

## 관행 고추밭과 유기농 고추밭에서 절지동물의 군집 구조와 생물다양성의 비교\*

이수연\*\*\* · 김승태\*\*\* · 임재성\*\*\*\* · 정종국\*\*\*\* · 이준호\*\*

### Comparison of Community Structure and Biodiversity of Arthropods between Coventional and Organic Red Pepper Fields

Lee, Sue-Yeon · Kim, Seung-Tae · Im, Jae-Seong ·  
Jung, Jong-Kook · Lee, Joon-Ho

This study was conducted to compare the community structure and biodiversity of arthropods between conventional and organic red pepper fields. A total of 36 species of 24 families belonging to 10 orders from collected 28,718 arthropods; 6,901 individuals from conventional field and 21,871 individuals from organic field. A number of species comprising arthropod community was same in both fields as 32 species. Species richness of Diptera was the highest in conventional field and that of Hymenoptera and Colembolla was the highest in organic field. Abundance of *Frankliniella intonsa* was the highest regardless of farming method. *Helicoverpa assulta* was dominant in conventional field, and *Homidia mediaseta*, Diptera sp. 4 and *Pardosa astrigera* were dominant in organic field. Diversity of community on the ground was higher in organic field and statistically different. Similarity of arthropod community showed difference with 34.07% on the ground and 26.95% in the plant above ground. In the ecologically functional guild: species richness of general, pest and parasitoid of natural enemy groups in the plant above ground were statistically different and pest and parasitoid groups were higher in organic field, abundance of predator group of natural enemy on the ground was 2 times higher in organic field and statistically different and diversity of general and parasitoid groups in the plant above ground were statistically different. In the relative occupancy rate, pest group was the highest in conventional field and

---

\* 본 연구과제는 농촌진흥청 아젠다과제(PJ008767022013)와 서울대학교 BK21의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

\*\* Corresponding author, 서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부(E-mail : jh7lee@snu.ac.kr)

\*\*\* 서울대학교 농업생명과학대학 농업생명과학연구원

\*\*\*\* 서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부

decomposer group was the highest in organic field. The results of present study is considered to provide useful information of arthropod community for developing efficient insect pest management in organic farming.

Key words : *arthropods, community structure, biodiversity, conventional farming, organic farming*

## I. 서 론

최근 지속가능한 농업과 환경보전의 필요성 및 소비자들의 식품안전성에 대한 신뢰제고의 결과로 화학비료 및 화학합성농약에 의존하던 관행농업(conventional farming)으로부터 유기농업(organic farming) 및 친환경농업(environmentally friendly farming)이 확대되고 있다. 유기농업은 농약과 화학비료 등 화학적으로 합성한 농자재의 사용을 피하고 과학적으로 효과와 안전성이 검증된 친환경 자재 및 천연물질을 투입하여 농산물을 생산하는 이상적인 재배기술이다. 그러나 방제효과가 우수한 화학합성농약을 사용하는 관행농법에 비해 해충방제가 어려운 실정이다. 뿐만 아니라, 유기농법으로 운영되는 포장 내 식물과 해충의 상호작용을 포함하는 다양한 작용기작에 대한 연구에 기초한 정보는 매우 적은 실정이다 (Geoff et al., 2007).

해충과 천적을 포함한 절지동물은 모든 농업생태계를 구성하는 가장 중요한 생물군으로 국내에서 고추 포장에서의 절지동물 연구는 주로 특정 해충의 방제 또는 생태와 관련되어 연구되어 왔으며, 고추를 가해하는 해충과 방제와 관련하여 Chung과 Hyun(1980)은 담배나방(*Helicoverpa assulta*)의 생태와 방제 연구의 일환으로 온도가 담배나방의 생육에 미치는 영향 및 살충제 효과를 조사하였고 Yang 등(2004)은 담배나방 성충의 발생소장과 약제방제 효과를, Kim 등(2008)은 담배나방 방제를 위한 쌀좁알벌(*Trichogramma evanescens*)과 미생물제제의 종합적 생물방제 효과를 검정하였으며, Moon 등(2006)은 전남지역 고추 포장에서 총채벌레류의 발생과 피해를 보고하였다. 고추 포장의 주요 해충의 생태와 관련된 연구로는 Cho 등(1996)의 차면지응애(*Polyphagotarsonemus latus*)가 고추의 생육과 수확에 미치는 피해 및 화학적 방제효과 연구와 Han 등(1994)은 고추 포장에서 담배나방 알의 공간분포와 기주식물 내 분포 연구 및 고추의 품종별 담배가루이의 생태형에 따른 섭식행동에 관한 연구가 있다(Yang et al., 2009). 유기농업에 있어 해충방제와 관련하여 Jee 등(2010)이 농가 실증연구를 통해 유기농 고추생산을 위한 주요 병해충 방제기술을 소개한 바 있고, LMO 격리포장에서 유전자변형 고추와 비유전자변형 모본 고추 포장에서 절지동물 군집의 비교연구는 있었으나 고추 포장에서 해충의 효율적 관리를 위한 관행농법과 유기농법간 절지동물 군집 및 생물다양성(biodiversity)의 비교연구는 전혀 없는 실정이었다.

농경지에 투입되는 농자재 및 유기물과 작물의 재배유형은 농경지 내의 생물상 뿐 아니라 농업해충의 방제전략에도 영향을 주며, 농업생태계 내 군집구조 및 생물다양성의 연구는 유기농법과 같은 지속가능한 농업시스템 구축시 해충방제전략의 구축에 매우 중요한 정보를 제공하게 된다.

