

パンゴラグラス（品種：トランスバーラ）と ジャイアントスターグラスの生産性の比較

（2）窒素施肥量と刈取間隔が栄養価に及ぼす影響

眞嗣平 知念司* 嘉陽稔** 与古田稔
守川信夫 真境名元次

I 要 約

パンゴラグラス「トランスバーラ」(Tr)とジャイアントスターグラス(Gs)について、刈取り後の窒素施肥量を無施肥、0.5kg/a、1.0kg/a、2.0kg/aの4水準に設定し、刈取間隔を3週から7週までの1週間隔とする刈取試験を春期、夏期、秋期、冬期の4回行い、窒素施肥量が栄養価に及ぼす影響について検討したところ、以下の通りであった。

1. 窒素施肥量が乾物消化率に及ぼす影響は、Trは秋期の3週刈取、Gsは春期、秋期においてみられ、窒素施肥量増加にともない乾物消化率が高くなった。
2. Tr、Gsとも夏期を除き窒素施肥量が増加するにしたがい、粗タンパク質含有率も上昇した。
3. 乾物消化率は刈取間隔が長くなるにつれて低下し、3週から7週までの低下幅が最も大きかったのはTrにおいて春期で72.9%から50.4%、Gsは秋期で60.5%から39.1%であった。
4. 粗タンパク含有率も刈取間隔が長くなるにしたがって低下し、3週から7週までの低下幅は両草種とも冬期で最も大きく、Trは23.9%から14.7%、Gsは24.7%から15.5%であった。

II 緒 言

Gs、Trともに沖縄県の奨励品種に選定されており¹⁾、Gsは現在八重山地域において基幹草種となっている²⁾。いっぽう、Trは嘉陽らによって高い生産性と栄養価および放牧利用に対する適応性が報告³⁻⁵⁾され、伊村らによってサイレージの発酵品質も良好であることが報告⁶⁾されている。またTrは八重山地域を中心に普及しつつあり、今後さらに栽培面積が拡大するものと予想される。しかし、Gs、Trの刈取間隔や適切な肥培管理に関する報告は少ない。前報⁷⁾においては、窒素施肥量と刈取間隔が乾物収量に及ぼす影響を明らかにした。今回は、栄養価に及ぼす影響について報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間

試験期間は春期、夏期、秋期および冬期の4回設けた。2001年4月11日から5月23日を春期、2000年8月3日から9月14日を夏期、2001年9月19日から10月18日を秋期、2000年12月28日から2001年2月8日を冬期とした。

2. 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実施し、土壌は国頭マージの細粒赤色土（中川統）で、れきが多く有機質に乏しい酸性土壌である。

3. 試験方法

試験区は、1区画を(1m×1m)とした。Tr、Gsそれぞれ、刈取り後の窒素施肥量を無施肥(0N区)、0.5kg/a(0.5N区)、1.0kg/a(1N区)および2.0kg/a(2N区)の4水準、さらに刈取間隔を3週、4週、5週、6週および7週までの5水準設けた。この両者を組み合わせた20の処理区(4×5)を3反復した。2000年3月にTr、Gsの栄養茎25株を約20cm間隔で植付け、5ヵ月間栽培した後、試験開始1週間前に掃除刈りと施肥を行い、調査を開始した。施肥は、窒素の他にリン酸とカリをそれぞれ0.62kg/aおよび0.72kg/a、全区に施用した。刈取高さは地際から5cmとした。

4. 調査項目

乾物消化率をペプシンセルラーゼ法⁸⁾で、粗タンパク質含有率はケルダール法⁹⁾で求めた。また、これらは窒素施肥量と刈取間隔を要因とする二元配置法で分散分析し、交互作用が認められた場合には、それぞれの刈取間隔ごとに窒素施肥量の影響を検討した。

IV 結果および考察

1. 乾物消化率

Trの分散分析の結果を表1に、乾物消化率を表2に示した。

窒素施肥量がTrの乾物消化率に及ぼす影響は、秋期に認められた。刈取間隔ごとに窒素施肥量の影響を検討したところ、3週刈取において有意差が認められ、0N区が46.5%、0.5N区が52.6%に対し1N区が60.5%、2N区が61.0%と特に1N区と2N区が高い値を示したが、刈取間隔が長くなるにしたがいその差は縮まり、施肥量区間差は小さくなった。

刈取間隔が長くなると消化率は低下し、3週から7週までの低下幅は春期において最も大きく、72.9%から50.4%であった。乾物消化率を期間別平均で比較すると、冬期が最も高く70.7%であった。

表1 乾物消化率の分散分析表(トランスパーラ)

期間	平均平方			
	窒素施肥量(A)	刈取間隔(B)	A×B	誤差
春期	2.19	662.51 ^{**}	5.50	5.65
夏期	10.25	272.92 ^{**}	4.05	4.21
秋期	23.59 ^{**}	108.45 ^{**}	21.51 ^{**}	3.09
冬期	8.36	98.56 ^{**}	11.99 ^{**}	3.39

注) **: P<0.01

表2 トランスパーラの乾物消化率(%)

期間	窒素施肥量	3週	4週	5週	6週	7週	期間別平均
春期	0N区	71.4	62.0	57.1	55.5	52.9	59.4
	0.5N区	73.0	64.3	55.3	54.8	49.8	
	1N区	74.6	63.8	54.9	55.1	49.7	
	2N区	72.7	65.6	55.3	53.1	46.8	
	平均	72.9	63.9	55.6	54.6	50.4	
夏期	0N区	64.9	57.5	61.0	55.0	51.2	59.1
	0.5N区	68.6	57.8	62.9	56.1	51.4	
	1N区	66.5	59.0	60.5	57.5	50.5	
	2N区	66.4	60.6	63.7	60.8	50.2	
	平均	66.6	58.7	62.0	57.3	50.8	
平均平方		30.9 ^{**}	5.1	1.7	5.2	2.1	
秋期	0N区	46.5	51.6	48.5	51.2	47.0	50.0
	0.5N区	52.6	50.2	47.0	47.8	44.5	
	1N区	60.5	52.6	48.7	47.9	45.7	
	2N区	61.0	53.9	49.0	48.2	45.4	
	平均	55.1	52.1	48.3	48.8	45.6	
平均平方		1.0	2.0	52.1 ^{**}	2.1	3.3	
冬期	0N区	75.4	72.1	61.7	68.0	71.1	70.7
	0.5N区	75.4	72.3	62.4	69.3	72.1	
	1N区	75.1	74.1	65.5	69.8	70.6	
	2N区	73.9	73.7	72.9	70.3	68.9	
	平均	75.0	73.1	65.8	69.3	70.7	

注) **: P<0.01 * : P<0.05

Gsの分散分析の結果を表3に、乾物消化率を表4に示した。

春期では窒素施肥量が増加するにともない乾物消化率が上昇する傾向を示した。また、秋期の3週刈取において0N区が57.6%、0.5N区が56.1%に対し1N区が62.6%、2N区が65.6%と1N区と2N区が高い値を示した。

表4の平均平方から春期、秋期ともに3週刈取での値が大きく、それ以降小さくなる傾向を示したことから、窒素施肥量の影響が徐々に小さくなったと考えられる。

GsもTr同様、刈取間隔が長くなると乾物消化率が低下するが、3週から7週までの低下幅は秋期において最も大きく、60.5%から39.1%であった。期間別に平均した乾物消化率は、Gsにおいても冬期が最も高く69.8%であった。

窒素施肥量の増加に伴う影響は、Trでは秋期、Gsでは春期と秋期に認められ、その影響は刈取間隔が長くなるにしたがって小さくなる傾向が認められたことから、窒素施肥量が乾物消化率に及ぼす影響は草種、季節および生育ステージによって異なると考えられる。また、北村は窒素施肥量を増大させてもパンゴラグラスの乾物消化率は改善しないが、ジャイアントスターグラスは10%以上も改善したと報告しており¹⁰⁾、当試験では春期において同様の結果となった。

表3 乾物消化率の分散分析表(ジャイアントスターグラス)

期間	平均平方			
	窒素施肥量(A)	刈取間隔(B)	A×B	誤差
春期	125.11 ^{**}	149.81 ^{**}	13.24 ^{**}	3.26
夏期	5.96	201.08 ^{**}	4.04	2.71
秋期	36.15 ^{**}	538.19 ^{**}	7.85 ^{**}	1.88
冬期	10.27	135.39 ^{**}	9.59	6.19

注) **: P<0.01

表4 ジャイアントスターグラスの乾物消化率(%)

期間	窒素施肥量	3週	4週	5週	6週	7週	期間別平均
春期	平均平方	91.2 ^{**}	32.3 ^{**}	24.9 ^{**}	20.9 ^{**}	13.1 [†]	57.1
	0N区	57.1	54.6	50.4	52.2	51.4	
	0.5N区	58.0	58.0	54.8	55.8	50.7	
	1N区	69.3	60.1	55.0	59.4	50.0	
	2N区	69.1	63.5	59.1	58.4	55.7	
	平均	63.4	59.0	54.8	56.4	52.0	
夏期	0N区	60.5	55.1	52.8	47.5	51.2	52.7
	0.5N区	63.7	53.1	50.5	47.9	51.4	
	1N区	58.5	52.5	49.5	48.5	50.5	
	2N区	61.6	52.4	48.0	48.8	50.2	
	平均	61.1	53.3	50.2	48.2	50.8	
	平均平方	38.5 ^{**}	5.5	9.7 ^{**}	5.6	7.7 [†]	
秋期	0N区	57.6	54.5	48.8	44.5	40.1	48.7
	0.5N区	56.1	50.6	44.6	41.4	37.6	
	1N区	62.6	52.8	48.9	43.9	37.2	
	2N区	65.6	51.6	49.1	45.4	41.3	
	平均	60.5	52.4	47.9	43.8	39.1	
	平均平方	73.8	73.7	62.0	65.7	68.9	
冬期	0.5N区	75.4	74.1	64.8	64.5	66.5	
	1N区	74.6	73.0	67.7	70.4	68.8	
	2N区	74.1	75.5	69.0	69.6	64.3	
	平均	74.5	74.1	65.9	67.6	67.1	

注) **: P<0.01 * : P<0.05

2. 粗タンパク質含有率

Trの分散分析の結果を表5に、粗タンパク質含有率を表6に示した。

Trは夏期を除く春期, 秋期および冬期で窒素施肥量の影響と交互作用が認められた。春期においては, 2N区が高い値を示す傾向がみられた。秋期では3週刈取において窒素施肥量の影響が大きくON区が7.7%, 0.5N区が10.2%, 1N区が12.9%, 2N区が13.6%と窒素施肥量が増ごとに粗タンパク質含有率が高くなった。

刈取間隔が長くなると, 粗タンパク質含有率も低下し, 3週から7週までの低下幅は春期において最も大きく, 23.9%から14.7%であった。

粗タンパク質含有率の期間別平均は冬期が最も高く18.9%であった。

表5 粗タンパク質含有率の分散分析表 (トランスバーラ)

期間	平均平方			
	窒素施肥量(A)	刈取間隔(B)	A×B	誤差
春期	32.26 ^{**}	113.55 ^{**}	3.09 ^{**}	0.75
夏期	0.69	18.57 ^{**}	0.51	0.54
秋期	9.76 ^{**}	37.83 ^{**}	2.28 ^{**}	0.26
冬期	14.66 ^{**}	98.51 ^{**}	2.94 [*]	1.27

