

끝동매미충 個體群의 密度調節에 關與하는

몇가지 要素에 關한 研究

金 相 奭* · 玄 在 善*

Some Considerations on the Population Regulation of the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler

Kim, S.S.* · J.S. Hyun*

ABSTRACT

To determine the population regulation mechanism of the Green rice leafhopper (*Nephotettix cincticeps* Uhler), the responses of the population increase to initial densities and the effect of host conditions and temperatures during developmental period were investigated. In the out door experiment, the increasing ratio of population density of this pest was reduced as initial density increased and this density-dependent effect was differ in accordance with host condition. Host conditioning through feeding resulted in reduction in numbers of eggs produced and it seemed to be affected by some inhibiting materials secreted by the pest during feeding, though the direct effect of feeding can't be excluded. The population growth was related with population density and host stage. Thus in late planted units, the host stage was favourable to the growth of population at low initial insect density but unfavourable at relatively high initial insect density and in early planted units, vice versa. The temperature during developmental stages definitely affected the determination of sex ratio of adult population and reduced numbers of eggs produced. The most favourable temperature to the population increase was 29°C, and at high temperature, 33°C, severe reduction of fecundity was shown and it seemed to be caused by the simple reduction in numbers of eggs produced.

I. 緒 言

農業生態系는 氣象을 除外한 物理的 要因은 人間에 依해 調節되고 있으며 따라서 農業生態系內에서의 個體群의 調節은 密度依存的인 生物間的 相互作用에 依해 이루어지는 수가 많다. 끝동매미충의 自然個體群의 密度變動樣相은 멸종유와는 달리 圃場에서의 激發現象이 거의 없는 것으로 알려졌는데 이것은 種內의 密度依存的인 相互作用에 依한 調節의 影響이 큰 것으로 생각되고 있다.^{4,5,12,13} 理論적으로는 連續되는 卅世代

問의 增加率과 前世代密度問의 回歸係數로부터 密度依存的 調節過程의 存在를 認定할 수 있게 되는데 끝동매미충 個體群의 境遇 世代間 密度變動의 安定성이 相當히 높기 때문에 그러한 密度調節作用의 可能性을 더욱 높여 주고 있는 것이다.

本 研究는 끝동매미충 個體群의 密度調節에 미치는 몇가지 調節要因으로 寄主植物의 生育狀態, 虫의 吸汁, 溫度等의 影響을 調査하였는데 本 研究結果는 앞으로 우리나라에 있어서 끝동매미충의 個體群動態把握은 勿論, 끝동매미충의 發生量과 그에 따른 벼萎縮病의 發病量에 關한 System Model의 完成에 有餘한 基礎資料가 될 것이다.

* 서울大學校 農科大學(College of Agriculture, Seoul National University)

II. 材料 및 方法

1. 寄主의 生育狀態에 따르는 個體群密度의 變動

飼育箱子(40×40×80cm)에 播種時期(4月10日, 5月10日)를 달리한 振興品種의 40日苗를 3本씩 심은 Pot 1개씩을 벽의 本葉이 각각 13葉 및 10葉씩 나왔을때(7月24日) 忠南 論山에서 採集한 第2世代 成虫을 5雙, 10雙, 20雙씩 3反復으로 接種시켜 野外網室內에서 休眠期에 이를때까지 個體群을 維持시켜 2~3日 間隣으로 密度變動狀況을 肉眼으로 調査하였다.

2. 吸汁과 増殖率과의 關係

試驗管(3.0×25cm)에 $\frac{1}{4}$ 程度 물을 부은後 脫脂綿으로 根部를 찬 振興品種의 幼苗를 3本씩 뿌리가 물에 잠기도록 꽂은後 5令期 若虫을 5頭씩 넣어 48時間동안 吸汁시킨 다음 吸汁期間中の 分泌物의 效果를 보기爲하여 Aceton溶液을 植物體 全面에 約30秒동안 골고루 뿌려준 다음 수도물로 씻어내고 24時間 放置하였다가 試驗管 1個當 1雙씩의 成虫을 接種시켜 4日間 産卵시킨後 解剖顯微鏡下에서 産卵數를 調査하였다.

