

## 가야산국립공원의 토양소절지동물

이병훈 · 김진태

전북대학교 사범대학 생물교육학과

## Small Soil Animals at the Kayasan National Park

by

Lee, Byung Hoon and Jin Tae Lee

Department of Biology Education, Jeonbug National University

### Abstract

Microarthropods from soil samples of the Gaya-san National Park area contained members of Arachnida, Chilopoda, Diplopoda, Crustacea, Symphyla and Insecta, comprising 18 orders in 6 classes. Soil samplings were conducted in quantitative terms in 5 sites of different altitudes along the valley of Haein-sa Temple.

Population density in average was estimated 27511.4/m<sup>2</sup> whereas those at St. 2 and St. 3 at altitudes 900 m and 1000 m were shown to be much higher with 43300.0/m<sup>2</sup> and 48211.1/m<sup>2</sup> respectively. Dominant were mites and collembola in combination revealing 96.4% and 70.5% in density and biomass each. The mite specimens were classified into 40 species of 33 genera in 28 families falling into 3 suborders while to Collembola belonged 31 species, 17 genera, 8 families of 2 suborders. One of Collembola genera, *Lepidocyrtus* sp. in Hypogastruridae, as well as Neelidae turned to be new records to Korea.

Generally speaking soil formation and humus around Gaya-san area were not well developed, with only exception of Haein-sa Temple area wherein abundance and diversity of soil microarthropods were prominent.

## 서 론

토양소절지동물은 토양생태계를 구성하는 구성원으로써 토양 유기질의 파괴 및 분해 작용에 크게 작용하며 토양형성에 기여한다는 보고(Kubierna, 1955 ; Kevan, 1967) 이래, 이들의 군집 구조와 동태에 대한 조사 연구가 다양하게 시행되었다. 이들을 살펴보면, 계절에 따른 토양소동물의 밀도 변동(Chiba *et al.*, 1975), 입상별 구성의 차이와 연중 변동(Tamura *et al.*, 1969), 목초지 등 수 개 식생 조건하에서의 절지동물집단의 밀도 변화(Salt *et al.*, 1948 ; Madge, 1965), 경작지에서의 집단 변동(Ghabbour *et al.*, 1982) 등이 있다. 이 외에도 열대 삼림토양동물의 생물량(Kondoh *et al.*, 1980), 온대삼림토양 생물량에 대한 조사(Tanaka *et al.*, 1978) 등도 실시되었다. 또한, 생태계 중 에너지 유통에 관련된 토양동물의 토양대사적 역할에 대한 연구(Engelmann, 1968 ; Macfadyen, 1969)로 인해 토양의 1, 2차 생산 측정을 근거로 한 삼림 및 토양관리 보존차원에서 그 중요성이 인식되었다. 이같은 연구 추세에 비해 지금까지 국내에서 실시된 연구로는 토양의 물리화학적 미생물학적 연구(조 등, 1988)와 토양소절지동물 중 일부에 대한 분류학적 연구(Lee, 1975)와 생태학적 생물량의 조사(이와 최, 1982 ; 최와 백, 1980 ; 최, 1984 ; 최와 곽, 1984) 등이 있을 뿐이다. 이와 같이 토양생태계에서 차지하는 토양소절지동물의 중요성에 비해 연구가 극히 빈약한 이유는 토양동물 군집 요소로서의 각 분류군에 대한 분류학적 지식의 미비와 토양동물학에 대한 인식 부족 등을 들 수 있을 것이다.

금번 한국자연보존협회에서 경남 합천군 가야산국립공원일대에 대한 종합학술조사를 실시하였는 바, 그 중 토양동물 조사가 포함되어 본인들이 참가하고 조사하였기에 그 결과를 여기에 보고한다.

단, 기술적 전문성과 취급 가능 범위의 한계로 인하여 조사 재료를 동정 가능한 수준으로 제한하였다.

