

植物保護의 當面課題와 展望

作物害虫

서울大學校 農科大學

玄 在 善

Arther(1950)는 1650年以後의 世界人口 動向을 分析하고 人口가 2倍로 增加하는데 必要한 年數는 半減하여 왔다고 하였다. 食糧 增産은 이와 같이 急増하는 人口에 對하여 活動에 必要한 最低의 營養을 供給하는데 必要한 뿐 아니라 生活水準의 向上에 따르는 食糧의 質的 向上의 解決을 爲하여도 必要한 것이다. 即 Perisse等은 世界 85個國의 國民所得과 食品構造를 調査比較하고 國民所得의 增大는 植物性 食品의 消費比重을 減少시키고 糖分과 動物性 食品의 消費 比重을 增加시킨다고 하였다. 그런데 動物의 生産性은 攝取한 植物의 約 10~20%이고 殘餘分은 呼吸에 利用되는 故로 動物性 食品 10kg의 消費는 植物性 食品 100kg 程度를 消費하는 셈이 되어 消費 食品 性向의 變化는 一次生産(植物의 生産)에 또 다른 壓迫이 된다.

害虫은 植物病菌이나 雜草와 더불어 農業生産을 阻害하는 가장 重要한 要因이다. MIT의 한 研究陣이 分析한 結果를 보면 美國의 食糧作物 生産은 1955년부터 1965년까지 34%가 增加하였는데 이를 爲하여 機械類는 60%, 磷肥料는 75%, 窒素肥料는 146%, 그리고 農藥使用量은 300%가 增加하였다고 하여 災害를 防止하는데 對한 投資率 增加가 가장 높았음을 나타내고 있다. 奇蹟의 벼 IR-8이 1966年 育成되어 東南亞 各國에 普及되어 1,600萬ha에 栽培되었으며 比律賓에서는 50%以上の 普及率을 보였으나 泰國에서는 벼갈파리의 一種에 依한 被害가 甚하여 收量은 높으나 不過 3%밖에 普及이 되지 못하였으며 1972~1973년에 있어서의 病虫害 大發生은 120~150kg의 收量밖에 얻을 수 없어 耐虫耐病性 品種 育成으로 그 方向을 轉換하지 않을 수 없게 하였던 것 등은 病虫害의 問題가 農業生産에 있어서 얼마나 重要한가를 立證하고 있다.

害虫은 作物을 中心으로 한 農生態의 構成要素이다. 따라서 害虫問題는 農生態系를 構成하고 있는 여러가지 要素 相互間의 作用으로 생기는 機能的 表現結果이

다. 故로 害虫防除 技術은 斷片的이고 即興的인 책이 맞추기식이어서는 안되며 農生態系內의 各 構成要素間의 機能的 統一性을 圖謀하는 方向에서 開發되어야 할 것이다.

이 論文은 서울大學校 農科大學 附設 農業開發研究所가 遂行한 文敎部 政策課題 “80年代를 向한 農業 技術開發 方向 設定”의 一部分이다.

1. 우리나라 農林業動向 概況

우리나라 農林漁業所得의 國民總所得에 對한 比率은 1965年 38.4%였으나 1976년에는 24.8%로 減少하고 있다. 그間 國民總所得은 15.1배가 增加하였는데 反하여 農林漁業所得은 9.8배밖에 增加하지 못하여 他 產業分野의 生長率에 比하여 뒤지고 있다.

이와같은 產業構造의 變化는 二次, 三次產業分野의 勞動受容力의 增大를 招來하여 農家人口의 減少를 가져오기도 하였다. 農家人口의 全人口에 對한 比率은 1946年 71.5%던 것이 1960년에는 58.2%, 1970년에는 45.9%, 그리고 1976년에는 35.7%로 減少하였으며 實際 農家人口는 1965年, 1581萬人을 고비로 實質的인 減少가 있어 1976년에는 1278萬人이 되고 있다. 特別 良質 勞動力을 가진 年齡層의 離農現象은 農家人口의 減少와 아울러 農村勞動力不足을 더욱 深刻하게 하고 있다.

우리나라 主要農產物의 平均收量을 보면 表 1-1과 1-2와 같다.

우리나라 主要農作物의 平均收量은 作物에 따라 差는 있으나 全般的으로 增大하였다. 1960年의 平均收量을 基準으로 1976년에는 水稻에서 58.6% 陸稻에서 309.8% 大麥에서 24.7% 甘藷에서 32.3% 그리고 大豆에서 247.9%가 增加하고 있다. 또 園藝作物에서 사과나 배와 같은 永年生 果樹類를 除外하면 모든 作物에

Table 1-1. Yield of food crops. kg/10a (M.A.F.)

	1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Paddy field rice	273	289	330	337	334	358	371	386	433
Upland rice	61	126	164	179	179	183	181	210	189
Barley	182	176	195	196	208	192	177	216	227
Wheat	209	198	226	227	238	231	203	222	222
Potato	888	964	1,131	1,132	1,062	1,129	1,091	1,281	1,179
Soybean	48	57	79	81	79	79	111	113	119

Table 1-2 Horticultural Productions. kg/10a (M.A.F.)

	1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Apple	907	878	1,008	1,095	1,254	1,259	1,080	890	774
Pear	626	764	777	709	681	674	602	543	587
Grape	604	536	551	473	636	706	741	662	912
Peach	528	512	660	734	841	822	749	679	875
Radish	1,146	1,314	1,152	1,394	1,340	1,279	1,359	1,281	1,585
Chinese cabbage	1,057	1,230	1,117	1,329	1,291	1,166	1,325	1,228	1,545
Welsh onion	972	998	1,157	1,231	1,210	1,194	1,172	1,295	859
Garlic	481	508	508	534	541	544	532	517	557
Cucumber	922	852	1,192	1,269	1,304	1,221	1,253	1,308	1,504
Tomato	1,114	1,066	1,495	1,816	1,731	1,704	1,664	1,962	1,807

서 收量이 增大하고 있다. 이들 永年生 果樹類에서 收量低下는 栽植한 年數가 적어 아직 充分한 收量을 내지 못하는 것과 關係있는 것으로 생각된다.

이와같은 收量 增大는 農業生産技術의 向上을 뜻한다. 李殷雄 教授(1977)는 우리나라 米穀生産 趨勢를 分析하고 1961년부터 1974년까지의 生産增加率은 74%가 品種改良과 栽培技術의 向上에 依한 段收增大效果이고 栽培面積 增大效果는 約 22%였고 栽培面積增大의 相互作用 效果는 4%였다고 하여 栽培技術向上效果가 米穀生産量 增加에 크게 寄與하였음을 指摘하였다.

2. 農業生産과 害虫防除

農業生産에 있어서 病虫害 防除의 意義는 增産과 生産의 安定化에 있다 安定없는 增産은 國民經濟安定을 威脅하며 增産없는 安定은 無意味한 것이다.

農業生産에 있어서 病虫害 防除의 寄與度を 評價하는 基準으로 (1) 收量의 增大와 安定, (2) 病虫害 防除費 및 研究 投資, (3) 病虫害 防除로 因하여 農業에서 解放된 資源의 活用 등을 들수 있다.

① 收量의 增大와 安定

그림 1은 日本에서 米穀의 平均收量과 各種 災害와의 關係이다.

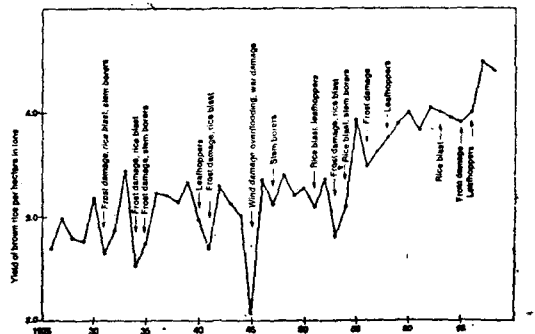


Fig. 1. Average rice yields in Japan, from 1926 to 1968

日本에서 水稻 10a當 收量은 1950年을 基準으로 1967년에는 36.2%가 增加하였으며 病虫害에 依한 減收率은 13.7%에서 4.0%로 減少하였으며 1955年以後에는 減收率이 4~5.9%로 安定되어 있다. 收量 增加率은 1955年까지 5年間에 21%이며 그 後 12年間에는 15%였다.

이것은 1951년에 病虫害 發生時 5~7日以內에 撤布할 수 있는 機資財의 確保를 爲한 5個年計劃이 始作되어 1954년에 거의 完了하였던 것과 關係가 있다고한다.

