

# 점봉산 천연보호림에서 서식환경 차이에 따른 토양날개응애 군집특성<sup>1a</sup>

강방훈<sup>2\*</sup> · 이준호<sup>3</sup> · 최성식<sup>4</sup>

## The Characteristics of Soil Oribatid Mite(Acari: Oribatida) Communities as to Differences of Habitat Environment in Mt. Jumbong, Nature Reserve Area in Korea<sup>1a</sup>

Bang-Hun Kang<sup>2\*</sup>, Joon-Ho Lee<sup>3</sup>, Seong-Sik Choi<sup>4</sup>

### 요약

본 연구는 훼손되지 않은 천연보호림인 점봉산의 고도 1,000미터 지점의 이웃한 남북사면의 서식처 환경차이에 따른 날개응애의 군집구조를 분석을 통한 생태계 구조를 이해함을 목적으로 1994년 6월부터 1996년 8월까지 매월 조사를 수행하였다. 두 조사지에서 채집, 동정한 날개응애의 종수 및 개체수 비교에서는 유의성 있는 차이를 보였는데( $t$ -test,  $p < 0.05$ ), 북사면의 평균 밀도와 종수는  $92.2 \pm 17.6$ ,  $24.7 \pm 3.0$ 이고 남사면에서는  $234.2 \pm 62.6$ ,  $40.8 \pm 5.8$ 였다. 종다양도는 남사면이  $3.09 \pm 0.11$ 로 북사면  $2.71 \pm 0.13$ 보다 높게 나타났다. 날개응애의 개체군 크기를 전체 밀도에 대한 각종의 밀도 백분율로 구하여 우점종, 중세종 그리고 약세종으로 나누어 나타내었고, *O. nova*와 *Suctobelbella naginata*가 조사지 모두에서 우점종으로 나타났고, *Trichogalumna nipponica*는 남사면에서는 우점종이었으나, 북사면에서는 채집이 되지 않는 종이다. 두 조사지의 우점종의 먹이 습성은 토양미생물을 섭식하는 식균성(microphytophagous)이었다. 고도 1,000미터 지점으로 서로 이웃한 남/북사면 조사지에서 종수 및 개체수, 우점종 구성이 뚜렷한 차이를 보였고, 조사지별 유사도가 낮게 나타나 미소환경의 이질성이 날개응애 군집의 특성에 큰 영향을 미침을 알 수 있었다.

주요어 : 미소환경, 종구성, 종다양도, 우점종

### ABSTRACT

This research was conducted every month from June 1994 until August 1996 with the aim to understand the ecosystem structure through the analysis of oribatid mite community structure in soil subsequent to environmental difference of its habitats located at northward & southward slopes adjacent to each other at an altitude of 1,000 meters of Mt. Jumbong, which is a natural reserved forest, remaining intact. There appeared a significant difference [ $t$ -test,  $p < 0.05$ ] in compar-

1 접수 10월 2일 Received on Oct. 2, 2007

2 농업과학기술원 National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon(441-853), Korea

3 서울대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul(151-742), Korea

4 원광대학교 생명자원과학대학 College of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan(570-749), Korea

a 본 연구는 한국과학재단 기초연구 프로젝트(No. 94-0401-01-01-3)의 지원을 받아 수행되었음

\* 교신저자, Corresponding author(ipmkbh@rda.go.kr)

ison of the number of the species and individuals of Oribatid mite species which were collected and identified at two survey areas. The mean density and the number of the species collected and identified at the northward slopes, and southward slopes were  $92.2 \pm 17.6$ ,  $234.2 \pm 62.6$  and  $24.7 \pm 3.0$ ,  $40.8 \pm 5.8$ , respectively. Species diversity index( $H'$ ) was higher at the southward slopes( $3.09 \pm 0.11$ ) than at the northward slopes( $2.71 \pm 0.13$ ). The population size of Oribatid mite species was found by the percentage of each species density as against the whole density and classified into dominant species, influent species, and recessive species according to the percentage; as a result, *O. nova* and *Suctobelbella naginata* was found to be a dominant species at both survey slopes while *Trichogalumna nipponica* was found to be a dominant species, at southward but it wasn't collected at the northward slopes at all. The feeding habit of the dominant species at two survey slopes was found to be microphytophagous- eating soil microbe. There appeared a conspicuous difference in compositions of the number of the species, individuals and dominant species at the southward/northward slopes adjoining each other at an altitude of 1,000 meters and less similarity between the two survey slopes. Conclusively, it was found that the heterogeneity of microhabitat has a great effect on Oribatid mite's community characteristics.

