

강원도 자연환경연구공원의 육상 포유류 종다양성^{1a}

이기영² · 김의경³ · 조중현⁴ · 박영철^{5*}

Species Diversity of Terrestrial Mammalia in the Nature Environment Research Park in Gangwon Province^{1a}

Gi-Yung Lee², Eui-Kyeong Kim³, Jung-Hyeon Jo⁴, Yung-Chul Park^{5*}

요 약

본 연구는 2004년부터 2008년에 걸쳐 강원도 자연환경연구공원 내 산림 및 주변 산림지역을 대상(조사구역 I : 호수 및 주변 수변생태계, 조사구역 II : 인가 및 주변 산림생태계, 조사구역 III : 산림생태계)으로 육상 포유동물의 종다양성과 분포현황 및 변화양상을 조사한 것이다. 본 연구 동안 멸종위기종인 하늘다람쥐, 수달, 삯 등이 연구지역 내에 서식하고 있는 것을 확인하였다. 포유동물의 종다양성은 인가 접경 산림인 조사구역II보다는 수변지역인 조사구역I과 산림지역인 조사구역III에서 다양도가 더 높은 경향을 보였다. 종다양성의 변화는 2006년에 다소 증가했으나 2007년부터 미세하게 감소하기 시작했다. 그러나 종수의 미세한 감소와는 달리 개체수는 2007년부터 매우 크게 감소하는 경향을 보였다. 따라서 연구지역 내 산림에서 포유류의 종다양성과 개체수를 일정하게 유지하기 위한 방안을 마련할 필요가 있다.

주요어: 하늘다람쥐, 삯, 수달, 멸종위기종

ABSTRACT

We surveyed diversity, distribution and diversity change of mammalian species in forests of the Nature Environment Research Park (Survey Area I; reservoir and surrounding forests, II; human habitat and surrounding forests and III; mountain forests) in Gangwon Province from 2004 to 2008. During our study, endangered species like *Peromys volans*, *Lutra lutra* and *Prionailurus bengalensis* were present in the surveyed areas. Diversity of mammalian species tends to be a little higher in the Survey Area I and III than the Survey Area II. Annual species diversity was a little higher in 2006, and then there was a little reduction from 2007. However, there was higher reduction in the number of individuals from 2007. Therefore, our results indicate

1 접수 2009년 12월 8일, 수정(1차: 2011년 3월 21일, 2차: 2011년 4월 25일), 게재확정 2011년 4월 26일

Received 8 December 2009; Revised(1st: 21 March 2011, 2nd: 25 April 2011); Accepted 26 April 2011

2 강원도자연환경연구사업소 연구·교육팀 Research & Education Department, Nature Environment Research Office of Gangwon Province, Hongcheon 250-884, Korea

3 국립공원관리공단 국립공원연구원 정책·조사연구부 Policy & Ecosystem Research Division, National Park Research Institute, Korea National Park, Namwon 590-811, Korea

4 환경부 원주지방환경청 자연환경과 Natural Environment Research Division, Ministry of Environment Republic of Korea, Wonju 220-947, Korea

5 강원대학교 산림환경보호학과 Department of Forest Environment Protection, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

a 이 논문은 강원도자연환경연구사업소 자연자원조사 연구비 및 2008년도 강원대학교 학술연구조성비에 의하여 수행되었음.

* 교신저자 Corresponding author(parky@kangwon.ac.kr)

that specific measures are needed for preservation of mammalian habitats to maintain the species diversity and the number of mammalian individuals.

KEY WORDS: *Peromys volans*, *Prionailurus bengalensis*, *Lutra lutra*, **ENDANGERED SPECIES**

서론

야생동물의 서식지 관리 및 종 복원을 위한 효과적이고 실현가능한 계획을 수립하기 위해서는 장기간 모니터링을 통해 야생동물의 개체군 크기, 지리적 분포, 서식지유형, 멸종위기동물의 현황을 파악해야한다(Bolen and Robinson 1993; U.S Fish & Wildlife Servies, 1999). 장기모니터링은 중요 동물들의 질병감염 가능성과 유해조수들에 의한 경제적 피해 및 토착종 대한 외래종의 위해성 등을 파악하고 해결 및 완화대책을 수립하는데 있어서 기본 자료를 제공한다는 점에서 매우 중요하다(Choudhury, 2002). 더욱이 최근 급속하게 진행되고 있는 기후온난화와 서식지 파괴가 동물상에 미치는 효과를 이해하고 적절한 대책을 수립하는데 있어서 장기모니터링은 중요한 기초자료를 제공할 수 있다.

전 세계적으로도 야생 동물의 서식지는 경제 성장과 개발로 인하여 파괴되고 파편화되어 왔으며, 결과적으로 많은 종류의 야생동물들이 멸종 혹은 멸종위기에 처해 있는 실정이다(Woo and Choi, 2002). 우리나라 또한 1980년대 이후로 급격히 경제성장과 더불어 산림파괴가 지속적으로 진행되어왔으며, 이로 인해 야생동물의 서식지 파괴, 단편화 및 고립화 등이 심각한 수준에 이른 상태이다(Lee and Han, 2002).

우리나라의 경우 이미 장기모니터링에 대한 중요성을 인식하여 1967년부터 전국적으로 야생동물 실태조사를 실시해 오고 있다(Won *et al.*, 2001). 특히 야생동물들에게 중요한 서식장소를 제공하는 산림 서식지의 변형 및 파괴가 일어난 지역에서 장기모니터링을 통하여 종다양성 및 개체군의 변화를 추적하는 것은 위기종의 서식지 복원 및 대체 서식지를 마련하기 위해 필요한 중요한 기초자료를 제공한다.

본 연구는 강원도 춘천시 동산면 봉명리와 홍천군 북방면 성동리에 걸쳐있는 강원도 학술림에 2008년에 설립된 강원도 자연환경연구공원지구와 주변 산림지역을 대상으로 야생동물의 종다양성을 장기모니터링 한 것이다. 자연환경연구공원이 위치하고 있는 강원대학교 학술림 지역은 전체면적 3,058ha가운데 천연활엽수림(2,329ha)과 인공림(696ha)으로 이루어져 있으며, 강원대학교가 지속적으로 관리해온 보호지역으로(Park *et al.*, 1997), 인간의 교란이 없어 야생

동물의 서식환경이 잘 보존되어져 왔다. 그러나 최근 자연환경연구공원의 설립(NEROGP, 1998)과 서울-춘천-양양간 고속도로 건설로 인해(Park, 2004), 야생동물 서식지의 파괴 및 고립화가 가중되고 있다.

