

## 벼멸구 생태형의 交雜種別 發育 및 水稻 品種別 被害

최주수 · 박영도†

동의대학교 생물학과

### Development of the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål, Biotypes and Their Hybrid Progenies Fed on Different Cultivars of Rice with Various Resistance Gene and Damage of Different Rice Cultivars

Joo-Soo Choi and Yeong-Do Park†

Dept. of Biology, Donggeui University, Pusan 614-714, Korea

#### Abstract

Some attempts were made to investigate the genetic characteristics of the brown planthopper(BPH), *Nilaparvata lugens* Stål, biotypes. In terms of egg and nymphal periods, egg hatchability, emergence ratio, and population change of BPH and plant damage of rice cultivars by the infestation of BPH biotypes and their hybrid progenies in field conditions. The egg and nymphal periods of the three BPH biotypes and their hybrid progenies on Dongjinbyeo with no resistance gene were shorter than on rice cultivars with resistance gene. But the periods of biotype-2(♀)×2(♂)(E) on Samgangbyeo with Bph-1 gene and biotype-3(♀)×3(♂)(I) on Miryang 63 with bph-2 gene were as short as on Dongjinbyeo. The egg hatchability and emergence ratio of the three Bph biotypes and their hybrid progenies on Dongjinbyeo were higher than on the other rice cultivars, and those of E on Samgangbyeo and I on Miryang 63 were as high as on Dongjinbyeo. In rice paddy field, biotype-1(♀)×1(♂)(A)~I infested on Dongjinbyeo, E on Samgangbyeo, and I on Miryang 63 were increased their population densities remarkably in next generation. Dongjinbyeo infested by A~I, and Miryang 63 infested by I were hopperburned at 60 days after infestation and had a damage rating of 9.0. But Samgangbyeo infested by E was no hopperburn(damage rating : 7.3) though it showed high BPH population at 60 days after infestation.

*Key words* : genetic characteristics, biotypes, hybrid progenies, hopperburn

#### 서 론

수도에 복합적 피해를 주는 벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stål) 생태형의 존재는 수도품종간의 저항성반응의 차이에

의하여 확인되어 왔으며<sup>1)</sup>, 현존 5종의 생태형이 자연집단 또는 실험실에서 나타났다고 보고하였다<sup>2)</sup>.

벼멸구의 생태형들에 대한 유전연구는 대만과 IRRI(International Rice Research Institute)에서 시작되었다. Cheng

† Corresponding author

& Chang<sup>3)</sup>은 생태형-1/생태형-2 및 생태형-2/생태형-1의 교잡에서 얻은 F<sub>1</sub>은 Mudgo(Bph-1)를 가해 할 수 없지만, 생태형-1/생태형-3 및 생태형-3/생태형-1의 F<sub>1</sub>은 H105(bph-2)를 가해 할 수 있었으므로 생태형-1은 생태형-2에 우성이고, 생태형-3은 생태형-1에 우성이라고 보고하였으나, IRR1<sup>4)</sup>에서는 생태형-1이 생태형-2와 3에 우성이고, 생태형-3은 생태형-2에 우성이라고 보고하였다. Sogwa<sup>5)</sup>는 생태형-2와 3은 생태형-1과 교잡시 이들의 생물학적 특성이 일반적으로 열성내지 중간정도로 나타나 생태형-1이 생태형-2와 3에 우성으로 나타났으나, 생태형-3이 생태형-1과 2에 우성이라는 증거는 발견하지 못하였고, 또 생태형-2와 3의 생물학적 특성들은 polygenic이나 양적유전형질에 의해 지배를 받는다고 보고하였다.

