

緑汁発酵液 (FGJ) および糖蜜添加による暖地型牧草サイレージの 発酵品質

(2) ロールベールラップサイレージへの添加効果

嘉陽 稔 与古田 稔 伊村 嘉美* 国吉 祥子**
後藤 正和*** 川本 康博****

I 要 約

サイレージ用添加物として緑汁発酵液 (FGJ) と糖蜜をサイレージ用添加機 (CA-20P 型/オカダイングダストリ株式会社製) を用い、ロールベールラップサイレージを調製しその発酵品質について無添加区と比較検討したところ、下記の結果を得た。

1. FGJ 添加は、貯蔵初期の乳酸発酵を促進させた。
2. FGJ または糖蜜をサイレージに添加することにより、5 ヶ月間保存しても VBN/TN の値が低く、無添加区に比べて品質の安定したサイレージを得ることができた。

以上のことから、緑汁発酵液 (FGJ) あるいは糖蜜をラップサイレージに添加することにより、5 ヶ月間保存しても品質の安定したサイレージ調製が可能である。

II 緒 言

緑汁発酵液 (以下、FGJ) と糖蜜は、市販の乳酸菌製剤や繊維分解酵素入り製剤などを購入することなく、手軽にサイレージ調製できる添加物として有望であり、FGJ と糖蜜の有効性については、多くの報告¹⁻⁵⁾がある。また前報⁶⁾のパウチ試験においても暖地型イネ科牧草に FGJ と糖蜜の添加が有効であることを報告した。

今回の試験では、暖地型イネ科牧草のロールベールラップサイレージ調製時に、FGJ と糖蜜を添加し、ロールベールラップサイレージの発酵品質への効果について調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および供試草種

試験は、1999年8月11日から2000年1月14日まで実施し、材料草として、造成8年目のセタリアグラス草地 (品種: カズングラ) を用いた。

2. FGJ 添加物の調製

FGJ 添加物は、新鮮材料草 200 g に蒸留水 1 l を加えミキサーにかけた緑汁をガーゼでろ過し、得られた緑汁 (約 1 l) にグルコースを 2% となるように添加した後、30°C で 2 日間嫌気培養して調製した。また現場で利用する時に 10 l に希釈し、さらにグルコースを 2% 添加した後に散布した。

糖蜜は北部製糖今帰仁事業所で生産されたもので、蒸留水に溶かし、5% 糖蜜液に調製したものをを用いた。またロールベールサイレージへの各添加物の散布量は、1 ロールに対して約 2 l 散布とした。

3. 添加区分

添加区分は、FGJ 添加区、糖蜜添加区および従来の無添加のサイレージ (無添加区) の 3 つの試験区を設けた。

4. 試験方法

沖縄県畜産試験場内のセタリアグラス草地を、1999年6月下旬に掃除刈りを行なった後、8月11日に

ディスクモアによって、一斉に刈り取り、反転・集草を行った。ロールペーラで牧草を拾い上げる際に図1に示したサイレージ用添加機 (CA-20P 型/オカダイングストリ株式会社製) を用いて各添加物を散布した後、ストレッチフィルムの6層巻きによって梱包したラップサイロを試験に供した。ラップサイロは3 (添加区) × 3 (反復) = 9 個であった。サイレージのサンプリングは、サイレージ調製後 1, 3 および 5 カ月目に行い、各ロールの上段 (地面の接地面から 90cm), 中段 (60cm) および下段 (30cm) の3カ所からサンプリングし、それぞれ分析を行い、その3カ所の平均をそのロールの分析値とした。ただし3および5カ月目のサンプリングは、1カ月目にサンプリングしたロールの穴をガムテープで塞ぎ密封して保存したロールから1カ月目と同様にサンプリングを行なった。

5. 分析項目

サイレージの分析は、水分含量をトルエン蒸留法⁷⁾により、有機酸組成を高速液体クロマトグラフ (島津製作所 SPD-10A) にて、全窒素についてはケルダール法によりそれぞれ測定した。

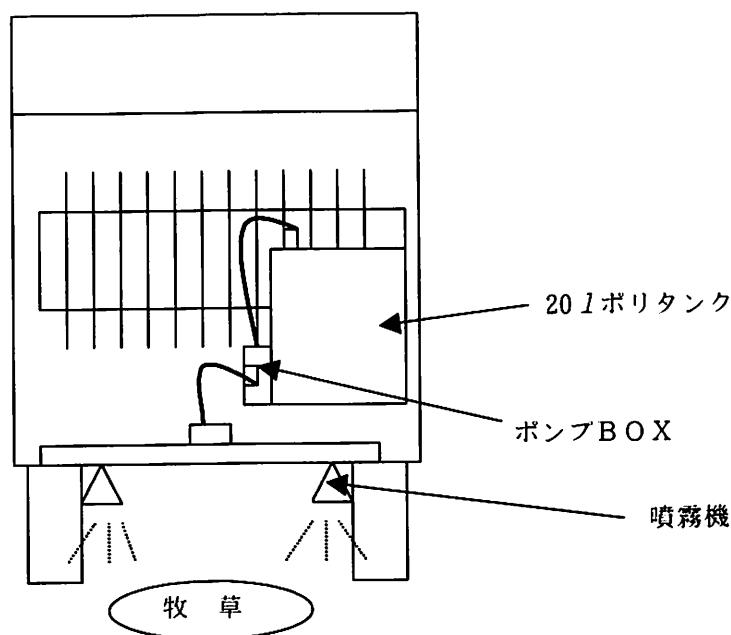


図1 ロールペーラにサイレージ用添加機 (CA-20P 型) を取り付けた図

IV 結果

1. サイレージ調製1カ月目の発酵品質

1カ月目のラップサイレージの発酵品質を表1に示した。

材料草の飼料成分は、粗タンパク質含量が5%程度、乾物消化率は45~50%程度の出穂後期の刈り遅れの牧草であった。またロールペーラサイレージへの各添加物の散布量は、約400kg ロールに対して約2 lであった。

水分含量は、糖蜜添加区で若干低いが生産するすべての区で水分含量70%以上のサイレージであった。pHは、無添加区と糖蜜添加区でほぼ同じであったが、FGJ添加区で最も低く4.12を示した。有機酸組成は、乳酸、酪酸ともにFGJ添加区で高い値であった。VBN (揮発性塩基態窒素) /TN (全窒素)は、添加区で低い値を示し、FGJ添加区で最も低く3.6%であった。

表1 1ヵ月目のラップサイレーズの発酵品質

サンプル名	水分 (%)	pH	有機酸組成 (FM,%)				VBN/TN (%)
			乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	
無添加区	77.3	4.32	0.03	0.63	0.05	0.49	6.6
糖蜜添加区	72.3	4.29	0.05	0.44	0.03	0.43	4.5
FGJ 添加区	77.2	4.12	0.12	0.23	0.03	0.52	3.6

注) VBN/TN によるサイレーズの評価は、 $\leq 12.5\%$ を優、 $12.5\sim 15.0\%$ は良、 $15.1\sim 17.5\%$ は中、 $17.5\sim 20.0\%$ を不良、 $20.1\leq$ を極度に不良と設定されている。

2. サイレーズ調製3ヵ月目の発酵品質

3ヵ月目のラップサイレーズの発酵品質を表2に示した。

水分含量については、各区ともに同様な値であった ($74.4\sim 76.4\%$)。pH については、試験区間で差が小さく、1ヵ月目よりは各区ともに高くなる傾向を示した。有機酸組成のうち乳酸含量については、各区ともに1ヵ月目より高い値を示し、その中でも FGJ 区が最も高く 0.18% であった。VBN/TN については、1ヵ月目と比較していずれも高い値を示し、無添加区で最も高く 12.9% であった。

表2 3ヵ月目のラップサイレーズの発酵品質

サンプル名	水分 (%)	pH	有機酸組成 (FM,%)				VBN/TN (%)
			乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	
無添加区	74.4	4.44	0.15	0.40	0.04	0.68	12.9
糖蜜添加区	76.4	4.48	0.09	0.51	0.05	0.71	11.8
FGJ 添加区	75.1	4.42	0.18	0.47	0.04	0.60	10.1

注) 表1に同じ

3. サイレーズ調製5ヵ月目の発酵品質

5ヵ月目のラップサイレーズの発酵品質を表3に示した。

水分含量は、5ヵ月目でも1ヵ月目あるいは3ヵ月目とほぼ同じ値であった ($74\sim 77\%$)。pH については、無添加区と糖蜜添加区で若干であるが3ヵ月目よりも高い値となった。有機酸組成のうち乳酸含量については、FGJ 添加区 > 糖蜜添加区 > 無添加区の順となっており、FGJ 添加区は5ヵ月目でも高い乳酸含量を維持していた。VBN/TN は、糖蜜添加区と FGJ 添加区は3ヵ月目とほぼ同じ値であったが、無添加区では 15.1% と高い値となった。

表3 5ヵ月目のラップサイレーズの発酵品質

サンプル名	水分 (%)	pH	有機酸組成 (FM,%)				VBN/TN (%)
			乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	
無添加区	74.0	4.55	0.09	0.54	0.04	0.61	15.1
糖蜜添加区	75.3	4.59	0.09	0.56	0.05	0.53	12.3
FGJ 添加区	77.0	4.46	0.11	0.57	0.05	0.61	11.8

注) 表1に同じ

V 考 察

今回、調製したラップサイレーズの水分含量は、 $72.3\sim 77.0\%$ の範囲にあり、水分含量の高いサイレーズ調製とした。一般的にサイレーズの水分含量は $50\sim 60\%$ (中水分) が良いとされ、水分含量が高くなると、発酵が進行し乳酸含量は増加する。いっぽうで、品質の低下を招く酪酸が増え、タンパク質の分解も進み発酵品質が劣化することが知られている⁸⁾。今回、添加物として用いた FGJ と糖蜜は、高水分サイレーズとして調製したが、サイレーズ調製1ヵ月後では、無添加サイレーズよりも優れた発酵品質を示した。特に FGJ 添加区については、pH、乳酸含量および VBN/TN が良い値で、乳酸含量は他の区よりも高い値であり、FGJ 添加はサイレーズ初期の乳酸発酵を促進させるものと思われた。

保存期間については、3 カ月を経過すると FGJ および糖蜜区ともに乳酸含量は増加しているが、酪酸含量も増加している。また酪酸含量の糖蜜区で 5 カ月目に最大になってその後、減少しているがこれは糖蜜区に特有の現象ではなくサンプル値にバラツキがあったためである。VBN/TN も 1 カ月目の 3~7% から 10~12% へと増加している。しかし保存期間が 5 カ月目になると無添加サイレージにおいては、VBN/TN が 15% と悪くなっているが、FGJ と糖蜜添加サイレージにおいては、3 カ月目とそれほど変わっておらず保存期間の面からも無添加サイレージより優れていると推測された。また FGJ に関しては、大島¹⁾、野ら²⁾ がアルファルファに FGJ を添加し 5 カ月保存して良好な成績を得ており、今回の試験でも同様な効果を示した。

以上のように FGJ と糖蜜をラップサイレージに添加することにより、発酵品質の改善と保存期間の延長が可能と予想される。

しかし草種、予乾、刈り取り時期などの要因による添加物の効果などは明らかでないため、今後調査を行ない、安定的に良質なラップサイレージが調製できる技術を確立する必要がある。

VI 引用文献

- 1) 大島光昭・木村英司・曹力曼・稲垣憲孝, 1998, 牧草搾汁の希釈がその発酵液のサイレージ添加効果におよぼす影響, 日草誌, 44 (別), 250-251
- 2) 野 英二・安宅一夫・松井康行, 1998, 水分含量の異なるロールペールサイレージに対する緑汁発酵液, 乳酸菌製剤およびセルラーゼ製剤の添加効果, 日草誌, 44 (別), 252~253
- 3) 親泊元治・恵飛須則明・庄子一成, 1997, ギニアグラスサイレージにおける添加剤の効果および貯蔵温度の影響, 沖縄畜試研報, 35, 123-126
- 4) 伊佐真太郎・森山高広・仲宗根 一哉, 1989, サトウキビ及び糖蜜添加による暖地型牧草サイレージの品質向上, 沖縄畜試研報, 27, 159-164
- 5) 宮城悦生・川本康博・古謝瑞幸・増田泰久・五斗一郎, 1993, ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumach) サレージの発酵品質と嗜好性に及ぼす各種調製処理の影響, 日草誌, 39, 57-65
- 6) 嘉陽稔・与古田稔・国吉祥子・伊村嘉美・川本康博, 1999, 緑汁発酵液 (FGJ) および糖蜜添加による暖地型牧草サイレージの発酵品質, (1) パウチ法による試験, 沖縄畜試研報, 37, 84-86
- 7) 阿部 亮, 1988, 炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用, 畜産試験場研究資料, 第 2 号, 1-5
- 8) 高野信雄・菊池政則・安宅一夫・名久井 忠・萬田富治・野 英二・藤本秀明・古川 修, 1986, サレージバイブル, 酪農学園出版部, 47-56

緑汁発酵液 (FGJ) および糖蜜添加による暖地型牧草サイレージの 発酵品質

(3) ギニアグラスへの添加と予乾による効果

嘉陽稔 与古田稔 後藤正和* 伊村嘉美**
川本康博***

I 要 約

サイレージ用添加物として緑汁発酵液 (FGJ), 糖蜜および FGJ+糖蜜をサイレージ用添加機 (CA-20P 型/オカダイングストリ株式会社製) を用いて, ギニアグラスでロールベールラップサイレージを調製し予乾の有無と添加が発酵品質へ及ぼす効果について比較検討したところ, 下記の結果を得た。

1. FGJ, 糖蜜添加は, 予乾の有無にかかわらず無添加よりも乳酸発酵を促進させた。
2. 予乾した材料草に FGJ+糖蜜添加を行うことで, サイレージの乳酸発酵がさらに促進することが明らかになり, FGJ+糖蜜添加が最も効果的な添加物であった。

