

北海道在来オーチャードグラスの表型による 栄養系選抜に関する考察

脇 本 隆†

PRELIMINARY ASPECTS ON PHENOTYPIC CLONAL SELECTION IN DOMESTIC VARIETIES OF ORCHARDGRASS IN HOKKAIDO

Takashi WAKIMOTO

北海道東部において、オーチャードグラスの利用はあまり多くないが、耐冬損性の低いことが主な理由であり、適応品種の育成が望まれる。育種プログラムは個体、さらに栄養系の表型選抜に始まり、その的確さは育種の効率に大きな影響を及ぼすはずである。反復栄養系試験区における2年間の成績の統計遺伝的考察から、ポテンシャルな母本を選抜するために3番草収量および冬損程度に対する選抜が効果的であろうことを示した。

I 緒 言

オーチャードグラスは北海道では栽培歴史の古い牧草であり、イネ科の中ではチモシーとともに最も重要な草種の1つである。気候および土壌条件に対して広い適応性を有しているといわれているが、道東地方では冬損が多く、オーチャードグラスは草地から漸次消滅していくので基幹草種となりえず、道東地方ではその利用は余り多くない。冬損は、積雪下における雪腐病¹⁾ (主として大粒菌核病菌 *Sclerotinia borealis* BUB. et. VLEUG. による被害が主な原因としてあげられている。牧草の雪腐れ防除については麦類と同様に PCNB や有機水銀剤などを根雪直前に散布する方法¹⁾ や、越冬前の生育をおう盛にして同化産物を蓄積させておくこと²⁾ も効果が大きいといわれている。しかし、耐冬損性系統の育成にまつところはさらに大であろう。

牧草の育種プログラムの第一段階は表現型によるすぐれた個体を選抜することから始まる。このポテンシャルな母本の選抜の適否は当然ながら後に続く育種過程の効率に大きく影響するのであ

う。個体に対する評価はしばしば偶然性による変異によって、判定の的確を欠く場合が多いので、個体の栄養増殖による栄養系について行なう方が望ましい。しかし、非常に多数の個体からなる基礎集団では、個体選抜に続いて、さらにそれらの栄養系に対して評価を加え、その的確を期すことになる。

オーチャードグラスの反復栄養系試験区の成績にもとづいて、統計遺伝的考察を試み、多収、耐冬損性のポテンシャルな母本を選抜するための栄養系の特性や変異の大きさに関する知見をえたので報告する。

II 試験方法

この試験は帯広市大正町の札内川により開析された河谷に近い段丘上に位置する火山灰性土の圃場で実施した。

北海道在来オーチャードグラスの個体植えした集団の中から、草勢の良い個体を81個体選抜し、それぞれをできるだけ均等な plantlets に分け、基部を数日間水に浸して(水は毎日2回取り換え)発根させ、その中から均等な大きさの8つの plantlets を選んだ。1960年7月にそれらの1つずつ

† 根創農業試験場

を、それぞれ8ブロックの正方形(9行×9列)の栄養系試験区に配した。1ブロックは81plantletsからなり、おのおのを1×1mの栽植距離をもって無作為に配置した。施肥は基肥として移植時に尿素化成肥料(6-11-11)を1plantletsごとに30gを、追肥は毎年早春に50gを株の周りに施した。定着の成功した73栄養系について、1961年および'62年にわたって、次の形質を調査した。

1961年

- 1) 出穂期 最初の3本の穂が出たときとし、4月7日の融雪期からの日数で表わした。
- 2) 草丈 開花期における地上から穂の先端までの高さ。
- 3) 茎数 開花期における出穂茎と節間伸長茎の総和。
- 4) 1, 2および3番草基部面積 刈り株の長さ×短径の積。
- 5) 1番草収量 それぞれの栄養系の開花期に5cmの高さで刈取った生草量。
- 6) 2および3番草収量 8月16日および10月16日にそれぞれ刈取った生草量。
- 7) 病害程度 2番草について観察し、病変なしから病変甚大までの範囲に0~5の得点を与えた(病変は主に雲形病および条葉枯病であった)。

