기본연구
2020-04

DSI

대전시 설치류 분포에 따른 산림 유형 평가

이 은 재

대전세종연구원
DAEJEON SEJONG RESEARCH INSTITUTE

기본연구 2020-04

대전시 설치류 분포에 따른 산림 유형 평가

Estimation of the forest types due to the rodent distribution in Daejeon Metropolitan City

이 은 재

대전세종연구원
DAEJEON SEJONG RESEARCH INSTITUTE

연구책임 • 이은재 / 도시기반연구실 책임연구위원

기본연구 2020-04

대전시 설치류 분포에 따른 산림 유형 평가

발행인 정 재 근
발행일 2020년 12월
발행처 대전세종연구원
34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동)
전화: 042-530-0000 팩스: 042-530-3528
홈페이지 : http://www.dsi.re.kr

인쇄: ㈜믹스위즈 TEL 070-8279-3343 FAX 0507-711-7732

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시와 세종특별자치시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.
출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

요약 및 정책건의

■ 연구 배경 및 필요성

○ 최근 산림면적 감소와 단절로 인한 야생생물 종다양성 감소 및 멸종위기종 증가 등 야생생물 서식 여건이 지속적으로 악화됨

○ 설치류는 산림생태계의 중간자 역할을 하며, 환경 변화에 대한 반응 정도를 파악하기 위한 환경지표종으로 많이 활용됨

○ 산림의 유형(면적, 형태 등)은 야생동물 종다양성에 영향을 미침

- 대전 내에서 설치류를 대상으로 관련 연구가 미흡한 실정임

○ 대전 내 산림 유형에 따른 설치류 분포 및 밀도와의 관계를 통해, 설치류와 생물다양성을 위한 산림 관리방안 제시 필요

■ 연구목적 및 방법

○ 국내·외 관련 연구·관리 동향 파악

- 국내 설치류 연구 동향 파악
- 산림유형과 야생동물과의 관계에 대한 연구 파악

○ 산림 환경 조사

- 조류(2012년)와 중대형포유류(2015년) 연구지점에서 동일 수행
- 지역별 산림면적과 둘레, 표고, 경사, 향, 임상, 경급, 영급 등 분석
- 전체 설치류 포획 지점에서 산림환경 구조조사 실시

○ 소형 포유류 포획 조사

- 전체 35개 지역에 0.64ha(80×80m)의 방향구를 설정한 후, 생체포획용 덫을 25개(5×5개)씩 설치하여 3일 연소조사 수행

■ 연구결과

□ **관련 연구 동향**

○ 국내 설치류 연구는 질병 및 계통분류학적 연구가 주를 이룸

- 2000년대 이후부터 설치류 생태연구가 본격적으로 수행됨

○ 산림 유형과 야생동물과의 관계에 대한 연구는 주로 조류를 중심으로 수행되었으며, 국내 특히 대전에서 설치류 관련 연구는 없는 실정임

□ **산림환경 및 설치류 포획조사**

○ 조사지역은 대부분 저지대에 완만한 경사를 띠고 있었음

○ 산림환경 구조조사 결과, 대부분 자연적·인위적 교란이 크지 않은 전형적인 산림의 구조를 띠고 있었음

○ 총 35개 지점에서 설치류 6종 201개체가 303회에 걸쳐 포획됨

- 등줄쥐가 77개체로 우점하였으며, 일부 생쥐와 시궁쥐가 포획됨

○ 산림 면적 및 둘레가 넓을수록 설치류 전체 밀도 및 산림성 설치류(등줄쥐와 흰넓적다리붉은쥐, 비단털들쥐, 다람쥐)의 밀도가 증가하는 것으로 나타남

○ 산림성 설치류의 경우 하층피도량과 수목잔존물의 양이 중요한 환경 인자인 것으로 나타남

○ 설치류 종다양성을 위해서는 93.6ha이상의 산림면적이 필요한 것으로 나타남

■ **정책건의**

○ 산림 면적 및 구조적 기능 유지

- 최소 4ha 필요, 주요 산림인 사유지는 단계적 매입 검토
- 대경목 유지, 식생의 수직적 구조 다양화, 수목잔존물 유지 등 필요

○ 대전광역시 산림 정책 방향

- 내부 녹지 면적 확충(하천 인근 및 유휴부지 등 공간 활용)
- 대전광역시 도시생태현황지도 가치평가 기준 제시 가능
- 대전 및 충청권 광역생태네트워크 구축 필요

차 례

1장 서론 ····· 1
1. 연구의 배경 및 필요성 ····· 3
2. 연구의 목적 및 방법 ····· 4

2장 관련 연구 동향 ····· 7
1. 국내 설치류 현황 ····· 9
2. 국내 설치류 연구 ····· 11
3. 대전의 설치류 조사·연구 ····· 18
4. 산림유형과 야생동물과의 관계에 대한 연구 ····· 20

3장 연구 방법 ····· 25
1. 조사 대상지 ····· 27
2. 조사 방법 ····· 29

4장 연구 결과 ····· 35
1. 산림환경조사 ····· 37
2. 설치류 포획조사 ····· 40

5장 결론 및 정책 제언 ····· 51
1. 결론 ····· 53
2. 정책 제언 ····· 56

참고문헌 ····· 61

표 차례

[표 2-1] 1,2차 자연환경조사 포유류 결과 비교 ····· 19
[표 3-1] 조사지역 위치 및 면적과 둘레길이 ····· 28
[표 3-2] 산림환경구조조사 변수와 내용 ····· 33
[표 4-1] 조사지역별 생태환경인자 분석결과 ····· 38
[표 4-2] 산림환경 구조조사 결과 ····· 39
[표 4-3] 전체 설치류 포획조사 결과 ····· 42
[표 4-4] 설치류 각 종의 선호 미세서식지 ····· 46
[표 4-5] 단일 대규모 산림과 여러 소규모 산림 간 설치류 종수의 차이 ····· 48
[표 4-6] 단일 대규모 산림과 여러 소규모 산림 간 설치류 개체수의 차이 ····· 49

그림 차례

[그림 1-1] 연구의 체계 ····· 5
[그림 2-1] 국내 일부 설치류의 한타바이러스 항체검사 결과 ····· 11
[그림 2-2] 국내 설치류 및 소형포유류의 한타바이러스 항체검사 결과 ····· 12
[그림 2-3] Tula 한타바이러스의 계통분류학적 연구결과 ····· 13
[그림 2-4] 지리산의 설치류와 하층 환경과의 관계 ····· 15
[그림 2-5] 간벌 후 시간경과에 따른 설치류 개체밀도 비교 ····· 16
[그림 2-6] 시계열 분석을 통한 설치류의 개체군 변동 예측 ····· 17
[그림 2-7] 고사목 존치와 관련한 국가별 연구동향 및 메타분석을 통한 분류군별 영향 ····· 17
[그림 2-8] 하늘다람쥐와 청설모 서식 분포도 ····· 19
[그림 2-9] 섬생물지리학의 6가지 원리 ····· 20
[그림 2-10] 산림종과 편재종의 면적에 따른 서식 평가 ····· 21
[그림 2-11] 충남의 산림면적과 조류 종부유도 및 풍부도와의 관계 ····· 22
[그림 2-12] 대전의 산림 면적 및 모양과 종다양도지수와의 관계 ····· 23
[그림 2-13] 대전 산림의 면적과 포유류 4종의 서식 간의 관계 ····· 24
[그림 3-1] 조사지역의 위치 ····· 27
[그림 3-2] 방형구 설정 및 포획 덫 설치 ····· 29
[그림 3-3] 포획된 설치류의 개체 인식 ····· 30
[그림 3-4] 표고와 경사, 향 분석을 위한 데이터 구축 방법 ····· 31
[그림 3-5] 산림환경 구조조사 방법 ····· 32
[그림 4-1] 대전 조사지역에서 포획된 설치류 ····· 41
[그림 4-2] 산림유형과 설치류 밀도와의 관계 ····· 43
[그림 4-3] 산림면적과 설치류 각 종별 밀도와의 관계 ····· 44
[그림 4-4] 산림 둘레와 설치류 각 종별 밀도와의 관계 ····· 45
[그림 4-5] 여러개 작은 산림과 동일 면적의 단일 산림간 설치류 종수 및 개체수 비교 ····· 50
[그림 5-1] 대전광역시 도시생태현황지도 ····· 58
[그림 5-2] 충남의 광역생태네트워크 구축 ····· 59

서 론

1. 연구의 배경 및 필요성
2. 연구의 목적 및 방법

1장

1장 서 론

1절. 연구의 배경 및 필요성

❍ 최근 전세계적으로 지속적인 도시화와 산업화로 인해 환경 파괴 및 이로 인한 생물다양성 감소 등의 환경문제가 발생하고 있음

❍ 특히 도심지 내의 산림 면적 감소와 단절, 이로 인한 야생생물의 종다양성 및 유전적 다양성 감소, 멸종위기종 증가 등 야생생물의 서식지 여건은 지속적으로 악화되고 있음

❍ 산림생태계에서 산림의 유형은 야생생물의 종다양성과 종조성에 큰 영향을 미치며, 이는 대상 분류군에 따라 다른 결과를 보일 수 있음

- 기존에 대전에서 수행한 산림 유형과 조류 및 포유류를 대상으로 한 연구에서, 산림 면적이 클수록 종다양성이 높게 나타났으며, 각 종별로는 다른 결과를 도출함 (대전세종연구원 2012, 2015)

❍ 설치류는 생태계의 주요 먹이원으로서 먹이사슬에서 육식동물의 먹이가 되며, 종자산포 등의 중요한 역할을 함(Forget and Milleron 1991)

- 특히, 이들은 생활사가 매우 짧고 번식이 용이하며 성숙하는데 소요되는 시간이 짧아 개체수가 쉽게 증감하기 때문에 환경의 변화에 대한 반응정도 등에 관한 연구 대상으로 유용함(Kawamichi 1996)

❍ 국내에서 설치류 관련 생태연구는 매우 부족한 실정임

- 대전의 경우 분포조사가 일부 수행되었으나, 생태연구는 거의 없는 실정임

❍ 대전 내 산림 유형에 따른 설치류 분포를 파악하여, 기존 연구와 함께 생물다양성을 고려한 종합적인 산림관리 방안 제시 필요

2절. 연구의 목적 및 방법

1. 연구의 목적

❍ 대전 내 소형설치류 분포 현황 파악

- 우점종, 법정보호종(하늘다람쥐), 생태계교란생물(뉴트리아) 등

❍ 대전 산림의 유형에 따른 종다양도 및 종풍부도 차이 파악

- 산림 면적, 가장자리 길이 등에 따른 설치류 서식 종수 및 개체수
- 산림 유형에 따른 설치류 종별 영향 정도와 미세서식지 파악

❍ 대전 내 생물다양성을 위한 산림 관리방안 마련

- 설치류와 기존 연구(조류, 포유류)를 고려하여 생물다양성 유지를 위한 최소 산림 면적 및 미세서식지 선호환경 등 검토
- 도시생태현황지도 가치평가 기준 제시
  · 산림 면적 및 모양 등에 대한 가치평가 기준 도출

2. 연구의 방법

❍ 국내외 연구동향 파악

- 국내 및 지자체 설치류 연구 동향 파악
- 산림 유형과 야생동물과의 관계에 관한 국내외 연구 동향 파악

❍ 조사지 선정

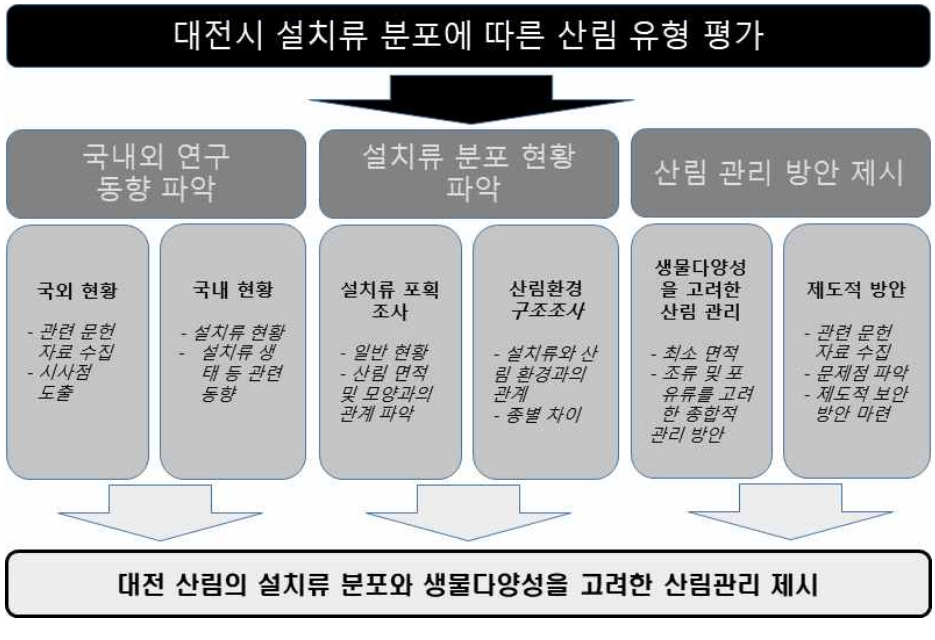
- 기존 조류 및 중대형 포유류 조사가 이루어진 35개 지역에서 동일 수행
- 각 조사지 내 조사 방형구 설정

❍ 환경 조사

- 지역별 산림면적과 둘레, 표고, 경사, 향, 임상, 영급, 경급 등 분석
- 식생 피도가 최대가 되는 6~8월 설치류 포획지점에서 산림환경구조조사 수행
  · 엽층별 피도량, 교목, 관목, 치수의 수, 도목의 수, 수목잔존물의 양 등 미세서식환경 조사 수행

○ 설치류 포획 조사

- 생체포획용 덫(Sherman's collapsible trap)을 이용한 포획조사
- 지역별 20m 간격으로 0.64ha(80×80m)의 방형구를 설정한 후 25개씩(5×5개) 덫 설치
- 포획-재포획법을 통해 3회 연속조사 실시