따라서, 본 연구는 관행 고추포장과 유기 고추포장에서의 절지동물의 군집구조와 생태적 기능군의 생물다양성을 비교하여 유기농업에서 효율적인 해충관리방안을 도출하기 위한 기본적인 군집정보를 제공하기 위하여 실시되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사지 및 조사포장

조사는 경상북도 문경시 일원의 고추밭을 대상으로 하였다. 조사포장의 위치에 따른 절지동물 발생상의 지역성을 회피하기 위해 포장간 거리는 10km 이내로 제한하여 선발하였으며 농법별 포장정보는 Table 1과 같으며 관행포장에서의 해충방제 정보는 Table 2와 같다.

Table 1. Information of surveyed fields

| Information                             | Conventional field   | Organic field  |
|---|--|--|
| Administrative district                 | Hagoe 2-ri, Gaeun-eup,<br>Mungyeong city, Gyeongsangbuk-do | Weonbuk-ri, Gaeun-eup,<br>Mungyeong city, Gyeongsangbuk-do |
| Field scale                             | 0.33ha   | 0.20ha   |
| Certification period of organic farming | -  | 3 years  |
| Pest control                            | Chemical insecticide                                       | No pesticide   |
| Weed control                            | Mulching   | No control   |
| Fertilizer management                   | Standard fertilization of chemical fertilizers             | Quartz porphyry dust                                       |

Table 2. Information of insect pests control in conventional field

| Date of application<br>(Month/day) | A.i (%) <sup>a</sup> & Formulation <sup>b</sup> | Target pest   |
|------------------------------------|---|---|
| 05/01                              | Imidacloprid ai 10% WP                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Myzus persicae</i></li> <li>• <i>Aphis gossypii</i></li> </ul>  |
| 05/16                              | Acetamiprid ai 6.0% +<br>Spinetoram ai 4.0% SC  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Myzus persicae</i></li> <li>• <i>Aphis gossypii</i></li> <li>• <i>Helicoverpa assulta</i></li> <li>• <i>Frankliniella occidentalis</i></li> </ul> |
| 06/02, 15, 22                      | Fenvalerate ai 5.0% EC                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Helicoverpa assulta</i></li> </ul>  |
| 07/15                              | Acetamiprid ai 6.0% +<br>Spinetoram ai 4.0% SC  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Myzus persicae</i></li> <li>• <i>Aphis gossypii</i></li> <li>• <i>Helicoverpa assulta</i></li> <li>• <i>Frankliniella occidentalis</i></li> </ul> |
| 08/14                              | Fenvalerate ai 5.0% EC                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Helicoverpa assulta</i></li> </ul>  |

<sup>a</sup> Active ingredient

<sup>b</sup> WP : Wettable powder, SC : Suspension concentrate, EC : Emulsifiable concentrate

## 2. 조사방법

### 1) 대상생물군

고추 포장에 서식하는 주요 육상 곤충군과 천적 거미군을 조사 대상으로 하였다.

### 2) 조사기간

조사는 2012년 실시하였으며 농작업으로 인해 정상적인 절지동물 군집의 형성에 교란을 주는 시기를 회피하여 고추 묘 정식 2주 후인 6월 6일부터 고추를 수확한 9월 30일까지 14일 간격으로 총 9회에 걸쳐 실시하였다.

### 3) 조사방법

조사는 절지동물의 행동이나 서식습성 및 활동장소를 고려하여 실시하였고 담배나방은 성페로몬을 이용한 콘트랩을 사용하였으며 성페로몬 루어의 교체주기는 30일 간격으로 하였다. 지상부 절지동물은 황색점착트랩(100×75mm)을 이용하였고 포장에 대각선 방향으로 일정한 거리를 두고 11기 설치하였다. 토양성 절지동물은 함정트랩 역시 포장에 대각선 방향으로 일정한 거리를 두고 5기를 매립하였다. 함정트랩은 직경 10.5cm, 높이 8cm 크기의 투명한 플라스틱 재질의 용기로 빗물의 유입을 막기 위해 플라스틱 덮개를 트랩 3cm 위에

설치하였다. 용기에는 Ethyl-Alcohol과 Ethylene-Glycol을 1:1의 비율로 혼합한 보존액을 300 ml 넣어 채집된 절지동물의 부패를 방지하였다. 모든 트랩은 2주령 주기로 교체하였다.

### 3. 조사내용 및 생물다양성 분석

조사기간 중 채집된 절지동물은 가능한 종(species) 수준까지 동정하였으며, 동정결과를 바탕으로 농법에 따른 군집 구조와 생태학적 기능군의 구조 및 생물다양성을 비교하였다.

농법간 종지수(species richness), 발생밀도(abundance) 및 종다양성( diversity) 분석과 유사도(similarity) 분석은 군집분석 소프트웨어 Primer 6.0을 이용하였고 통계학적 분석은 SAS 9.1(SAS Institute, 2004)을 이용하였다.

## Ⅲ. 결 과

### 1. 군집구조 및 생물다양성

조사기간 중 채집된 절지동물은 관행포장에서 6,901개체였으며 유기포장에서는 21,871개체로 총 28,718개체였으며 10목 24과 36종으로 동정되었다(Table 3). 농법별 절지동물 군집을 구성하는 종 수는 관행농과 유기농 모두 32종으로 같았다. 전반적으로 노린재목, 벌목, 파리목 및 거미목의 종지수가 높았으며 농법별로 보면, 관행포장에서는 파리목, 유기농에서는 벌목과 툫토기목의 종지수가 높았다(Fig. 1). 농법에 관계없이 발생밀도가 현저히 높았던 공통적인 우점종은 대만총채벌레(*Frankliniella intonsa*) 뿐이었으며, 농법별로 보면 관행포장에서 담배나방(*H. assulta*)이, 유기포장에서는 줄무늬빛툫토기(*Homidia mediaseta*), 파리류 4(*Diptera* sp. 4) 및 별늑대거미(*Pardosa astrigera*)의 발생밀도가 현저히 높아 우점종은 농법에 따라 달랐다.