## 표본 채집 및 방법

경남 합천군 가야산국립공원일대에서 실시된 본 조사기간(1989. 7. 31~8. 5) 동안 무작위적 방법과 정량분석을 목적으로 한 정량채집 방법에 따라, 이 일대 약 20여 곳에서 토양시료를 채취하였다(Fig. 1). 정량채집은 용량 500 cc의 채집용 sampler(Fig. 2C)를 이용하여 고도별로 5개 지역(Station 1~Station 5)을 선정한 다음 각 1개 지역에서 3지점을 택해 1m<sup>2</sup>인 1개 지점당 3개씩 모두 9개의 시료를 채취하여 5개 지역에서 500 cc씩 모두 45개의 토양 시료를 취하였다. 이들을 1m<sup>2</sup>당 밀도 및 생물량을 산출하는 근거로 삼았으며 생물량 계산에는 주로 Edwards의 평균치(Edwards, 1967)를 따랐으나 일부 절지동물에 대해서는 Saitoh의 계산치(齊藤 등, 1979)를 썼는데 기타 생물량을 얻을 수 없는 분류군은 제외하였다. 비닐봉지에 담겨 운반된 토양시료들을 30 W 전구를 사용하는 Berlese funnel set(Fig. 2A, 2B)로 72시간 동안 추출하였고 추출된 표본들은 입체해부현미경하에서 일차 분류를 실시한 다음, 95% 알콜용액에 고정, 처리하였다. 이들을 실험실로 운반하여 Marc Andre I 용액에서 탈색처리한 후 Marc Andre II 용액으로 영구 표본을 제작하여 광학현미경으로 관찰, 동정하였다. 이 가운데 응애류의 동정은 곽준수 박사(농촌진흥원 전북지원)에 의해 이뤄졌고, 적극 협조에 감사를 드리고자 한다.

## 결과 및 논의

가야산국립공원일대에 대해 토양동물을 채집, 실시한 결과 토양소절지동물은 거미강, 지네강, 노래기강, 갑각강, 결합강, 곤충강 등 모두 6강 18목이 관찰되었다(Table 1). 이 가운데 토양소절지동물로서 특히 응애류와 곤충 중 無翅亞綱을 동정하였는데, 그 중 특토기 2아목 8과 17속 31종과 응애류 3아목 28과 33속 40종, 그리고 낫발이목 2과 4속 5종, 좀목 1과 2속 4종이 관찰되었다(Table 2).

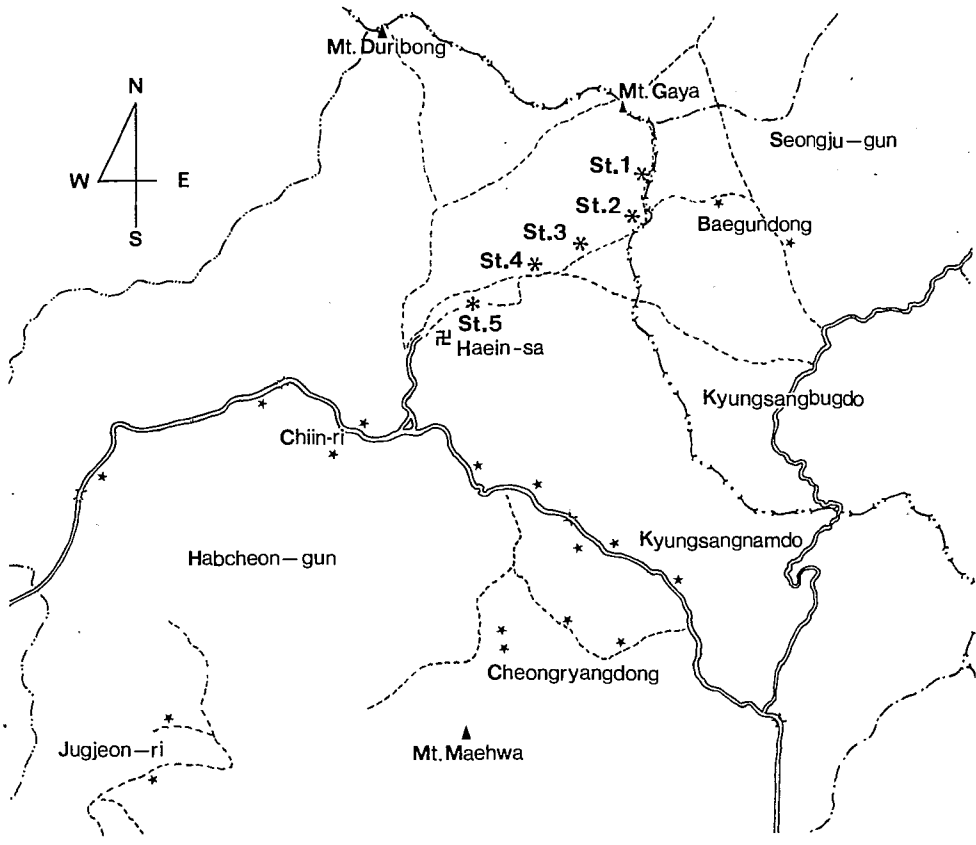


Fig. 1. Map of the area investigated at Kayasan National Park.

