

博士學位論文

제주도 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)의 생태학적 행동 특징

Characteristics of Ecological Behaviour of Roe Deer  
(*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju Island, Korea

韓國敎員大學校 大學院

生物敎育專攻

吳章根

2004年 8月

제주도 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)의 생태학적 행동 특징

Characteristics of Ecological Behaviour of Roe Deer  
(*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju Island, Korea

指導教授 朴 是 龍

이 論文을 教育學 博士學位 論文으로 提出함

韓國敎員大學校 大學院

生 物 敎 育 專 攻

吳 章 根

2004年 8月

吳章根의

教育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 印

審査委員 印

審査委員 印

審査委員 印

審査委員 印

韓國敎員大學校 大學院

2004年 8月

# 차 례

차 례 .....	i
List of Tables .....	iii
List of Figures .....	v
論文要約 .....	vii
<b>I. 서 론 .....</b>	<b>1</b>
1. 노루의 분류와 분포 .....	1
2. 노루의 번식행동 특징 .....	3
3. 노루의 행동 특징 .....	5
4. 노루의 서식지 이용 특징 .....	7
5. 노루의 밀도변화와 집단화 특징 .....	10
<b>II. 연구재료 및 방법 .....</b>	<b>14</b>
1. 연구장소의 개황 .....	14
2. 노루의 외형적인 특징조사 .....	15
3. 노루의 번식행동조사 .....	17
4. 일일행동과 경계행동조사 .....	18
5. 노루의 서식지 이용 유형 조사 .....	19
6. 노루의 밀도와 집단화 과정 조사 .....	21
7. 통계처리 .....	23
<b>III. 연구결과 및 논의 .....</b>	<b>25</b>
1. 노루의 외형적인 특징 .....	25
2. 노루의 번식행동 특징 .....	35

가. 노루의 서열 .....	35
나. 노루의 짝짓기 행동 .....	37
다. 새끼의 출산시기 .....	40
라. 새끼의 행동 .....	41
마. 뿔과 서열과의 관계 .....	42
3. 노루의 일일행동과 경계행동 .....	48
가. 노루의 일일행동 .....	48
나. 경계 행동 .....	58
4. 노루의 서식지 이용 유형 .....	64
가. 숲 이용유형 .....	64
나. 서식지 선호도 .....	70
다. 잠자리 선택성 .....	72
라. 산림내 노루의 뿔에 의한 나무의 피해 .....	75
5. 노루의 분포특성과 집단화 경향 .....	81
가. 노루의 밀도 .....	81
나. 성비 .....	90
다. 집단화 과정 .....	91
<b>IV. 결론</b> .....	95
참고문헌 .....	99
ABSTRACT .....	120

## List of Tables

Table 1. Basic data of individual characteristics for the Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) investigated in semi natural conditions. ....	15
Table 2. Variation of body, skull and antler sizes of Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in Jeju. ....	26
Table 3. Correlation between body dimensions and mass of Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) from 1997 to 2003. ....	29
Table 4. Morphometric characteristics of European( <i>Capreolus capreolus</i> ), western Siberian( <i>Capreolus pygargus pygargus</i> ) eastern Siberian( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) and Jeju Roe Deer( <i>C. pygargus tianschanicus</i> ). ....	28
Table 5. Correlation between skull and antler dimensions of Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) from 1997 to 2003. ....	31
Table 6. Male-male agonistic encounters of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in Jeju. ....	36
Table 7. Correlation between hierarchy, antler lengths and antler shedding of 11 male Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ). ....	36
Table 8. Variation of velvet shedding of male Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) at semi-natural and natural conditions in Jeju, 2000-2002. ....	46
Table 9. Velvet shedding of male Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) at 600~1,700m of elevation on mountain of Jeju. ....	47

Table 10. Species composition and frequency of tree bark-stripping by antler of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ), in 2001-2002. ....	76
Table 11. Number of trees bark-stripped by antler of Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ). ....	78
Table 12. Correlation between density of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ), habitat elevation, height of herb( <i>Sasa quelpaertensis</i> ), length of leaves and width of leaves. ....	86

## List of Figures

Figure 1. A map of survey sites(marked) in Jeju .....	22
Figure 2. Morpholoical traits of Siberian, European and Jeju Roe Deer. ....	34
Figure 3. The frequency of copulation and mounting by male Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in Jeju. ....	37
Figure 4. The frequency of copulation, mounting and chasing Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in Jeju. ....	39
Figure 5. Correlation of the hierarchy, antler shedding and antler lengths of Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in Jeju. ....	43
Figure 6. Relations of the dominance rank and antler shedding of male Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in Jeju. ....	44
Figure 7. The Change of temperature by elevation in Jeju, 2000–2003. ....	49
Figure 8. Proportion of activity by months of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ), in 2000–2001. ....	50
Figure 9. Mean of activity time by sexes of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ), in 2000–2001. ....	51
Figure 10. Activity time by season of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ), in 2000–2001. ....	54
Figure 11. Activity periods by groups of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ), in 2000–2001. ....	56
Figure 12. Alarm behaviour pattern of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) at potential danger detection, in 2002. ....	59
Figure 13. Proportion of staying time in the forest by sex of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ), in 2000–2001. ....	65



Figure 14. Staying time in the forest by season of Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in 2000–2001. ....	68
Figure 15. Staying time in the forest by groups of Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ), in 2000–2001. ....	69
Figure 16. Selection of habitat types in the forest by Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in Jeju, 1999–2002. ....	71
Figure 17. Selection of bed sites in the forest by Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in Jeju, 2001–2002. ....	73
Figure 18. Monthly changes of trees–bark strip frequency by antler of male Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ). ....	77
Figure 19. The ratio of damage of trees–bark stripping by antler of male Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ). ....	80
Figure 20. Changes of density of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) by altitudes in Jeju, 2001–2003. ....	82
Figure 21. Change of density of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) by forest types from 2001 to 2003. ....	84
Figure 22. Correlation between density of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ), altitudes and length of <i>Sasa quelpaertensis</i> (height of the herbs, length and width of leaves). ....	86
Figure 23. Snowfall patterns at Eorimok area in Mt Halla from 1993 to 2004. ....	89
Figure 24. Monthly changes of group size of Roe Deer( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in Jeju, 2000–2002. ....	92
Figure 25. Grouping tendency related to the density of Roe Deer ( <i>Capreolus pygargus tianschanicus</i> ) in survey site from 1999 to 2002. ....	94

## 論 文 要 約

# 제주도 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)의 생태학적 행동 특징

吳 章 根

韓國敎員大學校 大學院 生物敎育 專攻

(指導敎授 朴 是 龍)

제주에 서식하는 노루의 개체수는 1980년대부터 적극적인 보호활동으로 증가하기 시작하였다. 이렇게 증가한 노루는 분포지의 확산과 더불어 농작물 피해 등 각종 부작용이 발생하고 있는 실정이나 아직까지 노루에 대한 생태와 행동에 대한 기초조사도 진행되지 못하는 실정이다. 따라서 본 연구는 노루의 외형적인 특징, 노루의 번식행동과 뿔의 표피 벗겨지는 시기와 뿔의 탈각 시기와의 관계 등을 알아보았다. 또한 노루의 일일 행동패턴과 빈도, 숲 이용 패턴과 밀도와 관련된 집단화 과정을 알아보았다.

노루의 몸길이, 어깨높이, 체중 등은 암노루에 비해 숫노루의 크기가 컸다.

노루의 두개골의 크기는 수컷이  $197.9 \pm 3.9\text{mm}$ , 암컷  $189.3 \pm 4.2\text{mm}$ 이며, 코뼈의 길이는 수컷이  $66.7 \pm 2.2\text{mm}$ 이고 암컷이  $64.7 \pm 2.8\text{mm}$ 이며, 하악골은 수컷이  $156.1 \pm 4.9\text{mm}$ , 암컷  $151.3 \pm 3.1\text{mm}$ 로 외형적으로 서부 시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus pygargus*)와 동부시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)와는 차이가 있었다.

제주도에 서식하는 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)의 서열은 선

상구조를 이루고 있었으며 나이가 많고 뿔의 크기가 클수록 서열이 높았다. 또한 서열이 높을수록 탈각시기도 빠르게 나타났으며, 서열이 가장 높은 수컷이 대부분의 암컷을 차지하여 짝짓기 성공률이 높았다. 수컷노루의 발정기간은 8월 27일부터 11월 초순까지였으며 짝짓기 시기는 9월 7일부터 10월 29일까지였다.

벨벳이 벗겨지는 시기는 3월 15일부터 4월 14일까지였으며 해발고도가 높을수록 시기가 늦어졌다. 뿔은 대부분 12월에 떨어졌다.

노루의 일일 행동패턴은 활동과 휴식을 반복하는 유형이었으나 활동하는 시간보다 휴식하는 비율이 더 높았으며, 일출과 일몰 전후에 가장 활발하게 활동하였다. 활동비율이 높은 시기는 수컷은 영역을 확보하는 시기와 발정시기에, 암컷은 새끼를 낳고 기르는 시기인 6~7월에 활동비율이 높았다. 노루의 경계행동은 자극의 종류와 거리에 따라 달라졌다.

노루는 낮 동안에 숲속에서 생활하는 시간이 많았으나 오후 2시 이후부터는 숲속에서 초지로 나오기 시작하여 해질 무렵이 되면 대부분 노루들이 숲속에서 나와 야외에서 생활하였다. 제주노루가 선호하는 산림은 활엽수림과 소나무림이었으며, 경급별로는 소경목 산림이었다. 또한 흉고직경이 6~16cm이하인 산림을 선호하였다. 그리고 노루는 수관밀도 70%이상 지역을 가장 선호하였으며, 산림의 나이가 11~20년인 산림을 선호하였다.

노루의 잠자리 크기는 평균 57.6×44.4cm 이었으며, 잠자리의 위치는 흉고직경이 15.4~16.1cm인 나무에서 2m 이내였다. 또한 잠자리는 먹이의 서식지에서 60~80m 떨어진 곳이었으며, 사면별로는 다른 사면에 비해 동쪽사면과 남쪽사면에 잠자리가 많았다.

노루의 뿔에 의해 피해를 입는 수종은 총 27과 49종이었으며 이중에 피해가 심한 수종은 비목나무(*Lindera erythrocarpa*), 산딸나무(*Cornus kousa*) 등이었으며, 이러한 피해수종은 흉고직경이 8cm이하인 어린나무이었으며, 흉고직경이 1.1~1.5cm인 나무가 가장 피해가 심하였다. 가장 피해가 많은 시

기는 4월부터 7월 사이였다.

노루의 밀도는 조사기간 동안에 지속적으로 감소하고 있었다. 밀도가 가장 높은 지역은 해발 1,600m 이상 지역이었으며, 임상별로는 고산 관목림대가 가장 높았으나 낙엽활엽수림대가 가장 낮았다. 이러한 노루의 밀도 변화는 먹이의 질, 은신처, 물과 인위적인 간섭 등 여러 가지 요인에 따라 서식밀도가 달랐다. 또한 들개의 출현, 제주조릿대의 확산과 적설량도 노루 분포에 영향을 주고 있었다.

집단의 크기는 12월부터 3월까지 5.6마리 이상이었으며 3월에 평균 7.2개체로 가장 큰 집단을 이루고 있었다. 4월과 5월에 관찰된 전체 집단의 73%가 1개체에서 3개체로 구성된 집단이었으며 6월부터 9월까지 집단의 크기가 대부분 1~2개체로 구성되어 있었다.

제주 노루는 여러 가지 요인에 의해 위협받고 있다. 예전에 목장지역이었던 곳이 경작지로 변화함으로써 서식공간이 좁아졌고, 경작지 주변에 서식하는 노루는 농작물 피해 방지용 그물망 과 농약살포 등으로 생명에 위협을 받고 있다. 또한 도로횡단에 따른 차량충돌 사고 증가와 밀렵도 성행하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 노루의 번식생태와 행동에 관해 이루어지게 되며, 노루의 보호와 관리를 위한 방안 마련에 중심토대가 될 것이다.

※ 이 논문은 2004년 8월 한국고원대학교 대학원위원회에 제출된 교육학 박사학위 논문임.



# I. 서론

## 1. 노루의 분류와 분포

노루는 유럽에서부터 나타나기 시작(Kurten, 1968; Geist, 1998)하여 추위에 적응하기 위하여(Danilkin, 1996; Geist, 1998) 착상의 지연(Stubbe and Passarge, 1979)과 추위나 눈을 피해 여름철 발정 등 계절적 기후에 적응해왔다(Sadleir, 1987).

노루는 우제목 Artiodactyla 사슴과 Cervidae 흰꼬리사슴아과 Odocoileinae 노루속 Capreolus에 속한다. 노루속에는 유럽노루(*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758)와 시베리아 노루(*Capreolus pygargus* Pallas, 1771)등 2종이 있다.

Order Artiodactyla

Suborder Ruminantia

Family Cervidae, Gray(1821)

Sub Family Odocoileinae, Pocock(1923)

Tribe Capreolini, Simpson(1945)

Genus Capreolus, Gray(1821) - the roe deer

species *Capreolus capreolus* L. 유럽노루

*Capreolus pygargus* Pallas 시베리아노루

subspecies *C. p. pygargus* Pallas 서부 시베리아 노루

*C. p. tianschanicus* Satunin 동부 시베리아노루

이러한 노루(*Capreolus capreolus*)는 전 세계적으로 서유럽에서부터 극동 시베리아, 그리고 남으로는 중국과 西藏(Tibet)에 이르는 넓은 지역까지 분포하며 제주도를 포함한 우리나라 전역에도 분포하고 있다. 제주지역에서는

1990년대 이후 꾸준히 확산되기 시작하여 최근에는 해발 1950m인 한라산 백록담에서부터 해안변 오름 주변까지 분포하고 있다.

Ellerman and Morriscot-Scott(1950)은 유럽과 아시아에 서식하는 노루를 단일 종으로 보고 있으며 그 속에 *Capreolus capreolus capreolus*, *Capreolus capreolus pygargus* 과 *manchuricus*, *melantotis*와 *ochracea* 포함하여 *Capreolus capreolus bedfoldi*등 3아종으로 분류하였다. 또한 Heptner et al.(1961)은 한국 및 북동 중국과 인근 러시아 지역의 노루를 *Capreolus capreolus bedfoldi*로 기재하였으며, *manchuricus*와 한국의 아종 *ochracea*를 동명이어로 기술하였다. 그리고 Corbet(1978)는 노루를 1종 4아종으로 분류하고 있는데 유럽과 중부 유럽의 러시아 지역에 서식하는 노루 *Capreolus capreolus capreolus* 1아종, 북동 중국의 *Capreolus capreolus manchuricus*와 한국의 *Capreolus capreolus ochracea* 포함한 북부 중국과 한국의 *Capreolus capreolus bedfoldi* 1아종과 중국 텐산산맥(天山山脈, Tien Shan)지역의 *Tianschanicus* 와 북부 高加索山(*Caucasus*)의 *caucasica*를 포함하여 시베리아와 동부유럽의 *Capreolus capreolus pygargus* 1아종, 그리고 중국 남서부에 있는 西藏(Tibet)의 *Capreolus capreolus melanotis* 1아종이다.

Groves and Grubb(1987)은 염색체의 수, 두개골의 형태, 크기와 외형적인 크기를 비교하여 유럽노루와 시베리아 노루 등 두 종으로 분류하고 있다.

Sokolov and Gromov(1990)는 형태적 형질 비교에서 *Capreolus*속을 2종(유럽산 *Capreolus capreolus*와 시베리아산 *Capreolus pygargus*)으로 분류하였으며 유럽산 노루를 단일 아종으로 분류하였으나 시베리아의 노루를 서부 및 일부 동부시베리아의 *Capreolus pygargus pygargus*, 텐산산맥(天山山脈, Tien Shan)의 *Capreolus pygargus tianschanicus*과 한국, 북동중국 및 인근 러시아 등의 국동 아시아산 *Capreolus pygargus manchuricus*(=*bedfoldi*)등 3 아종으로 분류하였다. Wilson and Reeder(1993)은 *Capreolus Capreolus bedfoldi*를 포함하는 34아종의 8아종을 *Capreolus pygargus* Pallas로 재 명

명하였다.

우리나라에 서식하는 노루는 *Capreolus capreolus bedfordi* Thomas, 1908로 분류되어 있으나, Barclay(1935)는 노루를 외부의 형질을 비교 분석하여 한국의 노루를 *Capreolus pygargus ochracea*로 분류하였으며, Tate(1947)는 극동 아시아종 *mantschuricus*와 한국의 아종 *ochracea*를 포함시켜 *Capreolus capreolus bedfordi*로 분류하였다.

Koh(1997)등은 한반도의 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)의 몸길이나 두개골의 크기가 아종 *pygargus*나 *bedfordi* 보다 작다고 보고하였으며 제주노루를 *Capreolus pygargus ochracea*로 분류되어야 한다고 기재하고 있으나 Koh(2000)은 제주도에서 채집한 노루를 이용하여 mtDNA control region과 cytochrome b 유전자의 부분적인 염기서열을 분석하여 한국의 노루는 *Capreolus pygargus tianschanicus*임을 재 주장하였다.

그러나 최근에 제주노루를 유전학적으로 분석한 결과 제주를 포함한 우리나라에 서식하는 노루는 *Capreolus pygargus bedfordi*이나 *Capreolus pygargus tianschanicus*이 아닌 *Capreolus pygargus ochracea*임을 주장하고 있다(Koh and Randi, 2001).

이처럼 우리나라에 서식하고 있는 노루에 대한 분류는 명확하지 않아 본 연구는 외형적인 특징을 조사하여 서부시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus pygargus*)와 동부시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)와 비교하여 차이가 있는 지를 알아보고자 한다.

## 2. 노루의 번식행동 특징

포유류의 서열은 몸의 크기, 신체의 조건, 나이, 성, 호르몬, 싸움전력과 집단 규모 등 여러 가지 요인에 의해 결정되며(Geist, 1968; Espmark 1974; Leboeuf, 1974; Clutton-Brock et al., 1982; Bresinski, 1982; Apollonio, 1989), 일부다처제인 포유류의 수컷의 번식성공은 싸움에서의 승리, 서열과



나이와도 관계가 있으며(Geist 1971; LeBoeuf, 1974; Clutton-Brock et al., 1982; Apollonio, et al., 1989; Apollonio et al., 1990), 밀도와도 관계가 있다 (Bideau et al., 1993).

노란사슴(*Dama dama*)와 대륙사슴(*Cervus nippon*)은 서열이 높은 상위 수컷들만이 짝짓기를 한다(Apollonio et al., 1989; Appley, 1980). 또한 번식성공률은 나이가 많을수록 높으며(Apollonio et al., 1989), 다른 사슴류는 체격이 클수록 서열이 높다는 보고(Hirotani, 1994)가 있다. 그리고 노란사슴 *Dama dama*의 경우 짝짓기 성공은 수컷의 영역안에 암컷의 수와도 관계가 있다는 보고(Apollonio, 1989)가 있다.

그리고 서열에 따른 이익과 손해에 대해서 연구가 진행되어 왔는데, 서열이 높은 개체일수록 양질의 먹이 서식지와 무리의 중앙부를 차지하나, 서열이 낮은 개체일수록 질 낮은 먹이 서식지와 변두리에 서식함으로써 포식자에게 희생될 기회가 높아진다(Huntingford and Turner, 1987; Archer, 1988, Jackson and Winnehard, 1988; Hall and Fedigan, 1996; Lincoln, 1972.). 이러한 이익과 손해와의 관계는 번식성공에도 영향을 주고 있다(Hirotani, 1994). 노루는 서열이 높은 개체가 서열이 낮은 개체보다 인공먹이에 대해 더 잇점을 갖지만 사회적 서열과 먹이 먹는 시간과는 유의미한 차이가 없다(Espmark, 1974).

뿔은 체중이 무거울수록 뿔 크기가 크며(Shingo et al., 1980), 수컷의 2차 성징(sexual character)으로 정소(testis)에서 분비되는 testosterone이 분비로 탈각된다(Lincoln, 1972; Kierdorf et al., 2003). 뿔은 발정기간 동안에 성행동과 관련이 있으며, 집단내에서 서열 결정에 중요한 역할을 한다(Lincoln, 1972). 노루는 사슴과중에서도 유일하게 장기간동안 영역을 방어하는 종으로 암컷은 좋은 몸 조건을 갖춘 수컷을 선택하기 때문에 수컷의 몸 조건에 따라 짝짓기의 성공 여부가 결정된다(Johansson, 1996; Strandgaard, 1972; Apollonio, 1989).

탈각은 나이보다 서열과 관계가 깊다는 보고(Johansson, 1996; Forand et al., 1985)가 있다. 탈각된 수컷은 싸움에서 효과를 잃고 서열이 낮아지기 때문에 번식성공률이 낮아진다(Lincoln, 1972; Espmark, 1974). 그러나 발정기간 이후에 서열이 높은 개체일수록 탈각이 빨라 다음해에 벨벳이 벗겨지는 시기가 빨라지므로 영역을 확보할 때에 더 유리하다(Johansson, 1996; Putman, 1988).

따라서 본 연구는 제주에 서식하는 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*) 수컷의 서열을 조사하여 나이, 뿔 크기와 번식 성공률과의 관계를 알아보았다.

### 3. 노루의 행동 특징

반추동물은 섭식-휴식-섭식행동을 반복하는 동물(Cederlund, 1989; Danilkin and Hewison et al., 1996; Mysterud, 1998)이므로 시간과 공간적으로 먹의 양과 질에 따라 활동유형과 서식지 이용에 영향을 주기 때문에 계절에 따라 활동 기간이 달라진다(Cederlund, 1989; Danilkin, 1996).

노루는 어린 싹만을 즐겨먹는 선택성이 매우 강한 동물로서(Cederlund, 1980) 그만큼 반추시간이 짧기 때문에 다른 반추동물에 비해 활동성이 높은 동물이다. 그러나 활동 유형은 성, 나이, 압박감 정도뿐만 아니라 기후와 기타 환경요인에 의해서도 좌우되기 때문에(Danilkin, 1996) 연도별, 계절별과 일일 시간대별로 달라진다(Cederland, 1989).

노루는 하루중 모든 시간을 활동하지만(Cederlund, 1989), 가장 활발하게 활동하는 시기는 일출과 일몰동안이며 계절적으로 늦은 봄과 이른 가을에 가장 활발하게 활동하는 동물이다(Bresinski, 1982; Jeppesen, 1989; Chapman et al., 1993; Danilkin, 1996). 일일 행동유형들은 일출 무렵에 동시성이 가장 뚜렷하며 에너지관점에서 활동의 유형과 기간은 에너지 요구에 의해 결정되어진다(Turner, 1979). 이와 관련해서 먹이 먹기, 되먹임, 그리고

휴식하는데 보내는 시간은 먹이의 질과 량에 따라 달라지기 때문에 계절마다 다르다(Cederland, 1989). 먹이가 신선할 때인 봄에는 쉽게 소화되는 먹이는 바로 유용되기 때문에 반추시간은 풀을 뜯어먹는 행동보다 짧다. 휴식하는 시간은 겨울과 이른 봄 동안에 가장 높다. 이것은 질 낮은 먹이를 이용할 때 에너지의 유지와 관계가 있어 상대적으로 휴식하는 기간이 길어진다고 한다(Cederland, 1989; Jeppeson, 1989). 노루가 휴식하는 기간은 매우 규칙적이지만 활동-휴식하는 기간은 계절에 따라 다르며, 출산, 새끼의 돌봄과 짝짓기 등 번식행동을 하는 시기에 더 활동적이다.

집단 구성원들에 대한 활동리듬은 특히 동틀 때와 해질녘에 동시성이 가장 뚜렷하다(Mertens, 1984). 이것은 지도자를 따르기 위한 행동적 특징을 보여주는 것이며 가족집단 안에서의 행동에 대한 동시성은 새끼들이 태어난 후 2~3개월 후에 나타난다. 수컷들은 암컷들과 같이 이동하는 시간이 적은 대신 오랜 기간동안 풀을 뜯어먹고 휴식을 취하는 경향이 있다(Jeppesen, 1989). 집단 크기가 증가할수록 풀을 뜯어먹으며 보내는 시간은 더 길어지지만 운동하는 행동은 짧아진다. 그러나 풀을 뜯어먹고 휴식하는 기간에 대한 빈도는 비슷하다(Danilkin, 1996).

노루가 먹이를 먹는 행위와 행동의 주요 제한요인은 기후이다. 노루는 서늘하고 비가 오는 날보다 더운 날에 적게 먹는다. 그리고 겨울철 체지방 축적을 위하여 먹이를 먹는 기간은 서리가 내리기 시작할 때 길어진다고 한다(Danilkin, 1996). 풍속과 온도는 크게 영향을 받지 않으나 강수량은 일출동안에 활동이 감소되는 원인이 된다(Turner, 1979).

노루의 소리는 squealing, rasping, barking, whining과 screaming 등 5가지로 구분하고 있다(Mayer, 1977; Smirnov, 1977; Soklov et al., 1987; Danilkin, 1996). 이중에 짖기(barking)는 잠재적인 위협이 감지되었을 때 내는 소리로서 대부분 사슴과 종들은 잠재적인 위협이 감지될 때 큰소리(loud)와 거친 소리(harsh call)를 낸다(Putman, 1988; Reby et al., 1998). 특히 노

루(*Capreolus capreolus*)는 방해의 근원이 감지되었을 때 뚜렷하게 큰소리로 짖는다(Reby et al., 1998). 노루가 짖는 소리(barking)는 경계음(alarm call)과 추적방해음(pursuit-deterrent call) 등으로 분류하고 있는데 영역을 유지하는 것이 주요 역할이라고 한다(Prior, 1995; Reby et al., 1999; Frommolt et al., 1997).

방해를 받은 노루는 은식처를 향하여 머리를 들고 뛰며, 단음으로 소리를 낸다. 그 다음에 정지하고 뽐내는 걸음걸이(stilted gait)로 선 상태에서 큰소리로 반복적으로 소리를 내며, 머리를 위 아래로 움직이고 옆에서 옆으로 이동하기도 하고 가끔 발구르기(foot stamping)와 나무에 표식을 하기도 한다(Hewison et al., 1998). 이때 가까이 있는 이웃개체는 초기의 짖는 소리에 반응하여 짖기도 한다(Reby et al., 1999). 노루는 어떤 위험이 감지될 때 멀리 도망가지 않고 약 50m 도주 후 정지한 다음 위험요인을 확인하는 행동 때문에 쉽게 사냥감이 되기도 한다(원병휘, 1968).

지금까지 외국에서는 노루에 대한 활동유형에 대한 연구(Turner, 1979; Cederlund, 1981b; Cederlund and Lindstrom, 1983; Cederlund, 1989; Jeppesen, 1989)가 활발히 진행되어왔으나 우리나라에서는 아직까지 노루의 활동유형과 경계 행동에 대한 연구가 미미한 실정으로 본 연구에서는 노루의 일일행동 유형과 경계행동을 알아보았다.

#### 4. 노루의 서식지 이용 특징

노루는 산림종으로서 숲을 이용하는 정도의 차이는 은식처의 정도, 물의 유무와 먹이의 가치에 따라 달라진다. 노루는 침엽수림 또는 활엽수림 등 거의 모든 숲에서 서식하지만 목초지가 있는 혼효림을 더 선호한다. 그러나 서식하기에 가장 적합한 환경은 목초지와 풀밭으로 둘러싸여 있는 풍부한 관목 층을 가진 복합된 세대의 산림이다(Mayer, 1977; Strandgaard, 1978; Pedrolí et al., 1981; Cederlund, 1982; Danilkin, 1996). 영국에 서식하는 노루

(*Capreolus capreolus*)는 어린 관목이나 성숙한 숲에 밀집되어 서식하기도 하지만 넓은 침엽수의 산림지에서도 서식한다. 또한 작은 공간이 있는 지역과 숲을 가로지르는 서식지를 선호하기도 한다(Staines and Welch, 1984; Welch et al., 1990). 동부 유럽에 서식하는 노루 *Capreolus capreolus* 는 밀집한 잡목숲, 소나무숲, 범람원숲, 관목골짜기와 수중 목초지를 포함한 삼림을 선호하며, 폴란드에 서식하는 노루는 복합된 침엽수림지를 더 좋아하는 경향(Maublanc et al., 1987)이 있다.

시베리아노루(*Capreolus pygargus*)는 조림지, 습지, 개방된 소나무 숲, 그리고 어린 나무가 자라는 관목림이 있는 개간지를 선호한다. 특히 가문비나무와 같은 낙엽성 숲을 좋아하지만 이끼로 덮인 소나무 숲은 피한다(Danilkin, 1996). 또한 몽고에 서식하는 노루는 다양한 버드나무와 작은 자작나무의 관목들을 포함하고 있는 작은 초원지역에 서식한다(Danilkin and Dulamtseren, 1981). 중국에 서식하는 노루는 많은 소협곡주변에 있는 구릉성 초원에 서식한다(Danilkin, 1996). 더욱이 현대의 노루는 초원과 농경 초지와 같은 나무 은폐물이 완전히 부족한 서식지에서 1년 내내 발견되기도 한다.

아시아에 서식하는 시베리아노루의 많은 개체들이 가을에 산림과 초원의 소생활권사이를 이동하며 생활하기 때문에 초지대 서식지 사이에서 번갈아 이동하며 서식하는 것이다(Danilkin, 1996).

에너지는 겨울철 생존에 대한 주요 제한요인이 된다. 낮은 온도, 높은 풍속과 눈의 깊이는 생존과 체온 유지(thermoregulation)를 위하여 더 많은 에너지가 요구되기 때문이다(Moen, 1973; Parker and Robbins, 1984; Chen et al., 1999). 따라서 잠자리 선택은 에너지 보전 전략에 중요한 역할을 하기 때문에 혹독한 겨울동안에 사슴의 생존에 영향을 줄 수 있다(Chen et al., 1999).

노루는 열이 많은 동물로서 결정적인 높은 온도를 갖고 있기(Weiner,

1977; Parker and Robbins, 1985) 때문에 새싹과 같은 대표적인 겨울 먹이를 찾는데 한계가 있기 때문에 에너지도 한계가 있다(Holand, 1992, 1994) 이러한 이유 때문에 노루는 에너지를 유지시키기 위하여 잠자리를 선택해야 한다.

잠자리의 긁음 scraping은 에너지 보존전략으로 표현할 수 있다(Mysterud and Østbye, 1995; Mysterud, 1996). 이러한 행동은 다른 사슴종에서 보고된 적이 없는 노루의 유일한 행동이다(Chen et al., 1999). 사슴과 동물들이 가장 선호하는 잠자리는 침엽수 밑이다(Chen et al., 1999). 그리고 노루의 잠자리 선택은 울폐도(forest canopy closure)가 높은 지역에 잠자리를 선택한다(Chen et al., 1999).

몸 크기가 작은 노루와 흰꼬리사슴(*Odocoileus virginianus*)은 온화한 시기보다 추운 시기에 더 울폐도가 높은 지역을 선택하는 경향이 있다(Mysterud and Østbye, 1995; Chen et al., 1999). 엘크(*Alces alces*)는 큰나무 가까이에 잠자리를 선택하는 경향이 있지만(Beall, 1974), 노루는 나무의 가까이에 잠자리를 선택하지 않는다는 보고(Mysterud and Østbye, 1995)가 있다. 여러 사슴 종들의 대부분 잠자리는 경사면의 위쪽에 잠자리를 선택하는데 이것은 천적으로부터의 보호 전략과 쉽게 태양 에너지를 얻기 위한 것이다(Mysterud and Østbye, 1995; Chen et al., 1999).

노루는 초본류와 나무의 싹을 먹는 동물이기 때문에 노루로 인한 농작물과 산림의 수목피해가 발생하고 있다. 사슴의 뿔이 녹각이 되는 과정에서 벨벳을 벗겨내거나 영역표시를 할 때 붉은사슴(*Cervus elaphus*), 노란사슴(*Dama dama*), 노루(*Capreolus capreolus*)와 대륙사슴(*Cervus nippon*) 등 사슴들은 성숙하지 않은 나무껍질을 벗겨내기도 하고(Welch et al., 1987; Gill, 1992a; Ratcliffe and Mayle, 1992; Mayle, 1998), 어린나무를 문지르거나 심하게 움직이기도 하기 때문에 식물의 피해가 나타난다(Gill, 1992a). 노루(*Capreolus capreolus*)와 엘크(*Alces alces*)에 의한 새싹피해는 가문비나무(*Picea*

*abies*)와 소나무(*Pinus sylvestris*)에 주로 발생한다(Bergquist et al., 1998). 이러한 피해는 사슴의 밀도가 높을수록 커지며(Conover, 1989; Welch et al., 1990; Andren and Angelstam, 1993; Akashi et al., 1999; Bergquist et al., 2003), 노루의 밀도가 높은 서식지에는 대상식물의 껍질과 형성층(cambium)이 제거되어 나무가 고사하기 때문에 전체적으로 산림의 식물종 구성이 달라지기도 한다(Akashi et al., 1999; Radeloff et al., 1999).

따라서 본 연구는 제주에 서식하는 노루의 숲 이용유형, 서식지 선호도, 잠자리 선택성과 노루에 의한 나무의 피해 등을 알아보았다.

#### 5. 노루의 밀도변화와 집단화 특징

노루의 밀도는 기후요인, 인위적인 방해의 정도와 먹이의 유용성 등 여러 가지 요인에 의해 변화된다(Strandgaard, 1978; Helle, 1980; Cederlund, 1982; Gaillard et al., 1993; Danilkin, 1996).

기후요인은 노루의 분포를 한정할 뿐만 아니라 개체의 크기를 변하게 하는 원동력이 된다. 겨울의 비정상적인 혹독한 추위는 사망률이 높아져 노루의 개체수를 감소시킨다(Cederlund and Lindstrom, 1983). 겨울철 혹한기 동안 저온기간과 폭설이 노루에게는 치명적인 제한요인이 되기도 한다(Cederlund and Lindstrom, 1983; Stubbe, 1987). 특히 어린 노루와 암컷에게 더 심한 영향을 준다. 노루는 성공적인 번식과 생존을 위해 최대 적설량은 40cm이하여야 한다(Danilkin, 1996). 이 시기에 먹이감 찾기가 어렵기 때문에 먹이부족으로 인한 영양실조와 질병 등으로 노루의 사망률이 높아진다. 이러한 먹이 부족과 질병 등으로 인해 다음해 번식에도 악영향을 준다(Padaiga, 1975; Goreglyad, 1970).

노루는 먹이자원의 유용성, 은신처 등이 있는 지역을 선호하며 겨울철에 새끼가 딸린 수컷들과 암컷들은 적설량이 적은 해안가, 강 주변의 계곡, 호수연안지역과 겨울철 먹이로 이용할 수 있는 건초가 많은 지역을 선호하기

(Pullianinen, 1980) 때문에 먹이와 번식을 위하여 고도가 높은 곳에 서식하는 노루는 주기적으로 계절적 이동을 한다. 일반적으로 11월부터 12월까지는 특히 눈이 많이 쌓여 먹이가 부족할 때 중산간 지역으로 이동하며, 3월말부터 4월까지는 번식 등을 위하여 여름서식지인 고산지대로 이동한다(Cederlund, 1982; Danilkin et al., 1991, 1992b, 1993, 1996). 겨울철에 저지대로 이동하는 시점은 서리가 내리기 시작할 때이며 적설량이 적고 질 높은 서식지를 찾아 동물들이 이동(Danilkin et al., 1991, 1992, 1996; Sokolov et al., 1991)하기 때문에 이 지역에 집중된다(Danilkin, 1996). 이러한 이동은 매년 같은 경로를 이용하며 하루의 어느 시간이나 이동하지만 대부분 아침에 이동호한다(Danilkin, 1996).

천적의 유무와 밀렵과 같은 인위적인 방해요인도 노루 밀도에 영향을 준다. 우랄지역에서는 이리 등 천적의 수와 밀렵의 증가로 노루 밀도의 감소원인이 되고 있었으며, 카자흐스탄에서는 이리의 증가로 노루가 거의 전멸되기도 했다(Cederlund and Lindstrom, 1983; Stubbe, 1987).

노루의 밀도를 결정하는 또 다른 원인은 노루의 확산이다. 확산은 해로운 환경과 노루의 밀도와도 밀접한 관계가 있다. 또한 노루의 영역크기와도 관련이 있으며, 먹이 유용성과 개체밀도의 증가 등에 따라서도 달라지기 때문에 어린 노루들에게는 확산의 원인이 된다(Ellenberg, 1978; Sokolov and Danilkin, 1981; Reimoser and Zandl, 1986, 1987). 밀도가 증가하는 지역에서는 서식지의 범위와 먹이량이 감소로 인해 확산되기 때문에 밀도의 감소원인이 되기도 한다. 매년 봄에 대부분의 1년생 수컷들은 성숙한 수컷들에 의해 쫓겨 어미의 서식지를 떠나 다른 서식지로 이동하여 영역을 확보하기 때문에 영역은 노루를 폭 넓게 분포하는 원인이 된다(Ellenberg, 1978; Reimoser and Zandl, 1986, 1987).

노루의 분포는 생물과 무생물 등 복합적인 요인에 의해 결정된다(Danilkin, 1996). 노루의 분포에 영향을 줄 수 있는 심각한 요인은 여행자, 버섯 채집자



등 인간의 행위, 소와 말 등 다른 유제동물 등에 의해서도 제한을 받는다(Strandgaard, 1978; Helle, 1980; Danilkin, 1996). 노루가 서식하기에 가장 적합한 환경은 목초지와 풀밭에 쌓여있는 풍부한 관목림지대로 이러한 지역에 노루가 집중되는 현상을 보여주고 있고, 이곳의 주변하천은 노루가 은신처로서 안정된 소생활권 역할을 하기 때문에 이곳에 서식하는 노루는 매년 이동하지 않고 남아 정주하기도 한다(Mayer, 1977; Pedroli et al., 1981; Reimoser, 1982). 노루는 이렇게 여러 가지 요인에 의해 분포와 밀도가 달라진다.

