

## 施肥量前歴を異にするオーチャードグラスの追肥 及び刈り取りに対する生長反応\*

沈 益 新・伊 藤 浩 司・石 井 康 之

田 中 重 行・田 中 典 幸\*\*

(宮崎大学農学部・\*\*佐賀大学農学部)

1994年4月28日受理

**要 旨:** オーチャードグラスの品種ナツミドリにおける施肥による生産性の一時的な調節が、その後の生産性に及ぼす影響を圃場実験及びポット実験により検討した。圃場実験では、N 施用量が  $1.8 \text{ g/m}^2$  相当の有機質肥料の基肥を施用して 10 月 31 日に播種し、翌年 1 月 5 日に化成肥料で窒素、リン酸、加里の 3 要素とも  $10 \text{ g/m}^2$  (多肥区)、 $5 \text{ g/m}^2$  (中肥区)、 $0 \text{ g/m}^2$  (少肥区) を施用した施肥処理区を設けた。その後、4 月 15 日に各区とも同量で中肥区相当を追肥し、その際、刈り取り区として各区の半数を 3 cm の高さで刈り取り、その他は無刈り区として生長を継続させた。1 月 5 日から 5 月 25 日まで にわたり、乾物生長の変化を調査した。ポット実験の処理及び調査は圃場実験に準じた。追肥までの期間は、少肥区ほど葉面積の拡大が強く抑制されて地上部乾物収量 (DMY) が小さかった。しかし、追肥後では、刈り取り区及び無刈り区ともに、追肥前の少肥による生長抑制に対する補償的生長が現れて、DMY の増加は少肥区ほど大きかった。これは、主として、追肥前に少肥の区ほど、追肥後の葉面積指数 (LAI) の増大速度が大きいたとも、LAI の増大に伴う純同化率の低下が小さいことによった。少肥による DMY の減少に対する追肥後の補償は完全ではなかったが、少肥によって生産を一時的に抑制しても、適切な追肥を行えば、その後の生産が引続き抑制されることにはならないと推察された。

**キーワード:** オーチャードグラス、茎数、施肥、地上部乾物収量、補償的生長、葉面積指数。

**Response of Orchardgrass Grown under Different Rates of Fertilization to Additional Fertilization and Cutting:** Yixin SHEN, Koji ITO, Yasuyuki ISHII, Shigeyuki TANAKA and Noriyuki TANAKA\*\* (*Faculty of Agriculture, Miyazaki University, Miyazaki 889-21, Japan*; \*\**Faculty of Agriculture, Saga University, Saga 840, Japan*)

**Abstract:** The changes in growth of orchardgrass, *Dactylis glomerata* L., cv. Natsumidori as affected by previous fertilization were investigated in field and pot trials. In the field trial, the seeds were sown on October 31, 1991 and three fertilization plots were set up on January 5, 1992 by broadcasting a chemical fertilizer ( $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=15\%:15\%:15\%$ ) at the rate of 66.6, 33.3 or  $0 \text{ g/m}^2$ . Additional fertilization was done for all plots using the same fertilizer at an equal rate of  $33.3 \text{ g/m}^2$  on April 15 and then a half of plants of each plot were cut to a height of 3 cm. Changes in growth were observed from January 5 to April 14 (the first period) and from April 15 to May 25 (the second period). In addition, similar treatment and observation were made in the pot trial in 1993. As the direct effects of the fertilization at the beginning of the first period, tiller production, the leaf extension rate, leaf area index (LAI) and the dry matter yield of the aerial part decreased along with the fertilization rate. However, for both non-cut and cut plants, dry matter production rates during the second period was higher in the plot given less fertilizer during the first period. This strongly suggests that a compensatory growth occurred in the second period due to the fertilizer deficiency in the first period. Such compensatory growth may have resulted from the stimulation of daughter tiller production and leaf growth of each tiller, which in turn brought about a higher LAI and net assimilation rate in the plot given less fertilizer in the first period.

**Key words:** Compensatory growth, Dry matter yield of aerial part, Fertilization, Leaf area index, Orchardgrass, Tiller number.

牧草の生産性に及ぼす施肥の影響についてはこれまでに数多くの研究が行われている。しかし、従来の研究は施肥の直接的影響を検討するにとどまり、直接的影響によってもたらされた生長の相違によって、その後の追肥その他の管理措置に対する生長反応がどのように相違するかについては未だ十分に検討されていない。牧草の生産性は季節によって大き

く変動し、生産性の高い季節には無駄な余剰草を生産する結果となる場合もある。一方で施肥は生産性の調節に有効な手段であり、施肥量の節約することによって生産性を一時的に低減させ<sup>19)</sup>、余剰草の生産を避けることが可能であろう。しかし、その節約が生産性を一時的に抑制するばかりでなく、その後の生産性にも抑制するような影響を及ぼすのであれば、施肥量の節約は有効な手段とはならない。