以上のことから, 緑汁発酵液 (FGJ) と糖蜜を添加物として, 材料草を予乾してラップサイレージ調製することにより, 品質の安定したサイレージを得ることが出来る。

II 緒 言

緑汁発酵液 (以下, FGJ) の添加効果は, セタリアグラスを用いたパウチ試験¹⁾ およびロールベールサイレージ試験²⁾ においてサイレージの発酵品質に効果があることを報告した。また糖蜜の添加効果については過去に多くの報告^{3, 4)} があり, また前報^{1, 2)} においても糖蜜添加がサイレージの発酵品質向上に有効であることを確認した。しかし暖地型牧草は栄養価,刈取り適期等が草種により異なり, 付着する乳酸菌数も違うことが予想される。そのため草種ごとにサイレージの発酵品質を調査する必要がある。

今回の試験では, セタリアグラスへの効果が認められた FGJ と糖蜜および FGJ と糖蜜の混合調製した計 3 添加物を用いて, ギニアグラスへの添加効果および予乾がロールベールラップサイレージの発酵品質に及ぼす効果について検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および供試草種

試験は, 2000 年 9 月 27 日から 2000 年 11 月 14 日まで実施した。材料草として, 造成 4 年目のギニアグラス草地の品種ガットンを用いた。

2. 添加物の調製

添加剤は, FGJ, 糖蜜および FGJ+糖蜜の 3 添加物とし, FGJ は新鮮材料草 200 g に蒸留水 1 l を加えミキサーにかけた緑汁をガーゼでろ過し, 得られた緑汁 (約 1 l) にグルコースを 2% となるように添加した後, 30°C で 2 日間嫌気培養し調製した。また現場で利用する時に 10 l に希釈し, さらにグルコースを 2% 添加した後に散布した。糖蜜は北部製糖今帰仁事業所産を用い, 蒸留水に糖蜜を溶かし, 3% 糖蜜液を調製したものをを用いた。また FGJ+糖蜜は, 上記 FGJ 溶液 (10 l に希釈した液) にグルコースの代わりに糖蜜が 3% となるように添加した溶液を用いた。またロールベールサイレージへの各添加物の散布量は, 1 ロールに対して約 2 l 散布とした。

3. 試験処理および添加区分

処理区は、無予乾と1日予乾の2処理とし、それぞれについて添加区分をFGJ添加区、糖蜜添加区、FGJ+糖蜜添加区および従来の無添加のサイレージ（無添加区）の4添加区を設けた。

4. 試験方法

沖縄県畜産試験場内のギニアグラス草地を、1999年8月上旬に掃除刈りを行なった後、9月27日ギニアグラス草地を半分、ディスクモアで刈り取り翌日まで予乾した（予乾処理）。翌日、残りの半分のギニアグラス草地を刈り取り（無予乾処理）集草を行った後、ロールペーラで牧草を拾い上げる際にサイレージ用添加機（CA-20P型/オカダイングストリ株式会社製）を用いて各添加物を散布した。ロールペーラはストレッチフィルムの6層巻きによって梱包したラップサイロを試験に供した。

ラップサイロは2（処理）×4（添加区）×2（反復）=16個であった。サイレージのサンプリングは、サイレージ調製後45日目に行い、各ロールの上段（地面の接地面から90cm）、中段（60cm）および下段（30cm）の3カ所からサンプリングを行いそれぞれ分析を行ない、その3カ所の平均をそのロールの分析値とした。

5. 分析項目

サイレージの分析は、水分含量を加熱乾燥法により、有機酸組成を高速液体クロマトグラフ（島津製作所SPD-10A）にてそれぞれ測定した。

IV 結果

1. 無予乾ギニアグラスサイレージの発酵品質

無予乾ギニアグラスサイレージの発酵品質を表1に示した。

ギニアグラスの刈り取り時期は、出穂後期の刈り遅れの牧草であった。またロールペーラサイレージへの各添加物の散布量は、約400kgロールに対して約1.5lであった。

水分含量は、各添加区ともに70%程度の水分含量であった。pHについては、無添加区以外でpHが5以下であった。有機酸組成については、すべての添加区で乳酸含量が無添加区よりも多く、その中でもFGJを添加している2添加区で乳酸含量が高い値を示した。酢酸、プロピオン酸および酪酸含量については、各区ともに大きな差は認められなかった。

表1 無予乾ギニアグラスサイレージの発酵品質

添加区	水分 (%)	pH	有機酸組成 (FM,%)			
			乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸
無添加	69.8	5.04	0.07	0.42	0.12	0.52
糖蜜添加	71.1	4.88	0.11	0.38	0.13	0.58
FGJ添加	70.3	4.92	0.15	0.35	0.09	0.54
FGJ+糖蜜添加	70.5	4.98	0.15	0.38	0.12	0.53

2. 予乾ギニアグラスサイレージの発酵品質

予乾ギニアグラスサイレージの発酵品質を表2に示した。

水分含量については、各区ともに66.0~67.8%の範囲にありほぼ同一の水分含量であった。pHについては、FGJ+糖蜜添加区でもっとも低く4.70であった。それ以外の区においてはほぼ同一の値であった。

有機酸組成については、無添加区よりも添加している区で乳酸含量が高くなる傾向を示し、その中でもFGJ+糖蜜添加区で高い値を示した。酢酸およびプロピオン酸については、無予乾の場合とほぼ同じ値であったが、酪酸含量についてはFGJ+糖蜜添加区で若干高い値であった。

表2 予乾ギニアグラスサイレージの発酵品質

添加区	水分 (%)	pH	有機酸組成 (FM,%)			
			乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸
無添加	67.0	4.85	0.12	0.30	0.10	0.57
糖蜜添加	66.0	4.83	0.14	0.34	0.12	0.51
FGJ 添加	67.8	4.87	0.21	0.27	0.10	0.51
FGJ+糖蜜添加	66.2	4.70	0.35	0.32	0.11	0.69

V 考 察

今回の試験は、前報¹⁾において効果の認められた FGJ、糖蜜および FGJ+糖蜜をセタリアグラスと異なる草種のギニアグラスでも効果が認められるか、またこれらの添加物が材料草の予乾によりどのような効果をもたらすのかについて検討したものである。

今回、調製したギニアグラスラップサイレージの水分含量は、69.8~71.1%(無予乾処理)、66.0~67.8%(予乾処理)の範囲にあり、無予乾と予乾による水分含量の差がそれほど大きくなかった。これは材料草をロールバールする際に降雨が少しあったためで、通常は1日予乾すれば水分含量が60%前後のサイレージが調製可能と推測される。

pHについては、添加区で比較すると添加物散布区は無添加区とほぼ同一か無添加区よりも低下する傾向を示し、この結果は前報¹⁾と同一の結果となった。また無予乾と予乾の違いでは明らかに予乾した場合に pH が低下することを確認した。その中でも FGJ+糖蜜添加区の予乾処理において最も pH が低下することが明らかになった。

有機酸組成については、添加区のすべてにおいて、無添加区よりも乳酸含量が多かった。また無予乾処理において、3添加区の差がそれほど大きくないのに対し、予乾処理することにより FGJ、FGJ+糖蜜区の乳酸含量がかなり増加している。一般に寒地型牧草サイレージの場合、水分含量の低下にともない発酵が抑制されることが知られ⁵⁾ている。しかし暖地型牧草を用いた今回の場合は、水分含量が低い予乾処理において乳酸発酵が促進されている。著者ら⁶⁾、安谷屋ら⁷⁾の報告でも同様な傾向を確認しており、また安谷屋ら⁷⁾は暖地型牧草に特異的に生じる現象の可能性を示唆している。いずれにせよ今後、詳しく調査する必要がある。

乳酸以外の有機酸組成においては、添加区および予乾処理においてそれほど大きな差は見られなかった。しかし FGJ を用いたサイレージ調製試験の多くの報告^{8~10)}では、乳酸含量の増加、酢酸および酪酸含量が低下することが明らかになっている。今回の試験においては、乳酸含量は増加しているものの酪酸含量は前報²⁾と同様に低下することはなかった。これも暖地型牧草特有の現象なのかまたはサイレージ調製における密封に原因があったのかについては、今後調査していきたい。

以上のことから、FGJ、糖蜜および FGJ+糖蜜を添加物として、ギニアグラスに添加してその効果を調査したところ、FGJ、糖蜜および FGJ+糖蜜は無添加区より pH の低下、乳酸含量の増加に効果が認められ、材料草を予乾して FGJ と FGJ+糖蜜を添加することによりさらにサイレージの乳酸含量が増加することが明らかになった。

VI 引 用 文 献

- 1) 嘉陽稔・与古田稔・国吉祥子・伊村嘉美・川本康博, 1999, 緑汁発酵液 (FGJ) および糖蜜添加による暖地型牧草サイレージの発酵品質, (1)パウチ法による試験, 沖縄畜試研報, 37, 84-86
- 2) 嘉陽稔・与古田稔・伊村嘉美・国吉祥子・後藤正和・川本康博, 2000, 緑汁発酵液 (FGJ) および糖蜜添加による暖地型牧草サイレージの発酵品質, (2)ロールバールラップサイレージへの添加効果, 沖縄畜試研報, 38, 60-63
- 3) 親泊元治・恵飛須則明・庄子一成, 1997, ギニアグラスサイレージにおける添加剤の効果および貯蔵温度の影響, 沖縄畜試研報, 35, 123-126
- 4) 伊佐真太郎・森山高広・仲宗根一哉, 1989, サトウキビ及び糖蜜添加による暖地型牧草サイレージの

品質向上, 沖縄畜試研報, 27, 159-164

5) 高野信雄・菊池政則・安宅一夫・名久井忠・萬田富治・野 英二・藤本秀明・古川 修, 1986, サイレージ
バイブル, 酪農学園出版部, 47-56

6) 嘉陽稔・長崎祐二・庄子一成, 1997, ネビアグラスサイレージの品質, 沖縄畜試研報, 35, 119-121

7) 安谷屋兼二・庄子一成, 1995, ラップサイレージ品質安定化技術, (3)刈取りステージと水分含量がラッ
プサイレージの飼料品質に及ぼす影響 (ギニアグラスの伸長期と出穂期), 沖縄畜試研報, 33, 145-154

8) 大島光昭, 1999, 新しいサイレージ用自家製乳酸菌添加剤-緑汁発酵液の提案-, 畜産の研究, 第 53 卷,
第 3 号, 45-49

9) 野 英二・安宅一夫・松井康有, 1998, 水分含量の異なるロールベールサイレージに対する緑汁発酵液,
乳酸菌製剤およびセルラーゼ製剤の添加効果, 日草誌, 44 (別), 252-253

10) 曹力曼・大島光昭・木村英司・大島由紀・横田浩臣, 1997, 緑汁発酵液の添加が水分含量の異なるアル
ファルファサイレージの品質に及ぼす影響, 日草誌, 43 (別), 228-229

研究補助：仲原英盛，又吉康成，平良樹史

新導入品種トランスバーラとの混播に適するマメ科牧草の選定

嘉陽稔 与古田稔 川本康博*

I 要 約

新導入品種トランスバーラに適するマメ科牧草を選定するため、暖地型マメ科牧草4草種（ディスモジューム、スタイロ、グライシン、アラチス）をトランスバーラに混播して2年間調査し、トランスバーラ単播区およびマメ単播区と比較検討したところ下記の結果を得た。

1. 2年間の合計乾物収量、粗タンパク質収量においてトランスバーラ単播区を上回るマメ科混播区はなかった。
2. マメ科単播区の中では、スタイロが乾物収量、粗タンパク質収量に優れ、トランスバーラとの混播には適さなかったが、単播での利用は可能であると推測した。

以上のことから、トランスバーラに適するマメ科を選定することはできなかった。

II 結 言

パンゴラグラスの新導入品種トランスバーラは、生産量¹⁾・栄養価²⁾ともに優れた品種で、採草・放牧利用³⁾どちらにも利用可能である。本品種の普及が見込まれる八重山地域では放牧利用の農家が多いため放牧利用する際には、栄養価改善の面から暖地型マメ科牧草の混播が考えられる。

また暖地型マメ科牧草の導入は、栄養価改善のみならずマメ科牧草による窒素固定により圃場への窒素肥料の低減、ならびに化学肥料の地下水・河川への流失など環境への影響を考慮して、今後有効な手段となりうる方法である。

そのため今回、放牧草地で利用が予想される新導入品種トランスバーラと数草種の暖地型マメ科牧草との混播試験を行ない適応性を調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および供試草種

試験は、1998年5月25日から1999年12月7日まで実施し、トランスバーラに混播するマメ科牧草、播種量および接種根粒菌の種類を表1に示した。

表1 トランスバーラに混播するマメ科牧草、播種量および接種根粒菌の種類

供試マメ科牧草	草種名	播種量	根粒菌種類
<i>Desmodium intortum</i> cv. Greenleaf	ディスモジューム	12g/a	CB627
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Cook	スタイロ	36g/a	CB756
<i>Neonotonia weightii</i> cv. Tinaroo	グライシン	51g/a	CB756
<i>Arachis hypogaea</i> cv. Pinto	アラチス	1296g/a	CB756

2. 試験地および供試圃場の土壌条件

試験は、沖縄県畜産試験場内の圃場で行ない、土壌は国頭マージの細粒赤色土（中川統）でれきが多く有機物に乏しい酸性土壌である。

3. 試験方法

試験区の面積は、1区、3×3=9m²で行ない、表1のマメ科牧草4草種を3月上旬に30cm間隔の条播で播種を行ない、その畝間にトランスバーラの苗を20cm間隔の栄養茎で植え付けた。

*琉球大学農学部

また比較対照のためトランスバーラ単播区およびマメ単播区をそれぞれ設け、マメ単播区については、2反復、それ以外の区については3反復の乱塊法で配置した。トランスバーラ単播区については、20×20cm間隔で栄養茎を植え付け、マメ単播区については、表1の播種量で行なった。

