

GPS Collar를 이용한 멸종위기 한국산양(*Naemorhedus caudatus*)의 행동 특성¹

조재운²·권구희²·양정진²·임상진²·이안나²·박희복²·이배근^{2*}

Home Range and Behavioral Characteristics of the Endangered Korea Gorals(*Naemorhedus caudatus*) With GPS Collar¹

Cheo-Un Cho², Gu-Hee Gyun², Jung-Jin Yang², Sang-Jin Lim², An-Na Lee², Hee-Bok Park², Bae-Keun Lee^{2*}

요 약

본 연구는 멸종위기종인 한국산 산양(n=3)의 생태 및 행동학적 특징을 밝히기 위하여 2010년 5월부터 2011년 9월까지 설악산국립공원에서 이루어졌다. 구조된 산양은 GPS Collar 발신기를 부착하여 구조된 원서식지에 재 방사하였으며, 연구기간 동안 수집된 4,752개의 위치 좌표를 이용하여 연간 행동권, 계절별 행동권, 월별 이용 고도를 분석하였다. 연구결과, 설악산 산양의 연간 행동권은 MCP 95% 0.88km², MCP 50% 0.27km², FK 95% 0.43km², FK 50% 0.09km²로 계절별 행동권은 MCP 95%에서 봄 0.47km², 여름 0.45km², 가을 0.63km², 겨울 0.50km²로, 가을 행동권이 넓은 것으로 나타났다. 또한 FK 95% 분석을 통해서도 봄 0.23km², 여름 0.19km², 가을 0.33km², 겨울 0.22km²로 가을철 행동권이 가장 큰 것으로 나타났다. 암·수 연간행동권은 MCP 95% 수준에서 암컷 1.03km², 수컷은 0.58km²로 분석되었다. 월별 이용 고도는 6, 7, 8월이 가장 높았으며 12, 1, 2월에 가장 낮은 고도를 이용했다. 본 연구는 산양의 서식지 관리 정책 및 복원과 보전을 위한 객관적 자료 확보 및 국내에서 수행 중이거나 계획 단계에 있는 야생동물의 성공적인 복원에 기여하고자 수행되었다.

주요어: 연간 행동권, 계절별 행동권, 이용 고도, MCP, FK, GPS Collar 발신기

ABSTRACT

This study was to understand the ecological characteristics of the goral through the study on goral behavioral characteristics and to be carried out to provide basic behavioral data such as annual home range, seasonal home range and monthly used altitude with 4,752 locations obtained during the study period through home range analysis of three long-tailed gorals (*Naemorhedus caudatus*) in Soeraksan. For this study, gorals who were rescued from heavy snow in Seoraksan were used. The gorals were equipped with GPS Collar, released at their natural habitats, and then monitored from May, 2010 to September, 2011. According to our results, annual home ranges of the gorals (n=3) have 0.88km² of MCP 95%, 0.27km² of MCP 50%, 0.43 km² of FK 95%, and 0.09km² of FK 50% respectively. Seasonal home range of MCP 95% was 0.47km² in spring, 0.45km² in summer, 0.63km² in fall and 0.50km² in winter respectively and home ranges of fall was the largest. In the case of FK 95% analysis, home ranges were 0.23km² in spring, 0.19km² in summer, 0.33km² in fall, and 0.22km² in winter respectively and the largest seasonal home range was fall. Female and male annual home ranges of the gorals were 1.03km² for female and 0.58km² for male. In analysis of the monthly used altitudes which were used Jun, July, and August

1 접수 2013년 8월 28일, 수정(1차: 2014년 1월 27일, 2차: 2014년 2월 24일), 게재확정 2014년 2월 25일

Received 28 August 2013; Revised (1st: 27 January 2014, 2nd: 24 February 2014); Accepted 25 February 2014

2 국립공원관리공단종복원기술원 Species Restoration Technology Institute, Korea National Park Service, Gurye 542-853, Korea

* 교신저자 Corresponding author: waterdeer@empal.com

were higher than in the other months and the altitudes which were used in Dec, Jan, and Feb were lower than in the other months. This study was to secure basic data for the habitat management policy, restoration, and conservation of Korea gorals and to be conducted to contribute to the success in doing or planning stage of the wild animal restoration.

KEY WORDS: ANNUAL HOME RANGES, SEASONAL HOME RANGE, USED ALTITUDES, MCP, FK, GPS COLLAR TRANSMITTER

서론

산양(*Naemorhedus caudatus*)은 우제목 소과에 속하는 동물로 4개의 아종으로 분류되고 있다(Wilson and Reeder, 2005). 가파른 바위틈에 주로 서식하고 바위 이끼, 잡초, 진달래와 철쭉의 잎을 섭식하며(Won, 1967; Mead, 1989; Nowak, 1999), 수컷은 단독으로 생활하고 암컷은 새끼와 무리를 이루는 비율이 높으며, 바위 및 완만한 지역에서도 서식한다(Lovari and Apollonio, 1993; Mishra and Johnsingh, 1996).

한국 산양의 경우 안정된 개체군을 유지하는 4곳(설악산, 비무장지대, 양구-화천, 울진-삼척)을 제외하고는 소규모의 개체군만이 산재해 있어, 인간의 인위적인 도움이 없을 경우 근친교배 등으로 인해 향후 20년 이내에 절멸될 위기에 처해 있는 상황이다(Yang, 2002). 러시아의 경우 1990년대 아종인 극동러시아 지역에서 산양의 개체수가 급감하고 있으며, 극동러시아지역과 라조브스키 자연보호구와 브리지간스키 산맥의 아바키모브카강과 마가리도비카강 유역에 소수의 개체가 서식하고 있는 것으로 알려져 있다(Voloshina and Myslenkov, 1992). 현재 한국내의 산양은, 전국적으로는 864~920개체, 설악산에는 232개체가 서식하는 것으로 알려져 있다(Cho, 2013).

