

파종방법을 달리한 수원 및 이천 지역 소규모 수도포장에서의 절지동물 군집

Arthropod Community in Small Rice Fields associated with Different Planting Methods in Suwon and Icheon

이준호 · 김광호 · 임언택

Joon-Ho LEE, Kwang-Ho KIM and Un Taek LIM

ABSTRACT This study was conducted to analyze arthropod community patterns in small rice fields associated with different planting methods (water seeding, drill seeding, and transplanting) in Suwon and Icheon in 1994. Total 15 orders and 45 families of arthropods were collected. The arthropod community was analyzed using guild categories. The arthropods were found in the order of 'natural enemy>pest(phytophage)>non-pest' in their densities in all sites. The pest (phytophage) species were mainly Homoptera and dominated by Delphacidae (*Nilaparvata lugens* Stål, *Sogatella furcifera* Horvath and *Laodelphax striatellus* Fallen) and Cicadellidae (*Nephotettix cincticeps* Uhler). They constituted >80% of pest abundance. Differences in pest abundance were not found among rice fields associated with different planting methods. Spiders were the most dominant group in the natural enemy and constituted >90% of natural enemy abundance. Hunting spiders constituted >50% of spider abundance and were dominated by *Pirata subpiraticus* Bös. et Str. (Lycosidae). *Pachygnatha clerki* Sundevall (Tetragnathidae) was a dominant species in webbing spiders. No differences were found in species richness and diversity in spider community among rice fields associated with different planting methods. The non-pest species were mainly Diptera and occurred abundantly in early growing season and decreased drastically as rice development proceeded. The non-pest abundance was higher in direct seeding sites than in transplanting site, and especially abundant in a drill seeding site.

KEY WORDS Arthropod community, guild, rice ecosystem, water seeding, drill seeding, transplanting

초 록 파종방법을 달리한 논생태계내 절지동물의 군집상을 분석하기 위하여 경기도 수원에 위치한 담수직파, 건답직파, 이앙구의 3 포장과 이천에 위치한 담수직파, 이앙구 2 포장을 선정하여 1994년도에 조사하였다. 절지동물은 총 15목 45과가 채집되었다. 절지동물군집을 기능군(길드)으로 나누어 분석한 결과, 두 지역 모두 파종방법에 관계없이 밀도가 '천적군>해충군>비해충군'의 순으로 나타났다. 해충군에는 멸구과(Delphacidae)의 벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stål), 흰등멸구(*Sogatella furcifera* Horvath), 애멸구(*Laodelphax striatellus* Fallen)와 매미충과(Cicadellidae)의 끝등매미충(*Nephotettix cincticeps* Uhler)이 우점종들이었고 전체 해충군의 80% 이상을 차지하였다. 파종방식에 따른 해충밀도의 유의성 있는 차이는 없었다. 천적군에서는 거미류가 전체 천적의 90% 이상을 차지했다. 그중 배회성 거미(hunting spider)가 50% 이상이었으며 늑대거미과(Lycosidae)의 황산적거미(*Pirata subpiraticus* Bös. et Str.)가 주요 우점종이었다. 조망성 거미류(webbing spider)에서는 갈거미과(Tetragnathidae)의 턱거미(*Pachygnatha clerki* Sundevall)가 주요 우점종이었다. 파종방식에 따른 거미군집구성의 뚜렷한 차이는 없었다. 비해충군은 본답 초기에 깔따구류 등의 파리류가 주종을 이루었고 벼의 생육이 진전됨에 따라 급격히 감소하였다. 파리류의 발생은 기계이앙구보다 직파구에서 많았으며 특히 건답직파구에서 많이 발생하였다.

검색어 절지동물군집, 기능군(길드), 벼생태계, 담수직파, 건답직파, 이앙

벼해충 발생상은 벼작부체제 및 재배기술과 같은 경종법과 천적, 벼품종, 벼의 형태적 구조, 기상 등과 같은 생물 및 환경적 요인들과 밀접한 관계가 있기 때문에 벼해충관리는 벼생태계내 벼곤충군집구조의 특성을 토대로 시행되어야 건전한 벼생태계를 유지하며 소기의 목적을 달성할 수 있다. 그러나 그동안의 우리나라에서의 벼해충관리 연구들은 대부분 살충제의 사용적기 구명(박 1978, 이와 최 1979, 이 1979, 김 등 1982, 최와 박 1986) 또는 살충제 중심의 체계적인 방제전략 수립(김 1985, 배와 현 1987, 배와 현 1989, 배 등 1992a, b, c, 배 등 1994)에 초점을 맞추어왔다. 벼생태계내 벼해충발생과 관련한 생태학적 연구들은 벼해충 개체군동태(法橋 등 1976, 송 등 1982a, 김 1983, 김 등 1987), 재배법에 따른 벼해충 발생에 대한 영향(송 등 1982b, 엄 등 1985, 김 1996) 그리고 벼 생육과 벼멸구 생육과의 관계(이와 현 1984) 등이 있다. 논생태계에서의 절지동물 군집구조에 대한 연구는 경남지역에서 수행된 송과 최(1993)의 연구가 유일하였으나 최근 윤(1997)에 의해 우리나라 전국 8개 지역에서의 논생태계내 절지동물 군집구조와 그 변화패턴에 대한 연구가 종합적으로 이루어졌다. 윤(1997)의 연구는 논생태계내 절지동물의 군집구조는 벼의 생육이 진행됨에 따라 변화할 것이며 이러한 변화는 절지동물군집을 구성하는 기능군(해충군, 천적군, 기타 벼해충군)들 안에서 또는 사이의 상호작용은 물론 이들과 벼생육단계 및 환경과의 상호작용도 어떠한 형태로든지 영향을 끼칠 것이고 이러한 상호작용 결과에 의한 이들의 발생패턴은 농약살포와 같은 외부간섭의 커다란 영향을 받는다는 가정하에 그 패턴을 구명하고자 수행하였다.

본 연구는 벼의 초기생육구조는 기계이앙, 직파와 같은 벼재배법에 따라 다르게 되며 이에 따른 벼의 절지동물군집도 영향을 받을 수 있다는 가정하에 기계이앙, 담수직파, 건답직파 등의 재배방법을 달리한 수원과 이천 지역 소규모 수도포장에서의 절지동물의 군집구조를 분석하여 논생태계 절지동물군집구조의 이해와 환경조화형 벼해충관리를 위한 기초자료를 얻기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

