

# 멸종위기종인 하늘다람쥐 서식특성에 관한 기초적 연구<sup>1</sup>

조해진<sup>2,3</sup> · 김달호<sup>2,3</sup> · 강태한<sup>2</sup> · 김인규<sup>2</sup> · 이준우<sup>4\*</sup>

## Basic Research on the Habitat Characteristics of Endangered Species *Pteromys volans*<sup>1</sup>

Hae-Jin Cho<sup>2,3</sup>, Dal-Ho Kim<sup>2,3</sup>, Tae-Han Kang<sup>2</sup>, In-Kyu Kim<sup>2</sup>, Joon-Woo Lee<sup>4\*</sup>

### 요약

본 연구는 2009년 3월부터 6월까지 강원도 원주시 신림면 구학리 지역에서 하늘다람쥐 둥지 및 배설물 흔적을 조사하였다. 조사지역 내의 하늘다람쥐의 흔적은 총 30개소에서 확인되었으며, 이 중 둥지가 15개소, 배설물 흔적이 15개소였다. 이 중 둥지 이용이 직접 확인된 개체는 총 3개체로 나무 구멍 둥지 1개소에서 1쌍의 하늘다람쥐를 확인할 수 있었으며, 소나무에 만들어진 나무 위 둥지에서 1개체를 확인할 수 있었다. 하늘다람쥐가 이용한 둥지의 수종은 일본잎갈나무를 주로 이용하였으며, 소나무, 물박달나무, 매죽나무, 층층나무, 고로쇠나무를 선호하는 것으로 나타났다. 배설지로 이용하는 수종은 산벚나무, 층층나무, 졸참나무, 단풍나무, 신갈나무, 물박달나무 등으로 확인되었다. 둥지는 주로 조림지 내의 침엽수 계통을 주로 이용하며, 배설지는 주로 활엽수에서 확인되었다.

주요어: 선호수목, 영소목, 배설수목

### ABSTRACT

We studied the habitat sites of Siberian flying squirrel in Guhak-ri, Sillim-myeon, Wonju-si, Gangwon-do from March to April in 2009. We were found total 30 points of inhabitation trace types; nests 15 points (Tree nest types were 13 points, used Tree hole types hole types were 2 points) and droppings 15 points. We observed 3 individuals of Siberian flying squirrels and founded that 2 individuals of them used tree holes, and another individual used tree nest which were located in branches of *Pinus densiflora*. Most utilized nest trees of Siberian flying squirrel were *Larix leptolepis*, and also used *Pinus densiflora*, *Betula davurica*, *Styrax japonica*, *Cornus controversa*, *Acer mono*. Droppings trees were *Prunus sargentii*, *Cornus controversa*, *Quercus xmcormickii*, *Acer palmatum*, *Acer palmatum*, *Betula davurica*. Through the observation, we defined that flying squirrels mainly used Conifer trees as nest sites, and deciduous trees as droppings.

**KEY WORDS: PREFERENCE TREE, NEST TREE, DROPPINGS TREE**

1 접수 2013년 4월 17일, 수정(1차: 2013년 6월 14일, 2차: 2013년 10월 10일), 게재확정 2013년 10월 11일

Received 17 April 2013; Revised (1st: 14 June 2013, 2nd: 10 October 2013); Accepted 11 October 2013

2 한국환경생태연구소 Korea Institute of Environmental Ecology, Daejeon 305-509, Korea (spoonbill@kienv.co.kr)

3 전북대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Chonbuk National University, Jeonju 570-752, Korea

4 충남대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

\* 교신저자 Corresponding author: jwlee@cnu.ac.kr

## 서론

국내에 서식하는 하늘다람쥐는 구대륙에 서식하는 *Pteromys* 속에 해당하며, 국제적으로 2종(*P. volans*, *P. momonga*)이 기록되어 있다. 그 중 국내에 서식하는 종은 *P. volans*로서 핀란드, 발틱해에서 동시베리아, 사할린, 일본의 홋카이도 등지까지 서식하는 것으로 알려져 있다(Nowak, 1999).

남한지역에서는 1968년에 처음으로 하늘다람쥐의 번식 및 서식이 확인되었으며(Won, 1968; Nowak, 1999), 그 이후 중부 이북 지역을 중심으로 하늘다람쥐의 서식이 확인되고 있다(Yoon *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2011; Park *et al.*, 2012).

