

인삼 경작지 토양생물 분포

홍 용* · 최 낙 중 · 최 인 영¹전북대학교 농업생명과학대학 농생물학과, ¹전라북도농업기술원

Distributions of Soil Organisms in the Ginseng Cultivation Fields

Young Hong*, Nak-Jung Choi and In-Young Choi¹

Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

¹Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

Abstract – To investigate abundance of soil organisms in the ginseng cultivation, we have selected 6 different cultivated lands in Jinan-gun, Jeollabuk-do. The microarthropods were assessed on the basis of 3,101 individuals collected between April and November 2008. The taxonomic composition and abundance of microarthropods were as follows: Acari 44.9%, Collembola 50.1% and others 5.0%. Density increased at the cast and 4 year point, and the population of microarthropods was high in April and May, but low in July and August. Acari/Collembola ratio was approximately 0.90%. There was no correlation between soil factors and microarthropods. The density of soil actinomyces represented a monthly average $0.3 \sim 0.9 \times 10^6$ cfu g⁻¹, and fungi tended to increase and decrease regularly at each spots, where highest decrease was observed in August and September. The density of bacteria was $1.1 \sim 9.6 \times 10^6$ cfu g⁻¹ in each period and those in June and August were much higher than after August. The distribution of fluorescent *Pseudomonas* showed regular tendency in early survey periods but did not appear in significant numbers after July.

Key words : microarthropods, actinomyces, bacteria, fungi, fluorescent *Pseudomonas*, population density, seasonal fluctuations, ginseng cultivation

서 론

작물을 재배하는 경작 토양중에는 다양한 종류의 토양생물이 서식하고 있는데, 이들의 밀도와 분포에 영향을 미치는 생물환경에 대한 이해는 미미한 실정이다. 인간의 인위적인 간섭이 농생태계보다 적은 삼림 토양중에 서식하는 토양생물의 밀도와 분포에 영향을 미치는 여러 요인들이 보고되고 있다(Seastedt 1984; 권 1993; Sgardelis and Margaris 1993; 홍 등 1996). 다양한 토양생물이 서식하고 있는 부엽층은 노출되어 있어 열, 스트레

스, 수분의 급격한 변화 등에 의해서 쉽게 영향을 받게 된다(Cepeda-Pizarro and Whitford 1989). 또한 이들 토양생물은 인간의 간섭정도에 따라 토양생물의 구성, 밀도 및 분포에 있어 많은 차이를 보이는데(홍 등 1996; Hong *et al.* 1997; 홍과 김 2007b), 인삼경작 토양에 있어 이들 생물환경조사는 전무한 실정이다.

인삼은 주로 동아시아, 시베리아 북부, 북미 등에 걸쳐 광범위하게 분포되어 있는데 오래전부터 한국을 비롯한 동아시아 국가에서는 진귀한 약재로 널리 사용되어 재배되고 있다. 특히 인삼의 주요 활성성분인 ginsenoside에 대한 약리활성, 인삼 재배 경작지 토양 미생물(Park *et al.* 1997) 등이 주로 연구되어 왔다. 또한 재배적지 선정을 위한 화학성 조사 및 예정지 토양관리 방법, 제품

*Corresponding author: Yong Hong, Tel. 063-270-2524, Fax. 063-270-2531, E-mail. geoworm@hanmail.net

에 사용되는 인삼의 품질 등에 관한 연구가 수행되고 있는 실정이다(박 등, 1997). 특히 인삼은 재배 경지 면적의 제한성 때문에 연작시에는 뿌리썩음병 등의 피해가 심각하다. 이러한 피해를 경감시키기 위해 토양 혼중제 처리, 다양한 화학적인 약제 살포 방법 등이 동원되고 있는 실정이다(김 등, 1974).

