

벼멸구에 대한 水稻品種의 抵抗性機作에 關한 研究

金正和¹ · 崔承允² · 朴鍾聲³

J.W. KIM, S.Y. CHOI, AND J.S. PARK: Studies on the Mechanism of Varietal Resistance of Rice to the Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* STÅL)

Korean-J. Plant Prot. 24(2) : 51~60(1985)

ABSTRACT This paper was performed to study the nature of varietal resistance of some Korean-new rice cultivars to the brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (STÅL). The rice cultivars tested were Cheongcheong, Gaya, Hangangchal, Samgang, Nampoong and Yeongpoong which have been reported as having resistant genes for the BPH. The check varieties were Jinheung, Sangpoong and Chucheong for susceptible and IR-36 for resistant. The factors studied were referred to the seedling responses, preference in feeding and oviposition of BPH, antibiosis (nymphal development, adult emergence and sex ratio, adult body weight, population build-up, feeding amount and amylase activity), and chemical composition (inorganic components, chlorophyll contents, cell wall components, amino acids and esterase isozymes) of leaf-sheath and/or roots of rice plants. In conclusion, the natures of varietal resistance of rice cultivars to the BPH were not only correlated with the resistant reaction of rice plant, but also they were related with the nonpreference in feeding and oviposition and those resistant cultivars had the antibiotic effects to the insects. Their antibiotic effects of rice cultivars to the BPH would be related with some of the chemical components of rice plants, such as the contents of magnesium oxide (MgO), and chlorophyll and the different esterase isozymes.

緒 論

벼멸구는 東南亞의 米作地帶를 비롯하여 우리나라에도 그被害가甚해지고 있다.^{5,21,23,25} 우리나라에서의 벼멸구를 포함한 浮塵子被害에 대하여 記錄된 歷史의 事實은 三國時代(AD 18年)부터 始作하여 1913년에 忠南 公州에서는 同一場所에서 栽培된 在來稻와 早生神力稻에 對한 浮塵子の 被害差異¹¹와 忠南, 平北, 平南 一部地方의 農作物被害概況¹³에 收錄되어있고, 1913년에 朝鮮의 水稻害虫에서 重要한害虫¹²으로 다루었으며 1925년에 朝鮮總督部에서 驅除法¹⁴을 制定하였으며, 近來에 와서는 1965, 1966, 1967, 1969, 1970년에 散發的인 被害가있었고, 特히 1975년에는 우리나라 全地域에 大發生하며 莫大한 被害를 주었다.³²

國際米作研究所에서는 1962年以來 벼멸구에 對한 抵抗性品種의 育成에 着手하여 IR-26等 抵抗性品種들을 育成, 普及하고 있으며,^{2,16,17,18} 우리나라에서도 1970年代부터 抵抗性品種의 育成研究가 集中的으로 實施되어 密陽30號를 비롯한 抵抗性品種들이 普及되고 있다.³⁸ 이와같은 抵抗性品種의 利用은 綜合的防除^{24,25}이라는 側面에서 큰 脚光을 받아왔으며 藥劑防除에서 오는 藥劑抵抗性, 環境汚染, 殘留毒性, 生態系의 破壞等 여

러가지 副作用을 避할 수 있다.^{24,33,38}

害虫에 對한 植物의 抵抗性은 非選好性, 抵抗性 및 耐性으로 說明되고 있는데 이들은 먹이 選擇에 影響을 주는 植物과 害虫의 相互作用, 昆虫의 壽命 및 增殖力에 따라서 左右된다.

植物에 對한 昆虫의 反應은 向方性, 먹이의 利用能力, 産卵能力, 孵化率, 成長發育 및 壽命에 따라 다르다.

한편 昆虫의 正常的인 發育을 抑制하고 妨害하는 重要한 要因은 植物의 生化學的, 生物物理學的特性이 介在되어 있기 때문에 害虫의 發育程度 만으로는 抵抗性機作을 論하기는 어렵다.

Beck(1965)³⁹은 産卵과 攝食에 對한 抵抗性, 生存率에 對한 物理的, 生化學的抵抗性, Saxena(1969)³⁷는 植物에 對한 昆虫의 反應과 이에 影響을 주는 植物의 形質과의 相互作用, Pathak과 Khush(1979)³⁴는 選好性, 抗虫性, 耐性, Saxena와 Pathak(1979)³⁹은 水稻品種의 生物物理學的, 生化學的 및 生理的特性에 따라 벼멸구에 미치는 反應에 의하여 抵抗性機作을 說明하였는데 이의 主內容은 向方性, 攝食性, 攝食物의 代謝的利用, 虫體의 發育, 成虫의 生存率, 産卵能力, 孵化라고 하였다.

한편 벼멸구에 對한 水稻品種抵抗에 影響을 주는 몇 가지 化學成分을 調査한 結果 Sogawa와 Pathak(1970)⁴¹은 篩管部組織에서 吸汁을 妨害하는 어떤 化學的物質, Pathak과 Saxena(1976)³⁶는 Asparagine, Yosh-

1 忠北大學校 農科大學(College of Agriculture, Chungbuk National University)

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

3 忠南大學校 農科大學(College of Agriculture, Chungnam National University)

供試品種의 交配母本 및 벼멸구 抵抗性因子

供 試 品 種	交 配 母 本	抵 抗 性 因 子
靑靑벼 (CC, ●—●)	YR 675-153/IR 2035*	Bph 1
迦椰벼 (GY, ●—●)	密陽 21/IR 32*// 密陽23/密陽 30 ³ 號	Bph 1+bph 2
한강찰벼 (HC, ●—●)	IR 2061-464*/KR51-28-51	Bph 1
三剛벼 (SG, ●●●●●)	密陽 30*/IR 4445-63-1-2-2	Bph 1
IR-36 (IR, ●—●)	IRRI SOURCE	bph 2
南豐벼 (Np, ■●●●●)	密陽 23號/密陽 30號*	Bph 1
永豐벼 (YP, ■—■)	密陽 23號//密陽 23/IR 2061*	Bph 1
振興 (JH, ×●●●●×)		None
常豐벼 (SP, ×—×)		None
秋晴벼 (AK, ———)		None

* 벼멸구 抵抗性 交配母本

ihara와 Sogawa(1979)⁴⁴⁾는 Oxalic acid, Bae(1980)⁴⁵⁾는 Cystin과 Methionic이라고 報告한 바 있다.

