

論	文
Articles	

リードカナリーグラス(*Phalaris arundinacea* L.) における低アルカロイド品種の生育特性と 乾物生産との関係

大谷 忠*・栗原良雄*・伊東睦泰**

(平成 16 年 2 月 25 日受付/平成 16 年 6 月 11 日受理)

要約：リードカナリーグラスの低アルカロイド品種である「パラトン」および「ヴェンチャー」の生育特性を明らかにして、そこから両品種の品質特性を知るために、各単播草地の 1 番草、再生草を用いて調査を行った。その結果、両品種とも既存分けつの草丈、節間長、茎葉比の 3 形質は相互に密接な対応関係を示した。主な特徴として、茎数密度の推移は 1 番草の生育開始直後で 500~1,000 本/m² あったが、節間の伸長開始後は急減して約 300 本に収斂した。再生草では刈取り直後に新分けつが多発して、各刈取り時を上回り、最大で 1,600 本 (3 回刈り後) の茎数密度を示した。全乾物重と草丈の間には $r=0.963$ の高い正の相関がみられ、また、茎葉比と全乾物重の間にも類似の関係が認められたが、茎葉比 1.5 以下の範囲での収量増加が大きいものに対して、1.5 以上では、収量増加の割合は低減した。

キーワード：茎葉比、分けつ、低アルカロイド品種、リードカナリーグラス、乾物重

緒 言

著者らは、リードカナリーグラス 5 品種を北海道の冷涼、寡雨地において栽培比較したところ、いずれの供試品種も従来から栽培されている他のイネ科牧草に優る生産性を示すことを認めた¹⁾。中でもリードカナリーグラス品種「パラトン」と「ヴェンチャー」は初期生育、収量性に極めて優れており、特に前者において顕著であった。これらはアルカロイド含有率を低減させることを主目的に育成された品種であり²⁻⁴⁾、もし嗜好性も改善されているならば、両品種は今後の安定的な草地生産と利用につながるであろう。すでに大谷ら⁵⁾、伊東ら^{6,7)}は、従来広く利用されてきた市販品種を用いて一連の実験を行い、本草が粗放管理下においても持続性が高く、永年にわたって安定した生産が可能であることを示した。反面、群落の生育に伴って急激に繊維成分が増加し、嗜好性が悪化することから、若い生育段階での利用法の確立が必要であると指摘している。その点で、嗜好性の改善が著しいとされる「パラトン」等の品種⁸⁾についても、同様の調査が必要であろう。

本研究では、低アルカロイド品種の生育並びに品質特性を知るために、「パラトン」および「ヴェンチャー」の各単播草地の 1 番草および再生後の各番草に至るまでの乾物構成、生育形態、茎数密度などの収量構成要素の推移を調査した。

材料および方法

実験 1：静岡県富士宮市の富士山麓にある東京農業大学富士畜産農場内の利用 3 年目のリードカナリーグラス品種「パラトン」および「ヴェンチャー」の各単播草地を実験に供した。供試草地は標高 830 m の水はけの良い石礫土壌で約 6 ha の面積である。利用は例年 3 回前後の刈取りを行っている。実験年である 1991 年は両品種草地ともに、年間、N : P₂O₅ : K₂O の各成分で 27 : 38 : 29 kg/10 a を施肥して 5 月 29 日、7 月 19 日 (再生長期間 61 日) および 9 月 27 日 (再生長期間 70 日) の計 3 回、地上 5 cm で刈取りを行った。本実験では、これら各草地内に草勢の揃った約 2 a の調査区画を設置した。1 番草 (5 月 29 日) までの生育経過を 4 月 24 日から約 1 週間おきに群落を構成するリードカナリーグラスの生育旺盛な既存分けつを 50 茎ずつ採取して直ちに冷蔵の上、後刻その草丈、節間長を計測した。なお、調査時ごとに 1 m × 1 m の方形区を 3 地点ずつ任意に選んで茎数密度、草丈、生草重量の推移を計測した。さらに、収穫された生草の一部を正確に秤量して持ち帰り、葉鞘 + 節間 (C) と葉身 (F) に分離して、常法で各々の乾物重を計量して、単位面積当たりの乾物重 (g/m²)、C/F 比を算出した。

なお、6 月 5 日の調査は、1 番草収穫時 (5 月 29 日) に調査区画の一部を刈り残しておいた地点で実施した。また、再生草群落においても、2 ないし 3 回、1 番草と同様の調査

