

良質 多收性 一代雜種 벼 育成 研究

Ⅱ. 새로 育成된 Japonica型 雄性不稔 및 稔性回復系統의 組合能力과 一代雜種 벼의 雜種強勢 程度 및 米質

宋 裕 千* · 徐 學 洙**

Breeding Hybrid Rice with Good Quality and High Yield

Ⅱ. Combining Ability of the Cytoplasmic-Genetic Male Sterile and Restorer Lines with Backgrounds of Japonica Rice, and Heterosis for Yield and Grain Quality of the Hybrid Rices

You Chun Song* and Hak Soo Suh**

ABSTRACT : In order to test combining ability of the cytoplasmic-genetic male sterile(CGMS) and restorer lines with backgrounds of Korean japonica rice varieties, diallel crosses were made among the early maturing CGMS lines Sobaegbyeo A, Odaebyeo A, Gwanagbyeo A and Daeseongbyeo A, and the restorer lines Sobaegbyeo R, Odaebyeo R, Gwanagbyeo R and Daeseongbyeo R, and among the medium maturing CGMS lines Hwajinbyeo A, Paldal A, Suwon 224 A and Iri 386 A and the restorer lines Hwajinbyeo R, Paldal R, Suwon 224 R and Iri 386 R, and among the late maturing CGMS lines Nagdongbyeo A, Palkweng A, Hwacheongbyeo A and Milyang 97 A and the restorer lines Nagdongbyeo R, Palkweng R, Hwacheongbyeo R and Milyang 97 R. The forty eight combinations of the hybrids, their parents and the maintainers were grown in field condition in 1992. General combining ability, relative specific combining ability and relative combining ability for yield of the CGMS and restorer lines were tested. Combining ability of the CGMS lines Odaebyeo A, Iri 386 A, Nagdongbyeo A and Palkweng A, and of the restorer lines Odaebyeo R, Hwajinbyeo R, Hwacheongbyeo R and Palkweng R was relatively high. Heterobeltiosis for grain yield over the better parent of the early maturing hybrids ranged from -17% to 15%, and that of the medium maturing ones from -4% to 22%, and that of the late maturing ones from -46% to 30% respectively. Standard heterosis over the standard variety of the early maturing hybrids ranged from -13% to 12%, and that of the medium maturing ones from 0% to 26%, and that of the late maturing ones from -38% to 26% respectively. Positive and negative heterosis for grain yield of the hybrid rices were observed depending on cross combinations. In the positive heterosis hybrids, number of panicles per hill and number of spikelets per panicle

이 논문의 일부는 1992년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

* 嶺南作物試驗場(Yeongnam Crop Experiment Station, RDA, Milyang 627-130, Korea)

(93. 10. 9 接受)

** 嶺南大學校 農畜產大學(College of Agriculture and Animal Science, Yeungnam Univ. Kyeongsan 712-749, Korea)

contributed mostly to grain yield, while in the negative heterosis hybrids, spikelet fertility and 1000 grain weight were closely correlated to grain yield. Amylose content of the hybrid rices, maintainer and restorer lines was mostly lower than 20%, and alkali digestion value was higher than 6.0. Grain appearance of the hybrids tested was similar to the korean japonica rice varieties.

Key word : Hybrid rice, Combining ability, Heterosis, Cytoplasmic-genetic male sterility, Restorer

自殖性作物인 벼에서 一代雜種 벼의 收量에 대한 雜種強勢 정도는 組合에 따라 다르며 japonica型 品種間 交雜에서 雜種強勢정도가 indica型에 비해 相對적으로 낮다^{1,4,5)}. Japonica型的 雜種強勢정도가 낮은 것은 germplasm이 indica型에 비해 遺傳적으로 多樣하지 못하기 때문이라고 알려져 있다⁷⁾.

徐와 宋⁶⁾은 우리나라 japonica벼 품종 배경을 가진 細胞質의 遺傳子의 雄性不稔系統과 여기에 대한 稔性回復系統을 다양하게 육성하였다고 보고하였는데 本實驗은 이들이 육성한 雄性不稔 및 稔性回復계통들의 수량에 대한 組合能力을 檢定하고 이들간 一代雜種의 수량에 대한 雜種強勢정도와 米質을 檢定하므로써 우리나라 japonica型 一代雜種벼 育成의 基礎資料로 활용하고자 수행되었다.