국내에서 하늘다람쥐는 환경부 지정 멸종위기 야생동물 II 급이며, 문화재청 지정 천연기념물 제328호로 지정·보호되고 있다(Won, 1967; Ministry of Environment, 2005a; b; Cultural Heritage Administration, 2009). 주로 산림 내부에 서식하는 야행성이라는 종의 특성으로 인해 생태조사에 어려움이 있어, 하늘다람쥐에 대한 연구는 대부분 유전학적인 연구만 진행되어 왔다(Lee, 2009; Kwak, 2009). 때문에 국내 하늘다람쥐에 대한 서식지 특성이나 관리방안에 관한 연구는 전무한 실정이며, 일반적인 환경 조사 시 확인된 하늘다람쥐의 관찰 유무만 기록되어 있을 뿐이다(Yoon *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2011; Park *et al.*, 2012).

하늘다람쥐의 행동권은 최소 2.2ha(Korea Water Resources Corporation, 2005)에서 최대 59.9ha(Hanski *et al.*, 2000; Taulman and Smith, 2004)로 매우 협소한 행동권을 가지고 있으며, 주변 환경의 영향을 크게 받아 환경 변화에 취약한 종으로(Hanski *et al.*, 2000), IUCN과 Nowak(1999)은 서식지 축소와 무분별한 사냥에 따른 지속적인 개체수 감소를 경고하고 있다. 하늘다람쥐의 서식지 손실 유무는 종의 생존을 위해서는 매우 중요한 요소이고(Hurme *et al.*, 2005), 타 종과 마찬가지로 하늘다람쥐의 생존에 있어 서식지 및 둥지 확보는 생존을 위한 필수 요소 중 하나이다. 하늘다람쥐는 산림 내부에 주로 서식하는 종으로 현재 산간지역에서 진행되고 있는 벌채, 도로 및 임도개설, 골프장 및 리조트 건설 등 개발행위는 하늘다람쥐의 서식에 큰 영향을 끼칠 수 있다.

따라서 본 연구는 국내에서 연구가 미비한 하늘다람쥐의 이용수종의 특성을 분석하여 향후 하늘다람쥐 복원 및 서식지역의 보호관리방안 수립 시 기초자료를 제공하고자 본 연구를 수행하였다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지

조사지역은 하늘다람쥐의 서식이 확인된 강원도 원주시 신림면 구학리 일대로 면적은 약 860,000m<sup>2</sup>이다. 대상지는 대부분 북향의 산지로 해발고는 450~600m 사이에 위치하고 있으며, 일본잎갈나무 조림지가 대부분을 차지하고 있다. 조사대상지 북쪽 경계 근처에 잣나무 조림지가, 남쪽 경계는 중심으로 낙엽활엽수혼효림(자연림)이 자리하고 있는 지역이다(Figure 1).

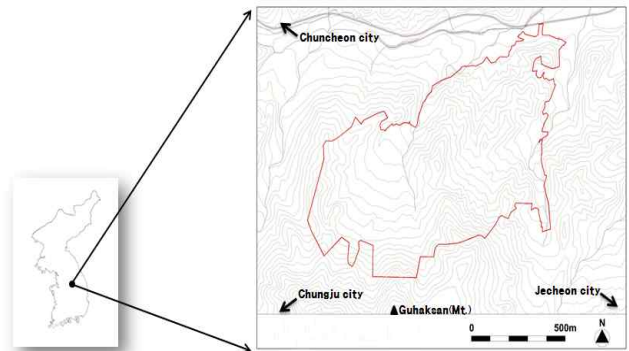


Figure 1. Topography and survey boundary map of the study area

### 2. 조사방법

하늘다람쥐의 서식지 확인 및 수종 조사는 2010년에 총 6회 조사를 실시하였으며, 하늘다람쥐의 육추기간으로 가장 활동이 많은 시기인 3월에서 5월 사이 조사를 수행하였다.

현지 조사는 서식실태 파악을 위하여 조사대상지의 산림 능선 및 계곡을 따라 도보로 이동하면서 하늘다람쥐의 배설물이나 둥지, 기타 흔적 등을 관찰하는 조사를 실시하였다. 하늘다람쥐 흔적이 확인된 나무는 둥지와 배설물 흔적으로 구분하였으며, 수종, 수고(m), 흉고직경(DBH)을 기록하였다. 둥지의 경우 지상에서 둥지까지의 높이(m)를 기록하였다.