1962年

- 8) 冬損程度 早春に観察し、基部面積に対する枯死部の割合をもって表わし、冬損なしから完

全冬損までの範囲に0~10の得点を与えた。

- 9) 茎数 出穂期における出穂茎と節間伸長茎の総和。

10) 1番草収量 それぞれの栄養系の出穂期(判定できない時は草勢により)に刈取った生草量。

11) 2および3番草収量 8月13日および10月5日にそれぞれ刈取った生草量。

12) 1, 2および3番草基部面積 '61年に準ずる。

III 試験結果および考察

1961年および'62年ともに平年並の気候であったが、'62年は前年にくらべて、やや低温、多雨であった。

兩年における各形質の平均値および範囲はTab. 1に示すとおりである。

冬損程度および茎数は、'62年は前年よりも非常に劣り、また基部面積の増加量は年次の経過に従い小となったが、兩年次とも1番草において増加量が大きであった。収量は兩年次間にやや類似した傾向が見られ、ともに2番草収量が最大で、年間合計収量も近似した。兩年次にわたって、各形質とも栄養系間に大きな変異が見出され、一般に'62年の方が前年よりも変異の幅が大となっている傾向が見られた。

分散および遺伝的変異性

分散分析から遺伝分散 V_g 、および誤差分散 V_e 。

Tab. 1 Means and ranges for agronomic characteristics.

	1961		1962	
	mean	range	mean	range
Winter damage	none		1.2	0~3.5
Heading date	June 1	May 27~June 6	—	—
Plant height	99	77~155	—	—
Stem number	33.3	18.4~72.6	13.5	0.3~72.5
Basal area (1st crop)	150	98~223	305	197~413
ditto (2nd crop)	213	139~273	335	229~439
ditto (3rd crop)	254	179~342	370	249~493
Green yield (1st crop)	336	120~650	551	281~830
ditto (2nd crop)	758	368~1,077	716	348~1,154
ditto (3rd crop)	417	215~677	302	115~491
Total green yield	1,511	893~2,000	1,571	883~2,475
Disease damage (2nd crop)	2.9	1.6~4.0	—	—

を求め、遺伝的変異性を推定した⁹⁾ (Tab. 2)。

栄養系試験区の各ブロックに配置された plantlets はできるだけ均等な大きさのものをういたが、この大小は試験の精度に大きく影響した。一

般に、出穂期、草丈、病害程度および冬損程度などの形質は plantlets の大小によってあまり大きな影響を受けないであろう (仮に固定的形質と呼ぶ)。これに対して、茎数、基部面積および収量などは

Tab. 2 Genetic constants for agronomic characteristics of 73 orchard grass clones planted at Obihiro, Hokkaido, in the summer of 1960.

Genetic constant Trait	Variance		Factor effect (%)		Genetic C. V.	Genetic variability		Genetic gain in % of the mean
	V_F	V_e	ρ_G	ρ_e				
1961								
Heading	4.46	2.68	62.00	37.70	3.83	.62 [†]	.93 [‡]	7.63
Plant height	56.88	57.41	48.64	49.69	7.62	.50	.89	14.81
Disease damage	0.35	0.25	52.50	46.49	20.70	.58	.92	40.70
Stem number	123.40	313.62	18.47	81.49	33.37	.28	.76	59.90
Basal area (1st crop)	530.32	2,413.5	17.58	80.99	15.34	.18	.64	25.19
ditto (2nd crop)	708.5	1,672.0	35.12	59.84	12.48	.30	.77	22.59
ditto (3rd crop)	1,262.3	368.0	65.47	31.11	14.02	.77	.96	28.36
Green yield (1st crop)	6,546.7	25,729.5	19.84	78.90	24.05	.20	.67	40.18
ditto (2nd crop)	20,989.4	27,015.6	42.58	55.48	19.11	.44	.86	36.53
ditto (3rd crop)	7,811.8	5,989.5	49.11	49.05	21.20	.57	.91	41.73
ditto (total)	60,760.3	108,641.8	35.47	64.20	16.31	.36	.82	30.38
1962								
Winter damage	0.74	1.60	29.25	68.12	70.73	.32	.79	127.64
Stem number	148.8	225.6	38.28	60.93	90.43	.40	.84	170.99
Basal area (1st crop)	1,670.1	2,017.0	44.00	53.77	13.42	.45	.87	25.77
ditto (2nd crop)	1,874.1	2,071.0	47.04	52.61	12.93	.48	.88	24.98
ditto (3rd crop)	2,801.8	631.3	55.64	12.68	14.31	.82	.97	29.07
Green yield (1st crop)	10,161.9	22,441.8	28.26	65.98	18.29	.31	.78	33.36
ditto (2nd crop)	20,100.8	43,566.8	30.85	67.67	19.81	.32	.79	36.20
ditto (3rd crop)	5,457.8	12,262.3	30.33	68.97	24.46	.31	.78	44.51
ditto (total)	65,221.5	95,034.0	38.63	60.29	16.26	.41	.85	30.81

