

## 벼멸구 저항성 여교잡 집단의 등숙특성 QTL 분석

이종희<sup>1</sup> · 여운상<sup>1</sup> · 광도연<sup>1</sup> · 박동수<sup>1</sup> · 오병근<sup>1</sup> · 구연충<sup>1</sup> · 김호영<sup>1</sup> · 손재근<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>영남농업연구소 벼생태육종과, <sup>2</sup>경북대학교 농학과

## QTL Analysis for Ripening Traits of BHP Resistant Backcross Inbred Lines in Rice

Jong-Hee Lee<sup>1</sup>, Un-Sang Yeo<sup>1</sup>, Do-Yeon Kwak<sup>1</sup>, Dong-Soo Park<sup>1</sup>, Byeong-Geun Oh<sup>1</sup>,  
Yeon-Chung Ku<sup>1</sup>, Ho-Yeong Kim<sup>1</sup>, and Jae-Keun Sohn<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Rice Ecology and Breeding Division, Yeongnam Agricultural Research Institute, Milyang 627-803, Korea

<sup>2</sup>Department of Agronomy, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

**Abstract :** In order to identify the relationship between a brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal) resistance gene *Bph1* and ripening traits, we conducted the QTL analysis using 130 backcross inbred lines (BC<sub>5</sub>F<sub>3</sub>BIL) derived from a cross of the BPH susceptible Japonica cultivar, 'Nagdongbyeo' as the recurrent parent and Tongil-type resistant cultivar 'Samgangbyeo' as a donor parent. Although this population was obtained from 5 time of backcross, BPH resistant and susceptible lines differed significantly in grain filling ratio, head rice ratio of brown rice and number of spikelets per panicle. Five SSR markers on chromosome 12 detected in the introgressed chromosome segment of resistant donor, and two QTLs related with grain filling ratio (*gfr12*) and brown head rice ratio (*bhr12*) were detected in the marker between RM3813 and RM5609 explaining 23% and 21% of the total variance, respectively. Grain filling ratio and head rice ratio of brown rice were increased by 'Samgangbyeo' allele. This result suggests that high quality variety carrying the BPH resistance gene could be developed by combination of MAS and backcross in rice breeding.

**Key words :** Brown planthopper (BPH), Grain filling ratio, Head rice ratio, QTLs, Rice (*Oryza sativa* L.)

### 緒 言

최근 우리나라의 쌀 수급현황은 연속된 흉년과 MMA 수입량 등으로 쌀의 재고량이 증가되는 반면 1인당 연간 쌀 소비량이 매년 감소되고 있는 실정이다. 또한, 소비자들의 질적 수준 향상과 더불어 쌀 소비 양상은 고품질과 안전성을 요구하는 추세이다.

쌀에 있어서 안전성을 위한 접근방법은 저항성 품종의 육성이며, 최근 벼의 주요 병해인 도열병, 흰잎마름병 및 바이러스병 등에 대한 복합저항성이 집적된 품종들이 개발 보급되고 있다. 그러나 해충 저항성에 대한 자포니카 저항성 품종의 개발은 미미한 실정이다. 벼멸구의 경우 벼의 등숙이 시작되는 시기인 8월 하순 ~ 9월 상순에 피해가 심하여 농약에 의한 방제는 쌀의 안전성을 위협하는 요인이 되어 소비자의

구매 욕구를 저하시킬 수 있다.

자포니카 벼에서 벼멸구 저항성 품종의 개발이 미흡한 원인으로 인디카에 비해 유전자원 확보가 제한되어 있고, 저항성의 정도가 불안정한 중도저항성이 많아 생물검정이 어렵다는 것, 원인인 인디카로부터 저항성을 도입하는 과정에서 농업적으로 불량한 형질이 함께 도입되기 때문인 것으로 알려져 있다(Yeo *et al.* 2002).

최근 분자 생물학의 발전과 더불어 농작물에서도 DNA marker를 이용하여 내병충성 개체 선발이 이루어지고 있고, 벼멸구의 경우도 저항성인자와 관련된 DNA marker가 개발되고 이를 이용한 저항성 개체의 선발이 시도되고 있다(Lee *et al.* 2004, Sharma *et al.* 2003). 한편, 벼멸구 저항성과 농업적 형질과의 연관관계 분석에서 저항성 계통은 간장이 크며, 불임율의 증가 및 현미 품질이 나빠지며(Kaneda 1984), 저항성 인자는 도복관련 형질인 3절 간장 및 도복지수와 연관되어 있고(Yeo *et al.* 2002), 불임성과도 연관되어 있는 것(Hirabayashi *et al.* 2002)으로 보고되어 있다. 그러나 실제

\*Corresponding author (E-mail: jksohn@knu.ac.kr Tel: +82-53-950-5711, Fax: +82-53-958-6880) <2005. 9. 14 接受 >

육종 현장에서 벼멸구 저항성을 보유하면서도 등숙 및 현미 품질이 양호한 계통들이 발견되는 것으로 보아 벼멸구 저항성과 관련된 농업적 형질에 대한 체계적인 연구가 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 벼멸구 저항성이 도입된 여교잡 집단 등숙을 및 현미 완전미율에 대한 QTLs 분석을 통하여 고품질 벼멸구 저항성 품종육성을 위한 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

## 材料 및 方法

### 시험 재료

본 시험에 사용된 재료는 통일형 품종인 삼강벼의 벼멸구 저항성유전자 *Bph1*를 자포니카 품종인 낙동벼로 도입하고자 BC<sub>1</sub> 세대에서 벼멸구 저항성을 검정하여 저항성인 계통을 낙동벼로 5회 여교배하여 육성한 BC<sub>5</sub>F<sub>5</sub> 세대(backcross inbred lines; BIL) 130 계통을 이용하였다.