**KEY WORDS : MICRO-ENVIRONMENT, SPECIES COMPOSITION, BIODIVERSITY, DOMINANT SPECIES**

## 서론

자연생태계로 대별되는 산림생태계에서는 식물이 일차 생산자로서의 기능과 함께 일차 소비자인 동물의 먹이와 서식처가 되고 간접적으로는 미환경을 변화시킴으로써 생태계 내의 미소생물군의 생존에 영향을 미치며, 식물의 사체인 낙엽을 매개로 하는 부식연쇄계열을 통하여 물질순환이 이루어진다. 낙엽이 이동하고 분해되기까지는 사면의 경사도, 임상의 식생구조, 바람, 강우, 눈 등의 경관 생태학적 측면과 토양 미생물, 동물 등의 생물적 요인, 그리고 생물학적 활동에 영향을 주는 온도, 토양 수분 등의 물리적 환경요인이 관련되며, 이들은 토양과 하천의 미생물, 동물들에 의해 분해되거나 먹이로 이용, 저장됨으로써 기능적, 구조적 특성을 갖는 생태계를 구성한다(Kitchell *et al.*, 1979; Bae, 2001).

낙엽의 분해과정에서 부식동물은 잔체를 잘게 쪼개서 분해를 촉진하고 간접적으로는 미생물의 활동을 돕는다. 우리나라와 같은 온대지역인 경우 톡토기류나 응애류와 같은 0.1~2mm 정도의 중형부식자군이 우세하게 나타난다. 특히 응애류는 낙엽분해에 있어서 낙엽을 직접 섭취, 소화하고, 간접적으로는 미생물을 포식하여 그 개체군을 조절하거나 자신의 사체나 분비물을 내놓음으로써 영향을 준다(Marinissen, 1993). 그들의 서식처도 다양하여 초지, 활엽수림지역, 암반, 타동물

의 서식처, 인간의 생활지역 그리고 쓰레기장 등 다양한 서식처를 가지고 있다(Jaroslav, 2006). 토양응애 중 대부분이 부식연쇄계열에 참여하는 날개응애는 유기물, 부엽 등의 분해와 토양내 활동으로 토양의 물리, 화학적 조성을 변화시켜 생태계의 물질순환과 에너지 흐름을 원활하게 해 줄뿐 아니라 토양생물들과의 상호작용으로 미생물의 활동을 촉진시켜 주고, 곰팡이, 세균 등을 포식함으로써 이들의 격발, 번성을 막아 토양환경의 건강성을 유지시켜 준다(Wallwork, 1983; Lussenhop, 1992; Robert *et al.*, 2003). 또한 날개응애는 산업화, 도시화, 인구집중 등으로 인한 여러 환경 위해 요소들에 대한 생물지표로서의 이용 가능성이 있다. 생물지표를 이용한 생태계의 영향평가는 매우 신속하고 정확한 방법이 될 수 있다(Jung *et al.*, 2002; Mundon-Izay *et al.*, 2003; Laura *et al.*, 2006). 기후조건, 온도, 수분, pH, 유기물 함량 변화 등 환경변화에 반응하면서도 상대적으로 다른 토양절지동물들에 비해 밀도가 높아 환경 변화에 따른 생태계의 천이에 대한 비교 자료로서 이용가치가 매우 높다(Mosadoluwa and Philips, 2006).

본 연구는 이것을 염두에 두고 유네스코에서 자연보전지구로 지정한 점봉산 천연 보호림에서의 서식처 환경의 변화에 따른 날개응애의 군집특성을 비교함으로써 생물다양성 보존 및 환경 모니터링의 자료로 활용함을 목적으로 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지 특성

본 연구의 대상지인 점봉산 천연보호림은 강원도 인제군 기린면 진동리(북위 38°-38°05', 동경 128°20'-128°30') 소재인 비교적 극상림의 상태가 잘 보존되어 있는 온대중부 낙엽활엽수림대에 속한다. 조사지는 고도 1,000m지점으로 연구중심지역의 중앙에는 북서쪽에서 동남방향으로 뻗어 능선이 위치하고 있다. 하단과 능선의 최고지점까지 고도 차이는 대략 20m였다. 능선을 중심으로 남서사면과 북동사면으로 나누어지며 남/북사면의 경사도는 각각 24%와 28%였다. 북사면(North-facing slope) 조사지의 식생은 목본식물로는 신갈나무(*Quercus mongolica*), 으나무(*Kalopanax pictus*), 당단풍(*Acer pseudo-sieboldii*) 그리고 까치박달(*Carponus cordata*)가 우점이고 초본식물로는 현호색(*Corydalis turtschaninovii*), 얼레지(*Erythronium japonicum*), 흠아비바람꽃(*Anemone koraiensis*), 평의바람꽃(*A. raddeana*), 벌개덩굴(*Meehania urticifolia*), 참나물(*Pimpinella brachycarpa*), 애기얇은부채(*Symplocarpus nipponicus*) 등이 다수를 차지하고 있었다. 남사면(South-facing slope) 조사지의 목본식물은 북사면과 동일하였고 초본식물로는 다년생인 조릿대(*Sasa borealis*)가 우점을 이루고 있어 북사면과는 차이를 보였다.

