

남산과 광릉지역의 잣나무림에서 낙엽분해과정에 관련된 날개응애 군집분석

배 윤 환

(대전대학교 생명과학과)

Community Analysis of Oribatid Mites (Acari : Oribatida) in the Process of Needle Leaf Decomposition in Korean Pine (*Pinus koraiensis*) Forest of Namsan and Kwangreung

Bae, Yoon Hwan

(Department of Life Science, Daejin University)

ABSTRACT

Oribatid mite communities in the process of litter decomposition were analyzed in Korean pine (*Pinus koraiensis*) forests of Namsan and Kwangreung, which were supposed to be under different environmental selective pressures. Oribatid mites were collected bimonthly from the litter bags (mesh size 0.4 mm, 1.7 mm) which was set up in the forest floor of study sites. This study had been carried out from Jan., 1997 to Sept., 1998. Species abundance of Kwangreung (mesh size 1.7 mm) was significantly higher than that of Namsan (mesh size 1.7 mm), but total no. of species did not exceed 30 species in all study sites. Concerning body length, medium sized oribatid mites (0.3-0.7 mm) were more abundant than small (<0.3 mm) and large (>0.7 mm) sized mites. In Kwangreung, species whose body lengths were 0.2 mm to 0.5 mm were major group. However, a little larger species than Kwangreung's major group were dominant in Namsan. Sorenson similarity index and cluster analysis suggested that there were qualitative and quantitative differences in species composition in Namsan and Kwangreung. More species were collected in May through September than the other sampling times, but the pattern was rather different between first year and second year. Newly immigrant species were high in May in the first year and many of them regained on next year. Diversity indices suggested that species diversity of Kwangreung was higher than that of Namsan. Nearly 70% of total individual abundance was occupied by several dominant species in Namsan and Kwangreung. In the litter bags of mesh size 1.7 mm, the most dominant species was *Trichogalumna nipponica* in Namsan and Kwangreung, but in the litter bags of mesh size 0.4 mm in Kwangreung it was *Ramusella sengbuschi* which is smaller than *T. nipponica*. And important species related to litter decomposition were selected as follows; *T. nipponica*, *Epidamaeus coreanus*, *Scheloribates latipes*, *Ceratozetes japonicus*, *Ramusella sengbuschi*, *Eohypochthonius crassisetiger*, and *Cultroribula lata*.

Key words : Litter bag, decomposition, oribatid mites, community analysis

서 론

산림 생태계내에서 일어나는 영양물질의 순환과 에너지 흐름의 많은 부분은 낙엽분해와 관련된 부식연쇄계열을 통해 이루어지고 있다. 산림생태계내 부식연쇄는 토양(낙엽), 미생물, 토양절지동물, 지상부 동물로 통해 일어나며, 이중 토양절지동물의 섭식은 여러 영양단계에 직, 간접적으로 작용해 부식연쇄를 통한 에너지 흐름 뿐만 아니라 이와 관련된 생물들의 균형을 유지하는데 중요한 역할을

한다(Wallwork 1983, Lussenhop 1992). 그리고 그들의 생태계내 분포패턴이 이화학적 미환경변화에 민감하게 반응하므로 환경지표생물로서 이용가능성이 높다고 알려져 왔다 (Andre 등 1982, Van Straalen 등 1988, Paoletti 등 1991).

토양절지동물 중 날개응애 (Acari: Oribatida)는 특히 산림 토양에서 톱토기와 더불어 대표적인 우점군을 이루고 있으며(박 등 1996, 배와 이 1997), 이들의 분포 특성을 이용해 산림생태계의 건강성을 판단하려는 연구들이 시도되었다.(Weigmann 1984, Van Straalen 등 1988, 배와 이 1997,

박과 이 2000).

본 연구가 수행되었던 남산과 광릉수목원은 지리적으로는 우리 나라 중부지역에서 서로 인접해 있으나, 남산은 대도시의 중심부에서 도시환경으로부터 오는 각종 오염원에 의한 스트레스를 받고 있고, 광릉수목원은 도시 외곽에서 비교적 보존이 잘되어 있는 청정지역으로 간주된다. 따라서, 이 두 지역은 서로 다른 환경 도태압을 받는 산림 생태계로 인식되어 두 지역에 서식하는 토양절지동물의 분포상은 많은 연구들의 관심의 대상이 되었다. 두 지역의 침엽수림과 활엽수림에서 토양동물군집구조(박 등 1996), 날개응애 종구성(박 등 1998, 정 등 1998)이 보고되었으며, 배와 이(1997, 1999)는 두 지역의 침엽수림, 활엽수림에서 낙엽분해율과 그것에 관여하는 토양절지동물상과의 관련성에 관하여 보고하면서 몇 가지 분류군의 지표생물가능성을 언급한 바 있다.