야생동물은 집단생활을 함으로서 포식자를 감지하는 능력을 높여 포식자로부터 위험을 줄일 수 있기 때문에(Alexander, 1974; Treisman, 1975; Van Schaik, 1983; Ebensperger and Wallem, 2002) 단독생활을 하는 동물보다 집단생활을 하는 동물이 더 효과적으로 포식자를 쫓아내는 잇점도 있다. 그러나 이로 인해 포식자로부터 쉽게 상처받는 약점도 있다(Hamilton, 1971; Romey, 1997). 천적의 압력과 먹이의 분포는 군거성과 집단을 형성하도록 유도한다(Hamilton, 1971; Alexander, 1974; Bertram, 1980; Dehn, 1990). 집단의 크기는 계통발생학적 특징보다는 환경조건에 더 영향을 받기 때문에(Takatsuki, 1983) 서식지의 형태와 먹이의 질(Takatsuki, 1983; Danilkin, 1996), 여러 가지 기후요인, 숲의 크기의 정도와 경작지의 구조, 그리고 사람의 출입여부에 따라서 달라진다(Bresinski, 1982). 또한 집단의 크기는 밀도가 높으면 높을수록 큰 집단이 형성되기 때문에 노루의 밀도는 평균 집단의 크기에 영향을 주는 중요한 요인이 된다(Bresinski, 1982).

사슴류에 대한 개체수 조사는 여러 가지 방법을 이용하여 밀도를 산출해 왔는데, 주로 line transects 조사(Burnham et al., 1979), 정점조사(Ramsey et al., 1979), rodeside 조사(Overton, 1971), pellet counts(Neff, 1968; Fuller, 1991; White, 1992), 족적조사(Mccaffery, 1976)등이 있다. 그외 여러 가지 표본지수(indexes) 조사방법은 사슴류 개체수를 조사하는데 이용되며, 주로 교

통사고로 인한 사망률을 조사하여 개체수 변동을 파악하는 기법(McCaffery, 1973)이며, spotlight를 이용한 개체수 조사(Gunson, 1979; Cypher, 1991; Whipple et al., 1994)는 흰꼬리사슴(*Odocoileus virginianus*), 검은꼬리사슴(*Odocoileus hemionus*)에 적용한 예가 있는데 가을에 소로를 따라 이동하면서 관찰되는 모든 개체를 조사하는 방법이다. 또한 사슴류에 적용된 조사방법으로는 drive counts(Overton, 1971), 포획-재포획 capture - recapture census 방법(Anderson, 1962)와 헬기를 이용한 조사(aerial surveys; Underwood et al., 1998)가 있는데, 항공기를 이용한 개체수 조사는 광활한 초원지대에 적용 가능한 방법으로 제주도 환경에는 적용할 수 없으며, 또한 제주도의 해발 600m 이상에는 제주조릿대가 밀생하고 있어 pellet-group count 방법도 부적합하다. 한편, 최근에는 노루의 경계음을 이용하여 밀도조사(Reby et al., 1998)를 실시한 예도 있다. 이 경우 노루의 경계음을 녹음하는 녹음기와 확성기가 필요한데 비교적 신뢰성이 높다. 이와 같이 다양한 노루 밀도조사 방법중 제주도 자연환경에서 적용 가능한 조사방법은 line transects 조사, 썬치를 이용한 조사(spotlight surveys), 정점조사(point census)와 rodeside 조사방법 등이다.

따라서 우리나라에서는 아직까지 노루의 생태, 행동과 분포상황등 기초적인 연구가 전무한 실정이며, 80년대부터 보호하기 시작한 한라산 노루는 1990년대 후반까지 꾸준히 증가해오다 최근에는 개체수가 감소하고 있는 것으로 추정되나 노루 밀도에 대한 조사도 이루어지지 못하고 있어 해발 600m 이상 지역에 서식하는 노루를 중심으로 노루의 분포특성, 밀도와 집단화와의 관계를 알아보았다.

## II. 연구재료 및 방법

본 연구기간은 1997년 1월부터 2003년 12월까지이며 노루의 외형적인 특징, 생태학적 행동특징 등에 관한 알아보았다. 노루의 일일 행동, 서열에 따른 나이와 뿔과의 관계 그리고 숲 이용률은 semi-natural 상태에서 조사하였으며, 외형적인 크기 조사, 서식지와 잠자리 선호도 그리고 노루의 밀도와 집단화과정 등은 야외에서 실시하였으며, 특히 해발 500m 이상 지역에서 실시하였다.

### 1. 연구장소의 개황

본 연구에 필요한 자료는 제주도 제주시 아라동 해발 550m에 위치해 있는 노루목장(33° 25' 10" E, 126° 31' 38" N)에서 얻었다. 이 목장은 1995년 2월에 조성되어 제주관광산업고등학교에서 운영하고 있으며 면적은 9,900m<sup>2</sup>이고 2m 높이의 사각 울타리로 둘러싸여 있고 18마리(수 11, 암 7)의 노루가 사육하고 있는 곳이다(Table 1). 이 목장에는 대부분 초지대로 구성되어 있으며 크고 작은 소나무, 상수리나무와 보리수나무 등이 산재해 있어 은신처 역할을 하고 있다. 자연초지는 1월과 2월을 제외하고 연중 자라고 있어 먹이로 제공되고 있으나 겨울철에 먹이의 부족을 염려하여 사슴의 인공사료를 하루에 20kg단위 1포와 노루의 먹이가 될 수 있는 송악 등을 목장주변에서 채취하여 공급하고 있다. 또한 물탱크가 설치되어 있어 노루가 자유롭게 물을 먹을 수 있다.

그 외 조사지역은 해발 500m 이상 지역으로 해발 700m이하 지역에는 소와 말 등을 방목하는 방목지이거나 목초를 재배하는 목초지이다. 그리고 그 주변에 콩, 감자와 더덕 등을 재배하는 경작지도 있는 곳이다. 또한 그 주변에는 관목림, 낙엽활엽수림으로 구성된 자연림이 산재해 있어 초식동물이 서

Table 1. Basic data of individual characteristics for the Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) investigated in semi natural conditions.

Sex	Individual	Age	Individual characteristics
Male			
	M1	6	Three points of antler, a large process at left beam
	M2	7	Four points of antler, wound in the neck
	M3	7	Thick beam and short antler, the wound in the abdomen
	M4	5	Thin beam and large antler, the wound in left ear
	M5	4	Three points of antler, white brownish body color
	M6	4	Only present forward and upper points at right and left antler
	M7	3	Back points absent
	M8	2	Forward points at left antler absent
	M9	2	Forward points at right antler absent
	M10	1	Antler absent, dark brownish body color
	M11	1	Antler absent, white brownish body color
Female			
	F1	3	Dark brownish body color
	F2	3	White brownish body color
	F3	4	Black point in the breast
	F4	3	Large black line in the upper eyebrows
	F5	2	The wound in left abdomen
	F6	2	Black point upper eyebrows
	F7	2	White brownish body color, black line in the upper eyebrows

식하기 좋은 조건을 갖고 있는 지역이다. 해발 700m 이상 지역은 한라산국립공원지역으로 자연생태계가 잘 보존되고 있는 곳으로 해발 1,400m 까지는 낙엽활엽수로 우거진 산림이 형성되어 있고 그 하부에 제주조릿대가 밀생되어 있다. 해발 1,400m 이상 지역은 고산관목림대로 구상나무림 등이 있으나 고산초지대가 광범위하게 분포하고 있는 지역이다.

## 2. 노루의 외형적인 특징조사

제주노루가 다른 유럽노루와 시베리아 노루와의 외형적인 차이를 알아보기 위하여 1997년도부터 2003년도 12월까지 노루의 몸의 전체길이, 몸길이, 어깨 높이, 가슴둘레, 귀의 크기와 체중을 알아보았다. 또한 두개골의 크기와 수컷의 뿔의 크기도 알아보았다. 그리고 다른 노루와 차이가 있는 것으로 판단되는 코트의 털 색깔도 알아보았다.

노루의 외형적인 크기는 한라산국립공원의 주요 도로변에서 교통사고로 죽은 개체, 농작물 피해 방지망에 걸린 개체와 들개에 의해 피해를 입은 개체 등을 대상으로 전체길이, 어깨높이, 가슴둘레, 몸길이와 귀 등 외형적인 크기를 조사 기록하였다.

측정방법은 Danilkin(1996)의 방법에 따라 휴대용 줄자와 캘리퍼스를 이용하여 측정하였다. 체중은 체중계를 이용하여 연구자가 대상 개체를 안고 측정하는 방법을 택하였으며, 교통사고로 측정이 불가능하거나 부패하기 시작한 개체와 다른 육식동물이 먹은 흔적이 있는 개체는 조사대상에서 제외하였다.

외형적인 크기를 측정하기 위하여 총 75개체를 측정하였으며 이중에 숫노루는 34개체였으며 암노루는 41개체였다. 나이측정은 Aitken(1975)과 Danilkin(1996)의 방법을 이용하여 이빨의 마모정도와 뿔이 있는 숫노루의 경우는 뿔의 크기와 모양을 이용하여 3년생 이상인 성체만을 대상으로 측정하였으나 3년생 이하인 어린개체는 측정대상에서 제외하였다.

두개골의 크기 측정은 숫노루 46개체와 암노루 45개체 등 총 91개체를 대상으로 수거 후 측정하였다. 노루의 두개골 측정은 연구기간동안에 각종 밀렵, 교통사고와 자연사한 노루의 두개골을 수거하여 조사 기록하였다.

또한 유럽노루, 시베리아의 시베리아노루와 중국노루(*C. p. tianschanicus*)와 비교하기 위하여 velvet shedding과 탈각, 새끼의 출산시기와 발정시기 등은 연구 장소와 그 주변에 서식하는 노루를 대상으로 조사하여 기록하였다.

### 3. 노루의 번식행동 조사

조사기간은 2000년 7월 1일부터 2002년 12월 31일까지 일출 후부터 일몰 전까지 12시간동안 관찰하여 기록하였으며, 관찰을 용이하게 하기 위하여 관찰시간대를 오전과 오후로 나누어 관찰하였다.

노루의 나이는 기존자료, 치아의 마모정도와 관찰기록 등을 기초로 측정하였으며(Aitken, 1975; Danilkin, 1996; Hewison, 1999; Cicognani and Mounti, 2000), 개체식별은 뿔의 모양등 외형적인 특징과 자연표식을 이용하여 구분하였다(Table 1).

노루의 서열을 알아보기 위하여 관찰소를 설치하여 정해진 시간에 쌍안경(Nikin, 8×35) 및 망원경(Nikon, ED78)을 이용하여 모든 개체를 관찰하고 수컷끼리의 싸움에서 승리한 개체와 패한 개체, 접근시 피하는 개체를 패한 개체로 구분하여 기록하였다. 1회의 공격에 승패가 나지 않고 2~3회 공격할 경우 1회의 공격으로 간주하여 기록하였다.

노루의 서열결정은 Landau's index of linearity( $h$ ) (Landau, 1951; Bekoff 1997; Chase, 1974)를 이용하였다.

$$h=12/(N^3-N) \sum_{a=1}^n [V_a-(N-1)/2]$$

$N$ 은 전체 개체수,  $V_a$ 는 = 개체  $a$ 보다 서열이 낮은 개체수

번식성공은 번식기간동안 암컷과 짝짓기 횟수를 기록하여 번식 성공률을 산정하였으며, 수컷이 암컷 따라가기 chasing 과, mounting 행동 등도 기록하였다.

봄에 뿔이 성장하여 녹각이 되기 이전에 뿔을 감싸고 있는 표피가 벗겨지는 현상을 velvet shedding 이라고 한다. 이러한 벨벳이 벗겨지는 시기를 알아보기

위하여 2월부터 5월까지 수컷을 대상으로 80%이상 표피가 벗겨진 개체를 velvet shedding이 완료된 개체로 간주하여 기록하였다. 그리고 shedding 시기가 사육과 야생상태의 개체사이의 차이를 알아보기 위하여 사육장과 그 주변의 개체를 조사하였다. 또한 고도별로 velvet shedding 시기의 차이를 알아보았다.

뿔이 몸에서 떨어지는 현상을 탈각(antler shedding)이라고 하며 탈각은 두개의 뿔이 모두 떨어질 때 탈각이 완료된 것으로 간주하여 탈각된 일시를 기록하였고 또한 서열과 관계가 있는지 알아보았다. 뿔의 크기는 매년 11월부터 탈각되기 때문에 1주일에 한번씩 뿔을 수거하여 뿔의 크기를 측정하였다.

#### 4. 일일행동과 경계행동조사

일일행동 유형에 대한 자료는 제주도 제주시 아라동 해발 550m에 위치해 있는 노루목장(33° 25' 10" E, 126° 31' 38" N)에서 얻었다. 노루의 낮 동안의 행동패턴 변화를 알아보기 위하여 2000년 1월부터 2001년 12월까지 각 개체별로 동정한 후 활동시간과 휴식시간 등을 구분하여 관찰 기록하였으며, 조사의 신뢰성을 높이기 위하여 관찰지역 주변에 7m 높이의 관찰소를 설치하여 관찰소에 들어간 뒤 1시간이 지난 후부터 관찰하기 시작하였다. 관찰시간은 일출전부터 일몰 전까지이며 오전과 오후로 나누워 관찰 기록하였으며 오전에 조사 기록한 경우 오후 조사는 다음날에 실시하였다.

관찰기록은 암·수별로 구분하였으며 수컷의 경우는 Table 1에 의하여 나이가 6~7세인 집단을 상위집단, 나이가 3~5세인 집단을 중위집단으로 구분하였으며 또한 나이가 1~2세인 개체들을 하위집단으로 구분하여 기록하였다. 그리고 암컷은 임신한 개체와 임신하지 않은 개체를 성체와 어린개체로 구분하여 분석하였다. 또한 활동에 영향을 줄 것으로 판단되는 7월과 8월에 맑은 날과 흐린 날을 구분하여 날씨에 따른 유의미한 차이가 있는지 알아보았다.

위험을 느낄 때 방어행동은 노루목장 주변에 있는 목초재배지와 말과 소의

방목지 중에 한눈에 노루의 행동을 관찰할 수 있는 지역을 선정하여 조사하였다. 위험을 느낄 때의 노루의 행동은 야생상태에서 노루와의 거리를 50m, 100m, 150m와 200m에서 각각 소리, 사람의 정지한 모습과 사람이 움직이는 모습을 보여 주었을 때 10회씩 반복하여 노루의 경계시간, 경계음과 도주거리 등 반응을 조사하였다. 소리는 50m거리에서 측정했을 때 100dB 정도의 소리를 이용하였으며, 사람의 모습은 일정한 장소에서 숨어 있다가 노루가 일정한 거리에 도착했을 때 자극을 준 후 반응을 관찰 기록하였다. 경계시간은 자극을 준 후부터 초단위로 측정하였다. 또한 경계음은 자극 후 정상적인 행동으로 돌아갈 때까지의 울음소리를 측정하였고 도주거리는 사전에 거리측정 망원경(Laser Rangefinder(×8) Bushnell)을 이용하여 측정한 후 도주거리를 기록하였다. 도주거리는 1차 도주거리와 2차 도주거리를 합산하여 기록하였다.

#### 5. 노루의 서식지 이용 유형 조사

노루의 숲 이용 유형을 알아보기 위하여 2001년 1월부터 2002년 12월까지 semi-natural 상태에서 사육중인 18마리(수 11, 암 7)를 대상(Table 1)으로 각 개체별 동정후 숲과 야외에 체류하는 시간 등을 구분하여 관찰 기록하였다. 조사의 신뢰성을 높이기 위하여 관찰지역 주변에 7m높이에 관찰소를 설치하여 관찰소에 들어간 후 노루가 정상적인 행동을 하기 시작하는 1시간이후부터 관찰 기록하였다. 관찰시간은 일출 후부터 일몰 전까지이며 오전과 오후로 나누워 망원경(Nikon, ED87)과 쌍안경(Nikon, 8×35)을 이용하여 관찰 기록하였다. 오전에 조사 기록한 경우 오후 조사는 다음날에 실시하였으며 관찰도중 인위적인 간섭이나 들개와 같은 다른 동물이 방해받을 경우 즉시 중단하였다.

관찰기록은 암·수별로 구분하였으며 수컷의 경우는 Table 1에 의해 나이가 6~7세인 집단을 상위집단, 나이가 3~5세인 집단이 중위집단으로 구분하였으며 또한 나이가 1~2세인 개체들을 하위집단으로 구분하여 기록하였다.



또한 암컷은 임신한 개체와 비임신 개체로 구분하여 기록하였다.

노루의 잠자리 선택성을 알아보기 위하여 여름과 겨울철로 구분하여 분석하였다. 조사장소는 해발 500~700m에 있는 노루생이오름과 열안지오름 등이다.

노루생이 오름은 해발 620m인 오름으로서 소나무가 우점하고 있으며 일부 지역에 관목림과 편백나무가 식재되어 있는 곳이다. 이 오름 주변의 동쪽과 남쪽에 가축사료용 목초지가 조성되어 있는 곳으로 노루가 연중 서식하거나 관찰되는 곳이다.

또한 열안지 오름은 높이가 해발 580m인 오름으로써 소나무와 삼나무 등 교목으로 이루어진 숲이 있으며, 오름 주변에 초지대와 관목림대 넓게 분포하고 있는 지역이다.

겨울철인 12월부터 3월까지의 눈 위에 나 있는 족적을 추적하면서 잠자리 위치를 파악하였으며, 여름철인 6월부터 8월까지의 오름을 5부 능선을 중심으로 2등분하였고 각 등분별로 사행진법에 의거 보행하면서 노루의 발자국을 따라 다니며 기록하였다. 조사내용은 잠자리의 크기, 먹이서식지와 거리, 잠자리에서 가장 가까운 나무의 흉고직경과 울폐도 등을 기록하였다.

또한 제주에 서식하는 노루는 80년대 이후 지속적으로 개체수가 증가하기 시작하여 90년대 이후 해발 200m 지역까지 분포하기 시작하였다. 고지대에 서식하던 노루가 저지대로 이동하면서 어떤 서식지를 선택하는지 알아보았다. 노루의 서식지 선택성을 알아보기 위하여 농작물 피해가 발생하는 지역을 직접 확인하고 그 지역을 중심으로 주변 임상, 경급, 영급과 소밀도 등을 산림청에서 작성한 임상도(1:25,000)를 기준으로 분석하였다.

임상은 낙엽활엽수림, 소나무림, 침엽수림, 침활엽수림과 무입목지로 구분하였으며, 경급은 나무의 흉고직경에 따라 구분하는데 치수목(흉고직경 6cm 이하), 소경목(6~16cm), 중경목(16~30cm)과 대경목(30cm 이상)으로 구분하였다. 또한 영급은 산림의 연령에 따라 구분하는데 1령급(0~10년생 산림), 2령

급1(11~20년생), 3령급(21~30년생)과 4령급(30년생 이상)으로 구분하였으며, 수관밀도는 소(수관밀도 40%이하), 중(40~70%)과 밀(70%이상) 등으로 구분하여 분석하였다.

노루는 주로 산림에 서식하는 동물로서 노루의 서식밀도가 증가하면서 각종 나무에 피해를 주고 있는 실정이다. 사슴에 의한 식물의 피해는 새싹을 먹는 피해도 있지만 뿔로 인한 피해도 발생하고 있어 수컷노루의 뿔에 의한 식물의 피해정도를 알아보았다. 뿔에 의한 식물의 피해의 정도를 알아보기 위하여 노루의 서식밀도가 어느 정도 유지되고 사람출입이 거의 없는 임도를 조사대상으로 정한 후 임도에서 수직으로 들어가면서 방형구(10m×10m)를 임도에서 250m 까지 연접으로 설정하여 방형구내 피해수종, 피해나무의 흉고직경, 피해율 등을 조사하여 분석하였다.

## 6. 노루의 밀도와 집단화 과정 조사

노루의 분포 특성을 알아보기 위하여 2001년도부터 2003년도까지 해발 600m 이상 지역을 중심으로 밀도변화와 서식환경 등을 조사 하였다.

조사지 선정은 노루의 서식조건을 고려하여 해발 1,600m이상, 1,400~1,600m, 700~1,400m와 600~700m 지역 등 비교적 사람이 접근하기 용이한 지역을 조사지로 선정(Figure 1)하여 24개소(1,542ha)에서 암·수와 새끼의 수를 조사하였다. 조사기간은 노루가 가장 폭넓게 분포하고 자신의 영역을 활발하게 방어하는 짝짓기 기간(8월~10월)을 선정하여 조사지마다 line transects 조사, 정점조사 방법과 spotlight를 이용한 개체수 조사(Gunson, 1979; Cypher, 1991; Whipple et al., 1994)방법 등을 사용하여 2001년도부터 2003년도까지 매년 같은 시기에 조사하였다. 조사시간은 일몰 2시간 전부터 일몰 후 3시간동안 실시하였으며 야간에는 주로 씨치를 이용하여 조사하였다. 또한 초지대지역과 같은 비교적 시야가 좋은 조사구에서는 정점조사 방법을 이용하였으며, 직접 관찰한 개체만 기록하였고, 해발 700m부터 1,400m

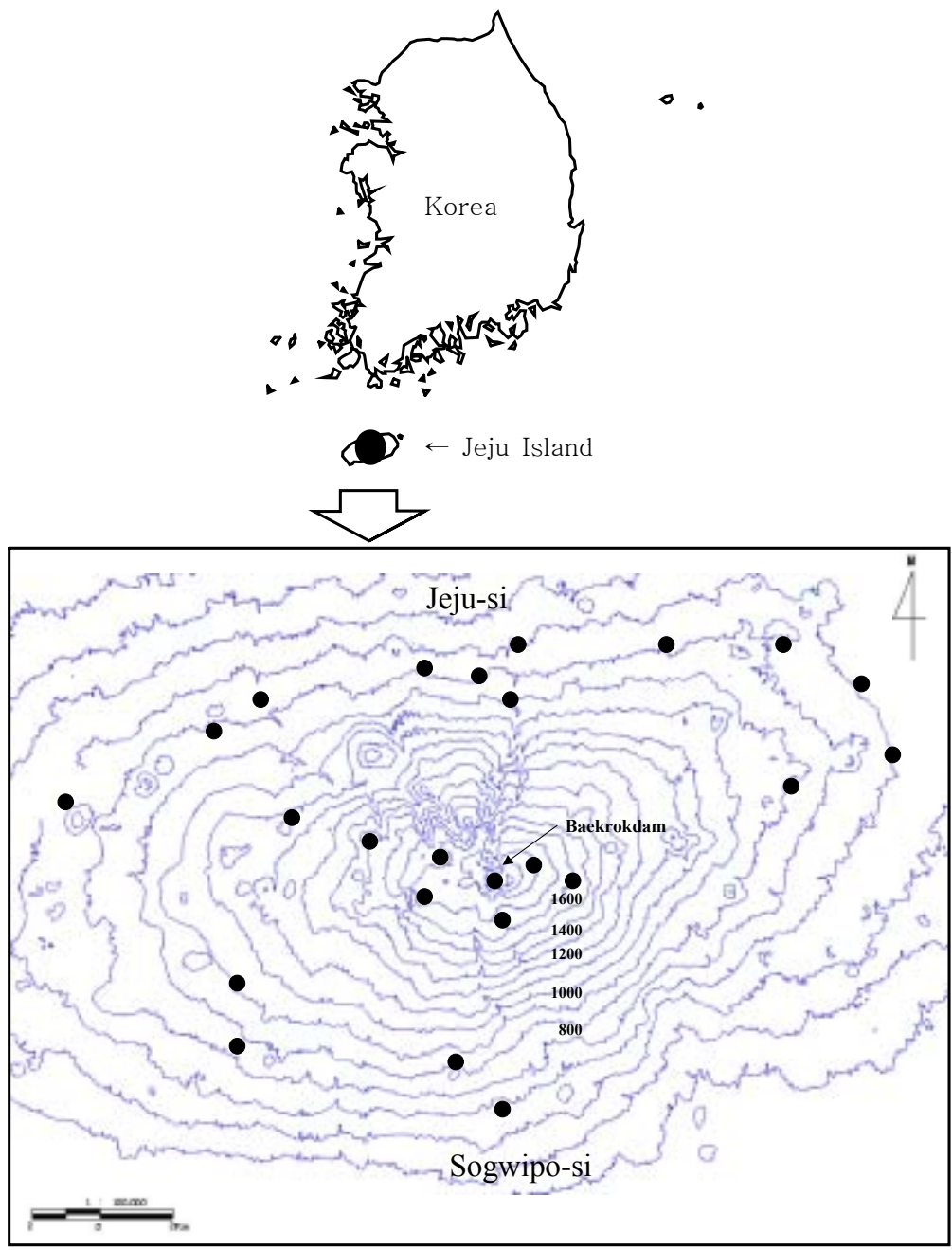


Figure 1. A map of survey sites(marked) in JeJu.

까지는 산림지역으로서 소로를 따라 진행하면서 직접관찰 및 울음소리로 조사하였다. 또한 야간에는 차량의 진입이 가능한 임도 및 목장 진입로를 중심으로 조사하였다.

조사내용은 암·수 관찰수와 조사구의 환경 등을 기록하여 각 조사구별 연간 변화과정과 연도별 개체수 변화 특징을 알아보았다. 또한 노루의 서식환경과 관련이 깊을 것으로 판단되는 고도별 제주조릿대(*Sasa quelpaertensis*)의 수고, 엽장, 엽폭도 조사하여 기록하였다. 또한 노루의 서식환경과 관련이 깊을 것으로 판단되는 고산관목림대, 낙엽활엽수림대와 초지대 등으로 구분하여 분석하였으며, 적설량과 노루의 출현빈도도 조사하고 기록하였다.

노루의 집단화 경향은 1999년도 1월부터 2002년 12월까지 매월 야생상태인 노루의 집단특성을 알아보았다. 조사장소는 해발 600~900m 사이에 관찰이 용이한 지역을 선정하여 매월 2~3회씩 조사 기록하였다. 조사내용은 각 개체별 30m 이내에 있는 개체들을 1개의 집단으로 구분하여 집단내 수컷과 암컷의 수 그리고 새끼의 수를 기록하였다.

밀도변화에 따른 집단화 경향을 알아보기 위하여 매년 5월에 조사장소의 밀도를 조사하여 밀도와 집단의 크기와의 관계를 알아보았다. 수컷새끼는 출산 후 3개월부터 첫 번째 뿔이 관찰되기 시작하므로 (Saez de Buruaga et al., 1991; Mateos-Qusada and Carranza, 2000) 이 뿔을 이용하여 새끼의 성을 식별하여 기록하였다.

## 7. 통계처리

통계처리는 SPSS 11.0 통계 package를 이용하였는데 대부분의 자료는 Spearman rank correlation coefficient, Mann-Whitney U-test, Kruskal-Wallis test 등을 이용하여 분석하였다.

Spearman rank correlation coefficient은 암수별 전체길이, 어깨높이, 가슴둘레, 몸길이, 체중과 귀의 길이 그리고 두개골의 부위별 크기와 뿔의 크기와의

상관관계를 분석하는데 이용하였다. 또한 수컷노루의 서열, 나이와 뿔의 크기와의 상관관계, 고도에 따른 벨벳이 벗겨지는 시기와 관계, 고도별 노루밀도와 임상과의 관계, 제주조릿대의 크기와 밀도와의 관계를 분석하는데 사용하였다.

Mann-Whitney U-test를 이용하여 지역간 벨벳이 벗겨지는 시기, 암수별, 집단별, 연도별과 계절별 활동 비율을 비교하였다. 또한 노루의 잠자리 선택성과 잠자리인근 나무의 흉고직경과 수관밀도를 시기와 지역에 따라 유의미한 차이가 있는지 비교하였다.

Kruskal-Wallis test을 이용하여 자극의 종류와 거리에 따른 경계시간, 경계음과, 도주거리 등의 차이를 알아보았으며, 일일 시간대별, 월별, 암수별, 계절과 집단별 숲 이용시간을 분석하였다. 또한 수컷노루의 뿔로 인해 피해를 입는 수종을 월별, 흉고직경과 피해의 정도를 분석하였다. 그리고 고도에 따른 노루밀도 차이, 임상별, 연도별과 월별 집단 크기 등도 분석하였다.

### Ⅲ. 연구결과 및 논의

#### 1. 노루의 외형적인 특징

제주지역에 서식하는 노루의 전체길이, 몸길이, 어깨높이, 가슴둘레, 다리의 길이와 꼬리의 길이 등 노루의 암수별 외형적인 크기는 Table 2와 같았다.

수컷의 전체길이는 어깨높이, 가슴둘레, 몸길이와 다리의 길이와는 상관관계가 없었으며, 암컷의 전체길이는 다리의 길이, 체중과 귀의 크기와는 상관관계가 없었다. 이것은 조사대상이 사체만을 대상으로 크기를 측정하였기 때문으로 판단되며 또한 조사대상 개체가 일정한 시기에 수집되어야 오차를 줄일 수 있으나 본 연구에서는 시기와 장소에 관계없이 수집하였기 때문에 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다.

그러나 수컷노루의 전체길이가 클수록 귀의 크기가 커 전체길이는 귀와 정의 관계(Spearman's rho,  $r_s=0.388$ ,  $n=32$ ,  $P<0.05$ )가 있었다. 수컷의 어깨높이는 몸길이( $r_s=0.433$ ,  $n=27$ ,  $P<0.05$ )와 체중( $r_s=0.768$ ,  $n=31$ ,  $P<0.01$ )과 정의 관계가 있었다. 또한 몸길이는 체중( $r_s=0.694$ ,  $n=27$ ,  $P<0.01$ ), 앞다리의 크기( $r_s=0.446$ ,  $n=23$ ,  $P<0.05$ )와 귀의 크기( $r_s=0.484$ ,  $n=27$ ,  $P<0.05$ )와 정의 관계가 있었다(Table 3).

암컷의 전체길이는 어깨높이( $r_s=0.508$ ,  $n=33$ ,  $P<0.01$ ), 가슴둘레( $r_s=0.345$ ,  $n=33$ ,  $P<0.05$ )와 몸길이( $r_s=0.474$ ,  $n=32$ ,  $P<0.01$ )와 정의 관계가 있었다. 암컷의 어깨높이는 가슴둘레( $r_s=0.664$ ,  $n=33$ ,  $P<0.01$ )와 체중( $r_s=0.395$ ,  $n=33$ ,  $P<0.05$ )과 관련이 있어 어깨높이는 암·수 모두 가슴둘레와 체중과 관계가 깊었다. 또한 몸길이는 귀의 크기와 관계( $r_s=0.646$ ,  $n=30$ ,  $P<0.01$ )가 깊었다(Table 3).

노루의 전체 길이, 어깨높이, 가슴둘레와 몸길이는 암노루에 비해 숫노루가 약간 크게 조사되었다. 본 연구에서 제주에 서식하는 노루의 몸길이는 숫노

Table 2. Variation of body, skull and antler sizes of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju.

	n	Average(SD)	Range	
			Minimum	Maximum
Male				
Total Length	32	103.3(±4.9)cm	92.0	116.0
Height at shoulder	31	58.9(±1.6)cm	56.5	63.0
Body girth	33	61.1(±2.0)cm	56.0	65.5
Body length	27	56.1(±3.7)cm	41.5	68.0
Hind foot length	31	28.9(±1.0)cm	27.0	31.8
Front leg length	31	26.0(±1.1)cm	23.0	28.0
Ear length	34	10.2(±0.2)cm	9.4	11.2
Body mass	31	27.1(±1.5)kg	21.5	33.0
Maximum skull length	30	197.9(±3.9)mm	177.7	215.2
Condyllo-basal length	30	191.7(±4.7)mm	169.6	211.5
Basilar length	30	178.9(±3.4)mm	170.6	195.4
Maximum skull width	30	92.7(±2.7)mm	83.4	97.0
Cheek-bone width	30	87.6(±1.4)mm	80.9	91.4
Interorbital width	30	56.3(±2.1)mm	51.0	65.2
Rostrum length	38	98.6(±3.2)mm	93.1	108.8
Maximum nasal bone length	28	66.7(±2.2)mm	58.6	73.9
Length of upper tooth row	44	58.7(±2.2)mm	55.1	63.4
Maximum width of brain case	29	61.3(±1.6)mm	55.6	65.7
Length of mandible	45	156.1(±4.9)mm	147.8	171.1
Length of lower tooth row	45	64.5(±2.1)mm	58.3	69.1
Diastema length	46	44.5(±1.6)mm	39.1	48.8
Distance between inner sides of antler beams	25	29.3(±1.8)mm	24.5	33.4
Distance between outer sides of antler beams	24	61.9(±3.3)mm	51.7	69.8
Maximum antler length	42	197.5(±16.4)mm	170.7	225.8
Maximum antler-to-antler distance	25	150.5(±5.2)mm	134.0	160.9
Female				
Total Length	33	97.7(±4.6)cm	86.0	105.0
Height at shoulder	33	56.6(±2.7)cm	53.0	63.0
Body girth	35	53.9(±1.9)cm	54.0	76.7
Body length	30	54.9(±1.8)cm	50.0	69.5
Hind foot length	35	26.7(±0.7)cm	25.9	33.2
Front leg length	35	24.7(±0.7)cm	21.6	26.5
Ear length	30	10.1(±0.3)cm	94.0	11.1
Body mass	41	23.9(±0.8)kg	18.0	28.0
Maximum skull length	31	189.3(±4.2)mm	182.6	197.5
Condyllo-basal length	32	182.9(±2.9)mm	178.1	187.5
Basilar length	32	172.4(±4.8)mm	163.7	178.0
Maximum skull width	34	86.2(±4.1)mm	80.3	97.0
Cheek-bone width	22	84.8(±2.1)mm	81.6	88.1
Interorbital width	34	50.2(±1.7)mm	46.6	52.7
Rostrum length	42	95.5(±1.9)mm	92.5	101.0
Maximum nasal bone length	31	64.7(±2.8)mm	63.1	70.7
Length of upper tooth row	45	57.7(±1.4)mm	56.6	62.2
Maximum width of brain case	42	59.0(±0.5)mm	56.8	59.9
Length of mandible	42	151.3(±3.1)mm	143.4	156.3
Length of lower tooth row	42	63.5(±1.8)mm	62.0	69.7
Diastema length	44	43.1(±2.9)mm	38.8	51.0

Table 3. Correlation between body dimensions and mass of Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*) from 1997 to 2003.

	Total length	Height at shoulder	Body length	Body girth	Hind foot length	Ear length	Body mass	Front leg length
<b>Male</b>								
Total length	-	-0.081	-0.009	0.001	0.364*	0.388*	0.718**	0.500**
Height at shoulder		-	0.488**	0.430*	-0.022	-0.188	0.291	0.068
Body length			-	0.202	0.204	0.271	0.265	0.110
Body girth				-	0.213	0.484*	0.316	0.343*
Hind foot length					-	0.219	0.318*	0.864**
Ear length						-	0.396*	0.200
Body mass							-	0.505**
Front leg length								-
<b>Female</b>								
Total length	-	0.508**	0.474**	0.345*	0.526**	0.241	0.409**	0.385*
Height at shoulder		-	0.202	0.610**	0.226	0.139	0.231	0.256
Body length			-	0.619**	0.571**	0.646**	0.780**	0.447**
Body girth				-	0.392*	0.278	0.331*	0.347*
Hind foot length					-	0.244	0.639**	0.930**
Ear length						-	0.552**	0.284
Body mass							-	0.663**
Front leg length								-

Significance level: \*\*. p<0.01, \*. p<0.05



루가 92.0~116.0cm(n=32), 암 노루 86.0~105.0cm(n=33)로 140~144cm인 시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus pygargus*)와 126~137cm인 동부 시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*; Danilkin, 1995, 1996)와는 많은 차이가 있었으나 107~126cm인 유럽노루(*Capreolus capreolus*; Danilkin, 1995, 1996; Sempéré et al., 1996)와는 비슷하거나 약간 작았다. 어깨높이는 숫노루 56.5~63.0cm(n=31), 암노루 53.0~63.0cm(n=33)로 조사되어 유럽노루가 66~83cm, 시베리아노루 82~94cm이라는 보고(Danilkin, 1995, 1996; Sempéré et al., 1996)에 비해 작았다(Table 5).

귀의 크기는 수컷 9.4~11.2cm(n=34), 암노루 9.4~11.1cm(n=30)로 조사되어 성별 차이가 없었다. 그러나 귀의 크기는 유럽노루가 12~13cm, 시베리아노루 13~15cm(Danilkin, 1995, 1996; Sempéré et al., 1996) 보다 작았다. 또한 유럽노루의 꼬리는 2~3cm이며, 시베리아노루는 2~4cm이나 제주노루는 4~6mm로 측정하기 곤란할 정도로 매우 작아 다르게 조사되었다.

