

밀양23호와 기호벼 교잡 재조합자식계통(RILs)의 품질관련 특성 변이

강현중*[†] · 김영두* · 김현순** · 이영태*** · 은무영****

*호남농업연구소, **농촌진흥청, ***작물과학원, ****농업생명공학연구원

Variability of Quality Related Characters in the Recombinant Inbred Lines from Milyang 23 and Gihobyeo

Hyeon-Jung Kang*[†], Young-Doo Kim*, Hyun-soon Kim**, Young-Tae Lee***, and Eun Moo-Young****

*Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

**Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

***National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

****National Institute of Agricultural Biotechnology, RDA, Suwon 441-707, Korea

ABSTRACT The rice quality related traits including physico-chemical traits were evaluated with one hundred sixty-four MG RILs derived from the cross between Milyang 23, Indica/Japonica hybrid type, and Gihobyeo, Japonica type. The variation distribution of all traits examined approximately fit normal distribution and transgressive segregants over parents were observed for all traits. The occurrence of such transgression could be associated with the interactions of complementary QTL alleles from two parents. However in this study, it could not be concluded that our results of segregation were due to either complementary gene effects or overdominance of a major gene. These factors should be verified by further studies. Correlations between traits were evaluated by regressing phenotypic values of one trait on those of another traits. There are highly significant correlation between grain thickness with grain width, white core and white belly. But between white belly and alkali digestion value showed highly negative significant correlation. Contents of protein showed highly negative correlation with amylose and Mg/K ratio but showed highly correlation with K and Fat contents. Hardness of cooked rice showed highly correlation with adhesiveness, elasticity, gumminess, chewiness.

Keywords : rice, grain shape, ADV, recombinant inbred lines, chemical property, physical trait

일반적으로 쌀의 품질은 쌀의 크기 및 모양과 관련된 외관 품위와 물리 화학적 품위로 크게 두 가지로 나뉘어 진다. 쌀의 외형 및 외관에 관련되는 형질로서는 입형, 심복백 정도, 입색 및 투명도 등으로(Cho *et al.*, 1986), 입형은 쌀알의 모양과 크기로써 표시되는데 주로 품종 특성에 의해 결정되며, 알카리 붕괴도는 낮을수록 호화온도는 높아지는 것으로 알려져 있으며, 호화온도가 높은 것(알카리 붕괴도가 낮은 것)은 낮은 것에 비하여 밥 짓는데 많은 물과 시간을 요구하므로(Juliano *et al.*, 1969) 소비자들이 기피하는 불량한 형질로 취급되고 있다(Jennings *et al.*, 1979).

밥맛을 결정짓는 첫째 요인으로는 향기, 질감과 냄새 등이다. 많은 연구자들은 NIR 분석에 의한 화학특성과 밥맛과의 관계와 Texture 분석기를 이용한 밥맛과 물리적 특성과의 관계를 밝혀냈는데(Yang, 1994; Lim, 1994) 일반적으로 화학적 특성에서는 아밀로스과 단백질이 낮고 Mg/K 비율이 높아야하고 물리적 특성에서는 경도와, 부탁성, 탄력성과 검성이 낮은 것이 좋은 밥맛을 나타낸다고 보고하고 있다.

최근 분자생물학의 발전과 고전적인 연관지도로는 불가능했던 양적 형질의 유전자 분석도 가능하게 되었다(Kang *et al.*, 1998; Kang *et al.*, 1999a; Kang *et al.*, 1999b). 유전 육종의 실제적인 이용을 위해서는 아직도 해결해야 할 일들이 많이 남아있지만 유용 농업형질들의 지도상의 위치가 밝혀지면 이를 이용하여 조기 선발이 가능하므로 육종효율을 한층 높일 수 있을 것으로 기대된다(Ahn *et al.*, 1993; Atsushi *et al.*, 1995).

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2165
(E-mail) kanghj@rda.go.kr

이를 위한 고밀도 유전자 지도작성 및 QTL 연구를 위해서는 동일한 재료를 이용하여 지속적으로 DNA의 추출이 가능해야 하는데, 분리세대인 F₂ 집단은 많은 양의 안정적인 DNA 획득이 제한적이기 때문에 약배양을 이용한 염색체 배가계통(Doubled haploid lines)이나 single seed descent 방법을 이용한 RILs(Recombinant Inbred lines)등이 이용되고 있다(Burr *et al.*, 1991; Xiao *et al.*, 1996). RILs은 계통 내에서 유전적 동질성이 유지되므로 안정적인 DNA를 확보할 수 있으며, 각 형질에 대한 조사시 환경변이를 최소화할 수 있다는 장점이 있다(Tanksley, 1993; McCouch *et al.*, 1988).

본 연구는 통일형인 밀양 23호와 Japonica인 기호벼의 교잡으로 이루어진 F₁₁ 164계통의 RILs(Recombinant Inbred Lines; MG RILs)에 대하여 종자 수확후 립형 및 이화학적 특성 등 품질 관련 양적 유전 형질에 대하여 그들의 변이를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 공시재료는 통일형인 밀양 23호와 자포니카형인 기호벼를 각각 모본과 부분으로 하여 교배된 164계통의 재조합 자식계통(RILs, Recombinant Inbred Lines)을 사용하였다. RILs의 육성은 1988년에 밀양23호와 기호벼를 인공교배하여 1992년까지 하계포장과 동계온실을 이용하여 Single Seed Descent(SSD)방법으로 F₈이 양성되었으며(Cho *et al.*, 1992), 1995년, 1996년, 1997년 3개년에 걸쳐서 호남농업연구소 포장에 순열배치 2반복으로 전개하여 수확한 종자를 사용하였다. 재배법은 5월 4일 파종하여 6월 5일에 주당 3본씩 30×15 cm로 이앙하였으며, 시비량은 N : P₂O₅ : K₂O를 15 : 9 : 11 Kg/10a를 사용하였으며, 질소는 기비 50%, 분얼비 30%, 수비 20%를 분시하였고, 인산, 가리는 전량 기비로 사용하였다. 기타 재배 관리는 호남농업연구소 표준재배법에 준하였다.

