

벼와 벼과 잡초에 따른 끝동매미충 유충의 발육 및 성충의 수명과 산란의 차이

최주수* · 박영도¹

동의대학교 자연과학대학 생물학과
¹동의대학교 기초과학연구소

Differences in Nymphal Development, Adult Longevity and Fecundity of the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler Fed on Rice Cultivar and Water Foxtail, *Alopecurus aequalis* Sobol. var. *amurensis* Ohwi at Various Temperatures

Joo-Soo Choi* and Yeong-Do Park¹

Department of Biology, Donggeui University, Pusan 614-714, Korea
¹Research Institute of Basic Sciences, Donggeui University, Pusan 614-714, Korea

Abstract

Some attempts were made to investigate the biological characteristics of the green rice leafhopper (GLH), *Nephotettix cincticeps* Uhler in terms of nymphal development, emergence ratio, preovipositional period, growth index, adult longevity and fecundity fed on rice cultivar, Chucheongbyeon with no resistance gene and water foxtail, *Alopecurus aequalis* Sobol. var. *amurensis* Ohwi at 20 and 25°C with a 16L:8D photoperiod. Developmental period of nymph on rice cultivar and water foxtail at 25°C was shorter than that at 20°C by twofold. The nymphal period of female was about one day longer than that of male. The mean emergence ratio of female and male on rice cultivar and water foxtail was 40.0, 76.7, 38.3, 73.3% at 20 and 25°C, respectively. Preovipositional period on rice cultivar and water foxtail at 25°C was shorter than that at 20°C by twofold. Growth index on rice cultivar and water foxtail at 25°C was higher than that at 20°C by fourfold. Under the 20 and 25°C condition, the longevity of female and male was longer on water foxtail than on rice cultivar, but the fecundity of GLH was higher on rice cultivar than on water foxtail. In conclusion, water foxtail seems to be adequate for spring host of GLH.

Key words – *Nephotettix cincticeps*, water foxtail, nymphal development, emergence ratio, growth index, preovipositional period, fecundity

*To whom all correspondence should be addressed
Tel: (051) 890-1527, Fax: (051) 890-1522
E-mail: choijs@hyomin.donggeui.ac.kr

서 론

끝동매미충(*Nephotettix cincticeps* Uhler)은 흡즙에 의한 벼의 황변, 분얼수 감소 및 입실장해 등의 직접적인 피해 뿐만 아니라 그을음병 및 벼오갈병을 매개하는 벼의 주요 해충[1,4]으로 딱새풀 등의 월년잡초가 있는 습한 휴반에서 4~5령 약충으로 월동한다.

월동기 휴반을 덮고 있는 초층 중 우점종인 딱새풀은 논 밭에서 자라는 월년생으로 가을에 발아하여 지표면에 낮은 유묘를 형성하여 그대로 월동하며, 봄에 번무하여 초여름에 성숙하는 벼과 잡초이다. 본답기에는 벼가 가장 주요한 기주식물이지만 벼 수확후에는 벼의 다른 농작물이나 잡초 등으로 옮겨 서식하므로 해충의 발생조건은 논 주변의 기주식물의 종류 및 양과 밀접한 관계가 있다[7,9].

끝동매미충의 방제를 위해 국내에서는 내충성품종의 육성[3,16], 약제저항성검정[10,12] 및 포장에서의 개체군 발생경과[5] 등 다수의 연구가 수행되어 왔으나, 곤충의 발육 속도에 민감하게 영향을 미치는 기주와 온도와의 관계를 파악하여 종합적 방제의 기초자료를 제공하기 위한 연구는 찾아보기 어렵다.

따라서 곤충의 발육속도에 영향을 미치는 환경요인중 기주와 온도조건이 끝동매미충의 발육 및 산란에 미치는 영향을 조사하여 월동 후 제2회 성충이 나타나기까지 끝동매미충 개체군의 증식상황을 예측함으로써 본답기에서의 방제적기를 포착하는데 기초자료를 얻고자, 기주 및 온도별로 끝동매미충의 발육속도 및 성충의 수명과 산란력을 측정하는 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

공시 끝동매미충은 곤충사육실(27±1℃, 70~80% RH, 40W 형광등 24시간 조명)에서 감수성품종 동진벼의 유묘를 식이로 acryl cage(26×34×16cm)내에서 누대사육하였으며, 누대사육한 끝동매미충의 집단을 이용하여 일반벼인 추청벼와 벼과 잡초인 딱새풀의 유묘를 식이로 20℃와 25℃의 온도로 고정된 항온기(16L-8D)에서 사육하면서 필요한 공시충을 확보하였다.

