

人爲的 誘發 벼멸구 生態型에 있어서 羽化率 形質의 遺傳

李榮萬* · 李炯來* · 李富榮*
崔承允** · 沈載昱** · 盧浚品*

Inheritance of Adult Emergence in Artificially Induced Biotypes of Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* STAL) on the Resistant Rice Varieties

Young-Man Lee*, Hyung-Rae Lee*, Bu-Young Yi*,
Seung-Ycon Choi**, Jae-Wook Sim**, and Choon-Jeohng Ro*

Abstracts

To analyze the inheritance of emergence rate of brown plant hopper (*Nilaparvata lugens*) biotypes, six crosses among biotype 1, biotype 2 induced by rearing on Mudgo and biotype 3 these on ASD 7, were made.

Each generation (P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁, BC₂) of each cross was fed on the rice seedlings of Mudgo and ASD 7 varieties.

The emergence rate of biotype 2 on Mudgo was controlled by the one incomplete dominant gene in biotype 1×biotype 2 cross, however, that of biotype 3 on ASD 7 was controlled by one incomplete recessive gene in biotype 1×biotype 3 cross.

The genes involved in biotype 2 and biotype 3 were not identical, however, their allelic relations are not clear.

緒 言

벼멸구(*Nilaparvata lugens* STAL)에 있어서의 生態型의 存在는 이에 對한 水稻品種間의 抵抗性反應의 差異에 依하여 確認되어 왔으며^{1,15}, 現在 自然集團에는 4가지 以上의 生態型의 存在가 報告되고 있다^{2,4,5,14,15,17}. 또한 自然狀態에서의 生態型의 存在뿐만 아니라 抵抗性品種에서의 異代飼育 等の 人爲的인 飼育環境下에서 人爲生態型의 誘發도 報告되고 있다^{2,7}.

한편 벼멸구의 生態型區分에 指標가 되는 水稻品種의 벼멸구에 對한 抵抗性形質의 遺傳分析은 Athwal

等(1971)에 依하여 Mudgo가 *Bph*₁, ASD7이 *bph*₂ 遺傳子를 가지며 이 두 抵抗性遺傳子는 아주 가깝게 連鎖되어 있거나, 혹은 複對立關係일 것이라고 報告되었다¹¹ 그後 벼멸구에 對한 이들 抵抗性遺傳子는 水稻의 여러 品種에서 確認되었고⁹, Martinez and Khush(1974)¹²는 TKM6 品種에서 *Bph*₁의 抑制遺傳子 *I-Bph*₁의 存在도 報告하고 있다. Lakshminarayana and Khush(1977)¹⁴는 Rathu Heenati 品種이 *Bph*₃, Babawee 品種이 *bph*₄의 抵抗性 遺傳子를 가지고 있으며, *Bph*₁과 *Bph*₃, *bph*₂와 *bph*₄는 서로 獨立의이라고 하였으며 Ikeda and Kaneda(1978)⁶는 *Bph*₃와 *bph*₄는 서로 強하게 連鎖되어 있거나 또는 複對立因子일 것이라고 하

* 農業技術研究所, Institute of Agricultural Sciences, ORD, Suweon Korea 170

** 서울대학교 農藝大學, College of Agriculture, Seoul National University, Suweon, Korea 170

였다. 이 외에도 ptb33品種에 대해서는 Khush(1979)⁹⁾는 優性과 劣性遺傳子를 Krishira and Seshu(1978)¹⁰⁾는 優性重複遺傳子를 報告하고 있다.

벼의 抵抗性遺傳子와 生態型의 加害能力을 關聯지워 遺傳分析을 實施한 研究報告는 많지 않다. Cheng and Chang(1977)⁴⁾ 및 Cheng(1978)³⁾은 Mudgo品種과 H105品種에서 累代飼育에 의하여 人爲적으로 誘發한 生態型間의 交配에서 얻어진 F₁의 加害性을 調査한 結果, Mudgo에서의 誘發生態型의 Mudgo加害性은 劣性, H105에서의 誘發生態型의 H105加害性은 優性이라고 報告하였으며, 國宗米作研究所⁸⁾에서도 生態型間의 交配에서 얻어진 F₁의 生存率을 調査한 結果, 生態型 1이 生態型 2와 3에 對하여 優性, 生態型 3이 生態型 2에 對하여 優性이라고 하였다.

本試驗은 벼별구 生態型間에 交配를 하여 世代別로 成虫의 羽化率을 調査하여 F₁, F₂ 및 戻交配世代의 羽化率의 遺傳의 特性을 分析함으로써 水稻品種의 抵抗性 遺傳과 함께 抵抗性 品種育成의 基礎資料로 活用코져 實施하였다.

