

耕種法の 變遷에 따르는 이화명나방 發生相의 變動에 關한 研究

宋裕漢* · 崔承允** · 玄在善**

A Study on the Phenology of the Striped Rice Borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in Relation to the Introduction of New Agricultural Practices

Yoo Han Song,* Seung Yoon Choi,** and Jai Sun Hyun**

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the changes in moth occurrence of striped rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in relation to climatic factors, rice varieties, and cultural practices. The light trap data from 41 forecasting stations for 14 years from 1966 to 1979 were analyzed by means of the changes in the time and amount of borer occurrence in connection with the introduction of new rice varieties, the accumulated effective day-degree and its variation for completing one generation, and the climatic factors affecting the moth occurrence. The total number of moths caught by light traps in both spring and summer generations were considerably decreased with the wide cultivation of new rice varieties. In fact, the spring moths were remarkably decreased since the new varieties were introduced in 1972. The occurrence ratio of summer moths against the preceding spring moths was higher in the middle region and middle southern mountainous area than the other regions. Its high ratio of regions was annually expanded from the middle region to the southern region. The 50% emergence dates of both generations were later in the southeastern region than in the middle region. The ecological characteristics were clearly shown between the northern and southern region of Chupungryeong in terms of the occurrence of summer moths, the ratio of occurrence of summer moths to the preceding spring moths, and 50% emergence dates of the summer moths during the years of 1977~1979.

The ratio of the summer moth occurrence to the preceding generation was negatively correlated with the average temperature in June and July, respectively, and the average precipitation in late June. The ratio of spring moth occurrence over the preceding generation was positively correlated with the average temperature in September, October, November, and March, respectively, whereas it was negatively correlated with the average precipitation in early September and March, and the average humidity in early May. The effective day-degree for one generation was in the range from 600 to 900 DD at upper threshold 30°C and lower threshold 10°C.

* 慶尙大學校 農科大學(College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju, Korea)

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

緒 論

自然狀態에서 生物의 種個體群密度는 生態系를 構成하고 있는 要素間的 相互作用에 依하여 決定된다. Clark²⁾ 등은 어떤 種個體群의 生態學的 特性을 決定하는데 直接的으로 聯關을 갖고 있는 生態系의 部分을 生命系(Life System)라고 하고 그 種의 遺傳의 特性과 有効環境은 그 種個體群의 共同決定因子(Codeterminant of Adundance)라고 하였다.

生態系는 生物과 그의 環境要素를 構成要素으로 하고 그들간의 相互作用에 依하여 統一性이 維持된다²⁾. 害虫은 農生態系의 構成要素로 그를 中心으로 한 構成要素의 變動에 따라 動的인 反應을 일으키며 時間的으로 連續性을 갖고 있는 主體이다.

우리나라 農業은 1970年代에 들어서면서 많은 變化가 있었다. 特別히 벼의 栽培과 관련한 農業技術의 發展은 外國에서 類例를 찾아볼 수 없을 程度로 크게 變化하였다. 即 水利安全畝의 面積은 1966年 總 73萬ha에서 1975년에 약 100萬ha로 增加하였고 窒素비료의 소

비량은 同年間에 24萬%에서 48萬%로 增加하고 있다. 또 印度型과 日本型의 交雜으로 育成된 統一系品種들의 普及은 1972년부터 始作하여 1978년에는 76.5%로 擴大되었고 殺虫劑의 消費量은 有効成分量으로 1966년에는 4,500%에서 1975년에는 46,200%로 增加하였다. 이와같은 새로운 品種의 栽培面積의 擴大는 一次的으로 害虫의 寄主에 對한 反應相에 變化를 惹起하였을 것이며 二次的으로 新品種의 普及에 따르는 移秧期와 栽植密度變動으로 인한 害虫을 둘러싸고 있는 微氣象의 變化等을 通한 間接的 影響도 있었을 것으로 생각된다.

1975年 日本應用動物學會 심포지움에서 日本에서 이 화명나방 被害減少原因을 分析한 것을 보면 穗數型品種 普及에 따르는 生存力 弱화, 早期栽培로 인한 二化期 成虫의 喰入困難과 稻體生理의 相對的 變化, 早期收穫에 따르는 越冬虫의 充實度減少, 硅質肥料의 使用增加, 콤바인 收穫法에 依한 幼虫의 物理的 致死 等을 들고 있다.

이 화명나방의 生命系에서 벼의 系에 큰 變化가 있었음을 생각할 때 이와같은 벼를 中心으로 한 System의

Table 1. List of weather data available in each location.

Loc. No.	Location	Year period	Loc. No.	Location	Year period
1	Goyang	Unavailable	24	Jinan	1973~1976
2	Yangju	Unavailable	25	Namweon	1973~1976
3	Bucheon	1964~1976	26	Gochang	1973~1976
4	Suweon	1964~1976*	27	Gwangju	Unavailable
5	Yeoju	1973~1976	28	Naju	1973~1976
6	Pyeongtaeg	1973~1976	29	Seongju	1973~1976
7	Cheolweon	Unavailable	32	Haenam	1973~1976
8	Chuncheon	1966~1976	33	Boseong	1973~1976
9	Weonseong	1973~1976	34	Yeongju	1973~1976
10	Myeongju	1962~1976	35	Uljin	1973~1976
11	Jungweon	1973~1976	36	Sangju	1673~1976
12	Jincheon	1973~1976	37	Euseong	Unavailable
13	Cheongju	1967~1976	38	Yeongdug	1973~1976
14	Boeun	1973~1976	39	Daegu	1962~1976
16	Seosan	1968~1976	40	Hapcheon	1973~1976
17	Yaesan	1973~1976	41	Milyang	1973~1976
19	Nonsan	1973~1976	42	Ulsan	1962~1976
20	Daejeon	1969~1976	43	Changyeong	Unavailable
21	Iri	1973~1976	44	Jinju	1970~1976
22	Gimjae	1973~1976	45	Gimhae	1973~1975
23	Seocheon	1962~1976			

*Data were not available at the period from 1969 to 1972

變化가 이화명나방의 發生樣相에 어떤 變化를 惹起하였는가를 分析하고 評價하는 것은 앞으로 害虫問題를 단순히 害虫自體의 問題에서 農生態系의 機能的 調節作用으로 해석하고 系全體의 調節로 認識하여 Trans-disciplinary한 側面에서 解決策을 探索하는데 도움이 될 것이다.

