

점봉산 천연보호림의 토양과 낙엽에서의 토양미소절지동물상

강 방 훈 · 이 준 호

서울대학교 농업생명과학대학 농생물학과 곤충학 전공

Soil Microarthropod Fauna at Mt. Jumbong, Nature Reserve Area

Kang, Bang Hun and Joon-Ho Lee

Division of Entomology, Department of Agricultural Biology,
College of Agriculture and Life Sciences,
Seoul National University

ABSTRACT

Study of population density and biomass of soil microarthropods in soil, herbaceous leaf litter and wood leaf litter was conducted at 4 sites with different flora in Mt. Jumbong, a nature reserve area, in Korea from Aug. 1994 to May 1996.

Total 47,849 individuals of soil microarthropods in soil were collected and identified into 6 different classes, and 16 orders. The composition, densities, and dominant group of soil microarthropods were different among 4 sampling sites. Collembola was the most abundant group with 50.7% at South-facing slope and 50.6% at the North-facing slope. But Acari was the most abundant group with 49.8% at Altitude 900m site and 47.7% at Altitude 1100m site. Two group ranged 87~95% of total individuals. A/C ratio was less than 1.0 at 4 sampling sites during the all sampling seasons. As a result of biomass evaluation, ratio of Acari was decreased but ratio of Diplopoda, Coleoptera, Araneae, Diptera and Chilopoda was increased. About 70% of total orders and densities were found in less than 5cm soil depth.

The composition, densities, and dominant group of soil microarthropods were different among soil, herbaceous litter and wood litter. Collembola was the most abundant group in herbaceous and wood litter. A/C ratio was less than 1.0 in litter during the sampling seasons. As a result of biomass evaluation in litter, ratio of Araneae and Collembola was very high, but ratio of Acari was low.

Key words : Soil microarthropod, Density, Biomass, A/C ratio, Vertical distribution, Litterbag.

서 론

토양동물들은 미생물과 함께 분해자로서 토양의 비옥도를 높이며 식생의 구성, 부식량과 질, 기타 토양조건에 따라 매우 민감하게 반응하여 분포하기 때문에 생태계 훼손 정도를 파악하

는 데 매우 중요한 생물들이다(Hartenstein 1962, Gill 1969, Mattson 1977).

토양동물은 몸의 크기에 따라 소형토양동물(microfauna), 중형토양동물(mesofauna), 대형토양동물(macrofauna), 거형토양동물(megafauna)로 구분하며 토양미소절지동물은 대부분 중형토양동물에 포함된다(최 1996). 토양미소절지동물중 응애류와

특토기의 구성비율이 매우 크며 그 외 거미류, 파리유충, 노래기, 딱정벌레유충, 기타 절지동물 등이 있다. 이들 토양절지동물은 기후조건, 온도, 수분, pH, 유기물 함량 변화 등 환경 변화에 민감하게 반응하면서도 상대적 밀도가 높아 환경 변화에 따른 생태계의 천이에 대한 비교 자료로써 이용가치가 매우 높다(Cepeda and Whitford 1989, Seastedt 1984).

토양동물연구는 1960년대에 이르러 토양미소절지동물의 분류, 생태계 내에서의 역할 등에 대하여 연구가 이루어진 이후, 토양 미소절지동물중 가장 많은 밀도를 가진 토양응애류, 특토기목을 중심으로 이들의 수직, 수평 분포상, 먹이와 기능, 생활사 등이 조사되고 최근에는 중금속 오염에 의한 생물 농축, 분포상 변화에 대한 조사, 농약 잔류에 의한 토양미소절지동물의 영향 조사, 공장 지대의 오염 물질 유출에 의한 환경 영향 평가 등에 대한 연구들이 많이 이루어지고 있다(Bengtsson 1994).

본 연구는 매우 다양한 동, 식물종이 보고되어 있으나(자연보호협회 1983), 토양미소절지동물에 대한 조사가 이루어지지 않은 점봉산 천연보호림에서 토양미소절지동물을 대상으로 이들의 서식밀도, 생물량, 계절적 발생소장, 수직분포, 토양과 낙엽에서의 분포양상을 조사 분석하였다.

재료 및 방법

조사지 개괄

본 연구의 대상지는 강원도 인제군 기린면 진동리(북위 38°~38° 05', 동경 128° 20'~128° 30')에 소재한 점봉산 천연보호림으로서 온대 중부 낙엽활엽수림대에 속하며 비교적 극상림의 상태가 잘 보존되어 있어 UNESCO에 의해 '인간과 생물권' 지역으로 지정된 지역이다.

조사지는 고도와 식생을 고려하여 다음과 같이 4개의 조사지를 선정하였다.

(1) 고도 1,000m 지점으로 연구중심지역의 중앙에는 능선이 북서쪽에서 동남방향으로 뻗어 있으며 하단과 능선의 최고지점까지 고도 차이는 대략 20m이다. 능선을 중심으로 남서사면과 북동사면으로 나누어지며 남/북사면의 경사도는 각각 24%와 28%이다(한국과학재단 1995).

북사면(North-facing slope)은 능선을 중심으로 북서사면에 위치하고 있으며 식생은 목본식물로는 신갈나무(*Quercus mongolica*), 음나무(*Kalopanax pictus*), 당단풍(*Acer pseudosieboldii*) 그리고 까치박달(*Carponus cordata*)이 우점이고 초본식물로는 현호색(*Corydalis turtschaminovii*), 얼레지(*Erythronium japonicum*), 홀아비바람꽃(*Anemone koraiensis*), 핑의바람꽃

(*Anemone raddeana*), 벌개당굴(*Meehaniam urticifolia*), 참나물(*Pimpinella brachycarpa*), 애기얇은부채(*Symplocarpus nipponicus*) 등이 다수를 차지하였다.