注) ** : P<0.01 * : P<0.05

表6 トランスバーラの粗タンパク質含有率

%DM

期間	窒素施肥量	3週	4週	5週	6週	7週	期間別平均
春期	平均平方	21.3 ^{**}	8.9 ^{**}	7.7 ^{**}	2.9 [*]	0.7	11.9
	ON区	14.0	11.9	8.0	7.3	9.2	
	0.5N区	14.5	14.1	8.7	8.1	8.1	
	1N区	19.6	16.5	10.3	9.0	8.2	
	2N区	20.2	16.0	12.4	10.7	10.6	
	平均	17.1	14.7	9.8	8.8	9.0	
夏期	ON区	13.2	10.0	9.4	8.6	9.4	9.9
	0.5N区	12.3	9.2	9.2	8.4	9.1	
	1N区	11.5	9.0	9.9	8.5	9.2	
	2N区	12.8	9.7	10.7	8.6	8.4	
	平均	12.4	9.5	9.8	8.6	9.0	
	平均平方	14.3 ^{**}	3.3 [*]	0.4	0.6	0.2	
秋期	ON区	7.7	8.4	7.5	5.9	5.7	8.2
	0.5N区	10.2	9.1	7.7	6.7	5.9	
	1N区	12.9	9.8	7.9	7.0	5.4	
	2N区	13.6	11.3	8.5	7.1	6.1	
	平均	11.1	9.6	7.9	6.7	5.7	
	平均平方	1.4	2.1	18.4 ^{**}	1.1	3.2	
冬期	ON区	22.9	19.2	15.8	17.0	14.2	18.9
	0.5N区	23.4	21.6	14.5	17.0	13.1	
	1N区	24.6	20.9	18.8	18.0	15.4	
	2N区	24.6	21.0	21.3	18.5	16.0	
	平均	23.9	20.7	17.6	17.6	14.7	

注) **: P<0.01 * : P<0.05

Gsの分散分析の結果を表7に、粗タンパク質含有率を表8に示した。

Gsも夏期を除く春期, 秋期および冬期で窒素施肥量の影響がみられ, そのうち春期と秋期においては, 交互作用が認められた。春期においては, 窒素施肥量の影響が他期間よりも著しく大きく, 2N区が他

施肥量区よりも高い値を示した。秋期においては3, 4週で2N区が高い値を示した。

Tr, Gsの交互作用が認められた期間において、刈取間隔が長くなるにしたがい表6, 表8の平方平均が小さくなる傾向がみられることから、粗タンパク含有率に及ぼす窒素施肥量の影響は、刈取間隔が長くなるにつれ小さくなると考えられる。

Gsも刈取間隔が長くなるにしたがい粗タンパク質含有率が低下し、3週から7週までの低下幅は、冬期において最も大きく24.7%から15.5%であった。

粗タンパク質含有率の期間別平均は冬期が最も高く19.8%であった。

表7 粗タンパク質含有率の分散分析表(ジャイアントスターグラス)

期間	平均平方			
	窒素施肥量(A)	刈取間隔(B)	A×B	誤差
春期	69.85 ^{**}	46.82 ^{**}	5.53 ^{**}	0.50
夏期	3.54	14.51 ^{**}	1.66	2.02
秋期	3.36 ^{**}	54.87 ^{**}	0.51 [†]	0.19
冬期	6.52 ^{**}	89.36 ^{**}	2.58	1.25

注) ** : P<0.01 * : P<0.05

表8 ジャイアントスターグラスの粗タンパク質含有率

期間	窒素施肥量	3週	4週	5週	6週	7週	期間別平均
春期	平均平方	41.7 ^{**}	17.6 ^{**}	18.9 ^{**}	7.6 ^{**}	8.1 ^{**}	13.6
	0N区	11.2	12.0	10.9	10.2	11.3	
	0.5N区	17.1	13.5	12.6	10.9	10.4	
	1N区	18.4	15.2	10.3	11.7	10.1	
	2N区	22.2	18.9	17.1	14.2	14.4	
	平均	17.2	15.0	12.7	11.8	11.5	
夏期	0N区	11.0	10.7	10.1	8.5	9.8	9.2
	0.5N区	10.2	9.5	8.8	7.7	7.3	
	1N区	11.2	9.5	9.4	9.0	7.6	
	2N区	13.0	8.2	8.6	6.9	7.7	
	平均	11.4	9.5	9.2	8.0	8.1	
	平均平方	1.8 ^{**}	1.9 ^{**}	0.8 [†]	0.5	0.5	
秋期	0N区	12.6	11.4	9.5	7.6	7.3	9.4
	0.5N区	11.8	10.9	8.3	7.1	6.4	
	1N区	12.4	10.5	8.5	6.6	6.3	
	2N区	14.0	12.7	9.4	7.8	6.3	
	平均	12.7	11.4	8.9	7.3	6.6	
	平均平方	1.8 ^{**}	1.9 ^{**}	0.8 [†]	0.5	0.5	
冬期	0N区	23.6	21.0	17.4	18.2	14.8	19.8
	0.5N区	25.2	21.0	18.8	16.4	14.6	
	1N区	25.5	19.9	20.6	19.8	16.8	
	2N区	24.7	20.1	21.6	19.9	15.9	
	平均	24.7	20.5	19.6	18.6	15.5	
	平均平方	1.8 ^{**}	1.9 ^{**}	0.8 [†]	0.5	0.5	

注) ** : P<0.01 * : P<0.05

以上のように、乾物消化率はTrで秋期に、Gsでは春期と秋期に窒素施肥量の増加によって向上し、粗タンパク質含有率もTr, Gsともに春期, 秋期および冬期に窒素施肥量の増加によって上昇する傾向を示した。しかし、窒素施肥量が乾物消化率および粗タンパク質含有率に及ぼす影響は、刈取間隔が長くなるにつれ小さくなることが示唆された。

牧草の効率的な生産のためには乾物生産性と栄養価を考慮しなければならない。よって今後、窒素施

肥量と刈取間隔が可消化乾物収量, 粗タンパク質収量に及ぼす影響を検討する必要がある。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課, 1998, 沖縄県牧草飼料作物奨励品種の特性及び栽培基準, 1
- 2) 沖縄県畜産試験場, 1999, 牧草・飼料作物の栽培手引き, 48
- 3) 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, 145-168
- 4) 嘉陽稔・川本康博・庄子一成, 1997, *Digitaria*属の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
- 5) 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, 87-91
- 6) 伊村嘉美・本村琢・嘉陽稔・川本康博, 2001, パンゴラグラス品種トランスバーラ *Digitaria decumbens* Stent. cv. *transvalla* のサイレージ発酵品質, 沖畜研, 36, 35-39
- 7) 知念司・嘉陽稔・川本康博・与古田稔, 2001, パンゴラグラス(品種:トランスバーラ)とジャイアントスターグラスの生産性の比較(1)刈取り適期と窒素施肥量, 沖縄畜試研報, 39, 84-88
- 8) Goto, I. and D.J. Minson, Prediction of the dry matter digestibility of tropical grasses using a pepsin-cellulase assay, *Animal Feed Science and Technology*, 2, 247-253
- 9) 自給飼料品質評価研究会, 2001, 改訂粗飼料品質評価ガイドブック, 日本草地畜産種子協会
- 10) 北村征生, 1986, 南西諸島で栽培した暖地型イネ科7草種の乾物, 可消化乾物および窒素収量におよぼす窒素の施肥量と種類および刈取り間隔の影響, 草地試研報, 33, 36-49

研究補助: 又吉康成, 平良樹史, 具志堅興司

暖地型牧草の乾草調製および貯蔵期間中の β -カロテン含量

守川信夫 与古田稔

I 要 約

β -カロテン含量が牛の繁殖性に影響することから、暖地型牧草のギニアグラス「ナツユタカ」を用いて実験室規模での乾草を、またパンゴラグラス「トランスパーラ」を用いてロールベール乾草を、調製、貯蔵し経時的に β -カロテン含量を調査したところ、その結果は次のとおりであった。

1. 実験室規模での乾草調製では、乾物g当たりの β -カロテン含量は原料草の164.6 μ gから乾燥96時間で36.5 μ gになった。ロールベール乾草調製では、原料草の311.1 μ gから乾燥102時間で10.8 μ gになった。このように天日乾燥によって調製した暖地型牧草の β -カロテン含量は、乾草調製時間の経過とともに急激に減少した。

2. 乾草貯蔵期間中の β -カロテン含量は、実験室規模で乾物g当たり乾燥96時間の36.5 μ gから貯蔵20週で16.0 μ gになった。ロールベール乾草では、乾燥102時間の10.8 μ gから貯蔵12週で2.7 μ gになった。このように乾草貯蔵中は乾草調製時に比較して緩慢に減少した。

II 緒 言

沖縄県の肉用牛繁殖生産地域における代謝プロファイルテストで、血中のビタミンA値が低い事例がみられ繁殖率の低下が報告¹⁾されている。ビタミンAの前駆物質は β -カロテンであり、その大部分は粗飼料に由来することから、生草、サイレージ、乾草の給与形態における β -カロテン含量について調査する必要がある。前報では、生育段階の進行にともなって β -カロテン含量の低い茎部比率が高まることから、ギニアグラス地上部全体の β -カロテン含量が低下すること²⁾、またロールベールラップサイレージでは、貯蔵期間にともなって β -カロテンが減少すること³⁾を報告した。今回、乾草の調製時および貯蔵期間中の β -カロテン含量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1：乾草の調製時および貯蔵期間中の β -カロテン含量（実験室規模）

1) 試験方法

原料草は、2001年2月21日の刈取りから再生日数62日目の4月24日に刈取りしたナツユタカを用いた。刈取りは午前11時におこない、試料を約1cm長に細断した。試料はシート上で天日乾燥し、乾草調製作業として刈取日の午後1時に反転を1回、以後乾燥96時間までに午前午後1回ずつ計8回の反転を実施した。乾燥96時間で乾燥終了とし、紙袋に詰め室内暗所にて貯蔵した。試料の採取は、刈取り時、乾燥24, 48, 72, 96時間、貯蔵4, 8, 12, 16, 20週目の計10回実施した。採取した試料のうち原料草、乾燥24, 48, 72時間は凍結乾燥後 -21°C 冷凍保存し、乾燥96時間と貯蔵期間中のものは -21°C 冷凍保存した。

2) 分析方法

試料は、2mmメッシュ通過サイズに粉碎し分析に供した。 β -カロテンの分析は、齋藤らの方法⁴⁾に準じて、試料をアスコルビン酸エタノール溶液で処理し、水酸化カリウムメタノール溶液で鹼化後、ヘキサンで抽出した。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(体積比)、測定波長453nm、流速1ml/min、4.6 \times 250mm ODSカラムを用いカラム温度 30°C 、注入量20 μ lで実施した。

2. 試験2：ロールベール乾草の調製時および貯蔵期間中の β -カロテン含量

1) 試験方法

原料草は、2002年5月15日の刈取りから再生日数40日目の6月24日に刈取りしたトランスバーラを用いた。午前10時に刈り倒し、乾草調製作業として刈取日の午後に反転を1回おこない、以後乾燥102時間までに午前午後1回ずつ計9回の反転を実施した。乾燥102時間にロールベール乾草(直径120cm,高さ120cm)に調製し、乾草庫に保管した。試料の採取は刈取り時、乾燥6, 24, 48, 72, 102時間目、貯蔵4, 8, 12週目の計9回実施した。ロールベール乾草からのサンプリングは、電動ドリル式コアサンプラー(パイプ内径22mm,長さ467mm)を用い、タテ置きロールベール乾草の側面中位の高さで3カ所、外側から中心に向かって43cmの深さまで穿孔しておこなった。採取した試料のうち原料草、乾燥6, 24, 48, 72時間は凍結乾燥後 -21°C 冷凍保存し、乾燥102時間と貯蔵期間中のものは -21°C 冷凍保存した。

