

대맥 F₂집단의 조합능력과 상관관계

정 원 복

동아대학교 생명자원과학부

Combining Ability and Correlation for Some Quantitative Characters of F₂ Hybrids in Barley

Won-Bok Chung

Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

Abstract

This study was conducted to estimate the genetic parameters such as combining ability, heritabilities and correlation coefficients for some agronomic characters by 6×6 diallel crosses of barley. The results obtained were summarized as follows. Mean squares of general combining ability(GCA) and specific combining ability(SCA) were significant for all characters observed. Mean squares of general combining ability for all characters were expressed as higher values than those of specific combining ability. Jecheon #5 showed the high general combining ability effects for culm length, and Waegwanpimack #1 showed the highest general combining ability effects for tiller number. Cygne also showed the high general combining ability effects for spike length and 1,000 grains weight. Furthermore, Plumage was expressed with the highest general combining ability effects for number of grains per spike. In specific combining ability effects, Samdugjeonbug # 45×Plumage showed the high value for culm length, and Suwon #6×Waegwanpimack #1 was expressed with the highest specific combining ability effects for tiller number. Jecheon #5×Plumage also showed the high specific combining ability effects for spike length and number of grains per spike. Suwon #6×Cygne showed the high specific combining ability effects for 1,000 grains weight. The heritabilities of spike length and number of grains per spike were over 90%. In correlation coefficients among characters, relationships between culm length and tiller number, culm length and spike length, culm length and 1,000 grains weight, and spike length and 1,000 grains weight showed highly positively correlation.

Key words – Barley, Heritability, Combining ability, Correlation.

서 론

지구상의 금세기 식량문제는 세계 인구 증가로 인하여

매우 심각할 것으로 예상된다. 20세기의 식량생산은 국내 외적으로 놀랄 만큼 증산되었다. 그러나 그 증산의 정도는 인구 증가를 따르지 못하는 실정이었다. 그러므로 오늘날 다수확을 목적으로 타가수정 작물은 물론 자가수정 작물에서도 잡종강세가 이용되고 있다. 캐나다의 밀에 이어 중국의 벼에서도 잡종강세가 실용화되고 있다[8]. 이러한 현실

*To whom all correspondence should be addressed

Tel: 051-200-7542, Fax: 051-2006-4475

E-mail: Wbchung@mail.donga.ac.kr

에 비추어 볼 때 대맥도 안정 다수성을 목적으로 여러 가지 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. 2조맥과 6조맥의 교잡으로 각 형질의 유전적 해석과 잡종강세 및 조합능력을 분석한 바 있고, 2조 맥주맥 품종의 교잡으로 조합능력의 평가에서 몇 가지 수량형질이 일반조합능력이나 특정 조합능력에서 모두 유의하다고 보고하였다[2,14,20]. 그리고 맥류의 분얼수와 수량증가는 밀접한 관계를 가진다고 하였으며[7], 또 2조맥(VV)과 6조맥(vv)의 우수친 교잡으로 좋은 계통을 선발할 수 있다고 하였다[17]. 대맥 형질의 유전력에 대해서는 입중 및 천립중과 같은 수량형질에서 유전력을 보고한 바 있다[1,4,16]. 수량과 수량 구성요소간의 유전상관에서는 상관성이 높은 형질을 선발지표로 삼아 다수성 계통을 선발하는 것이 유리하다고 하였다[2,15,18,19]. 그리고 1주립중과 1주수중, 1주수수간에 높은 상관성이 있는 것이 선발의 이용가능성이 높다고 하였으며[9], 우리나라의 장려품종집단에서 유전력과 상관관계는 형질간에서 정 또는 부의 상관성이 인정된다고 하였다[10].

재료 및 방법

공시재료는 제천5호, 수원6호, 삼덕전북45호, 왜관피맥1호, cygne, plumage의 6개 품종이었다. 이들 품종으로 30개의 정역교배 F₂세대와 양친세대를 전개하여 간장, 분얼수, 수장, 1수립수, 천립중의 5개 형질을 대상으로 조사분석하였다. 분석방법은 조합능력 검정법[6]과 상관관계 및 유전력의 분석법[5,11,12]으로 분석하였다.

결과 및 고찰

유전자의 상가작용에 의한 일반조합능력(GCA, general combining ability)과 우성효과 등에 의한 비상가작용으로 발현되는 특정조합능력(SCA, specific combining ability)을 형질별로 분석한 결과는 Table 1과 같다.

일반조합능력과 특정조합능력은 모든 형질에서 유의하여 잡종 F₂세대의 상가적효과, 비상가적 효과가 유의적으로 함께 작용하였다. 5개 형질 즉 간장, 분얼수, 수장, 1수립수, 천립중의 모든 형질은 GCA/SCA비가 1이상으로서 큰 수치를 보여 유전자의 상가적 효과가 클 것으로 추정되었다.

