

土壤 微小 節肢動物 分布에 미치는 土壤 改良劑의 影響

郭峻洙 · 崔貞植 · 李化壽 · 羅鐘城 · 朴建鎬 · 崔奉柱 · 蘇在敦*

全北農村振興院 · 湖南作物試驗場*

Effects of Soil Improvements on Distribution of The Soil Microarthropods Fauna

Kwak, Joon-Soo, Jung-Sick Choi, Hwa-Soo Lee, Jong-Sung Na, Kun-Ho Park,
Bong-Joo Choi and Jae-Don So*

Chonbuk Provincial RDA Iri, Honam Crop Experiment Station RDA Iri*

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of soil improver on the population density and composition of soil microarthropods in the upland which cultivated pepper consecutively.

We have treated soil improver such as zeolite, compost, Ca, SiO₂, and integrated improvement i. e. treated zeolite, compost, Ca, and deep cultivate; 20 cm.

We sampled soil to collect soil microarthropods from a week to 15 months after treatment at each site by soil-corer and extracted 48 hours in Berlese - Tullgren funnel.

We have classified 16 families, 35 species of oribatid mites.

The increment rate of density and species diversity index of soil microarthropods are higher in the integrated improve and compost site than those found in any other sites.

We suggest that soil improvement effects of integrated improved site are influenced by compost.

緒 論

土壤中에는 8門 18綱 82目に 이르는 많은 動物群들이 복잡한 먹이사슬을 形成하고 서로 영향을 주고 받으면서 독특한 생태계를 이루고 있다. 그중 節肢動物은 7綱 38目으로 거의 절반을 차지하고, 個體群 密度에 있어서는 곤충강의 톱토기목과 거미강의 응애목이 그 대부분을 차지하고 있다(青木, 1980).

토양 내 이들 소형 節肢動物들은 土壤微生物과 함께 토양에 遺棄되는 有機的 素材들을 分解하여, 토양의 理化學的 性質을 改良하므로 植生과 動物에 影響을 미쳐 土壤生態系의 均衡維持 및 物質과 에너지 循環에도 큰 역할을 하고 있다(Aoki, 1980; Choi, 1984; Kwak, 1989). 또한 이들은 다양한 環境要因에 따라 그 種이나 數의 分布에 크게 영향을 받고 있어서 토양 指標生物로서

도 중요한 위치를 차지하고 있다(Aoki, 1980; Lee and Choi, 1982; Choi, 1984).

특히 좁은 耕地面積에서 集約的 農業이 이루어지고 있는 여건에서는 耕耘, 踏壓, 灌水, 農藥 등 많은 인위적 攪亂要因으로 인하여, 토양의 物理化學的 性質이 극히 惡化되어 栽培作物에 대한 病害蟲이나 忌地現狀 등 많은 문제점들이 대두되어 이에 대한 對策이 시급한 실정이며(Choi and Kwak, 1983; So *et. al.*, 1985), 栽培方式의 연구나 土壤改良 등 토양생태계의 回復을 위한 여러가지 방법들이 시도되고 있는바 시행되고 있는 몇 가지 改良方法에 따라 土壤環境의 指標生物로서의 토양 소형 節肢動物을 조사하여 보다 효율적인 토양 개량방법과 土壤動物 研究의 基礎를 確立하고자 수행한 試驗結果를 報告한다.

材料 및 方法

1. 調査地域의 概要

全北 任實郡 鎭村面의 고추 主産團地로서 이곳은 10년 이상 고추를 連作해 오던 토양이다. 조사기간중 고추(홍일품)를 폴리에틸렌 필름으로 被服栽培하고 있었으며, 경사 약 10도 정도의 南東向한 砂質壤土였다.

2. 개량제 처리

토양 개량제 처리는 Table 1에서 보는 것처럼 3요소(N-P-K)慣行施肥區(usual)를 對照區로 하여 zeolite, 퇴비(compost), 석회(Ca), 규산질비료(SiO₂) 및 종합개량(integrated=zeolite+堆肥+石灰+深耕 20 cm)로 구분하였다.

