

경북북부지역(울진) 산양(*Naemorhedus caudatus*) 암·수 한 쌍의 행동권 및 고도변화에 따른 행동권 분석*

조재운^{1*} · 김기윤¹ · 김규철¹ · 김현민² · 안재용³ · 이배근⁴ · 박종길¹

Home Range Analysis of a Pair of Gorals (*Naemorhedus caudatus*) Using GPS Collar According to the Elevation Change, in the North Gyeongbuk Province(Uljin) of Korea*

Chea-Un CHO^{1*} · Ki-Yoon KIM¹ · Kyu-Cheol KIM¹ · Hyun-Min KIM²
Jae-Yong AN³ · Bae-Keun LEE⁴ · Jong-Gil PARK¹

요 약

경북북부지역 산양 암·수 한 쌍(n=2)의 연구를 통해 한국 산양의 복원 및 보전을 위한 생태적 특성을 파악하고자 실시하였으며, 산양 한 쌍의 행동권, 계절별 행동권, 서식지 이용특성 등을 분석하기 위하여, 2013년 6월부터 2014년 7월까지 울진 지역에서 GPS collar 발신기를 이용하여 1년간 수행하였다. 분석결과, 산양 한 쌍의 행동권은 MCP 95% $1.38 \pm 0.24 \text{ km}^2$, FK 95% $0.81 \pm 0.09 \text{ km}^2$, FK 50% $0.15 \pm 0.16 \text{ km}^2$ 로 분석되었다($t=8.118$, $p>0.05$). 계절별 행동권은 MCP 95%에서 겨울 $0.74 \pm 0.31 \text{ km}^2$ > 봄 $0.71 \pm 0.27 \text{ km}^2$ > 가을 $0.61 \pm 0.06 \text{ km}^2$ > 여름 $0.27 \pm 0.04 \text{ km}^2$ ($F=2.135$ $p>0.05$)로 분석되어, 겨울의 행동권이 가장 크고, 여름이 가장 작았다. 서식지 이용특성 중 계절별 이용 평균고도는 수컷은 여름($440.18 \pm 71.32 \text{ m}$), 암컷은 봄($727.25 \pm 99.98 \text{ m}$), 가장 낮은 고도는 수컷은 봄(372.72 ± 70.79), 암컷은 가을($664.60 \pm 139.71 \text{ m}$)로 분석되어 계절별 차이를 나타내어, 암·수 모두 고도변화에 따른 연간 및 계절별 행동특성의 상관성의 차이를 알 수 있었다. 본 연구에서 서식지 내 먹이와의 상관관계, 서식지 교란의 변화 양상 등에 대해서는 명확하게 밝혀내지는 못했지만, 연구 자료를 기반으로 경북북부지역 산양의 행동권 및 서식지 이용 등을 파악 할 수 있었다.

주요어 : 행동권, 계절별, 고도, 발신기

2014년 12월 25일 접수 Received on December 25, 2014 / 2015년 2월 25일 수정 Revised on February 25, 2015 / 2015년 3월 11일 심사완료 Accepted on March 11, 2015

* 본 연구는 울진 산양 서식실태 및 행동특성 연구의 연구비 지원으로 수행되었음.

1 국립공원관리공단 종복원기술원 Species Restoration Technology Institute, Korea National Park Service

2 대구지방환경청 Daegu Regional Environmental Office, Ministry of Environment

3 (사)한국산양보호협회 Association of Korean Goral Conservation

4 국립생태원 동물관리처 Office of Animal Care, National Institute of Ecology

* Corresponding Author : goral71@naver.com

ABSTRACT

This study was carried out to understand ecological characteristics of Korean goral such as home range, seasonal home range and habitat use and used for Korean goral restoration and conservation, through a pair of gorals in the north Gyeongbuk province of Korea. With data from GPS collars, we analyzed the behavioral characteristics of the endangered Korean gorals(n=2) in Uljin area from June 2013 to July 2014. As a result, their home range was $1.38 \pm 0.24 \text{ km}^2$ in MCP 95%, $0.81 \pm 0.09 \text{ km}^2$ in FK 95% and $0.15 \pm 0.16 \text{ km}^2$ in FK 50% ($t=8.118$, $p>0.05$). Seasonal home range for MCP 95% was $0.74 \pm 0.31 \text{ km}^2$ (winter) $> 0.71 \pm 0.27 \text{ km}^2$ (spring) $> 0.61 \pm 0.06 \text{ km}^2$ (autumn) $> 0.27 \pm 0.04 \text{ km}^2$ (summer) ($F=2.135$ $p>0.05$). It showed that home range in winter was the largest and that in summer was the smallest. Mean elevation of male for seasonal habitat use was $440.18 \pm 71.32 \text{ m}$ in summer and that of female was $727.25 \pm 99.98 \text{ m}$ in spring. The lowest altitude for male was 372.72 ± 70.79 and female was $664.60 \pm 139.71 \text{ m}$. It meant that there were seasonal change and thus annual and seasonal behavior characteristics for both sexes had different correlation according to elevation change. Although in this study the correlation with prey in habitat and the changes of habitat disturbance were not clearly investigated, We could understand goral home range and habitat use through research data.

