

寒冷型イネ科4草種の出穂期における生産構造の比較

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	佐藤, 庚
巻/号	19巻2号
掲載ページ	p. 208-214
発行年月	1973年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



寒地型イネ科4草種の出穂期における生産構造の比較

佐 藤 庚

東北大学農学部 (仙台市)

草地の造成、管理にあたってはその地方に適合した草種の選択が必要であるが、同時にそれぞれの生産力を十分に発揮させる管理が重要となる。適切な管理は草種の基本的特性の熟知を前提とする。このような観点から草種の比較を試みた文献は見当らないようである。本報は代表的寒地牧草4草種について、出穂期における生産構造や分けつ動向などを通じて生産力の比較を試みた。詳細な比較を可能にするために、それぞれの草種について1クローンを供試した。これが草種の典型とは思わぬが、経験的には各草種の特性をかなりの程度表現していると考えられるので、1実験例として報告し参考に供する。

材料および方法

供試材料はチモシー (cv. Clair, 以下TMと略記, 他も同様), オーチャードグラス (cv. Frode, OR), トールフェスク (cv. Ky-31, TF), リードカナリーグラス (品種不明, RC) のそれぞれ1クローンを増殖し, 1969年4月に揃った小分けつを株分けし, バーミキュライトに挿して発根させ, 揃った個体を内径50cm×50cm, 深さ30cmのコンクリート鉢に9個体ずつ移植した。用土は粘土に富む川砂である。以後通常の刈取管理(施肥は少なく, 年1回春に与えただけである)を継続したものについて, 1971年3月24日に鉢当たり硫酸20g, 過石25g, 塩加15gずつを与えた。各草種4鉢ずつである。1番草はそれぞれの出穂期に刈ったが, TFとORは5月27日, TMとRCは6月23日である。刈取直前に群落の中心部において層別の相対照度ををはかるとともに, 最高茎10本ずつについて節間長, 葉長, 葉巾を測った。10cm刈りの各3鉢は地上10cmより上を15cm間隔の層別刈取とし, 残り1鉢は地表面で刈取り, 層別別に各部の生体重, 葉身面積(林電工製葉面積計)を測定後, 常法によって送風乾燥して乾物重を求め, これを用いて炭水化物および窒素の分析を行なった。

実験結果

Fig. 1 に4草種の生産構造を示した。地上部全体の

乾物重は $TM > OR > RC > TF$ の順である (Table 3 参照)。TF は地際10cmの乾物重は高いが上層部の重量が著しく低いのに対して, TMは全層に比較的均一な分布をする。TFとORでは緑葉身の乾物重は地際を除いて(この部のORの枯死葉が特に多い)下層ほど大きいのに対して, RC, TMでは草冠の中央部で大きく, 上下するにつれて減少する型を示し, ことにTMは上層の葉重が大きい。全般に0-10cmの地際の生存茎重が上層に比べて低いのは, 上層部は15cm間隔で刈取った値だからである。ORの枯葉身, 枯茎の量が特に多いのは前年度に枯死した残存量が多いことが1因である。葉身率(葉身重の稈および穂重に対する割合, %)はRCが最も高く, OR, TM, TFの順で低下している (Table 3)。

Fig. 2 に層別の緑葉面積指数(LAI)とその部位の相対照度を示した。葉面積の分布は葉身重の分布と併行し, TMの葉面積は70cm以上の高層でも多く, 55cmレベルのLAIは4.0に達している。これに反してTFの上層の葉面積は著しく小さい。しかし地面近接部の