② 病虫害 防除費用

우리나라 農家戶當 營農費 支出狀況을 主要項目別로 볼 때, 1965年을 基準으로 1975년에는 農業支出 總計에서 5.64倍가 增加하고 있는 데, 肥料費가 2.22倍 農藥代가 11.27倍 農機具代가 14.26倍 그리고 勞賃이 5.60倍로 增加하고 있으며 農藥代의 增加는 1970年頃

부터 急激히 增加하였다.

防除費를 農藥消費量에서 推定할수 있으며 表 2는 우리나라에서의 藥種別 農藥消費量의 年次的 變動狀況이다.

Table 2. Annual consumption of pesticides (M/T)

Years	Insecticide		Fungicide		Herbicide		Others		Total	
	a.i		a.i		a.i		a.i		a.i	
1960	156.4 (9.5)		1,620.1 (190.0)		3.7		0.8		5,857.0 (23.4)	1,784.0 (50.1)
65	729.8 (43.4)		660.0 (77.3)		15.8		19.3		12,729.0 (50.9)	1,784.9 (40.0)
70	8,862.8 (100)	1,680.9 (100)	10,925.6 (100)	853.6 (100)	4,957.6 (100)	689.3 (100)	277.7 (100)	35.4 (100)	25,023.7 (100)	3,559.2 (100)
71	13,936.7 (157.2)	2,660.0 (158.6)	6,916.5 (63.3)	1,171.6 (137.3)	8,280.5 (167.0)	1,127.1 (113.9)	826.5 (297.6)	105.5 (293.0)	29,960.2 (119.7)	5,064.2 (142.3)
72	17,924.9 (202.2)	3,117.1 (185.4)	4,708.8 (43.1)	1,787.0 (209.4)	10,152.2 (204.8)	1,388.1 (140.3)	411.8 (148.2)	61.4 (173.4)	33,197.7 (132.7)	6,353.6 (178.5)
73	19,717.0 (222.5)	2,859.7 (170.1)	6,345.7 (58.1)	1,219.2 (142.8)	9,666.1 (194.9)	849.2 (85.8)	669.0 (240.9)	110.0 (310.7)	36,397.7 (145.5)	5,038.1 (141.6)
74	35,909.0 (405.2)	4,282.5 (254.8)	6,857.9 (62.8)	1,231.5 (144.3)	19,428.2 (391.9)	1,571.5 (158.8)	407.3 (146.7)	51.5 (145.5)	62,602.3 (250.2)	7,137.0 (200.5)
75	46,219.0 (521.5)	4,388.0 (261.1)	8,332.6 (76.3)	1,391.0 (163.0)	25,852.3 (521.5)	2,510.0 (254.0)	565.4 (203.6)	165.0 (466.1)	80,869.3 (323.6)	8,454.0 (237.5)

ai: active ingredient. (): Indics

우리나라의 農藥消費量은 年次的으로 增加하고 있으며 總消費量은 1970年을 基準으로 하였을 때, 1975년에는 3.2倍가 增加하였고 原劑消費量은 2.3倍가 增加하고 있다. 藥種別로 藥量과 原劑量의 增加率을 보면 殺虫劑가 5.2倍와 2.6倍, 殺菌劑가 0.8倍와 1.6倍 除草劑가 5.2倍와 2.5倍, 其他가 2.0倍와 4.7倍로 各各 增加하여 殺虫劑와 除草劑의 消費量 增加率이 顯著하다. 이와같은 農藥消費量 增加 傾向은 外國에서도 비

슷하다. 美國에서 1952~1968年間的 農藥消費量을 보면 全體로는 年間 14%가 增加하였고 殺虫劑가 3.6倍 殺菌劑는 增加가 거의 없고 除草劑는 3.6倍가 增加하고 있다. 日本에서 1965~1974年間的 그것을 보면 殺虫劑가 3.3倍, 殺菌劑가 3.9倍 그리고 除草劑가 6.1倍 各各 增加하였다.

表 3은 우리나라에서 殺虫劑의 形態別 消費量이다.

Table 3. Annual consumption of the pesticides by the formulation. (M/T) (1977. Pesticide Year book)

	1971	72	73	74	75	76
Mercron	48.4 (100)	75 (155.0)	95.8 (198.9)	92.8 (192.5)	121.4 (250.8)	165.3 (341.5)
Emulsion	3,757.4 (100)	6,091.6 (162.1)	7,269.5 (193.5)	7,138.4 (190.0)	9,481.2 (252.3)	8,276.9 (220.3)
Dust	7,202.0 (100)	8,002.2 (111.1)	13,096.1 (181.8)	89,990.4 (138.7)	25,767.8 (357.8)	82,527.3 (1,145.9)
Wettable powder	982.8 (100)	2,026.2 (206.2)	2,541.2 (258.6)	1,784.0 (181.5)	2,852.9 (290.3)	4,053.3 (412.4)
Water soluble	935.0 (100)	600.6 (64.2)	700.2 (74.9)	527.5 (56.4)	640.6 (68.5)	398.3 (42.6)
Granule	11,519.0 (100)	15,989.3 (138.8)	26,450.4 (229.63)	1,233.2 (271.1)	49,018.1 (425.5)	75,250.4 (653.3)
Auxiliary substance	239.3 (100)	158.9 (66.4)	322.3 (134.7)	191.5 (80.0)	207.0 (86.5)	248.9 (104.0)
Others	950.4 (100)	686.9 (72.3)	895.5 (94.2)	804.1 (84.6)	200.4 (21.1)	131.1 (13.7)

製劑 形態別 消費量을 1971년과 1976年度를 比較하여 보면 乳劑는 3.2배, 水和劑는 4.1배가 增加하였는데 反하여 粉劑는 11.5배, 粒劑는 6.5배가 增加하고 있어 液劑에 比하여 粉劑와 粒劑의 使用量이 크게 增加하고 있다. 이것은 撒布 能率을 增大시키기 爲한 것으로 特히 動力撒布機의 普及과 密接한 關係가 있다. 이

것은 勞動力의 節減과 使用의 簡便을 가져 왔으나 實際로는 農藥撒布量을 增加시켜 環境汚染이라는 點에서는 바람직스러운 것이라고는 할수 없다(粉劑나 粒劑는 液劑보다 濃도가 높다)

表 4는 主要地域에서 單位面積에 投下되는 農藥費이다.

Table 4. Crops acres and pesticide expenditures in different parts of the world. (Goring, 1976)

Area	Estimated crop Acres (Millions)	Estimated pesticide expenditures at user level, Million U.S. Dollars	Estimated pesticide expenditures per Acre in U.S Dollars
Japan	13	450	34.6
Western Europe	128	1,301	10.2
U.S.A.	198	1,732	8.7
All others	1,273	1,655	1.3
Korea*	5.5	95.2	17.3

*Calculated from the data in 1976

單位面積에 投下되는 防除費는 日本이 가장 많어 第 34.6이고 韓國은 \$17.3이어서 우리나라의 防除費 投下率은 日本의 約 50% 西歐地域의 1.7배, 그리고 美國의 約 2배로 相當히 높은 防除費를 쓰고 있음을 알 수 있다.

③ 病害虫 防除에서 解放된 資源의 他分野에의 活用 病害虫 防除의 成功으로 이 分野에 所要되던 資源이 다른 經濟分野에 轉用될 수 있다. 肥料나 農藥, 그리고 育種上의 發展은 1930年代나 1940年代의 이와 關係되는 工業分野의 發展에 큰 功獻이 있었다. 表 5는 美農務省이 分析한 農業投資의 內容 變動狀況이다.

Table 5. Changes in Index of Selected Agricultural Inputs: 1952~1968

	1952	1968
Labor	100	53
Real estate	100	109
Machinery	100	130
Fertilizer and lime	100	292
Domestic sales of pesticides	100	269
All farm inputs	100	110

U.S. Department of Agriculture (1953 and 1969; 1953~1969). (G.A. Carlson & E.N. Castle 1972)

單位 勞動時間, 또는 單位面積當의 收益金이 病害虫 防除나 施肥等の 改善으로 增加하게 되어 農藥이나 肥料가 農業生産에 必要로 하던 勞動力이나 土地資本을 代置하였음을 볼수있다. 이때 捲려진 勞動力은 他産業에 轉用될수 있으며 그중에는 防除에 必要한 器具類

또는 農藥等の 生産이나 防除作業 自體에 捲려질수도 있을 것이다. 이와같은 單位面積當 收量의 增大는 土地利用率을 높이고 農業勞動力의 他産業轉用을 可能케 하였으며 農村勞動力의 減少에도 不拘하고 增產을 可能케 하였다. 勿論 이와같은 人口의 都市集中現象은 또 다른 社會學的 問題를 惹起하기도 하여 社會學的으로 評價에 어려움이 있다 하겠다.