Table 1. Materials

No.	Soil improver	Treatment
1	Usual(N-P-k)	24 · 20 · 23 kg /10a
2	Zeolite	1,500 kg /10a
3	Compost	1,500 kg /10a
4	Ca	150 kg /10a
5	SiO ₂	150 kg /10a
6	Integrated	(2+3+4+deep cultivated 20cm)

* survey : 12,13 and 15 months later treatment
field : pepper field cultivated during 10 years
extract animals : Tullgren funnel(72 hrs)
mount media : PVA

3. 토양 시료의 채취 및 분석

개량제 처리전 토양동물 조사를 위하여 亂塊法 3반복으로 시험구를 나누고 피복전에 토양 채취기(Price, 1973)를 이용하여 각 구당 500 cm³ 씩 토양을 定量的으로 채취하였으며, 이를 토양운반용기에 담아 실험실로 가져와 Berlese-Tullgren funnel에서 48시간 동안 동물을 추출하였다. 토양분석은 土壤化學分析法(農村振興廳, 1988)에 준하여 토양 이화화성을 分析하였다.

4. 抽出動物의 處理

추출된 동물은 熱湯 처리법으로 다리를 편 후 70% 에틸알콜에 고정하여 動物群別로 計數하고 응애류는 별도로 PVA 포매액(Downs, 1943)으로 슬라이드 標本을 만들어 분류 동정하였다. 응애류의 분류 동정은 주로 Balogh(1972), Sasa and Aoki(1977) 등의 記載와 Ehara(1980)의 分類體系를 따랐다.

5. 生態學的 檢討 및 計算

분류 계수된 動物群과 토양 환경과의 상호 관계를 분석하기 위하여 상관계수와 경로계수를 계

산하여 각각의 유의성과 기여도를 분석하였고, Menhinick's 지수(Menhinick, 1964)를 이용하여 종다양도지수를 계산하였으며, Jaccard(1902)의 공통계수법으로 종유사도지수를 계산하고 Mountford(1962)法으로 Dendrogram을 작성하였다. 計算은 주로 農村振興廳 電算機(VAX 6420)를 利用하였다.

結果 및 考察

1. 토양 분석 결과

시험 前後의 토양 이화학성을 분석한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 개량제 처리 전에는 한국의 밭토양 평균치(趙 等, 1990)에 비해 상당히 劣惡한 것으로 나타났다. 이것은 조사지역이 고추 主産團地로서 장기간의 連作에 기인된 것으로 생각되며, 개량제 처리 후 전반적으로 토성이 약간 개량되었다. 특히 토양 수분함량은 zeolite처리구 및 종합개량구에서, 토양산도는 퇴비 및 석회 시용구에서, 유기물함량은 종합개량구와 퇴비시용구 및 규산질비료 처리구에서 양호하였고 인산함량은 全 處理區에서 상당히 낮아졌다.

Table 2. Results of soil analysis

Contents	Soil moisture	pH (1:5)	Organic matter (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Ca	Mg	k
Pre-treatment	18.3	5.6	1.6	580	5.1	3.5	0.83
Usual	22.6	5.7	1.3	371	7.1	3.2	0.38
Zeolite	24.4	6.2	1.3	407	10.3	4.6	1.15
Compost	21.1	6.3	1.6	395	7.4	3.1	0.65
Ca	23.9	6.3	1.4	430	8.6	4.0	0.97
SiO ₂	22.4	6.0	1.6	366	10.1	4.2	0.49
Integrated	23.5	5.8	1.7	423	11.6	4.7	0.87
Average*		5.7	2.0	114	4.2	1.2	0.32

* Average : cultivated upland of korea(after Cho *et al.*,1990)

Table 3. Increased percentage of soil microarthropods fauna in each treatment site

Animals	Usual	Zeolite	Compost	Ca	SiO ₂	Integrated
Total amounts	5.8 (1,223)	5.3 (1,556)	13.6 (938)	6.0 (1,332)	7.9 (1,281)	17.0 (614)
Acarina	6.4 (945)	7.3 (890)	15.2 (551)	6.3 (945)	5.9 (1,002)	9.7 (558)
Collembola	3.3 (277)	2.9 (556)	14.0 (277)	5.4 (332)	18.4 (224)	83.5 (55)
Others	24.6 (1)	1.2 (110)	5.0 (110)	3.3 (55)	1.7 (55)	82.0 (1)