材料 및 方法

우리나라 japonica型 벼 품종의 배경을 가진 雄性不稔 및 稔性回復系統을⁶⁾ 自然條件에서 出穗期에 따라 早·中·晩生 3群으로 나누어 各各 full diallel로 組合하여 人工交雜 하였다. 各 出穗期 群에는 各各 4個의 雄性不稔系統과 稔性回復系統(表 3, 表5)으로 16個 組合, 3個 出穗期群에서 모두 48個의 組合을 育成하였다. 育成된 一代雜種과 兩親들의 收量에 대한 組合能力과 雜種強勢정도를 檢定하기 위해서 1992年 4月 25日에 播種하고, 5月 25日에 栽植距離 30×15cm로 移秧하였다. 一代雜種은 1株1本으로 兩親과 維持親은 1株3本으로 各 區當 80株씩 亂塊法 3反復으로 栽植하였다. 施肥는 N-P₂O₅-K₂O를 18-11-13kg/10a로 하였으며, P₂O₅와 K₂O는 全量 基肥로 施用 하였으며 N는 基肥 : 分蘖肥 : 穗肥를 5 : 3 : 2로 分施하였다. 收量構成要素는 出穗後 45日에 區當 3株에서 穗當穎花數, 稔

實率, 千粒重을 調査하였으며, 收量調査는 區當 中間列의 36株를 收穫하여 10a當 正租收量으로 換算하였다. 雜種強勢 程度의 推定은 heterosis(%) = (F₁의 特性值 / 兩親特性值의 平均) × 100, heterobeltiosis(%) = (F₁의 特性值 / 兩親中 優秀親의 特性值) × 100 및 standard heterosis(%) = (F₁의 特性值 / 標準品種의 特性值) × 100으로 表示하였다. 雄性不稔親 / 稔性回復親 組合에서 雄性不稔親의 特性值는 해당 雄性不稔 維持親의 特性值로 대신하였고, standard heterosis를 구하기 위한 標準品種으로 早生群은 五臺벼, 中生群은 花珍벼, 晩生群은 花淸벼를 使用하였다. 組合能力 檢定은 許³⁾가 提案한 바와 같이 雌雄相異系列間의 交雜時 各系統의 一般組合能力은 어떤 品種이 關與하는 各各의 雜種組合에서 나타내는 能力을 合算한 平均値(子房親 組合의 平均 및 花粉親 組合의 平均)에서 全體組合의 平均을 뺀 것으로 表示하였고, 相對的 特定組合能力(relative specific combining ability, rsca)은 어떤 品種이 關與한 各 組合들의 平均으로 부터의 偏差를 標準誤差로 나타내었으며, 相對的 組合能力(relative combining ability, rca)은 어떤 品種의 雜種親으로서의 相對的 性能을 나타내는 것으로서 gca + rsca로 表示하였다. Amylose 含量 分析은 比色定量法으로 하였으며, 알칼리붕괴도, 심복백, 투명도 등은 농촌진흥청 표준 조사방법에 따랐다.

結果 및 考察

1. 雄性不稔 및 稔性回復系統의 收量에 대한 組合能力
 育成된 雄性不稔系統과 稔性回復系統들의 收量(表 1)에 대한 組合能力을 Griffing²⁾이 diallel

Table 1. Rough rice yield of the F₁ hybrids, the maintainer and restorer(R) parents in rice
(unit : kg /10a)

