

국내 산양(*Naemorhedus caudatus*) 암컷의 출산시기 행동 특성에 따른 분석 및 관리 방안^{1a}

조재운² · 김규철² · 김기윤² · 이용학² · 손장익² · 정승준² · 송동주² · 정대호^{2*}

Analysis of Home Range Change of Female Goral (*Naemorhedus caudatus*) during the Period of Birth and Management Plan for their Protection in the Natural Habitat in Korea^{1a}

Cheo-Un Cho², Kyu-Cheol Kim², Ki-Yoon Kim², Yong-Hak Lee², Jang-Ick Son², Sung-Jun Jung²,
Dong-Ju Song², Dae-Ho Jung^{2*}

요 약

국제적 멸종위기종인 산양 암컷(n=6)의 출산시기 행동권 분석을 위해 2007년 3월부터 2014년 5월까지 설악산국립공원, 월악산국립공원 2지역에서 GPS collar 발신기를 이용하여 연구 수행하였다. 분석결과 출산시기에 따라 행동권의 변화를 확인하였다. MCP 95%에서 봄 $1.00 \pm 1.00 \text{ km}^2$ > 가을 $0.66 \pm 0.30 \text{ km}^2$ > 여름 $0.61 \pm 0.40 \text{ km}^2$ > 겨울 $0.50 \pm 0.10 \text{ km}^2$ (F=4.240, p<0.05)로 분석되었으며, 월별분석은 5, 6, 7월에 급격히 행동권이 작아지는 특징을 보였으며, 통계적으로 유의적인 차이를 보였다(F=24.261, p<0.01). 이렇듯 행동권의 급격한 변화를 보인 개체들은 새끼를 출산한 개체로 확인 되었고, 행동권이 급격히 작아지는 것을 확인 할 수 있었다. 평균 이용고도는 $615.77 \pm 173.508 \text{ m}$ 이며 출산개체와 비출산 개체 모두 큰 차이는 없었다. 이러한 분석을 통하여 출산 시기 등을 고려한 개체관리 및 복원에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

주요어: 월별, 출산, 행동권, 고도

ABSTRACT

To analyze the behavioral characteristics of Korea endangered species female gorals (n=6) during the period of birth, using GPS collar attached on their necks, we carried out this study in two areas (Seoraksan and Woraksan National park) from March 2007 to May 2014. According to our analysis there was a change in their home range during the period of birth. The home range of females (n=6) in MCP 95% was Spring ($1.00 \pm 1.00 \text{ km}^2$) > Autumn ($0.66 \pm 0.30 \text{ km}^2$) > Summer ($0.61 \pm 0.40 \text{ km}^2$) > Winter ($0.50 \pm 0.10 \text{ km}^2$) (F=4.198, p<0.05). In the monthly analysis, their home ranges were dramatically reduced in May, June and July. It showed a statistically significant difference (F=24.261, p<0.01). These gorals showing a drastic change in home ranges were identified as gorals having offspring individual and their home ranges were decreased. The average altitude was $615.77 \pm 173.508 \text{ m}$

1 접수 2016년 8월 16일, 수정(1차: 2016년 9월 11일), 게재확정 2016년 9월 12일

Received 16 August 2016; Revised (1st: 11 September 2016); Accepted 12 September 2016

2 국립공원관리공단종복원기술원 Species Restoration Technology Institute, Korea National Park Service, Inje 24606, Korea
a 이 논문은 백두대간 산양생태축복원사업비 지원에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author: E-mail: eoghgk@knps.or.kr

and there was no significant difference in major change between parous and nonparous female gorals. Through this analysis, we expect that it can be applied to the goral management and restoration project considering the time of birth.

KEY WORDS: MONTHLY, PERIOD OF BIRTH, HOME RANGE, ALTITUDE

서론

전 세계 산양은 *Naemorhedus caudatus*, *N. baileyi*, *N. griseus*, *N. goral* 4개의 종으로 분류되고 있으며(Wilson and Reeder, 2005), 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 절멸될 위기에 처해 있는 상황이다(Yang, 2002). 세계자연보전연맹(IUCN), 종보존위원회(SSC)는 산양의 종 보호의 필요성을 주지하여 보호등급 I의 Vulnerable(취약)종으로 등재하였고, CITES에서도 Appendices(부속서) I에 등재하였으며, 우리나라에서는 멸종위기야생동물 1급(1982년) 및 천연기념물 217호(1968년)로 지정하여 보호하고 있다(Cho *et al.*, 2014). 산양의 감소 원인을 폭설, 급격한 기후변화, 산림 개발에 의한 서식지 파괴 및 밀렵에 의한 개체수 감소로 보고하였다(IUCN, 2014; 국립생물자원관 NIBR, 2012). 멸종위기종인 한국 산양(*Naemorhedus caudatus*)의 서식지는 기암절벽과 산림지대이며, 겨울철에는 폭설로 다소 낮은 산림지역으로 이동하고, 주 서식지를 떠나지 않는다(Won, 1967; Yoon *et al.*, 2004). 천적으로부터 위협을 효과적으로 방어할 수 있는 급경사 및 바위가 형성된 지역에서 서식하며, 임신기간은 약 210일 전후이며 출산 시기는 5~7월경으로 1마리를 출산한다(Mead, 1989; Mishra and Johnsingh, 1996; Nowak, 1999; Yang, 2002; Cho, 2013).