材料 및 方法

서울大學校 農科大學 耐虫性研究室 室內에서 振興幼苗를 食餌植物로 累代飼育한 벼별구(生態型 1) 集團을 利用하여 抵抗性品種 Mudgo, ASD7幼苗(播種 8~10日後)를 1/5000a pot에 3本1株씩 移秧하여, 移秧後 約 10~60日 程度의 벼에 벼별구를 接種, 累代飼育시켜 人爲誘發한 生態型 2와 生態型 3 및 既存生態型 1을 交

配系統으로 使用하였다¹³⁾. 供試交配組合은 生態型 1, 2, 3 相互間의 正適交配 6組合으로 各組合의 交配方法은 各生態型의 成虫을 振興品種의 幼苗에 接種시켜 產卵된 卵에서 孵化 發育된 成虫을 羽化當日에 雌雄을 區別하여 試驗管內의 振興幼苗에 隔離시켜 雌雄 1雙씩을 直徑 3cm, 길이 21cm의 試驗管의 振興幼苗에 接種, 交配, 產卵시켰으며, F₂는 F₁成虫集團을 任意交配시킨 뒤 振興 幼苗에 한쌍씩 接種시켜 產卵케 하였고, 戻交配는 F₁과 같이 羽化當日 雌雄을 區別하여, 한雙씩 交配·接種·產卵시켰다. 生存率 反應을 判定하기 爲해, 各世代의 1~2齡 若虫을 直徑 1.5cm 길이 18cm의 試驗管內의 供試品種 Mudgo와 ASD7 1~2葉期幼苗에 5마리 程度씩 接種시켜 最終 生存成虫인 羽化虫數를 調査하였다.

結果 및 考察

1. 生態型 2의 Mudgo 品種에서의 羽化率 遺傳分析

生態型 2의 Mudgo品種에서의 羽化率의 遺傳樣式을 分析하기 爲하여 生態型 1과 生態型 2를 正適交配하고 P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁, BC₂, 各世代 若虫을 Mudgo品種의 1~2葉期 幼苗에 接種하여 各世代別 生存虫數(羽化虫數)와 死虫數를 調査한 結果는 表 1 및 2와 같다.

表 1 및 2에서 보는 바와 같이 F₁의 反應은 生態型 2의 羽化率과 完全히 一致하지는 않으나, 生態型 2의 89.4%에 가까운 74.2%의 羽化率을 보였고, F₂의 平均 羽化率은 56.3%로 낮아지고 死虫率이 높아졌다. 이와같은 結果에 對하여 羽化率이 하나의 遺傳子에 의

Table 1. The number of adult insects emerged in each generation of biotype 1×biotype 2 cross on Mudgo

Generation	Adult emergence		Mortality		Total	X ²	P
	O	T	O	T			
P ₁ (Bio. 1)	0 (0)		49 (100)		49		
P ₂ (Bio. 2)	42 (89.4)		5 (10.6)		47		
F ₁	23 (74.2)		8 (25.8)		31		
F ₂	73 (59.3)	73.185 (59.5)	50 (40.7)	49.815 (40.5)	123	0.001	0.95-0.90
BC ₁	16 (40.0)	14.840 (37.1)	24 (60.0)	25.160 (62.9)	40	0.144	0.75-0.50
BC ₂	28 (47.5)	48.262 (81.8)	31 (52.5)	10.738 (18.2)	59	46.740	<0.005

1) O : observed value T : theoretical value

* Numbers in parenthesis stand for the emergenc rate of brown plant-hopper

Table 2. The number of adult insects emerged in each generation of biotype 2×biotype 1 on Mudgo

Generation	Adult emergence		Mortality		Total	X ²	P
	O	T	O	T			
P ₁ (Bio. 2)	42 (89.4)		5 (10.6)		47		
P ₂ (Bio. 1)	0 (0.0)		49 (100.0)		49		
F ₁	49 (72.7)		15 (27.3)		55		
F ₂	53 (65.4)	47.547 (58.7)	28 (34.6)	33.453 (41.3)	81	1.514	0.25-0.10
BC ₁	26 (68.4)	30.780 (81.0)	12 (31.6)	7.22 (19.0)	38	3.907	<0.05
BC ₂	15 (27.3)	19.470 (35.4)	40 (72.7)	35.530 (64.6)	55	1.589	0.25-0.20