(2) 남사면(South-facing slope)은 능선을 중심으로 남동사면에 위치하고 있으며 목본식물은 북사면과 동일하며 초본식물로는 다년생인 조릿대(*Sasa borealis*)가 우점을 이루고 있어 북사면과는 차이를 보였다.

(3) 고도 900m 조사지는 잣나무(*Pinus koraiensis*) 조림지이며 초본식물로는 참나물, 산딸기 등이 산재되어 분포되어 있다.

(4) 고도 1,100m 조사지는 관목과 광엽활엽수의 혼효림으로 벚나무속, 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 신갈나무(*Quercus mongolica*), 갈참나무(*Q. aliena*), 노루오줌(*Astilbe chinensis*) 등이 분포하고 있다.

채집방법 및 시기

1. 토양에서의 토양미소절지동물상

각 조사지의 넓이는 25 × 25m 이었으며 이를 다시 10개의 소구(5 × 12.5m)로 나누었다. 표본채취는 각 소구에서 가로 10cm, 세로 10cm, 높이 5cm의 토양채취기를 이용하여 1,000cm³의 토양을 취하여 각 조사지당 10개의 토양 표본을 취하였다. 조사횟수는 1994년 8월부터 1995년 10월까지 총 6회 실시하였다. 한편, 1994년 8월과 10월에는 토양미소절지동물의 수직 분포패턴을 조사하기 위해서 표본채취를 지표면에서 0~5cm, 5~10cm로 나누어 표본당 1,000cm³를 채집하였다. 표본수는 각 깊이당 10개씩 취하였다.

2. 낙엽분해과정에서의 토양미소절지동물상

미소절지동물의 정량적 연구방법으로 낙엽주머니를 이용하여 왔다(Crossely et al. 1962). 본 연구에서 사용한 낙엽주머니(litterbag)는 부피가 400cm³, 눈금 크기가 2mm였고 재질은 내구성이 긴 유리섬유였다. 점봉산의 고도 1,000m 지점에서 일년생 초본식물(현호색, 얼레지, 홀아비바람꽃, 핑의바람꽃, 벌개당굴, 참나물, 애기얇은부채)을 채집하여 실험실로 가져와서 그늘에서 말린 후 주머니에 담아 낙엽과 동일한 깊이에 1994년 8월에 고도 1,000m지점의 남/북사면 조사지에 설치하였다. 설치한 낙엽주머니의 총 개수는 각 조사지당 40개였으며 낙엽주머니의 배치는 조사지내 10개의 소구에 4개씩 두었다. 그리고 나서 2개월 후인 10월, 다음해 4, 6, 8월에 낙엽주머니를 회수하였다. 한번 회수할 때마다 조사지의 소구당 1개씩 수거하였다. 따라서 각 조사지당 10개를 수거하였다. 그리고 조사지의 목본

Table 1. Analysis of soil sampled on April, 1995 in the 4 sampling sites of Mt. Jumbong

Properties	Altitude 900m	North-facing slope (Alt. 1000m)	South-facing slope (Alt.1000m)	Altitude 1100m
Sand(%)	39.7	54.28	64.3	50.5
Silt(%)	45.8	41.5	31.8	5.7
Clay(%)	14.5	4.2	3.9	5.7
Texture	Loam	Sandy loam	Sandy loam	Sandy loam
Ph(1:5)	4.65	5.80	4.46	4.85
OM(%)	7.8	7.72	9.65	10.44
Available P (mg /kg)	36.5	30.1	38.0	39.1
K ⁺	0.53	0.68	0.86	0.64
S(mg /kg)	130.3	121.5	79.8	117.1

식물(신갈나무, 음나무, 당단풍)의 낙엽을 수집하여 같은 방법으로 준비한 후 1995년 4월에 같은 방법으로 설치하여 5, 6, 7, 8, 10월 및 1996년 5월에 수거하였다. 설치한 총 낙엽주머니 개수는 각 조사지당 18개였으며 주머니의 배치는 조사지내 임의 배치를 하였다. 매번 회수한 낙엽주머니 개수는 각 조사지당 3개씩이었다.

물리적 환경요인

토양분석은 1995년 4월 각 조사지에서 토양을 채집하여 임업연구원 입지환경과에 의뢰하여 분석한 결과 고도 900m 지점은 양토였고 나머지는 사양토였다. 토양 산도는 4.46에서 5.80의 범위를 보였고, 유기물 함량은 차이를 보이지 않았다(Table 1).

기상자료는 점봉산과 가장 인접한 지역에 위치한 인제관측소 기상자료를 바탕으로 1994년 1월부터 1995년 10월까지의 평균 기온, 최대 최저기온, 강우량, 습도, 일조시간 등의 월별 분포상황을 분석한 결과 조사시기인 6~10월까지는 11~26℃의 평균 기온을 유지했고 12~2월은 영하의 기온을 보였다. 상대습도는 조사기간중 80% 이상을 보였고, 조사시기마다 토양온도를 3반복씩 조사한 결과 토양온도는 4월에 1℃ 전후였고, 8월에는 20℃ 전후를 보였다. 조사기간 토양온도의 차이는 없었다(Fig. 1).

