

연구논문

## 하늘다람쥐(*Pteromys volans*) 배설습성과 조사기법 개선방안 연구

우동걸\* · 최태영\* · 이상규\*\* · 이정옥\*\*\*

국립환경과학원 자연자원연구과\*, 한국야생동물생태연구소\*\*, 지리산숲길\*\*\*  
(2013년 8월 30일 접수, 2013년 10월 10일 승인)

### A Study on Dropping Behavior and Survey Improvement Methods for Siberian Flying Squirrel(*Pteromys volans*)

Woo, Donggul\* · Choi, Taeyoung\* · Lee, Sanggyu\*\* · Ha, Jeongok\*\*\*

National Institute of Environmental Research\*, Korea Wildlife Ecology Institute\*\*, Jirisan Trail\*\*\*  
(Manuscript received 30 August 2013; accepted 10 October 2013)

### Abstract

To identify the characteristics of the dropping habits and to provide improved methods for sign survey of Siberian flying squirrels *Pteromys volans*, an investigation was carried out in Jirisan National Park from April 2012 to May 2013. The latrines of study area were checked once a month and the characteristics of dropping behavior were camera trapped. The feces of Siberian flying squirrel were found on the point which tree forked, mostly from November to May. The squirrel actively presents in forked tree mainly on the September to April. The Siberian flying squirrel is found to be a typical nocturnal animal as it actively move between 6p.m. to 7a.m.. The study found that squirrel does feeding and dropping in the winter time on forked tree. On the point which tree forked could be a good place for the squirrel to hide from their predator when there is no leaf on the tree. Conducting the sign survey is advisable from November to May, as well as with the careful approach to the animals. As Siberian flying squirrel is an endangered species, adjusting the survey period is mandatory, especially when doing environmental impact assessment and a research on its dwelling areas.

Keywords : Sign survey, Camera trapping, Latrine, Activity pattern, Environmental Impact Assessment

## I. 서론

환경영향평가는 생물다양성의 지속가능한 이용과 보전을 위한 중요한 정책수단이다. 우리나라의 환경영향평가제도는 1977년 환경보전법을 통하여 처음으로 도입되었으며, 환경에 미칠 생물학적, 물리적 영향을 미리 예측 평가를 실시하고 있다(한상운, 2009). 환경영향평가에서 동식물상 항목의 평가방법이 전반적으로 발전하고 있으나, 멸종위기종 등 보호가치가 있는 종에 대해서는 적절한 평가를 위한 방안이 정립되어 있지 않은 상태로서 때로는 사회적 요구에 부응하지 못하는 것이 현실이다(한국환경정책평가연구원 2005). 그리하여 환경영향평가 대상지역의 멸종위기종 서식유무와 분포가 파악되지 않은 상태에서 환경영향평가 협의가 진행되는 경우가 발생하고, 환경영향평가 협의 완료 후 멸종위기종이나 서식지, 집단 번식지 등이 추가 발견되어 사회적 갈등이 되는 경우가 발생하고 있다. 특히 법적보호종 현장조사의 조사 시기, 조사횟수, 조사방법 등에 있어서 오류가 있어 문헌조사와 실제 조사간의 차이를 보이는 사업이 많다(환경부 2011). 법적보호종 및 멸종위기종에 대한 평가는 사업의 성패를 판가름하고 때로는 환경영향평가 신뢰성 훼손의 주된 이유가 되기도 하므로(한국환경정책평가연구원 2005), 환경영향평가제도의 실효성을 높이기 위해서는 법적보호종의 생태적 특성을 기반으로 한 조사방법의 개선 및 확립이 필요하다.

최근 들어 법적보호종 중에서도 특히 천연기념물이자 멸종위기II급 동물로 지정된 하늘다람쥐의 서식에 대한 논란이 수차례 발생하고 있다. 강원도 홍천 구만리 마운트나인리조트, 강원도 홍천 갈마곡리 하이츠CC, 강원도 홍천 구만리 피넬브라리조트, 강원 원주 구하리 여산CC 등의 개발 사업 건에서 사전환경성 검토 및 환경영향평가에서 하늘다람쥐가 누락되었으나, 뒤늦게 서식이 확인되어 개발주체와 지역주민, 환경단체간의 갈등이 발생하여 논란이 이어지고 있다.

하늘다람쥐(*Pteromys volans* L.)는 설치목(Rodentia) 청설모과(Sciuridae)에 속하는 소형 포유류로서 몸 빛깔은 회갈색이고 앞발과 뒷발 사이에 피부가 이어진 커다란 비막이 있어 활공을 할 수 있

는 종이다(윤명희 등, 2004). 하늘다람쥐는 서쪽으로 핀란드와 에스토니아에서부터 동쪽으로 러시아, 몽골, 중국북부, 한반도, 사할린과 홋카이도에 이르기까지 북반구에 넓게 분포하며(Wilson and Reeder, 2005), 주로 한대와 아한대 상록수림에 서식하고(Nowak, 1991), 산림생태계의 지표종 역할을 한다(Hurme *et al.*, 2008). 한반도의 경우 하늘다람쥐 분포의 남방한계에 속하며 산림이 비교적 양호한 지역에 살고 있다(윤명희 등, 2006).

전 세계적으로 하늘다람쥐 개체군은 노령림의 감소로 감소추세에 있다고 보고되고 있다. 핀란드의 경우 10-20년 사이에 전체 개체군의 20-58%가 감소하였으며(Hanski *et al.*, 2001; Hanski, 2006), 에스토니아와 러시아의 일부 지역에도 감소추세가 보고되고 있다(Shar *et al.*, 2008). 우리나라에서 하늘다람쥐는 천연기념물 328호, 멸종위기 II급 동물로 지정되어 있지만(문화재청 2005; 환경부 2012), 정확한 개체군 크기가 파악되고 있지 않고 있으며, 생태적 특성이 밝혀지지 않아 보호대책 마련이 어려운 상황이다. 특히 하늘다람쥐는 나무 위에서 활동하고 활공을 통해 나무와 나무 사이를 이동하기 때문에 발자국을 찾기 힘들어 배설물을 제외하면 서식여부를 확인하기 어렵다(최태영과 최현명 2006). 따라서 하늘다람쥐의 행동 및 배설습성을 파악하고, 하늘다람쥐 흔적의 특성을 밝혀 논란이 되고 있는 하늘다람쥐 서식 조사 방법에 대한 개선방안 제시가 필요하다.