현재 국내에서는 월악산, 오대산, 속리산 등에서 산양복원사업이 진행 중에 있고 월악산에 65개체, 오대산에 45개체, 속리산에 4개체가 서식하며, 백두대간 산양 생태축 복원을 위해 재도입된 산양들의 모니터링을 수행하고 있다(KNPS, 2016). 이렇게 복원된 산양들은 개체수 증가 및 행동반경 등의 연구가 수반되어야 하는데 이를 위해서는 개체 포획, 서식지 유무, 출산 유무, 위치 확인 등이 중요한 사항이다. 따라서 한국 산양의 보호와 보전을 위해 산양의 행동권, 서식지 이용, 식이습성, 행동생태와 같은 기초 생태 및 행동학적 연구가 우선되어야 하지만, 야생 상태에서 산양을 포함한 야생동물의 생태, 행동에 관한 연구는 매우 어려운

일이다. 외국의 경우 산양 번식기의 행동특성(Lovari and Apollonio, 1994; Myslenkov and Voloshina, 1998) 등이 연구되었고, 최근 이러한 연구를 위해 무선추적기법이 전 세계적으로 많이 활용되고 있으며(Whitaker *et al.*, 2005), 국내에서는 산양의 행동특성 및 서식지 분석(Choi and Park 2005; Park 2011; Cho *et al.*, 2015B), 월악산 국립공원 도입 방사된 암컷산양의 행동특성(Cho *et al.*, 2014), 멸종위기 한국산양의 고도별 행동 특성(Cho *et al.*, 2015A) 등이 수행된 바 있다. 산양 출산관련 연구는 Yang(2002)의 연구가 유일하며 새끼는 분만 후 1주일 후부터 어미를 따라다니고 하였으나, 아직 야생에서의 한국 산양의 출산시기에 관한 행동권, 서식지 이용 생태에 대한 연구는 전무하다. 따라서 본 연구는 멸종위기에 처한 한국 산양의 출산시기 행동특성 및 서식지 이용특성을 연구하여 복원 및 보전과 관리를 위한 기초적인 자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

연구방법

1. 연구 대상지

본 연구는 한국의 설악산국립공원, 월악산국립공원에서 수행하였다. 설악산국립공원은 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. 총면적은 398.237km²으로 행정구역상 강원도 속초시, 양양군, 인제군, 고성군 등 4개 시군에 걸쳐 있으며, 대청봉(1,708m)을 중심으로 기후 및 지형적 특성에 따라 구분된다. 이중 산림지역의 자연림인 신갈나무-소나무군락이 42.13%이며, 그 다음으로 신갈나무군락이 35.57% 순으로 분포하였다(KNPS, 2011). 월악산은 동경 128° 01' 35.3" ~ 128° 19' 04.3", 북위 36° 58' 24.3" ~ 36° 47' 33.6" 사이에 위치하며, 높이 1,097m로 충북 충주시 수안보면과 제천시 한수면 일대에 위치한 국립공원으로 총면적 287.571km²로서 2개 도 4개 시군 9개 읍면에 걸쳐 있는 산이며, 해발 1,097m의 영봉이 최고봉이다(KNPS, 2011)(Figure 1).

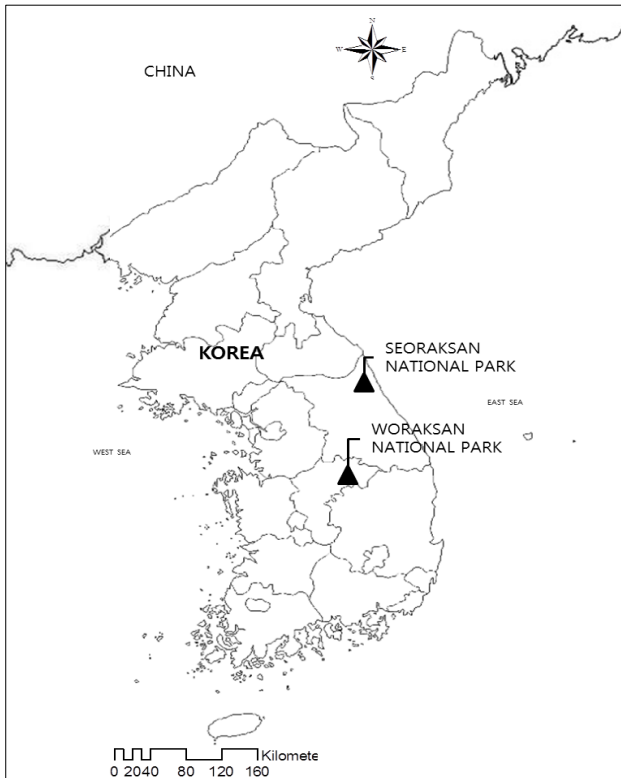


Figure 1. 2 study areas in Korea (Soeraksan and Woraksan National Park)