조사지역

본 연구는 1994년 경기도 수원시 서울대학교 농업생명과학대학 부속농장 논포장과 경기도 이천군 논포장

에서 수행되었다. 서울대 농생대 부속농장 논포장에서는 '금오벼'를 공시품종으로 하였으며 실험구는 기계이앙구(transplanting), 담수직파구(water seeding), 건답직파구(drill seeding)를 준비하였다. 각 구의 크기는 100평(18.5×18 m)이었으며 인접해 있었다. 기계이앙구는 5월 26일 재식밀도 30×15 cm(22주/m²)로 기계이앙하였다. 담수직파구는 파종 이틀전에 씨레질하여 하루 정도 굳힌후에 파종량을 5.6 kg/10a로 하여 18시간 침종한 후 조간 25 cm로 담수표면에 5월 9일 손파종하였다. 건답직파구는 12시간 침종 후 6시간 음건한 종자를 파종량을 5.6 kg/10a로 하여 5월 9일 수동식 점파기를 이용하여 재식밀도 20×17 cm 간격으로 건답직파하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 이앙구의 경우 9-8-8 kg/10a(기비: 5-8-8 kg/10a; 분얼비, 수비 각각 2-0-0 kg/10a), 직파구의 경우 11-8-8 kg/10a(기비: 5-8-8 kg/10a; 5엽기 추비, 분얼비, 수비 각각 2-0-0 kg/10a) 수준으로 시용하였다. 물관리는 담수구의 경우 파종직후부터 담수하여 파종 25일 경에 논그누기를 한 후 상시 담수상태로 두었다. 건답구에서는 본엽 5매 출현때부터 담수하여 이앙구와 동일하게 상시 담수상태로 두었다. 잡초방제는 이앙구의 경우 이앙후 2주경 마무리 입제를 3 kg/10a 수준으로 살포하였고 직파구의 경우 파종 후 40일 경에 밭사그란피 수화제를 300 g/10a 수준으로 살포하였다.

이천 농가 포장에서는 '동진벼'를 공시품종으로 하였으며 실험구는 기계이앙구, 담수직파구를 준비하였다. 각 구의 크기는 100평(18.5×18 m)이었으며 인접해 있었다. 기계이앙구는 5월 20일, 담수직파구는 5월 10일 파종하였으며 이앙 및 파종 방법, 시비량, 제초 등은 앞에 설명된 방법과 동일하게 하였다. 이 포장들에서는 살충제 및 살균제는 처리하지 않았다.

절지동물체집 및 동정

각 조사구내에 임의의 지점(50×50 cm)을 선정하여 아크릴 케이지(가로 50 cm, 세로 50 cm, 높이 70 cm)로 사방을 막은 후 케이지내 들어있는 절지동물들을 소형동력흡충기로 포획하였다. 한 반복당 조사주수는 6주/케이지였으며 각 조사구당 5반복 실시하였다. 채집된 절지동물들은 실험실로 가져와 75% 에틸알코올로 액침표본을 만들어 기능군별(해충군, 천적군, 벼해충군)로 구분하여 대분류한 후 가능한 한 속, 종수준까지 동정하였다. 조사시기는 7월 12일부터 9월 25일까지 15일 간격으로 조사하였으며 조사시간은 오후 1시

부터 3시까지였고 우천시에는 다음날 조사하였다.

자료분석

자료분석은 각 조사구에서 발생한 절지동물을 해충류, 비해충류, 천적류 등의 기능군으로 대분류한 다음 다시 주요해충인 매미목의 벼멸구, 흰등멸구, 애멸구와 주요천적인 거미류의 발생패턴을 비교하였다. 거미류의 경우 종수준까지 동정하여 종다양도, 균등도, 우점도 등을 구하여 군집간 비교를 하였다.

1) 생물 다양도 지수

수도생태계내 절지동물군 중 거미류 군집의 종다양도를 나타내기 위한 지수로, 종수, Shannon 지수, Evenness 지수를 사용하였다(Magurran 1988), 지수들의 처리구간의 유의성 검정은 Mann-Whitney test (Siegel과 Castellan 1988)를 사용하였다.

- 종풍부도(S)

S : 거미류 종수

- Shannon index (H')

$$H' = -\sum P_i \log P_i$$

P_i: 거미류 중 i의 전체 밀도에서 차지하는 비율

- Evenness index(J')

$$J' = \frac{H'}{\log S}$$

- Dominance index(D)

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

n_i: 각 종의 중요도 (개체수, 생체량, 생산량 등)

생물다양도 지수들은 위의 식들을 근거로 만들어진 Basic program (spdiver.bas) (Ludwig와 Reynolds 1988)을 이용하여 구한 후 분석자료로 활용하였다.

2) 종서열 패턴 분석

절지동물 군집내의 거미류에 대하여 구조상의 특징을 파악하기 위하여 Rank Pattern Analysis(RPA)를 하였다. 처리구별로 거미류의 전체 출현 평균밀도의 log치를 내림차순으로 정리하여 그림으로 나타냈다.

결 과

절지동물 길드 구조

Table 1과 Table 2는 파종방법을 달리하여(담수직파, 건담직파, 기계이앙) 재배한 수원과 이천지역 논생태계내 벼에 서식하는 절지동물의 6株 당 평균밀도를 기능군(해충, 천적, 비해충)별로 각각 정리한 것이다. 채

Table 1. Mean density (±SEM) of arthropods by taxa in guilds in three rice fields planted by different rice seeding methods, Suwon, 1994 (Sample unit = 6 hills (0.5×0.5 m))

Guild	Planting Methods		
	Water Seeding	Drill Seeding	Transplanting
Pests	6.68 ± 1.00	8.04 ± 5.04	10.04 ± 4.73
Homoptera	5.88 ± 0.75	7.52 ± 1.25	9.04 ± 0.96
Delphacidae	2.88 ± 0.69	2.24 ± 0.82	3.04 ± 1.20
<i>Nilaparvata lugens</i>	1.00 ± 0.32	0.64 ± 0.37	1.12 ± 0.97
<i>Sogatella furcifera</i>	0.80 ± 0.45	0.32 ± 0.19	0.40 ± 0.21
<i>Laodelphax striatellus</i>	1.08 ± 0.50	1.28 ± 0.67	1.52 ± 0.16
Cicadellidae	2.84 ± 1.21	5.16 ± 4.37	5.88 ± 4.79
<i>Nephotettix cincticeps</i>	2.84 ± 1.21	5.16 ± 4.37	5.88 ± 4.79
Apidoidea	0.16 ± 0.16	0.12 ± 0.12	0.12 ± 0.12
Coleoptera	0.32 ± 0.16	0.28 ± 0.10	0.80 ± 0.44
Orthoptera	0.04 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Hemiptera	0.40 ± 0.14	0.24 ± 0.10	0.20 ± 0.09
Lepidoptera	0.04 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Natural Enemies	7.40 ± 1.77	10.16 ± 3.92	15.52 ± 5.96
Araneae	7.08 ± 1.81	9.16 ± 3.74	14.84 ± 5.95
Hymenoptera	0.04 ± 0.04	0.24 ± 0.12	0.08 ± 0.05
Odonata	0.00 ± 0.00	0.12 ± 0.12	0.12 ± 0.12
Hemiptera	0.24 ± 0.17	0.08 ± 0.05	0.04 ± 0.04
Coleoptera	0.04 ± 0.04	0.56 ± 0.25	0.28 ± 0.08
Non-Pests	4.68 ± 2.89	12.16 ± 6.65	7.12 ± 3.06
Diptera	3.36 ± 2.15	8.20 ± 5.71	0.44 ± 0.44
Chironomidae	1.08 ± 0.74	1.92 ± 1.53	1.20 ± 1.05
Collembola	0.24 ± 0.12	2.04 ± 1.54	5.48 ± 3.37
Total	18.76 ± 2.02	27.20 ± 6.99	28.68 ± 9.12

Sampling was made at five different dates and five samples were taken in each sampling date.