점봉산에서의 단위면적당 연간 낙엽생산량은 300~360gm<sup>-2</sup>yr<sup>-1</sup>이었다(Lee, 1997). 두 조사지의 토양은 사양토로 토양 산도는 4.46~5.80의 범위를 보였다. 토양온도는 남사면 보다 북사면이 다소 높게 나타났으나, 겨울철에는 북사면에 두꺼운 눈이 쌓여 있어 반대현상을 보였다(Lee, 1997). 낙엽의 축적은 남사면 보다 북사면에 많이 쌓였고, Dehydrogenase, Acid

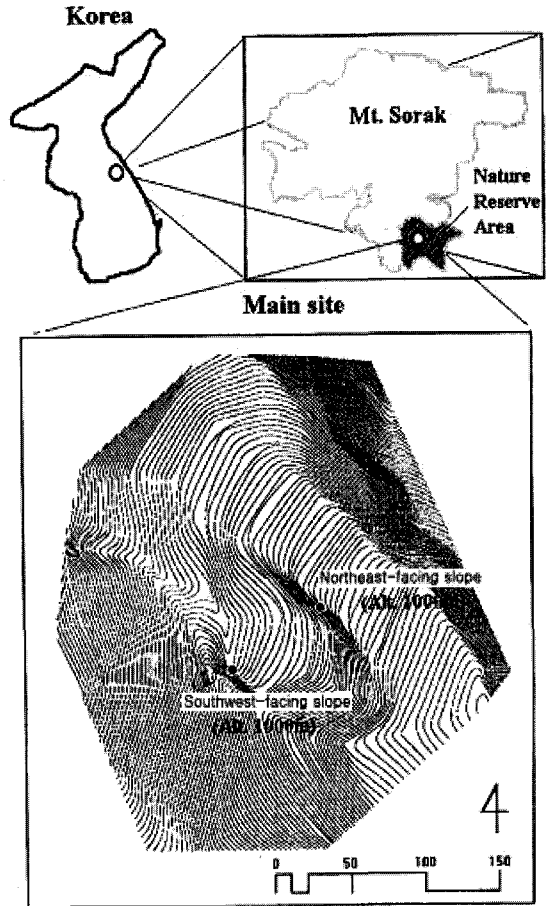


Figure 1. Map of sampling site

phosphatase, Arylsulphatase, Ureas와 같은 토양 효소는 남사면보다 북사면에서 더 활동적으로 나타나, 이는 낙엽의 공급과 관련이 있는 것으로 추측된다(Lee, 1997).

Table 1. Temporal and spatial variation of soil enzyme at the northeast- and southwest-facing slopes(Lee, 1997)

Soil enzyme	Northeast-facing slope			Southwest-facing slope		
	Oct-95	May-96	June-96	Oct-95	May-96	June-96
Dehydrogenase (ug INT formazan/g soil/h)	10.2±0.8	18.5±2.5	5.7±1.2	5.7±0.3	8.2±1.1	5.1±1.2
Acidphosphatase (ug PNP/g soil)	4468.2±111.9	2493.7±42.6	2971.4±0.6	3448.3±307.9	2052.2±80.7	3072.2±271.4
Arylsulphatase (ug PNP/g soil)	2631.2±87.6	1765.8±44.2	2474.4±21.4	2063.7±62.9	1206.8±1.6	1838.7±306.2
Urease (ug NH4+-N/g soil)	117.8±5.9	347.0±13.7	160.7±6.7	101.5±0.3	216.1±1.6	176.8±3.8

2. 연구방법 및 분석

각 조사지의 넓이는 25×25m 이고, 이를 다시 10개의 소구로 나누어 지표면으로부터 깊이 5cm의 토양을 토양채취기(10×10×5cm)를 이용하여 표본당 1,000 cm<sup>3</sup>을 채취하였다. 조사기간은 1994년 6월부터 1996년 8월까지 매달 채집하였다. 시료를 실험실내로 운반하여 개량된 Tullgren funnel을 이용하여 72시간 추출하고, 추출된 날개응애들은 75%의 에탄올에 보관후 Mark I과 II를 이용하여 슬라이드 표본을 만들었다. 날개응애는 Balogh(1972), Krantz(1978), Ehara(1980), 최성식(1988: 1994)의 날개응애류 검색표 및 종 기재에 따라 종수준까지 동정을 실시했고, 종까지 동정하기 힘든 것은 속명을 이용하였다. 이렇게 동정된 종들은 과별로 묶어 표로 만들었고, Voucher Specimen 들은 서울대 곤충생태연구실에 보관하였다.