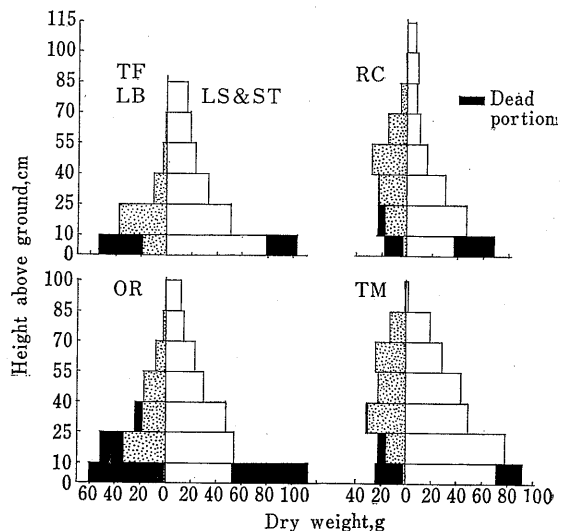


Fig. 1. Production structure of 4 grasses at each heading stage

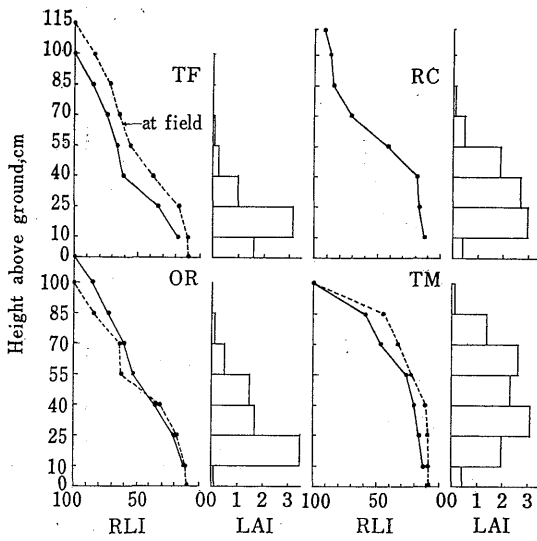


Fig. 2. Vertical distribution of LAI and relative light intensity in 4 grasses at each heading stage

LAIはTFが最大でORが最小である。出穂期における全層のLAIはTMで12.0、RCで8.1、ORで7.5、TFで6.1を示した(Table 3)。葉面積の分布に対応して、投射光はTMでは高層で強く遮断され、70cmの層で相対照度は既に50%に減ずるのに対し、TFでは50%以下に達したのは40cm以下の層である。RCも葉の分布がTMに依っているので60cmの層で50%に減ずるが、ORでは50cmの層である。相対照度が20%に減じたのはTM、RCでは40cmのレベルであるのに、TF、ORではそれぞれ10cm、25cmのレベルであった。この4草種間ではTMの透光が最もわるく、TFは地際近くまで透光している。以上の傾向はそれぞれ同一クローンで作った広い圃場の群落においてもほぼ同様であった。光の透入は葉身の分布と密接に関係している。

Fig. 3は節間長、節位別葉身長を示している。葉面積の分布は節間長、葉身長、層別分布と密接に関係することが明らかで、TMのように伸長節間数が多く上位から下位まで大形の葉をつけるものから、TFのように節間数が少なく着生葉が小さいものまで様々である(しかしTFの栄養生長茎は遙かに大形の葉をもつ)。この形態的特性は受光態勢に影響するので、草種間の生産力の比較に際してこの特性も考慮されてよいと考えられる。

Fig. 4で明らかなように、4草種とも葉身、葉鞘および茎の全窒素含有率は上層ほど高い。葉身のTAC含

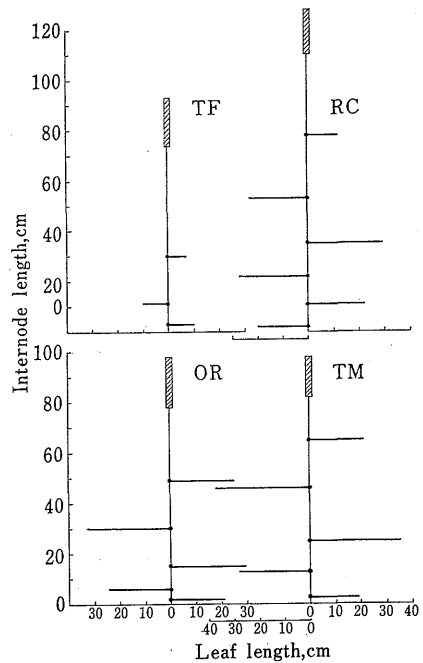


Fig. 3. Lengths of internode and leaf-blade in 4 grasses when grown to each maximum length