3. 生育期間中 溫度가 増殖率에 미치는 影響

끝동매미충의 生育期間中の 溫度가 生育에 미치는 影響 및 次世代에 미치는 影響을 알아 보고자 試驗管(18×17cm)속의 1% Agar에 振興品種의 幼苗를 심고 서울大學校 農科大學 農生物學科에서 果代飼育中인 끝동매미충의 0~1日令의 1令期 若虫을 試驗管 1個에 2頭씩 接種하여 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $29\pm 1^{\circ}\text{C}$, $33\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 恒溫 및 10 W 螢光燈에 依한 24時間 照明下에서 處理區當 100頭씩 供試하여 그 生育狀況을 每日 調査하고 雌成虫이 羽化되는 대로 雄成虫과 1雙씩 交尾시켜 같은 方法으로

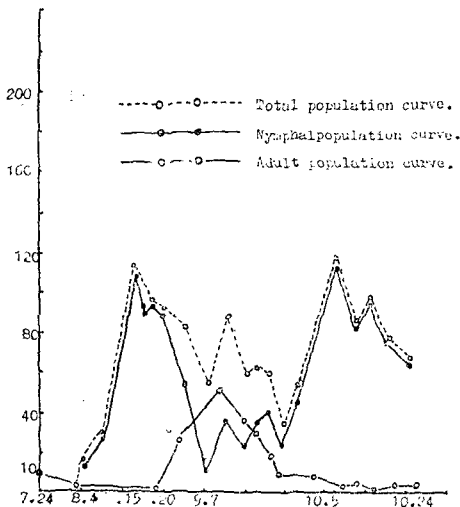


Fig. 1. Population curves initiated with 5 couples of adult *Nephrotettix cincticeps* on early planted host.

로 飼育하되 食餌는 每2日마다 바꿔주었다. 2日間씩 産卵된 試驗管속의 幼苗에서 若虫이 孵化하는대로 除去하면서 孵化若虫數를 記錄하고 孵化가 끝난 幼苗는 解剖顯微鏡下에서 總産卵數를 調査하였다. 各處理區別로 最初의 孵化가 시작되어 1~3日 사이의 1齡期 若虫을 100頭씩 供試하여 母世代와 같은 方法으로 飼育하여 그 生育狀況을 調査하였다.

III. 實驗結果

1. 寄主의 生育狀態에 따르는 個體群密度의 變動

그림 1과 2는 最初의 個體群密度를 5雙의 成虫으로 始作한 個體群의 增加狀況으로서 그림 1의 寄主는 77年 5月20日 移秧하여 8月4日 前後에 出穗한 것(以下早植區)이고 그림 2의 寄主는 77年6月20日 移秧하여 8月25日 前後에 出穗한 것(以下晚植區)이다. 最初에 接種한 成虫은 實際로 圃場에서 發生한 第2世代 成虫으로 그림 1에서 第3世代의 若虫密度의 Peak는 8月15日에 나타났으며 個體數는 109頭였고 第4世代 若虫密度의 Peak는 10月5日로 個體數는 113頭였고 두 Peak의 사이는 50日이 걸렸다. 여기서 第3世代 若虫期間中の 推定致死率은 Hoky의 다음과 같은 推定式에 依하여 計算한 바 $d^2=0.35$ 였다.

$$d = \frac{(\sum A_i)^2 (\sum N_i \cdot D'_i)}{(\sum A_i \cdot D_i) (\sum N_i)^2}$$

A_i : 第3世代 成虫個體群曲線이 始作된 날부터 끝날 때까지 每日 觀測된 成虫의 數.

N_i : 第3世代 若虫個體群曲線이 始作된 날로부터 더 끝날 때까지 每日 觀測된 若虫의 數.

