

해충관리 수준이 다른 이앙재배 논에서의 거미의 발생과 개체군 동태

박홍현 · 이준호^{1*} · 김승태¹농촌진흥청 농업과학기술원 농업해충과, ¹서울대학교 농생명공학부 곤충학전공

Occurrence and Population Dynamics of Spiders in Transplanting Rice Fields under Different Levels of Pest Management

Park, Hong-Hyun, Joon-Ho Lee^{1*} and Seung-Tae Kim¹

Applied Entomology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, Rural Development Administration, Suwon, Korea

¹Entomology program, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

ABSTRACT: This study was conducted to evaluate the effect of the conventional pesticide application system on the rice spider community based on the quantitative investigation of arthropod community in the rice fields in Baran area, Hwasung-si, Gyeonggi-do from 1996 to 1998. Spiders were the highest dominant group comprising over 90% of all natural enemies in their density, and showed very stable yearly occurrence. In these fields the mean density of spiders was about 10 individuals/0.25m² during the rice growing season, and three families including Lycosidae, Tetragnathidae and Linyphiidae were very abundant. The colonization of spiders occurred in early season and they showed rapid density increase in mid-season. They maintained the highest density to the late season and their density decreased at harvest season. In the years of the low rice pest occurrence, the disturbance effect on spider community by pesticides were less. Two dominant species, *Pirata subpiraticus* and *Pachygnatha clerki*, had different population dynamics; *Pirata subpiraticus* showed the rapid density increase in the mid-July, and most of them remained immature stages, however, in the case of *Pachygnatha clerki* population, they rapidly increased in the late August and most of them remained adult stage during the late growing season.

Key words: Arthropod community, Pesticide, Rice field, Spider

서론

논 생태계는 관개에 의해 유지되는, 벼를 중심으로 하는 인위적 생태계로서 다른 동·식물과 인간이 관여하는 대표적인 농업 생태계이다(Kiritani 1979). 육상과 수생 환경을 동시에 가지고 있기 때문에 비교적 높은 절지동물 다양성을 유지하며, 이들은 먹이그물로서 연결되어 있다. 논 생태계 내 먹이그물의 복잡성과 안정성 정도는 일반적으로 생물적·환경적인 요인의 영향을 받지만, 작부 체계, 품종, 농약 처리 등 작물 재배와 직접 관련된 인위적인 요인들에 의해서도 크게 영향을 받는다(Liss *et al.* 1986, Uhm *et al.* 1991, Cohen *et al.* 1994, Way and Heong 1994).

벼를 재배하는 열대나 온대 아시아 지역에서는 생물적으로 안정된 논 생태계를 유지하기 위하여 이를 구성하는 군집의 구조와 기능을 밝히려는 연구들이 지속적으로 이루어져 왔다. 군집을 이루는 기능군들 중에서 포식자군에 속하는 거미들은 논에서 비교적 높은 밀도와 다양성을 유지하며 해충밀도를 억제

하는데 중요한 역할을 하고 있는 생태계를 구성하는 중요한 천적으로 주목 받아왔다(Riechert and Lockley 1984, Heong *et al.* 1991, Way and Heong 1994, Settle *et al.* 1996, Schoenly *et al.* 1996, 이 등 1997, 이와 김 2001). 거미들은 먹이 포획 습성에 따라 배회성 거미와 조망성 거미로 나뉘는데, 이들 각 그룹들은 벼의 이앙과 함께 발생하는 서식처 교란이나 벼의 생육에 따른 서식처의 안정화 등에 따라 분산과 재정착을 되풀이하며 분담 내부에 정착하여 밀도가 증가한다(Hammamura 1969, 1971, 1977, Sasaba *et al.* 1973, Hokyo *et al.* 1976, 김 1998).

논 생태계에서 벼 해충을 방제하기 위한 살충제의 과도한 사용은 논 주변 하천 및 토양의 오염뿐 아니라 천적군의 파괴, 해충들의 살충제 저항성 발달 및 이에 따른 방제 효과 저하와 잔류 독성과 같은 부작용들을 초래하였다(Kiritani 1979, Kenmore *et al.* 1984, Heinrichs and Mochida 1984). 그럼에도 불구하고, 한국과 일본에서와 같이 주요 벼 해충들이 비래 해충인 경우, 이들이 다량 비래해 오면 자연 발생하는 천적에 의한 해충 밀도 억제 효과는 한계가 있어 대발생시 효과가 빠르고 뚜렷한 화학

* Corresponding author; Phone: +82-2-880-4705, e-mail: jh7lee@snu.ac.kr

적 방제에 의존하여 왔는데 이를 해결하기 위한 방안은 천적보 호와 약제 방제를 조화롭게 추구하는데 있다. 최근 해충의 종합 적 관리 차원에서 살충제를 합리적으로 사용하기 위한 방안을 모색하기 위해 논 생태계 내 주요 천적인 거미류에 대한 살충제 독성에 관한 연구가 이루어져 왔지만, 실내에서 조사된 독성 평 가와 포장에서의 결과들이 꼭 일치하는지는 않았다(김 등 1987, 최 1991, 유 등 1993, 최 등 1994, Stark *et al.* 1995). 논 포장에서 약제 처리의 영향을 합리적으로 평가하기 위해서는 거미 개체 군 및 군집의 논 생태계에서의 동태에 관한 정보가 필요하며, 약 제의 유효 성분과 살포 방법 등 여러 가지 관련 요인들이 종합적 으로 분석되어야 한다.

