creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

博士學位論文

멸종위기종 삵 *Prionailurus bengalensis*의 생태학적 연구

濟州大學校 大學院

科學敎育學部

李　和　眞

2023年　2月

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

멸종위기종 삵 *Prionailurus bengalensis*의 생태학적 연구

指導敎授 吳 弘 植

李 和 眞

이 論文을 理學 博士學位 論文으로 提出함

2023年 2月

李和眞의 理學博士學位 論文을 認准함

審査委員長 이 찬수 ㊞

委 員 정 철운 ㊞

委 員 정 만영 ㊞

委 員 신 근재 ㊞

委 員 오 홍식 ㊞

濟州大學校 大學院

2023年 2月

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ecological study of the endangered leopard cat *Prionailurus bengalensis*

Hwa-Jin Lee
(Supervised by Professor Hong-Shik Oh)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Doctor of Philosophy in Biology

2023. 2.

This thesis has been examined and approved.

Hansoo Lee
Thesis director, Hansoo Lee, Dr. of Philosophy

Chul Un Chung

Man Young Jung

Keum Jae Ahn

Hong Shik Oh

Dec. 19 2022
Date

Faculty of Science Education
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

목 차

Contents ---- i

List of Tables ---- iv

List of Figures ---- vi

ABSTRACT ---- 1

I. 서론 ---- 5

1. 연구배경 및 목적 ---- 5

1) 삵의 행동권 특징과 경쟁종과의 비교 연구 ---- 6

2) 삵의 서식지 이용 특성 분석 ---- 7

3) 카메라 트래핑을 이용한 삵과 포유류의 활동 패턴과 인간접근에 따른 영향 연구 ---- 7

4) 삵과 포유류 서식지 유형의 분류 ---- 7

II. 삵의 행동권 특징과 경쟁종과의 비교 연구 ---- 9

1. 서론 ---- 9

2. 연구 방법 ---- 11

1) 연구 지역 ---- 11

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 연구 방법 ---------- 12

3. 연구 결과 및 고찰 ---------- 15

1) 행동권 분석 ---------- 15

2) 행동권 비교 ---------- 21

3) 행동권 중첩 ---------- 22

III. 삵의 서식지 이용 특성 분석

1. 서론 ---------- 25

2. 연구 방법 ---------- 27

1) 연구 지역 ---------- 27

2) 연구 방법 ---------- 27

3. 연구 결과 및 고찰 ---------- 31

1) 서식지 이용특성 분석 ---------- 31

2) 서식지 적합성 분석 ---------- 34

IV. 카메라 트래핑을 이용한 삵과 포유류의 활동 패턴과 인간 접근에 따른 영향 연구 ---------- 39

1. 서론 ---------- 39

2. 연구 방법 ---------- 40

1) 연구지역 ---------- 40

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 연구 방법 ---- 43

3. 연구 결과 및 고찰 ---- 44

1) 삵 등의 야생동물 출현 분석 ---- 44

2) 인간 접근이 포유류에게 미치는 영향 분석 ---- 49

V. 삵과 포유류 서식지 유형 분류 ---- 54

1. 서론 ---- 54

2. 연구 방법 ---- 56

1) 데이터 수집과 재분류 ---- 56

2) 포유류 서식지 유형 기술통계 분석 ---- 58

3) 서식지 유형 군집분석 ---- 58

3. 연구 결과 및 고찰 ---- 60

1) 포유류 서식지 유형의 기술통계 분석 ---- 60

2) 서식지 유형의 군집분석 ---- 66

Ⅵ. 종합 고찰 ---- 71

Ⅶ. 적 요 ---- 73

Ⅷ. References ---- 76

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

List of Tables

Table 1. Information of the *P. bengalensis, N. procyonoides* and *M. leucurus* captured in Sobaeksan National Park by radio-tracked and GCT ---- 13

Table 2. Home ranges of *P. bengalensis* in Sobaek National Park ---------- 16

Table 3. Home ranges of *N. procyonoides* in Sobaek National Park ---------- 18

Table 4. Home ranges of *M. leucurus* in Sobaek National Park ---------- 20

Table 5. Food biomass consumed of *P. bengalensis, N. procyonoides* and *M. leucurus* on reference ---------- 21

Table 6. Information of the *P. bengalensis* captured in Sobaeksan National Park by radio-tracked and GCT ---------- 28

Table 7. Reference of the *P. bengalensis* environmental factors used in the analysis ---------- 30

Table 8. Statistical analysis of environmental factors in *P. bengalensis* habitats ---------- 33

Table 9. Percent contribution and permutation importance of 13 environmental variables ---------- 35

Table 10. Summary of camera No., survey duration, elevations of sites, forest

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

types, photographed number of taxon in Baekdudaegan (Yuk-sib-ryeong to Deok-chi), conducted from June 2015-May 2016 --------- 42

Table 11. Mammals identified in camera traps and their of daytime and nighttime frequency ---------- 45

Table 12. The reappearance number and time for mammals after human acess ----- 50

Table 13. Number of times of mammals reappearing frequency after only daytime human acess or including nighttime human access ---------- 51

Table 14. Mammal habitat types recorded by survey note ---------- 61, 62

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

List of Figures

Figure 1. Sobaeksan National Park, the target area of the study ---------- 11

Figure 2. Home range of *Prionailurus bengalensis* (Left : Total home range, Right : The seasonal home range of P2) ---------- 16

Figure 3. Home range of *Nyctereutes procyonoides* (Left : Total home range, Right : The seasonal home range of N1) ---------- 18

Figure 4. Home range of *Meles leucurus* (Left : Total home range, Right : The seasonal home range of Ml) ---------- 20

Figure 5. Home range overlapping (P2, P3, N2) ---------- 23

Figure 6. Home range overlapping (P1, N1, M2) ---------- 23

Figure 7. Receiver operating characteristic (ROC) curve of MaxEnt model ----- 34

Figure 8. Predicted potential geographic distributions for leopard cat. MaxEnt produces a continuous prediction with values ranging from 0 to 1. Value '1' indicated high probability of habitat use ---------- 36

Figure 9. Only areas above the logistic threshold derived from the maximum training sensitivity plus specificity of leopard cats are potential habitats ---------- 37

Figure 10. Location of camera trap in Baekdudagan conservation area. The black

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

circles was indicating of Camera trap area ---------- 41

Figure 11. Mammals appearance frequency from CT (*Erinaceus amurensis*, *Prionailurus bengalensis*, *Nyctereutes procyonoides*, *Martes flavigula*) ---------- 46

Figure 12. Mammals appearance frequency from CT (*Meles leucurus, Mustela sibirica*, *Sus scrofa*, *Caproelus pygargus*) ---------- 47

Figure 13. Mammals appearance frequency from CT (*Hydropotes inermis, Lepus coreanus*, *Tamias sibiricus*, *Sciurus vulgaris*) ---------- 47

Figure 14. Mammals appearance frequency from CT (Muridae) ---------- 48

Figure 15. Mammals appearance rate to daytime and nighttime ---------- 49

Figure 16. Habitat types extraction and classification. The 32 representative words were extracted from recorded habitat types in the survey database and were classified into 15 habitat types ---------- 57

Figure 17. Frequency ratio of top three abundant species in each habitat type ---------- 65

Figure 18. k-means cascade plot presenting the group belonging to each habitat type for each partition. The simple structure index (ssi) was highest in the partitioning of 11 groups. In this case, the conifer forests and the broad-leaved forests, the coast and the stream, and the bare ground and the farm were combined into the same habitat types --- 66

Figure 19. Similarity and hierarchy among mammal habitat types using ward hierarchical

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

clustering analysis ---------- 67

Figure 20. Shepard diagrams of the nonmetric multidimensional scaling result ---------- 68

Figure 21. Nonmetric multidimensional scaling biplot of Euclidean dissimilarity matrix. Black and bold text indicates a habitat type, and red and italic text indicates a species. The four representative mammal habitat types (river type, forest type, residence habitat and lowland type) were shown as a blue diamond, a green triangle, a red square, and a orange circle symbol, respectively ---------- 69

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

ABSTRACT

This study was conducted to analyze the habitat, environmental characteristics, behavior patterns, and habitat classification of *Prionailurus bengalensis*. As for the home range of *P. bengalensis*, studies on seasonal ranges, comparisons with competing species (*Nyctereutes procyonoides* and *Meles leucurus*), and studies on overlapping areas were conducted. The characteristics of the preferred habitat were analyzed through the analysis of habitat use characteristics of wildcats. Through the study of behavioral patterns through camera trapping, and finally through habitat classification, we intend to reveal the range of *P. bengalensis* habitat types.

1. A comparative study of the home range characteristics of *P. bengalensis* and its competitors

Home range analysis of *P. bengalensis* was conducted in Sobaeksan National Park. A study of a competing species (*N. procyonoides* and *M. leucurus*) was also conducted in the same area. Three individuals of each species were captured using live traps (Tomahawk live trap 210A) and radio tracking was conducted from June 2012 to May 2014 using VHF and CDMA methods. We determined that the home range of *P. bengalensis* was 7.13 ± 5.61 ㎢ (MCP 100), 7.77 ± 3.91 ㎢ (FK 95), and 1.88 ± 0.96 ㎢ (FK 50) that of *N. procyonoides* was 6.53 ± 6.66 ㎢ (MCP 100), 3.39 ± 4.73 ㎢ (FK 95), and 0.48 ± 0.62 ㎢ (FK 50) and that of *M. leucurus* was 1.77 ± 1.82 ㎢ (MCP 100), 3.17 ± 4.52 ㎢ (FK 95), and 0.63 ± 0.87 ㎢ (FK 50). The home ranges of *P. bengalensis* were greater than that of *N. procyonoides* and *M. leucurus*, and moreover, were larger than 6 ㎢. In the same habitat of three competitive species, home ranges overlapped by 1.2 – 4.4%, and the overlap occurred near water system.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2. A study on habitat use characteristics of *P. bengalensis*

In this study, the location information of endangered *P. bengalensis* was used to analyze habitat environmental characteristics information and MaxEnt analysis was performed to predict potential habitats. *P. bengalensis* preferred the southeast direction most, and were most active at an inclination of 25-30 °. Most of the location coordinates were distributed in the activity altitude of 500-600 m. Habitats with a distance of less than 50 m from the water system showed a high distribution at 45.7%, and the closer the distance to the water system, the higher the distribution of location coordinates. In relation to artificial factors, 25% were distributed within 100m of the distance from the road. Broad-leaved forests were preferred for the forest type used by *P. bengalensis*, and forests with crown occupancy density and breast height diameter of 4th grade were preferred. In the MaxEnt analysis, the factor with the highest contribution to the wildcat's habitat selection was the distance from the road, and the top five contributing factors included altitude, distance from residence, orientation, and clinical quality. Through this analysis, it was confirmed that artificial disturbance was located in the top contribution as a factor influencing the *P. bengalensis*'s habitat selection. In the northeastern part of Mt. Sobaek, the area suitable for wildcat habitat was 23.06 ㎢. The reliability of our model will increase if the field verification of the prediction of habitable areas in our study is reflected.

3. A study on the analysis of activity patterns of *P. bengalensis* and mammals the effect of human access using camera trapping

This study investigated mammal fauna and examined the effect of human interference on their appearance via remote CT in the Baekdudaegan. A total of 1,216 mammalian and 3,248 human access (HA) photographs were captured during the CT survey. From the mammalian photographs, we identified thirteen mammalian species. Among those species, *Hydropotes inermis* was

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

predominantly found by CT. Based on the camera-captured time, we further classified those mammals into three groups (three species, diurnal; seven species, nocturnal; three species, mixed). In this study, the frequency of appearance of *P. bengalensis* in the camera trap was 47 cuts, and the appearance rate of the total number of shots was confirmed to be 3.9%. *P. bengalensis* was classified as a nocturnal mammal with night activity accounting for 76% of the total activity. In this study, it was confirmed that Muridae and *Lepus coreanus*, which are used as food sources for *P. bengalensis*, were active at night, and it was confirmed that the activity time zones of *P. bengalensis* overlapped. In addition, the reappearance time after the appearance of the HA was 07:05 ± 08:38 t in *P. bengalensis*, which was the least value. Most mammals were observed again approximately 16:34 ± 22:25 t after human access. The analysis results showed that the number of human travelers had no significant impact on the reappearance of mammals after HA ($P > 0.05$), suggesting that the activities of mammals may be dependent on mammal fauna.

4. A Classification of habitat type for *P. bengalensis* and mammals by the National Ecosystem Survey

The purpose of this study is to perform clustering of the habitat types and to identify the characteristics of species in the habitat types using mammal data (70,562) of the 3rd National Ecosystem Survey conducted from 2006 to 2012. The 15 habitat types recorded in the field-paper of the 3rd National ecosystem survey were reclassified, which was followed by the statistical analysis of mammal habitat types. In the habitat types cluster analysis, non-hierarchical cluster analysis (k-means cluster analysis), hierarchical cluster analysis, and non-metric multidimensional scaling method were applied to 14 habitat types recorded more than 30 times. A total of 7 orders, 16 families, and 39 species of mammals were identified in the 3rd National

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ecosystem Survey collected nationwide. A total of 4,132 traces of *P. bengalensis* recorded in this study were investigated, and it was confirmed to be in the top 10 among the species recorded in the field. Looking at the habitat environment where *P. bengalensis* appeared, 84% (3,473 times) were confirmed in the forest environment including forest roads. When 11 clusters were classified by habitat types, the simple structure index was the highest (ssi = 0.07). As a result of the similarities and hierarchies between habitat types suggested by the hierarchical clustering analysis, the residential areas were the most different habitat types for mammals; the next following type was a cluster together with rivers and coasts. The results of the non-metric multidimensional scaling analysis demonstrated that both *Mus musculus* and *Rattus norvegicus* restrictively appeared in a residential area, which is the most discriminating habitat type. *Lutra lutra* restrictively appeared in coastal and river areas. In non-metric multidimensional scaling, *P. bengalensis* was located close to forest habitats in 10 interrelated locations, while residential and coastal areas were located in distant habitats. In summary, according to our results, the mammalian habitat can be divided into the following four types: (1) the forest type (using forest as the main habitat and migration route); (2) the river type (using water as the main habitat); (3) the residence habitat (living near residential area); and (4) the lowland type (consuming grain or seeds as the main feeding resource).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

I. 서 론

1. 연구 배경 및 목적

삵(*Prionailurus bengalensis*)은 식육목 고양이과에 속하는 종으로 국내에서는 멸종위기야생생물 Ⅱ급으로 지정하여 관리되고 있으며, IUCN 세계적색목록의 전 지구적인 평가에서는 최소관심(Least Concern, LC) 범주에 수록되어 있다(Sanderson *et al*, 2008; Lee *et al*., 2015). 또한 국내에서는 고양이과 야생동물 중 제주도를 제외하면 유일하게 전국적으로 분포하는 최상위 포식자로 남아있다. 한때 절멸위기 상태에 놓여 있는 것으로 간주하기도 하였으나 최근에 종에 대한 관심 증가로 서식 정보가 널리 알려지면서 개체군 밀도가 높은 것으로 나타나고 있다(NIBR, 2012, 2021).

삵은 외형으로 볼 때 고양이와 비슷하지만 몸집이 더 크고, 털은 황갈색이며, 몸에 반점이 배열되어 있으며, 흑갈색무늬 두 줄과 흰색 무늬가 이마에서부터 코 양옆까지 이어져 있다. 머리와 몸통의 길이는 450-550 mm, 꼬리의 길이는 150-400 mm, 귀의 길이는 33-42 mm, 뒷발의 길이는 105-122 mm이다(NIBR, 2012, 2021). 먹이 습성으로 설치류, 조류, 곤충 등 다양하게 잡아먹는 것으로 알려져 있으며, 우리나라에서는 설치류를 가장 선호하는 경향이 있는 것으로 보고되었다(Lee, 2008).

삵은 먹이사슬의 최상위 포식자로 우리나라에서는 전국적으로 분포하였는데, 1980년대 이후 제주도에서는 멸종된 것으로 간주하고 있으며(NIBR, 2021), 산림지대의 계곡, 바위굴, 연안, 관목으로 덮인 산간 개울가 등을 주요 서식지로 이용한다(Yoon *et al*., 2004). 한국 정부에서는 삵이 번성하던 시기인 1965년에는 삵을 사냥종으로 지정하여 포획이 이루어진 바 있으며, 이후 개체군 밀도가 점차 감소하였고, 1990년대에 들어서면서 급격히 감소한 것으로 나타나 환경부에서는 1998년에 멸종위기종으로 지정하여 보호하고 있다(NIBR, 2012; Jo, 2018). 삵은 육식에 가장 잘 적응하여 진화해왔으며(Yoon *et al*., 2004), 대형 고양이과 동물인 호랑이, 표범, 시라소니 등이 절멸된 우리나라에서 반드시 보호해야 할 대상

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

종이기도 하다.

국내에서 지금까지 삵에 대한 연구는 식이습성 및 서식지 선호도(Lee, 2008), 서식지 예측 모델(Yoo *et al*., 2021), 서식지 특성(Lim *et al*., 2015) 등이 있으며, 국외에서는 식이물(Shehzad *et al*., 2012), 서식지 선택(Rajaratnam *et al*., 2007), 밀도와 서식지 이용(Mohamed *et al*., 2013), 활동패턴 및 행동권(Rabinowitz, 1990; Grassman, 2000; Izawa *et al*., 2006), 서식지 선택 및 이용(Chua *et al*., 2016; Chutipong *et al*., 2017) 등이 보고된 바 있다. 이처럼 삵이 다른 포유류에 비해 비교적 생태적인 연구가 수행되는 이유는 대형 고양이과 동물들이 사라진 우리나라 생태계에서 유일하게 남아있는 야생 육식동물로 생태계 내의 먹이사슬에서 최상위포식자의 위치를 차지하는 중요한 생물종 중이기 때문이다. 삵의 행동패턴이나 행동권, 서식지 이용특성은 서식환경에 따라 변화하기 때문에 다양한 지역에서의 연구 자료는 삵의 보전 방향과 보전범위 설정에 중요한 기초자료가 된다. 특히 삵은 우리나라 생태계를 대표하는 깃대종으로 삵의 서식환경에 대한 정보를 수집하고 기초데이터를 구축하는 것은 장기적인 관점에서 건전한 생태계를 유지하는 데 필수적인 사항인 관리방안을 마련하는 방법이 될 수 있다.

따라서 이 연구에서는 아래 4가지 사항에 주안점을 두어 연구가 진행되었다.

1) 삵의 행동권 특징과 경쟁종과의 비교 연구

국내에서 야생동물은 급속한 도시화와 인구집중으로 인해 자연환경 개발에 따른 서식지 축소로 산림생태계와 서식지 환경이 훼손되어 생존에 위협받고 있다. 이와 같은 산림의 훼손과 같은 서식지 면적 축소는 야생동물이 살아가는 공간을 감소시킴으로써 활동영역을 제약하고 유전적 다양성을 위한 교류에 제한을 준다. 따라서 야생동물에 대한 보호 체계를 구축하기 위해서는 기본적으로 야생동물의 행동 범위에 대한 연구가 필요하다. 이 연구에서는 멸종위기종 삵을 비롯한 너구리(*Nyctereutes procyonoides*), 오소리(*Meles leucurus*) 등 식육목 야생동물의 행동권을 연구하고, 서로 중첩되는 지역의 특성에 대한 연구를 진행함으로써 식육목 야생동물의 기본 행동영역에 대한 자료로 활용될 것이 기대된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 삵의 서식지 이용 특성 분석

멸종위기종 삵은 생태적 습성에 따라 선호하는 서식지가 다르고, 다양한 요인에 의해 분포가 달라진다. 야생동물에 있어 서식지 특성은 대상종의 정보를 축적할 수 있고, 향후 잠재서식지 예측은 물론 종과 서식지 보전을 위한 관리 및 적용에 필요하다. 우리의 연구는 삵의 위치추적 데이터를 활용하여 서식지 환경특성 정보를 분석하고 잠재서식지 예측을 위한 MaxEnt 분석을 수행하였다. 이러한 결과는 삵의 서식지 분포모형에 적합한 서식인자를 도출하고 삵의 산림생태계내에서 생태계 안정성 여부를 파악할 수 있는 근거자료로 활용될 수 있다.

3) 카메라 트래핑을 통한 삵과 포유류의 활동 패턴과 인간접근에 따른 영향 연구

최근에 야생동물 복지에 대한 관심의 증가로 포유류 연구에 카메라 트래핑이 많이 이용되고 있다. 카메라 트랩은 동작센서를 이용하여 영상을 촬영해 그 지역에 서식하는 포유류의 실체를 확인할 수 있다. 또한 야생동물의 주요 활동시간이나 개체수와 같은 기본적인 자료도 얻을 수 있다. 이번 연구에서는 카메라 트랩을 이용하여 종분포 현황과 주요 활동시간, 우점출현종에 대한 자료를 취득하고 야생동물 서식지에 출현하는 등산객이 야생동물의 출현에 어떤 영향을 미치는지 확인하기 위해 연구가 수행되었다.

4) 삵과 포유류 서식지 유형 분류

국내 환경부에서는 전국자연환경조사를 통해 전국의 육상생태계를 대상으로 모니터링하고 있으며, 포유류에 조사도 이에 포함되어 있다. 전국자연환경조사는 지금까지 1차에서부터 4차년도 조사까지 수행되고 있으며, 그중 3차 전국환경조사는 2006년-2013년도까지 수행되었다. 서식지 유형 분류는 전국을 적절한 생태계 유형에 따라 분류하고, 각 유형에 따라 조사지점이 선정되도록 하는 층화표본 방법으로 조사지역을 선택할 수 있다. 전국의 대표적인 생태계 유형을 분류하여 생물다양성에 대한 조사를 수행하기 위해 이용될 수 있다. 이번 연구에서는 삵과 포유류의 서식지 유형을 분류하고, 서식지에서의 삵이 위치를 연구하였다. 또한 제3차 전국자연환경조사 결과를 이용하여 포유류의 서식지 유형에 대한 분석을

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

통해 포유류에 맞는 서식지에 대한 분류체계를 마련하고 서식지별로 출현하는 종을 파악하고자 하였다.

따라서 이 연구에서는 첫째, 멸종위기종 삵의 소백산국립공원 지역에서의 전반적인 행동권을 파악하고, 삵과 경쟁이 되는 종인 너구리와 오소리의 행동권과의 관계를 규명하고자 하였다. 둘째, 삵의 서식지 이용 특성에 서식인자(Factor)를 구축하고 잠재 서식지 예측 결과를 추출하여 서식지 보전과 관리방안에 필요한 자료를 마련하고자 하였다. 셋째, 카메라 트랩으로 야생동물의 출현을 분석한 후 삵의 출현 정보를 추출하여 활동패턴과 인간의 출현이 야생동물의 활동패턴에 어떤 영향을 주는 지 규명하고자 하였다. 마지막으로 제4차 전국자연환경조사를 통해 구축된 10년 동안의 DB를 활용하여 포유류 서식지에 대한 유형을 분류하고 삵이 위치하는 서식지 유형의 범위를 밝히고자 하였다. 이러한 연구 결과는 삵의 기본적인 생태적인 특성에 대해 생태자료를 축적하고 보전학적 가치를 규명하여 개체군의 보전과 관리방안을 마련하는 데 필요한 자료를 활용될 수 있을 것이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

II. 삵의 행동권 특징과 경쟁종과의 비교 연구

1. 서론

우리나라 야생동물의 멸종위기종은 점점 늘어가는 추세이며, 1960년경에 집필된 조선짐승류지 혹은 한국동식물도감과 현재의 야생동물 비교에서도 볼 수 있듯이 동물의 종수가 많이 감소한 것을 확인할 수 있다(Won, 1968). 우리나라는 1970년대 이후 약 40년 동안 급속히 이루어진 도시화와 인구집중으로 인해 대규모 토지 이용과 도로개설, 환경오염의 심화 등이 발생하였고, 결과적으로 산림생태계와 주변의 경작지, 그리고 하천 생태계 사이의 생태통로가 단절되거나 서식환경이 훼손됨으로써 야생생물의 다양성이 사라지거나 감소되었다(Chun *et al*., 2011; Lee *et al*., 2014).

식육목(Order Carnivora) 포유류는 육상 포유동물 중에서 생태계 먹이사슬의 상위 포식자로 생물종 다양성과 생태계 유지에 크게 기여한다(Miller *et al*., 2001; Woo, 2010). 또한 육식 포유동물은 하위 포유류의 개체군 크기를 조절하고 먹이로 이용되는 대상종의 행동에도 영향을 끼치며, 종자의 분산을 돕기도 하는 등 먹이사슬 유지에 중요한 역할을 한다(Rabinowitz and Walker, 1991; Kang *et al*., 2005; Chung, 2006; Lee *et al*., 2014).

삵을 비롯한 중형포유류는 동일지역에 서식하는 경우 여러 가지 요인에 의해서 먹이원, 행동권 범위 등이 영향을 받을 수 있다. 독일에서는 담비(*Martes martes*), 여우(*Vulpes Vulpes*), 너구리(*Nyctereutes procyonoides)*를 대상종으로 먹이원 이용과 행동권 중첩에 관한 경쟁 연구가 수행된바 있으며(Baltrunaite, 2002; Drygala *et al*., 2013), 핀란드에서는 주요 중형포유류의 행동권 중첩에 따른 경쟁관계를 분석하여 질병전파 모델링을 위한 기초자료로 활용하기도 하였다(Kauhala *et al*., 2006).

국내 대표적인 식육목 중형 포유류인 삵, 오소리, 너구리는 산림에서부터 농촌, 해안에 이르기까지 지역적으로 전역에 분포하고 있으며(Yoon *et al*., 2004; Choi

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

et al., 2012b), 이번 연구대상지인 소백산국립공원에서도 넓은 지역에 걸쳐 서식하는 것으로 확인되었다(Korean National Park, 2007).