영기별 약충기간 및 우화율은 각각의 온도로 고정된 항온기에서 갓 부화된 약충을 1% 무영양 한천배지에 추청벼

및 딱새풀 유묘를 1본씩 이식한 시험관(20×2.2cm)에 각각 2마리씩 접종하고 우화시까지 5일 간격으로 새로운 먹이를 교체하면서 매일 일정시간에 약충의 생사와 우화된 성충의 수를 암수별로 조사하였으며, 또한 성충으로 완전 발육한 약충의 생존율과 그 발육기간과의 비율을 조사하였다. 산란전기와 산란수 조사는 갓 우화된 끝동매미충 암수 1쌍을 준비된 공시품종인 일반벼와 벼과 잡초 유묘를 1본씩 이식한 시험관에 온도별로 접종하고 매일 새로운 먹이를 교체하면서 해부현미경하에서 기주체를 각각 분해하여 산란여부와 산란수를 조사하였다. 성충의 수명은 산란전기와 같은 방법으로 갓 우화된 성충 암수 1쌍을 온도 및 기주별로 각각 접종하고 사육시까지 3일 간격으로 새로운 먹이를 교체하면서 매일 생사여부를 조사하였다.

기주 및 사육온도별 평균 발육기간을 역수로 변환하여 발육속도를 산출하였다. 또한 기주 및 온도조건이 끝동매미충의 발육 및 성충의 수명과 산란에 미치는 효과를 검토하기 위하여 SAS[14]를 이용하여 LSD검정(P=0.05)하였다.

결과 및 고찰

약충기간 및 발육속도

벼와 딱새풀에 끝동매미충 부화약충을 온도별로 접종하여 성충에 이르기까지의 발육기간과 발육속도를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 2개의 공시품종에 대한 온도별 끝동매미충의 약충기간은 암컷의 경우 25℃에서 벼와 딱새풀이 각각 18.00일, 18.68일로 나타나, 20℃의 34.99일, 35.99일 보다 2배정도 짧았다. 온도별 발육기간 사이에는 유의한 차이가 있어 끝동매미충의 발육이 온도에 민감하게 반응한다는 것을 알 수 있었으나, 벼와 딱새풀간에는 차이가 없었다. 수컷의 경우도 암컷과 같이 25℃에서는 20℃에 비하여 약 2배정도 발육기간이 짧게 나타났다. 한편 기주 및 온도에 관계없이 암수 모두 5령기에서 1~4령기에 비하여 발육기간이 다소 길게 나타났다.

Valle *et al.*[17]은 벼의 경우 약충기간이 암수 각각 20℃에서 42.92일, 40.44일로 보고하여 본 결과보다 아주 길게 나타났으나, 25℃에서는 17.83일, 16.94일로 비슷한 경향을 나타내었다. 그리고 암컷의 약충기간이 20℃와 25℃에서 각각 35.09일, 18.01일로 보고한 Nasu[11]의 결과와는 같은 경향을 보였다. 한편 Choi & Lee[2]는 22~25℃에서 벼와 딱

Table 1. Difference in developmental periods and velocity of each nymphal instar of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler reared on a rice cultivar and a water foxtail, *Alopecurus aequalis* Sobol. var. *amurensis* Ohwi at various temperatures^a

Host plant	Sex	Temp. (°C)	Nymphal instar (days±SE)					Total	Velocity of development
			1st	2nd	3th	4th	5th		
Chucheongbyeo	Female	20	6.33±0.88	6.00±0.58	6.33±0.88	7.33±0.33	9.00±0.58	34.99±2.00 ^{ab}	0.029
		25	3.33±0.33	2.67±0.33	3.00±0.58	4.00±0.33	5.00±0.58	18.00±0.33 ^b	0.056
	Male	20	6.00±0.58	5.00±0.58	6.33±0.33	7.33±0.33	8.67±0.33	33.33±0.33 ^a	0.030
		25	4.67±0.33	2.67±0.33	2.67±0.67	3.00±0.58	4.33±0.33	17.34±0.88 ^b	0.058
Water foxtail	Female	20	6.00±0.58	6.33±0.88	6.33±0.67	8.00±0.58	9.33±0.67	35.99±2.00 ^d	0.028
		25	3.67±0.67	3.00±0.58	2.67±0.33	3.67±0.67	5.67±0.88	18.68±1.20 ^b	0.054
	Male	20	5.67±0.33	6.00±1.00	5.67±0.33	8.00±0.58	9.33±0.33	34.67±2.03 ^a	0.029
		25	3.33±0.33	2.67±0.33	2.33±0.33	3.67±0.33	5.33±0.33	17.33±0.33 ^b	0.058

