

벼 粒型과 米質에 關聯된 形質의 遺傳研究 II. 米粒의 心腹白과 Alkali 崩壞度의 遺傳分析

金 賢 泰 · 朴 圭 奎* · 金 達 雄

慶北大學校 農科大學 農學科

*慶北大學校 農業科學技術研究所

Genetic Studies on Grain Shape and Quality in Rice

II. Genetic Analysis of Chalkiness and Alkali Digestibility Value

Kim, Hyun Tae · Park, Gyu Hwan* · Kim, Dal Ung

Dept. of Agronomy, Coll. of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

*Inst. of Agric. Sci. & Tech., Kyungpook Natl. Univ.

Summary

A seven-parent half-diallel cross was analyzed for white center, white belly and alkali digestibility value(ADV). The analysis of variances were significant for all characters at 1% level. Both general and specific combining ability were significant for all characters. Non-additive genetic variance predominated for ADV(12hr. treatment) and additive effects were more important than non-additive effects for other characters. With the exception of ADV(12hr. treatment), which showed complete dominance, partial dominance in a negative direction was observed for the other characters. Heritability values were high in all characters. White belly was highly positively correlated with white center and ADV.

緒 論

우리나라의 主穀作物인 벼의 品種改良은 지금 까지 收量性에 重點을 두면서 耐病虫性과 耐災害性을 補完해왔다. 그러나 最近에는 쌀의 自給自足으로 因하여 漸次 米質改善에 對한 研究가 重點的으로 推進되고 있으나 米質을 決定하는 形質들이 複雜하고 檢定方法 또한 簡單하지 않다는 것이 가장 큰 問題點이다.

一般的으로 米質은 食味에 關與하는 쌀의 物理·化學的特性과 쌀의 市場性에 關係하는 心腹白 및 粒型等의 形態的特性에 依해 決定된다고 볼 수 있다. 心腹白은 登熟期間의 環境에 依해支配된다고 알려져 있으나,崔等³⁾은 心腹白에 對해 環境의 影響이 多少 認定되나 品種間 差異는 어떠한 條件에서도 뚜렷하다고 하였다. Nagato & Chaudhry¹⁵⁾에 依하면 Japonica에 比해 Indica

벼에서 心腹白이 甚하다고 하였으며, 반면 Ebata & Tashiro⁵⁾는 Japonica와 Indica間에 差異는 없다고 하였다. 心腹白에 對한 遺傳研究에서 대체로 透明이 心腹白에 對해 優性으로 作用한다는 것이 支配的^{4,9,18)}이나 Nagatat & Jackson¹⁶⁾은 心腹白이 透明에 對해 優性이라고 報告하였다.

米粒의 알카리崩壞度 (Alkali digestibility value)는 淀化溫度와 高度의 負의 有意相關이 있어서 알카리崩壞度를 調査하면 밥의 퍼짐도를 간단히 測定할 수 있다.¹²⁾

Biswas & Mandal¹¹⁾은 Japonica品種에는 알카리崩壞度가 높은 것이 많고, Indica에서는 낮은것이 많다고 하였다. 遺傳研究에서는 崩壞度가 낮은것이 優性이며 完全優性을 보이는 境遇¹⁰⁾와 部分 優性을 나타내는 境遇¹¹⁾ 및 組合에 따라 分離樣相이 다르게 나타난다는 報告^{2,6,17)}가 있다. 또한 Kuo et al.¹³⁾은 米質에 關與하는 7個形質에

對하여 二面交雜分析法으로 遺傳分析한 結果, 알카리崩壞度에 對해 遺傳子의 相加的效果와 優性效果가 높게 認定되었고 遺傳力이 높았다고 하였다.