본 연구는 배와 이(1999)의 후속연구로 낙엽주머니에서 채집되었던 토양절지동물중 날개응애를 종수준에서 동정하여 낙엽의 분해에 따른 이들 날개응애 군집의 동태에 대한 분석을 하였다. 낙엽주머니내 날개응애 군집의 지역간, mesh size간 변이들을 비교했고, 낙엽분해과정에 따른 날개응애 군집의 천이, 종다양도 및 이들 군집을 구성하고 있는 날개응애 우점종에 대해 분석하였다. 본 연구의 결과는 이전의 날개응애 연구들에서 부족했던 낙엽분해와 관련된 날개응애에 관한 자료로서 가치가 있을 것이다.

재료 및 방법

조사지 개요 및 낙엽주머니 설치

남산, 광릉의 조사지 개요 및 조사 방법에 관한 내용은 배와 이(1999)에 자세히 기술 되어있다. 간략히 언급하면, 남산, 광릉 모두 20-30년생의 잣나무 조림지로 이곳에 30 × 30 m 크기의 조사구를 단구로 설정하였다. 낙엽주머니는 각 조사지에서 채취한 신선한 낙엽을 음건한 후 Nylon mesh 재질의 낙엽주머니 (20 × 20 cm)에 넣어 사용했다. 낙엽주머니의 mesh size는 광릉 조사지에서 0.4 mm, 1.7 mm의 두 종류를 사용하고, 남산 조사지에서는 1.7 mm 크기의 개만을 사용하였다. 설치한 조사구를 5개의 소구로 분할다음 각 소구에 낙엽주머니를 낙엽과 동일한 깊이로 배치하였다. 설치시기는 광릉이 1996년 11월 18일이었고 남산은 동년 11월 19일이었다. 분해가 진행된 낙엽주머니의 회수는 설치 2개월 후인 1997년 1월부터 1998년 9월까지 2개월 간격으로 조사당월 하순에 실시하였고, 각 소구당 1 개목음씩 5개의 목음을 무작위로 회수해 왔다. 따라서 1회 조사시 각 mesh size별 반복수는 5개였다. 회수된 낙엽주머니는 실내에서 개량된 Berlese-Tullgren funnel을 이용하여 48시간 동안 추출하였고, 추출된 토양절지동물중 날개응애

류를 슬라이드표본으로 만들어 종 수준에서 동정하였다(최 1997).

날개응애 군집분석

지역간, mesh size간 날개응애 군집의 비교에는 paired t-test를 이용했고(SAS 1987), 군집간의 종 구성의 유사성은 Sørensen 유사도 지수를 사용해 분석하였다(Southwood 1966). 이들 군집의 종 수와 개체수를 모두 이용한 cluster analysis는 relative euclidean distance와 flexible strategy ($\beta = -0.25$)를 이용하였고(Ludwig and Reynolds 1988), 이 결과를 dendrogram으로 나타냈다.

낙엽주머니내 날개응애 군집의 종다양도를 분석은 종 풍부도, Shannon 지수 및 균등도 지수를 사용하였다(Magurran 1988). 군집내에서 우점을 차지하는 종에 대한 우세도 분석은 전체밀도로 각 종의 밀도를 나누어 백분율(%)로 구하였으며, 이 중 전체 밀도의 5% 이상을 넘는 종을 우점종(Dominant species)으로 하였다(최 1984).

결과 및 고찰

남산과 광릉의 잣나무림에서 2년에 걸쳐 총 11회 수거한 낙엽주머니내에서 조사된 날개응애 종 수는 각 조사구에서 30종을 초과하지 않았으며 남산과 광릉의 mesh size 1.7 mm의 출현 종수는 광릉 조사구가 남산 조사구에 비해 통계적으로 유의하게 높았다(paired t-test, $p < 0.05$) (Table 1). 그리고 광릉지역의 낙엽주머니 mesh size간에 출현 종수의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 한편, 총 개체수는 남산 낙엽주머니에서 가장 많았고, 광릉 조사구들에서는 이보다 상당히 낮게 나타났지만 광릉 조사구들간에 통계적으로 유의한 차는 없었다. 낙엽주머니내 출현 종수는 박과 이(2000)가 이들 지역의 날개응애 군집연구에서 보고한 이들 지역의 토양과 부엽층의 날개응애 종수의 30% 수준이었다. 하지만 적은 수의 종이 출현함에도 불구하고 남산과 광릉 두 지역간 종수의 차이는 박과 이(2000)의 연구 결과와 일치하였다. 박과 이(2000)는 두 지역간의 날개응애 종수의 차이는 부엽층에 서식하는 날개응애의 종수의 차이에 기인한다고 제기했는데, 본 연구결과는 이들의 주장과 잘 부합하고 있다. 한편 배와 이(1999)는 두 지

