

# 서울대 光陽演習林內 土壤 微小 節肢動物에 관한 研究

## 4. 土壤 微小 節肢動物과 棲息環境과의 關係

郭峻洙 · 崔貞植 · 朴魯豐 · 崔星植\* · 金泰興\*\* · 金台榮\*\*\*

全北農村振興院 · 圓光大 農學科\* · 全北大 農生物學科\*\* · 農業技術研究所\*\*\*

## Soil Microarthropods at the Kwangyang Experiment Plantation

### 4. Diversity of Soil Microarthropods in Relation to Environmental Factors

Kwak, Joon-Soo, Joung-Sik Choi, Nou-Poung Park, Seong-Sik Choi\*,  
Tae-Heung Kim\*\* and Tae-Young Kim\*\*\*

*Chŏn Buk Provincial RDA, Iri.*

*Dept. Agronomy Wonkwang Univ., Iri. \**

*Dept. Agri-Biol. Chŏn Buk Natl. Univ. Jeonju \*\* and Agricultural Sciences Institute, Suwon\*\*\**

### ABSTRACT

This study was objected to figure out the soil microarthropod fauna in the forests with different flora, and to elucidate how environmental factors affect the diversity of soil microarthropods.

Relationships between the distribution density of soil microarthropods and environmental factors were correlated positively with organic matter and C/N ratio.

By the calculation of the contribution coefficients, organic matter, amount of precipitation, C/N ratio, and soil moisture were found to be major environmental factors that affect the distribution of soil microarthropods.

### 緒 論

土壤動物의 生活에 영향을 미치는 要因으로는 크게 地理的 要因과 物理化學的 要因 및 生物的 要因을 들 수 있으며 이중 物理化學的 要因으로는 水分(Davis, 1928), 土壤孔隙(青木, 1964), 土性(青木, 1964), 有機物(Strenzke, 1952), 土壤pH(Hågvar and Kjøndal, 1981), 溫度(Kaneko, 1985; Straalen and Joose, 1985), 光(Woodring, 1966), 地形(青木, 1980) 및 無機物含量(Heungens and Daele, 1981; Nakamura, 1974) 등을, 生物的 要因으로는 植生을 비롯하여 微生物(Doeksen and Drift, 1963), 이웃동물과의 相互作用 및 人爲的 攪亂要因들을 들 수 있다(青木와 栗城, 1978; Aoki, 1979a, b).

필자들은 서울대학교 農科大學 光陽演習林에서 土壤 微小 節肢動物을 調査하여 前報에서 날개응애의 種組成을 비롯하여, 個體群密度와 生物量, 날개응애와 植生과의 關係, 等

을 보고하였다. 本報에서는 土壤動物의 서식에 중요한 영향을 미치는 物理化學的 環境要因을 分析하여, 이들 환경요인들과 土壤 微小 節肢動物과의 관계를 정리하여 보고한다.

### 材料 및 方法

#### 氣象

調査地域의 最近 20년 평균 및 調査期間中の 氣象은 Table 1의(1)과 같으며, 現地 演習林 氣象觀測資料를 引用하였다. 20년 평균치에 의한 氣象特性을 보면, 겨울철인 12~2月の 降水量이 적고, 6~8월에 集中되어 있으며 (53%), 특히 조사기간 중 氣象特記事項으로는 1984년 7월 4일부터 12일까지의 장마기간중 한차례 集中豪雨가 내렸고, 1984년 8월 20일부터 3일간 태풍 Holly호의 영향으로 豪雨가 내렸으며, 1984년 8월 31일부터 9월 10일까지 태풍 June의 영향으로 또한차례 호우가 있었으며, 1985년 5월에

