



Title	てん菜における発育遺伝学的研究： . 葉の大きさおよび形の変異とそれらの相互間の関係
Author(s)	島本, 義也; 細川, 定治
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 7(2), 191-200
Issue Date	1970
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11793
Type	bulletin (article)
File Information	7(2)_p191-200.pdf



[Instructions for use](#)

てん菜における発育遺伝学的研究

II. 葉の大きさおよび形の変異とそれらの相互間の関係

島本義也・細川定治

(北海道大学農学部工芸作物学教室)

Developmental genetic studies on *Beta vulgaris* L.

II. Variabilities in size and shape of leaves and their relationships

Yoshiya SHIMAMOTO and Sadaji HOSOKAWA

(Laboratory of Industrial Crops, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

Received July 23, 1969

緒 論

葉は作物において同化器官として重要であることは言うまでもない。従って、葉の機能としての同化能力については種々の作物で多くの研究がなされてきている。また、葉を生産の目的とするタバコのような作物では、葉の収量およびその他の葉に関する量的形質について統計遺伝学的な研究が多くなされてきている。しかし、葉そのものを生産の目的としない作物においては、葉に関する種々の量的形質の研究はあまりなされてきていない。

近年、作物の同化効率と関連して草型 (plant type) の重要性が認識されるに至って、稲をはじめとする多くの作物で葉部器官の量的形質の遺伝的研究が始められてきた。

根部生産が目的であるてん菜において、ARTSCHWAGER²⁾は栄養器官を詳細に記述しているが、それは主に根部に限られ、葉部に関してはみられない。葉部に関する研究は、植物生理学的な観点から伊藤・武田³⁾、および伊藤^{4),5)}等によってなされているが、量的形質としてとり扱われていない。津田等¹¹⁾は、一葉重と葉数が根部生産と遺伝的に深い関連性を持っていることを観察し、源馬⁸⁾も形態学的な立場から実験を行なって同様な事を述べている。

また、てん菜においては、その生産の目的とするものは地下部の根であるため、生育過程で個体の特性を根部に関連させて観察するためには地上部、すなわち葉の形態が品種の特性の指標として重要であるし、しばしば実

際に利用されてきている。

本実験の目的は、てん菜における葉の大きさと形に関する量的な形態形質の遺伝変異を遺伝パラメーターで表現することによって明らかにし、それらの生育時期による変化、あるいは、葉位による差異を明らかにする事である。さらに、葉位を異にする葉の間の関係、並びに、特定形質の生育時期間の関係、および、形質間の関係を遺伝的、あるいは環境的に調らべることであり、これら为基础にして、葉部器官の発育関係を考察することである。

謝辞—本稿を草するに際して有益な助言と批判をいただいた北海道大学助教授津田周弥博士に謝意を表する。

材料と方法

本実験に供試された品種 (又は系統) は、T. K. (つきさつぷ), K. W. S-E, K. W. S-E-S, H-401 (本育 401号), Dob-C (Dobrovicka C), S-26 の6品種である。前の3品種は根重型で、後の3品種は糖分型の品種である。栽植密度は畦幅 60 cm × 株間 30 cm で、4回反復の実験である。4月28日に播種し、慣行法により肥培管理を行なった。

調査方法は、生育前期 (7月15, 16日), 生育中期 (8月22, 23日), 生育後期 (9月19, 20日) の3時期に各プロットで10個体を調査に供試し、各個体から最新成熟葉 (Recently matured leaf) の最大なものと、その葉から上位の葉を4枚、計5枚について、葉身長、葉幅、葉柄長お

よび葉型指数 (葉身長/葉幅) について測定した。調査した葉の葉位が上位のものから I, II, III, IV, V とした。従って、発生順では、V の葉が先である。

