

帶狀伐採한 리기다소나무 造林地의 土壤微小節肢動物 分布에 關한 研究^{1*}

吳光仁^{2*} · 曹熙科² · 安起完² · 張石其² · 鄭鎮澈³ · 金權植⁴

A Study on Distribution of Soil Microarthropods in *Pinus rigida* Plantations following Strip-Cutting^{1*}

Kwang-In Oh^{2*}, Hi-Doo Cho², Ki-Wan An², Seog-Ki Jang²,
Jin-Chul Chung³ and Choon-Sik Kim⁴

요 약

리기다소나무 조림지의 벌채수준에 따라 토양에 서식하는 토양미소절지동물의 분포상에 대하여 조사하기 위하여 1998년 5월부터 1999년 4월까지 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 조사기간동안 토양미소절지동물은 총 7강 21목 181,904개체가 채집되었으며, 이들의 구성은 거미강(Arachnida), 곤충강(Insecta), 연갑강(Malacostraca), 소각강(Pauropoda), 노래기강(Diplopoda), 지네강(Chilopoda), 애지네강(Symphyla)이었다.

2. 조사기간내 채집된 토양미소절지동물은 대조구에서 82,962개체, 잔존구에서 62,688개체, 벌채구에서 36,254 개체로 대조구는 벌채구에 비하여 2배 이상 채집되었다.

3. 벌채로 인한 영향은 응애목이 비교적 심하여, 벌채시 응애목과 툭토기목의 밀도가 모두 감소하나, 특히 응애목의 감소율이 높아 벌채구에서는 툭토기목의 비율이 상대적으로 높아진다.

4. 토양미소절지동물의 군집구성비는 거미강이 59.74%(108,678개체)로 가장 높은 개체수 밀도를 보였으며, 곤충강이 39.82%(72,427개체)로 나타나 이들 2군의 합계가 99.56%(181,105개체)로 절대적인 우위를 보였다.

5. 거미강에서는 응애목이 전체의 99.18%, 곤충강에서는 툭토기목이 93.99%로 가장 높은 개체수 밀도를 나타냈으며, 전체동물군에서도 응애목(59.25%), 툭토기목(37.42%)의 분포비율이 96.67%로 가장 높았고 벌목 0.95%, 파리목 0.64%, 앓은뱅이목 0.39%의 순이었다.

6. 계절에 따른 토양미소절지동물 군집분포는 7월에 최저를 기록하고 점차 증가하여 가을철인 11월에 가장 높은 밀도를 나타냈으며, 겨울철로 갈수록 점차 감소하는 경향을 보이다가 봄철인 4월에 다시 증가하는 경향을 나타내고 있다.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate composition and distribution of the soil microarthropods in *Pinus rigida* plantations following strip-cutting from May 1998 to April 1999.

The results of this study were as follows;

1. The individuals of soil microarthropods found during the research periods were 181, 904 and were identified into 21 orders in 7 classes. The classes were Arachnida, Insecta, Malacostraca, Pauropoda, Diplopoda, Chilopoda and Symphyla.

¹ 接受 2000年 11月 29日 Received on November 29, 2000.

審査完了 2001年 4月 9日 Accepted on April 9, 2001.

² 전남대학교 농과대학 임학과 Dept. of Forestry, Chonnam National Univ., Kwangju 500-757, Korea.

³ 원광대학교 생명자원과학대학 산림자원전공 Major in Forest Resources, Wonkwang Univ., Iksan 570-749, Korea.

⁴ 임업연구원 Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea.

* 본 연구는 농림부지원 농특 첨단기술개발 과제로 수행된 연구결과의 일부임.

* 연락처자 E-mail : kioh@chonnam.chonnam.ac.kr

2. The population density of the soil microarthropods was 82,962 individuals at the control area, 62,688 individuals at the reserve area and 36,254 individuals at the cutting area. The microarthropods in the control area were 2 times higher than those in the cutting area.

3. Although the major dominant taxa, Acari and Collembola, decreased in densities at the cutting area, the density reduction in Acari was higher than that in Collembola. This resulted in the increase of Collembola in terms of the relative abundance at the cutting area.

4. Among the total soil microarthropods, Arachnida was 59.74%, followed by Insecta of 39.82%. Such two groups comprise 99.56% of soil microarthropods.

5. According to the relative population density, Acari was 99.18% in Arachnida and 59.25% in the total and Collembola 93.99% in Insecta and 37.42% in the total. Therefore, individuals of Acari and Collembola was 96.67% of the total individuals. And the next abundant groups were Hymenoptera (0.95%), Diptera (0.64%) and Pseudoscorpiones (0.39%).