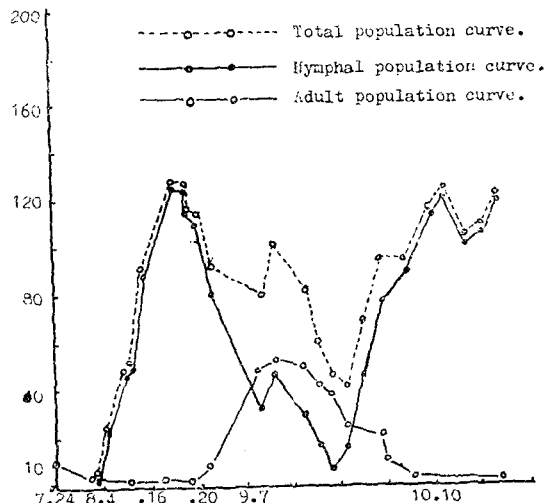


Fig. 2. Population curves initiated with 5 couples of adult *Nephrotettix cincticeps* on late planted host.

D_3 : 第3世代 成虫個體群이 始作된 날부터의 累積調查日數

D'_3 : 第3世代 若虫個體群이 始作된 날부터의 累積調查日數

한편 成虫個體群의 曲線에서 第3世代成虫密度的 Peak는 9月7日로 볼 수 있었으며 個體數는 51頭였고 最初의 成虫密度 I 에 對한 增加率은 $r=18.53$ 이었다. r 에 對한 計算式은 다음과 같다.

$$r = \frac{(\sum A_i)^2}{I \cdot \sum A_i \cdot D_i}$$

그림 3과 그림 4는 각각 10쌍씩의 成虫으로 出發한 個體群 生長曲線으로 前者는 早植區이고 後者는 晚植

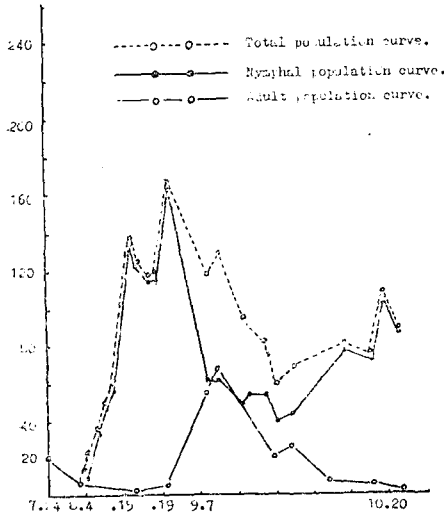


Fig. 3. Population curves initiated with 10 couples of adult *Nephrotettix cincticeps* on early planted host.

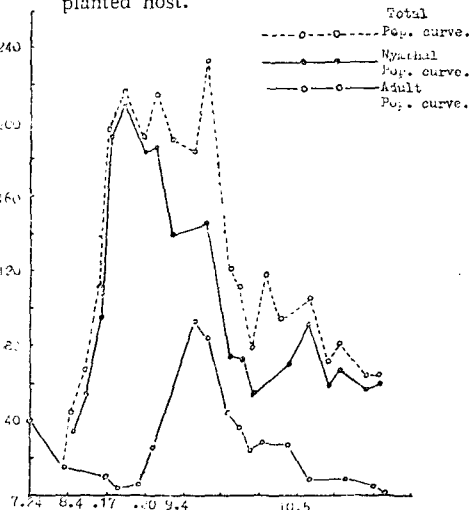


Fig. 5. Population curves initiated with 20 couples of adult *Nephrotettix cincticeps* on early planted host.

區이다. 그림 3에서 제 3세대 若虫個體群의 Peak는 10月20日에 나타났고 個體數는 105頭였으며 두 Peak사이는 55日이 걸렸다. 第3세대 若虫期間중의 致死率은 $d=0.56$ 으로서 앞서의 低密度個體群의 致死率보다 훨씬 높아진 것을 알 수 있다. 成虫個體群의 境遇 第3세대 成虫個體群의 Peak는 9月7日이었고 個體數는 66頭였고 增加率 $r=11.02$ 로서 낮아진 것을 알 수 있다. 即 若虫期의 높은 致死率에 따라 成虫個體群의 增加量은 적어진 것이다. 한편 그림 4에서 第3세대 若虫個體群의 Peak는 8月17日이었으며 個體數는 148頭였고 第4세대에서의 Peak는 10月20日로 個體數는 173頭였으