행동권이라 함은 먹이를 구하는 식이활동 영역과 교미를 하고, 새끼를 양육하는 공간적 범위라 정의하였다(Burt, 1943). 행동권의 형태와 범위는 포유류의 생활사와 활동 서식지간의 상호작용을 확인하고 파악할 수 있는 중요한 데이터로 작용할 수 있다. 포유류의 행동권은 서식지의 유형(Genovesi et al., 1997), 개체의 연령(Kauhala et al., 1993; Balharry, 1993; Genovesi et al., 1997), 개체의 번식 시기(Goodrich and Buskirk, 1998), 개체의 체중(Harestad and Bunnel, 1979), 개체군의 밀도(Bond and Wolff, 1999), 한시적 환경에 대한 변화(Ferguson et al., 1999), 계절(Simcharoen et al., 2008), 먹이의 분포와 가용성(Macdonald, 1983) 등에 영향을 받는다(Woo 2009).

국내 식육목 포유류에서는 삵의 행동권(Choi *et al*., 2012b), 너구리 행동권(Choi and Park, 2006a; Kim *et al*., 2008), 오소리 행동권(Choi *et al*., 2009) 등의 단일종에 대한 서로 다른 지역에서 개별적인 연구가 이루어졌을 뿐 동일한 서식 공간 내에서 종간 행동권 크기와 중첩되는 영역에 대한 상호 비교 분석은 지금까지 수행된 바 없다. 따라서 이 연구에서는 소백산국립공원 지역 내에 서식하는 삵의 행동권을 밝히고, 중형포유류 가운데 동일한 서식지 환경특성 범위내에 서식하는 삵과 경쟁종인 너구리, 오소리 3종을 대상으로 행동권과 종간 중첩에 대한 생태적 특성을 파악하고자 한다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2. 연구 방법

1) 연구지역

이번 연구대상지인 소백산은 국립공원은 우리나라 백두대간 중앙에 위치하고 있는 고산준령으로 해발 1,000 m 이상 산봉우리들이 능선으로 20 km 이상 이어져 중심축을 이루고 있다. 소백산국립공원은 백두대간의 주맥으로서 냉온대 활엽수림대에 속하여 북방계 식물과 남방계 식물이 다양하게 분포하고 있는 지역이다(Korean National Park, 2007). 행정구역상 경상북도 영주시와 충청북도 단양군에 위치하고 있으며, 면적은 323.383 ㎢이다(Figure 1).

이번 연구는 소백산국립공원 지역 중 사전 조사를 통하여 삵, 너구리, 오소리 등 연구대상종의 서식지 이용이 확인된 지점인 부석면 소천리, 임곡리, 단산면 마락리, 좌석리, 영춘면 의풍리를 중심으로 연구를 수행하였다.

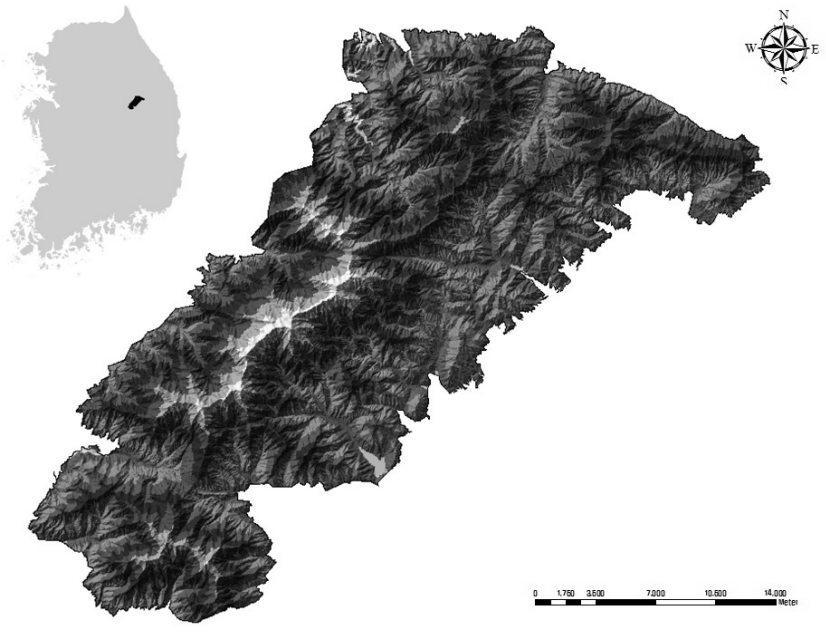

Figure 1. Sobaeksan National Park, the target area of the study.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 연구 방법

(1) 연구 대상종 포획 및 데이터 수집

연구대상종인 삵과 경쟁종인 너구리, 오소리는 2012년 6월부터 서식흔적이 확인된 지점에 트랩(Tomahawk live trap 210A, Tomahawk Inc. USA)을 설치하여 각 종별 3개체씩 포획하였다. 트랩에 포획된 개체는 현장에서 발신기를 부착하여 포획된 지점과 동일한 지점에서 재방사 하였다. 포획을 위한 미끼는 오리고기, 닭고기, 꽁치 통조림, 건포도 등을 이용하였으며, 매일 아침 포획여부를 확인하고 미끼를 교체하였다. 트랩을 통해 포획된 종은 삵 3개체, 오소리 3개체, 너구리 3개체로 현장에서 체중 등 기초자료 측정과 목에 발신기를 부착하여 방사하였으며, 포획지점(원 서식지)에서의 방사를 통해 환경변화에 따른 이동을 최소화하였다.

이번 연구에서 사용된 발신기는 이동통신을 기반으로 하는 WT-300 (GPS-Mobile phone based Telemetry)과 고유주파수를 이용하는 VHF (Very High Frequency) 방식(M3620, ATS Inc.)의 발신기를 서로 연결하여 사용하였다.

삵과 너구리, 오소리의 위치자료는 VHF를 통해 수신되는 지역에서 주당 3회의 삼각측량을 실시하였으며 WT-300 자료는 1일 4회 GPS자료를 수신하고, 1회 기지국을 통해 위치자료를 전송받는 방법으로 확보하였다. 각 개체별 위치자료 수집 기간은 해당 개체의 위치가 미확인되거나 배터리 소진, 폐사확인 등의 문제로 인해서 최소 60일에서 최대 432일간 수행되었다(Table 1).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 1. Information of the *P. bengalensis, N. procyonoides* and *M. leucurus* captured in Sobaeksan National Park by radio-tracked and GCT

Species	Code	Sex	Weight (kg)	Tracking period	Tracking days	No. of locations
Nyctereutes procyonoides	N1	Female	3.97	2012.10 - 2013.06	241	145
	N2	Male	4.01	2013.02 - 2013.06	124	114
	N3	Male	3.02	2013.03 - 2013.06	67	110
Prionailurus bengalensis	P1	Female	4.59	2013.01 - 2013.03	60	114
	P2	Female	3.40	2013.03 - 2014.05	432	838
	P3	Female	3.23	2013.04 - 2013.06	63	63
Meles leucurus	M1	Male	5.49	2012.06 - 2013.02	314	107
	M2	Male	6.22	2013.04 - 2013.06	74	68
	M3	Male	6.32	2013.04 - 2013.10	173	100

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(2) 행동권 분석 방법

삵과 너구리, 오소리의 행동권 분석을 위해서 수집된 GPS 좌표를 지도상에 매칭하여 위치정보를 확인하였다. 야생동물의 행동권 분석을 위해 필요한 위치정보는 최소 30개 이상이어야 하며, 행동권 분석에 대한 오차를 최소로 줄이기 위해 50개 이상의 위치정보를 분석에 이용하는 것을 제안하였다(Seaman *et al.*, 1999; Chung, 2011; Lee *et al.*, 2014).

따라서 이 연구에서는 행동권 분석을 위해 이용된 지도는 국토지리원에서 제공하는 1:25,000 축척의 수치지형도 4개 도엽(용진, 남대, 순흥, 내성)과 각각의 위치정보들을 매칭시켰다. 행동권 분석은 ArcGIS 9.3.1 (ESRI Inc.) program의 The Home Range Tools을 이용하였으며, Minimun Convex Polygon (MCP) 방법과 Fixed Kernel Method (FK) 방법을 이용하여 분석하였다.

이번 연구에서 분석한 MCP 는 추적된 위치지점들 중 최외각 점들을 연결시켜 다각형을 생성하는 방법으로 Minimum convex polygon 100% (MCP 100)을 분석하였다. 그러나 MCP 분석은 최외각 점들을 연결하기 때문에 주로 시용하지 않은 구역도 polygon 에 포함되기 때문에 행동권 설정이 너무 넓게 될 수 있는 단점을 가지고 있다(Yang, 2008; Chung *et al.*, 2011). 이번 연구에서는 이러한 MCP 의 단점을 보완하기 위해 점집합으로부터 확률밀도를 계산하기 위한 비모수 방법을 사용하고 해당 개체의 공간 이용도를 밀도의 개념으로 표현한 선을 통해 행동권을 도출할 수 있는 Fixed Kernel Method 95% (FK 95) 분석 방법을 추가하여 적용하였다(Worton, 1989). 또한 행동권이 핵심공간(core area) 분석을 위해 FK 50 을 적용하여(Kauhala and Auttila, 2010), 핵심 이용지역을 분석하였다(Lee *et al.*, 2014).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

3. 연구 결과 및 고찰

1) 행동권 분석

(1) 삵 행동권 분석

삵 3개체의 행동권을 분석한 결과 MCP 100에서는 평균 7.130 ± 5.605 ㎢이었고, FK 95은 평균 7.774 ± 3.912 ㎢로 나타났으며, 핵심공간인 FK 50에서는 평균 1.876 ± 0.964 ㎢로 확인되었다(Table 2, Figure 2). 계절별 행동권은 총 432일간 838개의 위치좌표가 수집된 P2에 대해 분석한 결과, 봄철인 3월에서 6월이 12.416 ㎢ (MCP 100)로 가장 넓었고, 여름 8.571 ㎢ (MCP 100), 가을 9.830 ㎢ (MCP 100), 겨울은 8.753 ㎢ (MCP 100)로 나타나 여름, 가을, 겨울철 행동권에 큰 차이는 없는 것으로 나타났다(Figure 2).

국내 연구에서는 구례 농촌지역에서 연구된 삵의 행동권도 3개체에 대한 행동권의 위치추적이 수행되었으며, 2.62 - 5.19 ㎢로 MCP 100 기준 평균 3.69 ㎢ (Choi *et al.*, 2012b)로 나타났다. 서울 도심지역에서 서식하는 삵의 행동권 연구에서는 암컷 1개체에 대한 행동권 연구가 수행되었으며, MCP 100 기준 0.66 ㎢ (Woo, 2010)인 것으로 나타났다. 국내에서 기존 연구된 결과와 종합하면 삵의 행동권은 도심지에서 가장 작은 행동권을 보였다. 농촌지역은 도심지역에서 서식하는 삵보다 행동권이 더 넓었으며, 산림지역에 서식하는 삵이 활동범위가 가장 넓은 것으로 확인되었다. 이러한 결과가 나타난 이유는 산림에서 농촌, 도심으로 갈수록 도로의 밀집도가 높아지고 단절된 구간이 많아지며, 삵의 활동하는 행동권에 있어 도로가 활동범위를 축소시키는 제안요인 중 하나로 작용하였을 것으로 판단된다.

국외의 경우, 태국의 산림지역에서 서식하는 삵의 행동권은 17-18 ㎢ (Grassman *et al.*, 2005)인데 반해 농촌지역에서 서식하는 개체의 행동권은 4.06 ㎢ (Rabinowitz, 1990)였으며, 일본에서도 쓰시마 산림지역내에 서식하는 개체는 7.09 ㎢ (Izawa *et al.*, 2006)인 반면 농촌지역에 서식하는 개체는 0.94 ㎢ (Simcharoen *et al.*, 2008)로 보고되었다. 선행 연구결과에서도 알 수 있듯이 산

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

림지역에서 서식하는 개체의 행동권이 큰 것으로 나타났는데, 국내 선행 연구결과에 비해 더 큰 행동권을 보이는 것은 소백산국립공원 산림지역 내에서 수행된 환경적 특성에서 기인한 결과라 판단된다(Lee *et al.*, 2014).

Table 2. Home ranges of *P. bengalensis* in Sobaek National Park

Species	Code	Sex	Home ranges (㎢)		
			100% MCP	95% Kernel	50% Kernel
Prionailurus bengalensis	P1	Female	4.613	10.076	2.554
	P2	Female	13.552	9.989	2.301
	P3	Female	3.225	3.257	0.772
Mean			7.130 ± 5.605	7.774 ± 3.912	1.876 ± 0.964

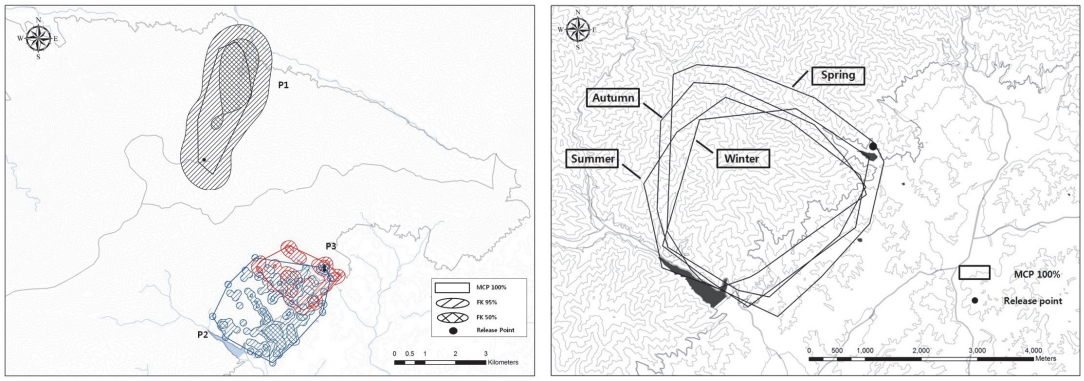

Figure 2. Home range of *Prionailurus bengalensis* (Left : Total home range, Right : The seasonal home range of P2).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(2) 너구리 행동권 분석

너구리 3개체의 행동권을 분석한 결과, MCP 100은 평균 6.525 ± 6.657 ㎢이었고, FK 95에서는 평균 3.385 ± 4.725 ㎢로 나타났으며, 핵심공간인 FK 50에서는 평균 0.482 ± 0.623 ㎢로 확인되었다(Table 3, Figure 3). 연구 대상종 가운데 너구리의 경우 최장 모니터링된 개체가 241일로 계절별 변화 패턴에 대한 분석은 수행할 수 없었다. 하지만 N1 개체에 대한 분석 결과 가을철인 9-11월에 6.660 ㎢(MCP 100)으로 가장 넓은 행동권을 보였으며, 가장 작은 행동권을 보인 겨울철(12-2월, MCP = 100, 1.636 ㎢)에 비해 4.07배 큰 것으로 나타났다(Figure 3).

이러한 결과는 가을에 접어들면서 동면전 체지방 증가를 위한 적극적인 먹이 섭취 및 겨울철 동면에 따른 결과로 판단된다. 너구리의 겨울철 동면과 관련하여 Choi and Park (2006a)은 농촌 지역 너구리의 행동권 연구를 통해서 동면굴에서의 완전한 동면을 하지 않고 겨울철에도 지속적으로 활동하는 결과라 보고한 바 있다. 이 연구에서도 이와 유사한 결과를 보였는데, 겨울철 위치좌표가 포함된 N1 개체의 경우 동면시 일정한 장소에서 지속적인 동면을 선택하기보다 동면장소를 지속적으로 옮기면서 한시적으로 활동하는 것이 확인되었다.

선행 연구로 전남 구례군(Choi and Park, 2006a; Kim *et al*., 2008)과 강원도 철원 지역(Hwang, 2007)에서 너구리의 행동권에 관한 연구가 이루어졌는데 구례지역 너구리의 행동권은 평균 0.69 ㎢, 0.80 ㎢ (MCP 100%), 철원 너구리의 행동권은 1.5-7.5 ㎢였다.

국외에서의 너구리 행동권에 관한 연구로는 일본(Ward and Wurster, 1989; Saeki, 2001), 핀란드(Kauhala *et al*., 2006), 독일(Schwarz *et al*., 2002)에서 이루어졌으며, 농촌지역을 대상으로 한 일본(2.78 ㎢, 0.59 ㎢)과 독일(1.5 ㎢)에서의 행동권은 산림지역을 대상으로 한 핀란드(7.0 ㎢, 5.7 ㎢)에서의 결과보다 작은 것으로 나타났다. 너구리의 행동권은 노지 지역이나 소규모의 산림지역에서는 행동권이 좁아지는 경향이 있는데(Kauhala *et al*., 2006), 이 연구를 통해 얻은 너구리의 행동권 또한 국내 농촌지역에서 연구된 너구리의 행동권보다 약 10배 정도 크게 나타났는데 이는 산림으로 이루어진 소백산국립공원 지역과 농촌지역에서의 서식지 환경 특성 차이에 따른 것이라 판단된다(Lee *et al*., 2014).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 3. Home ranges of *N. procyonoides* in Sobaek National Park

Species	Code	Sex	Home ranges (㎢)		
			100% MCP	95% Kernel	50% Kernel
Nyctereutes procyonoides	N1	Female	13.945	8.841	1.202
	N2	Male	1.077	0.707	0.136
	N3	Male	4.553	0.608	0.109
Mean			6.625 ± 6.657	3.385 ± 4.725	0.482 ± 0.623

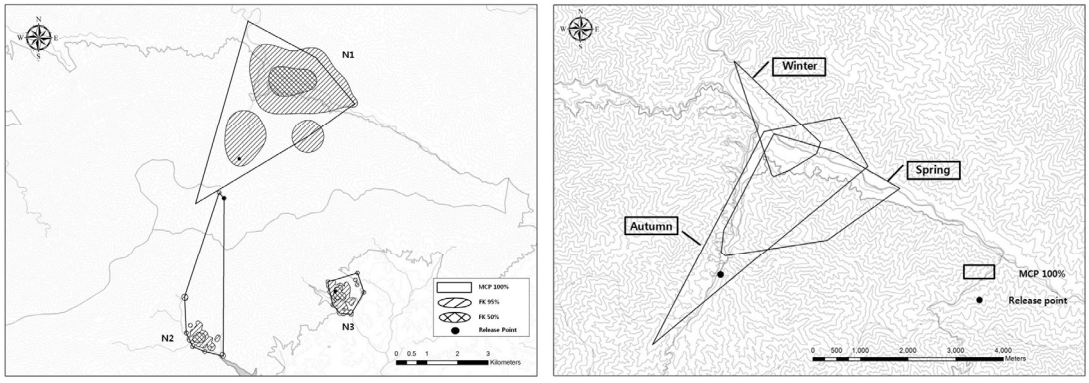

Figure 3. Home range of *Nyctereutes procyonoides* (Left : Total home range, Right : The seasonal home range of N1).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(3) 오소리 행동권 분석

오소리 3개체의 행동권을 분석한 결과 MCP 100에서는 평균 1.765 ± 1.818 ㎢ 이었고, FK 95은 3.173 ± 4.519 ㎢로 나타났으며, 핵심공간인 FK 50에서는 평균 0.632 ± 0.871 ㎢으로 확인되었다(Table 4, Figure 4). 314일간 위치가 추적된 오소리 M1 에 대한 분석 결과, 여름 행동권은 0.888 ㎢ (MCP 100)로 나타났으며, 가을에는 1.652 ㎢ (MCP 100)로 가을 행동권이 여름 행동권에 비해 약 2배 정도 넓은 것으로 분석되었다. 또한 봄과 여름에 추적된 M3의 경우, 봄 행동권이 0.396 ㎢ (MCP 100)이었으며, 여름 행동권이 0.405 ㎢ (MCP 100)로 분석되어 봄과 여름의 행동권은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(Figure 4). 오소리의 겨울 행동권이 모니터링 된 M1 개체로 행동권을 분석한 결과 12월부터 다음해 2월까지는 동면에 들어간 것을 확인하였으며, 한곳의 동면지에서 지속적으로 동면하는 것을 확인하였다.

오소리의 서식지 선택에 영향을 주는 생물학적으로 가장 중요한 요인은 먹이 자원이다. 개체군의 밀도, 그룹 그리고 영역 크기는 주로 먹이의 이용성, 특히 지렁이의 풍부도에 의한 영향을 가장 많이 받는 것으로 알려져 있다. 국외의 핀란드에서 수행된 행동권 연구에서 오소리는 봄철 번식기를 맞아 다른 계절에 비해 행동권이 넓어지는 것으로 연구되었다(Kauhala *et al*., 2006). 그러나 이번 연구에서는 동면을 확인한 M1개체가 2월 동면 중 담비의 공격에 의해 폐사되어 2월 이후의 동면에서 깨어나는 시기와 동면의 지속기간의 자료는 수집되지 않았으며, 봄철 행동권의 확장에 대해서는 비교 분석할 수 있는 자료가 수집되지 않았다. 그러나 M2 개체의 봄(3-5월) 행동권이 0.731 ㎢ (MCP = 100, n = 57)로 나타났으며, M3의 경우에도 봄 행동권이 0.396 ㎢ (MCP = 100, n = 30)로 분석되었으며, 여름 행동권인 0.405 ㎢ (MCP = 100, n = 57)보다 크지 않은 것으로 나타났다. 결론적으로 각각의 개체 차이에 따른 변수는 발생할 수 있으나 이번 연구를 통해 얻은 봄철 행동권이 다른 계절과 비교해 더 크다고 판단할 수 없었기에 번식기 행동권 증가와 관련해서는 동면 후 봄철로 연계되는 시기를 포함한 계절별로 상세하게 분석한 연구가 진행되어야 할 것이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 4. Home ranges of *M. leucurus* in Sobaek National Park

Species	Code	Sex	Home ranges (㎢)		
			100% MCP	95% Kernel	50% Kernel
Meles leucurus	M1	Male	3.864	8.390	1.638
	M2	Male	0.745	0.663	0.150
	M3	Male	0.686	0.465	0.109
Mean			1.765 ± 1.818	3.173 ± 4.519	0.632 ± 0.871

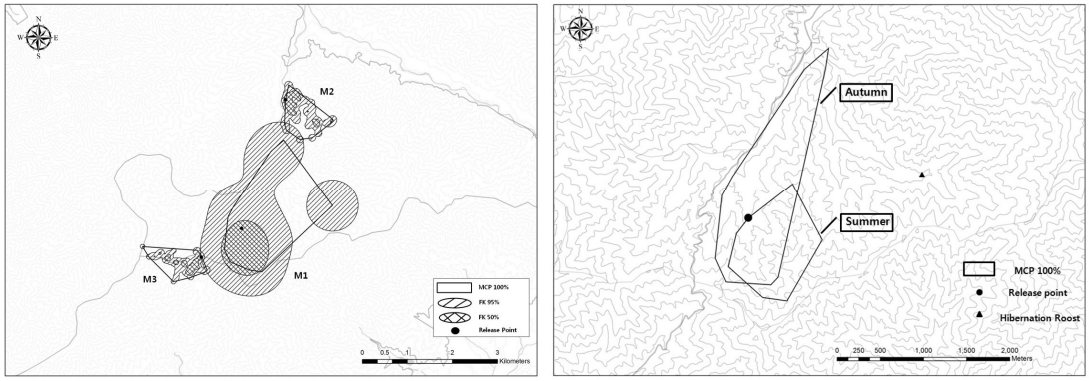

Figure 4. Home range of *Meles leucurus* (Left : Total home range, Right : The seasonal home range of Ml).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 행동권 비교

삵과 그 경쟁종인 너구리, 오소리의 행동권 크기는 삵이 너구리와 오소리에 비해 가장 넓은 영역을 가지는 것으로 나타났다. 대부분의 동물 행동권의 차이는 일반적으로 형태적 크기와 먹이를 이용하는 식이습성에 의해 달라지는 것으로 알려져 있다(Harestad and Bunnell, 1979). 이번 연구에서 대상종인 삵, 너구리, 오소리의 식이 습성을 비교한 선행 연구 결과를 살펴보면 삵이 척추동물을 약 75% 비율로 가장 많이 이용하며(Lee, 2008), 그 다음으로 너구리 65%(Baltrunaite, 2002), 오소리 1.08%(Zabala *et al.*, 2002)로 보고되었다(Table 5). 행동권의 크기는 육식성 종이 잡식성보다 더 큰 행동권을 가지는 결과에 따른 것으로(Kauhala *et al.*, 2006), 삵의 행동권이 다른 종에 비해 큰 이유는 겨울철 동면을 취하지 않고 먹이원으로 활용되는 주요 먹이원의 비율이 식물보다 동물이 높기 때문에 먹이활동을 하는 범위가 확대된 것으로 볼 수 있다.

Table 5. Food biomass consumed of *P. bengalensis, N. procyonoides* and *M. leucurus* on reference

Species	Raccoon dog (%)	Leopard cat (%)	Badger (%)
Mammals	17.55	65.9	1.08
Carrion	41.55	-	-
Bird	6.75	9.1	-
Amphibians, Reptilia	6.55	3	-
Insects	2.7	2.9	0.12
Earthworms	-	-	53.01
Plant, Fruit	18.25	18.8	42.94
The other	6.65	0.2	2.85
Reference	Baltrunaite, 2002	Lee, 2008	Zabala *et al.*, 2002

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

3) 행동권 중첩

행동권 중첩은 동일한 지역에서 포획 후 방사된 2종과 서로 다른 지역에서 포획 후 방사되었으나 행동권 중첩이 확인된 3종에 대해서 각각 분석하였다. 동일한 지역에서 포획 후 방사된 삵 2개체와 너구리 1개체에 대한 행동권 중첩 분석결과 0.17 ㎢ (MCP 100)의 중첩이 확인되었다(Figure 5). 중첩지역의 환경 특성은 저수지와 주변 산림 연접부로 나타났으며, 중첩지역을 제외하면, 삵 2개체는 저수지 인근 산림지역을 주로 이용하였고, 너구리는 저지대 산림지역 및 민가 주변을 이용하는 것으로 나타났다.

