

シンポジウム「北海道における草地生産の可能性と問題点」

物質生産特性からみた草地の生産性

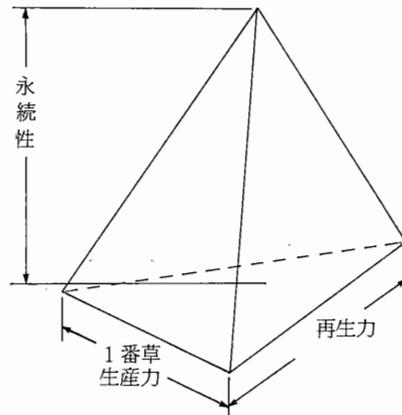
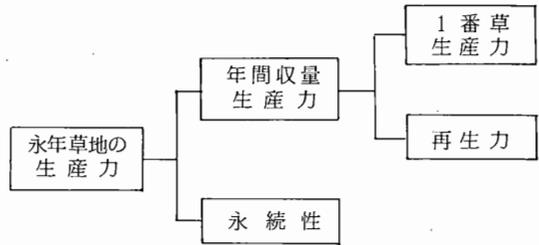
楠谷 彰人 (北見農業試験場)

収量生産に関し、草地は次のような他作物にはない特徴を持っている。

- 1) 一度播種されると、採草地で5～6年、放牧地では10年以上も多年利用される。
- 2) 年間収量は、何回かの刈取りや放牧を経たうえで評価される。
- 3) いくつかの草種が混播されることが多い。

従って、1)に関しては年間収量ばかりでなく、その長年月にわたる持続性、すなわち永続性が問題となり、2)に関しては収量の年次内分布に関係する季節生産性および再生力が問題となろう。また、3)に関しては混播される草種の組合せとその組合せ比率による収量変動の把握が重要な課題となる。

第1図は、草地生産力の構成を模式的に示したものであるが、まず永年草地における生産力は年間収量生産力と永続性に分割して考えることができる。また、年間収量生産力は1番草の生産力と再生力に分けられる。すなわち、1番草生産力を三角形の底辺に例えると、草地では生育時期が進むにつれて収量は減少するのが普通であるため、再生力は三角形の尖度とみることができ。また、永年草地の収量は播種2年目ごろを最高としてその後は漸減するのが一般的であるため、永続性は年間収量が減退していく程度、すなわち三角錐の尖度とみなせよう。このように、草地の生産力は1番草生産力、再生力、永続性の三要素によって決定される三角錐の体積に例えられる。従って、育種的に生産力の向上 — すなわち三角錐の体積増加をはかるためには、まず当年の刈取り時期別収量、次いで各年次ごとの年間合計収量、さらに永続性によって規制される長年月にわたる総合計収量と段階を追っての評価がなされるべきである。



第1図、草地生産力の構成

またその場合、生産力の構成因子である1番草生産力、再生力、永続性の相互関係について次のような検討が必要となろう。

- 1) 1番草生産力、再生力、永続性の品種間差がどのような機構に基づいて生ずるのか。
- 2) それぞれは遺伝的に独立とみなせるか否か。

3) 収量生産に対するそれぞれの相対的重要性に差があるのかどうか。

以下は、草地（主として採草地を想定した）の生産力を1番草生産力、再生力、永続性に分け、その品種間差につき物質生産的観点から検討を加え、草地生産性向上の可能性を探ろうとしたものである。なお混播の問題については触れなかった。

I. 1番草生産力

利用2年目のオーチャードグラス散播草地における1番草生産力について検討する。供試品種は第1表に示した10品種である。

第1表 乾物重の推移

	乾物重 (g/m^2)					草型指数
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	
1. Pennlate	154.8	427.1	751.8	982.5	1199.3	124
2. Latar	136.0	388.3	700.6	897.4	1076.6	96
3. Hokkai-1	103.6	308.1	634.5	835.3	984.9	84
4. Potomac	132.6	331.6	655.6	849.4	1025.8	83
5. Chinook	65.0	215.5	558.7	685.1	796.4	71
6. Kitamidori	102.9	285.7	630.6	854.2	1037.9	63
7. Daprime	99.1	303.2	584.9	772.7	922.9	63
8. S 143	66.6	173.4	427.6	599.1	714.3	50
9. Apanui	63.2	242.6	464.0	603.6	738.6	48
10. Frode	81.2	246.6	500.5	674.5	829.0	37
平均	100.5	292.2	590.9	775.4	932.6	72
S. D.	32.4	77.4	104.0	130.3	159.5	24.5
C. V.	32.2	26.5	17.6	16.8	17.1	34.0

注) T₁: 出穂4週間前, T₂: 出穂2週間前, T₃: 出穂期, T₄: 出穂1週間後, T₅: 出穂2週間後(以下同じ)
草型指数: 1茎重 mg/m^2 当たり茎数($\times 10^{-3}$)

