
沖縄県畜産研究センター試験研究報告

Bulletin of The Okinawa Prefectural Livestock and Grassland Research Center

第54号

2016年度（平成28年度）

沖縄県畜産研究センター

Okinawa Prefectural Livestock and Grassland Research Center

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第54号

2016年度（平成28年度）

目次

大家畜分野

- 1 経産牛を活用した高付加価値食肉生産技術の確立
(1) ドライエイジングによる旨み成分等の経時的変化
.....安里 直和..... 1
- 2 経産牛を活用した高付加価値食肉生産技術の確立
(2) ドライエイジングが香気成分に及ぼす影響
.....安里 直和.....11
- 3 和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2016年度）
.....本田 祥高.....15
- 4 和牛種雄牛現場後代検定成績（2016年度）
(11) 種雄牛「球美乃花」「福波花」「琉玄」および「勝美福」の検定成績
.....渡慶次 功.....19

中家畜分野

- 5 当センターにおける沖縄アグー豚交雑種の肥育豚出荷成績
.....栗田 夏子.....25
- 6 沖縄アグー豚の液状精液人工授精活用試験
.....親泊 元治.....29
- 7 一塩基多型（SNP）情報を利用した沖縄アグー豚の遺伝的能力評価
(2) DNAチップによる肉質形質の育種価推定
.....當眞 嗣平.....37

飼料作物分野

- 8 ケーングラスの農薬登録に向けた農薬残留試験
.....知念 司.....43

牧草育種分野

- 9 ブラキアリアグラスの新品種育成
(2) 新規暖地型牧草の生育日数の相違による収量と飼料品質（TDN, CP）の経時的変化
.....幸喜 香織.....51
- 10 ブラキアリアグラスの新品種育成
(3) 生育日数の違いによるミネラル含量の経時的変化
.....安里 直和.....61

1 1	ブラキアリアグラスの新品種育成 (4) ローズグラス奨励品種「カタンボラ」との比較試験	幸喜	香織67
1 2	ブラキアリアグラスの新品種育成 (5) デジタルグラス奨励品種「トランスバーラ」との給与比較試験	幸喜	香織73
1 3	ブラキアリアグラスの新品種育成 (6) 新品種候補「Br203」の地域適応性検定試験	幸喜	香織77

畜産環境分野

1 4	オガコ養豚における粉碎剪定枝の利用確立試験 (1) 粉碎剪定枝の水分含量および粒径の違いによる作業性への影響	嘉数	良子85
1 5	オガコ養豚における粉碎剪定枝の利用確立試験 (2) 粉碎剪定枝の家畜ふん尿堆肥化副資材利用における特性	嘉数	良子91
1 6	オガコ養豚における粉碎剪定枝の利用確立試験 (3) キョウチクトウ混入剪定枝の堆肥化处理による効果の検証	嘉数	良子99

経産牛を活用した高付加価値食肉生産技術の確立

(1) ドライエイジングによる旨み成分等の経時的変化

安里直和 本田祥嵩 花ヶ崎敬資* 荷川取秀樹

I 要 約

黒毛和種経産牛を用いてドライエイジングが旨み成分や歩留まりに与える影響について検討したところ以下のとおりであった。

1. 熟成 28 日目において、ロースの総合熟成ロスが 52.2%，バラで 39.2%，モモで 38.3%となった。
2. 熟成 28 日目および 35 日目において、モモの破断応力がロース並みに低下した。
3. 各部位において熟成によって遊離アミノ酸が増加した。特に熟成 7 日目では旨味系アミノ酸であるグルタミン，28 日目ではアスパラギン酸が増加し，熟成 7 日目から 35 日目まで甘味系アミノ酸であるアラニンが高い値で推移した。

以上の結果より，経産牛を 1 カ月程度熟成させることによって，柔らかく，旨み成分に富んだ食肉を生産することができた。特にモモにおいて，熟成による物理特性への効果が十分期待できることが明らかとなった。

II 緒 言

牛肉の評価は主に，筋肉中の脂肪交雑（霜降り）の入り具合によって判断され，各県においては脂肪交雑の改良に焦点を当てた研究がなされてきた。しかしながら近年，健康ブームや食に対する多様性などを背景に，脂身の少ない赤身肉に対する需要が高まりつつある。黒毛和種の経産牛¹⁾，ホルスタイン種²⁾，褐毛和種³⁾などを活用した赤身主体で，かつ，付加価値の高い食肉生産技術の取り組みがなされている。いっぽう，経産牛については，脂肪が少なく肉本来の旨味があるなどの利点があるが，一般的な肥育牛と比較し，脂肪含量が低く，硬く，ジューシーさに欠けるなどの欠点がある。

と畜後の牛肉については 2 日程度で死後硬直が起これり，その後，軟化を経て熟成が始まる。通常，牛肉については，と畜後一週間程度の熟成期間が設けられその後，流通・販売される。ドライエイジングは，と畜後の肉を真空パックせずに，一定の温度および湿度のもと，長期間熟成する手法である。熟成の過程において，筋繊維のタンパク質や結合組織等が分解され，柔らかさやアミノ酸等の食味が向上し⁴⁾，また，熟成に伴い独特の香り等が付加されることが報告されている⁵⁾。しかし，熟成の過程において水分の蒸発に伴う肉表面の変性等が発生するため，可食部の歩留まりが低下するなどのマイナスの面も存在する。

本県においては，肉用牛繁殖雌牛が年間約 5000 頭程度更新され，その多くが県外出荷や自家消費に利用されるなど必ずしも有効利用されていない状況にある⁶⁾。このような状況を背景に，経産牛に付加価値を付け新たな畜産生産物として商品価値を高めることは意義があると思われる。県産経産牛の付加価値化に向けてドライエイジングは有効な手法と考えられるが，ドライエイジングによる旨み成分や柔らかさ等の食味に及ぼす効果，また，歩留まり等の生産性に係わる報告は少ない。そこで，本研究はドライエイジングが食味に与える効果及び歩留まり等の生産性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. 供試試料

試験に用いた経産牛は、畜産研究センター飼養の黒毛和種成雌牛3頭を用いた。繁殖雌牛への供与を終了した、9歳、8歳3カ月齢および8歳7カ月齢の雌牛を用いた。飼養期間は、平成27年10月20日から平成28年9月5日までで、飼養期間中の給与量については、繁殖雌牛用の配合飼料を朝夕1.5kg、一日合計3.0kgとした。また、乾草については、所内産のトランスバーラを飽食給与とした。各試験牛の枝肉格付けについては全てB2であった。

2. 熟成および調査方法概要

と畜5日後の枝肉からサーロイン、バラ、モモの各部位について約1kg程度、計7個切り出し、熟成に供した。熟成は県内所在の食肉製造企業の熟成庫で実施した。熟成期間は35日間とし、1週間おきに各部位のサンプリングを実施した。熟成庫の環境は、温度 $0.10 \pm 0.02^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $87.7 \pm 0.06\%$ で試験期間中一定に保った。また、熟成終了後の試料については、分析に供するまで -30°C で凍結保存し、遊離アミノ酸および理化学的特性については、熟成終了後、おおむね1週間以内に分析を行った。

3. 調査項目

1) 熟成ロス、トリミングロス、ドリップロス、クッキングロス、総合熟成ロスの測定

熟成終了後のサンプルは直ちに重量を量り、熟成ロスを算出した。また、表面の変性部位を除去し、トリミング前後の重量差よりトリミングロスを算出した。ドリップロスについては、熟成終了後、凍結保存した各サンプルから2~3個程度、立方体に切り出し、常温で解凍した際、肉表面にしみ出た水分をペーパータオルで除去した後、重量を測定し、解凍前後の差から算出した。クッキングロスについては、ドリップロスで使用したサンプルをナイロンバックに入れ、ウォーターバスで 75°C 、60分間浸漬し、冷水で放冷後、肉表面の水分を除去した後、重量を測定し、前後の重量差から算出した。熟成に伴う水分の蒸発およびトリミングによるロスを合算し、熟成前後の重量差より総合熟成ロスを算出した。

2) 理化学的特性（剪断力価、破断応力、歪率）の測定

物性の測定は200Nロードセルを装着した株式会社山電社製のクリープメーター(RE-3305S)を用いた。剪断力価(N)については、クッキングロスに用いたサンプルを幅10mm、厚さ10mmに整形し、剪断用プランジャー(No.21)のカミソリ刃に対して、試料の筋繊維が垂直になるように置き分析した。破断応力(N/m^2)および歪率(%)については、クッキングロスに用いたサンプルを幅20mm×20mm、厚さ10mmに整形し、破断用プランジャー(No.5)に対して筋繊維が垂直になるように置き分析を実施した。各分析とも5回測定し、その平均を分析値として用いた。各分析における測定速度は1mm/secとし、剪断力価、破断応力、もろさおよび歪率の解析は、機器内蔵の自動解析ソフトウェアを用いて実施した。

3) 栄養成分（水分、粗タンパク質、粗脂肪）、旨み成分（遊離アミノ酸、脂肪酸組成）および機能性成分の測定

凍結保存したサンプルについては、常温にて解凍後、ホモジナイズし、水分、粗タンパク質、粗脂肪、脂肪酸組成の分析に供した。分析方法については、家畜改良センターの方法に準じた⁷⁾。遊離アミノ酸および機能性成分については、ホモジナイズ後の試料をアセトニトリルおよび過塩素酸で除タンパク後、ヘキサンで脱脂し、0.2 μm のフィルターを通した検液を用いた。分析はLC/QTOF(Agilent, 1260 Infinity, 6530 Accurate-Mass Q-TOF LC/MS)、カラムはIntrada Amino Acid(100×3mm, Imtakt)を用いて、サンプル注入量5 μl 、流速0.6mL/minで実施した。移動相A液はACN/25mMTHF/25mMギ酸アンモニウム/ギ酸(9/75/16/0.3, v/v/v/v)、移動相B液はACN/100mMギ酸アンモニウム(20/80, v/v)とし、グラジエント条件は、0%B(0-2.75min)、0-17%B(2.75-7.75min)、100%B(7.75-14.00min)、0%B(14.00-16.00min)とした。

遊離アミノ酸については一般的に旨み成分の指標となるグルタミン酸等19種類、機能性成分については、カルノシン、アンセリン、タウリンおよびオルニチンの4種類を分析した。また、カルノシン、アンセリンの合計値をイミダゾールジペプチドとした。脂肪酸組成については、Folch⁸⁾の方法により油分を抽出し、脂肪酸メチル化キット(ナカライテスク)により鹸化およびメチルエステル化した後、GC(Agilent, 7890B)で分析した。分析に用いたカラムはDB23(内径0.25mm、膜厚0.25 μm 、長さ60m)で、サンプル注入量1 μl 、スプリット比20対1で分析を行った。また、分析項目は、オレイン酸(C18:1)等8種類で、全脂肪酸に占めるそれぞれの脂肪酸の割合を百分率で算出した。

IV 結 果

1. 熟成状況および熟成ロス

熟成に伴う肉表面の変性状況（熟成0日、7日、14日、21日、28日、35日）を写真1に示す。各部位とも熟成7日目から肉表面が黒色を呈し始めた。特にモモで顕著な変化が認められた。14日目以降は、水分の蒸発に伴う表面の硬化が認められるようになった。部位別に比較するとロースの変性が他の部位に比べ顕著で、熟成が進むに伴い表面が窪み、収縮する現象が認められた。14日目以降の試料については、硬化した部分の除去が必要と判断し、変性部位のトリミングを実施した（写真2）。トリミング後の肉色については赤褐色を呈していたが、肉内部の硬化は認められず、可食できる状態であった。また、熟成に伴うカビ等の付着は認められなかった

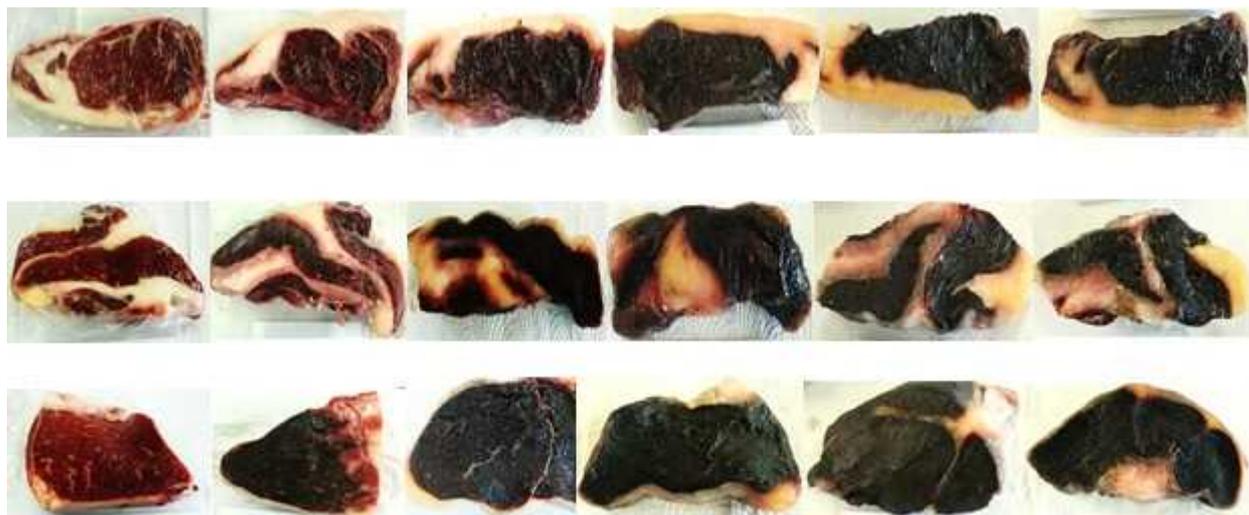


写真1 熟成期間中の写真（上段：ロース、中段：バラ、下段：モモ）



写真2 各部位のトリミング状況（左：ロース、中：バラ、右：モモ 熟成28日目）

水分の蒸発による熟成ロスの割合を図1に示す。3部位とも熟成7日目から重量の減少が認められ、熟成7日目で10%から15%程度、熟成35日目では25%から30%程度の値となった。部位間についても違いが認められ、ロースの熟成ロスが最も大きかった。トリミングロスの結果を図2に示す。熟成7日目まではどの部位についてもトリミングロスは無かったが、14日目は10%前後に増加し、モモ以外の部位については35日まで右肩上がりで増加した。モモについては、熟成21日目でピークに達し、その後一定に推移した。熟成ロスと同様にロースについてロス割合が高く、35日目では40%近い値となった。

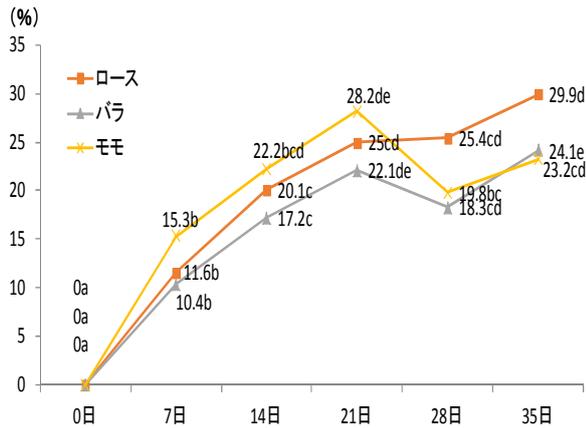


図1 水分の蒸発による熟成ロスの推移

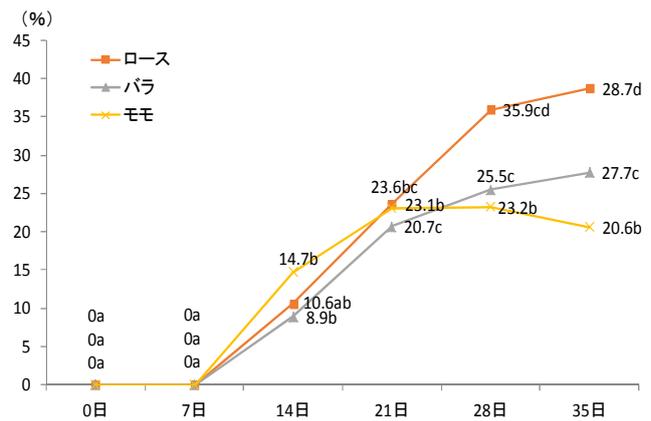
注1) 分散分析: 部位 ($p < 0.01$), 日数 ($p < 0.01$)注2) 同一日における異符号間に有意差有り ($p < 0.05$ Tukey)

図2 トリミングロスの推移

注1) 分散分析: 部位 ($p < 0.01$), 日数 ($p < 0.01$)注2) 同一日における異符号間に有意差有り ($p < 0.05$ Tukey)

総合熟成ロスの経時的变化を図3に示す。部位別に有意差が認められ、ローズの値が最も大きかった ($p < 0.05$)。また、各部位ともトリミングロスが発生する14日目以降の損失割合が大きく、特にローズについては、熟成28日目から損失割合が50%を超える結果であった。バラおよびモモについては、熟成35日目でそれぞれ45%、38%となった。