[그림 1-1] 연구의 체계

DSI

관련 연구 동향

1. 국내 설치류 현황
2. 국내 설치류 연구
3. 대전의 설치류 연구
4. 산림유형과 야생동물과의 관계에 대한 연구

2장

2장 관련 연구 동향

1절. 국내 설치류 현황

- ❍ 지구상에 약 1,000만종 이상의 동물이 있으며, 그 중 포유류는 약 4,629종이 기록됨(윤명희 등 2004)
- ❍ 국내에서는 현재까지 8목 32과 127종(내륙성 동물 84종, 해양성 동물 43종)의 서식이 확인되었음(Jo et al. 2018)
- ❍ 설치류는 일반적으로 설치목(Order Rodentia)에 속한 종들을 총칭하며, 다양한 종을 포함하고 있는 분류군으로써 전체 포유강 중 34과 481속 2,277종(전체 종의 42%)이 여기에 속함(Honeycutt 2009)
- ❍ 국내에서는 5과 16속 21종이 기록되어 있음(Jo et al. 2018)
  - 북한에서만 서식하는 5종을 제외하고 남한에는 16종 서식

Family SMINTHIDAE Brandt, 1855
Genus Sicista Gray, 1827
***긴꼬리꼬마쥐**, Long-tailed Birch Mouse (*Sicista caudata*) Thomas, 1907

Family SCIURIDAE Fischer, 1817
Genus Pteromys G. Cuvier, 1800
하늘다람쥐, Siberian Flying Squirrel (*Pteromys volans*) Linnaeus, 1758
Genus Sciurus Linnaeus, 1758
청설모, Eurasian Red Squirrel (*Sciurus vulgaris*) Linnaeus, 1758
Genus Eutamias Trouessart, 1880
다람쥐, Siberian Chipmunk (*Eutamias sibiricus*) Lxmann, 1769

Family ECHIMYIDAE Gray, 1825

Genus Myocastor Kerr, 1792
뉴트리아, Coypu, Nutria (*Myocastor coypus*) Molina, 1782

Family CRICETIDAE Fischer, 1817
Genus Tscherskia Ognev, 1914
비단털쥐, Greater Long-tailed Hamster (*Tscherskia triton*) de Winton, 1899
Genus Cricetulus Milne-Edwards, 1867
***비단털등줄쥐**, Striped Dwarf Hamster (*Cricetulus barabensis*) Pallas, 1773
Genus Ondatra Link, 1795
***사향쥐**, Common Muskrat (*Ondatra zibethicus*) Linnaeus, 1766
Genus Lasiopodomys Lataste, 1887
쇠갈밭쥐, Mandarin Vole (*Lasiopodomys mandarinus*) Milne-Edwards, 1871
Genus Microtus Schrank, 1798
갈밭쥐, Reed Vole (*Microtus fortis*) Buchner, 1889
Genus Myodes Pallas, 1811
***숲들쥐**, Northern Red-backed Vole (*Myodes rutilus*) Pallas, 1778
Genus Craseomys Miller, 1900
비단털들쥐, Korean Red-backed Vole (*Craseomys regulus*) Thomas, 1907
***대륙밭쥐**, Gray Red-backed Vole (*Craseomys rufocanus*) Sundevall, 1846

Family MURIDAE Illiger, 1811
Genus Rattus Fischer, 1803
시궁쥐, Common Rat (*Rattus norvegicus*) Berkenhout, 1769
곰쥐, Oriental House Rat (*Rattus tanezumi*) Temminck, 1844
Genus Mus Linnaeus, 1758
생쥐, House Mouse (*Mus musculus*) Linnaeus, 1758
Genus Micromys Dehne, 1841
멧밭쥐, Harvist Mouse (*Micromys minutus*) Pallas, 1771
Genus Apodemus Kaup, 1829
흰넓적다리붉은쥐, Korean Field Mouse (*Apodemus peninsulae*) Thomas, 1907
제주등줄쥐, Jeju Striped Field Mouse (*Apodemus chejuensis*) Johnson and Jones, 1955
등줄쥐, Striped Field Mouse (*Apodemus agrarius*) Pallas, 1771

*** 북한에만 서식**

출처: Jo *et al.* (2018)

2절. 국내 설치류 연구

1. 국내 설치류의 질병 및 계통분류에 관한 연구

○ 1990년대 이전에는 한타바이러스를 중심으로 한 설치류의 질병 관련 연구와 계통분류, 세포학적 연구가 주를 이루었음

1) 설치류 질병 연구

○ 신증후출혈열환자 발생지역 설치류의 한탄바이러스 감염조사(이정인 1986)

- 경기도 동두천과 연천군 군남면에서 등줄쥐(*Apodemus agrarius*), 갈밭쥐(*Microtus fortis*), 생쥐(*Mus musculus*), 대륙밭쥐(*Chethrionomys rufocanus*), 우수리땃쥐(*Crocidura lasiura*)등 5종의 설치류 및 땃쥐류 포획
- 포획한 동물의 혈액 및 폐장을 적출하여 냉장 보관한 후 한타바이러스 항체검사 실시한 결과, 등줄쥐 일부가 항체 양성이었으며, 처음으로 갈밭쥐가 한타바이러스에 대한 항체를 갖고 있음을 증명함

Table 1. Results of Hantaan virus infection survey among rodent captured in different endemic foci of HFRS in Korea

Date of collection (from to)	Location	Name of animal	Angibody positive	No. antigen positive
			No. animal sera tested	No. animal sera tested
09/28/83 09/29/83	Songnaeri	*A. agrarius*	0/5	0/5
10/06/83 11/04/83	Gyunnam-A	*A. agrarius* *M. fortis*	22/45 (48.9%) 0/7	17/45 (37.8%) 0/7
10/29/83 11/23/83	Gyunnam-B	*A. agrarius* *M. musculus*	12/63 (19.9%) 0/2	8/63 (12.7%) 0/2
12/09/83 12/15/83	Baekdalri	*A. agrarius* *Cl. rufocanus*	4/25 (16.0%) 1/1	2/25 (8.0%) 0/1

[그림 2-1] 국내 일부 설치류의 한타바이러스 항체검사 결과

출처: 이정인 (1986)

○ 야생 설치류의 한타바이러스 감염에 대한 연구(백락주 등 1997)

- 한타바이러스는 이호왕과 이평우(1976)에 의해 최초로 분리됨
- 구내 7종 551수의 들쥐와 4종 97수의 소형동물을 채집하여 5가지 한타바이러스 항원을 이용한 항체검사로 하나바이러스 감염 조사 수행

  · 안성, 연천, 포천, 호천, 음성, 무주 등에서 등줄쥐, 땃쥐, 갈밭쥐, 생쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 대륙밭쥐를 채집하고 다람쥐와 청설모는 화천, 홍천, 춘성, 인제, 공주, 영동, 구례, 임실, 순창에서 채집함
- 등줄쥐와 흰넓적다리붉은쥐, 대륙밭쥐, 땃쥐, 다람쥐 일부에서 항체 양성으로 나타났고, 갈밭쥐와 생쥐에서는 감염 증명이 안됨
- 또한, 청설모와 토끼 일부 개체에서 서울바이러스에 대한 항체를 가지고 있는 것으로 나타남

Table 1. Seroprevalence of Hantavirus Infection in Indegenous Wild Rodents and Small Mammals Captured in Korea, 1995-1996

Species	No. of antibody positive/No. of serum tested to				
	HTNV	SEOV	PUUV	PHV	NYV
Apodemus agrarius	29/162	20/162	12/162	1/162	5/162
Apodemus peninsulae	2/ 23	2/ 23	2/ 23	1/ 23	1/ 23
Clethrionomys regulus	2/ 8	2/ 8	2/ 8	1/ 8	1/ 8
Microtus fortis	0/ 6	0/ 6	0/ 6	0/ 6	0/ 6
Mus musculus	0/ 1	0/ 1	0/ 1	0/ 1	0/ 1
Tamias sibiricus	27/283	12/283	17/283	7/283	5/283
Scirus vulgaris	7/ 68	7/ 68	1/ 68	3/ 68	0/ 68
*Crocidura laciura**	1/ 14	0/ 14	0/ 14	0/ 14	0/ 14
*Lepus sinensis**	2/ 80	7/ 80	0/ 80	0/ 80	0/ 80
*Capereolus capereolus**	0/ 2	0/ 2	0/ 2	0/ 2	0/ 2
*Nyctereutes procyonoides**	0/ 1	0/ 1	0/ 1	0/ 1	0/ 1

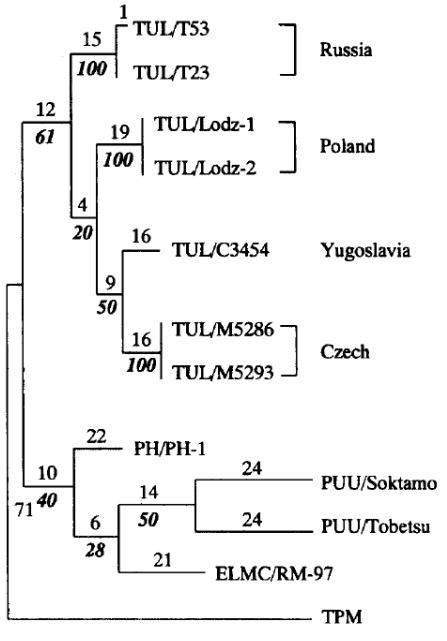
HTNV : prototype hantaan virus strain 76-118
SEOV : Seoul virus strain HR 80-39
PUUV : Puumala virus strain Hallnass B-1
PHV : Prospect Hill virus strain 405
NYV : New York virus isolated from Peromyscus leucopus
* : Nonrodent species

[그림 2-2] 국내 설치류 및 소형포유류의 한타바이러스 항체검사 결과

출처: 백락주 등 (1997)

○ Tula 한타바이러스의 분삭생물학적 특성분석 및 국내 밭쥐아과 설치류가 매개하는 새로운 한타바이러스(송진원 등 1998)

- Tula 한타바이러스가 감염된 유라시아밭위쥐 폐조직 및 Vero E6 세포를 RNA 분리 및 cDNA 합성, Tula 바이러스 RNA 증폭 등을 통해 염기서열 특성과 계통분석을 수행함



[그림 2-3] Tula 한타바이러스의 계통분류학적 연구결과

출처: 송진원 등 (1998)

○ Our Hantaan virus became a new family, hantaviridae in the classification of Order Bunyavirales. It will remain as a history of virology(Lee and Song 2019)

- 한반바이러스와 서울바이러스 등 한국형 출혈열의 병원체 최초 발견 후 새로운 속(Genus)과 과(Family)가 탄생함

  · hantaan virus (1976) → hantavirus (1986) → Hantaviridae (2019)

- 임진바이러스 및 제주바이러스 등 새로운 한타바이러스 발견

2) 설치류 계통분류 연구

❍ 1990년대 이전에 설치류의 계통분류에 대한 기본적인 연구가 수행됨

- 한국산 설치류의 계통분류학적 연구(고흥선 1987, 1988)
- 한국산 설치류 6종의 분지계통학적 및 수리분류학적 분석(고흥선과 양병국 1990)

❍ 1990년대 이후 형태적 형질변이, 분류와 생태 등의 연구가 수행됨

- 한국에서 서식하고 있는 설치류의 형태적 형질의 연령변이와 제2차 성적이형 현상에 관한 연구:2.집쥐속 2종의 분석(고흥선, 이우재 1991)
- 한국산 설치류의 분류와 생태(고흥선 1998)

2. 국내 설치류의 생태학적 연구

❍ 2000년대 이후 설치류의 생태와 관련된 기초적인 연구들이 본격적으로 수행됨

- 지리산 지역에서 산림 하층의 접식환경과 소형 설치류와의 관계(임신재와 이우신 2001)

  · 지리산에서 1997년 7월부터 1998년 8월까지 산림하층의 환경특성과 설치류 서식밀도 조사를 수행

  · 포획된 등줄쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 대륙밭쥐의 서식은 하층식생의 피도량과 유기물층의 발달 정도와 밀접하게 관련이 있는 것으로 나타남

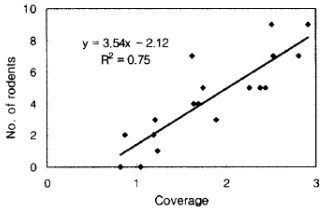


Figure 1. Relationship between coverage of under-story vegetation and number of captured small rodents in study area.

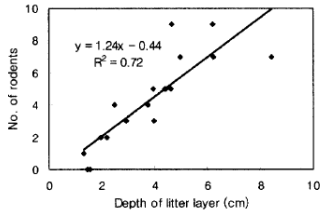


Figure 2. Relationship between soil litter layer and number of captured small rodents in study area.

[그림 2-4] 지리산의 설치류와 하층 환경과의 관계

출처: 임신재와 이우신 (2001)

○ 이후, 산불과 임도, 도로, 산림시업 등 다양한 교란에 따른 설치류의 영향에 대한 다양한 연구들이 수행되고 있음

- 삼척시 지역에서 산불이 설치류 군집에 미치는 영향(한성우 등 2003)
- 도로로부터 거리가 다른 두 지역에서 소형 설치류의 개체군 밀도와 체중의 차이(허위행 등 2005)
- 고성군 산불피해지역의 복구유형에 따른 설치류 서식현황(한성우 등 2005)
- 산불피해지역에서 임상잔존물의 처리에 따른 서식환경과 소형 설치류 개체군 특성(이은재 등 2006)
- 산불피해지 복원방법에 따른 설치류의 서식밀도 및 체중 차이(이은

재 등 2006)

- 잣나무림에서 산림시업에 딸느 소형 설치류 개체군 밀도 비교에 관한 기초 연구(박찬열 등 2006)
- 임도 미개설지와 개설지에서 소형 설치류의 개체군 특성 차이(임신재 등 2007)
- 강원도 삼척 산불피해지역에서 피해목 제거 전과 후의 서식환경 및 설치류 개체군 특성 차이(이은재 등 2008)
- 산불피해 후 자연복원과 소나무조림을 실시한 지역에서 설치류 3종의 개체군 밀도 차이(이은재 등 2010)
- 일본잎갈나무 조림지의 간벌 후 시간경과에 따른 서식환경과 소형 설치류 개체군 특성(전종훈 등 2019)

Table 4. Differences in captured number of small rodents among unthinned and three thinned stands at the Bonghwa, Gyeongbuk Province, South Korea (Kruskal-Wallis test).

