

## 유기농업 논과 과수원에서 생물다양성

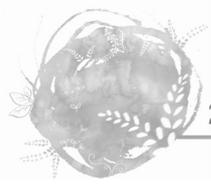
김도익\*, 고숙주, 최덕수, 강범용, 임경호, 김선곤, 김종선

전남농업기술원 친환경연구소, 전남대학교 생물학과

### 1. 서론

최근 경제 발전과 함께 소비자들의 욕구가 다양화되고 있으며 사회전반으로 환경문제에 대한 관심이 커지면서 고품질 안전 농산물의 수요 증가와 함께 지속가능한 농업, 환경보전에 기여하는 농업으로의 전환 필요성이 점차 커지고 있다. 이러한 추세에 맞춰 저투입 농업생산기술과 농업생태계의 다양성과 건전성을 위해서 유기농업이 필요하게 되었으며, 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. 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).

저서성대형무척추동물은 하천 바닥의 돌이나 모래 등에 서식하는 저서동물의 일종으로 이동능력이 낮고, 서식환경과 수질오염정도에 따라 독특한 분포를 보여서 수질오염을 평가하는 지표생물로 이용되고 있고(Surdic & Gaufin, 1978), 동물지리학적 정보와 동정, 분류 등 학술자료로서도 중요하게 여겨지고 있다. 인류가 농경사회로 전환되면서 이어져온 논농사는 논 자체가 쌀의 생산지이기도 하지만 유기물을 정화하고 저서성대형무척추동물의 서식의 장으로서도 큰 역할을 하였으나 인구 증가에 따라 대량생산의 체계로 전환하면서 사용되어진 화학 비료와 농약(김 등, 1990)은 저서성대형무척추동물의 서식을 제한하게 되었고(한 등, 2000; 한, 2000; 한 등, 2003), 생물농축현상으로 인한 피해를 인식하게 되면서 최근 들어 화학비료와 농약의 폐해를 줄이고자 이들의 사용을 최대한 자제하는 유기농의 논농사 재배지가 늘고 있다. 논 생태계는 안정적인 물질순환이 이루어지는 자연생태계와는 달리 종 다양성과 안정성이 낮고 영속성이 없다는 특징을 가지고 있다. 논 생태계는 짧은 기간 동안 논 작업, 화학 비료와 농약의 과다사용 등으로 인한 오염문제와 농산물 안전성 문제가 대두되고 있고, 국제적으로도 지속가능한 농업 저투입 농업기술 개발 및 적용에 따라 생태적으



로 건전한 농업 방법이 요구되고 있다(Wolfgang et al., 2003).

본 연구는 화학비료와 농약 등을 사용하는 기존의 관행농업 지역과 이들의 사용을 최소화한 유기벼와 배 재배지를 선정하여 두 지역에서 서식하고 있는 저서성대형무척추동물 및 절지동물을 조사하여 논과 배과수원 생태계 다양성 보존과 복원을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 유기벼 재배지

저서성대형무척추동물의 채집은 뜰채(직경 30cm, 망목 1mm)를 이용하여 관행농법지역과 유기농법 지역에서 채집을 실시하였는데, 생태지수를 파악하기 위해 물이 들어오는 입구와 물이 빠져나가는 출구, 그리고 하상의 저니를 각각 1회씩의 정량채집 했고, 전체 다양성을 파악하기 위한 정성채집 1회 등 각각의 지역에서 4회씩 총 8회의 채집을 실시하였는데, 1차 조사는 2008년 7월 3일, 2차 조사는 8월 12일에 실시하였다. 조사지역은 전남 보성군 벌교읍 마동리 강대인 농가의 논을 유기농업 논으로 선정하였으며, 주변 500미터 떨어진 농가의 논을 관행논으로 선정하여 조사하였다. 관행논 이앙은 6월 1일로 재식밀도는 30×14cm, 시비량은 9.0-4.5-5.7(N-P-K, kg/10a) 수준이었다. 병해충 방제를 위해 이앙 하루전에 다카바 입제를 육묘상자에 50g씩 살포하였으며 7월 30일과 8월 25일에 벼멸구약제인 프로탄과 코니도를 살포하였다. 유기농 논 이앙은 5월 26일로 재식밀도는 30×21cm이며 시비는 쌀겨 300kg/10a만 투입하였는데 쌀겨의 성분함량은 T-N 2.1%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4.5%, K<sub>2</sub>O 2.4% 수준이었다. 채집된 시료는 Kahl's 용액에 고정하여 2-3일 후 75% Ethanol에 옮겨 보존하였다. 각 지점별 채집된 표본은 해부현미경 하에서 동정한 후 개체수를 산출하여 균집분석 자료로 이용하였다.

### 2. 유기배 재배지

#### 가. 조사지 및 토양 시료채취

배 과수원은 전남 보성군 벌교읍 마동리이며 유기농업 5년차인 선종옥농가(1ha)와 관행 송연자농가(0.8ha)를 선정하였는데 두 농가는 바로 인접해 있다. 유기농가는 기계유유제, 황토유황, 석회유황, 청초액비, 식물추출물 등을 총 9회 살포하여 병해충을 방제하고 있으며, 관

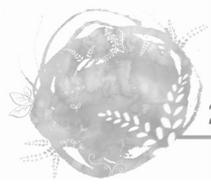
행농가는 농약을 12회 살포하고 있었다. 토양 미소동물을 조사하기 위해 과수원 임의의 장소에서 50X50cm의 토양을 깊이 15cm까지 3반복으로 채취하였으며 채취시기는 2009년 3월 5일과 8월 11일이었다. 채취한 토양은 실험실로 운반하여 육안으로 보이는 지렁이 및 절지동물들을 핀셋으로 수거하여 70% 에탄올에 보관하였으며, 이 토양을 Berlese & Tullgren funnel을 이용하여 나머지 동물들을 추출하였다. 추출 시간은 48시간 이상으로 하였으며 토양의 양이 많아 1 반복당 10개의 funnel을 이용하였다. 추출된 토양 미소절지동물은 해부현미경(10X)하에서 토양미소동물 대분류를 실시하여 목별로 나누어 개체수를 기록하였다.

#### 나. 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 5m이상 떨어지도록 하였다. 트랩은 플라스틱 통(114X76mm, BioQuip)을 흙바닥과 같은 높이에 설치하였으며 비눗물을 통에 붓고 통위는 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 솜에 묻혀 채집된 곤충들이 죽게 하였다. 유인등은 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. 군집분석

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.