資料整理にあたって、一部の計算は、北海道大学計算センターの HIPAC 103 を使用した。

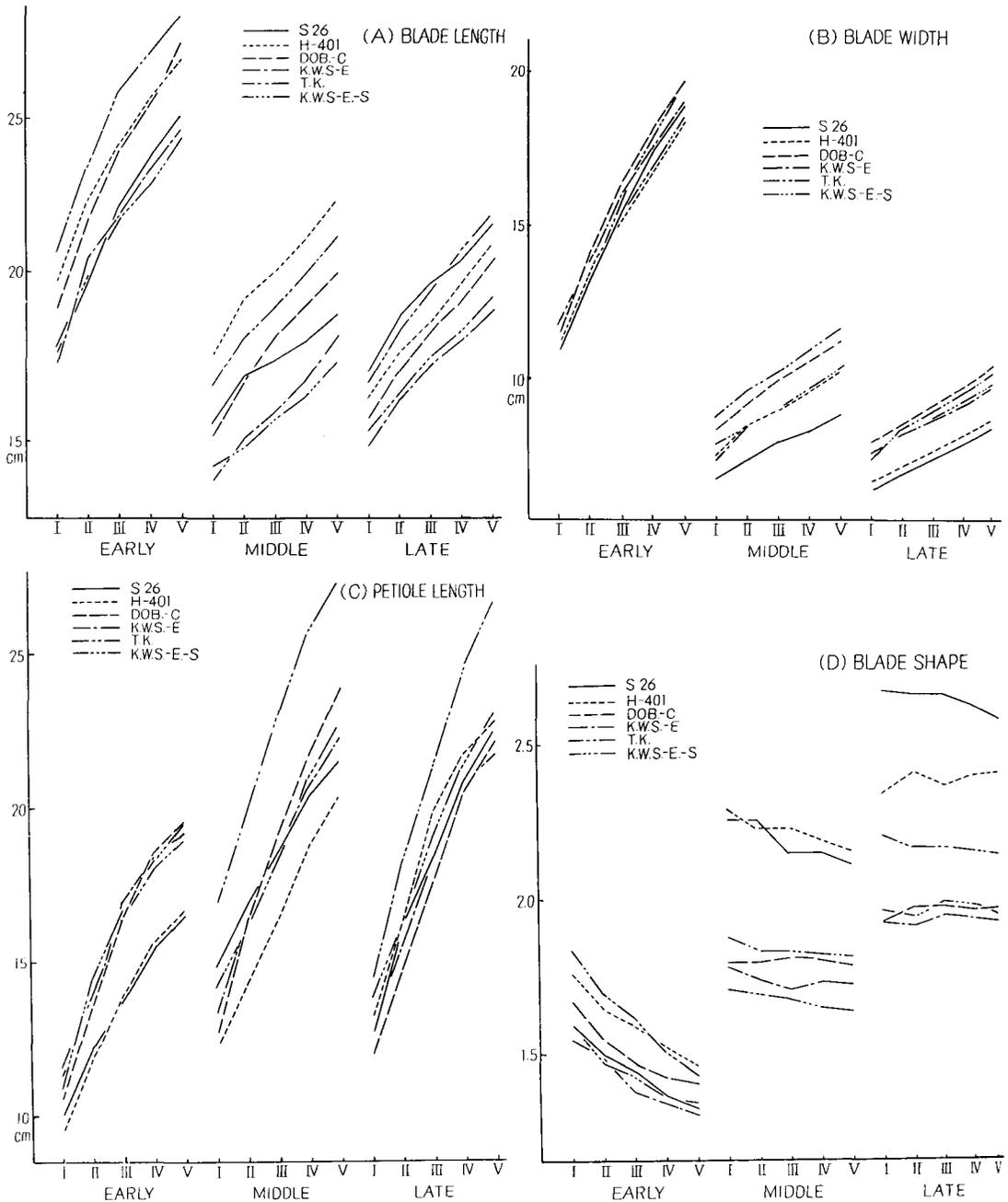


Fig. 1. Blade length (A), blade width (B), petiole length (C) and blade shape (D) in the five recently matured leaves (I, II, III, IV and V) at the three (early, middle and late) growing stages.

結 果

1) 葉部形質の変異

供試された品種について調査した結果を、それぞれ品種別、生育時期別および葉位別に葉身長は Fig. 1(A) に、葉幅は Fig. 1(B) に、葉柄長は Fig. 1(C) に、葉形指数は Fig. 1(D) に示した。これらの図に示された各点は、4 反復、各プロット 10 個体を計 40 個体の平均値である。

葉身長は 7 月の葉において最大であり、8 月と 9 月の葉ではその大きさに関して明らかな差はみられないが、H-401 を除いて、9 月の葉身長が 8 月の葉身長より大きい傾向がみられる。葉幅は、葉身長と同様に、7 月で最大となる。7 月の葉幅は、8 月と 9 月の葉幅の約 2 倍の大きさである。葉柄長は、葉身長並びに葉幅とは逆に、7 月が短く、8 月と 9 月の方が長い。また、S 26, H-401 は 7 月において、他品種と比較して、特に短い。T. K. は、8 月と 9 月において他の品種より特に葉柄長が長い。上述の葉の大きさを表わす葉身長、葉幅および葉柄長で生育時期間の差異を総体的にみるならば、生育前期 (7 月) と生育中期 (8 月) および後期 (9 月) の葉は、明らかに異なっている。葉形指数は、7 月において大きい葉 (V) ほど小さい。すなわち、生育前期では下位葉になるに従って、相対的に幅広い葉を持っている。8 月と 9 月の葉では、そのような関係はみられない。生育時期間の関係は、生育後期になるに従って、相対的に細長い葉となる傾向を示す。S 26 と H-401 は、8 月と 9 月においては他品種にくらべて、より細長い葉を持っていることが顕著であるが、7 月では明らかではない。

葉部形質に影響する種々の要因効果を検定するために

行なった分散分析の結果は、Table 1 に示した。葉身長、葉幅、葉柄長および葉形指数の全ての形質で、品種間、生育時期間および葉位間の効果はいずれも統計的に有意である。品種と葉位の相互作用は葉形指数でのみ有意である。品種と生育時期および葉位と生育時期の相互作用は、全ての形質で有意である。2 次の相互作用はいずれの形質でも有意でない。各々の要因効果による分散成分を推定した結果を Table 2 に示した。

Table 2 において、(%) の欄の数字は、全体の分散に対する各分散成分の占める割合を百分率で表わしたものである。形質ごとに要因効果の大きさを検討すると、葉身長は生育時期による効果が大きく、全体の分散の約 50% を占めている。次に大きい効果を持っている要因は、葉位間の分散で、品種による分散がその次に大きい。この主要因の直接効果による分散成分の合計は、全体の分散の 80% 強になり、相互作用の分散は比較的小さい。葉幅は生育時期の効果による分散が全体の 75% であり、葉位による分散は約 12% で、品種による分散は 1.6% と低い。この 3 つの主要因の直接効果の分散は全体の分散の 90% 弱を占めている。さらに葉幅の特徴として、生育時期と葉位の相互作用による分散成分が、7.5% と他の形質に比較して大きい部分を占めている。