1998년부터 조성되기 시작해 2008년에 완공된 자연환경연구공원은 수질환경 및 조류관찰구역, 연구교육구역, 자연관찰연구구역, 탐방모니터링구역 등의 시설을 갖추고 있으며, 단순한 탐방 및 휴양목적 뿐만 아니라 자연생태계에 대한 교육, 자연생태 복원연구 및 생태탐방의 기능을 모두 갖춘 종합생태공원으로 조성되었다. 자연환경연구공원 내에는 수계, 산림 및 인공조성지 등의 다양한 자연생태계가 공존하고 있으며, 각종 식물, 곤충, 양서·파충류, 조류 및 포유류 등의 야생동물이 서로 독립 또는 공생하며 생활하고 있다(Kim, 2008).

1998년 자연환경연구공원을 조성할 때 수행한 타당성 조사에서 양서·파충류 및 조류에 대한 조사는 이루어졌지만, 포유류에 대한 조사는 제외되어 있었다(NEROGP, 1998). 따라서 본 장기모니터링 연구는 자연환경연구공원 내 산림 및 주변 산림지역을 대상으로 육상포유동물의 종다양성과 분포현황을 파악하고, 이들의 장기적인 변화양상을 추적하고자 수행한 것이다. 또한 본 연구를 통해 자연환경연구공원의 조성 및 고속도로 건설이 이 지역의 산림에 서식하고 있는 포유동물의 분포 및 종다양성에 어떠한 영향을 미치고 있는지를 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

강원도 자연환경연구공원은 북위 37°44' 30", 동경 127°49' 00" ~ 127°52' 40" 에 위치하며, 행정구역상 강원도 춘천시 동산면 봉명리와 홍천군 북방면 성동리에 걸쳐있다. 자연환경연구공원의 전체면적은 19.27km²이고, 시설이 설립된 부지 면적은 208,248m²이다(Park, 2005). 자연환경연구공원은 춘천으로부터 약 40km, 호천으로부터 약 23km, 서울로부터 약 115km의 거리에 있으며, 서쪽으로 최고봉인 구질산(750m)이 있고 북쪽으로는 연엽산(850m), 응봉 및 대룡산(899m)으로 연결되어 있다. 간성천은 남쪽으로 흘러 성동저수지와 홍천강을 거쳐 북한강으로 유입된다(Kim, 2008).

2. 조사기간 및 조사지역

야생 포유동물의 종 조사는 2004년~2008년까지 동일한 조사지역을 대상으로 매년 25일의 조사를 수행하였다. 조사 지역은 강원도 자연환경연구공원과 주변 산림지역을 호수 및 주변지역, 인가지역, 산림지역 등 크게 3개 지역(조사구역 I: 호수 및 주변 수변생태계-N 37°44' 56.48" E 127°51' 51.05", 조사구역 II: 인가 및 주변 산림생태계-N 37°45' 27.45" E 127°50' 42.55", 조사구역 III: 산림생태계-N 37°46' 47.1" E 127°50' 32.12")으로 구분하여 조사하였다 (Figure 1).

3. 조사방법

이번 조사는 선조사법(Line transect census)에 따라 직접 조사와 흔적조사를 병행하여 자연환경연구공원에 서식하고 있는 포유류 상에 대한 야생동물의 서식실태에 대한 연구를 실시하였다(Plumptre, 2000). 조사구역별로 등산로,

산림소로, 임도, 능선부 등 보행이 용이한 지역을 조사로로 설정한 후 조사로를 따라 시속 2km의 속도로 보행하며 좌우 25m 이내의 출현하는 야생동물을 육안 관찰하면서, 종 및 개체수를 파악한 후 조사야장에 기록하였으며 실체를 발견하기 어려운 중대형 포유류의 경우 점액질로 덮여있거나 배설한지 일주일 이내의 신선한 배설물만을 선별하여 배설물의 모양과 크기를 측정하여 개체수를 산정하였고 발자국은 앞발과 뒷발이 모두 확인이 가능한 경우에 한하여 발자국의 크기와 앞발과 뒷발의 보폭을 측정하여 개체수를 산정하였다. 배설물을 측정한 주변의 발자국은 동일한 개체로 간주하여 개체수 산정에서 제외하였다.

소형 포유류는 각 조사 지역에 10m×10m의 방형구를 임의 선정하여 20개의 라이브 트랩(Sherman Live Trap, Sherman co. US)을 설치하여 포획조사를 수행한 후에 방사하였다. 청문조사는 멸종위기종에 한정하여 해당지역의 산에 출입이 잦은 약초채취자, 사냥꾼, 산림공무원 그리고 조사지역 인근에 거주하는 주민들을 대상으로 실시하였으며 청문된 개체에 대해서는 개체수 산정에 포함하지 않았다. 포유동물과 멸종위기 종의 확인 및 동정은 각각 전국자연환경조사 포유류조사지침서(MERK, 1997)와 멸종위기 야생동물식물 화보집(MERK, 2005)을 기준으로 수행하였다.

4. 자료의 분석 및 통계처리

종의 우점정도를 파악하기 위한 우점도(dominance)의 도출은 McNaughton's dominance index의 $DI=ni/N$ (N: 총 개체수, ni: 제 I번째 종의 개체수)를 이용하였다(McNaughton, 1967). 확보한 자료의 통계처리는 SPSS패키지(SPSS v12.0)를 이용하여 분석하였다. 두 집단 간 자료들의 유의미한 차이에 대한 신뢰도는 비모수 분석(nonparametric analysis)인 Mann-Whitney U 검정을 통해 산출하였으며, 3집단 이상의 자료들을 비교 분석할 경우에는 Kruskal-Wallis 검정을 통하여 집단들 간 유의미한 차이에 대한 신뢰도를 산출하였다.