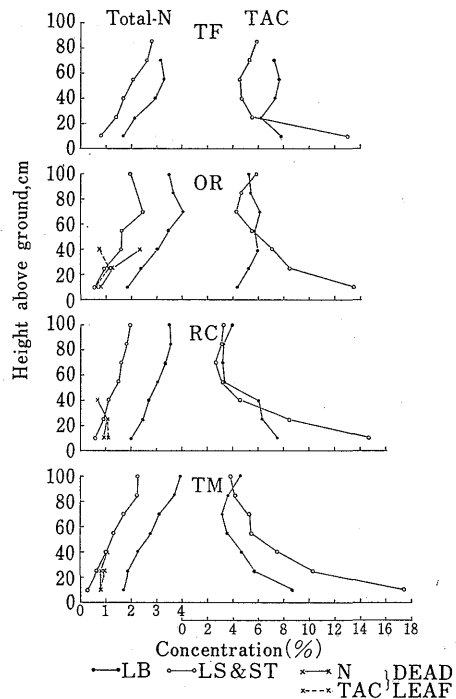


Fig. 4. Concentrations of total nitrogen and TAC in leaf-blade, leaf-sheath and stem of 4 grasses at various levels above ground at each heading stage

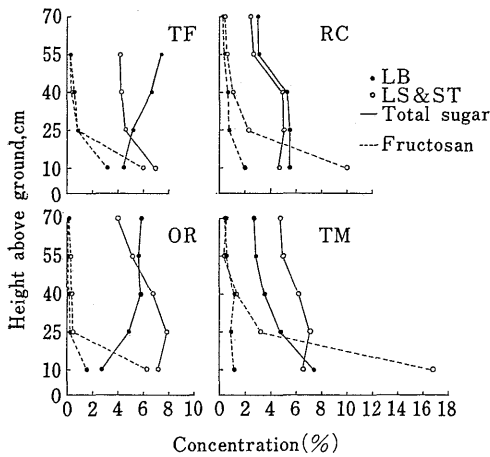


Fig. 5. Concentrations of total sugar and fructosan in leaf-blade, leaf-sheath and stem of 4 grasses at various levels above ground at each heading stage

有率は TF と OR では層位によるちがいが少ないが、RC と TM では下層ほど高まっている。TF と OR では Fig. 5 に示すように葉身の全糖含有率が下層ほど減少するのに反してフラクトサン含有率が増加するので TAC としては変化が少ない。RC と TM では全糖、フラクトサンとも下層ほど増加する傾向を示す。これに対して葉鞘と茎の TAC 含有率は 4 草種とも下層ほど高まり、ことに地表 10cm までの地際では著しく高い。これはフラクトサンの蓄積が地際で急増するからである (Fig. 5)。全糖含有率も下層で僅かながら高まっている。

Table. 1 に示す通り、4 草種とも上層の葉身ほど葉面積あたり乾物重すなわち Density thickness あるいは Specific leaf weight が高く、乾物率も地際を除き

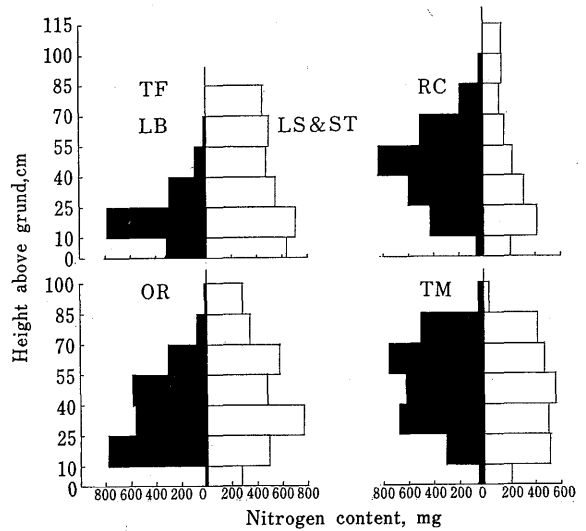


Fig. 6. Vertical distribution of nitrogen content in leaf-blade, leaf-sheath and stem of 4 grasses at each heading stage