따라서 본 연구는 1996년부터 1998년까지 3년 동안 경기도 화성시 발안 지역의 벼를 이앙재배하는 논 중 무방제 농가 포장 과 관행 방제 농가 포장에서 절지동물을 정기적으로 표본 조사 및 분석하여 관행적으로 사용되는 약제가 논에서 발생하는 주 요 천적인 거미 군집에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구는 1996년부터 1998년까지 경기도 화성시 팔탄면 소 재 발안저수지 근처의 농가 포장 두 곳에서 수행되었다. 발안저 수지를 중심으로 발안저수지 상류 포장(BU)은 저수지로부터 3km 떨어진 경지 정리가 미흡한 약 600평(1983.5m²) 크기의 재 래식 논이었으며, 발안저수지 하류 포장(BD)은 저수지 하류 약 1.5km 부근의 구획정리가 된 750평(2479.3m²) 크기의 현대화된 논이었다(Fig. 1). 이들 포장은 매년 5월 20~25일경에 추청벼를 1주당 3분씩 30cm × 15cm의 재식 간격으로 기계 이앙하였다.

두 논에서의 해충 관리를 보면, 제초제는 두 곳 모두에서 공통 적으로 쓰였고, 살충제와 살균제의 경우 발안 상류 포장에서는 사용되지 않았으나, 발안 하류 포장은 이앙초기에 벼물바구미를 방제하기 위해 살충제를 처리하였고, 8월 초 · 중순에 벼멸구와 도열병을 방제하기 위해서 살충제와 살균제를 살포하였다(Table 1). 이외에는 두 논 모두 표준 재배 방식에 의해 관리되었다.

절지동물 채집은 논 포장에서 표본단위 4~6주의 벼를 임의로 선별하여 아크릴 케이지(0.5 × 0.5 × 0.7m)로 둘러싼 후 수면 및 벼 내부에 존재하는 모든 절지동물들을 동력 흡충기(DC 12V, John W. Hock Co.)로 채집하였으며 매회 10번 반복 채집하였다. 1996년에는 7월 5회, 8월 4회, 9월 4회, 총 13회를, 1997년에는 7월 2회, 8월 2회, 9월 3회, 총 7회를 1998년에는 7월 1회, 8월 4회, 9월 3회, 10월 1회, 총 10회를 조사하였다. 채집된 절지동물들은 70%의 에틸알코올 수용액에 보관하면서, 개체수와 종을 해부 현미경하에서 조사 · 동정하였다. 동정된 절지동물들은 Heong 등(1991)과 윤(1997)에 따라 기능군(해충, 천적, 비해충)으로 나 누어서 종구성과 군집내 비율 등을 분석하였다 (Table 2). 조사 지간 거미밀도는 각 연도별로 매 채집시기마다 짝지은 *t*-검정으로 전체밀도와 중수준의 밀도에서 SAS(1999)를 이용하여 각각 비교, 분석하였다(Table 3).



Fig. 1. Map of Baran sites, Paltan-myeon, Hwaseong, Gyeonggi-do. BU; Baran Upstream, BD; Baran Downstream.

결 과

1996년 1998년까지 3년간 경기도 화성시 발안지역의 조사 포 장에서 절지동물의 발생밀도는 해충>비해충>천적 순으로 나타 났으며 이들의 비율은 상류와 하류 두 논 모두에서 유사하였다 (Table 2). 해충과 비해충류는 전체의 약 30~40% 정도를 차지하 였는데, 연간 발생 변이가 큰 특성이 있었다. 반면, 이들보다 점 유율이 낮은 천적은 해충과 비해충에 비해 연간 발생 변이가 상 대적으로 낮은 특성을 보였다. 천적중에서 거미류는 두 지역 모 두에서 전체 천적군의 90% 이상을 차지하였다.

벼 생육기간 동안 두 조사지에서의 거미류의 평균 발생 밀도 는 1996년과 1998년에는 유사했지만, 1997년에는 발안 상류 논 에서 높은 밀도를 보여 차이를 나타냈다 (*t*-검정: *df*=6, *p*<0.032). 이들 지역에서 연평균 단위면적(0.5m²)당 거미 개체수는 약 10 마리 수준이었다. 조사지역에서 발생량의 연간 변이는 적었지만, 벼 생육초기, 중기, 후기에 있어서 거미밀도의 변이는 컸다 (Table 3).

두 조사지에서 거미군집은 주로 6개 과로 구성되어 있었고, 각 과의 점유율 역시 조사시간 유사성이 높았다(Table 4). 6개 과 중 늑대거미과(Lycosidae), 갈거미과(Tetragnathidae) 및 접시거 미과(Linyphiidae)가 두 조사지에서 우점하였다. 발생밀도가 현저 한 우점종은 황산적거미(*Pirata subpiraticus*), 턱거미(*Pachygnatha*

Table 1. Pesticides treatment in Baran sites during 1996~1998

Pesticides	Baran Upstream	Baran Downstream
Herbicide	- Product : Nonanmae - a.i.: granular pyrazosulfuron-ethyl.molinate(0.07%+5%) -Dosage:3kg/10a -Method: submerged application by hand at 13 DAT	-Product:Pumasi -a.i.: granular butachlor+pyrazolate(3.5%+6%) -Dosage:3kg/10a -Method: submerged application by hand at 15 DAT ¹
Fungicide	Untreated	-Product: Fuchiwang -a.i. : emulsive isoprothiolane 40% (diluted one thirtieth) -Dosage: 5l/10a -Method : aerial application by helicopter in early or mid-August
Insecticide	Untreated	1. Early season -Product : Bakuwang -a.i.: granular cycloprothrin 2% -Dosage: 1kg/10a -Method: submerged application by hand at 10 DAT 2. Mid-and late season -Product : Bassa -a.i.: emulsive fenobucarb 50% (diluted one thirtieth) -Dosage:5l/10a -Method: aerial application by helicopter in early or mid-August

Detailed pesticides data were obtained from pesticide handbook (KACIA 2001).