葉柄長は葉位間の分散成分が全体の 58% を占めている。生育時期による分散成分は 19% で、葉身長や葉幅と比較して顕著に低い。相互作用の分散成分は全体の 5% 以下で、その効果は少ないと思われる。葉形指数は、生育時期による分散成分が 61% で、葉身長や葉幅と同様に、もっとも大きい部分を占めている。次に大きい効果を持っている要因として、品種の効果 (14.2%)、並び

Table 1. Analysis of variance for blade length, blade width, petiole length and leaf shape

Source	d.f.	Blade length	Blade width mean	Petiole length squares	Leaf shape (×100)
Variety (V)	5	104.97**	21.59**	106.20**	196.70**
Season (S)	2	1042.03**	1758.02**	521.69**	1343.80**
Leaf (L)	4	336.70**	197.47**	910.77**	17.95**
Replication	3	23.16**	17.44**	19.38**	9.96**
V × S	10	15.26**	3.07**	17.06**	45.76**
V × L	20	.58	.20	2.07	2.72**
S × L	8	10.69**	35.10**	5.18**	8.58**
V × S × L	40	.22	.10	.84	.21
Error	267	1.76	.58	2.24	1.44

** : significant at the 1% level.

Table 2. Variance components of various source and their proportions

	Blade length (%)	Blade width (%)	Petiole length (%)	Leaf (×100)	Shape (%)			
σ_V^2	1.4952	8.52	.3086	1.60	1.4857	6.90	2.4943	14.24
σ_S^2	8.4820	48.33	14.3370	74.54	4.1807	19.41	10.7575	61.40
σ_L^2	4.5279	25.80	2.2552	11.72	12.5776	58.40	.1124	.64
σ_R^2	.2378	1.36	.1873	.97	.1905	.88	.0947	.54
σ_{VS}^2	.6749	3.85	.1244	.65	.7413	3.44	2.2160	12.65
σ_{VVL}^2	—	—	—	—	—	—	.1067	.61
σ_{SL}^2	.3722	2.12	1.4381	7.48	.1226	.57	.2975	1.70
σ_E^2	1.7594	10.03	.5836	3.03	2.2390	10.40	1.4403	8.22

σ_V^2 : Variance component due to varieties.

σ_S^2 : Variance component due to differences among growing stages.

σ_L^2 : Variance component due to differences among the recently matured leaves.

σ_R^2 : Variance component due to replications.

σ_{VS}^2 : Variance component due to interaction between varieties and seasons.

σ_{VL}^2 : Variance component due to interaction between varieties and leaves.

σ_{SL}^2 : Variance component due to interaction between seasons and leaves.

σ_E^2 : Error variance.

に品種と生育時期の相互作用の効果 (12.7%) による分散成分があげられる。葉の大きさを表わす前述の形質とくらべて葉位間の分散成分が非常に小さいこと、品種の直接効果および品種と生育時期の相互作用の効果による分散成分が大きいことが葉形指数において特徴的である。

2) 各形質の遺伝変異

葉位を異にする5枚の成熟葉について生育時期別に遺伝変異の大きさを表わすパラメーターとして遺伝力 (h^2) を求めた。推定方法は分散分析より遺伝分散 (σ_g^2) と環境分散 (σ_e^2) を求め、 $\sigma_g^2/(\sigma_g^2+\sigma_e^2)$ の式で推定した。結果は Table 3 に示した

Table 3 の最下欄 (pool) の行は、葉位を異にする5枚の葉の平均値について求めた値である。

葉身長では、8月の遺伝力の値が最高で、7月が中間、9月が最低である。葉幅の7月の葉では遺伝力が零に近く、この時期の葉幅の遺伝的要因の支配力は弱い。葉幅の8月と9月の遺伝力は共に60%前後で、これらの時期の間に差はみられない。葉柄長は、葉身長と同様に、8月が最大の遺伝力の値を示している。7月と9月の間では顕著な差がないが、8月に比べて低いことは明らかである。

葉形指数の遺伝力は、8月に最高になり、7月と9月は、8月と比較して低いが、70%以上の比較的高い値を示している。調査した4形質の内ではこの葉形指数の遺伝力の値が最大であった。

葉位を異にする5枚の各葉の遺伝力で表現された遺伝

変異の大きさをみると、葉身長と葉幅では、どの生育時期でも葉位間で差は大きくないが、葉位Iから葉位Vになるに従って大きくなる傾向がある。葉柄長においても同様に、葉位Iから葉位Vになるに従って大きくなるが、特に、7月と9月においてその傾向が顕著である。また、7月と9月における上位葉は、遺伝力の値が零に近い。葉形指数に関しては葉位による遺伝力の値の一定の傾向が観察されない。

3) 葉位間、生育時期間および形質間の相関々係

各形質で異なった葉位間の相関々係を知るために、分散分析および共分散分析より推定した遺伝分散と環境分散、および、遺伝共分散と環境共分散を用いて遺伝相関と環境相関を求めた。その結果は Table 4 に示した。