これまでにいくつかの牧草について、低温<sup>8,9)</sup>、乾

\* 大要は第 194 回講演会 (1992 年 10 月) において発表。

燥<sup>6,16)</sup> 或いは生長調節剤<sup>4,5)</sup> により生長を抑制された後の好適条件下での生長は、生長抑制を受けていない場合よりも旺盛となって、前歴の一時的な生長抑制が補償される例が報告されている。このような生長抑制の補償が施肥に対する生長反応においても存在するか否かは未だ明らかでないが、もし存在するとすれば、それに関する知見は経営面からみて最も適切な施肥法を明確にすることに役立ち、ひいては低投入持続的農業を進めるための一助ともなるであろう。

南九州では、オーチャードグラスなどの寒地型牧草は4月から5月にかけて生産量が急増して余剰草を生じやすい。その後は「夏枯れ」により生産性は著しく低下する。したがって、実用的には、春から夏にかけての生産性の調節が重要であり、その方法の確立に資する知見を得ることが本研究の最終的な目標である。しかし前述のように施肥の直接的影響による生産性の低減とその後の補償的な生長を利用した生産性の調節が可能か否かは未だ明らかではないので、本実験では、生長が順調な期間における施肥の影響を検討することとし、栄養生長段階での施肥の直接的影響と出穂期における補償的な生長の状況を調査した。

## 材料と方法

オーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) の品種ナツミドリを供試し、圃場実験とポット実験を行った。

### 1. 圃場実験

宮崎大学農学部附属農場住吉牧場（宮崎市内）で行った。土壌は砂質土壌である。

1991年10月31日にペーパーポットに播種し、同年12月19日に大きさの揃った苗を1株1本立として15×15 cmの間隔で圃場に植え付けた。基肥として植え付け前に発酵牛糞（宮崎堆肥、窒素含有率0.6%）300 g/m<sup>2</sup>を施用した。

施肥処理区として、1992年1月5日に多肥区（以下、H区）、中肥区（M区）及び少肥区（L区）の3区を設けた。各処理区とも圃場面積22.5（7.5×3.0）m<sup>2</sup>を供用し、化成肥料（住友化学、いずみ化成15号）によりN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>Oともに10.0 g/m<sup>2</sup>（H区）、5.0 g/m<sup>2</sup>（M区）、0 g/m<sup>2</sup>（L区）を施用した。この施肥処理後から4月14日までを処理の直接的影響を検討する期間とみなし、この期間を以下、第1期と称する。次に、4月15日に各施肥処理区とも窒素、燐

酸、加里の各5 g/m<sup>2</sup>を同前化成肥料で追肥した。また、この追肥と同時に各施肥処理区の半数を刈り取り区として地面から3 cmの高さで刈り取りを行い、残る半数は無刈り区として生長を継続させた。その後、5月25日までの期間を、第1期の処理の影響による生長の変化がその後の生長に及ぼす影響を検討する期間とみなし、以下、第2期と称する。

第1,2期を通じて約2週間間隔で各区とも4株ずつの3反復として計12株を採取し、茎数、葉面積及び地上部の乾物収量などを調査した。

### 2. ポット実験

宮崎大学農学部構内（宮崎市内）で行った。1/5000 aワグナーポットを用い、砂質土壌で土耕栽培した。1992年12月29日に栄養茎を1本ずつ植え付け、1993年1月21日に前記のH区、M区及びL区の3処理区に分けて各区とも24ポットを供用した。施肥処理として、同前化成肥料によりポット当たりH区:4.0、M区:2.5、L区:1.0 gを施用した。この施肥後から4月14日までを第1期とした。4月15日に各区とも同前化成肥料をポット当たり4.0 g追肥し、同時に、各区の半数のポットを刈り取り区として刈り取り高さ3 cmで刈り取った。残る半数のポットは無刈り区として生長を継続させた。無刈り区は5月21日までの期間、刈り取り区は6月3日までの期間を第2期とした。第1期及び第2期とも、各区4ポットの植物体を採取して、圃場実験の場合とほぼ同様の調査を行った他、節間伸長した分げつを除く10～15本の分げつにおける第1期と第2期との期間内に増加した展開葉数及び展開緑葉の平均1葉当りの葉面積の調査を加えた。

## 結果と考察

### 1. 地上部乾物収量の変化

圃場実験の地上部乾物収量（DMY）の推移を第1図に示した。図中の曲線は日数（X）に対するDMY（Y）の回帰曲線であり、その回帰式は図の注に記載したとおりである。

第1図Aに示したように、第1期のDMYの区間差は3月上旬頃より明瞭となり、その後次第に拡大した。第1期の調査終了時のDMYはH区が最も大きく、次いでM区、L区の順であり、H区とL区との差は5%水準で有意であった。