다른 지역에서 포획 후 방사되었으나 행동권 중첩이 확인된 삵, 너구리, 오소리 각 1개체에 대한 중첩 분석 결과 0.19 ㎢ (MCP 100)의 면적이 중첩되는 것으로 나타났다(Figure 6). 행동권이 중첩된 지점은 마을과 수계(계곡부)를 중심으로 행동영역이 중첩되는 결과를 나타내었다. 너구리와 삵은 산림, 민가, 수계를 비롯한 광범위한 지역을 이용하였고, 오소리는 계곡을 중심으로 산림 저지대에서 정상부까지 이용하지만 행동권의 범위가 적은 것으로 나타났다.

연구를 통해 얻은 행동권 중첩면적은 각 개체별 행동권의 1.2-4.4%를 차지하였으며, 수계를 중심으로 이루어지는 것으로 나타났다. 산림내에서 수계가 연결되는 부분은 주로 초본층이 발달되어 있으며, 소형포유류의 서식밀도가 높아 야생동물의 서식에 중요한 역할을 한다(Chapman and Ribic, 2002; Chung and Lee, 2004)는 선행 연구 결과처럼 수계 지역이 중형포유류의 서식지를 결정하는 중요한 요인으로 작용한 것이라 판단된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

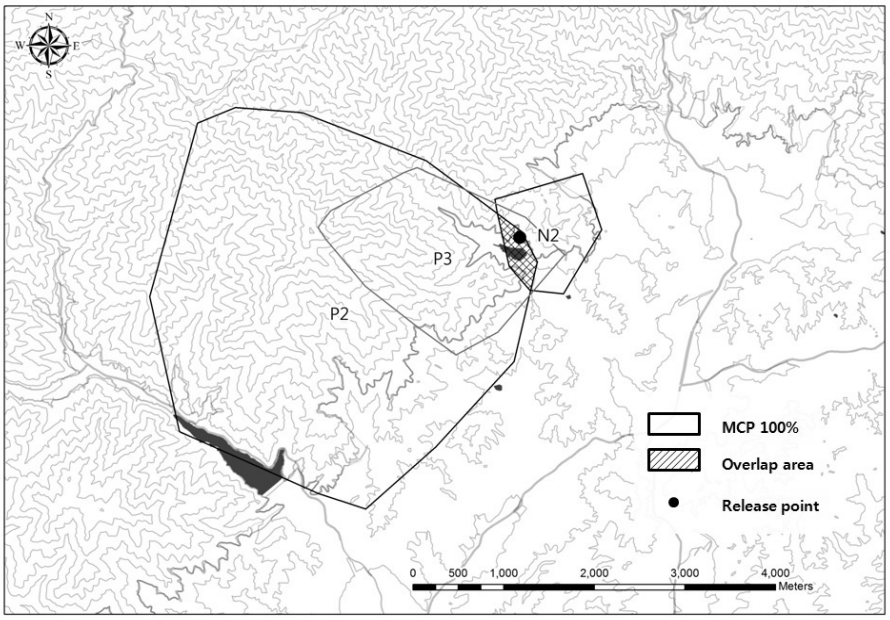

Figure 5. Home range overlapping (P2, P3, N2).

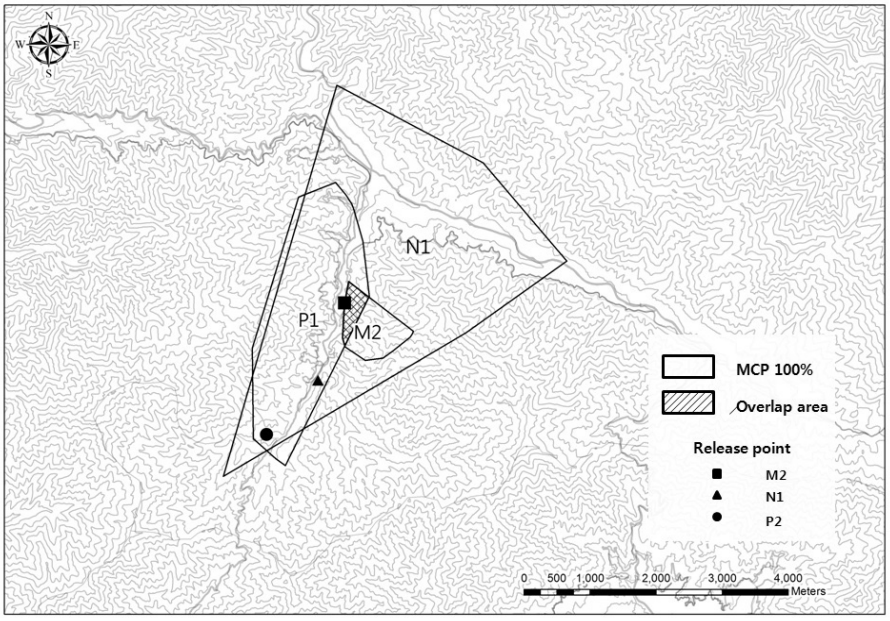

Figure 6. Home range overlapping (P1, N1, M2).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

소백산국립공원 지역에서의 중형포유류 3종에 대한 행동권과 종별 중첩에 관하여 분석한 결과, 삵의 행동권은 7.13 ± 5.61 ㎢ (MCP 100), 7.77 ± 3.91 ㎢ (FK 95), 1.88 ± 0.96 ㎢ (FK 50), 너구리 행동권은 6.53 ± 6.66 ㎢ (MCP 100), 3.39 ± 4.73 ㎢ (FK 95), 0.48 ± 0.62 ㎢ (FK 50)로 나타났으며, 오소리 행동권은 1.77 ± 1.82 ㎢ (MCP 100), 3.17 ± 4.52 ㎢ (FK 95), 0.63 ± 0.87 ㎢ (FK 50)로 나타났다.

이번 연구를 통해 얻은 삵과 너구리의 행동권은 국내에 다른 지역에서 연구되었던 기존의 연구결과(Choi and Park, 2006a; Hwang, 2007; Choi *et al*., 2012b; Kim *et al*., 2008)와 보다 더 넓은 행동권 면적을 나타났으며, 이는 산림지역을 대상으로 한 연구대상지의 환경 특성에 기인한 것이라 분석할 수 있다. 또한 삵, 너구리, 오소리 순으로 나타난 행동권의 면적은 먹이자원 가운데 육식동물의 빈도가 높을수록 더 넓은 행동권을 가지는 결과에 따른 것으로 보인다. 종별 행동권 중첩 결과 중첩되는 지역의 환경특성은 수계를 포함하고 있었으며, 이는 수계 및 주변 지역으로는 초지의 발달 및 높은 소형포유류의 서식밀도와 관련이 있는 것으로 판단된다.

또한 이번에 나타난 행동권 중첩지역 2곳 모두 수계를 중심으로 형성되었다. 이러한 결과는 야생동물이 서식영역을 결정짓는 요인으로 물의 유무가 가장 중요한 요인이라 판단되며, 산림가장자리 지역과 수계의 연결지점은 초지가 발달하고 설치류의 밀도가 높아 야생동물의 서식에 중요한 역할을 하기 때문에(Chapman and Ribic, 2002; Chung and Lee, 2004) 이번 연구에서도 방사된 중형포유류의 서식영역 결정에 중요한 요인으로 작용한 것으로 판단된다. 행동권 중첩의 범위가 넓은 곳은 풍부한 먹이자원으로 인한 높은 종간의 높은 경쟁확률을 보여주며, 중첩의 범위가 낮은 지역은 종간 경쟁이 낮거나 완전히 배제됨을 보여준다(Colwell and Futuyama, 1971; Baltrunaite, 2002). 한정된 먹이자원은 생태적 지위에 따른 중첩의 결과를 가져와 지위가 낮은 종의 서식지 이동이 이루어지는 결과를 가져올 것이다.

이 연구에서는 그간 국내 산림지역에서의 중형포유류 삵, 너구리, 오소리의 원적 무선추적 자료를 활용하여 행동권을 파악하였으며, 이들의 행동권을 비교하여 분석하였다. 금번 연구에서의 한계점은 위치추적 된 개체수가 3개체로 제한되어 샘플수가 적은 점에 있다. 향후 보다 많은 개체에 대한 자료를 바탕으로 서식지 이용 특성에 대한 다양한 분석이 이루어져 보다 효율적인 야생동물 관리 및 보호 대책이 제시되길 기대한다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

III. 삵의 서식지 이용 특성

1. 서론

삵은 고양이과 야생동물 중 유일하게 전국적으로 분포하는 최상위 포식자로 남아있다(Park, 2019). 삵은 육식에 가장 잘 적응하여 진화해왔으며(Yoon *et al*., 2004), 대형 고양이과 동물인 호랑이(*Panthera tigris*), 표범(*Panthera pardus*), 시라소니(*Lynx lynx*) 등이 절멸된 우리나라에서 반드시 보호해야 할 대상종이기도 하다. 한때 절멸 위기 상태에 놓여 있는 것으로 간주하기도 했으나 최근에 종에 대한 관심 증가로 서식 정보가 알려지면서 개체군 밀도가 높은 것으로 보고되고 있다(NIBR, 2012, 2021).

야생동물의 현재 서식지 특성과 서식지 선택 유형에 대한 정보는 대상 종의 생태 정보를 제공하며, 잠재서식지 예측은 물론 종과 서식지 보전을 위한 관리 및 적용이 가능하다(Razgour *et al*., 2011). 야생생물과 서식지와 산림환경과의 상호작용에 대한 연구결과는 대상 종의 생태적 이해를 증진시킬 수 있는 단서를 제공하기 때문에 야생동물 서식지로서의 관리방안을 마련할 수 있다(Kim *et al*., 2014a). 서식지 특성을 알아내기 위해서는 대상 생물종의 서식지 공간분포에 관한 정보나 서식지의 생물학적·환경적·인위적인 정보와 관련된 자료들이 우선시되어야 한다(Kim 2011; Kwon, 2011; Lim *et al*., 2015).

자연자원 중 야생동물은 산림생태계의 중요한 구성원으로서 다양한 생물학적, 생태학적 가치를 가지고 있다. 야생동물 모니터링은 질병 전파와 관련된 문제와 기존 토착종에 대한 위해성과 관련한 문제해결 수립에 필요하다(Choudhury, 2002). 따라서 야생동물의 서식지 관리 및 종 복원을 위한 효과적이고 실현가능한 계획을 수립하기 위해서는 장기간 모니터링을 통해 야생동물의 개체군 크기, 지리적 분포, 서식지 유형, 멸종위기동물의 현황을 파악해야 한다(Bolen and Robinson, 1993; U.S Fish & Wildlife Servies, 1999).

앞에서 기술한 생태학적 연구에서 사용된 분석 방법인 HRT (Home Range

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Tool), Hawths Tool을 이용한 MCP (Maximum convex polygon), FK (Fixed Kernel) 분석은 단순히 서식범위 분석에만 주로 이용되며, 삵 서식지 특성이나 서식지 평가, 공간적인 이용 등을 설명하는 데에는 한계점이 있다. 야생동물의 현재 서식지 특성과 서식지 선택 유형에 대한 정보는 대상 종의 생태 정보를 제공하며, 잠재서식지 예측은 물론 종과 서식지 보전을 위한 관리 및 적용이 가능하다(Razgour *et al*., 2011). 또한 종 다양성 분포, 종 분포의 변화 탐지, 보전계획 수립에 있어 종 분포모형을 활용한 예측 결과는 필수적인 요소로 작용한다(Trisurat *et al*., 2012), 최근 종 출현자료와 자연환경간의 관계 파악을 통해 생물종이 서식하기에 적합한 지역을 결정하는 연구가 진행되고 있다(Lee and Kim, 2010). 서식 적합지역 파악은 생물종의 출현정보를 기반으로 MaxEnt 모형을 통해 서식지 적합성 평가가 이루어지고 있으며, MaxEnt 모형은 생물종 출현자료를 기반으로 서식에 적합한 지역을 파악하는 모형으로, 비출현 지역에 대한 정보가 없는 경우에 가장 높은 예측력을 보인다.

이 연구는 멸종위기종 삵의 장기간 모니터링을 통한 서식지 환경특성을 분석하여 서식환경에 대한 정보를 밝히고, 서식지 분포모형에 적합한 서식인자를 도출하여 산림 생태계내의 최상위 소비자인 삵의 생태계 안정성 여부를 파악할 수 있는 근거자료를 제시하기 위하여 이루어졌다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2. 연구방법

1) 연구지역

이번 연구대상지인 소백산국립공원(N 36° 50′ ~ 37° 4′, E 128° 21′ ~ 128° 43′)은 우리나라 백두대간 중앙에 위치하고 있는 고산준령으로 해발 1,000 m 이상 산봉우리들이 능선으로 20 km 이상 이어져 중심축을 이루고 있다. 소백산국립공원은 백두대간의 주맥으로서 냉온대 활엽수림대에 속하여 북방계식물과 남방계식물이 다양하다. 행정구역상 경상북도 영주시와 충청북도 단양군에 위치하고 있으며, 면적은 323.383 ㎢이다. 소백산국립공원의 주요 자원으로 1,067종의 식물상이 분포하고 있으며, 주요 식물군락으로는 굴참나무(*Quercus variabilis*) 군락, 소나무(*Pinus densiflora*) 군락, 신갈나무(*Quercus mongolica*) 군락, 주목(*Taxus cuspidata*)군락, 철쭉(*Rhododendron schlippenbachii*) 군락 등이 있다. 포유류는 삵(*Prionailurus bengalensis*), 수달(*Lutra lutra*), 오소리(*Meles leucurus*) 등 23종이 서식하고 있으며, 조류는 왜가리(*Ardea cinerea*), 흰빰검둥오리(*Anas poecilorhyncha*), 휘파람새(*Horornis borealis*) 등 75종이 분포한다. 이 외에도 어류, 양서류, 파충류, 곤충, 고등균류 등 총 3,999종의 생물자원이 서식하고 있다(Korea National Park Research Institute, 2007).

2) 연구 방법

(1) 연구 대상종 포획 및 데이터 수집

삵의 포획은 출현이 예상되는 지점을 중심으로 Tomahawk live trap (210A, Tomahawk Inc.) 3개소를 운영하였다. 포획을 위한 미끼는 오리고기, 닭고기, 꽁치 통조림, 건포도 등을 이용하였으며, 매일 아침 포획여부를 확인하고 미끼를 교체하였다. 트랩을 통해 포획된 3개체는 현장에서 체중 등 기초자료를 측정과 목에 발신기를 부착하여 방사하였으며, 원 서식지에서의 방사를 통해 환경변화에 따른 이동을 최소화하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(2) 데이터 수집

포획된 삵에 부착되는 발신기는 2개의 종류를 결합하여 제작하였으며, 발신기는 고유주파수를 이용하는 VHF (Very High Frequency)방식의 발신기(M3620, ATS Inc.)와 이동통신을 기반으로 하는 WT-300 (GPS-Mobile phone based Telemetry)를 병행하여 사용하였다. 개체별 위치자료는 주당 3회의 VHF를 이용한 삼각측량 및 CDMA 자료(4회/1일)를 통하여 확보하였다. 개체별 자료 수집 기간은 개체 폐사, 위치 미확인, 배터리 소진 등의 이유로 인해서 최소 63일에서 최대 215일간 수행되었다(Table 6).

Table 6. Information of the *P. bengalensis* captured in Sobaeksan National Park by radio-tracked and GCT

Species	Code	Sex	Weight (kg)	Tracking period	Tracking days	No. of locations
Prionailurus bengalensis	P1	Female	4.59	2013.01 - 2013.03	60	114
	P2	Female	3.40	2013.03 - 2013.06	89	215
	P3	Female	3.23	2013.04 - 2013.06	63	63

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(3) 데이터 분석

삵의 서식지 환경특성 분석을 위해 ArcGIS ver.10.3을 이용하였으며, GIS 분석에 사용한 환경변수는 기존 선행된 연구논문의 환경변수 자료를 참고하여, 삵의 서식환경에 영향을 줄 수 있는 환경변수를 선정하였다(Watanabe *et al.*, 2003; Lee and Song, 2008; Choi *et al.*, 2012b; Lim *et al.*, 2015). 사용된 기준은 지형적 요인(고도, 향, 경사도), 자연적 요인(지형, 하천, 식생)와 인위적 요인(도로, 주거지와의 거리)에 대해 환경변수를 도출하였다(Table 7).

지형변수는 국토지리원에서 제공하는 1:25,000 축척의 수치지형도 4개 도엽(용진, 남대, 순흥, 내성)을 병합하여 주곡선 등고선 레이어를 추출하였으며, 부정형 삼각네트워크(TIN, Triangulated Irregular Network)와 수치지형모델(DEM, Digital Elevation Model)의 보간법 적용을 통해 고도, 경사, 향, 음영 등을 분석하였다. 수치지형도에서 수계와의 상관성을 분석하기 위해 하천과 세류로 구분하여 레이어를 추출하였으며, 도로 분석은 소로를 제외한 레이어를 추출하여 분석하였다.

삵의 산림환경타입 모형을 제작하기 위해 산림청에서 제공하는 제5차 수치임상도를 이용하여 영급, 경급, 밀도 정도를 구분하여 식생지수를 분석하였고, 토지이용에 대한 분석은 대분류토지피복도를 활용하여 나지, 시가화건조지, 농경지, 산림, 초지, 수역, 습지 7개로 나누었으며, 포함되지 않는 나지, 초지, 수역, 습지는 분석에서 제외하였다. 자연 지형적인 변수로 고도, 향, 경사도, 수계로부터의 거리 등 4가지 변수를 사용하였으며, 인위적인 요인과 삵과의 관계를 알아보기 위해 2개의 변수(주거지로부터의 거리와 도로로부터의 거리)를 사용했다.

삵 분포 예측모형 개발을 위해 삵이 서식환경을 선택하는데 영향을 받을 수 있는 환경요인을 선정한 후 환경요인에 따른 GIS 공간분석 방법을 소백산국립공원에 적용하여 환경인자 관련 공간주제도를 제작하였다. GIS를 사용하여 제작한 환경요인의 공간주제도 13개와 삵 위치자료에 최대 엔트로피 모델 알고리즘을 적용하여 서식지 적합성을 평가하였다. 서식지 적합성 평가를 위해 MaxEnt 종분포 모형 모델을 적용하여 출현가능성을 예측하고, 모델의 정확도는 곡선의 예측력을 탐색하는 ROC (Receiver Operating Characteristic) 곡선으로 판단하였다. 검증은 ROC 분석방법을 활용했으며 분석 결과는 AUC (Area Under the Curve) 곡선 값에 의해 나타내었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 7. Reference of the *P. bengalensis* environmental factors used in the analysis

Classification	Environmental factors	Data	Source
Topographic factors	Altitude	DEM(Digital elevation model)	Lee and Song, 2008
	Aspect		Lee and Song, 2008
	Slope		Rho, 2019
Natural factors	Forest type	Digital forest type map	Lim *et al*., 2015
	Ageclass		Lim *et al*., 2015
	Crown density		Lim *et al*., 2015
	DBH class		Lim *et al*., 2015
Artificial factors	Distance from water	Digital map (1:25,000)	Rho, 2019
	Distance from roads		Choi *et al*., 2012b
	Distance from urban		Choi *et al*., 2012b

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

3. 연구 결과 및 고찰

1) 서식지 환경 특성 분석

이 연구에 사용된 삵 392개의 위치좌표에 대한 환경특성을 분석한 결과, 삵은 산림 가장자리에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났다. 삵이 선호하는 향은 동남향 23.7%로 가장 높았으며, 남향 21.2%, 동향 15.1%, 서남향 11.0%, 북동향 10.5% 순이었으며, 서북 방향이 4.1%로 가장 낮았다. 삵 서식지 환경 특성으로 경사도는 5에서 50도까지 분포하였으며, 평균 27.1 ± 8.6 °로 나타났다. 경사도의 구간별 분포는 15 - 40°에 밀집분포되어 있었으며, 25-30°가 22.4%로 가장 높았다. 그 다음으로 20 - 25°가 20.4%, 30 - 35°가 19.9%, 35 - 40°가 11.0%, 15 - 20°가 10.5% 순이었다. 경사도가 가파른 서식지에서 야생동물은 빠른 움직임에 대한 활동성 제약을 받을 수 있다. 특히 상위 포식자의 경우 경사가 가파르지 않은 지역에서 사냥의 성공률이 높다. 따라서 경사도가 40° 이상인 곳은 삵의 활동에 제약이 있을 것으로 판단되며, 타 상위 포식자들의 서식지로도 적합하지 않을 것으로 보인다.

삵 서식지의 고도는 평균 530.8 ± 137.4 m로 나타났다. 주요 활동 구간으로는 500 - 600 m에서 27.8%로 가장 높았으며, 400 - 500 m 구간에서 27%, 300 - 400 m 구간에서 21.2%, 600 - 700 m 구간에서 15.3%, 700 - 800 m 구간에서 8.7%, 800 m 이상인 구간에서는 5% 미만으로 나타났다.

삵의 서식환경 특성 중 도로와의 거리와의 관계에서 도로와의 평균거리는 259.6 ± 231.3 m로 나타났다. 구간별로 분포현황을 보면 도로와 서식지간 거리가 100 m이내가 24.7%로 가장 높게 분포하였으며, 500 - 600 m 구간에서 18.1%, 100 - 200 m 구간에서 17.3%, 300 - 400 m 구간에서 9.2%, 200 - 300 m 구간에서 7.9% 순으로 나타났다. 도로에서 1,000 m 이상에서는 0.6%로 낮게 분포하였다. 우리의 연구결과에서는 삵의 위치좌표가 도로와의 거리가 가까울수록 분포가 높게 나타났으며, Lim 등의 오대산에서의 삵 서식지 특성 연구와 유사하게 나타났다(Lim *et al.*, 2015). 도로나 소로 같은 차량의 이동에 이용되는 길

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

은 야생동물에게 위협요인으로 작용하기도 하지만 이동로로도 이용되기도 한다. 삵의 서식지와 산림 및 하천 수계와의 관계를 분석한 결과 삵은 수계와 가까운 지역에서 가장 높은 분포를 보였다. 수계와의 거리가 50 m 이내인 서식지는 총 45.7%로 가장 높았으며, 50-100 m에서는 27.0%, 100-150 m에서는 12.2%, 150-200 m는 7.7%, 200-250 m에서는 5.7% 순으로 나타났다. 삵의 서식지는 수계 거리와 밀접한 관련이 있으며, 수계와 거리가 가까울수록 머무르는 지점이 증가하였다. 이러한 결과는 산림내 수계나 하천, 저수지 인근의 잘 발달된 초본층이 삵에게 은신처를 제공하고, 소형포유류의 서식밀도를 높이는데 기였을 것으로 판단된다. 또한 수계가 삵의 서식처를 결정짓는데 중요한 인자(factor)로 작용할 것으로 판단되며, 이에 대한 검증으로 MaxEnt 결과에 따라 기여 정도를 도출하였다.

제5차 임상도를 이용하여 삵 서식지에 대한 임상, 흉고직경, 수관 밀도를 분석한 결과 임상은 활엽수림 39.0%로 가장 선호하는 것으로 나타났고, 그 다음으로 소나무림 29.8%, 잣나무림 9.2%, 낙엽송림 7.9%, 침활혼효림 6.9% 순으로 나타났다. Lim *et al.*(2015)의 오대산 삵의 서식지 특성에서는 활엽수림의 선호도가 60%로 이번 연구와 유사한 결과를 보여주었다. 그러나 Choi *et al.*(2012b)이 연구한 농촌지역 삵의 서식지 환경특성에서는 초지와 논을 선호하는 서식지로 나타난 것과는 상반되는 결과가 나타났으며, 이번 연구에서는 경작지에서 단 0.5%만 위치좌표가 위치한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 삵은 활동하는 서식지에 따라 선호하는 서식지 환경특성은 달라지며, 소백산국립공원과 같은 산악형 지형에서는 주로 산림내를 주로 서식지로 이용하는 패턴을 보였다. 삵의 위치좌표가 분포하는 수목 연령의 비율은 4영급이 67.3%로 가장 높았으며, 3영급 17.6%, 2영급 4.8%, 5영급 3.6% 순으로 나타났다. 수관밀도는 밀밀도가 84.7%이었으며, 중밀도가 8.2%, 소밀도가 0.5%의 비율로 분포하고 있었다 (Table 8).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 8. Statistical analysis of environmental factors in *P. bengalensis* habitats

Environmental Factors	No. of locations	best of section	ratio(%)
Aspect	392	Southeast	23.7
Slope	392	25 - 30 °	22.4
Altitude	392	500 - 600m	27.8
Distance from road(m)	392	0 - 100m	24.7
Distance from water(m)	392	0 - 50m	45.7
Forest type	392	Broadleaf forest	39
DBH-class	392	31 - 40 year	67.3
Crown density	392	>71%	84.7

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 서식지 적합성 분석

삵의 위치추적 정보(n=392)의 출현자료와 환경변수를 MaxEnt 모형에 적용하였다. MaxEnt 모형의 AUC 값이 0.841로 정확도가 높게 측정되었다(Figure 7). 값은 0.75 이상일 경우 모형의 예측 신뢰도가 있는 것으로 판단할 수 있다(Thuiller, 2003). 모델링에 사용된 17개의 레스터 데이터셋 중에서 기여도 또는 순열 중요성을 나타내는 상위 5개의 변수는 도로와의 거리가 36.3%로 가장 높은 기여도 값을 나타내었으며 그 다음으로 고도가 24%의 기여도를 보여주었다. 주거지로부터의 거리 11.7%, 향(Northness) 6.9%, 임상도(경급) 5.3% 순으로 나타났다(Table 9). 삵의 서식지에 영향을 미치는 인자들 중에 인위적인 교란에 대한 영향이 상위 기여도에 위치하고 있으며, 국내 전국에 분포하고 있는 삵은 이런 인간활동에 민감하게 작용할 수밖에 없다.