6. The population density of the soil microarthropods fluctuated seasonally, showing the bimodal pattern, being high in fall and spring. The highest density occurred in November and the lowest in July.

Key words : Pinus rigida plantations, soil microarthropods, strip-cutting, relative abundance, relative population density

서 론

토양 중에는 매우 다양한 동물 군들이 복잡한 먹이사슬을 형성하면서 독특한 생태계를 이루고 있다. 이러한 동물군은 8문 18강 82목에 이르는 것으로 알려져 있으며(青木淳一, 1980), 이중 절지동물문은 7강 38목으로 알려져 있다(Dindal, 1990).

토양 미소절지동물은 토양 미생물과 함께 토양에 공급되는 동·식물의 유체나 배설물 등 유기적 소재들을 분해하고, 토양을 경운하여 토양의 입단 구조의 생성, 보수성의 변화, 투수성의 변화, 토성의 변화, 양분의 축적 등 토양의 물리화학적 성질을 변화시키므로써 식물과 동물에 영향을 미쳐 토양생태계의 균형유지 및 물질과 에너지 순환에도 큰 역할을 하고 있다(渡邊弘之, 1973). 임목의 벌채는 광량의 증가, 온도변화, 수분조건의 변화 및 식물유체의 증가 등으로 토양미소절지동물의 정성 또는 정량적인 변이를 수반하게 된다(Wallwork, 1976; Kaczmarek, 1975). 또한 임지에서 벌채 또는 산불에 의한 지표의 나지화가 촉진된 경우 동물군집의 분포 특성은 지피물이 없는 나지에서는 겨울철에 동토현상이 나타나고 여름철에는 강한 직사열에 의한 건조현상으로 지렁이, 다족류 및 곤충류가 지피물이 풍부한 곳에 비하여 감소하게 된다(Metz and Dindal, 1980; Vannier, 1980). 한편 토양미소절지동물은 온도, 습도, pH, 기상요인 등 환경적 요인과 인위적 요인에 따라 그 종이나 개체수의 분포에 크게 영향을 받고 있어, 토양 지표 생물로서도 중요한 위치를 차지하고 있다(青木과 原田 1985; 崔星植, 1996).

본 연구는 우리나라의 대표적 조림수종의 하나인 리기다소나무 조림지에서 벌채구와 비벌채구의 토양미소절지동물의 분포상을 조사함으로써 임목 벌채가 토양미소절지동물의 분포에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 조사지개황

전라남도 곡성군 곡성읍 구원리 산 37번지(127° 15' E, 35° 15' N)에 위치한 1972년 리기다소나무 조림지를 대상으로 조사를 실시하였다. 조사구의 경사는 25°~28°, 방위는 서사면, 표고는 105m~135m 사이의 지역으로 화강암 풍화모재로부터 발달된 갈색약전산림토양형(B₂)이 주를 이루고 있으며, 흉고직경은 18~27cm, 수고는 12~15m, 임목밀도는 2,800주/ha 이었다. 벌채구는 1998년 3월 帶狀벌채 후 상수리나무 묘목과 졸참나무 묘목이 식재된 20×50m²의 지역, 잔존구는 벌채구와 벌채구 사이의 완충지로서 5×50m² 지역, 대조구는 무벌채지역을 선정하였다.

2. 기상

조사지역에 대한 기상은 인근에 있는 남원 기상관측소의 관측자료를 참조하였고, 조사기간 중 기상 현황은 Table 1과 같다. 조사기간 중의 기상 특이 사항으로는 6월, 9월의 강우량이 조사일인 20일 이후에 집중되었으며, 7, 8월에는 조사일 일주일 전에 강우가 집중되었다.

Table 1. Climatic data in the Namwon from May 1998 to April 1999.

Elements Period	Air temperature (°C)			R.H.* (%)	Precipitation (mm)
	Max	Min	mean		
May 1998	24.9	12.2	18.2	67	94.0
Jun.	26.1	16.8	21.1	73	309.5
Jul.	29.9	21.7	25.3	76	231.5
Aug.	30.3	21.4	25.1	79	633.0
Sep.	28.5	16.2	21.6	75	203.5
Oct.	23.6	9.3	15.5	74	59.8
Nov.	15.4	-0.1	6.5	73	32.8
Dec.	9.9	-4.9	1.3	73	6.5
Jan. 1999	6.7	-6.8	-0.6	72	31.7
Feb.	7.8	-5.2	0.7	73	41.4
Mar.	14.0	-0.6	6.4	68	86.2
Apr.	21.1	5.1	12.9	66	71.0