체중은 숫노루가 23.0~33.0kg(n=31), 암노루 18.0~28.0kg(n=41)로 조사되어 암수간 3kg정도 차이가 있었다. 이러한 제주노루의 체중은 유럽노루의 체중이 20~30kg이라는 보고(Bramley, 1970; Cederlund and Lindstrom, 1983; Mysterud, 1998; Rowell-Schafer et al., 2001; Pettorelli et al., 2002), 스웨덴에서는 25kg 정도라는 보고(Mateos-Qusada and Carranza, 2001), 캐나다 노루는 19.75~29kg으로 평균 24.15kg이라는 보고(Gaillard et al., 2000)와 영국에서는 수컷 27.7kg, 암컷 21.2kg이라는 보고(Chapman, et al., 1993)와 유사한 결과가 나왔다. 그러나 체중이 가장 많이 나가는 시베리아노루(41~48kg)와는 많은 차이가 있었다. 또한 우리나라와 중국에 서식하는 동부 시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)의 체중은 32~40kg이라는 보고(Danilkin, 1995, 1996; Sempéré et al., 1996)가 있고, Tien shan에 서식하는 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)는 숫노루가 30.8~41.4kg로 평균 34.6kg이며 암노루 28~38kg로 평균 31.8kg이라는 보고

Table 4. Morphometric characteristics of European(*Capreolus capreolus*), western Siberian(*Capreolus pygargus pygargus*), eastern Siberian(*Capreolus pygargus tianschanicus*) and Jeju Island Roe Deer(*C. pygargus tianschanicus*).

Character	European Roe Deer		Siberian Roe Deer		
	Sex	<i>C. capreolus</i> *	<i>C. p. pygargus</i>		Jeju Island ***
			western Siberia**	Eastern Siberia**	
Body length	♂	108.2~126.5cm	140~144	126~137	92.0~116.0
	♀	107.1~125.7cm			86.0~105.0
Shoulder Height	♂	66.0~80.7cm	83.1~94.1		56.5~65.5
	♀	66.0~83.3cm	81.7~91.0		53.0~63.0
Body mass	♂	23.7~32.0kg	41~48	32~40	21.5~33.0
	♀	18.0~30.0kg			18.0~28.0
Maximum skull length	♂	191~212.2mm			177.7~215.2
	♀				182.6~197.5
Condyle-basal length	♂	182.9~200.1mm	223~231	201~218	169.6~211.5
	♀	179.4~199.5mm			178.1~187.5
Maximum skull width	♂	87.2~95.7mm	94.8~106.1		83.5~97.0
	♀	84.3~91.5mm	92.2~99.5		80.3~97.0
Maximum nasal bone length	♂	50.7~65.6mm	78~80	68~76	58.6~73.9
	♀	53.4~64.2mm			63.1~70.7
Mandible length	♂	153.0~167.2mm	189~194	168~183	147.8~171.1
	♀	147.4~168.3mm			143.4~156.3
Length of lower tooth row	♂	61.9~66.0mm	70.9~76.3		58.3~69.1
	♀	60.9~67.2mm	71.0~76.0		62.0~69.7
Maximum antler length	♂	184.1~258.6mm	275.7~333.5		170.7~225.8
antler-to-antler distance	♂	75.8~138.7mm			134.0~160.9
	♀	168.4~257.2			
Distance between outer sides of antler beams			>74mm	<74mm	51.7~69.8
Ear length		12~14cm	13~15		9.4~11.2
					9.4~11.1
Tail length		2~3cm	2~4		0.4~0.6

Reference : \*, Danilkin(1995, 1996); \*\*, Sempéré(1996); \*\*\*, this study

(Heptner et al., 1961)가 있다. 그리고 동 西藏(Tibet)에 서식하는 노루의 체중은 수컷 25~32kg, 암컷 25kg이라는 보고(Engelmann, 1938)가 있으나 제주 노루의 체중과는 차이가 많았다.

앞다리의 길이는 수컷  $26.0 \pm 1.1 \text{cm}$  ( $n=31$ ), 암노루  $24.6 \pm 0.6 \text{cm}$  ( $n=35$ )이었으며, 뒷다리의 길이는 수컷  $28.9 \pm 1.0 \text{cm}$  ( $n=31$ ), 암노루  $26.7 \pm 0.7 \text{cm}$  ( $n=35$ )로 앞다리에 비해 뒷다리가 2~3cm 더 길어 Danilkin(1995, 1996)과 Sempéré et al.(1996)의 보고와 일치하였다.

노루의 두개골의 크기는 Table 2과 같았다.

수컷의 최대 두개골 크기(condylo-basal length)가 클수록( $r_s=0.776$ ,  $n=30$ ,  $P<0.01$ ) 코뼈의 길이(maximum nasal bone length;  $r_s=0.433$ ,  $n=28$ ,  $P<0.05$ )가 커 밀접한 관계가 있었다(Table 5). 두개골의 크기는 두개저(basilar)의 길이와도 정의 관계( $r_s=0.454$ ,  $n=30$ ,  $P<0.05$ )가 있었다. 최대 두개골의 폭(maximum skull width)은 안와사이의 폭(interorbital width)과 관계( $r_s=0.485$ ,  $n=30$ ,  $P<0.01$ )가 있었다. 위 이빨열의 길이(length of upper tooth row)는 하악골의 길이(length of lower mandible)와 관계( $r_s=0.380$ ,  $n=44$ ,  $P<0.05$ )가 있었으며 하악골의 길이는 눈과 코뼈(rostrum length)의 길이( $r_s=0.375$ ,  $n=38$ ,  $P<0.05$ )와 아래 이빨열의 길이(length of lower tooth row)와도 관계( $r_s=0.409$ ,  $n=45$ ,  $P<0.01$ )가 있었다(Table 5).

앞니와 어금니사이의 길이(diastema length)는 바깥쪽 뿔과 뿔사이의 거리(distance between outer sides of antler beams)와 역의 관계( $r_s=-0.646$ ,  $n=24$ ,  $P<0.01$ )가 있었으며 뿔의 최대길이(maximum antler length)는 rostrum length( $r_s=-0.552$ ,  $n=38$ ,  $P<0.05$ ), 최대 두개골의 폭(maximum width of brain case;  $r_s=-0.502$ ,  $n=29$ ,  $P<0.01$ )과 하악골의 크기와 역의 관계( $r_s=-0.404$ ,  $n=42$ ,  $P<0.01$ )가 있었다. 뿔과 뿔사이의 최대거리(maximum antler-to-antler distance)는 두개골의 최대 폭(maximum width of brain case)과 역의 관계( $r_s=-0.529$ ,  $n=25$ ,  $P<0.01$ )이었으나 뒤쪽 가지뿔의 길이

Table 4. Correlation between skull and antler dimensions of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in 1997–2003.

	SL	CL	BL	SW	CB	IW	RL	BN	UT	WB	LM	LT	DL	DS	DO	AL	AA	LB	LF
<b>Female</b>																			
SL	-	-0.028	0.547**	-0.024	0.169	0.009	0.080	0.592**	0.094	0.215	0.108	0.216	0.105						
CL		-	0.689**	0.241	0.246	0.201	0.262	0.338*	0.157	-0.188	0.102	0.016	0.096						
BL			-	0.149	0.141	0.140	0.160	0.590**	0.061	-0.007	0.136	0.189	0.160						
SW				-	0.035	0.690**	0.061	0.078	0.146	0.052	-0.320*	-0.063	0.018						
CB					-	0.282	-0.093	0.215	-0.323	-0.295	-0.424*	-0.162	-0.290						
IW						-	0.054	0.213	0.101	-0.112	-0.301	-0.095	0.107						
RL							-	0.053	0.282*	-0.026	0.431*	0.026	0.170						
BN								-	0.183	0.012	-0.049	-0.271	0.223						
UT									-	0.202	0.445**	0.026	0.718**						
WB										-	0.148	0.103	0.177						
LM											-	0.336*	0.556**						
LT												-	0.107						
DL													-						
<b>Male</b>																			
SL	-	0.887**	0.590**	0.297	0.402*	0.281	-0.186	0.395*	0.063	-0.145	-0.306	-0.181	0.189	0.280	-0.070	0.187	-0.234	0.072	-0.158
CL		-	0.745**	0.275	0.422*	0.275	-0.229	0.327*	-0.004	-0.158	-0.160	-0.016	0.111	0.150	-0.067	0.261	0.335	0.198	-0.068
BL			-	0.311*	0.350*	0.326*	-0.160	0.224	-0.045	-0.045	-0.105	0.140	0.075	0.124	-0.180	0.104	-0.162	0.170	-0.091
SW				-	0.556**	0.363*	0.007	-0.098	0.033	0.250	-0.271	-0.262	0.055	0.059	-0.009	-0.093	0.007	0.143	0.106
CB					-	0.360*	0.230	-0.302	0.226	0.320*	0.057	-0.096	0.310*	-0.155	-0.046	-0.193	-0.250	0.011	0.423*
IW						-	-0.190	0.061	-0.012	0.148	-0.069	0.046	0.061	-0.163	-0.303	0.046	-0.032	-0.177	-0.194
RL							-	-0.254	0.375*	0.217	0.501**	0.325*	0.356*	0.101	-0.090	-0.456**	0.085	-0.147	0.413*
BN								-	0.010	0.141	-0.118	0.085	-0.174	0.272	0.078	-0.124	-0.372*	0.045	-0.143
UT									-	0.045	0.350*	0.139	0.271	0.112	0.064	-0.152	0.055	-0.487**	0.0262
WB										-	0.143	-0.020	-0.066	0.014	-0.018	-0.0527**	-0.488**	-0.095	0.178
LM											-	0.521**	0.062	0.078	-0.148	-0.434	-0.096	-0.099	0.443*
LT												-	-0.083	-0.057	0.065	-0.233	-0.154	0.188	0.264
DL													-	0.145	-0.507**	-0.168	0.152	-0.045	0.300
DS														-	0.149	-0.197	0.200	-0.081	-0.188
DO															-	0.234	-0.011	0.221	0.133
AL																-	0.237	0.416*	-0.320
AA																	-	-0.179	-0.133
LB																		-	0.063
LF																			-

SL: Maximum skull length, CL: Condyle-basal length, BL: Basilar length, SW: Maximum skull width, CB: Cheek-bone width, IW: Interorbital width, RL: Rostrum length, NB: Maximum nasal bone length, UT: Length of upper tooth row, WB: Maximum width of brain case, LM: Length of mandible, LT: Length of lower tooth row, DL: Diastema length, DS: Distance between inner sides of antler beams, DO: Distance between outer sides of antler beams, AL: Maximum antler length, AA: Maximum antler-to-antler distance, LB: Length of back fines, LF: Length of forward fines.

Significance level: \*\* . p<0.01, \* . p<0.05

(length of back points)는 위 이빨열의 길이( $r_s = -0.515$ ,  $n = 30$ ,  $P < 0.01$ )와 뿔의 최대길이가 정관계( $r_s = 0.413$ ,  $n = 30$ ,  $P < 0.01$ )가 있었다. 또한 앞가지 뿔의 길이(length of forward points)는 광대뼈의 폭(cheek-bone width)과 정관계( $r_s = 0.495$ ,  $n = 25$ ,  $P < 0.05$ )가 있었다.

최대 두개골의 크기(maximum skull length)는 수컷이 177.7~215.2mm ( $n = 30$ ), 암컷 182.6~197.5mm( $n = 31$ )로 유럽노루의 두개골의 크기가 191~212.2mm이라는 보고(Sempéré et al., 1996)와는 약간 작았다.

두개골(condylobasal length of skull)의 크기는 수컷이 169.6~211.5mm, 암컷 178.1~187.5mm로 조사되어 유럽노루 수컷 182.9~200.1mm, 암컷 179.4~199.5mm라는 보고(Sempéré et al., 1996)와 유사하였으나 시베리아의 시베리아노루는 223~232mm이며, 동부 시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)는 201~218mm이라는 보고(Danilkin, 1995, 1996)보다 작았다. 또한 두개골의 폭(Maximum skull width)은 수컷이  $92.7 \pm 2.7$ mm( $n = 30$ )이고 암컷이  $86.1 \pm 4.0$ mm( $n = 34$ )이었다.

코뼈의 최대길이(maximum length of nasal bones)는 숫노루가 58.6~73.9mm( $n = 28$ )이고 암노루가 63.1~70.4mm( $n = 31$ )로 조사되어 시베리아의 시베리아노루는 78~80mm이며 동부시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)는 68~76mm이라는 보고(Danilkin, 1995, 1996)보다 작았다. 그러나 수컷이 50.7~65.6mm, 암컷이 53.4~64.2mm인 유럽노루(Sempéré et al., 1996)보다 약간 크게 조사되었다.

하악골의 길이(length of lower mandible)는 시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus pygargus*)가 189~194mm, 동부 시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*) 168~183mm이며, 유럽노루는 수컷이 153.0~167.2mm, 암컷 147.4~168.3mm이라는 보고(Danilkin, 1995, 1996; Sempéré et al., 1996)가 있으나 제주에 서식하는 노루는 암수 각각 147.8~171.1mm, 143.4~156.3mm로 조사되어 시베리아노루에 비해 유럽노루와 더 유

사하였다.

또한 위 이빨의 열 길이(length of upper tooth row)는 수컷이  $58.7 \pm 2.2$ mm (n=44)이고 암컷이  $57.7 \pm 1.4$ mm(n=45)이었다. 그리고 아래턱 이빨열의 길이(length of lower tooth row)는 숫노루 58.3~69.1mm(n=45), 암노루 62.0~69.7mm(n=42)로 유럽노루(수컷, 61.9~66.0mm; 암, 60.9~67.2mm)와 비슷하였으나 시베리아 노루(수컷, 70.9~76.3mm; 암컷, 71.0~76.0mm)와는 차이가 있었다.

뿔의 최대길이(maximum length of antler)는 유럽노루가 184.1~258.6mm이고, 시베리아노루(*Capreolus pygargus*)가 275.7~333.5mm이라는 보고(Danilkin, 1995, 1996; Sempéré et al., 1996)가 있으나 제주노루는 170.7~225.8mm(n=42)로 시베리아노루와는 차이가 있었다.

뿔 사이의 최대거리(maximum antler-to-antler distance)는 134.0~160.9mm (n=25)로 유럽노루 75.8~138.7mm보다 길었으나 시베리아노루(*Capreolus pygargus*) 168.4~257.2mm 보다 아주 작았다. 또한 뿔과 뿔사이의 안쪽 거리는  $29.29 \pm 1.869$ mm(N=25)이었으며, 뿔의 외측 거리(distance between outer sides of antler beams)는 시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus pygargus*)가 74mm 이상이나 동부시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)는 74mm 이하라는 보고(Danilkin, 1995, 1996)가 있었으나 정확한 수치가 기록되지 않아 비교할 수 없지만 제주노루는 51.7~69.8mm로 (*Capreolus pygargus tianschanicus*)에 비해 작았다.

또한 외형적인 특징으로 볼 때 시베리아노루와 유럽노루는 코와 코뼈의 털이 확연히 구분되지만 제주노루는 Figure 2와 같이 코 가까이에 있는 콧등의 털 색깔이 검은 색을 띠고 있어 다른 노루와 차이가 있었다. 그리고 제주도에서 서식하는 노루는 *C. p. tianschanicus*과 *C. p. bedfordi*도 아닌 *Capreolus pygargus ochracea*으로 밝혀졌지만(Koh and Randi, 2001), 본토에는 관찰하기 힘들 정도이나 제주에는 해발 100m 이상 지역에서 어렵지 않게 관찰될 정도로 많이 서식하고 있다. 따라서 제주노루는 다른 나라 노루와

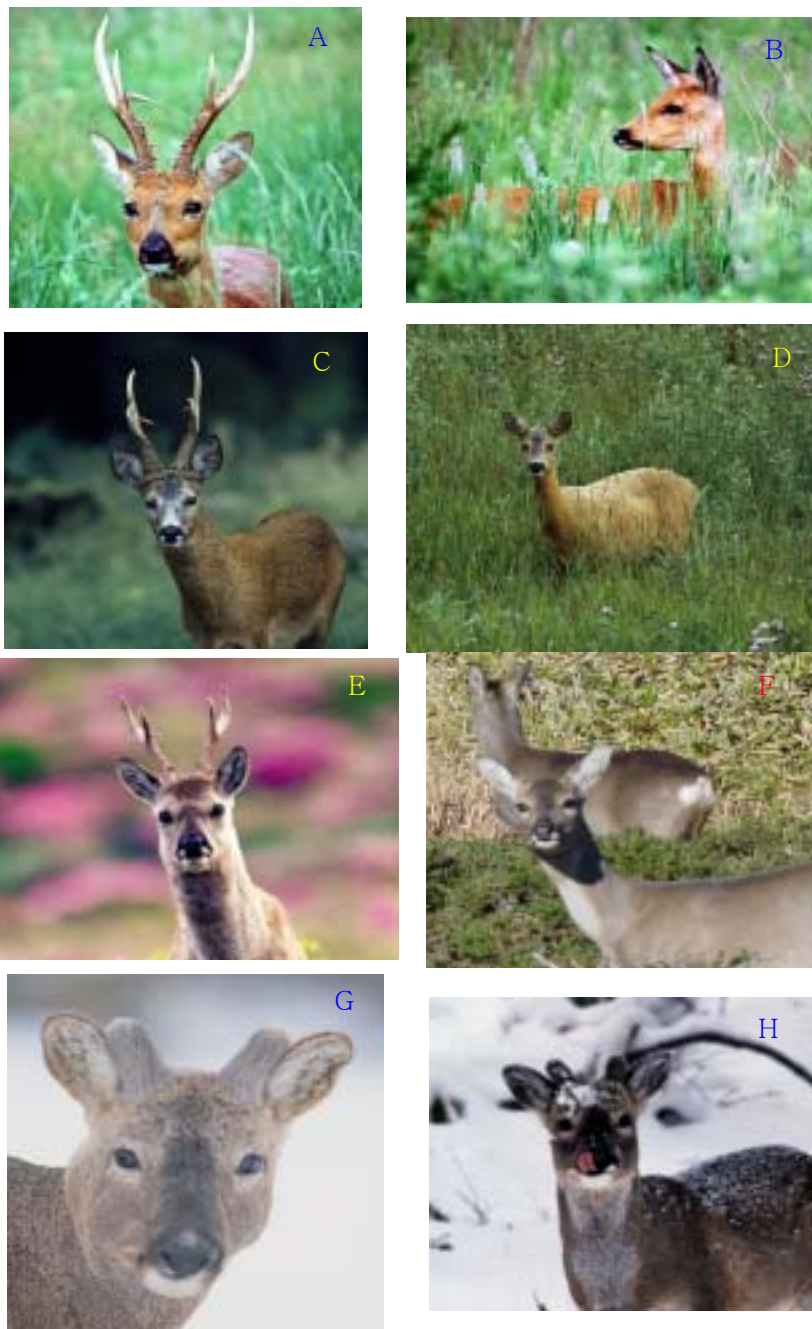


Figure 2. Morphological traits of Siberian, European and Jeju Roe Deer. A~B, Siberian Roe Deer(*C. pygargus pygargus*); C~D, European Roe Deer(*C. capreolus*); E~H, Jeju Roe Deer(*C. p. tianschanicus*).

\* Reference: <http://www.naturfoto-online.de/galerie-reh-1.htm>

는 달리 우리나라 고유의 특색을 갖고 있는 고유 토착종으로서 앞으로 보호 관리 방안 마련이 시급한 실정이다.

## 2. 노루의 번식행동특징

### 가. 노루의 서열

서열이 높은 개체는 대부분의 암컷을 차지하기 때문에 서열과 번식성공율과는 중요한 관계가 있다는 보고(Drews, 1993; Hirotani, 1994; Hewison, 2002)가 있다. 또한 노란사슴 (*Dama dama*; Apollonio, 1989), 붉은사슴 (*Cervus elaphus*; Gibson and Guinness, 1986), 영장류(Bercovitch, 1986; Mcmillan, 1989)에서도 유사한 결과가 보고되었다. 그리고 우제목에 대한 여러 연구에서 몸 크기는 수컷의 서열결정에 중요한 역할을 한다는 보고(Espmark, 1974; Bergerud, 1974; Clutton-Block et al., 1979; Suttie, 1979; Hirotani, 1994; Barroso, 2000)가 있다.

따라서 본 연구는 노루의 서열을 알아보기 위하여 2000년도부터 20002년까지 수컷끼리의 싸움에서 승리한 개체와 패한 개체 그리고 잠자리 장소, 휴식공간과 먹이장소에서 피하는 개체를 패한 개체로 구분하여 개체간의 싸움을 129회 관찰 기록하였다(Table 6).

서열의 선상지수(Landau's index of linearity)는  $h=0.909$ 이었다.  $h \geq 0.9$ 인 경우 거의 선상 서열(linear hierarchies)를 이루고 있다고 판단할 수 있다(Bekoff, 1977; Lehner, 1996). 이렇게 선상지수가 높은 것은 다양한 연령분포를 갖고 있기 때문이다.

개체간의 싸움은 영역확보기간과 발정기간 동안에 가장 치열하였으나, 발정기간이 끝나면서 서열이 없어져 개체간의 싸움도 줄어들었다. 노루의 서열은 나이(Spearman rank correlation,  $r_s=-0.953$ ,  $df=10$ ,  $p<0.01$ )가 많을수록, 뿔의 크기( $r_s=-0.736$ ,  $df=10$ ,  $p<0.01$ )가 클수록 서열이 높아 몸의 크기가 클수록 서열이 높다는 위의 보고와 일치하였다. 또한 서열이 높을수록 탈각시



Table 6. Male-male agonistic encounters of Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju(n=11).

Ind.	Ind.	Rank	Age	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	Wins	Mounting	Copulation		
M1	1	6	-	9	5	4	3	2	2	2	2	2	2	2	33	116	53		
M2	2	7		-	3	6	5	3	1	1	1	1	1	1	22	36	6		
M3	3	7			-	4	2	3	2	1	1	2	1	1	16	13	3		
M4	4	5				3	-	2	1	1	2	2	2	2	9	5	1		
M5	5	4						1	-	3	5	1	1	1	11	8	1		
M6	6	4								-	3	2	2	1	2	10	4	1	
M7	7	3								1	-	3	2	2	1	7	6	-	
M8	8	2										-	3	2	2	7	19	1	
M9	9	2											-	2	4	6	8	-	
M10	10	1												-	1	1	1	-	
M11	11	1													1	-	-1	3	-

Table 7. Correlation between hierarchy, age, antler lengths and antler shedding of 11 male Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*).

	Dominance rank	Age	Lengths of antler				Shedding of antler
			Upper points	Back points	Forward points	Width of beam	
Dominance rank	-	-.959*	-.736**	-.863**	-.679*	-.588	.664*
Age		-	.705**	.0808**	.661*	.610*	-.691*
	Upper points		-	.808**	.415	.642*	-.445
Length of antler	Back points			-	.728*	.598	-.589
	Forward points				-	.562	-.583
	Width of beam					-	-.702*
Shedding of antler							-

Significance level :\*, p <0.05; \*\*, p <0.01.

기가 빠르게 나타나 서열과 탈각과는 정의관계(rs=0.664, df=10, p<0.05)가 있었다(Table 7).

또한 수컷 노루의 나이가 많아질수록 뿔의 길이가 길었으며 탈각도 빠르게 이루어져 나이에 따른 뿔의 길이(rs=0.705, df=10, p<0.01)와 탈각(rs=-0.691, df=10, p<0.05)과는 상관관계가 있었다.

본 연구에서 몸크기에 대한 자료는 부족하지만 서열이 높은 개체가 서열이 낮은 개체에 비해 몸 크기가 컸고 번식성공율도 높았다.

#### 나. 노루의 짝짓기 행동

수컷노루의 짝짓기 행동은 8월 27일부터 시작되었다. 짝짓기 행동 중 쫓기(chasing)와 올라타기(mounting) 행동을 하는 시기는 서열이 가장 높은 개체를 제외하고 9월 7일부터 11월 5일까지였으며, 짝짓기의 시기는 9월 7일부터

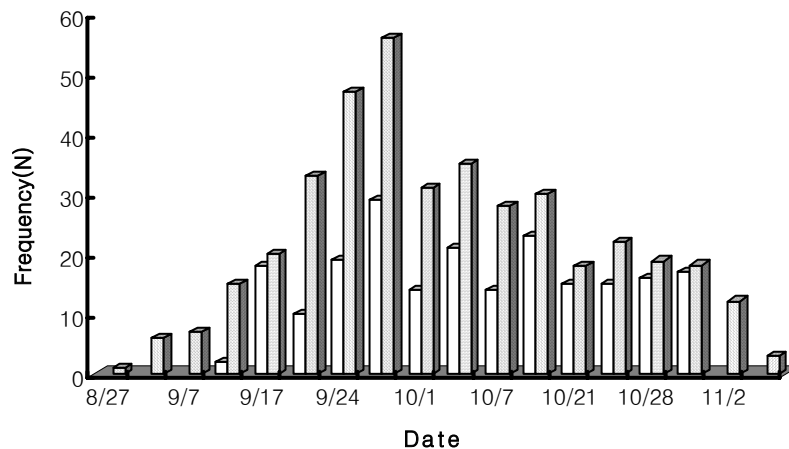


Figure 3. The frequency of copulations and mounting of male Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju. (□), Copulation; (■) mounting.

10월 29일까지 지속되었으나 가장 활발한 시기는 9월 27일부터 10월 22일

까지였다(Figure 3).

프랑스, 오스트리아, 불가리아, 독일, 덴마크와 폴란드 등 유럽에 서식하는 유럽노루의 발정기간은 7월부터 8월까지라는 Danilkin(1996)의 보고와 대부분 유럽노루는 6월말부터 8월말까지라는 보고(Bramley, 1970; Danilkin, 1996; San José and Lovari, 1998; Roelants et al., 2002; Goeritz et al., 2003)와는 많은 차이가 있었다.

또한 우랄지역, 카자흐스탄, 동부 시베리아 등에 서식하는 시베리아노루의 발정기간은 7월말부터 9월까지이라는 Danilkin(1996)의 보고와는 차이가 있었으나 몽고와 극동에 서식하는 시베리아노루의 발정기간은 7월말부터 10월말까지라는 보고(Danilkin, 1996)와는 비슷하였다.

수컷의 짝짓기 행동을 보면 서열이 가장 높은 M1 개체는 암컷의 생식기 냄새를 맡기 위하여 여러 암컷을 따라다니는 행동이 2~3일 관찰되었다.

짝짓기 대상이 정해지면 수컷은 짝짓기를 위해 정해진 암컷을 쫓기 시작하였는데, 암컷은 수컷의 접근을 피하려고 수컷이 접근하면 주변에 앉거나 도주하였다. 그러나 수컷은 암컷이 앉아서 쉴 때 약 5m 후방에서 쉬었다가 암컷이 먹이를 먹기 위해 일어설 때 다시 쫓아가는데 암컷은 원을 그리거나 8자로 도망 다녔다. 이러한 행동은 짝짓기가 성공될 때까지 4~5일 동안 지속되었으며 짝짓기가 이루어지면 수컷은 2~3일 동안 정해진 대상 암컷을 상대로 여러 차례 짝짓기를 하였다.

짝짓기 행동이 끝나면 다른 짝짓기 대상을 찾는데, 모든 암컷은 서열이 가장 높은 수컷의 짝짓기 대상이 되었으며 10월 22일까지 지속되었다. 이러한 짝짓기 행동은 Danilkin(1996)의 보고와 일치하였다. 이 시기에 M1개체는 암컷을 관리하고 접근하는 수컷을 몰아내는데 거의 모든 시간을 소비하였다. 이것은 서열이 높은 수컷일수록 짝짓기 기간동안에 먹이 유입이 줄어든다는 보고(Espmark, 1974)와 일치하였으며 이러한 개체는 오로지 짝짓기에만 집중하는 행동이 여러 차례 관찰되었다.

M2개체는 9월 7일부터 암컷을 쫓기 시작하는데 번번이 M1개체에 밀려 실패하는 경우가 많았다. 그러나 9월 27일부터 10월 22일 사이에 5번 짝짓기에 성공하였다. M3와 M4 개체는 10월 5일부터 10월 29일까지 각각 3회와 2회에 걸쳐 짝짓기에 성공하였으나 다른 수컷들은 대부분 짝짓기하지 못하였다. 그러나 1-2년생 수컷들은 서로를 대상으로 올라타기 행동이 여러 차례 관찰되었는데 암컷을 대상으로 짝짓기는 이루어지지 않았다.

짝짓기 성공은 10월에 모두 성공하였다. 성공률은 서열 1위(M1)가 84.9%, M2는 7%, M3가 3.5%로 나타나 상위 서열이 95%이상 짝짓기에 성공하였다. 그 외 1회 또는 전혀 성공하지 못한 개체도 있었다(Figures 3 and 4).

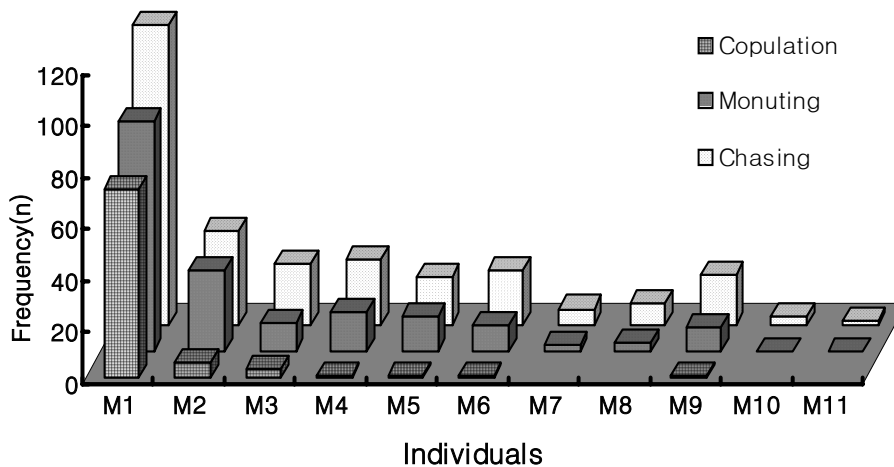


Figure 4. The frequency of copulation, mounting and chasing of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju.

짝짓기 성공여부는 구애장소에 참여(lek attendance) 여부가 수컷의 번식 성공에 가장 주요한 결정요인이 되는 것 같다. 수컷들은 구애장소에 남아있는 수컷의 능력은 몸의 조건에 따라 달라지며, 구애장소를 방어하는데 비용이

많이 들어 Halliday(1987)와 Apollonio(1989)의 보고와 일치하였다. 붉은사슴(*Cervus elaphus*)과 노란사슴(*Dama dama*)도 발정기간 동안에 체중의 20% 이상을 소비한다는 보고(Clutton-Brock et al., 1982; Apollonio, 1989)와 일치하는 것으로 판단된다.

짝짓기에 성공하지 못하는 개체들은 짝짓기에 성공한 대부분의 개체들이 에너지가 고갈되어 자신의 영역으로 이동할 때까지 기다린 후에 짝짓기를 시도하기도 하였다. 서열이 낮은 개체의 번식 전략은 암컷집단과 같이 지내거나 서열이 높은 개체가 성적행동(sexual activity)이 감소할 때까지 기다리는 것이라는 보고(Geist and Petocz, 1977; Skogland, 1989)가 있다, 그리고 또 다른 전략은 서열이 높은 개체가 배란중인 암컷을 향할 때 배란중인 다른 암컷과 짝짓기를 시도 하는 것이라는 보고(Hirotsani, 1994)가 있다. 본 연구에서도 서열이 낮은 개체(M9)가 짝짓기에 성공한 경우가 관찰되어 위의 보고와 일치하였다. 또한 짝짓기에 성공하지 못한 개체는 구애장소에 머물동안만 머물면서 짝짓기 기회를 기다린다는 Apollonio(1989)의 보고와도 일치하였다.

지금까지 우리나라에 서식하는 노루는 일부일처제로 알려져 있었으나(원병휘, 1967), 조사결과 서열이 높은 수컷일수록 짝짓기 성공률이 높아 일부다처제임이 확인되었다. 그 이유는 1980년대 이전에 한라산에서 관찰하기 어려울 정도로 개체수가 적어 암·수가 서로 접촉할 기회가 적었기 때문에 일부일처제로 인식하고 있는 것으로 판단된다. 그러나 최근 1980년 이후에 기하급수적으로 개체수가 증가하여 짝짓기 기회가 많았기 때문에 일부다체제로 변화한 것으로 판단되어 밀도가 낮은 지역에서는 일부일처제이고 밀도가 증가하면서 일부다체제로 변화한다는 보고(Danikin, 1996)에 동의한다.

#### 다. 새끼의 출산시기

Danilkin(1996)과 Ellenberg(1978)에 의하면 프랑스, 스웨덴, 독일과 덴마크

에 서식하는 유럽노루의 새끼가 태어나는 시기는 4월 중순부터 7월 초순이라고 보고하고 있다. 또한 스페인에 서식하는 유럽노루는 4월 8일부터 5월 25일 사이에 새끼가 태어난다는 보고(Mateos-Qusada and Carranza, 2000)가 있다. 그러나 대부분 유럽노루가 새끼를 낳는 시기는 5월 중순부터 6월 중순이라는 보고(Bramley, 1970; Bresinski, 1982; Corbet and Harris, 1991; San Jose et al., 1996; San José and Lovari, 1998)가 있다.

우랄지역, 카자흐스탄, 동부 시베리아와 극동에 서식하는 시베리아노루의 출산시기는 일반적으로 유럽노루보다 다소 늦은 5월 중순이후부터 7월 중순에 걸쳐 태어난다는 보고(Danilkin, 1996)가 있다.

연구결과 제주노루의 출산시기는 5월 20일부터 6월10일로 유럽노루보다 늦었으나 시베리아 노루보다 약간 빨랐다. 이러한 출생 시기는 따뜻한 기후와 매우 관련이 깊기(Gaillard et al., 1993; Mateos-Qusada and Carranza, 2000) 때문에 기온이 온화한 지역에서는 추운지역에 비해 먹이식물의 성장속도가 빨라져 출산시기도 빨라지는 것으로 판단된다.

#### 라. 새끼의 행동

임신한 암컷은 출산 한 달 전에 집단에서 떨어져 나와 은신할 수 있는 은신처와 출산 후 먹이를 쉽게 찾을 수 있는 먹이가 풍부한 관목림 중앙부나 초지대의 억새주변 그리고 초지대의 방풍림 주변에 새끼 낳을 곳을 선정하였다.

갓 태어난 새끼의 몸에는 흰 반점이 어깨부위부터 둔부까지 여러 줄로 나 있었으며, 이러한 반점은 출생후 3개월이 지나면서 모두 없어졌고, 수컷 새끼는 태어난 후 3개월부터 뿔이 자라기 시작하여 출산 후 3개월부터 첫 번째 뿔이 관찰된다는 보고(Saez de Buruaga et al., 1991; Mateos-Qusada and Carranza, 2000)와 일치하였다.

새끼는 무성한 억새나 관목림 주변 초지주변과 나무 밑에 숨어 지냈으며 어미는 새끼가 숨어 있는 곳에서 20~50m 떨어진 곳에서 먹이를 먹거나 휴식을

취하는 행동이 관찰되어 Danilkin(1996)의 보고와 일치하였다. 이러한 어미와 새끼와의 거리는 기일이 경과할수록 길어졌다. 새끼는 태어난 후 5일까지는 사람이 접근했을 때 전혀 움직이거나 도망가지 않았다. 그러나 7일후부터는 사람이 접근했을 때 도망가기 시작하는데 10m 이내에 덩불이나 억새와 같은 은신처에 숨는 행동이 관찰되었다. 이러한 행동은 Danilkin(1996)의 보고와 일치하였다.

새끼는 가끔 50m 밖에서도 들을 수 있는 소리를 내었는데, 새끼가 배고프거나 어미가 접근하지 않을 때 어미를 부르기 위해 뽀뽀 소리를 내기도 하였으나 은신처에서 떠나지는 않았다.

새끼는 출산 후 1개월부터 어미의 주변에서 먹이를 먹기 시작하였으며, 어미의 수유횟수는 출산 후 1주일동안 낮에 3~4회이었으며 1개월 후부터는 그 횟수가 줄어들었다. 그리고 3개월 후부터는 전혀 수유하는 행동이 관찰되지 않았으며, 이 시기부터 새끼는 집단과 같이 생활하는 시간이 많아졌다.

본 연구에서 1년생 암컷이 새끼의 털을 고르는 행동과 수컷어미가 새끼를 돌보는 행동이 여러 차례 관찰되어 앞으로 노루의 번식생태, 어미와 새끼와의 관계, 새끼와 수컷어미와의 관계 그리고 1년생 암컷과 새끼와의 관계 등에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

#### 마. 뿔과 서열과의 관계

뿔은 발정기간 동안에 성행동과 관련이 있으며 집단 내에서 서열을 결정짓는 데도 중요한 역할(Lincoln et al., 1970)을 하기 때문에 본 연구는 뿔의 크기와 서열과의 관계를 알아보기 위하여 12월에 탈각된 뿔을 수거하여 크기를 측정하였다.

뿔 크기는 앞 가지뿔(forward points)가 없는 개체를 제외하고 평균 181.0(±32.5)mm이었으며, 서열 2위가 217.0mm로 가장 길었다. 다음으로 서열 1위가 214.2mm이었다. 앞 가지뿔의 크기는 평균 136.8(±17.8)mm이었으며, 서열

1위가 160.9mm로 가장 길었으며 그 다음으로 서열 2위(156.8mm)순이었다. 뒤 가지뿔(back points)는 평균 157.217( $\pm 12.844$ )mm이었고 서열 6위가 177.5mm, 서열 1위가 172.9mm이었다. 뿔의 폭은 평균 24.8( $\pm 2.4$ )mm이며 29.8mm로 서열 2위가 가장 넓었으며 다음으로 서열 3위(28.2mm), 서열 8위(27.5mm) 순으로 나타나(Figure 5) 뿔이 클수록 서열이 높았으며( $r_s = -0.712$ ,  $df = 10$ ,  $p < 0.05$ ), 앞 가지뿔( $r_s = -0.809$ ,  $df = 10$ ,  $p < 0.01$ )과 뒤 가지뿔( $r_s = -0.731$ ,  $df = 10$ ,  $p < 0.05$ )도 서열과 관계가 깊어 Lincoln et al.(1970)의 보고와 일치하였다(Table 7, Figures 5 and 6).

