

ネピアグラスの乾物生産に関する研究(5)

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者名	伊藤,浩司 村田,吉男 武田,友四郎 星野,正生 大久保,忠旦 宮城,悦生 沼口,寛次 稲永,忍
発行元	日本作物學會
巻/号	59巻1号
掲載ページ	p. 48-55
発行年月	1990年3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



ネピアグラスの乾物生産に関する研究

第5報 収穫部各部の乾物収量の地域差

伊藤浩司・村田吉男*・武田友四郎**・星野正生***

大久保忠旦⁺・宮城悦生⁺⁺・沼口寛次・稲永 忍⁺⁺⁺

(宮崎大学農学部, *東京農業大学総合研究所, **九州大学農学部,

***琉球大学農学部熱帯農学研究施設, +東京大学農学部附属農場,

++琉球大学農学部, +++東京大学農学部附属農場)

平成元年4月27日受理

要 旨: 既報のように、関東以南の地域におけるネピアグラス (*Pennisetum purpureum*) の品種メルケロンの植付け当年の乾物生産力は必ずしも南の地域ほど大きいという傾向は見られなかった。その理由を解明する一助として、上記の結果を得た研究のデータを用いて、地上部各部の乾物収量の経時的变化並びに地域差を検討した。経時的变化は東京と宮崎における調査結果により、また、地域差は、東京、名古屋、福岡、宮崎、那覇及び西表島の6カ所における調査結果により検討した。いずれも、5月上、中旬に7—10葉期の分けつを植付け、10月下旬—11月下旬の各地域の年内生産終期までの期間にわたり、比較的多肥の条件下で栽培し、栽培中途の刈り取りを行なわない区(1回刈り区)と8月上、中旬に中間刈り取りを行なう区(2回刈り区)とを設けた。

葉身、稈(葉鞘を含む)及び枯死部の乾物重増加速度はいずれも、北の地域の方が6月下旬までは劣ったが、7、8月における速度は逆となった。他方、9月以後の葉の枯死速度は北の地域の方が小さかった。このような生長の経過により、1回刈り区の葉身収量は南の地域ほど小さく、稈及び枯死部の収量は、2回刈り区の1番草の各部の収量とともに、生育日数及び気象条件の地域差に関連した地域差を示さなかった。しかし2番草の葉身及び稈の収量は南の地域ほど大きい傾向がみられた。葉身収量及び収量の稈/葉身比からみた生産態勢及び飼料としての品質は、1番草を除き、南の地域ほど劣り、また、2番草に比べて1回刈り区の方が劣った。

キーワード: 刈り取り、収量の稈/葉身比、収量地域差、ネピアグラス。

Studies on the Dry Matter Production of Napiergrass V. The regional differences in the dry matter yields of leaf blade, stem and dead parts: Koji ITO, Yoshio MURATA*, Tomoshiro TAKEDA**, Masao HOSHINO***, Tadakatsu OKUBO⁺, Etsuo MIYAGI**, Hirotsugu NUMAGUCHI and Shinobu INANAGA⁺⁺⁺ (*Faculty of Agriculture, Miyazaki University, Gakuenkibanadai, Miyazaki 889-21, Japan*; **Noudai Research Institute, Tokyo University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Kyushu University*; ****Research Institute of Tropical Agriculture, College of Agriculture, Ryukyu University*; +*Animal Husbandry Experimental Station, Faculty of Agriculture, Tokyo University*; ++*College of Agriculture, Ryukyu University*; +++*Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Tokyo University*)

Abstract: Dry matter yields of the leaf blade, the stem with leaf sheath and the dead parts of napiergrass, *Pennisetum purpureum* Schumacher, cv. Merkeron in the first year of growth were compared among Tokyo, Nagoya, Fukuoka, Miyazaki, Naha and Iriomote Island.

Yield of the leaf blade at the final harvest in the plants grown without cutting was lower at the southern sites. However, the regional differences in the yields of the stem and the dead parts of the above plants and yield of each part of the plants harvested at early- or middle-August, were not related with the regional differences in the length of productive period and the climatic conditions. In the aftermath by the cutting mentioned above, yields of the leaf blade and the stem were higher at the southern sites. The productive structure and the feeding value to ruminants of the uncut plants and the aftermath, in terms of dry matter yield of leaf blade and yield ratio of stem to leaf blade, were significantly correlated with cumulative temperature and were inferior at the southern sites.

