

설악산국립공원 지역의 노루 서식지 이용 특성에 관한 연구

박용수¹⁾ · 이우신²⁾

¹⁾ 장수군청 멸종위기종복원팀 · ²⁾ 서울대학교 산림과학부

Characteristics of Habitat-using of Siberian Roe Deer in Seoraksan(Mt.) National Park

Park, Yong-Su¹⁾ and Lee, Woo-Shin²⁾

¹⁾ Jangsu Endangered Species Restoration Team, Jangsu County,

²⁾ School of Forest Sciences, Seoul National University.

ABSTRACT

This study was conducted to obtain the basic research about Siberian roe deer (*Capreolus pygargus*), and to establish a conservation area into Seoraksan(Mt.) National Park, South Korea. We recorded Siberian roe deer field signs (bedding sites, feeding areas, feces and tracks etc), and habitat variables such as nearest distance to the watercourse, trails, slope, aspect, forest type and land cover etc. from Jan. 2006 to Dec. 2007 in Seoraksan(Mt.) National Park. According to the research of habitat characteristics of Siberian roe deer inhabited in Seoraksan(Mt.) National Park preferred mixed forest consisted of aged forest and middle-aged forest on the gentle slope which was close to hydrosphere in the middle elevation area of altitude of 400~600m above sea level in Seoraksan(Mt.) National Park. The results indicated that Siberian roe deer appeared to prefer south slope or north slope during the snow season and west or east slope during the non-snow season. The area of most suitable habitat for Siberian roe deer in Seoraksan(Mt.) National Park was 125.8km² (32% of the total area) followed by 244.3km² buffer area (62.2% of the total area), and 22.9km² unsuitable habitat area (5.8% of the total area), which means environmentally unsuitable habitat for Siberian roe deer was rare in Seoraksan(Mt.) National Park. Thus, the area

First author : Park, Yong-Su, Jangsu Endangered Species Restoration Team, Jangsu County,
Tel : 82-63-350-2537, E-mail : jangsudeer@gmail.com

Corresponding author : Park, Yong-Su, Jangsu Endangered Species Restoration Team, Jangsu County,
Tel : 82-63-350-2537, E-mail : jangsudeer@gmail.com

Received : 9 December, 2013. **Revised** : 9 January, 2014. **Accepted** : 6 January, 2014.

classified as major area in Seoraksan(Mt.) National Park appeared to be most important for the protection of Siberian roe deer.

Key Words : *Siberian roe deer, habitat characteristics, habitat value, HSI (Habitat Suitability Index), Seoraksan(Mt.) National Park.*

I. 서 론

노루를 포함한 대부분의 야생동물은 생존기간 내 대부분의 시간을 일정한 공간 안에서 생활한다(Krebs, 1985; White and Garrott, 1990). 노루는 주로 산림지역 내에 서식하는 산림성 우제류이며(Fruziński and Łabudzki, 1982), 서식지 특성은 서식지 내 먹이자원의 질과 양(food), 물(water), 잠자리 및 휴식처(cover), 공간(space) 등 서식지 구성 요소의 특성에 따라 많은 차이를 보인다(Leopold, 1993; Clutton-Brock et al., 1982; Shaw, 1985). 이러한 서식지 구성 요소는 생태계의 건강성(ecosystem soundness)에 따라 많은 차이를 나타낸다.

생태계의 건강성을 평가하는 방법에는 여러 가지가 있지만 그 중에서도 넓은 규모의 지역을 평가하는데 가장 보편적인 방식은 그 생태계가 지니는 생물종 혹은 서식지를 인자로 다양성, 자연성, 희귀성, 면적 등의 가치를 평가하는 방법이다(Usher, 1980). 이러한 서식지 가치 평가는 인간이 특정 생태계 혹은 생태계의 구성 요소를 다른 요소들에 비하여 상대적으로 얼마나 더 중요하게 생각하는가를 추정하는 과정으로, 보전 지역 설정 혹은 종 보전의 필요성을 규명하기 위해 수행한다(Spellerberg, 1992). 즉 서식지 가치 평가는 궁극적으로 생태계의 건강성을 평가하여 그 생태계를 보전할 것인지 복원할 것인지 또는 향상시킬 것인지를 결정하는 중요한 의사결정 수단이 된다(Park et al., 2006).

이미 선진국에서는 1970년대 후반부터 자연환경 관리정책의 일환으로 생물종에 따른 서식지 평가를 실시하여 보전지역 및 복원 대상지를 선정하는 등 서식지 가치 평가를 생물종 관리에 적극 활용하고 있으며(U.S. Fish and Wildlife Service, 1980; Sukopp and Weiler, 1988; City of Redmond, 2000), 최근에는 GIS(geographic information system)기법과 원격탐사기법(remote sensing), 원격무선추적기법(radio-tracking), 공간통계모형 등의 기술 향상과 결합으로 서식지 평가 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다(Schadt et al., 2002; Kwon et al., 2012). 특히 멸종위기에 처한 야생동물의 보전 지역 설정 및 종의 재도입을 위한 서식지 확인을 위한 연구에 많이 활용되고 있다(Lee and Song, 2008; Seo et al., 2008).

국내의 경우 야생동물에 대한 생태학적 기초 자료가 적고, 대부분 멸종위기종을 중심으로 관련 연구가 진행되어 일반종을 대상으로 한 연구는 거의 이루어지지 못한 실정이다. 특히 한반도에 서식하는 노루의 생태와 서식지 특성에 관한 연구 대부분이 제주도 지역에 국한되어 있으며, 그 중요성에 비하여 내륙지역에 서식하는 노루에 대한 연구는 전무한 실정이다(Yoon, 2003; Oh, 2004). 따라서 그 중요성에 비하여 상대적으로 연구가 미비한 내륙지역의 노루 서식지 특성을 파악하고 설악산 국립공원 내에서 노루의 합리적인 관리와 보전 방안 수립에 필요한 기초 자료로 활용하고자 한다.

II. 조사지 개황 및 연구 방법

1. 조사지 개황

본 연구 대상지는 강원도 속초시 인제군, 양양군에 위치한 설악산국립공원으로서 면적 약 373km², 북위 38°13′11″, 동경 128°15′19″에 위치하고 있다(Figure 1). 설악산국립공원은 1965년 11월에 천연기념물 제171호로 지정되었으며 1970년에 국내 제5호 국립공원으로 지정되었다. 또한 설악산 일대는 1982년 유네스코에 의해 한국 유일의 생물권 보존 지구로 지정되었고 총 38종의 포유류가 서식한다. 최고봉인 대청봉(1,708m)을 중심으로 인제군 쪽을 내설악, 동해를 향한 바깥쪽을 외설악, 양양군 오색 일대를 남설악으로 구분하여 부르고 있다.

2. 연구방법

1) 조사방법

노루의 서식지 특성을 파악하기 위하여 2006년 1월부터 2007년 12월까지 설악산국립공원

지역에서 월별 1회의 흔적조사를 실시하였다. 본 조사는 점봉산 지역이 국립공원으로 편입되기 전 약 373km²를 대상으로 2km×2km의 가상 격자를 설정하여 조사대상지를 119개 격자로 나눈 후 각 격자 마다 노루의 반복 배설지, 잠자리, 휴식흔적 등을 조사하여 야장에 기록하였다(Figure 2).

2) 분석방법

본 조사에서 발견한 총 592개의 흔적 중 중복 발견된 지점, 흔적에 대한 정보가 명확하지 않은 좌표, 국립공원 경계 밖에서 조사된 좌표를 제외한 총 208개의 좌표를 분류하여 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 서식지 이용 특성 분석에 활용하였다. 또한 이를 바탕으로 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루 서식지 특성을 분석하기 위하여 1 : 25,000의 수치지도와 2010년 12월 발행된 토지피복도, 4차 임상도, 설악산국립공원 등산로 등을 ArcGIS 9.2 Program을 이용하여 분석하였다(Figure 3).

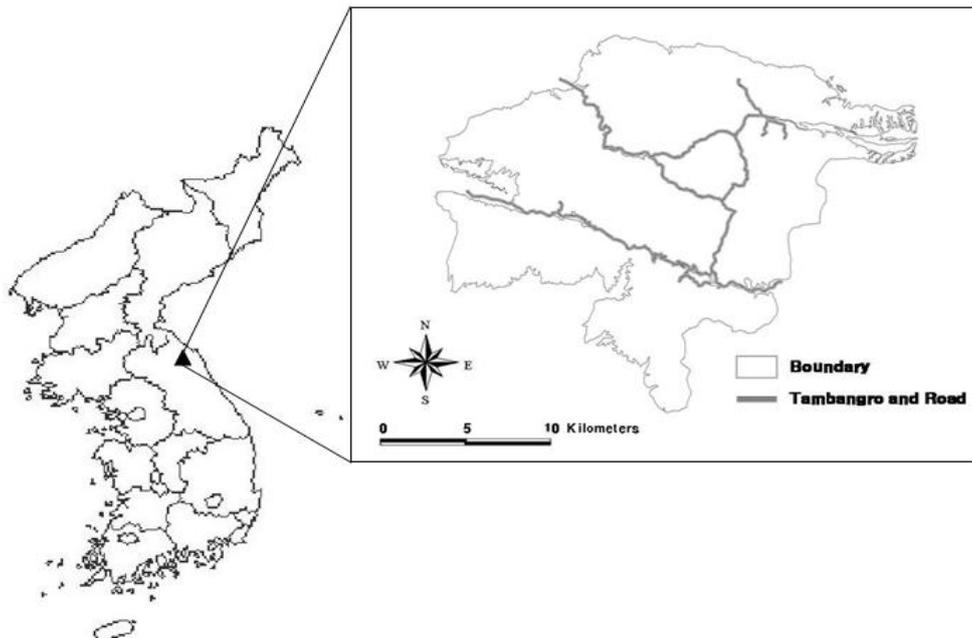


Figure 1. Location of Seoraksan(Mt.) National Park, Gangwon province, South Korea.