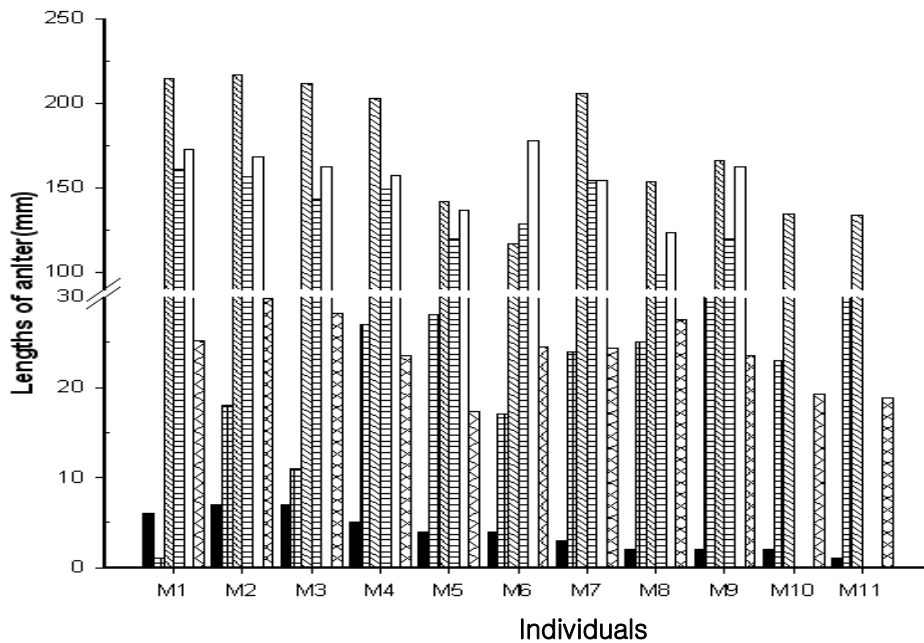


Figure 5. Comparison of the hierarchy, antler shedding and antler lengths of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju. (■), age; (▣), antler shedding; (▤), upper points; (▥), forward points; (▦), back points; (⊠), width of antler beams.



1) 탈각

뿔은 수컷의 2차 성징이며, 정소에서 분비되는 testosterone이 분비로 탈각된다(Bramley, 1970; Lincoln, 1971, 1972; Sempéré, 1992). 탈각은 서열이 가장 높은 개체를 제외하고 모든 개체가 12월에 탈각되었는데, 서열 1위가 11월 29일에 탈각되어 가장 빨랐으며 서열 3위(12월 9일), 서열 6위(12월 15일), 서열 2위(12월 17일)순이었고, 서열 11위가 가장 늦은 12월 31일에 탈각되어 서열과 관계( $r_s=0.746$ ,  $df=10$ ,  $p<0.01$ )가 깊었다(Table 7, Figure 6). 또한 탈각은 나이가 많을수록 빨라( $r_s=0.746$ ,  $df=10$ ,  $p<0.01$ ) 정의관계가 있어 Lincoln et al.(1970)의 보고와 일치하였다.

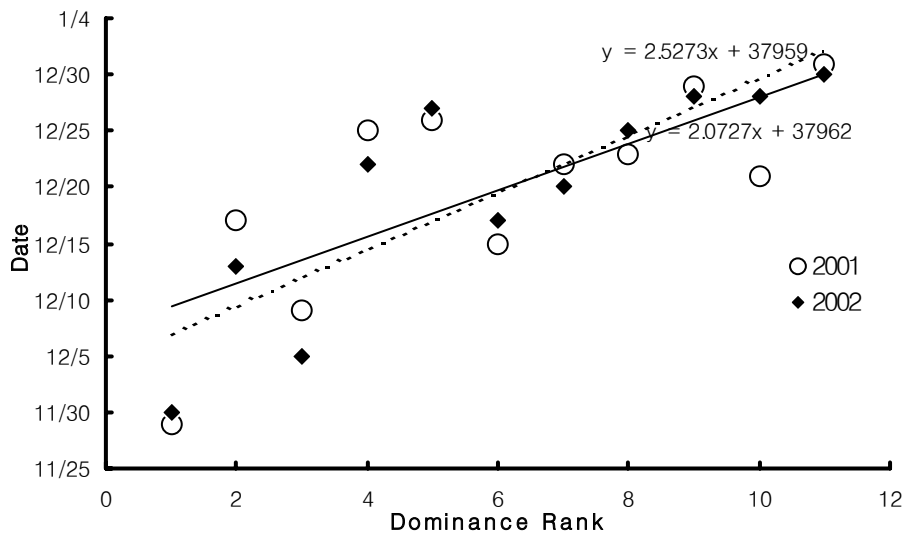


Figure 6. Relation of dominance rank and antler shedding of male Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju.

본 연구에서 뿔의 크기가 큰 개체일수록 서열이 높았으며 짝짓기 성공률도 높았다. 앞 가지 뿔과 뒤 가지뿔의 크기가 클수록 서열이 높아 뿔 크기와 성적 성숙도와의 관계를 주장한 Strandgaard(1972)와 Ellenberg(1978)의 보고

와 일치하였다. 그러나 대륙사슴(*Cervus nippon*)은 체중과 뿔과의 관계가 매우 깊어 체중이 무거울수록 뿔의 크기가 크다는 보고(Shingo et al., 1980)가 있어 노루의 경우 자세한 연구가 필요하다.

제주노루의 탈각하는 시기는 매년 초겨울인 10월과 11월이라는 보고(Flerov, 1952; Hell, 1979; Heptner et al., 1961; Stubbe, 1990; Sempéré, 1992; San Jose et al., 1996; Danilkin, 1996; Kierdorf et al., 2003)와는 1개월이 이상 늦었다.

탈각은 나이가 많은 개체일수록 빨라 Putman(1988)과 Johansson(1996)의 보고와 일치하였고, 탈각이 빠른 개체는 다음해에 뿔뿔이 벗겨지는 시기가 빨라져 번식성공과 영역확보에 잇점이 있기 때문에 Johansson(1996)와 Rossi et al.(2001)의 보고와 일치하였다. 또한 탈각은 서열이 높은 개체일수록 빠르고(Strandgaard, 1972; Johansson, 1996) 나이보다 서열과 상관관계가 더 깊다는 보고(Forand et al., 1985)와 붉은사슴(*Cervus elaphus*)의 경우도 같은 결과가 나왔다는 보고(Lincoln, 1972; Bartos, 1980)와 일치하였다.

서열이 높은 개체가 탈각이 빨리 진행되는 경우 뿔이 있는 서열이 낮은 개체에게도 싸움에서 패하는 경우가 여러 차례 관찰되어 뿔의 존재여부도 서열결정에 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다. 유사한 현상은 순록(*Rangifer Tarandus*)에서 관찰되었는데 짝짓기기간 이전에 뿔을 제거한 경우 번식성공률이 낮았다는 보고(Hirotani, 1994)가 있다.

뿔은 크기뿐만 아니라 복잡성도 서열결정에 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다. 대부분 수컷 성체는 3가지의 뿔을 갖고 있었으나 서열이 높은 M1, M2와 M3은 가지가 4개인 뿔을 갖고 있었다. 이러한 개체들은 대부분의 암컷을 차지하였기 때문에 뿔은 크기뿐만 아니라 복잡성도 서열결정과 번식에 깊은 관련이 있다는 Geist(1971)과 Hirotani(1994)의 보고와 일치하였다.

암컷은 서열이 높은 개체를 선호하지만 서열이 낮은 개체가 접근할 경우 거절하는 행동을 보여주었다. 이것은 암컷도 서열이 높은 수컷을 선택함으로써

써 번식성공률을 높이고 우량 유전인자를 받아드리려는 생존전략인 것으로 판단된다.

## 2) velvet shedding

노루의 뿔은 탈각된 이후 먹이가 신선한 겨울철에 다시 자라기 시작한다. 뿔은 갈색 모피막 grey furry membrane 으로 싸여 있는데 이를 velvet이라고 하며 이곳에 혈관과 신경이 있다. 노루의 뿔은 낮의 길이가 길어지고 테스토스테론 분비가 줄어들 때인 3월과 4월에 완전히 성장한다. 이 시기에 뿔은 성장이 멈추면서 혈액공급이 정지되기 때문에 뿔을 감싸고 있는 velvet이 건조하게 되고 오그라들면서 제거된다. 이렇게 뿔을 감싸고 있는 벨벳이 벗겨지는 현상을 velvet shedding이라고 한다.

봄에 뿔을 감싸고 있는 표피가 80%이상 벗겨진 개체를 velvet shedding이 완료된 것으로 간주하여 2월부터 5월까지 고도별로 시기를 알아보았다.

뿔의 표피가 벗겨지는 현상은 해발 550m에 있는 semi-natural 상태에서 3월 15일에 처음으로 관찰되었으며 4월 4일까지 지속되었으나 가장 많이 벗겨지는 시기는 3월 20일부터 3월 말까지였다(Tables 8 and 9).

Table 8. Variation of velvet shedding of male Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*) at semi-natural and natural condition in Jeju, 2000-2002.(semi-natural/natural)

Year	March											April								
	15	17	18	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6
2000	-	-	0/1	-	1/0	-	0/2	1/5	1/4	-	1/3	2/3	2/2	1/0	1/2					
2001	1/0	1/0	2/1	2/0	1/3	0/6	0/2	0/1	2/2	1/3	1/1	-	0/1	-	-	0/1	-	-	-	-
2002	-	-	0/1	-	-	-	1/5	-	1/2	-	2/6	0/5	-	3/6	0/2	2/1	0/1	1/4	0/1	0/2
Total	1/0	1/0	2/3	2/0	2/3	0/6	1/9	1/6	4/8	1/3	4/10	2/8	2/3	4/6	1/4	2/1	0/1	1/4	0/1	0/2

Table 9. Dates of Velvet shedding of male Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*) at 600~1,700m of elevation on mountain of Jeju.

		Semi-natural	Sea level		
		(550m)	700m	1,400m	1,700m
March	15	1	-	-	-
	17	1	-	-	-
	18	3	2	-	-
	20	2	3	-	-
	22	3	6	-	-
	23	0	9	-	-
	24	1	6	-	-
	25	1	8	-	-
	26	5	3	-	-
	27	1	10	-	-
	28	2	8	-	-
	29	5	3	-	-
	30	2	6	-	-
April	31	3	3	-	-
	1	2	2	-	-
	2	1	4	-	-
	3	-	0	-	-
	4	-	4	-	-
	5	-	1	3	-
	6	-	2	3	-
	7	-	-	5	1
	8	-	-	2	1
	9	-	-	3	0
	10	-	-	1	2
	11	-	-	-	3
	12	-	-	-	6
	13	-	-	-	7
	14	-	-	-	4
	15	-	-	-	2
16	-	-	-	1	

해발 700m에 있는 야생 노루의 벨벳이 벗겨지는 시기는 3월 18일부터 4월 5일까지였으나 가장 활발한 시기는 3월22일부터 3월30까지로 두 지역간 유

의미한 차이(Mann-Whitney U-test,  $Z=-0.936$ ,  $P=0.350$ )가 없었다. 그러나 해발 1,400m에 서식하는 노루의 벨벳이 벗겨지는 시기는 해발 700m에 있는 노루보다 늦은 4월 5일부터 10일 사이였으며, 해발 1,700m에 서식하는 노루는 4월 7일부터 4월 14일까지였다. 따라서 제주노루의 벨벳이 벗겨지는 시기는 고도와 밀접한 관계(Spearman's rho,  $r_s=0.450$ ,  $p<0.01$ )가 있었다(Tables 8 and 9).

제주에 서식하는 노루의 벨벳이 벗겨지는 시기는 3월 15일부터 4월 15까지였으나 고도별로 시기가 달라 4월 5일부터 4월 30일 사이에 벨벳이 벗겨지는 유럽노루(Johansson, 1996; Geist, 1998)와 4월 중순부터 5월 초순사이에 이루어지는 시베리아노루(Danilkin, 1996)보다 다소 빨랐다.

이것은 광주기와 관련이 있기 때문에(Sempéré, 1992; Kierdoef and Kierdorf, 2003) 위도가 높아질수록 벨벳이 벗겨지는 시기가 늦어지는 것으로 판단된다. 그러나 같은 지역에서 고도가 높아질수록 기온이 낮아지는데(Figure 7), 해발고도가 높아질수록 일조량과 광량 등이 적어지기 때문으로 벨벳이 벗겨지는 시기가 늦어지는 것으로 판단된다.

벨벳이 벗겨지는 시기가 빠른 개체일수록 풍부한 먹이자원, 은신처와 물 등이 있는 지역에 영역을 확보하는데 유리한 잇점이 있고 번식 성공률도 높아진다고 판단되므로 앞으로 노루가 선호하는 서식환경에 대한 연구와 먹이와 관련하여 겨울철에 자라는 빨에 관한 연구도 선행되어야 할 것으로 생각된다.

### 3. 노루의 일일행동과 경계행동

#### 가. 노루의 일일행동

본 연구에서는 2000년도부터 2001년 12월까지 수컷 11개체와 암컷 7마리를 대상(Table 1)으로 활동과 휴식 시간을 구분하여 조사 기록하였다.

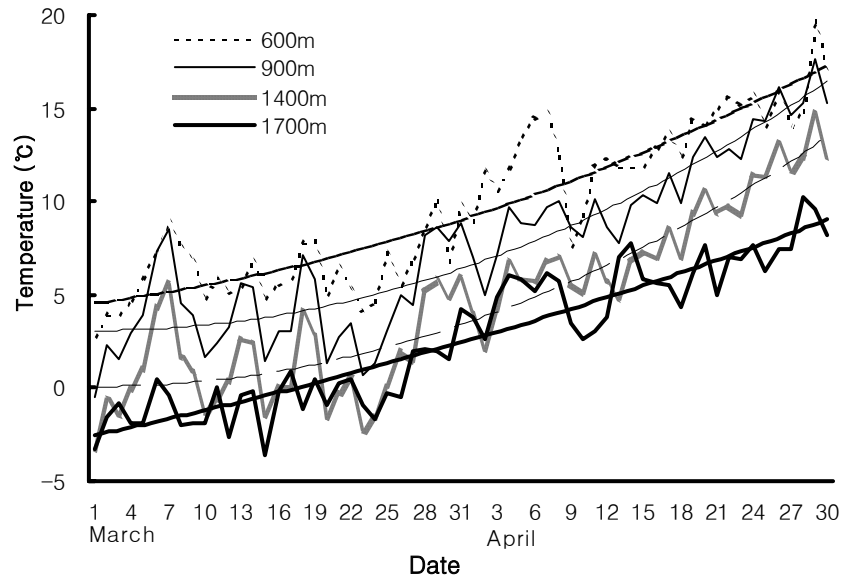


Figure 7. The Change of temperature by elevation in Jeju, 2000-2003.

제주노루는 유럽노루와 시베리아노루와 같이 섭식 - 휴식 - 섭식을 반복하는 행동(Cederlund, 1989; Jepperson, 1989; Danilkin and Hewison, 1996; Mysterud, 1998)패턴을 보여주고 있었다. 연도별로는 2000년도에 33.4분, 2001년도에 32.8분으로 유의미한 차이(Mann-whitney U-test,  $Z=-2.172$ ,  $P=0.409$ )가 없었다(Figure 8).

노루의 활동과 휴식시간은 성에 따라 달랐다.

노루의 일일 시간당 활동비율은 수컷이 31.94%이었고 암컷이 35.7%로 수컷에 비해 암컷이 활동비율이 더 높게 나타나 암·수별 유의미한 차이(Mann-whitney U-test,  $Z=-6.671$ ,  $P=0.001$ )가 있었다(Figure 9).

이러한 결과는 암컷 성체보다 수컷 성체가 더 많이 휴식을 취한다는 Turner(1979)의 보고와 일치하였다.

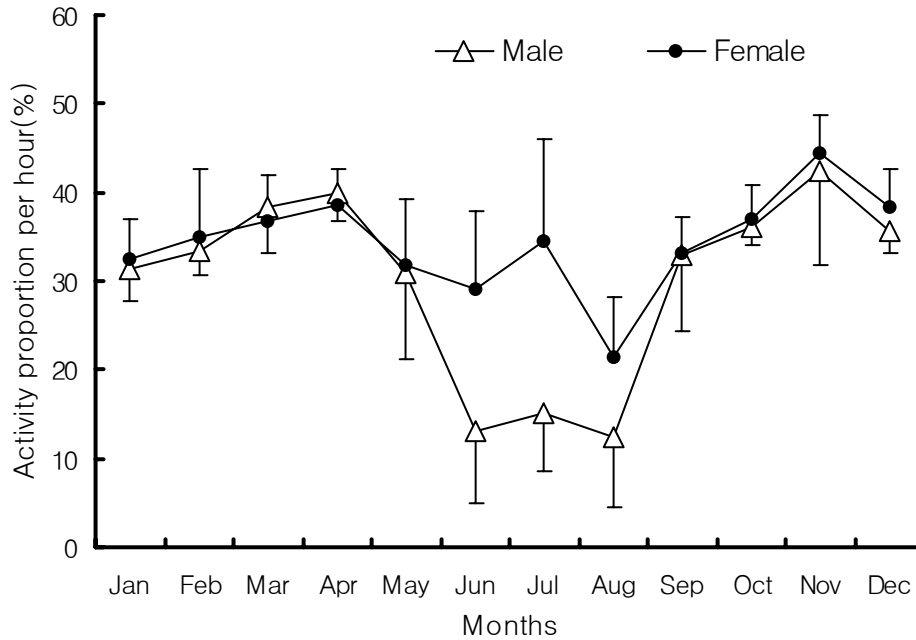


Figure 8. Proportion of activity by months of Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*), in 2000-2001.

휴식하는 비율은 수컷 64.3%와 암컷 68%로 활동하는 시간보다 휴식하는 데 더 많은 시간을 소비하였다. 그러나 Turner(1979)에 의하면 하루 24시간 중 휴식하는데 절반 정도 소비한다고 하나 본 연구에서는 활동시간보다 휴식하는 시간이 더 길게 나타나 차이가 있었다. 이러한 차이는 본 연구시간이 일출 후부터 일몰 전까지로 한정하여 조사하였기 때문으로 판단된다. 노루는 낮 동안보다는 야간에 더 활동성이 강하기 때문에 만약 24시간동안 연구하였더라면 그 차이는 줄어들었을 것으로 판단된다.

또한 노루가 휴식하는 기간은 매우 규칙적이며 특히 가을에 뚜렷하나 활동과 휴식하는 기간은 계절에 따라 다르며 빈도는 자주 변화하는데 여름철에 크게 변화하였다.

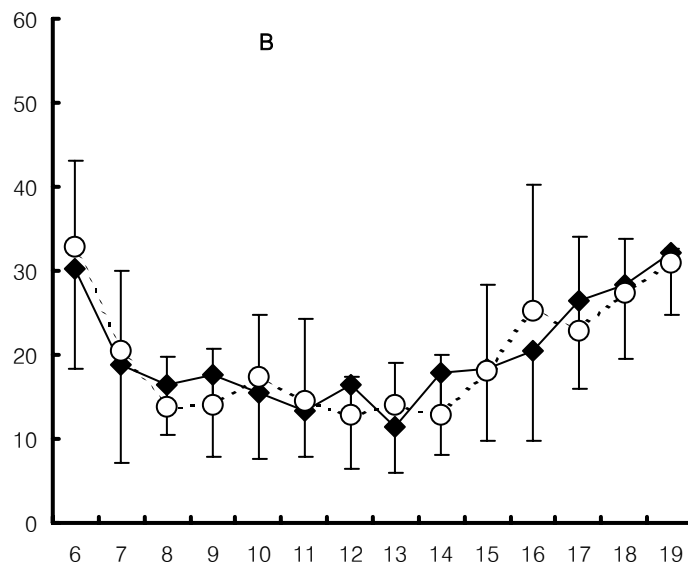
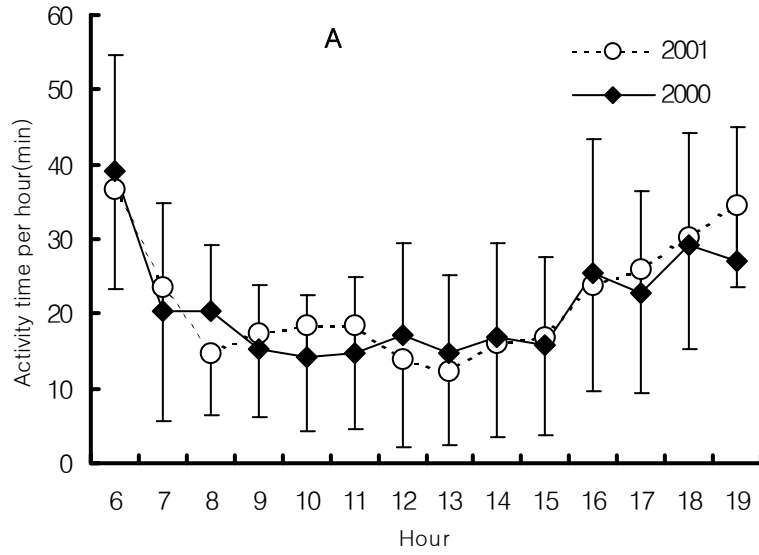


Figure 9. Mean of activity time by sexes of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*), in 2000-2001.

(A)Female; (B)male.



노루의 활동비율은 시간대별로 차이가 있었다.

일일 시간대별로 분석해 보면 암컷은 일출직후인 6~7시에 시간당 62%가 활동하는데 소비하였으며 7시 이후 9시까지는 31%~39%, 10시부터 오후 1시까지는 20~27%로 오전에는 일출 후 활동비율이 감소현상을 보여주었으나, 오후 2시부터는 활동시간이 증가하기 시작하여 일몰직전에 시간당 60%까지 활동비율이 증가하였다.

수컷은 일출 후 6~7시와 일몰 전 1시간동안에 시간당 활동비율이 각각 54%, 56%일출 후 활동비율이 큰 암컷에 비해 수컷은 일몰 전에 활동비율이 높았다. 수컷은 오전 8시 이후부터 오후 2시까지는 19%~26%로 낮 동안에 활동비용이 가장 적었으나 8시와 오후 3~4시에 31~39%가량 활동하여 비슷하였다. 따라서 하루중 가장 활발하게 활동하는 시기는 일출과 일몰동안으로 Bresinski(1982), Jeppesen(1989), Chapman, et al.(1993)과 Danilkin(1996)의 보고와 일치하였다.

또한 이러한 피크는 겨울철에 가장 뚜렷하였으나 겨울부터 여름철까지는 줄어들었다. 이러한 경향은 여러 사슴과 동물에서 발견되지만 스웨덴에 서식하는 유럽노루는 이러한 경향이 뚜렷하지 않아(Cederlund, 1981) 먹이의 질 등 서식여건에 달라지는 것으로 판단된다. 월별로는 6월에 이러한 경향은 무너지나(Jeppesen, 1989) 4월부터 8월까지의 아침과 저녁의 피크는 특히 암컷에서 1-2시간 지연되는데 이렇게 지연되는 되는 것은 광주기와 관련이 있다. 또한 활동과 휴식상태는 먹이의 유입과 소화와도 관련(Jeppesen, 1989)이 있는 것으로 판단된다.

시간대별로는 일출직후인 오전 6시에 활동시간이 35~40분으로 가장 길었으며 오후 3시 이후 다시 활동시간이 증가하기 시작하여 일몰직전에 활동시간이 길어졌다. 그러나 대부분 노루는 낮에도 꾸준히 활동하는 것으로 조사되었다(Figures 8 and 9).

노루의 활동비율은 월별로 차이가 있었다.

월별로는 수컷이 경우 11월에 시간당 활동비율이 42%로 가장 높게 조사되었고 다음으로 4월과 3월에 각각 40%, 38% 순으로 나타났다(Figure 9). 이러한 결과는 4월 하순부터 5월초에 활동비율이 가장 높고 여름에 감소하였다가 10월에 또 다시 높아진다는 보고(Cederlund, 1989)와 차이가 있었다. 이러한 차이는 조사대상 개체가 작았고 낮에 한하여 조사하였기 때문이며 조사시점 이전에 이미 서열과 영역이 정해져 있는 semi-natural 상태인 노루를 대상으로 조사하였기 때문에 활동비율이 낮은 것으로 판단된다.

활동비율이 가장 낮은 시기는 6월부터 8월까지로 영역을 확보하고 유지하는 시기에 차이가 많았다. 암컷은 11월에 활동비율이 44%로 수컷에 비해 높았으며 1년중 가장 높았다. 다음으로 4월과 12월에 38%, 4월과 7월에 37% 순으로 나타났다. 수컷에 비해 암컷은 6월부터 8월 사이에 수컷에 비해 상대적으로 활동비율이 높는데 이것은 암컷이 새끼를 낳고 기르기 때문에 활동비율이 더 높은 것으로 판단된다. 그러나 수컷이 영역을 확보하는 시기인 3월과 4월에는 암컷의 활동비율이 더 낮았다.

암·수간 활동비율은 6월~8월에 많은 차이가 있었는데, 6월에 수컷이 18% 암컷이 34%, 7월에 수컷 21%, 암컷 36%와 8월에 각각 16.7%, 27%로 성별 차이가 크게 나타났다. 이시기는 암컷은 새끼를 낳는 시기이며 수컷은 안정된 영역의 확보된 시기로 짝짓기 이전이므로 암·수별 차이가 있었다. 그러나 발정시기부터는 암·수가 비슷한 비율로 활동하는 것으로 나타났다.

따라서 제주노루가 가장 활발하게 활동하는 시기는 3월과 4월, 그리고 10월과 11월로 조사되어 차이가 있었다. 이러한 시기는 발정기간이후에 활발해지기 때문에 제주노루는 다른 노루에 비해 발정기간이 늦어지기 때문에 1개월가량 지연되는 것으로 판단된다.

활동시간은 계절에 따라서도 차이가 있었다.

계절별로는 수컷이 짝짓기 기간인 8월부터 11월까지 활동비율은 평균 38%로 가장 높았으며 다음으로 영역을 확보하는 시기인 3월부터 5월까지 36%이었으며, 겨울철인 12월부터 2월까지 33%이었다(Figure 10).

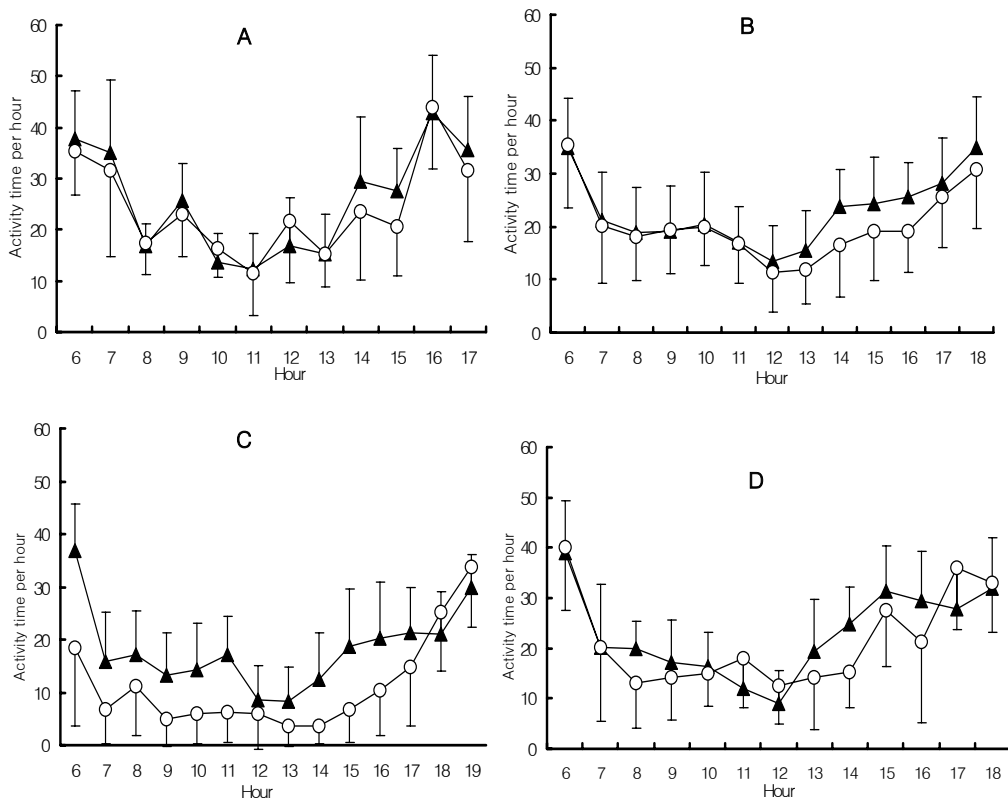


Figure 10. Activity time by season of Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*), in 2000-2001.

(▲)Female; (○)male; (A)winter; (B)spring;  
(C)summer; (D)autumn

가장 활동비율이 낮은 시기는 영역을 유지하는 시기인 6월부터 8월까지의 여름철이었다. 암컷도 수컷노루와 유사한 경향성을 보여주고 있는데 가장 활동비율이 높은 계절은 가을철로 38%로의 활동비율을 보여주고 있었다. 다음

으로 봄철로써 활동비율이 36%이었으며 여름철이 28%로 가장 낮았으나 수컷에 비해 활동비율이 높게 나타났다. 그러나 수컷은 봄과 가을철에 활동비율이 유의미한 차이가 없었으나 여름과 겨울철에는 유의미한 차이가 있었다.

암컷은 수컷과는 달리 가을과 겨울철, 봄과 가을철에 활동비율이 비슷하였다. 활동비율에 대한 보고(Bresinski, 1982; Jeppesen, 1989; Chapman, et al., 1993; Danilkin, 1996)에 의하면 노루는 계절적으로 늦은 봄과 이른 가을에 가장 활발하게 활동한다고 한다. 또한 이러한 현상은 엘크(*Alces alces*; Bowyer, 1981) 흰꼬리사슴(*Odocoileus virginianus*; Jackson et al., 1972; Kammermeyer and Marchinton, 1977), 노란사슴(*Dama dama*; Jackson, 1977), 무스사슴(*Alces alces*; Geist, 1978)과 순록(*Rangifer tarandus*; Erriksson et al., 1981) 등 사슴과 동물들에서도 관찰된다.

노루의 활동비율은 집단 종류와 임신여부에 따라서 차이가 있었다.

성에 따른 집단별로 비교해 보면 수컷은 상위집단인 경우 시간당 평균 29.7분, 중위집단은 31.5분과 하위집단은 33.8로 서열이 낮은 집단일수록 더 많은 활동을 하였다. 상위집단과 중위집단과는 유의미한 차이(Mann-whitney U-test,  $Z=-0.47$ ,  $P=0.638$ )가 없었으나 상위집단과 하위집단(Mann-whitney U-test,  $Z=-3.706$ ,  $P<0.001$ )과 중위집단과 하위집단(Mann-whitney U-test,  $Z=-3.142$ ,  $P=0.002$ )과는 유의미한 차이가 있었다(Figure 11). 이러한 차이는 상위집단과 중위집단은 영역을 확보하여 방어하는 집단인 반면 하위집단은 영역을 확보하지 못한 어린 개체이기 때문에 더 활동하는 것으로 판단된다.

암컷의 경우도 임신한 개체와 미성숙 개체와는 유의미한 차이(Mann-whitney U-test,  $Z=-2.229$ ,  $P=0.026$ )가 있었다(Figure 11).

노루의 활동비율은 날씨와 몸의 조건에 따라 달랐다.

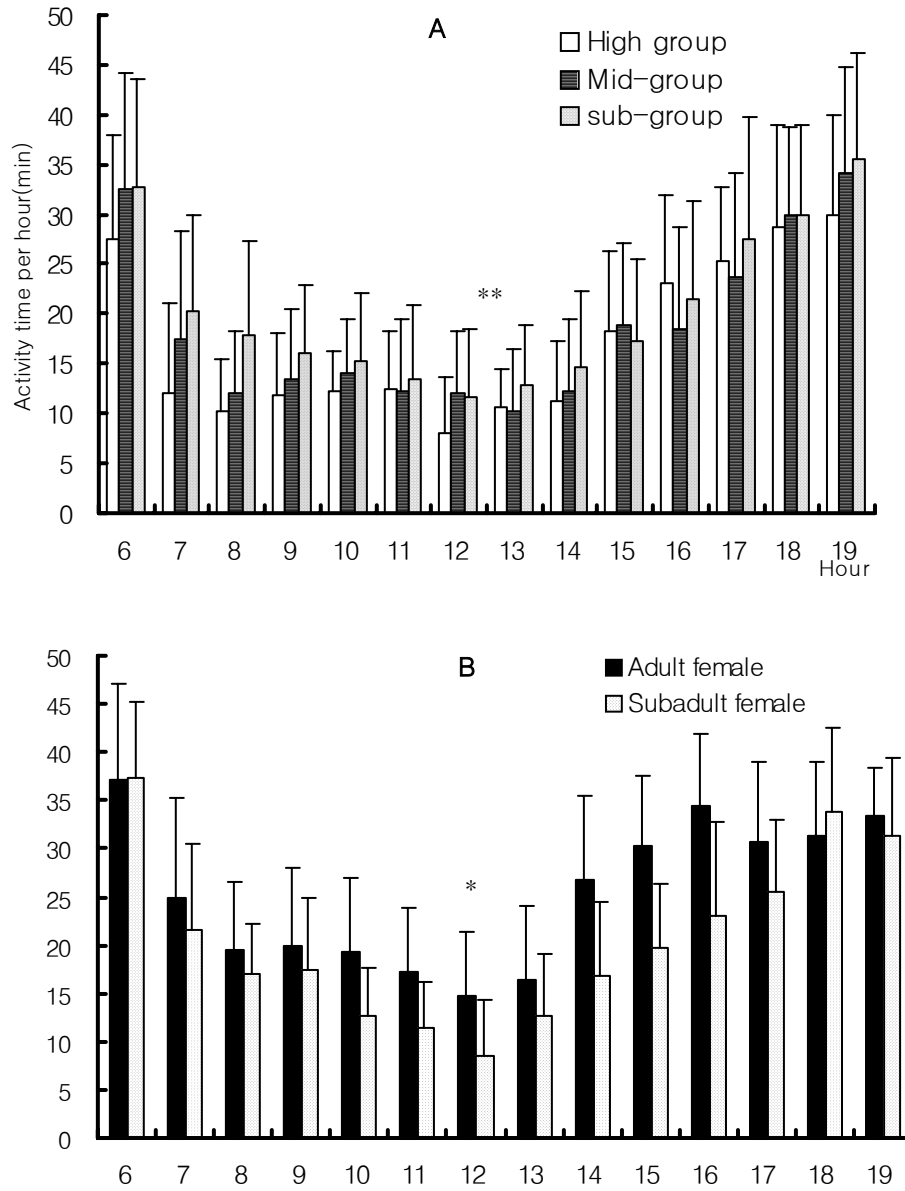


Figure 11. Activity time per hour by groups of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*), in 2000–2001. (A), Male; (B), female. Significance level. \*,  $p < 0.05$ ; \*\*,  $p < 0.01$

날씨에 따른 활동의 변화를 알아보기 위하여 7월과 8월에 맑은 날과 흐린 날을 비교하여 보았다. 맑은 날에는 일일 평균 96분을 활동하였으나 흐린 날에는 평균 149분을 활동하여 맑은 날보다 1.5배 더 활동하여 날씨에 따라 유의미한 차이(Mann-whitney U-test,  $Z=-2.518$ ,  $P=0.012$ )가 있었다. 이것은 노루가 서늘하고 비오는 날보다 더운 날에 적게 먹는다는 보고(Turner, 1980)와 일치하는 것으로 판단된다. 또한 질병(설사병)에 걸린 개체인 경우 거의 모든 시간을 먹이 먹는데 소비하여 활동패턴이 무너졌다.

먹이의 질과 인위적인 방해의 정도에 따라 활동비율이 달랐다.

시간과 공간적으로 먹이의 양과 질에 따라 행동 패턴이 달라지기 때문에 먹이의 질이 좋으면 먹이를 먹는 시간과 휴식시간이 짧아진다는 보고(Cederlund, 1989; Jepperson, 1989, 1990)가 있다. 겨울철에는 먹이의 질이 낮지만 봄과 이른 여름에는 먹이의 질이 좋고 풍부하기 때문에 노루의 활동 비율은 계절에 따라 변화하였다. 이것은 먹이를 얻는데 얼마나 오래 걸리느냐가 아니라 먹이를 소화하는데 얼마나 오래 걸리느냐에 의해 한정되는 Rumen fill theory(Moen, 1973; Jeppesen, 1989)에 의해 활동시간이 달라지는 것으로 판단된다. 또한 겨울철에는 활동시간이 줄어드는 것은 먹이의 질이 나쁜 원인도 있지만 노루의 혹위(rumen)의 표면이 움츠러들어 크기가 20% 가량 줄어들기 때문에 채이 활동시간이 줄어드는 것으로 판단된다. 유사한 현상이 흰꼬리사슴(*Odocoileus virginianus*)에서도 관찰되었다(Silver et al., 1969; Thompson et al., 1973; Holter et al., 1976; Moen, 1978). 노루의 휴식 시간의 빈도와 기간은 소화계의 형태와 생리적 특성과 관련이 있기 때문에 (Turner, 1979) 주기적인 활동과 휴식하는 기간은 혹위에서 먹이의 전환율 (Jeppesen, 1989)과 관련이 있는 것으로 판단된다.