결과 및 고찰

1. 포유류 서식현황의 일반적인 특징

2004년부터 2008년까지 4년(2005년 제외)에 걸쳐 수행한 모니터링을 통해서 총 5목 12과 21종의 포유동물들이 강원도 자연환경연구공원 내와 주변 산림지역에 서식하고 있는 것을 밝혀내었다(Table 1). 목별로 살펴보면 상위 포식자인 식육목(Carnivora)에 속하는 너구리(*Nyctereutes procyonoides*), 들개(*Canis familiaris*), 족제비(*Mustela*

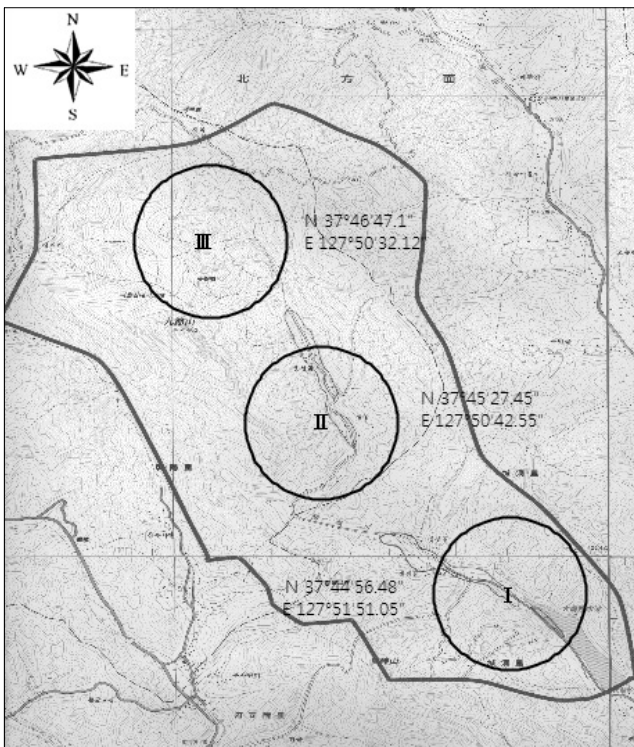


Figure 1. Localities for survey of mammalian diversity in the Nature Environment Research Park (NERP) in Gangwon province (Survey Area I: Seongdong reservoir and surrounding forests, II; Human habitat and surrounding forests, III; Mountain forests)

sibirica), 오소리(*Meles meles*), 수달(*Lutra lutra*), 들고양이(*Felis catus*), 삵(*Prionailurus bengalensis*) 등 7종이 서식하고 있었다. 이들 중 야생들개와 들고양이 등은 거주성이었으나 야생화된 것으로, 특히 야생 들고양이의 경우 유사한 생태학적 행동특성을 지니고 있는 삵의 서식분포에 중요한 영향을 미칠 수 있으므로 이들이 산림 생태계에 미치는 영향을 장기모니터링 할 필요가 있다. 곤충을 섭식하는 식충목(Insectivora)에는 고슴도치(*Erinaceus amurensis*), 두더지(*Mogera wogura*), 맛쥐(*Crocidura lasiura*) 등 3종이 서식하고 있었으며, 우제목(Artiodactyla)으로는 멧돼지(*Sus scrofa*), 염소(*Capra hircus*), 노루(*Capreolus pygargus*), 고라니(*Hydropotes inermis*) 등 4종이 서식하고 있었다. 토끼목(Lagomorpha)에는 멧토끼(*Lepus coreanus*) 단 1종만을 확인했으며, 설치목(Rodentia)에 속하는 종들로는 청설모(*Sciurus vulgaris*), 다람쥐(*Tamias sibiricus*), 하늘다람쥐(*Pteromys volans*), 시궁쥐(*Rattus norvegicus*), 생쥐(*Mus musculus*), 등줄쥐(*Apodemus agrarius*) 등 6종을 확인하였다(Table 1). 특히 다년에 걸친 장기 모니터링 동안 천연기념물 제328호인 하늘다람쥐 및 멸종위기 1급인 수달 등이 서식하고 있는 것을 확인하는 등 그 외에도 다수의 보호종들이 서식하고 있는 것을 발견할 정도로 이 지역의 생태계는 산림지역과 수계 모두 비교적 교란으로부터 안정된 상태를 유지하고 있었다.

2. 조사구역별 종다양성

조사 구역별 포유류의 서식 종수를 비교해 본 결과, 인가 인접 산림구역인 조사구역II에서 서식하고 있는 포유류의 평균종수는 14.25종($\pm 1.5SD$, $n=4$, range=12~15종)으로 수변지역인 조사구역I의 15.5종($\pm 1.73SD$, $n=4$, range=14~18종)과 산림지역인 조사구역III의 15.75종($\pm 1.5SD$, $n=4$, range=15~18종)보다 다소 낮았다(Figure 2). 그러나 통계적으로는 조사구역별 평균종수는 유의미한 차이를 보이지 않았다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2=1.519$, $df=2$, $P>0.05$).

각 조사구역별 개별 서식종들의 분포현황을 살펴보면(Table 1) 식충목인 고슴도치(*Erinaceus amurensis*)는 2006년에 조사구역III에서 관찰된 경우도 있었지만, 주로 조사구역II에서 출현하였다. 맛쥐(*Crocidura lasiura*)는 인가 인접 지역인 조사구역II를 제외한 지역들에서 주로 출현하는 경향을 보였다. 수달(*Lutra lutra*)과 염소(*Capra hircus*)의 경우 수변지역인 조사구역I에서 2006년에만 발견한 후 더 이상 관찰할 수 없었다. 삵(*Prionailurus bengalensis*)과 하늘다람쥐(*Pteromys volans*)의 경우 산림지역인 조사구역III에

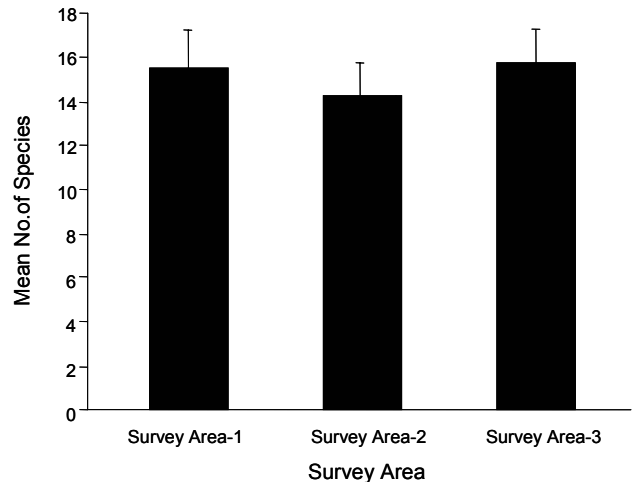


Figure 2. Mean no. of species found in each locality during the survey of 4 years (2004, 2006, 2007 and 2008). Mean no. of species among the survey localities did not differ significantly (Kruskal-Wallis test; $\chi^2=1.519$, $df=2$, $P>0.05$)

서만 출현하였는데, 삵은 2006년도만 관찰되었으며, 하늘다람쥐(*Pteromys volans*)는 조사기간 전년도에 걸쳐 발견하였다. 시궁쥐(*Rattus norvegicus*)는 조사구역III을 제외한 전 지역에서 발견할 수 있었다. 식육목에 속하는 들개(*Canis familiaris*)는 2006년에 전 조사구역에서 관찰한 이후 더 이상 발견할 수 없었다. 그 외 나머지 종들은 전 조사구역에서 빈번하게 출현하였다.