第2期はオーチャードグラスの生育に好適な季節<sup>13)</sup>に相当するとともに追肥したことにより、DMYの増加は各区とも第1期よりも急となった。

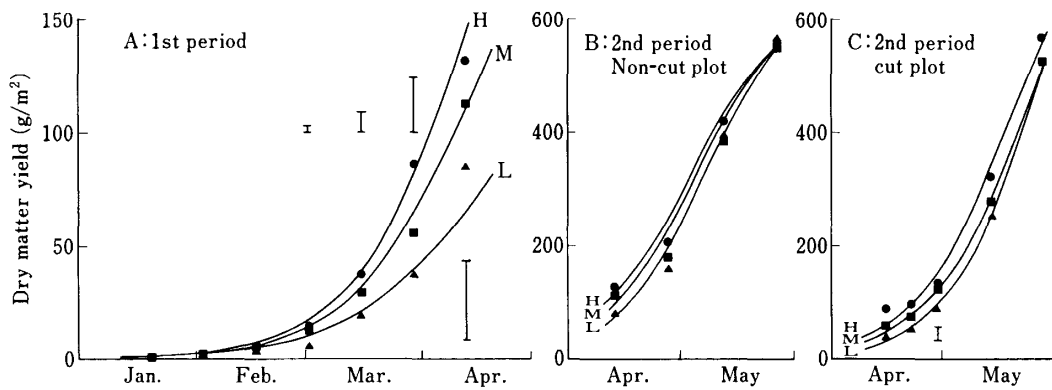


Fig. 1. Changes in dry matter yield of aerial part in the field experiment. Plants grown under different rates of fertilizer application in the 1st period for 101 days, were grown subsequently under an equal rate of additional fertilizer application with or without cutting in the second period for 40 days. The additional fertilization and cutting were done at the end of the first period.

● : High rate of fertilizer application (H plot) ;  
 ■ : Medium rate of fertilizer application (M plot) ;  
 ▲ : Low rate of fertilizer application (L plot) ;  
 I :  $LSD_{0.05}$  within the same sampling date.

As for the rate of fertilizer application, refer to the text.

A.

H :  $Y = 313.75 / (1 + 912.125e^{-0.0647X})$ ,  $R^2 = 0.9772$  ( $P < 0.01$ ) ;  
 M :  $Y = 213.59 / (1 + 792.891e^{-0.0659X})$ ,  $R^2 = 0.9558$  ( $P < 0.01$ ) ;  
 L :  $Y = 154.58 / (1 + 415.149e^{-0.0558X})$ ,  $R^2 = 0.9231$  ( $P < 0.01$ ).

B.

H :  $Y = 633.75 / (1 + 12.760e^{-0.0809X})$ ,  $R^2 = 0.9308$  ( $P < 0.05$ ) ;  
 M :  $Y = 650.40 / (1 + 15.650e^{-0.0818X})$ ,  $R^2 = 0.7638$  ( $P < 0.05$ ) ;  
 L :  $Y = 668.98 / (1 + 23.173e^{-0.0855X})$ ,  $R^2 = 0.9697$  ( $P < 0.05$ ).

C.

H :  $Y = 856.12 / (1 + 43.002e^{-0.0777X})$ ,  $R^2 = 0.9409$  ( $P < 0.01$ ) ;  
 M :  $Y = 912.54 / (1 + 60.444e^{-0.0771X})$ ,  $R^2 = 0.9683$  ( $P < 0.01$ ) ;  
 L :  $Y = 895.33 / (1 + 107.213e^{-0.0883X})$ ,  $R^2 = 0.8671$  ( $P < 0.05$ ).

where Y is dry matter yield, X is days from Jan. 1 in A and from Apr. 1 in B and C.

第2期の無刈り区の変化(第1図B)をみると、処理区間差は次第に縮小して、終期には処理3区のDMYはほぼ一致した。生長が最も速い4月26日から5月11日までの期間のDMY増加速度は、L区、M区、H区の値がそれぞれ19.57, 15.84, 13.71 g m<sup>-2</sup> 日<sup>-1</sup>であり、いずれの区間差も5%水準で有意であった。

刈り取り区のDMYの変化(第1図C)は無刈り区とはほぼ同様の傾向であった。終期のDMYはH区の値が他の2区に比べて大きかったがその区間差は有意でなかった。また、第2期当初の刈株のDMYは、H区が91.2 g/m<sup>2</sup>, M区が60.0 g/m<sup>2</sup>, L区が45.6 g/m<sup>2</sup>であり、少肥区ほど小さかったが、この刈株のDMYに対する第2期終期のDMYの比はL区の11.41が最も大きく、次いでM区の8.68であり、H区の6.32が最も小さかった。