3. 害虫의 發生狀況

前述한바와 같이 害虫은 農生態系의 構成要素이다. 農生態系는 高度로 均質화된 遺傳子 構成을 갖인 作物을 中心으로 栽培時期와 方法, 施肥法 그밖에 人爲의 이고 劃一性이 強하게 作用하고 있는 特殊한 生態系이다. 따라서 新品種의 導入, 栽培法의 改善, 病害虫 防除法等の 變遷은 害虫發生相에 直接, 間接으로 많은 影響을 미치게 된다. 우리나라에서 害虫發生狀況을 水稻害虫을 中心으로 살펴 보면 아래와 같다.

表 6은 벼의 主要害虫 發生狀況을 誘蛾燈에 依한 誘殺量으로 본 것이다.

벼의 主要害虫中 이화명나방과 벼애나방의 發生量은 1968年以來 減少하고 있는데 反하여 애벌구, 흰등벌구 그리고 끝동매미충의 發生量은 各各 2.1배, 1.4배 그리고 2.0배로 增加하고 있다. 表에 벼벌구의 資料가 없는 것은 種同定에 信憑性이 問題가 되어 除外하였으나 그 發生量의 增加 傾向은 1975年以後의 被害狀況으로 實感할수 있을 것이다.

한편 이화명나방, 애벌구, 그리고 끝동매미충의 地域的 發生狀況을 1968~1972間과 1973~1977間의 5個年 平均誘殺量으로 比較하면 그림 2, 3, 4와 같다.

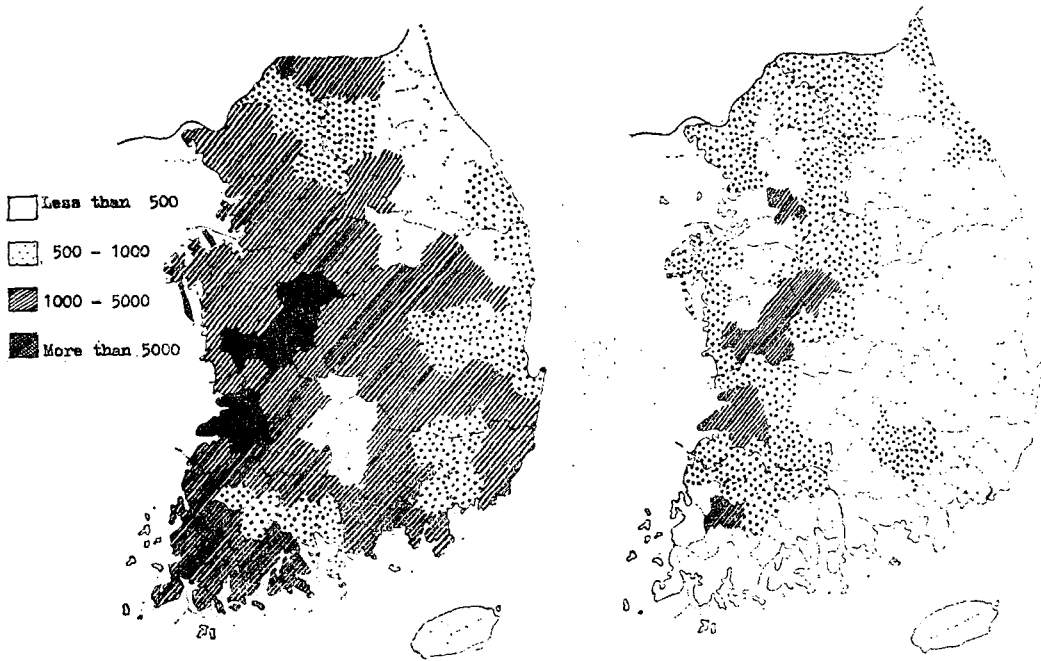


Fig. 2. Regional differences in the occurrence of *Chilo suppressalis*. Left: Average of five years (1968~1972) Right: Average of five years (1973~1977) (Park 1977)

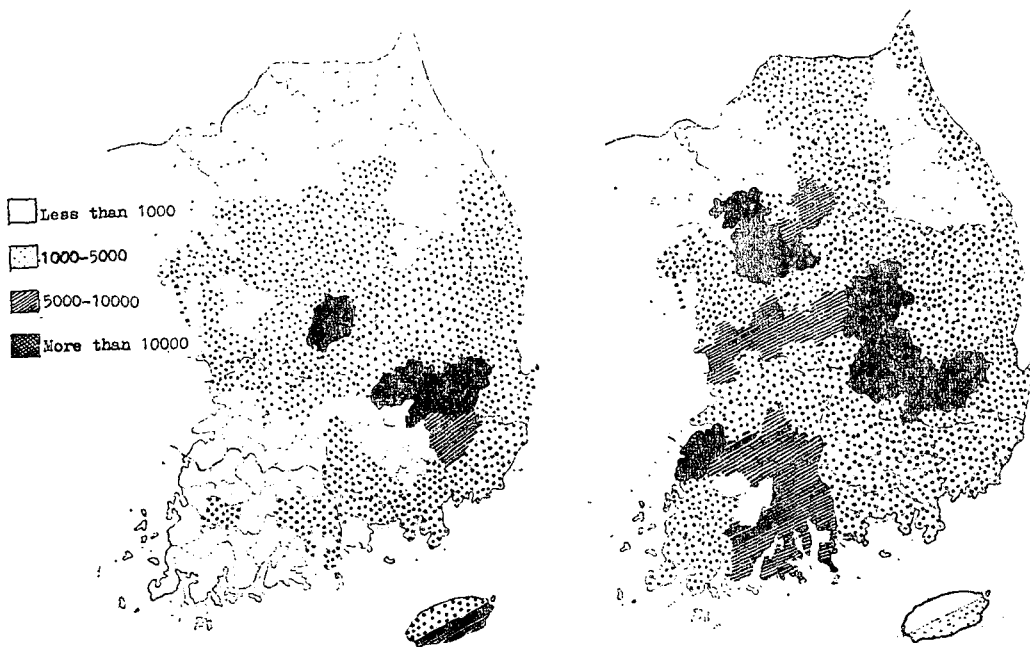


Fig. 3. Regional differences in the occurrence of *Laodelphax striatellus*. Left: Average of five years (1968~1972) Right: Average of five years (1973~1977) (Park 1977)

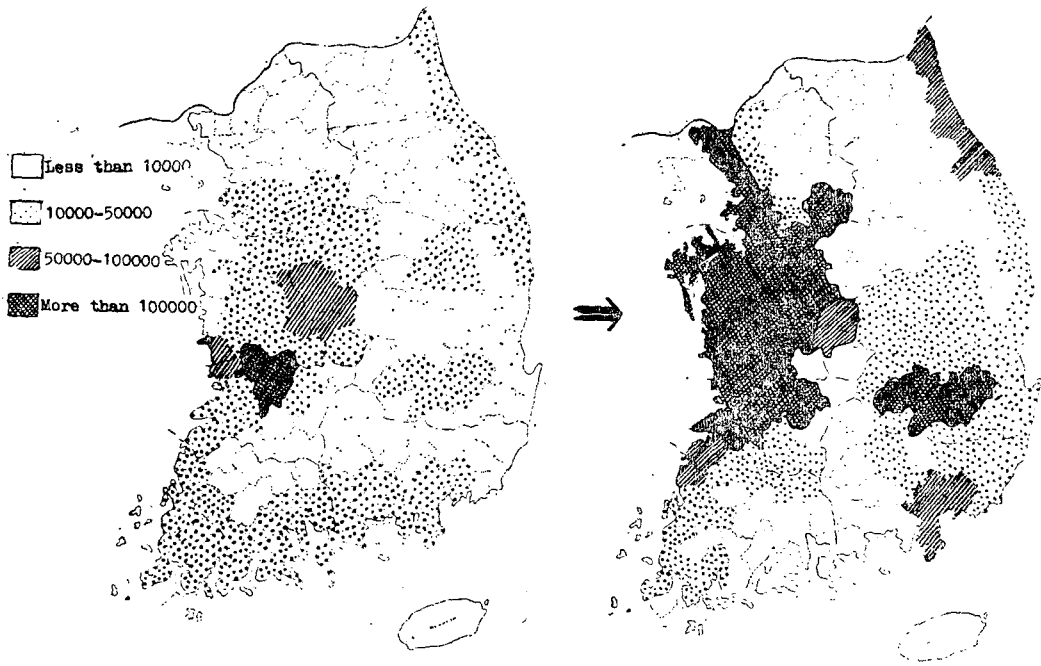


Fig. 4. Regional differences in the occurrence of *Nephrotettix cincticeps*. Left: Average of five years (1968~1972) Right: Average of five years (1973~1977) (Park 1977)