우리나라에서 벼멸구에 對한 抵抗性品種選拔은 主로 幼苗反應에 의하여 이루어지고있으나 이 方法만으로는 抗性을 지닌 品種選拔에 問題가 있다고 생각되어 最近에 普及되고있는 벼멸구抵抗性品種을 供試하여 非選好性, 抗性程度를 檢討하고 나아가 그들 品種들이지닌 化學成分을 分析, 벼멸구에對한 抵抗性機作을 밝혀 抵抗性水稻品種育成의 基礎資料를 얻고자 本 研究를 遂行하였다.

材料 및 方法

벼멸구: 供試虫 벼멸구(Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* STAL)는 서울大學校 農科大學 耐虫性 研究室에서 分壤된 Biotype 1이며, 이들은 秋晴벼의 幼苗를 利用하여 累代飼育하면서 實驗에 必要한 供試虫을 確保하였다.

水稻品種: 本 試驗의 供試水稻品種은 表와 같다.

幼苗의 抵抗性反應: 법씨를 育苗箱(46×36×10cm)에 完全任意配置法三反復으로 條播하고 一葉期에 벼멸구 二~三齡若虫을 苗當 4마리씩 接種하여 感受性對照 品種인 秋晴벼의 幼苗가 完全히 枯死된 時期에 IRTP (1978)¹⁹⁾ 調査基準으로 抵抗性程度를 判定하였다.

選好性: 食餌選好性은 育苗箱에 법씨를 10粒씩 完全任意配置法三反復으로 條播하고 二葉期에 三齡若虫을 苗當 4마리씩 接種한 後 24, 48, 72時間 間隔으로, 成苗(50日 苗)에서는 아크릴 포트(直徑: 10cm, 높이: 8 cm)에 水稻品種 各 1本과 秋晴벼 1本씩을 짝지어 移秧하고 三齡若虫 15마리씩 接種한 後 6, 12, 24, 48, 72 時間 間隔으로 調査하였다.

幼苗에 對한 產卵選好性은 幼苗의 抵抗性反應에 使用한 裝置에 羽化後 3日된 벼멸구의 암컷成虫을 苗當 2마리씩 接種하고 48時間에 調査하였고, 成苗에 對한 것은 成苗의 食餌選好性에 使用한 裝置에 벼멸구5雙씩 接種하고 72時間後에 調査하였다.

抗性: 攝食量은 그림 1과 같은 裝置에 50日 苗를 移秧하고 約 1時間 絶食시킨 다음 암컷成虫 5마리씩 接種하여 Ninhydrin, Aniline hydrochloride, Bromocresol green^{35,41)}으로 測定(mm²)하였다.

Amylase活性은 100日 苗에 암컷成虫을 接種하고 24, 48, 72, 96時間 間隔으로 20마리씩 取하여 DNS法^{4,20)}에 의하여 測定하였다.

成虫體重은 各水稻品種에서 飼育하여 性別로 羽化後 24時間以內에 秤量하였으며, 또한 秋晴벼에서 飼育한 것을 各品種에 接種하고 12, 36, 60, 84, 108時間 間隔을 두어 25마리씩 取하여 體重의 變化를 調査하였다.

次代의 密度增殖은 포트當 50日 苗를 3株씩 移秧하고 成虫5雙씩 接種한 後 30日에 調査하였다.

水稻品種의 化學的組成: 水稻體의 N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, SiO₂, Zn, Mn의 含量을 窒素自動分析法, Vanadate法, 原子吸光分析法, 重量法으로 分析하였다.

葉綠素는 150日 苗의 葉鞘(地上部 5~10cm)를 King-Arnon法으로 測定하였다.

細胞壁의 構成成分은 30日 苗와 150日 苗의 葉鞘을 取하여 分析하였다.

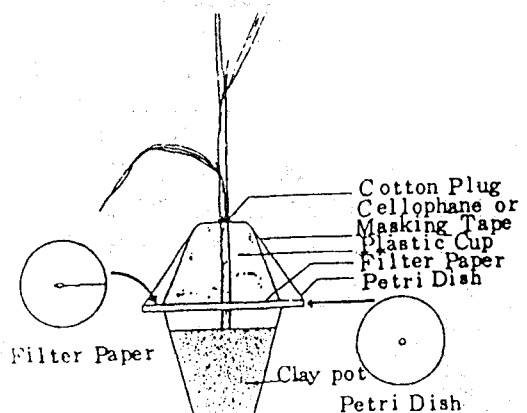


Fig. 1. Feeding chamber for *N. lugens* (Sogawa and Pathak 1970)

Amino 酸含量은 30日 苗와 150日 苗의 葉翰를 Hitachi KLA-38 Amino acid autoanalyzer로 分析하였다.

Esterase isozyme은 100日 苗根端을 取하여 Ohba 方法^{30,31)}으로 檢出하였다.

結果 및 考察

幼苗의 抵抗性反應: 그림 2와 같이 抵抗性은 IR-36 (1.9), 伽倻벼 (2.1), 漢江찰벼 (2.4), 青青벼 (2.5), 三剛벼 (3.0), 中度抵抗性은 南豐벼 (3.3), 永豐벼 (3.3) 그리고 感受性反應은 常豐벼 (8.9), 振興 (8.5), 秋晴벼 (8.3)이었다. 한편 崔等(1982)³⁾은 青青벼 (3.7)와 伽倻벼 (3.1)를 中度抵抗性, 南豐벼 (1.9)를 抵抗性으로 判定하여 本試驗과 같지않았다. 이와같은 傾向은 襄(1980)¹⁾의 報告에서도 볼 수 있다. 그러나 이들結果가 抵抗性과 感受性의 結定에 影響을 주는 것으로는 생각되지 않는다.