* R.H. : Relative humidity

3. 토양동물의 채집 및 분류

1998년 5월부터 1999년 4월까지 매월 1회씩 벌채구, 잔존구, 대조구의 3개조사구에서 토양미소절지동물의 시료를 채취하였다. 채취방법은 이들 각 조사구에 250m²(5×50m²)의 구역을 임의로 설정한 다음, 이를 다시 5개의 소구역으로 나누어 토양채취기(10cm×10cm×5cm, metal frame)를 이용하여 각 소구역에서 각 1회씩 부식층을 포함한 표토(총 2,500cm³)를 채취하였으며, 채취한 토양은 Tullgren장치(지름 50cm, 높이 50cm, 여두 지름 2cm)에 넣어 72시간 동안 동물을 추출하여, 추출된 동물은 75%의 Ethyl alcohol에 고정하여 해부현미경을 이용하여 분류군 별로 분류 동정하였다.

4. 식생

벌채구, 잔존구, 대조구에 각각 2×20m², 2×6m², 2×20m²의 식생조사구를 임의로 설정하고, 출현 분류군 별로 개체수를 조사하여, 각 분류군에 대한 상대밀도를 계산하였다.

Table 2. Physicochemical properties of soil in the sampling sites.

Factors Site	pH (1 : 5)	O.M. (%)	T.N. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C. (me/100g)	S.M. (%)	S.H. (kg/cm ²)	Qua. (μE·sec ⁻¹ ·m ⁻²)
Cutting area	4.65	1.28	0.10	1.44	9.60	45	1.6	365
Reserve area	4.70	2.06	0.13	1.77	9.02	48	1.3	278
Control area	4.74	2.02	0.14	1.53	10.14	58	1.5	211

* Note; pH : Soil pH(1 : 5), O.M. : Organic Matter, T.N. : Total Nitrogen, P₂O₅ : Available P₂O₅, C.E.C. : Cation Exchange Capacity, S.M. : Soil Moisture, S.H. : Soil Hardness Qua. : Quantum Radiation

5. 토양

각 조사구내에서 무작위로 5곳을 선정하여 유기물층을 제거한 후 광물질토양 상층부 10cm 깊이의 토양시료를 채취하여 토양의 화학성분 분석은 토양화학분석법(농촌진흥청, 1979)에 따라 pH는 초자전극법으로, 전질소는 microkjeldahl법으로, 유기물함량과 유효인산은 Lancaster법으로, C.E.C는 Schollenberger법, 치환성 양이온은 Atomic absorption spectrophotometer (PYE UNICAN pu 9000, Philips)로 각각 정량하였으며, 토양의 경도는 Soil Hardness Tester (TMB-590, KIYA SEISAKUSHO. LTD), 토양습도는 Aquaterr Moisture Meter (CatNo77377, AQUATERR INSTRUMENTS), 광량은 조도계 (DX-100, INS)을 이용하여 측정하였다.

6. 낙엽유입량

조사기간 동안 낙엽유입량을 측정하기 위하여 각 조사구별로 3곳에 낙엽수집기(수집면적 0.25m²)를 설치하여 1998년 7월, 11월 및 1999년 4월 등 3회에 걸쳐 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 토양환경

분석결과 Table 2에서 보는 바와 같이 토양 pH는 4.5~4.7의 강산성으로 나타났으며, 유기물, 전질소, 유효인산 등의 함량은 일반 산림토양에 비해 낮은 값을 보이고 있다. 조사구별 토양의 이화학적성질 중 벌채구에서 토양 pH, 전질소, 유기물함량 등은 대조구에 비해 낮은 값을 보이고 있을 뿐만 아니라, 토양경도 및 토양습도 등 물리적 성질에 있어서도 대조구에 비해 낮은 수치를 보이고 있어, 대조구의 물리화학적 성질이 가장 양호한 것으로 나타났다.

2. 조사지 식생

조사지역의 식생을 조사한 결과 목본 층에서는 17과 26속 33종, 초본 층은 16과 42속 48종의 식물이 분류되었다. 이중 벌채구에서는 목본 12과

16속 20종, 초본 6과 24속 28종, 잔존구에서는 각각 11과 14속 17종, 10과 18속 20종 대조구에서는 각각 13과 18속 20종, 12과 25속 28종으로 분류되었으며, 이를 정리하면 Table 3, 4와 같다.

Table 3. Relative density of plant species at the shrub layer in the study stands.

