

행정지역	조사일자	개체수	비고
경기도 화성시 정남면 귀래리 496번지	2014. 5. 22	1(포획)	농수로에서 발견
충남 예산군 대술면 농리 390-30번지	2014. 6. 26	1(포획)	

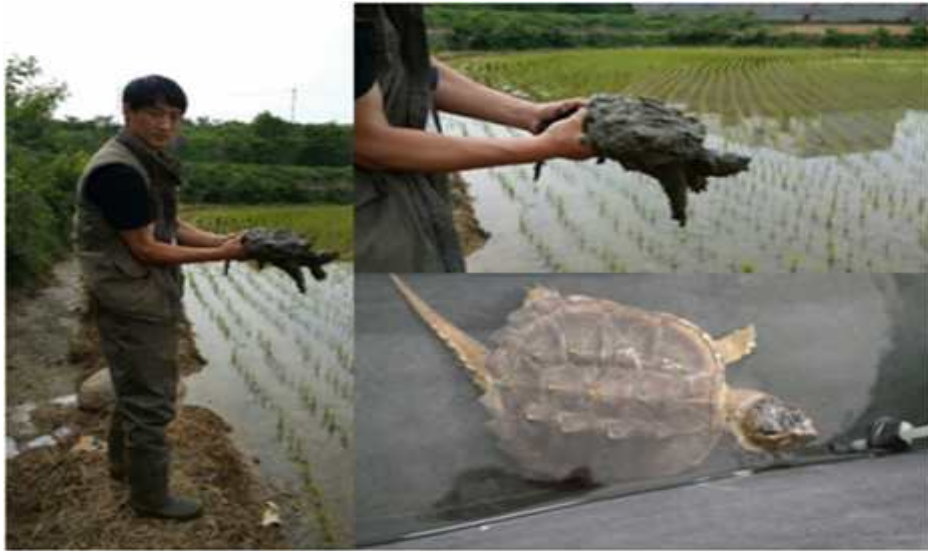


그림 6. 경기도 화성시 정남면 포획 개체



그림 7. 충남 예산군 대술면 포획 개체

(3) 사육지 방문조사 결과

늑대거북 등 각종 거북류를 사육하고 있는 사육농장인 터틀랜드를 2014년 9월 23일 방문 조사하였다. 터틀랜드는 강원도 춘천시 남산면에 위치하고 있는 국내 최초의 거북이 테마농장으로 늑대거북 7개체(성체 4, 아성체 3)과 악어거북 성체 3개체 등 각종 거북류 40여종을 사육하고 있다(그림 8). 터틀랜드의 담당자는 2012년 9월 중순 야외사육지(자연생태계와 유사한 환경의 서식지)에서 늑대거북이 산란을 하였으며 11마리의 늑대거북 새끼가 부화한 사

례가 있음을 진술하였다. 이러한 사례에서 볼 수 있듯이 우리나라의 기후에서 늑대거북이 충분히 적응이 가능하며 산란과 번식도 가능할 것으로 추정할 수 있다. 늑대거북은 대형거북으로 성장 할수록 먹이량이 급격히 많아지며, 배설량 또한 급격하게 증가하여 사육수조의 관리가 어려워 일반 가정에서 사육하는데 많은 어려움 있을 것이라는 의견을 제시하였다. 또한 늑대거북을 자연환경으로 유기할 경우 자연환경에 적응 할 것으로 판단되며, 공격성 및 포식성이 강하여 생태계에 심각한 피해를 끼칠 수 있으며, 습지나 농경지 인근에서는 사람들에게도 피해를 입힐 수 있는 여지가 있다.



그림 8. 터틀랜드에서 사육중인 늑대거북 성체(좌) 아성체(우)

(4) e-DNA을 이용한 늑대거북 cytB 유전자 증폭 결과

늑대거북의 서식실태를 파악하기 위하여 PCR 반응의 양성대조군으로 늑대거북 조직으로부터 추출한 DNA와 늑대거북 사육 수조의 물에서 추출한 e-DNA를 사용하였으며 음성대조군으로 늑대거북이 서식하지 않는 것이 확인된 나저어못 물에서 추출한 e-DNA를 사용하였으며, 실험군으로 20 지점에서 채집하여 추출한 e-DNA를 주형으로 증폭반응 실험을 수행하였다. 늑대거북 미토콘드리아의 cytB 유전자를 표적으로 하는 프라이머를 이용하여 각각 조직DNA, 사육수조 e-DNA, 나저어못 e-DNA, 환경시료 e-DNA에서 반응을 수행하였다. 양성대조군인 조직DNA와 사육 수조에서 추출한 e-DNA에서는 P1 프라이머 세트(143bp)에서 예상된 Size의 PCR 반응산물을 확인 할 수 있었으나 음성대조군으로 사용한 나저어못에서 추출한 e-DNA에서는 전혀 밴드를 관찰할 수 없었다. 따라서 본 실험으로 환경시료로부터 추출한 e-DNA에서도 늑대거북의 cytB 유전자를 증폭할 수 있음을 알 수 있었다(그림 9).

양성 및 음성대조군 시료와 20개 지점의 환경시료로부터 추출한 e-DNA를 주형으로 한 늑대거북 *cytB* 유전자 증폭 실험 결과 P1 프라이머 세트에서는 조직DNA, 사육수조 DNA, 2, 7, 17번 지점 시료에서 예상 *cytB* 유전자 증폭산물과 동일한 크기의 밴드를 관찰할 수 있었다(그림 10). 따라서 늑대거북이 서식할 가능성이 있는 2, 7, 17번 지점의 증폭산물은 향후 정밀한 분석을 위해 염기서열 분석을 해야 할 것이다. 이러한 결과들로부터 늑대거북을 비롯한 외래생물의 서식이 예상되는 지역에서 채취된 환경시료로부터 e-DNA를 이용한 유전자 증폭 실험은 이들 외래생물의 서식 실태를 파악하기 위한 효율적인 방법으로 사용될 수 있음이 예상된다.

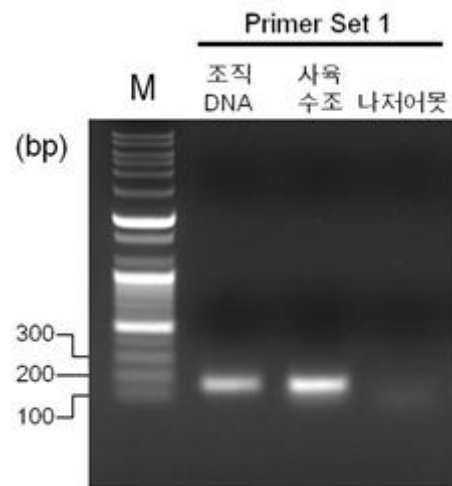


그림 9. 늑대거북 *cytB* 유전자 검출을 위한 프라이머 효율성 검증



그림 10. 채집한 e-DNA로부터 늑대거북 *cytB* 유전자의 증폭 결과

라. 관리방안

자연생태계에 유입된 늑대거북은 물속이나, 진흙속에 묻혀 사는 생태적 특성상 개체를 찾아내기는 매우 힘들 것으로 생각되어 진다. 이에 우선적으로 자연생태계로의 유입을 철저히 차단하여야 한다. 현재 다수의 사람들이 애완용으로 늑대거북을 사육하고 있어, 우선 이들에 대하여 늑대거북이 자연생태계에 유입되어지면 생태계는 물론 인간에게도 큰 피해를 끼칠 수 있다는 점에 대하여 충분한 교육을 실시하여야 한다. 늑대거북의 사육을 포기 할 경우 동물원이나, 전시시설, 파충류 사육시설 등에서 기증을 받을 수 절차를 마련하여 자연으로의 유기를 사전에 차단하여야 한다. 또한 자연생태계 및 호수, 저수지, 늪지 등에서 발견되는 개체에 대해서는 한국동물구조관리협회나 야생동물구조관리센터 등에 신고하여 관련 전문가에 의해 포획될 수 있도록 하는 제도를 마련하여야 한다.



2. 악어거북(*Macrochelys temminckii*)

가. 서론

애완동물의 사육은 정서함양·생명존중 등 순기능의 이면에 몇 가지의 역기능이 잠재되어 있다. 현재 애완동물로 사육되고 있는 동물은 곤충류, 조류, 열대어 및 도마뱀, 거북 등의 이색 파충류 등 까지 다양한 분류군으로 확장되어지며, 동물의 수입이 증가하는 추세를 보이고 있다. 애완동물 산업의 급성장으로 인하여 영세판매업소가 양적으로 난립하고 있으며, 일부 학생이나 매니아들이 소규모로 증식하여 판매하는 경우까지 생기고 있는 실정이다.

악어거북은 북아메리카 원산으로 민물에 서식하는 거북류 중 가장 큰 종으로 알려져 있으며, 등갑이 80cm, 무게가 113kg까지 자란 기록이 있다. 원산지인 북미에서는 남획 및 서식지 변화에 따라 개체수가 감소하고 있어 미국의 요청에 의해 CITES(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)의 부속서 III (Appendix III, 2010)에 등록되어 국외 반출이 금지되었다. 하지만 유럽과 아시아 등에 애완용으로 수출되었으며, 일부 국가에서는 자연생태계에 방류되어 서식하고 있는 것이 알려지기도 했다. 또한 일본 및 중국에서는 생태계 유입에 의한 교란 사례가 보고된 바 있다(국립환경과학원, 2010).

늑대거북과 마찬가지로 자연으로 유기 될 가능성이 매우 높으며, 악어거북이 자연으로 유기 될 경우 국내의 자연에 정착 할 수 있는 가능성이 충분하다.

따라서 본 연구에서는 자연에 도입 시 정착가능성이 매우 높은 악어거북에 대한 자연 상태에서의 서식여부 및 적응성, 생태적 특성 등을 조사하여 종의 기본적인 정보를 제공하고, 조사대상종에 대한 적절한 관리방안을 제시하여 효율적인 관리 방안을 마련하고자 한다.

나. 연구내용 및 방법

(1) 국내 자연에서의 포획조사 및 포획사례 조사

국내 자연생태계에서의 악어거북 포획 조사는 2014년 3월부터 10월까지 늑대거북의 포획조사와 함께 진행하였으나, 자연생태계에서 발견되는 악어거북에 대한 제보를 토대로 실시하였으며, 파충류 동호회 및 언론매체에 보도된 사례를 수집하였다.

(2) 사육지 방문 조사

늑대거북 등 각종 거북류를 사육하고 있는 사육농장인 터틀랜드를 2014년 9월 23일 방문 조사하였다.

다. 연구결과

(1) 일반적인 특성

(가) 악어거북의 분포

악어거북은 미국의 남동부지역에서 멕시코만으로 유입되어지는 주요 담수 유역에 서식하고 있다. 우리나라뿐만 아니라 일본, 중국 등에서도 수입된 개체들이 사육되어지고 있으며, 일본 및 중국에서는 자연생태계로 방류되어 생태계에 교란을 일으킨 사례가 보고 된 바 있다.

(나) 생물학적 특성

- 종명 : 악어거북 *Macrolemys temminckii*
- 일반명 : 늑대거북
- 분류체계 : 척추동물문 (Vertebrata)

파충강(Reptilia)

거북목 (Testudines)

늑대거북과 (Chelydridae)

악어거북 *Macrolemys temminckii*

○ 형태 : 악어거북은 민물에 서식하는 거북 중에서 가장 크다. 등갑은 주로 황갈색을 띄며 개체에 따라 검은빛이 강하게 나타나는 개체도 있다. 일반적으로 성체의 등갑 길이는 40~66cm 정도이며 수컷이 암컷보다 크게 성장한다. 목은 원추모양으로 짧고 뭉툭하며, 목을 길게 늘이지는 못한다. 목과 다리에 혹처럼 생긴 돌기가 나타나는 특징을 보인다. 등갑은 앞쪽에서 뒤쪽으로 3열의 삼각뿔모양의 융기가 크게 발달하여 늑대거북과 차이를 보인다.

○ 식별 : 악어거북과 늑대거북의 구분은 악어거북은 등갑판이 모두 삼각뿔모양의 굴곡이 3열로 솟아 있어 성체 등갑의 굴곡이 약하게 나타나는 늑대거북과 뚜렷이 구분되어지며, 늑대거북은 자라처럼 목이 길게 늘어나지고, 악어거북은 목을 등갑으로 길게 빼지 못하므로 두 종을 명확히 구분 할 수 있다. 또한 먹이를 잡는 행동에서도 늑대거북은 먹이를 쫓아가서 잡아먹는 형태의 사냥을 하지만 악어거북은 혀돌기를 흔들어서 먹이를 유인하는 장치로 사용하여 사냥을 한다.

○ 생태 : 악어거북의 성체는 큰 강, 운하, 호수, 늪 등의 바닥에 서식하고 있으며, 어린 개체는 소규모의 하천에서 서식하고 있다. 11~13년이 되면 성체로 성장하며, 4월에서 6월 사이에 교미를 하고, 약 2달 후에 산란을 한다. 일반적으로 8~52개의 알을 산란하며, 산란 장소는 주로 수변지역이다. 악어거북의 성별은 부화온도에 의해 결정되어지며, 35~27℃일 때는 수컷이 되고, 29~30℃일 때는 암컷이 되는 것으로 알려져 있다. 산란시기를 제외하고는 대부분이 물속에서 시간을 보내며, 주로 진흙 등에 숨어서 생활한다. 물고기 및 작은동물, 조류, 양서류 등의 다양한 먹이를 먹으며, 혀끝을 실지렁이처럼 보이는 분홍빛 돌기로 물고기를 유인하여 사냥을 한다(Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, 2011; 국립환경과학원, 2010).

(2) 자연생태계에서 악어거북의 포획 및 포획사례 조사 결과

국립생태원에서는 2014년 3월부터 11월까지의 조사기간 중에는 악어거북을 자연생태에서 발견 제보 및 발견사례가 전혀 없어 개체를 포획하지 못하였다. 따라서 과충류 동호회 및 언론보도 등에서 악어거북의 포획사례를 조사 결과 2011년 5월 10일 경북 구미시 지산동 샛강에서 포획된 악어거북 사례를 확인 하였다(그림 11, 12).



그림 11. 경북 구미시에서 발견된 악어거북(환경부, 2011)



그림 12. 악어거북 발견사례 뉴스기사

(3) 사육지 방문조사 결과

거북류를 사육하고 있는 사육농장인 터틀랜드를 2014년 9월 23일 방문 조사하였다. 터틀랜드는 강원도 춘천시 남산면에 위치하고 있는 국내 최초의 거북이 테마농장으로 늑대거북 7개체(성체 4, 아성체 3)과 악어거북 성체 3개체 등 각종 거북류 40여종을 사육하고 있다. 악어거북은 늑대거북 보다 무는 힘이 더욱 강하나 공격성은 덜하며, 사냥법에서도 늑대거북은 적극적인 사냥법을 택하는 반면 악어거북은 혀 돌기를 흔들어서 먹이를 유인하는 사냥법을 택하여서 늑대거북 보다는 생태계 및 인간에 미치는 영향은 적을 것으로 사료된다(그림 13, 14).



그림 13. 터틀랜드에서 사육중인 악어거북



그림 14. 악어거북의 혀돌기

라. 관리방안

자연생태계에 유입된 악어거북은 늑대거북과 마찬가지로 물속이나, 진흙속에 묻혀 사는 생태적 특성상 개체를 찾아내기는 매우 힘들 것으로 생각되어진다(Howey & Dinkelacker, 2009). 이에 우선적으로 자연생태계로의 유입을 철저히 차단하여야 한다. 현재 애완용으로 사육되어지고 있는 악어거북에 대해 자연생태계에 유입되어지면 생태계는 물론 인간에게도 큰 피해를 끼칠 수 있다는 점에 대하여 충분한 교육을 실시하여야 한다. 악어거북의 사육을 포기할 경우 동물원이나, 전시시설, 파충류 사육시설 등에서 기증을 받을 수 절차

를 마련하여 자연으로의 유기를 사전에 차단하여야 한다. 또한 자연생태계 및 호수, 저수지, 늪지 등에서 발견되는 개체에 대해서는 한국동물구조관리협회나 야생동물구조관리센터 등에 신고하여 관련 전문가에 의해 포획될 수 있도록 하는 제도를 마련하여야 한다.



3. 대만꽃사슴(*Cervus nippon taiouanus*, Blyth 1860)

가. 서론

소목(Artiodactyla) 사슴과(Cervidae)에 속하는 포유동물인 꽃사슴은 우리 민족과 오랜 시간 함께해온 동물로서 오랜 역사적 사실을 통해 우리 생활 깊숙이 자리 잡고 있는 친숙한 동물이다. 이러한 사슴류는 산업이 발달하고 이동이 빈번해진 현대에 들어 인간의 사냥 등 인위적인 간섭에 의해 서식지의 훼손과 먹이자원의 고갈로 멸종에 위기에 처하게 된 종이 점차 증가하고 있다(Takatsuki, 2009). 세계 여러 나라에서는 이러한 멸종위기종의 보호와 복원을 위해 보호지역을 지정하는 등 이들의 보호를 위한 대책을 강구하고 있으며, 국내의 경우 대표적인 토종 사슴인 대륙사슴과 사향노루가 멸종위기 야생생물 I 급으로 지정되어 이러한 노력에 동참하고 있다(국립생물자원관, 2014).

대륙사슴과 같이 sika deer 아종으로 분류되는 대만꽃사슴은 과거 동북아시아 지역에서는 비교적 흔한 동물이었으나, 일제 강점기에 대대적인 사냥에 의해 개체수가 급감하였다. 남한에서는 1921년 제주에서 포획된 이후 관찰되지 않고 있으며 북한 지역에서만 소수의 무리가 백두산 인근에서 명맥을 유지하고 있다.

현재 국내에는 Sika deer에서 기원하여 지리학적으로 분화된 것으로 추정되는 red deer(*Cervus elaphus*), wapiti(*C. elaphus canadensis*, *C. e. sibericus* 등), 그리고 sika deer의 아종인 대만꽃사슴(*C. nippon taiouanus*)을 주로 사육하고 있으며, 경제적인 이득을 위해 교잡이 성행하고 있다.

국내의 사슴은 1970년대를 기점으로 본격적인 도입이 이루어졌다. 관상용을 비롯하여 식품, 의약품 등 경제적인 이득을 목적으로 사육되어 현재 소, 돼지, 닭에 이어 많은 개체를 사육하는 규모로 성장하였다(농림수산식품부, 2012).

경제적인 목적 위주로 사육되던 사슴은 2000년대에 들어서며 생태관광, 체험학습, 친환경적 생태계 복원 등을 목적으로 금오도, 군산시 월명공원, 서울숲, 인천 송도 센트럴파크 등에 자연 방사하여 생태계 교란의 우려를 나타내고 있다(진기정, 2013).

동북아시아에서 유래된 꽃사슴(*C. nippon* 아종에 속하는 종)은 19세기부터 유럽 여러 나라에 도입되었고 자연에 정착하며 토속종과의 경쟁과 유전자 교란의 문제를 야기하고 있으며(Fuller & Gill, 2001), 북미 지역에서는 이들의 도입과 정착에 의한 피해를 우려하여 적극적인 구제에 힘쓰고 있다(Feldhamer

& Marcus, 1994).

본 연구에서는 국내 꽃사슴의 서식 및 사육실태를 점검하고 생태계 피해 우려가 높은 지역을 대상으로 정밀조사를 수행하여 이들의 자연유출과 정착에 따른 영향을 도출하고자 하였다. 더불어 향후 자연에 유입 가능성을 차단할 수 있는 효과적인 관리방안을 살펴보았으며, 기 정착지역에서의 구제를 통한 관리와 지속적인 관리와 병행되어야 하는 모니터링 방안에 대해 제시하였다.

나. 연구내용 및 방법

대만꽃사슴의 현장조사는 2014년 3월부터 2014년 12월까지 실시하였다. 국내 자연방사지역과 정착지역을 대상으로 자연에서의 서식실태를 조사하였고 사육동향과 유형, 자연 유출 가능성을 파악하기 위해 사육농가의 방문조사를 병행하였다(그림 15).

자연에서 활동하는 서식개체수의 조사는 주간과 야간 조사를 병행하였다. 주간에는 육안, 쌍안경(Leica, 10X25), 디지털캠코더(Sony, Hdr-PJ240) 등을 활용하여 직접조사(Sutherland, 2004) 기법에 따라 수행하였으며, 발견되는 대만꽃사슴의 위치, 방향각 등을 야장에 기록한 후 Program Distance(Ver. 6.2; Thomas *et al.*, 2010)을 이용하여 분석하였다. 또한 주요 서식지와 활동지역의 확인을 위해 각 조사자를 30m 거리의 간격으로 이동하며 발견되는 개체수를 야장에 기록하였다(그림 16).



그림 15. 대만꽃사슴 조사지역



그림 16. Distance sampling 분석을 위한 주간조사 경로(굴업도)

주간에 비해 야간에 활발한 활동을 보이는 생태적 특성을 감안하여 일몰 후 2시간 경과 시점부터 야간조사를 실시하였다. 주간조사를 통해 확보된 주요 활동지역과 이동로 자료를 토대로 각 조사자에게 조사구역을 배정하였고, 2인 1조의 구성으로 조사지 면적에 따라 2-4개 조를 운용하였다. 조사자는 초지를 시속 2km 이하의 속도로 보행하며 조사자가 탐조등(Polarion, PS-X1)을 이용하여 한쪽 방향만을 살피며 관찰되는 꽃사슴을 양방향에서 동시에 기록하였다. 조사는 각 조사구별 1회 수행하였다.

자연에서 서식하는 꽃사슴의 무리 구성 및 성비를 확인하기 위해 쌍안경(Leica, 10X25)을 통하여 암수 및 어린자손을 파악하였다. 수컷은 뿔의 유무를 통해 암컷과 구분되며 뿔의 분화를 통해 연령의 추정이 가능하다. 꽃사슴은 인간을 피해 달아나 여러 무리가 한 지역으로 규합되는 특성이 있으므로 조사자는 무리로부터 30m 이상 거리를 이격하며 관찰하였다. 관찰 시 규합된 무리는 기록에서 제외하였다.

보호지역 인근 대만꽃사슴 출몰 가능지역을 대상으로 흔적조사와 청문조사를 병행하여 모니터링 지점을 선정하였다(그림 17). 선정된 지점에는 무인센서 카메라를 설치하여 촬영되는 사진자료를 분석하여 개체의 활동 유무를 판단하였다.



수컷



암컷과 어린자손



발자국



배설물

그림 17. 국내 자연서식 꽃사슴 및 서식흔적

사육유형이 상이한 사육농가와 자연방사지를 대상으로 사육실태와 자연유출 여부를 확인하였다. 사육농가는 계류식(충북 청주), 계류방목혼합식(경기 이천), 자유방목식(강원) 농장을 대상으로 현장조사를 실시하였고, 공원 자연방사지(서울 숲, 인천 센터럴파크)를 대상으로 개체의 유출 가능성과 관리 실태를 확인하였다.

다. 연구결과 및 고찰

(1) 일반적인 특성

(가) 생물학적 특성

○ 학명 : *Cervus nippon taiouanus*, Blyth 1860

○ 영명 : Sika deer, Spotted deer, Formosan deer

○ 분류 : 소목(Artiodactyla)

사슴과(Cervidae)

사슴아과(Cervinae)

○ 국외 분포 : 유럽, 북미, 호주, 중국 동북부, 남서부, 일본, 한국, 베트남, 대만 등

○ 형태 : 꽃사슴의 여름철 털색은 갈색을 보이며 겨울철에는 밝은 갈색을 보이지만 수컷의 경우 어두운 갈색으로 나타난다. 여름과 겨울 모두 흰 반점이 나타나지만 겨울철의 개체는 여름철의 개체에 비해 흰 반점의 비율이 감소하는 경향을 보이게 된다. 대만꽃사슴의 여름철 털은 흰 반점이 뚜렷하고 아름다워 꽃사슴의 대명사로 인식되고 있다.

꼬리의 중앙에는 검은색 선이 존재하며 등의 정중앙부에 검은색 줄이 길게 발달되어 있다. 보통 성체 평균 체장은 110-140cm, 체고는 90-150cm, 체중은 40-90kg 정도이다. 형태적으로 유사한 토종 사슴은 대만꽃사슴에 비해 비교적 대형종으로 체장은 140-155cm, 체고는 100-110cm, 체중은 60-110kg 정도이며 털은 길고 귀가 크며 얼굴이 길게 발달되어 있다.

