

벼의品種抵抗性이벼멸구各生態型의選好性, 發育 및 增殖能力에 미치는影響

Preference, Development and Fecundity of the Brown Planthopper(*Nilaparvata lugens* Stål) Biotypes Fed on Different Cultivars of Rice with Various Resistance Gene

朴 永 道·宋 裕 漢¹
Yeong Do Park and Yoo Han Song¹

ABSTRACT Some attempts were made to investigate the biological characteristics of the brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* Stål, biotypes in terms of preference in feeding and oviposition on rice field, egg and nymphal periods, egg hatchability, emergence ratio, growth index, adult longevity and fecundity fed on 60-day-old rice cultivars with different resistance genes. Feeding and oviposition preference of the three BPH biotypes on Dongjinbyeo with no resistance gene were shown very higher than on rice cultivars with resistance genes. Those of biotype-2 on Cheongcheongbyeo with bph 1 gene and biotype-3 on Milyang 63 with bph 2 gene were relatively high, however, they were still remarkably lower than those of Dongjinbyeo. The egg and nymphal periods of the three BPH biotypes on Milyang 23 were shorter than on the other rice cultivars. The periods of biotype-2 on Cheongcheongbyeo and biotype-3 on Milyang 63 were as short as those of the three BPH biotypes on Milyang 23. The egg hatchability, emergence ratio, and growth index of the three BPH biotypes on Milyang 23 were higher than on the other rice cultivars, and those of biotype-2 on Cheongcheongbyeo and biotype-3 on Milyang 63 were as high as on Milyang 23. The female adult longevity of the BPH biotype-1 on Milyang 23 was longer than on the other cultivars, and that of biotype-2 on Cheongcheongbyeo and biotype-3 on Milyang 63 was as long as on Milyang 23. The number of eggs laid by a female of the three BPH biotypes were greatly increased on Milyang 23. Those of biotype-2 on Cheongcheongbyeo and biotype-3 on Milyang 63 were also greatly increased.

KEY WORDS biological characteristics, brown planthopper, biotypes, resistance genes

抄 錄 벼멸구에 대한 벼品種의 抵抗性要因으로 注目되고 있는 選好性, 卵 및 若虫期間, 孵化 및 羽化率, 性比, 成虫의 壽命 및 產卵力 등을 調査하였다. 食餌 및 產卵選好性은 東津벼에서 生態型 모두 높은 選好性을 보였으며, 靑靑벼와 密陽 63號에서는 各各 生態型-2와 3에서 약간 높은 選好性을 보였으나, 東津벼에 比해서는 현저히 낮은 選好性이었다. 卵 및 若虫期間과 孵化率, 羽化率 및 生長指數는 生態型-1의 경우 他 品種에 比해 密陽 23號에서 짧고, 높았으며, 生態型-2와 3은 各各 靑靑벼와 密陽 63號에서 密陽 23號에서와 같이 짧고, 높게 나타났다. 成虫의 壽命과 產卵數도 生態型-1의 경우 他 品種에 比해 密陽 23號에서 길고, 많았으며, 生態型-2와 3은 各各 靑靑벼와 密陽 63號에서 密陽 23號에서와 같이 壽命이 길고 產卵數도 많았다.

檢 索 語 벼品種, 抵抗性要因, 벼멸구, 生態型

벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stål) 防除法으로 活用하고 있는 抵抗性品種의 利用은 有用天敵이나 環境에 影響을 주지 않고 그 效果가 半永久의이며 品種育成 後에는 별도의 防除費用이 所

要되지 않는 등의 잇점이 많아 綜合的 防除側面에서 높이 評價되어 왔다.

벼멸구에 대한 抵抗性品種들이 育成普及되므로 東남아시아 벼 栽培地域에서 食糧增產에 많은 貢獻을 하였으나 抵抗性品種의 普及과 동시에 벼멸구들이 강한 淘汰壓을 받아 그들의 遺傳的 組成이 變形되어 寄主의 抵抗性을 破壞할

¹ 경상대학교 농과대학 농생물학과 (Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea)

수 있는 새로운 생태형으로 발달하게 되었다 (Pathak 1980).

