

지리산 피아골 토양 미소절지동물상의 계절적 변화 및 수직분포

홍 용 · 김태흥 · 오영철
전북대학교 농과대학 농생물학과

Seasonal Abundance and Vertical Distribution of Soil Microarthropods at the Piagol, Mt. Chiri

Hong, Yong, Tae-Heung Kim and Young-Chol Oh
Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

ABSTRACT

Density fluctuations of soil microarthropods at the Piagol, Mt. Chiri was assessed on the basis of 113,096 individuals collected from March 1993 to February 1994. Of 6 classes, and 18 orders, the Arachnida and Insecta were the most numerous members with abundance of 51.4% and 46.3%, respectively. The mean density of the Acari was 13,310/m² followed by 11,710/m² of Collembola thus contributing to an average density of 26,180/m² of microarthropods. The Acari were abundant in autumn and less found in winter and the density fluctuation of the Collembola followed a similar trend. The vertical distribution of the mesofauna revealed from the soil samples taken from the surface to 5 and from 5 to 10 cm in depths was as follows. In 5~10 cm layer, Collembola was numerous with abundance of 54.7%, followed by 40.1% of Acari and the soil microarthropods reached the highest density peak in spring, while the lowest in winter. Populations concentrated in the 0~5 cm layer as much as 62.2% throughout the season and 82.4% throughout the altitudes. The Acari/Collembola (A/C) ratio in the 0~5 cm layer was higher than that in the 5~10 cm.

Key words: Acari/Collembola ratio, Population density, Seasonal fluctuations, Soil microarthropods, Vertical distribution

서 론

산림 토양중에는 다양한 미소절지동물이 서식하고 있으며, 이들의 밀도와 분포에 영향을 미치는 여러 요인들이 보고되어 있다 (Chiba *et al.* 1975, Seastedt 1984). 많은 개체군이 서식하고 있는 부엽층은 노출되어 있고, 열 스트레스, 수분의 급격한 변화, 건조한 환경 등에 의해서 영향을 받게 되는데 (Cepeda-Pizarro and Whitford 1989), 서식지의 자연적인 환경요인 뿐만 아니라, 인간의 간섭에 따라 미소절지동물의 구성, 밀도 및 분포에 있어 많은 차이를 보인다 (Lux-

ton 1975, Sgardelis and Margaris 1993). 국내에서는 최(1984), 광 등(1989), 권(1993), 박 등(1996)이 산림 토양에서 주요 미소절지동물을 중심으로 밀도와 계절적 분포 등을, 최(1996)는 산불이 토양 미소절지동물상에 미치는 영향에 대해서 보고한 바 있다. 지리산 피아골에서의 연구는 이와 최(1982)가 미소절지동물과 토양선충을 중심으로 보고한 것이 있을 뿐이다.

토양 미소절지동물은 토양의 깊이 및 계절에 따라서도 개체군 밀도와 종 구성에 많은 변화가 있는 것으로 알려져 있다 (Holt 1981). 우리나라에서는 경기도 광릉지역 산림 토양에서 최(1984), 서울대 광양연습림에서 광 등(1990), 환경조건이 다른 서울 남산과 경기도 광릉의 미소절지동물상을 비교 분석한 박 등(1996)의 보고가 있다.

환경오염과 생물다양성에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있는 시점에서 산림환경이 비교적 안정되고, 잘 보존되어 있는 지리산 피아골의 토양에서 표고별로 서식 환경이 서로 다른 조사 지점을 택하여 1년간 개체군 밀도와 수직분포를 조사한 결과를 보고한다.

조사지 개황

조사지역은 지리산 피아골(북위 35°15'~18', 동경 127°33'~35')로 행정구역상 전라남도 구례군 토지면 직전마을이며 표고는 400~1,400 m 사이에 있다. 조사는 표고 400 m에서부터 200 m 간격으로 1,400 m 지점까지 6개 조사지점을 설정하였다 (Fig. 1). 피아골은 임결령의 남사면과 不無長嶂의 동사면으로 된 면적 약 7.5 km²를 이루는 곳으로 냉온대 중부와 남부에 속하는 계곡이고 (Yim and Kira 1975), 조사기간중 연평균 기온은 12.0°C, 강수량은 1,378 mm였다 (Fig. 2).

