

飼育溫度 및 光照時間이 끝동매미충의 發育과 産卵에 미치는 影響

宋 裕 漢*

The Effect of Temperature and Day-Length Conditions on the Growth and Fecundity of Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler

Yoo-Han Song*

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the optimum temperature and day-length condition for laboratory multiplication of Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, and to obtain basic information for deriving temperature dependent growth rate function.

The insects which were reared in 33-35°C have relatively short nymphal periods and high adult emergence rate compared with the insects which were reared in 27-29°C.

The adults which emerged in 35°C laid significantly smaller number of eggs than the adult reared in 27-29°C during their nymphal stage.

Day length in 29°C did not have any influence to the nymphal growth, adult emergence rate and egg laying of the insect.

The growth rate of the insect did not have linear relation with rearing temperature.

I. 緒 論

昆蟲은 周圍環境의 刺戟에 反應한다(Ruckmann, 1978). 特히 溫度와 日長條件은 昆蟲의 發育速度에 敏感하게 影響을 미치며 이들의 生活環境을 決定짓는 重要한 要因이 된다. 따라서 圃場에서의 昆蟲의 發生經過를 豫測하기 위해서는 溫度와 日長條件의 變化에 따른 이들의 反應을 잘 把握할 必要가 있다.

最近 農業技術研究所에서는 耐虫性品種의 幼苗檢定을 위해 水稻主要害虫인 멸구·매미충류의 室內 大量飼育을 하고 있으나 이들중 끝동매미충은 다른 種과는 달리 室內에서의 増殖速度와 増殖率이 매우 낮아서 필요한 령기의 適正한 供試虫 確保가 어려운 것으로 알려져 있다. 特히 南部地方의 벼 萎縮病 防除를 위한 耐虫性品種 育成試驗은 많은 供試虫 確保가 수반되어

야 함에도 불구하고 그 増殖에 큰 어려움을 겪고 있다. 이러한 室內増殖의 問題를 解決하기 위해서도 해당 害虫의 環境에 대한 反應 특히 溫度와 日長條件에 대한 反應을 잘 把握하여 飼育環境을 改善해 나가야 할 것이다.⁽⁶⁾

끝동매미충(*Nephotettix cincticeps* Uhler)은 水稻의 主要害虫중의 하나로 그 被害는 주로 벼 萎縮病의 媒介와 吸汁에 의한 벼 잎의 黃變, 分蘖數減少 및 稈實 障害로 나타나며 우리나라 南部일원에 큰 被害를 주고 있다.⁽¹⁾ 끝동매미충의 防除를 위해 國內에서는 耐虫性品種의 育成^(1,9), 藥劑抵抗性 檢定^(7,10), 殺虫劑 選拔⁽⁸⁾ 등 다각도에서 研究가 遂行되고 있으나 본 害虫의 圃場發生經過와 環境要素와의 關係를 把握하여 綜合防除의 基礎資料를 提供하기 위한 勞力은 아직 이루어지고 있지 않고 있는 실정이다. 더욱이 水稻의 主要害虫

*農村振興廳 作物改良研究事業所 : Crop Improvement Research Center, Office of Rural Development, Suweon, Korea.

으로 간주되고 있는 끝동매미충의 一定環境條件下에서의 정확한 령기간도 아직 밝혀진 바 없다.

따라서 筆者는 室內飼育上 問題가 있는 끝동매미충을 供試하여 이들의 溫度와 日場條件에 따른 發育狀況과 增殖能力을 세밀히 검토하여 본 害虫의 大量 室內飼育에 適合한 溫度와 日長의 範圍를 밝히고 나아가 圃場에서의 發生經過를 Simulation 하는 기초자료를 얻기 위해 본 研究를 遂行하였다. 본 研究에서는 주로 大量飼育에 있어서 溫度와 日長條件이라는 점에 중점을 두었으므로 Hokyō(1971, 1972)^(2,3)와 Kisimoto(1959a, 1959b)^(4,5) 등이 고찰한 日長과 休眠遺棄에 관한 사항은 고려하지 않았으며 기타 環境要因인 濕度, 거주조건 등도 제외하였다.

본 實驗을 위해 적극적으로 도움을 주신 農村振興廳 農業技術研究所 朴重秀 과장님과 서울農大 崔承允 교수님께 感謝하는 바이다.

II. 材料 및 方法

內徑 2cm 길이 17cm 되는 試驗管에 1% 寒天溶液을 넣고 凝固시킨 후 供試 버 品種인 팔달의 幼苗를 2本씩 播種하여 먹이로 사용하였다.