세계자연보전연맹(IUCN), 종보존위원회(SSC)는 산양의 종 보호의 필요성을 주지하여 보호등급 1의 Vulnerable (취약)종으로 등재한 바 있으며, CITES에서도 Appendices (부속서) 1에 등재되어 있고, 우리나라에서도 멸종위기야생동물 1급(1982) 및 천연기념물 217호(1968년)로 지정하여 보호하고 있으며(Lee *et al.*, 2011a), 산림 개발에 의한 서식지 파괴 및 밀렵에 의해 개체수가 감소하고 있다(국립생물

자원관 NIBR, 2012). 또한 산양 보호를 위해 설악산 산양의 특별보호구역 설정을 위한 서식지 적합성 모형(Choi and Park, 2004)과 행동-생태학적 연구(Yang, 2002; Cho, 2013)가 수행된바 있으나, 국내 산양의 행동권 및 생태적 연구는 전무한 실정이다.

따라서 산양의 보호와 보전을 위해 산양의 행동권, 서식지 이용, 식이습성, 행동생태와 같은 기초 생태 및 행동학적 연구가 우선되어야 하지만 야생상태에서 산양을 포함한 야생동물의 생태, 행동에 관한 연구는 매우 어려운 일이다. 최근 이러한 연구를 위해 GPS collar 등 무선추적기법이 전 세계적으로 많이 활용되고 있으며, 이를 바탕으로 수집된 자료들을 통해 한국 산양의 서식지 관리 정책 및 멸종위기종이며 복원대상종인 산양의 복원과 보전을 위한, 행동특성을 파악하고 연구 하는데 목적이 있다.

연구방법

1. 연구 대상지

본 연구는 설악산국립공원에서 수행하였으며, 설악산국립공원은 외설악, 내설악, 남설악, 지역으로 구분하고, 행정구역상 동쪽지역인 외설악(속초시, 고성군), 서북쪽지역인 내설악(인제군), 남쪽지역인 남설악(양양군) 등 총 4개의 시군에 위치하며, 지리적으로는 동경 128° 15' 56"~128° 35' 53", 북위 38° 00' 06"~38° 16' 12" 위치하고 있다(KNPS, 2011).

2. 조사 기간

무선 추적은 2010년 설악산국립공원 외설악지역 저항력

Table 1. Radio telemetry gorals in Seoraksan National Park

Individual*	Sex	Age	Weight (kg)	Observation period	Rescue date
SF-02	Female	Adult	21	2010. 5 - 2011. 9	2010. 2
SF-03	Female	Adult	28.8	2010. 5 - 2011. 2	2010. 2
SM-04	Male	Juvenile	17.5	2010. 5 - 2011. 2	2010. 2

*S: Seoraksan, F: Female, M: Male

에서 폭설에 구조된 산양 3개체(Table 1)를 구조된 원서식지에 재 방사하여 행동을 추적 하였으며, SM-04, SF-03개체는 2010년 5월부터 2011년 3월까지(11개월), SF-02개체는 2010년 5월부터 2011년 9월까지(17개월) 수행되었으며, 수집된 GPS Collar의 위치좌표를 분석하였다.

3. 무선 추적

무선추적은 관찰·연구하고자 하는 대상 동물의 이동패턴이나 행동패턴에 대하여, 기존의 육안 관측과 같은 일반적인 방법이 불가능할 때 사용하는 방법 중의 하나이다(Whitaker *et al.*, 2005). 기존의 방식은 삼각측정법을 사용한 방법으로, 측정자의 측정능력, 기후, 지형, 식생밀도에 따라 수치가 다르며(Kim, 1994), 평지에서의 평균 $72\pm 87\text{m}$, 산경계부 $222\pm 155\text{m}$, 산지 $180\pm 141\text{m}$ 의 오차가 있음을 보고 하였다(Yang *et al.*, 2008). 본 연구에서의 자료 분석은 하루 8회(3h/day) 위성수신을 받은 GPS Collar 좌표만을 사용하였으며, 연구에 사용한 GPS Collar(GPS3300s, 285g LOTEK 社, Canada)는 포유류에게 발신기를 부착할 경우, 발신기의 무게가 체중의 5%를 넘으면 해당 동물의 행동에 영향을 줄 수 있다는 연구결과(Aldridge and Brigham, 1988)에 따라 285g의 발신기를 사용하여(0.9~1.0%), 발신기에 대한 거부감을 최소화 하였다.

행동권 분석에 필요한 위치지점은 최소 30개 이상의 자료의 필요성을 보고 하였고(Worton, 1989), 본 연구에 사용된 산양 3개체의 평균 위치 좌표는 1,584개의 좌표를 이용하여(SF-02, 2,073; SF-03, 1,259; SM-03, 1,420개의 위치 정보) 총 4,752개의 위치 좌표를 분석 하였다.

4. 분석 방법

본 연구에서 행동권 분석은 개체별 Minimum Convex Polygon(MCP)분석 방법을 사용하여 MCP 95%, 50% 값을 분석 하였고(Mohr, 1947; Yang *et al.*, 2008), 핵심지역이라 할 수 있는 지역의 행동권은, 추정된 값을 표현한 선을 통해 면적을 나타내는 방식을 사용하는 Fixed Kernel Home

Range Method(FK)분석 방법을 사용하여 FK 95%, 50%값을 분석 하였으며(Worton, 1995; Kernonhan *et al.*, 2001; Powell and Proulx, 2003), 수집된 GPS Collar 위치 좌표 분석 시 위성수신의 DOP(Dilution of Precision) 데이터를 사용하여 분석하였다(Licoppe and Lievens, 2001).