한편 Athwal 등<sup>6)</sup>은 대립형질인 단순우성유전자인 Bph-1에 의해 지배를 받는 Mudgo 등은 저항성인자는 단순열성유전자인 bph-2를 지니고 있는 ASD 7의 저항성인자와 밀접하게 연관되어 있거나 대립하고 있다고 보고하였다. 또 Lakshminarayana & Khush<sup>7)</sup>는 Bph-1과 bph-2와는 독립적인 Bph-3와 bph-4 gene을 밝혔으며, Ikeda & Kaneda<sup>8)</sup>는 Bph-1과 bph-2는 Bph-3과 bph-4에 독립적으로 분리함으로 Bph-1과 Bph-3, Bph-1과 bph-4, bph-2와 Bph-3 및 bph-2와 bph-4는 어려움 없이 서로 교잡할 수 있다고 보고한 반면, Lin & Huang<sup>9)</sup>은 벼멸구에 대해 2가지 저항성 gene을 지니고 있는 품종은 한가지 저항성 gene을 지니고 있는 품종이나 계통보다 저항성이 훨씬 더 길게 유지될 것이라고 보고하였다.

벼멸구 생태형-1, 2, 3이 혼서된 상태로 비례하여 기류의 물리적 힘에 의하여 감수성이나 저항성품종에 정착한 후 교잡에 의하여 새로운 생태형으로 발달하게 되어 기존 벼멸구 저항성품종들이 피해를 받을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 벼멸구 생태형 교잡유형별로 저항성유전인자를 달리하는 공시품종의 성묘를 이용하여 난기간, 부화율, 약충기간, 우화율을 조사하고, 또 증식상황과 피해 정도를 포장상태에서 조사하여 벼멸구 생태형의 혼합 발생시 방제대책의 기초자료를 얻고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

벼멸구 생태형-1, 2, 3은 곤충사육실(27±2℃, 40W 형

광등 24시간 조명)에서 저항성 gene이 없는 추청벼, Bph-1 gene을 가진 밀양 63호의 유묘를 식이로 각각 누대사육하면서 생태형-1(♀)과 1(♂), 생태형-1(♀)과 2(♂), 생태형-1(♀)과 3(♂), 생태형-2(♀)과 1(♂), 생태형-2(♀)과 2(♂), 생태형-2(♀)과 3(♂), 생태형-3(♀)과 1(♂), 생태형-3(♀)과 2(♂), 생태형-3(♀)과 3(♂)을 각각 교잡하여 얻은 F<sub>1</sub> 세대를 추청벼로 사육하면서 공시충을 확보하였다.

벼멸구 생태형의 교잡종별 난기 및 부화율 조사는 논흙이 채워진 소형 acryl pot(7.5×8cm)에서 60일간 재배한 성묘 1본에 층의 이탈을 막기 위한 polyethylene cup(6.5×3cm)을 거꾸로 씌운 다음 생태형 교잡종별로 우화 후 8일 된 교미한 암컷성충 4마리를 10반복으로 각각 접종하여 27±2℃(60-70% RH)에서 24시간 산란 시킨 후 접종충을 제거하고 부화하는 약충의 수를 매일 일정 시간에 조사하였으며, 부화가 완성된 후(접종 후 25일) 해부현미경 하에서 수도체를 각각 분해하여 미부화 난수를 조사하였다. 약충기간 및 우화율은 저항성 gene이 서로 다른 동진벼, 삼감벼 및 밀양 63호의 성묘(60일 묘) 1본에 생태형 교잡종별로 부화약충을 10마리씩 10반복으로 각각 접종하고

Table 1. Standard evaluation system for rating damage *Nilaparvata lugens* Stål (for field test)

Scale	Level <sup>a</sup>	Description
0	HR	No damage
1	R	Slight yellowing of a few plants
3	MR	Leaves partially yellow but with no hopperburn
5	MS	Leaves with pronounced yellowing and some stunting or wilting and 10~25% of plants with hopperburn, remaining plants severely stunted
7	S	More than half the plants wilting or with hopperburn, remaining plants severely stunted
9	HS	All plants dead

<sup>a</sup> HR : Highly Resistant MS : Moderately Susceptible  
 R : Resistant S : Susceptible  
 MR : Moderately Resistant HS : Highly Susceptible

