

イチゴの促成作型における収量及び品質関連形質の遺伝

誌名	野菜・茶業試験場研究報告. D = Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. Series D
ISSN	09152458
著者	森下, 昌三 本多, 藤雄
巻/号	2号
掲載ページ	p. 119-126
発行年月	1989年12月

イチゴの促成作型における収量及び品質関連形質の遺伝

森下 昌三・本多 藤雄

I 緒 論

わが国のイチゴは欧米と異なり生果で食される割合が高く、また作型は欧米が露地作型を中心としているのに対して促成作型を中心とした生産方式をとっている。こうした作型・消費形態の違いは品種特性にも反映し、日本品種と欧米品種の間には明瞭な差異が認められる(森下ら, 1980)。イチゴの形質の遺伝様式に関してはこれまで欧米においてかなり研究されている。Watkinsら(1970)は収量、果実品質に関する20形質についての遺伝分散を研究し、全遺伝分散の50%以上が非相加的分散、またほとんどの場合エピスタシスが非相加的分散に重要な役割を果していることを示した。Spangeloら(1971)はさらにそれらの遺伝力を算出し、収量関連形質では遺伝力が比較的高いが、果実形質では低いことを認めた。Bedardら(1971)は形質間の遺伝相関、表現型相関、環境相関を求め、選抜のindicatorを明らかにしている。また、Catherineら(1975)はアスコルビン

酸と色の遺伝を研究し、Maclachlan(1974)は果皮色、果肉色についてダイアレルクロス分析を行った。Deuwer(1967)はBrix, pH, クエン酸含量についてF₁とその親品種との比較から優性度を研究した。しかし、これらは何れも露地栽培で実施された研究であるためにわが国の促成作型にそのまま適用することには無理があり、促成作型における独自の研究が必要であると考えられる。

そこで、本研究ではこれまで多くの促成用品種の交配母本となった'はるのか'との間に交雑F₁実生を作成し、促成作型における葉、収量、品質に関する諸形質の遺伝解析を実施した。

本稿を草するに当たり助言頂いた育種第二研究室山川理室長、並びに研究に協力頂いた研修生諸君に感謝申し上げます。

II 材料及び方法

'はるのか'を父親(トップ親)に、Table 1に示した13品種を母親にして交配した。母親品種のうち日本品種

Table 1 Parentage and breeding country of varieties used in this experiment.

Varieties	Parentage	Breeding country
Harunoka	Kurume 103×Donner	Japan
Nagasaki queen	(Kurume 103×Shikinari) ×(Shikinari×(Hokowase×Harunoka))	Japan
Meiho	Harunoka×Hokowase	Japan
Hokowase	Yakumo×Tahoe	Japan
Reiko	Reiko×Fukuba	Japan
Himiko	Kurume 34×Hokowase	Japan
Donner	US-634 and Blakemore in ancestry	USA
Pocahontas	Tennessee shiper×Midland	USA
Robinson	Howard 17×Washington	USA
Cambridge Prizewinner	Early Cambridge×Howard 17	United Kingdom
Fresno	Howard 17 in ancestry	USA
Guardian	NC 1768×Surecrop	USA
Florida 693	unknown	USA
Bemanil	Cambridge Favourite×Senga 242	Belgium

には促成用の主要品種を、欧米品種には先の試験(森下ら, 1980)で収量, 草型などが優れていた品種を用いた。得られた F₁ 種子を3月16日に播種した。複葉が一枚程度展開した状態でペーパーポットに鉢上げ, 7月上旬からは地床に移植して育苗を続けた。親品種はランナー苗を7月上旬に採苗して地床育苗した。実生, 親品種とも9月26日に定植し, 10月23日にビニル被覆, 11月29日に二重被覆を行った。試験区は実生を8反復, 親品種を2反復で配置し, 1区当りの株数は10株とした。調査項目は葉柄長, 葉身長, 葉数, 開花日, 総果数, 総果重, 平均一果重, Brix, 果皮色, 光沢および果形である。葉身長, 葉柄長および葉数は11月12日に測定した。収量調査は4月25日まで行い, Brixは屈折糖度計で測定した。果皮色は1(淡)~6(濃), 光沢は0(劣)~3(良)のスコアを与えて評価し, 果形は果高長/果径長で表した。Brix, 果皮色, 光沢および果形の調査は収穫したすべての正常果を対象に行った。