집된 절지동물은 총 15목 45과였다. 전체적으로 평균 밀도에 있어 해충군이 31%, 천적군이 52.4%, 비해충군이 16.6%로서 천적군이 우점을 형성하였으며 수원보다는 이천에서 천적군의 비율이 높았고(43.3% : 66%) 해충군과 비해충군은 반대로 수원이 이천보다 높았다(35.5% : 27%; 23% : 7%). 파종방식에 따른 처리구간의 절지동물 발생의 차이는 뚜렷하지는 않았으나 부분적인 차이는 보였다.

해충군에는 멸구과(Delphacidae)의 벼멸구

Table 2. Mean density (\pm SEM) of arthropods by taxa in guilds in two rice fields planted by different rice seeding methods, Icheon, 1994 (Sample unit = 6 hills (0.5×0.5 m))

Guild	Planting Methods	
	Water Seeding	Transplanting
Pests	5.01 \pm 1.30	4.13 \pm 1.34
Homoptera	3.04 \pm 0.84	3.17 \pm 0.93
Delphacidae	1.21 \pm 0.49	1.47 \pm 0.28
<i>Nilaparvata lugens</i>	0.13 \pm 0.07	0.13 \pm 0.13
<i>Sogatella furcifera</i>	0.07 \pm 0.04	0.10 \pm 0.07
<i>Laodelphax striatellus</i>	1.00 \pm 0.42	1.23 \pm 0.28
Cicadellidae	1.83 \pm 0.89	1.57 \pm 1.02
<i>Nephotettix cincticeps</i>	1.83 \pm 0.89	1.57 \pm 1.02
Aptidoidea	0.00 \pm 0.00	0.13 \pm 0.13
Coleoptera	1.57 \pm 0.68	0.63 \pm 0.40
Hemiptera	0.23 \pm 0.13	0.23 \pm 0.12
Lepidoptera	0.17 \pm 0.09	0.20 \pm 0.05
Natural Enemies	12.90 \pm 3.89	10.03 \pm 3.19
Araneae	12.07 \pm 3.93	9.70 \pm 3.12
Hymenoptera	0.63 \pm 0.13	0.10 \pm 0.04
Odonata	0.00 \pm 0.00	0.03 \pm 0.03
Hemiptera	0.23 \pm 0.32	0.07 \pm 0.04
Coleoptera	0.07 \pm 0.07	0.16 \pm 0.06
Non-Pests	1.10 \pm 0.61	1.23 \pm 0.40
Diptera	0.27 \pm 0.09	0.23 \pm 0.11
Chironomidae	0.83 \pm 0.60	0.70 \pm 0.34
Collembola	0.00 \pm 0.00	0.30 \pm 0.30
Total	19.01 \pm 4.70	15.40 \pm 3.52

Sampling was made at six different dates and five samples were taken in each sampling date.

(*Nilaparvata lugens* Stål), 애멸구(*Laodelphax striatellus* Fallen), 흰등멸구(*Sogatella furcifera* Horvath), 매미충과(Cicadellidae)의 끝동매미충(*Nephotettix cincticeps* Uhler)이 주요 우점종들이었으며 이들이 전체 해충군의 80% 이상을 차지하였다. 파종방식에 따른 해충 밀도의 유의성있는 차이는 없었으나 수원 포장의 경우 직파구보다 기계이앙구에서 높은 경향을 보였다. 이천의 경우에는 큰 차이가 없었다.

천적군에서는 거미류가 전체 천적 밀도의 90% 이상을 점하였다. 거미류 이외에는 기생벌과 노린재목 등이 소수를 차지하였다. 거미류는 생활습성에 따라 크게 배회성 거미류(hunting spider)와 조망성 거미류(webbing spider)로 나뉘며 조망성 거미류는 다시 수직그물생활거미류(orb webbing spider)와 수평그물생활

거미류(space webbing spider)로 나눌 수 있는데 전반적으로 본 조사구들에서는 배회성 거미류가 50% 이상이었고, 이들의 株당 밀도는 1.2마리였다(Table 3, 4). 수원과 이천의 거미군집구성의 뚜렷한 차이는 없었으며 또한 파종방식에 따른 차이도 크게 나타나지 않았다.

비해충군은 본답 초기에 파리류와 갈따구류가 주종을 이루었고 이후 이들은 벼의 생육이 진전됨에 따라 급격히 감소하는 경향을 보였다. 파리류의 발생은 수원 포장에서는 기계이앙구보다 직파구에서 많았으며 특히 건답직파구에서 많이 발생하였다. 이천의 경우는 차이가 없었다.

길드별 절지동물 발생소장

Fig. 1은 수원과 이천 조사지에서의 절지동물들의 길드별 발생소장이다. 벼생육 초기에는 비해충군을 제외한 해충군과 천적군의 밀도가 매우 낮았고 후기로 갈수록 이들의 밀도가 증가하는 양상을 보였다. 갈따구와 파리로 주로 구성된 비해충군은 본답초기에 높은 밀도를 형성하다가 8월 이후가 되면서 현저히 떨어졌다. 9월 중순 이후에는 전체 절지동물의 밀도는 크게 감소하는 경향을 보였다. 본 시험구에서 농약 살포를 하지 않았음에도 불구하고 각각의 해충 개체군들의 밀도는 높지 않았으며 전체 해충군의 개체수도 주요 천적군인 거미류의 개체수를 넘지 못했다.

Fig. 2는 파종방식이 다른 조사지별 주요 해충군과 거미류의 발생소장이다. 해충군은 매미목의 멸구과와 매미충과가 전체 해충군의 90% 이상을 차지하였는데, 수원 지역의 경우 벼멸구, 흰등멸구 등의 멸구과는 발생이 거의 되지 않았고 끝동매미충 등의 매미충과는 8월 이후 서서히 밀도가 형성되다가 8월 말에 최고 밀도를 형성했다. 그러나 이들의 최고밀도는 2마리/6주로 상당히 낮았다. 이천에서도 이들의 밀도는 연중 낮았다.

전체 천적군의 90% 이상을 차지한 거미류의 밀도는 8월 이후 급격히 증가하는 경향을 보였다. Fig. 3과 Fig. 4는 수원과 이천 담수직파 및 기계이앙구에서의 우점종들인 황산적거미(*Pirata subpiraticus* Bös. et Str.)와 턱거미(*Pachygnatha clerki* Sundevall)의 발생소장이다. 황산적거미는 담수직파구에서, 턱거미는 이앙구에서 상대적으로 발생이 더 많은 경향을 보였다. 한편 이들 두 종류의 거미는 벼생육 전기간에 걸쳐 고르게 높은 밀도를 형성하였으나 생육후기에는 턱거미가 황산적거미 보다 많이 출현하였다.