* () : individual number of pretreatment

2. 토양동물 밀도

토양개량제 처리 前後의 토양동물 밀도를 조사한 결과, Table 3에서 볼 수 있는 것처럼 모든 시험구에서 처리후의 동물밀도가 처리전보다 높게 나타나고 있으나, 이를 관행구의 증가율과 비교해 보면 전체동물의 경우에는 zeolite 처리구를 제외한 준 처리구에서 처리 후의 밀도 증가율이 慣行區의 증가율보다 높았으나, 종합개량구와 퇴비 시용구에서 증가 폭이 컸으며 응애류의 경우는 퇴비 시용구에서, 톱토기류의 경우에는 종합개량구와 규산질비료, 퇴비 및 석회 시용구의 밀도 증가 폭이 큰 것으로 나타났다. 이를 종합하여 볼 때 종합개량구와 퇴비시용구의 동물밀도 증가율이 큰 것으로 분석되었다.

토양동물의 군집중 優占群을 이루고 있는 날개응애의 種 構成을 비교한 결과는 Table 4에서 보는 것처럼 全 處理區에서 처리전 대비 密度 및 種數가 증가하였다. 이를 다시 각 처리구 별로 Menhinick's (1964) 指數를 이용한 種 多樣度指數를 계산한 결과는 Table 5와 같다. 표에서 보는 바와 같이 종합개량구, 퇴비구 및 석회 처리구에서 처리전대비 다양도지수 증가폭이 慣行區보다 높게 나타났다.

Table 4. Individual numbers of Oribatid mites at each sites

Species	Pre-treatment						Treatment					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>Hypochothonius rufulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	2
<i>Eohypochothonius parvus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	3
<i>E. magnus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
<i>E. crassisetiger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
<i>Mixacarus exilis</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	4	-	-	3
<i>Vepracarus hirusutus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
<i>Lohmannia</i> sp.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
<i>Epilohmannia pallida pacifica</i>	-	1	-	-	1	-	-	2	-	-	1	-
<i>E. ovata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Nothrus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Microzetes auxiliaris</i>	-	1	-	1	-	2	-	3	-	1	-	5
<i>Eremulus avenifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Costeremus ornatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Liacarus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Cultroribula lata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
<i>Tectocephus velatus</i>	1	3	1	1	2	4	2	4	4	1	2	4
<i>Oppiella nova</i>	1	-	1	3	7	1	2	2	6	3	10	9
<i>Oppia neerlandica</i>	2	-	6	2	2	2	3	2	13	2	5	5
<i>O. tokyoensis</i>	1	8	4	-	2	1	2	12	8	-	3	3
<i>O. minutissima</i>	2	2	1	-	-	-	-	3	2	-	-	2
<i>Oppia</i> sp.A	-	3	1	1	-	2	-	2	1	1	-	4
<i>Oppia</i> sp.B	-	2	-	1	-	-	-	2	1	1	-	-
<i>Suctobelbella naginata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Scheloribates latipes</i>	1	1	2	3	2	-	2	-	8	-	3	-
<i>S. laevigatus</i>	2	-	-	-	-	2	3	-	3	-	3	-

Table 4. Continued

Species	Pre-treatment						Treatment					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>S. rigidisetosus</i>	9	1	2	5	1	1	12	3	5	5	2	2
<i>Scheloribates</i> sp.	-	-	1	1	-	2	-	-	2	1	-	4
<i>Protoribates lophoticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>P. monodactylus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Protoribates</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	3	-	-
<i>Rostrozetes foveolatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ceratozetes japonicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	2
<i>C. mediocris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	3
<i>Ceratozetes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Pergalumna altera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3

Table 5. Species diversity index at sites surveyed in the experiment upland

Sites	Usual	Zeolite	Compost	Ca	SiO ₂	Integrated
Pre-treatment	1.84	1.92	2.06	2.12	1.84	2.25
Treatment	1.89	1.95	2.42	2.29	1.86	2.65