정량채집 결과 고도가 약 900~1,000 m인 St. 2, St. 3 지역의 밀도는 각각  $43255.3/m^2$ 와  $48067.7/m^2$ 로 평균 밀도  $27511.4/m^2$  보다 높게 나타났는데 이와는 달리 채집지역 중 고도가 600 m로 제일 낮았던 St. 5는 밀도가  $8566.7/m^2$ 로 평균 밀도보다 낮게 나타나 정량분석을 실시한 5개 지역 가운데 가장 낮았다(Table 3). 서식지의 생태적 속성을 반영해 주는 Coll./Acari의 비를 살펴보면, 평균 비는 0.71로 6월에 0.28을, 8월에는 0.72를 보인다는 보고(최, 1984)와 비교해 볼 때, 8월에 실시한 본 연구 결과와 거의 일치하였다. 본 조사지역 가운데 고도가 800 m 이상인 St. 1, St. 2, St. 3 지역에서 Coll./Acari의 비는 평균 0.34를 보였으며, 고도가 700 m인 St. 5에서는 이보다 높은 0.41로 나타났다. 이와 같은 결과는 고도에 따라 Coll./Acari 비가 0.14~0.43의 범위를 갖는다는 결과(藤田, 1976)와도 거의 유사하였다. 이러한 차이는 조사 지역이 삼림지역일 경우 서식종들이 식생과 밀접한 관계를 갖는다는 보고(Imadate, 1964)와 계절에 따라 변화가 크고, 특히 톱토기와 응애의 생활형과 포식성 응애의 비율에 의해 달라진다는 점을 감안해야 할 것으로 생각된다. 전체 절지동물의 밀도는  $27546.6/m^2$ 였으며, 이 중 응애류는  $18015.6/m^2$ 로 전체의 65.4%를 차지하고 톱토기류는  $8526.7/m^2$ 로 31.0%를 보여 응애류와 톱토기가 전체 절지동물의 96.4%를 차지하고 있어 토양소절지동물의 밀도와 생체량에서 응애류와 톱토기가 역시 큰 비중을 차지하고 있었다(Table 3). 이러한 결과는 전체 절지동물 중 응애류와 톱토기가 밀도상으로 86.5를 차지한다는 보고(최와 박, 1984)보다 높게 나타났으며 또한 응애류가 톱토기에 비해 수적으로 열세를 보인다는 보고(Madge, 1965; Nijima, 1971)와도 다른 결과를 보였다. 일본에서 대부분 응애류의 밀도는 5월, 10~11월 두 차례에 걸쳐 정점을 보이며(Aoki, 1976), 열대지역에 속하는