2. 조사 기간 및 무선 추적 방법

조사 기간은 2006년 11월부터 2014년 7월까지 수행하였으며 총 한국 산양 6개체를 대상으로 실시하였다. 각 지역별로 무선 추적을 위해 GPS Collar(GPS 3300s (285g), GPS 3300s Drop Off (300g) LOTEK, Canada) 2기종을 사용하였으며(Table 1), 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 6개체의 방향을 판단하고, 개체의 위치를 확인하였다. 발신기(GPS collar)를 포유류에 부착할 경우, 발신기의 무게가 체중의 5%를 넘으면 해당 동물의 행동에 영향을 줄 수 있다는 연구결과에 따라 285g~500g의 발신기를 사용하여(0.9~1.0%), 발신기에 대한 거부감을 최소화하였다(Aldridge and Brigham, 1988). GPS Collar는 하루에 4~6회(4h/1day, 6h/1day) 저장되도록 설정하였다.

3. 분석 방법

데이터 분석은 산양 방사 시 부착한 GPS Collar를 회수하여 분석하였으며, 행동권 분석에 필요한 위치지점은 최소 30좌표 이상의 자료가 필요한데(Worton, 1989), 본 연구의 분석에 사용된 산양 6개체의 위치 좌표는 총 9,589개였다. 행동권 분석은 개체별 Minimum Convex Polygon (MCP) 방법을 사용하였고(Mohr, 1947), DOP (Dilution of Precision) 6이하의 데이터를 분석하였다(Licoppe and Lievens, 2001). 행동권 분석은 MCP 95% 값의 출산시기의 행동권을 분석하였으며, 계절별 행동권은 한국의 계절을 토대로 봄(3/1~5/31), 여름(6/1~8/31), 가을(9/1~11/31), 겨울(12/1~2/29)로 구분하여 분석하였다. 사용된 프로그램은 Arc GIS 9.3.1 (ESRI inc., USA)과 Extension Program 중 Home Range Tools 9를 사용하였으며, 국토지리정보원에서 발행하는 설악산, 월악산국립공원의 1: 25,000 축적 수치지도에 프로그램을 사용하여 수행하였고, 개체간, 계절간 행동권(MCP 95%)의 변화 양상 등 데이터 검증을 위해 t-test와 one-way ANOVA 검정을 실시하였다.

결 과

1. 행동권 분석

2006년 11월부터 2014년 5월 까지 산양(n=6)의 각 개체

Table 1. Radio telemetry Gorals in Korea

NO	Individual	Sex	Age	Weight (kg)	Observation period (month)	Transmitter	Location
1	F-1	F	3 - 4	21	2010. 05 - 2011. 09 (17)	GPS collar (3300s)	Seoraksan
2	F-2	F	5 - 6	37.5	2006. 11 - 2007. 11 (13)	GPS collar (3300s)	Woraksan
3	F-3	F	5 - 7	37	2007. 03 - 2009. 03 (25)	GPS collar (3300s)	Woraksan
4	F-4	F	2 - 4	16	2009. 12 - 2011. 10 (23)	GPS collar (3300s)	Woraksan
5	F-5	F	3 - 5	25	2010. 01 - 2012. 12 (36)	GPS collar (3300s)	Woraksan
6	F-6	F	4 - 5	29	2012. 01 - 2013. 01 (13)	GPS collar (3300s drop off)	Woraksan

F: Female, speculated ages by rings of horn

간 연간 행동권 크기를 분석한 결과, MCP 95%에서 $1.13 \pm 0.59 \text{ km}^2$ ($t=4.652$, $p<0.01$)로 나타났다(Figure 2).