매일 약충의 생사와 우화일을 성별로 조사하였다. 차대의 밀도증식 및 피해도는 공시품종을 일반 재식거리인 15×30cm 간격으로 포장에 이앙(6월 2일)하였다. 각 구당(18주) 4개의 나무지주를 세워서 나이론 망사 cage(1×1×1 m)로 덮고 벼멸구 생태형 교잡종별로 7월 1일에 40쌍씩 접종한 후 접종 20, 40, 60일 후에 벼멸구 약충 및 성충을 육안 조사하였고, 그리고 Table 1과 같은 기준(IRTP, 1980)<sup>10)</sup>으로 피해도를 조사하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 벼멸구 생태형의 교잡종별 난기간 및 부화율

벼멸구 생태형 비래 후 수도재배품종에 있어 발생경과와 양상과 저항성의 발현기작을 생물학적 관점에서 파악하기 위해 각 벼멸구 생태형의 교잡종별로 암컷 성충 4마리를 60일 묘에 접종하여 24시간 산란시킨 후 각 품종별로 계속 발육시킨 난의 기간과 부화율을 비교한 결과는 Table 2와 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 암컷성충이 산란한 난기간은 저항성 gene이 없는 동진벼에서 생태형 교잡종 모두 다소의 차이는 있었으나 7.91~8.69일로 짧았으며, Bph-1 gene을 보유한 삼강벼는 E가 8.58일, bph-2 gene을 보유한 밀양

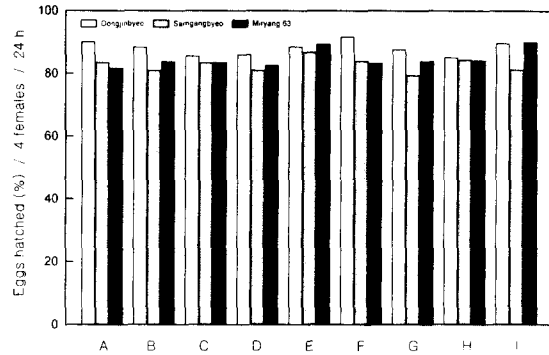


Fig. 1. Egg hatchability of *N. lugens* biotypes-1,2,3 and their hybrid progeny reared on 60-day-old plant of rice cultivars with different resistance genes. Average for 10 replications. A : B1×B1, B : B1×B2, C : B1×B3, D : B2×B1, E : B2×B2, F : B2×B3, G : B3×B1, H : B3×B2, I : B3×B3.

63호는 I가 8.21일로 감수성인 동진벼와 같이 난기간이 짧게 나타났다. 생태형-1과 2 및 생태형-1과 3간의 교잡종들은 삼강벼와 밀양 63호에서 각각 생태형-1과 1간의 교

Table 2. Egg periods *N. lugens* biotypes-1,2,3 and their hybrid progenies reared on 60-day-old plant of rice cultivars with different resistance genes<sup>a</sup>

Cross	Egg period (days±SE)		
	Dongjinbyeo	Samgangbyeo	Miryang 63
B1(♂)(A)	7.96±0.21	9.11±0.20	9.18±0.45
B1(♀)×B2(♂)(B)	8.13±0.18	8.90±0.74	9.07±0.14
B3(♂)(C)	8.61±0.16	8.97±0.28	8.80±0.08
B1(♂)(E)	8.11±0.28	9.02±0.18	8.89±0.23
B2(♀)×B2(♂)(E)	8.40±0.19	8.58±0.06	8.97±0.18
B3(♂)(F)	8.54±0.27	8.79±0.34	9.11±0.31
B1(♂)(G)	7.91±0.18	9.06±0.28	9.14±0.07
B3(♀)×B2(♂)(H)	8.38±0.29	8.86±0.18	8.97±0.16
B3(♂)(I)	8.69±0.20	8.97±0.04	8.21±0.29

<sup>a</sup>Average for 10 replications and their standard error.

Four females of each cross biotype were caged for 24 hours in feeding chamber with 60-day-old plant of each rice cultivar.