제 I 조사구

표고 400 m 지대로서 민박촌이 위치하는 지점으로 남동사면이고 경사 약 10°의 지역이며 군집 구성은 소나무(*Pinus densiflora*)가 우점종으로 되어 있으며 인간의 간섭이 매우 심한 지역이다.

제 II 조사구

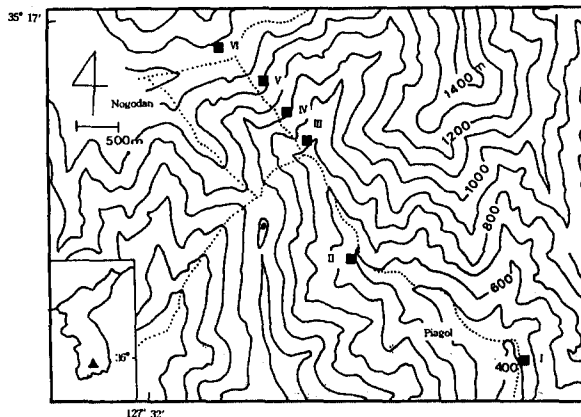


Fig. 1. Map of the Piagol, Mt. Chiri showing 6 study sites along with altitudes.

표고 600 m 지대로서 삼흥소 지점으로 남서사면이고 경사 약 15°의 지역이며 군집 구성은 굴참나무(*Quercus variabilis*)가 우점종으로 되어 있으며 비교적 인간의 간섭이 적은 지역이다.

제 III 조사구

표고 800 m 지대로서 피아골산장 지점으로 남동사면이고 경사 약 15°의 지역이며 군집 구성은 졸참나무-서어나무(*Quercus serata*-*Carpinus laxiflora*)가 우점종으로 되어 있으며 등산객 등 인간의 간섭이 심한 지역

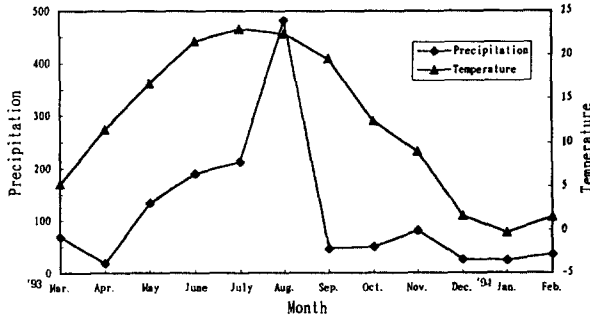


Fig. 2. Monthly mean temperatures (°C) and precipitations (mm) at the Piagol, Mt. Chiri, from March 1993 to February 1994.

우점종으로 되어 있으며 인간의 간섭이 보통인 지역이다.

제 VI조사구

표고 1,400 m 지대로서 임걸령 삼거리 부근으로 남동사면이고 경사 약 5°의 지역이며 군집구성은 소나무-철쭉꽃(*Pinus densiflora-Rhododendron schlippenbachii*)이 우점종으로 되어 있으며 인간의 간섭이 심한 지역이다.

이다.

제 IV조사구

표고 1,000 m 지대로서 남동사면이고 경사 약 10°의 지역이며 군집구성은 개서어나무(*Carpinus tschonoskii*)가 우점종으로 되어 있으며 인위적 간섭이 적은 지역이다.

제 V조사구

표고 1,200 m 지대로서 남서사면이고 경사 약 10°의 지역이며 군집구성은 신갈나무(*Quercus mongolia*)가

재료 및 방법

토양시료의 채취

각 조사지점별로 100 m²(가로 10 m×세로 10 m)의 조사구를 임의로 설정한뒤 각 조사구는 다시 1×1 m의 소구로 나눈 다음 무작위로 2개의 소구에서 각각 1,500 cm³씩, 총 3,000 cm³의 토양을 채취하였다. 따라서 6개 조사구에서 12회에 걸쳐 216,000 cm³의 토양을 분석하였다. 토양채취는 강철 각통(10×10×5 cm)의 토양채취기를 사용하였다.