노루는 대형동물이 요구하는 에너지에 비해 체중 당 에너지 요구가 상대적으로 더 요구되기 때문에 흡수된 에너지를 최대한으로 활용하기(Turner, 1979; Cederlund, 1980) 위하여 쉽게 소화되는 식물 특히 매우 질 높은 어린 쌍자

엽 식물을 선택한다(Cederlund, 1980; Tixier et al., 1998; Rowell-Schafer, 2001). 이렇게 필요한 에너지를 얻기 위하여 노루는 섭식-휴식-섭식행동(Cederlund, 1989; Jepperson, 1989; Danilkin and Hewison, 1996; Mysterud, 1998)을 반복하며 하루 중 대부분의 시간을 활동하는 것으로 판단된다. 그러나 산나물 채취자 등 사람이 접근과 들개등이 출몰할 경우 일반적인 행동패턴이 무너졌다.

#### 나. 경계 행동

##### 1) 경계시간

본 연구는 목장지대 주변에 서식하는 노루에 한하여 자극을 주었을 때 경계시간을 알아보았다. 경계시간은 자극의 종류가 모습이 존재여부와 방해의 근원과 노루와의 거리에 따라서 경계시간이 달랐다. 모습이 보이지 않았을 때에는 방해의 근원을 찾고 대처하기 위하여 경계시간이 오래 지속되었다. 또한 노루와 방해의 근원간의 거리가 어느 정도 유지되었을 때에는 생명의 위협을 느끼지 않기 때문에 도주하지 않고 경계만 하여 개활지에 서식하는 노루는 멀리 있는 위협을 감지할 때 숨지 않고 경계만 한다는 보고(Bresinski, 1982; Jose et al., 1996)와 일치하였다.

소리의 자극일 때 노루의 경계시간은 50m거리에서 15.2초, 100m거리에서 29초와 150m 거리에서 15.2초로 100m 거리에서 경계시간이 가장 길었으나 200m 거리에서는 경계하지 않아 거리에 따라 경계시간이 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-square=33.534, df=3,  $P<0.001$ )가 있었다(Figure 12).

소리와 움직이지 않는 모습을 동시에 자극하였을 때 50m 거리에서는 1초, 100거리에서는 112초, 150m 거리에서 41.5초와 200m 거리에서 9.8초로

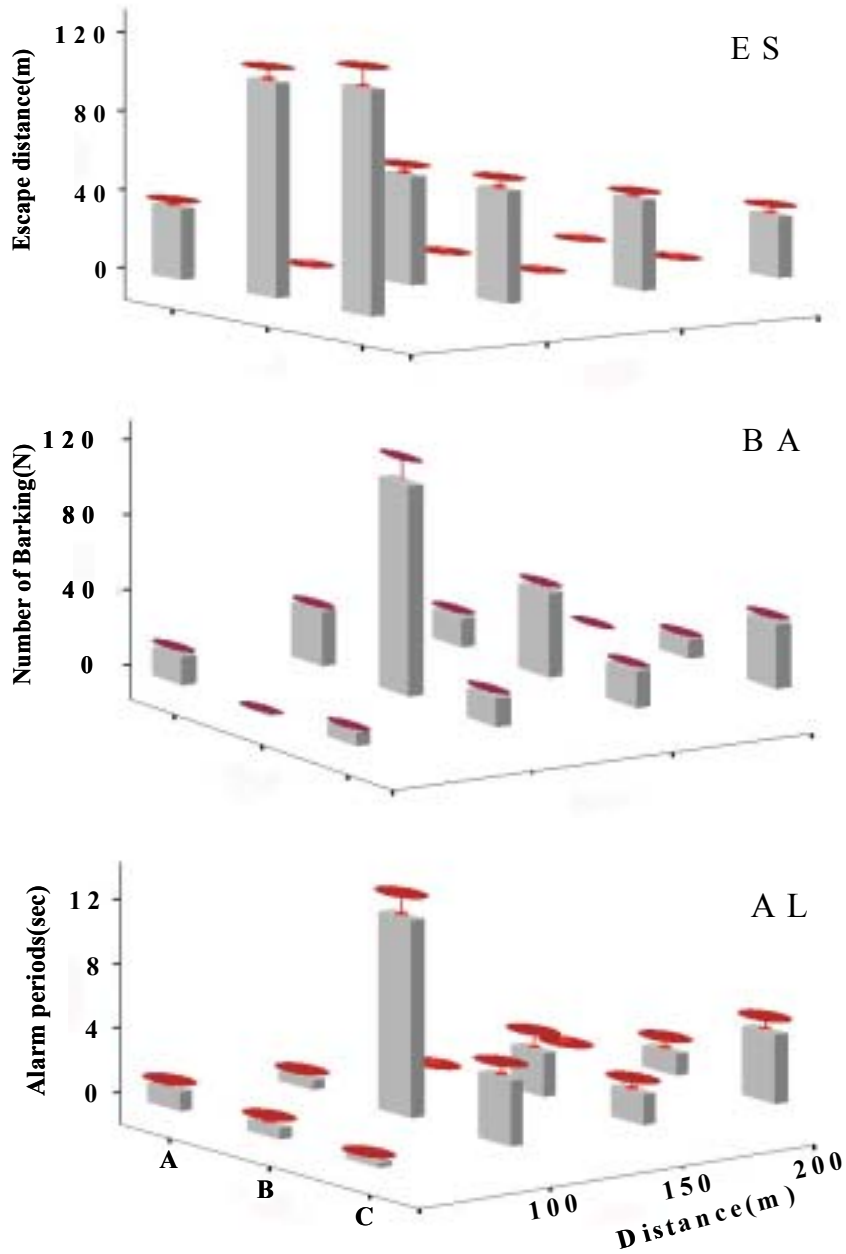


Figure 12. Alarm behaviour of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) at potential danger detection, in 2002. BA; barking, ES; escape distance, AL; Alarm periods, A; voice, B; voice+form of a human, C; voice+ mobile form of a human.



100m 거리에서 경계시간이 가장 길었으며 소리와 움직이지 않은 모습에 대한 경계시간은 거리에 따라 유의미한 차이 (Kruskal-Wallis Test, Chi-square=37.321, df=3, P<0.001)가 있었다.

소리와 움직임 자극이 있을 때 50m 거리에서는 7.30초, 100m 거리에서 15.20초, 150m 거리에서 19.5초와 200m 거리에서 34.4초로 거리가 가까울수록 경계시간이 짧아 거리에 따라 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-square=34.163, df=3, P<0.001) 있었다.

자극의 종류에 따른 경계시간은 소리만 자극했을 때 50m 거리에서 15.2초로 가장 경계시간이 길었으며 다음으로 소리와 움직임이 있을 때 7.3초, 소리와 움직이지 않는 모습으로 자극했을 때 1초로 거리에 따라 유의미한 차이는 없었으나 소리만 자극하였을 경우 모습이 없을 때에는 방해의 근원을 찾기 위하여 경계하는 시간이 오래 지속되었으나 모습이 보일 경우는 바로 반응하여 도주하는 행동을 보여주었다. 100m 거리에서는 소리의 자극의 경우 29초, 소리와 정지된 모습 자극시 112초와 소리와 움직임 자극일 경우 15.2초로 나타났으며 150m 에서는 각각 15.2초, 44.9초와 19.5초 그리고 200m 거리에서 소리만 들려주었을 때 전혀 경계하지 않았으나 소리와 정지된 모습으로 자극할 경우 9.8초와 소리와 움직임이 있을 경우 34.4초 움직이는 모습에 반응이 크게 나타났다.

경계는 50m 거리에서는 대부분 개체가 이전이 행동을 멈추고 소리의 발원지를 향하여 경계하나 150m 이상거리에서 소리만 들려주었을 때는 잠시 경계하였다가 이전의 행동으로 돌아갔다.

San Jose et al.(1996)이 보고와 같이 경계시간은 나이와 성에 따라 중요한 차이가 있었다. 같은 조건에서 수컷은 나이가 많을수록 경계시간이 짧았으나 새끼가 있는 암컷은 그렇지 않은 암컷에 비해 경계시간이 더 길었다.

이러한 경계는 발정시기, 출산시기와 영역확보시기에 따라 그리고 서식조건에 따라 다르다는 보고(Turner, 1979; San Jose et al., 1996)가 있어 앞으

로 이에 대해 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

## 2) 경계음

노루가 내는 소리는 Mayer(1977), Smirnov(1977), Soklov et al.(1987)과 Danilkin(1996)에 의하여 Squealing, Rasping, Barking, whining과 Screaming 등 5가지로 구분하였다. 이중에 짖기(barking)는 잠재적인 위협이 감지되었을 때 내는 소리로서 사슴과 종들은 잠재적인 위협이 감지될 때 큰 소리(loud)와 거친 소리(harsh call)를 낸다는 보고(Putman, 1988; Reby et al., 1998)가 있다. Reby et al.(1998)에 의하면 노루(*Capreolus capreolus*)는 방해의 근원이 감지될 때 뚜렷하게 큰소리로 짖으며 방해를 받은 노루는 은식처를 향하여 머리를 들고 뛰며, 단음으로 소리를 낸다. 그 다음에 정지하고 뽐내는 걸음걸이(stilted gait)로 선 상태에서 큰소리로 반복적으로 소리를 내며 머리를 위 아래로 움직이고 옆에서 옆으로 이동하기도 한다. 또한 가끔 발구르기와 나무에 표식을 하기도 하고 이웃개체가 초기의 짖는 소리에 반응하여 짖기도 한다는 보고(Hewison et al., 1998; Reby et al., 1999)가 있다. 그리고 이러한 소리는 주로 노루가 방해물을 보거나 들을 때(Reby et al., 1999)와 서로의 싸움이 일어날 때(Danilkin and Hewison, 1996; Reby et al., 1999) 짖는(barking) 소리를 낸다고 한다.

본 연구결과 제주노루는 소리의 자극일 때 경계음은 전혀 관찰되지 않았으나 소리와 움직이지 않는 모습을 동시에 자극했을 때는 50m 거리에서 0.7회, 100m거리에서 12.3회, 150m거리에서 2.7회와 200m 거리에서 1.33회로 노루와의 거리가 길수록 경계음 횟수가 감소하여 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-square=27.260, df=3, P<0.001)가 있었다(Figure 12).

소리와 움직이는 모습을 동시에 자극하였을 때 50m에서 0.3회, 100m에서 3.24회, 150m에서 1.19회와 200m에서 4.3회로 나타났다. 50m에서 경계음 횟수는 소리만 들려주었을 때 1.2회, 소리와 정지된 모습 자극일 때 0.7회와 소

리와 움직임 있을 때 0.3회, 100m 거리에서는 각각 0.6회, 12.3회와 4.1회이었으며, 150m 거리에서 소리로 자극할 경우는 경계음을 내지 않았으나 소리와 정지된 모습일 경우 2.7회와 움직이는 모습으로 자극했을 때 1.9회로 소리와 정지된 모습으로 자극할 때 가장 경계음 횟수가 많았다. 200m 거리에서는 소리의 자극일 경우는 경계음이 전혀 없었으나 소리와 정지된 모습일 경우 1.3회와 소리와 움직임이 있을 때 4.3회로 움직이는 모습에 반응을 보여주었다.

따라서 경계음은 자극의 종류와 거리에 따라서 다르게 조사되었다. Tilson(1981), Danilkin and Hewison(1996) Frommolt et al.(1997), Hewison(1998)과 Reby et al.(1999),의 보고에 의하면 이러한 소리는 다른 개체에게 경계심을 알리는 경계소리 alarm call과 자신의 영역을 알리는 영역 유지음 territorial call 역할을 하는 것으로 구분할 수 있으며, 일차적인 역할은 약탈자의 추적에서 벗어나려는 신호이며, 두 번째 역할은 영역을 방어하는 역할을 한다. 본 연구에서는 자극의 종류에 따라 경계음이 다르게 나타났으나 소리와 움직이는 모습으로 자극하였을 때 경계음 횟수가 가장 많아 경계음의 역할은 약탈자의 추적에서 벗어나려는 신호일 것이라고 판단된다.

또한 짓기는 소리만 들려주었을 때에는 큰 반응이 없었으나 움직이지 않는 모습과 움직이는 모습일 때 경계음 횟수가 증가하였기 때문에 경계음 횟수는 가시도와 함께 증가(Reby et al., 1999)하나 가시도가 감소할 때 짓기도 감소하는 것으로 판단된다.

Rossi et al.(2002)에 의하면 경계음의 빈도가 가장 높을 때는 새벽과 일몰 전후이다. 이 시기는 노루가 가장 활발하게 활동하는 시기이며 대부분 야외에서 생활하기 때문에 경계심이 더 높아지기 때문으로 판단된다. 이러한 경계음은 암수에 따라 달랐다. 수컷은 암노루보다 더 짓으며(Rossi et al., 2001), 새끼가 떨어진 암노루는 새끼에게 위험을 알리기 위하여 혼자인 암노루보다 빈도가 높았다.

짖기는 영역유지에 중요한 역할을 하며, 영역이 확보한 시기에 증가하고 암컷에 비해 수컷이 더 많이 barking을 한다는 보고(Danilkin, 1996; Reby et al., 1999; Rossi et al., 2001)가 있다. 또한 1년 중 영역을 확보하는 시기인 4월과 5월에 가장 빈도가 높고 다음으로 발정기간에 빈도가 높으나 영역이 사라지는 시기에는 빈도가 낮다는 보고(Rossi et al., 2001)가 있어 앞으로 이에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

### 3) 도주거리

소리의 자극이 있을 때 노루의 도주거리는 50m 거리에서 36m 도주하였으나 100m, 150m와 200m 거리에서는 도주하지 않았다(Figure 12). 소리와 정지된 모습을 동시에 보여주었을 때 50m에서 109m와 100m에서 112m 도주하였으나 200m 거리에서는 도주하지 않았다. 소리와 움직이는 모습으로 자극한 경우 노루의 도주거리는 50m 거리에서 115m, 100m 거리에서 57m, 150m에서 46.1m와 200m에서 31.1m로 거리가 가까울수록 도주거리가 길었다(Kruskal-Wallis Test, Chi-square=33.036, df=3, P<0.001).

50m에서 도주거리는 소리만 들려주었을 때 36m, 소리와 정지된 모습 자극일 때 109m와 소리와 움직임 있을 때 115m로 소리와 움직임이 있을 때 도주거리가 가장 길었다. 100m 거리에서 자극의 종류에 따른 도주거리는 소리의 자극의 경우 도주하지 않았으나 소리와 정지된 모습으로 자극할 경우 55m와 소리와 움직임이 있는 경우 57m 도주하였다. 150m 거리에서는 소리의 자극과 소리와 정지된 모습으로 자극할 경우 도주하지 않았으나 소리와 움직이는 모습으로 자극한 경우 46 도주하는 것으로 나타났다. 200m 거리에서는 150m 거리에서와 마찬가지로 전혀 도주하지 않았으나 소리와 움직이는 모습으로 자극하였을 때 31m 도주하였다. 원(1968)에 의하면 노루는 어떤 위험이 감지될 때 멀리 도망가지 않고 후방 약 50m 도주 후 정지한 다음 위험요인을 확인하는 행동 때문에 쉽게 사냥감이 된다고 한다. 그러나 본 연구

결과 도주거리는 자극의 종류와 거리에 따라 도주거리가 달랐다. 소리의 자극일 때에는 50m 이내에서만 도주하였으나 소리와 움직이지 않는 모습일 때는 100m 거리이내에 있는 노루가 도주하였다. 또한 움직이는 모습일 때는 거리가 가까울수록 도주거리가 길었으나 200m 이상 거리에서는 전혀 도주하지 않아 위험요인의 강도가 어느 정도인지에 따라 달라지는 것으로 판단된다.

#### 4. 노루의 서식지 이용 유형

##### 가. 숲 이용유형

Danilkin(1996)에 의하면 은신처가 없는 곳은 노루가 거의 관찰되지 않기 때문에 숲은 노루의 은신처로서 매우 중요하다고 한다. 제주에 서식하는 노루는 1980년대 이전에 깊은 산에 서식하기 때문에 관찰하기 어려웠다. 그러나 1990년대 이후부터 급격한 개체수 증가, 분포지 확산과 경작지 확대 등으로 숲 이용 유형이 달라지고 있기 때문에 숲속에 체류하는 시간을 조사하여 숲 이용률을 알아보았다.

노루의 일출 후부터 일몰 전까지 14시간동안에 숲에 머무는 시간은 암컷이 432분으로 51.5%였으며, 수컷은 418분으로 49.7%로 나타나 암·수간 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=8.316, df=1, P= 0.004)가 있었다 (Figure 13).

노루가 숲에 체류하는 시간은 시간대별로 차이가 있었다.

일일 숲이용 유형은 일출 후 2시간부터 오후 2시까지는 대부분 숲속에서 생활하는 형태였다. 낮 동안의 숲이용 유형은 일출후 2시간부터 일몰전 3시간까지는 숲에서, 그 후에는 야외에서 생활하는 유형을 보여주고 있었다. 노루들은 오후 2시 이후부터는 숲속에서 초지로 나오기 시작하여 시간대별로는 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=1582.513,

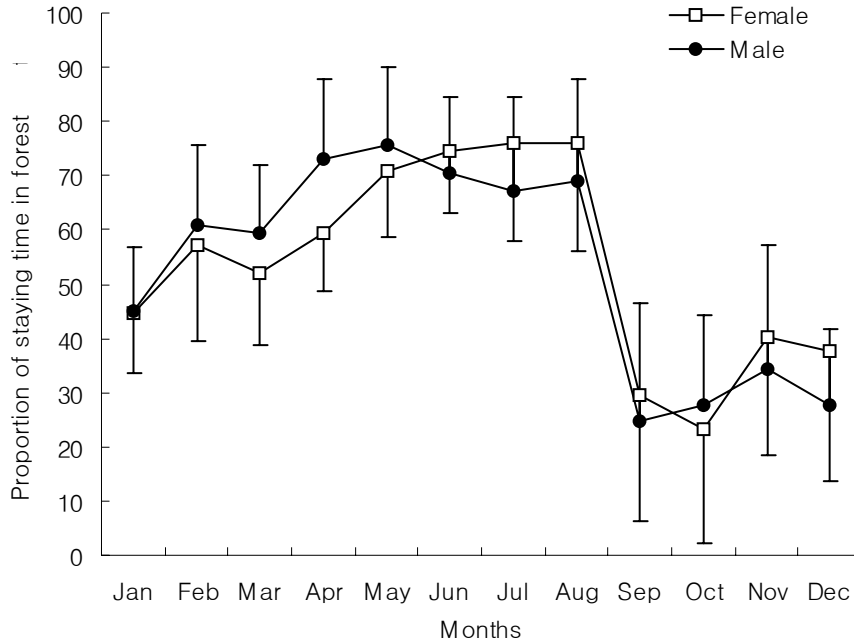


Figure 13. Proportion of staying time in the forest by sex of Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*), in 2000-2001.

df=13,  $P<0.001$ )가 있었다(Figure 13). 밤 동안에는 대부분 숲에 들어가지 않고 먹이 서식지인 야초지에 머물렀다. 그러나 인위적인 간섭이 심한 지역에 서식하는 노루는 일몰 적전에 초지로 나오는 경향이 많았다. 따라서 이러한 숲 이용 유형은 서식지의 조건과 인위적인 간섭의 정도에 따라 달라지는 것으로 판단된다.

숲에 체류하는 시간은 월별 차이가 있었다.

수컷은 5월부터 8월까지 일일 평균 70%이상 숲속에 체류하는데 이시기는 3월과 4월 사이에 영역이 확보된 이후 안정된 시기로 영역을 방어하기 위함으로 판단된다. 암컷은 4월부터 6월까지 70%이상 숲에 체류하였으며 8월과 9월 수컷에 비해 약간 증가하였는데 8월부터 9월까지는 발정기간으로 암컷

에 비해 수컷이 숲에 체류하는 시간이 짧은 것은 수컷이 짝짓기 대상을 찾는 시기이기 때문에 야외에서 생활하는 기간이 더 길어진 것으로 판단한다.

그러나 수컷에 비해 암컷은 5월부터 7월까지 야외에서 활동하는 시간이 더 길었는데 이시기는 암컷이 새끼를 낳고 기르는 시기로 수컷에 비해 에너지가 더 요구되기 때문으로 먹이 공급을 위하여 야외에서 생활을 많이 하는 것으로 판단된다.

Danilkin(1996), Radeloff et al.(1999)와 Mysterud( 1999)의 보고와 같이 9월부터 다음해 1월까지 숲에 체류하는 시간이 암수별 차이가 없었으나, 2월부터 5월까지의 암컷에 비해 수컷이 더 숲에 체류하는 시간이 높았으며 6월부터 8월말까지는 암컷이 숲에 체류하는 시간이 더 길었다. 여름철에는 숲에 체류하는 시간은 온도와 관련이 있는데 6월부터 8월까지의 여름동안에 숲에 체류하는 시간은 암·수 모두 70% 로 다른 계절에 비해 높았다(Figure 13).

암컷의 숲 이용률은 10월에 1일 197분으로 23.3%만이 숲속에서 생활하여 가장 낮았으나 9월 29.4%, 12월에 37.7%와 11월에 40.4%순으로 나타났으며 1월부터 7월까지 44.8%에서 76%로 증가하였다. 수컷은 9월부터 12월까지 숲속에 체류하는 기간은 전체의 30%미만으로 대부분 개활지에서 생활하였는데 이시기는 짝짓기 기간으로서 활동비율이 높기 때문이다. 암·수 모두 10월 이후 숲에 머무는 시간이 짧은 것은 겨울철을 대비하여 체지방을 축적(Danilkin, 1996)하기 위하여 야초지에 체류하는 시간이 길었다. 또한 숲에 체류하는 시간은 1월부터 3월까지 44.9%에서 60%로 증가하기 시작하여 5월부터 8월까지 70%이상이었다.

9월부터 다음해 1월까지는 암·수별 숲에 체류하는 시간이 비슷하였으나 2월부터 5월까지는 암컷에 비해 수컷이 숲에 체류하는 시간이 더 길었으며, 6월부터 8월말까지는 암컷이 더 숲에 체류하는 시간이 길어 암·수간 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=8.316, df=1, P<0.05)가 있었다

숲에 체류하는 시간은 계절에 따라서도 달랐다.

숲에 머무는 시간을 계절별로 분석한 결과, 6월부터 8월까지의 여름동안에 숲에 체류하는 시간은 암컷은 평균 585분 69.7%와 수컷 617분 73.4%로 수컷이 숲에 머무는 시간이 더 길었다(Figure 15). 3월부터 5월까지의 봄 기간 동안에 숲에 머무는 비율은 암컷 57.5%, 수컷 56.3%로 나타나 수컷에 비해 암컷이 다소 높았다. 겨울동안에는 암컷이 47.6%, 수컷 40.2%였으며, 9월부터 11월까지의 가을에는 암컷 31%와 수컷 29%로 조사되어 가을에 숲 이용률이 가장 낮아 계절별로 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=4.686, df=1, P=0.03)가 있었다(Figure 15).

숲에 머무는 시간을 암컷과 수컷의 집단별로 분석한 결과, 암컷은 임신한 개체들이 일일 평균 436.5분으로 51.9%가 숲에 체류하였으며, 임신하지 않는 어린 암컷들은 444.2분으로 어린 개체와 유의미한 차이(Chi-Square=0.224, df=1, P>0.05)가 없었다(Figure 14). 수컷은 하위집단이 숲에 체류하는 비율은 53.1%로 가장 높았으며 상위집단 52.4%와 중위집단 48.2%로 나타나 서열에 따른 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=4.146, df=2, P=0.126)는 없었으나 시간대에 따라서는 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=31.904, df=13, P=0.002)가 있었다.

집단별로는 암컷의 경우 임신한 개체와 임신하지 않는 개체와는 차이가 없었으나 수컷의 경우 상위집단과 하위집단과의 숲에 체류하는 시간은 차이가 있었다(Figure 15). 이는 서열이 높은 개체일수록 안정된 영역을 확보하고 서열이 낮은 개체는 불안정한 영역을 확보하기 때문으로 서열이 낮은 개체는 서식지의 가장자리에 불안정한 영역을 확보하고 유지하기 위하여 야외에서 생활하는 기간이 긴 것으로 판단된다.



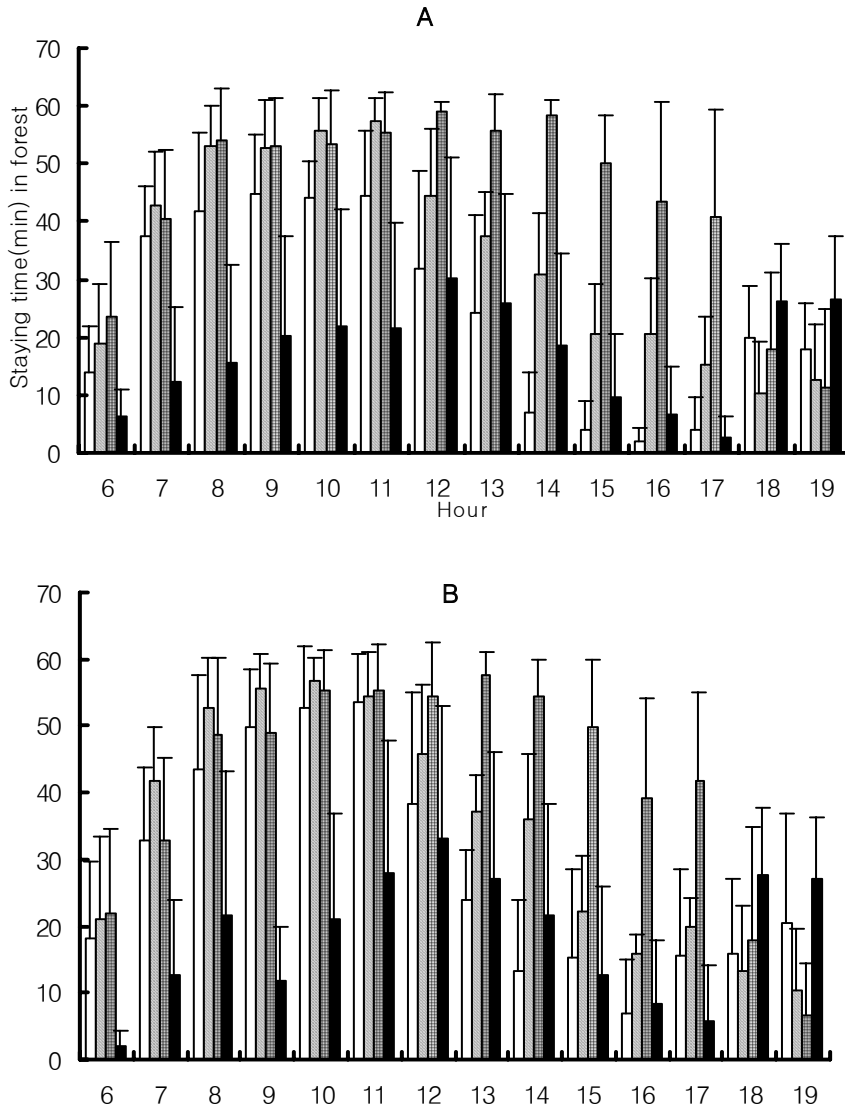


Figure 14. Staying time in the forest by season of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*), in 2000-2001.

(A) Male; (B) Female, (□): Winter; (▨): Spring; (▤): Summer; (■): Autumn

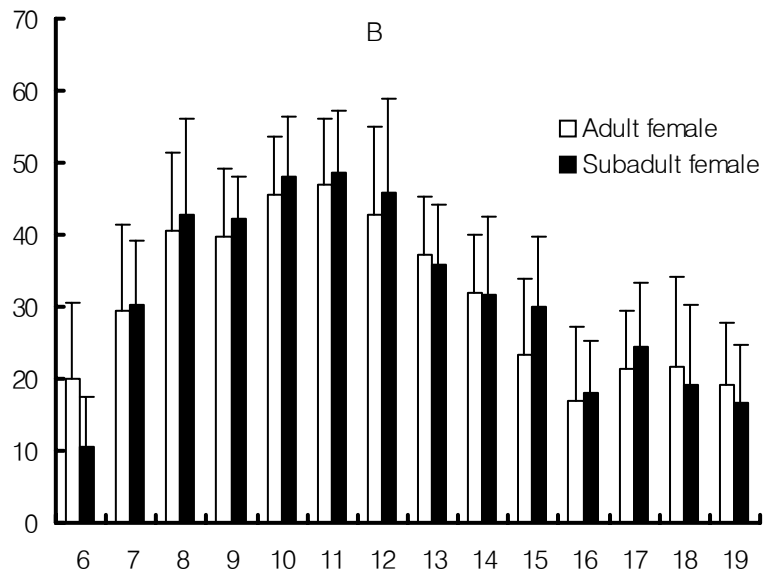
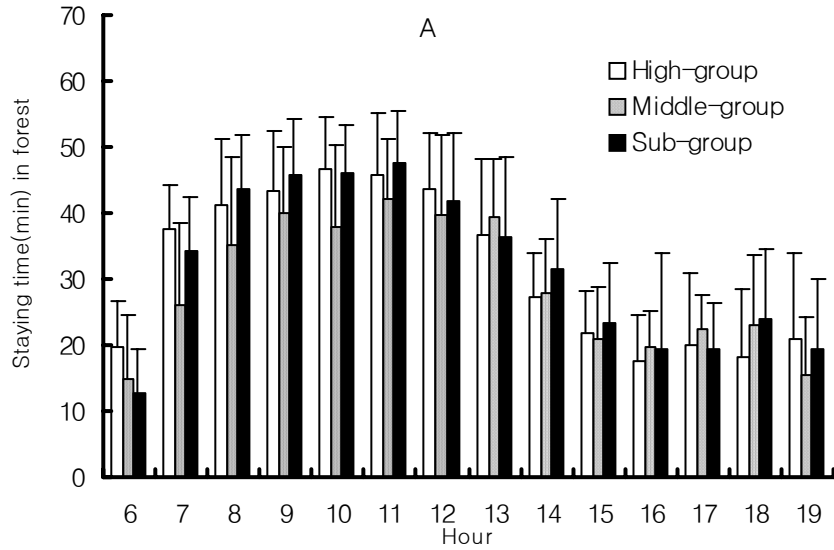


Figure 15. Staying time in the forest by groups of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*), in 2000–2001.  
 (A) Male; (B) Female

#### 나. 서식지 선호도

노루의 서식지 선택성을 알아보기 위하여 농작물 피해가 발생하는 지역을 직접 확인하고 그 지역을 중심으로 주변 임상, 경급, 영급과 소밀도 등을 분석하여 보았다.

노루의 서식지는 197개 지역을 분석한 결과 활엽수림이 73개소(35.6%), 소나무림 70개소 (33.5%), 삼나무와 구상나무등 침엽수 24개소 11.92%, 낙엽활엽수림 12개소 5.15%와 무입목지 18개소 13.92%순으로 나타나 활엽수림을 가장 선호하는 것으로 나타났으며 다음으로 침엽수림을 선호하는 것으로 나타났다(Figure 16).

그러나 영국노루(*Capreolus capreolus*)는 어린 관목이나 성숙한 숲에 가장 밀집되어 서식하며 넓은 침엽수림을 선호하였으며(Mayer, 1977; strandgaard, 1978; Pedroli et al., 1981; Cederlund, 1982; Danilkin, 1996), 시베리아 노루(*Capreolus pygargus*)는 조림지, 습지와 개방된 소나무 숲 그리고 어린 나무가 자라는 관목림이 있는 개간지를 선호한다(Danilkin, 1996). 특히 가문비나무 식물과 낙엽성 숲을 좋아한다. 동부 유럽에 서식하는 노루(*Capreolus capreolus*)는 밀집한 잡목숲, 소나무숲, 범람원숲, 관목골짜기와 수중 목초지를 포함한 삼림(Henry, 1981; Staines and Welch, 1984; Welch et al., 1990)을, 폴란드에서는 복합된 침엽수림지 위의 복합된 낙엽성을 더 좋아하는 경향이 있다(Maublanc et al., 1987). 그러나 몽고에서 노루의 서식지는 다양한 버드나무와 작은 자작나무 종의 관목림을 선호한다는 보고(Danilkin and Dulamtseren, 1981)가 있으나 제주노루의 숲 선호도와는 차이가 있었으며 각 나라마다 서식지 선호성이 다르게 나타났다. 이러한 서식지의 선호성은 먹이서식지인 목초지에 대한 접근 용이성, 먹이의 질과 다양성에 따라 달라지는 것으로 판단된다.

경급별로는 197개소중 소경목 산림 166개소(73.30%), 치수목 산림 18개소 (18.75%), 중경목 산림 13개소(7.95%)순으로 나타나 흉고직경이 6~16cm이하

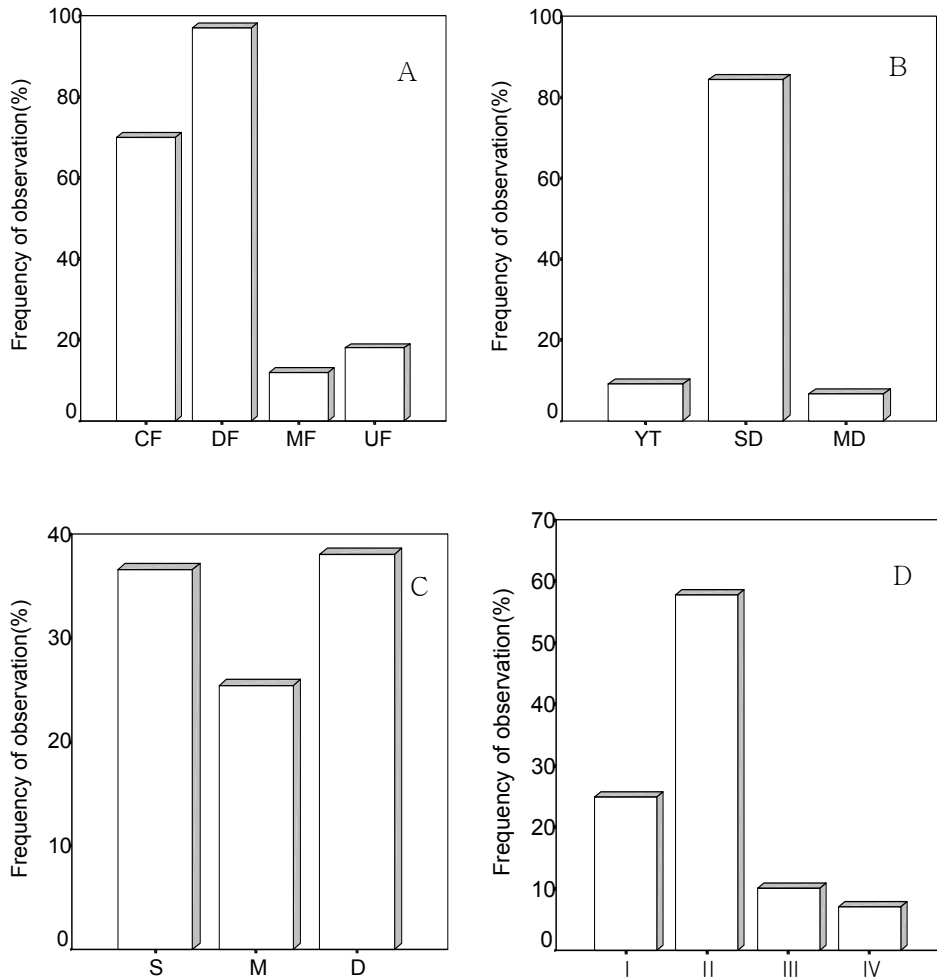


Figure 16. Selection of habitat types in the forest by Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*). in Jeju, in 1999–2002. A: Forest type, CF: Coniferales forest, DF: deciduous broad-leaved forest, MF: mixed forest, UF: unstocked forest, B: Diameter class of the forest, YT: Young tree(0~6cm), SD: Small-diameter tree(6~16cm), MD: medium-diameter tree(16~30cm), C: Crown density of the forest, S: Crown density below 40%, M: 40~70% of Crown density, D: over 70% of Crown density, E: Age class of the forest, I: 1-Age class (0~10years), II: 2-Age class (11~20years), III: 3-Age class(21~30years), IV: 4-Age class(over 30 years).

인 소경목 산림을 선호하였다. 소밀도는 소, 중과 밀로 나누며, 수관밀도가 40%이하인 지역을 소, 40~70%인 지역을 중, 그리고 70%이상인 지역을 밀로 구분하고 있다. 조사한 결과 밀(수관밀도 70%이상 지역)이 41.32%, 중, 소가 각각 29.34%로 나타나 수관밀도가 70%이상인 지역을 선호하였다.

산림의 영급은 10년 단위로 영급을 구분하며 2령급(11~20년)이 114개소 63.78%, 1령급 31개소 16.76%, 3령급 20개소 10.27%, 그리고 4령급 14개소 9.19% 순으로 나타나 산림의 연령이 11~20년인 산림을 선호하였다(Figure 16). 또한 임상의 경급별로는 소경목 산림을 선호하였으며, 흉고직경은 6~16 cm이하인 산림을 선호하였다. 서식지의 소밀도는 수관밀도 70%이상 지역을 서식지로 선택하고 있었다. 또한 산림의 영급별로는 산림의 연령이 11년~20년인 2령급 산림을 선호하여 Palmer and Truscott( 2003)의 보고와 일치하였다.

#### 다. 잠자리 선택성

노루의 잠자리 선택성을 알아보기 위하여 노루가 연중 서식하거나 관찰되는 해발 600~700m에 있는 노루생이오름과 열안지오름을 중심으로 잠자리의 크기, 먹이서식지와와의 거리, 잠자리에서 가장 가까운 나무의 흉고직경과 울폐도 등을 기록하여 분석하였다.