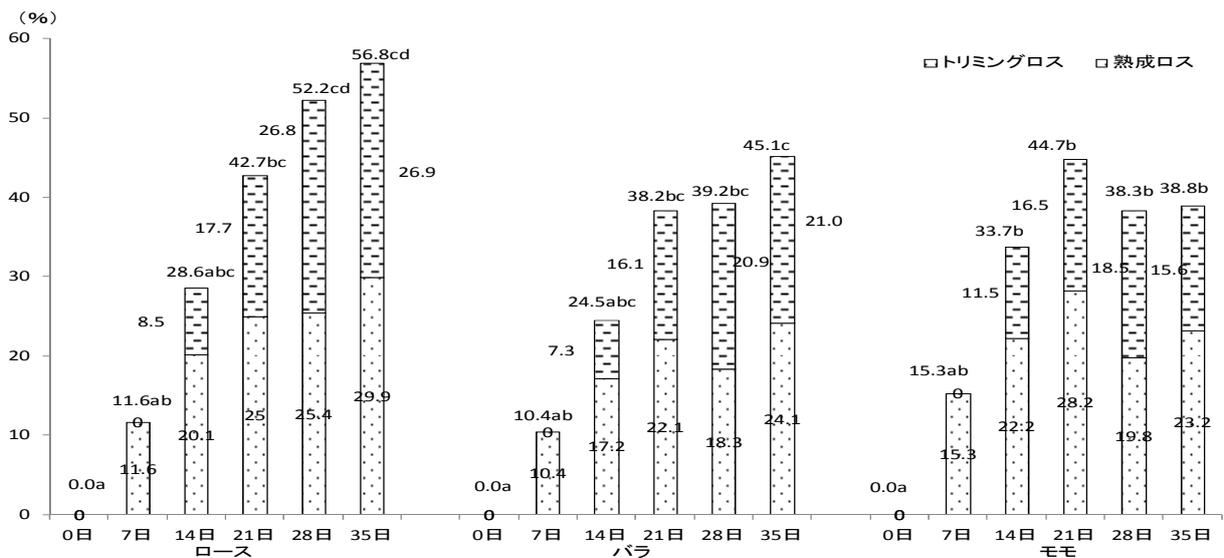


図3 総合熟成ロスの経時的变化

注1) 分散分析: 部位 ($p < 0.05$), 日数 ($p < 0.01$)注2) 同一日における異符号間に有意差有り ($p < 0.05$ Tukey)

2. ドリップロス、クッキングロスおよび理化学的特性

ドリップロスおよびクッキングロスの結果を表1に示す。ドリップロスについては部位別の有意差は認められなかったが、クッキングロスについては有意差が認められた。また、クッキングロスについては、熟成による効果が顕著に認められ、各部位において値の低下が認められた。特に、ローズについては、熟成14日目から顕著な低下が認められた。

表1 各部位における熟成中のドリップロスおよびクッキングロスの変化

部位	項目	熟成前	熟成7日	熟成14日	熟成21日	熟成28日	熟成35日	分散分析			
								ドリップロス		クッキングロス	
								部位	熟成日数	部位	熟成日数
ロース	ドリップロス	0.8 ± 0.4 ab	1.7 ± 0.5 a	0.8 ± 0.2 ab	1.6 ± 0.4 ab	0.9 ± 0.5 ab	0.6 ± 0.1 b				
	クッキングロス	27.9 ± 1.9 a	22.1 ± 2.4 b	6.7 ± 1.8 c	8.8 ± 2.0 cd	5.6 ± 1.6 cd	3.7 ± 0.2 d				
バラ	ドリップロス	0.0 ± 0.0 a	0.7 ± 0.3 ab	1.1 ± 0.1 b	2.3 ± 0.6 c	0.8 ± 0.4 ab	0.3 ± 0.2 ab	ns	**	**	**
	クッキングロス	32.0 ± 1.5 a	22.9 ± 4.9 ab	12.9 ± 1.2 b	14.7 ± 6.0 b	16.8 ± 2.2 b	11.2 ± 8.0 b				
モモ	ドリップロス	1.2 ± 0.2 ab	1.6 ± 0.1 a	0.9 ± 0.2 ab	2.2 ± 0.8 a	0.8 ± 0.9 ab	0.0 ± 0.0 b				
	クッキングロス	33.5 ± 0.4 a	20.5 ± 6.4 ab	11.4 ± 2.6 b	13.3 ± 2.1 b	23.0 ± 7.7 ab	16.5 ± 5.7 b				

注) **: (p<0.01)

剪断力価、破断応力および歪率の結果を図4および5に示す。剪断力価については、ロース及びモモにおいて熟成開始後から低下する傾向にあったが有意差は認められなかった。破断応力については、モモにおいて熟成直後から顕著な低下が認められ、熟成28日目にはロースと同程度の値となった。バラについては熟成に伴う変化は認められず、ロースについては有意差は認められなかったが、熟成に伴い低下する傾向にあった。歪率は試料に荷重をかけ、破断に至るまでの変形程度を示すもので、値が小さいほど柔らかいことを示す指標となるが、ロースおよびモモで低下することが認められ、特に、モモにおいて顕著に認められた。

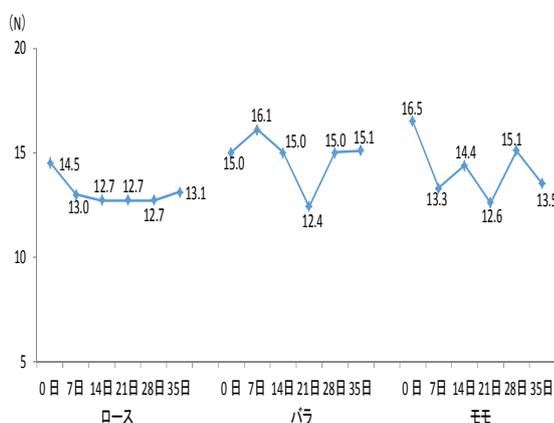


図4 剪断力価の経時的変化

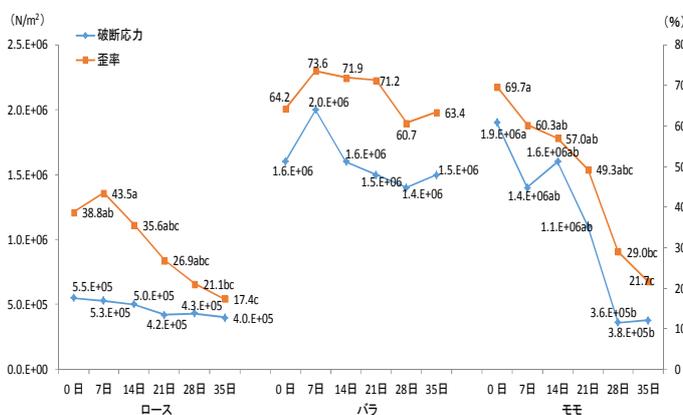


図5 破断応力および歪率の経時的変化

注1) 分散分析：破断応力（部位 p<0.01），歪率（部位 p<0.01，日数 p<0.01）
 注2) 同一項目における異符号間に有意差有り（p<0.05 Tukey）

3. 栄養成分、旨み成分および機能性成分

水分、粗タンパク質、粗脂肪の結果を図6に示す。水分については、各部位とも熟成に伴い減少し、ロースおよびバラについては熟成35日目まで減少した。特にロースについては、熟成35日目まで直線的に減少し、また、その割合についても急であった。いっぽう、モモについては、熟成7日目以降、ほぼ一定の値で推移した。粗タンパク質含量および粗脂肪含量については、熟成に伴い各部位とも増加した。特に、粗脂肪含量については熟成による影響が顕著に認められ、ロースおよびバラにおいて熟成7日目から増加する結果であった。

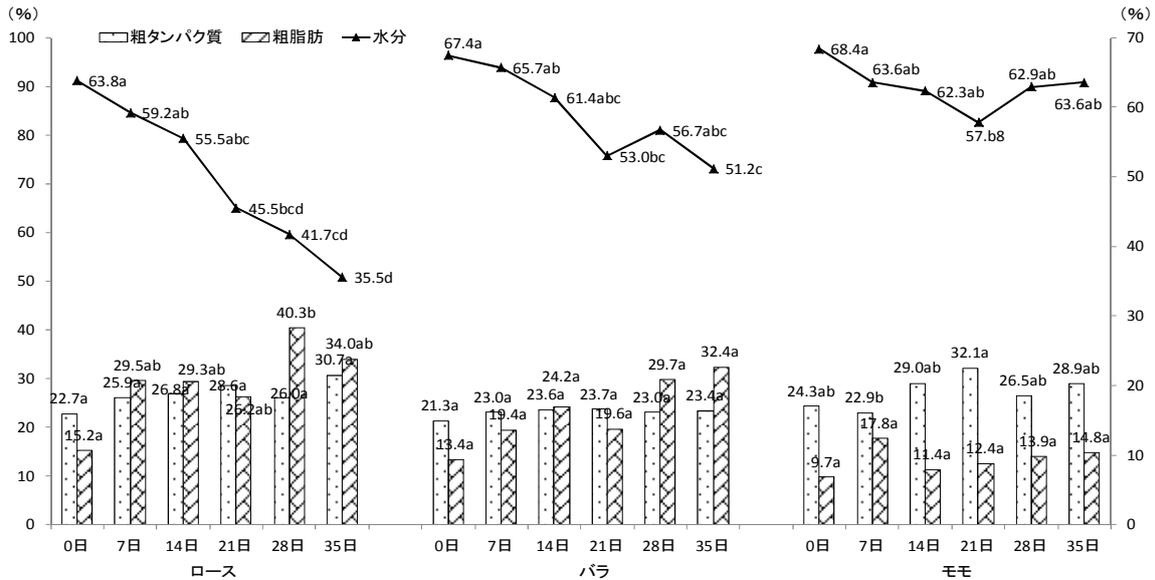


図6 水分，粗タンパク質および粗脂肪含量の経時的変化

注1) 分散分析：水分（部位 p<0.01，日数 p<0.01），粗タンパク質（部位 p<0.01，日数 p<0.05），粗脂肪（部位 p<0.01，日数 p<0.01）

注2) 同一項目における異符号間に有意差有り（p<0.05 Tukey）

脂肪酸組成，飽和脂肪酸および不飽和脂肪酸の結果を図7に示す。ローズおよびバラにおいては，各脂肪酸組成，飽和脂肪酸および不飽和脂肪酸の割合に変化は認められなかった。モモにおいては，熟成に伴いC16:0およびC18:0が増加し，いっぽう，C16:1の減少が認められた。また，飽和脂肪酸の増加，不飽和脂肪酸の減少も同時に認められた。

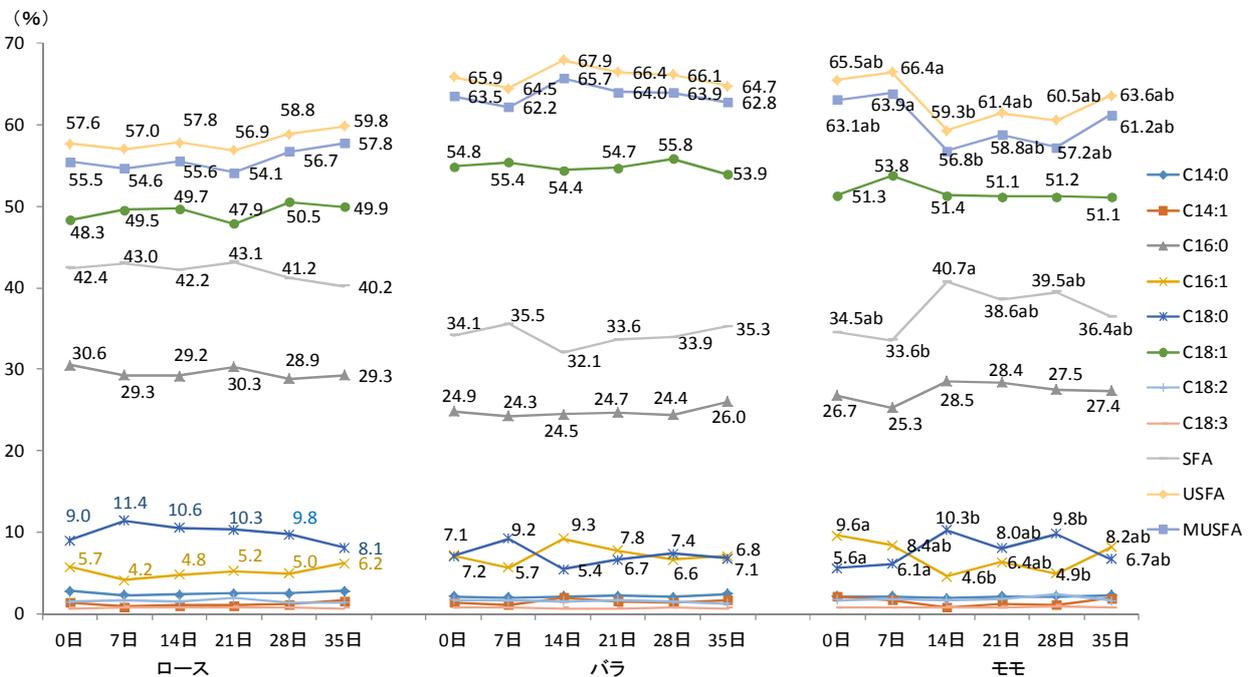


図7 各脂肪酸組成，飽和脂肪酸および不飽和脂肪酸の経時的変化

注1) 分散分析：全脂肪酸，飽和脂肪酸，不飽和脂肪酸，一価不飽和脂肪酸（部位 p<0.01）

注2) 同一項目における異符号間に有意差有り（p<0.05 Tukey）

各遊離アミノ酸および総アミノ酸の結果を図8に示す。総アミノ酸については，各部位とも熟成7日に急増する結果となった。その後，ローズについては増加，バラについては増減，モモについては一

定で推移した。各部位において、熟成7日目に旨味系アミノ酸であるグルタミンの急増が認められ、ロースおよびモモにおいては、その後、減少に転じ一定の値で推移した。甘味系アミノ酸であるアラニンについては、各部位において熟成7日目から増加し、その後、高い値で推移した。また、熟成21日目以降からは、旨味系アミノ酸であるアスパラギン酸の増加が、各部位において顕著に認められた。苦味系アミノ酸でフェニルアラニン、チロシン、ロイシン、イソロイシン等が熟成7日目から増加し、その後、高い値で推移した。

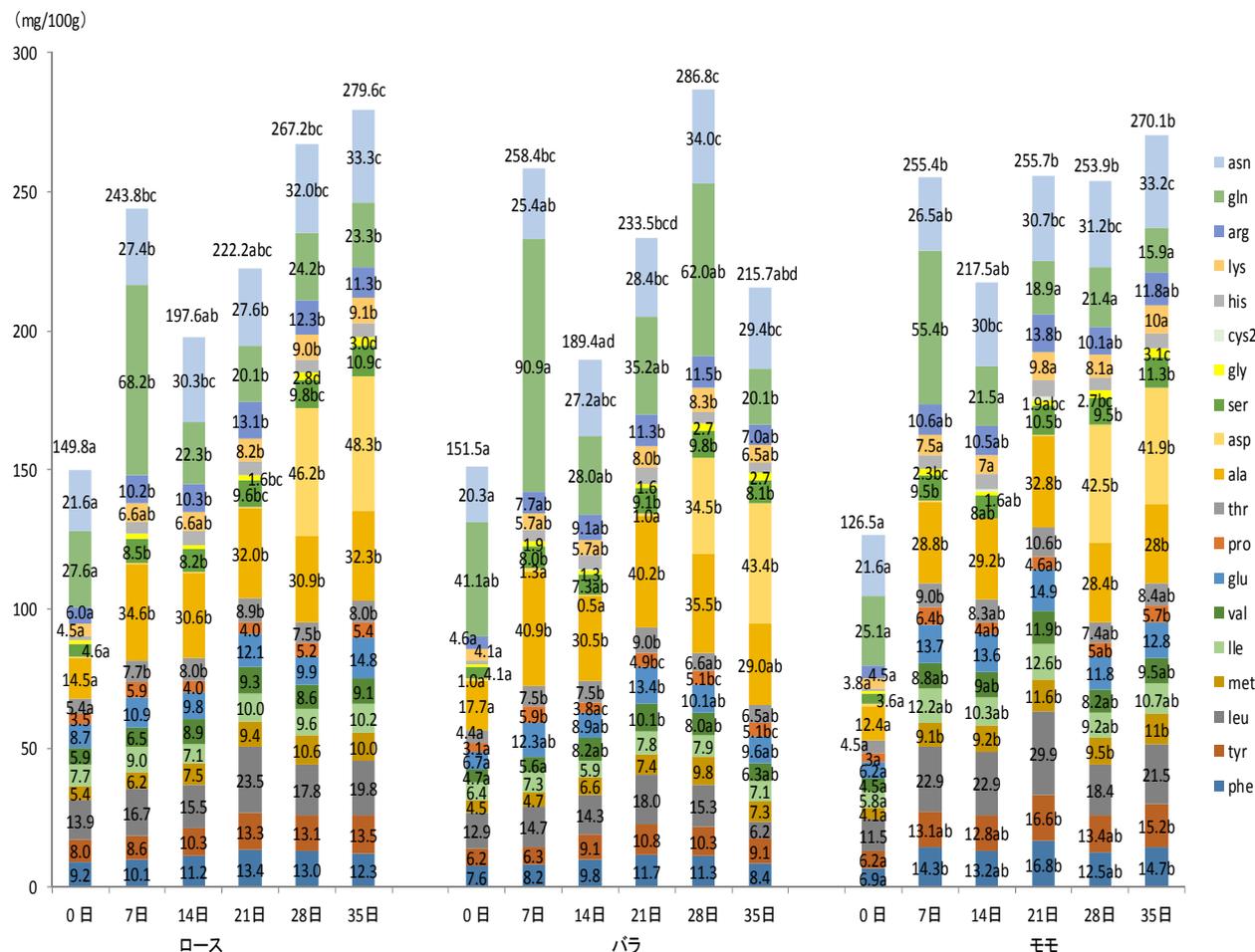


図8 各遊離アミノ酸および総アミノ酸の経時的変化

注1) 分散分析：総アミノ酸（日数 $p < 0.01$ ）

注2) 同一項目における異符号間に有意差有り（ $p < 0.05$ Tukey）

注3) phe：フェニルアラニン thy：チロシン leu：ロイシン met：メチオニン lle：イソロイシン val：バリン

glu：グルタミン酸 pro：プロリン thr：スレオニン ala：アラニン asp：アスパラギン酸 ser：セリン

gly：グリシン cys2：システイン his：ヒスチジン arg：アルギニン gln：グルタミン asn：アスパラギン

旨味系アミノ酸，甘味系アミノ酸，苦味系アミノ酸の合計値を図9に示す。甘味系アミノ酸については、各部位とも熟成7日目に倍増し、その後、高い値で推移した。部位間で濃度および推移について違いは無く、ほぼ同様な動態を示した。旨味系アミノ酸については、熟成7日目に急増し、その後、28日目から増加する結果となった。苦味系アミノ酸については、熟成7日目から徐々に増加し、高い値で推移する結果となった。特に、モモにおいて顕著な増加が認められ、他の部位に比べ高い値となった。