III 結 果

1 F₁ 実生集団における諸形質の分布

両親およびそれらの F₁ 実生集団の諸形質の平均値を Table 2 に示した。

1) 葉形質

葉柄長はトップ親の 'はるのか' が最も長く, その F₁ 平均は 'C. Prizewinner' の F₁ が中間親におよそ一致した以外, 'Robinson' および 'Donner' の F₁ では短い側に部分優性, '明宝' および 'ひみこ' の F₁ では超優性, その他では完全優性を示した。葉身長も葉柄長とはほぼ同様の結果であった。葉数の場合, F₁ 平均が中間親に近かった品種は 'C. Prizewinner', 'Bemanil', 少ない側に部分優性あるいは完全優性を示した品種は 'Fresno', 'Robinson', 'Guardian' で, このほかの品種は少ない側に超優性を示した。

2) 開花日

トップ親の 'はるのか' は '長崎クイーン' に次ぐ早生品種であった。最も晩生の品種は 'Bemanil' で, '長崎クイーン' との間にはおよそ1ヵ月の差があった。F₁ で最も早いのは '長崎クイーン' の F₁, 最も遅いのは '明宝' の F₁ であった。開花日の優性度については, 'ひみこ', 'C. Prizewinner', 'Robinson' および 'Bemanil' の F₁ では早生側に部分優性, '明宝' の F₁ では晩生側に超優性, このほかの F₁ では晩生側に部分優性あるいは完全優性を示した。

した。

3) 収量形質

総果重については, 品種ではトップ親の 'はるのか' が最も高く, 次いで '明宝', 'Florida 693', '麗紅' の順で, 'Robinson' が最も低かった。F₁ では 'Florida 693' の F₁ が最も総果重が高く, 次いで 'ひみこ' の F₁ が高く, '明宝' の F₁ は最も低かった。また優性度は 'Robinson' の F₁ が中間親と一致した以外, 'Donner', 'C. Prizewinner', 'Pocahontas', 'Guardian', 'Florida 693' および 'Bemanil' の F₁ では低い側に部分優性, その他の F₁ では低い側に超優性を示した。

総果数については, 品種ではトップ親の 'はるのか' が最も多く, 次いで '長崎クイーン', '明宝', 'ひみこ' の順で, 'C. Prizewinner' が最も少なかった。優性度は 'Guardian' の F₁ が中間親とおよそ一致したが, 'Robinson' および 'C. Prizewinner' の F₁ では多い側に部分優性, 一方 '明宝', '長崎クイーン' および '麗紅' の F₁ では少ない側に超優性, その他の F₁ では少ない側に部分優性あるいは完全優性を示した。

平均一果重については, 品種では '明宝' が最も大きく, 次いで 'Florida 693', 'Fresno' の順に大きく, 'Bemanil' が最も小さかった。F₁ では Florida 693 および '麗紅' の F₁ が最も大きく, 'Robinson' および 'Bemanil' の F₁ が最も小さかった。優性度は '長崎クイーン', 'C. Prizewinner', 'Robinson', 'Pocahontas' および 'Bemanil' の F₁ では小さい側に部分優性あるいは完全優性, その他の F₁ では小さい側に超優性を示した。

4) 品質形質

Brix については, 品種では '明宝' が最も高く, 次いでトップ親の 'はるのか' が高かった。一方 'Florida 693' は最も低く, '明宝' との間に4%の差があった。F₁ では '明宝' および '長崎クイーン' の F₁ が最も高く, 'Florida 693' の F₁ が最も低かった。優性度は '明宝' の F₁ が低い側に超優性, '宝交早生', 'Bemanil' および 'Florida 693' の F₁ が低い側に部分優性, 一方 'C. Prizewinner' の F₁ が高い側に部分優性を示し, その他の F₁ はおおむね中間親に一致した。

果皮色については, 品種では '麗紅' が最も濃く, 'Bemanil', '明宝' および '長崎クイーン' は淡かった。F₁ では, 差は小さいが, '麗紅' および 'ひみこ' の F₁ が濃く, '長崎クイーン' の F₁ が淡かった。優性度は 'C. Prizewinner' および 'Bemanil' の F₁ では高い側に超優性を示したが, その他の F₁ ではおおむね中間親に近かった。

Variety	
Harunoka	
Nagasaki	
Meiho	
Hokowase	
Reiko	
Himiko	
Donner	
C. Prizewi	
Robinson	
Pocahonta	
Fresno	
Guardian	
Florida 693	
Bemanil	
mean	
l.s.d. (5%)	
P	
Nov. 25	
Nov. 20	
Nov. 27	
Dec. 2	
Dec. 10	
Dec. 12	
Dec. 6	
Nov. 30	
Dec. 2	
Dec. 1	
Dec. 3	
Dec. 7	
Dec. 21	
Dec. 3	
16.3	
Solids content	
P	F
10.3	
9.1	9
10.7	9
9.1	9
9.1	9
9.0	9
7.9	9
7.4	9
7.3	8
7.2	8
7.0	8
7.4	8
6.7	8
9.2	9
8.4	9
1.51	0

P: Parent variety

Table 2 Parent values, F₁ mean values and heterosis ratios for 11 characters.