Table 4 に生育時期別および形質別に示された各相関表において、対角線上の空欄を境にして、上半分は遺伝相関を示し、下半分は環境相関を示している。Table 4 の相関係数の値をZ変換し、相関をとった2つの葉位がIとII, IIとIII, IIIとIV, IVとVの場合では0, IとIII, IIとIV, IIIとVの場合では1, IとIV, IIとVの場合では2, IとVの場合では3として、0, 1, 2, 3の階級でZ値の平均を出し、さらにそのZ値を相関係数に変換して図示したのがFig. 2である。但し、相関係数の値が1.000以上になるとZ変換することが不可能であるので、1.000以上の相関係数の値は全て0.999としてZ値を求めた。また、Table 4 および Fig. 2 で空欄になっているところは、遺伝分散が零になるので遺伝相

Table 3. Means, genetic variances, environmental variances and heritability values of some characters in the five recently matured leaves at the three growing stages

	Early				Middle				Late			
	Mean	σ_g^2	σ_e^2	h^2	Mean	σ_g^2	σ_e^2	h^2	Mean	σ_g^2	σ_e^2	h^2
Blade length												
I#	18.7	1.15	1.79	.392	15.0	1.82	1.99	.477	15.6	.54	1.37	.281
II	21.2	1.81	1.58	.534	16.5	3.02	1.44	.677	17.1	.73	1.49	.328
III	23.3	2.18	1.91	.533	17.4	3.58	1.88	.655	18.2	.75	1.52	.331
IV	24.7	1.99	2.50	.443	18.3	3.44	1.99	.634	19.2	.85	1.93	.306
V	26.1	2.07	2.18	.487	19.5	3.59	1.65	.686	20.4	1.07	1.79	.375
pool	22.8	1.80	1.81	.499	17.3	2.98	1.47	.670	18.1	.78	1.54	.337
Blade width												
I	11.3	—	.96	—	7.8	.43	.37	.533	7.3	.29	.26	.525
II	13.7	—	.74	—	8.6	.55	.46	.541	8.0	.39	.31	.554
III	15.7	.04	.68	.050	9.2	.58	.45	.563	8.4	.45	.24	.647
IV	17.4	.08	.93	.082	9.8	.74	.52	.587	9.0	.49	.36	.577
V	19.0	.11	1.02	.100	10.5	.86	.44	.663	9.6	.61	.36	.627
pool	15.4	—	.72	—	9.2	.62	.40	.605	8.4	.44	.29	.600
Petiole length												
I	10.6	.09	1.83	.048	14.0	2.43	1.97	.552	13.1	.22	2.28	.088
II	13.3	.53	1.81	.228	16.6	2.59	1.49	.635	16.1	.61	2.82	.177
III	15.6	1.51	2.32	.395	18.9	4.32	1.59	.731	19.0	.64	4.32	.130
IV	17.4	1.46	1.99	.423	21.3	4.76	2.07	.697	21.5	1.56	2.79	.359
V	18.3	1.59	2.02	.441	22.8	5.51	1.73	.761	23.0	2.77	1.93	.589
pool	15.0	.99	1.58	.385	18.7	3.63	1.46	.712	18.5	1.05	2.42	.304
Blade Shape												
I	1.67	1.08	.63	.632	1.95	6.25	1.00	.862	2.17	7.81	3.57	.686
II	1.56	.74	.58	.561	1.92	6.15	.79	.886	2.17	8.40	2.28	.787
III	1.49	.84	.22	.793	1.90	5.11	.93	.846	2.18	7.33	2.50	.746
IV	1.42	.56	.27	.675	1.89	4.86	.96	.835	2.17	6.87	3.04	.693
V	1.38	.38	.28	.576	1.87	4.33	.86	.834	2.15	6.87	2.65	.722
pool	1.50	.70	.28	.718	1.91	5.33	.78	.872	2.17	7.47	2.57	.744

#; I-younger leaf, V-older leaf.

関を推定することができなかった。

葉位間の遺伝相関をみると、葉身長の8月と9月では完全な相関を示しているが、7月では、葉位が異なるに従って遺伝相関が低くなる傾向が若干みられる。葉形指数および葉幅においては、各生育時期で異なる葉位間の遺伝相関は、いずれも完全な値(1.000)を示している。すなわち、葉位を異にする5枚の葉は、共通の遺伝的要因によって支配されており、葉位を異にすることによる遺伝的分化が存在しないことを示している。葉柄長では、生育中期(8月)で、葉位が異なるに従って遺伝相関係数の値が低くなっていく傾向が顕著である (Table 2,

Fig. 2)。このことは、8月における葉柄長を支配している遺伝的機構は、各葉位の葉の葉柄長に共通的に働いている遺伝的要因の他に、各々の葉位の葉の葉柄長に特異的に働く遺伝的要因があると考えられる。

環境相関で葉位間の関係をみると、全ての生育時期の全ての形質で、葉位が異なるに従って相関係数の値が低くなる。特に7月における葉幅、葉柄長および葉形指数において、それが顕著に表われている。このことは当然期待されることであるが、発生的にとりあわせている葉に対する環境要因は共通的であり、発生の順位が、より異なる葉に対する環境要因は共通的な部分が、より少

