

경기도 반월지역에서의 농업용수 수질에 따른 수도포장내 절지동물군집

박홍현 · 배운환* · 이준호

서울대학교 농생물학과, 대전대학교 생물학과 *

Arthropod Community in the Rice Fields with Different Irrigating Water Quality in Banwol, Kyonggi-do

Park, Hong-Hyun, Yun-Hwan Bae* and Joon-Ho Lee

Department of Agricultural Biology, Seoul National University

Department of Biology, Daejin University*

ABSTRACT

The effects of three different irrigating water qualities(clean water, life sewage and animal sewage) on the pattern of arthropod communities in the rice fields were investigated at Banwol, Kyonggi-do, mid-western part of Korea from 1994 to 1996. The total density of arthropod was highest in the rice field which was irrigated with clean water(clean water field), and the arthropod community was mainly composed of aphids and collembolans. Each functional group was found in the order of 'pests>non-pests>natural enemies' in its density. The dominant taxa in the pest group were aphids, planthoppers(Delphacidae), leafhoppers(Cicadellidae) and rice water weevil (*L. oryzaophilus*). In the non-pest group collembolans, non-biting midges and dipterans were main arthropods, and in the natural enemy group Araneae was the dominant taxon. In the early growth stage of rice plant the dominant functional group was pests, and in the mid growth stage both the pest and the natural enemy group became dominant. But in the late growth stage none of the functional group was dominant over the other functional groups. The densities of spiders were much more higher in the clean water field than in the other fields. And through all the growth stages of rice plants the density of spiders in clean water field kept increase in contrast to the others. The species composition of spiders in the life sewage field was similar to that in the animal sewage field, but in the clean water field it was different from the other two fields.

Key words : Arthropod community, Fuctional group, Rice ecosystem, Irrigating water quality.

서 론

합리적 해충관리를 위해서는 관리 대상공간을 하나의 생태계로 파악하여 그 생태계의 구성요소인 작물 및 해충, 기타 생물

적, 물리 화학적 요인들간의 상호작용의 실체를 명확히 파악하여 그에 대응한 관리 수단을 도입시켜야 할 것이다.

우리 나라에서 수도해충에 관한 연구는 몇 가지 주요 해충들에 대한 개체군 동태학적 연구와 살충제를 이용한 약제 방제방법 개발이 추가 되어 왔으나, 수도해충상을 군집생태학적 관점에

본 연구는 1994년도 농림수산부 농림수산특정연구비(현장애로기술개발 환경분야) 지원에 의하여 수행되었음.

서 이해하고, 종합적 해충관리 개념의 실제적용을 위한 노력도 꾸준히 있어왔다(이와 현 1984, 엄 1991, 배 등 1994). 1970년 대부터 생물적방제에 이용 가능성이 있는 논거미의 분류, 생태 및 지역에 따른 거미상 등이 밝혀졌고(백과 김 1973, 최와 남궁 1976, 백과 남궁 1979, 송과 이 1994, 임과 김 1996), 윤(1997)은 벼생육 시기별로 조사하여 보고한 바 있다. 이러한 천적연구를 포함해서 최근 들어서는 논생태계에 서식하는 전체 절지동물들을 복합적으로 고려한 군집에 대한 연구들이 벼해충 종합관리의 일환으로 추진되어 기능군별 발생밀도, 발생패턴 및 상호작용, 이앙방법과 약제처리 차이에 의한 절지동물 군집 특성의 변화에 대해 논의되고 있다(송과 최 1993, 이 등 1997, 윤 1997, 박과 이 1997).

한편, 농촌환경에 대한 농민 대상 설문조사(백 등 1996)에 의하면 농촌환경은 서서히 오염되어 가고 있다는 사람들이 95.8%로서 거의 대부분이 농촌환경이 오염된 것을 생각하고 있으며, 오염원으로서 쓰레기, 축산폐기물, 생활하수, 농약 등을 들고 있고, 가장 심각하게 문제가 되는 것은 수질 오염이라고 보고하였다.

본 연구에서는 벼해충 종합관리 및 환경보전형 농법개발을 위한 기초자료를 제공하고자 수도 포장 인근 취락지에서 생활 오수나 축산폐수의 방류로 인해 농업용수 수질이 악화되고 있는 경기도 반월지역에서 농업용수의 수질오염 정도(맑은물, 생활하수, 축산폐수)가 논생태계내 절지동물 군집구조에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

조사지역

본 연구는 1994년부터 1996년까지 행정구역상으로 군포시 속달동, 둔대동(구 경기도 반월지역)에 위치하는 수도포장 세곳(맑은물, 생활하수, 축산폐수 조사구)에서 수행되었다. 이들 수도포장에서 재배된 벼품종은 동일하게 '추청벼'였으며 매년 5월 20일경에 재식밀도 $30 \times 15\text{cm}$ (22주/m²)로 어린모 기계이앙을 하였다. 조사구의 수도포장들은 농업용수를 인근 유역에서 인공펌핑에 의존했는데, 이들 유역에 대한 수질분석은 1995년 5

월에서 1996년 6월까지 조사한 농림부(1996) 자료를 인용하였다.