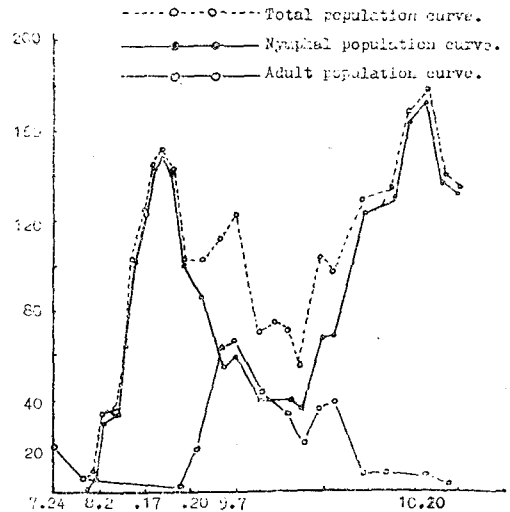


Fig. 4. Population curves initiated with 10 couples of adult *Nephrotettix cincticeps* on late planted host.

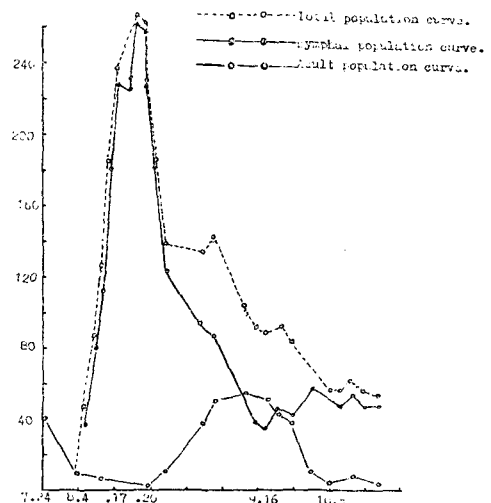


Fig. 6. Population curves initiated with 20 couples of adult *Nephrotettix cincticeps* on late planted host.

며 두 Peak사이에는 63일이 걸렸다. 第3世代 若虫期間中の 致死率은 $d=0.48$ 로서 早植區보다 낮아졌다. 第3世代 成虫個體群의 Peak는 9月7일이였다. 個體數는 65頭였으며 成虫個體群의 增加率은 $r=10.94$ 였다.

그림 5와 그림 6은 각각 20雙씩의 成虫으로 出發된 個體群의 生長狀況으로 그림 5는 早植區이고 그림 6은 晚植區에서의 實驗結果이다. 그림 5에서 第3世代 若虫個體群의 Peak는 8月17일이였고 個體數는 207頭였으며 第4世代의 Peak는 10月5日로서 個體數는 93頭였다. 두 Peak사이는 48일이 걸렸으며 若虫期間中の 致死率은 $d=0.59$ 였다. 또한 成虫個體群曲線에서, 第3世代 成虫個體群의 Peak는 9月4일이였으며 個體數는 93頭이였고 世代間 成虫密度의 增加率 $r=7.98$ 이였다.

그림 6에서는 若虫個體群의 第3世代의 Peak가 8月17일이였고 個體數는 263頭였으며 第4世代의 Peak는 10月5日로서 個體數는 60頭로 第3世代에 比하여 激減하였으며 두 Peak사이는 48일이 걸렸으며 若虫期致死率은 $d=0.70$ 에 이르렀다. 또한 成虫個體群의 曲線에서는 第3世代 成虫個體群密度의 Peak가 9月16일이였으며 個體數는 56頭였고 世代間 成虫密度의 增加率 $r=6.18$ 이였다.

寄主의 生育狀態에 따른 蛹동매미충 個體群의 生長의 差를 보기 위하여 若虫期致死率과 成虫個體群의 增加率을 표 1에 옮겨 놓았다. 표 1에서 若虫期의 致死率에 있어서 早植區에서는 晚植區에 比해 대체로 낮은 것을 볼 수 있으며 成虫個體群의 增加率은 早植區에서는 晚植區에 比해 그 變化가 緩漫함을 알 수 있다.

Table 1. Effects of the initial population densities and plant conditions on the nymphal mortalities and rates of increase of adult populations.