Table 3. Species of spiders in rice fields planted by different planting methods, Suwon, 1994

Type	Family	Species	Water Seeding	Drill Seeding	Transplanting
Hunting	Clubionidae	<i>Clubiona lutescens</i> Westring	3	2	4
		Clubionidae SL ¹	34	44	55
	Lycosidae	Lycosidae SL	13	29	47
		<i>Pirata subpiraticus</i> Bös. et Str.	4	0	3
	Pisauridae	Pisauridae SL	0	1	1
	Salticidae	<i>Marpissa magister</i> Karsch	0	0	2
		Salticidae SL	5	7	15
	Thomicidae	Thomicidae SL	6	7	8
Subtotal			65	90	135
Orb	Araneidae	Araneidae SL	2	5	30
Webbing	Tetragnathidae	<i>Dyschiriognatha quadrimaculata</i> Bös. et Str.	1	1	1
		<i>Pachygnatha clercki</i> Sundevall	12	10	15
		<i>Tetragnata maxillosa</i> Thorell	2	8	5
		Tetragnathidae SL	38	26	42
Subtotal			55	50	93
Space Webbing	Erigonidae	Erigonidae SL	6	7	19
		<i>Gnathonarium dentatum</i> Wider	7	2	6
		<i>Ummeliata angulituberis</i> Oi	3	3	7
	Theridiidae	<i>Ummeliata insecticeps</i> Bös. et Str.	4	1	0
		<i>Coleosoma octomaculatum</i> Bös. et Str.	4	5	9
		<i>Enoplognatha japonica</i> Bös. et Str.	2	1	3
		Theridiidae SL	5	2	9
	Subtotal			31	21
Others			27	22	94
Total			178	183	375

¹Spiderling.

Table 4. Species of spiders in rice fields planted by different planting methods, Icheon, 1994

Type	Family	Species	Water Seeding	Transplanting
Hunting	Clubionidae	<i>Clubiona kurilensis</i> Bös. et Str.	0	1
		<i>Clubiona lutescens</i> Westring	11	13
		Clubionidae SL ¹	90	52
	Lycosidae	Lycosidae SL	142	115
		<i>Pirata piraticus</i> Clerck	1	0
		<i>Pirata subpiraticus</i> Bös. et Str.	10	8
	Pisauridae	Pisauridae SL	3	10
	Salticidae	<i>Dendryphantes atratus</i> Karsch	0	1
		<i>Marpissa magister</i> Karsch	2	0
		Salticidae SL	0	6
Thomicidae	Thomicidae SL	3	0	
Subtotal			262	206
Orb	Araneidae	Araneidae SL	4	3
Webbing	Tetragnathidae	<i>Neoscona doenitzi</i> Bös. et Str.	1	0
		<i>Dyschiriognatha quadrimaculata</i> Bös. et Str.	8	3
		<i>Pachygnatha clercki</i> Sundevall	14	17
		<i>Tetragnata maxillosa</i> Thorell	0	1
		<i>Tetragnata praedonia</i> L. Koch	0	1
		Tetragnathidae SL	47	24
Subtotal			74	49
Space Webbing	Erigonidae	Erigonidae SL	4	5
		<i>Gnathonarium dentatum</i> Wider	6	5
		<i>Ummeliata angulituberis</i> Oi	2	4
	Linyphiidae	<i>Ummeliata insecticeps</i> Bös. et Str.	2	3
		Linyphiidae SL	1	2
	Theridiidae	<i>Coleosoma octomaculatum</i> Bös. et Str.	11	5
		Theridiidae SL	1	3
	Subtotal			27
Others			23	14
Total			386	296

¹Spiderling.

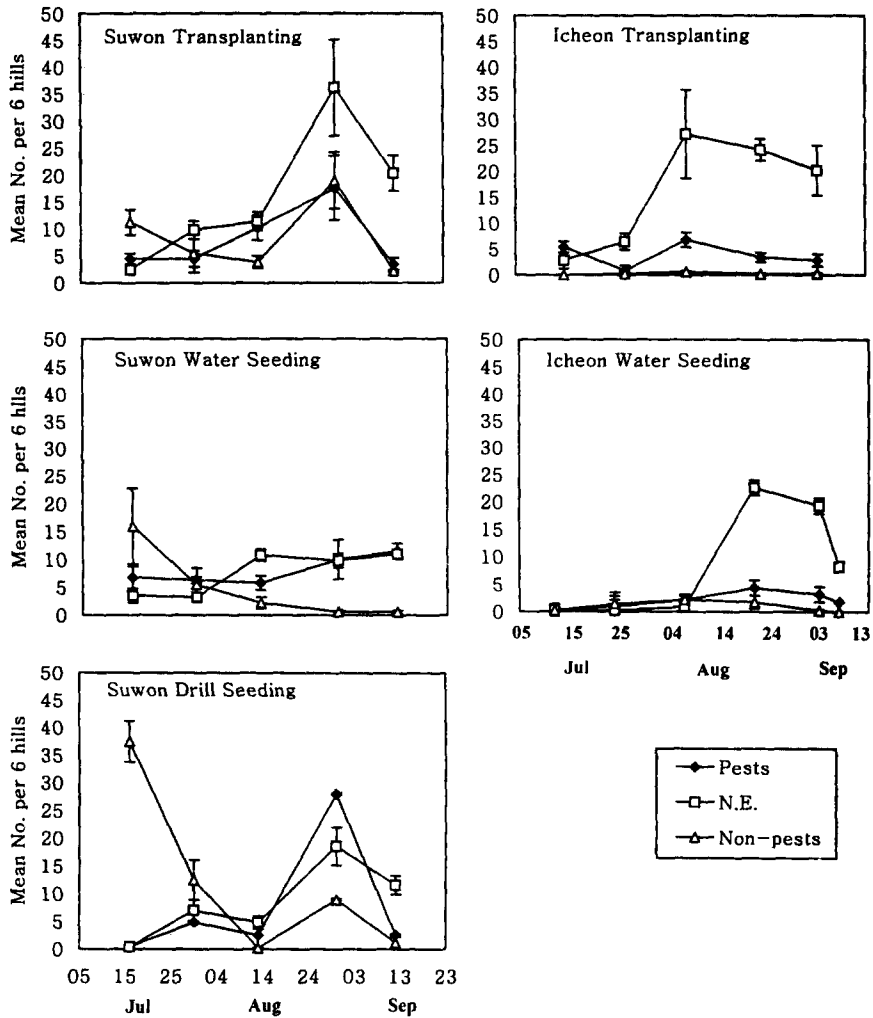


Fig. 1. Temporal fluctuation of three guilds of arthropods in differently.

거미 군집분석

Table 5는 거미 군집 분석결과이다. 수원과 이천 조사지에서 채집된 종수는 파종방식에 관계없이 16~17종으로 비슷하였으며 파종방식에 따른 다양성 지수들의 값들의 차이는 없었다. 종다양도와 균등도는 파종방식에 상관없이 수원보다 이천이 낮게 나타났으며 우점도는 이천이 높았다. 이천의 경우, 늑대거미과(Lycosidae)와 염낭거미과(Clubionidae)가 전체의 60% 이상을 차지하였다. 수원과 이천 조사지에서의 우점종은 배회성거미인 황산적거미나 조망성 거미인 턱거미로 나타났다. 담수작과에서는 수원, 이천 모두 배회성 거미에 속하는 늑대거미과가 우점이었고 염낭거미

과도 그 다음으로 많은 숫자가 채집되었다. 수직그물 생활 거미류에서는 턱거미가 우점종을 차지하였고, 수평그물생활 거미류에서는 애접시거미과(Erigonidae)의 황갈애접시거미(*Gnathonarium dentatum* Wider), 모듬줄애접시거미(*Ummeliata angulituberis* Oi), 등줄애접시거미(*Ummeliata insecticeps* Bös. et Str.)가 거의 비슷한 분포를 보였다.