Table 6. Number of pest insects caught by the light trap. (Top: Number, Lower: Index (ORD))

	1968	69	70	71	72	73	74	75	76	77
<i>Laodelphax striatellus</i>	75,983 (100)	223,743 (294)	150,208 (198)	93,215 (123)	109,798 (145)	354,666 (467)	52,796 (69)	403,204 (531)	100,523 (132)	161,094 (212)
<i>Naranga aenescens</i>	41,907 (100)	58,849 (140)	122,109 (291)	42,840 (102)	20,729 (49)	31,442 (75)	34,652 (83)	34,474 (82)	19,930 (48)	23,941 (57)
<i>Nephrotettix cincticeps</i>	771,448 (100)	926,743 (120)	1,127,112 (146)	711,429 (92)	1,366,115 (177)	11,495,324 (1,490)	948,048 (123)	17,450,175 (2,262)	827,641 (107)	1,541,634 (200)
<i>Chilo suppressalis</i>	119,558 (100)	84,507 (71)	75,857 (63)	93,155 (78)	62,181 (52)	46,343 (39)	22,866 (19)	18,501 (15)	22,575 (19)	14,875 (12)
<i>Sogatella furcifera</i>	40,948 (100)	285,990 (700)	182,638 (446)	139,222 (340)	130,689 (319)	128,423 (317)	19,699 (48)	49,489 (121)	48,680 (119)	55,589 (136)

이화방나방은 忠南北地方과 全北地方에 發生이 많으며 그 發生樣相은 全國的으로 發生量이 減少하였을 뿐 最近 10年間에 地域的 變動은 없다. 다만 南部地方에서의 發生量 減少가 中部地方에서의 그것보다 顯著함을 알수 있다.

애걸구는 過去에는 忠北一部地域과 慶南北地方에 發生量이 많았으나 現在 그 分布는 全國的으로 擴大되었고 年間 誘殺數가 10,000頭 以上인 地域이 京畿地方까지 北上하였으며 全南北一帶에도 發生이 많아지고 있다.

끝동매미충은 過去에 發生量이 많았던 忠北의 一部와 全北一部地方에서 많음은 勿論 全南西部를 除外한 西部平野 全域에 걸쳐 最近 5年間에 發生量이 顯著히 增加하고 있고 그 밖에 大邱, 金海地方에서 發生量이

크게 增加하고 있다.

이밖에 過去에는 主로 山間地帶에서 問題가 되던 벼 잎벌레의 發生이 低地帶까지 擴大하게 되었으며 벼줄기굴파리類나 흑명나방의 被害가 最近 增加 傾向을 보이고 있으며 벼잎말이나방이나 번개매미충의 發生은 거의 볼수없게되는 등 害虫發生相에 많은 變化를 볼수 있다. 이와같은 害虫發生相의 變遷과 發生量의 變化는 農生態系內의 여러가지 構成要素의 變化로 일어난것 이라고 할수 있다. 그 中 重要한 몇가지 要因을 살펴 보기로 한다.

4. 水稻栽培條件의 變遷

① 品 種

表 7은 우리나라에서栽培된品種群의 租藁比이다.

Table 7. Varietal variation of grain straw ratio. (Lee. et al 1969, Crop Exp. Sta. 1976).

1	2	3	4	5	6	Nopung	Naekyung	Suwoen 258	Suwoen 264	Tongil
80.6	96.2	86.5	110.3	98.0	124.8	168.4	156.5	186.4	168.4	153.9

- 1 : Cheonjoodo, Nockdoodo, Olbyo, Before 1907
- 2 : Do, Chosinryeok, Seocksanjo, Before 1930 (Introduced)
- 3 : Keum, Kockryangdo, Tamakeum, After 1930 (Introduced)
- 4 : Suwon #3, Poongok, Paltal, Before 1960 (Improved)
- 5 : Norin #6, Shirogane, Shin #2, After 1960 (Introduced)
- 6 : Jinheung, Kwanok, Suwon #197, After 1960 (Improved)

1900년대 初期 栽培品種의 租藁比는 100以下였으나 1960년대品種의 그것은 100以上이며 특히 最近 育種된 統一系 品種의 租藁比는 150~180으로 極히 높아지고 있다. Van Dablen (1962)은 Netherland에서의 小麥品種의 變遷에서 多收性品種의 特性이 光合成 總量의 增加보다도 租藁比의 增加가 크게 寄與하고 있음을 指摘한바 있다. 即 1900年代에 栽培되던 Wilhelmina品種과 1950年代의 品種인 Heines VII의 純生産量比(光合成-呼吸)는 0.94로 減少하고 있으나 收量比는 1.22로 增加하고 있는데 租藁比는 104에서 194로 增加하였다

고 하였다. 이와같은 租藁比 增大는 光合成 總量中 穀物生産에 利用되는 量이 支持組織인 葉莖으로 가는 量보다 相對的으로 增加하고 있음을 말해 주고 있다. 租藁比의 增大는 單位 支持組織量當의 穀物量을 增加시켜 外的 環境으로 부터의 壓力에 對한 作物體 自體의 抵抗性을 弱화시키게 되는 故로 보다 많은 保護를 要하게 된다. 이것에 遺傳子 構成의 均質化나 單純化와 더불어 病害虫에 對한 抵抗性의 一般的 脆弱性으로 나타나게 된다고 할수 있을 것이다. 表 8은 現在 栽培되고 있는 벼 品種의 耐虫性이다.

Table 8. Varietal resistance of rice to insect. (Choi 1977)

Varieties	<i>C. suppressalis</i>	<i>Nilaparvata lugens</i>	<i>Sogata furcifera</i>	<i>R. striatellus</i>	<i>N. cincticeps</i>	<i>Deltocephalus dorsalis</i>
Palkoyng	MS	S	S	S	S	S
Akibare	MS	S	S	MS	S	S
Jinheung	S	S	S	S	S	S
Kimmage	S	S	S	S	S	S
Satominori	S	S	S	MS	S	S
Mankyong	S	S	S	MS	S	S
Paldal	S	S	S	S	MS	—
Tongil	S	S	S	R	M	S
Yushin	S	S	S	S	S	S
Milyang 21	—	S	S	MS	M	S
Milyang 23	—	S	MS	MR	M	S

現在 栽培되고 있는 벼 品種은 耐虫性이라는 側面에서는 別로 改善된바 없음을 알수있다. 위의 結果는 幼苗檢定으로 얻어진 結果이며 이들이 分蘖數가 많고 耐肥性이 強하여 鬱閉度가 크다는 點等은 圃場 條件下에서 間接的으로 멸구類 發生에 影響을 미칠수있다는 點은 別個의 問題라 하겠다. 그림 5와 6은 圃場 條件下에서 密陽 23號와 Akibare에서의 벼 멸구와 흰등멸구의 密度 變動狀況이다.

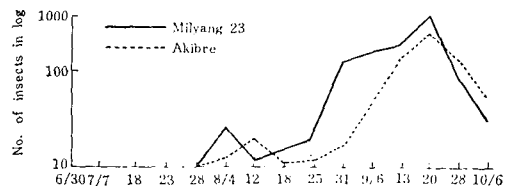


Fig. 5. Change in density of *N. lugens* on Akibare and Milyang 23. (IAS 1977)

이 두品種은 벼멸구에 對하여는 모두가 弱한 品種이며 密陽 23號는 흰등멸구에 對하여 中度의 弱한 抵抗性을 나타내는 것으로 되어있다(表 8 參照). 그러나

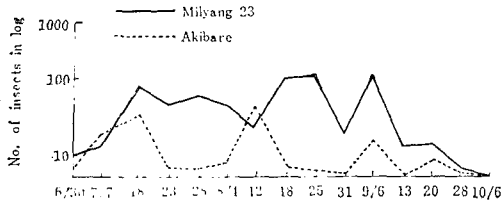


Fig. 6. Change in density of *S. furcifera* on Akibare and Milyang 23 (Transplanted on July 1) (IAS 1977)

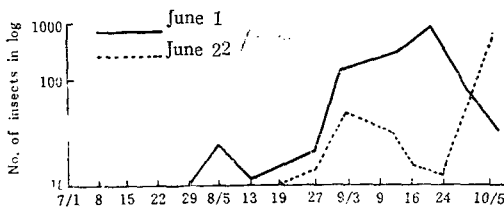


Fig. 7. Change in density of *N. lugens* on Milyang 23 transplanted on June 1 and 22. (IAS 1977)

벼멸구 密度增加率은 密陽 23號에서 初期 密度 形成이 Akibare 보다 빠르고 흰등멸구의 密度는 密陽 23號에서는 安定된 趨勢를 보이거나 흰등멸구의 그것은 뚜렷한 世代別 差를 나타내고 있다.