播種後トランスバーラおよびマメ科牧草が定着する期間として2ヵ月間要し、その間に掃除刈りを2回行なった。

刈り取り調査は、トランスバーラの草高が30cmとなった段階で地際から5cmの高さで刈り取りを行ない、調査地点は、各区ともに9m²の中に2ヵ所1m²の調査地点を設けて2ヵ所の平均値をその区の値とした。刈り取り後、トランスバーラとマメ科とに分別し、それぞれ分析に供試した。

施肥は、基肥として窒素、リン酸およびカリをそれぞれ尿素、過リン酸石灰および塩化カリで各々0.5、0.2および0.3kg/aとなるように施用した。また刈り取り後の追肥については、トランスバーラ単播区のみ窒素、リン酸およびカリを上記肥料で各々1.0、0.5および0.5kg/aとなるように追肥し、マメ混播およびマメ単播区の窒素供給は、マメ科植物の窒素固定により得られる窒素源から供給されることを前提とし、窒素の施用は行なわず、リン酸およびカリのみを各々0.5および0.5kg/a追肥した。

4. 調査項目

調査項目は、乾物収量、マメ科率、粗タンパク質収量について調査をおこなった。

IV 結果および考察

1. トランスバーラとマメ科牧草の乾物収量およびマメ科率

トランスバーラとマメ科牧草の乾物収量およびマメ科率を表2に示した。

今回の調査で、1年目においては5回、2年目においては8回、合計13回の刈り取り調査を実施した。

トランスバーラ単播区においては、1年目146.2kg、2年目226.2kg、合計372.4kg/aの乾物収量を得ることができた。著者ら¹⁾のトランスバーラ調査において報告されている乾物収量248kg/aと今回の試験で得られた2年目の乾物収量はほぼ同じ値であった。

マメ混播区において、1年目のトランスバーラ単播区を上回った乾物収量を得ることのできたマメ科は、スタイロとグライシンであった。しかし他の2マメ混播区においてもトランスバーラ単播区と収量的にはそれほど大きな差はなくほぼ同等であった。またイネ科とマメ科の割合であるが、マメ混播している4つの区すべてにおいて、乾物収量のほとんどがイネ科(トランスバーラ)の収量であり、マメ科率の最も高かったマメ科牧草は、アラチスであった。

マメ混播区の2年目の乾物収量は、刈り取り回数が増えたにもかかわらずアラチス・ピントイ以外の3混播区においては、1年目の乾物収量を下回った。そのため2年目のトランスバーラ単播区の乾物収量を上回る区はなかった。またマメ科の割合であるが、スタイロについては2年目にはマメの収量が得られずトランスバーラに適應することができなかった。その他の3混播区においては、2年目のマメ科率は1年目よりも増加しているが同伴イネ科牧草であるトランスバーラの乾物収量が減少しているため合計乾物収量で1年目と同等もしくは、それよりも少ない乾物収量となっている。今回の試験において、2年目のイネ科牧草の乾物収量が減少した理由として、同伴のマメ科牧草の窒素固定だけではイネ科牧草の生育に十分な窒素供給源となりえなかったと予想される。またデスマジューム、グライシンおよびアラチスにおいては、マメ科率が2年目に増加しているが、庄子らの報告¹⁾と比較すると、かなりマメ科率が減少する結果となった。

マメ単播区については、すべての区において2年目の乾物収量は増加し、合計乾物収量では、スタイロの256.6kg/aが最も多く、次にグライシン、デスマジューム、アラチスの順であった。このことからスタイロについては、トランスバーラへの混播は難しいが乾物収量が多いことから単播での利用が可能と推測された。

区		1年目	2年目	合計
トランスバーラ単播区		146.2	226.2	372.4
マメ混播区				
スタイロ	合計	157.0	141.4	298.4
	イネ科	155.6	141.4	
	マメ科	1.4	0.0	
	マメ科率(%)	0.9	0.0	
ディスモジューム	合計	142.7	132.8	275.5
	イネ科	141.3	122.1	
	マメ科	1.4	10.7	
	マメ科率(%)	1.0	8.1	
グライシン	合計	155.8	148.3	304.1
	イネ科	154.3	132.8	
	マメ科	1.5	15.5	
	マメ科率(%)	1.0	10.5	
アラチス	合計	142.4	143.4	285.8
	イネ科	137.6	123.6	
	マメ科	4.8	19.8	
	マメ科率(%)	3.4	13.8	
マメ科単播区				
スタイロ	合計	87.1	169.5	256.6
ディスモジューム	合計	59.9	102.4	162.3
グライシン	合計	66.9	107.2	174.1
アラチス	合計	66.8	73.5	140.3

2. トランスバーラとマメ科の粗タンパク質収量

トランスバーラとマメ科の粗タンパク質収量を表3に示した。

トランスバーラ単播区においては、1年目 17.4kg、2年目 21.0kg、合計 38.4kg/a の粗タンパク質収量を得ることができた。

マメ混播区については、1年目の合計粗タンパク質収量でトランスバーラ単播区を上回る区はなく、最も多かったのはスタイロの 15.2kg/a であった。1年目はイネ科のトランスバーラで 13~15kg/a ほどの粗タンパク質収量を得ているが、マメ科の乾物収量が低かったことから粗タンパク質収量も 0.2~0.8kg/a と低収量となっている。2年目については、マメ科の粗タンパク質収量は1年目に比べて増加しているが、反対にトランスバーラの粗タンパク質収量が減収してしまい2年目の粗タンパク質収量は1年目を上回ることができなかつた。2年間の合計粗タンパク質収量でもトランスバーラ単播区に比べて 10kg/a の粗タンパク質収量の差がでてしまった。このことからトランスバーラと混播したマメ科牧草だけでは生育に必要な窒素供給量を確保することは難しいことが推測された。

マメ単播区については、スタイロが2年間をとおして高収量となり、合計 42.2kg/a の粗タンパク質収量を得ている。これはトランスバーラ単播区よりも 4kg/a 多い、つづいてグライシンが2年間合計で 35.3kg/a ある。スタイロについては、単播で乾物収量、粗タンパク質収量に優れておりイネ科との混播に利用するよりも単播利用のほうが良いと推測した。しかしスタイロについては、維持年限、機械刈り適性等の検討が必要である。

表3 トランスバーラとマメ科牧草の粗タンパク質収量 (kg/a)

区		1年目	2年目	合計
トランスバーラ単播区		17.4	21.0	38.4
マメ混播区				
スタイロ	合計	15.2	11.5	26.7
	イネ科	15.0	11.5	.
	マメ科	0.2	0.0	
ディスモジューム	合計	13.5	11.9	25.4
	イネ科	13.3	10.0	
	マメ科	0.2	1.9	
グライシン	合計	15.0	13.9	28.9
	イネ科	14.7	11.1	
	マメ科	0.3	2.8	
アラチス	合計	14.1	13.7	27.8
	イネ科	13.3	10.3	
	マメ科	0.8	3.4	
マメ科単播区				
スタイロ	合計	15.2	27.0	42.2
ディスモジューム	合計	11.3	19.5	30.8
グライシン	合計	13.6	21.7	35.3
アラチス	合計	13.0	13.9	26.9

VI 引用文献

- 1) 嘉陽稔・川本康博・庄子一成, 1996, *Digitaria* 属の3草種の生育特性と生産性の比較, 沖縄畜試研報, 34, 101-104
- 2) 嘉陽稔・川本康博・庄子一成, 1997, *Digitaria* 属3草種の草高の違いによる栄養価の比較, 沖縄畜試研報, 35, 113-117
- 3) 嘉陽稔・与古田稔, 1999, トランスバーラの放牧適応性, 沖縄畜試研報, 37, 87-90
- 4) 庄子一成・仲宗根一哉・前川 勇・福地 稔, 1989, 暖地型マメ科牧草グリーンリーフディスモジュームの同伴イネ科草の適草種選定, 沖縄畜試研報, 27, 127-135

研究補助：仲原英盛，又吉康成

堆肥の表面散布が牧草生産に及ぼす影響

守川信夫 与古田稔

I 要 約

ギニアグラス圃場に、オガコ牛糞堆肥を堆肥原物重でa当たり0t, 0.3t, 1tと水準を変えて表面散布し、また簡易更新機による部分耕起を組み合わせた処理を年1回、3年間実施した。これらの処理が牧草生産に及ぼす影響について検討したところ、結果は次のとおりであった。

表面散布した堆肥の窒素量に肥効率を乗じた肥効窒素量と化学肥料の窒素量の合計7.0~7.3kg/aが、ギニアグラスの乾物生産に適応した年間窒素量であると示唆された。このことから堆肥を表面散布することで、追肥に用いる化学肥料を低減できると考えられた。

II 緒 言

地力の低下した草地の回復には、有機物の再投入による完全更新が望ましい。しかし、完全更新にかかる経費の負担が大きいことや完全更新を実施すると粗飼料の再生産までに時間を要することにより、草地の更新が進みにくい状況がみられる。そのため地力の低下にともない収量が減少し、それを化学肥料で補うという悪循環に陥りやすい。このように農家現場でなかなか更新できない現状を少しでも改善し、土、草、家畜の物質循環を図る1つの手だてとして、また化学肥料の施用を低減させつつ牧草の生産性を安定させることをねらいとして、堆肥の表面散布と簡易更新機による部分耕起を組み合わせる方法が牧草生産に及ぼす影響について検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験地および試験期間

1998年4月から2001年2月まで、沖縄県畜産試験場の圃場（国頭礫層赤色土 土性；clay loam植壤土）において実施した。

2. 試験の内容および処理

1997年6月にギニアグラス（品種：ナツユタカ）を播種し、1年間栽培したのち試験に用いた。

1) 区の設定

堆肥の水準を原物でa当たり0t, 0.3t, 1tと設定し、それぞれに簡易更新機による部分耕起処理を施したものと施さなかったものを設けた。すなわち部分耕起無し堆肥0t区（無処理区）、部分耕起有り堆肥0t区、部分耕起無し堆肥0.3t区、部分耕起有り堆肥0.3t区、部分耕起無し堆肥1t区、部分耕起有り堆肥1t区の2×3処理を1区6㎡（2m×3m）、3反復無作為化法により配置した。

2) 堆肥の表面散布と部分耕起の時期と回数

そうじ刈りを兼ねた1回目刈り後でギニアグラスの再生が活発化する時期として、施用する時期を4月前後、年1回とした。施用年月日は、1998年は4/10、1999年は4/6、2000年は3/28に実施した。簡易更新機は、作溝条数8、作溝間隔27cm、作溝の深さ10cmでコバシKG205とニプロPRN-801を用いた。

3) 施肥量

1回目刈り後の堆肥散布時は、堆肥の牧草に対する肥効程度が不明なことから、化学肥料の散布はおこなわず2回目刈り以降から化学肥料として牧草専用1号（N:P:K=20:8:12）を用いて追肥した。追肥量は、1998年はa当たりの窒素量で5/25刈り取り後1kg、7/9刈り取り後1kg、8/27刈り取り後1kg、10/14刈り取り後0.75kg、11/30刈り取り後0.75kg施用した。1999年は5/25、7/14、8/30、10/12、12/9の各刈り取り後0.9kgずつ散布し、2000年は5/11、6/26、8/9、9/22、11/7の各刈り取り後に0.9kgずつ年間4.5kg散布した。

4) 施用堆肥の内容

牛糞とオガコの比率を容積比で1:1に混合したものを3カ月以上腐熟させて用いた。3年間に施用した堆肥の概要は表1のとおりである。おおむね乾物率40%前後であったが、2000年堆肥は窒素分が他の年より低いものとなった。

	%DM, dsm ⁻¹						
	乾物率	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	電気伝導率	窒素	炭素	C/N比
1998堆肥	42.7	7.73	7.42	1.19	2.61	37.9	14.5
1999堆肥	36.4	7.30	7.00	1.09	2.40	38.4	16.0
2000堆肥	41.8	8.29	7.95	1.03	1.61	31.5	19.6

5) 刈り取り間隔および刈り取り方法

栄養成分含有量の高い出穂始まり前後とし、ナツユタカの場合50日間隔を基準とした。刈り取り方法は、刈り取り高を地際から10cmとし、区全面刈りでおこなった。

3. 調査項目および方法

1) 生育および収量調査

72°C48時間の強制通風乾燥による乾物率と刈り取り調査から乾物収量を算出した。

2) 牧草栄養成分分析

栄養成分については、1998年と2001年の刈り取りサンプルについて実施した。サンプルは乾燥後、粉碎ミル1mmメッシュを通したものを分析に供し、乾物消化率 (IVDMD) はペプシンセルラーゼ法で、粗タンパク質含量 (CP) はケルダール法で、NDFは常法¹⁾でおこなった。また、リグニンは72%硫酸法で実施した。

3) 土壌分析

土壌の採取は、1998年の試験開始前の土壌と試験終了後の2001年2月の土壌を対象とし、スコップにより45度の角度で切れ込みを入れ、層状に15cmの深さまでの土壌を採取する方法でおこなった。採取した土壌は室内で自然乾燥後、2mmのふるいを通し分析に供した。pHはH₂O法とKCl法によりガラス電極法で測定した。電気伝導率は1:5水浸出法によりECメーターで、窒素および炭素含量はNCアナライザー (SUMIGRAPH NC-90A, GC-8A) により測定した。

IV 結果および考察

1. 収量に及ぼす影響

表2, 表3, 表4は、それぞれ1998年, 1999年, 2000年の処理区別の乾物収量を示したものである。この結果をもとに年次, 部分耕起の有無, 堆肥を要因として分散分析したものが表5である。表5で年次に有意差がみられたが、これは投入した堆肥の窒素成分に年次間の差があったことによると考えられた。部分耕起の有無については有意な差はみられず、その効果は認められなかった。年次と部分耕起の有無による交互作用に有意差がみられるが、その理由については簡易更新機による株の切断が年次との間で交互作用を生じたとの見方もあるが明らかではない。堆肥については1%水準の有意差がみられ堆肥の表面散布が乾物生産に影響を与えている。そこで、有意差のみられなかった交互作用の要因を誤差に含め、再度分散分析し最小有意差法による検定をおこなったところ、堆肥の要因では堆肥0t区と堆肥0.3t区5%水準の有意差で、堆肥0t区と堆肥1t区および堆肥0.3t区と堆肥1t区で1%水準の有意な差が認められ、堆肥の投入量の多い区ほど乾物生産量が高くなった。このことは堆肥からの肥料成分が効果として影響したと考えられた。