일반조합능력과 특정조합능력은 어떤 한 품종이 여러 다

Table 1. Mean squares of general(GCA) and specific combining ability(SCA) for five quantitative characters from six parents diallel crosses

Characters	Factors of variation	GCA	SCA	GCA/SCA	Error
	df	5	15	SCA	70
Culm length		313.313**	70.639**	4.435	8.084
Tiller number		22.149**	12.593**	1.758	0.415
Spike length		7.053**	0.854**	8.258	0.043
No. of grains/spike		690.417**	89.853**	7.683	2.788
1,000 grains weight		27.966**	27.401**	1.020	0.799

**Significant at the 1% level.

른 품종과 교잡된 차대의 평균생산성을 GCA로, 또 어떤 2 품종간에서 교잡된 차대의 평균치가 양친에 비해 어느 정도로 나타날 수 있는가를 SCA로 표현하였다. 이러한 표현 방법은 교배조합에 따른 유전자의 상가적 변이와 비상가적 변이로 구분함으로써 어떤 형질에 대한 특정계통의 생산성을 검정할 수 있다. 이 방법은 교잡육종에서 우수한 잡종을 생산하는 데 필요한 교배친의 선택을 조기에 추정할 수 있다[13].

대맥 F₂세대의 수량형질에 대한 조합능력을 평가하고자 교배친별로 GCA, 교배친 및 F₂세대에 대한 SCA를 산출한 결과는 Table 2, 3과 같다.

교배친이 F₂의 몇 개 형질에 미치는 조합능력의 평균성능인 GCA효과는 Table 2와 같다. 각 형질의 6개 품종에 대한 GCA효과를 보면 정의 효과가 가장 컸던 품종은 간장

Table 2. GCA effects for five quantitative characters of six barley varieties

Varieties	Characters*				
	CL	TN	SL	NG	GW
Mean effect	109.088	21.974	7.252	40.676	25.724
Jecheon #5	<u>6.826</u>	-1.091	-0.655	5.629	-1.259
Suwon #6	-5.154	0.692	-0.866	7.046	-0.925
Samdug ¹⁾	0.465	-1.352	-0.218	2.991	-1.101
Waegwan ²⁾	2.056	<u>2.376</u>	-0.029	3.379	-0.476
Cygne	6.751	-0.349	<u>1.157</u>	-11.037	<u>2.472</u>
Plumage	2.709	-0.277	0.612	<u>8.009</u>	1.289

*CL, Culm length; TN, Tiller number; SL, Spike length; NG, Number of grains per spike; GW, 1000 grains weight.

¹⁾Samdug, Samdugjeonbug#45; ²⁾Waegwan, Waegwanpimack#1.

Table 3. SCA effects for five quantitative characters of 15 barley hybrids

Cross combination	Characters*				
	CL	TN	SL	NG	GW
Jecheon#5×Suwon#6	-1.656	0.776	-0.332	5.982	3.398
Jecheon#5×Samdug ¹⁾	7.141	0.048	0.088	-3.129	2.801
Jecheon#5×Waegwan ²⁾	-1.084	0.409	0.216	1.149	0.536
Jecheon#5×Cygne	1.871	1.882	0.596	-0.935	5.386
Jecheon#5×Plumage	-3.403	1.077	<u>0.907</u>	<u>7.204</u>	1.299
Suwon#6×Samdug ¹⁾	0.135	-2.114	-0.534	-1.379	0.434
Suwon#6×Waegwan ²⁾	1.593	<u>3.991</u>	0.344	-1.935	-1.192
Suwon#6×Cygne	7.699	-0.217	0.524	-7.352	<u>6.447</u>
Suwon#6×Plumage	0.941	0.377	0.419	-0.546	1.473
Samdug ¹⁾ ×Waegwan ²⁾	-0.193	-1.564	0.829	2.620	1.901
Samdug ¹⁾ ×Cygne	1.363	1.860	0.277	-5.962	-3.307
Samdug ¹⁾ ×Plumage	<u>9.238</u>	3.705	0.521	-9.491	2.278
Waegwan ²⁾ ×Cygne	-1.729	-0.851	-0.545	-5.185	2.098
Waegwan ²⁾ ×Plumage	3.213	3.260	-0.651	0.787	-0.312
Cygne×Plumage	-10.206	-2.832	-0.520	6.037	0.384

*CL, Culm length; TN, Tiller number; SL, Spike length; NG, Number of grains per spike; GW, 1000 grains weight..

¹⁾Samdug, Samdugjeonbug#45; ²⁾Waegwan, Waegwanpimack#1.