벼멸구의 각 생태형에 대한 벼品種의 저항성과 관련하여 現在 4種의 저항성 gene이 밝혀졌는데 (Ikeda 等 1983), Barrion(1985)에 의하면 생태형-1은 벼멸구에 대한 저항성 gene이 없는品種群을, 생태형-2는 bph 1 gene을 가진 Mudgo와 같은品種群을, 생태형-3은 bph 2 gene을 가진 ASD 7과 같은品種群을, 또 생태형-4와 5는 각각 bph 3 gene을 가진 Rathu Heenati와 bph 4 gene을 가진 Babawee를加害할 수 있다고報告하였다. 한편 벼멸구에 대해 같은 저항성 gene을 가진品種이라도報告者에 따라서 생태형에 대한反應이 다르게 나타났다. 즉 Kaneda 等(1981)은 ASD 7(bph 2)이 생태형-3에感受性反應을 보였으나 PTB 18(bph 2)은 저항성反應을 보였다고報告하였으며, Cheng (1975)은 생태형-2가 Mudgo(bph 1)는 물론이고 H105(bph 2)까지加害할 수 있다고報告한 반면, Lin(1983)은 H105가 생태형-3, 4, 5에 대해서는感受性이나 態型-1과 2에 대해서는 저항성이라報告하여 서로 다른結果를 나타내었다.

우리나라에서는 벼멸구 생태형-2와 3이 飛來한다는事實의 1981年(Kim 等)과 1982年(Lee 等)에 各各報告된 以來, 해마다 벼멸구 생태형이 增加趨勢에 있다(Lee 等 1985, Park 1987).

따라서 氣流의 物理的 힘에 의해 偶然的으로感受性이나 저항성品種에 到達한 벼멸구들이 그들品種에 어떻게反應하는지를 밝히기 위해 圃場에서의 選好성과 벼멸구 飛來時期인 6月末의 本畝의 苗齡이 60日 前後인 點을 考慮하여 成苗를 利用한 벼멸구 생태형들의 生物學的 特性 等を 調査하여 벼멸구 생태형 飛來時 國內 栽培品

種에 다른發生經過의 樣相을 把握하여 防除對策의 基礎資料를 얻고자 本 研究를 遂行하였다.

材料 및 方法

벼멸구 생태형-1, 2, 3을 昆虫飼育室(27±2°C, 70-80RH, 40W 형광등 24時間 照明)에서 秋晴벼, 靑靑벼, 密陽63號의 幼苗를 食餌로 各各累代飼育하여 供試虫으로 使用하였다.

本 實驗에 使用된 벼品種의 特性은 表 1과 같다. 食餌 및 產卵選好性 調査는 東津벼, 靑靑벼 및 密陽63號를 亂塊法으로 圃場에 移秧(栽植 距離: 15×30cm)하고 移秧 20日 後 各品種當 5株씩 모두 15株가 들어가는 나이론 망사 cage (1×1×1m)로 씌운 다음 區當 羽化 後 2-3日 된 벼멸구 생태형 40雙을 cage 꼭대기의 中央 接種口를 통하여 接種하였고, 5日 後에 各品種에 附着한 虫數와 水稻體를 各各 分解하여 解剖顯微鏡下에서 產卵數를 調査하였다. 卵期間 및 孵化率은 acryl pot(6.5×8cm)에 60日間 栽培한 供試品種의 成苗 1本에 虫의 移脫을 막기 위한 polyethylene cup(6.5×3cm)을 꺼꾸로 씌운 다음 羽化 後 8日 된 암컷成虫 4마리를 生態型別로 5反復씩 接種하여 27±2°C(60-70RH)에서 24時間 產卵시킨 後 接種虫을 除去하고 孵化하는 若虫의 數를 每日 調査하였으며 孵化가 完了된 後(接種 後 25日) 解剖顯微鏡下에서 水稻體를 各各 分解하여 未孵化卵數를 調査하였다. 若虫期間, 羽化率, 性比 및 生長指數는 供試品種의 成苗(60日苗) 1本에 生態型別로 孵化若虫을 약 5마리씩 10反復으로 各各 接種하고 每日 若虫의 生死와 羽化日을 性別로, 그리고 若虫期間에서 얻어진 成虫의 數를 性別 및 長短翅型別로 調査하였으며, 또한 成虫으로 完全發育한 若虫의 生存率과 그 發育期間과의 比率를 調査하