속달동 수도포장은 유역수질(표 1)이 오염등급분류 판정기준(백 등 1996)의 양호(Acceptable)에 해당되는 농업용수를 사용하였고(맑은물 조사구), 병·해충의 관리를 관행방제에 의존해 살충제를 평균적으로 2회/년 살포하였는데, 벼물바구미(*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel) 방제를 위하여 생육초기인 5월 하순경에 피레스로이드계 살충제를 1kg/10a 수준으로 처리하였고, 멸구류(planthoppers) 방제를 위하여 생육중기인 8월 중순에 카바메이트계 살충제를 150ℓ/10a 수준으로 살포하였다. 수도포장의 크기는 약 900평 이었다. 둔대동 수도포장 두 곳(생활하수, 축산폐수 조사구)은 인근 취락지의 생활오수가 주요 오염원인 유역에서 농업용수를 공급하였는데 유역수질(Table 1)은 보통(slightly polluted)으로 조사되었다. 생활하수 조사구는 유역과 인접해 있고 인공펌핑에 의해 용수를 사용하였다. 축산폐수 조사구에는 마을 축산농가에서 배출된 축산폐수가 이곳에서 관개된 용수와 섞여서 유입되었다. 두곳 포장에서 병해충 방제를 위해 살충제, 살균제의 사용은 전혀 없었고, 크기는 900평씩이었다. 속달동, 둔대동 수도포장 세곳의 시비량은 관행적으로 200평당 기비로 복합비료(21-17-17)를 20kg 주고 있었으며, 이양후 추비로 요소 20kg을 주었다.

절지동물 채집 동정 및 분석

농업용수 수질에 따른 논 생태계내 절지동물 군집을 연구하기 위해 벼 한 주당 밀도를 표본 단위로 설정하였다. 조사는 벼 생육초기부터 망사(높이 1m, 직경 50cm)를 사용하여 벼 한주를 완전히 씌운 후 밑등을 절단하는 방법을 사용했고, 벼 포장당 1회 조사시 10회 반복을 2주 간격으로 실시하였다.

채집된 절지동물들은 살내로 운반하여 75% 에틸알코올로 액침표본을 만들어 보관했고, 기능군별(해충군, 천적군, 비해충군)로 구분하여 대분류한 후, 주요 해충과 천적은 가능한 속, 종 수준까지 동정하였다. 분류된 절지동물은 벼 생육시기에 따라 생육초기(5월20일~7월25일), 생육중기(7월26일~8월30일), 생육후기(9월1일~9월30일)로 대별하여 분석하였다.

Table 1. Analysis of water quality on each watershed

Watershed name	pH	DO	SS	Total nitrogen	Total phosphorus
			mg / ℓ		
Sokdal-dong	6.40 / 8.77*	9.26 / 11.50	4.00 / 43.33	0.88 / 4.90	0.02 / 1.82
Dundae-dong	6.33 / 7.91	1.47 / 6.30	5.80 / 141.67	4.52 / 38.98	0.71 / 7.95

* Minimum / Maximum

Table 2. Arthropod densities (No./hill) of each functional group in the rice fields with different irrigating water quality at Banwol, Kyonggi-do in 1994, 1995, 1996.

Functional group and taxa	1994			1995			1996		
	CW	LS	AS	CW	LS	AS	CW	LS	AS
Pests									
Homoptera									
Aphids									
<i>Nephotettix cincticeps</i> (Uhler)	0.03±0.04	0	0	0.74±0.50	7.96±12.95	1.23±1.27	5.85±8.63	6.47±10.64	6.63±7.50
<i>Nephotettix</i> sp.	0.01±0.01	0.11±0.03	0.06±0.03	0.08±0.11	0.27±0.28	0.46±0.73	0.03±0.05	0.01±0.02	0.01±0.02
<i>Niaparvata lugens</i> (Stål)	0	0	0	0.06±0.10	0.02±0.03	0	0.03±0.06	0.08±0.13	0.08±0.10
<i>Sogatella furcifera</i> (Horvath)	0.09±0.07	0.04±0.05	0	1.84±2.28	1.70±2.29	0.43±0.38	1.34±1.97	0.07±0.08	0
<i>Loealiphax striatellus</i> (Fallen)	0.03±0.01	0.11±0.04	0.11±0.08	1.43±1.21	1.38±1.88	0.42±0.38	1.34±1.97	0.46±0.47	0.48±0.64
Hemiptera (Phytophagous)	0.71±0.92	0.71±1.12	0.10±0.06	1.26±1.99	0.60±0.87	0.22±0.23	0.20±0.32	0.08±0.13	0.35±0.42
Thysanoptera	0.05±0.05	0.03±0.00	0.18±0.11	0.16±0.25	0.69±0.68	0.07±0.08	0.04±0.07	0.01±0.01	0.03±0.06
Orthoptera (Phytophagous)	0	0	0	0	0	0	0	0.06±0.10	0.06±0.10
Lepidoptera	0	0	0.61±0.47	0.33±0.47	0.11±0.11	0.30±0.35	0.03±0.03	0.03±0.06	0.01±0.02
<i>Chilo suppressalis</i> Walker	0	0	0	0	0	0.11±0.08	0	0	0.05±0.09
<i>Mythimna separata</i> Walker	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02±0.03
Other moths	0.03±0.06	0.03±0.04	0.03±0.05	0.11±0.11	0.36±0.39	0	0.11±0.13	0.18±0.24	0.05±0.09
Coleoptera	0.01±0.02	0.12±0.16	0.08±0.07	0.17±0.14	0.16±0.16	1.24±1.40	0.22±0.19	0.29±0.26	0.14±0.17
<i>Lissorhynchus oryzophilus</i> Kuschel	0	0	0	0	0	0	0.74±0.64	0.04±0.08	0.42±0.55
Other weevils	0	0	0	0	0	0	0	0.08±0.07	0
Chrysomelidae	0	0.20±0.03	0.17±0.06	0.33±0.37	0.19±0.14	0.37±0.23	0	0	0
subtotal	1.02±0.91	1.36±1.28	0.75±0.21	6.24±5.89	13.62±11.10	4.86±0.63	8.84±10.42	7.87±10.55	8.33±8.60
Natural	0.03±0.03	0.02±0.03	0.02±0.02	0	0	0.03±0.06	0	0.07±0.06	0.07±0.06
Enemies									
Hymenoptera (Parasitoids)	0	0.04±0.05	0.02±0.02	0.06±0.08	0.18±0.17	0.06±0.03	0.04±0.01	0.03±0.03	0.05±0.09
Coleoptera	0.01±0.02	0	0.01±0.01	0.04±0.05	0.03±0.06	0.04±0.05	0	0	0
Coccinellidae	0.01±0.02	0.01±0.02	0.23±0.23	0.03±0.03	0.05±0.05	0.02±0.04	0	0.02±0.03	0
Staphylinidae	0	0.08±0.11	0.13±0.23	0	0	0	0.12±0.10	0.23±0.18	0.11±0.14
Carabidae	0	0	0	0	0	0	0.03±0.06	0	0.03±0.06
Orthoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dictyoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Araneae	0	0	0	0.28±0.04	0.20±0.17	0.06±0.08	0	0	0.01±0.01
subtotal	0.90±0.33	2.12±1.41	1.83±0.80	2.14±0.61	1.13±0.79	0.78±0.68	0.98±0.76	1.43±1.35	0.63±0.63
Non-Pests	0.96±0.37	2.25±1.42	2.23±1.15	2.55±0.65	1.60±0.72	1.00±0.66	1.17±0.90	1.78±1.51	0.90±0.79
Collembola	0.17±0.23	0.15±0.25	0.24±0.42	0.07±0.07	0.36±0.13	0	5.27±4.94	10.20±16.89	6.51±6.33
Chironomidae (Adult)	0.15±0.22	0.16±0.14	0.10±0.09	1.56±2.11	1.08±0.88	1.28±1.29	0.27±0.03	0.26±0.31	0.26±0.28
Formicidae	0.14±0.12	0.11±0.10	0.04±0.04	0.26±0.35	0.41±0.18	0.30±0.10	0.25±0.28	0.04±0.01	0.48±0.50
Diptera	0.05±0.07	0.12±0.18	0.05±0.05	1.86±2.04	1.60±1.60	0.45±0.33	0.90±0.75	0.95±0.25	0.97±0.39
subtotal	0.50±0.16	0.54±0.18	0.43±0.36	3.75±2.45	3.45±2.12	2.03±1.59	6.69±5.98	11.45±16.85	8.02±6.55
Total	2.47±0.94	4.15±2.32	3.41±1.09	12.54±7.27	18.67±12.09	7.89±0.37	16.70±16.26	21.10±28.71	17.25±15.11