둥지높이와 수고, 흉고직경(DBH)과의 상관성을 확인하기 위해 SPSS(Version.18.0 KO)프로그램을 사용하여 상관분석(Pearson correlation analysis)을 실시하였으며, 둥지를 만든 침엽수와 활엽수의 수고, DBH 및 둥지 높이와의 유의성 검증을 위해 Mann-Whitney U-test(Zar, 1984)를 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 하늘다람쥐의 서식확인 결과

하늘다람쥐 서식흔적은 총 30개소에서 확인되었으며, 그

중 동지는 15개소, 배설물 흔적은 15개소에서 확인되었다. 동지의 경우 나무구멍을 이용한 형태가 2개소, 나무 위 동지를 만든 곳이 13개소였다. 이 중 동지 이용이 직접 확인된 개체는 총 3개체로 나무구멍 1개소에서 1쌍의 하늘다람쥐를 확인할 수 있었으며, 소나무 동지에 만들어진 나무 위 동지에서 1개체를 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 동지 중 86.7%가 나무 위 동지였으며 13.3%가 나무구멍을 이용하였다. 일본의 경우 60% 이상이 구멍형태의 동지를 이용하고, 36%가 나무 위 동지 이용하는 것으로 보고하여 국내와 차이를 보였다. 일본에서는 이러한 차이를 계절에 따른 보온성과 기생충 증가 및 포식자로 부터의 회피에 기인한다고 보고하였으며, 따라서 국내와 국외의 서식지 환경차이 및 기온 등으로 동지 선호 형태가 다른 것으로 판단된다(Asari, 2008; Asari *et al.*, 2009).

하늘다람쥐는 일반적으로 계절에 따라 2~7개의 동지를 빈번하게 이동하며 이용하는 것으로 보고되어 있으며(Hanski *et al.*, 2000; Asari, 2008), 이를 토대로 15개의

동지가 확인된 본 조사지에는 최소 2쌍 이상의 하늘다람쥐가 서식하고 있을 것으로 판단된다(Table 1).

## 2. 하늘다람쥐의 이용수종

### 1) 동지 이용 수종

하늘다람쥐가 동지로 이용한 수목은 전체 6종이었으며, 그 중 나무구멍 형태의 동지는 2종(층층나무, 물박달나무), 나무 위 동지는 5종(일본잎갈나무, 소나무, 매죽나무, 층층나무, 고로쇠나무)이 확인되었다.

동지로 이용된 영소목의 평균 수고는  $14.9 \pm 5.5$ m(Mean $\pm$ SD), 흉고직경(DBH)은  $28.8 \pm 17.0$ cm였고, 지상에서 동지까지의 평균 높이는  $10.7 \pm 4.5$ m였다. 가장 많은 동지를 튼 일본잎갈나무는 평균수고  $17.1 \pm 3.9$ m, 흉고직경(DBH)은  $30.3 \pm 4.5$ cm, 동지까지의 평균높이는  $11.8 \pm 5.0$ m였다. 침엽수에 동지를 튼 경우 영소목은 평균수고  $17.7 \pm 3.6$ m, 흉고직경(DBH)  $36.2 \pm 16.2$ cm, 동지까지의 평균높이는  $11.8 \pm 4.4$ m였으며, 활엽수에 동지를 튼 경우 영소목은 평균수고  $9.4 \pm 4.6$ m, 흉고직경(DBH)  $14.0 \pm 4.0$ cm, 동지까지의 평균높이는  $8.2 \pm 4.1$ m였다(Table 2).

영소목의 수고와 동지의 위치는 양의 상관관계를 보였으며( $r=0.659$ ,  $p<0.05$ ), 동지높이와 흉고직경(DBH)은 서로 무관하였다( $r=0.267$ ,  $p>0.05$ ; Table 3, Figure 2). 영소목을 침엽수와 활엽수로 구분하여 분석한 결과 동지높이와의 유

Table 1. Inhabitation trace types by *Pteromys volans* on study area

Inhabitation trace type		Number of point
Nest	Tree hole types	2
	Tree nest types	13
Droppings point		15
Total		30