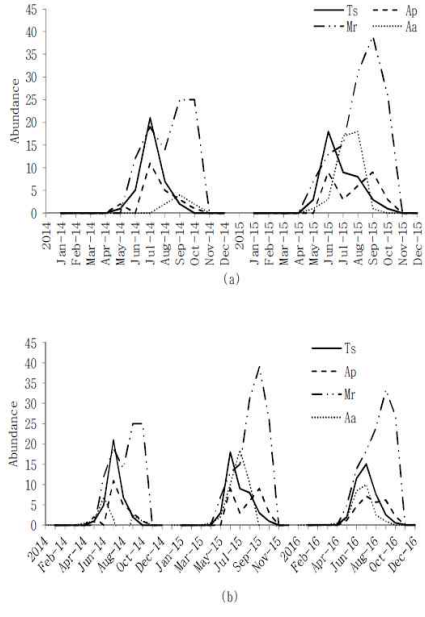
Species	Control	1 year after thinning	3 years after thinning	7 years after thinning	χ^2	P
Apodemus agrarius	3.20±0.50[z]a	2.97±0.44a	9.17±1.27b	5.30±0.69ab	20.52	<0.001
Apodemus peninsulae	0.30±0.11b	2.87±0.41a	2.13±0.47a	1.37±0.24a	34.66	<0.001
Myodes regulus	0.17±0.08b	1.20±0.27a	0.23±0.08b	0.33±0.14b	17.16	0.001
Total	3.67±0.58b	7.03±0.66a	11.53±1.24a	7.00±0.74a	28.41	<0.001

[z] Mean±SE. Different letters in each row indicate significant difference among stands (p<0.05).

[그림 2-5] 간벌 후 시간경과에 따른 설치류 개체밀도 비교

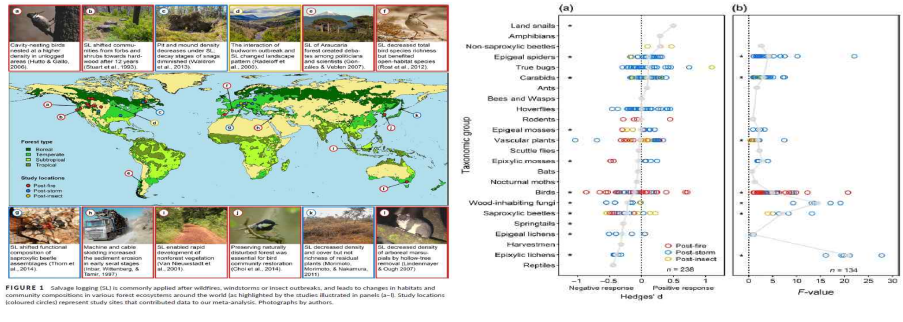
출처: 전종훈 등 (2019)

❍ 특히, 최근에는 무선추적을 통한 행동권 파악(이은재 2011), 안정성 동위원소 분석을 통한 설치류 먹이자원 분석(이은재 2011), 개체군 변동 모델링(손승훈, 2016), 메타분석(Simon et al. 2017, Alexandro et al. 2018, Kostadin et al. 2020) 등 고급화된 연구들이 수행되고 있음



[그림 2-6] 시계열 분석을 통한 설치류의 개체군 변동 예측

출처: 손승훈 (2016)



[그림 2-7] 고사목 존치와 관련한 국가별 연구동향 및 메타분석을 통한 분류군별 영향

출처: Simon et al. (2017)

3절. 대전의 설치류 연구

1. 대전광역시 자연환경조사 연구용역

1) 개요

○ 「대전광역시자연환경보전조례」제12조(자연환경조사)에 의거하여 2002년부터 10년 단위로 자연환경조사 수행

- 1차년도 : 2002년~2004년, 2차년도 : 2012년~2014년

○ 대전 전역을 대상으로 무기환경(자연경관, 지형, 지질, 토양 등)과 생물환경(식생, 식물상, 포유류, 조류, 양서·파충류, 담수어류, 곤충류, 저서무척추동물, 플랑크톤 등)에 대한 조사 수행

2) 설치류 분포현황

○ 1차 자연환경조사의 경우 2002년 6월부터 2003년 12월까지 외곽 산림(식장산, 보문산, 구봉산, 계족산, 금수봉)과 3대 하천을 중심으로 포획조사 및 흔적조사를 수행한 결과 총 13종의 포유류 종이 관찰되었으며, 수달 등 1종의 법정보호종 서식을 확인함

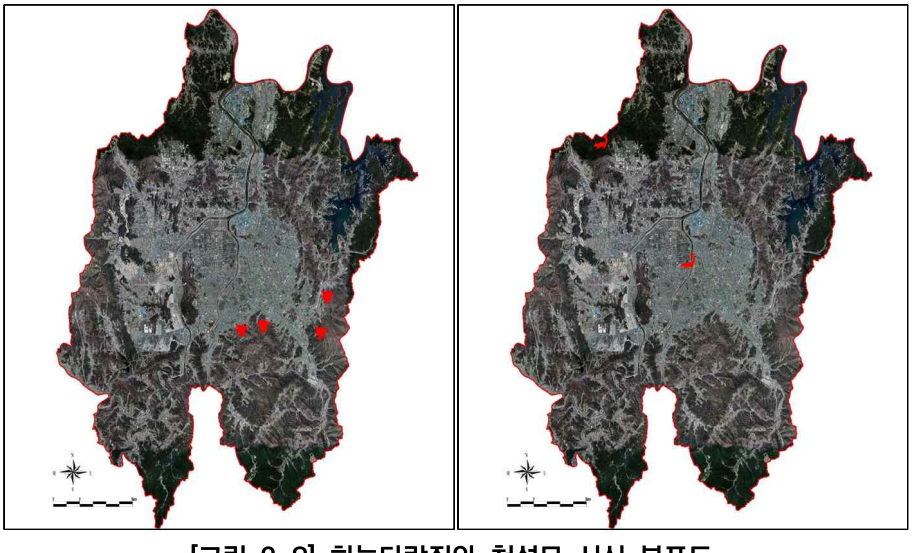
○ 2차 자연환경조사의 경우 임의로 선정된 총 100개 지점에서 포유류 조사를 수행한 결과, 총 22종이 442회에 걸쳐 흔적이 확인됨

○ 설치류의 경우 관찰 및 흔적조사와 포획조사 등을 통해 하늘다람쥐, 청설모, 다람쥐, 두더지, 등줄쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 집쥐, 작은땃쥐, 멧밭쥐 등 9종의 서식이 확인됨

○ 포유류 조사의 경우 주로 중대형 포유류를 중심으로 한 흔적조사를 실시하여, 대전 내에서 설치류의 분포와 밀도, 생태 등에 대한 기초자료가 부족한 실정임

[표 2-1] 1,2차 자연환경조사 포유류 결과 비교(대전광역시 2014)

항 목	1차 자연환경조사	2차 자연환경조사
조사 일시	2002. 6. ~ 2003. 12.	2012.5. ~ 2014.2.
조사 지역	대전 외곽 산림(식장산, 보문산, 구봉산, 계족산, 금수봉), 3대 하천	산림, 하천, 도시림 등을 모두 포함하는 대전 전역 100개 지점
조사 방법	흔적 및 포획 조사	흔적·포획·주요종 정밀조사
관찰 종수	13종	22종
법정보호종	1종(수달)	4종(수달, 하늘다람쥐, 삵, 담비)



[그림 2-8] 하늘다람쥐와 청설모 서식 분포도

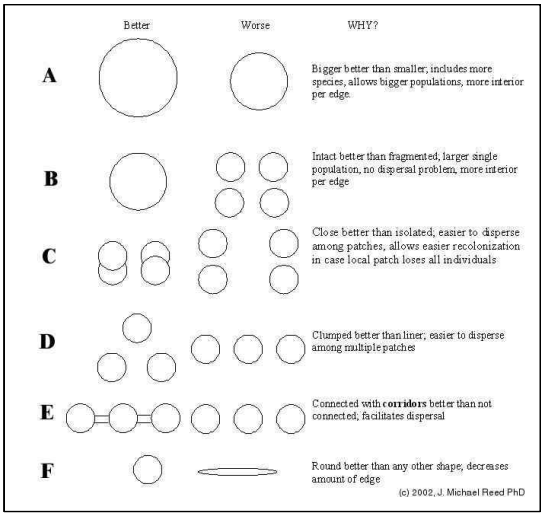
출처: 대전광역시 (2014)

4절. 산림유형과 야생동물과의 관계에 대한 연구

1. 국외 연구 동향

❍ Dimond (1975)는 섬생물지리학 이론을 바탕으로 자연보호구역 설계시 서식종수를 극대화 할 수 있는 원리 6가지를 제시함

- 면적이 클수록 종 보존에 효과적임
- 동일 면적의 큰 단일 공원이 여러개의 작은 공원보다 효과적임
- 공원 간 인접할수록 종 보존에 효과적임
- 여러 개의 공원이 서로 같은 거리에 모여 있는 것이 직선으로 배열되는 것보다 효과적임
- 서로 떨어져 있는 공원에 이동통로(corridor)가 조성되면 효과적임
- 동일 여건에서는 둥근 형태가 길쭉한 형태의 공원보다 효과적임



[그림 2-9] 섬생물지리학의 6가지 원리

출처: Dimond (1975)

○ 산림 면적과 야생동물과의 관계에 대한 다양한 의견이 제시됨

- 면적이 동일한 작은 면적의 여러 개 자연보호지역이 동일한 면적의 큰 한 개의 자연보호지역보다 유리함 (Gilpin and Diamond 1980)
- 캐나다 아한대 섬의 관속식물에 대한 연구에서는 다수의 작은 섬보다 동일 면적의 큰 섬이 더 많은 종을 보유함(Deshaye and Morisset 1989)
- 아마존 열대우림의 개구리 39종의 경우 면적에 큰 영향을 받지 않으며, 미세서식지가 더 중요하다고 보고함(Zimmerman and Bierregaard 1986)
- 미국 국립공원에 서식하는 포유류의 경우 큰 공원이 동일한 작은 공원보다 더 많은 종을 포함하며, 보호구역의 면적이 작을수록 멸종 종수가 증가함(Newmark 1987)
- 번식기 조류의 경우 숲 의존도에 따라 일반종(generalist)과 특이종(specialist), 편재종(ubiquitous)으로 구분되는 것으로 파악됨 (Brotons and Herrando 2001)

Table V. Percentage of breeding forest birds and ubiquitous species maintained in forest fragments of different size. The total number of species was 36 (twenty-four for forest species and twelve for ubiquitous species); the number of fragments for each class size is in parentheses. A bird species was considered to be maintained by the corresponding size class of forest fragments if more than 20 % of the fragments within such class were occupied (according to Diaz et al. [8]).

	Size class (ha)			
	0.1–2.0	2.1–25.00	25.1–100.00	> 100.0
All species	33.3 %	55.5 %	64 %	86 %
Forest species	27 %	58 %	65 %	92 %
Ubiquitous species	58 %	58 %	58 %	75 %
	(25)	(18)	(3)	(2)

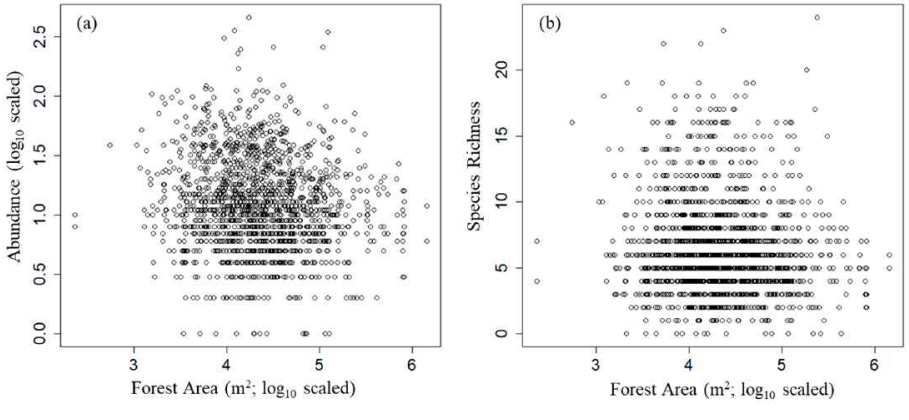
[그림 2-10] 산림종과 편재종의 면적에 따른 서식 평가

출처: Brotons and Herrando (2001)

2. 국내 연구 동향

1) 타 지자체 연구

- 국내에서는 2000년대부터 조류를 중심으로 관련 연구가 일부 수행됨
- 부산광역시 도시림 내에서 식생구조와 번식지 조류군집 간의 관계를 파악한 결과, 면적이 8.7ha 이상일 경우 일반종 14종 이상의 조류를 유치할 수 있을 것으로 파악됨(허위행 2005)
- 서울시에서는 도시생태축 구축을 위한 생태적 공간유형 구분기준에서 거점녹지로서의 효용성을 가지려면 면적이 10ha 이상이 되어야 하는 것으로 제안함
- 충남의 1,646개 지점에서 산림 면적과 가장자리와의 거리, 산림 단편화 정도 등에 따른 조류 풍부도를 파악한 결과, 산림면적과 전체 종 풍부도 및 부유도는 반비례하는 것으로 나타남(Jang et al. 2019)