### III. 결과 및 고찰

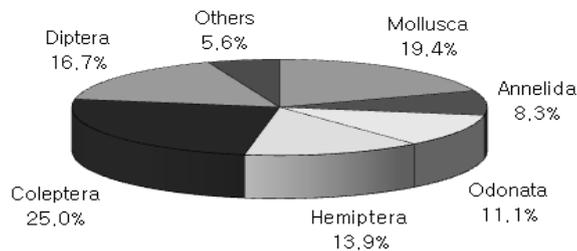
#### 1. 유기벼 재배지

##### 가. 조사기간 동안 출현한 저서성대형무척추동물상

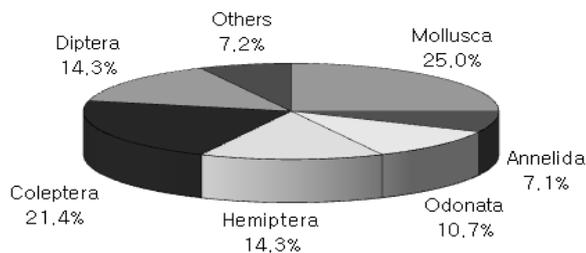
본 조사에서 출현한 전체 저서성대형무척추동물은 총 3문 5강 13목 25과 32속 36종으로 나타났다(Table 1).

출현 분류군별 조성을 살펴보면, 절지동물문에 속하는 수서곤충류가 6목 15과 22속 26종으로 전체 분류군의 72.2%로 다수를 차지하였고, 이외에 연체동물문 2강 4목 7과 7속 7종(19.4%)과 환형동물문 2강 3목 3과 3속 3종(8.3%)이 출현하였다. 수서곤충류 중에서는 딱정벌레목에 속하는 종이 3과 8속 9종이 출현하여 전체의 25.0%를 차지하여 가장 높은 비율을 나타내었고, 파리목 6종(16.7%), 노린재목 5종(13.9%), 잠자리목 4종(11.1%), 하루살이목과 날도래목이 각각 1종씩(2.8%)의 순이었다(Fig. 1A).

A: Total



B: Organic



C: Conventional

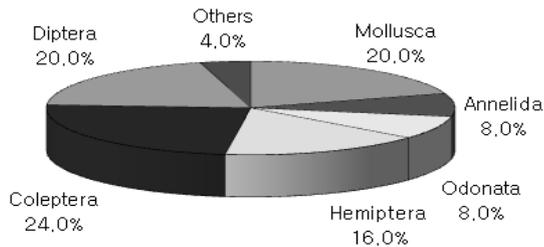


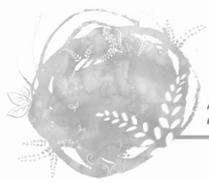
Fig. 197. The composition of benthic macroinvertebrate in conventional and organic paddy field.

제3주제 \_ 유기농업과 생태계 보전

Table 156. List of benthic macroinvertebrate species identified in study sites

Phylum	Class	Order	Family	Scientific name	Korean name				
Mollusca	Gastropoda	Mesogastropoda	Ampullaridae	<i>Pomacea canaliculata</i>	왕우렁이				
			Pleuroceridae	<i>Semisulcospira libertina</i>	다슬기				
			Basommatophora	Lymnaeidae	<i>Lymnaea auricularia coreana</i>	물달팽이			
				Physidae	<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이			
		Pelecypoda	Unionoida	Planorbidae	<i>Hippeutis cantori</i>	수정또아리물달팽이			
				Unionidae	<i>Unio douglasiae</i>	말조개			
			Veneroida	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i>	재첩			
				Annelida	Oligochaeta	Archioligochaeta	Naididae	<i>Chaetogaster limnaii</i>	물지렁이
						Tubificidae	<i>Limnodrilus gotoi</i>	실지렁이	
						Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia complanata</i>
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon dipterum</i>	연못하루살이				
			Odonata	Coenagrionoidae	<i>Cercion calamorum</i>	등검은실잠자리			
		<i>Ischnura asiatica</i>			아시아실잠자리				
		Aeshnidae			<i>Anax parthenope julius</i>	왕잠자리			
		Libellulidae		<i>Sympetrum depressiusculum</i>	고추잠자리				
		Hemiptera		Corixidae	<i>Hesperocorixa kolthoffi</i>	왕물벌레			
					<i>Sigara septemlineata</i>	어리방물벌레			
				Notonectidae	<i>Notonecta triguttata</i>	송장헤엄치게			
				Gerridae	<i>Aquaris paludum</i>	소금쟁이			
		Coleoptera		Dytiscidae	<i>Cybister</i> sp.				
					<i>Hydaticus grammicus</i>	꼬마줄물방개			
			<i>Hydaticus</i> sp.						
			<i>Laccophilus difficilis</i>		깨알물방개				
			Gryinidae		<i>Gyrinus japonicus francki</i>	물맴이			
			Hydrophilidae		<i>Berosus</i> sp.				
					<i>Helochares striatus</i>	줄물땡땡이			
					<i>Hydrochara affinis</i>	잔물땡땡이			
					<i>Laccobius bedeli</i>	점물땡땡이			
					Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i> KUa	각다귀	
							Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	
			Chironomidae			<i>Chironomus</i> 1sp.(백색)			
		<i>Chironomus</i> 2sp.(적색)							
		<i>Chironomus</i> 3sp.(녹색)							
		Culicidae	Culicidae sp.						
		Trichoptera	Leptostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.					
		3	5	12	25	35			

\*1 : an outlet for water, 2 : an entry to water, 3 : paddy field bed, 4 : qualitative collection



조사 지역별로는 유기농법 지역에서 출현한 저서성대형무척추동물은 총 3문 4강 12목 22과 27속 28종이었다. 이중 수서곤충류가 19종, 67.9%, 연체동물문 7종(25.0%)과 환형동물문 2종(7.1%)이 출현했다. 수서곤충류 중에서는 딱정벌레목이 6종(21.4%), 노린재목과 파리목이 각각 4종과(14.3%), 잠자리목 3종(10.7%), 하루살이목과 날도래목이 각각 1종씩(3.6%)의 순이었다(Fig. 1B). 관행농법 지역에서는 총 3문 5강 10목 19과 23속 25종이었다. 이중 수서곤충류가 18종으로 72.0%로 다수를 차지하였다. 이외에 연체동물문 5종(20.0%)과 환형동물문 2종(8.0%)이 출현했다. 수서곤충류 중에서는 딱정벌레목이 6종(24.0%), 파리목 5종(20.0%), 노린재목 4종(16.0%), 잠자리목 2종(8.0%), 하루살이목 1종(4.0%)의 순이었다(Fig. 1C).