대만꽃사슴의 수컷은 이마에 V자 모양의 무늬와 엉덩이 부분의 흰색 무늬가 선명하게 보인다. 수컷은 목 부위에 무성하며 약 45-60cm의 뿔이 존재한다. 뿔의 발달은 기온과 호르몬의 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있는데, 국내의 환경에서는 4월에 발달하여 11월부터 각질화 및 낙각이 나타나고 매년 성장과 탈락이 반복된다.

○ 생태적 특성 : 서식환경이 다양하며 험한 산악지대를 제외하고 고산의 산림지대나 초원에서 무리를 지어 생활한다. 평지부터 해발 2,500m까지의 산림에 살며 먹이를 섭식할 때 외에는 산림을 떠나지 않는다. 암수가 따로 무리를 짓고 살거나 혼합된 형태의 무리로 서식한다. 초식동물로 먹이는 나뭇잎, 열매, 줄기, 이끼, 수초, 메밀, 조, 밤, 도토리, 버섯류 등을 먹는다. 소와 같이 반추위를 갖는 되새김질 동물이지만, 간의 용적에 기인하여 소에 비해 거친 먹이의 소화가 가능하다.

사슴의 번식기는 서식지역의 환경조건에 따라 차이를 나타내는데, 국내의 경우 9-10월 경 교배가 이루어진다. 임신기간은 227-249일 정도이며, 5-6월에 한배에 1개체를 생산한다. 발정기에 접어들면 눈 밑 분비샘에서 특유의 냄새를 지닌 왁스 형태의 물질이 분비된다. 발정기에 접어든 수컷은 상대가 나타나면 머리를 돌진하여 서로 다투는 등 공격적인 행동을 나타낸다.

(나) 사슴의 분류

○ 세계의 사슴 : 사슴은 1.5kg 정도로 매우 작은 자바콩사슴부터 800kg 이상의 무스사슴까지 크기와 종류가 매우 다양하다. 주로 북아메리카로부터 아시아를 거쳐 유럽으로 갈수록 체형이 점차 작아지는 특징을 가진다. 사슴의 분류는 연구자에 따라 견해의 차이가 있지만 대략 16속 46종 200아종으로 분류된다. 각 사슴의 종과 아종은 3,000만년 이상을 다양한 환경에 적응하며 생물학적 변화의 과정을 통해 세분화되었다.

○ Cervus속 사슴의 분류 : Cervus속은 사슴아과(Cervinae)에서 지역적 분포와 종 수에 있어 주류를 이루고 있다. Cervus속 사슴은 형태학적 분석에 따라 european red deer, wapiti, sika deer가 형태적으로 분화된 것으로 보여진다(Flerov, 1952; Whitehead, 1972, 1993; Corbert, 1978; Putman, 1988).

○ Sika deer : Sika deer(*Cervus nippon*)는 동 아시아의 다량으로 존재하는 사슴이다. Sika deer 중에서 가장 큰 아종은 Dybowski's sika deer(*C. n. dybowskii*)이며, Ryukyu Islands에서 서식하는 Kerama sika deer(*C. n. keramae*)는 sika deer 중 가장 작은 아종이다. 매화록이라고도 불리며 중국에서 가장 많이 사육되고 있는 아종은 Formosan sika deer(*C. n. taioanus*) 즉, 대만꽃사슴이다. 그 외 아종으로는 Hondo sika deer(*C. n. centralis*), Pekin sika deer (*C. n. hortulorum*), South China sika deer(*C. n. kopschi*), *Cervus nippon nippon*, Hokkaido sika deer(*C. n. yesoensis*), Yakushima sika deer(*C. n. yakushima*), Manchurian sika deer(*C. n. manchurian*) 등이 있다. 우리나라에 서식하는 대륙사슴(꽃사슴, sika deer)은 일본과 같이 북방계통의 사슴으로 학명은 *Cervus nippon nippon*(Temminck, 1838)이다. 꽃사슴은 북방계통과 남방계통이 유전적으로 차이가 있는 것으로 확인되었다.

(다) Sika deer의 생태계 영향

○ Sika deer의 분포 : Sika deer 종은 전 세계 77개 국에 분포하고 있으며, 스웨덴, 핀란드, 영국 등 유럽지역과, 메릴랜드, 텍사스, 위스콘신, 버지니아, 캘리포니아, 미네소타, 메인, 와이오밍, 워싱턴, 캔자스, 캐나다 등 북미지역

에 관상용으로 도입된 후 자연에 정착하였다.

○ Sika deer의 해외 생태계 영향 : 유럽과 북미에서는 red deer(*Cervus elaphus*)와의 교잡에 의한 토종 사슴류의 유전자 교란이 가장 큰 문제로 제기되었다. 영국에서는 관상의 목적으로 공원 내 자연방사한 개체가 자연에 유입되었고, 1972년부터 2003년 사이 5.3% 가량 개체가 증식된 사례가 있으며, 도서지역 내 유입된 개체로 인해 토종 물새류의 서식에 부정적인 영향을 초래한 보고가 있다. 북미 시카고에서는 1977년 약 11,000개체의 서식이 보고되며 사냥을 통한 밀도 조절에 나서게 되었다. 메릴랜드에서는 토종 사슴류인 흰꼬리사슴과의 서식지 경쟁에 따른 밀도 감소를 확인하고 적극적인 sika deer 종의 구제에 나서게 되었다. 뉴질랜드에서는 도입된 외래사슴이 야생돼지, 설치류와 함께 산림 생태계 균형과 재생을 저해하는 것으로 확인되었다.

(2) 국내 사육실태

외국으로부터의 사슴 도입은 1912년 함경북도 지역에서 러시아인에 의해 처음 사육되었으며, 1933년 만주로부터 수입되어 사육되었으나, 한국전쟁을 거치며 10개체의 꽃사슴만이 생존하게 되었다(Jung, 1999). 이후 1956년에 사육을 목적으로 일본과 대만 등지에서 수입되었다(Kim & Shin, 1989). 수입 개체는 사육을 통해 관상 및 녹용 생산을 목적으로 이용되었으며 1970년대를 시작으로 농가 소득증대를 위해 가축으로 사육되었다.

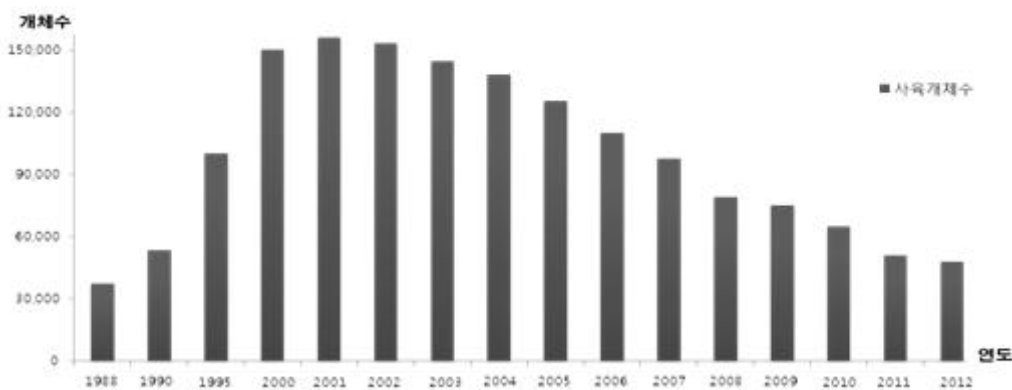


그림 18. 연간 사슴 사육개체수 변화(농림축산식품 통계연보, 2007와 2012)

사육 개체수는 1993년을 기점으로 지속적으로 증가하여 2001년에는 총 156,076개체를 사육하여 최고치를 기록한 이후 지속적인 감소를 보여 2012년

에는 48,000개체를 사육하여 2001년에 비해 약 30.8% 수준의 규모를 유지하고 있다(그림 18). 이는 고기와 뿔의 식용 및 약제로의 소비 수요가 매우 부족하며 적합한 유통구조를 확보하지 못한 결과로 보인다. 또한 자금부족과 사육기술의 부족, 사슴가격의 불안정성 등도 개체 감소에 영향을 미친 것으로 판단된다.

2012년 농림축산식품 통계연보에 따르면, 꽃사슴은 2001년 96,282개체에서 2012년 26,421개체로 사육개체수가 크게 감소한 것으로 나타났다. 전체 사슴 사육 개체 중 약 61.6%를 점유하던 꽃사슴이 2012년에는 약 54.5%로 점유율이 다소 하락하였는데, 이는 관련 산업의 위축에 따른 결과로 판단되며, 꽃사슴의 사육 개체 감소폭이 다른 종에 비해 높은 것으로 보인다. 관련 사업의 축소와 함께 꽃사슴 사육 개체 역시 현저하게 감소되었으며 전체 사슴 사육 개체 중 꽃사슴의 비율 역시 다소 감소하는 경향을 나타내었다.

동물 사육 산업의 경제성 저하는 사육 농가의 영세화를 불러오고 이는 곧 소규모 농가의 폐업으로 이어지게 된다. 또한 시장 상황 악화에 따른 경영난은 농가 시설 관리와 사육 개체 관리에도 소홀하게 되며 이는 사육 개체의 자연 유출이라는 부정적인 결과로 전개될 우려가 높다.

국내 사슴 사육 방식은 계류장 내 사육방식과 계류장과 방목이 혼합된 사육방식, 자연방목방식으로 구별된다. 충북 청주시 소재 사육농장(계류식), 경기 이천시 소재 사육농장(계류·방목 혼합), 강원에 위치한 사육농장(자연방목)을 방문하여 현장조사를 실시한 결과, 계류방식은 무리별로 차단하여 탈출이 불가능한 구조로 개체 파악이 용이하였으며, 농장관리일지를 지속적으로 작성하여 체계적인 관리가 이루어지고 있었다. 반면 계류방목 혼합방식과 자연방목은 사육개체의 수, 암수 구성, 어린자손에 대한 정보가 없으며 대략적인 개체수 정도만을 파악하여 관리에 허술함이 있다. 더욱이 시설은 외곽 울타리만을 설치하고 유지·보수에 관여하지 않고 있었으며, 사육자의 청문과 현장 조사를 종합한 결과, 개체의 지속적인 자연 유출이 발생하는 것으로 추정되었다.

꽃사슴은 2000년대 들어서며 경제적인 목적 이외에 생태 경관과 시민들에게 볼거리 제공을 목적으로 도심공원 등에 인위적으로 자연방사 또는 울타리 방사를 실시하였다. 본 연구에서는 서울 숲과 인천 송도 센트럴파크 등에 방사한 꽃사슴의 실태 파악을 위해 현장조사를 실시한 결과, 개체에 관한 관리 및 자연유출 방지를 위한 울타리가 지속적으로 관리되고 있음을 확인하였다. 하지만, 자연유출 가능성이 상존하는 새로운 이입종은 언제나 생태계

에 부정적인 영향을 줄 수 있음을 염두 해야 한다. 향후 꽃사슴의 자연방사는 지양하고 현재 방사된 꽃사슴의 밀도 증식 및 자연 훼손 우려 시 신속히 구제에 나서야 한다. 이미 자연 방사된 종의 잠재적인 위협 요소를 제거하기 위해서는 지속적인 모니터링을 통한 관리가 동반되어야 할 것이다.

현재 방사된 지역을 조사 대상지역으로 활용하여 적응 기간, 생존 개체수, 생존 면적, 피해가능 면적, 사회적 행동, 무리의 구성, 은신처와 먹이조건, 채식습성, 질병, 정착 선호지역에 대한 기초연구를 수행하는 것은 대만꽃사슴의 자연 유입 시 발생할 수 있는 영향을 객관적으로 판단하고 효과적인 관리 방안을 수립에 필요한 자료를 구축할 수 있을 것으로 보인다. 더불어 지속적으로 논의되고 있는 토종 사슴 복원을 위하여 대륙사슴과 생태적 특성이 유사한 대만꽃사슴의 기초 생태 자료를 확보함으로써 복원에 필요한 전략 수립에 유용할 것으로 생각된다.

(3) 자연에 서식하는 대만꽃사슴

앞서 거론한 사육장 탈출에 의한 야생화와 더불어 자연 방사는 국내 자연에 대만꽃사슴이 정착하는 직접적인 계기가 되었다.

속리산국립공원에서는 인근 사슴농장 탈출 개체와 인근 종교단체에서의 방사에 의해 보호지역으로 유입되었다. 현재 속리산국립공원은 약 100여개체가 서식할 것으로 추정하고 있으며 이들은 고유종인 노루와 고라니보다 높은 우점도를 유지하고 있어 적극적인 구제를 실시하고 있다. 2010년부터 3개체 포획을 시작으로 2011년 13개체, 2012년 17개체, 2013년 21개체를 포획하여 총 54개체를 포획하였다. 현재 국립공원관리공단에서 실행중인 지속적인 포획과 함께 관할지역 내 서식개체 추정과 유전자를 이용한 유연관계를 분석은 효과적인 기초자료 확보에 선행되어야 할 연구로 매우 적절한 대처로 보인다.

보호지역 내 서식하는 외래생물은 적극적인 관리가 필요하며, 포획 등에 의한 인위적인 간섭 등으로 인해 원래의 서식지를 벗어난 타 지역으로의 확산 가능성을 사전에 차단하는 것은 외래생물 관리에 있어 매우 중요하다. 본 연구에서 무인센서카메라를 활용하여 속리산국립공원 인근대만꽃사슴 검출 조사 결과, 지속적으로 활동 개체가 확인되고 있으므로 추가적인 서식 실태 조사를 실시해야하며 조사 결과를 바탕으로 국립공원관리공단, 지자체, 유관기관 등이 연계하는 구제 노력이 요구된다(그림 19).



사육개체 암컷

속리산국립공원 포획개체



속리산국립공원 인근 포착 개체

그림 19. 사육 및 보호지역 서식 개체

도서지역을 대상으로 대만꽃사슴의 분포와 개체수, 그리고 무리구성으로 조사하였다. 거제 내도, 소록도, 청산도 등의 남해 도서지역의 경우 2-10개체로 소규모 개체의 서식이 확인되었다. 내도와 청산도의 산림지역에는 대만꽃사슴과 야생염소가 공서종으로 확인되었다. 소록도의 경우, 한려해상국립공원에서 주기적인 관리가 이루어지고 있으며 개체 확인 시 구제작업이 이루어지고 있다.

도서지역 조사대상지 중 서해상에 위치한 굴업도의 경우 가장 많은 개체가 확인되어 대만꽃사슴의 생태특성 및 서식에 따른 자연 생태계 영향을 확인하기 위한 모니터링 지점으로 적합할 것으로 판단되며, 지속적인 추가 조사가 요구된다.

굴업도는 면적 1.17km², 해안선 둘레 12km로 현재 약 10가구 18명의 주민이 거주하고 있다. 덕물산(138m)과 연평산(128m)를 제외하면 대부분 해발 100m 내외의 구릉지대이다. 개머리 능선 부위는 주민에 의한 개간과 소 방목을 위한 넓은 초지가 형성되어 있다. 식생은 주로 소사나무(*Carpinus coreanus*)와 신갈나무(*Quercus mongolica*)가 우점하고 있으며, 적은 면적의 소규모 숲이 존재하지만 하층부에 천남성을 제외하고는 초본 식물이 생육하지 않는다(그림 20). 대만꽃사슴의 서식 가능지역의 조사를 위해 위성지도(www.map.daum.net)를 이용하여 굴업도의 서식지 형태별 면적을 파악하였으며, 숲이 약 0.69km², 초지가 약 0.34km²로 나타났다.



그림 20. 굴업도의 서식지 형태

굴업도에 서식하는 대만꽃사슴은 주간에는 초지 주변 숲에서 휴식을 취하고 야간에는 초지로 이동하여 먹이를 섭식하는 서식지 이용 패턴을 보이고 있다. 서식지 이용 및 행동 패턴을 고려하여 굴업도 내 서식하는 대만꽃사슴의 개체수를 조사한 결과, 주간조사에서 201개체, 야간조사에서 169개체가 확인

되었다. 주간에는 개머리능선 부위에서 총 173개체, 선착장, 연평산, 덕물산에서 총 34개체가 확인되었다. 야간에는 개머리능선 부위에서 125개체, 연평산, 덕물산 지점에서 44개체가 확인되었다(그림 21). 야간의 경우 이동에 따른 조사가 이루어져 초지 주변 숲에 은신하는 개체에 대한 관찰이 어려워 개체수가 과소평가 되었을 것으로 추정된다.

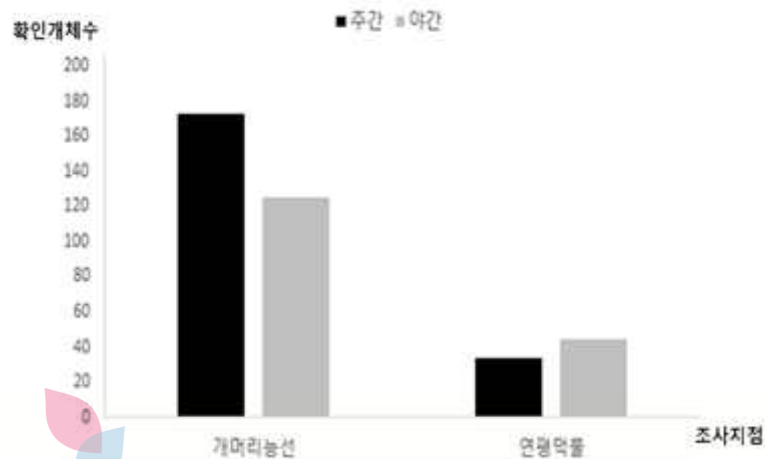


그림 21. 굴업도 서식 대만꽃사슴의 주·야간 확인 개체수

굴업도 내 서식하는 대만꽃사슴 86개체를 대상으로 무리의 구성을 분석한 결과, 1개 무리당 평균 $3.86(\pm 3.05 \text{ SD})$ 개체로 이루어진 것으로 나타났다. 무리의 평균 수컷의 수는 0.80개체, 암컷은 2.69개체, 어린자손은 1.22개체로 나타났다(그림 22).

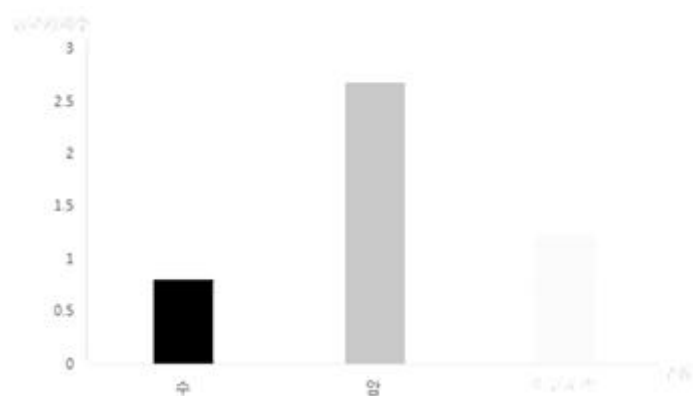


그림 22. 굴업도 대만꽃사슴 무리당 평균 개체수

수컷은 주로 단독 생활을 하거나 작은 무리를 구성하였으며, 암컷은 어린 자손 또는 암컷과 암컷, 암컷과 어린 수컷으로 구성된 무리가 관찰되는 경향을 보였다(그림 23). 무리에서 어린자손을 제외한 수컷과 암컷의 비율은 1:1.89로 나타났으며 구성된 무리는 암컷의 비율이 높게 나타났다.



그림 23. 대만꽃사슴의 무리 구성

굴업도에서 서식하는 대만꽃사슴은 개머리 능선 초지 주변에서 높은 밀도가 관찰되어 주요 서식지로 이용하는 것으로 추정된다(그림 24). 숲 내부에는 초본식물이 존재하지 않으므로 야간에 초지로 이동하는 습성을 나타내고 있으며, 과거 소의 방목을 목적으로 조성된 개머리 능선 초지가 대만꽃사슴에게 먹이자원 공급의 편의성을 제공하여 주요 서식지로 이용하는 계기가 된 것으로 판단된다. 다른 서식지에서는 배설물과 뽕질 등 서식흔적의 관찰빈도가 낮게 나타났다.



꽃사슴 뽕질 흔적



소사나무의 왜소화

그림 24. 대만꽃사슴 서식에 따른 영향

라. 관리 방안

국내에 서식하는 대만꽃사슴은 사육 중인 개체의 관리 소홀에 의한 탈출, 관광자원을 목적으로 한 자연방사에 의해 자연에 유입되었다. 현재 국내 분포는 일부 보호지역과 도서지역에 한정되어 있지만, 타 토속 경쟁종에 비해 체구가 크고 자연의 천적으로부터 자유로워 안정된 서식지가 확보된 환경에서는 지속적인 증식을 보일 수 있다. 자연에서 정착하고 증식하여 침입외래생물의 범주에 속하게 되면 관리에 많은 노력과 제화가 요구된다. 비교적 낮은 밀도, 적은 분포지역이 확인된 종은 초기에 적극 구제하여 관리에 소요되는 노력을 절감하고 예상되는 생태계 피해를 미연에 방지할 수 있다.

대만꽃사슴은 전국적으로 약 20,000개체 이상 사육되는 것으로 파악되었으며, 일부 자연공원에서는 국민적 호감을 이용하여 관람 목적의 자연 방사를 추진하고 있다. 사육농장의 경우 체계적인 관리를 실행하고 외부와 철저히 단절된 시설을 갖추고 있는 사육농장이 있는 반면 사육장 내 정확한 개체수 조차 파악하지 못하고 있는 사육농장이 있다. 이러한 문제는 지속적인 개체 탈출로 이어지고 있으므로 관계기관은 지속적으로 점검하고 사육주를 대상으로 생태계 안전에 대한 정기적인 교육을 실시할 필요가 있다. 사육농장은 주기적

으로 사육 시설을 점검하고 일일 관리대장을 작성하고 개체수의 변동이 확인되면 관계기관에 신고하여 즉각적인 조치를 받아야한다. 관람목적 또는 생태경관 조성 등을 위한 자연방사는 이들이 지닌 잠재적인 위해성으로 고려하여 지양해야하며, 기 방사지는 지속적인 모니터링을 통한 적극적 관리가 요구된다.

보호지역은 적극적인 구제와 병행하여 보호지역 내 서식실태에 관한 면밀한 조사·연구가 연계되어야 하며 서식실태 결과를 바탕으로 전략적인 관리가 이루어져야 한다. 또한 보호지역 인근 또는 다른 산림지역으로 이주될 가능성을 고려하여 조사 및 구제 범위를 확대 적용하는 것도 유용한 관리를 위한 방법 중 한가지이다.

도서지역의 경우 굴엽도와 같이 방사 후 장기간 방치 시 수용 한계 이상으로 개체수가 증식되어 도서생태계에 부정적인 영향을 초래할 수 있다. 도서지역, 특히 관광지의 경우 주민들이 대만꽃사슴을 관광자원으로 인식하여 긍정적으로 평가하는 경우가 많다. 지역 주민들이 포획 등 구제에 반대하여 어려움에 처할 수 있으므로 이익당사자와의 사전 협의가 선행되어야 하며 주민들이 참여할 수 있는 현실적인 지원책이 마련되어야 한다. 또한 지속적인 생태계 유지와 침입외래생물의 위해성에 대한 적극적인 홍보를 통해 올바른 정보를 전달하면 효과적이다. 도서지역의 꽃사슴은 야생염소와 같이 험준한 지역으로의 도피를 선호하는 생태적 특성을 보이지 않으므로 직간접적인 포획이 수월하여 적극적인 관리 시 구제가 가능할 것으로 보인다. 구제 완료 지역과 이외 도서지역에 대해서는 연단위나 수년 단위로 출현 및 분포조사를 실시하여 출현율이 급등하는 상황이 발생되면 상세조사를 실시하여 후속조치를 강구하는 것이 바람직하다.

