

二面交雜에 의한 水稻의 量的 形質의 遺傳分析

第3報 一般組合能力과 特定組合能力의 世代別 差異

張權烈* · 田炳泰** · 郭龍鎬***

慶尙大學* · 農村振興廳** · 嶺南作物試驗場***

Genetic Studies on Some Quantitative Characters of Rice in Diallel Crosses

Ⅲ. Differences of GCA and SCA Effects in F_1 and F_2 Generations

*Byung-Tae Jun · **Kwon-Yawl Chang · ***Yong Ho Kwak

*Bureau of Research, ORD, Suweon, Korea, **Gyeongsang National University, JinJu, Korea,

***Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang, Korea,

ABSTRACT

Degree of dominance for culm length, panicle numbers, flagleaf fwidth and panicle weight showed higher values than the others, and additive protons in variance components were more greater than heterosis protons for many characters. Average gene frequency showed low values for all characters, GCA were more greater than SCA, and the effects of GCA and SCA were differ from parents, crosses, generation and characters.

緒 言

作物의 二面交雜에 의한 量的 形質의 遺傳研究는 많은 作物에 對하여 많은 研究者에 依하여 研究되고 있다. 本報에서는 前報에 이어 水稻의 各形質에 對한 組合能力이 形質에 따라 世代에 따라 어떻게 變動하는가를 보고 各形質別로 分散成分을 分割하여 優性程度, 遺傳子의 頻度등을 推定하였다. 特히 本實驗에 있어서는 各形質別로 7×7 二面交雜과 5×5 二面交雜에 있어서의 一般組合能力과 特定組合能力의 效果, 同一한 5×5 二面交雜에 있어서의 一般組合能力과 特定組合能力을 본바 몇가지 結果를 얻었기에 報告하고자 한다.

本實驗遂行에 있어서는 嶺南作物試驗長 朴來敬博士님과 關係 여러 研究陣의 도움을 받은바 크고 統

計分析에 있어서는 農村振興廳 Computer center의 도움을 받은바 크다. 여러분께 깊은 謝意를 表하는 바입니다.

材料 및 方法

本實驗에 使用된 水稻品種은 熟期의 早晚과 稈長 穗長을 考慮한 Japonica系와 Indica系를 包含한 7個 品種 即 嶺南早生, IR24, Columbia II, BL-1, Waito, YR 675-153-2-2, 密陽15號이었고 이들 品種을 交配親으로 하여 1975年 7×7 二面交雜을 하여 1976年 F_1 世代, 1977年 F_2 世代를 養成하였으나. 調査項目은 F_1 世代에서는 出穗日數, 稈長, 穗長, 穗數, 止葉長, 止葉幅, 抽出度(cm)의 7個形質이었고 F_2 世代에 있어서는 稈長, 穗長, 穗數, 止葉長, 千粒重, 粒重의 6個 形質이었다. 1976년에는 交配親과 F_1 雜種 種子를 4月26日 播種 6月10日 移秧하였으며, 1977年 F_2 世代의 養成을 爲하여는 5月1日 播種, 6月10日 移秧하고 栽培巨離 30×15 cm 1本植, 施肥量은 $N P_2O_5 K_2O$ 各各 12-8-8 kg/10a로 하였고 其他栽培 管理는 一般耕種法에 따랐다. 各形質別 優性現象등의 檢定은 Hayman(1954)의 分析法에 依하고 組合能力의 效果등의 推定은 Griffing(1956)의 方法을 適用하였다.