**Table 1.** Climatic and edaphic data reported by Kwangyang experiment plantation, southern Korea from 1965 to 1985

Year	Month	Climatic factor										
		Air temperature (°C)				D.C.	R.H.	A.P.	Soil temperature (°C)			
		dry-bulb	wet-bulb	max.	min.				Depth (m)			
								0.00	0.05	0.10	0.20	
Average (from 1965	Jul.	25.4	23.5	28.8	21.7	7.1	84.9	325.4	27.4	26.0	25.2	24.5
	Aug.	26.8	24.8	30.3	22.3	8.0	82.8	282.6	28.6	27.4	25.8	26.2
	Sep.	22.5	20.6	26.4	16.8	9.6	77.0	152.1	24.4	23.0	21.5	23.3
	Oct.	16.8	14.8	21.6	10.1	11.5	77.2	54.3	17.8	16.3	16.4	17.1
	Nov.	9.7	8.0	14.6	3.8	10.8	75.3	53.9	9.5	8.7	9.4	9.3
	Dec.	3.7	1.8	8.3	-1.4	9.7	77.3	21.7	2.9	2.7	4.0	4.9
to 1985)	Jan.	0.9	-0.2	5.6	-3.1	8.7	77.5	26.2	1.0	1.3	1.9	1.9
	Feb.	2.4	1.1	7.5	-2.0	9.5	76.5	42.1	2.3	2.2	3.0	2.8
	Mar.	7.0	5.1	12.2	1.5	10.7	71.2	56.9	7.2	5.0	6.0	5.7
	Apr.	13.6	11.4	18.3	7.1	11.2	72.1	159.3	14.6	12.8	12.6	12.1
	May	19.0	16.5	23.7	12.0	11.7	74.3	152.5	20.4	18.7	16.8	18.0
	Jun.	22.4	20.2	26.8	16.1	10.7	74.8	217.0	24.5	26.2	21.9	21.9
'84	Jul.	25.8	24.0	29.4	23.0	6.4	84.0	399.6	24.5	23.0	22.5	20.0
	Aug.	27.6	25.1	30.9	23.7	7.2	85.0	285.0	29.0	28.4	28.0	27.0
	Sep.	22.7	21.0	25.3	17.2	8.1	79.2	316.7	24.0	22.0	22.2	22.3
	Oct.	16.4	14.6	21.3	8.4	12.9	78.1	32.0	17.5	16.0	16.7	17.0
	Nov.	10.6	9.5	16.4	3.4	13.0	84.6	41.7	8.0	7.2	7.8	7.8
	Dec.	5.1	2.9	8.1	3.5	4.6	83.7	7.6	1.4	1.2	2.1	3.4
'85	Jan.	-1.6	-2.5	4.3	-6.1	10.4	79.6	10.0	0.5	0.4	0.3	0.1
	Feb.	2.5	1.8	7.2	-1.5	8.7	88.0	33.1	2.0	1.9	2.3	2.5
	Mar.	7.9	5.2	10.8	2.5	8.3	76.8	133.6	7.4	6.4	6.8	6.5
	Apr.	12.9	11.2	17.9	5.9	12.0	84.1	90.9	13.6	11.5	12.3	11.7
	May	19.9	17.6	22.6	12.7	9.9	76.9	378.1	21.4	19.8	19.5	19.1
	Jun.	21.7	19.7	24.8	16.8	8.0	80.6	565.3	24.0	25.7	23.0	21.0

R.H.: Relative humidity, A.P.: Amount of precipitation, D.C.: Diurnal change

## (2) Edaphic data

Month	Edaphic factor										
	OM (%)	C/N (%)	MO (%)	pH (1:5)	N (C-P) (%)	AV P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K (me/100g)	Ca (")	Mg (")	C.E.C. (")	AV SiO <sub>2</sub> (ppm)
'84 Jul.	3.90	0.464	21.53	4.98	5.0	1.3	0.26	1.1	0.5	8.50	11.5
Aug.	3.89	0.490	20.52	5.01	4.5	1.1	0.29	1.3	0.6	8.22	12.1
Sep.	4.04	0.526	20.84	5.02	4.6	1.2	0.25	0.8	0.4	8.25	10.1
Oct.	4.15	0.533	16.64	5.02	4.4	1.2	0.23	1.2	0.4	8.22	11.5
Nov.	4.32	0.555	17.74	5.04	4.8	1.2	0.28	1.7	0.8	8.80	10.8
Dec.	4.39	0.571	15.50	5.05	4.8	1.4	0.27	1.5	0.5	8.24	10.6
'85 Jan.	4.16	0.548	15.61	5.09	4.4	1.2	0.28	1.3	0.6	8.28	6.6
Feb.	4.00	0.537	17.38	5.09	4.3	1.0	0.30	1.0	0.5	9.10	6.3
Mar.	4.14	0.539	18.49	5.03	4.5	1.1	0.30	1.7	0.7	9.14	7.1
Apr.	4.35	0.569	17.96	5.08	4.6	0.9	0.28	1.1	0.5	7.88	7.0
May.	4.15	0.533	21.42	5.07	4.7	1.1	0.30	1.2	0.5	8.76	6.7
Jun.	4.06	0.489	23.37	5.03	4.6	0.9	0.24	0.8	0.4	7.69	6.9

\*Note: OM: Organic matter, C/N:C/N ratio, MO: Soil moisture, pH: Soil pH (1:5), N: Total nitrogen (crude protein), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: Average P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, C.E.C.: Cation exchange capacity, SiO<sub>2</sub>: Average SiO<sub>2</sub>

서 6월까지 900 mm가 넘는 降雨가 있었다.