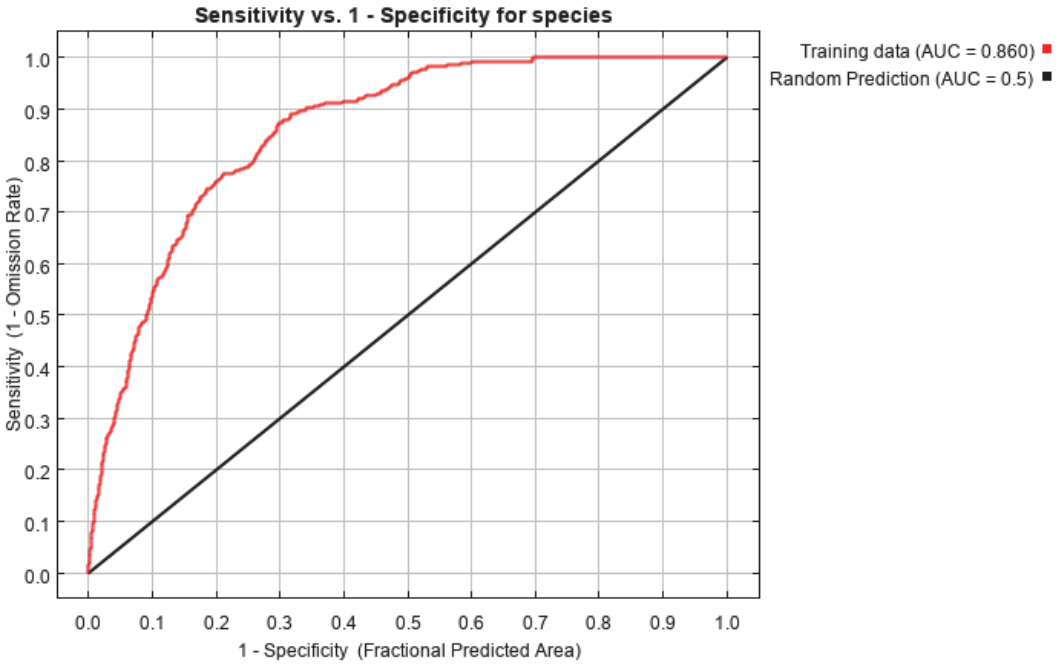

Figure 7. Receiver operating characteristic(ROC) curve of MaxEnt model.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 9. Percent contribution and permutation importance of 13 environmental variables

Variable	Percent contribution (%)	Permutation importance (%)
Distance road	36.3	27.3
Altitute	24	30.3
Distance urban	11.7	13.6
Aspect(Northness)	6.9	6.5
Digital Forest Type Map (Diameter)	5.3	0.6
Aspect(Eastness)	3.8	4.3
Digital Forest Type Map (Ageclass)	3.5	2.4
Distance water	2.5	6.7
Digital Forest Type Map (Density)	1.7	0.9
Land cover map (Farm)	1.5	2.3
Land cover map (Forest)	1.4	2.8
Land cover map (Slope)	1.3	2.1
Land cover map (Built)	0.1	0.1

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

MaxEnt 모델을 logistic output 으로 출력하면 서식지 적합성을 0 - 1로 표현하며, 1 은 높은 적합성, 0은 낮은 적합성을 나타낸다. 서식지 분포 변화를 확인하기 위해 maximum training sensitivity plus specificity 에 의해 계산된 logistic threshold를 사용해 적합한 서식처(1)과 적합하지 않은 서식처(0) 값을 나타내는 Binary map 을 생성하였다(Figure 8). Binary map 은 서식지 적합성 모형에서 사용된 maximum training sensitivity plus specificity 에서 도출된 logistic threshold 이상인 지역만 잠재적 서식지로 표현되며, Training data 에 대한 출현 및 비출현 정확도(Specificity) 지수를 산출하여, 서식지 분포를 직관적으로 확인할 수 있다. 도출된 값을 소백산국립공원의 분포지역 인근으로 서식지 적합 면적을 산출하면 23.06 ㎢로 나타났다(Figure 9).

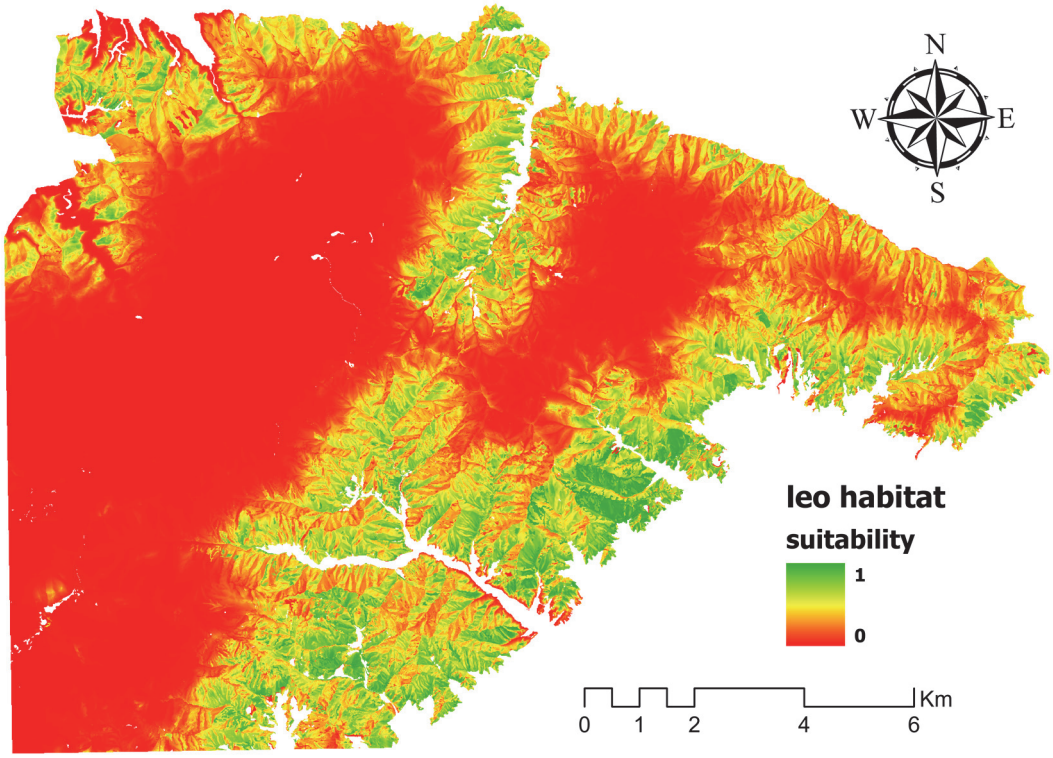

Figure 8. Predicted potential geographic distributions for leopard cat. MaxEnt produces a continuous prediction with values ranging from 0 to 1. Value '1' indicated high probability of habitat use.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

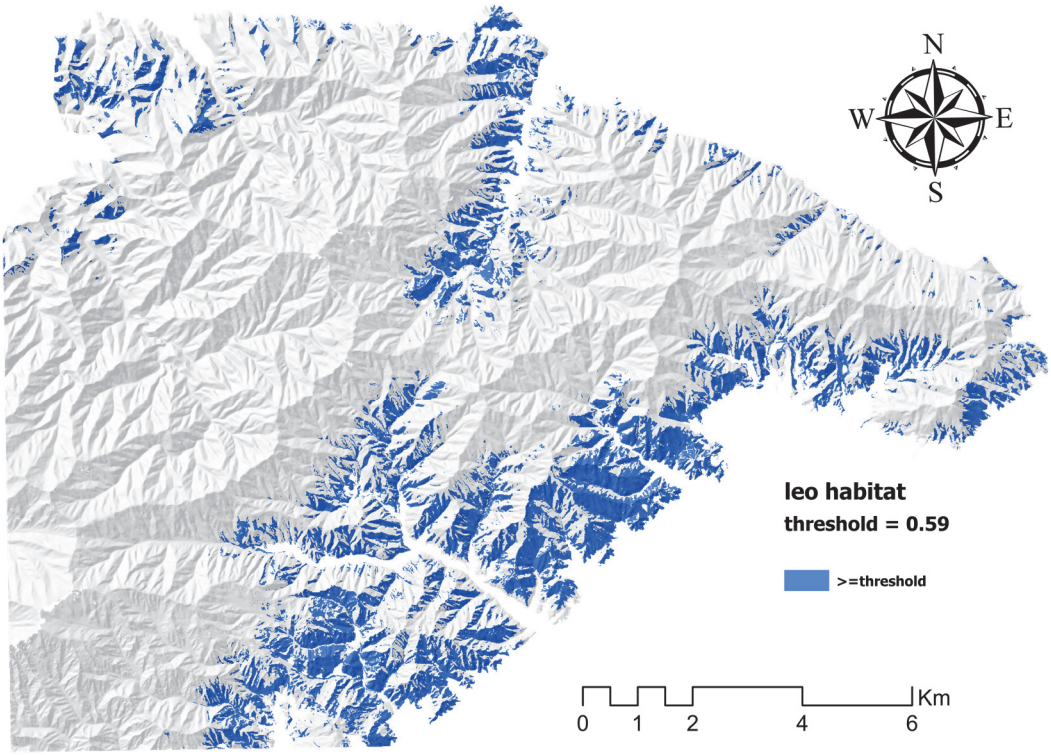

Figure 9. Only areas above the logistic threshold derived from the maximum training sensitivity plus specificity of leopard cats are potential habitats.

연구를 통해 얻은 삵의 위치좌표를 이용하여 각 위치좌표에 대한 환경특성을 분석한 결과, 삵은 남동향을 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 경사도는 25-30°에서 가장 많이 활동하였고, 활동고도는 530 m로 나타났다. 또한 도로와의 거리와 수계와의 거리는 가까울수록 높은 위치좌표의 분포를 보여주었다. 삵이 이용하는 서식지의 이용특성은 활엽수림에서 우점을 이루고 있으며, 수관점유율은 밀밀도, 흉고직경은 4등급의 중경목을 가진 산림을 선호하는 것으로 나타났다.

야생동물은 각각의 개체마다 행동권의 범위가 다르며, 서식환경에 따라 같은 종 내에서도 행동권의 차이가 나타나는 것으로 보고되고 있다(Ford *et al.*, 2014; Makelainen *et al.*, 2016). 앞서 국내에서 연구된 오대산국립공원 삵(Lim *et al.*, 2015)은 산지 특성을 가지고 오대산이라는 산림특성을 가지는 환경특성

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

상 이번 소백산국립공원에서 나타난 연구결과와 유사하였다. 그러나 농촌지역에 서식하는 삵의 연구(Choi *et al.*, 2012b)에서는 이번 연구와는 상반된 서식지 환경특성 결과를 보여주고 있어 삵의 서식지 환경은 개체가 위치하고 있는 활동범위가 어떤 지역이냐에 따라 달라지는 것으로 해석할 수 있다. 또한 이번 연구에서 얻은 연구지역에 대한 현장 검증을 반영한다면 삵 개체군 보전 및 복원 같은 생태계 안전성 여부를 파악할 수 있는 근거를 판단할 수 있는 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

IV. 카메라 트래핑을 이용한 삵과 포유류의 활동 패턴과 인간 접근에 따른 영향 연구

1. 서론

최근 동물 복지에 대한 관심이 증가하면서 포유류 연구에 카메라 트래핑을 통한 비침습적인 조사방법이 많이 이용되고 있다(Long *et al*., 2008; O′Connell *et al*., 2011). 카메라 트랩핑은 조사기간 내 야외에서 24시간 연속적으로 작동되기 때문에 야행성 동물의 군집을 직접 관찰하는 조사에 유리하다(O′Brien, 2008). 또한 동작 센서를 이용해 영상이 촬영되므로 백두대간에 서식하는 포유류의 분포현황과 등산객의 출현 정보를 동시에 획득한다. 이러한 정보들은 포유류 군집에 있어서 인간 활동 영향을 평가하는 데 사용될 수 있다(Tobler *et al*., 2008; Lee *et al*., 2019).

최근 등산을 통해 삶의 활력과 건전한 여가생활을 즐기는 사람들이 증가하고 있다(Hwang, 2015). 이러한 행위는 산림내에서 야생동물과 인간의 공통적 사용공간을 증가시켜 야생동물의 활동범위와 서식공간을 축소시킨다. 우리나라 생태축인 백두대간 능선은 조성된 등산로가 핵심지역을 관통하고 있으며, 동호회나 단체산행 등의 등산객이 집중되면서 자연환경 훼손이 심화되고 있다(Kwon and Lee, 2003). 특히 우리나라 등산객은 대부분 종주능선형으로 주요산의 능선형 탐방이 많이 이루어지고 있어, 등산로의 적절한 관리대책의 마련이 절실히 요구된다.

국외에서는 보호구역이나 특별구역의 경우 사람 출입의 제한으로 개발과 훼손을 배제한 자연보전과 복원 정책이 수립되지만 국내에서는 국토의 면적이 제한되어 있어 개발과 훼손을 고려한 보전정책이 수립되어야 한다. 그러나 아직 인간의 산림 공간사용에 대해 야생동물의 서식공간이 줄어든다는 것에 모두 공감하고 있으나 구체적으로 어떠한 영향을 받는지에 대한 연구는 이루어진 바 없다.

아직까지 국내에서는 야생동물과 인간과의 공통된 공간사용에 대한 연구가 미

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

흡한 실정이지만, 야생동물의 보호와 복원 등의 사례 연구나 야생동물의 관리를 위한 서식지에 연구는 점차적으로 증가하고 있다(Kim *et al*., 2015). 야생동물의 분포나 질병, 서식지 적합성, 로드킬에 대한 연구가 주로 이루어졌으며(Yoon *et al*., 2007; Lee *et al*., 2008; Song *et al*., 2011; Jang *et al*., 2015), 야생동물의 피해에 대한 연구가 시행되었다(Yoon, 2007; Kim *et al*., 2014b).

이 연구에서 수행된 카메라 트래핑 연구는 백두대간에 서식하는 포유류의 종 분포현황과 주요 활동시간, 우점출현종에 대한 자료를 획득할 수 있다. 또한 카메라 트래핑 연구를 통해 산림에 대한 구체적인 훼손과 개발이 미치는 포유류의 피해현황에 대한 분석은 어렵지만 같은 공간을 이용하는 등산객이 포유류에게 미치는 영향에 대해 분석가능 할 것으로 판단된다. 이러한 연구는 백두대간 보호구역의 일부 구간에서 탐방하는 등산객과 같은 공간에서 출현하는 야생동물간의 관계를 분석함으로써 보호지역 설정과 인간의 출입으로 인한 훼손, 출입통제 등 백두대간의 중요 쟁점 문제를 해결하고 대책을 마련하는데 필요한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

2. 연구 방법

1) 연구지역

연구지역은 백두대간 보호지역 육십령~덕치 총 52.5 ㎞ 구간을 대상으로 하였으며, 조사 구간은 주요산을 대상으로 4개의 구간으로 구분하였다. 조사구간의 구분은 2015년 백두대간 정밀조사에서 계획된 주요 산의 주요 능선부와 능선과 이어지는 소능선 정상부를 세부 지점으로 선정하여 수행하였다(Figure 13). 조사는 2015년 6월부터 2016년 5월까지 12개월간 선정된 지점에 무인센서카메라 12대를 설치한 후 GPS (Garmin, 62s)로 위치정보를 기록하였다(Table 10).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

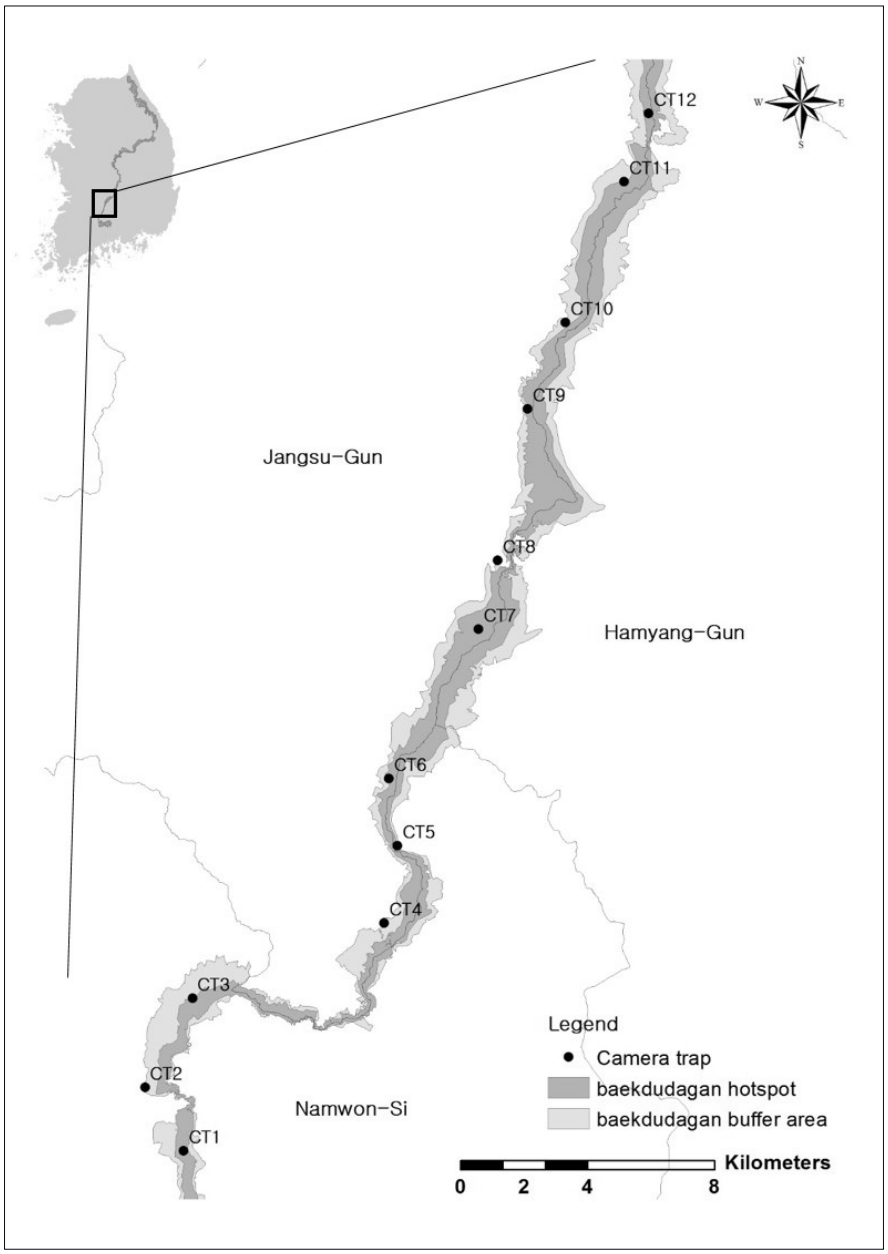

Figure 10. Location of camera trap in Baekdudagan conservation area. The black circles was indicating of Camera trap area.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 10. Summary of camera No., survey duration, elevations of sites, forest types, photographed number of taxon in Baekdudaegan (Yuk-sib-ryeong to Deok-chi), conducted from June 2015-May 2016

No	Duration (day)	Elevation (m)	Forest type (Ridgeline assorting)	No. of Detection			
				Total	Animal	Human	Bird
CT1	126	557	Mixed forest (Main-ridge)	926	72	835	19
CT2	193	381	Mixed forest (Sub-ridge)	297	207	3	87
CT3	126	828	Broadleaved forest (Sub-ridge)	108	60	9	39
CT4	125	561	Coniferous forest (Sub-ridge)	473	80	390	3
CT5	186	602	Mixed forest (Main-ridge)	983	151	708	124
CT6	125	662	Mixed forest (Main-ridge)	507	104	403	0
CT7	96	828	Mixed forest (Main-ridge)	564	65	464	35
CT8	180	653	Broadleaved forest (Main-ridge)	265	146	100	19
CT9	194	1035	Mixed forest (Sub-ridge)	12	7	1	4
CT10	324	892	Mixed forest (Sub-ridge)	422	224	0	198
CT11	68	856	Mixed forest (Main-ridge)	56	18	31	7
CT12	192	780	Mixed forest (Main-ridge)	488	82	304	102
		Total		5,101	1,216	3,248	637

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 연구 방법

(1) 무인센서카메라 운영 및 설정

무인센서카메라의 설치는 백두대간 보호지역 정밀조사 수행 중 야생동물의 흔적이 발견된 지역을 중점으로 카메라간 거리를 2-5 ㎞ 이격시켜, 흉고직경 10 ㎝이상 되는 교목에 능선 소로 전체가 보이도록 높낮이 위치를 조정하여 설치하였다. 설치된 무인카메라는 카메라내 동작감지 센서가 부착된 PCTS (passive camera trap system)기능이 있는 Bushnell Trophy Cam (8MP, Hybrid Trail Camera with Night Vision)을 이용하였다. 카메라의 설정은 연속적 촬영을 2장으로 촬영되도록 설정하고, 센서 재감지 간격은 1분 이후에 작동하게 설정하였다. 무인센서카메라 사진에 표기되는 촬영시간은 서울(Seoul)의 표준시각을 기준으로 분 단위까지 설정하였다.

(2) 데이터 정리 및 분석

백두대간 보호지역 육십령~덕치 구간에서 촬영된 유효사진의 분류는 포유류, 조류, 사람 3가지로 구분하였으며, 분석시에 사람을 제외한 동일한 종이 30분 이내에 2회 이상 확인된 것은 중복된 종으로 판단하여 합산하지 않았다(Treves *et al*., 2010). 또한 빠르게 이동하여 흔들리거나 몸체 일부분만 촬영되어 종 식별이 불가능한 사진은 분석대상에서 제외하였다(Chung *et al*., 2014). 이 중 사람이 찍힌 등산객의 사진은 포유류의 서식지에 사람이 접근하였다는 전제로 인간 접근(Human access)로 규정하였다.

백두대간 보호지역 출현종에 대한 분석으로 출현종의 빈도, 출현종의 시간 등을 분석하고, 영향 분석은 인간 접근 후 포유류의 재출현 정도, 야간 인간 접근 이후 종의 출현 영향, 인간의 출현에 가장 낮은 영향력을 가지는 종 등을 분석하였다. 인간 접근과 포유류간 분석에서는 사람이 촬영되지 않은 4곳(CT2, CT3, CT9, CT10)은 분석에서 제외하였다. 각 항목에 대한 통계적인 분석은 SPSS Ver. 18.0 (SPSS, Chicago, IL, U.S.A)을 사용하였으며, 유의성에 대한 결과는 $P<0.05$를 기준으로 하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

3. 연구 결과 및 고찰

1) 삵 등의 야생동물 출현 분석

백두대간 보호지역 중 본 조사 구간(육십령-덕치)에서 CT (Camera Trap)를 통해 총 77,876장의 사진이 촬영되었으며, 대상종의 구분이 가능한 사진은 5,101장을 추출하였다. 이중 포유류 1,216장, 조류 637장, 인간 접근 3,248장이 촬영되었으며, CT를 통해 관찰된 이미지를 통해 12종의 포유류와 종 수준에서 확인되지 않은 쥐과 그룹(이하 Muridae spp.)으로 분류하였다. CT 영상에서 확인된 포유류 동물군 분류로는 Erinaceomorpha 1종 고슴도치(*Erinaceus amurensis*), Carnivora 5종 삵(*Prionailurus bengalensis*), 너구리(*Nyctereutes procyonoides*), 담비(*Martes flavigula*), 오소리(*Meles leucurus*), 족제비(*Mustela sibirica*), Artiodactyla 3종 멧돼지(*Sus scrofa*), 노루(*Capreolus pygargus*), 고라니(*Hydropotes inermis*), Lagomorpha 1종 멧토끼(*Lepus coreanus*), Rodentia 2종다람쥐(*Tamias sibiricus*), 청설모(*Sciurus vulgaris*)와 미확인된 Murids. spp 로 구분하였다(Table 11). 관찰된 모든 포유류 분류군 중에서 가장 높은 출현빈도를 보인 포유류는 고라니로 242컷(19.9%)을 차지하였으며, 가장 우세종으로 나타났다. 그 다음으로 너구리 166컷(13.7%), 청설모 158컷(13.0%), 멧돼지 139컷(11.4%), 노루 126컷(10.4%) 순으로 나타났다(Table 11). 국내에서 Camera trap 을 이용한 연구의 다른 연구사례 중 Chung 등은 Camera trap 설치 시에 유인먹이의 공급하여, 포유류의 접근을 유도하였다(Chung *et al*., 2014). 그 결과 식육목에 해당하는 종이 전체의 출현한 포유류 종의 80% 이상 출현하며, 가장 많이 출현한 분류군으로 나타났다. 그러나 이번 연구에서는 우제목이 41.7%로 가장 촬영빈도가 높았고, 그 다음으로 식육목이 35%로 높게 확인되었다. 기존 연구와 이번 연구에서의 차이점은 이번 연구에서는 CT 앞에 유인먹이를 제공하지 않았으며, 해외 Camera trap 의 일반적인 결과인 대형 종의 촬영빈도가 더 높게 나타나는 연구결과와 동일하게 나타났다(O'Brien *et al.*, 2003; Tobler *et al.*, 2008; Treves *et al*., 2010; Lee *et al*., 2019).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 11. Mammals identified in camera traps and their of daytime and nighttime frequency

Taxon	No. of photo taken	Appearance (%)	Activity time		
			Daytime photo rate (%)	Nighttime photo rate (%)	*P*-value (Mann-Whitney)
Order Erinaceomorpha					
Erinaceus amurensis	18	1.5	0 (0.00)	18 (100.00)	-
Order Carnivora					
Prionailurus bengalensis	47	3.9	11 (23.40)	36 (76.60)	*P*>0.05
Nyctereutes procyonoides	166	13.7	5 (3.01)	161 (96.99)	*P*>0.05
Martes flavigula	90	7.4	70 (77.78)	20 (22.22)	*P*>0.05
Meles leucurus	91	7.5	9 (9.89)	82 (90.11)	*P*>0.05
Mustela sibirica	32	2.6	19 (59.38)	13 (40.63)	*P*>0.05
Order Artiodactyla					
Sus scrofa	139	11.4	56 (40.29)	83 (59.71)	*P*>0.05
Capreolus pygargus	126	10.4	37 (29.37)	89 (70.63)	*P*>0.05
Hydropotes inermis	242	19.9	84 (34.71)	158 (65.29)	*P*>0.05
Order Lagomorpha					
Lepus coreanus	29	2.4	1 (3.45)	28 (96.55)	*P*>0.05
Order Rodentia					
Tamias sibiricus	6	0.5	5 (83.33)	1 (16.67)	*P*>0.05
Sciurus vulgaris	158	13.0	142 (89.87)	16 (11.13)	*P*<0.05
Muridae spp.	72	5.9	0 (0.00)	72 (100.00)	-
Sum	1216	100.0	-	-	

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

이번 연구에서 CT 를 통해 출현한 포유류의 출현시간대 분포를 알아보고자 하였다. CT 를 통해 확인된 출현시간대는 그 종이 가장 활발하게 활동하는 시간을 나타내며, 어느 시간대에 가장 높은 출현률을 확인함에 따라 그 동물의 활동하는 패턴을 알 수 있다. 이번 연구에서 포유류의 출현빈도가 가장 높은 시간대는 20시(93회), 19시(81회)로 확인되었으며, 일몰시간대에 가장 많이 활동하는 것으로 나타났다. 각 종별 출현시간대는 주간에 다람쥐(8시, 9시), 청설모(7시), 담비(7시, 16시), 족제비(7시)가 높은 출현빈도로 출현하였으며, 야간에는 고슴도치(5시), 오소리(3시), 멧돼지(18시), 멧토끼(20시, 23시), 삵(2시, 19시), 너구리(20시), 노루(18시), 고라니(19시), 쥐과(20시, 22시)가 높은 빈도로 출현하였다(Figure 11-14).