結果 및 考察

各世代別로 各形質의 優性程度등을 推定하기 爲하여 各形質別 分散成分을 推定하여 본바 그 結果는 第

Table 1. Variance components for each character in F₁ generation

	7×7 Crosses Character				5×5 Crosses Character						
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7
D	-16.4776	176.3783	12.1226	1.5023	83.9383	102.0146	15.9647	8.7971	61.0083	0.0019	-5.3559
F	-31.1061	190.3445	-6.2353	1.2835	52.0459	-17.7878	-1.2492	4.9548	13.8834	-0.0152	-9.6507
H ₁	274.3446	429.5778	-1.2447	5.3313	-14.3863	522.9556	-4.0873	-0.6648	-7.7877	0.0260	14.3600
H ₂	223.5862	186.9974	2.0193	3.0052	-14,5226	383.0811	0.4757	-0.5806	-7.7055	0.0305	10.6791
H ₁ /D	-16.6494	2.4355	-0.1026	3.5487	-0.1713	5.1262	-0.2560	-0.0755	-0.1276	13.1294	-2.6811
(H ₁ /D) ^{1/2}	4.0803	1.5606	0.3204	1.8838	0.4139	2.2641	0.5059	0.2749	0.3572	3.6234	1.6374
H ₂ /4H ₁	0.2037	0.1088	-0.4055	0.1409	0.2523	0.1831	-0.0290	0.2183	0.2473	0.2938	0.1859

Note. 1...Days to flowering (heading) 2...Culm length 3...Panicle length 4...Panicle numbers
5...Flagleaf length 6...Flagleaf width 7...Appearance degree of panicle

Table 2. Variance components for each character in F₂ generation

	5×5 Crosses Character								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D	—	430.7789	19.0234	1.2949	86.0281	—	—	7.7925	58.6948
F	—	211.0533	8.5147	-0.9251	54.4182	—	—	3.0797	46.5536
H ₁	—	271.7773	5.645	0.2472	28.3175	—	—	2.2163	93.2798
H ₂	—	218.8974	4.5940	0.3525	20.5616	—	—	2.0757	81.4336
H ₁ /D	—	0.6308	0.2965	0.1909	0.3291	—	—	0.2844	1.5892
(H ₁ /D) ^{1/2}	—	0.7942	0.5445	0.4369	0.5737	—	—	0.5333	1.2606
H ₁ /4H ₁	—	0.2013	0.2036	0.3564	0.1815	—	—	0.2341	0.2182

Note. Characters 1-7 denoted as in previous table.
Character 8.....1,000 kernel weight.
Character 9.....kernel weight per plot.

1表, 第2表와 같다.

各形質別 優性程度(H/D)^{1/2}를 보면 形質에 따라 同一하지 아니하고 7×7과 5×5 二面交雜에 따라서도 同一하지 아니하다. 即 第1表의 F₁世代에서도 1以上인 것이 많고 第2表의 F₂世代에 있어서는 穗重(9)만 1次上的 값을 나타내었으며, 第1表의 F₁世代에 있어서도 稈長(2)은 7×7交雜의 境遇나 5×7交雜의 境遇에서 모두 1以上の 값을 나타내었으나 出穗日數(1)와 穗數(4)는 7×7 二面交雜의 境遇에만 1以上の 값을 나타내고, 止葉幅(6)과 抽出度(8)는 5×5 二面交雜의 境遇에 1以上の 값을 나타내었으며 穗長(3), 止葉長(5), 千粒重(8)은 1以下の 값을 나타내었다. D=H₁인 完全優性的의 境遇는 없었으며, 7×7 二面交雜의 F₁世代에서 穗長(3)에서, 5×5 二面交雜의 F₁世代에서는 出穗日數(1), 穗長(3), 穗數(4), 止葉長(5)에서 D>H₁이었으므로 이들 形質에 對한 遺傳子의 相加的作用이 큰 部分優性으로 나타났다.

平均優性程度 H₁/D도 形質에 따라서 世代에 따라

서 또는 組合에 따라서 다르다. 兩親植物의 優性劣性遺傳子의 平均頻度 H₂/4H₁는 穗長(3)을 除外한 다른 形質은 모두 같은 傾向을 나타내고 있으며 그 값은 比較的 낮다.

一般組合能力(GCA, general combining ability)과 特定組合能力(SCA, specific combining ability)의 檢定을 한바 그 結果는 第 3, 4, 5表와 같다.

