

산불피해지역에서 임상잔존물의 처리에 따른 서식환경과 소형 설치류 개체군 특성

이은재¹ · 이우신¹ · 이영근² · 이명보² · 임신재^{3*}

¹서울대학교 산림과학부, ²국립산림과학원 산불연구과, ³중앙대학교 동물자원과학과

Characteristics of Habitats and Small Rodent Populations caused by Different Remnant Treatments on Forest Floor in Fired Coniferous Forest

Eun Jae Lee¹, Woo-Shin Lee¹, Young-Geun Lee², Myung-Bo Lee² and Shin-Jae Rhim^{3*}

¹Department of Forest Resources, Seoul National University, Seoul 151-921 Korea,

²Division of Forest Fire, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712 Korea,

³Department of Animal Science and Technology, Chung-Ang University, Ansong 456-756 Korea

요 약: 본 연구는 강원도 삼척시 검봉산 일대 침엽수림의 산불피해 후 임상잔존물을 제거한 지역과 임상잔존물을 그대로 방치한 지역에서 서식환경과 소형 설치류 개체군의 특성을 파악하기 위해 실시되었다. 두 지역의 서식환경은 암석 피도량, 관목 및 치수의 본수는 지역 간 차이가 없었으나 하층식생의 피도량, 고사목의 수 그리고 임상잔존물의 부피는 두 지역 간에 유의한 차이를 보였다. 소형 설치류의 포획 결과, 흰뺨적다리붉은쥐와 대륙밭쥐 모두 임상잔존물 제거지역 보다 방치지역에서 더 많은 개체수가 포획되었다. 포획된 개체수의 종별, 성별 체중에 있어서도 지역간 같은 결과를 나타냈다. 임상잔존물 제거지역과 방치지역에서 포획된 소형 설치류의 밀도와 체중의 차이는 두 지역의 서식환경과 밀접한 관련이 있는 것으로 보인다. 산불 피해가 발생한 지역에서 인위적으로 임상의 잔존물을 모두 제거하는 것은 소형 설치류의 서식에 바람직하지 않으며, 다양한 분류군에 대해 장기적인 연구를 통해 산불피해지역에 대한 복원방법을 모색하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

Abstract: This study was conducted to clarify the characteristics of habitats and small rodent populations between remnant removed and left areas caused by different remnant treatment on forest floor in fired coniferous forest, Mt. Gumbong, Samcheok, Korea. There were higher value of variables of understory coverage, snags, downed coarse woody debris (CWD) in natural restored area. Mean number of captured individuals and body weights of *Apodemus peninsulae* and *Eothenomys regulus* were more higher in remnant left area than in removed area. The differences in density and body weight of small rodents would be related with habitats between both study areas. The remove of remnant trees on the forest floor would not be good for small rodents. The more detailed and long-term researches would be needed for proper restoration in fired forest area.

Key words : coarse woody debris, forest fire, small rodents, understory coverage

서 론

소형 설치류는 생태계의 주요 구성원으로서 먹이사슬에서 육식동물의 먹이가 되며, 종자산포 등의 중요한 역할을 한다(Marser *et al.*, 1978; Forget and Milleron,

1991). 우리나라에 서식하는 소형 설치류에는 대부분 쥐목(Order Rodentia)에 속한 종이 포함된다(윤병희, 1994). 이들은 생활사가 매우 짧고 번식이 용이하며 성숙하는데 소요되는 시간이 짧다(윤병희, 1967). 또한 소형 설치류는 개체수가 쉽게 증가하거나 감소하기 때문에 환경의 변화에 대한 반응정도 등에 관한 연구의 대상으로 유용하다(Kawamichi, 1996).

한반도에 서식하는 쥐류 중에서 북한에 서식하는 6종과 사람이 거주하는 건물 및 하수구에 서식하는 종을 제외하

*Corresponding author
E-mail: sjrhim@cau.ac.kr

이 논문은 국립산림과학원의 산불피해지 복구관리 및 생태계 변화조사 연구의 일부로 수행되었음.

고 산이나 들에서 서식하는 종은 모두 8종인 것으로 알려져 있다(유병호, 2000). 산림지역에서는 등줄쥐(*Apodemus agrarius*)와 흰넓적다리붉은쥐(*A. peninsulae*) 대륙밭쥐(*Eothenomys regulus*)가 가장 우점하고 있다. 등줄쥐는 남한의 산림지역에서 최우점종이며, 흰넓적다리붉은쥐와 대륙밭쥐는 각각 해발고도 200~500m 부근에서 많이 서식하는 것으로 알려져 있다(윤명희, 1994; 유병호, 2000).