잠자리의 scraping(긁음)은 에너지를 보존하기 위한 전략이며(Sergeant et al., 1999; Mysterud and Østbye, 1995; Mysterud, 1996), 이러한 행동은 다른 사슴 종에서 보고된 적이 없는 노루의 유일한 행동(Chen et al., 1999)으로 제주에 서식하는 노루도 앞발을 이용하여 흙을 긁어내는 행동이 관찰되었다.

잠자리의 크기는 총 133개 잠자리중에 여름철에 평균 58.5×45.3cm(n=66)이었으며 겨울철에는 평균 57.6×44.4cm(n=67)로 여름철 잠자리 크기가 약간 크게 나타났다(Figure 17). 잠자리 크기는 길이가 78.1cm(밤, 83.6), 폭 52.6cm

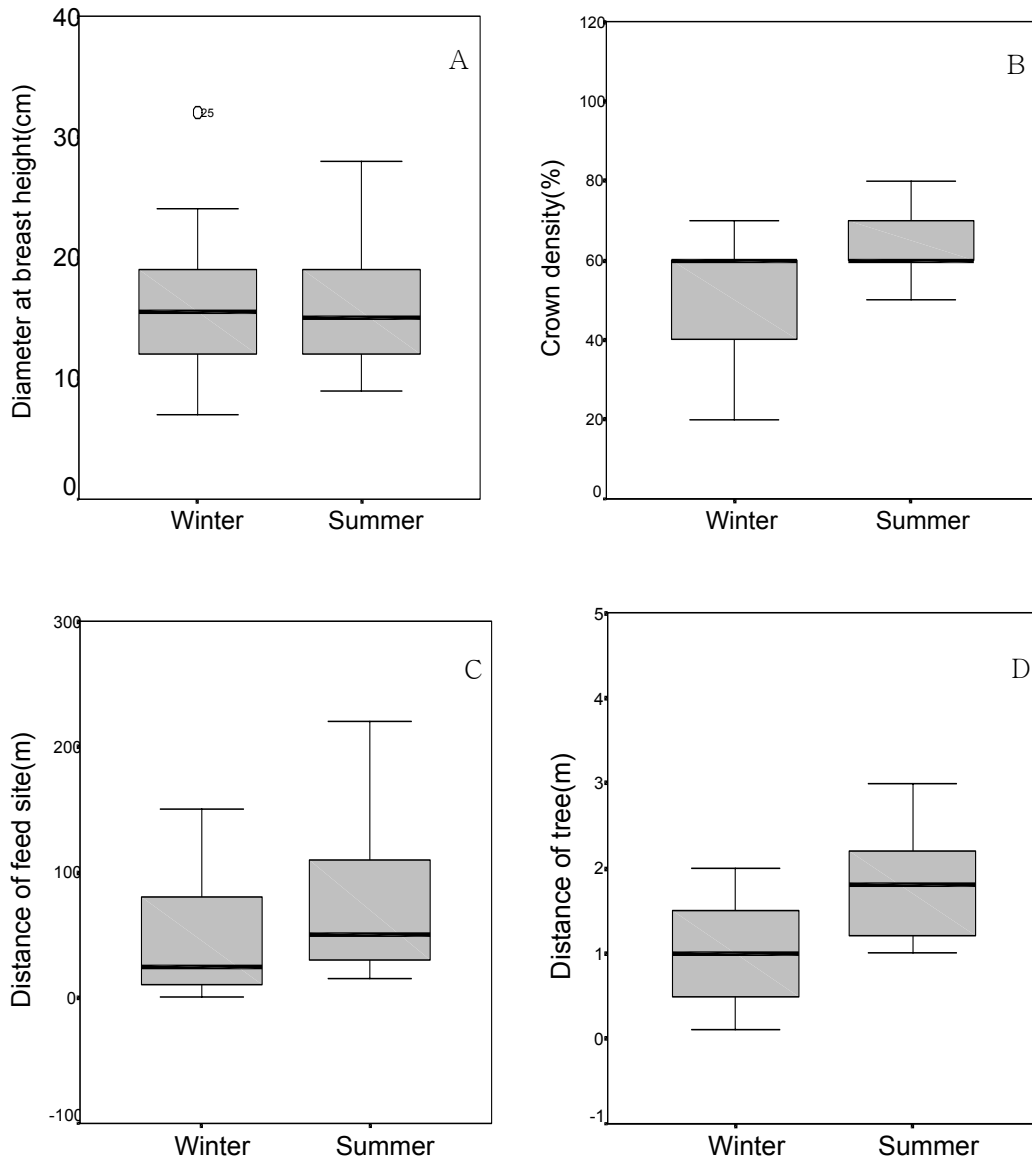


Figure 17. Selection of bed sites in the forest by Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju, 2001–2002.

A: Diameter at breast height of tree in bed site, B: Crown density in the bed site, C: Distance from bed site to feed sites, D: Distance from bed site to tree.

(밤 58.1) 깊이 15.6(밤, 16.1)라는 Chen et al.(1999)의 보고에 비해 약간 작았다. 이것은 제주에 서식하는 노루의 외형적인 크기가 상대적으로 작은데서 기인한 것으로 판단된다.

잠자리와 나무와의 거리는 겨울철에 평균 겨울철 0.8m, 여름철 1.6m로 두 계절간 유의미한 차이(Mann-whitney u-test,  $Z=-5.466$ ,  $p<0.001$ )가 있었으나 대부분 잠자리는 나무에서 가까운 곳을 잠자리로 선택하는 것으로 조사되어 노루는 큰나무 가까이에 잠자리를 선택하지 않는다는 보고(Myserud and Østbye, 1995)와 일치하지 않았다.

잠자리에서 가장 가까운 나무의 흉고직경은 겨울철 15.4cm, 여름철 16.1cm 이었으며 잠자리를 덮고 있는 수관밀도는 겨울철에 49.23%이었으나 여름철에는 55.96%로 여름철에 수관밀도가 높은 곳을 선호하여 계절에 따라 유의미한 차이(Mann-whitney u-test,  $Z=-5.255$   $p<0.001$ )가 있었다. 이와 같은 결과는 Myserud and Østbye(1995)와 Chen et al.(1999)의 보고와 일치하였으며 열 보호와 가능한 다른 이익을 얻기 위해서 수관밀도가 높은 곳이나 큰 나무 밑에 잠자리를 선택하는 하는 것으로 판단된다.

잠자리의 위치와 먹이 서식지와와의 거리는 겨울철에 평균 62.9m이었으며 대부분 1~100m이내에 잠자리를 선택하는 경향이 있었다. 그러나 여름철에는 평균 79.9m로 겨울철에 비해 20~30m 더 깊숙한 산림속에 잠자리를 선택하는 경향이 있어 겨울철과 여름철 잠자리 선택성이 유의미한 차이(Mann-whitney u-test,  $Z=-3.118$ ,  $p<0.05$ )가 있었다(Figure 17).

사면별로 잠자리 선호도를 알아보았다. 노루생이 오름인 경우 오름을 중심으로 동쪽과 남쪽에 먹이 서식지가 있는 곳이다. 이 오름에서의 잠자리 방향성은 총 66개 잠자리중 동쪽에 46개, 남쪽에 12개의 잠자리가 조사되어 잠자리와 먹이서식지와와의 관계가 밀접하였다(Figure 17). 열anzi 오름의 남쪽과 서쪽에는 경작지와 목야지 및 관목림이 있으며 동쪽과 북쪽에는 울창한 수목이 우거진 곳이다. 이 오름의 방향성은 67개 잠자리 가운데 48개의 잠자리

가 오름의 남쪽과 서쪽에 선택하고 있어 잠자리와 방향성과의 관계가 깊었다. 제주노루의 사면별 선호도는 노루생이 오름에서는 동사면과 남사면에 주로 잠자리를 선택하고 있으며 열안지 오름은 남사면과 서쪽사면을 주로 사용하고 있어 서식지 주변의 먹이의 질과 관련이 있는 것으로 판단되나 밤에 잠자리는 북사면을 더 선호하나 낮에 잠자리는 남사면을 이용한다는 보고(Chen et al., 1999)와 차이가 있었다.

대부분 사슴과 종들은 천적으로부터 효과적으로 보호받을 수 있고 쉽게 태양 에너지를 얻을 수 있는 경사면의 위쪽에 잠자리를 선택한다는 보고(Beall, 1974; Mysterud and Østbye, 1995; Chen et al., 1999)가 있다. 그러나 제주의 노루는 경사면의 위쪽보다는 먹이 서식지와 가까운 지역에 잠자리를 선택하는 경향이 강하게 나타나 Mysterud and Østbye(1995)와 Chen et al.(1999)의 보고와 다르게 나타났다. 이것은 제주지역에는 노루의 천적이 존재하지 않고 기온이 온화한 지역이기 때문이다. 그러나 겨울철 찬바람이 매서워 찬바람을 막을 수 있는 지역을 잠자리로 선택하는 것으로 판단된다.

따라서 노루의 잠자리 선택성은 붉은사슴 *Cervus elaphus*(Zhang and Xiao, 1990)과 같이 수관밀도, 인간 방해의 정도와 바람의 방향등 요인에 의해 좌우되며, 또한 울폐도 canopy closure, 잠자리와 나무와의 거리와 나무의 높이(Chen et al., 1999) 등에 따라서도 달라지는 것으로 판단된다.

#### 라. 노루의 뿔에 의한 나무의 피해

뿔에 의한 식물의 피해의 정도가 어느 정도인지 알아보기 위하여 방형구(10×10m)를 연접으로 설정하여 방형구내 피해수종, 피해나무의 흉고직경과 피해율 등을 알아보았다.

노루가 산림내에 서식하면서 뿔로 나무의 껍질을 긁은 수종은 총 27과 49종이며(Table 10) 이중에 가장 선호하는 수종은 비목나무(*Lindera erythrocarpa*) 57개체, 산딸나무(*Cornus kousa*) 31개체, 주목(*Taxus*



Table 10. Species composition and frequency of tree bark-stripping by antler of Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*).

Korean name	Species name	Number of tree bark-stripping												Percent of Barking-stripping			
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total	1-40%	41-70%	71-90%
주목과	주목	<i>Taxus cuspidata</i> S.et Z.			5	8	10	1	2	1	2			20	4(1)	15(5)	10(9)
소나무과	소나무	<i>Pinus densiflora</i> S.et Z.		1	2				1					4		1	3(3)
	곰솔	<i>Pinus thunbergii</i> Parl.					1	1						2		1(1)	1(1)
낙우송과	삼나무	<i>Cryptomeria japonica</i> (L.fil.)D.Don			3	2	1	1	1		1			9	1	3(1)	5(4)
자작나무과	까치박달	<i>Carpinus cordata</i> Bl.				1	1		1					3		1	2(1)
	서어나무	<i>Carpinus laxiflora</i> Bl.				2			1		1			4		1	3(3)
참나무과	상수리나무	<i>Quercus acutissima</i> Carruth.							1		1			2			2(2)
느릅나무과	팽나무	<i>Celtis sinensis</i> Pers		1	1	1					1	1		5		1	4(2)
뽕나무과	산뽕나무	<i>Morus bombycis</i> Koidz.		2	1	1		2		1	1			8		2	6(4)
새모래덩굴과	합박이	<i>Stephania japonica</i> Miers							3		3			6	1	2	3(3)
녹나무과	비목나무	<i>Lindera erythrocarpa</i> Makino				2	2	19	11	22	1			57	5(1)	14(3)	38(31)
장미과	산딸기	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge				2	4	2	1	2	1			12	5(1)	1(1)	6(5)
	젤레꽃	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.		2	1	1	1		1	1	1			8	1	2	5(4)
	귀퉁나무	<i>Prunus padus</i> L.					3							3	1	1(1)	1(1)
	윤노리나무	<i>Pourthiaea villosa</i> Decne					5	1	4	1	4			15	1	4	10(10)
	팔메나무	<i>Sorbus alnifolia</i> (S.et Z.)K.Koch				1		1	1	1				3		2	1(1)
운향과	초피나무	<i>Zanthoxylum piperitum</i> A.P.DC.							1		1			2			2(2)
	상산	<i>Orixa japonica</i> Thunb.				4	5	3	2	3	2			19	1	4	14(12)
대극과	굴거리	<i>Daphniphyllum macropodum</i> Miq.			1									1			1(1)
	사람주나무	<i>Sapium japonicum</i> Pax et Hoffm.						2		2		1		5		2	3(3)
감탕나무과	광활나무	<i>Ilex crenata</i> Thunb.					2							2			2(2)
노박덩굴과	화살나무	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.)Sieb.		2	2				1	1				6			6(4)
	참피나무	<i>Euonymus oxyphyllus</i> Miq.				2								2		1	1
	참빗살나무	<i>Euonymus sieboldiana</i> Bl.			1	1	1							3			3(3)
고추나무과	고추나무	<i>Staphylea bumalda</i> DC.			1	1								2			2(2)
단풍과	고로쇠나무	<i>Acer mono</i> Ma			1									1		1(1)	
	단풍나무	<i>Acer palmatum</i> Thunb.					1	4		4				9	1	2	6(5)
나도밤나무과	나도밤나무	<i>Meliosma myriantha</i> S.et Z.			1	1	1	1	1					4			4(4)
	합다리나무	<i>Meliosma oldhamii</i> Max		1	1			1		1				4			4(3)
차나무과	동백나무	<i>Camellia japonica</i> L.			1	1	1	1						3		1	2(2)
	사스래피나무	<i>Eurya japonica</i> Thunb.			2	1		3		3	1			10		4(2)	6(5)
브리수나무과	브리수나무	<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.			1			1	1	1				3		1	2(2)
두릅나무과	송악	<i>Hedera rhombea</i> Bean						1		1				2		1	1(1)
	두릅나무	<i>Aralia elata</i> Seem.						1		1				2			2(2)
층층나무과	산딸나무	<i>Cornus kousa</i> Bueg.			3	2	7	8	10		1			31	9(1)	3(1)	19(14)
	층층나무	<i>Cornus controversa</i> Hemsl.		1	1									2			2(2)
진달래과	진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>lucidum</i> Nakai			1			1	1					3		1	2(1)
	산철쭉	<i>R. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>						1		1				2			2(2)
	참꽃나무	<i>Rhododendron weyrichii</i> Max.						1		1	1	1		3		1	2(2)
노린재나무과	노린재나무	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>			2			3	2	5	2			14	3	3(1)	8(7)
매죽나무과	매죽나무	<i>Styrax japonica</i> S.et Z.			2			2	1	5	1			11	1	2	8(6)
물푸레나무과	귀퉁나무	<i>Ligustrum obtusifolium</i> S.et Z.			1	1				1	1			4			4(4)
마편초과	작살나무	<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.		1	1	1	1	1	1	1	1	1		8		2	6(4)
	새비나무	<i>Callicarpa mollis</i> S.et Z.			1									1		1(1)	
	누리장나무	<i>Clerodendrum trichotomum</i> Thunb.			2	1	1	1	1	1				6	1	1	4(4)
인동과	분단나무	<i>Viburnum furcatum</i> Bl.		2	1				2		2			7	1	1	5(3)
	덜꿩나무	<i>Viburnum erosum</i> Thunb.			1									1			1(1)
	가막살나무	<i>Viburnum dilatatum</i> Thunb.			1	2	7	1	1	1	1			14	3	2(1)	9(8)
	괴불나무	<i>Lonicera maackii</i> Max			1									1			1(1)
	Individual		0	2	21	56	59	62	52	70	31	5	0	0			
	Species	27Family 49 Species	0	1	12	32	26	25	26	23	22	5	0	0			

( ) Number of dead tree during 1 year.

*cuspidata*) 20개체, 상산 (*Orixa japonica*) 19개체 순으로 나타났다(Table 10). 이와 같은 결과는 붉은사슴(*Cervus elaphus*)은 어린 소나무, 노루(*Capreolus capreolus*)와 엘크사슴 (*Alces alces*)는 어린 가문비나무(*Picea abies*)와 소나무(*Pinus sylvestris*)에 피해를 주고 있다는 보고(Bergquist et al., 1998)와 차이가 있었다. 또한 흰꼬리사슴(*Odocoileus virginianus*)은 물푸레나무, 서양자두, 벗나무등에 피해를 준다는 보고(Nielsen et al., 1982)와 노란사슴(*Dama dama*)는 성숙한 활엽수를 대상으로 피해를 준다는 보고(Mayle, 1998)와는 다르게 나타났다.

월별로 분석한 결과 11월부터 다음해 1월까지 피해가 기록되지 않았으나 2월부터 나무껍질 피해가 발생하기 시작하였다. 4월에 수종은 32종으로 가장 많았고 5월과 7월에는 26종 6월 25종으로 나타났으며 9월까지 지속적으로 피해를 주고 있었다(Figure 18).

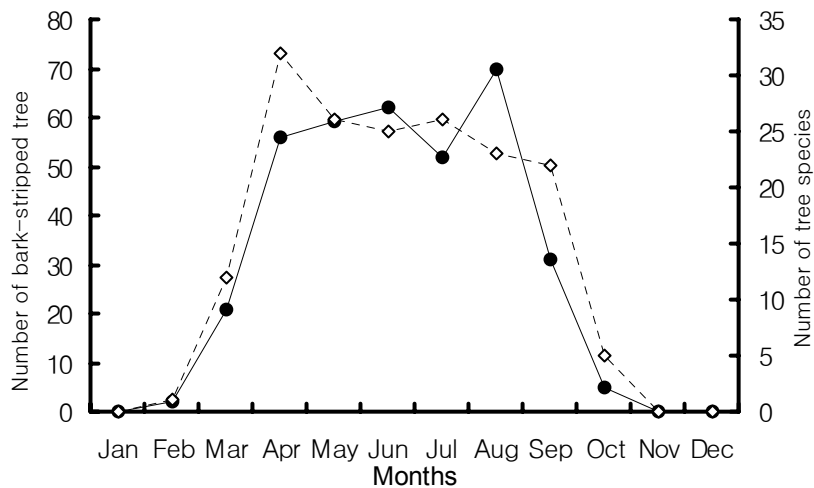


Figure 18. Monthly changes of trees-bark strip frequency by antler of male Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*).

(-●-); Individual of tree (-◇-); Species of tree.

피해수종의 흉고직경(DBH)은 8cm이하로써 모두 어린나무였다(Table 11). 피해를 입은 총 358개 수종에 흉고직경이 1.1~1.5cm인 나무가 85개로 피해가 가장 많았으며 다음으로 흉고직경이 0.6~1cm인 나무가 67개였다. 또한 흉고직경이 2.1~2.5cm인 나무가 47개 순으로 나타나 대부분 흉고직경이 3cm 미만인 나무가 심하게 피해를 입고 있었다(Table 11).

Table 11. Number of trees bark-stripped by antler of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*).

DBH(cm)	No. damage	Bark-stripping		
		1~39%	40~69%	70~100%
0 ~ 0.5	42	5	10	27
0.6 ~ 1.0	67	7	16	44
1.1 ~ 1.5	85	9	21	55
1.6 ~ 2.0	43	5	10	28
2.1 ~ 2.5	47	5	11	31
2.6 ~ 3.0	34	4	8	22
3.1 ~ 3.5	22	3	5	14
3.6 ~ 4.0	3	0	1	2
4.1 ~ 4.5	2	0	1	1
4.6 ~ 5.0	1	0	0	1
5.1 ~ 5.5	1	0	0	1
5.6 ~ 6.0	3	0	1	2
6.1 ~ 7.0	5	1	1	3
7.1 ~ 8.0	3	0	1	2
Total	358	39	86	233

(DBH)Diameter at Breast Height.

이와 결과는 붉은사슴(*Cervus elaphus*)에 대한 보고(Mayle, 1998)와 엘크사슴(*Alces alces*)에 대한 보고(Bergquist et al., 1998)와 일치하였으나 노란사슴(*Dama dama*)에 대한 보고(Mayle, 1998)와는 다르게 나타났다. 그러나 흰꼬리사슴(*Odocoileus virginianus*)은 물푸레나무, 서양자두, 벗나무와 같은 수고가

15cm이고 흉고직경이 1.6~2.5cm인 작은 나무에 빨로 문지르기를 좋아한다는 보고(Nielsen et al. 1982)와 대륙사슴(*Cervus nippon*)은 조릿대와 같은 작은 대나무(*Sasa nipponica*)를 대상으로 피해를 준다는 보고(Akashi, 1999)와 일치하였다.

본 연구에서 비목나무(*Lindera erythrocarpa*), 산딸나무(*Cornus kousa*), 주목(*Taxus cuspidata*)와 상산(*Orixa japonica*) 등 나무의 표피가 쉽게 벗겨지는 때문에 Magawa and Tanaka(1996)의 보고와 같이 나무껍질이 벗겨지기 쉽고 나무껍질에 목질소(lignin)이 적은 나무가 가장 피해가 심한 것으로 판단된다.

껍질이 벗겨지는 비율이 70%이상일 때 고사율이 가장 높고 지속적으로 피해를 주어 나무의 성장과 고사에 영향을 준다. 이러한 피해는 사슴의 밀도가 높을수록 커지기 때문에(Conover, 1989; Welch et al., 1991; Andren and Angelstam, 1993; Bergquist et al., 1998; Akashi, 1999) 그만큼 bark-stripping에 의한 고사목이 증가함으로써 전체적으로 산림의 식물종 구성이 달라진다는 보고(Akashi and Nakashizuka, 1999; Radeloff et al., 1999)가 있다. 본 연구에서도 흉고직경이 3cm 이하 어린나무만(Welch et al., 1987; Gill, 1992a; Gill, 1992b)이 피해입고 있었으며, 월별로는 벨벳이 벗겨지는 시기인 3월과 4월에 가장 심하였으며 9월말(Johansson and Liberg, 1996; Carranza and Mateos-Quesada, 2001)까지 지속적으로 피해를 주고 있었다. 이 시기는 노루가 영역을 확보하고 유지하는 시기로 피해가 가장 많이 발생하였으나 영역이 사라지는 10월부터 다음해 2월까지의 거의 발생하지 않아(Bramley, 1970; Johansson and Liberg, 1996) 영역표시와 관련이 있다고 판단된다.

나무에 문지르는 빈도는 입도와 하천 등 영역의 경계선(Johansson and Liberg, 1996)으로 판단되는 지역에서 가장 높았다. 이것은 이웃하는 수컷끼리의 접촉과 긴장감이 높기 때문에 경계지역에 빈도가 높은 것으로 판단된다.

또한 우리나라에서는 노루가 영역을 확보하는 시기에 나무를 많이 심는 실

정므로 이렇게 심어진 나무들은 노루가 영역을 표시할 수 있도록 표시물을 제공함으로써 피해가 극심하다(미발표자료). 따라서 이러한 장소에 나무를 심는 경우 나무둘레에 망을 설치하는 등 피해를 줄일 수 있는 방안을 모색되어야 한다.

나무껍질이 벗겨지는 피해 나무는 총 358개의 나무이며 이중에 233개의 나무가 피해율이 70~100%로 가장 피해가 많았으며, 86개의 나무는 40~69%, 39개의 나무는 40%이하로 나타나 대부분 70%이상 나무껍질이 벗겨지는 피해를 입고 있었다(Figure 19). 나무껍질의 피해에 의해 고사율은 월별 (Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=60.401, df=3, P<0.05), 흉고직경 (Chi-Square=37.481, df=3, P<0.05), 나무껍질 피해율(Chi-Square=169.967, df=3, P<0.05)로 유의미한 차이가 있으나 거리와는 관계가 없었다 (Chi-Square=4.481, df=3, p>0.05).

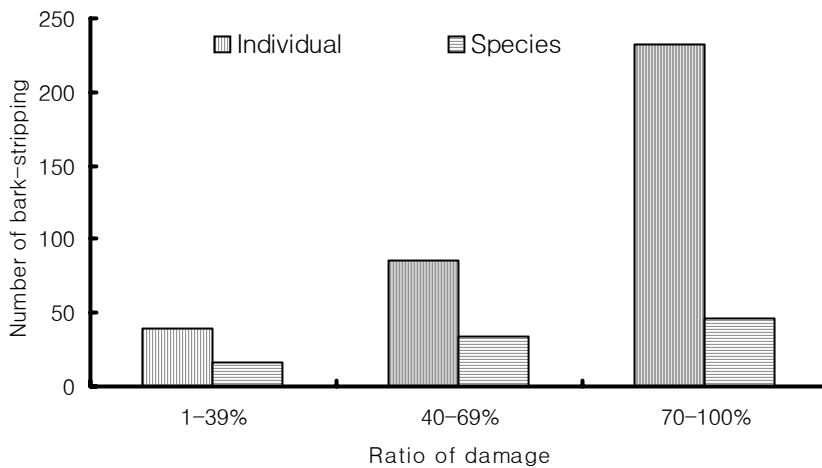


Figure 19. The ratio of damage of trees-bark stripping by antler of male Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*).

(▨): Species of trees, (▣): Individual of tree

나무껍질 피해 나무와 흉고직경의 관계는 월별(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=7.202, df=7, P>0.05)과 거리(Chi-Square=12.014, df=7, P>0.05)와는 관련이 없으나 나무껍질의 피해율(Chi-Square=36.403, df=7, P<0.05)과 고사목(Chi-Square=46.383, df=7, P<0.05)과는 유의미한 차이가 있었다.

이렇게 나무의 피해가 심한 것은 빨이 녹각이 되는 과정에서 벨벳을 벗겨내거나 영역을 표시할 때 어린나무를 문지르거나(Scott and Townsend, 1985) 심하게 움직이기(Gill, 1992a) 때문이다. 또한 수컷노루(*Capreolus capreolus*)는 숲 속에서 자신의 짝짓기 영역을 방어하기 위하여 식물체에 영역을 표시(Carranza and Mateos-Quesada, 2001)하기 때문이다. 이렇게 피해를 입은 나무는 껍질과 형성층이 제거되어 고사(Akashi, 1999; Carranza and Mateos-Quesada, 2001)되거나, 세균침입과 색소의 침투에 대한 감수성의 감소, 나이트에 의한 질과 성장을 감소(Gill, 1992b; Putman and Moore, 1998; Gill et al., 2000)시켜 결국에는 산림수종이 달라질 것으로 판단된다.

## 5. 노루의 분포특성과 집단화 경향

### 가. 노루의 밀도

해발 600m 이상 지역에 서식하는 노루의 개체수 변동 상황 등을 알아보기 위하여 2001년도부터 2003년도까지 3년 동안 매년 9월부터 10월까지 24개 고정 조사구를 대상으로 조사하였다.

노루밀도는 고도에 따라 서식밀도가 달랐다.

연구기간 동안에 노루의 평균 서식밀도는 2001년도에 ha당 평균 0.078마리, 2002년도 0.06마리와 2003년도에 0.056마리로 나타났으며 지속적인 감소 추세(Wilcoxon Signed Ranks Test, Z=-3.421, p=0.001)를 보이고 있었다(Figure 20). 고도별로는 해발 1,600m이상 지역이 ha당 평균 0.146(±0.027)마리로 가장 많았으며, 다음으로 해발 1,400~1,600m 지역이 0.091(±0.058)마리/

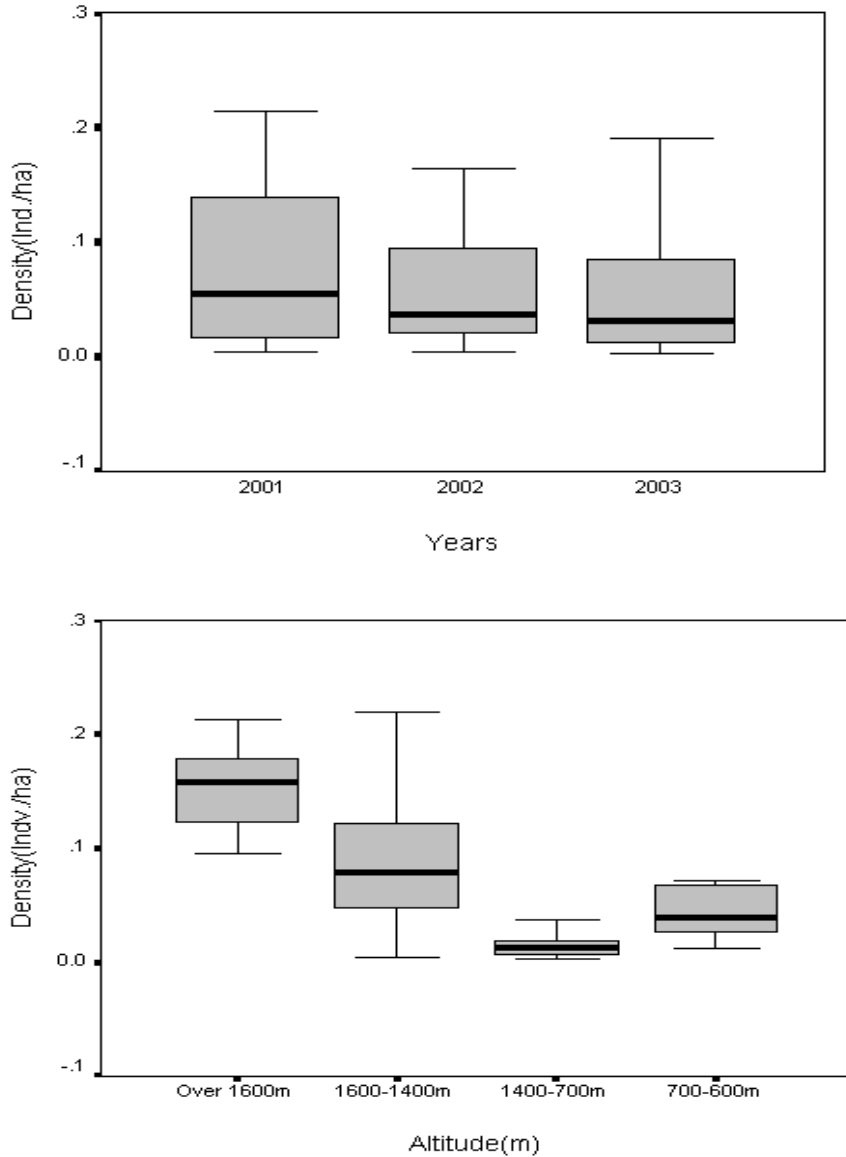


Figure 20. Changes of density of Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*) by years and altitudes in Jeju, 2001-2003.

ha, 해발 600~700m지역 0.052( $\pm$ 0.044)마리/ha 순으로 나타났으며, 가장 낮은 곳은 해발 700~1,400m 지역으로 0.015( $\pm$ 0.012)마리/ha이었다(Figure 20). 따

라서 제주에 서식하는 노루의 밀도는 고도에 따라 유의미한 차이 (Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=6.835, df=1,  $p < 0.01$ )가 있었다.

고도별에 따른 연도별 변화를 보면 해발 1,600m 이상 지역이 0.078마리/ha가 감소하였으며 해발 1,400~1,600m 지역도 ha당 0.039마리가 감소하였다 (Figure 20). 또한 해발 600~700m 지역은 2001년도에 0.067( $\pm 0.042$ )마리/ha에서 2003년도 0.062( $\pm 0.025$ )마리/ha로 약간 감소하였다. 그러나 해발 700~1,400m 지역은 2001년도에 0.014( $\pm 0.009$ )마리/ha에 비해 0.014( $\pm 0.001$ )마리/ha가 증가하여 약간 증가하였다.

노루밀도는 임상에 따라 차이가 있었다.

임상에 따른 노루의 서식밀도를 분석한 결과 고산 관목림대가 0.112( $\pm 0.0061$ )마리/ha로 밀도가 가장 높았으며, 다음으로 먹이가 풍부한 목장인근 국립공원에서는 0.006( $\pm 0.0006$ )마리/ha, 낙엽활엽수림대 0.005( $\pm 0.001$ )마리/ha 순으로 나타나 (Figure 21), 임상(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=14.003, df=1,  $p < 0.001$ )과 고도(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=34.000, df=1,  $p < 0.001$ )에 따라 유의미한 차이가 있었다.

이러한 차이는 인위적인 방해의 정도에 따라 달라지는 것으로 판단된다. 고산 관목림대는 목장인근 국립공원의 서식환경보다 열악함에도 불구하고 밀도가 높은 것은 밀렵과 사람의 잦은 출입 등 인위적인 간섭이 많기 때문에 상대적으로 인위적인 간섭이 적고 서식환경이 양호한 고산 관목림대에 집중되는 것으로 판단된다. 또한 고산 관목림대 지역에서도 지역적인 차이가 많은데 이것도 인위적인 간섭의 정도에 따라 달라지기 때문으로 판단된다. 그러나 국립공원내 낙엽활엽수림대에는 다른 지역에 비해 먹이의 질과 물 등 서식환경이 열악하나 인위적인 간섭의 정도가 낮기 때문에 가장 안정적



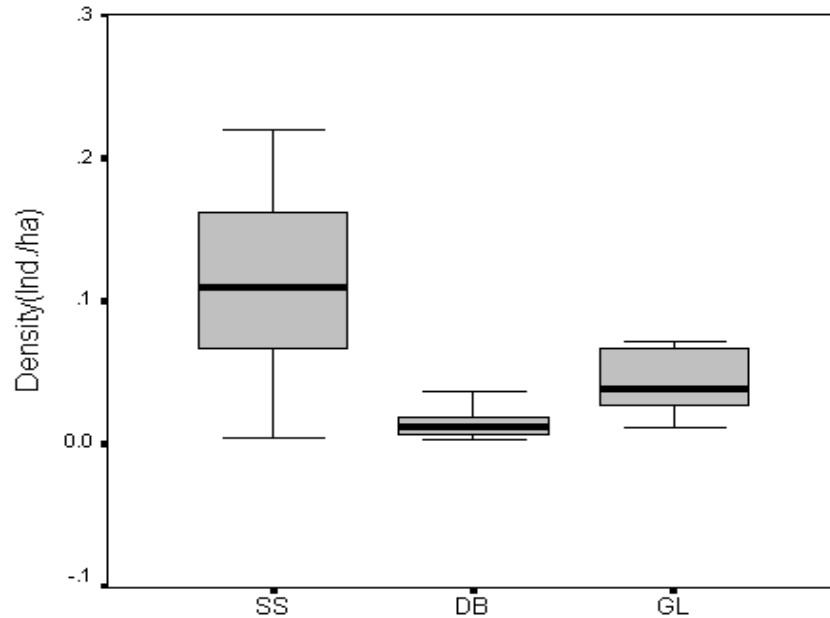


Figure 21. Changes of density of Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*) by forest types from 2001 to 2003.  
 SS: Shrub zone in subalpine, DB: Deciduous broad-leaved forest, GL: Glass land.

으로 노루의 서식밀도가 유지되는 것으로 생각되며, 인위적인 간섭과 노루의 서식밀도와의 관계가 깊은 것으로 판단되므로 앞으로 보다 구체적인 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

제주에 서식하는 노루의 서식밀도는 지속적으로 감소하였으며, 임상별로 차이가 있었다(Takatsuki, 1983). 가장 높은 밀도가 지역은 고산 관목림대 이었으나 밀도가 가장 낮은 곳은 낙엽활엽수림대 이었다. 고산 관목림대는 먹이가 풍부한 목장지대보다 서식환경이 열악함에도 불구하고 밀도가 높은 것은 밀렵과 사람의 잦은 출입 등 인위적인 간섭이 많기 때문에 상대적으로 인위적인 간섭이 적고 서식환경이 양호한 고산 관목림대에 집중되는 것으로 판단된다. 그러나 낙엽활엽수림대에는 다른 지역에 비해 먹이의 질과 물 등

서식환경이 열악하나 인위적인 간섭의 정도가 낮아 가장 안정적인 노루의 서식밀도가 유지되는 것으로 생각되며, 인위적인 간섭과 노루의 서식밀도와 의 깊은 관계가 있는 것으로 판단된다.

노루의 밀도변화는 제주조릿대의 크기와 관계가 있었다.

노루의 밀도는 서식여건에 따라 달랐는데, 노루의 밀도와 제주조릿대 *Sasa quelpaertensis*와는 밀접한 역관계가 있었다(Table 12, Figure. 22). 이중에 제주조릿대의 잎 길이와의 관계( $r_s = -0.906$ ,  $df = 23$ ,  $p < 0.01$ )가 가장 밀접했으며, 엽폭의 관계( $r_s = -0.729$ ,  $df = 23$ ,  $p < 0.01$ )와 제주조릿대 높이와도 관계( $r_s = -0.672$ ,  $df = 23$ ,  $p < 0.01$ )가 있었다. 즉 조릿대가 작으면 작을수록 노루 밀도가 높았으며 조릿대는 고도가 높을수록 조릿대 높이가 작아서( $r_s = -0.568$ , 제주조릿대의 잎 길이와의 관계( $r_s = -0.906$ ,  $df = 23$ ,  $p < 0.01$ )가 가장 밀접했으며, 엽폭의 관계( $r_s = -0.729$ ,  $df = 23$ ,  $p < 0.01$ )와 제주조릿대 높이와도 관계( $r_s = -0.672$ ,  $df = 23$ ,  $p < 0.01$ )가 있었다. 즉 조릿대가 작으면 작을수록 노루 밀도가 높았으며 조릿대는 고도가 높을수록 조릿대 높이가 작아서( $r_s = -0.568$ ,  $df = 23$ ,  $p < 0.01$ ) 노루는 해발고도가 높을수록 밀도가 높음( $r_s = 0.758$ ,  $df = 23$ ,  $p < 0.01$ )을 알 수 있었다(Table 12, Figure 22). 이는 제주조릿대 분포가 서식 밀도와 밀접한 관련이 있었다( $r_s = -0.959$ ,  $df = 10$ ,  $p < 0.01$ ).

노루의 밀도변화는 여러 가지 요인에 의해 변화하고 있었다. 우선 노루의 밀도는 제주조릿대(*Sasa quelpaertensis*)의 분포와도 밀접한 관계가 있었다.