CW : The plot which was irrigated with clean water, LS : The plot which was irrigated with life sewage, AS : The plot which was irrigated with animal sewage.

결과 및 고찰

절지동물 발생소장

Table 2는 1994년부터 1996년까지 3년 동안 조사한 경기도 반월지역 수도 포장내(맑은물, 생활하수, 축산폐수 조사구)에 서식하는 절지동물의 주당 서식밀도를 기능군별(해충군, 천적군, 비해충군)로 정리한 것이다. 수도 포장의 주당 평균 절지동물 밀도는 연도에 따라 차이를 보이는데, 이는 각 연도에 따른 기후조건 차이 및 외래해충의 비래량 차이에서 기인된 것으로 생각된다. 94년에는 낮은 밀도를 보였고, 95년, 96년에는 최근의 연구들(이 등 1997, 박과 이 1997)과 주당 평균밀도 수준이 비슷하게 나타나고 있었는데, 해충 발생량은 과거에 비하면 경기도 지역에서 격감하고 있었다. 95, 96년의 밀도에서 주요 분류군은 해충군으로서 매미목의 진딧물류, 비해충군의 톱토기류의 밀도가 증가한 결과였다. 엄 등(1991)은 벼를 기주로 서식하는 140여종의 해충중에서 벼에 경제적으로 피해를 주는 주요 해충을 20여종 들었는데, 본 연구에서 밀도가 높게 조사된 진딧물류는 주요 해충의 범주에는 속하지 않는다. 절지동물을 기능군별로 분석한 결과, 연도에 따라 조금씩 차이를 보이지만, '해충군 > 비해충군 > 천적군'의 밀도 순위를 나타내, 송과 최(1993)의 진주지역, 윤(1997)의 전국 8개 지역에서의 결과와 일치하였다.

농업용수 수질저하에 따른 조사구별 밀도는 인접유역에서 생활하수가 유입되는 생활하수구가 다른 조사구들에 비해 높게 나타났고, 다른 분류군에서는 비슷한 밀도를 보이지만 해충군의 진딧물류(Aphids)가 주된 밀도를 형성하였고, 벼 생육초기에 밀도가 집중되는 경향이 있어서 편차는 매우 컸다.

경기도 반월지역 수도 포장들에서 발생 밀도가 높았던 것들을 기능군별로 보면 해충군에는 진딧물류(Aphids), 벼멸구(*N. lugens*), 흰등멸구(*S. furcifer*), 애멸구(*L. striatellus*), 벼물바구미(*L. oryzaephilus*), 천적군에는 거미목(Araneae), 비해충군에는 톱토기류(Collembola)와 깔다구과(Chironomidae) 성충, 파리류(Diptera) 등을 들 수 있었다. 이런 결과는 경기도 지역에서의 연구들(이 등 1997, 박과 이 1997)의 연구와도 일치하고, 논 생태계내 절지동물 군집이 몇 종들에 의해서 우점되고 있다는 것을 보여준다.