Species	Site	Cutting area	Reserve area	Control area
Pinaceae				
<i>Pinus rigida</i>		22.3	2.4	
<i>Pinus densiflora</i>		2.7	3.9	
Cupressaceae				
<i>Juniperus rigida</i>		0.5		1.8
Liliaceae				
<i>Smilax china</i>		3.8	0.8	8.5
Betulaceae				
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>		1.4		
Fagaceae				
<i>Quercus serrata</i>		19.3	18.1	40.2
<i>Quercus acutissima</i>		3.3		4.9
<i>Quercus aliena</i>		5.7	0.8	0.6
<i>Castanea crenata</i>		0.8	2.4	
Menispermaceae				
<i>Cocculus trilobus</i>		12.0	7.1	4.9
Lauraceae				
<i>Lindera erythrocarpa</i>			7.9	
Rosaceae				
<i>Rubus crataegifolius</i>			3.1	
<i>Rubus corchorifolius</i>		0.5		1.2
<i>Stephanandra incisa</i>				2.4
<i>Pyrus ussuriensis</i>			0.8	
<i>Prunus sargentii</i>				0.6
Leguminosae				
<i>Indigofera kirilowii</i>		10.9		
<i>Lespedeza bicolor</i>		3.3		0.6
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		0.3		
<i>Pueraria thunbergiana</i>		0.5	0.8	0.6
Rutaceae				
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>		8.7	16.5	4.9
Anacardiaceae				
<i>Rhus sylvestris</i>				4.3
<i>Rhus succedanea</i>		0.3		
Celastraceae				
<i>Celastrus orbiculatus</i>				2.4
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliato-dentatus</i>				0.6
Staphyleaceae				
<i>Euscaphis japonica</i>			0.8	
Vitaceae				
<i>Vitis thunbergii</i> var. <i>sinuata</i>			19.7	
Ericaceae				
<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>		2.5	6.3	12.8
<i>Vaccinium oldhami</i>		0.5		0.6
Symplocaceae				
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>				1.8
Caprifoliaceae				
<i>Lonicera japonica</i>				2.4
<i>Viburnum dilatatum</i>		0.5	6.3	3.7
<i>Viburnum erosum</i>			2.4	
Number of Species		20	17	20

Table 4. Relative density of plant species at the herb layer in the study stands.

Species	Site	Cutting area	Reserve area	Control area
Pteridaceae				
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>			14.9	9.6
Gramineae				
<i>Spodiopogon cotulifer</i>		11.5	13.4	7.1
<i>Setaria viridis</i>		27.5		
<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i>		17.9		
<i>Arundinella hirta</i>		0.6	1.5	0.7
<i>Calamagrostis arundinacea</i>		0.2	1.0	0.2
<i>Oplismenus undulatifolius</i>			0.5	0.2
<i>Arthraxon hispidus</i>			0.5	
<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i>		0.4		
<i>Sporobolus elongatus</i>		0.2		0.2
<i>Sorghum nitidum</i> var. <i>majus</i>		0.4		
<i>Miscanthus</i> var. <i>purpurascens</i>		0.2		0.2
Cyperaceae				
<i>Carex lanceolata</i>			43.6	21.1
<i>Carex fernaldiana</i>		0.4	1.0	0.5
Liliaceae				
<i>Allium monanthum</i>		8.9		
<i>Asparagus schoberioides</i>		0.6		
Dioscoreaceae				
<i>Dioscorea tenuipes</i>				34.8
Polygonaceae				
<i>Persicaria blumei</i>		13.2		
<i>Persicaria perfoliata</i>		2.1	3.5	1.0
<i>Persicaria nodosa</i>		0.2		
Ranunculaceae				
<i>Clematis mandshurica</i>			0.5	0.2
Rosaceae				
<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>		0.2	0.5	0.2
<i>Sanguisorba officinalis</i>			0.5	0.2
Violaceae				
<i>Viola mandshurica</i>		0.2	0.5	
Umbelliferae				
<i>Peucedanum terebinthaceum</i>				7.6
<i>Angelica cartilagino-marginata</i> var. <i>distans</i>		0.2		
Pyrolaceae				
<i>Chimaphila japonica</i>				1.2
Labiatae				
<i>Isodon inflexus</i>			2.0	
<i>Chinopodium chinense</i> var. <i>parviflorum</i>				0.2
Scrophulariaceae				
<i>Melampyrum roseum</i>				3.9
Rubiaceae				
<i>Galium trachyspermum</i>			7.4	
<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i>				0.7
Valerianaceae				
<i>Patrinia villosa</i>		6.8	4.5	
Campanulaceae				
<i>Platycodon grandiflorum</i>				2.9
<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>				0.2
Compositae				
<i>Artemisia japonica</i>		0.2		
<i>Artemisia keiskeana</i>		2.8		1.2
<i>Chrysanthemum boreale</i>		0.6	2.5	
<i>Eupatorium chinense</i> var. <i>simplicifolium</i>				2.2
<i>Eupatorium fortunei</i>		0.9		
<i>Erigeron canadensis</i>		2.1		
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>		0.9		1.0
<i>Aster scaber</i>		0.2	0.5	0.4
<i>Ixeris chinensis</i> var. <i>strigosa</i>			1.0	
<i>Atractylodes japonica</i>				1.0
<i>Aster yomena</i>		0.2	0.5	0.2
<i>Erechtites hieracifolia</i>		0.8		
<i>Leibnitzia anandria</i>				0.5
Number of Species		28	20	28

