

小麥의 F₂集團에 있어서 主要 農業的 形質의 遺傳變異 및 徑路係數分析¹⁾

朴 昶 璣* 金 垠 椿

慶北大學校 農科大學 農學科

Genetic Variabilities and Path-Coefficients for Agronomic Characters in F₂ Populations of Wheat

Park, Chang Kie* · Kim, Yang Choon

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

Summary

This study was conducted to obtain the basic informations on the selection for the early and high-yielding lines in F₂ populations of wheat. Two combinations such as Olmil-Saemil cross and Naphal-Cheonggemil cross and their eight populations were used and genetic parameters of genetic variances and path-coefficients for agronomic traits mainly in F₂ populations were analyzed.

Genetic coefficient of variability in Olmil-Saemil cross was higher in harvest index, grain number, grain yield and plant height in decreasing order, but in Naphal-Cheonggemil cross harvest index, plant height, and 1,000-grain weight were higher in order.

Heading and maturing dates, plant height, and harvest index showed high heritability (0.525-0.808) in both crosses, but very low heritabilities were observed in grain numbers per panicle and yield.

In both crosses, genetic advances(%) was higher in heading and maturing stage, but lowest in yield. High genetic advance was obtained in 1,000-grain weight of Naphal-Cheonggemil cross.

The highly significant correlations between yield and panicle number, yield and grain number per panicle were obtained, and the highest direct effect on yield was obtained in panicle number followed by grain number per panicle number.

緒 論

最近 우리 나라의 小麥 需要量¹⁾은 191萬

噸이나 生産量은 約 4萬噸에 不過하여 年間 165餘萬噸을 輸入하고 있으며 國內에서 生産된 4萬噸마저도 製빵用으로는 不適合하므로 量的인 面에서 小麥의 增産은 切實할 뿐만

1) 本 研究를 遂行함에 많은 協助을 하여주신 嶺南作物試驗場長 朴來敬博士님과 張暎熙科長님 그리고 麥類研究室 여러분께 謝意를 表하는 바임.

* 現 嶺南作物試驗場(Present address: Yeongnam Crop Exp. Stat., Milyang)

아니라 質的인 面에서도 많은 改良이 要求되고 있다. 이와같은 問題를 解消하고 우리나라의 小麥 自給度를 向上시키기 爲하여는 먼저 品種的인 面에서 改良이 이루어져야 할 것이며, 特히 畚裏作에서 水稻의 前作으로 安全하게 栽培될 수 있는 早熟이면서도 多收性인 小麥品種育成은 우리가 當面한 가장 重要한 課題일 것이다.

本研究은 이와같은 問題를 解決하는데 基礎資料를 얻고자 F_2 를 材料로 하여 遺傳變異係數, 遺傳力, 遺傳獲得量을 推定하고 徑路係數를 分析한바 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1980年 가을부터 1982年 여름까지 農村振興廳 嶺南作物試驗場 田作圃場에서 實施하였으며 中, 早熟組合인 올밀×새밀과 晩, 中熟組合인 Naphal×청계밀의 兩親, F_1 , 그리고 戻交配한 $B_1(F_1 \times P_1)$, $B_2(F_1 \times P_2)$ 및 F_2 세대를 供試하였다.

栽培方法은 1981年 10月 23日 畦幅 60cm에 播幅 10cm로 2列씩 株間 10cm間隔으로 3粒씩 點播한 後 出現後에는 1本만 남기고 疎密질하였다. 施肥量은 10a當 $N-P_2O_5-K_2O-10-8-10$ kg으로, 堆肥는 10a當 1,000kg을 施用하였고 N의 2/3는 追肥로서 越冬後 3月 5日에 施用하였다. 其他 一般栽培管理는 慣行栽培法에 準하였으며 試驗區는 亂塊法 3反復으로 配置하였다.