Fig. 1은 생육 시기별로 밀도를 나타낸 것이다. 변동 패턴이 일정한 경향성이 없고 연도에 따라 차이를 보였다. 94년에는 초, 중, 후기가 거의 같은 밀도 수준인데, 95년에는 초기에 생활하수구에서 밀도가 높고, 96년에는 전체 조사구에서 후기로 갈수록 증가하는 경향이였다. 다른 조사구와는 달리 생활하수 조사구에서는 밀도의 편차가 상당히 컸다. 한편, 박과 이(1997)

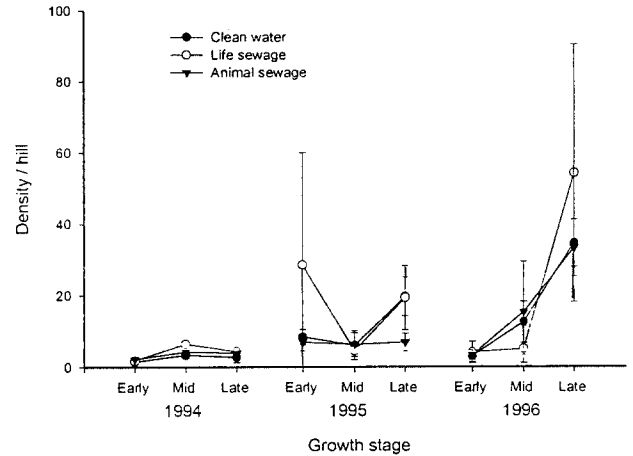


Fig. 1. Changes in the densities (No./hill) of arthropods in the rice fields with different irrigating water quality at Banwol, Kyonggi-do, 1995.

는 경기도 발안지역 소재 논 생태계내 절지동물 모니터링 연구에서 농약이 전혀 살포되지 않아 인위적인 외부간섭이 없는 수도 포장의 경우 이양후 경과 일수를 기준으로 이양초기에 최고 밀도를 이루고 이양후 80일까지 밀도가 감소하는 경향을, 80일 이후에는 밀도가 일정한 수준을 유지하며 안정화되며, 조사구내 평균 밀도의 편차가 생육초기보다 생육후기로 갈수록 적다고 보고했다.

Table 3은 생육초기에 전체 밀도의 5%이상을 차지하는 우점군을 정리한 것이다. 이양초기 해충으로는 진딧물(Aphids)과 벼물바구미(*L. oryzaephilus*)가 뚜렷하게 나타났고, 그의 분류군은 연도에 따라 우점 순위가 바뀌고 있었다. 천적군인 거미목은 최고 40%정도의 점유율을 나타냈으나 해충군, 비해충군에 대해 이양초기에는 낮은 점유율을 보였다. 비해충군으로는 깔다구류와 파리목이 우점을 이루었고, 생활하수 조사구에서는 톱토기류도 차지했다. 윤(1997)은 전국 8개지역 논 생태계내 절지동물 군집 연구에서 벼의 생육과 절지동물 군집은 밀접한 연관이 있고, 초기 논 생태계내의 군집은 천이의 초기 단계로서 중요성을 가지고 있는데, 지역, 연도 차이없이 깔다구과(Chironomidae)가 36.4% ~ 95.8% 우점군을 차지한다고 하였다. 박과 이(1997)도 생육초기에는 절지동물 군집이 깔다구과에 의해 점유된다는 결과를 보고했다.

Table 4는 중기의 우점군을 정리한 것인데, 해충군과 천적군의 우점이 생육초기에 비해 높아졌고, 비해충군은 낮아졌다. 해충군에는 벼멸구(*N. lugens*), 흰등멸구(*S. furcifer*), 애멸구(*L. striatellus*) 등이 우점을 이루었고, 천적군에서는 거미목의 점유율이 50%까지 높아졌지만 주당 밀도는 높지 않았다. 박

Table 3. List of dominant taxa* at the early growth stage of rice plant with different irrigating water quality at Bar wol, Kyonggi-do, from 1994 to 1996

Year	Plot	Fuctional group		
		Pests	Natural enemies	Non-pests
1994	CW	<i>Laodelphax striatellus</i> 13.79(0.20)**	Araneae 39.31(0.57)	Chironomidae 27.59(0.40) Diptera 8.97(0.13)
	LS	Chrysomelidae 11.4 (0.2)	Araneae 30.11(0.53)	Diptera 18.75(0.33)
		<i>Nilaparvata lugens</i> 5.7 (0.1)	Hymenoptera 5.68(0.10)	Chironomidae 17.05(0.30)
AS	<i>Sogatella furcifera</i> 9.22(0.20)	Araneae 41.47(0.90)	Chironomidae 9.22(0.20)	
	Chrysomelidae 7.83(0.17) Hemiptera 5.99(0.13)			
1995	CW	Aphids 11.50(1.10)	Araneae 22.30(2.13)	Chironomidae 41.81(4.00) Diptera 9.06(0.87) Formicidae 6.97(0.67)
	LS	Aphids 77.13(22.93)		
	AS	Aphids 32.10(2.60)		Chironomidae 32.51(2.63)
<i>Lissorhoptus oryzophilus</i> 10.29(0.83)			Diptera 6.17(0.50)	
1996	CW	Aphids 46.22(1.38)		Chironomidae 8.40(0.25), Diptera 5.04(0.15)
	LS	<i>Lissorhoptus oryzophilus</i> 10.92(0.33)		
		Thysanoptera 10.08(0.30)		
AS	Aphids 11.11(0.45)		Collembola 19.14(0.78)	
	Other moths 11.11(0.45)		Diptera 16.67(0.68)	
	<i>Lissorhoptus oryzophilus</i> 11.11(0.45)		Chironomidae 15.81(0.60)	
AS	Aphids 26.36(0.85)		Diptera 27.13(0.88)	
	<i>Lissorhoptus oryzophilus</i> 10.08(0.33)		Chironomidae 17.83(0.58)	
		Thysanoptera 5.43(0.18)		

*The taxon whose density occupied over 5% of total density in each experimental field was regarded as dominant.