지렁이는 토양생물 생태계에서 지배적인 요소를 이루고 있는데 유기물질 순환에 참여하고, 토양 구조를 변형 시킴으로써 매우 중요한 역할을 한다. 토양에서 유기물질을 섭취한 후 탄소와 질소 비율이 낮은 생성물을 배출함으로써 질소를 식물성장에 유용하게 사용되도록 제공한다. 이러한 배설물, 즉 분변토는 오래 될수록 다양한 물리적 화학적 생물학적 진행이 토양의 안정성에 영향을 준다. 또한 토양생물에 대한 농약의 위해성을 평가하는 데 있어 중요한 지표생물로 이용되고 있다. 즉 이와 같은 지렁이 분변토가 오염된 토양을 정화시키는 데 탁월한 능력이 있는 것으로 알려져 있다(Edwards 2004). 이와 같은 능력에 따라서 OECD에서도 지렁이에 대한 비교 독성실험 결과를 바탕으로 다른 생물에 대한 위해성 평가를 권장하고 있다(OECD 2001). 지렁이는 작물 재배지 농생태계에서 다양한 종류와 비율로 분포하는데(홍과 김 2007a; 김 등 2009), 지렁이 배설물인 분변토에 있어 미생물 개체군과 생물량은 보통 주변 토양보다 더 높다고 하였다(Lee 1985; Edwards 2004). 지렁이는 토양미생물 개체군의 경운을 촉진시키고 토양미생물량에 있어 영양분의 한계를 줄이고 식물 성장에 이용할 수 있도록 돕는다. 최근 인삼경작지에서 연작 피해를 줄이기 위한 다양한 방법이 연구되고 있으며 지렁이 분변토를 이용하여 그 피해를 줄이고 재배된 토양의 지력을 빠르고 건전하게 회복시키는 방법이 시도되고 있다.

본 연구는 경작 토양에서 서식하는 토양생물의 중요성이 활발하게 논의되고 있는 시점에서 인삼 경작 재배지의 토양생물, 즉 미소절지동물과 미생물을 조사하였다. 이는 분류군의 출현경향, 인삼 재배 년 수에 따른 변화 등을 조사함으로써 향후 토양 생태계내의 일원으로서 다른 토양 동물군과의 관계, 지력저하 경작지의 회복방안, 토양 생태계내의 에너지 흐름을 밝히는 중요한 단서를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

재료 및 방법

1. 토양시료의 채취

각 조사지점별로 가로 1m×세로 1m의 조사구를 임

의로 설정한 뒤, 다시 50×50cm의 소구로 나눈 다음 무작위로 1개의 소구에서 1,500 cm³의 토양을 채취하였다. 중 조성 및 개체군 밀도 변화를 조사하기 위해서 6개 조사구에서 2008년 4월부터 11월까지 매월 1회씩 8회 실시하였다. 각 조사지점은 다음과 같다.

1년근(J-1): 전북 진안군 진안읍, 인삼 경작지(윤순식 포장) (N 35° 45'56.5" E 127° 22'16.1", 278 m)

2년근(J-2): 전북 진안군 진안읍, 인삼 경작지(최상용 포장) (N 35° 45'38.2" E 127° 22'10.6", 271 m)

3년근(J-3): 전북 진안군 진안읍, 인삼 경작지(윤순식 포장) (N 35° 46'04.1" E 127° 22'27.5", 289 m)

4년근(J-4): 전북 진안군 진안읍, 인삼 경작지(최상용 포장) (N 35° 45'38.2" E 127° 22'10.6", 271 m)

경작 예정지(J-0): 전북 진안군 진안읍, 인삼 경작 예정지(김종기 포장) (N 35° 44'08.5" E 127° 22'38.3", 283 m)

분변토 시용(C): 전북 진안군 진안읍, 인삼 경작지(최상용 포장) (N 35° 45'38.2" E 127° 22'10.6", 271 m)

2. 토양생물의 추출 및 처리

1) 토양미소절지동물

채취된 토양은 토양운반 용구에 담아서 실험실로 옮긴 뒤 Tullgren funnel에 넣어 72시간 동안 미소절지 동물을 수집하였다. 추출된 층체는 80% alcohol에 보관한 뒤, 해부현미경하에서 조사구별 및 시기별로 밀도를 집계 분석하였다. 그룹별 미소절지동물의 분류는 홍 등(1996)이 사용한 방법에 의해서 실시하였다.