^aAverage for 3 replications and their standard error. Each replication consisted of 20 1st-instar nymphs.

^bMeans within a column followed by the same letter are significantly different at 1% by Duncan's multiple range test.

새풀 모두 약충기간이 24일이라고 보고하였으며, Satomi[15]는 뚝새풀의 경우 25°C에서 암수 각각 17.00~17.29일, 15.87~16.61일로 보고하였다. 이러한 차이는 연구자마다 사용하는 실험조건, 즉 기주의 종류, 일장, 습도, 지역계통 및 실험곤충수 등의 차이에 기인한 것으로 생각되나, 이점에 있어서는 자세한 검토가 있어야 할 것으로 생각된다.

우화율, 산란전기 및 성장지수

기주 및 온도별 끝동매미충 약충의 우화율, 산란전기 및 성장지수는 Table 2와 같다. 각 기주에 대한 온도별 약충의 우화율은 25°C에서 벼와 뚝새풀이 각각 76.7%, 73.3%로 나타나, 20°C의 40.0%, 38.3%보다 높게 나타났으며, 온도가 높아짐에 따라 암수 모두 우화율이 높아지는 경향이였다.

산란전기는 20°C에서 벼와 뚝새풀이 각각 9.33일, 9.67일로 나타났으며, 온도가 높아짐에 따라 산란전기가 빨라졌는데, 25°C에서는 20°C에 비해 두 기주에서 모두 2배정도 빨랐다. 한편 우화율과 산란전기의 경우 온도별로는 유의한 차이가 있었으나, 기주간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 성장지수는 25°C에서 벼와 뚝새풀이 각각 4.34, 4.31로 나타나, 20°C의 1.17, 1.08보다 3배정도 높게 나타났다. 곤충의 성장지수는 성충으로 완전 발육한 약충의 생존율과 그 발육기간과의 비율로서 표시되는데, 어떤 기주식물에서 생육한 곤충의 성장지수가 높게 나타날 경우 그 식물은 대상 곤충의 성장과 발육에 적합하다는 것을 의미한다[13].

Satomi[15]는 뚝새풀에서 75.9~100%, Kim & Hyun[8]은 벼에서 72%의 우화율을 보고하여 본 결과와 비슷한 경향

Table 2. Difference in percentage of adult emergence, growth index and preoviposition period of *N. cincticeps* reared on a rice cultivar and *A. aequalis* var. *amurensis* at various temperatures^a

Host plant	Temp. (°C)	Emergence ratio(%)			Preoviposition period(days±SE)	Growth index ^c
		Female	Male	Total		
Chucheongbyeo	20	20.0±5.00	20.0±2.87	40.0±5.77 ^b	9.33±0.88 ^a	1.17
	25	40.0±5.77	36.7±6.01	76.7±10.93 ^a	4.67±0.33 ^b	4.34
Water foxtail	20	18.3±1.67	20.0±2.89	38.3±1.67 ^b	9.67±0.33 ^a	1.08
	25	38.3±6.01	35.0±5.00	73.3±1.67 ^a	4.33±0.33 ^b	4.31

^aAverage for 3 replications and their standard error. Each replication consisted of 20 1st-instar nymphs.

^bMeans within a column followed by the same letter are significantly different at 1% by Duncan's multiple range test.

^cGrowth index : Percent survival rate from 1st instar to adult divided by nymphal period.