하여 2배된다고 假定하여 보면 F₂集團의 遺傳子型 組成比率는 P₁의 遺傳子型 1/4; P₂의 遺傳子型 1/4; F₁의 遺傳子型 1/2이 될 것이며, 따라서 F₂의 羽化率은 1/4 ($\frac{P_1 + P_2 + 2F_1}{4}$), BC₁은 $\frac{1}{2}(\frac{P_1 + F_1}{2})$, BC₂는 $\frac{1}{2}(\frac{P_2 + F_1}{2})$ 일 것으로 期待된다. 이와 같은 根據에서 計算된 값을 理論值로 使用하여 各世代에 對한 羽化虫數와 死虫數의 比率를 X²檢定한 結果, 두 正逆交配에서 모두 F₁과 生態型 2와 反交配에서만 5%水準에서 有意性을 나타내었고, 그 外 全世代에서는 實測值와 理論值가 合致되고 있어서 生態型 2의 Mudgo에서의 羽化率은 生態型 1과의 組合에서는 不完全優性の 單一遺傳子에 依해 支配되는 것으로 보였으며, 生態型 1/生態型 2와 그 逆交配인 生態型 2/生態型 1間에 差異가 없어 正逆交配의 效果差가 認定되지 않았다.

2. 生態型 3의 ASD 7品種에서의 羽化率 遺傳

生態型 1과 生態型 3사이의 正逆交配 各世代의 ASD

7에서의 羽化率은 表 3 및 4와 같다. 이들 組合에서의 F₁ 反應은 生態型 1/生態型 2組合의 境遇와는 反對로 生態型 3의 ASD 7에서의 羽化率이 不完全劣性を 보이고 있으며 앞서의 生態型 1/生態型 2 組合의 境遇와 同一한 方法으로 F₂, BC₁, BC₂의 理論值를 計算하여 x² 檢定한 結果, 正逆交配 모두 各世代에서 理論值와 實測值가 合致되었다. 따라서 生態型 3의 ASD 7에서의 羽化率은 生態型 1과의 組合에서는 不完全劣性の 單一遺傳子에 依해 支配되는 것으로 보였고, 亦是 正逆交配의 效果差는 認定되지 않았다.

이같이 生態型 2가 優性, 生態型 3이 劣性인 結果는 Cheng(1978)³⁾, Cheng and Chang(1977)⁴⁾이 報告한 바, 生態型 2의 加害能力이 劣性, 生態型 3의 加害能力이 優性이라는 報告나 國際米作研究所에서의 生存率에 對한 遺傳研究에서 生態型 2나 3이 生態型 1에 對해 劣性이며 生態型 3이 生態型 2에 對해 優性이라는

Table 3. The number of adult insects emerged in each generation of biotype 1×biotype 3 cross on ASD 7

Generation	Adult emergence		Mortality		Total	X ²	P
	O	T	O	T			
P ₁ (Bio. 1)	0 (0)		18 (100)		18		
P ₂ (Bio. 3)	39 (84.8)		7 (15.2)		46		
F ₁	4 (12.1)		29 (87.9)		33		
F ₂	20 (20.2)	27.027 (27.3)	79 (79.8)	71.973 (72.7)	99	2.513	0.20-0.10
BC ₁	2 (3.7)	3.965 (6.1)	63 (96.3)	61.035 (93.9)	65	1.037	0.40-0.30
BC ₂	31 (57.6)	28.615 (48.5)	25 (42.4)	30.385 (51.5)	59	1.968	0.20-0.10

Table 4. The number of adult insects emerged in each generation of biotype 3×biotype 1 cross on ASD 7

Generation	Adult emergence		Mortality		Total	X ²	P
	O	T	O	T			
P ₁ (Bio. 3)	39 (84.8)		7 (15.2)		46		
P ₂ (Bio. 1)	0 (0)		18 (100)		18		
F ₁	7 (15.9)		37 (84.1)		44		
F ₂	30 (32.3)	27.156 (29.2)	63 (67.7)	65.844 (70.8)	93	0.421	0.50-0.40
BC ₁	21 (40.4)	26.208 (50.4)	31 (59.6)	25.792 (49.6)	52	2.087	0.20-0.10
BC ₂	7 (11.9)	4.720 (8.0)	52 (88.1)	54.280 (92.0)	59	1.197	0.30-0.20

報告와는 相異하였다. Cheng(1928)³⁾ 및 Cheng and Chang(1977)⁴⁾이 調査한 加害能力은 벼의 反應에 따라 判定된 것으로 本實驗과 같이 벼벌구의 反應인 羽化率과는 差異가 있으며, 生存率도 어느 時期에 調査하느냐에 따라 差異가 있을 것이다. 또한 昆虫의 生存에 관한 遺傳分析은 벼벌구의 生存自體에 미치는 要因이 複合的으로 作用하는 點에서 볼때 이들 報告와 같이 F₁의 反應뿐만 아니라 F₂의 分離樣相에 對한 檢討도 同時에 이루어져야 할 것이며 人爲誘發生態型은 誘發環境에 따라 相異할 可能性과 함께 Mudgo가 優性的의, ASD 7이 劣性的의 벼벌구 抵抗性 遺傳子를 가진 點도 考慮될 수 있을 것이다.