本研究는 良質 水稻 品種育成을 위한 基礎資料를 얻고자 몇가지 品種과 그 F_1 을 對象으로 心腹白과 알카리崩壞度를 測定하여 이들의 遺傳樣相과 相互關係를 調査한 바 얻어진 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本實驗에 使用된 材料는 遺傳的으로 多樣한 特性을 지닌 M101, M6, 多收系 2號, 洛東벼, 大蒼벼, BG2 및 Arboril等 7個品種과 이들을 二面交配하여 얻은 21個組合의 F_1 種子를 1986年 4月 19日, 50×40cm크기의 플라스틱箱子에 播種하여 育苗한 後, 5月 23日에 慶北大學校 附屬農場에 栽植距離 30×15cm, 株當 1本씩 移秧栽培하여 收穫한 것을 供試材料로 하였다. 施肥量은 N-P₂O₅-K₂O : 11-7-8kg/10a의 水準으로 하였고 其他 栽培管理는 一般標準耕種法에 準하였다.

各形質의 調査方法은 心腹白의 경우 test-tube miller로 握精한 白米를 使用하여 組合當 50粒씩 쌀알의 全體面積에 對한 心腹白部의 百分率로 나타내었다. 알카리崩壞度는 組合當 35粒을 1.4% KOH 용액에 넣고 30°C에서 12時間 및 23時間 經過後, 變化를 보이지 않는 것을 1로하고 完全히 퍼진 것을 9로하여 9等級으로 구분하였다.

調査된 資料에 對하여 組合能力은 Griffing⁷⁾의 Method II로 檢定하였으며 遺傳成分은 Hayman⁸⁾의 二面交配分析法으로, 遺傳力은 Mather & Jinks¹⁴⁾의 方법으로 算出하였다.

結果 및 考察

1. 親의 特性과 組合能力

本實驗에 이용된 7個 親品種과 이들을 각각 交配한 21個 F_1 組合의 心腹白과 알카리崩壞度에 對한 平均值는 表1과 같다. 心腹白은 大粒種인 Arborio와 BG2에서 많았고 多收系 2號에서 가장 적었으며 F_1 에서는 兩親의 中間 혹은 兩親보다 적은 傾向을 나타내었다. 알카리崩壞度는 BG2

가 가장 높았고 多收系 2號는 전혀 變化를 보이지 않았다. F_1 에서는 內체로 兩親의 中間 혹은 낮은 傾向이었으며 特히 多收系 2號가 交配親으로 使用된 組合의 알카리崩壞度가 매우 낮게 나타났다.

Table 1. Mean value of white center, white belly and alkali digestibility value (ADV) in the F_1 in seven-diallel cross

Varieties	Characters	White center (%)	White belly (%)	A.D.V.* (12hr.) (1-9)	A.D.V. (23hr.) (1-9)
1. M101		2.14	2.15	3.17	4.97
2. M6		11.03	9.68	4.26	6.60
3. Dashukei 2		0.48	0.22	1.00	1.00
4. Nagdongbyeo		1.29	0.49	3.55	5.04
5. Daechangbyeo		3.06	0.63	4.45	6.03
6. BG2		11.29	14.68	6.51	7.92
7. Arborio		35.43	24.03	3.49	6.08
1 × 2		6.91	1.15	1.64	3.59
1 × 3		1.47	0.15	2.31	2.90
1 × 4		0.99	0.58	2.61	5.19
1 × 5		4.02	0.84	2.11	4.30
1 × 6		2.92	2.78	3.85	6.56
1 × 7		29.29	1.67	2.19	5.39
2 × 3		4.19	2.45	2.11	3.82
2 × 4		1.99	4.21	3.28	6.38
2 × 5		2.43	3.52	2.76	6.43
2 × 6		11.28	11.82	4.07	6.66
2 × 7		22.53	13.53	3.11	5.60
3 × 4		1.02	2.61	1.37	1.94
3 × 5		1.77	2.82	1.47	2.89
3 × 6		1.56	6.19	2.31	3.42
3 × 7		10.63	0.28	2.89	4.80
4 × 5		1.15	2.15	2.06	4.37
4 × 6		1.66	8.57	3.53	6.53
4 × 7		5.82	7.53	1.86	4.94
5 × 6		3.70	6.34	3.13	6.15
5 × 7		11.38	12.07	2.25	4.93
6 × 7		20.10	22.43	3.46	6.63

*Alkali digestibility value.