[그림 2-11] 충남의 산림면적과 조류 종부유도 및 풍부도와의 관계

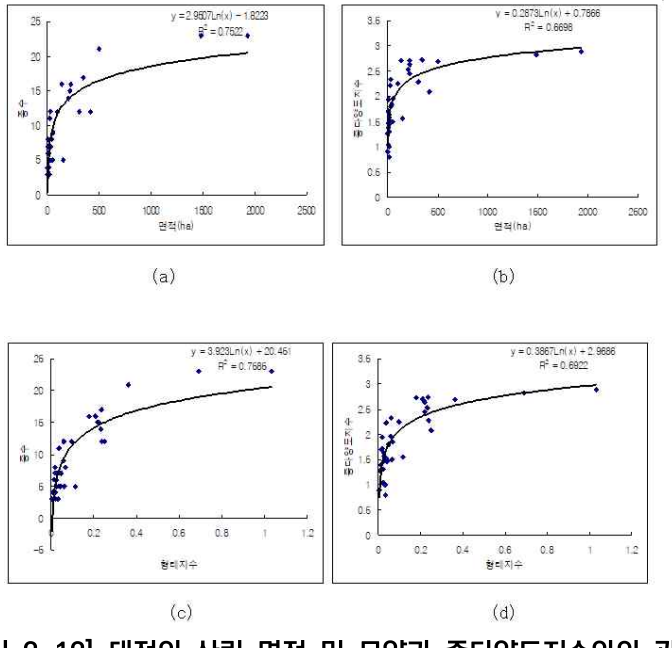
출처: Jaqng et al. (2019)

2) 대전 관련 연구

○ 대전에서는 면적 및 유형이 다양한 35개의 동일한 산림지역에서 조류(2012년)와 중대형 포유류(2015)를 대상으로 조사를 수행함

○ 대전의 산림과 조류 간의 관계에 대한 연구에서 산림면적과 산림 형태가 복잡할수록 조류 종다양도지수가 높게 나타남(대전발전연구원 2012)

- 특히, 오목눈이와 검은등뻐꾸기, 꾀꼬리, 노랑턱멧새 등 4종이 산림면적에 영향을 받는 것으로 나타남
- 또한 4.85ha 이상의 산림은 대전에서 서식하는 일반종 16종을 포함하여, 더 다양한 조류가 서식할 가능성이 있는 것으로 나타남



(a) (b)

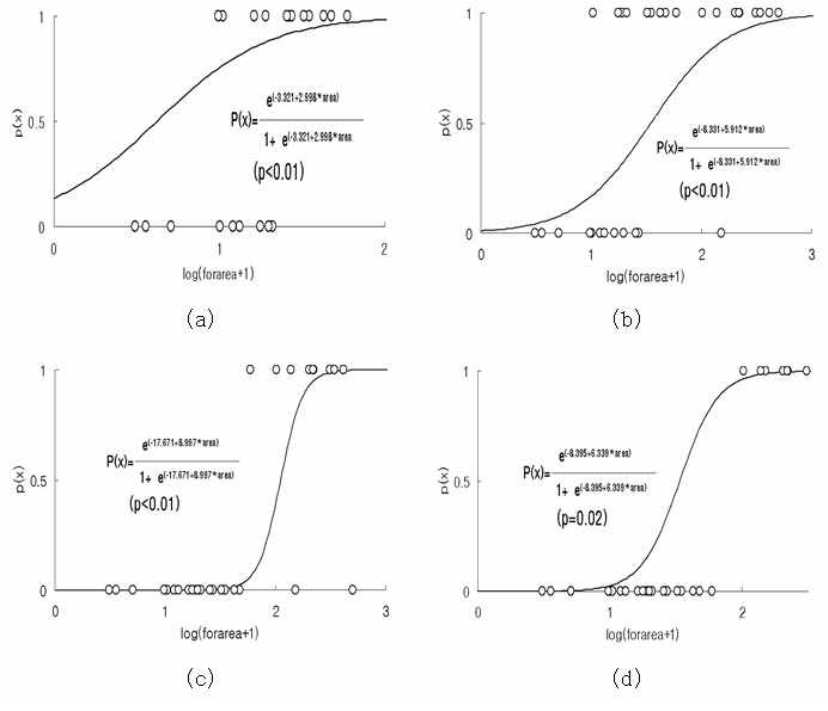
(c) (d)

[그림 2-12] 대전의 산림 면적 및 모양과 종다양도지수와의 관계

출처: 대전발전연구원(2012)

○ 조류 조사지점과 동일한 대전의 산림에서 면적과 중대형 포유류 간의 관계를 연구한 결과, 조류와 동일하게 산림면적과 산림 형태가 복잡할수록 포유류 종수와 흔적의 관찰빈도가 높게 나타남(대전발전연구원 2015)

- 특히, 다람쥐와 두더지, 멧토끼, 멧돼지 등 4종이 산림 면적에 영향을 받는 것으로 나타남
- 또한 8.21ha 이상의 산림은 대전에서 서식하는 일반종 12종을 포함하여, 더 다양한 조류가 서식할 가능성이 있는 것으로 나타남



[그림 2-13] 대전 산림의 면적과 포유류 4종의 서식 간의 관계

출처: 대전발전연구원(2015)

연구 방법

1. 조사 대상지
2. 조사 방법

3장

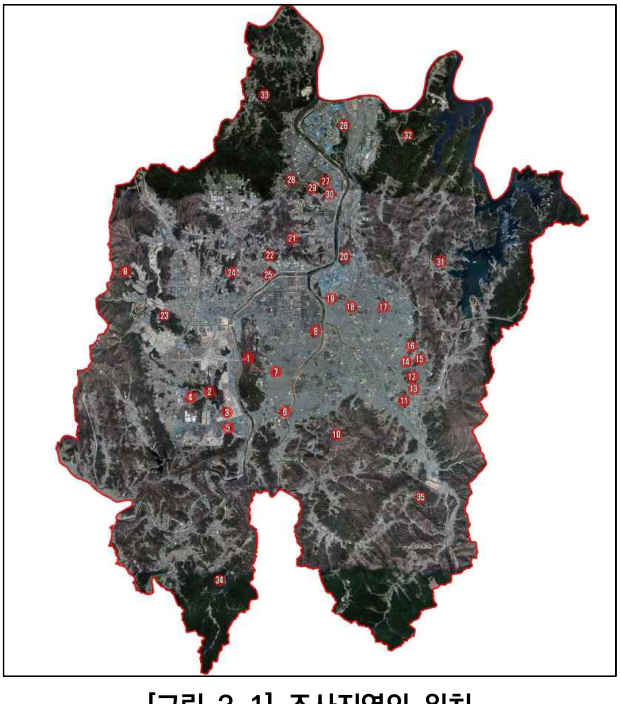
3장 연구 방법

1절. 조사 대상지

○ 기존 기본과제로 2012년도와 2015년도에 수행했던 조류와 및 포유류 조사 대상지인 35개 산림패치를 조사지역으로 선정

○ 조사 지역은 대전 내에서 산림 면적과 모양을 고려하여 층화추출법에 의한 유의표본추출법 활용(나 등 2008)

- 산림성 설치류의 서식가능면적을 고려하여 2ha 이상의 산림을 선정
- 도심지와 인접 산림을 우선적으로 고려하여 선정
- 식생 조성상태가 양호하여 생물다양성이 높은 지점을 선정



[그림 3-1] 조사지역의 위치

[표 3-1] 조사지역 위치 및 면적과 둘레길이

지점 번호	좌표	면적(ha)	둘레길이(km)
1	N36°19′′56.60′, E127°21′′40.17′	501.0	15.17
2	N36°19′′07.99′, E127°20′′14.89′	151.0	13.8
3	N36°18′′24.44′, E127°20′′47.60′	11.0	2.05
4	N36°18′′51.42′, E127°19′′37.86′	9.1	2.12
5	N36°17′′52.82′, E127°20′′51.96′	308.7	13.46
6	N36°18′′28.33′, E127°22′′49.00′	11.1	1.56
7	N36°19′′32.71′, E127°22′′29.98′	2.6	0.72
8	N36°20′′45.24′, E127°23′′54.72′	12.2	1.75
9	N36°22′′29.40′, E127°17′′13.61′	1934.0	27.97
10	N36°17′′53.16′, E127°24′′30.89′	1482.0	36.5
11	N36°18′′46.47′, E127°27′′03.03′	25.6	4.09
12	N36°19′′23.71′, E127°27′′17.14′	34.0	4.1
13	N36°19′′07.95′, E127°27′′17.69′	4.1	1.01
14	N36°19′′50.74′, E127°27′′10.86′	9.5	2.16
15	N36°19′′58.77′, E127°27′′37.23′	18.1	2.45
16	N36°20′′12.67′, E127°27′′18.38′	46.6	4.46
17	N36°21′′27.07′, E127°26′′20.06′	15.3	3.4
18	N36°21′′16.44′, E127°25′′15.80′	8.8	2.48
19	N36°21′′39.83′, E127°24′′31.14′	2.1	3.41
20	N36°22′′52.80′, E127°24′′56.66′	31.5	2.34
21	N36°23′′22.64′, E127°23′′22.64′	413.0	21.45
22	N36°22′′52.27′, E127°22′′21.00′	41.5	3.01
23	N36°21′′00.62′, E127°18′ 32.56′	220.0	7.98
24	N36°22′′19.10′, E127°20′′56.28′	101.4	8.52
25	N36°22′′17.83′, E127°22′′14.54′	26.2	2.65
26	N36°26′′26.39′, E127°24′′54.79′	58.2	7.29
27	N36°24′′57.95′, E127°24′′15.69′	19.9	1.85
28	N36°24′′58.03′, E127°23′′08.45′	16.7	3.45
29	N36°24′′44.52′, E127°23′′58.11′	24.5	3.64
30	N36°24′′37.02′, E127°24′′23.92′	18.9	2.8
31	N36°22′′38.67′, E127°28′′21.90′	223.0	9.11
32	N36°26′′13.00′, E127°27′′09.70′	203.0	6.05
33	N36°27′′16.76′, E127°22′′02.88′	344.0	16.86
34	N36°13′′41.02′, E127°20′′42.80′	137.0	4.72
35	N36°16′′04.13′, E127°27′′28.77′	218.0	7.68

2절. 조사 방법

1. 설치류 포획조사

1) 방형구 설정

❍ 조사지역 내에서 대표성을 띠는 것으로 판단되는 구간에 20m 간격의 격자로 세분화한 후 형광 테이프로 표시하여 구분함

- 형광 테이프 부착은 포획덫을 용이하게 찾기 위해 10m 간격으로 표시함

❍ 가로와 세로 20m 간격으로 0.64ha의 방형구(80m×80m)를 설정함 (Saitho 1991, Lee et al. 2008)

[그림 3-2] 방형구 설정 및 포획 덫 설치

2) 덫 설치 및 포획

❍ 조사지역별 시기에 따른 설치류 포획률의 차이를 최소화하기 위해 포획조사는 35개 지역 모두 2020년 6월에 모두 실시함(2020년 6월 8일 ~ 6월 21일)

❍ 설정된 방향구의 가로와 세로 격자 모서리에 조사지역별 25개의 생포용 덫(Sherman collapsbile live trap, 7.5×9.2×29.2cm) 설치

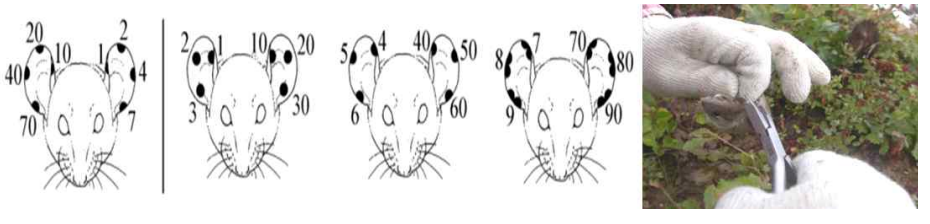
- 미끼는 볶은 땅콩을 사용

- 오후에 덫을 설치한 후 매일 오전에 포획된 설치류에 대해 종명과 성별, 체중, 성숙정도, 포획된 위치 등을 기록하여 3일 연속포획조사 수행

- 설치류의 동정은 원(1967)과 윤 등(2004)의 기준을 따랐으며, 체중은 1g을 기본으로 한 용수철 저울을 사용함

- 성숙정도는 성기와 유두의 발달정도, 신체의 성장 상태 등을 토대로 성숙개체와 미성숙개체로 구분함(이 등 2006)

❍ 포획된 개체는 개체 인식을 위해 귀에 순번을 매겨 구멍을 뚫어 주고(ear punching) 놓아 준 후, 재포획하는 포획-재포획법(capture-mark and release method)을 사용함(Nichols 1992)



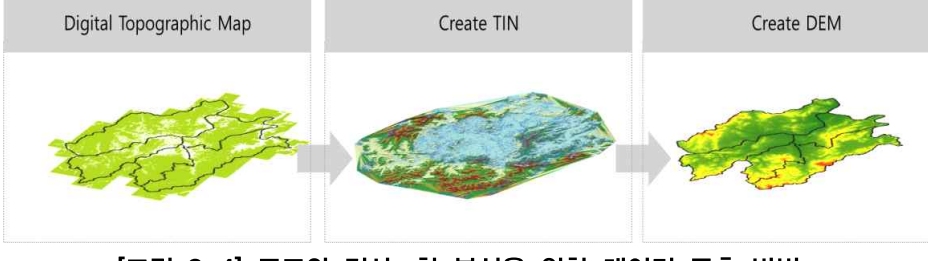
[그림 3-3] 포획된 설치류의 개체 인식

2. 산림환경 조사

1) 생태환경인자 추출 및 분석

○ 문헌분석을 통해 동식물 서식 및 종 조성에 영향을 줄 수 있는 13개의 생태환경인자 도출(이동근 등 2010, 이동호 등, 2016)