1. 乾物生産量の品種間差異

第1表は、出穂4週間前(T₁)から出穂2週間後(T₅)までの乾物重の推移を示したものである。出穂期(T₃)における乾物重を1番草収量とすると、最高は「Pennlate」の752 g/m^2 、最低は「S143」の428 g/m^2 で、10品種の平均は591 g/m^2 、品種間変異係数は17.6%であった。

2. 草型指数による品種分類

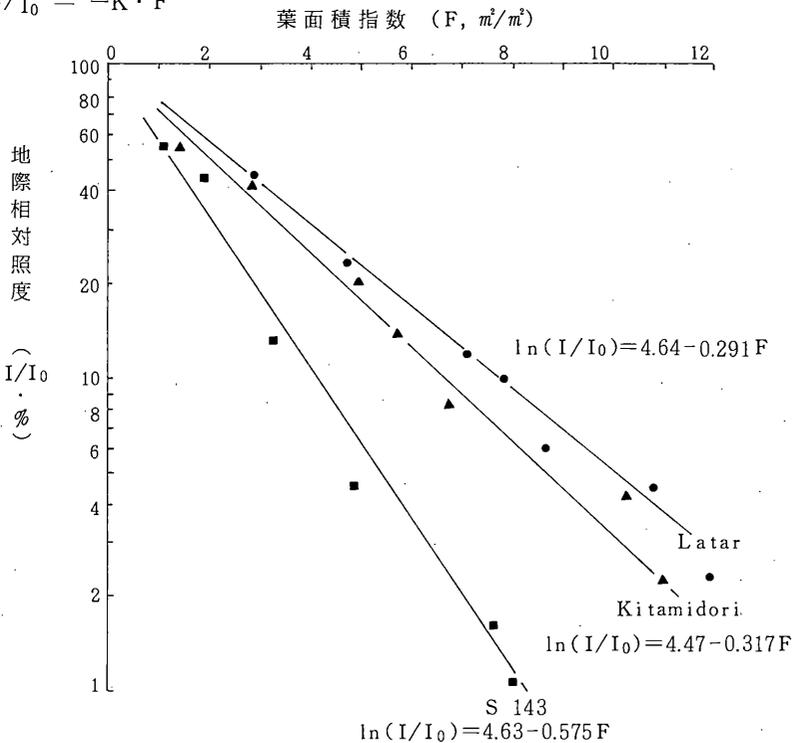
草型は安定した遺伝形質であり、受光態勢に関連する重要形質と考えられている。岡部⁵⁾は、イタリアンライグラスにおいて、1茎重と茎数との比を草型指数として品種分類と収量解析に応用した。ここでも、出穂2週間後の1茎重(mg)/ m^2 当たり茎数を草型指数として第1表に示した10品種に適用した。草型指数は連続的であったが 80×10^{-3} 以上を茎重型、 50×10^{-3} 以下を茎数型、その間を中間型とすると、第1表の1~4が茎重型に、5~7が中間型に、8~10が茎数型にそれぞれ分類された。茎重型には「Pennlate」、 「Latar」等アメリカ合衆国で育成された採草利用型品種が含まれ、茎数型には「S143」

「Frode」等西北ヨーロッパで育成された草丈の低い放牧利用型品種が含まれていた。採草、放牧兼用型として育成された「キタミドリ」は中間型に属した。

3. 光通減係数

群落を通して地表まで達する光の量は、生育が進むにつれて少なくなる。すなわち、群落地際の照度は生育とともに通減するが、これには群落の発達に伴う葉面積の増加が大きく影響している。第2図は、「Latar」、「キタミドリ」、「S143」の1週間ごとの地際相対照度（ I/I_0 ）と葉面積（ F , 葉面積指数で示した）との関係をみたものである。図に明らかなように、 I/I_0 の対数値と F は有意な負の相関を示し、両者の間には次式で表される直線関係が成立した。

$$\ln I/I_0 = -K \cdot F$$



第2図 葉面積と地際相対照度との関係

同様の関係は他の品種においても認められたが、直線の傾き K には著しい品種間差がみられた。すなわち、生育時期ごとの葉面積の草型による差は小さかったが、地際相対照度は茎数型品種で低く、 K は茎数型品種ほど大きくなる傾向にあった。このように、 K は地表に到達する光の量と葉面積との関係の経時的変化パターンを表し、品種の受光態勢を反映した要因と考えられる。品種別の K は光通減係数として第2表に示した。

4. 日射エネルギー利用率の品種間差異⁴⁾

作物の収量は収穫部位に蓄積された日射エネルギーの乾物換算値とみなすことができる。従って、日射エネルギーをいかに効率的に物質生産に結びつけるかが作物の生産性を考えるうえで重要な問題となる。