Table 2. Measurements of nest tree in study area

Tree type	Species name	Measurement of nest tree				
		Type*	No.	Height (m)	DBH (cm)	Height of nest (m)
Coniferous	<i>Larix leptolepis</i>	T	8	$17.1 \pm 3.9$	$30.3 \pm 4.5$	$11.8 \pm 5.0$
	<i>Pinus densiflora</i>	T	2	20.0	$60.0 \pm 28.3$	12.0
	Mean $\pm$ SD		10	$17.7 \pm 3.6$	$36.2 \pm 16.2$	$11.8 \pm 4.4$
Deciduous	<i>Betula davurica</i>	H	1	12.0	12.0	10.0
	<i>Cornus controversa</i>	H	1	5.0	12.0	4.0
	<i>Styrax japonica</i>	T	1	4.0	10.0	4.0
	<i>Cornus controversa</i>	T	1	12.0	20.0	12.0
	<i>Acer mono</i>	T	1	14.0	16.0	12.0
	Mean $\pm$ SD		5	$9.4 \pm 4.6$	$14.0 \pm 4.0$	$8.2 \pm 4.1$
Mean $\pm$ SD			15	$14.9 \pm 5.5$	$28.8 \pm 17.0$	$10.7 \pm 4.5$

\* T: Tree nest type, H: Tree hole types

Table 3. Correlation coefficients between nest tree factors and height of nest

Environmental factors	Mean (n = 15)	SD	Range	Statistics (Height of nest)	
				r	p value
Height (m)	14.9	$\pm 5.5$	5-26	0.728*	0.020
DBH (cm)	28.8	$\pm 17.0$	12-80	0.267	0.337

\* Pearson's correlation r:  $p<0.01$

의적 차는 없었다( $r=0.371$ ,  $p>0.05$ ).

이 결과는 하늘다람쥐의 경우 영소목의 수목타입별 수고, 흉고직경(DBH)에 있어 선택성을 확인할 수 없다는 일본의 사례와 일치하였다(Suzuki *et al.*, 2011). 따라서 본 조사 결과 하늘다람쥐 등지 높이는 수고에 따라 다소 높아지며, 흉고직경(DBH)과 수목타입과는 관련이 없는 것으로 확인되었다. 다만 본 조사의 결과를 일반화하기 위해서는 다양한 지역에서 추가 조사가 필요할 것으로 사료된다.

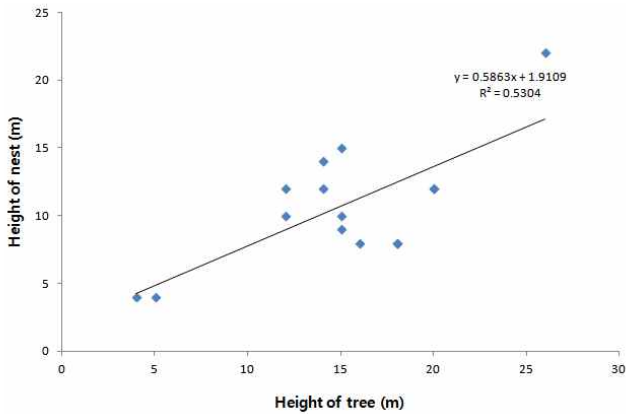


Figure 2. Correlation coefficients between nest tree and height of nest

2) 배설지 수종

조사지역에서 배설물 흔적이 확인된 지점은 전체 15개소였다. 배설물이 관찰된 수종은 7종으로 침엽수 1종(소나무), 활엽수 6종(산벚나무, 층층나무, 졸참나무, 단풍나무, 신갈나무, 물박달나무)이었다(Table 4). 가장 높은 빈도로 확인된 수종은 산벚나무(8개소)였고, 다음으로 층층나무(2개소)의 순이었다.

조사지역에서 배설물 흔적이 확인된 수종의 평균수고는

16.2±3.0m이었으며, 흉고직경(DBH)은 21.6±7.6cm였다. 가장 많은 배설지로 확인된 산벚나무의 평균수고는 14.8±3.0m이며, 흉고직경(DBH)은 19.0±3.5cm였다. 배설물 흔적이 확인된 기타수종은 평균수고 17.9±2.2m, 흉고직경(DBH) 24.6±10.0cm였다(Table 4).