Table 1. Test cultivars and their genetic backgrounds for resistance to the biotypes of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål

Cultivar	Resistance gene ^a	Cross combination
Dongjinbyeo	none	Kimmaze/Nagdongbyeo//Sadominori
Milyang 23	none	Suweon232/IR24
Cheongcheongbyeo	bph 1	YR675-153-2-2/IR2035-290-2
Milyang 63	bph 2	Tongil/IR946//YR675
Gayabyeo	bph 1+?	Milyang21/IR32//Milyang23/Milyang30

^a Data were collected by Kim (1984).

Table 2. Feeding and ovipositional preference of the three biotypes of *N. lugens* adults infested for 120 hours on the rice cultivars with different resistance genes in the paddy field^a

Biotype	Cultivar	No. of insects and eggs/5 hills			Preference ratio(%)	
		Female	Male	Egg	Feeding	Oviposition
1	Dongjinbyeo	30	24	1,648	84.4	93.4
	Cheongcheongbyeo	1	0	26	1.6	1.5
	Milyang 63	7	2	91	14.1	5.2
2	Dongjinbyeo	22	18	1,405	65.6	70.6
	Cheongcheongbyeo	8	5	494	21.3	24.8
	Milyang 63	5	3	91	13.1	4.6
3	Dongjinbyeo	19	8	1,036	55.1	60.0
	Cheongcheongbyeo	6	2	185	16.3	10.8
	Milyang 63	10	4	507	28.6	29.3

^a Rice cultivars were infested on 20 days after transplanting with 40 pairs of each biotype per 15 hills.

었다. 成虫의 壽命은 當日에 羽化한 벼멸구 長翅型 암수 1雙을 生態型別로 供試品種 成苗(60日苗) 1本에 10反復으로 各各 接種하고 10日마다 새로운 먹이로 交替하면서 每日 生死與否를 調査하였으며, 産卵數도 成虫의 壽命과 같은 方法으로 接種하여 死虫時까지 3日間隔으로 새로운 먹이로 交替하면서 解剖顯微鏡下에서 各水稻體를 分解하여 産卵數를 調査하였다.

結果 및 考察

食餌 및 産卵選好性

食餌 및 産卵選好性を 圃場에서 試驗한 結果表 2에서와 같이 食餌 및 産卵選好性 모두 生態型-1은 靑靑벼와 密陽 63號에서 보다 東津벼에서 현저히 높은 選好性を 보였으며, 生態型-2와 3은 各各 靑靑벼와 密陽 63號에서 다소 높은 選好性を 보였으나 東津벼에 비해서는 현저히 낮은 選好성이었다. 또한 産卵選好性에서 生態型-2와 3이 各各 靑靑벼, 密陽 63號에서 494個, 507個를 産卵하여 食餌選好性的 附着虫數와 比較해 보면 실제 암컷成虫當 産卵數는 東津벼와 같은 水準이었다.

우리나라에 飛來해 오는 벼멸구가 感受性이나 抵抗性 벼品種에 到達되는 것은 氣流의 物理的 힘에 의해 偶然的으로 이루어진다 하더라도, 食餌 및 産卵選好性 反應은 벼멸구 生態型 飛來後 圃場에서 어떻게 이들이 定着해 나가는지를 밝히는데 중요한 資料가 될 것으로 생각된다.

本 結果에서 벼멸구 生態型-2와 3은 靑靑벼

와 密陽 63號에서 各各 選好성이 약간 높게 나타났으나, 抵抗性 gene이 없는 東津벼에 비해서는 현저히 낮은 選好性を 나타내었으므로 우리나라에서 現在 統一系보다는 一般系 벼品種을 훨씬 많이 栽培하고 있다는 實情에 비추어 보아 실제 圃場에 飛來한 벼멸구 生態型들이 抵抗性 gene이 없는 品種으로 2次 移動될 것으로 생각되는데, 이는 適當한 寄主植物이 없거나 寄主植物이 있더라도 營養의으로 缺乏되면 長翅型은 물론이고 短翅型과 若虫까지도 이웃 圃場으로 移動한다는 報告(Saxena 等 1980)가 이를 뒷받침 해주고 있다.