* species diversity index : Menhinick (1964) ($D = S/\sqrt{N}$)

3. 동물 밀도에 관여하는 토양 요인

土壤動物의棲息에 관여하는 요인은 크게 環境의 要因과 人爲의 要因으로 大別 할 수 있다. 특히 백색 혁명으로 불리워지는 비닐 멀칭 또는 하우스, 터널 재배방식 등은 토양의 通氣性이나 잡초발생의 억제, 기타 施肥, 灌水 等 많은 재배적 변화와 함께 작물의 생육환경에 큰 변화를 초래할 것으로 생각되며, 필연적으로 이러한 토양 환경의 변화는 토양동물의 밀도나 種 構成에도 많은 영향을 미치는 것으로 보고된 바가 있다. (Aoki, 1980; Choi, 1984; Kwak, 1989)

본 시험 기간중 조사된 토양동물 밀도와 몇 가지 토양환경 요인들간의 相關關係를 분석한 결과는 Table 6에서 보는 것처럼 全體動物과 有機物含量 間에만 5%에서의 有意性이 있는 것으로 나타났으나, Choi(1984), Choi and Kwak(1983), Kwak(1989), So *et. al.* (1987)들은 유기물함량과 토양 수분함량을 주요 제한요인으로 보고하였다.

Table 6. Simple linear correlation coefficients between soil contents and the density of soil fauna

Animals	Moisture	pH	OM	P ₂ O ₅	Ca	Mg	k
Total	-0.4861	-0.3295	0.8700*	0.2761	0.3324	0.0982	-0.0212
Acarina	0.1382	0.3325	0.4938	0.1535	-0.2291	-0.3852	0.0023
Collembola	-0.6630	-0.4384	0.7566	0.3601	0.6759	0.4975	0.1035

d.f = 4 * : significant in 5% level

특히 이러한 환경요인들은 어떤 특정 요인보다는 여러 요인들이 복합적으로 관여할 것이며, 따라서 이러한 여러 가지 요인 중에서 보다 영향이 큰 요인들을 찾아낸다면 더욱 합리적인 토양 개량의 방법으로 응용이 가능할 것으로 생각된다.

따라서 이들 토양환경요인들의 토양동물에 미치는 寄與度를 분석한 결과 Table 7 에서 볼 수 있는 것처럼 전반적으로 有機物含量의 영향이 가장 큰 것으로 분석되었다. 또한 칼리 함량이나, 토양산도, 마그네슘, 석회 등의 영향도 중요한 요인으로 나타나 토양의 종합개량 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다. 그런데 이러한 종합개량의 효과가 zeolite, 석회, 또는 퇴비중 어떤 요인의 영향이 가장 큰 것인지 알아보기 위하여 토양내의 優占動物 群集인 날개응애의 種을 이용하여 요인간의 類似度를 분석하였다. Jaccard(1902)계수법으로 類似度 指數를 산출하고, Mountford(1962)法으로 Dendrogram을 작성한 결과, Fig. 1 에서 보는 것처럼 綜合改良區와 堆肥施用區 사이의 類似度가 가장 높은 것으로 나타나 堆肥의 토양 개량효과가 가장 우수한 것으로 분석되었다.

Table 7. Contribution coefficients of soil contents that affect the density of soil microarthropods

Animals	MO	pH	OM	P ₂ O ₅	Ca	Mg	k	Residual	Total
Total	2.19	16.76	22.43	7.26	15.11	16.71	19.49	0.05	100
Acarina	2.60	16.49	22.67	7.29	14.92	16.56	19.43	0.04	100
Collembola	1.72	16.98	22.10	7.41	15.49	16.78	19.51	0.01	100
Others	5.75	9.84	22.98	10.00	19.11	14.75	17.56	0.01	100

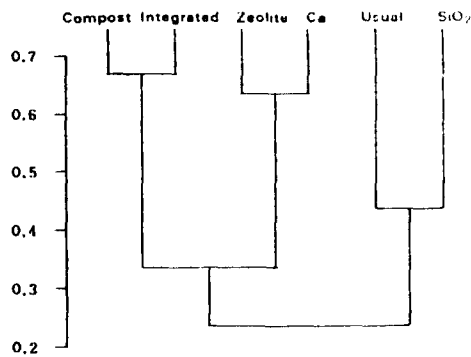


Fig.1. Similarity index of oribatid mites at each site.