3. 生態型 2와 生態型 3 間的 交配組合에 따른 羽化率 遺傳

生態型 2와 生態型 3사이의 正逆交配組合의 各世代

를 各各 Mudgo와 ASD 7에 接種·反應시켜 앞의 境遇와 同一한 方法으로 分析한 結果는 表 5, 6, 7 및 8과 같다. 이들 組合에서 F₁의 反應을 보면 Mudgo에서의 生態型 2가 生態型 3에 對해 不完全 優性을 보이나, ASD 7에서는 生態型 3이 生態型 2에 對해 不完全 優性을 보여 優劣關係가 不分明한데 이것은 F₁의 羽化率은 어느 品種에서나 兩親의 平均値보다 큰 方向임을 보여 줌으로써 供試品種에 따라 優劣의 差異를 나타내었으며, F₂, BC₁, BC₂에서 單一遺傳子에 依한 理論値와의 x² 檢定에서 生態型 3/生態型 2 組合의 Mudgo에서의 戻交配인 BC₁, BC₂以外엔 全世代가 有意性을 나타내어 同一遺傳子座에서의 對立關係로 보기는 어려우며, 이들 두 遺傳子사이의 關係는 보다 더 檢討가 要望된다.

Table 5. The number of adult insects emerged in each generation of biotype 2×biotype 3 on Mudgo

Generation	Adult emergence		Mortality		Total	X ₂	P
	O	T	O	T			
P ₁ (Bio. 2)	42 (89.4)		5 (10.6)		47		
P ₂ (Bio. 3)	16 (47.1)		18 (52.9)		34		
F ₁	34 (89.5)		4 (10.5)		38		
F ₂	56 (50.9)	86.790 (78.9)	54 (9.1)	23.210 (21.1)	110	51.769	<0.05
BC ₁	31 (58.5)	47.435 (89.5)	22 (41.5)	5.565 (10.5)	53	54.231	<0.05
BC ₂	50 (87.7)	38.931 (68.3)	7 (12.3)	18.069 (31.7)	57	9.928	<0.05

Table 6. The number of adult insects emerged in each generation of biotype 3×biotype 2 cross on Mudgo

Generation	Adult emergence		Mortality		Total	X ²	P
	O	T	O	T			
P ₁ (Bio. 3)	16 (47.1)		18 (52.9)		34		
P ₂ (Bio. 2)	42 (89.4)		5 (10.6)		47		
F ₁	47 (77.0)		14 (23.0)		61		
F ₂	68 (54.4)	90.750 (72.6)	57 (45.6)	34.250 (27.4)	125	20.814	<0.05
BC ₁	32 (51.6)	38.440 (62.0)	30 (48.4)	23.560 (38.0)	62	2.839	0.10-0.05
BC ₂	29 (78.4)	30.784 (83.2)	8 (21.6)	6.216 (16.8)	37	0.615	0.50-0.40

Table 7. The number of adult insects emerged in each generaiotn of biotype 2×biotype 3 cross on ASD 7

Generation	Adult emergence		Mortality		Total	X ²	P
	O	T	O	T			
P ₁ (Bio. 2)	15 (37.5)		25 (62.5)		40		
P ₂ (Bio. 3)	39 (84.8)		7 (15.2)		46		
F ₁	29 (65.9)		15 (34.1)		44		
F ₂	38 (45.8)	52.705 (63.5)	45 (54.2)	30.295 (36.5)	83	11.240	<0.05
BC ₁	9 (18.0)	25.850 (51.7)	41 (82.0)	24.150 (48.3)	50	22.740	<0.05
BC ₂	25 (42.4)	44.427 (75.3)	34 (57.6)	14.573 (24.7)	59	34.393	<0.05

Table 8. The number of adult insects emerged in each generation of biotype 3×biotype 2 cross on ASD 7