Density	Mortality during nymphal period		Rate of increase of adult pop.	
	A*	B**	A	B
10	35%	44%	18.53(185)***	20.89(208)
20	56%	48%	11.02(220)	10.94(218)
40	59%	70%	7.98(319)	6.18(247)

A* : early planted host.

B** : late planted host.

()***: actual numbers of adult population.

그림 7은 成虫個體群의 增加率을 回歸直線으로 나타내 본 것으로 95% 信賴區間에서 回歸係數는 早植區의 境遇 -0.33 이였고 晚植區의 境遇는 -0.45 로서 差異가 있었다.

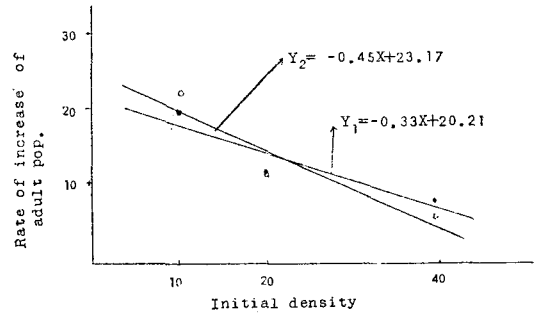


Fig. 7. Relationships between the rates of increase of adult population of *N. cincticeps* on early planted hosts (solid circle) and late ones (open circle) and the initial population densities.

2. 吸汁과 增植率과의 關係

표 2는 若虫期의 吸汁에 依한 分泌物의 痕跡 또는 寄主의 營養狀態의 變化에 따른 產卵力減少를 보기 위한 實驗結果이다. 2²要因試驗計劃에 따라 試驗區를 配置하였는데 成虫의 產卵前에 若虫의 吸汁이 없었던 區

Table 2. The mean numbers of eggs per female deposited on the conditioned and non-conditioned rice seedlings.

Rep.	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂
1	47	37	0	6
2	0	7	50	25
3	19	7	15	4
4	16	29	1	24
5	31	27	2	5
6	38	15	11	33
7	14	26	8	41
8	7	33	15	5
9	40	17	34	5
10	14	16	9	4
Total	226	214	145	172
Mean	22.6	21.4	14.5	17.2

a₁: not fed

a₂: rice seedlings fed by 5 fifth instar nymphs for 2 days.

b₁: not treated

b₂: rice seedlings treated with acetone.

에서는 Acetone溶液의 處理與否와 關係없이 產卵數가 많았으나 2日間 吸汁시켰던 處理區에서는 產卵數가 적었으며 分析結果는 吸汁區과 非吸汁區間에는 高度의 有意差를 發見할 수 있었으나 Acetone溶液의 處理效果는 認定할 수 없었다.

3. 生育期間中 溫度가 增殖率에 미치는 影響

生育期間中의 溫度가 增殖率에 미치는 影響은 1世代에서 若虫期間은 溫度가 높아질수록 짧아졌으나 羽化率は 25°C, 29°C에서는 70% 程度이나 33°C에서는 51%로 相對的으로 매우 낮아졌다. 成虫의 性比는 25°C,

33°C의 境遇 0.50程度인데 29°C에서는 0.70으로 雌雄의 比率이 거의 2:1에 達하여 큰 差異를 보였다. 成虫의 壽命도 역시 溫度가 높아질수록 짧아졌으나 그 變異係數에 있어서는 雌雄間에 差가 있었는데 암컷의 경우 溫度가 높아질수록 變異係數가 커졌으며 수컷의

Table 3. Nymphal period, per cents of emerged adults, sex ratio, longevity of adults and numbers of eggs produced per female of the first generation at different temperatures.