¹DAT: Days after transplanting.

Table 2. Proportion (%) of guilds of the arthropod community in the rice fields near the Baran reservoir, Paltan-myon, Hwaseong, Gyeonggi-do in 1996~1998

Guild	Site	Baran Upstream (Mean ± SD)	Baran Downstream (Mean ± SD)
Pests		42.2 ± 24.11	39.3 ± 21.54
Natural Enemies		24.3 ± 5.04	22.9 ± 3.36
Spiders		92.8 ± 1.59	94.7 ± 2.95
Insect predators		5.9 ± 2.28	3.9 ± 2.50
Insect parasitoids		1.3 ± 0.71	1.4 ± 0.99
Neutral group		33.5 ± 25.67	37.8 ± 23.98

All arthropod taxa were allocated to three guilds according to Heong *et al.* (1991) and Yun (1997).

clercki), 등줄애접시거미(*Ummeliata insecticeps*), 황갈애접시거미(*Gnathonarium dentatum*), 가랑잎꼬마거미 (*Enoplognatha transversifoveata*), 각시염낭거미(*Clubiona kurilensis*), 수검은깡충거미(*Mendoza canestrinii*) 및 갈거미속 일종(*Tetragnatha sp.*)이었다.

일반적으로 주요 거미 종들의 발생밀도는 두 조사지에서 유사하였으나 1997년의 경우, 황산적거미와 등줄애접시거미의

Table 3. Number (Mean±SD/0.25m²) of spiders in the rice fields near the Baran reservoir, Paltan-myon, Hwaseong, Gyeonggi-do in 1996~1998

Site	Year			Mean	CV1
	1996	1997	1998		
BU site	8.5±6.31 ^a	15.1±9.26 ^a	8.4±8.40 ^a	10.8±3.82 ^a	20.4
BD site	9.2±7.21 ^a	11.0±6.14 ^b	7.5±4.97 ^a	9.3±1.72 ^a	10.7

Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (paired *t*-test, *p*<0.05).

¹CV: Coefficient of Variation.

밀도는 발안 상류지역에서 발안 하류지역보다 유의하게 높았다(*t*-검정; *df*=6, *p*<0.009, *p*<0.019)(Table 5와 6).

두 조사지 모두 전체 거미류의 밀도는 조사 초기에는 낮았지만 7월 중·하순까지 꾸준히 밀도가 증가하였고 9월에 최성기를 보였으며 벼 수확을 전후하여 밀도가 감소하였다(Fig. 2). 배회성거미 중 최우점종인 황산적거미도 전체 거미류의 발생 패턴과 유사하였는데, 7월 중순부터 8월 말까지 급격하게 밀도가 증가하였고 9월 말까지 높은 밀도를 유지하였다(Fig. 3). 한편 황산적거미 개체군은 성체보다 유체의 비율이 매우 높은 것으로 나타났다. 조망성 거미 중 최우점종인 턱거미의 발생장소도 두

Table 4. Annual mean abundance and proportion (%) of spider families in the rice fields near the Baran reservoir, Paltan-myon, Hwaseong, Gyeonggi-do in 1996~1998

Family	Site	Baran Upstream		Baran Downstream	
		(Mean ± SD)	%	(Mean ± SD)	%
Lycosidae		5.0 ± 1.60	46.2	4.8 ± 0.37	50.3
Clubionidae		1.0 ± 0.26	9.8	1.2 ± 0.34	12.7
Salticidae		0.5 ± 0.09	5.0	0.6 ± 0.12	5.9
Tetragnathidae		2.0 ± 1.17	17.9	1.3 ± 0.55	13.5
Linyphiidae		1.7 ± 0.80	15.5	1.3 ± 0.46	13.6
Theridiidae		0.6 ± 0.39	5.6	0.4 ± 0.20	4.0

Araneidae and Thomisidae were also collected in the rice fields, but they were not included due to their very low density.

Table 5. Number (Mean±SD/0.25m²) of wandering spiders and their proportion (%) in spider community in the rice fields near the Baran reservoir, Paltan-myon, Hwaseong, Gyeonggi-do in 1996~1998

Year	Site	<i>P. subpiraticus</i>	<i>C. kurilensis</i>	<i>M. canestrinii</i>
1996	BU	4.15 ± 3.50 ^a	0.24 ± 0.39 ^a	0.05 ± 0.14 ^a
	BD	4.38 ± 3.89 ^a	0.21 ± 0.26 ^a	0.08 ± 0.20 ^a
1997	BU	6.83 ± 3.85 ^a	0.24 ± 0.15 ^a	0.13 ± 0.22 ^a
	BD	4.83 ± 3.13 ^b	0.27 ± 0.13 ^a	0.13 ± 0.16 ^a
1998	BU	3.99 ± 4.14 ^a	0.05 ± 0.10 ^a	0.30 ± 0.57 ^a
	BD	4.55 ± 2.38 ^a	0.08 ± 0.10 ^a	0.12 ± 0.20 ^a
Proportion (%)		47.4	2.9	2.5

Numbers followed by the same letter in the same column in each year are not significantly different (paired *t*-test, *p*<0.05).