上層ほど高い。地際の乾物率が増加しているのは、枯死寸前で含水率の減少した葉身が多いからであろう。

Fig. 6 には層位別の窒素量の分布を示した。葉身の窒素量は、TM では 25cm から 85cm まで多量にかつ比較的平均に分布し、RC では 40~50cm の中層に最も多いが型は TM に似る。これに対して TF, OR では下層ほど多量となる (OR の地際は生葉がないので著しく少ない—Fig. 1 参照) が、ことに TF では地表 25cm までに密に分布し、それより上層で著減する。これらの傾向は Fig. 2 の光の状況と対応する³⁾。葉鞘および茎の窒素量は RC で少ないのに対し TF では著しく多い。Table 3 に示すように前者では葉身率が高く、後者ではそれが低いからである。OR, TM は両者の中間的

Table 1. Density thickness and dry weight percentage of leaf-blades at various levels above ground at each heading stage

Species Height(cm)	T F		O R		R C		T M	
	D T ¹⁾	DW% ²⁾	D T	DW%	D T	DW%	D T	DW%
100 — 以上	—	—	—	—	4.08	29.5	—	—
85 — 100	—	—	6.17	31.4	4.02	29.0	3.85	25.0
70 — 85	—	—	6.17	29.4	3.80	28.2	3.50	22.4
55 — 70	5.08	27.1	5.35	25.9	3.70	25.6	3.45	20.9
40 — 55	4.59	24.7	4.10	22.9	3.28	22.3	3.48	18.8
25 — 40	3.83	20.1	3.80	19.4	3.03	19.4	3.45	18.7
10 — 25	4.41	19.2	3.50	17.4	2.16	15.2	2.87	16.4
0 — 10	4.39	20.0	2.90	18.6	2.92	21.0	2.39	18.9

1) DT: Density thickness, mg dry weight per cm² leaf area

2) DW%: Dry weight percentage of leaf blades

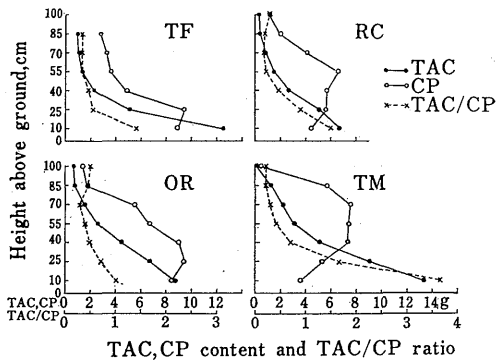


Fig. 7. Vertical distribution of TAC, CP (crude protein) content (g) and TAC/CP ratios of 4 grasses at each heading stage

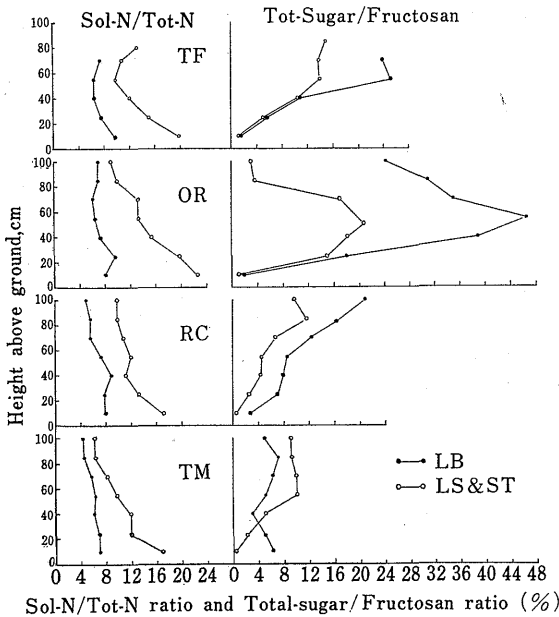


Fig. 8. Change of sol-N/tot-N and total-sugar/fructosan ratio with the height above ground