2) 토양미생물

토양미생물은 분리 채취한 뒤 토양(1 kg)에서 10 g을 취해 계열희석법을 이용하여 계수하였다(양과 김 2002). 생토 10 g을 90 mL의 SDW (Sterile Distilled Water) 넣어 진탕기에서 10분간 진탕한 뒤 계열희석 하였다. 각각의 미생물수(곰팡이, 형광세균, 방선균, 일반세균)를 각각 Rosenbal agar medium, Pseudomonas agar F (Difco, USA), 1/10 TSA (Difco co.) Nutrient agar (Difco co.)에 0.1 mL씩 접종하여 유리병으로 고루 도말한 후 약 3분간 Clean bench 안에서 건조시켰다. 배양은 28°C에서 2~5일간 배양하여 토양미생물을 조사하였다(Lee 1986).

3. 토양분석

토양분석은 산도(pH), 유기물(OM) 등 7개 항목을 분석하였으며(Table 1) 미소절지동물과의 상관관계를 분석

Table 1. Analysis of soil factors in the Jinan ginseng cultivation region from April to November, 2008, Jeollabuk-do^a

Soil factor	Standard ^b	A-1	A-2	A-3	A-4	J-0	C	Aver.
pH (1 : 5)	5.0~6.0	5.74	5.56	6.16	5.67	5.82	5.98	5.82
OM (%)	—	14.44	17.06	15.83	16.67	15.64	14.22	15.64
P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	70~200	86.39	57.72	132.72	55.61	74.34	39.28	74.34
Ex. Cation (cmol-1 kg ⁻¹)K	0.2~0.5	0.35	0.21	0.44	0.29	0.29	0.18	0.29
Ex. Cation (cmol-1 kg ⁻¹)Ca	2.0~4.5	4.86	5.24	9.28	5.17	6.13	6.12	6.13
Ex. Cation (cmol-1 kg ⁻¹)Mg	1.0~3.0	0.96	0.92	1.52	0.98	1.06	0.94	1.06
EC (dS m ⁻¹)	<0.5	0.69	1.18	1.12	0.86	0.86	0.44	0.86

^a: Means are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range testing.

^b: Soil factor standard of the ginseng cultivation region from RDA ('00).

Table 2. The number of individuals on soil microarthropods at the 6 sites of the ginseng cultivation from April to November, 2008

Microarthropods	J-1	J-2	J-3	J-4	J-0	C	Total
Acari	57	157	85	426	93	575	1393
Collembola	443	69	388	314	62	277	1553
Others	10	12	24	13	48	48	155
Total	510	238	497	753	203	900	3101
A/C ratio (%)	0.13	2.28	0.22	1.36	2.08	1.50	0.90 ^a

^a: Mean of A/C ratio (%)

하였다. 통계프로그램 (SAS 9.1)은 피어슨 상관계수 (Pearson correlation), 스피어만 상관계수 (Spearman correlation), 켄달 상관계수 (Kendal correlation)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 토양분석

인삼경작지 토양분석 결과 토양내 유기물 중 구성에 많은 영향을 끼치는 것으로 알려진 유기물 함량은 2년근, 4년근에서 높게 나타났으며, 분변토를 시용한 대조구(C)에서는 전체 평균값보다 낮은 14.22로 나타났다. 또한 삼림토양과는 달리 인위적으로 관리된 인삼 경작지에서는 유기물 함량과 미소절지동물 개체군과는 상관이 없는 것으로 조사되었다. 표준값과 비교치에서 2년근, 4년근, 3년근에서는 유기물함량이 평균치보다 높고 1년근, 대조구, 경작예정지에서는 평균값보다 낮았다. 그러나 이러한 결과는 분변토를 시용한 후 짧은 기간 동안 조사한 결과로 인삼 생육시기에 맞는 1년 이상 6년간의 장기적인 분변토 시용 및 유기물 개체군 분포에 대한 조사 결과를 바탕으로 토양내 다양한 화학적인 요인들과 비교해야 할 것으로 생각된다 (Table 1). 통계프로그램 (SAS)의 피어슨 상관계수, 스피어만 상관계수, 켄달 상관계수 분석결과 토양분석 결과와 각각의 미소절지동물과의 상관관계를 분석한 결과는 응애, 톡토기 등 미소

절지동물과 95% 신뢰수준에서 의미 있는 유의성이 나타나지 않았다 (Table 1).

