

智異山 地域에서 山林 下層의 棲息環境과 小型 齧齒類와의 關係¹

任信在^{2*} · 李宇新²

Relationships between Forest Understory Habitat and Small Rodents in Mt. Chirisan National Park¹

Shin-Jae Rhim^{2*} and Woo-Shin Lee²

요 약

본 연구는 산림 하층의 환경특성과 설치류 서식밀도를 조사하여 산림생태계 내에서 소형 설치류와 산림 하층의 서식환경과의 관계를 파악하고자 1997년 7월부터 1998년 8월 사이에 지리산국립공원의 6개 지역에서 각각 해발고도 500m, 800m, 1,100m에 설정한 총 18개의 조사 지역에서 실시하였다. 해발고도가 높아짐에 따라 대부분의 지역에서 하층식생의 피도량과 유기물층의 깊이가 증가하는 것으로 나타났다. 소형 설치류의 포획결과 등줄쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 대륙밭쥐 등 3종 77개체가 포획되었는데 각 지역별 포획 개체수는 하층식생의 피도량과 유기물층의 발달 정도와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 토양내 하층식생의 발달로 인한 피도량의 증가와 유기물층의 발달은 소형 설치류에게 있어서 알맞은 서식환경을 제공해 주는 것으로 판단된다.

ABSTRACT

This study was conducted to clarify the relationship between forest understory habitat and small rodents in the study sites of 500m, 800m and 1,100m a.s.l. of 6 areas in Mt. Chirisan National Park from July 1997 to August 1998. Coverage of understory vegetation and depth of litter layer were increased as the increase of altitude. Seventy seven individuals of *Apodemus agrarius*, *A. peninsulae* and *Eothenomys regulus* were captured in all study areas. There were significantly correlations among coverage of understory vegetation, depth of litter layer and number of captured small rodents. Increase of understory vegetation coverage and litter layer would provide the proper habitat condition for small rodents.

Key words : coverage, litter layer, small rodents, understory vegetation

서 론

산림생태계 내에는 다양한 생물들이 그들이 위치한 먹이사슬 내에서 각각의 고유한 기능을 수행하면서 공존하고 있다(Patterson, 1992). 특히 소형 설치류는 산림생태계 내에서 저차소비자와 고차소비자를 연결하는 중요한 역할을 하고 있다(Maser 등, 1978; Forget과 Milleron, 1991). 이러한 소형

설치류의 생태적 특성은 많은 연구자들의 관심의 대상으로 주로 구미의 학자들이 중심이 되어 활발한 연구가 이루어져 왔다(임신재, 1997).

특히 소형 설치류와 서식환경과의 관계는 산림의 벌채에 따른 소형 설치류 개체군의 변동(Hooven, 1973), 서식지 질의 차이에 따른 이들의 공간적 분포(Chelkowska 등, 1985), 산불에 의한 퇴행천이 단계에서의 개체군 변동(Fox, 1990), 먹이가

¹ 接受 2000年 10月 20日 Received on October 20, 2000.
審査完了 2001年 4月 2日 Accepted on April 2, 2001.

² 서울대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea.

* 연락처자 E-mail : sjrhim@snu.ac.kr

개체군에 미치는 영향(Saitoh, 1991), 서식지 단편화에 따른 개체군의 영향(Kirland, 1990), 서식 환경에 따른 개체군의 분산(Saitoh와 Nakatsu, 1993) 등에 관한 연구가 수행되었으나, 산림생태계 내에서 이들의 서식환경으로 많은 영향을 미치고 있는 하층식생과 소형 포유류 개체군에 관한 연구는 활발하지 못한 실정이다.