KEYWORDS : Home range, Seasonal, Elevation, Transmitter

서론

한국에 서식하는 산양(*Naemorhedus caudatus*)은 1종이며, 세계적으로 산양은 4개의 종으로 분류된다(Wilson and Reeder, 2005). Himalayan goral(*Naemorhedus goral*)은 북서 인도, 네팔, 파키스탄에, Red Goral(*Naemorhedus baileyi*)은 중국 운남성과 티벳, 인도북서부 미얀마에, Chinese Goral(*Naemorhedus griseus*)은 버마, 중국, 인도, 태국, 베트남, 라오스에 분포하며, Long-tailed Goral(*Naemorhedus caudatus*)은 극동러시아, 중국, 태국 서부 지역, 한반도 지역에 서식한다(Cho, 2013). 신석기와 청동기 시대로 추측되는 울산 반구대 암각화에 새겨진 산양의 형태와 그림 중 대부분이 식용이 되는 순한 초식동물들로 구성되어 있음을 미루어볼 때, 산양은 오랜 시간 한반도에 서식하였고, 중요한 사냥

대상종이었다는 것을 알 수 있다(Rhee, 2004). 근대에 들어, 산양은 설악산, 오대산, 대관령, 태백산 일대에서 그리 많지 않은 수가 있었으나, 1964~65년 대폭설로 말미암아 포획된 개체가 약 6,000마리에 달한다고 한다(Won, 1967). 국내 산양은 전국적으로 684-920개체의 서식을 추정하고 있으나(Cho, 2013), 100개체 이상 분포하는 지역(양구-화천, 설악산, 비무장지대, DMZ, 울진-삼척)을 제외하면 다른 지역의 개체군은 Shaffer(1981) 및 Berger(1990)가 보고한 최소생존개체군(Minimum Viable Population, MVP)에 훨씬 못 미치기 때문에 그 지역의 개체군만으로는 지속적 생존이 불가능할 것으로 판단된다(Yang, 2002). 벌목, 경작, 밀렵이 위협 요인으로 작용하여(IUCN 2015), 개체수가 줄고 있는 산양은 멸종위기야생동물 I급(1982), 천연기념물 217호(1968)로 지정하여 보호하고 있다(Lee et al., 2011). 본 연구가 진행된 울진

-삼척 지역은 국내 산양 서식지 중 비교적 큰 규모의 산양 개체군이 유지되고 있는 곳으로 100개체 이상의 서식을 보고 했으며(Yang, 2002), 2010년 폭설 당시 25개체가 폐사체로 발견되었고, 광산, 도로와 임도, 등산과 관광, 간벌과 숲 가꾸기 등으로 보고 있으며(Ministry of Environment, 2012), 80년대와 90년대 도시화의 발전으로 평균기온이 0.5~1.2℃ 상승한 하였고(Kim and Kim, 2013), 보전정책 수립 및 대책 마련이 시급한 실정이다. 산양의 보전 및 보호를 위해 산양의 행동권, 서식지 이용, 식이습성과 같은 기초 생태 및 행동학적 연구가 우선시 되어야 하지만, 직접관찰이 어려운 대형 포유동물은 흔적 조사가 주로 수행되기 때문에(Brown *et al.*, 1992; Yang *et al.*, 2008), 흔적 조사가 가능하지만 기초자료가 될 수 있는 국내 산양의 행동권 및 생태적 연구는 미흡한 실정이다. 현재 이러한 어려움을 해소하는 방법으로 GPS collar 등을 이용한 무선추적기법(Cho *et al.*, 2014), GIS 프로그램을 이용한 동물서식도 분석을 이용한다(Park and Kim, 2011). 2013년 6월 울진에 방사한 산양 암·수 한 쌍에 GPS collar를 부착 후 방사하여 위치추적 및 모니터링을 실시하였고, 2013년 6월부터 2014년 7월까지 1년이 넘는 기간 동안 축적된 자료를 토대로 한국 내 산양 최대 서식지 중 하나인 울진 지역의 산양 보전 및 관리 방안 마련을 하고자, 행동특성 및 서식지 이용특성 등 기초적인 자료를 제시하는데 본 연구의 목적이 있다.

연구방법

본 연구가 진행된 울진지역은 평균기온 12.5℃, 최고기온 17℃로, 지리적으로는 한반도 중부에, 지형적으로는 해안 지방에 위치하고 있고, 동경 129° 04' 30" ~ 129° 29' 30", 북위 36° 38' 00" ~ 37° 06' 40" 위치하여 행정구역상 경상도 동북단으로 동쪽으로 동해,

서쪽으로 봉화군, 남쪽으로 영덕군, 북쪽으로 강원도 삼척시와 접하고 있다.