2. 토양생물의 분포

1) 미소절지동물의 분포 경향

(1) 조사구별 밀도 분포

조사기간 동안 각 지점에서 채집된 토양 미소절지동물의 주요 분류군의 개체군 밀도를 나타낸 결과는 Table 2와 같다. 2008년 4월부터 11월까지 조사기간 동안 출현한 토양미소절지동물은 총 3,101개체였다. 토양 중에 서식하는 미소절지동물에 대하여 최 (1984)는 5강, 광 등 (1989)은 6강 18목, 홍 등 (1996)은 6강 17목으로 보고하였다. 본 조사에서는 인위적으로 관리된 인삼 경작지의 특성상 다양한 미소절지동물이 출현하지 않았고 개체수는 토양 미소절지동물의 대부분을 차지하는 톡토기 (collembola)와 응애 (acari)가 주로 출현하였으며 그 구성은 톡토기와 응애가 95%로 절대 다수였다. 이 두 그룹을 제외한 다른 미소절지동물은 곤충 유충 등이 일부 출현하였을 뿐이다. 이는 그동안 삼림토양, 피아골에서 보고한 홍 등 (1996)의 보고에서 두 개체군의 합이 전체의 95.5%로 절대다수를 차지한다는 보고와 일치한다. 또한 최 (1984), 광 등 (1989)이 보고한 미소절지동물의 전체 출현 경향과도 유사한 경향이다. 이는 다양한 요인 및 농생태계 특성상 관리된 경작지에서 단위면적당 차지하는 개체수는 적지만 전체 분류군의 출현 경향

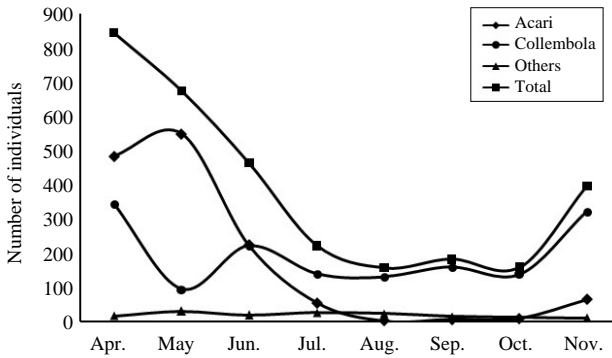


Fig. 1. The number of individuals on soil microarthropods in the ginseng cultivation from April to November, 2008.

과는 일치하는 결과이다. 가장 많은 개체수가 출현한 지점은 분변토를 사용한 대조구로 전체 900개체, 그 가운데 응애가 575개체 출현하였다. 다음으로 많이 출현한 조사구는 4년근 재배지에서 753개체가 출현하였으며, 1년근, 3년근, 2년근 순으로 많은 개체수가 출현하였다. 즉 인삼 재배 년 수에 따른 일정한 개체군 변화는 나타나지 않았다. 가장 적은 개체수가 출현한 경작 예정지는 전년도까지 벼를 재배했던 휴경지로서 곳으로 조사가 시작되기 직전 경우되고 야외에 빈번하게 노출된 영향으로 추정된다. 연작 피해를 조기에 회복시키기 위한 방법의 일환으로 분변토를 사용한 조사구는 가장 많은 개체수가 출현한 것으로 조사되어 향후 적절한 분변토 투입량을 결정하여 사용한다면 다양하고 많은 토양 미소절지동물의 활동으로 자연 상태에 가까운 토양 회복이 가능할 것으로 추정된다. 따라서 인삼 경작지에서 주로 발생하는 병에 걸리지 않고 건전하게 생육하는 재배 목적을 달성할 수 있으리라 생각된다.