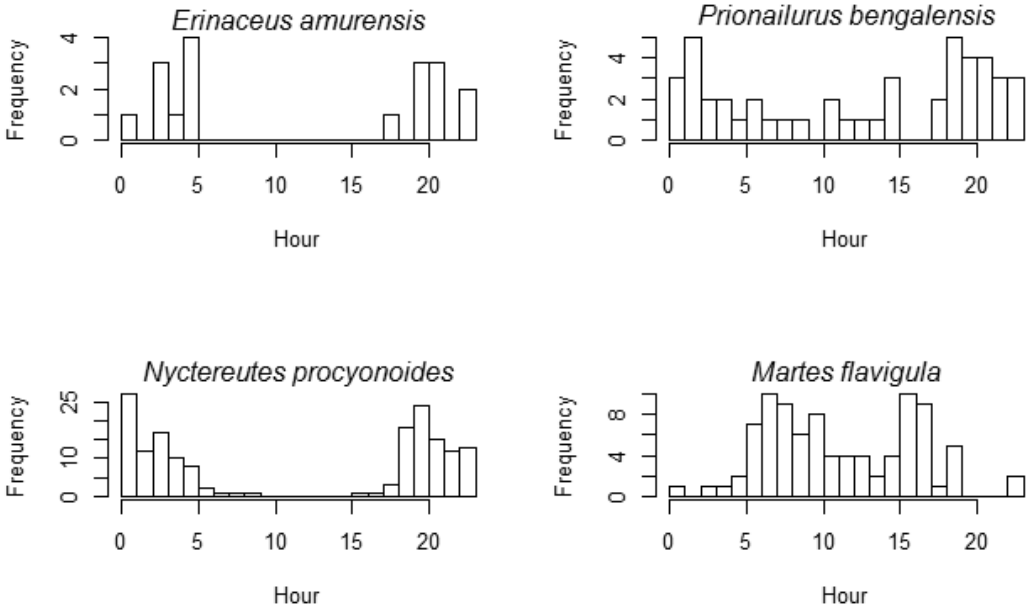

Figure 11. Mammals appearance frequency from CT(*Erinaceus amurensis, Prionailurus bengalensis*, *Nyctereutes procyonoides*, *Martes flavigula*).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

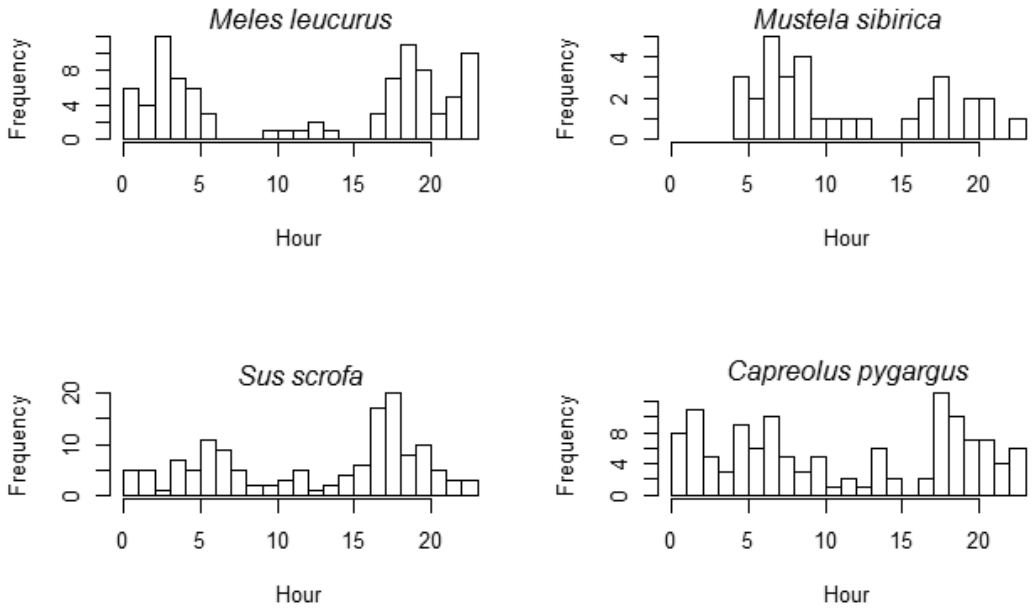

Figure 12. Mammals appearance frequency from CT(*Meles leucurus, Mustela sibirica, Sus scrofa, Caproelus pygargus*).

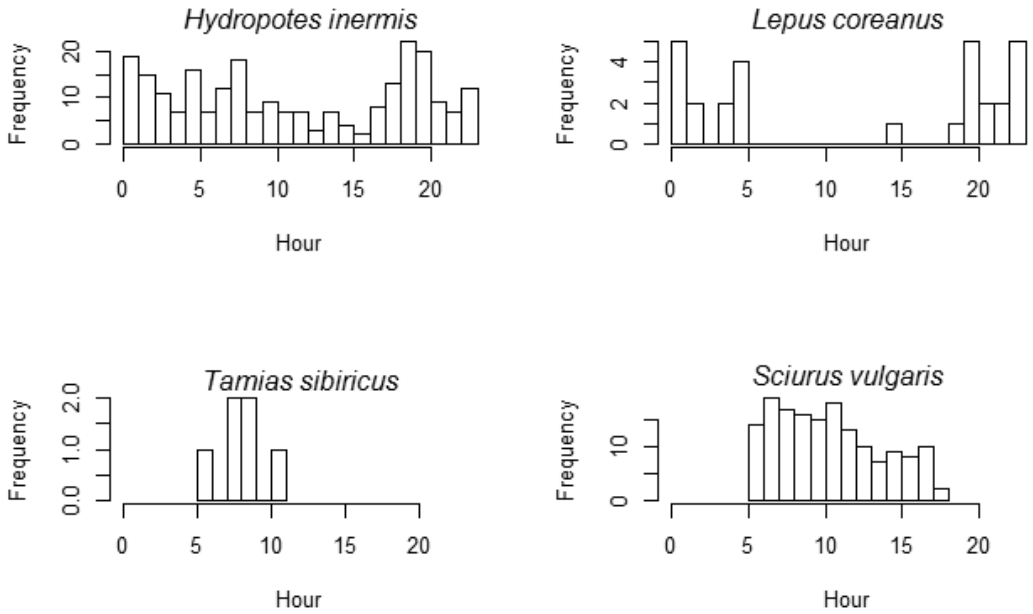

Figure 13. Mammals appearance frequency from CT(*Hydropotes inermis, Lepus coreanus, Tamias sibiricus, Sciurus vulgaris*).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

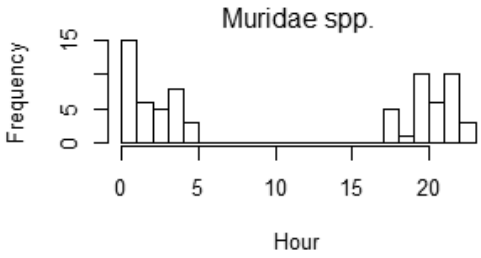

Figure 14. Mammals appearance frequency from CT(Muridae).

일반적으로 포유류의 활동 유형은 주행성(diurnal), 야행성(nocturnal)으로 구분할 수 있다(Kronfeid-schor and Dayan, 2003). CT 를 통해 주간 출현비율이 70% 이상인 종을 주행성, 야간 출현비율이 70% 이상인 종을 야행성으로 구분하였을 때 다람쥐, 청설모, 담비가 주행성이었으며, 고슴도치, 너구리, 노루, 멧토끼, 삵, 오소리, 쥐과가 야행성으로 확인되었다. 특히 고슴도치, 멧토끼, 쥐과와 같은 피식형 포유류는 포식자를 피하기 위해 95% 이상을 밤에 활동한 것으로 확인되었다. 멧돼지와 족제비는 주간과 야간의 출현 비율이 각각 40% 이상을 활동하였고, 고라니는 주간과 야간의 출현 비율이 각각 35% 이상을 활동하여 주·야행성의 뚜렷한 구분이 없는 것으로 나타났다(Figure 15).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

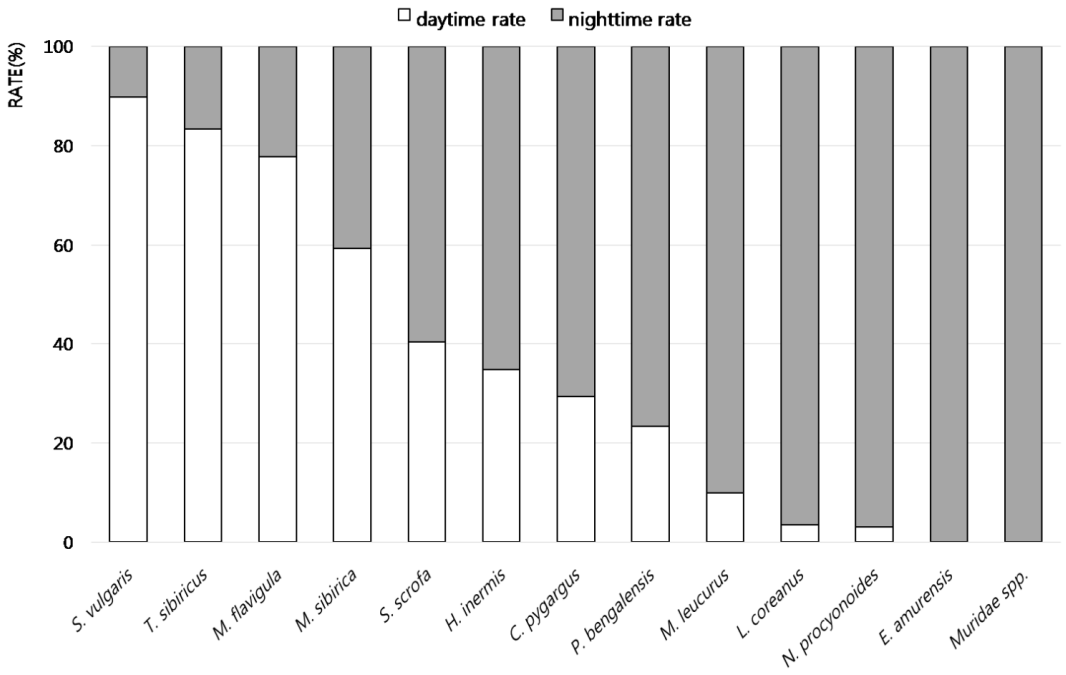

Figure 15. Mammals appearance rate to daytime and nighttime.

2) 인간 접근이 포유류에게 미치는 영향 분석

HA 이후 포유류의 재출현은 총 294회 관찰되었고, 포유류가 재출현하기 전에 산행한 인간의 수는 최저 1명에서 최대 79명까지 관찰되었다. 그러나 HA 의 수에 따라 야생동물의 재출현시간에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다($r=-0.032$, $P>0.05$). HA가 가장 빈번하게 나타나는 시간은 10시, 13시로 각각 407명의 산행을 확인하였으며, 가장 집중되는 시간대는 10시부터 16시까지 2,255명의 등산객이 백두대간 능선을 산행하였다. HA 이후 야생동물 재출현빈도는 고라니 72회, 너구리 65회, 청설모 45회, 담비 24회, 노루 17회, 삵 15회, 멧돼지 15회의 순으로 나타났다(Table 12). HA 이후 야생동물의 평균 재출현시간은 16:34 ± 22:25 t로 가장 먼저 빠르게 재출현한 청설모(0:06 t)부터 가장 늦은 재출현한 노루(271:39 t)까지 다양한 패턴을 보였다. HA 후 종별로 재출현시간의 평균은 삵이 07:05 ± 08:38 t로 가장 작았으며, 노루가 30:30 ± 63:54 t 로 가장 높았다(Table 12). 야생동물의 재출현시간은 HA 의 수에는 영향이 없는 것으로 나타났으나 동물 종

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

에 따라서는 차이가 있었다(Kruskal wallis test, χ^2=23.064, P<0.05).

Table 12. The reappearance number and time for mammals after human acess

Taxon	No of the photo taken	Mean(t)	Standard Deviation(t)	Rank (Kruskal-Wallis)
Erinaceus amurensis	3	17:09	18:34	155.83
Prionailurus bengalensis	15	07:05	08:38	90.13
Nyctereutes procyonoides	65	17:54	18:05	159.63
Martes flavigula	34	14:21	18:34	128.29
Meles leucurus	6	11:56	04:05	160.00
Mustela sibirica	9	18:40	14:40	170.39
Sus scrofa	15	20:40	22:07	168.17
Caproelus pygargus	17	30:30	63:54	167.06
Hydropotes inermis	72	17:01	17:49	156.45
Lepus coreanus	5	18:30	17:18	160.00
Tamias sibiricus	1	21:35	-	229.00
Sciurus vulgaris	45	10:40	11:43	116.62
Muridae spp.	7	24:41	18:37	201.43

HA 의 산행시간에 따라 야생동물의 재출현 변화를 살펴보면 주간 HA 만 확인된 후의 야생동물 재출현빈도는 201회로 고라니 (51), 너구리 (44), 청설모(29), 담비 (25), 삵(11)의 순으로 출현하였다. 야간 HA 가 확인된 후의 야생동물 재출현빈도는 93회로 고라니(21), 너구리(21), 청설모(16), 담비(9), 멧돼지(8) 순으로 출현하였다(Table 13). 주간 HA 만 확인된 후의 야생동물의 재출현시간은 17:32 ± 24:37 t로 야간 HA 의 있은 후 야생동물의 재출현시간인 14:27 ± 16:38 t에 비해 더 긴 것으로 나타났다(Mann-Whitney U test, Z=-1.033, P>0.05). 이러한

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

결과는 야간 HA 이 있는 경우 야생동물의 재출현시간이 더 높을 것으로 예측한 결과와는 상반된 결과로 나타났지만, HA 의 산행형태가 주간에 집중된 점과 야생동물의 활동이 야간에 높게 나타난 결과에 의한 것인지에 대해서는 상세한 연구가 필요하다고 생각된다.

마지막으로 HA 이후 포유류의 활동 유형 구분(주행성, 야행성, 혼합성)에 따른 재출현시간은 주행성의 경우 12:22 ± 15:00 t로 가장 빨랐으며, 혼합성이 17:45 ± 18:09 t, 야행성이 18:27 ± 28:41 t 순으로 나타났다. 따라서 주행성 포유류가 혼합성과 야행성에 비해 HA 에 가장 영향을 받지 않는 것으로 확인되었다(Kruskal wallis test, χ^2=9.343, P<0.05). 이러한 결과는 주행성 포유류인 다람쥐, 청설모는 산림에서 흔하게 볼 수 있는 종으로 HA 의 영향을 가장 적게 받으며, 산림의 최상위 포식자인 담비 또한 HA 의 출현에 대한 영향이 적을 것으로 판단된다.

Table 13. Number of times of mammals reappearing frequency after only daytime human acess or including nighttime human access

Taxon	Only daytime frequency	Including nighttime frequency
Erinaceus amurensis	2	1
Prionailurus bengalensis	11	4
Nyctereutes procyonoides	44	21
Martes flavigula	25	9
Meles leucurus	5	1
Mustela sibirica	7	2
Sus scrofa	7	8
Capreolus pygargus	10	7
Hydropotes inermis	51	21
Lepus coreanus	3	2
Tamias sibiricus	1	-
Sciurus vulgaris	29	16
Muridae spp.	6	1

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

이 연구에서는 CT를 이용하여 백두대간에 출현하는 야생동물에 대한 직접적인 실체 확인과 출현시간, 출현빈도 등의 자료를 분석하고, 등산객의 산행이 야생동물의 출현에 미치는 영향을 확인하였다. CT를 통해 확인된 포유류는 삵, 너구리, 담비, 고라니 등 총 13종이었으며, 이 중 우제목의 출현빈도가 가장 높게 나타났다. 이번 연구를 통해 백두대간에서 서식하는 포유류가 가장 많이 활동하는 시간은 일몰시간인 19시와 20시에 가장 높은 출현빈도를 보여줌으로써 가장 활발하게 활동하는 것을 확인하였다. 일반적으로 육상 포유류는 대부분이 야행성으로(Chung, 2006), 이들의 활동은 먹이와 간섭에 가장 영향을 많이 받는다(Mistlberger and Skene, 2004; Leuchtenberger *et al*., 2018). 야행성 활동은 포유류들이 선호할 수 있지만 사회적이나 영양요소에 의해 낮의 활동으로의 전환을 야기할 수 있다(Cavallini and Lovari, 1994). 특히 육식동물의 먹이 구하는 습성은 먹이가 가장 취약한 시간에 사냥 패턴을 적용하는 경향이 있다(Theuerkauf *et al*., 2003). 작은 설치류는 대부분 야행성이며(Daly *et al*., 1992; Leaver and Daly, 2003), 육식동물은 사냥의 효율을 높이기 위해 설치류와 자신의 활동을 비슷하게 한다. 이 연구 결과에서 나타난 소형 포유류(설치류)인 쥐과는 야간에만 주로 활동하는 패턴을 보였으며, 이런 소형 설치류를 먹이원으로 하는 삵, 너구리, 오소리 등이 야행성으로 나타났다. 족제비과인 담비는 주간에 출현빈도가 더 높게 나타나 주간형 포유류로 분류하였으며, 족제비는 주간과 야간의 활동이 59 대 41의 활동을 보여 혼합형으로 분류하였다. Choi 등(2012a)은 담비가 90% 이상 낮에 활동하고, 밤에 휴식을 취하는 주행성 포유류로 판단하였는데 이 연구에서도 담비가 주간에 활동하는 비율이 더 높다는 것이 확인되었다. 족제비의 또한 주간의 출현비율이 야간보다 조금 더 높게 나타난 결과는 족제비과인 담비와 같은 종에 포함되어 유사한 활동패턴을 보인 결과로 예측된다. 그러나 아직 국내에서 족제비의 기본적인 행동권 연구나 활동패턴 같은 연구가 진행된 바 없어 추가적인 연구를 통해 기본 정보가 뒷받침되어야 할 것이다. 따라서 이번 연구에서 확인된 포유류의 활동 유형은 주행성(3종; 청설모, 다람쥐, 담비), 야행성(7종; 노루, 삵, 오소리, 멧토끼, 너구리, 고슴도치, 쥐과), 혼합형(3종; 족제비, 멧돼지, 고라니)의 세가지 범주로 구분하여 정의하였다.

이번 연구에서 무인센서카메라를 통해 확인된 삵의 출현한 빈도는 총 47컷으

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

로 전체 촬영횟수의 출현율이 3.9%가 확인되었다. 삵은 야간활동이 전체활동의 76%를 보여 야행성 포유류로 구분되었다. 이번 연구에서 나타난 것처럼 삵은 먹이원으로 이용되는 쥐과와 멧토끼의 주요 활동시간이 모두 야간에 많이 활동하는 야행성이라는 점을 확인함으로써 삵과의 피식관계에 있는 먹이원과 활동시간대가 중첩됨을 확인하였다. 일반적으로 포식자의 활동은 피식자의 활동과 일치하기 때문에(Fedriani *et al*., 1999; Foster *et al*., 2013), 삵의 주 먹이원으로 이용되는 설치류의 활동이 삵의 활동시간에 가장 직접적인 영향을 미친 것으로 판단된다. 또한 삵과의 경쟁관계에 있는 너구리와 오소리 또한 야간에 주로 활동하는 야행성이라는 결과는 삵의 결과와 같은 이유일 것으로 판단된다.

등산객의 출현과 야생동물의 관계로 등산객의 산행은 일반적으로 소음공해와 야간에는 빛 공해를 일으킬 수 있다. 특히 빛 공해는 포유류가 방향 결정을 하는 공간적인 행동에 영향을 미치며, 산행으로 일어나는 소음공해는 포유류의 서식지에 악영향으로 작용할 것이다. 이번 연구 결과에서는 포유류에게 등산객의 수나 주간과 야간의 산행 유형으로 인한 영향은 없는 것으로 나타났으나, 종에 따라 등산객의 산행에 영향을 받으며, 특히 식육목 야생동물이 우제목에 비해 빠르게 재출현 것으로 볼 때 산림에서의 포식자가 인간의 활동에 영향을 덜 받는 것으로 알 수 있다.

야생동물이 일반적으로 야간활동 빈도가 높은 행동특성을 고려할 때 주간산행으로 인한 재출현에 큰 영향을 미치지 않을 수 있다. 그러나 주간과 야간의 산행은 같은 공간을 이용하는 야생동물에게 원 서식지에서 회피를 유도하는 하나의 원인으로 작용하며, 특히 작은 빛에도 민감할 수 있는 고양이과 동물에게 헤드렌턴을 착용한 야간산행은 활동범위의 축소를 야기시킬수 있다.

이번 연구결과는 백두대간 산림 능선부에 설치된 CT를 통해 확인된 주요 종들의 활동유형과 등산객으로 인한 영향을 파악함으로 백두대간 생태축 보호를 위한 장기적인 로드맵 작성에 활용될 수 있을 것이다. 또한 장기적인 CT를 통해 확인되는 포유류의 생태적인 특성과 행동패턴을 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

V. 삵과 포유류 서식지 유형의 분류

1. 서론

국내 포유류 대부분 종은 최상위 소비자이고 포식자로서 한반도 생태계의 중요한 위치를 차지하고 있으며, 산림 생태계내에서 우산종(Umbrella species)으로 역할을 수행하고 있다. 멸종위기 야생생물 삵은 최상위 소비자로 서식지에 대한 건강성을 평가하거나 유지하는데 근거자료로 이용되고 있다. 이런 이유로 포유류는 생태계의 안정성과 항상성 여부를 판단하는 근거가 되기도 하며, 서식지에 대한 보전 계획 및 평가에 있어 지표종(indicator species)으로 이용되고 있다(Kim *et al.*, 2012).

지금까지 우리나라에서는 환경부 주관 자연환경조사를 통해 전국의 육상생태계를 대상으로 1986년에 제1차 전국자연환경조사를 시작했으며, 현재는 제5차 전국자연환경조사가 진행중에 있다. 자연환경조사를 1차에서 4차까지 수행하는 동안 포유류 분야에서는 조사방법에 대한 일부 변화가 있었다. '86-'90에 수행된 제1차 전국자연환경조사는 행정구역을 기준으로 지역별로 출현하는 종에 대한 분포조사를 수행하였고, '97-'05에 수행된 제2차 전국자연환경조사에서는 대표적인 산림을 기준으로 권역을 구분하여 대표산에 대한 출현종과 분포조사를 수행하였다. '06-'13에 수행된 제3차 전국자연환경조사에서는 우리나라를 1:25,000 축적으로 나눈 지형도를 조사단위로 선정하고, 이를 다시 경도와 위도에 따라 9개의 소격자로 분할한 후, 분할된 소격자에서 출현종과 서식환경을 기재하는 방법으로 조사되었다(Kim *et al.*, 2013a). '14-'18에 수행된 제4차 전국자연환경조사에서는 3차 조사에서 수행된 1:25,000 축척의 조사단위 조사와, 생태·자연도 Ⅰ등급과 Ⅱ등급 지역의 멸종위기종과 일반종의 종분포와 서식현황을 조사하는 방법, 세번째로 전국을 대상으로 생물다양성이 풍부한 지점을 선정하고 보호지역을 선정하거나 대표적인 생태계 유형에 대한 생물다양성을 조사하는 방법이 시행되었다(Lee *et al.*, 2017). 멸종위기 야생생물 Ⅱ급인 삵은 생태·자연도 등급을 결정하는 중요한 생물종 중의 하나이다. 생태·자연도를 평가함에 있어 삵이 서식하거나 생태통

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

로로 이용하는 지역의 경우 생태·자연도 등급이 지정되어 보호되게 된다. 현재는 제5차 전국자연환경조사가 1:25,000 축척의 조사단위의 방법으로 진행중이다.