Restorer CGMS	Sobaegbyeo R	Odaegbyeo R	Gwanagbyeo R	Daeseongbyeo R	Mean(a)	Female ¹⁾ parent(b)	a-b
Early maturing							
Sabaegbyeo A	572	536	633	611	588	538	50
Odaegbyeo A	659	660	683	628	657	614	43
Gwanagbyeo A	612	683	586	547	607	553	54
Daeseongbyeo A	665	676	580	560	620	510	110
Mean(a)	627	639	620	587	618		
Male parent(b)	578	646	553	495			
a-b	49	-7	67	92			
Restorer CGMS	Hwajinbyeo R	Paldal R	Suwon 224R	Iri 386R	Mean(a)	Female parent(b)	a-b
Medium maturing							
Hwajinbyeo A	680	633	649	676	662	563	99
Paldal A	629	563	597	627	604	479	125
Suwon 224A	620	640	562	643	618	559	59
Iri 386A	709	698	648	648	675	585	90
Mean (a)	664	634	614	648	640		
Male parent(b)	564	588	578	565			
a-b	100	46	36	83			
Restorer CGMS	Nagdongbyeo R	Palkweng R	Hwacheongbyeo R	Milyang 97R	Mean(a)	Female parent(b)	a-b
Late maturing							
Nagdongbyeo A	646	640	638	601	631	529	102
Palkweng A	584	559	705	641	622	494	128
Hwacheongbyeo A	346	640	464	408	465	557	-92
Milyang 97A	609	611	507	585	578	508	70
Mean(a)	546	613	579	559	574		
Male parent(b)	639	511	567	493			
a-b	-93	102	12	66			

¹⁾ Grain yield of maintainers

cross에 適用하도록한 것을 雌雄相異系列間의 組合에 適用하도록 變形한 許³⁾의 方法으로 구한 것이 表 2이다. 早生群의 一般組合能力(gca)에서는 子房親으로 사용된 경우 五臺벼 A>大成벼 A>冠岳벼 A>小白벼 A, 花粉親으로 사용된 경우 五臺벼 R>小白벼 R>冠岳벼 R>大成벼 R의 順이었다. 相對的 特定組合能力(rsca)과 相對的 組合能力(rca)等の 結果로 볼 때 供試兩親들 中 子房親으로서는 五臺벼 A, 花粉親으로서는 五臺벼 R이 組合能力이 높으므로 이들을 利用하면 一代雜種에서 比較적 높은 雜種強勢를 기대할 수 있을 것으로 보인다. 中生群의 一般組合能力(gca)에서는 子房親

으로는 裡里 386 A>花珍벼 A>水原 224 A>八達 A의 順이었고, 花粉親으로는 花珍벼 R>裡里 386 R>八達 R>水原 224 R의 順이었다. 中生群 供試兩親들 中 子房親으로서는 裡里 386 A, 花珍벼 A 등이, 花粉親으로서는 花珍벼 R, 裡里 386 R 등이 組合能力이 높아 一代雜種에서 比較的 높은 雜種強勢를 기대할 수 있을 것으로 보인다. 晚生群의 一般組合能力에서는 子房親으로는 洛東벼 A>八紘 A>密陽 97 A>花淸벼 A의 順이었고, 花粉親으로는 八紘 R>花淸벼 R>密陽 97 R>洛東벼 R의 順이었다. 供試兩親들 中 子房親으로서는 洛東벼 A, 八紘 A 등이, 花粉親으로서는 八紘 R, 花淸

Table 2. Estimates of general(gca), relative specific(rsca) and relative(rca) combining ability for rough rice yield in F₁ Japonica hybrids

Parent	gca	rsca	rca (gca+rsca)	
<u>Early maturing</u>				
Female	Sobaegbyeo A	-30.3	21.4	-8.9
	Odaebyeo A	39.2	11.2	50.4
	Gwanagbyeo A	-11.1	28.5	17.4
	Daeseongbyeo A	2.3	29.4	31.7
Male	Sobaegbyeo R	8.7	22.0	30.7
	Odaebyeo R	20.5	34.5	55.0
	Gwanagbyeo R	2.2	23.9	26.1
	Daeseongbyeo R	-31.4	19.5	-11.9
<u>Medium maturing</u>				
Female	Hwajinbyeo A	22.1	12.9	35.0
	Paldal A	-35.9	15.5	-20.4
	Suwon 224 A	-21.5	19.2	-2.3
	Iri 386 A	35.3	16.6	51.9
Male	Hwajinbyeo R	23.9	20.8	44.7
	Paldal R	-6.2	27.9	21.7
	Suwon 224 R	-25.7	21.2	-4.7
	Iri 386 R	8.2	10.3	18.5
<u>Late maturing</u>				
Female	Nagdongbyeo A	57.0	10.0	67.0
	Palkweng A	48.0	32.5	80.5
	Hwacheongbyeo A	-109.0	63.3	-45.7
	Milyang 97 A	4.0	24.4	28.4
Male	Nagdongbyeo R	-28.0	68.0	40.0
	Palkweng R	39.0	19.1	58.1
	Hwacheongbyeo R	5.0	56.1	61.1
	Milyang 97 R	-15.0	51.6	36.6