이에 본 연구에서는 하늘다람쥐 배설장소에서 1년간 흔적조사와 무인센서카메라 모니터링을 통해 하늘다람쥐의 배설장소 출현시기와 배설습성을 파악하고자 하였다. 이를 통해 기존 하늘다람쥐 서식확인 조사방법의 한계를 규명하고 개선방안을 제시하여 신뢰성 있는 환경영향평가 정착에 유용한 자료를 제공하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구대상지

본 연구는 지리산국립공원 구례, 남원, 함양 일대

10개 지점의 하늘다람쥐 배설장소에서 수행하였다. 조사대상지는 사면부와 계곡부의 천연활엽수림이 분포하며, 해발고도 범위는 600–900m 이다. 이 지역의 강수량은 1,400–1,800mm/년이며, 연중 강수량의 50%가 여름철에 집중된다. 지리산은 약 1,500여종의 식물과 400여종의 동물 등 다양한 동·식물상을 보유하고 있다. 수직적으로 난대식물에서 한대식물까지 분포하며, 한국 특산식물과 지리괴불나무 등의 지리산 특산식물도 분포한다(국립공원관리공단, 2011). 주요 우점 수종은 소나무(*Pinus densiflora*), 개서어나무(*Carpinus tschonoskii*), 서어나무(*Carpinus laxiflora*), 신갈나무(*Quercus mongolica*), 졸참나무(*Quercus serrata*), 굴참나무(*Quercus variabilis*) 등이고 고지대에는 구상나무(*Abies koreana*) 군락

이 나타난다(국가장기생태연구 2012). 너구리, 족제비, 담비, 오소리, 수달, 삿, 고양이, 멧돼지, 노루, 고라니, 두더지, 염소, 멧토끼, 청설모, 다람쥐, 하늘다람쥐, 등줄쥐, 고슴도치, 맛쥐, 흰넓적다리붉은쥐 등의 총 5목 11과 20종의 포유류가 서식하고 있다(국립공원관리공단 2011).

## 2. 흔적조사와 무인센서카메라 모니터링

지리산국립공원 구례군, 남원시, 함양군 일대에서 2012년 3월과 4월에 흔적조사를 실시하여 하늘다람쥐 배설장소 10개소를 찾아 고정조사구로 지정하였다(Figure 1).

흔적조사와 무인센서카메라 모니터링은 2012년 5월부터 2013년 4월까지 실시하였다. 10개소의 하늘

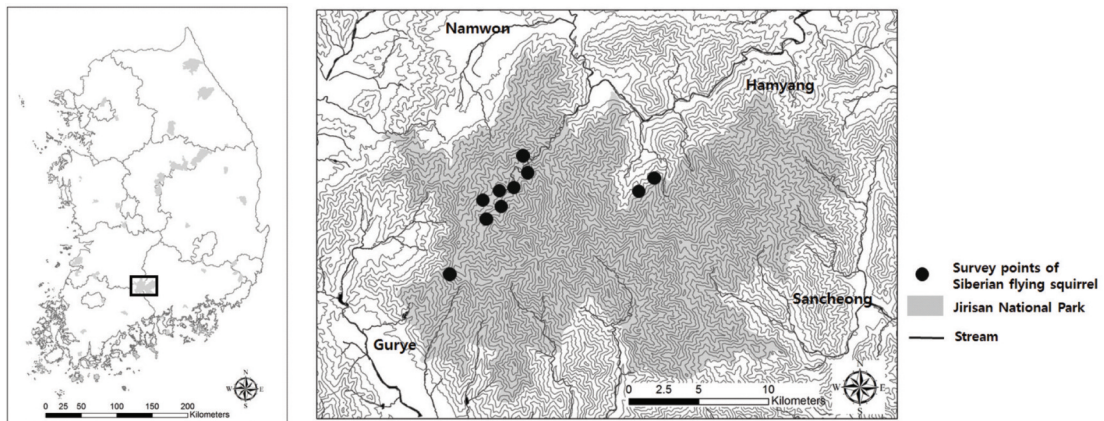


Figure 1. Study area and survey points

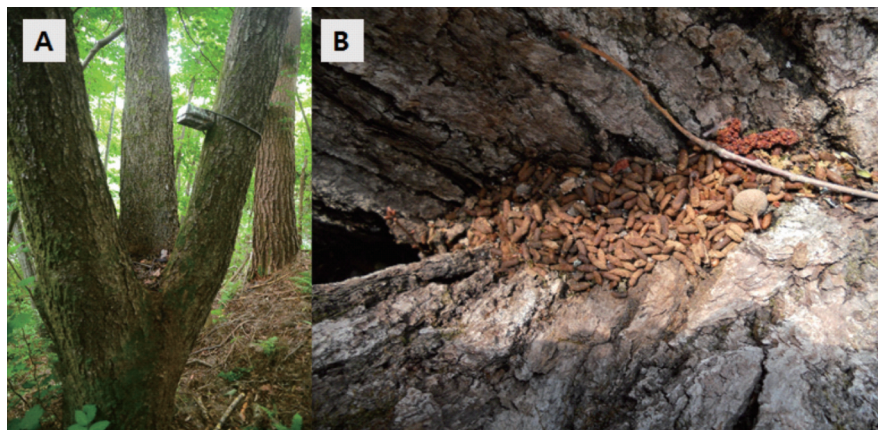


Figure 2. Latrines of siberian flying squirrel and scouting camera, Reconyx HC600 setting