表2 乾物収量の推移 1998年

	kg/a					
	1998/5/25	7/9	8/27	10/14	11/30	計
無処理区	63.1 ± 11.5	76.3 ± 2.1	57.7 ± 7.2	41.8 ± 8.4	25.6 ± 5.5	264.5 ± 22.3
部分耕起有り堆肥0t区	50.8 ± 7.3	75.2 ± 6.3	73.9 ± 2.6	64.9 ± 14.2	27.4 ± 5.7	292.3 ± 21.4
部分耕起無し堆肥0.3t区	72.5 ± 9.7	68.6 ± 2.6	81.4 ± 11.2	49.6 ± 1.2	21.3 ± 0.5	293.4 ± 6.9
部分耕起有り堆肥0.3t区	64.5 ± 0.8	74.6 ± 2.4	77.6 ± 13.7	61.8 ± 4.0	22.8 ± 1.4	301.2 ± 16.0
部分耕起無し堆肥1t区	79.0 ± 2.5	69.0 ± 10.8	61.6 ± 10.3	53.5 ± 15.7	20.3 ± 0.7	283.4 ± 31.6
部分耕起有り堆肥1t区	86.5 ± 11.3	76.8 ± 6.7	82.0 ± 16.3	60.0 ± 5.5	30.2 ± 8.6	335.5 ± 42.3

表3 乾物収量の推移 1999年

	kg/a					
	1999/5/25	7/14	8/30	10/12	12/9	計
無処理区	21.2 ± 3.0	81.3 ± 3.8	66.3 ± 4.6	40.6 ± 3.0	17.6 ± 1.3	227.1 ± 3.3
部分耕起有り堆肥0t区	15.3 ± 1.2	71.6 ± 2.8	59.4 ± 2.4	35.2 ± 1.2	16.3 ± 1.0	197.8 ± 5.0
部分耕起無し堆肥0.3t区	22.0 ± 1.3	88.6 ± 2.6	69.3 ± 1.1	41.8 ± 1.5	17.5 ± 0.4	239.2 ± 1.5
部分耕起有り堆肥0.3t区	19.5 ± 3.8	77.8 ± 5.6	63.3 ± 3.6	39.4 ± 0.6	18.5 ± 1.9	218.5 ± 9.7
部分耕起無し堆肥1t区	30.2 ± 3.8	92.5 ± 3.1	75.1 ± 2.9	51.0 ± 3.3	18.2 ± 1.9	267.0 ± 4.1
部分耕起有り堆肥1t区	22.9 ± 5.5	87.0 ± 2.6	63.9 ± 6.1	43.5 ± 2.6	18.2 ± 0.8	235.5 ± 3.8

表4 乾物収量の推移 2000年

	kg/a					
	2000/5/11	6/26	8/9	9/22	11/7	計
無処理区	14.5 ± 1.6	70.6 ± 3.1	50.1 ± 1.8	33.8 ± 2.6	33.2 ± 0.8	202.2 ± 3.6
部分耕起有り堆肥0t区	11.2 ± 1.9	53.3 ± 10.4	48.7 ± 6.2	37.3 ± 2.1	31.6 ± 2.0	182.1 ± 5.0
部分耕起無し堆肥0.3t区	20.3 ± 1.0	65.8 ± 3.2	52.8 ± 2.8	40.4 ± 5.1	32.1 ± 1.1	211.4 ± 9.1
部分耕起有り堆肥0.3t区	14.1 ± 2.4	62.1 ± 6.8	51.3 ± 5.1	39.0 ± 3.4	31.2 ± 2.4	197.7 ± 16.9
部分耕起無し堆肥1t区	24.9 ± 0.1	77.7 ± 7.7	60.7 ± 3.1	39.4 ± 5.5	35.2 ± 2.7	237.9 ± 15.8
部分耕起有り堆肥1t区	20.8 ± 2.9	76.0 ± 5.6	54.1 ± 6.7	40.5 ± 2.9	33.6 ± 2.7	224.9 ± 15.0

表5 分散分析表

要因	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
A: 年次	2	35779	84.368	0.0000	**
B: 部分耕起の有無	1	276.4	0.652	0.4248	
C: 堆肥	2	5985	14.112	0.0000	**
A×B	2	3995	9.420	0.0005	**
A×C	4	8985	0.212	0.9301	
B×C	2	169.9	0.401	0.6728	
A×B×C	4	319.5	0.753	0.5624	
誤差	36	424.1			

注) **は、1%水準の有意差を表す。

堆肥0t区と堆肥の表面散布区の収量差である増収分と堆肥からの肥効窒素量の関係をプロットしたものが図1である。化学肥料は各区とも窒素成分で年間4.5kg/a施肥しているので、堆肥0t区の乾物収量は化学肥料からもたらされている。そこで堆肥0t区を原点とみなし、堆肥0.3t区と堆肥1t区は堆肥からの肥料分が増収分に反映したと仮定した。堆肥からの肥効窒素は、堆肥の窒素含量に牛糞堆肥の一般的な肥効率30%を乗じて算出した^{2, 3)}。なお肥効率は化学肥料の肥効を100とした堆肥の肥料効率

のことで、堆肥の施用量を求める場合、堆肥施用量(t/a)=必要窒素量(kg/a)×代替率(%)／100×100／堆肥窒素含有量(%)×100／肥効率(%)／1000の式^{2, 3)}のように用いられている。

肥効窒素と乾物増収分からの二次回帰式では、堆肥の肥効窒素2.5～2.8kg/aあたりから収量の増加が頭打ちになっている。このことから施用した化学肥料の窒素量4.5kg/aと堆肥の肥効窒素2.5～2.8kg/aを合計した7.0～7.8kg/a程度が生産に見合った年間窒素量であると考えられた。これは大気への飛散分や吸収されない分量が考慮されてはいないが、表面散布する堆肥の肥料成分とそれに組み合わせる化学肥料の追肥量の目安になるものと考えられる。この点については嘉陽ら^{4, 5)}も、ギニアグラスにおける窒素肥料と乾物収量の関係に相関があるが、その生産量に上限があることを報告しており、効率的な施肥反応の範囲内で堆肥の表面散布を組み合わせることによって、化学肥料を節減できる可能性が示唆された。

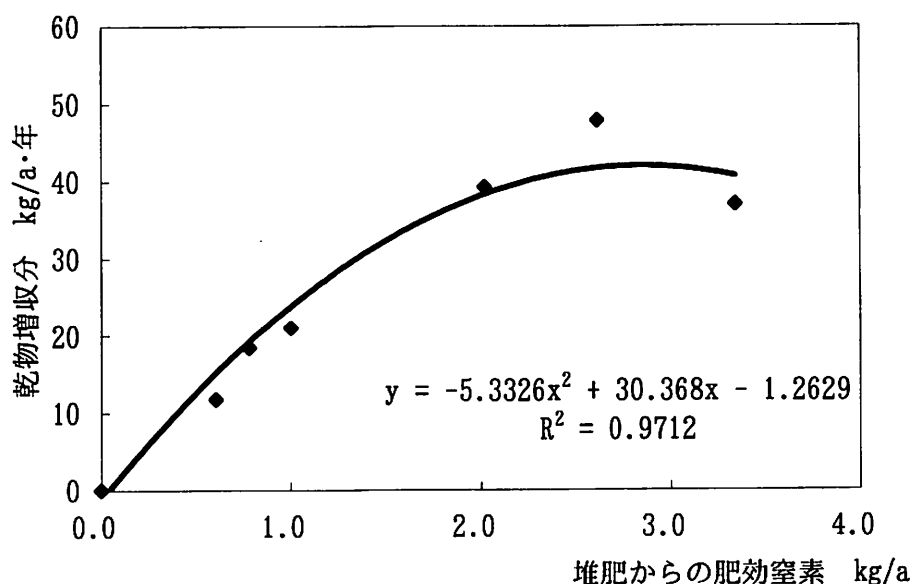


図1 堆肥窒素と増収量の関係

2. 牧草の栄養成分に及ぼす影響

表6に栄養成分の比較を示した。部分耕起の有無と堆肥を要因とした栄養成分ごとの分散分析表が表7、表8、表9、表10である。この分散分析表は、部分耕起の有無と堆肥の交互作用に差がみられなかったため、その交互作用を誤差に含めたもので、4つの栄養成分ともに部分耕起による差は認められず、堆肥について差がみられた。

表6 栄養成分の比較 (1998, 2000年平均)

	%DM			
	IVDMD	CP	NDF	リグニン
無処理区	52.9 ± 0.3	9.2 ± 0.3	74.6 ± 0.1	18.9 ± 0.0
部分耕起有り堆肥0t区	52.9 ± 0.4	9.2 ± 0.1	74.9 ± 0.3	18.9 ± 0.2
部分耕起無し堆肥0.3t区	52.9 ± 0.5	9.1 ± 0.2	74.7 ± 0.5	18.8 ± 0.2
部分耕起有り堆肥0.3t区	53.4 ± 0.6	9.2 ± 0.3	74.7 ± 0.1	18.6 ± 0.1
部分耕起無し堆肥1t区	53.9 ± 0.5	9.5 ± 0.2	74.0 ± 0.4	18.4 ± 0.1
部分耕起有り堆肥1t区	53.9 ± 0.8	9.7 ± 0.4	73.9 ± 0.2	18.3 ± 0.0

表7 IVDMD分散分析表

要因	自由度	平均平方	F値	P値	判定
部分耕起の有無	1	0.0811	0.2008	0.6610	
堆肥	2	1.5887	3.9322	0.0441	*
誤差	14	0.4040			

注) *は、5%水準の有意差を表す。

表8 CP分散分析表

要因	自由度	平均平方	F値	P値	判定
部分耕起の有無	1	0.0423	0.4497	0.5134	
堆肥	2	0.4019	4.2759	0.0355	*
誤差	14	0.0940			

注) *は、5%水準の有意差を表す。

表9 NDF分散分析表

要因	自由度	平均平方	F値	P値	判定
部分耕起の有無	1	0.0193	0.1217	0.7324	
堆肥	2	1.2158	7.6804	0.0056	**
誤差	14	0.1583			

注) **は、1%水準の有意差を表す。

表10 リグニン分散分析表

要因	自由度	平均平方	F値	P値	判定
部分耕起の有無	1	0.0727	2.5212	0.1346	
堆肥	2	0.5185	17.9834	0.0001	**
誤差	14	0.0288			

注) **は、1%水準の有意差を表す。

堆肥の要因について差がみられたことから、堆肥の散布水準の違いによる検定結果を表11に示した。堆肥1t区は、乾物消化率および粗タンパク質含量が高まる方向に、またNDFやリグニンの繊維成分に対しては低下する方向に有意な差がみられた。堆肥0.3t区では、堆肥0t区と比較してリグニンが少ない方向に差がみられたが他の栄養成分については、顕著な効果は認められなかった。

表11 堆肥散布水準の違いにおける栄養成分の比較 (1998, 2000年平均)

	IVDMD	CP	NDF	リグニン
0t区	52.9 ± 0.4 a	9.2 ± 0.2 a	74.8 ± 0.3 A	18.9 ± 0.2 aA
0.3t区	53.2 ± 0.6	9.1 ± 0.3 a	74.7 ± 0.4 A	18.7 ± 0.2 bA
1t区	53.9 ± 0.7 b	9.6 ± 0.3 b	73.9 ± 0.3 B	18.3 ± 0.1 B

注) 大文字の異文字間で1%, 小文字の異文字間で5%の有意差を表す。

3. 土壌に対する影響

表12は、試験前と試験後の各区の土壌特性について示したものである。

表12 土壌特性の推移

	pH H ₂ O	pH KCl	電気伝導率 dsm ⁻¹	窒素 %DM	炭素 %DM
1998年試験前	6.63	5.46	0.073	0.11	1.27
2001年試験後					
無処理	5.87	4.73	0.053	0.13	1.46
堆肥0t+部分耕起	5.41	4.14	0.046	0.13	1.52
堆肥0.3t+部分耕起 ^ナ	6.74	5.68	0.064	0.14	1.66
堆肥0.3t+部分耕起	6.74	5.71	0.068	0.17	2.10
堆肥1t+部分耕起 ^ナ	7.43	6.62	0.101	0.26	3.15
堆肥1t+部分耕起	7.41	6.63	0.091	0.22	2.73

pHについては1998年試験前の土壌と3年後の2001年2月の土壌を比較すると、堆肥を投入しなかった区は、H₂O法、KCl法ともに2001年にはpHが低下しており、0.3t区は試験前のpH値が維持され、1t区はpHが上昇している。堆肥が土壌の酸性化をおさえる効果を示していることがわかる。

電気伝導率 (EC) においては、0t区で低下し、0.3t区で若干低下、1t区でECが上昇している。EC値として1以上は塩基濃度が高い状態⁶⁾といわれており、本試験では問題のない値である。試験前と試験後の窒素、炭素の含量は、試験前に比較して試験後には高まっている。特に炭素については今回オガコ入りの堆肥を使用したこともあって試験前と比較して堆肥1t区では2倍以上になっている。土壌有機物を示すものに腐植分があるが、全炭素との相関から腐植分は全炭素×1.72の式⁷⁾から求められ、沖縄県の土壌診断基準⁶⁾によると国頭マージにおける腐植分は2~5%となっている。堆肥1t区の炭素含量から前述の換算式より腐植分を求めると4.7~5.4%に相当することから、堆肥の表面散布で腐植分を地表に貯蓄し完全更新時に備えるという考え方もできる。