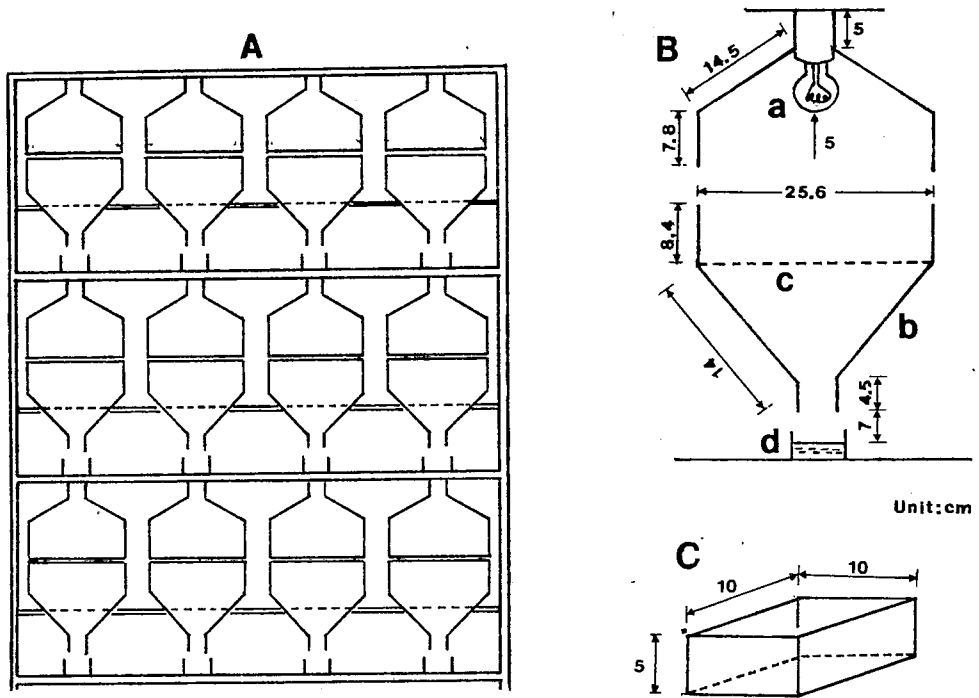


Fig. 2. A) Tullgren apparatus consisting of 16 funnels.

B) A funnel design. a : 30W bulb. b : funnel made of tin. c : sieve with 2 mm mesh. d : collecting vessel with water.

C) Soil sampler of 500 cc for each 5 cm soil layer.

서부말레이시아지역에서는 4월, 8월, 10월, 1월 등 네 차례에 걸쳐 정점을 보인다는 보고(Chiba *et al.*, 1975) 등 계절적 집단 변동에 대한 연구가 있으나 본 연구는 이 지역에 대해 단 1회의 채집을 실시한 결과이므로 이들의 결과와 비교하기에는 무리가 있을 것으로 생각된다. 생체량에서도 응애류는 전체 생체량 중 47.2%, 톡토기류는 23.2%를 보였는데, 이것은 톡토기류가 응애류에 비해 약 2배에 가까운 생체량을 갖는다는 결과(이와 최, 1982)와 정반대의 결과였다. 이러한 결과는 동일지역내 토양동물의 밀도 차이는 식성이나 다른 동물들과의 경쟁 및 피식·포식 관계 등에 따라 다르고, 또한 토양 중에 서식하는 동물들의 구성과 밀도는 기후에 따른 토양의 물리화학적 성질, 유기물 함량 및 환경적 변화 등 여러 가지 외부 환경적 요인에 의해 복합적인 영향을 받는다는 보고(Poole, 1961; Yamamoto and Samada, 1970)를 감안해 볼 때 가능한 것으로 생각된다.

본 조사에서 응애류의 경우, 절지동물 중 65.4%를 차지하고 있어 전체 응애류 40종 가운데 은기아문(Cryptostigmata)에 속하는 종은 모두 32종으로 응애류의 약 80%를 차지하였다. 특히, St. 3 지역에서는 전체 응애류 중 90%에 해당하는 36종이 분포하고 있었다. 이는 먹이사슬 관계에서 피식관계에 있는 톡토기를 비롯한 기타 종들의 분포가 다른 지역에 비해 높은 것이 그 원인일 것으로 생각한다.

톡토기의 경우, 분절아목에 속하는 보라톡토기과는 1속 3종, 마디톡토기과는 2속 3종, 흑무늬톡토기과는 6속 6종, 어리톡토기과는 1속 6종, 털보톡토기과는 4속 7종이 관찰되었는데, 특히 털보톡토기과의 *Lepidocyrtus* sp.는 한국미기록속 미기록종으로 생각된다. 이 외에 가스톡토기과는 1속 4종이 관찰되었고 합절아목의 Neeli-

Table 1. List of major arthropods from the Kayasan National Park

Phylum Arthropoda(절지동물문)	Order Collembola(톡토기목)
Subphylum Chelicerata(협각아문)	Suborder Arthropleona(분절아목)
Class Arachnida(거미강)	Family Hypogastruridae(보라톡토기과)
Order Pseudoscorpions(얕은뱀이목)	Family Neanuridae(흑무늬톡토기과)
Order Acarina(응애목)	Family Onychyuridae(어리톡토기과)
Suborder Astigmata(무기아문)	Family Isotomidae(마디톡토기과)
Suborder Mesostigmata(중기아문)	Family Entomobryidae(털보톡토기과)
Suborder Cryptostigmata(은기아문)	Family Tomoceridae(가시톡토기과)
Order Araneae(거미목)	Suborder Symphypleona(합절아목)
Subphylum Mandibulata(대악아문)	Family Dicyrtomidae(거미등근톡토기과)
Class Diplopoda(배각강)	Family Neelidae(어리알톡토기과)
Order Polydesmoidea(띠노래기목)	Order Microcoryphia(돌좁목)
Order Juliformia(각시노래기목)	Family Machilidae(돌좁과)
Class Chilopoda(순각강)	Order Thysanoptera(털날개목)
Order Geophilomorpha(땅지네목)	Order Psocoptera(다듬이벌레목)
Class Symphyla(결합강)	Order Neuroptera(빨잠자리목)
Order Symphyla(결합목)	Order Odonata(잠자리목)
Class Crustacea(갑각강)	Order Lepidoptera(나비목)
Order Isopoda(등각목)	Order Hemiptera(매미목)
Class Insecta(곤충강)	Order Coleoptera(딱정벌레목)
Order Protura(냇발이목)	Order Diptera(파리목)
Family Eosentomidae(옛냇발이과)	Order Hymenoptera(벌목)
Family Acerentomidae(냇발이과)	