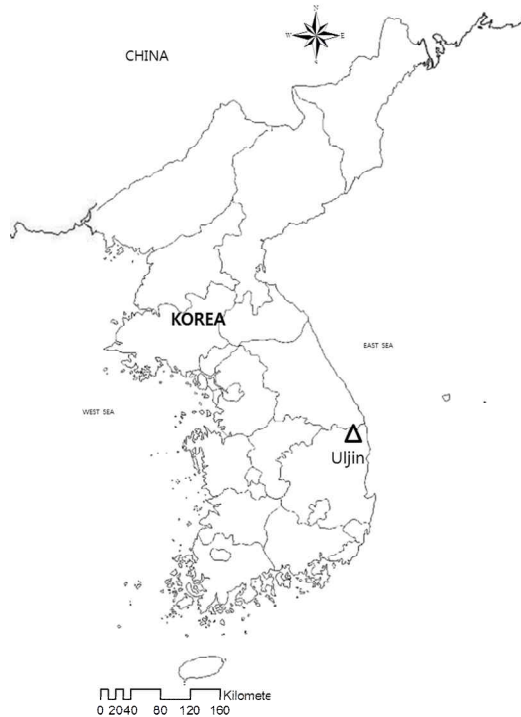


FIGURE 1. Location and grid map of the research sites

본 연구 수행은 2012년 3월(암컷), 4월(수컷)에 경북 울진군 두천리(찬물내기계곡) 및 상당리(구수곡계곡) 지역에서 탈진 및 영양실조 등에 의해 쓰러져 있는 산양이 지역주민에 의해 구조되어 국립공원관리공단 중북원기술원(북부복원센터)에서 치료 및 회복 후 구조된 지역의 원서식지에 재 방사였고, 방사 산양 한 쌍에 GPS collar(Global Star Track S, LOTEK 社, Canada)를 부착하여, 2013년 6월 방사일로부터 2014년 7월까지 모니터링을 통한 좌표 및 웹으로 수집된 위치좌표를 분석하였다. 발신기는 1일 6point 저장되도록 설정하였고, 위치좌표 데이터는 방사 시 부착된 GPS collar의 위성수신 좌표를 정리하여 분석하였다.

수신기는 IC-R20(i Com Co., Japan), 휴대용 3소자 Yagi 안테나(3-Element Yagi, ATS Inc. USA), 차량에 부착 후 위치신호 수신 가능한 차량용 수신안테나(Roof mounted antennas, Omni-directional whip antenna), 컴퍼스(Eye compass, Silva Inc. Sweden)를 이용하여 현장에서 개체의 방향을 판단하고, 기기 이상 유무 및 위치를 확인 하였다. 본 연구에서의 GPS collar 발신기는 포유류에 발신기를 부착할 경우, 발신기의 무게가 체중의 5%를 넘으면 해당 동물의 행동에 영향을 줄 수 있다는 연구결과(Aldridge and Brigham, 1988)에 따라 520g의 발신기를 사용하여(1.7%), 발신기에 대한 거부감을 최소화 하였다. 행동권 분석에 필요한 위치지점은 최소 30좌표 이상의 자료의 필요성을 보고 하였는데(Worton, 1989), 본 연구에 사용된 산양의 위치 좌표는 수컷 1,695개, 암컷 1,722개의 좌표를 이용하여 총 3,417개의 위치 좌표를 분석 하였다. 본 연구에서 행동권 분석은 개체별 Minimum Convex Polygon(MCP)분석 방법을 사용하였고(Mohr, 1947; Yang *et al.*, 2008), 추정값을 표현한 선을 통해 면적을 나타내는 방식을 사용하는 Fixed Kernel Home Range Method(FK)분석 방법을 사용하여(Worton, 1995; Kernonhan *et al.*, 2001; Powell and Proulx, 2003), DOP(Dilution of Precision) 6이하의 데이터를 분석하였다(Licoppe and Lievens, 2001). 본 연구에서는 MCP, FK 95%, FK 50%값의 연간 행동권, 계절별 행동권을 분석하였으며, 계절별 행동권은 한국의 날

씨를 토대로 봄(3/1~5/31), 여름(6/1~8/31), 가을(9/1~11/31), 겨울(12/1~2/29)로 구분하여, 고도 및 고도의 계절별 이용특성을 분석하였다(표 2). 행동권 분석은 국토지리정보원에서 발행하는 울진지역 1:25,000 축적 수치지도에 Arc GIS 9. 3. 1(ESRI inc., USA)을 사용하여 DEM(해상도 10m)을 제작하였고, Extension Program 중 Home Range Tools 9를 사용하여 개체간, 계절간 행동권 및 고도 변화 양상 등을 분석하였고, SPSS 20.0을 사용하여 t-test와 Two-Way ANOVA 검정을 실시하였고, 유의적인 차이를 보인 항목에 대해서는 LSD검정을 실시하였다.

분석결과

1. 행동권 및 주요 서식지

울진 산양 한 쌍의(n=2) 행동권 분석 결과 MCP 95%에서 $1.38 \pm 0.24 \text{ km}^2$, FK 95%에서는 $0.81 \pm 0.90 \text{ km}^2$, 활동의 핵심 공간(core area)으로 볼 수 있는 FK 50%에서는 $0.15 \pm 0.16 \text{ km}^2$ 로 나타났으며(표 1, 그림 2, 3), 암수의 행동권은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고($t=8.118$, $p>0.05$), 수컷이 암컷보다 행동권이 큰 것으로 나타났다. 산양의 핵심구역을 분석하기 위하여 FK 분석을 실시한 결과 수컷은 많은 지역을 다니며 주요 핵심 지역은 크게 2지역으로 넓게 나타났고, 암컷은 핵심지역이 3개 지역으로 나타나 주요서식지역을 분할하여 사용하였다.