본 연구에서는 지리산지역에서 산림 하층의 환경특성과 소형 설치류 서식밀도를 파악하여 산림생태계 내에서 중요한 역할을 하는 소형 설치류와 산림 하층의 서식환경과의 관계를 구명하고자 실시되었다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 조사는 1997년 7월부터 1998년 8월 사이에 지리산 국립공원의 심원, 문수굴, 토끼봉, 불무장등, 왕시리봉, 만복대 등 6개의 지역에서 실시되었다. 각각의 6개 지역에서 해발고도 500m, 800m, 1,100m 지점에 각각 0.5ha(50×100m)의 조사지를 선정하였으며 조사구를 10m 간격의 격자모양으로 나누어 각 격자의 모서리에 형광테이프를 이용하여 표시를 하였다.

심원 지역은 계곡이 매우 발달해 있는 지역으로 계곡을 연해서 저지대에는 인공조림에 의한 침엽수림이 형성되어 있으며 해발 고도 700m 정도부터는 활엽수 천연림 지역이다. 근처에 계곡이 잘 발달되어 있으며, 대부분의 수목이 흉고직경 20cm 미만의 소경목인 것으로 나타났다.

문수굴 지역의 경우, 경사가 비교적 급한 사면 지역으로 크기가 큰 바위들이 상당히 많이 존재하고 있다. 해발 600m 이하의 지역은 임상의 발달이 매우 빈약한 침엽수 및 혼효림 지역이었으며, 그 이상의 지역은 굴참나무와 신갈나무가 우점을 이루고 있는 활엽수 천연림 지역이었다.

토끼봉 지역은 해발 700m 부근에 이르기까지 소나무를 위주로 한 침엽수 인공조림지가 대부분을 차지하고 있으며, 그 이상의 지역은 활엽수 천연림이 훼손되지 않고 잘 발달되었는데, 이는 그 주변에 칠불사가 위치하고 있어 이 지역의 산림이 양호하게 보호된 것으로 생각된다(국립공원관리공단, 1998).

불무장등 지역은 저지대의 경우 계곡이 매우 발달되어 있으며 주변에 인가와 농경지 그리고 탐방

객들의 빈번한 이용으로 비교적 인간의 간섭이 많은 것으로 판단된다. 침엽수와 활엽수의 혼효림으로 구성되어 있었으며 하층식생의 피도와 밀도 역시 그리 발달하지 못한 것으로 나타났다. 해발고도 800m 이상의 지역은 능선이 매우 발달해 있는 지역으로 농평 마을에서 통곡봉 및 불무장등 지역에 이르는 지역의 능선상에 조릿대가 매우 발달해 있다.

왕시리봉 지역의 저지대에는 매우 빈약한 침엽수와 활엽수의 혼효림이 존재하고 있었으며 하층식생은 그리 발달해 있지 않았으며 조릿대가 생육하고 있지 않았다. 또한 해발고도 700m 이상의 지역은 굴참나무와 신갈나무가 주요 우점을 이루는 활엽수림인 것으로 나타났다.

만복대 지역은 대부분의 지역이 침엽수와 활엽수의 혼효림이 모자이크 상으로 존재하고 있는 지역이며 생태계가 매우 안정된 상태를 보이고 있었다. 하층식생이 비교적 잘 발달되었는데, 특히 조릿대가 잘 발달되어 있었다. 또한 저지대에는 주변에 인가가 존재하며 휴경지가 많이 분포하고 있었으며 주변에는 소나무와 잣나무 조림지가 존재하고 있다(국립공원관리공단, 1999).

2. 서식 환경 조사

6개 지역에서 각각 3지역씩 총 18개의 조사구 내에 설치한 10×10m 크기 50개의 격자 내에서 임의의 지점에 직경 5m의 가상의 원통을 설정하였다. 지상으로부터 1m 이내의 높이에 생육하고 있는 하층식생을 대상으로 직경 5m 가상의 원통 내에 포함되어 있는 하층식생의 피도를 수치화해서 조사하였다. 하층식생의 피도가 100%일 때를 기준으로 하여 피도가 0%일 때는 수치를 0으로 하였으며, 1-33%일 때는 1, 34-66%일 때는 2, 67-100%일 때는 3으로 각각 등급화해서 피도량을 수치화하였으며, 각 조사구 별로 50개의 지점에서 조사한 하층식생의 피도량 값을 산술평균해서 각 조사지역의 하층식생의 피도량을 산출하였다(Lee, 1996; 임진재, 1997).

