

小麥의 熟期 및 收量關聯形質에 대한 遺傳統計量的 年次間 變動

曹章煥 · 成炳列 · 安完植
麥類研究所

Year Variations of Genetic Parameters Estimated on Maturity and Yield Characteristics

Cho, C.H., B. Y. Sung, and W.S. Ahn

Wheat and Barley Research Institute, Suweon, Korea

ABSTRACT

Heritability of heading date, maturing date and culm length were high and the year variation was relatively low. Yield components were considerably low in heritability due to large year variation. Direct effects of number of spikes/m² and 1,000 grain weight to yield were high.

For improved selection efficiency, at least three years continuous evaluation of experiments would be desired.

緒 言

小麥의 育種에 있어서 氣象條件이 收量 및 收量構成要素에 미치는 影響은 매우 크므로 主要形質의 遺傳統計量的 變動을 明確하게 밝혀두는 것은 育種上 매우 重要的 事이다. 最近 나날이 發展하고 있는 統計遺傳學을 育種面에 利用하여 보다 效果的인 選拔을 試圖하고자 할 때 遺傳子型과 環境과의 相互作用은 매우 重大한 問題라고 생각되어 水原地域에 있어서 小麥의 遺傳子型과 年次間과의 關係를 統計遺傳學的으로 究明코저 實驗하였던바 몇가지 事實이 밝혀졌으므로 이에 報告하고자 한다.

材料 및 方法

本實驗은 麥類研究試驗圃場(水原 東經 126°59', 北緯 37°6')에서 實施하였으며 供試品種으로 1974年과 1975년에는 早光等 18品種을 1978년에는 早光等 15品種을 供試한 生産力檢定本試驗으로 各年度別로 10月 8日에 各各 播種하였다.

栽培法은 普通栽培로 畦幅 40cm, 播幅 18cm로 하고 10a當 播種量은 20ℓ, 施肥量은 窒素 12g 磷酸 9kg, 加里 7kg, 堆肥 1,000kg을 各各 施用하였다. 追肥方法은 窒素를 基肥 50%, 追肥 50%로 하고 追肥時期는 1回 3月中旬, 2回 3月下旬에 各各 追肥量의 半量씩을 分施하였다. 其他 栽培法은 麥類研究所 標準栽培法에 準하였다.

試驗區 配置는 各處理別로 亂塊法 3反覆으로 하였으며 統計分析은 農村振興廳 電子計算室에서 實施하였다.

結果 및 考察

1. 分散分析

年次別로 各形質에 대한 分散分析은 表 1에서 보는 바와 같이 年次別로 大部分의 形質이 品種間에 有意性을 보였으나, 1975年과 1978年の *m*當 穗數에서는 有意性이 없었고 反覆間에는 年次別 特性別로 一定한 傾向이 없었다. 이 分散分析에서 主要形

Table 1. Analysis of variance for major characteristics.

Characteristics	Mean square	Year		
		1974	1975	1978
Heading date	Varieties	8.0185**	9.0904**	5.8904**
	Replication	0.9630*	4.9630**	5.7676**
	Error	0.2375	0.6296	0.3746
Maturing date	Varieties	14.7669**	10.9804**	8.1365**
	Replication	12.0741**	0.7222	0.6889
	Error	1.0349	0.7026	0.8556
Plant height	Varieties	191.8257**	168.6988**	278.8593**
	Replication	52.7963	18.4113	21.6869
	Error	22.7963	25.6846	12.2931
Number of spikes per m^2	Varieties	9137.1035*	4163.2255	17705.4603
	Replication	7062.9074*	6650.8899	41706.4222*
	Error	2118.0055	3448.0261	10051.3746
Number of grains per spike	Varieties	15.0283*	29.8639*	43.9905**
	Replication	47.6852**	117.1667**	14.4667
	Error	6.6656	15.4216	9.3714
1,000 grain weight	Varieties	54.6481**	22.0540**	28.3351**
	Replication	4.8274	12.8291	12.4827
	Error	4.7239	3.9612	4.2355
Yield	Varieties	2883.2988**	5082.8222**	24662.0826**
	Replication	1695.4756*	1322.6180	4986.6159
	Error	510.0520	1208.4478	3611.1994

* Significance at 5% level

** Significance at 1% level

質들은 年次間 및 品種間에 高度의 有意性을 보였으므로 遺傳統計量의 分析을 實施하였다.