- 추상적 성격의 항목은 제외하고, 물리적·수치적 표현이 가능한 항목을 중심으로 추출
- 산림면적 및 둘레는 기 구축된 비오톱 유형분류도 기반으로 GIS 공간분석을 활용하여 측정
- 표고, 경사, 향 분석은 국가공간정보포털(nsdi.go.kr)에서 제공하는 1:5,000 수치지형도를 사용하였으며, 높이값을 지닌 레이어를 추출하여 TIN과 DEM을 생성
- 조사지역별 출현종과 녹피율 분석은 대전광역시 자연환경조사(2014)와 추가 현장조사 결과를 토대로 작성
- 임상과 영급, 경급은 산림청 산림공간정보(map.forest.go.kr/forest)의 자료 활용



[그림 3-4] 표고와 경사, 향 분석을 위한 데이터 구축 방법

2) 산림환경 구조조사

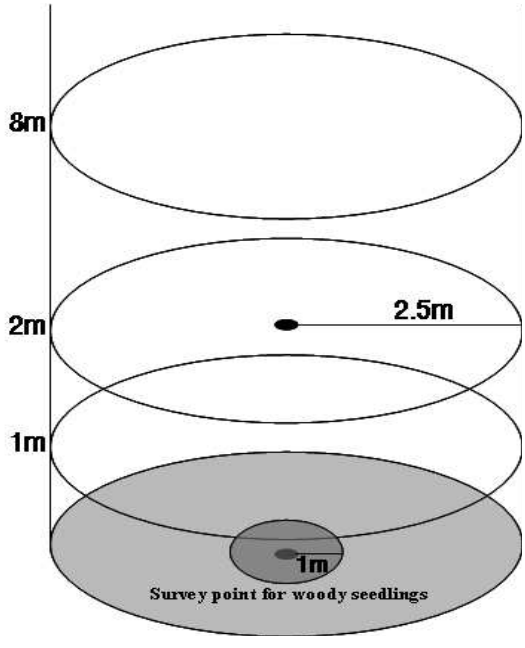
○ 설치류 다양성 및 종별 미세서식지 이용 특성을 파악하기 위해 모든 조사지역의 설치류 포획 지점에서 산림환경 구조조사를 실시함

- 산림의 식생 피도량이 최대가 되는 시점인 6월 말에 조사를 실시함

○ 각 지점에서 교목층(>8m), 아교목층(2~8m), 관목층(1~2m), 초본층(<1m)은 조사지점을 중심으로 하여 반경 2.5m 내에서 조사를 실시함(Kent and Coker 1992)

- 엽층별 피도량 및 암석 피도량은 피도가 0%인 경우에는 0, 1~33%인 경우 1, 34~66%인 경우 2, 67% 이상인 경우는 3으로 정하여 피도를 일정한 간격 척도로 수치화함(Lee et al. 2008)

- 교목과 관목, 목본치수, 도목(倒木)의 수, 수목잔존물의 양 등 5가지 변수에 대해서는 덫을 설치한 위치로부터 직경 5m 내에서 조사를 수행함(Lee et al. 2008)



[그림 3-5] 산림환경 구조조사 방법

[표 3-2] 산림환경구조조사 변수와 내용 (Lee et al. 2008)

Variables	Description
Understory cover	Coverage under 1m on scale 0-3 within 2.5m radius circle
Midstory cover	Coverage during 1-2m on scale 0-3 within 2.5m radius circle
Suboverstory cover	Coverage during 2-8m on scale 0-3 within 2.5m radius circle
Overstory cover	Coverage over 8m on scale 0-3 within 2.5m radius circle
Rock cover	Coverage for rock on scale 0-3 within 2.5m radius circle
Tree stems	Number of tree stems (DBH[b]>5cm) within 2.5m radius circle
Shrub stems	Number of shrub stems (DBH<5cm and height>1m) within 2.5m radius circle
Woody seedlings	Number of woody seedlings (height<1m) within 2.5m radius circle
snags	Number of snags within 2.5m radius circle
Downed tree pieces	Number of downed tree pieces within 2.5m radius circle
Downed CWD[a]	Total volumes of downed CWD (≥10cm in diameter) within 2.5m radius circle

[a] CWD: coarse woody debris, [b] DBH: diameter at breast height

3. 통계 분석

1) 조사지역별 면적 및 복잡도 파악

❍ GIS 상에서 수치지형도를 이용하여 면적 및 둘레 측정

❍ 형태지수(shape index)를 통해 가장자리의 복잡도 파악(허 2005, Patton 1975)

- $SI=P/(2\sqrt{A\pi})$

(SI = 형태지수, P = 도시림 둘레의 길이, A = 도시림의 면적)

2) 조사지역별 면적 및 모양과 설치류 풍부도와의 관계

- ❍ 단순회귀분석 실시(simple regression analysis)
- ❍ Species-area model을 이용한 지역별 설치류 서식 잠재성 평가
  - $S = CAz$, $S = C + z\log A$

    (S = 종수, A는 서식지 면적, C와 z는 상수)

3) 설치류 각 종의 분포 유무와 산림면적 및 미세서식지와의 관계

- ❍ 로지스틱 회귀분석(Logistic regression analysis) 실시(허 2005)
- ❍ 다중상관분석(Multiple correlation analysis) 실시(대전발전연구원 2015)

연구 결과

1. 산림환경조사
2. 설치류 포획조사

4장

4장 연구 결과

1절. 산림환경조사

1. 생태환경인자 조사 결과

❍ 지역별 표고를 파악한 결과, 약 30~300m로 대부분 저지대에 위치하고 있는 것으로 나타남

❍ 경사는 0~25°로 비교적 완만하였으며, 다양한 향에 위치하고 있었음

❍ 비오톱 가치등급의 경우 대부분 1등급이었고, 일부 2,3등급도 있었음

- 1등급 31개 지역, 2등급 3개 지역, 3등급 1개 지역

❍ 우점종은 소나무와 리기다소나무, 그리고 일부 참나무류로 나타났음

❍ 경급은 대부분 중경목이었고, 일부 소경목으로 이루어진 지역도 있었음

❍ 영급은 4등급이 23개 지역으로 가장 많았으며, 다음으로 5영급이 12지역이었고, 4등급 미만으로 이루어진 지역은 나타나지 않았음

❍ 임상은 대부분 침활혼효림으로 나타났으며, 일부 침엽수림과 활엽수림이 있었음

- 혼효림 31개 지역, 침엽수림 3개 지역, 활엽수림 1개 지역

❍ 녹피율은 지역 내 전체 면적 중 녹지가 차지하는 비율에 대해 산정한 것으로 대부분 100%였으며, 일부 80~90%가 있었음

- 녹피율 100% 33개 지역, 녹피율 90%와 80%는 각각 1개 지역

[표 4-1] 조사지역별 생태환경인자 분석결과

지역	표고 (m)	경사	향	가치등급	우점종	경급	영급	임상	녹피율 (%)
1	248.86	5.80	동	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
2	120.00	10.20	북	Ⅰ	밤나무, 리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
3	68.84	11.00	동	Ⅰ	소나무	중경목	4	침엽수림	100
4	85.00	1.39	서	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	침엽수림	80
5	115.98	23.67	북서	Ⅰ	신갈나무, 소나무	중경목	4	혼효림	100
6	109.68	7.91	동남	Ⅰ	리기다소나무, 상수리나무	중경목	5	혼효림	100
7	112.09	13.15	동	Ⅱ	소나무	중경목	4	혼효림	100
8	72.18	7.59	동남	Ⅱ	아까시나무, 편백나무	중경목	4	활엽수림	100
9	220.18	18.34	동	Ⅰ	소나무	중경목	5	혼효림	100
10	168.68	8.05	북서	Ⅰ	소나무, 참나무류	중경목	5	혼효림	100
11	106.35	13.98	북서	Ⅰ	상수리나무, 소나무	중경목	4	혼효림	100
12	124.25	26.04	동남	Ⅰ	리기다소나무, 소나무	중경목	5	혼효림	100
13	99.79	5.68	남서	Ⅰ	리기다소나무	중경목	5	침엽수림	90
14	94.83	17.70	동남	Ⅰ	리기다소나무	중경목	5	혼효림	100
15	146.55	17.53	동남	Ⅰ	리기다소나무	소경목	4	혼효림	100
16	148.13	11.62	동남	Ⅰ	리기다소나무	소경목	4	혼효림	100
17	104.63	5.97	서	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
18	55.00	0.00	평지	Ⅰ	리기다소나무	중경목	5	혼효림	100
19	35.00	0.00	평지	Ⅱ	리기다소나무, 상수리나무	중경목	4	혼효림	100
20	57.39	15.22	북서	Ⅰ	아까시나무	중경목	4	혼효림	100
21	82.68	21.04	북	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
22	121.22	23.14	동남	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
23	141.90	11.48	남	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
24	90.04	13.45	서	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
25	80.10	15.01	동	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
26	76.80	8.10	서	Ⅲ	리기다소나무	중경목	5	혼효림	100
27	89.28	11.13	남서	Ⅰ	리기다소나무	중경목	5	혼효림	100
28	65.39	12.00	동남	Ⅰ	소나무	중경목	4	혼효림	100
29	85.24	13.80	서	Ⅰ	리기다소나무	중경목	5	혼효림	100
30	56.83	10.59	남서	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
31	100.95	13.55	남	Ⅰ	리기다소나무, 상수리나무	중경목	5	혼효림	100
32	107.74	18.30	남서	Ⅰ	리기다소나무	중경목	4	혼효림	100
33	80.21	12.98	남	Ⅰ	리기다소나무, 아까시나무	중경목	4	혼효림	100
34	160.97	24.96	북동	Ⅰ	소나무	소경목	5	혼효림	100
35	263.12	18.99	서	Ⅰ	소나무, 신갈나무	중경목	4	혼효림	100

2. 산림환경 구조조사 결과

❍ 총 35개 지역 내의 25개 설치류 포획지점 모두에서 11개 환경인자에 대한 산림환경 구조조사를 수행한 결과는 아래 표 4-2와 같음

- 상층부터 하층까지 피도값은 1.63~2.13으로 나타났고, 평균 하층 피도량이 높게 나타났으며, 중층 피도량은 낮게 나타남
- 암석피도량은 평균값이 1.12로 낮게 나타남
- 지점별 교목 및 관목, 치수의 수는 평균 3.16개, 6.56개, 12.10개로 나타남
- 지점별 고사목의 수와 도목의 수는 평균 0.17개와 0.12개로 인위적·자연적 교란이 크지 않아 낮게 나타남
- 수목잔존물의 양은 0.0009m^3로 적게 나타나, 산림시업이나 및 산불 등 자연적·인위적 교란이 대부분의 지역에서 크지 않게 나타남

[표 4-2] 산림환경 구조조사 결과

Oc	Sc	Mc	Uc	Rc	Nt	Ns	Nw	Nsn	Ndt	Vd
2.01±0.16	2.14±0.22	1.63±0.36	2.13±0.18	1.12±0.07	3.16±0.44	6.56±0.87	12.10±1.56	0.17±0.07	0.12±0.12	0.0009±0.0009

Oc : Overstory coverage (상층 피도량), Sc : Suboverstory coverage (아상층 피도량), Mc : Midstory coverage (중층 피도량), Uc : Understory coverage (하층 피도량), Rc : Rock coverage (암석 피도량), Nt : No. of tree (교목의 수), Ns : No. of shrub (관목의 수), Nw : No. of woody seedling (치수의 수), Nsn : No. of snag (고사목의 수), Ndt : No. of downed tree (도목의 수), Vd : Volume of downed coarse wood debris (수목잔존물의 양)

2절. 설치류 포획조사

1. 전체 설치류 포획조사 결과

❍ 35개 지점에서 25개의 덫을 설치하여 3회 반복 포획조사를 실시한 결과, 총 6종 201개체가 303회에 걸쳐 포획됨

❍ 등줄쥐(*Apodemus agrarius*)는 총 77개체가 포획되어 가장 우점하는 것으로 나타났으며, 다음으로 흰넓적다리붉은쥐(*A. peninsulae*)가 64개체, 비단털들쥐(*Myodes regulus*)가 24개체, 다람쥐(*Tamias sibiricus*)가 21개체 포획되었음

❍ 일부 인가 근처의 저지대를 중심으로 일부 지역에서 시궁쥐(*Rattus norvegicus*)와 생쥐(*Mus musculus*)가 포획되었음

❍ 지역별로는 9번과 10번 지역에서 각각 16개체와 15개체가 포획되어 밀도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 19번 지역에서는 설치류 포획이 이루어지지 않음

- 종별로는 등줄쥐의 경우 9번 지역에서 6개체로 가장 많이 포획됨
- 흰넓적다리붉은쥐는 10번 지역에서 6개체로 가장 많이 포획됨
- 비단털들쥐는 9번, 10번 지역에서 각각 3개체로 가장 많이 포획됨
- 다람쥐는 5, 9, 21, 24, 31, 33, 34번 지역에서 2개체가 포획됨
- 시궁쥐와 생쥐는 지역별로 0~1체가 포획됨