또한 하층식생의 피도량 조사를 위해 설정한 직경 5m의 가상의 원통 내에서 임의의 지점에서 토양을 수직으로 판 후, 토양 유기물층(L층)의 깊이를 측정하였다(Rhim과 Lee, 1999).

3. 소형 설치류의 포획

설정된 0.5ha(50×100m)의 조사지역 내에 10m

간격(10×10m)으로 격자(grid)를 만든 후, 각 격자의 모서리 근처에 껌질을 제거하지 않은 땅콩과 땅콩 버터(peanut butter)를 미끼로 사용하여 소형 설치류 포획용 덫(snap trap과 punch trap)을 오후에 설치한 후 다음 날 오전과 그 다음날 오전 등 2일에 걸쳐 확인하는 방법으로 소형 설치류를 포획하여 동정을 실시하였다. 이들에 대한 포획은 2년에 걸쳐 7-8월경에 실시하였는데 이것은 소형 설치류의 1차 번식이 완료되고 번식에 의해 출생된 어린 개체들이 어느 정도 성숙된 이후로 이들의 활동이 활발하여 연중 포획 가능한 개체수가 가장 많은 시기인 것을 고려하여 포획시기를 결정하였다(Saitoh, 1983; 임신재와 이우신, 1998).

결과 및 고찰

조사지역의 하층식생으로는 조릿대(*Sasa borealis*)가 대부분의 지역에서 우점을 이루고 있었으며 그 밖에 철쭉꽃(*Rhododendron schlippenbachii*)과 당단풍(*Acer pseudosieboldianum*), 국수나무(*Stephanandra incisa*), 조록싸리(*Lespedeza maximowiczii*), 작살나무(*Callicarpa japonica*), 산벚나무(*Prunus sargentii*), 노각나무(*Stewartia koreana*), 팔배나무(*Sorbus alnifolia*) 등이 우점을 이루었다. 또한 하층식생의 종구성은 조사지역 별로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보여진다(Table 1).

Table 1. Dominant understory species in study area.

Site	Altitude	500m	800m	1,100m
Simwon		<i>Prunus sargentii</i>	<i>Sasa borealis</i>	<i>Sasa borealis</i>
		<i>Sasa borealis</i>	<i>Stewartia koreana</i>	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>
Munsugol		<i>Stephanandra incisa</i>	<i>Sasa borealis</i>	<i>Sasa borealis</i>
		<i>Lespedeza maximowiczii</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	<i>Acer pseudosieboldianum</i>
Tokibong		<i>Stephanandra incisa</i>	<i>Sasa borealis</i>	<i>Sasa borealis</i>
		<i>Sorbus alnifolia</i>	<i>Callicarpa japonica</i>	<i>Acer pseudosieboldianum</i>
Bulmujangdeung		<i>Stewartia koreana</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	<i>Sasa borealis</i>
		<i>Prunus sargentii</i>	<i>Sasa borealis</i>	<i>Acer pseudosieboldianum</i>
Wangsiribong		<i>Stephanandra incisa</i>	<i>Sasa borealis</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i>
		<i>Lespedeza maximowiczii</i>	<i>Sorbus alnifolia</i>	<i>Sasa borealis</i>
Manbokdae		<i>Stewartia koreana</i>	<i>Stewartia koreana</i>	<i>Acer pseudosieboldianum</i>
		<i>Lespedeza maximowiczii</i>	<i>Sasa borealis</i>	<i>Sasa borealis</i>