#### 土壤分析

土壤分析 結果는 Table 1의 (2)와 같다. 土壤水分含量은 乾燥重量法으로 測定하였으며, 土壤 化學性 分析은 農村振興廳 刊 土壤化學分析法(農技研, 1979)에 준하였다. 土壤酸度는 1:5 물 현탁액에 대해 硝子電極法으로, 有機物含量은 變化된 Tyurin의 크롬산화過度法으로, C.E.C.는 Schollenberger法으로, 有效磷酸은 Lancaster法으로, 有效硅酸은 pH 4.0인 酢酸소오다로 浸出하여 硅酸몰리브덴에 의한 比色法으로, 置換性鹽基는 1 N 초산암모니아(pH 7)용액으로 침출하여 原子吸光分析法으로 各各 測定하였다. 統計的方法은 李 等(1986)에 따랐으며, 計算은 農村振興廳 電算機 VAX 11/VMX 785의 두산 220 및 LA 120단말기를 이용하였다.

### 結果 및 考察

#### 環境要因과 動物과의 相關

土壤 微小 節肢動物의 分布에 미치는 環境요인의 影響을 分析하기 위하여 이들 環境요인과 動物과의 相關을 分析한 결과 Table 2에서 보는 것처럼 全體動物, 응애류, 날개응애류, 昆蟲類, 특토기류 및 날개응애 種數 모두 토양유기물함량과 C/N率과의 사이에서는 正의 相關이 있었으며 有意성이 認定되었다. 또 강수량이나 토양수분함량과는 負의 相關을 보였고, 날개응애류를 제외한 모든 動物群에서 有意성이 認定되었는데 이것은 Table 1의 (1)에서 볼 수 있는 것처럼 조사기간중 '84년 7-9월과 '85년 5-6月の 1,900mm가 넘는 降雨로 인한 機械的 衝擊과, 土壤水分含量의 過多로 토양동물의 量的 變化에 크

계 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 土壤温度와의 사이에서는 負의 相關을, 土壤酸도와와의 사이에서는 正의 相關을 보였으나 각각 토포기류와의 사이에서만 有意性이 認定되었다.

특히 土壤酸도와의 相關에 있어서 植生에 따라 差異가 있고 負의 相關을 나타내는 傾向이 있다고 한 青木(1964)의 보고나, 負의 相關이 있다고 한 蘇等(1985), 金等(1987) 등의 報告와 相異한 結果를 보였다. 이것은 本 調査地域內的 酸度範圍가 매우 좁은데 기인한 것으로 생각되며, 같은 森林土壤일지라도 植生의 構成이나 多樣度, 土壤의 構造나 理化學的 性質들에 따라 각기 다르게 반응할 것으로 생각된다. 그러나 이에 대해서는 차후 연구과제로 남겨 두고자 한다. 한편 C.E.C.나 有效磷酸, 有效硅酸 및 기타 치환성염기와의 相關에 있어서는 C.E.C.,  $P_2O_5$ ,  $SiO_2$ , 전질소, K 등과는 相關의 正, 負가 動物群에 따라 一率性이 없었으며, Ca 및 Mg과의 相關에서만 正의 相關을 보였으나 이들 모두 有意性은 認定되지 않았다.

그러나 土壤動物의 서식밀도는 어떤 단일요인에 의해서 보다는 棲息環境 諸要因의 複合的 影響을 받는것으로서, 環境 諸要因과 動物間의 多重相關으로 관련지어 보아야 할 것이다. 따라서 환경요인 중 각각의 動物에 대해 有意性이 認定되는 要因들을 選拔하여 動物과의 多重相關을 구해보면 다음과 같은 式을 얻을 수 있다.