Table 1. Total No. of species and individuals of oribatid mites collected from the litter bags in Korean pine forest of Namsan and Kwangreung

	Namsan (1.7 mm ^a)	Kwangreung (1.7 mm)	Kwangreung (0.4 mm)
No. of species	24	30	27
No. of individuals	780	460	461

^a Mesh size of litter bag

Oribatid Mite Community in Decomposing Litter of Korean Pine Forest

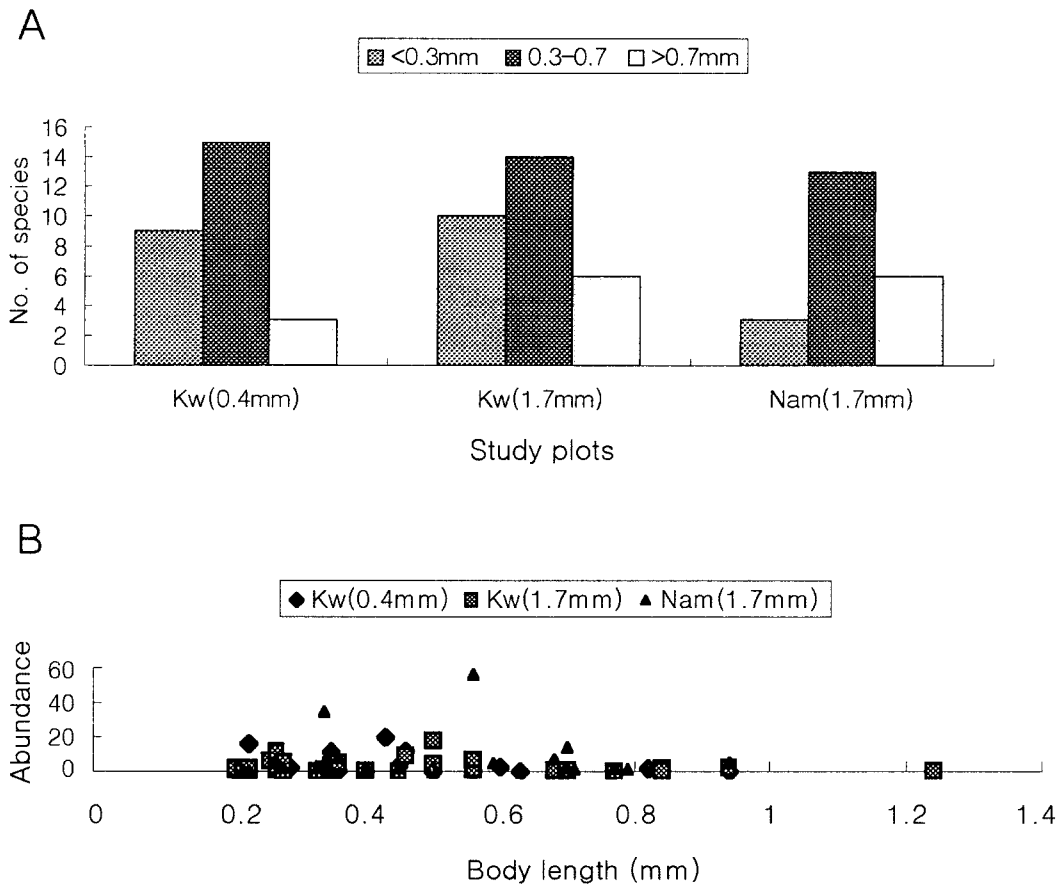


Fig. 1. The number of species of three body length group (<0.3 mm, 0.3-0.7 mm, and >0.7 mm) (A) and abundance distribution according to the body size of collected species (B) in Korean pine forest of Namsan and Kwangreung. Kw; Kwangreung, Nam; Namsan. 0.4 mm, 1.7 mm; mesh size of litter bag.

역간, 낙엽주머니 mesh size간 낙엽분해율의 차이는 크게 나지 않았고, 토양절지동물밀도와 낙엽분해율의 상관관계가 낮아 토양절지동물이 잣나무 낙엽분해에 직접적으로 큰 영향은 미치지 않았던 것으로 고찰했었다. 그렇지만 두 지역간 낙엽분해율 비교 자체가 건중량 감소를 비교하는 수준이기 때문에 낙엽분해가 진행되면서 부엽층에 형성된 날개응애 군집과 관련된 미환경의 변화를 제대로 반영한다고는 볼 수 없다. 또한 이러한 미환경의 변화는 낙엽 분해과정에서 다양한 경로를 통해 물질이 순환하는데 영향을 미칠 수 있을 것이다.