4. 갈색날개매미충(*Pochazia shantungensis* Chou & Lu, 1977)

가. 서론

갈색날개매미충이 속하는 노린재목(Hemiptera), 큰날개매미충과(Ricaniidae)에는 전 세계적으로 약 40속 400종이 보고되어 있으며(Xu *et al.*, 2006), 주로 열대와 아열대 동반구에 분포하고(Xu *et al.*, 2006), *Pochazia*(Amyot & Serville, 1843)속에는 지금까지 46종이(Bourgoin, 2011) 아프리카열대, 동구북구, 동양구에 걸쳐 분포하는 것으로 알려져 있다(Distant, 1906; Fletcher, 1999). 국내에는 갈색날개매미충을 제외한 5종이 기록되어 있다(Paek *et al.*, 2010). 원산지는 중국 산둥성, 저장성 등 서해와 인접한 동부지역으로 추정되며, 국외에는 중국에 분포한다.

국내에는 2010년 8월 충남 공주와 예산에서 사과와 블루베리 등을 가해하는 것이 처음 보고되었으며 주요 과수와 작물의 가지에서 30마리 이상의 성충이 관찰되었다는 보고가 있었다(Choi *et al.*, 2011). 2009년 즈음부터 충남, 전북 일대에서 산발적으로 나타나기 시작하여, 2014년 현재 전국 41개 시·군에서 분포가 확인되면서 분포범위가 확산 중에 있다.

국외에는 중국 지린성에서 다양한 과수와 가로수의 주요 경제적 해충으로 기록되었다(Chou & Lu, 1977; Chou *et al.*, 1985; Shen *et al.*, 2007).

문헌에서 조사된 기주식물은 초본식물 19종을 포함하여 총 51종이었다. 산란기주로 이용한 식물은 가죽나무, 감나무, 느티나무 등 목본류 25종이었고, 초본류에는 까치개, 달맞이꽃, 명아주, 쇠무릅으로 4종이었다(Choi *et al.*, 2012). 이 중 성충밀도가 높았던 기주식물은 자두, 대추, 아카시아, 블루베리, 복분자, 사과, 밤, 옥, 포도, 복숭아, 두릅, 엄나무, 오미자, 키위였다고 하였는데 이는 발생지역 산림을 조성하는 식물체의 차이에 의한 것이며 주변의 대부분의 식물체를 가해하는 광식성 해충임을 알 수 있는 결과였다(Choi *et al.*, 2012).

갈색날개매미충의 분포범위는 급속히 확산중이며 기주식물의 범위가 넓은 외래해충으로 확인된 바, 본 조사에서는 형태, 생태, 분포 및 확산, 기주식물, 피해 현황 등을 조사하여 전국 분포 현황과 확산 예측, 그리고 효율적인 관리 방안을 도출하고자 하였다.

나. 연구내용 및 방법

갈색날개매미충의 국내 분포 현황과 자연생태계 내에서의 생활사, 생태학적 특성, 생태계 영향 등을 확인하기 위하여 2014년 전국 시군을 대상으로 조사하였다. 갈색날개매미충이 주로 발견되는 지역은 수계 주변으로 인접한 곳에 산림이 위치한 곳으로 하천변, 과수원, 도로변, 휴게소 등을 중심으로 조사하였다. 위 지역에서 성충 및 약충을 직접 관찰하거나, 흡즙 및 산란, 배설물에 의한 피해가 있는 식물을 관찰하였다. 현장에서 동정이 어려운 식물체는 뿌리째 뽑거나, 잎, 꽃, 가지를 채집하여 비닐용기에 담아 분석실 202호로 가져와 원색대한식물도감(Lee, 2003), 한국의 귀화식물(Park, 2009), 작물도감(NAQS, 2005)을 이용하여 동정하였다.

형태적 특징 및 생활사를 파악하기 위해 채집한 성충, 약충을 플라스틱 곤충사육병($\varnothing 75 \times H 84 \text{mm}$), 투명아크릴 곤충사육통($\varnothing 150 \times H 73 \text{mm}$)으로 기주식물과 함께 수거한 후 실내에서 사육하며 관찰하였다. 사육실의 온도는 $25^{\circ}\text{C} (\pm 2)$, 습도 $65\% (\pm 2)$, 광주기 16L:8D의 조건에서 사육하였다. 곤충사육상자(투명아크릴, $W 400 \times D 400 \times H 400 \text{mm}$) 속에 삼각플라스크 유리병(250ml)에 물을 채워 3~4일에 한번씩 신선한 기주식물을 공급하였고, 물속에 빠지는 것을 막기 위해 삼각플라스크 유리병 입구는 랩을 씌워 막아 주었다.

형태측정은 암컷 10마리, 수컷 10마리를 대상으로 체장은 머리에서 복부 끝부분, 이마에서 후연 끝까지 길이, 그리고 날개편 길이를 측정하였다. 측정기구는 실체현미경(LEICA M205C)과 카메라(LEICA DFC 450)로 형태 및 크기를 관찰하였다.

종분포 모형(SDMs: Species Distribution Model)은 종의 위치자료와 환경변수와의 관계를 나타냄으로써 최근 잠재서식지 예측, 서식지 평가 등에 많이 사용되고 있다. 대표적인 모형으로는 대상종의 출현/비출현 자료를 이용하고 선형회귀분석기반의 GLM(Generalized Linear Model), GAM(Generalized Additive Model), ANN(Artificial Neural Network) 등이 이용되고 있으며, 출현정보만을 이용할 경우 기계학습(Machine learning)기반의 Maxent(Maximum Entropy Model)가 가장 많이 사용되고 있다(Pearson, 2007; Scott et al., 2002).

갈색날개매미충의 잠재서식지 분포 예측은 Maxent모형을 이용하여 결과를 도출하였으며 이 모형은 종출현 정보만을 활용하여 최대 엔트로피 분포 가능성을 찾아 대상종의 분포를 예측하는 모형으로 종의 출현과 변수의 선정, 비모수적인 관계를 잘 나타낸 주며 예측정확도가 높고, 모형의 우수성이 선행연구에서 입증된 바 있다(Phillips et al., 2006; 서창완 등, 2008).

모형의 설명적 검증은 ROC(Receiver operating characteristics)의 AUC (Area under the ROC curve) 값을 통해 실시하였으며 AUC값은 최소 0.5를 기준으로 최대 1.0의 값으로 나타내며, 약 0.8이상 일 때 설명하는 잠재력이 의미를 갖는다고 판단할 수 있다(Franklin, 2009; 이동근, 2010).

모델에 사용된 환경변수는 2014년 정밀조사 결과 및 생태적 지위를 토대로 기후, 지형, 피복, 거리 등으로 분류하였으며 Arc GIS 프로그램을 활용하여 100m 공간해상도로 구축하였다. 기후자료의 경우 기상청에서 제공하는 30년 (1980~2010) 평년값 자료를 이용하였으며 특히, 온도의 경우 내삽법 (Interpolation)을 활용하여 생성하였다. 변수의 종류 및 출처는 표 3에 나타내었다.

표 3. 갈색날개매미충 잠재서식지 예측 모형변수

요인구분	환경변수	자료원	자료출처
기후	평균기온	기상자료	기상청
	최저기온	기상자료	기상청
	최고기온	기상자료	기상청
	평균강수량	기상자료	기상청
지형	DEM	수치지형도	국토지리정보원
	향	수치지형도	국토지리정보원
	경사	수치지형도	국토지리정보원
피복	토지피복지도	토지피복지도	환경부
	임상도	임상도	국토교통부
	생태자연도	생태자연도	국립생태원
거리	도로로부터 거리	토지피복지도	환경부
	수계로부터 거리	토지피복지도	환경부

다. 연구결과

(1) 일반적인 특성

(가) 생물학적 특성

- 학명 : *Pochazia shantungensis* Chou & Lu, 1977
- 영명 : -

○ 분류 : 노린재목 : Hemiptera

큰날개매미충과 : Ricaniidae

○ 국내분포 : 강원도 영동지방, 제주를 제외한 전국

○ 국외분포 : 중국

○ 형태 : 알은 우윳빛의 반투명한 쌀알 모양으로 길이는 0.87~1.17 mm, 폭은 0.55~0.71 mm 이며, 난피의 길이는 17.21~31.67 mm 이다. 약충은 몸 전체에 흰색의 왁스질 밀납을 온몸에 두르고 있으며, 꼬리를 중심으로 X모양의 흰색 밀납물질을 형성한다. 밀납 물질은 약충단계가 커질수록 길어지며, 앞이나 가지, 줄기, 열매 등에 밀납 흔적을 남긴다.

성충은 날개와 몸 전체적으로 갈색빛을 띠나, 개체에 따라 암갈색 또는 녹갈색, 황갈색, 적갈색 등을 띠기도 한다. 앞날개에는 절반으로 잘린 듯한 타원형의 흰점이 전연 기부에서 대략 2/3지점에 있다. 성충의 몸길이(머리에서 복부 끝)는 수컷이 11.46~11.69 mm, 암컷은 12.46~13.36 mm로 암컷이 더 크며, 이마에서 앞날개 후연 끝까지 길이는 20.21~23.49 mm, 날개편 길이는 27.04~33.16 mm이다.

유사종인 먹날개매미충(*Pochazia alobaculata*)은 갈색날개매미충보다 크기가 작으며, 앞날개의 흰점이 삼각형 모양이고, 수컷 생식기 삽입기(aedeagus)의 형태적 차이가 있다.

생활사(그림 25) : 연중 1세대 발생하며, 산란기주 가지나 줄기 속에서 알로 월동한다. 5월 중순부터 6월 상순까지 부화하며, 부화된 약충은 2령충으로 탈피하면서 군집 이동을 한다. 약충은 5월 중순부터 8월 중순까지 4단계 탈피하여 성충이 된다. 약충은 날 수는 없지만 도약지를 이용하여 멀리 점프할 수 있으며, 이때 밀납 물질이 떨어지기도 하지만, 시간이 경과하면 다시 길어진다. 밀납물질의 형태에 따라 약충의 크기가 다양해져 영기 구분의 혼란이 있어 보다 정확한 추가연구가 필요하다.

성충은 목본류의 1년생 가지 또는 초본류의 줄기 조직속을 파고들어 2줄로 산란하고 가지를 파낸 톱밥과 흰색의 밀납물질을 혼합하여 덮는다.

7월 중순에 우화된 성충은 1개월간 산란하지 않고 자유스럽게 기주식물을 옮겨 다니며 섭식하다가 8월 중순부터 산란하기 시작하며 11월 중순까지 산란이 지속된다(Choi *et al.*, 2012). 암컷은 성충이 된 후 곧바로 교미하지 않고 약 3~4주의 교미기간을 거쳐 산란하는 것으로 판단되는데, 이는 같은 과(Family)의 *Scolypopa australis* 연구에서 밝혀진 난세포 발육기간이 13일 걸

린다는 것과(Siew, 1960) 암컷의 산란은 2달 동안 이루어지지 않는다는 Fletcher(1978)의 연구결과와 유사하였다(Choi *et al.*, 2011).



알



2령 약충



3령 약충



짝짓기



산란



성충(정밀)

그림 25. 갈색날개매미충의 생활사

(2) 분포

갈색날개매미충은 2009년 즈음부터 충남, 전북 일대에서 과수와 가로수 등

을 가해한 기록이 산발적으로 나타나기 시작하였으며(Im *et al.*, 2011; Choe *et al.*, 2011; Jo *et al.*, 2011), 유입 시기는 그 이전으로 보인다.

2010~2013 농촌진흥청 합동예찰 결과, 2010년 충남, 전북 4개 시·군에서 발생이 확인되어, 2011년 경기, 충남, 전북, 전남에서 12개 시·군, 2012년 경기, 충북, 충남, 전북, 전남에서 17개 시·군, 2013년 경기, 충북, 충남, 전북, 전남에서 23개 시·군에서 발생이 확인되어, 갈색날개매미충의 분포가 꾸준히 확산됨을 확인할 수 있었다(농촌진흥청, 2013).

2014년 전국 시·군을 대상으로 갈색날개매미충의 발생정도를 조사한 결과, 서울, 인천, 경기도 용인, 충청북도 괴산, 옥천, 진천, 청주 4지역, 충청남도 공주, 논산, 보령, 부여, 서산, 서천, 아산, 예산, 천안, 청양, 태안, 홍성 12지역, 대전, 세종, 전라북도 고창, 김제, 남원, 순창, 완주, 익산, 임실, 장수, 전주, 정읍, 진안 등 11지역, 전라남도 곡성, 구례, 순천 3지역, 광주, 경상북도 문경 1지역, 경상남도 사천, 산청, 하동, 함양 4지역을 포함하여 총 41개 시·군에서 갈색날개매미충의 출현이 확인되었다(그림 26, 표 4).

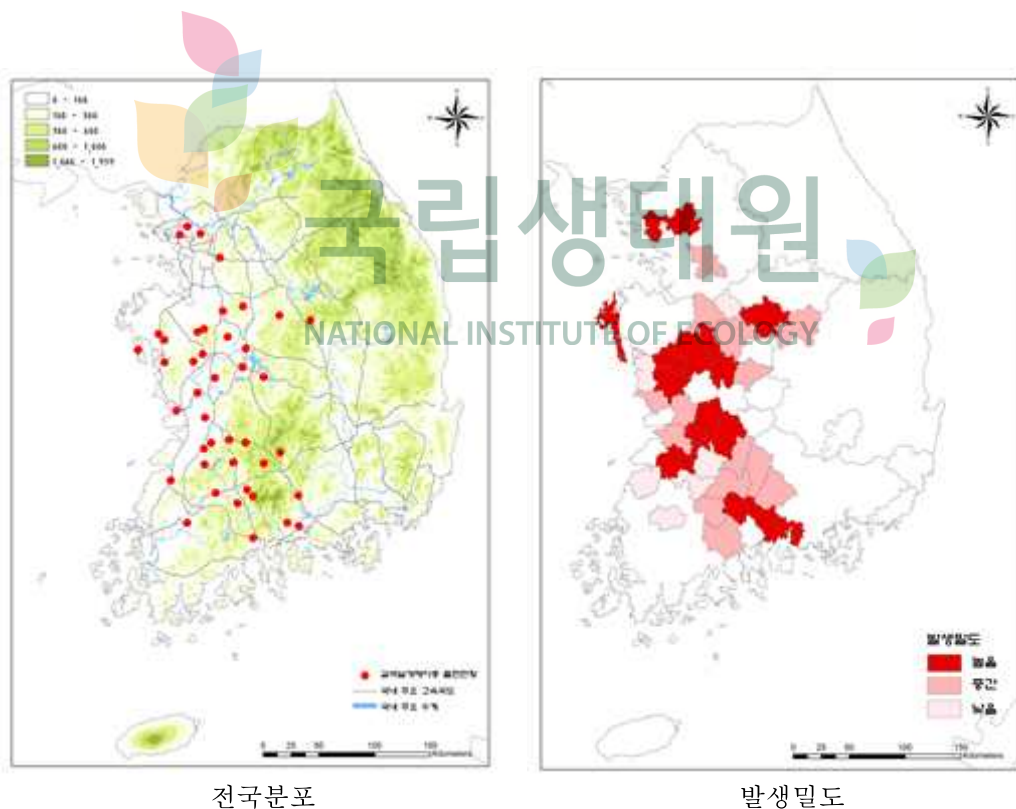


그림 26. 갈색날개매미충 분포(국립생태원, 2014)

표 4. 갈색날개매미충 출현지

일련번호	소재지	생육지
1	경기도 용인시 기흥구 중동	산지
2	경남 사천시 곤명면 추천리	산지경작지
3	경남 산청군 단성면 방목리(산청휴게소)	산지
4	경남 하동군 황천면 여의리	경작
5	경남 함양군 안의면 상원리	산지
6	경북 문경시 문경읍 하초리	산지
7	광주광역시 서구 세하동	산지
8	대전광역시 유성구 도룡동	산지
9	서울특별시 관악구 남현동	산지
10	세종특별자치시 전동면 송정리	산지
11	인천광역시 남동구 장수동	산지
12	전남 곡성군 고달면 고달리	산지
13	전남 구례군 산동면 위안리	산지계곡
14	전남 순천시 서면 동산리	산지경작지
15	전북 고창군 고창읍 신월리(고창고인돌 휴게소)	산지
16	전북 김제시 금산면 청도리	도로변
17	전북 남원군 추천면 중송	도로변
18	전북 순창군 풍산면 죽곡리	산지
19	전북 완주군 상관면 마치리	경작지
20	전북 익산시 석왕동	산지
21	전북 임실군 임실읍 이도리	산지경작지
22	전북 장수군 변암면 동화댐	산지
23	전북 전주시 완산구 용복동	산지
24	전북 정읍시 칠보면 시산리	산지
25	전북 진안군 진안읍 단양리	산지
26	충남 공주시 신룡면 전학리	산지경작지
27	충남 논산시 노성면 가곡리	산지경작지
28	충남 보령시 주포면 보령리	산지
29	충남 부여군 세도면 간대리	산지
30	충남 서산시 고북면 신송리	산지
31	충남 서천군 마서면 송내리	산지
32	충남 아산시 송악면 마곡리	산지
33	충남 예산군 대술면 방산리	산지경작지
34	충남 천안시 동남구 안서동	산지
35	충남 청양군 정산면 천장리	산지계곡
36	충남 태안군 태안읍 승언리	산지
37	충남 홍성군 구항면 오봉리	경작지
38	충북 괴산군 문광면 문법리	산지
39	충북 옥천군 옥천읍 매화리(옥천휴게소)	도로변
40	충북 진천군 진천읍 건송리	산지
41	충북 청주시 서원구 남이면 부용외천리	산지

(3) 잠재서식지 예측 결과

갈색날개매미충의 잠재서식지 예측을 위해 사용된 환경변수는 기후자료를 비롯하여 총 12개의 변수를 사용하였으며 AUC(Area under the ROC curve) 0.928로 높은 모형의 신뢰도를 검증하였다. 변수의 기여도는 평균기온(17.7%), 평균강수량(16.3%), 수계로부터 거리(12.5%), 임상도(8.4%) 순으로 나타났으며, 모형의 무작위 샘플링에 의한 치환중요도(permutation importance)에서도 평균기온이 31.4%로 가장 높게 나타났다(표 5).

표 5. 갈색날개매미충 잠재서식지 예측 모형변수 기여도

기여도 순위	환경변수	기여율(%)	치환중요도(%)
1	평균기온	17.7	31.4
2	평균강수량	16.3	13.0
3	수계로부터 거리	12.5	8.8
4	임상도	8.4	3.1
5	도로로부터 거리	7.6	2.6
6	표고	6.7	18.6
7	경사	6.1	3.4
8	향	6.0	11.0
9	최고기온	5.4	5.4
10	생태자연도	4.6	1.1
11	최저기온	4.4	0.1
12	토지피복도	4.2	1.7

환경변수와의 관계 분석 결과, 기후변수의 경우 평균기온(30년평년값) 12~14℃, 평균강수량(30년 평년값) 1,300mm 이내에 지역에서 높은 출현확률을 나타내었다. 토지피복유형별은 도로, 철도 등 교통지역 및 내륙습지, 나지에서, 임상별에서는 활엽수인공림이 잠재적 서식 가능지역으로 높은 출현확률을 나타내었다. 거리요인과의 관계에서는 도로로부터 200m 이내의 지역이 갈색날개매미충 출현확률에 영향을 미치는 것으로 확인되었다(그림 27).

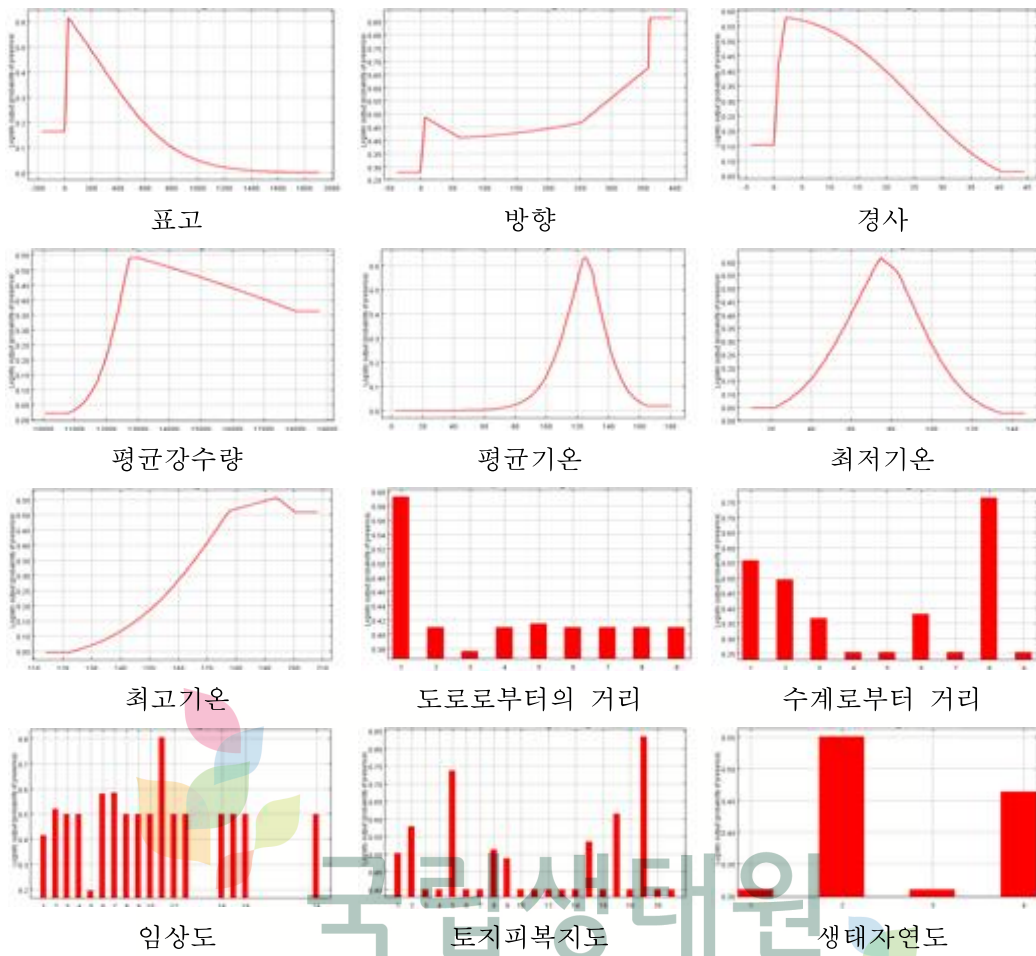


그림 27. 갈색날개매미충 확산예측 모형변수의 반응곡선

확산예측 결과 현재 충남, 전북 지역에 집중적으로 분포 되어있지만, 전국으로 확산 될 가능성이 있으며 특히, 전남과 경남 지역은 잠재적으로 높은 밀도로 발생할 가능성이 있다(그림 28).

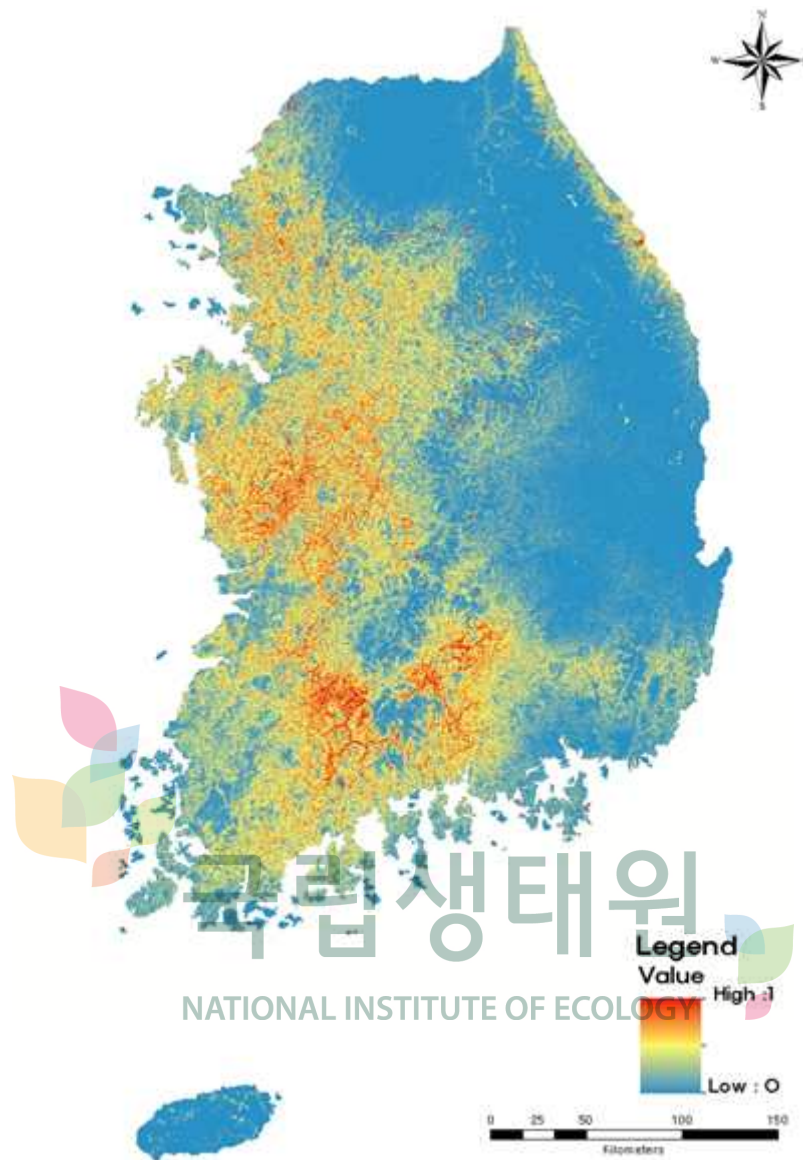


그림 28. 갈색날개매미충 확산 예측

(4) 기주식물

갈색날개매미충의 중국 원기재문에서 기주식물은 산사나무와, 감나무였다 (Chou & Lu, 1977).