다람쥐 배설장소를 대상으로 매월 1회씩 배설물의 개수와 신선한 배설물의 유무를 파악하였다. 이 중 5개소에는 나무 수간을 구성하는 가지 중 맨 아래가지의 분지점을 바라볼 수 있게 무인센서카메라 Reconyx HC600 (Reconyx Inc. USA)를 설치하여 야생동물의 출현을 촬영, 확인하였다. 무인센서카메라는 열감지를 하여 온혈동물이 카메라 화각에 출현하였을 때에 자동으로 촬영되며, 카메라 작동시간은 24시간 상시작동을 기본으로 1초당 2컷의 스틸사진을 촬영할 수 있도록 설정하여 출현하는 동물의 연속적인 행동을 파악하고자 하였다. 이와 같은 무인센서카메라를 이용한 야생동물의 행동과 생태연구는 해당 동물 서식에 교란을 주지 않으며 인력과 비용을 절감하는 장점이 있으며 1990년대 후반부터 보편화되고 있다 (Adrian *et al.*, 2010). 무인센서카메라의 배터리와 메모리카드는 3개월 단위로 교체하고 확인하였다.

촬영된 사진은 종별로 분류하였으며 촬영된 시간과 날짜별로 정리하였다. 시간대별 활동시간을 알아보기 위해 동물이 촬영된 영상은 1시간 단위로 분류하였다. 촬영된 빈도와 해당 동물의 실제 활동성에는 뚜렷한 상관관계가 있으므로 (O'Connell *et al.*, 2011), 시간대별 활동정도는 24시간 전체 중에서 해당 시간 촬영비율을 통해 산정하였다. 18시에서 06시 까지를 야간으로 규정하고, 각 동물의 야행성 정도를 파악하였다.

촬영빈도는 카메라작동 100일당 촬영횟수(Relative

abundance index)로 산출하였다. 센서카메라가 작동한 총 날짜는  $\sum_{i=1}^n tm$ 이며, 여기서  $n$ 는 카메라의 위치,  $tm$ 은 카메라가 작동한  $i$ 카메라의 날짜 수를 의미한다. 카메라의 센서 고장이나 담비가 카메라를 건드려 화각을 돌려놓은 카메라 작동일수는 분석에서 제외하였다.  $RAI$ (Relative abundance index) =  $\sum_{i=1}^n d_i / 100 / \sum_{i=1}^n tm$ 이며,  $i$ 는 센서카메라 위치,  $d_i$ 는  $i$ 지점에서 촬영된 종의 촬영 빈도를 의미한다(Kawanishi *et al.*, 1999; Carbone *et al.*, 2001).

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 하늘다람쥐 배설지점과 배설물 특성

하늘다람쥐 배설장소는 수간분지점에 위치하고 있었으며 지면으로부터의 평균 높이는 1.7m( $\pm 0.9SD$ )로 나타났다. 하늘다람쥐 배설 장소의 수종은 졸참나무, 산벚나무, 굴참나무, 밤나무, 오리나무로 나타났으며, 침엽수에 배설한 사례는 발견하지 못하였다 (Table 1). 핀란드와 에스토니아에서 하늘다람쥐가 선호하는 임상은 전나무 우점인 오리나무, 사시나무 혼효림으로 (Kaikusalo, 1973; Reunanen *et al.*, 2000; Reunanen *et al.*, 2002) 하늘다람쥐가 침엽수림을 기피하는 것은 아니며, 다만 침엽수의 경우 수형이 활엽수와 달리 줄기가 갈라지지 않고 곧게 성장하기 때문에 하늘다람쥐에게 적절한 배설장소로 적합하지 않은 것으로 여겨진다. 배설물이 있는 수간

Table 1. Survey trees of siberian flying squirrel's latrines

Site no.	Tree species	Elevation (m)	DBH (cm)	Height (m)	Branch division no.	Vegetation type (Dominant vegetation)	Camera trap
1	<i>Quercus serrata</i>	656	82.8	1.8	2	Mixed( <i>Pines densiflora</i> , <i>Carpinus laxiflora</i> )	X
2	<i>Cornus controversa</i>	814	44.6	0.3	3	Mixed( <i>Quercus serrata</i> , <i>Pinus densiflora</i> )	O
3	<i>Alnus japonica</i>	836	86.0	1.0	3	Mixed( <i>Quercus serrata</i> , <i>Pinus densiflora</i> )	O
4	<i>Quercus serrata</i>	821	98.7	2.0	3	Deciduous( <i>Quercus serrata</i> , <i>Cornus controversa</i> )	O
5	<i>Castanea crenata</i>	768	57.3	2.3	2	Mixed( <i>Quercus serrata</i> , <i>Pinus densiflora</i> )	O
6	<i>Quercus variabilis</i>	754	89.2	1.7	3	Mixed( <i>Quercus variabilis</i> , <i>Pinus densiflora</i> )	X
7	<i>Quercus variabilis</i>	767	47.8	0.2	2	Deciduous( <i>Quercus variabilis</i> , <i>Quercus mongolica</i> )	O
8	<i>Prunus sargentii</i>	677	28.7	1.7	4	Mixed( <i>Pines densiflora</i> , <i>Carpinus laxiflora</i> )	X
9	<i>Quercus variabilis</i>	687	79.6	2.8	2	Deciduous( <i>Quercus serrata</i> , <i>Cornus controversa</i> )	X
10	<i>Quercus serrata</i>	655	92.4	3.2	3	Deciduous( <i>Styrax japonica</i> , <i>Cornus controversa</i> )	X

분지점의 줄기 분기수는 평균  $2.7(\pm 0.6SD)$ 개 였으며, 배설물이 쌓일만한 편평한 공간이 존재하였다.