날개응애 체장을 Wallwork (1970)가 제시한 기준에 따라 소형종 (0.3 mm 미만), 중형종 (0.3-0.7 mm 미만), 대형종 (0.7 mm 이상) 그룹으로 대별했을 때 (Fig. 1) 각 그룹별 종수에 있어서는 대체적으로 세 조사구에서 중형종들의 분포가 많았고, 남산에서는 광릉에 비해 소형종 수가 적었다. 광릉 mesh size 0.4 mm 조사구에서 대형종들의 종수가 다른 조사구들보다 낮게 나타났는데 이는 작은 크기의 mesh가 대형종들의 유입을 제한하고 있다고 해석할 수 있다. Fig. 1의 아래에는 체장과 밀도관계를 나타내었다. 광릉의 두 곳

조사구에서는 0.2-0.5 mm 정도의 종들의 밀도가 높게 나타난 반면, 남산에서는 이들 조사구들보다 조금 더 큰 개체들의 밀도가 높았음을 알 수 있다.

2년간 조사된 전체 종들을 대상으로 한 남산과 광릉의 지역간 유사도는 0.59로서 광릉 지역내의 mesh size가 다른 낙엽주머니간의 유사도 0.81보다 상당히 낮아 지역간 종구성의 차이를 그대로 반영했다 (Table 2). 그러나 조사년차별 두 지역간의 유사도 값은 2년간의 전체값보다 높게 나타났고, 조사 1년차인 1997년보다는 2년차인 1998년에 유사도 값이 높게 나타났다. 1998년의 남산과 광릉간의 유사도 값 (0.73)은 광릉 지역내의 유사도 값 (0.73)과 같아 낙엽분해에 관여하는 날개응애 종들이 어느 정도 한정되어 있다고 생각된다. 박과 이 (2000)는 남산과 광릉 두 지역간의 유사도보다 같은 조사지역내의 조사구간의 유사도 값이 높아진다고 보고했다.

세 조사구의 날개응애 군집의 유사성 정도를 전체 출현종과 개체수를 종합적으로 고려하여 cluster analysis를 하였을 때 (Fig. 2) 위에서의 종 수나 유사도 경향 (Table 1, 2)과 일치하는 결과로, 같은 지역에 존재하는 광릉 조사구들

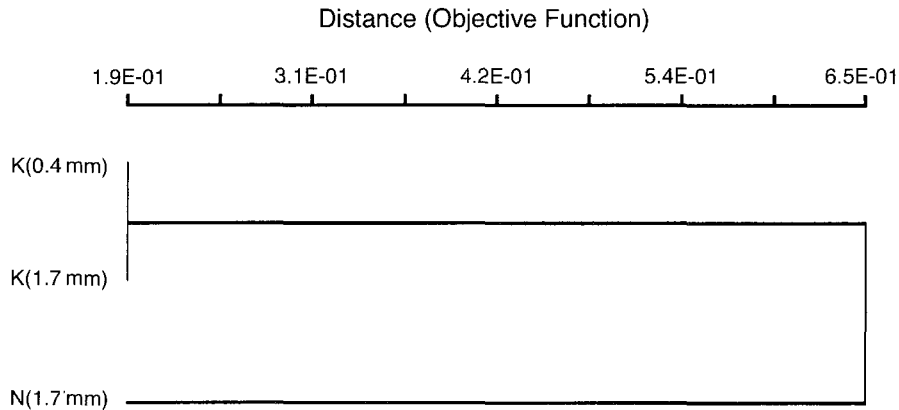


Fig. 2. Dendrogram for the cluster analysis of three sampling plots using relative euclidean distance and the flexible strategy. K: Kwangreung, N; Namsan 0.4 mm, 1.7 mm; mesh size of litter bag.

Table 2. Similarity indices¹ of oribatid mite communities in Korean pine forest of Namsan and Kwangreung

	Namsan (1.7 mm ^a)	Kwangreung (1.7 mm)	Kwangreung (1.7 mm)	Kwangreung (0.4 mm)
1st year (1997)		0.64		0.71
2nd year (1998)		0.73		0.73
Total		0.59		0.81

¹ Sørensen similarity index = 2C/(A + B)

A : No. of species in sample A

B : No. of species in sample B

C : No. of species common to sample A and B.

^a Mesh size of litter bag

간의 동질성이 높아 한 개의 그룹으로 묶을 수 있었고, 이 그룹과 남산조사구간에는 동질성이 떨어져 다른 그룹으로 묶을 수 있었다. 하지만 두 그룹간의 거리 차이가 1 미만으로 작아 두 지역간의 날개응애류 군집은 유사성이 높다고 할 수 있다.

