

## 유기와 관행재배 배 과수원의 무척추동물의 종 다양성 연구\*

김도익\*\* · 김선곤\*\*\* · 고숙주\*\*\* · 강범용\*\*\* · 최덕수\*\*\* · 임경호\*\*\* · 김상수\*\*\*\*

### Biodiversity of Invertebrate on Organic and Conventional Pear Orchards

Kim, Do-ik · Kim, Seon-Gon · Ko, Sug-Ju · Kang, Beom-Ryong ·  
Choi, Duck-Soo · Lim, Gyeong-Ho · Kim, Sang-Soo

This research was carried out to investigate invertebrate fauna with organic and conventional pear orchards, which used four collected methods; soil sampling for soil microorganism, pitfall, malaise, and black light trap for over ground species. Collected species were 37 species, 1,184 individuals in organic and 28 species, 501 individuals by soil sampling in conventional pear fields. Those were 38 species, 646 individuals and 29 species, 440 individuals by pitfall trap, 55 species 650 individuals and 47 species, 508 individuals by malaise trap, and 23 species, 201 individuals and 9 species, 42 individuals by black light trap. Collembola was collected 389 individuals in organic which was 5 times than in conventional in soil sampling. In pitfall trap, that was 183 individuals which was 3 times. The diversity indices of organic pear orchards were 1.956 in May, 2.638 in August and those of conventional was 1.426 in May, 2.011 in August in soil sampling. In pitfall trap, the dominant species were spiders, collembollan, and coleopteran. Among Coleoptera, indicator insects for the evaluation of agricultural environment suggested were *Eusilpha jakowelewi* as organic pear orchard and *Anisodactylus punctatipennis* and *Pheropsophus jessoensis* as conventional. Malaise trap was collected dominant species as Diptera and Hymenoptera of Braconidae and Ichneumonidae. The diversity indices of organic pear orchards were 2.952, 3.120, and 2.010 in pitfall, malaise and black light trap in over ground invertebrate sampling. The highest

---

\* 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 유기농 시범마을 생물 종 다양성 조사분석(과제번호 2009 01010360330010600)의 지원에 의해 이루어진 것임.

\*\* 교신저자, 전남농업기술원 친환경연구소 농업연구사(doik1020@korea.kr)

\*\*\* 전남농업기술원 연구개발국

\*\*\*\* 순천대학교 원예식물의학부

diversity was in malaise trap. The higher diversity indices, the lower dominance indices.

Key words : *organic pear, biodiversity, soil microorganism, pitfall trap, malaise trap, black light trap*

## I. 서 언

우리나라는 경제 발전과 함께 소비자들의 욕구가 다양화되고 있으며 사회전반으로 환경 문제에 대한 관심이 커지면서 고품질 안전 농산물의 수요 증가와 함께 지속가능한 농업, 환경보전에 기여하는 농업으로의 전환 필요성이 점차 커지고 있다. 이러한 추세에 맞춰 저 투입 농업생산기술과 농업생태계의 다양성과 건전성을 위해서 유기농업이 필요하게 되었으며, 유기재배에 의한 유기농산물은 2003년 32,191톤에서 2008년 114,649톤으로 43.1배의 신장을 가져왔다(김과 이, 2009). 유기농업은 생태학적 원칙에 근거한 총체적 관리체계로서 토양의 물리화학적, 생물 종 다양성을 개선하는 등 환경 보전을 통한 지속적인 작물 재배가 가능하게 하는 방법(손, 2007)이며, 유기농업에서 생물의 서식환경 및 생물다양성은 물, 대기, 토양 환경과의 상호 관계에 의해 이루어지고 있어(Cho, 1999), 유기농업과 관행농업이 주변 환경에 미치는 영향을 평가할 필요가 있다.

유기농업에 의한 환경 보전 측면에서 생물다양성 평가가 하나의 지표가 되기도 한다(한 등, 2000; Wolfgang 등, 2003). 생물다양성의 보존은 지속가능한 개발의 중요한 요소로서 최근에는 환경영향평가에 생물다양성을 도입하려는 움직임도 있다(권 등, 2006). 종 다양성은 특정 생태계 내에서 종의 수, 형태 및 분포 또는 종 상호간의 관계를 의미하며 이러한 의미에서 종은 농업에서 이용되는 자원을 제공하며, 토양과 수질의 보호 등에 기여하고 있다(권 등, 2006). 주변 환경과 밀접한 관계를 갖고 있는 생물집단의 생태를 연구하기 위해 일정 공간 내의 생물상을 조사하여 환경의 질을 측정할 수 있는데(최 등, 2007; 최 등 2004), 본 연구에서는 유기 배 과수원과 관행 배 과수원에서 종 다양성을 조사하여 유기배 과수원 생태계의 다양성과 건전성을 평가하기 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사지 및 토양 시료채취