ポット実験のDMYの変化(図表省略)も圃場実験の場合と同じ傾向の変化であった。

以上のように、圃場実験及びポット実験ともに、施肥量が少ないほど第1期のDMYは小さかったが、少肥区ほど第2期の乾物増加が促進されて、第1期の生長の遅れを取り戻すような、いわば、補償的生長があらわれた。この結果は、第1期に比べて第2期の方が乾物生産量は遙かに大きいので、第1期終期のDMYの区間差は第2期の乾物生産に影響せず、各区とも同量の追肥を受けたことにより第2期のDMYに区間差が生じなかったに過ぎないと解釈することもできる。しかし、本実験では第2期に無追肥の区を設けなかったが、第1期の趨勢及び既往<sup>14,19)</sup>の施肥処理実験の結果からみると、第2期に追肥を行わなければ、無刈り区のDMYの施肥処理区間差は一層大きくなるであろうと推察される。

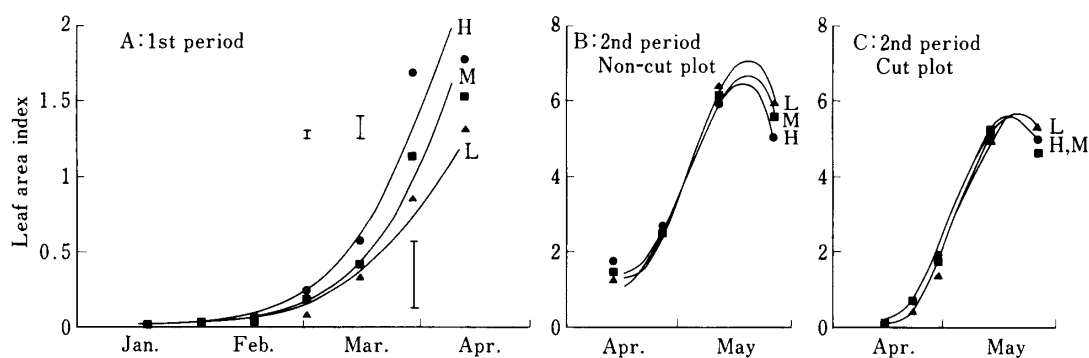


Fig. 2. Changes in leaf area index in the field experiment.

A.

$$H: Y = 3.40 / (1 + 1338.68e^{-0.0755X}), R^2 = 0.9424 (P < 0.01);$$

$$M: Y = 4.00 / (1 + 1776.49e^{-0.0710X}), R^2 = 0.9788 (P < 0.01);$$

$$L: Y = 2.02 / (1 + 927.73e^{-0.0705X}), R^2 = 0.9443 (P < 0.01).$$

B.

$$H: Y = 7.25 - 0.815277X + 0.034106X^2 - 0.000364X^3, R^2 = 0.9680 (P < 0.01);$$

$$M: Y = 7.65 - 0.867432X + 0.035399X^2 - 0.000369X^3, R^2 = 0.9188 (P < 0.01);$$

$$L: Y = 6.05 - 0.728180X + 0.031961X^2 - 0.000341X^3, R^2 = 0.9771 (P < 0.01).$$

C.

$$H: Y = 5.09 - 0.678894X + 0.027771X^2 - 0.000280X^3, R^2 = 0.9781 (P < 0.01);$$

$$M: Y = 6.48 - 0.843231X + 0.033590X^2 - 0.000342X^3, R^2 = 0.9766 (P < 0.01);$$

$$L: Y = 7.62 - 0.920135X + 0.033854X^2 - 0.000324X^3, R^2 = 0.8936 (P < 0.01).$$

where Y is leaf area index, X is days from Jan. 1 in A and from Apr. 1 in B and C.

As for the experimental procedure and symbols in the figure, refer to the note of Fig. 1.

Table 1. Leaf area per plant in the pot experiment.

Rate of fertilization	First period (cm <sup>2</sup> )	Second period	
		Non-cut (cm <sup>2</sup> )	Cut (cm <sup>2</sup> )
High rate	1301.0a	1671.0a	821.0a
Medium rate	874.2b	1623.7a	840.1a
Low rate	491.5c	1585.7a	835.5a

Values followed by the common letter within a column do not differ significantly at  $P < 0.05$ .

As for the experimental procedure, refer to the note of Fig. 1.