親과 F_1 世代에 對한 分散分析의 結果(表2), 親品種間 및 F_1 間에 多樣한 變異가 있는 것으로 나타났으며, 親對 F_1 間에 有意差가 認定되어 遺傳分析을 하기에 適合하였다.

Table 2. Analysis of variance for white center, white belly and alkali digestibility value in the F_1 in seven-parent diallel cross

Source of variation	df	White center	White belly	A.D.V.* (12Hr.) (23hr.)
Replication	1	0.014	0.004	0.010 0.020
Entries	27	165.416**	85.944**	2.644** 5.208**
Parents(P)	6	307.610**	170.000**	5.462** 9.495**
P. vs C.	1	55.602**	40.917**	14.780** 2.158**
Crosses(C)	20	128.458**	62.979**	23.836** 4.074**
Error	27	0.154	0.122	0.003 0.020

** : Significant at the 1% level. *Alkali digestibility value.

心腹白과 알카리崩壊度에 對한 一般組合能力(GCA)과 特定組合能力(SCA)의 分散은 表3과 같이 高度의 有意性이 認定되어 遺傳子의 相加的 效果와 非相加的 效果가 이들 形質의 發現에 關與하는 것으로 나타났다. 그러나 SCA에 對한 GCA의 比는 GCA 分散이 큰것으로 보아 遺傳子의 相加的 效果가 支配的인 것으로 나타났다. 알카리崩壘度에 對한 이와같은 結果는 Kul et al.⁽¹³⁾의 研究結果와도 一致되는 傾向이었다.

Table 3. Mean squares for GCA and SCA analysis in the in seven-parent diallel cross

Component	df	White center	White belly	A.D.V. ⁺ (12hr.)	A.D.V. (23hr.)
General combining ability(GCA)	6	311.918**	151.671**	3.557**	9.787**
Specific combining ability(SCA)	21	17.219**	11.915**	0.683**	0.552**
Error	27	0.077	0.061	0.002	0.010
GCA/SCA		18.114	12.729	5.208	17.730

** : Significant at the 1% level.

⁺Alkali digestibility value.

交配親들에 對한 GCA效果를 보면 表4와 같이 心腹白과 알카리崩壘度 共히 類似한 増減의 效果를 보이고 있는데 BG2와 Arborio는 增大시키는 效果를 보이며 多收系 2號, 洛東벼, 大蒼벼 等은 減少시키는 效果를 보이고 있다. 心腹白이 많은 쌀은 米粒이 簡易 쪼개자므로 搗精을 한 後, 完全粒의 比率을 크게 떨어뜨릴뿐 아니라 外見上光澤이 줄어 消費者들이 選好度가 낮다. 또한 알카리崩壘度가 낮은 쌀은 밥을 지을때 많은 열을 消耗하고도 잘 퍼지지 않는다. 따라서 心腹白은 줄이고 알카리崩壘度는 어느程度 높이는 것이 育種目標로서, 本 實驗에 使用된 親들의 GCA效果를 보면 이들 特性의 増減效果가 거의같은 傾向을 보였다.

SCA效果(表5)는 組合에 따라 그 方向 및 程度가 多樣하였으며 心腹白은 M 101×BG2, 多收系 2號×Arborio, 洛東벼×Arborio組合이 負의 方向으로 顯著한 SCA效果를 나타내었다. 알카리崩壘度는 多收系 2號×Arborio組合에서 正의 方向으로 높은 SCA效果를 나타내었다. 특히 M 101×BG2, M 6×洛東벼, M 6×大蒼벼, 多收系 2號×Arborio組合에서 心腹白은 顯著한 負의 效果를, 알카리崩壘度는 正의 效果를 나타내었다.

Table 4. Estimates of GCA effects in the F₁ in seven parent diallel cross

Parents	White center	White belly	A.D.V. ⁺ (12hr.)	A.D.V. (23hr.)
M101	1.253	-4.014	-0.226	-0.270
M6	1.249	0.979	0.266	0.596
Dashukei 2	4.283	-3.587	0.958	-2.058
Nagdonghyeo	4.994	-2.289	0.142	-0.096
Daechanghyeo	-3.287	-2.026	-0.045	0.091
BG2	0.294	4.464	1.144	1.277
Arborio	12.273	6.473	-0.039	0.461
L.S.D. ^a	0.124	0.111	0.018	0.044
L.S.D. ^b	0.190	0.169	0.027	0.068

a,b : L.S.D. at the 5% level of probability between effect and zero and between two effects, respectively.