なくなっていくことを示している。

次に、葉位を異にする5枚の葉の平均値を用い、特定形質の生育期間の相関々係および生育時期を考慮に入れた形質間の遺伝相関を計算した。結果はTable 5に示した。

葉身長について、生育時期間の遺伝相関をみると、7月と8月、および、8月と9月の間では比較的高い相関関係を示し、7月と9月の間では低い。すなわち、生育時期が異なるに従って、共通の遺伝的支配の部分が少ないものと思われる。

葉形指数では、8月と9月の間に高い遺伝相関々係がみられるが、7月と8月、および、7月と9月の間では遺伝的にほとんど相関々係がみられない。すなわち、7月の葉形指数と、8月および9月の葉形指数とを支配している遺伝的要因は、生育前期とその後の生育時期の各々

に特異的に存在するものと推定される。

葉柄長は8月と9月の間で完全な遺伝相関々係を示している。7月と8月、および7月と9月との間でも比較的高い遺伝相関係数の値を示している。

葉幅においては、8月と9月の間の遺伝相関は完全であった。7月の葉幅においては、遺伝分散を推定することができなかったため7月の葉幅と他の月の葉幅、或いは、各生育時期の他の形質との間の遺伝相関係数を推定することができなかった。

次に生育時期別に形質間の関係をしらべると、7月における葉身長と葉形指数の間には完全な遺伝相関々係が存在し、8月と9月においても、両形質間には高い正の遺伝相関々係を示している。葉幅と葉形指数は遺伝的に負の相関々係にある。葉身長と葉幅の遺伝的関係は8月ではほとんどみられないが、9月においては、明らかな

Table 4. Genetic and environmental relations among the different position of recently matured leaves at each growing stage

	Early					Middle					Late				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	Blade length														
I		1.03	1.01	.98	.95		1.06	.98	1.04	1.02		1.03	1.01	1.03	1.05
II	.87		.99	.97	.96	.65		.93	.99	.98	.94		1.02	1.01	1.02
III	.83	.92		1.00	.99	.63	.97		.93	.92	.95	.94		.99	.88
IV	.81	.92	.97		1.00	.57	.94	.98		1.00	.90	.94	.98		1.02
V	.78	.88	.95	.97		.58	.93	.95	.97		.82	.86	.93	.96	
	Blade width														
I		—	—	—	—		.98	.99	1.01	.99		.98	1.00	1.00	1.00
II	.89		—	—	—	.90		1.00	1.01	1.00	.96		1.00	1.00	.99
III	.76	.88		—	—	.80	.96		1.00	1.00	.91	.97		1.00	1.00
IV	.58	.70	.85		—	.69	.91	.97		1.00	.89	.95	.98		1.00
V	.46	.55	.81	.91		.74	.91	.96	.97		.90	.95	.95	.96	
	Petiole length														
I		—	—	—	—		.93	.89	.83	.74		—	—	—	—
II	.87		—	—	—	.87		1.00	.98	.94	.83		—	—	—
III	.69	.91		1.01	1.05	.70	.88		1.01	.99	.86	.92		—	—
IV	.75	.82	.92		1.03	.80	.78	.82		1.00	.78	.84	.90		1.04
V	.35	.62	.76	.89		.75	.70	.68	.89		.62	.74	.72	.89	
	Blade shape														
I		1.02	1.03	1.04	1.02		1.00	1.00	1.00	1.01		1.01	1.01	1.01	1.00
II	.82		1.00	1.03	.98	.91		.99	1.00	1.01	.88		1.00	1.01	1.00
III	.79	.88		1.01	.97	.81	.89		1.00	1.01	.89	.96		1.00	1.00
IV	.49	.71	.79		.98	.75	.78	.98		1.01	.83	.95	.96		1.00
V	.37	.52	.66	.95		.78	.72	.82	.90		.81	.95	.95	.97	

Note; upper half: genetic correlation coefficients.
lower half: environmental correlation coefficients.