B1 : Biotype-1, B2 : Biotype-2, B3 : Biotype-3

잡종들 보다 난기간이 다소 길게 나타났으며, 생태형-2와 3 및 생태형-3과 2간의 교잡종들도 삼강벼와 밀양 63호에서 각각 생태형-2과 2 및 생태형-3과 3의 교잡종보다 난기간이 길게 나타났다.

이러한 결과는 감수성품종의 경우 Kim 등<sup>11)</sup>이 25±2°C에서 난기간이 8.6일이었던 보고와 일치하였으나, 저항성품종 Mudgo, ASD 7의 경우 8.3일, 7.2일로 보고한 Song 등<sup>12)</sup>의 결과와 차이가 있었다. 그리고 배자발육은 산란 후 3일부터 식물체내의 화학물질에 민감하게 반응한다는 IRRI<sup>4)</sup>의 보고로 미루어 보아 감수성보다 저항성품종에서 난기간이 길었던 것은 저항성품종의 식물체액속에 유해한 물질의 존재로 정상적인 배자발육을 하지 못했기 때문인 것으로 생각된다.

한편 부화율을 Fig. 1에서 보는 바와같이 감수성품종 동진벼에서 생태형교잡종이 85.25~91.85%로 저항성품종 삼강벼와 밀양 63호에서 보다 높았으며, 삼강벼의 경우 E가 86.92%, 밀양 63호는 I가 90.21%로 동진벼에서와 같이 부화율이 높게 나타났다.

본 실험결과는 감수성품종에서 85%이상의 부화율을 보고한 Mochida<sup>13)</sup> 및 Saxena & Pathak<sup>14)</sup>의 결과와 일치하였으나, Khan & Saxena<sup>15)</sup>는 27±2°C에서 66.8%로 본 결과보다 감수성품종에서 부화율이 다소 낮게 보고되었다.

한편 감수성보다 저항성품종에서 부화율이 낮았던 것은 기주식물의 영양적 가치와 관련하여<sup>14)</sup> 저항성품종에서는 배자가 발육을 해서 난각을 해쳐 나오기 위한 약충으로는 제대로 발육을 하지 못했기 때문인 것으로 생각된다.

Table 4. Emergence ratio of *N. lugens* biotypes-1,2,3 and their hybrid progenies reared on 60-day-old plant of cultivars with different resistance genes<sup>a</sup>

Cross	Percent emergence rate		
	Dongjinbyeo	Samgangbyeo	Miryang 63
B1(A)	98.27±0.88	84.96±1.08	71.62±2.87
B1×B2(B)	98.64±0.67	88.24±1.58	80.46±1.35
B3(C)	98.44±0.33	76.72±2.75	84.41±2.33
B1(D)	98.13±0.27	83.88±1.23	86.60±0.96
B2×B2(E)	98.38±0.63	98.45±0.68	82.74±2.67
B3(F)	98.63±0.65	88.63±1.42	84.34±1.26
B1(G)	98.26±0.85	80.74±2.21	87.65±1.67
B3×B2(H)	98.04±0.48	89.13±0.92	85.82±2.21
B3(I)	98.53±0.38	82.46±1.75	98.67±0.66

<sup>a</sup>Average for 10 replication and their standard error. Each replication consisted of 10 1st-instar nymphs.

Table 3. Nymphal periods *N. lugens* biotypes-1,2,3 and their hybrid progenies reared on 60-day-old plant of rice cultivars with different resistance genes<sup>a</sup>