本 研究에서는 農村振興廳에 蓄積되어 있는 全國 41 個 豫察所의 이화명나방 誘殺資料를 기초로 氣象資料, 品種의 變遷, 耕種法의 變動, 其他 農業技術의 變遷에 따르는 이화명나방 發生樣相의 變動을 分析함으로써 今後 本害虫의 發生狀況을 豫察하기 爲한 기초자료를 제공하고 이화명나방을 中心으로한 生態系의 研究用 Model을 構成하는 基礎로 삼고자 遂行하였다.

本 研究의 遂行에 있어서 助言을 아끼지 않으신 農村振興廳 昆虫科 朴重秀 科長님과 이화명나방 誘殺資料를 提供해주신 農村振興廳 技術普及局關係官 여러분

그리고 氣象資料를 割愛해 주신 中央觀象臺 및 政府電子計算所 여러분께 感謝드린다.

材料 및 方法

本 研究에 使用한 이화명나방 誘殺資料는 全國 41 個 病虫害發生豫察所에서 調査한 이화명나방의 誘蛾燈 誘殺數를 使用하였으며 各調査地點別 氣象資料는 上記 豫察所에서 가장 가까운 氣象觀測所 또는 支所의 日別 氣象觀測資料를 使用하였다. 氣象觀測자료는 30 個 項目中 最高氣溫, 最低氣溫, 平均氣溫, 濕度, 降雨量, 日射量 日照時數 等 7 個項을 選定하였으며 觀測所 또는 支所의 設立年度에 따라 可能한 氣象調査年度는 表 1에 表示한 바와 같다.

本 研究에 使用한 電子計算機는 政府電子計算所의 UNIVAC-1106과 美國 Michigan州立大學의 CDC-6500

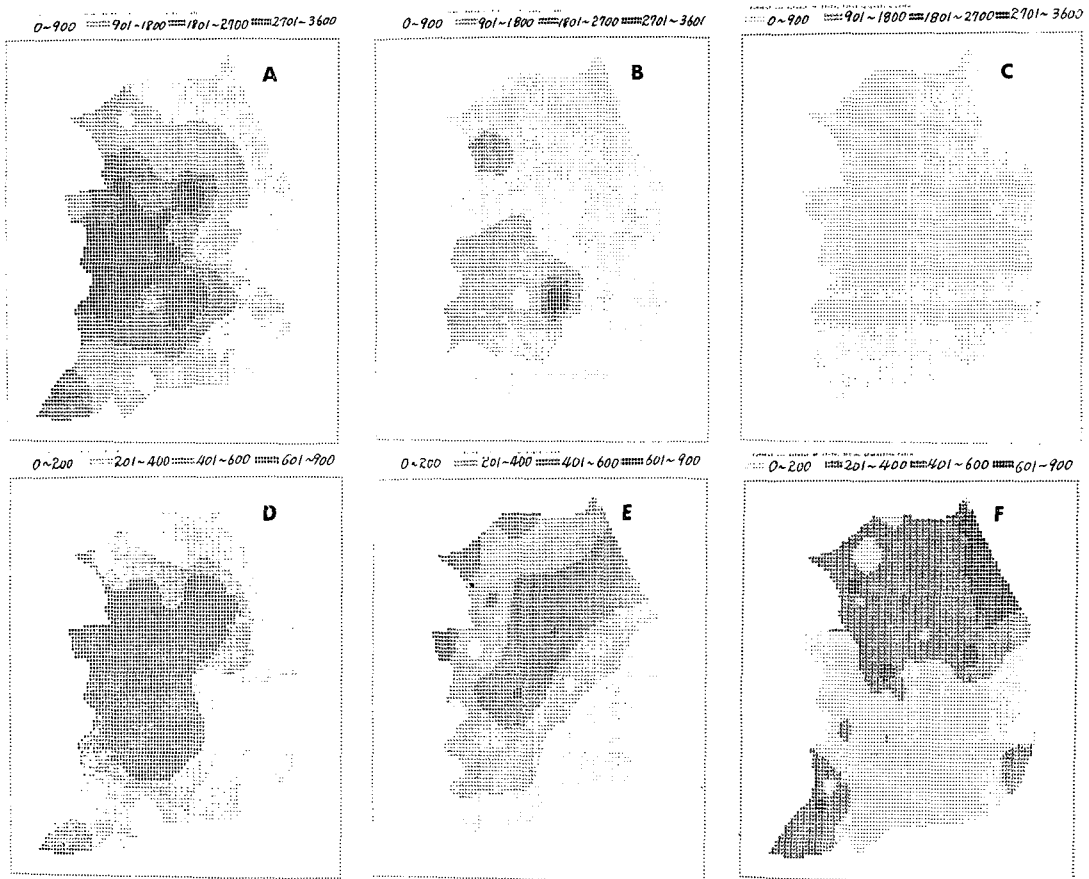


Fig. 1. Regional differences in the moth occurrence of *C. suppressalis* in different year periods.

A: Spring moth in 1966~1971. B: Spring moth in 1972~1976. C: Spring moth in 1977~1979.

D: Summer moth in 1966~1971. E: Summer moth in 1972~1976. F: Summer moth in 1977~1979.

그리고 慶尙大學校의 PDP-11/34를 주로 利用하였다.

農村振興廳 傘下 41個 豫察所의 이화명나방 誘殺資料는 政府電子計算所에서 入力하여 電子計算 file(PEST DATA-2)을 構成하였으며 氣象資料는 이미 政府電子計算所에 보관중인 氣象 file에서 필요한 地域의 필요한 項目을 選拔하여 복사한 후(WEATHR) 이 두 file을 綜合하여 PEST DATA-3을 構成하고 分析에 使用하였다.

本 研究의 遂行을 위하여 이화명나방 및 氣象觀測資料의 檢索 및 要約을 위한 檢索 System, 地域別 量의 資料의 分布를 地圖에 表示할 수 있는 Mapping System等 各種 附隨의인 Program들이 작성되었으며 이화명나방의 發生量과 氣象要因과의 關係는 回歸의 方法을 動員하여 追跡하였다. 分析過程에서 使用된 이화명나방의 誘殺資料는 誘蛾期의 氣象環境의 影響에 基因하는 變異를 줄이기 위해 3日間隔의 移動平均으로 補正하여 使用하였다.

其他 詳細한 分析法은 研究結果에서 記述코자 한다.

結 果

이화명나방의 地域別 誘殺量의 變動趨勢

이화명나방의 地域別 發生量의 變動趨勢를 把握하기 위하여 化期別 誘殺量을 1966년부터 1971년까지 6個年과 1972년부터 1976년까지 5個年 및 1977년부터 1979년까지 3個年의 平均 發生量을 地圖에 表示한 結果는 그림 1에 나타낸 바와 같다.