Key words: Cutting, Napiergrass, Regional difference in yield, Weight ratio of stem to leaf blade.

ネピアグラスは熱帯^{1,2,6,14,20-23}のみならず我が国の西表島から東京にわたる地域^{7-9,12,15,16,19,24}にお

いても、他の多くの牧草に比べて高い乾物生産力を示す。しかし本研究の第1, 2報^{8,9})に記述したように、南の地域ほど気温は高く日射量及び降水量ともに多いにも拘らず、植付け当年の5月から11月にかけて中間の刈り取りを行わずに育てた場合の生

本研究費の一部は文部省科学研究費による。
Correspondence should be addressed to the first author.

産力は、必ずしも南の地域ほど大きいという傾向が見られなかった。このことには多くの要因が関与していると思われるが、従来の研究過程で、南の地域ほど葉や稈が細く、生葉数が少ないことが観察され、葉量や乾物重の稈/葉身比などの面で、植物体の生産態勢が南の地域ほど生産に不利な態勢となっていることが推察された。また、乾物重の稈/葉身比は飼料としての品質にも関係する。このようなことから、前述の第1, 2報に報告した研究の過程で得られたデータを用いて、収穫部各部の乾物収量の地域差を検討することとした。

材料と方法

下記の実験1及び2の材料と方法は、それぞれ、本研究の第1報⁸⁾、第2報⁹⁾と同じであるからここではその概要を記述する。

ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumacher) の品種メルケロンを供試した。

実験1. 植物体の生長に伴う地上部各部の乾物重の変化

東京にて1985年5月20日、宮崎にて1986年5月1日にそれぞれ、7—8葉期の分けつを、1株1本植え、4株 m^{-2} の栽植密度として、5m×25mの区画に植付けた。この区画の約2/3を下記の1回刈り区、残りを2回刈り区に供用し、いずれも無反復とした。肥料は、10a当たり成分換算年間総量で、N:60kg, P_2O_5 :30kg, K_2O :20kgを無機質肥料により施用した。

刈り取り処理区として、調査期間中途の刈り取りを行なわない区、及び、東京では8月13日、宮崎では8月4日に、それぞれ、中間刈り取りを1回行なう区を設けた。刈り取りの高さは地上約20cmとした。以下、実用上の収穫回数を示す用語により、前者の区を「1回刈り区」、後者を「2回刈り区」と呼称する。また、1回刈り区の植物体を1回刈り、2回刈り区の間刈り取り期までの植物体を1番草、中間刈り取り期以後の植物体を2番草と称する。

調査は、植付け期から20—30日間隔にて、東京では11月6日まで、宮崎では11月15日まで行ない、個体群周縁部の株を除く8—10株につき、葉身、稈(葉鞘を含む)及び枯死部の乾物重を調べた。

実験2. 乾物収量の地域差

(1) 調査の場所及び年度

下記の6地域で、1—4カ年度にわたり、栽培方法、処理区及び試料採取法などをほぼ統一して実験を反復した。実験の場所及び年度は以下のとおりである。

東京：東京大学農学部附属農場(東京都田無市、1984年—1986年の3カ年度)、名古屋：名古屋大学農学部附属農場(愛知県東郷町、1984年—1985年の2カ年度)、福岡：九州大学農学部(福岡市、1984年の1カ年度)、宮崎：宮崎大学農学部附属牧場(宮崎市、1983年—1986年の4カ年度)、那覇：琉球大学農学部(沖縄県西原町、1984年—1985年度の2カ年度)、西表島：琉球大学農学部附属熱帯農学研究施設(沖縄県竹富町、1985年の1カ年度)

(2) 栽培及び刈り取り処理区

各地域、各年度とも、5月上、中旬に植付けを行ない、植付け、施肥その他の栽培方法及び刈り取り処理区の設定は実験1と同様とした。栽培区画の大きさは場所により異なったが、各地域の両刈り取り区とも5m×3—5mとし、いずれも無反復とした。

(3) 調査

調査期間は、東京、名古屋では10月下旬まで、その他の地域では11月下旬までとした。調査は、1回刈り区については最終調査時のみ、2回刈り区については中間刈り取り時及び最終調査時に、それぞれ、刈り株の高さ約20cmにて刈り取った収穫部について行なった。実験1の場合と同様な株について、葉身、稈(葉鞘を含む)及び枯死部の乾物収量を調べた。