본 연구에서는 MCP 95%, 50% 값과 FK 95%, 50%값의 연간 행동권, 계절별 행동권을 분석 하였고, 수집된 설악산 산양 3개체의 위치좌표를 방사한 시점인 5월부터 다음해인 3월과 9월 까지 연구를 수행하여 연간 행동권을 분석하였고, 계절별 행동권은 설악산의 날씨를 토대로 봄(4/1~5/31), 여름(6/1~8/31), 가을(9/1~11/31), 겨울(12/1~3/31)로 각각 구분하여 행동권을 분석 하였으며, 월별 이용고도를 분석 하였다(Table 2). 사용된 프로그램은 Arc GIS 9. 3. 1(ESRI inc., USA)과 Extension Program 중 Home Range Tools 9를 사용하였으며, 국토지리정보원에서 발행하는 설악산국립공원지역 1:25,000 축적 수치지도에 프로그램을 사용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

1. 연간 행동권 분석

산양(n=3)의 연간 행동권 크기를 분석한 결과, 95% MCP에서 0.88km^2 , 50% MCP에서 0.27km^2 이었고, 95% FK에서는 0.43km^2 , 활동의 핵심 공간(core area)으로 볼 수 있는 50% FK에서는 0.09km^2 로 나타났다(Table 2, Figure 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, and 8). 또한 이들 연구 개체는 구조된 개체들로 방사 이후에도 구조된 지역을 크게 벗어나지 않았으며 일정 지역에서 행동하면서 개체간 행동권의 중첩을 보였다. 방사한 이후에도 기존의 구조된 지역에서 계속적으로 서식하는 것으로 분석되어, 기존 연구된 토착적인 동물로 평생을 동일한 서식권을 갖는다는 보고와도 일치하였다(Won, 1967). 월악산에 방사한 산양 암컷의 행동권이 1.44km^2 로 보고된바 있으며(Lee *et al.*, 2011a), 설악산 산양과 월악산 방사 산양은 0.5km^2 의 행동권의 차이를 나타내었다(Cho, 2013). 각 개체별 95% MCP, 50% MCP의 행동권의 크기는, SF-02번

Table 2. Annual home range sizes of three long-tailed gorals tracked with GPS collar in Seoraksan National Park

NO*	Observation period	N (point)	Home range area (km ²)			
			MCP 95%	MCP 50%	FK 95%	FK 50%
SF-02	2010. 5 - 2011. 9	2,073	1.41	0.46	0.49	0.11
SF-03	2010. 5 - 2011. 2	1,259	0.65	0.14	0.35	0.07
Mean	2010. 5 - 2011. 9	1,666	1.03	0.30	0.42	0.09
SM-04	2010. 5 - 2011. 2	1,420	0.58	0.22	0.45	0.09
Total Mean	2010. 5 - 2011. 9	1,584	0.88	0.27	0.43	0.09

*S: Seoraksan, F: Female, M: Male, N: Number of locations

개체가 95% MCP에서 1.41km², 50% MCP에서 0.46km²이었고, SF-03번 개체는 95% MCP에서 0.65km², 50% MCP에서 0.14km²이었으며, SM-04번 개체는 95% MCP에서 0.58km², 50% MCP에서 0.22km²이었다(Table 2, Figure 1, 2, 3, and 4). 각 개체별 95% FK, 50% FK의 행동권의 크기는 SF-02번 개체가 95% FK에서 0.49km², 50% FK에서 0.11km²이었고, SF-03번 개체는 95% FK에서 0.35km², 50% FK에서 0.07km²이었으며, SM-04번 개체는 95% FK에서 0.45km², 50% FK에서 0.09km²이었다(Table 2, Figure 5, 6, 7, and 8). 극동러시아의 산양 행동권 연구에서 수컷 행동권은 0.22~0.55km², 암컷 행동권의 0.05~0.16km²이고(Myslenkov and Voloshina, 1998), 중국 산양의 행동권은 수컷 0.29km², 암컷 0.22km²이며(Piao, 2013), 일본 산양은 수컷 0.13km², 암

컷 0.09km²(Jass and Mead, 2004)로 보고되었다. 한국 산양 암컷의 행동권은 MCP에서는 크지만 활동 핵심지역인 50% FK에서는 0.07km²~0.11km²로 러시아, 중국 산양보다는 적은 행동권을, 일본 산양보다는 넓은 행동권을 보였다. 이런 행동권의 차이는, 종(아종)간의 차이로 인하여 발생 할 수도 있지만 러시아, 중국, 한국, 일본의 지형학적 특성과 도로와 등산로와 같은 인간의 간섭 등으로 인하여 행동권의 크기가 차이가 있을 수 있다. 본 연구에서는 이런 요인들을 적용하지는 못했다. 또한 수컷 1개체의 행동권은 50% FK에서 0.09km²로 러시아, 중국, 일본 산양보다 작으며, 행동권 연구 개체가 아성체인 것으로 한국 산양 수컷성체의 행동권이라 할 수 없지만, 한국 산양에 관련 행동권 자료가 전무한 상황

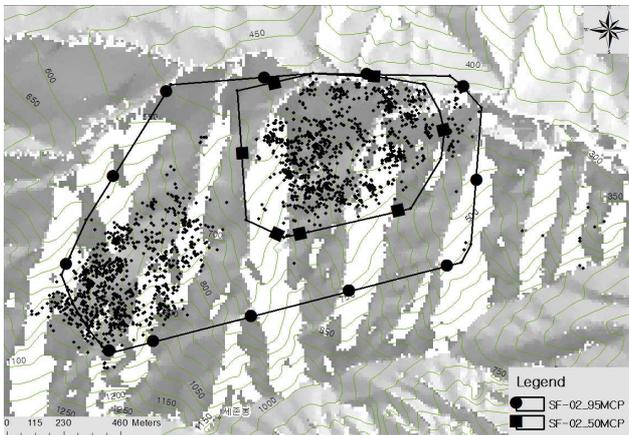


Figure 1. Annual home range sizes of MCP 95% (● 1.41km²) and 50% (■ 0.46km²) of SF-02 in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, F: Female)