Varieties	Petiole length (cm)			Leaf length (cm)			Leaf number		
	P	F ₁	H	P	F ₁	H	P	F ₁	H
Harunoka	7.9			8.1			8.2		
Nagasaki Queen	5.2	5.1	0.78	7.3	6.4	0.83	8.1	7.3	0.90
Meiho	7.1	5.2	0.69	7.9	6.3	0.79	7.7	6.5	0.82
Hokowase	5.2	4.9	0.75	6.1	6.2	0.87	8.2	7.4	0.90
Reiko	5.9	5.7	0.83	6.8	6.9	0.93	7.9	7.3	0.91
Himiko	6.7	5.8	0.79	6.8	6.5	0.87	8.6	7.7	0.92
Donner	4.6	5.2	0.83	6.0	6.6	0.94	7.9	6.9	0.86
C. Prizewinner	2.7	5.6	1.06	4.8	6.0	0.93	10.1	9.1	0.99
Robinson	3.0	4.5	0.83	5.0	6.0	0.92	9.6	8.3	0.93
Pocahontas	5.3	5.2	0.79	5.7	5.8	0.84	9.5	7.6	0.86
Fresno	7.0	6.9	0.93	7.1	6.8	0.89	6.3	6.6	0.91
Guardian	5.3	5.0	0.76	5.4	6.0	0.89	9.9	8.2	0.91
Florida 693	5.7	5.5	0.81	7.1	6.8	0.89	8.0	7.6	0.94
Bemanil	4.6	4.7	0.75	5.5	5.9	0.87	7.3	7.6	0.98
mean	5.4	5.3	0.82	6.4	6.3	0.88	8.4	7.5	0.91
l.s.d. (5%)	1.10	2.10		1.62	1.17		5.31	2.09	

Flowering date			Total fruit weight (g/10plants)			Total fruit number			Average fruit weight (g)		
P	F ₁	H	P	F ₁	H	P	F ₁	H	P	F ₁	H
Nov. 25			5497			509			10.8		
Nov. 20	Nov. 24	1.06	3620	3374	0.74	446	415	0.87	8.1	8.1	0.86
Nov. 27	Dec. 14	1.72	4999	2223	0.42	407	261	0.57	12.3	8.5	0.74
Dec. 2	—	—	3200	2772	0.64	334	335	0.79	9.6	8.3	0.81
Dec. 2	Dec. 2	1.15	3902	3420	0.73	361	353	0.81	10.8	9.7	0.90
Dec. 10	Nov. 29	0.88	3872	3672	0.78	390	424	0.94	9.9	8.7	0.84
Dec. 12	Dec. 5	1.05	2298	2813	0.72	219	318	0.87	10.5	8.9	0.84
Dec. 6	Nov. 28	0.93	1549	3135	0.89	178	377	1.10	8.7	8.3	0.85
Nov. 30	Nov. 26	0.94	1289	3392	1.00	195	436	1.24	6.6	7.8	0.90
Dec. 2	Dec. 2	1.15	2912	3338	0.79	365	396	0.91	8.0	8.4	0.89
Dec. 1	—	—	3814	3419	0.73	348	375	0.88	11.0	9.2	0.84
Dec. 3	Dec. 3	1.13	2645	3273	0.80	311	416	1.01	8.6	7.9	0.81
Dec. 7	Dec. 6	1.16	4559	3990	0.79	389	415	0.92	11.7	9.7	0.86
Dec. 21	Dec. 1	0.82	1810	2985	0.82	340	385	0.91	5.4	7.8	0.96
Dec. 3	Dec. 2	1.09	3283	3216	0.76	342	377	0.91	9.4	8.6	0.85
16.3	12.3		2088	1185		200	118		3.49	1.86	

