



Title	テンサイ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： 交雑と選抜に伴う葉部形質の変化について。
Author(s)	津田, 周彌
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 20, 53-63
Issue Date	1977-02-25
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/13340">http://hdl.handle.net/2115/13340</a>
Type	bulletin (article)
File Information	20_p53-63.pdf



[Instructions for use](#)

# テンサイ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

## X. 交雑と選抜に伴う葉部形質の変化について。

津 田 周 彌

(北大農学部, 工藝作物学教室)

### 緒 言

著者らはさきにテンサイの品種, あるいは近親交配系統から, 根重または糖分について集団選抜を行い, それに伴う葉の数形質の遺伝的な変化を調査した結果を報告した(津田・八戸 1973)。それによれば根重が増加した系統では1枚あたりの葉面積の増加と, 発生葉数の減少が認められ, 一方糖分の増加した系統では一般に上と逆の現象が認められた。また, たまたまこれら選抜系統のなかで根重と糖分の間の負の相関が破られて生じたと見做される系統では, 上記葉部の2形質の間の負の相関が生じていないことを見出した。

一方前報(津田・1975)においては, 根重型品種であるKWS-Eと高糖性の近親交配系統であるS-26のそれぞれ任意の1個体の間で交雑したF<sub>2</sub>世代で, 根重と糖分について選抜したF<sub>3</sub>系統のなかに両親集団のいずれよりも根重が高く, 糖分が両親平均値に等しいか, それよりも高い値を示す系統が見出されたことを報告した。

この報告ではこれら雑種後代の根重・糖分の変化と葉部形質の変化との間の関連性を検討した結果を報告する。

### 材料と方法

使用した材料, 交雑と選抜, それらの採種法, ならびに形質調査のための栽植法は前報に記載した通りである。生育期間は1971年度は4月30日播種, 10月20日収穫の173日間であり, 1972年度は5月9日播種, 10月7日収穫の150日間で

あった。

葉部形質の調査方法は結果の項において, 個別に記載する。また分散分析をはじめとする統計処理は主として北大大型計算機センターを利用して行った。

### 結 果

根重・ブリックス, 両者の積で推定した糖量についての結果とその論議は前報(津田, 1975)に記述したが, 便宜上それらの数値をTable 1に再掲する。この表から交雑と選抜によって, KWS-Eより根重が増加し, 糖分(ブリックス)が同等かより高い値を示す系統(F 24, HH20, HH51, HH103, HH68, LH110など)が生じたことが判る。

**平均1葉身重:** 収穫時に調査個体(1プロット最高15個体)のそれぞれについて, 最大の葉から内方へ10枚の葉をとり, 葉柄を切除して, 葉身の新鮮重を測り, 平均1葉身重を算出した。これは1葉身あたりの平均葉面積を代表する値である。(津田・八戸 1973)。Table 2, 第2, 3列目に年次ごとの各系統の平均値と群平均値(括弧で囲みである), 第4列目には群平均値の2年間の平均を示した。またTable 3, 第4, 5列に年次別に分散分析の結果を示した。

年次間の比較をすると, 親の2集団は根重の値が著しく高い1972年度の方が大きな値を示したが, 交雑後代のほとんどの系統は1971年度の値が大きい。これら親集団のなかではS-26の方が大きい1葉身重を示した。雑種後代について検討をすると, F<sub>2</sub>世代よりも根重について選抜が行われ

Table 1. Results of performance tests for two years

Population or Line	Root weight <sup>a)</sup> (gr.)			Brix (%)			Sugar Yield <sup>b)</sup> (gr.)		
	1971	1972	Mean	1971	1972	Mean	1971	1972	Mean
Original Population	(457)	(672)	(554)	(19.2)	(19.3)	(19.2)	( 88)	(130)	(106)
KWS-E	462	684	562	18.1	18.3	18.2	84	126	102
S-26 <sup>c)</sup>	452	<del>684</del> 635	546	20.4*	<del>19.7*</del> 20.7*	20.3*	93	<del>137</del> 131	111
F <sub>2</sub>	(534)	(735)	(626)	(19.4)	(19.3)	(19.3)	(105)	(143)	(125)
F03		729			19.4*			143	
F05	522			19.6*			104		
F06	534			19.6*			106*		
F11		699			19.6*			133	
F20		777			19.0			147	
F23	488			19.4*			95		
F24	608*	710	657*	19.2*	19.3*	19.3*	117*	137	126*
F27	526	797	647	19.3*	19.2	19.2*	102	153	124*
F <sub>3</sub>	(607)	(743)	(672)	(19.4)	(19.2)	(19.2)	(120)	(144)	(130)
HH Group	(679)	(743)	(706)	(19.0)	(19.1)	(19.0)	(129)	(143)	(136)
HH20	717*	845	779*	18.4	18.6	18.5	134*	157*	143*
HH24		655			19.8*			130	
HH51	592*	737	665*	19.3*	18.7	19.1*	115*	138	125*
HH66	628*	678	653	19.4*	19.1	19.3*	122*	130	125*
HH68	738*	821	778*	19.0*	19.3*	19.1*	142*	161*	150*
HH103	683*			19.1*			133*		
LH Group	(562)	(762)	(655)	(20.0)	(19.3)	(19.7)	(113)	(148)	(127)
LH22	572*	722	647	20.1*	19.9*	20.0*	116*	144	128*
LH27	645*	709	677*	19.8*	18.7	19.2*	128*	133	130*
LH29	472			19.7*			93		
LH59		908*			18.9			172*	
LH82	561*	666	612	20.2*	19.5*	19.9*	114*	130	121
LH110	573*			20.0*			115*		
LH112		833			19.4*			162*	
LL	548	649	596	18.7*	19.2	18.9	103	127	113
Mass selected									
K-RR		848			16.7#			141	
K-SS		551			19.6*			113	