배 과수원은 전남 보성군 벌교읍 마동리이며 유기농업 5년차인 선종옥 농가(1ha)와 관행

송연자 농가(0.8ha)를 선정하였는데 두 농가는 바로 인접해 있다. 유기농가는 기계유유제, 황토유황, 석회유황, 청초액비, 식물추출물 등을 총 9회 살포하여 병해충을 방제하고 있으며, 관행농가는 농약을 12회 살포하고 있었다. 토양 미소동물을 조사하기 위해 과수원 임의의 장소에서 50×50cm의 토양을 깊이 15cm까지 3반복으로 채취하였으며 채취 시기는 2009년 3월 5일과 8월 11일이었다. 채취한 토양은 실험실로 운반하여 육안으로 보이는 지렁이 및 절지동물들을 핀셋으로 수거하여 70% 에탄올에 보관하였으며, 이 토양을 Berlese & Tullgren funnel을 이용하여 나머지 동물들을 추출하였다. 추출 시간은 48시간 이상으로 하였으며 토양의 양이 많아 1 반복당 10개의 funnel을 이용하였다. 추출된 토양 미소절지동물은 해부현미경(10X) 하에서 토양미소동물 대분류를 실시하여 목별로 나누어 개체수를 기록하였다.

## 2. 지상부 채집

지상부에 존재하는 절지동물을 조사하기 위해 pitfall 트랩, malaise 트랩, 유인등을 사용하였다. pitfall 트랩은 한 과수원에 10개를 설치하였는데 나무사이와 나무 바로 밑에 각각 5개씩 최소한 5m 이상 떨어지도록 하였다. 트랩은 플라스틱 통(114×76mm, BioQuip)을 흙바닥과 같은 높이에 설치하였으며 비눗물을 통에 붓고 통 위는 하얀 플라스틱 접시(직경 260mm)를 통과 일정 간격을 유지 시키면서 올려놓았다. 설치는 2009년 5월 30일, 6월 30일, 8월 1일 3회 실시하였는데 설치 3일 후에 수거하여 종을 동정하였다. malaise 트랩은 BioQuip사의 제품을 구입하여 유기와 관행 배 과수원에 1개씩 2009년 6월 1일 설치하였다. 설치 후 10일 간격으로 9회 수거하였으며 트랩 상단의 채집통에는 아세틸렌을 숨에 묻혀 채집된 곤충들이 죽게 하였다. 유아등은 3회 설치하였는데 설치 당일 8시부터 다음날 새벽 2시까지 자외선(black light 4W)에 유인되는 곤충이 망 안으로 들어오게 하여 채집하였다. 채집은 2009년 5월 30일, 6월 30일, 8월 1일 3회 실시하였다.

## 3. 균집분석

각 조사지점의 개체수를 바탕으로 제1, 제2 우점종을 선정하였고, 우점도 지수는 McNaughton's dominance index(DI)를 이용하여 산출하였다(McNaughton, 1967).

다양도 지수는 Margalef(1958)의 정보이론에 의하여 도출된 Shannon-Wiever function(H') (Pielou, 1969)을 이용하였으며, 종 풍부도 지수는 Margalef(1958) 지수를, 균등도 지수는 Pielou(1975)의 식을 사용하였다.



Order	Soil				Pitfall				Malaise				Black light				
	Org.		Con.		Org.		Con.		Org.		Con.		Org.		Con.		
	S*	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	
Oribatida	1	238	1	195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isopoda	1	4	0	0	1	6	1	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Symphyla	-	-	-	-	1	10	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geophilomorpha	1	4	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scolopendromorpha	1	11	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	1	
Cryptodesmidae	1	13	1	6	1	4	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Collembola	3	389	3	69	3	183	2	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diplura	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odonata	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0	0					
Orthoptera	1	1	0	0	1	1	1	2	3	5	3	6	1	2	0	0	
Isoptra	1	56	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thysanoptera	1	4	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemiptera	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	3	-	-	-	-	-
Homoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	5	60	3	14	6	33	1	2	
Neuroptera	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	1	1	2	0	0	
Coleoptera	7	72	5	26	9	188	5	190	3	26	3	39	6	19	2	7	
Hymenoptera	4	88	1	4	3	100	3	5	21	153	17	61	2	3	1	1	
Diptera	2	22	2	7	4	17	4	78	8	353	7	351	3	128	2	29	
Lepidoptera	1	2	1	3	-	-	-	-	8	25	6	15	4	14	2	2	
	37	1,184	28	501	38	646	29	440	55	650	47	508	23	201	9	42	

\* S: No. of Species, P: No. of population

토양채취에 의한 토양동물들의 분포는 Table 2와 같다. 유기재배지에서 3월에는 24종 503마리, 8월에 37종 681마리가 채집되었으며 관행재배지에서는 3월과 8월에 각각 17종 145마리, 24종 356마리가 채집되었다. 월동이 끝난 직후인 3월의 조사에서 톱토기목과 응애류, 거미류가 가장 많이 채집되었다. 날개응애류는 산림 생태계 내에서 밀도가 매우 높아 톱토기와 더불어 우점군을 이루고 있으며(Choi, 1984; Park 등, 1996), 생태계 내에서 낙엽의 분해자와 식균자로 에너지 흐름과 물질 순환에 중요한 위치를 점하고 있는데(Seasteds, 1984), 본 시험에서도 유기 재배지에서 더 많은 개체수가 출현하여 유기재배지에서의 물질 순환이 더 잘 되고 있음을 보여 주고 있었다. 지렁이는 3월 조사에서 3마리만 채집되었는데 8월