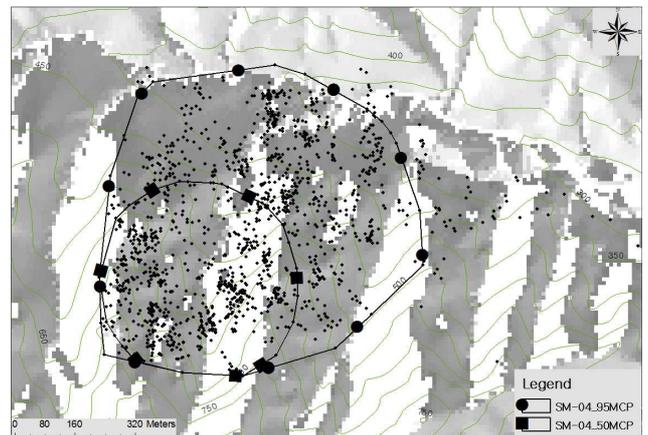


Figure 3. Annual home range sizes of MCP 95% (● 0.58km²) and 50% (■ 0.22km²) of SM-04 in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, M: Male)

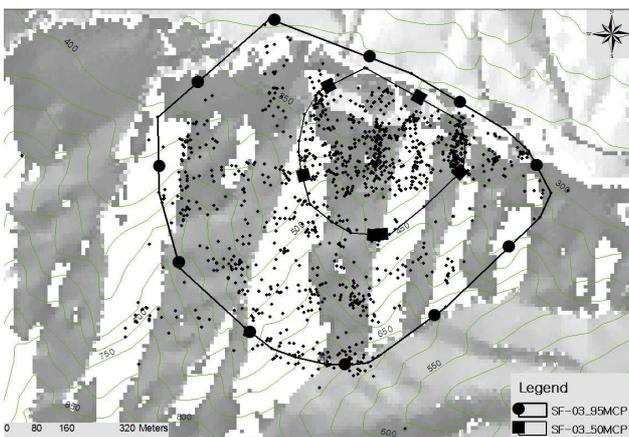


Figure 2. Annual home range sizes of MCP 95% (● 0.65km²) and 50% (■ 0.14km²) of SF-03 in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, F: Female)

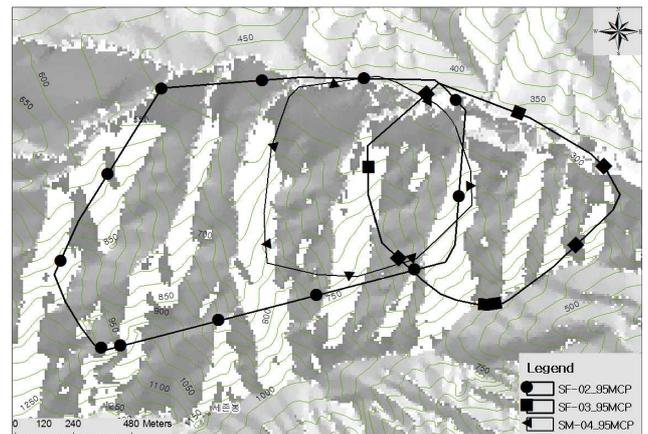


Figure 4. Annual home range sizes of MCP 95% (● SF-02 1.41km², ■ SF-03 0.65km², ◀ SM-04 0.58km²) of three gorals in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, F: Female, M: Male)

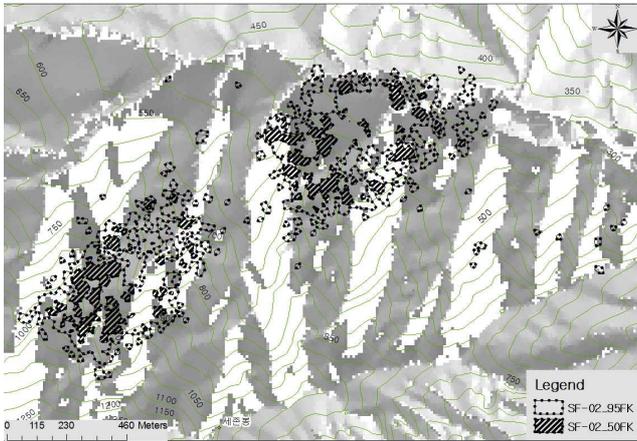


Figure 5. Annual home range sizes of the core home range areas for the goral overlapped by FK 95% (□ 0.49km²) and 50% (▨ 0.11km²) of SF-02 in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, F: Female)

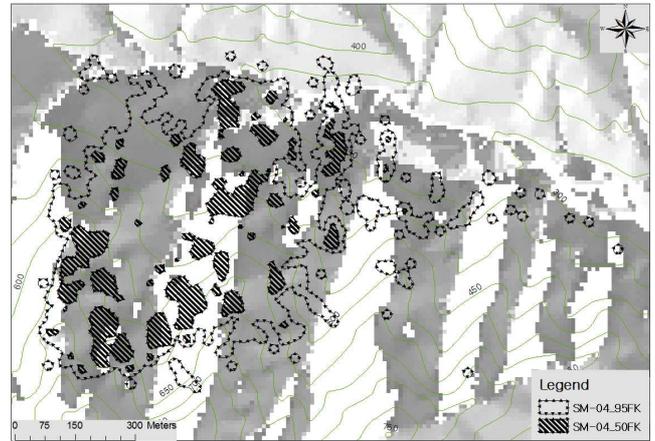


Figure 7. Annual home range sizes of the core home range areas for the goral overlapped by FK 95% (□ 0.45km²) and 50% (▨ 0.09km²) of SM-04 in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, M: Male)

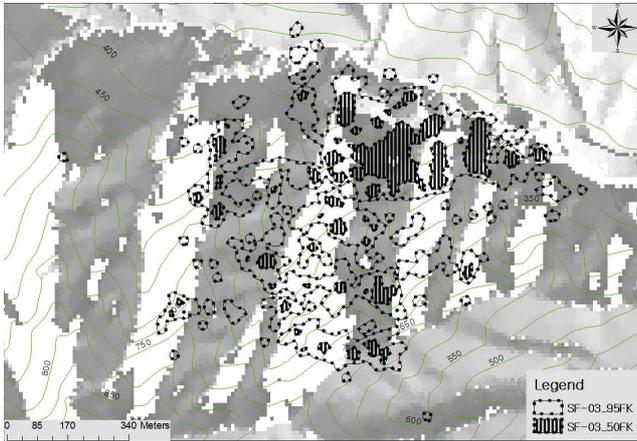


Figure 6. Annual home range sizes of the core home range areas for the goral overlapped by FK 95% (□ 0.35km²) and 50% (▨ 0.07km²) of SF-03 in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, F: Female)