Cross	Nymphal period (days±SE)					
	Dongjinbyeo		Samgangbyeo		Miryang 63	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
B1(A)	14.2±0.3	13.4±0.1	16.4±0.3	14.6±0.5	16.9±0.3	15.5±0.2
B1×B2(B)	14.6±0.3	13.7±0.3	15.8±0.2	16.0±0.6	17.2±0.5	15.8±0.4
B1(C)	14.6±0.3	13.2±0.1	16.8±0.4	15.4±0.2	16.3±0.2	15.1±0.2
B1(D)	14.4±0.1	13.9±0.2	15.6±0.2	15.2±0.4	16.7±0.3	14.8±0.3
B2×B2(E)	13.9±0.5	13.4±0.4	14.1±0.2	13.6±0.2	15.3±0.4	15.0±0.2
B1(F)	14.0±0.4	13.6±0.4	16.9±0.5	15.7±0.3	15.8±0.5	15.3±0.1
B1(G)	14.4±0.6	13.8±0.1	16.6±0.3	15.1±0.2	15.4±0.2	14.8±0.4
B3×B2(H)	14.1±0.2	13.7±0.3	15.7±0.2	14.9±0.3	15.7±0.3	14.6±0.2
B3(I)	14.5±0.3	13.5±0.2	15.4±0.4	14.8±0.3	14.2±0.2	13.4±0.4

<sup>a</sup>Average for 10 replications and their standard error. Each replication consisted of 10 1st-instar nymphs.

2. 벼멸구 생태형의 교잡종별 약충기간 및 우화율  
 벼멸구에 대한 저항성품종 재배시 생태형 비래 후 포장 발육 경과와 발생시기는 저항성품종에서의 벼멸구의 발육 속도와 관계가 있다. 따라서 벼멸구 생태형의 교잡종-1, 2, 3의 부화약충을 공시품종별로 60일 묘에 각각 접종하고 생사충을 조사하면서 성충에 이르기까지의 발육기간과 우화율을 조사한 결과는 Table 3 및 Table 4와 같다.

벼멸구 생태형의 교잡종별 약충기간은 동진벼의 경우 A~I 모두 13.9일~14.6일로 짧았으며, 저항성품종 삼강벼, 밀양 63호는 각각 E, I가 14.1일, 14.2일을 나타내어 동진벼와 유사하였다. 나머지 생태형교잡종들을 삼강벼, 밀양 63호에서 15.3일~17.2일로 동진벼에서 보다 다소 약충기간이 길게 나타났다. 한편 각 공시품종에 따른 생태형 교잡종 암수의 약충기간도 같은 경향이었으며, 수컷은 암

Table 5. Population growth of *N. lugens* biotypes-1,2,3 and their hybrid progenies and the damage of each cultivar when the insects were caged of the field plot<sup>a</sup>

Cultivars	Cross Biotypes	No. BPH/18 hills			Plant damage		
		2ODI	4ODI	6ODI	2ODI	4ODI	6ODI
Dongjinbyeo	A	432	776	HB	0.3	4.9	9.0a <sup>b</sup>
	B	532	1,033	HB	0.3	5.1	9.0a
	C	384	490	HB	0.3	4.8	9.0a
	D	452	1,210	HB	0.3	5.2	9.0a
	E	632	978	HB	0.3	5.0	9.0a
	F	747	843	HB	0.3	4.9	9.0a
	G	532	618	HB	0.3	4.8	9.0a
	H	472	1,189	HB	0.3	5.2	9.0a
	I	413	841	HB	0.3	4.9	9.0a
Samgangbyeo	A	390	382	1,376	0.0	1.2	1.5b
	B	452	484	1,613	0.1	1.3	1.7b
	C	414	394	1,221	0.0	1.2	1.6b
	D	286	192	1,474	0.0	1.2	1.5b
	E	521	493	2,634	0.2	3.8	7.3a
	F	382	412	1,519	0.0	1.3	1.7b
	G	406	396	1,247	0.0	1.2	1.6b
	H	328	410	1,797	0.0	1.2	1.8b
	I	476	443	1,326	0.1	1.2	1.6b
Miryang 63	A	452	472	1,262	0.3	3.1	6.7bc
	B	374	534	1,876	0.2	3.5	6.8bc
	C	397	439	1,321	0.2	3.5	6.7bc
	D	480	387	1,522	0.3	3.4	6.7bc
	E	427	579	1,488	0.3	3.8	6.9bc
	F	494	624	1,692	0.3	4.5	7.0bc
	G	294	446	1,247	0.0	3.3	6.8bc
	H	356	628	1,958	0.2	4.2	7.8bc
	I	486	1,325	HB	0.3	6.6	9.0a

<sup>a</sup>Plant damage based on resistance rating system in Table 1.