BU and BD site indicate Baran upstream and Baran downstream, respectively.

Table 6. Number (Mean±SD/0.25m²) of web-building spiders and their proportion (%) in spider community in the rice fields near the Baran reservoir, Paltan-myon, Hwaseong, Gyeonggi-do in 1996~1998

Year	Site	<i>P. clerki</i>	<i>E. transversifoveata</i>	<i>U. insecticeps</i>	<i>Tetragnatha</i> sp.	<i>G. dentatum</i>
1996	BU	1.40 ± 0.88 ^a	0.02 ± 0.08 ^a	0.17 ± 0.21 ^a	0.32 ± 0.07 ^a	0.31 ± 0.39 ^a
	BD	1.33 ± 1.37 ^a	0.06 ± 0.12 ^a	0.20 ± 0.26 ^a	0.28 ± 0.32 ^a	0.30 ± 0.26 ^a
1997	BU	2.83 ± 2.69 ^a	0.26 ± 0.26 ^a	0.63 ± 0.54 ^a	0.34 ± 0.40 ^a	0.24 ± 0.17 ^a
	BD	1.14 ± 0.57 ^a	0.02 ± 0.05 ^a	0.34 ± 0.26 ^b	0.23 ± 0.08 ^a	0.17 ± 0.14 ^a
1998	BU	0.71 ± 0.96 ^a	0.02 ± 0.05 ^a	0.56 ± 1.04 ^a	0.18 ± 0.15 ^a	0.06 ± 0.10 ^a
	BD	0.48 ± 0.48 ^a	0.00 ± 0.00 ^a	0.15 ± 0.25 ^a	0.14 ± 0.05 ^a	0.18 ± 0.39 ^a
Proportion (%)		13.1	3.93	3.4	3.1	2.0

Numbers followed by the same letter in the same column in each year are not significantly different (paired *t*-test, *p*<0.05).

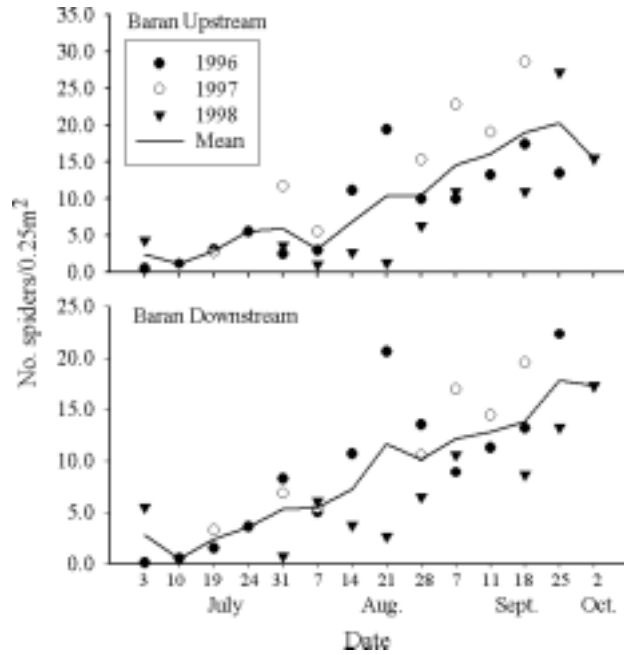


Fig. 2. Abundance pattern of spiders in the rice fields near the Baran reservoir, Paltan-myon, Hwaseong, Gyeonggi-do in 1996~1998.

조사시간에 유사하였다(Fig. 4). 턱거미는 8월 말부터 급격하게 증가하였고 9월까지 밀도가 높게 유지되었다. 턱거미 개체군은 생육후기 동안에는 대부분이 성체로 구성되어 황산적거미 개체군의 연령 구조와는 반대였다.

고찰

발안상류와 하류의 논 포장에서 조사된 천적들은 대부분이 광식성 포식자였으며, 특히 거미류가 다른 천적들에 비해 발생 밀도가 해마다 절대 우세하였다(Table 2와 3). 논 생태계에서 이러한 거미군집의 우점 현상은 기존 연구에서도 확인된 바 있는데(이 등 1997, 윤 1997), 거미류는 온대지방의 논 생태계에서

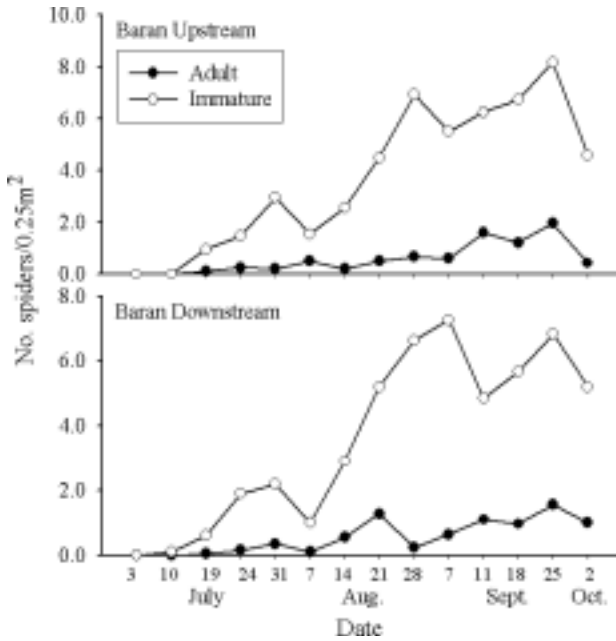


Fig. 3. Abundance pattern of *P. subpiraticus* in the rice fields near Baran reservoir, Paltan-myon, Hwaseong, Gyeonggi-do in 1996-1998.