牧草の日射エネルギー利用率について、Cooper¹⁾は養水分の供給が制限されない場合、日射エネ

ギー利用効率が牧草生産の最終制限要因になると述べ、日射エネルギー利用効率を決定する要因の把握につとめた。日本における牧草類の日射エネルギー利用効率に関する研究は、大久保ら⁶⁾によって確立された。大久保ら⁶⁾は、群落の生理生態学的立場から日射エネルギー利用効率を論じ、この点から草地の合理的管理法と生産力向上について考察した。

日射エネルギー利用効率 (E_u) は、内容的には日射エネルギーを群落内部へ吸収する割合 (遮蔽率, E_i) と吸収された日射エネルギーを乾物に転換する効率 (日射エネルギー転換効率, E_c) に分割される。遮蔽率 (E_i) は、日射エネルギーを受けとめる場としての葉面積の大きさと群落の受光態勢の規制を受ける。一方、日射エネルギー転換効率 (E_c) は、葉面積の違いによる受光量の差は消去されているため、主に各葉身の光合成能力によって左右される。

第2表 日射エネルギー利用効率、遮蔽率および
日射エネルギー転換効率の品種間差異

	K'	T_0-T_1			T_1-T_2			T_2-T_5			T_0-T_5		
		$E_u(\%)$	$E_i(\%)$	$E_c(\%)$									
(1) Pennlate	0.31	0.77	34.4	2.23	1.78	77.6	2.29	2.47	94.6	2.62	1.82	72.6	2.50
(2) Latar	0.29	0.67	27.3	2.45	1.65	70.6	2.33	2.21	92.4	2.39	1.63	67.9	2.40
(3) Hokkai-1	0.39	0.61	24.5	2.50	1.43	69.6	2.06	2.28	94.3	2.42	1.70	72.3	2.36
(4) Potomac	0.32	0.85	32.7	2.60	1.39	70.1	1.98	2.34	92.1	2.54	1.78	72.6	2.45
(5) Chinook	0.61	0.29	21.7	1.36	1.05	65.1	1.62	1.72	93.5	1.84	1.37	70.0	1.95
(6) Kitamidori	0.32	0.61	25.7	2.36	1.28	61.0	2.10	2.54	91.0	2.79	1.80	67.7	2.66
(7) Dapprime	0.46	0.37	27.1	1.37	1.25	74.6	1.67	2.13	95.7	2.23	1.30	65.7	1.96
(8) S 143	0.57	0.25	19.2	1.29	0.65	49.3	1.33	1.86	97.5	1.91	1.00	57.8	1.73
(9) Apanui	0.41	0.23	16.5	1.42	1.10	67.0	1.64	1.71	96.1	1.78	1.03	60.2	1.71
(10) Frode	0.44	0.38	27.0	1.41	1.08	70.7	1.53	1.87	93.2	2.01	1.25	68.2	1.84
平均	0.41	0.50	25.6	1.90	1.27	67.6	1.86	2.11	94.0	2.25	1.47	67.5	2.16

注) K' : 光減係数, E_u : 日射エネルギー利用効率, E_i : 遮蔽率, E_c : 日射エネルギー転換効率

第2表は、生育時期別の E_u , E_i , E_c を示したものである。時期区分は E_i によっておこなった。すなわち、萌芽期 (4月20日, T_0) から10品種平均 E_i が47%になる出穂4週間前 (T_1) までを生育初期, T_1 から E_i が85%になる出穂2週間前 (T_2) までを生育中期, T_2 から出穂期 (T_3 , E_i 93%) をはさんで E_i が97%になる出穂2週間後 (T_5) までを生育後期とした。その結果、生育初期 (T_0-T_1) の平均 E_i は26%, 生育中期 (T_1-T_2) は68%, 生育後期 (T_2-T_5) は94%となった。

E_u は生育が進むほど高くなったが、全生育期間 (T_0-T_5) を通じての最高は「Pennlate」の1.82% 最低は「S 143」の1.00%であり、10品種の平均は1.47%であった。これは、大久保ら⁶⁾がオーチャードグラス1年目草地の1番草で得た1.17%より若干高い値であったが、出穂期 (T_3) までに限ってみると T_0-T_3 の10品種平均 E_u は1.19%となり、大久保ら⁶⁾の報告とほとんど一致した。 E_u の品種間変異係数は生育初期42.6%, 生育中期24.3%, 生育後期13.7%であり、生育が進むほど品種間差は縮小したが、いずれの時期においても茎数型品種の E_u が低い傾向にあった。