종실의 외관특성 및 ADV

립장, 립폭, 립후를 계통당 현미 10립씩 4반복으로 조사하였으며, 심백, 복백 정도는 육안으로 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(RDA, 1995)에 준하여 0부터 9까지 그 정도를 표시하였다. 알카리붕괴도는 1.4% KOH 용액에 백미 10립을 3반복으로 침적, 30℃에 23시간 정치시켜 붕괴 정도를 국제검정기준 Standard evaluation(IRRI, 1988)에 따라 조사하였다.

쌀의 화학적 특성

현미를 40℃ 건조기에서 48시간 건조시킨 다음, 근적외 분광 분석기(NIRS-6500, NIR(Near Infra-red) systems, USA)를 사용하여 아밀로스, 단백질, 마그네슘, 칼륨, 지질 및 회분함량 등을 분석하였다. 분석방법은 NIR에 부착된 sample transport module로 spectrum을 구하고 얻어진 spectrum을 사용하여 NSAS(Near Infrared Spectral Analysis Software) 프로그램으로 미분변환 및 다중회귀 분석을 통하여 각 성분의 정량 분석을 하였다.

밥의 물리적 특성

백미기호(Sadake, Japan) 2분간 도정한 20 g의 백미와 증류수 27 ml를 섞어서 30분간 서서히 열을 가하여 밥을 지었다. 취반후, 20분간 실온에 방치한 다음 Texture Analyzer (TA-XT2, Stable Microsystems, England)를 이용, 측정조건을 load cell pressure 5 Kg, crosshead speed 40 mm/min 및 plunger dia 45 mm로 하여 밥의 경도(Hardness), 부착성(Adhesiveness), 응집성(Cohesiveness), 탄력성(Elasticity), 검성(Gumminess) 및 저작성(Chewiness) 등을 분석하였다.

결과 및 고찰

종실의 외관특성 및 ADV에 대한 변이정도 및 분포와 쌀의 화학적 특성 및 밥의 물리적 특성에 대한 결과는 다음과 같다.

종자의 외관특성 및 ADV

종자의 외관특성 및 ADV에 대한 변이정도 및 분포에 대하여 살펴본 결과는 표 1 및 그림 1과 같다. 립장은 밀양 23호가 6.12 mm이었으며, 기호벼가 5.36 mm인 반면 RILs의 평균은 밀양 23호 보다는 짧고 기호벼보다는 긴 5.62 mm를 나타냈다. 그 분포범위는 4.64 mm에서 6.55 mm까지 다양하게 분포했으며 최빈수 범위는 5.5~5.7 mm였다. 립폭은 밀양 23호는 2.52 mm로서 기호벼의 2.85 mm보다 작았으며 RILs의 평균은 2.57 mm로서 밀양 23호보다는 약간 컸으나 기호벼 보다는 훨씬 작았다. 분포 범위는 2.15 mm에서 3.17 mm까지 매우 넓은 범위였으며 최빈수 범위는 2.5~2.6 mm였다. 장폭비는 밀양 23호가 2.47인 반면 기호벼는 1.88를 나타냈으며, RILs의 평균은 2.21를 나타냈다. 그 분포범위는 1.65에서 2.85까지였으며 2.1~2.3범위에서 최빈수를 나타냈다. 립의 두께는 밀양 23호가 1.94 mm인 반면 기호벼는 2.04 mm로 훨씬 두꺼웠으며 RILs의 평균치

는 두 모본보다 적은 1.88 mm로 두께가 얇게 분포하는 계통이 많음을 알 수 있었다. 분포 범위는 1.61 mm에서 2.17 mm까지였으며 최빈수 범위는 1.80~1.85 mm였다. 외관상 미질을 좌우하는 심백과 복백의 변이에 대하여 살펴본 결과 심백은 밀양 23호가 5.0정도를 나타냈으며 기호벼는 3.0정도를 나타냈다. RILs의 평균치도 양친의 평균치와 비슷한 3.7정도를 나타냈으며, 심백 변이 분포는 맑은 쌀을 나타내는 0에서 뽕얀 쌀을 나타내는 9까지 나타났다. 최빈수는 3에서였다. 복백의 경우는 밀양 23호가 1.0이었으며 기호벼는 5.0를 나타냈다. RILs의 평균은 두 모본의 평균치와 비슷한 3.4정도를 나타냈으며, 분포범위는 0에서 9까지 나타났으며 최빈수는 1에서 43계통으로 나타났다. 모본과 RILs

들에 대하여 백미를 만든 후 알칼리 붕괴도를 조사하여 본 결과 모본인 밀양 23호가 5.5정도였으며 기호벼는 5.0정도를 나타냈다. 그러나 RILs들의 평균치는 4.8정도를 나타냈으며, 그 분포범위는 2.5에서 6.5까지였다. 최빈수 범위는 4.5~5.0이었다.

쌀알의 형태적 특성에서 원형질체 재분화 후대에서 모본보다 립장이 커지며 립폭은 줄어들어 장폭비가 커지고 립의 두께가 감소함을 보고하였다(Kang *et al.*, 1995). 또한 외관상 미질 중 심백 변이가 46.6%로 가장 높은 변이를 나타내었다고 하였으며, 그 외에도 약, 체세포, 원형질체 배양 유래의 재분화 후대에 심복백 증가에 대한 많은 보고가 있다 (Lee *et al.*, 1993).