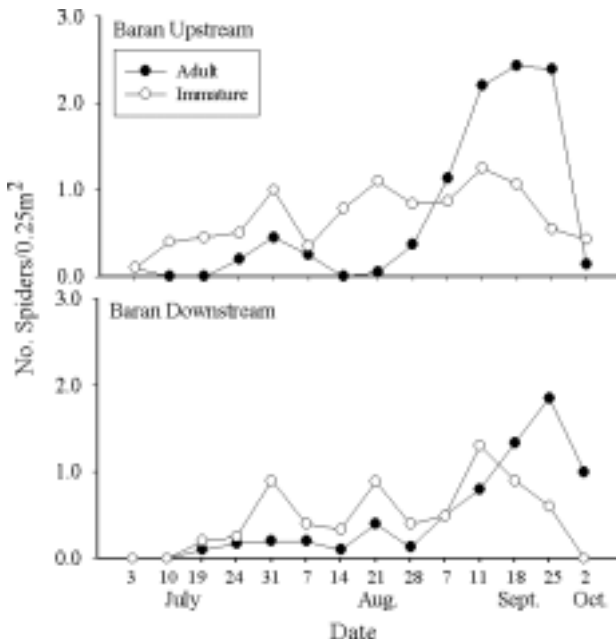


Fig. 4. Abundance pattern of *Pa. clercki* in the rice fields near Baran reservoir, Paltan-myon, Hwaseong, Gyeonggi-do in 1996-1998.

는 가장 성공적으로 정착한 천적이라고 판단된다. 반면, 필리핀 같은 열대지역의 논 생태계는 식식자가 43~65%, 포식자가 26~53%, 기생자가 2.0~4.3%, 비해충류가 0~7.4%로 구성되는데, 그 중에서 포식성 천적의 우점군의 구성이 온대지역과는 다소 상이하다(Heong et al. 1991). 그곳에서는 포식성 노린재류가 포식성 천적그룹의 50~78%를 차지하면서 가장 우점하고 있고, 거

미류는 16~35%를 차지하면서 두 번째로 우점하고 있었다(Heong et al. 1991). 거미군집의 주요 과들 중 늑대거미과는 열대 및 온대지역 논 모두에서 가장 우점하는 과이다(Heong et al. 1991, 이 등 1997, 김 1998). 특히 황산적거미, 턱거미, 등줄애접시거미, 황갈애접시거미, 가랑잎꼬마거미는 지금까지 보고된 175종의 논거미 중에서 한국의 논생태계를 대표하는 우점종들이다(Okuma et al. 1978, 김 1992, 이 등 1997, 윤 1997, 김 1998, 이와 김2001). 이들 중에서 황산적거미의 발생밀도가 가장 많고 분포가 넓다는 보고는 이전부터 공통적으로 나타나는 현상이다(백과 김 1973, 최와 남궁 1976, 이 등 1997, 윤 1997).

한편, 논에서 우점인 늑대거미과 거미들은 서식처의 기후나 물리적인 환경에 따라 우점종의 분포나 구성이 달라지는데, 황산적거미가 우리나라와 일본의 북부지역에서의 논에서 우점하는 종이라면, 일본남부와 필리핀 등 열대아시아 지역에서는 들늑대거미(*Pardosa pseudoannulata*)가 우점하는 것으로 보고되었다(Kiritani et al. 1972, Okuma et al. 1978, Heong et al. 1991, Togashi and Taka 1991). 그리고 관계한 본답과 이를 둘러싼 비교적 건조한 논둑에는 우점종의 차이가 있는데, 벼가 재배되는 시기에 황산적거미는 본답에서 우점하는데 반해, 별늑대거미(*Pardosa astrigera*)나 가시늑대거미(*Pardosa laura*)들은 논둑에서 우점하는 종들이었다(김 1998). 본답에서 발생이 현저한 황산적거미는 습한 환경과 서늘한 기후에 대한 선호성과 관계가 깊은 것으로 알려져 있다(Hammamura 1969, 1971, Togashi and Taka 1991). 논거미류의 발생은 재배년도에 관계없이 매우 안정된 현상을 보였는데, 1997년에 발안지역에서 거미군집의 발생 밀도가 다른 두 해보다 높게 나타났던 것은 조사시기와 관련되었을 가능성이 큰 것으로 생각된다. 1997년에는 다른 두 해에 비해 조사 횟수가 적었지만 조사시기가 거미밀도가 높게 형성되었던 8월 중순-9월 중순에 집중되어 다른 두 재배년도에 비해 높은 밀도가 기록된 것으로 생각된다(Fig. 2).