DI : Date after Infestation. HB : Hopper Burned.

The cross biotypes were infested on 30 days after transplanting with the density of 40 pairs per 18 hills.

<sup>b</sup>Means within a column followed common letter are significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

컷에 비하여 약충기간이 짧았다.

이러한 결과는 감수성품종에서 Bea & Pathak<sup>16)</sup>이 14.6일, Kim<sup>17)</sup>이 14.8일 이었다는 보고와 일치하였으나, Kisi-moto<sup>18)</sup>는 25°C에서 15일, Choi 등<sup>19)</sup>은 24.3일로 보고하여 본 결과보다는 약충기간이 길게 보고하였다. 이상의 결과로 E와 I의 경우 삼강벼와 밀양 63호에서 각각 약충기간이 짧게 나타나 이들 생태형들이 비래해 왔을 때 실제 포장에서의 발생 경과는 감수성품종에서처럼 빠른 속도로 진행되면서 밀도가 증가되어 피해를 줄 것으로 생각된다.

한편 우화율은 Table 4에서와 같이 A~I 모두 동진벼에서 98.04~98.64%인데 비하여, 삼강벼, 밀양 63호에서는 71.62~89.14%를 보여 저항성품종보다 감수성품종에서 우화율이 높았음을 알 수 있었다. E는 삼강벼, I는 밀양 63호에서 각각 98.45%, 98.67%로 높은 우화율을 나타내었다.

이러한 결과는 IR26에 있어서 생태형-2가 31.6%였다 는 Sogawa<sup>20)</sup>의 보고와 생태형-2, 3의 경우 각각 Mudgo에서 89.4%, ASD-7에서 84.8%였다는 Lee 등<sup>21)</sup>의 보고보다 우화율이 대체로 높게 나타났는데, 이는 식이식물의 영양상태와 종류 및 온도와 습도 등<sup>22,23)</sup>에 따라 반응이 상이하다는 보고로 미루어 보아 본 결과에서는 유묘가 아닌 성묘를 이용하였으므로 공시충이 성장하는데 좋은 조건을 주었기 때문인 것으로 생각된다.

### 3. 조사시기별 차대의 밀도증식 및 피해도

서로 다른 저항성 gene을 보유한 공시품종을 포장에 이양하여 벼멸구 생태형교잡종별로 각 구당 40쌍씩 접종하여 20일 간격으로 교잡종들의 차대 밀도와 그에 따른 피해 정도를 IRTP법<sup>10)</sup>에 의해 조사한 결과는 Table 5와 같다.

동진벼의 경우 A~I 모두 60일 후에 Hopperburn이 일어나 그 피해도가 9.0이었으며, 삼강벼에서는 E 접종구에서 접종 60일 후에 밀도가 2,634마리로 증가하여 그 피해도가 7.3으로 나타난 반면, 밀양 63호는 I 접종구에서 Hopperburn이 일어나 피해도가 9.0을 나타내었다. 한편 삼강벼의 경우 E를 제외한 나머지 접종구에서 대체로 밀도가 높았으나 그 피해도는 아주 낮았으며, 밀양 63호는 I를 제외한 모든 접종구에서 밀도와 피해도가 대체로 높게 나타났다.