第3表는 7×7 二面交雜의 F₁世代, 第4表는 5×5 二面交雜의 F₁世代 第5表는 5×5 二面交雜의 F₂世代에서의 組合能力을 나타낸 것이고, 어느 形質에 있어서도 一般組合能力(GCA)이 特定組合能力(SCA)보다 매우 높은 값을 나타내고 있다. 이것은 9個形質 모두 品種間의 差에서 오는 組合能力이 品種內의 差에서 오는 組合能力보다 높다는 것을 意味한다. 本實驗의 結果는 Bitzer et al. (1971)의 小麥에 있어서의 GCA 값이 SCA의 값보다 큰 結果와 같고, 大豆에 있어서의 Weber et al. (1970), 張(1977)등의 結果와 같으며 또한 水稻에 있어서의 村上(1972)의 結果와도

Table 3. Analysis of variances in GCA (general combining ability) and SCA (specific combining ability) for 7-parent diallel crosses in F₁ generation

	df	1		2		3		4	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
GCA	6	161.9125	508.60**	534.2437	200.55**	39.1482	146.63**	14.5993	9.39**
SCA	21	124.9314	392.44**	213.8619	80.28**	5.6506	21.16**	12.1182	7.80
Error	54	0.3183		2.6639		0.2670		1.5544	

Note. Characters 1-4 denoted as in previous table.

**...significant at the 1% level.

Table 4. Analysis of variances in GCA (general combining ability) and SCA (specific combining ability) for 5-parent diallel crosses in F₁ generation

	df	1		2		3		4	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
GCA	4	105.1733	281.80**	607.3698	246.15**	33.9547	107.86**	21.5608	
SCA	10	16.2384	43.51**	405.8616	164.48**	7.7830	24.72**	11.3678	
Error	28	0.3732		2.4675		0.3148		1.8208	

	df	4		5		6		7	
		F	MS	F	MS	F	MS	F	MS
GCA	4	11.84**	116.3548	52.74**	0.0377	37.11**	11.3205	90.62**	
SCA	10	6.24**	21.2354	9.63**	0.0244	23.97**	9.0844	72.72**	
Error	28		2.2063		0.0010		0.1249		

Note. Characters 1-7 denoted as in previous table.

**...significant at the 1% level.

Table 5. Analysis of variances in GCA (general combining ability) and SCA (specific combining ability) for 5-parent diallel crosses in F₂ generation

	df	2		3		4		5		8		9	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
GCA	4	540.4869	394.88**	24.2031	91.85**	3.6485	26.89**	91.7243	95.12**	10.4615	44.94**	58.9949	35.71**
SCA	10	80.6610	58.93**	1.8250	6.93**	0.4076	3.00**	8.0294	8.33**	0.9655	4.15**	25.1098	15.20**
Error	28	1.3687		0.2635		0.1357		0.9643		0.2378		1.6520	

Note. Characters 2-9 denoted as in previous table.

**...significant at the 1% level.

같은 결과를 나타내었다.

各形質別一般組合能力의 効果와 品種別, 組合別 特定組合能力의 効果를 計算하여 分나. 그 結果는 第 6, 7表와 같다.

一般組合能力의 效果가 큰 品種別, 形質의 경우를 보면 第6表, 第7表에서 보는바와 같이 BL-1(D)은 5 個形質(出穗日數, 稈長, 穗長, 止葉長, 止葉幅) Columbia II (C)는 1個形質(穗數), Waito(E)는 抽出度 에 있어서 F₁世代에서 一般組合能力의 效果가 크게

나타나 있고 F₂世代에서는 F₁世代와 다른 傾向을 나타내고 있다. 即 F₂世代에서는 Columbia II (C) 品種은 3個形質(稈長, 穗長, 止葉長), 嶺南早生(A)은 2 個形質(穗數, 1,000粒重), IR24(B)는 1個形質(穗重)에서 一般組合能力의 效果가 크게 나타나고 있다.

特定組合能力의 效果는 7×7 二面交雜의 경우에는 大體로 密陽15號(G)가 交配親으로 되어 있는 組合에서 效果가 크나 5×5 二面交雜의 F₁의 경우에는 Waito (E)와 IR24(B)가 交配親으로 되어 있는 組合이 特定

Table 6. Mean effects, GCA effects and SCA effects of each characters calculated in each parent and 21 F₁ plants