조사시기별 출현 양상을 살펴보면, 1차 조사에서는 총 3문 5강 12목 21과 24속 26종으로 나타났고(Table 2), 분류군별 조성은 수서곤충류가 18종으로 전체의 69.2%로 다수를 차지하였다. 수서곤충류 중에서는 파리목에 속하는 종이 6종이 출현하여 전체의 23.1%를 차지하여 가장 높은 비율을 나타내었다. 조사 지역별로는 유기농법 지역에서는 총 3문 4강 11목 17과 18속 19종이었고, 수서곤충류가 12종, 63.2%, 연체동물문 5종(26.3%)과 환형동물문 2종(10.5%)이 출현했다. 수서곤충류 중에서는 파리목이 4종(21.1%)으로 가장 다양했다. 관행농법 지역에서 출현한 저서성대형무척추동물은 총 3문 5강 10목 15과 15속 17종이었고, 수서곤충류가 12종, 70.6%, 연체동물문 3종(17.6%)과 환형동물문 2종(11.8%)이 출현했다. 수서곤충류 중에서는 파리목이 5종(29.4%)으로 가장 다양했다.

2차 조사에서는 총 3문 5강 13목 21과 25속 25종이 출현했고(Table 3), 출현분류군별은 수서곤충류가 16종, 64.0%, 연체동물문 6종(24.0%)과 환형동물문 3종(12.0%)이 출현하였다. 수서곤충류 중에서는 딱정벌레목 7종, 28.0%를 차지하여 가장 높은 비율을 나타내었다. 유기농법 지역에서는 19종이었고, 수서곤충류가 11종, 57.9%, 연체동물문 6종(31.6%)과 환형동물문 2종(10.5%)이 출현했다. 수서곤충류 중에서는 노린재목과 딱정벌레목이 각각 3종씩(15.8%)으로 가장 다양한 종이 출현했다. 관행농법 지역에서는 17종이었고, 수서곤충류가 11종, 64.7%, 연체동물문 4종(23.5%)과 환형동물문 2종(11.8%)이 출현했다. 수서곤충류 중에서는 딱정벌레목이 6종(35.3%), 잠자리목 2종(11.8%), 하루살이목, 노린재목과 파리목이 각각 1종(5.9%)이었다.

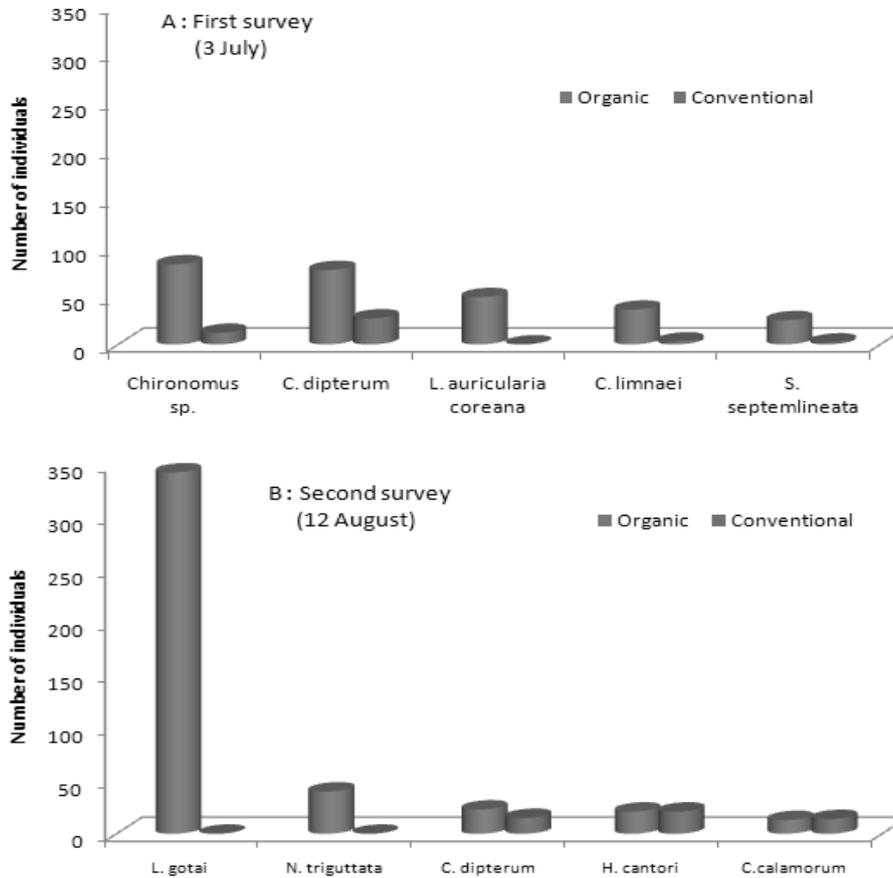


Fig. 198. Individuals of the five major species in conventional and organic paddy field.

#### 나. 개체수 현존량

본 조사에서 출현한 저서성대형무척추동물 전체 개체수 현존량은 총 1,115개체였으며, 이중 환형동물문이 416개체로 전체의 37.3%를 차지하여 가장 높은 비율을 나타내었고, 다음으로 연체동물문 21.8%, 하루살이목 12.7%, 파리목 12.4%, 노린재목 9.0% 순 이었다.

조사 지역별로는 유기농법 지역에서는 총 870개체가 출현하여 이중 환형동물문이 409개체, 47.0%, 연체동물문 18.3%, 파리목 12.6%, 하루살이목 11.5%, 노린재목 6.3% 순 이었다. 관행농법 지역에서는 총 245개체가 출현하였으며, 이중 연체동물문이 84개체, 34.3%, 노린재목 18.4%, 하루살이목 17.1%, 파리목 11.4%, 딱정벌레목 9.0% 순 이었다.

1차 유기농법 지역에서는 총 328개체가 출현하여 이중 파리목이 104개체로 전체의 31.7%, 관행농법 지역에서는 총 129개체가 출현하였으며, 이중 노린재목이 34개체로 전체의 26.4%를 차지하였다. 2차 유기농법 지역에서는 총 542개체가 출현하여 이중 환형동물문이 346개체로 전체의 63.8%, 관행농법 지역에서는 총 116개체가 출현하였으며, 이중 연체동물문이 55개체로 전체의 47.4%를 차지하였다.