卵期間 및 孵化率

卵期間과 孵化率을 調査한 結果表 3에서와 같이 生態型-1, 2, 3은 密陽 23號에서, 生態型-2와 3은 他 品種보다 靑靑벼와 密陽 63號에서 卵期間이 짧았다. 한편 孵化率은 生態型-1의 경우 他 品種에 비해 密陽 23號에서 다소 높았으며, 生態型-2는 密陽 23號와 靑靑벼에서, 生態型-3은 密陽 23號와 密陽 63號에서 다소 높게 나타났으나, 伽倻벼에서는 生態型 모두 他 品種보다 孵化率이 낮았다.

벼멸구의 胚子發育에서 卵期間과 孵化率이 感受性보다 抵抗性品種에서 짧고, 높았다는 報告도 있으나(Song 1972), 本 結果에서는 幼苗나 試驗管内에서 實驗을 하지 않고 成苗(60日苗)를 利用하여 檢定해 본 結果 卵期間이 抵抗性에 비해 感受性品種에서 다소 짧았고, 또 孵化率은

Table 3. Egg period and hatchability of *N. lugens* biotypes reared on the different rice cultivars^a

Cultivar	Biotype	No. of eggs oviposited	No. of nymphs hatched	Percent hatching	Egg period (days±SE)
Milyang 23	1	257	225	87.6a ^b	8.6±0.18
	2	140	119	85.0a	8.4±0.14
	3	165	145	87.9a	8.2±0.20
Cheongcheongbyeo	1	143	118	82.5ab	9.1±0.06
	2	215	188	87.4a	8.8±0.09
	3	134	106	79.1b	8.8±0.22
Milyang 63	1	205	174	84.9a	9.2±0.28
	2	157	131	83.4a	9.2±0.20
	3	164	150	91.5a	8.3±0.27
Gayabyeo	1	127	98	77.2b	9.5±0.25
	2	110	83	75.5b	9.0±0.08
	3	71	56	78.9b	8.9±0.19

^a Average for 5 replications and their standard error. Four females of each biotype were caged for 24 hours in feeding chamber with 60-day-old plant of each variety.

^b Means within a column followed by common letter are significantly different at 1% by Duncan's multiple range test.

Lee 등(1983)과 Khan 등(1986)의 報告와 같이 抵抗性보다 感受性品種에서 높았는데, 이는 胚子發育은 産卵 後 약 3日부터 植物體內의 化學物質에 민감하게 反應하므로 寄主植物體內의 有害物質의 存在與否에 따라 胚子發育과 孵化에 差異가 난다는 IRRI(1978)의 報告로 미루어 보아 벼멸구의 胚子發育에서도 抵抗性和 관계가

있다고 보이거나 이에 대한 研究가 別로없어 正確한 考察은 어려울것 같다.

若虫期間, 羽化率, 性比 및 生長指數

60日 苗에 接種한 벼멸구 生態型의 若虫期間, 羽化率, 性比 및 生長指數는 表 4와 같이 若虫期間은 암컷이 수컷보다 길었으며, 生態型-1의

Table 4. Nymphal period, emergence ratio, sex ratio, and growth index of *N. lugens* biotypes reared on the different rice cultivars^a