Table 1. Variation of grain apparent traits and ADV in MG RILs.

Traits	Milyang23	Gihobyeo	RILs (Mean \pm SD)	Range
Grain length (mm)	6.12 \pm 0.11	5.36 \pm 0.08	5.622 \pm 0.324	4.64~6.55
Grain width (mm)	2.52 \pm 0.06	2.85 \pm 0.09	2.569 \pm 0.208	2.15~3.17
Grain length/width	2.47 \pm 0.04	1.88 \pm 0.05	2.205 \pm 0.244	1.65~2.85
Grain thickness (mm)	1.94 \pm 0.07	2.04 \pm 0.11	1.876 \pm 0.112	1.61~2.17
White core (0~9)	5.0	3.0	3.4 \pm 2.2	0~9
White belly (0~9)	1.0	5.0	3.2 \pm 2.7	0~9
Alkali digestion value (1~7)	5.5	5.0	4.8 \pm 0.9	2.5~6.5

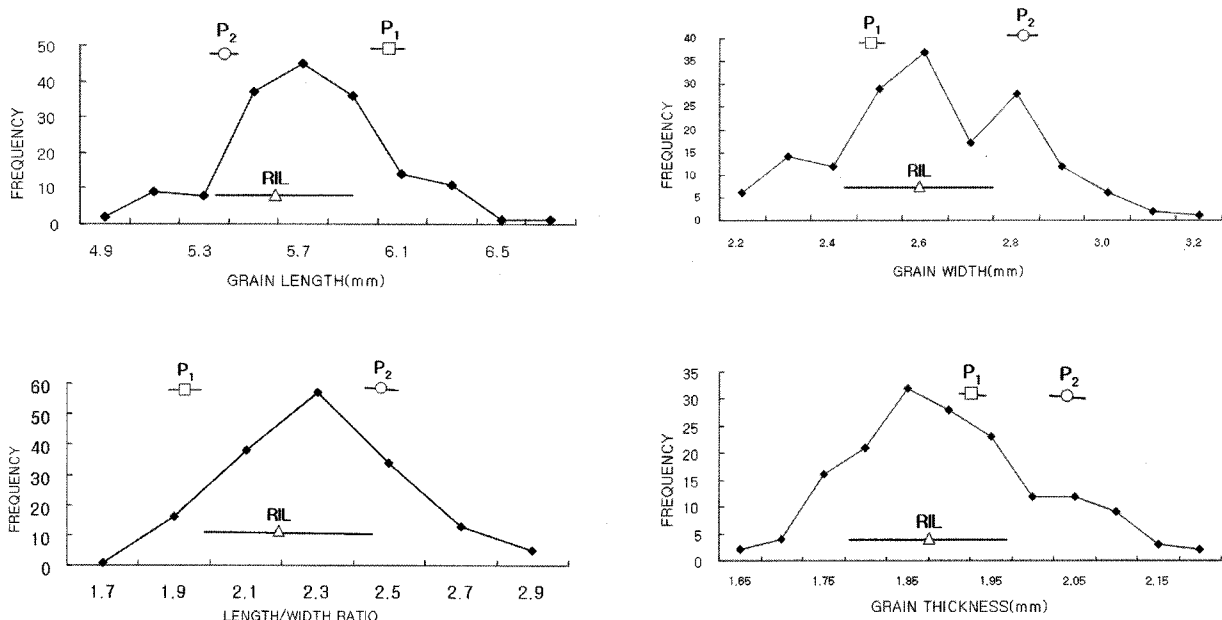


Fig 1. Frequency distribution of grain-dimension traits in MGRILs.

□ : Milyang 23 (P₁)

○ : Gihobyeo (P₂)

위의 형질들에 대하여 상관관계를 살펴본 결과는 표 2에서 보는 바와 같다. 립장과 립폭은 고도의 부의상관, 장폭비와는 고도의 정의 상관인 인정되었다. 또한 립폭과는 립의 두께와 심백, 복백에서 고도로 유의한 정의 상관인 인정되었으며, 장폭비와는 고도로 유의한 부의상관이 인정되었다. 립의 두께와는 심백과 복백에서 고도로 유의한 정의상관이 인정되었으며 장폭비와는 고도의 부의상관이 인정되었다. 장폭비와는 심백과 복백에서 고도로 유의한 부의상관이 인정되었으며, 알카리붕괴도와는 유의한 정의상관이 인정되었다. 심백과 복백은 고도의 정의상관이 있었으며 심백과 알카리 붕괴도는 부의 상관인 인정되었다. 복백과 알카리 붕괴도는 고도의 부의상관이 인정되었다.

립폭의 유전은 재료와 교배조합에 따라 다르나 일반적으로 넓은 것이 좁은 것에 대하여 불완전우성, 완전우성, 또는 초우성 유전 등 폴리진이 관여하는 연속변이를 나타내며, 립장을 지배하는 유전자와 독립적이라는 보고(Takeda *et al.*, 1977)와 독립적이지 않고 상호 관련성을 가지고 있다는 보고(Ramiah, 1933)이 있는데, 립장과 립폭의 유전력이 각각 0.818 및 0.782로 높게 측정하였다(Hwang *et al.*, 1984).

上島 등(1981)에 의하면 복백 발현은 쌀알의 무게, 길이, 폭, 및 (장 × 폭)/두께의 비율 등과 유의한 정의 상관인 있고 복백이 아주 적거나 높은 품종에서보다도 중정도의 품종에서 환경변이가 크며, 인디카 품종에서는 립형과 밀접한 관계가 있어서 장/폭비가 3.0 이상의 세장립 또는 장립형에서 복백미가 거의 발현되지 않음을 보고하였다. 본 연구결과에서도 심백 및 복백의 발현과 장폭비와는 고도로 유의한 부의 상관인 인정되어 上島 등(1981)의 보고와 일치하였다.