낙엽 분해가 진행되면서 낙엽주머니내 종 수 및 새롭게 이입하거나 또는 낙엽주머니에 출현하였던 기존의 종이 재차 유입되는 것을 Fig. 3과 같이 나타냈다. 낙엽주머니내 종수는 조사 1년차에는 봄에서 가을(5월부터 9월까지) 일정한 수준으로 20종 이내의 종들이 출현하였다. 그리고 겨울동안에는 낙엽주머니내에 남아 있는 날개응애 종수가 현저히 낮아졌는데 이는 이들이 월동을 위해 토양층으로 이동한 것으로 유추할 수 있다. 조사 2년차에는 조사구에 따라 조사시기에 따른 변동 패턴이 조사 1년차와는 다른 패턴들을 가졌다. 낙엽분해를 위해 낙엽주머니에 새롭게 이입되는 종 수와 출현했던 종이 재차 유입되는 종 수는 분해가 진행됨에 따라 다른 특성을 가졌는데, 조사 1년차에는 주로 새롭게 이입되는 종들이 다수였고, 이들의 유입 시점은 5월부터 본격적으로 시작되었다. 반면 2년차에는 새로운 종의 유입은 미미한 반면 1년차에 이입했던 종들

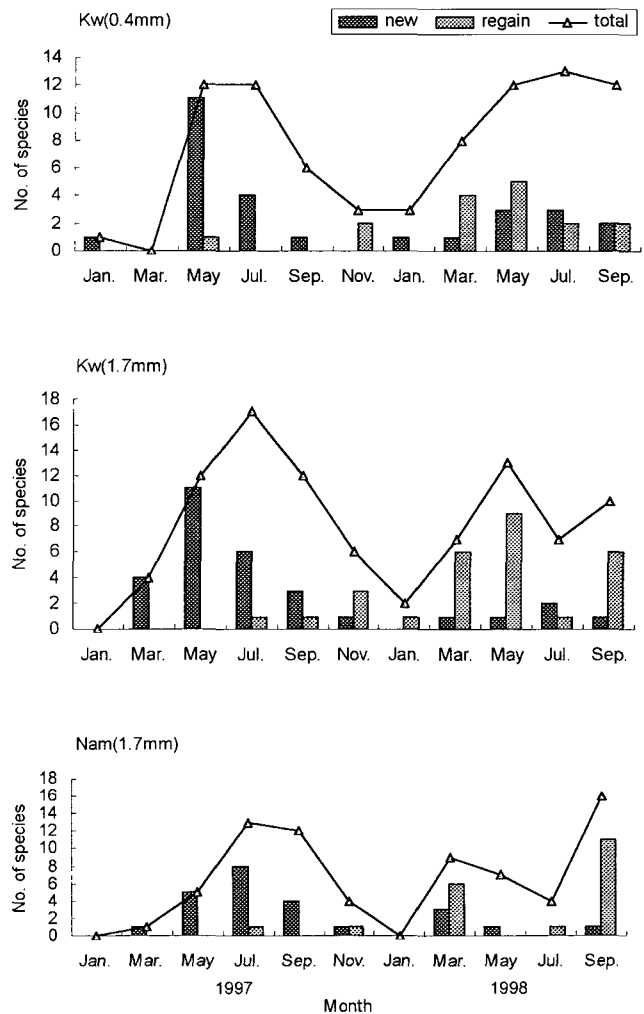


Fig. 3. The number of new, regain, and total species appeared in the process of litter decomposition on three study plots. Kw; Kwangreung, Nam; Namsan. 0.4 mm, 1.7 mm; mesh size of litter bag.

Oribatid Mite Community in Decomposing Litter of Korean Pine Forest

Table 3. Diversity indices for oribatid mite communities in the litter bag set up in the Korean pine forest of Namsan and Kwangreung

	1997			1998				Total Mean ± SD
	May	Jul.	Sept.	Mar.	May	Jul.	Sept.	
Species Richness (S)¹								
Kw (0.4 mm ^a)	2.36	2.29	1.53	1.81	2.62	3.30	2.92	2.40 ± 0.61
Kw (1.7 mm)	2.42	3.35	2.61	1.89	2.73	1.94	2.60	2.50 ± 0.50
Nam (1.7 mm)	1.11	2.32	2.15	2.13	2.00	0.85	2.66	1.89 ± 0.66
Species Diversity (H')²								
Kw (0.4 mm)	1.95	1.79	1.51	1.66	2.15	2.34	1.77	1.88 ± 0.29
Kw (1.7 mm)	1.93	2.08	2.02	1.67	2.05	1.58	2.04	1.91 ± 0.20
Nam (1.7 mm)	1.18	1.78	1.74	1.93	1.73	0.82	1.85	1.58 ± 0.41
Evenness (E)³								
Kw (0.4 mm)	0.78	0.72	0.84	0.80	0.86	0.91	0.71	0.81 ± 0.07
Kw (1.7 mm)	0.78	0.73	0.81	0.86	0.80	0.81	0.89	0.81 ± 0.05
Nam (1.7 mm)	0.73	0.69	0.70	0.88	0.89	0.59	0.67	0.74 ± 0.11