현장조사 결과 갈색날개매미충의 기주식물은 문헌조사에서 확인된 24종을 포함한 총 136종으로 매우 광범위 하였다(표 6). 이는 흡즙시 선호하는 기주

식물 뿐만 아니라 주변의 대부분의 식물체를 가해하거나 산란하시 때문이며, 초본류를 포함한 침엽수(주목, *Taxus cuspidata*)에까지 산란을 하는 것이 확인되어 추후 연구를 통해 기주식물의 범위는 더 늘어날 것으로 전망된다.

산란을 위한 기주식물로 초본류보다는 목본류를 선호하였는데, 이는 대부분 일년생인 초본류의 줄기보다, 목본류의 가지에 산란하였을 때 월동생존 확률이 높기 때문일 것이라고 판단된다. 발생 빈도가 높은 지역에서는 산란시 선호하는 목본류 뿐만 아니라 주변에 대부분의 식물에 산란이 가능하기 때문에 기주식물의 범위가 매우 넓다.

표 6. 갈색날개매미충의 기주식물

과명	학명	국명	피해	현장조사	문헌조사
가래나무과	<i>Juglans regia</i> Dode	호두나무		◎	
가지과	<i>Capsicum annuum</i> L.	고추		◎	
	<i>Lycium chinense</i> Mill.	구기자나무		◎	
	<i>Solanum melongena</i> L.	가지		◎	
갈매나무과	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	헛개나무		◎	
	<i>Rhamnella franguloides</i> (Maxim.) Weberb.	까마귀베개		◎	
	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder	대추나무		◎	○
감나무과	<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	감나무	+++	◎	○
	<i>Diospyros lotus</i> L.	고욤나무		◎	
감탕나무과	<i>Ilex rotunda</i> Thunb.	만나무		◎	
국화과	<i>Aster scaber</i> Thunb.	참취		◎	
	<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda	쑥부쟁이		◎	○
	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>mackii</i> (Maxim.) Matsum.	영경귀			○
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초		◎	
	<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf.	붉은서나물		◎	
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초			○
	<i>Helianthus annuus</i> L.	해바라기		◎	
	<i>Petasites japonicus</i> (Siebold & Zucc.) Maxim.	머위		◎	○
꼭두선이과	<i>Galium spurium</i> var. <i>echinospermon</i> (Wallr.) Hayek	갈퀴덩굴			○
	<i>Rubia akane</i> Nakai	꼭두서니		◎	○
꿀풀과	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	광대나물			○

과명	학명	국명	피해	현장 조사	문헌 조사
	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	익모초			○
	<i>Mosla dianthera</i> (Buch.-Ham. ex Roxb.) ex Maxim.	취개풀		◎	
	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>acuta</i> (Odash.) Kudo	소엽		◎	
	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i> (Hassk.) H.Hara	들깨		◎	
노린재나무과	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> (Nakai) Ohwi	노린재나무		◎	
노박덩굴과	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Siebold	화살나무	+++	◎	
	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	사철나무			○
녹나무과	<i>Machilus thunbergii</i> Siebold & Zucc.	후박나무			○
느릅나무과	<i>Hemiptelea davidii</i> (Hance) Planch.	시무나무		◎	
	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	느티나무		◎	○
단풍나무과	<i>Acer palmatum</i> Thunb.	단풍나무	+++	◎	○
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (Maxim.) Ohashi	고로쇠나무			○
	<i>Acer triflorum</i> Kom.	복자기		◎	
닭의장풀과	<i>Commelina communis</i> L.	닭의장풀		◎	
대극과	<i>Ricinus communis</i> L.	피마자		◎	
	<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehder	광대싸리		◎	
두릅나무과	<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem.	두릅나무	+++	◎	○
	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> (Rupr. & Maxim.) S.Y.Hu	오갈피나무		◎	○
	<i>Kalopanax septemlobus</i> (Thunb.) Koidz.	읍나무		◎	
두충과	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv.	두충			○
때죽나무과	<i>Styrax japonicus</i> Siebold & Zucc.	때죽나무		◎	○
마과	<i>Dioscorea batatas</i> Decne.	마		◎	
마디풀과	<i>Persicaria perfoliata</i> (L.) H.Gross	머느리배꼽		◎	
	<i>Persicaria senticosa</i> (Meisn.) H.Gross ex Nakai	머느리밑씻개		◎	
	<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H.Gross	고마리		◎	
	<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이		◎	
마편초과	<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.	작살나무		◎	
면마과	<i>Arachniodes aristata</i> (G.Forst.) Tindale	가는최고사리			○
명아주과	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> Makino	명아주			○
무환자나무과	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxmann	모감주나무		◎	
물푸레나무과	<i>Chionanthus retusus</i> Lindl. & Paxton	이팝나무		◎	

과명	학명	국명	피해	현장 조사	문헌 조사
	<i>Forsythia koreana</i> (Rehder) Nakai	개나리		◎	
	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	광나무		◎	
	<i>Osmanthus fragrans</i> Lour.	목서		◎	
	<i>Syringa oblata</i> var. <i>dilatata</i> (Nakai) Rehder	수수꽃다리	+++	◎	
미나리아재비과	<i>Clematis apiifolia</i> DC.	사위질빵		◎	
바늘꽃과	<i>Oenothera biennis</i> L.	달맞이꽃		◎	○
박과	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	호박		◎	
백합과	<i>Smilax china</i> L.	청미래덩굴			○
버드나무과	<i>Populus tomentiglandulosa</i> T.B.Lee	은사시나무		◎	
	<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura	왕버들		◎	
	<i>Salix gracilistyla</i> Miq.	갯버들	+++	◎	
	<i>Salix koreensis</i> Andersson	버드나무		◎	
벼과	<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng	바랭이새		◎	
	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P.Beauv.	돌피		◎	
	<i>Opismenus undulatifolius</i> (Ard.) P.Beauv.	주름조개풀		◎	
	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	강아지풀			○
벽오동과	<i>Corchoropsis psilocarpa</i> Harms & Loes.	까치깨			○
봉선화과	<i>Impatiens textori</i> Miq.	물봉선		◎	
부처꽃과	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	배롱나무		◎	○
비름과	<i>Achyranthes japonica</i> (Miq.) Nakai	쇠무릎		◎	○
뽕나무과	<i>Broussonetia kazinoki</i> Siebold	닥나무		◎	
	<i>Cudrania tricuspidata</i> (Carr.) Bureau ex Lavallee	꾸지뽕나무		◎	
	<i>Morus alba</i> L.	뽕나무		◎	○
사초과	<i>Cyperus microiria</i> Steud.	금방동사니			○
산형과	<i>Angelica polymorpha</i> Maxim.	궁궁이		◎	
삼과	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc.	환삼덩굴		◎	○
석죽과	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	쇠별꽃		◎	
소태나무과	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	가죽나무		◎	○
췌기풀과	<i>Boehmeria longispica</i> Steud.	왜모시풀		◎	
	<i>Boehmeria platanifolia</i> Franch. & Sav.	개모시풀			○
	<i>Boehmeria tricuspis</i> (Hance) Makino	거북꼬리		◎	

과명	학명	국명	피해	현장 조사	문헌 조사
	<i>Boehmeria tricuspis</i> var. <i>unicuspis</i> Makino	풀거북꼬리		◎	
아욱과	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	무궁화		◎	
욱나무과	<i>Rhus javanica</i> L.	붉나무		◎	
	<i>Rhus sylvestris</i> Siebold & Zucc.	산검양욱나무		◎	
	<i>Rhus tricocarpa</i> Miq.	개욱나무		◎	
운향과	<i>Zanthoxylum piperitum</i> (L.) DC.	초피나무			○
	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc.	산초나무		◎	○
은행나무과	<i>Ginkgo biloba</i> L.	은행나무	+++	◎	○
인동과	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>acuta</i> (Odash.) Kudo	아왜나무		◎	
	<i>Viburnum erosum</i> Thunb.	덜꿩나무		◎	
	<i>Weigela subsessilis</i> (Nakai) L.H. Bailey	병꽃나무		◎	
자리공과	<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공		◎	
자작나무과	<i>Alnus japonica</i> (Thunb.) Steud.	오리나무		◎	
	<i>Corylus heterophylla</i> Fisch. ex Trautv.	개암나무		◎	
장미과	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach	풀명자			○
	<i>Chaenomeles sinensis</i> (Thouin) Koehne	모과나무	+++	◎	
	<i>Pourthiaea villosa</i> (Thunb.) Decne. var. <i>villosa</i>	운노리나무		◎	
	<i>Prunus mume</i> Siebold & Zucc.	매실나무		◎	○
	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	복사나무	+++	◎	
	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> (Maxim.) E.H. Wilson	벚나무		◎	
	<i>Prunus verecunda</i> (Koidz.) Koehne	개벚나무	+++	◎	
	<i>Pyrus calleryana</i> var. <i>fauriei</i> (C.K. Schneid.) Rehder	콩배나무		◎	
	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	찔레꽃	+++	◎	○
	<i>Rubus coreanus</i> Miq.	북분자딸기		◎	○
	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge	산딸기		◎	
	<i>Rubus ikenoensis</i> H. Lev. & Vaniot	오엽딸기		◎	
	<i>Rubus parvifolius</i> L.	멍석딸기			○
	<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zabel	국수나무	+++	◎	
주목과	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc.	주목		◎	
진달래과	<i>Rhododendron indicum</i> (L.) Sweet	영산홍		◎	
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Maxim.	철쭉		◎	○

과명	학명	국명	피해	현장조사	문헌조사
	<i>Rhododendron yabense</i> f. <i>poukhanense</i> (H. Lev.) M. Sugim. ex T. Yamaz.	산철쭉		◎	
차나무과	<i>Camellia japonica</i> L.	동백나무		◎	
	<i>Stewartia pseudocamellia</i> Maxim.	노각나무		◎	
참나무과	<i>Castanea crenata</i> Siebold & Zucc.	밤나무	+++	◎	○
	<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	상수리나무	+++	◎	
	<i>Quercus aliena</i> Blume	갈참나무	+++	◎	○
	<i>Quercus serrata</i> Murray	졸참나무	+++	◎	
천남성과	<i>Pinellia ternata</i> (Thunb.) Breitenb.	반하			○
측백나무과	<i>Thuja orientalis</i> L.	측백나무			○
층층나무과	<i>Cornus controversa</i> Hemsl.	층층나무		◎	
	<i>Cornus officinalis</i> Siebold & Zucc.	산수유	+++	◎	○
콩과	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	자귀나무	+++	◎	○
	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리		◎	
	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	싸리			○
	<i>Maackia amurensis</i> Rupr.	다릅나무	+++	◎	
	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	쑥		◎	○
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	+++	◎	
포도과	<i>Ampelopsis heterophylla</i> (Thunb.) Siebold & Zucc.	개머루		◎	
	<i>Vitis flexuosa</i> Thunb.	새머루			○
현삼과	<i>Paulownia coreana</i> Uyeki	오동나무		◎	
	<i>Veronica persica</i> Poir.	큰개불알풀			○
현호색과	<i>Corydalis ochotensis</i> Turcz.	눈피불주머니		◎	

+++ : 피해 정도가 심함

(5) 피해

갈색날개매미충이 포함된 큰날개매미충과(Ricaniidae)에는 약 40속 400종이 보고되어 있으며, 주로 열대와 아열대 동반구에 분포하고(Xu *et al.*, 2006), *Pochazia*(Amyot & Serville, 1843)속에는 지금까지 46종이(Bourgoin, 2011) 아프리카열대, 동구북구, 동양구에 걸쳐 분포하는 것으로 알려져 있다. 이 속의 대부분의 종은 경제적으로 꽤 중요한데, 이중 몇몇은 때때로 농업과 임업에서 해충이 되기도 한다(Rahman *et al.*, 2012).

특히, 갈색날개매미충은 주로 1년생 가지의 조직내 산란을 하기 때문에 관다발을 감소시켜 물과 양분의 이동을 저해시켜 과수의 결실량을 감소시키거나, 가지조직을 약화시켜 과수가 달린 가지가 부러지게 된다. 또한, 약충과 성충은 잎과 줄기에서 흡즙으로 기주식물의 생육을 저해하며, 분비물 및 밀납물질로 인하여 그을음병을 유발시키고 광합성량을 감소시켜 과수 농가에 피해를 주게 된다(그림 29).



가지 및 잎의 피해



배설물로 인한 그을음병



산란 중인 갈색날개매미충



산란으로 인한 피해

그림 29. 갈색날개매미충으로 인한 피해

(가) 국내 피해

2010년 8월 충남 공주와 예산에서 사과와 블루베리 등을 가해하는 것이 처음 보고되었으며 자두, 대추, 아카시아, 블루베리, 복분자, 사과, 밤, 옷, 포도, 복숭아, 두릅, 엄나무, 오미자, 키위 등 주요 작물의 가지에서 30마리 이상의 성충이 관찰되었다는 보고가 있었다(Choi *et al.*, 2011).

2011년에는 전남 구례군 산동면 외산리 인근의 약 286 ha에 발생하여 산수유, 감, 밤, 매실 등의 농작물에 피해가 발생하였으며(Choi *et al.*, 2012)

2013년 조사 결과 갈색날개매미충은 5개도 23개 시군으로 발생지역이 점차 확대되고 있으며 충남과 전라남북도에서 발생 밀도가 높은 것으로 조사되었다(RDA, 2013).

블루베리의 경우, 경기 고양 및 충남 예산과 공주 등의 노지재배지역에서 주로 1년생 가지에 산란하는 습성 때문에 가지가 말라 죽는 직접적인 피해와 감로로 인한 그을음 같은 2차적인 피해가 보고되었다(Choi *et al.*, 2011; RDA, 2013).

(나) 국외 피해

갈색날개매미충은 중국 지린성에서 사과, 감, 복숭아와 같은 다양한 과수와 가로수의 주요 경제적 해충으로 기록되었다(Chou & Lu, 1977; Chou *et al.*, 1985; Shen *et al.*, 2007).

중국에서 같은 속으로 형태적으로 갈색날개매미충과 유사한 *Pachazia sublimbata*의 산란에 의해 나무의 성장이 평균 26.9% 감소하였다는 보고가 있다(Liu *et al.*, 2007).

Fletcher(2008)는 호주에 존재하는 큰날개매미충과의 곤충은 10속 29종으로 각 종에 대한 분류표를 작성하였으며, 그 중 *Scolypopa australis*(Walker)는 뉴질랜드와 호주의 키위농장에 심각한 피해를 주는 해충이라고 하였다.

라. 관리방안

갈색날개매미충은 기주범위가 넓고 주로 산림 속에서 서식하다가 산란시기에 농작물 재배지로 이동하여 흡즙 및 산란 피해를 유발하기 때문에 방제를 한 후에 다시 주변 산림으로부터 날아들어 방제가 어렵다. 또한, 식물의 가지 조직내 산란을 하기 때문에 알을 제거하기 위해서는 가지를 잘라줘야 한다. 뿐만 아니라, 성충은 비행을 통하여 이동할 수 있으며, 차량이나 운반되는 수목 또는 물건에 매달린 채로 이동할 수 있기 때문에 빠르게 확산 될 수 있다.

따라서, 산란기에 집중적으로 유입되는 암컷 성충들을 유인하여 산란 피해를 줄이거나, 산란된 난괴의 물리적 제거 등과 같은 방법이 필요하다. 또한, 월동 후 부화시기인 5월 중순~ 6월 상순 중 지역별로 정확한 부화 시기 예측하여 최적의 시기에 방제를 실시하여야 한다.

약충방제에 효과적인 친환경자재는 고삼추출물과 천연식물추출물이었으며, 성충의 경우 약제 살포시 도망가 버리기 때문에 충체에 직접 접촉할 수 있도록 살포하는 것이 방제효과를 높일 수 있는 방법이다(Choi *et al.*, 2012). 따라

서 피해를 입는 과수농가에서 사용 가능한 더욱 효과적인 친환경 약제 또는 생물학적 방제법의 개발이 필요하다.

이와 같이 갈색날개매미충으로 인한 피해와 분포가 급격하게 증가함에 따라 농업해충 또는 산림해충으로써 많은 기관에서 예의주시하고 있다. 따라서, 관련기관들의 유기적인 협조를 통하여, 잠재적 서식지로 확산 가능성이 높은 지역에서는 피해를 미리 예방할 수 있도록 하고, 이미 발생한 지역에 대해서는 효과적인 방제를 실시하는 등 전략적인 관리방안의 수립이 필요하다.



5. 해바라기방패벌레(*Corythucha marmorata* (Uhler, 1878))

가. 서론

노린재목(Hemiptera) 방패벌레과(Tingidae)에 속하는 곤충은 식물체의 잎 표면에서 즙액을 빨아먹는 흡즙성 해충으로 국내에는 37종이 보고되어 있다(Paek *et al.*, 2010). 그 중에서 해충으로써 중요한 의미를 지니는 종은 도심지의 가로수인 버즘나무(*Platanus orientalis* L.)와 양버즘나무(*P. occidentalis* L.)에 피해를 주는 버즘나무방패벌레(*Corythucha ciliata* (Say)), 정원수인 진달래(*Rhododendron mucronulatum* Turcz.), 철쭉(*R. schlippenbachii* Maxim.), 영산홍(*R. indicum* (L.) Sweet) 등에 피해를 주는 진달래방패벌레(*Stephanitis pyrioides* (Scott)), 중요 과수·화훼류인 배나무(*Pyrus pyrifolia* var. *culta* (Makino) Nakai), 사과나무(*Malus pumila* Mill.), 자두나무(*Prunus salicina* Lindl.), 장미류(*Rosa spp.*), 벚나무(*Prunus serrulata* var. *spontanea* (Maxim.) E.H.Wilson) 등에 피해를 주는 배나무방패벌레(*Stephanitis nashi* Esaki *et* Takeya) 등이 있다(Chung *et al.*, 1996; Hwang & Choi, 1998). 특히 버즘나무방패벌레는 침입해충으로 1995년에 서울, 경기, 충북 등 중부지역에 한정되어 발생하였지만(Chung *et al.*, 1996), 현재는 제주도까지 전국으로 급속히 확산되어 도심지 미관을 훼손하고 있다(NIER, 2011).

방패벌레과에 속하는 또 다른 외래곤충으로 북미가 원산인 해바라기방패벌레(*Corythucha marmorata*)는 2011년 7월 경주 안계댐에서 채집된 노린재목 곤충의 미동정 표본에서 처음 확인되었다(Kim & Kil, 2014). 국외의 경우, 일본에서는 2000년, 중국에서는 2012년에 처음 발견되어 동북아 지역에서 확산 중에 있다. 이와 같이 국가간 교역물동량의 증가 및 교역국의 다변화, 교통수단의 발달과 함께 새로운 지역의 생태계로 외래곤충의 유입이 가속화되고, 유입 후 새로운 환경에 적응된다면 자연적으로 개체군의 밀도를 조절하는 생물적 방제인자가 없어 급격하게 밀도가 증가하는 경향을 보이고 있어 농림 및 산림 생태계에 심각한 영향을 끼칠 수 있다.

따라서 본 조사에서는 해바라기방패벌레의 형태·생태적 특징과 국내·외 피해 및 분포지역 등 최근의 발생상황을 조사하였고 이를 통한 효율적인 관리 방안을 도출하고자 하였다.

나. 연구내용 및 방법

해바라기방패벌레의 국내 분포 및 확산 현황과 기주식물과 같은 생태적 특성, 그리고 이들의 출현에 따른 피해를 알아보기 위해 문헌조사를 통하여 정리하였다. 현장조사는 2014년 전국 시군을 대상으로 고속도로 및 인근 국도를 중심으로 주변지역까지 확대하여 조사하였으며, Kim & Kil(2014)의 2013년 분포를 참고하였다.

형태적 특징 및 생활사를 관찰하기 위해 해바라기방패벌레 성충과 약충을 플라스틱 곤충사육병($\varnothing 75 \times H84$ mm)이나 투명아크릴 곤충사육통($\varnothing 150 \times H73$ mm)으로 기주식물과 함께 채집한 후 실내에서 사육하며 관찰하였다. 사육실의 온도는 $25^{\circ}\text{C}(\pm 2)$, 상대습도 $60\%(\pm 2)$, 광주기 16L:8D의 조건에서 사육하였다. 곤충사육상자(투명아크릴, $W250 \times D250 \times H250$ mm, $W1200 \times D1200 \times H1200$ mm)속에 삼각플라스틱 유리병(250 ml)에 물을 채워 2~3일에 한 번씩 망초를 공급하였고, 물속에 빠지는 것을 막기 위해 삼각플라스틱 유리병 입구는 랩을 씌워 막아주었으며, 하루에 2-3회 주기적으로 물을 뿌려 습도를 유지해 주었다. 암컷과 수컷 각각 20마리를 대상으로 몸길이(머리끝부터 막질부(membrane) 끝까지)와 폭(앞가슴등판의 폭)을 측정하였다. 측정기구는 실체현미경(LEICA M205C)과 카메라(LEICA DFC 450)로 형태 및 크기를 관찰하였다.

기주특이성이 강한 해바라기방패벌레의 특성상 기주식물로 알려져 있는 국화과(Compositae) 식물이 서식하는 도로변, 휴게소, 산지, 나지 등을 대상으로 흙집 및 산란, 배설물에 의한 피해가 있는 식물을 관찰하였다. 현장에서 동정이 어려운 식물체는 뿌리째 뽑거나, 잎, 꽃, 가지를 채집하여 비닐용기에 담아 시료은행 분석실로 가져와 원색대한식물도감(Lee, 2003), 한국의 귀화식물(Park, 2009), 작물도감(NAQS, 2005)을 이용하여 동정하였다.

기주식물의 피해는 조사지점에서 임의로 20본을 선정하여 잎의 흙집, 변색, 배설물에 의한 피해에 따라 기주식물 전체 잎의 50% 이상을 가해하고 있을 때 '+++', 20~50% 일 때 '++', 20% 미만을 가해할 경우 '+'로 나타내었다.

다. 연구결과

(1) 일반적인 특성

(가) 생물학적 특성

- 학명 : *Corythucha marmorata* (Uhler, 1878)
- 영명 : Chrysanthemum lace bug
- 분류 : 노린재목 (Hemiptera)

방패벌레상과 (Tingoidea)

방패벌레과 (Tingidae)

- 국내 분포 : 제주도를 제외한 전국분포
- 국외 분포 : 미국, 캐나다, 멕시코 등 북중미, 중국, 일본

○ 형태 : 성충의 몸길이는 2.77~3.28 mm, 폭은 1.73~2.06 mm 이다(표 7). 몸색은 황갈색을 띠며 날개는 반투명한 막질로 유백색 바탕에 황갈색 무늬를 지닌다. 몸체는 짧은 연모로 덮여 있고, 다리와 더듬이는 황갈색을 띤다. 더듬이는 4마디로 몸길이의 1/2정도로 길며, 끝은 곤봉모양으로 연모가 촘촘하게 나 있다. 주둥이는 길고, 끝이 뾰족한 흡즙침으로 되어있다. 앞가슴 등판은 원추형이고, 양옆으로 반원꼴 모양의 옆판이 넓게 발달되어 있어 머리부분을 가리며 작은방패판은 역삼각형이다. 겹눈은 붉은색을 띠고, 앞가슴옆판은 크고 둥글게 발달되어 있다. 종령 약충의 몸길이는 2.33 mm이고, 몸색은 투명한 황색을 띠다가 차츰 색이 짙어져 황갈색으로 되며, 몸체는 연모로 덮여 있다(그림 30).