Table 2. List of major soil arthropods(Acarina, Collembola, Thysanura, Protura) found from the Kayasan National Park.

Scientific Name	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Acarina					
Astigmata					
Acaridae					
<i>Caloglyphus</i> sp.	*	*	*		
Mesostigmata					
Parasitidae					
<i>Eugamasus</i> sp.	*	*	*	*	*
Zerconidae					
<i>Zercon japonicus</i>	*	*	*	*	*
<i>Mesozercon</i> sp.	*	*	*	*	*
Ascidae					
<i>Zerconopsis</i> sp.	*		*		*

Pachylaelaptidae					
<i>Pachylaelaps</i> sp.	*	*	*	*	*
Rhodacharidae					
<i>Gamasellus</i> sp.	*	*	*	*	*
Veigaiidae					
<i>Gamasolaelaps</i> sp.	*	*	*		*
Cryptostigmata					
Palaecaridae					
<i>Palaecanus hystricinus</i>	*	*	*	*	*
<i>P.</i> sp.			*		
Phthiracaridae					
<i>Atropacarus striculus</i>	*	*	*	*	*
Euphthiracaridae					
<i>Oribotritia</i> sp.			*		
<i>Rhysotritia ardua</i>	*	*	*	*	
Camisiidae					
<i>Platynosurus yamasakii</i>	*	*			*
Malaconothridae					
<i>Malaconosurus japonicus</i>	*	*	*	*	*
Nanhermanniidae					
<i>Nanhermannia nana</i>	*	*	*	*	*
Liodidae					
<i>Liodes</i> sp.		*			
Damaeidae					
<i>Hypodamaeus coreanus</i>	*	*	*	*	
<i>Epidamaeus</i> sp.			*		
Damaeolidae					
<i>Costeremus ornatus</i>		*	*		
Eremobelbidae					
<i>Fosseremus quadripertitus</i>				*	
Aneridae					
<i>Defectamerus soonkii</i>	*	*	*	*	*
Astegistidae					
<i>Cultroribula lata</i>				*	
<i>C. tridentata</i>	*	*	*	*	*
Carabodidae					
<i>Carabodes</i> sp.			*		
Tectocephidae					
<i>Tectocephus velatus</i>		*	*	*	*
Oppiidae					
<i>Oppia neerlandica</i>			*	*	

<i>O. sp.</i>			*		
<i>Opiella nova</i>	*	*	*	*	*
Suctobelbidae					
<i>Suctobelba naginata</i>			*	*	
Heplozetidae					
<i>Protoribates lophotricus</i>			*		
<i>P. monodactylus</i>			*		
<i>P. sp.</i>			*		
Oribatulidae					
<i>Scheloribates latipes</i>		*	*	*	
<i>S. laevigatus</i>			*		
<i>S. sp.</i>	*	*	*	*	*
<i>Zygoribatula sp.</i>			*		
Pelopidae					
<i>Eupelops sp.</i>			*		
Blattisocidae					
<i>Asca nubes</i>	*	*	*	*	*
Galumnidae					
<i>Pergalumna magnipora capilaris</i>	*	*	*	*	*
Protura					
Eosentomidae					
<i>Eosentomon sp.</i>	*	*			
Acerentomidae					
<i>Nipponentomon uenoi uenoi</i>			*	*	
<i>Nipponentomon sp.</i>			*		
<i>Yamatentomon sp.</i>		*			
<i>Baculentulus densus</i>			*	*	
Collembola					
Arthropleona					
Hypogastruridae					
<i>Hypogastrura liguladorsi</i>		*	*		
<i>H. duplicispinosa</i>	*	*			
<i>H. communis</i>		*	*		
Isotomidae					
<i>Folsomia hexatosa</i>	*				
<i>Isotoma setispinosa</i>			*	*	
<i>I. minor madeiren</i>			*		
Neanuridae					
<i>Pseudachorutes sp.</i>	*	*	*		
<i>Deutonura binatuber</i>	*	*	*	*	*
<i>Lobella daeana</i>				*	