Table 2. Number of total tillers per pot and percentages of tillers of which the shoot apex height is below 10cm at each heading stage

Species	No. of tillers	Below 10cm, %
Tall fescue	857	66.6
Orchardgrass	284	45.6
Reed canarygrass	461	23.9
Timothy	343	9.7

な分布である。

地上部全体の TAC および粗蛋白質 (CP) の層別分布は Fig. 7 の通りである。TAC量は下層ほど多いが CP量は葉の多い層で多い (Fig. 6 参照)。TAC/CP 比は TF, OR では地際近くで, RC, TM では 40cm 以下で急に高まる。

Fig. 8 には 可溶性-N/全N 比と 全糖/フラクトサン比の層別分布を示した。可溶性-N/全窒素比は葉身, 葉鞘および茎ともに下層ほど高く, 殊に後者は 20% 前後に達した。TF と OR, RC と TM はここでもそれぞれ同傾向を示し, 地上部全体として前 2 者は後 2 者より高い値である。全糖/フラクトサン比も TF と OR, RC と TM とはそれぞれ類似のパターンを示し, 前 2 者は中層で後 2 者は上層で高い傾向が認められる。

Table 2 に示す通り, 各草種の出穂期 (1 番草刈取り) における茎長 10cm 以上の茎, すなわち生長点が刈取られた茎の全茎に占める割合は TM と RC ではそれぞれ 90%, 76% で高い。したがってこの両草の再生は休眠芽の伸長にまつところが大きく, 生長点が刈取られる率の低い TF, OR にくらべて再生がおくれる。TF, OR, TM では生長点が刈取られた茎からの再生は, その茎の地際の節からの側芽の伸長にまたねばならないのに対して RC では, 刈られた直下の節から側芽が伸長する。しかしこの高節位側芽からの分けつ伸長は地際からの再生芽より活力が弱い。また Table 3 に示すように, 刈残された緑葉面積は TF が目立って多い。ま

Table 3. Dry matter, TAC and CP yields (g/pot) of initial harvest above and below 10cm level above ground at heading stage of each species, and those of regrowth during 3 weeks after the initial harvest cut at 10cm height.

Species	Date	Above 10cm					Below 10cm					Regrowth		
		DW	TAC	CP	LAI	Leaf ¹⁾ ratio, %	I DW	II DW	TAC	CP	LAI	Height, cm	DW	CP
T F	5/27	194	10.7	23.9	4.5	26	79	81	12.5	8.9	1.6	40	53	7.4
O R	5/27	283	16.8	33.8	7.4	36	53	118	8.7	8.4	0.1	32	31	4.3
R C	6/3	210	10.7	25.2	7.7	45	37	50	6.7	4.5	0.4	30	26	5.8
T M	6/3	332	20.9	34.0	11.6	34	71	45	13.3	3.6	0.4	20	5	1.4

1) Leaf-blade DW/total-top DW×100 I. Alive culm and leaf II. Residues died

た刈残された稈基の乾物重, CP量は $TF > OR > RC > TM$ の順となっている。以上の様々の要因が総合されて再生の良否が決まるが, 刈取3週間目の再生量は $TF > OR > RC > TM$ の順となって, 刈残された乾物重, CP量の序列と平行的である。