날개응애 군집구조 분석을 위해 1) 각 조사지별 그리고 조사지간 날개응애의 종수와 밀도를 조사 비교하였다, 2) 생물다양성 지수는 종다양도 지수 H'(Shannon 지수; Magurran, 1988), 종 균등도 지수(Magurran, 1988), 종 풍부도 지수 (Margalef's index; Clifford and Stephenson, 1975)를 근거로 하여 만들어진 Basic program(spdivers.bas)를 이용하여 구하였다.

조사시간의 날개응애류 군집의 종구성의 유사도와 조사지간 유사도를 분석하기 위하여 정성적인 방법으로는 Sorenson 지수(Magurran, 1988)를, 정량적인 방법으로는 Morisita-Horn 지수(Wolda, 1981)를 이용했다.

날개응애 각 종의 군집내에서 개체군 크기는 전체 밀도에 대한 각 종의 밀도를 백분율로 구하여 우점종(Dominant species)은 전체 개체수의 5%를 넘는 종, 중세종(Influent species)은 2~5%의 종 그리고 약세종(Recessive species)은 2%미만으로 구분하였다.

결과 및 고찰

북사면 조사지에서는 37과 52속 76종이 채집이 되었고, 남사면 조사지에서 47과 70속 110종이 채집되었다. 각 조사지에서 특이적으로 채집된 종들은 북사면에서 11종, 남사면에서 45종으로 개체수가 매우 적은 종들이었다. 조사지별 날개응애의 평균 밀도와 평균종수를 비교한 결과 남사면(234.2±62.6 and 40.8±5.8)에서 북사면보다(92.2±17.6, 24.7±3.0) 유의성 있는 차이를 보였다(t-test, p<0.05).

날개응애의 개체군 크기를 전체 밀도에 대한 각종의 밀도 백분율로 구하여 우점종, 중세종 그리고 약세종으로 나누어 Table 3에 나타내었다. *O. nova* and *Suctobelbella naginata*가 조사지 모두에서 우점종으로 나타났고, *Trichogalumna nipponica*는 남사면 조사지에서 우점으로 나타났지만 북사면에서는 채집이 되지 않았다. 전체 개체수중 우점종이 차지하는 비율은 조사지 두곳에서 25-35%가량이었으며, 남사면 보다는 북사면에서 높았지만, 중세종은 북사면(34%) 보다는 남사면(39%)이 높게 나타났다.

식생별 우점종 비교를 다른 지역과 해보면 매우 다른 양상을 보여 주고 있음을 알 수 있었다. 활엽수림인 경우 우세종이 광릉수목원에서 *Papillacarus hirsutus*, *Ceratozetes japonicus*(최성식, 1988), *Diapterobates* sp., *Ceratozetes* sp., *Eohypochthonius crassisetiger*(환경처, 1994), 광양연습림에서 *O. neerlandica*, *O. nova*, *C. japonicus*(Kwak, 1987), 남산지역에서 *Ceratozetes* sp., *Lohmania coreana*, *Rostrozetes* sp.(환경처, 1994)와 같다. 본 연구의 결과와 비교해볼 때 고도 1,000m의 남/북사면 조사지에서 우세종이 *S. naginata*, *O. nova*, *Oppia* sp., *C. quadridentata*, *P. duplicata nipponica*로 상당히 달랐다. 특히 *Ceratozetes* spp., *Vépracarus hirsutus*, *Rostrozetes* sp. 등은 거의 나타나지 않았다. 국외에서는 그리이스 참나무속 활엽수림에서 *Schelorbates* cf. *latipes*(Askidis and Stamou, 1992), 인도에서 *Schelorbates*속, *Oppia fasciatus*(Sarkar, 1990) 그리고 일본에서 *Schelorbates*속(北泥右三, 1973)등이 우세종으로 보고되어 있는데 이런 결과들과도 차이가 있음을 알

Table 2. Mean Density(D) and species number(S) of Oribatid mites collected at the northeast- and southwest-facing slopes from June 1994 to August 1996

Category	Northeast-facing slope	Southwest-facing slope
D (Mean ±S.E.)	92.2 ± 17.6	234.2±62.6
S (Mean ±S.E.)	24.7 ± 3.0	40.8 ± 5.8