遺傳變異係數(GCV, %)는 Burton⁴의 方法에 따라 $\frac{\sigma_G}{\bar{x}} \times 100$ 으로 求하였고 遺傳獲得量(GS)는 (K)(*oph*)(h^2)에 依해 算出하였으며 여기서 K는 5%選抜強度에 있어서의 選抜差로서 2.06을 使用하였고 *oph*는 表現型標準偏差이고 h^2 는 遺傳力으로서 狹意의 遺傳力을 使用하였다. 相對的 効率(Gs,%)는 Johnson等¹⁰의 方法에 따라 $\frac{Gs}{\bar{x}} \times 100$ 로 求하였다. 廣意 및 狹意의 遺傳力은 各

$$h_B^2 = \frac{V_{F_2} - \frac{1}{3}(V_{P_1} + V_{P_2} + V_{F_1})}{V_{F_2}}$$

$$h_N^2 = \frac{2V_{F_2} - (V_{B_1} + V_{B_2})}{V_{F_2}}$$

에 依하여 推定 하였 다. 그리고 徑路係數分析은 Dewey와 Lu⁵의 方法에 依하였다.

結果 및 考察

各 形質에 對한 兩親(P_1, P_2), F_1, F_2 및 戻交雜(B_1, B_2)세대에 있어서의 平均 및 分散量은 表 1, 2와 같다. 올밀×새밀 組合에서 F_1 平均은 出穗期, 成熟期, 穗數는 큰親과 비슷하였고 稈長, 穗當粒數, 收量은 큰親보다 컸으며 그리고 1,000粒重과 收穫指數는 작은 親쪽으로 가까운 값을 나타내어 各各 完全優性, 超優性, 部分優性(負)을 나타낸것을 除外하고는 兩組合이 大體로 같은 樣相을 보였다. 分散量은 遺傳子型 構成上 當然히 F_2 가 가장 컸고 形質別로는 兩組合 모두 稈長, 粒數, 收穫指數가 가장 컸으며 다른 形質은 적었다.

F_2 集團에 對한 遺傳變異係數, 遺傳力, 遺傳獲得量을 算出한 結果는 表 3, 4와 같다. 遺傳變異係數는 한 形質의 遺傳的 變異性的 範圍로서 他形質의 遺傳的 變異性和 比較하는데 도움을 주는바 올밀×새밀 組合 에서의 收穫指數(18.95%), 粒數(13.54%), 收量(11.07%), 稈長(10.74%)이 높았고 Naphal×청계밀 組合에서는 收穫指數(15.51%), 稈長(13.42%), 1000粒重(11.66%)이 높았고 粒數(7.53%)는 낮았으며 兩組合에서 收穫指數는 다같이 遺傳變異係數가 가장 높았다. 그러나 遺傳變異係數만으로는 遺傳되는 變異性を 決定할 수 없어 遺傳力과 遺傳獲得量을 算出하였다. 遺傳力(狹意)은 出穗期, 成熟期, 稈長, 收穫指數가 兩組合에서 모두 높았으며 (0.525~0.808) 다른 研究者들의 結果와 같았다. 穗數와 收量은 兩組合에서 모두 낮았는데 Johnson等⁹, 李¹², Stuber等¹³, Reddi等¹⁶도 이와같은 報告를 하였다. 粒重은 올밀 ×

Table 1. Mean(M) and variance(V) of agronomic characters of wheat, Olmil×Seamil.

Generation		Heading ^z days	Maturing ^y days	Culm length (cm)	No. of spike	No. of grain	1,000-grain Weight (g)	Harvest index (%)	Grain yield (g)
P ₁ (Olmil)	M	32.02	34.68	74.79	15.54	67.27	33.74	48.14	23.80
	V	0.97	1.23	13.36	2.20	29.98	15.37	21.73	11.20
P ₂ (Seamil)	M	26.18	35.82	60.98	16.30	52.91	37.90	56.04	24.64
	V	0.94	2.10	28.59	1.96	30.04	17.31	29.77	12.77
F ₁	M	32.65	36.74	78.41	16.50	69.72	34.76	49.02	27.61
	V	1.67	2.99	24.74	1.99	79.21	32.78	23.44	15.52
B ₁ (F ₁ ×P ₁)	M	33.75	36.70	77.75	13.53	58.43	33.98	47.53	18.14
	V	3.83	3.70	52.86	3.28	93.31	21.53	72.87	17.94
B ₂ (F ₁ ×P ₂)	M	32.02	37.68	73.27	13.34	60.59	36.01	50.48	20.72
	V	6.53	6.37	60.75	3.06	87.93	37.33	72.59	17.83
F ₂	M	32.70	37.50	76.15	15.63	62.29	35.84	49.11	21.79
	V	8.33	7.58	89.16	3.68	117.51	34.10	111.57	18.98