気温、日射量及び降水量は、各実験場所或いは近傍の気象台の資料により調査した。

結果と考察

1. 各地域の気象条件

実験2の西表島では、中間刈り取りの直後の強い台風のために2番草の生長が不良となったが、西表島の1回刈り及びその他の地域の材料はいずれもほぼ順調に生長した。

実験2における調査期間中の月平均気温及び日射量を第1図に示した。実験が2カ年度以上にわたる地域の値は全実験年度についての平均値である。実験1における東京と宮崎の値も第1図の両地域の値に近似した。

気温は、各月とも、東京と名古屋の値が最も低く、次いで福岡と宮崎、那覇と西表島の順に高い傾向を示したが、7月と8月の地域差は比較的小さか

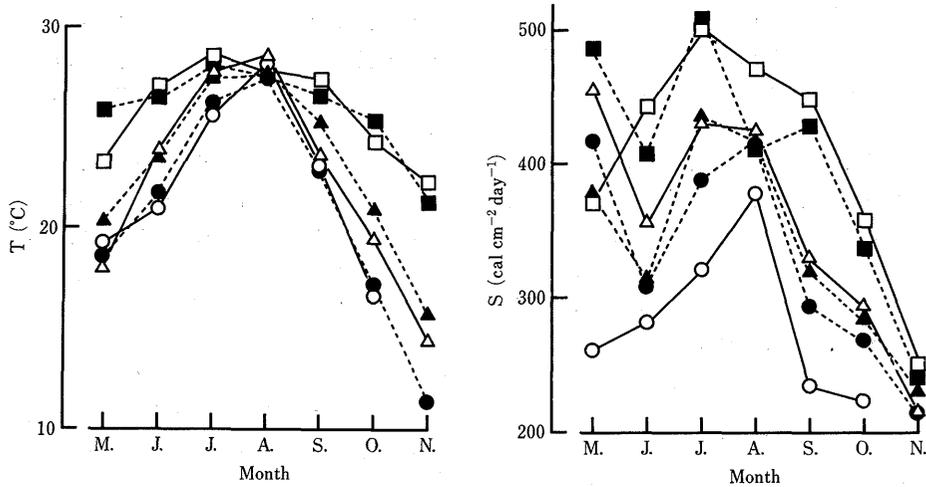


Fig. 1. Monthly means of daily mean temperature and daily solar radiation at six sites. Left: Temperature (T), Right: Solar radiation (S).

○: Tokyo, ●: Nagoya, △: Fukuoka, ▲: Miyazaki, □: Naha, ■: Iriomote Island. Values are the averages for the years from 1984 to 1986 at Tokyo, 1984 and 1985 at Nagoya, 1984 at Fukuoka, from 1983 to 1986 at Miyazaki, 1984 and 1985 at Naha and 1985 at Iriomote Island.

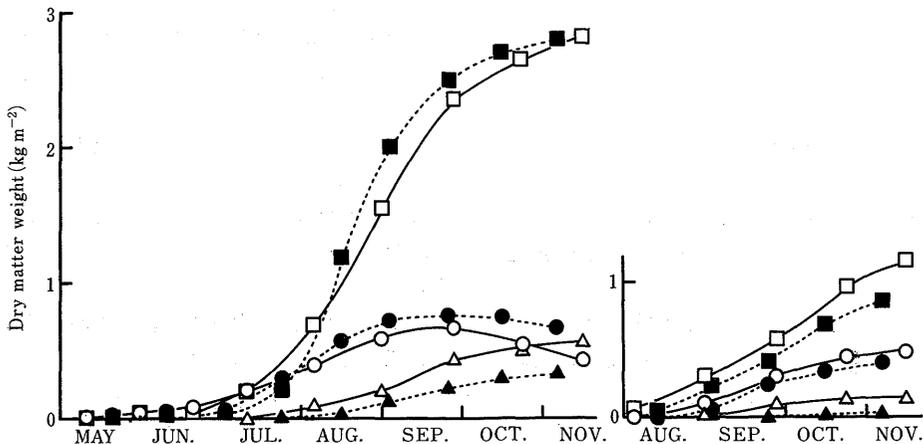


Fig. 2. Dry matter weights of leaf blade, stem with leaf sheath and dead parts at Tokyo and Miyazaki in experiment 1. Left: 1-cut plot; plants were grown without cutting during the investigation period from May to November. Right: Regrowth after a cutting at early or middle August.