최태영 · 최현명(2006)에 의하면 하늘다람쥐 배설물은 길이가 5mm를 넘지 않지만, 본 연구에서 하늘다람쥐 배설물의 크기 측정결과 평균 길이가 8.0mm ( $\pm 1.4SD$ ,  $n=95$ ,  $range=4.8-14.5$ ), 평균 직경이 2.7mm ( $\pm 0.7SD$ ,  $n=95$ ,  $range=1.8-4.9$ )로 나타났다. 하늘다람쥐 배설물의 형태는 둥근 타원형이었고, 쌀 모양 형태의 똥이 수십개 알갱이가 모여서 덩어리를 이루는 경우도 있었다. 배설물의 색은 먹이 종류와 배설 시간 경과에 따라 다르게 나타났다. 건습의 정도에 따라 차이가 있지만 신선한 배설물은 연두색, 황녹색, 황갈색을 띠었으며, 오래된 배설물은 어두운 갈색, 회색을 띠고 있었다. 신선한 배설물에서는 섭식물의 냄새가 나기도 했는데 소나무 잎을 먹었을 경우 송진 냄새가 났으며, 반면에 오래된 똥에서는 곰팡이 냄새가 났다. 겨울철 눈이 쌓여있는 경우에는 나무면이나 나무뿌리 근처 눈 위에 황갈색이나 적갈색으로

물들어 있는 소변을 관찰할 수 있었다.

## 2. 하늘다람쥐 배설지점 출현동물과 행동특성

수간분지점에는 17종 이상의 조류와 포유류가 촬영되었다. 포유류에서는 다람쥐와 하늘다람쥐가 높은 빈도로 촬영되었으며, 이밖에 나무를 탈 수 있는 청설모, 담비가 촬영되었다. 조류는 동고비가 가장 높은 빈도로 촬영되었으며 이밖에 산림성 조류인 딱따구리류와 지빠귀류의 출현이 확인되었다(Table 2).

모든 조류와 다람쥐, 청설모는 주행성이었고, 하늘다람쥐는 전형적인 야행성으로 나타났다. 이중 출현빈도가 높은 다람쥐와 하늘다람쥐의 출현시간을 살펴보면(Figure 4) 다람쥐는 05시부터 19시까지, 하늘다람쥐는 18시부터 07시까지 수간분지점에 출현하였다. 다람쥐는 06시와 08시 사이에 가장 빈번하게 활동하였으며, 하늘다람쥐는 일몰 후 18시경과 일출 전 5시경에 가장 빈번하게 수간분지점에서 촬영되었다. 이는 일몰 후와 일출 전에 가장 활동성이

Table 2. Number of camera-trap photographs, relative abundance index (see text for details), percentage of camera-trap photographic records and percentage nocturnal activity recorded in Siberian flying squirrel latrines, Jirisan National Park

	Species	Relative abundance index	Percentage of records(%)	Nocturnal activity(%)
Mammalia				
Carnivora	<i>Martes flavigula</i>	1.0	0.7	60
Rodentia	<i>Pteromys volnas</i>	39.0	28.5	100
	<i>Sciurus vulgaris</i>	1.1	0.8	0
	<i>Tamias sibiricus</i>	42.5	31.1	8
	<i>Muridae</i> spp.	2.9	2.1	100
Birds				
Passeriformes	<i>Parus</i> spp.	2.6	1.9	0
	<i>Sitta europaea</i>	38.0	27.8	0
	<i>Emberiza elegans</i>	0.1	0.0	0
	<i>Emberiza tristrami</i>	0.5	0.4	0
	<i>Parus varius</i>	0.7	0.5	0
	<i>Turdus</i> spp.	3.4	2.5	0
	<i>Garrulus glandarius</i>	1.0	0.7	0
	Piciformes	<i>Dendrocopos leucotos</i>	1.5	1.1
<i>Dendrocopos major</i>		0.5	0.4	0
<i>Dendrocopos minor</i>		0.3	0.2	0
<i>Picus canus</i>		0.4	0.3	0
Galliformes	<i>Tetrastes bonasia</i>	0.3	0.2	0

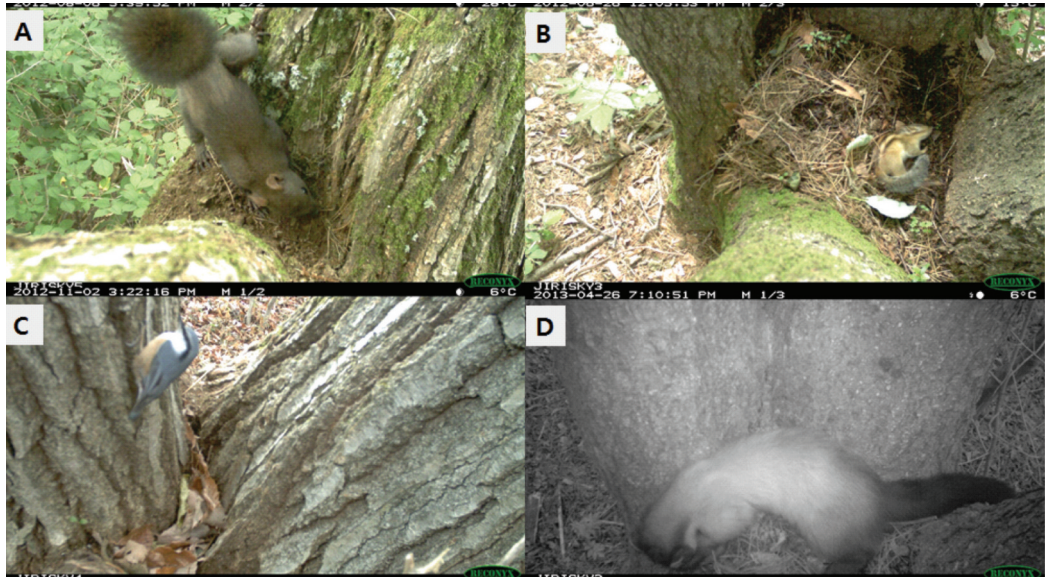


Figure 3. Wildlife visiting trees A: *Sciurus vulgaris*, B: *Tamias sibiricus*, C: *Sitta europaea*, D: *Martes flavigula*