Cultivar	Biotype	Nymphal period(days±SE)		Emergence ratio(%)	Sex ratio F/(F+M) ^c	Growth index ^d
		Female	Male			
Milyang 23	1	14.5±0.40	13.7±0.24	98.2a ^b	0.54	7.0
	2	14.0±0.20	13.4±0.16	98.0a	0.40	7.2
	3	14.3±0.31	13.7±0.18	98.1a	0.50	7.0
Cheongcheongbyeo	1	16.1±0.24	14.7±0.19	84.7ab	0.46	5.5
	2	14.1±0.18	13.7±0.16	98.1a	0.60	7.1
	3	17.0±0.31	14.9±0.30	71.1b	0.57	4.4
Milyang 63	1	16.3±0.24	15.7±0.25	86.4ab	0.57	5.4
	2	15.6±0.19	15.1±0.32	83.4ab	0.67	5.4
	3	14.1±0.21	13.3±0.31	98.3a	0.59	7.2
Gayabyeo	1	17.9±0.62	17.6±0.57	62.0b	0.39	3.5
	2	17.2±0.23	16.5±1.23	74.2b	0.35	4.4
	3	16.9±0.38	15.3±0.41	80.7ab	0.52	5.0

^a Average for 10 replications and their standard error. Nymphs hatched newly of each biotype was caged in feeding chamber with 60-day-old plant of each variety.

^b Means within a column followed by common letter are significantly different at 1% by Duncan's multiple range test.

^c F : Female, M : Male.

^d Growth index: Percent survival rate from 1st instar to adult divided by developmental period in days during the same period.

Table 5. Longevity and egg production by adults of *N. lugens* biotypes reared on the different rice cultivars*

Cultivar	Biotype	Longevity(days±SE)		Total No. of eggs per female(±SE)
		Female	Male	
Milyang 23	1	20.4 ± 3.04	22.6 ± 1.80	380.4 ± 46.3
	2	19.7 ± 1.51	18.8 ± 2.56	391.4 ± 34.9
	3	19.1 ± 2.07	23.9 ± 1.46	391.6 ± 31.5
Cheongcheongbyeo	1	12.9 ± 1.58	21.7 ± 2.04	140.3 ± 35.4
	2	22.5 ± 1.97	24.1 ± 1.43	412.9 ± 28.6
	3	16.8 ± 1.78	18.5 ± 2.81	154.4 ± 58.1
Milyang 63	1	18.4 ± 1.80	21.9 ± 1.40	151.9 ± 9.2
	2	17.8 ± 1.74	20.0 ± 2.07	84.7 ± 17.4
	3	20.0 ± 2.26	23.5 ± 2.45	338.0 ± 40.6
Gayabyeo	1	16.0 ± 1.70	17.5 ± 2.16	147.3 ± 33.8
	2	15.1 ± 1.74	17.7 ± 1.83	117.3 ± 34.1
	3	14.6 ± 2.36	17.9 ± 2.00	110.0 ± 13.5

* Average for 10 replications and their standard error. One pair emerged newly of each biotype was caged in feeding chamber with 60-day-old plant of each variety.

경우 密陽 23號에서는 平均 14.1日로 他 品種에 비해 짧았다. 生態型-2는 密陽 23號와 靑靑벼에서, 生態型-3은 密陽 23號와 密陽 63號에서 各 各 짧았다.

이러한 結果는 Lee 等(1983)의 若虫期間보다 다소 짧았으나, Cheng(1985) 및 Sogawa(1981)의 結果와는 一致하였다.

羽化率 및 生長指數는 生態型-2와 3이 靑靑벼, 密陽 63號에서 各 各 密陽 23號에서 처럼 높았으나, 伽倻벼에서는 生態型 모두 他 品種에 비해 낮았다. 한편 生態型-2와 3의 경우 羽化率이 Mudgo와 ASD 7에서 各 各 89.4%, 84.8%였다는 Lee 等(1981)의 報告와 抵抗力에 비해 感受性品種에서 生長指數가 높았다는 Pathak 等(1982) 및 Saxena 等(1979)의 報告와 一致하였다. 性比는 生態型間에 一定한 傾向을 찾아 볼 수 없었기 때문에 抵抗성과 관련지어 結論을 내리기에는 어려울것 같다. 이는 抵抗性品種과 연 관시키기에는 調査된 虫數가 적었기 때문인 것으로 생각된다.