⁺Alkali digestibility value.

Table 5. Estimates of SCA effects in the F₁ in seven parent diallel cross

Crosses ^z	White center	White belly	A.D.V. ⁺ (12hr.)	A.D.V. (23hr.)
1×2	-0.603	-1.721	-1.288	1.781
1×3	-0.515	1.850	0.611	0.188
1×4	-0.284	0.982	0.091	0.521
1×5	1.043	0.980	0.501	-0.561
1×6	-4.643	3.571	0.050	0.518
1×7	10.753	-6.695	-0.432	0.164
2×3	0.297	-0.843	-0.086	0.242
2×4	1.781	-0.386	0.269	0.840
2×5	3.049	-1.339	-0.348	0.703
2×6	2.220	0.471	-0.222	-0.253
2×7	1.491	0.177	-0.004	-0.497
3×4	2.777	2.585	-0.413	0.941
3×5	1.819	2.527	0.414	-0.183
3×6	-1.967	0.588	-0.764	-0.833
3×7	-4.876	-8.507	1.000	1.363
4×5	1.915	0.560	-0.640	-0.660
4×6	-1.161	0.494	-0.359	0.309
4×7	8.980	-2.560	-0.841	-0.464
5×6	0.829	-1.999	-0.851	-0.253
5×7	5.123	1.717	-0.553	0.662
6×7	0.011	5.502	-0.532	0.142
L.S.D. ^a	0.368	0.327	0.053	0.131
L.S.D. ^b	0.547	0.486	0.078	0.195
L.S.D. ^c	0.512	0.455	0.073	0.183

z : See table 1

a,b,c : L.S.D. at the 5% level of probability between effect and zero, between two effects with one parent in common and between two effects with no parents in common, respectively.

⁺Alkali digestibility value.

親의 平均值와 GCA 效果間의 相關을 調查해 본 結果, 心腹白에서는 각각 $r=0.95, 0.98$ 로 높은 正의 相關을 보인 반면 알카리崩壘度는 $r=0.15,$

0.18로 相關이 낮게 나타나므로 心腹白의 성우 GCA에 依한 交配母本의 選拔效果가 認定되나 알카리崩壞度를 대상으로 한 母本選拔의 경우는 이들의 平均值와 GCA效果를 함께 고려해야 할 것이다.

2. 遺傳分析과 相關

遺傳成分分析과 結果는 表6과 같다.

心白과 腹白은 遺傳子의 相加的效果가 關與하고 있는 것으로 나타났으며 平均優性程度는 部分優性으로 대체로 心腹白이 적은쪽이 優性으로 나타났다. $H_2/4H_1$ 가 0.25와는 差異가 있어 非相加的 遺傳子座에 있는 正과 負의 效果를 나타내는 對立遺傳子가 親들 사이에 고루 分布되어 있지 않으며 KD/KR 이 1에 가까워 親들 사이에 優劣性遺傳子가 고루 分布하고 있는 것으로 나타났다. 有効遺傳子數는 1個程度로 推定되었으며 遺傳力은 心腹白 모두 높았다. 心腹白에 對한 이러한 結果는 透明이 心腹白에 對해 優性이라고 한 崔等³⁾의 研究結果와 一致하는 傾向이었다. 그러나 Thai品種인 NHS-4와 Taiwan의 TN₁과의 交雜後代에서 心腹白쪽으로 超越分離한다고 報告한 Nagatat & Jackson의 研究結果¹⁶⁾와는相反된 結果를 보였는데 이는 交配親으로 選定한 供試材料의 差에 의한 것으로 생각된다.

Table 6. Genetic components for white center, white belly and alkali digestibility value in the F₁ in seven-parent diallel cross.