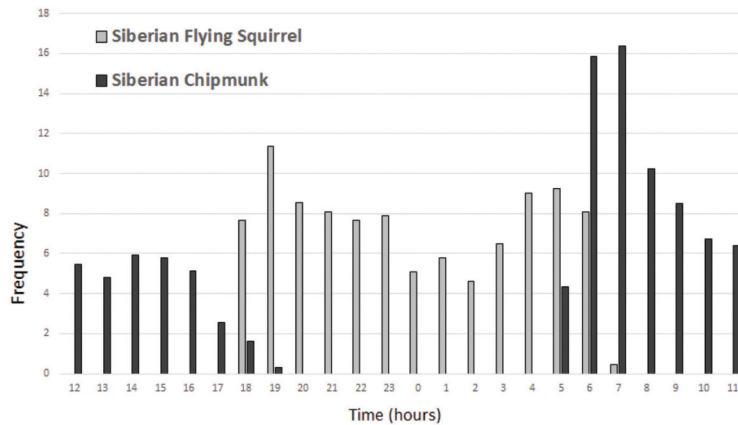


Figure 4. Activity patterns of the two frequent rodentia species at forked deciduous trees. Siberian chipmunk *Tamias sibiricus* frequented trees largely in the daytime (0600.1800 hours), while the Siberian flying squirrel *ptromys volans*, visited the forked tree at night (1800.0600 hours)

크다는 하늘다람쥐 무선추적 연구결과와 일치한다 (Asari and Yanagawa, 2009).

무인센서카메라로 촬영된 영상의 확인 결과 하늘다람쥐가 자작나무과 나무의 수꽃을 입에 물고 와서 수간분지점에 놔두고 다시 수꽃을 물고 와서 두는 행동을 3-5차례 반복하는 먹이활동이 관찰되었다. 모아둔 수꽃은 한꺼번에 섭식하거나 수꽃을 저장해 놓고 1-3시간 시간차를 두고 먹기도 하였다. 여러 차례 물어와 둔 수꽃을 다 먹는데 최대 70분까지 걸렸다.

겨울철 하늘다람쥐의 주요 먹이는 오리나무(*Alnus japonica*)와 느릅나무(*Ulmus davidiana*)의 수꽃화서와 겨울눈으로 알려져 있으며(南部朗·柳川久, 2010), 이러한 먹이를 수간분지점에서 섭식하는 것을 확인하였다.

하늘다람쥐는 수간분지점에 앉거나, 보다 높은 줄기에 붙어있는 상태로 배설하였다. 배설물은 수간분지점에 떨어졌으며, 오줌과 함께 배설하였다. 먹이섭식활동과 배설이 동시에 이루어지는 경우도 있었다.

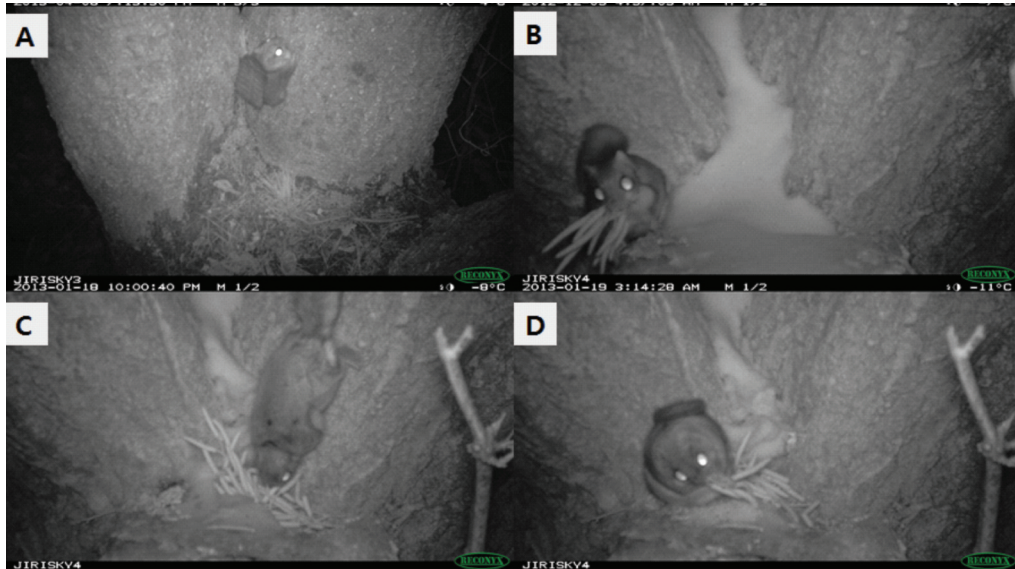


Figure 5. Feeding behavior of Siberian flying squirrel

따라서 수간분지점은 하늘다람쥐가 오랫동안 먹이를 안정적으로 먹으면서 배설할 수 있는 공간으로 파악된다.

한편 다람쥐는 수간분지점에 출현하는 빈도가 가장 높은 중으로 전체 촬영수의 31.1%를 차지하였다. 하지만 이는 다람쥐가 나무를 타고 이동하는 과정에서 촬영된 것으로 수간분지점에 머물며 먹이활동하거나 배설하는 행동은 관찰되지 않았다. 최태영·최현명(2006)에 의하면 다람쥐는 일정한 배설장소가 정해져 있지 않다. 따라서 수간분지점에 발견되는 배설물은 하늘다람쥐의 것이라 판단되며, 기존 하늘다람쥐 서식 조사에서 수간분지점의 배설물 파악은 적절한 조사방법이었음을 확인하였다.

### 3. 배설물과 하늘다람쥐 출현 시기

흔적 조사 결과 고정 조사구 10군데에서 발견되는 하늘다람쥐 배설물의 양은 시기별로 차이가 있었다. 배설물은 2월과 3월에 각각 평균 256개( $\pm 189$ SD), 257개( $\pm 180$ SD)로 가장 많았으며, 반면 8월과 9월에는 배설물이 발견되지 않았다. 배설물의 양은 12월부터 증가추세에 있다가 3월 이후에 감소추세로 돌아서서 7월에는 평균 17개( $\pm 16$ SD)에 머물렀다. 신

선한 배설물은 10월부터 이듬해 4월까지 꾸준히 발견되었다. 하늘다람쥐의 한번 배설량은 많을 때는 40개 정도이므로(門崎允昭, 2001), 겨울철의 경우 배설물이 쉽게 부패하지 않고 오래된 배설물이 축적되어 배설물의 양이 증가하는 것으로 판단된다.