** % (density/hill)

CW : Rice field was irrigated with clean water,

LS : Rice field was irrigated with life sewage,

AS : Rice field was irrigated with animal sewage.

과 이(1997)는 생육중기 논 생태계는 비래성 해충인 멸구과(Delphacidae), 매미충과(Cicadellidae)가 상대적인 밀도 우위를 차지하고 있고, 거미목의 밀도가 높아져 이들간의 밀도변화 패턴이 관련되어 있다는 가능성을 제기하였고, Heong 등(1990)의 연구에서는 주요 우점군 거미류들과 멸구, 매미충간에 높은 양의 상관관계를 보였다.

Table 5는 후기의 우점군을 정리한 것인데, 중기와 비교해서 분류군들은 비슷하였다. 비래충군에서 툽토기류가 높은 밀도를 기록하였다. 후기의 논 생태계는 벼가 초·중기의 생장을 멈춘 쇠퇴기에 해당하는데, 윤(1997)은 경기도 지역에서 멸구류, 갈다구류, 거미목 등이 우점을 차지한다고 보고했다.

거미군집 분석

Table 6은 수도 포장에서 서식하는 거미밀도이다. 맑은물 조

사구에서 서식밀도가 생활하수, 축산폐수 조사구에 비해 2~3배 높게 나타났고, 종수는 15종, 14종, 10종 순이었다. 거미류는 생활습성에 따라 크게 배회성 거미류(hunting spider)와 정주성 거미류(settling spider)로 나뉘며 정주성 거미류는 다시 수직그물생활 거미류(orb webbing spider)와 수평그물생활 거미류(space webbing spider)로 나눌 수 있는데 배회성 거미류의 밀도는 세 곳의 포장에서 비슷한데 반해, 수직그물생활, 수평그물생활 거미류밀도는 맑은물 조사구에서 다른 조사구들에 비해 높은 밀도를 보였다.

주요 우점종은 맑은물 조사구에는 계거미과(Thomisidae)의 일종, 갈거미과(Tetragnathidae)의 턱거미(*P. clercki*), 꼬마거미과(Theridiidae)의 일종, 애접시거미과(Erigonidae)의 등줄애접시거미(*U. insecticeps*)였다. 생활하수 조사구에는 염낭거미과(Clubionidae)의 일종, 강충거미과(Salticidae)의 수검은강충거미(*M. magister*), 꼬마거미과(Theridiidae)의 일종이었으며, 축산

Table 4. List of dominant taxa* at the mid growth stage of rice plant with different irrigating water quality at Banwol, Kyonggi-do, from 1994 to 1996

Year	Plot	Fuctional group		
		Pests	Natural enemies	Non-pests
1994	CW	<i>Laodelphax striatellus</i> 53.64(1.77)**	Araneae 27.27(0.90)	Formicidae 6.97(0.23)
	LS	<i>Laodelphax striatellus</i> 31.30(2.00)	Araneae 50.08(3.20)	
	AS	Hemiptera 7.16(0.30)	Araneae 53.22(2.23) Staphylinidae 12.65(0.53) Carabidae 9.55(0.40)	
1995	CW	<i>Sogatella furcifer</i> 29.95(2.17) <i>Nilaparvata lugens</i> 15.21(1.10)	Araneae 21.20(1.53)	Diptera 6.91(0.50) Chironomidae 5.07(0.37)
	LS	<i>Nilaparvata lugens</i> 13.87(0.80) <i>Sogatella furcifer</i> 8.09(0.47)	Araneae 16.18(0.93)	Diptera 11.56(0.67) Formicidae 9.25(0.53)
	AS	<i>Lissorhoptrus oryzophilus</i> 37.50(2.80) <i>Sogatella furcifer</i> 11.61(0.87) Chrysomelidae 8.48(0.63) <i>Nilaparvata lugens</i> 6.25(0.47)	Araneae 20.54(1.53)	
1996	CW	Other weevils 8.56(1.07)	Araneae 12.83(1.60)	Collembola 46.79(5.83) Diptera 7.22(0.90)
	LS	<i>Lissorhoptrus oryzophilus</i> 8.67(0.43)	Araneae 26.00(1.30) Carabidae 7.33(0.37)	Diptera 20.67(1.03)
	AS	Aphids 25.76(3.93) <i>Laodelphax striatellus</i> 5.46(0.83)	Araneae 8.52(1.30)	Collembola 41.05(6.27) Formicidae 6.55(1.00)

* The taxon whose density occupied over 5% of total density in each experimental field was regarded as dominant.
** %(density/hill)

CW : Rice field was irrigated with clean water.

LS : Rice field was irrigated with life sewage.

AS : Rice field was irrigated with animal sewage.

폐수 조사구에는 염낭거미과(Clubionidae)의 일종, 깡충거미과(Salticidae)의 일종, 꼬마거미과(Theridiidae)의 일종이었다. 오염된 물이 유입되는 생활하수 조사구와 축산폐수 조사구에서 거미우점군이 유사함을 보였다.