¹Species richness (R); $\frac{S-1}{\ln(n)}$, S : no. of species, n : no. of individuals

²Shannon index (H'); $H' = -\sum P_i \ln P_i$, P_i : the proportion of species i in total density

³Evenness index (E); $E = \frac{H'}{\ln S}$

^a Mesh size of litter bag

의 재차 유입이 일어났다. 그러나 2년차에는 종들의 정착이 3월부터 시작되어서 낙엽분해에 따른 낙엽주머니내 미환경이 날개응애 군집이 정착하는데 더 유리하게 바뀌었음을 알 수 있다.

각 조사구의 낙엽주머니내 날개응애 군집의 종 풍부도 지수(R), Shannon 지수(H'), 균등도 지수(E) 등의 군집지수 값은 조사시기에 따라 몇 번의 예외가 있긴 하지만 전반적으로 광릉 mesh size 1.7 mm > 광릉 mesh size 0.4 mm > 남산 mesh size 1.7 mm 순으로 나타났으며, 각 조사시기에 채집된 날개응애를 모두 합하여 산출한 군집지수들에 있어서는 그 경향이 더욱 뚜렷하게 나타났다. 종 풍부도지수는 군집내에서 서식밀도가 희소한 것을 제외하고 어느 정도 개체수가 많은 종들을 대상으로 구한 값이다(Ludwig와 Reynolds 1988). 전체 날개응애 군집에 대한 종 풍부도 값이 광릉 조사구들간에는 비슷한 반면(2.40, 2.50), 남산 조사구에서는 이보다 낮은 값(1.89)을 보이고 있다. Shannon 지수(H')는 전반적으로 다른 기존의 연구들과 비교해서 낮은 값을 나타냈지만, 광릉 조사구들이 값이 높고, 편차가 적은 반면 남산에서는 낮고, 편차가 크게 나타났다. 균등도 지수(E)는 출현하는 전체 종 수에는 영향을 받지 않고, 종들의 분포비율이 균등할 수록 높은 값을 보이는 특성을 갖는데, Shannon 지수(H')와 유사한 경향을 나타냈다. 따라서 낙엽 분해과정과 관련된 날개응애 군집의 종 다양성은 광릉지역이 남산지역에 비해 더 높다고 결론지을 수 있다. 한편 박과 이(2000)는 남산과 광릉 두 지역에서 종 풍부도와 Shannon 지수(H')값이 일치된 경향을 나타내지 않아 Shannon 지수(H')를 이용해 군집의 종 다양성을 해석하는 데는 한계가 있다고 지적했고, 특히 군집내 종수가 100종

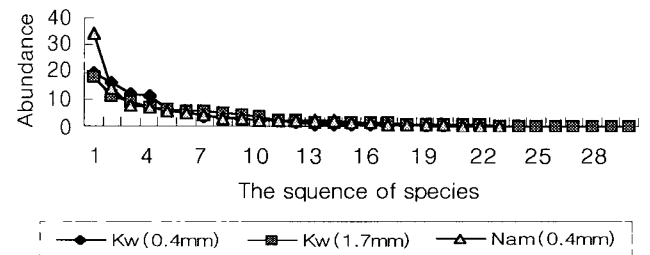


Fig. 4. The species sequence patterns of oribatid mites community on three study plots. Kw; Kwangreung, Nam; Namsan. 0.4 mm, 1.7 mm; mesh size of litter bag.

이 넘고, 풍부한 종과 희귀한 종의 배치가 극단적일 때는 더욱 주의해야 한다고 했다. 본 연구에서 출현한 종은 30종 이내였으며 종의 배치가 극단적이지 않아 종 풍부도와 Shannon (H')간에는 일치된 경향을 나타내 군집의 다양성을 잘 나타내주고 있다(Fig. 4).

Table 4는 전 조사시기동안 낙엽주머니내에서 채집된 종들 중 전체밀도의 5% 이상을 차지하는 우점종들과 이들의 낙엽주머니내 출현빈도를 나타낸 것이다. 이들 우점종들은 각 조사구에서 전체 밀도의 70% 이상을 차지하고 있어 낙엽주머니내 날개응애 군집 구성에 비중이 매우 높은 것으로 볼 수 있다. 우점종 수는 남산에서 4종인 반면 광릉에서는 6-8종으로 조사되었다. 최고 우점종은 mesh size 1.7 mm의 남산과 광릉 조사구에서 *Trichogalumna nipponica*로 동일했지만, 광릉 mesh size 0.4 mm에서는 이 종보다 크기가 작은 *Ramusella sengbuschi*가 최고 우점종이었다. 이들 종들은 동일 조사지역의 연구(박과 이 2000) 뿐만 아니라