V 引用文献

- 1) 自給飼料品質評価研究会編，1994，粗飼料の品質評価ガイドブック，11-14，日本草地協会
- 2) 堆肥化施設設計マニュアル策定委員会編，2001，堆肥化施設設計マニュアル，229-230，中央畜産会
- 3) 押田敏雄・柿市徳英・羽賀清典共編，1998，畜産環境保全論，129-130，養賢堂
- 4) 嘉陽稔・大城秀樹・知念司・川本康博・庄子一成，1998，泡盛蒸留粕の草地への還元利用 (1)ギニアグラスに対する施肥効果，沖縄畜試研報，36，109-112
- 5) 嘉陽稔・森山高広・長崎祐二・庄子一成，1995，窒素施肥量の違いがギニアグラス (ナツユタカ) の生産量と栄養価に及ぼす影響，沖縄畜試研報，33，105-112
- 6) 沖縄県，1974，地力保全基本調査総合成績書，275
- 7) 高野信雄・佳山良正・川鍋佑夫監修，1989，粗飼料・草地ハンドブック，169，474，養賢堂

ギニアグラスの生育にともなう器官ごとの β -カロチン含量

守川信夫 与古田稔

I 要 約

ギニアグラス（品種：ナツユタカ）を栄養成長期，穂ばらみ期，結実期，結実終期の4つの生育ステージに分け，また器官を葉部，莖部，穂に分別し β -カロチン含量の推移を調査した結果は次のとおりであった。

1. 器官別重量割合は，生育ステージが進行するにつれ葉部の占める割合が低くなり，莖部の比率が高くなった。
2. β -カロチン含量について，器官別では葉部で高く莖部で低かった。しかし，生育ステージごとの比較では，同じ器官における含量の差は認められなかった。

このことから，生育ステージが進むにつれ β -カロチン含量の低い莖部割合が増すことにより，ギニアグラス地上部全体の β -カロチン濃度が低下することが示唆された。

II 緒 言

β -カロチンはプロビタミン活性が高く，必須栄養素であるビタミンAを合成できないヒトや家畜において重要なビタミンA供給源である。家畜においては，栄養素としての働きや繁殖性に及ぼす影響について研究されており¹⁻³⁾，近年肥育牛における脂肪交雑をコントロールする要因として，あるいは欠乏症による障害の報告がみられる^{4, 5)}。沖縄県においては，肉用牛繁殖生産地域のプロファイルテストで血中のビタミンA値が低い事例が見られ，家畜のコンディション，下痢症状，繁殖性と β -カロチンとの関連について問題視されている⁶⁾。粗飼料中の β -カロチン含量は，草種，気象条件，刈り取り時期，貯蔵条件，貯蔵期間などの影響を受けやすい^{7, 8)}とされている。しかしながら，暖地型牧草における報告は少なく，今回，本県における主要草種であるギニアグラスを用いて，その生育ステージの進行にともなう β -カロチン含量の推移と器官別含量の違いを検討したので報告する。

III 材料および方法

試験に供したギニアグラス（品種：ナツユタカ）は，沖縄県畜産試験場内の既存圃場のものを用いた。区は，2m×3m=6㎡の2反復，50cm×50cmコドラートを用いて刈り取りした。1999年5月24日にそうじ刈りした後，生育ステージとして再生39日後の7月2日に栄養成長期，50日後の7月13日に穂ばらみ期，67日後の7月30日に結実期，80日後の8月12日に結実終期として計4ステージを設定した。刈り取り後ただちにサンプルを葉部，莖部，穂に分別した。なお分別の際，葉身部分を葉部とし，莖をとりまく葉鞘は莖部とみなした。また，穂は穂首の部分から分けた。

器官別重量割合は，70℃で48時間通風乾燥後，乾物重量を測定した。器官別の β -カロチン含量分析用試料は，ハサミで約1cmに細断し凍結乾燥機で乾燥した。乾燥後コーヒーミルで粉碎し密閉容器に入れ，-20℃の冷凍庫で保存した。

β -カロチンの抽出は齋藤らの方法⁹⁾に準じて，試料をアスコルビン酸エタノール溶液で抽出し，水酸化カリウムメタノール溶液で鹼化後，ヘキサンで再度抽出した。抽出液は，0.45 μ mの非水系メンブランフィルターを通した後，高速液体クロマトグラフィで測定をおこなった。測定条件は，移動相メタノール：クロロホルム=85：15，測定波長453nm，流速1ml/min，4.6×250mm ODSカラムを用いカラム温度30℃，注入量20 μ lで実施した。

IV 結果および考察

刈り取りしたステージの特徴として、穂ばらみ期のサンプルは、出穂直前の時期である。また、結実期はギニアグラスの場合、同一株内でも出穂にばらつきがあり、種子は早く結実したものから落下する特徴があるが、本試験では着穂種子量が多いと判断される時期に刈り取りした。結実終期は、穂から種子の落下や葉の枯れがみられる時期であった。

図1は、器官別の乾物構成比を表したもので、栄養成長期、穂ばらみ期、結実期、結実終期にかけて、葉部の占める割合は、それぞれ69.0%、37.2%、25.9%、24.4%、茎部では、31.0%、62.8%、71.0%、73.6%、穂では、結実期3.1%、結実終期2.0%と推移した。このことから生育ステージが進むにつれ、葉部の占める割合が減少し、茎部の比率が増してくることがわかった。

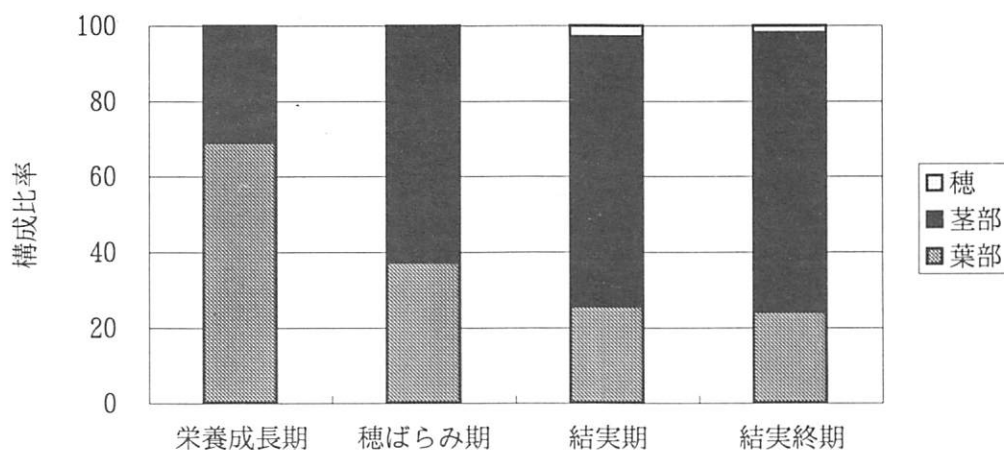


図1 ステージ別の器官構成比

表1は、各生育ステージと器官別に含まれるβ-カロチンの濃度を示している。器官別のβ-カロチンの含量は、葉部に多く茎部のおよそ6から7倍含まれている。穂についても茎部より含量が高く、器官によって含量に差がみられた。しかし、同じ器官をステージ別に比較すると、生育ステージによるβ-カロチン含量に差がみられないことがわかった。そこで器官の乾物構成比から地上部全体の含量を求めたところ、栄養成長期から結実終期に向かうにつれβ-カロチンの含量が低下する結果となった。この傾向は、イタリアンライグラスにおける齋藤ら⁹⁾の報告と同様であった。このことからβ-カロチン濃度の低い茎部分の構成比が高まることが要因となって、生育ステージが進行するにしたがい地上部全体のβ-カロチン濃度が低下することが示唆された。

表1 生育ステージと器官別のβ-カロチン濃度

Stage	μg/gDM			地上部全体
	葉部	茎部	穂	
栄養成長期	214.7	30.2	—	157.0
穂ばらみ期	241.2	37.2	—	103.0
結実期	244.3	34.9	61.1	89.6
結実終期	218.9	38.0	75.6	82.9

結実終期の β -カロチン含量は、黒毛和種肉用繁殖牛のビタミンA要求量¹⁰⁾を充足していることから、生草給与では β -カロチン含量上の問題はみられないと考えられる。今後他の暖地型牧草についての含量の確認をおこなうとともに、本県では家畜への給与がサイレージ・乾草形態主体であることから、 β -カロチン含量が、貯蔵飼料化した際の条件によってどのように推移するか検討する必要がある。

V 引 用 文 献

- 1) 11場所協定研究, 1988, 乳牛の分娩前後の飼養法に関する研究(高泌乳牛の繁殖率向上のための脂溶性ビタミンとエネルギーの給与水準に関する研究), 茨城県畜産試験場研究報告, 12, 47-50
- 2) 甫立京子, 1996, β -カロチン・ビタミンEの供給源としての粗飼料, 草地試験場平成10-4資料, 63-69
- 3) 鳥飼善郎・道後泰治・山下弘昭・太田垣進・野田明伸, 1991, 兵庫県における和牛の血中 β -カロチン含量と繁殖成績, 兵庫中央農技研報(畜産), 27, 9-12
- 4) 甫立京子, 1996, 肥育牛の肉質に係わるビタミンAの機能, 畜産の研究, 50(9), 87-94
- 5) 谷口稔明他, 1997, ビタミンA制限飼料給与牛みられる筋肉水腫の病態, 家畜衛生研究成果情報, 11, 33-34
- 6) 金城肇・幸地則往・高坂嘉孝・小野雅幸・比嘉悟・平田勝男, 1999, 肉用黒牛の一貫経営における健康診断, 獣医畜産新報, 52(5), 402-406
- 7) 小林亮英・山崎昭夫・三上昇・蔦野保, 1986, アルファルファとオーチャードグラスの β -カロチン含量に及ぼす貯蔵方法の影響, 日畜会報, 57, 881-886
- 8) 小柳 涉, 1999, β -カロチンの分解を制御するラップサイレージの調整方法と利用, 草地試験場平成11-6資料, 50-54
- 9) 齋藤誠司・高橋佳孝・萩野耕司・佐藤節郎・萬田富治, 1999, イタリアンライグラス(*Lorium multiflorum* Lam.)の生育にともなう β -カロチン含量低下の要因, Grassland Science, 44(4), 332-335
- 10) 農林水産省農林水産技術会議事務局編, 1995, 日本飼養標準・肉用牛編, 21

研究補助：又吉康成，平良樹史

ギニアグラスにおける硝酸態窒素含量の季節変動

守川信夫 与古田稔

I 要 約

ギニアグラス（品種：ナツユタカ）を用いて硝酸態窒素含量の季節変動および硝酸態窒素と葉色カラスケール値の関係を調査した。その結果は次のとおりであった。

1. 硝酸態窒素含量は、秋季から冬季にかけて高まる傾向を示した。
2. 葉色カラスケール値6.5から硝酸態窒素含量1000ppmを超える試料が多くみられた。

II 緒 言

土、草、家畜という物質循環を図る上で、今後堆肥の還元を進めていくことは重要なことである。しかしながら堆肥の還元にともない、あわせて使用する化学肥料の追肥量をどうとらえるかが問題となってくる。なかでも窒素成分は牧草の収量および窒素含量に影響^{1, 2)}し、家畜の障害の面³⁾では硝酸態窒素含量が問題になることから、硝酸態窒素が年間を通じてどのような変動をしているのか調査した。また、葉色カラスケールで判定した葉色値との関係を検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

沖縄県畜産試験場のギニアグラス（品種：ナツユタカ）圃場の試料を用いた。試料はオガコ牛糞堆肥の表面散布を原物重量で年0.3t/a, 1t/aを散布した区と堆肥の散布のない区の1区6㎡合計16区から、1998年5月25日から11月30日、2000年3月28日から11月7日までの間、計11回の刈り取りから得た。刈り取りは、生育ステージの出穂始まり前後でおこなった。堆肥の散布は、1998年4月10日、1999年4月6日、2000年3月28日に実施した。a当たりの堆肥窒素量は0.3t区、1t区それぞれ1998年は3.3kg, 11.1kg, 1999年は2.6kg, 8.7kg, 2000年は2.0kg, 6.7kgである。これらの区には、堆肥とは別に化学肥料として牧草専用1号（N:P:K=20:8:12）を用い、a当たりの窒素量で1998年は5月25日、7月9日、8月27日の刈り取り後1kgずつ、10月14日の刈り取り後0.75kg施用した。1999年12月9日、2000年5月11日、6月26日、8月9日、9月22日の刈り取り後に0.9kgずつ散布した。

2. 試験方法

牧草の葉色とその窒素含量および硝酸態窒素含量を調査した。葉色の判定には、葉色カラスケール（富士平工業社製）を用いた。葉色カラスケールは葉色が濃くなるにしたがい1～7等級に区分され、等級と等級の間の中間色も含めると13段階に評点を付けることができる。1区から無作為に10カ所の止葉を選び、判定頻度の多いスケール値をその区の葉色カラスケール値（以下葉色値）とした。

試料は、72°C48時間の強制通風乾燥後、粉碎ミルにより粉碎し1mmメッシュを通して分析に用いた。窒素含量はNCアナライザー（SUMIGRAPH NC-90A, GC-8A）により測定した。硝酸態窒素は、試料1gを50mlの蒸留水で振とう抽出し小型反射式光度計⁴⁻⁶⁾（RQフレックス）により測定した。

IV 結果および考察

図1は、硝酸態窒素含量について刈り取りごとの濃度をプロットしたものである。堆肥からの経時的な肥料成分の供給量は不明であるが、図1では秋の刈り取りから硝酸態窒素濃度が高い試料が増えてきている。分析試料176点中、単独給与で危険³⁾とされる3000ppmを越えたものが1点、注意量と言われている1000から3000ppmの範囲は28点みられた。堆肥を散布した0.3t区、1t区は、堆肥0t区よりも硝酸態窒素含量が高く現れており、窒素の供給量が硝酸態窒素含量に影響を及ぼしていると考えられた。