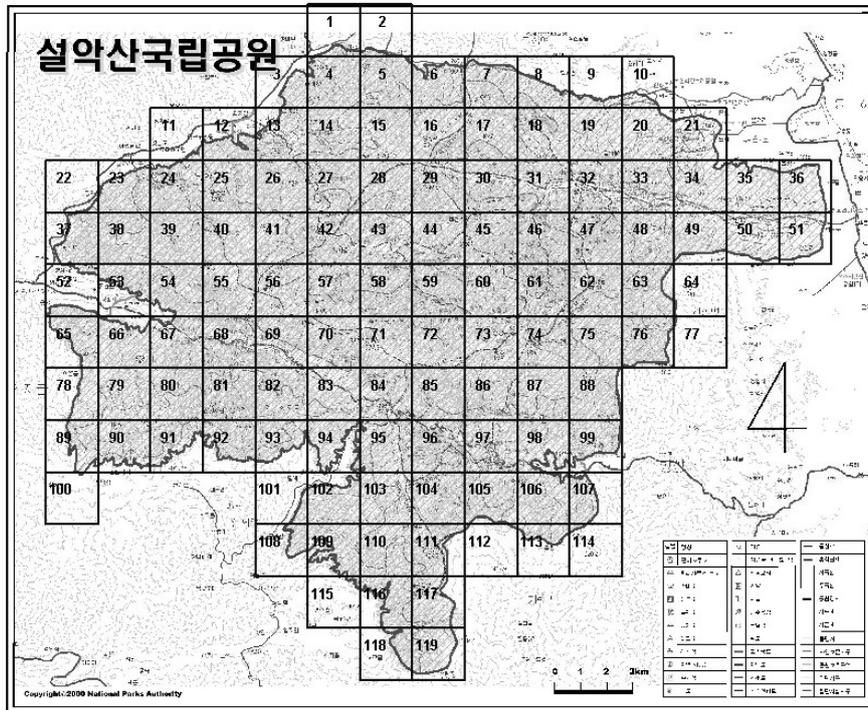


Figure 2. Field survey plots in Seoraksan(Mt.) National Park for this study.

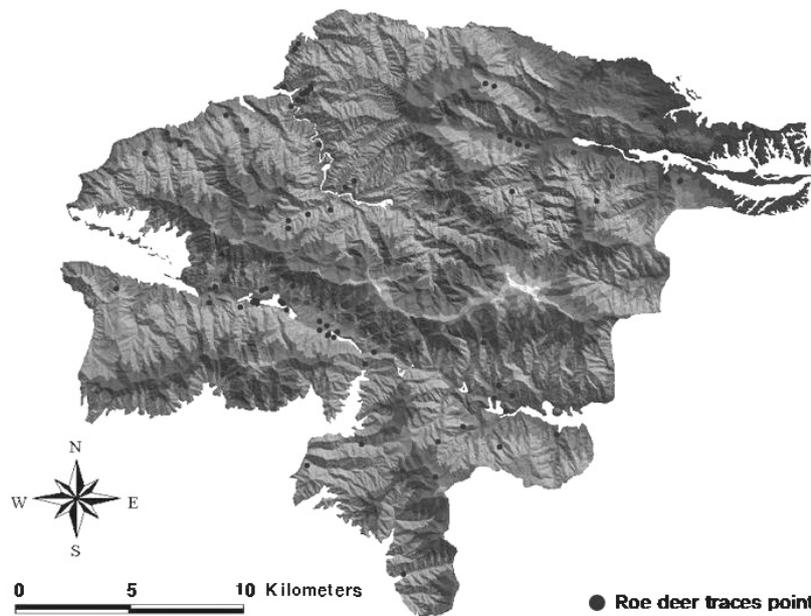


Figure 3. Locations of trace points of Siberian roe deer in Seoraksan(Mt.) National Park.

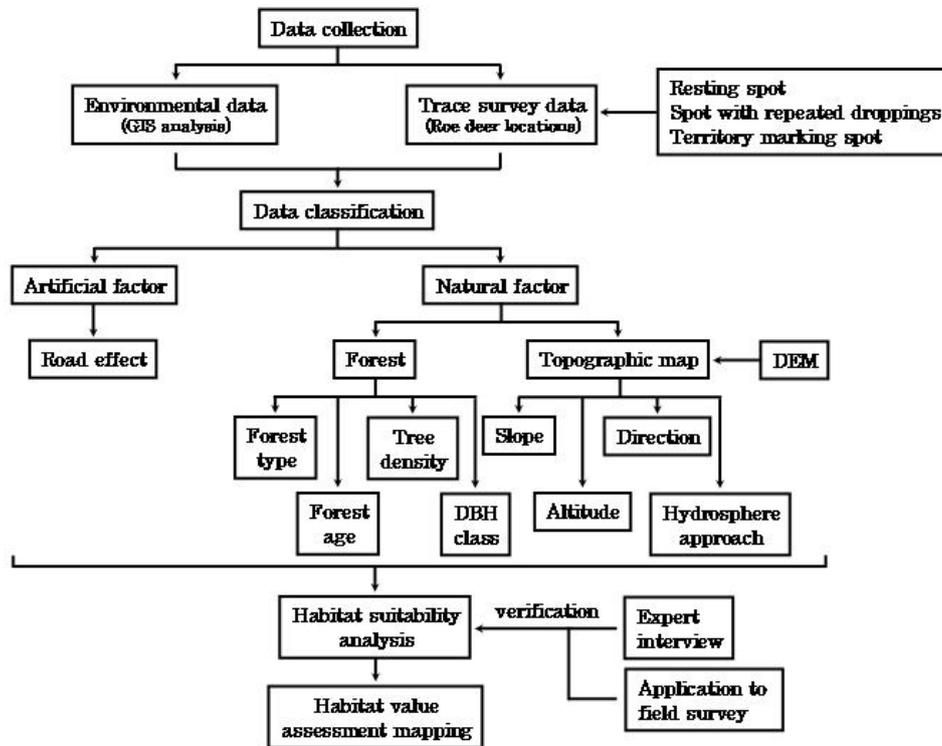


Figure 4. Process of data collection and analysis for habitat use of Siberian roe deer in this study.

서식지 평가를 위한 인자의 도출은 크게 경험적 방법과 이론적 방법으로 나뉘며(Morrison et al., 1998), 이론적 방법은 질적 혹은 양적인 것으로 구분할 수 있으며, 확률적인 방법을 통하여 관련 인자들을 도출한다. 반면 경험적 방법은 매우 서술적이거나 매우 통계적이다. 경험적 방법은 현장조사를 통하여 얼마나 효과적으로 인자를 도출하느냐에 따라 서식지 변화에 대한 예측을 이론적 방법보다 더 잘 나타낼 수 있다. 그러므로 경험적 방법이 이론적 방법보다 정교할 수 있지만 보편적이지 못하다. 따라서 이러한 인자의 도출 방법은 상호 보완적 관계이지 경쟁적 관계는 아니다(Morrison et al., 1998). 따라서 본 연구에서도 기존 연구 자료를 바탕으로 노루의 분포에 영향을 줄 수 있는 자연적 인자와 인위적 인자로 구분하여 관련 인자를 도출하였으며(Danilkin and Hewison, 1996;

Tixier et al., 1998; Radeloff et al., 1999; Yoon, 2003; Oh, 2004; Pettorelli, 2005), 도출된 인자는 현장 전문가 집단의 자문을 통해 타당성을 검증하였다. 도출된 인자를 바탕으로 설악산국립공원 지역의 노루의 서식지 가치 평가 분석 과정은 Figure 4와 같다.