Ei は全生育期間を通じ、ほとんどの品種が 60 - 70% の範囲にあり、生育期間中に投下された日射エネルギーの約 2/3 が群落内部へ吸収された。

Ec は、生育後期にやや高くなったが、概して生育時期による変動は小さかった。全生育期間を通じての Ec は「キタミドリ」の 2.66% が最も高く、「Apanui」の 1.71% が最低であった。Ec の品種間変異係数は生育初期 28.3%、中期 17.5%、後期 14.9% で、Eu 同様生育が進むほど品種間差は小さくなった。草型別には、茎数型品種は茎重型品種より 0.8%、中間型品種より 0.3% 程度低い値を示した。

5. 日射エネルギー利用効率に関与する要因⁴⁾

以上のように、日射エネルギー利用効率 (Eu) には顕著な品種間差が存在するが、これらの差がどのような品種特性に関係しているのかを知ることは多収性品種育成の際の選抜基準を定めるうえからも極めて重要である。Cooper¹⁾ は、牧草類の Eu の草種間差、品種間差を決定するのは個葉の光合成能力と群落の構造特性であるとし、大久保ら⁶⁾ は、牧草類の最大 Eu は吸光係数によって支配される最適葉面積指数の大小によって決定されると報告している。

Eu は遮蔽率 (Ei) と日射エネルギー転換効率 (Ec) の積で表されるが、Ei はさらに葉面積 (F) と遮蔽率/葉面積比 (Ei / F) に分けて考えることができる。すなわち

$$Eu = Ei \times Ec$$

$$= F \times Ei / F \times Ec$$

Eu に関する葉面積の役割は、前述のように日射エネルギーを受けとめる場の大きさとして理解され、Ei / F は同葉面積での遮蔽程度を表し、受光態勢に関わる要因と考えられる。なお、受光態勢には他に群落構造や草型、吸光係数や光通減係数 (K') が関与する。Ec は、葉面あたりの光合成能力に近似するが、光合成能力には葉の厚さ、葉身窒素含有率、葉乾重/葉面積比 (Specific Leaf Weight, SLW) 等が関係することが知られている。従って、Eu の品種間差は葉面積、受光態勢、光合成能力の 3 要因の差による総合結果として把握される。

以上の観点から、受光態勢を表す指標として K'、光合成能力を示す指標として SLW を取りあげ、これに葉面積 (F) を加えた 3 要因を説明変数、Eu を目的変数とする重回帰分析をおこなった。結果は第 3 表

第 3 表 Eu に関する重回帰分析

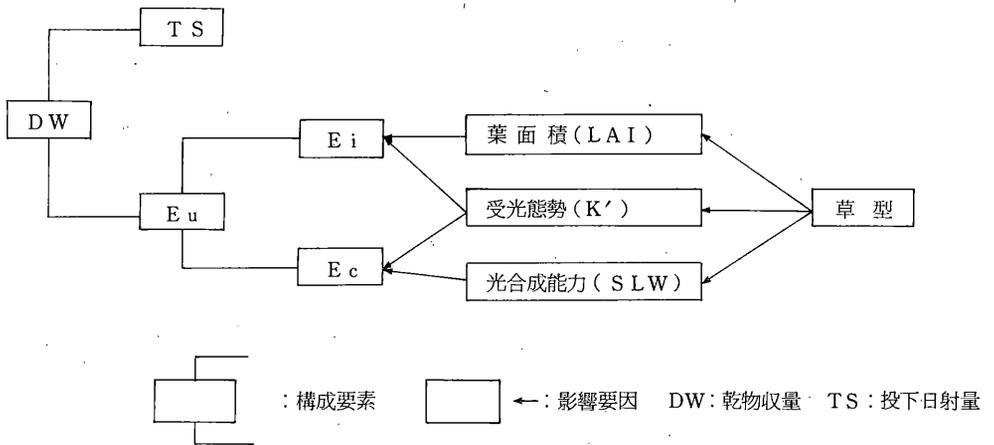
	重 回 帰 式	R	R ²	SPRC (%)		
				X ₁	X ₂	X ₃
T ₀ - T ₁	Y = 0.6546 X ₁ + 0.2551 X ₂ - 0.3959 X ₃ - 0.8231	0.959	0.920	60.0	28.5	11.5
T ₁ - T ₂	Y = 0.3939 X ₁ + 0.5708 X ₂ - 0.5173 X ₃ - 1.7791	0.966	0.933	61.6	28.9	9.5
T ₂ - T ₅	Y = 0.0968 X ₁ + 1.5792 X ₂ - 0.7521 X ₃ - 2.7590	0.927	0.859	36.7	42.5	20.8

注) Y: Eu, X₁: LAI, X₂: SLW, X₃: K', R: 重相関係数, R²: 決定係数, SPCC: 標準偏帰係数比

に示したとおりであるが、いずれの時期においても R = 0.9 以上の高い重相関係数が得られ、Eu の品種間差の 86% ~ 93% が F, SLW, K' の 3 要因によって説明されることが分かった。しかし、各要因の Eu に対する貢献割合は生育時期によって異なった。すなわち、Eu に対する相対的貢献程度を標準偏帰係数の比較から推定した結果、生育中期までは F, SLW, K' の貢献はほぼ 60 : 30 : 10 であり、Eu の品