●, ○: Leaf blade, ■, □: Stem with leaf sheath, ▲, △: Dead parts.
Closed: Tokyo, Open: Miyazaki.

った。

日射量は気温に比べて各地域の季節的变化及び地域差ともに一層不規則であったが、おおよその傾向としては、7、8月に最も高く、南の地域ほど高い傾向がみられ、東京の値はとくに低かった。

降水量の図は省略したが、宮崎以北では南の地域ほど多かった。那覇及び西表島の値は中間刈り取り

期以前は福岡及び宮崎に比べて少なく、その後も、那覇の値は宮崎よりやや少なかったが、西表島の値は他の地域に比べて著しく多かった。

2. 植物体の生長に伴う地上部各部の乾物重の変化 (実験 1)

第2図に、東京と宮崎における地上部各部の乾物重の経時的变化を示した。

1 刈りの稈重の増加速度は、両地域とも、7月から8月にかけて大きく、この期間の速度は宮崎に比べて東京の方が大きかった。6月下旬以前及び9月下旬以後は逆に東京の方が低かった。葉身重は、9月下旬までは稈重と同様な傾向の変化を示したが、その後は減少した。この減少は東京の方が少なく、最終調査時の値は東京の方が大きかった。枯死部重は全調査期間にわたり宮崎の方が大きく、とくに9月上旬以後の地域差は大きかった。

このように、1 刈りにおける乾物重の増加速度の季節的变化は東京と宮崎とでやや異なり、その相違は温度の季節的变化の地域差によるところが大きいと推察される。即ち、東京の方が、6月下旬までは気温が低いため、乾物重の増加速度は各部とも宮崎に比べて小さかった。しかし、その後作用¹¹⁾として、7月及び8月の高温下における葉身重及び稈重の増加速度は東京の方が大きかった。9月上旬以後は再び東京の方が気温は低くなり、葉の枯死の進みが遅い¹⁰⁾ため、緑葉の維持は東京の方がまされた。しかし、稈重の増加速度は小さかった。

他方、2 番草の場合は、主要な生産期間が9月上旬以後の気温低下期となって、1 刈りのように稈重が急速に増大する時期はなく、また、宮崎の方が高温であることにより、乾物重は各部とも、全調査期間にわたり宮崎の方が大きかった。

稈重/葉身重の比 (S/L 比) を第3図に示した。

1 刈りの宮崎における S/L 比は、5月上旬から6月中旬にかけて減少し、その後は最終調査時まで増加した。東京における変化も同様の傾向であったが、この比が減少する時期、即ち、植付け後に葉身重が先ず増大する時期が、宮崎に比べて遅れた。それに伴って増大傾向に変わる時期も遅くなった。これは、東京の方が植付け時期が遅いこと及び6月下旬までの気温が低いことによると考えられる。しかし、7月下旬から9月上旬にかけては、東京の方が、稈重の増大が急なために S/L 比の増大勾配は大きく、9月下旬以後は葉身重の減少が少ないために S/L 比は小さかった。

2 番草の S/L 比は、刈り取り直後には東京の方が高いが、その後は両地域とも、再生の進みに伴い急速に低下し、その時期を過ぎると1 刈りと同様に増大傾向を示した。しかし、2 番草の場合は、気温の低下により稈重の増大が遅くなって、S/L 比は1 刈りに比べて低く、両地域の値はほぼ一致した。

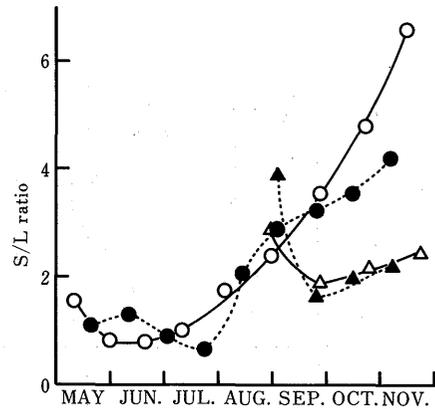


Fig. 3. Ratio of the dry matter weight of stem with leaf sheath to that of leaf blade (S/L ratio) at Tokyo and Miyazaki in experiment 1.

●, ○: 1-cut plot; plants were grown without cutting during the investigation period from May to November.

▲, △: Regrowth after a cutting at early or middle August.

Closed: Tokyo, Open: Miyazaki.