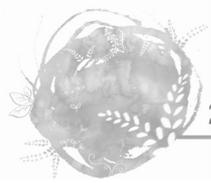


Table 157. Individuals of benthic macroinvertebrate collected in conventional and organic paddy field in Boseong area in at 1st sampling.

Species	Conventional					Organic					Total
	1 <sup>a)</sup>	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total	
<i>Pomacea canaliculata</i>	2		4	20	26	4			5	9	35
<i>Semisulcospira libertina</i>							1			1	1
<i>Lymnea auricularia coreana</i>						17	6		26	49	49
<i>Hippeutis cantori</i>				1	1	2	2		3	7	8
<i>Corbicula fluminea</i>				2	2			3		3	5
<i>Chaetogaster limnaei</i>			3		3			36		36	39
<i>Limnodrilus gotoi</i>								27		27	27
<i>Glossiphonia complanata</i>				1	1						1
<i>Cloeon dipterum</i>	4	2		21	27		75	1	1	77	104
<i>Cercion calamorum</i>		1			1						1
<i>Ischnura asiatica</i>						1		2	3		3
<i>Sympetrum depressiusculum</i>		1			1						1
<i>Sigara septemlineata</i>	1	18		6	25			2	2		27
<i>Notonecta</i> sp.		1		2	3						3
<i>Aquaris paludum</i>		2		4	6				1	1	7
<i>Hydaticus</i> sp.						3				3	3
<i>Berosus</i> sp.	6	5			11						11
<i>Helochares striatus</i>						1		3	4		4
<i>Hydrochara affinis</i>								1	1		1
<i>Tipula</i> KUa 각다귀 KUa				1	1						1
<i>Simulium</i> sp.							1			1	1
<i>Chironomus</i> 1sp.	1			11	12	7	64		12	83	95
<i>Chironomus</i> 2sp.		1			1		1	8		9	10
<i>Chironomus</i> 3sp.			6		6						6
Culicidae sp.	1			1	2	7	2		2	11	13
<i>Goerodes</i> sp.							1			1	1
Number of species	6	8	3	11	17	8	9	5	11	19	26
Number of population	15	31	13	70	129	42	153	75	58	328	457

Table 158. Individuals of benthic macroinvertebrate collected in conventional and organic paddy field in Boseong area in at 2nd sampling.

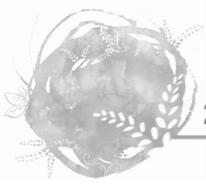
Species	Conventional					Organic					Total
	1 <sup>a)</sup>	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total	
<i>Pomacea canaliculata</i>	5	10	1	12	28	8	25	8	6	47	75
<i>Lymnea auricularia coreana</i>				3	3	1		6		7	10
<i>Physa acuta</i>		1		2	3		1		8	9	12
<i>Hippeutis cantori</i>	2	16		3	21	12		9		21	42
<i>Unio douglasiae</i>									1	1	1
<i>Corbicula fluminea</i>						1			4	5	5
<i>Chaetogaster limnaei</i>			1		1	2	1			3	4
<i>Limnodrilus gotoi</i>						1	1	341		343	343
<i>Glossiphonia complanata</i>				2	2						2
<i>Cloeon dipterum</i>	6	2		7	15	7	6	1	9	23	38
<i>Cercion calamorum</i>	9	1	1	3	14	1	1		11	13	27
<i>Anax parthenope julius</i>									1	1	1
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	1				1						1
<i>Hesperocorixa kolthoffi</i>	6		1	4	11		2	2	7	11	22
<i>Notonecta triguttata</i>							23	1	16	40	40
<i>Aquaris paludum</i>									1	1	1
<i>Cybister</i> sp.		1			1						1
<i>Hydaticus grammicus</i>		1		2	3						3
<i>Laccophilus difficilis</i>								1		1	1
<i>Gyrinus japonicus francki</i>				1	1				1	1	2
<i>Berosus</i> sp.	2				2				1	1	3
<i>Hydrochara affinis</i>				1	1						1
<i>Laccobius bedeli</i>				3	3						3
<i>Chironomus</i> 1sp.	3		1	2	6			9		9	15
Culicidae sp.						5				5	5
Number of species	8	7	5	13	17	9	8	9	12	19	25
Number of population	34	32	5	45	116	38	60	378	66	542	658

a) 1 : an outlet for water, 2 : an entry to water, 3 : paddy field bed, 4 : qualitative collection

#### 다. 군집분석

본 조사에서 출현한 우점종과 우점도는 <Table 4>와 같이 나타났다.

우점종을 조사 시기별로 살펴보면, 1차 조사에서 관행농법 지역은 연체동물문의 왕우렁이 (*Pomacea canaliculata*), 하루살이목의 연못하루살이(*Cloeon dipterum*), 노린재목의 어리방물벌레(*Sigara septemlineata*), 딱정벌레목의 물똥똥이류(*Berosus* sp.), 파리목의 갈다구류



(*Chironomus* 3sp.)가 우점종으로 나타났으며, 유기농법 지역은 연체동물문의 물달팽이 (*Lymnaea auricularia coreana*), 환형동물문의 물지렁이(*Chaetogaster limnaei*)와 실지렁이 (*Limnodrilus gotoi*), 하루살이목의 연못하루살이, 파리목의 깔다구류(*C.* 1sp.)가 우점종으로 나타났다.

2차 조사에서 관행농법 지역은 연체동물문의 왕우렁이와 수정또아리물달팽이(*Hippeutis cantori*), 환형동물문의 물지렁이, 잠자리목의 등검은실잠자리(*Cercion calamorum*), 노린재목의 왕물벌레(*Hesperocorixa kolthoffi*)가 우점종으로 나타났으며, 유기농법 지역은 연체동물문의 왕우렁이와 수정또아리물달팽이, 환형동물문의 실지렁이, 노린재목의 송장해엄치개 (*Notonecta triguttata*)가 우점종으로 나타났다.