논거미 군집구조에 대한 연구는 논 생태계의 다른 절지동물에 비해서 상대적으로 많이 이루어졌다 (백과 김 1973, 최와 남궁 1976, 윤과 남궁 1979, 송과 최 1993, 송과 이 1994, 임과 김 1996, 윤 1997, 이 등 1997). 거미군집의 종구성은 지역에 따라 다르게 나타나고 있으나 일반적으로 배회성 거미류로는 늑대거미과(Lycosidae), 염낭거미과(Clubionidae), 깡충거미과(Salticidae), 정주성거미류로는 갈거미과(Tetragnathidae), 애접시거미과(Erigonidae), 접시거미과(Linyphiidae), 꼬마거미과(Theridiidae), 호랑거미과(Argiopidae) 등이 우세과로 발견되는데, 송과 최(1993), 송과 이 (1994), 임과 김(1996), 윤(1997), 이 등(1997)의 연구와 같이 본 연구에서도 비슷한 유형으로 나타났다.

Fig. 2는 생육시기별 거미의 밀도변화를 나타낸 것이다. 초

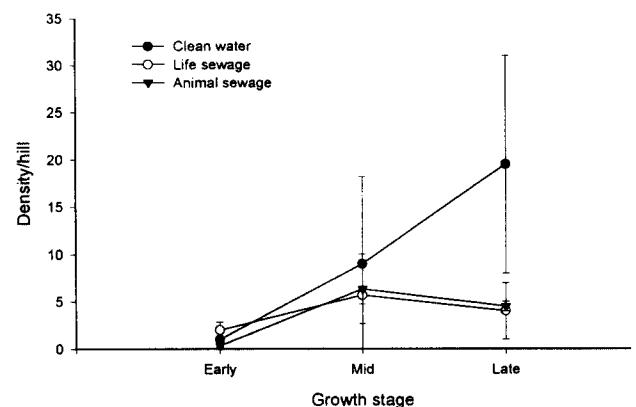


Fig. 2. Changes in the densities (No./hill) of spider in the rice fields with different irrigating water quality at Banwol, Kyonggi-do, 1995.

기에는 세 조사구가 비슷한 밀도를 형성하는데 반해 중·후기로 갈수록 맑은물 조사구와 생활하수, 축산폐수 조사구들간에

Table 5. List of dominant taxa* at the late growth stage of rice plant with different irrigating water quality at Banwol, Kyonggi-do, from 1994 to 1996

Year	Plot	Fuctional group					
		Pests	Natural enemies	Non-pests			
1994	CW	<i>Laodelphax striatellus</i> 6.38(0.17)** <i>Nilaparvata lugens</i> 6.19(0.17)	Araneae 46.34(1.24)	Collembola 16.32(0.44) Formicidae 6.75(0.18)			
	LS	Chrysomelidae 5.45 (0.24)	Araneae 61.14(2.64)	Collembola 10.09(0.44)			
	AS		Araneae 60.72(2.35)	Collembola 18.86(0.73)			
1995	CW	<i>Nilaparvata lugens</i> 21.13(4.40) <i>Laodelphax striatellus</i> 17.05(3.55) <i>Sogatella furcifer</i> 10.08(2.10)	Araneae 13.21(2.75)	Diptera 20.17(4.20)			
		LS			<i>Nilaparvata lugens</i> 20.98(4.30) <i>Sogatella furcifer</i> 17.32(3.55) <i>Laodelphax striatellus</i> 7.8(1.60)	Araneae 9.76(2.00)	Diptera 15.83(3.45) Chironomidae 8.78(1.80)
					AS		
	CW		Aphids 45.60(15.80) <i>Sogatella furcifer</i> 10.39(3.60)	Collembola 28.57(9.90)			
		LS	Aphids 34.56(18.75)			Collembola 54.75(29.70)	
	AS		Aphids 45.41(15.10)	Collembola 38.05(12.65)			

*The taxon whose density occupied over 5% of total density in each experimental field was regarded as dominant.

** %(density /hill)

CW : Rice field was irrigated with clean water,

LS : Rice field was irrigated with life sewage,

AS : Rice field was irrigated with animal sewage.

밀도차이가 크게 나타나고 있는데, 박과 이(1997)는 10년동안 살충제 살포가 없었던 수도 포장의 거미류의 밀도가 초기에는 매우 낮지만 벼 생육중기에 급격하게 밀도가 증가했고, 이들의 밀도가 후기까지 지속적으로 유지되었다는 결과를 보고하였는데, 본 연구에서 생활하수, 축산폐수 조사구에서 거미밀도가 중기에 급격한 증가를 찾아볼 수 없어 농업용수 수질저하가 거미군집의 밀도형성에 부정적인 영향에 대해 유추해볼 수 있다.