S/L 比の稈重に根重を加えた値、即ち、乾物重の非同化器官/同化器官の比 (C/F 比) の変化 (図省略) も上記の S/L 比と同様の傾向であった。従って1 刈りの場合、9月以後の乾物生産に関して、宮崎は東京に比べて、C/F 比の面では不利となる。2 番草の C/F 比には地域差は殆どなかった。

3. 各地域における乾物収量 (実験 2)

収穫部の部分別に、各地域の収量について調査年度間の平均値及び変動範囲を第4図に示した。ただし、福岡及び西表島の場合は調査年度が1カ年度のため、変動範囲は図示されない。

同図にみられるように、1 刈りの葉身収量は南の地域ほど小さかった。那覇と西表島の枯死部収量は他の地域に比べて少ない傾向があり、この両地域では葉の生産量そのものが少ないことが示唆される。他方、2 番草の葉身及び稈の収量は、福岡及び台風被害を強く受けた西表島を除くと、南の地域ほど大きい傾向があった。これらの他は、各刈り取り区の各部分の収量とも、特定傾向の地域差を見出し難い。

両刈り取り区を比較すると、福岡以北における葉身収量は1 刈りの方が1 番草及び2 番草のそれぞれに比べて大きかった。しかし、その差は宮崎では殆どなく、那覇の2 番草は1 刈りに比べて大きか