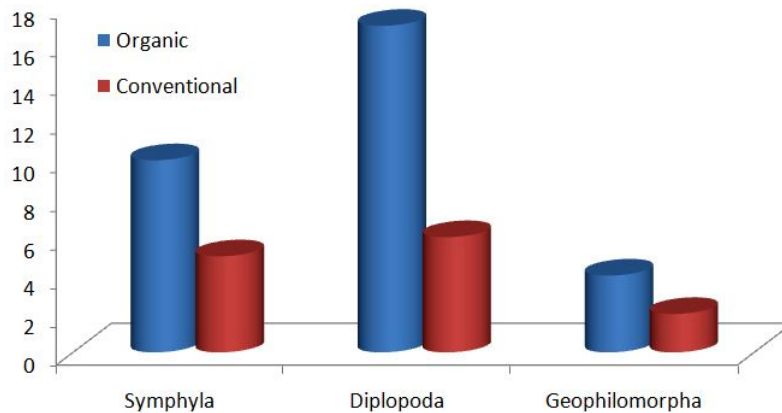
Table 2. List of invertebrate organism collected March and August in soil on organic and conventional pear orchards

Phylum	Class	Order	Family	Scientific name	5 Mar.		11 Aug.	
					O*	C	O	C
Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Limacidae	<i>Deroceras reticulatum</i>	0	2	1	0
Annelida	Oligochaeta	Plesiopola	Enchytraeidae	1 sp.	3	0	25	16
				2 sp.	0	0	20	13
				3 sp.	1	0	10	15
		Opisthopora	Megascolecidae	1 sp.	0	0	6	5
				2 sp.	0	0	4	7
Arthropoda	Arachnida	Araneae	Theridiidae	1 sp.	30	3	4	2
			Clubionidae	1 sp.	10	2	2	1
			Zoridae	1 sp.	6	1	2	0
Acari	Actinedida				53	33	55	39
	Acaridida				20	25	26	10
	Oribatida				34	22	204	173
Crustacea	Isopoda	Armadillidiidae	<i>Porcellio scaber</i>	0	0	4	0	
Chilopoda	Geophilomorpha			0	0	4	3	
	Scolopendromorpha			2	2	9	9	
Diplopoda	Cryptodesmidae			0	2	13	4	
Insecta	Collembola	Hypogastruridae		132	22	57	15	
		Entomobryidae		99	10	55	11	
		Isotomidae		16	11	30	0	
	Diplura	Campodeidae		1	1	1	0	
	Orthoptera	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	0	0	1	0	
	Isoptra	Rhinotermitidae	1 sp.	44	0	12	0	
	Thysanoptera	Thripidae	1 sp.	3	1	1	1	
	Coleoptera	Harpalidae	1 sp.	2	0	16	9	
		Silphidae	1 sp.	4	0	12	7	
		Scarabaeidae	1 sp.	0	0	11	5	
			2 sp.	0	0	8	3	
			3 sp.	0	0	8	0	
		Cerambycidae	1 sp.	0	0	8	2	
		Curculionidae	1 sp.	0	0	3	0	
	Hymenoptera	Myrmicinae	1 sp.	3	0	42	4	
		Ponerinae	1 sp.	12	0	15	0	
		Formicinae	1 sp.	5	0	3	0	
			2 sp.	4	0	4	0	
	Diptera	Tabanidae	1 sp.	10	5	3	1	
		Scatophagidae	1 sp.	8	1	1	0	
	Lepidoptera	Nocturidae	1 sp.	1	2	1	1	
Species				24	17	37	24	
Population				503	145	681	356	

\* O: Organic, C: Conventional

조사에서 유기재배지에는 65마리, 관행 56마리로 재배 방식에 따른 밀도 차이는 크지 않았다. 김 등(2009c)은 유기합성 농약을 사용한 과수 재배포장에서 지렁이과의 *Aporrectodea tuberculata*가 65개체, 사용하지 않은 포장에서 26개체가 출현하였으나 개체수가 부족하여 지표 후보종으로 하기에는 더 많은 연구가 필요하다고 보고한바 있다. 지렁이는 토양내에서 토양구조, 통기성 배수를 원활하게 하는 공헌자로 중요하며 산성 토양의 개량에도 효과가 있으며(홍과 김, 2007), 여러 종류의 유기물 섭취와 미생물과 상호작용, 영양물질의 효율성을 증가시키고 토양내 질소와 탄소의 재순환에 중요한 인자이다(Edwards and Bohlen, 1996). 본 시험에서 유기재배와 관행재배 간의 차이가 크지 않아 판단하기가 어려웠지만 추후 지렁이만을 중심으로 지속적인 연구 수행이 필요한 부분이었다. 딱정벌레목은 먼지벌레, 송장벌레, 반날개, 풍뎅이 등이 주를 이루었는데 유기재배지에서는 3월 보다는 8월에 66마리가 채집되어 관행재배의 27마리보다 더 많아 딱정벌레목이 생물지표종이 될 가능성이 많았다. 특히 곤충은 환경 스트레스에 신속히 반응하며, 세대기간이 짧고 채집과 종 동정이 비교적 쉽고 지리적으로 널리 분포하기 때문에 지표종이 될 가능성이 높은 경향이다.