무인센서카메라로 확인한 다람쥐의 수간분지점 출현은 4월부터 시작되어 6월에 가장 빈번하며 11월까지 이어진 후 동면 시기인 12월부터 3월까지지는 나타나지 않았다. 6월에는 177회/100일당 출현으로 가장 높은 출현 빈도를 보인 후 출현이 감소하다가 9월에 93회/100일당 출현하여 반등하였다. 반면 하늘다람쥐는 9월부터 이듬해 6월까지 수간분지점에 출현하였다. 10월에 80회/100일당 출현으로 가장 높은 출현빈도를 보였으며 겨울철 동안 고르게 수간분지점에 나타났다. 다람쥐와 하늘다람쥐는 나무를 잘 타는 설치목으로 수간분지점에 출현하였지만 생활사는 다르게 나타났다. 다람쥐는 봄에서 가을사이 주간에, 하늘다람쥐는 가을과 봄 사이 야간에 수간분지점에 출현하였다.

따라서 수간분지점의 배설물 개수는 봄과 가을 사이에 감소하고 겨울철에 증가하여, 시기상으로도 수간분지점의 배설장소는 다람쥐의 영향을 받지 않으며, 하늘다람쥐의 배설물로 이루어진다고 할 수 있

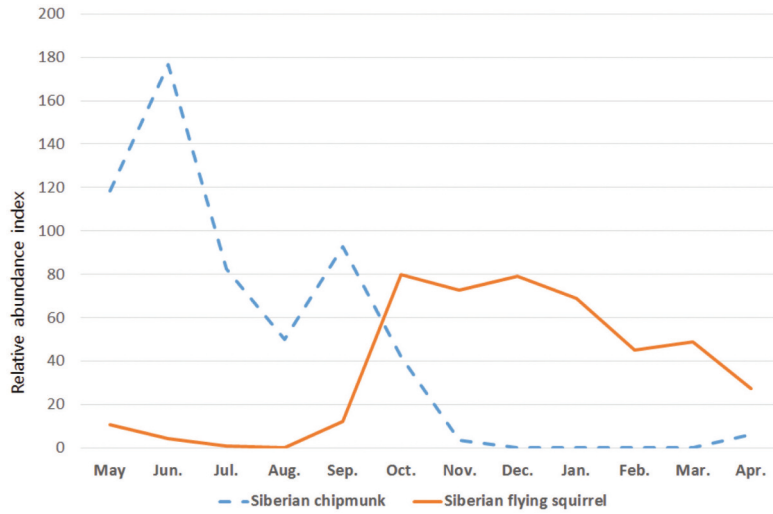


Figure 6. Monthly visiting frequency of siberian chipmunk and siberian flying squirrel on dropping site

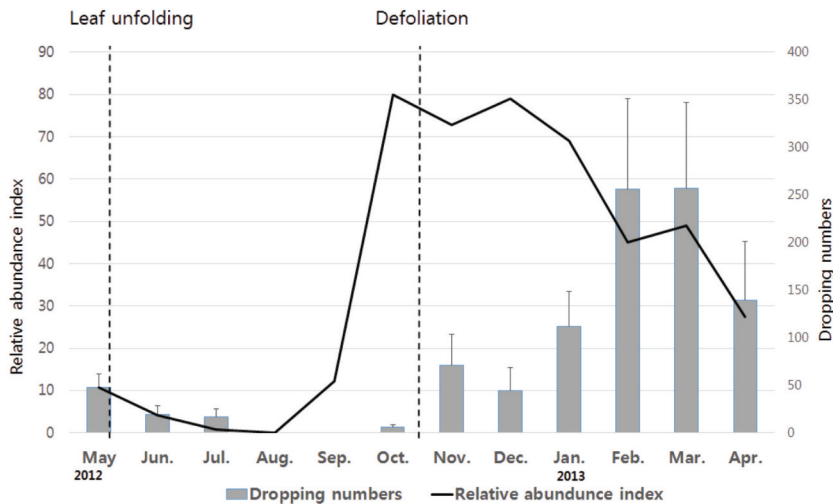


Figure 7. Monthly variation of dropping numbers and visiting frequency of Siberian flying squirrel

다. 하늘다람쥐 배설활동과 출현은 10월부터 1월 사이에 가장 빈번했지만 배설물은 2월에서 3월 사이에 가장 많은 것은 겨울철 배설물의 부패가 진행되지 않고, 배설물이 축적되어 나타난 현상이라 판단된다. 또한 여름철 수간분지점에 하늘다람쥐 배설물이 없는 것은 배설물이 비에 젖거나 빨리 부패해서 발견되지 않는 것이 아니라 여름철 하늘다람쥐 배설활동 자체가 일어나지 않기 때문이다.