2) 分析方法

試験1と同様におこなった。

IV 結果および考察

表1に、試験1により調製した乾草の β -カロテン含量について示した。試験1で供試した原料草の β -カロテン含量は乾物g当たり164.4 μg 含まれていたが、乾燥24時間で63.3 μg と原料草含量の38.5%に減少した。その後の乾草調製中も徐々に低下し、乾燥終了時の96時間目までに36.5 μg 、原料草含量の約22.2%までに減少した。貯蔵期間中の β -カロテン含量は、貯蔵4, 8, 12週にかけて緩慢に低下し原料草含量の約10%となった。その後貯蔵20週まで大きな含量の変化はみられなかった。

表1 乾草調製および貯蔵期間中の β -カロテン含量

	原料草	乾燥調製				貯蔵期間				
		24hr	48hr	72hr	96hr	4週	8週	12週	16週	20週
β -カロテン含量 ($\mu\text{g/gDM}$)	164.4	63.3	47.9	33.3	36.5	32.1	23.3	17.6	16.3	16.0
	± 8.6	± 8.8	± 1.6	± 5.6	± 4.4	± 2.8	± 0.9	± 1.9	± 0.8	± 0.6
原料草を100 とした比較		38.5	29.1	20.3	22.2	19.5	14.2	10.7	9.9	9.8

表2に、試験2のロールベール乾草の β -カロテン含量について示した。原料草の β -カロテン含量は乾物g当たり311.1 μg と試験1の原料草より高い含量であったが、乾燥6時間後の β -カロテン含量は、原料草含量の53.2%とわずかな時間で急激に減少していることが示された。ロールベール乾草に調製した乾燥102時間時点で約10.8 μg 、原料草含量の3.5%と急激に低下している。このように乾草庫に貯蔵する段階ですでに低含量となり貯蔵4, 8, 12週時で原料草含量の1%前後の β -カロテン含量となった。このことは、試験2の実施時期が紫外線A波が年間で最も強い6月の夏至の時期であったことと梅雨明けの晴天日にあたったことによって、 β -カロテン含量が大きく減少する結果になったと推察された。

表2 ロールベール乾草調製および貯蔵期間中の β -カロテン含量

	原料草	乾燥調製					貯蔵期間		
		6hr	24hr	48hr	72hr	102hr	4週	8週	12週
β -カロテン含量 ($\mu\text{g/gDM}$)	311.1	165.6	130.4	52.2	28.3	10.8	5.2	2.6	2.7
	± 13.7	± 14.8	± 24.7	± 12.4	± 2.3	± 1.1	± 0.4	± 0.5	± 0.5
原料草を100 とした比較		53.2	41.9	16.8	9.1	3.5	1.7	0.8	0.9

試験1, 2の乾草調製時間と β -カロテン含量の推移について, 図1に示した。時間と含量をもとに $y=187.43 \times 0.97^x$ の指数曲線を適用した。乾燥24時間までは, 原料草含量や紫外線を受ける程度によって β -カロテン含量に幅がみられるが, 乾燥時間の経過にともない β -カロテン含量の減少が進み, 回帰式によると乾草調製96時間(乾燥4日目)で乾物g当たり $17.9 \mu\text{g}$ となる。

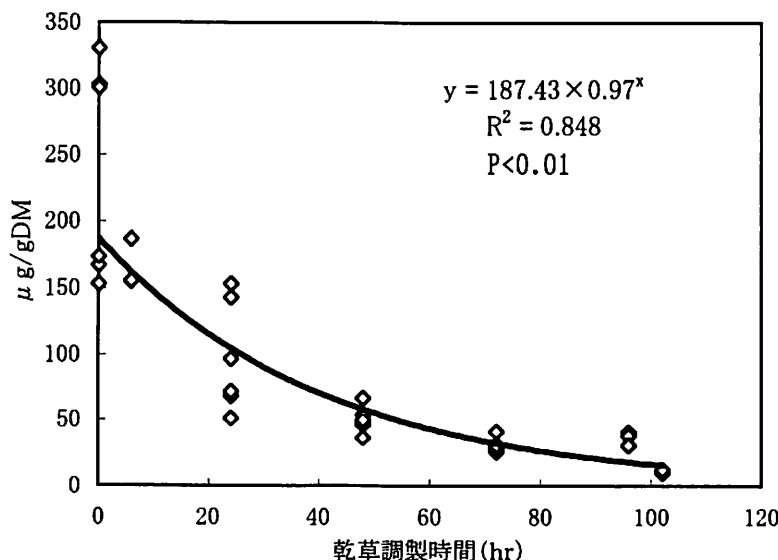


図1 乾草調製時間と β -カロテン含量の推移

以上のように試験1と試験2では, 原料草の β -カロテン含量は異なるが, 両試験とも乾草調製時に β -カロテンが大きく減少した。Kamimuraら⁵⁾は, 乾草調製6日間で原料草の13.5%に減少したことを報告している。沖縄県においても一般に乾草調製に4日以上かかることから, 乾草を調製完了した時点で β -カロテン含量が原料草の20%以下になっている可能性がある。乳牛肉牛の繁殖成績改善には β -カロテン血中濃度 $300 \mu\text{g/dl}$ が適当で, そのための β -カロテン必要量を 300mg/日 とする報告^{6~9)}からすると図1の回帰式による乾草調製96時間の乾物g当たり $17.9 \mu\text{g}$ の含量では, 必要量を満たすことはできない。

また通常は, 良好なサイレージ発酵のために予乾調製が実施されていることと本試験の乾燥24時間時に, 原料草の4割程度の β -カロテン含量になったことを併せて考えると, サイレージの給与にあたっては予乾調製と貯蔵期間中の β -カロテン含量の減少を考慮する必要がある。

V 引用文献

- 1) 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
- 2) 守川信夫・与古田稔, 2000, ギニアグラスの生育にともなう器官ごとの β -カロテン含量, 沖縄畜試研報, 38, 78-80
- 3) 守川信夫・与古田稔, 2001, ロールベールラップサイレージにおける β -カロテン含量の消長, 沖縄畜試研報, 39, 74-77
- 4) 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(*Lolium multiflorum* Lam.)の生育にともなう β -カロテン含量低下の要因, 日草誌, 44(4), 332-335
- 5) Kamimura, S., Tukamoto, T., Minezaki, Y., and Takahashi, M., 1991, Effect of Processing Methods on Beta-carotene Contents in Forages and Supplementaion of Synthetic Beta-carotene on Cows, Anim. Sci. Technol. (Jpn.) 62(9), 839-848
- 6) 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, 茨城県畜試研報, 12, 47-50
- 7) 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 -カロテン含量と繁殖成績, 兵庫中央農技研報(畜産), 27, 9-12

-
- 8) 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
9) 小柳 渉, 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
-

研究補助：平良樹史, 又吉康成

パンゴラグラス品種トランスバーラにおける サイレージ発酵品質の検討

守川信夫 与古田稔 真境名元次 眞眞嗣平

I 要 約

沖縄県奨励品種パンゴラグラス「トランスバーラ」のサイレージ発酵特性を把握するため、トランスバーラ、ジャイアントスターグラスおよびギニアグラス「ナツユタカ」の3草種を用いて春期と夏期の刈取3, 5, 7, 9週にパウチ法によるサイレージを調製し、水溶性炭水化物(WSC)含量およびサイレージ発酵品質について比較検討したところ、その結果は次のとおりであった。

1. 原料草における乾物当たりWSC含量について、春期、夏期および各刈取週を通じてトランスバーラは2.05~10.08% (平均5.64%)、ジャイアントスターグラスは1.50~8.47% (3.41%)、ナツユタカは0.79~5.07% (2.07%) の範囲にあり、春期、夏期とも平均WSC含量は、トランスバーラが最も高かった。
2. 酢酸発酵主体となりやすい暖地型牧草サイレージにあって、トランスバーラとジャイアントスターグラスは、ナツユタカに比較して乳酸割合の高いサイレージになる特徴を示した。
3. 揮発性塩基態窒素(VBN)含量の少ない順にトランスバーラ<ジャイアントスターグラス<ナツユタカとなった。

II 緒 言

トランスバーラは、乾物生産能力、栄養価に優れることから沖縄県奨励品種¹⁾として普及拡大を薦めている品種である。トランスバーラは、放牧、採草両面において利用可能な品種であるが、サイレージ発酵品質については報告が少なく、活用技術を確立するためには、その発酵の特徴を明らかにする必要がある。そこでトランスバーラと放牧利用が主体であるジャイアントスターグラス、採草利用が主体であるナツユタカを用い、それらのサイレージ発酵品質を比較検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験方法

サイレージ原料草は、沖縄県畜産試験場内試験圃場で栽培したトランスバーラ、ジャイアントスターグラス、ナツユタカを供試した。3草種について2002年4月10日に一斉刈りした後、3, 5, 7, 9週目に刈取り春期試料とした。続いて2002年6月30日に一斉刈りした後、3, 5, 7, 9週目に刈取り夏期試料とした。刈取週ごとに3反復設け、試料は刈取り後ただちに約1cm長に細断した。細断した試料は、攪拌し400g程度をポリエチレン袋(パウチ)に詰め込み吸引脱気した後に密封した²⁾。これを約4週間室温で保存し、サイレージ発酵品質の分析に供した。また細断した試料の一部は、非構造性炭水化物(NSC)分析に供した。なお、施肥については一斉刈り後ごとに、化成肥料(N, P₂O₅, K₂O=20, 8, 12%)をa当たりN成分で0.9kgになるよう追肥した。

2. 分析方法

原料草については、通風乾燥後1mmメッシュ通過サイズに粉碎し、アンスロン硫酸法によるWSC含量およびデンプン含量分析に供した。サイレージについては、水分含量をトルエン蒸留法、pHはガラス電極法により、VBN含量は水蒸気蒸留法、全窒素(TN)含量はケルダール法および有機酸(VFA)含量はHPLC法により測定³⁾した。

IV 結果および考察

表1に、原料草中のWSC含量、デンプン含量およびそれらを合計したNSC含量を示した。サイレージ発酵に影響するWSC含量について、春期でトランスパーラは、2.05～7.03%の範囲にあり9週で最大値を示した。ジャイアントスターグラスは、1.50～8.47%の範囲にあり7週で最大値を示した。ナツユタカは、0.82～2.28%の範囲にあり7週で最大値を示したが、トランスパーラやジャイアントスターグラスに較べると各刈取週においてWSC含量が低い傾向がみられた。夏期におけるWSC含量では、トランスパーラは、2.33～10.08%の範囲にあり刈取週が進むにつれて含量が増加し、9週で最大値を示した。ジャイアントスターグラスは、2.67～4.05%の範囲を示した。ナツユタカは、0.79～5.07%の範囲にあり9週で最大値を示した。夏期は、春期に比較してそれぞれの草種においてWSC含量が高まる傾向がみられた。春期、夏期平均WSC含量は、トランスパーラ5.64%、ジャイアントスターグラス3.41%、ナツユタカ2.07%とトランスパーラが最も高かった。良好なサイレージ発酵（乳酸発酵）に必要とされるWSC含量について、乾物当たり10%の値が示されている⁴⁾。しかし、Hattoriら⁵⁾の寒地型・暖地型のイネ科およびマメ科30草種・品種の少単糖類含量の報告では、10%を越える草種はトウモロコシ、ソルガム、ヒマワリおよびイヌムギであり、多くの草種で10%未満である。特に沖縄県で主要な栽培牧草である暖地型イネ科牧草は一般にWSC含量が低い⁶⁾と言われおり、夏期刈取7、9週のトランスパーラが10%前後のWSC含量を示したことは、極めて興味深い結果である。