낮은 ADV는 높은 ADV에 대해 단순 우성이라고 했으나 (Hsieh *et al.*, 1988), Heu 등(1979)은 주동 유전자와 약간의 변형 유전자도 관여한다고 했으며, Stansel(1965)은 3개 유

전자가 관여한다고 하여, 연구자에 따라 다르게 보고되고 있다.

종실의 화학적 성분

종실의 화학적 성분 변이는 표 3 및 그림 2와 같다. 아밀로스 함량은 밀양 23호가 15.7%인 반면, 기호벼는 13.7%를 나타냈다. RILs의 평균은 양친의 평균치와 비슷한 정도인 14.8%를 나타냈으며, 변이는 8.3%에서 17.5%까지 분포하였다. 최빈수 범위는 15.1%~16.5%까지였으며 45계통이 분포하고 있었다. 그러나 많은 계통들이 그이하의 아밀로스 함량을 보였으므로 평균치는 최빈수를 나타낸 구간보다는 낮은 14.8%를 나타냈다. 백미의 단백질 함량은 밀양 23호가 7.27%였으며, 기호벼는 7.48%였다. RILs의 평균은 7.42%로 나타났으며 그 분포범위는 7.12~8.36%까지였다. 최빈수 범위는 7.4~7.5% 사이였다. 마그네슘 함량에 대한 변이를 살펴보면 모본인 밀양 23호가 1,321 ppm을 나타낸 반면 부분인 기호벼는 1,462 ppm을 나타냈으며, RILs의 평균은 모본보다 많고 부분보다 적은 1,369 ppm을 나타냈다. 또한 이들의 변이는 1,122 ppm에서 1,587 ppm까지 다양하게 분포하였으며 최빈수 범위는 1,300~1,350 ppm으로서 35계통이 속하였다. 칼륨 함량에 대한 분포를 살펴보면, 밀양 23호가 2,495 ppm이었으며, 기호벼가 3,059 ppm이었다. RILs의 평균은 양친의 중간치보다 적은 2,638 ppm이었으며, 분포 범위는 2,140 ppm에서 3,223 ppm까지 넓었다. 칼륨 함량은 정규분포를 하고 있지 않았으며, 마치 1 : 1의 분리비를 보는 바와 같이 나타났다. 마그네슘과 칼륨의 비율은 밀양 23호가 0.53을 나타낸 반면 기호벼는 0.48을 나타냈다. RILs의 평균은 0.524로서 기호벼 보다는 밀양 23호에 근접하고 있었으며, 분포범위는 0.375부터 0.704까지 다양하였다. 최빈수 범위는 0.52~0.55였으며 27계통이 속했다. 양

Table 2. Correlation coefficients among grain apparent traits in MGRILs.

Characters	GL	GW	GLW	GT	WC	WB	ADV
Grain length (GL)	1.000	-0.228**	0.694**	-0.081	-0.008	-0.003	0.104
Grain width (GW)		1.000	-0.853**	0.659**	0.390**	0.587*	-0.176*
Grain length/width (GLW)			1.000	-0.516**	-0.298**	-0.429**	0.179*
Grain thickness (GT)				1.000	0.304**	0.443**	-0.117
White core (WC)					1.000	0.465**	-0.191*
White belly (WB)						1.000	-0.323**
Alkali digestion value (ADV)							1.000