各形質別로 遺傳的 變異와 環境的 變異의 크기 및 이들 값을 알기 위하여 分散分析에 의한 遺傳分散 및 環境分散을 算出하고 이 값으로부터 廣義의 遺傳率

2. 分散 및 遺傳率

Table 2. Genotypic and environmental variances of each characteristics.

Characteristics	1974	1975	1978	Average
1) Heading date	2.59	2.82	2.37	2.59
	0.24	0.63	0.46	0.44
2) Maturing date	4.58	3.43	3.23	3.75
	1.03	0.70	0.74	0.82
3) Plant height	56.34	47.67	79.61	61.21
	22.80	25.68	14.18	20.89
4) Number of spikes per m^2	2351.70	238.40	3733.76	2107.95
	2118.01	3448.03	9843.64	5136.56
5) Number of grains per spike	2.79	4.79	11.49	6.36
	2.67	15.42	9.37	9.15
6) 1,000 grain weight (g)	16.64	6.03	5.94	9.54
	4.72	3.96	4.20	4.29
7) Yield(kg/10a)	791.08	1291.46	6408.87	849.14
	510.05	1208.45	3104.63	1607.71

Upper : Genetic variance

Lower : Environmental variance

$(h^2B = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_e^2))$ 을 算出하였으며 遺傳分散 및 環境分散은 表 2에서 보는 바와 같다.

遺傳分散은 環境分散과 比較하여 年次別 모두 出穗期, 成熟期 및 稈長 등은 매우 큰 편이며 千粒重은 多少 크고 收量과 m^2 當 穗數는 遺傳分散이 매우 작았으나 1穗粒數는 遺傳分散이 環境分散과 비슷하였다.

遺傳分散의 年次間 變動을 보면 出穗 成熟期는 變動이 작고 收量과 收量構成要素는 매우 큰 편이며 稈長은 中程度이었다.

遺傳率은 表 3에서 보는 바와 같이 出穗期, 成熟期 및 稈長의 遺傳率은 매우 높고 千粒重은 中間程度이며 收量, m^2 當 穗數 및 1穗粒數의 遺傳率은 낮은 편이었다.

出穗 및 成熟期の 遺傳率이 높은 것은 金, 曹 등¹⁾, 曹^{2,3,4)}, Fonseca 등⁵⁾, Johnson 등⁷⁾, 李⁸⁾ 등의 結果와 같고 收量構成要素의 遺傳率이 낮은 것은 曹⁴⁾의 結果와 類似하였다.

遺傳率의 年次間變動을 보면 出穗期, 成熟期, 稈長 등은 작은 편이고 m^2 當 穗數, 1穗粒數는 크며 千粒

Table 3. Broad-sense heritability for each characteristics.

Characteristics	1974	1975	1978	Average
1) Heading date	91.6	81.7	83.8	85.7
2) Maturing date	81.6	83.0	81.3	82.0
3) Plant height	71.2	65.0	84.9	73.7
4) Number of spikes per m^2	29.5	6.5	27.5	21.2
5) Number of grains per spike	52.6	23.7	55.1	43.8
6) 1,000 grain weight (g)	83.0	60.4	58.6	67.3
7) Yield (kg/10a)	60.8	51.7	67.4	59.9

重과 收量은 比較的 變化가 적었다. 收量構成要素中 千粒重의 遺傳率의 年次間 變動이 매우 작았는데 이는 福岡, 桐山⁶⁾의 實驗에서와 같은 傾向이었다.

3. 表現型相關, 遺傳相關 및 環境相關

主要形質의 表現型相關은 表 4에서 보는 바와 같

Table 4. Phenotypic correlation between major characteristics.