Table 4. The List of dominant oribatid species¹ and its occurrence frequencies in the litter bags set up in the Korean pine forest of Namsan and Kwangreung, 1997-1998

	Species names	Occupying rate (%)	Occurrence frequency
Namsan (1.7 mm)	<i>Trichogalumna nipponica</i>	36.0	8
	<i>Epidamaeus coreanus</i>	22.2	8
	<i>Scheloriabates latipes</i>	9.1	7
	<i>Hypochthonius rufuls</i>	5.0	3
Kwangreung (1.7 mm)	<i>Trichogalumna nipponica</i>	19.5	5
	<i>Cultroribula lata</i>	12.1	6
	<i>Ramusella sengbuschi</i>	10.2	5
	<i>Scheloriabates latipes</i>	7.6	5
	<i>Ceratozetes japonicus</i>	6.7	7
	<i>Eohypochthonius crassisetiger</i>	6.3	3
	<i>Epidamaeus coreanus</i>	5.9	7
Kwangeung (0.4 mm)	<i>Goyoppia sagami</i>	5.6	5
	<i>Ramusella sengbuschi</i>	21.5	4
	<i>Ceratozetes japonicus</i>	17.6	7
	<i>Trichogalumna nipponica</i>	12.8	5
	<i>Goyoppia sagami</i>	12.4	7
	<i>Cultroribula lata</i>	7.0	6
	<i>Eohypochthonius crassisetiger</i>	6.1	5

¹Dominant species, >5% (of total density)

식생이 비슷한 지역의 연구(최 1984, 광 1987, 권과 최 1992)에서도 우점종으로 기록되었던 종들로, 토양층보다는 부엽층에 주로 분포하면서 밀도가 높은 종임을 알 수 있다. 광릉에서는 우점종들의 출현빈도가 고르게 분포하고 있는 반면, 남산에서는 상위 3개 우점종의 출현빈도(7, 8 회)가 네 번째 우점종 출현빈도(3회)에 비하여 월등히 높았다. 낙엽분해에 직, 간접적으로 크게 관여하는 날개응애 종들로는 *Trichogalumna nipponica*, *Ceratozetes japonicus*, *Ramusella sengbuschi*, *Scheloriabates latipes*, *Cultroribula lata*, *Epidamaeus coreanus* 등으로 나타났다.

적 요

주변환경의 오염에 의한 스트레스를 받는 정도가 다른 남산과 광릉의 잣나무림에서 낙엽주머니(mesh size : 남산 1.7 mm, 광릉 0.4 mm, 1.7 mm) 방법을 이용하여 낙엽의 분해과정에 관련된 날개응애 군집에 대한 분석을 실시하였다. 각 조사구에서 2년에 걸쳐 총 11회 수거한 낙엽주머니에서 조사된 날개응애 종 수는 30종을 초과하지 않았고, 남산과 광릉의 mesh size 1.7 mm에서 조사된 종 수는 광릉이 남산에 비해 유의성있게 높았다(paired t-test, $p < 0.05$). mesh size가 다른 광릉 지역의 낙엽주머니간에는 종수의 차이가 없어 남산, 광릉 두지역간의 종수 차이만이 인정되었다. 낙엽주머니내 날개응애 체장 분포 및 체장별 밀도 패턴은 세 조사구에서 중형종(0.3-0.7 mm 미만)이 다수 출