* 東京農業大学農学部畜産学科

** 新潟大学農学部農業生産科学科

を実施した。

実験2：実験1と同じリードカナリーグラスの「パラトン」単播草地（年3回刈り）を引き続き供試し，翌年の1992年，実験1で必ずしも十分でなかった既存分けつの生育経過と茎数密度の動態をより精密に追跡した。そのために，草勢が比較的均一な10m×10mの区画を選び，密度の揃った地点に25cm×25cm方形枠を5箇所設置して，1番草（6月5日），2番草（7月30日），3番草（9月18日）までの各生育期間に枠内の全既存分けつの草丈，出葉葉位，伸長節間，分けつの生死を1週間隔で立毛のまま調査した。1番草，再生草の各収穫時の他，1番草と3番草では生育途中で適宜，地上部乾物重調査（1m×1m，各3反復）を行った。

実験結果

実験1

本実験年の気象は以下の通りであった。実験開始時の春の4月3日以降，平均気温が連続して5℃を上回るようになったが，これ以降6月5日の1番草収穫日までの平均気温を求めると13.5℃で，2番草では19.5℃，その間の降雨量は277mmであった。また，8月の平均気温は平年並みの21.6℃で冷涼に推移したが，3番草収穫日までの平均気温では19.0℃で，9月の降雨量は700mmと多く，年間降雨量は約3,000mmになり，平年に比べて多雨であった。

図1は，1番草生育期間中における既存分けつの草丈，節間長およびC/F比を示したものである。全般に「パラトン」と「ヴェンチャー」両品種間には，全乾物重，既存分けつの形態に大差は認められず，類似の傾向を示した。なお，両品種とも5月22日には，生育良好な既存分けつで出穂を開始つつあり，収穫日の5月29日には約8割の穂が出揃っていた。

両品種とも，既存分けつの草丈の伸長は，初めはやや緩慢に推移するものの，5月8日以降は一転して顕著に増加し，その後刈取りの直前に再びわずかながら鈍化した。節間は草丈の急伸長への転換期にやや遅れ，4月28日にわずかな伸長が見られ，5月15日に約30cmとなった後，伸長速度が急増した。また，C/F比は，5月初めには1.0（葉鞘+節間が全収量の50%）前後となって引き続き増加を続けた後，5月15日には1.5〔同，60%〕に近づき，以後一転してC/F比は急増し，収穫時の5月29日には2.5（同上の75%）を越えた。このように，既存分けつの草丈，節間長および群落のC/F比の3形質は，相互に密接な対応する動きを示した。

図2には1番草までの生育過程における両品種の茎数密度，収量および平均1茎重の推移を示した。茎数密度は品種，調査時期間でややばらつきはあるものの，4月24日の生育開始直後には概略400本/m²であったものが，その後，5月8日から15日にかけて分けつが新生し，500本/m²に増加し，ピークを形成した。しかし，これ以後，茎数は5月末の300本/m²前後まで急減した。全乾物重量は，茎数密度の減少が始まる出穂始めの5月22日までは直線的に増加してほぼ700g/m²の水準に達したが，その後は増加速