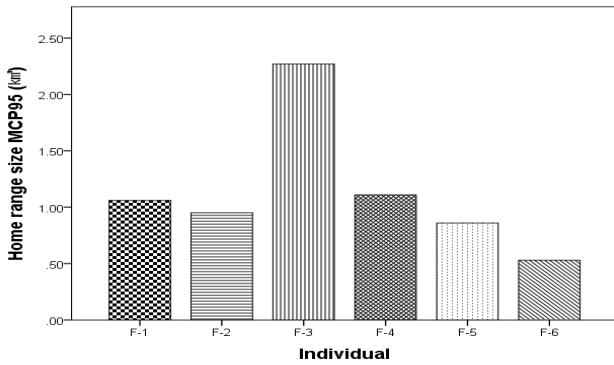


Figure 2. Home range size and habitat use of female korea gorals (n=6)

2. 계절별 행동권

산양(n=6)의 MCP 95%에서 계절별 행동권은 봄 $1.00 \pm 1.00 \text{ km}^2 >$ 가을 $0.66 \pm 0.30 \text{ km}^2 >$ 여름 $0.61 \pm 0.40 \text{ km}^2 >$ 겨울

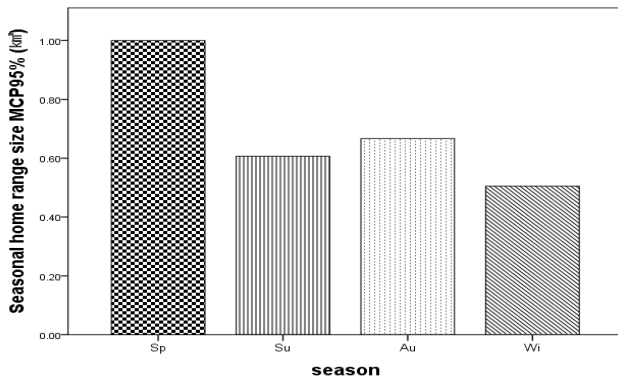


Figure 3. Seasonal home range analysis of all female gorals (n=6)

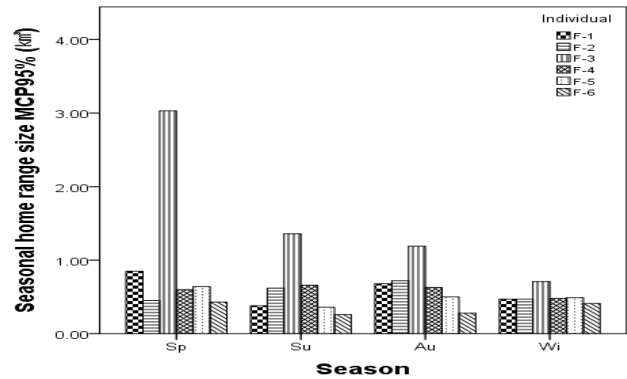


Figure 4. Seasonal home range analysis of each female gorals (n=6)

$0.50 \pm 0.10 \text{ km}^2$ 의 순으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다($F=4.198$, $p<0.05$)(Figure 3, 4)

산양의 계절별 행동권 중 봄의 행동권이 $1.00 \pm 1.00 \text{ km}^2$ (MCP 95%)에서 가장 큰 행동권을 나타내었고, 겨울 행동권이 $0.50 \pm 0.10 \text{ km}^2$ (MCP 95%)로 나타났다. 따라서 산양(암컷)의 계절별 행동권은 봄이 가장 크고 겨울이 가장 작은 행동권을 보여주었다.

3. 월별 행동권 및 출산개체 행동권 분석

산양(암컷)의 행동권은 6개체 모두 여름에 접어드는 시기는 겨울철에 비하여 4, 5월에 커지며 5월과 6월에 갑자기 작아지는 경향을 보이는 특징이 있는데 이 중 다시 8월부터 10월에 행동권이 증가한 개체는 임신이 확인 되지 않았으며 F-5, F-6개체의 그래프 특징(Figure 5)처럼 가을철에도 행동권이 커지지 않은 개체는 출산한 개체로 확인이 되었다. 출산한 개체는 비출산 개체들과 다르게 가을철 행동권이 넓어지지 않았으며 출산 시기인 5월과 6월에 급격한 행동권이 작아지며 가을철 10월경에도 급격한 행동권의 변화를 보이지 않았다. 하지만 전체적인 행동권은 겨울(1, 2, 3)월보다 넓었으며 겨울철은 출산개체나 비출산 개체나 비슷

Table 2. Monthly home range sizes of six gorals with GPS collar in Korea (km^2)

Individuals	Observation period	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
F-1	2010. 05. - 2011. 09.	0.28	0.38	0.35	0.26	0.81	0.18	0.37	0.33	0.34	0.73	0.18	0.25
F-2	2006. 11. - 2007. 11.	0.18	0.26	0.24	0.19	0.30	0.39	0.12	0.45	0.16	0.49	0.24	0.51
F-3	2007. 03. - 2009. 03.	0.44	0.54	0.85	1.00	0.98	1.08	0.94	1.14	0.57	0.83	0.75	0.68
F-4	2009. 12. - 2011. 10.	0.29	0.28	0.29	0.46	0.44	0.31	0.37	0.44	0.52	0.44	0.33	0.37
F-5	2010. 01. - 2012. 12.	0.34	0.26	0.29	0.52	0.45	0.36	0.24	0.24	0.21	0.28	0.41	0.25
F-6	2012. 01. - 2013. 01.	0.29	0.09	0.41	0.33	0.24	0.14	0.18	0.22	0.18	0.19	0.26	0.19
average	2006. 11. - 2013. 01.	0.30	0.30	0.40	0.46	0.54	0.41	0.37	0.47	0.33	0.49	0.36	0.37
SD		0.08	0.15	0.22	0.29	0.29	0.34	0.30	0.34	0.18	0.25	0.21	0.19