^z Days after April 1. ^y Days after May 1.

Table 2. Mean(M) and variance(V) of agronomic characters of wheat, Naphal×Cheonggemil.

Generation		Heading ^z days	Maturing ^y days	Culm Length (cm)	No. of spike	No. of grain	1,000-grain weight (g)	Harvest index (%)	Grain yield (g)
P ₁ (Naphal)	M	34.18	37.64	73.79	20.18	71.46	26.34	43.82	26.67
	V	0.92	0.49	15.10	1.79	50.67	9.03	51.22	6.10
P ₂ (Cheong- gemil)	M	29.60	34.96	67.15	17.02	67.85	26.47	52.80	22.79
	V	0.68	0.55	10.59	0.96	50.22	7.63	22.35	3.78
F ₁	M	31.09	37.00	76.55	19.25	72.50	26.29	51.47	25.10
	V	0.77	1.39	8.96	3.43	51.36	8.25	29.11	3.89
B ₁ (F ₁ ×P ₁)	M	34.16	37.69	78.75	17.49	64.53	30.76	46.53	22.60
	V	2.57	3.46	70.08	4.05	61.17	14.92	75.73	9.31
B ₂ (F ₁ ×P ₂)	M	34.27	37.27	73.12	13.62	66.65	30.40	48.69	21.49
	V	3.12	3.81	64.18	2.87	64.00	14.59	61.43	7.05
F ₂	M	33.54	37.46	70.15	16.88	63.81	29.67	49.41	21.27
	V	4.36	6.10	100.23	3.90	73.83	20.26	92.97	8.74

^z Days after April 1. ^y Days after May 1.

새밀組合에서 0.274로서 낮았으나 Naphal × 청계밀組合에서는 이보다 높았으며 (0.543)穗數는 反對로 올밀 × 새밀組合이 0.458이고, Naphal × 청계밀組合이 0.305로서 多少 높게 나타나 組合에 따라 多少 다른 結果를 보였다. Johnson등¹¹은 높은 遺傳力을 나타낸 形質은 表現型에 依한 選拔效果가 크나 遺傳獲得量을 考慮하여 選拔하면 더욱 効果的이라고 하였는데 遺傳獲得量과 相對的 效率을 보면 兩組合 모두 出穗期, 成熟期가 높고 (22.61~27.23%), 收量이 가장 낮았다. 粒重은

올밀 × 새밀組合에서는 9.42%로서 낮았으나 Naphal × 청계밀組合에서는 20.56%로서 높게 나타났다. 本實驗에서 出穗期, 成熟期는 遺傳力이 높고 遺傳獲得量도 높아 初期 世代에서의 選拔效率이 높은 것으로 생각되며 收量은 遺傳力과 遺傳獲得量이 낮았다. Panse¹⁵는 遺傳力이 높고 遺傳獲得量도 높은 形質은 相加的 效果에 依한 것이라고 하였는데 本實驗에서는 狹意的 遺傳力을 利用하여 遺傳獲得量을 求하였기 때문에 같은 傾向이었으나 Johnson등¹¹은 大豆의 F_2 와 F_3 集團에서 높은

Table 3. Estimates of genetic parameters for eight characters in F_2 population of wheat, Olmil × Saemil.