Soluble solids content (%)			Fruit skin color			Fruit finish			Fruit shape		
P	F ₁	H	P	F ₁	H	P	F ₁	H	P	F ₁	H
10.3			4.1			1.0			1.41		
9.1	9.7	1.00	3.9	3.9	0.98	2.0	1.4	0.93	1.40	1.41	1.01
10.7	9.7	0.92	3.9	4.0	1.00	2.4	1.8	1.06	1.17	1.30	1.01
9.1	9.3	0.96	4.3	4.2	1.00	2.1	1.4	0.90	1.22	1.36	1.03
9.1	9.6	0.99	5.0	4.5	0.99	3.0	2.2	1.10	1.33	1.41	1.03
9.0	9.6	0.99	4.6	4.5	1.03	2.8	1.8	0.95	1.06	1.28	1.04
7.9	9.3	1.02	4.7	4.4	1.00	3.0	2.2	1.10	1.23	1.26	0.95
7.4	9.3	1.05	4.1	4.1	1.00	2.8	2.1	1.11	1.16	1.41	1.10
7.3	8.7	0.99	4.2	4.4	1.06	2.9	2.2	1.13	1.16	1.42	1.11
7.2	8.8	1.01	4.2	4.2	1.01	2.9	2.2	1.13	1.07	1.32	1.06
7.0	8.7	1.01	4.7	4.4	1.00	2.9	2.2	1.13	1.15	1.21	0.95
7.4	8.7	0.98	4.2	4.2	1.01	3.0	2.1	1.05	1.05	1.30	1.06
6.7	8.2	0.96	4.7	4.3	0.98	3.0	2.5	1.25	1.26	1.23	0.92
9.2	9.4	0.96	3.8	4.2	1.06	2.1	1.9	1.23	1.10	1.32	1.05
8.4	9.2	0.99	4.3	4.3	1.01	2.6	2.0	1.08	1.20	1.33	1.02
1.51	0.84		0.33	0.42		0.40	0.34		0.12	0.18	

P: Parent value F₁: F₁ mean value H: Heterosis ratio

光沢については、品種では'麗紅'、'Donner'、'Guardian'および'Florida 693'のF₁が最も優れ、'長崎クイーン'および'宝交早生'のF₁が最も劣った。優性度はおおむね光沢の優れる側に部分優性あるいは中間親に近かった。

果形については、品種ではトップ親の'はるのか'が最も長く、'Guardian'および'ひみこ'などが短い果形をしていた。F₁では'Robinson'、'C. Prizewinner'、'長崎クイーン'および'麗紅'のF₁が長く、'Fresno'および'Florida 693'のF₁が短かった。優性度は'C. Prizewinner'、'Robinson'および'麗紅'のF₁が長い側に完全優性、一方'Florida 693'、'Fresno'および'Donner'のF₁が短い側に部分優性を示し、その他のF₁ではおおむね中間親に近かった。

2 中間親, F₁ 平均およびヘテロシス相互間の相関関係と遺伝力

Table 3 に各形質についてのヘテロシスと F₁ 平均および中間親との相関, 中間親と F₁ 平均との相関を示した。なお中間親に対する F₁ 平均の比率をヘテロシスとした。ヘテロシスと F₁ 平均の間には葉数, 開花日, 総果重, 総果数, 光沢および果形で有意な相関が認められた。またヘテロシスと中間親の間には葉身長, 総果重, 総果数, 平均一果重および Brix でいずれも有意な負の相関が認められた。中間親と F₁ 平均の間には葉柄長, 葉身長, 葉数, 平均一果重, Brix, 果皮色および光沢に有意な相関が認められた。遺伝力は親子回帰によ

Table 3 Correlation between mid-parent, F₁ and heterosis ratio, and heritability for 11 characters.

Characters	Correlation between			Heritability ^{a)}
	M.P. and H	F ₁ and H	M.P. and F ₁	
1 Petiole length	-0.451	0.507	0.531	0.480
2 leaf length	-0.531	0.254	0.684**	0.530
3 leaf number	0.185	0.700**	0.831**	1.060
4 flowering date	-0.523	0.807**	0.071	0.097
5 Total fruit weight	-0.726**	0.633*	0.052	0.040
6 Total fruit number	-0.656*	0.772*	-0.037	-0.044
7 Average fruit weight	-0.687**	-0.079	0.774**	0.504
8 Soluble solids content	-0.560*	-0.059	0.860**	0.691
9 Fruit skin color	-0.320	0.287	0.813**	0.804
10 Fruit finish	0.414	0.812**	0.864**	1.458
11 fruit shape	-0.388	0.730**	0.346	0.479

M.P.: Mid-parent value F₁: Mean value of F₁ progenies H: Heterosis ratio; F₁/M.P. value

^{a)}: Parent-offspring regression

*: Significant at 5% level **: Significant at 1% level

Table 4 Phenotypic correlation coefficient between 11 characters.