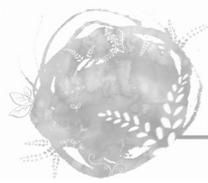
우점도를 조사 시기별로 살펴보면, 1차 조사에서 관행농법 지역은 0.67-0.77의 범위와 유기농법 지역은 0.57-0.91의 범위를 나타내었다. 2차 조사에서 관행농법 지역은 0.40-0.81의 범위와 유기농법 지역은 0.53-0.93의 범위를 나타내었다. Shannon-Wiever function (H')에 의해 평가된 종 다양도 지수는 우점도와는 반대의 상관관계를 나타낸다. 따라서 우점도가 높은 곳에서는 낮은 다양성을 나타내고, 우점도가 낮은 곳에서는 높은 다양성을 보인다. 본 조사에서는 1차 조사에서 관행농법 지역은 1.53-2.21의 범위와 유기농법 지역은 1.57-2.45의 범위를 나타내었다. 2차 조사에서 관행농법 지역은 1.90-2.74의 범위와 유기농법 지역은 0.71-2.61의 범위를 나타내었다(Table 4). 풍부도는 1차 유기농업 논에서 0.92-1.87, 2차에서 1.35-2.20의 범위를 나타내었으며, 균등도는 각각 0.71-1.32, 0.32-1.19를 나타내었으며 관행논에서도 유사한 결과를 보여주었다.

#### 라. 유기농업논과 관행농업 논 의 차이

조사기간 동안 출현한 저서성대형무척추동물은 총 3문 5강 13목 25과 32속 36종이었는데, 출현한 분류군별 양상을 보면 주로 정수역에서 출현하는 종들이 많았지만 일반적으로 유수역에서 출현하는 다슬기나 재첩, 각다귀 등도 출현하는 것으로 보아 우리나라의 농업이 관계농업을 하기 때문에 하천지역에서 서식하는 종들이 포함되어지는 것으로 보인다.

유기농법 지역에서 출현한 분류군은 3문 4강 12목 22과 27속 28종이었고, 관행농법을 하는 지역에서 출현한 분류군은 3문 5강 10목 19과 23속 25종으로 유기농법 지역에서 3종이 더 출현하였다(Table 2, 3). 출현 분류군별 특성은 크게 유의한 결과를 찾기 힘들었고, 관행농법지역에서 출현하지 않았으나 유기농법 지역에서만 출현한 종이 11종이었고, 관행농법 지역에서만 출현한 종이 8종이었다.





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. 유기재배지의 토양에서는 특히 톡토기목이 389마리로 많이 채집되었는데 관행재배지 보다 5배 이상 많이 채집되었으며 pitfall 트랩에서도 183마리로 3배 이상 채집되었다.

Table 160. Number of collected species and population for each order in four collecting methods on organic and conventional pear orchards

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	
Stylommatophora	1	1	1	2	1	5	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plesiopola	3	59	2	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Opisthoptera	2	10	2	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araneae	3	54	3	9	14	132	10	66	4	23	4	18	-	-	-	-	-
Actinedida	1	108	1	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acaridida	1	46	1	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	

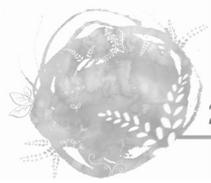
\*S : No. of Species, P : No. of population

톡토기는 토양 중에 다량으로 서식하고 몸이 연약하여 많은 토양동물의 먹이시슬에서 최하위에 속하여 토양중의 플랑크톤으로 불리는 종으로 거미류와 딱정벌레, 응애류의 좋은 먹이감으로서(최, 1996), 이번 조사에서 톡토기를 먹이로 하는 이들 동물들이 유기 과수원에서 관행보다 훨씬 더 많이 채집된 이유이기도 하다. 톡토기는 malaise 트랩과 유아등에는 채집

되지 않았으며 쯤붙이목이나 애지네등은 반대로 토양이나 pitfall 트랩에만 채집되어 일정 생태계를 판단하기 위해서는 한 가지 채집방법으로 판단하기는 어려웠다. 이러한 결과는 박과 조(2007)가 채집방법별로 곤충 다양성을 조사한 결과 유아등이 가장 좋았으나 유아등이 외에 pitfall 트랩이나 net sweeping 법을 추가하기를 추천하였으며, Longino와 Colwell(1997)도 개미상 조사 시 berlese 방법을 보완하기 위해 malaise나 fogging 방법을 함께 활용하기를 권장한바 있다. 본 시험에서 4가지 방법을 사용하였는데 유아등에서는 저자들이 기대했던 것 보다 훨씬 적은 종수와 개체수가 채집되었는데 이는 배의 특성상 과실을 봉지로 씌워 두기 때문에 실제 야간에 활동하는 나방이나 딱정벌레들이 유인이 되지 않은 것으로 판단되며 따라서 이 방법에 의한 다양성 조사대신 토양채취를 기본 방법으로 하여 pitfall 트랩과 malaise 트랩으로 보완하는 것이 좋을 것 같다.

토양채취에 의한 토양동물들의 분포는 Table 6과 같다. 유기재배지에서 3월에는 24종 503마리, 8월에 37종 681마리가 채집되었으며 관행재배지에서는 3월과 8월에 각각 17종 145마리, 24종 356마리가 채집되었다. 월동이 끝난 직후인 3월의 조사에서 톡토기목과 응애류, 거미류가 가장 많이 채집되었다. 날개응애류는 산림 생태계 내에서 밀도가 매우 높아 톡토기와 더불어 우점군을 이루고 있으며(Choi, 1984; Park 등, 1996), 생태계 내에서 낙엽의 분해자와 식균자로 에너지 흐름과 물질 순환에 중요한 위치를 점하고 있는데(Seastedt, 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 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, 풍뎡이 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.

靑木(1996)은 토양동물을 3그룹으로 분류하여 자연도를 평가하였는데, A그룹은 환경에 저항



성이 가장 약한 종으로 장님거미, 와충류, 육패류, 노래기, 땅지네, 개미사돈, 애지네, 옆새우, 좁류, 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. 3).