Charactr	GCV (%)	h_b^2	h_N^2	GA	Genetic advance (% of mean)
Heading days	8.17	0.857	0.756	8.91	27.23
Maturing days	6.24	0.722	0.672	8.48	22.61
Culm length	10.74	0.751	0.726	13.05	17.14
No. of spike	8.16	0.443	0.277	2.26	14.44
No. of grain	13.54	0.605	0.458	7.45	11.95
1,000-grain weight	9.78	0.360	0.274	3.38	9.42
Harvest index	18.95	0.776	0.696	10.05	20.46
Grain yield	11.07	0.307	0.115	1.11	5.08

Table 4. Estimates of genetic parameters for eight characters in F_2 population of wheat, Naphal × Cheonggemil.

Character	GCV (%)	h_b^2	h_N^2	GA	Genetic advance (% of mean)
Heading days	5.63	0.819	0.695	8.29	24.72
Maturing days	6.14	0.867	0.808	10.19	27.20
Culm length	13.42	0.885	0.660	11.39	16.24
No. of spike	8.04	0.472	0.226	1.91	11.32
No. of grain	7.53	0.313	0.305	5.02	7.87
1,000-grain weight	11.66	0.590	0.543	6.10	20.56
Harvest index	15.51	0.632	0.525	7.60	15.38
Grain yield	9.58	0.475	0.128	1.22	5.74

遺傳力이 높은 遺傳獲得量을 반드시 隨伴하지 않는다고 하였다.

F₂集團에 있어서 各形質間의 相關關係를 調査한 結果는 表 5, 6 과 같다. 먼저 收量과 他形質과의 關係를 보면 出穗期와는 올밀×새밀組合에서는 相關이 認定되지 않았고, Naphal×청계밀組合에서는 有意한 負相關을 나타내어 Fonseca와 Patterson,⁶⁾ 閔¹³⁾의 報告와 비슷한 結果를 보였다. 成熟期와는 Naphal×청계밀 組合에서는 相關關係가 認定되

지 않았으나 올밀×새밀 組合에서는 有意한 正相關을 나타내었는데 이는 閔²⁶⁾의 結果와 같았다. 稈長 및 收量構成要素와 收量間에 두 組合 모두 正의 有意相關을 나타내었으며 穗數와 收量($r=0.621\sim 0.690$), 穗當粒數와 收量間($r=0.459\sim 0.515$)에는 相關程度가 높았다. 이것은 Johnson등⁹⁾의 報告와 같다.

한편 收量外의 他形質間의 相互間의 關係를 보면 粒數는 올밀×새밀 組合에서는 粒重과 收穫指數를 除外한 다른 모든 形質들과

Table 5. Simple correlations among characters in F₂ population of wheat, Olmil×Saemilcross.

Character	Maturing days	Culm length	No. of spike	No. of grain	1,000-grain weight	Harvest index	Grain yield
Heading days	.536**	-.189**	-.049	.148**	-.004	.072	.006
Maturing days		-.213**	.132*	.180**	.188**	.135*	.178**
Culm length			.105	.232**	.203**	-.125*	.249**
No. of spike				.357**	.036	.068	.621**
No. of grain					.028	-.035	.459**
1,000-grain weight						.285**	.214**
Harvest index							.127*

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

Table 6. Simple correlations among characters in F₂ population of wheat, Naphal×Cheonggemil.

Character	Maturing days	Culm length	No. of spike	No. of grain	1,000-grain weight	Harvest index	Grain yield
Heading days	.343**	-.267**	-.172**	.019	.012	-.119*	-.209**
Maturing days		-.430**	-.008	.006	.021	.010	.004
Culm length			.155**	.060	.184**	.133*	.209**
No. of spike				.426**	-.134*	-.100	.690**
No. of grain					-.055	-.024	.515**
1,000-grain weight						.321**	.136*
Harvest index							.170**