Component	White center	White belly	A.D.V. ⁺ (12hr.)	A.D.V. (23hr.)
D	153.479**	84.814**	2.725*	4.694**
H ₁	70.905	51.167	2.365**	2.122**
H ₂	62.527	41.342	1.929**	2.033**
F	25.670	30.069	1.812**	0.520
h ²	62.211*	49.155	16.547**	2.407**
(H ₁ /D) ^{1/2}	0.680	0.777	0.932	0.672
1.4(D-H ₁)	*	-	ns	**
H ₂ /4H ₁	0.221	0.202	0.204	0.240
KD/KR	1.281	1.591	2.110	1.180
h ² /H ₂	0.995	1.189	8.578	1.184
h ² _b	0.999	0.999	0.998	0.996
h ² _n	0.813	0.757	0.582	0.804
F ₁ -P	-2.301	-1.974	-1.186	-0.453
r(Wr+Vr) : Yr	0.595	0.947	0.859	0.101

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

⁺Alkali digestibility value.

알카리崩壞度는 遺傳子의 相加的效果와 優性效果가 함께 關與하고 있는 것으로 나타났으나 23時間處理에서의 경우 相加的效果에 依한 遺傳子

作用이 優性效果에 依한 作用보다 크게 나타났다. $H_2/4H_1$ 이 0.25와 差가 있고 $KD/KR > 1$ 로서 優性遺傳子가 親에 많이 分布되어 있는 것으로 나타났다. 有効遺傳子數는 12時間處理에서는 8個, 23時間處理에서 1個程度로 推定되었고 遺傳力은 높게 나타났다. 優性의 方向은 崩壞度가 낮은쪽이 優性으로서 12時間處理에서의 경우 完全優性을 나타낸 반면 23時間處理에서는 部分優性으로 나타났다.

알카리崩壞度의 遺傳에 관한 情報는 낮은 것인 높은 것에 대해 優性^{10,11)}을 나타내며 遺傳力이 높은 것¹³⁾으로 報告되고 있는데 이는 本 實驗의 結果와 一致하는 傾向이 있다. 그러나 優性의 程度는 完全優性을 나타낸다는 報告¹¹⁾가 있으며 崔·崔²⁾ 및 朴·許¹⁷⁾는 組合에 따라 分離樣相이 相異함을 報告하였다. 本 實驗에서 23時間處理에서는 部分優性을 보였으나 12時間處理에서의 경우 完全優性을 나타내는 것이나 遺傳子의 非相加的效果가 23時間處理의 경우보다 크게 나타나는 것은 KOH用액의 處理時間이 짧아 組合間 崩壞程度의 微細한 差異를 충분히 구별할 수 있을만큼 米粒이 崩壞되지 않았기 때문이라고 생각된다.

心白과 腹白, 알카리崩壞度間의 相關關係(表7)를 보면 心白과 腹白間, 腹白과 알카리崩壞度間에 높은 正의 有意相關이 있었다. 心腹白은 登熟期間中 環境의 影響으로 米粒의 心部 혹은 腹部를 구성하는 濬粉粒子들이 繖密하지 못하고 空隙이增加하여 發生하는 것인데 本 實驗의 結果 腹白이 增加할수록 알카리崩壞度가 增加하는 傾向을 보이는 것은 米粒 腹部의 濬粉粒사이로 KOH用액이 쉽게 沈透할 수 있었기 때문이라 생각되며 또한 實際 崩壞樣相을 觀察하면서 많은 試料들이 腹部에서부터 複雜을 일으키기 시작하는 것을 볼 수 있었다. 이에 反해 心白은 崩壞度에 크게 影響을 미치지 않았다.

Table 7. Correlation coefficients among white center, white belly and alkali digestibility value in F₁ hybrids

Characters	White belly	A.D.V. ⁺ (12hr.)	A.D.V. (23hr.)
White center	0.689**	0.217	0.354
White belly		0.438*	0.511**
A.D.V.(12hr.)			0.837**

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

⁺Alkali digestibility value.