소형 설치류의 생태적 특성은 많은 연구자들에게 관심의 대상으로 비교적 활발한 연구가 이루어져 왔다. 특히 소형 설치류와 서식환경과의 관계는 산림벌채, 산불, 서식지 단편화 등의 서식환경 변화가 소형 설치류에 미치는 영향(Hooven, 1973; Fox, 1990; Kirland, 1990), 서식환경에 따른 개체군의 분산(Saitoh and Nakatsu, 1993), 서식지 질에 따른 공간적 분포(Chelkowska *et al.*, 1985) 등 많은 연구가 수행되어 왔다. 국내에서 소형 설치류에 관한 연구는 고사목과 하층 피도량에 따른 설치류의 영향(Rhim and Lee, 2001b), 활엽수림에서 산림사업에 따른 소형 설치류의 서식지 선호(Rhim and Lee, 2001a), 도로로 인해 단편화 된 서식환경이 소형 설치류에 미치는 영향(Rhim *et al.*, 2003; Hur *et al.*, 2005) 등에 대한 연구가 진행되어 왔다.

우리나라에서는 대륙성 기후의 영향으로 봄과 가을에 계속되는 이상건조현상과 강한 바람으로 인해 산불이 집중적으로 발생한다. 또한 1973년 이후 계속된 치산녹화사업의 성공으로 산림이 울창해지고 임상에 낙엽이 퇴적되는 등 산림 내 가연물질의 축적이 많아짐에 따라 산불이 대형화되는 추세에 있다(임업연구원, 1997). 특히 2000년에 삼척을 중심으로 발생한 산불은 23,794ha의 산림을 태워 우리나라 최대 규모의 산불로 기록되었다. 현재 삼척 산불피해지역은 대부분 잔존목들을 제거한 후 조림을 실

시하고 있으며, 생태적 필요성에 의해 일부 자연복원을 시도하고 있는 실정이다(산림청, 2001).

산불의 발생으로 인해 산림환경은 급격한 변화를 겪게 된다. 생태계의 하위에 위치하고 있는 소형 설치류 역시 서식환경의 변화에 따라 생태에 많은 영향을 받을 것으로 예상된다(Cope and Chaloner, 1985). 최근 빈번한 산불 발생에도 불구하고, 산불 피해지역에 서식하는 소형 설치류의 생태 및 산불이 이들에게 미치는 영향에 대한 조사 및 자료의 구축은 그리 활발하지 못한 실정이다. 그러므로 본 연구는 강원도 삼척시의 산불발생지역에서 잔존목의 처리에 의한 서식환경과 소형 설치류의 체중 차이를 구명함으로써, 산불지역에서 소형 설치류의 관리를 위한 기초자료의 수집을 목적으로 실시되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2000년에 산불이 발생한 강원도 삼척시 검봉산 일대 침엽수림 지역(북위 37° 13', 동경 128° 18')의 임상잔존물을 제거한 지역과 임상잔존물을 그대로 방치한 지역에서 각각 3개의 조사구(90×90m)를 선정하여 2004년 7월에서 9월까지의 기간 동안 실시되었다.

이 지역의 평균기온은 11.80C, 평균 강수량은 1,793 mm였다. 또한 조사지역의 해발고도는 256~527m, 경사는 16~25°로 나타났다. 해발고도는 6개의 조사지역에서 최대 270m 정도의 차이가 있으나 각 조사지간 해발고도의 차이에 의해 서식하는 소형 설치류의 생태에 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

두 조사지 모두 산불로 인해 상층임관을 형성하는 수목이 피해를 받아 상층식생이 없는 상태였다. 임상잔존물 제

Table 1. The description of study area in fired coniferous forest, Samcheok, Korea.

	Remnant removed area			Remnant left area		
	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 1	Plot 2	Plot 3
Altitude (m)	527	256	279	372	345	290
Inclination (°)	24	24	19	24	25	18
Dominant understory species	<i>Pinus densiflora</i> <i>Quercus mongolica</i> <i>Lespedeza bicolor</i>			<i>Quercus mongolica</i> <i>Quercus variabilis</i> <i>Lespedeza bicolor</i>		

Table 2. Description of the environmental variables measured in this study.