도출된 인자를 바탕으로 각 범주의 단위 면적당 노루 흔적 수, 즉 비율을 계산하였으며, 계산된 각 범주의 흔적 비율 중 가장 낮은 비율을 나타내는 서식지 특성에서 가장 높은 비율을 나타내는 서식지 특성까지 1~5까지 점수를 차등 부여하였다. 따라서 이를 바탕으로 설악산국립공원 지역 내 노루가 서식할 수 있는 핵심보호구역을 선정하고 인접한 서식지를 완충 지역으로 설정하여 설악산국립공원 지역 내 노루 서식에 필요한 합리적인 보호 구역을 제시하고자 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 노루 서식지 가치 평가를 위한 인자 도출

노루의 서식지 가치 평가를 실시하기 위하여 노루의 서식 및 분포에 가장 큰 영향을 주며 동시에 GIS 분석이 가능한 노루의 생태적 인자를 선별하였다. 선별된 인자는 현장조사 자료를 바탕으로 ArcGIS 9.2 program을 이용하여 자연적인 인자와 인위적인 인자로 구분하여 재분류하였다. 또한 현장조사 자료를 바탕으로 도출된 인자는 인자로서의 적합성, 적용가능성, 적용 범위에 대하여 전문가 집단의 심층 인터뷰와 설문 조사를 실시하여 도출된 인자는 Table 1과 같다.

2. 자연적인 인자

1) 임상 유형에 따른 노루의 서식지 이용 특성

현장조사 자료를 바탕으로 분석된 168개 지점의 임상 유형에 따른 노루의 흔적을 분석한

결과 혼효림(mixed forest) 지역의 90개 지점에서 노루의 잠자리, 채식흔적, 등이 관찰되어 조사대상지 내 임상의 유형 중 노루의 서식지 이용률이 가장 높은 것으로 나타났다. 그 다음으로 활엽수림(deciduous forest) 지역에서 39개, 소나무림(pine forest) 지역에서 29개의 흔적이 발견되었으며, 그 밖에 농경지, 나지, 초지 등에서 10개의 흔적이 발견되었다(Figure 5).

유럽노루는 침엽수림과 활엽수림 등 거의 모든 숲에서 서식하지만 목초지가 있는 혼효림을 가장 선호하는 것으로 알려져 있다(Baleishis and Prusaite, 1980). 특히 울창한 숲에서는 숲 사이의 개활지를 선호하고 가문비나무 숲이나 혼효림을 선호하며 이끼가 덮힌 소나무 숲은 회피한다(Baleishis and Prusaite, 1980). 유럽노루가 선호하는 또 다른 서식지 유형은 소나무와 참나무, 가문비나무가 섞인 혼효림 지역, 소나무림, 강가 근처 초지에 관목과 함께 있는 서

Table 1. Habitat suitability index (HSI) for Siberian roe deer in Seoraksan(Mt.) National Park.

Classification	Composition of HSI
Natural factor	Forest type, DBH class, Tree density, Forest age class, Altitude(m), Slope, Aspect, Distance from stream etc
Artificial factor	Distance from path up a mountain(m)

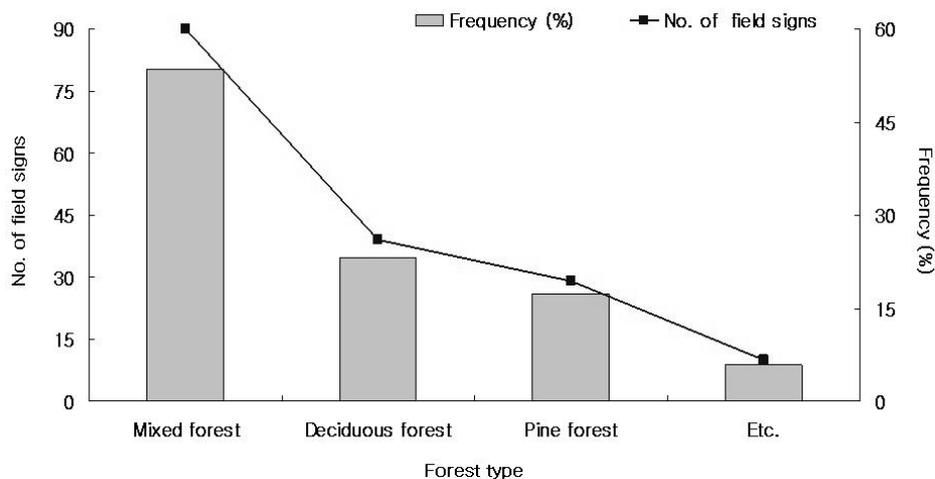


Figure 5. Number of field signs and frequency of the traces of Siberian roe deer for forest types in Seoraksan(Mt.) National Park.

어나무-참나무림, 서양물푸레나무 혹은 참나무로 이루어진 유령림(young forest stand) 등이며 물이끼가 있는 소택지를 간혹 이용하는 것으로 알려져 있다(Gatikh, 1975).

조사 지역 내 서식하는 노루의 경우 유럽 지역에 서식하는 노루처럼 혼효림, 활엽수림, 소나무림 순으로 산림 내 서식지를 선호하는 것으로 나타났다(Figure 5). 이것은 노루가 서식하기 위한 먹이자원의 다양성이나 풍부도와 깊은 관계가 있는 것으로 생각되며(Baleishis and Prusaite, 1980), 설악산국립공원 지역에 있어서 혼효림이 활엽수림과 침엽수림 보다 노루가 서식하기 더 좋은 환경을 제공하는 것으로 판단된다(Danilkin and Hewison, 1996; Geist, 1998). 따라서 이 지역에 서식하는 노루의 서식지 가치평가시 임상의 유형에 따른 서식지 특성은 혼효림, 활엽수림, 소나무림, 기타 순으로 4점에서 1점까지 점수를 차등 부여하여 분석을 실시하였다.

2) 수목의 흉고직경분포에 따른 노루의 서식지 이용 특성
수목의 흉고직경분포에 따른 노루의 서식지

특성을 분석한 결과 30cm 이상의 대경목으로 이루어진 지역에서 82개의 흔적을 발견하여 45%로 조사대상지 내에서 가장 높은 서식지 이용률을 보였다. 그 다음으로 18cm 이상의 중경목으로 이루어진 임분에서 71개의 흔적을 발견하여 39%의 서식지 이용률을 나타내었고, 흉고직경이 6cm 미만의 치수로 이루어진 지역에서도 28개의 흔적을 발견하여 15%의 서식지 이용률을 나타냈다. 반면 흉고직경이 6~16cm의 소경목으로 이루어진 임분에서는 2개의 흔적이 발견되어 가장 낮은 이용률을 나타냈다.

본 조사 결과 노루의 경우 수목의 흉고직경 분포가 대경목, 중경목, 치수, 소경목 순으로 산림 내 서식지 이용률이 높게 나타났으며(Figure 6), 이는 노루가 선호하는 서식지 중 하나인 숲 사이의 빈 공간이나 목초지가 소경목으로 이루어진 산림보다는 대경목이나 중경목으로 이루어진 산림 내에 더 많이 존재하기 때문으로 생각된다(Hell, 1979; Baleishis and Prusaite, 1980; Prusaite et al., 1983). 또한 소경목으로 이루어진 산림보다 6cm 미만의 치수로 이루어진 산림 지역에서 노루의 서식지 이용률이 더 높게 나타난 것은 산림 내에 노루의 먹이자원이 되는 관목이

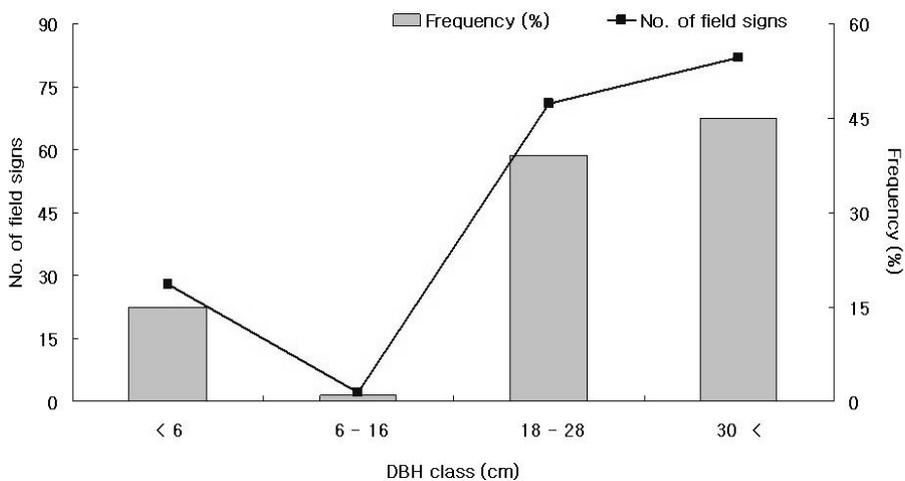


Figure 6. Number of field signs and frequency of the traces of Siberian roe deer for DBH classes in Seoraksan(Mt.) National Park.

나 치수의 구성 비율과 깊은 관련이 있는 것으로 판단된다(Vincent et al., 1979; Danilkin and Hewison, 1996). 따라서 이 지역에 서식하는 노루의 서식지 가치평가시 수목의 흉고직경분포에 따른 노루의 서식지 특성은 30cm 이상, 18~28cm, 6cm 미만, 6~16cm 순으로 4점에서 1점까지 점수를 차등 부여하여 분석하였다.