$$\text{Factor effect } \rho_G; \frac{\text{S. S. clone} - V_e \times \text{d. f. (clone)}}{\text{S. S. total}}$$

$$\rho_e; 100 - \rho_G - \frac{\text{S. S. block} - V_e \times \text{d. f. (block)}}{\text{S. S. total}}$$

$$\text{Genetic C. V.}; \frac{V_F \times 100}{\bar{X}}$$

$$+ \text{ Genetic variability}; \frac{V_F}{V_F + V_e} \dots \text{ single plant basis}$$

$$\# \quad ; \frac{V_F}{V_F + V_e/r} \dots \text{ mean basis}$$

$$\text{Genetic gain}; \frac{s \cdot V_F}{\sqrt{V_F + V_e/r}} \text{ where } s=2.06$$

plantlets の大小によって大きく影響されるであろう (仮に不定形質と呼ぶ)。各形質の V_g と V_e とを比較すると、前述の 2 群に分けた形質間に一定の傾向がみられなかった。すなわち、'61 年では固定形質のうち、出穂期および病害程度は $V_g > V_e$ であったが、草丈では $V_g \approx V_e$ であり、冬損程度では $V_g < V_e$ となり、固定形質においては V_e が常に、かつきわめて小さいという期待から遠かった。また、不定形質の中でも、3 番草の基部面積および収量は $V_g > V_e$ であったが、ほかの形質では V_e が V_g よりもはるかに大であった。'62 年における不定形質の中では 3 番草の基部面積のみが $V_g > V_e$ の関係にあった。このように不定形質では多くの場合 V_e が相対的に大であった。全平方和に対する変動因の効果寄与率はほとんど栄養系と誤差の変動因によって占められ、反復の寄与率はきわめて小であった。

各形質の変異の程度を遺伝的 C. V. によって比較すると、'61 年では固定形質のうち、出穂期 (3.83%) がもっとも小で、ついで草丈、病害程度であり、冬損程度 (70.73%) が最も大であった。不定形質の中では、基部面積 (12.48~15.34%) や収量 (16.31~24.05%) はさほど大でなかったが、

茎数 (33.37%) についてはやや大であった。また、'62 年の不定形質の遺伝的 C. V. は前年と大体同様の傾向を示したが、茎数 (90.43%) のみは非常に大であった。

選抜効果の目安となる遺伝的変異性を推定し、形質間の比較を試みると、'61 年では一般に固定形質は不定形質よりも高い推定値を示したが、前者の群では冬損程度 (.32) から出穂期 (.62) まで及び、後者の群でも基部面積 (.18~.77) および収量 (.20~.57) のように相対的に高い推定値を示した。'62 年でも収量 (.31~.32) および基部面積 (.45~.82) に高い遺伝的変異性が推定された。

供試栄養系に対する選抜の結果、期待できる遺伝的進歩を推定し、平均値に対する割合を求めると、'61 年では固定形質の中、出穂期 (7.63%) および草丈 (14.81%) の遺伝的進歩の割合は小であったが、病害程度 (40.70%) および冬損程度 (127.64%) は大であった。耐病性および耐冬損性はこれらと逆の方向の選抜になるが同様な効果を期待できるであろう。不定形質の中では茎数 (59.90%) および収量 (30.38~41.73%) が高く、基部面積 (22.59~28.36%) はやや小であった。'62 年の不定形質については、茎数 (170.99%) は非常に大きい遺伝

Tab. 3 Phenotypic and genotypic correlation coefficients among agronomic characteristics.