수직분포 조사를 위해서는 지표면을 기준으로 부엽토가 대부분을 차지하는 0~5 cm, 토양층이 주된 구성인 5~10 cm로 나누고 양 층에서 각 구당 2,000 cm³(500 cm³씩 4반복)의 토양을 채취하였는데 조사에 사용된 토양시료는 6개 구에서 4회, 총 96,000 cm³이었다.

채취기간

군집조성 및 밀도변화에 대한 조사를 위해서는 1993년 3월부터 1994년 2월까지 매월 1회씩 12회 실시하였다. 수직분포에 대한 조사는 1993년 4월(봄), 7월(여름), 10월(가을), 1994년 1월(겨울) 등 총 4회에 걸쳐 실시하였다.

토양동물의 추출 및 처리

채취된 토양은 토양운반 용구에 담아서 실험실로 옮긴 뒤 Tullgren funnel에 넣어 96시간 동안 층체를 수집하고, 추출된 층체는 80% alcohol에 보관한 뒤, 조사구별 및 시기별로 밀도를 집계 분석하였다.

결과 및 고찰

개체군 밀도

각 조사구별 미소절지동물의 밀도는 개서어나부 군집인 표고 1,000 m 지점의 제 IV조사구가 36,780개체/m²로 가장 높은 밀도를 보였고 그외의 조사구에서는 거의 유사한 밀도로 나타났는데 식생과 인간의 간섭정도가 다른 6개 조사구에서 이들의 뚜렷한 밀도 증감은 보이지 않았다 (Table 1). 다만 민박촌에서 가장 가까이 위치한 제 I 조사구는 소나무 군집으로 사람들에 의한 간섭의 정도가 다른 조사구보다 심한 지점으로 미소절지동물의 개체군 밀도에 가장 큰 영향으로 작용하였으며, 표고가 높아지면서 개체수가 증가하다가 제 V 조사구부터 다시 급격히 감소하였다.

토양중에 서식하는 미소절지동물에 대하여 최(1984)는 5강, 광(1989)은 6강 18목을 조사 보고하였다. 본 조사에서는 6강 17목 총 113,096개체가 검출되었으며 이들의 구성은 거미강, 곤충강, 노래기강, 지네강, 애지네강, 갑각강 등 이었다.

조사기간중 개체군 밀도는 거미강이 13,440개체/m²로 51.4%의 높은 비율을 보였으며 곤충강이 12,110개체/m², 46.3%의 비율로 나타나 이들 두 군의 합계가 97.7% 이었다 (Table 2). 이는 98.6%를 차지한다는 광 등(1989)의 보고와 권(1993)의 94.6%와 대체로 비슷한 결과로 두 군이 산림 토양에서 절대 우점군임이 확인되었다. 거미강 중에서는 응애목이 13,310개체/m²로 50.8%, 곤충강 중에서는 툭토기목이 11,710개체/m², 44.7%로 두 개체군의 합이 전체의 95.5%로 절대다수를 차지하였고 이들을 밖으로 하는 앓은뱅이목은 52개체/m², 0.3%로 소수의 그룹이었다. 개체군의 비율은 아마존 유역에서의 보고에 의하면 응애와 툭토기를 제외할 때 전체의 약 10~12%를 차지한다는 보고(Adis and Mahnert 1990)와 금번 조사에서 확인된 약 4.5%의 결과와 비교할 때 종 조성과 생육단계별 밀도는 다르지만, 원시림 상태의 아마존 유역의 토양 미소절지동물 중 구성비율에 있어 거의 비슷한 수준이었다. 그외 곤충강 별목의 유충이 189개체/m²로 전체의 0.7%였고 그 다음 기타 종류들이었다. 이는 광릉지역에서의 최(1984)의 보고, 광양지역에서의 광(1989)의 보고와 피아골지역의 이와 최(1982)의 조사 보고와도 일치하는 경향이다.

월별 개체군 소장은 10월에 높고 2월에 낮았다. 겨울을 지나고 온도가 올라가면 토양 상층부로 올라가서 활동을 하기 시작하고 장마 직후 밀도의 증가가 일시 멈춘 다음 9월에 밀도가 다시 회복되기 시작하여 10월에 가장 높은 밀도를 보인다. 이후 온도가 떨어지면서 밀도가 급격히 감소한다. 이와 같이 개체군 밀도는 봄과 가을 2회의 정점을 보이는데 이는 미소절지동물의 밀도 변동은 계절적 요인이 크게 좌우한다는 광 등(1989)의 보고와 일치하고 있다.