3) 수목의 수관층 밀도에 따른 노루의 서식지 이용 특성

교목의 수관 점유율이 40% 이하인 임분에서 90개의 노루 흔적을 발견하여 수관층의 밀도에 따른 서식지 이용률이 55%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 40~70%인 지역에서 70개의 노루 흔적을 발견하여 42%의 서식지 이용률을 나타냈으며, 교목의 수관점유 면적이 70% 이상인 지역의 경우 5개의 흔적을 발견하여 전체 흔적 발견 빈도 중 3%의 흔적이 발견되어 가장 낮은 서식지 이용률을 나타냈다(Figure 7).

노루가 선호하는 서식지를 평가하는데 있어서 중요한 요소 중 하나는 관목이나 어린 묘목의 구성 비율이며, 노루는 숲과 숲 사이의 빈

공간이나 목초지가 전체 산림 구성의 20% 정도를 차지하는 곳을 서식지로써 가장 많이 선호한다(Vincent et al., 1979).

조사 지역 내 서식하는 노루 역시 유럽 지역에 서식하는 노루와 같이 수관층의 밀도가 40% 이하인 지역을 서식지로써 가장 선호하는 것으로 나타났으며(Figure 7), 이러한 수관층의 밀도는 산림 내 노루 먹이자원의 다양성이나 풍부도 및 노루 서식에 필요한 은신처와 깊은 관련이 있는 것으로 생각된다(Vincent et al., 1979; Prusaite et al., 1983). 따라서 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 서식지 가치평가시 수관층의 밀도에 따른 노루의 서식지 특성은 40% 미만, 40~70%, 70% 이상 순으로 5점, 3점, 1점 순으로 점수를 차등 부여하여 분석을 실시하였다.

4) 수목의 영급에 따른 노루의 서식지 이용 특성

수목의 영급에 따른 노루의 서식지 특성을 살펴보면 3~4영급 지역의 산림에서 90개의 노루 흔적을 발견하여 영급에 따른 노루의 서식지 이용률이 50%로 조사대상지 내에서 가장

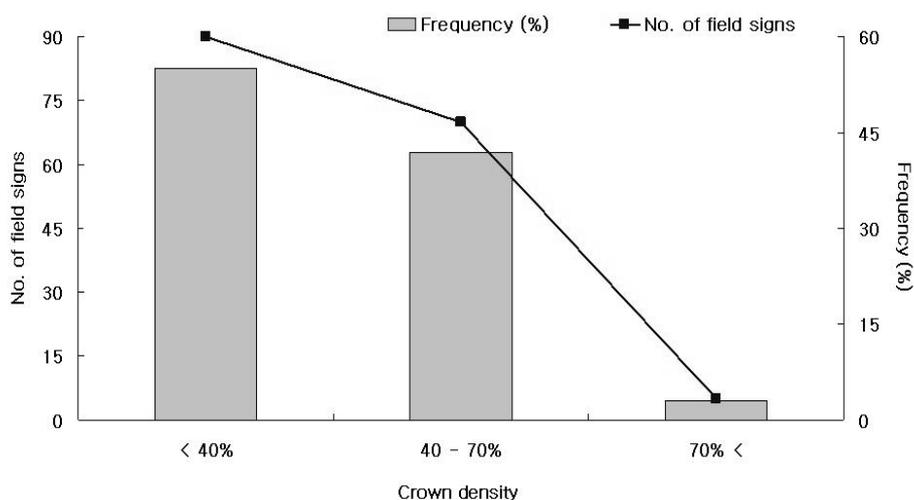


Figure 7. Number of field signs and frequency of the traces of Siberian roe deer for crown densities in Seoraksan(Mt.) National Park.

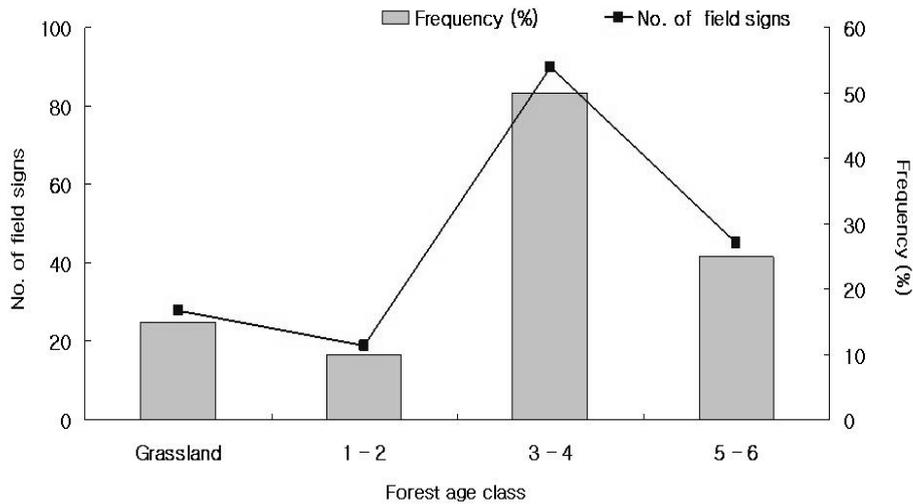


Figure 8. Number of field signs and frequency of the traces of Siberian roe deer for forest age classes in Seoraksan(Mt.) National Park.

높게 나타났다. 그 다음으로 5~6영급 지역에서 45개의 흔적이 발견되어 노루의 서식지 이용률이 25%, 초지 지역에서 28개의 흔적이 발견되어 노루의 서식지 이용률이 15%, 1~2영급 지역에서 19개의 흔적이 발견되어 노루의 서식지 이용률이 10%로 조사 대상지 내 노루의 흔적 발견율이 가장 낮은 것으로 나타났다(Figure 8).

조사 지역 내 서식하는 노루의 경우 유럽 지역에 서식하는 노루처럼 중령림(middle aged forest)과 성숙림(mature forest) 사이에 조성된 개활지 혹은 초지, 임연부 지역을 서식지로서 가장 선호하는 것으로 생각된다(Baleishis and Prusaite, 1980; Prusaite et al., 1983). 이는 이 지역이 산림 내 다른 지역에 비하여 노루가 서식하기에 필요한 풍부한 먹이자원과 은신처가 있기 때문으로 판단된다(Palmer and Truscott, 2003). 따라서 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 서식지 가치평가지 수목의 영급에 따른 노루의 서식지 특성은 3~4영급, 5~6영급, 초지(grassland), 1~2영급 순으로 4점에서 1점까지 점수를 차등 부여하여 분석을 실시하였다.

5) 해발 고도에 따른 노루의 서식지 이용 특성
해발 고도별 면적 분포를 살펴 본 결과 800m 이상 지역이 46%로 가장 많은 면적을 차지하고 있으며, 그 다음으로 601~800m 구간이 23%, 401~600m 구간이 16%, 201~400m 구간이 8%, 0~200m 구간이 7% 순으로 고도 분포를 나타내고 있다(Figure 9).

이를 바탕으로 조사 지역 내 면적대비 고도에 따른 노루의 흔적 발견을 비교·분석한 결과 401~600m 지역에서 총 69개의 노루 흔적을 확인하여 설악산국립공원 지역 내 고도별 노루의 서식지 이용률이 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 201~400m 구간에서 32개, 601~800m 구간에서 30개, 800m 이상 구간에서 29개, 0~200m 구간에서 14개의 노루 흔적이 발견되어 가장 낮은 서식지 이용률을 나타냈다(Figure 9).

조사 지역 내 서식하는 노루의 면적대비 서식지 이용률을 살펴본 결과 연중 400~600m 지역에 주로 서식하는 것으로 나타났다(Figure 9). 이는 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 경우 저지대 또는 고지대 보다 상대적으로 계절적 변화가 적은 것으로 생각되는 400~600m

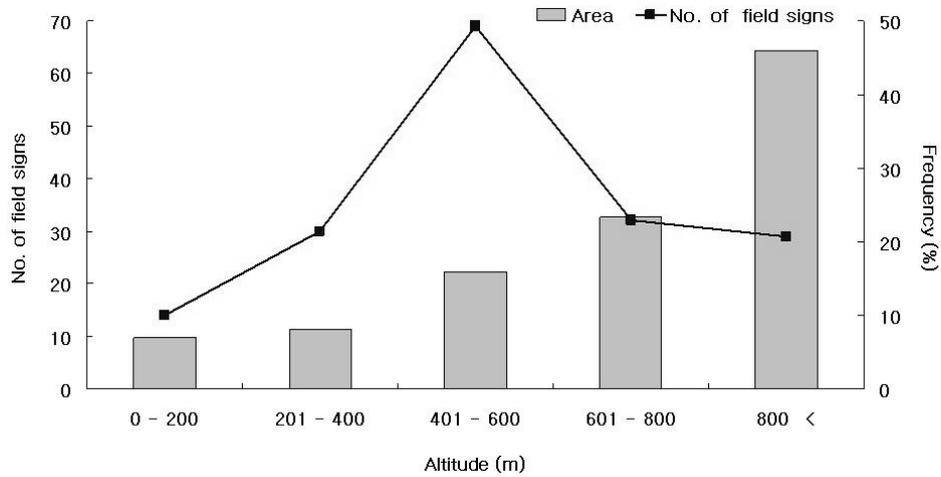


Figure 9. Number of field signs for traces of Siberian roe deer and altitude distribution in Seoraksan(Mt.) National Park.