考 察

出穂期における1番草の乾物, TAC, CP収量は $TM > OR > RC > TF$ の順となった。TMの高収は早春の低温下の生長が旺盛で, 各茎が揃って出穂し若く小さい茎が少ないこと, 各葉が大きく全葉面積が最大であるうに, 葉は各層に平均して分布すること, 刈取期がTF, ORより7日おそいことなどが関与していると思われる。TFでは節間伸長しない地際の栄養茎の葉は大きい, 出穂茎の葉は数少なくかつ小形で全体の葉面積が小さいために低収であり, RCは葉身大きくかつ立って葉面積もTMに次いで大きいのに比較的低収である一因は, 光合成産物の一部が地下茎の伸長, 充実に廻されたためと考えられる。しかるに刈取3週間目の再生量は $TF > OR > RC > TM$ の順となった (Table 3)。一般に再生に関与する植物側の要因として, (1)刈株に蓄積された養分量, (2)生存残葉量, (3)生長点が刈取られる茎の多少などが考えられよう。1番草はそれぞれの出穂期に10cmの高さで刈ったので, 再生のはじめに必要な貯蔵養分が不足したとは考えにくい (Table 3)。緑葉の残葉面積はTFは他の3草種より多く, このことがTFの再生のよい一因であろう。生長点が刈り取られなかった茎の割合は多い方から $TF > OR > RC > TM$ の順

で, 再生量の順序と平行している。生長点が刈り取られると, その茎からの再生は休眠腋芽の覚醒伸長にまたねばならず再生はおくれ, ことにTMがおそい。再生量の良否はこの性質に最も大きく支配されたものと考えられる。

4草種の出穂期の草姿には明らかに差異があり, それが受光態勢ひいて乾物生産に大きく影響したと思われるが, 草姿を決定した主要要素は伸長節間数とその長さ, 各節の葉の大きさであるから, 今後これらの形質に注意する必要がある。

光が下層まで透し難いRC, TMの下層の茎葉が全糖含有率高く, 透光のよいTF, ORの葉身では全糖含有率がむしろ減少していること (Fig. 5) は興味ある現象で今後の検討を要する。遮光下にある下葉の枯死はその含有炭水化物が呼吸で消尽されることが原因であるとする考えがある¹⁾が, Fig. 4からみるとむしろ窒素化合物の分解流出の方がより重要な原因ではあるまいか。

上層の葉身のDensity thicknessが高い (Table 1) のは, 窒素, 炭水化物含有率の変化からみる限り蛋白質含有率が高いことが主因で, これが光合成速度を高めるものと考えられる。上層葉ほど乾物率が高いのは, 蛋白質含量が高いことも原因しているが, 葉の構造がより乾生的となっていることを示唆する。

窒素量の層別分布 (Fig. 6) から, 葉鞘および茎は窒素の蓄積多く, かつ可溶性-N/全N比が高く, その値が下層ほど増加していることから, 炭水化物の貯蔵のほかに窒素成分の一時的貯溜の役割をも果していると考えられる。

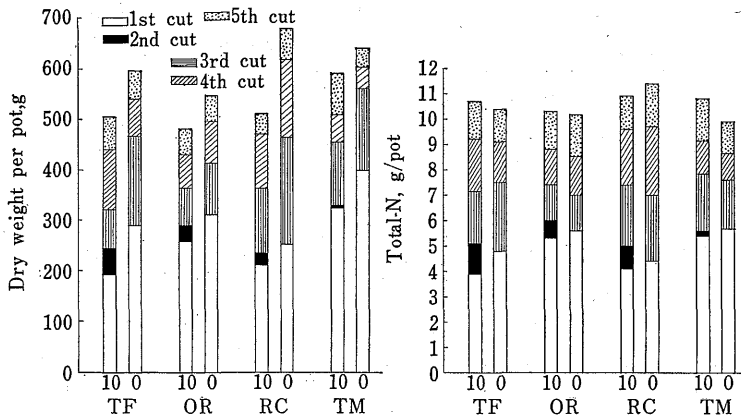


Fig. 9. Dry matter and CP yields of 4 grasses cut 5 times at 10 cm height and 4 times at 0 cm height, respectively. The plot cut at 0 cm has no 2nd harvest which was cut 3 weeks after the initial harvest. All grasses were cut at the same dates in the 3rd to 5th harvests; 3rd-8/2, 4th-10/13.