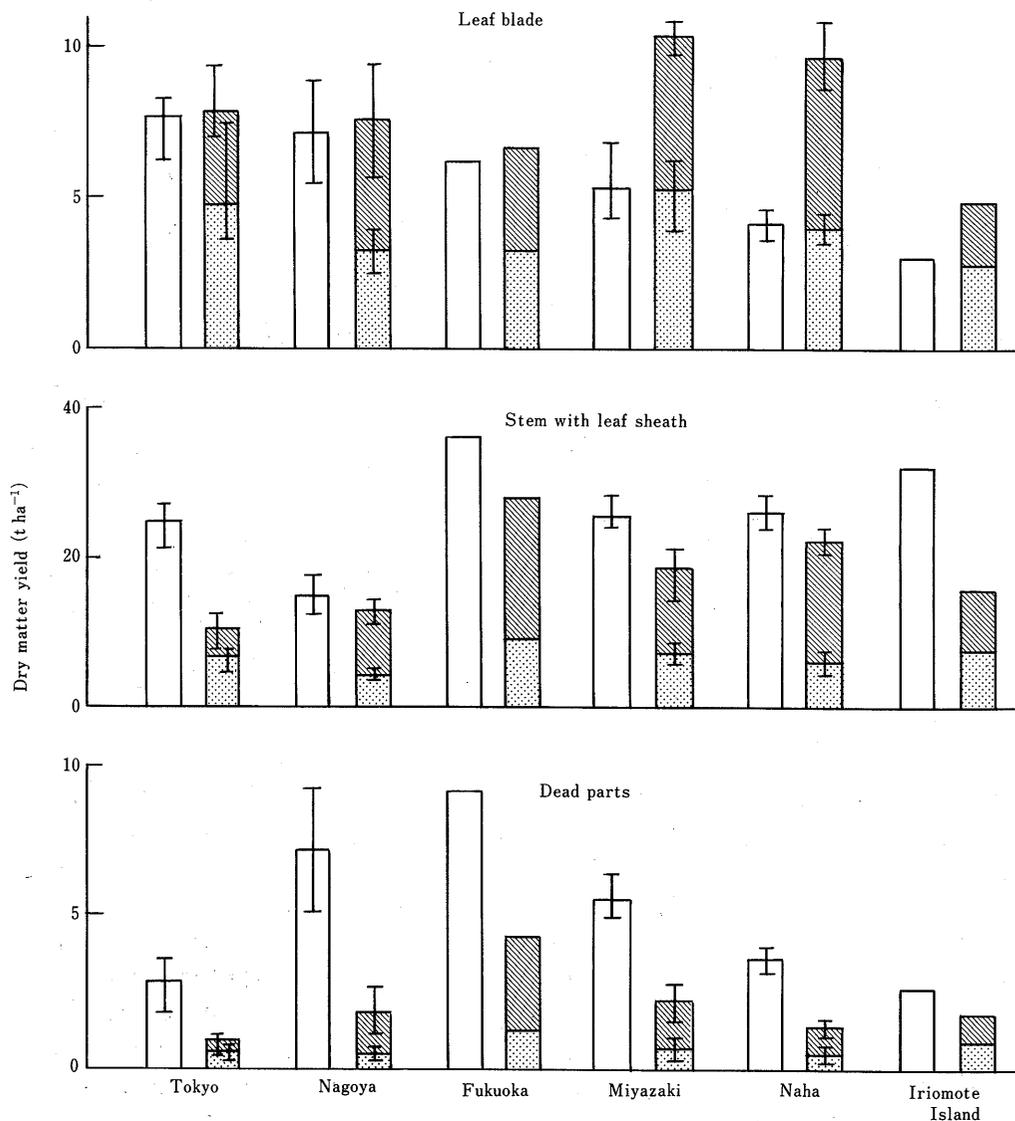


Fig. 4. Dry matter yields of leaf blade, stem with leaf sheath and dead parts at six sites in experiment 2.

- : 1-cut plot; Plants were grown without cutting from the time of planting at early or middle May to the time of the final harvest in October or November.
- ▨: The first growth of 2-cut plot; Plants were cut at early or middle August during the same growing period as the plants in 1-cut plot.
- ▩: The aftermath of 2-cut plot.
- : Range of variation of yield.

った。西表島においても台風被害がなければ那覇と同様な傾向と思われる。1, 2 番草の合計収量は、各地域とも、1 回刈りの収量にまさり、その差は宮崎以南の方が福岡以北に比べて大きかった。

稈及び枯死部の収量は、各地域とも、1 回刈りの方が1, 2 番草のそれぞれに比べて大きく、両者の

合計値に比べても大きかった。

次に、積算気温と乾物収量の稈/葉身比 (S/L 比) との関係を示した。

第5図にみられるように、1 回刈り及び2 番草の S/L 比は積算気温が高いほど、即ち、南の地域ほど大きい傾向があった。1 回刈りの場合は、葉身収

量が南の地域ほど小さいため、各地域の値及び回帰直線の勾配ともに、1, 2 番草に比べて大きかった。

以上の実験2の結果は、1 刈りの枯死部及び2 番草の S/L 比を除くと、前掲第2, 3 図の東京と宮崎との間の関係と符合する。1 刈りの枯死部については、生育期間中の散逸の程度、或いは、葉の生産量などの地域差によって、南の地域ほど多いという傾向があらわれないのであろうと思われる。2 番草の S/L 比については、実験2の稈は地上約20 cm 以上の部分であって稈基部に相当する部分を含まないのに対し、実験1では稈基部が含まれていることによると考えられる。実験1の2 番草の稈基部には、中間刈り取り時の刈り株が加わっており、その乾物重の地域差は小さいため、これを含む場合の S/L 比は、含まない場合に比べて地域差が小さくなると推察される。

最後に、気温、日射量及び降水量の各生長期間内の平均値を説明変数とし、葉身、稈及び枯死部の乾物生産速度(乾物収量/生長期間の日数)を目的変数として重回帰分析を行なった結果を第1表に示した。各気象要因の回帰係数は標準回帰係数である。

同表にみられるように、有意な回帰式は少なく、寄与率の多くは50% 以下であった。また、各式の寄与率とも、1 番草の値は1 刈り及び2 番草に比べて低かった。即ち、説明変数として取り上げた各気象要因と生産速度との関連性は弱く、とくに1 番草については、生産速度の変動をこれらの気象要因で説明することは困難である。

しかし、1 刈りの葉身及び2 番草の稈についての回帰式は1% 又は5% 水準で有意であった。1 刈

りの葉身については、日射量の回帰係数の絶対値が他の2 変数に比べて大きくかつ符号が負であることから、1 刈りの葉身収量が南の地域ほど小さいのは、主として、日射量が多いことによる。これは、トウモロコシや水稻におけるのと同様に、強光下では葉への乾物分配率が減少する^{13,17)} ことによると推察される。他方、2 番草の稈の場合は、南の

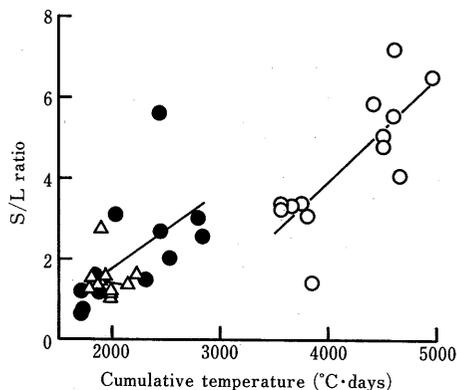


Fig. 5. Correlation of the ratio of dry matter yield of stem and leaf sheath to that of leaf blade (S/L ratio) with cumulative temperature in experiment 2.