(2) 월별 발생소장

조사구에서 4월부터 11월까지 월별로 토양미소절지동물에 대한 분포 조사를 실시하였다(Fig. 1). 출현 개체수가 가장 많은 시기는 845개체의 4월이었다. 다음으로 5월, 6월 순이었으며, 7월, 8월로 갈수록 개체수가 줄어드는 경향을 보였다. 일반적으로 삼림 토양내 미소절지동물의 개체군 변동은 년 중 2번의 밀도 피크를 보이는데, 3월부터 개체수가 증가하다 5월에 1차 정점을 보이고, 대기의 온도가 증가할수록 개체수는 급감하는 경향을 보인다. 이후 9월부터 다시 개체수가 회복하여 10월에 2차 정점을 나타내고 11월부터 대기온도가 내려감에 따라서 개체수가 감소하고 이후 겨울동안에는 낮은 개체군 동향을 보인다(곽 등 1989; 홍 등 1996). 본 조사는 월별조사를 실시하였으며 인삼의 생육이 왕성한 시기에

고 줄기와 잎이 지상부로 뚜렷하게 나오는 4월부터 11월까지를 대상으로 실시하였다. 따라서 인위적으로 관리된 농생태계는 자연 삼림의 생태계와 단순한 비교는 무리가 있는 것으로 생각된다. 그러나 개체군동향은 일부 유사한 경향으로 봄철(4월)과 가을철(11월)로 나뉘어서 밀도 정점을 보였다. 더 정확한 개체군 동향을 파악하기 위해서는 향후 1년 이상 정량채집을 통하여 확인할 필요성이 있을 것으로 생각된다.

(3) A/C 비율

토양 중 미소절지동물의 구성 경향을 확인하기 위해서는 절대 우점군인 응애와 톡토기의 비율을 확인하였다(홍 등 1996). 각 조사구별 주요 개체군인 응애와 톡토기의 구성비율(Acari/Collembola)을 보면 전체적으로 0.90로 톡토기가 응애보다 비율이 높았다(Fig. 1). A/C 비율과 관련하여 홍 등(1996)이 보고한 0~5 cm 층의 비율 1.14, 5~10 cm 층의 0.73과는 차이를 보이지만 지표면으로부터 0~5 cm 층보다 5~10 cm 층에서는 비교적 비슷한 경향을 보인다. 즉 지표층보다는 조금 더 깊은 층에서 서식하는 비율과 비슷하다. 또한 곽 등(1989)이 보고한 4.18보다 훨씬 낮아 많은 차이를 나타내는 것을 알 수 있었다. 조사구별로는 2년근 재배지에서 2.28로 제일 높았고 1년근 재배지에서 0.13로 가장 낮았다. 계절별 비율은 5월에 5.78로 가장 높았는데 응애가 톡토기보다 5배 이상 많은 개체수가 출현하였으며, 가장 낮았을 때는 8월과 9월의 각각 0.02, 0.04이었다. 이는 톡토기가 응애보다 23배 이상 많이 출현하였음을 알 수 있다. 홍 등(1996)의 조사에서는 비교적 비슷한 경향으로 출현한 결과와는 상이한 결과를 보여주고 있다. 또한 분변토를 사용한 조사구에서 응애가 톡토기보다 2배 이상 많이 출현한 것을 알 수 있다.

2) 토양미생물의 분포

인삼 경작지 토양생물 중 미생물상을 시기별로 조사한 결과는 Figs. 2~3과 같다. 방선균의 분포는 조사기간인 6월부터 11월까지 월평균 0.3~0.9 × 10⁶ cfu g⁻¹ 정도를 나타냈으며, 8월과 9월에 3.9 × 10⁶ cfu g⁻¹로 가장 높았고, 10월과 11월에는 각각 0.3 × 10⁶ cfu g⁻¹, 0.5 × 10⁶ cfu g⁻¹로 가장 낮은 분포를 나타냈다(Fig. 2, left). 한편, 2년근 재배지인 J-2와 경작예정지인 J-0에서는 방선균의 수적변화가 다른 재배지에서보다 3~4월에 급격하게 증가한 경향을 보였는데, 이는 재배지 토양의 특성에 의한 것으로 인삼재배 토양을 일정하게 조성하지 않고 임으로 선정했기 때문인 것으로 생각된다.

곰팡이의 분포는 각 조사지점별 일정한 증감의 경향을 나타냈으며 조사기간별 평균은 0.05~1.17 × 10⁶ cfu g⁻¹

교정표시대로 수정했는데 문장이 어색합니다. 다시 수정해 주세요!!!