少なくとも、第2期当初の追肥は、第1期に生じたDMYの施肥処理区間差を縮小する方向に働いたといえよう。

## 2. 葉面積指数及び純同化率の変化

圃場実験での葉面積指数 (LAI) の変化を第2図に示した。図中の曲線は日数 (X) に対する LAI (Y) の回帰曲線であり、その回帰式は図の注に記載したとおりである。

LAI の変化は DMY の場合と同様に、第1期では多肥区ほど大きい傾向があり、第2期では無刈り区及び刈り取り区ともに、施肥処理区間差は有意では

なかったが、当初は少肥区ほど小さく、終期には逆となった。第2期の終期には出穂に伴って葉が枯れ上がったため、各区とも LAI がやや減少した。

ポット実験の株当たりの葉面積 (第1表) は、第1期の終期には多肥区ほど有意に大きかったが、第2期の終期には無刈り区及び刈り取り区とも各施肥処理区の値が近似し、区間差は有意でなかった。即ち、第2期の葉面積の拡大は少肥区ほど速かった。

圃場実験における LAI と地上部乾物重増加速度 (CGR) 及び純同化率 (NAR) との関係を検討するため、第1図の曲線方程式の微分により CGR を求め、さらに、CGR/LAI により NAR を算定して、LAI と CGR 及び NAR との関係を第3図に示した。

LAI-NAR 関係は無刈り区の第1期と第2期とで相違し、また、無刈り区と刈り取り区とにより相違したが、曲線はいずれも下に凸の曲線であり、LAI の増大に伴う NAR の低下は次第に小さくなった。これは、LAI の増大に伴って下葉の呼吸低減及び吸光係数の低下<sup>2)</sup>が生じたことによると推察される。そのため、LAI-CGR 関係は比例型か飽和型に近い関係であった。第2期の無刈り区が比例型でなかったのは葉齢の進んだ葉が次第に多くなったためと推

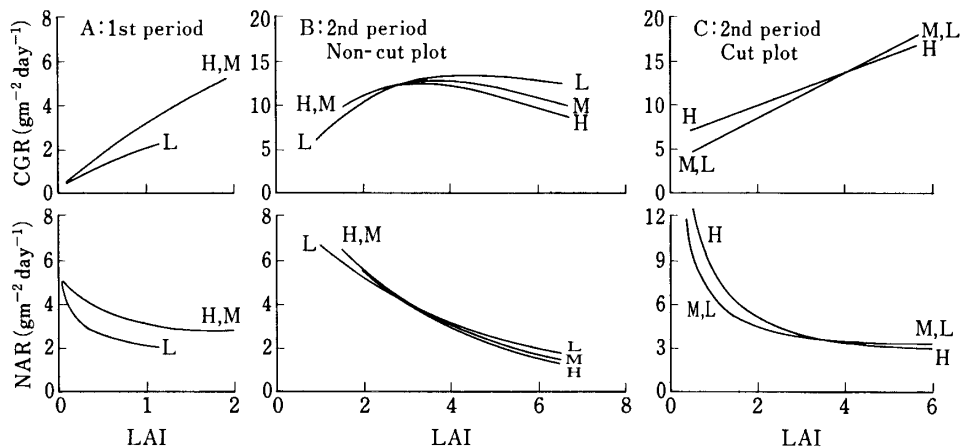


Fig. 3. Relations of leaf area index (LAI) to net assimilation rate (NAR) and rate of increase in dry matter weight of aerial part (CGR) in the field experiment. As for the experimental procedure and symbols in the figure, refer to the note of Fig. 1.

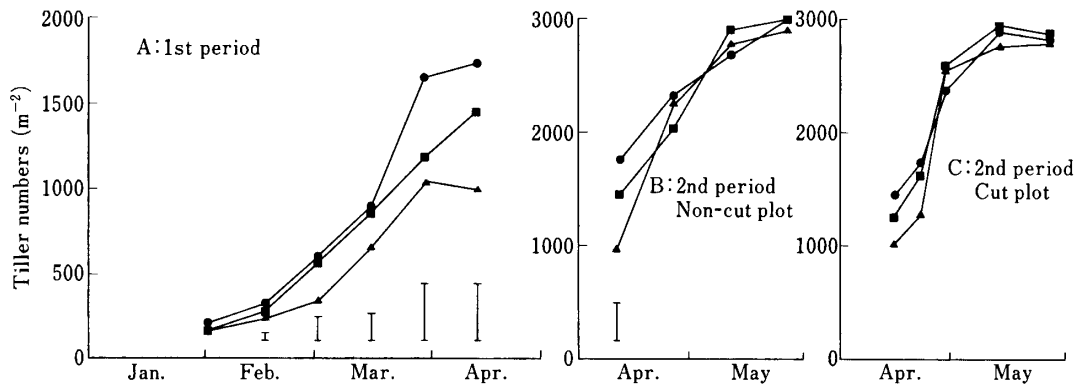


Fig. 4. Changes in tiller numbers.

As for the experimental procedure and symbols in the figure, refer to the note of Fig. 1.