Variables	Description
Understory cover	Coverage under 2m from ground on scale 0-3
Rock cover	Coverage for rock on scale 0-3
Downed CWD ¹	Total volumes of downed CWD (≥ 10 cm in diameter)
Snags	Number of snags (DBH ² ≥ 5 cm)
Shrub stems	Number of shrub stems (DB H < 5 cm and height > 1m)
Woody seedling stems	Number of woody seedling (height < 1m)

¹CWD: coarse woody debris, ²DBH: diameter at breast height

거지역은 소나무, 신갈나무와 싸리 등이 하층식생을 이루고 있었다. 또한 임상잔존물 방치지역은 산불피해 후 인위적인 간섭이 없이 그대로 방치한 지역으로 신갈나무와 굴참나무, 싸리 등이 우점하여 하층식생을 이루고 있었다 (Table 1).

각 지역의 서식환경 특성을 파악하기 위해 6개 조사구의 포획 조사 지점인 총 600개의 지점에서 2004년 8월에 산림환경구조 조사를 실시하였다. 서식환경요인은 총 6개의 인자로 구분하여 조사를 실시하였다(Table 2). 생포덫을 설치한 지점을 중심으로 직경 5m의 가상의 원통을 설정한 후, 이 원통 내부에서 서식환경요인에 대한 자료를 수집하였다. 하층 피도량 및 암석 피도량에 있어서 피도가 0%인 경우에는 0, 1-33%인 경우 1, 34-66%인 경우 2, 67% 이상인 경우에는 3으로 정하여 피도를 일정한 간격 척도로 수치화하였다(Rhim and Lee, 2001a). 또한 고사목(snag)의 수, 관목(흉고직경 5 cm 이하, 수고 1m 이상), 목본치수(수고 1m 이하)의 본수 및 도목잔존물의 부피 등을 조사하였다(Dueser and Shugart, 1978; Kent and Coker, 1992).

소형 설치류 포획 조사는 임상잔존물 제거지역과 방치지역 내에서 0.81 ha(90×90m) 크기의 조사구를 각각 3개씩 설치하였다. 2004년 7월에서 9월까지의 기간 동안 약 1주일 간격으로 6개의 조사구에서 각각 10회씩 포획을 실시하였다. 각 조사구내에서는 가로, 세로 10m 간격으로 총 100개의 생포덫(Sherman's collapsible trap)을 옥수수 및 땅콩을 미끼로 사용해서 설치하였다. 다음날 오전에 포획된 소형 설치류에 대해 종, 성별, 체중, 성숙정도, 포획된 위치 등을 파악하였다. 또한 포획된 소형 설치류의 개체 식별을 위해 발톱을 자르거나(toe-clipping) 발가락에 매니큐어를 칠한 후에 놓아주고 다음에 재포획하는 포획-재포획법(capture-mark and release method)을 사용하였다(Nichols, 1992). 체중은 0.5g이 기본 단위인 용수철 저울(Pesola 20060)을 사용하였다. 총 6개 조사구에서 포획된 모든 개체는 종 및 지역간 밀도와 체중 차이를 비교하기 위해 각 종을 성별 및 성숙정도로 구분하여 Wilcoxon rank sum test를 실시하였다. 성숙정도는 성기 및 유두의 발달

정도, 신체의 성장 상태 등을 토대로 성숙개체와 미성숙개체로 구분하였다.

결과 및 고찰

임상잔존물 제거지역과 방치지역의 서식환경 특성은 소형 설치류를 포획하기 위해 덫을 설치한 모든 지점에서 총 6개의 환경요소에 관한 조사를 실시하였다. 그 결과 암석 피도량(Wilcoxon rank sum test, $Z=1.00$, $P=0.98$), 관목의 본수($Z=1.47$, $P=0.79$) 및 치수의 본수($Z=1.74$, $P=0.95$)에 있어서는 두 지역 간 차이가 없었다. 그러나 하층식생 피도량($Z=7.94$, $P=0.05$), 고사목 수($Z=10.65$, $P=0.01$) 그리고 도목잔존물 부피($Z=10.45$, $P=0.01$)는 두 지역 간에 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다(Table 3).