青木(1996)은 토양동물을 3그룹으로 분류하여 자연도를 평가하였는데, A그룹은 환경에 저항성이 가장 약한 종으로 장님거미, 와충류, 육패류, 노래기, 땅지네, 개미사돈, 애지네, 옆새우, 줍류, 육산갯강구 등 10종을 선정하였으며 B그룹은 환경 저항성 중간 종, C그룹은 환경 파괴에 대해 저항성이 강한 종으로 분류하였는데, 본 시험에서 애지네, 노래기, 땅지네가 A 그룹에 속한 종으로서 유기재배지와 관행재배지 모두 출현하였으나 개체수로는 유기재배지에서 더 많이 출현하여 유기재배지의 토양 환경이 더 양호한 것으로 판단되었다 (Fig. 1).



\* Natural Grade Group classified three part by 青木(1996), A: sensitivity species by environment, B: medium, C: resistance species.

Fig. 1. Number of population including natural grade group A species on soil of pear orchards.

Table 3. Biodiversity of micro organism on soil on pear orchards

Time	Cultivation	Diversity Index (H')	Eveness Index (EI)	Richness Index (RI)	Dominance Index (DI)
5 Mar.	Organic	1.956	2.721	2.278	0.464
	Conventional	1.426	1.877	1.826	0.788
11 Aug	Organic	2.638	3.837	5.454	0.147
	Conventional	2.011	2.318	3.938	0.183

유기재배지의 종 다양도는 3월에 1.956, 8월에 2.638로 관행의 1.426, 2.011보다 더 높아 유기 재배지에서 생물 다양성이 더 높음을 알 수 있었다(Table 3). 이 등(2003)은 친환경 농업 시범마을의 생물다양성이 다양하고 개체수가 많아 생태계의 개선과 토양이 건전화 된 것으로 평가 한바 있으며, 김 등(2009b)도 보성군 별교읍 마동리의 같은 마을에서 논외 저서성 무척추 동물을 조사한 결과 유기농업 논에서 종수가 3종이 많았고 개체수도 870마리로 관행 논 보다 3.6배 많았다고 하였는데, 과수원의 결과에서도 유기 농업 재배시 종 다양성이 더 높아 유기 농업이 생태계를 더 안정화 시킬 수 있음을 보여 주고 있었다.

Table 4. List of invertebrate organism on pitfall trap on organic and conventional pear orchards during growing season

Order	Family	Scientific name	Organic				Conventional			
			M*	J	A	T	M	J	A	T
Stylommatophora										
	Limacidae	<i>Deroceras reticulatum</i>	1	1	3	5	0	0	0	0
Araneae	Linyphiidae	1 sp.	0	1	0	1	3	3	2	8
	Araneidae	1 sp.	3	3	7	13	0	2	0	2
	Atypidae	<i>Calommata signata</i>	1	1	2	4	7	6	2	15
	Lycosidae	<i>Alopecosa virgata</i>	1	2	2	5	0	0		0
		<i>Arctosa ebicha</i>	1	1	1	3	1	1	1	3
		<i>Pirata subpiraticus</i>	2	4	7	13	1	2	1	4
	Zoridae	<i>Zora nemoralis</i>	5	4	40	49	6	10	5	21
	Thomisidae	<i>Coriarachne fulvipes</i>	2	3	2	7	0	0	0	0
		<i>Ozyptila nongae</i>	0	3	2	5	0	1	0	1
		<i>Xysticus ephippiatus</i>	0	1	2	3	2	2	0	4
		<i>X. atrimaculatus</i>	0	3	3	6	0	0	0	0
		1 sp.	1	5	3	9	0	0	6	6



Order	Family	Scientific name	Organic				Conventional			
			M*	J	A	T	M	J	A	T
	Salticidae	<i>Mymarachne japonica</i>	1	1	1	3	0	0	0	0
		1 sp.	1	7	3	11	1	0	1	2
Isopoda	Armadillidiidae	<i>Porcellio scaber</i>	1	2	3	6	7	27	1	35
Symphyla			0	5	5	10	1	1	3	5
Cryptodesmidae			0	2	2	4	0	1	1	2
Collembola	Hypogastruridae		35	32	32	99	0	10	32	42
	Entomobryidae		14	15	35	64	0	5	10	15
	Isotomidae		0	10	10	20	0	0	0	0
Orthoptera	Pyrgomorphidae	<i>Atractomorpha lata</i>	0	0	1	1	1	1	0	2
Coleoptera	Carabidae	<i>Damaster jankowskii</i>	0	0	1	1	1	0	0	1
		<i>D. sonaragdinus</i>	0	0	2	2	0	0	0	0
	Harpalidae	<i>Dolichus halensis</i>	2	24	3	29	8	7	6	21
		<i>Anisodactylus punctatipennis</i>	32	32	8	72	35	69	5	109
	Brachinidae	<i>Pheropsophus jessoensis</i>	1	18	2	21	4	54	0	58
	Silphidae	<i>Eusilpha jakowlewi</i>	7	46	4	57	0	0	0	0
	Aphodiidae	1 sp.	1	0	1	2	0	0	0	0
	Cetoniidae	1 sp.	2	0	0	2	0	0	1	1
		2 sp.	2	0	0	2	0	0	0	0
Hymenoptera	Myrmicinae	1 sp.	2	14	15	31	1	1	0	2
	Ponerinae	1 sp.	2	30	10	42	0	1	0	1
	Formicinae	1 sp.	2	20	5	27	0	2	0	2
Diptera	Tabanidae	1 sp.	3	1	0	4	0	38	0	38
		1 sp.	3	2	0	5	0	20	0	20
	Scatophagidae	1 sp.	2	0	0	2	0	10	0	10
		2 sp.	2	4	0	6	0	10	0	10
Species			25	29	31	38	15	21	15	29
Population			132	297	217	646	79	284	77	440