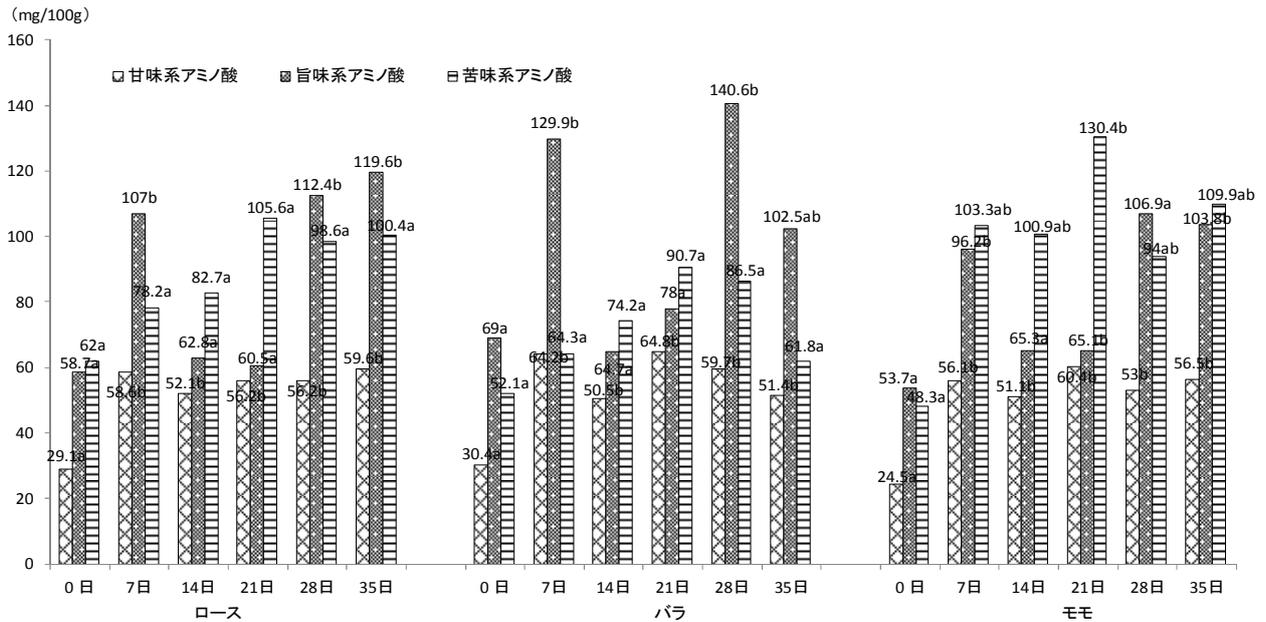


図9 甘味系アミノ酸, 旨味系アミノ酸および苦味系アミノ酸の経時的変化

注1) 分散分析: 甘味系アミノ酸 (日数 $p < 0.01$), 旨味系アミノ酸 (部位 $p < 0.01$, 日数 $p < 0.01$), 苦味系アミノ酸 (部位 $p < 0.01$, 日数 $p < 0.01$)

注2) 同一項目における異符号間に有意差有り ($p < 0.05$ Tukey)

機能性成分の経時的推移を図10に示す。オルニチンについては、部位および日数で有意差は認められず、熟成期間中一定で推移した。タウリンについては、部位および日数でも有意差が認められ、各部位とも熟成によって増加した。特にモモにおいて高い値を示した。ローズにおいては、直線的に増加したが、バラにおいては、21日目を以降減少に転じた。イミダゾールジペプチドのうち、アンセリンについては、モモで増加する結果となったが、ローズおよびバラにおいては、変化が認められなかった。カルノシンについては、各部位とも熟成14日目から増加する結果となった。ローズについては、熟成期間中高い値で推移したが、バラおよびモモにおいては、その後減少に転じた。

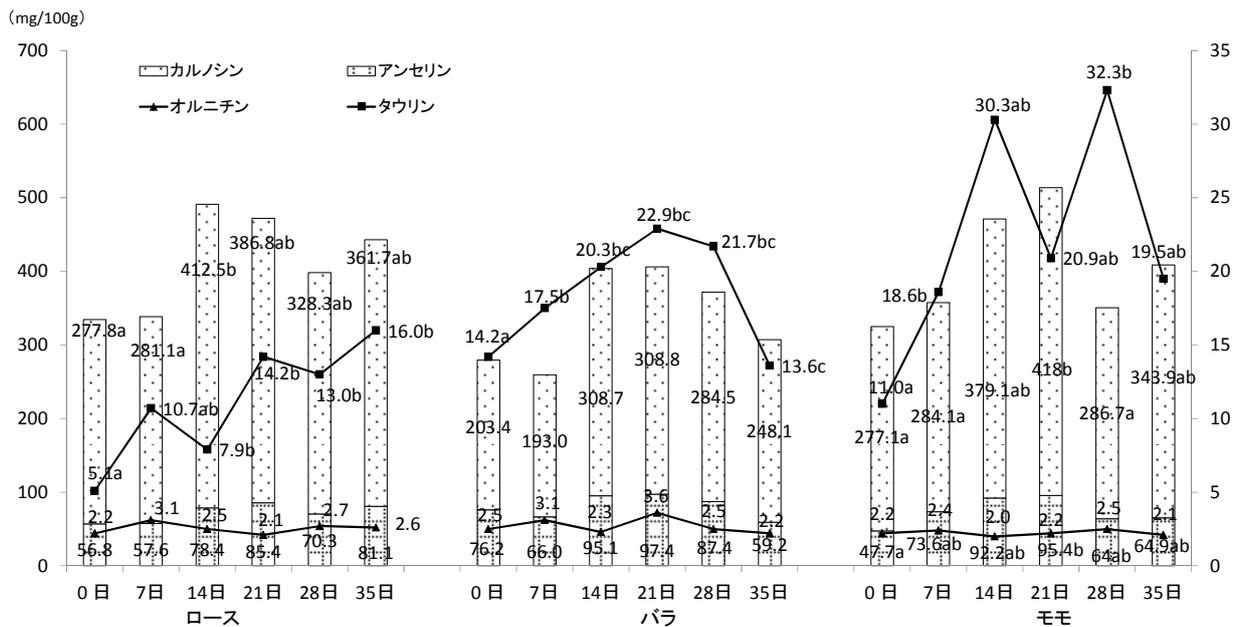


図10 機能性成分の経時的変化

注1) 分散分析: イミダゾールジペプチド (部位 $p < 0.01$, 日数 $p < 0.01$), タウリン (部位 $p < 0.01$, 日数 $p < 0.01$)

注2) 同一項目における異符号間に有意差有り ($p < 0.05$ Tukey)

V 考 察

ドライエイジングビーフについては、米国を中心として盛んに食されてきた素材であるが、近年、国内においても赤味肉や熟成肉への関心が高まり、ドライエイジングビーフを取り扱う店舗が増えてきている。ドライエイジングビーフについては熟成の過程で、水分の蒸発や酵素反応により、様々な化学的な反応が起こる。熟成の過程で発生する水分の蒸発に伴うロスおよびトリミングに伴うロスは、製造コストに直結するため、これらの値を部位別、かつ、経時的に熟成前と相対的に比較することは極めて重要である。本試験の結果、総合熟成ロスは各部位において14日目以降、急激に増加することが認められた。特にロースについては、水分によるロスおよびトリミングによるロスの両方とも高く、熟成28日目において損失割合は50%を超える値となった。ロースにおける水分のロスは、熟成35日目まで直線的に増加し、他の部位とは異なる動態を示した。熟成に伴うロスについては、ホルスタインのモモにおいて熟成28日目で50%程度、また、その損失割合は熟成42日目まで直線的に増加する報告があり⁹⁾、本試験におけるロースは同程度、モモおよびバラについては低い値となった。部位別による損失割合の違いについては、水分の蒸発のしやすさに起因すると考えられるが、その要因について明らかにすることはできなかった。

熟成の効果の一つに理化学的特性の変化があるが、モモにおいて破断応力の顕著な低下が認められた。破断応力は歯応えの指標、すなわち、柔らかさに関連する項目であるが、値が低いほど柔らかく、力を加えずに噛み砕くことができることを示す。モモにおいては、熟成28日目にはロース並みの値となり、熟成の効果が顕著に認められた。また、歪率についても破断応力と同様に熟成28日目にロース並みの30%程度となった。熟成に伴い筋繊維のタンパク質などの結合組織が分解され、柔らかさが向上することが知られており⁴⁾、本試験においても同様な機序による効果があったと考えられる。いっぽう、バラについては、熟成による効果はそれほど認められず、歪率が熟成7日目から21日目まで高くなる結果となった。また、熟成28日目以降、破断応力および歪率とも低下する傾向にあったが、その後、増加に転じるなど一定の傾向を示さなかった。バラについては、熟成に伴い赤身および脂身とも全体的にゴム状の弾力性を呈するようになり、熟成による効果は小さいと考えられた。

遊離アミノ酸については、各部位とも熟成による効果が認められた。各部位とも熟成7日目にグルタミン、また、28日目以降にはアスパラギン酸といった旨味系アミノ酸の増加が認められた。グルタミンについては、熟成7日目から14日目にかけて増加し、その後、減少するとの報告¹⁰⁾や、アスパラギン酸については、熟成28日目から急増するとの報告があり⁹⁾、本試験においても同様な結果となった。旨味系アミノ酸の動態については、熟成初期はグルタミン、熟成後期においてはアスパラギン酸による効果が大きく、いっぽう、グルタミン酸やアスパラギンについては、熟成中に大きな変化が認められないことから、熟成肉の旨みに対する効果はグルタミンとアスパラギン酸の方が大きいと考えられる。甘味系アミノ酸については、各部位において熟成7日目からアラニンの増加が顕著に認められ、熟成21日目までは総遊離アミノ酸中で最も濃度の高い成分となった。28日目以降については、旨味系アミノ酸であるアスパラギン酸の増加に伴い、総アミノ酸中の相対的な割合は低下するが、甘味系アミノ酸の中では最も高く、また、熟成中高い値で推移していることより、熟成肉の甘みに対する効果はアラニンの増加による影響が大きいと推察された。苦味系アミノ酸については、フェニルアラニン、チロシン、ロイシン、イソロイシン等の成分が一樣に増加していることから、数成分の変動による複合的な効果と考えられた。

機能性成分については、タウリンおよびカルノシンの有意な増加が認められ、また、部位間にも差が認められた。タウリンについては大腿二頭筋の方が胸最長筋より多いとの報告があり¹¹⁾、本試験においても同様にモモの濃度が最も高い値となった。カルノシンやアンセリンなどのイミダゾールジペプチドについては、アラニンとヒスチジンが結合したジペプチド(β -アラニル-ヒスチジン、 β -アラニル-1-メチルヒスチジン)で、抗酸化作用や疲労軽減効果などの機能性があり筋肉中に多く存在する¹²⁾。本試験においては、バラよりロースおよびモモで若干高い値であった。熟成中の動態については、熟成14日目および21日目に高い値を示したが、熟成中各部位で増減があり一定に推移はしなかった。これらの成分について、熟成中に変化しないとの報告もあり¹⁰⁾、今後、追試を重ねて詳細を検討する予定ある。

以上の結果よりドライエイジングを活用した経産牛の高付加価値化については、物理特性の変化、各

種アミノ酸の変化、機能性成分の変化等、一定の成果が得られた。また、各部位において熟成の効果に違いが認められるなど、新しい知見も得られた。いっぽう、今回は11カ月程度繁殖雌牛用飼料で増し飼いした経産牛を供試したが、供試牛の飼養方法の違いによるドライエイジングビーフへの影響も検討する余地があると考えられ、今後、放牧や増し飼い無しでの試験を実施し、これら飼育条件の違いによるドライエイジングビーフへの影響について試験を実施する予定である。

VI 引用文献

- 1) 松本和典 (2013) 耕作放棄地で生産した「放牧仕上げ熟ビーフ」の特徴, 畜産技術, **697**, 7-11
- 2) 山本紫乃・伊藤信一・坪坂修二・脇坂巧・岡田繁・山口悠・前田さくら・口田圭吾 (2014) 十勝若牛[®]を用いた枝肉の客観的評価値と消費者食味特性との関連性, 日畜会報, **85** (3), 315-320
- 3) 中村好徳 (2015) 周年放牧肥育牛肉の特徴ならびに熟成による肉質の変化, 日暖畜報, **58** (2), 261-266
- 4) 沖谷明紘 (1993) 牛肉の熟成条件とフレーバーの生成, 日食工学会誌, **40** (7), 535-541
- 5) 小林正人・佐々木整輝 (2015) 牛肉の匂いに及ぼす熟成と加熱調理の影響, 平成26年度食肉に関する助成研究調査成果報告書, 伊藤記念財団, **33**, 39-45
- 6) 公益財団法人沖縄県畜産振興公社 (2014) 平成25年度需要開拓プログラム推進事業報告書, 77-125
- 7) 独立行政法人家畜改良センター (2010) 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル, 1-96
- 8) Folch, J., M. Lees and G.H. Sloane Stanley (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509
- 9) 土屋貴有幸・鶴飼典佳・齋藤美英 (2013) ドライエイジングビーフによる牛肉熟成過程における熟成品質と生産ロスの経時的解析, 静岡畜技研報, **6**, 12-14
- 10) 岡山高秀・鎌刈久絵・中川成男・山之上稔・西川勲・光石直起・小西喜八郎 (1991) 黒毛和種腿肉の熟成中における物理・化学的变化, 日畜会報, **62** (2), 178-185
- 11) 渡辺彰・滝本勇治・西村宏一・常石英作 (1989) 肥育牛の各種筋肉間における熟成後の遊離アミノ酸およびタウリン含量の差異, 日畜会報, **60** (3), 303-305
- 12) 常石英作 (2006) アンセリン, カルノシン, 日食工学会誌, **53**, 362-363

経産牛を活用した高付加価値食肉生産技術の確立

(2) ドライエイジングが香気成分に及ぼす影響

安里直和 本田祥嵩 花ヶ崎敬資* 荷川取秀樹

I 要 約

黒毛和種の経産牛を用いてドライエイジングが香気成分の動態に与える影響について検討したところ以下のとおりであった。

1. 熟成によって、果実系の香りを呈する Propyl propanoate と Metyl butanoate が増加した。
2. 熟成前後間に検出成分の種類に大きな違いは認められなかった。

以上の結果より、経産牛を1カ月程度熟成させることによって、果実系の香りを呈するドライエイジングビーフを生産することができた。熟成による香気成分への効果が十分期待できることが明らかとなった。

II 緒 言

牛肉の評価は主に、筋肉中の脂肪交雑（霜降り）の入り具合によって判断され、各県においては脂肪交雑の改良に焦点を当てた研究がなされてきた。しかしながら近年、健康ブームや食に対する多様性などを背景に、脂身の少ない赤身肉に対する需要が高まりつつある。黒毛和種の経産牛¹⁾、ホルスタイン種²⁾、褐毛和種³⁾などを活用した赤身主体で、かつ、付加価値の高い食肉生産技術の取り組みがなされている。ドライエイジングは、と畜後の肉を真空パックせずに、一定の温度および湿度のもと、長期間熟成する手法である。熟成の過程において、筋繊維のタンパク質や結合組織等が分解され、柔らかさやアミノ酸等の食味が向上し⁴⁾、また、熟成に伴い独特の香りが付加されることが報告されている⁵⁾。牛肉の香りについては、和牛特有の香りについての報告が多くあり、様々な成分が特定され香りに対する効果が検証されている^{6,7)}。いっぽう、和牛とは異なり、赤身主体でかつ、熟成を経たドライエイジングビーフ等の熟成肉についての報告は少ない。そこで本研究は、経産牛を供試牛としてドライエイジングにより香気成分がどのように変化するのか検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試試料、熟成方法

試験に用いた経産牛および熟成方法等は前報⁸⁾と同一とする。

2. 分析方法および調査項目

香気成分の分析に用いたサンプルは、熟成前（0日目）と熟成後（28日目）とし、ロース、バラ、モモの各部位のサンプルをホモジナイズしたものをを用いた。ホモジナイズ後のサンプルについては、20mLのガラス容器に各サンプル1.0g入れ分析に用いた。分析はアルファ・モス社製のHERACLES IIを用いた。分析に用いたカラムは、DB-WAX（内径0.25mm、膜厚0.5 μ m、長さ30m）およびDB-5（内径0.25mm、膜厚0.25 μ m、長さ30m）で、サンプルの濃縮および注入はSPME Fiver（65 μ m PDMS/DVB, SUPELCO社製）を使用した。分析条件はサンプルの加温時間は60 $^{\circ}$ Cで10分、SPMEへのサンプル吸着時間は60 $^{\circ}$ C10分、サンプル脱着時間および注入時間は2分とした。また、SPMEについてはサンプル注入後、300 $^{\circ}$ Cで12分間加温し、残存成分の除去を行った。ガスクロマトグラフィーの分析条件は、オープン40 $^{\circ}$ C、注入口220 $^{\circ}$ C、FID260 $^{\circ}$ C、ベント30ml/minとした。検出された成分については、予め分析しておいたアルカン標準混合液のリテンションタイムより保持指標に変換し、機器内蔵のソフトであるAroChemBaseとマッチングさせ定性した。