수직분포

제 IV 조사구에서는 10,280개체/m²가 출현하여 전 조사구 평균 개체수의 두 배에 이르는 높은 밀도를 보였고 그 다음이 제 II 조사구였다. 이러한 결과는 0~5 cm층과 유사한 밀도 분포 양상으로 인간의 간섭정도가 적은 곳일수록 상층부와 하층부에 공히 많은 미소절지동물이 분포하고 있음을 단적으로 보여준다. 표토하 5~10 cm층의 미소절지동물은 6강 12목 5,623개체가 검출되었으며 이들의 구성은 거미강, 곤충강, 노래기강, 지네강, 애지네강, 갑각강 등 이었다.

거미강이 2,362개체/m²로서 40.3%, 곤충강이 3,325개체/m²로 56.8%를 차지하는데 이 두

Table 1. Number of individuals of soil microarthropods per m² at the 6 sites in the Mt. Chiri from March 1993 to February 1994

Microarthropod	0 ~ 5 cm						5 ~ 10 cm					
	I*	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Arachnida	9,571	12,560	16,460	18,190	11,460	12,370	2,594	3,400	2,381	2,700	2,100	1,000
Pseudoscorpionida	43	90	35	81	19	43	0	31	0	13	0	0
Acari	9,412	12,350	16,330	18,080	11,370	12,280	2,569	3,356	2,369	2,687	2,100	1,000
Araneae	115	119	97	25	63	46	25	13	13	0	0	0
Isopoda	32	19	1	8	0	0	0	0	0	0	6	0
Diplopoda	25	24	44	78	4	3	13	6	13	13	0	0
Chilopoda	158	144	176	111	112	88	100	56	38	25	31	13
Symphyla	46	81	96	57	32	22	6	19	13	38	31	0
Insecta	12,330	14,870	11,270	17,900	8,336	7,960	2,550	4,338	2,362	7,394	1,319	1,987
Protura	92	69	69	36	38	22	6	6	19	6	0	13
Collembola	11,790	14,330	10,780	17,490	8,062	7,792	2,469	4,281	2,119	7,225	1,175	1,950
Diptera	0	0	3	0	3	7	6	0	0	0	0	0
Psocoptera	15	10	7	28	4	4	0	0	6	6	0	0
Thysanoptera	18	4	6	4	1	8	0	0	0	0	6	0
Hemiptera	18	1	1	3	6	3	0	0	0	0	0	0
Homoptera	39	38	6	10	0	7	6	6	6	0	6	0
Coleoptera	56	65	78	121	65	40	25	25	19	44	25	13
Hymenoptera	232	303	267	160	126	47	19	19	156	25	38	0
Diptera	67	46	53	54	31	29	19	0	38	88	69	13
Others	232	336	644	436	262	522	88	137	137	112	38	88
Total	22,390	28,040	28,700	36,780	20,200	20,970	5,350	7,956	4,944	10,280	3,525	3,087

* refer to various altitudes at the sample sites I ~ IV in the text

Table 2. Number of individuals of soil microarthropods in the Mt. Chiri from March 1993 to February 1994