*F: Female, N: Number of locations

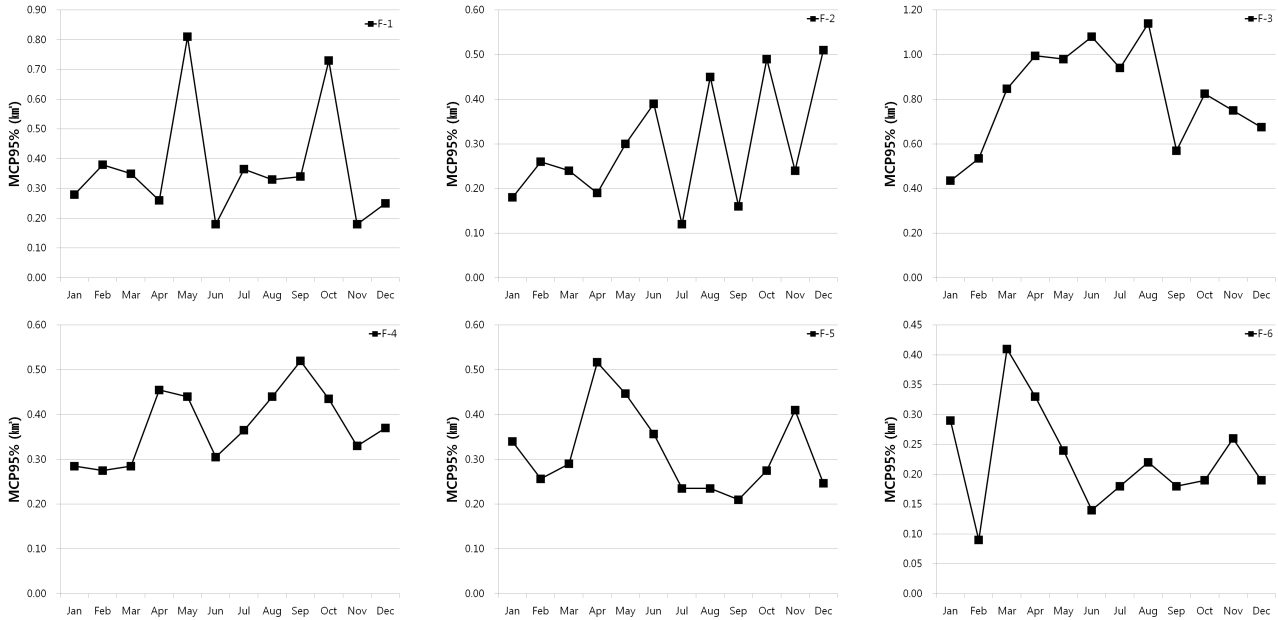


Figure 5. Characteristics of monthly home range analysis (MCP 95%) in parous females (F-5, F-6) and nonparous females (F-1, F-2, F-3, F-4)

한 행동권의 특징을 보였고, 무인센서카메라 관찰 결과 새끼를 출산한 F-5, F-6개체인 것을 확인하였다. 따라서 계절별 행동권의 변화 중 봄에서 여름철에 행동권이 공통적으로 작아지는 현상을 보였지만, 비출산 개체는(F-1, F-2, F-3, F-4) 가을에 다시 행동권이 넓어지는 현상을 보였고, 출산한 개체(F-5, F-6)는 가을, 겨울까지 급격하게 행동권이 넓어지는 변화를 보여주지 않았다(Table 2, Figure 5). 산양의 월별 및 계절별 행동권에 대한 ANOVA 분석결과 통계적으로 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다($F=24.261, p<0.01$).

4. 계절 및 월별 이용고도

산양이 활동하는 평균 고도는 $615.77 \pm 173.508m$ 로 나타났다. 또한 계절별 서식지 고도를 보면 평균 봄 $586.10 \pm 162.391m$, 여름 $792.08 \pm 170.898m$, 가을 $634.79 \pm 164.110m$, 겨울 $538.10 \pm 138.053m$ 로 통계적으로 유의한 차이를 보였고 ($F=671.802, P<0.01$), 각 계절에 대해서도 봄-여름($P<0.01$), 봄-가을($P<0.01$), 봄-겨울($P<0.01$), 여름-가을($P<0.01$), 여름-겨울($P<0.01$), 가을-겨울($P<0.01$)간 통계적으로 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 따라서 산양의 고도 변화는 여름시기에 가장 높은 고도로 이동하였으며 그 중 6월에 가장 높은 고도를 이용하였다. 고도 이동이 가장 많은 F-1번 개체는 여름철은 874m의 가장 높은 고도와 겨울철 383m의 가장 낮은 고도의 차를 보여서 약 491m의 고도별 이용의