\* : significantly higher value than that of KWS-E at 5% level.

# : significantly lower value than that of KWS-E at 5% level.

a) Retransformed from mean of log x. b) Estimated from product between root weight (gr.) and Brix (%). c) S-26 could not be tested in 1972 because of shortage of seeds, and 2 progenies which were mass-selected for root weight and sugar contents respectively, were grown as the original population.

**Table 2.** Variation in some foliar traits caused by hybridization and/or selection.

Trait	Weight of a lamina (g)			Number of leaves developed in a season			Plant height (cm)			Lamina length (cm)			Lamina width (cm)		
	1971	1972	Mean	1971	1972	Mean	1971	1972	Mean	1971	1972	Mean	1971	1972	Mean
Original Population	(11.2)	(12.3)	(11.8)	(59.1)	(53.9)	(56.3)	(44.6)	(51.1)	(47.9)	(19.3)	(22.3)	(20.8)	(10.0)	(14.4)	(12.2)
KWS-E	9.6	11.8	10.7	56.8	51.2	54.0	43.1	50.7	46.9	17.4	21.1	19.3	9.9	14.0	12.0
S-26	12.8*	13.1*		62.4*	56.6*		46.0	51.5		21.1*	23.5*		10.1	14.8	
F <sub>2</sub>	(10.6)	(9.9)	(10.2)	(66.6)	(58.8)	(62.6)	(51.5)	(50.8)	(51.2)	(23.1)	(22.5)	(22.8)	(10.3)	(13.7)	(12.0)
F <sub>03</sub>		10.1			59.6*			48.6			21.6			14.1	
F <sub>05</sub>	8.9			73.0*			49.6*			21.3*			9.9		
F <sub>06</sub>	10.8			62.2*			54.5*			23.9*			11.9*		
F <sub>11</sub>		9.5#			59.1*			50.3			22.6			13.1	
F <sub>20</sub>		9.9#			59.3*			51.7			23.1*			13.8	
F <sub>23</sub>	10.6			67.2*			50.7*			22.4*			9.8		
F <sub>24</sub>	11.9*	10.3		65.3*	55.0		50.6*	50.8		23.7*	23.8*		10.6	14.5	
F <sub>27</sub>	10.6	9.3#		65.1*	59.8*		52.0*	52.4		24.2*	21.6		9.5	13.1	
F <sub>3</sub>	(12.3)	(10.8)	(11.6)	(62.5)	(54.0)	(58.3)	(52.7)	(51.3)	(52.0)	(24.0)	(23.4)	(23.7)	(11.0)	(14.4)	(12.7)
HH Group	(13.9)	(11.1)	(12.7)	(59.4)	(53.1)	(56.3)	(51.8)	(51.1)	(51.5)	(24.8)	(23.6)	(24.2)	(11.7)	(14.4)	(13.1)
HH20	14.2*	11.3		55.5	48.2		55.2*	51.0		26.5*	23.9*		12.3*	14.4	
HH24		10.0#			57.9*			51.1			22.6*			13.4	
HH51	12.7*	9.6#		64.7*	55.5		48.2*	50.2		23.5*	23.0*		11.7*	13.8	
HH66	14.8*	12.1		60.3	51.3		54.7*	53.8*		24.8*	25.1*		12.2*	15.4*	
HH68	13.6*	12.6		61.0*	52.6		51.3*	49.5		25.6*	23.6*		10.5	15.2*	
HH103	14.1*			55.5			49.5*			23.5*			11.8*		
LH Group	(11.5)	(10.6)	(11.2)	(66.3)	(58.1)	(62.2)	(51.4)	(50.0)	(50.7)	(23.5)	(23.0)	(23.3)	(10.4)	(13.6)	(12.0)
LH22	11.3	9.7#		69.0*	59.3*		51.8*	49.5		24.5*	22.0		9.8	12.4#	
LH27	10.6	10.7		67.3*	57.7*		52.7*	51.1		22.4*	23.1*		10.1	13.7	
LH29	11.0			63.4*			51.7*			22.9*			10.2		
LH59		10.5			57.5*			48.5			22.3			13.0	
LH82	10.9	10.0#		69.2*	59.2*		49.7*	51.2		23.3*	23.8*		10.2	13.7	
LH110	14.0*			62.5*			51.2*			24.3*			11.6*		
LH112		12.4			56.7*			49.7			23.8*			15.1	
LL Group	11.5*	10.8	(11.2)	61.8*	50.8	(56.3)	55.0*	52.9	(54.0)	23.7*	23.7*	(23.7)	11.0*	15.1	(13.1)
KWS-E-RR		12.1			46.2#			49.7			19.9			14.5	
KWS-E-SS		8.4#			60.0*			45.7#			19.0#			12.7#	