Microarthropod	'93 Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	'94 Jan.	Feb.	Total No.
Arachnida	2,637	4,219	5,140	6,170	3,457	4,613	7,112	7,657	6,828	4,188	3,245	2,774	58,040
Pseudoscorpionida	11	10	26	10	23	17	27	38	29	14	12	7	224
Acari	2,612	4,196	5,106	6,129	3,415	4,569	7,018	7,569	6,770	4,147	3,208	2,742	57,481
Araneae	14	13	8	31	19	27	67	50	29	27	25	25	335
Isopoda	1	5	1	3	4	5	3	8	6	5	3	0	44
Diplopoda	1	19	14	17	21	7	13	15	10	3	6	2	128
Chilopoda	14	54	57	96	49	84	84	61	35	12	13	10	569
Symphyla	1	11	25	53	30	33	43	27	12	2	3	0	240
Insecta	3,759	5,769	5,184	5,583	3,721	4,332	6,008	5,940	4,873	3,039	2,180	1,935	52,323
Protura	9	6	40	32	16	9	22	30	43	13	9	6	235
Collembola	3,700	5,634	5,002	5,273	3,397	4,153	5,820	5,791	4,774	2,988	2,146	1,904	50,582
Diplura	0	0	3	1	1	0	0	1	3	0	0	0	9
Psocoptera	0	0	0	0	1	7	30	11	0	0	0	0	49
Thysanoptera	1	2	1	0	7	4	2	4	4	1	0	4	30
Hemiptera	1	2	2	0	1	3	5	2	2	3	0	2	23
Homoptera	8	2	2	6	33	6	3	9	2	0	0	0	71
Coleoptera	28	18	18	23	48	29	24	38	27	21	18	14	306
Hymenoptera	7	93	108	232	118	79	94	47	15	12	7	5	817
Diptera	5	12	8	16	99	42	8	7	3	1	0	0	201
Others	282	110	152	68	108	200	79	89	322	139	100	103	1,752
Total No.	6,695	10,187	10,573	11,990	7,390	9,274	13,342	13,797	12,086	7,388	5,550	4,824	113,096

군의 합이 97.1%로 이 결과는 0~5 cm층 개체군 밀도 97.7%와 유사하였으며, 주요 개체군인 응애목은 40.1%, 톡토기목은 54.7%로 오히려 톡토기목의 비율이 더 높은 구성이다. 이는 통상 응애목이 많이 나온다는 결과와 상반되는 것인데 추후 식생이나 경사도, 토양구성 등의 환경요인과 관련하여 상세한 조사가 필요할 것으로 본다.

계절적 분포 변동 양상은 4월에 가장 높고 1월에 낮았다. 이는 표토하 0~5 cm층의 10월에 가장 높은 평균밀도를 나타낸 것과 비교할 때 다른 분포양상을 나타낸다. 그러나 0~5 cm층에서도 밀도의 차이는 있지만 봄에도 1회의 밀도 정점을 보인 바, 수직분포시 채집한 횟수가 계절별 1회에 기인한 결과로 해석할 수 있다.

토양 미소절지동물의 수직분포는 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 각 조사구별 전체적인 분포는 0~5 cm층이 82.4%, 5~10 cm층이 17.6%가 분포하는 것으로 조사되어 대부분의 미소절지동물이 0~5 cm층에 서식하고 있음을 확인하였다. 이 중 표고에 의한 차이나 식생 환경에 의한 이들 미소절지동물의 뚜렷한 분포 변화는 확인할 수 없었다. 이를 박 등(1996)의 보고인 미소절지동