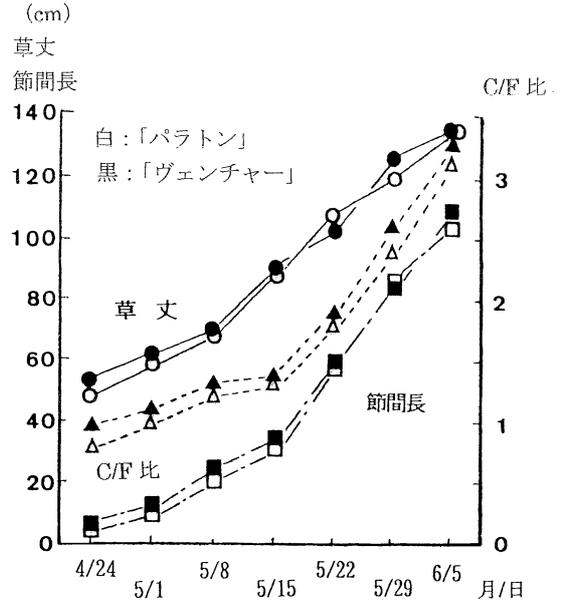


図1 「パラトン」および「ヴェンチャー」の1番草までの既存分けつの草丈，節間長，C/F比の推移（1991年）

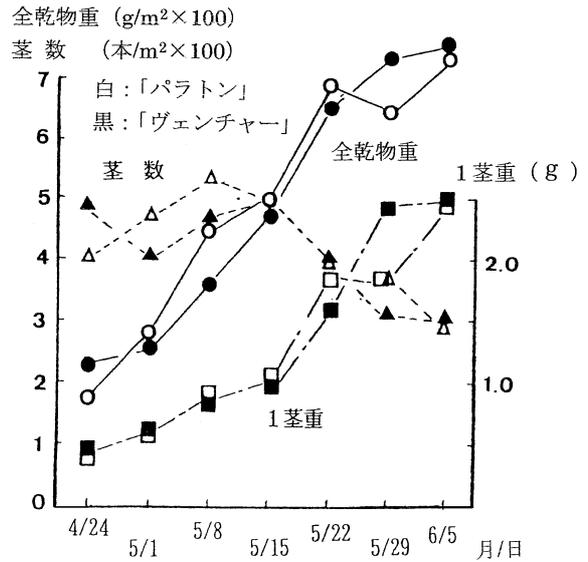


図2 「パラトン」および「ヴェンチャー」の1番草までの全乾物重，茎数密度，1茎重の推移（1991年）

度が鈍化した。1茎重の推移は全乾物重量とほぼ同様のパターンを示した。

次に，以上に述べた1番草までの生育に伴う各形質の動きを相互に比較した。まず，1番草までの全乾物重量を草丈との関係で見ると（図3），両者の間には既報⁷⁾でみられたと同様，高い正の相関を示し（ $r=0.963^{**}$ ），草丈の増加に伴って全乾物重量は確実に増加することが認められる。また，図4に示したように，C/F比と全乾物重量の間にも，4月24日から5月15日の間では $r=0.897^{**}$ ，5月15日から6月5日の間では $r=0.833^*$ の両方に正の相関があり，全体的に類似の関係が認められる。この場合，C/F比

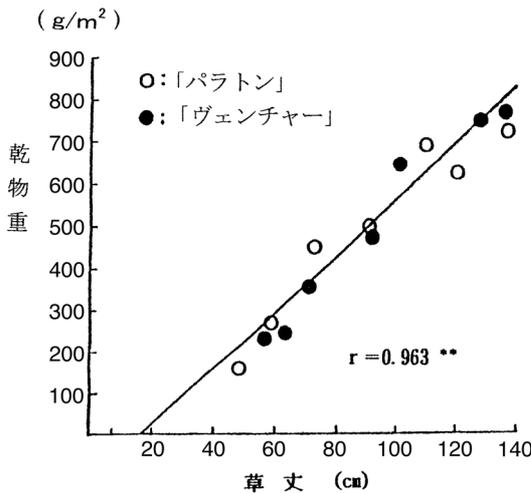


図3 1番草までの草丈と乾物重との関係

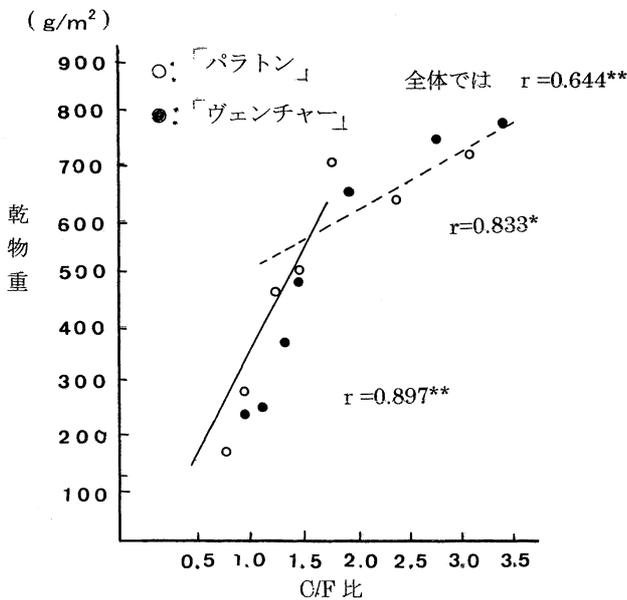


図4 1番草までの生育期間におけるC/F比と乾物重との関係

が1.5となるまではC割合の増加に伴って全乾物重量が急増した。しかし、それ以上の比率では、全乾物重量の増加は鈍化し、群落の生長がC/F比=1.5近辺を境界にして2つの異なった過程に分かれることを意味している。