また季節では堆肥を散布した区や堆肥0t区でも秋季から冬季(9, 10, 11月刈り)にかけて硝酸態窒素含量が高まるという傾向がみられた。

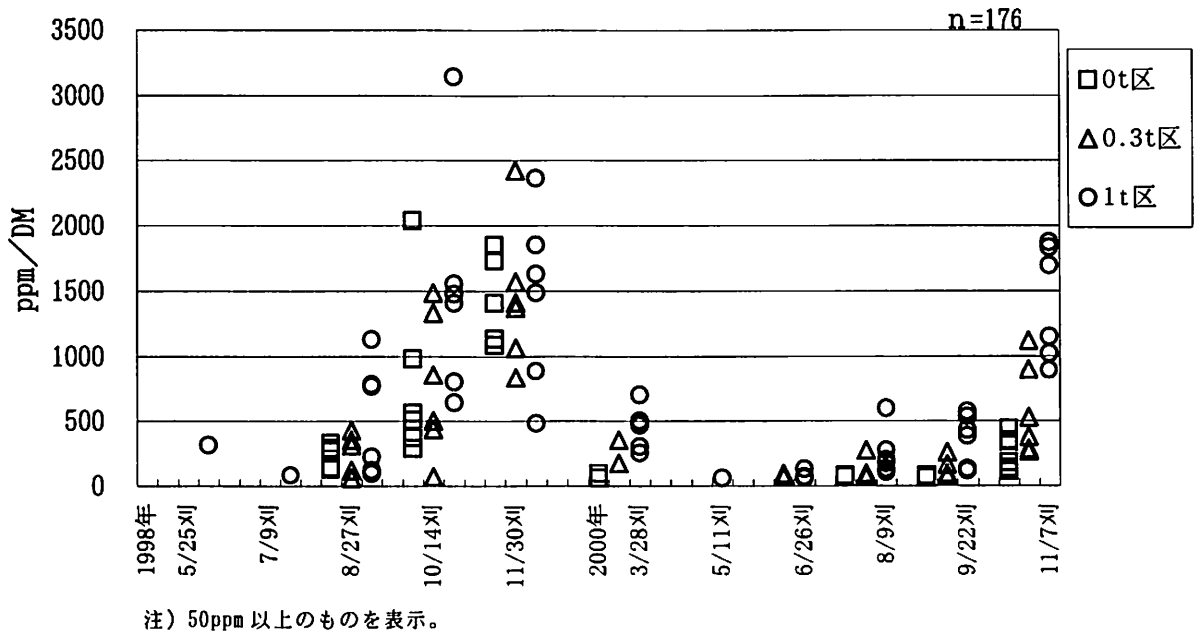


図1 硝酸態窒素含量の推移

窒素含量と硝酸態窒素含量の関係をプロットしたものが図2である。植物体に蓄積される硝酸塩含量は施肥量によって決まる³⁾と言われ、また暖地型イネ科牧草中の窒素含量は、季節的に変動することや施用肥料中の窒素含量と連動することが報告^{1, 2)}されている。図2では秋季および冬季(9, 10, 11月刈り)とそれ以外の季節に分けて表示した。窒素含量1.6%付近から硝酸態窒素1000ppmを超える試料がみられ、またその大部分が秋季および冬季に刈り取られたものである。このことから秋季および冬季は、窒素含量が高い傾向であること、また硝酸態窒素含量の高い試料も多くみられ、窒素施肥量に注意を要する季節であると考えられた。

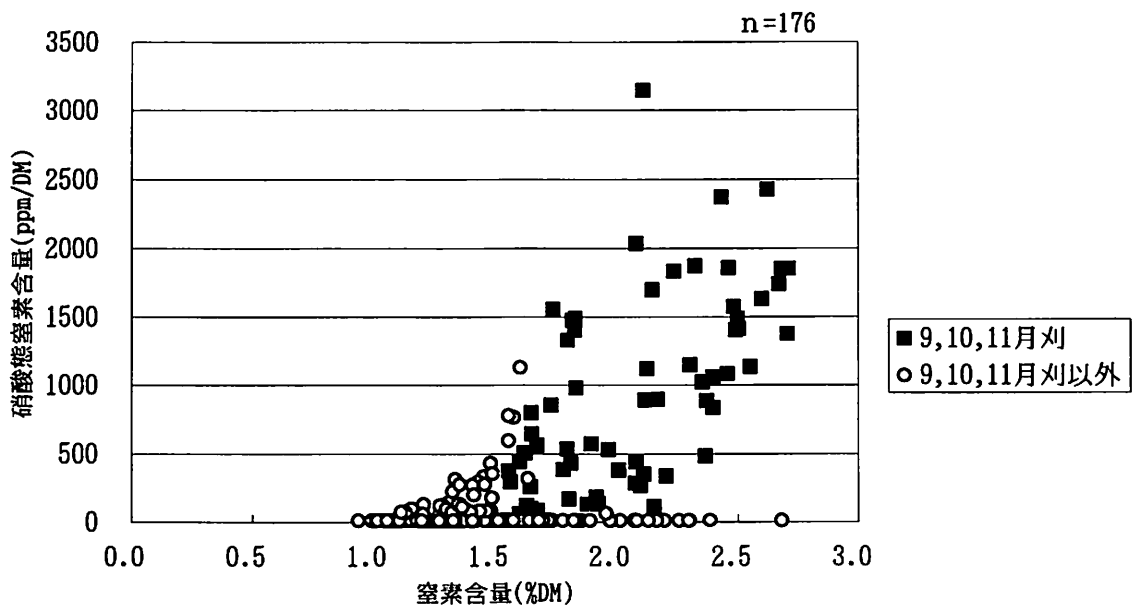


図2 窒素含量と硝酸態窒素含量の関係

図3に葉色値と硝酸態窒素含量を示した。葉色値6.5から硝酸態窒素含量は標準偏差が大きいものの平均値が1000ppmを超えている。

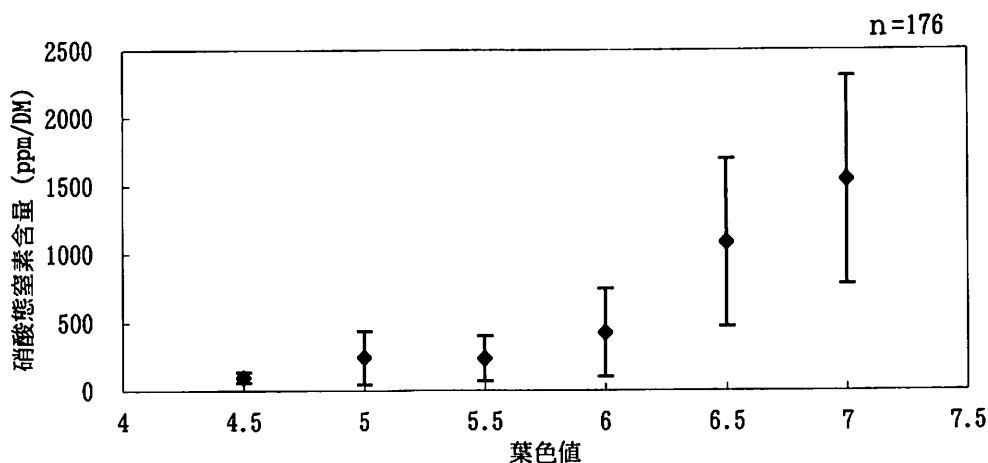


図3 葉色値と硝酸態窒素含量

以上のことから、硝酸態窒素含量は秋季から冬季に高まりやすい傾向があり、秋季から冬季において葉色値6.5以上のものは硝酸態窒素含量1000ppmを超える可能性があるとして示唆された。

V 引用文献

- 1) 嘉陽稔・大城秀樹・知念司・川本康博・庄子一成, 1998, 泡盛蒸留粕の草地への還元利用 (1)ギニアグラスに対する施肥効果, 沖縄畜試研報, 36, 109-112
- 2) 嘉陽稔・森山高広・長崎祐二・庄子一成, 1995, 窒素施肥量の違いがギニアグラス (ナツユタカ) の生産量と栄養価に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, 33, 105-112
- 3) 自給飼料品質評価研究会編, 1994, 粗飼料の品質評価ガイドブック, 95-101, 日本草地協会
- 4) 小野内英治・芹澤正文・小山弘, 1997, 県内流通飼料の栄養成分及び硝酸態窒素濃度変動の検討 (第2報) 乾草中の硝酸態窒素濃度簡易測定法の検討, 静岡県畜産試験場研究報告書, 24, 35-44
- 5) 山本美加・土屋いづみ・大屋俊英・元藤映了, 2000, 硝酸態窒素現地簡易測定法の検討, 石川県畜産総合センター, 34, 36-38
- 6) 藤吉弘子・梅田剛利・棟加棟きみ子・大石登志雄・井上信明, 2000, 小型反射式光度計利用による牧草中硝酸態窒素含量の簡易測定法, 九州農業研究 (九農研), 62, 131

研究補助：又吉康成, 平良樹史

資材投入による国頭マージ草地土壌のち密化の緩和

(3) ほ場試験(2年目)

真境名元次 恵飛須則明* 与古田稔

I 要 約

国頭マージ草地土壌におけるち密化の緩和を図るため、クリンカアッシュ、軟水化カルシウム、タイヤチップ、木材チップ、木炭を土壌に投入し、牧草への影響および土壌物理性に与える影響を前報に引続いて検討した。ち密度、根の侵入長および乾物収量を調査し、それぞれ無投入の対照区と比較検討した結果は以下のとおりである。

1. 根の侵入長は処理区で27~35 cmの範囲にあり、対照区に対する有意な差はみられなかった。
2. 処理区のち密度は20.3~28.8mmの範囲にあり、対照区に対する有意な差は認められなかった。
3. 刈り取りごとの乾物収量は0.17~0.58kg/m²で、年間乾物収量では2.70~3.06kg/m²の範囲であり、対照区との有意な差はみられなかった。

II 緒 言

沖縄県では、肉用牛経営の安定化を図るため、飼料の自給率向上を目指し、草地開発整備事業や畜産基地建設事業等の基盤整備事業により草地造成を推進してきた。

牧草の安定生産のためには、草地をできるだけ長く利用できるように植生および土壌を良好な状態に維持する事などが考えられるが、造成後の草地は耕起されずに利用が継続されるため、草地土壌のち密化が進行しやすく、経年的に通気、透水性が悪くなっていく¹⁾。このようなち密化の進行から牧草被度の低下が起り、裸地化や雑草侵入が生じ草地の利用年限が短くなっている。

沖縄県の草地は主に本島北部および八重山の赤黄色土(国頭マージ)に分布している。国頭マージは元々有機物が少なく、ち密化が起りやすい土壌である。造成時に堆肥などの有機物を投入しても、微生物による分解や雨による流出等により、もとの状態に戻りやすい。作業機械による踏圧もまた、ち密化を進行させる原因であると考えられる。これらのことから草地の多年利用にともない収量は低下し始める²⁾。その対策として、作業機械の踏圧の軽減、草地の被度低下時の簡易更新、草地造成時の持続性のある物理性改良資材の投入等が考えられる。

本研究では未利用資材の有効利用も考慮した資材投入による土壌物理性の改良の検討をおこなっている。前報³⁾のプレス試験では土壌物理性の改善の可能性が認められ、その後、圃場試験において1年目の植物への影響および物理性の改善効果を検討してきた⁴⁾。今回は2年目の検討結果を報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

前年に引続き2000年2月から2000年12月まで、沖縄県畜産試験場の圃場(国頭礫層赤色土 土性; clay loam 埴壤土)においておこなった。

2. 区の設定

1区面積20 m² (5m×4m)の2反復で、表1の資材および量を投入して、作土30 cmとしてロータベータで混和した。

表 1 供試資材および投入量

資 材	投 入 量 (kg/m ²)		粒 径 (mm)	備 考
	L	H		
対照区 (CTL)	—	—	—	
クリンカアッシュ(クリンカ)	20	40	1~20	石炭火力発電所からの燃えカス
軟水化カルシウム(軟水Ca)	20	40	2~5	地下水軟水化施設からの廃棄物
タイヤチップ(タイヤ)	2	4	5~30	廃タイヤのトレッド面を砕いたもの
木材チップ(チップ)	2	4	3~10	廃材を砕いたもの
木炭	0.5	1	3~10	木材チップを炭化したもの

3. 供試草種

ギニアグラス（ガットンパニック）を 1999 年 6 月 3 日、20 cm 間隔で播種、鎮圧し、7 月 21 日にそうじ刈りをおこない試験に供した。

4. 栽培管理

2000 年 2 月 28 日、4 月 24 日、6 月 7 日、7 月 11 日、8 月 11 日、9 月 18 日、10 月 26 日および 12 月 4 日に合計 8 回の刈取り調査をおこなった。刈取り後 N, P₂O₅, K₂O をそれぞれ 10, 4, 6g/m² 施肥し、トラクタ（85 馬力、重量約 3t）で均一に 4 回踏圧した。

5. 調査項目

1) 根の侵入長

12 月 4 日の調査時に、株の側の土を掘り下げ、根の到達点を 1 区あたり 2 カ所測定した。

2) ち密度

刈り取り調査日ごとに中山式土壌硬度計を用いて 1 区あたり地表面を 4 カ所測定した。

3) 年間乾物収量

1 m² コドラートを用い 1 区あたり 2 カ所刈り取りをおこない、通風乾燥機で 70℃、48 時間乾燥させた後、重量を測定した。それぞれ 8 回の刈り取り調査の乾物収量を合計した。

IV 結果および考察

1. 根の侵入長

図 1 に示したように、根の侵入長は 27~35 cm の範囲にあり、各処理区および無処理区で多少の差はあるが有意差は認められなかった。根の生育は良好であり、供試資材が根への生育に影響を及ぼすことはなかった。