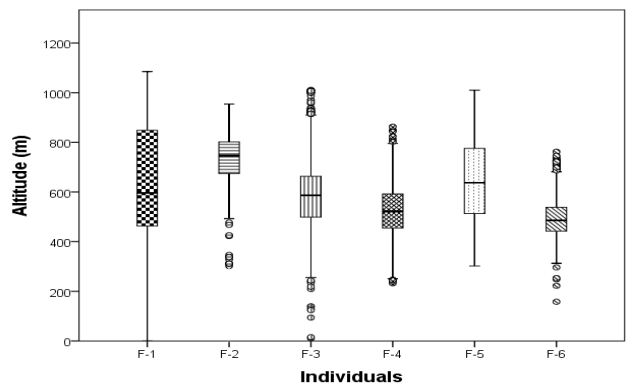


Figure 6. Altitude ranges of each female gorals (n=6)

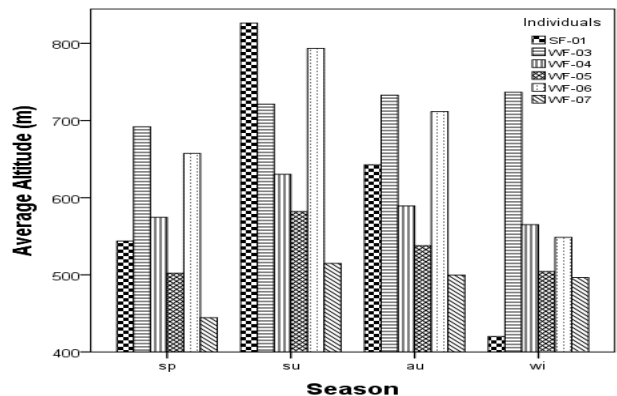


Figure 7. Seasonal average altitude of female gorals (n=6)

Table 3. Monthly average altitude of six gorals analyzed with GPS collar (meter)

Individuals	Observation period	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Mean
F-1	2010. 05. - 2011. 09.	383.3	466.9	484.5	450.3	630.2	874.5	797.0	808.5	756.8	692.8	477.5	427.8	604.2
F-2	2006. 11. - 2007. 11.	730.3	710.4	643.3	724.9	712.4	726.7	719.9	718.1	676.7	770.2	741.9	765.7	720.0
F-3	2007. 03. - 2009. 03.	559.7	557.3	572.7	674.0	473.6	611.1	677.4	605.0	642.2	555.6	575.4	577.5	590.1
F-4	2009. 12. - 2011. 10.	492.3	535.7	488.5	487.3	550.3	573.4	601.4	577.9	577.6	530.9	494.1	496.0	533.8
F-5	2010. 01. - 2012. 12.	535.5	537.6	604.5	605.3	715.2	763.4	808.5	813.1	805.6	728.2	607.4	503.7	669.0
F-6	2012. 01. - 2013. 01.	583.4	443.6	487.0	426.2	460.5	492.4	514.3	533.9	505.1	497.1	497.9	472.7	492.9
average	2006. 11. - 2013. 01.	547.4	541.9	546.7	561.3	590.4	673.6	686.4	676.1	660.7	629.1	565.7	540.6	601.7
SD		114.0	93.7	69.5	124.5	113.3	140.0	114.2	120.8	111.3	115.1	100.4	120.6	83.8

*F: Female, N: Number of locations

차이를 나타내기도 하였으며 F-2번 개체는 겨울과 여름의 고도변화가 없는 개체도 확인 할 수 있었다. 하지만 전체적으로 겨울철에는 낮은 지역으로 고도의 변화의 특징을 보였으며 2월에 가장 낮은 고도를 이용하였다(Table 3, Figure 6, 7).

고 찰

국내 산양(n=6)의 연간 행동권 크기 분석한 결과, MCP 95%에서 $1.13 \pm 0.59 \text{ km}^2$ ($t=4.652$, $p<0.01$)로 나타났다. 산양의 계절별 행동권 중 봄의 행동권이 $1.00 \pm 1.00 \text{ km}^2$ (MCP 95%)에서 가장 큰 행동권을 나타내었고, 겨울 행동권이 $0.50 \pm 0.10 \text{ km}^2$ (MCP 95%)로 나타났다. 따라서 산양(암컷)의 계절별 행동권은 봄이 가장 크고 겨울이 가장 작게 나타났다. 암컷 6개체를 모니터링 한 결과 수컷보다는 행동권이 작다는 연구와 일치 하였으며(Myslenkov and Voloshina, 1998; Jass and Mead, 2004; Piao, 2013; Cho, 2013, kim *et al.*, 2013, Cho *et al.*, 2015B), 우제류 종들의 계절에 따른 서식지 선택에 영향을 주는 요인들에 관한 연구 중 서식지의 질(Kufeld *et al.*, 1989; Nicholson *et al.*, 1997), 삼림(Anderson *et al.*, 2005; 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 미치는 것으로 보고 하였는데, 본 연구에서도 여름철의 고도별 변화와 행동권의 급격한 변화를 확인 하였다.