이화명나방의 年平均 誘殺量은 1971年 以前에 比해 1972年 以後가 顯著히 減少하는 傾向을 보였다. 1化期 發生量은 1971年 以前 6個年間의 年平均 誘殺量이 2700마리 以上인 地域이 全北을 中心으로 忠南, 忠北 一部에 전체 分布되어 있으나 1972年 以後 5個年間의 年平均 誘殺量은 900마리 以上인 地域이 全北과 全南 一部 그리고 京畿道 中部에 分布되어 있을 뿐 大部分이 900마리 以下の 誘殺量을 보였다 1977년부터 1979년까지 3個年間의 平均 誘殺量은 全國에 걸쳐 900마리 以下로 나타났다.

한편 2化期 誘殺量에 있어서도 1971年 以前에는 600마리 以上 誘殺된 地域이 全北, 忠南, 忠北 그리고 京畿道 南部地域에 分布되어 있으나 1972年 以後 5個年間에는 大部分의 地域에서 600마리 以下를 나타냈으며 1977年 以後 3個年 平均 誘殺數는 秋風嶺 以北地方과 西海南部 一部地域을 除外하고는 모두 200마리 以下로 나타났다.

誘殺量의 減少現象은 1化期에서 심하였으나 地域의 인 特性은 없었다. 그러나 2化期의 경우에는 減少現象

Table 2. Regional differences in the occurrence ratio of summer moths over spring moths of *C. suppressalis* during different year periods.

Location	1966~71	1972~76	1977~79
Chuncheon	0.35	0.42	1.00
Myeongju	0.65	1.40	1.65
Weonseong	0.58	2.41	1.37
Suweon	0.51	0.34	0.45
Jungweon	0.35	0.94	0.47
Cheongju	0.21	0.27	1.26
Daejeon	0.48	0.72	0.95
Iri	0.24	0.32	0.85
Namweon	0.40	0.39	0.28
Gwangju	0.14	0.36	0.58
Boseong	0.27	0.36	0.99
Sangju	0.29	0.75	0.41
Daegu	0.15	0.78	1.42
Milyang	0.35	0.17	0.35
Kimhae	0.15	0.16	0.27
Jinju	0.41	0.40	0.53
Average	0.34	0.64	0.80

이 慶南 一部에서부터 東南海岸, 全南北, 그리고 忠南 地域까지 擴大되는 한편 中部地方은 큰 變化가 없고 江原道 東北地域은 오히려 增加하는 地域의 特性을 보였다. 그리고 寶城地域에서 다시 增加하는 傾向을 나타내고 있는 것은 그림 2의 50% 誘殺日의 象化와 관련하여 생각할때 興味있는 일이라 하겠다.

이화명나방의 1化期 誘殺量에 대한 2化期 誘殺量의 比率를 算出하고 위와 같은 方法으로 이 比率의 分布를 地圖에 표시한 結果는 그림 2와 같으며 몇개 地點에 대한 것은 表 2에 要約하였다.

1化期 誘殺量에 대한 2化期 誘殺量의 比率는 中部地方이 南部地方에 比해 높은 경향이 있었으며 1972年 以後 그 比率이 점차 높아지는 趨勢를 나타내었다.

1971年 以前 6個年間의 2化期 /1化期 誘殺量의 比率는 大田 淸州 尙州 以北의 中部地方이 대체로 0.5以上이고 全南과 慶南北 等 南部地方에서 0.3以下로 나타나고 있으나 1972年 以後 5個年 平均은 中部와 南部中央의 山間地方에서 0.65 以上으로 增加하였으며 南部地域에서도 0.35~0.5程度로 增加하는 傾向을 보였다. 이러한 2化期/1化期 比率의 增加現象은 1977년부터 1979년까지 3個年에서 더욱 顯著하여 南海東部와 西海南部의 海岸地域을 除外한 大部分의 地域에서 0.65 以上을

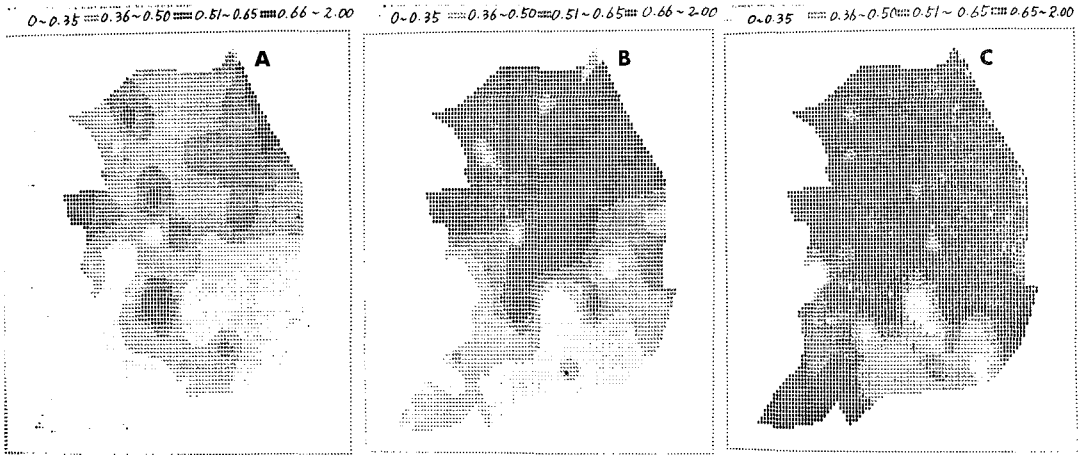


Fig. 2. Regional differences in the occurrence ratio of summer moths over spring moths of *C. suppressalis* during the different year periods.

A: 1966~1971.

B: 1972~1976.

C: 1977~1979.