察される。

第1期における LAI の増大に伴う NAR の低下は、H 区と M 区とは同程度で、L 区は他の 2 区より大きかった。第1期の DMV における H 区と M 区との区間差は主として LAI の相違により、L 区と他の 2 区との DMV の差は LAI と NAR との両者の差によるものであった。このことは、無機養分が不足するとまず LAI の増大が抑制され、不足がさらに強まると NAR が低下することを示唆する。

第2期には無刈り区及び刈り取り区とも、LAI-NAR 関係の施肥処理区間差は第1期に比べて小さくなったが、無刈り区における LAI の増大に伴う NAR の低下は少肥区ほど小さい傾向があり、LAI が 3 以上のときの NAR は、少肥区ほど僅かながら大きい傾向があった。これは少肥区ほど第2期の葉面積の増加が急速であり、それに伴って、全葉面積に占める若い葉の面積比率が次第に高くなり、若い

葉の光合成能力が高い<sup>11)</sup>ことも関与していると推察される。

刈り取り区では、再生初期の LAI が小さいときの NAR は H 区の値が他の 2 区よりやや大きかった。オーチャードグラスの再生初期には刈り株に含まれる窒素の約 50% が利用される<sup>18)</sup>ことから、生長が刈株の窒素に依存するところが大きく、H 区の NAR が大きかったのは刈り株の窒素が他の 2 区より多かったことによると推察される。しかし、追肥の吸収は少肥で育てた方が急速<sup>18)</sup>なので、H 区の NAR が高い期間は再生の初期のみであった。

第1期と第2期の無刈り区について、LAI が約 2 の時の NAR を比較すると第2期の方がかなり大きかった。第1期と第2期の生長は継続していたのであるから、上記の NAR の差は第2期当初の追肥によって葉の光合成能力が高まった<sup>20)</sup>ためであり、第1期の終期には H 区においても無機養分が不足し

ていたことを示す。従って、無刈り区の第2期に、L区及びM区のDMYがH区のそれに次第に接近したのは、H区が第1期の十分な施肥により追肥を活用しなかったためではなく、各区とも不足の無機養分を追肥により補給されながら、その補給を少肥区ほど有効に活用したためであると考えられる。

以上のように、少肥区ほど第2期のLAIの拡大が急速であるとともにLAIの増大に伴うNARの低下が小さいことによってCGRが高く維持された結果、乾物生産の面で補償的な生長があらわれた。

LAIは茎数と平均1茎当りの葉面積との積であらわされるので、この両者に対する施肥の影響を次項で検討した。

### 3. 茎数及び1茎当りの平均葉面積の変化

圃場実験での茎数の変化を第4図に示した。

第1期では、L区とM区の茎数増加はH区と比べて、それぞれ2月15日、3月15日頃から遅くなり、終期の値はH区が最も大きく、ついでM区、L区の順であった。

第2期の茎数は無刈り区及び刈り取り区とも5月中旬まで急速に増加したが、その後はあまり増加しなかった。これは生殖生長茎数の増加に伴う分げつ間の栄養物質の供給量関係により新しい分げつの増加は弱まった<sup>7,10)</sup>ためであると考えられる。無刈り区では、期間当初にL区、その後にM区の茎数がそれぞれ他の処理区より急速に増加して、終期には3処理区の茎数はほぼ一致した。終期における全茎数に対する節間が伸長した分げつの茎数比率はH区、M区、L区がそれぞれ62.18%、55.56%、61.35%で、区間差はいずれも有意ではなかった。L区では、茎数が急速に増加するとともに個々の茎の生長も速かったことが窺える。

刈り取り区では、節間が伸長した茎は生長点を刈

り取られて生長を停止するので、刈り取り区の茎数はこの茎を除外した値で示した。茎数増加は、再生当初は緩慢であったが、刈り取りの約1週間後から2週間目にかけて急となり、この期間の増加速度はL区が最も大きく、H区が最も小さかった。第2期当初の全茎数に対する終期の茎数の比(第2表)は、無刈り区及び刈り取り区ともにL区が最も大きく、次いでM区、H区の順であり、区間差はいずれも有意であった。即ち、茎数の面でも補償的な生長が認められた。

伊東<sup>10)</sup>によると、オーチャードグラスの分げつ芽の分化は母茎の葉の分化と対応しており、環境の影響を受けないが、分げつ芽の生長は環境の影響を受ける。たとえば、遮光や無機養分及び光合成産物の不足など<sup>2,3,17)</sup>によって分げつ芽の生長は抑制される。本実験の第1期では無機養分量が制限要因となって、少肥区ほど生長を抑制される分げつ芽が多いために、茎数が少なかったが、生長を抑制された分げつ芽は枯死することなく、第2期当初の追肥により生長を開始し、少肥区ほど第2期における茎数の増加が盛んであったと推察される。

1茎当りの平均葉面積(Ls)は、第5図に示した

Table 2. Ratio of tiller numbers at the end of the second period to that at the end of the first period in the field experiment.