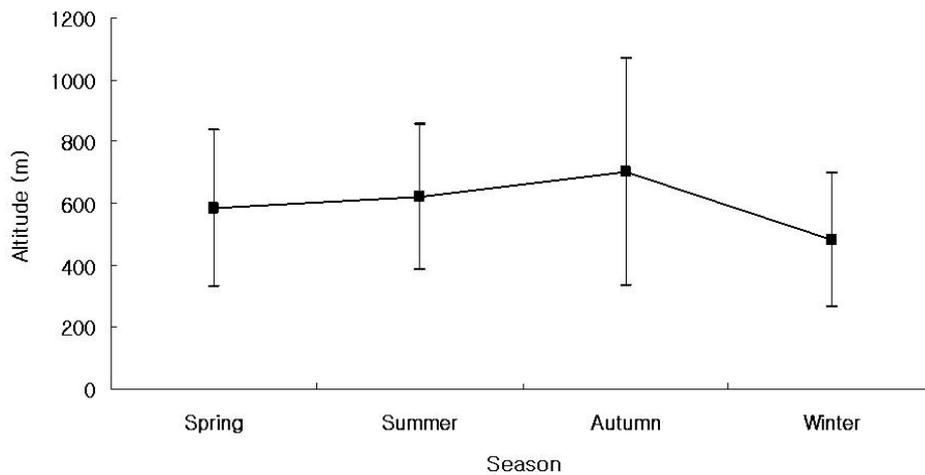


Figure 10. Seasonal change of the traces of Siberian roe deer for altitude in Seoraksan(Mt.) National Park.

지역을 중심으로 소생활권을 형성하기 때문인 것으로 판단된다(Oh, 2004; Kim et al., 2007; Chen et al., 1999; Palmer and Truscott, 2003). 한편, 고도에 따른 노루의 계절별 서식지 특성을 살펴 본 결과 봄 $586 \pm 253\text{m}$, 여름 $622 \pm 233\text{m}$, 가을 $702 \pm 367\text{m}$ 까지 올라갔다가 겨울에 $483 \pm 216\text{m}$ 인 저지대로 내려오는 것으로 나타났다(Figure 10).

이는 이 지역에 서식하는 노루의 경우 이용 가능한 먹이자원의 계절적 변화에 따라 고도에 따른 서식지 특성에 차이를 나타내는 것으로 생각된다(Fryxell and Sinclair, 1998). 그러므로 조사

지역 내 서식하는 노루의 경우 400~600m 지역을 중심으로 여름에는 고지대를 선택하고, 첫눈이 오면 눈의 깊이가 얇은 저지대로 이동하여 서식하는 것으로 판단된다(Sokolov and Danilkin, 1981; Bromlei and Kucherenko, 1983; Mysterud et al., 1997; Mysterud, 1999). 따라서 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 서식지 가치평가지 고도에 따른 노루의 서식지 특성은 401~600m 지역을 시작으로 201~400m, 601~800m, 0~200m, 800m 이상 순으로 5점에서 1점까지 점수를 차등 부여하여 분석하였다.

6) 경사에 따른 노루의 서식지 이용 특성

설악산국립공원 지역의 경사 분포 현황을 살펴보면 31°~40°인 지역이 31%로 가장 많은 면적을 차지하고 있었으며, 그 다음으로 21°~30°인 지역이 28%, 40° 이상인 지역이 20%, 0°~10° 지역이 11%, 11°~20° 지역이 10% 순으로 경사 분포를 나타내고 있었다(Figure 11).

이를 바탕으로 조사 지역 내 면적대비 경사에 따른 노루의 서식지 특성을 조사한 결과 경사 11°~20° 지역에서 39개의 흔적을 확인하여 면적대비 가장 높은 이용률을 나타냈으며, 그 다음으로 경사 0°~10° 지역, 경사 21°~30°, 31°~40° 지역 순으로 나타났다. 또한 경사가 40° 이상인 지역에서 노루의 흔적 발견 빈도가 급격히 낮아지는 것으로 나타났다(Figure 11).

야생동물은 생활 주기에 따라 각기 다른 경사지대를 이용한다. 특히 사슴류에게 있어서 특정 경사지대는 은신하거나 양육할 때 새끼를 보호할 수 있는 장소로 이용될 수 있기 때문에 중요한 서식지 선택 요소 중 하나다(Congalton et al., 1993). 또한 겨울철에는 급경사지대보다 남향의 완만한 경사 지대를 서식지로 선호한다(Thomas, 1908).

이는 조사 지역 내 서식하는 노루의 경우도와 유사한 결과를 나타냈다. 또한 일부 서식지가 이 지역에 서식하는 산양과 중첩되는 것으로 판단되나 노루가 선호하는 서식지의 대부분이 완만한 경사를 이루고 있어(Figure 11), 상대적으로 산양보다는 완만한 경사지대를 주된 서식지로 이용하는 것으로 생각된다. 따라서 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 서식지 가치평가지 경사에 따른 내륙 노루의 서식지 특성은 11°~20°, 0°~10°, 21°~30°, 31°~40°, 40° 이상 순으로 5점에서 1점까지 점수를 차등 부여하여 분석을 실시하였다.

7) 향에 따른 노루의 서식지 이용 특성

설악산국립공원 지역의 향 분포 현황은 전반적으로 고른 분포를 나타내고 있었다(Figure 12). 이 중 북향이 14.3%로 가장 많은 면적을 차지하였고, 동남향이 10.8%로 가장 적은 면적을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

본 조사 결과 남향 지역에서 67개의 노루 흔적이 확인되어 면적대비 가장 높은 서식지 이용률을 나타냈고, 그 다음으로 북향과 서향이 각각 46개의 흔적이 발견되었으며, 동향에서

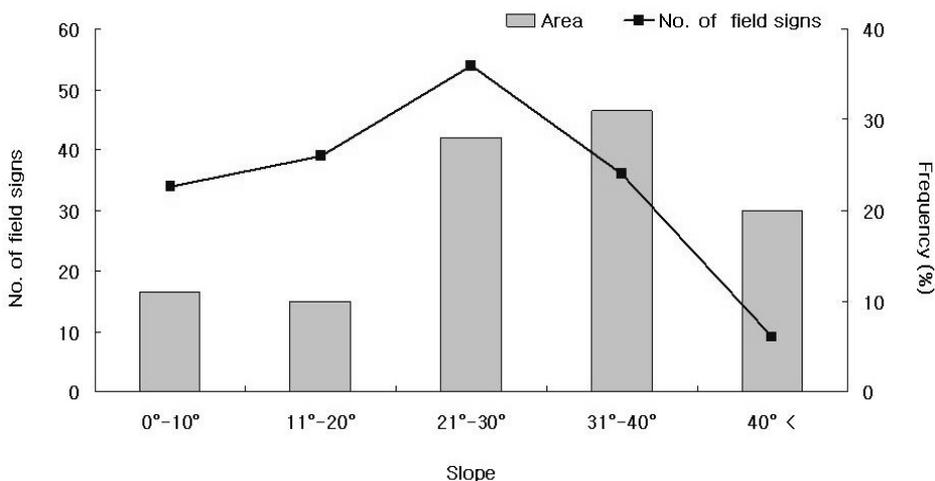


Figure 11. Number of field signs for traces of Siberian roe deer and slope distribution in Seoraksan(Mt.) National Park.

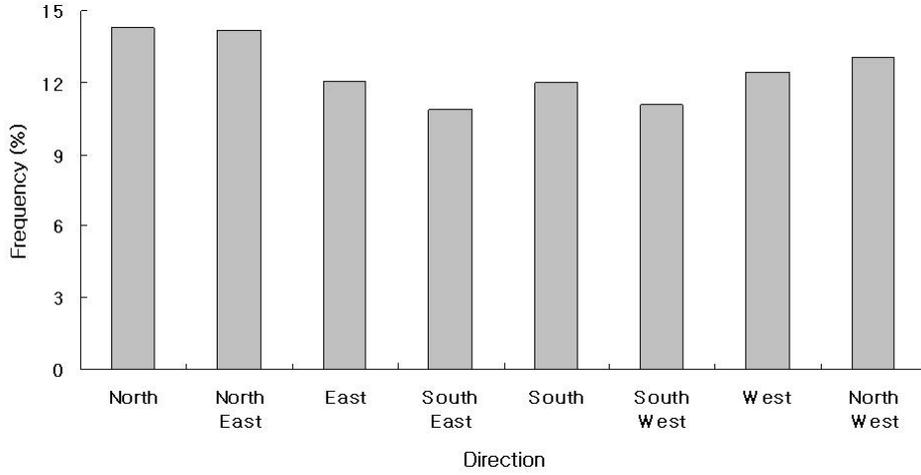


Figure 12. Analysis of direction in Seoraksan(Mt.) National Park.