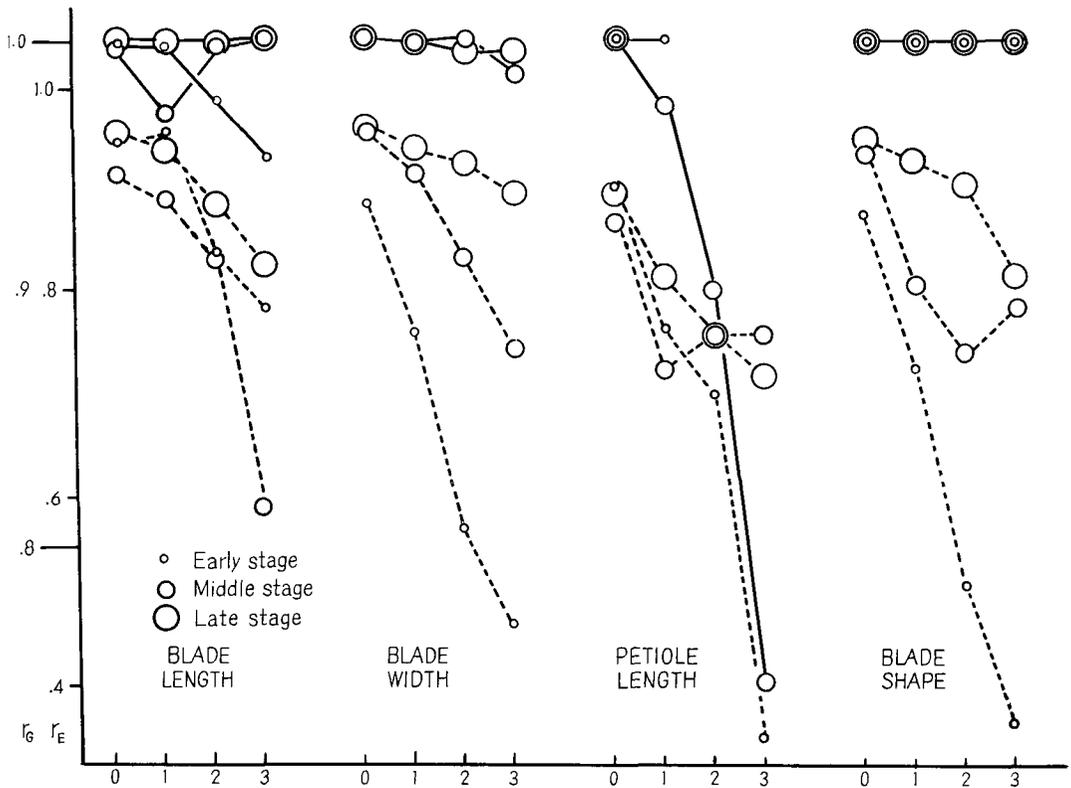


Fig. 2. Mutual relationship among different leaf positions.
Solid line: Genetic correlation.
Broken line: Environmental correlation.

Table 5. Genetic and environmental correlation coefficients.

		Blade length			Blade width			Petiole length			Blade shape		
		†E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L
Blade length	E		.997*	.594	—	.956	.268	-.100	.633	.982	1.027	.115	.021
	M	.043#		.898	—	.232	.336	.560	.078	.124	1.016	.671	.512
	L	.406	-.041		—	.059	-.745	.944	.572	.750	.756	.791	.890
Blade width	E	.815	-.014	.361		—	—	—	—	—	—	—	—
	M	.277	.746	-.215	-.131		1.000	.722	.666	.854	.671	-.565	.701
	L	.251	-.166	.440	-.017	-.249		.170	.591	.745	-.067	.995	-.962
Petiole length	E	.391	.429	.221	.396	.426	.112		.667	.740	.297	-1.195	-1.161
	M	-.244	-.091	-.353	-.174	.114	-.206	-.206		1.321	.392	-.410	-.177
	L	-.441	.203	-.339	-.384	.300	-.006	.058	-.136		.598	-.510	-.214
Blade shape	E	.425	.068	.146	-.168	-.264	.481	.090	-.174	-.090		.361	.289
	M	.518	.400	.297	.268	-.303	.155	.095	-.275	-.150	.424		.976
	L	.112	.096	.517	.285	.045	-.524	.133	.093	-.317	-.243	.078	

*; Genetic correlation coefficients.

#; Environmental correlation coefficients.

†; E, M and L were early, middle and late growing stages, respectively.

負の遺伝相関々係を示している。また、9月における葉身長と葉柄長、および、葉幅と葉柄長の関係は遺伝的に正の相関々係がみとめられる。さらに、7月の葉身長は、8月の葉幅、8月および9月の葉柄長と正の高い遺伝相関々係を持っている。このことは生育前期において葉身長の大きい葉をもっているものが、その後の生育において、葉幅を大きくし、葉柄長を長くする。7月における葉柄長の長いものはその後の生育において、葉身長に比較して、葉幅の広い形の葉になる。8月における葉柄長においては、そのような関係はみられない。7月における葉柄長と9月における葉身長、その逆の7月の葉身長と9月の葉柄長の間には、遺伝的に密接な相関々係が観察される。また、7月の葉柄長は生育とともに葉身長と相関々係を強くしていくのに対し、葉幅とは相関々係がなくなっていく。葉柄長と葉身長の遺伝的な結びつきは、生育前期では上述のようにみられないが、生育後期において正の相関々係を示す。

形質間相関を環境的にみると一定の傾向はほとんど観察されないが、葉身長と葉幅との関係の場合、いずれの生育時期においても正の相関々係を示し、その値が生育前期では高いが、生育が進むに従って低くなっていく。このことは、生育前期における環境効果が葉身長と葉幅に対して同質の効果を持っているが、生育後期には異質の効果をもこの両形質におよぼしていることを示している。生育時期間の環境相関はいずれも低く、7月、8月および9月の3段階の生育時期は、形質におよぼす環境要因として全く互いに独立である。

考 察

葉の大きさを表わす葉身長、葉幅および葉柄長の3種の形質の変異に寄与する要因は、品種の効果、生育時期による効果および葉位による効果で、この3つの要因の直接効果は、全体の85%前後を占めており、その中でも特に、生育時期と葉位による効果が非常に大きい。またこれらの主要因の間の相互作用はほとんどみられない。このことから、葉の大きさは、それを支配している要因の直接の効果で大凡きめられ、相互作用のような複雑な要因の関与は比較的少ないものと思われる。葉形指数においては、品種と生育時期との相互作用の効果が12.7%であるので葉の大きさを支配している系より複雑である。いずれの形質においても、生育時期による効果が重要な要因であり、同時に葉の大きさでは、葉位による効果が、葉形指数では、品種および品種と生育時期との相互作用の効果も重要な要因であることが結論される。