\* : significantly larger value than that of KWS-E at 0.05 level. # : significantly smaller value than that of KWS-E at 0.05 level.

**Table 3.** Anova for foliar traits

Source of variation	df		Weight of a lamina		Number of developed leaves in a season		Plant height		Lamina length		Lamina width	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972
	Block	3	2	19.1	8.8	33.4	46.1	61.7	36.9	2.3	6.9	5.7
Line	17	20	11.8	5.4	90.9	53.2	39.2	8.8	15.7	6.4	3.4	2.4
Original vs. Hybrids	1		4.0	19.9**	135.6**	29.8	372.3**	0.5	145.6**	3.4	4.9**	0.9
F <sub>2</sub> vs. F <sub>3</sub>	1		57.1**	10.6	200.8**	117.1	2.6	0.0	13.2	6.6	6.1*	1.3
Among F <sub>3</sub> Groups	2											
H vs. LL	1		4.8	0.0	4.3	61.5	41.8	15.2	0.8	0.5	0.0	3.0
HH vs. LH	1		53.4**	1.8	469.1**	183.9**	1.3	9.4	17.3	3.3	17.2*	5.5*
Within group	12		5.1**	2.9*	56.0**	18.2*	19.3**	5.9	5.2**	2.6*	2.5**	2.2**
F <sub>2</sub>	4		4.4*	0.4	65.8**	12.0	14.6*	6.1	5.8**	2.3	3.7**	1.2
HH	4		2.9	5.1**	61.9**	42.6**	38.3**	7.9	6.7**	2.7	2.0**	2.3**
LH	4		8.0**	3.2*	40.2**	3.8	4.9	3.9	3.2*	2.9	1.9**	3.2**
KWS-E vs. S26	1		20.1**	2.6	63.5**	42.0**	16.9	1.0	27.1**	8.5**	0.0	1.0
K-RR vs. K-SS	1			20.4**		285.8**		24.3*		1.3		4.6**
S-26 vs. S-26S	1			0.0		62.2*		0.1		2.2		1.3
Error	51	40	1.3	1.1	4.6	8.6	5.7	3.5	1.1	1.2	0.4	0.5

たF<sub>3</sub>世代の方が大きな値を示した。1971年度ではほとんどのF<sub>3</sub>系統が両親集団より大きな葉身を持っていたが、翌年ではほとんどのF<sub>3</sub>系統は平均親に等しいか、それよりも小さな葉身をもっていた。F<sub>3</sub>世代のなかでは、高収・高糖という特性によって逆抜された個体群の後代、つまりHH群が一般に大きな葉身を持っていた。しかしながら、同一群内の系統間にも有意な差が認められた。またK-SS、すなわち品種KWS-Eから糖分について2回連続して集団逆抜し、根重が低く、糖分が高くなった系統は著しく小さな葉身を持っていた。

このような葉身の大きさの変化が、根重とブリックスの変化とどのような関連性を示すかを検討するため相関係数を求めてTable 4に示した。すなわちこれら形質の群間、系統間差が明瞭に示された1971年度においては有意な相関係数が得られ、一般に1葉身重は根重とは正、ブリックスとは負の相関反応を示した。

**発生葉数・出葉速度：** 両年度とも、7月10日に萌芽以降に発生した葉の数を数え、以後7月31日、8月20日、9月10日、収穫期と、ほぼ3週間置きに、それぞれの期間中に発生した葉の数を数えた。Fig. 1には各期の発生葉数を10日間単位に換算して、各期の出葉速度とし、その系統・乃至群平均値をプロットした。またTable 2の第5、6列目に、全生育期間に亘る発生葉数の系統

平均値を年次別に示し、第7列目には2年間の群平均値を示した。この形質の年次別分散分析の結果はTable 3、第6、7列目に示してある。

Fig. 1から明らかなように、萌芽から7月10日までの生育初期（以下第I期と称する）の出葉速度は1971年が高い値を示したのに対し、第II期以降は翌年度の方が高い値を示した。1971年の第I期の期間は約60日、第V期（9月11日より収穫まで）が約40日であるに対し、翌年度ではそれぞれ約50、27日であるため、全発生葉数は1971年度が多くなっている。