3. 연도별 종다양성

조사지역I, II, III에서 발견한 종들을 모두 합친 총 종수는 2006년에 21종으로 2004년, 2007년, 2008년에 각각 발견한 17종보다 더 높았다(Table 2). 연평균 발견 종수도 2006년에는 16.0종($\pm 3.46SD$, $n=3$, range=12~18)으로, 2004년 14.7종($\pm 0.58SD$, $n=3$, range=14~15)과 2007년 및 2008년의 15종($\pm 0SD$, $n=3$, range=15~15)보다 미세하게 높았다(Table 1, Figure 3). 그러나 조사연별 간 평균 발견종수는 통계적으로는 유의미한 차이가 없었다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2=1.478$, $df=3$, $P>0.05$).

조사연별에 따른 개별 조사구역의 종수를 비교했을 경우 2006년에 조사구역II(SA-2)에서 가장 종수가 적은 12종만 발견한 반면, 같은 해 조사구역I(SA-1)과 조사구역III(SA-3)에서는 상대적으로 많은 18종을 발견하였다(Figure 4). 그 외 2004년, 2007년, 2008년 등 연도별 각 조사구역의 종수는 14종에서 15종으로 비슷했다(Figure 4).

Table 2. The number of mammalian individuals found in each locality during the survey of 2004 to 2008 in Nature Environment Research Park in Gangwon Province

Scientific name	2004			2006			2007			2008									
	Local fauna		Total	Local fauna		Total	Local fauna		Total	Local fauna		Total							
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III							
Insectivora	Erinaceidae	<i>Erinaceus amurensis</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Talpidae	<i>Mogera wogura</i>	10	6	12	28	8	8	10	6	12	28	10	6	12	28	10	6	12
	Soricidae	<i>Crocidura lasiura</i>	0	0	1	1	1	0	1	0	1	2	1	0	1	0	1	0	1
Carnivora	Canidae	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	6	4	4	14	5	4	6	4	2	10	4	4	3	3	2	3	2
		<i>Canis familiaris</i>	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mustelidae	<i>Mustela sibirica</i>	2	2	2	6	2	4	4	10	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		<i>Mustela sibirica</i>	1	1	1	3	1	0	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
		<i>Lutra lutra</i>	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Felidae	<i>Felis catus</i>	8	8	10	26	10	10	10	30	2	3	1	6	3	4	1	8	3
		<i>Prionailurus bengalensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Artiodactyla	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	6	4	6	16	2	0	4	6	2	2	4	8	2	1	4	7	2
	Bovidae	<i>Capra hircus</i>	0	0	0	0	2	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cervidae	<i>Capreolus pygargus</i>	1	2	1	4	2	0	3	5	1	1	2	4	2	1	4	7	2
		<i>Hydropotes inermis</i>	4	5	6	15	4	4	6	14	4	4	2	10	4	4	2	10	4
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus coreanus</i>	6	4	8	18	4	2	4	10	6	4	6	16	5	4	6	15	5
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus vulgaris</i>	16	16	18	50	12	10	12	34	8	6	10	24	8	6	10	24	8
		<i>Tamias sibiricus</i>	16	18	20	54	14	12	16	42	12	0	14	26	12	10	14	36	12
		<i>Pteromys volans</i>	0	0	2	2	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	2	2	0
	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	2	4	0	6	3	4	0	7	2	4	0	6	2	5	0	7	2
		<i>Mus musculus</i>	2	2	1	5	2	2	0	4	2	2	1	5	2	2	1	5	2
		<i>Apodemus agrarius</i>	2	2	2	6	4	1	4	9	4	2	2	8	4	4	2	10	4
	No. of Order		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	No. of Family		9	10	10	11	11	8	12	12	10	10	11	10	10	10	10	11	10
	No. of Species		14	15	15	17	18	12	18	21	15	15	17	15	15	15	17	15	15
	No. of Individuals		82	79	94	255	80	63	88	231	61	52	62	165	61	54	64	179	61

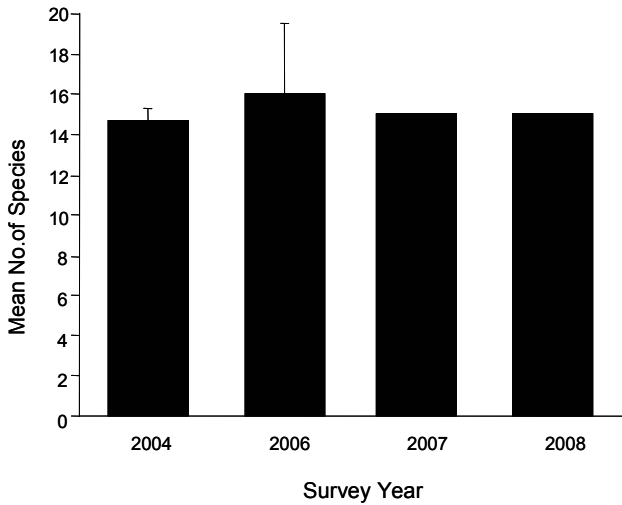


Figure 3. Annual mean no. of species found during the survey of 4 years (2004, 2006, 2007 and 2008). The mean no. of species did not differ significantly among the 4 survey years (Kruskal-Wallis test; $\chi^2=1.478$, $df=3$, $P>0.05$)

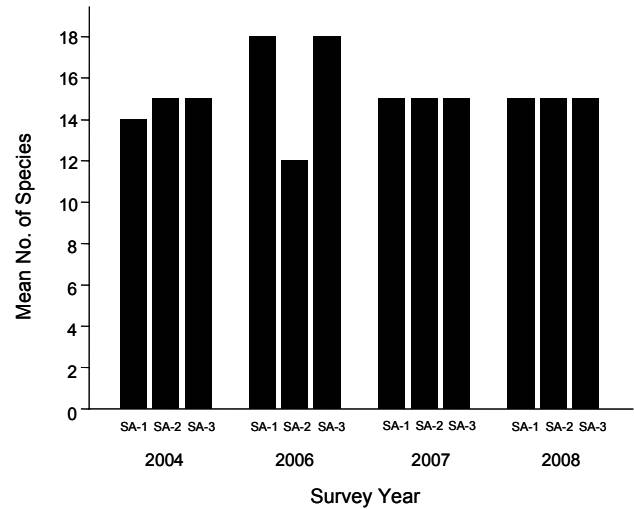


Figure 4. The number of species found in each locality from 2004 to 2008. The SA is the abbreviation of Survey Area.