<i>Lobellina minuta</i>	*	*		*	
<i>Morulina triverrucosa</i>			*		*
<i>Vitronura namhaeiensis</i>		*		*	
Onychiuridae					
<i>Onychiurus shinbugensis</i>	*	*			
<i>O. flavescens</i>	*	*	*	*	*
<i>O. pseudocellitrialis</i>	*	*	*	*	
<i>O. sp.</i>	*		*		*
<i>O. seolagensis</i>	*	*	*	*	*
<i>O. kimi</i>				*	
Entomobryidae					
<i>Homidia bilineata</i>	*	*	*		
<i>H. mediaseta</i>	*	*		*	*
<i>H. grisea</i>	*	*	*	*	
<i>H. koreana</i>	*		*		*
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	*	*	*	*	*
<i>Entomobrya striatella</i>	*		*	*	*
<i>Sinella curviseta</i>	*	*	*		
Tomoceridae					
<i>Tomocerus konoshitai</i>	*	*	*		*
<i>T. liliputanus</i>	*	*	*		*
<i>T. laxalamella</i>	*	*	*	*	*
<i>T. violaceus</i>			*		
Symphypleona					
Neelidae					
<i>Neelides</i> sp.		*		*	
Dicyrtomidae					
<i>Dicyrtoma</i> sp.		*			
Microcoryphia					
Machilidae					
<i>Pedetontus</i> sp. 1			*		
<i>Pedetontus</i> sp. 2	*				
<i>Pedetontus</i> sp. 3		*			
<i>Pedetontinus</i> sp.			*		

dae는 한국에서 최초로 채집되었으며 한국미기록속인 *Dicyrtoma* sp., *Neelides* sp. 등 2속 2종이 관찰되었다.

이 밖에 특토기 이외의 대표적인 무시류곤충인 낮말이목과 돌좀목이 채집지 전역에 걸쳐 분포하고 있었으나 밀도와 종의 다양성은 응애류와 특토기에 크게 미치지 못했다. 그러나 불과 한번의 시료 채취로 토양동물의 군집구성을 정성, 정량적으로 파악한다는 것은 불가능하며, 더우기 年中動態를 이해한다는 것은 생각할 수도 없으므로 앞으로 지속적인 조사 기회가 있어야 할 것으로 생각된다.



Table 3. Population density and biomass of soil arthropods from the Kayasan National Park.

	Density (Number /m <sup>2</sup> )						
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	$\bar{M}$	S. D.
Pseudoscorpions	22.2	22.2	77.8	.	.	24.4	28.5
Acarina	12511.1	30888.9	34700.0	6411.1	5566.7	18015.6	12361.5
Araneae	77.8	88.9	166.7	.	11.1	68.9	60.2
Polydesmoidea	44.4	33.3	66.7	11.1	77.8	46.7	23.7
Juliformia	11.1	55.5	.	.	.	13.3	21.5
Geophilomorpha	.	111.1	77.8	.	55.6	48.9	43.7
Symphyla	122.2	411.1	255.5	177.8	77.8	208.9	117.2
Isopoda	.	.	22.2	.	.	4.4	8.9
Protura	.	.	.	.	.	.	.
Collembola	4066.7	10977.8	11911.1	13400.1	2277.8	8526.7	4475.5
Psocoptera	155.5	222.2	22.2	22.2	.	84.4	88.2
Thysanoptera	.	.	11.1	11.1	11.1	6.7	5.4
Neuroptera	.	.	.	11.1	.	2.2	4.4
Coleoptera	55.5	77.8	66.7	44.4	22.2	53.3	19.1
Hemiptera	.	.	11.1	11.1	.	4.4	5.4
Diptera	77.8	66.7	122.2	33.3	233.3	106.7	69.4
Hymenoptera	255.6	177.8	644.4	44.4	188.9	262.2	203.0
Total	17422.1	43300.0	48211.1	20211.0	8566.7	27542.2	15438.6