3) 종합고찰

하늘다람쥐가 이용한 수종은 총 10종이었으며, 그 중 침엽수는 2종(일본잎갈나무, 소나무), 활엽수는 8종(때죽나무, 층층나무, 고로쇠나무, 산벚나무, 졸참나무, 단풍나무, 물박달나무, 신갈나무)이었다. 하늘다람쥐 영소목은 침엽수(66.7%)를 주로 이용하며, 주배설지는 활엽수(93.3%)를 이용하였다(Table 5). 이 결과는 하늘다람쥐가 잣나무, 일본잎갈나무 등이 우점하는 침엽-낙엽수혼효림에 주로 서식한다는 기존 문헌과 일치하였다(Reunanen *et al.*, 2000; Selonen and Hanski, 2003).

Table 5. Rate of using type between nest tree and droppings tree

Type	Nest tree(%)	Droppings tree(%)
Coniferous	66.7	6.7
Deciduous	33.3	93.3

삼나무나 일본잎갈나무와 같은 침엽수의 경우 하늘다람쥐의 겨울철 먹이원으로 이용 가능하고, 특히 조림지의 경우 수목 간격이 조밀하여 활공거리가 짧아 맹금류와 같은 천적으로부터 자신을 보호할 수 있는 방어적 측면이 크기 때문에 하늘다람쥐가 영소목으로 주로 선호한다고 보고된 바 있다(Hurme, 2005; Asari, 2008; Suzuki *et al.*, 2011). 이러한 결과는 주로 일본잎갈나무 조림지를 등지터로 이용한 본 조사 결과와도 일치하였다.

Table 4. Measurements of droppings tree on study area

Species name	Measurement of droppings tree		
	No.	Height (m)	DBH (cm)
Coniferous			
<i>Pinus densiflora</i>	1	18.0	32.0
Deciduous			
<i>Betula davurica</i>	1	18.0	30.0
<i>Cornus controversa</i>	2	16.5 ± 2.1	21.0 ± 4.2
<i>Prunus sargentii</i>	8	14.8 ± 3.0	19.0 ± 3.5
<i>Quercus xmccormickii</i>	1	18.0	16.0
<i>Quercus mongolica</i>	1	22.0	40.0
<i>Acer palmatum</i>	1	16.0	12.0
Mean ± SD	15	16.2 ± 3.0	21.6 ± 7.6

일본의 경우 채식이 확인된 먹이원 수종으로 10종의 활엽수와 3종의 침엽수를 보고하였으며, 서식하는 지역에 따라서 이용 수종에 다소 차이가 있으나, 봄과 가을의 경우 활엽수의 열매 등을 주 먹이원으로 선호한다고 하였다(Asari *et al.*, 2009). 본 조사지에서 확인된 배설지 수목도 이와 관련이 높을 것으로 판단된다. 특히 수유 등을 위해 봄철에 영양가가 높은 화분과 새순, 종자류를 채식하는 하늘다람쥐의 식이 습성상 산벚나무 등은 번식기에 주 먹이원으로 이용될 가능성이 매우 높다(Suzuki *et al.*, 2011).

하늘다람쥐는 행동권이 좁고 서식지 변화에 민감하기 때문에 서식지에 훼손이 있을 시 그에 따른 방안 제시가 반드시 필요하다(Reunanen *et al.*, 2000; Selonen and Hanski, 2003). 하늘다람쥐의 서식공간을 훼손할 경우 최소한의 행동권 및 먹이 가용자원의 양과 분포를 고려한 설계가 필요하며, 본 조사에서 확인된 결과와 같이 등지터를 확보할 수 있는 침엽수림과 주변으로 채식 가능한 활엽수 등을 분산 식재하여 서식공간을 확보 해주는 방안이 필요하다. 또한 활공을 통해 이동하는 하늘다람쥐의 특성을 고려하여 숲의 분단화를 최소화하고 이동 경로가 되는 수목과 숲을 유지시킬 수 있는 관리방안 수립이 필요할 것으로 판단된다(www.iucnredlist.org).

하늘다람쥐는 야행성이며 협소한 지역에 국한적으로 서식하는 종 특성을 가진 야생동물로 전반적인 생태를 파악하는 것은 매우 어렵다. 때문에 국내에는 이러한 하늘다람쥐의 생태적 특성에 관한 연구를 비롯한 이용수종에 관한 연구는 전무한 상황이다. 본 연구는 비록 단기간에 협소한 지역을 연구한 자료이나 하늘다람쥐 서식지의 등지 및 선호수종의 특성을 파악하여 서식지 설계를 위한 기초적인 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 보다 다양한 서식지를 대상으로 한 조사·분석 및 장기간에 걸친 정밀한 조사가 필요할 것으로 사료된다.