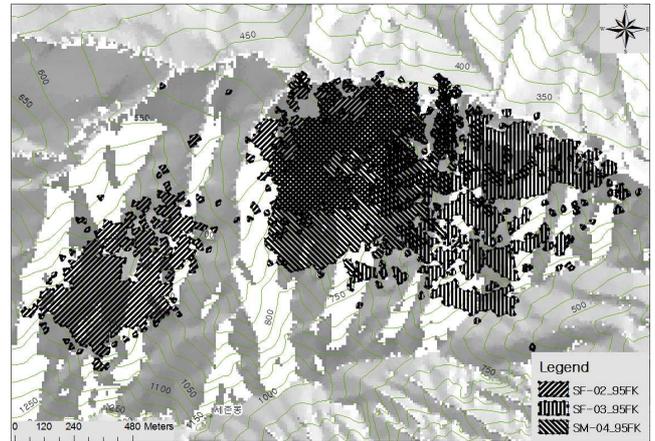


Figure 8. Annual home range sizes of three gorals inhabiting the same areas overlapped by FK 95% (▨ SF-02, 0.49km², ▨ SF-03, 0.35km², ▨ SM-04, 0.45km²) of the gorals in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, F: Female, M: Male)

으로 복원개체의 모니터링을 위한 자료의 활용이 가능할 것으로 판단되며, 지속적인 행동권의 연구를 실시하여 교미시기 및 수컷개체의 이소에 관한 생태 및 행동특성에 관한 연구가 필요 할 것이다. 본 연구에서 외국산양과 한국 산양의 행동권 차이는 직접 모니터링 방법과 위성을 통한 GPS Collar 위치좌표를 활용한 연구 방법의 차이로 판단된다.

2. 계절별 행동권

설악산 산양의 MCP 95%에서 계절별 행동권을 분석한 결과, 가을 0.63km²로 가장 넓은 행동권을 보였으며, 다음으

로 겨울 0.50km² > 봄 0.47km² > 여름 0.45km²의 순으로 나타났다(Table 3, Figure 9, 10, and 11). 한편, 주요 활동 지역이라 볼 수 있는 FK 95%에서는 가을 0.33km²로 가장 넓게 나타났고, 봄 0.23km² > 겨울 0.22km² > 여름 0.19km²로, FK 50%에서는 가을 0.07km²로 봄, 겨울 0.05km² > 여름 0.04km²로 분석 되었다(Table 3). 산양은 풀과 어린잎을 먹는 동물이며, 여름에는 대부분 이끼와 관목과 나뭇잎을 섭식하고, 가을에는 과일과 씨앗을 섭식하며, 눈이 오는 겨울철에는 코 등을 이용하여 눈 표면을 덮고 있는 눈을 헤치고 풀줄기와 관목을 섭식하고, 폭설 등 먹이자원이 부족하게 되면 낮

은 산림지대로 내려오지만 주서식지를 멀리 떠나지는 않는다고 기록되었다(Won, 1967; Mead, 1989). 본 연구에서도 3개체 모두 4계절 같은 주서식지를 이용하는 것을 확인하였으며, 암컷 2개체는 가을철 행동권이 0.76km^2 (MCP 95%), 0.23km^2 (MCP 50%), 0.34km^2 (FK 95%), 0.08km^2 (FK 50%)에서 가장 큰 행동권을 나타내었고, 수컷 한 개체는 겨울이 0.53km^2 (MCP 95%), 0.11km^2 (MCP 50%)이었고, FK 분석에서는 0.32km^2 (FK 95%), 0.07km^2 (FK 50%)였으며(Table 3), 3개체 모두 봄, 여름, 겨울철이 행동권이 작았으며 같은 지역에서 고도의 변화를 가져 왔지만, 거의 같은 서식지를 이용하였고, 설악산의 기후적 특징인 봄과 겨울철 폭설에 의해 행동권이 작아진다고 판단된다.

월악산 방사 산양의 FK 50%의 연구에서 암컷 1개체의 행동권은 여름 0.18km^2 (FK 50%), 겨울 0.23km^2 (FK 50%), 가을 0.39km^2 (FK 50%), 봄 0.38km^2 (FK 50%)의 행동권을 보고하였다(Lee *et al.*, 2011a). 본 연구에서도 설악산 산양 암컷 2개체의 경우 가을 0.08km^2 (FK 50%), 겨울 0.04km^2 (FK 50%)로 겨울철 행동권의 차이를 확인하였고, 눈이 적은 월악산

산양의 행동권이 크며, 눈이 많은 설악산 산양이 행동권이 작은 것으로 추측된다. 산양의 행동에 있어서 적설 상황이 가장 중요하고 다음으로 지형적 특징과 식물상이 중요하다고 하였는데, 적설은 먹이 이용을 악화 시키고 에너지 소모를 증가 시키며, 이동 속도와 이동거리의 감소 등의 방해 요인으로 행동권의 범위를 줄인다고 하였고, 폭설시 제일 중요한 행동의 지형적 조건은 돌출된 바위 환경이며 다음은 적합한 기후 조건이라 하였다(Myslenkov and Voloshina, 2012). 본 연구에서 FK 50% 분석에서 가을의 행동권이 넓은 것은 이러한 제한적 요인이 적은 것과 연관되어지며, 봄, 여름, 겨울철 행동권의 크기가 비슷하였지만, 성체인 암컷 2개체의 경우 겨울철 행동권이 작은 것으로 분석되었고, 저지대로의 서식지의 이동을 확인 하였다. 겨울철 기후 조건 중 적설량에 영향을 받으며, 폭설시 돌출된 바위 등에 한정적으로 서식하게 되어 행동권이 작아지고 서식지의 이동이 있는 것으로 판단된다. 따라서 계절별 행동권은 지역적 이동도 포함되어지므로 계절별 차이에 따른 경사도, 향, 수계와의 거리, 도로와의 거리등의 추가적 분석이 필요할 것