葉鞘や茎は乾物生産にマイナスの要素として扱われることが多いが、窒素の蓄積量が意外に多いこと、可溶性-N/全-N比が小さく葉身のそれに接近するとともに葉緑組織も多いことからみると、少なくとも葉鞘や茎の上層部は乾物生産にプラスの働きを行なう可能性があると考えられる。

年間の収量は Fig. 9 に示す通りで、乾物生産は 0 cm 4 回刈では RC>TM>TF>OR の順となり、10cm 5 回刈では TM>RC>TF>OR の順となった。CP 量は RC がやや高いほか、草種間差も刈取高さによる差も小さい。0 cm 刈の RC の生産が後半多いのは、地下茎由来の新茎の生長がきわめて旺盛となったからである。一般に 0 cm 刈の方が 10cm 刈より乾物生産が多かったのは、1 番草の 10cm 以下の茎重が大きいことと、1 番草後 3 週間という早い時期に 2 番草を刈らずに十分な

rest period を置いたからであろう。RC の 0 cm 刈は 10 cm 刈にくらべて目立って収量が高かったのは、後者では刈株の上位節から弱勢の分けつが伸長するからで、この点は星野ら²⁾の指摘の通りで、嗜好性の問題も含めて今後その生理的解明が必要である。

本稿を終るに際し、終始熱心な援助をいただいた本学の太友健二枝官に深謝の意を表する。

引用文献

- 1) BROWN, R. H. and R. E. BLASER: *Herb. Abst.*, **38**, 1—9 (1968)
- 2) 星野四郎・酒井友慶・今井悌二: *日草誌*, **17**, 141—144 (1971)
- 3) NEWTON, J. E. and G. E. BLACKMAN: *Ann. Bot.*, **34**, 329—348 (1970)

(昭和 47 年 11 月 6 日受理)

Comparison among Four Temperate Grasses in Production Structure at Each Heading Stage

Kanoe SATO

Faculty of Agriculture, Tohoku University (Sendai)

Summary

Each one clone sward of timothy (TM), orchardgrass (OR), reed canarygrass (RC) and tall fescue (TF) grown for two years was used to compare the production structure at each heading stage when the initial harvest was cut at 10 and 0 cm height and to trace the following dry matter and protein production with 4 and 5 cutting frequency during the season.

Two types of production structure were recognized; TF and OR, which had a greater leaf distribution towards the base of plant, and RC and TM, which had a relatively uniform vertical distribution of leaf. These leaf distribution was associated with the number and the variance of internode length. Total nitrogen concentration of both leaf-blade and leaf-sheath plus stem was highest at the top of canopy, declining gradually towards the base. TAC concentration of leaf-sheath plus stem, on the contrary, gradually increased towards the base, especially high near the ground surface, mostly due to the accumulation of fructosan. TF and OR, TM and RC, respectively, are also similar in vertical trend of concentrations and contents of these substances. TF contained much nitrogen in the leaf-sheath plus stem, while RC accumulated much of it in the leaf-blade, OR and TM were intermediate in this respect.

Sol-N/Tot-N ratio gradually increased towards the base, while Total sugar/Fructosan ratio decreased towards the base in RC and TM. In TF and OR it was highest at the top or at the middle of canopy.

Dry matter and CP yields at the initial harvest were $TM > OR > RC > TF$ in order when cut at 10 cm level, but TF yielded more than RC when cut at 0 cm level. The regrowth during 3 weeks after the initial harvest cut at 10 cm level was $TF > OR > RC > TM$ in order. The total yield during the season of dry matter and CP was higher when cut at ground surface than cut at 10 cm level, probably because of less frequency of cutting with enough rest period after the initial harvest. The highest yield was obtained in RC cut at 0 cm level, because of higher growth rate at the latter part of the season due to vigorous regrowth from rhizomes.

(J. Japan. Grassl. Sci., 208~214, 1973)