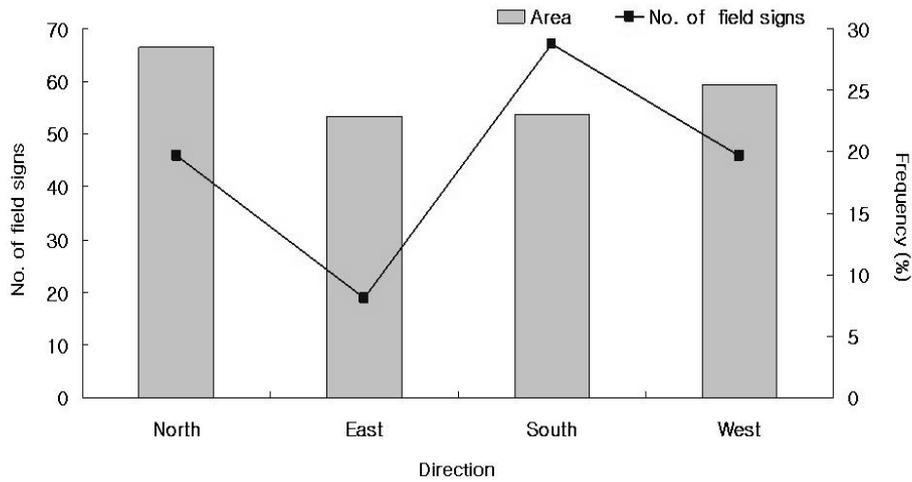


Figure 13. Number of field signs for traces of Siberian roe deer and direction distribution in Seoraksan(Mt.) National Park.

19개의 흔적이 확인되어 면적대비 가장 낮은 서식지 이용률을 나타냈다(Figure 13). 이는 대부분의 사슴류가 천적의 위협으로부터 효과적으로 대처할 수 있고 쉽게 태양 에너지를 얻을 수 있는 경사면 위쪽에 잠자리를 선택하며, 밤에는 북사면을 더 선호하나 낮에는 남사면을 잠자리로 이용하는 것과 깊은 관련이 있는 것으로 생각된다(Chen et al., 1999). 따라서 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 서식지 가치평가시 향에 따른 노루의 서식지 특성은 남

향, 북향, 서향, 동향 순으로 4점에서 1점까지 점수를 차등 부여하여 분석을 실시하였다.

8) 수계로부터 거리에 따른 노루의 서식지 이용 특성

수계로부터 거리에 따른 노루의 서식지 특성을 살펴보면 수계로부터 100m까지가 58%로 가장 이용률이 높게 나타났으며, 그 다음으로 101~200m 사이가 23%, 201~300m 사이가 12%, 300m 이상 지역에서 7%로 수계로부터 거리가

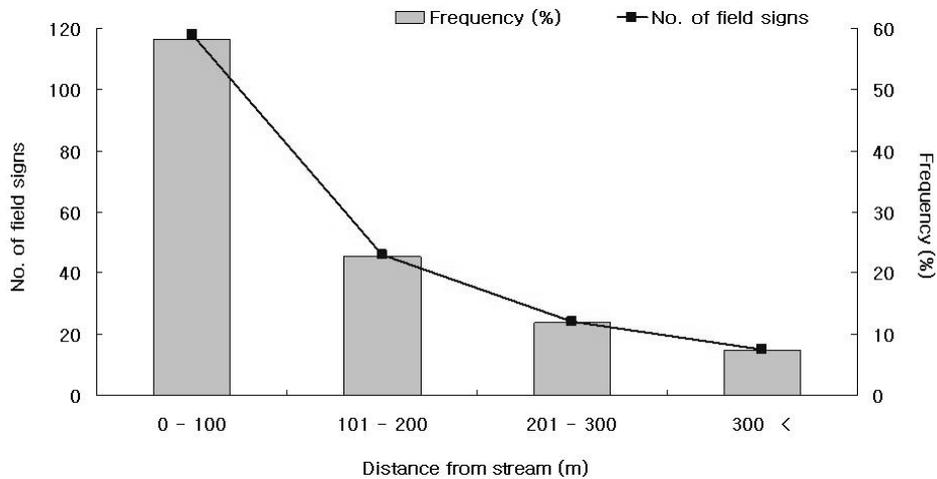


Figure 14. Distance from stream to the traces of Siberian roe deer in Seoraksan(Mt.) National Park.

떨어질수록 노루의 서식지 이용률이 낮아지는 것으로 나타났다(Figure 14).

노루와 같은 초식동물은 체중에 비하여 상대적으로 많은 에너지를 필요로 하기 때문에 흡수된 에너지를 최대한으로 활용하기 위하여 선택적으로 식이물을 섭취한다(Turner, 1979; Tixier et al., 1998; Rowell-Schafer, 2001). 이렇게 필요한 에너지를 얻기 위하여 노루는 섭식-휴식-섭식 행동을 반복하면서 하루 중 대부분의 시간을 보낸다(Danilkin and Hewison, 1996; Myrsterud, 1999). 이처럼 노루와 같은 우제류는 되새김질을 통하여 식이물을 소화시키며, 소화의 효율을 높이기 위하여 매일 일정량의 수분 공급이 필요하기 때문에 물을 쉽게 섭취할 수 있는 지역을 서식지로 선호한다(Congalton et al., 1993). 노루는 하루에 약 1.5ℓ의 물을 필요로 하며 건초를 섭취할 때는 하루에 4ℓ의 물을 필요로 한다(Danilkin and Hewison, 1996).

즉, 노루 역시 다른 사슴류와 같이 섭취한 식이물을 효율적으로 소화시키기 위하여 수계로부터 가까운 지역에 먹이자원이 풍부하고 은신할 곳이 있는 지역을 주된 서식지로 이용하는 것으로 생각된다. 따라서 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 서식지 가치평가지 수계와

의 거리에 따른 노루의 서식지 특성은 0~100m, 101~200m, 201~300m, 300m 이상 지역 순으로 4점에서 1점까지 점수를 차등 부여하여 분석하였다.

3. 인위적인 인자

1) 탐방로 및 도로로부터 거리에 따른 영향 분석

설악산국립공원 지역에서 노루의 서식에 영향을 미칠 수 있는 인위적인 인자로는 탐방로 및 도로의 거리에 따른 영향을 선택하였다. 분석의 기준은 Oh(2004)가 제주도 지역에 서식하는 노루를 대상으로 소리와 움직이는 모습을 동시에 자극하였을 때 나타난 노루의 반응 결과를 바탕으로 설정하였다.

탐방로 및 도로로부터 거리에 따른 노루의 서식지 특성을 살펴보기 위하여 1 : 25,000 지형도를 이용하여 설악산국립공원 지역 내 탐방로와 도로를 디지털화하여 DEM을 구축하였다. 또한 구축된 DEM 자료를 바탕으로 탐방로 및 도로가 노루의 서식지 이용에 미치는 영향을 분석하기 위하여 0~50m, 51~100m, 101~150m, 151~200m, 200m 이상 등 5개의 범주로 구분하여 분석을 실시하였다.

4. 설악산국립공원 지역의 노루 서식지 가치 평가

각각의 도출된 인자를 바탕으로 분석한 공간 분석 자료는 GIS의 기법 중 각 데이터를 통합하는 중첩(Overlay)기법을 이용하여 자료를 통합하였다. 통합된 지도는 최소 0점부터 최고 38점까지의 값을 가지게 되며, 38점은 설악산국립공원 지역에서 노루가 서식하기에 가장 적합한 지역으로 주요 서식지(core habitat)의 역할을 가지는 지역이며, 0점은 노루의 서식 가능성이 희박한 지역으로 분석된 노루 서식지 가치 평가도는 Figure 15와 같이 분석되었다.

또한 설악산국립공원 지역의 노루 서식지 점수별 면적(km²) 분포 현황은 Figure 16과 같다.

이 지역에서 노루가 서식하기 가장 적합한 조건인 38점인 지역은 분석 결과 나타나지 않으며, 그 다음으로 가장 적합한 서식지 조건을 갖춘 지역은 37점 지역으로 약 0.3km²의 면적을 차지하고 있었다. 또한 가장 많은 면적을 차지하는 지역은 28점을 가지는 지역으로 조사 대상지 전체 면적의 13.2%인 52.0km²를 차지하고 있었다(Figure 16). 이를 바탕으로 설악산국립공원 지역에서 노루가 서식하기에 가장 적합

한 지역인 주요 서식지(core habitat)와 완충 지역(buffer area), 서식 가능성이 희박한 지역(poor habitat) 등을 구분하기 위하여 다양한 분류 방법이 있지만, 가장 간단한 Equal Interval 방식을 사용하였다(Park et al., 2006; Park et al., 2008; Jang, 2003). 따라서 최고점수인 38점을 기준으로 등 간격을 구분하였으며, 주요 서식지 지역은 30~38점, 중간 지역은 22~29점, 서식가능성이 희박한 지역은 21점 이하 지역으로 구분하여 분석을 실시하였다(Table 2).