토양미소절지동물 동정 및 자료 분석

시료를 실험실내로 운반하여 개량된 Tullgren funnel을 이용하여 72 시간 추출하고, 추출된 개체들은 75%의 에탄올에 보관 후 현미경(×40)하에서 강, 목 수준의 분류를 하였다. 총채벌레목, 환형동물, 쫂미벌레목, 매미목, 다듬이벌레목 등의 소수군은 기타로 나타냈다. 이를 바탕으로 서식지 밀도를 평균 개체수/m²로 나타내었고, 생물량은 Edwards(1967), Kwak *et al*

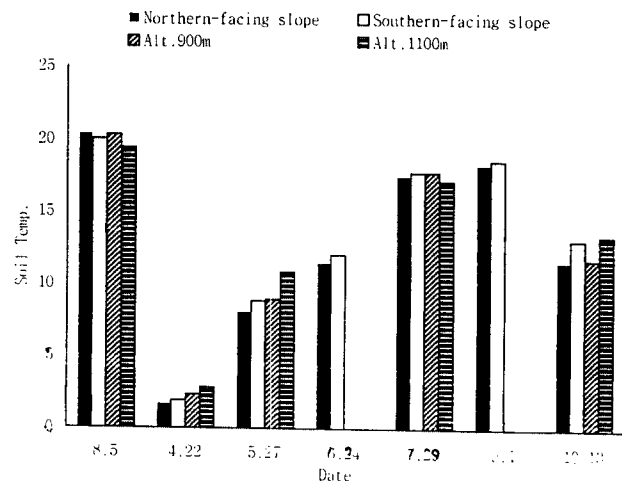


Fig. 1. Comparison of Soil Temperature in Mt. Jumbong.

(1989)에 따라 구하였다. 자료분석은 SAS(1987)를 이용하여 구하였다.

결과 및 고찰

토양에서의 토양미소절지동물상

1. 식생 및 고도에 따른 토양미소절지동물상

식생별 토양미소절지동물의 군집구성을 조사한 결과 총 6강 16목이 조사되었다. 평균 서식밀도는 북사면 조사지(고도 1,000m) 8,090/m², 남사면 조사지(고도 1,000m) 11,172/m², 고도 900m 조사지는 8,143/m² 그리고 고도 1,100m 조사지 12,469/m² 로 북사면 조사지와 고도 900m 조사지에서 밀도가 낮았으나, 조사기간에 유의성 있는 차이는 보이지 않았다

(Tukey's Studentized Range test; $p < 0.05$). 전 조사지에서 톱토기목(Collembola)과 응애류(Acari)가 우점군을 차지하였는데, 고도 1,000m의 남/북사면 조사지에서는 톱토기목이 50.7%와 50.6%를 차지해 최대우점군이었고, 고도 900m와 고도 1,100m 조사지에서는 응애류가 49.8%와 47.7%를 차지해 최대우점군이였다. 이 두 그룹은 총 토양동물 개체수의 87~95%를 차지하였다. 다음으로 딱정벌레목(Coleoptera), 선충강(Nematoda), 파리목(Diptera), 지네강(Chilopoda), 노래기강(배각강, Diplopoda), 거미목(Araneae), 앓은뱅이목(Pseudoscorpionida), 벌목(Hymenoptera) 등이 있었으며 기타 총채벌레목, 환형동물, 쏘붙이목, 매미목, 다듬이벌레목 등이 소수군을 차지하였다.

조사지 전체로 볼 때, 톱토기목이 43.7%를 차지해 최대우점군으로 나타났으며 그 다음으로 응애류가 33.5%를 차지했다. 이 결과는 남산과 광릉에서의 응애류가 70%, 톱토기목이 20%로 나타난 결과(Park *et al.* 1996)와 응애류가 최대우점군으로 다음이 톱토기목으로 나타난 결과들 (최 1984, 김 1988, Kwak *et al.* 1989)과는 다른 경향을 보였다.

각 조사지별 톱토기목에 대한 응애류의 비율(A/C ratio)의 경시적 변화는 Fig. 2와 같다. 톱토기목은 응애류에 비하여 수분함량이 높고 서식처의 공간적 이질성이 큰 서식처를 선호하는 경향이 있다. 이 비율은 서식처의 생태적 특성을 반영하며, 대부분의 경우 응애류의 비율이 톱토기보다 높으나 고산 침엽수림인 경우 그 반대 경향을 보인다 (Imadate and Kira 1964). 또한 Kwak *et al.*(1989)은 침엽수림보다는 활엽수림에서 비율이 크다고 하였는데 본 연구 결과에서는 1994년 10월을 제

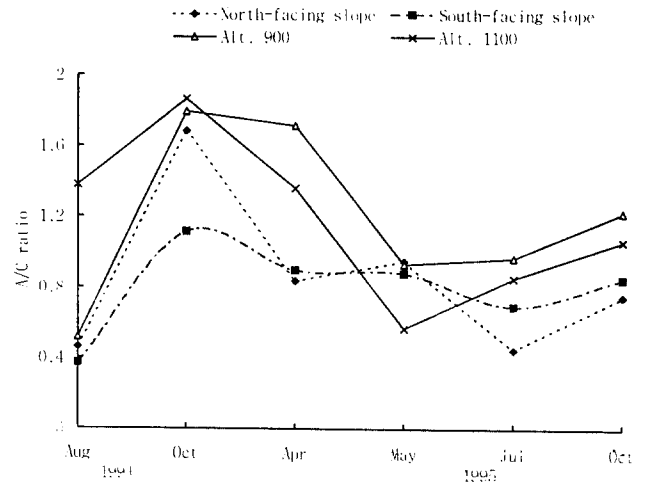


Fig. 2. A/C ratio at 4 sampling sites in Mt. Jumbong during Aug. 1994-Oct., 1995 (Soil depth: 5cm)

외하고는 전체적으로 톱토기가 응애류보다 더 높은 밀도를 보였다. 왜 이러한 분포 특성을 보이는지에 대해서는 앞으로 관심을 가져야 될 부분으로 사료된다.