이와같은 결과는 포장시험에서 벼멸구 생태형들을 혼합 접종하였을 때 밀양 23호, 밀양63호는 총접종 60일 및

64일 후에 각각 고사되었으며, 청청벼는 접종 70일 후에 총밀도는 높았으나 고사되지 않았다는 Lee 등<sup>24)</sup>의 보고와는 일치하였으나, Lee 등<sup>25)</sup>의 집단유묘검정법을 이용한 결과와는 일치하지 않았다. 이는 검정방법, 접종충수 및 조사시간 등의 차이에 기인된 것으로 생각되므로, 앞으로 집단유묘검정법보다는 실제 포장에서의 밀도증식관계를 다각적인 측면에서 고찰하여 저항성기작을 밝혀야 할 것으로 생각된다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 제 1 보<sup>26)</sup>에서 보고한 바와 같이 삼강벼는 E, 밀양 63호는 I에서 각각 섭식능력, 수명 및 산란이 길고 높았다는 결과와 본 연구결과로 미루어 볼 때 E와 I는 각각 저항성품종 삼강벼, 밀양 63호에서 정상적인 세대 경과로 밀도가 증가되어 피해가 있을 것으로 예상된다. 그러나 벼멸구가 비래해 와서 포장에서 2-3세대 경과하면서 피해를 주는 우리나라의 현실로 미루어 보아 본 연구결과와 같이 1-2세대 짧은 기간 동안 만으로는 벼멸구 생태형들간의 교잡에 의한 생태형 변이는 일어나지 않으므로 생태형변이에 의해 저항성품종들이 피해를 받을 가능성은 희박할 것으로 생각된다.

## 요 약

벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stål) 생태형교잡종에 대한 수도품종별 난기간, 부화율, 약충기간, 우화율 및 포장에서의 피해도를 조사한 결과는 다음과 같다.

모든 생태형교잡종의 난기간과 약충기간은 감수성품종 동진벼에서 저항성품종 삼강벼(Bph-1 gene), 밀양 63호(bph-2 gene)에 비하여 짧았으며, 생태형-2(♀)×2(♂)와 생태형-3(♀)×3(♂)은 각각 삼강벼와 밀양 63호에서 동진벼에서와 같이 짧아지는 경향을 보였다. 부화율 및 우화율은 동진벼에서 생태형교잡종 모두 높게 나타났으며, 생태형-2(♀)×2(♂)는 삼강벼, 생태형-3(♀)×3(♂)은 밀양 63호에서 동진벼에서와 같이 높게 나타났다. 포장에서의 발생경과 및 피해의 경우 동진벼는 생태형교잡종 모두에서, 그리고 삼강벼와 밀양 63호는 생태형-2(♀)×2(♂)와 생태형-3(♀)×3(♂)에서 각각 차대의 밀도가 높게 나타났다. 또한 동진벼는 접종 60일 후에 생태형교잡종 모두 Hopperburn이 일어났으며, 밀양 63호도 생태형-3(♀)×3(♂)에서 Hopperburn이 일어나 피해도가 9.0으로 나타났다. 한편 삼강벼는 생태형-2(♀)×2(♂)에서 밀

도의 증가는 가져왔으나, Hopperburn이 일어나지 않고 피해도가 7.3으로 나타났다.