각 조사지역별 하층식생의 밀도를 살펴보면 6개의 지역에서 모두 해발 고도 500m인 지역에서 하층식생의 피도량이 가장 적은 것으로 나타났으며 해발고도가 높아질수록 하층식생의 피도량이 증가하였다. 왕시리봉의 해발 고도 500m 지역에서 피도량이 0.87 ± 0.35 로 가장 낮았으며 심원의 해발 고도 1,100m 지역에서 피도량이 2.91 ± 0.35 로 가장 높은 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Coverage of understory in study area. (means \pm SD)

Site	Altitude	500m	800m	1,100m
Simwon		1.04 ± 0.21	1.74 ± 0.42	2.91 ± 0.35
Munsugol		0.82 ± 0.37	1.89 ± 0.57	2.51 ± 0.27
Tokibong		1.19 ± 0.59	2.53 ± 0.39	2.44 ± 0.25
Bulmujangdeung		1.23 ± 0.32	2.26 ± 0.48	2.81 ± 0.59
Wangsiribong		0.87 ± 0.35	1.64 ± 0.56	2.38 ± 0.23
Manbokdae		1.21 ± 0.28	1.62 ± 0.39	1.69 ± 0.34

Table 3. Depth of litter layer in study area. (means \pm SD, unit : cm)

Site	Altitude	500m	800m	1,100m
Simwon		1.54 ± 0.32	4.41 ± 1.23	6.21 ± 2.25
Munsugol		1.47 ± 0.72	3.93 ± 0.79	4.65 ± 1.96
Tokibong		2.19 ± 0.93	4.98 ± 1.01	3.94 ± 2.10
Bulmujangdeung		1.33 ± 0.21	4.61 ± 1.86	8.41 ± 3.95
Wangsiribong		1.97 ± 0.87	2.49 ± 1.21	4.38 ± 1.62
Manbokdae		2.92 ± 0.83	6.22 ± 2.21	3.74 ± 1.52

또한 각 조사지역별 토양의 유기물층의 깊이를 조사한 결과, 유기물층의 깊이 역시 해발 고도가 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났다(Table 3). 이는 하층식생의 양이 많을수록 유기물층에 공급되는 낙엽이나 부식층의 양이 증가하며(산림청, 1990), 하층식생이 잘 발달되어 있는 지역일수록 빗물에 의한 용탈 등으로 유기물층이 감소되지 않고 유기물층을 유지시켜 주는 역할을 하기 때문에 하층식생의 피도량이 클수록 토양 유기물층이 깊은 것으로 판단된다(Aerts, 1997). 이러한 유기물층의 발달은 토양수분함량의 증가와 토양내 균류 및 절지동물의 서식을 보장할 수 있다. 따라서 산림에서 서식하고 있는 소형 설치류의 서식에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다(Abe 등, 1989).

전체 조사지역에서 등줄쥐 16개체, 흰넓적다리붉은쥐 29개체, 대륙밭쥐 32개체 등 총 77개체의 소형 설치류가 포획되었다(Table 4). 심원과 문수골의 해발 고도 500m 지역에서는 소형 설치류가 포획되지 않았으며, 심원과 문수골의 해발 고도 1,100m 지역에서 각각 9개체로 가장 많은 개체수의 소형 설치류가 포획되었다.

Table 4. Number of captured small rodents in study area.

Site	Altitude		
	500m	800m	1,100m
Simwon	none	Ap : 3 Er : 2	Aa : 2 Ap : 2 Er : 5
Munsugol	none	Ap : 2 Er : 1	Aa : 2 Ap : 2 Er : 5
Tokibong	Aa : 1 Ap : 1	Aa : 5 Ap : 1 Er : 1	Aa : 1 Ap : 3 Er : 1
Bulmujangdeung	Ap : 1	Ap : 3 Er : 2	Ap : 2 Er : 5
Wangsiribong	Er : 2	Ap : 1 Er : 3	Ap : 3 Er : 2
Manbokdae	Aa : 2 Ap : 1	Aa : 5 Ap : 1 Er : 1	Ap : 2 Er : 2

Aa : *Apodemus agrarius* (등줄쥐)
 Ap : *Apodemus peninsulae* (흰넓적다리붉은쥐)
 Er : *Eothenomys regulus* (대륙밭쥐)

만복대 지역을 제외한 나머지 5개의 지역에서 해발고도가 높아질수록 포획된 소형 설치류의 개체수가 증가하는 것으로 나타났다.