고도가 높아짐에 따라 기온과 지온의 감소로 토양동물의 밀도가 감소된다는 보고와는 달리 뚜렷한 감소 현상은 나타나지 않았으며 오히려 고도 1,100m에서가 900m에서보다 밀도가 더 높았다. 이것은 고도가 그리 차이가 나지 않았다는 점과 하부식생 구성의 차이로 인하여 발생된 결과로 생각되지만 서식지에 대한 많은 연구가 뒷받침되어야 할 것이다. 그리고 남

Table 2. Mean density (No./m²) and proportion of soil microarthropod at 4 sampling sites in Mt. Jumbong, Aug., 1994-Oct., 1995 (soil depth: 5cm)

Soil microarthropods	Sites			
	North-facing slope (Altitude 1,000m)	South-facing slope (Altitude 1,000m)	Altitude 900m	Altitude 1,100m
Arthropoda				
Arachnida	2,965(36.7%)	4,620(41.4%)	4,101(50.4%)	6,003(48.1%)
Acari	2,944(36.4%)	4,580(41.1%)	4,058(49.8%)	5,948(47.7%)
Araneae	6	8	38(0.5%)	38(0.3%)
Pseudoscorpionida	15	32(0.3%)	5	17(0.1%)
Chilopoda	84(1.0%)	95(0.9%)	106(1.3%)	101(0.8%)
Diplopoda	325(4.02%)	139(1.2%)	10(0.1%)	45(0.4%)
Insecta	4,423(54.7%)	5,996(53.7%)	3,787(46.5%)	6,152(49.3%)
Collembola	4,096(50.6%)	5,661(50.7%)	3,698(45.4%)	5,877(47.1%)
Diptera	91(1.1%)	69(0.6%)	33(0.4%)	99(0.8%)
Coleoptera	201(2.5%)	234(2.1%)	45(0.6%)	163(1.3%)
Hymenoptera	35(0.4%)	32(0.3%)	11(0.1%)	13(0.1%)
Others	293(3.6%)	322(2.8%)	141(1.8%)	169(1.3%)
Total	8,090	11,172	8,145	12,470

Table 3. Vertical distribution of soil microarthropods in the soil at north- and south-facing slopes (Altitude 1,000m) in Mt. Jumbong, Aug. - Oct., 1994 (sample unit = 1,000cm³, n = 20)

Soil microarthropods	Sites					
	N (0~5cm)	S (0~5cm)	Total (0~5cm)	N (5~10cm)	S (5~10cm)	Total (5~10cm)
Arthropoda						
Arachnida						
Acari	237 (30%)	500 (29.5%)	737 (29.7%)	180 (51.7%)	147 (37.8%)	327 (44.4%)
Araneae	3	4	7	0	2	2
Pseudoscorpionida	5	6	11	1	1	2
Chilopoda	30	31	61	25 (7.2%)	9	34 (4.6%)
Diplopoda	60 (7.6%)	27	87	15	9	24
Insecta						
Collembola	296 (37.5%)	837 (49.4%)	1,133 (45.6%)	58 (16.7%)	153 (39.3%)	211 (28.6%)
Diptera	30	19	49	9	9	18
Coleoptera	60 (7.6%)	56	116 (4.7%)	27 (7.8%)	27 (6.9%)	54 (7.3%)
Hymenoptera	27	17	44	2	3	5
Others	42	197 (11.6%)	239 (9.6%)	31 (8.9%)	29 (7.5%)	60 (10%)
Total	790	1,694	2,484	348	389	737

사면과 북사면조사지간의 차이를 보이는 것 또한 하층부 식생의 차이에 의해 남사면의 조릿대가 낙엽의 이동을 감소시켜 양분의 유출을 감소하는 역할을 하고 그 외의 미소환경 요인의 차이에 의해 그 차이가 발생하는 것(Anderson 1973)으로 사료되며 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

2. 토양미소절지동물의 수직분포

지표면에서 5cm깊이까지 상층부의 토양 미소동물의 분포와 5~10cm까지 하층부의 분포를 보면 북사면인 경우는 상층부에 69.4%, 하층부에 30.6%가 분포하고 있으며 남사면인 경우 상층부에 94.3%, 하층부에 5.7%가 분포하여 남북 사면간에 차이가 있었다 (Table 3).

전체적으로 지표면에서 5cm깊이까지의 토양 미소동물의 분포와 5~10cm까지의 분포를 보면 전체 미소동물의 77.1%가 상층에 그리고 22.9%가 하층에 분포하고 있으며, 응애류는 69.3%와 30.7% 비율로, 톡토기는 84.3%와 15.7% 비율로 분포하였다 (Fig. 3). Adis *et al.*(1987)이 토양미소절지동물의 수직분포조사 결과 지면에서 3.5cm까지 56%, 7cm까지 74% 비율로 분포한다는 결과 및 Park *et al.*(1996)의 결과와 비슷하였다.