Table 3. Difference in adult longevity and number of eggs oviposited by *N. cincticeps* reared on a rice cultivar and *A. aequalis* var. *amurensis* at various temperatures^a

Host plant	Temp. (°C)	No. of nymphs tested	Longevity(days ±SE)		No. of eggs/female (±SE)
			Female	Male	
Chucheongbyeo	20	60	25.33 ± 1.20 ^{ab}	25.67 ± 1.20 ^a	98.33 ± 11.46
	25	60	19.00 ± 1.00 ^b	18.00 ± 1.73 ^b	147.33 ± 18.12
Water foxtail	20	60	26.67 ± 0.88 ^a	28.00 ± 1.53 ^a	93.67 ± 11.89
	25	60	23.33 ± 0.88 ^a	24.33 ± 1.45 ^a	127.33 ± 13.12

^aAverage for 3 replications and their standard error.

^bMeans within a column followed by the same letter are significantly different at 1% by Duncan's multiple range test.

을 보였으나, Choi & Lee[2]는 벼와 뚝새풀에서 각각 우화율이 85%, 21%로 보고하여 본 결과보다 벼에서는 높고, 뚝새풀에서는 아주 낮은 우화율을 나타내었다. 한편 Valle *et al.*[17]는 벼의 경우 산란전기가 20°C에서 9.78일, 25°C에서 5.25일, Satomi[15]는 뚝새풀의 경우 25°C에서 3.5일~4.5일로 보고하였다. 이러한 결과는 공시충의 지역계통과 식이식물의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

성충의 수명 및 산란수

기주 및 온도별 끝동매미충 성충의 수명과 산란수는 Table 3과 같다. 암컷의 수명은 20°C와 25°C에서 벼와 뚝새풀이 각각 25.33일, 19.00일, 26.67일, 23.33일로 나타나, 높은 온도에서 수명이 짧아지는 경향이였다. 벼의 경우 20°C와 25°C간에 암수 모두 유의한 차이를 보였으나, 뚝새풀은 온도간 유의한 차이를 나타내지 않았다. 성충의 수명은 산란할 수 있는 기간으로서 수명이 길수록 차대의 밀도에 미치는 영향이 클 것으로 생각된다[6]. 한편 암컷 1마리당 평균 산란수는 25°C의 벼에서 147.33개로 가장 많았으며, 20°C의 뚝새풀에서는 93.67개였다.

Choi & Lee[2]는 벼와 뚝새풀의 경우 성충의 평균 수명과 산란수가 22~25°C에서 각각 27일, 12일, 54개, 24개로 보고한 반면, Satomi[15]는 뚝새풀의 경우 25°C에서 암컷과 수컷의 수명이 각각 29~38일, 54~57일로 보고하였다. 한편 Valle *et al.*[17]는 벼의 경우 20°C와 25°C에서 암수 평균 수명과 산란수가 각각 23.39일, 16.17일, 79.40개, 140.19개로 보고하였다. 이러한 결과는 연구자마다 상당한 차이를 보였는데, 이는 식이식물의 조건, 식이식물 교체시에 따른 충의 충격 및 성충기의 영양상태에 따른 난소발육의 차이

에 기인한 것으로 생각된다.

요 약

끝동매미충(*Nephotettix cincticeps* Uhler)의 발육경과와 개체군의 증식상황을 예측하기 위하여 일반벼 품종인 추청벼와 벼과 잡초인 뚝새풀을 식이식물로 하여 온도별 유충의 발육 및 성충의 수명과 산란력을 조사한 결과는 다음과 같다.

끝동매미충의 약충기간은 암컷의 경우 25°C에서 벼와 뚝새풀이 각각 18.00일, 18.68일로 나타나, 20°C의 34.99일, 35.99일보다 2배정도 짧았다. 수컷의 경우도 암컷과 같이 온도가 높아짐에 따라 발육기간이 2배정도 짧았으며, 벼와 뚝새풀 모두 암컷이 수컷보다 약충기간이 다소 길게 나타났다. 우화율은 25°C에서 벼와 뚝새풀이 각각 76.7%, 73.3%로 나타나, 20°C의 40.0%, 38.3%보다 높게 나타났다. 온도가 높아짐에 따라 암수 모두 우화율이 높고, 산란전기도 빨라지는 경향이 있는데, 25°C에서는 20°C에 비해 모든 기주에서 2배정도 빨랐다. 한편 약충기간, 우화율 및 산란전기의 경우 온도별로는 유의차가 있었으나, 기주간에는 유의한 차이가 없었다. 성장지수는 벼와 뚝새풀 모두 25°C가 20°C에 비하여 3배정도 높게 나타났다. 성충의 수명은 온도가 낮아짐에 따라 암수 모두 길어지는 경향이였다. 벼의 경우 20°C와 25°C간에 암수 모두 유의한 차이를 보였으나, 뚝새풀은 온도간 유의한 차이가 없었다. 산란수는 25°C의 벼에서 147.33개로 가장 많았으며, 20°C의 뚝새풀에서는 93.67개였다.