○: 1-cut plot, △: The first growth of 2-cut plot, ●: The aftermath of 2-cut plot.

Correlation coefficients are 0.773** (significant at $p < 0.01$) for 1-cut plot, -0.065 for the first growth of 2-cut plot and 0.565* (significant at $p < 0.05$) for the aftermath of 2-cut plot. As for the plots, refer to the note of Fig. 4. Correlation was derived from the data obtained at five sites excluding Iriomote Island in experiment 2.

Table 1. Multiple regression analysis for mean daily dry matter increases of various parts in shoot depending on the mean values of temperature, solar radiation and rain fall during the growing periods¹⁾ in experiment 2.

Plots ²⁾	Plant part	Ratio of contribution	Standard partial regression coefficients of		
			temperature	solar radiation	rain fall
1-Cut	Leaf blade	66.5**	0.032	-0.714	-0.197
	Stem ³⁾	35.6	0.747	-0.437	-0.144
	Dead parts	21.4	-0.520	0.464	0.020
First growth of 2-cut	Leaf blade	15.3	0.147	-0.215	0.350
	Stem ³⁾	6.5	0.152	0.120	0.049
	Dead parts	21.0	-0.028	0.326	-0.365
After-math of 2-cut	Leaf blade	38.6	0.738	-0.103	-0.559
	Stem ³⁾	57.5*	0.606	0.536	-0.504
	Dead parts	30.1	-0.271	0.614	0.014

1) Derived from the data obtained at six sites in experiment 2.

2) As for plots, refer to the notes of Fig. 4.

3) Stem with leaf sheath.

*: Significant at $p < 0.05$, **: Significant at $p < 0.01$.

地域ほど、日射量が多く気温が高いことによって生産が促進されるが、一方で、降水量が多いことは生産を抑制する方向に働く。

その他の有意差が得られなかった回帰式をも含めると、気温の係数は葉身、稈に関しては正、枯死部に関しては負である。また、1回刈りの稈、2番草の葉身及び稈における係数の絶対値は気温が最も大きい。即ち、通常的气象条件下では生産速度に対する気温の影響が大きく、気温が高いほど生産速度は大きい^{3-5,11,18)}ことが示される。しかし、葉身及び稈の収量は必ずしも高温の南の地域ほど大きくはならなかった。その理由として、次のことが推察される。

一つは第1表に示されたように、1番草の稈の場合を除き、日射量及び降水量の係数は、そのいずれか一方または両方とも、符号が気温の係数とは逆であり、南の地域における気温の面での有利性は少なくとも部分的には、日射量或いは降水量が多いことによって弱められている。他の理由として、実験1にみられたように、生長の季節的変化の様相が地域によって異なることがあげられる。実験2では各地域とも、生長の経過は不明であるが、実験1,2の結果が比較的良好に符合したことから、実験2における各地域の生長の季節的変化は、実験1における東京と宮崎との相違とほぼ同じ傾向の地域差を示すと考えられる。即ち、葉身及び稈の乾物重増加速度は、6月下旬までは南の地域ほど大きいと推察される。7,8月には逆に北の地域ほど大きいと推察される。

このように、南の地域ほど7,8月以後の葉量が小さく、さらに、S/L比が大きいことによって、乾物生産に不利となっている。このことが、1回刈りの地上部乾物収量は必ずしも南の地域ほど多くなるとは限らず、収量の地域差は生産日数或いは気温の地域差に対応しない⁹⁾ことに関係すると考えられる。1番草については、高温の7月を経過しているので、この間の生長は北の地域ほど急速なことににより各部とも乾物収量の地域差は小さい。しかし2番草の場合は、その主要な生産期間が気温の低下期となり、さらに、生産期間も短いので、気温の地域差は地上部各部の乾物収量に直接的に反映し、南の地域ほど多収となる⁹⁾。

また、乾物収量の稈/葉身比からみた飼料としての品質は、1番草を除き、高温の地域ほど劣った。各地域とも、1回刈りに比べて1,2番草ともに品質はまさるが、南の地域ほど2回刈りによる全体収