Traits		X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	'62 total yield
Heading	X ₁	-.327**	-.267*	.028	.266*	.314**	-.030	-.111	-.152	.245*
		-.331	-.452	.074	.307	.399	.016	-.111	-.153	.271
Plant height	X ₂		.432**	.581	.158	-.179	.105	.102	.399**	-.293
			.406	.589	.113	-.207	.032	.116	.458	-.343
Stem number	X ₃			.787**	.099	-.087	.495**	.054	.222	-.110
				.737	.145	-.113	.435	.052	.241	-.134
Green yield (1st crop)	X ₄				.427**	.650**	.532**	.040	.221	-.033
					.371	.620	.464	.046	.249	-.048
Green yield (2nd crop)	X ₅					.587**	.438**	-.432**	.136	.419**
						.612	.426	-.484	.134	.469
Green yield (3rd crop)	X ₆						.413**	-.458**	-.352**	.705**
							.498	-.496	-.412	.770
Basal area (1st crop)	X ₇							-.222	-.133	.342**
								-.301	-.241	.446
Disease damage (2nd crop)	X ₈								.197	-.349**
									.232	-.400
Winter damage ('62)	X ₉									-.580**
										-.634

n ; 73
 Upper; Phenotypic **; significant at 1% level
 Bottom; Genotypic * ; significant at 5% level

的進歩を期待できるが、ほかの形質は前年とほぼ同様の傾向を示した。

表型相関および遺伝相関

1961年

耐冬および多収性を示すオーチャードグラスの栄養系を選抜することが主要な目標であるが、ある一形質の選抜が他の形質の遺伝的進歩に影響を与える場合があるとすれば、形質相互間の相関関係を知ることが重要となってくる。'61年における表型および遺伝相関係数を Tab. 3 に示した。

1, 2 および 3 番草収量の間相互に有意な相関が認められ、また 1 番草基部面積ともそれぞれ有意な相関が認められた。株の大きさと収量との強い関係がうかがわれた。草丈や茎数は 1 番草収量との間にのみ有意な相関が認められた。出穂期は 2 および 3 番草との間に相関が認められたが、1 番草収量との間の相関は有意でなかった。晩生のものは再生量が大となる傾向があった。2 番草における病害程度と 2 番草および 3 番草収量との間にそれぞれ負の有意な相関が認められた。

1962年

早春に調査した冬損程度と前年の形質との関係については、草丈との間に有意な相関があり、草丈の高いもの(直立型に多い)は冬損を受けやすい傾向が認められた。また、3 番草収量との間にも有意な負の相関があり、3 番草収量の多いものは冬損程度が少ない傾向が認められた。冬損程度と'62年の形質との関係は、1 番草との間に負の相関が見出されたが、茎数との間には有意な相関がな

った。1, 2 および 3 番草相互間の収量の相関では 2 番草と 3 番草との間に有意な相関がなかったことは、'61年の場合と異なっていた。また、茎数と 2 番草収量との間に有意な負の相関が見出され、茎数の多いものは 2 番草の再生が劣る傾向がうかがわれたが、前年では両者間に有意な相関が見出されなかった(Tab. 4)。

このように兩年次における形質相互間の関係は多少異なる傾向を示した。

時点間関係 (Repeatability)

牧草のように年内に数回刈取り、かつ多年にわたって利用するものでは、ある時点における形質の成績が次の時点では異なった成績を示すことがあれば、選抜に際して十分に留意しなければならぬことである。時点間の関係は相関係数あるいは時点をこみにした遺伝的変異性⁹⁾によって示すことができる(Tab. 5)。

相前後する番草間の遺伝相関係数をみると、'61年では 1 番草対 2 番草(.371)よりも 2 番草対 3 番草(.612)の方が高い数値を示しているのに対して、'62年ではそれぞれ .328 および .271 のように逆の関係にあり、かつ'61年の 3 番草対'62年の 1 番草の相関(.464)以後は次第に係数が下降している。このような相関係数の推移に対して、兩年次間の 1, 2, 3 番草および年間合計収量それぞれの相互関係をみると、1 番草相互間の遺伝相関係数は-.242に対して、2 番草および 3 番草相互間のそれはそれぞれ.654および.740であり、年間合計収量では.574で 3 番草の年次間関係が最も

Tab. 4 Phenotypic and genotypic correlations among agronomic characteristics ('62).

Trait	Stem number	1st crop green yield	2nd crop green yield	3rd crop green yield
Winter damage	-.215	-.619**	—	—
	-.231	-.698	—	—
Stem number	—	.529**	-.481**	.129
	—	.514	-.594	.141
1st crop green yield	—	—	.329**	.686**
	—	—	.328	.791
2nd crop green yield	—	—	—	.158
	—	—	—	.271

n ; 73

Upper ; Phenotypic

Bottom ; Genotypic

Tab. 5 Interrelationships among green yield of each crop over 2 years.