이 제천6호에서, 분얼수가 왜관피맥1호에서, 수장이 Cygne에서, 1수립수가 Plumage에서, 천립중이 Cygne에서 각각 정으로 높았다. 왜관피맥1호는 분얼수를, Cygne는 수장과 천립중을, Plumage가 1수립수를 각각 증가시켜 직접 또는 간접적으로 각 수량구성요소에 관여할 것으로 평가된다.

교배조합간에서 나타나는 SCA효과는 Table 3과 같이 형질 및 교배조합에 따라 다양하였다. 형질별로 각각 높은 교배조합은 간장이 삼덕전복45호×Plumage의 조합에서, 분얼수가 수원6호×왜관피맥1호의 조합에서, 수장이 제천5호×Plumage의 조합에서, 1수립수가 제천5호×Plumage의 조합에서, 천립중이 수원6호×Cygne의 조합에서 각각 정으로 높았다. 이들 형질에 관여하는 각 교배조합을 보면 증량적 형질은 간장이 삼덕전복45호×Plumage의 조합에서, 분얼수가 수원6호×왜관피맥1호의 조합에서 각각 정으로 높았다. 증수적 형질은 수장이 제천5호×Plumage의 조합에서, 1수립수가 제천5호×Plumage의 조합에서, 천립중이 수원6호×Cygne의 조합에서 함께 높아 이들 조합은 양적형질 중 증량적 형질에 그 관여도가 높을 것으로 평가된다. 특히 수장과 1수립수는 제천5호×Plumage의 조합이 함께 높고, 수원6호×왜관피맥1호의 조합이 분얼수에서, 수원6호

×Cygne의 조합이 천립중에서 각각 높아 이들 조합은 수량증가에 기여도가 높을 것으로 사료된다.

이상의 결과에서 볼 때 일반조합능력과 특정조합능력이 모두 유의(Table 1)하였고, SCA효과에서 교배조합 중 수량을 증가시킬 수 있는 조합은 제천5호×Plumage가 수장과 1수립수에서, 수원6호×왜관피맥1호의 조합이 분얼수에서, 그리고 수원6호×Cygne의 조합이 천립중에서 각각 높아 수량에 직접 또는 간접적으로 기여할 것으로 생각된다. 이러한 결과는 조합능력 평가에서 천립중 등이 일반조합능력이나 특정조합능력에서 모두 유의하다는 보고[20]와 일치하였는데, 이들 형질은 유전자의 상가적효과와 우성효과가 함께 발현될 것으로 사료된다.

대맥 F₂세대에 대한 각 형질 상호간의 상관관계 및 형질의 유전력을 추정한 결과는 Table 4와 같다. 각 형질의 상관계수는 표현형상관과 유전상관이 정 또는 부로 같은 부호로서 같은 방향으로 형질간의 변이가 작용하였고, 대부분의 형질간에서 유전상관이 표현형 상관보다 높았다. 상관의 값이 높은 형질간에는 한 형질의 증가가 다른 형질에 미치는 영향이 클 것으로 예상된다. 표현형 상관과 유전상관에서의 간장은 분얼수, 수장, 천립중과 각각 유의한 정의 상관을 보

Table 4. Genotypic and phenotypic correlation coefficients* among five characters in F₂ generation of barley

Characters	①	②	③	④	⑤
① Culm length		0.251**	0.613**	-0.625**	0.523**
② Tiller number	0.257		0.065	0.013	0.018
③ Spike length	0.734	0.067		-0.675**	0.523**
④ No. of grains/spike	-0.719	0.014	-0.718		-0.472**
⑤ 1,000 grains weight	0.602	0.007	0.574	-0.519	
Heritability(%)	77.20	88.42	92.37	94.93	87.98

*Genotypic and phenotypic correlation coefficients are expressed as bottom and topside on diagonal line.

**Significant at the 1% level.

여 간장이 길수록 분얼수가 많고 수장이 길어지며 천립중이 증가할 것으로 평가된다. 간장과 1수립수간은 부의 상관을 보였다. 분얼수는 수장, 1수립수, 천립중과 각각 낮은 정의 상관을 보였다. 수장은 1수립수와 부의 상관을, 그리고 천립중과는 정의 유의한 상관을 보였고, 1수립수는 천립중과 부의 상관을 보였다. 한편 유전력은 모든 형질에서 77.20-94.93%로 대체로 높았고, 특히 수장과 1수립수는 90% 이상으로서 다른 형질보다 높았다.

이러한 결과에 대해서는 대맥 F₁세대에서 간장과 분얼수, 간장과 천립중은 정의 유의한 상관, 간장과 1수립수, 1수립수와 천립중과는 부의 상관을 보고[3]한 바와 유사한 경향을 보였다.