出葉速度の時期的な推移について検討すると、いずれの年にも気温の最も上昇する7月中旬以降の3週間（第II期）が最も高く、それ以降順次減少する。しかし、その減少の程度も年によって異なっている（分散分析表省略）。

この葉の発生速度の時期的推移は系統乃至群との間に交互作用が認められた（分散分析表省略）。すなわち、親集団であるKWS-EとS-26とを比べると、第I期では前者の方がむしろ高い値を示しているが、第II期以降は後者が有意に高い値を示し、結果的に総出葉数はS-26が有意に多くなっている。また雑種後代の大部分は第I期、第II期にはS-26よりも出葉速度は高いが、それ以後は低い値を示した。

雑種後代のなかでブリックスの高いF<sub>2</sub>とLH群はいずれも発生葉数が他の群より多く、また出

**Table 4.** Correlation coefficients for weight of a lamina versus root weight, or Brix.

Computed on the basis of	df		Root weight		Brix	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972
All strains	16	19	+ .632**	+ .129	-.052	-.066
Hybrid progenies	14	14	+ .698**	+ .228	-.383	-.173

**Table 5.** Correlation coefficients for number of leaves developed in a season versus root weight, or Brix

Computed on the basis of	df		Root weight		Brix	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972
All strains	16	19	-.325	-.038	+.618**	+.562**
Hybrid progenies	14	14	-.580*	+.129	+.650**	+.419

**Table 6.** Correlation coefficients for number of leaves developed during each successive growing period versus root weight, or Brix.

1. Computed on the basis of all strains (df=16 in 1971, 19 in 1972).

Number of leaves developed during period of	Root weight		Brix	
	1971	1972	1971	1972
3. Emergence to July 10	-.026	+.575**	+.241	+.014
4. July 11 to July 30	-.097	+.112	+.513*	+.330
5. July 31 to Aug. 20	-.373	-.432	+.597**	+.558**
6. Aug. 21 to Sept. 10	-.594**	-.370	+.733**	+.730**
7. Sept. 11 to Harvest	-.423	-.085	+.776**	+.671**

2. Computed on the basis of hybrid progenies (df=14)

3. Emergence to July 10	-.465	+.595*	+.455	+.123
4. July 11 to July 30	-.477	+.060	+.575*	+.339
5. July 31 to Aug. 20	-.444	-.178	+.587*	+.387
6. Aug. 21 to Sept. 10	-.688**	-.147	+.721**	+.439
7. Sept. 11 to Harvest	-.607*	+.074	+.703**	+.242

葉速度の推移も類似した傾向を示した。これに対し、根重が高く、ブリックスのやや低いHH群は他群に比べて発生葉数が減少する。なかでもHH20, HH103の両系統はKWS-Eに比べてもむしろ低い値を示した。また全系統中、最大の根重を有する一方、ブリックスが最低のK-RRは発生葉数は最少であり、一方根重が最低で、ブリックスが比較的高いK-SSは全系統中最高の発生葉数を示し、出葉速度の推移はS-26と類似した傾向を示した (Fig. 1)。

Table 5, 6にはこれら発生葉数に関する形質と、根重・ブリックスの間の相関係数を示した。根重はこれら形質とは負の値を示すことが多かったが、1972年度の第I期には有意な正の値を示した。一方ブリックスは全般に後になるに従ってこれらの関係が密接になっていくことが示唆された。**草丈・葉身長・葉幅：** 1971年度は9月24日、1972年度は7月28日、8月30日、及び収穫時に、それぞれの時点で生育量の最も大きい葉について、草丈（当該葉の葉柄基部から葉身先端までの長さ）、葉身長（葉身の長径）、葉幅（葉身の最大の幅）を測定した。Table 2の第8列以降にそれらの結果を示した（ただし1972年度の数値は8月30日調査の結果である）。またTable 3の第8列