TABLE 1. Annual home range sizes of a pair of gorals with GPS collar in Korea

| NO* | Observation period (month) | N (point) | Home range area (km ²) | | |
|------------|----------------------------|-----------|------------------------------------|--------|--------|
| | | | MCP 95% | FK 95% | FK 50% |
| F-01 | 2013. 06. - 2014. 07.(14) | 1,722 | 1.21 | 0.17 | 0.03 |
| M-01 | 2013. 06. - 2014. 07.(14) | 1,695 | 1.55 | 1.44 | 0.26 |
| Total Mean | 2013. 06. - 2014. 07. | 3,417 | 1.38 | 0.81 | 0.15 |
| sd | | | 0.24 | 0.90 | 0.16 |

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

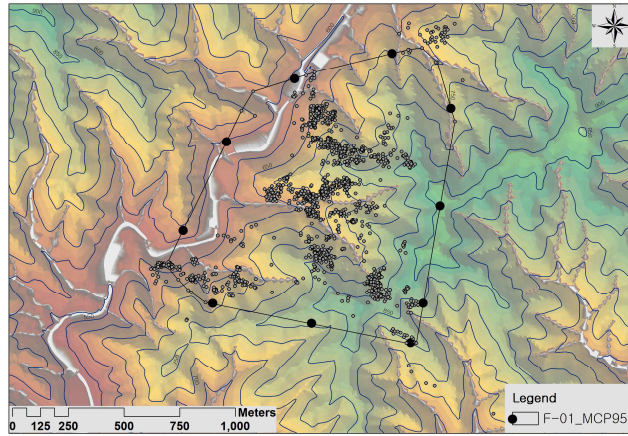


FIGURE 2. Home range of female goral(F-01) in MCP 95%

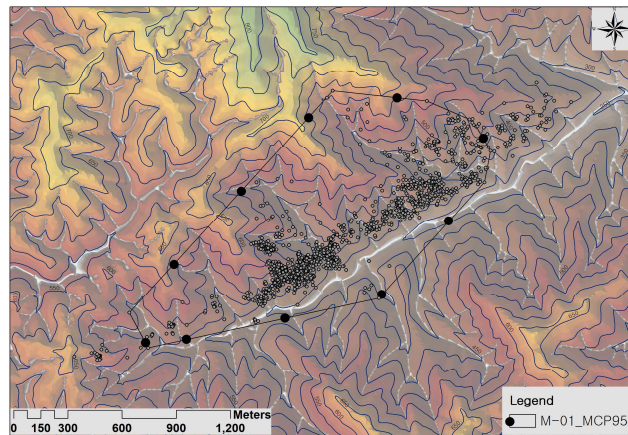


FIGURE 3. Home range of male goral(M-01) in MCP 95%

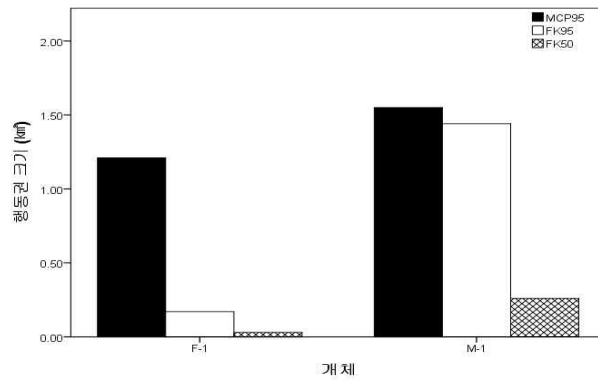


FIGURE 4. Home range size of a pair of gorals

TABLE 2. Seasonal home ranges of a pair of gorals

| NO* | N(point) | Spring (3/1~5/31) | | | Summer (6/1~8/31) | | | Autumn (9/1~11/30) | | | Winter (12/1~2/29) | | |
|------|----------|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | | MCP 95% | FK 95% | FK 50% | MCP 95% | FK 95% | FK 50% | MCP 95% | FK 95% | FK 50% | MCP 95% | FK 95% | FK 50% |
| F-01 | 1,722 | 0.52 | 0.09 | 0.02 | 0.24 | 0.06 | 0.01 | 0.56 | 0.05 | 0.01 | 0.95 | 0.11 | 0.02 |
| M-01 | 1,695 | 0.90 | 0.42 | 0.09 | 0.30 | 0.23 | 0.05 | 0.65 | 0.18 | 0.04 | 0.52 | 0.09 | 0.02 |
| Mean | 3,417 | 0.71 | 0.26 | 0.05 | 0.27 | 0.14 | 0.03 | 0.61 | 0.12 | 0.02 | 0.74 | 0.10 | 0.02 |
| sd | | 0.27 | 0.23 | 0.05 | 0.04 | 0.12 | 0.03 | 0.06 | 0.09 | 0.02 | 0.31 | 0.02 | 0.00 |

*F: Female, M: Male, N: Number of locations, MCP, FK (km²)