* 沖縄県工業技術センター

IV 結果および考察

1. 香気成分の種類

熟成前後の両サンプルにおいて検出された全てのピークは 55 成分であった。そのうち AroChemBase ライブラリでマッチングされたのは 28 成分であった (表 1)。検出された成分については、リンゴやバナナなどの果実系の香気成分が多く検出され、また、フローラルなどの甘い花の香り成分についても 4 成分検出された。いっぽう、Pentanoic acid の様な直接的に肉臭を呈する成分は少なく、また、ドライエイジングビーフに特有な香りであるナッツ臭を呈する成分は検出されなかった。小林ら⁵⁾はホルスタイン種をドライエイジングにかけることによって 94 種類の物質を同定したと報告している。また、ラクトン類、アルデヒド類およびアルコール類等の成分と同時に、ドライエイジングビーフに特有な甘い花の匂いであるフェニルエタノールも検出されたとしている。本試験においては、花の香りを呈する成分として、isopentyl salicylate, methyl epijasmonate, isoamyl geranate, farnesyl acetate 等を検出したがフェニルエタノールは検出されなかった。また、検出されたピーク数が 55 と既往の報告に比べ少ない結果であった。本試験の結果においては、小林ら⁵⁾の報告と比べ検出成分が少なく、また、フェニルエタノールも検出されなかったが、その要因として、本試験においては溶媒抽出を用いず、サンプルを加温し、単純にヘッドスペースに揮発した成分を分析する簡便な方法を実施したために検出できなかった成分があったと考えられる。また、加温温度についても低く、香気成分を揮発させるのに十分な温度に達していなかった可能性があり、今後、検討が必要となった。

表 1 熟成前後の両サンプルで検出された香気成分

化合物名	特徴	化合物名	特徴
ethyl butyrate	アセトン、バナナ、バブルガム	Methyl 2-furoate	菌類
1-pentanethiol	ペイント、薬局、スモーキー	Z-3-Hexen-1-ol, acetate	バナナ、フルーティ、青草様など
Propyl propanoate	アップル、ケミカル、パイナップル	2-Ethyl-5-methylpyrazine	フルーティ、刺激臭、甘い
Butyl acetate	バナナ、苦い、洋梨	Bergamal	フルーティ、青草様、メロン
3-methyl-2-butene-1-thiol	アミン、ロースト、スモーキー	5-ethylidihydro-2(3h)-furanone	クマリン、甘い、トンカツラメ
Methyl pentanoate	アップル、エーテル、甘い	Eugenyl acetate	パルサム様、クローブ、フルーティ、甘い
Methyl butanoate	フルーティ、バナナ、パイナップル	Isopentyl salicylate	フローラル、青草様、ハーブ様、甘い
allyl propyl sulfide	硫黄臭	caryophyllene oxide	フルーティ、ハーブ様、おかくずなど
3-Furanthiol, 2-methyl-	パーベキュー、肉汁、ハム(塩漬)など	methyl epijasmonate	フローラル
3-Furanthiol, 2-methyl-	パーベキュー、肉汁、ハム(塩漬)など	Isoamyl geranate	フローラル
Isopropyl 3-methylbutanoate	フルーティ	Heptadecane	アルカン、フーゼル
2-Pentanone, 3-mercapto-	肉の様な、タマネギ、硫黄臭	Isopropyl tetradecanoate	ほのかな、フローラル、油脂様
Methyl (methylthio)acetate	酸っぱい、ナッツ(調理品)、ポテト(調理品)など	Farnesyl acetate	フローラル
pentanoic acid	牛肉のような、チーズ、刺激臭など	eicosane	アルカン、フルーティ、甘い、ウッディ

2. 熟成前後間の香気成分の比較 (面積値)

検出された成分の強度を熟成前後で比較するため、ピーク面積値を散布図にプロットした (図 1, 2)。熟成後に突出して増加した成分は認められなかった。また、熟成後のみに検出されたピーク、あるいは、熟成前のみに検出されたピークは無く、熟成前後において香気成分の種類に大きな違いは認められなかった。いっぽう、検出されたピークの強度については、各成分で変化が認められた。そのうち、4 つの成分については熟成前後に有意差が認められた。そのうち AroChemBase ライブラリでマッチングできたのは、RT40.97 に検出された Propyl propanoate と RT50.41 に検出された Methyl butanoate であった。RT20.8 および Rt23.7 に検出された化合物については、熟成前後で有意差は認められたものの定性まではいたらなかった。

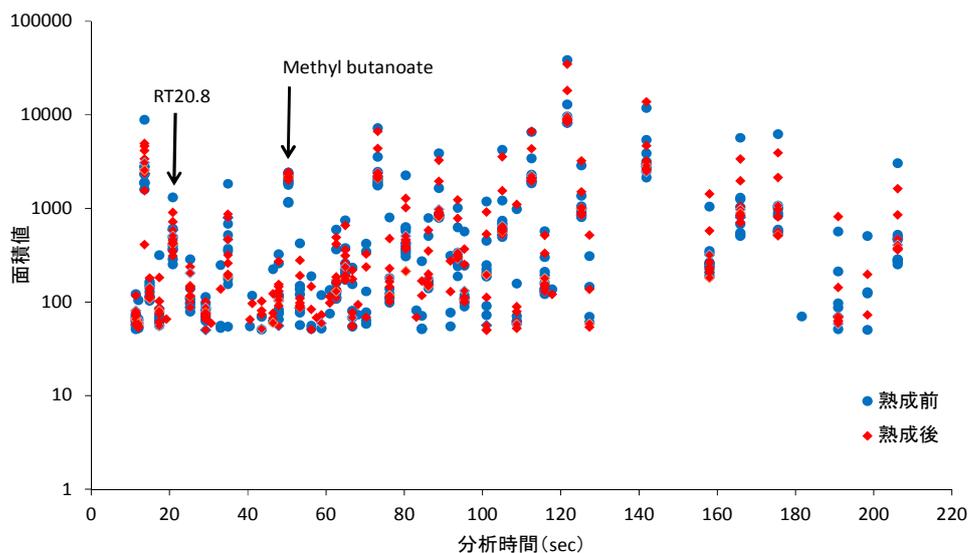


図1 熟成前後における揮発性成分の検出強度 (DB-5)

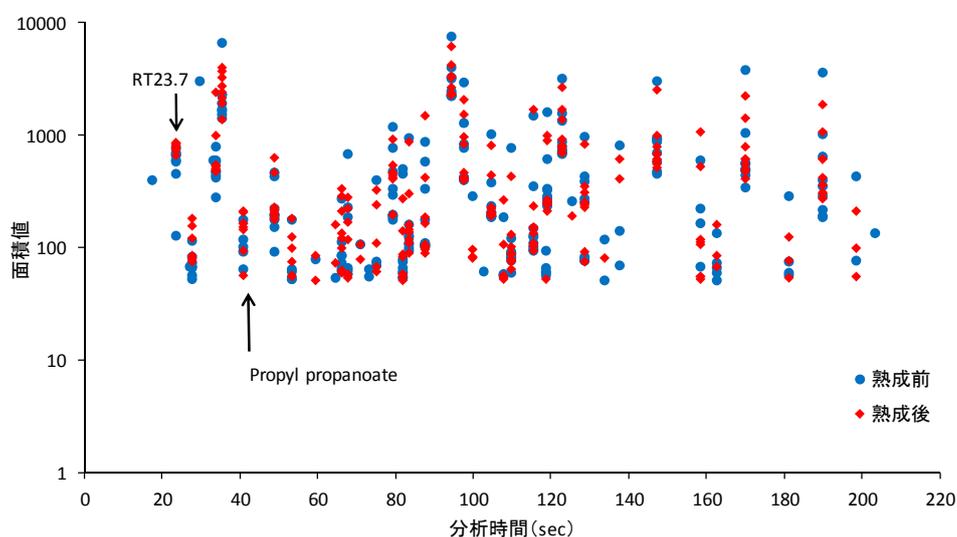


図2 熟成前後における揮発性成分の検出強度 (DB-Wax)

3. 主成分分析による特徴付け

熟成前後に有意差が認められた4成分を用いて主成分分析を実施し、因子負荷量および主成分得点を算出した。寄与率は第1主成分で45.3%、第2主成分で31.0%であった。また、第1主成分においては、RT23.7およびpropyl propanoateの因子負荷量が高いことより、「アップル・パイナップル風味」、第2主成分においては、RT20.8およびmethyl butanoateが高いことより、「バナナ・パイナップル風味」と解釈した(表2)。

表2 検出された成分の因子負荷量

成分	PC1	PC2
RT20.8	-0.07571	0.74819
Methyl butanoate	0.42175	0.47368
RT23.7	0.59666	-0.17025
Propyl propanoate	0.53356	0.21619

熟成前後の特徴を明確化するために因子負荷量(図3)および主成分得点(図4)を散布図に示した。図3より第1主成分および第2主成分の正方向においては、アップルやバナナなどのフルーツ系の香り

が強くなることを示す結果となった。図4において、熟成後のサンプルについて第1主成分および第2主成分正方向に集まる傾向が認められた。また、熟成前のサンプルについては、第1主成分および第2主成分ともに広い範囲で散在する傾向を示していることから、熟成によって香りの特徴が集約され、かつ、フルーツ系の香りを呈するようになることが示された。一方、定性までいたらなかったRT23.7の因子負荷量が0.53(第1主成分)、RT20.8については0.74(第2主成分)と各主成分で最も高い因子負荷量を示していることより、これらの成分の特徴が、熟成後の香りに反映されている可能性が高いため、前述したとおり前処理の方法も含め、今後、更なる試験が必要となった。

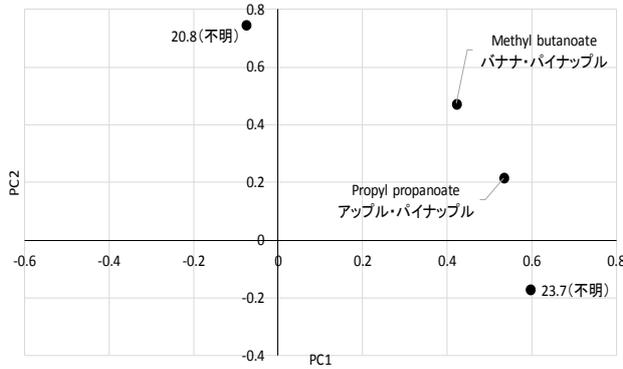


図3 検出された成分の因子負荷量

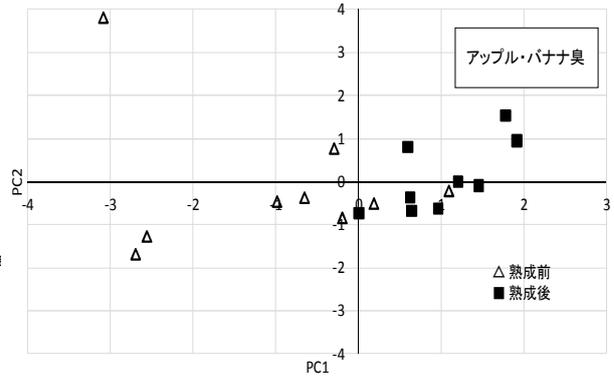


図4 各試料の主成分得点

以上の結果より経産牛をドライエイジングすることによって、果実系の成分の増加を促し、食味の向上に寄与する一定の成果が得られた。いっぽう、前処理方法を含め香気成分の評価方法に対する検討は今後の課題となった。今後は、様々な飼養条件で肥育された試験牛を用いて、飼育条件の違いによる香気成分への影響について試験を実施する予定である。

V 引用文献

- 1) 松本和典 (2013) 耕作放棄地で生産した「放牧仕上げ熟ビーフ」の特徴, 畜産技術, **697**, 7-11
- 2) 山本紫乃・伊藤信一・坪坂修二・脇坂巧・岡田繁・山口悠・前田さくら・田口圭吾 (2014) 十勝若牛[®]を用いた枝肉の客観的評価値と消費者食味特性との関連性, 日畜学会報, **85** (3), 315-320
- 3) 中村好徳 (2015) 周年放牧肥育牛肉の特徴ならびに熟成による肉質の変化, 日暖畜報, **58** (2), 261-266
- 4) 沖谷明紘 (1993) 牛肉の熟成条件とフレーバーの生成, 日食工学会誌, **40** (7), 535-541
- 5) 小林正人・佐々木整輝 (2015) 牛肉の匂いに及ぼす熟成と加熱調理の影響, 平成26年度食肉に関する助成研究調査成果報告書, 伊藤記念財団, **33**, 39-45
- 6) 松石正典・久米淳一・伊藤友己・高橋道長・荒井正純・永富宏・渡邊佳奈・早瀬文孝・沖谷明紘 (2004) 和牛肉と輸入牛肉の香気成分, 日畜学会報, **75** (3), 409-415
- 7) 佐藤 雅彦・中村 豊郎・沼田正寛・桑原京子・本間清一・佐藤朗好・藤巻正生 (2004) 牛肉の香気と呈味成分に関する研究, 日畜学会報, **66** (3), 274-282
- 8) 安里直和・本田祥嵩・花ヶ崎敬資・荷川取秀樹 (2016) 経産牛を活用した高付加価値食肉生産技術の確立 (1) ドライエイジングによる旨味成分等の経時的, 沖縄畜研研報, **54**, -

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2016年度）

本田祥嵩 細井伸浩* 渡慶次功 荷川取秀樹

I 緒 言

沖縄県畜産研究センターでは、種雄牛候補牛の産肉能力評価のため、和牛種雄牛産肉能力検定（直接検定法）を実施している。2015年から2016年までに検定を終了した種雄牛候補牛の成績について取りまとめたので報告する。

II 検定牛および検定方法

1. 検定牛

肉用牛群改良基地育成事業により生産された雄子牛から、産子調査により8頭を選抜した。その概要を表1に示した。検定牛の父と母方祖父の組み合わせは、田尻系×栄光系が2頭、田尻系×気高系が1頭、田尻系×田尻系が1頭、田尻系×糸桜系が1頭、気高系×糸桜系が1頭、気高系×気高系が1頭、糸桜系×気高系が1頭であった。

表1 検定牛の概要

No.	名 号	生年月日	血 統				生産地
			父	母	母方祖父	母方曾祖父	
1	北 百 合	2014. 11. 10	百 合 茂	い ち も ん	北 福 波	平 茂 勝	伊 江 村
2	福 久 美	2014. 12. 28	北 福 波	ひ さ み 3	平 茂 勝	神 高 福	宮 古 島 市
3	西 2 7 の 7	2015. 4. 15	美 津 照 重	は な ふ く ひ さ	安 福 久	第 1 花 国	本 部 町
4	美 久 優	2015. 5. 1	美 津 照 重	み く 3 1 5	忠 富 士	安 平	久 米 島 町
5	海 人	2015. 7. 28	美 津 照 重	か つ ふ く な み	北 福 波	平 茂 勝	宮 古 島 市
6	金 美 津 平	2015. 9. 4	美 津 照 重	き た ひ ら 6	金 幸	平 茂 勝	多 良 間 村
7	幸 栄	2015. 9. 13	美 津 照 重	あ や か	金 幸	平 茂 勝	宮 古 島 市
8	百 合 平	2015. 11. 3	百 合 茂	か つ み ど り	勝 忠 平	福 栄	糸 満 市

2. 検定方法

全国和牛登録協会の和牛種雄牛産肉能力検定（直接検定法）¹⁾に基づき実施した。直接検定法とは、種雄牛候補となる6～8カ月齢の雄子牛を単房式牛房にて112日間飼養し、粗飼料として乾草を飽食給与、濃厚飼料は朝夕の2回給与で、1日の給与量は適正な育成管理となる範囲でおおむね体重比1.0～1.3%を目安としている。

調査は増体量、発育、飼料摂取量、余剰飼料摂取量²⁾、体型について実施した。

余剰飼料摂取量とは、同じ代謝体重、同じ増体量のもとで、摂取する飼料の量を減らすことを目的として作出された形質である。無駄な摂取量を数値化したものであるため、負の値であれば必要な摂取量よりも摂取量が少なく効率がよいという評価、正の値であれば、必要な摂取量よりも摂取量が多く効率が悪いという評価となる。

*現南部農業改良普及センター

Ⅲ 検 定 成 績

検定成績は、表2に体重および1日当たり増体量（DG）、表3に飼料摂取量、余剰飼料摂取量および体型評点を示した。

各調査項目の平均値は、開始時日齢235日、開始時体重255.4kg、終了時体重389.6kg、180日補正体重203.8kg、365日補正体重411.3kg、DG1.20kgであった。DGについては百合平の1.54kgが優れ、365日補正体重については福久美が437.1kgと優れていた。

8頭の平均値を2015年度の全国平均値³⁾と比較するとDGは0.04kg大きい。

これらの検定牛のうち、2016年度第3回沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において、2017年度現場後代検定実施牛として、美久優（美津忠平へ改名）、西27の7（西照久へ改名）、百合平（百合哲へ改名）、幸栄（綾美勝）を選抜した。