*,** : Significant at 5%, 1% level, respectively

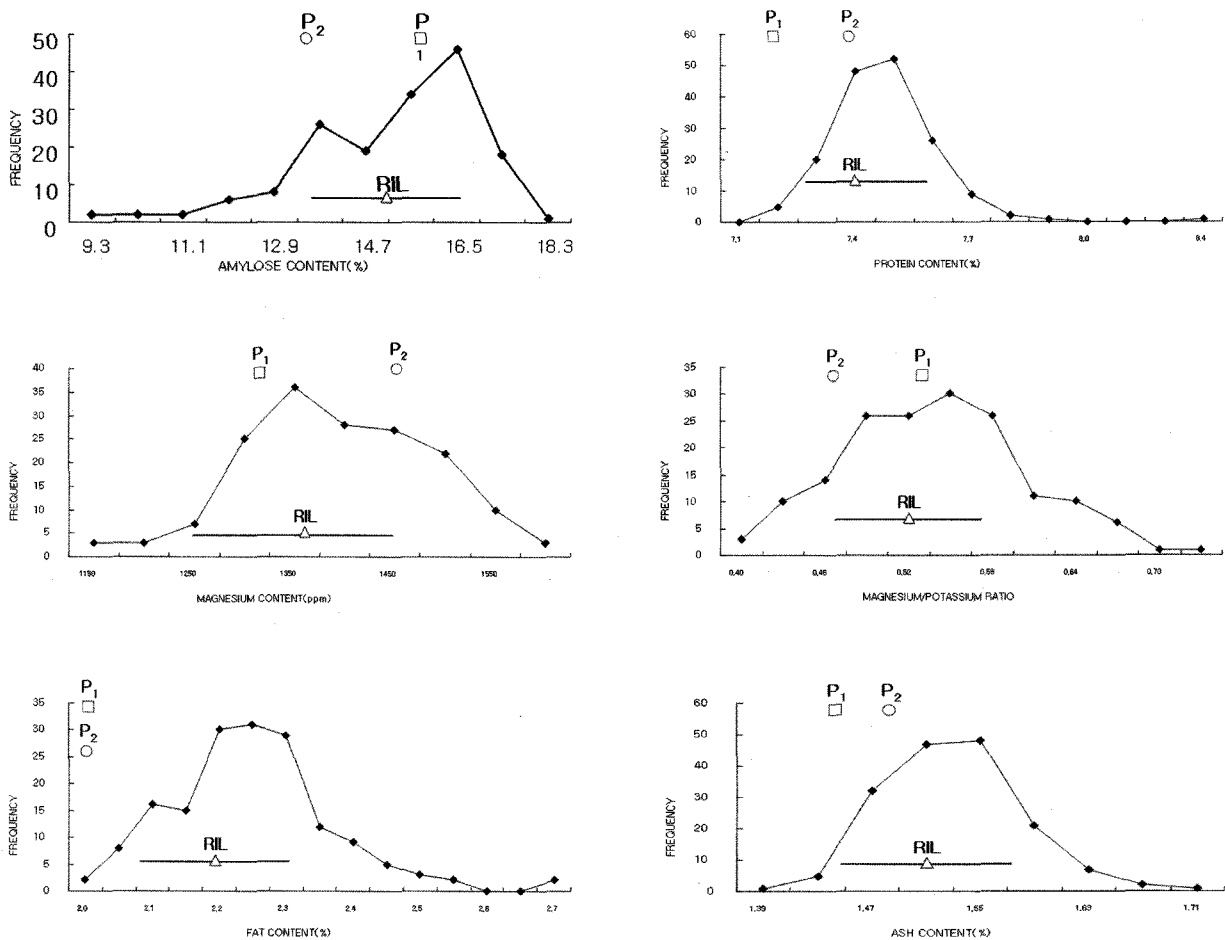


Fig. 2. Frequency distributions of chemical traits of brown rice in MG RILs.
 □ : Milyang 23 (P1) ○ : Gihobyeo (P2)

친의 지방 함량은 비슷한 정도인 2.03, 2.04를 나타냈으나 RILs의 평균은 양친보다 높은 2.23%를 나타냈다. 이들의 분포 범위는 1.96%에서 2.68%까지 나타났으며 최빈수 범위는 2.15~2.2%까지였으나 2.2~2.25%범위와 2.25~2.3% 범위에서도 많은 계통들이 분포하였다. 회분 함량은 양친간에는 거의 차이가 없이 1.46%와 1.49%를 나타냈으며, RILs의 평균은 1.51%로 양친보다 높았으며 분포 범위는 1.39%에서 1.69%까지였다. 최빈수 범위는 1.51~1.55%였다.

각 형질에 대하여 상관관계를 살펴본 결과는 표 4에서 보는 바와 같다. 표에 나타난 바와 같이 아밀로스 함량과 회분, 칼륨, 단백질, 지방 함량간에는 고도로 유의한 부의 상관관이 있었으며, 아밀로스함량과 Mg/K 비율과는 고도로 유의한 정의 상관관계가 인정되었다. 회분 함량과는 칼륨, 단백질, 지방 함량간에는 고도로 유의한 정의상관 관계가, 회

분과 마그네슘함량 및 회분과 Mg/K비율과는 고도로 유의한 부의상관 관계가 인정되었다. 칼륨과 Mg/K비율은 고도로 유의한 부의상관관계가 칼륨과 단백질 및 지방 함량과는 고도로 유의한 정의 상관관계가 인정되었다. 마그네슘 함량과 Mg/K 비율과는 고도로 유의한 정의 상관관계가 있었으며, Mg/K 비율과 단백질 및 지방 함량과도 고도로 유의한 부의 상관관이 인정되었다. 단백질 함량과 지방 함량 간에는 고도로 유의한 정의 상관관계가 있었다.

아밀로스 함량 유무에 따라 결정되는 찰성과 메성은 6번 염색체의 Wx 유전자 좌에 의해 지배되는데 찰성(wx)은 메성(Wx)에 대해 단순열성이며, 고 아밀로스는 저 아밀로스에 대해 불완전 우성으로 나타난다고 하였다(Heu, 1986; Kim et al., 1988).

낮은 단백질 함량이 높은 것에 비해 우성인 것으로 보고

Table 3. Variation of brown rice chemical properties measured by NIR in MG RILs.

Characters	Milyang 23 (P ₁)	Gihobyeo (P ₂)	Mid-* parent	RIL (Mean±SD)	Range
Amylose (%)	15.724	13.652	14.688	14.781±1.717	8.31 ~ 17.46
Protein (%)	7.269	7.482	7.376	7.422±0.140	7.12 ~ 8.36
Mg ⁺⁺ (ppm)	1312.2	1462.4	1391.8	1369.6±93.6	1122.4 ~ 1587.7
K ⁺ (ppm)	2495.2	3059.1	2777.2	2638.2±241.6	2140.7 ~ 3223.4
Mg ⁺⁺ /K ⁺	0.530	0.478	0.504	0.524±0.066	0.375 ~ 0.704
Fat (%)	2.030	2.042	2.036	2.226±0.121	1.963 ~ 2.684
Ash (%)	1.456	1.494	1.475	1.510±0.050	1.387 ~ 1.693

* : (P₁+P₂)/2

Table 4. Correlation coefficients among chemical properties.

Characters	AMY	PRO	Mg	K	Mg/K	FAT	ASH
Amylose (AMY)	1.000	-0.515**	-0.062	-0.638**	0.430**	-0.462**	-0.379**
Protein (PRO)		1.000	-0.048	0.514**	-0.401**	0.396**	0.372*
Magnesium (Mg)			1.000	-0.157	0.677**	-0.192*	-0.268**
Potassium (K)				1.000	-0.824**	0.628**	0.776**
Mg/K					1.000	-0.562**	-0.721**
FAT						1.000	0.816**
ASH							1.000

*, ** : Significant at 5% and 1% level, respectively

Table 5. Variation of cooked rice Physical properties measured by texture analyzer in MG RILs.