Generation	Adult emergence		Mortality		Total	X ²	P
	O	T	O	T			
P ₁ (Bio. 3)	39 (84.8)		7 (15.2)		46		
P ₂ (Bio. 2)	15 (37.5)		25 (62.5)		40		
F ₁	30 (75.0)		10 (25.0)		40		
F ₂	32 (32.7)	66.738 (68.1)	66 (67.3)	31.262 (31.9)	98	56.682	<0.05
BC ₁	15 (28.8)	41.548 (79.9)	37 (71.2)	10.452 (20.1)	52	84.382	<0.05
BC ₂	16 (30.8)	29.276 (56.3)	36 (69.2)	22.724 (43.7)	52	13.777	<0.05

摘 要

벼品種에 대한 加害能力을 달리하는 벼멸구 生態型의 抵抗性品種에서의 羽化率 遺傳樣相을 分析하고 室内에서 抵抗性品種(Mudgo, ASD 7)을 食餌로 累代飼育해 人爲으로 誘發시킨 誘發生態型 2 및 3과 既存生態型 1 사이의 相互 正逆交配를 實施하여 P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁ 및 BC₂의 各世代 1~2齡 若虫을 供試品種인 Mudgo, ASD 7 1~2葉期 幼苗에 接種하여 그 羽化率을 調査하였다.

羽化率에 對한 遺傳分析 結果, Mudgo에서의 生態型 2와 生態型 1사이의 組合에서는 生態型 2가 不完全優性的 單一遺傳子 ASD 7에서의 生態型 3과 生態型 1사이의 組合에서는 生態型 3이 不完全劣性的 單一遺傳子에 依해 羽化率이 支配되며, 生態型 2와 生態型 3의 對立關係는 不明確하였다.

參考文獻

1. Athwal, D.S., M.D. Pathak, E.M. Bacalango and C.D. Pura 1971 Genetics of Resistance to Brown Planthoppers and Green Leafhoppers in *Oryza Sativa* L. Crop Sci. 11(5) 747-750.
2. 鄭情煥 1975 褐飛蟲之 新生物小種及 其與抗蟲品種間之 相互作用 研究彙報 32:29-41.
3. Cheng, C.H. 1978. The Possible Role of Resistant Rice Varieties in Rice Brown Planthopper Control P. 214~229 in Rice Brown Planthopper, FFTC-ASPAC.
4. Cheng, C.H. and W.L. Chang 1977. Studies on Varietal Resistance to the Brown Planthopper in Taiwan p. 251~272, in IRRI, Brown Planthopper: threat to rice Production in Asia. Los Baños, Philippines.
5. Heinrichs. E.A. 1980. Varietal Resistance to the Brown Planthopper and Yellow Stem Borer. pages. 195-217. in Rice Improvement in China and Other Asian Counties, Philippines.
6. Ikeda, R. and C. Kaneda 1978. Allelic Relationships among four Genes for BPH Resistance. Int. Rice Res. Newsl. 3(4):10.
7. International Rice Research Institute 1975. Annual Report for 1974:86-91.
8. _____ 1978. Annual Report for 1977, 584pp.
9. Khush, G.S. 1979. Genetics of and Breeding for Resistance to the Brown Planthopper, pp. 312~332 in IRRI, Brown Planthopper threat to Rice Production in Asia, Los Baños, Philippines.
10. Krishna, T.S. and D.V. Seshu 1978. Genetics of Resistance to the Brown Planthopper, Int. Rice Res. Newsl. 3(5):11.
11. Lakshminarayana, A. and G.S. Khush 1977. New Genes for Resistance to the Brown Planthopper in Rice, Crop Sci. 17(1):96-100.
12. Martinez, C.R. and G.S. Khush 1974. Sources and Inheritance to Brown Planthopper in Some Breeding Lines of Rice, Crop Sci. 14(2):264-267.
13. 농업기술연구소 1979, 1978년도 농사시험연구보고서(병해충편) pp.24~29 농촌진흥청 농업기술연구소
14. Sogawa, K. 1978. The Brown Planthopper in India and Sri Lanka, Nekken Shiryo No. 43 TARC. 24pp.
15. Varca, A.S. and R. Feuer 1976. The Brown Planthopper and its Prototypes in Philippines, Plant Protection News V(1):1-4.
16. Seshu. D.V. and H.E. Kauffman 1980. Differential Response of Rice Varieties to the Brown Planthopper in International Screening Tests, IRRI Res. Pap. Ser. No. 52. 13pp.
17. Verma. S.K, P.K. Pathak. B.N. Singh and M. N. Lal 1979. Indian Biotypes of the Brown Planthopper, Int. Rice Res. Newsl. 4:6-7.