공시계통들은 영남농업연구소 벼 육종포장에서 30 × 15 cm의 재식거리로 계통당 3열씩 주당 3본으로 이앙하고, 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=11-4.5-5.7 kg/10a으로 농촌진흥청 표준재배법에 준하여 재배하였다.

### 등숙관련 형질 분석 및 벼멸구 저항성 검정

농촌진흥청 표준조사기준에 따라 출수기, 간장, 수장, 수수를 조사하였으며, 수량은 계통당 50주를 수확하여 10a당 수량으로 환산하였다. 등숙율은 계통당 3주씩 수확하여 염수선을 통하여 완전립과 불완전립으로 구분한 다음 총립수에 대한 완전립의 비율로 등숙율을 구하였다. 현미 완전미율은 미립관별기(RN-500, Kett, Japan)을 이용하여 조사하였다. 벼멸구 저항성 검정은 벼멸구 생태형을 이용하여 식물체가 4~5엽이 되는 시기에 벼멸구를 주당 10~15마리를 접종한 후 감수성 대립품종인 낙동벼가 완전히 고사하는 시기에 저항성과 감수성으로 구분하여 조사하였고, 벼멸구에 저항성인 68계통과

감수성인 62계통을 이용하여 등숙관련 형질과 연관분석을 수행하였다.

### 연관분석 및 QTL분석

Chen & Ronald *et al.* (1995)등의 방법에 따라 DNA를 추출 정제하여 McCouch *et al.* (2002)의 SSLPs 분석 조건에 따라 PCR을 수행하였으며, 증폭 산물은 13%의 비변성 acrylamide gel에서 350 V로 4시간 동안 전기영동을 하였다. 전기영동 후 EtBr로 염색한 후 genotype을 조사하였다. 유전자 지도 작성은 McCouch *et al.* (2002)의 보고를 참고하여 위치와 거리는 Grameme database (<http://www.gramene.org/>)에 공개된 물리적인 위치인 Mb 단위로 표시하였으며, Mapmaker (v2.0) program에 의해 연관분석, QGENE program (V3.06)에 의해 등숙관련 QTL을 분석 하였다. 또한 유의성이 높은 QTL을 선발하고자 LOD 3.0 이상의 QTL을 선발하였다.

## 結 果

### 주요 농업적형질의 변이

주요 농업적 형질별 차이를 비교 분석하기 위하여 여교잡 집단의 벼멸구에 저항성 반응을 보인 집단과 감수성 집단으로 나누고 형질별 평균치의 t-검정에 의해 두 집단간의 차이를 비교하였다(Table 1). 출수기는 공여친인 삼강벼는 8월 9일이고, 반복친인 낙동벼는 8월 16일 이었으며, 130 BIL계통들은 8월 14~16일 사이에 출수하였다. 등숙율은 삼강벼가 88%, 낙동벼는 85%로 삼강벼가 3% 높았으며 벼멸구 저항성군의 평균은 91%이고, 감수성군의 평균은 87%로 역시 유의한 차이를 나타내었으며, 모부분을 초월하는 계통들도 일부 있었다. 삼강벼와 낙동벼의 현미 완전미율은 각각 68%와 89%를 보였으며, 여교잡 집단에서는 83~95%로 분포를 하였으며, 벼멸구 저항성군과 감수성군의 평균은 각각 90%와 86%였다. 삼강벼와 낙동벼의 수당립수는 각각 155개와 79개로 양친간에 큰 차이를 보였으며, 여교잡 집단의 벼멸구 저항

**Table 1.** Mean agronomic traits of BPH-resistant and susceptible lines in the backcross inbred population (BC<sub>5</sub>F<sub>5</sub>)

Materials	HD	CL	PN	SN	GFR	YD	HR
Samgangbyeo	Aug. 8	79	14	155	88	638	68
Nagdongbyeo	Aug.16	83	14	89	85	491	87
Resistant (68) <sup>1)</sup>	Aug.16	87	14	86	91	516	90
Susceptible (62) <sup>1)</sup>	Aug.16	77	14	90	87	515	86
T-value	-	15.9**	-0.47 <sup>ns</sup>	-2.99*	6.11**	0.01 <sup>ns</sup>	4.80**

HD, Heading date; CL, Culm length (cm); PN, Panicle per hill (No.); SN, Spikelet per panicle (No.); GFR, Grain filling ratio (%); YD, Milled rice yield (kg/10a); HR, Head rice of brown rice (%)

<sup>1)</sup>; No. of lines

\*, \*\*, Significant at  $P=0.05$ ,  $P=0.01$ , respectively.