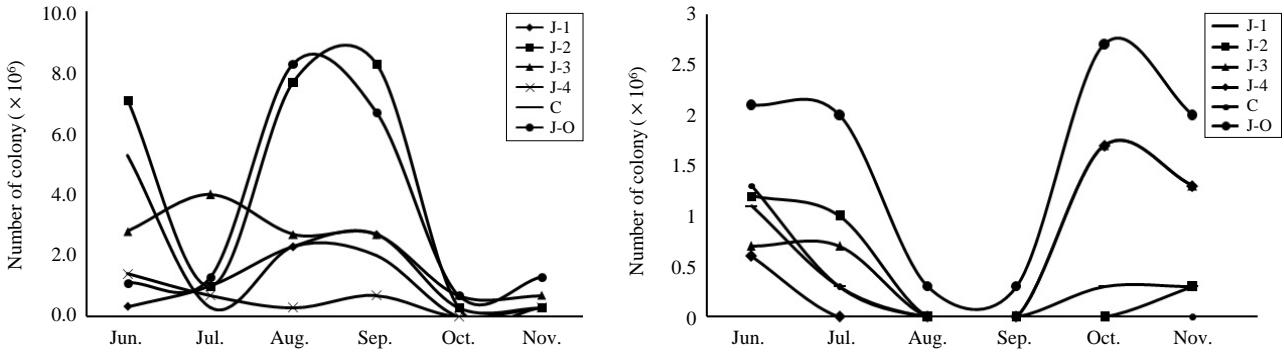


Fig. 2. The number of colony on soil actinomycetes (left) and fungi (right) in the ginseng cultivation from April to November, 2008.

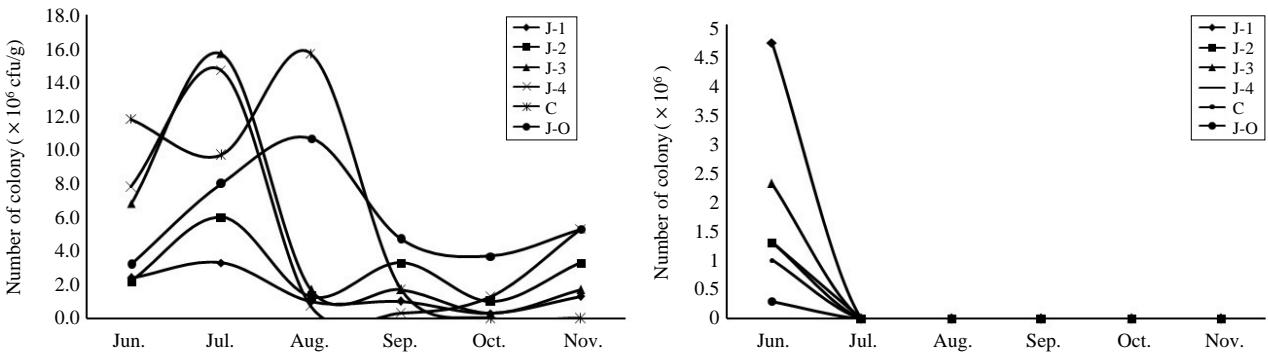


Fig. 3. The number of colony on soil bacteria (left) and fluorescent *pseudomonas* (right) in the ginseng cultivation from April to November, 2008.

정도이었다. 특히, 8월과 9월에는 1~2배 정도 곰팡이의 수가 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2, right). 그러나 경작 예정지인 J-0에서는 다른 경작지에 비해 모든 조사시기에서 곰팡이 수가 더 증가된 수치를 보였으며 시기별 곰팡이 수 증감의 폭이 더 큰 경향을 나타냈다. 이는 인삼이 경작된 토양은 인위적으로 토양상이 조성되었기 때문에 토양조성에 사용된 여러 유기물, 농약, 기타 환경자재를 이용시 토양내의 곰팡이 밀도가 달라질 수 있다는 결론을 얻었다. 또한 곰팡이 수 변화가 경작예정지를 제외한 인삼재배 경작지별로는 비슷한 경향을 보였으며 7~10월 사이의 방선균과 곰팡이 수는 특이한 역수관계를 보이는 것을 알 수 있었다.