表2 検定成績(体重およびDG)

No.	名 号	開始時 日齢	体 重 (kg)				DG (kg)		体高 (cm)	選 抜
			開始時	終了時	180日補正	365日補正	終了時	終了時		
1	北 百 合	253	288.0	404.0	214.1	404.0	1.04	122.0		
2	福 久 美	205	243.0	379.0	217.0	437.1	1.21	120.0		
3	西 2 7 の 7	251	301.0	422.0	236.0	424.2	1.08	129.0	○	
4	美 久 優	235	265.0	408.0	210.0	430.9	1.27	129.0	○	
5	海 人	259	268.0	392.0	195.4	385.4	1.10	124.0		
6	金 美 津 平	221	224.0	355.0	188.0	392.1	1.16	125.0		
7	幸 栄	212	208.0	339.0	181.1	386.6	1.16	122.2	○	
8	百 合 平	245	246.0	418.0	188.7	430.3	1.54	125.0	○	
平 均 値		235	255.4	389.6	203.8	411.3	1.20	124.5		
標 準 偏 差		20.3	31.3	29.9	18.6	21.6	0.16	3.2		
全 国 平 均 値		—	—	—	—	—	1.12	124.2		

注1) 全国平均値は2015年度（187頭）の平均値

2) ○は2017年度和牛種雄牛現場後代検定牛として選抜

表3 検定成績(飼料摂取量, 余剰飼料摂取量および体型評点)

No. 名号	粗飼料 摂取率(%)	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量(kg)				体型	
		TDN	CP	濃厚飼料	粗飼料	TDN	CP	評点	選抜
1 北百合	59	549	98	-60	-5	-8	0	83.2	
2 福久美	60	536	95	-58	-5	-1	7	82.4	
3 西27の7	48	547	103	-34	-88	-28	2	83.7	○
4 美久優	54	571	109	-38	-87	-42	0	84.4	○
5 海人	50	587	102	50	7	36	5	83.3	
6 金美津平	46	553	98	70	-27	34	6	83.2	
7 幸栄	48	520	91	41	-36	17	1	83.7	○
8 百合平	48	601	96	-27	40	-8	10	83.0	○
平均値	52	558	99	-7	-25	0	4	83.4	
標準偏差	5.4	26.8	5.6	52.1	44.7	27.8	3.7	0.6	
全国平均値	—	—	—	-28.3	9.1	1.3	-5.7	—	

注1) 全国平均値は2015年度(187頭)の平均値

2) ○は2017年度和牛種雄牛現場後代検定牛として選抜

3) 余剰飼料摂取量の算出方法は、以下のとおりである。

$$\text{余剰飼料摂取量} = \text{摂取量} - \{a \times \text{代謝体重} + b \times \text{増体量} + c \times \text{他方の摂取量} + C\}$$

$$\text{代謝体重} = \{(\text{開始時体重} + \text{終了時体重}) / 2\}^{0.75} \quad \text{増体量} = \text{終了時体重} - \text{開始時体重}$$

他方の摂取量=濃厚飼料の余剰飼料摂取量を求める場合は、粗飼料の摂取量を回帰として取り込み、粗飼料の余剰飼料摂取量を求める場合は、濃厚飼料の摂取量を回帰として取り込む。

a:各飼料における代謝体重の係数

b:各飼料における増体量の係数

c:他方の摂取量の係数

C:定数

IV 引用文献

1) 公益社団法人全国和牛登録協会(2013)和牛登録事務必携, 61-69

2) 公益社団法人全国和牛登録協会(2016)和牛種雄牛産肉能力検定成績 直接法, 5-6

3) 公益社団法人全国和牛登録協会(2016)和牛種雄牛産肉能力検定成績 直接法, 4

検定補助: 玉本博之, 照屋忠敏

和牛種雄牛現場後代検定成績（2016年度）

(11)種雄牛「球美乃花」「福波花」「琉玄」および「勝美福」の検定成績

渡慶次功 伊禮判 本田祥嵩 荷川取秀樹

I 緒 言

沖縄県畜産研究センターでは、種雄牛の遺伝的能力を判定し、産肉性の向上を図る目的で和牛種雄牛現場後代検定（現場後代検定法）を実施している。そこで、2016年度に終了した4頭の種雄牛について、その成績を報告する。

II 検定種雄牛および検定方法

検定を実施した種雄牛は、肉用牛群改良基地育成事業で導入し2011年度の直接検定¹⁾により選抜された球美乃花（くみのはな）、福波花（ふくなみはな）、琉玄（りゅうげん）および勝美福（かつみふく）の4頭で、その概要は表1のとおりである。

検定方法は、全国和牛登録協会の和牛種雄牛現場後代検定法²⁾により実施した。現場後代検定法は、検定する雄牛についてその産子を15頭以上肥育し、通常出荷された現場枝肉情報を活用して、育種価評価を行う検定方法である。今回の検定材料牛は、球美乃花が21頭（去勢11頭、雌10頭）、福波花が18頭（去勢10頭、雌8頭）、琉玄が19頭（去勢12頭、雌7頭）および勝美福が19頭（去勢11頭、雌8頭）の産子を用いて検定を行なった。

表1 検定種雄牛の概要

名 号	球美乃花	福波花	琉 玄	勝美福
登 録 番 号	黒 14780	黒 14779	黒原 5447	黒 14778
生 年 月 日	2010. 7. 10	2010. 8. 2	2010. 5. 13	2010. 6. 4
審 査 得 点	83.2	81.8	83.1	81.5
産 地	久米島町	うるま市	竹 富 町	南 城 市
父	北 福 波	北 福 波	北 福 波	勝安福 3
母	はなきん	あやはし 4	みゆき	かつふく
母 方 祖 父	第 1 花 国	第 1 花 国	金 幸	美 津 福
母 方 曾 祖 父	第 2 波 茂	安 福 栄	神 高 福	平 茂 勝

III 検 定 成 績

表2に検定種雄牛の育種価評価結果（推定育種価（平成28年12月解析結果））を示した。

推定育種価とは検定種雄牛の遺伝的能力を現し、産子の枝肉成績から母牛遺伝能力および環境要因を除くことで算出される。

球美乃花の推定育種価は、枝肉重量が40.4kg、ロース芯面積が16.1cm²、バラの厚さが0.76cm、皮下脂肪の厚さ（皮下脂肪厚）が-0.92cm、歩留まり基準値（歩留基準値）が2.95および脂肪交雑が2.51であった。

福波花の推定育種価は、枝肉重量が24.2kg、ロース芯面積が8.6cm²、バラの厚さが0.37cm、皮下脂肪厚が-0.02cm、歩留基準値が1.05および脂肪交雑が2.49であった。

琉玄の推定育種価は、枝肉重量が16.1kg、ロース芯面積が15.0cm²、バラの厚さが0.46cm、皮下

脂肪厚が-0.65cm, 歩留基準値が2.69および脂肪交雑が2.22であった。

勝美福の推定育種価は, 枝肉重量が-4.3kg, ロース芯面積が10.9cm², バラの厚さが0.70cm, 皮下脂肪厚が-0.72cm, 歩留基準値が2.63および脂肪交雑が2.10であった。

沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において, 球美乃花と勝美福が供用種雄牛として選抜された。

表2 育種価評価結果 (平成28年12月解析)

種雄牛名	枝肉重量 (kg) (正確度)	ロース芯面積 (cm ²) (正確度)	バラの厚さ (cm) (正確度)	皮下脂肪厚 (cm) (正確度)	歩留基準値 (正確度)	脂肪交雑 (正確度)
球美乃花	40.4 (0.91)	16.1 (0.91)	0.76 (0.89)	-0.92 (0.92)	2.95 (0.92)	2.51 (0.92)
福波花	24.2 (0.91)	8.6 (0.90)	0.37 (0.88)	-0.02 (0.91)	1.05 (0.91)	2.49 (0.92)
琉 玄	16.1 (0.89)	15.0 (0.89)	0.46 (0.86)	-0.65 (0.90)	2.69 (0.90)	2.22 (0.90)
勝美福	-4.3 (0.90)	10.9 (0.90)	0.70 (0.88)	-0.72 (0.91)	2.63 (0.91)	2.10 (0.91)

IV 引用文献

- 1) 砂川隆治・運天和彦・新田宗博(2011)和牛種雄牛産肉能力直接検定成績 (2011年度), 沖縄畜研研報, 49, 11-13
- 2) 公益社団法人全国和牛登録協会(2013)和牛登録事務必携, 70-72, 179-181

検定補助: 玉城照夫, 仲程正巳

付属資料

1. 球美乃花

1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	枝肉重量 (kg)	ロース芯 面積 (cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留 基準値	脂肪交雑 (BMS No.)	歩留 等級	肉質 等級
1	球美	球美乃花	勝海邦	谷秀	去	28.9	560.0	70	9.2	3.9	74.2	11	A	5
2	琉春	球美乃花	美津福	晴姫	去	28.1	448.9	58	7.6	1.5	75.0	9	A	5
3	しげくみ	球美乃花	茂隆平	晴姫	♀	29.8	346.0	51	7.0	2.1	74.5	4	A	3
4	くみつる	球美乃花	金鶴	景勝	♀	26.8	366.0	56	6.2	2.3	74.2	5	A	4
5	くみの	球美乃花	平茂勝	安波土井	♀	31.7	500.5	70	8.7	3.4	75.0	8	A	5
6	くみの	球美乃花	糸幸福	晴姫	♀	31.6	435.9	62	7.1	3.3	73.8	6	A	4
7	球美乃邦	球美乃花	勝海邦	安平	去	26.8	453.4	61	8.4	2.5	75.0	11	A	5
8	福美	球美乃花	勝海邦	照桜	去	28.7	475.2	58	7.3	2.1	74.0	5	A	3
9	美乃16	球美乃花	藤平茂(孝)	北国茂	去	27.6	454.3	58	8.1	2.5	74.6	10	A	5
10	球美	球美乃花	勝海邦	北国7の8	去	29.4	553.3	56	9.3	3.4	72.9	9	A	5
11	さえこ8の2	球美乃花	北福波	平茂勝	♀	29.2	420.0	72	8.5	2.4	77.0	6	A	4
12	くみはな1	球美乃花	金幸	神徳福	♀	30.1	495.0	54	7.5	2.8	72.7	7	A	4
13	くみの	球美乃花	安平165乃9	玉三郎	♀	31.8	439.8	49	7.8	2.0	73.7	5	A	4
14	くみ	球美乃花	神高福	安福165の9	♀	26.5	392.5	54	7.2	2.5	74.1	6	A	4
15	球美乃花1	球美乃花	茂隆平	安福165の9	去	29.0	484.6	64	9.3	1.9	76.2	11	A	5
16	球美乃花2	球美乃花	照溝	平茂勝	去	27.3	425.2	43	7.8	1.6	73.5	5	A	4
17	球美乃花3	球美乃花	晴姫	安波土井	去	28.8	478.6	64	7.3	1.7	75.1	10	A	5
18	球美乃花4	球美乃花	北国7の8	平茂勝	去	28.9	466.9	69	7.4	2.2	75.5	5	A	4
19	球美乃花5	球美乃花	景東	安福165の9	去	28.2	463.1	56	7.2	1.6	74.3	6	A	3
20	くみはな2	球美乃花	金幸	神高福	♀	31.1	400.8	54	7.0	2.1	74.2	6	A	4
21	くみこ	球美乃花	勝海邦	晴姫	♀	29.4	426.5	57	7.1	2.8	73.7	5	A	4

	平均値
と畜時月齢	28.6 ± 1.6
枝肉重量 (kg)	451.7 ± 53.1
ロース芯面積 (cm ²)	58.9 ± 7.4
バラの厚さ (cm)	7.8 ± 0.9
皮下脂肪厚 (cm)	2.4 ± 0.7
歩留基準値	74.4 ± 1.0
脂肪交雑 (BMS No.)	7.1 ± 2.4

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A			3	10	8	21
B						
C						
計			3	10	8	21

2. 福波花

1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	枝肉重量 (kg)	ロース芯 面積(cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留 基準値	脂肪交雑 (BMS No.)	歩留 等級	肉質 等級
1	新幸220	福波花	勝忠平	安平	去	28.7	498.8	59	7.4	2.7	73.4	10	A	5
2	福波景	福波花	景東	平茂勝	去	28.7	399.3	51	7.1	1.9	74.1	8	A	5
3	北福花	福波花	糸北富士	高栄	去	28.7	465.2	50	7.5	3.3	72.1	9	A	5
4	力石	福波花	金幸	神高福	去	28.4	438.6	50	7.7	2.5	73.4	11	A	5
5	波花15	福波花	照美	谷吉土井	去	28.4	429.7	51	6.0	1.3	73.5	7	A	4
6	はな	福波花	安平照	北国7の8	♀	31.7	422.5	56	7.9	3.3	73.7	9	A	5
7	はなはな	福波花	平勝美	糸光	♀	31.5	477.6	49	8.0	4.7	70.9	7	B	4
8	雅貴	福波花	平茂勝	安平	去	28.8	506.5	56	8.5	4.0	72.4	9	A	5
9	福波花1	福波花	勝安福3	平茂勝	去	27.7	454.2	50	7.8	2.7	73.0	7	A	4
10	ふくなみはな1	福波花	平勝美	谷川	♀	31.5	434.9	61	7.0	3.6	73.3	8	A	5
11	あおしげ	福波花	茂勝栄	紋次郎	♀	30.2	356.2	63	6.0	2.1	75.3	9	A	5
12	かりん	福波花	神高福	第5平茂	♀	30.0	422.3	57	6.8	3.9	72.6	5	A	3
13	はなじん	福波花	北仁	茂福(首)	♀	31.4	414.2	39	5.8	3.2	70.2	4	B	3
14	福波花2	福波花	糸幸福	安福165の9	去	28.8	482.0	66	8.2	3.2	74.6	5	A	4
15	ふくなみはな2	福波花	平勝美	糸竜	♀	31.4	391.1	47	6.8	3.4	72.2	4	A	3
16	さんに3	福波花	安重福	北国7の8	♀	30.8	423.5	58	8.0	4.0	73.4	8	A	5
17	福波花3	福波花	美津照	平茂勝	去	28.5	413.4	45	6.7	2.4	72.4	8	A	5
18	福波花4	福波花	勝海星	平茂勝	去	28.0	427.6	44	7.0	3.1	71.7	3	B	3

	平均値
と畜時月齢	29.7 ± 1.4
枝肉重量(kg)	436.5 ± 38.6
ロース芯面積(cm ²)	52.9 ± 7.1
バラの厚さ(cm)	7.2 ± 0.8
皮下脂肪厚(cm)	3.1 ± 0.8
歩留基準値	72.9 ± 1.3
脂肪交雑(BMS No.)	7.3 ± 1.2

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A			2	3	10	15
B			2	1		3
C						
計			4	4	10	18

3. 琉玄

1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	枝肉重量 (kg)	ロース芯面積 (cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値	脂肪交雑 (BMS No.)	歩留等級	肉質等級
1	安勝琉玄91	琉玄	安平	忠福	去	28.6	434.6	50	7.0	2.8	72.6	8	A	4
2	蔵琉	琉玄	第5集福	北国7の8	去	27.9	395.2	47	7.0	3.0	72.5	9	A	5
3	琉福	琉玄	美津福	北国7の8	去	28.2	455.0	58	8.1	2.7	74.2	5	A	4
4	いとげん	琉玄	平勝美	紋次郎	♀	30.7	376.0	59	6.9	2.4	74.9	5	A	4
5	げん	琉玄	糸幸福	晴桜2	♀	31.9	429.7	58	7.1	4.1	72.6	4	A	3
6	琉福	琉玄	勝海邦	安平	去	27.3	484.4	67	6.5	2.0	74.6	7	A	4
7	玄安桜	琉玄	安茂勝	隆桜	去	27.7	468.5	63	7.4	1.6	75.3	7	A	4
8	桜琉	琉玄	藤桜	賢晴	去	27.2	406.0	58	7.7	2.0	75.2	6	A	4
9	琉勝	琉玄	勝忠平	平茂勝	去	27.6	447.4	53	8.8	3.1	73.8	10	A	5
10	琉勝玄	琉玄	平茂勝	北国7の8	去	27.6	420.4	52	7.2	2.5	73.5	6	A	4
11	森正琉	琉玄	紋次郎	安波土井	去	27.4	397.7	61	7.3	2.1	75.3	6	A	4
12	りゅうげん1	琉玄	百合茂	糸福(晩)	♀	31.6	444.1	68	7.6	2.7	75.4	6	A	4
13	すざりゅう2	琉玄	第20平茂	忠福	♀	31.6	445.6	67	8.1	1.9	76.2	5	A	3
14	りゅうか	琉玄	北仁	谷吉土井	♀	30.2	392.9	55	6.7	2.7	73.6	6	A	4
15	琉玄1	琉玄	谷照鶴	平茂勝	去	28.9	491.7	57	8.5	2.7	74.0	9	A	5
16	げん	琉玄	第6高平	安平	♀	31.3	395.5	57	6.2	2.4	73.9	6	A	4
17	りゅうび	琉玄	家康福	安福(晩)	♀	29.1	373.5	59	6.9	1.8	75.4	4	A	3
18	琉玄2	琉玄	勝安福3	北国7の8	去	28.0	405.5	48	6.4	2.4	72.7	7	A	4
19	琉玄3	琉玄	晴姫	平茂勝	去	27.8	490.2	64	7.8	2.6	74.5	10	A	5