Rate of fertilization	Non-cut	Cut
High rate	1.71c	1.62c
Medium rate	2.01b	1.95b
Low rate	2.87a	2.83a

Values followed by the common letter within a column do not differ significantly at  $P < 0.05$ .

As for the experimental procedure, refer to the note of Fig. 1.

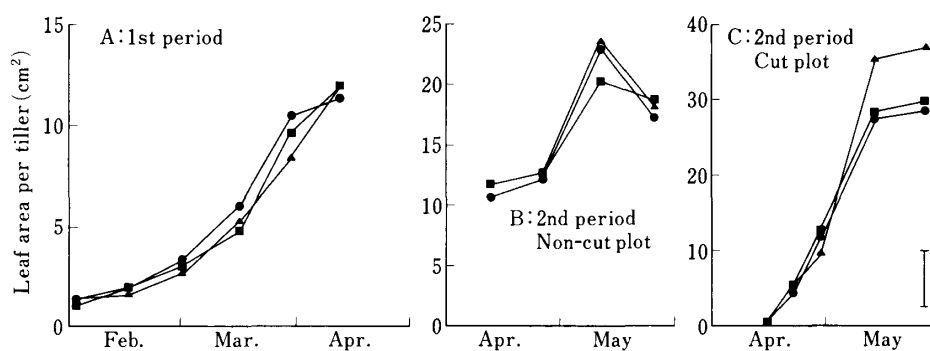


Fig. 5. Changes in leaf area per tiller.

As for the experimental procedure and symbols in the figure, refer to the note of Fig. 1.

Table 3. Leaf extension rate(ER) and leaf area per leaf(Lo) in the pot experiment.

Rate of fertilization	First period		Second period			
	ER (leaf/week)	Lo (cm <sup>2</sup> )	Non-cut		Cut	
			ER (leaf/week)	Lo (cm <sup>2</sup> )	ER (leaf/week)	Lo (cm <sup>2</sup> )
High rate	0.69a	18.00a	0.60c	15.78a	0.52b	13.39a
Medium rate	0.62b	14.52b	0.68b	16.96a	0.73a	14.26a
Low rate	0.55c	11.73c	0.78a	17.72a	0.84a	16.41a

Values followed by the common letter within a column do not differ significantly at  $P < 0.05$ .

As for the experimental procedure, refer to the note of Fig. 1.

ように各区とも、一部の期間を除き、株の生育に伴って増加し、前述の茎数の増加とともに個々の茎の生長も盛んであったことが窺える。無刈り区の第2期当初のLsの増加が緩慢であったのは、新しい茎が急速に増加し、これらの茎は未だ葉数が少ないために、株全体の平均Lsを低める方向に働いたことによる。また、第2期終期のLsが無刈り区では減少し、刈り取り区では増加が停滞したのは、出穂による葉の生産の減少と下葉の枯れ上がりによるものであり、刈り取り区では茎の加齢が進んでいなかったためにLsが減少するには至らなかった。

施肥処理区のLsを比較すると、第1期と第2期の無刈り区に不規則な点があったが、第2期の刈り取り区の終期を除き、処理区間に有意な差はなかった。第2期刈り取り区の終期には、L区の値が他の2区に比べて大きかった。このLsの変化は主として展開葉数の増加速度及び平均1葉当たりの葉面積の変化によるので、ポット実験の結果を利用して両者の変化を検討した。

展開葉数の増加速度(ER)と展開緑葉1葉当たりの平均葉面積(Lo)を第3表に示した。

第1期ではER及びLoとも少肥区ほど有意に小さかったが、第2期のERとLoは無刈り区及び刈り取り区とも第1期の逆の傾向であった。即ち、葉の生長も少肥により抑制され、追肥及び刈り取り後はその抑制が補償される傾向があった。この結果は水ストレスを受けたグリーンパニックの灌水後の葉の補償的生長<sup>15)</sup>と類似している。また、低温条件下で生長したネピアグラスは未抽出の幼葉を蓄積し、適温条件下に移された後の葉の展開速度は常時適温条件下で生長した場合よりも大きい<sup>9)</sup>。本実験では未抽出幼葉の調査を行っていないが、施肥に対する葉の生長反応にもネピアグラスの例と同様な現象があるかも知れない。

以上のように、第1期における少肥の直接的影響によってLAIの拡大が抑制されるとともにLAIの増大に伴うNARの低下が大きくなる結果、乾物生産が抑制された。しかし、第2期における追肥及び刈り取り後は、第1期の施肥量が少ないほど、LAIの拡大が急速となるとともにLAIの増大に伴うNARの低下が小さいことによって、乾物生産が促進された。即ち、少肥条件下の乾物生産の抑制が追肥及び刈り取り後に補償される方向の生長反応があらわれた。