표 7. 해바라기방패벌레 약충과 성충의 형태 측정

측정	표본수	성별	평균±표준편차 (mm)	범위 (mm)
성충(몸길이)	20	암컷	3.14±0.10	2.89~3.28
	20	수컷	3.05±0.12	2.77~3.22
성충(폭)	20	암컷	1.97±0.06	1.87~2.06
	20	수컷	1.89±0.10	1.73~2.03
약충(몸길이)	20	종령	2.33±0.22	1.90~2.70



산란 및 알



약충과 성충



성충



작짓기

그림 30. 해바라기방패벌레의 약충과 성충의 형태

○ 생활사 : 해바라기방패벌레 성충은 기주식물의 잎 뒷면 주맥을 따라 15-30개의 알을 하나씩 흡어 산란하고, 알은 1mm 내외이며 연한 갈색을 띤 타원형이다. 성충과 약충은 잎 뒷면에서 무리지어 생활한다. 해바라기방패벌레의 연간 세대수를 관찰한 결과, 1세대 약충 및 성충은 5~6월경 발생하며, 2세대 약충은 8~9월경 발생하는 것으로 보여 추후 상세한 관찰이 필요해 보인다. 이후 성충은 다년생 기주식물 잎의 아랫면에서 월동을 한다 (Kato & Ohbayashi, 2009).

(2) 분포 및 확산

2013년 해바라기방패벌레의 분포는, 인천, 경기, 충남, 충북, 전북 익산, 경남, 경북 등 총 27개 시·군 36지점에서 나타났고(Kim & Kil, 2014), 2014년 결과 강원, 전남 등 28개 시·군에서 추가로 확인하여, 총 55개 시·군에서 발생이 확인되었다(그림 31, 표 8). 현재 제주도를 제외한 전국에 분포하고 있으며, 발생빈도가 높지 않은 강원도와 전라도 지역에서 잠재적으로 빈도 및 밀도가 증가할 가능성이 있다(그림 31).

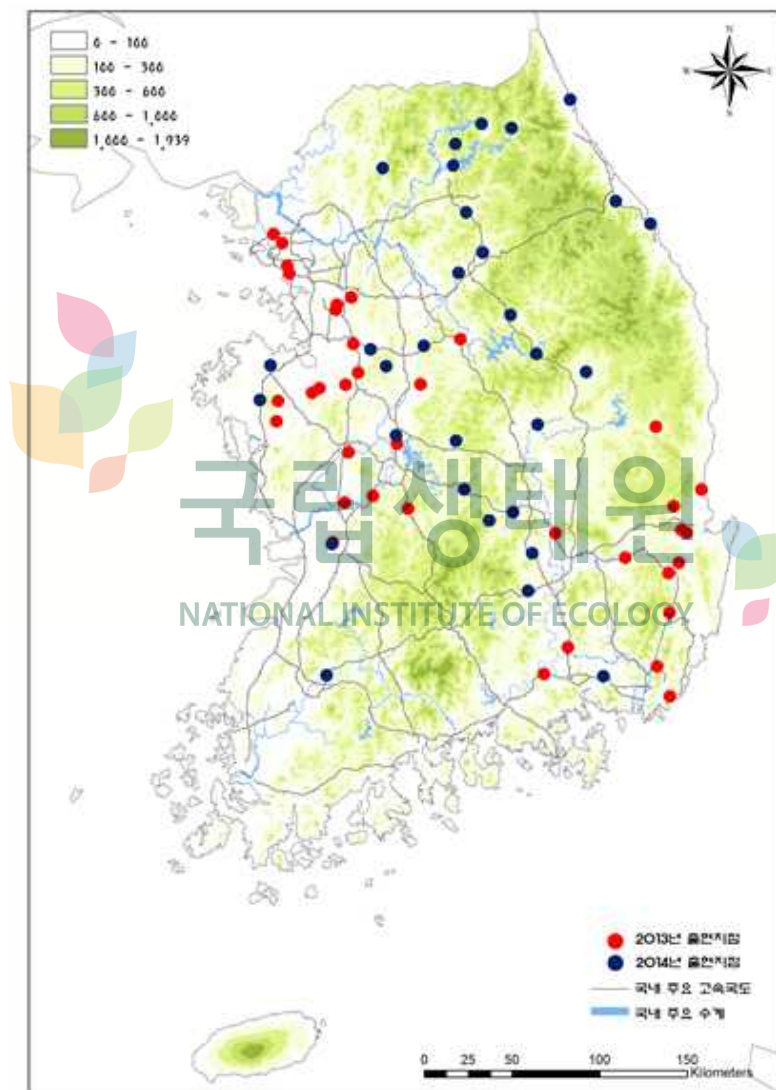


그림 31. 해바라기방패벌레의 분포지(2013~2014)

표 8. 해바라기방패벌레 출현지

번호	소재지	서식지	피해
1	강원도 강릉시 구정면 제비리(구정휴게소)	도로변	+++
2	강원도 고성군 토성면	경작지	++
3	강원도 동해시 망상동(동해휴게소)	도로변	+
4	강원도 양구군 양구읍 고대리	하천변	+
5	강원도 원주시 지정면 안창리	하천변	++
6	강원도 인제군 인제읍 가야리	나대지	+++
7	강원도 춘천시 동면 월곡리	도로변	+
8	강원도 홍천군 홍천읍 연봉리	산지내	+
9	강원도 화천군 간동면 간척리	나대지	+
10	강원도 횡성군 횡성읍 목계리	경작지	+++
11	경기도 가평군 하면 하판리	도로변	++
12	경기도 시흥시 정왕동	산지	++
13	경기도 안성시 미양면 구수리	경작지	+++
14	경기도 오산시 금왕동	산지	+
15	경기도 용인시 기흥구 지곡동	도로변	+
16	경기도 평택시 용기동	도로변	+
17	경기도 화성시 능동	산지	++
18	경남 김해시 진영읍 우동리(진영휴게소)	도로변	++
19	경남 양산시 동면 내송리	휴게소	+
20	경남 창녕군 연산면 신제리	휴게소	++
21	경남 함안군 군북면 유현리	휴게소	+
22	경북 경산시 진량읍 평사리	휴게소	++
23	경북 경주시 강동면 안계리	산지	++
24	경북 고령군 고령읍 지산리	도로변	++
25	경북 김천시 농소면 신촌리(김천휴게소)	도로변	+
26	경북 성주군 성주읍 경산리	경작지	+
27	경북 영양군 이밤면 방전리	도로변	++
28	경북 영주시 상망동	도로변	+++
29	경북 예천군 용궁면 대은리	하천변	++
30	경북 칠곡군 외관읍 오곡리	휴게소	++
31	경북 포항시 북구 기북면 오덕리	도로변	+++
32	부산시 해운대구 우동	나대지	+
33	울산시 울주군 언양읍 반곡리	휴게소	++
34	인천시 남동구 논현동	나대지	++
35	전남 담양군 담양읍 반룡리	도로변	++
36	전북 익산시 석왕동	산지, 경작	+

번호	소재지	서식지	피해
37	충남 공주시 봉황동	도로변	+++
38	충남 금산군 군북면 외부리	휴게소	+
39	충남 논산시 강산동	도로변	++
40	충남 당진시 채운동	도로변	++
41	충남 서산시 해미면 읍내리	농경지	+
42	충남 아산시 도고면 향산리	도로변	+++
43	충남 예산군 덕산면 읍내리	나대지	++
44	충남 천안시 서북구 성거읍 요방리	휴게소	++
45	충남 홍성군 홍성읍 옥완리	나대지	++
46	충북 괴산군 연풍면 삼풍리	도로변	+
47	충북 단양군 단성면 하방리(단양휴게소)	도로변	+
48	충북 보은군 속리산면 상판리	경작지	++
49	충북 영동군 회포리 황간면(황간휴게소)	도로변	+
50	충북 음성군 금왕읍 무극리	나대지	+
51	충북 제천시 왕암동	나대지	+
52	충북 증평군 증평읍 송산리	도로변	++
53	충북 진천군 백곡면 구수리	나대지	++
54	충북 청주시 서원구 남이면 부용외천리	산지	+
55	충북 충주시 가금면 용전리	휴게소	++

+++ : 기주식물 전체 잎의 50% 이상 가해, ++ : 20~50%, + : 20% 미만

(3) 기주식물

해바라기방패벌레의 기주식물로 원산지인 미국에서는 국화과(Compositae)인 *Solidago* spp., *Aster* spp., *Helianthus tuberosus* (뚝만지), *Ambrosia trifida* (단풍잎돼지풀), *Echinops sphaerocephalus*, *Rudbeckia serotina*, *Tanacetum* spp., *Chrysanthemum* spp. 등이 주로 알려져 있고(Ash, 1954; Drake & Ruhoff, 1965), 2000년에 침입이 확인된 일본에서는 국화과인 *Conyza canadensis* (= *Erigeron canadensis*, 망초), *Conyza bonariensis* (실망초), *Conyza sumatrensis* (큰망초), *Solidago* spp., *Solidago altissima* (양미역취), *Artemisia princeps* (쑥), *Ambrosia artemisiifolia* (돼지풀), *Xanthium canadense* (큰도꼬마리), *Bidens pilosa* (울산도깨비바늘)와 메꽃과(Convulvaceae)의 *Ipomoea batatas* (고구마) 등이 조사되었다(Hoshino, 2011; Tomokuni, 2002; Kato & Ohbayashi, 2009). 본 조사에서는 해바라기방패벌레의 기주식물로 국화과 이외에도 꿀풀과(Labiatae), 가지과(Solanaceae), 백합과(Liliaceae), 콩(Leguminosae)과 등 9과 32종으로 확인되었고, 그 중에서 망초, 미국쑥부쟁이, 쑥, 해바라기, 원추

천인국, 양미역취 등 모두 국화와 식물에서 발생이 많음을 관찰할 수 있었다. 또한, 미국쑥부쟁이, 도꼬마리, 뚝탄지 양미역취 등 초 32종 중 15종이 외래 식물임을 확인하였다(표 9).

표 9. 해바라기방패벌레의 기주식물

과명	학명	국명	외래종	원산지	피해
Compositae	<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda	쑥부쟁이		한국	+
	<i>Achillea millefolium</i> L.	서양톱풀	◎	유럽	+
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	◎	북미	+
	<i>Artemisia feddei</i> H.Lev. & Vaniot	뽕쑥		한국	+
	<i>Artemisia princeps</i> Pamp.	쑥		한국	+++
	<i>Artemisia selengensis</i> Turcz. ex Besser	물쑥		한국	+++
	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쑥부쟁이	◎	북미	+++
	<i>Aster subulatus</i> Michx.	비짜루국화	◎	북미	+
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	◎	북미	+++
	<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	노랑코스모스	◎	멕시코	++
	<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Ling ex Kitam.	산국		한국	+
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	◎	북미	++
	<i>Helianthus annuus</i> L.	해바라기		북미	+++
	<i>Helianthus debilis</i> Nutt.	애기해바라기	◎	북미	++
	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	뚝탄지	◎	북미	+
	<i>Lactuca indica</i> L.	왕고들빼기		한국	+
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	돼지풀아재비	◎	동남아	+
	<i>Petasites japonicus</i> (Siebold & Zucc.) Maxim.	머위		한국	+
	<i>Rudbeckia bicolor</i> Nutt.	원추천인국	◎	북미	++
	<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	삼잎국화		북미	+++
	<i>Solidago altissima</i> L.	양미역취	◎	북미	+++
	<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i> Kitam. ex Hara var. <i>asiatica</i>	미역취		한국	+
	<i>Tagetes minuta</i> L.	만수국아재비	◎	남미	+
	<i>Xanthium strumarium</i> L.	도꼬마리	◎	북미	+
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	고구마		남미	+
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	호박		남미	+
Labiatae	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	익모초		한국	+
Leguminosae	<i>Lespedeza cuneata</i> G.Don	비수리		한국	+
Liliaceae	<i>Hosta longipes</i> (Franch. & Sav.) Matsum.	비비추		한국	++
Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i> L.	달맞이꽃	◎	북미	++
Platanaceae	<i>Platanus occidentalis</i> L.	양버즘나무		북미	++
Solanaceae	<i>Solanum melongena</i> L.	가지		인도	++

+++ : 기주식물 전체 잎의 50% 이상 가해, ++ : 20~50%, + : 20% 미만

(4) 피해

해바라기방패벌레 성충과 약충은 기주식물의 뿌리에 가까운 아랫부분부터 흡즙하고, 잎 뒷면의 주맥을 따라 조직을 흡즙하여 가해부위 표면은 엷록소가 파괴되어 군데군데 황백색으로 변한다. 또한 잎 뒷면에 검은 끈적거리는 배설물을 남겨 잎의 기공을 막고 그을음병을 유발하여 잎 조직을 파괴한다(그림 32).



흡즙으로 인한 피해



배설물로 인한 그을음병

그림 32. 해바라기방패벌레로 인한 피해

(가) 국내 피해

잎의 흡즙 피해가 50% 이상인 경주, 포항, 공주, 아산, 익산, 강릉, 인제, 원주 등의 지역에서는 기주식물의 피해가 심각하였다(표 8). 서식지 유형별 해바라기방패벌레의 피해양상을 살펴보면 도로변이 38.1%로 가장 높게 나타났다고, 휴게소가 16.4%, 나지 16.4%, 산지 12.7% 등으로 조사되었고, 천안-논산 고속도로, 서천-공주 고속도로, 통영-대전 고속도로, 중부고속도로, 경부고속도로, 중앙고속도로로 이어지는 구간과 인근 국도 주변에서 높은 밀도로 관찰되었다.

(나) 국외 피해

일본에서는 2000년 효고(兵庫)현 니시노미야(西宮)시의 양미역취(*Solidago altissima* L.)에서 처음 발견되었으며(Hoshino, 2011; Kato & Ohbayashi, 2009), 국화과 식물과 고구마의 심각한 해충으로 확인되었다. 중국에서는 2012년 상하이(上海)에서 처음 발견되어(Kai *et al.*, 2012) 동북아 지역에서 확산 중에 있다.

라. 관리방안

방패벌레류는 고온건조한 날씨가 지속되면 발생이 증가되고 빠른 속도로 확산되어 광역적인 피해를 입힐 수 있으므로 기후변화와 관련하여 지역별 연간 발생하는 세대수에 대한 상세한 관찰이 필요할 것이다. 해바라기방패벌레는 주요 고속도로와 인근 국도에서 높게 관찰된 것으로 보아 외래곤충인 미국선녀벌레처럼 차량 등에 묻어 장거리를 쉽게 이동한 것으로 추측된다. 한편, 일본에서 확인된 기주식물이 대부분 외래식물인 것과 같이 본 조사에서도 비짜루국화, 망초, 만수국아재비, 미국쭈부쟁이 등 15종이 외래식물목록(NIER, 2011)에 포함 된 종으로 확인되어 해바라기방패벌레는 주로 국화과의 외래식물을 번식원으로 하여 확산될 것으로 보이며, 발생은 미미하지만 고구마, 가지, 머위 등의 작물에서 확인됨으로써 앞으로 농작물 해충화에 관심이 필요할 것으로 판단된다.

방제방법으로 물리·화학적 방법과 생물학적 방법이 있다. 물리·화학적 방제법은 알에서 부화하는 시기(6월말~7월초)에 기주식물을 직접 제거하거나, 잎 뒷면에 약제를 직접 분사하는 방법이다. 하지만, 해바라기방패벌레는 방제 시 주변 국화과 식물로 피신하여 있다가 시간이 지나면 재감염 되는 순환을 되풀이하기 때문에 방제에 어려움이 있다. 앞으로 농업 해충으로 피해가 증가할 시 친환경 방제법의 개발 또한 필요할 것이다.

생물학적 방제로 해바라기방패벌레 알에 기생하여 부화율을 떨어뜨리는 벌목 총채벌레(Hymenoptera: Mymaridae) *Anagrus*속 신종(*A. virgini* Triapitsyn & Puttler)이 발표되었다(Puttler & Triapitsyn, 2006). 국내에도 *A. virgini*와 같은 속(Genus) 또는 과(Family)에 속하는 총채벌레가 서식하고 있으며(Peak et al., 2010), 이러한 종들이 해바라기방패벌레 알에 기생여부는 추후 연구가 필요해 보인다.

III. 외래식물 : 달맞이꽃속(*Oenothera*)

가. 서론

달맞이꽃속은 바늘꽃과(Onagraceae)에 속하는 식물로 전 세계적으로 145분류군이 있는 것으로 알려져 있으며, 주로 온대지방과 열대지방에 분포한다(Sumitra Singh *et al.* 2012) 이 가운데 국내에서 확인된 종은 총 5종으로 달맞이꽃, 애기달맞이꽃, 큰달맞이꽃, 긴잎달맞이꽃, 낮달맞이꽃 등이며 자연생태계로 확산되어 생활환(life-cycle)을 완성한 귀화식물종은 달맞이꽃, 애기달맞이꽃, 긴잎달맞이꽃 등이다(김동성, 박수현 2009). 2014년 정밀조사 대상 식물종은 국내확산이 현저히 진행된 것으로 알려진 달맞이꽃, 애기달맞이꽃을 대상으로 조사를 수행하였다.

달맞이꽃은 발아 이후 첫해는 근생엽으로 겨울시기를 보내고 이듬해 봄부터 직립생장하여 개화 및 종자를 형성하는 두해살이(biannual) 식물이다. 원산지는 북아메리카이며 1890년대 이후에 국내에 귀화한 종이다(박수현 2009). 형태적 특징으로는 식물전체의 높이는 30~120cm 정도이고 전초에 긴털이 드문드문 나있다. 잎은 어긋나기이고 줄기에 달린 잎은 장타원형으로 길이 5~6cm이며 잎 가장자리에 톱니가 있다. 꽃은 황색을 띠며 6~9월 저녁에 개화하며 총상화서를 이룬다. 열매는 장타원형이며 열편이 4개로 갈라지며 2줄로 배열된 씨앗이 있다(김동성, 박수현 2009). 지리적인 분포현황은 전국적으로 확산된 것으로 알려져 있다. 애기달맞이꽃은 발아 이후 첫해는 근생엽으로 겨울시기를 보내고 이듬해 봄부터는 기는 줄기를 분지하며 지면을 피복하여 개화 및 종자를 형성하는 두해살이(biannual) 식물이다. 원산지는 북아메리카이며 1961~1980년대에 국내에 귀화한 종이다(국립농업과학원 2014). 형태적 특징으로는 식물전체는 땅 위에 가로누우며 길이는 20~60cm이다. 잎은 광타원상 피침형이거나 도피침형이며 길이는 2~4cm, 폭은 0.6~1.2cm이다. 잎 가장자리는 깊은 파상의 톱니가 있거나 깃꼴로 분열한다. 꽃은 담황색이며 6~7월에 개화하고 열매는 길이 1.8~2.5cm이고 위쪽이 굽고 털이 나있다(김동성, 박수현 2009). 지리적으로는 제주도의 해안지방에 주로 분포하며 내륙의 경우 남부지방에 일부 분포하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 달맞이꽃 및 애기달맞이꽃을 대상으로 전국단위 분포현황작성, 출현식물종 정보, 생태계영향, 위해성 및 확산기작 조사를 실시하여 관리에 유용한 자료를 구축하고자 하였다.

나. 연구내용 및 방법

(1) 전국분포조사

조사 대상종의 분포지역을 확인하기 위하여 발표된 조사·연구 보고서, 국립생물자원관, 국립수목원 등의 문헌정보와 인터넷 식물동호회의 제보를 통하여 분포대상지에 대한 정보를 수집하였으며, 현지조사를 실시하였다.

조사지역마다 GPS를 이용하여 지리적 위치를 표시하였으며, 조사 시기는 달맞이꽃과 애기달맞이꽃의 개체 식별이 용이한 시기인 5월부터 11월에 걸쳐 실시하였다. 현지조사결과를 바탕으로 두 종의 분포지도를 작성하였다.

(2) 생육특성 및 번식특성

달맞이꽃과 애기달맞이꽃의 생육지특성을 조사하기 위한 조사구 선정은 생육지 환경조건을 반영한 균질한 서식처를 대상으로 하였고, 대상입지의 출현 식물 종을 확보하여 목록화 하였다(표 10, 11). 출현식물종의 목록은 Engler의 법식에 따라 배열하였고(Melchior, 1964), 종의 동정은 박수현(1995, 2001, 2009), 이창복(1993), 이영노(2006)의 도감에 의거 하였다. 학명은 국립수목원의 국가표준식물목록에 따라 작성되었으며 종의 행동양식에 따른 생육지 특성을 확인하기 위하여 라운키에르 생활형(Raunkiaerian life-form)분석을 하였다(Raunkiaer 1934; 표 12). 멸종위기종이나 희귀종 또는 식물구계학적 특정 식물종(김철환 2000)의 분포를 확인 후 이러한 식물에 미치는 영향과 분포지역의 특성에 따른 생태계교란정도를 파악하였다(표 13).

NATIONAL INSTITUTE OF ECOLOGY

표 10. 달맞이꽃 식물상 조사구 위치

조사구 번호	조사지역	면적 (m ²)	피도 (%)	좌표
1	전라북도 완주군 고산면 율곡리 177-1	100×30	60	N35°58'18.7" E127°11'05.8"
2	전라북도 완주군 동상면 사봉리 501-2	40×20	80	N35°53'26.5" E127°18'43.4"
3	전라남도 강진군 성전면 월남리 산116-5 월출산	200×40	60	N34°45'26.0" E126°43'38.6"
4	전라북도 남원시 금지면 하도리 1156	100×30	50	N35°19'09.6" E127°18'38.8"
5	경기도 고양시 덕양구 대자동 산160	100×30	60	N37°41'15.0" E126°5'2'30.3"
6	세종시 월산리 375	50×70	80	N36°31'44.0" E127°17'33.3"
7	충북 충주시 소태면 북탄리 907-4	100×20	60	N37°5'20.22" E127°49'55.38"
8	경남 함천군 청덕면 삼학리 347	100×10	80	N35°34'27.5" E128°20'56.9"
9	강원도 원주시 부론면 홍호리 971	20×20	80	N37°13'39.0" E127°45'02.0"
10	강원도 영월군 북면 문곡리 734-4	50×20	70	N37°14'09.6" E128°25'22.9"

표 11. 애기달맞이꽃 식물상 조사구 위치

조사구 번호	조사지역	면적 (m ²)	피도 (%)	좌표
1	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 하도리 625-9	10×10	15	N33°12'40.5" E126°15'36.4"
2	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 상모리 4165-124	10×20	15	N33°12'19.2" E126°17'21.4"
3	제주특별자치도 제주시 한림읍 협재리 2703	10×10	20	N33°23'39.1" E126°14'19.0"
4	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 위미리 4200-2	10×10	25	N33°16'06.6" E126°38'59.0"
5	제주특별자치도 제주시 구좌읍 해맞이해안로 2281	10×10	30	N33°29'47.3" E126°54'38.3"
6	서귀포시 안덕면 사계리	10×20	20	N33°22'65.8" E126°30'09.2"
7	제주시 한림읍 협재리 협재 해수욕장	10×20	25	N33°39'14.6" E126°23'59.7"
8	제주시 애월읍 괄지리 괄지 해수욕장	5×5	30	N33°45'03.8" E126°30'55.4"
9	제주시 조천읍 함덕 해수욕장	15×15	20	N33°54'37.5" E126°66'82.4"
10	제주시 구좌읍 김녕리 김녕 해수욕장	15×15	15	N33°55'73.3" E126°76'03.8"
11	제주시 구좌읍 행원리 해안도로	5×5	20	N33°55'83.1" E126°82'37.4"
12	서귀포시 성산읍 시흥리 해안	5×5	30	N33°47'75.6" E126°90'94.5"

표 12. 라운키에르 생활형(Raunkiaer, 1934)

생활형	내 용
Th	1년생식물 (Therophytes) 1년초와 월년초가 포함되며, 생활주기가 1년인 식물
G	지중식물 (Geophytes) 휴면아가 땅속에 있는 다년초로 겨울에 지상부 고사
H	반지중식물 (Hemicryptophytes) 휴면아가 지표 바로 밑에 있는 다년생식물
Ch	지표식물 (Chamaephytes) 휴면아가 지표면에서 0~0.3m이내에 있는 다년생식물
N	관목, 미소지상식물 (Nanophanerophytes) 휴면아가 지표면에서 0.3~2m사이에 있는것
M	아교목, 소형지상식물 (Microphanerophytes) 휴면아가 지표면에서 2~8m사이에 있는것
MM	교목, 대형지상식물 (Megaphanerophytes and Mesophanerophytes) 휴면아가 지표면에서 8 ~ 20 m 사이에 있는 것
HH	수생식물 (Helophytes and Hydrophytes) 생활주기 중 최소한 한시기는 물의 관여가 있어야 되는 식물

NATIONAL INSTITUTE OF ECOLOGY

표 13. 식물구계학적 특정식물종 구분(김철환, 2000)

구분	선 정 기 준
I 등급	북방계 및 남방계 식물로서 3개 아구에 분포하는 분류군
II 등급	비교적 전국적으로 분포하지만 일반적으로 1,000m 이상 되는 지역에 분포하는 분류군
III 등급	북방계 및 남방계 식물로서 2개아구에 분포하는 분류군
IV 등급	북방계 및 남방계 식물로서 1개아구에만 분포하는 분류군
V 등급	고립되거나 불연속적으로 분포하는 분류군

다. 연구결과

(1) 전국분포현황 및 생육지 특성

(가) 달맞이꽃

달맞이꽃의 조사지점은 총 1296개 지점이 확인 되었으며 전국적으로 분포하는 것이 확인 되었다(표 14). 특히 남부지방의 해발고도가 낮은 곳에 집중되어 있었으며, 위도가 올라갈수록 분포가 감소되는 패턴을 나타내었다. 또한 제주도에서는 매우 드물게 분포하는 것이 확인 되었다(그림 33).