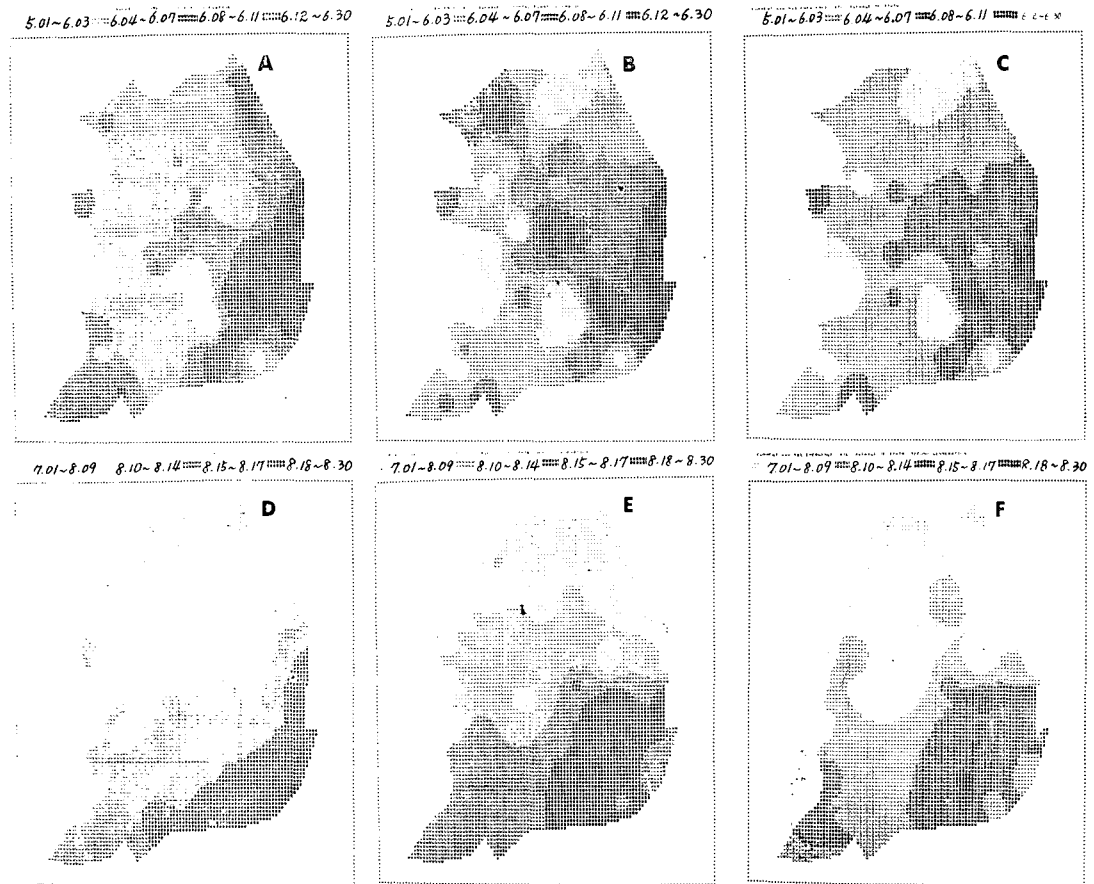


Fig. 3. Regional differences in 50% emergence dates of *C. suppressalis* during different year periods.

A: Spring moth in 1966~1971. B: Spring moth in 1972~1976. C: Spring moth in 1977~1979.

D: Summer moth in 1976~1971. E: Summer moth in 1972~1976. F: Summer moth in 1977~1979.

Table 3. Regional differences in 50% emergence dates of *C. suppressalis* during different year periods.

Location	Emergence	Average over given year period		
		1966—71	1972—76	1977—79
Chuncheon	spring	Jun. 6	May 28	May 29
	summer	Aug. 10	Aug. 6	Aug. 6
Myeongju	spring	Jun. 9	Jun. 6	Jun. 6
	summer	Aug. 8	Aug. 7	Aug. 4
Weonseong	spring	Jun. 5	Jun. 9	Jun. 7
	summer	Aug. 11	Aug. 11	Aug. 12
Suweon	spring	Jun. 3	Jun. 4	Jun. 7
	summer	Aug. 10	Aug. 10	Aug. 8
Cheongju	spring	Jun. 5	May. 27	Jun. 4
	summer	Aug. 13	Aug. 12	Aug. 7
Daejeon	spring	Jun. 11	Jun. 11	Jun. 10
	summer	Aug. 14	Aug. 9	Aug. 7
Iri	spring	Jun. 2	May. 29	Jun. 1
	summer	Aug. 12	Aug. 15	Aug. 9
Namweon	spring	Jun. 4	Jun. 6	Jun. 5
	summer	Aug. 14	Aug. 15	Aug. 10
Gwangju	spring	Jun. 7	Jun. 9	Jun. 13
	summer	Aug. 17	Aug. 14	Aug. 7
Boseong	spring	Jun. 12	Jun. 10	Jun. 11
	summer	Aug. 16	Aug. 17	Aug. 13
Sangju	spring	Jun. 9	Jun. 13	Jun. 8
	summer	Aug. 16	Aug. 18	Aug. 14
Daegu	spring	Jun. 18	Jun. 19	Jun. 18
	summer	Aug. 16	Aug. 20	Aug. 15
Milyang	spring	Jun. 14	Jun. 14	Jun. 10
	summer	Aug. 19	Aug. 22	Aug. 16
Gimhae	spring	Jun. 1	Jun. 2	Jun. 1
	summer	Aug. 20	Aug. 16	Aug. 12
Jinju	spring	Jun. 15	Jun. 10	Jun. 10
	summer	Aug. 19	Aug. 22	Aug. 13
Average	1st	Jun. 8	Jun. 6	Jun. 7
	2nd	Aug. 15	Aug. 14	Aug. 11

보였으며 2化期가 1化期보다 더 많은 發生량을 보인 지역이 溟州(1.65), 原城(1.37), 淸州(2.16), 大邱(1.42) 등多數의 地域으로 顯著的한 2化期 發生比率의 增加現象을 보였다. 이러한 現象은 發生量과는 對照的으로 中部地域에서 南部로 擴張하는 傾向을 보이고 있는데 이는 1化期에 비해 2化期の 被害가 보다 實質的이라는 點에서 注目해야 할 일이다.

이화명나방의 化期別 發生時期의 地域性과 年變動趨勢를 把握하기 위하여 地域別, 年度別, 化期別로 50% 誘殺日을 算出하고 앞에서와 같은 方法으로 期間別 平均 50% 誘殺日의 地域의 分布를 地圖에 表示하고 選定地點에 대한 誘殺日을 要約한 結果는 그림 3과 表 3에 表示한 바와 같다.

그림 3과 表 3에서 보는바와 같이 1化期 50% 誘殺日은 해에 따라 큰 變動없이 蔚珍, 義城, 盈德, 大邱,

密陽 등 嶺南地方에서는 6月 12日 이후로 發蛾時期가 늦었으며 陝川, 南原 등 智異山 附近의 山間地方과 舒川, 裡里, 金提 등 西部 平野地方 그리고 鐵原地方에서는 6月 4日 以前으로 빠르게 나타났다.

한편 2化期 50% 誘殺日에 있어서는 1化期와는 달리 뚜렷한 變化가 있었다. 即 1971年 以前보다 1972年 以後에 北部地方에서 빨라지는 傾向이었으며 1977年 以後에는 이러한 傾向이 漸次 南部까지 擴大하고 있는데 調査地點別로 보면 東南部 一部地方에서는 8月 18日 以後로 늦어지는 反面 高陽, 鐵原 등 中北部 地方에서는 8月 10日에서 8月 6日로 裡里에서는 8月 12日에서 8月 9日로 密陽에서는 8月 19日에서 8月 16日로 分期化하는 傾向이었다. 이것은 2化期 發生量의 地域的 分化狀況과 相當히 깊은 關聯을 갖고 있는 것으로 보인다.