種間差の約6割までが葉面積の差に帰せられた。一方、生育後期における貢献割合は37:42:21となり葉面積よりも光合成能力の影響が強くなることが示された。K'の影響も生育後期に高くなったが、これは光合成能力の効果が大きくなる時期には、光エネルギーの各葉身への分配を規制する要因としての受光態勢の重要性が増すことを示すものであろう。

このように、Euの品種間差の大部分が生育初、中期の葉面積の大きさと生育後期の光合成能力および受光態勢の差により説明されることが明らかとなった。莖数型品種のEuは莖重型、中間型品種よりも低く推移したが、莖数型品種の葉面積は、生育後期には他の草型と遜色なくなるものの、生育初期の展開量は小さくEiも低い傾向にあった。さらに、莖数型品種はEcが低く光合成能力も低いと推察されたが、莖数型品種は草丈の低い下繁草であり、葉は薄く(SLWが小さい)陰葉化していた。葉を薄く展開するのは弱光をよく捕えようとする下繁草の被陰に対する生態的適応と考えられるが、一般に陰葉の光飽和点は低く飽和光合成能力も低い。従って、莖数型品種の光合成能力が低いのはその生態的特性からみでの必然ともいえるが、この欠点を補ってEuを高めるためには受光態勢の改善が最も効果的と思われる。



第3図 乾物生産過程

以上のように、草型は葉面積、受光態勢、光合成能力を通じてEi、Ecに影響し、さらにEuを経過して収量を規制する。その経路をまとめると第3図のようになるが、草型はさらに形態形質にも関係する。すなわち、莖重型品種は一般に草丈が高く1莖重が重く、葉は立型で上位葉が短く厚いという傾向がみられた。従って、これらの形質は草型からみた1番草生産力向上のための着目すべき形質といえよう。

II. 再生力

牧草類の再生に関しては、これまで多数の報告がなされているが、その品種間差を扱った例は少ない。杉山ら⁷⁾は、トールフェスクを50cm×25cmで栽植しその再生力の遺伝子型間差を検討した。第4表は、再生力を個体あたりの葉面積で表し、これを目的変数とし個体あたりの分けつ数と刈取り後の葉の伸長速度を説明変数とする重回帰分析の結果を示したものである。再生量の遺伝子型間差の60-80%がこれら2形質により説明されたが、その相対的貢献割合は再生の時期により異なった。すなわち、

第4表 再生量に関する重回帰分析(杉山ら⁷⁾)

刈取り後日数	重回帰式	決定係数
10	$Y = 0.8750 X_1 + 0.1125 X_2$	0.766
20	$Y = 0.6712 X_1 + 0.4601 X_2$	0.627
30	$Y = 0.6003 X_1 + 0.5463 X_2$	0.692

注) Y: 個体当たり葉面積, X_1 : 個体当たり分けつ数, X_2 : 葉身伸長速度
偏回帰係数は標準化したもの

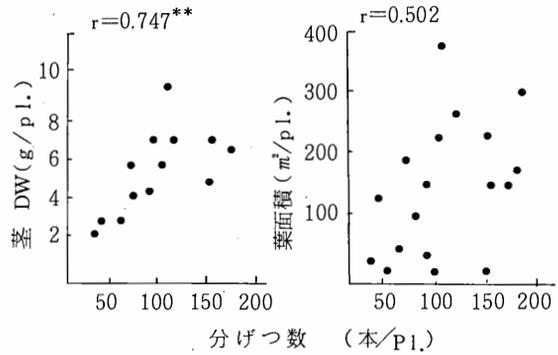
再生初期には分けつ数の寄与が大きく、葉の伸長速度の寄与は再生後期に高くなった。

分けつ数は、第4図に示したように、刈取り後の残存葉量および茎基部乾物重と正の相関関係にあった。すなわち、分けつ数の多い遺伝子型は刈取り後に残る葉の量が多く、また可溶性炭水化物の主要な貯蔵場所である茎基部の割合が高い。このため、刈取り直後から再生に多くの同化産物を利用することができ、再生初期の生育が有利になると推察された。