	平均値
と畜時月齢	29.0 ± 1.7
枝肉重量 (kg)	429.2 ± 37.6
ロース芯面積 (cm ²)	58.0 ± 6.2
バラの厚さ (cm)	7.3 ± 0.7
皮下脂肪厚 (cm)	2.5 ± 0.6
歩留基準値	74.2 ± 1.1
脂肪交雑 (BMS No.)	6.4 ± 1.7

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A			3	1 2	4	1 9
B						
C						
計			3	1 2	4	1 9

4. 勝美福

1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	枝肉重量 (kg)	ロース芯 面積(cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留 基準値	脂肪交雑 (BMS No.)	歩留 等級	肉質 等級
1	北勝美37	勝美福	北福波	北国7の8	去	28.5	482.9	65	8.3	3.1	74.5	12	A	5
2	美勝	勝美福	晴姫	金鶴	去	25.8	357.0	53	5.9	1.9	74.1	3	A	3
3	勝美北	勝美福	北福波	照溝	去	28.6	433.4	58	8.0	2.3	74.8	10	A	5
4	かつみただひら	勝美福	北忠平	晴姫	♀	31.4	401.4	54	6.3	2.5	73.4	4	A	3
5	美福	勝美福	勝海邦	北国7の8	去	28.2	500.5	61	8.5	2.5	74.5	6	A	4
6	沖島	勝美福	北福波	平茂勝	去	28.1	413.4	48	8.4	3.2	73.3	8	A	5
7	利伊奈	勝美福	※福(興)	平茂勝	去	28.0	424.1	55	7.1	2.4	73.8	10	A	5
8	松勝	勝美福	晴桜2	糸光	去	28.7	432.4	58	7.4	1.4	75.2	5	A	4
9	勝福	勝美福	平茂勝	安平	去	29.0	458.7	58	7.2	2.8	73.5	5	A	3
10	鈴城	勝美福	21世紀	晴姫	去	29.1	452.6	56	7.3	2.3	73.8	10	A	5
11	りまりまたき	勝美福	北仁	忠平茂	♀	29.7	383.2	50	7.5	3.9	72.6	7	A	4
12	かつみ	勝美福	金安平	平茂勝	♀	29.7	374.0	39	7.0	3.4	71.4	4	B	3
13	ももふく	勝美福	百合茂	平茂勝	♀	29.4	417.5	60	7.8	2.0	75.5	8	A	5
14	松福	勝美福	北福波	神高福	去	27.6	391.5	58	7.6	1.7	75.6	5	A	4
15	まゆか	勝美福	百合茂	安平	♀	29.4	406.5	64	8.8	3.1	75.7	7	A	4
16	ゆきな	勝美福	照美	隆茂福	♀	31.0	421.0	61	7.5	3.5	74.0	5	A	3
17	勝美福1	勝美福	北福波	神高福	去	28.8	411.1	47	7.5	2.5	73.1	5	B	4
18	かつみふく1	勝美福	北福波	平茂勝	♀	29.0	396.6	58	8.1	3.1	74.6	8	A	5
19	かつみふく2	勝美福	北福波	晴姫	♀	28.8	435.9	56	7.6	3.2	73.5	3	A	2

	平均値
と畜時月齢	28.7 ± 1.2
枝肉重量(kg)	420.7 ± 35.8
ロース芯面積(cm ²)	55.7 ± 6.3
バラの厚さ(cm)	7.6 ± 0.7
皮下脂肪厚(cm)	2.7 ± 0.7
歩留基準値	74.1 ± 1.1
脂肪交雑(BMS No.)	6.7 ± 2.6

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A		1	4	5	7	17
B			1	1		2
C						
計		1	5	6	7	19

当センターにおける沖縄アグー豚交雑種の肥育豚出荷成績

栗田夏子 鈴木直人

I 要 約

沖縄県では沖縄アグー豚（アグー）のブランド化に取り組んでいるが、肥育成績についての調査は少ない。そこで沖縄県畜産研究センターで肥育、出荷した西洋豚の雌にアグーの雄を交配し生産された交雑種の体重、出荷時日齢及び格付成績を調査した。

その結果、出荷時体重平均 108.3kg の調査豚において、日齢は平均 181 日、格付背脂肪厚は 3.2 cm であり、格付は等外が 47% と最も多かった。

雌と去勢の差では、出荷時日齢については雌が 185.9 ± 18.8 日、去勢が 177.2 ± 16.5 日と雌が有意に長く、背脂肪厚については雌が 3.0 ± 0.6 cm、去勢が 3.3 ± 0.7 cm と去勢が有意に厚かった。格付等級では雌の 36%、去勢の 56% が等外となり、去勢が多かった。枝重量が「上」の範囲内であったもののうち、「中」「並」に格落した割合が 50% にのぼり、格落の理由としては、脂肪の背厚・被覆が最も多かった。

II 緒 言

沖縄県では地域資源を活用した競争力のある豚肉生産を推進するため、沖縄特有のアグー豚のブランド化に取り組んでいる。現在流通しているアグーブランド豚はアグーと西洋豚を交配した交雑種が多いが、その肥育豚生産に関する研究はまだ少なく、格付状況の実態は把握されていない。現在は格付にもとづかない値決取引がされているが、今後生産拡大に向けてアグー独自の基準作成が必要という意見もある。そこで、生産拡大へ向けた取組みの一助とするため、沖縄県畜産研究センター（以下当センター）で生産されたアグー交雑種を肥育し出荷した豚について、体重、出荷時日齢および格付成績の実績についてまとめた。

III 材料および方法

1. 試験場所及び期間

当センターで 2016 年 4 月から 2017 年 1 月にかけて出荷した肉豚について調査した。

2. 供試豚及び飼育管理

供試豚は当センターで西洋豚の雌にアグー純粋種の雄を交配し生産された交雑種を、約 4 ヶ月齢から肉豚肥育用配合飼料 (TDN73.5% 以上, CP12.5% 以上) を用い、3 頭口のドライフィーダーがある間口 2.65 m、奥行き 3.5 m、面積 9.28 m² の豚房で、最大 5 頭の群飼でオガコを敷料とし、不断給餌、自由飲水で肥育した。体重 110kg を目安として適宜出荷した。

3. 調査方法及び調査項目

1) 体重、出荷時日齢および豚枝肉格付成績

出荷 1 週間前に体重を測定し、出荷日日齢を調査した。

出荷後、公益社団法人日本食肉格付協会沖縄事業所発行の豚枝肉格付明細書により、枝肉重量、背脂肪厚および等級 (n=119, 雌 n=53, 去勢 n=66)、格落項目 (n=114, 雌 n=49, 去勢 n=65) について調査した。

なお、n 数が異なるのは、調査豚以外の豚の格付と区別できない格落項目について除外したことによる。

IV 結 果

1. 体重, 出荷時日齢および豚枝肉格付成績

出荷1週間前体重, 出荷時日齢, 枝重量および背脂肪厚について, 全体および雌と去勢の内訳を表1に示した。また雌と去勢の2群間でt検定を行った。

表1 出荷前体重, 出荷時日齢, 枝重量および背脂肪厚

	体重±標準偏差 (kg)	出荷時日齢±標準偏差 (日)	枝重量±標準偏差 (kg)	背脂肪厚±標準偏差 (cm)
全体	119 108.3±4.6	181.0±18.0	78.2±3.4	3.2±0.7
雌	53 108.0±4.4	185.9±18.8**	78.2±3.4	3.0±0.6*
去勢	66 108.6±4.7	177.2±16.5**	78.2±3.5	3.3±0.7*

注) n=119, *:p<0.05, **:p<0.01

出荷時日齢は雌が有意に遅く, 背脂肪厚では去勢が有意に厚かった。枝重量には差が認められなかった。

等級について全体および雌と去勢の内訳を図1に示した。

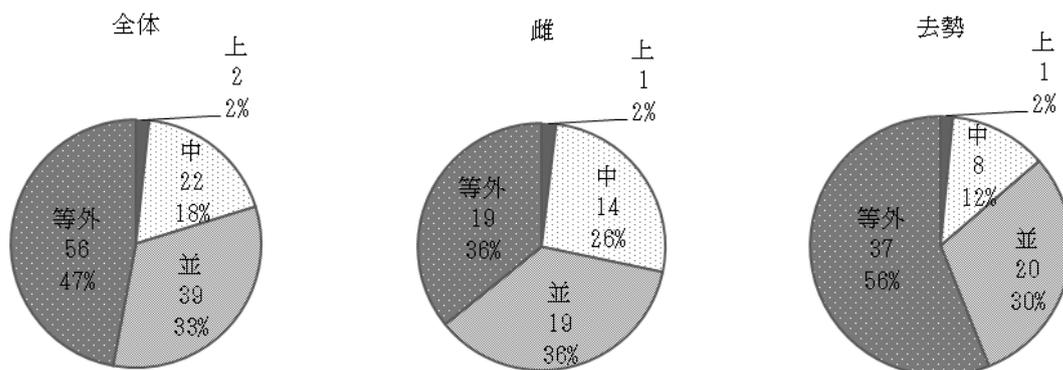


図1 等級割合

注) 各分類中のラベルは, 上段:等級, 中段:頭数, 下段:割合を示す。

等級は, 全体の47%が等外であり, 雌と去勢の別では雌が36%, 去勢は56%と, 去勢では半数以上が等外であった。

「上」の重量範囲内における「中」「並」の格落状況について, 全体および雌と去勢の内訳を表2に示した。

表2 「上」の重量範囲内における「中」「並」の格落状況

	集計頭数	格落後 等級	格落頭数 (割合)	格落項目		
				背厚・被覆	腰・肩厚	腹厚
全体	114		57 (50%)	81	18	1
雌	49	中	15 (31%)	17	9	
		並	15 (31%)	24	3	
去勢	65	中	7 (11%)	9	1	
		並	20 (31%)	31	5	1

注) 等外については格付明細書に記載がないため不明

枝重量が「上」の範囲内であったもののうち、「中」「並」に格落した割合が50%にのぼり、その格落の理由としては、脂肪の背厚・被覆が最も多かった。

V 考 察

今回調査した出荷時体重平均 108.3kg の調査豚において、出荷時日齢については雌豚が有意に遅く、背脂肪厚については去勢豚が有意に厚かった。枝肉重量については差が見られなかった。佐野ら¹⁾はパークシャー種において、去勢豚の方が厚脂による格落率が高く、出荷日齢は雌よりも早いことを報告しているが、アグー交雑種でも同様の傾向がみられた。

平成 27 年次の沖縄県のと畜実績による豚枝肉の格付状況は「上」33.4%「中」29.8%、「並」25.8%、「等外」11%であり²⁾、「上」が最も多いが、当センターが出荷したアグー交雑種では「等外」が 47%と最も多く、そのうち去勢では 56%にのぼっている。また、格落項目では、背厚・被覆がもっとも多かった。去勢の方が雌よりも格落した割合が少ないのは、調査した格付明細書には等外に格落した場合の記載がないことによると思われる。等級「上」の背脂肪の厚さの範囲は 1.3~2.4 cm であるが、今回調査したアグー交雑種全体の平均値は 3.2 cm であった。アグー交雑種はこのように皮下脂肪が厚く格付は等外が多い。

消費者が豚肉を購入する際に重視する点として「脂身が少ないこと」という回答が上位にあがっている³⁾ 調査がある。アグーの枝肉には脂身が多いが、過剰な皮下脂肪は精肉にする際に切り落とすこともできる。しかし、我那覇ら⁴⁾はアグーの皮下内層脂肪において、官能評価と正の相関があると言われるパルミチン酸、パルミトレイン酸およびオレイン酸が LWD より多いと報告している。また、大城ら⁵⁾の報告では LWD とアグー交雑種の間で、皮下内層脂肪においてはパルミトレイン酸がアグー交雑種で多いが、筋肉内脂肪については脂肪酸組成に有意差は認められていない。これらのことから、アグーの官能評価に皮下脂肪が影響する可能性があり、今後アグーにおける消費者の好む脂身の量や精肉歩留等を調査する必要があると思われる。

また、アグーは等外が多いものの、現在アグー肉豚は格付にもとづかない値決めで取引されている。しかし、アグー交雑種において、アグーの特徴とされる筋肉内脂肪の平均値は LWD より多いが、変動が大きい⁶⁾ という報告がある。今後アグー交雑種の生産を拡大してゆくにあたっては、アグー独自の価値基準の作成とそれに応じた価格設定が必要になると思われる。

VI 引 用 文 献

- 1) 佐野通・荒金知宏・武縄勝浩・田中健嗣・塩田鉄朗・森尚之・北村直起、「おかやま黒豚」肥育豚の生産農場での成績－ケージ飼育による日齢と体重の増加に伴う背脂肪厚の推移－，岡山総畜セ研報，17，93-97
- 2) 沖縄県農林水産部畜産課（2016）おきなわの畜産
- 3) 社団法人 JA 総合研究所（2008）肉の消費行動に関する調査
- 4) 我那覇紀子・當眞嗣平・安里直和・野中克治（2014）沖縄アグー豚（アグー）と三元交雑豚の肉質分析の比較，沖縄畜研研報，52，23-25
- 5) 大城まどか・仲村敏・鈴木直人・太田克之・渡久地政康・玉代勢秀正（2005）琉球在来豚（アグー）を活用した銘柄豚の確立（6）アグー交雑種の肥育試験および肉質評価，沖縄畜試研報，41，71-78
- 6) 當眞嗣平・我那覇紀子・親泊元治・光部柳子・野中克治（2014）一塩基多型（SNP）情報を利用した沖縄アグー豚の遺伝能力評価，沖縄畜研研報，52，31-34

沖縄アグー豚の液状精液人工授精活用試験

親泊元治 當眞嗣平 野中克治* 鈴木直人

I 要 約

沖縄アグー豚（アグー）雄豚精液の効率的な活用を図るため、液状精液における混合精液、市販希釈剤、精子濃度低減の検討および農場実証人工授精（AI）試験を実施した。

1. アグー複数雄豚の混合精液は精子生存指数が平均化し、その低い雄を補完できる。
2. モデナ液および市販希釈剤を用いて作製した液状精液は、ほぼ10日間は精子生存指数が高く維持されたことから市販希釈剤はアグーに問題なく適応できる。
3. アグー精子濃度低減液状精液は精子濃度0.5～1.0億/mlで問題なく作製できる。
4. 当センターで作製したアグー液状精液とH農場で作製したアグー液状精液において受胎率、産子数に有意な差はなかった。

以上の結果から、アグーの液状精液は西洋豚の液状精液と同様にAIで問題なく活用できると考えられ、その広域的な利用が期待される。

II 緒 言

アグーの雄と西洋豚の雌を交配して生産されるアグーブランド豚は本県を代表する銘柄豚であり、出荷頭数は2013年に3万頭を超えたが、アグーブランド豚の出荷目標頭数である4万5千頭¹⁾を達成するためにはアグー種雄豚の効率的な活用が重要である。アグーは、総頭数が少なく、各農場において閉鎖環境で飼育されている。アグーブランド豚の出荷頭数目標を達成するためには豚AI技術の確立による広域的な液状精液の活用が求められているが、アグーのAIに関する基礎的な報告^{2～5)}は少ない状況である。

そこで、アグー雄豚精液の効率的な活用を図るため、液状精液の混合精液、市販希釈剤、精子濃度低減の検討および農場実証AI試験を実施した。

III 材料および方法

試験に供した精液は、当センターで飼養しているアグー種雄豚およびランドレース種雄豚から手圧法で濃厚部^{6, 7)}を採取した。液状精液作製処理において希釈液の調整時に市販LPS除去水を用い、ポリペプチド系抗生剤Aとフルオロキノロン系抗生剤Bまたはアミノグリコシド系抗生剤Cの2種類を添加した。各処理後のアグー液状精液は80mlを100ml容量の精液ボトルに空気が入らないように充填し、15℃の恒温装置内に保存した。各処理液状精液の調査は一定期間経過ごとに38℃に加温し、顕微鏡下で精子活力検査盤を用いて精子活力を、「+++ (100)非常に活発な前進運動」、「++ (75)活発な前進運動」、「+ (50)緩慢な前進運動」、「± (25)旋回または振り子運動」および「- (0)全く運動しない」の5段階に区分し、活力ごとの重み付け数値に精子の割合をかけて、総和を100で割った精子生存指数を算出⁷⁾した。AI試験では、当センターで飼養しているアグーおよび一般雌豚を用い、農場実証AI試験においては本部町内のH農場で飼養している一般豚を用いた。試験は2013～2015年度において実施した。

1. 混合精液試験

表1に混合精液供試豚概要を示した。混合精液は1区あたり4頭の雄豚から採取した各精液を精子濃度1億/mlに希釈し、各20mlずつ混合して精液ボトル1本当たり総量80mlで作製した。また、比較のため雄個別精液ボトルを作製した。

*退職

1) 混合精液性状

混合区と構成雄個別精液ボトルについて0日，7日および10日後に精子活力を調査した。また，混合4区，構成雄個別および通常精液ボトルの一般細菌数測定を株式会社食環境衛生研究所に依頼した。

表1 混合精液供試豚概要

混合区	雄名号				雌名号
1区	576A	594A	593A	566A	306W
					555A
2区	573A	594A	593A	66L	492L
					556L
3区	576A	577A	593A	566A	152LW
4区	573A	66L	593A	566A	11L

2) 混合精液のAI試験

混合精液は自然発情の雌豚へ，AI（3回/発情当たり）を実施し，受胎頭数，産子数を調査した。

3) 産子の父子鑑定

混合精液のAIでの産子についてマイクロサテライトマーカーにより父子鑑定を実施した。

2. 市販希釈剤試験

モデナ液および市販希釈剤におけるアグー液状精液の適応性を検討した。モデナ液は試薬を調合して作製⁷⁾した。市販希釈剤の形状は市販希釈剤Aが10L液状，他の市販希釈剤は1L用粉末状である。