이화명나방의 발생과 氣象環境

地域別 이화명나방의 誘殺數와 같은 生存率에 關係되는 量의 變動은 遺傳的인 特性이기 보다는 外的 環境 要因에 더 큰 影響을 받는다고 하였다⁵⁾⁹⁾.

이화명나방의 發生量의 變動趨勢를 檢討한 本 研究 結果에서도 이러한 量의 變動은 그 地域의 外的 環境 要因에 따라 더 크게 變化하는 것으로 생각되어 調查 地點과 年度를 초월하여 各化期別로 前化期에 대한 相對比率(增殖率)을 算出하고 이러한 相對比率에 미치는 氣象環境의 影響을 回歸分析法로 檢討하므로써 氣象環境이 이화명나방의 集團增殖에 미치는 影響의 概要를 把握코자 하였다.

그 結果 表 4에서 보는 바와 같이 2化期 發生量의 同年 1化期에 對한 相對比率은 6月中의 溫度와 高度의 負의 相關을 보였으며 7月中의 溫度 및 6月 下旬의 降雨 量과도 負의 相關을 보였다.

1化期 發生量의 前年度 2化期에 對한 比率은 表 5에서 보는 바와 같이 前年 9月, 10月 및 11月の 平均氣 溫과 各各 有意한 正의 相關關係를 보였으며 同年 3月의 平均氣溫과는 高度의 有意性이 認定되었다. 또한 前年 9月の 平均降雨量 및 同年 3月の 平均降雨量과는 負의 相關關係가 있었으며 同年 5月中의 濕度와도 比較的 높은 負의 相關關係를 보였다.

이화명나방의 發蛾時期는 生態型에 따라 溫度에 對한 反應은 다를지라도 發育期間中 溫度의 累積의 效果에 좌우될 것으로 생각된다. 이와같은 觀點에서 上·

Table 4. Relationship between climatic factors and the occurrence ratio of summer moths over spring moths of *C. suppressalis*.

Climatic factor(Xs)	No. of samples	Corr. coeff.	Regression equation
Average temperature			
June(X ₁)	150	-0.261**	Y=3.302-0.127X ₁
July(X ₂)	150	-0.193*	Y=2.695-0.083X ₂
Average precipitation			
Late June(X ₃)	150	-0.131*	Y=0.638-0.20X ₃
Multiple regression	150	R ² =0.101	Y=3.713-0.090X ₁ -0.046X ₂ -0.0017X ₃

**Significant at 1% level

* Significant at 5% level

下限 發育臨界溫度를 1度씩 變化시키며 Allen¹⁾의 Sine 曲線推定法으로 1化期와 2化期の 50% 誘發日까지의 積算溫度를 地域別 年度別로 算出하고 그 差를 이화명나방의 1世代 經過에 所要되는 積算溫度로 推定코자 하였다. 그 結果는 上·下限 臨界溫度 30°~10°C에서 몇 몇 선정지점에 對하여 平均 有效積算溫度와 年次別 變異係數(CV)로 要約하여 表 6에 表示하였다.

表 6에서 보는 바와 같이 上·下限 臨界溫度 30°~10°C에서 1化期까지의 有效積算溫度의 年次變異는 水原

Table 5. Relationship between climatic factors and the occurrence ratio of spring moths to preceding summer moths of *C. suppressalis*.

Climatic factor(X _s)	No. of sample	Correlation coefficient(r)	Regression equation
Average Temperature			
September(X ₁)	127	0.147*	Y=-2.518+0.311X ₁
October(X ₂)	127	0.117*	Y=-0.789+0.331X ₂
November(X ₃)	127	0.154*	Y=1.912+0.283X ₃
March(X ₄)	127	0.208*	Y=0.966+0.418X ₄
Average Precipitation			
Early September(X ₅)	127	-0.141*	Y=3.844-0.697X ₅
March(X ₆)	127	-0.109	Y=3.667-0.019X ₆
Average Humidity			
Early May(X ₇)	127	-0.158*	Y=2.305-0.084X ₇
Multiple regression	127	R ² =0.128	Y=-6.355+0.106X ₁ +0.076X ₂ +0.044X ₃ +0.369X ₄ -0.009X ₅ -0.026X ₆ -0.081X ₇

* Significant at 5% level

**Significant at 1% level

Table 6. Accumulated effective day-degree on 50% emergence dates at temperature thresholds between 10°C and 30°C, and their yearly coefficient variations.

Location	Spring moth		Summer moth	
	Mean*	%CV	Mean	%CV
Chuncheon	376	8.2	1196	4.1
Myeongju	416	11.2	1087	4.3
Bucheon	314	10.3	1102	2.8
Suweon	308	16.9	1151	3.0
Iri	360	14.2	1236	4.1
Daejeon	496	12.1	1227	4.7
Cheongju	430	10.3	1235	6.9
Seocheon	303	8.7	1220	6.1
Naju	314	10.5	1205	4.2
Haenam	400	10.6	1279	4.1
Boseong	530	8.2	1272	3.0
Jinu	508	8.9	1371	2.0
Ulsan	483	8.2	1259	5.3
Milyang	477	10.3	1392	5.1
Daegu	590	10.8	1278	3.2

*Mean of accumulated effective day-degree.

과 裡里에서 各各 16.9%와 14.2%로서 比較的 높았으나 他地域에서는 대체로 10% 以下이었으며 2化期까지의 變異係數는 대체로 5% 以下로서 比較的 年次變異가 적었다. 그러나 上·下限 臨界溫度가 上記한 範圍를 벗어날수록 年次變異가 심하게 나타나는 경향을 보였다.

上·下限 臨界溫度 30°~10°C 範圍에서 이화명나방 2化期 50% 誘殺日까지의 積算溫度는 中部인 春川과 水原에서 各各 1196 Day-Degree(DD)와 1151 DD로서 낮았으나 南部인 密陽과 晉州에서 各各 1392 DD와 1371 DD로서 높은 傾向이었다. 한편 1化期 50% 誘殺日까지의 有効積算溫度에서는 春川(376 DD), 水原(308DD) 등지의 中部地方에서 낮았고 大邱(590 DD), 寶城(530 DD), 晉州(508 DD) 等 南部地方에서 높은 傾向을 보여 南部와 中間에 뚜렷한 地域的 差異를 보였다.