4. 조사구역별 개체수 풍부도

3개 조사구역 각각에서 발견한 종들의 개체수를 비교분석해 본 결과(Table 2), 4년에 걸친 전조사기간 동안 인가인접지대인 조사구역II에서는 총248개체를 발견하였다. 반면

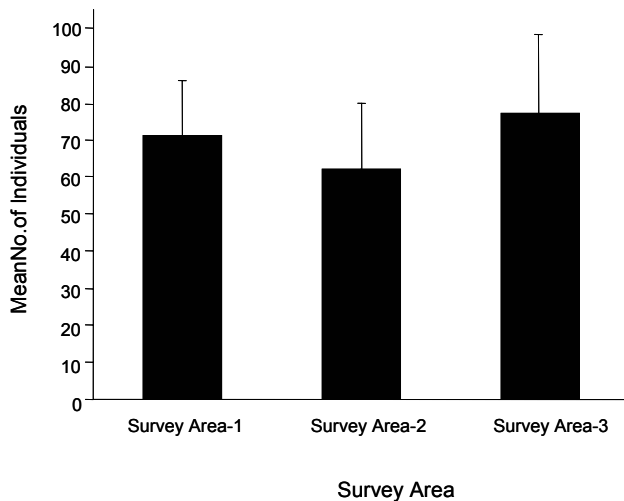


Figure 5. Mean no. of individuals found in each area during the survey of 4 years (2004, 2006, 2007 and 2008). Mean no. of individuals among the survey localities did not differ significantly (Kruskal-Wallis test; $\chi^2=3.126$, $df=2$, $P>0.05$).

에 수변 조사구역I에서는 총284개체를, 산림 조사구역III에서는 총308개체를 발견하였다. 따라서 조사전체년도에 걸쳐 발견한 총 개체수의 풍부도는 산림지역, 수변지역, 인가인접지역 순이었다. 조사구역별 평균 발견 개체수 역시 산림지대인 조사구역III에서는 77개체($\pm 21.2SD$, $n=4$, range=62~94개체), 수변 조사구역I의 경우 71개체($\pm 14.8SD$, $n=4$, range=61~82개체), 그리고 인가인접 조사구역II은 62개체($\pm 17.7SD$, $n=4$, range=52~79개체) 순으로, 조사구역II가 다른 지역보다 연평균 발견개체수가 다소 낮았다 (Figure 5). 그러나 통계적으로 조사구역별 평균 발견 개체수들은 유의미한 차이를 보이지는 않았다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2=3.126$, $df=2$, $P>0.05$).

5. 연도별 개체수 풍부도

조사지역I, II, III에서 출현한 개체들을 모두 합친 총개체수는 2004년에 255개체로 가장 많았으며, 다음으로는 231개체인 2006년도였다. 2007년, 2008년에는 각각 175개체와 179개체로 상대적으로 앞선 조사년도들보다 낮았다 (Table 2; Figure. 6). 연평균 발견 개체수는 2004년에는 85개체($\pm 7.9SD$, $n=3$, range=79-94), 2006년에는 77개체($\pm 12.8SD$, $n=3$, range=63-88)였으며 이 둘간 연평균 개체수는 중요한 차이가 없었다(Mann-Whitney U test; $Z=-0.655$, $P>0.05$). 2007년 및 2008년도 연평균 개체수는 58.3개체($\pm 5.5SD$, $n=3$, range=52-62)와 59.7개체($\pm 5.1SD$, $n=3$, range=54-64)였으며, 이 둘 역시 연평균 개체수는 중요한 차이가 없었다(Mann-Whitney U 검정; $Z=-0.443$,

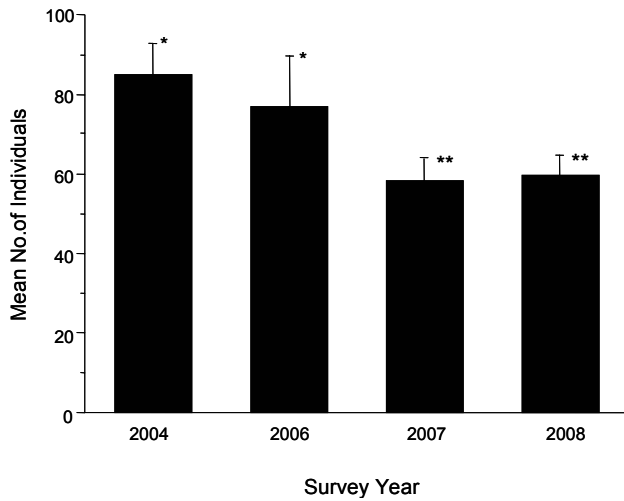


Figure 6. Annual mean no. of individuals found during the survey of 4 years (2004, 2006, 2007 and 2008). The mean no. of individuals did not differ significantly between 2004 and 2006 (Mann-Whitney U test; $Z = -0.655$, $P > 0.05$) and between 2007 and 2008 (Mann-Whitney U test; $Z = -0.443$, $P > 0.05$). There was significant difference between the mean of 2004 and 2006 and that of 2007 and 2008 (Mann-Whitney U test; $Z = -2.727$, $P < 0.05$). In the marks (* and **), same marks indicate no significant difference between the mean values compared.

$P > 0.05$). 그러나 전년도 2집단과 후년도 2집단을 각각 비교했을 때 통계적으로 중요한 차이를 보였다(Figure. 6, Mann-Whitney U 검정; $Z = -2.727$, $P < 0.05$).

조사연도별로 개별 조사구역의 개체수를 비교했을 경우 (Figure. 7), 전체 년도에 걸쳐 조사구역II(SA-2)의 개체수가 다른 조사구역들의 개체수들과 비교해 상대적으로 낮았다. 특히 3개의 조사구역들 간 개체수의 상대적 차이가 2006년에 더 높았다.

전체 년도에 걸쳐 조사구역III에서 가장 많은 개체들이 출현했으며, 다음으로 각각 조사구역I과 II의 순이었다. 2006년과 2007년에 사이 3개의 조사구역 모두에서 개체수 감소가 있었다.