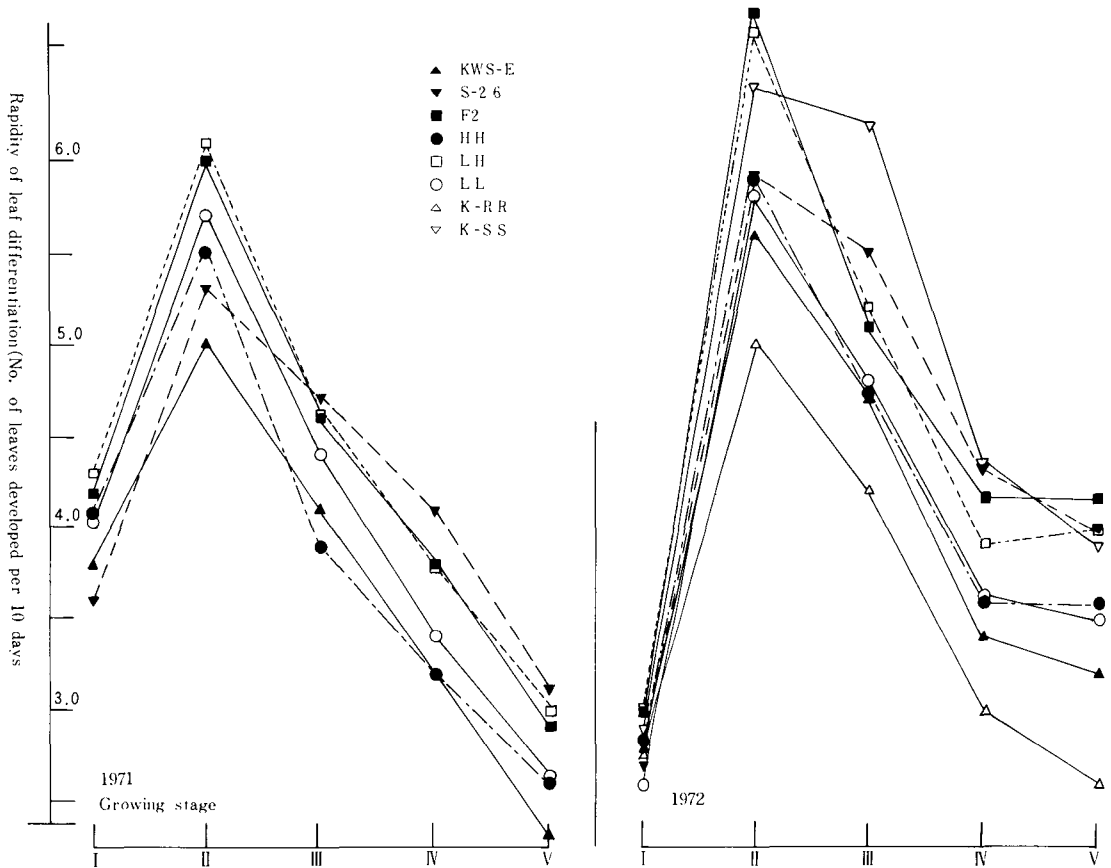
以降にそれらの年次別の分散分析の結果を示した。

調査時期が異なるため、年次間の比較は適当でないが、一般に葉幅は1972年度の方が大きい傾向を示した。親集団の間で比べると、KWS-EはS-26より葉身長、葉幅ともに小さい傾向を示した。雑種後代においては、群内系統間に全ての形質について有意な差が認められた。群間では葉幅についてHH群がLH群より有意に広く、K-RRはK-SSに比べて葉幅だけでなく草丈も大きかった。一般に雑種後代は草型などの特徴がS-26に類似していた。

Table 7にはこれら形質と根重・ブリックスとの相関係数を示した。すなわちこれら葉の生育量を示す形質はあまり明瞭ではないが、根重とは正、ブリックスとは負の相関を有することが認められた。

**葉部形質間の相関：** Table 8, 9に以上の葉部諸形質間の系統平均値に基づく相関行列を示した。1葉身重は発生葉数と負の相関を示すが、その値は雑種後代のみについて計算したときに高い値を示す傾向がある。また当然のことであるが1葉身重は葉身長や葉幅と高い正の相関を示すが、後者との相関が特に密であった。

**Fig. 1.** Rapidity of leaf differentiation in each successive growing stage. (Growing stage I; From emergence to July 10, II; From July 11 to July 31, III; From Aug. 1 to Aug. 20, IV; From Aug. 21 to Sept. 10, V; From Sept. 11 to harvest)



**Table 7.** Correlation coefficients for some foliar traits versus root weight, or Brix.

1. Computed on the basis of all strains.

Between	Root weight				Brix			
	1971 Sept.	July	1972 Aug.	Sept	1971 Sept.	July	1972 Aug.	Sept.
Plant height	+ .416	+ .377	-.091	+ .166	-.016	-.533*	+ .055	-.023
Lamina Leng.	+ .673**	+ .333	+ .056	+ .226	+ .072	-.122	+ .352	+ .276
Lamina Width	+ .510*	+ .190	-.053	+ .118	-.269	-.368	-.045	-.506*

2. Computed on the basis of hybrid progenies

Plant height	+0.98	+ .338	-.465	-.277	-.363	-.258	-.067	+ .037
Lamina Leng.	+ .596*	+ .425	-.222	+ .036	-.429	-.369	-.213	-.112
Lamina Width	+ .450	+ .279	-.160	-.094	-.436	-.333	-.179	-.184

Table 8. Correlation matrix for foliar traits in 1971.