考 察

이화명나방의 誘殺量과 誘殺時期的 變動趨勢

韓國의 水稻栽培技術은 1970年代에 들어서면서 크게 變革이 일어났다. 即 水利安全畚畚의 面積은 늘어나고 早期栽培가 장려되었으므로 特別히 1972년부터 統·系 新品

種이 보급되기 시작하여 1978년에는 畝 畚面積의 76.5%에서 統·系新品種이 栽培되었다. 이와같은 品種의 變遷과 이에 따르는 早期栽培, 多肥 및 穗肥中心의 施肥, 密植의 傾向等은 害虫에 많은 影響을 미쳤을 것으로 생각된다 이러한 觀點에서 本 研究에서는 統·系新品種이 栽培되기 前인 1966년부터 1971년까지 6個年과 普及이 활발하게 이루어진 1971년부터 1976년까지 5個年 그리고 1977년부터 1979년까지 3個年으로 區分하여 이화명나방의 誘殺量 誘殺日 및 誘殺時期的 變化를 推定코자 하였다.

이화명나방의 誘殺量은 1972년부터 그 以前에 1,2化期 供히 減少하는 傾向을 보였는데 이는 朴^{17,18)}의 研究結果와 매우 유사하였다. 특히 1化期의 誘殺量의 減少가 현저하였는데 이러한 現象은 최근에 와서도 계속되고 있는 것으로 생각된다.

1化期 誘殺量의 減少는 2化期 幼虫의 發育期인 8월부터 다음해 6월까지의 環境抵抗이 크게 增大된데 그 원인이 있다고 생각된다. 이 時期的 環境抵抗은 주로 耕種의 要因에서 기인되는 것으로 보여진다. 即 統·系品種의 普及과 栽培時期的 變化는 害虫과 직접적으로 關係가 있을 것으로 생각되며 栽培密度와 施肥量 等은 間接적으로 影響을 미쳤을 것이다.

表 7에 表示된 바와 같이 金¹⁰⁾은 統·系 新品種의 普及후 벼의 移秧期와 收穫期가 約 13日이 빨라졌다고 보고하였다. 이와같이 栽培時期的 收穫期가 앞당겨짐에 따라 2化期幼虫의 孵化時 벼 출기가 硬化되고 이미 出穗하여 벼출기의 영양성분이 減少되므로서^{7,16)} 幼虫의 喰入을 어렵게 하고 아울러 幼虫의 發育에도 나쁜 營養을 주었을 것이다. 또한 2化期 幼虫이 충분히 발육하기 전에 벼가 收穫되므로, 發育이 늦은 個體가 淘汰되었을 것으로 생각된다. 李¹⁴⁾은 이화명나방의 幼虫의 時期別 日齡分布 調査에서 9月하순경에 5齡幼虫의 比率이 95%에 달하고 있다고 보고한 것으로 미루어 이화명나방의 5齡以後 發育期間은 統·系品種 普及후 13

Table 7. Changes in transplanting and harvesting dates of rice and barley in relation to the extensive cultivation of new rice varieties.*

Work	Before new varieties introduced	After new varieties introduced	Difference (Days)
Rice sowing	May 3	April 19	-14
Rice transplanting	June 19	June 6	-13
Rice harvesting	October 21	October 8	-13
Barley sowing	October 28	October 18	-10

*Data were collected from Kim(1979)

비정도 단축되었을 것으로 보인다. 玄⁸⁾은 이화명나방越冬幼虫의 體重과越冬處에 따른 致死率을 調査한 結果 體重이 적은 個體일수록 致死率이 높았다고 報告하였다. 이러한 사실들을 綜合할 때 1化期 誘殺量의 減少는 新品種 普及後 벼가 早期收穫되므로서 發育이 늦은 越冬幼虫이 淘汰된 것이 중요한 要因이 된 것으로 생각된다.

한편 이화명나방의 2化期 誘殺量은 1972년부터 전반적으로 減少하는 趨勢에 있으나 1化期 誘殺量의 減少보다는 현저하지 않았다. 특히 中部地方의 減少現象은 미약하였으며 南部는 多少 심한 減少現象을 보였다.

2化期의 誘殺量의 減少는 그 前化期인 1化期의 集團密度와 관계가 깊다. 따라서 2化期 誘殺量의 增減에 관한 사항은 2化期 誘殺量의 1化期 誘殺量에 대한 比率即 2化期 誘殺量의 1化期 誘殺量에 對한 相對 增減率과 함께 고려되어야만 한다. 2化期 誘殺量은 新品種 普及後 減少되는 傾向을 보이고 있으나 2化期 誘殺量의 1化期에 對한 相對比率은 급격히 增加하고 있으며 이 比率이 높은 地域이 점차 南部로 擴大되고 있다. 이러한 比率의 增大 傾向은 新品種 普及後 1化期幼虫의 生育期인 6월부터 8월까지의 環境抵抗의 減少에 기인하는 것으로 볼 수 있다. 그 첫째 原因은 新品種이 이화명나방의 1化期 喰入幼虫의 發育에 좋은 影響을 미친 때문으로 생각된다. 新品種은 租粟比가 높고 耐肥性이 강하여 反當 25kg의 窒素施肥가 可能하며¹⁶⁾ 따라서 喰入에 성공한 幼虫의 發育을 양호하게 하였을 것이다. 둘째로 栽植密度와 분얼수의 增加에 의한 微氣象의 變化와 물리적 環境의 개선을 들 수 있다. 벼의 密植과 坪當 有效 분얼수의 增加로 이화명나방 幼虫의 分散을 용이하게 하였을 것이며 發育障害要素인 7月中의 高溫에 노출되는 정도를 감소시켰을 것으로 생각된다. 셋째로 移秧期가 빨라진 것도 한가지 重要한 原因일 것으로 보인다. 新品種이 栽培되면서 移秧期가 빨라져 1化期 成虫의 本畜產卵率이 增加되었을 것으로 생각된다. Fukaya⁹⁾는 벼의 早植栽培는 1化期 成虫의 本畜 產卵數를 數倍 내지는 數十倍 增加시킨다고 하였는데 우리나라에서도 이와같이 有效產卵率이 增大되었을 것으로 생각된다.

이화명나방의 50% 誘殺일은 대체로 東南海岸地域에서 늦고 中北部로 갈수록 빨라지는 傾向을 보였으며 年次變異는 甚하지 않았으나 1977年 以後에는 多少 빨라지는 傾向이었다. 玄과 李⁹⁾는 1966년부터 1972년까지 이화명나방의 誘殺資料를 利用하여 誘殺半量日을 分析檢討한 結果 1化期는 江原道, 京畿道, 全北이 빠르고 慶北이 늦어졌으며 2化期는 江原道가 빠르고 慶南이가 늦었다고 보고하였는데 本 研究의 結果 1972年 以

後에서도 같은 傾向을 보였다. 이는 誘殺量의 2化期/1化期의 比率에 있어서 1971年 以前과 1972年 以後間에 顯著한 差異를 보인 것과는 매우 對照的이며 發育時期와 같은 生理的 活動은 遺傳的 特性에 左右되며 生存率等 量의 變化는 外的 環境에 支配를 받는다는 Fukaya⁹⁾의 主張을 뒷받침하는 結果라고 생각된다.