[그림 4-1] 대전 조사지역에서 포획된 설치류

상좌 : 등줄쥐, 상우 : 흰넓적다리붉은쥐, 중좌 : 비단털들쥐, 중우 : 다람쥐, 하좌 : 사궁쥐, 하우 : 생쥐

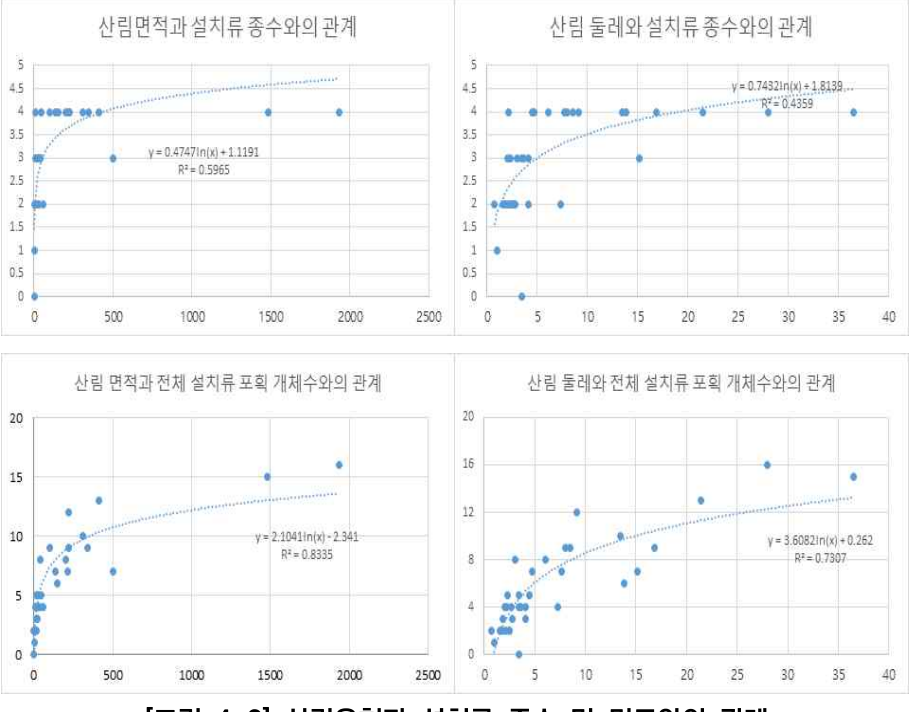
[표 4-3] 전체 설치류 포획조사 결과

지역	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Total
Aa	3	3	2	1	3	1	0	1	6	5	2	2	1	1	1	2	2	1	0	2	5	4	2	3	2	3	1	1	2	1	4	2	3	2	3	77(47)*
Ap	2	1	1	0	3	1	1	0	5	6	0	1	0	1	0	1	2	0	0	2	4	3	4	3	2	1	2	2	1	2	4	3	3	2	1	64(35)
Mr	2	1	0	0	2	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	2	24(11)
Ts	0	1	0	0	2	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	1	0	2	1	2	2	1	21(4)
Rn	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6(5)
Mm	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9(0)
종수	3	4	3	2	4	2	2	2	4	4	2	3	1	4	2	4	3	2	0	3	4	3	4	4	2	2	2	3	3	2	4	4	4	4	4	6
개체수	7	6	4	2	10	2	2	2	16	15	3	4	1	4	2	5	5	2	0	5	13	8	9	9	4	4	3	4	4	3	12	8	9	7	7	201(102)

Aa : *Apodemus agrarius*, Ap : *Apodemus peninsulae*, Mr : *Myodes regulus*, Ts : *Tamias sibiricus*, Rn : *Rattus norvegicus*, Mm : *mus musculus*
* 포획수 (재포획수)

2. 산림 유형과 설치류 종수 및 밀도와의 관계

○ 산림 면적 및 둘레와 설치류 종수 및 밀도와의 관계를 분석한 결과, 산림 면적과 둘레가 증가함에 따라 서식하는 설치류 종수와 밀도가 급격하게 상승하다가 점차 상승 폭이 줄어드는 양상을 보임

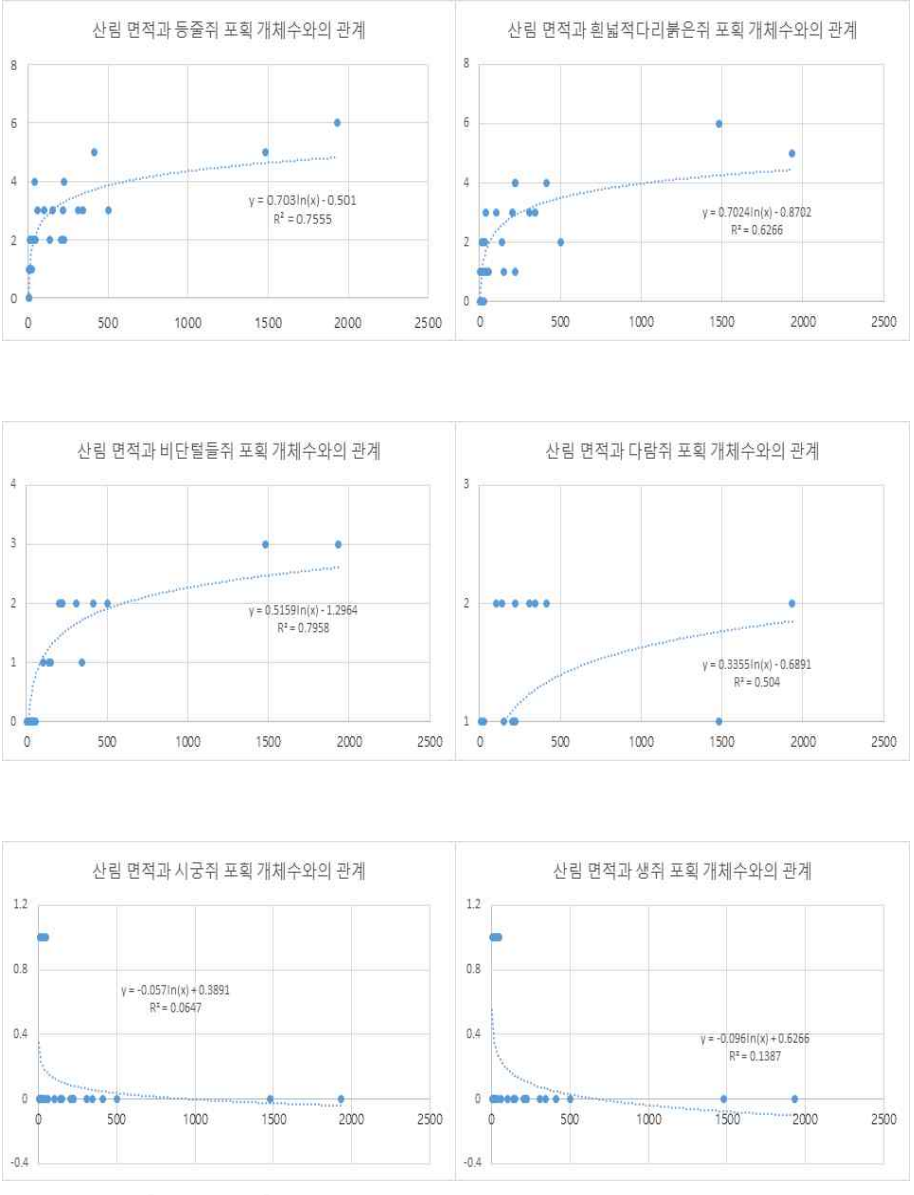


[그림 4-2] 산림유형과 설치류 종수 및 밀도와의 관계

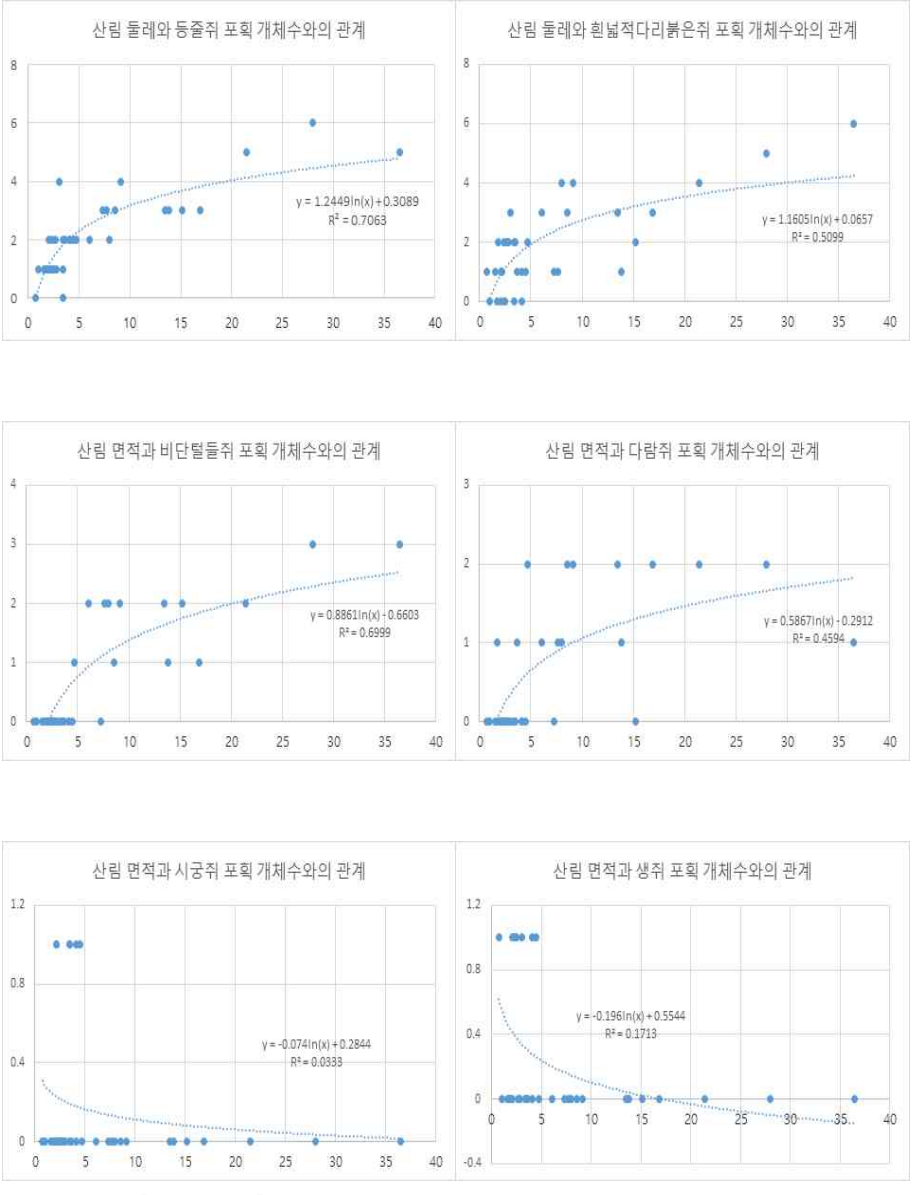
○ 각 설치류 종과 산림 면적과의 관계를 분석한 결과, 등줄쥐와 흰넓적다리붉은쥐, 비단털들쥐, 다람쥐 등 4종이 정의 상관관계를 보이는 것으로 나타남

- 시궁쥐와 생쥐는 인가와 인접한 면적이 작은 도시림에서 일부 포획되어, 다른 양상을 보임

○ 각 설치류 종과 산림 둘레와의 관계를 분석한 결과, 산림 면적과의 관계와 유사하게 나타남



[그림 4-3] 산림면적과 설치류 각 종별 밀도와의 관계



[그림 4-4] 산림 둘레와 설치류 각 종별 밀도와의 관계

3. 설치류 각 종의 선호 미세서식지

○ 35개 지역의 모든 설치류 포획지점에서 포획된 종별 개체수와 조사된 환경인자 수치를 바탕으로, 다중상관분석을 실시하여 각 종의 선호 미세서식지를 파악한 결과, 종마다 다소 다르게 나타남

- 등줄쥐는 하층피도량과 수목잔존물의 양, 흰넓적다리붉은쥐는 하층피도량과 중상층피도량, 수목잔존물의 양, 비단털들쥐는 수목잔존물의 양, 다람쥐는 중상층 피도량과 정의 상관관계를 보임
- 시궁쥐와 생쥐는 포획 개체수가 적어 분석에서 제외하였음

[표 4-4] 설치류 각 종의 선호 미세서식지

종명	Oc	Sc	Mc	Uc	Rc	Nt	Ns	Nw	Nsn	Ndt	Vd
Aa	-0.14	-0.16	0.11	**0.33***	-0.01	-0.12	-0.02	-0.08	-0.02	-0.01	**0.36***
Ap	0.21	**0.29***	0.15	**0.26***	-0.01	0.11	0.14	0.16	0.01	0.03	**0.35***
Mr	0.18	0.21	0.11	0.20	-0.03	0.12	0.15	0.18	0.03	0.02	**0.30***
Ts	0.19	**0.27***	0.10	0.09	-0.02	0.15	0.10	0.14	0.05	0.03	0.19

Aa : *Apodemus agrarius*, Ap : *Apodemus peninsulae*, Mr : *Myodes regulus*, Ts : *Tamias sibiricus*, Rn : *Rattus norvegicus*, Mm : *mus musculus*
Oc : Overstory coverage (상층 피도량), Sc : Suboverstory coverage (아상층 피도량), Mc : Midstory coverage (중층 피도량), Uc : Understory coverage (하층 피도량), Rc : Rock coverage (암석 피도량), Nt : No. of tree (교목의 수), Ns : No. of shrub (관목의 수), Nw : No. of woody seedling (치수의 수), Nsn : No. of snag (고사목의 수), Ndt : No. of downed tree (도목의 수), Vd : Volume of downed coarse wood debris (수목잔존물의 양)
*p-value 〈 0.05

4. 설치류 종수 및 개체수 유지를 위한 산림 면적

❍ 하나의 산림 면적이 두 개 이상의 작은 산림을 합한 면적과 동일한 경우 출현하는 설치류 종 수 및 개체수를 비교함

- 인가 주변에 서식하는 시궁쥐와 생쥐를 제외하고, 산림성 설치류 4종을 대상으로 분석함

❍ 각 산림면적에서 설치류 종수에 대해 분석한 결과는 아래와 같음

- 여러 개의 작은 산림에서 출현한 종수의 회귀직선(y=0.6270x +0.0985)과 하나의 산림 면적에서 출현한 종수의 회귀직선(y=0.4095x +0.5343)과의 교점에서의 면적은 93.6ha 였음
- 대전광역시에서 보다 많은 설치류 종의 서식을 위해서는 93.6ha 이상의 산림 면적이 필요함