供試昆蟲은 農村振興廳 農業技術研究所 昆蟲科에서 飼育 중인 끝동매미충을 使用하였으며 필요에 따라 上記의 試驗管當 適正 령기의 供試虫을 두마리씩 接種하

였다. 溫度와 日長의 調節을 위해 30watt 형광등 4개와 時間 調節機가 附着된 恒溫器를 使用하였다.

成虫의 壽命 및 產卵數조사는 試驗管當 갓 羽化한 成虫 암수 한쌍을 接種시켜 處理別 恒溫器속에 넣고 매일 먹이를 갈아주며 遂行하였으며 卵期는 產卵된 幼苗를 처리별 恒溫器에 넣고 매일 孵化하는 若虫의 數를 調査하여 산출하였다. 若虫의 發育상황도 같은 방법으로 처리별로 매일 脫皮상태를 調査하여 령기를 산출하였다.

溫度 및 日長의 처리내용은 結果 및 考察에서 설명코자 한다.

III. 結果 및 考察

室溫에서 누대사육중 갓 羽化한 成虫을 24時間 光照下에 33°C, 27°C 그리고 28°C와 19°C의 變溫(各 溫度當 12時間 처리, 이하 變溫處理로 부름) 條件에서 飼育하며 溫度 및 變溫이 끝동매미충 成虫의 壽命 및 產卵數에 미치는 영향을 調査하였다.

그 結果 表 1에 나타난 바와 같이 成虫의 壽命은 33°C와 27°C에서 變溫에서보다 짧아지는 傾向을 보였으나 全體 產卵數는 암컷 한마리당 각각 160개와 155개로서 變溫에서의 96개보다 현저히 많았다. 이는 比較的高溫에서 成虫의 產卵力이 높으며 變溫조건은 產卵에 자극이 되지 못한다기 인된 것으로 생각된다.

Table 1. Adult longevity and fecundity of Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, in different temperature conditions. The adults were reared in 27°C during their nymphal stage.

Temperature Condition	Adult Longevity(Day)		Eggs per Female	Eggs per Day per Female
	Female	Male		
33±1°C	16.70a**	16.74a	160.05a	9.58a
27±1°C	18.90b	17.00ab	155.00a	8.20b
28~19°C*	20.32c	17.35c	96.16b	4.70c

* Temperature fluctuation in the range between 28°C(12hrs) and 19°C(12hrs).

** Difference between means significant at the 5% level when compared values have no letters in common.

上記와 同一한 溫度處理下에서 끝동매미충의 卵期間, 若虫期間 및 羽化率을 調査한 結果는 表 2와 같다.

끝동매미충의 卵期間은 33°C와 27°C에서 각각 6.6일과 7.3일로 變溫에서의 11일보다 현저히 짧아졌으며 若虫期間도 암수 共히 變溫에서보다 약 8~10일 단축되었다. 또한 羽化率에 있어서도 33°C에서 93%로 높았으나 變溫에서는 63%로 낮았다.

이상의 結果 圃場環境과 비슷한 變溫條件이 끝동매미충의 生殖力을 刺戟시킬 수 있을 것이라는 필자의 생각은 전혀 어긋났으며 오히려 若虫期의 遲延으로 인

한 增殖速度의 減少를 招來하는 結果를 얻었다. 그러나 飼育環境上 不適合한 것으로 알려진 高溫(33°C)에서 若虫의 羽化率과 成虫의 產卵力이 높은 것은 주목할만 하였다.

이상의 結果 高溫(33°C) 조건이 끝동매미충 당대의 發育과 產卵에 좋은 영향을 미치는 것으로 생각되어 이러한 高溫條件에서 屢代飼育의 可能性과 飼育室 常溫에서 日長조건이 若虫의 發育과 產卵에 미치는 영향을 알기 위해 35°C 24시간 光照와 29°C 24시간, 16시간, 8시간 光照下에서의 若虫期, 羽化率, 成虫의 壽命

Table 2. Egg period, nymphal period and adult emergence of Green Rice Leafhopper, *N. cincticeps* Uhler, in different temperature conditions.

Temperature Condition	Nymphal Period(Day)		Egg Period (Day)	Percent Emergence
	Female	Male		
33± 1°C	12.58±0.65	11.06±0.35	6.63±0.09	93.42
27± 1°C	15.64±0.51	13.94±0.44	7.30±0.29	76.92
28~19°C	23.29±0.56	21.44±0.50	11.04±0.11	63.16

* Temperature fluctuation in the range between 28°C(12hrs) and 19°C(12hrs)

및 産卵數를 迅速하여 調査하였다.