이화명나방의 50% 誘殺時期가 多少 빨라지는 傾向이 있다 하더라도 全體的으로는 玄과 李⁹⁾가 검토한 이화명나방의 地域的 發生型과 유사하게 秋風嶺을 境界로 南北間에 뚜렷한 地域性을 보이고 있다. 특히 1977年 以後 2化期 誘殺時期에서 地域性이 더욱 명확하며 同期間의 2化期 誘殺量의 地域性和 함께 秋風嶺 南北間에 이화명나방의 生態型의 分化現象을 시사하는 좋은 증거가 되는 것으로 생각된다.

한편 1化期의 50% 誘殺時期에 있어서도 秋風嶺 南北間에 地域性을 보이고 있으나 2化期보다는 그 傾向이 뚜렷하지는 않았다. 이는 前年 2化期 幼虫이 越冬期를 거치므로서 地域的 特性이 감추어진 때문이 아닌가 생각된다.

이화명나방의 發生과 氣象環境

이화명나방 發生量의 前化期에 對한 增減 즉 密度增減에 미치는 氣象因子에 關하여 檢討한 結果 2化期의 增殖率은 6月下旬의 降雨量과 負의 相關關係를 보였는데 이는 孵化幼虫이 降雨로 困하여 寄主內로 喰入하지 못하는 個體가 많아진데 그 原因이 있는 것으로 생각된다¹⁰⁾. 또한 6月과 7月中의 溫度와는 負의 相關을 나타내었는데 Doke³⁾는 이화명나방의 發蛾率은 濕度60% 以下の 狀態에서 32°C 以上の 高溫은 羽化率을 減少시킨다고 報告하고 있어 發育期의 高溫이 이화명나방 幼虫의 生存率을 減少시킨 것으로 생각된다.

1化期 誘殺量의 前年 2化期에 對한 比率은 前年 9, 10, 11月 및 同年 3月の 溫度와 正의 相關關係를 보이고 있다. Kinoshita와 Kawada¹¹⁾는 越冬期의 低溫과 1化期 發生量과는 無關하며 越冬前 幼虫의 發育에 필요한 充分한 溫度條件이 더 重要하다고 하였다. 朴과 白¹⁹⁾ 및 玄⁸⁾은 越冬幼虫의 크기가 작은 것일수록 死亡率이 높았다고 報告하였고 Fukaya等⁶⁾은 幼虫의 體重在 가벼울수록 越冬能力이 떨어진다고 報告하였다. 이러한 報告들로 미루어 볼 때 1化期 誘殺量이 越冬前 幼虫의 發育期中的 高溫條件과 관련이 깊은 것은 越冬虫의 發育향상에 기인하는 것으로 생각된다. 또한 1化期 誘殺量의 相對比率이 3月中의 降雨量 및 5月初의 濕度와 負의 關係를 나타낸 것은 이 期間中的 高濕條件이 各種 寄生菌類의 感染을 促進^{8,9)}시킨 것이 아닌가 推測된다.

한편 이화명나방의 化期別 誘殺時期에 미치는 溫度

의 影響을 有効積算溫度의 法則으로 檢討하였는데 羽化時期까지 所要되는 積算溫度가 年次別 變異가 적고 해에 따라 거의 一定하다는 事實은 이화명나방의 發育速度가 有効積算溫度에 크게 左右됨을 示唆한다. 이화명나방의 1世代 經過에 필요한 有効積算溫度와 下限臨界溫度는 調査者에 따라 多少 差異가 있으나 日本의 2化期性 Shonai型的 경우 各各 卵期에 90 DD와 10.5°C,²⁰⁾ 幼虫期에 570 DD와 10.5°C⁴⁾, 蛹期에 172 DD와 10°C¹⁵⁾ 등으로 이들 研究結果를 綜合하면 1世代期間에 760~851 DD의 積算溫度가 필요한 것으로 나타나 있다.¹²⁾ 本 研究의 結果에서도 上·下限臨界溫度 30°C에서 가장 年次變異가 적었고 1世代 經過에 必要한 積算溫度도 地域에 따라 差異가 있으나 대체로 600 DD에서 900 DD의 範圍에 있는 것은 先研究者의 結果와 類似하다고 하겠다.

우리나라의 이화명나방 集團은 1972년부터 統一系 新品種이 擴大 栽培되고 이에따른 栽培法의 變化等 急激한 農生態系의 變化와 더불어 發生量과 發生型에 있어서 急激한 變動期에 있다고 생각된다. 벼 收穫期和 出穗期の 早期化로 因하여 發育이 늦은 越冬幼虫이 淘汰됨으로써 1化期 發生量이 急激히 減少되고 發生時期 또한 多少 빨라졌으며 新品種의 耐肥性 및 收量性의 增加, 早植栽培, 栽培密度의 增加, 窒素施肥量의 增加, 灌溉條件의 向上 等은 2化期 誘殺量의 1化期에 對한 相對比率를 急激히 높이고 있다.

現在 이화명나방의 發生量이 新品種들의 擴大栽培와 이에따른 耕種法의 變化로 因하여 減少되고 있다고 할지라도 寄主와 寄生者의 共進化 現象(Coevolution)을 생각할 때 長期的인 眼目에서 이화명나방은 또다시 問題害虫으로 登場할 可能性도 있을 것으로 생각된다. 그 根據는 첫째로 이화명나방의 1化期 幼虫의 發育條件이 개선됨으로써 實質的으로 被害를 많이 주는 2化期 發生量이 증가되고 있다는 사실이며, 둘째로 新品種의 早期出穗와 早期收穫으로 1化期 發生量이 감소하고 있으나 誘殺時期도 점차 빨라지고 있다는 사실이며 셋째로 추풍령을 경계로 한 이화명나방의 生態的 層化 現象이 뚜렷하게 나타나고 있다는 사실이다. 이러한 모든 사항은 新品種의 擴大栽培로 인한 環境變化에 이화명나방 集團이 점차 적응되어가고 있다는 점을 뒷받침하고 있으며 머지 않아 이화명나방 集團이 發生時期가 빠른 적응된 集團으로 나타날 것이라는 추측을 가늠케 한다.