\* Collecting date; M: 30 May, J: 30 June, A: 1 August, T: Total

Pitfall 트랩을 3회 설치하여 조사한 생물 종은 유기 재배에서 38종 646마리, 관행재배에서 29종 440마리 출현하였다. 주로 출현한 종들은 거미류, 톱토기류, 딱정벌레 등이었다 (Table 4). 이들 종은 3월과 8월보다는 6월에 더 많은 개체수가 출현하여 이시기가 월동에서

완전히 깨어나 생명활동을 시작하기 때문에 판단된다. 유기 재배지와 관행재배지의 나무 바로 밑과 나무사이에서 pitfall 트랩에 채집된 종을 보면 두 지역 모두 나무 바로 밑에서 종수와 개체수가 더 많았다(Fig. 2). 이것은 토양동물들이 토질보다는 식생의 차이에 의해 영향을 받는다는 보고(Pearse, 1946; 김 등, 2009a)가 있는데 나무 사이에는 일반 잡초만 존재하고 나무 밑에는 잡초보다는 배나무 뿌리가 있어 먹이의 종류가 더 많기 때문으로 해석된다.

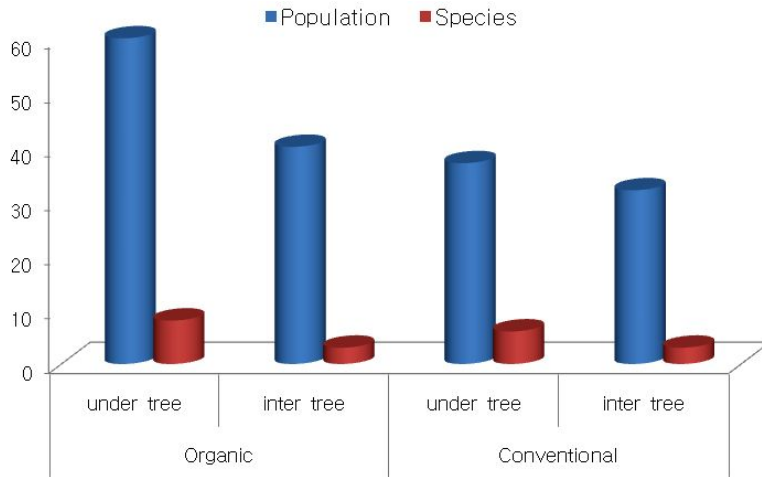


Fig. 2. Number of soil organism species and population of under and inter pear tree in pitfall trap.

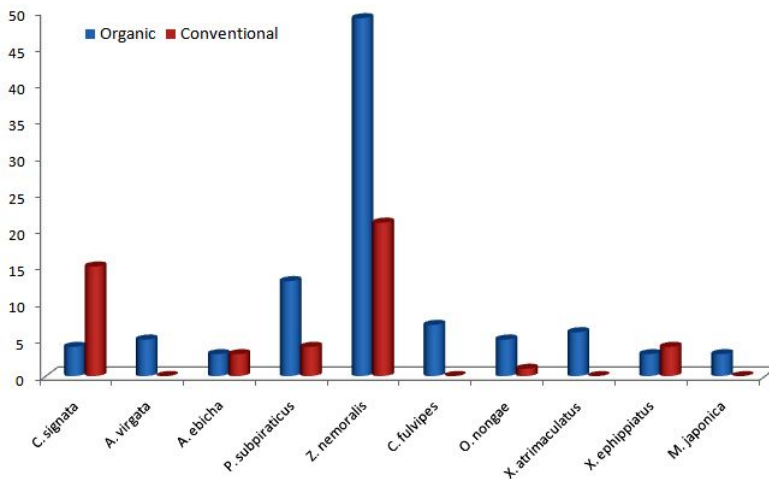


Fig. 3. Number of spider population in pitfall trap of pear orchards.