選好性: 같은 綱箱內에 虫을 接種한경우는 表 1과 같이 24時間以後부터 感受性品種이 높은 食餌選好性을 보였으나, 抵抗性과 中度抵抗性사이에서는 向方性的 混亂으로 一貫性이 없었고, 成苗에 對한 食餌選好性은 時間의 經過에 따라 感受性에서 漸次的으로 높아진다. 6時間 接種한 結果는 幼苗反應에서 抵抗性과 中度抵抗性으로 가려진 品種中 食餌選好性이 南豐벼, 漢江찰벼,

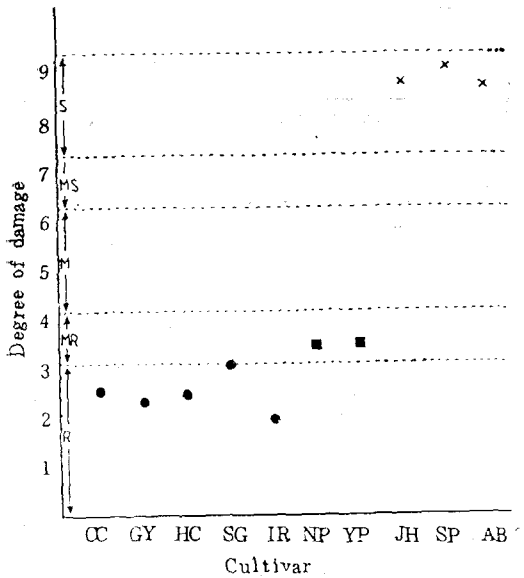


Fig. 2. Different reactions of rice seedlings to feeding by the brown planthopper *Nilaparvata lugens* STAL.

- S: Susceptible
- MS: Moderately Susceptible
- M: Moderate
- MR: Moderately Resistant
- R: Resistant

Table 1. Feeding preference (%) of the brown plant-hopper nymphs on rice seedlings in a polyethylene tray

Cultivar	Hours after introduction		
	24 hr.	48 hr.	72 hr.
Cheongcheong	8.7	6.9 ^a ab	7.6 ^a a
Gaya	7.4	7.6 abc	6.7 a
Hangangchal	4.8	5.3 a	5.1 a
Samgang	8.9	8.9 abc	8.6 a
IR-36	8.2	6.5 ab	6.2 a
Nampoong	10.6	10.6 abcd	10.1 a
Yeongpoong	9.4	7.3 ab	7.0 a
Jinheung	11.8	14.2 bcd	10.3 b
Sangpoong	16.0	16.4 d	17.4 b
Chucheong	14.2	16.3 cd	21.0 b

^a Mean separation by Duncan's multiple range test, 5 % level.

^b Mean separation by Duncan's multiple range test, 1% level

永豐벼, 伽倻벼의 順으로 나타나 幼苗에서의 抵抗性反應程度와 成苗에서의 食餌選好性이 一致하지 않는다. 24時間 接種結果는 伽倻벼, IR-36, 南豐벼, 漢江찰벼, 青青벼, 永豐벼 '三剛벼 順으로 特別히 이들中 三剛벼에서 높게 나타났으며 이 品種은 72時間後에 낮아졌으나 다른 抵抗性이나 中度抵抗性品種보다 높았다. 한편 常豐벼는 苗接種後 24時間까지는 下降하였으나 24時間以後부터는 上昇하였다. 以上の 結果로 보아 食餌選好性은 虫接種後 48時間以後부터 差異가 있으며, 幼苗抵抗性反應에서 抵抗性으로 判定된 伽倻벼에서는 고르지 않음으로 72時間以上 調査하여야 할 것으로 본다.

幼苗에 對한 產卵選好性은 表 3과 같이 一貫性이 없었으며, 成苗에 對한 것에서는 三剛벼, IR-36, 青青벼 伽倻벼, 振興, 常豐벼에서보다 낮았다. Saxena, Pathak(1970)³⁹⁾은 卵의 生産에 作用하는 主要因은 卵巢의 發育과 成熟度, 產卵前期間 및 살아있는 동안에 암컷에 의하여 生産되는 卵의 數라고 하였으며, 產卵은 食餌攝取와 英養이 決定한다고 하였다. 이와같이 產卵能力은 虫自身이 지니고있는 特性과 植物體가 保有하고 있는 成分中虫이 利用할수 있는 營養物質의 種類와 그 含量에 左右된다. 이들 여러가지 要因이 關聯되어 있기때문에 產卵選好性은 研究者에 따라 抵抗性과 感受性品種사이에서 다르게 報告^{10,39,42,43)}되고 있다. 本試驗의 結果, 產卵選好性은 感受性對照品種과 짝지어 調査하는 것이 合理的일 것으로 생각된다.

抗虫性: 攝食量을 3가지 發色方法에 의하여 甘露排泄量으로 測定한 結果, 抵抗性과 中度抵抗性品種에서는 一貫性이 없었으나, 感受性品種과는 顯著한 差異가 있음으로 이 3가지 方法은 모두 甘露排泄量測定에 利用할 수 있다. IRRI(1969)¹⁷⁾에서 Ninhydrin處理로 IR-8, T

Table 2. Feeding preference (%)^a of the brown planthopper nymphs between a test cultivars and Chucheong planted in a cylindrical tube

Cultivar	Hours after introduction									
	6 hr.		12 hr.		24 hr.		48 hr.		72 hr.	
	Test	Chu.	Test	Chu.	Test	Chu.	Test	Chu.	Test	Chu.
Cheongcheong	48.8	51.2	38.9	61.1	27.5	72.5	28.6 ^{ab}	71.4	21.6 ^{ab}	78.4
Gaya	38.9	61.1	22.2	77.8	23.7	76.3	15.0 a	85.0	20.0 ab	80.0
Hangangchal	35.9	64.1	34.2	65.8	26.9	73.1	19.0 a	81.0	9.1 ab	90.9
Samgang	53.3	46.7	53.7	46.3	43.9	56.1	33.3 ^{abc}	66.7	29.1 b	71.9
IR-36	40.5	59.5	37.8	62.2	25.0	75.0	12.8 ab	87.2	5.1 a	94.9
Nampoong	32.6	67.4	29.8	70.2	25.5	74.5	24.0 ab	76.0	14.3 ab	85.7
Yeongpoong	38.5	61.5	36.6	63.3	35.1	64.9	18.4 a	81.6	16.3 ab	83.7
Jinheung	65.9	34.1	64.1	35.9	57.1	42.9	67.5 d	32.5	68.4 c	31.6
Sangpoong	57.1	42.9	58.7	41.3	36.1	63.9	45.5 bcd	54.5	48.8 c	51.2
Chucheong	56.2	43.8	54.3	45.7	52.5	47.5	52.2 cd	47.5	50.5 c	49.5