Fig. 2의 발안지역에서 벼 재배기간 동안의 거미류의 발생밀도 변동은 다른 지역에서 이미 보고된 패턴과도 일치하였는데(Hokyo et al. 1976, 백 등 1979, 김 1998), 본답 내에서 거미류의 발생밀도 패턴은 한국에서는 지역적인 영향이 적은 정형화된 형태라고 사료된다. Fig. 3과 4의 황산적거미와 턱거미의 발생밀도 변동에서 성체와 유체 비율의 연령구조가 차이를 보이는 것은 월동태와 관련이 있는 것으로 보인다. 황산적거미는 다양한 영기의 유체로 월동을 하는데(Hammamura 1977) 반하여 턱거미는 주로 성체로 월동한다고 보고되었다(김 1998).

논 생태계에서 논 토양의 경운같은 물리적 작업, 일련의 병해충 방제 등은 거미군집에 교란을 유발할 수 있다(송과 최 1993, 유 등 1993, Stark et al. 1995, Ishijima et al. 2004). 현재 우리나라의 관행적인 병해충 방제 체계에서 살충제 사용은 벼물바구미 방제를 위해 본답 초기에, 본답 중기에는 주로 비래 해충의 방제를 위해 이뤄지는데, 주요 비래 해충인 벼멸구, 흰등멸구, 흑명나방 등의 비래 시기 또는 발생량에 따라서 연간 처리 횟수가 달라진다(엄 등 1991). 본 조사지가 속해 있는 발안 하류 지

역과 같은 대규모 집단 벼 경작지는 다른 일반 소규모 개별 농가 논들에 비해 해충 발생 예찰과 방제가 비교적 체계적이고 전면적으로 시행되며 대규모 경작지를 동시에 방제하기 위해 본답 중기에는 항공기를 이용한 농약 살포가 주로 이루어진다. 한편 이 지역 논에서의 거미류 밀도는 살충제와 살균제가 살포되지 않은 발산 상류 논에서 보다 1997년을 제외한 다른 두 해에서는 큰 차이가 없었으며 3년 평균 발생 밀도는 약간 낮았으나 통계적 유의성은 없었다(Table 3). 또한 해충:천적:비해충 비율도 두 지역이 비슷하였다(Table 2). 이것은 이 지역에서 사용되는 살충제 약제종류와 어느 정도 관련이 있는 것으로 생각된다. Stark 등(1995)은 농약에 거미에 미치는 영향에 관련된 논문들 리뷰에서 거미는 카바메이트계, 유기인계 같은 유기합성 농약에 매우 민감한 반면, 천연물 살충제나 살균제, 제초제의 영향은 크게 받지 않는 것으로 보고하였다. 농약들에서도 키틴 생합성 저해 농약은 체내 키틴 함량이 곤충에 비해 매우 적은 거미에게는 영향이 거의 없는 것으로 보고되었다(Grigarick *et al.* 1990, 배 1992). 본 연구에서 관행 방제 논에서 본답 초기의 살충제 살포에도 불구하고 거미의 밀도가 영향을 받지 않은 것은 약제 처리 방법 및 이 시기의 거미의 이동 등과 관련지어 해석할 수 있다(김 1998). 황산적거미와 같은 배회성 거미들은 논둑 등의 주변 환경으로부터 보행에 의해 본답 안으로 이입하지만, 조망성 거미인 애접시거미류는 주로 유사 비행에 의해 정착을 한다(Okuma 1974, Bishop and Riechert 1990). 본답 초기는 거미들이 본답 내로 이입이 이루어지기 시작하는 시기로 실제 본답 내 이들의 밀도는 매우 낮기 때문에 벼물바구미 등의 방제를 위한 초기 입체 살충제 처리가 거미와의 직접 접촉으로 살충작용을 일으켰을 가능성은 낮은 것으로 보인다(Hammamura 1969, 1971, Sasaba *et al.* 1973, Hokyo *et al.* 1976, 김 1998). 한편, 살충제 처리가 직접적으로 거미의 사망률에 영향을 주지는 못하더라도 Settle 등(1996)은 먹이그물에 영향을 줘 이차적으로 거미개체군의 밀도 저하를 우려하였고, 유용 천적들의 정착과 그 먹이원의 확보를 고려하면 화학적 방제가 필요한 경우 저독성 또는 선택성 약제들의 사용이 중요하다고 강조하였다.

벼멸구 방제를 위해 사용되는 식독 및 접촉 독성 기작의 웨노브카브는 거미에 대한 독성이 낮다고 보고되어 왔는데(송과 최 1993, 유 등 1993), 비래 해충인 벼멸구가 대발생하였던 1997년을 제외하고 관행 방제 논과 무방제 논에서 거미 밀도 차이가 유의하지 않았던 것은 이러한 약제 독성과 관련이 있는 것으로 보인다(농촌진흥청 1997). 한편 고압력을 이용한 약제의 동력 살포의 증가는 일반적으로 늑대거미와 같은 배회성 거미에 대한 일시적 교란 효과가 크다. 거미들은 사망하지는 않으나 약제 살포와 함께 분산되면서 본답 내 밀도가 일시적으로 낮게 나타난다. 배회성 거미들의 논 생태계 내 다양한 교란에 대해 분산과 재정착을 빈번하게 반복하기 때문에 포장에서 약제의 영향 평가가 아직도 어려운 과제로 남아 있다. 사과원처럼 약제 처리가 많은 환경에서는 거미의 종 구성이나 밀도의 감소가 뚜렷하게 나타났지만(Pekar 1999), 2~3회의 약제가 살포되는 논 생태계에

서는 약제가 거미군집에 대한 교란 효과가 뚜렷하지 않을 수도 있다(Heong and Shoenly 1998).