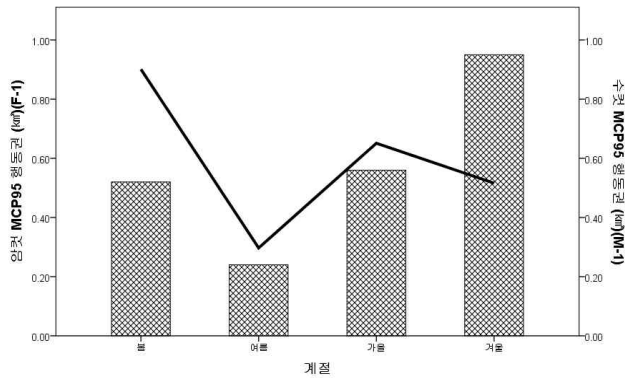


FIGURE 5. Seasonal home range of a pair of gorals

2. 계절별 행동권 크기

울진에서 채방사된 산양 한 쌍의(n=2) 계절별 행동권 분석 결과, MCP 95%에서 겨울 0.74±0.31km²로 가장 넓은 행동권으로 분석되었고, 봄 0.71±0.27km² > 가을 0.61±0.06km² > 여름 0.27±0.04km²의 크기로 나타나 유의적인 차이를 보이지 않았다(F=2.135 p>0.05). 한편, 주요 활동 지역이라 볼 수 있는 FK 95%에서 봄 0.26±0.23km² > 여름 0.14±0.12km² > 가을 0.12±0.09km² > 겨울 0.10±0.02km²로 (F=0.517, p>0.05), 핵심 지역이라 할 수 있

는 FK 50%에서는 봄 0.05±0.05km² > 여름 0.03±0.03km² > 가을 0.02±0.02km², 겨울 0.02±0.00km²로 (F=0.603, p>0.05)로 나타났다(표 2, 그림 5).

3. 이용 고도

산양 한 쌍 중 수컷의 고도 이용은 419.59±77.05m이고, 암컷은 693.41±141.44m의 평균 고도 범위를 이용 하였다(그림 6). 또한 계절별 서식지 고도를 보면(표 3), 수컷의 평균 이용 고도는 봄 372.72±70.79m, 여름철

TABLE 3. Seasonal elevation change of a pair of gorals

| Individual | Spring (3/1~5/31) | | | Summer (6/1~8/31) | | | Autumn (9/1~11/30) | | | Winter (12/1~2/29) | | |
|------------|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | n | mean | ±SD | n | mean | ±SD | n | mean | ±SD | n | mean | ±SD |
| F-01 | 448 | 727.25 | 99.98 | 382 | 678.94 | 150.16 | 243 | 664.60 | 139.71 | 649 | 689.35 | 156.36 |
| M-02 | 379 | 372.72 | 70.79 | 385 | 440.18 | 71.32 | 309 | 399.76 | 66.95 | 622 | 433.07 | 81.82 |
| Total | 827 | 573.94 | 188.47 | 767 | 559.10 | 167.43 | 552 | 516.35 | 168.50 | 1271 | 563.93 | 179.37 |

*F: Female, M: male, N: Number of locations (m)

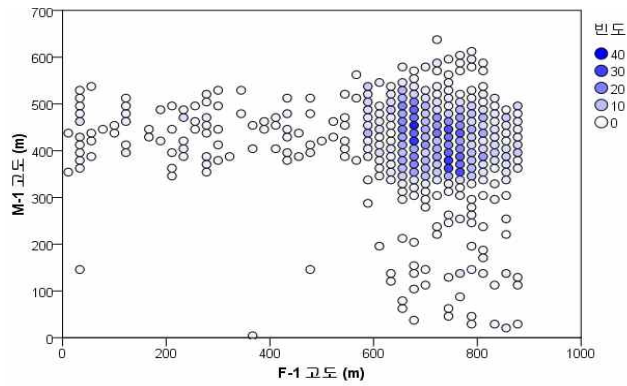


FIGURE 6. Distribution in accordance with elevation change of a pair gorals

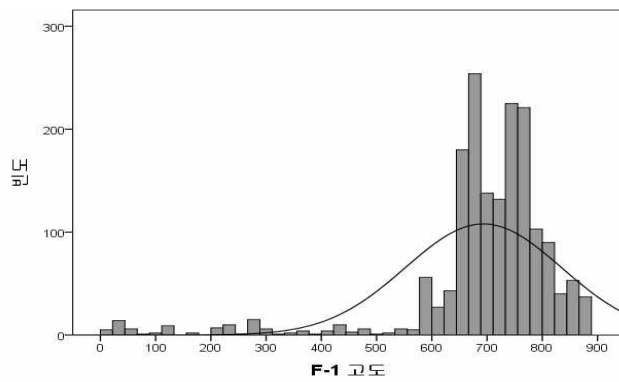


FIGURE 7. elevation use characteristics of female gorals

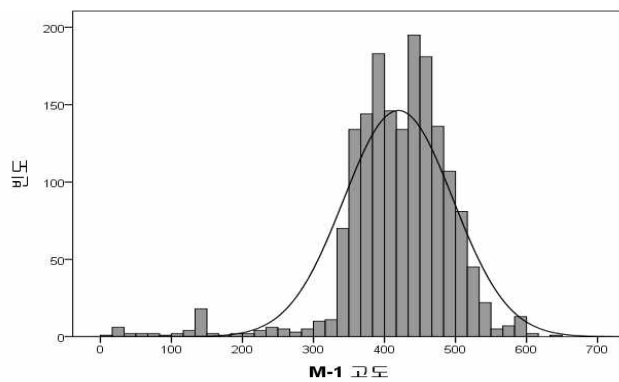


FIGURE 8. Elevation use characteristics of male gorals

440.18±71.32m, 가을 399.76±66.95m, 겨울 433.07±81.82m로 유의적인 차이를 보였고(F=40.328, P<0.01), 각 계절에 대해서도 봄-여름(p<0.05), 봄-가을(p<0.05), 여름-겨울(p<0.05), 가을-겨울(p<0.05)로 나타나 유의적인 차이를 보였다. 암컷의 평균 이용 고도는 봄 727.25±99.98m, 여름철 678.94±150.16m, 가을 664.60±139.71m, 겨울 689.35±156.36m이었고 유의적인 차이를 보였고(F=13.719, P<0.01), 봄-가을(P<0.05), 여름-가을(P<0.05), 가을-겨울(P<0.05)간 유의적인 차이를 확인하였다(표 3, 그림 7, 8).