Effect	Characters				Effect	Characters			
	1	2	3	4		1	2	3	4
Mean effect	108.549	76.032	24.788	16.046	A × E	23.198	-10.356	1.094	0.168
GCA effect					A × F	16.142	-2.460	-0.592	-0.755
B	-1.440	-8.469	0.141	-0.084	A × G	0.279	18.532	2.894	-1.956
C	2.559	-3.335	0.502	-0.223	B × C	-6.283	-4.726	0.387	-0.762
D	1.340	-4.202	-0.595	2.205	B × D	-9.064	9.391	1.044	-0.805
E	1.988	15.712	3.944	-2.024	B × E	11.631	2.510	0.249	-0.572
F	2.625	-2.073	-1.777	0.632	B × F	16.775	-6.293	-0.600	2.227
G	2.014	2.097	0.359	-0.557	B × G	-0.787	22.765	2.883	1.705
SCA effect					C × D	-5.946	7.624	2.552	1.535
A	-9.735	-1.626	-1.527	1.038	C × E	8.649	5.510	0.134	3.391
B	-2.535	-9.360	-1.966	-1.283	C × F	12.394	-0.726	-1.162	2.054
C	-0.398	-11.793	-2.317	-3.991	C × G	0.331	22.232	3.091	2.163
D	7.572	-14.856	-3.340	-5.804	D × E	5.335	-4.904	-0.105	2.845
E	-14.101	-2.386	-1.760	-6.005	D × F	0.779	0.491	4.907	5.534
F	-13.212	-0.160	-1.824	-6.199	D × G	-1.650	8.317	-1.778	2.403
G	5.294	-44.075	-4.639	-4.814	E × F	-15.757	2.510	0.528	2.101
A × B	-7.201	-4.926	-0.032	0.774	E × G	-4.853	9.502	1.619	4.076
A × C	-8.350	-6.326	-0.367	-0.401	F × G	-3.909	6.799	60.569	1.236
A × D	-4.598	8.791	0.059	0.095					

Note. A...Yeongnam Josaeng B...IR24 C...Columbia II D...BL-1 E...Waito
F...YR675-153-2 G...Milyang No.15 Characters 1-4 denoted as in previous table.

組合能力의 效果가 크게 나타나 있다. 5×5 二面交雜의 F₂世代에서는 F₁世代와 거의 같이 Waito(E), IR24(B) 그리고 嶺南早生(A)이 交配親으로 되어 있는 組合에서 特定組合能力의 效果가 크게 나타 났었다. 이와같이 特定組合能力의 效果가 形質에 따라서 組合에 따라서 다른 것은 一般組合能力의 경우와 같이 組合에 따라서 다르므로 交配組合의 選定의 重要性을 強調하게 된 理由가 또한 여기에도 있다는 것이다.

Leffel and Hanson(1961)에 依하면 雜種初期世代의 選拔時期를 大豆의 境遇, F₃世代에서 可能하다고 하였으나 本實驗의 境遇는 F₁, F₂世代의 境遇이므로 速斷할 수 없고 水稻에 있어서는 大體로 組合에 依한 效果가 世代에 따른 效果의 差보다 크므로 보다 많은 다른 組合을 만들어 각 形質別로 組合能力의 效果를 檢討하여야 될 것으로 믿으며 이것이 解決하여야 할 남은 課題가 될 수 있을 것으로 믿는다.

摘 要

水稻의 育種上 參考에 供하고자 7個品種을 二面交

雜하여 여기에서 얻은 F₁, F₂世代를 材料로 9個形質에 關與하는 遺傳子의 優性程度, 組合能力, 組合能力의 效果 等の 檢定을 한바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 各形質別 優性程度는 組合에 따라서 世代에 따라서 다르나 大體로 稈長, 穗數, 止葉幅, 穗重의 4個形質은 1以上이고, 完全優性の 境遇는 없었으며, 出穗日數, 穗長, 穗數, 止葉長에 對하여는 遺傳子의 相加的作用이 큰 部分優性으로 나타났다.

2. 兩親品種의 優性 劣性遺傳子의 平均頻度는 穗長을 除外한 다른 形質은 모두 같은 傾向을 보이며 그 값은 比較的 낮다.

3. 一般組合能力과 特定組合能力을 檢定한바 9個形質 모두 一般組合能力의 값이 特定組合能力의 값보다 크게 나타났다.