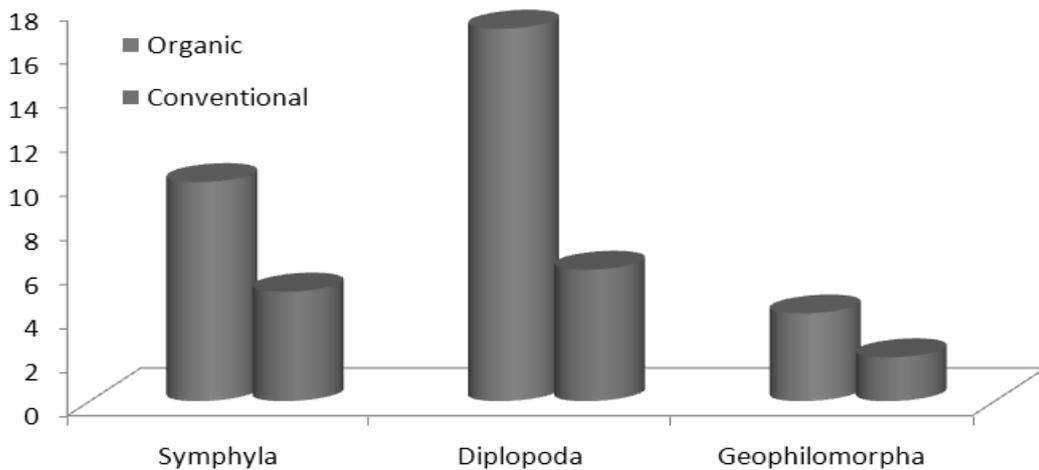


Fig. 199. Number of population including natural grade group A species on soil of pear orchards

유기재배지의 종다양도는 3월에 1.956, 8월에 2.638로 관행의 1.426, 2.011보다 더 높아 유기 재배지에서 생물 다양성이 더 높음을 알 수 있었다(Table 7). 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 벌교읍 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.

pitfall 트랩을 3회 설치하여 조사한 생물 종은 유기 재배에서 38종 646마리, 관행재배에서 29종 440마리 출현하였다. 주로 출현한 종들은 거미류, 톡토기류, 딱정벌레 등이었다(Table 8). 이들 종은 3월과 8월 보다는 6월에 더 많은 개체수가 출현하여 이시기가 월동에서 완전히 깨어나 생명활동을 시작하기 때문으로 판단된다. 유기 재배지와 관행재배지의 나무 바로 밑과 나무사이에서 pitfall 트랩에 채집된 종을 보면 두 지역 모두 나무 바로 밑에서 종수와 개체수가 더 많았다(Fig. 4). 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.

제3주제 \_ 유기농업과 생태계 보전

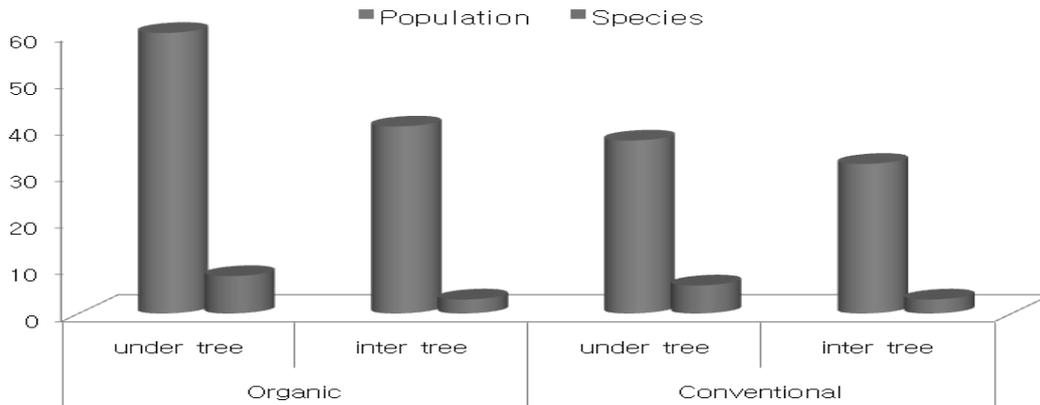


Fig. 200. Number of soil organism species and population of under and inter pear tree in pitfall trap

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. 5).

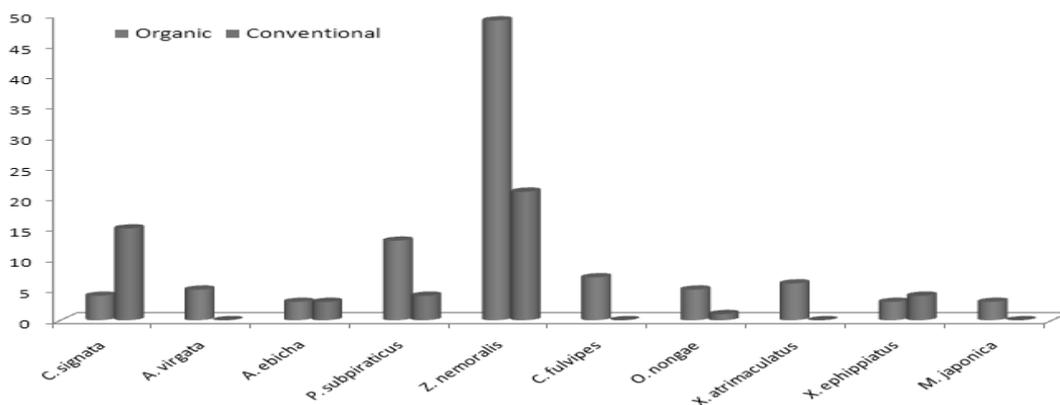
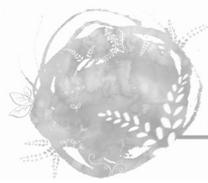


Fig. 201. Number of spider population in pitfall trap of pear orchards

딱정벌레는 유기재배지에서 186마리, 관행재배지에는 190마리가 출현하였다. 전체 마리수로 보면 관행 재배지가 더 많지만 종수는 유기재배지가 9종, 관행재배지는 5종만이 출현하였다. 종별로 개체수를 보면 관행재배지에서는 점박이먼지벌레가 109마리로 유기재배지의 72마리보다 많았으며 폭탄먼지벌레도 관행 58마리, 유기 21마리로 이들 종은 관행재배지에서 특



이하에 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 할것이라고 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 5). 채집 종 중에 벌류는 고치벌과 맵시벌이 주를 이루었다(Fig. 7). 관행재배지에는 초파리가 많이 채집되었으며 다른 파리류는 비슷한 수준이었으나 유기재배지에서는 털검정파리가 더 많이 채집되었다(Fig. 8). 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 종 들이 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 원인에 유아등에 의한 채집 개체수와 종수가 너무 낮아 다양성을 비교하는 시험에서 굳이 사용하지 않아도 될 채집 방법으로 판단되었다. 이상의 결과를 바탕으로 채집 방법별 지상부의 종 다양성을 분석한 결과(Table 9), 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. 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 균형을 의미하며 군집의 복잡성을 나타내기 때문에(이 등, 2005), 본 연구에서도 유기 배 과수원의 생물 군집이 더 균형이 있음을 알 수 있었다.