Temp.	Nymphal period (days)	Per cents of emerged adults	Sex ratio	Adult longevity (days)		No.s of eggs
				M.	F.	
25°C	17.56±2.21 (0.126)	72%	0.54	19.04±12.62 (0.663)	16.91±9.04 (0.534)	104.31±73.32 (0.703)
29°C	14.25±1.25 (0.088)	70%	0.70	12.37±7.77 (0.628)	15.69±9.98 (0.636)	132.77±89.70 (0.676)
33°C	12.66±1.15 (0.091)	51%	0.51	7.43±4.32 (0.581)	11.04±7.29 (0.660)	51.07±38.52 (0.754)

*:coefficient of variance

표 4는 2世代에 對한 實驗結果로서 若虫期間은 1世代와 같은 傾向을 보였으나 羽化率에 있어서는 25°C, 29°C의 경우는 1世代에 비해 훨씬 낮았으나(43%, 54%) 33°C의 경우는 오히려 3個處理區中 가장 높았다. (61%) 또한 性比는 1世代에 비해 대체로 낮아졌으나

29°C에서 가장 높은 것은(0.61) 1世代의 實驗結果와 같았다. 成虫의 壽命은 29°C에서 가장 짧았고 實際로 그 期間도 1世代에 비해 約 3일이 짧아졌으며 33°C의 경우는 2~3일 길어졌다.

Table 4. Nymphal period, per cents of emerged adults, sex ratio, longevity of adults of the second generation at different temperatures.

Temp	Nymphal period (days)	Percents of emerged adults	Sex ratio	Adult longevity	
				M.	F.
25°C	18.15±1.94 (0.107)*	43%	0.38	15±8.57 (0.571)	21.87±8.78 (0.41)
29°C	14.90±1.44 (0.096)	54%	0.61	9.97±5.71 (0.636)	11.69±9.43 (0.806)
33°C	13.57±1.78 (0.131)	61%	0.42	10.31±6.54 (0.634)	13.67±5.06 (0.370)

* : coefficient of variance

경우는 그와 反對의 傾向이 있었다. 1世代成虫의 産卵數에 있어서, 29°C의 경우 132.8個로 가장 많았고 33°C의 경우는 50個 程度로 成虫의 壽命을 감안한 日平均産卵數에 있어서도 크게 差異가 있었으며 高溫에서 産卵力의 障害가 일어난다는 崔等(1974)의 報告와도 一致하는 것이다.

IV. 考 察

以上 蠶동매미충 個體群密度의 世代間 變動狀況과 攝食에 依한 條件化 및 高溫의 影響을 說明하였다.

野外個體群의 密度變動은 無機, 有機的 環境要因과

個體群內 個體의 遺傳的 特性이 相互作用하여 具現된 個體群의 生物學的 表現이라고 할 수 있다.

Pot試驗結果를 보면 接種個體數 如何를 不問하고 Peak期에 있어서의 成虫數는 51~93으로 比較的 安定되어 있으며 第3世代와 第4世代의 若虫 Peak期の 密度를 比較하면 晚植 10雙 接種區를 除外한 모든 區에서 密度가 減少되었음을 볼 수 있다. 한편 第3世代 若虫 Peak期の 密度와 接種密度를 比較하면 5.2~11.4倍가 되나 第3世代 成虫 Peak期の 密度를 第4世代 若虫 Peak期와 比較하면 1.1~2.7倍로 第3世代 成虫의 增殖率이 第2世代 成虫의 그것보다 相當히 낮음을

알 수 있다.

久野(1969)는 끝동메미충의 본畚에서의 産卵數를 Pot 試驗으로 第2世代가 405, 第3世代가 214個라고 하고 野外에서의 增加率 對數值가 第2世代 0.372, 第3世代 1.529였다고 하면서 끝동메미충은 본畚侵入後 全世代를 通하여 강한 自體調節作用이 일어나며 Peak世代에서도 平均密度의 上限은 株當20頭 以下인데 이것은 食餌供給源으로서의 벼의 收容力보다 훨씬 낮은 값이라고 하고 個體群의 安定性은 各世代에 一貫된 강한 自體調節作用의 結果라고 斷定한 바 있는데 本實驗의 結果도 대체로 그와 一致하는 것이다.

一般的으로 密度變動에 있어서의 密度效果를 推定하는 데에는 回歸直線의 係數의 값을 利用한다. 그림7에서 보는 바와 같이 早植區의 回歸係數는 $b = -0.33$ 이고 晚植區에서는 $b = -0.45$ 로 양쪽 모두 密度調節作用이 存在함을 알 수 있으며 그 作用은 早植區에서 보다 晚植區에서 더 강한 것임을 示唆하고 있는데 이러한 差異는 晚植區의 寄主의 生育狀態가 初期若虫個體群에 有利한 作用을 한 結果의 反作用으로 오히려 若虫期の 死亡率이 더 높아졌기 때문인 것으로 생각된다.