조사구별로는 벌채구에서 출현 종의 수가 가장 많았으며, 특히 리기다소나무와 졸참나무가 다른 조사구에 비해 높은 밀도를 보여 벌채로 인한 리기다소나무 종자 및 졸참나무 종자의 자연낙하로 인해 다른 조사구보다 많은 치수들이 발생되었기 때문인 것으로 판단된다. 대조구에서는 졸참나무, 산철쭉 등이 우점, 잔존구에서는 산철쭉이 우점하고 있는 것으로 나타났다. 특히 잔존구에서는 방형구 크기가 벌채구나 대조구보다 작기는 하나 벌채로 인한 낙엽낙지 및 폐목 등이 조사구 내에 유입되어 다양한 식물상이 나타나지 않았다고 사료된다. 초본층에서는 벌채구에서 개솔새, 강아지풀 등이 우점하였고, 잔존구나 대조구에서는 그늘사초, 고사리 등이 우점하고 있었다.

3. 토양미소절지동물군집

본 조사지역에서 채집된 토양미소절지동물은 Table 5에서 보는 바와 같이 총 7강 21목 181,904 개체가 채집되었다.

조사결과를 종합해 보면 조사구의 토양미소절지동물은 대조구에서 가장 많은 개체수가 검출되었으며, 잔존구, 벌채구의 순이었다. 이를 다시 분류군 별로 세분하여 보면 거미강(59.74%)과 곤충강(39.82%) 2강의 개체수 합계가 99.56%로 절대우위를 보였으며, 거미강의 응애목은 59.25%로 가장 높았고, 곤충강의 툴토기목은 37.42%를 차지하여 전체 토양미소절지동물에서 응애목과 툴토기목이 차지하는 비율이 96.67%로 가장 높게 나타났다. 벌목 0.95%, 파리목 0.64%, 앓은뱅이목

Table 5. Total individuals (per soil of 90,000cm³) of soil microarthropods collected at the sampling sites.

Sampling site	Cutting area		Reserve area		Control area		Total	
Microarthropods								
ARACHNIDA								
Acari	18,813	(51.89)	37,812	(60.32)	51,159	(61.67)	107,784	(59.25)
Araneae	21	(0.06)	51	(0.08)	108	(0.13)	180	(0.10)
Pseudoscorpiones	201	(0.55)	298	(0.48)	215	(0.26)	714	(0.39)
Subtotal	19,035	(52.50)	38,161	(60.87)	51,482	(62.05)	108,678	(59.74)
INSECTA								
Collembola	16,255	(44.84)	22,429	(35.78)	29,388	(35.42)	68,072	(37.42)
Hymenoptera	240	(0.66)	813	(1.30)	666	(0.80)	1,719	(0.95)
Diptera	279	(0.77)	282	(0.45)	603	(0.73)	1,164	(0.64)
Protura	59	(0.16)	234	(0.37)	329	(0.40)	622	(0.34)
Thysanoptera	82	(0.23)	230	(0.37)	119	(0.14)	431	(0.24)
Homoptera	17	(0.05)	120	(0.19)	38	(0.05)	175	(0.10)
Coleoptera	36	(0.10)	67	(0.11)	45	(0.05)	148	(0.08)
Isopera	27	(0.07)	17	(0.03)	6	(0.01)	50	(0.03)
Dipulura	5	(0.01)	13	(0.02)			18	(0.01)
Lepidoptera	3	(0.01)	6	(0.01)	6	(0.01)	15	(0.01)
Archaeognatha	1	(0.00)	9	(0.01)	3	(0.00)	13	(0.01)
Subtotal	17,004	(46.90)	24,220	(38.64)	31,203	(37.61)	72,427	(39.82)
SYMPHYLA	69	(0.19)	61	(0.10)	73	(0.09)	203	(0.11)
DIPLOPODA	15	(0.04)	10	(0.02)	28	(0.03)	53	(0.03)
CHILOPODA								
Scolopendromorpha	1	(0.00)	5	(0.01)			6	(0.00)
Geophilomorpha	75	(0.21)	108	(0.17)	85	(0.10)	268	(0.15)
Lithobiomorpha	21	(0.06)	44	(0.07)	47	(0.06)	112	(0.06)
CRUSTACEA								
Isopoda	9	(0.02)	43	(0.07)	33	(0.04)	85	(0.05)
PAUROPODA	25	(0.07)	36	(0.06)	11	(0.01)	72	(0.04)
Total	36,254	(100.00)	62,688	(100.00)	82,962	(100.00)	181,904	(100.00)