4. 一般 組合能力의 效果를 본바 F₁世代에서는 BL-1은 5個形質(出穗日數, 稈長, 穗長, 止葉長, 止葉幅) Columbia II는 1個形質(穗數), Waito는 抽出度에서 一般組合能力의 效果가 크게 나타났고 F₂世代에서는 Columbia II가 3個形質(稈長, 穗長, 止葉長), 嶺南早生은 2個形質(穗數, 千粒重), IR24는 1個形質(穗

Table 7. Mean effects, GCA effects and SCA effects of each character Calculated in each parent and 10 F₁ and F₂ hybrid plants

Effects	Characters (F ₁)									Characters (F ₂)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
Mean effect	103.822	76.019	25.151	15.120	30.870	1.623	3.642	22.762	69.911	28.563	25.074	20.445	103.822	76.019	25.151	15.120	30.870	1.623	3.642	22.762	69.911	28.563	25.074	20.445
GCA effect A	-3.671	-6.631	-0.039	0.782	-2.953	-0.024	-0.534	0.399	-4.042	0.966	1.243	1.170	-3.671	-6.631	-0.039	0.782	-2.953	-0.024	-0.534	0.399	-4.042	0.966	1.243	1.170
B	1.890	-2.788	0.443	0.323	2.101	0.016	-0.823	0.371	-3.676	0.289	0.805	3.334	1.890	-2.788	0.443	0.323	2.101	0.016	-0.823	0.371	-3.676	0.289	0.805	3.334
C	1.723	-4.879	-0.557	2.210	-0.002	-0.041	-0.939	2.256	13.402	-1.016	-1.923	0.194	1.723	-4.879	-0.557	2.210	-0.002	-0.041	-0.939	2.256	13.402	-1.016	-1.923	0.194
D	4.504	16.349	3.149	-2.438	5.574	0.118	0.152	-0.125	3.608	-0.075	-0.253	-0.097	4.504	16.349	3.149	-2.438	5.574	0.118	0.152	-0.125	3.608	-0.075	-0.253	-0.097
E	-4.447	-2.050	-2.995	-0.877	-4.720	-0.069	2.144	-2.902	-9.291	-0.165	0.128	-4.601	-4.447	-2.050	-2.995	-0.877	-4.720	-0.069	2.144	-2.902	-9.291	-0.165	0.128	-4.601
SCA effect A	-0.546	-5.290	-1.530	0.230	0.828	0.012	-0.406	-0.835	-6.106	-1.022	-0.095	-1.269	-0.546	-5.290	-1.530	0.230	0.828	0.012	-0.406	-0.835	-6.106	-1.022	-0.095	-1.269
B	3.530	-10.442	-2.212	-1.450	-3.090	-0.107	-2.585	-0.922	-4.375	-0.434	0.280	0.898	3.530	-10.442	-2.212	-1.450	-3.090	-0.107	-2.585	-0.922	-4.375	-0.434	0.280	0.898
C	3.563	-10.428	-2.757	-3.074	-3.589	-0.094	-1.180	0.804	-6.343	-0.545	-1.123	-1.279	3.563	-10.428	-2.757	-3.074	-3.589	-0.094	-1.180	0.804	-6.343	-0.545	-1.123	-1.279
D	7.268	-16.119	-2.113	-4.050	-1.948	-0.125	-2.830	0.048	-3.151	-0.338	0.019	2.685	7.268	-16.119	-2.113	-4.050	-1.948	-0.125	-2.830	0.048	-3.151	-0.338	0.019	2.685
E	0.739	-39.419	-4.160	-5.365	-8.096	-0.185	-5.598	-1.403	-16.511	-0.488	-0.288	-4.645	0.739	-39.419	-4.160	-5.365	-8.096	-0.185	-5.598	-1.403	-16.511	-0.488	-0.288	-4.645
A × B	0.425	-7.299	-0.156	0.286	-1.666	-0.065	-0.530	-0.043	-4.803	0.951	0.719	7.059	0.425	-7.299	-0.156	0.286	-1.666	-0.065	-0.530	-0.043	-4.803	0.951	0.719	7.059
A × C	-1.774	-7.476	-0.588	-0.347	-1.498	-0.087	-0.121	0.581	5.001	0.380	0.809	3.582	-1.774	-7.476	-0.588	-0.347	-1.498	-0.087	-0.121	0.581	5.001	0.380	0.809	3.582
A × D	-0.155	6.328	0.671	0.568	-1.158	0.088	0.590	-0.583	2.879	0.399	-1.211	-8.401	-0.155	6.328	0.671	0.568	-1.158	0.088	0.590	-0.583	2.879	0.399	-1.211	-8.401
A × E	2.596	19.028	3.133	-0.969	2.665	0.039	0.874	1.663	9.136	0.312	-0.126	0.299	2.596	19.028	3.133	-0.969	2.665	0.039	0.874	1.663	9.136	0.312	-0.126	0.299
B × C	-1.269	-4.585	0.045	-0.387	-1.036	-0.072	-0.436	0.722	1.101	-0.381	0.397	-5.535	-1.269	-4.585	0.045	-0.387	-1.036	-0.072	-0.436	0.722	1.101	-0.381	0.397	-5.535
B × D	-6.184	8.219	1.535	-0.011	2.746	0.097	2.392	-0.362	-2.930	0.096	-0.046	-3.442	-6.184	8.219	1.535	-0.011	2.746	0.097	2.392	-0.362	-2.930	0.096	-0.046	-3.442
B × E	-0.031	24.552	3.000	3.013	6.137	0.255	3.746	1.528	15.383	0.203	-1.631	0.121	-0.031	24.552	3.000	3.013	6.137	0.255	3.746	1.528	15.383	0.203	-1.631	0.121
C × D	-4.117	7.676	2.946	2.870	2.317	0.168	-0.488	-0.866	2.217	0.406	-0.037	1.056	-4.117	7.676	2.946	2.870	2.317	0.168	-0.488	-0.866	2.217	0.406	-0.037	1.056
C × E	0.034	25.242	3.111	4.103	7.398	0.179	3.408	-2.046	4.367	0.686	1.077	3.454	0.034	25.242	3.111	4.103	7.398	0.179	3.408	-2.046	4.367	0.686	1.077	3.454
D × E	-4.079	10.014	-0.925	4.672	-0.007	-0.103	3.167	1.662	4.135	-0.225	1.257	5.416	-4.079	10.014	-0.925	4.672	-0.007	-0.103	3.167	1.662	4.135	-0.225	1.257	5.416