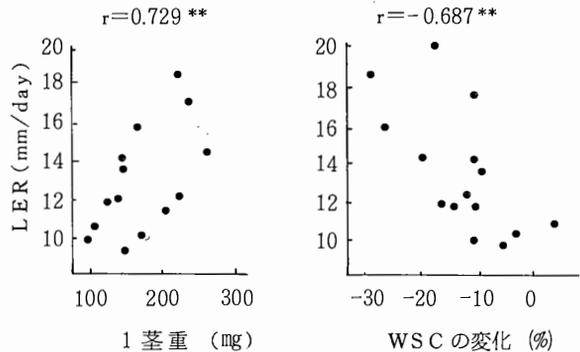
一方、葉の伸長速度は第5図にみられるように、刈取り前の平均1茎重および刈取り後10日間の貯蔵炭水化物の増減量と密接な関係を示した。すなわち、1茎重の重い遺伝子型は、刈取り後貯蔵炭水化物を速やかに葉の伸長に利用するため、生育が進むほど高い再生力を示すようになった。

岡部⁵⁾は、イタリアンライグラスの多数の品種、系統を条播して再生力の差を比較した。その中で、杉山ら⁷⁾と同じく、刈取り後の生育過程を刈取り直後の再生過程と再生茎の伸長過程の2過程に分けて考察し、両過程に関与する品種特性は異なると指摘した。すなわち、刈取り直後の再生過程には貯蔵物質や残存光合成器官の多少が影響し、再生茎の伸長過程には茎葉の生長の良否や光合成能力が関係すると述べている。

以上のように、草種を問わず分けつの多い型は、刈取り後の残存葉量や貯蔵炭水化物の量が多いために、再生初期の生育は有利となるが、次第に茎葉の伸長速度で勝る1茎重の重い型の生育が旺盛になることが明らかにされた。しかし、これらの試験は個体植えあるいは条播でおこなわれたものであり、同様の結果



第4図 茎基部乾物重、葉面積と分けつ数との関係(杉山ら⁷⁾)

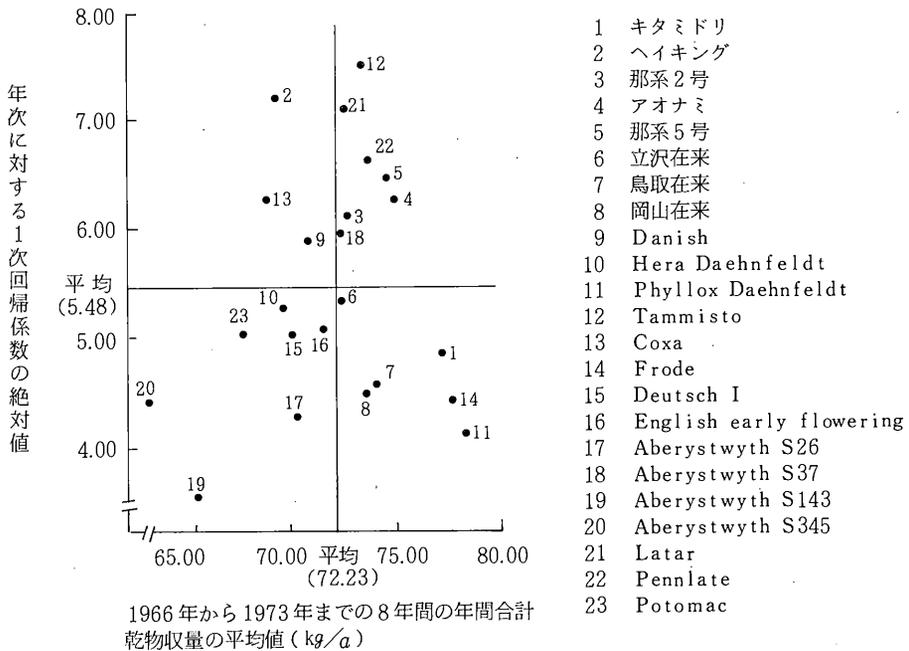


第5図 刈取り後10日間の葉身伸長速度(LER)と刈取り前平均1茎重および可溶性炭水化物(WSC)の変化との関係(杉山ら⁷⁾)

が群落としてみた場合にもあてはまるかどうかは今後の課題であろう。すなわち、個体植え→条播→散播とすすむに従い、各分けつは再生のごく初期から激しい個体間競争にさらされることになる。このため、群落生態的要因の比重は散播草地で一層高くなると予想され、今後再生力に関してこの方面からの検討が必要になると思われる。

III. 永続性

草地の永続性とは、収量の長年月にわたる持続性としてとらえることができるが、オーチャードグラス品種の永続性に関しては川端ら³⁾が詳細な研究をおこなっている。すなわち、オーチャードグラスの23品種系統を用い、採草利用を想定した2回刈り区と放牧利用を想定した4回刈り区を設け、播種2年目から8年間にわたり乾物収量の持続性が検討された。その中で、永続性を評価する指標として収量の年次経過に伴う減少程度、すなわち収量の年次に対する1次回帰係数が有効なことが明らかにされた。この1次回帰係数は、2回刈り区では-7.4から-3.4 (kg/a), 4回刈り区では-7.2から-4.7 (kg/a) という顕著な品種間差を示し、永続性についても遺伝的変異が存在することが認められた。さらに、真に永続性にすぐれているということは、収量の年次に対する回帰が小さいばかりでなく収量そのものが高い必要があるとの考えから、8年間の平均収量と年次に対する収量の回帰係数の二元分布により永続性に関する品種分類が試みられた。