Trait	1	2	3	4	5	6	7	11	12	13
1		-.593**	-.543*	-.451*	-.604**	-.580**	-.453*	.265	.604**	.719**
2	-.789**		.823**	.878**	.890**	.895**	.898**	-.002	.088	-.604**
3	-.778**	.903**		.770**	.580**	.531	.535*	.296	.123	-.359
4	-.719**	.882**	.726**		.740**	.689**	.763**	.062	.044	-.390
5	-.760**	.927**	.791**	.853**		.869**	.856**	-.214	-.282	-.762**
6	-.783**	.967**	.826**	.846**	.823**		.926**	-.214	-.280	-.643**
7	-.742**	.942**	.765**	.862**	.864**	.934**		-.150	-.134	-.559**
11	.177	-.393	-.194	-.578*	-.400	-.357	-.494		.790**	.450*
12	.693**	-.625**	-.520*	-.713**	-.621*	-.605*	-.646**	.538*		.512*
13	.741**	-.757**	-.669**	-.657**	-.833**	-.712**	-.710**	.382	.512*	

Trait; 1; Weight of a lamina. 2; Total number of leaves developed in a season. 3-7; Number of leaves developed in each successive growing period. 11; Plant height. 12; Lamina length. 13; lamina width. \*, \*\*; Significant at 0.05 and 0.01 level respectively.

Below diagonal; Computed on hybrid progenies.

Above diagonal; Computed based on all lines tested.

Table 9. Correlation matrix for foliar traits in 1972

Trait	1	2	3	4	5	6	7	11	12	13
1		-.493*	-.313	-.600**	-.442*	-.224	-.336	.338	.404	.785**
2	-.525*		.507**	.875**	.772**	.840**	.866**	-.279	-.118	-.573**
3	-.227	.595*		.553**	.036	.182	.380	-.178	-.161	-.438*
4	-.601*	.912**	.519*		.533*	.565**	.737**	-.102	-.131	-.582**
5	-.705**	.789**	.144	.774**		.863**	.699**	-.393	-.331	-.601**
6	-.491	.901**	.416	.804**	.780**		.849**	-.128	.009	-.330
7	-.483	.815**	.524*	.760**	.725**	.842**		-.040	.183	-.410
11	.054	-.378	-.295	-.221	-.276	-.100	-.224		.674**	.448*
12	.664**	-.648**	-.434	-.732**	-.613*	-.377	-.483	.505*		.578**
13	.804**	-.620*	-.428	-.617*	-.763**	-.498**	-.599**	.315	.755**	

The number of trait represents the said trait as in Table 8.

Below diagonal; Computed based on hybrid progenies.

Above diagonal; Computed based on all lines tested.

\*, \*\*; significant at 0.05 and 0.01 level respectively.

全発生葉数と各生育時期の出葉速度との相関は当然高い正の値を示したが、生育前期の出葉速度との関係は相対的に低い。また兩年とも7月、8月の間の出葉速度は葉身長・葉幅に対して最も高い負の相関を示した。

## 論 議

供試した雑種集団の親のそれぞれが属するKWS-EとS-26が示す葉部形質の特性はこれまでの報告(津田・八戸1973)によく一致している。

すなわちS-26の1葉身重はKWS-Eに比べてやや大きい値を示す一方、出葉数も多い。ただし生育初期の出葉速度はむしろKWS-Eの方が高い傾向を有している。

雑種後代の1葉身重はS-26に比べて小さいがKWS-Eに匹敵し、生育初期の出葉速度は両親のいずれよりも高い(Table 2, Fig. 1), 従ってこの時期の葉面積の展開は少くともKWS-Eに比べて相当効率的であることが推定される。なかでも兩年を通じて根重・ブリックスともKWS-Eより



**Table 10.** Multiple regression analysis

Dependent variable	Year	No. of lines	Standard regression coefficient					R	R <sup>*2</sup>	
			Weight of lamina	Number of leaves developed during						
				I <sup>2)</sup>	II	III	IV	V		
Root	'71	18	+0.685**	+0.435	+0.179	+0.554	-1.023**	-0.010	.900**	.705
Weight	'72	20	+0.500*	+0.665**	+0.199	+0.377	-1.162	+0.407	.838**	.589
	'71	16 <sup>1)</sup>	+0.728*	+0.466	+0.229	+0.582	-1.167	-0.036	.865*	.580
	'72	16 <sup>1)</sup>	+0.542	+0.937*	+0.026	+0.694	-0.902	+0.082	.835*	.497
Brix	'71	18	+0.476*	-0.093	+0.041	-0.034	+0.684	+0.407	.879**	.645
	'72	20	-0.073	-0.210	-0.169	-0.368	+0.804	+0.426	.783*	.505
	'71	16 <sup>1)</sup>	+0.377	-0.289	-0.127	+0.067	+1.032	+0.292	.800*	.400
	'72	16 <sup>1)</sup>	+0.101	+0.184	-0.091	+0.492	+0.645	-0.594	.537	-

R<sup>\*2</sup> - Coefficient of determination corrected by degree of freedom

1) Computed on the hybrid progenies

2) I; From emergence to July 9, II; July 10 to July 30, III; July 31 to Aug. 20, IV; Aug. 21 to Sept. 10, V; Sept. 11 to harvest.