Table 7은 생육시기별로 거미군집의 전체 밀도에서 5% 이상을 차지하는 우점종들을 정리한 것이다. 우점종수는 맑은물, 생활하수 조사구에서는 초·중·후기로 갈수록 종수가 늘어나는 반면, 축산폐수에서는 후기에는 종수가 줄어들었다. 초기에 맑은물 조사구에는 조망성거미류인 갈거미과(Tetragnathidae)와 애접시거미과(Erigonidae)가 우점을 이루었고, 생활하수, 축산폐수 조사구에서는 애접시거미과(Erigonidae)가 우점을 이루어 다른 패턴을 보였다. 한편, 윤(1997)은 경기도 화성지역에서 생육 초기에 거미류의 종수가 3~6종, 배회성 거미류인 늑대거미과(Lycosidae)의 황산적거미(*P. subpiraticus*)가 우점종이라고

보고하였는데, 본 연구에서는 이들을 생활하수 조사구에서 생육중기와 후기에 찾아볼 수 있었다. 외국에서 비래하는 해충이 성공적으로 정착해서 밀도증가가 급격히 나타나는 시기가 벼 생육중기로(엄 등 1991), 지금까지의 연구들에서 주요 비래해충인 멸구류와 매미충류의 밀도증가와 논거미의 밀도증가 패턴이 높은 양의 상관을 보였는데(송과 최 1993, 송과 이 1994, 박과 이 1997), 맑은물 조사구에는 초기와 생활습성이 동일한 조망성 거미류 3종이 다른 조사구들에 비해 높은 밀도를 나타내며 우점을 이루었으나, 생활하수, 축산폐수 조사구에서는 7~8종으로 우점종이 늘어난 반면 각 우점종들의 주당밀도는 매우 낮았다. 배회성 거미류인 늑대거미과(Lycosidae)의 황산적거미(*P. subpiraticus*), 염낭거미과(Clubionidae), 강충거미과(Salticidae), 게거미과(Thomisidae)가 우점군에 추가 되었다. 벼 생육후기에 맑은물, 생활하수, 축산폐수 조사구 각각 7종, 11종, 4종이 우점을 차지했고, 정주성 거미류와 배회성 거미류가 혼재되어 있었다.

Table 6. Densities(No./hill) of spiders in the rice fields with different irrigating water quality at at Banwol, Kyonggi-do, 1995

Type	Family	Species	CW	LS	AS
Hunting	Clubionidae	<i>Clubiona kurilensis</i> Westring	0	0.17±0.24	0
		<i>Clubiona lutescens</i> Westring	0.11±0.16	0.39±0.28	0
		<i>Clubionidae</i> SL*	0.67±0.64	0.56±0.42	0.67±0.47
	Lycosidae	<i>Pirata subpiraticus</i> Bös. et Str.	0	0	0.17±0.24
	Salticidae	<i>Marpissa magister</i> (Karsch)	0.28±0.21	0.61±0.55	0.33±0.47
		Salticidae SL	0.17±0.24	0.28±0.21	0.83±1.18
	Thomicidae	Thomicidae SL	1.28±1.58	0.56±0.42	0.11±0.16
Subtotal			2.50±2.86	2.56±1.81	2.11±1.64
Orb Webbing	Araneide	Araneidae SL	0.50±0.71	0.11±0.16	0.11±0.16
		<i>Neoscona doentzi</i> Bös. et Str.	0.17±0.24	0	0
	Tetragnathidae	<i>Pachygnatha clercki</i> Sundevall	1.94±1.93	0.17±0.24	0.39±0.28
		<i>Tetragnata praedonia</i> L.Koch	0.11±0.16	0	0
Subtotal			2.72±1.78	0.28±0.21	0.50±0.41
Space Webbing	Theridiidae	<i>Coleosoma octomaculatum</i> Bös. et Str.	0	0.17±0.24	0
		<i>Enoplognatha japonica</i> Bös. et Str.	0.17±0.24	0.17±0.24	0
		Theridiidae SL	1.94±1.46	0.67±0.47	0.56±0.57
	Erigonidae	Erigonidae SL	0.78±0.87	0.50±0.14	0.22±0.31
		<i>Gnathonarium dentatum</i> (Wider)	0.17±0.24	0.17±0.24	0
		<i>Ummeliata angulituberis</i> Oi	0.50±0.71	0.39±0.08	0.33±0.47
		<i>Ummeliata insecticeps</i> Bös. et Str.	1.06±1.06	0	0
Subtotal			4.61±4.30	2.06±0.34	1.11±1.34
Total			9.83±7.58	4.89±2.11	3.72±2.51

* Spiderling

CW : Rice field was irrigated with clean water,

LS : Rice field was irrigated with life sewage,

AS : Rice field was irrigated with animal sewage.

적 요

농업용수의 수질이 수도포장내 절지동물 군집구조에 미치는 영향을 조사하고자 1994년부터 1996년까지 경기도 반월지역 소재 수도포장(맑은물, 생활하수, 축산폐수 조사구)에서 조사를 수행하였다. 절지동물의 발생밀도는 생활하수 조사구에서 높게 나타났고, 주로 진딧물류와 톡토기류가 밀도의 주를 이루었다. 기능군별 점유밀도는 해충군>비해충군>천적군 순으로 나타났고, 해충군의 우점종은 진딧물류(Aphids), 멸구과(Delphacidae), 매미충과(Cicadelidae), 벼물바구미(*L. ory-zophilus*), 천적군에서는 거미목(Araneae), 비해충군에서는 톡토기목(Collembola), 깔다구과(Chironomidae), 파리목(Diptera)이 우점을 이루었다. 국내에서 벼에 경제적으로 피해를 입히는 주요 해충들(멸구과, 매미충과, 벼물바구미)의 밀도는 조사기간동안 매우 낮은 밀도였고, 농업용수의 수질에 따른 발생차이도 뚜렷하지 않았다. 생육초기에는 주로 해충, 생육중기

에는 해충과 천적, 후기에는 해충, 천적, 비해충군이 비슷한 점유율을 보였다. 천적군에 속하는 거미류의 발생밀도는 맑은물 조사구에서 가장 높게 나타났고, 생육중, 후기를 거치면서 밀도가 급증하였는데 반해, 수질이 저하된 용수가 유입되는 생활하수, 축산폐수 조사구에서는 밀도가 낮아 이들 수도포장들의 밀도변동은 이전의 거미군집에 대한 연구들과는 다른 패턴을 나타낸다는 것이 확인되었다. 논거미군집내 우점종들의 구성은 생활하수와 축산폐수 조사구에서는 유사하였고, 맑은물 조사구에서는 다른 두 조사구와는 다른 종들로 구성되어 있었다.

인 용 문 헌

- 농림부. 1996. 환경농업의 현장어로 기술개발. 209p.
 박홍현, 이준호. 1997. 경기도 발안지역 수도포장에서의 살충제 처리에 따른 절지동물군집 모니터링. 서울대 농학연구지 22 : 9-18.
 배윤환, 이준호, 현재선. 1994. 본논초기 해충군과 비래성

Table 7. List of dominant species* at each growth stage of rice plant with different irrigating water quality at Banwol, Kyonggi-do, 1995

Plot	Early growth stage	Mid growth stage	Late growth stage
CW	<i>P. clercki</i> 66.67(0.67)	<i>P. clercki</i> 51.85(4.67)	Erigonidae SL 17.95(3.50)
	<i>G. mentatum</i> 33.33(0.33)	Erigonidae SL** 25.93(2.33)	Thomicidae SL 17.95(3.50)
		<i>U. insecticeps</i> 7.41(0.67)	<i>U. insecticeps</i> 12.82(2.50)
			<i>G. mentatum</i> 10.26(2.00)
			Clubionidae SL 10.26(2.00)
			Araneidae SL 7.69(1.50)
			<i>U. angulituberis</i> 7.69(1.50)
LS		<i>P. subpiraticus</i> 23.53(1.33)	Clubionidae SL 25.00(1.00)
	Erigonidae SL 50.00(1.00)	Erigonidae SL 17.65(1.00)	Thomicidae SL 25.00(1.00)
	<i>G. mentatum</i> 33.33(0.67)	<i>C. lutescens</i> 11.76(0.67)	<i>C. kurilensis</i> 12.50(0.5)
	<i>U. angulituberis</i> 16.67(0.33)	Clubionidae SL 11.76(0.67)	<i>C. lutescens</i> 12.50(0.5)
		Thomicidae SL 11.76(0.87)	<i>P. subpiraticus</i> 12.50(0.5)
		Salticidae SL 5.88(0.33)	Salticidae SL 12.50(0.5)
		Araneidae SL 5.88(0.33)	<i>P. clercki</i> 12.50(0.5)
		<i>G. mentatum</i> 5.88(0.33)	<i>C. octomaculatum</i> 12.50(0.5)
			<i>E. japonica</i> 12.50(0.5)
			<i>G. mentatum</i> 12.50(0.5)
		<i>U. angulituberis</i> 12.50(0.5)	
AS	Erigonidae SL 100.00(0.33)	Erigonidae SL 21.05(1.33)	Salticidae SL 55.56(2.5)
		<i>P. subpiraticus</i> 15.79(1.00)	Clubionidae SL 22.22(1.00)
		Clubionidae SL 15.79(1.00)	<i>M. magister</i> 11.11(0.5)
		<i>U. angulituberis</i> 15.79(1.00)	<i>P. clercki</i> 11.11(0.5)
		<i>P. clercki</i> 10.53(0.67)	
		<i>G. mentatum</i> 10.53(0.67)	
		Thomicidae SL 5.26(0.33)	

* The species whose density occupied over 5% of total density in each experimental field was regarded as dominant.

** Spiderling,

CW : Rice field was irrigated with clean water,

LS : Rice field was irrigated with life sewage,

AS : Rice field was irrigated with animal sewage.

- 멸구류의 밀도억제를 위한 살충제의 체계적 처리에 관한 연구. 한용곤지 33:270-280.
- 백갑용, 김진식. 1973. 대구의 논거미상과 그 계절적 변동에 관한 조사. 한식보호지 12:125-130.
- 백운하, 남궁준. 1979. 한국산 논거미의 연구. 서울대학교 출판부. 101p.
- 백청오, 강상구, 이광식. 1996. 우리나라 농업용수 수질오염 현황과 개선대책. 한국환경농학회지. 15(4):506-519.
- 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. 1991. 흰등멸구와 벼멸구의 발생생태특성과 피해에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문 81p.
- 엄기백, 최귀문, 현재선. 1991. 수도해충의 종합적방제. 송정 현재선 교수 정년퇴임 기념 응용곤충학논총. 서울대학교 농과대학 농생물학과 동창회. 천풍전산인쇄사. pp.16-65.
- 윤종철. 1997. 논생태계내 절지동물 군집구조와 그 변화 패턴. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 105p.
- 윤주경, 남궁준. 1979. 광주지방 논거미의 분포(I). 한식보호지 18:237-141.
- 이준호, 현재선. 1984. 벼멸구의 생육에 미치는 벼의 생육단계의 영향. 한식보호지 23:49-55.
- 이준호, 김광호, 임언택. 1997. 파종방법을 달리한 수원 및 이천지역 소규모 수도포장에서의 절지동물 군집. 한용곤지 36(1):55-66.
- 임문순, 김승태. 1996. 주요작물의 해충에 대한 천적거미

- 류의 생태에 관한 연구 I. 논과 논둑의 거미상과 군집 구조연구. 건국대 생명과학지 3:37-72.
- 최성식, 남궁준. 1976. 논에 서식하는 거미의 조사(I). 한식보호지 15:89-93.
- Heong, K. L., G. B. Aquino and A. T. Barrion. 1990. Dynamics of major predator and prey species in rice fields. IRRN 15:22-23.

(1997년 9월 8일 접수)