그림 7과 8은 密陽 23號를 移秧期를 달리하였을 때의 벼멸구와 흰등멸구의 密度變動狀況이다.

벼멸구의 密度는 早植區에 있어서 發生量이 顯著하게 높으며 흰등멸구에 있어서도 後期 密度에는 差는 있으나 그 變動 傾向에는 差가 없다. 이와같이 同一한 品種에 있어서도 栽培條件에 따라 差가 생기며 品種과 害虫의 種類에 따라 서로 다른 反應을 나타내게 된다.

한편 우리나라에서 栽培되고 있는 벼의 品種別 栽培

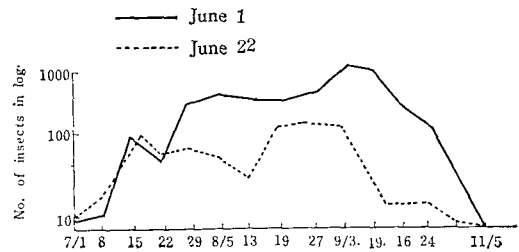


Fig. 8. Change in density of *S. furcifera* on Milyang 23 transplanted on June 1 and 22. (IAS 1977)

面積 比率를 보면 表 9와 같다.

Table 9. Per Cents of planted acreages of various rice varieties. (M.A.F.)

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Palkoyng	13.6	11.0	11.6	8.5	3.4	0.9
Akibare	11.3	23.5	25.7	26.5	23.9	20.0
Jinheung	3.1	3.0	2.8	2.2	1.1	0.5
Satominoria	3.4	8.3	9.8	11.3	7.5	2.8
Mankyong	3.3	7.9	5.9	3.0	1.0	0.2
Subtotal	34.7	53.7	55.8	51.5	36.9	24.4
Tongil	9.2	6.9	15.0	21.7	11.6	5.6
Yushin				0.1	25.4	19.0
Milyang 21						9.9
Milyang 23						6.7
Subtotal	9.2	6.9	15.0	21.8	37.0	41.2

우리나라에서 栽培되고 있는 品種을 보면 農業技術의 發達에 따라 特定品種에 對한 農民의 選好性이 뚜렷하여지고 있다. 即 1972년에는 Akibare가 11.3%가 가장 많았으나 1977년에는 Akibare가 20.0% 密陽 21號가 19.0%로 他 品種에 比하여 顯著히 많이 栽培되었으며 統一系 品種의 普及率은 1977年度에 41.2%에 達하고 있다.

이와같은 栽培品種의 單純化, 그리고 特定品種의 圃地化는 어떤 害虫의 發生을 急性的이고 廣域化하는 데 好條件이 될수있다. 特히 멸구類나 끝동매미충과 같이 世代期間이 짧고 年間世代數가 많으며 增殖力이 強한 害虫에 對하여는 그 影響은 크다 하겠다.

② 栽植密度의 變遷

李(1977)는 우리나라 벼의 增收를 爲한 收量要因을

分析하고 統一系 品種에서는 穗當粒數 確保가 增收要因이 있으나 中部地方에서는 穗數 確保가 粒數 못지않게 重要하였으며 日本型 벼의 境遇는 嶺南과 湖南에서

穗數와 登熟率 向上이 크게 寄與하였다고 하였다. 表 10은 우리나라 全國平均 坪當莖數이다.

Table 10. Number of hills and tillers Per 3.3m². (M.A.F 1977)

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
No. hill	75.7	75.0	75.0	73.4	69.1	69.1	70.1	71.7	74.4	75.7
Eff. Tiller	1,019.5	1,040.7	1,121.0	1,088.0	1,012.0	1,068.0	1,021.5	1,090.9	1,124.0	1,262.9
Non-Eff. tiller	100	102.1	110.0	106.7	99.3	104.8	100.2	107.0	110.3	123.8
Total	1,134.5	1,153.4	1,184.0	1,157.0	1,068.0	1,137.0	1,084.3	1,153.7	1,193.4	1,321.5
	100	101.7	104.4	102.0	94.1	100.2	95.6	101.7	105.2	116.5

벼의 坪當莖數는 1967年을 基準으로 1976년에는 16.5%가 增加하였으며 有效莖數는 23.8%가 增加하였으나 無效莖數는 59.5%로 約 40%가 減少하고 있다. 이와같은 坪當莖數의 增加는 坪當株數의 增加, 新品種의 導入, 施肥法의 改善(多肥와 穗肥中心 施肥), 移秧期와 早期化 等に 起因된 것으로 생각된다. 表10의 莖數

增加率을 表9의 新品種 普及率을 參酌하여 생각할 때 莖數 增加가 統一系 品種의 栽培面積 擴大와 密接한 關係가 있음을 알수있다. 表 11은 統一系 品種과 振興 品種의 栽植密度와 莖數와의 關係로 어떤 栽植密度를 不拘하고 統一系 品種 莖數가 많음을 알수있다.

Table 11. Number of hills, tillers and grain straw ratios of three rice varieties. (Unpublished data. Park. 1977)

	No. tillers			Yield			Gr/St		
	Tongil	Jinheung	Suwon 251	Tongil	Jinheung	Suwon 251	Tongil	Jinheung	Suwon 251
10×10cm	1,118.88	986.76	1,013.04	599.08	641.52	662.71	1,306	1,203	1,476
15×15	872.64	752.64	764.16	622.19	651.10	673.68	1,304	1,137	1,265
20×20	775.05	712.05	711.99	547.34	640.30	653.06	1,221	1,022	1,259
25×25	695.87	577.84	611.54	552.68	614.48	603.00	1,278	1,223	1,251
30×30	722.40	533.88	625.68	594.13	605.52	582.71	1,254	1,188	1,153

이와같은 作物密度의 增加, 그리고 有效莖數의 增加는 圃場内の 微氣候의 相當한 影響을 미쳤을 것으로 생각된다. Pathak (1968)과 Nishida (1975)는 벼밀구는 벼의 基部에서 增殖하며 乾燥地帶보다 多濕地帶에

發生이 甚하다고 하였으며 Saxena와 Sogawa (1977)는 벼밀구는 高濕度에 誘引된다고 하였다.

表 12는 栽植密度와 벼밀구의 發生量과의 關係이다.

Table 12. Density of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* nymphs on rice selection IR 1917-3-17 transplanted at several spacings. IRRI, 1976, wet season. (Dyck 1977)

Spacing (cm)	Hills (no./sq m)	Treated with insecticide ^a				Untreated		
		9 WT		11WT		7WT	11WT	
		Nymphs		Tillers		Nymphs	Nymphs	Nymphs
		(no./sq m)	(no./hill)	(no./sq m)	(no./hill)	(no./sq m)	(no./sq m)	(no./sq m)
40×40	6.2	23	3.6	159	25.6	37	11	38
40×20	12.5	37	3.0	266	21.3	77	3	61
20×20	25	70	2.8	368	14.7	95	35	46
40×5	50	56	1.1	430	8.6	76	44	38
20×5	100	123	1.2	710	7.1	150	78	68
5×5	400	HB ^b	HB	HB	HB	HB	229	162

^a To increase brown planthopper density, diazinon granules at 1kg a.i./ha were applied at 1 and 4 weeks after transplanting (WT), and methyl parathion sprayed (0.75kg a.i./ha) biweekly beginning at 6 WT.

^b HB=Hopperburn.

圃場條件에서 벼밀구의 株當密度는 減少하고 있으나 單位面積當의 密度는 作物密度가 높아짐에 따라 增加하고 있으며 實際 被害는 株當莖數의 減少(表11)로 增大하고 있다.

表 13은 人爲的으로 莖數를 調節하였을 때의 벼밀구의 密度이다.

後後 35日의 벼밀구 密度는 어떤 傾向을 볼수 없으나 63日後에는 作物 密度의 增加에 따라 벼밀구 密度는 顯著하게 높아지고 있으며 溫室內 接種試驗에서는 接種後 42日부터 明白한 傾向을 볼수 있어 栽植密度가 벼밀구 發生에 影響을 미치고 있음을 알수 있다.

한便 作物 密度의 增加는 殺虫劑의 効果에도 影響을

Table 13. Density of the brown planthopper, *N. lugens* effected by the artificially adjusted number of rice tillers. (Dyck et al 1977)

Tiller Number	Field Popultaion		Caged green house Population No/cage	
	35 DT	63 DT	42 DI	70 DI
IR 1917-3-17 low	107	32	410	929
IR 1917-3-17 moderate	19	43	559	1,409
IR 1917-3-17 high	28	89	880	1,734

DT : Days after transplantation

DI : Days after infestation

미칠것으로 생각된다. 表 14는 殺虫劑의 撒布 部位에 따르는 殺虫效果이다.