表1には、再生草群落の生育状況と茎数密度を示した。再生草においては茎数密度、C/F比、節間伸長、全乾物重量の推移が1番草と異なる傾向を示した。すなわち、全体的に1番草では茎数が比較的少なく、1茎重がより大きくなってのに対して、再生草においては群落の生育に伴う茎数密度の低下が比較的少ない一方、1茎重は小さく、C/F比が1を越えることは、2番草では若干認められるものの少なかった。

実験2

本実験年における日平均気温は、1番草生育期間中は平年とほぼ同様に推移した。夏期の7月から8月における平

表1 リードカナリーグラス再生草の生育特性

形質	品種	2番草		3番草	
		6/28	7/17	9/7	9/27
草丈 (cm)	パラトン	83	114	78	91
	ヴェンチャー	76	106	71	69
節間長 (cm)	パラトン	37	85	45	60
	ヴェンチャー	39	74	39	41
C/F比	パラトン	1.1	1.6	0.9	1.0
	ヴェンチャー	1.0	1.4	0.9	0.8
茎数 (本/m ²)	パラトン	524	686	633	530
	ヴェンチャー	723	609	688	519
1茎重 (g)	パラトン	0.48	0.87	0.51	0.73
	ヴェンチャー	0.36	0.83	0.41	0.57

均が約500mmであるのに対して、約200mmで異常に降雨が少なかったにもかかわらず低温が続き、月平均気温は20℃をわずかに越えるに過ぎなかった。

図5に既存分けつの草丈、節間長並びに出葉数の推移を示した。1番草の既存分けつの草丈の伸長は、5月8日までには比較的緩慢に推移したが、その後は急速に増大した。節間は、5月1日まではほとんど伸長がみられないが、5月8日には約10cmに発達し、以後、指数関数的に増加し、6月5日の収穫時には、既存分けつ全長(草丈)の80%以上を占めるまでに伸長した。再生草においては、刈取りの直後から既存分けつの草丈は急速に伸長した。また、節間も刈取り3週間後には急伸長を開始したが、1番草の場合と異なって、生育が進むにつれて次第に伸長速度が鈍化する傾向がみられた。

1番草、再生草のいずれにおいても、既存分けつの出葉は急速であり、それぞれ生育の前半では、伊東ら³⁾、大谷ら⁶⁾の結果と同様に、ほぼ7日に1葉の割合で順次、新葉を展開していた。なお、3番草(9月18日)後の秋の再生草群落では、出葉は大差なく継続するものの、節間伸長がないため、草丈は低く抑えられた。

図6に全乾物重量の推移を示した。全乾物重量は1番草が最大で、以下、2番草、3番草の順で少なかった。1番草までの全乾物重量の増加過程をみると、節間伸長開始期の5月8日までは比較的穏やかに増加し、その後急増した。これに比して、3番草では刈取り後の比較的初期にはむしろ急速に全乾物重量を増すものの、再生1ヶ月を経過した後の増加は少なかった。

図7に1番草および再生番草に至る茎数密度の推移を示した。1番草では春の生育開始直後、1,000本/m²前後あった茎数密度が次第に減少を始め、特に節間の伸長開始後は急激に減って収穫時まで半減した。一方、再生草では、それぞれの刈取り直後に新分けつが多発して刈取時を上回る茎数密度を獲得する上に、再生過程での分けつの枯死も少なく、再生開始後約50日を経過した各収穫時においても、1番刈時の2倍以上の茎数密度が保たれていた。