- ① Total microarthropods  $\hat{Y} = 7183.13X_1 - 18317.4X_2 - 5.5306X_3 + 216.432X_4$
- ② Acarina  $\hat{Y} = 6315.99X_1 - 17588.5X_2 - 5.2036X_3 + 228.446X_4 - 18272.3$
- ③ Oribatid mites  $\hat{Y} = 3094.92X_1 - 494.133X_2 - 11253.1$
- ④ Insecta  $\hat{Y} = 785.283X_1 - 339.498X_2 - 0.2127X_3 - 18.4158X_4 - 2092.53$
- ⑤ Collembola  $\hat{Y} = 1308.91X_1 - 7678.06X_2 - 0.3962X_3 - 61.1245X_4 + 11.0306X_5 + 4684.09X_6 - 23437.6$

**Table 2.** Simple linear correlation coefficients between environmental factors and the density of soil microarthropods

Environmental factor	Animal					
	Total microarthropods	Acarina	Oribatei	Insecta	Collembola	No. of Oribatei spp.
OM (X1)	0.8365**	0.8171**	0.8052**	0.6652*	0.6550*	0.8201**
C/N ratio (X2)	0.7484**	0.7132**	0.6975*	0.6631*	0.6726*	0.7602**
Precipitation (X3)	-0.6420*	-0.6055*	-0.5746	-0.5890*	-0.6644*	0.6524*
Soil moisture (X4)	-0.6403*	-0.5999*	-0.5505	-0.6032*	-0.7053*	0.6033*
Soil temp. (X5)	-0.4366	-0.4120	-0.3765	-0.4155	-0.5954*	0.4554
Soil pH (X6)	0.3214	0.2329	0.2371	0.5540	0.5899*	0.2380
N(c-p) (X7)	-0.0438	0.0004	-0.0087	-0.1983	-0.1590	0.0055
$P_2O_5$ (X8)	0.1636	0.2180	0.1431	-0.0832	0.1172	0.1754
K (X9)	-0.1828	-0.1848	-0.1494	-0.1030	0.0548	0.0885
Ca (X10)	0.4398	0.4963	0.5109	0.1213	0.3365	0.5281
Mg (X11)	0.1839	0.2016	0.2796	0.0803	0.3151	0.3207
C.E.C. (X12)	-0.0824	-0.0061	-0.0053	-0.3242	-0.1555	0.0879
$SiO_2$ (X13)	0.0901	0.1478	0.1315	-0.1570	-0.1661	0.1559

\*: significance at 5% level, \*\*: significance at 1% level

$$\textcircled{6} \text{ No. of Oribatid mites spp. } \hat{Y} = 111.574X_1 - 279.419X_2 - 0.6178X_3 + 9.68X_4 - 387.963$$

(式에서 X변량은 Table 2의 順序와 같음)

#### 土壤動物에 대한 環境要因의 寄與度

前項의 多重相關에 의해 각 요인별 相關의 정도는 어느정도 판단할 수 있다. 그러나 각 요인들의 係數는 相異한 單位로 되어 있기 때문에 이 式만으로는 各 要因들의 동물에 대한 影響의 정도를 직접 判定할 수 없다. 따라서 各 項의 比例計數들에 대한 變數 變換을 하여 각 요인들의 동물밀도에 대한 寄與度 指數를 算出하면 Table 3과 같다. 이에 따르면 全體 節肢動物의 경우에는 有機物含量>降水量>C/N率>土壤水分含量의 順이었으며, 응애류의 경우는 有機物含量>降水量>土壤水分含量>C/N率의 順, 날개응애의 경우는 有機物含量>C/N率의 順, 昆蟲類의 경우 有機物含量>土壤水分含量>降水量>C/N率의 順, 툴토기류의 경우 C/N率>有機物含量>土壤酸度>土壤水分含量>土壤溫度>降水量的 順, 날개응애種類의 경우 降水量>土壤水分含量>有機物含量>C/N率의 順으로 나타나 대체로 土壤 微小 節肢動物의 棲息密度에 影響을 미치는 環境要因으로서 有機物含量, 降水量, C/N率, 土壤水分含量들이 특히 重要하다고 判斷되었으며, 툴토기류의 경우에는 土壤酸도와 土壤溫度도 重要한 요인으로 作用한 것으로 分析되었다.