이와 같은 결과를 통해 임상잔존물의 처리가 다른 두 지역의 서식환경은 차이가 있는 것으로 판단된다. 서식환경의 차이는 산불발생후 피해입목, 도목, 하층잔존물 등의 제거에 따른 것으로 특히 소형 설치류의 서식에 큰 영향을 미치는 지면 및 하층의 환경에 있어서 큰 차이를 보였다(이은재, 2005; Hur *et al.*, 2005).

산불 피해 후 임상잔존물을 제거한 지역과 방치한 지역의 각각 3개씩의 조사구에서 포획된 소형 설치류는 흰넓적다리붉은쥐(*Apodemus peninsulae*), 대륙밭쥐(*Eothenomys regulus*), 등줄쥐(*Apodemus agrarius*) 등 3종이었다. 그런데 등줄쥐의 경우 포획 개체수가 너무 적은 관계로 분석에서 제외하였다. 등줄쥐의 경우 우리나라에 서식하는 소형 설치류 가운데 가장 많은 개체수를 보이는 종으로 알려져 있다(원병휘, 1967; 유명호, 2000). 그러나 본 조사지에서는 서식 개체수가 매우 낮은 것으로 나타났다. 이는 산불로 인한 서식환경의 변화와 밀접한 관련이 있을 것으로 생각되며, 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

소형 설치류의 포획 결과, 흰넓적다리붉은쥐는 임상잔존물 제거지역에서 평균 9.6개체가 포획되었고 방치지역에서는 12.9개체가 포획되어 방치지역에서 포획개체수가 많은 것으로 나타났다($Z=7.27$, $P=0.05$). 대륙밭쥐 역시 제

Table 3. Differences in the environmental variables between remnant removed and left areas in fired coniferous forest (Wilcoxon rank sum test).

Variables	Remnant removed area	Remnant left area	Z	P
Understory coverage	2.15 ± 0.78 ¹	2.94 ± 0.62	7.94	0.05
Rock coverage	1.48 ± 0.55	1.60 ± 0.55	1.00	0.98
Shrub stems (ind./ha)	112.10 ± 45.27	122.29 ± 61.56	1.47	0.79
Woody seedlings (ind./ha)	3,648.41 ± 482.61	3,602.55 ± 572.03	1.74	0.95
Snags (ind./ha)	0.42 ± 0.00	285.35 ± 81.63	37.65	0.0001
Downed CWD (m ³ /ha)	1.05 ± 0.84	2.81 ± 1.06	10.45	0.01

¹Mean ± SE

Table 4. Differences in captured number (mean \pm SE) of small rodents between remnant removed and left areas in fired coniferous forest (Wilcoxon rank sum test).

Species	Remnant removed area	Remnant left area	Z	P
<i>Apodemus peninsulae</i>	9.6 \pm 2.37	12.9 \pm 5.41	7.27	0.05
<i>Eothenomys regulus</i>	3.3 \pm 1.39	5.8 \pm 1.36	6.89	0.05

Table 5. Differences in sex (male : female) and age (adult : juvenile) ratios of small rodents between remnant removed and left areas in fired coniferous forest.

Species	Remnant removed area		Remnant left area	
	sex ratio	age ratio	sex ratio	age ratio
<i>Apodemus peninsulae</i>	1.33 : 1	1.79 : 1	1.32 : 1	1.63 : 1
<i>Eothenomys regulus</i>	1.97 : 1	1.76 : 1	0.93 : 1	2.04 : 1

Table 6. Differences in mean body weights (mean \pm SE, g) of *Apodemus peninsulae* and *Eothenomys regulus* between remnant removed and left areas in fired coniferous forest (Wilcoxon rank sum test).

Species	Gender	Remnant removed area	Remnant left area	Z	P
<i>Apodemus peninsulae</i>	male	30.4 \pm 2.6	31.9 \pm 2.3	10.52	0.001
	female	30.7 \pm 4.5	31.8 \pm 4.9	10.18	0.001
<i>Eothenomys regulus</i>	male	26.5 \pm 3.2	27.9 \pm 3.8	9.97	0.001
	female	27.0 \pm 3.8	28.1 \pm 3.6	9.73	0.001

거지역(3.3개체)보다 방치지역(5.8개체)에서 포획된 개체 수가 많았으며, 평균 포획 개체수 사이에는 유의한 차이를 보였다($Z=6.89$, $P=0.05$; Table 4).