Table 2와 같이 3등급으로 구분 시 완충 지역이 244.3km²로 전체의 62.2%를 차지하고 있어 가장 많은 분포를 나타내고 있으며, 주요 서식지는 125.8km²로 전체 면적의 32.0%를 차지하고 있었다. 또한 노루가 서식하기 적합하지 않은 지역의 경우 22.9km²로 전체 면적의 5.8%를 나타내 설악산국립공원 지역에서 노루가 서식하기에 적합하지 않은 환경은 거의 드문 것으로 나타났다(Figure 17).

분석된 노루 서식지 가치평가도의 검증을 위하여 2003년 1월부터 2007년 12월까지 설악산국립공원 사무소에서 실시한 우제류 모니터링

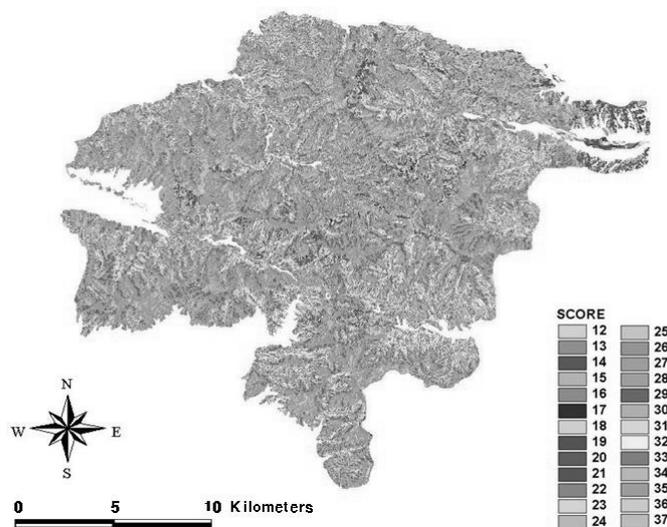


Figure 15. Habitat distributions for Siberian roe deer in Seoraksan(Mt.) National Park.

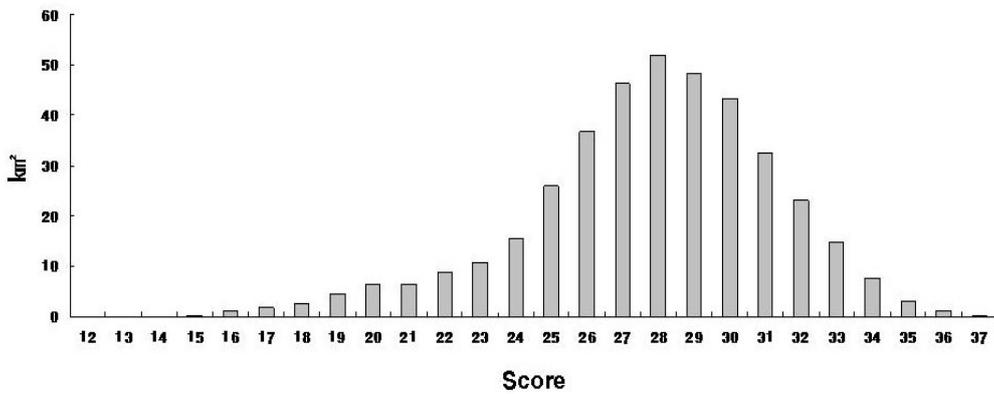


Figure 16. Area showing the classes of habitat grades for Siberian roe deer in Seoraksan(Mt.) National Park, South Korea.

Table 2. The standards of judgment for Siberian roe deer habitat value.

Classification	Standard of judgement
Core habitat	80% <
Buffer area	60~80%, The number of the highest score (4~5) evaluated > 3, and total score < 2/3 area
Poor habitat	< 60%

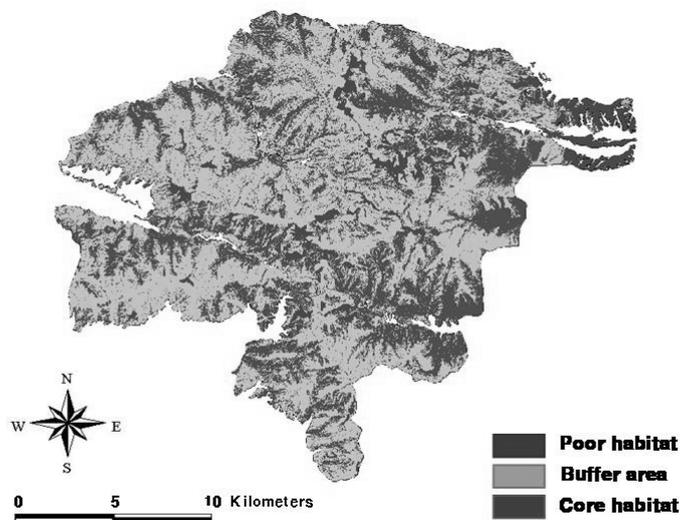


Figure 17. Analysis of habitat value for Siberian roe deer in Seoraksan(Mt.) National Park.

자료를 활용하여 검증 작업을 실시한 결과 주요 서식지(core habitat)로 분류된 대부분의 지역에서 노루 서식 흔적이 발견되었으며, 분류된 대부분의 서식지가 이 지역에 서식하는 산

양 및 고라니의 서식지 특성과는 차이를 보였다(Figure 18). 따라서 분석된 가치평가도는 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루 서식지에 대해 예측력을 가지고 있다고 할 수 있다. 그러

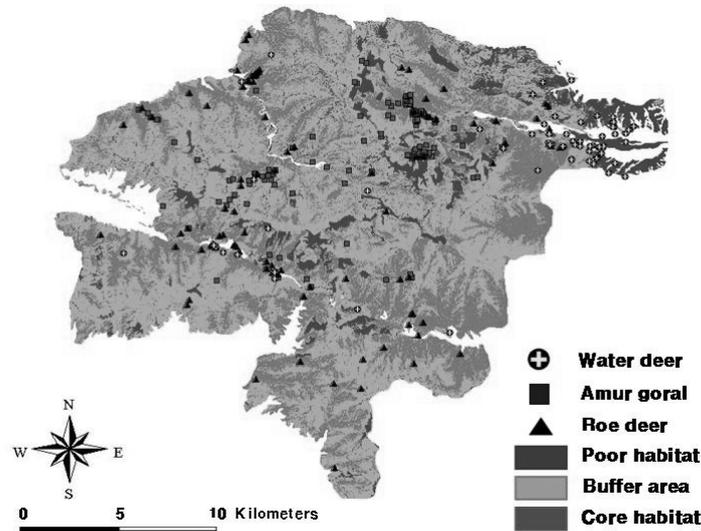


Figure 18. Map showing the verification of habitat value of water deer, Amur goral and Siberian roe deer in Seoraksan(Mt.) National Park.

므로 이 지역에 서식하는 노루의 보호를 위해서는 핵심지역을 중심으로 보호·관리 방안이 우선적으로 마련되어야 할 것이다.

IV. 결 론

본 조사 결과 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 경우 완만한 경사의 계곡부에 위치한 성숙림과 중령림으로 이루어진 혼효림 지역을 서식지로 가장 선호하는 것으로 나타났다. 또한 고도에 따른 서식지 이용 특성에 있어서는 저지대 또는 고지대 보다 상대적으로 계절적 변화가 적은 것으로 생각되는 400~600m 중산간 지역을 중심으로 소생활권을 형성하여 여름에는 고지대를, 첫눈이 오면 눈의 깊이가 얇은 저지대로 이동하여 서식하는 것으로 나타났다.

이를 바탕으로 이 지역에 서식하는 노루의 서식지 가치 평가에 필요한 자연적인 인자로 임상, 고도, 경사, 향, 수계와의 거리 등을, 인위적인 인자로는 등산로와의 거리에 따른 영향을 고려하였다. 도출된 인자를 바탕으로 노루의 서식지 가치 평가를 실시한 결과 노루가 서식하기에 가

장 적합한 핵심지역은 125.8km²로 설악산국립공원 전체 면적의 32.0%를 차지하였다. 또한 노루가 서식하기 가장 적합한 핵심지역으로 분석된 지역의 대부분이 수계와 밀접한 관계를 가지고 있었다(Figure 19). 반면 노루가 서식하기 부적합 지역은 22.9km²로 전체 면적의 5.8%를 나타내 설악산국립공원 지역에서 노루가 서식하기에 부적합 환경은 거의 없는 것으로 나타났다.