Crop	1961		1962			
	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	total
1961 1st	.427** .371 (.369)		-.159 -.242 (-.275)			-.033 -.048
2nd		.587** .612 (.620)		.572** .654 (.723)		.419** .469
3rd			.432** .464 (.446)		.641** .740 (.831)	.705** .770
total						.477** .594 (.618)
1962 1st				.329** .328 (.403)		
2nd					.150 .284 (.353)	

n ; 73

Upper ; Phenotypic correl. coef.

Bottom ; Genotypic correl. coef.

Within parenthesis; Genetic variability (combined 2 crops or 2 years)

Source	Degree of freedom	Parameters estimated
Total	(rgc-1)	
Replications	(r-1)	
Clones	(g-1)	$\sigma^2_b + c\sigma^2_a + \sigma^2_{gc} + rc\sigma^2_{\epsilon}$
Error (a)	(g-1)(r-1)	$\sigma^2_b + c\sigma^2_a$
Crops	(c-1)	
Clones x Crops	(g-1)(c-1)	$\sigma^2_b + r\sigma^2_{gc}$
Error (b)	g(c-1)(r-1)	σ^2_b

$$\text{Genetic vari.} = \frac{V_g}{V_g + V_{gc}/c + V_a/r + V_b/rc}$$

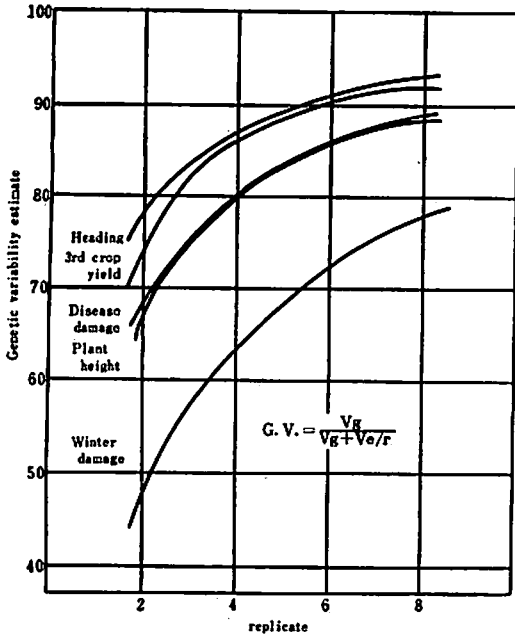
大であった。時点をこみにした遺伝的変異性は相関係数とともに repeatability を表示するが、その数値は Tab. 5 に示したように後者よりもやや高い推定値を示した。'61年の各番草をこみにした遺伝的変異性は .132, '62年では .268 となり、両年次の全番草を共にこみにした場合は .111 となって、栄養系の番草あるいは年次をこみにした場合は、遺伝的変異性が低く栄養系 x 環境の交互作用が大であることが推定された。両年次をこみにした茎数 (.022) についても同様な結果をえた。

反復数

遺伝的変異性はその推定の方式から反復数によ

ってその推定値が左右されるものであり、その推定値は反復を増すに従って漸増し、さらに反復の増加に伴って、その推移はプラトー状態となり、100%に無限に近づいていく。試験規模の面から必要最小限の反復数を求めるために、反復数に伴う遺伝的変異性の推移をグラフに示した(Fig.1)。このグラフは、2, 4 および 6 反復の場合について、それぞれ $sC_3=28$, $sC_4=70$ および $sC_6=28$ とおりの反復の組合せを 8 反復の成績から導き、各組合せごとに分散分析を行なって遺伝的変異性を求めた。そして、2, 4 および 6 反復の組合せごとに平均値を求めてグラフに表したものである。

Fig. 1 Transition of genetic variability estimates with replicate numbers for some characteristics (1961).