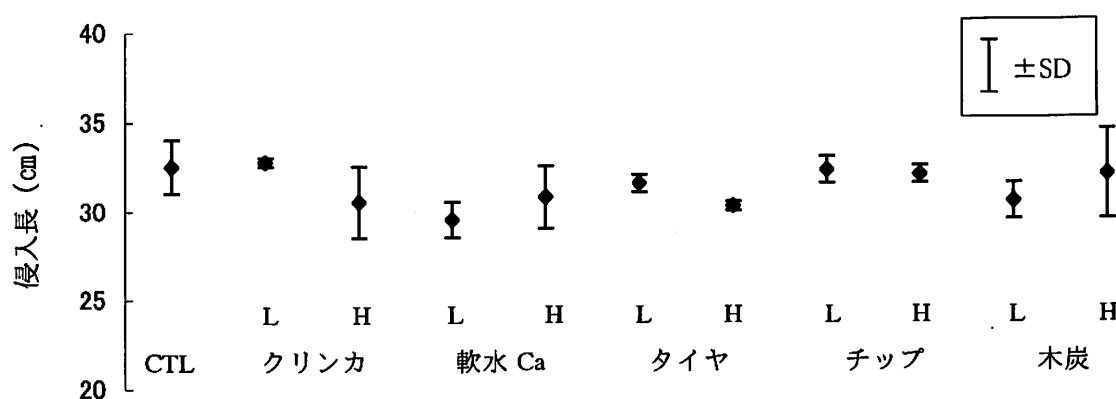


図 1 各処理区における根の侵入長

注) 調査日は 12 月 4 日。

2. ち密度

表2に示したように各処理区におけるち密度は20.3~28.8 mmの範囲であった。全処理区とも調査日ごとに変動しているのは降雨の影響によるものだと考えられ、年間を通してち密化の進行の傾向はみられなかった。年間の平均で処理区を対照区と比較しても値は同様であり投入資材によるち密度への効果は認められなかった。

表2 各処理区におけるち密度 (mm)

区	2月28日	4月24日	6月7日	7月11日	8月11日	9月18日	10月26日	12月4日	平均
CTL	21.4	21.1	28.1	24.4	25.9	26.5	23.9	27.6	24.9
クリンカ L	21.7	22.6	27.4	24.4	26.4	27.6	24.5	28.1	25.3
クリンカ H	20.4	24.1	27.9	23.4	25.4	26.8	24.1	28.4	25.0
軟水 CaL	21.8	21.9	27.8	24.8	27.4	27.5	23.9	28.1	25.4
軟水 CaH	20.8	21.6	27.9	22.8	25.5	26.5	22.8	26.3	24.3
タイヤ L	21.2	21.4	28.8	25.1	26.5	27.1	24.5	27.6	25.3
タイヤ H	20.3	21.0	26.6	23.5	25.0	25.8	24.1	26.9	24.1
チップ L	20.4	22.0	28.0	24.1	26.9	26.9	24.8	27.3	25.0
チップ H	21.0	21.8	28.4	26.0	27.1	27.8	24.6	27.0	25.5
木炭 L	20.7	22.0	27.3	24.3	25.9	27.4	24.5	26.5	24.8
木炭 H	20.8	22.1	27.6	24.5	27.5	27.5	25.5	27.5	25.4

3. 乾物収量

表3に示したように、刈り取りごとの乾物収量は0.17~0.58 kg/m²の範囲であった。同一刈り取り日で対照区と比較すると区によって増減がみられるが、連続性がないため投入資材の影響による効果ではないと推察される。年間乾物収量は2.70~3.06kg/m²の範囲であり、年間乾物収量による比較では、対照区を含めた、処理区間の有意な差は認められなかった。

表3 各処理区における乾物収量 (kg/m²)

区	2月28日	4月24日	6月7日	7月11日	8月11日	9月18日	10月26日	12月4日	合計
CTL	0.40	0.48	0.51	0.27	0.31	0.29	0.36	0.19	2.81
クリンカ L	0.32	0.50	0.45	0.44	0.26	0.29	0.42	0.26	2.95
クリンカ H	0.35	0.54	0.57	0.45	0.26	0.33	0.35	0.20	3.06
軟水 CaL	0.37	0.58	0.32	0.38	0.19	0.32	0.66	0.18	3.00
軟水 CaH	0.26	0.44	0.43	0.36	0.27	0.34	0.37	0.22	2.70
タイヤ L	0.33	0.57	0.34	0.35	0.23	0.30	0.50	0.21	2.84
タイヤ H	0.30	0.42	0.41	0.38	0.28	0.32	0.37	0.22	2.71
チップ L	0.29	0.45	0.42	0.41	0.32	0.31	0.47	0.23	2.89
チップ H	0.31	0.55	0.46	0.29	0.20	0.35	0.46	0.20	2.82
木炭 L	0.37	0.55	0.39	0.37	0.25	0.32	0.42	0.19	2.86
木炭 H	0.29	0.47	0.52	0.43	0.27	0.34	0.36	0.17	2.86

4. まとめ

本試験において供試資材が牧草に及ぼす効果を検討してきた。根の侵入長、ち密度、年間乾物収量のいずれの調査項目においても、有意な差は認められなかった。前報⁴⁾ではち密度でタイヤ H、乾物収量では軟水 CaL とタイヤ L で効果が認められた。しかしながら、ち密度が低いにもかかわらず、乾物収量の増加をもたらすことにはならなかった。これはほ場造成1年目で草地が不安定だったためだと推察される。今回の試験は植付けから2年が経過しているが、草地としてはまだ初期の段階である。これから数年経過すると、ち密化がさらに進行し、資材による影響が植物に表れる可能性もあるので、継続して調査をおこなう必要がある。

V 引 用 文 献

- 1)日本草地協会,1996,草地診断の手引き,社団法人日本草地協会, 14-15
- 2)沖縄県畜産試験場,1999,牧草・飼料作物栽培の手引き, 32-33
- 3)恵飛須則明・庄子一成・与古田稔,1999,資材投入による国頭マージ草地土壌のち密化の緩和,(1)油圧プレス機による試験,沖縄畜試研報, 37, 95-101
- 4)恵飛須則明・与古田稔,1999,資材投入による国頭マージ草地土壌のち密化の緩和,(2)ほ場試験(1年目),沖縄畜試研報, 37, 102-105

研究補助：又吉康成，平良樹史，仲原英盛

ジャイアントスターグラスおよび近縁種の伸長性と生産性

(1) ガラス室内における比較試験

知念司 稲福政史 奥村健治

I 要 約

ジャイアントスターグラス (GS) と近縁種であるパーミューダーグラス Tifton 44 (TIF44), ケニア収集系統 (*Cynodon spp.*) の 097-1 および 097-2 の 4 品種・系統の伸長性と生産性をガラス室内で調査した。生育期間の平均室温から低温区 (20°C 未満), 中温区 (20~25°C 未満), 高温区 (25°C 以上) の 3 区に分けて以下の結果を得た。

1. 全茎長は, 高温区以外では GS が最も高く, 高温区では TIF44 が最も高かった。高温区に対する低温区的全茎長の比率は TIF44 が 18% と最も低く, GS は 35%, 097-2 が 93%, 097-1 は 98% と最も高かった。

2. 茎の日伸長量では, 高温区に対する低温区の比率は GS が 47%, 097-1 と TIF44 が 60%, 097-2 は 83% となり, 097-2 の低温区の減少が最も低かった。

3. 乾物収量は全系統で温度が高くなるに従い増加した。3 温度区をとおして GS が最も高かった。しかし 097-2 では中温区から高温区への移行する際の増加量は, 他の系統よりも低かった。低温区における乾物収量は 097-1, 097-2, GS で同程度であったが, 高温区に対する低温区の乾物重の比率は TIF44 が 11% と最も低く, GS は 23%, 097-1 は 46%, 最も高い比率を示したのは 097-2 の 58% であった。

4. 1 日の乾物増加量は全ての品種・系統において, 高温になるに従い増加した。高温区に対する低温区の比率は TIF44 が 8% と最も低く, GS は 11%, 097-1 は 17%, 097-2 が 21% と最も高かった。

以上の結果により, 全区をとおして生産性や伸長性は GS がもっとも高かったが, 097-1, 097-2 は低温区における伸長性および生産性の減少が低いことが示めされた。

II 結 言

干ばつや塩害等の不良環境に対する耐性に優れるジャイアントスターグラスは, 放牧用牧草として主に利用され, 栽培面積も全草地面積の 16% を占めており¹⁾, 特に八重山地域では作付面積の 9 割を占める主要牧草となっている。しかし, 低温時は伸長性低下によって収量が減少し, 安定した周年放牧の実施のためは, 低温伸長性に優れた新品種の育成が必要である。

そこで本試験では育種素材となる系統を選抜する基礎試験としてジャイアントスターグラスおよび近縁種を含む 4 系統について異なる温度における生育反応を比較した。

III 材料および方法

1. 試験期間

1999 年 10 月 27 日から 2000 年 12 月 26 日まで実施した。

2. 供試品種・系統

ジャイアントスターグラス (GS), パーミューダーグラスの Tifton 44²⁾ (TIF44), ケニア収集系統 (*Cynodon spp.*) 097-1, 097-2³⁾ の 4 品種・系統を供試した。

3. 植付け月日

1999 年 10 月 27 日に植え付けを行なった。

4. 栽培条件

幅・奥行き 60cm, 高さ 30cm の箱を木板で作成し, 国頭マーゴ土壤 (堆肥, 肥料は無施用) を高さ 25cm 程度まで入れ, ガラス室内に設置した。

供試植物の茎から葉を除去し 2 節残すように切断した。7, 8 本の茎を一つにまとめて箱の中央部に一節は地上に出し, 一節は地中に埋まるように土壤へ垂直に挿し植えた。試験は 4 反復とした。散水は,

2 から 3 日間隔で表面の土壌が乾燥しないように適宜行なった。また、刈取り後の追肥は行なわなかった。

5. 室温

室温の測定は、ガラス室にデジタル温度計 (TR-72S T&D) を設置して 1 時間間隔で測定した。その結果から 1 日の平均温度を算出した。

試験期間の平均室温は 22.8°C。1 日の平均室温の最高値は 31.0°C、最低値は 13.5°C。最高室温は 48.6°C、最低室温は 8.9°C。

6. 刈取り調査

刈取りは GS の最長茎が約 30cm のときに行なった。刈取りは地際から 3cm の高さで行ない、刈取り調査は 8 回行なった (表 1)。

7. 調査項目

室温 (ガラス室内)、刈取り時の茎数、茎長 (mm)、茎の太さ (mm)、節数、分枝数、生草収量 (g)、乾物収量 (72°C、48 時間乾燥、g)、乾物率 (%)。茎の日伸長量 (mm/本/日) は全茎長を茎数で除し、さらに生育日数で除したものとした。1 日の乾物増加量 (g/日) は乾物収量を生育日数で除したものとした。

表 1 刈取り調査と平均気温

調査	温度区	刈取り日	刈取り間隔	平均気温
1		1999年12月22日	56日	19.9°C
2	低温	2000年 2月29日	70日	15.7°C
3		2000年 4月19日	49日	19.0°C
4	中温	2000年 6月14日	57日	24.6°C
5		2000年 7月17日	33日	30.2°C
6	高温	2000年 8月22日	36日	29.7°C
7		2000年10月24日	63日	26.7°C
8	中温	2000年12月26日	63日	20.6°C

IV 結 果

刈取り調査までの生育期間の平均気温から低温区 (20°C 未満)、中温区 (20~25°C 未満)、高温区 (25°C 以上) の 3 区に分け、その区における生育特性、生産特性を比較した。なお各区の日数は低温区 175 日、中温区 120 日、高温区 132 日であった。刈取り調査は低温区で 3 回、中温区は 2 回、高温区は 3 回であった (表 1)。

1. 生育特性および収量特性

調査項目の結果を表 2 と表 3 に示す。

1) 茎数

茎数は、全品種・系統で高温になるにつれて増加し、高温区において最大になった。

2) 分枝数

茎から伸びていた分枝の数を計測した。097-1、097-2 と GS は中温区で最大となったが、TIF44 は高温区で最大となった。

3) 節数

節数は、097-1、097-2 と GS は中温区で最大となったが、TIF44 は高温区で最大となった。

4) 全茎長

全茎長では、097-2 は中温区で最大になり、他の系統では高温になるにつれて増加し、高温区において最大になった。高温区に対する低温区的全茎長の比率は TIF44 が 18% と最も低く、GS は 35%、097-2 が 93%、097-1 は 98% と最も高かった。

5) 茎の太さ

茎の太さは、低温区において 097-1 と GS は 2.5mm、2.0mm と最大になり、中温区と高温区では 097-1

が1.9および1.8mm, GSが1.6および1.7mmと低温区に比べ小さくなった。097-2は低温区では2.5mm, 中温区が1.6mmだったが, 高温では2.3mmとなった。TIF44は, 低温区が1.0mmであったが, 中温区と高温区では1.2mmと大きくなった。

6) 生草収量および乾物収量

生草収量, 乾物収量ともに全系統で温度が高くなるに伴い増加した。しかし097-1, 097-2では中温区から高温区への移行する際の増加の割合は1.2から1.4倍で, GSおよびTIF44の1.6から2.1倍より低かった。低温区における乾物収量は097-1, 097-2, GSで同程度であったが, 高温区に対する低温区の乾物重の比率はTIF44が11%と最も低く, GSは23%, 097-1は46%, 最も高かったのは097-2で58%であった。

7) 乾物率

乾物率は, 全品種・系統で高温になるにつれて増加した。高温区において最大になり, 097-1が41.4%, GSが45.4%, TIF44が46.6%となった。

品種・系統	区	茎数	分枝数	節数	全茎長	茎の太さ
097-1	低温	5.3±2.1	2.1±1.3	8.0±3.7	883.4±309.9 (98)	2.5±0.6
	中温	7.0±2.0	3.5±3.0	14.3±4.7	862.8±439.2 (95)	1.9±0.4
	高温	7.4±1.4	1.1±1.4	10.3±5.3	904.2±411.2 (100)	1.9±0.4
097-2	低温	3.4±1.6	1.4±1.0	7.8±3.4	848.4±337.4 (93)	2.5±0.5
	中温	5.4±2.2	2.7±2.3	17.1±10.2	938.0±589.4 (103)	1.6±0.5
	高温	6.3±3.6	0.7±1.0	10.8±4.9	911.3±633.9 (100)	2.3±0.4
GS	低温	7.0±2.5	3.0±3.5	12.2±7.9	970.9±564.4 (35)	2.0±0.9
	中温	11.9±4.9	5.5±4.1	45.9±21.1	2295.1±908.2 (85)	1.6±0.4
	高温	17.3±6.5	3.8±6.8	29.8±15.4	2773.5±1863.9 (100)	1.7±0.4
TIF44	低温	9.4±8.0	1.5±2.2	12.8±11.2	941.7±682.4 (18)	1.0±0.2
	中温	25.8±12.9	3.8±5.3	32.5±7.4	1679.8±882.0 (33)	1.2±0.1
	高温	44.3±17.4	8.2±10.6	154.0±149.0	5090.7±1929.5 (100)	1.2±0.2