表1 原料草中のWSC含量およびデンプン含量

期別	刈取週次	草種	WSC 含量 %DM	デンプン含量 %DM	NSC 含量 %DM
春期	3週	トランスパーラ	2.05 ± 0.28	0.40 ± 0.04	2.45
		ジャイアントスター	1.57 ± 0.06	0.22 ± 0.01	1.79
		ナツユタカ	0.82 ± 0.10	0.38 ± 0.02	1.20
	5週	トランスパーラ	4.24 ± 0.60	0.51 ± 0.01	4.75
		ジャイアントスター	1.65 ± 0.05	0.38 ± 0.01	2.03
		ナツユタカ	0.95 ± 0.08	0.40 ± 0.01	1.35
	7週	トランスパーラ	3.01 ± 0.52	0.17 ± 0.01	3.18
		ジャイアントスター	8.47 ± 0.71	0.22 ± 0.02	8.69
		ナツユタカ	2.28 ± 0.16	0.16 ± 0.04	2.44
	9週	トランスパーラ	7.03 ± 0.34	0.37 ± 0.02	7.40
		ジャイアントスター	1.50 ± 0.33	0.28 ± 0.02	1.78
		ナツユタカ	1.47 ± 0.11	0.28 ± 0.02	1.75
夏期	3週	トランスパーラ	2.33 ± 0.32	0.31 ± 0.05	2.64
		ジャイアントスター	2.67 ± 0.22	0.31 ± 0.03	2.98
		ナツユタカ	0.79 ± 0.16	0.33 ± 0.05	1.12
	5週	トランスパーラ	7.02 ± 0.47	0.38 ± 0.07	7.40
		ジャイアントスター	4.05 ± 0.40	0.34 ± 0.02	4.39
		ナツユタカ	1.61 ± 0.22	0.30 ± 0.03	1.91
	7週	トランスパーラ	9.32 ± 0.52	0.40 ± 0.05	9.72
		ジャイアントスター	3.99 ± 0.42	0.24 ± 0.05	4.23
		ナツユタカ	3.56 ± 0.13	0.14 ± 0.04	3.70
	9週	トランスパーラ	10.08 ± 0.19	0.41 ± 0.04	10.49
		ジャイアントスター	3.35 ± 0.27	0.25 ± 0.03	3.60
		ナツユタカ	5.07 ± 0.07	0.23 ± 0.07	5.30

デンプン含量について、春期ではトランスパーラは0.17~0.51%の範囲に、ジャイアントスターグラスは0.22~0.38%の範囲に、ナツユタカは0.16~0.40%の範囲にあった。夏期におけるデンプン含量では、トランスパーラは0.31~0.41%の範囲に、ジャイアントスターグラスは0.24~0.34%の範囲に、ナツユタカは0.14~0.33%の範囲にあった。NSC含量全体からするとデンプン含量よりもWSC含量割合の変動の影響が大きかった。

表2にサイレージ発酵品質として水分、pHおよびVFA含量を示した。pHについて春期では刈取3週の3草種、5週のトランスパーラ、ナツユタカと9週のトランスパーラ、ジャイアントスターグラスは、pH5未満を示したが、夏期はすべての草種、刈取週でpH5以上とサイレージとして高い値であった。サイレージとして安定したpHの目安⁷⁾とされるpH4.2以内であったのは、春期3、5週のトランスパーラだけであった。

VFA含量について、トランスパーラの春期3、5、9週、ジャイアントスターグラスの春期3、5、夏期3週で1%前後の乳酸含量を示した。過去沖縄県畜産試験場で実施された暖地型牧草を対象としたロールベールラップおよびパウチ法によるサイレージのVFA含量の報告⁸⁻¹³⁾で、本試験と同様な高水分条件下のサイレージ有機酸含量をみると酢酸主体の発酵事例がほとんどで、唯一ネピアグラスのロールベールラップサイレージの報告¹²⁾で乳酸含量が酢酸含量を上まわり、新鮮物中0.52%の乳酸含量が報告されている。過去の事例と単純な比較はできないものの、予乾や添加剤なしの条件下で1%前後の乳酸が産生されたことは、従来の暖地型牧草を原料としたサイレージにみられなかった特徴である。

表2 サイレージ発酵品質(水分、pH、VFA含量)

期別	刈取週	草種	水分含量		VFA含量(新鮮物中%)				
			%	pH	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	総酸
春期	3週	トランスパーラ	83.3	4.2	0.90	0.32	NS	NS	1.22
		ジャイアントスターグラス	74.4	4.7	1.47	0.38	NS	0.01	1.87
		ナツユタカ	81.1	4.4	0.54	0.20	NS	NS	0.74
	5週	トランスパーラ	80.8	4.2	1.20	0.15	NS	0.07	1.42
		ジャイアントスター	77.3	5.0	0.82	0.13	NS	0.01	0.95
		ナツユタカ	83.1	4.7	NS	0.67	0.08	0.61	1.40
	7週	トランスパーラ	72.8	5.1	0.23	0.19	0.03	0.23	0.69
		ジャイアントスター	71.9	5.2	0.40	0.11	NS	0.08	0.59
		ナツユタカ	75.0	5.6	NS	0.28	0.06	0.22	0.56
9週	トランスパーラ	80.9	4.5	0.75	0.24	0.06	0.61	1.65	
	ジャイアントスター	75.8	4.9	0.45	0.20	0.02	0.33	0.99	
	ナツユタカ	76.4	5.5	NS	0.38	0.08	0.34	0.80	
夏期	3週	トランスパーラ	84.5	5.4	NS	0.44	0.10	0.53	1.08
		ジャイアントスター	80.4	5.4	0.95	0.24	0.02	0.12	1.33
		ナツユタカ	87.4	5.2	0.50	0.30	0.02	0.16	1.01
	5週	トランスパーラ	76.6	5.7	0.13	0.25	0.07	0.22	0.67
		ジャイアントスター	76.9	5.6	0.19	0.38	0.09	0.45	1.12
		ナツユタカ	79.3	5.2	NS	0.42	0.10	0.58	1.10
	7週	トランスパーラ	70.0	5.4	0.49	0.10	0.01	0.03	0.64
		ジャイアントスター	68.5	5.9	0.31	0.11	0.05	0.01	0.60
		ナツユタカ	72.7	5.7	0.07	0.22	0.06	0.25	0.49
	9週	トランスパーラ	70.1	5.7	0.12	0.09	0.02	0.15	0.38
		ジャイアントスター	65.1	5.7	0.21	0.11	0.02	0.10	0.43
		ナツユタカ	68.1	5.5	0.13	0.14	0.04	0.25	0.55

注) NS: 非検出を表示。

酢酸より乳酸の産生割合が高かったのは、春期ではトランスバーラとジャイアントスターグラスすべての刈取週、ナツユタカは3週において、夏期ではトランスバーラの7、9週、ジャイアントスターグラスの3、7、9週、ナツユタカの3週であった。このようにトランスバーラとジャイアントスターグラスは、酢酸よりも乳酸割合の高い発酵を示す傾向がみられた。

表3にサイレージの発酵品質として揮発性塩基態窒素 (VBN) 含量、VBN/TNおよびV2-SCOREを示した。春期、夏期通して新鮮物100g当たりのVBN含量の少ない順にトランスバーラ (48mg) < ジャイアントスターグラス (57mg) < ナツユタカ (60mg) となった。

VBN/TNについてMcDonaldら¹⁴⁾による評価法で良以上の評価を得たのは、トランスバーラの春期5、7、9週、夏期7、9週、ジャイアントスターグラスの春期5、7週、夏期7、9週で、ナツユタカでは良以上の評価を得られなかった。

V2-SCORE¹⁵⁾は、3つの要素から採点化されるサイレージ品質評価法で、ひとつはVBN含量が低いほどよいとされ満点で50点の配点がされている。ふたつ目は、酢酸とプロピオン酸の合計含量で高いほどよいとされ満点で10点の配点がされている。もうひとつは、酪酸以上の炭素数のVFA含量で低いほどよいとされ満点で40点の配点がされる。これらを合計し80点以上で良、80点~60点で可、60点以下で不可と評価するものである。このようにV2-SCOREは、VBN含量や酪酸などの不良発酵を示す要素を重視して配点しており、V2-SCOREで良の評価を得たのは、トランスバーラで春期3、5週、夏期7、9週、ジャイアントスターグラスで春期3、5、7週、夏期7、9週、ナツユタカで春3週であった。

表3 サイレージ発酵品質 (VBN, VBN/TN, V2-SCORE)

期別	刈取週	草種	VBN	VBN/TN		V2-SCORE
			新鮮物 100g当 たり mg	%	評価	
春期	3週	トランスバーラ	38	-	-	94.1
		ジャイアントスターグラス	67	-	-	84.5
		ナツユタカ	34	-	-	96.1
	5週	トランスバーラ	32	9.3	A	91.3
		ジャイアントスターグラス	69	12.7	B	85.5
		ナツユタカ	79	26.2	E	39.3
	7週	トランスバーラ	48	13.8	B	73.5
		ジャイアントスターグラス	46	11.6	A	86.1
		ナツユタカ	68	20.6	E	68.2
9週	トランスバーラ	27	13.2	B	57.3	
	ジャイアントスターグラス	71	17.1	C	64.6	
	ナツユタカ	52	25.5	E	56.7	
夏期	3週	トランスバーラ	105	27.8	E	33.7
		ジャイアントスターグラス	80	15.4	C	73.1
		ナツユタカ	69	19.8	D	70.5
	5週	トランスバーラ	64	19.1	D	69.3
		ジャイアントスターグラス	80	22.3	E	44.0
		ナツユタカ	66	20.0	D	44.8
	7週	トランスバーラ	29	7.8	A	94.9
		ジャイアントスターグラス	39	9.0	A	93.6
		ナツユタカ	52	16.1	C	70.2
	9週	トランスバーラ	42	12.4	A	82.0
		ジャイアントスターグラス	30	9.4	A	89.6
		ナツユタカ	42	15.1	C	74.3

注 1) VBN/TN の評価は、A: ≤12.5%を優、B:12.5~15.0%は良、C:15.1~17.5%は中、

D:17.5~20.0%を不良、E:20.1%≤を極不良とする評価法¹⁴⁾による。

2) VBN/TN の春期3週は、欠測値。

WSC含量については、伊村ら¹⁶⁾の試験でもトランスパーラのWSC含量が高いことを報告しており、一般的にWSC含量が低い⁶⁾とされる暖地型牧草の中でトランスパーラのWSC含量の高さは特徴的である。なおWSCおよびNSC含量については、品種、環境温度、刈取回次、生育期別、栽培条件、部位によって異なるなど変動要因^{17~21)}が多く、構成される炭水化物の種類や比率も変化する¹⁸⁾といわれている。また暖地型牧草について、特に西南暖地で栽培された試料による検討は少なく、一定の傾向を把握するためにはさらに多くの研究蓄積が必要である。