ここで取り上げた5形質のうち、出穂期および3番草収量の遺伝的変異性は同じ傾向をたどり、4反復で約87%の推定値を示し、それ以上に反復を増しても推定値の増加の程度は小さい。病害程度および草丈もそれぞれ同じ傾向を示し、反復数に伴う遺伝的変異性の推移は前2者よりも急な曲線を示しているが、これらの形質に対しては4~6反復で十分と思われる。これに対して冬損程度の場合は8反復以上必要と思われる。

IV 論 議

すぐれた遺伝子型を選抜するには後代検定を伴う方法が確実である。育種の基本集団は既存品種、自然ないし人為淘汰によって成立した地方生態型あるいは野生型等の多数の個体を対象に選抜を行なうので、通常は表型選抜を行なうのが普通である。そして、さらに選抜を重ねる場合に、個体評価における偶然性の誤りを避けるために栄養増殖した栄養系について評価し、選抜する方が確実である。選抜栄養系を母本として隔離の下でランダムに交配し、かつ遺伝子の非相加的分散が非常

に小さいという仮定にたてば、後代に期待しうる遺伝的進歩は母本の場合の1/2である⁹⁾。他殖性の牧草類ではその表型はヘテロシスによる場合も多く、表型選抜の効果について問題もあるが、栄養系とその栄養系の多交配後代との相関は非常に高い場合があることが報告されているので(THOMAS, H. L. et al, 1954⁹⁾, OLDEMEYER, D. L. et al 1955⁹⁾, MURPHY, R. P. 1952, T. WAKIMOTO⁹⁾)、必ずしも後代検定を伴わなくても、表型選抜によってある程度はポテンシャルな母本を選抜することは可能と思われる。牧草類は多年にわたり、かつ1年に何回も利用する場合もあり、ある個体を評価するのに非常な困難が伴う。たとえば、収量については利用年限の収量の総計が具体的な生産力を示すことになるので、検定には長年月を要することになる。これを生育初期の形質調査から、何らかの形で選抜することができれば選抜の時間的効率を高め、育種の能率を促進することができよう。鈴木ら(1956)¹⁰⁾はシロクロバについて、全く刈取りによらなくても生育初期の調査の成績から年間収量の推定が可能であることを明らかにした。

収量に対する選抜は一般に効率が低いといわれているが、本試験では選抜によって期待される遺伝的進歩は、両年次の各番草にわたって33.4~44.5%であり、ことに3番草収量を対象にするときは選抜の効果はかなり期待できると考えられた。しかし、各栄養系の成績が番草ごとに平行的に推移するものであれば、ある番草のみの成績によって選抜効果を期待することができる。2年間の全番草の成績をこみにした収量の分散分析によると、栄養系×番草の交互作用が1%水準で有意であり、各栄養系の収量は番草ごとに平行的な推移を示していないことがうかがえる。また、年間合計収量について、年次の成績をこみにした分散分析を試みたが、その結果も栄養系×年次の交互作用が有意であり、年次によっても栄養系の収量は平行的に推移していない。1, 2, 3番草収量および年間合計収量の両年次の成績をこみにした場合の遺伝的変異性や相関係数によって repeatability を推定したが、Tab. 5 に示したように3番草収量が最も大であった。また、前年の各番草収

量と次年次の年間合計収量との相関の程度から選抜の目安をえようとしたが、この場合も3番草収量はほかの番草の場合よりも遺伝的相関係数が大であった。これらのことから3番草収量は選抜における1つの効果的目安となるであろうと考えた。

選抜に際し、遺伝的変異係数、遺伝的変異性、および両者の相乗的関係にある選抜による遺伝的進歩、さらに形質間の相関係数などは選抜に対し有効な指標を与えるが、さらに repeatability に関する情報も必要である。

前述のように栄養系と環境との交互作用が大きい場合には、2つ以上の環境の下で試験した成績にもとづく遺伝的パラメーターによって選抜すべきであろう¹¹⁾。育成種に対し広い適応性を期待するのであれば、当然ながら母本選抜は年次の積み重ねあるいは数か所の試験地が必要にならう。年次および地域を含めた試験によって、効率的な選抜方法を究明することが必要である。

調査形質の中で大きな年次間変異を示した形質は冬損程度および茎数であった。'61年から'62年にかけての冬季間の気象条件は前年の冬季間に比べて、気温はやや高めで、降雪量はやや少なめであった。'61年の早春には観察されなかった冠部の枯死が'62年の早春に観察されたことから、冬損は株のageにも関係があるように推定される。冬損の原因について、雪腐大粒菌核病や施肥不足によるものであることは緒言にも述べたが、株のageからも次のような考察が可能であろう。すなわち、生育の年次が進むにつれて、分けつの発生する節位が順次上部に移ってゆき、同時に発生する根も上部に移り、この結果株全体が上ることになる。ことに株の中央部の各節から出る根は空气中に全く露出することがあり、株上りした古株では地上部が刈取られると冠部は乾燥して根が傷みやすくなり夏枯れの一因となるという¹²⁾。道東地方において、かかる株上りしたオーチャードグラスの夏枯れ現象はみられないが、越冬の際に地上あるいは地表近くの根は低温にさらされ、2年生の活性を持った根が凍結の害を受けて枯死に至ると考えられる。株の周縁の分けつから発生する根