考 察

本研究においては、リードカナリーグラス品種「パラトン」および「ヴェンチャー」の各1番草、再生草のいずれ

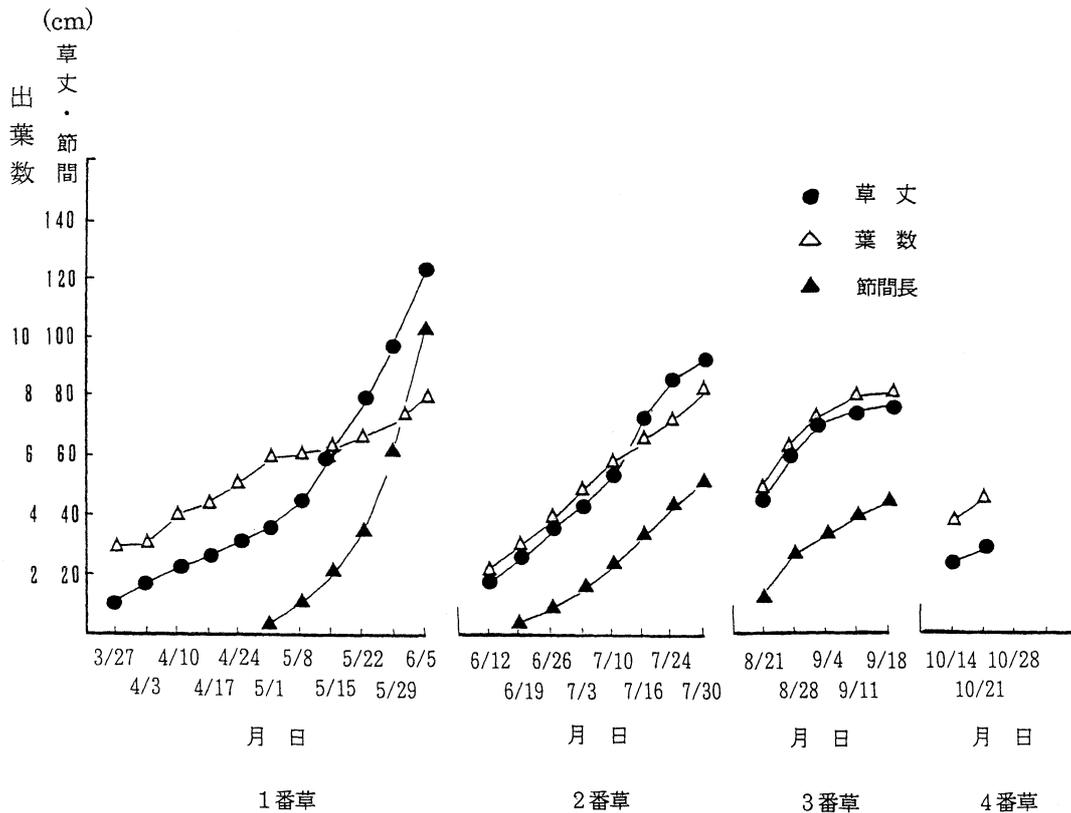


図5 「パラトン」の1番草および再生番草に至る既存分けつの草丈、節間長、出葉数の推移 (1992年)

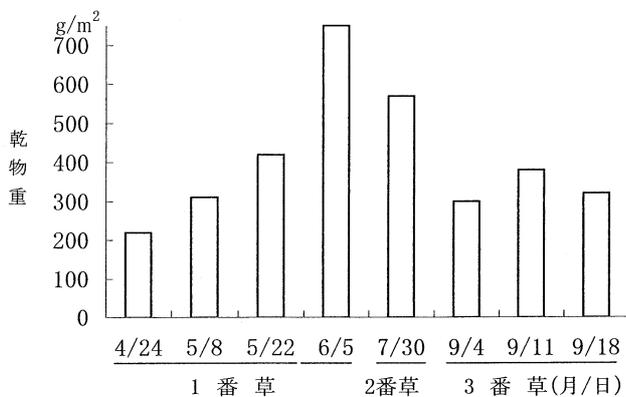


図6 「パラトン」の各番草までの乾物重の推移 (1992年)

もが、すでに大谷¹⁾が報告しているリードカナリーグラス品種と比べても、極めて優れた生産性を示すことが確認された。この生産性を良好にする要因としては、1番草における個々の既存分けつの旺盛な生長力、再生草においては、節間伸長を伴う比較的速い分けつの伸長力と刈取り後に倍加する茎数密度が大きく係わっているように見える。

実験1においては、1番草までの生育過程における全乾物重量の増加が草丈、節間長、C/F比、1茎重の各々の推移とほぼ並行して推移することが確認された。この場合、草丈、C/F比が地上部乾物重量増加と密接な関係を保持しながら推移していることは図3、4に示した相関関係から推測できる。また、これらの変動のパターンをみると、草