第6図 オーチャードグラス23品種を年間2回刈りで8年間収量調査したときの1次回帰係数の絶対値と年間平均乾物収量との関係。図中1-23の数字は右記の品種・系統を示す。(川端・後藤³⁾)

第6図は、2回刈り区の場合を示したものであるが、8年間平均収量と回帰係数との相関は $r = 0.15$ であり、収量と回帰係数はほぼ独立であると考えられた。回帰係数が大きく、年次経過に伴う収量低下の

激しい品種として「Tammisto」, 「ヘイキング」, 「Latar」等が挙げられ, 「S 26」, 「S 143」, 「Frode」等は回帰係数が小さく収量の年次変化の少ない品種と考えられた。第6図の第4象限に分布する品種は, 年間平均収量が高くその年次経過に伴う減少も少ないため, 永年草地用採草型品種として最もすぐれていることを意味するが「キタミドリ」, 「Phyllox」, 「Frode」等がこれに属した。

同様に4回刈り区についてみた場合, 「Pennlate」, 「Coxa」, 「S 37」, 「Latar」等の回帰係数が大きく, 「S 26」, 「S 143」, 「キタミドリ」等の回帰係数が小さかった。回帰係数が小さく収量も高い永年草地用放牧型品種としては「キタミドリ」, 「立沢在来」, 「鳥取在来」, 「Phyllox」等が適していると考えられた。

以上のように, 永続性は明らかな遺伝的特性であるとみられたが, その品種間差が生ずる機構についての解析的研究はまだ十分なされていない。すなわち, 永続性には年次経過に伴う生理機能の低下, 植生構造の変化, 集団の遺伝的構造の変動等が関係していると考えられるが, 永続性の簡易検定法の確立にも関連して, その品種間差をもたらす要因についての詳細な検討が望まれる³⁾。ただ, 永続性を評価する指標である収量の年次に対する回帰係数の大きかった「Pennlate」, 「Latar」等は1番草生産力の項で述べた茎重型に属す品種であり; 回帰係数の小さい「S 143」, 「Frode」等は茎数型に属している。そこで両試験に共通して供試されている6品種につき, 草型指数と回帰係数との相関関係を調べた。その結果2回刈り区では $r = 0.85^*$ の有意な正の相関が認められ, 4回刈り区でも $r = 0.70$ と有意ではないが比較的高い正の相関係数が得られた。従って, この結果のみから速断することは危険であるが, 茎重型品種ほど収量の年次経過に伴う減退が大きい傾向がみられ, 永続性にも草型等の物質生産にかかわる要因が関係する可能性が示された。また, 長年月にわたる収量維持を考える場合, とくに北海道等では低温年の減収回避, すなわち耐冷性のような気象条件に対する反応性の品種間差も無視できないであろう。さらに, 越冬性あるいは偶発する病害や干ばつに対する抵抗性等の影響も大きいものと思われる。

IV. 1番草生産力, 再生力, 永続性の相互関係

これまでみてきたように, 草地生産の基礎をなす1番草生産力, 再生力, 永続性のいずれにおいても顕著な遺伝的変異が認められたが, それぞれの相互作用についてはまだ十分検討されていないように思われる。すなわち, 群落(散播)状態における品種の1番草生産力, 再生力, 永続性を総合的に考察し, その独立的向上の可能性を論じた報告はみあたらない。

後藤²⁾は, 多数のオーチャードグラスの品種, 系統について季節生産性を比較し, vigourに基づく品種分類をおこなったが, その中で春の草勢および1番草収量が再生力, 2番草収量, 秋の草勢等と負の相関関係にあることが明らかにされた。すなわち, vigourに関与する形質間には何らかの関連が存在し, それに基づく品種分類のパターンは連鎖または遺伝相関に由来すると推察された。具体的には, 「Pennlate」, 「Latar」, 「Tammisto」等は春の草勢が著しく高く1番草収量も多いが, 再生が極度に悪い品種であり, 「S 26」, 「S 143」, 「S 345」等は春の草勢および1番草収量は低いが再生力, 秋の草勢の高い群に分類された。これらの結果は個体植えで得られたものであるが, 1番草の生産力に関しては散播草地での結果ともよく一致し, 1番草生産力と再生力は相反する特性である可能性が高い。しかし, 後藤²⁾の報告によれば, 「Avon」, 「Gullåker」, 「Masshardy」のように高い春の草勢と再生力が結びついた品種もあり, このような品種の生理生態的特性を検討することにより, 高い1番