^a Average of three replications

^b Mean separation by Duncan's multiple range test, 5% level

^c Mean separation by Duncan's multiple range test, 1% level

Table 3. Ovipositional preference of the brown planthopper among seedling of 10 rice cultivars in a polyethylene tray

Cultivar	Total No. seedlings counted	Total No. eggs	Ave. eggs per seedling	Preference ratio (%)
Cheongcheong	10	180	18.0	11.2
Gaya	9	78	8.7	5.4
Hangangchal	10	305	30.5	18.9
Samgang	10	131	13.1	8.1
IR-36	10	64	6.4	4.0
Nampoong	10	222	22.2	13.7
Yeongpoong	10	236	23.6	14.6
Jinheung	8	92	11.5	7.1
Sangpoong	9	177	19.7	12.2
Chucheong	10	78	7.8	4.8

Table 4. Ovipositional preference of the brown planthopper between a test cultivars and Chucheong planted in a cylindrical tube

Cultivar	Total No. eggs counted	Ave. eggs seedling	Preference ^a ratio (%)
Cheongcheong	135	45.0	20
Chucheong	542	180.7	80
Gaya	213	71.0	21
Chucheong	822	274.0	79
Hangangchal	191	63.7	25
Chucheong	617	205.7	75
Samgang	141	47.0	15
Chucheong	797	265.7	85
IR-36	131	43.7	20
Chucheong	513	171.0	80
Nampoong	143	47.7	24
Chucheong	458	152.7	76
Yeongpoong	195	65.0	25
Chucheong	574	191.3	75
Jinheung	489	163.0	44
Chucheong	634	211.3	56
Sangpoong	426	142.0	55
Chucheong	343	114.3	45

^a Average of three replications

Table 5. Feeding activity of the female (5 pairs per plant) of the brown planthopper infested for 24 hours

Cultivar	Feeding amount (mm ²)		
	A	B	C
Cheongcheong	132.7 a ^a	36.7 a ^a	30.7 a ^a
Gaya	123.0 a	54.3 a	16.3 a
Hangangchal	113.3 a	93.7 a	40.9 a
Samgang	155.3 a	40.0 a	67.0 a
IR-36	49.3 a	7.01 a	32.3 a
Nampoong	117.0 a	18.3 a	58.3 a
Yeongpoong	88.0 a	19.7 a	29.7 a
Jinheung	829.3 b	364.3 b	178.0 b
Sangpoong	821.7 b	414.0 b	310.7 b
Chucheong	882.0 b	378.3 b	332.3 b

^a Mean separation by Duncan's multiple range test, 1% level.

A: Ninhydrin

B: Aniline hydrochloride

C: Bromocresol green

(N)-1은 Mudgo에서 보다 많은 양의甘露排泄을 確認하였고, Chelliah等과 崔等(1982)⁹⁾은 苗齡別로 測定하여 感受性品種에서 顯著히 많았음을 報告한 바 있다. 以上の 結果로보아 甘露排泄量을 測定하면 抵抗性과 感受性이 判定될 수 있을 것으로 본다.

Amylase活性은 表 6·그림 3과 같이 24時間까지는 漢江찰벼를 除外한 抵抗性品種에서 中度抵抗性과 感受性品種에서보다 낮았다. 24時間以後48時間까지는 모든 抵抗性과 中度抵抗性品種에서 顯著히 낮아진다. 秋晴벼에서는 24時間까지 급격히 增加하다가 48時間을 境界로하여 漸次的으로, 72時間以後에는 급격히 減少하고, 常豊벼에서는 24時間까지 급격히 增加하고 72時間을 境界로하여 減少하였다. 한편 振興에서는 72時間가

Table 6. Amylase activity^a of the brown planthopper with the time intervals when the adult female were infested on the different cultivars

Cultivar	Hours after introduction				
	0hr.	24hr.	48hr.	72hr.	96hr.
Cheongcheong	0.035	0.035	0.053	0.073	0.045
Gaya	0.035	0.043	0.030	0.075	0.040
Hangangchal	0.035	0.060	0.067	0.060	0.032
Sangang	0.035	0.035	0.040	0.073	0.042
IR-36	0.035	0.050	0.050	0.045	0.035
Nampoong	0.035	0.055	0.070	0.070	0.034
Yeongpoong	0.035	0.060	0.070	0.080	0.040
Jinheung	0.035	0.075	0.136	0.120	0.118
Sangpoong	0.035	0.060	0.171	0.165	0.118
Chucheong	0.045	0.095	0.205	0.195	0.138

^a Average of the 20-brown planthopper

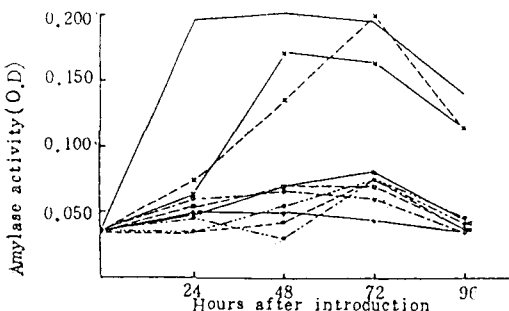


Fig. 3. Amylase activity of the brown planthoppers with the time intervals when the adult female were infested on the different cultivars

지繼續增加하다가 그後부터는 급격히減少되었다. 抵抗性과 中度抵抗性品種中 青青벼, 伽郎벼, 三剛벼, 南豊벼 및 永豊벼에서는 72時間까지增加하다가 時間의

Table 7. Body weight of the adult brown planthopper reared on rice seedlings of the different cultivars