현했고, 밀도가 높은 종은 광릉에서는 체장이 0.2-0.5 mm 사이의 종들이, 남산에서는 이들 조사구들보다 조금 더 큰 종들에서 높은 밀도를 보였다. Sørensen 지수 및 Cluster analysis를 이용한 조사구 날개응애 군집의 정성적, 정량적 분석은 두 지역의 날개응애 군집이 종 구성에 있어 다른 그룹이라는 것을 제시했다. 낙엽주머니내 날개응애 종들의 출현은 20종 미만의 종들이 5월에서 9월 사이에 출현하였는데, 1년차와 2년차간에 출현 패턴에는 다소 변화가 있었다. 낙엽주머니내 날개응애 유입은 1년차에는 5월부터 다수의 새로운 종들이 이입되었지만, 2년차에는 새로운 종의 유입은 미미한 반면 1년차에 이입했던 종들의 재차 유입이 일어났고, 유입시기도 빨라졌다. 낙엽주머니내 날개응애 군집의 종 다양도 분석에는 종 풍부도지수, Shannon 지수, 균등도 지수가 사용되었고, 이들 세 가지 다양도 지수의 값이 모두 광릉이 높고 남산이 낮은(mesh size 1.7 mm > 광릉 mesh size 0.4 mm > 남산 mesh size 1.7 mm) 일관된 경향을 나타냈다. 이는 날개응애 군집의 종 다양성은 광릉지역이 남산지역에 비해 더 높다는 결론을 도출할 수 있는 것이었다. 낙엽주머니내 출현종의 우점종과 출현빈도 분석결과, 각 조사구의 우점종들은 전체 밀도의 70% 이상을 차지하고 있어 비중이 매우 높은 것들로 나타났고, 최고 우점종은 mesh size 1.7 mm의 남산과 광릉 조사구에서 *Trichogalumna nipponica*로 동일했고, 광릉 mesh size 0.4 mm에서는 이 종보다 크기가 작은 *Ramusella sengbuschi*가 최고 우점종이었다. 그리고 낙엽주머니내에 밀도와 출현빈도가 높아 낙엽분해에 직, 간접적으로 크게 관여하는 날개응애 종들로는 *Trichogalumna nipponica*, *Epidamaeus coreanus*, *Scheloriabates latipes*, *Ceratozetes japonicus*, *Ramusella sengbuschi*, *Eohypochthonius crassisetiger*, *Cultroribula lata* 등을 선별할 수 있었다.

인 용 문 헌

- 곽준수. 1987. 서울대 광양 연습림내 토양미소절지동물에 관한 연구. 1. 날개응애의 종구성. 한국생태학회지 **10**: 23-31.
- 권영림, 최성식. 1992. 잣나무 조림지내 토양미소절지동물상에 관한 연구. 1. 날개응애종의 구성. 한국응용곤충학회지 **31**: 10-22.
- 박홍현, 이준호, 배윤환, 최성식. 1998. 남산과 광릉침엽수림 지역의 날개응애류(Acari: Oribatida) 종 구성. 한국토양동물학회지 **3**: 78-90.
- 박홍현, 이준호. 2000. 남산과 광릉 침엽수림의 날개응애 군집분석. 한국응용곤충학회지 **39**(1): 31-41.
- 박홍현, 정철의, 이준호, 이병영. 1996. 남산과 광릉의 토양미소절지동물에 관한 연구. 한국토양동물학회지 **1**: 37-47.
- 배윤환, 이준호. 1997. 남산과 광릉활엽수림에서 낙엽분해에 관여하는 토양무척추동물 군집에 관한 연구. 한국토양동물학회지 **2**: 83-91.
- 배윤환, 이준호. 1999. 남산과 광릉수목림의 잣나무림에서 낙엽분해과정에 관련된 토양미소절지동물군집. 한국토양동물학회지 **4**: 75-80.
- 정철의, 이준호, 배윤환, 최성식. 1998. 남산과 광릉활엽수림지역에서 날개응애류(Acari: Oribatida) 종 구성. 한국토양동물학회지 **3**: 91-105.

Oribatid Mite Community in Decomposing Litter of Korean Pine Forest

- 최성식. 1984. 광릉지역의 토양미소절지동물상 분석에 관한 연구. 원광대학교 논문집 **18**: 185-235.
- 최성식. 1997. 한국산 날개응애 목록. 한국거미연구소 연구보고서 **13**: 83-104.
- Andre, H.M., C. Bolly and H. Lebrun. 1982. Monitoring and Mapping air pollution through an animal indicator : A new and quick method. *J. of Appl. Ecol.* **19**: 107-111.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & Sons. pp. 85-103.
- Lussenhop, J. 1992. Mechanisms of microarthropod-microbial interaction in soil. *Advances in Ecological Research.* **23**: 1-33.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. 179 pp. Cambridge University Press, London.
- Paoletti, M.G., M.R. Favretto, B.R. Stinner, F.F. Purrington and J.E. Bater. 1991. Invertebrates as bioindicators of soil use. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **34**: 341-362.
- SAS Institute. 1987. SAS/STAT guide for personal computer. ver. 6ed. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Southwood, T.R.E. 1966. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. 391 pp. Methuen & Co Ltd., London.
- Van Straalen, N.M., M.H.S. Kraak and C.A.J. Denneman. 1988. Soil microarthropods as indicators of soil acidification and forest decline in the Veluwe area, the Neterlands. *Pedobiologia* **32**: 47-55.
- Wallwork, J.A. 1970. Ecology of soil animals. 283 pp. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Wallwork, J.A. 1983. Oribatids in forest ecosystems. *Ann. Rev. Entomol.* **28**: 109-130.
- Weigmann, G. 1984. Structure of oribatid mite communities in the soils of urban areas. pp. 917-923. in *Acarology VI.* vol. 2, eds. by D.A. Griffiths and C.E. Bowman. 1296 pp. Ellis Horwood Limited, Chichester.