벼 R 등이 조합능력이 높으므로 一代雜種에서 比較的 높은 雜種強勢를 기대할 수 있을 것으로 보인다. 許³⁾는 雜種組合親이나 交配 母本을 選定할 때 一般組合능력과 相對的 特定組合능력이 모두 높으면 좋을 것이나 그렇지 않은 경우에는 一般組合능력으로 우선 選拔하고, 그 다음에 相對的 特定組合능력이 높은 品種을 選擇하는 것이 바람직하다고 하였는데 本 實驗 結果와도 잘 一致하는 것으로 생각된다.

2. 一代雜種의 收量에 대한 雜種強勢程度

一代雜種 正租收量에 대한 heterosis, hetero-

beltiosis 및 standard heterosis 程度를 表 3에 나타내었다. 早生群 一代雜種의 heterosis는 -9~22%(平均 10%), heterobeltiosis는 -17~15%(平均 6%)의 雜種強勢程度를 보였으며, 標準品種 五臺벼에 대한 standard heterosis 程度는 -13~12%(平均 5%)를 보였다. 中生群의 heterosis는 -1~22%(平均 15%), heterobeltiosis는 -4~22%(平均 12%)의 雜種強勢程度를 보였으며, 標準品種 花珍벼에 대한 standard heterosis 程度는 0~26%(平均 15%)를 보였다. 晚生群의 heterosis는 -42~33%(平均 7%), heterobeltiosis는 -46~30%(平均 3%)의 雜種強勢程度를 보였으며, 標準品種 花淸벼에 대한 standard heterosis 程度는 -38~26%(平均 4%)를 보였다. 早·中·晚生群의 一代雜種 組合들 中 雜種強勢정도가 높은 組合들은 관악벼 A/오대벼 R, 이리 386 A/화진벼 R, 팔굉A/화청벼 R 등이었다.

3. 一代雜種 收量의 雜種強勢程度에 따른 收量과 收量構成要素와의 相關

一代雜種의 收量에 대한 雜種強勢가 正인 組合과 負인 組合을 區分하여 각 收量構成要素 別로 收量과의 經路係數를 나타낸 것이 表 4이다. 正의 heterosis를 보인 組合에서 經路係數는 穗數>穗當穎花數>稔實率>千粒重의 順이었고, 負의 heterosis를 보인 組合에서는 稔實率>穗數>千粒重>穗當穎花數의 順이었다. 正의 heterobeltiosis를 보인 組合에서는 經路係數가 穗數>穗當穎花數>稔實率>千粒重의 順이었으나 負의 heterobeltiosis를 보인 組合에서는 稔實率>穗數>穗當穎花數>千粒重의 順이었다. 이러한 結果로 穗數와 穗當穎花數의 雜種強勢가 큰 組合이 收量에 대한 雜種強勢도 클 것으로 豫測된다.

4. 一代雜種벼의 米質

육성된 雄性不稔 및 稔性回復系統들과 이들간 一代雜種벼의 amylose 함량을 檢정한 結果는 表 5와 같다. 稔性回復系統 水原 224 R은 雄性不稔 維持系統 보다 현저히 높았으나 그의 모든 供試系統들의 amylose 함량은 19.8% 미만 이었고 稔性回復系統과 雄性不稔維持系統 간에 비슷한 함량을 나

Table 3. Heterosis(H) heterobeltiosis(HB) and standard heterosis(SH) for rough rice yield of the F₁ hybrids