## LITERATURE CITED

- Asari, Y.(2008) Biology and Conservation of the Siberian Flying Squirrel in Small Woods. Ph. D. thesis, Univ. of Iwate, Japan, 89pp.
- Asari, Y., S. Toujyo, H. Yanagawa(2009) Study on the conservation countermeasure for the Siberian flying squirrel based on the ecological. Proceedings of the 7th Annual Meeting of the Symposium on Wild Life and Traffic, Sapporo, Japan, February 22, pp. 67-72.
- Cultural Heritage Administration(2009) Overview of Korean Natural Heritage: Animal. Kumgang Printing House, pp. 36-37.
- Hanski, I.K., P. Stevens, P. Ihalempia and V. Selonen(2000) Home-range size, movements, and nest-site use in the siberian flying squirrel, *Pteromys volans*, Journal of Mammalogy 81(3):798-809.
- Hurme, E., M. Mönkkönen, A. Nikula, V. Nivala, P. Reunanen, T. Heikkinen and M. Ukkola(2005) Building and evaluating predictive occupancy models for the Siberian flying squirrel using forest planning data. Forest Ecology Management 216: 241-256.
- Korea Water Resources Corporation(2005) Guideline for Inhabiting Environment Design for Wild Animal. K-water, 212pp. (in Korean)
- Kwak, M.J.(2009) Complete Mitochondrial Genome of the Eurasian Flying Squirrel *Pteromys volans* (Mammalia, Rodentia, Sciuridae). Master's thesis, Univ. of Kyungpook, Daegu, Korea, 40pp. (in Korean)
- Lee, Y.O., B.K. Lee, K.H. Suk, C.H. Bae, K.H. Kim and J.W. Cho(2011) A survey of the distribution of mammals in Woraksan National Park. Proceedings of the 21th Annual Meeting of the Korean Society of Environment and Ecology, Daegu, April, pp. 72-75. (in Korean)
- Lee, M.Y.(2009) Phylogeography and Population Genetic Structure of Siberian Flying Squirrels, Eurasian Red Squirrels, and Siberian Chipmunks from Northern Eurasia. Ph. D. thesis, Univ. of Seoul, Seoul, Korea, 186pp. (in Korean)
- Ministry of Environment(2005a) Announcement of Ministry of Environment. (in Korean)
- Ministry of Environment(2005b) Picture Book of Endangered Wild Animals and Plants. Ministry of Environment. 78pp. (in Korean)
- Nowak, R.M.(1999) Walker's Mammals of the World. The Johns Hopkins University Press Baltimore and London, pp. 1297-1302.
- Park, I.C., H.W. Lee and J.T. Kim(2012) Analysis of the wildlife distress and rescue of wild animal mammals in Gangwon province. Korean Journal of Veterinary service 35(1) : 33-37. (in Korean)
- Reunanen, P., T. Heikkinen and M. Ukkola(2000) Managing boreal forest landscapes for flying squirrels. Conservation Biology 14(1): 218-226.
- Selonen, V. and I.K. Hanski(2003) Movements of the flying squirrel *Pteromys volans* in corridors and in matrix habitat. Ecography 26: 641-651.
- Suzuki, K., T. Shimamoto, Y. Takizawa, H. Kamigaichi, M. Ando and H. Yanagawa(2011) Nest site characteristics of *Pteromys momonga* in the Tanzawa Mountains. Journal of the Mammalogical Society of Japan 51(1) : 65-69.
- Taulman, J.F. and K.G. Smith(2004) Home range and habitat selection of southern flying squirrels in fragmented forests. Mammalian. Biology, 69 :11-27.
- Won, P.H.(1967) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of

- Korea, Vol. 7 Mammals. Ministry of Education, Seoul, pp. 180-187. (in Korean)
- Won, P.H.(1968) Notes on the firsting propagating record of the palaeartic flying squirrel, *Pteromys volans aluco* (Thomas) from Korea. Journal of The Mammalogical Society of Japan 4: 40-43.
- Yoon, S.I., M.C. Gye and H.S. Lee(2007) Mammalian fauna in DMZ area. Korean Journal Environment Biology 25(3): 215-222. (in Korean with English abstract)
- Zar, J.H.(1984) Biostatistical Analysis. Prentce-Hall Inc., Engalwood Cliffs, 718pp.
- <http://www.iucnredlist.org>