発酵品質については、従来の暖地型牧草と比較して乳酸を産生する性質があることや酪酸、VBN含量を含めた総合的な観点から、トランスパーラはサイレージ原料草として優れた草種であると評価できる。また、ジャイアントスターグラスも良好な発酵品質を示し、これまで放牧草としての利用が主体であった栄養茎繁殖タイプの牧草が、サイレージとしての活用面で新たに評価されると考えられた。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課, 1998, 沖縄県牧草飼料作物奨励品種の特性及び栽培基準, 1
- 2) 田中治・大桃定洋, 1995, プラスチックフィルムを用いた小規模サイレージ発酵試験法(パウチ法)の開発, 日草誌, 41(1), 55-59
- 3) 自給飼料品質評価研究会編, 2001, 粗飼料の品質評価ガイドブック, 7-18, 36-41
- 4) 増子孝義, 1999, サイレージの発酵, 内田仙二編, デーリィ・ジャパン社, サイレージ科学の進歩, 92-94
- 5) Hattori, I., Kumai, S., Bayorbor, T. B., and Fukumi, R., 1993, Fractional Analysis of Mono-, Oligo Saccharides and Lactic Buffering Capacity of Herbage Crops, *Crop production and improvement Technology in Asia*, 629-635
- 6) 高野信雄, 1984, これからの自給飼料戦略「サイレージ調製給与の理論と展開」, 36-37, 日本草地協会
- 7) 安宅一夫, 1986, サイレージ発酵の制御技術, 高野信雄・安宅一夫監修, 酪農学園出版部, サイレージバイブル, 47-48
- 8) 安谷屋兼二・池田正治, 1993, ラップサイレージの品質安定化技術(1)ラップサイレージの飼料品質(ギニアグラス出穂初期), 沖縄畜試研報, 31, 109-123
- 9) 安谷屋兼二・庄子一成, 1995, ラップサイレージの品質安定化技術(3)刈取りステージと水分がラップサイレージの飼料品質に及ぼす影響(ギニアグラスの伸張期と出穂期), 沖縄畜試研報, 33, 145-154
- 10) 嘉陽稔・長崎祐二・庄子一成, 1997, ネピアグラスラップサイレージの品質, 沖縄畜試研報, 35, 119-121
- 11) 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
- 12) 嘉陽稔・与古田稔・国吉祥子・伊村嘉美・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)ロールペ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
- 13) 嘉陽稔・与古田稔・後藤正和・伊村嘉美・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(3)ギニアグラスへの添加と予乾による効果, 沖縄畜試研報, 38, 64-67
- 14) McDonald, P. and R. Whittenbury, 1973, The Ensilage Process in Chemistry and Biochemistry of Herbage. Vol. 3, *Academic Press*, London and New York, 33, 46-47
- 15) 自給飼料品質評価研究会編, 2001, 粗飼料の品質評価ガイドブック, 91-101
- 16) 伊村嘉美・本村琢・嘉陽稔・川本康博, 2001, パングラグラス品種トランスパーラ (*Digitaria decumbens* Steut. cv. transvalla) のサイレージ発酵品質, 沖縄畜産, 36, 35-39
- 17) 榎木茂彦・大山嘉信, 1976, 刈取回次, 生育期別のイタリアンライグラスにおける非構造的炭水化物の変化-液体クロマトグラフィーによる定量-, 日畜会報, 47(4), 205-211
- 18) 榎木茂彦・大山嘉信, 1978, 数種の暖地型牧草における非構造的炭水化物組成-液体クロマトグラフィーによる定量-, 日畜会報, 49(9), 659-664

-
- 19) 柁木茂彦・井澤弘一・大山嘉信, 1978, 環境温度がオーチャードグラス2番草の非構造的炭水化物組成に及ぼす影響, 日草誌, 24(2), 148-153
- 20) 増子孝義・小野淳史・古川信明・大谷忠, 1994, 北海道で栽培した寒地型イネ科牧草における粗蛋白質, ADFおよび可溶性糖類(WSC)含量の生育ステージ別, 刈取り回次別変化, 日草誌, 40(2), 227-229
- 21) 増子孝義・兒玉巖雄・植松斉・久保井栄・前田良之・山中良忠, 1994, 北海道で栽培した寒地型イネ科牧草における粗蛋白質, ADFおよび可溶性糖類(WSC)含量の生育ステージ別, 刈取り回次別変化, 日草誌, 40(2), 230-233
-

研究補助：平良樹史，具志堅興司

RAPD 解析を利用したジャイアントスターグラス およびハイキビ(収集系統)の系統分類

稲福政史 幸喜香織 奥村健治

I 要 約

離島を含む沖縄県内各地、宮崎県およびタイより収集したジャイアントスターグラス 7 系統およびハイキビ 10 系統について、RAPD (Random amplified polymorphic DNAs) 解析を用いた系統分類の有効性を検討するために、従来の形態的特性による系統分類と比較した。その結果は、以下のとおりであった。

1. ジャイアントスターグラス収集系統を 10 項目の形態的特性および 14 種類の RAPD プライマーによる RAPD 解析法に基づきクラスター分析したところ、ともに大きく 2 つのグループに分けることができた。また、RAPD 解析では、同一グループ内の系統に変異はなく、それぞれ単一のクローンであることが示唆され、収集されたジャイアントスターグラスは 2 系統に由来すると考えられた。

2. ハイキビでは 4 種類の RAPD プライマーによる RAPD 解析においてクラスター分析の結果は 10 項目の形態的特性の分析結果と一致せず、また、収集地点の遠近との間に関連はみられなかった。

3. ハイキビでは 11 種類の RAPD プライマーのうち 7 種類で収集系統間に変異がみられず、また RAPD 解析により得られた総バンド数の 69% は収集系統間に変異がみられなかったことから、ハイキビ収集系統のもつ遺伝子群の大部分は共通し、遺伝的な変異の程度は小さいと考えられた。

以上のことから、RAPD 解析法は、環境要因に影響されず、また、系統間の遺伝的変異の程度の比較や、クラスター分析による系統分類には有効であると考えられた。

II 緒 言

近年、DNA マーカーを利用した試験研究はごく身近なものになってきた。RAPD 解析法¹⁾もそのひとつであり、PCR (Polymerase Chain Reaction) 技術の普及に伴い進展してきた簡易な DNA マーカー分析法である。これまでは、各地より収集されてきた遺伝資源は、形態的特性から得られるデータを基に、クラスター分析等により近縁関係を明らかにしてきた。本試験では従来行われてきた形態的特性と、DNA マーカーを利用した RAPD 解析法のクラスター分析を比較し、RAPD 解析法を利用した系統分類の有効性を検討した。

III 材料および方法

1. 供試材料

離島を含む沖縄県内各地、宮崎県およびタイより収集したジャイアントスターグラス 7 系統およびハイキビ 10 系統を用いた (表 1)。

2. 形態的特性評価

ジャイアントスターグラスおよびハイキビの形態的特性の評価項目について表 2 に示した。

ジャイアントスターグラスの形態的特性の評価は沖縄県畜産試験場試験圃場において出穂期となった 2001 年 12 月に行った。穂形質 4 項目、その他特性 6 項目の合計 10 項目について行った。ハイキビの形態的特性の評価は沖縄県畜産試験場試験圃場において出穂期となった 2002 年 10 月に、穂形質 3 項目、その他特性 7 項目の合計 10 項目について行った。

表 1 ジャイアントスターグラスおよびハイキビの収集地

草 種	収 集 地
ジャイアントスターグラス (計 7 地域)	1. 畜産試験場 (本島北部・今帰仁村), 2. 首里 (那覇市), 3. 名蔵 (石垣市), 4. 宮良 (石垣市), 5. 川良原 (石垣市), 6. 黒島 (竹富町), 7. タイ(コンケン)
ハイキビ (計 10 地域)	1. 儀間海岸 (本島中部・読谷村), 2. 奥武島 (本島南部・玉城村), 3. 名城ビーチ (本島南部・糸満市), 4. 伊江島東海岸 (伊江村), 5. 伊江島灯台 (伊江村), 6. 農業試験場宮古支場(平良市), 7. アガリタカーナ 1 (多良間村), 8. アガリタカーナ 2 (多良間村), 9. 黒島栈橋海岸(竹富町), 10. 白浜海岸 (宮崎県)

表 2 形態的特性評価項目

草 種	形態的特性	形 質
ジャイアントスターグラス (計 10 項目)	穂形質 (4) その他形質 (6)	第 2 ほう穎/第 1 ほう穎比, 外穎長/外穎幅比, 1 段型穂枝梗数および 1 段型穂枝梗長 稈長, 止葉長, 止葉幅, 第 1 葉長, 第 1 葉幅 および茎の太さ
ハイキビ (計 10 項目)	穂形質 (3) その他形質 (7)	穂長, 最下部枝梗長および穂数 稈長, 止葉長, 止葉幅, 第 1 葉長, 第 1 葉幅, 茎の太さおよび茎数

3. RAPD 法による解析

1) DNA の抽出

ゲノム DNA の抽出は, 健全な成葉 2~3 枚 (約 5g) を液体窒素で粉碎し, CTAB (Cethyl trimethyl ammonium bromide) 法²⁾を用いて抽出した。抽出されたゲノム DNA は分光光度計を用いて DNA 濃度を測定し, ゲノム DNA 濃度が 20ng/ul になるように調整した。

2) PCR 条件

本実験では RAPD プライマーとして表 3 に示す OPERON 社製の 10 塩基からなる任意配列の RAPD プライマーを使用し, PCR 反応は, 1 テンプレートあたり 100mM Tris-HCl (pH8.3), 50mM KCl, 1.5mM MgCl₂, 0.2mM dNTPs (dATP, dCTP, dTTP, dGTP をそれぞれ等濃度含む), 0.1U TaKaRa Taq DNA ポリメラーゼ (宝酒造), 20pM RAPD プライマーおよび 20ng ゲノム DNA の 10ul 混合液で行った。PCR には GeneAmp PCR System 9700 (Perkin Elmer) を使用し, PCR 反応は, 最初に 94°C 2 分の熱変性後, 94°C 1 分, 36°C 1 分, 72°C 2 分を 1 サイクルとして 45 サイクル行い, 最後に 72°C の伸長反応を 15 分行った。

表 3 RAPD 解析に用いられた 10 塩基 RAPD プライマー (OPERON 社製)

草 種	OPC シリーズ	OPD シリーズ	OPE シリーズ	OPF シリーズ
ジャイアントスターグラス (計 14primer)	5, 7, 9, 11, 13, 20	6, 8, 9,	1, 6, 16, 20	2
ハイキビ (計 11primer)	18	1, 2, 9, 10, 18	10	1, 4, 5, 15

3) 電気泳動および解析

電気泳動は1.8%アガロースのミニゲルで、電圧100v、約45分で行った。泳動後エチジウムブロマイド溶液に1時間程度浸漬した後、UV(260nm)イルミネーター上でCCDカメラより画像保存後、画像解析ソフト BIO-1D++ (VILBER LOUMAT) を使いバンドパターンを解析した。バンド位置を決定するためのサイズマーカーには100bp molecular ruler(Bio-Rad Lab.)を使用した。