Table 14. Foliar application of insecticides applied above and below the rice canopy for brown planthopper (BPH) control. IRRI, 1977 (Aguino & Heinrichs).

Insecticide *	BPH (no./4linear-m row) ^b sampled with D-Vac suction machine		
	Before insecticide application (no.)	2 days after application (no.)	Control ^c (%)
		Applied above the rice canopy	
Metalkamate	4,766 a	1,183 a	74
Monocrotophos	8,213 a	3,168 b	60
Perthane	7,342 a	2,589 b	63
No insecticide	6,190 a	5,893 b	5
		Applied below the rice canopy	
Metalkamate	11,241 a	947 a	92
Monocrotophos	6,723 a	2,074 b	69
Perthane	7,521 a	335 a	99
No insecticide	7,805 a	8,811 c	0

* Hopper development was induced by foliar application of 30g a.i.pecamethrin/ha starting at 15 days after transplanting. Three applications were made at 750g a.i./ha. The volume of spray material for both methods was 1,444 liters/ha.

^b in each column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level.

^c Values shown were adjusted using Abbott's formula.

殺虫劑를 草冠部에 撒布하였을 때의 防除效果는 60~74%나 草冠下層部에 撒布하였을 때는 90%以上の 殺虫效果를 나타내고 있어 이들의 棲息處 가까운 곳에 撒布하는 것이 防除效果가 큰 것을 알수 있다. 이것은 草冠部에 撒布하였을 때 藥劑가 草冠下層部까지 浸透

하기가 어렵다는 것을 示唆하고 있다.

3. 移秧期の 變遷

最近 우리나라 水稻 栽培技術에서 또 하나의 特徵은 保溫育苗와 早期移秧이라 하겠다. 最近 水稻 移秧期는

全國적으로 1960年代에 比하여約 10日이 빨라졌다. 이와같은 栽培時期의 變遷은 벼의 生育狀態와 害虫의 生育段階間의 時間的 一致性에 變化를 招來하였다. 日本에서 最近 이화명나방의 減少 原因에 關한 日本應用動物昆虫學會의 심포지움에서 早期 栽培로 2化期의 孵化 幼虫이 喰入할 때 벼줄기가 硬化되어 있고 營養條件이 不利하여 故로 幼虫의 生産이 不良하고 越冬에 充分한 生育이 이루어지기 前에 벼를 收穫하기 때문에 越冬幼虫의 致死率이 높아진것이 原因中的 하나라고指 摘한바 있으며, 우리나라에서도 그림 2에서 보는 바와 같이 南部地方에서 北部地方보다 이 害虫의 減少傾向이 甚한것은 벼의 收穫期가 빨라진 程度가 南部가 中部보다 크며 2化螟蛾의 發生時期는 南部地方에서 늦다는 것등을 생각한다면 어느 程度 理解할수 있을것으로 생각된다.

벼멸구는 飛來害虫이며 長翅型 雌虫은 移植後 10~20日의 벼에 選擇的으로 定着한다 (Kishimoto 1976). 定着한 成虫은 거의 指數函數的인 增加를 하며 그 增殖率은 벼의 生育狀態와 密接한 關係가 있다. Kuno (1968)는 野外密度調査에 依하여 멸구, 메미층數의 增殖率(logr)을 表 15와 같이 推定하였다.

Table. 15. The reproduction table for paddy-field populations of the four leafhoppers based on the 6-year data from the field census.

Species	$\log r_1$	$\log r_2$	$\log r_3$	$\log R$
<i>Nilaparvata lugens</i>	1.722	0.873	0.567	3.162
<i>Sogatella furcifera</i>	0.820	0.581	2.706	1.401
<i>Laodelphax striatellus</i>	0.787	0.262	1.680	1.049
<i>Nephotettix cincticeps</i>	1.658	0.372	1.529	2.030

The mean for the 6 years (1961-66).

r_i : The rate of reproduction from the $(i-1)$ th to i th generation (P_i/P_{i-1}), R : The total rate of population growth from the initial to the 'peak' generation ($R=R_3=r_1r_2r_3$ in *N.lugens*, and $R=R_2=r_1r_2$ in the other three species).

害虫의 種類에 따라 差는 있으나 벼의 生育이 進行됨에 따라 增殖率이 減少한다. 即 本雀 侵入世代와 第3世代의 增加率은 벼멸구가 1.722와 0.567, 메미층이 0.787과 1.680, 흰등멸구가 0.820과 2.706, 그리고 갈등메미층은 1.658과 1.529로 減少하고 있다. 이와같은 增殖率의 差는 溫度를 비롯한 여러가지 環境條件의 影響과 密度效果, 그리고 벼의 生長에 따르는 營養條件의 變化等과 關係가 있을 것으로 생각된다.

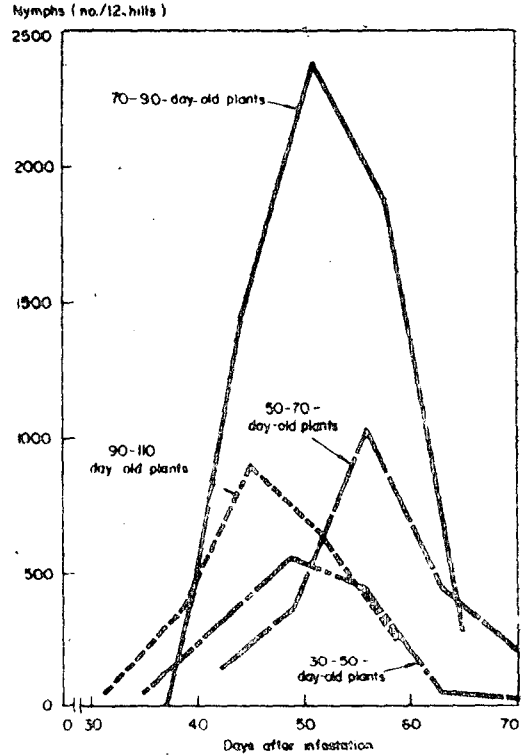


Fig. 9. Density of the second generation of *Nilaparvata lugens* on IR22 plants of different age ranges in an insectary experiment. (Dyck 1977)

그림 9는 IRRI에서 調査된 벼의 生育狀態에 따르는 벼멸구의 密度變動狀況이다.

벼멸구의 密度는 70~90日頃된 벼에서 가장 높으며 그 보다 어린벼나 더 生育이 進行된 벼에서는 密度가 낮다. 우리나라에서 이와같은 벼의 生育狀態에 到達되는 時期는 過去에는 7月中旬~8月上旬이 었으나 前記한 바와 같은 保溫育苗로 6月下旬~7月中旬에 該當되어 飛來定着한 벼멸구의 初期密度形成에 有利한 條件을 提供하게 되어 後期密度가 높아지기 쉽게 된다.

그림 10은 移秩後의 經過日數와 벼멸구의 增殖率과 의 關係이다

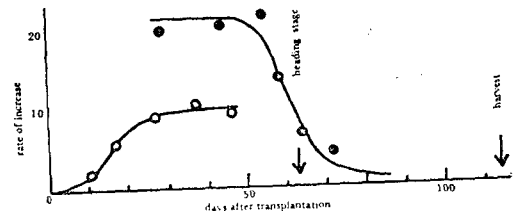


Fig. 10. Rate of increase (depending on the density of B♀) of *N.lugens* at various growth stages of the rice plant (Kishimoto 1976)

移秧後 30~50日頃인 벼의 幼穗形成期~穗孕期가 벼멸구의 増殖에 가장 有利하며 出穗期以後에 는 増殖率 이 크게 떨어진다. 우리나라에서 벼멸구의 飛來時期는 6月下旬~7月中旬이며 飛來 定着期와 増殖을 爲한 好條件이 一致하고 있다는 것은 最近의 벼멸구 發生量 增加와 깊은 關係가 있다.

玄等(1977)은 애벌구의 世代別 増殖率을 벼의 生育狀況과 聯關하여 調査하고 4月23日~5月1日間에 接種하였을 때의 孵化率은 67.5%였으나 5月17日에 接種하였을 때는 13.5%로 極히 낮다고 報告하였다.

이와같이 栽培時期의 害虫과 寄主의 生理的 狀態間의 時期的 一致性에 變動을 招來하여 害虫 發生相에 影響을 미친다.

4. 施肥

우리나라의 肥料 消費量은 1965年頃부터 크게 增加하였으며 1975년에는 1960년에 比하여 總消費量은 3.4倍 窒素는 2.4倍가 增加하고 있다.