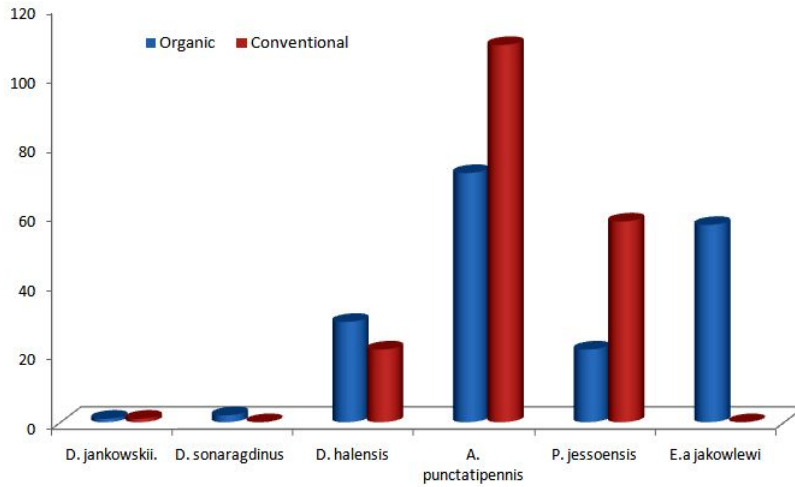


Fig. 4. Number of coleopteran population in pitfall trap of pear orchards.

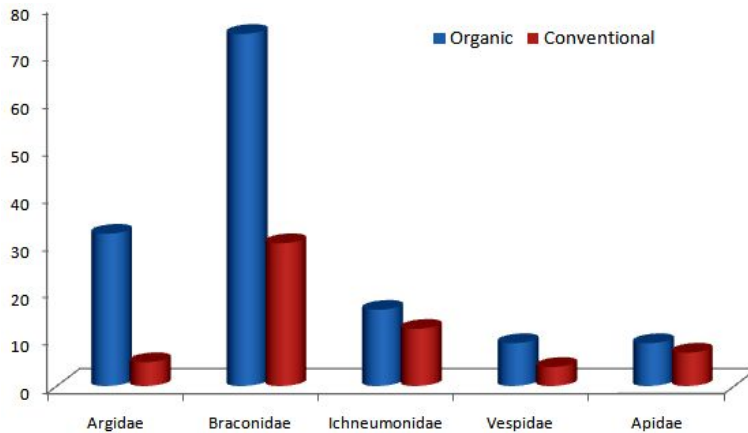


Fig. 5. Number of hymenopteran population in malaise trap of pear orchards.

거미류는 먹이 습성에 따라 배회성 거미와 지중성 거미로 나뉘는데 천적으로서의 연구가 주로 논 재배에서 이루어지고 있다(Hamamura, 1969). 거미는 해충보다 발생경과가 길기 때문에 한번 살충제 등에 의해 영향을 받으면 밀도 회복 속도가 해충을 따르지 못하기 때문에 해충 방제를 해야 하고 이 때문에 거미의 밀도가 감소하게 되는 생태계의 악순환이 일어날 수 있는 개체군에 속한다(최와 남궁, 1976). 따라서 유기 재배지에서 거미의 출현이 더 많은 것은 생태계를 이루는데 보다 유리한 조건이 될 수 있을 것으로 보인다. 유기재배지에는 수풀오소리 거미의 출현이 가장 많았는데 이 종은 풀사이나 낙엽층을 배회하는 특성이 있어 더 많이 채집된 것으로 보이며 그 외에 채찍늑대거미, 꼬마게거미, 점게거미 등은 유기재배지에서만 출현하여 이들 종이 지표종이 될 가능성이 있었다(Fig. 3).

딱정벌레는 유기재배지에서 186마리, 관행재배지에는 190마리가 출현하였다. 전체 마리수로 보면 관행 재배지가 더 많지만 종수는 유기재배지가 9종, 관행재배지는 5종만이 출현하였다(Fig. 4). 종별로 개체수를 보면 관행재배지에서는 점박이먼지벌레가 109마리로 유기재배지의 72마리보다 많았으며 폭탄먼지벌레도 관행 58마리, 유기 21마리로 이들 종은 관행재배지에서 특이하게 높았다. 그러나 큰넓적송장벌레는 관행에는 전혀 출현하지 않았으며 유기재배지에서만 57마리로 출현하여 이들 종이 관행과 유기재배지의 지표 생물이 될 가능성이 높았다. 최 등(2004)은 홍천과 양평의 농경지 주변에 서식하는 곤충 종을 조사하여 홍천A 지역은 등빨간먼지벌레, 홍천B 지역과 양평지역은 남방폭탄먼지벌레와 좀방울벌레가 이들 지역의 지표곤충으로 선발 되어야 할 것이라고 보고한바 있는데, 생물지표 종들이 환경영향평가 도구로 유용하기 때문에, 같은 지역이라도 농법에 따라 지표생물을 다르게 설정할 필요가 있었다.

Malaise 트랩에 의한 곤충종은 벌목, 파리목이 많이 채집되었다(Table 1). 채집종 중에 벌류는 고치벌과 맵시벌이 주를 이루었다(Fig. 5). 관행재배지에는 초파리가 많이 채집되었으며 다른 파리류는 비슷한 수준이었으나 유기재배지에서는 털검정파리가 더 많이 채집되었다(Fig. 6). 또한 유아등에 유인된 절지동물은 주로 파리와 나비류가 많았다. 정 등(2005)은 딱정벌레목의 채집방법별 출현상 비교 분석에서 유아등은 크기가 작고 비행성이 강한 종이, pitfall 트랩에는 크기가 크고 육식성 또는 부식성인 종들이 많이 출현하며 채집 방법간 유사도는 상관성이 매우 낮았다고 보고하면서 유아등, pitfall 트랩, sweeping 모두 사용하는 것이 다양성 연구에 필요하다고 하였다. 그러나 본 시험에서는 전술한 바와 같은 원인 때문에 유아등에 의한 채집 개체수와 종수가 너무 낮아 다양성을 비교하는 시험에서 굳이 사용하지 않아도 될 채집 방법으로 판단되었다.