量の減少は小さいので、家畜に対する栄養収量についての刈り取りによる改善効果は南の地域ほど大きいと考えられる。

引用文献

1. Bogdan, A.V. 1977. Tropical Pasture and Fodder Plants (Grasses and Legumes). Longman, London. 233—241.
2. Cooper, J.P. 1970. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. Herb. Abst. 40: 1—15.
3. Ferraris, R. 1978. The effect of photoperiod and temperature on the first crop and ratoon growth of *Pennisetum purpureum* Schum. Aust. J. Agric. Res. 29: 941—950.
4. ——— and D.F. Sinclair 1980. Factors affecting the growth of *Pennisetum purpureum* in the wet tropics. I Short-term growth and regrowth. Aust. J. Agric. Res. 31: 899—913.
5. ———, M.J. Mahony and J.T. Wood 1986. Effect of temperature and solar radiation on the development of dry matter and attributes of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). Aust. J. Agric. Res. 37: 621—632.
6. Hoshino, M., S. Ono and N. Sirikiratayanond 1979. Dry matter production of tropical grasses and legumes and its seasonal change in Thailand. J. Japan. Grassl. Sci. 24: 310—317.
7. 井出迫金一 1961. 有望な南方型牧草栽培について. 日草誌 7: 146—150.
8. 伊藤浩司・稲永忍 1988. ネビアグラスの乾物生産に関する研究. 第1報 東京と宮崎における乾物生産力及び生長パラメーターの比較. 日作紀 57: 90—96.
9. 伊藤浩司・村田吉男・稲永忍・大久保忠旦・武田友四郎・沼口寛次・宮城悦生・星野正生 1988. ————第2報 東京以南の6地域における乾物生産力. 日作紀 57: 424—430.
10. 伊藤浩司・稲永忍 1988. ————第3報 東京及び宮崎における葉位別の個葉の面積及び光-光合成関係. 日作紀 57: 431—437.
11. ———— 1988. ————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.
12. 北村征生・阿部二郎・堀端俊造 1982. 南西諸島におけるイネ科飼料作物の栽培と利用. 1. ローズグラス, ギニアグラスおよびネビアグラスの乾物収量におよぼす刈取間隔および生育季節の影響. 日草誌 28: 33—40.
13. Kumura, A. 1975. Dry matter partition and climatic factors. In Crop Productivity and Solar Energy Utilization in Various Climate in Japan (Ed.) Y. Murata, Univ. of Tokyo Press, Tokyo, 49—59.
14. Little, S., J. Vicente and F. Abruna 1959. Yield

- and protein content of irrigated napiergrass, guineagrass and pangolagrass as affected by nitrogen fertilization. *Agron. J.* 51: 111—113.
15. 松岡匡一・野田博 1966. Napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach) の特性について. 熱帯農業 9: 211—215.
 16. 宮城悦生 1980. ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumach) の生産におよぼす栽植密度の影響. 琉大農学報 27: 293—301.
 17. 村田吉男 1980. 光合成と生産. 宮地重遠・村田吉男編, 光合成と物質生産. 理工学社, 東京, 493.
 18. Nada, Y. 1980. Effect of temperature on growth of main tropical pasture grasses. *J. Japan. Grassl. Sci.* 26: 165—173.
 19. 讀井芳胤 1961. ネピアグラスの栽培利用法. 農及園 36: 663—666.
 20. Vicente-Chandler, J., S. Silva and J. Figarella 1959. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses. *Agron. J.* 51: 202—206.
 21. Voigtländer, G. und H. Krischke 1984. Düngungsversuche zu *Pennisetum purpureum*, *Brachiaria mutica* und *Pueraria phaseoloides* auf "upland" im District Dacca/Bangladesh. *Landwirtsch. Forschung* 37: 205—217.
 22. Watkins, J.M. and M.L. Severen 1951. Effect of frequency and height of cutting on the yield, stand and protein content of some forages in El Salvador. *Agron. J.* 43: 291—296.
 23. Wilsie, C.P., E.K. Akamine and M. Takahashi 1940. Effect of frequency of cutting on the growth, yield, and composition of napier grass. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 32: 266—273.
 24. 安江多輔・沢野定憲・加藤善二・堀内孝次 1976. ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumach) の1年生作物としての栽培利用について. 日草誌 22: 78—85.