Characters	Milyang23 (P ₁)	Gihobyeo (P ₂)	Mid-* parent	RIL (Mean±SD)	Range
Hardness	8.896	4.298	6.597	8.315±2.903	2.407 ~ 19.089
Adhesiveness	0.392	0.365	0.379	0.321±0.226	0.023 ~ 1.258
Cohesiveness	0.290	0.287	0.289	0.306±0.023	0.226 ~ 0.356
Elasticity	0.906	0.652	0.779	0.716±0.107	0.416 ~ 0.968
Gumminess	2.552	1.239	1.896	2.520±0.908	0.767 ~ 6.531
Chewiness	2.326	0.802	1.564	1.854±0.828	0.322 ~ 5.316

* : (P₁+P₂)/2

(Hsieh *et al.*, 1988)하였으며, 단백질 함량의 유전에는 우성 효과와 상가적 효과가 모두 나타나며(Chang *et al.*, 1974) 유전력의 추정치는 매우 낮다고 하였다(Hilleris *et al.*, 1973). 또한 단백질 함량과 아밀로스 함량간의 고도의 부의 상관관계가 있음을 보고(Kwak *et al.*, 2004)하여 본 연구와 동일한 결과를 얻었다.

Yang(1994)의 보고에 의하면 일반형 품종과 통일형 품종간의 밥맛은 화학적 성분중 아밀로스 함량과는 대체로 부의 상관관을 가지며, 마그네슘 함량과는 고도의 정의 상관관을 보인다고 하였는데, 본 연구에서도 통일형인 밀양 23호 보다 자포니카형인 기호벼에서 아밀로스 함량은 낮았으며, 마그네슘 함량은 높게 나타나 비슷한 결과를 얻었으나, 단백질 함량, 가리함량과 Mg/K 당량비에서는 차이가 있었다.

밥의 물리적 특성 분석

밀양 23호와 기호벼를 비롯한 164RILs에 대하여 백미 조제후 밥을 지어 밥의 경도, 부착성, 응집성, 탄력성, 검성 및 저작성 변이에 대하여 살펴본 결과는 표 5 및 그림 3과 같다. 먼저 밥의 경도는 밀양 23호가 8.896인 반면 기호벼는 4.298로서 밀양 23호의 반도 안 되었다. 또한 RILs의 평균은 8.315로서 밀양 23호와 비슷한 정도를 나타냈으며 분포 범위는 2.407부터 19.089까지였다. 최빈수 범위는 6-7사이였다. 부착성은 밀양 23호가 0.392였으며, 기호벼가 0.365를 나타냈다. RILs의 평균은 양친보다 적은 0.321을 나타냈으며, 분포범위는 0.023에서 1.258까지였다. 최빈수 범위는 0.30~0.31사이였다. 응집성은 밀양 23호가 0.290였으며 기호벼도 그와 비슷한 0.287을 나타냈다. 그러나 RILs의 평균

은 양친보다 많은 0.306이었으며 분포범위는 0.226에서 0.356까지였다. 밥의 탄력성은 밀양 23호가 0.906이었으며, 기호벼가 0.652를 나타냈으며, RILs의 평균은 양친의 중간 정도인 0.716을 나타냈고, 분포범위는 0.416부터 0.968까지였다. 검성은 밀양 23호가 2.552였으며, 기호벼는 그 절반 수준인 1.239였다. 또한 RILs의 평균은 밀양 23호에 가까운 2.520이었으며 분포범위는 0.767에서 6.531까지로 나타나서 매우 넓은 범위에 분포하였으며, 최빈수를 나타낸 범위

는 1.0~1.5 사이였다. 저작성은 밀양 23호가 2.326이었으며 기호벼는 0.802였다. RILs의 평균은 1.854로서 양친의 중간치와 비슷하였으며 분포범위는 0.322에서 5.316까지였다.

밥의 물리적 특성들 간의 상관관계는 표 6에서 보는 바와 같다. 표에서 알 수 있듯이 밥의 탄력성과 응집성은 고도로 유의한 부의 상관이 있었으며 탄력성과 검성, 부착성, 경도, 저작성 등은 고도로 유의한 정의 상관이 있었다.