草生産力と再生力を兼ね備えた品種の育成は可能と思われる。

また、後藤²⁾の報告と川端ら³⁾の報告を比較すると、「S26」, 「S143」等の再生力の高い品種は収量の年次変化が小さい傾向にあり、「Pennlate」, 「Latar」等の春の草勢が盛んで再生力の低い品種は収量の年次経過に伴う減退が大きい傾向がみられた。すなわち再生の良さと永続性の高さは一致する面が多く、再生力と永続性は同じような品種特性に支配される可能性が示された。

草地生産力に対する1番草生産力、再生力、永続性の相対的重要性は、その利用形態によって異なると思われる。採草利用の場合には、Spring flushを最大限に利用し、出穂期までの収量増加、すなわち1番草生産力の向上が最も重要な育種目標となろう。一方、放牧草地の場合には、生育の早い時期から利用されるため、出穂期ごろの多収よりも高い春の草勢と再生力が重要な育種目標となる。また、永続性は放牧草地において、より重要な意味を持つと思われる。

第5表 永続性に関する重回帰分析(川端・後藤³⁾, 1979より算出)

重回帰式	R	R ²	X ₁ : X ₂
Y ₁ = 0.534 X ₁ - 1.487 X ₂ + 33.66	0.871 ***	0.759	70 : 30
Y ₂ = 0.554 X ₁ - 3.046 X ₂ + 17.38	0.819 ***	0.671	52 : 48

Y₁ = 2回刈り区の8年間平均収量 Y₂ = 4回刈り区の8年間平均収量
 X₁ = 播種2年目(1966)の収量 X₂ = 年間収量の年次に対する1次回帰係数の絶対値(b値)
 R = 重相関係数 R² = 決定係数 X₁ : X₂ = X₁ と X₂ の標準偏回帰係数比

第5表は、前述の川端ら³⁾の試験結果を基に8年間平均収量を目的変数、8年間のうち最高収量を示した播種2年目の年間収量と収量の年次に対する回帰係数を説明変数とする重回帰分析をおこない、その結果を示したものである。2回刈り区、4回刈り区ともにR=0.8以上の重相関係数が得られ、8年間の平均収量—これは草地の生産力そのものを表すと考えられる—の品種間差の70%前後がこれら2要因により説明された。また標準偏回帰係数から推定した2年目収量と回帰係数の8年間平均収量に対する貢献割合は、2回刈り区、すなわち採草区では70 : 30で2年目収量の寄与率が高かったのに対し4回刈り区、すなわち放牧区では52 : 48であり両要因が同程度生産性に関係すると推察された。このように、採草用草地の生産力は播種2~3年目ころの年間収量に支配される面が強く、その生産性向上のためには播種後早い時期の収量に着目して比較的短期利用を考えるのが効果的なことが示唆された。一方、放牧用草地では年間収量を高めるのと同程度その維持に努めることが必要と考えられた。

以上のように、1番草生産力、再生力、永続性の意義は、草地の利用形態によって変化する。従って、高生産性品種の育成にあたっては、利用目的に応じた選抜方法がとられるのが当然である。しかし、いずれにしても草地という超高密度条件下での生産性を扱うことに変わりはなく、この点物質生産に関する群落生態学的諸特性の持つ意味は極めて大きい。今後、こうした立場からの選抜指標の設定が重要な課題をなすものと思われる。

引用文献

1) Cooper, J. P. (1966) The significance of genetic variation in light interception and conversion for forage-plant breeding. Proc. X Int. Grassl.

Congr. Helsinki 715 - 720.

- 2) 後藤寛治 (1969) 個体植えによるオーチャードグラス品種の評価. 北農試彙報 94:79-92.
- 3) 川端習太郎・後藤寛治 (1979) オーチャードグラスにおける永続性の品種間変異. 草地試研報 14:50-59.
- 4) 楠谷彰人・杉山修一・後藤寛治 (1983) オーチャードグラスの生産性に関する研究. IV. 日射エネルギー利用効率の品種間差異と乾物生産. 日草誌 29:22-27.
- 5) 岡部 俊 (1975) イタリアンライグラスの育種に関する基礎的研究 — とくに耐雪多収性選抜に対する作物学的研究. 北陸農試報 17:129-284.
- 6) 大久保忠旦・大泉久一・星野正生・松本フミエ (1969) 草地生態系のエネルギー効率 第1報 数種牧草群落の乾物生産効率と光利用効率. 日草誌 15:138-149.
- 7) Sugiyama, S., M. Yoneyama, N. Takahashi and K. Gotoh (1986) Variation of regrowth after cutting in genotypes of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) J. Japan. Grassl. Sci. 32:44-50.