Fig. 5는 수원과 이천에서 조사된 거미 군집구조의 특징을 파악하기 위하여 Rank Pattern Analysis(RPA)를 한 결과로서 처리구별로 거미류의 전체 출현 평균 밀도의 log값을 내림차순으로 정리하여 그림으로 나타낸 것이다. 수원이 이천보다 우점종과 최소종 간 개체

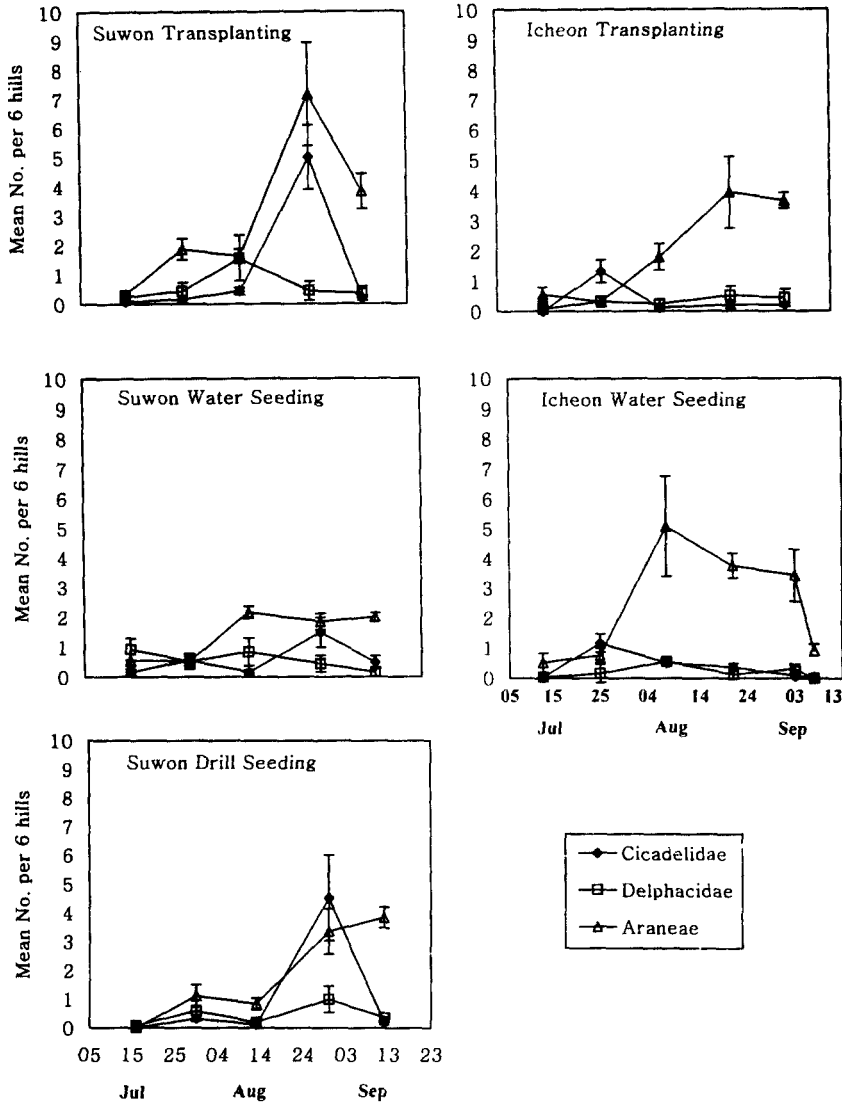


Fig. 2. Temporal fluctuation of main pest and ratural enemy in differently planted rice paddy fields in Suwon and Icheon, 1994.

수 차이의 정도가 작았다.

고 찰

절지동물 길드 구조 및 발생소장

본 연구에서 사용한 표본조사방법인 아크릴 케이지 (50 cm × 50 cm × 70 cm)로 벼 6주를 씌우고 흡충관으로 채집하는 과정은 상당히 조심스럽게 수행되었고 눈으로 관찰하면서 채집했기 때문에 채집방법 및 채집자

에 따른 편차는 매우 작았다. 본 연구에서는 총 15목 45과가 채집되어 송과 최(1993)가 진주지역에서 조사한 본답기의 13목 82과, 윤(1997)이 전국 8개 지역에서 조사한 85과와 비교해서 상당히 낮았는데, 이것은 경기지역에서의 벼 절지동물 발생상이 남부지역보다 작은 것을 반영한다고 생각된다. 윤(1997)의 연구에서도 경기지역의 경우 50과 이하로 나타났으며 연도간에도 상당한 변이를 보였다.

절지동물 군집을 기능군별로 비교한 결과 두 지역

모두 파종방법에 관계없이 밀도에 있어 '천적군>해충군>비해충군'의 순으로 나타났는데 이것은 이앙구에서 수행한 송과 최(1993)의 진주지역에서의 결과(해충군>비해충군>천적군)와는 다른 패턴이었다. 윤(1997)도 전국 8개 지역의 이앙구에서의 기능군별 평균밀도를 분석한 결과 '해충군>비해충군>천적군'의 순으로 보고하였다. 이러한 차이는 지역, 파종방법의 차이에 따른 본답 초기 식생구조의 차이, 표본조사방법 등 여러 요인들의 영향에 기인한다고 생각되며 앞으로 더 연구가 계속되어야 할 것이다.

수원, 이천 두 지역 모두 본답 초기에는 비해충군인 갈따구류와 파리류의 발생량이 두드러졌으며 이앙구보다 직파구에서 이러한 경향이 뚜렷하였는데 특히 건답직파구에서 그 정도가 심하였다. 본답 초기에 갈따구 및 파리 등의 비해충군의 밀도가 높은 경향은 이앙

구에서 수행한 송과 최(1993), 윤(1997)의 연구에서도 일치하였다. 파종방법은 논생태계의 초기 본답구조의 형성에 가장 크게 영향을 주며, 초기 재배방식의 차이를 가져와 논 초기 상태를 다르게 하여 이에 따라 벼에 서식하는 절지동물 군집형성 및 밀도에도 영향을 줄 것이다. 본 연구 결과에서 보여주듯이 파종방법에 따른 초기 본답에서의 절지동물 발생의 차이는 이를 잘 뒷받침하고 있다. 건답직파는 담수직파보다 어느정도 입모와 출아의 안정을 기할 수 있으나 건답기간의 잡초발생 문제가 있다. 본 연구에서는 수원에서 직파구가 이앙구에서 보다 분얼발생이 왕성하였으며 입모수는 담수직파구 81본/m², 건답직파구 142본/m²으로 건답직파구가 좋았고, 유효생육도 건답직파구가 담수직파구보다 초장 및 근장(根長)이 약간 좋았으며 잡초

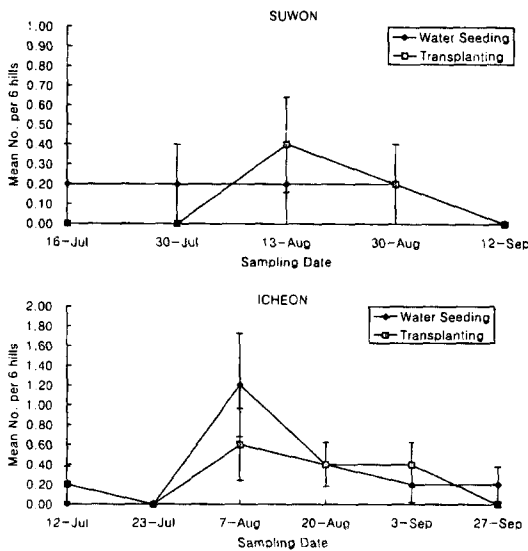


Fig. 3. Comparison of *Pirata subpiraticus* occurrence in differently planted rice fields in 1994.