Sample size: 1000 cm<sup>3</sup> x 10 plots; Soil depth: 0-5 cm

Table 3. Analysis of dominant species of oribatid mites in soil at the northeast- and southwest facing slopes (1000m asl) in Mt. Jumbong

Northeast-facing slope (Alt.1000m)			Southwest-facing slope (Alt.1000m)				
Name of Species	No. of Collected	%	Name of Species	No. of Collected	%		
Dominant species	<i>Suctobelbella naginata</i>	63	10.9	<i>Oppiella nova</i>	169	12.0	
	<i>Oppiella nova</i>	65	11.2	<i>S. naginata</i>	104	7.4	
	<i>Oppia sp.</i>	39	6.7	<i>Trichogalumna nipponica</i>	84	6.0	
	<i>Ceratoppia quadridentata</i>	38	6.5	<i>C. quadridentata</i>	45	3.2	
	<i>Ceratoppia bipilis</i>	12	2.1	<i>Epidamaeus sp2.</i>	39	2.8	
	<i>Epidamaeus sp.</i>	12	2.1	<i>G. microcephala</i>	44	3.1	
	<i>Epidamaeus sp2.</i>	12	2.1	<i>Hypochothoniella minutissima</i>	83	5.9	
	<i>Gustavia microcephala</i>	19	4.0	<i>N. elegantula</i>	37	2.6	
	<i>Nanhermannia elegantula</i>	23	4.0	<i>Oppia sp.</i>	54	3.8	
	Influent species	<i>Nothrus biciliatus</i>	24	4.1	<i>Platynothrus yamasakii</i>	53	3.8
<i>N. silvestris</i>		21	3.6	<i>Q. quadricarinata</i>	30	2.1	
<i>Suctobelbella yezoensis</i>		12	2.1	<i>Rysotritia ardua</i>	41	2.9	
<i>Tectocephus titanius</i>		21	3.6	<i>S. yezoensis</i>	43	3.1	
<i>T. velatus</i>		16	3.4	<i>T. titanius</i>	55	3.9	
<i>Xylobates geonjensis</i>		20	2.8	<i>D. pusillus cuspidatus</i>	30	2.1	
<i>Liochthonius sellnicki</i>		9	1.5	<i>E. japonica</i>	27	1.9	
Recessive species		<i>Perlohmannia coiffaiti</i>	9	1.5	<i>Oppia sp2.</i>	24	1.7
		<i>Quadropia quadricarinata</i>	8	1.4	<i>T. velatus</i>	28	1.99
		and 57 species	158	27.2	and 82 species	419	29.7
Total	76 spp.	581	100.0	110 spp.	1409	100.0	

Dominant species: more than 5% of total individual numbers  
 Influent species: 5-2% of total individual numbers  
 Recessive species: less than 2% of total individual numbers

수 있다.

두 곳 조사지에서 채집된 종들에는 *Suctobelbella sp.*, *Platynothrus sp.*, *Ceratoppia sp.*, *Epidamaeus sp.*, *Eremobelba sp.*, *Gustarvia microcephala*, *Hypochothoniella minutissima*, *Liochthonius sp.*, *Malaconothrus sp.*, *Nanhermannia elegantula*, *Nothrus sp.*, *Oppia sp.*, *Oppiella nova*, *Quadropia quadricarinata*, and *Rhysotritia ardua*이 있으며, 이들 공통종들은 상대적으로 밀도가 높고, 넓은 분포양상을 보인다. 공통종들 중 *Suctobelbella sp.*, *Ceratoppia sp.*, *Epidamaeus sp.*, *Eremobelba sp.*, *G. microcephala*, *N. elegantula*, *Nothrus sp.*, *Oppia sp.*, *O. nova*는 100% 출현빈도를 보였다. 반면에 지역종들은 밀도가 낮은 희귀종들이었고 분포가 한정되어 있는 특성을 보였다(Wauthy et al., 1989). 하지만 *Trichogalumna nipponica*는 지역종이지만 남사면에서 우점종으로 나타났다.