6. 중요 우점종들의 연별, 조사구역별 개체수 풍부도

우점도를 분석한 결과(Table 3), 연평균 우점도 분석에서 중요 우점종들로는 다람쥐, 청설모, 두더지 등이었다. 이들의 연평균 우점도는 각각 $0.1881(\pm 0.0238SD)$, $0.1557(\pm 0.0275SD)$, $0.1371(\pm 0.0305SD)$ 이었으며, 이들 3종이 전체 중에서 차지

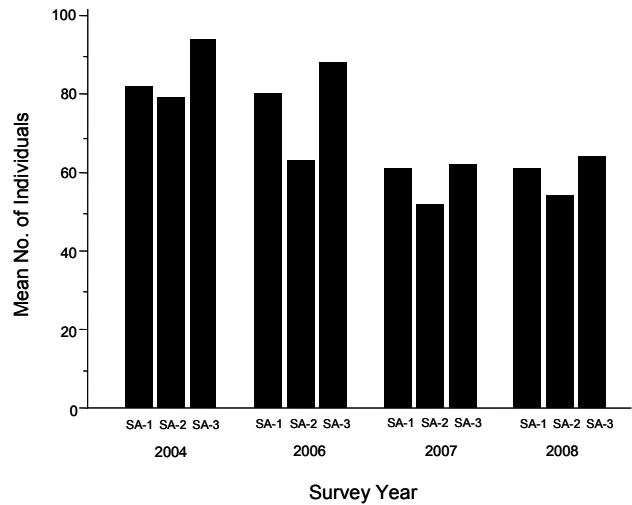


Figure 7. The number of individuals found in each locality from 2004 to 2008. The SA is the abbreviation of Survey Area

하는 우점율은 무려 48%나 되었다. 우점도가 0.005이하의 희소종들로는 고슴도치(0.0050 ± 0.0010), 염소(0.0043 ± 0.0087), 수달(0.0022 ± 0.0043) 등이었으며, 특히 멸종위기 2급인 삼은 우점도가 $0.0011(\pm 0.0022SD)$ 로 가장 희소한 종이였다. 이들 4종이 차지하는 우점율은 단지 1.26%밖에 되지 않았다.

대표적인 우점종들의 조사구역별, 연별 개체수 풍부도를 분석해보면(Table 2), 두더지(M. wogura)의 경우 3개 조사구역을 모두 합친 총개체수는 2006년에 26개체였으며, 나머지 연도들에서는 모두 28개체였다(Table 2). 3개 조사구역 전체의 연평균 개체수는 9.2개체($\pm 2.3SD$, $n=12$, range=6~12개체)였다.

연도별 평균개체수를 분석해 본 결과 2006년에는 평균 8.7개체($\pm 1.2SD$, $n=3$, range=8~10개체)였으며, 2004년, 2007년, 2008년 모두 평균 9.3개체($\pm 3.1SD$, $n=3$, range=6~12개체)로 동일했다. 비록 2004년의 평균 개체수가 다른 년도보다 상대적으로 낮았지만 통계적으로는 유의미한 차이가 없었다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2 = 0.330$, $df=3$, $P > 0.05$).

조사구역별 연평균개체수를 비교해보면 조사구역I의 연평균 개체수는 9.5개체($\pm 1.0SD$, $n=4$, range=8~10개체)였으며, 조사구역II의 연평균 개체수는 6.5개체($\pm 1.0SD$, $n=4$, range=6~8개체), 조사구역III의 연평균 개체수는 11.5개체($\pm 1.0SD$, $n=4$, range=10~12개체)였다. 따라서 두더지의 연평균 개체수 풍부도는 다른 두 조사구역보다 조사구역III에서 가장 풍부한 것을 알 수 있었다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2 = 9.301$, $df=2$, $P < 0.05$).

Table 3. Dominance of mammalian species found in each locality during the survey of 2004 to 2008 in Nature Environment Research Park in Gangwon Province

Family	Scientific name Species	2004				2006				2007				2008				Mean of annual dominances	
		Local fauna			Total fauna	Local fauna			Total fauna	Local fauna			Total fauna	Local fauna			Total fauna	Mean	SD
		I	II	III	Total fauna	I	II	III	Total fauna	I	II	III	Total fauna	I	II	III	Total fauna		
Erinaceidae	<i>E. amurensis</i>	0	0.0127	0	0.0039	0	0	0.0114	0.0043	0	0.0192	0	0.0061	0	0.0185	0	0.0056	0.0050 ± 0.0010	
Talpidae	<i>M. wogura</i>	0.122	0.0759	0.1277	0.1098	0.1	0.127	0.1136	0.1126	0.1639	0.1154	0.1935	0.1697	0.1639	0.1111	0.1875	0.1564	0.1371 ± 0.0305	
Soricidae	<i>C. lasiura</i>	0	0	0.0106	0.0039	0.0125	0	0.0114	0.0087	0.0164	0	0.0161	0.0121	0.0164	0	0.0156	0.0112	0.0090 ± 0.0037	
Canidae	<i>N. procyonoides</i>	0.0732	0.0506	0.0426	0.0549	0.0625	0.0635	0.0682	0.0649	0.0656	0.0769	0.0323	0.0606	0.0492	0.0556	0.0313	0.0447	0.0563 ± 0.0088	
	<i>C. familiaris</i>	0	0	0	0	0.025	0.0317	0.0227	0.026	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0065 ± 0.0130	
Mustelidae	<i>M. sibirica</i>	0.0244	0.0253	0.0213	0.0235	0.025	0.0635	0.0455	0.0433	0.0328	0.0385	0.0323	0.0364	0.0328	0.037	0.0313	0.0335	0.0342 ± 0.0082	
	<i>M. sibirica</i>	0.0122	0.0127	0.0106	0.0118	0.0125	0	0.0114	0.0087	0.0164	0.0192	0.0161	0.0182	0.0164	0.0185	0.0156	0.0168	0.0138 ± 0.0044	
	<i>L. lutra</i>	0	0	0	0	0.025	0	0	0.0087	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0022 ± 0.0043	
Felidae	<i>F. catus</i>	0.0976	0.1013	0.1064	0.102	0.125	0.1587	0.1136	0.1299	0.0328	0.0577	0.0161	0.0364	0.0492	0.0741	0.0156	0.0447	0.0782 ± 0.0451	
	<i>P. bengalensis</i>	0	0	0	0	0	0	0.0114	0.0043	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0011 ± 0.0022	
Suidae	<i>S. scrofa</i>	0.0732	0.0506	0.0638	0.0627	0.025	0	0.0455	0.026	0.0328	0.0385	0.0645	0.0485	0.0328	0.0185	0.0625	0.0391	0.0441 ± 0.0155	
Bovidae	<i>C. hircus</i>	0	0	0	0	0.025	0	0.0227	0.0173	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0043 ± 0.0087	
Cervidae	<i>C. pygargus</i>	0.0122	0.0253	0.0106	0.0157	0.025	0	0.0341	0.0216	0.0164	0.0192	0.0323	0.0242	0.0328	0.0185	0.0625	0.0391	0.0252 ± 0.0100	
	<i>H. inermis</i>	0.0488	0.0633	0.0638	0.0588	0.05	0.0635	0.0682	0.0606	0.0656	0.0769	0.0323	0.0606	0.0656	0.0741	0.0313	0.0559	0.0590 ± 0.0022	
Leporidae	<i>L. coreanus</i>	0.0732	0.0506	0.0851	0.0706	0.05	0.0317	0.0455	0.0433	0.0984	0.0769	0.0968	0.097	0.082	0.0741	0.0938	0.0838	0.0737 ± 0.0229	
Sciuridae	<i>S. vulgaris</i>	0.1951	0.2025	0.1915	0.1961	0.15	0.1587	0.1364	0.1472	0.1311	0.1154	0.1613	0.1455	0.1311	0.1111	0.1563	0.1341	0.1557 ± 0.0275	
	<i>T. sibiricus</i>	0.1951	0.2278	0.2128	0.2118	0.175	0.1905	0.1818	0.1818	0.1967	0	0.2258	0.1576	0.1967	0.1852	0.2188	0.2011	0.1881 ± 0.0238	
	<i>P. volans</i>	0	0	0.0213	0.0078	0	0	0.0114	0.0043	0	0	0.0323	0.0121	0	0	0.0313	0.0112	0.0089 ± 0.0035	
Muridae	<i>R. norvegicus</i>	0.0244	0.0506	0	0.0235	0.0375	0.0635	0	0.0303	0.0328	0.0769	0	0.0364	0.0328	0.0926	0	0.0391	0.0323 ± 0.0069	
	<i>M. musculus</i>	0.0244	0.0253	0.0106	0.0196	0.025	0.0317	0	0.0173	0.0328	0.0385	0.0161	0.0303	0.0328	0.037	0.0156	0.0279	0.0238 ± 0.0063	
	<i>A. agrarius</i>	0.0244	0.0253	0.0213	0.0235	0.05	0.0159	0.0455	0.039	0.0656	0.0385	0.0323	0.0485	0.0656	0.0741	0.0313	0.0559	0.0417 ± 0.0140	