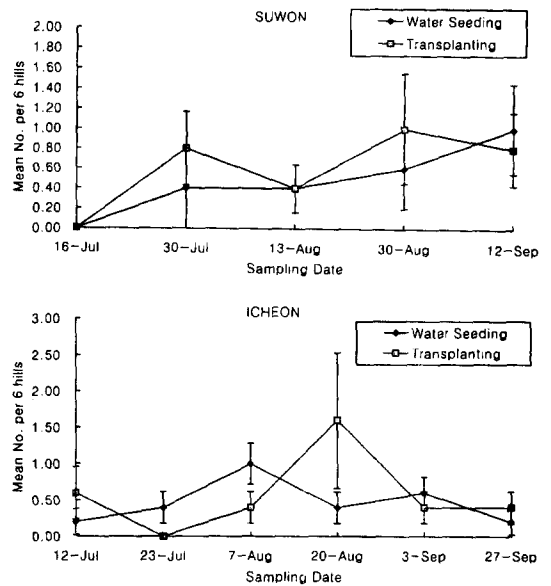


Fig. 4. Comparison of *Pachygnatha clerki* occurrence in differently managed rice fields in 1994.

Table 5. Diversity indices of spider community in small rice paddy fields in 1994

Index	Suwon			Icheon	
	Water Seeding	Drill Seeding	Transplanting	Water Seeding	Transplanting
Number of Species	16	16	17	16	17
Number of individual	178	183	376	386	296
Shannon index (H')	2.435	2.363	2.389	2.008	2.175
Dominance index (D)	0.123	0.129	0.127	0.213	0.199
Evenness index (J')	0.878	0.852	0.843	0.724	0.768

Sample unit = 6 hills (0.5 × 0.5 m).

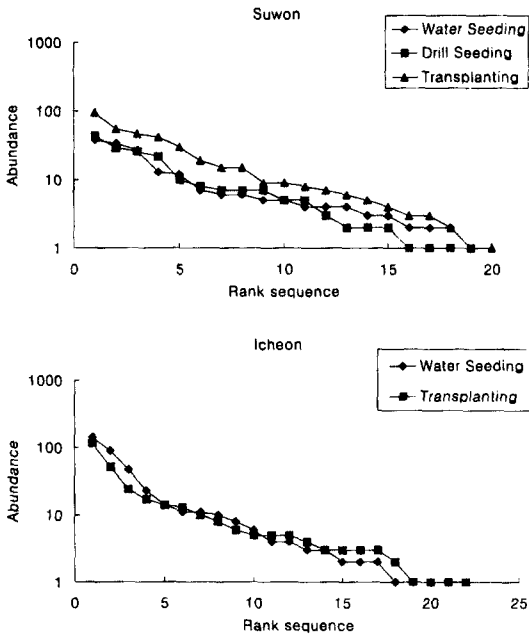


Fig. 5. Species rank distribution of spider in rice paddy fields in Suwon and Icheon, 1994.

발생은 건답기간에 있었으나 답수 후에는 다른 구들과 큰 차이가 없었다. 따라서 초기 본답 상태의 차이(벼생육, 배수 조건 등)가 초기 절지동물 특히 깔따구나 파리 등의 비해충군의 발생의 차이를 가져온 것으로 생각된다. 일반적으로 비해충 파리의류의 발생은 논밭과 논바닥 진흙벌의 유기물함량과 밀접한 관계가 있을 것이나 본 연구를 위한 시험구들은 같은 장소에 연이어 배치되어 있었기 때문에 시험구간의 토양 유기물 함량의 차이로 해석되기는 어렵다고 생각된다. 본 연구에서는 이 시기에 해충군과 천적군의 발생은 상대적으로 매우 낮았다. 특히, 본답 초기부터 많이 발생할 가능성이 있는 벼물바구미의 출현은 거의 없었다. 그러나 벼물바구미의 경우 건답직파구가 다른 방법들에 의한 포장보다 발생이 현저히 적어, 파종방법 및 배수조건에 따라 차이가 있음이 보고된 바 있다(김 1996). 본 연구에서는 본답초기에 해충군과 천적군의 발생이 적어 파종방법에 따른 이들의 발생 차이가 비해충군과는 달리 뚜렷이 나타나지는 않았으나 본답 초기 해충군의 발생은 본답 중기나 후기 보다는 초기에 재배방식에 따른 차이가 날 가능성은 상당히 있을 것으로 생각된다. 깔따구나 파리 등의 비해충군의 초기 발생이 높았음에도 불구하고 멸구나 매미충 등의 해충군 대신 이들을 먹

이로 이용할 수 있는 거미들이 초기에 낮게 발생한 것은 논둑에서 서식하고 있던 거미들의 이동이 시간차를 두고 일어난 결과일 것으로 생각된다. 거미들은 논둑에서 연중 서식하며 본답 형성후 일부가 본답으로 이동하며 또한 논안에서 월동하다가 파종기 또는 이앙기에 눈에 물이 들어오면서 논둑으로 이동한 후 다시 본답 형성후 본답으로 재이동하기도 한다. 윤(1997)은 이앙후 40여일 경에 논안에서 배회성거미류의 밀도가 형성된다고 하였다.