세균의 분포는 조사기간별 평균 $1.1 \sim 9.6 \times 10^6 \text{ cfu g}^{-1}$ 정도이었으며, 6, 7, 8월이 8월 이후보다 세균의 수가 더 많은 것으로 조사되었다. 각 조사지점별로는 J-0와 C를 제외하고 일정한 증감의 경향을 나타냈다(Fig. 3, left). 그러나 경작예정지와 분변토를 사용한 경작지인 J-0, C에서는 8월에 최고치를 나타냈으며 8월 이후부터는 감소하는 경향을 보였다. 특히 지렁이 분변토를 처리한 C구는 급격히 낮아졌는데 이는 지렁이 분변토에 의한 원

인으로 보다 정확한 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

형광세균의 분포는 각 조사지점별 일정한 경향을 나타냈으며 조사 시기 초기에는 감지되었으나 7월 이후에는 전혀 분포가 감지되지 않았다. 이와 같은 결과는 토양내의 다른 미생물에 비해 차이를 보이는 결과로 좀더 정확한 원인 구명에 대한 연구가 필요한 실정이다(Fig. 3, right).

이상과 관련하여 Lee(1986)는 사탕무 근권 미생물상을 온실조건과 포장조건에서 조사한 결과 온실조건에서는 세균, 방선균, 곰팡이가 재배초기에는 낮다가 12주후(약 3개월)에 피크를 보였다고 보고하였다. 또한 포장조건에서는 재배후기에 점점 감소하는 경향이 있으며 근권에서는 형광세균이 10^4 cfu g^{-1} 이상 유지하고 있어 근권과 토양조건의 비교에는 무리가 있었으나 재배시기별 토양미생물상의 변화를 알 수 있었다. 유기질 비료 사용에 따른 토양미생물상 변화와 관련하여 황 등(1998)은 유기질 비료를 사용할 경우 토양 미생물의 분포가 달라지며, 세균의 경우 유기질 비료를 첨가한 토양에서 밀도가 증가한다고 보고하였다. 또한 토양내 사상균의 경우

유기질 비료 사용량에 관계없이 비교적 일정한 분포율을 나타냈지만 방선균의 수는 10~100배 이상 증가하였다고 보고하였다. 한편, 외부 환경적 변화에 따른 토양미생물 상은 토양깊이별로 달라지는데 산불발생 후 토양미생물의 밀도 변화 중 표토의 경우 방선균과 곰팡이는 완결 소멸상태이나 세균의 밀도는 감소폭이 적었으며 깊이별로는 지하 10 cm 이상에서는 미생물상에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보고되고 있다(박 등 1999). 또한, 인삼 경작지에서 토양별, 토층별 균류의 분포에 대한 연구로 김 등(1974)은 이병지와 무경작지에서의 토양이 무병지 토양보다 더 많은 균류의 분포를 나타냈으며 표토에 가까울수록 균류의 분포가 많은 경향으로 근권에 특히 많이 분포하였다고 보고하였다. 그밖에 토양수분 함량에 따른 미생물상의 변화로 세균이나 방선균은 담수처리전과 비슷한 밀도를 보인 반면 사상균의 밀도는 급격하게 감소했다고 보고하였다(박 등 1997).

적 요

농생태계 인삼 경작 재배지에서 서식하고 있는 토양미생물상을 확인하기 위하여 전라북도 진안 6개 조사구의 인삼 재배 농가에서 조사하였다. 2008년 4월 부터 11월 까지 채집하여 분류된 미소절지동물은 총 3,101개체였다. 이중 응애류 44.9%, 툭토기 50.1%, 기타 5.0%로 가장 많은 개체수가 출현한 장소는 분변토를 사용한 대조구, 4년근 순으로 나타났으며 월별 밀도소장은 4월, 5월 6월 순이었으며 7월, 8월은 낮은 밀도를 보였다. A/C 비율은 0.90으로 툭토기가 응애보다 비율이 높았다. 토양의 화학적 요인과 개체군 밀도소장과 유의성은 확인되지 않았다. 토양미생물의 분포 중 방선균은 6월부터 11월까지 월평균 $0.3 \sim 0.9 \times 10^6$ cfu g^{-1} 정도를 나타냈으며 8월과 9월에 가장 높았다. 곰팡이는 각 조사지점별 일정한 증감의 경향을 나타냈으며 8월과 9월에는 1~2배 정도 곰팡이의 수가 감소하는 경향을 보였다. 세균의 분포는 조사기간별 평균 $1.1 \sim 9.6 \times 10^6$ cfu g^{-1} 정도이었으며, 6~8월이 8월 이후보다 세균의 수가 더 많은 것으로 조사되었다. 각 조사지점별 일정한 경향을 보인 형광균의 분포는 조사 시기 초기에는 감지되었으나 7월 이후에는 분포가 나타나지 않았다.