は地中に侵入するので凍害のために枯死することが少なく、翌春萌芽、生長しいわゆる Bird's nest を形成する。関塚¹³⁾の著書から GARDNER および LOOMIS (1953) のアイオワ州での成績を引用すれば、「化成感応」は低温と約12時間以下の日長との複合条件下で感応が行なわれ、アイオワの自然条件下では11月1日ころにはすでに感応していることが明らかにされた。一たん感応したが凍害のために生長点を傷められたものを、高温、長日下に移すと分けつは生長してくるが、これらの分けつは感応していないことが認められた。この知見にもとづけば、'62年に出穂茎数が非常に少なかったことがうなづかれる。

'61年の3番草収量と'62年早春の冬損程度との遺伝相関係数は-.412であり、ほかの番草との間には有意な相関が見出せなかったので、3番草収量と冬損程度との関係は注目される。

'62年の年間合計収量に対して'61年の3番草収量および'62年の冬損程度のそれぞれの遺伝的相関係数の径路係数分析¹⁴⁾¹⁵⁾を試みた。ここではすべての調査形質の相関表にもとづくものであり、Causal system が適当でないかも知れないが、限定した要因形質間の相関係数の成因と形質間の相対的効果を知ることができる (Tab. 6)。

'62年の年間合計収量と'61年の3番草収量との遺伝的相関係数は.770であるのに対して、この形

Tab. 6 Path coefficient analysis of genotypic correlation coefficients.

Variables correlated and method of effect	Total green yield ('62) and	
	3rd crop green yield	winter damage
Direct effect	-.050	-.640
Indirect effect via		
Heading	-.096	.037
Plant height	.050	-.111
Stem number	.037	-.079
Green yield (1st crop)	.164	.066
ditto (2nd crop)	.382	.084
ditto (3rd crop)	—	.021
Basal area (1st crop)	.051	-.024
Disease damage (2nd crop)	-.031	.015
Winter damage ('62)	.264	—
Total (r)	.771	-.631

質の直接効果は -0.050 であり、ほかの形質を通じての間接効果によって遺伝相関係数が成立しているのに対して、冬損程度の場合は、遺伝相関係数 -0.634 に対して直接効果は -0.640 であった。'61年の3番草収量を通じて'62年の合計収量との関係を考慮するとき、2番草収量や冬損程度によって大きく影響されていることが明らかである。これに対して、冬損程度の場合は直接的であり、草丈を除くほかの形質によってあまり影響されないものと思われる。

収量を選抜の対象にしても効果が期待できることは前述のとおりであるが、番草収量を明確に把握することは非常に困難なことである。たとえば、3番草は過去2回にわたって刈取った後の再生草であって、1番草および2番草の前歴の結果であるから(本試験では1番草は開花期および出穂期に、2および3番草は一齐に刈取った)固定的なものでなく、普遍性が低いといわねばならない。

栄養系試験区の反復数については、相関表に示した表型相関係数と遺伝相関係数がほぼ近似した数値を示しているのは、比較的反復数が多かったためであると考えられる。しかし、一般に必要以上に反復数を増しても試験の精度は余り変わらなくなる傾向がある。形質によって必要反復数は異なるが、的確な選抜が困難である表型選抜にあってはおのずから試験精度にも限界があるので、本試験のように1 plot に1 plantlet を配置した場合は4~6反復が適当である。しかし、1 plot に含まれる plantlets の数を増した場合、反復数との関係を明らかにして合理的な試験区の配置を確立することも必要であろう。

V 摘 要

北海道在来オーチャードグラスの73栄養系を供試して8反復の栄養系試験区を設置し、2年間にわたって生育、収量を調査した。統計遺伝的考察から栄養系の表型選抜に関して次の知見をえた。

1. 各形質について栄養系は広い変異を示したが、誤差分散が一般的に大であった。
2. 出穂期、草丈および病害程度のように固定的形質の遺伝的変性は一般に大であったが、冬