**Table 3.** Contribution coefficient of environmental factors that affect the density of soil microarthropods

Animal	Factor							Total
	OM	C/N ratio	Precipitation	Moisture	Soil temp.	Soil pH	Residual	
Total	1.0793 (30.2)	0.5546 (15.5)	0.9634 (27.0)	0.5081 (14.2)			0.4680 (13.1)	3.5734 (100)
Acarina	1.1439 (28.4)	0.6408 (15.9)	1.0925 (27.2)	0.6464 (16.1)			0.4987 (12.4)	4.0223 (100)
Oribatid mite	0.8285 (57.2)	0.0267 (1.9)					0.5929 (40.9)	1.4481 (100)
Insecta	0.5061 (31.8)	0.0441 (2.8)	0.1589 (10.0)	0.1854 (11.6)			0.6980 (43.8)	1.5925 (100)
Collembola	0.9843 (19.9)	1.1635 (23.5)	0.3454 (7.0)	0.7182 (14.5)	0.4864 (9.9)	0.7404 (15.0)	0.5045 (10.2)	4.9427 (100)
No. of oribatid mite spp.	1.1059 (20.1)	0.5580 (10.2)	1.9281 (35.0)	1.4990 (27.3)			0.4045 (7.4)	5.4955 (100)

( ): relative contribution coefficient

#### 摘 要

土壤 微小 節肢動物의 分布密度와 이에 影響을 미치는 環境要因과의 關係를 分析한 結果 土壤 有機物含量 및 C/N率 에서는 各各 正의 相關이 있었고 有意性이 認定되었다.

土壤 微小 節肢動物의 分布에 影響을 미치는 環境要因의 寄與度を 分析한 結果 有機物含量, 降水量, C/N率, 土壤水分含量 등이 重要한 要因으로 分析되었다.

## 引用文献

- 青木淳一. 1964. 奥日光のササラダニ群集構造と植生および土壌との関連. V. 土壌とササラダニ群集構造. 日生態誌 14:105-116.
- 青木淳一, 栗城源一. 1978. 森林内につくられた道と土壌中の小形節足動物相 変化-福島縣土湯温泉附近の調査例一. 横浜國大環境研記要 4:165-174.
- Aoki, J. 1979. Difference in sensitivities of Oribatid families to environmental change by human impacts. Rev. Ecol. Biol. Sol. 16:415-422.
- 青木淳一. 1979. 道路建設が動植物の生態に及ぼす影響に関する基礎的研究. 日道路公園道路線化保全協會別刷:69-96.
- 青木淳一. 1980. 土壌動物學. 北隆館, 東京. 814 pp.
- Davis, W.M. 1928. The effect of variation in relative humidity on certain species of Collembola. Brit. J. exp. Biol. 6:79-86.
- Doeksen, J. and J. van der Drift. 1963. Soil organisms, proceedings of the Holland colloquim on soil fauna, soil micro flora and their relationships, Netherlands. North-publ. Comb. Amsterdam. 435 pp.
- Hågvar, S. and B.R. Kjøndal. 1981. Effects of artificial acid rain on the microarthropod fauna in decomposing birch leaves. Pedobiologia 22:409-422.
- Heungens, A. and E. van Daele. 1981. The influence of salt concentration on the mite population in pine litter. Pedobiologia 22:39-51.
- Kaneko, N. 1985. A comparison of Oribatid mite communities in two different soil types in a cool temperate forest in Japan. Pedobiologia 28:255-266.
- 金泰興・蘇仁永・郭峻洙・金俊範. 1987. 干拓地の農業開發을 위한 綜合 研究 VI. 界火島 干拓地の土壤動物相에 관한 研究. 全北大農大論文集 18:28.
- 李榮萬・崔鳳鎬・韓元植. 1986. 應用電算統計分析. 鄉文社, 서울. 225 pp.
- Nakamura, Y. 1974. Studies on soil animals in the grassland IV. Effect of inorganic fertilizers on soil microarthropods in the grassland, with special reference to oribatid mites. Appl. Ent. Zool. 9:65-72.
- 農村振興廳農業技術研究所. 1979. 土壤化學分析法. 321 pp.
- 蘇仁榮・金泰興・李鍾鎮・郭峻洙・鄭性洙. 1985. 耕作團地別 栽培環境이 土壤動物의 生態에 미치는 영향. 全北大論文集 27(自然科學篇):205-217.
- Straalen, N.M. and E.N.G. Joose. 1985. Temperature response of egg production and egg development in two species of Collembola. Pedobiologia 28:265-273.
- Strenzke, K. 1952. Untersuchungen über die Tiergemeinschaften des Bodens: Die Oribatiden und ihre Synusien in den Böden Norddeutschlands. Zoologica 37:1-167.
- Woodring, J.P. 1966. Color phototactic responses of an eyeless Oribatid mite. Acarologia 8:382-388.

(1989年 7月 28日 接受)