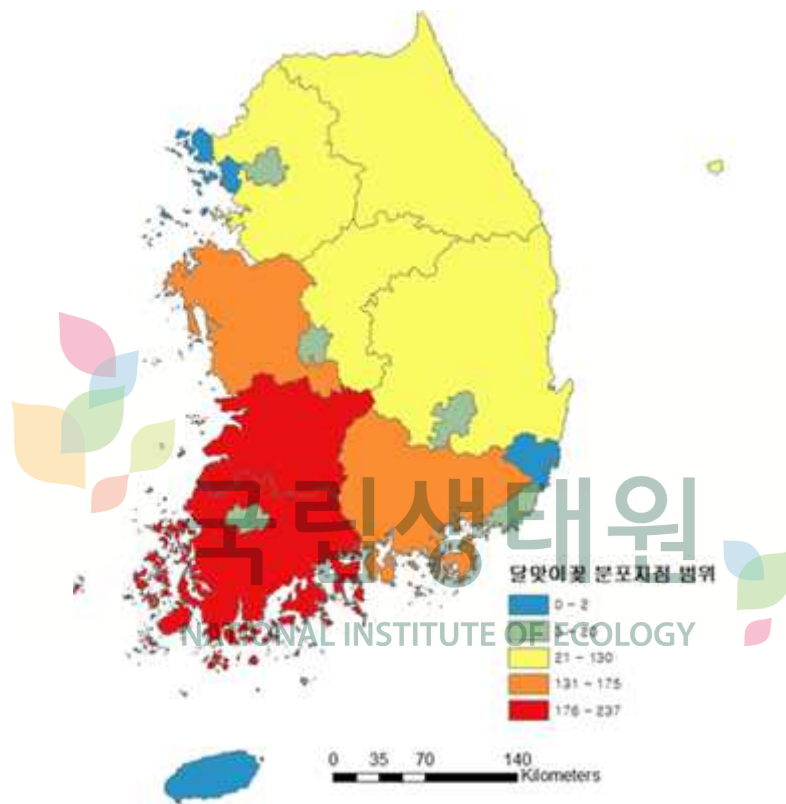


그림 33. 달맞이꽃 전국분포도

이것은 달맞이꽃의 원산지인 북아메리카에서도 4계절이 뚜렷하게 구분되는 동부지역의 온대지방에 분포하는 특성과 유사하며, 해양성기후(하절기: 온난습윤, 동절기: 한랭습윤)의 영향을 직접적으로 받는 곳에는 분포가 제한되기 때문인 것으로 추정된다. 대도시에 해당되는 광역시의 경우는 다른 행정구역에 비하여 출현빈도 낮게 나타났는데 이것은 토양의 교란빈도 및 강도가 크게 일어나는 입지적 특징 및 건물 및 도로 등의 인공구물에 의하여

달맞이꽃이 정착 및 발아할 수 있는 노출된 토양입지가 부족하기 때문인 것으로 추정된다.

표 14. 달맞이꽃 행정구역별 조사지점

행정구역		조사지점
전라남도	강진, 고흥, 곡성, 나주, 담양, 무안, 보성, 순천, 영암, 장성, 장흥, 진도, 함평, 해남, 화순	233
전라북도	고창, 군산, 김제, 남원, 부안, 순창, 완주, 익산, 임실, 장수, 전주, 정읍, 진안	210
충청남도	공주, 금산, 논산, 보령, 부여, 서산, 서천, 연기, 청안, 청양, 태안, 홍성	175
경상남도	거제, 거창, 고성, 김해, 마산, 밀양, 사천, 산청, 진주, 창녕, 창원, 통영, 함안, 함양, 합천	170
강원도	강릉, 동해, 삼척, 속초, 양구, 양양, 영월, 원주, 인제, 정선, 춘천, 태백, 평창, 홍천, 화천, 횡성	130
충청북도	괴산, 보은, 영동, 옥천, 음성, 제천, 진천, 청원, 청주	107
경기도	고양, 과천, 구리, 남양주, 동두천, 성남, 수원, 안성, 안양, 양주, 연천, 오산, 의왕, 의정부, 이천, 평택, 화성	96
경상북도	경산, 경주, 고령, 구미, 군위, 문경, 상주, 안동, 영덕, 영천, 울진, 의성, 청송, 칠곡, 포항	88
광주광역시	광산구, 동구, 북구	20
서울특별시	강동구, 마포구, 서대문구, 서초구, 성동구, 송파구, 용산구, 중구	20
대전광역시	대덕구, 동구, 유성구, 중구	18
대구광역시	달성군, 달서구, 동구, 북구, 서구	13
부산광역시	강서구, 사상구, 사하구	10
울산광역시	울주군	2
인천광역시	강화, 김포	2
제주도	서귀포, 제주	2
총계		1,296

생육지 유형구분은 금년도 조사시 달맞이꽃 분포 확인지점인 1296개 지점을 대상으로 하여 구분하였다. 생육지 유형 구분 결과 도로변 유형이 55%로 가장 높게 나타났으며, 산지절개지 17%, 공터 15% 순으로 확인되었다(그림 34, 35). 생육지 유형이 구분된 입지는 대부분 토지가 노출된 입지이며, 인간 간섭에 의해 식생이 형성되지 않거나, 식생발달단계상 천이초기의 선구적 식물이 정착한 초지입지에 분포하는 것으로 보인다.



강원도 원주시 부론면 홍호리(하천변)



전라남도 강진군 성전면 월남리(공터)



전라북도 남원시 금지면 하도리(도로변)



경기도 고양시 대자동(산지절개지)



경상남도 합천군 청덕면 미곡리(도로변)



충청북도 충주시 소태면 중청리(경작지변)

그림 34. 달맞이꽃 주요 생육지

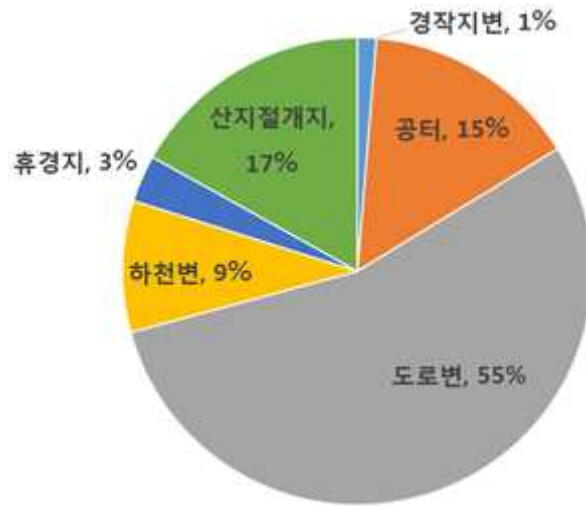


그림 35. 달맞이꽃 분포 확인지역의 생육지 유형 구분

(나) 애기달맞이꽃

애기달맞이꽃의 조사지점은 총 22개 지점이 확인 되었으며, 제주도 해안 지방에 집중적으로 분포하며 전라남도 해안지방 일대에 일부 분포하는 것으로 나타났다(표 15; 그림 36, 37). 애기달맞이꽃의 원산지는 북아메리카이며 대부분 록키산맥을 기준으로 동부지방이 치우쳐 분포하며 서식입지는 인간 간섭에 의해 토지적 교란이 일어나는 입지와 토성은 모래, 석회석 등 배수가 양호한 기질토양입지에 잘 자라는 것으로 알려져 있다(Wagner et al., 1999). 본종의 귀화가 확인된 중국, 하와이, 일본 등의 국가도 해안지방의 교란된 사질토양에 주로 분포하는 것으로 알려져 있으며(PIER, 2014) 국내의 애기 달맞이꽃 분포지도 서식처가 유사한 것으로 확인되므로 식물의 분포에 영향을 미치는 여러 가지 환경요소 가운데 특히, 토지적 요소에 영향을 받는 것으로 보이며 내륙지방으로 확산이 진행되면 조립질의 투수성이 좋은 하천 주변을 따라 확산될 것으로 예상된다.

표 15. 애기달맞이꽃 행정구역별 조사지점

행정구역		조사지점
전라남도	신안, 여수, 완도, 진도	4
제주도	남제주, 북제주	18
총계		22



그림 36. 애기달맞이꽃 전국분포



서귀포시 안덕면 사계리



제주시 한림읍 협재리 협재 해수욕장



제주시 애월읍 광지리 광지 해수욕장



제주시 구좌읍 김녕리 김녕 해수욕장



제주시 구좌읍 행원리 해안도로



서귀포시 성산읍 시흥리 해안

그림 37. 애기달맞이꽃 주요 생육지

(2) 출현식물 유형

(가) 달맞이꽃

달맞이꽃이 생육하는 지역에서 조사된 관속식물은 총 32과 93속 116종 1 변종 등 모두 117분류군의 관속식물이 생육하는 것으로 조사되었다(표 16).

표 16. 달맞이꽃 조사지역 식물상 목록

과명	학명	국명	조사구번호										빈도
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
속새과	<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기									0	0	2
버드나무과	<i>Salix koreensis</i> Andersson	버드나무								0			1
뽕나무과	<i>Morus bombycis</i> Koidzumi	산뽕나무										0	1
	<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr.	환삼덩굴	0	0		0	0					0	5
여뀌과	<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zuccarini) H. Gross	고마리							0				1
	<i>Persicaria conspicua</i> (Nakai) Nakai ex Mori	꽃여뀌										0	1
	<i>Polygonum aviculare</i> Linnaeus	마디풀	0										1
	<i>Persicaria senticosa</i> (Meisner) H. Gross ex Loesen	머느리털썩개		0									1
	<i>Rumex crispus</i> Linnaeus	소리쟁이	0										1
	<i>Persicaria nodosa</i> (Persoon) Opiz	큰개여뀌						0				0	2
자리공과	<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공				0							1
석죽과	<i>Arenaria serpyllifolia</i> Linnaeus	벼룩이자리		0		0							2
	<i>Stellaria aquatica</i> (Linnaeus) Scopoli	쇠별꽃	0									0	2
	<i>Melandryum firmum</i> (Siebold & Zuccarini) Rohrbach	장구채						0					1
명아주과	<i>Salsola collina</i> Pallas	솔장다리									0		1
	<i>Chenopodium serotinum</i> L.	좁명아주									0		1
	<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주					0					0	2
미나리아재비과	<i>Clematis apiifolia</i> DC.	사위질뽕		0									1
양귀비과	<i>Chelidonium majus</i> Linnaeus	애기뽕풀		0								0	2
십자화과	<i>Lepidium apetalum</i> Willdenow	다닥냉이	0		0	0	0				0		5
	<i>Arabis glabra</i> (L.) Bernh.	장대나물			0								1
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이										0	1
돌나물과	<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge	돌나물		0		0							2
장미과	<i>Prunus verecunda</i> (Koidzumi) Koehne	개벚나무		0									1
	<i>Rubus parvifolius</i> Linnaeus	멍석딸기			0								1
	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge	산딸기			0								1
	<i>Potentilla fragarioides</i> Linnaeus	양지꽃									0		1
	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	찔레									0		1
콩과	<i>Vicia angustifolia</i> L.	가느살결구	0			0							2
	<i>Vicia amoena</i> Fischer ex Seringe	갈퀴나물		0									1
	<i>Lespedeza pilosa</i> (Thunb.) Sieb. et Zucc.	팽이싸리			0								1
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i> Matsum.	낭아초				0		0					2
	<i>Glycine soja</i> Siebold & Zuccarini	돌콩									0		1
	<i>Kummerowia striata</i> (Thunberg) Schindler	매듭풀			0	0			0	0	0		5
	<i>Trifolium pratense</i> L.	붉은토끼풀			0						0		2
	<i>Lespedeza cuneata</i> (Dumont d. Cours.) G. Don	비수리	0	0		0				0	0		5
	<i>Amphicarpea trisperma</i> (Miquel) Baker ex Jackson	새콩		0	0	0		0	0	0	0		7
	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i> (Ohwi) Ohwi & Ohashi	새팥	0	0				0	0		0	0	6
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	서양별노랑이				0							1
콩과	<i>Lespedeza bicolor</i> Turczaninow	싸리				0					0		2
	<i>Robinia pseudo-acacia</i> L.	아까시나무		0									1
	<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Moench	얼치기완두				0							1
	<i>Albizzia julibrissin</i> Durazz.	자귀나무			0								1
	<i>Aeschynomene indica</i> Linnaeus	자귀풀		0	0			0	0		0		5
	<i>Melilotus suaveolens</i> Ledebour	전동싸리										0	1
	<i>Lespedeza maximowicz</i> Schneider	조록싸리		0									1
	<i>Cassia nomame</i> (Siebold) Honda	차풀									0		1

과명	학명	국명	조사구번호										빈도
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	쑥		0	0			0			0	0	5
	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	0						0	0	0		4
쥐손이풀과	<i>Geranium thunbergii</i> Sieb. et Zucc.	이질풀	0										1
대극과	<i>Acalypha australis</i> L.	개풀										0	1
	<i>Euphorbia pseudo-chamaesyce</i> Fischer	땅빈대							0				1
	<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대										0	1
욱나목과	<i>Rhus tricarpa</i> Miquel	개욱나목							0				1
바늘꽃과	<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
산형과	<i>Torilis scabra</i> (Thunb.) DC.	개사상자		0									1
철쭉과	<i>Rhododendron indicum</i> (L.) Sweet	영산홍(식)					0						1
앵초과	<i>Lysimachia chlethroides</i> Duby	큰까치수영		0									1
박주가리과	<i>Metaplexis japonica</i> (Thunberg) Makino	박주가리			0		0	0	0		0	0	6
메꽃과	<i>Calystegia japonica</i> Choisy	메꽃					0						1
	<i>Cuscuta australis</i> R. Brown	실새삼	0	0	0								3
마편초과	<i>Verbena officinalis</i> L.	마편초										0	1
꿀풀과	<i>Salvia plebeia</i> R. Brown	배암차르기	0			0							2
	<i>Leonurus japonicus</i> Houttuyn	익모초					0						1
	<i>Mosla dianthera</i> (Hamilton) Maximowicz	취개풀									0		1
가지과	<i>Solanum carolinense</i> L.	도깨비가지			0								1
현삼과	<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	0	0									2
질경이과	<i>Plantago asiatica</i> L.	질경이	0	0									2
국화과	<i>Chrysanthemum indicum</i> L.	감국							0		0	0	3
	<i>Artemisia annua</i> Linnaeus	개똥쑥					0						1
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Persoon	개망초	0	0	0	0	0		0	0	0	0	9
	<i>Youngia sonchifolia</i> (Bunge) Maxim.	고들빼기		0		0						0	3
	<i>Ambrosia trifida</i> L.	단풍잎돼지풀					0						1
	<i>Bidens bipinnata</i> L.	도깨비바늘							0	0			2
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀		0		0			0				3
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초	0	0		0	0		0	0	0		7
	<i>Bidens frondosa</i> L.	미국가막사리	0	0				0	0				4
	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쑥부쟁이				0	0	0	0		0		5
	<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf.	붉은서나물							0				1
	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	뽕리랭이										0	1
	<i>Artemisia sieversiana</i> Ehrhart ex Willdenow.	산뽕쑥				0							1
	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	서양민들레		0			0						2
	<i>Artemisia princeps</i> Pampanini	쑥	0	0	0	0	0	0	0		0	0	9
	<i>Kalimeris yomena</i> Kitamura	쑥부쟁이						0		0			2
	<i>Conyza parva</i> (Nutt.) Cronquist	애기망초									0		1
	<i>Lactuca indica</i> L.	왕고들빼기	0	0		0		0			0	0	6
	<i>Aster novi-belgii</i> L.	우선국				0							1
	<i>Brexa segeta</i> (Bunge) Kitamura	조랭이										0	1
	<i>Carduus crispus</i> Linnaeus	지느러미영경귀										0	1
	<i>Hemistepta lyrata</i> Bunge	지칭개		0		0							2
	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	코스모스	0			0		0					3
	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국							0				1
	<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리								0			1
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	큰방가지뚥	0			0							2
꿀풀과	<i>Luzula capitata</i> (Miq.) Miquel	평의밥			0								1

과명	학명	국명	조사구번호										빈도
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
닭의장풀과	<i>Commelina communis</i> Linnaeus	닭의장풀	0					0					2
벼과	<i>Phragmites communis</i> Trinius	갈대							0				1
	<i>Setaria viridis</i> (Linnaeus) Beauvois	강아지풀	0		0		0	0	0	0	0	0	8
	<i>Agropyron tsukushiense</i> (Honda) Ohwi	개밀	0	0	0		0					0	5
	<i>Cymbopogon tortilis</i> (Presl.) Hitchc.	개솔새										0	1
	<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steudel) Fernald	개피	0										1
	<i>Eragrostis ferruginea</i> (Thunberg) Beauvois	그령							0				1
	<i>Setaria glauca</i> (Linnaeus) Beauvois	금강아지풀							0	0	0		3
	<i>Phragmites japonica</i> Steudel	달뿌리풀				0							1
	<i>Imperata cylindrica</i> (Linnaeus) Beauvois	띠			0								1
	<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Benth	물억새								0			1
	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	미국개기장							0				1
	<i>Digitaria violascens</i> Link	민바랭이						0		0	0		3
	<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) C. Tanaka	새						0					1
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	오리새					0						1
	<i>Sporobolus elongatus</i> R.Br.	쥐꼬리새풀									0	0	2
	<i>Lolium multiflorum</i> Lamarck	쥐보리	0		0								2
	<i>Bromus japonicus</i> Thunberg	참새귀리	0			0					0		3
	<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson	참억새										0	1
	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	큰김의털				0		0	0		0		4
사초과	<i>Carex lanceolata</i> Boott	그늘사초			0								1
	<i>Carex dimorpholepis</i> Steudel	이삭사초						0					1
출현종 수			28	31	23	30	18	22	26	14	33	30	

출현식물 종들은 국화과(22%), 콩과(18%), 벼과(16%)의 비율 순으로 높게 나타났다(그림 38). 달맞이꽃을 제외한 식물종의 출현빈도(60%이상)는 개망초(90%), 쭉(90%), 강아지풀(80%), 망초(70%), 새팔(60%), 박주가리(60%), 왕고들빼기(60%) 등의 순으로 나타났다.



그림 38. 달맞이꽃 생육지 출현식물

표 17. 달맞이꽃 조사지역의 귀화식물상

과명	학명	국명	원산지
여뀌과	<i>Rumex crispus</i> Linnaeus	소리쟁이	유럽
자리공과	<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공	북미
명아주과	<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주	유럽, 아시아
	<i>Chenopodium serotinum</i> L.	좀명아주	유럽
십자화과	<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이	북미
	<i>Lepidium apetalum</i> Willdenow	다닥냉이	북미
콩과	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	유럽, 북미
	<i>Trifolium pratense</i> L.	붉은토끼풀	유럽
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	서양별노랑이	유럽
	<i>Robinia pseudo-acacia</i> L.	아까시나무	북미
	<i>Melilotus suaveolens</i> Ledebour	전동싸리	중국
대극과	<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대	북미
바늘꽃과	<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	북미
가지과	<i>Solanum carolinense</i> L.	도깨비가지	북미
현삼과	<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	유럽, 서아시아, 아프리카
국화과	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	북미
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Persoon	개망초	북미
	<i>Bidens frondosa</i> L.	미국가막사리	북미
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	큰방가지뚝	유럽
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초	북미
	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쭈뚱쟁이	북미
	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	서양민들레	유럽
	<i>Aster novi-belgii</i> L.	우선국	북미
	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	코스모스	멕시코
	<i>Ambrosia trifida</i> L.	단풍잎돼지풀	북미
	<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리	북미
	<i>Carduus crispus</i> Linnaeus	지느러미엉겅퀴	유럽, 서아시아
	<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf.	붉은서나물	북미
	<i>Conyza parva</i> (Nutt.) Cronquist	애기망초	북미
	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국	북미
벼과	<i>Dactylis glomerata</i> L.	오리새	유럽, 서아시아
	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	큰김의털	유럽
	<i>Lolium multiflorum</i> Lamarck	취보리	유럽
	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	미국개기장	북미

전체 출현식물 가운데 귀화식물은 총 34분류군으로 전체출현 117종 중 29.05%가 귀화종인 것으로 확인 되었으며 이 가운데 토착생태계를 교란시키는 것으로 알려져, 환경부에서 법적으로 지정한 생태계교란식물은 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 도깨비가지, 미국쭉부쟁이 등 총 4종이 확인되었다(표 17).

귀화식물의 원산지별 비율은 북미(58%), 유럽(24%), 유럽·서아시아(6%)등의 순로 조사지역의 귀화식물 원산지는 대부분 북미 및 유럽인 것으로 확인 되었다(그림 39).

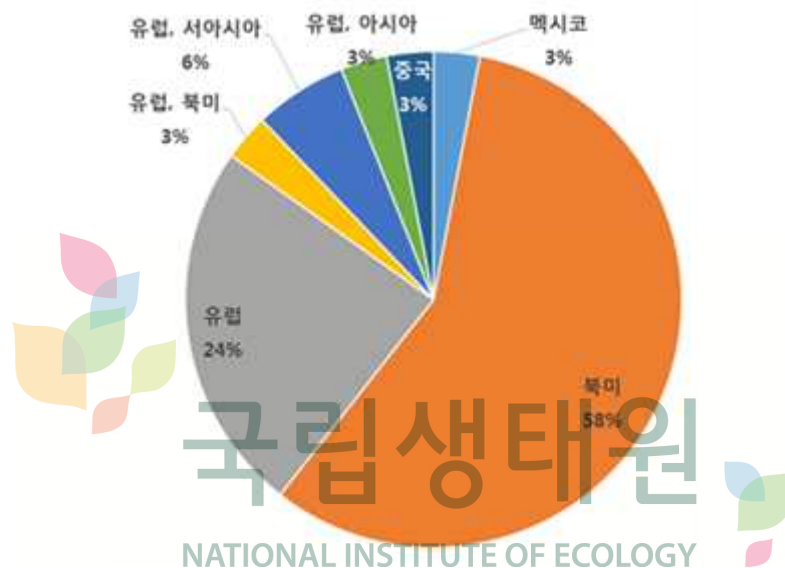


그림 39. 달맞이꽃 군집 내에서 동반출현한 귀화식물의 원산지 비율

달맞이꽃 생육지에서 출현하는 식물종을 대상으로 한 생활형 분석결과 띠, 마디풀, 쭉 등의 반지중식물(H) 이 58%로 가장 높게 나타났으며, 돌콩, 비수리, 흰명아주 등 일년생식물(Th)이 38%, 쇠뜨기, 명석딸기, 메꽃 등 지중식물(G)이 12%의 순으로 나타났다(그림 40). 다년생식물의 비율이 높게 나타난 것은 달맞이꽃의 침입입지는 모두 인위적인 교란이 발생된 장소에서 나타나지만 주로 2-3년 이상 방치된 입지에 나타나는 것으로 해석된다.