個體群 生長에 미치는 要因中 産卵力의 變化에 依한 密度調節作用은 표 3에서 보는 바와 같이 攝食에 依한 條件化가 相當히 큰 影響을 미치는 것으로 생각되며 이것은 成虫의 産卵活動에 對한 若虫期 또는 成虫期の 吸汁活動中에 分泌되는 物質에 起因한 것으로 産卵抑制物質이라고 생각된다. 또 이 物質은 Acetone 可溶性인 것으로 앞으로 化學的 本質이 究明되어야 할 것으로 생각된다.

한편 高溫이 産卵數에 미치는 影響을 보면 若虫期間中의 高溫은 産卵數를 크게 減少시키고 있어서 29°C와 33°C에서의 産卵數는 각각 132.8과 51.1이었다. Nasu¹⁶⁾는 野外에서 採集한 끝동메미충의 産卵數를 調査하여 世代間에 平均値에서 118.1~303.5까지의 差가 있었다고 하고 이 害虫의 生殖細胞形成은 雄虫에서는 精子の 完成이 若虫期에 끝나며 雌虫에서는 卵細胞가 完全히 發育이 안된채로 羽化하는데 生育期間中의 高溫은 精子形成에 影響을 미치며 雌虫에서는 羽化後의 卵巢의 發育에 影響을 미쳐 増殖率의 減少가 일어난다고 하였다. 또 崔等²⁾은 生育期間中의 溫度에 따른 致死率, 性比, 産卵數에 對해 29°C의 경우 끝동메미충의 累代飼育에 가장 有利하다고 한 바 있는데 本實驗의 경우 若虫期間中의 高溫은 致死率을 増大시키고 性比의 減少를 招來하였다. 即 29°C와 33°C에서 飼育한 區의 若虫期 致死率은 30%와 49%였으며 性比는 0.70과 0.51이었다. 이것은 Nasu¹⁶⁾의 25°C와 33°C에서 若

虫을 飼育하여 死虫率이 각각 17.3%와 25.4%로 高溫에서 致死率이 높아짐을 報告한 것과 一致하는 것이다. 그러나 次代에서 同一한 溫度條件에서 飼育하였을 때의 致死率은 46%와 39%로 29°C에서 33°C보다 높아졌으며 性比는 0.61과 0.42로 前世代에서의 같은 傾向을 보이고 있다. 이것은 前世代에서의 高溫에 依한 淘汰效果라고 생각할 수도 있을 듯 하나 보다 깊은 研究檢討가 必要하다 하겠으며 性比에 對한 溫度의 影響은 모두 29°C에서 가장 큰 것으로 미루어 生育期間中의 溫度가 性에 따라 그 致死率에 미치는 影響이 다르며 個體群의 性比決定에 決定的인 役割을 함을 알 수 있으나 個體解剖를 通해서 보다 明白한 結果가 나올 것이다.

以上の 結果를 綜合하여 볼때 끝동메미충에 있어서의 密度變動要因으로 高溫에 依한 産卵力 減少, 若虫期致死率의 増大, 그리고 性比의 減少와 같은 密度減少作用이 8월부터의 高溫下에서 일어나며 同時에 密度增加에 따르는 寄主植物의 變質에 依한 増殖力 減少가 密度依存的으로 作用하는 것으로 생각되며 아울러 食餌植物의 生理的條件도 有關한 것으로 생각된다.

V. 摘 要

끝동메미충(*Nephotettix cincticeps* Uhler) 個體群의 初期密度, 寄主植物의 生育狀態, 溫度 그리고 寄主의 條件化가 個體群增加에 미치는 影響을 調査하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 野外 Pot 試驗에서 이 害虫의 個體群密度 增加率은 接種한 個體數의 增加에 따라 減少하며 이러한 密度依存的 作用은 寄主植物의 生育狀態에 따라 差가 있었다.