본답 초기 이후 벼의 생육이 진전됨에 따라 멸구류 및 매미충류 등 주요 비해충과 천적군인 거미류 등의 밀도가 증가하기 시작하였고, 반면 비해충군의 밀도는 감소하였는데 이것은 송과 최(1993), 윤(1997)의 결과와도 일치하고 있어 우리나라의 논 생태계 절지동물 구성패턴의 일반적인 경향일 것으로 판단된다. 한편, 주요 해충인 벼멸구와 흰등멸구는 중국에서 비래해 오는 관계로 본답초기에는 밀도가 거의 형성되지 않다가 후반기부터 발생하였으나 밀도는 그다지 높지 않았는데 이것은 최근 몇 년간 이들의 비래량이 격감하고 있는 것과도 관련이 있다고 보여진다. 끝동매미충은 독새풀이 많이 자라는 휴한답, 논둑 및 야산에서 월동을 하고 이앙후 본답으로 이동하는 생활형을 갖고 있어 (엄 등 1991, 송과 최 1993), 멸구류와 마찬가지로 본답 초기에는 거의 채집이 되지 않았으며 벼의 생육과 더불어 점차 증가하는 양상을 보였으나 밀도가 높게 증가하지는 못했다. 본 연구에서 해충군의 발생 밀도는 높지 않았으나 윤(1997)의 경기지역에서의 결과와 큰 차이를 보이지 않았으며, 이들의 발생 패턴도 송과 최(1993), 윤(1997)의 결과와 비슷하였다. 본답초기와는 달리 중기 및 후기에서는 파종방법에 따른 절지동물 군집구조의 차이는 없었다. 본답중기의 초장은 80~85 cm로서 파종방법에 따른 유의한 차이는 없었으며 경수도 큰 차이가 없었다. 출수기는 이앙구가 7월 29일, 답수 및 건답직파구는 8월 7일로 이앙구보다 약 9일 정도 지연되었다. 한편 출수후 벼생육은 답수직파, 이앙, 건답직파 순(단위 건물중 각 각 17.8g, 15.9 g, 12.6 g)으로 좋았으나 유의한 차이는 없었다($p>0.05$). 따라서 본답 중기부터는 이앙방법에 따른 논생태계의 구조적 차이는, 적어도 본 연구에서는, 별로 없어 벼 서식 절지동물상의 차이가 크게 발생하지 않았을 것으로 판단된다. 또한 이들 주요 해충군의 초기 발생밀도가 매우 낮아 이들의 후기 발생에도 큰 변화를 보이지 못했을 것이다. 이러한 경향은 윤(1997)의 경우에도 나타

났다.

천적군 특히 거미류의 밀도는 8월 중순부터 급격하게 증가하기 시작하여 9월 중순까지 본답에서 높은 밀도를 유지하다가 9월 중순이후 밀도가 떨어지는 양상을 보였다. 특히 배회성 거미중 우점종인 황산적거미(*P. subpiraticus*)와 조망성 거미중 우점종인 턱거미(*P. clercki*)는 본답초기부터 꾸준히 일정 밀도이상을 유지하였다. 이들은 전국적으로 논에서 많이 발견되는 주요 천적으로 알려져 있다(최와 남궁 1976, 송과 이 1994, 임과 김 1996, 윤 1997). 본답후기에 황산적거미의 밀도가 낮게 나타난 것은 황산적거미 개체군밀도의 진정한 감소에 의한 것인지 아니면 황산적거미의 행동습성에 기인한 것인지는 앞으로 더 연구해서 밝혀야 할 과제이다. 황산적거미는 먹이를 찾아 계속 이동하며 먹이나 환경조건이 나빠지면 쉽게 논을 벗어나 이웃환경으로 이주할 수 있는데 비하여 턱거미는 벼의 상단부에 주로 서식하며 먹이찾는 행동은 주로 벼주내 상하로 이동을 하는, 비교적 이동성이 적은 행동패턴을 지니고있기 때문에 황산적거미보다 본답 후기에 벼에 거주하는 기간이 길어서 보다 많이 채집되어 나타난 결과일 수도 있기 때문이다.

거미 군집분석

논거미상 또는 논거미 군집구조에 대한 연구는 논생태계의 다른 절지동물들에 비해서 상대적으로 많이 이루어졌다(백과 김 1973, 최와 남궁 1976, 윤과 남궁 1979, 장 1985, 김 1992, 송과 최 1993, 송과 이 1994, 임과 김 1996, 윤 1997). 우리나라 논에서의 거미군집의 종구성은 지역에 따라 다르게 나타나고 있으나 일반적으로 배회성 거미류로는 늑대거미과(Lycosidae), 염낭거미과(Clubionidae), 깡충거미과(Salticidae), 조망성 거미류로는 갈거미과(Tetragnathidae), 애접시거미과(Erigonidae), 접시거미과(Linyphiidae), 꼬마거미과(Theridiidae), 호랑거미과(Argiopidae) 등이 우세과로 발견되는데(송과 최 1993, 송과 이 1994, 임과 김 1996, 윤 1997), 본 연구에서도 비슷한 유형으로 나타났다. 늑대거미과는 전국적으로 논에서 가장 개체수가 많은 우점과로 생각된다. 임과 김(1996)의 경우 강원도 홍천, 충청남도 보령, 경상북도 풍기, 경상남도 거창의 논에서 늑대거미과가 전체 거미중 각각 31.1%, 30.2%, 44.0%, 39.6%로 나타났다고 하였다. 윤(1997)도 전국 8개 지역(각 도의 1 지역)에서 조사한 결과 늑대거미과가 우점과로 분석되었다. 이와는 달리 송과 이(1994)는

진주와 남해 지역에서 늑대거미과 보다 갈거미과가 본답에서 더 많이 나타나 지역에 따른 차이로 분석한 바 있다. 늑대거미과, 갈거미과 및 접시거미과는 필리핀의 논생태계에서도 우점과로 나타나 있다(Heong 등 1991). 한편, 늑대거미과의 황산적거미와 갈거미과의 턱거미가 우점종들로 본 연구에서는 나타났는데 이것은 송과 이(1994), 임과 김(1996), 윤(1997)의 결과에서도 비슷하게 나타났다. 송과 이(1994)는 진주와 남해지역에서 휴한답과 논둑에서 황산적거미, 본답기에는 턱거미가 더 많은 것으로 보고하였다. 임과 김(1996)은 4개 지역에서 공통 우점종으로 황산적거미를 보고하였고 전국 8개지역에서 2년에 걸쳐 조사한 윤(1997)의 결과도 황산적거미가 본답기에 지역에 관계없이 최우점종으로 나타났다. 조사지별 우점종의 순위는 약간씩 달랐으나, 파종방식에 따른 거미군집의 차이로 설명하기는 어렵다고 판단된다. 조망성 거미류는 본답초기에는 적었는데 이는 벼의 생육이 미진함에 따라 이들이 거미줄을 치기가 힘들었거나 또는 장마로 인해 형성된 거미줄이 상당부분 비에 씻겨 나갔을 가능성도 있었을 것으로 생각된다. 수도해충의 주요 천적으로서 논거미의 중요한 역할 가능성은 상당히 광범위하게 인식되어 왔으나(Kiritani 1979, 백과 박 1983, Riechert & Lockley 1984, 장 1985, 송과 최 1993), 논거미의 수도해충 밀도억제에 대한 정량적, 분석적 연구는 아직도 매우 미흡한 형편이다. 또한 논거미중 배회성거미류와 조망성거미류의 상대적 중요성에 대해서는 아직 더 많은 연구를 필요로 한다. 김(1992)은 황산적거미의 생태 및 멸구 밀도억제력에 관한 연구를 통해 황산적거미의 중요성을 제시하였다. 송과 최(1993)는 해충들의 밀도가 높은 8-9월에 배회성거미와 조망성거미의 밀도 증가를 제시하며 이들의 중요성을 설명하였는데 이와 비슷한 견해는 Okuma 등(1978), 윤과 남궁(1979), 장(1985)의 보고에서도 피력된 바 있으며 본 연구 결과에서도 이와 비슷한 경향을 보였다. 송과 이(1994)는 본답에서의 해충밀도억제역할은 턱거미와 같은 비교적 이동성이 작은 조망성 거미류가 황산적 거미와 같은 배회성 거미보다 중요하다고 주장하였다. 그러나, 본 조사를 포함한 앞의 연구자들의 연구결과도 거미류의 중요성에 대한 개연성을 제시한 이상의 어떠한 정량적 관계도 뚜렷하게 보여주지를 못하고 있으며 앞으로 이를 위한 보다 정밀한 연구들이 수행되어야 할 것이다. 배회성 거미와 조망성 거미의 생태와 행동습성의 차이는 거미군집구조 및 군집형성과정에도 중요한 차이를 보이게

할 뿐만 아니라 논생태계내 절지동물군집에도 큰 영향을 줄 것이다. 또한 이들의 행동적 차이는 먹이 뿐만 아니라 서식처에 대한 경쟁압력을 줄여 총체적인 니체의 분화를 발전시키는 주요 기작이 될 수도 있을 것이다.