두 종의 지역 간 암수의 비율을 살펴보면 흰넓적다리붉은쥐의 경우 임상잔존물 제거지역과 방치지역 간 성비가 거의 유사한 것으로 나타났다. 그러나 대륙밭쥐의 경우 제거지역에서 수컷의 비율이 방치지역보다 2배 이상 높은 것으로 나타나 지역 간 차이가 컸다. 또한 성숙개체와 미성숙개체는 두 종 모두 지역 간 차이가 크지 않은 것으로 나타났다(Table 5).

지역 간 두 종의 체중 차이를 비교하면, 흰넓적다리붉은쥐 수컷의 경우 임상잔존물 방치지역에서는 평균 31.9g, 제거지역에서는 30.4g으로 방치지역에서 포획된 개체의 체중이 높은 것으로 나타났다($Z=10.52$, $P=0.001$). 또한 암컷 역시 방치지역에서 포획된 개체들의 평균 체중이 제거지역에서 포획된 개체들의 평균 체중보다 높았으며, 지역 간 유의한 차이를 보였다($Z=10.18$, $P=0.001$). 대륙밭쥐도 평균체중에 있어서 수컷($Z=9.97$, $P=0.001$)과 암컷($Z=9.73$, $P=0.001$) 모두 두 지역 사이에 유의한 차이를 보였으며, 임상잔존물 제거지역보다 방치지역에서 포획된 개체의 평균 체중이 높은 것으로 나타났다(Table 6).

본 연구 결과, 두 지역에서 포획된 소형 설치류의 밀도와 체중은 큰 차이를 나타내었다(Table 4와 6). 이러한 차이는 두 지역의 서식환경과 밀접한 관련이 있을 것으로 판단된다. 하층식생의 피도량(임신재와 이우신, 1999; 2001), 유기물층의 깊이(이우신 등, 1999), 임상 수목잔존물의 양(Harmon *et al.*, 1986; Spies and Franklin, 1988;

Loeb, 1999), 도목의 양(Rhim and Lee, 2001b) 등 여러 환경요인들이 소형 설치류의 서식에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이러한 서식환경의 변화에 의해 소형 설치류의 서식에 필요한 토양내 수분, 유기물, 균류, 무척추동물 등이 달라질 수 있기 때문에 서식환경의 변화는 소형 설치류의 서식과 밀접한 관련이 있을 것으로 판단된다(Marser *et al.*, 1978).

임상잔존물 방치지역과 제거지역 사이에는 임상잔존물의 제거라는 인위적인 활동에 의해 서식환경의 구조적 변화가 발생하였다. 구조적 변화에 의해 서식지 내 이용가능한 자원의 분포와 양이 변화했으며, 이로 인해 소형 설치류의 밀도와 체중에 변화가 생긴 것으로 생각된다. 또한 두 지역 간 대륙밭쥐의 성비에 있어서 차이가 큰 것으로 나타났는데, 성비의 차이를 일으키는 원인 및 그에 따라 개체군의 변동에 미치는 영향 등에 대한 심도있는 연구가 앞으로 필요할 것으로 판단된다.

본 연구 결과 산불피해지역에서 인간의 활동 및 간섭에 의해 서식환경의 변화가 초래되며 그에 따라 소형 설치류 개체군이 변화한다는 것을 알 수 있다. 그러므로 산불 피해가 발생한 지역에서 인위적으로 임상잔존물을 모두 제거하는 것은 소형 설치류의 서식에 바람직하지 않으며, 이들을 먹이로 이용하는 고차소비자에 속한 동물의 서식에도 악영향을 미칠 것으로 판단된다. 또한 산불 피해지역의 복원 방법에 대해서는 좀 더 장기적이며 또한 다양한 분류군에 걸친 종합적 연구와 고려를 통해서 합리적인 복원방안을 모색해 나가야 할 것으로 생각된다.