분석된 서식지 가치 평가도의 검증을 위하여 2003년 1월부터 2007년 12월까지 설악산국립공원 지역의 우제류 모니터링 자료를 이용하였다. 이를 이용하여 분석된 가치평가도를 검증한 결과 핵심보전지역으로 분류된 대부분의 지역에서 노루의 서식지 이용 흔적이 발견되었다. 그러므로 작성된 서식지 가치 평가도가 이 지역에 서식하는 노루에 대하여 서식지 이용 특성에 대한 예측력을 가지고 있다고 할 수 있다. 따라서 설악산국립공원 지역에 서식하는 노루의 보호를 위해서 핵심 구역으로 분류된 지역을 중심으로 우선적으로 보호 구역 설정 및 관리 계획을 수립하면 이 지역에 서식하는 노루의 지속적인 보호·관리가 가능할 것으로 생각된다.

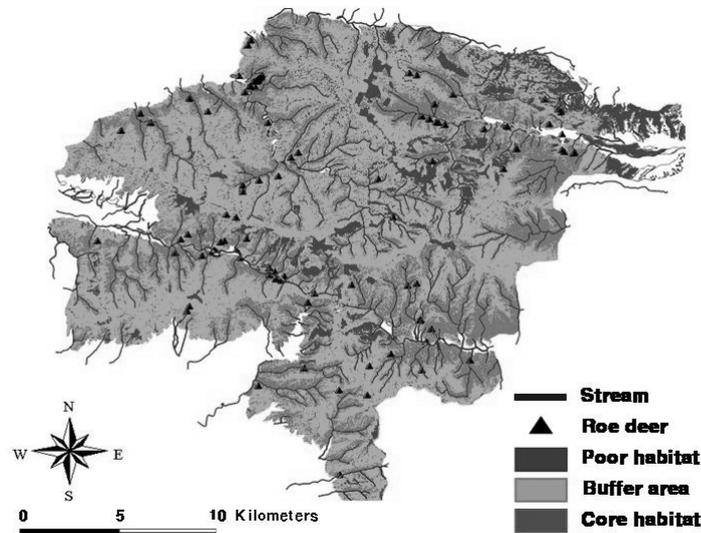


Figure 19. Analysis of stream effect for conservation areas of Siberian roe deer in Seoraksan(Mt.) National Park.

인용문헌

- Baleishis, R. M. and Prusaite, Y. A. 1980. European roe deer feeding in a small deciduous forest of North Lithuania in 1975-1976. Proceedings of the Lithuanian Academy of Sciences 89: 85-91.
- Bromlei, G. F. and Kucherenko, S. P. 1983. Ungulates of the Southern Far East. Nauka Publishers. Moscow.
- Chen, H. · Li, F. · Luo, L. · Wang, H. · Ma, J. and Li, F. 1999. Winter bed-stie selection by red deer (*Cervus elaphus xanthopygus*) and roe deer (*Capreolus capreolus bedfordi*) in forests of northeastern China. Acta Theriologica 44: 195-206.
- Cho, Y. H. 2001. A study of long term monitoring of urban ecology in Seoul. The Seoul Institute.
- City of Redmond. 2000. City of Redmond draft wildlife habitat plan. Adolfsen Associates Inc. Seattle.
- Clutton-Brock, T. H. · F. E. Guinness and S. D. Albon. 1982. Red deer: behavior and ecology of twinsexes. University of Chicago Press. Chicago.
- Congalton, R. G. · Stenback, J. M. and Barrett, R. H. 1993. Mapping deer habitat suitability using remote sensing and geographic information system. Geocarto International 3: 23-33.
- Danilkin, A. and Hewison, A. J. M. 1996. Behavioural ecology of Siberian and European roe deer. Chapman and Hall. London.
- Fruziński, B. and Łabudzki, L. 1982. Sex and age structure of a forest deer population under hunting pressure. Acta Theriologica 27: 377-384.
- Fryxell, J. M. and Sinclair, A. R. E. 1998. Causes and consequences of migration by large herbivores. Trends in Ecology and Evolution 3: 237-241.
- Gatikh, V. S. 1975. The distribution and numbers of wild ungulates in the Pripyat Preserve. Ungulates of the USSR. Nauka Publisher.

- Moscow.
- Geist, V. 1998. Deer of the world: their evolution, behaviour, and ecology. Stackpole Books. Mechanicsburg.
- Hell, P. 1979. Smica zver. Bratislava. Priroda.
- Jang, W. Y. 2003. The Development of birds habitat distribution modelling using GIS: A case study on Seorak National Park. A master degree paper of Seoul National University.
- Kim, B. S. · Oh, J. K. and Oh, H. S. 2007. The individual status and management plan of Roe deer (*Capreolus pygargus tianschanicus Satunin*) inhabiting Hallasan, Jeju island, Korea. Korean Society of Environment and Ecology 21: 366-373.
- Krebs, C. J. 1985. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance, (3rd ed). Harper and Row. New York.
- Leopold, A. 1993. Game management. Charles Scribner and Sons. New York.
- Mysterud, A. 1999. Seasonal migration pattern and home range of roe deer (*Capreolus capreolus*) in an altitudinal gradient in southern Norway. Journal of Zoology 247: 479-486.
- Mysterud, A. · Bjørnsen, B. H. and Østbye, E. 1997. Effects of snow depth on food and habitat selection by roe deer *Capreolus capreolus* along an altitudinal gradient in southcentral Norway. Wildlife Biology 3: 27-33.
- Oh, J. K. 2004. Characteristics of Ecological Behaviour of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju Island, Korea. A doctor's degree paper of Korea National University of Education.
- Palmer, S. C. F. and Truscott, A. M. 2003. Seasonal habitat use and browsing by deer in Caledonian pinewoods. Forest Ecology and Management 174: 149-166.
- Park, Y. S. · Kim, D. H. · Cho, D. G. and Kim, K. G. 2006. A Study on Setting up Conservation Areas through Habitat Value Assessment of Developing Area. The Korea Society of Environmental Restoration Technology 9: 26-38.
- Park, Y. S. · Kim, J. T. and Lee, W. S. 2008. Analysis of the main habitat for Siberia Musk Deer (*Moschus moschiferus*) restoration in Mt. Odae National Park, Korea. The Korea Society of Environmental Restoration Technology 11: 91-102.
- Prusaite, J. A. · Baleishis, R. M. and Bluzma, P. 1983. The relationship between the set of foods of the European roe deer and the degree of woodenness of its habitat. Proceedings of the Lithuanian Academy of Sciences 4: 84-98.
- Rowell-Schafer, A. · Lechner-Dolla, M. · Hofmann, R. R. · Streich, W. J. · Guven, B. and Meyer, H. H. D. 2001. Metabolic evidence of a rumen bypass or a ruminal escape of nutrients in roe deer *Capreolus capreolus*. Comparative Biochemistry and Physiology 128: 289-298.
- Schadt, S. · Revilla, E. · Wiegand, T. · Knauer, F. · Kaczensky, P. · Breitenmoser, U. · Bufka, L. · Cerveny, J. · Koubek, P. · Huber, T. · Stanisa, C. and Trepl, L. 2002. Assessing the suitability of central European landscapes for the reintroduction of Eurasian lynx. Journal of Applied Ecology 39: 189-203.
- Shaw, J. H. 1985. Introduction to wildlife management. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Sokolov, V. E. and Danilkin, A. A. 1981. The Siberian roe deer. Nauka Publishers. Moscow.
- Spellerberg, I. F. 1992. Evaluation and assessment

- for conservation. Chapman and Hall. New York.
- Sukopp, H. and Weiler, S. 1988. Biotope mapping and nature conservation strategies in urban areas of the Federal Republic of Germany. *Landscape and Urban Planning* 15: 39-58.
- Thomas, O. 1908. The Duke of Bedford's zoological exploration in eastern Aisa-IX. List of mammals from the Mongolian Plateau. *Proceedings of Zoological Society of London* 1908: 104-110.
- Tixier, H. · Maizeret, C. · Duncan, P. · Bertrand, R. · Poirel, C. and Roger, M. 1998. Development of feeding selectivity in roe deer. *Behavioural Processes* 43: 33-42.
- Turner, D. C. 1979. An analysis of time-budgeting by roe deer (*Capreolus capreolus*) in an agricultural area. *Behaviour* 71: 246-290.
- Usher, M. B. 1980. An assessment of conservation value within a large site of special scientific interest in North Yorkshire. *Field Studies* 5: 323-348.
- Vincent, J. P. · Janeau, G. · Quere, J. P. and Spitz, F. 1979. Note sur la repartition et le rythme d'activite du chevreuil (*Capreolus capreolus*) en foret ouverte. *Annales de Zoologie Ecologie Animale* 11: 145-157.
- White, G. C. and Garrott, R. A. 1990. Analysis of wildlife radio-tracking data. Academic Press. San Diago.