害虫問題는 Dynamic한 것으로서 發生狀況과 環境條件에 관한 不斷한 情報의 蒐集과 分析을 前提로 解決코자 하여야 한다. 現在 發生量이 減少하였다고 하여 이화명나방의 問題를 疎忽히 한다면 이 害虫이 또다시

深刻한 問題를 일으킬 지도 모른다. 따라서 이화명나방의 集團動態를 綜合的으로 把握하기 위해서는 System Model을 活用하는 것이 하나의 手段이 될 것으로 생각된다.

摘 要

本 研究는 農村振興廳산하의 41個 病害虫發生豫察所에서 1966년부터 1979년까지 14年間 調査된 이화명나방의 誘殺資料를 基礎로 氣象資料, 品種의 變遷, 耕種法의 變動, 其他 農業技術의 變遷에 따르는 이화명나방 發生樣相의 變動을 分析함으로써 今後 本 害虫의 發生豫察을 爲한 基礎資料를 提供하고 이화명나방을 中心으로 한 生態系의 研究用 Model을 構成하는 基礎로 삼고자 遂行하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 이화명나방의 誘殺數는 벼 統一系 新品種이 栽培되기 前인 1971年 以前에 비해 擴大普及된 1972年 以後에 急激히 減少하였으며 特히 1化期의 減少가 顯著하였다.

2. 이화명나방의 1化期에 對한 2化期 誘殺量의 相對比率는 智異山 附近의 山間地와 秋風嶺 以北地方에서 높고 기타지방에서 낮은 傾向을 보였으며 統一系 新品種이 普及된 1972年 以後 그 比率이 점차 높아지는 現象을 나타내었다.

3. 이화명나방의 50%誘殺日은 1,2化期 供히 東南海岸地方에서 늦었고 中西部로 갈수록 빨라지는 傾向을 보였다.

4. 1977年 以後 3個年間的 2化期 誘殺量, 2化期의 1化期에 對한 誘殺量의 相對比率, 그리고 2化期 50%誘殺日에 있어서 秋風嶺을 境界로 南北間에 뚜렷한 生態的 層化現象을 보였다.

5. 2化期 增殖量은 6月과 7月中의 平均氣溫과 負의 相關을 나타내었으며 6月中의 降雨量과도 負의 相關關係가 있었다. 한편 1化期의 增殖量은 前年 9,10,11月 및 同年 3月中의 溫度와 各各 正의 相關關係를 보였으며 前年 9月初旬의 降雨量과 同年 3月の 降雨量 및 5月の 濕度와 各各 負의 相關關係를 보였다.

6. 이화명나방의 1,2化期 50% 誘殺日까지의 有効積算溫度는 上·下 限臨界溫度 30~10°C의 範圍에서 年次變異가 5% 이내로서 신뢰성 있는 推定이 可能하였으며 이 害虫이 1世代 經過에 所要되는 積算溫度는 600~900 Day Degree °C로 나타났다.

引用文獻

1. Allen, J.C. 1976. A modified sine wave method

- for calculating degree days. Unpublished Paper, Univ. Florida, Lake Alfred, Florida. 20pp.
2. Clark, L.R., P.W. Geier, R.D. Hughes, and R.F. Morris. 1967. Ecology of insect populations in theory and practice. Methuen, London. 232pp.
 3. Doke, N. 1936. On the effect of temperature and moisture on the biology of *Chilo simplex* Butler. Oyo-Dobuts Zasshi, 8: 87-93. [Cited from Kiritani and Iwao (1967)]
 4. Fukaya, M. 1959. Forecasting of the agricultural insect pests. Agric. and Hort., Tokyo. 34: 249-252.
 5. Fukaya, M. 1962. Recent advance in the prediction of the occurrence of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker). Mem. of twenty-years of forecasting system. Japan. 91-103.
 6. Fukaya, M., M. Kono, and K. Nakatsuka. 1955. Studies on the rice stem borer, *Chilo suppressalis*. I. On the factors concerning the occurrence of the rice stem borer in the first generation (I). Res. B. Saitama Agr. Exp. Stn. 13:3-16.
 7. Hong, Y.P. 1976. Studies on the photosynthetic activity and carbohydrate metabolism in rice plants. Ann. Rep. Inst. Agr. Sci.: 827-837.
 8. Hyun, J.S. 1973. Study on the development of the overwintered larvae of rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker). Seoul Nat. Univ. Faculty Papers. 2(E): 55-56.
 9. Hyun, J.S. and M.H. Lee. 1975. Studies on the characteristics in the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (W.) in Korea. Seoul Nat. Univ. J.(B) 25:27-46.
 10. Kim, I.H. 1979. The green revolution in Korea. Suweon, Korea. 210pp.
 11. Kinoshita, S., and A. Kawada. 1933. A review on the distribution of the rice borers *Chilo simplex* Butler and the paddy borer *Schoenobius incertellus* Walker, with considerations on the native home of the former species. Bot. and Zool., Tokyo. 1:475-482.
 12. Kiritani, K. and S. Iwao. 1967. The biology and life cycles of *Chilo suppressalis* (Walker) and *Tryporyza (Schoenobius) incertulas* (Walker) in temperate climate area., Pages 45-101 In Major Insect Pests of Rice Plant. Johns Hopkins.
 13. Koyama, J. 1975. Studies on the diminution of insecticide application to the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. II. The economic injury level of the rice stem borer and its predictive estimation. Jap. J. appl. Ent. Zool. 19: 63-69.
 14. Lee, M.H., S.C. Lee, Y.D. Chang, and N.Hoko. 1975. Population dynamics of rice insect pests. Ann. Rep. Strength. Pl. Prot. Pro.: 109-113.
 15. Mihara, Y. 1929. The velocity of development in the pupal period of the rice stem borer. Kentyu 3: 189-190. [Cited from Kiritani and Iwao(1967)]
 16. Office of Rural Development 1978. The technique of rice cultivation. Suweon, Korea. 100pp.
 17. Park, J.S. 1973. Studies on the recent occurrence tendency of major insect pests on rice plant Pages 92-102 In Symp. on the plant environment research and summaries of thesis published by Dr. Yung Sup Kim in commemoration of his sixtieth birthday. June, 1973.
 18. Park, J.S. 1977. The regional differences in the occurrence of rice insect pests in Korea. Unpublished. O.R.D., Suweon, Korea.
 19. Park, J.S. and W.H. Paik. 1962. Handbook of control methods for crop disease and insect pests. Bumin Munhwa Sa, Seoul. pp.80-90.
 20. Sugiyama, S. 1960. The influence of temperature on the embryonic development of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* Walker. Nogabu Kenkyu 47:195-204.
 21. Tansley, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16: 284-307.