Table 3. Seasonal home range sizes of three long-tailed gorals with GPS collar in Seoraksan National Park, Korea

NO*	N(point)	Spring (4/1-5/31)				Summer (6/1-8/31)				Fall (9/1-11/30)				Winter (12/1-3/31)			
		MCP 95%	MCP 50%	FK 95%	FK 50%	MCP 95%	MCP 50%	FK 95%	FK 50%	MCP 95%	MCP 50%	FK 95%	FK 50%	MCP 95%	MCP 50%	FK 95%	FK 50%
SF-02	2,072	1.10	0.17	0.42	0.09	0.53	0.07	0.20	0.05	0.91	0.24	0.32	0.07	0.53	0.16	0.18	0.04
SF-03	1,262	0.06	0.02	0.06	0.01	0.43	0.09	0.24	0.06	0.60	0.22	0.35	0.08	0.43	0.05	0.16	0.03
Mean	3,334	0.58	0.10	0.24	0.05	0.48	0.08	0.22	0.06	0.76	0.23	0.34	0.08	0.48	0.11	0.17	0.04
SM-04	1,420	0.25	0.04	0.21	0.05	0.38	0.08	0.13	0.03	0.37	0.17	0.34	0.07	0.53	0.11	0.32	0.07
Total mean	4,754	0.47	0.08	0.23	0.05	0.45	0.08	0.19	0.04	0.63	0.21	0.33	0.07	0.50	0.11	0.22	0.05

*S: Seoraksan, F: Female, M: Male, N: Number of locations, MCP, FK (km^2)

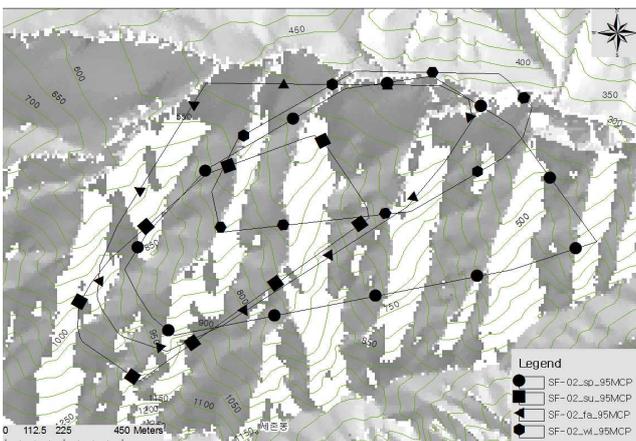


Figure 9. Seasonal home range sizes of MCP 95% (● 1.10km^2 in spring ■ 0.53km^2 in summer ▲ 0.91km^2 in fall ● 0.53km^2 in winter) of SF-02 in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, F: Female)

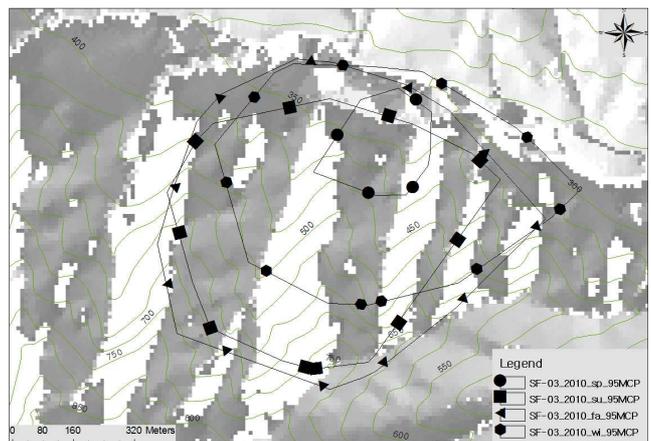


Figure 10. Seasonal home range sizes of MCP 95% (● 0.06km^2 in spring ■ 0.43km^2 in summer ▲ 0.60km^2 in fall ● 0.43km^2 in winter) of SF-03 in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, F: Female)

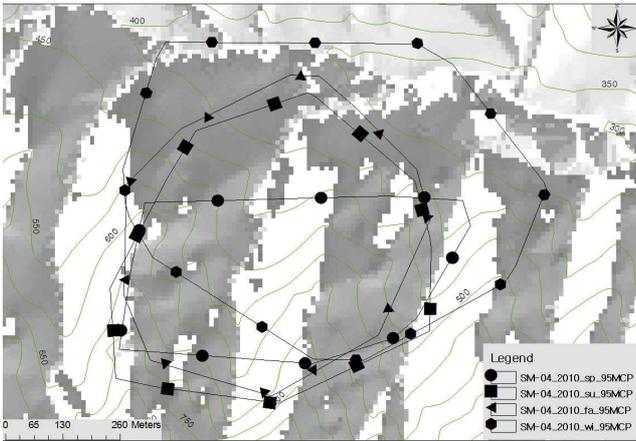


Figure 11. Seasonal home range sizes of MCP 95% (● 0.47km² in spring ■ 0.45km² in summer ▲ 0.63km² in fall ◆ 0.53km² in winter) of SM-04 in Seoraksan National Park, Korea (S: Seoraksan, M: Male)

로 판단된다.