Note. Varieties A-E and characters 1-9 denoted as previous tables.

重)에서 一般組合能力의 效果가 크게 나타났다.

5. 特定組合能力의 效果는 世代에 따라서 組合에 따라서 一定하지 않으나 大體로 7×7 二面交雜에서는 密陽15號가 交配親으로 되어 있는 組合에서, 5×5組合의 F₁, F₂世代에서는 Waito, IR24 그리고 嶺南早生이 交配親으로 되어 있는 組合이 여러가지 形質에 對한 特定組合能力의 效果가 크게 나타나 있다.

引 用 文 獻

1. 張權烈·田炳泰·郭龍鎬, 1978. 二面交雜에 依한 水稻의 量의 形質의 遺傳分析, 第1報 世代別各 形質의 Heterosis程度의 差異 韓國作物學會誌 第23卷(印刷中).
2. 張權烈·田炳泰·郭龍鎬, 1978. 二面交雜에 依한 水稻의 量의 形質의 遺傳分析第2報各 形質別世代에 따른 遺傳子分布狀態의 差異, 韓國作物學會誌 第23卷(印刷中)
3. Griffing, B.A. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10:31-50.
4. Hayman, B.I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39:789-809.
5. Leffel, R.C. and W.D. Hanson. 1961. Early generation testing of diallel crosses of soybeans. Crop Sci. 1:169-174.

SUMMARY

Seven parents, F₁ and F₂ hybrids by 7×7, 5×5 diallel crosses were used as the materials, and genetic studies on GCA (general combining ability) and SCA (specific combining ability) were carried out to evaluate the basic information for the nine agronomic characters of rice.

The results obtained are summarized as follows:

1. Degree of dominance for culm length, panicle numbers, flag leaf width and panicle weight showed more than 1, and additive portions in variance components were more greater than heterosis portions for days to flowering, panicle length, panicle numbers and flag leaf length, etc.
2. Average frequency of dominant and recessive genes in both parents showed similar tendency for all character except panicle length. All of those showed low values.
3. Mean square values of GCA (general combining ability) were more greater than those of SCA (specific combining ability) for all nine characters estimated.
4. The effects of GCA were differ from parents, generation and characters, and the effects of SCA were also differ from parents, crosses, generations and characetr.