조사기간 중 군집의 생물다양성 변동은 Fig. 2와 같으며 지상부 식물체의 경우 통계학적으로 차이가 없었으나 지표면의 경우 종다양성이 관행포장에서 유기포장보다 높았으며 통계학적으로 차이가 있었다(Table 4).

한편, 구성종(species composition)과 발생밀도를 기반으로 하는 Bray-Curtis similarity coefficient matrix에 의해 농법간 절지동물의 군집의 유사성을 분석한 결과, 지표면 및 지상부 식물체에서 활동하는 절지동물 군집은 대체로 농법에 의해 구분되었으며 그 유사도는 각각 34.07%와 26.95%로 비교적 낮아 농법간 이질성이 있었다.

Table 3. List of arthropod taxa collected from red pepper fields

| Order   | Family         | Korean name              | Scientific name               | Ecologically functional group <sup>*</sup> | Collecting method <sup>**</sup> | Farming method |         |     |
|---------|----------------|--------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|----------------|---------|-----|
|         |                |                          |                               |  |                                 | Conventional   | Organic |     |
| 나비목     | 밤나방과           | 담배나방                     | <i>Helicoverpa assulta</i>    | Her  | S                               | 611            | 32      |     |
| 노린재목    | 매미충과           | 끝검은말매미충                  | <i>Bothrogonia japonica</i>   | Her  | Y                               | 5              | 9       |     |
|         |                | 매미충류 1                   | Cicadellidae sp. 1            | Her  | Y                               | 30             | 74      |     |
|         |                | 매미충류 2                   | Cicadellidae sp. 2            | Her  | Y                               | 5              | 3       |     |
|         | 꽃노린재과          | 애꽃노린재류                   | <i>Orius</i> sp.              | Pre  | Y                               | 17             | 26      |     |
|         | 진딧물과           | 복숭아혹진딧물                  | <i>Myzus persicae</i>         | Her  | Y                               | 242            | 655     |     |
|         | 긴노린재과          | 어리흰무늬긴노린재                | <i>Panaorus csikii</i>        | Her  | P                               | 2              | 8       |     |
| 딱정벌레목   | 나무좀과           | 오리나무좀                    | <i>Xylosandrus germanus</i>   | Her  | P                               | 1              | 8       |     |
|         |                | 암브로시아나무좀                 | <i>Xyleborinus saxeseni</i>   | Her  | P                               |                | 5       |     |
|         | 반날개과           | 반날개류 1                   | Staphylinidae sp. 1           | Pre  | P                               | 4              | 12      |     |
| 메뚜기목    | 귀뚜라미과          | 큰알락귀뚜라미                  | <i>Loxoblemmus sylvestris</i> | Det  | P                               | 6              | 8       |     |
| 벌목      | 개미과            | 개미류 1                    | Formicidae sp. 1              | Pre  | P                               | 9              | 26      |     |
|         |                | 개미류 2                    | Formicidae sp. 2              | Pre  | P                               |                | 12      |     |
|         |                | 개미류 3                    | Formicidae sp. 3              | Pre  | P                               | 47             | 28      |     |
|         |                | 개미류 4                    | Formicidae sp. 4              | Pre  | P                               | 13             | 4       |     |
|         | 맷시벌과           | 맷시벌류 1                   | Ichneumonidae sp. 1           | Par  | Y                               | 2              | 25      |     |
|         | 좀벌과            | 좀벌류 1                    | Eulophidae sp. 1              | Par  | Y                               | 3              | 55      |     |
|         |                |                          | Diapriidae                    | Diapriidae sp.                             | Par                             | Y              | 10      | 51  |
| 총채벌레목   | 총채벌레과          | 대만총채벌레                   | <i>Frankliniella intonsa</i>  | Her  | Y                               | 5062           | 4069    |     |
| 톡토기목    | 털보톡토기과         | 줄무늬북톡토기                  | <i>Homidia mediaseta</i>      | Det  | P                               | 105            | 15550   |     |
|         | Katiannidae    | <i>Sminthurinus</i> sp.  | <i>Sminthurinus</i> sp.       | Det  | P                               |                | 348     |     |
| 파리목     | 갈다구과           | 갈따구류                     | Chironomidae sp.              | Det  | P                               | 48             |         |     |
|         |                | -                        | 파리류 1                         | Diptera sp. 1                              | Gen                             | Y              | 295     | 252 |
|         |                |                          | 파리류 2                         | Diptera sp. 2                              | Gen                             | P/Y            | 81      | 71  |
|         |                |                          | 파리류 3                         | Diptera sp. 3                              | Gen                             | P/Y            | 26      |     |
|         | 파리류 4          |                          | Diptera sp. 4                 | Gen  | P                               | 13             | 127     |     |
|         | 기생파리과          | 기생파리류 1                  | Parasitic fly 1               | Par  | Y                               | 58             |         |     |
|         |                | 기생파리류 2                  | Parasitic fly 2               | Par  | Y                               | 64             |         |     |
| 기생파리류 3 |                | Parasitic fly 3          | Par                           | P  | 16                              | 73             |         |     |
| 응애목     | Digamasellidae | <i>Dendrolaelaps</i> sp. | <i>Dendrolaelaps</i> sp.      | Pre  | P                               |                | 66      |     |
| 거미목     | 접시거미과          | 검정꼬마접시거미                 | <i>Meloneta nigra</i>         | Pre  | P                               | 23             | 24      |     |
|         | 수리거미과          | 넓적너거미                    | <i>Gnaphosa komipirensis</i>  | Pre  | P                               | 5              | 6       |     |
|         | 늑대거미과          | 별늑대거미                    | <i>Pardosa astrigera</i>      | Pre  | P                               | 84             | 229     |     |
|         | 꼬마거리과          | 큰종꼬마거미                   | <i>Parasteal odatatulata</i>  | Pre  | P                               | 7              | 1       |     |
|         | 접시거미과          | 툭날애접시거미                  | <i>Erigone koshiensis</i>     | Pre  | P                               | 7              | 14      |     |
|         | 꼬마거미과          | 회색꼬마거미                   | <i>Paidiscura subpallens</i>  | Pre  | P                               | 5              | 2       |     |
| Total   |                |                          |                               |  |                                 | 6,901          | 21,871  |     |