Characters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Petiole length		0.878**	-0.564*	-0.297	0.909**	0.841**	0.648**	0.496	0.182	-0.384	0.239
2 Leaf length	0.643**		-0.616*	-0.478	0.951**	0.845**	0.707**	0.570*	0.116	-0.469	0.576*
3 Leaf number	-0.315	-0.537*		-0.088	-0.459	-0.428	-0.377	-0.307	-0.240	0.217	-0.297
4 Flowering date	0.143	0.223	-0.593*		-0.463	-0.410	-0.298	-0.219	0.157	0.319	-0.534*
5 Total fruit weight	0.315	0.314	0.327	-0.521		0.860**	0.770**	0.497*	0.174	-0.410	0.477
6 Total fruit number	-0.057	-0.174	0.579*	-0.759**	0.836**		0.355	0.569*	-0.118	-0.611*	0.438
7 Average fruit weight	0.663**	0.877**	-0.410	0.372	0.368	-0.200		0.190	0.518*	0.044	0.330
8 Soluble solids content	-0.092	0.020	-0.221	-0.038	-0.520*	-0.458	-0.160		-0.366	-0.710**	0.385
9 Fruit skin color	0.340	0.449	-0.040	-0.057	0.435	0.197	0.494	-0.250		0.554*	0.081
10 Fruit finish	0.269	0.211	0.162	0.267	0.429	0.189	0.473	-0.679**	0.523*		-0.541*
11 Fruit shape	-0.485	-0.371	0.501	-0.629*	-0.110	0.127	-0.415	0.412	-0.274	-0.356	

Upper: Correlation in varieties Lower: Correlation in F₁

*: Significant at 5% level **: Significant at 1% level

Table 5 Genetic correlation coefficient between 11 characters

Characters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Petiole length		0.802	-0.970	-0.232	1.434	-	0.853	-0.088	0.512	0.078	-0.849
2 Leaf length	0.802		-0.990	0.033	1.597	-	0.900	0.186	0.385	-0.088	-0.084
3 Leaf number	0.884	0.927		0.780	-1.800	-	-0.672	-0.393	-0.229	0.172	0.227
4 Flowering date	0.208	-	0.589		7.351	-	2.192	0.634	1.100	1.058	-1.834
5 Total fruit weight	-	-	-	2.908		-	1.228	-1.163	0.844	0.319	-1.946
6 Total fruit number	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7 Average fruit weight	0.827	0.875	0.617	0.719	-	-	-0.082	0.557	0.355	-0.417	
8 Soluble solids content	-	0.090	0.316	-	-	-	-	-0.339	-0.802	0.479	
9 Fruit skin color	0.392	-	0.215	0.931	-	-	0.464	0.329		0.690	-0.524
10 Fruit finish	-	-	0.170	0.960	-	-	0.355	0.714	0.683		-0.457
11 Fruit shape	-	-	-	1.514	-	-	-	0.466	0.471	0.455	

-: Impossible to estimate

$$\text{Upper: } r_{G(1)} = \frac{1}{2} \frac{\text{Cov}(A_1 \cdot B_2) + \text{Cov}(A_2 \cdot B_1)}{\sqrt{\text{Cov}(A_1 \cdot A_2) \cdot \text{Cov}(B_1 \cdot B_2)}} \quad \text{Lower: } r_{G(2)} = \sqrt{\frac{\text{Cov}(A_1 \cdot B_2) \cdot \text{Cov}(A_2 \cdot B_1)}{\text{Cov}(A_1 \cdot A_2) \cdot \text{Cov}(B_1 \cdot B_2)}}$$

って推定した。0.8以上の高い遺伝力を示したものは光沢、葉数および果皮色、0.5以上の遺伝力を示したものは Brix、葉身長および平均一果重であった。これに対し開花日、総果数および総果重の遺伝力は低かった。

3 表現型相関および遺伝相関

親品種と F₁ 実生について、形質間の表現型相関をそれぞれ計算して Table 4 に示した。親品種では、葉柄長および葉身長は総果重、総果数、平均一果重との間に有意な正相関が認められた。また葉柄長は葉身長と正の相関があり、葉数とは負の相関があった。総果重は総果数、平均一果重との間に高い正相関があったが、総果数と平均一果重との間には相関は認められなかった。品質形質では Brix は光沢と負相関、果皮色は光沢と正相関、開花日は果形と負相関があり、これらは F₁ 実生でも同様に有意性が認められた。このほか、F₁ 実生では葉柄長と葉身長、平均一果重と葉柄長および葉身長、葉数と総果数、総果重と総果数との間にそれぞれ有意な正相関、また葉数と開花日、開花日と総果数、総果重と Brix との間にそれぞれ有意な負相関が認められた。