생태계 유형에 따른 조사는 자연환경조사를 오랜 기간 동안 수행해온 독일, 영국, 스웨덴 등의 국가들에서 시행해온 조사방법의 일환으로 전국에 분포하는 생물상에 대해 비용-효율적(cost-effective)으로 조사하기 위해 수행되어 왔다(Bunce *et al*., 1996; Hoffmann-Kroll *et al*., 2003; Ståhl *et al*., 2011; Lee *et al*., 2017). 이러한 국가들은 전국을 대상으로 적절하게 생태계 유형에 따라 먼저 분류하고, 분류된 유형에서 골고루 조사지점이 선정되도록 하는 층화표본 방법으로 조사지역이 선택되었다. 생태계 유형을 분류하는 방법에는 토지피복과 같이 공식화된 주관적인 분류에 의해 분류하는 방법과, 생물상의 분포를 설명하는 기후인자와 같은 다양한 환경변수들을 다변량 분석을 통해 분류하는 객관적이고 수학적인 분류 방법이 있다(Bunce *et al*., 1996; Lee *et al*., 2017). 하지만 각 분류군의 생태적 지위에 따라 의미 있는 생태계 유형 분류체계가 다르기 때문에 각 분류군별 서식지 유형 분류에 대한 연구가 선행된다면, 생물상 모니터링에서 보다 비용-효율적인 생태계 유형별 층화 샘플링이 수행될 수 있다. 지금까지 전국자연환경조사를 이용한 연구로는 생물종 분포모형에 대한 연구와 생물다양상 분석 등과 같은 연구는 이루어졌으나(Lee and Song, 2008; Kim *et al*., 2012; Song and Kim, 2012; Kim *et al*., 2014c; Lee *et al*., 2015), 서식지 유형 분석에 대한 연구는 이루어진 바 없어 우리나라 실정을 잘 반영한 생태계 유형 분류 기준이 마련되어야 할 것이다(Lee *et al*., 2017).

따라서 이 연구에서는 약 8년간의 전국자연환경조사의 데이터 자료를 이용한 서식지 유형에 대한 분석을 통해 포유류에게 적절한 서식지 분류체계를 마련하고 그 서식지에서 확인되는 종의 특징을 파악하고자 하였다. 이러한 연구내용은 기존에 수행된 제4차 전국자연환경조사 중 생물다양성 분야의 조사방법에 대한 체계 마련에 중요하게 적용가능할 것이며, 다른 생태조사사업의 발전 방향 등에 활용될 수 있을 것이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2. 연구 방법

1) 데이터 수집과 재분류

이번 연구에서는 제3차 전국자연환경조사(2006-2012년) 결과를 이용하여 우리나라 전국의 포유류 분포에 대한 자료를 분석하였다. 제3차 자연환경조사에서의 포유류 조사는 조사 대상지 내에서 관찰된 모든 포유류의 흔적에 대해 위치 자료, 흔적 유형, 서식지 유형을 수집하였다. 제3차 전국자연환경조사를 통해 수집된 포유류의 데이터는 총 70,562개가 기록되어 있으며, 조사야장에 기록된 포유류 데이터의 서식지 유형은 몇 가지로 범주화되어 있지 않고 개별적으로 기술된 자료로 기록되어 있다. 이번 연구에서는 조사 야장의 서식지 유형에 빈번하게 공통적으로 나타나는 32개 단어를 포함하는 기록으로 1차(70,371개) 정리하였다. 그 다음으로 32개로 구분된 서식지 유형을 주요 키워드를 15개(낙엽활엽수림, 침엽수림, 혼효림, 하천, 해안, 저수지, 경작지, 주거지, 초지, 나지, 계곡, 도로, 도서, 동굴, 임도)로 재통합하여 2차 분류하였다(Figure 16).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

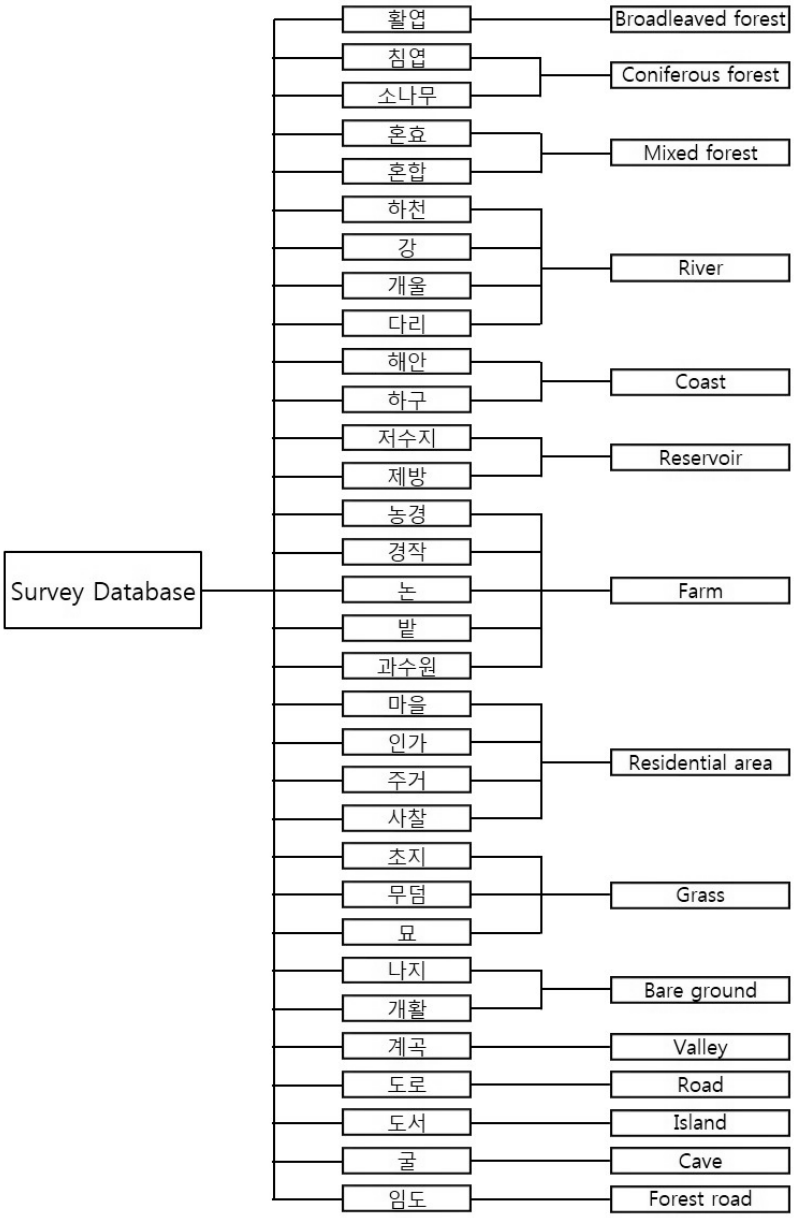

Figure 16. Habitat types extraction and classification. The 32 representative words were extracted from recorded habitat types in the survey database and were classified into 15 habitat types.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 포유류 서식지 유형 기술통계 분석

포유류 서식지 유형에 대한 기술통계 분석은 수집된 데이터 중에서 외래도입종(뉴트리아, *Myocastor coypus*)과 원래 가주성이었으나 야생화된 것으로 판단되는 종들(고양이 *Felis catus*, 개 *Canis familialis*, 염소 *Capra hircus*)은 분석대상에서 제외하였다. 각 종이 가장 선호하는 서식지 유형을 출현종별 서식지 유형 출현횟수를 비율자료로 변환하여 분석하였고, 서식지 유형별 종 출현횟수를 비율자료로 변환하여 서식지 유형별로 높은 빈도로 관찰되는 종들을 분석하였다.

$$i\text{종의}\,j\text{서식지유형출현비율} = \frac{i\text{종이}\,j\text{서식지유형에서출현한횟수}}{i\text{종의총출현횟수}} \times 100$$

$$j\text{서식지유형의}\,i\text{종출현비율} = \frac{j\text{서식지유형에서의}\,i\text{종출현횟수}}{j\text{서식지에서의모든종의출현횟수}} \times 100$$

3) 서식지 유형 군집분석

서식지 유형에 대한 군집분석에서는 제3차 전국자연환경조사에서 30회 미만으로 기록된 종, 30회 미만으로 기록된 서식지 유형인 동굴은 표본 전체를 대표한다고 판단하기 어려우므로 분석에서 제외하였으며, 최종적으로 14개의 서식지 유형을 군집분석에 포함하였다. 14개의 서식지 유형을 비계층적 클러스터 분석 방법인 k 평균 클러스터 분석으로 분류하였다. 가장 적합한 클러스터 수 k는 vegan 패키지의 cascadeKM 의 단순구조지수(simple structure index, ssi)를 사용하여 산출하였다(Legendre & Legendre 2012). 여기서 단순구조지수는 클러스터들간 각 변수들의 최대 차이값, 가장 대조적인 클러스터들의 크기, 전체값들의 평균값 대비 클러스터 중심으로부터 변수의 편차 세 개의 값을 곱하여 구한다(Oksanen *et al.*, 2016).

또한, 서식지 유형 사이의 유사성과 위계관계 확인을 위해 k 평균 클러스터 분석과 같이 클러스터간 거리를 측정할 때 최소자승법(least square method)을

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

사용하는 Ward 계층적 클러스터 분석을 시행하였다(Murtagh and Legendre, 2014).

마지막으로, 서식지유형들 간의 유사성을 다차원 공간상에서 거리로써 표현하고, 서식지유형의 공간 위에서 포유류 각 종의 주요 출현 장소를 비교하기 위해 비계량형 다차원척도법(Nonmetric Multidimensional Scaling)을 사용하였다. 여기서도 서식지별 출현종 현황에 대한 비율자료를 Euclidean 을 이용한 거리측정법으로 계산하였다. 비계량형 다차원척도법의 적절성은 원래 데이터들간의 거리값과 두 개의 차원으로 축소한 값들 사이의 거리값을 비교하는 Shepard 다이어그램을 통해 평가했다(Borcard *et al.*, 2011). 모든 통계적인 분석은 R (R Core Team 2016)을 사용하였고 vegan 패키지(Oksanen *et al.*, 2016)를 사용하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

3. 연구 결과 및 고찰

1) 포유류 서식지 유형의 기술통계 분석

전국에서 수집된 제3차 전국자연환경조사에서 나타난 포유류는 총 7목 16과 39종이 확인되었다. 목(Order)별로 확인된 종수는, 고슴도치목(Erinaceomorpha) 1종, 첨서목(Soricomorpha) 4종, 박쥐목(Chiroptera) 7종, 식육목(Carnivora) 7종, 우제목(Artiodactyla) 7종, 토끼목(Lagomorpha) 1종, 설치목(Rodentia) 12종이었다. 조사기록된 70,562개의 자료 중 15개 키워드의 서식지 유형에 속하는 자료는 70,371개였다. 서식지유형별로 살펴보면, 낙엽활엽수림 18,658개(34종)로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 침엽수림 15,556개(31종), 경작지 11,277개(29종), 혼효림10,404개(27종)의 순이었고, 나지 263개(19종)와 도서 216개(19종), 동굴 19개(4종)는 15개의 유형 중 기록이 적은 것으로 나타났다. 15개의 전체 서식지 유형에서 너구리(*Nyctereutes procyonoides*)는 모든 서식지 유형에서 확인되었으며, 박쥐목을 제외하고 유일하게 동굴에서 서식지 이용이 관찰되었다. 고라니(*Hydropotes inermis*), 삵(*Prionailurus bengalensis*), 족제비(*Mustela sibirica*), 두더지(*Mogera wogura*), 등줄쥐(*Apodemus agrarius*)는 동굴을 제외한 14개의 서식지 유형을 모두 이용하는 것으로 나타났다(Table 14).

연구에서 기록된 삵의 흔적은 총 4,132회로 조사되었으며, 야장에 기록된 종들 중 상위 10에 들어가는 것으로 확인되었다. 삵이 출현한 서식지 환경특성을 살펴보면, 임도를 포함한 산림환경에서 84%(3,473회)를 기록되었으며, 농경지 5.9(243회), 초지 3.4%(139회), 저수지 1.3%(54회) 등의 순으로 나타났다. 이번 연구에서 산림환경의 포유류 흔적이 가장 높게 나타난 이유 중 하나는 제3차 전국자연환경조사를 활용한 것으로 포유류 분야의 전문가 그룹에 의해 조사가 수행되었으며, 1:25,000 도엽 내에서 많은 종수의 흔적을 확인하기 위해 전문가 그룹에서 조사를 수행 시 개인조사 역량과 성향에 따른 차이가 있겠지만 포유류의 흔적이 많이 나오는 산림환경에서의 조사대상지가 편향되었을 것으로 판단된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 14. Mammal habitat types recorded by survey note

Species \ Habitat	B. forest	C. forest	M. forest	River	Reservoir	Farm	Grass	R. area	F. road	Road	Coast	Valley	Island	Cave	B. ground
Erinaceus amurensis	163*	76	18	1		54	36	2	6	6		3			
Crocidura lasiura	52	44	5	5	5	56*	32	7	2	6		2	9		4
Crocidura shantungensis	9	7	2	5	2	8	9			2	1				1
Crocidura dsinezumi							1								
Mogera wogura	1323	1065	798	132	103	1582*	459	65	171	27	9	7	14		48
Rhinolophus ferrumequinum	5	1		2		3	3	2					1	11	
Hypsugo alashanicus				1											
Miniopterus schreibersi	2					1	2								
Myotis formosus	1	1												6	
Myotis daubentonii													2	1	
Pipistrelus abramus	2	1	1	1		3	5	7					4		
Plecotus auritus															
Prionailurus bengalensis	**1349***	**1118**	**749**	**124**	**54**	**243**	**139**	**9**	**257**	**48**	**4**	**24**	**2**		**12**
Nyctereutes procyonoides	1408	1191	919	563	344	2022*	575	64	237	129	38	41	25	1	50
Lutra lutra	43	26	4	1210*	140	79	32	5		3	106	37	9		5
Martes flavigula	394*	265	114	4		7	13		6	3		8			
Meles leucurus	1298*	1063	592	1	2	48	41	3	12	2		7			1
Mustela nivalis	7	6	2			2	1			1					1
Mustela sibirica	985*	746	466	200	82	841	261	177	88	254	33	31	13		5
Sus scrofa	2211*	1591	709	25	51	717	255	7	200	7	3	30			8
Moschus moschiferus	1	1													
Caproelus pygargus	1131*	788	321	2		135	147		192	4		12			2

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 14. Continued

Species \ Habitat	B. forest	C. forest	M. forest	River	Reservoir	Farm	Grass	R. area	F. road	Road	Coast	Valley	Island	Cave	B. ground
Cervus elaphus	1														
Cervus nippon	1					3	5						5		
Hydropotes inermis	2890	2466	2482	621	362	3681*	1215	92	352	58	71	53	88		87
Nemorhaedus caudatus	109*	100	5	1		2			1		1	1			
Lepus coreanus	1473*	1070	845	11	34	417	724	10	106	17	2	12			10
Sciurus vulgaris	1405	2333*	1104	12	23	157	110	74	71	74		10	4		
Pteromys volans	172*	133	14				1	1				1			
Tamias sibiricus	1485*	1057	1085	35	44	176	90	140	102	85	2	27			2
Microtus fortis		1													1
Eothenomys regulus	37*	20	3	1	1	16	13	1							1
Tscherskia triton	2						1						1		
Apodemus agrarius	477	242	104	38	41	530*	373	31	35	14	16	7	17		15
Apodemus pennisulae	67*	37	21	1		29	30	3	5	1		1	7		
Micromys minutus	34	36	17	33	23	112*	92	3	2		1		3		
Mus musculus	26	15	2	5	1	68	22	98*		6	1		1		1
Rattus norvegicus	89	54	21	17	2	282	143	717*	3	46	17		11		9
Rattus rattus	6	2	1			3	2	1		1	1				
Species	34	31	27	26	18	29	31	23	19	22	16	19	18	4	19
Sum	18658	15556	10404	3051	1314	11277	4832	1519	1848	794	306	314	216	19	263

B. forest: Broadleaved forest, C. forest: Coniferous forest, M. forest: Mixed forest, R. area: Residential area, F. road: Forest road, B. ground: Bare ground

* : Most preferred habitat for each species

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

종의 선호도는 서식지 유형에서의 각 종의 출현 비율을 적용하였다. 기록된 자료가 30회 미만인 종을 제외하고, 확인된 23종의 서식지 유형별 선호도는 멧돼지(*Sus scrofa*) 2,211회(38.03%), 다람쥐(*Tamias sibiricus*) 1,485회(34.30%), 멧토끼(*Lepus coreanus*) 1,473회(31.14%), 삵 1,349회(32.65%), 오소리(*Meles leucurus*) 1,298회(42.28%), 노루(*Caproelus pygargus*) 1,131회(41.37%), 족제비 985회(22.55%), 담비(*Martes flavigula*), 394회(48.40%), 고슴도치(*Erinaceus amurensis*), 163회(44.66%), 하늘다람쥐(*Pteromys volans*) 172회(53.42%), 산양(*Nemorhaedus caudatus*) 109회(49.55%), 흰넓적다리붉은쥐(*Apodemus pennisulae*) 67회(33.17%), 비단털들쥐(*Eothenomys regulus*) 37회(39.78%) 등 14종이 낙엽활엽수림을 가장 선호하는 것으로 나타났다. 침엽수림에서는 청설모(*Sciurus vulgaris*)가 2,333회(43.39%)로 가장 선호하였고, 하천에서는 수달(*Lutra lutra*) 1,210회(71.22%)이 가장 선호도가 높았다. 경작지에서 고라니 3,681회(25.35%), 너구리 2,022회(26.58%), 두더지 1,582회(27.26%), 등줄쥐 530회(27.32%), 멧밭쥐(*Micromys minutus*) 112회(31.46%), 땃쥐(*Crocidura lasiura*) 56회(24.45%) 등 6종이 선호도가 가장 높았으며, 주거지에서는 집쥐(*Rattus norvegicus*) 717회(50.82%)와 생쥐(*Mus musculus*) 98회(39.84%)로 선호도가 가장 높은 것으로 나타났다.

분류된 서식지 유형에 대한 포유류의 상위 출현종은 고라니가 주거지, 하천, 해안가, 도로 4가지 유형을 제외한 10개의 서식지 유형(침엽수림, 낙엽활엽수림, 혼효림, 계곡, 초지, 경작지, 나지, 저수지, 임도, 도서)에서 가장 높게 나타나 해당 서식지의 상위 출현종이라는 것을 확인하였다(Figure 17). 고라니는 주로 강, 호수, 억새, 갈대밭 등의 습지와 그 인근의 낮은 산림지대 또는 구릉지에 분포하는 것으로 알려져 있으며(Zhang, 2000), 초지를 산림지역에 비해 선호하여 물이 있는 지역을 선호한다(Song and Kim, 2012). 이번 연구에서 고라니는 동굴을 제외한 모든 서식지를 이용하였으며, 경작지에서의 출현율이 가장 높았다. 그러나 침엽수림, 낙엽활엽수림, 혼효림을 병합한 산림지역에서의 출현율도 53.99%로 높게 나타났다. 다른 서식지 유형에서 족제비는 도로에서의 상위 출현종으로, 수달은 하천과 해안가에서 상위 출현종으로, 집쥐는 주거지에서 상위 출현종으로 확인되었으며, 동굴에서는 관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum*)가

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

상위출현종으로 확인되었다(Figure 17). 멸종위기 야생생물인 수달은 물과 뭍을 이용하는 반수생동물로 주로 어류를 먹이원으로 이용하고 하천, 해안지역을 주요 서식지 이용하므로 하천과 해안가에서 상위 출현종으로 구분되었다(Min *et al*., 2013).이번 연구에서 특이하게 족제비가 도로에서의 최상위 출현종으로 확인된 것은 전국자연환경조사 데이터에서 로드킬 기록이 족제비가 가장 높기 때문인 것으로 확인되었다. Min and Han(2010), Choi and Park(2006b)의 국내 로드킬 연구 결과에서는 너구리와 설치류(다람쥐)의 로드킬 빈도가 높게 나타났는데, 이번 연구에서는 족제비 다음으로 너구리와 다람쥐의 로드킬 비율이 높았다. 해외의 로드킬 연구결과에서도 족제비과 동물들은 로드킬 비율이 다른 동물에 비해 낮게 나타나(Ford and Fahrig, 2007), 이번 연구의 결과와는 일치하지 않았다. 동굴에서 상위출현종인 관박쥐는 동굴을 동면지와 서식지로 이용하는 것으로 알려져 있다(Yoon *et al*., 2004). 주거지에서 최상위 출현종으로 나타난 집쥐는 도시형주거지역의 인가 외부와 내부에서 주로 발견되며, 전원 지역과 초지, 해안초지, 습지 등에서 서식하는 생활습성 때문인 것이라 판단된다(Yoon *et al*., 2004; Kim *et al*., 2013b).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

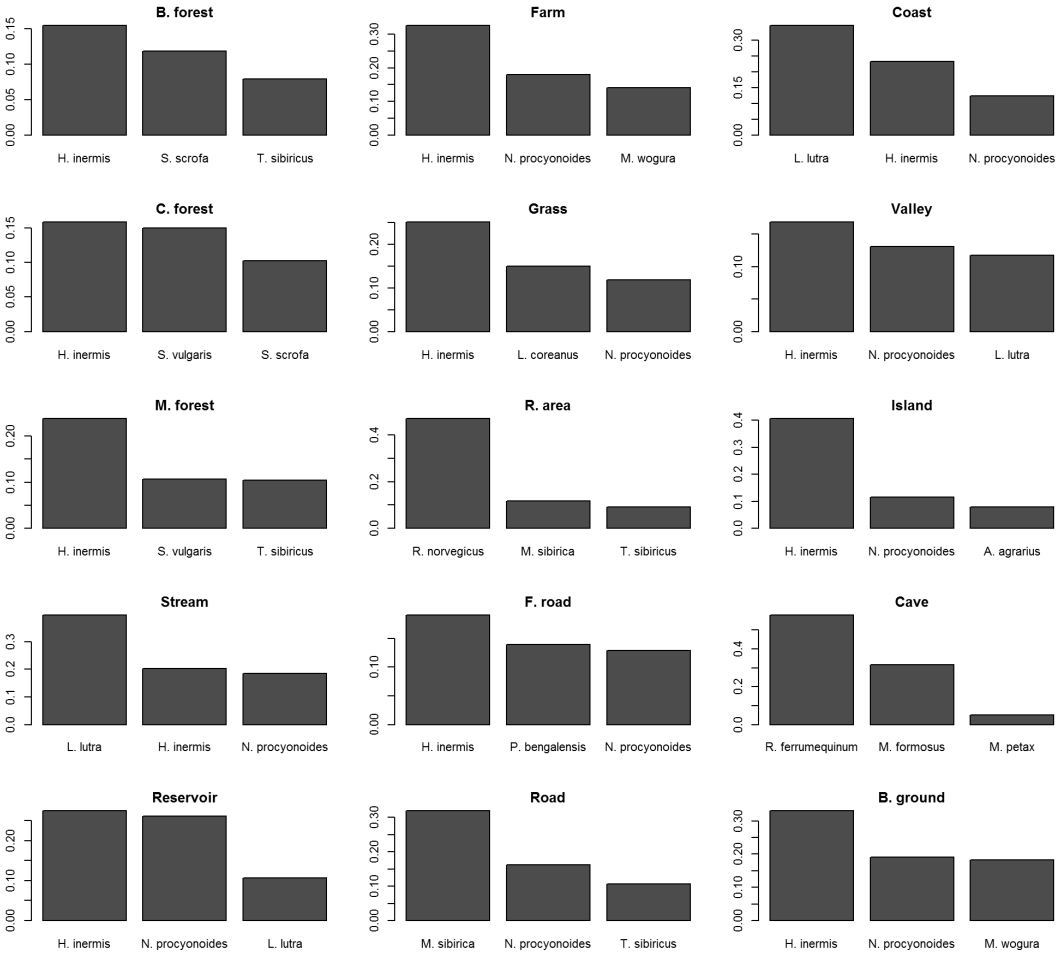

Figure 17. Frequency ratio of top three abundant species in each mammal habitat type.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 서식지 유형의 군집분석

서식지 유형에 대한 군집분석은 최종 분류된 15개의 서식지 유형 중에서 30회 미만 기록되어진 동굴을 제외하고 k 평균 클러스터 분석이 진행되었다. 가장 적합한 클러스터 분류 개수 k를 찾기 위해 최소 2개부터 최대 13개까지 k 평균 클러스터 분석을 수행한 결과, 서식지 유형을 11개의 군집으로 나눈 결과에서 단순구조지수(ssi)가 가장 높았다 (ssi=0.07) (Figure 18). 이때 침엽수림과 낙엽활엽수림이 하나의 그룹으로 병합되고, 하천과 해안이 하나로, 나지와 경작지가 하나로 병합되었다. k 평균 클러스터 분석 결과는 포유류 서식지 유형의 구분은 11개의 서식지 유형이 가장 적합한 것으로 나타났다.