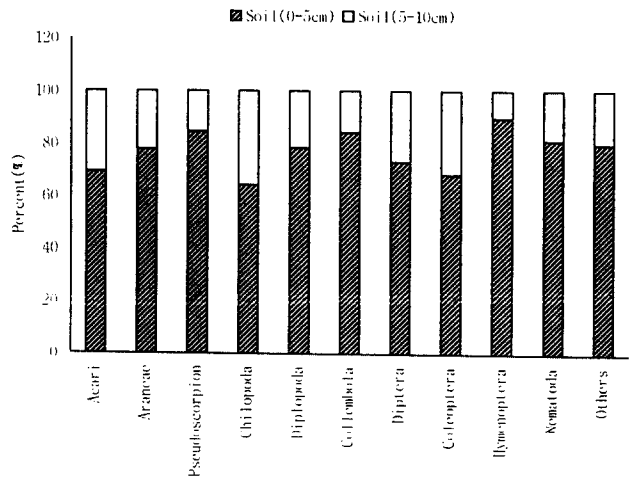


Fig. 3. Vertical distribution of soil microarthropods at the two soil layer of North-and South-facing slope in Mt. Jumbong from Aug. to Oct. 1994.

3. 토양미소절지동물의 계절별 밀도변동

그림 4는 토양미소절지동물의 계절별 밀도변동을 나타낸 것이다. 토양미소절지동물 대부분이 봄에 낮은 밀도를 보였다가

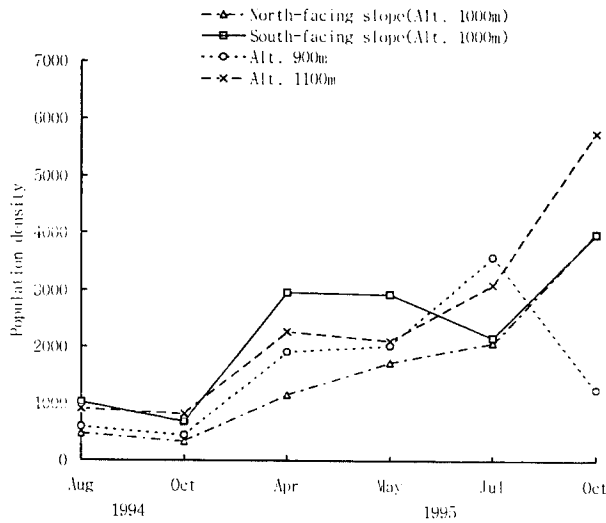


Fig. 4. Seasonal abundance of soil microarthropods at 4 sampling sites in Mt. Jumbong from Aug. 1994 to Oct. 1995 (soil depth: 5cm)

점차 증가하는 경향을 보였으나 94년 10월에 매우 낮은 밀도를 보였다. 고도 900m 조사지에서는 다른 조사지와는 달리 여름에 밀도가 가장 높게 나타났고 다른 세 조사지에서는 가을에 가장 밀도가 높게 나타났다. 고도 900m의 식생이 침엽수림이고 다른 조사지는 모두 활엽수림의 특성을 보이고 있어 식생차이에 의한 영향도 있을 것으로 생각된다. 국내에서는 봄에 최고 밀도를 보였다는 결과(Park et al. 1996), 봄과 가을에 두차례 최고밀도를 보였다는 결과(최 1984, 광 등 1990),

그리고 톡토기목이 10월에 최대밀도를 보인다(Anderson 1975) 는 결과 등과는 다소 다른 경향을 보여 주었다.

구성비로 볼 때 응애류는 8월에 감소했다가 10월에 다시 증가하는 반면 톡토기는 8월에는 증가하였다가 10월에 감소하였으나 뚜렷한 경향은 보이지 않았다.

4. 토양미소절지동물의 생물량 비교

토양미소절지동물의 생물량을 구한 결과는 Table 4와 같다. 조사지별로는 개체수와는 다른 양상을 보여 북사면에서 2408.1mg/m²로 가장 높았고, 다음으로 고도 1,100m 조사지에서 2291.5mg/m², 남사면에서 2261.2mg/m² 그리고 고도 900 m 조사지에서 1441.3mg/m²로 나타났다.

조사지간 목별 구성 비율을 보면, 북사면 조사지에서는 노래기목 39.8%, 톡토기목 25.2%, 딱정벌레목 10.8%, 응애류 9.5%의 비율을 보였고, 남사면에서는 톡토기목 37.1%, 노래기목 18.1%, 응애류 15.8%, 딱정벌레목 13.4%, 그리고 지네강이 5.8%를 보였다. 고도 900m조사지에서는 톡토기목 38.1%, 응애류 22.0%, 거미목 19.0%, 지네강 10.1%, 그리고 파리목 유충이 4.2%를 보였고, 고도 1,100m 조사지에서는 톡토기목 38.0%, 응애류 20.3%, 거미목 11.9%, 딱정벌레목 9.2% 그리고 파리목 유충이 8.1%였다.