Sorenson지수를 이용한 정성적 분석의 결과 남/북

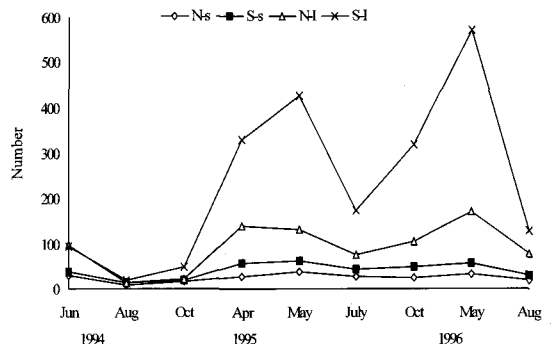


Figure 2. Seasonal changes in oribatid mite species numbers and density from June 1994 to Aug. 1996 (Sample size=1000cm<sup>3</sup>×10 plots, N; North-facing slope, S; South-facing slope, s; Species number, I; Individual number)

Table 4. Diversity index of oribatid mite community in soil at the northeast and southwest-facing slopes of Mt. Jumbong during June 1994 to October 1995

Index	Site	Jun-94	Aug	Oct	Apr-95	May	July	Oct	May-96	Aug	Mean±S.E.
Evenness (J')	Northeast-facing slope	0.89	0.91	0.97	0.77	0.89	0.89	0.86	0.85	0.81	0.87±0.02
	Southwest-facing slope	0.92	0.95	0.90	0.81	0.84	0.87	0.83	0.77	0.89	0.86±0.02
Richness	Northeast-facing slope	6.12	2.73	4.93	5.46	7.38	5.79	5.17	6.22	4.37	5.35±0.44
	Southwest-facing slope	7.94	4.15	4.88	9.66	10.1	8.13	8.33	8.82	5.77	7.52±0.70
Diversity (H')	Northeast-facing slope	2.99	1.89	2.69	2.56	3.22	2.91	2.77	2.95	2.43	2.71±0.13
	Southwest-facing slope	3.33	2.43	2.69	3.26	3.48	3.27	3.22	3.12	3.01	3.09±0.11

Evenness(J')=H'/LogS(S: species number, H': Shannon index),

Diversity(H')=-∑PilogPi(Pi: the proportional abundance of the ith species=(ni/N)),

Richness(Margalef's index)=(S-1)/Log(N).

사면 조사지간 유사도가 0.701로 나타났으며, 정량적인 유사도는 0.831로 높게 나타났다. 하지만 점봉산 타 조사지역과 비교해보면, 정성적인 유사도가 타조사지인 1,100m 조사지와 남사면간의 유사도보다 작게 나타남을 알 수 있고(Kang, 1996), 고도가 같고 상부식생이 같으면서도 하부식생의 차이로 인해 종구성의 차이가 있었으며, 정량적인 유사도 결과를 보아 종의 밀도 면에서는 차이가 적음을 알 수 있었다. 이것은 동일 지역내에서도 미소환경의 이질성이 군집의 종구성 특성에 유의한 영향을 줄 수 있음을 잘 보여 주는 예라고 할 수 있다.

날개응에 종수와 개체 밀도의 계절적 변동은 불규칙적이었고, 다른 계절보다 봄인 4월과 5월에 높게 나타났다. 이 결과는 계절적 영향도 먹이자원 만큼이나 계절적 개체 변동을 이해하는 데 고려되어야 될 요소임을 알려준다(Park, 1995; Seastedt and Clossley, 1983).

Table. 4는 조사지에서의 종다양도 지수를 나타낸 것이다. 종균등도 지수(J')는 0.77-0.97까지의 범위로 남사면과 북사면 조사지에서 유사하게 나타났다. 종풍부도 지수(Margalef 지수)와 종다양도 지수(Shannon-Wiener index)는 북사면보다(5.35 ± 0.44 and 2.71 ± 0.13) 남사면이(7.52 ± 0.70 and 3.09 ± 0.11)이 높게 나타났으나 유의성은 보이지 않았다(t-test, p<0.05).

군집의 복잡성을 판단할 때 종수와 개체수 관계에서 본 종다양도를 이용한다. 이것은 한 군집이 몇종의 생물로 구성되어 있느냐 하는 종풍부도와 구성종의 상대밀도의 지표가 되는 종균등도를 묶은 개념이다(Ludwig and Reynolds, 1988). 일반적으로 종풍부도에는 밀도가 커서 기능적으로 중요한 종에 대한 비중이 참작되어 있지 않다. 자연상태의 군집은 많은 개체수를 가진 소수종과 낮은 밀도의 다수종으로 구성되어 있다. 종다

양도 지수인 Shannon index(H')는 불확실도를 나타내는 지수로 값이 클수록 종들의 이질성이 증가하여 다양도가 증가하는 것을 의미하며, 종 수가 많을 때와 종 분포에 있어 상대밀도가 균등할 때 증가한다. 북사면 조사지의 경우 종풍부도와 다양도 지수(H')가 낮았지만 종균등도 지수는 높게 나타났는데, 이것은 종의 분포 비율이 균등하다는 것을 말하며, 종균등도 지수는 출현하는 전체 종수의 영향을 받지 않음을 알 수 있다. 다양도 지수와 안정성과의 관계를 설명하는데 있어 긍정적인 주장(Tilman and Dowling, 1994)과 부정적인 주장(Rodrinuea and Gomez, 1994)이 있어 논쟁의 대상이 되고 있다. 사용상의 편리함으로 많은 학자들이 이용해온(Kempton and Taylor, 1974; Routledge, 1979; Magurran, 1988; Park, 1995) 종다양도지수는 해석상의 어려움과 다양도의 기준을 어디에 두어야 하는지의 문제가 있어 아직까지도 논쟁의 대상이 되고 있다.