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

有意한 相關을 나타내었으나 Naphal×청계밀 組合에서는 穗數를 除外한 다른 形質들과는 相關이 없었다. 또한 收量과 相關이 가장 높은 穗數와 다른 形質들과의 關係를 보면 올 밀×새밀 組合에서는 成熟期 및 粒數와 相關이 높았으며 Naphal×청계밀 組合에서도 出穗期, 稈長, 粒數, 粒重등과 相關이 높았다. 그러나 出穗期和 穗數, 粒重과 穗數 間에는 負의 有意相關을 나타내어 出穗期가 빠른 系統이 穗數는 많고 穗數가 많으면 粒重은 적어지는 關係를 나타내었다. 따라서 多收性을 위한 穗數의 選拔은 粒重을 적게하는 不利한

關係에 있으므로 이와같은 組合에서는 지나친 小粒化를 막을 수 있도록 穗數와 粒重의 均衡있는 選拔이 早熟 多收性을 위한 가장 바람직한 選拔方法이 될것으로 생각된다.

各 形質이 收量에 直接 또는 間接的으로 어떻게 미치는가를 알고자 徑路係數를 分析한 結果 表 7, 8과 같다. 各 形質이 收量에 미치는 直接效果를 보면 두 組合 모두 出穗期는 收量에 對하여 負의 影響을 나타내었으나 다른 形質들은 모두 正의 影響을 나타내었는데 穗數가 가장 크고 다음이 粒數였다. 이는 Fonseca와 Patterson,⁶⁾ 関,¹³⁾ Hsu와 Wal-

Table 7. Direct(underlined figures) and indirect effects of different characters on Grain yield in F₂ population of wheat, Olmil×Saemil.

Character	Heading days	Maturing days	Culm length	No. of spike	No. of grain	1,000-grain weight	Harvest index	Correlation with yield
Heading days	<u>-.025</u>	.040	-.028	-.025	.034	-.001	.011	.006
Maturing days	-.013	<u>.074</u>	-.032	.069	.042	.019	.020	.178
Culm length	.005	-.016	<u>.150</u>	.054	.054	.020	-.019	.249
No. of spike	.001	.010	.016	<u>.518</u>	.083	.004	-.010	.621
No. of grain	-.004	.013	.035	.185	<u>.232</u>	.003	-.005	.459
1,000-grain weight	.001	.014	.030	.019	.007	<u>.101</u>	.043	.214
Harvest index	-.002	.010	-.019	-.035	-.008	.029	<u>.152</u>	.127

Table 8. Direct(underlined figures) and indirect effects of different characters on grain yield in F₂ population of wheat, Naphal×Cheonggemil.

Character	Heading days	Maturing days	Culm length	No. of spike	No. of grain	1,000-grain weight	Harvest index	Correlation with yield
Heading days	<u>-.103</u>	.020	-.012	-.101	.005	.002	-.019	-.209
Maturing days	-.035	<u>.057</u>	-.020	-.004	.002	.004	.002	.004
Culm length	.028	-.024	<u>.046</u>	.091	.017	.031	.022	.209
No. of spike	.018	-.001	.007	<u>.586</u>	.118	-.023	-.016	.690
No. of grain	-.002	.001	.003	.250	<u>.278</u>	-.009	-.004	.515
1,000-grain weight	-.001	.001	.008	-.078	-.015	<u>.169</u>	.052	.136
Harvest index	.012	.001	.006	-.059	-.007	.054	<u>.162</u>	.170

ton^h 등의 결과와 같은 傾向이었다. 따라서 F₂ 集團에 있어서의 多收性系統選抜은 收量에 對한 直接的 效果가 가장 큰 穗數에 依한 選抜이 가장 有效한 것으로 보이니 穗數는 遺傳力과 遺傳的 進歩가 낮기 때문에 穗數에 依한 多收性 系統의 選抜은 繼續的인 選抜이 要求되며 이 形質은 또한 粒重을 적게 하는 相關關係에 있으므로 穗數와 粒重을 同時에 考慮한 均衡있는 選抜이 가장 바람직한 選抜 方法이 될 것으로 생각된다.

摘 要

小麥 F₂ 集團에 있어서 早熟 多收性 系統의 效率的인 選抜에 關한 基礎資料를 얻고자 中熟×早熟(올밀/새밀), 晩熟×中熟(Naphal/청계밀) 두 組合을 供試하여 F₂ 集團의 遺傳的 變異를 調査하고 徑路分析을 한바 얻어진 結果는 다음과 같다.