摘 要

고추 連作栽培 圃場에서 土壤改良劑의 사용이 토양 미소 절지동물의 밀도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 zeolite, 퇴비, 석회고토, 규산질비료 및 종합개량(zeolite+堆肥+石灰+深耕 20 cm)등을 3요소 慣行處理區와 비교하여 시험하였다.

토양분석결과 모든 처리구에서 土性이 改良되었으며, 특히 토양수분 함량은 zeolite 처리구 및 綜合改良區에서, 有機物含量은 종합개량구 및 퇴비시용구에서 양호하였다.

토양 미소 절지동물의 밀도는 관행구 대비 종합개량구와 퇴비시용구에서 증가율이 높았다.

시험기간중 16科 35種의 날개응애를 분류하였으며, 개량제 처리전 대비 퇴비구와 종합개량구에서 밀도, 種數 및 種多樣度 指數의 증가폭이 관행구보다 높았다.

몇 가지 토양환경 요인들을 분석한 결과 동물밀도에 영향을 미치는 제한요인으로는 유기물의 영향이 가장 큰 것으로 분석되었으며 종합개량구의 토양 개량효과는 퇴비의 영향으로 생각된다.

引用文獻

- Aoki, J. 1980. Soil Zoology. Tokyo. Hokuryukan Publishing Co. 814 pp. (in Japanese)
- Balogh, J. 1972. The Oribatid genera of the world. 188 pp, 71 pls. Akademiai Kiado, Budapest.
- Choi, S. S. 1984. Studies on the analysis of soil micro-arthropod community in Gwangreung area. Theses collection, Wonkwang University. Vol. XVIII : 185 - 235 (in Korea)
- Choi, S. S., J. S. Kwak. 1984. A study on the distribution of microarthropods in cultivated methods. Theses collection, Wonkwang University. Vol. XVIII : 245 - 270 (in Korea)
- 趙成鎮, 朴天緒, 嚴大翼. 1990. 三訂 土壤學. 서울. 鄉文社. 297pp.
- Downs, W. C. 1943. Polyvinylalcohol: A medium for mounting and clearing biological specimens. Science 97:2528
- Ehara, S. (ed.). 1980. Illustrations of the mites and ticks of Japan. 562 pp. (in Japanese)
- Jaccard, P. 1902. Gezetze der pflanzenvertheilung in der alpinen Region. Flora. 90:349-377
- Kwak, J. S. 1989. Ecological studies on microarthropods in forest soil at Kwangyang area. Doctorial theses of Chonbuk National University. 95 pp. (in Korea)
- 이병훈, 최영연. 1982. 피아골 극상림의 토양 소동물의 밀도와 생물량 - 질지동물과 선충의 조사 - 한국자연보존협회 조사보고서 21:163-177
- Menhinick, E. F. 1964. A comparison of some species-individual diversity indicies applied to samples of field insects. Ecol., 45:859-861
- Mountford, M.D. 1962. An index of similarity and its application to classificatory problems. In P. W. Murphy, ed. Progress in Soil Zoology. Butterworths. London. pp. 43-50
- Price, D. W. 1973. Abundance and vertical distribution of microarthropods in the surface layers of a California pine forest soil. Hilgardia 42(4):121-148
- 農村振興廳 農業技術研究所. 1988. 土壤化學分析法. 450 pp.
- Sasa, M., J. I. Aoki. 1981. Contributions to Acarology in Japan. Tokyo. Hokuryukan. 602 pp. (in Japanese)
- So, I. Y., T. H. Kim, J. J. Lee, J. S. Kwak, S. S. Jeong. 1985. Effects of Cultural Practices on the Soil Microarthropods Ecosystem. Theses collection of Chonbuk National University 27 : 205 - 217 (in Korea)

(1991年 11月 19日 接受)