그 結果 表 3에서 보는 바와 같이 35°C 구에서 若虫 期間이 12.59(우)일로서 가장 짧았고 羽化率도 94.87%(우)로 높았으나 29°C 구에서는 光照時間이 짧아질 수록 若虫期間이 多少 길어지는 傾向을 보였다. 이는 表 2의 結果와 같이 高溫(35°C)에서 増殖速度가 빠르

며 29°C에서는 光明時間이 若虫發育에 큰 영향을 미치지 못함을 알 수 있다. 그러나 表 4의 成虫의 壽命과 産卵數는 35°C 구에서 表 1의 結果와 상반되게 産卵數가 암컷 한마리당 27.80개로서 29°C 24時間 光照하의 185.17개보다 현저히 적었다.

Table 3. Nymphal period and adult emergence of Green Rice Leafhopper, *N. cincticeps* Uhler, in different combinations of temperature and day-length conditions.

Temperature	Day Length	Sex	Period of Nymph Instar in Days					Nymphal Period(Day)	Percent Emergence
			1st	2nd	3rd	4th	5th		
35°C	24hrs	F	2.54	1.69	2.00	2.54	3.92	12.59±0.52	94.87a*
		M	2.50	1.38	1.71	2.13	3.33	11.04±0.31	
29°C	24hrs	F	2.71	2.00	2.18	2.47	4.18	13.53±0.33	83.70ab
		M	2.64	1.86	2.00	2.29	3.50	12.21±0.32	
29°C	16hrs	F	2.64	2.00	2.00	3.00	4.00	13.64±0.16	56.10b
		M	2.74	2.08	2.00	2.08	3.83	12.79±0.32	
29°C	8hrs	F	2.63	2.17	2.42	2.50	4.08	13.79±0.52	52.63b
		M	2.56	2.00	2.63	2.38	3.60	13.06±0.52	

* Differences between means significant at the 5% level when compared values have no letters in common.

Table 4. The longevity and fecundity of adults which were reared in different combinations of temperature and day length during their nymphal stage.

Temperature	Day Length	Adult Longevity		Eggs per Female	Eggs per Day per Female
		Female	Male		
35°C	24hrs	16.80b*	14.80c	27.80b	1.65
29°C	24hrs	22.42a	27.75a	185.17a	8.20a
29°C	16hrs	18.18ab	18.00b	141.00a	7.76a
29°C	8hrs	23.29a	17.73b	170.86a	7.34a

* Differences between means significant at the 5% level when compared values have no letters in common.

이러한 상반된 결과는 高溫(35°C) 下에서의 若虫의 飼育時 이미 産卵障害을 입은 것으로 생각된다

이상의 結果를 綜合해 볼 때 變溫(28°C와 19°C)은 淸동매미충의 産卵 및 發育에 자극이 되지 못하며 高溫(33°C~35°C)條件은 當代의 若虫 發育에는 좋은 영

향을 미치나 屢代飼育時 成虫의 産卵障害로 좋은 飼育條件이 되지 못함을 알 수 있다. 따라서 적절한 飼育環境은 若虫 및 卵期에 27~29°C 24時間 光照下에 飼育하며 成虫期에 高溫(33°C) 처리하므로써 産卵力을 높이는 것이 좋을 것으로 생각된다.

表 5에서는 5개 온도처리에 따른 끝동매미충의 若虫 期와 發育速度(100÷발육기간)를 요약 표시하였다.

Table 5. The summary of nymphal period and developmental rate of Green Rice Leafhopper, *N. cincticeps* Uhler, in different temperature conditions.

Temperature	Nymphal Period in Days(NP)		Developmental Rate(100/NP)	
	Female	Male	Female	Male
35°C	12.59±0.52	11.04±0.31	7.942	9.058
33°C	12.58±0.65	11.06±0.35	7.949	9.042
29°C	13.53±0.33	12.21±0.32	7.391	8.190
27°C	15.64±0.51	13.9±0.44	6.394	7.174
23.5°C*	23.29±0.56	21.44±0.50	4.294	4.664

* Average temperature between 19°C and 28°C

본 實驗의 過程상 5개 온도處理를 한꺼번에 遂行하지 못하여 若虫의 溫度에 따른 發育速度를 函數로 유도하기에는 문제점이 있으나 대체적인 傾向으로 볼 때 29°C까지는 압수 공히 溫度가 상승함에 따라 發育速度도 직선적으로 빨라졌으나 高溫에서는 發育速度의 증가폭이 둔화됨을 알 수 있었다.