* Note ; () : Relative Density(%)

0.39% 순이었다. 이는 광릉지역에서 토양 미소절지동물의 분포상을 조사한 보고(崔星植, 1984), 경작단지에서 조사한 보고(蘇仁永 等, 1985), 잣나무 조립지에서 조사된 보고(權寧立과 崔星植, 1992)와 유사한 경향을 보였다.

조사구별 상대밀도에 있어서 응애목은 벌채구에서 51.89%, 잔존구에서 60.32%, 대조구에서 61.67%로 나타나 벌채지역에서는 비율이 감소하는 경향이 있으며, 톱토기목은 벌채구에서 44.84%, 잔존구에서 35.78%, 대조구에서 35.42%로 벌채구에서 오히려 증가하는 반대 현상이 나타났는데, 이는 응애목의 밀도감소가 매우 높았기 때문이다 (Table 5). 이 결과로 보아 톱토기목은 응애목에 비해 벌채로 인한 영향을 상대적으로 적게 받고 있는 것으로 사료된다.

토양미소절지동물의 처리구별 밀도를 비교한 결과, 평균 밀도는 대조구가 가장 높게 나타났으며, 잔존구, 벌채구 순이었다(Table 6).

특히 벌채구는 대조구에 비해 유의하게 낮은 밀도를 보이고 있어(P < 0.05), 임목의 벌채가 우점동물군인 응애목과 톱토기목의 밀도 감소를 초래하는 것으로 나타났다. 아울러 벌채구의 밀도가 낮은 것은 벌채 후 토양미소절지동물의 에너지 및 영양원으로 작용하는 낙엽량의 감소와 함께 유기물의 급속한 분해에 따른 낙엽층의 감소가 원인인 것으로 사료된다(Table 7).

4. 계절적 분포

전 조사구에서 토양미소절지동물의 계절적 분포를 조사한 결과, 여름철에 밀도가 낮아졌다 낙엽이 풍부해지는 가을철에는 높아지고, 겨울철에 다시 낮아졌다가 봄철이 되면 높아지는 경향을 보여, 權寧立과 崔星植(1984), 郭峻洙(1989)의 보고와 일치하였다.

한편 응애목(Figure 1)과 톱토기목(Figure 2)의 계절적 분포를 조사구별로 살펴보면 응애목의 경

Table 7. Weight(g) of litters at the sampling sites during the surveying periods.

Sampling site Period	Cutting area	Reserve area	Control area
July 1998	4.48	14.98	43.22
November 1998	32.98	85.31	312.01
April 1999	20.99	23.61	103.95

우 벌채 초기에는 대조구와 벌채구가 별다른 차이를 보이지 않다가, 겨울철에 접어들면서 차이가 많이 나는데 비해, 톱토기목은 벌채 초기에 큰 차이를 보이다가, 가을철에 줄어들고 겨울철이 되면 다시 차이가 크게 나타났다.

낙엽량이 많은 11월에(Table 7) 응애목과 톱토기목은 전 조사구에서 가장 높은 밀도를 나타내었고(Figure 1과 2), 장마철이며 낙엽량이 적은 7월에 가장 낮은 밀도를 보였다. 그러나 다른 토양미소절지동물에서는 11월에 밀도가 최고에 달하는 현상은 나타나지 않았다. 이러한 사실은 응애목과 톱토기목의 밀도가 다른 동물군에 비해 낙엽량에 상대적으로 더 큰 영향을 받는다는 사실을 나타내고 있다.