3. 이용 고도(Elevation)

산양의 이용고도에 대한 연구에서 월악산 방사 산양은 해발고도 600m~700m 고도를 주로 이용하며(Cho, 2013), 오대산 산양의 경우 900m~1,000m를 이용하고(Lee *et al.*, 2011b), 설악산 연구 결과에서 산양의 흔적이 해발고도 700m~800m 구간에서 높게 나타난다(Choi and Park, 2004). 그러나 본 연구에서는 설악산 산양의 3개체에 대한 연구로 설악산 흔적에 의한 분석과는 차이는 있지만 고도가 400m~600m 구간을 가장 많이 이용 하였으며, 지역적인 특징에 따라 차이를 보이는 것으로 판단된다. Park(2011)은 산양은 고도보다 서식지의 지형적 특징이 서식지 선택에 영향을 주는 것으로, 고도는 300~500m를 이용하였다고 보고 하였다. 본 연구 지역도 산양이 선호하는 암반지역과 수계들이 형성되어 있어 산양이 서식하기 좋은 곳으로, 고도에 관계없이 서식 하는 것을 확인 하였다(Table 4, Figure 12).

또한 파키스탄의 Himalayan goral은 계절적 고도 변동에 따른 집단이동을 하며(Fakhar, 2012), 태국의 경우 이용 고도 1,500m~1,800m을 이용하고 우기에 저지대로 건기에 고지대로의 고도의 변화를 보고 하였다(Chaiyarat *et al.*, 1999). 본 연구에서는 뚜렷한 4계절이 있는 한국 산양과 외국 산양간의 정확한 비교는 불가하였지만, 월별 계절별 이용고도는 여름철 서식지에서 가장 높은 지형으로 이동을 하며, 10월 중순부터 이용고도가 낮아지기 시작하여 여름에는 평균 616m, 겨울은 평균 415m, 1월과 2월에 200m 이상 여름과 겨울의 고도 차이를 보였다(Table 4, Figure 12). 또한 산양의 월동기의 먹이가 산양 서식지의 제한인자로 작용한다고 보고 하였는데(Yang, 2002), 겨울철(1~3월)에는 설악산 산양 3개체 모두 저지대를 이용하는 것은 기후적인 원인이 큰 것으로 판단되며, 극동러시아의 경우에도 겨울철 폭설이 산양의 서식지 제한요인으로서 작용하고 눈이 빨리 녹는 저지대의 남사면을 이용한다고 보고 하였다(Nasimovich, 1955). 따라서 설악산 산양도 식물이 눈이 빨리 녹는 저지대부터 먼저 성장하는 것과, 계절별 고도의 변화가 연관이 있는 것으로 생각되며, 행동권 분석과 산양의 먹이자원에 관한 식물의 모니터링을 병행하여 연구가 진행되어야 한다고 판단된다.

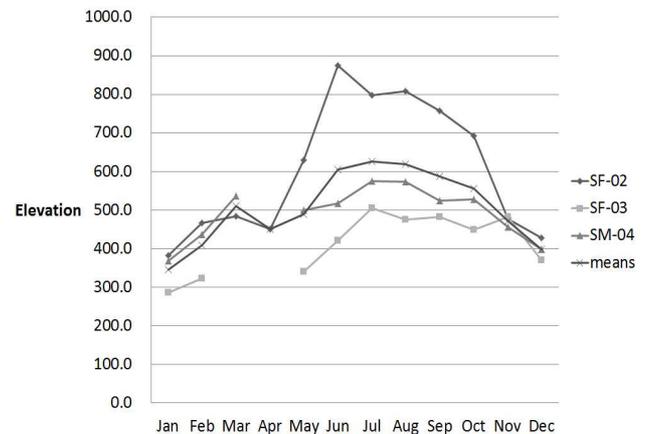


Figure 12. Monthly used altitudes by gorals (S: Seoraksan, F: Female, M: Male)

Table 4. Monthly used altitudes by gorals

(Unit: m)

NO*	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Means	346.0	408.5	510.6	450.3	490.1	604.1	625.5	619.2	587.4	556.6	472.0	398.4
SF-02	383.3	466.9	484.5	450.3	630.2	874.5	797.0	808.5	756.8	692.8	477.5	427.8
SF-03	287.0	322.1	-	-	340.0	420.9	504.8	475.3	482.0	449.8	483.0	369.4
SM-04	367.7	436.4	536.7	-	500.2	516.9	574.7	573.8	523.5	527.2	455.5	398.1
Point	475	270	115	169	504	481	487	492	434	458	421	446

*S: Seoraksan, F: Female, M: Male

4. 최종 결론

본 연구는 멸종위기에 처한 산양의 행동특성 연구를 통해 우리나라에서 수행 중이거나, 계획단계에 있는 야생동물 복원을 위한 객관적 자료로 활용하고자 수행되었다. 특히 연간, 계절별 행동권과 이용 고도 등의 행동 특성에 관한 분석은 향후 복원 대상 동물종의 생태와 서식지 요구조건에 대한 기본적인 자료로 복원 대상지 선정을 위한, 서식지 적합성 평가 등에도 중요한 자료로 활용될 것이라 판단되며, 분석된 산양 3개체가 한국산양의 행동권이라고 일반화하기에 무리가 있으므로, 향후 더 많은 산양개체의 행동권을 지속적으로 분석하여 신뢰도를 높이는 것이 필요하다고 판단된다. 또한 현재 산양복원사업을 진행함에 있어, 산양 행동권 연구는 GPS Collar의 교체를 위한 직접 포획을 해야 하는 위험부담과, 지속적 연구를 위한 장비의 보강이 필요하고, 지역적으로 분포하는 한국 산양의 연구를 수행하여 행동권 비교 분석이 필요 할 것으로 판단된다.