Characteristics	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)
1) Heading date		0.6613**	0.0365	-0.3036*	0.3676**	0.3339*	-0.0617
	-	0.4181**	0.3364*	-0.1219	0.0339	0.1135	-0.4980**
		0.7085**	0.6089**	0.1715	0.2479	0.1277	0.7450**
2) Maturing date			0.2893*	-0.3411*	0.4576**	0.3673**	-0.2313
		-	0.3738**	-0.1277	0.3205*	-0.2072	-0.4990**
			0.5357**	0.0963	0.2712	-0.2471	0.6211**
3) Plant height				-0.3134*	0.0944	0.3253*	-0.1934
			-	-0.0659	0.1559	0.0348	-0.2099
				0.1814	0.1314	0.1793	0.7185**
4) Number of spikes per m^2					-0.1285	-0.4699**	-0.0232
				-	0.0796	-0.3620*	0.0765
					-0.2965	-0.0145	0.1595
5) Number of grains per spike						0.0943	-0.0813
					-	-0.3751**	-0.2496
						0.0696	0.2207
6) 1,000 grain weight (g)							0.3781**
						-	0.2509
							0.2282
7) Yield (kg/10a)							-

Upper : 1974

Middle : 1975

Lower : 1978

L. S. D. (5%) : 0.268(1974, 1975), 0.303(1978)

L. S. D. (1%) : 0.368(1974, 1975), 0.381(1978)

다. 成熟期와 主要形質間의 相關을 보면 出穗期, 成熟期 및 稈長은 어느 해에나 相互間에 有意性이 있는 正의 높은 相關을 보였으며 出穗日數 및 成熟日數와 1穗粒數는 正의 相關을 보였으나 해에 따라서 有意性이 없는 경우가 있었고 出穗期 및 成熟期와 收量, m² 當穗數 千粒重과는 正 또는 負의 相關을 보이면서 有意性이 있는 경우와 없는 경우를 보여 一定한 傾向이 없었다.

收量과 收量構成要素間의 表現型相關을 보면 收量과 m² 當穗數, 1穗粒數, 千粒重과는 相關이 없었으며 1973~'74年의 收量과 千粒重間에만 有意性이 있는 正의 相關을 보였고 m² 當穗數와 1穗粒數와는 負의 높은 相關을 보였으나 其他 收量構成要素 相互間에는 一定한 傾向이 없었다.

表現型相關의 年次間 變動을 보면 出穗期와 成熟

期, 出穗期와 稈長, 成熟期와 稈長, 成熟日數와 1穗粒數 등은 正의 方向으로 有意的인 相關이 있어 年次間 變動이 적었으나 其他形質 相互間에는 正 또는 負의 相關으로 表現되는 경우와 有意性이 있거나 없는 경우가 있어 年次間 變異가 매우 크게 나타났었다. 以上을 要約해 보면 熟期 및 稈長과의 相關은 年次間 變動이 적고 收量 및 收量構成要素間에는 年次間 變動이 매우 컸었다. 福岡桐山⁶⁾의 收量 및 收量構成要素間의 相關에서 年次間 變動이 매우 크다고 한 結果와 類似하였다.

主要形質의 遺傳相關은 表 5에서 보는 바와 같다. 出穗期, 成熟期 및 稈長은 年次別로 相互間에 매우 높은 正의 相關을 보였고 出穗期와 千粒重, 成熟期와 1穗粒數와는 높은 正의 相關을 보였다.

收量과 收量構成要素間의 遺傳相關을 보면 收量과

Table 5. Genetic correlation between major characteristics.

Characteristics	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)
1) Heading date		0.8014	0.0507	-0.3575	0.8540	0.3980	-0.0163
	-	0.5365	0.3999	-1.5181	-0.4204	0.3538	-0.7433
		0.9092	0.6998	0.1051	0.3549	0.1715	0.9406
2) Maturing date			0.4642	-0.5102	0.8603	0.4968	-0.1803
		-	0.5155	-0.8366	0.8366	-0.2246	-0.7977
			0.5818	0.1749	0.3485	-0.3128	0.7514
3) Plant height				-0.6959	0.1824	0.4867	-0.3157
			-	-1.3058	0.3221	0.3274	-0.3672
				0.2152	0.1959	0.2440	0.9475
4) Number of spikes per m ²					-0.1544	-0.7298	0.0255
				-	-0.0495	-0.7628	0.2454
					-1.0145	-0.0648	0.2148
5) Number of grains per spike						0.1177	-0.4020
					-	-0.9611	-0.3517
						-0.0626	0.2807
6) 1,000 grain weight (g)							0.4673
						-	0.1596
							0.4208
7) Yield(kg/10 a)							-

Upper : 1974

Middle : 1975

Lower : 1978

m² 當穗數, 千粒重과는 年次別로 높은 正의 相關을 보였으나 千粒重과 m² 當穗數, 1穗粒數와는 負의 높은 相關을 보였다.