### 참 고 문 헌

1. Khush, G. S. : Genetics of and breeding for resistance to the brown planthopper. In : *Brown Planthopper : Threat to Rice Production in Asia*, IRRI, Los Banos, Philippines, 321(1979).
2. Barrion, A. A. : *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(1985).
3. Cheng, C. H. and Chang, W. L. : Studies on varietal resistance to the brown planthopper in Taiwan. In : *Brown Planthopper : Threat to Rice Production in Asia*, IRRI, Los Banos, Philippines, 251(1979).
4. IRRI(International Rice Research Institute) : Genetic evaluation and utilization (GEU) program, *IRRI Ann. Rep.*, 59(1978).
5. Sogawa, K. : Hybridization experiments on three biotypes of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera : Delphacidae) at the IRRI, the Philippines, *Appl. Ent. Zool.*, 16(3), 193(1981).
6. Athwal, D. S., Pathak, M. D., Bacalangco, E. H. and Pura, C. D. : Genetics of resistance to brown planthoppers and green leafhoppers in *Oryza sativa* L., *Crop Sci.*, 11, 747(1971).
7. Lakshminarayana, A. and Khush, G. S. : New genes for resistance to the brown planthopper in rice, *Crop Sci.*, 17(1), 96(1977).
8. Ikeda, R. and Kaneda, C. : Genetic analysis of resistance to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål, in rice, *Jap. J. Breeding*, 31(3), 279(1981).
9. Lin, T. F. and Huang, C. H. : Genetic studies on resistance to biotypes of the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) in rice, *J. Agri. Asso. China*, 116, 3(1987).
10. IRTP(International Rice Testing Program) : *Standard evaluation system for rice*, IRRI, Los Banos, Philippines(1980).
11. Kim, Y. H., Lee, J. O., and Park, J. S. : Studies on the life history of brown planthopper(*Nilaparvata lugens* S.) in the laboratory, *Res. Rep. O.R.D. Suweon*, 20, 113(1978).
12. Song, Y. H., Choi, S. Y. and Park, J. S. : Studies on the resistance of "Tong-il" variety(IR-667) to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål, *Kor. J. Plant Prot.* 11(2), 61(1972).
13. Mochida, O. : A red-eyed form of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål)(Hom., Auchenorhyncha), *Bull. Kyushu Natl. Agric. Exp. Stn.*, 15, 141(1970).
14. Saxena, R. C. and Pathak, M. D. : 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, Philippines, 303(1979).
15. Khan, Z. R. and Saxena, R. C. : Technique for locating planthopper (Homoptera : Delphacidae) and leafhopper(Homoptera : Cicadellidae) eggs in rice plants, *J. Econ. Entomol.*, 79(1), 271(1986).
16. Bae, S. H. and Pathak, M. D. : Life history of *Nilaparvata lugens* (Homoptera : Delphacidae) and susceptibility of rice varieties to its attacks, *Ann. Ent. Soc. Am.*, 63(1), 149(1970).
17. Kim, J. W. : *Studies on the resistance of rice varieties to biotypes of the brown planthopper(Nilaparvata lugens Stål)*, Ph. D. thesis, University of Chungnam, Daejeon, Korea(1983).
18. Kisimoto, R. : Bionomics forecasting of outbreaks and injury caused by the rice brown planthopper. In : *The Rice Brown Planthopper. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region*, Taipei, 27(1977).
19. Choi, S. Y., Chung, B. K., Lee, S. W. and Kim, J. W. : Varietal resistance of Korean new rice cultivars to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål, *Seoul Natl. Univ., Coll. of Agric. Bull.*, 7(1), 13(1982).
20. Sogawa, K. : Biotypic variations in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera : Delphacidae) at the IRRI, the Philippines, *Appl. Ent. Zool.*, 16, 129(1981).
21. Lee, Y. M., Lee, H. R., Yi, B. Y., Choi, S. Y., Sim, J. W. and Ro, C. J. : Inheritance of adult emergence in artificially induced biotypes of brown planthopper(*Nilaparvata lugens* Stål) on the resistance rice varieties, *Kor. J. Plant Prot.*, 20(1), 15(1981).
22. Bae, S. D., Song, Y. H. and Park, Y. D. : Effects of temperature conditions on the growth and oviposition of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål, *Kor. J. Plant Prot.*, 26(1), 13(1987).
23. Suenaga, H. : Analytical studies on the ecology the species of planthoppers, the white back planthopper(*Sogatella furcifera* Horvath) and the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål), with special re-

- ference to their outbreaks, *Bull. Kyushu Natl. Agric. Exp. Stn.*, 8(1), 1(1963).
24. Lee, J. O., Goh, H. G., Kim, Y. H., Kim, H. S. and Choi, K. M. : Study on brown planthopper biotypes. 3. Plant damage of different rice cultivars to combination of biotypes, *Res. Rept. RDA(P.M&U)*, 23(2), 52(1986).
25. Lee, J. O., Goh, H. G., Kim, Y. H., Kim, C. G. and Park, J. S. : Reactions of some Korean rice varieties to brown planthopper biotype 2, *IRRN*, 7(5), 10 (1982).
26. Choi, J. S., Park, Y. D. and Chung, K. K. : Genetic characteristics of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål, biotypes and their hybrid progenies fed on different cultivars of rice with various resistance gene(1), *Bull. Dongeui Univ.*, 21, 63(1994).