하늘다람쥐의 가장 대표적인 천적은 야행성 맹금류이며(Airapetyants and Fokin, 2003), 천적과 활

동시간이 같으면 피식율이 높아지므로(Halle and Stenseth, 2000), 먹이활동을 하고 이동이 많은 야간시간은 하늘다람쥐에게 있어 포식의 위험이 크다고 할 수 있다. 특히 겨울철 하늘다람쥐 먹이가 겨울눈이나 수꽃화서이므로(南部翔·柳川久, 2010) 먹이 활동을 위해서는 수관층이나 가지 끝으로 이동해야 하고, 잎이 없는 시기인 만큼 먹이활동에 있어 야행성 맹금류에게 노출될 위험이 있다. 따라서 겨울철 수간분지점은 하늘다람쥐가 먹이를 물고 와서 섭식을 하고 휴식을 취하며, 배설할 수 있는 안정적인 장

소이다. 올페도가 높은 여름철의 경우 하늘다람쥐가 굳이 수간분지점을 이용하지 않고도 수관이나 수간 여기저기에서 먹이활동을 할 수 있지만, 낙엽이 지고 난 시기에는 수간분지점에서 먹이활동을 하고 배설을 하여 배설물이 쌓이는 것으로 판단된다. 지리산국립공원 해발 1200m 지역 활엽수림의 개엽 시기는 5월 초중순이며, 낙엽 완료 시기는 10월 중순으로 나타나(국가장기생태연구, 2012), 10월부터 이듬해 5월까지가 하늘다람쥐가 야행성 맹금류 천적에게 특히 취약한 시기라 할 수 있다. 무인센서카메라 촬영 결과 10월과 이듬해 5월 사이의 하늘다람쥐 수간분지점 출현빈도가 연중 출현의 93.8%를 차지하였다. 또한 수간분지점의 하늘다람쥐 배설장소는 지면으로부터 이격되어, 나무를 타지 못하고 지표면에서 활동하는 삶, 족제비, 너구리 등의 천적으로부터도 안전한 장소이다.

하늘다람쥐는 겨울에 겨울잠을 자지 않지만 낮은 기온에서의 에너지 소모가 많은 동물이며(Stapp *et al.*, 1991), 에너지 손실을 최소화 하고자 겨울철 활동시간이 줄어든다(柳川 *et al.*, 2005). 하지만 수간분지점에 출현하는 빈도는 오히려 높게 나타나, 하늘다람쥐는 겨울철 안전한 먹이섭식 장소이자 배설장소로 수간분지점을 사용하는 것으로 판단된다.

#### 4. 하늘다람쥐 조사기법 개선방안

하늘다람쥐는 법적보호종이자 멸종위기 동물로서 개발 사업에 앞선 사전환경성검토나 환경영향평가 단계에서 철저하게 서식확인이 필요한 종이다. 한편 하늘다람쥐는 좁처럼 지표면에 내려오지 않고 대부분 나무에서 생활하여 다른 육상동물과 달리 지면에서 발자국이나 식흔을 찾기 어렵고, 또한 전형적인 야행성동물로 서식조사를 하는데 있어 어려움이 많은 종이기도 하다.

본 연구결과 하늘다람쥐의 배설물은 크고 오래된 활엽수의 지표면에 가까운 수간분지점에서 확인되었고, 하늘다람쥐 출현은 주로 10월에서 이듬해 4월까지 이루어지며, 배설물은 대체로 11월에서 이듬해 5월까지 발견되었다. 수간분지점의 배설물 확인을 통

한 하늘다람쥐의 서식 파악은 11월에서 5월 사이에 용이하기 때문에 여름철에 이루어지는 조사는 신뢰성이 떨어질 수 있다. 따라서 정확한 하늘다람쥐의 서식을 확인하기 위해서는 나뭇잎이 없는 늦가을에서 초봄 사이에 활엽수의 수간분지점을 중점적으로 조사를 하여야 한다. 특히 수간분지점에 배설물이 가장 많이 쌓여있는 2월과 3월경이 하늘다람쥐 서식 흔적을 찾을 수 있는 최적기이다. 한편 겨울철 수간분지점이 눈이나 낙엽으로 덮여있는 경우에는 눈과 낙엽을 들어내고 배설물을 조사할 필요가 있으며, 눈 위에 남은 하늘다람쥐의 비막이 끌린 흔적을 찾는 것도 도움이 된다.

하늘다람쥐는 대부분 딱따구리가 파놓은 나무구멍이나 고사목의 틈새를 둥지로 쓰고(Airapetyants and Fokin, 2003; Haski *et al.*, 2000), 적당한 구멍이 없는 경우에는 인공새집을 사용하거나 스스로 수관층에 타원형으로 생긴 집을 만들기도 한다. 이들 둥지 아래에 하늘다람쥐의 배설물이 떨어져 있는 경우도 있으며(Suzuki *et al.*, 2011) 지속적인 서식을 확인할 수 있는 증거가 되므로(Hanski *et al.*, 2000) 조사지 내 나무구멍과 구멍아래 밑동에 흩어진 배설물을 찾는 노력도 필요하다.

특히 은사시나무나 오동나무는 목부의 재질이 물러서 딱따구리가 구멍을 파기에 용이하여, 이들 나무 구멍에 하늘다람쥐가 둥지를 트는 경우가 많다. 이러한 은사시나무 군락이나 오동나무는 주로 개발사업이 빈번한 산록, 완경사지 등에 분포하므로 산림가장 자리의 개발 예정지에는 이들 나무를 중점적으로 조사하는 노력이 필요하다. 낮 시간 동안에 나무구멍 둥지 안에 있는 하늘다람쥐를 직접 목격하려면 나무에 충격을 주는 등의 교란을 주어야 하므로 가급적이 방법은 지양하는 것이 좋다. 한편 조사지에서 수집한 맹금류의 펠릿이나, 담비 배설물의 분석을 통해 간접적으로 하늘다람쥐의 서식을 확인하는 방법도 도움이 될 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 하늘다람쥐의 배설습성을 파악하고

조사기법에 대한 개선방안을 제시하고자 지리산 지역에서 하늘다람쥐 배설지점 10개소를 선정하여 2012년 4월에서 2013년 4월까지 1년간 흔적조사와 무인센서카메라 모니터링을 실시하였다. 하늘다람쥐의 배설물은 크고 오래된 활엽수의 지표면에 가까운 수간분지점에서 주로 확인되었고, 하늘다람쥐 출현은 10월에서 이듬해 4월까지 주로 이루어지며, 배설물은 11월에서 이듬해 5월까지 주로 발견되었다. 하늘다람쥐는 18시에서 07시 사이에 활동하는 전형적인 야행성동물로 나타났으며, 겨울철에 수간분지점에서 배설과 먹이섭식 활동을 하였다. 활엽수의 잎이 없는 시기에 수간분지점은 하늘다람쥐가 천적으로부터 안전하게 섭식과 배설을 할 수 있는 장소로 나타났다. 다람쥐도 하늘다람쥐 배설지점에 출현하지만 하늘다람쥐와 달리 주로 여름철에 출현하며, 배설행위는 거의 없는 것으로 판단되었다.