우점종들을 대상으로 하여 섭식습성을 식균성인 Microphytophage, 광식성인 Panphytophage 그리고 낙엽만을 섭식하는 Macrophytophage로 구분한 것이다(Butcher *et al.*, 1971). 대부분이 곰팡이나 세균을 섭식하는 Microphytophage와 광범위한 섭식범위를 가지는 Panphytophage로 나타났으며 낙엽만을 섭식하는 Macrophytophage는 없었다. 서식환경이 토양임을 감안해볼 때 낙엽만을 섭식하는 Macrophytophage의 종들이 없다는 것은 당연하리라 여겨진다. Panphytophage가 우세한 산림생태계의 기능면에서 더 큰 이점이 있다(Wallwork, 1983)는 보고가 있어, 이를 감안하면 본 조사지는 생태적으로 건전하다고 할 수 있다.

여러 가지 다양도지수들과 종분포양상을 분석하여 날개응에 군집의 특성을 알아본 결과 이웃한 두 조사지인 남/북사면 조사지의 날개응에 군집의 종구성 특

Table 5. Comparison of feeding types of dominant oribatid mite species in Mt. Jumbong

Site	Northeast-facing slope (1000m asl)		Southwest-facing slope (1000m asl)	
	Species	Type	Species	Type
Dominant species	<i>Suctobelbella naginata</i>	M	<i>O. nova</i>	M
	<i>Oppiella nova</i>	M	<i>S. naginata</i>	M
	<i>Oppia sp.</i>	M	<i>Trichogalumna nipponica</i>	P
	<i>Ceratoppia quadridentata</i>	M		

M: Microphytophage, P: Panphytophage

종풍부도 지수(Margalef 지수)와 종다양도 지수(Shannon-Wiener index)가 남사면에서 높게 나타났으며, 우점종의 구성에도 차이가 뚜렷하였고, 이들 서식지의 하층 식생, 토양온도, 토양효소, 낙엽유입량이 차이가 있었다. 이를 통해 조사지간 식생, 고도, 토양의 성질 그리고 미소기후 등 미소환경의 이질성에 의해 군집의 특성이 달라질 수 있음을 알 수 있다. 하지만 이러한 몇 가지 지수들과 수학적 모델들만 가지고 군집의 특성을 파악하고 생물다양성을 평가하는 데에는 무리가 따르며 서식처 다양성 조사가 함께 이루어질 때 보다 합리적인 평가가 가능하리라 생각된다. 추후 이들의 서식처 다양성 조사와 함께 장기 생태 모니터링 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 기초연구 프로젝트(No. 94-0401-01-01-3)의 지원을 받아 수행되었다.