고 찰

본 연구는 행동권 분석으로 그 개체의 서식 형태 및 행동특성을 파악하여 생태적 연구, 복원, 보전의 중요한 자료로 활용이 가능하기에(Cho *et al.*, 2014), 2013년 6월부터 2014년 7월까지 지속적으로 모니터링한 자료를 분석하였다. 선행된 산양의 행동권 연구 결과는 수컷의 행동권이 크며 암컷의 행동권이 작다(Myslenkov and Voloshina, 1998; Jass and Mead, 2004; Piao, 2013; Cho, 2013)고 나타났다. 연간 행동권을 분석한 결과, 산양 한 쌍의(n=2) 행동권은 MCP 95%에서 1.38±0.24km², FK 95%에서는 0.81±0.90km², 활동의 핵심 공간(core area)으로 볼 수 있는 FK 50%에서는 0.15±0.16km²로 나타났으며, 암·수 산양 한 쌍의 행동권은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나(t=8.118, p>0.05), 수컷이 암컷보다 큰 행동권을 나타내었고, 수컷은 주요 핵심 지역을 2지역으로 이용하였는데 서식지역이 많은 바위지역으로 임도와 계곡을 중심으로 좌우로 서식지를 분할하였으며, 암컷의 서식지역은 잡목이 많은 지역으로 7-9부능선의 바위가 잘 형성되어진 3곳을 제한적으로 이용하여 서식지의 차이를 보인 것으로 판단된다. 우제류 종들의 계절에 따른 서식지 선택에 영향을 주는 요인들에 관한 연구에서는 눈이 쌓인 깊이(Anderson *et al.*, 2005;

Myslenkov and Voloshina, 2012), 뒤덮인 식생(Kufeld *et al.*, 1988), 삼림(Anderson *et al.*, 2005; Pepin *et al.*, 2008)이 겨울 서식지 선택에 영향을 줄 수 있을 것이라고 제안했다. 반면에 서식지의 질(Nicholson *et al.*, 1997), 삼림(Pepin *et al.*, 2008; Zweifel-Schielly *et al.*, 2009), 인간의 방해(Nicholson *et al.*, 1997; Ager *et al.*, 2003), 포식(Riley and Dood, 1984)이 여름 서식지 선택에 영향을 미친다고 보고했다. 한 쌍(n=2)의 계절별 행동권 분석 결과, MCP 95%에서 겨울 0.74±0.31km²로 가장 넓은 행동권으로 분석되었고, 봄 0.71±0.27km² > 가을 0.61±0.06km² > 여름 0.27±0.04km²의 크기로 나타나 유의적인 차이를 보이지 않았다(F=2.135 p>0.05). 한편, 주요 활동 지역이라 볼 수 있는 FK 95%에서 봄 0.26±0.23km² > 여름 0.14±0.12km² > 가을 0.12±0.09km² > 겨울 0.10±0.02km²로(F=0.517, p>0.05), 핵심 지역이라 할 수 있는 FK 50%에서는 봄 0.05±0.05km² > 여름 0.03±0.03km² > 가을 0.02±0.02km², 겨울 0.02±0.00km²(F=0.603, p>0.05)로 나타났다. 암·수 모두 여름에 행동권이 작게 나타났는데, 이는 주변에서 먹이를 쉽게 얻을 수 있기 때문이며, 겨울의 행동권이 넓게 나타난 것은 이 시기에 폭설로 인해 고립되어 있다가 눈이 녹은 후 먹이를 찾기 위해 많이 이동한 것으로 보인다. 산양 한 쌍 중 수컷의 평균 고도 이용은 419.59±77.05m이고, 암컷은 693.41±141.44m의 고도 범위를 이용 하였고, 또한 계절별 서식지 고도를 보면, 수컷의 평균 이용 고도는 봄 372.72±70.79m, 여름철 440.18±71.32m, 가을 399.76±66.95m, 겨울 433.07±81.82m로 유의적인 차이를 보였고(F=40.328, P<0.01), 각 계절에 대해서도 봄-여름(p<0.05), 봄-가을(p<0.05), 여름-겨울(p<0.05), 가을-겨울(p<0.05)로 나타나 유의적인 차이를 보였다. 암컷의 평균 이용 고도는 봄 727.25±99.98m, 여름철 678.94±150.16m, 가을 664.60±139.71m, 겨울 689.35±156.36m로 나타나 유의적인 차이를 보였고