摘要

水稻의 良質 品種育性을 위한 基礎資料를 얻고자 벼 7個親과 이를 二面交配한 21組合의 F_1 에 있어서 心腹白, 알카리崩壊度를 調査하고, 組合能力의 檢定 및 遺傳分析을 한 바, 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

分散分析結果 모든 形質에서 親間 및 F_1 間에有意差가 있었으며 親對 F_1 間에도 모든 形質에서 有意差가 있었다.

모든 形質에서 一般組合能力과 特定組合能力이

有意하였고, 12時間處理에서의 알카리崩壊度는 非相加的遺傳分散이 相加的遺傳分散보다 커으며 他形質은 相加的遺傳分散이 非相加的遺傳分散보다 커다. 12時間處理에서의 알카리崩壊度는 完全優性을 나타내었으며 他形質은 모두 部分優性을 나타내었다. 優性의 方向은 負의 方向이었으며 全形質에서 廣義 및 狹義의 遺傳力이 높게 推定되었다.

心白과 腹白間 및 腹白과 알카리崩壘度間에 正의 有意相關이 認定되었다.

引用文獻

1. Biswas, S. and A. B. Mandal. 1971. Alkali disintegration patterns of endosperm of some rice varieties. Indian Agr. 15 : 225~227
2. 崔相鑑, 崔鉉玉. 1980. 쌀 Alkali崩壊性의 遺傳 및 變異性에 관한 研究, 韓作誌 25(2) : 15~22.
3. ——, 許文會, 李弘 . . 1979. 米粒 心腹白의 遺傳 및 選拔效果에 關한 研究. Seoul Nat. Univ., Coll. of Agric. Bull., 4(1) : 247~276.
4. De La Houssaye. 1942. Independent assortment, interaction of factors and linkage studies in the F_2 of a rice cross. Proc. La. Acad. Sci. 6 : 52~59.
5. Ebata, M. and T. Tashiro. 1973. Studies on white belly rice kernel I. Varietal differences in the occurrence of white-belly kernel. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 43(3) : 370~376.
6. Ghosh, A. K. and S. Govindaswamy. 1972. Inheritance of starch iodine blue value and alkali digestion value in rice and their genetic association. IL Riso 21(2) : 123~132.
7. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian J. Biol. Sci. 9 : 463~493.
8. Hayman, B.I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics. 39 : 789~809.
9. Hector, G. P., S. G. Sharngapani, K. P. Roy and S. C. Chakravarty. 1934. Varietal characters and classification of the rices of Eastern Bengal. Indian J. Agr. 4 : 1~80.
10. 許文會, 崔震龍. 1973. Indica \times Japonica 交雜에 있어서 米粒의 Alkali崩壊性의 遺傳. 韓育誌 5(1) : 32~36.
11. IRRI Annual report 1975 : 84~86.
12. Juliano, BO. 1967. Physicochemical studies of rice starch and protein. Internat'l. Rice Research Comm. NewsLett. (Special issue) : 93~105.
13. Kuo, Y.C., Liu, C., Chang, T.M. and S.C. Hsieh. 1985. Inheritance of quality and grain Characters in indica rice. J. of Agricultural Research of China 34(3) : 243~257.
14. Mather, K. and J.L. Jinks. 1982. Biometrical genetics. 3rd ed. Cambridge Univ. Press. pp.225~291.
15. Nagato, K. and F. M. Chaudhry. 1969. A comparative study of ripening process and kernel development in Japonica and Indica Rice. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 38(3) : 425~433.
16. Nagatat, S. and B.R. Jackson. 1973. Inheritance of some phisical grain quality characters in a cross between a Thai and Taiwanes rice. Thai J. Agri. Sci 6(3) : 223~235.

17. 朴淳直, 許文會. 1981. 쌀胚乳의 Alkali崩壊性의 遺傳. II. 高·中·低 Alkali崩壊性組合에서 雜種種子(F_1)의 Alkali崩壊性의 表現과 그 遺傳分離. 韓育誌, 13(1) : 14~19.
18. Samoto, S. and K. Hamamura. 1972. Inheritance of grain characters in rice varieties. Jap. Breeding 22(Suppl.1) : 155~156.