벼멸구에 대한 抵抗性品種 栽培時 生態型 飛來比率에 따른 圃場發生經過와 發生時期는 抵抗性品種에서의 벼멸구의 發育速度와 관계가 있으며, 또한 높은 生長指數를 나타내는 植物은 昆虫의 生長과 發育에 적합한 寄主라는 것을 意味한다(Pathak 等 1982). 本 實驗에서 若虫期間, 羽化率 및 生長指數가 他 研究結果(Bae 等 1987,

Suenaga 1963) 보다 다소 짧거나 높았던 것은 幼苗나 試驗管內에서 實驗을 하지 않고 成苗를 利用하여 供試虫이 生長하는데 좋은 條件을 주었기 때문인 것으로 생각된다.

成虫의 壽命과 產卵數

벼멸구의 壽命과 一生동안 產卵한 卵數를 調査한 結果 表 5와 같이 벼멸구 암수成虫의 壽命은 感受性에 비해 抵抗性品種에서 짧고 生態型에 따라 同一品種에서의 反應도 差異가 있었다. 또한 암컷이 수컷보다 대체로 壽命이 짧았으며, 암컷成虫의 壽命이 긴 生態型들은 產卵數도 많았다. 즉 生態型-1은 密陽 23號에서 他 品種에 비해 壽命이 길고, 產卵數도 많았으며, 生態型-2와 3은 各 各 靑靑벼와 密陽 63號에서 密陽 23號에서와 같이 壽命이 길고 產卵數도 많았다.

本 結果는 Kim 等(1986)의 암컷成虫의 壽命 報告와 Sogawa(1981)의 產卵數報告와는 약간의 差異가 있었는데, 이는 食餌植物의 大小에 따른 營養的 差異와 試驗管속의 食餌植物 交替時에 따른 虫의 衝擊 및 成虫期의 營養狀態에 따른 卵巢發育의 差異에 起因한 것으로 생각된다. Suenaga(1963)는 벼멸구 암컷成虫의 卵巢發育은 若虫에서 成虫期까지 卵母細胞의 分裂과 成長이 계속되나 營養狀態, 氣溫 및 其他 環境 條件에 따라 卵細胞의 發育程度에 상당한 差異

가 있어 실제 産卵數에는 變異가 심하였다는 報告로 미루어 보아 本實驗에서 利用한 成苗의 調査結果는 變異가 적었다고 생각된다.

結 論

靑靑벼는 生態型-2에, 密陽 63號는 生態型-3에 感受性이지만 抵抗性 gene이 없는 東津벼에 비해 食餌 및 産卵選好性이 현저히 낮았다는 本結果로 보아 圃場에 飛來한 벼멸구 生態型들이 抵抗性 gene이 없는 品種으로 2次 移動이 일어날 것으로 생각된다.

벼멸구 生態型-2와 3은 基存 벼멸구 抵抗性인 靑靑벼, 密陽 63號 등에서 卵期間과 若虫期間이 짧고, 孵化率, 羽化率 및 生長指數가 높으며 또한 壽命이 길고 産卵數도 많았다는 本結果로 보아 우리나라에 벼멸구 生態型-2와 3 등이 多量 飛來해올 경우 伽倻벼를 除外한 벼멸구 生態型-1에 抵抗性인 靑靑벼, 三剛벼 등에서 정상적인 世代經過로 密度가 增加되어 被害가 있을 것으로 豫想된다.