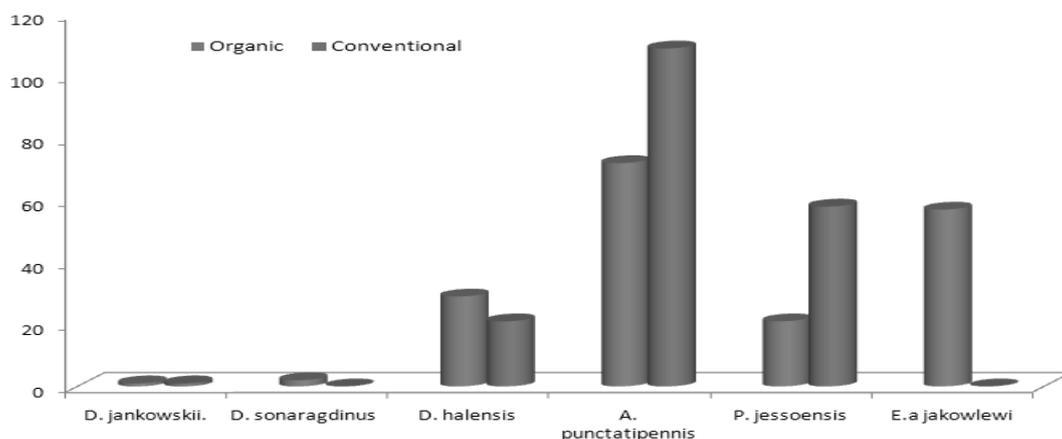


Fig. 202. Number of coleopteran population in pitfall trap of pear orchards

Table 161. List of invertebrate organism 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
Arthronoda	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
			Curculiomidae	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

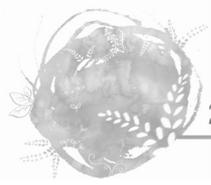


Table 162. Biodiversity of micro organism on soil on pear orchards

Time	Cultivation	Diversity Index (H')	Evenness 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

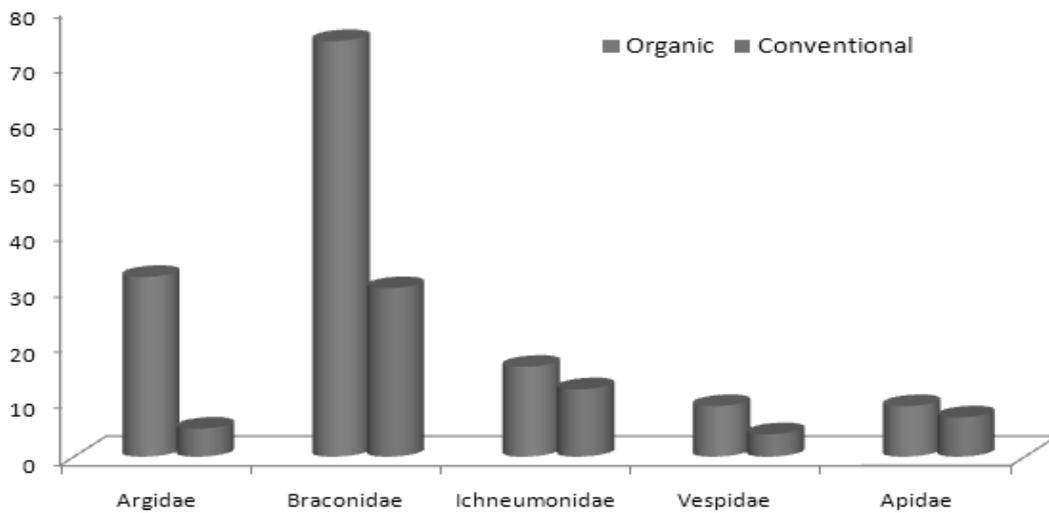


Fig. 203. Number of hymenopteran population in malaise trap of pear orchards

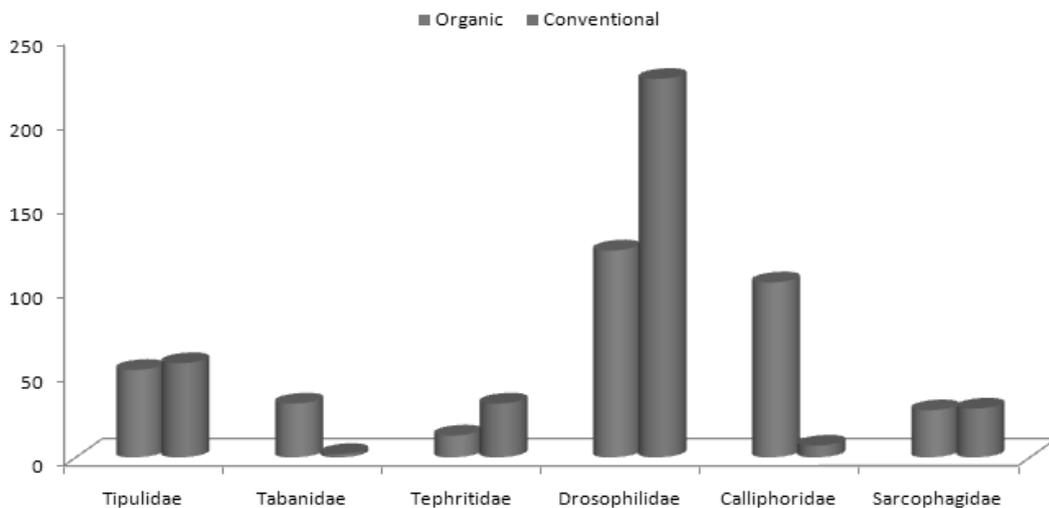


Fig. 204. Number of dipteran population in malaise trap of pear orchards

Table 163. 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
	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										
	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
		<i>Pheropsophus jessoensis</i>	1	18	2	21	4	54	0	58
	Brachinidae		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

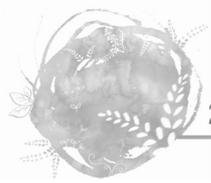


Table 164. Biodiversity of invertebrate on pear orchards by different collecting methods