임목의 벌채는 토양 내의 온도변화, 습도변화, 에너지 및 영양원으로 작용하는 낙엽량의 감소 등에 따른 원인 때문에 토양미소절지동물 군집의 감소를 초래하게 된다(靑木淳一, 1980; Wallwork, 1976). 응애목(Figure 1)과 톱토기목(Figure 2)을 비롯한 기타 토양미소절지동물의 계절변화(Figure 3)를 보면, 벌채구에 비해 잔존구에서 개체수가 높게 나타나는 시기가 많은데, 이는 벌채구에 서식하고 있던 동물들이 벌채에 따른 지위환경의 변화로 잔존구에 이입하여 나타난 현상인 것으로 사료된다. 다양성의 경우에도(Figure 4) 잔존구가 높아, 주변 벌채구에서의 이입으로 인한 현상 때문인 것으로 사료된다.

Table 6. Multiple range test (Duncan's) on abundance of Acari, Collembola and others. Numbers are means with standand errors (n = 12).

Sampling site Microarthropods	Cutting area	Reserve area	Control area
Acari	1,568(246)b*	3,151(424)a	4,263(641)a
Collembola	1,440(205)b	1,869(173)b	2,449(203)a
Others	99(14)d	204(28)c	201(33)c

* Means with the same letter are not significantly different with each other (P < 0.05).

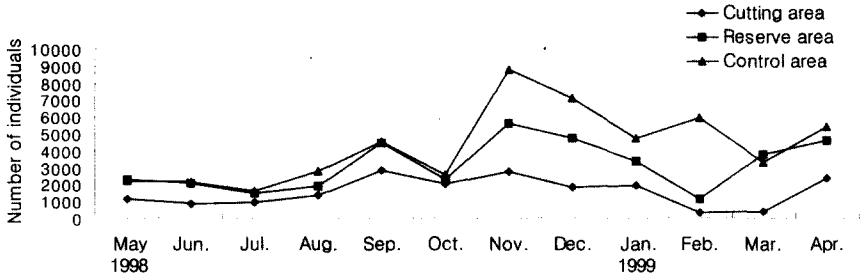


Figure 1. Seasonal fluctuations of abundance of Acari at each sampling sites in *Pinus rigida* plantations.

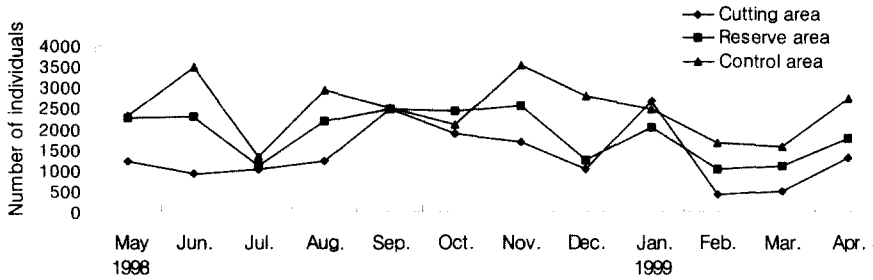


Figure 2. Seasonal fluctuations of abundance of Collembola at each sampling sites in *Pinus rigida* plantations.

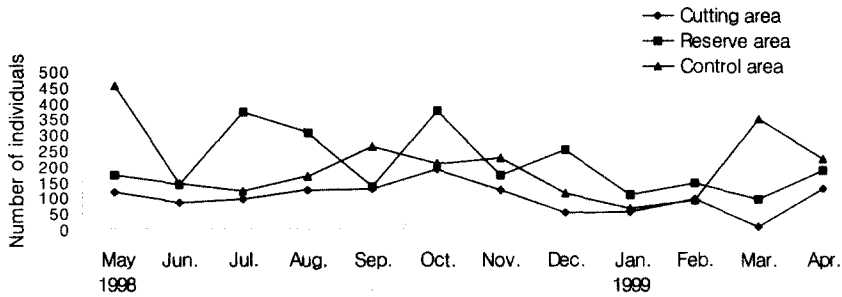


Figure 3. Seasonal fluctuations of abundance of other soil microarthropods at each sampling sites in *Pinus rigida* plantations.