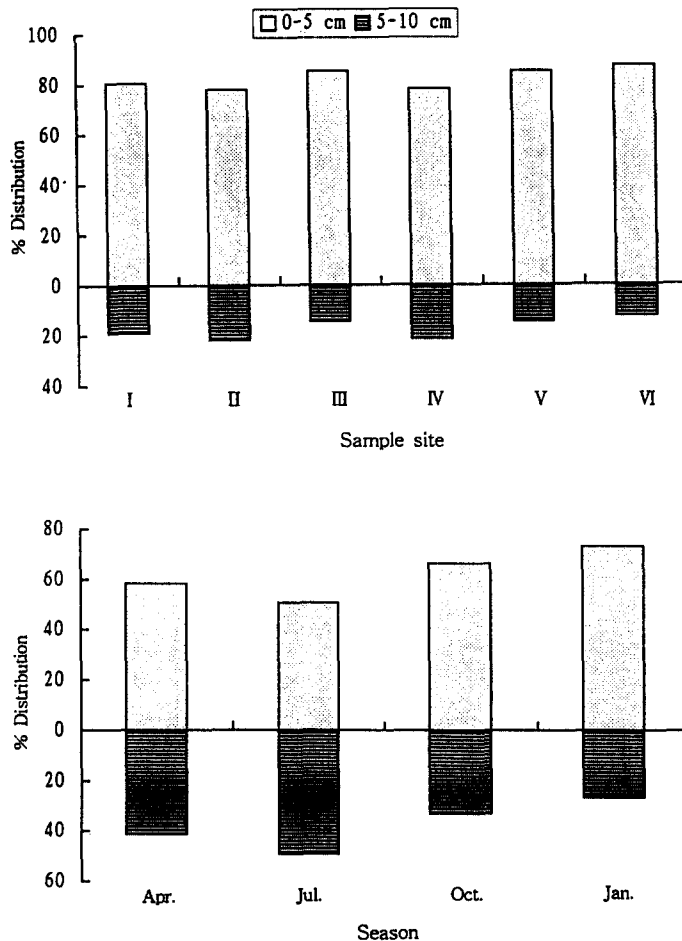


Fig. 3. Vertical distribution of soil microarthropods within soil layers of 0~5 cm and 5~10 cm at various altitudes and seasons at the Piagol, Mt. Chiri, 1993~1994.

물의 60~70%가 부엽층에 서식한다는 결과와 비교해보면 조사지역의 식생차이에서 기인하는 상이한 부엽층이나 토양성분 등에 따른 것으로 해석할 수 있다. 본 조사지역의 0~5 cm층이 하층보다는 토양 미소절지동물의 서식에 필요한 먹이 등의 조건이 양호하여 분포가 상층에 집중되어 있었음을 의미한다.

계절별 전체적인 수직분포는 0~5 cm층에 62.2%, 5~10 cm층에 37.8%로 조사되었는데, 조사구별 수직분포의 경우와 비교하여 5~10 cm층에 20.2%, 더 많은 개체가 분포하고 있다는 것이다. 또한 겨울철에도 다수가 0~5 cm층에 존재하는 것으로 확인되었으며 이와 다르게 여름철에는 거의 반반씩 상층부와 하층부에 서식하고 있음이 밝혀졌다. 일반적으로 여름에는 부엽층에서 서식하고 겨울에는 토양층으로 이동한다는 것과는 다른 반면에 토양온도에 민감하게 반응하지는 않아 상층부와 하층부간의 활발한 이동이 이루어지지 않았다는 박(1996) 등의 결과와 일치한다.

A/C 비율

각 조사구별 주요 개체군인 응애와 툽토기의 구성비율(Acari/Collembola)을 보면(Table 3) 전체적으로 0~5 cm층은 1.14로 응애가 툽토기보다 비율이 높은 반면 5~10 cm층은 0.73으로 툽토기가 응애보다 비율이 높았다. 이는 광 등(1989)이 보고한 4.18보다 훨씬 낮아 많은 차이가 있음을 알 수 있다. 조사구별로는 0~5 cm층의 저지대인 제 I 과 II 조사구에서만 툽토기의 비율이 높은 반면 그외 고지대에서는 응애의 비율이 높았다. 5~10 cm층에서는 제 IV 조사구와 제 VI 조사구는 각각 A/C 비율이 0.37과 0.51로 툽토기의 평균개체수가 응애보다 약 두 배 정도 많음을 알 수 있다.

계절별 비율(Table 4)은 전체적으로 0~5 cm층이 1.14, 5~10 cm층이 0.74였다. 각 계절별로는 봄이 0~5 cm층에서 툽토기의 비율이 높고 나머지는 응애의 비율이 높았으나, 그 하층인 5~10 cm층에서는 반대로 봄에만 응애의 비율이 높았다.

Table 3. The Acari/Collembola ratio in two different soil depths collected from 6 different sample sites

Soil depth (cm)	Sample site						Total
	I*	II	III	IV	V	VI	
0~5	0.80	0.86	1.51	1.03	1.41	1.58	1.14
5~10	1.04	0.78	1.12	0.37	1.79	0.51	0.73

* refer to various altitudes at the sample sites in the text

Table 4. Seasonal variations of Acari/Collembola ratio in two different soil depths

Soil depth (cm)	Season			
	Apr.	Jul.	Oct.	Jan.
0~5	0.75	1.01	1.31	1.49
5~10	1.19	0.38	0.90	0.48