4. クラスター分析による系統分類

クラスター分析は統計ソフトウェア JMP(SASインターナショナル)を用いた。形態的特性の評価は、各々の形態特性ごとに Ward 法³⁾ により分析した。RAPD 法におけるクラスター分析は DNA マーカーバンドの有無により分類し、形態特性同様に Ward 法により分析した。その結果をもとに、形態特性および RAPD 解析のクラスターを比較した。

IV 結 果

ジャイアントスターグラスの形態的特性および RAPD 解析のクラスター分析の結果を図1および2に示した。

形態的特性では宮良、黒島および川良原と名蔵、首里、畜産試験場およびタイの大きく2つのクラスターに分けることができた。

RAPD 解析により14種類のプライマーで多型を示すバンドパターンが得られた。14種類のプライマーすべてにおいて写真1に示すように、プライマーの種類によって特異的に発現するバンドがみられ、畜産試験場、首里、黒島およびタイの収集4系統あるいは名蔵、宮良および川良原の収集3系統の間で遺伝的な変異はなく、図2のクラスター分析の結果に示されるように、2つのグループにはっきりと区別された。この結果より形態的特性と、RAPD 解析で黒島と名蔵を除くと、よく類似し、ジャイアントスターグラス収集7系統は2系統に由来すると考えられた。

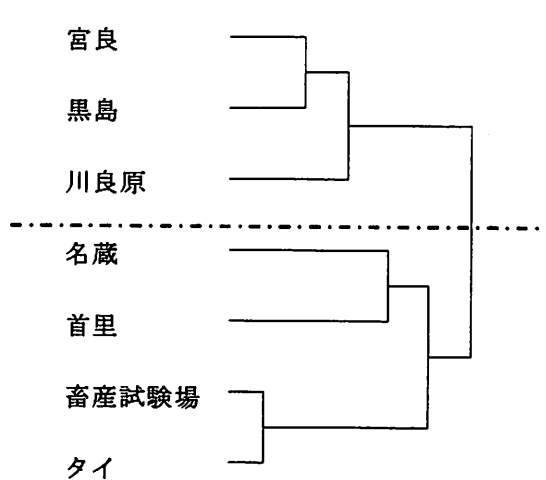


図1 ジャイアントスターグラスの形態的特性に基づくクラスター分析(特性10項目)

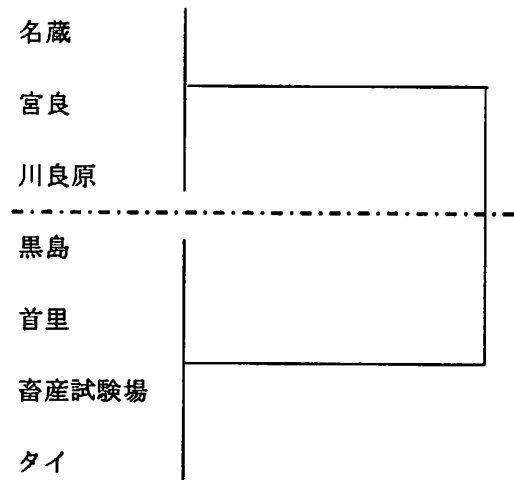


図2 ジャイアントスターグラスの RAPD 解析に基づくクラスター分析

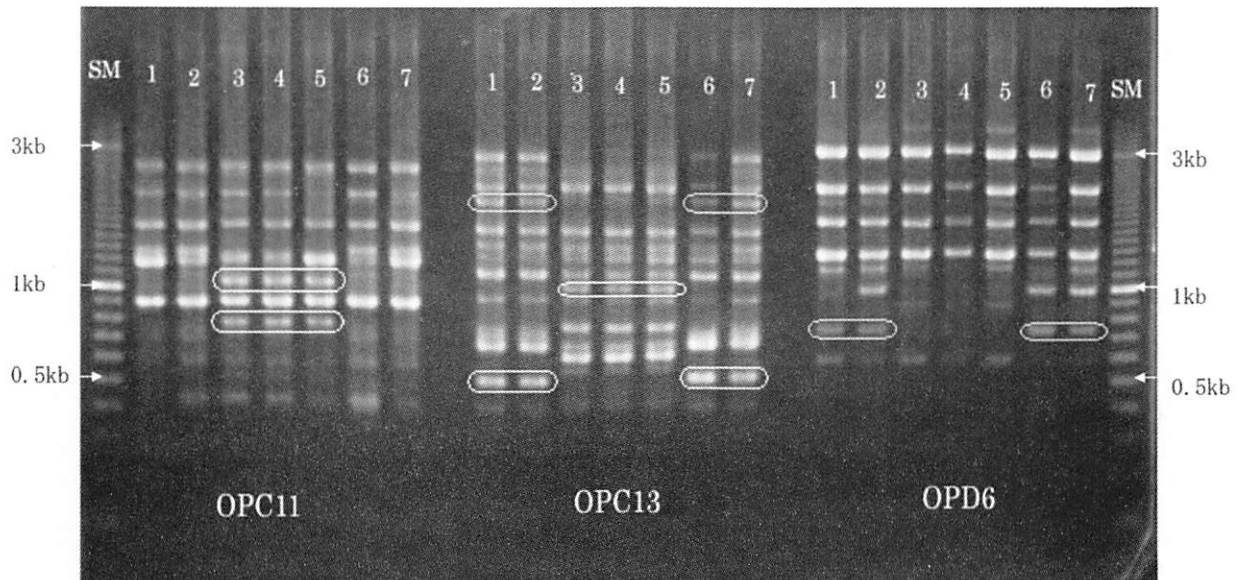


写真1 ジャイアントスターグラスの RAPD 分析法による DNA マーカー分離パターン

SM：サイズマーカー、

1：畜産試験場，2：首里，3：名蔵，4：宮良，5：川良原，6：黒島，7：タイ

注) 写真中の囲み線は収集系統で特異的に発現するバンド。9

ハイキビの形態的特性および RAPD 解析のクラスター分析の結果をそれぞれ図 3 および 4 に示した。

形態的特性では大きく 2 つのクラスターに分けることができたが、同一グループに属する収集系統に収集地点間の遠近関係はみられなかった。

RAPD 解析には 11 種類の RAPD プライマーが試され、7 種類のプライマーについては全系統において全く同じバンドパターンを示した (写真 2-1)。残り 4 種類のプライマーについてはバンドパターンに変異がみられた (写真 2-2)。11 種類のプライマーによる RAPD 解析で合計 151 本のバンドが得られたが、表 4 に示すように、変異のみられたバンドは 46 本で、バンド総数あたりの変異率は 31% であり、残りの 105 本 (69%) はすべての収集系統において共通したバンドであった。

RAPD 解析によるクラスター分析には変異のみられた 4 種類のプライマーを用いて行った。多良間島のアガリタカーナで収集された異なる 2 系統は同じグループに属したが、同一ではなく、変異がみられた。

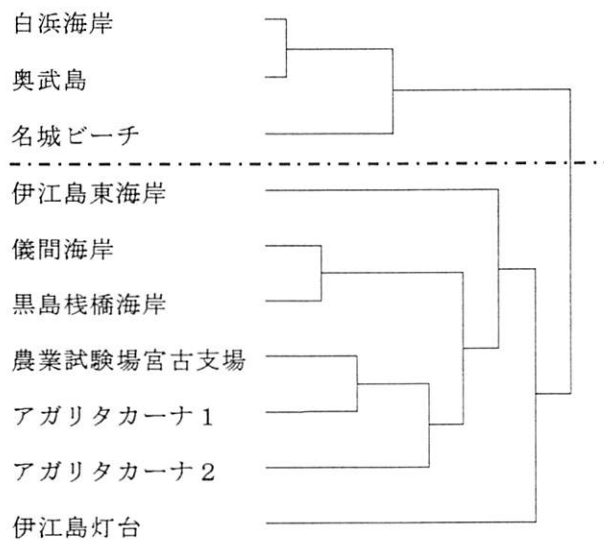


図3 ハイキビの形態的特性に基づく
クラスター分析(特性 10 項目)

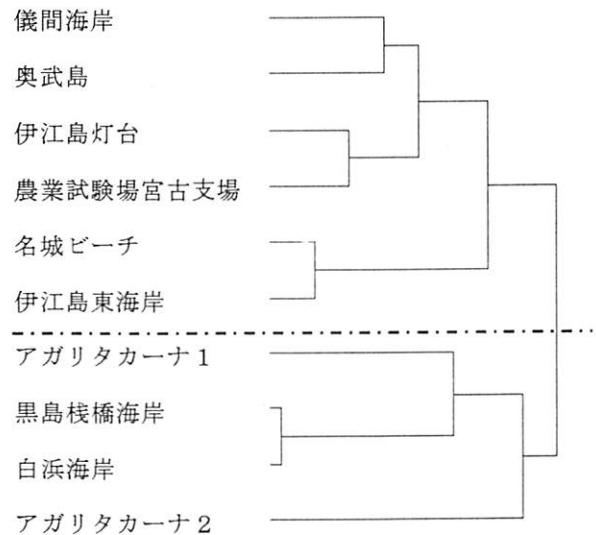


図4 ハイキビの RAPD 解析に基づく
クラスター分析

形態的特性の場合と同様に収集地の遠近間で共通性はみられなかった。また、形態的特性と RAPD 解析を比較しても、両クラスター分析の結果で共通する傾向はみられなかった。

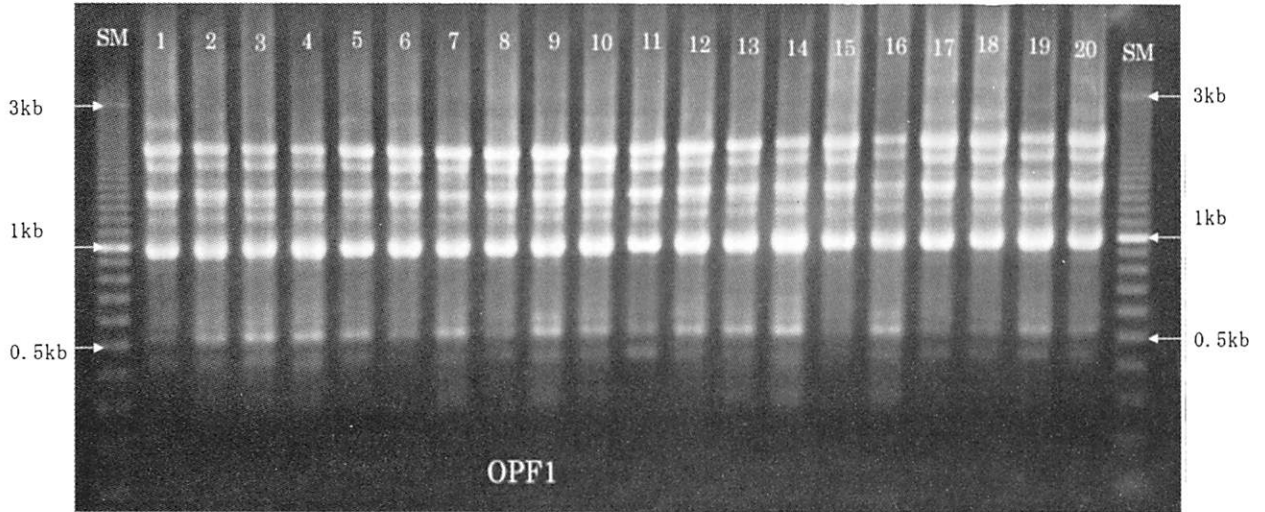


写真2-1 ハイキビの変異のみられなかった RAPD バンドパターン(プライマーは OPF1)