\* <sup>Ger</sup> General group, <sup>Her</sup> Pest group, <sup>Pre</sup> Predator group, <sup>Par</sup> Parasitoid group, <sup>Det</sup> Decomposer group, <sup>S</sup> Sex pheromone trap, <sup>Y</sup> Yellow sticky trap, <sup>P</sup> Pitfall trap

Table 4. Biodiversity of arthropod community between conventional and organic fields

| Functional guilds  |                  | Farming method              |                        | ANOVA |        |
|--------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|-------|--------|
|                    |                  | Conventional<br>(mean ± SE) | Organic<br>(mean ± SE) | F     | P      |
| Pitfall trap       | Species richness | 10.60 ± 1.75                | 12.80 ± 1.93           | 0.71  | 0.423  |
|                    | Abundance        | 76.80 ± 15.46               | 3322.80 ± 1747.97      | 3.45  | 0.100  |
|                    | Diversity        | 1.76 ± 0.20                 | 0.48 ± 0.16            | 25.53 | <0.001 |
| Yellow sticky trap | Species richness | 5.14 ± 0.44                 | 6.27 ± 0.30            | 3.94  | 0.592  |
|                    | Abundance        | 403.57 ± 149.38             | 412.55 ± 102.65        | 0.00  | 0.963  |
|                    | Diversity        | 0.61 ± 0.13                 | 0.60 ± 0.13            | 0.00  | 0.974  |

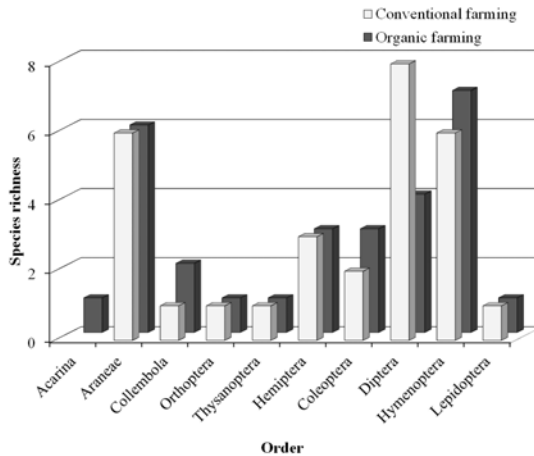


Fig. 1. Species richness of each taxon between conventional and organic fields

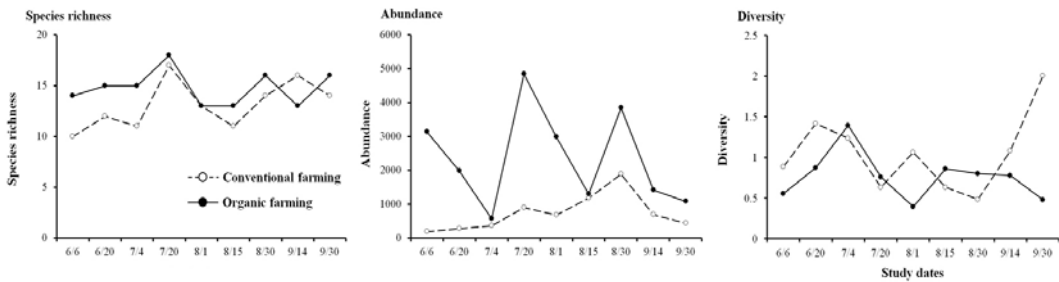


Fig. 2. Seasonality of biodiversity of community between conventional and organic fields.

## 2. 생태학적 기능군의 생물다양성

조사기간 중 일반군, 해충군, 천적군 및 분해자군으로 구분된 생태학적 기능군의 지상부 식물체와 지표면에서의 생물다양성 변동은 Fig. 3과 같으며 전반적으로 발생패턴은 유사하였으나 발생밀도는 유기포장에서 현저히 높았다. 종지수는 지표면에서는 농법간 통계학적인 차이가 없었으나 지상부 식물체에서는 일반군, 해충군 및 천적군 중 기생포식자군에서 통계학적인 차이가 있었으며 해충군과 기생포식자군 모두 유기포장에서 높았다(Table 5). 발생밀도는 지상부 식물체에서는 농법간 통계학적인 차이가 없었으나 지표면에서는 천적군 중 포식자군이 유기포장에서 관행포장에 비해 약 2배 정도 높았고 통계학적으로 차이가 있었다(Table 6). 종다양성은 지표면에서는 농법간 통계학적인 차이가 없었으나 지상부 식물체에서는 일반군과 천적군 중 기생포식자군에서 통계학적인 차이가 있었다(Table 7).