注1) 各値は1区当たりの平均値。全茎長は茎長と分枝長の合計。

2) 全茎長の () 内数字は高温区に対する比率。

品種・系統	区	生草収量	乾物収量	乾物率
097-1	低温	4.0±2.0	1.0±0.5 (38)	25.4±3.4
	中温	7.6±4.4	2.2±1.5 (79)	27.3±7.8
	高温	8.8±5.1	2.8±1.4 (100)	41.4±27.3
097-2	低温	4.8±3.2	1.1±0.7 (36)	22.1±3.2
	中温	8.1±4.9	2.1±1.3 (71)	25.4±8.8
	高温	8.3±6.1	3.0±2.1 (100)	36.7±6.9
GS	低温	3.0±2.0	1.0±0.8 (19)	31.0±7.5
	中温	9.9±5.8	3.2±1.6 (60)	33.6±4.6
	高温	13.4±10.9	5.4±3.3 (100)	45.4±10.7
TIF44	低温	1.1±0.7	0.4±0.4 (8)	32.1±9.7
	中温	6.4±3.2	2.2±1.3 (47)	34.9±8.8
	高温	10.0±0.9	4.7±0.7 (100)	46.6±3.5

注1) 各値は1区当たりの平均値。

2) 乾草収量の () 内数字は高温区に対する比率。

2. 茎の日伸長量と1日の乾物増加量

茎の日伸長量を図1, 1日の乾物増加量を図2に示した。

1) 茎の日伸長量

097-1は高温区3.06を基準とすると低温区60% (1.84), 中温区45% (1.38)となった。097-2は高温区3.72を基準とすると低温区83% (3.10), 中温区50% (1.87)となった。GSは高温区の3.69を基準として比較した場合, 低温区は47% (1.72), 中温区では60% (2.23)と高温になるにつれて増加

した。TIF44は高温区2.55を基準とすると低温区60% (1.53)，中温区36% (0.92) となった。GSを除く品種・系統は中温区では低温区に比べて低下した (図1)。また低温区において097-2は高温区の83%と最も高く，GSは47%と最も低かった。

2) 1日の乾物増加量

全ての品種・系統において，高温になるに従い増加した。097-1は高温区0.38を基準とすると低温区17% (0.07)，中温区33% (0.13) となった。097-2は高温区0.33を基準とすると低温区21% (0.07)，中温区42% (0.14) となった。GSは高温区0.62を基準とすると低温区11% (0.07)，中温区34% (0.21) となった。TIF44は高温区0.22を基準とすると低温区8% (0.02)，中温区43% (0.10) となった。

低温区では，097-1，097-2，GSが同程度であった。高温区ではGSが最も高かった (図2)。高温区に対する低温区の乾物増加量の比率はTIF44が8%と最も低く，GSは11%，097-1は17%，097-2が21%と最も高かった。

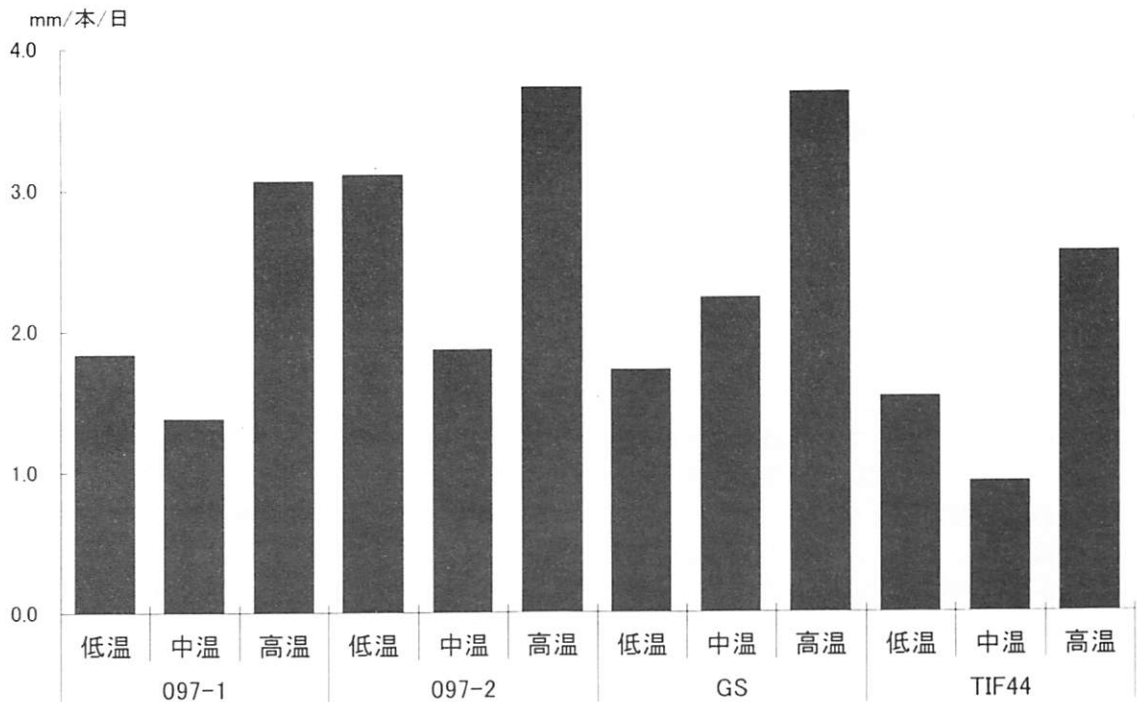


図1 茎の日伸長量

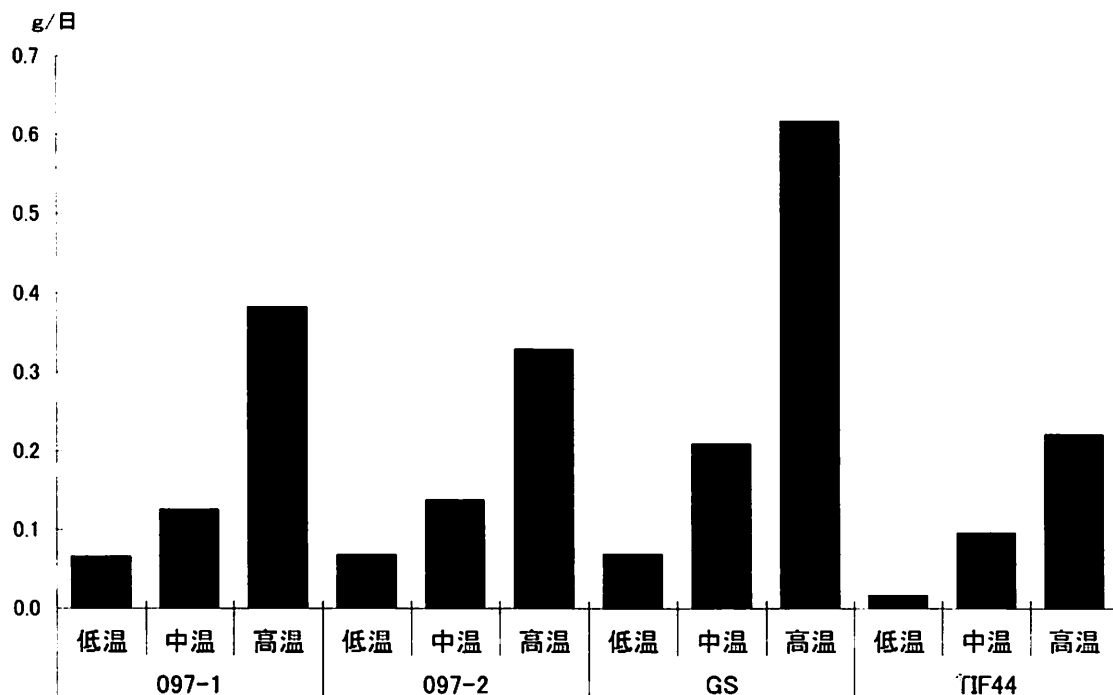


図2 1日の乾物増加量

V 考 察

全品種・系統において、低温では茎の伸長と茎数の増加が緩慢になり茎の太さは増加しなかった。中温条件では低温時と同様に伸長は緩慢となったが茎の太さが増大し、茎数と分枝数も増加した。高温条件では伸長が旺盛となり、茎の太さと分枝数の増加が緩慢になり、茎数が増加した。全品種・系統とも、室温が高くなるに伴い、乾物生産量は増加したが、高温でGSやTIF44が低温の2から10倍の増加に比べ、097-1や097-2では、2倍程度であった。これは097-1や097-2の生育適温よりも本試験の環境が高温であったので、生育が阻害されたものと推察される。一方GSは伸長性や生産性で低温時以外では最も優れていたが、低温下での伸長性の低下が大きかった。このことからGSは低温では刈取り間隔が伸び、そして生産性も高温に比べ2割程度に落ち込むことが判明し、低温下での伸長性と生産性の改良が必要である。097-1、097-2には高温環境での生産性の向上が求められる。

097-2は低温区における伸長量の低下が少なく、生育適温がGSより低い可能性がある。また生産性の低下も少なかった。これは植付け後、発生した茎数が少なく、その少ない茎へ養分を集中して利用するような生育をしているためだと推測された。株から発生する茎数が少ないことは、草地の造成と生産性の向上という目的には適さないが、097-2は低温区の乾物増加量も高いので茎数を増やせば、高い生産性を得られると考えられる。097-1は、低温区での生産性、伸長性では097-2に劣っているが、097-2と同様に茎数が少ないので生産性を向上させるにはほふく茎を十分伸長させる等の遺伝的改良が必要であろう。また、097-1と097-2の特徴として、地下からの分けつはなく、ほとんど地上部からの節からであった。このことは、この2つの系統の茎数増加量がGSやTIF44に比べて少なかったことの一つの要因として考えられる。

TIF44は、今回の結果では097-1は、097-2に比べて生産性は低い、茎数と分枝数や伸長性が良好であった。また、茎数は調査4回目以降他の品種・系統に比べ高く、高温区から中温区へと移行においても高い増加を示しており、牧草として重要である永年性や定着性が097-1や097-2よりも優れているものと考えられた。

GS以外の品種・系統が中温区で茎の日伸長量が減少したのは、中温区では茎数が増加したのに対して、全茎長の増加が低かったためと考えられた。すなわちこれらの系統は中温区で、茎長は伸ばさずに茎数を増やす傾向を持つと推察される。しかし日乾物増加量は温度が上がるにつれて増加した。今後、茎の

日伸長量と乾物増加量との関係については検討を要する。

今後の課題として、今回の試験では伸長性において重要であるほふく荖については試験区が狭く十分に評価されていないので、実際の圃場における栽培試験や温度を人為的に管理した環境での試験も検討する必要がある。各測定項目の関連性、また、シバの育種評価法として研究されているフラクタル次元^{4,5)}等の新しい評価法の導入も今後検討を行なっていく。

VI 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課, 2000, おきなわの畜産, 53-54
- 2) United States Department of Agriculture, Grass varieties in the United States, 1994, Agriculture Handbook, 170, 53
- 3) 鶴見義郎・春日重光・Kamei J. KIPSAAT・Clement K. KARARI, 1997, ケニアにおけるソルガム属草種の遺伝資源の探索収集, 植物遺伝資源探索導入調査報告書(農水省農業生物資源研究所編), 13, 123-151
- 4) 窪田文武・青木則明・懸和一, 1992, 芝草地の生産生態の解明 1. シバ (*Zoysia japonica* Steud) のフラクタル次元の測定, 日草誌, 37 (4), 444-448
- 5) 青木則明・窪田文武・懸和一, 1993, 芝草地の生産生態の解明 2. シバ (*Zoysia japonica* Steud) 生態型のフラクタル次元と生長諸形質, 日草誌, 38 (4), 417-422

研究補助: 又吉博樹

職員一覧表(2001年3月31日現在)

場 長：長嶺良光
次長兼中家畜室長：○仲宗根 實

庶務課 課 長：金城行則
主 査：喜屋武京子・安富幸子
課 員：津波良信

大家畜室 室 長：○玉城政信
研 究 員：島袋宏俊・運天和博・真喜志 修・知念雅昭
棚原武毅
農業技術補佐員：小濱健徳・比嘉正徳・仲原英盛・渡久山盛之
赤嶺圭作・前田昌哉

中家畜室次長兼室長：仲宗根 實
研 究 員：○宇地原 務・伊禮 判・鈴木直人・大城まどか
農業技術補佐員：仲程正巳・友寄隆仙

飼料室 室 長：与古田 稔
主任研究員：守川信夫
研 究 員：○嘉陽 稔・真境名元次
農業技術補佐員：又吉康成・平良樹史

バイオテクノロジー 室 長：千葉好夫
研 究 室 研 究 員：山城 存・○比嘉直志
農業技術補佐員：玉本博之・宮城広明

牧草育種研究室 室 長：○奥村健治
研 究 員：稻福政史・知念 司
農業技術補佐員：又吉博樹・奥間麻紀(臨任)

○は編集委員

試験研究報告(第38号)

平成13年5月25日 印刷
平成13年6月1日 発行

発行所 **沖縄県畜産試験場**
〒905-0426
沖縄県国頭郡今帰仁村字諸志2009-5
電話 0980(56)-5142
FAX 0980(56)-4803

印刷 **株式会社 沖産業**
〒901-2221
沖縄県宜野湾市伊佐2-1-1
電話 098(898)-2191
FAX 098(898)-6411