REFERENCES CITED

- Bae, S.D., Y.H. Song & Y.D. Park. 1987. Effects of temperature conditions on the growth and oviposition of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål. Kor. J. Plant Prot. 26 : 13—23.
- Barrion, A.A. 1985. Selection on resistant rice varieties and genetics of rice-infesting biotypes of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Hemiptera : Delphacidae). Ph. D. thesis, University of the Philippines, Los Banos, Laguna, Philippines. 68p.
- Cheng, C.H. 1975. New biotypes of the brown planthopper and interrelation between biotypes of brown planthopper and resistance in rice. Bull. Taiwan Agric. Res. Inst. 32 : 29—41.
- Cheng, C.H. 1985. Interactions between biotypes of the brown planthopper and rice varieties. J. Agric. Res. China 34 : 299—314.
- Ikeda, R. & C. Kaneda. 1983. Trisomic analysis of the gene bph 1 for resistance to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål., in rice. Jap. J. Breeding 33 : 40—44.
- IRRI(International Rice Research Institute). 1978. Genetic evaluation and utilization (GEU) program. IRRI, Ann. Rep. 1978 : 59—75.
- Kaneda, C., K. Ito & R. Ikeda. 1981. Screening of rice cultivars for resistance to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål., by three biotypes. Jap. J. Breeding 31 : 141—151.
- Khan, Z.R. & R.C. Saxena. 1986. Technique for locating planthopper (Homoptera : Delphacidae) and leafhopper (Homoptera : Cicadellidae) eggs in rice plants. J. Econ. Entomol. 79 : 271—273.
- Kim, J.W. & D.H. Kim. 1986. Studies on the resistance of rice varieties to biotypes of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål. Kor. J. Plant Prot. 24 : 209—218.
- Kim, M.G. 1984. Study on the inheritance of resistance to the brown planthopper in rice. M.S. thesis, Kon Kuk University, Seoul, Korea.
- Kim, Y.H., J.S. Park, J.O. Lee & H.G. Goh. 1981. Studies on the brown planthopper biotypes. Ann. Rept. Inst. Agric. Sci. (B.) : 495—498.
- Lee, J.O. & H.G. Goh. 1983. Studies on the brown planthopper biotypes. Ann. Rept. Inst. Agric. Sci. (B.) : 479—488.
- Lee, J.O., H.G. Goh & C.G. Kim. 1982. Studies on the brown planthopper biotypes. Ann. Rept. Inst. Agric. Sci. (B.) : 622—629.
- Lee, J.O., Y.H. Kim, H.G. Goh & S.S. Han. 1985. Studies on the brown planthopper biotypes. Ann. Rept. Inst. Agric. Sci. (B.) : 377—340.
- Lee, Y.M., H.R. Lee, B.Y. Yi, S.Y. Choi, J.W. Sim & C.J. Ro. 1981. Inheritance of adult emergence in artificially the resistant rice varieties. Kor. J. Plant Proct. 20 : 15—20.
- Lin, T.F. 1983. The breeding for resistance to biotypes for brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål). J. Agri. Asso. China 122 : 36—45.
- Park, Y.D. 1987. Studies on the differences in biological characteristics of brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) biotypes in relation to the varietal resistance of rice. Ph. D. thesis, Gyeongsang Natl. University, Chinju, Korea. 120p.
- Pathak, M.D. 1980. Resistance to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål, in rice varieties. pp.99—107. In Fundamental Research and National Development: Proceedings of a Lecture Series on Fundamental Research and National Development in Honor of Dr. Leopoldo B. Uichanco held at the University of the Philippines at Los Banos, Laguna and National Institute for Science and Technology, Manila, Philippines, Feb. 3, 7, 10 and 25. 1978.
- Pathak, P.K. & E.A. Heinrichs. 1982. Selection of biotype populations 2 and 3 of *Nilaparvata lugens* by exposure to resistant rice varieties. Environ. Entomol. 11 : 85—90.
- Saxena, R.C. & H.D. Justo, Jr. 1980. Long distance migration of brown planthopper in the Philippine Archipelago. Paper presented at the 11th Annual Conference of the Pest Control Council of the Philippines, Cebu City, April 23—26, 1980. 21p.
- Saxena, R.C. & M.D. Pathak. 1979. Factors governing susceptibility and resistance of certain rice

- varieties to the brown planthopper. pp.303—317.
In Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia. IRRI, Los Banos, Philippines.
- Sogawa, K. 1981. Biotypic variations in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera : Delphacidae) at the IRRI, the Philippines. Appl. Ent. Zool. 16 : 129—137.
- Song, Y.H., S.Y. Choi & J.S. Park. 1972. Studies on the resistance of "Tong-il" variety (IR-667) to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal. Kor. J. Plant Prot. 11 : 61—68.
- Suenaga, H. 1963. Analytical studies on the ecology the species of planthoppers, the white back planthoppers (*Sogatella furcifera* Horvath) and the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål), with special reference to their outbreaks. Bull. Kyushu Natl. Agric. Exp. Stn. 8 : 1—153.

(1988년 5월 30일 접수)