그림 11은 窒素施肥量과 벼멸구의 發生量과의 關係 이다.

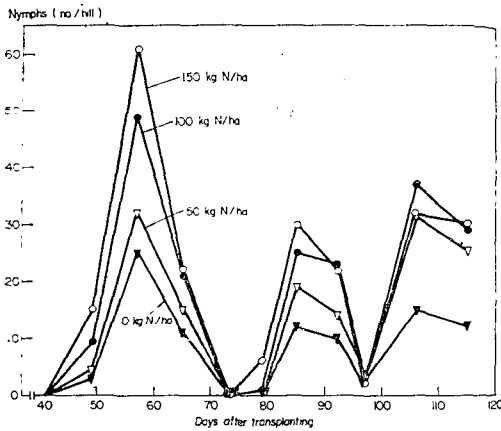


Fig. 4. Density of *Nilaparvata lugens* nymphs on rice variety treated with different levels of ammonium sulfate fertilizers in two doses, 60% at 7 days after transplanting and 40% at 42 days. IRRI, 1971, wet season.

窒素肥料의 增加는 벼멸구 發生量에 密接한 關係가 있으며 특히 그 影響은 初期 密度增加에 關係가 깊다. 이것은 窒素肥料量의 增加가 벼멸구의 生殖力을 增大시키기 때문이라고 한다. (Kalode 1971, 1976)

그러나 肥料와 害虫發生과의 關係는 一律的이고 單純한 것은 아니고 各各의 成分은 勿論 各成分間의 均衡問題나 施肥條件에 따라 달라진다. 이화학나방의 發生量은 硅酸質肥料의 増施로 減少하는 것은 周知의 事實이다.

5. 殺虫劑

우리나라에서 殺虫劑 消費量은 每年 增加하고 있으며 現在의 趨勢로 보아 앞으로 이러한 傾向은 持續될 것으로 생각된다. 殺虫劑의 使用量 增加는 害虫防除에 依한 段收의 增加로 農業生産增大에 크게 寄與하였다. 反面 殺虫劑에 對한 抵抗性系統害虫의 出現, 天敵의 破壞, 二次害虫의 被害增加, 殺虫劑 處理後 害虫勢力의 急速한 回復等으로 防除效果가 떨어져 防除費를 提高하였으며 人畜에 對한 毒性, 有用動物에 對한 毒性 그리고 殘留問題와 같은 여러가지 副作用을 惹起하게 되어 社會問題로 까지 發展하고 있다.

이와같은 殺虫劑濫用에 따르는 副作用에 關하여는 지금까지 여러學者들에 依하여 論議된바가 많고 紙面에 限定이 있어 다른 機會에 미루기로 하고 이와같은 問題가 害虫防除에 重要한 一翼을 맡고 있는 農藥開發에 미친 影響을 살펴보려한다.

表 16은 美國 Dow會社에서의 農藥開發數의 年次的 變動이며 表 17은 同會社에서 使用된 開發費의 內譯 이다.

Table 16. Rate of discovery and development of major pesticides from 1931 to date.

Decade	Number of Major Pesticides introduced
1931-1940	1
1941-1950	9
1951-1960	18
1961-1970	19
1971-date	3

Table 17. Trend in expenditures for discovery research on pesticides for Dow Chemical U.S.A. in recent years

Year	Distribution of Pesticide R & D Expenditures	
	Discovery Research	Product Registration & Development
1970	53	47
1971	48	52
1972	43	57
1973	42	58
1974	39	61
1975	38	62
1976(projected)	34	66

1950~1970間에는 年間 平均 2種이 開發되었으나 1970~1975年間에는 平均 0.6種이 開發되어 開發藥種數는 約 $\frac{1}{3}$ 로 減少되고 있다. 開發費 內譯을 보면 1970年에는 合成研究分野의 研究費가 53%였으나 1975년에는 登錄과 關聯된 費用이 62%로 增加하고 있어 登錄에 必要한 費用 支出比가 크게 增加하고 있다. 이와같은 開發費 內容의 變動은 環境廳의 農藥登錄에 關한 여러가지 制約의 影響이며 이에따라 開發에 必要한 年數도 10餘年으로 크게 增加하고있어 農藥開發이 많은 어려움을 겪고 있다.

6. 結論

以上 記述한 바를 綜合하여 보면 作物自體는 收量性의 追窮으로 支持組織과 收穫部位와의 不均衡을 招來하였고 遺傳子群의 選拔을 通한 邊傳子 構成의 單純化와 均質化等은 作物自體의 環境條件 變化에 對한 本質的 抵抗力을 弱화시켰고 同一品種의 栽培面積 擴大, 多肥 密植, 그리고 栽培時期의 變動等은 害虫의 棲息環境을 改變하여 그 發生相을 複雜하게 하였고 發生에 好條件을 達成한 結果를 가져올수도 있다. 이에 對한 對策으로 害虫 發生實態를 無視, 殺虫劑면 解決할수 있다는 1940年代式 安逸한 防除技術의 適用은 여러가지 副作用을 惹起시켜 害虫問題를 解決하기 보다는 더욱 惡化시켰다고도 할수있게 되었고 環境汚染에 對한 一般의 認識 增大는 新農藥開發을 더욱 힘들게 하기도 하여 害虫問題의 根本的 對策樹立이 時急한 現實이다.

害虫問題의 合理的 解決策은 害虫을 包含한 農生態系의 行動 動態를 分析하고 系 全體로서의 現實時間의 統合을 꾀하고 具體的으로는 害虫의 密度를 經濟的 被害水準以下로 抑制 維持하기 爲한 適切한 手段의 適用이라는 “害虫個體群의 管理”라는 立場에서 摸索되어야 할 것이다.

害虫과 作物間의 相互作用에 依한 被害, 그리고 이를 抑制하거나 調節하기 爲한 防除手段은 生態學的 現象으로 把握되어 經濟學的으로 評價되며 豫測이 可能한 故로 農民이 活用할수 있는 確實한 情報를 實質的인 損失을 입기전에 提供하여 被害額을 줄일수 있다. 害虫問題의 解決은 生物學과 栽培學, 그리고 化學的인 知識과 技術을 最大限으로 動員하고 經濟學的 側面에서 綜合되어야 한다.

害虫問題는 Dynamic한 것으로 時間的 連續性을 갖고 있으며 地域的인 特性을 갖고 있는 故로 地와 場所에 따라 適切한 防除手段이 選擇的으로 適用되어야 한다. 따라서 地域의 害虫發生狀況과 環境條件에 關한 不斷한 情報의 蒐集과 分析을 前提로 해야 한다. 이와같은

過程의 効率的인 遂行은 Systems Model를 活用할 必要가 있으며 情報는 定量的이어야 하며 綜合에는 廣範圍한 基礎知識이 必要하다.

害虫問題의 解決을 爲하여는 (1) 防除技術의 開發 (2) 發生狀況과 關與 環境要因에 關한 情報의 蒐集을 爲한 理論과 技術의 開發, (3) 情報活用을 爲한 Systems model의 開發等이 必要하다.

防除技術의 開發은 ① 害虫發生이 어려운 環境의 造成 ② 効率的인 殺虫劑의 開發과 適用方法 및 機具의 改善 ③ 殺虫劑 使用에 따르는 副作用의 減退等이 考慮되어야 하겠다. ①의 問題는 主로 栽培學的 側面에서 品種이나 여러가지 栽培技術이 害虫의 增殖이나 生存에 不利하게끔 動員되어야하며 害虫生態學과 密接한 關係가 있다. ②의 問題는 殺虫劑의 種類, 製劑, 撒布時期 撒布量, 그리고 撒布機具에 關한 것을 內容으로 하고 있으며 殺虫效果의 增大와 省力防除라는 方向으로 開發되어야 하겠다. 同時에 副作用의 問題는 보다 安全하고 選擇的이며 生物學的으로 分解하기 쉬운 殺虫劑의 開發이라는 積極的 側面과 撒布量이나 回數의 減少에 依한 汚染源의 減退라는 두가지 側面에서 考慮되어야 하겠으며 生物學과 化學이 깊이 關與해야할 分野이다.

發生과 環境要因에 關한 情報의 蒐集을 爲한 理論과 技術의 開發은 防除技術의 効率的 適用을 爲한 基礎이다. 害虫의 發生時期나 發生量은 해에 따라 地域에 따라 相當한 差가 있다. 따라서 언제, 어디에, 어떤 害虫이 얼만큼 發生하였느냐의 情報는 防除與否의 決定, 防除範圍나 防除法의 選擇, 그리고 防除效果의 評價에 基礎가 된다. 害虫의 存在만으로 防除手段이 取해질수 는 없으며 害虫의 發生量이나 發生時期가 作物의 生存狀態와 相互作用한 被害額의 多少에 따라 決定된다.