개별 생태학적 기능군의 농법별 상대적 발생밀도 변동은 Fig. 4와 같으며 관행포장에서는 해충군의 점유도가 높았고 유기농에서는 분해자군의 점유도가 현저히 높았다.

Table 5. Species richness of ecologically functional guild between conventional and organic fields

| Sampling methods   | Functional guilds |             | Farming method           |                     | ANOVA    |          |
|--------------------|-------------------|-------------|--------------------------|---------------------|----------|----------|
|                    |                   |             | Conventional (mean ± SE) | Organic (mean ± SE) | <i>F</i> | <i>P</i> |
| Pitfall trap       | Generalists       |             | 1.40 ± 0.40              | 1.40 ± 0.24         | 0.00     | 1.000    |
|                    | Herbivores        |             | 0.20 ± 0.20              | 0.80 ± 0.20         | 1.29     | 0.290    |
|                    | Natural enemy     | Predators   | 7.20 ± 0.92              | 8.00 ± 1.22         | 0.27     | 0.615    |
|                    |                   | Parasitoids | 0.60 ± 0.24              | 0.80 ± 0.20         | 0.40     | 0.545    |
|                    | Detritivores      |             | 1.20 ± 0.37              | 1.80 ± 0.37         | 1.29     | 0.29     |
| Yellow sticky trap | Generalists       |             | 1.93 ± 0.25              | 1.00 ± 0.00         | 11.18    | <0.003   |
|                    | Herbivores        |             | 1.86 ± 0.21              | 2.91 ± 0.16         | 14.76    | <0.001   |
|                    | Natural enemy     | Predators   | -                        | -                   | -        | -        |
|                    |                   | Parasitoids | 1.14 ± 0.18              | 2.36 ± 0.20         | 20.58    | <0.001   |
|                    | Detritivores      |             | 0.21 ± 0.11              | 0 ± 0               | 2.76     | 0.110    |



Table 6. Abundance of ecologically functional guild between conventional and organic fields

| Sampling methods   | Functional guilds |             | Farming method           |                     | ANOVA |        |
|--------------------|-------------------|-------------|--------------------------|---------------------|-------|--------|
|                    |                   |             | Conventional (mean ± SE) | Organic (mean ± SE) | F     | P      |
| Pitfall trap       | Generalists       |             | 10.40 ± 3.33             | 39.60 ± 14.88       | 3.67  | 0.092  |
|                    | Herbivores        |             | 0.20 ± 0.20              | 2.60 ± 1.66         | 2.06  | 0.189  |
|                    | Natural enemy     | Predators   | 40.80 ± 6.92             | 84.80 ± 17.54       | 5.44  | <0.048 |
|                    |                   | Parasitoids | 3.20 ± 1.46              | 14.60 ± 9.09        | 1.53  | 0.251  |
|                    | Detritivores      |             | 22.20 ± 10.10            | 3181.20 ± 1713.78   | 3.40  | 0.103  |
| Yellow sticky trap | Generalists       |             | 25.93 ± 6.90             | 22.91 ± 5.93        | 0.10  | 0.751  |
|                    | Herbivores        |             | 364.43 ± 147.38          | 377.73 ± 105.59     | 0.00  | 0.945  |
|                    | Natural enemy     | Predators   | -                        | -                   | -     | -      |
|                    |                   | Parasitoids | 9.79 ± 2.86              | 11.91 ± 2.16        | 0.32  | 0.577  |
|                    | Detritivores      |             | 3.43 ± 1.84              | 0 ± 0               | 2.70  | 0.114  |

Table 7. Diversity of ecologically functional guild between conventional and organic fields

| Sampling methods   | Functional guilds |             | Farming method           |                     | ANOVA |        |
|--------------------|-------------------|-------------|--------------------------|---------------------|-------|--------|
|                    |                   |             | Conventional (mean ± SE) | Organic (mean ± SE) | F     | P      |
| Pitfall trap       | Generalists       |             | 0.304 ± 0.150            | 0.158 ± 0.116       | 0.59  | 0.465  |
|                    | Herbivores        |             | 0 ± 0                    | 0.247 ± 0.152       | 2.63  | 0.143  |
|                    | Natural enemy     | Predators   | 1.500 ± 0.130            | 1.265 ± 0.183       | 1.10  | 0.326  |
|                    |                   | Parasitoids | -                        | -                   | -     | -      |
|                    | Detritivores      |             | 0.137 ± 0.087            | 0.037 ± 0.030       | 1.19  | 0.307  |
| Yellow sticky trap | Generalists       |             | 0.324 ± 0.088            | 0 ± 0               | 10.46 | <0.004 |
|                    | Herbivores        |             | 0.088 ± 0.032            | 0.185 ± 0.073       | 1.73  | 0.202  |
|                    | Natural enemy     | Predators   | -                        | -                   | -     | -      |
|                    |                   | Parasitoids | 0.033 ± 0.023            | 0.741 ± 0.092       | 68.84 | <0.001 |
|                    | Detritivores      |             | -                        | -                   | -     | -      |