전체적으로 톡토기의 생물량이 가장 크게 나타났고, 노래기류, 딱정벌레목 그리고 파리목 유충의 생물량이 서식밀도에 비해 현저하게 큰 비율을 차지하였다. 반면에 응애목의 비율은 현저하게 감소하여 곤충강과 거미강의 생물량이 높게 나타난

Table 4. Mean biomass (mg/m²) and proportion of soil microarthropod at 4 sampling sites in Mt. Jumbong, Aug., 1994-Oct., 1995 (soil depth: 5cm)

Soil microarthropods	Sites			
	North-facing slope (Alt. 1,000m)	South-facing slope (Alt. 1,000m)	Altitude 900m	Altitude 1,100m
Arthropoda				
Arachnida	278.2(11.6%)	431.0(19.1%)	592.7(41.1%)	738.2(32.5%)
Acari	229.9(9.5%)	357.6(15.8%)	316.8(22.0%)	464.5(20.3%)
Araneae	41.7(1.7%)	59.5(2.6%)	273.7(19.0%)	273.7(11.9%)
Pseudoscorpionida	6.6	13.9	2.2	7.3
Chilopoda	115.8(4.8%)	130.7(5.8%)	145.6(10.1%)	138.7(6.1%)
Diplopoda	957.6(39.8%)	410.0(18.1%)	29.5(2.0%)	132.6(5.8%)
Insecta	1,056.5(43.9%)	1,289.2(57.0%)	673.4(46.7%)	1,274.5(55.6%)
Collembola	607.6(25.2%)	839.6(37.1%)	548.4(38.1%)	871.6(38.0%)
Diptera	170.2(7.1%)	129.6(5.7%)	60.9(4.2%)	185.8(8.1%)
Coleoptera	260.0(10.8%)	303.1(13.4%)	58.3(4.0%)	210.4(9.2%)
Hymenoptera	18.7(0.8%)	16.9(0.7%)	5.8(0.4%)	6.7(0.3%)
Total	2,408.1	2,261.2	1,441.3	2,291.5

결과들 (최 1984, Park *et al.* 1996)과 차이를 보였다.

토양미소절지동물의 생물량을 가지고 그들의 토양에서의 역할을 비교하는데는 다소 한계를 가지고 있다. 그것은 유충과 성충의 비율, 외골격의 상대적인 차이, 대사활동의 차이 등에 의해 같은 기능군일지라도 같은 생물량을 가지지 않기 때문이다 (Teuben and Smidt, 1992). 본 연구는 토양미소절지동물의 개체 각각의 생물량을 구하지 않고, Edwards(1967)와 Kwak *et al.*(1989)의 계산치를 가지고 구하였기 때문에 이 수치를 가지고 역할을 이야기 하는 것은 무리가 있지만 경향을 파악하고 앞으로의 더 낫은 연구를 위하여 꼭 필요하다. 또한 생태계의 물질순환과정에서는 생물량이 밀도보다 그 기여도가 더 크기 때문에 (Anderson *et al.* 1985) 영양물질의 순환 연구에서는 필수적으로 측정되어야 한다.

낙엽에서의 토양미소절지동물상

Table 5는 초본류와 목본류낙엽주머니를 이용하여 북사면과 남사면조사지에서 토양미소절지동물 군집 구성을 조사한 결과이다. 초본류낙엽주머니에서 조사된 미소절지동물 군집의 구성을 보면 낙엽주머니 한개에 북사면조사지에서는 평균 91.1 개체, 남사면조사지에서는 112.5 개체가 나왔으나 이들간의 유의차는 없었다(T test; $p < 0.05$). 두 조사지 모두에서 톱토기목의 구성비율이 57.6%, 56.2%로 최대우점종을 차지하였고, 다음으로 응애류가 34.1%, 36.3%를 차지하였다. 목본류낙엽주머니에서 조사된 토양미소절지동물 군집의 구성을 보면 두 조사지 모

두에서 톱토기목이 56.8%, 63.4%를 차지하고 응애류가 35.2%, 26.9%를 차지하였다. 그 다음으로는 딱정벌레목과 거미목이 차지하였다. 이들 앞에서의 토양미소절지동물의 구성비는 토양과 비슷한 양상을 띠었지만, 톱토기가 더 큰 비중을 차지하였고 톱토기와 응애류가 90% 이상을 차지하여 토양보다 더 큰 비중을 차지하였다.

이들의 생물량을 조사한 결과를 Table 6에 나타내었다. 북사면에 위치시킨 초본류낙엽주머니에서 조사된 토양미소절지동물들의 생물량을 보면 톱토기목이 32.1%, 거미목 23.6%, 딱정벌레목 12.7% 그리고 응애류가 10.0%를 차지하였다. 남사면에서는 거미목이 31.5%로 가장 큰 생물량을 보였고, 다음으로 톱토기목이 28.5%, 파리목 16.5%, 응애류 9.7% 그리고 딱정벌레목이 6.0%를 차지하였다. 초본류낙엽주머니에서는 전체적으로 톱토기목이 가장 큰 비중을 차지하였고 그 다음은 거미목이었다.

북사면에 위치시킨 목본류낙엽주머니에서 조사된 토양미소절지동물들의 생물량을 보면 거미목이 30.0%로 생물량이 가장 컸고, 다음으로 톱토기목 29.1%, 노래기 11.0%, 응애류 9.5%, 딱정벌레목 8.3% 그리고 지네강이 7.3%를 차지하였다. 남사면에서는 거미목이 45.2%로 가장 큰 생물량을 보였고, 다음으로 톱토기목이 28.8%, 응애류 6.4%, 지네강 5.0% 그리고 딱정벌레목이 5.0%를 차지하였다. 목본류잎에서는 전체적으로 거미목이 가장 큰 비중을 차지하였고 다음으로 톱토기목이 차지하였다.