인용문헌

1. 국립공원관리공단. 1999. 지리산국립공원-야생동물 생태계 정밀조사-. pp. 136.
2. 산림청. 2001. 동해안 산불백서I. pp. 405.
3. 원병휘. 1967. 한국동식물도감 제 7권 동물편(포유류). 문교부. 서울. pp. 659.
4. 유병호. 2000. 저푸름을 닮은 야생동물. 도서출판 다른 세상. 서울. pp. 244.
5. 윤명희. 1994. 야생동물. 대원사. 서울. pp. 142.
6. 이우신, 박찬열, 임신재, 허위행. 2000. 서울대학교 남부 연습림 지리산 지역의 조류 및 포유류 현황과 합리적인 관리방안. 서울대학교연습림연구보고 36: 57-67.
7. 이은재. 2005. 산불피해 후 수목잔존물이 설치류에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 석사학위논문. pp. 54.
8. 임신재, 이우신. 1999. 활엽수 천연림 지역에서 서식지 구조에 따른 소형 포유류 개체군의 차이. 한국임학회지 88: 179-184.
9. 임신재, 이우신. 2001. 지리산 지역에서 산림 하층의 서식환경과 소형 설치류와의 관계. 한국임학회지 90: 236-241.
10. 임업연구원. 1997. 제2차년도 고성산불지역 생태조사 결과보고서. pp. 155.
11. Chelkowska, H., Walkowa, W., and Adamezyk, K. 1985. Spatial relationships in sympatric populations of the rodents: *Clethrionomys glareolus*, *Microtus agrestis* and *Apodemus agrarius*. Acta Theriologica 30: 51-78.
12. Cope, M.J. and Chaloner, W.G. 1985. Wildfire: an interaction of biological and physical processes. pp. 153-162. In: B.H. Tiffney, ed., Geological factors and the evolution of plants. Yale University Press. New Haven, U.S.A.
13. Dueser, R.D. and Shugart, H.H. 1978. Microhabitats in a forest-floor small mammal fauna. Ecology 59: 89-98.
14. Forget, P.M. and Milleron, T. 1991. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panama. Oecologia 87: 596-599.
15. Fox, B.J. 1990. Changes in the structure of mammal communities over successional time scales. Oikos 59: 321-329.
16. Harmon, M.E., Franklin, J.F., and Swanson, F.L. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Advances in Ecological Research 15: 133-302.
17. Hooven, E.F. 1973. A wildlife brief for the clearcut logging of douglas-fir. Journal of Forestry 71: 210-214.
18. Hur, W.H., Lee, W.S., Choi, C.Y., Park, Y.S., Lee, C.B., and Rhim, S.J. 2005. Differences in density and body condition of small rodent populations on different distance from road. Journal of Korean Forest Society 94: 108-111.
19. Kawamichi, T. 1996. The encyclopedia of animals in Japan. vol. 1. Mammals I. Heibonsha Limited Publishers. Tokyo, Japan. pp. 156.
20. Kent, M. and Coker, P. 1992. Vegetation description and analysis: a practical approach. John Wiley. Chichester, U.S.A. pp. 363.
21. Kirland, Jr., G.L. 1990. Patterns of initial small mammal community change after clearcutting of temperate North America forest. Oikos 59: 313-320.
22. Loeb, S.C. 1999. Responses of small mammals to coarse woody debris in an southeastern pine forest. Journal of Mammalogy 80: 460-471.
23. Marsler, C., Trappe, J.M. and Nussbaum, R.A. 1978. Fungal-small mammal interrelationships with emphasis on Oregon coniferous forests. Ecology 59: 799-809.
24. Nichols, J.D. 1992. Capture-recapture models using marked animals to study population dynamics. Bioscience 42: 94-102.
25. Rhim, S.J., Lee, C.B., Hur, W.H., Park, Y.S., Choi, S.Y., Piao, R., and Lee, W.S. 2003. Influence of roads on small rodents population in fragmented forest areas, South Korea. Journal of Forestry Research 14: 155-158.
26. Rhim, S.J. and Lee, W.S. 2001a. Habitat preference of small rodents in deciduous forests of north-eastern South Korea. Mammal Study 26: 1-8.
27. Rhim, S.J. and Lee, W.S. 2001b. The effect of dead wood and understory coverage on small rodent abundance in Korean forest. Journal of Forestry Research 12: 243-246.
28. Saitoh, T. and Nakatsu, A. 1993. Effects of size and perimeter of removal plots on immigration of the grey red-backed vole. Journal of the Mammalogical Society of Japan 18: 79-86.
29. Spies, T.A. and Franklin, J.F. 1988. Coarse woody debris in douglas-fir forests of western Oregon and Washington. Ecology 69: 1689-1702.