CGMS	Heterosis	Restorer			
		Sobaegbyeo R	Odaebyeo R	Gwanagbyeo R	Daeseongbyeo R
<u>Early maturing</u>					
Sobaegbyeo A	H	102	91	116	118
	HB	99	83	114	114
	SH ¹⁾	93	87	103	99
Odaebyeo A	H	111	105	117	113
	HB	107	102	111	102
	SH	107	107	111	102
Gwanagbyeo A	H	108	115	106	104
	HB	106	107	106	99
	SH	100	112	95	89
Daeseongbyeo A	H	122	117	109	112
	HB	115	105	105	110
	SH	108	110	94	91
		Hwajinbyeo R	Paldal R	Suwon 224R	Iri 386R
<u>Medium maturing</u>					
Hwajinbyeo A	H	122	110	114	120
	HB	122	108	112	120
	SH ²⁾	122	112	115	120
Paldal A	H	121	106	113	120
	HB	111	96	103	111
	SH	112	100	106	112
Suwon 224A	H	114	112	99	115
	HB	113	109	97	114
	SH	113	114	100	114
Iri 386A	H	123	119	112	112
	HB	121	119	111	110
	SH	126	124	115	115
		Nagdongbyeo R	Palkweng R	Hwacheongbyeo R	Milyang 97 R
<u>Late maturing</u>					
Nagdongbyeo A	H	111	123	116	118
	HB	101	121	112	114
	SH ³⁾	116	115	115	108
Palkweng A	H	103	111	133	130
	HB	91	110	124	130
	SH	115	100	126	115
Hwacheongbyeo A	H	58	120	82	76
	HB	54	115	82	73
	SH	62	115	83	73
Milyang 97 A	H	106	120	94	117
	HB	95	120	89	115
	SH	109	110	91	105

¹⁾ Determined over Odaebyeo, ²⁾ Determined over Hwajinbyeo, ³⁾ Determined over Hwacheongbyeo

타내었다. 一代雜種들의 amylose 함량은 수원 224 R을 花粉親으로 한 組合을 제외한 모든 조합에서 20.0% 미만의 낮은 함량을 보였다. 供試된 一代雜種벼와 그 兩親들의 알칼리붕괴도는 모두 6.0이상

이었고, 心腹白과 透明度는 비교적 양호하고, 白米 장폭비는 1.63~1.96으로 短粒型이었다.

摘 要

우리나라 japonica型 品種을 背景으로 育成된 12개 雄性不稔系統과 12개 稔性回復系統들의 收量에 대한 組合能力을 早·中·晩生群별로 검토하고 이들간 一代雜種들의 雜種強勢정도와 米質特性을 檢定한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 供試된 雄性不稔系統 中 五臺벼 A, 花珍벼 A, 裡里 386 A, 洛東벼 A, 八紘 A와 稔性回復系統 中 五臺벼 R, 花珍벼 R, 裡里 386 R, 八紘 R,

Table 4. Path coefficients of yield components to yield(direct effect)

	No. of panicles /hill	No. of spikelets /panicle	Fertility	1000 grain weight
Positive H ¹⁾	0.734	0.492	0.396	0.298
Negative H	0.661	0.315	0.903	0.526
Positive HB ²⁾	0.651	0.561	0.477	0.149
Negative HB	0.380	0.292	1.031	-0.047

¹⁾ Heterosis ²⁾ Heterobeltiosis

Table 5. Amylose content of the F₁ hybrid rices and the maintainer and restorer(R) parents(%)