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

#### IV. 적요

조사지역에서 출현한 저서성대형무척추동물은 총 3문 5강 13목 25과 32속 36종이었는데, 출현한 분류군별 양상을 보면 주로 정수역에서 출현하는 종들이 많았지만 일반적으로 유수역에서 출현하는 다슬기나 재첩, 각다귀 등도 출현하였다. 유기농법 지역에서 출현한 분류군은 3문 4강 12목 22과 27속 28종이었고, 관행농법을 하는 지역에서 출현한 분류군은 3문 5강 10목 19과 23속 25종으로 유기농법 지역에서 3종이 더 출현하였다. 출현 분류군별 특성은 크게 유의한 결과를 찾기 힘들었고, 관행농법지역에서 출현하지 않았으나 유기농법 지역에서만 출현한 종이 11종이었고, 관행농법 지역에서만 출현한 종이 8종이었다. 개체수는 두 지역간에 큰 차이가 있었는데, 관행농법 지역에서는 245개체가 출현한 반면 유기농법 지역에서 총 870개체가 출현하여 3.6배 이상 높게 나타났다. 종 다양도 지수는 1차 조사에서 관행농법 지역은 1.53-2.21의 범위와 유기농법 지역은 1.57-2.45의 범위를 나타내었다. 2차 조사에서는 각각 1.90-2.74와 0.71-2.61의 범위를 나타내어 우점도와 반대의 결과를 보여주었다.

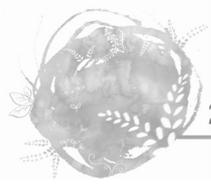
유기 배 과수원의 생물종 다양성을 조사하기 위해 토양 미소동물은 토양채취를 하였으며 지상부의 생물 조사는 pitfall 트랩, malaise 트랩, 유아등을 사용하여 채집하였다. 토양채취에서는 유기재배에서 37종 1,184마리, 관행 재배 28종 501마리였으며 pitfall 트랩에서는 각각 38종 648마리, 29종 440마리였다. malaise 트랩과 유아등에서는 각각 55종 650마리, 47종 508마리와 23종 201마리, 9종 42마리였다. 토양채취에서 톡토기목이 389마리로 많이 채집되었는데 관행재배지 보다 5배 이상 많이 채집되었으며 pitfall 트랩에서도 183마리로 3배 이상 채집되었다. 토양미소동물의 유기재배지의 종다양도는 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. 딱정벌레중에 관행재배지에는 점박이

면지벌레, 폭탄면지벌레가 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.

색인어 : 저서성대형무척추동물, 유기며, 유기배, 종다양성, 토양미소동물, pitfall trap, malaise trap, black light trap.

### 참고문헌

- 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.
- Choi. S.S. 1984. Studies on the analysis of soil microarthropod community in Gwangreung area. Wonkwang University Research Collection. 18:185-235.
- Edwards, C.A. and P.J. Bohlen. 1996. Biology and ecology of earthworms. Chapman and Hall.
- Hamamura, T. 1969. Seasonal fluctuation of spider population in paddy field. Acta Arach. 22(2)40-50.
- 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.
- Magalof. R. 1958. Information theory in ecology. General systematics, 3:36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California Glassland. Nature, 216: 168-198.
- 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.
- Pearse, A.S. 1946. Observations on the microfauna of the Duke forest. Ecol. Monogr. 16(2):127-150.
- Pielou, E.C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley Interscience, P. 29-331.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. Wiley, New York. 165pp.
- Seasteds, T.R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. Ann. Rev. Entomol. 29:25-46.
- Surdick, R.F., A.R.Gaufin. 1978. Environmental requirements and pollution tolerance of Plecoptera. EPA-600/4-77-062. Cincinnati, Ohio, USA.
- Wolfgang B., A. Harenberg, J. Zimmerman, 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.
- 권영한, 노태호, 이현우, 정홍락. 2006. 환경평가에 있어 생물다양성 항목의 도입방안. 한국환경정책평가연구원. 161p.
- 김명현, 방혜선, 한민수, 홍혜경, 나영은, 강기경, 이정택, 이덕배. 2009a. 식생유형이 토양무척추동물 분포에 미치는 영향. 한국환경농학회지. 28(2):125-130.
- 김용화, 윤일병, 유순애. 1990. 농약이 자연 생태계에 미치는 영향 조사연구. 환경청 특정연구보고서. pp. 200.
- 김종선, 김도익, 김선근, 강범용, 고숙주, 임경호, 김홍재. 2009b. 유기농업논에서 저서성 대형무척추 동물의 다양성.



한국유기농업학회지. 17(2):193-209.

김태홍, 홍용, 최낙중. 2009c. 농생태계 지렁이 생물지표종 선발. Korea. J. Environ. Biol. 27(1):40-47.

박근호, 조수원. 2007. 채집방법과 시기 및 빈도에 따른 곤충의 다양성 비교. 한응곤지. 46(3):375-383.

손상목. 2007. 유기농업. 330p. 향문사.

이승일, 정종국, 최재석, 권오길. 2005. 연엽산 일대 딱정벌레목의 군집구조 및 계절적 변동에 관한 연구. Korean. J. Environ. Biol. 23(1):71-88.

정종국, 이승일, 최재석, 권오길. 2005. 채집법에 따른 연엽산 일대 딱정벌레목의 출현상 비교 분석. Korean. J. Environ. Biol. 23(3):228-237.

青木淳一. 1996. 일본 토양동물학의 연구 발전사와 현황. 한토동지. 19(1):62-67.

최성식, 남궁준. 1976. 논에 서식하는 거미의 조사( I ). 한국식물보호학회지. 15(2):89-93.

최성식. 1996. 토양동물학. 원광사. 488p.

최영철, 박해철, 김종길, 심하식, 권오석. 2004. 농업환경 평가를 위한 지표곤충 선발. 한응곤지. 43(4):267-273.

한민수, 나은영, 김진오, 오영주, 김성필. 2003. 논에서의 생물다양성 평가 및 지표생물 개발. 한국과학기술원 영구 보고서. 371-381.

한민수. 2000. 친환경 농업 지역에서의 생물다양성 평가. 논공기술(5-6): 38-42.

한민수, 강기경, 김진호, 김세근, 고문환, 박형만. 2000. 논 농사에 있어서 생물 다양성 평가. 농과원 농환연보. 128-137.

홍 용, 김태홍. 2007. 농생태계에 서식하는 지렁이 종 분포조사. Korean. J. Environ. Biol. 25(2):88-93.