本実験の場合、第1期と第2期の合計収量は少肥区ほど小さく、第1期の少肥による乾物収量の減少が第2期に完全には補償されていなかった。しかし少なくとも、少肥による一時的な減収はその後の乾物生産を抑制する方向には働かなかった。従って、無駄な余剰草を生産する可能性が大きい時期に施肥量を節約して生産を抑制しても、適切な追肥が行われれば、その後の生産が引き続き劣ることには必ずしもならないと推察される。

緒言で記述したように、本実験では、夏枯れの時期を避けて、生長が順調な時期における施肥反応を検討したが、実用的には、夏枯れ期以前の生長が夏枯れに及ぼす影響に関する知見が重要である。従来、低温期以前の生長抑制が低温障害を軽減する効果を持つことはよく知られているが、夏枯れにおける高温障害<sup>12,13)</sup>と生長前歴との関係は明らかでなく、この点については、現在、調査中である。もし、出穂期の少肥による生長抑制に対する補償的生長によって夏枯れが軽減されるのであれば、本実験の夏枯れ期以前の時期も含めて、南九州における寒地型牧草の全生産期間にわたり、多肥による生産の促進のみならず少肥による生産抑制も経営面からみて有効な手段の一つであろう。

謝辞: 本研究の遂行に当たり、御援助を賜った宮

崎大学農学部附属農場住吉牧場の福山喜一教官に感謝する。

### 引用文献

1. Brown, R.H. and R.E. Blaser 1968. Leaf area index in pasture growth. *Herb. Abstr.* 38:1—9.
2. Clifford, P.E. 1977. Tiller bud suppression in reproductive plants of *Lolium multiflorum* Lam. cv. *westewoldicum*. *Ann. Bot.* 41:605—615.
3. Davies, A. and H. Thomas 1983. Rates of leaf and tiller production in young spaced perennial ryegrass plants in relation to soil temperature and solar radiation. *Ann. Bot.* 51:591—597.
4. Fales, S.L. and R.J. Hoover 1990. Manipulating seasonal growth distribution and nutritive quality of timothy and orchardgrass using the growth regulator imazethapyr. *Can. J. Plant Sci.* 70:501—508.
5. Haggard, R. J., S.P. Isaac and C.J. Standell 1989. Modifying growth patterns in nine grasses with mefluidide. *Grass Forage Sci.* 44:85—90.
6. Horst, G.L. and C.J. Nelson 1979. Compensatory growth of tall fescue following drought. *Agron. J.* 71:559—563.
7. 猪ノ坂正之 1966. 南九州における Dallisgrass の生育について. 宮大農研報 12:89—95.
8. 石井康之・伊藤浩司・沼口寛次 1992. ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumacher) における分けつ次数別の純同化率の変化に及ぼす気温の影響. 日草誌 37:449—457.
9. 伊藤浩司・稲永 忍 1988. ネピアグラスの乾物生産性に関する研究. 第4報 葉の生長と乾物生産に及ぼす温度の直接的影響と後作用. 日作紀 57:699—707.
10. 伊東睦泰 1984. オーチャードグラスにおける分けつ発生の規則性とその攪乱に関する研究. 新大農紀要 21:1—97.
11. Jewiss, O.R. and J. Woledge 1967. The effect of age on the rate of apparent photosynthesis in leaves of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Ann. Bot.* 31:661—671.
12. 窪田文武・梶 和一・鎌田悦男 1973. 牧草の乾物生産. 第11報 オーチャードグラスの乾物生産におよぼす気温と日射量の影響. 日草誌 19:292—301.
13. 窪田文武・梶 和一・鎌田悦男 1973. 牧草の乾物生産. 第12報 わが国各地域のオーチャードグラスの季節生産性におよぼす気温と日射量の影響. 日草誌 19:302—312.
14. 楠谷彰人・李 柱三・後藤寛治 1979. オーチャードグラスの生産性に関する研究. V. 窒素施用量が乾物生産に及ぼす影響. 日草誌 25:16—25.
15. Ludlow, M.M. and T.T. Ng 1977. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 4:263—272.
16. Norris, I.B. and H. Thomas 1982. Recovery of ryegrass species from drought. *J. Agric. Sci. Camb.* 98:623—628.
17. Simon, J.C. and G. Lemaire 1987. Tillering and leaf area index in grasses in vegetative phase. *Grass Forage Sci.* 42:373—380.
18. 菅原和夫・伊沢 健 1991. オーチャードグラス再生初期の貯蔵窒素の利用性. 日草誌 37:268—273.
19. 渡辺 潔・高橋佳孝 1979. オーチャードグラスの再生に及ぼす追肥量の影響. I. 再生に伴う生育状態の推移. 日草誌 25:195—202.
20. Woledge J. and P. Joy Pearce 1985. The effect of nitrogenous fertilizer on the photosynthesis of leaves of a ryegrass sward. *Grass Forage Sci.* 40:305—309.