청설모는 3개 조사구역 모두 합친 총개체수는 2004년에 가장 많은 50개체였으며, 나머지 연도들에서는 각각 34개체와 24개체 순이었다(Table 2). 3개 조사구역 전체의 연평균 개체수는 11.0개체($\pm 3.95SD$, $n=12$, $range=6\sim 18$ 개체)였다.

연도별 평균개체수를 분석해 본 결과 2004년에는 평균 16.7개체($\pm 1.2SD$, $n=3$, $range=16\sim 18$ 개체)였으며, 2006년에 평균 11.3개체($\pm 1.2SD$, $n=3$, $range=10\sim 12$ 개체), 2007년과 2008년은 모두 평균 8.0개체($\pm 2.0SD$, $n=3$, $range=6\sim 10$ 개체)로 동일했다. 2004년의 평균 개체수가 다른 년도보다 상대적으로 매우 높았으며 통계적으로도 유의미한 차이가 있었다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2=8.942$, $df=3$, $P<0.05$). 2004년을 제외한 나머지 년도의 평균 개체수는 통계적으로 중요한 차이가 없었다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2=4.531$, $df=3$, $P>0.05$).

조사구역별 연평균 개체수를 비교해보면 조사구역I의 연평균 개체수는 11.0개체($\pm 3.8SD$, $n=4$, $range=8\sim 16$ 개체)였으며, 조사구역II의 연평균 개체수는 9.5개체($\pm 4.7SD$, $n=4$, $range=6\sim 16$ 개체), 조사구역III의 연평균 개체수는 12.5개체($\pm 3.8SD$, $n=4$, $range=10\sim 18$ 개체)로, 조사구역III에서 연평균개체수가 다소 높았지만, 3개 조사구역의 연평균 차이들은 통계적으로 중요한 의미가 없었다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2=1.672$, $df=2$, $P>0.05$).

다람쥐(*T. sibiricus*)는 3개 조사구역 모두 합친 총개체수는 2004년과 2006년에는 각각 54개체와 42개체로 많았지만, 2007년과 2008년에는 26개체와 36개체로 상대적으로 적었다(Table 2). 3개 조사구역 전체의 연평균 개체수는 13.2개체($\pm 5.0SD$, $n=12$, $range=0\sim 20$ 개체)였다. 연도별 평균개체수를 분석해 본 결과, 2004년에 평균 18.0개체($\pm 2.0SD$, $n=3$, $range=16\sim 20$ 개체), 2006년에는 평균 14.0개체($\pm 2.0SD$, $n=3$, $range=12\sim 16$ 개체), 2007년에는 평균 8.7개체($\pm 7.6SD$, $n=3$, $range=0\sim 14$ 개체), 2008년에는 평균 12개체($\pm 2.0SD$, $n=3$, $range=10\sim 14$ 개체)였다. 비록 2007년에 평균 개체수가 다른 년도보다 상대적으로 매우 낮았지만 통계적으로는 유의미한 차이는 없었다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2=7.108$, $df=3$, $P>0.05$).

개별 조사구역별 연평균개체수를 비교해보면 조사구역I의 연평균 개체수는 13.5개체($\pm 1.9SD$, $n=4$, $range=12\sim 16$ 개체)였으며, 조사구역II의 연평균 개체수는 10.0개체($\pm 7.5SD$, $n=4$, $range=0\sim 18$ 개체), 조사구역III의 연평균 개체수는 16.0개체($\pm 2.8SD$, $n=4$, $range=14\sim 20$ 개체)로, 조사구역III에서 연평균개체수가 가장 높았다. 그러나 3개 조사구역의 연평균 차이들이 통계적으로는 중요한 의미를 지니고 있지는 못했다(Kruskal-Wallis 검정; $\chi^2=5.450$, $df=2$, $P>0.05$).