主要形質間의 年次的 變動을 보면 出穗期, 成熟期 및 稈長 相互間의 相關은 年次變動이 적고 收量 및 收量構成要素間의 相關에서 收量과 千粒重, m² 當穗

數, 千粒重과 m² 當穗數와는 年次的 變動이 적었으나 其他形質間에는 年次的 變動이 매우 컸으며 一定한 傾向이 없었다.

主要形質의 年次別 環境相關은 表 6에서 보는 바와 같이 年次別로 正 또는 負의 相關을 보이면서 有意性이 있는 경우와 없는 경우 등 그 傾向이 매우

Table 6. Environmental correlation between major characteristics.

Characteristics	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)
1) Heading date	-0.2659	0.0960	-0.2367	-0.1368	-0.0144	-0.1403	
	-	-0.1228	0.1285	0.2175	-0.3010*	-0.2869*	-0.0607
		-0.0368	0.1812	0.2047	0.1898	0.2757*	0.1866
2) Maturing date			-0.0072	0.0522	0.3289*	-0.0947	-0.2019
		-	-0.0269	0.0803	-0.1177	-0.1833	0.0376
			0.4096**	0.0582	0.1505	-0.1770	0.2901
3) Plant height				0.1940	0.0271	0.1080	-0.0885
			-	0.3124*	0.0004	-0.3969**	0.0139
				0.2570	-0.0062	0.0784	0.1014
4) Number of spikes per m ²					-0.0205	0.0060	-0.1746
				-	-0.0122	-0.3275*	0.0382
					0.2286	0.1464	0.068
5) Number of grains per spike						0.0229	0.1198
					-	0.0651	-0.2232
						0.1621	0.2174
6) 1,000 grain weight (g)							0.2524
						-	0.3413*
7) Yield (kg/10a)							0.0181

Upper : 1974

Middle : 1975

Lower : 1978

L. S. D. (5%) : 0.268(1974, 1975), 0.303(1978)

L. S. D. (1%) : 0.368(1974, 1975), 0.381(1978)

不均一 하였다.

4. 經路係數

經路係數는 Wright (1921), Li (1948)의 方法을 利用하여 遺傳相關의 값으로 聯立方程式의 model을 만들어 直接效果를 計算하였다.

收量에 미치는 收量構成要素의 直接效果를 表 7에서 보면 1974년에는 千粒重과 m²當穗數는 正의 關係를, 1穗粒數는 負의 關係를 나타내었으며, 千粒重과 m²當穗數의 直接效果가 컸었다. 1975년에는 m²當穗數는 正의 關係를, 1穗粒數와 千粒重은 負의 關係를 나타내었고, 當年에는 其他效果가 매우 컸었다. 本年度에는 越冬期間과 登熟期間中에 한발이 계속되어 收量構成要素보다 其他效果가 크게 나타난 것으로 보인다. 1978년에는 收量構成要素 모두가 正의 關係를 보였고 直接效果도 3要因 모두 비슷하였다. 以上의 結果를 보면 收量에 對한 直接效果도 年次의 變異가 매우 큰 편이며, 收量에 對하여 m²當穗數와 千粒重의 直接效果가 큰 편이었다. 收量에 對한 收量構成要素의 直接效果가 負로 表現되는 것은 生育期間中

의 各種條件으로 收量構成要素가 相互收量에 正의 方向으로 作用하지 못한 關係를 統計의 方法으로 負의 要因을 除去하지 못하는 점이며 매우 精密한 實驗인 경우에는 正의 關係를 表現하는 것으로 보인다.

Table 7. Path-coefficient between yield and yield components.

Characteristics	1974	1975	1978
1) Number of spikes per m ² (p _{1y})	0.6823	0.2190	0.6323
2) Number of grains per spike(p _{2y})	-0.4521	-0.3521	0.6559
3) 1,000 grain weight(p _{3y})	0.9958	-0.0117	0.6045
4) Residual effect	0.6293	0.9079	0.6489

經路係數의 年次의 變動이 매우 크게 나타나고 있는데 曷⁴⁾, 金·曷 등¹⁾, 李²⁾ 등이 調査한 結果를 보더라도 收量에 미치는 收量構成要素의 直接效果가 實驗 및 年次에 따라 매우 다르게 나타나는 것과 비슷하였다.