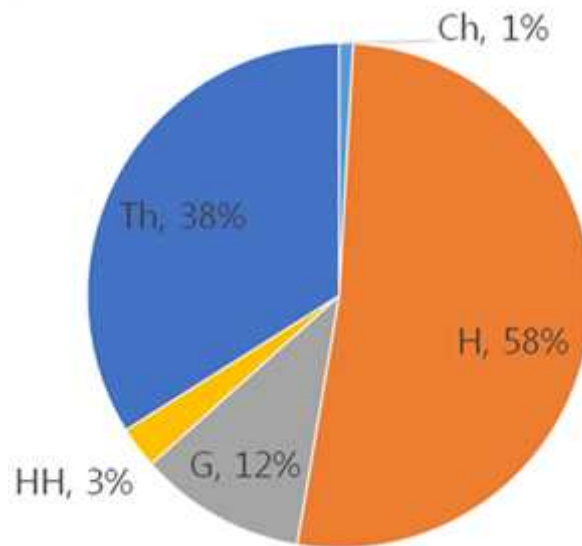


그림 40. 달맞이꽃 생육지 출현식물

달맞이꽃 조사지에서 출현한 식물구계학적 특정 식물종은 III등급 3종 IV 등 1종으로 총 4종이 확인되었으나(표 18), 조사지에서 출현빈도가 1-2회로 매우 낮으며 수반되는 종들이 대부분 교란지역에 출현하는 식물종이므로 달맞이꽃이 출현하는 특정 공간의 생태계의 우수성 정도를 파악하기에는 연관성이 미비한 것으로 보인다.

표 18. 달맞이꽃 조사지의 식물구계학적 특정식물종

과명	학명	국명	등급
명아주과	<i>Salsola collina</i> Pallas	솔장다리	III
콩과	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i> Matsum.	낭아초	III
마편초과	<i>Verbena officinalis</i> L.	마편초	III
국화과	<i>Artemisia sieversiana</i> Ehrhart ex Willdenow.	산뽕쑥	IV

(나) 애기달맞이꽃 출현식물 유형

애기달맞이꽃이 생육하는 지역에서 조사된 관속식물은 총 32과 71속 87종 3 변종 등 모두 90분류군의 관속식물이 생육하는 것으로 조사되었다(표 19).

표 19. 애기달맞이꽃 조사지역 식물상 목록

과명	학명	국명	조사구번호												빈도
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
느릅나무과	<i>Celtis sinensis</i> Persoon	팽나무									0				1
	<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr.	환삼덩굴												0	1
뽕나무과	<i>Boehmeria pinnosa</i> Nakai	왕모시풀											0		1
	<i>Rumex acetosella</i> Linnaeus	애기수영											0		1
췌기풀과	<i>Rumex crispus</i> Linnaeus	소리쟁이				0	0								2
	<i>Rumex acetosa</i> Linnaeus	수영								0	0	0		0	4
여뀌과	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	분꽃									0				1
	<i>Tetragonia tetragonoides</i> O. Kuntze	번행초					0			0					2
분꽃과	<i>Portulaca oleracea</i> L.	쇠비름											0		1
	<i>Chenopodium serotinum</i> L.	좀명아주		0											1
석류과	<i>Chenopodium album</i> Linnaeus	명아주									0				1
	<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주	0	0											2
쇠비름과	<i>Salsola komarovii</i> Iljin	수송나물	0		0			0				0			4
	<i>Litsea japonica</i> (Thunb.) Jussieu	까마귀쭈나무									0		0		2
명아주과	<i>Eurya emarginata</i> (Thunb.) Makino	우묵사스레피											0		1
	<i>Lepidium apetalum</i> Willdenow	다닥냉이								0					1
녹나무과	<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이			0										1
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> Medicus	냉이											0		1
차나무과	<i>Coronopus didymus</i> Smith	냄새냉이											0		1
	<i>Brassica juncea</i> var. <i>integrifolia</i> Sinsk.	갯			0	0									2
십자화과	<i>Diptaxis muralis</i> (L.) DC.	모래냉이										0	0		2
	<i>Raphanus sativus</i> L.	갯무				0		0	0	0	0				5
장미과	<i>Rubus parvifolius</i> Linnaeus	멍석딸기								0					1
	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	찔레				0					0				2
콩과	<i>Medicago polymorpha</i> L.	개자리	0												1
	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	콩											0		1
앵이밥과	<i>Vicia angustifolia</i> var. <i>segetilis</i> K. Koch.	살갈퀴										0			1
	<i>Medicago lupulina</i> Linnaeus	잔개자리								0		0			2
대극과	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	췌								0				0	2
	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀										0		0	2
노박덩굴과	<i>Oxalis corniculata</i> L.	앵이밥				0				0	0			0	4
	<i>Acalypha australis</i> L.	깨풀				0									1
포도과	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muller-Arg.	예덕나무									0				1
	<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대			0	0									2
제비꽃과	<i>Euphorbia supina</i> Rafinesque	애기땅빈대				0			0			0			3
	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	사철나무		0											1
바늘꽃과	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagnepain	거지덩굴				0									1
	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> Trautvetter	개머루									0				1
산형과	<i>Viola mandshurica</i> W. Becker	제비꽃								0					1
	<i>Oenothera laciniata</i> Hill	애기달맞이꽃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
꼭두선이고	<i>Glehnia littoralis</i> Fr. Schmidt ex Miquel	갯방풍					0	0		0		0			4
	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merrill	계요등		0											1
꼭두선이고	<i>Rubia cordifolia</i> L.	갈퀴꼭두서니									0				1

과명	학명	국명	조사구번호												빈도
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
메꽃과	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼	0												1
	<i>Dichondra repens</i> Forster	아욱메꽃				0									1
	<i>Calystegia soldanella</i> Roemer & Schultes	갯메꽃	0	0	0		0	0	0	0	0	0			9
마편초과	<i>Vitex rotundifolia</i> L. f.	순비기나무	0				0	0	0	0					5
꿀풀과	<i>Lanum amplexicaule</i> L.	광대나물				0									1
	<i>Scutellaria strigillosa</i> Hemsley	참골무꽃								0					1
가지과	<i>Datura metel</i> L.	흰독말풀								0					1
질경이과	<i>Plantago camtschatica</i> Chamisso ex Link	개질경이								0					1
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	창질경이			0				0	0	0				4
인동과	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	인동							0		0				2
국화과	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Persoon	개망초								0					1
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	0												1
	<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf.	붉은서나물				0									1
	<i>Artemisia scoparia</i> Waldstein & Kitaibel	비쭉			0										1
	<i>Lactuca indica</i> L.	왕고들빼기				0									1
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	큰방가지뚥		0											1
	<i>Sonchus brachyotus</i> De Candolle	사데풀										0			1
	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	뽕리뱅이				0							0		2
	<i>Heteropappus hispidus</i> (Thunb.) Lessing	갯쭉부쟁이						0	0						2
	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	서양금혼초			0	0						0			3
	<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리		0						0	0				3
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초					0					0	0	0	4
	<i>Wedelia prostrata</i> Hemsley	갯금볼초	0				0	0		0		0			5
	<i>Ixeris repens</i> (Linnaeus) A. Gray	갯썸바귀	0		0		0	0		0					5
	<i>Artemisia capillaris</i> Thunberg	사철쭉						0	0	0		0		0	5
	<i>Sonchus oleraceus</i> Linnaeus	방가지뚥						0		0	0	0	0		5
	<i>Artemisia princeps</i> Pampanini	쭉	0	0	0			0	0	0	0	0		0	9
수선화과	<i>Crinum asiaticum</i> L.	문주란												0	1
닭의장풀과	<i>Commelina communis</i> Linnaeus	닭의장풀				0									1
벼과	<i>Setaria viridis</i> (Linnaeus) Beauvois	강아지풀							0						1
	<i>Setaria glauca</i> (Linnaeus) Beauvois	금강아지풀				0									1
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (Linnaeus) Beauvois	돌피				0									1
	<i>Aegilops cylindrica</i> Host.	염소풀	0												1
	<i>Eleusine indica</i> (Linnaeus) Gaertner	왕바랭이				0									1
	<i>Bromus unioloides</i> H.B.K.	큰이삭풀										0			1
	<i>Zoysia sinica</i> Hance	갯잔디	0				0								2
	<i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steudel	참새피									0	0			2
	<i>Ischaemum anthephoroides</i> Miquel	갯쇠보리					0	0				0			3
	<i>Digitaria violascens</i> Link	민바랭이							0	0				0	3
	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel.	바랭이	0	0	0	0									4
	<i>Zoysia japonica</i> Steudel	잔디						0		0	0	0			4
	<i>Imperata cylindrica</i> (Linnaeus) Beauvois	띠	0				0		0	0	0	0			6
사초과	<i>Cyperus microiria</i> Steudel	금방동사니				0									1
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	향부자			0										1
	<i>Carex kobomugi</i> Ohwi	통보리사초						0							1
	<i>Carex drymphila</i> var. <i>pilifera</i> Kukenthal	모래사초	0		0		0								3
	<i>Carex pumila</i> Thunberg	좁보리사초						0		0	0				3
출현종 수			16	10	16	20	13	16	14	27	22	22	14	10	90

출현식물 종들은 국화과(19%), 벼과(15%), 십자화과(8%)의 비율 순으로 높게 나타났다(그림 41). 애기달맞이꽃을 제외한 식물종의 출현빈도(50%이상)는 해안지대 사질토양 및 교란된 입지에서 주로 확인되는 갯메꽃(75%), 쭉(75%), 띠(50%) 등의 순으로 나타났다.

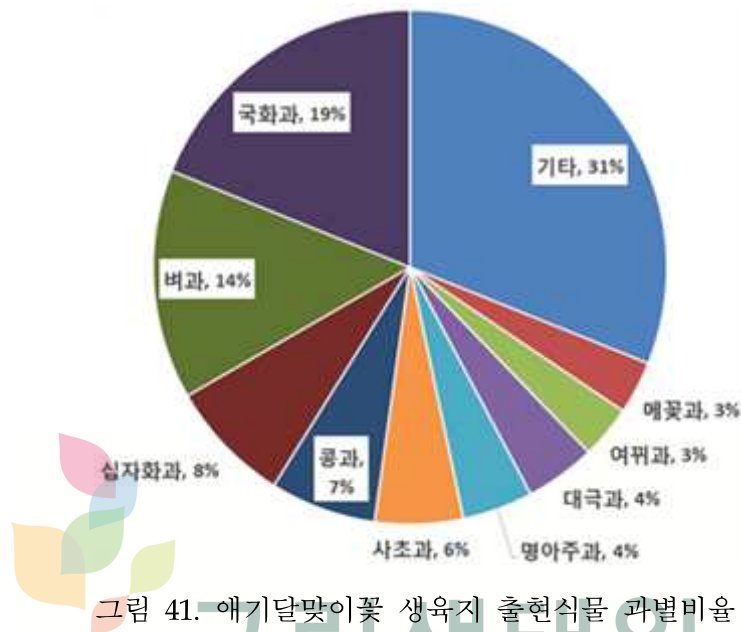


그림 41. 애기달맞이꽃 생육지 출현식물 과별비율

전체 출현식물 가운데 귀화식물은 총 28분류군으로 전체출현 90종 중 31.2%가 귀화종인 것으로 확인 되었으며 이 가운데 토착생태계를 교란시키는 것으로 알려져, 환경부에서 법적으로 지정한 생태계교란식물은 돼지풀, 애기수영, 서양금혼초 등 총 3종이 확인되었다(표 20).

표 20. 애기달맞이꽃 조사지역의 귀화식물상

과명	학명	국명	원산지
여뀌과	<i>Rumex crispus</i> Linnaeus	소리쟁이	유럽
	<i>Rumex acetosella</i> Linnaeus	애기수영	유럽
명아주과	<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주	유럽, 아시아
	<i>Chenopodium serotinum</i> L.	좀명아주	유럽
십자화과	<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이	북미
	<i>Brassica juncea</i> var. <i>integrifolia</i> Sinsk.	갓	중국
	<i>Lepidium apetalum</i> Willdenow	다닥냉이	북미
	<i>Coronopus didymus</i> Smith	냄새냉이	유럽
	<i>Diplotaxis muralis</i> (L.)DC.	모래냉이	지중해연안
콩과	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	유럽, 북미
	<i>Medicago polymorpha</i> L.	개자리	유럽
	<i>Medicago lupulina</i> Linnaeus	잔개자리	유럽
대극과	<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대	북미
	<i>Euphorbia supina</i> Rafinesque	애기땅빈대	북미
바늘꽃과	<i>Oenothera laciniata</i> Hill	애기달맞이꽃	북미
메꽃과	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼	북미
가지과	<i>Datura metel</i> L.	흰독말풀	열대아시아
질경이과	<i>Plantago lanceolata</i> L.	창질경이	유럽
국화과	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	북미
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Persoon	개망초	북미
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	큰방가지뚥	유럽
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초	북미
	<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리	북미
	<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf.	붉은서나물	북미
	<i>Hypochoeris radicata</i> L.	서양금혼초	유럽
	<i>Sonchus oleraceus</i> Linnaeus	방가지뚥	유럽
벼과	<i>Aegilops cylindrica</i> Host.	염소풀	유럽
	<i>Bromus unioloides</i> H.B.K.	큰이삭풀	남미

귀화식물의 원산지별 비율은 북미(39%)와 유럽(39%)이 가장 높은 비율을 나타냈으며 조사지역의 귀화식물 원산지는 대부분 북미 및 유럽인 것으로 확인되었다(그림 42).

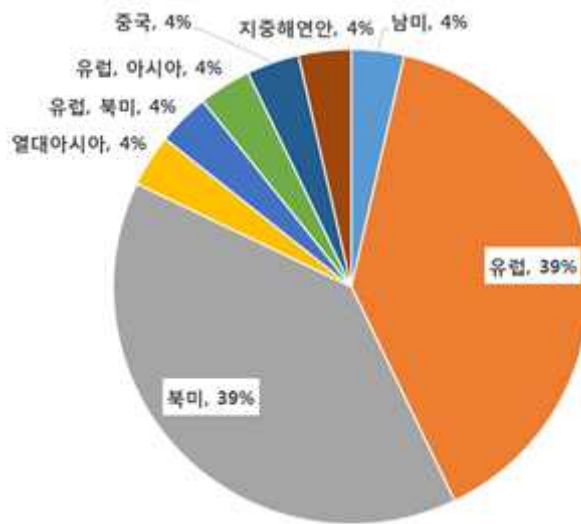


그림 42. 애기달맞이꽃 생육지 귀화식물 원산지 비율

애기달맞이꽃 생육지에서 출현하는 식물종을 대상으로 한 생활형 분석결과 참꽃무꽃, 개질경이, 갯금불초 등의 반지중식물(H)이 39%로 가장 높게 나타났으며, 개자리, 다닥냉이, 갯 등 일년생식물(Th)이 30%, 갯메꽃, 명석딸기, 아욱메풀 등 지중식물(G)이 7%의 순으로 나타났다(그림 43).

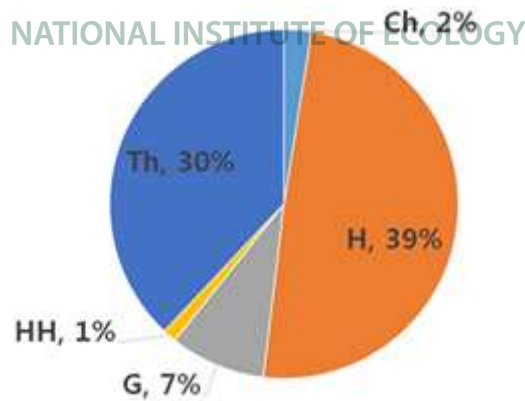


그림 43. 애기달맞이꽃 생육지 출현 식물 생활형 비율

다년생식물의 비율이 일년생식물보다 높게 나타난 것은 해안지역의 사질 입지 특성으로 인하여 염해가 발생되고 바람에 의한 모래의 잦은 이동 등 물리적 스트레스가 중간경쟁보다 빈번하게 일어나므로 뿌리가 잘 발달하는 해양성 다년생식물이 다수 출현하는 것으로 해석된다.

식물구계학적 특정 식물종은 I 등급 11종, III등급 2종, IV등급 1종, V등급 1종 등 총 15종이 확인되었으며 전체 식물상의 16.6%에 해당되는 것으로 나타났다(표 21). 애기달맞이꽃이 출현하는 서식처는 비록 인간에 의한 교란에 노출된 입지이지만 자연적으로 발생하는 염해, 풍해, 토양의 이동 등 물리적 스트레스가 빈번하게 발생하는 입지로 이러한 환경에 적응한 독특하고 제한적인 식물만 생존할 수 있는 입지적 특성을 가지고 있으므로 달맞이꽃의 서식입지보다 특정종 다양성이 높은 것으로 판단된다.

표 21. 애기달맞이꽃 조사지의 식물구계학적 특정식물종

과명	학명	국명	등급
석류풀과	<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) O. Kuntze	번행초	I
차나무과	<i>Eurya emarginata</i> (Thunb.) Makino	우묵사스레피	III
대극과	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muller-Arg.	예덕나무	I
노박덩굴과	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	사철나무	I
포도과	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagnepain	거지덩굴	I
산형과	<i>Glehnia littoralis</i> Fr. Schmidt ex Miquel	갯방풍	I
메꽃과	<i>Calystegia soldanella</i> (Linnaeus) Roemer & Schultes	갯메꽃	I
	<i>Dichondra repens</i> Forster	아욱메풀	III
마편초과	<i>Vitex rotundifolia</i> L. f.	순비기나무	I
꿀풀과	<i>Scutellaria strigillosa</i> Hemsley	참꿀무꽃	I
질경이과	<i>Plantago camtschatica</i> Chamisso ex Link	개질경이	I
국화과	<i>Ixeris repens</i> (Linnaeus) A. Gray	갯씀바귀	I
	<i>Wedelia prostrata</i> (Hook. et Arn.) Hemsley	갯금불초	IV
수선화과	<i>Crinum asiaticum</i> L.	문주란	V
벼과	<i>Ischaemum anthephoroides</i> (Steud.) Miquel	갯쇠보리	I

(3) 정착 및 확산특성

(가) 달맞이꽃

달맞이꽃의 분포는 주로 남부지방에 치우쳐 분포하고 있었으며 위도가 높은 지역 및 제주도에서는 그 분포가 감소되었다. 이것은 달맞이꽃 원산지인 북아메리카 동부 지역의 기후가 4계절이 뚜렷한 온대기후대조건이며 국내의 분포현황도 그와 유사한 기후조건에서 확산이 진행되어 있음을 의미한다. 식물체가 겨울시기에 근생엽으로 해를 넘기는 생태형질 또한 계절변화가 뚜렷한 지역에서 오랜 시기에 걸쳐 적응진화한 결과로 볼 수 있다. 달맞이꽃의 서식처는 주로 다른 초본이 형성되지 않는 나지조건 및 천이초기단계의 키작은 초본류가 우점하는 개방초지 등지에서 출현하는 것으로 나타났다. 고경초본 및 목본성 식물중에 의해 수관층이 형성되어 있는 곳은 침투가 어려운 호광성식물로 판단되며 월년초로서 개체의 생활환(life-cycle)이 짧으며 많은 수의 종자생성능력과 함께 훼손된 입지에서 선구적으로 발달하는 전형적인 r-선택(r-selection) 식물에 해당될 수 있다(Reznick D. et al., 2002). 이러한 달맞이꽃의 생태적 특성들을 볼 때, 자연식생이 발달한 생태적으로 우수한 장소로의 침투 및 확산은 어려우며 인간에 의해 토양의 교란이 지속적으로 일어나는 입지인 도로변, 하천변, 휴경작지, 산지절개지 등지를 중심으로 제한적인 확산이 이루어진다는 것을 알 수 있다.

(나) 애기달맞이꽃

애기달맞이꽃의 분포는 남부지방에 국소적으로 분포하며 제주도에 집중적으로 분포하는 것이 확인되었으며 대부분 바다와 연결한 모래질 토양에서 발견되었다. 이것은 애기달맞이꽃의 원산지인 북아메리카 자생지의 토지 및 기후조건과 비교하여 국내에서도 매우 유사한 환경조건에서 확산이 이루어진다는 것을 알 수 있으며, 본종의 귀화가 확인된 다른 국가에서도 주요환경요인이 유사한 입지에서 확산된다는 것을 알 수 있었다.

애기달맞이꽃의 서식처는 주로 다른 초본이 형성되지 않는 해안지방 모래질 토양이나 키작은 초본이 형성되어 있는 장소를 중심으로 발달하고 있다. 애기달맞이꽃이 서식하는 입지의 식물종조성에서 문주란, 갯금불초, 참골무꽃 등 특정식물종이 다수 출현하는 것으로 확인되었는데, 이것은 해안지역에서 자연적으로 발생하는 염해, 풍해, 토양의 이동 등 물리적 스트레스가 빈번하게 발생하는 환경에 적응 및 진화한 특특하고 제한적인 식물만 생존할 수 있는 입지적 특성에 기인한 것으로 판단된다. 한반도의 기후변화가 진행된다면 본종의 내륙으로의 확산은 해안지방의 사질토양 및 투수성이 좋은 하천주변을 중심으로 제한적인 분포확산이 진행될 것으로 예상된다.

라. 관리방안

(가) 달맞이꽃

달맞이꽃은 1890년대 이후에 국내에 귀화한 종이다(박수현, 2009). 국내에서 자생한지 100년 이상된 귀화식물로 전국적인 확산이 이미 진행된 상태이며, 현재까지 토착생태계에 대한 특별한 위해성이 확인되지 않고 있다. 이것은 수명이 짧은 월년생식물이며 교란된 입지를 중심으로 확산이 제한되어 있기 때문이다. 간혹 하천제방과 같은 광범위한 입지에 우점하는 양상을 나타내나 모두 인간간섭이 지속적으로 이루어지는 입지적 특징을 나타내므로 잠재적으로 인간간섭이 최소화 된다면 쉽게 다른 식생으로 천이가 가능할 것으로 판단된다.

(나) 애기달맞이꽃

애기달맞이꽃은 지면을 피복하여 확산하므로 높은 피도로 우점할 경우 주변자생식물종과 경쟁이 일어날 수 있으며, 식물의 분포를 제한하는 2 가지 환경요소(물리적스트레스, 종간경쟁)에 잠재적인 내성이 있는 종이므로 제거 및 생태적 복원 관리가 필요한 종으로 판단된다. 본 종은 키작은 월년생 식물로 해안지방의 사질토양에서 분포가 확인되었지만, 답압, 자생식생이 파괴된 모래땅, 토양의 뒤엎기 등 모두 인간간섭이 지속적으로 이루어진 곳을 중심으로 우점하여 확산되는 양상이 관찰되었다. 따라서 본종을 제어하기 위해선 우선적으로 인간간섭도를 최소화하여 해안자생식물종으로 천이 진행을 촉진시켜야 하며, 식재에 의한 복원을 한다면 본 식물보다 고경으로 자랄 수 있는 해안자생식물인 갯그렁, 순비기나무 등의 다년생식물로 대체하는 것이 바람직하다.

IV. 결론 및 제언

2014년 수행된 외래생물 정밀조사 대상인 늑대거북, 악어거북, 대만꽃사슴, 갈색날개매미충, 해바라기방패벌레, 달맞이꽃 등을 포함한 6종의 연구에 대한 결론 및 제언은 다음과 같다.