そこで生育時期による葉の大きさ、あるいは、葉形指数の差異をFig. 1でみると、明らかである。この点に関して、伊藤⁹⁾は、1枚の葉の平均面積が生育中期(本実験の前期)と生育後期(本実験の中期)の間で異なっている結果を報告している。葉の大きさおよび形が生育時期によって異なることは明らかであるが、この原因は、それらの葉が発生するときの環境条件か、或いは葉それ自身が持っている発生の順序による葉の大きさあるいは形の分化と考えられる。本実験の結果から、上述の仮説を検討することは困難である。

生育時期間の遺伝相関からみると葉形指数においては、生育前期とその後の生育時期とで関係がなく、生育中間と生育後期とは遺伝相関が高く、Fig. 1(D)に示される生育時期による葉形指数の分化とは様相を異にしている。このことは、生育時期間の遺伝的関係も考慮に入れなければならないことを示唆している。葉身長においても、その平均長の生育時期による分化と遺伝相関からみられる生育時期間の遺伝的分化と必ずしも一致しない。さらに、生育時期間の環境相関から考えると、どの形質においても支配している環境効果は生育時期によって異なっている。しかし、遺伝的には前述のように、その発生順が問題で、1カ月程度の時間差で発生した葉の間では共通な遺伝的要因によって支配されており、2カ月以上へだたって発生した葉の間では支配している遺伝的要因を異にしている。

各々の生育時期で、葉位間の変異をみると、葉の大きさは、葉位が下位になるに従って直線的に大きくなっていくことは明らかである(Fig. 1(A), (B), (C))。遺伝相関で葉位間の関係をみると、葉柄長の生育中期においてのみ明らかな分化がみられた。すなわち、生育中期の葉柄長を支配している遺伝因子は、各葉位に特異的に働く要因と共通的に働く要因があり、葉位が異なるに従って特異的に働く要因によって支配される部分が多くなると考えられる。同様のことがタバコ植物において島本⁹⁾によって報告されている。すなわち、タバコ植物において異なる着生位置の葉の間の遺伝相関を推定した結果、葉位が異なるに従って相関が低くなっていくことから、共通的に支配している遺伝的要因の効果が減少していくと結論している。

次に形質間の相互関係について考察すると、葉身長と葉幅の間の関係は、生育後期において遺伝的に負の相関関係を示し、これらの葉身長と葉幅の両方が葉柄長と正の相関々係を示している。このことは、葉柄長を支配している遺伝的要因が最初に決定され、この葉柄長が葉身

の発育の基礎物質となり、葉身長と葉幅の発育に利用される。その際、この基礎物質を両形質の間で奪いあって発育していることを唆している。この基礎物質が、RENDEL⁷⁾の Make, 酒井⁸⁾の Potency, ADAMS¹⁾の Input にあたるものと思われる。この場合は、葉柄長がそれに近いものと思われる。この関係が生育前期および中期ではみられないことは、これらの時期においては生育旺盛なため葉身長と葉幅の基礎物質が充分にあるため、両者間で奪い合いが起らないことが原因と思われる。また、生育前期の葉柄長は、その後の生育時期における葉形指数と負の完全な遺伝的相関を示し、生育後期の葉身長とは正の関係を示している。葉柄は同化産物、栄養物質および水の通路として重要な器官であることは云うまでもなく、さらに、葉身を支える働きを持っていることを考慮に入れると、てん菜の葉柄は地上部の骨格的な器官であるとともに、他の器官の量的発育に重要な関係を持っているものと思われる。

遺伝力 (h^2) で表わされた遺伝変異の相対的な大きさの葉位による差異は、葉柄長において観察されたが、他の形質では一定の傾向はみられなかった。しかし、生育時期によっては明らかな差があり、どの形質も生育中期に遺伝力の値が最大になる。すなわち、各々の形質を支配している遺伝的要因が生育中期に最も効果的に働くことを意味している。ULRICH¹²⁾ は、ある程度の栄養と温度を与えると栄養生長をいつまでも続けることを報告しているように、生育時期を正確に規定することは困難であるが、通常の夏期における栽培条件下で、生育中期、すなわち8月中旬を中心にその前後の時期が、葉部の形態形質の品種的特性の調査に適しているものと思われる。これに対して、根重の遺伝力は生育初期に最大で、生育が進むに従ってその値は低くなるのが島本・細川¹⁰⁾によって報告されている。根重の生育中期における遺伝力の値は葉部形質のそれらとほぼ同程度であるが、その他の生育時期では根重の遺伝力の方が高い。根部と葉部の遺伝的関係については、今後、検討を要する。

本研究は、各個体について最新成熟葉5枚の葉を調査対象として形態形質の変異の解析を試みたが、この5枚の葉の間には、葉の成熟度合に関して、特に生育前期においてその差が大きいことは遺伝力が低いことから考えられるが、発生的に近接しているこの5枚の葉は個体内で比較的成熟度が一定している葉と思われるし、また栄養生長期としての伸長が終りつつある葉であると思われる。従って、葉部に関する形態形質の調査を行なった本実験での供試葉は適当と思われるが、生育前期にお

る葉幅と上位葉の葉柄長においてなお問題が残る。しかし、さらに古い葉(下位葉)では枯死あるいは物理的な損傷で調査対象葉として適当でないし、また、さらに若い葉(上位葉)では生長量が大いなので調査する時期や標本にする葉によって差が大いなので調査葉として適当でないであろう。