이와같은 情報 蒐集은 ① 被害와 關聯하여 가장 適切한 標本單位의 決定 ② 調査對象空間 ③ 調査時期 ④ 適正標本數 等에 關한 理論과 實際的 技術의 開發이 必要하다. 同時에 調査場所의 數는 氣候的 條件을 參酌하여 配置되고 決定되어야 한다. 이와같은 技術의 發展을 通하여서만 定量的인 情報를 系統的으로 蒐集할수 있다.

Model의 活用은 害虫問題를 動的으로 把握하고 作物과 害虫間의 相互作用 即 被害를 豫測하고 個體의 防除手段을 評價할수 있게하는 것이다. 우리는 害虫에 關하여 많은 知識을 갖고 있다. 그러나 이들 하나하나의 知識은 單獨으로는 害虫密度의 調節이라는 立場에서 充分한 知識이 못되는 수가 많다. 이들이 密度의 變動이라는 時間的 側面에서 評價되었을 때 보다 重要한

意義를 갖는다고 하겠다. 예를 들면 卵寄生率이 90%라고 할때 萬若 이것이 年度나 地域에 따라 差가 없는 固定的인 것이라고 한다면 變動이라는 問題는 殘餘 10%만을 對象으로 해도 無妨하다 하겠으나 이것이 50~90%間을 變動한다면 密度變動에 미치는 卵寄生率은 極히 重要的 意味를 갖는다고 하겠다. 또 蛹이나 成虫에 對한 致死因子는 實際로 被害期인 幼虫期나 그 以前의 致死因子보다는 被害라는 點에서는 重要性이 떨러진다. 따라서 모든 致死因子는 相對的인 重要度라는 側面에서 分析되고 評價되어야 하며 모든 致死因子는 Sequential하게 作用하며 相互依存의인 것이 普通인 故로 이런 問題의 解決은 Systems Model을 活用함으로써 보다 現實的으로 理解가 可能하다 하겠다.

Model 作成을 爲하여는 ① 調節對象과 그 環境과의 分離, ② 調節要因과 非調節要因의 分離, ③ 生物學的 知識의 定量化에 依한 生態學的 現象의 Model化 ④ 調節戰略의 評價를 爲한 Algorithm의 發展과 生物學的 現象과 物理的 環境條件에 關한 情報를 土臺로 한 豫測 등이 必要한 것이다.

調節對象과 그 環境과의 分離는 調節目的과 그를 둘러싸고 있는 環境要因間에 存在하는 相互依存性의 定量的 把握을 爲한 基礎가 되는 것이다. 이와같은 概念의 確立은 調節에 關한 總括的 空間的 現實的 認識을 可能케 한다.

이와같이 系와 環境과를 分離한 다음段階는 이 系와 關係있는 變數를 調節可能因子와 調節不能因子로 再分하는 것이다. 예를 害虫-作物系에서 들면 寄生蜂, 殺虫劑, 耕種法 등은 前者에 屬하며 氣象條件은 大體로 調節不能因子이다. 調節要因은 調節可能因子에서 擇해지며 非調節要因中에는 調節不能因子는 勿論 調節可能因子도 包含된다. 예를 들면 寄生蜂을 利用할 때는 이것이 調節要因이고 殺虫劑나 栽培法을 非調節要因으로 두게된다. 이와같은 概念의 確立은 大端히 重要的 故로 우리가 最終的으로 調節하려는 調節可能要因의 系全體에 미치는 影響을 相對的으로 評價할수 있게 한다.

Model은 變數相互間의 關係를 定量的으로 表現한 數式이며 一般的으로 目的에 따라 그 內容을 달리한다. 따라서 어떤 現象의 主要한 特性을 잘 反映시키고 있는 것이어야 한다. 예를 들면 害虫의 密度變動關係를 對象으로 한다면 寄生率, 捕食率, 殺虫劑等과 같은 調節要因과 同時에 氣象要因과 같은 非調節要因이 包含되어 있어야 한다.

우리는 어떤系를 多數의 構成亞系로 分離할수 있으며 各各의 亞系에 關한 知識은 系全體의 機能과 行動

動態를 理解하는 데 도움이 된다는 것을 알고있다. 그러나 系는 構成亞系의 算術和的 存在가 없이고 機能的으로 組織化되어 있는 故로 各亞系의 特性外에 統一體로써의 機能을 갖고 있는 것이다. 이와같은 機能의 把握은 Model의 Input에 對한 反應으로 表現된다.

最近 開發된 個體群變動方程式은 偏微分方程式, 微分方程式 또는 階差方程式 등으로 表現되어 있으며 狀態方程式(State equation)과 反應方程式(Response equation)으로 되어있다. 前者는 어떤 時點에서 各項의 狀態를 表現하며 後者는 生態學的 狀態의 經時的 機能을 表現하는 것이다.

以上 害虫個體群 管理를 爲하여 必要한 事項에 關하여 簡單히 說明하였다. 이렇게하여 蒐集된 情報는 最終的으로 必要로 하는 農民에게 傳達되어 活用되어야 한다. 이것은 警報網을 통한 情報의 蒐集과 分析, 그리고 綜合된 結果의 通報를 爲한 組織을 必要로 하게 된다. 이런것의 活用은 組織體制의 確立과 短時間內에 많은 資料를 處理할수 있는 Computer의 活用과 Monitoring system의 確立에 期待해야 할 것이다.

害虫問題는 이제 害虫의 防除과 豫防이라는 素朴한 概念에서 害虫과 作物, 그리고 環境條件에 關한 情報의 蒐集과 情報의 分析에 依한 綜合, 그리고 이에 對應하는 戰略의 適用이어야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. Carlson, G. A. & E. N. Castle 1972. Economics of pest control. Pest Control strategies for the future. N.A.S. 79-99.
2. Choi S.Y., M.H.Heu and J.O.Lee. 1977. Varietal resistance to the brown planthopper in Korea. Brown planthopper symposium. IRRI.
3. Conway G. 1976. Man versus pests:in *Theoretical Ecology*. May ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia 255-281.
4. Dyck V.A. et al 1977. Ecology of the brown planthopper in the tropics. Brown planthopper symposium. IRRI.
5. Giese R.L., R.M. Peart, R.T.Huber. 1975. Pest management. Sci. 187. 1045~1051.
6. Goring C.A.I. 1976. Prospects, problems for the pesticide manufacturer. Farm chemicals. 18-26.
7. Heinrichs. 1977. Chemical control of the brown planthopper. Brown planthopper symposium. IRRI.
8. Hori M. 1967. The development of recent plant

- protection in Japan. *Agr. Asia.* 1-16.
9. 玄在善, 1977. 애벌거發生의 地域的特性, 서울大農學研究 2(2):133-146
 10. 玄在善, 李文弘 1975, 韓國內二化螟蛾의 地域的發生相, 서울大 論文集 生農系 25 : 27-46
 11. _____, 禹建錫, 柳文一, 1977 애벌거의 世代別增殖動態에 關한 研究, 植物保護誌, 16(1):13-19
 12. Kishimoto. R. 1977. Bionomics, forecasting of outbreak and injury caused by the rice brown planthopper. *The rice brown planthopper.* ASP AC. 27-41.
 13. Kuno H. 1968. Studies on the population dynamics of rice leafhoppers in a paddy field. *Bull. Kyushu. Agr. Sta.* 14(2) 131-246.
 14. 李股雄, 1977. 米穀增産을 위한 栽培技術의 革新 穀畜産物의 增産, 三星文化財團 6~92
 15. _____, 金光鎬, 權容雄, 1969. 韓國水稻品種의 形態的變異에 關한 研究, 作物學會誌 7:71-78
 16. McNew. G.L. 1972. Concept of pest management. *Pest control strategies for the future.* NAS : 119-136.
 17. Metcalf. R.L. and W.H. Luckman (ed) 1975. *Introduction to insect pest management.* John. Wiley & Sons. N. Y.
 18. NAS. 1969. *Insect pest management and control.* pp.508.
 19. 農林部 1977. 農林統計年報
 20. 農藥工業協會 1978. 農藥年報
 21. Tummala. R.L. and D.L. Haynes 1977. On-line pest management. *Env. Ent.* 6(3). 339-349.
 22. Oka. I.N. 1977. Cultural control of the brown planthopper. *Brown planthopper symposium.* IRRI.
 23. Ruesink W.G. 1976. Status of systems approach to pest management. *Ann. Rev. Ent.* 21:27-44.
 24. USDH.E.W. 1969. Report of the secretary's Commission on Pesticides and their Relationship to Environmental Health. pp.667.