❍ 각 산림면적에서 설치류 개체수에 대해 분석한 결과는 아래와 같음

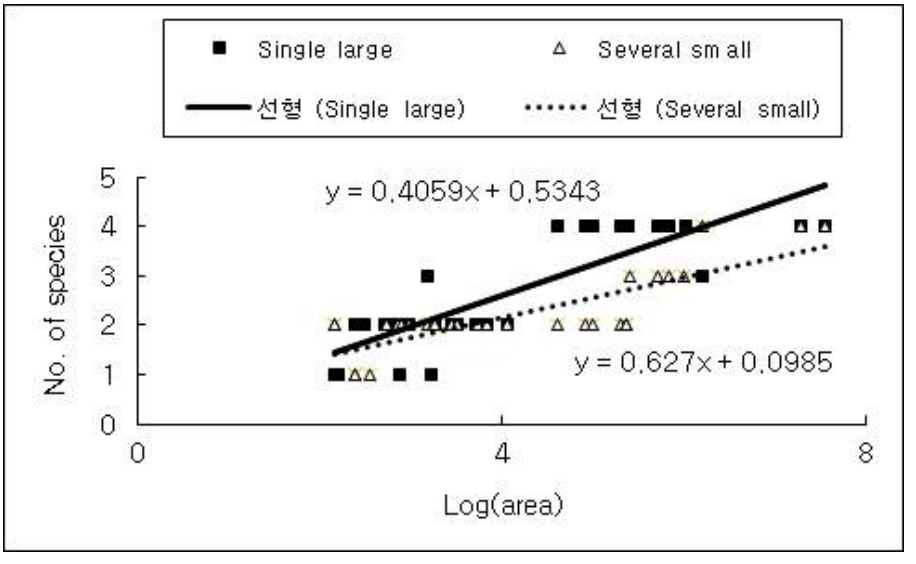
- 여러 개의 작은 산림에서 출현한 종수의 회귀직선(y=19.197x -55.331)과 하나의 산림면적에서 출현한 종수의 회귀직선(y=2.4638x-4.3579)과의 교점에서의 면적은 1,112.3ha 였음
- 개체수의 경우 면적이 동일한 여러 개의 작은 산림과 하나의 산림 간 개체수 차이가 커서 위와 같이 분석된 것으로 판단됨

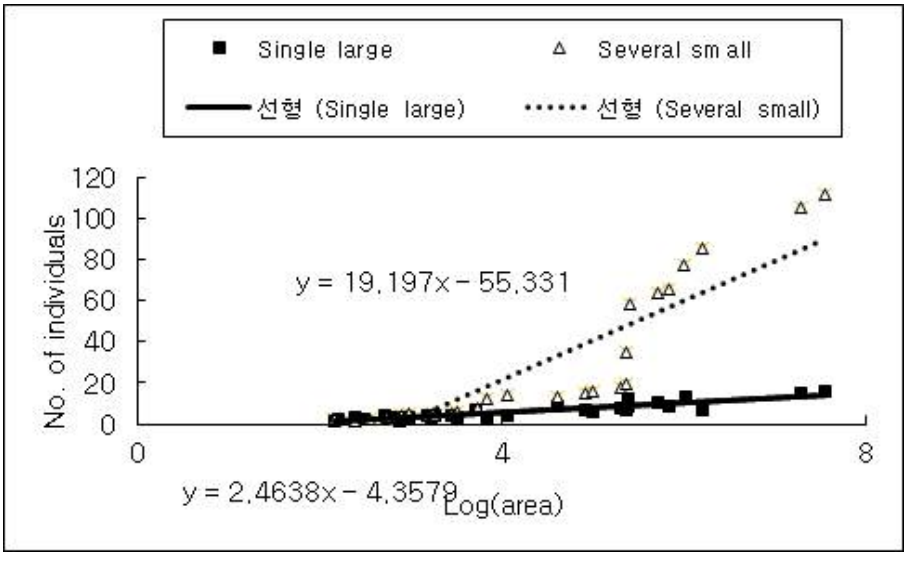
〈표 4-5〉 단일 대규모 산림과 여러 소규모 산림 간 설치류 종수의 차이

단일 대규모 지점			여러 소규모 지점		
지점	면적 (ha)	종수	지점	면적 (ha)	종수
18	8.8	1	7, 13, 19	8.8	2
4	9.1	1	7, 13, 19	8.8	2
3	11	2	18, 19	10.9	1
6	11.1	2	18, 19	10.9	1
8	12.2	2	13, 18	12.9	1
17	15.3	2	7, 13, 18	15.5	2
28	16.7	2	19, 7, 13, 18	17.6	2
15	18.1	1	19, 7, 13, 18	17.6	2
30	18.9	2	19, 7, 13, 14	18.3	2
27	19.9	2	19, 7, 13, 3	19.8	2
29	24.5	3	7, 13, 18, 4	24.6	2
11	25.6	1	19, 13, 18, 3	26	2
25	26.2	2	19, 7, 13, 18, 4	26.7	2
20	31.5	2	13, 18, 4, 14	31.5	2
12	34	2	7, 13, 18, 4, 14	34.1	2
22	41.5	2	19, 7, 13, 18, 4, 17	42	2
16	46.6	2	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3	47.2	2
26	58.2	2	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6	58.3	2
24	101.4	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28	102.5	2
34	137	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30	139.5	2
2	151	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 27	150.6	2
32	203	4	13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11	204.8	2
35	218	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 12	217.9	2
23	220	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 12,	217.9	2
31	223	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 22	225.4	3
5	308.7	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 22	308.7	3
33	344	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22	342.7	3
21	413	4	3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22, 16, 26	411.3	3
1	501	3	3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22, 16, 24	501.7	4
10	1482	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22, 16, 26, 24, 34, 2, 32, 35, 31	1480.9	4
9	1934	4	19, 7, 13, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22, 16, 26, 24, 34, 2, 32, 35, 23, 31, 5	1932.6	4

〈표 4-6〉 단일 대규모 산림과 여러 소규모 산림 간 설치류 개체수의 차이

단일 대규모 지점			여러 소규모 지점		
지점	면적 (ha)	개체수	지점	면적 (ha)	개체수
18	8.8	1	7, 13, 19	8.8	2
4	9.1	2	7, 13, 19	8.8	2
3	11	3	18, 19	10.9	1
6	11.1	2	18, 19	10.9	1
8	12.2	2	13, 18	12.9	2
17	15.3	4	7, 13, 18	15.5	3
28	16.7	3	19, 7, 13, 18	17.6	3
15	18.1	1	19, 7, 13, 18	17.6	3
30	18.9	3	19, 7, 13, 14	18.3	4
27	19.9	3	19, 7, 13, 3	19.8	5
29	24.5	4	7, 13, 18, 4	24.6	4
11	25.6	2	19, 13, 18, 3	26	5
25	26.2	4	19, 7, 13, 18, 4	26.7	4
20	31.5	4	13, 18, 4, 14	31.5	5
12	34	3	7, 13, 18, 4, 14	34.1	6
22	41.5	7	19, 7, 13, 18, 4, 17	42	8
16	46.6	3	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3	47.2	12
26	58.2	4	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6	58.3	14
24	101.4	9	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28	102.5	13
34	137	7	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30	139.5	15
2	151	6	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 27	150.6	16
32	203	8	13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11	204.8	18
35	218	7	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 12	217.9	19
23	220	9	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 12,	217.9	35
31	223	12	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 22	225.4	58
5	308.7	10	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 22	308.7	64
33	344	9	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22	342.7	65
21	413	13	3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22, 16, 26	411.3	77
1	501	7	3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22, 16, 24	501.7	85
10	1482	15	19, 7, 13, 18, 4, 14, 3, 6, 8, 17, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22, 16, 26, 24, 34, 2, 32, 35, 31	1480.9	105
9	1934	16	19, 7, 13, 28, 15, 30, 27, 29, 11, 25, 20, 12, 22, 16, 26, 24, 34, 2, 32, 35, 23, 31, 5	1932.6	111





[그림 4-5] 여러개 작은 산림과 동일 면적의 단일 산림간 설치류 종수 및 개체수 비교

결론 및 정책제언

1. 결 론
2. 정책제언

5장

5장 결론 및 정책제언

1절. 결 론

1. 관련 연구 동향

- ❍ 설치류는 전세계 2,277종(포유류 전체 종의 42%), 국내 21종(남한 16종)이 기록되어 있음
- ❍ 국내 설치류 연구는 질병 및 계통분류 위주로 연구가 수행되었으며, 2000년대 이후부터 생태연구가 수행되어 왔음
- ❍ 대전에서는 10년 단위로 수행하고 있는 「대전광역시 자연환경조사 연구용역」에서 서식하는 설치류 종에 대한 기초조사가 수행되었음
- ❍ 산림유형과 야생동물과의 관계에 대한 연구는 국외에서 다양한 분류군에 대해 다양한 결과를 도출하였음
- ❍ 국내에서는 주로 조류를 대상으로 충남과 부산 등에서 산림 면적과의 관계에 대한 연구가 수행되었음
- ❍ 대전에서는 조류와 포유류를 대상으로 관련 연구가 수행되었음

2. 산림환경 조사 결과

- ❍ 총 35개 지역에서 생태환경인자 조사를 수행한 결과, 대부분 저지대에 완만한 경사를 띠고 있었으며, 주로 소나무를 중심으로 한 침엽수림과 일부 활엽수림, 혼효림이 혼재하고 있었음
- ❍ 산림환경구조조사를 수행한 결과, 대부분의 지역이 산불이나 산림시업 등 자연적·인위적 교란이 크지 않은 전형적인 국내의 산림 구조를

띠고 있었음

- 엽층별로 일정 수준의 피도가 덮혀져 있고, 도목잔존물이나 수목잔존물의 양이 비교적 적게 나타남

3. 설치류 포획조사 결과

1) 전체 설치류 현황

❍ 총 35개 지역에서 0.64ha(80×80m) 내에 20m 간격으로 25개(5×5개)의 생체포획용 덫을 설치하여 3회 연속조사를 수행한 결과 총 6종 201개체가 303회에 걸쳐 포획되었음

- 등줄쥐가 77개체로 가장 우점하였으며, 일부 시궁쥐와 생쥐가 인가 근처의 저지대에서 포획되었음

2) 산림 유형과 설치류와의 관계

❍ 산림 면적 및 둘레와 설치류 밀도와의 관계를 분석한 결과, 전체 설치류 밀도와 등줄쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 비단털들쥐, 다람쥐 등 4종이 2차 곡선을 띠었음

- 이는 기존 여러 분류군을 대상으로 한 국내 및 대전의 연구 결과와 유사하게 나타남(허 2005, 청양군 2011, 대전발전연구원 2012, 대전발전연구원 2015)

3) 각 설치류 종별 선호 미세서식지

❍ 설치류 각 종별 선호 미세서식지를 파악한 결과, 종마다 다소 다르게 나타났으나, 하층피도량과 수목잔존물의 양이 산림성 설치류에게 중요한 환경 요인인 것으로 판단됨

- 지리산과 삼척 산불피해지역에서 수행한 연구결과와 유사하게 나타남(임과 이 2001, Lee et al. 2008)

4) 설치류 종다양성을 위한 산림 면적

❍ 설치류 각 종별 선호 미세서식지를 파악한 결과, 종마다 다소 다르

❍ 산림성 설치류 4종을 대상으로 설치류 종다양성을 위한 산림 면적을 파악한 결과, 보다 많은 산림성 설치류 서식을 위해서는 93.6ha 이상의 산림 면적이 필요한 것으로 나타남

- 대전의 동일 지역에서 조류와 중대형 포유류를 대상으로 종다양성을 위한 산림 면적 산출시, 조류는 4~5ha, 중대형 포유류는 8.21ha로 나타남
- 국내 산림에 서식하는 설치류의 경우 종 수가 적고, 일부 설치류는 비교적 넓은 산림에 주로 서식하는 특성을 보이기 때문에 다른 분류군에 비해 크게 나타난 것으로 생각됨

2절. 정책제언

1. 생물종다양성을 위한 산림 관리

1) 산림 면적 유지

❍ 대전에서 조류와 중대형 포유류, 설치류를 대상으로 종다양성을 유지하기 위한 산림 면적을 산출한 결과 최소 4ha에서 90ha 이상으로 나타남

- 4ha 이상의 산림에 대한 인위적 교란을 제한하고, 보존을 원칙으로 관리할 필요가 있음
- 이를 통해 생물종다양성 유지 및 더 많은 숲내부종 유치가 가능할 것으로 판단됨
- 일부 중요한 사유지의 경우 단계적 매입 등 검토 필요

2) 산림의 구조적 기능 유지

❍ 대경목 유지 및 관리

- 흉고직경이 큰 수목의 유지 및 인근 수목의 밀도 조절을 통한 적절한 관리로 수동영소성 동물(박새류, 딱따구리류, 소쩍새, 하늘다람쥐 등)의 서식을 유도할 필요가 있음

❍ 산림외곽의 일부 건전한 산림의 경우 인위적 교란을 최소화하여 자연림의 형태를 최대한 유지시킴

❍ 이차림 등 대부분의 산림은 식생의 수직적 구조를 다양화하기 위한 다양한 영급의 수종 갱신 및 식재를 통해 생물다양성 극대화

- 대경목 유지 : 딱따구리나 소쩍새, 박새류 등의 번식 유도
- 소경목 유지 : 동고비나 지빠귀류의 번식 및 섭식 공간으로 이용

- 관목 : 노랑턱멧새, 솔새류 등의 번식 및 섭식 공간으로 이용

❍ 수목잔존물의 유지

- 고사목이나 도목 등의 수목잔존물을 제거하는 대신, 일부 적절한 공간에 쌓아 놓아 줌으로써, 일부 설치류와 양서파충류 등 소형 동물의 서식과 번식을 유지키켜 줄 필요가 있음