遺伝相関を Table 5 に示した。算術平均と幾何平均の両方法で計算した。推定値には両者で違いがあり、また推定不能のものや推定値が -1 ~ +1 の範囲を越えるものがあった。両者の推定がほぼ一致しているものを拾うと、葉柄長と葉身長および平均一果重とは正の相関、葉数と葉柄長および葉身長とは負の相関があった。開花日は総果重、平均一果重、果皮色および光沢と正相関、果

形とは負相関を示した。平均一果重は葉身長および葉柄長との間に高い正相関、葉数との間には負相関を示した。また Brix は光沢と負の相関、果皮色は光沢と正の相関があった。

IV 考 察

わが国の促成用イチゴ品種は休眠が浅く、Brix が高い特徴をもっているが、欧米のイチゴは露地栽培され、加工して食することが多いために、促成栽培ではわい化して収量が低く、また酸味が強く生果には不向きである。しかし欧米の品種は果色、光沢、耐病性等に優れているため、生食用イチゴの育種素材として利用できるものと考えられる。本研究では長年促成栽培の主要品種として、また交配母本にも使われてきた 'はるのか' をトップ親として、これと欧米品種を含む13品種を交配した F₁ 実生について諸形質の遺伝様式を検討した。

葉柄長、葉身長、葉数については、これらを調査した11月中旬は一般に休眠がもっとも深い時期に当り、この時期の葉柄長、葉身長、葉数は促成栽培では収量に強く影響する。作型や調査時期は異なるが、Spangeloら(1971)が葉数について得た遺伝力は0.27と低かった。本研究では葉身長、葉数は中間親と F₁ 平均との間に有意な相関が認められ、また葉数は F₁ とヘテロシスとの間に有意な相関があった。このことから葉身長および葉数の遺伝子には相加的効果があること、また葉数には非相加的効果も存在することが考えられた。しかし葉数の

ヘテロシスはいずれも1以下であることから品種配によって弱勢化することが推察された。

開花日は収穫時期に関わる重要な形質である。Aalders & Craig (1974) は収穫時期をダイアレルクロス分析し、この形質が一般組合せ能力が高く、相加的遺伝分散割合が83.0%と高いことを明らかにしている。一方Morrowら(1958)が得た早生性の相加的遺伝分散割合は33.5%と低かった。本研究では相加的効果は認められなかったが、 F_1 とヘテロシスとの間には有意な相関関係が存在することから非相加的効果の強いことが推察される。遺伝力が既報告と異なり、きわめて低かったことの原因の1つとして、'明宝'の F_1 が戻し交配になっているためVigorが著しく低下し、このことが開花日に影響した可能性が考えられた。

総果重についてはこれまで多くの研究者によって遺伝力が調べられ、Morrowら(1958)は0.15, Watkinsら(1970)は0.12, Aalders & Craig (1974)は0.032の遺伝力を得た。また、Spangeloら(1971)は非相加的効果、なかでもエピスタシスが重要な役割を果たしているとした。一方、Hanscheら(1968)は親子回帰によって総果重の遺伝力を評価した結果、0.48であったことから総果重では相加的分散も重要であろうと結論した。本研究では遺伝力は0.04ときわめて低く、Spangeloらの見解を支持していた。 F_1 の発現にはヘテロシスの影響が大きいことが窺われたが、ヘテロシスはいずれも1以下であることから品種間交配において遺伝子の非相加的効果は負の方向に作用する傾向があると考えられる。

総果数の遺伝力については総果重と同様に低いことが報告されている(Spangeloら1971, Watkinsら1970, Morrowら1958)。本研究でも遺伝力は低く、既報告を支持した。一方、ヘテロシスは強く、またヘテロシスは総果数の少ない品種に現れやすい傾向があった。

平均一果重についてAalders & Craig (1974)は一般組合せ能力が特定組合せ能力よりも高く、遺伝力は0.83であるとした。またSpangeloら(1971)も0.57の遺伝力を得た。本研究でも遺伝力は0.504と比較的高く、大果性品種の育成がおおむね容易であることを示していた。一方、ヘテロシスはいずれも1以下であることから本形質は品種間交配によって弱勢化することが窺われる。また平均一果重の大きい品種で弱勢化が強く現れる傾向があった。

BrixについてはDuewer & Zych (1967)がおこなった試験によると6交配組合せのうち5組合せで高い方向に部分優性あるいは完全優性であった。またSpangelo

ら(1971)が得たBrixの遺伝力は0.141であった。本研究では中間親と F_1 との間に高い相関があり、相加的効果の高いことが推察され、遺伝力も0.691と高かった。一方中間親とヘテロシスの間に負の相関が認められたことは低Brix品種との交配においてヘテロシスが現れることを示していた。