본 연구에서는 논생태계 내 최대 천적인 거미군집에 한정하여 살충제의 영향을 해석하였는데, 향후 절지동물 군집 내 먹이그물까지도 고려하여야 종합적인 평가가 내려질 수 있을 것이며 개별 정보의 축적은 이를 위해서 매우 중요한 단계이다. 또한 약제의 사용이 배제되지 않는 한, 천적에 영향이 적은 약제의 사용과 이들의 효과적인 정착과 보호를 증대하는 해충 관리 전략을 개발하기 위해서는 논에서 천적 군집의 동태, 살충제의 처리방법, 처리 약제의 유효성분 등이 종합적으로 고려되어야 할 것이다.

적 요

본 연구는 1996년부터 1998년까지 경기도 화성시 발산 지역의 이양재배한 논에서 발생하는 거미의 개체군 동태 및 군집자료를 바탕으로 관행의 살충제 살포가 거미군집에 미치는 영향을 분석하기 위해 수행되었다. 3년간 조사에서 조사 포장들에서 거미군집은 연간 변이가 적은 안정된 발생을 보였으며, 발생밀도에서 천적군의 90% 이상을 차지하는 최대 우점군이였다. 이 지역의 벼 생육기간동안 단위면적당(0.25m²) 평균 거미밀도는 약 10마리 정도였으며, 늑대거미과(Lycosidae), 갈거미과(Tetragnathidae), 접시거미과(Linyphiidae)가 우점하였다. 거미군집의 밀도는 본답 초기에 벼의 이양과 함께 이입으로 인해 형성되기 시작하여 중기부터 급격한 밀도 증가를 보이며, 후기에 최고밀도를 유지하다가 수확시기에 밀도가 감소하는 패턴을 가졌다. 특히, 비래 해충의 발생이 적었던 해에는 관행적인 살충제 살포에 의한 거미군집의 교란 효과가 적게 나타났다. 우점종인 황산적거미와 턱거미는 다소 다른 개체군 동태를 가졌는데, 황산적거미는 7월 중순부터 밀도가 급격히 증가하고, 후기에는 성체보다는 유체들의 발생비율이 높았던 반면, 턱거미는 8월 말부터 밀도가 급격히 증가하였고, 후기에 성체형태로 대부분 발견되었다.

인용문헌

- 김승태. 1998. 논거미 군집의 생태학적 특성과 벼멸구 방제를 위한 황산적거미의 이용에 관한 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문, 90pp.
- 김정부, 현계선, 엄기백, 조동진, 이유식. 1987. 남부지역에서 애멸구 동태연구. 농촌진흥청 농업과학논문집(식환, 균이, 농가) 29: 282-289.
- 김홍선. 1992. 황산적거미에 의한 벼멸구 밀도억제효과연구. 동국대학교 대학원 박사학위논문. 69p.
- 농촌진흥청. 1997. 1997년도 농작물 병해충 예찰 방제 보고서. 318p.
- 배운환. 1992. 본논초기 해충군과 벼멸구의 밀도억제를 위한 살충제의 체계적 처리에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문 105p.
- 백갑용, 김진식. 1973. 대구의 논거미상과 그 계절적 변동에 관한 조사. 한식보호지 12: 125-130.
- 백종철, 이영복, 이형래, 최귀문. 1979. 벼해충 천적에 관한 연구. 농