하층식생의 피도량과 소형 설치류의 포획개체수는 매우 연관이 깊은 것으로 나타났는데($y=3.54x-2.12$, $R^2=0.75$, $p<0.001$), 하층식생의 피도량이 증가할수록 소형 설치류의 포획 개체수 역시 증가하였다(Figure 1). 또한 토양 유기물층의 깊이와의 관계에 있어서도 유기물층의 깊이가 증가할수록 소형 설치류의 포획 개체수가 증가하는 것으로 나타나($y=1.24x-0.44$, $R^2=0.72$, $p<0.001$) 이들 사이에도 매우 깊은 관련이 있는 것으로 판단된다(Figure 2).

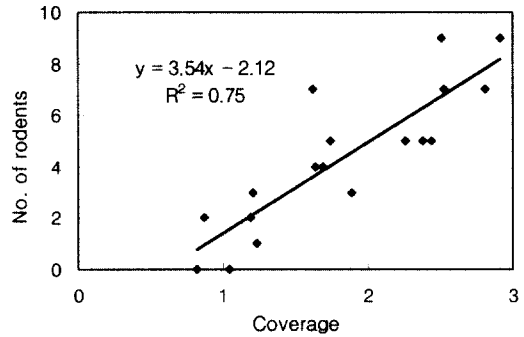


Figure 1. Relationship between coverage of under-story vegetation and number of captured small rodents in study area.

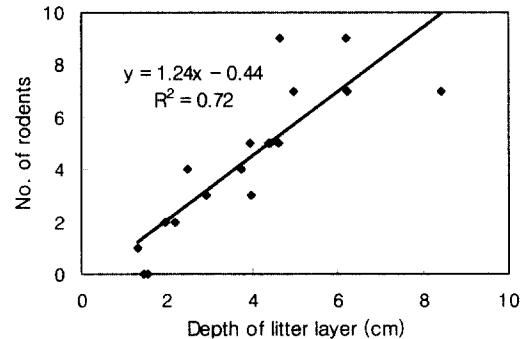


Figure 2. Relationship between soil litter layer and number of captured small rodents in study area.

하층식생은 그 피도가 증가할수록 지면을 차폐 시킴으로 토양내 수분함량을 증가시킨다(Bondrup-Nielsen, 1987). 하층식생의 발달로 인한 토양내

수분함량의 증가는 소형 설치류의 먹이자원인 토양 절지동물과 버섯을 비롯한 균류의 서식을 가능하게 함으로 토양내 수분함량은 소형 설치류 개체군의 동태와 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(O'Connel, 1989; Pucek 등, 1993).

하층식생의 낙엽은 지면에 집적되어 토양의 유기물층이 발달되므로 토양 절지동물상을 풍부하게 하며, 이들을 먹이 자원으로 이용하는 소형 설치류들에게는 충분한 먹이자원을 공급해 줄 수 있다(Abe 등, 1989).