적 요

지리산 피아골의 토양 미소절지동물에 대한 계절적 변화를 조사하여 개체군 밀도를 분석한 결과 조사기간 중 채집된 미소절지동물은 6강 18목 113,096개체였고 거미강이 51.4%, 곤충강이 46.3%로 이들 두군의 합계가 97.7%로 절대 우점군이었다. 평균개체수는 응애목이 13,310개체/m², 툫토기목이 11,710개체/m²였고, 미소절지동물은 26,180개체/m²였다. 월별소장은 응애의 개체군이 가을에 밀도 정점을 보이고 겨울에 낮았는데 툫토기 개체군도 이와 비슷한 경향을 보였다. 표토하 5~10 cm층의 개체군 밀도는 거미강과 곤충강이 차지하는 비율이 97.1%로 나타나 표토하 0~5 cm층의 비율과 비슷하였으나 툫토기목이 54.7%로 응애목의 40.1%보다 비율이 높게 나타났고 계절별 소장에 있어서는 미소절지동물이 봄에 높고 겨울에 낮았다. 수직분포에 관한한 같은 표고의 조사구별로는 82.4%, 계절별로는 62.2%가 0~5 cm층에 분포하고 있었다. Acari/Collembola 비율은 응애의 비율이 0~5 cm층에서 5~10 cm층에서 보다 높았다.

인용문헌

- 곽준수 · 최성식 · 김태홍. 1989. 서울대 광양연습림내 토양 미소절지동물에 관한 연구. 2. 개체군 밀도와 생물량. *한생태지* 12:203-208.
- 곽준수 · 최성식 · 김태홍 · 조형찬. 1990. 서울대 광양연습림내 토양 미소절지동물에 관한 연구. 5. 수직분포와 계절적 변동. *한생태지* 13:25-32.
- 권영립. 1993. 잣나무 조림지내 토양 미소절지동물상에 관한 연구 3. 토양 미소절지동물의 종류와 분포. *한응곤지* 32:168-175.
- 박홍현 · 정철의 · 이준호 · 이범영. 1996. 남산과 광릉의 토양 미소절지동물에 관한 연구. *한토동지* 1:37-47.
- 이병훈 · 최영연. 1982. 피아골 극상림의 토양소동물의 밀도와 생물량 - 절지동물과 선충의 조사. *한국자연보존협회조사보고서* 21:163-177.
- 최성식. 1984. 광릉지역의 토양 미소절지동물상 분석에 관한 연구. *원광대학교논문집* 18:185-235.
- 최성식. 1996. 산불이 토양 미소절지동물상에 미치는 영향. *한생태지* 19:251-260.
- Adis, J. and V. Mahnert. 1990. Vertical distribution and abundance of pseudoscorpion species (Arachnida) in the soil of a neotropical secondary forest during the dry and the rainy season. *Acta Zool. Fennica* 190:11-16.
- Cepeda-Pizarro, J.G. and W.G. Whitford. 1989. Spatial and temporal variability of higher microarthropod taxa along a transect in a northern Chihuahuan Desert watershed. *Pedobiologia* 33:101-111.
- Chiba, S., T. Abe, J. Aoki, G. Imadate, K. Ishikawa, M. Kondoh, M. Shiba and H. Watanabe. 1975. Studies on the productivity of soil animals in Pasoh forest reserve, West Malaysia I. Seasonal change in the density of soil mesofauna: Acari, Collembola and others. *Sci. Rep. Hirosaki Univ.* 22:87-124.
- Holt, J.A. 1981. The vertical distribution of cryptostigmatic mites, soil organic matter and

- macroporosity in three North Queensland rainforest soils. *Pedobiologia* 22:202-209.
- Luxton, M. 1975. Studies on the Oribatid mites of a Danish beech wood soil II. Biomass, calorimetry, and respirometry. *Pedobiologia* 15:161-200.
- Seastedt, T.R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Ann. Rev. Ent.* 29:25-46.
- Sgardelis, S.P. and N.S. Margaris. 1993. Effects of fire on soil microarthropods of a phryganic ecosystem. *Pedobiologia* 37:83-94.
- Yim, Y.J. and T. Kira. 1975. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula I. Distribution of some indices of thermal climate. *Jap. J. Ecol.* 25:77-88.

(1996년 8월 29일 접수)