토양에서의 생물량과 비교해 보면 거미의 비율이 현저히 증

Table 5. Mean number (No. /litterbag) and proportion of soil microarthropods at North- and South-facing slopes (Altitude 1000m) in Mt. Jumbong, Aug., 1994-May, 1996

Soil microarthropods	North-facing slope		South-facing slope	
	Herbaceous leaf litter (n=40)	Wood leaf litter (n=18)	Herbaceous leaf litter (n=40)	Wood leaf litter (n=18)
Arthropoda				
Arachnida	31.9(34.9%)	44.9(36.4%)	42.3(37.6%)	36.6(29.0%)
Acari	31.1(34.1%)	43.4(35.2%)	40.8(36.3%)	34.0(26.9%)
Araneae	0.8	1.5(1.2%)	1.5(1.3%)	2.6(2.1%)
Pseudoscorpion	0.5	0.4	0.3	0.5
Chilopoda	0.6	1.9(1.5%)	0.9	1.5(1.2%)
Diplopoda	0.6	1.3	0.4	0.4
Insecta	56.3(61.8%)	73.4(59.4%)	67.9(60.4%)	85.2(67.4%)
Collembola	52.4(57.6%)	70.2(56.8%)	63.2(56.2%)	80.1(63.4%)
Diptera	1.2	0.8	2.9(2.6%)	0.4
Coleoptera	2.4(2.6%)	2.3(1.8%)	1.5(1.4%)	1.6(1.3%)
Hymenoptera	0.3	0.2	0.3	3.1(2.5%)
Others	1.3(1.4%)	1.5	0.8	2.2(1.7%)
Total	91.1	123.5	112.5	126.4

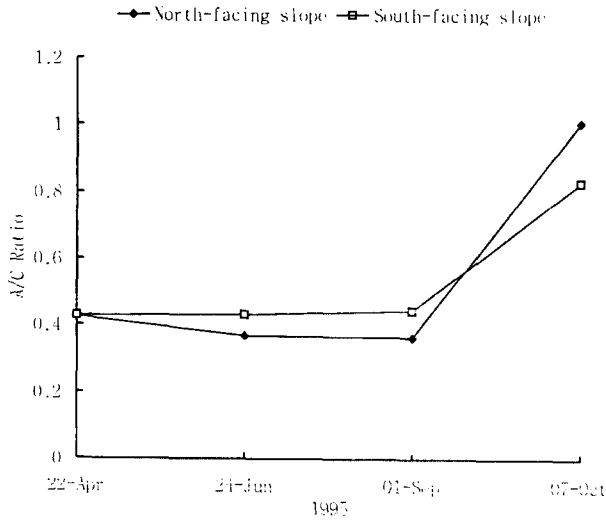


Fig. 5. A/C Ratio in litter-bags with herbaceous leaf litter at North- and South-facing slopes(Alt. 1, 000m) in Mt. Jumbong from Apr. to Oct., 1995.

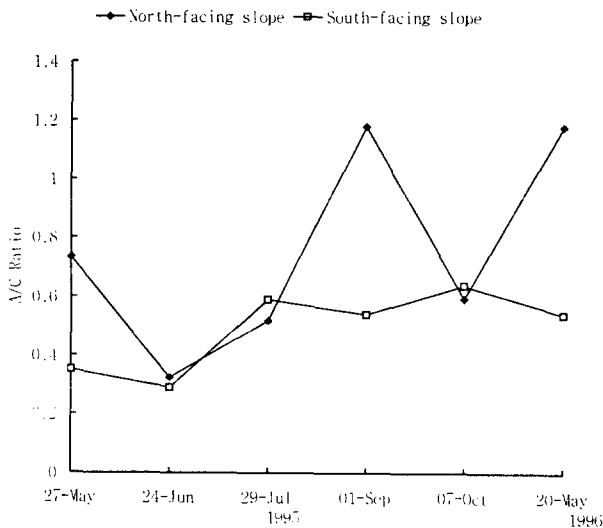


Fig. 6. A/C Ratio in litter-bags with wood leaf litter, at North- and South-facing slope(Alt. 1,000m) in Mt. Jumbong from May 1995 to May 1996.

가하였는데, 이것은 지표위에서 서식하는 특징을 가지고 있고 몸의 크기가 섭식습성에 영향을 미치고 이로 인하여 토양과 낙엽에서의 분포특성을 어느 정도 좌우된다고 할 수 있어 (Anderson, 1975) 당연한 결과라고 생각된다.

낙엽에서의 응애류와 툭토기의 비율(A/C Ratio)을 보면 전체적으로 1보다 낮게 나타났으며, 계절별로는 10월에 다소 높은 수치를 보였다(Fig. 5, 6). 목본류 낙엽을 이용한 경우 일년 생 초본류의 하부식생을 가지고 있는 북사면에서 심한 계절적 변동을 보여 하부식생의 불안정성에 기인하지 않은가 생각된다.

다.

본 연구 결과를 종합해 보면 식생과 고도의 차이뿐만 아니라 같은 지점의 남북사면간의 하부식생 차이에 의해 미소절지동물 군집구성이 차이가 있으며, 낙엽분해과정에서 군집이 구성되어 가는 과정을 조금은 이해할 수 있었다. 이는 앞으로 삼림에서 미소 환경의 차이에 의해 미소절지동물의 종과 생물량의 분포가 달라질 수 있다는 것을 연구하는데 있어 첫 단계가 될 수 있으며, 종수준에서의 천이과정을 연구하는데도 좋은 밑거름이 될 수 있으리라 기대된다.

적 요

점봉산 천연보호림의 식생이 다른 4곳의 조사지에서 1994년 8월부터 1996년 5월까지 토양과 낙엽에 존재하는 토양미소절지동물을 채집하여 그들의 서식밀도와 생물량을 조사하였다.