산양(암컷)의 행동권은 6개체 모두 여름에 접어드는 시기는 겨울철에 비하여 4, 5월에 커지며 5월과 6월에 갑자기 작아지는 경향을 보이는 특징을 확인하였는데, 이 중 다시 8월부터 10월 행동권이 증가한 개체는 출산하지 않은 것으로 확인되었다. 가을철에도 행동권이 커지지 않거나 급격한 행동권 변화를 보이지 않은 개체는 출산한 개체로 확인이 되었다. 출산한 개체는 다른 개체들처럼 가을철 행동권이 급격하게 넓어지지 않았으며 출산 시기인 5월과 6월에 급격

하게 행동권이 작아졌고 가을철 10월경에도 급격한 행동권의 변화를 보이지 않았다. 하지만 전체적인 행동권은 겨울(1, 2, 3월)보다 넓었으며 겨울철은 출산개체나 비출산 개체나 비슷한 행동권의 특징을 보였고, 무인센서카메라 관찰 결과 새끼를 출산한 개체인 것을 확인 하였다. 따라서 월별 행동권의 변화 중 암컷의 경우 봄에서 여름철에 행동권이 공통적으로 작아지는 현상을 보였지만, 비출산 개체는(F-1, F-2, F-3, F-4) 가을에 다시 행동권이 넓어지며 행동권 폭의 변화가 많았으며, 출산 개체(F-5, F-6)는 가을, 겨울까지 급격한 행동권 변화가 나타나지 않았다. 따라서 출산하지 않은 암컷의 경우는 여름철 작아지는 행동권을 보였다가 10월경에도 급격하게 행동권이 커지는 현상을 보였고, 출산한 개체는 여름에 행동권이 작아 졌다가 가을에 급격하게 행동권이 넓어지지 않는 것으로 분석되었다.

이러한 행동적인 변화는 비출산 개체는 먹이활동과 행동적인 제한을 받지 않으며 서식하는 반면 출산 개체는 어린 새끼 개체와 행동하며 공간적 지리적인 제한을 받는 것으로 판단되어 가을철에도 행동권이 급격히 넓어지는 현상을 보이지 않는 것으로 판단된다. 이러한 행동권 특징의 신뢰도를 높이기 위해서는 더 많은 출산개체의 자료가 있어야 할 것으로 판단된다. 하지만 전체적인 행동권 분석을 통해 변화를 알 수 있었고, 행동권 및 서식지 선택에서 암컷은 봄과 여름의 행동권이 작아지는 경우에 새끼 출산을 한다고 보고 하였는데(Pedro *et al.*, 2008), 여름철까지는 출산 개체 비출산 개체가 같은 행동권 양상을 보였지만 본 연구에서도 계절별 행동권 분석 결과 계절별 행동권은 봄 $1.00 \pm 1.00 \text{ km}^2 >$ 가을 $0.66 \pm 0.30 \text{ km}^2 >$ 여름 $0.61 \pm 0.40 \text{ km}^2 >$ 겨울 $0.50 \pm 0.10 \text{ km}^2$ 의 순으로 나타났으며, 행동권 분석은 그 개체의 서식 형태 행동특성을 파악하여 생태적 연구, 복원, 보전하는데 중요한 자료로 활용하며(Cho *et al.*, 2014), 산양의 서식지 이용은 계절 및 고도에 따라 변화를(Nasimovich, 1955; Won, 1967; Mead, 1989; Chaiyarat *et al.*, 1999) 본 연구에서도 확인 하였다. Park(2011)에 의하면 산양은 고도보다 서식지의 지형적 특징이 서식지 선택에 영향을 주는 것으

로, 고도는 300~500m를 이용 하였고, Yang(2002)은 산양의 월동기 먹이가 산양 서식지의 제한인자로 작용한다고 보고 하였다. 연간 고도 변화의 특징은 암컷은 평균 봄 586m, 여름철 792m, 가을 634m, 겨울 538m를 이용하였고, 월별 고도의 특징은 6월이 가장 높은 고도를 이용하였으며, 가장 낮은 고도는 2월로 나타났으며 산양의 서식지형에 따라 고도별 이용의 차이를 보인 것으로 판단되며, 또한 고도 이용은 출산시기와 관계없이 출산개체와 비출산 개체 모두 겨울철에는 저지대, 여름철에는 고지대 이용을 보여 출산과 관계가 없는 것으로 확인되었다. 따라서 향후 본 연구 자료를 기반으로 산양에 대한 추가적인 연구가 수행되고, 더 많은 산양의 연구가 이루어진다면 향후 복원 대상 동물종의 생태와 서식지 요구조건에 대한 기본적인 자료로 이용이 가능할 것으로 판단된다. 또한 자연증가율 분석 및 겨울철 건강검진을 위한 개체 포획 및 포획망 선정 등에도 활용 가능할 것으로 판단되며, 계절별 출현 빈도가 높은 고도에 무인센서카메라를 설치하여 산양을 모니터링하기에 적합할 것으로 판단된다. 반면, 본 연구에서는 출산 산양의 개체 수가 적고 분석된 산양 개체수가 암컷 6개체로 한국 산양의 출산시기 생태적인 특징이라고 일반화하기에 무리가 있으므로, 향후 더 많은 산양개체의 분석을 통해 신뢰도를 높이는 것이 필요하다고 판단된다.