LITERATURE CITED

- Aldridge, H.D. J.N. and R.M. Brigham(1988) Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: A test of the 5% "rule" of radio-telemetry. *J. Mamm.* 69(2): 379-382.
- Chaiyarat, R., W. Laohajinda and U. Kutintara(1999) Ecology of the Goral (*Naemorhedus goral*) in Om Koi wildlife sanctuary, Thailand. *NAT. Hist. Bull. Slim. Soc. Winter* 47: 191-205.
- Cho, C.U.(2013) Systematic Study on the Long-tailed Goral (*Naemorhedus caudatus*), with Ecology and Conservation Plan. Ph. D. Dissertation, Chungbuk Nat'l Univ. pp. 72-119. (in Korean with English abstract)
- Choi, T.Y. and C.H. Park(2004) Korea goral potential habitat suitability model at Soraksan National Park using fuzzy set and multi-criteria evaluation. *The Korean Institute of Landscape Architecture* 32(4): 28-37. (in Korean with English abstract)
- Fakhar-I-Abbas.(2012) Status of Himalyan Grey Goral with Reference to Pakistan. The 1st "Goral and serow Day" and International Symposium for Conservation of Goral and Serow, 43pp.
- Jass, C.N. and J.I. Mead(2004) Mammalian species. *American Society of Mammalogists* 750: 1-10.
- Kernohan, B.J., R.A. Gitzen and J.J. Millspaugh(2001) Analysis of Animal Space Use and Movements. Academic Press, pp. 125-166.
- Kim, W.M.(1994) An application of radio- telemetry technique for habitat use of boars (*Sus scrofa coreanus heude*). Ph. D. Dissertation, Korea Univ., pp. 24-27. (in Korean with English abstract)
- KNPS(2011) 2010 Annual Monitoring Report of Amur Goral. Korea National Park Service, 7pp. (in Korean)
- Lee, B.K., J.J. Yang, C.U. Cho, S.J. Lim, G.H. Gyun and A.N. Lee(2011b) Study on the habitat using of Common Goral (*Naemorhedus caudatus*) in Odaesan National Park. *Pro. Kor. Soc. Env. Eco.* 21(2): 208-211. (in Korean)
- Lee, B.K., Y.U. Lee, C.U. Cho, Y.M. Kim, C.H. Bae, G.H. Gyun and A.N. Lee(2011a) Analysis for behavioral characteristics of Common Goral (*Naemorhedus caudatus*) in the Woraksan National Park. *Pro. Kor. Soc. Env. Eco.* 21(1): 69-71. (in Korean)
- Licoppe, A.M. and J. Lievens(2001) The First Tracking Results from a Female Free-ranging Red Deer (*Cervus elaphus L*) Fitted with GPS Collar in Ardenne, Belgium. *TRACKING ANIMALS WITH GPS*, pp. 25-27.
- Lovari, S. and M. Apollonio(1993) Notes on the ecology of gorals in two areas of Southern Asia. *Rev. Ecol.* 48: 365-374.
- Mead, J.I.(1989) *Nemorhaedus-Goral*, mammalian species. *American Society of Mammalogists* 335: 1-5.
- Mishra, C. and A.J.T. Johnsingh(1996) On habitat selection by the Goral, *Nemorhaedus Goral Bedfordi* (Bovidae, Artiodactyla). *Journal of Zoology (London)* 240: 573-580.
- Mohr, C.O.(1947) Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Midland Naturalist* 37: 233-249.
- Myslenkov, A.I. and V. Voloshina(1998) Sexual behaviour of Amur goral. *Proc. 2nd World Conf. Mt. Ungulates*, pp. 75-80.
- Myslenkov, A.I. and V. Voloshina(2012) Ecology and Behaviour of Amur Goral. *Korean Studies Information Co.*, pp. 194-195. (in Korean)
- Myslenkov, A.I. and V. Voloshina(1989) Ecology and Behaviour of the Amur Goral. *Nauka, Moscow*, pp. 1-128.
- Nasimovich, A.A.(1955) Role of Snow Cover Conditions in the Life of Ungulates within USSR Territory. *Lzd. AN SSSR. Moscow*, 371pp.
- NIBR(2012) Red Date Book of Endangered Mammals in Korea. NIBR, 49pp. (in Korean with English summary)
- Nowak, R.M.(1999) Walker's Mammals of the World. vol. 2 (6th ed). The John Hopkins University Press, London, pp. 1209-1212.
- Park, H.B.(2011) The Habitat-using Characteristics of Long-tailed-goral (*Naemorhedus caudatus*) in the Northern of Gyeongbuk Province and the Effect of Climate Change. Master's Thesis, Gyeongbuk Univ., pp. 19-25. (in Korean with English abstract)
- Piao, R.(2013) The geographical distribution and population size of goral genus in china. *International symposium for biodiversity enhancement and sustainable development, Session-3*, 40pp.

- (in Korean with English abstract)
- Powell, R.A. and G. Proulx(2003) Trapping and marking terrestrial mammals for research; Integrating ethics, performance criteria, techniques, and common sense. *ILAR Journal* 44: 259-276.
- Voloshina, I.V. and A.I. Myslenkov(1992) Theoretical and practical aspects of goral reintroduction. In: *The Amur Goral*, pp. 123-131.
- Whitaker, D.M., D.F. Stauffer, T.D. Fearer and M.C. Reynolds (2005) Factors Affecting the Accuracy of Location Estimates Obtained using Mobile Radio Tracking Equipment. Virginia Tech. Blacks burg, USA. 29pp.
- Wilson, D.E. and D.M. Reeder(2005) *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed.). Smithsonian Institution Press, pp. 406-407.
- Won, P.H.(1967) "The Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea" Publication of Volume 7. Minister of Education, pp. 59-65. (in Korean)
- Worton, B.J.(1989) Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-rang studies. *Ecology* 70: 164-168.
- Worton, B.J.(1995) Using monte carlo simulation to evaluate kernel based home-rang estimators. *Journal of Wildlife Management* 59: 794-800.
- Yang, B.K.(2002) *Systematic, Ecology and Current Population Status of the Goral, Naemorhedus caudatus, in Korea*. Ph. D. Dissertation, Chungbuk Nat'l Univ., pp. 29-58. (in Korean with English abstract)
- Yang, D.H., B.H. Kim, D.H. Jung, H.D. Jeong, W.J. Jeong and B.K. Lee(2008) The studies on characteristics of home range size and habitat use of the Asiatic Black Bear released in Jirisan. *Kor. J. Env. Eco.* 22(4): 427-434. (in Korean with English abstract)