1) モデナ液および市販希釈剤におけるアグー液状精液保存性試験

アグー種雄豚精液をモデナ液，市販希釈剤A，B，CおよびDで希釈し0日，1日，3日，5日，7日，10日および14日後の精子活力を調査した。

2) モデナ液と市販希釈剤Aのアグー液状精液保存性比較

複数のアグー種雄豚精液を，モデナ液と市販希釈剤Aで希釈し0日，5日，7日，10日および14日後の精子活力を調査した。

3) 市販希釈剤AのAI試験

市販希釈剤Aについて，アグーおよび一般豚の雌豚にAIを実施し，受胎率および産子数を調査した。

3. 精子濃度低減試験

液状精液の精子濃度を0.3，0.5および1億/mlに調整し一定期間経過後の精子活力を調査し，精子濃度低減を検討した。

1) 精子濃度低減精液の保存性

精子濃度を低減した液状精液を1日，7日および14日後に精子活力を調査した。

2) 14日後精子濃度低減精液の経過時間ごと保存性

精子濃度を低減した液状精液を14日間保存し30分，90分および180分後の精子活力を調査した。

3) 精子濃度低減精液AI試験

0.5～1.0億/mlに精子濃度を低減した液状精液を，アグーおよび一般雌豚にAIを実施し，受胎率および産子数を調査した。

4. 農場実証AI試験

当センターで精子濃度0.67億/mlに調整して作製したアグー液状精液を本部町にあるH農場で飼養している一般豚にAIを実施し，雄，希釈剤および抗生剤別にH農場で作製したアグー液状精液と受胎率および分娩成績を比較した。

IV 結果および考察

1. 混合精液試験

1) 混合精液性状

図1に混合精液の精子生存指数の推移を示す。混合1区の希釈直後，7日後および10日後精子生存指数はそれぞれ70，37.5および30であった。同様に混合2区は70，40および45，混合3区は80，60および40，

混合4区は70, 60および40であった。雄個別の推移は混合1区では593Aが低い値となった。混合2区は66Lが低い値となった。混合3区では593Aと66Lが低い値となった。混合4区では66Lが低い値であった。

混合精液の精子生存指数の推移は、構成する雄個別の精子生存指数に低い値があっても、ほかの高い雄の値と平均化すると考えられた。

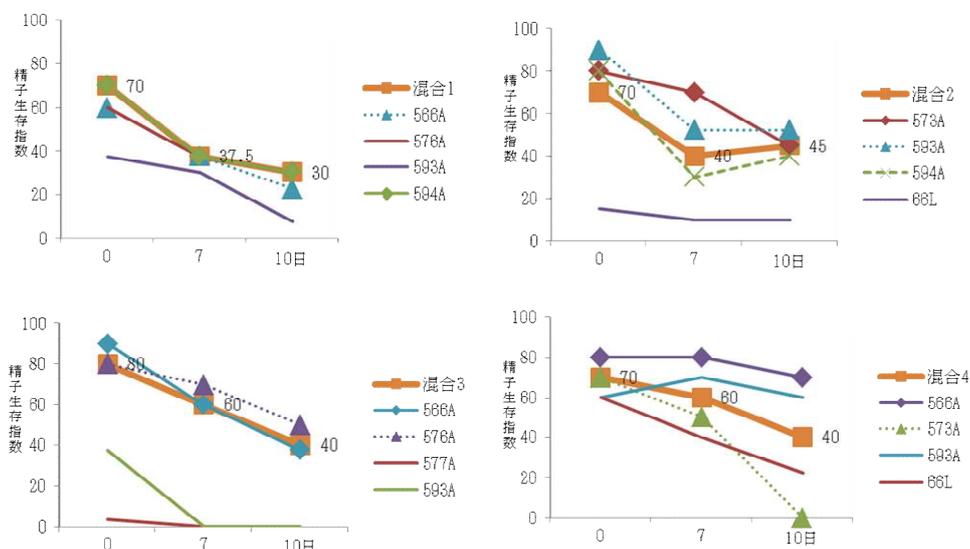


図1 混合精液の精子生存指数の推移

表2にアグー液状精液細菌検査結果を示す。一般細菌は混合4区およびその構成雄ごとの液状精液からは検出されなかったが、試験区と別に作製し、保存した通常精液ボトルから平均2144cfu/ml検出された。通常精液ボトルから検出された一般細菌は雄個体ごとの菌数の差が大きかった。このことから、今回の試験では、混合区に一般細菌の混入は認められなかったが、混合精液を作製する時は精液採取時に雄のペニスの洗浄など衛生面に十分注意することが重要と考えられた。

表2 アグー液状精液細菌検査

区・雄名号	菌種	菌数 (cfu/ml)
混合4区	検出されず	10以下
566A		
573A		
593A	検出されず	10以下
66L		
576A	<i>Enterococcus faecalis</i>	100
	<i>Rhizobium radiobacter</i>	100
573A	<i>Staphylococcus cohnii</i>	13000
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	200
	<i>Burkholderia cepacia</i>	100
Y1	<i>Pseudomonas luteola</i>	1200
	<i>Moraxella spp.</i>	500
535A	<i>Pseudomonas luteola</i>	4000
	<i>Rhizobium radiobacter</i>	100
	平均	2144

2) 混合精液のAI試験

表3に混合精液繁殖成績を示す。AIを実施した雌豚の品種内訳はランドレース種3頭、大ヨークシャー種1頭、交雑種(LW)1頭、アグー1頭の計6頭であった。AI結果は受胎が6頭、分娩が5頭であった。

混合区の平均分娩頭数および離乳頭数は、それぞれ10.8頭、9.0頭であった。分娩頭数および離乳頭数は混合区が平成25年度の単一の雄を用いた一般豚へのAI成績よりも多い結果であった。このことから、繁殖成績において複数雄の精液を混合することによる悪い影響は認められなかった。

表3 混合精液AI成績 単位：頭

混合区	雄名号				雌名号	分娩頭数	離乳頭数
1区	576A	594A	593A	566A	306W	11	10
					555A	-	-
2区	573A	594A	593A	66L	492L	12	9
					556L	10	9
3区	576A	577A	593A	566A	152LW	7	6
4区	573A	66L	593A	566A	11L	14	11
合計					5	54	45
平均						10.8	9.0
通常 ^{注)}					21	10.6	8.4

注) 通常は平成25年度一般豚繁殖成績(雄単一液状精液)

3) 産子の父子鑑定

表4に混合区の産子50頭について父子鑑定結果を示す。供試した雄豚4頭の産子が全て鑑定された区はなかった。精子生存指数の低かった577Aと66Lは産子を得られなかった。父別の内訳は566Aが12頭、573Aが13頭、576Aが2頭、593Aが9頭、594Aが14頭であった。各区において図1で示した精子生存指数の高い種雄豚の産子が多い結果となった。

表4 産子の父子鑑定結果 単位：頭

混合区	566A	573A	576A	577A	593A	594A	66L	合計
1区	1	-	0	-	0	10	-	11
2区	-	5	-	-	5	2	0	12
2区	-	4	-	-	4	2	0	10
3区	4	-	2	0	0	-	-	6
4区	7	4	-	-	0	-	0	11
合計	12	13	2	0	9	14	0	50

注) 「-」は雄の供試なし、「0」は鑑定結果なし。

以上のことからアグーの混合精液は精子生存指数が平均化したことから精子活力の高い個体が精子活力の低い個体を補完すると考えられた。また、混合精液においては構成する雄個別精液生存指数の高い個体の産子が多く鑑定された。このことから、複数のアグー雄精液を混合することで精子生存指数が低い精液を単独で交配に用いた場合の不受胎を防止できると考えられた。

2. 市販希釈剤試験

1) モデナ液および市販希釈剤におけるアグー液状精液保存性

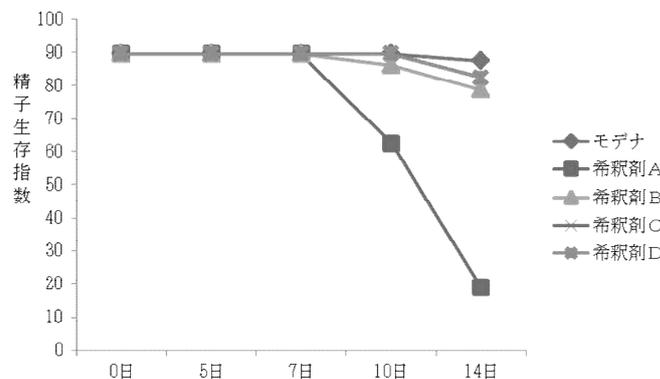


図2 市販希釈剤別精子生存指数の推移

図2にモデナ液および市販希釈剤の精子生存指数の推移を示す。モデナ液および各市販希釈剤は7日後までは差がなく、希釈剤Aを除いて14日後まで良好な保存性を示した。

アグー液状精液を自家作製している県内大規模農場への聞き取りでは液状精液は通常3.3日で使用し、最大保存期間は6日間であったことから、現場において各希釈剤ともに十分活用できると考えられる。

2) モデナ液と市販希釈剤Aのアグー液状精液保存性

図3にモデナ液および市販希釈剤Aの精子生存指数の推移を示す。市販希釈剤Aは、1)において他の市販希釈剤と異なる精子生存指数の推移であったため、モデナ液と比較を行った。

市販希釈剤Aの精子生存指数は3日後まではモデナ液を上回って推移し、5日後から7日後においては同等に推移した。10日後以降は有意に低下した。液状精液は現場におけるAIでは通常6日以内に使用されることから市販希釈剤Aの実用性は問題がないと考えられた。

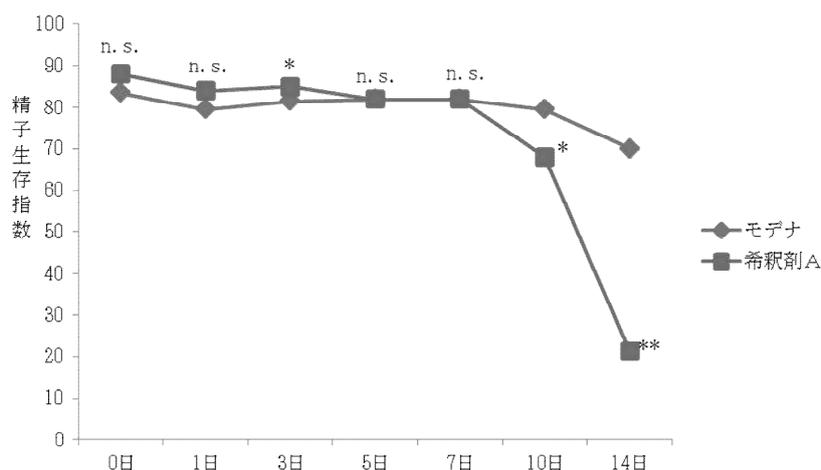


図3 モデナ液および市販希釈剤Aの精子生存指数の推移

注) n.s.: 非有意, *: $P<0.05$, **: $P<0.01$

3) 市販希釈剤AのAI試験

表5に市販希釈剤AのAI試験結果を示す。2)の結果から、市販希釈剤Aは実用性において問題がないと考えられたこと、また、比較的新しい希釈剤のため使用事例がないことから、実際に当センター飼養のアグーおよび一般豚各6頭にAIを実施した。その結果、アグー83%、一般豚100%の受胎率であった。平均分娩頭数は、アグー4.8頭、一般豚10.5頭であった。これらの結果から、希釈剤Aはアグー液状精液に問題なく適応できると考えられた。

	頭・%				平均分娩頭数
	AI頭数	受胎	不受胎	受胎率	
アグー	6	5	1	83	4.8
一般豚	6	6	0	100	10.5
合計・平均	12	11	1	92	

以上のことから、各市販希釈剤の保存性はモデナ液と同等の結果であった。各市販希釈剤は液状、粉状等の形状で販売されているが、LPS除去水の使用および抗生剤添加でほぼ10日間は精子生存指数が高く維持されたことから、各希釈剤において問題なくアグー液状精液に適応できると考えられた。

3. 精子濃度低減試験

1) 精子濃度低減精液の保存性

図4に精子濃度低減精液の精子生存指数の推移を示す。0.3億/ml区の精子生存指数は1日後から大きく低下した。0.5億/ml区の精子生存指数は1日後の70から14日後にかけて徐々に低下した。1億/ml区は1日後、7日後の指数が0.5億/ml区より高く推移した。

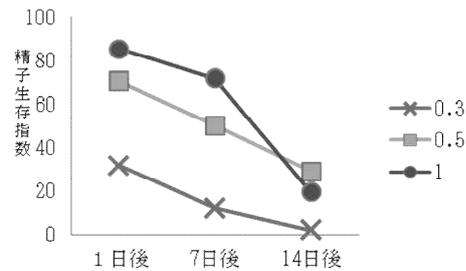


図4 濃度低減精液の精子生存指数の推移

2) 14日後精子濃度低減精液の経過時間ごとと保存性

図5に14日後経過時間ごと精子生存指数の推移を示す。精子生存指数は1億/ml区が加温30分後も62.5と高い値で推移し、180分後においても高い値を維持していた。次いで0.5億/ml区が高く推移した。

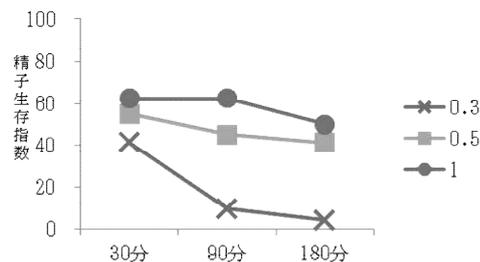


図5 14日後経過時間ごと精子生存指数の推移

以上のことから、精子濃度0.3億/mlは2試験において精子生存指数が低く推移したことから不適當であると考えられた。当センターでは液状精液のアグー精子濃度は1億/ml以上を基準としているが、一般豚の液状精液では精子濃度約0.5~0.7億/mlが一般的であり、アグーでも一般豚と同じ0.5億/mlまで濃度を低減できると考えられた。

3) 精子濃度低減精液AI試験

表6に濃度低減精液AI成績を示す。0.5億以上1.0億/ml未満の精子濃度に低減した液状精液をアグー4頭および一般豚3頭にAIを実施し、アグー75%、一般豚100%の受胎率であった。平均分娩頭数はアグー5.0頭、一般豚11.3頭であった。精子濃度を低減したことによる分娩頭数の減少は認められなかった。

	頭・%				平均分娩頭数
	AI頭数	受胎	不受胎	受胎率	
アグー	4	3	1	75	5.0
一般豚	3	3	0	100	11.3
合計・平均	7	6	1	86	

以上のことから、精子濃度を0.5~1.0億/mlまで低減し、液状精液を作製できることが示された。精子濃度0.5億/mlで液状精液を作製すると、これまでの2倍以上の本数を作製できることとなる。

4. 農場実証 AI 試験

表7 アグー液状精液の作製概要

作製場所	供用雄	希釈剤	抗生剤	精子濃度(億/ml)	希釈精液量 (ml/本)	AI使用本数 (本)
	6頭単一					
畜研セ	(681A, 674A, 648A, 593A, 566A, 535A)	A, B, C, D, モデナ液	A, B, C	0.67	60	3
H農場	3頭混合 (自家)	C	D	0.67	60	3

表7にアグー液状精液の作製概要および表8に農場実証AI試験の結果を示す。当センターで通常AIを実施している精子濃度の約50%以下である0.67億/mlで作製したアグー液状精液について、H農場で

の受胎率は χ^2 乗検定において雄別、希釈剤別、抗生剤別および作製場所別の比較で有意な差はなかった。同様に繁殖成績も分散分析において有意な差がなかった。AI成績および繁殖成績のいずれも、当センターで作製した濃度低減アグー液状精液とH農場で作製したアグー液状精液との間に大きな差は認められなかった。アグー液状精液は農場実証試験の結果においてもAIに問題なく活用できると考えられた。

表8 農場実証AI試験

単位：頭

処理	区分	AI成績				繁殖成績			
		n	受胎	不受胎	受胎率(%)	n	総産子数 [※]	死産数 [※]	正常子数 [※]
雄	681A	9	6	3	66.7	6	12.2 ± 1.8	0.2 ± 0.4	12.0 ± 1.9
	674A	7	6	1	85.7	6	10.8 ± 1.9	0.3 ± 0.5	10.5 ± 2.1
	648A	11	6	5	54.5	5	9.2 ± 1.3	0.2 ± 0.4	9.0 ± 1.4
	593A	13	10	3	76.9	8	10.3 ± 2.9	0.8 ± 1.2	9.5 ± 3.7
	566A	20	16	4	80.0	15	10.3 ± 2.7	0.5 ± 0.7	9.7 ± 2.5
	535A	5	4	1	80.0	3	12.0 ± 1.0	0.0 ± 0.0	12.0 ± 1.0
希釈剤	希釈剤A	22	17	5	77.3	17	10.7 ± 1.8	0.4 ± 0.6	10.4 ± 1.7
	希釈剤B	6	6	0	100.0	5	10.8 ± 1.5	0.2 ± 0.4	10.6 ± 1.8
	希釈剤C	23	15	8	65.2	14	10.1 ± 3.3	0.6 ± 1.0	9.4 ± 3.6
	希釈剤D	8	5	3	62.5	3	11.7 ± 1.5	0.3 ± 0.6	11.3 ± 2.1
	モデナ液	6	5	1	83.3	4	11.0 ± 2.7	0.3 ± 0.5	10.8 ± 2.9
抗生剤	抗生剤A+B	13	10	3	76.9	9	10.6 ± 1.7	0.3 ± 0.7	10.2 ± 1.7
	抗生剤A+C	50	36	14	72.0	32	10.6 ± 2.6	0.5 ± 0.8	10.1 ± 2.8
	抗生剤A+B+C	2	2	0	100.0	2	11.5 ± 2.1	0.0 ± 0.0	11.5 ± 2.1
作製場所	畜研セ	65	48	17	73.8	43	10.6 ± 2.4	0.4 ± 0.7	10.2 ± 2.6
	H農場	91	62	29	68.1	52	11.0 ± 2.9	0.5 ± 1.2	10.5 ± 2.9
全体		156	110	46	70.5	95	10.8 ± 2.6	0.4 ± 1.0	10.4 ± 2.7