따라서, 수간분지점의 배설물 확인을 통한 하늘다람쥐의 서식 파악은 11월에서 5월 사이에 용이하기 때문에, 정확한 하늘다람쥐의 서식을 확인하기 위해서는 나뭇잎이 없는 늦가을에서 초봄 사이에 조사를 하여야 한다.

하늘다람쥐가 천연기념물이며 멸종위기Ⅱ급 동물인 만큼 환경영향평가나 각종자연자원조사에 있어 하늘다람쥐 조사 시기의 조정이 필요할 것이라 판단된다. 또한 하늘다람쥐의 생태연구가 부족하므로, 추가연구를 통해 실질적인 보전대책이나 개발 피해에 대한 저감방안 제시가 필요할 것이다.

## 사 사

본 연구는 2012년도 국립환경과학원 '생태축 보전을 위한 멸종위기 야생동물의 이동특성 연구' 과제의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

국립공원관리공단, 2011, 지리산국립공원 자연자원 조사.  
국립환경과학원, 2012, 국가장기생태연구사업.

문화재청, 2003, 천연기념물 백서.  
윤명희, 한상훈, 오홍식, 김장근, 2004, 한국의 포유동물, 동방미디어.  
최태영, 최현명, 2006, 야생동물 흔적도감, 돌배개.  
한국환경정책평가연구원, 2005, 보호대상 식물종에 대한 환경영향평가기법 개선방안 연구.  
한상운, 2009, 환경영향평가법제에 관한 입법평가 연구, 입법평가연구 1, 257-285.  
환경부, 2011, 개발 사업에 따른 멸종위기종 서식지 적합성 평가방안 마련을 위한 연구.  
환경부, 2012, 환경통계연감.  
南部朗, 柳川久, 2010, エゾモモンガの冬期の採食物とその選擇性, 森林野生動物研究會誌, 35, 22-25.  
柳川久, 田中雅宏, 井上剛, 谷口明里, 1991, 飼育下におけるエゾモモンガ *Pteromys volans orii* の日周期活動, 哺乳類科學, 30, 157-165.  
門崎允昭, 2001, エゾモモンガ *Pteromys volans* の痕跡, 森林野生動物研究會誌, 27, 27-33.  
Treves, A., P. Mwinna, A. J. Plumptre, S. Isoke, 2010, Camera-trapping forest-woodland wildlife of western Uganda reveals how gregariousness biases estimates of relative abundance and distribution, *Biological Conservation*, 143, 521-528.  
Airapetyants, A. E., I. M. Fokin, 2003, Biology of European flying squirrel *Pteromys volans* L. in the North-West of Russia, *Russian Journal of Theriology*, 2(2), 105-113.  
Asari, Y., H. Yanagawa, 2009, Movement of the Siberian flying squirrel, *Pteromys volans orii*, in fragmented small wood, *Biosphere conservation*, 9(2), 13-17.  
Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, T. Coulson, N. Franklin, J. R. Ginsberg, M. Griffiths, 2001, The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals, *Animal Conservation*,

- 4(1), 75-79.
- Halle, S., N. C. Stenseth, 2000, Activity patterns in small mammals: An ecological approach, Springer.
- Hanski, I. K., P. C. Ihalempia, V. Selonen, 2000, Home-range size, movements, and nest-site use in the Siberian flying squirrel, *Pteromys volans*, Journal of Mammalogy, 81, 798-809.
- Hanski, I. K., H. Henttonen, U. M. Liukko, M. Meriluoto, A. Makela, 2001. The biology and conservation of the flying squirrel in Finland, Reports of the Ministry of Environment Finland.
- Hanski, I. K. 2006. Assessment of the Size of the Siberian Flying Squirrel *Pteromys volans* Population in Finland, Final Report. Helsinki, Finland.
- Hurme, E., M. Monkkone, A. Sippola, H. Ylinen, M. Pentinsaari, 2008, Role of the Siberian flying squirrel as an umbrella species for biodiversity in northern boreal forests, Ecological Indicators, 8, 246-255.
- O'Connell, A. F., K. U. Karanth, J. D. Nichols, 2011, Camera traps in animal ecology, Springer.
- Kawanishi, K., A. M. Sahak, M. Sunquist, 1999, Preliminary analysis on abundance of large mammals at Sungai Relau, Taman Negara, Journal of Wildlife and National Parks, 17, 62-82.
- Kuikusalo, A., 1973, Viela litto-orava, Suomen Luonto, 32(3), 7-12.
- Nowak, R. M. 1991. Walker's Mammals of the World. The Johns Hopkins University Press.
- Reunanen, P., M. Monkkonen, A. Nikula, 2000, Managing boreal forest landscapes for flying squirrels, Conservation Biology, 14, 218-226.
- Reunanen, P., M. Monkkonen, A. Nikula, 2002, Habitat requirements of the Siberian flying squirrel in northern Finland: Comparing field survey and remote sensing data. Annales Zoologici Fennici, 39, 7-20.
- Shar, S., D. Lkhagvasuren, H. Henttonen, T. Maran, I. Hanski, 2008, *Pteromys volans*, In: IUCN Red List of Threatened Species, Version 2013.1, www.iucnredlist.org, Downloaded on August 2013.
- Stapp, P., P. J. Pekins, W. W. Mautz, 1991, Winter energy expenditure and the distribution of southern flying squirrels, Canadian Journal of Zoology, 69, 2548-2555.
- Suzuki, K., S. Mori, H. Yanagawa, 2011, Detecting nesting trees of Siberian flying squirrel using their feces, Mammal Study, 36(2), 105-108.
- Wilson, D. E., D. M. Reeder, 1993, Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. Smithsonian Institution Press.