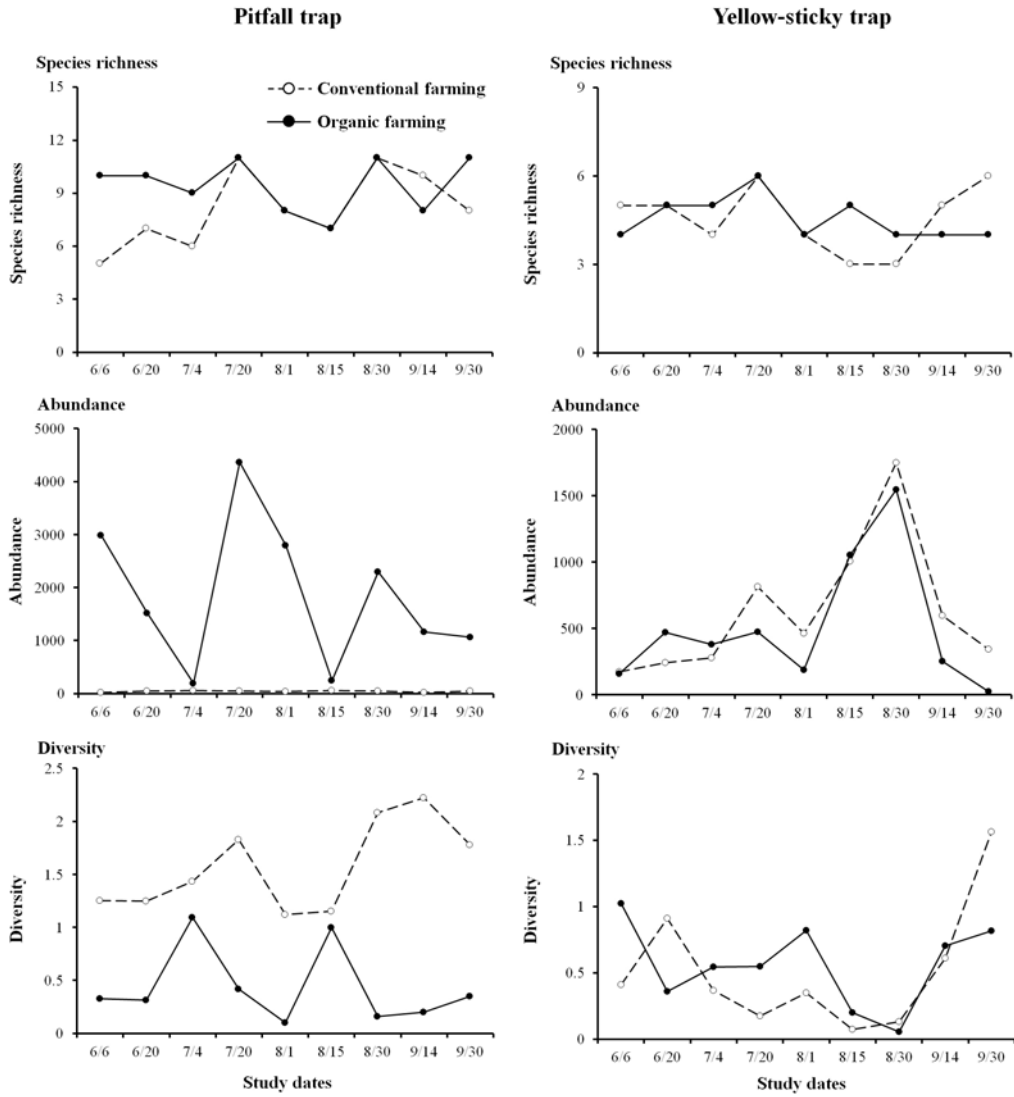


Fig. 3. Seasonality of biodiversity of ecologically functional guild between conventional and organic fields

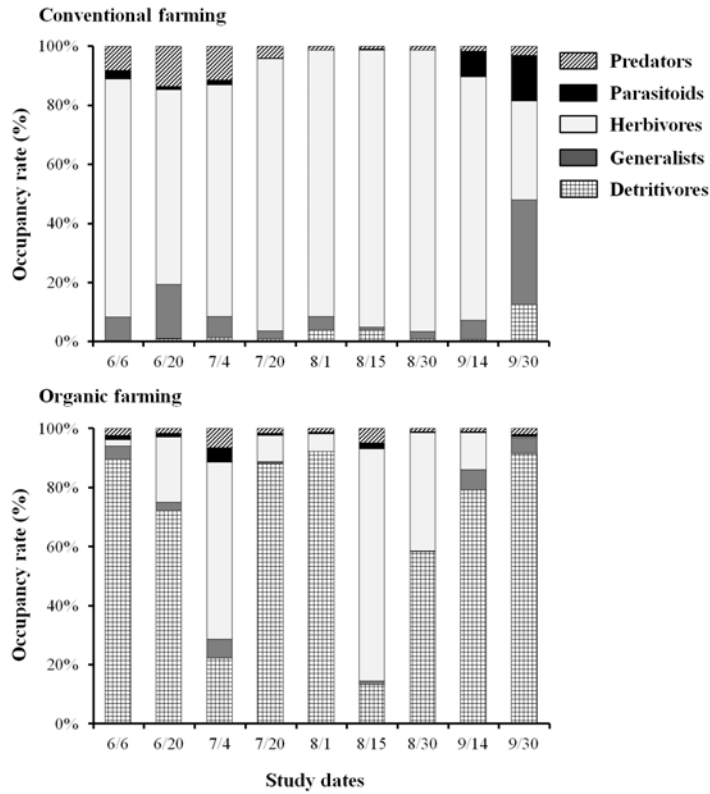


Fig. 4. Seasonality of relative occupancy rate of ecologically functional guild between conventional and organic fields

#### IV. 고 찰

본 연구 결과, 대체로 관행 고추포장과 유기 고추포장의 절지동물 군집구조의 유사성은 지상부 식물체와 지표면 모두에서 매우 낮아 농법에 따라 군집구조가 이질적임을 확인하였다. 생물다양성은 대체로 유기포장에서 높았는데 Hole 등(2005)과 Fuller 등(2005)은 유기농업이 농업생태계 내에서 생물다양성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고하였고, Bengtsson 등(2005)은 유기농업이 생물다양성을 보존하고 농업환경을 개선하는 효과가 있다고 하였다.