($F=13.719$, $P<0.01$), 봄-가을($P<0.05$), 여름-가을($P<0.05$), 가을-겨울($P<0.05$) 간 유의적인 차이를 확인하여, 암수 모두 고도변화의 및 계절별 행동특성의 변화를 보여 상관성의 차이가 있었다. 암·수 모두 전체 적인 이용고도의 차이는 있지만, 수컷은 여름에 고도가 높게 나타났고, 암컷의 경우에 봄철에 고도가 가장 높게 나타나 계절별 고저의 차이를 확인할 수 있었으며, 태국의 경우 산양은 건기와 우기의 고저차이를 보이고(Chaiyarat *et al.*, 1999), 파키스탄의 경우 계절별 고도의 변화에 따라 집단이동하며(Abbas, 2012), 설악산 산양의 경우 여름이 높고, 겨울이 낮은 계절별 고도의 이용변화를 식물의 먹이원과 연관 지었다(Cho *et al.*, 2014). 우제류인 노루의 경우 임신 전·후 고도의 변화와 시야확보를 위한 개활지의 이동등에 의한 변화를 보고 하였고(Kim *et al.*, 2013), 포르투갈의 재도입 노루의 경우 여름이 높고, 겨울이 낮은 고도의 이용을 기후 및 식물의 먹이원에 있다고 보고 하였으며(Carvalho *et al.*, 2008), 본 연구의 울진 산양도 지역적인 차이와 기후가 원인인 것으로 판단된다. 경북 북부지역 산양 한 쌍의 데이터를 분석한 결과 설악산, 월악산의 산양과는 다른 특성을 나타내었는데 이는 개체 특성과 서식지의 특성이 다르기 때문인 것으로 판단되며, 아쉬운 점이 있다면 수컷과 암컷의 서식지가 같은 지역이 아니라는 점과 서식지내 먹이 상관관계에 대해 확실하게 밝혀내지 못했다는 점이다. 향후 본 연구 자료를 기반으로 경북 북부지역 산양에 대한 추가적인 연구가 수행된다면 더욱 자세한 결론을 내릴 수 있을 것으로 판단되며, 이를 바탕으로 산양 복원과 보전을 위한 정책 및 방안 마련에 이바지 할 것으로 판단된다. 

REFERENCES

- Abbass. I.F. 2012. Status of Himalayan grey goral with reference to Pakistan. The 1st "Goral and Serow Day" and International Symposium for Conservation of Goral and Serow. 43pp.
- Ager, A.A., B.K. Johnson, J.W. Kern and J.G. Kie. 2003. Daily and seasonal movements and habitat use by female Rocky mountain elk and mule deer. *Journal of Mammalogy* 84(3):1076-1088.
- 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. *Journal of Mammalogy* 69(2):379-382.
- Anderson, D.P., J.D. Forester, M.G Turner, J.L Frair, E.H. Merrill, D. Fortin, J.S. Mao and M.S. Boyce. 2005. Factors influencing female home range size in elk(*Cervus elaphus*) in north american landscapes. *Journal of Landscape Ecology* 20:257-271.
- Berger, J. 1990. Persistence of different-sized population: an empirical assessment of rapid extinctions in bighorn sheep. *Conservation Biology* 4(1):91-98.
- Brown, R., M. Lawrence and T. Pope. 1992. *Animals Tracks, Trails and Signs*. Hamlyn Guide. 320pp.
- Carvalho, P., A.J.A. Nogueira, A.M.V.M. Soares and C. Fonseca. 2008. Ranging behaviour of translocated roe deer in a Mediterranean habitat: seasonal and altitudinal influences on home range size patterns of range use. *Journal of Mammalia* 72(2):89-94.
- Chaiyarat, R., W. Laohajinda and U. Kutintara. 1999. Ecology of the Goral (*Naemorhedus goral*) in Om Koi Wildlife Sanctuary, Thailand. *The Journal of the*

Abbass. I.F. 2012. Status of Himalayan grey goral with reference to Pakistan.