	Biomass (Fresh wt mg/m <sup>2</sup> )						
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	$\bar{M}$	S. D.
Pseudoscorpions	9.19	9.19	32.21	.	.	10.12	11.79
Acarina	1276.13	3150.67	3539.40	653.93	567.80	1837.59	1260.87
Araneae	440.04	502.82	942.86	.	62.78	389.70	340.61
Polydesmoidea	57.59	43.19	86.51	14.40	100.91	60.52	30.80
Juliformia	14.40	71.98	.	.	.	17.28	27.91
Geophilomorpha	.	144.10	100.91	.	72.11	63.42	56.63
Symphyla	10.02	33.71	20.95	14.58	6.38	17.13	9.61
Isopoda	.	.	14.83	.	.	2.97	5.93
Protura	.	.	.	.	.	.	.
Collembola	431.07	1163.65	1262.58	1420.41	241.45	903.83	474.41
Psocoptera	184.27	263.31	26.31	26.31	.	100.04	104.53
Thysanoptera	.	.	0.26	0.26	0.26	0.16	0.13
Neuroptera	.	.	.	383.92	.	76.78	153.57
Coleoptera	67.71	94.92	81.37	54.17	27.08	65.05	23.35
Hemiptera	.	.	3.45	3.45	.	1.38	1.69
Diptera	137.47	117.86	215.93	58.84	412.24	188.47	122.65
Hymenoptera	128.82	89.61	324.78	22.38	95.21	132.16	102.31
Total	2756.71	5685.01	6652.35	2652.65	1586.22	3866.59	1947.96

## 보호해야 할 지역 및 생물상

토양소절지동물에 대한 본 연구 가운데 소절지동물의 밀도와 생체량이 가장 높게 나타난 해인사계곡 일대에서는 특토기목 분절아목의 흑무늬특토기과에 속하는 *Lobella daeana* Lee, 1982와 보라특토기과에 속하는 *Hypogastrura liguladorsi* Lee, 1974, 그리고 털보특토기과의 한국미기록속 미기록종인 *Lepidocyrtus* sp.를 비롯하여 한국에서 최초로 채집, 관찰된 합절아목의 Neelidae 등 분류학적으로 의의가 있는 종들이 분포되어 있으며 토양층 형성이나 낙엽층의 부식상태 등이 양호해 이미 앞에서 본 바와 같이 기타 지역에 비해 토양동물상이 비교적 풍부한 상태로 유지되고 있었다. 따라서 해인사계곡 일대의 전반적인 보호 대책이 계속 강구되어야 할 것이다.

## 요 약

가야산국립공원일대에서 실시한 본 연구 결과 토양소절지동물은 거미강, 지네강, 노래기강, 갑각강, 결합강, 곤충강 등 모두 6강 18목이 관찰되었다. 해인사계곡에서 고도에 따라 5개 지역에서 실시한 정량채집 결과, 이들 지역에서의 토양소절지동물 밀도는 고도가 900m, 1000m인 St. 2, St. 3에서 평균밀도 27511.4/m 보다 높음은 43300.0/m, 48211.1/m를 보였다. 이들 토양소절지동물 중 응애류와 특토기는 밀도와 생체량에서 96.4%와 70.5%를 보여 우점군을 차지하였다. 우점군을 차지하고 있는 이들 응애류와 특토기는 응애류가 모두 3아목 28과 33속 40종이, 특토기는 2아목 8과 17속 31종이 관찰되었다. 특히 특토기목 가운데 털보특토기과의 *Lepidocyrtus* sp.는 한국미기록속 미기록종이었고 합절아목에 속하는 Neelidae는 한국에서 최초로 채집, 관찰되었다. 가야산국립공원내 대부분의 지역들은 토양의 형성이나 삼림지역에서의 낙엽층 부식정도 등이 크게 안정되지 않은 상태였으나, 그 중 해인사계곡일대만은 비교적 안정된 상태로 토양소절지동물의 밀도와 구성 등이 다른 지역에 비해 높게 나타났다.