또한 하층식생의 발달은 소형 설치류들이 천적으로부터 피할 수 있는 안전한 피난처를 제공해주며 이들이 보금자리를 쉽게 만들 수 있는 토양층이 발달할 수 있게 하는(Takeo, 1996) 등 소형 설치류의 서식에 커다란 영향을 미치는 것으로 보여진다. 그러므로 산림 내에서 소형 설치류의 서식을 보장하기 위해 어느 정도 하층 식생의 보호·유지는 필요할 것으로 생각되며 이를 통해 산림생태계의 다양성과 건전성이 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. 국립공원관리공단. 1998. 지리산국립공원 야생동물·생태계 정밀조사. 398 pp.
2. 국립공원관리공단. 1999. 지리산국립공원 야생동물·생태계 정밀조사. - 최종보고서 -. 421 pp.
3. 산림청. 1990. 국유림 경영 현대화 산학 협동실연 연구. 210 pp.
4. 임신재. 1997. 서식지 구조에 따른 번식기 조류 군집과 소형 포유류 개체군의 변화에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 60 pp.
5. 임신재·이우신. 1998. 지리산 지역에서 해발고도에 따른 서식환경과 소형 포유류밀도와의 관계. 서울대학교 연수림 연구보고 34 : 37-47.
6. Abe, H., T. Shida and T. Saitoh. 1989. Effects of reduced vertical space and arboreal food supply on densities of tree forest rodents. Journal of Mammalogical Society of Japan 14(1) : 43-52.
7. Aerts, R. 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. Oikos 79 : 439-449.
8. Bondrup-Nielsen, S. 1987. Demography of *Clethrionomys gapperi* in different habitats Canadian Journal of Zoology 65 : 277-283.
9. Chelkowska, H., W. Walkowa and K. Adamezyk. 1985. Spatial relationships in sympatric populations of the rodents: *Clethrionomys glareolus*, *Microtus agrestis* and *Apodemus agrarius*. Acta Theriologica 30(2) : 51-78.
10. Forget, P.M. and T. Milleron. 1991. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panama. Oecologia 87 : 596-599.
11. Fox, B.J. 1990. Changes in the structure of mammal communities over successional time scale. Oikos 59 : 321-329.
12. Hooven, E.F. 1973. A wildlife brief for the clear cut logging of Douglas fir. Journal of Forestry 71 : 210-214.
13. Kirland, Jr. G.L. 1990. Patterns of initial small mammal community change after clear cutting of temperate North America forests. Oikos 59 : 313-320.
14. Lee, W.S. 1996. The relationship between breeding bird community and forest structure at a deciduous broad-leaved forest in Hokkaido, Japan. Korean Journal of Ecology 19(4) : 353-361.
15. Maser, C., J.M. Trappe and R.A. Nussbaum. 1978. Fungal-small mammal interrelationships with emphasis on Oregon coniferous forests. Ecology 59(4) : 799-809.
16. O'Connel, M. A. 1989. Population dynamics of neotropical small mammals in seasonal habitats. Journal of Mammalogy 70(3) : 532-548.
17. Pattern, D.R. 1992. Wildlife habitat relationships in forested ecosystems. Timber Press. Oregon. 392 pp.
18. Pucek, Z., W. Jedrzejewski, B. Jedrzejewski and M Pucek. 1993. Rodent population dynamics in a primeval deciduous forest(Bialowieza National Park) in relation to weather, seep crop and predation. Acta Thereologica 38(2) : 199-232.

19. Rhim, S.J. and W.S. Lee. 1999. Differences in small mammal populations due to different habitat structure in natural deciduous forest. *Journal of Korean Forestry Society* 88(2) : 179-184.
20. Saitoh, T. 1983. Survival rate and mobility in an enclosed population of red-backed vole, *Clethrionomys rufocanus bedfordiae*. *Acta Theriologica* 28(19) : 301-315.
21. Saitoh, T. 1991. The effects and limits of territoriality on population regulation in grey red-backed voles, *Clethrionomys rufocanus bedfordiae*. *Researches on population Ecology* 33(2) : 367-386.
22. Saitoh, T. and A. Nakatsu. 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(2) : 79-86.
23. Takeo, K. 1996. The encyclopedia of animals in Japan -Volume 1 : Mammal 1- Heibonsha Limited, Publishers. Tokyo. 156 pp.