果皮色についてはMurawski (1968)は果皮色、果肉色ともに量的な形質で遺伝力の高いことを認めた。Catherineら(1975)も遺伝力は0.81と高いことを明らかにしている。またMaclachlan (1974)は果皮色、果肉色について9つの親を用いてダイアレルクロスを行い、一般組合せ能力が特定組合せ能力よりも重要であること、親子回帰から見た遺伝力は果皮色が0.47, 果肉色が0.56であることを報告した。本研究からも中間親と F_1 の間には高い相関があり、遺伝力も0.804と高く、既報告とも一致した。

光沢についてはBaker (1952)は光沢の優れる側に超優性を認めた。本研究からは大部分の F_1 で中間親よりも光沢の優れた側に部分優性が認められ、また相加的効果の高いことが推察された。遺伝力は1.458と過剰に高く評価されたが、これは光沢の評価基準のとり方に原因があるものと考えられた。

果形についてはBaker (1952)によると長い果形が部分優性か超優性であった。本研究でも大部分の F_1 で長い側に部分優性が示され、また中間親と F_1 との相関から本遺伝子の相加的効果は小さいことが考えられる。

Lacey (1973)は高収量タイプの選抜を効率的に行うことを目的にして収量に関連する諸形質間の表現型相関を計算し、収量が植物体の大きさ、葉数など高い相関があることを明らかにした。本研究でも葉身長、葉柄長、葉数といった葉形質が総果重、総果数、平均一果重に強く関係していることは明らかであった。また、葉柄長、葉身長と平均一果重の間には遺伝相関も認められたことから葉柄長、葉身長をindicatorにして平均一果重の選抜が可能と考えられた。一方、光沢とBrixとの間に負の遺伝相関が認められたことは高Brixで光沢が優れたイチゴを育成することがむづかしいことを示唆するものであった。

雑種後代の形質発現は相加的効果、非相加的効果および環境効果によるとされている。本研究から葉身長、葉数、平均一果重、Brix、果皮色および光沢は相加的効果が高く、開花日、総果重、総果数および果形は非相加的効果が高いと考えられた。相加的効果の高い形質については組合せ能力は親の表現型から推定できるが、非相加

的効果の高い形質では交配により後代検定を行う必要がある。しかし本研究からも見られるとおり相加的効果と非相加的効果が共に作用している場合が多い。したがってイチゴでは Watkins ら (1971) が提案したように多数の交配組合せを小規模で検定し、その中から最良の組み合わせを選定し、これを大規模に展開する二段階育種 (two-step breeding procedure) が適していると考えられる。

'はるのか' はこれまで促成栽培用品種の母本として多く利用されてきたが、欧米品種と交配した例は少ない。本研究では欧米品種との雑種後代には Brix の低下は認められたが、収量性、開花日については日本品種との交配と大きく異なるところはなく、光沢については著しく向上した。したがって本研究の範囲からは欧米品種を母本にした場合 Brix の低下が問題になることを除けば大きな障害はないと結論される。また、収量性の点から 'はるのか' の交配相手には 'Florida 693', 'Fresno', 'ひみこ', '麗紅' が適していると考えられた。

以上、本研究に供試した交配組合せの遺伝的範囲は狭く、任意交配集団を前提にした遺伝解析には馴染みにくい。供試材料を吟味し、今後もこうした研究を積み上げることによってイチゴの遺伝的関係が明らかになるものとする。

V 摘 要

促成栽培用の主要品種であり、また交配母本として長年利用されている 'はるのか' をトップ親として、これと欧米品種を含む13品種を交配した F₁ 実生について諸形質の遺伝解析を行った。

1) 調査形質のうち、葉身長、葉数、平均一果重、Brix、果皮色および光沢は相加的遺伝子効果が強く、これらに関する組合せ能力は親の表現型からの推定がある程度可能である。一方、開花日、総果重、総果数および果形は非相加的遺伝子効果が高いため、組合せ能力の検定が必要である。

2) 親子回帰によって推定した遺伝力のうち、0.8以上の高い値を示したものは光沢、葉数および果皮色、0.5以上のものは Brix、葉身長および平均一果重で、開花日、総果数および総果重の遺伝力は極めて低かった。

3) 葉柄、葉身が大きいほど平均一果重は高い傾向にあり、葉柄長、葉身長が平均一果重の選抜の indicator

として利用できるものと考えられた。また、光沢と Brix との間には負の遺伝相関がみられ、高 Brix で光沢の優れた品種の育成はむづかしいことが推察された。

4) 'はるのか' と欧米品種との交配では Brix が低くなるが、収量性、開花日は日本品種との交配と大きく変わるころはなく、光沢はむしろ向上した。また、収量面からは 'はるのか' の交配相手には 'ひみこ', '麗紅', 'Florida 693', 'Fresno' が適していると考えられた。