일반적으로 밥맛이 좋은 자포니카 품종과 밥맛이 좋지 않

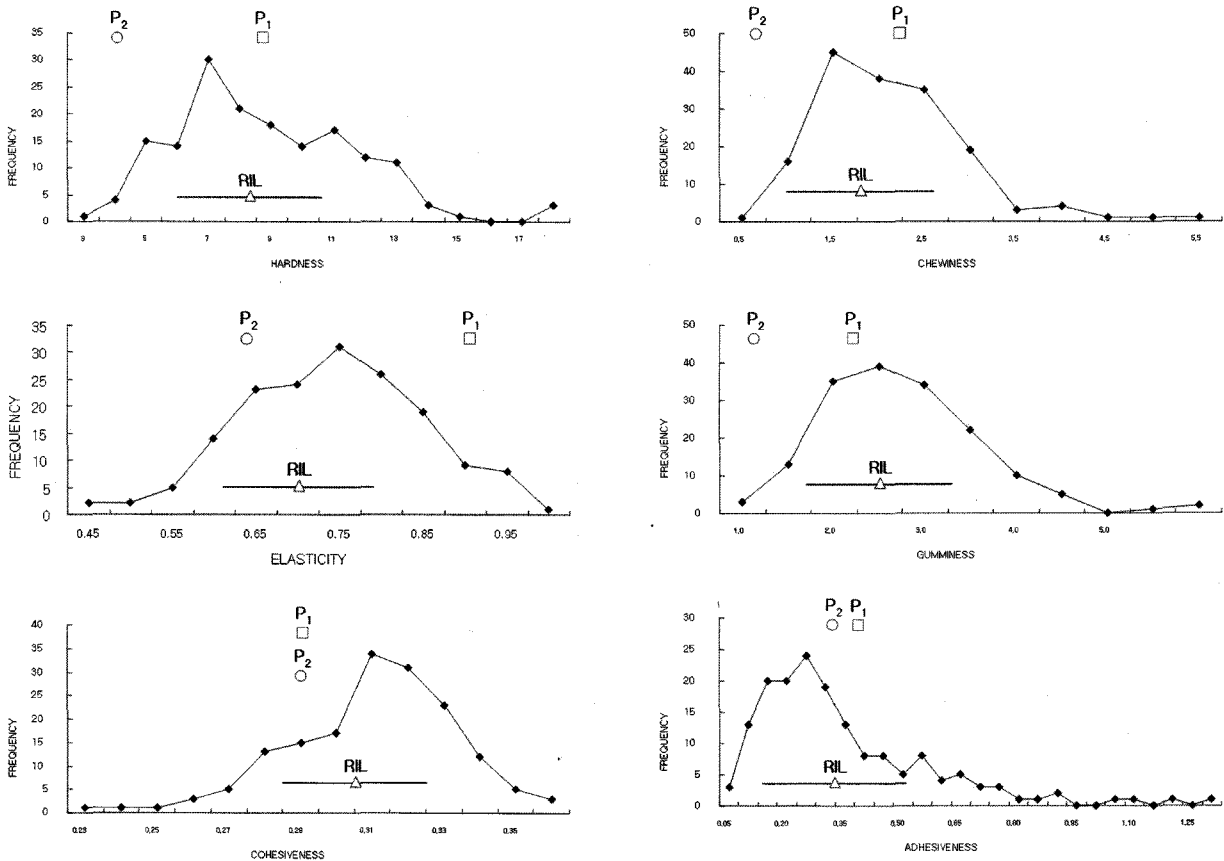


Fig. 3. Frequency distributions of physical traits in MG RILs.

□ : Milyang 23 (P1) ○ : Gihobyeeo (P2)

Table 6. Correlation coefficients among physical traits of cooked rice.

Characters	HAR	ADH	COH	ELA	GUM	CHE
Hardness (HAR)	1.000	0.380**	-0.102	0.501**	0.950**	0.932**
Adhesiveness (ADH)		1.000	0.059	0.514**	0.262**	0.347**
Cohesiveness (COH)			1.000	-0.222**	0.151	-0.266**
Elasticity (ELA)				1.000	0.427**	0.655**
Gumminess (GUM)					1.000	0.936**
Chewiness (CHE)						1.000

*, **: Significant at 5% and 1% level, respectively

은 통일형 품종간의 밥맛과 물리적 특성간의 상관관계를 밝힌 보고(Yang, 1994)에 의하면, 대체로 경도, 응집성, 탄력성, 검성, 저작성 등이 고도로 유의한 부의 상관관계를 나타낸다고 밝혔는데, 본 연구에서도 자포니카인 기호벼가 통일형인 밀양 23호에 비하여 경도, 응집성, 탄력성, 검성, 저작성 등이 낮게 나타나 같은 결과를 얻었다. RILs에 대한 밥맛 검정은 하지 않았으나, 위의 물리적 특성으로 추정해 볼 때 대체적으로 밀양 23호에 가까운 계통들이 많으리라 생각된다.

적 요

통일형인 밀양23호와 자포니카인 기호벼를 교잡한 재조합자식계통을 대상으로 품질관련 특성 변이를 살펴본 결과 공시계통들에 대한 품질 관련 형질들의 변이 분포는 매우 폭 넓고 다양했으며 대부분의 형질에서 연속적인 정규분포를 보였다. 조사된 형질간의 상관관계는 립의 두께에 대하여 립폭, 심백과 복백은 고도의 정의 상관관계를 나타냈으나 심백과 알카리 붕괴도는 고도의 부의 상관관계를 보였다. 단백질 함량과는 아밀로스, Mg/K 비율에서 고도의 부의 상관관계를 나타냈으며, K와 지방 함량과는 고도의 정의 상관관계를 보였다. 밥의 물리성에서는 딱딱한 정도를 나타내는 경도와 부착성, 탄력성, 검성, 저작성에서 고도의 정의 상관관계를 보였다.