損程度はやや小であった。

3. 茎数、基部面積および収量のような不定的形質の遺伝的変異性は一般に小であったが、3番草の基部面積および収量は比較的に大であった。

4. 収量の番草間および年次間の変動が大で、茎数および冬損程度の年次間変動もまた大であった。

5. 年次間の収量の成績をこみにした場合の遺伝的変異性は3番草収量が1、2番草および年間合計収量の場合よりも大であった。また、3番草収量と冬損程度との間に高い相関が見出された。両者は選抜の効果的な目安となろう。

6. 3番草収量および冬損程度と次年次の年間合計収量とはそれぞれ高い遺伝相関係数を示したが径路分析の結果では、3番草の直接効果は小さく、冬損程度の直接効果は非常に大であった。

7. 栄養系試験区の必要反復数は形質によって異なるが、一般に4~6反復が適当であり、冬損程度の場合はさらに多数反復を要する。

引用文献

- 1) 佐久間勉, 成田武四, 1963; イネ科牧草, とくにオーチャードグラスの雪腐大粒菌核病について, 道農試集 11: 68~84.
- 2) 早川康夫, 橋本久夫, 1963; 根釧地方火山灰地における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験, 第8報, 牧草の秋刈限界, 道農試集報, 11: 11~20.
- 3) BURTON, G. W. and E. H. DEVANE, 1953; Estimating heritability in tall fescue (*Festuca Arundinacea*) from replicated clonal material. *Agron. J.*, 45: 478~481.
- 4) 田口玄一, 1960; 実験計画法, 上, 丸善.
- 5) NEWELL, L. C. and S. A. EBERHART, 1961; Clonal and progeny evaluation in the improvement of switchgrass, *Panicum Virgatum* L. *Crop Sci.*, 1: 117~121.
- 6) THOMAS, H. L. and M. F. KERNKAMP, 1954; The use of heritability ratios and correlation coefficients for measuring combining ability with smooth bromgrass, *Bromus inermis* Leyss. *Agron. J.*, 46: 553~556.
- 7) OLDEMYER, D. L. and A. A. HANSON, 1955; Evaluation of combining ability in orchardgrass, *Dactylis glomerata* L. *Agron. J.*, 47: 158~162.
- 8) MURPHY, R. P., 1960; Comparison of different types of progeny in evaluating breeding behavior. *Proceeding of the 6th International Grassland Congress*, 320~326.

- 9) WAKIMOTO, T., 1965; Genetic parameters estimated by parent-progeny relationships in domestic varieties of timothy in Hokkaido. Research Bulletin of Obihiro Zootechnical University, Series I: 4, 276~284.
- 10) 鈴木茂, 安達篤, 山田豊一, 1956; シロクローバ育種における選抜法に関する研究, 第1報, 幼植物諸形質値よりの収量推定について. 農業技術研究所報告G 12: 19~28.
- 11) EBERHART, S. A. and L. C. NEWELL, 1959; Variation in domestic collections of switchgrass, *Panicum virgatum* L. Agron. J., 51: 613~616.
- 12) 関塚清蔵, 1963; イネ科牧草の生態的特徴, 作物大系第12編, 牧草類, 養賢堂.
- 13) DEWEY, D. R. and K. H. LU, 1959; A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. Agron. J., 51: 515~518.
- 14) FRANKS, R. V., R. L. DAVIS, and F. L. PATTERSON, 1962; The breeding behavior of yield and related variables in alfalfa. II. Association between characters. Crop. Sci., 1: 207~209.

Summary

In order to increase the effectiveness of a breeding program planned for the development of desirable varieties of orchardgrass in the eastern district of Hokkaido, preliminary aspects were carried out about a subject of the phenotypic clonal selection based on nature and

amount of variation.

All data were obtained for the period 1961-1962 from a replicated - spaced clonal nursery established in 1960.

Comparisons among clones demonstrated that large phenotypic variations are presented in all characteristics studied.

Variance component analysis indicated that the total variations are formed nearly by the genotypic differences and errors. Genetic variability estimates further indicated that genetic variance is not larger always than error variance.

The clone by year interactions were so large for the green yield that the genetic variability estimates on the 2 years basis were low except the green yield of the 3rd crop.

The high negative correlations between the green yield of the 3rd crop and winter damage suggested that it could be of much help to select the potential parents with high yield and winter tolerance.

The required numbers of replicate on a clonal test with 1 plantlet per replicate varied from 4-6 replicates for the green yield of the 3rd crop to more 8 replicates for winter damage.