引用文献

- 1) AALDERS, L.E. and CRAIG, D.L. (1968): General and Specific Combining Ability in Seven Inbred Strawberry Lines. *Can. J. Genet. Cytol.*, **10**, 1~6.
- 2) BAKER, R.E. (1952): Inheritance of Fruit Characters in the Strawberry. *J. Hered.*, **43**, 9~14.
- 3) DUEWER, R.G. and ZYCH, C.C. (1967): Heritability of Soluble Solids and Acids in Progenies of the Cultivated Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa Duch*). *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **90**, 153~157.
- 4) LACEY, C.N.D. (1973): Phenotypic Correlations between Vegetative Characters and Yield Components in Strawberry. *Euphytica*, **22**, 546~554.
- 5) LUNDERGAN, C.A. and MOORE, J.N. (1975): Inheritance of Ascorbic Acid Content and Color Intensity in Fruits of Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa Duch*). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **100**(6), 633~635.
- 6) MACLACHLAN, J.B. (1974): The Inheritance of Colour of Fruit and the Assessment of Plants as Sources of Colour in the Cultivated Strawberry. *Hort. Res.*, **14**, 29~39.
- 7) 森下昌三・本多藤雄 (1980): イチゴの育種に関する研究 (第5報) 外国品種と日本品種の促成栽培における特性比較. *九農研*, **42**, 226~227.
- 8) MORROW, E.B., COMSTOCK, R.E. and KELLEHER, T. (1958): Genetic Variances in Strawberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **72**, 170~185.
- 9) MURAWSKI, H. (1968): Untersuchungen über den Erbwert von Erdbeersorten. Höhe der Blütenstände, Mehlttauresistenz, Fruchtfarbe, Fruchtfleischfarbe und Beerenform. *Arch. Gartenb.*, **16**, 293~318.
- 10) SPANGELO, L.P.S., HSU, C.S., FEJER, S.O., BEDARD, P.R. and ROUSSELLE, G.L. (1971): Heritability and Genetic Variance Components for 20 Fruit and Plant Characters in the Cultivated Strawberry. *Can. J. Genet. Cytol.*, **13**, 443~456.
- 11) SPANGELO, L.P.S., WATKINS, R., HSU, C.S. and FEJER, S.O. (1971): Combining Ability Analysis in the Cultivated Strawberry. *Can. J. Plant Sci.*, **51**, 377~383.
- 12) WATKINS, R., SPANGELO, L.P.S. and BOLTON, A.T. (1970): Genetic Variance Components in Cultivated Strawberry. *Can. J. Genet. Cytol.*, **12**, 52~59.

Inheritance of Plant, Yield and Fruit Quality in Top Cross
with 'Harunoka' in the Forcing strawberry

Masami MORISHITA and Fujio HONDA

Summary

The additive and non-additive genetic effects, the phenotypic correlation and the genetic correlation for 11 characters in the forcing culture were evaluated in 13 seedling populations produced between 'Harunoka' and 13 strawberry cultivars. 'Harunoka', which is very adaptive for the forcing culture, was used as male. 13 cultivars, which consisted of 8 foreign and 5 Japanese cultivars, were used as female.

From the estimation of the correlation between mid-parent value, F_1 mean and heterosis (F_1 mean/mid-parent value), it was suggested that the additive effect was high on leaf length, leaf number, average fruit weight, soluble solids content, fruit skin color and fruit finish, but the non-additive effect was high on flowering date, total fruit weight, total fruit number and fruit shape.

The heritability estimates from parent-offspring regression were over 0.8 for fruit finish, leaf number and fruit skin color, over 0.5 for soluble solids content, leaf length and average fruit weight, and very low for total fruit weight, total fruit number and flowering date.

Average fruit weight showed highly positive phenotypic and genetic correlations with petiole length and leaf length. Therefore, petiole length and leaf length appeared to be a good indicator of average fruit weight. Highly negative genetic correlation was found between soluble solid content and fruit finish. If this relationship is true, it may be difficult to combine high soluble solid content with good finish.

Progenies from foreign cultivars had lower soluble solids content and higher fruit finish than those from Japanese cultivars did but had no difference as for yield. No problem was detected to use foreign cultivars as breeding parents of the forcing cultivar, excepting a decline of soluble solids content. 'Florida 693', 'Fresno', 'Himiko' and 'Reiko' were promising as parents in combining with 'Harunoka'.