要 約

(1) てん菜における展開葉について、葉身の大きさと葉形の遺伝変異、および、相互間の遺伝的関係を、葉位並びに、生育時期を考りよにいれてしらべるのが目的である。実験は6品種を供試し、生育前期(7月)、中期(8月)および後期(9月)の3回、葉身長、葉幅、葉柄長について、各個体で最新成熟葉あるいはそれに近い若い5枚の葉を調査した。

(2) 最新成熟葉の葉身の大きさは、生育時期によって葉柄長は葉位によって、葉形指数(長幅比)は生育時期によって全体の変異の半分以上を占めている。

(3) 葉位による遺伝力の変化は、生育前期の葉柄長に若干みられるが、一般に、各生育時期ではみられない。生育時期による遺伝力の変化では、生育中期に、いずれの形質も遺伝力が最も高い。葉形指数の遺伝力は、葉の大きさを表わす形質にくらべて高い。

(4) 葉位間の遺伝的相関は、生育中期の葉柄長で、発生順位が異なるに従って低くなることを除いて、いずれも完全な相関を示す。各形質における生育期間の遺伝的相関は、葉身長では、生育前期と中期、中期と後期の関係が、前期と後期の関係に比して高い。葉形指数では、生育前期と中期、前期と後期の遺伝的相関は低い、中期と後期の間では高い。

(5) 生育前期の葉柄長は、その後の葉身長の生育と遺伝的に密接な関係を持っている。生育後期における葉身長と葉幅は負の遺伝的相関を示し、この両形質は葉柄長と正の遺伝的相関を示し、葉身の発育は葉柄長に依存していることが考えられた。

(6) 上述の事柄から、葉部形質の遺伝変異の調査は、生育中期が適当であることが考察された。

引 用 文 献

- 1) ADAMS, M. W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to field bean, *Phaseolus vulgaris*. *Crop Science* 7: 505-511.
- 2) ARTSCHWAGER, E. 1926. Anatomy of the veg-

- etative organs of the sugar beet. Jour. Agri. Res. **33**: 143-176.
- 3) 伊藤浩司・武田友四郎 1963. 甜菜の糖生産に及ぼす温度の影響に関する研究, 第1報生育に及ぼす温度の影響. 日作紀 **31**: 272-276.
 - 4) 伊藤浩司 1965. 甜菜の光合成に関する研究, 第2報葉位別光合成能力ならびに葉葉の特性. 日作紀 **33**: 487-491.
 - 5) 伊藤浩司 1965. 甜菜の光合成に関する研究, 第3報群落光合成. 日作紀 **33**: 492-498.
 - 6) 源馬琢磨 1968. てん菜主根の肥大に関する形態学的研究. 北海道大学農学部学位論文.
 - 7) RENDEL, J. M. 1963. Correlation between the number of scutellar and abdominal bristles in *Drosophila melanogaster*. Genetics **48**: 391-408.
 - 8) 酒井寛 1966. 遺伝理論と育種技術. 育種学最近の進歩 **7**: 30-33.
 - 9) 島本義也 1967. 高等植物における発育遺伝学的研究. 北大農学部紀要 **6**: 193-230.
 - 10) SHIMAMOTO, Y and S. HOSOKAWA. 1969. Genetic variability of certain characters at the various growing stages. Jap. Jour. Breed. **19**: 100-105.
 - 11) 津田周弥・八戸三千男・細川定治 1969. てん菜の根重と糖分の間の負の相関関係に関する育種学的研究. IV 選抜による諸形質の変化. 育種学雑誌 **19** (別冊1): 48-49.
 - 12) ULRICH, A. 1954. Growth and development of sugar beet plant at two nitrogen levels in a controlled temperature green house. Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Tech. **8**: 325-338.

Summary

Some metrical characters of fully grown leaves of sugar beet, *Beta vulgaris* L., were investigated to obtain the informations of their genetic variances and relationships to each other, taking accounts of the growing stage and the sequence of leaf development. Six varieties were used and measured for blade length, blade width and petiole length of the

five recently matured leaves which were sampled in the sequence of their development in each of the early, middle and late growing stage. Results are summarized as follows:

1) Major portions of total variances of length, width and shape (length/width) of blade were the variations among growing stage. The variation of petiole length among samples in each growing stage comprised the greatest part of its total variance.

2) The heritability values of petiole length increased as approached to the matured leaf in each growing stage. Heritability values of all the observed characters were highest in the middle growing stage. The blade shape showed the greater heritability value than the characters representing the blade size.

3) The relations between two leaves which were paired an all combination from five leaves in the same growing stage were very closely and genetically correlated, but in petiole length, genetic correlation between two leaves developed at long interval in middle growing stage showed the low value comparatively. Genetic relations in blade length between two successive growing stage were more closely correlated than that between early and late growing stage, and genetic relations in blade shape among the growing stage were closely correlated to each other.

4) The petiole length in early growing stage was formed to have genetically close relationship to the growth of blade length. Although, in the late growing stage, the genetic correlation between blade length and width was negative, these both characters showed positively genetic relationship to the petiole length. From these facts, it could be considered that the growth of blade was dependent on the petiole length.

5) Based on the facts described above, the middle growing stage was concluded to be the most suitable period for the measurement of foliar characters from the view point of studying genetic variability.