## 건의 사항

가야산국립공원일대에 대해 실시한 토양소절지동물의 분포 조사로 이들 지역에서의 토양 형성이나 낙엽층의 부식정도 등이 다른 지역에 비해 비교적 낮은 상태를 보였다. 토양소절지동물은 외부 환경적 요인에 의해 크게 영향을 받는다는 점을 고려할 때, 이 지역의 식생이나 토양동물의 분포 경향 등 좀더 자세한 자료를 얻기 위해서는 이들 지역에 대한 보다 구체적이고 장기적인 연구가 실행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- Aoki, J., 1976. Vertical distribution of oribatid mites in Yaku Island, South Japan. Bev. Ecol. Sol., 13 : 93~102.  
 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(2) : 87~124.  
 조청사, 송인근, 최영길, 1988. 민주지산일대의 극상림 토양과 토양미생물. 한국자연보존협회 조사보고서, 26 : 119~127.  
 최성식, 1984. 광릉지역의 토양미소절지동물상 분석에 관한 연구. 원대논문집, 18 : 1~51.  
 최성식, 백운하, 1980. 지리산의 토양미소절지동물에 관한 연구. 원대논문집, 14 : 299~307

- 최성식, 광준수, 1984. 작형에 따른 토양 미소절지동물의 분석에 관한 연구. 원대논문집, 18 : 249~270.
- Edwards, C. A., 1967. Relationships between weights, volumes and numbers of soil animals. In : Progress in Soil Biology, Graff, O. and J.E. Satchll Ed., pp. 585~594.
- Engelmann, M., 1968. The Role of Soil Arthropods in Community Energetics. Am. Zoologist, 8 : 61~69.
- Ghàbbour, S. I. and S. H. Shakir, 1982. Population parameters of soil mesofauna in agro-ecosystems of the Mariut Region, Egypt I—Under dry-farmed almond. Rev. Ecol. Biol. Sol., 19(1) : 73~87.
- Imadate, G. and T. Kira, 1964. Notes on the soil microarthropod collection made by the Thai-Japanese biological expedition 1961~1962, Nature and Life in Southeast Asia, 3 : 81~111.
- Kevan, D. K. McE., 1967. Soil Fauna and Humus Formation. 9th International Congress of Soil Science, 2(1) : 1~10.
- Kondoh, M., H. Watanabe, S. Chiba, T. Abe, M. Shiba and S. Saito, 1980. Studies on the productivity of soil animals in Pasoh forest reserve, West Malaysia V. Seasonal change in density and biomass of soil macrofauna : Oligochaeta, Hirudinea and Arthropoda. Mem. Shiraume Gakuen Coll., 16 : 1~26.
- Kubiena, W. L., 1955. Animal activity in soil as decisive factor in establishment of humus forms. In : Soil Zoology, Academic Press. pp. 73~82.
- Lee, B. H., 1975. A study on Korean fauna of Collembola. Doctoral thesis, pp. 1~78.
- 이병훈, 최영연, 1982. 피아골 극상림의 토양소동물의 밀도와 생물량—절지동물과 선충의 조사. 한국자연보존협회 조사보고서, 21 : 163~177.
- Macfadyen, A., 1969. The Systematic Study of Soil Ecosystems. The Soil Ecosystem. Systematic Assoc. Publ., 8 : 191~197.
- Madge, D. S., 1965. A study of the arthropoda fauna of four contrasting environments. Pedobiologia, 5 : 289~303.
- Nijima, K., 1971. Seasonal changes in collembola populations in warm temperature forest of Japan, Pedobiologia, 11(1) : 11~26.
- Poole, T. B., 1961. An ecological study of the collembola in a coniferous forest soil. Pedobiologia, 1 : 113~137.
- Salt, G., F. S. K. Hollick, F. Raw and M. V. Brian, 1948. The arthropod population of pasture soil. J. Animal Ecol., 17 : 139~150.
- Tamura, H., Y. Nakamura, K. Yamauchi and T. Fujikawa, 1969. An Ecological Survey of Soil Fauna in Hidaka-Monbetsu, Southern Hokkaido. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool., 17(1) : 17~57.
- Tanaka, M., Y. Sugi, S. Tanaka, Y. Mishima and R. Hamada, 1978. Animal Populations, Biomass and production. Biol. Production in a Warm-Temperate Evergreen Oak Forest of Japan, 18 : 147~163.
- Yamamoto, T. and E. Sanada, 1970. Relation between oribatid fauna and some environments of Nopporo national forest in Hokkaido(Acari : Cryptostigmata). I. Seasonal variation of soil properties under four different vegetations. App. Ent. Zool., 5(2) : 62~68.
- 齋藤 晋·寺田美奈子·藤田朋子, 1979. 大形土壤動物の現存量. 各種生態界における野生動物の現存量に関する研究 報告書. 北澤石三 編, 立教大學, pp. 123~136.
- 藤田奈奈子·西出嗣代·青木淳一, 1976. 三ヶ峠山におけるササラダニ類の垂直分布. Acta. Arachnol., 27(1) : 16~30.