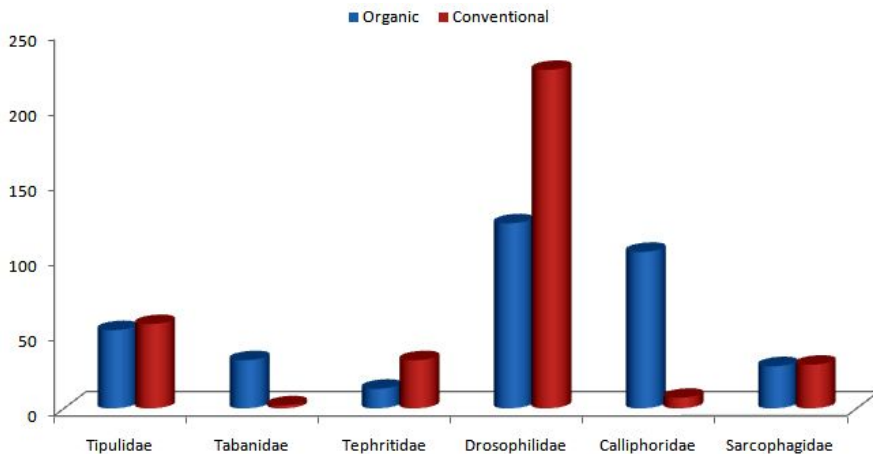


Fig. 6. Number of dipteran population in malaise trap of pear orchards.

Table 5. Biodiversity of invertebrate on pear orchards by different collecting methods

Trap	Cultivation	Diversity Index (H')	Evenness Index (EI)	Richness Index (RI)	Dominance Index (DI)
Pitfall	Organic	2.952	5.159	5.713	0.263
	Conventional	2.587	3.921	4.440	0.379
Malaise	Organic	3.120	5.535	8.337	0.349
	Conventional	2.398	2.812	7.383	0.551
Black light	Organic	2.010	2.349	4.148	0.632
	Conventional	1.507	2.033	2.140	0.690

이상의 결과를 바탕으로 채집 방법별 지상부의 종 다양성을 분석한 결과(Table 5), pitfall 트랩의 종 다양도가 유기재배지에서 2.952, 관행 2.587이었으며, malaise 트랩은 유기 3.120, 관행 2.398, 유아등은 유기 2.010, 관행 1.507로 나타나 malaise 트랩에서의 종 다양도가 가장 높았다. 반면 종 다양도가 낮은 유아등에서는 우점도가 유기 0.632, 관행 0.690으로 아주 높게 나타났다. 다양도 지수는 유기재배지에서 관행재배지 보다 모든 방법에서 높게 나타났는데, 다양도 지수는 군집의 종 풍부 정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타내기 때문에(이 등, 2005), 본 연구에서도 유기 배 과수원의 생물 군집이 더 균형이 있음을 알 수 있었다.

#### IV. 적 요

유기 배 과수원의 생물종 다양성을 조사하기 위해 토양 미소동물은 토양채취를 하였으며 지상부의 생물 조사는 pitfall 트랩, malaise 트랩, 유아등을 사용하여 채집하였다. 토양채취에서는 유기재배에서 37종 1,184마리, 관행 재배 28종 501마리였으며 pitfall 트랩에서는 각각 38종 648마리, 29종 440마리였다. malaise 트랩과 유아등에서는 각각 55종 650마리, 47종 508마리와 23종 201마리, 9종 42마리였다. 토양채취에서 톡토기목이 389마리로 많이 채집되었는데 관행재배지 보다 5배 이상 많이 채집되었으며 pitfall 트랩에서도 183마리로 3배 이상 채집되어 지표생물로 선발되었다. 토양미소동물의 유기재배지의 종 다양도는 3월에 1.956, 8월에 2.638로 관행의 1.426, 2.011보다 더 높아 유기 재배지에서 생물 다양성이 더 높았다.

Pitfall 트랩에서 주로 출현한 종들은 거미류, 톡토기류, 딱정벌레였다. 딱정벌레 중에 관행재배지에는 점박이먼지벌레, 폭탄먼지벌레가 유기재배지에서는 큰넓적송장벌레가 지표

생물이 될 가능성이 높았다. malaise 트랩에 의한 곤충종은 벌목, 파리목이 많이 채집되었으며, 그중에서 벌류는 고치벌과 맵시벌이 주를 이루었다. 지상부 생물의 종 다양성 조사 결과, pitfall 트랩의 종다양도가 유기재배지에서 2.952, 관행 2.587이었으며, malaise 트랩은 유기 3.120, 관행 2.398, 유아등은 유기 2.010, 관행 1.507로 나타나 malaise 트랩에서의 종 다양도가 가장 높았다.