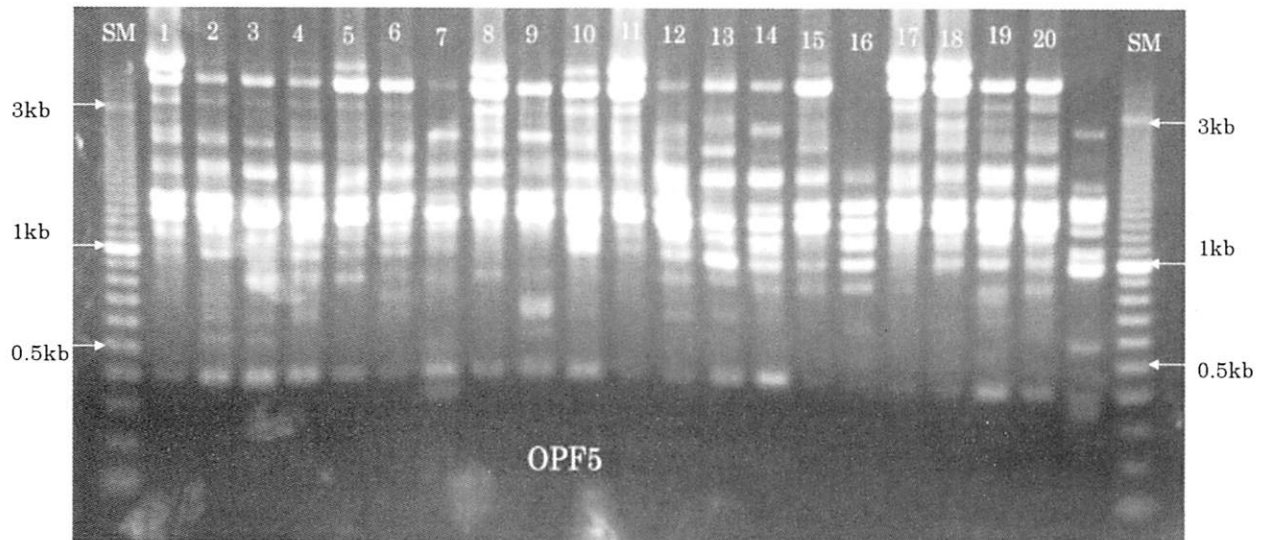


写真2-2 ハイキビの変異のみられた RAPD バンドパターン (プライマーは OPF5)

写真2 ハイキビの RAPD 法による DNA マーカー分離パターン

SM : サイズマーカー,

1 : 辺土岬 (国頭), 2 : 嘉陽海岸 (名護), 3 : 湧原 (宜野座), 4 : 勝連, 5 : 儀間海岸 (読谷),
6 : 新原ビーチ (玉城), 7 : 奥武島 (玉城), 8 : 名城ビーチ (糸満), 9 : 伊江東海岸 1 (伊江),
10 : 伊江灯台 1 (伊江), 11 : 農業試験場宮古支場 (平良), 12 : 来間島 (下地), 13 : アガリタ
カーナ 1 (多良間), 14 : アガリタカーナ 2 (多良間), 15 : 大里 (石垣), 16 : 謝花 (石垣),
17 : 黒島栈橋海岸 (竹富町), 18 : タイ (コンケン), 19 : 鶴戸郵便局 (宮崎), 20 : 白浜海岸 (宮崎)

注) 太字で表された収集系統をクラスター解析に用いた。

表 4 ハイキビ収集系統の RAPD 解析より得られたバンド数の比較

RAPD プライマー	変異のある バンド数	共通した バンド数	バンド数合計
OPC18	0	12	12
OPD 1	0	12	12
OPD 2	0	15	15
OPD 9	10	5	15
OPD10	0	7	7
OPD18	0	15	15
OPE10	7	8	15
OPF 1	0	11	11
OPF 4	0	14	14
OPF 5	17	3	20
OPF15	12	3	15
合 計 (変異率%)	46	105	151 (30.5)

V 考 察

ジャイアントスターグラスでは形態的特性および RAPD 解析との間でクラスター分析の結果がよく一致した。しかし、黒島と名蔵については形態的特性と RAPD 解析のクラスター分析で属するグループが異なっていた。黒島および名蔵の違いについては再度ゲノム DNA を抽出し、RAPD 解析法による DNA パターンを再確認することにより、環境要因による変異であるかどうかを検討する必要がある。

これまで、ジャイアントスターグラスは栄養繁殖で草地造成をおこなってきたこともあり、普及しているジャイアントスターグラスは単クローンである可能性が高いと考えられてきた。今回の RAPD 解析により少なくとも 2 系統のジャイアントスターグラスが存在することが明らかとなった。RAPD 解析のみならず形態的特性の中でも 2 系統のジャイアントスターグラスが存在する傾向がみられた。ジャイアントスターグラスとされている系統には *Cynodon plectostachyus* および *C. nlemfuensis* の 2 種あり、これらの 2 種が県内に導入されたかどうかは不明であり、分類学上の形態特性において今回の 2 系統がどちらの種によく類似しているかについてまだ同定はなされていない。ジャイアントスターグラスは、その近縁種であるバミューダグラス (*Cynodon dactylon* (L.) pers.) との相互交配により、実際に種間雑種後代が得られる。また、自然交配による変異体である可能性も示唆されるが、もし自然交配しているとすれば、さらに多くの変異体の存在が想定される。これらのことから自然交配による変異ではなく、異なる 2 種類の系統が栄養体 (クローン) として過去に本県へ導入されたという可能性が有力であると考えられた。

ハイキビ (*Panicum repens* L.) はギニアグラス (*Panicum maximum* Jacq.) と同属の自生種である。奥村ら⁴⁾ はハイキビの小花内にある子房や柱頭の 13% が正常であり、残りは褐変や萎縮あるいは退化し、また花粉稔性については不稔であるとしており、種子形成は非常に困難であると推察される。このことからハイキビは地下茎とほふく茎による栄養体繁殖が主体と考えられ、遺伝的な変異はないと考えられる。収集系統は形態的特性において収集系統間に明らかな変異がみられた。また、RAPD 解析において、11 種類の RAPD プライマーより得られたバンドパターンの 151 本のバンドのうち 31% を占めるバンドでは収集系統間に明らかな変異がみられた。多良間島より収集した 2 系統 (アガリタカーナ 1 および 2) は収集場所の実距離が近いこと、非常に近いグループに属すると考えられたが、収集地点の遠近との間に関連はみられなかった。霍田ら⁵⁾ はネピアグラスの系統分類結果において、形態的特性で同一群に分類されている系統でも RAPD 解析による分類は必ずしも同群には含まれず、遺伝的類似性が低い場合が認

められるとし、それは今回の結果と一致している。しかし、残りの69%を占めるバンドでは系統間に変異はみられず、共通のDNAマーカーを有しているため、多くの遺伝子群は共通していると考えられ、収集系統間の遺伝的な変異は小さいと考えられた。

RAPD解析は、形態的特性と異なり、環境要因の影響を受けないため、ジャイアントスターグラスの結果に反映されているように、精密な系統分類が可能であり、また、系統間の遺伝的変異の程度の比較には、ハイキビの結果にみられるように、RAPD解析は有効であると考えられた。RAPD解析は、簡易におこなえるという利点があるが、その反面、再現性に若干劣る場合もあることから、再現性があり、より精密な解析法である AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) マーカーや SSR (Simple Sequence Repeats) マーカーを利用した系統分類についても、今後、検討する必要があると考えられた。

VI 引用文献

- 1) Williams, J. G. K., A. R. Kubelik, K. J. Livak, J. A. Rafalski and S. V. Tingey, 1990, DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acid. Res.* 18, 6531-6535
- 2) Murray, M. G. and W. F. Thompson, 1980, Rapid isolation of high-molecular-weight plant DNA. *Nucl. Acids Res.*, 8, 4321-4325
- 3) 宮本定明, 1999, クラスタ分析入門, 森北出版
- 4) 奥村健治・稲福政史・幸喜香織, 2002, ハイキビの種子繁殖性と形態特性の変異, 日草誌, 48(別), 324-325
- 5) 霍田真一・明石良・川村修・沼口寛次, 2002, RAPD(Random amplified polymorphic DNAs)分析法によるネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumach) の系統分類, 日草誌, 48(1), 37-42

研究補助：比嘉正徳

付 表

気象表

2000年

観測地：名護測候所

月	旬	気 温 (°C)						日照時間		降水量	
		平 均		最 高		最 低		(hr)		(mm)	
		本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年
1	上旬	19.4		22.5		17.1		55.8		30.0	
	中旬	15.9		19.6		15.4		23.1		51.0	
	下旬	15.4		19.0		12.4		42.9		17.0	
	合計・平均	16.9	16.9	20.4	19.8	15.0	13.8	121.8	140.8	98.0	84.6
2	上旬	16.0		18.7		13.3		20.3		33.0	
	中旬	16.3		19.1		14.0		10.0		54.0	
	下旬	14.5		16.1		13.1		5.2		39.0	
	合計・平均	15.6	16.9	18.0	20.0	13.5	13.8	35.5	184.4	126.0	96.3
3	上旬	18.4		21.3		15.9		33.3		20.0	
	中旬	18.0		21.1		14.5		49.7		8.0	
	下旬	18.2		20.8		15.7		110.2		138.4	
	合計・平均	18.2	18.9	21.0	22.6	15.4	16.8	193.2	157.8	166.4	118.9
4	上旬	20.6		23.7		17.5		33.9		185.5	
	中旬	19.9		23.1		16.6		51.1		83.5	
	下旬	20.7		23.6		17.9		20.5		67.0	
	合計・平均	20.4	21.8	23.5	24.8	17.3	19.2	105.5	246.2	336.0	128.9
5	上旬	21.6		25.3		18.0		82.4		3.5	
	中旬	22.8		26.2		19.8		62.2		15.0	
	下旬	24.0		26.3		22.1		23.8		65.5	
	合計・平均	22.8	24.4	25.9	27.2	20.0	21.7	168.4	195.8	84.0	144.2
6	上旬	27.1		29.4		24.9		61.9		15.0	
	中旬	25.6		28.2		23.3		27.9		131.0	
	下旬	28.8		31.8		26.8		95.7		0.0	
	合計・平均	27.1	26.8	29.8	29.3	25.0	24.8	185.5	219.7	146.0	153.9
7	上旬	28.0		30.7		25.6		65.0		22.0	
	中旬	28.2		31.5		26.0		79.7		42.5	
	下旬	27.7		29.9		25.4		41.1		429.5	
	合計・平均	28.0	28.5	30.7	31.2	25.7	26.3	185.8	236.5	494.0	201.3
8	上旬	26.6		28.7		24.8		37.8		207.0	
	中旬	28.1		31.3		25.8		90.7		33.0	
	下旬	28.4		30.8		26.2		39.4		115.0	
	合計・平均	27.7	28.6	30.2	31.5	25.6	26.4	167.9	325.3	355.0	206.0
9	上旬	27.9		30.7		25.8		71.9		57.5	
	中旬	25.2		27.7		22.9		45.7		317.5	
	下旬	25.1		29.2		21.6		88.8		0.0	
	合計・平均	26.1	27.4	29.2	30.5	23.4	24.9	206.4	295.8	375.0	176.5
10	上旬	26.1		29.2		23.7		70.5		21.0	
	中旬	25.4		28.4		23.2		67.4		3.0	
	下旬	26.1		29.0		23.7		41.1		66.0	
	合計・平均	25.9	25.2	28.9	28.2	23.5	22.6	179.0	206.2	90.0	162.1
11	上旬	24.6		26.6		22.8		13.4		217.5	
	中旬	23.4		26.0		21.3		28.9		68.0	
	下旬	21.1		24.1		18.6		61.9		0.0	
	合計・平均	23.0	22.1	25.6	24.9	20.9	19.5	104.2	172.2	285.5	139.1
12	上旬	20.2		23.8		17.0		67.1		0.5	
	中旬	19.9		22.3		17.4		22.3		123.5	
	下旬	17.6		20.5		14.9		50.9		60.0	
	合計・平均	19.2	18.6	22.2	21.4	16.4	16.0	140.3	160.0	184.0	103.0
年平均・計		22.6	23.0	25.4	25.9	20.1	20.5	1793.5	2540.7	2739.9	1714.7