감사의 말

이 연구는 동아대학교 학술연구비(1997년) 지원을 받아 연구되었으며, 학교당국의 지원에 감사 드립니다.

요 약

대맥 이면교잡에 의한 F₂세대의 조합능력 및 상관관계를 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다. 조합능력은 전형질에서 GCA 및 SCA가 모두 유의하였고 모든 형질에서 GCA가 SCA보다 크게 평가되었다. 품종간의 GCA효과는 간장이 제천5호, 분얼수가 왜관피맥1호, 수장이 Cygne, 1수립수가 Plumage, 천립중이 Cygne에서 각각 정으로 높았다. SCA효과는 간장이 삼덕전북45호×Plumage, 분얼수가 수원6호×왜관피맥1호, 수장이 제천5호×Plumage, 1수립수가 제천5호×Plumage, 천립중이 수원6호×Cygne에서 각

각 정으로 높았다. 유전력이 90%이상인 형질은 수장과 1수립수였다. 각 형질의 상관관계는 간장과 분얼수, 간장과 수장, 간장과 천립중, 수장과 천립중간에서 각각 유의한 정의 상관을 보였다.

참 고 문 헌

- Borthekur, K. N. and J. M. Poehlman. 1970. Heritability and genetic advance for Kernel weight in barley. *Crop Sci.* **10**, 452-453.
- Chun, J. U. and E. S. Lee. 1986. Heterosis and combining ability for agronomic traits in barley hybrids with special reference to two- and six-rowed barley crosses. *Korean J. Breed.* **18**(4), 322-327.
- Chung, W. B. 1997. Combining ability analysis in barley hybrids by diallel crosses. *Res. Bull. Inst. Agr. Reso. Dong-A Univ.* **6**, 11-18.
- Fiuzat, Y. and R. E. Atkins. 1953. Genetic and environmental variability in regarding barley population. *Agron. J.* **45**, 412-420.
- Grafius, J. E., W. L. Nelson and Dirks. 1952. The heritability of yield in barley as measured by early generation bulkd progenies. *Agron. J.* **44**, 253-257.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crosses. *Aust. J. Biol. Sci.* **9**, 473-493.
- Hayes, J. D. 1968. The genetic basis of hybrid barley production and its application in Western Europe. *Eupytica* **17**, 87-102.
- 日比野 進, 紛川 聰. 1993. 中國におけるハイブリッド稻の現状と問題點. *農業および園藝* **68**(9), 25-28.
- 小西猛郎, 松島 浩, 桐山 毅. 1963. 大麥の育種における選抜效果に關する研究. 第5報數重の形質に對する各地

- 域の選抜效果について. 九州農試彙報, 9(1), 69-88.
10. Lee, S. Y., E. S. Lee, D. H. Chung, J. U. Chun, Y. W. Ha and B. R. Sung. 1988. Analysis of stability and heritability for major agronomic characters in recommended barley cultivars. *Korean J. Breed.* 20(3), 199-206.
 11. Robinson, E. R., R. E. Comstock and Harveys P. H. 1949. Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. *Agron. J.* 41, 353-359.
 12. Robinson, E. R., R. E. Comstock and H. P. Harveys. 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implication in selection. *Agron. J.* 43, 282-287.
 13. Sprague, C. F. and L. A. Tatum. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agronomy.* 34, 923-932.
 14. Suh, D. Y. and D. U. Kim. 1987. Studies on the breeding for early and high yielding barley varieties. *Korean J. Breed.* 19(1), 52-56.
 15. Suh, D. Y. and H. S. Suh. 1991. Studies on breeding for early and high yielding barley varieties. II. Varietal difference in yield components. *Korean J. Breed.* 23(1), 13-19.
 16. 高橋隆平, 林二郎, 安田昭三, 鹽尻勇, 赤木温郎. 1958. 植物の集團育種法研究. pp. 126-131, 大麥における雜種組合せ檢定の實驗例.
 17. Takahashi, R., J. Hayashi and I. Moriye. 1975. Basic studies on breeding barley by the use of two-rowed and six rowed varietal crosses. *Barley Genetics* 3. 662-677.
 18. 桐山毅, 小西猛朗. 1956. 大麥の育種における選抜效果に關する研究. 第1報 實用形質の遺傳力. 九州農試彙報, 4(2), 219-224.
 19. 桐山毅, 小西猛朗. 1957. 大麥の育種における選抜效果に關する研究. 第2報 主要形質の遺傳力と遺傳相關およびそれらの大麥への應用. 九州農試彙報, 4(3), 329-341.
 20. 安田昭三, 林二郎, 守屋勇. 1994. オオムギの雜種強勢に關する研究. 岡大資生報, 2, 7-22.