[논문접수일 : 2010. 2. 26. 논문수정일 : 2010. 9. 24. 최종논문접수일 : 2010. 10. 5]

## 참 고 문 헌

1. 권영한·노태호·이현우·정홍락. 2006. 환경평가에 있어 생물다양성 항목의 도입방안. 한국환경정책평가연구원. 161p.
2. 김명현·방혜선·한민수·홍혜경·나영은·강기경·이정택·이덕배. 2009a. 식생유형이 토양무척추동물 분포에 미치는 영향. 한국환경농학회지 28(2): 125-130.
3. 김종선·김도익·김선곤·강범용·고숙주·임경호·김홍재. 2009b. 유기농업논에서 저서성 대형무척추 동물의 다양성. 한국유기농업학회지 17(2): 193-209.
4. 김충실·이상호. 2009. 친환경 농산물에 대한 소비자와 유통업자의 구매의향 비교분석. 한국유기농업학회지 17(3): 291-306.
5. 김태홍·홍용·최낙중. 2009c. 농생태계 지령이 생물지표종 선발. Korea. J. Environ. Biol. 27(1): 40-47.
6. 박근호·조수원. 2007. 채집방법과 시기 및 빈도에 따른 곤충의 다양성 비교. 한웅곤지 46(3): 375-383.
7. 손상목. 2007. 유기농업. 330p. 향문사.
8. 이승일·정종국·최재석·권오길. 2005. 연엽산 일대 딱정벌레목의 군집구조 및 계절적 변동에 관한 연구. Korean. J. Environ. Biol. 23(1): 71-88.
9. 이종남·고병구·노기안·한민수·김민경·곽한강·박문희. 2003. 친환경 농업 시범마을에 대한 환경 영향 평가. 한국환경농학회지 22(4): 246-250.
10. 정종국·이승일·최재석·권오길. 2005. 채집법에 따른 연엽산 일대 딱정벌레목의 출현상 비교 분석. Korean. J. Environ. Biol. 23(3): 228-237.
11. 青木淳一. 1996. 일본 토양동물학의 연구 발전사와 현황. 한토동지 19(1): 62-67.
12. 최성식. 1996. 토양동물학. 원광사. 488p.
13. 최성식·남궁준. 1976. 논에 서식하는 거미의 조사(I). 한국식물보호학회지 15(2): 89-93.

14. 최영철 · 김종길 · 최지영 · 김원태 · 심하식 · 박병도. 2007. 곤충다양성 지수를 이용한 도시 및 공단지역 농경지 환경평가. *한응곤지* 46(3): 363-373.
15. 최영철 · 박해철 · 김종길 · 심하식 · 권오석. 2004. 농업환경 평가를 위한 지표곤충 선발. *한응곤지* 43(4): 267-273.
16. 최영철 · 박해철 · 김종길 · 심하식 · 권오석. 2004. 농업환경평가를 위한 지표곤충 선발. *한응곤지* 43(4): 267-273. 삭제요망
17. 한민수 · 강기경 · 김진호 · 김세근 · 고문환 · 박형만. 2000. 논농사에 있어서 생물 다양성 평가. *농과원 농환연보* 128-137.
18. 홍용 · 김태홍. 2007. 농생태계에 서식하는 지렁이 종 분포조사. *Korean. J. Environ. Biol.* 25(2): 88-93.
19. Cho, D. G. 1999. A study on the effects of the biodiversity increase after construction of the artificial wetland. 114p. Graduate School, Seoul National University.
20. Choi, S. S. 1984. Studies on the analysis of soil microarthropod community in Gwangreung area. *Wonkwang University Research Collection* 18: 185-235.
21. Edwards, C. A. and P. J. Bohlen. 1996. *Biology and ecology of earthworms*. Chapman and Hall.
22. Hamamura, T. 1969. Seasonal fluctuation of spider population in paddy field. *Acta Arach* 22(2): 40-50.
23. Longino, J. T. and R. K. Colwell. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Application* 7: 1263-1277.
24. Magalof. R. 1958. Information theory in ecology. *General systematics* 3: 36-71.
25. McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties of California Glassland. *Nature* 216: 168-198.
26. Park, H. H., C. E. Jung, J. H. Lee and B. Y. Lee. 1996. Soil microarthropods fauna at the Namsan and Gwangreung. *Korean J. Soil Zoology* 1: 37-47.
27. Pearse, A. S. 1946. Observations on the microfauna of the Duke forest. *Ecol. Monogr.* 16(2): 127-150.
28. Pielou, E. C. 1969. *An introduction to mathematical ecology*. Wily Interscience, pp. 29-331.
29. Pielou, E. C. 1975. *Ecological diversity*. Wiley, Nwe York. 165p.
30. Seasteds, T. R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Ann. Rev. Entomol.* 29: 25-46.
31. Wolfgang B., A. Harenberg, J. Zimmerman, and B. Wei. 2003. Biodiversity, the ultimate agri-conventional indicator? Potential and limits for the application of faunistic elements as gradual indicators in agroecosystem. *Agriculture Ecosystem & Environment* 99-123.