- 촌진홍청 농업기술연구소 시험연구보고서 pp. 341-367.
- 송유한, 최병렬. 1993. 논과 그 주변에서 서식하는 절지동물 군집구조의 계절적 변동에 관한 연구. 경상대학교 논문집 32: 171-188.
- 엄기백, 최귀문, 현재선. 1991. 수도해충의 종합적 방제. 송정 현재선 교수 정년퇴임 기념 응용곤충학논총. pp. 16-65. 서울대학교 농과대학 농생물학과 동창회.
- 유재기, 최병렬, 조점래. 1993. 벼해충의 주요 천적에 대한 약제영향 평가 시험. 농촌진흥청 농약연구소 연차보고서 pp. 190-196.
- 윤종철. 1997. 논생태계내 절지동물 군집구조와 그 변화패턴. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 105p.
- 이준호, 김광호, 임언택. 1997. 과중방제를 달리한 수원 및 이천 지역 소규모 수도포장에서의 절지동물 군집. 한국응용곤충학회지 36: 55-66.
- 최병렬, 이정운, 유재기, 이상계. 1994. 벼해충의 주요천적에 대한 약제영향 평가 시험. 농진청 농약연구소 농시연보 pp. 158-169.
- 최성식, 남궁준. 1976. 논에 서식하는 거미의 조사(1). 한국식물보호학회지 15: 89-93.
- Bishop, L. and S.E. Riechert. 1990. Spider colonization of agroecosystems: mode and source. Environ. Entomol. 19: 1738-1745.
- Cohen, J.E., K. Schoenly, K.E. Heong, H. Justo, G. Arida, A.T. Barrion, and J.A. Listinger. 1994. A food web approach to evaluating the effect of insecticide spraying on insect pest population dynamics in a Philippine irrigated rice ecosystem. J. Appl. Ecol. 31: 747-763.
- Grigarick, A.A., R.K. Webster, R.P. Meyer, F.G. Zalom, and K.A. Smith. 1990. Effect of pesticide treatments on nontarget organism in California rice paddies. I. Impact of Triphenyltin hydroxide, II. Impact of Difluzenuron and Triflumuron. Hilgardia 58: 1-36.
- Hammamura, T. 1969. Seasonal fluctuation of spider population in paddy fields. Acta Arachnol. 22: 40-50. (in Japanese)
- Hammamura, T. 1971. Ecological studies of Pirata subpiraticus (Boesenberg et Strand) (Aranea : Lycosidae) I. Acta Arachnol. 23: 29-36. (in Japanese)
- Hammamura, T. 1977. Ecological studies of Pirata subpiraticus (Boesenberg et Strand) (Aranea : Lycosidae) II. Acta Arachnol. 27: 229-238. (in Japanese)
- Heinrichs, E.A. and O. Mochida. 1984. From secondary to major pest status: the case of insecticide-induced rice brown plant hopper, Nilaparvata lugens, resurgence. Protection Ecology 7: 201-218.
- Heong, K.L. and K.G. Schoenly. 1998. Impact of insecticides on herbivore-natural enemy communities in tropical rice ecosystems. pp. 381-403. in Ecotoxicology: Pesticides and beneficial organisms. eds. by P. T. Haskell and P. Thomas. 428pp. Kluwer Academic, London.
- Heong, K.L., G.B. Aquino, and A.T. Barrion. 1991. Arthropod community structures of rice ecosystems in the Philippines. Bull. Entomol. Res. 81: 407-416.
- Hokyo, N., M.H. Lee, and J.S. Park. 1976. Some aspects of population dynamics of rice leafhoppers in Korea. Korean. J. Pl. Prot. 15:111-126.
- Ishijima C., T. Motobyashi, M. Nakai, Y. Kunimi. 2004. Impacts of tillage practices on hoppers and predatory wolf spiders (Araneae: Lycosidae) in rice paddies. Appl. Entomol. Zool. 39:155-162.
- KACIA. 2001. Pesticide handbook. 236pp. Seoul, Korea.
- Kenmore, P.E., F.O. Carino, C.A. Perez, V.A. Dyck, and A.P. Gutierrez. 1984. Population regulation of the rice brown plant hopper (Nilaparvata lugens Stal) within rice fields in the Philippines. J. Pl. Protect. Tropics 1: 19-37.
- Kiritani, K., S. Kawahara, T. Sasaba, and F. Nakasuji. 1972. Quantitative evaluation of predation by spiders on the green rice leafhopper, Nephrotettix cinctipes Uhler, by a sight-count method. Res. Popul. Ecol. 13: 187-200. (in Japanese)
- Kiritani, K. 1979. Pest management in rice. Ann. Rev. Entomol. 24: 279-312.
- Kobayashi, S. and H. Shibata. 1973. Seasonal changes in population density of spiders in Paddy fields with reference to the ecological control of the rice insect pests. Japanese J. Appl. Ent. Zoo. 17: 193-202. (in Japanese)
- Lee, J.-H. and S.T. Kim. 2001. Use of spiders as natural enemy to control rice insect pests in Korea. pp. 183-200. in Proceedings of international seminar on biological control of insect pests in economic crops. eds. by RDA/FFTC, 286pp. RDA, Korea.
- Liss, W.J., L.J. Gut, P.H. Westigard, and C.E. Warren. 1986. Perspective on arthropod community structure, organization, and development in agricultural crops. Ann. Rev. Entomol. 31: 455-478.
- Okuma, C. 1974. Aeronautic spiders caught by the trap net above paddy fields. Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu University 29: 79-85. (in Japanese)
- Okuma, C., M.H. Lee, and N. Hokyo. 1978. Fauna of spiders in a paddy field in Suweon, Korea. Esakia 11: 81-88.
- Pekar, S. 1999. Effect of IPM practices and conventional spraying on spider population dynamics in an apple orchard. Agriculture, Ecosystems and Environment 73: 155-166.
- Riechert, S.E. and T. Lockley. 1984. Spiders as biological control agents. Ann. Rev. Entomol. 29: 299-320.
- SAS Institute. 1999. User's manual, version 8.1. SAS Institute, Cary, NC.
- Sasaba, T., K. Kiritani, and S. Kawahara. 1973. Food preference of Lycosa in paddy fields. Bull. Kochi Inst. Agric. Sci. 5: 61-64. (in Japanese)
- Schoenly, K.G., J.E. Cohen, K.L. Heong, J.A. Listinger, and G.B. Aquino. 1996. Food web dynamics of irrigated rice fields at five elevations in Luzon, Philippines. Bull. Ent. Res. 86: 451-466.
- Settle, W.H., H. Ariawan, E.T. Astuti, W. Cahyana, A.L. Hakim, D. Hindayana, A.L. Lestari, and Pajarningsih. 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. Ecology 77: 1975-1988.
- Stark, J.D., P.C. Jepson, and C.F.G. Thomas. 1995. The effects of pesticides on spiders from the lab to the landscape. Rev. Pestic. Toxicol. 3: 83-110.
- Togashi, I. and J. Taka. 1991. Spider fauna occurring in paddy fields in Ishikawa Prefecture (part 2) on the wolf spider (Lycosidae) community. Acta arachnol. 40: 61-67. (in Japanese)
- Way, M.J. and K.L. Heong. 1994. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice-a review. Bull. Ent. Res. 84: 567-587.

(2005년 8월 5일 접수; 2005년 10월 25일 채택)