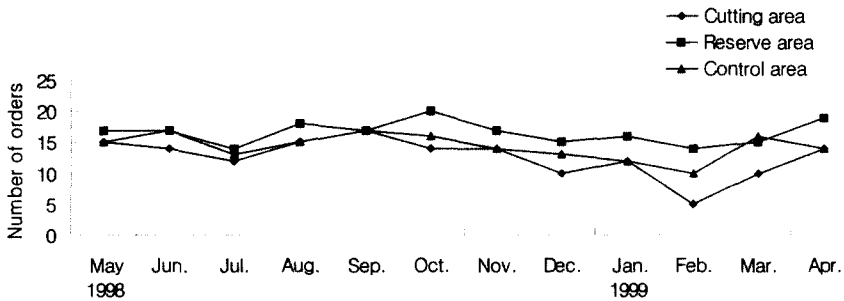


Figure 4. Seasonal fluctuations of number of orders at each sampling sites in *Pinus rigida* plantations.

결 론

벌채에 따른 토양미소절지동물의 분포상을 비교 조사한 결과 토양미소절지동물은 환경 변화가 적은 대조구에서 가장 높은 밀도를 나타냈으며, 잔존구(벌채인접구), 벌채구의 순이었다. 특히 벌채구는 대조구에 비해 매우 낮은 밀도를 보이고 있어, 임목의 벌채는 토양내의 보수성 및 토성을 변화시켜 토양미소절지동물의 감소를 초래하는 것으로 나타났다. 이는 벌채 후 토양미소절지동물의 에너지 및 영양원으로 작용하는 낙엽낙지량의 감소, 미기후 변화 및 벌채로 인한 서식처 훼손 등의 영향이 크게 작용했기 때문이라 사료된다.

벌채구에서 응애목의 밀도 감소가 매우 높아, 톱토기목이 상대적으로 비율이 증가하는 등 벌채 시 군집구조에 변화가 일어난다. 그러나 응애목의 경우 잔존구는 대조구와 밀도차이를 보이지 않았다. 이러한 사실은 대상 벌채 시 잔존구는 응애목의 보존에 많은 기여를 할 것으로 예상된다. 더구나 다른 토양미소절지동물의 밀도나 다양성의 경우 잔존구가 대조구에 비해 오히려 높은 경우들이 발견되어 잔존구는 토양미소절지동물들의 피난처로서의 기능도 하는 것으로 사료된다. 따라서 임목 벌채시 잔존구를 남기는 것은 벌채 시 예상되는 토양동물상의 파괴를 줄일 수 있는 한가지 방법이 될 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구의 결과 대규모 벌채 시 잔존구를 남기는 것은 토양미소절지동물상의 보존에 보다 유리한 것으로 나타났다.

인 용 문 헌

1. 광준수. 1989. 광양지역 삼림토양의 미소절지동물에 관한 생태학적 연구. 전북대학교 농학과 박사학위 논문. pp. 1-84.
2. 권녕립·최성식. 1992. 잣나무 조림지내 토양미소절지동물상에 관한 연구 1. 날개응애

종의 구성. 한응곤지 31(1): 10-22.

3. 농촌진흥청 농업기술연구소. 1979. 토양화학 분석법. pp. 24-91.
4. 소인영·김태홍·이종진·곽준수·정성수. 1985. 경작단지별 재배환경이 토양동물 생태에 미치는 영향. 전북대학교 논문집 제27편 자연과학편. pp. 205-217.
5. 최성식. 1996. 토양동물학. 원광대학교 출판국. pp. 477.
6. 최성식. 1984. 광릉지역의 토양미소절지동물상 분석에 관한 연구. 원광대학교 논문집 18: 185-235.
7. 최성식·권녕립. 1984. 방초지내의 토양미소절지동물에 관한 연구. 원광대학교 농대논문집 7: 69-91.
8. 渡邊弘之. 1973. 土壤動物の生態と觀察. 策地書館. pp. 146.
9. 青木淳一. 1980. 土壤動物學. 北隆館. pp. 814.
10. 青木淳一·原田洋. 1985. 環境保全林の形成と土壤動物群集(特にササラダニ群集)の變化. 横浜國大環境紀要 pp. 121-133.
11. Dindal, L.D. 1990. Soil Biology Guide, Wiley (New York) pp. 1349.
12. Kaczmarek, M. 1975. Influence of humidity and specific interactions on collembolan populations in a pine forest. Progress in soil Zool. pp. 333-339.
13. Metz, L.J. and D.L. Dindal. 1980. Effects of fire on soil fauna in North America. Proc. VII. Int. Soil Zool. Colloq. pp. 450-459.
14. Vannier, G. 1980. Use of microarthropods(mites and spring tails) as valuable indicators of soil metabolic activity. Proc. VII. Int. Soil Zool. Colloq. pp. 592-603.
15. Wallwork, J.A. 1976. The distribution and diversity of soil fauna. Academic Press. pp. 335.