丈は始終、一定してほぼ直線的に増加しているのに対して、C/F比、節間長は出穂の7~10日目の5月中旬までは比較的穏やかに推移するものの、その後、増加の速度を倍加して、1番草収穫時まで急激に増加している。このことは、1番草、とくに出穂前後の全乾物重量増加に対する節間伸長の役割が極めて高いことを意味しよう。上記のような節間の急激な伸長への転換は、C/F比がほぼ1.5の値となる時期を契機として生起している。実験1および2を照合すると、この時点を境界として茎数密度の急激な減少が始まっており、C/F比の増大が常に単純に全乾物重量増加をもたらすとの結論には結びつかないことは言うまでもない。実際、C/F比1.5以下の範囲での全乾物重量増加が極めて大きいのに対して、1.5以上ではC/F比増加に伴う全乾物重量増加の割合は著しく低減している。このことは、C/F比1.5前後に達して以降の全乾物重量増加がC/F比の増加の結果として生じるであろう品質劣化に比して相対的に少ないものであることを示唆しており、収穫適期を判断する上で重要な指標であろう。1番草の生育に伴ってC/F比1.5を越えて以降は、全乾物重量の増加に比して、繊維分画として中性デタージェント繊維、酸性デタージェント繊維および酸性デタージェントリグニン増加による品質悪化が急激に進行する⁹⁾。もともとリードカナリーグラス品種の普通種ではこの傾向がより強いことが認められていたが⁵⁾、本実験に供したリードカナリーグラス品種の1番草をより高い品質で利用するにはC/F比の変化を十分に考慮することが重要であると言える。

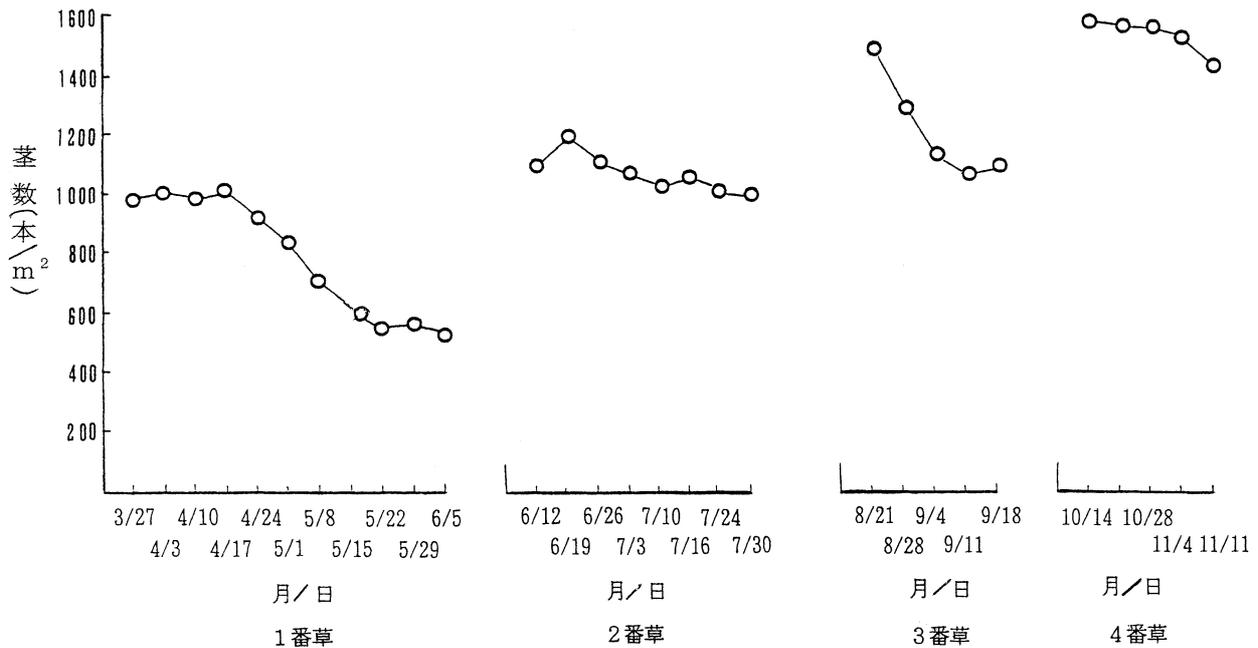


図 7 「パラトン」の1番草および再生番草に至る茎数密度の推移 (1992年)

実験1においては、再生草各番草に到る全乾物重量とC/F比等の推移を短間隔で追跡しなかった。そのため1番草の経過との厳密な比較はできないが、再生期間1ヶ月を経過して草丈80cmを越えた段階においてもC/F比は1前後にとどまり、その後もほとんど変化無いことからみて、1番草までの生育経過におけるような草丈の増加に伴う急激なC/F比の増大過程は存在しないものと推察される。この理由については、判然としないが、再生草群落においては、1番草の場合におけるような茎数密度の激減が生じにくいことも併せて興味深いところである。