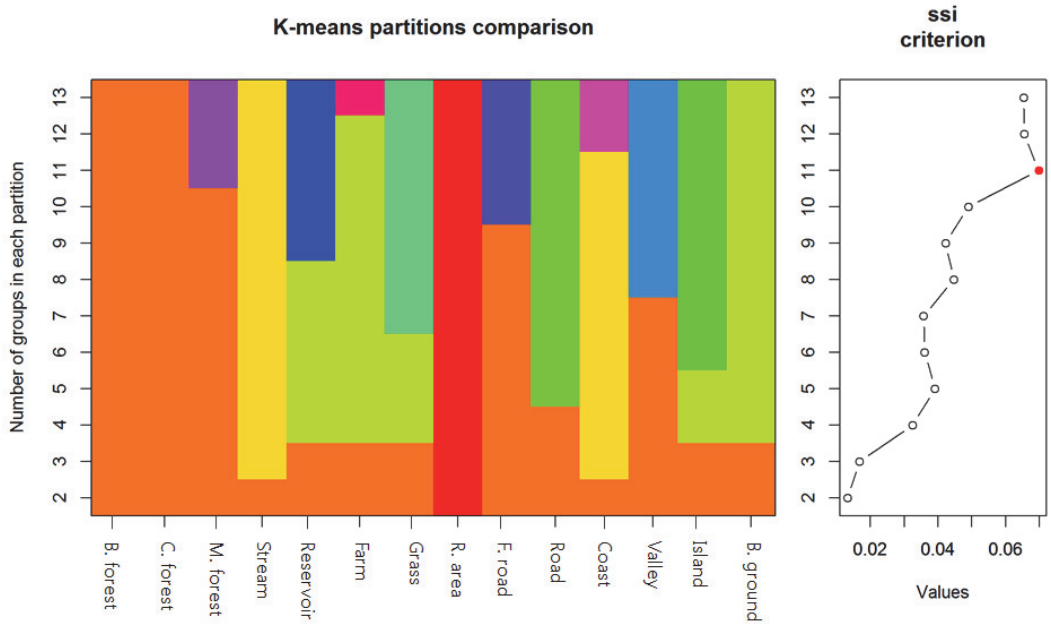

Figure 18. k-means cascade plot presenting the group belonging to each habitat type for each partition. The simple structure index (ssi) was highest in the partitioning of 11 groups. In this case, the conifer forests and the broad-leaved forests, the coast and the stream, and the bare ground and the farm were combined into the same habitat types.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ward 계층적 클러스터 분석을 이용해 포유류 서식지 유형들 간의 유사성과 위계를 확인하였다. 그 결과 크게 4그룹의 서식지 유형으로 분리되는 클러스터를 확인할 수 있었다(Figure 19). 포유류에게는 가장 차별화된 서식지 유형은 주거지였고, 다음은 해안과 하천이 병합되어진 클러스터였다(Figure 19). 그 외 11개의 서식지 유형을 두 그룹으로 나눈다면 첫 번째로 낙엽활엽수림, 침엽수림, 혼효림, 임도, 계곡, 도로가 병합된 산림지역의 서식지 유형, 두 번째로 경작지, 나지, 저수지, 초지, 도서(Island)가 병합된 클러스터로 나눌 수 있었다. 수계 속성인 저수지는 상단부에서 분리된 해안-하천과 병합되지 않고 나지-경작지와 병합되는 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 저수지가 나지와 경작지에 인접한 경우가 많아 저지대에 서식하는 포유류에게 직접적인 영향을 주는 생태공간으로 이용하기 때문이라 판단된다. 도서에서의 포유류 서식환경이 산림형에 포함되기 보다는 나지-경작지와 병합되는 결과를 나타내었으며, 도서 생태계는 이질적인 서식공간으로 포유류의 이동이 제약됨으로 인해 관찰되는 포유류상이 빈약하기 때문이라 판단된다. 결과적으로, 계층적 클러스터 분석에서 [1] 침엽수림-낙엽활엽수림, [2] 해안-하천, [3] 나지-경작지가 가장 하단부에서 먼저 병합되어 k 평균 클러스터 분석(비계층적 분석)의 결과인 11개의 클러스터로 분류된 것과 일치했다.

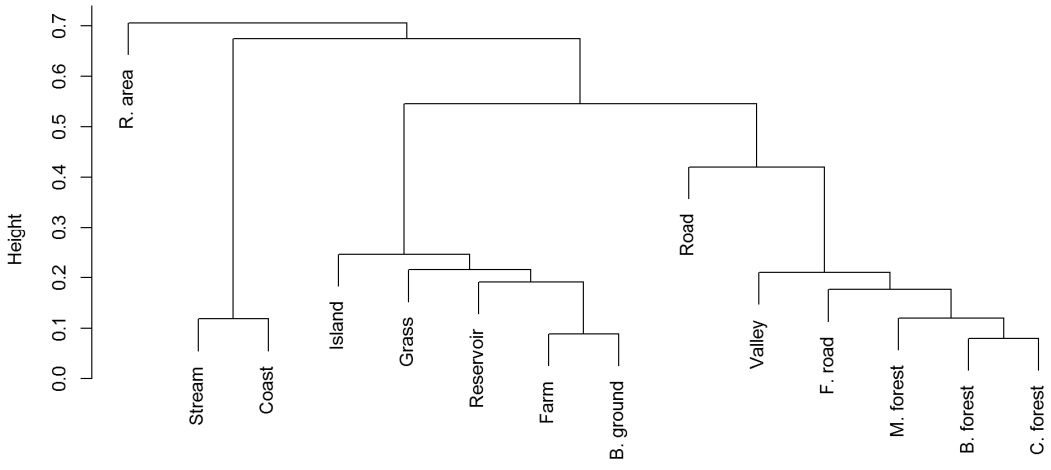

Figure 19. Similarity and hierarchy among mammal habitat types using ward hierarchical clustering analysis.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

비계량형 다차원 척도 분석 결과, 포지셔닝 맵상에 위치한 각 서식지 유형 키워드에 종들의 위치를 배열하여 각 서식지 유형에서 나타나는 종의 차별성과 연관성을 표시하였다. Shepard diagram 분석 결과의 적합성을 확인한 결과, R^2값이 1에 근사하여 비계량형 다차원 척도 분석의 결과가 적절한 것으로 판단되었다 (Figure 20). 분석 결과, 포유류에게 가장 차별된 서식지 유형인 주거지인 경우, 생쥐와 집쥐 두 종이 가장 많이 출현하였을 뿐 아니라, 이 2종의 출현빈도가 다른 서식지 유형에서는 낮게 나타나 주거지 유형에서 제한적이라 판단할 수 있었다(Figure 21). 주거지의 유형으로 마을, 인가, 주거지, 사찰 등이 포함되었으며, 주요 서식지로 주거지와 농경지, 초원을 이용하는 집쥐와 생쥐의 대부분은 마을, 인가, 거주지, 사찰 등에서 생포트랩으로 포획된 결과에서 기인한 것이라 할 수 있다. 해안과 하천의 경우, 수달, 고라니, 너구리의 순서로 많이 출현하였지만 다른 서식지 유형에서도 많이 출현한 너구리나 고라니와는 달리 수달은 하천과 해안 서식지 유형에서 제한적으로 나타났다. 하천, 해안, 주거지가 제외된 10개의 서식지 유형은 상호간에 연계되어진 서식지로 서로 인접하게 위치하였으며, 두더지, 너구리, 멧돼지, 고라니, 멧토끼, 등줄쥐 등의 종들의 서식지가 산림지대와 저지대 같은 서식지를 포괄적으로 이용하기 때문이라 판단된다.

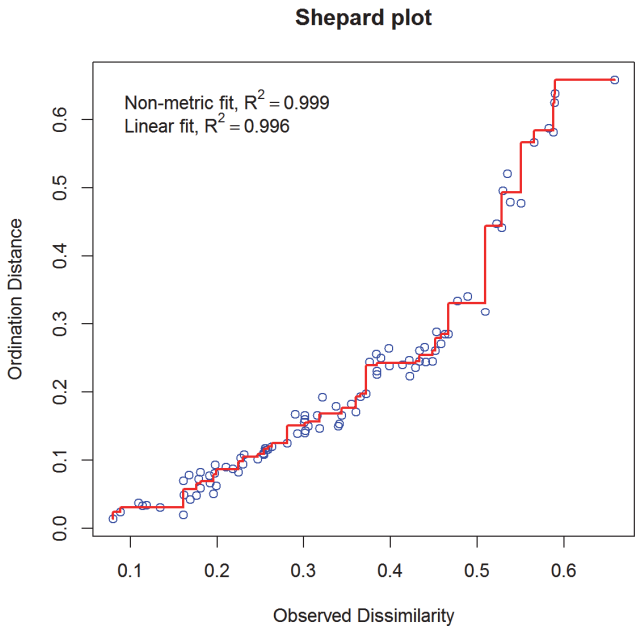

Figure 20. Shepard diagrams of the nonmetric multidimensional scaling result.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

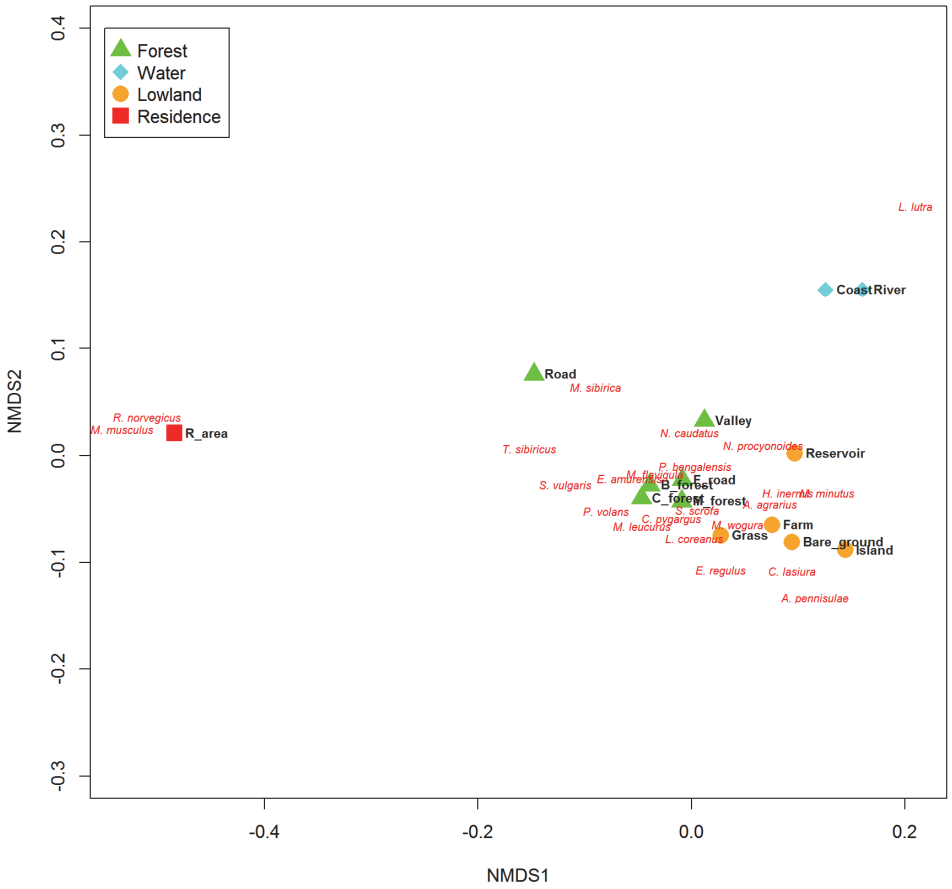

Figure 21. Nonmetric multidimensional scaling biplot of Euclidean dissimilarity matrix. Black and bold text indicates a habitat type, and red and italic text indicates a species. The four representative mammal habitat types (river type, forest type, residence habitat and lowland type) were shown as a blue diamond, a green triangle, a red square, and a orange circle symbol, respectively.

이 연구에서는 제3차 포유류 전국자연환경조사 데이터를 이용하여 서식지 유형을 클러스터링하고 서식지 유형에 나타나는 종의 특징을 파악하기 위해 수행되었다. 전국조사에서 확인된 포유류는 7목 16과 39종이였으며, 조사야장에 기록된 서식지 유형을 크게 15개 유형으로 범주화시켰다. 서식지 유형에 대한 군집을 분석은 11개로 분류된 서식지 유형이 가장 적정한 것으로 나타났으며, 침엽수림과 낙엽활엽수림이 한 개의 그룹으로 병합되고, 해안과 하천이 하나로, 나지와 경작지가 하나로 병합되었다. 또한 Ward 계층적 클러스터 분석에서 서식지 유형들 간의 유사성과 위계는 포유류에게는

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

주거지가 가장 차별된 서식지 유형이었고, 다음으로 차별화된 서식지는 해안과 하천이 병합된 클러스터였다. 비계량형 다차원척도 분석에서는 생쥐와 집쥐가 주거지에서, 수달이 해안과 하천에서 가장 밀접한 관계를 보여주었다. 이러한 결과를 종합해 보면, 포유류의 서식지 유형의 분류는 크게 산림을 주요 서식지와 이동경로로 이용하는 산림형과 물을 주요 서식지로 이용하는 하천형, 주거지 인근에서 서식하는 주거형, 곡류나 씨앗을 주 먹이원으로 하는 저지대형 등 4가지로 구분할 수 있다는 결론을 얻을 수 있다. 따라서 이러한 결과를 바탕으로 앞으로 전국자연환경조사 조사지침을 마련할 때에는 조사지점에 대한 항목에 이러한 내용을 반영한 서식지 유형 적용이 필요하다 하겠다. 그러나 이번 연구에서는 해양포유류를 제외한 육상 포유류 중 박쥐목과 일부 설치목에 대한 조사가 미비함에 따라 보다 다양한 서식지 유형인 동굴에 대한 정보가 부족한 한계점은 있다. 따라서 전국자연환경조사의 향후 조사체계 개선방안으로 기존에 조사가 미미한 종인 익수목과 설치목에 대한 자료를 확보할 수 있는 조사계획을 수립할 필요가 있다. 최근 정밀한 생태계 모니터링 조사에서도 중·대형포유류와 소형포유류를 분리해 조사가 진행되고 있는 추세이다. 이러한 견지에서 전국자연환경조사에서 중·대형포유류와 소형포유류를 분리하여 조사한다면 전국에 분포하는 포유류의 분포와 서식지 정보를 확보하는 것이 가능할 것이라 판단된다.

이 연구에서는 국내에서 확인된 포유류의 서식지 유형을 클러스터링하고, 각 서식지 유형에서 나타나는 종의 특징을 파악하였는데 이 결과는 종에 대한 생태 정보로 활용되어 잠재서식지 예측, 포유류 모니터링 대상지 샘플링 방법 개발과 같은 서식지 보전을 위한 관리에 적용 가능할 것이다(Razgour *et al.*, 2011). 또한 향후 제5차 전국자연환경조사 방법의 개선이나 생태계 조사사업의 발전 방향 등을 마련하는 데 널리 활용될 수 있을 것이 기대된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

VI. 종합 고찰

이 연구에서는 우리나라에서 멸종위기야생생물 Ⅱ급으로 지정하여 관리되고 있는 삵을 연구대상으로 삼아 행동권, 서식지 이용, 행동패턴, 서식지 유형을 분석하여 종과 서식지 보호 및 관리방안을 마련하는 데 필요한 생태적인 자료를 제공하고자 하였다.

먼저 삵 행동권 연구에서 삵의 행동권은 너구리와 오소리에 비해 넓은 것으로 확인되었으며, 행동권의 크기가 잡식보다 육식일수록 더 큰 행동범위를 보여주었다. 이러한 결과는 소형포유류를 주 먹이원으로 하는 삵이 채이활동을 하는 영역이 더 클 것이다. 삵을 포함한 너구리와 오소리의 행동권은 수계를 포함한 인접 산림에서 중첩을 보여주었으며, 이러한 결과는 물이 삵의 서식에 있어서 반드시 필요한 요인으로 작용한다는 것을 알 수 있다.

삵의 출현 위치자료를 바탕으로 서식지 이용특성을 분석한 결과 삵이 가장 선호하는 향은 동남향이며, 25-30 ° 경사도에서 가장 많이 분포하며, 해발고도 500-600 m를 선호하는 것으로 나타났다. 또한 도로와 수계는 가까울수록 분포하는 지점이 증가하였다. 또한 활엽수림을 가장 선호하며, 수목연령 4영급, 수관밀도 밀밀도를 선호하였다. 삵의 출현자료와 환경정보를 바탕으로 잠재적인 서식가능 공간을 MaxEnt 모형을 통해 분석한 결과 삵의 서식에 가장 높은 영향을 미치는 요인으로 도로로부터의 거리가 가장 높은 기여도를 나타내었다. 이러한 결과는 도로의 개발에 앞서 삵에 대한 서식지 평가가 선행되어야 한다는 것을 의미한다. MaxEnt 모델의 서식지 적합성 평가에서 서식지 적합면적은 23.06 ㎢로 나타났다. 향후 이 모델을 통한 현장 검증이 수행되어 이 모델의 신뢰성이 높아진다면 잠재서식지 예측모델은 삵 개체군 보전 및 관리에 활용될 수 있다.

카메라 트래핑 연구를 통해 확인된 삵은 1,216장 중 47장이 확인되었으며, 전체 3.9%를 차지하였다. 삵의 주요 활동시간대가 2시, 17시에 가장 높게 나타났으며, 일몰 이후 야간시간대에 활동이 집중되는 패턴으로 야간에 75% 이상 활동하였으므로 야행성(nocturnal) 포유류로 구분할 수 있다. 이러한 활동패턴에는 삵의 먹이원인 설치류나 멧토끼의 활동이 야간에 집중되어 있었으며, 삵의 주 먹이원

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

으로 이용되는 설치류의 활동이 삵의 활동에 직접적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 인간활동이 야생동물에 미치는 영향을 살펴보면 삵은 등산객의 방문 후 재출현 시간이 다른 야생동물들에 비해 가장 짧았으며, 가장 적게 받는 것으로 해석할 수 있다. 또한 삵, 오소리, 담비와 같은 산림에서의 최상위 포식자가 등산객의 방문 후 재출현시간이 빨랐으며, 이러한 결과는 포식자가 인간의 활동에 영향이 적을 수 있다는 점을 시사한다.

서식지 유형분류의 연구는 2006년부터 2012년까지 포유류 전문가들에 의해 장기간 조사된 야장을 통해 서식지 유형을 클러스터링하고 서식지 유형에 나타나는 종의 특징을 파악하였다. 멸종위기종인 삵의 흔적은 주로 산림환경에서 84%가 확인되었으며, 농경지, 초지, 저수지, 도로 등 동굴을 제외한 거의 모든 서식지에서 확인되는 것으로 나타났다. 비계량형 다차원척도 분석 결과 삵의 위치는 산림을 포함한 위치가 가장 가까웠으며, 주거지역과 해안가는 먼 서식지로 에 위치하였다. 따라서 삵의 서식지 유형 분류는 산림형으로 분류할 수 있다.

이 연구를 통해 멸종위기종인 삵의 행동권, 서식지 이용 특성, 주요 활동패턴, 서식지 유형의 위치에 대한 생태적 특성이 밝혀졌다. 이 연구가 삵의 생태를 포괄적으로 수용하여 정리하였으나 다양한 표본추출을 통한 상세한 연구는 필요하다고 판단된다. 이 연구는 산림내 부분적인 생태적 특성과 백두대간, 전국단위의 조사에서 나타난 삵의 생태적인 특성을 설명할 수 있는 자료이기에 산림내에 서식하는 삵의 보전과 관리방안을 마련하는 데 널리 활용될 수 있을 것이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

VII. 적요

이 연구는 삵의 행동권과 서식지 환경특성 분석, 행동패턴, 서식지 분류에 대한 분석을 하기 위해 수행되었다. 삵의 행동범위는 계절별 행동권에 대한 연구와 경쟁종(너구리, 오소리)과의 비교, 중첩되는 지역에 대한 연구를 진행하였으며, 삵의 서식지 이용특성 분석을 통해 선호하는 서식지에 대한 특성을 분석하였다. 무인센서카메라를 통해 행동패턴에 대한 연구와 마지막으로 서식지 분류를 통해 삵의 서식지 유형의 범위를 밝히고자 한다.

1. 소백산국립공원에서 삵(*P. bengalensis*)의 행동권 연구가 수행되었다. 삵과 경쟁종에 대한 연구도 같은 지역에서 수행되었다. 생포용 트랩(210A Tomahawk live trap)으로 삵, 너구리, 오소리 각 3마리씩을 포획하였으며, 2012년 6월부터 2014년 5월까지 VHF와 CDMA 방식으로 무선 추적하였다. 연구 결과, 삵의 행동권은 MCP 100 7.13 ± 5.61 ㎢, 7.77 ± 3.91 ㎢, 1.88 ± 0.96 ㎢ 이었고, 너구리의 행동권은 MCP 100 6.53 ± 6.66 ㎢, 3.39 ± 4.73 ㎢, FK 50 0.48 ± 0.62㎢, 오소리의 행동권은 MCP 100 1.77 ± 1.82 ㎢, FK 95 3.17 ± 4.52 ㎢, FK 50 0.63 ± 0.87 ㎢으로 확인되었다. 삵의 행동권 범위는 너구리, 오소리보다 크고 6㎢ 이상이었다. 경쟁종 3종의 동일한 서식지에서 행동권은 1.2-4.4% 중첩되었으며, 수계 근처에서 중첩이 발생하였다.

2. 이 연구에서는 멸종위기종 삵의 위치정보를 이용해 서식지 환경특성 정보, 잠재서식지 예측을 위한 MaxEnt 분석이 이루어졌다. 삵은 남동향을 가장 선호하였으며, 경사도는 25-30°에서 가장 많이 활동하였다. 주로 활동고도는 500-600 m에서 가장 많은 위치좌표가 분포하였다. 수계와의 거리는 50 m 이내인 서식지가 45.7%로 높은 분포를 보였으며, 수계와의 거리가 가까울수록 위치좌표의 분포가 높게 확인되었다. 인위적인 요인들과의 관계에서는 도로와의 거리는 100 m 이내에서 25% 수계와의 거리는 가까울수록 높은 위치좌표

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

의 분포를 보여주었다. 삵이 이용하는 서식지의 산림타입은 활엽수림을 선호하였고, 수관점유율은 밀밀도, 흉고직경은 4등급의 중경목을 가진 산림을 선호하였다. MaxEnt 분석에서 삵의 서식지 선택에 가장 기여도가 높은 요인은 도로와의 거리가 가장 높았으며, 상위 기여도 5개의 인자에 고도, 주거지와의 거리, 향, 임상도도 포함되었다. 이러한 분석을 통해 삵의 서식지 선택에 영향을 미치는 요인으로 인위적 교란이 상위 기여도에 위치하고 있는 것을 확인하였다. 소백산 동북부 지역에서 삵이 서식지 적합 면적은 23.06 ㎢로 나타났다. 우리의 연구에서의 서식 가능지역 예측에 대한 현장검증이 반영된다면 우리의 모델의 신뢰도는 상승할 것이다.

3. 이 연구에서는 무인센서카메라(Camera trap)를 통해 백두대간의 포유류 동물상을 조사하고 인간의 영향이 미치는 영향을 조사하였다. 총 1,216개의 포유류 사진과 3,248개의 인간접근(Human Acess) 사진이 CT 조사 중에 촬영되었습니다. 포유류 사진에서 우리는 13종의 포유류를 확인하였다. 이 중 고라니는 CT에서 가장 많이 확인되었다. 카메라에 촬영된 시간을 기준으로 해당 포유류를 3개 그룹(주행성 3종, 야행성 7종, 혼합형 3종)으로 분류하였다. 삵의 출현한 빈도는 총 47컷으로 전체 촬영횟수의 출현율은 3.9%였다. 삵은 야간활동이 전체활동의 76%를 차지하였으며, 야행성 포유류로 구분되었다. 삵의 먹이원으로 이용되는 쥐과와 멧토끼가 야간 출현이 많은 것을 확인하였고, 삵과의 활동시간대가 중첩된다는 것이 확인되었다. 또한 HA 이후 삵의 재출현 시간이 07:05 ± 08:38 t로 가장 낮게 나타났으며, 대부분의 포유류는 HA 이후 평균 재출현시간은 16:34 ± 22:25 t이었다. 분석결과, HA 의 수는 포유류의 재출현에 유의미한 영향을 미치지는 않는 것으로 나타났으며(P>0.05), 종에 따라 차이는 있다는 것이 확인되었다.