전체 47,849개체가 채집되어 6강 16목으로 동정하여 조사지간 서식밀도를 구한 결과 고도 1,100m 조사지에서 가장 높은 밀도를 보였고, 북사면에서 가장 낮은 밀도를 보였다. 남사면과 북사면에서는 툭토기목이 50.7%, 50.6%로 최대우점군이었고, 고도 900m와 1,100m에서는 응애목이 49.8%, 47.7%로 최대우점군을 차지하였다. 응애류와 툭토기목의 비율은 대부분 1.0보다 낮게 나타났다. 생물량을 구한 결과 서식밀도와는 다른 결과를 보여 북사면에서 가장 높았고, 고도 900m 조사지에서 가장 낮았다. 툭토기목이 가장 높은 비율을 차지하였고, 노래기 등이 차지하는 비율이 높아지는 반면 응애목이 차지하는 비율은 감소하였다. 토양미소절지동물의 수직분포를 조사한 결과 토양 5cm까지 약 70% 이상이 분포하였다.

토양, 초본류 낙엽 그리고 목본류 낙엽에서의 이들의 밀도와 구성 그리고 우점군비교에서 다소 차이를 보였다. 툭토기가 초본류와 목본류 낙엽에서 가장 큰 우점군을 보였고, 생물량은 거미목과 툭토기목이 가장 큰 비율을 차지하였으나 응애류는 낮게 나타났다.

인 용 문 헌

곽준수, 최성식, 김태홍, 조형찬. 1990. 서울대 광양연습림내 토양미소절지동물에 관한 연구. 5. 수직분포와 계절적 변동. 한생태지. 13(1): 25-32.
 김형훈. 1988. 造林年度가 다른 잣나무 造林地 土壤節脂動物群集의 季節的變動에 관한 研究. 서울대 석사학위 논문.
 자연보호협회. 1983. 강원도 점봉산 일대 종합학술조사. 한국자연보호협회 조사보고서 제 22호.

- 최성식. 1984. 광릉지역의 토양미소절지동물상 분포에 관한 연구. 원광대학교 논문집 18:185-235.
- 최성식. 1996. 토양동물학. pp 488. 원광대학교 출판국.
- 한국과학재단. 1995. 생물다양성 보전을 위한 점봉산 자연보전지구의 생태적 구조와 기능 분석. pp. 31-71.
- Adis, J., J.W. Morais & Guimaraes de Mesquita. 1987. Vertical distribution and abundance of arthropods in the soil of a Neotropical secondary forest during the rainy season. *Studies on Neotrop. fauna and environ.* 22:189-197.
- Anderson, J. D. 1973. The breakdown and decomposition of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill) and beech (*Fagus sylvatica* L.) leaf litter in two deciduous woodland soils. I. Breakdown, leaching and decomposition. *Oecologia* 12: 251-74.
- Anderson, J. H. 1975. Succession, diversity and trophic relationships of some soil animals in decomposing leaf litter. *J. Anim. Ecol.* 44: 475-495.
- Anderson, J. M., M. A. Leonard, P. Lueson & S. A. Huish. 1985. Faunal biomass : a key component of general model of nitrogen mineralization. *Soil Biol. Biochem.* 17: 735-737.
- Bengtsson, J. 1994. Temporal predictability in forest soil communities. *J. Anim. Ecol.* 63: 653-665
- Cepeda J.G. and W.G. Whitford. 1989. The relationships between abiotic factors and the abundance patterns of soil microarthropods on a desert watershed. *Pedobiologia* 33: 79-86.
- Choi, S.S. 1983. Studies on the analysis of soil micro-arthropod community in Gwangrueng area. *Wonkwang Univ.* 18: 185-235.
- Crossely, D. A., J. A. Mary & P. Hoglund. 1962. A litter-bag method for the study of microarthropods inhabiting leaf litter. *Ecology.* 43: 571-573.
- Edwards, C. A. 1967. Relationships between weights, volumes and numbers of soil animals. In, *Progress in Soil Biology*, L. L. Graff and J. E. Satchell (eds.). pp. 585-594
- Gill, R. W. 1969. Soil microarthropod abundance following old-field litter manipulation. *Ecology.* 50: 805-816.
- Hartenstein, R. 1962. Soil oribatei. I. Feeding specificity among forest soil Oribatei (Acarina). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 55: 202-206.
- Imadate G and T. Kira. 1964. Notes on the soil microarthropod collection made by the Thai-Japanese biological expedition 1961-1962, *Nature and Life Southeast Asia.* 3: 81-111.
- Kwak J. S., J. S. Choi, N. P. Park, S. S. Choi, T. H. Kim and T. Y. Kim. 1989. Soil microarthropods at the Kwangyang Experimental Plantation. 4. Diversity of Soil Microarthropods in Relation to Environmental Factors. *Korean J. Ecol.* 12: 203-208.
- Mattson, W. J. 1977. The role of arthropods in forest ecosystems. pp 104. Springer Verlag, New York.
- Park, H. H., C. E. Jung, J. H. Lee and B. Y. Lee. 1996. Soil microarthropods fauna at the Namsan and Kwangreung. *Korean J. Soil Zoology.* 1(1): 37-47.
- SAS Institute Inc. 1987. SAS/STATTM Guide for personal Computer. version 6. SAS Institute, Cary, N. C.
- Seastedt, T. R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annu. Rev. Entomol.* 29: 25-46.
- Teuben, A. and G. R. B. Smidt. 1992. Soil arthropod numbers and biomass in two pine forests on different soils, related to functional groups. *Pedobiologia* 36: 79-89.

(1997년 7월 1일 접수)