사 사

본 실험의 일부를 지도 및 실험하여준 전북대학교 농

생물학과 이왕후 교수와 세균병학 실험실 대학원생에게 고마움을 포함합니다.

참 고 문 헌

- 곽준수, 최성식, 김태홍. 1989. 서울대 광양 연습림내 토양미소 절지동물에 관한 연구. 2. 개체군 밀도와 생물량. 한생태지. 12:203-208.
- 권영립. 1993. 잣나무 조림지내 토양미소 절지동물상에 관한 연구. 3. 토양미소 절지동물의 종류와 분포. 한응곤지. 32:168-175.
- 김정희, 이민웅, 김광포. 1974. 인삼 근부병에 관한 연구. 한국균학회지. 2:15-19.
- 김태홍, 홍 용, 최낙중. 2009. 농생태계 지렁이 생물지표종 선발. 환경생물. 27:40-47.
- 박규진, 유연현, 오승환. 1997. 토양 수분 함량에 따른 인산 뿌리썩음병균 *Cylindrocarpon destructans* 및 토양미생물의 밀도 변화. 한국식물병리학회지. 13:100-104.
- 박동진, 육연수, 김종진, 이상화, 김창진. 1999. 산불 발생 후 토양 미생물의 밀도 변화. 미생물학회지. 35:78-81.
- 양창술, 김종식. 2001. 토양미생물 실험법. 월드사이언스. 453 pp.
- 최성식. 1984. 광릉지역의 토양미소 절지동물상 분석에 관한 연구. 원광대학교논문집. 18:185-235.
- 홍 용, 김태홍, 오영철. 1996. 지리산 피아골 토양미소 절지동물상의 계절적 변화 및 수직분포. 한생태지. 19:393-402.
- 홍 용, 김태홍. 2007a. 농생태계 서식하는 지렁이 종 분포 조사. 환경생물. 25:88-93.
- 홍 용, 김태홍. 2007b. 시설재배지(오이 비닐하우스)의 지렁이 개체군. 환경생물. 25:100-106.
- 황경숙, 유성준, 장기운. 1998. 지속적 농업을 위한 고성능토양의 개발연구-II. 유기질 비료 사용에 따른 토양미생물상의 변화. 한국농화학학회지. 41:457-464.
- Cepeda-Pizarro JG and WG Whitford. 1989. Spatial and temporal variability of higher microarthropod taxa along a transect in a northern Chihuahuan desert watershed. Pedobiologia. 33:101-111.
- Edwards, CA. 2004. Earthworm Ecology. CRC Press. 441pp.
- Hong Y, TH Kim and CH Kim. 1997. Altitudinal distribution and monthly fluctuation of soil pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpionida) at the Piagol, Mt. Chiri. Korean J. Ecol. 20:347-354.
- Lee KE. 1985. Earthworms; their ecology and relationships with soils and land use. Academic Press. New York. 411pp.
- Lee WH. 1986. Studies on the Seed Bacterization of Sugar Beets. Hokkaido Univ. Ph.D Thesis. 153pp.
- OECD. 2001. Guideline for testing of chemicals No. 207. Earthworm, acute toxicity testes. Organization for Economic

Cooperation and Development. Paris.

Park KJ, YH Yu and SH Ohh. 1997. Population variations of *Cylindrocarpon destructans* causing root rot of ginseng and soil microbes in the soil with various moisture contents. Korean J. Plant Pathol. 13:100-104.

Seastedt TR. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. Ann. Rev. Ent. 29:25-

46.

Sgardelis SP and NS Margaris. 1993. Effects of fire on soil microarthropods of a phryganic ecosystem. Pedobiologia. 37:83-94.

Manuscript Received: June 10, 2009
Revision Accepted: September 5, 2009
Responsible Editor: Seung Bum Kim