제주조릿대는 150cm 정도까지 자라는 대나무의 일종으로서 해발 600m 이상 지역에 분포하며 밀생되어 있다. 이 식물의 수고와 잎의 길이가 길수록 노루의 밀도가 감소하였다. 해발 1,400m에서 1,600m사이에는 제주조릿대가 밀생하지만 수고가 낮아 먹이가 풍부한 곳이며, 부분적으로 습지가 발달되어 있어 서식밀도가 비교적 높았다. 그러나 해발 700m~1,400m사이에는 제주조릿대가 1m이상 자라 사람이 접근하기 힘들 정도였으며 제주조릿대 이외의 지피식물의 피도가 낮아 노루 먹이 식물이 불량한 곳으로 제주조릿대와 먹

Table 12. Correlation between density of Roe Deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*), habitat elevation, height of herb(*Sasa quelpaertensis*) and width of leaves.

	Density of roe deer	Altitude of sea	Length of <i>Sasa quelpaertensis</i>		
			Height of herb	Length of leaves	width of leaves
Density of roe deer	-	0.758**	-0.672**	-0.906**	-0.729**
Altitude of sea		-	-0.568**	-0.766**	-0.678**
Height of herb			-	0.861**	0.911**
Length of leafs				-	0.924**
Width of leafs					-

Significance level : \*\*,  $p < 0.01$ .

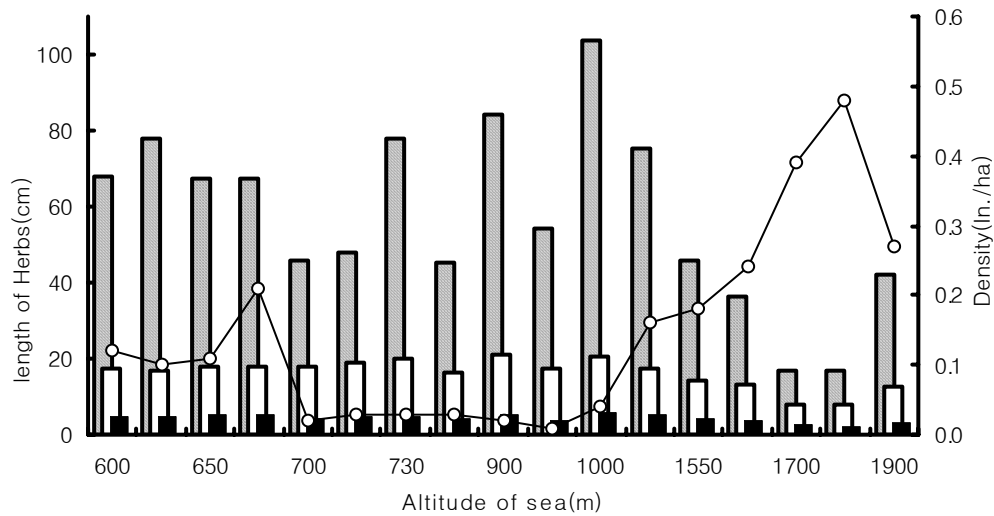


Figure 22. Comparison between density of Roe deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*) and length of *Sasa quelpaertensis*(height of herbs, length and width of leaves).

▨: Height of herbs, □: Length of leaves, ■: width of leaves, (-○-): Density of roe deer.

이식물이 서식밀도에 미치는 영향이 큰 것으로 판단된다.

인위적인 간섭의 정도에 따라 밀도는 변화한다.

노루의 밀도 변화는 먹이, 은신처, 물과 인위적인 간섭 등 여러 가지 요인에 따라 서식밀도가 달라지기 때문에 인위적인 간섭에 의한 노루 서식밀도 변화를 알아보기 위하여 등반을 통제하였을 때와 개방하였을 때의 노루밀도를 분석하였다. 등산이 개방된 한라산 동능 정상은 1994년도부터 2002년도까지 통제구간이었으나 2003년 이후 개방한 지역으로 개방전과 후의 노루밀도는 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=42.639, df=1,  $P < 0.001$ )가 있었다. 한라산 정상의 경우 통제된 시기인 2001년도에 0.20마리/ha에서 개방 후 0.145마리/ha로 감소(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=4.357, df=1,  $P < 0.05$ )하였다. 이곳은 먹이, 물, 은신처 등 노루가 서식하기에 최적의 조건을 갖추고 있음에도 불구하고 서식밀도가 감소하는 것은 인위적인 간섭(Strandgaard, 1978; Cederlund, 1982; Gaillard et al., 1993; Danilkin, 1996)이 노루 서식에 미치는 영향이 매우 크다고 판단된다. 특히 백록담 정상의 경우 등산객들이 집중되는 경향과 등산객들의 메아리소리와 소음 등의 증가가 노루밀도 감소의 원인이 되기 때문에 야생동물의 서식밀도를 유지하기 위해서는 가급적 소음, 메아리소리 등을 삼가야 할 것으로 판단된다. 또한 노루의 분포와 서식밀도는 인위적인 간섭의 정도에 따라서도 달랐다(Bresinski, 1982; Gaillard et al., 1993; Radeloff et al., 1999; Gaillard et al., 2000; Pettorelli et al., 2003). 한라산 정상에는 노루가 서식하기에 알맞은 물, 먹이와 은신처 등이 잘 갖추어진 지역으로 노루가 밀집하여 서식하는 지역이다. 입산을 개방하였을 때보다 통제하였을 때 밀도가 더 높게 나타나 등산객들이 집중되는 경향과 등산객들의 메아리소리와 소음 등의 증가가 분포의 제한 요인으로 작용하기 때문에 인위적인 간섭(Strandgaard, 1978; Helle, 1980; Cederlund, 1982; Gaillard et al., 1993; Danilkin, 1996)이 노루 서식에 미치는 영향이 매우 크다고 판단된다.

겨울철 적설량에 따라 서식밀도가 달라졌다.

어리목광장에는 겨울철에 먹이 찾기가 어려운 노루를 위해 매년 12월부터 2월말까지 송악 등 노루가 좋아하는 먹이를 지속적으로 공급하고 있음에도 불구하고 출현여부가 불투명하여 적설량과 노루의 출현여부를 알아보았다. 조사한 결과 해발 900m의 어리목 지역은 해마다 12월 중순부터 눈이 내리기 시작하여 3월초까지 눈이 쌓이는 곳이다. 이곳은 12월에 20~30cm가량의 눈이 내리더라도 며칠 후 녹거나 노루의 행동에 지장을 주는 눈이 40cm 이상 쌓이지 않아 노루의 출현은 지속되었다. 그러나 1월부터 눈이 40cm 이상 쌓이는 경우에는 노루가 출현하지 않았다(rs=-0.844, df=124, p <0.01). 그러나 이러한 눈이 40cm 이하가 되는 3월부터 다시 노루가 출현하기 시작하여 적설량과 노루의 출현여부와는 밀접한 관계(rs=-0.813, df=124, p <0.01)가 있었다. 또한 노루는 적설량의 정도에 따라 출현여부(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=81.232, df=1, p <0.001)가 다르게 나타났다. 그러므로 지속적인 먹이 공급에도 불구하고 적설량이 40cm 이상일 경우 중산간 지대로 이동하는 것으로 보아 노루의 분포는 먹이보다는 적설량이 더 제한 요인으로 작용하는 것으로 판단된다.

결국 해발 600m 이상지역에 노루의 밀도가 감소하고 있는 것은 최근 2000년 이후 적설량(어리목 기준)이 40cm 이상 쌓여(Figure 23) 행동의 장애와 먹이 공급이 어렵기 때문에 겨울철에 중산간 지역으로 내려간 노루들이 먹이가 풍부하고 은신할 수 있는 소생활권이 잘 발달되어 있는 중산간 지역으로 이동하여 정주함으로써 상대적으로 해발 600m 이상 지역에 밀도가 낮아지는 것으로 판단된다. 또한 중산간 지역에 노루들이 집중되면서 영역의 크기 감소, 들개의 출현, 소와 말 등 방목, 오름 탐방객의 증가와 고사리 등 산나물 채취자 등이 노루 분포에 제한요인으로 작용함으로써 노루들이 해발 400m 이하 저지대 지역으로 확산되어 분포하는 것으로 판단된다.

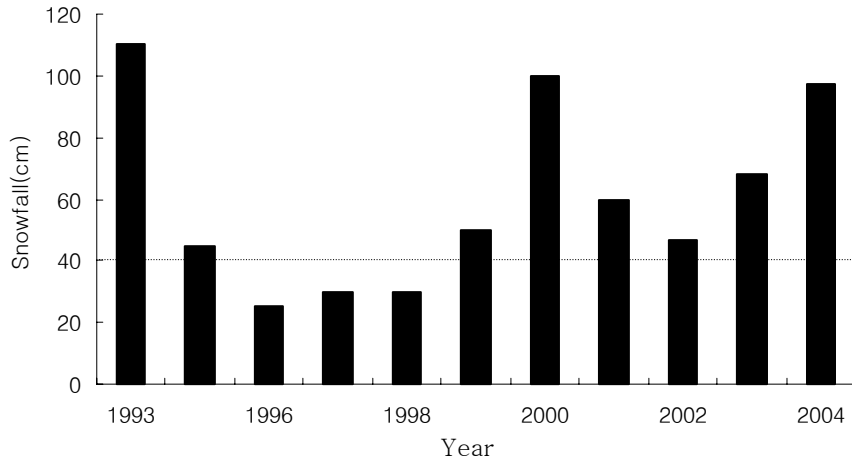


Figure 23. Snowfall patterns at Eorimok area in Mt Halla from 1993 to 2004.

그리고 노루의 밀도는 적설량의 정도에 따라서 달라졌다. 해발 900m의 어리목 지역은 겨울철에 노루가 먹이로 이용할 수 있는 송악 등을 공급해 주는 곳이다. 이 지역은 해마다 12월 중순부터 눈이 내리기 시작하여 3월초까지 눈이 쌓여 있는 곳으로 적설량이 40cm 이하인 경우는 노루가 출현하였으나 그 이상 쌓이는 경우는 출현하지 않아 적설량과 노루의 출현여부와는 밀접한 관계가 있었다(Cederlund and Lindstrom, 1983; Gaillard et al., 1993; Radeloff et al., 1999). 이것은 지속적인 먹이 공급에도 불구하고 적설량이 40cm 이상일 경우 중산간 지대로 이동하는 것으로 보아 겨울철 노루의 분포는 적설량이 제한 요인으로 작용하는 것으로 판단된다.

따라서 해발 600m 이상 지역에 서식하는 노루의 밀도가 지속적으로 감소하고 있는 것은 최근 2000년 이후 적설량(어리목 기준)이 40cm 이상 쌓여 행동의 장애와 먹이 공급이 어려워 겨울철에 내려간 노루들이 먹이가 풍부하고 은신할 수 있는 소생활권(Danilkin, 1996)이 잘 발달되어 있는 중산간 지역으로 이동하여 정주하기 때문으로 판단된다.

또한 중산간 지역에 노루들이 집중되면서 영역의 크기 감소, 천적 역할을 하는 들개의 출현, 소와 말 등 방목, 오름 탐방객의 증가와 고사리 등 산나물 채취자 등이 노루 분포에 제한요인(Hamilton, 1971; Ward and Zahavi, 1973; Alexander, 1974; Bertram, 1980; Jennings and Evans, 1980; Dehn, 1990; Hebblewhite and Pletscher, 2002)으로 작용함으로써 노루들이 저지대 지역으로 확산되어 분포하는 것으로 판단된다.

#### 나. 성비

노루의 성 비율은 9~10월에 확인 가능한 개체만을 대상으로 기록하였는데 수컷이 79마리, 암컷이 102마리, 새끼 115마리가 관찰되었다.

새끼의 수는 암컷 1마리당 1.13마리로 조사되었는데, 암컷 한 마리당 1마리 새끼를 키우는 경우 34.5%, 2마리 새끼를 키우는 경우 54.5%, 3마리 새끼를 키우는 경우 10.9%로 대부분 1 ~ 2마리의 새끼를 양육하고 있었다. 새끼의 성비는 암컷에 치우치는 경향이 있으나 환경변화에 따라 달라진다는 보고(Ellenberg, 1978; Hewison, 1993, 2002)가 있다. 또한 Ellenberg(1978)에 의하면 여름철에 충분한 영양분을 섭취한 암컷은 보다 많은 새끼를 출산하며, 체중이 가벼운 어미는 수컷 새끼를 낳는 경향이 있고 체중이 무거운 어미는 암컷 새끼를 낳는 경향이 많아 암컷의 체중에 따라 새끼의 성이 달라진다는 보고(Hewison, 1993) 등이 있어 앞으로 지속적인 환경변화와 암컷노루의 몸 조건에 따른 새끼의 출산여부에 대한 연구가 필요한 실정이다.

성체인 암·수의 성 비율은 1:1.29마리로 암컷이 많았다. 노루는 태어날 때부터 수컷보다 암컷이 많이 출산하는 경향이 있기 때문에 일반적으로 성체의 성비율은 1:1.30으로 암컷에 치우치는 경향이 있다는 Hewison(1993), Randweer(1989)와 Ellenberg(1978)의 보고와 일치하였다. 수컷이 줄어드는 원인으로는 우선 어린수컷은 성장하면서 번식기간이나 영역확보시기에 다른 수컷들로부터 쫓겨나 확산으로 인해 사망률이 높아지며 또한 외국의 경우

크고 건강한 수컷이 주요수렵대상이기 때문이다(Danilkin, 1996). 제주도의 경우 밀렵과 농작물 피해 방지용 그물망에 의해 뿔이 있는 수컷들만이 죽는 경우와 영역확보나 번식기간에 암컷을 차지하기 위한 싸움에서 상처를 입거나 죽는 경우가 있어 수컷의 개체수가 감소하는 원인이 되고 있다.

#### 다. 집단화 과정

노루의 집단의 크기는 계통발생학적 특징보다는 환경조건(Takatsuki, 1983; Strandgaard, 1978; Helle, 1980; Cederlund, 1982; Gaillard et al., 1993; Danilkin, 1996; Ebensperger and Wallem, 2002), 서식지의 형태와 먹이의 질(Takatsuki, 1983) 그리고 여러 가지 기후요인(Gaillard et al., 1996, 1997; Radeloff et al., 1999)에 따라 달라진다. 또한 숲의 크기, 경작지의 구조와 사람의 출입여부(Bresinski, 1982)에 따라서도 집단의 크기가 달라지기 때문에 제주도에 서식하는 노루의 집단화의 변화를 알아보기 위하여 서식지, 월별, 연도별과 밀도와 관계의 관계를 알아보았다.

집단의 크기는 3월에 평균 7.21개체로 가장 많았으며 구성원은 성체 수컷 2-3마리, 암컷 2마리, 1~2년생 2마리와 새끼 2마리로 구성되어 있었다. 그러나 암수 각 1마리와 새끼 2마리로 구성되기도 하였다. 2월에 집단의 크기는 평균 6.21개체이며 성체 수컷 1-2마리, 암컷 2마리, 1~2년생 1~2마리와 새끼 2마리로 구성되어 있었다. 그러나 암수로 구성된 집단도 있었으며 또한 암컷과 새끼 2마리로 구성되기도 하였다. 1월 5.9개체과 12월에 5.61개체 순으로 나타났는데, 구성원은 대부분 암수 각 1마리, 1년생 1~2마리와 새끼 1~2마리로 구성되어 있었다(Figure 24). 겨울철일 12월부터 3월까지 집단의 크기가 가장 크게 나타나 Vincent et al.(1995)과 Danilkin(1996)보고와 일치하였다. 1월에 평균 집단의 크기는 5.9개체이며 이중에 집단의 크기가 5개체인 경우가 28%로 가장 많았으며 6개체인 집단이 20%, 4개체인 경우 16%



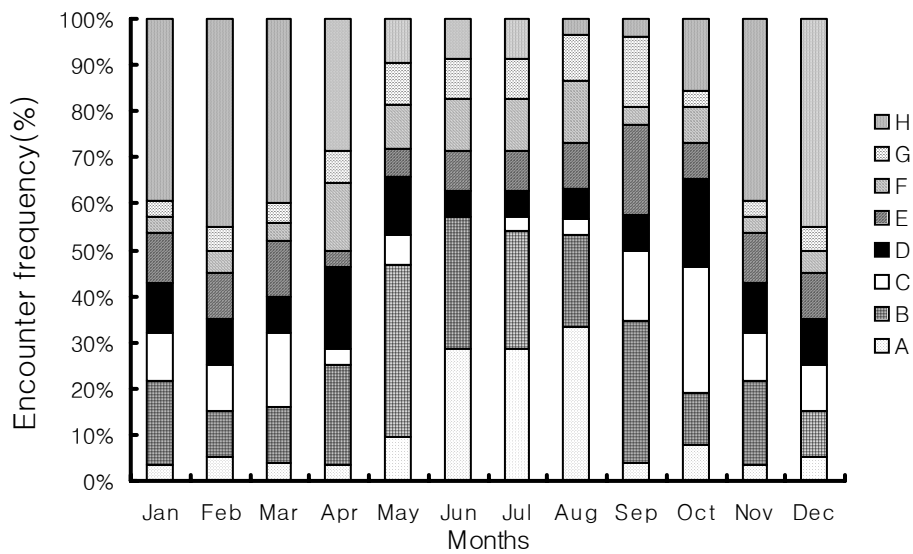
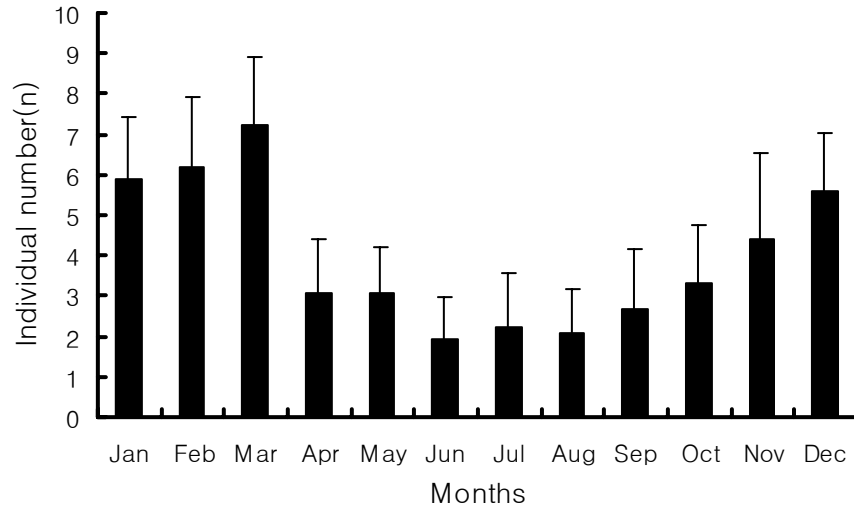


Figure 24. Monthly changes of group size of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju, 2000–2002.

A: Single female; B: Single male; C: Female+yearling;  
 D: Male+female; E: Male+female+yearling; F: Only yearling; G: Only male; H: Mixed group.

순으로 나타났으며 모두 3개체 이상의 집단을 이루고 있었다. 2월에는 총 72개 집단 중에 집단의 크기가 5~6개체의 경우가 52%에 이른다. 3월에는 가장 큰 집단을 형성하는 시기로 3개체부터 11개체로 집단을 구성하고 있으며 6~7개체로 구성된 집단이 72개 집단 중 37%에 해당된다.

4월부터 8월까지의 수컷의 경우 영역을 확보하는 시기이고 암컷의 경우 새끼를 키우는 기간으로서 단독생활을 많이 하는 시기이다. 이 시기에 구성원은 수컷은 단독 또는 두 마리의 수컷이나 두 마리의 암컷 그리고 한 마리의 수컷을 관찰되어 Bresinski(1982)의 보고와 일치하였다. 4월과 5월에는 관찰된 전체 집단중 73%가 1개체에서 3개체로 구성된 집단이었다. 6월부터 9월까지의 집단의 크기가 1~2개체가 대부분을 차지하나 가을에 접어들면서 집단의 크기가 커지기 시작한다. 발정기간인 9월과 10월에는 암수로 구성되어 있는 집단을 관찰할 수 있었으며 단독으로 어린새끼가 관찰되기도 하여 Bresinski(1982)의 보고와 일치하였다. 이 시기에 집단의 크기가 3~4개체로 커지며 가을과 겨울에 집단화는 9월에 접어들면서 집단의 크기가 증가하여 3월초에 최대가 되었다. 9월에서 10월에는 여러 집단이 모이는 시기였으며 이른 봄인 3월말부터 4월 초에는 집단이 흩어지기 시작하였다. 집단이 흩어지기 시작하는 시기는 먹이 식물체가 자라는 시기와 일치하는 것으로 판단된다. 12월에는 55%가 4~5개체로 구성되어 있어 Bresinski(1982)의 보고와 일치하였으며 제주에 서식하는 노루의 집단화 경향은 월별에 따라 매우 유의미한 차이(Kruskal-Wallis Test, Chi-Square=578.929, df=11,  $p < 0.001$ )가 있었다(Figure 25).

집단의 크기는 해를 거듭할수록 밀도가 낮아지면서 작았으며(Spearman's rho,  $r_s = -0.066$ , df=1030,  $p < 0.01$ )와 밀도가 낮을수록 집단의 크기가 작게 나타나 Vincent et al(1995)보고와 일치하였다.

연도별로 평균 집단의 크기는 1999년도에 4.1개체로 가장 컸으며 다음으로 2000년도에 3.84개체, 2001년도 3.79개체, 2002년도 3.5개체 순으로 나타나 연

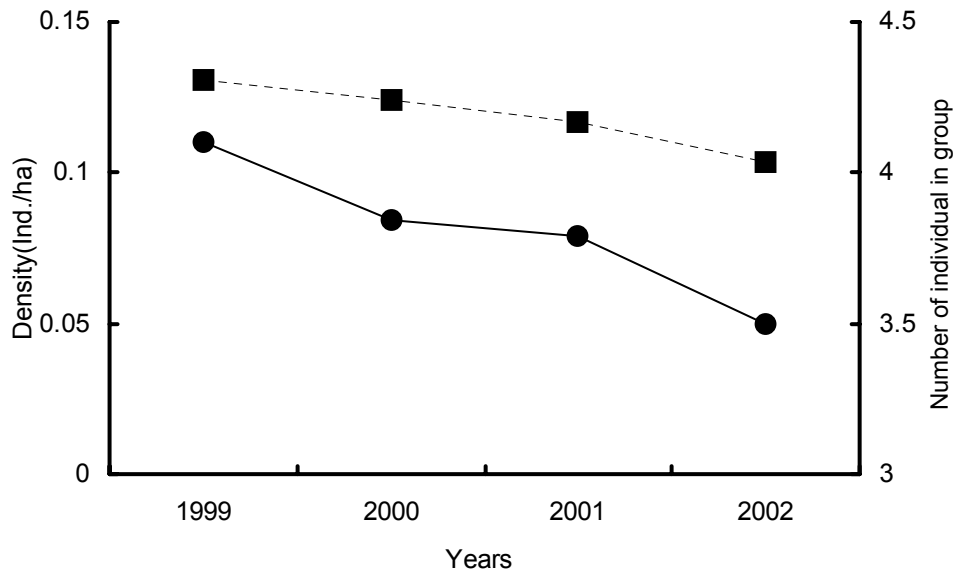


Figure 25. Grouping tendency related to the density of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in survey site from 1999 to 2002.

(-●-): Grouping, (-■-): Density of roe deer

도별로 유의미한 차이( $r_s = -0.094$ ,  $df = 1031$ ,  $p = 0.002$ )가 있었다. 이 지역의 서식 밀도도 1999년도 0.13마리/ha에서 2002년 0.1/ha로 감소되어 밀도가 감소함에 따라 집단의 크기도 감소( $r_s = 0.066$ ,  $df = 1030$ ,  $p < 0.01$ )하는 것으로 조사되었다.

## IV. 결 론

본 연구는 제주도에 서식하는 노루의 생태학적 행동 특징을 알아보기 위하여 1)노루의 외형적인 특징, 2)수컷노루의 서열에 따른 번식 성공률과 뿔의 표피 벗겨지는 시기와 뿔의 탈각 시기와의 관계 3)노루의 일일 행동패턴과 빈도, 4)숲 이용 패턴과 5)밀도와 관련된 집단화 과정 등을 조사하였다.

제주에 서식하는 노루의 외형적인 크기와 두개골의 크기는 Table 2와 같이 조사되었다. 아직까지 우리나라에 서식하는 노루는 시베리아노루의 아종 (*C. p. ochracea*)임이 확인(Koh and Randi, 2001)되었으나 제주에 서식하는 노루의 외형적인 크기는 유럽노루(*Capreolus capreolus*), 서부 시베리아의 시베리아노루(*Capreolus pygargus pygargus*)와 동부시베리아의 시베리아노루(*C. p. tianschanicus*)와 비교하였을 때 외형적인 크기와 두개골의 크기는 시베리아노루와 그 아종과는 많은 차이가 있었으나 오히려 유럽노루와 비슷하였다(Table 5). 그러나 콧등의 털 색깔은 유럽노루의 경우 코와 이마 사이에 흰색선이 나 있으나 시베리아 노루는 흰색 선은 없으나 코와 경계가 뚜렷하다. 그러나 제주노루는 코와 이마 사이에 검은 부분이 많아 경계선이 뚜렷하지 않았다(Figure 2).

제주도에 서식하는 노루의 발정기간은 8월 27일부터 11월 초순까지였으며, 짝짓기는 9월 7일부터 10월 29일까지 지속되었으나 가장 활발한 시기는 9월 27일부터 10월 22일까지였다. 이러한 발정기간은 유럽노루와 시베리아노루와도 차이가 있었다. 이시기에 노루의 번식 성공률은 서열이 높을수록 높았다. 이러한 서열은 나이와 뿔의 크기가 클수록 높았으며 뿔이 몸에서 떨어지는 탈각도 빨랐다. 나이가 3년 이상인 수컷의 뿔 크기는 평균  $197.9(\pm 16.4)$ mm이었으며 탈각은 대부분의 개체가 12월에 탈각되었다. 벨벳이 벗겨지는 시기는 3월 15일부터 4월 14일까지로 해발고도가 높을수록 시기가 늦어졌다. 이것은

테스토스테론 분비량과 고도별 일조량과 광주기와 관련이 있는 것으로 판단되며 먹이 질과도 관련이 있는 것으로 판단된다.

노루의 일일 행동패턴은 활동과 휴식을 반복하는 유형이었다. 수컷에 비해 암컷이 활동비율이 더 높게 나타났으나 암·수 모두 활동하는 시간보다 휴식하는 비율이 더 높았다. 수컷은 영역을 확보하는 시기와 발정시기에, 암컷은 새끼를 낳고 기르는 시기인 6~7월에 가장 활동성이 높았다. 그러나 수컷은 5월부터 8월까지의 영역을 방어하는 시기에 활동시간이 가장 낮았다. 이러한 활동유형은 시간대별로는 일출과 일몰 전후에 가장 활발하였다. 계절별로는 봄과 가을에 활동비율이 40% 이상으로 가장 높았으나 여름철인 6월부터 8월까지의 활동비율이 낮게 나타났다. 이러한 활동비율은 맑은 날에 비해 흐린 날이 더 높았다.

위험을 감지했을 때 노루의 행동은 자극의 종류에 따라 달라졌다. 노루의 경계시간은 사람의 모습을 보여주지 않고 소리만 들려주었을 때 가장 길었다. 도주거리는 소리와 움직이는 모습으로 자극할 때 가장 길었으며, 경계음은 소리와 모습, 소리와 움직이는 모습을 동시에 자극하였을 때 노루와의 거리가 길수록 경계음 횟수가 증가하였다. 그러나 해발 1,400m 이상 지역에 서식하는 노루는 등산객의 모습과 소리에 적응되어 전혀 경계심이 없었으나 등산이 통제된 지역에서는 소리만으로도 경계, 도주와 경계음 횟수가 많아져 경계행동은 서식환경의 조건과 인간의 방해 정도에 따라 달라지는 것으로 판단된다.

숲속에 체류하는 시간은 일출 후 2시간 후부터 오후 2시까지는 대부분 숲속에서 생활하였으나 오후 2시 이후부터는 숲속에서 초지로 나오기 시작하여 해질 무렵이 되면 대부분 노루들이 숲속에서 나왔다. 숲에 체류하는 시간은 봄과 여름에 길었으나 가을과 겨울철에는 비교적 낮았다. 이러한 체류시간은 암컷의 경우 임신유무에는 관계가 없었으나 수컷은 영역을 확보하는 성체가 영역을 확보하지 못하는 1~2년생보다 낮았다. 이러한 체류시간은 노

루의 몸에 서식하는 진드기와 같은 해충이 노루의 몸에 기생하기 때문에 양지보다는 음지를 선호하는 것이며, 그리고 밀렵, 오름 탐방객과 고사리과 같은 산나물을 채취하는 등 인간의 방해가 많기 때문에 숲에 체류하는 시간이 길어지는 것으로 판단된다.

제주노루의 서식지는 임상별로는 활엽수림과 소나무림을 가장 선호하였으며 경급별로는 소경목, 흉고직경은 6~16cm이하인 산림을 선호하였다. 또한 소밀도는 수관밀도 70%이상 지역을 가장 선호하였으며 영급은 산림의 나이가 11~20년인 산림을 선호하였다.

노루의 잠자리 크기는 평균 57.6×44.4cm 이었으며, 잠자리와 나무와의 거리는 겨울철에 0.8m, 여름철 1.6m로 나무 가까이에 잠자리를 선택하고 있었다. 나무의 흉고직경은 15.4~16.1cm이었으며 49.2~55.9%의 수관밀도를 선호하였다. 잠자리의 위치와 먹이 서식지와와의 거리는 겨울철에는 평균 62.9m, 여름철에는 평균 79.9m로 겨울철에 비해 20~30m 더 깊숙한 곳에 잠자리를 선택하는 경향이 있었다. 사면별로는 동쪽사면과 남쪽 사면을 이용하는 경향이 많았다.

노루의 뽕에 의한 피해를 입는 수종은 총 27과 49종이었으며 월별로는 2월부터 나무껍질의 피해가 발생하기 시작하였다. 4월에 32개의 수종으로 가장 많았으며 5월과 7월에 26종, 그리고 6월 25종으로 나타났으며 9월까지 피해를 주고 있었다. 선호하는 수종은 비목나무(*Lindera erythrocarpa*), 산딸나무(*Cornus kousa*), 주목(*Taxus cuspidata*) 상산(*Orixa japonica*), 윤노리나무(*Pourthiaea villosa*), 노린재 나무(*Symplocoschin ensis*) 가막살나무(*Viburnum dilatatum*), 산딸기나무(*Rubus crataegifolius*)와 사스레피나무(*Eurya japonica*) 등으로 조사되었다. 이러한 피해수종은 흉고직경이 8cm이하인 어린나무만을 선호하였으며 이중에 흉고직경이 1.1~1.5cm인 나무가 가장 피해가 심하였다. 나무껍질이 벗겨지는 비율은 대부분 70~100%로 고사율도 높게 나타났다.

노루의 밀도는 지속적으로 감소하고 있었다. 고도별로는 해발 1,600m 이상 지역이 서식밀도가 가장 높았으나 해발 700~1,400m 지역이 가장 밀도가 낮았다. 임상별로는 고산 관목림대가 밀도가 가장 높았으나 낙엽활엽수림대가 가장 낮았다.

노루의 밀도 변화는 먹이의 질, 은신처, 물과 인위적인 간섭 등 여러 가지 요인에 따라 서식밀도가 달랐다. 또한 들개의 출현, 제주조릿대의 확산과 적설량도 노루 분포에 영향을 주고 있었다. 노루의 성비는 1:1.29마리로 암컷이 많았으며, 암컷 1마리당 새끼의 수는 1.13마리로 조사되었다.

집단의 크기는 12월부터 3월까지의 5.6마리 이상이었고 3월에 평균 7.21개체로 가장 큰 집단을 이루고 있었다. 4월과 5월에는 관찰된 전체 집단의 73%가 1개체에서 3개체로 구성된 집단이었으며 6월부터 9월까지는 집단의 크기가 대부분 1~2개체로 구성되어 있었다. 그러나 발정기간인 10월과 11월에는 집단의 크기가 3~4개체로 커지며 12월에는 55%가 4~5개체로 구성되어 있었다. 이러한 집단화는 밀도가 높을수록 집단의 크기가 크게 나타났다.

제주에 서식하는 노루는 외형적인 크기와 콧등의 채색이 다른 종과 달랐으며 또한 발정시기와 뿔이 떨어지는 시기도 달랐다. 그러나 새끼의 출산시기와 뿔의 표피가 벗겨지는 시기는 다른 종과 차이가 없는 등 제주노루의 독특한 특징이 있었다. 따라서 제주에 서식하는 노루는 다른 나라 노루와는 달리 우리나라 고유의 특색을 갖고 있는 고유 토착종으로 판단되므로 앞으로 보호관리 방안 마련이 시급한 실정이다.

## 참고문헌

- Aitken, R. J. 1975. Cementum layers and tooth wear as criteria for aging roe deer. *J. of Zoology* 175:15-28.
- Akashi, N. and Nakashizuka, T. 1999. Effects of bark-stripping by sika deer (*Cervus nippon*) on population dynamics of a mixed forest in Japan. *Forest Ecology and Management* 113: 75-82.
- Alexander, R. D. 1974. The evolution of social behavior. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 325-383.
- Andren, H. and P. Angelstam. 1993. Moose browsing on Scots pine in relation to stand size and distance to forest edge. *J. of Applied Ecology* 30: 133-142.
- Anderson, J. 1962. Roe-deer census and population using stained bait. *Acta Theriologica* 13: 295-311.
- Andersen, R., J. M. Gaillard, J. D. C. Linnell and P. Duncan. 2000. Factors affecting maternal care in an income breeder, the European roe deer. *J. of Animal Ecology* 69: 672-682.
- Apollonio, M., M. Festa-Bianchet and F. Mari. 1989. Correlates of copulatory success in a fallow deer lek. *Behav Ecol Sociobio.* 25: 89-97.
- Apollonio, M., M. Festa-Bianchet and M. Riva. 1990. Site-specific asymmetries in male copulatory success in a fallow deer lek. *Anim. Behav.* 39: 205-212.
- Albon, J. B. 1983. The probability of linearity in hierarchies. *Anim. Behav.* 31: 600-608.
- Aragón, S., F. Braza, C. San José and P. Fandos. 1998. Variation in skull morphology of roe deer (*Capreolus capreolus*) in western and central



- Europe. *J. of Mammalogy* 79: 131 - 140.
- Archer, K. A. 1988. Subterranean clovers for northern New South Wales 2. Potential of *Trifolium subterraneum* var. *brachycalycinum*. Proceedings National Subterranean Clover Workshop, Wagga Wagga, N.S.W. (Eds. B.S. Dear and W.J. Collins.). p. 112.
- Barclay, E. N. 1935. The roe deer of Korea. *J. Mamm.* 79: 131-140.
- Barroso, F. G., C. L. Alados and J. Boza. 2000. Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production. *ARoe Deerl. Anim. Behav. Sci.* 69: 35-53.
- Beall, R. C. 1974. Winter habitat selection and use by a western Montana elk herd. Dissertation, University of Montana, Missoula, Montana.
- Bekoff, M. 1977. *Canis latrans*. mammalian species no. 79. American Society of Mammalogists.
- Bergquist, J., R. Bergström and A. Zakharenka. 2003. Responses of young norway spruce (*Picea abies*) to winter browsing by roe deer (*Capreolus capreolus*): effects on height growth and stem morphology. *Scandinavian J. of Forest Research* 18: 368-376.
- Bertram, B. C. R. 1980. Vigilance and group size in Ostriches. *Animal Behaviour* 28: 278-286.
- Bideau, E., J. F. Gerard, J. P. Vincent and M. L. Maublanc. 1993. Effects of age and sex on space occupation by European roe deer. *J. of Mammalogy* 74: 745-674.
- Bowyer, R T. 1981, Activity, movement, and distribution of Roosevelt elk during rut: *J. of Mammalogy* 62: 574 - 582.
- Bramley, P. S. 1970. Territoriality and reproductive behaviour of roe deer. *J. Reprod. Fert., SuRoe Deerl.* 11: 43-70.

- Bresinski, W. 1982. Grouping tendencies in roe deer under agrocenosis Conditions. *Acta Theriologica* 27: 327-447.
- Burnham, K. P. and W. S. Overton. 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* 60: 927-937.
- Caro, T. M. 1994. Ungulate antipredator behaviour: preliminary and comparative data from African bonds. *Behaviour* 128: 189-228.
- Carrana, J. 1995. Female attraction by males versus sites in territorial rutting red deer. *Anim. Behav.* 50: 445-453.
- Carranza, J. and P. Mateos-Quesada, 2000. Habitat modification when scent marking: shrub clearance by roe deer bucks. *Oecologia* 126: 231-238.
- Carranza, C. 2001. Habitate modification when scent marking: shrub clearance roe deer bucks. *Oecologia* 126: 231-238.
- Cederlund, G. 1982. Mobility response of roe deer to snow depth in a boreal habitat. *Viltrevy* 12: 39-96.
- Cederlund, G. 1983. Home range dynamics and habitat selection by roe deer in a boreal area in central Sweden. *Acta theriologica* 28: 443-460.
- Cederlund, G. and E. Lindstrom. 1983. Effects of severe winter and fox predation on roe deer mortality. *Acta theriologica* 28: 129-145.
- Cederlund, G. 1989. Activity patterns in moose and roe deer in a north boreal forest. *Holarctic Ecology* 12: 39-45.
- Chapman, S. C., G. L. Hammer and H. M. Meinke. 1993. A sunflower simulation model: I. Model development. *Agronomy Journal* 85: 725 - 735.