遺傳變異係數는 올밀×새밀 組合에서는 收獲指數, 粒數, 收量, 稈長의 順으로, Naphal×청계밀 組合에서는 收獲指數, 稈長, 1,000 粒重의 順으로 높았다.

遺傳力(狹意)은 兩組合에서 出穗期, 成熟期, 稈長, 收獲指數가 높았고(0.525~0.808) 粒數, 收量은 낮았다.

遺傳獲得量(%)은 出穗期, 成熟期가 兩組合에서 모두 높았고 收量은 낮았다. 1,000粒重의 遺傳獲得量(%)은 Naphal×청계밀 組合에서는 높게 나타났다.

收量과 穗數 및 粒數와는 높은 正의 有意 相關을 보였고 收量에 對한 直接效果는 穗數가 가장 컸고 다음은 粒數였다.

引 用 文 獻

- Allard, R. W. 1960. Principle of plant breeding. John Wiley and Son, Inc. p. 107.
- Arwar, A. R. and A. R. Chowdhry. 1969. Heritability and inheritance of plant height, heading date, and grain yield in four spring wheat crosses. *Crop Sci.* 9 : 760-762.
- Bhatt, G. M. 1972. Inheritance of heading date, plant height, and kernal weight in two spring wheat crosses. *CropSci.* 12 : 95-98.
- Burton, G. W. 1952. Quantitative interitance in grasses. *Proc. 6th Intn. Grassland Cong.* 1 : 277-283.
- Dewey, K. R. and K. H. Lu. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.* 51 : 515-518.
- Fonseca, S. and F. L. Patterson. 1968. Yield component heritabilities and interrelationships in winter wheat (*Triticum aestivum*). *Crop. Sci.* 8 : 617.
- Gandhi, S. M., A. K. Sanghi, K. S. Nathawat, and M. P. Bhatnagar. 1964. Genotypic variability and correlation coefficients relating to grain yield and a few other quantitative characters in Indian wheats. *Indian J. Genetic and Plant Breeding* 24 : 1-8.
- Hsu, R. and P. D. Walton. 1971. Relationship between yield and its components and structures above the flag leaf node in spring wheat. *Crop Sci.* 11 : 190-193.
- Johnson, V. A., K. J. Biever, A. Haunold, and J. W. Schmidt. 1966. Inheritance of plant height, yield of grain, and other plant and seed characteristics in a cross of hard red winter wheat, *Triticum aestivum* L. *Crop Sci.* 6 : 336-338.
- Johnson, H. W., H. F. Robinson, and R. E. Comstock. 1955. Estimates of genetic and environmental variability in soybean. *Agron. J.* 47 : 314-318.
- , ———, and ———. 1955. Estimates of phenotypic and genotypic correlation in soybeans and their implication in selection. *Agron. J.* 42 : 477-482.
- 李東右. 1974. 小麥育種에 있어 收量 및 收量構成形質의 選抜을 爲한 基礎的 研究. *韓作誌* 15 : 33-69.
- 閔黃基. 1981. 밀의 成熟期間과의 相關關係. *農村振興廳 海外歸國 報告書*. pp. 1-15.
- 農林統計年報. 1980. 1979年 米穀年度 全體編殺

需給實績. p.196.

15. Panse, V. G. 1957. Genetics of quantitative characters in relation to plant breeding. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* 17 : 318-329.
16. Reddi, M. V., E. G. Heyne, and G. H. Liang. 1969. Heritabilities and interrelationships of shortness and other agronomic characters in F_2 and F_4 generation of two wheat crosses (*Triticum aestivum* L. em Thell). *Crop Sci.* 9 : 222-224.
17. Stuber, C. W., V. A. Johnson, and J. W. Schmidt. 1962. Grain protein content and its relationship to other plant and seed characters in the parents and progeny of a cross of *Triticum aestivum* L. *Crop Sci.* 2 : 506-508.