\*, \*\*; significant at 0.05 and 0.01 level respectively.

**Table 11.** Multiple regression analysis (Continued) (Stepwise procedure)

Dependent variable	Year	No. of lines	Standard regression coefficient				R	R <sup>*2</sup>
			Weight of Lamina	Number of leaves developed during (I + II) <sup>2)</sup>		III		
Root	'71	18	+0.757**	+0.648**	+0.567	-1.048**	.890**	.853
Weight	'72	21	+0.375	+0.841*	-0.246	-0.471	.714*	.388
	'71	16 <sup>1)</sup>	+0.749*	+0.627	+0.622	-1.192*	.852**	.627
	'72	16 <sup>1)</sup>	+0.345	+0.942*	-0.206	-0.467	.601	.362
Brix	'71	18	+0.489*	-0.072		+1.075**	.877**	.720
	'72	21		-0.224	-0.297	+1.127**	.786**	.551
	'71	16 <sup>1)</sup>	+0.364	-0.365		+1.337**	.796**	.502
	'72	16 <sup>1)</sup>	+0.107	+0.056		+0.480	.469	.220

R<sup>\*2</sup> - Coefficient of determination corrected by degree of freedom

1) Computed on the hybrid progenies

2) Pooled data of growing period

\*, \*\*; significant at 0.05 and 0.01 level respectively

高い値を示した系統 (F 24, HH51, HH68, LH27 など) は大体において1葉身あたりの面積が大きく、また葉数とくに8月以前の出葉速度が高い値を示した。一方 KWS-E に比べて根重には差が認められなかったが、ブリックスが有意に高い値を示した系統 (F 27, HH66, LH22, LH82 など) の大部分は著しく高い葉数と、比較的低い1葉身面

積とを示した。さらに KWS-E に比べ、根重が有意に高く、ブリックスにおいては差を示さなかった HH20 は1葉身面積が大となり、発生葉数はむしろ減少した。

以上のように雑種集団、あるいはそれから選抜を行った場合においても、前報 (津田・八戸 1973) において認められたのと同様な葉部形質の相

関反応が認められた。つまり根重の遺伝的な変化は1葉身あたりの面積を示す形質に正の相関反応、出葉数など葉の分化機能を示す形質に負の相関反応をもたらした。一方ブリックスの遺伝的な変化はこれら葉部形質に対して逆の相関反応をもたらした。そしてさらに根重と糖分の負の相関が破れた場合には、葉部形質のこれら両者の正の方向への変化が認められたことになる。

これら地上部の葉部形質の遺伝的な変化は光合成その他の生理的機能の変化を通じて地下部の発育に影響することになる。その影響の程度を検討するため以下のような重回帰分析を行った。計算は全て北大大型計算機センター提供のSPSS (Statistical Package for the Social Science) 第5版記載の方法によった。

従属変数として根重とブリックスをそれぞれと、独立変数としては1葉身重と出葉速度を用いた。これは測定の簡便さ、自由度の大きさ、葉部形質相互間及びそれらの従属変数に対する相関の大きさを考慮したためである。

Table 10に6つの独立変数を同時に考慮した場合の標準重回帰を年次別、また供試系統全てについて計算した場合と、雑種集団のみに限定した場合とについて示した。自由度調整ずみの寄与率(奥野その他, 1971)  $R^2$ の値は1971年度の方が高いが、全集団の根重の変異の60~70%がこれら葉部形質の変動によって説明でき、雑種集団のみについては50%前後であった。一方ブリックスの変異は全集団については50~60%、雑種集団のみについては40%前後の変動が、これら葉部形質の変動により説明可能であった。

ここで各独立変数の標準偏回帰係数を検討すると、第II、V期の出葉速度の値が小さい。そこでI期とII期、IV期とV期の出葉速度をそれぞれ合算して、計4変数として、新たに逐次進捗法によって重回帰を求めた。その結果がTable 10に示してある。ここに示したのは残渣分散が最少になった時点での結果である。 $R^2$ の値は1972年度の根重についての値が表9の値より減少しているが、その他の場合はむしろ増加した。いずれにしても根重の系統間変異の40~80%、ブリックスのその