Cultivar	Body weight(mg)/adult		
	Female	Male	Average
Cheongcheong	1.59	1.16	1.38
Gaya	1.53	1.30	1.42
Hangangchal	1.62	1.21	1.42
Samgang	1.63	1.17	1.40
IR-36	1.46	1.11	1.29
Nampoong	1.82	1.37	1.60
Yeongpoong	1.65	1.16	1.41
Jinheung	2.15	1.42	1.79
Sangpoong	2.19	1.42	1.81
Chucheong	2.20	1.40	1.80

經過에 따라 減少되며, 漢江찰벼, IR-36에서는 48時間까지 增加하다가 繼續減少되었다. 以上の結果에서 抵抗性과 中度抵抗性品種에서는 虫接種後 72時間까지 增加하나, 感受性品種에서는 48時間까지 매우 높게 增加하여 抵抗性品種과 顯著한 差異가 있음을 알 수 있다. 昆虫은 攝食物의 代謝의 利用程度에 따라 體重과 壽命에 影響을 받는다.^{37,39)} 그러므로 벼멸구는 水稻의 化學的性質과 벼멸구가 保有하고 있는 食餌植物의 利用能力의 程度가 體重의 增減을 決定하는 要素가 될것이다. 食餌植物의 利用能力은 酵素가 重要하게 作用하고 있어 이에 對한 報告는 몇가지昆虫에서 研究되고 있으나 벼멸구의 Amylase活性에 對한 것은 없다. 本試驗에서 벼멸구가 攝取하는 炭水化合物의 利用能力을 Amylase活性으로 調査한바, 感受性品種에 接種된 것에서 顯著히 높게 測定된 結果는 Amylase活性程度가 虫體 重增加에 影響을 주며, 品種抵抗性을 나타내는데 크게 作用한다고 생각된다.

成虫體重은 表 7과 같이, 암컷이 수컷보다 무거웠으

Table 8. Body weight(mg)^a of brown planthopper with the time intervals when the adult females were fed on the 100-day old plants of the different rice cultivars

Cultivar	Hours after introduction					
	0hr.	12hr.	36hr.	60hr.	84hr.	108hr.
Cheongcheong	2.25	2.24	2.21	1.96	1.89	1.80
Gaya	2.25	2.24	2.11	2.07	2.00	1.92
Hangangchal	2.25	2.13	1.96	1.89	1.87	1.67
Samgang	2.25	2.27	2.07	1.06	1.04	1.84
IR-36	2.26	2.43	2.63	2.44	2.27	2.20
Nampoong	2.25	2.10	2.18	2.20	2.34	2.34
Yeongpoong	2.25	2.14	2.10	2.17	2.20	2.30
Jinheung	2.25	2.45	3.31	3.40	3.58	3.60
Sangpoong	2.25	2.43	3.04	3.39	3.51	3.54
Chucheong	2.25	2.53	3.07	3.12	3.41	3.44

^a Average of the 25-brown planthopper

며, 感受性品種에서 飼育된 虫의 雌雄平均體重은 抵抗性에서보다 무거웠다. 한편 秋晴벼에서 飼育한 虫을 各品種에 接種한後 時間經過에 따라 體重을 秤量한 結果 青青벼, 伽倻벼, 漢江찰벼에서는 時間의 經過됨에 따라 三剛벼에서는 12時間까지 增加하다 36時間後부터, IR-36은 36時間까지 增加하다 60時間後부터 減少되었고, 南豊벼와 永豊벼에서는 36時間까지 減少되다 60時間以後부터 增加되었으며, 振興, 常豊벼, 秋晴벼에서는 時間의 經過에 따라 繼續增加되는 傾向이었다. 이와같은 結果는 여러 研究者의 報告와 같은 傾向이었다.^{37, 39)}

次代의 密度增殖은 IR-36, 伽倻벼, 漢江찰벼, 青青벼, 三剛벼에서보다 秋晴벼, 常豊벼, 振興에서 顯著히 높아 幼苗反應에서 抵抗性을보인 것은 次代의 虫密度 低下^{3, 9)}에 큰 影響을 주게된다. 이 結果는 IRRI(1977)¹⁸⁾ 崔等(1982)⁸⁾의 報告와 一致한다.

水稻品種의 化學的組成: 無機物中 P₂O₅, CaO, MgO의 含量이 表 10과 같이 150日에서 感受性에서보다 抵

Table 9. Population build-up of the brown plant-hopper on the different rice cultivars

Cultivars	No. of nymph and adult per pot at 30 days after infestation			
	I	II	III	Average
Cheongcheong	5	8	4	6 a ^a
Gaya	3	7	6	5 a
Hangangchal	6	5	3	5 a
Samgang	10	9	13	11 a
IR-36	3	0	2	2 a
Nampoong	33	29	37	33 a
Yeongpoong	28	39	26	31 a
Jinheung	678	753	646	632 b
Sangpoong	616	637	683	645 b
Chucheong	698	705	592	665 b

^a Mean separation by Duncan's multiple range test, 1 % level

Table 10. Inorganic components(%) in leaf-sheath of the rice cultivars

Cultivar	30-day old trice plant						150-day old rice plant							
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂	Zn ^a	Mn ^a
Cheongcheong	2.65	1.17	1.85	0.33	0.67	1.60	1.04	0.61	3.01	0.19	0.28	8.70	73.4	497
Gaya	2.83	0.81	2.86	0.35	0.64	2.00	0.93	0.55	2.83	0.17	0.29	9.50	41.0	234
Hangangchal	2.30	0.99	1.60	0.30	0.59	2.20	1.00	0.56	3.14	0.18	0.30	7.80	66.5	583
Samgang	2.67	0.96	1.38	0.33	0.62	1.80	1.04	0.61	2.90	0.17	0.35	7.60	49.9	344
Nampoong	2.40	1.18	1.54	0.31	0.62	1.80	0.86	0.62	2.18	0.19	0.28	6.90	55.9	426
Yeongpoong	2.40	1.04	1.64	0.37	0.58	1.60	1.00	0.51	3.22	0.19	0.35	7.40	68.1	507
Jinheung	2.14	0.89	2.15	0.26	0.47	3.00	0.73	0.35	2.94	0.14	0.19	4.80	57.6	423
Sangpoong	2.54	0.95	1.64	0.33	0.44	2.20	0.90	0.21	1.86	0.13	0.18	7.70	46.8	205
Chucheong	2.83	0.73	2.04	0.37	0.38	3.20	1.11	0.40	1.96	0.12	0.19	7.30	61.7	201