1. 늑대거북(*Chelydra serpentina*)

애완동물로서 늑대거북에 대한 관심이 증가 되고 있으나, 성장하면서 관리의 어려움이 있어 자연생태계로의 유기 가능성이 매우 높다. 자연생태계로 도입시 정착가능성이 매우 높으며, 강한 공격성 등으로 자연생태계 및 인간에 피해를 가할 수 있다. 자연생태계에서의 늑대거북 포획조사결과 2개체가 포획되었으며, 사육농장 방문 조사 결과 야외사육지에서 산란 및 부화 사례를 확인하였다. 또한 e-DNA의 조사를 위해 조직샘플에서 DNA를 확보하였고, cytB 유전자의 증폭을 통해 조직샘플의 DNA와 사육수조 샘플의 DNA에서 cytB 유전자를 증폭하였으며, 수도권 일대의 20개 지점에서 채수한 환경샘플에서 DNA 추출하여 cytB 유전자 증폭 결과 3지점에서 증폭산물을 확인하였다. 이에 3지점에 대한 추가적 연구가 수행되어야 하며, 현장조사를 통하여 실제 서식여부를 확인할 필요가 있다.

2. 악어거북(*Macrochelys temminckii*)

악어거북은 민물거북류 중 가장 큰 종으로 남획 및 서식처 변화 등으로 개체수가 감소되어 미국의 요청으로 CITES 부속서 III에 등록되어 국외반출이 금지되었다. 하지만 유럽과 아시아 등에 애완용으로 수출되어 일부 국가에서 자연생태계로 방류되어 서식하는 것이 알려지고 있으며, 일본과 중국에서는 생태계로 유입되어 피해사례가 보고 된 바 있다. 본 조사에서는 자연생태계에서 포획되지 않았으나, 2011년 경북 구미에서 포획된 사례를 확인하였다. 사육농장 방문에서도 성체 3개체를 사육하고 있는 것을 확인하였다. 현재 다수가 애완용으로 사육되어지고 있는 실정임으로 사육포기시 자연으로의 유기를 사전에 차단할 수 있도록, 동물원 등에서 기증 받을 수 있는 절차를 마련하여야 하고, 자연에서 신고체계를 마련하여 전문가에 의해 포획 될 수 있도록 하여야 한다.

3. 대만꽃사슴(*Cervus nippon taiouanus*)

국내 서식하는 대만꽃사슴은 도서, 내륙지역 등 한정된 지역에서 행하여지는 자연방사와 사육시설에서의 이탈이 원인이 되어 자연생태계로 유입되었으며, 현재에도 지속적인 유입이 관찰되고 있다. 특히 천적이 없고 서식 환경이 적합한 도서지역의 경우 수용 한계 면적까지 개체수의 증식이 나타날 수 있다. 사육하는 대만꽃사슴은 체계적이고 지속적인 관리에 임해야하며, 자연으로 방사하는 행위는 중단되어야 한다. 자연에 유출된 대만꽃사슴은 토종 유제류와 서식지 경쟁이 나타날 수 있으며, 고유 사슴 복원 시 유전자 교란 등의 우려가 있다. 또한 서식에 의해 치수의 왜소화나 초지 식생 피해, 숲의 파괴, 수종의 갱신 등에 부정적인 영향을 준다. 한정된 서식지를 벗어난 자연 유출 개체에 대해서는 지속적인 모니터링을 통해 즉각 검출할 수 있는 제도적인 장치가 필요하며 검출 시 효과적인 관리계획을 수립하여 완전한 서식의 배제가 필요하다.

4. 갈색날개매미충(*Pochazia shantungensis*)

농업해충과 산림해충으로 주목받고 있는 갈색날개매미충은 중국 산둥성, 저장성 등 서해와 인접한 동부지역이 원산지로 추정되며, 중국 지린성에서는 이미 다양한 과수와 가로수의 주요 경제적 해충으로 기록되었다. 발생은 2010년 충남, 전남일대에서 처음 보고되었으며, 국내 침입은 그 이전으로 보고 있다. 2014년 조사 결과 총 41개 시·군에서 발생이 확인되어, 전국으로 빠르게 넓혀가고 있음을 알 수 있었다. 확산 예측 결과, 현재 충남, 전북 지역에 집중적으로 분포 되어있지만, 전국으로 확산 될 가능성이 있으며 특히, 전남과 경남 지역은 잠재적으로 높은 밀도로 발생할 가능성이 있다. 또한, 갈색날개매미충의 기주식물은 총 136종으로 매우 광범위하며, 초본류를 포함한 침엽수까지 산란을 하는 것이 확인되어 기주식물의 범위는 더 늘어날 것으로 전망된다. 특히, 주로 1년생 가지의 조직내 산란하기 때문에, 과수농가에 피해를 주며, 약충과 성충의 흡즙 과 분비물, 밀납물질로 인한 식물체에 큰 피해를 주는 경제해충이다.

기주범위가 넓고 주로 산림 속에서 서식하다가 산란시기에 농작물 재배지로 이동하여 흡즙 및 산란 피해를 유발하고, 식물의 가지 조직내 산란을 하기 때문에 방제가 어렵다. 또한 비행을 하거나 차량이나 수목에 매달려 먼 거리를 이동 할 수 있기 때문에 빠르게 확산될 수 있다. 따라서 산란된 난괴를 물리적으로 제거하거나, 산란기에 집중적으로 유입되는 암컷 성충들을 유인하여

산란 피해를 줄이는 방법이 필요하다. 또한, 월동 후 부화시기를 정확히 예측하여 효과적인 방제를 실시하며 친환경 약제 또는 생물학적 방제법의 개발이 필요하다. 그리고 많은 기관에서 예의주시하는 만큼, 관련기관들의 유기적인 협조를 통하여, 피해를 미리 예방하고 효과적인 방제를 실시하는 등 전략적인 관리방안의 수립이 필요하다.

5. 해바라기방패벌레 (*Corythucha marmorata*)

해바라기방패벌레는 북미가 원산인 외래곤충으로 2011년 경주에서 처음 확인되었다. 일본에서는 2000년 처음 발견되어 현재는 해충으로 인식되어 있으며, 중국에서 2012년에 처음 발견되어 확산 중에 있다. 국내에는 2013년 27개 시·군에서, 2014년에는 28개를 추가로 확인하여, 총 55개 시·군에서 발생이 확인되었다. 현재 제주도를 제외한 전국에 분포한다. 주요 기주식물인 국화과를 포함한 32종의 식물을 가해하는 것으로 조사되었으며, 이 중 15종이 외래종으로 확인되었다. 성충과 약충은 잎을 흡즙하며 배설물을 남겨 식물체에 피해를 준다. 국내에서는 도로변, 휴게소, 나지 등에서 주로 발견되었으며, 특히, 고속도로와 국도 주변에서 높은 밀도로 관찰되었다.

해바라기방패벌레는 차량등에 묻어 장거리를 쉽게 이동한 것으로 추측되며, 앞으로도 추후 상세한 이동 및 분포 조사가 이루어져야 할 것이다. 주로 국화과의 외래식물을 번식원으로 하지만 일부 작물에서 확인됨으로써 농업해충에 대한 관심이 필요하다. 또한 환경변화에 따라 기주식물의 범위는 더 확대될 가능성이 있으며, 추가적인 기주식물과 피해정도 조사와 천적 및 생물학적 방제에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다. 방제법으로는 부화시기에 물리적으로 직접 제거하는 방법과 약제 분사를 통한 화학적 방제법이 있으며, 농업 해충으로 피해가 증가할 시 친환경 방제법의 개발 또한 필요할 것이다. 또한, 벌목 충채벌과의 한 종이 해바라기방패벌레의 알에 기생한 연구 등을 참고로 천적을 이용한 생물학적 방제 연구가 필요해 보인다.

6. 달맞이꽃속(*Oenothera*)

가. 달맞이꽃

달맞이꽃은 1890년대 이후에 국내에 귀화한 종으로 전국적인 분포가 확인되고 있다. 주요 생육지는 도로변, 산지절재기, 공터, 하천변 등으로 확인되었으며, 모두 교란된 입지조건에서 확인되었다. 식물종 조성에서도 교란입지를 중심으로 나타나는 종들이 다수 출현하고 있으며, 법적보호종의 출현이 확인되지 않고 있다. 현재까지 토착생태계를 교란시키는 위해성에 대한 보고가 없으며 천이초기단계에서 나타나는 선구적 식물종으로 판단되므로 특별한 제거 및 관리방안 수립이 불필요 할 것으로 보이며 잠재적으로 달맞이꽃 서식처에서의 인간간섭이 최소화 된다면 쉽게 다른 식생으로 변화될 것으로 보인다.

나. 애기달맞이꽃

애기달맞이꽃은 북미원산의 귀화종으로 국내에는 1961~1980년대 들어온 것으로 알려져 있다. 주요 서식처는 해안지방의 모래질 토양이며 인간간섭에 의해 고유의 해안식생이 파괴된 곳과 나지입지 등지를 중심으로 분포가 확인되었다. 달맞이꽃에 비하여 제한된 서식처 특성을 보이며 식물 종조성 상 고유종의 출현이 높게 나타났다. 지면을 기면서 세력을 확장시키므로 높은 피도로 우점할 경우 좁보리사초, 통보리사초, 갯메꽃 등 키작은 해안자생식물종과 경쟁이 일어날 수 있으므로 우점하는 입지에서는 제거 및 관리가 필요할 것으로 보이며, 추후 지속적인 연구를 바탕으로 생태계에 미치는 영향력을 세밀하게 확인 할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 국립공원관리공단. 2012. 환경기사. www.kknps.or.kr.
- 국립농업과학원. 2014. <http://www.naas.go.kr/pisys>.
- 국립생물자원관. 2014. 한국의 멸종위기종(KORED). <http://www.korearedlist.go.kr/redlist/home/exlist/exlist.jsp>.
- 국립환경과학원. 2010. 한국의 주요 외래동물Ⅱ, 인천. p. 134.
- 국립환경과학원. 2012a. 생태계위해성이 높은 외래종의 정밀조사 및 관리방안 (VII). 환경부.
- 국립환경과학원. 2012b. 한국의 주요 외래동·식물, 인천. p. 271.
- 국립환경과학원. 2013. 생태계위해성이 높은 외래종의 정밀조사 및 관리방안 (VIII). 환경부.
- 권혁수. 2011. 보호지역계획을 위한 생물다양성 통합평가모형 : 지리산과 덕유산, 가야산 권역을 대상으로. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김동성, 박수현. 2009. 잡초 I 이관화류 형태·생리·생태. 이천농업자원도서 pp. 657-665
- 김철환. 2000. 자연환경평가: I. 식물군의 선정. 한국환경생물학회지 18:163-198.
- 농림수산식품부. 2007. 기타가축 통계자료. www.mifaff.go.kr.
- 농림수산식품부. 2012. 기타가축 통계자료. www.mifaff.go.kr.
- 농촌진흥청. 2013. 갈색날개매미충 합동 예찰 결과.
- 박수현. 1995. 한국의 귀화식물 원색도감. 일조각. 서울.
- 박수현. 2001. 한국의 귀화식물 원색도감(보유편). 일조각. 서울.
- 박수현. 2009. 세밀화와 사진으로 보는 한국의 귀화식물. 일조각. 서울.
- 서창완, 박유리, 최윤수. 2008. 위치자료의 종류에 따른 생물종 분포모형 비교 연구, 한국지형공간정보학회지, 16(4): 59-64.
- 이동근, 김호걸. 2010. Maxent 모형을 이용한 서식지 잠재력 평가 : 하천으로부터의 거리, 하천의 차수, 토지이용을 중심으로. 한국환경복원기술학회지. 13(6):161-172.
- 이상영. 2008. 굴업도의 독특한 지형과 생물환경. 굴업도 생태조사 학술보고회

- 및 토론회 자료집. pp. 5-22.
- 이영노. 2006. 새로운 한국식물도감. 교학사, 서울.
- 이창복. 1993. 대한식물도감. 향문사. 서울.
- 진기정. 2013. 국내 도심지 숲에 방사된 꽃사슴 모니터링을 통한 행동양식 및 서식지 특성분석 연구. 한국환경생물학회지 31(4): 322-332.
- 환경부. 2014. 제1차 외래생물 관리계획(2014-2018)-침입 오래생물의 위협으로부터 풍요로운 한반도 생태계 보전.
- 환경부. 2011. 대구지방환경청 홈페이지. <http://www.me.go.kr/daegu/web/board/read.do?menuId=687&boardId=325033&boardMasterId=135&boardCategoryId=31&condition.hideCate=1>
- Amyot, C.J.B. & J.G.A. Serville. 1843. Deuxième partie. Homoptères. Homoptera Latr. Histoire Naturelle des Insectes. Hémiptères 1843: 1-676.
- Ash, C.R. 1954. Tingoidea (Hemiptera) of Tippecanoe County, Indiana. Proc. Indiana Acad. Sci. 63: 185-185.
- Bourgoin, T. 2011. FLOW: Fulgoromorpha Lists On the Web, 1997 - 2011. Version 7, <http://flow.snv.jussieu.fr/cgi-bin/entomosite.pl>.
- Brown, L.N. 1997. A Guide to the Mammals of the Southeastern United States. University of Tennessee Press, Knoxville, Tennessee, USA,
- Choe, D.S., D.I. Kim, S.J. Go, B.Y. Kang, K.S. Lee & J.D. Park. 2011. Bionomics and damage report of Ricaniid planthopper (tentatively, *Ricanula* sp.) in Jeonnam region. In: Proceedings of the fall conference of Korean Society of Applied Entomology, Suwon, Korea. p. 124.
- Choi, D.S., D.I. Kim, S.J. Ko, B.R. Kang, K.S. Lee, J.D. Park. K.J. Choi 2012. Occurrence ecology of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) and selection of environmental friendly agricultural materials for control. Korean J. Appl. Entomol. 51: 141-148.
- Choi, Y.S., I.S. Hwang, T.J. Kang, J.R. Lim, K.R. Choe. 2011. Oviposition characteristics of *Ricania* sp. (Homoptera: Ricaniidae), a new fruit pest. Korean J. Appl. Entomol. 50: 367-372.

- Chou Io & Jin-Sheng Lu. 1977. On the Chinese Ricaniidae with descriptions of eight new species. *Acta Entomologica Sinica* 20(3): 314-322.
- Chou, I., L. Jinsheng, J. Huang & W. Sizheng. 1985. Economic Insect Fauna of China. fasc. 36, Homoptera Fulgoroidea, Science Press, Beijing, China, p. 152.
- Chung, Y.J., T.S. Kwon, W.H. Yeo, B.K. Byun, C.H. Park. 1996. Occurrence of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Tingidae) in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 35(2): 137-139.
- Corbet, G. B. 1978. The Mammals of the Palearctic Region: A Taxonomic Review, British Museum, London, UK.
- Distant, W.L. 1906. The fauna of British India, including Ceylon and Burma. Rhynchota (Heteroptera-Homoptera). London: Taylor & Francis, p. 503.
- Drake, C.T., F.A. Ruhoff. 1965. Lacebugs of the world, a catalog (Hemiptera: Tingidae). United States National Museum Bulletin 243: 1-634.
- Elith, J., S.J. Phillips, T. Hastie, M. Dudik, Y.E. Chee, C.J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists, *Diversity and Distributions* 17: 43-57.
- Feldhamer, G.A. & M.A. Marcus. 1994. Reproductive performance of female sika deer in Maryland. *J. Wildlife Manag.* 58:670-673.
- Flerov, C. C. 1952. Musk Deer and Deer, Fauna of U.S.S.R., Mammals, Academic Science of U.S.S.R., Moscow.
- Fletcher, M.J. 1999. Identification key and checklists for the planthoppers of Australia and New Zealand (Superfamily Fulgoroidea). <http://www.raa.nsw.gov.au/Hort/ascu/fulgor/fulg0.htm>.
- Fletcher, M.J. 2008. A key to the genera of Ricaniidae (Hemiptera: Fulgoromorpha) recorded in Australia with notes on the Australian fauna, including a new species of *Epithalamium* Kirkaldy. *Australian*

- Journal of Entomology 47: 107-120.
- Fletcher, M.S. 1978. The taxonomy, reproduction and development of the Fulgoroid homopterans *Scolypopa australis* (Walker), (Ricaniidae) and *Kallitambinia australis* Muir (Tropiduchidae). Ph. D. thesis, University of Sydney, Australia. p. 208.
- Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. 2011. Alligator Snapping Turtle Biological Status Review Report. p. 16.
- Franklin, J. 2009. Mapping species distributions spatial inference and prediction, Cambridge University Press.
- Fuller R.J & RMA Gill. 2001. Ecological impacts of increasing numbers of deer in British woodland. Forestry 74:194-197.
- GB Non-native Species Secretariat (NNSS): Fact sheet - sika deer (Nov., 2013)
- GB Non-native Species Secretariat (NNSS): Identification sheet - sika deer (Nov., 2013)
- Hoshino, S. 2011. Geographical distribution of *Corythucha marmorata* in Hiroshima Prefecture. Plant Protection, 65(11), 635-639.
- Howey, C.A.F. & S.A. Dinkelacker. 2009. Habitat Selection of the Alligator Snapping Turtle (*Macrochelys temminckii*) in Arkansas. Journal of Herpetology 43(4): 589-596.
- Hwang, C.Y. & S.W. Choi. 1998. Seasonal occurrence of azalea lace bug *Stephanitis pyrioides* (Hemiptera: Tingidae) on Chungbuk. Korean J. Appl. Entomol. 37(1), 49-52.
- Im, J.R., H.C. Mun, J.C. Kim, J.H. Lee, M.Y. Han & Song, Y.J. 2011. Distribution, host ranges and growth temperature of brown *Ricaniid planthopper* in Jeonbuk region. In: Proceedings of the fall conference of Korean Society of Applied Entomology, Suwon, Korea. p. 115.
- Integrated Taxonomic Information Facility (ITIS). 2012. *Cervus nippon* Temminck, 1838.

- Jelger Herder, Alice Valentini, Eva Bellemain, Tony Dejean, Jeroen van Delft, Phillip Francies Thomsen, en Pierre Taberlet. 2014. Environmental DNA-a review of the possible applications for the detection of (invasive) species. RAVON. 112pp.
- Jo, S.H., M.W. Park, H.S. Sin, S.H. Kim, H.R. Kwon, M.J. Suh, Y.M. Yu, & Y.N. Youn. 2011. The occurrence and life history of *Ricaniid planthopper* in apple orchard of Gongju area. In: Proceedings of the fall conference of Korean Society of Applied Entomology, Suwon, Korea. p. 119.
- Kaji, Koichi, Takashi Saitoh, Hiroyuki Uno, Hiroyuki Matsuda, Kohji Yamamura. 2011. Adaptive management of sika deer populations in Hokkaido, Japan: theory and practice.
- Jung. 1999. A study on the standard specification of flower deer.
- Kai, D., G. Lei & Z. Jin. 2012. First record of the Chrysanthemum lace bug, *Corythucha marmorata* (Uhler, 1878) from China. Acta Zootaxonomica Sinica, 37(4), 894-898.
- Kato, A. & N. Ohayashi. 2009. Habitat expansion of an exotic lace bug, *Corythucha marmorata* (Uhler) (Hemiptera: Tingidae), on the Kii Peninsula and Shikoku Island in western Japan. Entomological Science 12, 130 - 134.
- Kim D.A & B.T Shin. 1989. Guidebook of feeding and management. Korea Feed Association.
- Kim, D.E. & J. Kil. 2014. Geographical Distribution and Host plants of *Corythucha marmorata* (Uhler) (Hemiptera: Tingidae) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 53(2): 185-191.
- Lee, G.S. & S.M. Lee. 2012. A new exotic Tingid Species, *Corythucha marmorata* (Uhler) (Hemiptera: Tingidae) in Korea. Autumn Symposium of Korean J. Appl. Entomol. 10, 159-159.
- Liu, S., Z. Ji Bao, K. Zhang, Z. He, J. Song, H. Song. 2007. The Distribution and Damage Characteristics of Overwintering Eggs'Nidi of *Ricania*

- sublimbata* Jacobi. Journal of Nanjing Forestry University)Natural Sciences Edition). 31(3): 57-62
- Lee, T.B., 2003. Coloured flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul, Korea.
- Mattioli, S. 2011. Family Cervidae (Deer). in: Wilson, D.E. & Mittermeier, R.A. eds. 2011. Handbook of the Mammals of the World. Vol.2: p. 421. Hoofed Mammals. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Melchior, H. 1964. A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. Gebruder Borntraeger. Berlin. Band II.
- NAQS(National Agricultural Products Quality Management Service), 2005. Illustrated guide to crop plants. National Agricultural Products Quality Management Service, Korea.
- NIER (National Institute of Environmental Research), 2011. Alien species in Korea. GeoBook, Seoul, Korea. pp. 26-27.
- Paek, M.K., J.M. Hwang, K.S. Jung, T.W. Kim, M.C. Kim, Y.J. Lee, Y.B. Cho, S.W. Park, H.S. Lee, D.S. Ku, J.C. Jeong, K.G. Kim, D.S. Choi, E.H. Shin, J.H. Hwang, J.S. Lee, S.S. Kim, Y.S. Bae. 2010. Checklist of Korean insects. Nature & Ecology Publ. Seoul, Korea.
- Park, S.H. 2009. New illustrations and photographs of naturalized plants of Korea. Ilchokak, Seoul, Korea.
- Pearson, R. G., C. J. Raxworthy et al. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. Journal of Biogeography. Vol. 34, pp. 102-117.
- Phillips, S., R. Anderson, & R. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions, Ecological Modelling, 190 : 231-259.
- PIER homepage. www.hear.org/pier/species/oenothera_laciniata.htm. 검색날짜 2014. 10. 28.
- Puttler Benjamin & Serguei V. Triapitsyn. 2006. A new species of Anagrus (Hymenoptera; Mymaridae) from Missouri (USA), egg parasitoid of *Corythucha marmorata* (Hemiptera; Tingidae). Entomological news. Vol.

117(1): 25-30

- Putman, R. 1988. The Natural History of Deer, Christopher Helm, London.
- Rahman, M.A., Y.J. Kwon, S.J. Suh, Y.N. Youn, S.H. Jo. 2012. The Genus *Pochazia* Amyot and Serville (Hemiptera:Ricaniidae) from Korea, with a Newly Recorded Species. Korean J. Appl. Entomol. 9(5): 239-247.
- Raunkiaer, C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected paper of C. Raunkiaer, pp. 1-1,934, Clarendon press, Oxford, UK.
- RDA, 2013. <http://www.rda.go.kr>.
- Reznick D., M.J Bryant & F. Bashey. 2002. r-and K-selection revisited: the role of population regulation in life-history evolution. Ecology 83: 1509-1520.
- Shen, Q., J.Y. Wang, J.D. Liu, Y.F. Chen, X.H. Fan, & Y.Q. Zhu. 2007. Bionomics and control of *Ricania shantungensis*. Chinese bulletin of Entomology, 44(1), 116-119.
- Siew, Y.C. 1960. Some contributions to the biology of *Scolypopa australis* Walker (Homoptera: Ricaniidae). M. Sc. thesis, University of Auckland, Auckland, New Zealand. p. 185.
- Sumitra Singh, Rupinder Kaur, Surendra Kr. Sharma. 2012. An updated review on the *Oenothera* genus. Journal of Chinese Integrative Medicine 10: 717-725.
- Takatsuki. 2009. Geographical variations in food habits of sika deer: the northern grazer vs. the southern browser, Sika Deer: Biology and Management of Native and Introduced Populations. pp. 231-237.
- Thomas, L., S. T. Buckland, E. A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J.R.B. Bishop, T.A. Marques & K. P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling survey for estimating population size. Journal of Applied Ecology 47: 5-14.
- Tomokuni, M., 2002. The lace bug that comes over sea. National Science

Museum News, 399: 7.

Wagner, Warren L., Derral R. Herbst, S. H. Sohmer. 1999. Manual of the flowering plants of Hawaii. Revised edition. Bernice P. Bishop Museum special publication. University of Hawaii. Bishop Museum Press, Honolulu. p. 1919.

Whitehead, G. K. 1972. The Deer of the World. Constable & Company Ltd., London.

Whitehead, G. K. 1993. The Whitehead Encyclopedia of Deer, Swan Hill, Shrewsbury, England.

Xu, C.Q., A.P. Liang & G.M. Jiang. 2006. The genus *Euricania* Melichar (Hemiptera: Ricaniidae) from China. Raffl. Bull. Zool. 54(1): 1-10.

Yoon, C.S., H.G. Kim, W.Y. Choi, S.W. Cheong. 2013. First record on the exotic lace bug of Asteraceae, *Corythucha marmorata* Uhler (Hemiptera: Tingidae) in Korea. Journal of Environmental Science International, 22(12): 1611-1614.