20~70%は1葉重・生育各期の出葉速度など測定と比較的容易な葉の形質の変化によって説明できることが示唆された。

各独立変数の標準偏回帰係数を検討すると根重についての回帰式では、生育初期の出葉速度が正の有意な値を示すことが多く、その値は1葉身重の値と匹敵していること、またこの形質のブリックスに対する標準偏回帰係数は負の値であるが極めて小さいことが示された。また一方1葉身重の偏回帰係数は、根重・ブリックスの両方の回帰式において正の値を示すことが多いのは興味がある。これら2つの葉部形質は相互間の負の相関も比較的低い(Table 8, 9)。従って第III期以降の出葉数が一定に保たれるならば、これら両形質の増加は根重・ブリックスの増加に寄与することになろう。これは同一品種を用いる一般栽培において、初期の生育期間における葉面積の展開を促進する自然乃至人為的環境条件が、根重・糖分の向上に有利に作用するという事実と照応するものと言えるかもしれない。しかしこれが逆抜の場合の具体的指標として役立つか否かはさらに検討を要するところで、今後の研究課題として残される。

## 摘 要

所謂「根重型品種」KWS-Eと高糖型系統S-26のそれぞれ1個体間の交雑 $F_2$ 及びそれより根重と糖分のいずれか、または両者について逆抜した $F_3$ 系統の葉部の種々の形質の変化を根重・ブリックスの変化に関連づけて検討し以下の結果を得た。

1) 1枚あたりの葉面積を表わす1葉身重は根重の変化とは正、ブリックスの変化とは負の相関を示すのが一般であった。

2) 葉身長、葉幅など1枚あたり葉面積に関連する形質も上と同じような関係を示したが、その程度は低かった。

3) 生育期間全般に亘る出葉数は根重の変化とは負、ブリックスのそれとは正の相関を示した。生育期間を5期に分けた各期の出葉速度(出葉数/10日)は根重・糖分に対してと同じような関連性を有していたが、生育期が進むに従い関連の度

合は密になった。

4) 葉の大きさを表わす諸形質と葉の発生能力の間には一般に負の相関が認められた。

5) これら相関係数に基づき、根重・ブリックスをそれぞれ従属変数とした重回帰分析を行ったところ、根重の遺伝的変異の40~80%、ブリックスの20~70%が、1葉身重と各期の出葉速度の変異によって説明された。また偏回期係数について1葉身重と初期の出葉速度はほぼ同じ符号

を有する点について少しく考察を加えた。

#### 引用文献

- 奥野忠一その他, 1971, 多変量解析法, 日科技連出版社, 東京, p. 44~47.
- 津田周彌・八戸三千男, 1973, 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。Ⅷ, 集団選抜に伴う葉部形質の相関反応。育種 23: 139~147.
- \_\_\_\_\_ 1975, \_\_\_\_\_。Ⅸ, 交雑F<sub>2</sub>世代における選抜。北大農・邦文紀要, 9(2): 144~154.

## Genetic studies on the negative correlation between root weight and sugar content in sugar beets

(X. correlated response of some foliar characters accompanied with hybridization and selection)

Chikahiro TSUDA

(Lab. of Industrial Crops)

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

### Summary

The author has indicated that the mass selections for root weight or sugar content of sugar beets caused the characteristic variation in some foliar traits (Tsuda and Hachinohe 1973). This report intended to inquire whether such correlated responses occurred in the maternal progenies selected from a hybrid population between the yield type variety KWS-E and a sibmated line with high sugar content. The hybridization and selections were made to seek out the efficient method for the simultaneous improvement in root weight and sugar content, and the detailed results have been reported in elsewhere (Tsuda 1975). As shown in Table 1, some maternal lines derived from selected F<sub>2</sub> plants were superior in both root weight and Brix percentage to those of the variety KWS-E.

The results of the present investigation can be summarised as follows ;

1) The increase in root weight by selection accompanied the increase in weight per lamina, lamina length, lamina width, and the decrease in number of leaves developed in a season, rapidity of leaf differentiation in the later growing period (Table 2 - 7 and Fig. 1).

2) As Brix percentage was increased by selection, the weight per lamina, lamina length, and lamina width decreased, on the other hand, the number of leaves developed in a season, rapidity of leaf differentiation increased (Table 2 - 7 and Fig. 1).

3) The relationship of the rapidity of leaf differentiation with root weight and Brix percentage became closer as the growing stage advanced (Table 6).

4) Generally speaking, the progenies showing the superiority in both root weight and Brix percentage in comparison with those of the variety KWS-E showed higher values in the weight of a leaf and rapidity of leaf differentiation in the earlier growing stage.

These results mentioned above are quite similar to those observed in mass selections.

5) The multiple regression analyses clarified that 40 to 60 percent of the genetic variation in the root weight, and 30 to 50 percent of that in the Brix percentage could be explained by the variation in these foliar traits operating jointly (Table 10 and 11).

6) The analyses also showed that the partial regression coefficients on the weight of a lamina and the rapidity of leaf differentiation during emergence to July 31 had the positive or very small negative values in two multiple regression equations of which dependent variables are the root weight and Brix percentage respectively.

These results suggest that the selection for the increase in these two foliar traits may be useful for the simultaneous improvement of both root weight and sugar content, provided that the rapidity of leaf differentiation in the later growing stage is held constant.