- Natural History Society of Siam 47:191-205.
- Cho, C.U. 2013. Systematic study on the long-tailed goral(*Naemorhedus caudatus*), with ecology and conservation plan. Ph.D. Thesis, Chungbuk National University, Cheongju, Korea. pp.72-119. (조재운. 2013. 산양(*Naemorhedus caudatus raddeneus*)의 계통분류와 생태 및 보전대책에 관한 연구. 충북대학교 대학원 박사학위논문. 72-119쪽).
- Cho, C.U., G.H. Gyun, J.J. Yang, S.J. Lim, A.N. Lee, H.B. Park and B.K. Lee. 2014. Home range and behavioral characteristics of the endangered Korea gorals(*Naemorhedus caudatus*) with GPS collar. Korean Journal of Environmental Ecology 28(1):1-9 (조재운, 권구희, 양정진, 임상진, 이안나, 박희복, 이배근. 2014. GPS Collar를 이용한 멸종위기 한국 산양(*Naemorhedus caudatus*)의 행동 특성. 한국환경생태학회지 28(1):1-9).
- IUCN Red List of Threatened Species. 2014. Version 2014.3.
- Jass, C.N. and J.I. Mead. 2004. Mammalian Species. American Society of Mammalogists. NO.750, pp.1-10.
- Kernohan, B.J., R.A. Gitzen and J.J. Millspaugh. 2001. Analysis of animal space use and movements. Academic Press, San diego, USA. pp.125-166.
- Kim, E.M., J.O. Kwon, C.W. Kang, K.M. Song and D.W. Min. 2013. Home range size and habitat environment related to the parturition of roe deer at warm-temperate forest in Jeju Island using GPS-CDMA based wildlife tracking system. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 16(2):65-74 (김은미, 권진오, 강창완, 송국만, 민동원. 2013. GPS와 CDMA를 이용한 난대림의 출산 전후 암노루 행동권 및 서식환경 조사. 한국지리정보학회지 16(2):65-74).
- Kim, N.S and G.S. Kim. 2013. A study on changes of the spatio-temporal distribution of temperature in Korea peninsular during the past 40 years. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 16(4):29-38 (김남신, 김경순. 2013. 지난 40년간 한반도 기온의 시·공간적 분포 변화에 관한 연구. 한국지리정보학회지 16(4):29-38).
- Kufeld, R.C., D.C. Bowden and D.L. Schrupp. 1988. Habitat selection and activity patterns of female mule deer in the front range, Colorado. Journal of Range Management 41(6):515-522.
- Lee, B.K., Y.U. Lee, C.U. Cho, Y.M. Kim, C.H. Bae, G.H. Gyun and A.N. Lee. 2011. Analysis for behavioral characteristics of Common Goral(*Naemorhedus caudatus*) in the Woraksan national park. Proceeding of Korean Society of Environment and Ecology 21(1):69-71 (이배근, 이용욱, 조재운, 김영민, 배창환, 권구희, 이안나. 2011. 월악산 멸종위기 산양(*Naemorhedus caudatus*)의 행동 특성에 관한 연구. 한국환경생태학회 학술대회논문집 21(1):69-71).
- 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. Tracing Animals with GPS.

- pp.25-27.
- Ministry of Environment. 2012. Protection and management measures of Goral at Uljin-Samcheok. Sejong, Korea. pp.26-30 (환경부. 2012. 울진삼척 산양 서식지 보호관리 방안. 26-30쪽).
- Mohr, C.O. 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Midland Naturalist*. 37(1):233-249.
- Myslenkov, A.I. and V. Voloshina. 2012. Ecology and Behaviour of Amur Goral. *Korean Studies Information Co.*, pp.194-195.
- Nicholson, M.C., R.T. Bowyer and J.G. Kie. 1997. Habitat selection and survival of mule deer: tradeoffs associated with migration. *Journal of Wildlife Management* 78(2):483-504.
- Park, J.K and M.G. Kim. 2011. Development of three dimensional animal habitat map by GIS. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 14(4):54-62 (박준규, 김민규. 2011. GIS에 의한 3차원 동물 서식도 제작. *한국지리정보학회지* 14(4):54-62).
- Pepin, D., C. Arados, G. Janeau, J. Joachim and C. Mann. 2008. Individual variation in migratory and exploratory movements and habitat use by adult red deer (*Cervus elaphus* L.) in a mountainous temperate forests. *Journal of Ecological Research* 23(6):1005-1013.
- Piao, R. 2013. The geographical distribution and population size of goral genus in China. 2013 International Symposium for Biodiversity Enhancement and Sustainable Development, 40pp.
- 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(4):259-276.
- Rhee, H.W., A study on analyzing piled layers of Ulsan Bankudae petroglyphs. Master Thesis, University of Kyongju, Gyeongbuk. Korea, pp.10-67 (이하우. 2004. 울산 반구대 암각화의 제작 층 분석 연구. *경주대학교 대학원 석사학위논문*. 10-67쪽).
- Riley, S.J. and A.R. Dood. 1984. Summer movements, home range, habitat use, and behavior of mule deer fawns. *Journal of Wildlife Management* 48(4):1302-1310.
- Shaffer, M.L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *Bio Science* 31(2):131-134.
- Wilson, D.E. and D.M. Reeder. 2005. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference* (3rd ed.). The Johns Hopkins University Press. Baltimore. USA, pp.705-706.
- Won, P.H. 1967 The Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea(Publication of Volume 7). Minister of Education, Seoul, Korea, pp.59-65 (원병휘. 1967. *한국동식물도감* 제7편(포유류). 문교부. 59-65쪽).
- Worton, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Journal of Ecology* 70(1):164-168.

- Worton, B.J. 1995. Using monte carlo simulation to evaluate kernel based home-rang estimators. *Journal of Wildlife Management* 59(4):794-800.
- Yang, B.K. 2002. Systematic, ecology and current population status of the Goral, *Naemorhedus caudatus*, in Korea. Ph. D Thesis, Chungbuk National University, Cheonju, Korea. pp.29-58 (양병국. 2002. 한국산 산양의 분류, 생태 및 개체군 현황. 충북대학교 대학원 박사학위논문. 29-58쪽).
- 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. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 22(4):427-434 (양두하, 김보현, 정대호, 정동혁, 정우진, 이배근. 2008. 지리산에 방사한 반달가슴곰의 행동권 크기 및 서식지 이용 특성 연구. *한국환경생태학회지* 22(4):427-434).
- Zweufel-Schielly, B., M. Kreuzer, K.C. Ewald and W. Suter. 2009. Habitat selection by an alpine ungulate: the significance of forage characteristics varies with scale and season. *Journal of Ecography* 32(1):103-113. 