## 인용문헌

- 최성식(1988) 한반도산 날개응애류에 관한 연구(1). 원광대학교 논문집 제 22-1집.
- 최성식(1994) Taxonomic Studies on Soil Mites(Acari : Oribatei) of Korea. 한국응용곤충학회지 33: 39-50.
- 환경처(1994) 훼손된 생태계의 Biodiversity 평가 및 복원기법개발(II)-곤충 종다양성. PP.105-144.
- Asikidis, M.D. and G.P. Stamou(1992) Phenological patterns of oribatid mites in an evergreen-sclerophyllous formation(Hortiatis, Greece). Pedobiologia 36: 359-372.
- Bae, Yoon Hwan(2001) Community analysis of oribatid mite(Acari: Oribatida) in the process of needle leaf decomposition in Korean Pine (*Pinus koraiensis*) Forest of Namsan and Kwangreung. Korean Journal of Soil Zoology 6(1-2): 25-31.
- Balogh, J.(1972) The oribatid genera of the world. Akademiai Kiado, Budapest. 331 pp.
- Butcher, J.W., R. Snider and R.J. Snider(1971) Bioecology of edaphic collembola and acarina. Annu. Rev. Entomol. 16: 249-288.
- Clifford, H. T. W. Stephenson, (1975) An introduction to numerical classification, Academic Press, London.
- Ehara(1980) Illustrations of the mites and ticks of Japan. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai. pp.398-489.
- Jaroslav Smrz(2006) Microhabitat selection in the simple oribatid community dwelling in epilithic moss cover (Acari: Oribatida). Maturwissenschaften. 93: 570-576.
- Jung Chuleui, Lee Joon-Ho and Choi Seong-Sik(2002) Potential of using oribatid mites (Acari: Oribatida) as biological indicators of forest soil acidification. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 4(4): 213-218.
- Kang, B. H.(1996) Analysis of Oribatid mites (Acari: Oribatida) Communities in Mt. Jumbong, Nature Reserve Area. M.S. theses. Seoul Nat'l Univ., 68pp
- Kempton, R. A. L. R. Taylor(1974) Log - Series and Log - Normal parameters as diversity discriminants for the Lepidoptera. J. Anim. Ecol. 43: 381-399.
- Kitchell, J. F., R. V. O'Neill, D. Webb, G. W. Gallepp, S. M. Bartell, J. F. Koonce B. S. Ausmus(1979) Consumer regulation of nutrient cycling. BioScience. 29: 28-34.
- Krantz, G. W.(1978) A manual of Acarology. Oregon State University Book Stores, Inc. 509pp.
- Kwak, J. S.(1987) Soil microarthropods at the Kwangyang Experimental Plantation. 1. Composition of Oribatid Mites(Acari: Cryptostigmata). Korean J. Ecol. 10: 23-31.
- Laura L. Fagan, Raphael K. Didham, Neville N. Winchester, Valerie Behan-Pelletier, Marilyn Clayton, Evert Lindquist and Richard A. Ring(2006) An experimental assessment of biodiversity and species turnover in terrestrial vs canopy leaf litter. Oecologia. 147:335-347.

- Lee, D. W.(1997) Analysis of ecological structure and function of natural forest reserve in Mt. Jumbong for conservation of biodiversity. Korean Scien. Fund. pp. 31-71.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds(1988) Statistical ecology. A primer on methods and computing. New York: John Wiley & Sons, 337pp.
- 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. Croom Helm, London, U. K, 179pp.
- Marinissen, J. C. Y. P. C. de Ruitter.(1993) Contribution of earthworms to carbon and nitrogen cycling in agro-ecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 47: 59-74.
- Mosadoluwa Adetola Badejo and Philips Olugbemiga Akinwale(2006) Microenvironmental preferences of oribatid mite species on the floor of a tropical rainforest. Exp. Appl. Acarol, 40: 145-156.
- Mundon-Izay Noti, Henri M. Andre, Xavier Ducarme and Philippe Lebrun(2003) Diversity of soil oribatid mites(Acari: Oribatida) from high Katanga (Democratic Republic of Congo): a multiscale and multifactor approach. Biodiversity and Conservation 12:767-785
- Park, H. H.(1995) Analysis of oribatid mites(Acari: Oribatida) communities in Namsan and Kwangreung coniferous forests. M.S. theses, Seoul Nat'l Univ., 78 pp.
- Robert Jandl, Hubert Kopeszki, Alexander Bruckner, and Herbert Hager(2003) Forest soil chemistry and meso-fauna 20 years after an amelioration fertilization. Restoration ecology, 11(2):239-246.
- Rodriguea M. A. S. A. Gomez.(1994) Stability may decrease with diversity in grassland communities: Empirical evidence from the 1986 Cantabrian Mountains(Spain) drought. Oikos, 71: 177-180.
- Routledge, R. D.(1979) Diversity indices : Which ones are admissible? J. theor. Biol, 76: 503-515.
- Sarkar, S.(1990) Studies on microarthropod community in one undisturbed habitat of Tripura (India) with special reference to oribatid mites. Rev. Col. Biol. Sol, 27: 307-329.
- Seastedt, T. R. and D. A. Crossley, Jr.(1983) Nutrients in forest litter treated with naphthalene and simulated through fall: A field microcosm study. Soil Biol. Biochem, 15: 159-165.
- Tilman D. J. A. Downing(1994) Biodiversity and stability in grasslands. Nature, 367: 363-365.
- Wallwork, J. A.(1983) Oribatids in forest ecosystems. Ann. Rev. Entomol, 28: 109-130.
- Wauthy, G., M. Noti and M. Dufrene.(1989) Geographic ecology of soil oribatid mites in deciduous forests. Pedobiologia 33: 399-416.
- Wolda, H.(1981) Similarity indices, sample size and diversity. Oecologia, 50: 296-302.
- 北泥右三(1973) 土壤動物生態學. 158pp.