그러나, 지표면에서 종다양성은 관행포장에서 유기포장보다 높았으며 통계학적으로 차이가 있었는데 이는 농약 살포, 잡초 제거, 담배나방 피해주의 관행제거 등의 각종 농작업으로 인한 일시적 교란이 그 원인으로 판단된다. 일반적으로 물리적 교란 및 그 빈도 등은 군집의 종 구성이나 다양성에 영향을 주기 때문이다(Pimm, 1984; Allison, 2004).

생태학적 기능군의 경우, 해충군의 종지수가 유기포장에서 높았고 통계적으로도 차이가 있었다. 이는 화학합성농약으로 해충을 방제하였던 관행포장에서 유기포장에 비해 해충방제 효과가 높았던 것으로 사료된다. 반대로 유기포장의 기생포식자군은 종지수와 발생밀도 및 지상부 식물체에서 종다양성이 관행포장보다 높았는데, 이는 관행포장과 달리 화학합성농약의 영향을 받지 않았기 때문으로 판단되며 화학합성농약의 천적 절지동물에 대한 부정적인 영향을 보고한 연구는 무수히 많다(Theiling and Croft, 1988; Desneux et al., 2007; Cónsoli et al., 2009).

비록 국내에서는 유기농업과 관련된 기준은 미비하고 투입되는 농자재에 대한 정보가 다소 폐쇄적인 형태의 유기농업이 운영되고 있으나 유기농산물의 생산과 관련된 국제기준이나 일부 국가의 유기생산기준은 유기농업에 있어 생태학적으로 건전한 농업기술의 적용을 권장하고 있으며(CONSLEG, 1991; IFOAM, 2005; USDA NOP), 해충방제를 위한 천적의 효율적 이용이 공통적으로 제시되어 있다. 또한 Geoff 등(2007)은 유기농업에 있어 해충방제를 위한 방안으로 포장의 위치, 작물의 윤작, 토양의 개선, 경운 및 저항성 품종 등의 농업기술적 측면과 함께 천적의 보존과 활용의 중요성을 강조하였는데, 유기농업에서 천적의 발생밀도가 관행농업에 비해 높다는 많은 보고가 있다(Hesler et al., 1993; Wyss et al., 1995). 뿐만 아니라, Douglas 등(2000)도 농업생태계 내에서 서식처 관리를 통한 천적 보존의 중요성을 강조하였고 Wyss 등(2005)은 유기농업에서 해충방제프로그램 개발을 위한 개념모델을 제시하였는데, 해충의 밀도 억제에 직접적인 효과를 갖는 천적의 영향을 향상시킬 수 있는 적절한 식생 관리가 필요하다고 하였다.

결론적으로 유기농업에 있어 효과적인 해충 방제를 위해서는 분류학적 군집구조 및 생물다양성의 이해도 중요하지만 생태학적 기능군은 더욱 중요한 분석요소로 판단된다. 장기적으로는 해충의 생물다양성은 감소하고 천적의 생물다양성은 증가하는 방향으로 투입 농자재의 선정 및 서식처 관리 등을 고려한 유기농법이 구축되어야 할 것으로 생각된다.

## V. 요 약

본 연구는 관행포장과 유기포장에서 절지동물의 군집 구조와 생물다양성을 비교하기 위해 실시되었다. 조사기간 중 채집된 절지동물은 관행포장에서 6,901개체였으며 유기포장에서는 21,871개체로 총 28,718개체였으며 10목 24과 36종으로 동정되었으며 농법별 절지동물 군집을 구성하는 종수는 관행농과 유기농 모두 32종으로 같았고 관행포장에서는 파리목, 유기농에서는 벌목과 툴토기목의 종지수가 높았다. 대만총채벌레(*F. intonsa*)는 농법에 관계없이 발생밀도가 현저히 높았고 관행포장에서 우점종은 담배나방(*H. assulta*)이었고 유기포장에서는 줄무늬뿔툰토기(*H. mediaseta*), 파리류 4(Diptera sp. 4) 및 별늑대거미(*P. astrigera*)였

다. 절지동물 군집의 생물다양성은 지표면에서 종다양성이 관행포장에서 유기포장보다 높았으며 통계학적으로 차이가 있었다. 농법간 절지동물의 군집의 유사성은 지표면 및 지상부 식물체에서 활동하는 절지동물 군집은 대체로 농법에 의해 구분되었으며 그 유사도는 각각 34.07%와 26.95%로 비교적 낮아 농법간 이질성이 있었다. 생태학적 기능군의 종지수는 지상부 식물체에서 일반군, 해충군 및 천적군 중 기생포식자군에서 통계학적인 차이가 있었으며, 해충군과 기생포식자군 모두 유기포장에서 높았다. 발생밀도는 지표면에서 천적군 중 포식자군이 유기포장에서 관행포장에 비해 약 2배 정도 높았고 통계학적으로 차이가 있었다. 종다양성은 지상부 식물체에서 일반군과 천적군 중 기생포식자군에서 통계학적인 차이가 있었다. 개별 생태학적 기능군의 농법별 상대적 발생밀도 변동에서 관행포장에서는 해충군의 점유도가 높았고 유기농에서는 분해자군의 점유도가 현저히 높았다. 본 연구결과는 유기농업에서 효율적인 해충관리방안을 구축하는데 있어 유용한 절지동물 군집 정보를 제공할 것으로 사료된다.