REFERENCES

- 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.
- Chaiyarat, R., W. Laohajinda and U. Kutintara.(1999) Ecology of the Goral(*Naemorhedus goral*) in Om Koi Wildlife Sanctuary, Thailand. *The Journal of the Natural History Society of Siam* 47:191-205.
- Choi, T.Y. and C.H. Park.(2005) Establishing a Korean Goral (*Nemorhaedus caudatus raddeanus* Heude) Reserve in Soraksan National Park, Korea: Based on Habitat Suitability Model, Habitat Capability Model, and the Concept of Minimum Viable Population. *Journal of Korean institute of landscape architecture* vol.32 no.6, pp.23-35.(in Korean with English abstract)
- 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.(in Korean with English abstract)
- Cho, C.U., K.C. Kim, G.H. Gyun, J.J. Yang, B.K. Lee, C.H. Gyun.(2014) Activity characteristics of female gorals (*Naemorhedus caudatus*) introduced into Woraksan National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology*. 28: 650-656.(in Korean with English abstract)
- Cho, C.U., K.Y. Kim, K.C. Kim, H.M. Kim, J.Y. An, B.K. Lee, J.G. Park.(2015A) 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. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 18(1):135-146.(in Korean with English abstract)
- Cho., C.U., K.C. Kim. G.H. Kwon.(2015B) Habitat altitude and home range of the endangered long-tailed goral (*Naemorhedus caudatus*): seasonal and monthly home range and altitude change. *Mammalia*. DOI: 10.1515/mammalia-2015-0024
- IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014. 3. www.iucn redlist. org. Downloaded on 20 January 2015.
- Jass, C.N. and J.I. Mead.(2004) *Mammalian Species*. American Society of Mammalogists. NO.750, pp.1-10.
- 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.(in Korean with English abstract)
- KNPS. 2011.(2010) Annual monitoring report of Amur goral. Korea National Park Service. pp.7-9.(in Korean)
- KNPS. 2016.(2015) Annual report. Korea National Park Service. pp.64-73.(in Korean)
- 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.
- Lovari, S. and M. Apollonio.(1994) On the Rutting Behaviour of the Himalayan Goral *Namorehaedus goral*(hardwicke, 1825). *Journal of Ethology* 12(1):25-34.
- 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.

- Mohr, C.O.(1947) Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Midland Naturalist* 37(1):233-249.
- 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.
- 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.159-195.
- Nasimovich, A. A.(1955) Role of snow cover conditions in the life of ungulates within USSR territory. *Lzd. AN SSSR. Moscow*. 371pp.
- 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.
- Nowak, R. M.(1999) *Walker's mammals of the world*. vol. 2 (6th ed). The John Hopkins University Press, London, pp.1209-1212.
- NIBR.(2012) *Red Date Book of Endangered Mammals in Korea*. NIBR, 49pp.
- Pedro Carvalho, Antonio J. a. Nogueira, Amadeu M.V.M. Soares and Carlos Fonseca.(2008) Ranging behaviour of trans located roe deer in a Mediterranean habitat: seasonal and altitudinal influences on home range size patterns of range use. *Mammalia* 72:89-94.
- Piao, R.(2013) The geographical distribution and population size of goral genus in China. 2013 International Symposium Symposium for Biodiversity Enhancement and Sustainable Development, 40pp.(in Korean)
- 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 National University, Daegu. Korea. pp.19-25.(in Korean with English abstract)
- 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.
- 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.(in Korean)
- Worton, B.J.(1989) Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Journal of Ecology* 70(1): 164-168.
- 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.
- 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.
- Yang, B.K.(2002) Systematic, ecology and current population status of the Goral, *Naemorhedus caudatus*, in Korea. Ph. D Thesis, Chungbuk National University, Cheongju, Korea. pp.29-58.(in Korean with English abstract)
- Yoon, M.H., Han, S.H., Oh, H.S., Kim, J. G.(2004) *Korean Mammals*, Dongbang Media, Seoul, pp.272-274.(in Korean)
- Zweifel-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.