実験2においては、茎数密度が、「パラトン」の1番草では群落の生長に伴って急激に低下して、収穫時に生育開始時の半数前後に減少する一方、再生草では刈取り後に回復した茎数密度の減少が極めて緩慢に推移していた。実験1においても、「パラトン」、「ヴェンチャー」ともに類似の茎数密度の推移パターンを示していた。このことは、両品種の1番草および再生草群落の茎数密度が地上部の生育状況に応じて淘汰されて、その時々に応じた茎数密度に鋭敏に収斂しながら、群落の生長を継続していることを意味している。特に、地上部全体の生育がより緩慢に推移する再生草においては、先行する刈取り後に新生して高密度を回復した茎数のより多くの部分がより長寿命となつて、個体群全体の生長を補完している現われであるととられる。その点で、生育旺盛な時期におけるリードカナリーグラス茎数密度回復能力は極めて有用な形質であるといえる。

参考文献

- 1) 大谷 忠・伊東睦泰・前田良之, 1994. 数種リードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea* L.) 品種の生産性の比較. 東京農業大学農学集報, 39 (1), 27-32.
- 2) KALTON, R.R., P. RICHARDSON and J. SHIELDS, 1989. Registration of Reed Canarygrass. *Crop Sci.* 29, 1327-1328.
- 3) OSTREM, L., 1987. Studies on genetic variation in Reed Canarygrass *Phalaris arundinacea* L. I. Alkaloid type and concentration. *hereditas*, 107, 235-248.
- 4) SIMONS, A.B. and G.C. MARTEN, 1971. Relationship of indole alkaloid to palatability of *Phalaris arundinacea* L. *Agro. J.* 63, 916-919.
- 5) 大谷 忠・伊東睦泰・真島 操・根本正之, 1992. リードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea* L.) の利用法の改善に関する研究 [第1報] リードカナリーグラスの生育習性と草質との関係. 東京農業大学農学集報, 37 (1), 67-73.
- 6) 伊東睦泰・小林清四郎・徳重英明・村木尚司・徳高富士夫, 1990. リードカナリーグラス草地における分けつのは発生・生長の動態. 日草誌, 35, 279-285.
- 7) 伊東睦泰・佐藤恵美子・後藤浩幸・服部義一, 1990. 群落におけるリードカナリーグラス既存分けつの生育形態. 日草誌, 36, 254-262.
- 8) MARTEN G.C., R.M. JORDAN and A.W. HOVIN, 1981. Improved lamb performance associated with breeding for alkaloid reduction in Reed Canarygrass. *Crop Sci.* 21, 295-298.
- 9) T. OTANI, M. ITO, Y. MAEDA and Y. KURIHARA, 1997. Some improvable point for better utilization of Reed Canarygrass cultivars in Japan, 18th International Grassland Congress, Canada.

Relations between the Growth Habit and Dry matter Accumulation of Low Alkaloid Cultivars of Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.)

By

Tadashi OTANI*, Yoshio KURIHARA* and Mutsuyasu ITO**

(Received February 25, 2004/Accepted June 11, 2004)

Summary : To examine the growth and qualitative characteristics of the recently introduced low-alkaloid cultivars 'Palaton' and 'Venture' of reed canarygrass, a study was conducted using the first crop and aftermath community of the pure stand of 'Palaton' and 'Venture'. In both of the cultivars, a close mutual relation was observed among the following four characteristics : plant length of existing tillers, internodes, culm-foliage ratio (C/F). In addition, the number of tillers was 500 to 1,000 stems per square meter immediately after the first crop began to grow but decreased sharply after the internode's elongation period. In the case of the aftermath, a large number of new tillers began to grow just after the grass was harvested ; these new tillers were more than the tiller number at each harvest and reached a peak of 1,600 stems after three times of harvesting. A positive correlation ($r=0.963^{**}$) was recognized between dry matter accumulation and plant length, and a similar correlation was also found between C/F and yield. While the increase in yield was great when C/F was 1.5 or less, the increase ratio fell when the C/F was more than 1.5.

Key Words : Culm-foliage ratio, low alkaloid cultivars, Reed Canarygrass, tiller, dry matter

* Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** Department of Agrobiological Science, Faculty of Agriculture, Niigata University