^a ppm

Table 11. Chlorophyll amount in leaf-sheath of the 150-day old plants of the different rice cultivars

Cultivar	Chlorophyll amount(μg/gF.W)		
	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll a+b
Cheongcheong	112.2	79.1	191.3 a ^a
Gaya	89.0	61.3	150.3 b
Hangangchal	83.4	54.5	137.9 bc
Samgang	93.5	66.2	159.7 a
IR-36	105.4	72.4	177.8 a
Nampoong	86.2	57.7	143.9 bc
Yeongpoong	81.5	54.1	135.6 bc
Jinheung	59.6	36.6	96.2 d
Sanghoong	60.0	34.4	94.4 d
Chucheong	72.2	44.8	117.0 cd

^a Mean separation by Duncan's multiple range test, 1% level

抗性和 中度抵抗性品種에서 높은 것은 品種抵抗性에 影響을 주는 것으로 생각되나 앞으로 이에 對한 研究가 繼續되어 보다 確實한 究明이 必要하다고 본다. 그러나 30日에서도 MgO의 含量이 感受性에서보다 抵抗性品種에서 높아 品種抵抗性에 影響을 주는 것으로 생각된다.

葉綠素含量은 抵抗性和 中度抵抗性에서 높았고 感受性에서 낮았다. 水稻品種에 따라 이 含量에 差異가 있는 것으로 알려진 바있다.^{6, 7)} 本試驗에서 그 含量이 抵抗性品種에서 높아 抵抗性要因으로 생각되나 이 結果만으로 抵抗性機作을 說明하기는 어렵다고 본다.

細胞壁의 構成成分은 表 12와 같이 30日日에서 品種間에 差異가 없었으나 150日日에서 ADF, Lignin, Cellulose의 含量은 抵抗性보다 感受性에서 높았으며 Hemicellulose는 적었으나 以上과같은 物質中 어떤것이 攝食을 妨害하고 促進시킨다는 研究가 없어 앞으로 더욱 깊은 研究가 遂行되면 좋은 結果가 얻어질 것으로 생각된다.

Table 12. Cell wall components(%) in leaf-sheath of the rice cultivars.

Cultivar	30-day old rice plant						150-day old rice plant					
	NDF ^a	ADF ^b	Hemice-llulose	Lignin	Cellu-lose	Silica	NDF ^a	ADF ^b	Hemice-llulose	Lignin	Cellu-lose	Silica
Cheongcheong	55.88	27.88	27.70	2.54	23.88	1.76	59.62	38.62	21.00	3.87	27.34	7.57
Gaya	53.08	26.74	26.34	2.08	23.42	1.48	63.33	43.51	20.82	3.75	31.32	8.49
Yeongpoong	54.60	27.76	26.84	2.72	23.64	1.62	64.27	42.53	21.74	4.49	31.14	7.09
Sangpoong	55.38	28.54	26.84	3.28	23.54	1.96	64.79	45.49	19.32	6.49	33.24	5.81
Chucheong	49.30	26.36	22.84	2.42	23.46	3.10	63.30	46.64	16.66	5.66	34.27	7.27

^a Neutral detergent fiber
^b Acid detergent fiber

Table 13. Ammino acid composition(%) in leaf-sheath of the rice cultivars

Amino acid	30-day old rice plant					150-day old rice plant				
	Cheong-cheong	Gaya	Yeong-poong	Sang-poong	Chu-cheong	Cheong-cheong	Gaya	Yeong-poong	Sang-poong	Chu-cheong
Aspartic acid	1.6853	1.4350	1.7608	1.4699	1.7182	0.5316	0.3345	0.5146	0.9926	0.7552
Threonine	0.6061	0.5104	0.6409	0.5316	0.6978	0.2322	0.1747	0.2237	0.3429	0.2617
Serine	0.6948	0.5599	0.6605	0.5787	0.7698	0.2496	0.1695	0.2252	0.3742	0.2538
Glutamic acid	2.9872	1.9613	2.3281	2.4914	2.9739	0.6493	0.4627	0.5884	1.1262	0.6695
Proline	0.5886	0.6607	0.7226	0.6181	0.8024	0.2722	0.2058	0.2601	0.3731	0.3041
Glycine	0.7992	0.6518	0.8094	0.7092	0.8985	0.3147	0.2196	0.2780	0.4182	0.3012
Alanine	0.1087	1.0235	1.1804	1.0622	1.3434	0.4916	0.3662	0.4500	0.5590	0.4577
Valine	0.7543	0.9204	1.1515	0.8574	1.131	0.3233	0.2710	0.3569	0.4683	0.520
Iso-Leucine	0.6527	0.6119	0.6610	0.5794	0.7177	0.2513	0.1884	0.2367	0.3456	0.2569
Leucine	1.2401	1.0873	1.2100	1.0904	1.3323	0.4762	0.3393	0.4325	0.6522	0.4560
Tyrosine	0.4381	0.3484	0.3735	0.3669	0.4673	0.1393	0.0916	0.1212	0.2001	0.1082
Phenylalanine	0.7850	0.6395	0.7203	0.6581	0.8011	0.2950	0.1853	0.2570	0.4135	0.3329
Lysine	0.8969	0.9670	0.9654	0.8427	1.0210	0.3453	0.2543	0.3436	0.5215	0.4135
Histidine	0.2928	0.3238	0.2933	0.2686	0.3094	0.1032	0.0775	0.0923	0.1766	0.1153
Ammonia	0.1675	0.2038	0.1958	0.1795	0.2119	0.0640	0.0530	0.0664	0.0938	0.0899
Arginine	0.7899	0.8294	0.7723	0.7174	0.8559	0.2623	0.1816	0.2547	0.4434	0.3745

Amino acid content is different in resistant and susceptible cultivars. According to the report of IRRI(1969)¹⁷⁾, the content of Asparagin in resistant cultivars is higher than in susceptible cultivars. In susceptible cultivars, the content of Cystin and Methionin is lower than in resistant cultivars. The relationship is continued and more specific research is necessary.