[논문접수일 : 2013. 7. 26. 논문수정일 : 2013. 9. 4. 최종논문접수일 : 2013. 10. 7.]

## 참 고 문 헌

1. Allison, G. 2004. The influence of species diversity and stress intensity on community resistance and resilience. *Ecol. Monogr.* 74: 117-134.
2. Bengtsson J., J. Ahnström, and A.-C. Weibull, 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 42: 261-269.
3. Cho, M. R., H. Y. Jeon, S. Y. La, D. S. Kim, and M. S. Yiem. 1996. Damage of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), on pepper growth and yield and its chemical control. *Korean J. Appl. Entomol.* 35(4): 326-331.
4. Chung, C. S. and J. S. Hyun. 1980. The effects of temperatures on the development of Oriental tobacco budmoth, *Heliothis assulta* Guenée, and control effects of Thuricide HP®. *Korean J. Pl. Prot.* 19(1): 57-65.
5. CONSLEG, 1991. European Communities Council Regulation No. 2092/91 ([http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1991/en\\_1991R2092 do 001.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1991/en_1991R2092_do_001.pdf)).
6. Cônsoli1, F. L., J. R. P. Parra, and S. A. Hassan. 2009. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *J. Appl. Entomol.*

- 122: 43-47.
7. Desneux, N., A. Decourtye, and J.-M. Delpuech. 2007. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 52:81-106.
  8. Douglas, A. L., Stephen, D. Wratten, and M. G. Geoff. 2000. Habitat Management to conserve Natural enemies of Arthropod pests in Agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 5: 175-201.
  9. Fuller, R. J, L. R. Norton, R. E. Feber, P. J. Johnson, D. E. Chamberlain, A. C. Joys, F. Mathews, R. C. Stuart, M. C. Townsend, W. J. Manley, M. S. Wolfe, D. W. Macdonald, and L. G. Firbank. 2005. Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biol. Lett.* 1: 431-434.
  10. Geoff, Z., M. G. Geoff, K. Stefan, R. W. Mark, D. W. Steve, and W. Eric. 2007. Arthropod Pest Management in Organic Crops. *Annu. Rev. Entomol.* 52: 57-80.
  11. Han, M. W., J. H. Lee, and J. S. Son, 1994. Intra-and inter-plant distribution of *Helicoverpa assulta* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in red pepper and tobacco fields. *Korean J. Appl. Entomol.* 33(1): 6-11.
  12. Hesler, L. S., A. A. Grigarick, M. J. Orazo, and A. T. Palrang. 1993. Arthropod fauna of conventional and organic rice fields in California. *J. Econ. Entomol.* 86: 149-58.
  13. Hole, D. G., A. J. Perkins, J. D. Wilson, I. H. Alexander, P. V. Grice, and A. D. Evans. 2005. Does organic farming benefit biodiversity?. *Biol. Conserv.* 122: 113-130.
  14. IFOAM. 2005. Norms for Organic Production and Processing: IFOAM Basic Standards. Bonn, Ger.: IFOAM. p. 148.
  15. Jee, H. J, Y. J. Park, J. H. Park, E. J. Han, S. J. Hong, N. H. An, and Y. K. Kim. 2010. Control of major diseases and insect pests on pepper for organic cultivation. Proceeding of 2010 annual meeting and international symposium of Korean association of organic agriculture. pp. 129-139.
  16. Kim, G. S., H. J. Heo, J. A. Park, Y. S. Yu, E. H. Hahn, S. Y. Kang, K. Y. Kwon, K. H. Lee, and Y. G. Kim. 2008. Efficacy of an intergrated biological control of an egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* westwood, and microbial insecticide against the oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta* (Guenée) infesting hot pepper. *Korean J. Appl. Entomol.* 47(4): 435-445.
  17. Moon, H. C., I. K. Cho, J. R. Im, B. R. Goh, D. H. Kim, and H. C. Yeon. 2006. Seasonal occurrence and damage by thrips on open red pepper in Jeonbuk Province. *Korean J. Appl. Entomol.* 45(1): 9-13.
  18. Pimm, S. L. 1984. The complexity and stability of ecosystems. *Nature.* 307: 321-326.

19. Theiling, K. M. and B. A. Croft. 1988. Pesticide side-effects on arthropod natural enemies: A database summary. *Agri. Ecosys. Environ.* 21(3-4): 191-218.
20. USDA NOP. National Organic Program Standards (<http://www.ams.usda.gov/nop/indexNet.htm>).
21. Wyss, E., H. Luka, L. Pfiffner, C. Schlatter, G. Uehlinger, and C. Daniel. 2005. Approaches to pest management in organic agriculture: a case study in European apple orchards. *Organic Research*. pp. 33-36.
22. Wyss, E., U. Niggli, and W. Nentwig. 1995. The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard. *J. Appl. Entomol.* 119: 473-78.
23. Yang, C. Y., H. Y. Jeon, M. R. Cho, D. S. Kim, and M. S. Yiem. 2004. Seasonal occurrence of oriental tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) male and chemical control at red pepper fields. *Korean J. Appl. Entomol.* 43(1): 49-54.
24. Yang, J. O., E. H. Kim, C. M. Yoon, K. S. Ahn, and G. H. Kim. 2009. Comparison of feeding behavior of B and Q biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) against red pepper and tomato varieties. *Korean J. Appl. Entomol.* 48(2): 179-188.
25. Yi, H. B. and H. J. Kim. 2010. The comparative study of arthropods community on non-transgenic mother chili pepper (P915) and transgenic chili pepper (CMVP0-CP) in the isolated quarantine LMO fields. *Korean J. Appl. Entomol.* 48(2): 179-188.