4. 이 연구는 2006-2012년 조사된 제3차 포유류 전국자연환경조사 데이터(70,562개)를 이용하여 국내 포유류의 서식지 유형을 클러스터링하고 서식지 유형에 나타나는 종의 특징을 파악하기 위해 이루어졌다. 조사된 야장에 기록되어진 서식지 유형들 중 15개 키워드를 뽑아 재분류하여 분석하였다. 서식지유형 군

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

집분석은 30회 이상 기록된 14개 서식지 유형을 대상으로 비계층적 클러스터 분석 (k 평균 클러스터 분석), 계층적 클러스터 분석, 비계량형 다차원척도법을 시행하였다. 2006년에서 2012년까지 전국에서 수집된 제3차 전국자연환경조사를 통해 확인된 포유류는 총 7목 16과 39종이었다. 연구결과, 삵은 총 4,132회의 조사흔적이 기록되었으며, 전체 기록된 종 중 상위 10위 안에 포함되는 것으로 나타났다. 삵이 출현한 서식환경을 살펴보면, 임도를 포함한 산림환경에서 84%(3473회)가 확인됐다. 서식지 유형 군집 분류는 11개로 클러스터 분류했을 때 단순구조지수가 가장 높았다(ssi = 0.07). 계층적 클러스터 분석에서 서식지 유형들 간의 위계와 유사성을 확인해 본 결과, 포유류에게 가장 차별화된 서식지 유형은 주거지였고, 그 다음으로 해안과 하천이 병합되어진 클러스터였다. 비계량형 다차원척도 분석 결과, 포유류에게 가장 차별된 서식지 유형인 주거지는 생쥐와 집쥐 2종이 한정적으로 나타났으며, 해안과 하천은 수달이 제한적이었다. 비계량형 다차원척도에서 삵은 10개의 상호 연관된 위치의 숲 서식지와 가까운 곳에 위치한 반면, 주거 지역과 해안 지역은 먼 서식지에 위치했다. 연구결과를 종합해 보면, 포유류 서식지 유형은 크게 산림형(산림을 주요 서식지와 이동경로로 이용), 하천형(물을 주요 서식지로 이용), 주거형(주거지 인근에서 서식), 저지대형(씨앗과 곡류를 주 먹이원으로 이용) 4가지로 구분할 수 있었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

VIII. References

Baltrunaite, L. 2002. Diet composition of the red fox, pine marten and raccoon dog in clay plain landscape, lithuania. Acta Zoologica Lituanica, 12(4): 362-368.

Bolen, E. G. and W. L. Robinson. 1995. Wildlife ecology and management. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Bond, M. L., and J. O. Wolff. 1999. Does access to females or competition among males limit male home-range size in a promiscuous rodent?. Journal of Mammalogy, 80(4), 1243-1250.

Borcard, D., Gillet, F. and P. Legendre. 2011. Numerical Ecology with R. Springer. New York.

Bunce, R. G. H., Barr, C. J., Clarke, R. T., Howard, D. C. and A. M. J. Lane. 1996. ITE Merlewood Land Classification of Great Britain. J. Biogeogr, 23(5): 625-634.

Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. Journal of mammalogy, 24(3), 346-352.

Cavallini, P. and S. Lovari. 1994. Home range, habitat selection and activity of the red fox in a Mediterranean coastal ecotone. *Acta Theriologica*, 39: 279-287.

Chapman, E. W. and C. A. Ribic. 2002. The impact of buffer strips and stream-side grazing on small mammals in southwestern Wisconsin Agriculture. Ecosystems and Environment, 88: 49-59.

Choi, T. Y., Woo, D. G., Lee, S. G., Kim, S. Y., Lee, J. C., Yang, B. G. and W. J. Jeong. 2012a. Endangered wildlife research to conserve ecological corridor. *National Institute of Environmental Research*. In cheon. 33pp (in Korean with English abstract).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Choi, T. Y. and C. H. Park. 2006a. Home-range of raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* living in the rural area of Korea. J. Ecol. Field Biol., 29(3): 259-263. (in Korean with English abstract).

Choi, T. Y. and C. H. Park. 2006b. The Effects of Land Use on the Frequency of Mamma Roadkills in Korea. J. Korean Inst. Landsc. Archit, 34(5): 52-58. (in Korean with English abstract).

Choi, T. Y., Kwon, H. S., Woo, D. G. and C. H. Park. 2012b. Habitat selection and management of the leopard cat(*Prionailurus bengalensis*) in a rural area of Korea. Korean J. Environ. Ecol., 26(3): 322-332. (in Korean with English abstract).

Choi, T. Y., Yang, B. G., Woo, D. G., Yoo, B. H., Lee, S. K., Choi, D. G., Choi, C. K. and B. K. Lee. 2009. Management of ecological corridor to conserve wildlife population(Ⅰ). National Institute of Environmental Research. (in Korean with English abstract).

Choudhury, A. 2002. Distribution and conservation of the Gaur BosGaurus in the Indian Subcontinent. Mamm. Review, 32: 141-173.

Chua, H. A. M., Sivasothi, N. and R. Meier. 2016. Population density, spatiotemporal use and diet of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in a human-modified succession forest landscape of Singapore. Mammal Research, 61(2): 99 - 108.

Chun, S. H., Lee, S. D. and S. K. Chae. 2011. Monitoring and restoration plan after construction of Wildlife corridor at Mt. Galmachi of Sungnam City. Journal of Environmental Impact Assessment, 20(6): 907-914.

Chung, C. U., Cha, J. Y., Kim, Y. C., Kim, S. C., Kwon, G. H. and H. J. Lee. 2014. Monitoring efficiency evaluation of camera trapping in terrestrial mammals. *Journal of Korean Environmental Restoration Technology*, 17: 65-74 (in Korean with English abstract).

Chung, C. U. 2006. Analysis on Distribution Characteristics of mammals in relation to altitude in Juwangsan National Park. J. Ecol. Field Biol.,

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

29(6): 511-520 (in Korean with English abstract).

Chung, C. U. 2011. Home range and echolocation of *Pipistrellus abramus* in Korea. Ph. D. Thesis. Dongguk Univ, pp. 14-15 (in Korean with English abstract).

Chung, C. U. and C. I. Lee. 2004. Comparison habitat preference for small mammals around the Hyeongsan river. Korean J. Ecol., 27(3): 133-139. (in Korean with English abstract).

Chung, C. U., Han, S. H., Kim, S. D., Lim, C. W., Kim, S. C., Kim, C. Y., Lee, H. J., Kwon, Y. H., Kim, Y. C. and C. I. Lee. 2011. Home-ranges of female *Pipistrellus abramus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in different reproductive stages revealed by radio-telemetry. Korean Journal of Environment and Ecology, 25(1): 1-9. (in Korean with English abstract).

Chutipong, W., Steinmetz, R., Savini, T. and A. G. Gale. 2017. Assessing resource and predator effects on habitat use of tropical small carnivores. Mammal Research, 62(1): 21-36.

Colwell, R. K. and D. J. Futuyma. 1971. On the measurement of niche breath and overlap. Ecology, 52: 567-576.

Daly, M., Behrends, P. R., Wilson, M. I. and L. F. Jacobs. 1992. Behavioural modulation of predation risk: moonlight avoidance and crepuscular compensation in a nocturnal desert rodent *Dipodmys merriami*. *Animal Behavior*, 44: 1-10.

Drygala, F., Werner, U. and H. Zoller. 2013. Diet composition of the invasive raccon dog(*Nyctereutes procyonoides*) and the native red fox(*Vulpes vulpes*) in north-east Germany. Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy, 24(2): 190-194.

Fedriani, J. M., Palomares, F. and M. Delibes. 1999. Niche relations among three sympatric Mediterranean carnivores. Oecologia, 121: 138-148.

Ferguson, S. H., Taylor, M. K., Born, E. W., Rosing Asvid, A. and F.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Messier. 1999. Determinants of home range size for polar bears (*Ursus maritimus*). Ecology letters, 2(5), 311-318.

Ford, A. T. and L. Fahrig. 2007. Diet and body size of North American mammal road mortalities. Trans. Res. Part D: Transport and Environ., 12(7): 498-505.

Ford, W. M., Kelly, C. A., Rodrigue, J. L., Odom, R. H., Newcomb, D., Gilley, L. M. and C. A. Diggins. 2014. Late winter and early spring home range and habitat use of the endangered Carolina northern flying squirrel in western North Carolina. Endangered Species Research, 23(1): 73-82.

Foster, V. C., Sarmento, P., Sollmann, R., Tôrres, N., Jácomo, A. T., Negrões, N., Fonseca C. and L. Silveira. 2013. Jaguar and puma activity patterns and predator prey interactions in four Brazilian biomes. Biotropica, 45(3): 373-379.

Genovesi, P., Sinibaldi, I. and L. Boitani. 1997. Spacing patterns and territoriality of the stone marten. Canadian Journal of Zoology, 75(12), 1966-1971.

Grassman, L. I. 2000. Movements and prey selection of the leopard cat(*Prionailurus bengalensis*) in a dry evergreen forest in Thailand. Acta Theriologica, 45: 421 - 426.

Grassman, L. I., Tewes, M. E., Silvy, N. J. and K. Kreetiyutanont. 2005. Spatial organization and diet of the leopard cat(*Prionailurus bengalensis*) in north-central Thailand. J. Zool., 266: 45-54.

Harestad, A. S. and F. L. Bunnell. 1979. Home range and body weight - a reevaluation. Ecological Society of America, 60(2): 389-402.

Hoffmann-Kroll, R., Schäfer, D. and S. Seibel. 2003. Landscape indicators from ecological area sampling in Germany. Agric. Ecosyst. Environ., 98: 363-370.

Hwang, G. Y. 2007. Ecological characteristics of raccoon dog(*Nyctereutes*

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

procyonoides) of Korea. Master's thesis, Kangwon University. (in Korean with English abstract).

Hwang, J. H. 2015. Structural relationship among Leisure Absorption, Leisure Satisfaction, Life Satisfaction, Exercise Consistent Intention of Climbers. The Korea Journal of Sports Science, 24(6):125-137. (in Korean with English abstract).

Izawa, M., Oh, D., Miyakuni, T., Moteki, S., Hiyama, T. and T. Doi. 2006. The forest habitat for and endangered felid, the Tsushima leopard cat living in Tsushima island, Japan. A report to the Ministry of environment Japan.

Jo, Y. S., Baccus, J. T. and J. L. Koprowski. 2018. Mammals of Korea: a review of their taxonomy, distribution and conservation status. Zootaxa, 4522(1): 1-216.

Kang, H. S., Kim, J. Y. and K. Park. 2005. Habitat Connectivity between Soraksan and Odaesan National Parks with a Consideration of Wildlife Home Range. Korean J. Environ. Ecol., 19(2): 150-161. (in Korean with English abstract).

Kauhala, K. and M. Auttila. 2010. Estimating habitat selection of badger-a test between different methods. Folia Zoological, 59: 16-25.

Kauhala, K., Helle, E. and K. Taskinen. 1993. Home range of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in southern Finland. Journal of Zoology, 231(1), 95-106.

Kauhala, K., Holmala, K., Lammers, W. and J. Schregel. 2006. Home ranges and densities of medium-sized carnuvores in south-east Finland, with special reference to rabies spread. Acta Theriologica, 51(1): 1-13.

Kim, B. J., Choi, T. Y., Park, C. H., Kim, Y. J. and H. Lee. 2008. A brift report of the short-term home range study of a pair of Raccoon dogs(*Nyctereutes procyonoides koreensis*) in a rural area of Gurye, Chonnam province, South Korea using radiotracking method. Korean

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

J. Environ. Ecol., 22(3): 230-240.

Kim, C. H., Kang, J. H. and M. Kim. 2013a. Status and Development of National Ecosystem Survey in Korea. J. Environ. Impact Assess, 22(6): 725-738. (in Korean with English abstract).

Kim, G. Y., Kwon, H. S., Seo, C. W. and M. J. Kim. 2014a. A nationwide analysis of mammalian biodiversity hotspots in South korea. J. Environ. Impact Assess, 23(6): 453-465. (in Korean with English abstract).

Kim, J. Y., Seo, C. W., Kwon, H. S., Ryu, J. E. and M. J. Kim. 2012. A Study on the Species Distribution Modeling using National Ecosystem Survey Data. J. Environ. Impact Assess, 21(4): 593-607. (in Korean with English abstract).

Kim, S. M., Choi, S. A. and S. O. Kim. 2015. Comparison of National Park Visitors' Recreational Experiences in terms of Awareness about the Presence of Wildlife and Wildlife Species (Asiatic black bear and Water Deer). Korean. J. Environ. Ecol., 29(4): 615-625. (in Korean with English abstract).

Kim, S. O., Kwon, K. I., Kim, T. S., Ko, H. S. and G. S. Jang. 2014b, An Analysis on Aspects of Farm Lands Damaged by the Wild Boar (*Sus scrofa*) in Gyeongnam Province, Korea. J. Korean Env. Res. Tech., 17(6): 17-27. (in Korean with English abstract).

Kim, S. S., FuKui, D., Han, S. H., Hur, W. H. and D. S. Oh. 2014c. Habitat characteristics of *Myotis ikonnikovi*. Korean Journal of Ecology and Environment, 47(1): 41-52. (in Korean with English abstract).

Kim, T. W., Joo, S. M., Oh, A. R., Park, S. J., Han, S. H. and H. S. Oh. 2013b. Morphological Characteristics and Habitat Types of *Rattus norvegicus* and *R. tanezumi* Collected in Jeju Island. Korean J. Environ. Ecol., 27(5): 550-560. (in Korean with English abstract).

Korea National Park Research Institute. 2007. Investigation on the Natural

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Resource of the Sobaek National Park. Namwon: Korea National Park Research Institute. (in Korean).

Kronfeld-Schor, N. and T. Dayan. 2003. Partitioning of time as an ecological resource. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics, 34: 153-181.

Kwon, H. S. 2011. Integrated Evaluation Model of biodiversity for conservation planning: Focused on Mt. Jiri, Mt. Deokyu and Mt. Gaya regions. Ph. D. thesis. Seoul National University. (in Korean with English abstract).

Kwon, T. H. and J. W. Lee. 2003. Trail deterioration on the ridge of the baekdudaegan; A case of the Trail between Manbokdae and Bokseonggijae. Kor. J. Env. Eco., 16(4): 465-474. (in Korean with English abstract).

Leaver, L. A. and M. Daly. 2003. Effect of predation risk on selectivity in heteromyid rodents. *Behavioral Processes*, 64: 71 - 75.

Lee, D. K. and H. G. Kim. 2010. Habitat potential evaluation using MaxEnt model; Focused on riparian distance, stream order and land use. J. korean Env. Res. Tech., 13(6): 161-172. (in Korean with English abstract).

Lee, D. K. and W. K. Song. 2008. A study on the analytic unit of habitat suitability assessment and selection in conservation areas for leopard cat (*Prionailurus bengalensis*)-focus on Chungcheong province area. Journal of the korean institute of landscape architecture, 36(5): 64-72. (in Korean with English abstract).

Lee, H. J., Cha, J. Y., Chung, C. U., Kim, Y. C., Kim, S. C., Kwon, G. H., and J. J. Kim. 2014. Home range analysis of three midium-sized mammals in Sobaeksan National Park. Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology, 17(6): 51-60 (in Korean with English abstract).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Lee, H. J., Ha, J. W., Cha, J. Y., Lee, J. H., Yoon, H. N., Chung, C. U., Oh, H. S. and S. Y. Bae. 2017. The Habitat Classification of mammals in Korea based on the National Ecosystem Survey. Journal of Environmental Impact Assessment, 26(2): 160-170 (in Korean with English abstract).

Lee, H. J., Ha, J. W., Park, S. J., Kim, W. Y., Cha, J. Y., Park, J. Y., Choi, S. C., Chung, C. U. and H. S. Oh. 2019. A study on the analysis of mammals' activity patterns and the effect of human hiker interference using camera trapping. Journal of Asia-Pacific Biodiversity, 12(1): 57-62.

Lee, M. J., Song, W. K. and S. R. Lee. 2015. Habitat Mapping of the Leopard Cat(*Prionailurus bengalensis*) in South Korea Using GIS. Sustainability, 7(4): 4668-4688.

Lee, O. S. 2008. Study on the prey habit and habitat preference of the Leopard cats(*Prionailurus bengalensis*). Master's thesis, Chonnam University. (in Korean with English abstract).

Legendre, P. and L. Legendre. 2012. Numerical ecology, 3rd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam.

Leuchtenbergera, C., De Oliveirab, E. S., Cariolattoc, L. P. and C. B. Kasperb. 2018. Activity pattern of medium and large sized mammals and density estimates of *Cuniculus paca*(Rodentia) in the Brazilian Pampa. *Brazilian Journal of Biology,* 78: 697-705.

Lim, S. J., Kim, J. Y. and Y. C. Park. 2015. Analysis of habitat characteristics of leopard cat(*Prionailurus bengalensis*) in Odaesan National Park. Journal of Agriculture & Life Science, 49(3): 99-111. (in Korean with English abstract).

Long, R. A., MacKay, P., Zielinski, W. J. and J. C. Ray, editors. 2008. Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press, Washington, DC., USA. 385pp.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Macdonald, D. W. 1983. The ecology of carnivore social behaviour. Nature, 301(5899), 379-384.

Mäkeläinen, S., Knegt, J. H. D., Ovaskainen, O. and K. I. Hanski. 2016. Home-range use patterns and movements of the Siberian flying squirrel in urban forests: effects of habitat composition and connectivity. Movement Ecology, 4(1): 1-14.

Miller, B., Dugelby, B., Foreman, D., Rio, C. M., Noss, R., Pillips, M., Reading, R., Soule, M., Terborgh, J. and L. Willcox. 2001. The importance of large carnivores to healthy ecosystem. Endangered species, 18(5): 202-209.

Min, H. K., Kim, J. K. and O. K. Kwon. 2013. A Studies on the Behavior Ecology and Habitat Environment of Eurasian Otter(*Lutra Lutra*) in Jinyang-Lake Dam area. J. Agric. Life Sci., 47(3): 81-92. (in Korean with English abstract).

Min, J. H. and G. S. Han. 2010. A study on the characteristics of road-kills in the Odaesan national park. Korean J. Environ. Ecol., 24(1): 46-53. (in Korean with English abstract).

Mistlberger, R. E. and D. J. Skene. 2004. Social influences on mammalian circadian rhythms: animal and human studies. Biological Reviews, 79(3): 533-556.

Mohamed, A., Sollmann, R., Bernard, H., Ambu, L. N., Lagan, P., Mannan, S., Hofer, H. and A. Wilting. 2013. Density and habitat use of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in three commercial forest reserves in Sabah, Malaysian Borneo. Journal of Mammalogy, 94(1), 82-89.

Murtagh, F. and P. Legendre. 2014. Ward's hierarchical agglomerative clustering method: which algorithms implement Ward's criterion?. J. Classif. 31.

National Institute of Biological Resources(NIBR). 2012. Red Date Book of

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Endangered Mammals in Korea, pp. 50-51.

National Institute of Biological Resources(NIBR). 2021. Red Date Book of Republic of Korea(second edition). Volume 4. Mammals, pp. 52-53.

O'Brien, T. G., Kinnaird, M. F. and H. T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey:Sumatran tiger and prey populations in atropical forest landscape. Anim. Conserv., 6(2): 131 - 139.

O'Connell, A. F., Nichols, J. D. and K. U. Karanth. 2011. Camera traps in animal ecology. Springer, pp. 271.

Oksanen, J., Blanchet, G. F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, H. M. H., Szoecs, E. and H. Wagner. 2016. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-1. https://CRAN.R-project.org/package=vegan

Onorato, D. P., Hellgren, E. C., Mitchell, F. S. and J. R. Skiles. 2003. Home range and habitat use of American black bears on a desert montane island in Texas. Ursus., 14(2): 120-129.

Park, H. B. 2019. Feeding habit, density estimation and habitat use of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in the Riparian Areas of South Korea. Ph. D. Thesis. Kangwon Univ, pp. 1-120. (in Korean with English abstract).

Rabinowitz, A. R. 1990. Notes on the behavior and movements of the leopard cat, *Felis bengalensis*, in a dry tropical forest mosaic in Thailand. Biotropica, 22(4): 397-403.

Rabinowitz, A. R. and S. R. Walker. 1991. The carnivore community in a fry tropical forest mosaic in huai kha khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. Journal of Tropical Ecology, 7(1): 37-47.

Rajaratnam, R., Sunquist, M., Rajaratnam, L. and L. Ambu. 2007. Diet and habitat selection of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis borneoensis*) in an agricultural landscape in Sabah, Malaysian

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Borneo. Journal of Tropical Ecology, 23(2): 209-218.

Razgour, O., Hanmer, J., and G. Jones. 2011. Using multi-scale modelling to predict habitat suitability for species of conservation concern: The grey long-eared bat as a case study. Biol. Conserv., 144(12): 2922-2930.

Rho, P. H. 2009. Use of GIS to develop a multivariate habitat model for the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in mountainous region of Korea. Journal of Ecology and Environment, 32(4): 229-236.

Saeki, M. 2001. Ecology and Conservation of the Raccoon Dog(*Nyctereutes procyonoides*) in Japan PhD thesis, University of Oxford.

Sanderson, J., Sunarto, S., Wilting, A., Driscoll, C., Lorica, R., Ross, J., Hearn, A., Mujkherjee, S., Khan, J. A., Habib, B. and L. Grassman. 2008. *Prionailurus bengalensis. In:* IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011. 2.

Schwarz, S., Sutor, A. and H. Litzbarski. 2002. Nachweise des Marderhundes (*Nyctereutes procyonoides*) im Europäischen Vogelschutzgebiet (SPA) Havelländisches Luch. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, 11: 198-199.

Seaman, D. E., Millspaugh, J. J., Kernohan, B. J., Brundige, G. C., Raedeke, K. J., and R. A. Gitzen. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. The journal of wildlife management, 739-747.

Shehzad, W., Riaz, T., Nawaz, M. A., Miquel, C., Poillot, C., Shah, S. A., Pompanon, F., Coissac, E. and P. Taberlet. 2012. Carnivore diet analysis based on next generation sequencing: Application to the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in Pakistan. Molecular ecology, 21(8), 1951-1965.

Simcharoen, S., Barlow, A. C. D., Simcharoen, A. and J. L. D. Smith. 2008. Home range size and daytime habitat selection of leopards in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. Biological Conservation,

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

141(9): 2242 - 2250.

Song, W. K. and E. Y. Kim. 2012. A Comparison of Machine Learning Species Distribution Methods for Habitat Analysis of the Korea Water Deer (*Hydropotes inermis argyropus*). Korean J. Remote Sens., 28(1): 171-181. (in Korean with English abstract).

Ståhl, G., Allard, A., Esseen, P-A., Glimskär, A., Ringvall, A., Svensson, J., Sundquist, S., Christensen, P., Torell, Å. G., Högström, M., Lagerqvist, K., Marklund, L., Nilsson, B. and O. Inghe. 2011. National Inventory of Landscapes in Sweden (NILS)－scope, design, and experiences from establishing a multiscale biodiversity monitoring system. Environ. Monit. Assess., 173: 579-595.

Theuerkauf, J., Jedrzejewski, W., Schmidt, K., Okarma, H., Ruczynski, I., Sniezko, S. and R. Gula. 2003. Daily pattern and duration of wolf activity in the Bialowieza forest, Poland. *Journal of Mammalogy,* 84: 243 - 253.

Tobler, M. W., Carrillo-Percastegui, S. E., Pitman, R. L., Mares, R. and G. Powell. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. Animal Conservation, 11(3): 169 - 178.

Treves, A., Mwima, P., Plumptre, A. J. and S. Isoke. 2010. Camera-trapping forestwoodland wildlife of western Uganda reveals how gregariousness biases estimates of relative abundance and distribution. Biological Conservation, 143(2): 521-528.

Trisurat, Y., Bhumpakphan, N., Reed, D. H. and B. Kanchanasaka. 2012. Using species distribution modeling to set management priorities for mammals in northern Thailand. Journal for Nature Conservation, 20(5): 264-273.

Tuyttens, F. A. M., Macdonald, D. W., Rogers, L. M., Cheeseman, C. L., and A. W. Roddam. 2000. Comparative study on the consequences of

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

culling badgers (*Meles meles*) on biometrics, population dynamics and movement. Journal of Animal Ecology, 69(4), 567-580.

US Fish & Wildlife Service. 1999. Mammal species of the world. Smithonian Institution Press, Washington and London.

Ward, O. G. and D. H. Wurster-hill. 1989. Ecological studies of Japanese raccoon dogs, *Nyctereutes procyonoides viverrinus*. Journal of Mammalogy, 70(2): 330-334.

Won, H. G. 1968. Mammals of Korea. Kwahakwon Co. Ltd. Pyungyang. pp 263-267. (in Korean).

Woo, D. G. 2010. Wildlife Habitat Conservation Plan of Leopard cats and Raccoon dogs in Gang-Seo Ecological Park, Seoul, Korea. Master's thesis, Seoul University. (in Korean with English abstract).

Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilisation distribution in home-range studies. Ecology, 70(1): 164-168.

Worton, B. J. 1995. Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel based home range estimators. J. Wildlife Manag., 59(4): 794-800.

Yang, D. H. 2008. Ecological Characteristics of Asiatic Black Bear(*Ursus thibetanus ussuricus*) Released in Jirisan National Park. Ph. D. Thesis. Gyeongsang Univ, pp. 22-29. (in Korean with English abstract).

Yoo, D. Y., Lim, T. Y., Kim, W. M. and W. K. Song. 2021. A Comparative Study on HSI and MaxEnt Habitat Prediction Models: About *Prionailurus bengalens*. J. Korean Env. Res. Tech., 24(5): 1-14. (in Korean with English abstract).

Yoon, M. H., Han, S. H., Oh, H. S. and J. G. Kim. 2004. The mammals of Korea. Seoul: Dongbang Media, 274pp. (in Korean).

Yoon, S. I. 2007. Crop loss survey by wildlife in national parks of Korea. Korean J. Environ. Biol., 25(3): 223-227. (in Korean with English abstract).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Zabala, J., Garin, I., Zuberogoitia, I. and J. Aihartza. 2002. Habitat selection and diet of badgers (*Meles meles*) in Biscay (Northern Iberian Peninsula). Italian Journal of Zoology, 69(3): 233-238.

Zhang, E. 2000. Daytime activity budget in the Chinese water deer. Mammalia, 64(2): 163-172.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY