

벼 이앙시기 및 시비수준에 따른 수도 주요해충의 발생·피해

Occurrence of Major Rice Insect Pests at Different Transplanting Times and Fertilizer Levels in Paddy Field

마경철¹ · 이승찬²

Kyoung-Chul Ma¹, Seung-Chan Lee²

ABSTRACT These studies were carried out to investigate the occurrence of rice insect pests related to different transplanting times and N-P-K-fertilizer levels of paddy field in Southern region of Korea. The population densities of brown planthopper (BPH: *Nilaparvata lugens* Stal), whitebacked planthopper (WBPH: *Sogatella furcifera* Horvath), small brown planthopper (SBPH: *Laodelphax striatellus* Fallen), green rice leafhopper (GRLH: *Nephotettix cincticeps* Uhler), rice stem maggot (RSM: *Chlorops oryzae* Matsumura), striped rice borer (SRB: *Chilo suppressalis* Walker), and rice leaffolder (RLF: *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee) were affected more by transplanting time than the fertilizer levels. The later transplanting time induced the higher population densities of BPH, WBPH, SBPH, GRLH, RSM, whereas SRB and RLF were affected by earlier transplanting time in paddy field. The major pests except GRLH and SRB were increasingly induced by higher N-fertilizer level in the late transplanting.

KEY WORDS Transplanting time, Fertilizer level, Major rice insect pests, Occurrence.

초 록 우리나라 남부지방에서 벼 이앙시기 및 시비수준과 주요해충 발생피해와의 관계를 조사한 결과, 조사해충 모두 시비수준보다는 이앙시기가 발생 피해에 더 큰 영향을 주었다. 특히 벼멸구, 흰등멸구, 애멸구, 끝동매미충, 벼줄기굴파리는 이앙시기가 늦을수록 발생량이 많았으나, 이화명나방, 흑명나방은 이앙시기가 빠를수록 발생량도 많았고 피해도 컸다. 그리고 끝동매미충과 이화명나방을 제외한 해충들은 이앙시기가 늦으면서 질소질비료가 많으면 발생량이 증가하는 경향이였다.

검색어 이앙시기, 시비수준, 수도주요해충, 발생피해

우리나라 수도작은 화학비료 의존도가 높아서, 최근에는 N:P:K가 131:65:44 kg/ha 이상으로 비료를 주고 있다. 또한 이앙시기는 1960~'70년에는 6월 상·중순이었으나 70년대 이후에는 5월 중순부터 6월 상순까지로 앞당겨졌으며, 최근에는 더욱 빨라지고 있다(이와 권, 1982). 이러한 경종법의 변화와 더불어 미기상의 변화는 수도 해충의 발생양상에 큰 변화를 초래하게 되었다. 해충발생 변동의 인자로서는 조기이앙, 밀식, 단위면적당 주수 증가, 관개시설 증진, 질소비료 증시, 다분얼성 품종 등을 들 수 있다(Mochida & Heinrichs, 1980). 조기재배로 이화명나방 1화기는 이앙이 빠른 포장일수록 발생이 빠르고 발생량도 많았으며, 2화기에는 중기 이앙시에 피해가 심하였다고 보고된 바 있다

(이와 박, 1991).

Subbaih & Morachan(1974)은 질소비료수준의 증가에 따른 흑명나방의 발생정도에 유의차가 있음을 인정하였다. 따라서 이 연구는 수도 이앙시기와 질소시비수준에 따른 주요해충의 발생 피해를 조사하고 수도재배법 변천과 해충발생과의 관계를 구명하여 효과적인 해충종합관리 체계확립을 위한 기초자료로 활용코자 수행되었다.

재료 및 방법

현재 남부지방에서 많이 재배되고 있는 동진벼 (Japonica type)를 공시품종으로 하여 1993년부터 2개

¹전남농촌진흥원 시험(*Research Bureau, Chonnam Prov. Rural Devel. Admi.)

²전남대학교 농과대학(College of Agriculture, Chonnam National university)

* 이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 공모과제연구비에 의하여 연구되었음.

년에 걸쳐 이앙시기 및 시비수준에 따른 수도 주요해충의 발생 피해에 대해서 전남대학교 농과대학 실험포장에서 실시하였다. 이앙시기는 농가 관행 재배시기를 기준으로 하여 5월 3일, 5월 24일, 6월 14일 등 3주 간격으로 기계이앙 하였다. 시비수준에서는 농촌진흥청 권장량을 기준으로 하여 밑거름은 복합비료(17-21-17)를 33 kg/10a, 새끼칠거름은 요소 5 kg/10a, 이삭거름은 복합비료(18-0-18) 12 kg/10a, 알거름은 요소 2 kg/10a을 각각 반량, 기준량, 배량으로 시용하였고, Sun-light를 시험구마다 설치하여 관개시 비료의 유실과 유동을 방지하였고, 제초제는 이앙 5일 후 만석군 3 kg/10a를 살포하였으며, 살균제 및 살충제는 전혀 처리하지 않았다. 시험구는 처리구를 33 m² 크기로 하여 이앙시기를 주구로, 시비수준을 세구로하는 분할구배치법 3반복으로 배치하였다. 조사해충으로는 벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stal), 흰등멸구(*Sogatella furcifera* Horvata), 애멸구(*Laodelphax striatellus* Fallen), 끝동매미충(*Nephotettix cincticeps* Uhler), 이화명나방(*Chilo suppressalis* Walker), 흑명나방(*Cnaphalocrocis medinalis* Guenee), 벼줄기굴파리(*Chlorops oryzae* Matsuura)를 대상으로 하였다. 조사방법 및 시기는 해충의 발생최성기나 피해최성기에 구당 30주씩 대각선법으로 벼멸구(8월27일), 흰등멸구(7월23일), 애멸구(7월16일), 끝동매미충(8월27일)은 개체수를, 이화명나방의 1화기는 성충발생최성기 4-5주 후(7월23일) 피해경율을, 2화기는 발생최성기 4~5주 후(9월24일) 백수율 또는 피해경율을, 그리고 흑명나방(9월10일), 벼줄기굴파리(7월16일)는 피해엽율을 조사하여 DUNCAN의 다중검정법(Duncan's multiple range test)으로 각 재배양식 간 해충발생량의 유의성 여부를 검정하였다.

결과 및 고찰

이앙시기 및 시비수준에 따른 수도 주요해충의 발생 피해는 다음과 같다.

Table 1은 이앙시기와 시비수준을 달리 하였을때 벼멸구의 발생량을 나타낸 것으로 이앙시기 및 시비수준과 벼멸구 발생과의 관계는 유의차가 있음이 인정되었으며, 시비수준보다는 이앙시기가 벼멸구 발생에 큰 영향을 주었고, 벼멸구에 대한 이 두 요인간의 상호작용효과도 유의성이 인정되었다. 즉 시비의 효과는 이앙시기에 따라 다르다는 것을 알 수 있었다.

시비수준에서 반량과 기준량간의 벼멸구 발생량은

Table 1. Number of individuals of *Nilaparvata lugens* in the paddy field transplanted on different times at different fertilizer levels

Transplanting time	Fertilizer level and No. of Individuals/30 hills		
	Half	Standard	Double
May 3	57 a ¹⁾	56 a	65 a
May 24	79 b	81 b	115 a
Jun. 14	173 b	194 ab	215 a

¹⁾ 5% level of Duncan's multiple range test

Table 2. Number of individuals of *Sogatella furcifera* in the paddy field transplanted on different times at different fertilizer levels

Transplanting time	Fertilizer level and No. of Individuals/30 hills		
	Half	Standard	Double
May 3	25 a ¹⁾	28 a	35 a
May 24	42 a	51 a	54 a
Jun. 14	94 b	112 ab	126 a

¹⁾ 5% level of Duncan's multiple range test

큰 차이를 보이지 않았지만 배량에서는 큰 차이를 보였고, 5월 3일, 5월 24일 이앙한 구에서 보다는 6월 14일 이앙한 구에서 시비의 영향이 큰 것으로 나타났다. 이는 엄 등(1985)이 지적한 것과 같이 고온하에서 시비량의 영향이 크게 나타나는 것으로 생각된다. 이앙시기 간의 차이를 보면 이앙시기가 늦을수록 발생량이 많았다. 전남진흥원에서 조사된 벼멸구의 초비래일은 '93년의 경우 7월 5일이었고, '94년에는 7월 1일이었다. 비래량은 1989~'92년 평균이 826마리였으나 1993~'94년 평균은 46마리로 비래량이 극히 미미하였으나 지속적인 예찰이 요구된다.

Table 2는 흰등멸구의 발생을 나타낸 것으로 이앙시기 및 시비수준과 흰등멸구의 발생과의 관계는 유의차를 보였으며, 이앙시기가 시비수준에 비해 흰등멸구 발생에 더 큰 요인으로 작용한 것으로 생각된다. 그러나 흰등멸구에 대한 이들 요인간의 상호작용은 인정되지 않았다. 흰등멸구는 벼멸구에 비해서 시비효과는 크지 않았으며 허와 신(1986)이 지적한 바와 같이 흰등멸구의 분산성 이동성이 시비효과가 높지 않는 원인이 될 수 있을 것으로 생각된다. 1993년 흰등멸구 초비래량은 6월 7일이었고 '94년은 5월 25일 이었다. 비래량은 1989~'92년 평균은 3,804마리였으나 1993~'94년 평균은 583마리로 계속적인 예찰이 이루어져야 할 것이다.

Table 3. Number of individuals of *Laodelphax striatellus* in the paddy field transplanted on different times at different fertilizer levels

Transplanting time	Fertilizer level and No. of Individuals/30 hills		
	Half	Standard	Double
May 3	15 a ¹⁾	19 a	23 a
May 24	21 b	28 ab	30 a
Jun. 14	19 c	34 b	45 a

¹⁾ 5% level of Duncan's multiple range test

Table 4. Number of individuals of *Nephotetix cincticeps* in the paddy field transplanted on different times at different fertilizer levels

Transplanting time	Fertilizer level and No. of Individuals/30 hills		
	Half	Standard	Double
May 3	340 a ¹⁾	349 a	336 a
May 24	167 a	159 a	185 a
Jun. 14	119 a	123 a	128 a

¹⁾ 5% level of Duncan's multiple range test

Table 3은 애멸구의 발생량을 조사한 것으로 이앙시기 및 시비수준과 애멸구의 발생과의 관계는 유의차가 있음이 인정되었으며, 시비수준보다는 이앙시기가 애멸구 발생에 더 큰 요인으로 작용하였다. 또한 애멸구에 대한 이들 요인간의 상호작용효과도 고도의 유의성을 보여 시비의 효과가 이앙시기에 따라 달라짐을 알 수 있다. 현(1978)은 재배시기의 해충과 기주의 생리적 상태 문제의 시간적 일치성에 변동을 초래하여 해충발생상에 영향을 미친다고 하였다. 1993년 애멸구 초비래일은 6월 6일이었고 '94년은 6월 30일이었다. 비래량은 1989~'92년 평균은 1,160마리 였으나 1993~'94년 평균은 410마리로 평년에 비해 매우 적은량이 비래하였다. 시험년도 이앙초기 애멸구의 발생이 매우 적어 본 연구에서 조사된 애멸구는 주로 비래에 의한 밀도가 아닌가 보여지며, 기주의 조건이나 애멸구의 이동성이 강한점 등이 조식구의 낮은 밀도에 영향을 준 것으로 사료된다.

Table 4는 끝동매미충의 발생량을 나타낸 것으로 이앙시기가 끝동매미충의 발생에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으나 시비수준에서는 유의차가 인정되지 않았고 끝동매미충에 대한 이들 요인간의 상호작용효과도 인정되지 않았다.

김과 현(1979)은 밀도의존적 작용이 기주식물의 생육상태에 따라 다르며, 개체군 밀도와 기주의 생육상태는 개체군 증대에 복합적인 관련성이 있어서 만식구

Table 5. Percentage of stems damaged by *Chilo suppressalis* first generation in the paddy field transplanted on different times at different fertilizer levels

Transplanting time	Fertilizer level and % damaged stems/30 hills		
	Half	Standard	Double
May 3	12.1 b ¹⁾	2.9 a	3.2 a
May 24	1.3 b	2.0 a	2.6 a
Jun. 14	0.4 b	0.8 a	0.7 a

¹⁾ 5% level of Duncan's multiple range test

Table 6. Percentage of whiteheads damaged by *Chilo suppressalis* second generation in the paddy field transplanted on different times at different fertilizer levels

Transplanting time	Fertilizer level and % damaged whiteheads/30 hills		
	Half	Standard	Double
May 3	2.2 ab ¹⁾	2.3 a	2.9 a
May 24	1.2 c	2.1 b	3.0 a
Jun. 14	0.4 b	1.1 ab	1.5 a

¹⁾ 5% level of Duncan's multiple range test

의 경우 기주의 생육상태는 조식구에 비해 낮은 총밀도에서는 개체군 증대에 유리하나 높은 총밀도에서는 오히려 불리하다고 하였으며, 고온은 산란수를 감소시키고 약충의 치사율을 증가시키는 동시에 성충 개체군의 성비에 영향을 미친다고 하였는데, 본 연구에서도 만식구의 밀도보다 조식구의 밀도가 높게 나타난 것은 조식구가 만식구보다 초관부 형성이 왕성하여 해충밀도 증가에 좋은 영향을 받은데 기인된 것으로 사료된다.

Table 5는 이화명나방의 1화기 피해경율을 나타낸 것으로 이앙시기 및 시비수준과 이화명나방의 피해경율과의 관계는 유의차를 보였으며 이앙시기가 시비수준보다 이화명나방의 1화기 피해경율에 더 큰 영향을 주었다. 그리고 두 요인간의 상호작용효과도 인정되어 시비효과는 이앙시기에 따라 달라짐을 알 수 있었다.

시비수준에서는 엄과 현(1979)의 보고와 대체로 일치하였으나 늦게 이앙한 벼에서는 유의성이 인정되지 않았다.

이와 박(1991)은 이앙시기가 빠를수록 유충발생이 빠르고 발생밀도가 높았으며 피해도 심하였다고 보고하였고, Fukaya(1971)는 조기재배는 이화명나방 1화기 성충의 본답 산란수를 크게 증가시킨다는 보고가 있었고, 본 연구에서도 이앙시기가 빠를수록 발생피해가 컸다.

Table 6은 이화명나방의 2화기 피해경율을 나타낸

Table 7. Percentage of leaves damaged by *Cnaphalocrocis medinalis* in the paddy field transplanted on different times at different fertilizer levels

Transplanting time	Fertilizer level and % damaged leaves/30 hills		
	Half	Standard	Double
May 3	23.0 a ¹⁾	28.9 a	29.0 a
May 24	37.9 b	37.3 b	48.9 a
Jun. 14	70.6 b	74.9 ab	81.5 a

¹⁾ 5% level of Duncan's multiple range test

것으로 이앙시기 및 시비수준과 이화명나방의 피해경율과의 관계는 유의차가 인정되었으며, 2화기 역시 1화기와 마찬가지로 시비수준보다는 이앙시기가 이화명나방에 의한 피해경율에 더 크게 작용한 것으로 나타났다. 그러나 이화명나방의 2화기 피해경율에 대한 이들 두 요인간의 상호작용효과는 인정되지 않았다.

5월 3일 이앙에서는 시비수준간에 큰 차이없이 2화기 피해가 많았으나 5월 24일과 6월 14일 이앙에서는 뚜렷한 차이를 보여 1화기와는 다른 결과를 보여주고 있는데, 이는 고온기에 접어들면서 시비효과가 크게 나타나고 그에 따라 도체 하위부의 미기상 안정성(엄과 현, 1979)의 차이로 기인된 것이 아닌가 싶다.

이와 박(1991)은 이화명나방의 2화기 발생피해가 중기 이앙시(5월 30일)에 피해가 심하다고 하였는데, 본 연구에서는 5월 3일 이앙에서 피해가 전반적으로 높았고 5월 24일 이앙의 경우 기준량구와 배량구에서 5월 3일 이앙과 비슷하게 나타나 고온기에 있어 비료의 과용을 자제해야 할 것으로 사료된다.

Table 7은 흑명나방의 피해엽율을 나타낸 것으로 이앙시기 및 시비수준과 흑명나방의 피해와의 관계는 유의성을 보였으며 시비수준보다는 이앙시기가 흑명나방의 피해엽율에 큰 영향을 미쳤다. 그리고 흑명나방의 피해엽율에 대해 이들 요인간의 상호작용효과도 인정되어 시비효과가 이앙시기에 따라 달라짐을 알 수 있다.

Subbaih와 Morachan(1974)은 질소수준의 증가에 따른 발생정도에 유의성을 인정한 반면, Kushwaha와 Heinrichs(1980)은 높은 질소비료수준에서 큰 피해가 나타나지 않음을 지적하였는데, 본 연구에서의 시비효과는 5월 3일 이앙에서는 유의성이 인정되지 않았고 5월 24일, 6월 14일 이앙에서는 유의차가 인정된 것은 고온의 영향을 받은것으로 사료된다.

Table 8은 벼줄기굴파리의 피해엽율을 나타낸 것으

Table 8. Percentage of leaves damaged by *Chlorops oryzae* in the paddy field transplanted on different times at different fertilizer levels

Transplanting time	Fertilizer level and % damaged leaves/30 hills		
	Half	Standard	Double
May 3	7.6 a ¹⁾	9.6 a	9.9 a
May 24	14.2 a	13.5 a	15.4 a
Jun. 14	15.9 b	17.8 ab	18.4 a

¹⁾ 5% level of Duncan's multiple range test

로 이앙시기 및 시비수준과 벼줄기굴파리의 피해엽율과의 관계는 유의차를 나타냈으며, 이앙시기가 시비수준보다 벼줄기굴파리 피해엽율에 더 크게 작용한 것으로 생각된다. 그러나 벼줄기굴파리에 대해 이들 요인간의 상호작용효과는 인정되지 않았다.

시비수준에서 5월 3일 이앙과 5월 24일 이앙에서는 유의성이 인정되지 않았으나 6월 14일 이앙에서는 유의차가 나타난 것은 시비효과가 고온기에 뚜렷하게 영향을 알 수 있다.

이상의 결과를 볼때 수도해충의 발생양상은 시비수준보다 이앙시기에 의해 크게 영향을 받으므로 해충 종합관리를 위하여는 적절한 이앙시기의 선택이 요구된다.

인용문헌

Fukaya, M., T. Yushima & Z. Vohijima. 1971. Geographical distribution of physiologically varied populations in the rice stem borer, *Chilo suppressalis* W. in Japan. *Trop. Agro. Res.*
 현재선, 우건석, 류문일. 1977. 애벌구 새대별 증식동태에 관한 연구. 한국식물보호학회지. **16**(1): 13-19.
 현재선. 1978. 식물보호의 당면문제와 전망. 한국식물보호학회지. **17**(4): 201-215.
 허문희, 신경옥. 1986. 수도 내병 내충 내랭성품종 육성에 관한 연구. 한국식물보호학회지. **31**(1): 112-119.
 Kushwaha, K. S. & S. K. Sharma. 1980. Relationship of date of transplanting, spacings and levels of Nitrogen on the incidence of rice leaf folder in Haryana. H.A. U., *Rice Reserch Station Kaul-1320* **21**: 338-339.
 김상석, 현재선. 1979. 끝동매미충 개체군의 밀도 조절에 관여하는 몇가지 요인에 관한 연구. 한국식물보호학회지. **18**(1): 15-21.
 Lee, S. C. 1992. Towards intergrated pest management of rice in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* **31**(3): 205-

- 240.
- 이승찬, 박해준. 1991. 이화명나방의 발생양상 변동에 관한 연구. 한국응용곤충학회지. **30**(4): 249-258.
- 이승찬, 권용웅. 1982. 식량작물의 병,해충 및 잡초방제의 문제와 대책. '82 농업과학심포지엄. 169-190.
- Mochida, O. & E. A. Heinrichs. 1980. Progress and further strategies in the development of an integrated approach to rice brown plant-hopper, *Nilaparvata lugens* control. IRRI. Los, Laguna. pp. 1-46.
- Subbaih, K. K. & Y. B. Morachan. 1974. Effect of nitrogen and rice varieties on the incidence of leafroller. *IRRI. Madras Agric. J.* **61**: 716.
- 엄기백, 현재선. 1979. 벼멸구 개체군 동태에 관한 연구. 농기연시연보(병해충 유전). 227-285.
- 엄기백, 현재선, 최기문. 1985. 시비수준과 재식거리가 벼멸구 증식에 미치는 영향. 농업기술연구소. 농시논문집. **27**(2): 79-85.

(1996년 2월 3일 접수)