Hokyo(1971, 1972)^(2,3)는 Arrhenius의 법칙을 적용하여 끝동매미충의 發育速度와 溫度와의 關係를 直線回歸로 표시하고 發育零點과 積算溫度를 算出하였으나 本 實驗結果에서는 溫度에 따른 發育速度의 直線성을 인정하기 어려웠다. 이는 Stinner 등(1974)⁽¹¹⁾이 주장한 대로 溫度의 범위가 發育零點이나 高溫에 치우칠 경우 發育速度를 溫度의 直線函數로 나타내기는 어려운 관계로 Logistic Function이나 Sign Curve에 의한 方程式의 유도가 바람직 할 것으로 생각된다.

IV. 摘 要

本 實驗은 끝동매미충의 溫度와 日長條件에 따른 發育度 및 增殖能力을 調査하여 實內 大量飼育에 適合한 溫度와 日長の 範圍를 밝히고 나아가 溫度와 發育速度와의 函數關係를 유도하는데 필요한 기초자료를 얻고자 遂行하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 比較의 高溫條件인 33°C와 35°C에서 若虫의 發育이 빠르고 羽化率이 높았으나 變溫處理(28°C와 19°C와 12시간)에서는 發育이 遲延되었다.

2. 成虫의 產卵力은 高溫(35°C)에서 若虫期를 거친 成虫은 產卵數가 매우 적었으나 29°C에서 羽化한 成虫은 高溫(33°C)에서 많은 產卵을 하였다.

3. 29°C에서의 日長은 약충의 發育 및 羽化率에 큰 영향을 미치지 못했다.

4. 若虫의 發育速度는 29°C까지는 溫度가 上昇함에 따라 直線의 으로 빨라졌으나 高溫(33°C~35°C)에서는 增加率이 둔화되는 結果를 얻었다.

5. 이상의 結果로 適合한 飼育條件은 若虫期에 27~29°C, 성충기에 33°C인 것으로 생각된다.

引用 文 獻

1. Choi, S.Y., Song, Y.H., Park, J.S. and B.I. Son. 1973. Studies on the varietal resistance of rice to the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Kor. J. Pl. Prot., 12(1):47-53
2. Hokyo, N. 1971. Applicability of the temperature sum rule in estimating the emergence time of the overwintering population of the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. App. Ent. Zool. 6(1):1-10
3. Hokyo, N. 1972. Studies on the life history and the population dynamics of the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Bull. of Kyushu Agr. Exp. Station, 16(2):283-382
4. Kisimoto, R. 1959a. Studies on the diapause in the planthoppers and leafhoppers. II. Arrest of development in fourth and fifth larval stage induced by short photoperiod in the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Jap. J. Appl. Ent. Zool., 3(1):49-55
5. Kisimoto, R. 1959b. Studies on the diapause in the planthoppers and leafhoppers. III. Sensitivity of various larval stage to photoperiod and the form of ensuing adults in the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Jap. J. Ent. Zool., 3(3):200-207
6. 이정운, 송유한, 최광열, 손병익, 최승윤(1972). 통일 품종에 대한 내충성 시험. 1972년도 식물환경연구소 시험연구보고서 123-145.
7. Lee, S.C. and J.K. Yoo. 1975. Chemical resistance

- of Striped Rice Borer, *Chilo suppressalis*, and Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps*. Kor. J. Pl. Prot., 14(2):65-70
8. Ryu, J.K., Choi, S.Y., Lee, H.R. and Y.H. Song. 1978. Root-zone placement of carbofuran for control of rice insect pests. Kor. J. Pl. Prot., 16(4):217-220
9. Song, Y.H., Park, J.S., Lee, J.O. and S.Y. Choi. 1974. Studies on the resistance of rice to the leaf-and planthoppers. Res. Rep. of ORD, 18(S. F.P.&M):73-78
10. Song, Y.H., Lee, B.H., Park, J.S. and S.Y. Choi. 1976. Studies on the insecticide-resistance of Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallen, and Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Res. Rep. of ORD, 18(S. F.P.&M):73-78
11. Stinner, R.E., Gutierrez, A.D. and B.D. Butler, Jr 1974. An algorithm for the temperature-dependent growth rate simulation. Can. Ent., 106:519-524