참 고 문 헌

1. Choi, S. Y. 1975. Varietal resistance of rice to the

- green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. *Kor. J. Pl. Prot.* **14**, 13-21.
2. Choi, S. Y. and H. R. Lee. 1976. Host preference by the small brown planthopper and green rice leafhopper on barley and water foxtail(I). *Kor. J. Pl. Prot.* **14**, 179-184.
 3. Choi, S. Y., Y. H. Song, J. S. Park and B. I. Son. 1973. Studies on the varietal resistance of rice to the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. *Kor. J. Pl. Prot.* **14**, 47-53.
 4. Hokyo, N. 1972. Studies on the life history and the population dynamics of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. *Bull. Kyushu Agr. Exp. Station* **16**, 283-382.
 5. Hokyo, N., M. H. Lee and J. S. Park. 1976. Some aspects of population dynamics of rice green leafhopper in Korea. *Kor. J. Pl. Prot.* **15**, 111-126.
 6. IRRI(International Rice Research Institute). 1977. Genetic evaluation and utilization (GEU) program. *IRRI, Ann. Rep.* 61-72.
 7. Karim, A. N. M. R. and R. C. Saxena. 1991. Feeding behavior of three *Nephotettix cincticeps* species(Hemiptera: Cicadellidae) on selected resistant and susceptible rice cultivars, wild rice, and graminaceous weeds. *J. Econ. Entomol.* **84**, 1208-1215.
 8. Kim, S. S. and J. S. Hyun. 1979. Some considerations on the population regulation of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. *Kor. J. Pl. Prot.* **18**, 15-22.
 9. Kisimoto, R. 1984. Insect pests of the rice plant in Asia. *Prot. Ecol.* **7**, 83-104.
 10. Lee, S. C. and J. K. Yoo. 1975. Chemical resistance of striped rice borer, *Chilo suppressalis* and green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. *Kor. J. Pl. Prot.* **14**, 65-70.
 11. Nasu, S. 1963. Studies on some leafhoppers and planthoppers which transmit virus diseases of rice plant in Japan. *Bull. Kyushu Agric. Exp. Stn.* **8**, 153-349.
 12. Park, Y. D. 1985. On the resistance to several insecticides in the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, with special reference to their differences in locations and generations. *J. Gyeongsang Nat. Univ.* **24**, 191-196.
 13. Pathak, P. K. and E. A. Heinrichs. 1982. Selection of biotype populations 2 and 3 of *Nilaparvata lugens* by exposure to resistant rice varieties. *Environ. Entomol.* **11**, 85-90.
 14. SAS Institute. 1991. SAS/STAT user's guide. SAS Institute, Cary, NC.
 15. Satomi, H. 1992. Differences in larval development and fertility of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler(Hemiptera:Deltoccephalidae), fed on *Poa annua* L. between Hokuriku and Kagoshima strains. *Proc. Assoc. Pl. Prot. Hokuriku* **40**, 15-19.
 16. Song, Y. H., J. S. Park, J. O. Lee and S. Y. Choi. 1974. Studies on the resistance of rice to the leaf- and planthopper. *Rse. Rep. ORD(S.F.P.&M)*. **18**, 73-78.
 17. Valle, R. R., F. Nakasuji and E. Kuno. 1986. A comparative study of the different bionomic and demographic parameters of four green leafhoppers, *Nephotettix* spp.(Homoptera:Cicadellidae). *Appl. Ent. Zool.* **21**, 313-321.
 18. Widiarta, I. N., K. Fujisaki and F. Nakasuji. 1992. Effects of ploughing of fallow paddy fields on the population density of the green rice leafhoppers, *Nephotettix cincticeps*(Uhler) (Hemiptera:Cicadellidae). *Appl. Ent. Zool.* **27**, 541-545.

(Received January 12, 2001; Accepted March 2, 2001)