Esterase isozyme analysis results are shown in Figure 4. Est α -1 isozyme band is present in all rice cultivars. Est β -1 isozyme band is absent in resistant and moderate resistant cultivars but present in susceptible cultivars. Est β -2 isozyme band is present in resistant and moderate resistant cultivars but absent in susceptible cultivars. Est β -4 isozyme band is present in resistant and moderate resistant cultivars but absent in susceptible cultivars. Est β -3 isozyme band is present in susceptible cultivars but absent in resistant and moderate resistant cultivars. Est β -1 isozyme band is present in resistant and moderate resistant cultivars but absent in susceptible cultivars.

Est α -1 isozyme band is not detected in any cultivars. Est α -2 isozyme band is detected in resistant and moderate resistant cultivars but not in susceptible cultivars. The detection of Est α -2 isozyme band is related to the resistance of the cultivars. Est α -1 isozyme band is not detected in any cultivars but it is thought to act on the resistance of the cultivars.

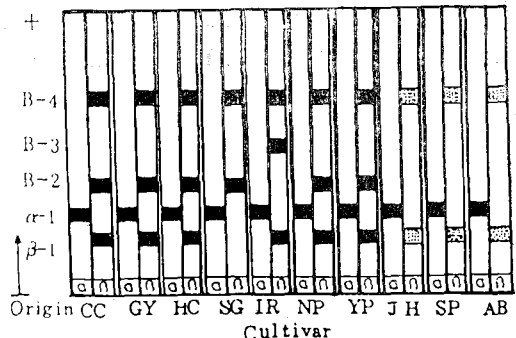


Fig. 4. Esterase variation of the different rice cultivars (100-day old plants)

摘 要

本試驗은 우리나라에서 水稻에 큰 被害를 주는 벼멸구(*Nilaparvata lugens* STÅL)에 對한 水稻品種의 抵抗性反應, 抗虫性, 化學的成分, 酵素의 作用 및 벼멸구의 選好性 등을 分析하여 벼멸구에 對한 水稻品種의 抵抗性機作을 밝히고자 實施하였으며 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1 幼苗의 抵抗性反應에서 靑靑벼, 伽椰벼, 漢江찰벼, 三剛벼, IR-36는 抵抗性, 南豐벼, 永豐벼는 中度抵抗性, 振興, 常豐벼, 秋晴벼는 感受性이었다.

2 選好性中 食餌選好성은 感受性品種에서 높았고, 抵抗性和 中度抵抗性品種에서 낮았다. 以上과 같은 食餌選好성은 虫接種 72時間以內에 檢定하여야 한다. 產卵選好성은 感受性品種에서 높았고, 抵抗性和 中度抵抗性에서는 낮았으나 이와 같은 產卵選好성은 感受性對照品種과 供試品種을 各 1本씩 작지어 虫을 接種하고 調査해야 眞正한 區別이 된다.

3. 抗虫性에서 甘露排泄量은 抵抗性品種에서보다 感受性品種에서 顯著히 많았다.

벼멸구의 Amylase活性은 抵抗性에서보다 感受性品種에서 높았으며 接種時間의 經過에 따라 感受性品種에서 그 變化가 컸다.

암컷成虫의 體重은 수컷보다 무거웠으며 感受性에서 飼育된 成虫의 雌雄平均體重은 抵抗性品種에서 飼育된 것보다 무거웠다.

次世代의 密度増殖은 感受性에서 보다 抵抗性品種에서 顯著히 낮았다.

4. 水稻品種의 化學的組成成分中 P_2O_5 , CaO, MgO, Hemicellulose, 葉綠素는 感受性에서 보다 抵抗性에서 含量이 높았고, Acid detergent fiber, Lignin, Cellulose는 感受性에서 높았다.

Esterase isozyme의 泳動帶에 있어서 Est β -2는 IR-36을 除外한 抵抗性和 中度抵抗性品種에서, Est β -3는 IR-36에서만 檢出되었다.

以上の 結果로 보아 벼멸구의 Amylase活性程度와 水稻의 Esterase isozyme의 電氣泳動은 品種抵抗性을 判定하는 새로운 方法으로 利用할 수 있을 것으로 생각한다.

引 用 文 獻

1. Bae, S.H. 1980. Studies on the resistance of several Korean new rice varieties to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL. Thesis for the Degree of Ph. D. The Graduate to school of Dongguk University.
2. Bae, S.H., and M.D. Pathak. 1970. Life history of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and susceptibility of rice varieties to its attacks. Ann. Entomol. soci. Am. 63 : 149~153.
3. Beck, S.D. 1965. Resistance of plants to insects. Ann. Rev. Entomol. 10 : 207~232.
4. Borel, E., F. Hostettler und H. Deuel. 1952. Quantitative zuckerbestimmung mit 3,5-Dinitrosalicylsäure und phenol. Helv. Acta. 35 : 115.
5. Cheng, C.H., and W.L. Chang. 1979. Studies on varietal resistance to the brown planthopper in Taiwan. In Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines : 251~271.
6. Cho, D.S., and Y. Murata. 1980. Studies on the photosynthesis and dry matter production of rice plants. I. Varietal differences in photosynthetic activity induced by nitrogen top-dressing. Japan. J. Crop. Sci. 49(1) : 88~94.
7. Cho, D.S., S. Yokoi, and Y. Murata. 1980. Studies on the photosynthesis and dry matter production of rice plants. II. Varietal differences in the relationship between the content of nitrogenous constituents in the leaf and its photosynthetic activity induced by nitrogen top-dressing. Japan. J. Crop. Sci. 49(4) : 608~614.
8. Choi, S.Y., B.K. Chung, S.W. Lee, and J.W. Kim. 1982. Varietal resistance of Korean new rice cultivars to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL. S.N.U. Col of Agr. Bul. 7 (1) : 13~28.
9. Choi, S.Y., J.O. Lee, and J.S. Park. 1976. Resistance of the new varieties Milyang 21 and 23 to plantleafhoppers (in Korean, English summary). Korean. J. Plan. Prot. 15(3) : 147~151.
10. Choi, S.Y., M.H. Heu, and J.O. Lee. 1979. Varietal resistance to the brown planthopper. Threat to Rice Production in a Asia. IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines. 219~232.
11. 朝鮮農會報. 1913. 浮塵子被害狀況比較. 朝鮮農會報 8(2) : 1.
12. 朝鮮農會報. 1913. 朝鮮의 六大害虫(上). 朝鮮農會報 8(8) : 51~55.
13. 朝鮮農會報. 1914. 農作物被害概況. 朝鮮農會報 9 (1) : 113.