다람쥐과(Sciuridae)에 속하는 다람쥐(*Tamias sibiricus*)와 청설모(*Sciurus vulgaris*)는 일반적으로 강원도 산림에서 비교적 많은 개체수를 유지하고 있다고 알려져 있는데(Lee, 1993), 본 조사에서도 이들은 대표적인 우점종을 점유하고 있는 종들이었다. 이는 자연환경연구공원 및 주변 산림에서 이들이 풍부한 이유는 조사지역의 주요 식생이 이들의 먹이로 이용되는 참나무림과 침엽수림이 주를 이루고 있기 때문인 것으로 사료된다(Won, 1967; Kim, 2008). 다람쥐는 최근에는 우리나라에서 개체수가 수가 급격하게 감소하고 있는 추세지만(Won *et al.*, 2005), 자연환경연구공원 내에서는 조사지역내 최우점 종으로 개체수가 가장 풍부했다. 청설모는 환경부 지정 유해동물로(Won *et al.*, 2002) 개체군 서식밀도를 파악하여 개체수의 조절이 필요할 것으로 판단된다.

들고양이(*Felis catus*)의 경우 2006년까지는 높은 빈도로 출현하다가 이후부터는 출현빈도가 급감했다. 들고양이의 개체수는 전국에서 지속적인 감소를 보이고 있는데 이러한 이유로는 지역적으로 유해동물로 지정되어 지속적인 개체수 조절과 포획에 의한 것으로 사료 된다(Won *et al.*, 2005).

비교적 개체수가 빈약한 종들로는 수달, 삵, 염소 등이었다. 환경부에서 지정한 멸종위기종 1급이면서 우리나라 천연기념물 330호는 수달은 하천생태계의 최상위 포식자이다(MERK, 2005). 본 조사동안 2006년에 조사지역I에서 단 2개체를 각각 확인한 후 추가적인 개체 발견은 없었다(Table 2).

멸종위기종 2급인 삵은 산림시대부터 인가지역까지 넓은 행동권을 가지고 있고 전국적으로 분포하나 지역별로 소수의 개체가 서식하고 있다(MERK, 2002). 본 조사 동안 가장 낮은 연평균 우점도(0.0011 ± 0.0022)를 나타냈으며 2006년에 조사지역III에서 단 1개체를 발견한 후 추가적인 개체의 발견은 없었다.

또한 천연기념물 제 328호이자 멸종위기종 2급인 하늘다람쥐 경우, 1967년에 강원대학교 학술림의 잣나무의 혼효림 혹은 순수 침엽수림에서 하늘다람쥐가 서식하고 있다고 알려진 이래(Won, 1967), 그 서식 유무가 불분명하였는데 이번 조사과정에서 비록 낮은 우점율(0.0089 ± 0.0035)을 점유하고는 있지만 조사구역III에서 지속적으로 관찰하였다(Table 1과 2).

인용문헌

- Bolen, E.G. and W.L. Robinson(1995) Wildlife ecology and management. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
Brown, R.W., M.J. Lawrence and J. Pope(1993) Animals Tracks, Trail & Signs. Hamlyn guide, London.

- Choudhury, A.(2002) Distribution and conservation of the Gaur Bos Gaurus in the Indian Subcontinent. *Mamm. Review* 32: 141-173.
- Huijser, M.P.(2000) Life on the edge: hedgehog traffic victim and mitigation strategies in an anthropogenic landscape. *Ponsen & Looijen bv. Wageningen*, 165pp.
- Jo, J.H.(2007) Mammalia in natural resource survey In Nature Environment Research Park. NEROGP (Nature Environment Research Office of Gangwon Province), Gangwon, Korea, 182pp. (in Korean)
- Kim, Y.H.(2008) Mammalia in natural resource survey In Nature Environment Research Park. NEROGP (Nature Environment Research Office of Gangwon Province), Gangwon, Korea, 227pp. (in Korean)
- Lee, C.I.(1993) A primary study on the distribution density of mammals in Kangwon-do, Korea. *Dongkuk Papers* 12: 19-78.
- Lee, K.J. and B.H. Han(2002) Planting Plan of Ecological Corridor at Destroyed Mountain Area as a Result of Road Construction. *Kor. J. Env. Eco.*, 16: 321-337. (in Korean with English abstract)
- McNaughton, S.J.(1967) Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature* 216: 144-168.
- MERK(Ministry of Environment Republic of Korea)(2005) Illustrated magazine of endangered wildlife&Plant. Gyeonggi, Korea, 247pp. (in Korean)
- MERK(Ministry of Environment Republic of Korea)(1997) Mammalia guidebook for natural resource survey in the whole nation, Gyeonggi, Korea, pp. 88-112. (in Korean)
- NEROGP(Nature Environment Research Office of Gangwon Province) (1998) The feasibility study and master plan for Nature Environment Research Park in Gangwon province. Gangwon, Korea, 519pp. (in Korean)
- Park W.G, K.J. Yeom and S.J. Park(1997) A Study on the Flora of Mt. Yeonyeob and Mt. Gujeol in the Experiment Forests of Kangwon National University. *Jour. Korean For. Soc.* 86: 1-27.
- Park, G.D.(2004) Mammalia in natural resource survey In Nature Environment Research Park. NEROGP (Nature Environment Research Office of Gangwon Province), Gangwon, Korea, 286pp. (in Korean)
- Park, G.D.(2005) Mammalia in natural resource survey In Nature Environment Research Park. NEROGP (Nature Environment Research Office of Gangwon Province), Gangwon, Korea, 173pp. (in Korean)
- Park, G.D.(2006) Mammalia in natural resource survey In Nature Environment Research Park. NEROGP (Nature Environment Research Office of Gangwon Province), Gangwon, Korea, 221pp. (in Korean)
- Plumptre, A.J.(2000) Monitoring mammal populations with line transect techniques in african forests. *J. Appl. Ecol.* 37: 356-368.
- Rhim, S.J., J.Y. Lee, M.J. Kim, S.J. Park, E.J. Lee and W.S. Lee(2007) Differences in Small Rodent Populations between Forest and Forest Road Areas. *Jour. Korean For. Soc.* 90: 245-250. (in Korean with English abstract)
- US Fish & Wildlife Service(1999) Mammal species of the world. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Won, C.M., B.H. Yoo, B.G. Yang, J.K. RA, J.C. Jeong and H.S. Ko(2001) Wildlife Survey. NIER (National Institute of Environmental Research), Incheon, Korea, 91pp. (in Korean)
- Won, C.M., B.H. Yoo, B.G. Yang, W.M. Kim, J.S. Moon, K.H. Oh and M.H. Lee(2005) Wildlife Survey. NIER (National Institute of Environmental Research), Incheon, Korea, 135pp. (in Korean)
- Won, P.H.(1967) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea. Vol. 7 Mammals, Department of Education, Republic of Korea, 659pp. (in Korean)
- Woo, H.J. and C.I. Choi(2002) Mammalian Fauna in the Dong River Valley, Korea. *Korea J. Limnol.* 35: 331-336. (in Korean with English abstract)