인용문헌

배윤환, 현재선. 1987. 살충제의 체계적처리에 의한 벼멸구 개체군 밀도억제효과에 관한 연구(I) 수종 침투성 살충제의 약효. *한식보호지* **26**: 9-12.

배윤환, 현재선. 1989. 살충제의 체계적처리에 의한 벼멸구 개체군 밀도억제효과에 관한 연구(II) Buprofezin(Aplaud)과 Isoprothiolane(Fuji-one)의 벼멸구 개체군 밀도억제에 미치는 몇가지 생물학적 특성. *한응곤지* **28**: 61-68.

배윤환, 이준호, 현재선. 1992a. 본논초기 해충군과 벼멸구에 미치는 Carbofuran 토양혼화처리의 영향. *한응곤지* **31**: 536-542.

배윤환, 이준호, 현재선. 1992b. 벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stål) 유충에 대한 Buprofezin의 약효지속기간 및 몇가지 생물학적 영향. *한응곤지* **31**: 543-550.

배윤환, 이준호, 현재선. 1992c. Buprofezin 25% WP의 처리시기와 벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stål) 밀도억제 효과. *한응곤지* **31**: 551-559.

배윤환, 이준호, 현재선. 1994. 본논초기 해충군과 비래성 멸구류의 밀도억제를 위한 살충제의 체계적 처리에 관한 연구. *한응곤지* **33**: 270-280.

장영덕. 1985. 수도의 멸구, 매미충 천적의 종류 및 이들의 기주선택성에 관한 연구. *충남대 농업기술연구보고* **12**: 253-259.

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

최충식, 박인선. 1986. 벼멸구 방제시기 및 산포약량별 방제효과 시험 pp 445-448. 전남 농진원 시연보.

Heong, K. L., G. B. Aquino & A. T. Barrion. 1991. Arthropod community structures of rice ecosystems in the Philippines. *Bull. of Entomol. Res.* **81**: 407-416.

法橋信彦, 이문홍, 박중수. 1976. 한국에 있어서의 멸구, 매미충의 개체군동태에 관하여. *한식보호지* **15**: 116-126.

Kiritani, K. 1979. Pest management in rice. *Annu. Rev. Entomol.* **24**: 279-312.

김경성. 1985. Isoprothiolane(Fuji-one)과 Buprofezin(Aplaud)의 벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stål) 개체군 밀도억제효과에 관한 연구. 서울대학교 대학원 농학석사학위논문 pp 44.

김상훈. 1983. 끝동매미충 개체군의 밀도조절작용에 관

한 연구. 서울대학교 대학원 농학석사학위논문 pp 46.

김정부, 유창영, 엄기백. 1982. 벼멸구 개체군동태 조사(벼멸구, 흰등멸구의 발생소장과 방제적기 구명시험). pp 610-617. 경남 농진원 시연보.

김정부, 현재선, 엄기백, 조동진, 신원교, 이유식. 1987. 남부지방에 있어서 애멸구 개체군의 년중 발생경과. *농시논문집(식환, 균이, 농가)* **29**: 282-289.

김정준. 1996. 수도재배법과 배수조건이 벼물바구미 발생생태에 미치는 영향. 전남대학교 대학원 농학석사학위논문 pp 32.

김홍선. 1992. 황산적거미에 의한 벼멸구 밀도억제 효과. 동국대학교 대학원 농학박사학위논문 pp 69.

이종우. 1979. 멸구류 약제방제시험. pp 345-347 경기도 농진원 시연보.

이준호, 현재선. 1984. 벼멸구의 생육에 미치는 벼의 생육단계의 영향. *한식보호지* **23**: 49-55.

이형래, 최귀문. 1979. 벼멸구 발육단계별 방제효과 시험. pp 367-386. 농기연 시연보.

임문순, 김승태. 1996. 주용작물의 해충에 대한 천적거미류의 생태에 관한 연구 I-논과 논둑의 거미상과 군집구조 연구. *건국대 생명과학지* **3**: 37-72.

Ludwig, J. A. & J. F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology*, pp 337. John Wiley & Sons, NY.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. pp 179. Croom Helm Ltd., London.

Okuma, C., M. H. Lee. & N. Hokyo. 1978. Fauna of spiders in a paddy field in Suweon, Korea. *Esakia.* **11**: 81-88.

박인선. 1978. 벼멸구 방제법 개선에 관한 연구. pp 594-596. 전남 농진원 시연보.

백강용, 김진식. 1973. 대구의 논거미상과 그 계절적 변동에 관한 조사. *한식보호지* **12**: 125-130.

백운하, 박종성. 1983. 천적자원의 보호와 이용. '83 농업과학 심포지엄. pp. 161-187.

Riechert, S. E. & T. Lockley. 1984. Spiders as biological control agents. *Ann. Rev. Entomol.* **29**: 299-320.

Siegel, S. & N. J. Castellan. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences.* 2nd ed. pp 399. McGraw-Hill, NY.

송유한, 최승윤, 현재선, 김창효. 1982a. 이화명나방 발생의 phenological simulation에 관한 연구. *한식보호지* **21**: 200-206.

송유한, 최승윤, 현재선. 1982b. 경종법의 변천에 따르는 이화명나방 발생상의 변동에 관한 연구. *한식보호지* **21**: 38-48.

송유한, 이영걸. 1994. 진주와 남해지역의 논거미상에 관한 연구. *한국환경농학회지* **13**: 98-110.

송유한, 최병렬. 1993. 논과 그 주변에서 서식하는 절지동물 군집구조의 계절적 변동에 관한 연구. 경상대 논문집(생농계편) 32: 171-188.

엄기백, 현재선, 최귀문. 1985. 시비수준과 재식거리가 벼멸구 증식에 미치는 영향. 농시연보 27: 79-85.

엄기백, 최귀문, 현재선. 1991. 수도해충의 종합적 방제. pp 16-65. 송정 현재선 교수 정년퇴임 기념 응용곤충

학논총. pp 558. 서울대학교 농과대학 농생물학과 동창회. 천풍전산인쇄사.

윤종철. 1997. 논생태계내 절지동물 군집 구조와 그 변화패턴. 서울대학교 대학원 박사학위논문 pp. 105.

윤주경, 남궁준. 1979. 광주지방 논거미의 분포(I). 한식보호지 18: 237-141.

(1996년 7월 12일 접수)