14. 朝鮮農會報. 1925. 浮塵子の驅除法に就て. 朝鮮農會報 20(9) : 64~70.
15. Dobzhansky, T., and F.J. Ayala. 1973. Temporal frequency changes of enzyme and chromosomal polymorphisms in natural population of drosophila. Proc. nat. Acad. Sei. 70(3) : 680~682.
16. IRRI(International Rice Research Institute). 1967. Philippines. 179~214.
17. IRRI(International Rice Research Institute). 1969. Annual Report for Los Banos, Laguna, Philippines. 213~248.
18. IRRI(International Rice Research Institute). 1977. Control and management of rice pests-Insects, Annual Report for 1977. Los banos, Laguna. Philippines. 195~226.
19. IRTP(International Rice Testing Program). 1978. Final report of the third international rice brown planthopper nursery (IRBPAN-1977). IRRI. 15.
20. James B. Sumer. 1925. A more specific reagent for the determination of sugar in Urine. J. Biol. chem. 65 : 393~395.
21. Kalode, M.B. and T.S. Khrishna. 1979. Varietal resistance to brown planthopper in India. In Brown Planthopper: Threat to Rice production in Asia. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines. 187~199.
22. Kanapi, C.F., and M.R. Weeler, 1970. Comparative isozyme patterns in three species of the *D. nasuta complex*. Texas Rep. Bio. Med. 28 (3) : 263~272.
23. Kneda, C., and R. Kisimoto. 1979. Status of varietal resistance to brown planthopper in Japan. In Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines. 209~218.
24. Kilgore, W.W., and R.L. Douth. 1967. Pest control biological, Physical, and selected chemical methods. Academic Press. New York and London-477.
25. Kisimoto, R. 1977. Bionomics. forecasting of outbreaks and injury caused by the rice brown planthopper. In the Rice Brown Planthopper. Region, Taipei. 27~41.
26. Lewontin, R.C., and J.L. Hubby, 1966. A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural population. I: The number of alleles at different loci in *D. Pseudoobscura*. Genetics. 54 : 577~594.
27. Matsumura, S. 1951. On the functional difference of the digestive amylase of different strains of the silkworm, *Bombyx mori* L. Bull. Seri. Exp. Sta. 13(10) : 514~518.
28. Narise, S. 1973. Esterase isozyme of *D. virilis*. Japan J. Gene. 48(2) : 119~132.
29. Ogita, Z., 1962. Genetics biochemical analysis on the enzyme activities in the house fly by agar gel electrophoresis. Japan J. Gene. 37 : 518~528.
30. Ohba, S. 1970. Drosophila Information Service. 45 : 56~57.
31. Ohba, S. 1971. Drosophila Information Service. 46 : 48~49.
32. Paik, W.H. 1977. Historical review of the occurrence of the brown planthopper in Korea. Pages 230~247 In The Rice Brown Planthopper. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. Taipei.
33. Pathak M.D. 1970. Genetics of plants in pest management. In Concepts of Pest Management. by R.L. Rabb and F.E. Guthrie: 138~157.
34. Pathak, M.D. and G.S. Khush. 1979. Studies of varietal resistance in rice to the brown planthopper at the International Rice Research Institute, in Asia. IRRI, Los Banos, Laguna Philippines. 185~301.
35. Pathak, P.K. and E.A. Heinrichs. 1982. Bromocresol green indicator for measuring feeding activity of *Nilaparvata lugens* on rice varieties. Philipp. Entomol. 5(2) : 195~198.
36. Pathak, M.D., and R.C. Saxena. 1976. Insect resistance in crop plant. Current Advances in Plant Sci. 8 : 1132~1252.
37. Saxena, K.N. 1969. Patterns of insect-plant relationships determining susceptibility or resistance of different plants to an insect. Entomol. Exp. Appl. 12 : 751~766.
38. Saxena, K.N., J.R. Gandhi, and R.C. Saxena. 1974. Patterns of relationships between certain leafhoppers and plants. Entomol. Exp. Appl. 17 : 303~318.

39. Saxena, R.C., and M.D. Pathak. 1979. Factors governing susceptibility and resistance of certain rice varieties to the brown planthopper. In *Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia*. IRRI, Los Banos, Laguna Philippines. 303~317.
- 40) Sogawa, K. 1970. Studies on the feeding habits of the brown planthopper. II: Honeydew excretion. *Japan J. Appl. Entomol. Zool.* 14 : 134~139.
41. Sogawa, K. and M.D. Pathak. 1970. Mechanism of brown planthopper resistance to Mudgo variety of rice (Hemiptera: Delphacidae). *Japan J. Appl. Entomol. Zool.* 50 : 158.
- 42) Song, Y.H., S.Y. Choi, and J.S. Park. 1972. Studies on the resistance of Tong-il variety (IR-667) to brown planthopper (*Nilaparvata lugens* STÅL). *Korean J. Plant Prot.* 11(2) : 61~68.
43. 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 (in Korea, English summary). *Res. Rep. Off, Rural Dev., Korea*, 11~20.
44. Yoshihara, T., and K. Sogawa. 1979. Comparison of oxalic acid concentration in rice varieties resistant and susceptible to the brown planthopper. *International Rice Research Newsletter IRRI* 5(5) : 10~11.