인용문헌

- Ahn, S. N., C. N. Bollich., A. M. McClung, and S. D. Tanksley. 1993. RFLP analysis of genomic regions associated with cooked-kernel elongation in rice. *Theor. Appl. Genet.* 87 : 27-32.
- Atsushi, N., S. Komatsu, B. S. Xia, and H. Hirano. 1995. Linkage Analysis of the Gene Loci for seed Glutelin (Glu-1), Semidwarfism (sd-1) and shattering Habit (Sh-2) in Rice (*Oryza sativa* L.). *Beeding Sci.* 45 : 185-188.
- Burr, B. and F. A. Burr. 1991. Recombinant inbreds for molecular mapping in maize : theoretical and practical considerations. *Trends in Genet.* 7 : 55-60.
- Chang, T. T. and F. H. Liu. 1974. Diallel analysis of protein content in rice. *Agronomy Abstracts* pp 65.
- Cho, S. Y., B. T. Cheon, and H. C. Choi. 1986. Genetics and Breeding for transfer useful characters to common variety in rice. Seoul Nat'l Univ. 259-312.
- Cho, Y. G. 1992. Genetic of esterase enzyme and RFLP markers, and linkage analysis with semidwarf, sd-1, of rice. PhD. Thesis, Seoul National Univ.
- Heu, M. H. 1986. Inheritance of chalkiness of brown rice found in non-glutinous rice cultivar "Pokhareli Mashino". *Korean J. Breed.* 18(2) : 162-166.
- Heu, M. H. and S. Z. Park. 1979. Article : Genetic behavior of alkali digestibility in rice endosperm - I. Alkali digestibility of hybrid seeds (F₁) and F₂ grains in the cross between low and high ADV parents. *Korean J. Breed.* 11(3) : 196-200.
- Hillerislambers, D., T. N. Rutger., C. O. Qualset, and W. J. Wiser. 1973. Genetic and environment variation in protein content. of rice (*Oryza sativa* L.). *Euphytica.* 22 : 264-273.
- Hsieh, S. C. and L. H. Wang. 1988. Genetic studies on grain quality in rice. In Rice Grain Quality, proc. symposium, pp. 117-136. Taiwan, Rep. China, Taichung District Agricultural Improvement Station.
- Hwang, H. G., J. K. Sohn, and Y. C. Kim. 1984. Studies on the inheritance of grain characters of rice. *Korean J. Breed.* 16(2) : 225-232.
- IRRI. 1998. Standard evaluation system for rice. 3rd ed. IRRI. 52-53.
- Jennings, P. R., W. R. Coffman, and H. E. Kauffman. 1979. Rice improvement. IRRI. p 113-118
- Juliano, B. O., M. B. Nazareno, and N. B. Ramos. 1969. Properties of waxy and isogenic non-waxy rices differing in starch gelatinization temperature. *J. Agr. Food Chem.* 17 : 1364-1369.
- Kang, H. J., J. K. Lee, S. Y. Lee, S. Y. Lee, K. Y. Park and J. U. Shim. 1995. Variation of Some Characters in Rice Protoplast-Derived Plants. *Korean J. Breed.* 27(3) : 298-302.
- Kang, H. J., Y. G. Cho, Y. T. Lee, Y. D. Kim, M. Y. Eun, and J. U. Shim. 1998. QTL Mapping of Genes Related with Grain Chemical Properties Based on Molecular Map of Rice. *Korean J. Crop Sci.* 43(4) : 199-204.
- Kang, H. J., Y. G. Cho, Y. T. Lee, M. Y. Eun, J. U. Shim, and H. S. Kim. 1999a. Detection of putative QTL conferring grain size and shape in rice. *Korean J. Breed.* 31(4) : 330-335.
- Kang, H. J., Y. G. Cho, Y. T. Lee, Y. D. Kim, M. Y. Eun, and J. U. Shim. 1999b. Identification of QTLs Affecting Physical Traits of Cooked Rice. *Korean J. Crop Sci.* 44(1) : 70-73.
- Kim, Y. K. and M. H. Heu. 1989. Characteristics of Opaque Endosperm Originated from a Rice Cultivar 'Pokhareli Mashino'. *Korean J. Crop Sci.* 34(2) : 155-162.
- Kwak, T. S. and J. H. Yeo. 2004. Variation of Grain Quality and Grain Filling Rapidity Milyang 23/Gihobyeeo Recombinant Inbred Lines. *Korean J. Crop Sci.* 49(3) : 160-166.
- Lee, S. Y., J. K. Lee, T. H. Noh, H. J. Kang and S. Y. Lee. 1993. Variation of Major Characters in Plants Regenerated from Rice Cells Treated with Ethyl Methane Sulfonic Acid. *Korean J. Plant Tissue Culture.* 20(6) : 307-314.
- Lim, S, J. 1994. Efficient screening method and genetic an-

- alysis on the physicochemical properties related with eating quality of rice (*Oryza sativa* L.) Kyungpook Nat'l Univ. Ph.D. Thesis.
- McCouch, S. R., G. Kochert., Z. H. Yu, Z. Y. Wang, G. S. Kush, W. R. Coffman, and S.D. Tanksley. 1988. Molecular mapping of rice chromosomes. *Theor. Appl. Genet.* 76 : 815-829.
- Ramiah, K. and N. Parthasarathy. 1933. Inheritance of grain length in rice (*Oryza sativa* L.). *Indian J. Agric. Sci.* 3(5) : 808-819.
- Rural Development Administration. 1995. Standard evaluation system in agricultural experiment. *Rural Development Administration.* 494-510.
- Stansel, J. W. 1965. The influence of heredity and environment on endosperm characteristics of rice (*Oryza sativa* L.) Ph.D. thesis Purdue Univ.
- Takeda, K. and K. Saito. 1977. A major gene controlling large grain size derived from a rice variety "Fusayoshi". *Jap. J. Breed.* 30 (suppl. 1) : 254-255.
- Tanksley, S. D. 1993. Mapping polygenes. *Annu. Rev. Genet.* 27 : 205-233.
- Xiao, J., J. Li, L. Yuan, and S. D. Tanksley. 1996. Identification of QTLs affecting traits of agronomic importance in a recombinant inbred population derived from a sub-specific rice cross. *Theor. Appl. Genet.* 92 : 230-244.
- Yang, B. G. 1994. Analytical studies on major physicochemical factors related to palatability evaluation of selected rice varieties. Wonkwang Univ. Ph.D Thesis.
- 上島志, 山本仁, 中西恵子. 1981. 酒米に關する 育種學的 研究 II. 神大 農年報 14 : 265-272.