2. 吸汁에 依한 寄主의 條件化는 成虫의 産卵數를 減少시켰으며 이것은 吸汁中에 分泌되는 産卵抑制物質에 依한 것으로 생각되나 吸汁에 依한 直接的인 影響을 全然 排除할 수는 없을 것으로 생각된다.

3. 個體群의 密度와 寄主植物의 生育狀態는 個體群의 生長에 있어서 複合的인 聯關性을 갖고 있어서 晚植區의 경우 寄主의 生育狀態는 早植區에 비해 낮은 虫密度에서는 個體群의 生長에 有利하였으나 높은 虫密度에서는 不利해졌다.

4. 若虫生育期の 高溫은 産卵數를 減少시키고 若虫期 致死率을 増大시키며 成虫個體群의 性比에 明白한 影響을 미친다.

5. 生育期間中 個體群의 増殖에 가장 有利한 溫度는 29°C였으며 33°C의 高溫에서는 羽化率이 낮고 成虫의 産卵力에 障害을 주어서 産卵數가 적었다.

參考文獻

1. Andrewartha, H.G. and L.C. Birch (1960) Some Recent Contributions to the study of the Distribution and abundance of insects. Ann. Rev. Ent. 5 : 219~242
2. 崔承允・宋裕漢(1974) 끝동매미충의 累代大量飼育技術에 關한 試驗. 植環年報. 1974 : 144
3. Hokyo, N. and E. Kuno (1970) Estimating the Survival Rate and Mean Longevity for Adults in a Field Population of the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, by the Application of Hokyo and Kiritani's Method. Res. Pop. Ecol. 12 : 71~80
4. Hokyo (1975) Population Dynamics, Forecasting and Control of the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Rev. Pl. Prot. 8 : 1~13
5. _____(1972) シマグロ ヨコバイの生活史と個體群動態に關する研究. 九州農試報告 16(2) : 283~382
6. _____ et al. (1976) Some Aspects of Population Dynamics of Rice Leafhoppers in Korea. Kor. J. Pl. Prot. 15 : (3)111~126
7. 玄在善・禹建錫・柳文一(1977)애벌거의 世代別 増殖動態에 關한 研究. 韓國植物保護學會誌 第16卷 第1號 p.13~19
8. Kiritani et al.(1963) Survival Rate and Reproductivity of the Adult Southern Green Stink Bug in the Field Cage. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 7 : 113~124
9. Kiritani, K. and K. Kimura (1965) The effect of Population Density during Nymphal and Adult Stages on the Fecundity and other Reproductive Performances. Jap. J. Ecol. 15 : 233~236
10. Kiritani, K and F. Nakasuji (1967) Estimation of the Stage Specific Survival Rate in the Insect Population with Overlapping Stages. Res. Pop. Ecol. 9 : 143~152
11. Kiritani, K. et al (1967) The Study on the Regulatory System of the Population of the Southern Green Stink Bug, *Nezara viridula* L. under Semi-natural conditions. Appl. Ent. Zool. 2 : 39~50
12. Kuno, E. (1963) A Comparative Analysis on the Distribution of Nymphal Population of Some Leaf-and Planthoppers on Rice Plant. Res. Pop. Ecol. 5 : 31~43
13. _____(1968) 水田における稻ウンカ・ヨコバイ個體群の動態に關する研究. 九州農試彙報 14(2) : 131~246
14. Kuno, E and N. Hokyo (1970) Comparative analysis of the Population Dynamics of Rice Leafhoppers, *Nephotettix cincticeps* Uhler and *Nilaparvata lugens* Stal, with Special Reference to Natural Regulation of their Numbers. Res. Pop. Ecol. 12(2) : 154~184
15. Murai, M. and K. Kiritani (1970) Influence of Parental Age upon the Offspring in the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. J. Appl. Ent. Zool. 5(4) : 189~201
16. Nasu, S. (1963) 稻ウイルス病を媒介するウンカ・ヨコバイ類に關する研究. 九州農試彙報 8 : 153~349
17. 内田俊郎(1959) 羽化曲線と環境の生態的條件. 日本生態學會誌 9(4) : 139~143
18. Varley, G.C. and G.S. Gradwell (1960) Key Factors in Populations Studies. J. Anim. Ecol. 29 : 399~401