注) 平年値は過去3年間(1997-1999)の平均値

気 象 表

2001年

観測地：名護測候所

月	旬	気 温 (°C)						日照時間		降水量	
		平 均		最 高		最 低		(hr)		(mm)	
		本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年
1	上旬	17.6		20.6		14.5		32.2		25.0	
	中旬	15.5		18.7		12.4		41.7		15.5	
	下旬	17.9		20.5		14.9		32.2		86.0	
	合計・平均	17.0	17.0	19.9	20.0	13.9	14.1	106.1	130.1	126.5	93.9
2	上旬	17.9		20.5		15.7		22.3		22.5	
	中旬	16.7		20.4		13.4		42.8		32.0	
	下旬	19.6		22.3		17.0		21.7		13.5	
	合計・平均	18.1	16.5	21.1	19.5	15.4	13.7	86.8	169.8	68.0	81.1
3	上旬	15.4		18.6		12.3		37.5		8.5	
	中旬	18.6		21.8		15.5		40.3		12.5	
	下旬	18.8		22.0		15.1		46.6		93.0	
	合計・平均	17.6	18.7	20.8	22.2	14.3	16.4	124.4	160.0	114.0	137.5
4	上旬	20.0		22.5		17.8		29.8		65.5	
	中旬	19.9		23.6		16.0		52.7		21.0	
	下旬	22.5		25.2		20.2		34.9		29.0	
	合計・平均	20.8	21.4	23.8	24.4	18.0	18.7	117.4	268.6	115.5	123.1
5	上旬	22.5		24.8		20.6		33.5		75.5	
	中旬	23.0		25.3		21.4		17.6		129.0	
	下旬	24.0		26.3		22.0		40.9		255.0	
	合計・平均	23.2	24.0	25.5	26.9	21.3	21.3	92.0	167.9	459.5	150.3
6	上旬	25.1		27.6		22.7		32.1		43.5	
	中旬	27.5		30.2		25.4		34.5		114.0	
	下旬	29.5		32.4		27.5		84.7		13.0	
	合計・平均	27.4	26.9	30.0	29.4	25.2	24.9	151.3	201.3	170.5	161.8
7	上旬	29.7		32.8		27.4		89.0		5.0	
	中旬	29.1		32.8		26.5		73.4		101.0	
	下旬	29.9		33.5		26.9		93.3		21.5	
	合計・平均	29.6	28.4	33.0	31.1	27.0	26.1	255.7	300.9	127.5	197.4
8	上旬	29.6		33.2		26.7		72.3		88.5	
	中旬	29.2		32.4		26.8		71.1		77.5	
	下旬	28.8		32.2		26.4		72.8		90.5	
	合計・平均	29.2	28.4	32.6	31.2	26.6	26.2	216.2	332.8	256.5	196.5
9	上旬	28.5		30.9		26.0		42.9		153.0	
	中旬	27.9		30.9		25.6		56.2		127.0	
	下旬	26.3		29.3		24.5		22.9		320.5	
	合計・平均	27.6	27.0	30.3	30.2	25.4	24.6	122.0	315.6	600.5	184.0
10	上旬	25.5		28.6		22.5		80.6		0.0	
	中旬	25.4		28.1		23.1		45.7		17.0	
	下旬	24.6		27.8		22.2		51.5		11.0	
	合計・平均	25.2	25.3	28.2	28.3	22.6	22.9	177.8	177.1	28.0	166.3
11	上旬	23.2		26.1		20.9		50.2		2.0	
	中旬	19.7		22.6		16.8		46.7		5.0	
	下旬	20.5		23.6		17.4		66.5		7.5	
	合計・平均	21.1	22.3	24.1	25.1	18.3	19.8	163.4	200.5	14.5	130.4
12	上旬	21.1		23.9		19.0		28.4		26.0	
	中旬	19.1		21.6		16.9		27.8		51.0	
	下旬	14.8		18.1		11.8		37.7		18.5	
	合計・平均	18.2	18.8	21.1	21.6	15.8	16.1	93.9	166.0	95.5	112.3
年平均・計		22.9	22.9	25.9	25.8	20.3	20.4	1707.0	2590.5	2176.5	1734.4

注) 平年値は過去4年間(1997-2000)の平均値

気象表

2002年

観測地：沖縄県畜産試験場

月	旬	気 温 (°C)						日照時間		降水量	
		平 均		最 高		最 低		(hr)		(mm)	
		本年	前年	本年	前年	本年	前年値	本年	前年	本年	前年
1	上旬	18.0		20.6		16.6		71.4		0.0	
	中旬	21.9		25.3		20.0		57.5		7.5	
	下旬	17.4		21.7		15.8		57.3		11.0	
	平均/合計	19.1	—	25.3	—	15.8	—	186.2	—	18.5	—
2	上旬	19.2		20.6		17.8		54.1		0.5	
	中旬	18.1		21.7		15.8		79.1		1.0	
	下旬	21.2		23.0		19.1		66.8		8.0	
	平均/合計	19.5	—	23.0	—	15.8	—	200.0	—	9.5	—
3	上旬	20.7		24.1		17.5		86.8	67.1	1.0	10.5
	中旬	21.7		23.5		19.6		82.9	78.3	0.0	24.5
	下旬	22.6		26.0		18.5		74.3	72.0	0.0	93.0
	平均/合計	21.7	20.3	26.0	25.4	17.5	14.8	244.0	217.4	1.0	128.0
4	上旬	23.7		26.1		20.9		78.8	69.9	20.5	72.5
	中旬	24.2		27.5		21.1		87.2	89.6	31.0	33.0
	下旬	26.5		28.7		23.1		88.4	83.7	0.0	61.5
	平均/合計	24.8	23.5	28.7	29.0	20.9	19.4	254.4	243.3	51.5	167.0
5	上旬	28.1		29.1		27.2		106.0	73.7	0.0	65.5
	中旬	27.4		30.6		25.2		87.6	73.8	0.0	123.0
	下旬	26.9		28.9		24.6		105.2	84.4	0.0	221.5
	平均/合計	27.5	26.1	30.6	28.8	24.6	23.3	298.8	231.9	0.0	410.0
6	上旬	29.0		30.1		28.1		92.9	80.7	0.0	82.5
	中旬	29.4		30.7		27.3		86.1	96.7	0.0	208.5
	下旬	31.4		32.7		29.7		103.9	112.6	0.0	9.0
	平均/合計	29.9	30.7	32.7	33.5	27.3	23.7	282.8	290.0	0.0	300.0
7	上旬	31.6		33.1		30.5		91.1	112.1	0.0	6.5
	中旬	31.1		32.2		29.7		91.5	102.0	136.5	10.5
	下旬	31.1		31.8		30.5		119.0	119.5	3.5	2.0
	平均/合計	31.3	32.9	33.1	34.1	29.7	31.7	301.6	333.5	140.0	19.0
8	上旬	31.4		31.9		30.5		103.9	102.4	0.5	57.5
	中旬	32.1		32.5		31.7		108.8	105.6	0.5	25.0
	下旬	31.2		32.0		30.3		105.1	109.2	3.0	16.0
	平均/合計	31.5	32.3	32.5	33.6	30.3	31.0	317.8	317.1	4.0	98.5
9	上旬	30.7		32.1		29.4		82.6	69.4	49.5	143.0
	中旬	29.9		30.8		28.9		99.9	78.8	0.0	138.0
	下旬	29.1		30.4		28.1		98.3	69.4	0.0	281.0
	平均/合計	29.9	30.5	32.1	33.0	28.1	27.7	280.7	217.6	49.5	562.0
10	上旬	27.7		30.0		24.6		69.8	92.5	64.0	3.0
	中旬	27.9		28.6		27.4		90.0	73.4	0.0	34.5
	下旬	25.4		27.8		23.8		65.8	85.5	90.5	15.5
	平均/合計	27.0	28.0	30.0	30.6	23.8	25.4	225.6	251.4	154.5	53.0
11	上旬	22.9		26.1		20.7		78.5	76.5	1.0	2.5
	中旬	24.3		26.2		21.8		59.6	69.2	13.0	6.0
	下旬	22.7		25.9		19.8		60.7	75.5	8.5	17.0
	平均/合計	23.3	24.0	26.2	28.1	19.8	20.0	198.8	221.2	22.5	25.5
12	上旬	23.2		26.1		17.8		60.7	56.9	38.5	32.0
	中旬	21.8		24.0		19.2		57.6	46.6	44.5	5.5
	下旬	20.1		23.4		16.3		42.5	62.7	6.5	0.0
	平均/合計	21.7	21.4	26.1	25.8	16.3	16.6	160.9	166.2	89.5	37.5
年平均・計		25.6	27.0	28.9	30.2	22.5	23.4	2951.6	2489.9	540.5	1800.5

注) 畜産試験場の気象観測データは2001年3月より記録されているため前年値の1月および2月はデータなし

職員一覽表(2003年3月31日現在)

場 長: 宮城吉通

副参事兼次長: ○渡久地政康(中家畜室長兼務)

庶務課 課長: 阿波根昌行
主査: 喜屋武京子・宮里朋幸
課員: 津波良信

大家畜研究室 室長: ○玉城政信
研究員: 島袋宏俊・真喜志修・運天和彦・棚原武毅・後藤英子
農業技術補佐員: 小濱健徳・伊藝博志・又吉康成・石垣新・赤嶺圭作・前田昌哉

中家畜研究室 室長: 渡久地政康(兼務)
研究員: ○伊禮判・鈴木直人・太田克之・大城まどか
農業技術補佐員: 又吉博樹・仲程正巳

飼料研究室 室長: ○与古田稔
主任研究員: 守川信夫
研究員: 真境名元次・當眞嗣平
農業技術補佐員: 平良樹史・竹内千夏・具志堅興司(臨任)

ハイブリッド
研究室 室長: 千葉好夫
研究員: ○山城存・比嘉直志
農業技術補佐員: 宮城広明・下里安志

牧草育種研究室 室長: 奥村健治
研究員: ○稻福政史・幸喜香織・伊藤康子(臨任)
農業技術補佐員: 比嘉正徳・比嘉伸也(臨任)

○は編集委員

試験研究報告 (第40号)

平成15年6月18日 印刷
平成15年6月27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 株式会社近代美術
〒901-1111
沖縄県南風原町字兼城 206
メディア21ビル6F
電話 (098)889-4113
FAX (098)889-8484