2. 대전광역시 산림 정책 방향

1) 내부 도심지의 녹지 면적 확충

❍ 대전은 외곽을 중심으로 산림이 잘 발달되어 있으나, 내부의 경우 비교적 녹지 면적이 부족한 실정임

❍ 하천 인근이나 유휴부지 등 적합한 내부 공간을 선정하여, 적절한 수종을 선택하여 식재할 필요가 있음

❍ 장기적으로는 외곽 산림과 내부의 녹지를 연결시켜, 코리더 역할을 할 수 있는 지역을 선정

- 바람길, 미세먼지 저감 등을 종합적으로 고려한 녹지 식재

2) 외곽 산림의 관리

❍ 외곽의 주요 산림에 대한 개발 행위 규제 등 법적 관리가 필요

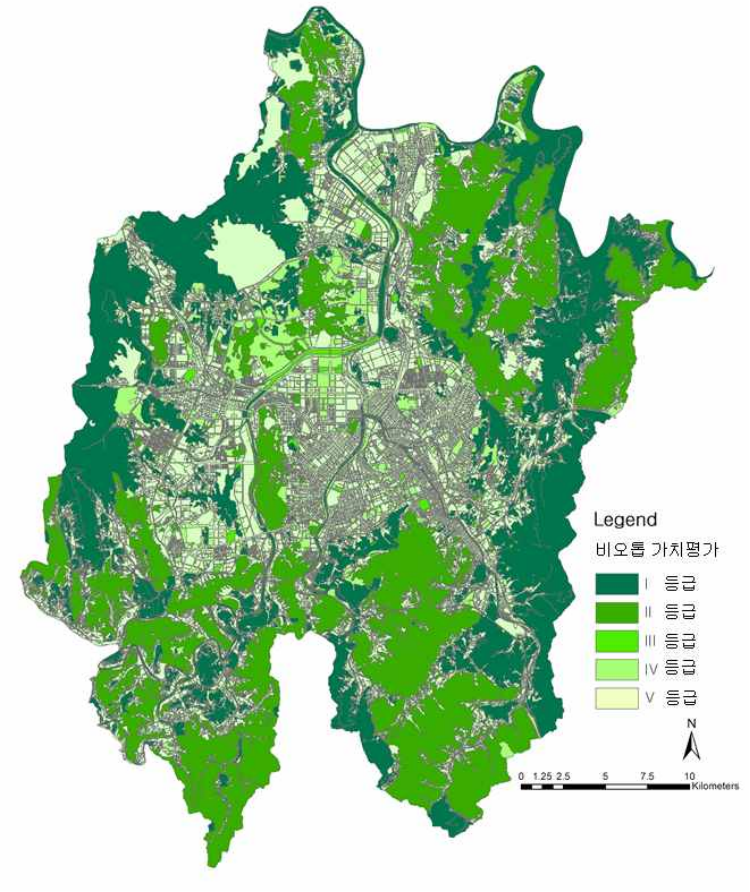
- 향후, 도시생태현황지도 구축시 등급에 따른 개발행위 차등화 제시
- 향후, 도시생태현황지도 활용과 관련한 국가 지침에 맞게 조례 개정 등 제도적 장치 마련

❍ 중요하다고 판단되는 외곽 산림 중 사유지에 대해서는 단계적인 매입 등을 통한 보존 방안을 마련할 필요가 있음

3) 도시생태현황지도 가치평가 기준 활용

○ 대전에서 5년 단위로 구축 및 갱신 예정인 도시생태현황지도 작성시 가치평가 기준으로 제시 가능

- 최소 4ha 이상 면적의 산림에 대한 산림관리 기준 제시



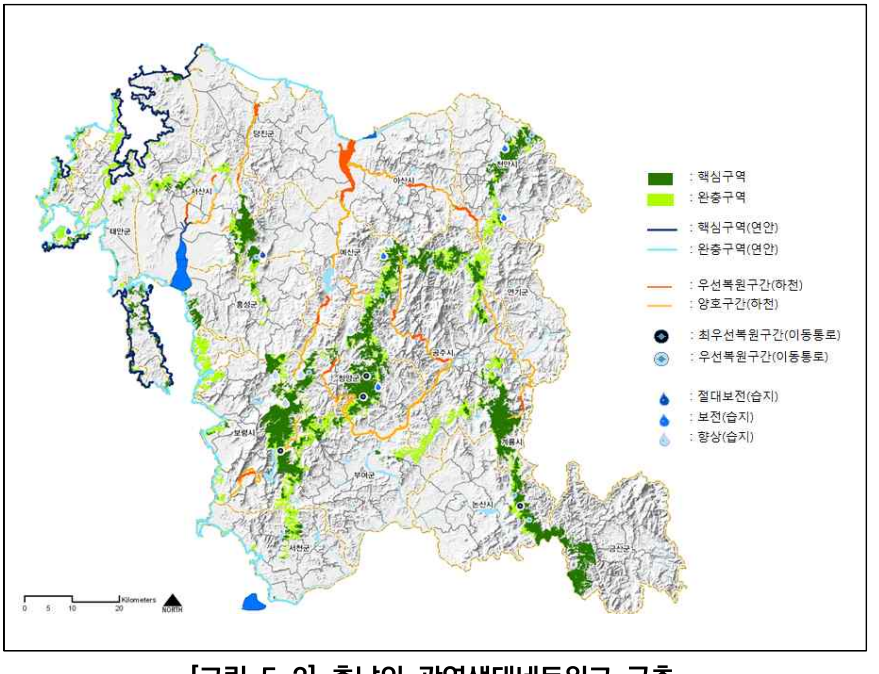
[그림 5-1] 대전광역시 도시생태현황지도

자료 출처 : 대전광역시 (2020)

4) 광역생태네트워크 구축

○ 대전, 더 나아가서는 충청권 광역생태네트워크 구축을 통해 주요 단절지점 연결 방안을 마련할 필요가 있음

- 해당 지역의 산줄기 연결망 및 위계(대간, 정맥, 기맥, 지맥, 세맥 등) 파악
- 도로망과의 중첩을 통해 주요 단절지점 현황 파악
- 야생생물 교통사고 현황 및 단절지점 인근의 동물상 현황 파악
- 단절지점 평가를 통한 우선 복원지점 선정 및 저감방안 마련



[그림 5-2] 충남의 광역생태네트워크 구축

자료 출처 : 충남발전연구원 (2012)

참고문헌

고흥선(1987), 한국산 설치류의 계통분류학적 연구:Ⅱ. 문경산 희넓적다리붉은쥐의 염색체 분석 및 문경산 등줄쥐와의 형태적 형질의 비교분석. 유전공학연구 1: 111-120.

고흥선(1988), 한국산 설치류의 계통분류학적 연구. 유전공학연구 2: 155-172.

고흥선, 양병국(1990), 한국산 설치류 6종의 분지계통학적 및 수리분류학적 분석. 자연과학연구 4: 89-99.

고흥선, 이우재(1991), 한국에서 서식하고 있는 설치류의 형태적 형질의 연령변이와 제2차 성적이형 현상에 관한 연구:2.집쥐속 2종의 분석. 자연과학연구 5: 75-87.

고흥선(1998), 한국산 설치류의 분류와 생태. 한국토양동물학회 춘계학술대회 논문집. pp. 2-3.

대전광역시(2014), 대전광역시 자연환경조사 연구용역.

대전발전연구원(2012), 대전시 산림 패치의 조류 서식지 잠재성 평가.

대전발전연구원(2015), 대전시 산림의 포유류 서식지 잠재성 평가.

박찬열, 최창용, 이은재, 양희문(2006), 잣나무림에서 산림시업에 따른 소형 설치류 개체군 밀도 비교에 관한 기초 연구. 한국환경생태학회 학술대회지 pp. 149-152.

백락주, 강주일, 송기준, 송진원, 최영주, 박광숙, 이용주(1997), 야생 설치류의 한타바이러스 감염에 대한 연구. 대한감염학회 29: 487-497.

손승훈(2016), 낙엽송 조림지에서 서식환경의 변화에 따른 소형 설치류 개체군의 특성 및 예측. 중앙대학교 대학원 박사학위논문.

송진원, 윤재경, 김상현, 김종현, 이영은, 송기준, 백락주, 이용주, R. kordel, P.P. liberski, R.Yanagihara(1998), Tula 한타바이러스의 분자생물학적 특성분석 및 국내 밭쥐아과 설치류가 매개하는 새로운 한타바이러스. 대한바이러스학회 28: 275-287.

이은재(2011), 강원도 삼척 산불피해지역의 설치류 3종의 개체군 특성에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사논문.

이은재, 이우신, 이영근, 이명보, 임신재(2006). 산불피해지역에서 임상잔존물의

처리에 따른 서식환경과 소형 설치류 개체군 특성. 한국산림과학회지 95: 711-715.
이은재, 이우신, 이영근, 이명보, 임신재(2008), 강원도 삼척 산불피해지역에서 피해목 제거 전과 후의 서식환경 및 설치류 개체군 특성 차이. 한국산림과학회지 97: 113-117.
이은재, 이주영, 손승훈, 김민진, 박성진, 이우신, 임신재(2008), 산불피해 후 경과년도가 다른 지역에서 설치류 개체군 특성 차이. 한국산림과학회지 97: 291-295.
이은재, 손승훈, 이우신, 어수형, 임신재(2010), 산불피해 후 자연복원과 소나무 조림을 실시한 지역에서 설치류 3종의 개체군 밀도 차이. 한국산림과학회지 99: 553-558.
이정인(1986), 신증후출혈열환자 발생지역 설치류의 한타바이러스감염조사. 고려대학교 의대 잡지 23: 81-89.
이호왕, 이평우(1976), 한국형출혈열 1. 원인항원 및 항체 증명. 대한내과학회 잡지 19: 371-383.
임신재, 이우신(2001), 지리산 지역에서 산림 하층의 접식환경과 소형 설치류와의 관계. 한국임학회지 90: 236-241.
임신재, 이주영, 김민진, 박성진, 이은재, 이우신(2007), 임도 미개설지와 개설지에서 소형 설치류의 개체군 특성 차이. 한국산림과학회지 96: 245-250.
윤명희, 한상훈, 오홍식, 김장근(2004). 한국의 포유동물. 동방미디어. 서울.
전종훈, 김한규, 김준수, 이우신, 김종우(2019), 일본잎갈나무 조림지의 간벌 후 시간경과에 따른 서식환경과 소형 설치류 개체군 특성. 한국산림과학회지 108: 127−132.
충남발전연구원(2012), 충청남도 광역생태네트워크 구축을 위한 자연환경조사.
한성우, 이시완, 이한수, 이준우(2003), 삼척시 지역에서 산불이 설치류 군집에 미치는 영향. 한국환경생태학회 학술대회지 pp. 225−227.
한성우, 이준우, 백운기, 이한수, 최윤호, 김명준, 전용준(2005), 고성군 사불피해지역의 복구유형에 따른 설치류 서식현황. 한국환경생태학회 학술대회지. pp. 157−160.
허위행(2005), 부산시 도시림의 식생구조 및 경관인자와 번식기 조류군집과의 관계. 서울대학교 대학원 박사학위논문.

허위행, 이우신, 최창용, 박용수, 이창배, 임신재(2005), 도로로부터 거리가 다른 두 지역에서 소형 설치류 개체군의 밀도와 체중의 차이. 한국환경생태학회 학술대회지. pp. 168-170.

Brotons, L. and S. Herrando.(2001), Factors affecting bird communities in fragments of secondary pine forests in the north-western Mediterranean basin. Acta Oecologica 22: 21-31.

Deshaye, J. and P. Morisset.(1989), Species-area relationships and the SLOSS effect in a subartic archipelago. Biological Conservation 48: 265-276.

Diamond, J. M.(1975), The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. Biological Conservation 7: 129-146.

Forget, P.M. and Milleron, T.(1991), Evidence for second-ary seed dispersal by rodents in Panama. Oecologia 87: 596-599.

Gilpin, M. E. and J. M. Diamond.(1980), Subdivision of nature reserves and the maintenance of species diversity. Nature 285: 567-569.

Honeycutt, R.(2009), Rodents (Rodentia). *In*: The timetree of life. Oxford University Press. Londeon.

Jang W.S., A.R.Seol, O.S.Chung, J.H.Sagong, J.K. Lee(2019), Avian reporting rates in Chugcheongnam Province, South Korea depend on distance from forest edge, size of trees and size of forest fragements. Forests 10: 1-13.

Jo, Y.S., J.T.Baccus, J.L.Koprowski(2018). Mammals of Korea. National Institute of Biological Resources.

Kawamichi, T.(1996), The encyclopedia of animals in japan. vol. 1. Mammals Ⅰ. heibonsha Limited Publishers. Tokyo, Japan.pp.156.

Kent, M. and P. Coker(1992). Vegetation description and analysis: a practical approach. John Wiley. Chichester.

Lee, E.J., W.S. Lee and S.J. Rhim(2008). Characteristics of small rodent populations in post-fire silvicultural management stands within pine

forest, Forest Ecology and Management 255: 1418-1422.

Lee, H.W., J.W. Song(2019). Our hantaan virus became a new Family, hantaviridae in the classification of Order Bunyavirales. It will remain as a history of virology. Journal of Bacteriology and Virology 49 : 45-52.

Newmark, W. D.(1987), A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American parks. Nature 325: 430-432.

Patton, D.R.(1975), A diversity index for quantifying habitat "edeg". Wildlife Society Bulletin 3: 171-173.

Simon T., C. Bässler, R Brandl, P. J. Burton, R. Cahall, J. L. Campbell, J. Castro, C.Y. Choi, T. Cobb, D. C. Donato, E. Durska, J. B. Fontaine, S. Gauthier, C. Hebert, T. Hothorn, R. Hutto, E.J. Lee, A. B. Leverkus, D. B. Lindemayer, M. K. Obrist, J. Rost, S. Seibold, R. Seidl, D. Thom, K. Waldron, B. Wermelinger, M. B. Winter, M. Zmihorski and J. Müller. (2017), Biodiversity depletion calls for deadwood retention in salvage logging - a global meta-analysis. Journal of Applied Ecology 1-11.

Zimmerman, B. L. and R. O. Bierregaard, Jr.(1986), Relevance of the equilibrium theory of island biogeography with an example from Amazonia. Journal of Biogeography 13: 133-143.

대전세종연구원
DAEJEON SEJONG RESEARCH INSTITUTE
34863 대전광역시 중구 중앙로 85 (선화동)
TEL. 042-530-3500 FAX. 042-530-3508
www.dsi.re.kr

ISBN 979-11-6075-191-8 93350