Restorer CGMS	Sobaegbyeo R	Odaebyeo R	Gwanagbyeo R	Daeseongbyeo R	Mean(a)	Female ¹⁾ parent(b)	a-b
Early maturing							
Sabaegbyeo A	16.6	16.9	17.1	17.1	16.9	17.8	-0.9
Odaebyeo A	17.4	17.8	17.3	17.6	17.5	18.4	-0.9
Gwanagbyeo A	17.5	18.6	17.3	17.2	17.7	17.4	0.3
Daeseongbyeo A	17.2	18.3	17.6	17.9	17.8	18.3	-0.5
Mean(a)	17.2	17.5	17.3	17.5			
Male parent(b)	17.2	17.5	16.3	17.4			
a-b	0.0	0.0	1.0	0.1			
Restorer CGMS	Hwajinbyeo R	Paldal R	Suwon 224 R	Iri 386 R	Mean(a)	Female parent(b)	a-b
Medium maturing							
Hwajinbyeo A	18.4	18.7	22.9	18.2	19.6	17.8	1.8
Paldal A	19.0	18.9	23.1	19.0	20.0	18.9	1.1
Suwon 224A	18.0	19.1	21.3	18.4	19.2	17.0	2.2
Iri 386A	18.9	19.1	23.3	18.8	20.0	18.7	1.3
Mean(a)	18.0	19.0	22.7	18.6			
Male parent(b)	18.1	17.4	22.6	18.6			
a-b	-0.1	1.6	0.1	0.0			
Restorer CGMS	Nagdongbyeo R	Palkweng R	Hwacheongbyeo R	Milyang 97 R	Mean(a)	Female parent(b)	a-b
Late maturing							
Nagdongbyeo A	22.0	20.7	21.7	19.7	21.0	19.3	1.7
Palkweng A	19.0	19.2	19.4	19.7	19.3	19.5	-0.2
Hwacheongbyeo A	18.0	18.5	19.2	18.6	18.6	18.3	0.3
Milyang 97A	19.6	19.3	19.6	20.0	19.6	19.8	-0.2
Mean(a)	19.7	19.4	20.0	19.5			
Male parent(b)	19.5	19.1	18.7	19.8			
a-b	0.2	0.3	1.3	-0.3			

¹⁾ Amylose content of maintainers

- 花淸벼 R 等の 收量에 대한 組合能力이 優秀하였다.
2. 雄性不稔系統과 稔性回復系統間的 一代雜種에서 收量에 대한 heterobeltiosis는 早生群에서 -17~15%, 中生群에서 -4~22%, 晩生群에서 -46%~30%였다.
 3. 一代雜種에서 收量에 대한 standard heterosis는 早生群에서 標準品種 五臺벼에 대해 -13~12%, 中生群에서 標準品種 花珍벼에 대해 0~26%, 晩生群에서 標準品種 花淸벼에 대해 -38~26%였다.
 4. 雜種強勢程度가 正인 組合群에서는 穗當穎花數, 穗數 등이 收量과 相關이 높았고, 負인 組合群에서는 稔實率, 千粒重 등이 收量과 相關이 높았다.
 5. 供試된 一代雜種벼의 amylose 함량은 대부분 조합에서 20% 미만이었고, 알칼리붕괴도, 심복백, 투명도, 장폭비 등 米質 관련 형질도 양호하였다.

引用文獻

1. Davis, M. D. , and J. N. Rutger. 1976. Yield of F₁, F₂ and F₃ hybrids of rice(Oryza sativar L.). Euphytica 25:587-595.
2. Griffing, B. 1956. Generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10:31-50.
3. 許文會. 1985. 水稻 細胞質的 遺傳的 雄性不稔系統 育成에 있어서의 組合 能力檢定. 韓育誌 17(2):99-104.
4. 許文會, 金弘烈, 高熙宗. 1989. Japonica型 水稻 몇 個 品種의 收量 및 收量 構成要素의 交配 組合能力. 韓育誌 21(1):1-8.
5. 高熙宗, 許文會. 1991. 雄性不稔性을 利用한 水稻 雜種品種의 開發. X I. Japonica型 水稻에서 育成된 細胞質的-遺傳子的 雄性不稔 系統들과 稔性回復 系統들의 組合能力. 韓育誌 22(4):311-320.
6. 徐學洙, 宋裕千. 1993. 良質多收性 一代雜種벼 育成 I. 우리나라 品種 背景의 細胞質-遺傳子的 雄性不稔 및 稔性回復系統 育成. 韓作誌 38(5): 인쇄중
7. Virmani, S. S. , R. C. Chaudhary, and G. S. Khush. 1981. Current outlook on hybrid rice. Oryza 18:67-84.
1. Davis, M. D. , and J. N. Rutger. 1976. Yield of F₁, F₂ and F₃ hybrids of rice(Oryza