- Chapman, N. G., K. Claydon, M. Claydon, P. G. Forde and S. Harris. 1993. Sympatric populations of muntjac (*Muntiacus reevesi*) and roe deer (*Capreolus capreolus*): a comparative analysis of their ranging behaviour, social organization and activity. *J. of Zoology*. London, 229: 623-640.
- Chen, H., F. Li, L. Luo, H. Wang, J. Ma and F. Li. 1999. Winter bed-site selection by red deer *Cervus elaphus anthopygus* and roe deer *Capreolus capreolus bedfordi* in forests of northeastern China. *Acta Theriologica* 44: 195-206.
- Cicognani, L. and F. Monti. 2000. Testing a quick and reliable method to discriminate age classes in roe deer on the basis of tooth wear. *Hystrix* 11: 127-130.
- Clutton-Brock, T. H.; Guinness, F. E. Albon, S. D. 1982. Red deer: behaviour and ecology of two sexes. Chicago, University of Chicago Press.
- Conover, M. R. 1989. Relationships between characteristics of nurseries and deer browsing. *Wildl. Soc. Bull.* 17: 414-418.
- Corbet, G. B. 1978. The mammals of the palaeartic region: a taxonomic review. British Mus. (Nat. Hist.), London, Roe Deer. 314
- Corbet, G. B. and S. Harris. 1991. The handbook of British mammals. *Blackwell Sci. Publ.* London.
- Courtosis, R., L. Bernatchez, J. P. Ouellet and L. Breton. 2003. Significance of caribou (*Rangifer tarandus*) ecotypes from a molecular genetics viewpoint. *Conservation Genetics* 4: 393-404.
- Cypher, B. L. 1991. A technique to improve spotlight observation of deer. *Wild Society Bulletin* 19: 391-393.

- Danilkin, A. A. and S. Dulamtseren. 1981. The roe deer in Mongolia. *Okhota I Okhotnich'e Khozyaistvo* 3: 44-45.
- Danilkin, A. A., A. N. Minayev and Yn. A. Darman. 1991. Migration of a Siberian roe deer population. *Ongules/Ungulates* 91. *Proceedings of the International Symposium*, Toulouse, France. INRA. p.21.
- Danilkin, A. A., Yn. A. Darman and A. N. Minaev. 1992. The seasonal migrations of a Siberian roe deer population. *Revue d'Ecologie* 47: 231-243.
- Danilkin, A. A. 1995. *Capreolus pygargus*. *Mammalian Species* 512: 1-7.
- Danilkin, A. A. 1996. Behavioural ecology of Siberian and European roe deer. *Chapman and Hall*. pp. 277.
- Dehn, M. M. 1990. Vigilance for predators: detection and dilution effect. *Behav Ecol Sociobiol* 26: 337-342.
- Drews, C. 1993. The concept and definition of dominance in animal behaviour. *Behaviour* 125: 293-313.
- Ebensperger, L. A. and P. K. Wallem. 2002. Grouping increases the ability of the social rodent, *Octodon degus*, to detect predators when using exposed microhabitats. *Oikos* 98: 491-497.
- Edmonds, E. T. 1988. Population status, distribution, and movements of woodland caribou in west central Alberta. *Can. J. Zool.* 66: 817 - 826.
- Ellenberg, H. 1978. Zur Populationsokologie des rehes (*Capreolus capreolus* L.) in Mitteleuropa. *Spixiana Zeitschrift für Zoologie, Suppl.* 2: 1-211.
- Ellerman, J. R. and T. C. S. Morriscot-Scott. 1950. Check-list of palaeartic and Indian mammals 1758 to 1946. *British*

- Museum(Natural History)*, London. pp. 810.
- Erriksson, L. O., M. L. Kallqvist, T. Mossing. 1981. Seasonal development of circadian and short-term activity in captive reindeer, *Rangifer tarandus* L. *Environment Canada and IEMR* 48: 64-70.
- Espmark. A. 1969. Mother-young relations and development of behaviour in roe deer(*Carpheolus carpheolus* L.). *Viltrevy* 6: 460-540.
- Espmark, Y. 1974. Social behaviour of roe deer at winter feeding stations. *Applied Animal Ethology* 1: 35-47.
- Forand, K. J., R. L. Marchinton and K. V. Miller. 1985. Influence of dominance rank on the antler cycle of white-tailed deer. *J. Mammal.* 66: 58 - 62.
- Frommolt, K. H., E. P. Kruchenkova and H. Russig. 1997. Individuality of territorial barking in arctic foxes, *Alopex lagopus*. In: *Proceedings of the First International Symposium on Physiology and Ethology of Wild and Zoo Animals* (Ed. by F. Klima and R. R. Hofman), Gustav Fisher. Jena. pp. 66-70.
- Fuller, T. K. 1991. Do pellet counts index white-tailed deer numbers and population change? *J. of Wildlife Management* 55: 393-396 .
- Gaillard, J. M., D. Delorme and J. M. Jullien. 1993a. Effects of cohort, sex and birth date on body development of roe deer(*Capreolus capreolus*) fawns. *Oecologia* 94: 57-61.
- Gaillard, J. M., D. Delorme and J. M. Jullien. 1993b. Croissance precoce et poids a l'entree de l'hiver chez le faon de chevreuil (*Capreolus capreolus*). *Mammalia* 57: 359-366.
- Gaillard, J. M., D. Delorme, J. M. Jullien, and D. Tatin. 1993c. Timing and synchrony of births in roe deer. *J. of Mammalogy* 74: 738-744.

- Gaillard, J. M., M. Festa-Bianchet, D. Delorme and J. Jorgenson. 2000. Body mass and individual fitness in female ungulates: bigger is not always better. *Proc. R. Soc. Lond.* 267: 471-477.
- Geist, V. 1968. Horn-like structures as rank symbols, guards and weapons. *Nature* 220: 813-814.
- Geist, V. 1971. Mountain sheep: A study in behavior and evolution. Univ. of Chicago Press, Chicago, Ill.
- Geist, V. and R. G. Petocz. 1977: Bighorn sheep in winter: do rams maximise reproductive fitness by spatial and habitat segregation from ewes? *Can. J. Zool.* 55: 1802-1810.
- Geist, V. 1978. Behavior. Pages 283-296 in J. L. Schmidt and D. L. Gilbert eds. big game of north america ecology and management. Stackpole Books, Harrisburg, Penn. and Wildl. Manage. Inst., Washington, D.C. pp. 494.
- Geist, V. 1998. Deer of the world: Their Evolution, Behavior, and Ecology. 1st ed. Stackpole books.
- Gill, R. M. A. 1992a. A review of damage by mammals in north temperate forests. 1. Deer. *Forestry* 65: 145-169.
- Gill, R. M. A. 1992b. A review of damage by mammals in north temperate forests. 3. Impact on trees and forests. *Forestry* 65: 363-88.
- Goeritz, F., M. Quest, A. Wagener, M. Fassbender, A. Broich, T. B. Hildebrandt, R. R. Hofmann and S. Blottner. 2003. Seasonal timing of sperm production in roe deer: interrelationship among changes in ejaculate parameters, morphology and function of testis and accessory glands. *Theriogenology* 59: 1487-1502.

- Goreglyad, K. S. 1970. Fundamentals of wild ungulate disease control. Proceedings of the IXth international Congress of Game Biologists. Moscow. pp. 575-579.
- Groves, C. P. and P. Grubb. 1987. Relationships of living deer. Biology and Management of the Cervidae, Washington and London. Smithsonian Institution press. pp. 21-59.
- Gunson, J. R. 1979. Use of night-lighted census in management of deer in Alberta and Saskatchewan. *Wildlife Society Bulletin* 7: 259-267.
- Hall, S. J. G., H. Neveu. and A. J. Sempéré. 1996. Application of a new technique to studying the grazing behaviour of roe deer (*Capreolus capreolus*). *Applied Animal Behaviour Science* 46: 145-157.
- Halliday, T. R. 1987. Physiological constraints on sexual selection. In Sexual selection: testing the alternatives. Edited by J. W. B. and M. B. Andersson. M. B. Interscience, Chichester, England. pp. 247-264.
- Hamilton, W. D. 1971. Geometry for the selfish herd. *J. Theor. Biol.* 31: 295-311.
- Hanley, B. A. M. 1981. Distribution patterns of roe deer (*Capreolus capreolus*) related to the availability of food and cover. *J. of Zoology. London.* 194: 271-275.
- Hebblewhite, M. and D. H. Pletscher. 2002. Effects of elk group size on predation by wolves. *Can. J. Zool.* 80: 800-809.
- Helle, P. 1980. Food composition and feeding habits of the roe deer in central Finland. *Acta Theriologica* 25: 395-402.
- Helle, E. 1980. Reproduction, size and structure of the baltic ringed seal population of the Bothnian Bay. *Acta Univ. Ouluensis*, ser. 106: 47.
- Heptner, V. G., A. A. Nasimovich and A. G. Bannikov. 1961. Mammals of

- the Soviet Union. pp. 1147
- Hewison, A. J. M. 1993. The reproductive performance of roe deer in relation to environmental and genetic factors. Ph.D. thesis. University of Southampton, UK.
- Hewison, A. J. M. 1996. Variation in fecundity of roe deer: effect of age and body weight. *Acta Theriologica* 25: 395-402.
- Hewison, A. J. M., J. M. Angibault, J. Boutin, E. Bideau, J. P. Vincent, and A. Sempéré. 1996. Annual variation in body composition of roe deer (*Capreolus capreolus*) in moderate environmental conditions. *Canadian J. of Zoology* 74: 245-253.
- Hewison, A. J. M., J. P. Vincent and D. Reby. 1998. Social organization. In the European roe deer. *The Biology of Success* (Ed. by R. Andersen, P. Duncan and J. Linnel) pp. 189-219. *Oslo: Scandinavian University Press*.
- Hewison, A. J. M., J. P. Vincent, J. M. Angibault, D. Delorme, G. Van Laere and J. M. Gaillard. 1999. Tests of estimation of age from tooth wear on roe deer of known age : Variation within and among populations. *Can. J. Zool./Rev. Can. Zool.* 77: 58-67.
- Hewison, A. J. M. 2002. Maternal age is not a predominant determinant of progeny sex ratio variation in ungulates. *Oikos* 98: 334-339.
- Hirota, A. 1994. Dominance rank, copulatory behaviour and estimated reproductive success in male rein deer. *Anim. Behav.* 48: 929-936.
- Holand, Ø. 1992. Seasonal variation in body composition of European roe deer. *Canadian J. of zoology.* 70: 502-504.
- Holand, Ø. 1994. Seasonal dynamics of digestion in relation to diet quality and intake in European roe deer (*Capreolus capreolus*). *Oecologia* 98:



274-279.

<http://www.naturfoto-online.de/galerie-reh-1.htm>

Jackson R. M., M. White and F. F. Knowlton. 1972. Activity patterns of young white-tailed deer fawns in south Texas. *Ecology* 53: 262-270.

Jackson, J. 1977. The annual diet of the fallow deer (*Dama dama*) in the New Forest, Hampshire, as determined by rumen content analysis. *J. of Zoology*. London. 181: 465-473.

Jackson, J. 1985. Behavioural observations on the Argentinian pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus celer* Cabrera, 1943). *Zeitschrift fur Säugetierkunde* 50: 107-116.

Jackson, W. and W. Winnegard. 1988. Linearity in dominance hierarchies : a second look at their individual attributes model. *Anim, Behav.* 36: 1237-1240.

Jarman, R. J. 1974. The social organization of antelope in relation to their ecology. *Behaviour* 58:215-267.

Jepperson, J. L. 1989. Activity patterns of free-ranging roe deer. at Kalo. *Danish Review of Game biology* 13: 3-33.

Jeppersen, J. J. 1990. Home range and movement of tree-ranging roe deer. *Danish Review of Game Biology* 14: 4-14.

Johansson, A., O. Liberg and L. K. Wahlstrom. 1995. Temporal and physical characteristics of scraping and rubbing in roe deer(*Capreolus capreolus*). *J. of Mammalogy* 76: 123-129.

Johansson, A. and O. Liberg. 1996. Functional aspects of marking behaviour by male roe deer(*Capreolus capreolus*). *J. of Mammalogy* 77: 558-567.

Johansson, A. 1996. Territory establishment and antler cycle in male roe

- deer. *Ethology* 102: 549–559.
- Kammermeyer, K. E., and R. H. Marchinton. 1977. Seasonal change in circadian activity of radio-monitored deer. *J. Wildl. Manage.* 41: 315–317.
- Kierdorf U., E. Stoffels, D. Stoffels, H. Kierdorf, T. Szuwart and G. Clemen. 2003. Histological studies of bone formation during pedicle restoration and early antler regeneration in roe deer and fallow deer. *The Anatomical Record Part A* 273: 741–751.
- Koh, H. S., S. K. Yoo and B. K. Lee. 1997. Analysis of external and cranial morphology of roe deer (*Capreolus pygargus bedfordi*) from Korea. *Bull. Nat. Sci. (Chungbuk Univ.)* 11: 99–103.
- Koh, H. S., B. G. Yang, H. S. Yoo and T. Y. Chun. 2000. Diversity of mitochondrial DNA cytochrome b gene in roe deer (*Capreolus pygargus tianschanicus* Satunin) from Jeju Island, Korea. *The Korean J. of Systematic Zoology* 16: 169–176.
- Koh, H. S. and E. Randi. 2001. Genetic distinction of roe deer (*Capreolus pygargus* Pallas) sampled in Korea. Short communication. *Mammalian Biology* 66: 371–375.
- Kurt, F. 1968. Zusammenhänge zwischen Verhalten und Fortpflanzungsleistung beim Reh (*Capreolus capreolus*). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 14: 97–106.
- Kurten, B. 1968. *Pleistocene mammals of Europe*. Aldine, Chicago. pp. 317.
- LeBoeuf, B. J. 1974. Male-male competition and reproductive success in elephant seals. *Am. Zool.* 14: 160–176.
- Lehner, P. N. 1996. *Handbook of ethological methods*, second edition. Cambridge University Press, pp. 672.

- Lincoln, G. A. 1972. The role of antlers in the behaviour of red deer. *J. Exp. Zool.* 182: 233-250.
- Ma, S. and Y. Wang. 1991. Taxonomic and phylogenetic studies on the genus *muntiacus*. *Acta Theriologica Sinica*. VI: 190-209.
- Mallory, F. F. and T. L. Hillis. 1998. Demographic characteristics of circumpolar caribou populations: ecotypes, ecological constraints, releases, and population dynamics. *Rangifer, Spec. Issue* 10: 49-60.
- Mateos-Quesada, P. and J. Carranza. 2000. Reproductive patterns of roe deer in central Spain. *Etologia* 8: 17-20.
- Maublanc M. L., E. Bideau and J. P. Vincent. 1987. Flexibilité de l'organisation sociale du chevreuil en fonction des caractéristiques de l'environnement. *Revue d'Ecologie* 42: 109-133.
- Mauget, C., R. Mauget and A. J. Sempéré. 2003a. Energetic costs of reproduction in female European roe deer (*Capreolus capreolus*). *Acta Theriologica* 48: 145-147.
- Mauget C., R. Mauget and A. J. Sempéré. 2003b. Metabolic cost of first reproduction in young female European roe deer *Capreolus capreolus* Christiane. *Acta Theriologica* 48: 197 - 206.
- Mayer, H. 1977. Waldstruktur-wildstand-wildschaden-Jagdtechnik. *Wald und wild Seminar* pp. 29-34.
- Mayle, B. 1998. Report on assessment of damage to farm woodlands. In: Packer J. J., Doney, J., Mayle, B., Palmer, S. C. F. & Cope, M. eds, Field and desk studies to assess tolerable damage levels for different habitats and species of deer, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK.
- Mccaffery, K. R. 1976. Deer trail counts as an index to populations and

- habitate use. *J. of Wildlife Management* 40: 308-316.
- Mertens, S. 1984. Zur Verhaltens-Synchronisation bei gruppenweise gehaltenen Rehen(*Capreolus capreolus*). *Behaviour* 89: 220-240.
- Molvar, M. and T. R. Bowyer. 1994. Costs and benefits of group living in a recently social ungulate: the Alaskan moose. *J. Mammal.* 75: 621-630.
- Moen, A. N. 1973. Wildlife ecology: An analytical approach. W. H. Freeman and Company. San Francisco.
- Mysterud, A. 1998. Large male territories in a low density population of roe deer *Capreolus capreolus* with small female home ranges. *Wildlife Biology* 4: 231-235.
- Mysterud, A. 1998. The relative roles of body size and feeding type on activity time of temperate ruminants. *Oecologia* 113: 442-446.
- Mysterud, A. 1999. Seasonal migration pattern and home range of roe deer(*Capreolus capreolus*) in an altitudinal gradient in southern Norway. *J. of Zool.* Lond 247: 479-486.
- Mysterud, A., P. K. Larsen, R. A. Ims and E. Østbye. 1999a. Habitat selection by roe deer and sheep: does habitat ranking reflect resource availability? *Canadian J. of Zoology* 77: 776-783.
- Mysterud, A., L. B. Lian and D. Ø. Hjermmann. 1999b. Scale-dependent trade-offs in foraging by European roe deer (*Capreolus capreolus*) during winter. *Can. J. Zool.* 77: 1486-1493.
- Mysterud, A. 2000. Diet overlap among ruminants in Fennoscandia. *Oecologia* 124: 130-137.
- Mysterud, A., N. G. Yoccoz, N. C. Stenseth and R. Langvatn. 2000. Relationships between sex ratio, climate and density in red deer: the

- importance of spatial scale. *J. of Animal Ecology* 69: 959-974.
- Mysterud, A., F. J. Pérez-Barbería and I. J. Gordon. 2001. The effect of season, sex and feeding style on home range area vs. body mass scaling of temperate ruminants. *Oecologia* 127: 30-39.
- Mysterud, A., R. Langvatn, N. G. Yoccoz and N. C. Stenseth. 2002a. Large-scale habitat variability, delayed density effects and red deer populations in Norway. *J. of Animal Ecology* 71: 569-580.
- Mysterud, A., T. Coulson and N. C. Stenseth. 2002b. The role of males in the dynamics of ungulate populations. *J. of Animal Ecology* 71: 907-915.
- Neff D. J. 1968. The pellet-group count for big game trend, census and distribution: A review. *J. of wildlife Management* 32: 597-614.
- Norusis, M. J. 1994. SPSS Advanced Statistics 6. 1. Chicago: SPSS
- Oli, M. K. and H. A. Jacobson. 1995. Vocalisations of barking deer (*Muntiacus muntjac*) in Nepal. *Mammalia* 59: 179-186.
- Overton, W. S. 1971. Estimating the numbers of animals in wildlife populations. *In wildlife management Techniques*. p.403-456.
- Padaiga, V. I. 1975. Main environmental factors determining population density of wild ungulate animals in hunting forest. *Wildlife Management in intensive Forestry*. Kaunas: Girionis Publishers. pp. 37-39.
- Palmer, S. C. F. and A. M. Truscott. 2003. Seasonal habitat use and browsing by deer in Caledonian pinewoods. *Forest Ecology and Management* 174: 149-166.
- Parker, K. L. and C. T. Robbins. 1984. Thermoregulation in mule deer and elk. *Can. J. Zool.* 62: 1409-1422

- Pedroil, J. C., M. Blant, F. Chappuis and J. A. Mair. 1981. La biologie du chevreuil *Capreolus capreolus*(L.) dans le neuchâtel. I. recensement de la population: comparaison de deux méthodes. *Mammalia* 45: 467-472.
- Pelabon, C. and L. Van Breukelen 1998. Asymmetry in antler size in roe deer(*Capreolus capreolus*): An index of individual and population conditions. *Oecologia* 116: 1-8.
- Penning, P. D., A. J. Parsons, J. A. Newman, R. J. Orr and A. Harvey. 1993. The effects of group size on grazing time sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 37: 101-109.
- Pettorelli N, L. M. Gaillard, G. Van Laere, P. Duncan, P. Kjellander, O. Liberg, D. Delorme and D. Maillard. 2002. Variations in adult body mass in roe deer: the effects of population density at birth and of habitat quality. *Proc. R. Soc. Lond, B, Biol. Sci.* 69: 747-753.
- Prior, R. 1995. The roe deer. *Conservation of a Native Species*. Shrewsbury: Swan Hill Press
- Pullianinen, E. 1980. Occurrence and spread of the roe deer(*Capreolus capreolus* L.) in eastern Fennoscandia since 1970. *Mem. Soc. Fauna Flora Fenn.* 56: 28-32.
- Putman, R. J. 1988. The natural history of deer. Bromley: Christopher Helm.
- Putman, R. J. and N. P. Moore. 1998. Impact of deer in lowland Britain on agriculture, forestry and conservation habitats. *Mamm. Rev.* 28: 141-164.
- Radeloff, V. C., A. M. Pidgeon and P. Hostert. 1999. Habitat and population modelling of roe deer using an interactive geographic

- information system. *Ecological Modelling* 114: 287-304.
- Ramsey, F. L. and J. M. Scott, 1979. Estimating population densities from variable circular plot survey. p. 155-181. *In biological populations*.
- Randi, E., N. Mucci, M. Pierpaoli and E. Douzery. 1998a. New phylogenetic perspectives on the cervidae(Artiodactyla) are provided by the mitochondrial cytochrome b gene. *Proc. R. Soc. Lond. B265*: 793-801.
- Randi, E., M. Pierpaoli and A. Danilkin. 1998b. Mitochondrial DNA polymorphism in population of Siberian and European roe deer(*Capreolus pygargus* and *Capreolus capreolus*). *Heredity* 40: 429-437.
- Randweer, T. E. 1989. Ecological peculiarities and exploitation of the estonian roe deer(*Carpreolus carpreolus* L.) population. Author's thesis of the dissert. for the degree of Cand. SC. Moscow. pp. 16.
- Ratcliffe, P. and B. Mayle. 1992. Roe deer biology and management. Forestry Commission Bulletin 105. HMSO, London.
- Reby, D., A. J. M. Hewison, B. Cargnelutti, J. M. Angibault and J. P. Vincent. 1998a. Estimating population size of roe deer using vocalizations. *Journal of Wildlife Management* 62: 1341-1347.
- Reby, D., A. J. M. Hewison, B. Cargnelutti, J. M. Angibault and J. P. Vincent. 1998b. Use of vocalization to estimate population size of roe deer. *J. of Wildlife Management* 62: 1342-1348.
- Reimoser, F. 1982. Rehwildbejagung in einem deckungsreichen gebirgsrevier bei waldbaulicher betriebsumstellung, centralblatt. *Gesamte Forstw* 99: 167-170.
- Reimoser, F. and J. Zandl. 1986. Zwischenergebnisse der

- Rehwildmarkierung. *Wiedwerk*. 5: 6-10.
- Reimoser, F. and J. Zandl, 1987. Rehwildmarkierung. *Wiedwerk* 5: 4-5.
- Risenhoover, K. L. and J. A. Bailey. 1985. Foraging ecology of mountain sheep: implications for habitat management. *Journal of Wildlife Management* 49: 797-804
- Roelants, H., F. Schneider, F. Göritz, J. Streich and S. Blottner. 2002. Seasonal changes of spermatogonial proliferation in roe deer, demonstrated by flow cytometric analysis of *c-kit* receptor, in relation to follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, and testosterone. *Biol. of Repr.* 66: 305-312.
- Romey, W. L. 1997. Inside or outside? Testing evolutionary predictions of positional effects. - In: arrish, J. K. and Hamner, W. M. (eds), *Animal groups in three dimensions*. Cambridge Univ. Press, pp. 174-193.
- Rossi, I., P. lamberti, L. Mauri and M. Apollonio. 2001. Male and female spatial behaviour of roe deer in a mountainous habitat during pre-rutting and rutting period. *J. Mt. Ecol.* 6: 1-6.
- Rossi, I., L. Mauri, S. Laficara and M. Apollonio. 2002. Barking in roe deer (*Capreolus capreolus*): seasonal trends and possible functions. *Hystrix* 13: 13-18.
- Rowell-Schafera, A., M. Lechner-Dolla, R. R. Hofmanna, W. J. Streich, B. Guven and H. H. D. Meyer. 2001. Metabolic evidence of a rumen bypass or a ruminal escape of nutrients in roe deer *Capreolus capreolus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 128: 289-298.
- Ruckstuhl, K. E. and P. Neuhaus. 2000. Sexual segregation in ungulates :



- a new approach. *Behaviour* 137: 361–377.
- San José, C., S. Lovari and N. Ferrari. 1996. Temporal evolution of vigilance in roe deer. *Behavioural Processes* 38: 155–159.
- Sadleir, R. M. F. S. 1987. Reproduction of female cervids. In Wemmer. pp. 123–44.
- San José, C. and S. Lovari. 1998. Ranging movements of female roe deer: Do home-loving does roam to mate?. *Ethology* 104: 721–728.
- Sarmiento, N. 1988. Las corzuelas. In: *Fauna Argentina/Mamíferos* (Ed. by N. Sarmiento), pp. 1–12. Buenos Aires: Centro Editor de America Latina.
- Scott, D. 1998. Impact of red deer on a scots pine plantation after removal of fencing. *Scottish Forestry* 52: 8–13.
- Sempéré, A. J., R. Mauget and G. A. Bubenik. 1992. Influence of photoperiod on the seasonal pattern of secretion of luteinizing hormone and testosterone and on the antler cycle in roe deer (*Capreolus capreolus*). *J. of Reproduction and Fertility* 95: 693–700.
- Sempéré, A. J., V. E. Sokolov and A. A. Danilkin. 1996. *Capreolus capreolus*. *Mammalian Species*. 538: 1–9.
- Sergeant, J. A., J. Oosterlaan, J. J. Meere. 1999. Information processing and energetic factors in attention-deficit/hyperactivity disorder. In : Quay HC, Hogan (eds) *Handbook of Disruptive Behavior Disorders*, Plenum press, NewYork, pp. 74–104.
- Shingo, M., T. Masahiko, S. Yoshimasa, O. Sadanori, K. Nobuo, M. Takako and M. Akio. 1980. Correlation between body weight and antler length of sika deer bucks. *J. of the Mammalogical Society of Japan* 8: 78.

- Skogland, T. 1989 Natural selection of wild reindeer life history traits by food limitation and predation. *Oikos* 55: 101-110.
- Smirnov, M. N. 1977. An outline of behaviour of roe deer (*Capreolus capreolus*) inhabiting the west of the Trans-Baikal area. *Behaviour of mammals*. pp. 221-243.
- Sokolov, V. E., A. A. Danilkin, Yn. A. Darman and A. N. Minayev. 1991. Radiotracking of a migratory population of the Siberian roe deer. *Reports of the USSR Academy of Sciences* 320: 1018-1024.
- Sokolov V. E., V. S. Gromov. 1990. The contemporary ideas on roe deer (*Capreolus* Gray, 1821) systematization: morphological, ethological and hybridological analysis. *Mammalia* 54: 431-444.
- Staines, B. W. and D. Welch. 1984. Habitat selection and impact of red (*Cervus elaphus* L.) and roe deer (*Capreolus capreolus* L.) deer in a Sitka spruce plantation. *Proceeding of the Royal Society of Edingburgh* 82B: 303-319.
- Strandgaard, H. 1972. The roe deer (*Capreolus capreolus*) population at Kalo and the factors regulating its size. *Danish Review of Game Biology* 7: 1-205.
- Strandgaard, H. 1978. Densite population et croissance des animaux chez le chevreuil: perspectives nouvelles. Bulletin Mensuel, Office National de la Chasse No. Spygargus Scien. Tech. pp. 149-159.
- Stubbe, C. 1987. Das rehwild in unserer Kulturlandschaft. *Unsere Jagd*. 37: 136-137.
- Takatsuki, S. 1983. Group size of sika deer in relation to habitat type on Kinkazan island. *Jap. J. Ecol.* 33: 419-425.
- Tate, G. H. H. 1947. Mammals of eastern Asia. MacMillan co., New

- York, pp. 366.
- Tilson, R. L. and P. M. Norton. 1981. Alarm duetting and pursuit deterrence in an African antelope. *American Naturalist* 118: 455-462.
- Tixier, H., C. Maizeret, P. Duncan, R. Bertrand, C. Poirel and M. Roger. 1998. Development of feeding selectivity in roe deer. *Behavioural Processes* 43: 33-42.
- Treisman, M. 1975. Predation and the evolution of gregariousness. I. Models for concealment and evasion. *Anim. Behav.* 23: 779-800.
- Underwood, H. B., F. D. Verret and J. P. Fischer. 1998. Density and herd composition of white-tailed deer populations on Fire Island National Seashore. NPS/NESO-RNR/NRTR/98-4. National Park Service, New England System Support Office. Boston, MA. pp. 42.
- Turner, D. C. 1979. An analysis of time-budgeting by roe deer (*Capreolus capreolus*) in an agricultural area. *Behaviour* 71: 246-290.
- Van Schaik, C. P. 1983. Why are diurnal primates living in groups? *Behaviour* 87: 120-144.
- Vincent, J. P., E. Bideau, A. J. M. Hewison and J. M. Angibault. 1995. The influence of increasing density on body weight, kid production, home range size and winter grouping in roe deer. *J. of Zoology* 236: 371-382.
- Wahlström, L. K. 1994. The significance of male-male aggression for yearling dispersal in roe deer (*Capreolus capreolus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 35: 409-412.
- Weiner, J. 1977. Model of the energy budget of an adult roe deer. *Polish Ecological studies* 1: 103-119.
- Welch, D., B. W. Staines, D. Scott and D. C. Catt. 1987. Bark stripping

- damage by red deer in a Sitka spruce forest in western Scotland I: incidence. *Forestry* 60: 249-262.
- Welch D., B. W. Staines, D. C. Catt and D. Scott, 1990. Habitat usage by red (*Cervus elaphus* L.) and roe(*Capreolus capreolus* L.) deer in a Sitka spruce plantation. *J. of Zoology*, London. 221: 453-476.
- Whipple, J. D., D. Rollins and W. H. Schacht. 1994. A field simulation for assessing accuracy of spotlight deer surveys. *Wildlife Society Bulletin* 22: 667-673.
- White, G. C. 1992. Do pellet counts index white-tailed deer numbers and population change? A comment. *J. of Wildlife Management* 56: 611-612.
- Wilson, D. E., and D. M. Reeder. 1993. Mammal Species of the World. Smithsonian Institution Press. pp. 1206.
- 원병휘. 1967. 한국동식물도감. 제7권 동물편(포유류). 문교부.
- 제주도청. 1985. 한라산천연보호구역학술조사보고서. 제주도.
- 제주도청. 2003. 2003 환경백서. 연진인쇄사. pp. 558.

## **ABSTRACT**

### **Characteristics of Ecological Behaviour of Roe Deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju Island, Korea**

*Oh, Jang Geun*

**Major in Biology Education**

**Graduate School of Korea National University of Education**

**Chung-Buk, KOREA**

**Supervised by Professor, Park Shi-Ryong, Dr. ner. nat**

Because Jeju island has a limited area, the roe deer was faced with extinction by excessive hunting through the World War II and the 4. 3 resistance, but the number of roe deer became increase with intensive conservation activities from 1980s. Now the increased number of roe deer does great damage to the farm products. Although the information of the ecology and behavior of roe deer is essential to prevent the farm product damages, it has not been researched about it. This dissertation is the first research about the behavioral ecology of roe deer. I collected data about the characteristics of morphology of roe deer, the relationship between the hierarchy and the breeding success rate, velvet shedding,

antler casting, daily behavioral pattern, forest usage pattern, and the relationship between the density and collectivization process.

Males were larger in body lengths and shoulder height and heavier in weight than females.

The size of skull, the length of nasal bone and the sub-maxillary bone was  $197.9\pm 3.9\text{mm}$ ,  $66.6\pm 2.2\text{mm}$  and  $156.1\pm 4.9\text{mm}$  in males, and  $189.2\pm 4.1\text{mm}$ ,  $64.6\pm 2.8\text{mm}$  and  $151.3\pm 3.1\text{mm}$  in females respectively. It showed that the appearances of Jeju roe deer was different from that of Siberian roe deer (*Capreolus pygargus*) and Tien-shan roe deer (*Capreolus pygargus. tianschanicus*).

The Jeju roe deer had a linear hierarchy and their hierarchy was higher as the age was older and the size of antler was larger. The higher ranked males cast their antler earlier. The dominant male occupied most of females and his breeding success rate was high. The rutting period was from 27 Aug. to early Nov. and the copulation period was from 7 Sep. to 29 Oct.

The velvet shedding period was from 15 Mar. to 14 Apr. and became later as the altitude was higher. Most of antler was cast in Dec.

The daily behavioral pattern was the repetition of an activity and a rest, but the resting duration was longer than the acting duration. The subject individuals was the most active in near sunrise and sunset. The most active period was from Jun. to Jul. which was territorial and rutting period for males and breeding period for females.

The alarming behavior showed differences as the sources and the distances of stimulation.

The Jeju roe deers spent most of their time in the forest in daytime

but began to come out to grassland from 2 PM. Most of Jeju roe deer spent their time in grassland in near sunset.

The favored forests of the Jeju roe deers were deciduous forest and pine tree forest. They preferred small-diameter in diameter class of the forest, below 6cm~16cm trees in Diameter at breast height, above 70% of crown density of forest and 11 ~ 20 years in age class of the forest. The size of bed site was 57.6 × 44.4cm in average. They chose their bed sites within 2m distance from 15.4 ~ 16.1cm of diameter at breast height trees. The bed sites were placed in 60~80m from foraging site and had a tendency to be placed at east slope and south slope.

There were 27 families 49 species trees scratched with the antlers of roe deer. The most severely scratched trees were Spicebush(*Lindera erythrocarpa*) and Japanese strawberry tree(*Cornus kousa*). The Jeju roe deers scratched these trees from Apr. to Jul. severely the most. Most of scratched trees were young trees under 8 cm in diameter at breast height and the trees which had 1.1 ~ 1.5 cm in diameter at breast height were scratched severely the most.

The density of the Jeju roe deer was decreased continually. The density was highest in the area of 1,600m altitude and shrub zone at subalpine and lowest in deciduous broad-leaved forest. The density was varied to the quality of food, hidings, water and human interferences. And the density was also influenced by the emergence of stray dogs, the spread of dwarf bamboo(*Sasa quelpaertensis*) and the snowfall.

The size of population was over 5.6 indivs. from Dec. to Mar. In March. it made the biggest population composed with 7.21 indivs. in average. 73% of the populations observed in Apr. and May were

composed with 1 - 3 indivs. and most of populations from Jun to Sep. were composed with 1~2 indivs.

The Jeju roe deer is threatened with various factors. Their habitats became limited because of the change of land utilization from meadow to farm land. The usage of agricultural chemicals threaten the life of them. Car accident and poaching is also the threatening factors of them.

This results presents the basic data of the breeding ecology and behavior of Jeju roe deer for the conservation and drawing up a plan of management of Jeju roe deer.

\* A thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Korea National University of Education in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Education in August, 2004.





## 감사의 글

이 논문을 통하여 노루의 생태와 행동을 완벽하게 밝혀 보호 및 관리방안을 모색하고자 하였지만 저의 학문적 미진함과 아쉬움을 느끼면서 부족한 논문이나마 결실을 맺게 되었습니다. 그동안 이 논문이 완성되기까지 도움을 주신 모든 분들께 이 글을 통하여 진심으로 감사드립니다.

이 연구를 시작하면서부터 마무리할 때까지 충고와 조언을 아끼지 않으신 박시룡 교수님께 감사드립니다. 또한 논문심사에 선뜻 참여하여 주시고 격려를 아끼지 않으셨던 충북대학교 고흥선 교수님, 이길재 교수님, 김수일 교수님과 김성하 교수님께도 감사드립니다.

아울러 미진한 저에게 학문하는 자세와 합리적인 사고 능력을 깨우치도록 조언해 주신 정완호 총장님과 고 이상선 교수님께도 이 논문을 빌어 고마움을 전합니다.

더불어 전과발신기를 이용한 야생동물 연구를 경험할 수 있도록 도와준 고려대학교 변우혁 교수님, 국립환경연구원 김원명 박사님과 윤성일 박사께도 고마움을 전합니다. 또한 현장에서 노루의 포획방법과 야간 조사방법 등을 손수 가르쳐 주신 조용구 선생님과 조사현장에서 항상 동참하여 아낌없이 도와준 한라산연구소 김현철 연구원님, 문명옥님과 김지훈님께도 고마움을 전합니다.

뿐만 아니라 이 논문이 배출될 수 있도록 처음부터 끝까지 열성을 다하여 도와준 정석환 후배와 동물행동학 실험실 후배들에게도 고마움을 전합니다.

또한 연구할 수 있도록 배려해준 전 산림환경과장이시었던 홍창보 과장님, 이용연 과장님과 송상옥 현 산림환경과장님께 진심으로 감사드리며 그리고 이 논문이 나오기까지 배려해준 이광춘 소장님, 강기환 과장님, 한라산연구소 정평삼 전 실장님, 서영균 실장님과 고정군 박사님에도 감사드립니다. 그 외 한라산연구소 직원과 한라산국립공원 직원여러분께 고마움을 전합니다.

마지막으로 그동안 이 학업이 결실을 맺을 수 있도록 옆에서 남모르게 걱정과 염려를 해준 사랑하는 하정, 지원과 상업 그리고 항상 믿음과 사랑으로 격려해주신 부모님, 장인, 장모님께 그리고 언제나 친구로서, 아내로서, 엄마로서 어렵고 고통스럽기만 했던 삶 속에서도 용기를 북돋아주며 헌신적으로 뒷바라지 해준 나의 아내에게 이루 말할 수 없는 감사의 마음을 전하고자 합니다.