摘 要

小麥育種의 選拔效率을 높이기 위한 遺傳力, 表現型相關, 遺傳相關, 環境相關 및 經路係數의 年次間變動을 알기 위하여 1974年, 1975年, 1978年 3個年間的 生産力檢定 本試驗成績을 利用하여 遺傳統計量의 年次的 變動을 分析한 結果를 要約하면 아래와 같다.

1. 出穗後, 成熟期 및 稈長의 遺傳力은 매우 높으며, 年次的 變動이 적고, 千粒重의 遺傳率은 中程度이며, 年次間 變動이 比較的 적으나 收量 및 其他 收量構成要素는 遺傳率이 낮고 年次間 變動이 매우 컸었다.

2. 出穗期, 成熟期 및 稈長相互間, 出穗期와 千粒重, 成熟期와 1穗粒數와는 正의 遺傳相關이 높고, 收量과 相當穗數도 正의 遺傳相關이 높으며, 이들相互間의 相關은 年次的 變動이 적었으나, 其他 形質間에는 年次的 變動이 매우 컸었다.

3. 經路係數의 年次的 變動이 매우 크나 3個年間 收量에 直接效果가 크게 미치는 形質은 相當穗數, 千粒重이었다.

4. 選拔效果를 올리기 위하여 遺傳統計量을 選拔指標로 삼을 때는 3個年 以上の 結果를 分析·活用하여야 했다.

引 用 文 獻

1. 金鳳九, 曹章煥, 河龍雄, 南重鉉, 1977, 小麥主要形質의 遺傳 및 選拔效果에 관한 研究, 第3報, 小麥育種을 위한 主要形質의 選拔效果, 韓國育種學會誌 11卷 1號 43-57.
2. 曹章煥, 1974, 小麥의 出穗期 遺傳에 관한 研究, 韓國作物學會誌 15卷: 1-31.
3. 曹章煥, 金鳳九, 河龍雄, 南重鉉, 1977, 小麥主要形質의 遺傳 및 選拔效果에 관한 研究, 第1報, 小麥의 出穗期 遺傳 및 遺傳率의 地域的 變動, 韓國育種學會誌, 11卷 1號: 15-23.
4. 曹章煥, 金鳳淵, 洪丙喜, 裴聖浩, 1978, 播種期에 따른 小麥收量 및 熟期關聯形質의 遺傳統計量의 變動, 趙載英 博士 回甲記念論文集: 54-62.
5. Fonseca, S. and P. L. Patterson. 1968. Yield component heritabilities and inter-relationship in winter wheat. *Crop Sci.* 8(5): 617.

6. 福岡壽夫, 桐山毅, 1970. 小麥의 生産力檢定試驗における 收量에 關する 遺傳統計量의 變動. 九州農試報告. 15卷 1號: 11-20.
7. Johnson, V. A., K. J. Biever, A. Haunold, and J. M. Schmidt, 1966. Inheritance of plant height, yield of grain and other plant and seed characteristics in a cross of hard winter wheat. *Crop Sci.* 9(4): 336-338.
8. 李東右, 1974, 小麥育種에 있어서 收量 및 收量構成形質의 選拔을 위한 基礎的 研究. 韓國作物學會誌 15: 33-59.

SUMMARY

In order to study the year variation of genetic parameters such as heritability, phenotypic and genotypic correlation, and path-coefficients on maturity, yield and yield components of wheat, these experiments were carried out for three years, 1974, 1975 and 1978. The results obtained are summarized as follows;

1. Heading and maturing date and culm length expressed low year variation with high heritability. However, yield and yield components were low in heritability and high in year variation except 1000 grain weight which was moderate in year variation and heritability.
2. Highly positive genotypic correlation coefficients were estimated between heading date and culm length, maturing date and culm length, heading date and 1000 grain weight, and maturing date and number of grains per spike, respectively. Year variations of these genotypic correlation coefficients were small between these characteristics but high between other characteristics.
3. Year variation of path-coefficients were large. However, the yield components that had higher direct effects on yield were number of spike per m^2 and 1000 grain weight.
4. Experiments should be tested at least for three years or more when genetic parameter is utilized for selection criterion for improvement of selection efficiency.