※平均±標準偏差

以上の結果から、アグーの液状精液は西洋豚の液状精液と同様にAIで問題なく活用できると考えられ、その広域的な利用が期待される。留意点として、アグーの液状精液を広域的に活用する場合は、家畜改良増殖法（昭和25年5月27日法律第209号）第4条第1項に基づく種畜検査で衛生状態および精液性状を検査し、合格したアグー雄豚から採取した精液を用いることが重要である。

また、今後はアグー精液からの病原体の除去等、アグー精液の広域的な活用に対応した伝染性疾病感染リスクの少ない凍結精液の作製等の研究を実施する必要があると考える。

V 引用文献

- 1) 沖縄県アグーブランド豚推進協議会(2015)アグー及びアグーブランド豚に関する統計データ
- 2) 仲村敏・大城まどか・鈴木直人・玉代勢秀正・吉岡耕治・鈴木千恵・菊地和弘・建本秀樹(2004)琉球在来豚(アグー)を活用した銘柄豚の確立(4), 沖縄畜試研報, **42**, 64-71
- 3) 仲村敏・大城まどか・稲嶺修・鈴木直人・吉本哲兵・渡慶次功・建本秀樹・玉代勢秀正(2005)琉球在来豚(アグー)の効率的繁殖技術の確立(1), 沖縄畜研研報, **43**, 12-20
- 4) 知念司・當眞嗣平・貝賀眞俊・野中克治・生駒エレナ・岡崎哲司・手島久智(2013)琉球在来ブタアグーの射出精液分画と精漿が精子凍結融解後の運動性に及ぼす影響, 日豚会誌, **50**(2), 37-45
- 5) 親泊元治・知念司・當眞嗣平・野中克治(2014)沖縄アグー豚の精液性状に及ぼす季節の影響, 沖縄畜研研報, **52**, 35-38
- 6) 丹羽太左衛門監修(1989)豚凍結精液利用技術マニュアル, 社団法人日本家畜人工授精師協会
- 7) 家畜人工授精講習会テキスト(家畜人工授精編)(2015), 一般社団法人日本家畜人工授精師協会

一塩基多型 (SNP) 情報を利用した沖縄アグー豚の遺伝能力評価

(2) DNA チップによる肉質形質の育種価推定

當眞嗣平 翁長桃子* 我那覇紀子** 鈴木直人

I 要 約

沖縄アグー豚 (アグー) における肉質の育種改良法を検討するため、DNA チップを利用した遺伝能力評価法を検討した。アグー雄と西洋系品種雌の交雑種 457 頭の肉質分析値と Illumina 社の Porcine SNP60 BeadChip から肉質形質の遺伝率とアグー種雄豚のゲノム育種価を推定した。アグー種雄豚のゲノム育種価の推定幅は、筋肉内脂肪含量が 4.66~-0.37、破断応力が 4.99~-2.58、オレイン酸が 2.30~-1.62 であった。遺伝率は、おおむね文献値と近い値が推定されたことから、DNA チップを用いたゲノム育種価の有効性が示された。

II 緒 言

アグーは西洋品種に比べ産肉能力、繁殖性などの能力は劣るものの、肉質が優れており、消費者からも高い評価を受けている¹⁾。筆者ら²⁾は、アグーの肉質に関し、遺伝的差異が大きいことから改良の可能性と遺伝能力評価の必要性を報告した。種畜評価の指標として推定育種価が広く用いられている。しかしながら、育種価推定には、詳細な血統情報が必要であり、登録体制が整備されて日が浅いアグーにおいて、従来法による育種価推定は困難である。

近年、ゲノム全域を網羅した大量の SNP マーカーを用いて種畜評価を行うゲノム選抜法^{2~9)}が注目されている。ゲノム選抜法においては、SNP から血統情報を構築することで¹⁰⁾、ゲノム育種価の推定が可能である。前報告¹¹⁾では、アグー交雑種 200 頭の SNP 情報を用いて肉質形質の遺伝率とゲノム育種価を推定した。今回は、その精度を向上させる目的で分析頭数を増やし、アグーの肉質における遺伝的能力評価に向けた検討を行った。

III 材料および方法

1. 供試豚肉および DNA 抽出

平成 25 年 9 月から平成 28 年 1 月までの間、アグーブランド推進協議会の指定生産農場から出荷されたアグー交雑種 457 頭のロース部位を供試した。ロース部位の組織細胞をプロテイナーゼ K (10mg/ml:和光純薬工業株式会社製) を含んだ抽出バッファー (1.2%SDS, 12.0mM EDTA, 100mM Tris-HCl [pH8.5], 0.5%NP-40) で溶解後、自動核酸抽出装置 (プレジジョンシステムサイエンス社) で DNA を抽出した。

2. 分析項目

常法¹¹⁾に準じ上記サンプルの脂肪融点、水分含量、筋肉内脂肪含量、加圧保水性、圧搾肉汁率、加熱損失率、破断応力および脂肪酸組成を分析した。脂肪酸の抽出は Folch の方法¹²⁾で行い GC-MS (Agilent 7890GC/5975MSD) で測定を行った。カラムはキャピラリーカラム (DB-23) を用いた。

3. SNP マーカーのジェノタイピング

Illumina 社の Porcine SNP60 Genotyping BeadChip. Ver2 を用いて SNP 型を決定した。62163 個の SNP マーカーからアレル頻度が 0.01 以下、ハーデーワインベルグ平衡検定が 0.001 以下および性染色体に配置された SNP を除外し、最終的に 37589 個の SNP を解析に用いた。

4. 肉質形質の遺伝率とゲノム育種価の推定

統計モデルは、性と出荷年一季節を母数効果、個体の育種価を変数効果とする混合モデルとした。出荷年一季節の効果は出荷月を 3 月~5 月, 6 月~9 月, 10 月~11 月, 12 月~2 月の 4 つに区分し、平成 25 年 9 月から平成 28 年 1 月までをグループ分けしたもので 8 グループであった。分析モデルを (1) に示す。

* 現沖縄県農林水産部畜産課

** 現八重山農林水産振興センター

$$Y = Xb + Zu + e \quad \dots \dots (1)$$

ただし, Y : 各肉質測定値

X : 性および出荷年-季節の効果に対する計画行列

B : 性および出荷年-季節の効果

Z : 個体育種価に対する計画行列

U : 個体育種価

e : 誤差

(1)のモデルについて統計プログラムRのrrBLUPパッケージ¹³⁾を用いて各肉質測定値の遺伝率をREML法アニマルモデルにより推定し個体のゲノム育種価を算出した。その際の混合モデル方程式は式(2)のとおりである。(2)においては従来のBLUP法における分子血縁逆行列(A^{-1} 行列)の代わりに G^{-1} 行列を用いた。

$$\begin{bmatrix} X'X' & X'Z \\ Z'Z' & Z'Z + G^{-1}(\frac{1}{h^2} - 1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix} \quad \dots \dots (2)$$

ただし, h^2 : 推定遺伝率

b : 性および出荷年-季節の効果

u : 個体の推定育種価

G^{-1} : ゲノム関係行列の逆行列

IV 結果および考察

表1に肉質形質の遺伝率を示した。筋肉内脂肪, 加圧保水性, 加熱損失率および脂肪融点は0.34~0.57の中程度の遺伝率が推定された。圧搾肉汁率は0.27, 破断応力は0.19と低い値であった。鈴木ら¹⁵⁾は, 加熱損失率の遺伝率が0.09と報告しており, 本試験では0.57と高めに推定された。脂肪酸組成の遺伝率は, ミリスチン酸とパルミチン酸以外は, 0.36~0.47と中程度の値が推定され, 鈴木ら¹⁵⁾の報告値と同程度であった。

表1 肉質形質の遺伝率

形質	平均	標準偏差	遺伝率	遺伝率 [※]	遺伝率 ^{※※}
筋肉内脂肪含量(%)	5.6	2.3	0.52	0.38	0.39 ¹⁵⁾
加圧保水性(%)	79.8	2.7	0.34	0.36	0.25 ¹⁶⁾
圧搾肉汁率(%)	41.6	2.5	0.27	0.58	0.12 ¹⁶⁾
加熱損失率(%)	28.6	2.7	0.57	0.83	0.09 ¹⁵⁾
破断応力(kgf/cm ²)	45.6	9.7	0.19	0.11	0.38 ¹⁵⁾
脂肪融点(°C)	34.8	2.5	0.45	0.18	0.61 ¹⁵⁾
脂肪酸組成(%)					
ミリスチン酸	1.5	0.2	0.70	0.75	0.15 ¹⁵⁾
パルミチン酸	28.2	2.8	0.26	0.37	0.30 ¹⁵⁾
パルミトリン酸	2.4	0.5	0.41	0.50	0.36 ¹⁵⁾
ステアリン酸	16.0	1.6	0.45	0.48	0.51 ¹⁵⁾
オレイン酸	42.6	3.5	0.36	0.30	0.28 ¹⁵⁾
リノール酸	8.7	1.2	0.47	0.53	0.32 ¹⁵⁾
α -リノレン酸	0.6	0.1	0.39	-	-

※ 當眞ら(2014)の報告値

※※文献値 肩番号は文献番号を表す

本試験では、前報告¹¹⁾と比べ文献値^{15, 16)}と比較的近い値が推定された。佐藤ら¹⁷⁾は、豚系統造成において精度の高い遺伝率を得るためには400頭程度の記録が必要であり、データ数が少ないと推定値に偏りが生じることを報告している。今回は400頭以上のデータを用いたことで遺伝率の推定精度は向上したと考えられる。遺伝的な変異の程度を示す遺伝率は、中程度の値でありアグーにおいて肉質を改良することは十分可能だと思われる。

表2にアグー種雄豚の推定ゲノム育種価を示した。一般的に豚は、肥育豚の親である種豚を特定することが難しく、種豚の育種価推定することができない。しかしながら、本試験ではゲノムを通じた関係性を基に交雑肥育豚からアグー種雄豚20頭について育種価を推定することができた。アグー種雄豚におけるゲノム育種価の推定幅は、筋肉内脂肪含量が4.66~-0.37、破断応力が4.99~-2.58、オレイン酸が2.30~-1.62であった。荒川ら¹⁸⁾は、本試験で用いたIllumina社のDNAチップでデュロック種のゲノム育種価を推定している。その結果、ゲノム育種価と従来のBLUP法による育種価との相関係数は高く、ゲノム育種価の有効性が示唆されている。しかし、Illumina社のDNAチップは主に西洋種のゲノム情報を基に開発されたことから、アグー集団においては多様性を示すSNP割合が低く¹⁹⁾、遺伝率や育種推定に偏りがある可能性も考慮する必要がある。現在、ゲノムリシーケンシングから、アグー集団内において多様性のあるSNPを直接検出し、カスタムチップの開発を行っており、これを利用することで、育種価の推定精度の更なる向上が期待できる。

表2 肉質形質におけるアグー種雄豚の推定ゲノム育種価

形質	推定ゲノム育種価		
	平均値	最大	最小
筋肉内脂肪 (%)	2.04	4.66	-0.37
加圧保水性	-0.49	1.85	-2.09
圧搾肉汁率	0.22	1.21	-1.37
加熱損失率	-0.49	3.38	-2.58
破断応力	0.38	4.99	-2.58
脂肪融点(°C)	-0.89	2.16	-3.45
脂肪酸組成			
ミリスチン酸	0.07	0.23	-0.11
パルミチン酸	0.83	2.46	-1.11
パルミトレイン酸	0.30	0.76	-0.01
ステアリン酸	-0.57	0.70	-2.11
オレイン酸	0.38	2.30	-1.62
リノール酸	-1.08	0.07	-1.63
α-リノレン酸	-0.07	0.03	-0.11

V 引用文献

- 1) 日本食肉消費総合センター (2010) 第VI章消費者の肉の好み, H22-6月, 132, (http://www.jmi.or.jp/info/survey_file6/51.pdf)
- 2) 眞眞嗣平・我那覇紀子・親泊元治・野中克治 (2014) 豚肉の肉質に及ぼすアグー種雄豚の影響, 沖縄畜研研報, 52, 27-29
- 3) Meuwissen T.H.E., B.J. Hayes and M.E. Goddard (2001) Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps, *Genetics*, 157, 1819-1829
- 4) Meuwissen T.H.E., M.E. Goddard (2001) Accurate prediction of genetic values for complex traits by whole-genome resequencing, *Genetics*, 185, 623-631
- 5) 長嶺慶隆 (2012) SNP マーカーを用いたゲノム研究と今後の家畜育種, 日畜会報, 83, 1-8
- 6) 長嶺慶隆 (2013) ゲノム情報と家畜育種, 動物遺伝育種研究, 41, 15-22
- 7) 広岡博之 (2010) 家畜の育種価推定の変遷—選抜指数法からゲノム選抜法まで—, 動物遺伝育種研究, 38, 93-98

-
- 8)長嶺慶隆 (2014) ゲノミック選抜, 畜産技術, **2**, 40
 - 9)佐分淳一 (2010) ジェノミックを利用した遺伝的能力評価の試み, 畜産技術, **11**, 2-5
 - 10)A Nejadi-Javaremi, C Smith and J P Gibson (1997) Effect of total allelic relationship on accuracy of evaluation and response to selection. *Journal of Animal Science*, **75**, 1738-1745
 - 11)當眞嗣平・我那覇紀子・親泊元治・野中克治 (2014) 一塩基多型(SNP)情報を利用した沖縄アグー豚の遺伝能力評価, 沖縄畜研研報, **52**, 31-34
 - 12)食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル, 独立行政法人家畜改良センター
 - 13)Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane Stanley(1957)A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues:*J. Biol. Chem*, **226**, 497-509
 - 14)Endelman, J. B. (2011) Ridge regression and other kernels for genomic selection with R package rrBLUP. *Plant Genome* 4:250-255
 - 15)鈴木啓一・門脇宏・柴田知也・西田朗(2004)豚の産肉性, 肉質及び生理的形質間の遺伝的関連, 動物遺伝育種研究, **32**, 29-42
 - 16)Lo LL, McLaren DG, McKeith FK, Fernando RL, Novakofski J (1992) Genetic analysis of growth, realtime ultrasound, carcass and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs. II. Heritabilities and correlations. *Journal of Animal Science*, **70**, 2387-2396
 - 17)佐藤正寛・古川力・石井和雄 (1999) 豚系統造成において個体数が単一形質のREML法による分散成分および育種価の推定に及ぼす影響, 日豚会誌, **36**, 130-135
 - 18)荒川愛作・奥村直彦・松本敏美・廣瀬健右・普川一雄・伊藤哲也・林武・上西博英・美川智 (2012) デュロック閉鎖集団におけるゲノム育種価の正確度の検討, 日本畜産学会第115回大会講演要旨, 165
 - 19)當眞嗣平・島袋宏俊・親泊元治・我那覇紀子・光部柳子・野中克治・奥村直彦・荒川愛作(2013) SNPマーカーを用いたアグーの遺伝構造解析, 沖縄畜研研報, **51**, 17-20
-

付属資料

沖縄アグー種雄豚推定育種価一覧

アグー種雄豚	筋肉内脂肪含有量(%)	加圧保水性(%)	加熱損失率(%)	圧搾肉汁率(%)	破断応力 kgf/cm ²	ミリステチン酸(%)	パルミチン酸(%)	パルミトリン酸(%)	ステアリン酸(%)	オレイン酸(%)	リノール酸(%)	α-リノレン酸(%)
A	2.551	-1.091	-1.580	0.966	-1.193	0.042	0.973	0.288	-0.561	0.617	-1.514	-0.089
B	2.438	-1.305	0.573	0.686	-1.494	-0.021	0.517	0.347	-0.817	1.473	-1.514	-0.114
C	2.709	-1.603	0.412	-0.024	-0.828	0.138	1.148	0.392	-1.146	0.251	-0.996	-0.060
D	1.009	-1.458	-0.322	0.288	2.815	0.177	1.225	0.455	-0.526	-0.142	-1.359	-0.079
E	1.350	-0.456	-1.140	-0.758	-0.738	0.094	1.159	0.108	0.864	-0.863	-1.350	-0.095
F	0.947	0.022	-0.323	0.616	4.992	0.231	1.262	0.537	-1.021	0.069	-1.206	-0.051
G	2.941	1.470	-2.579	0.488	3.236	0.026	0.774	0.080	0.597	-0.041	-1.360	-0.065
H	3.400	-0.322	0.660	-0.465	0.769	0.161	1.396	0.681	-2.248	0.073	-0.351	-0.014
I	2.288	-0.445	0.053	1.025	-0.226	0.044	0.760	0.389	-1.406	1.137	-1.058	-0.075
J	2.339	-0.971	-0.753	0.962	1.171	0.031	0.656	0.448	-0.786	1.092	-1.422	-0.088
K	1.641	-0.755	-0.758	1.206	0.356	-0.040	0.743	0.222	-0.300	0.903	-1.487	-0.102
L	1.691	-1.036	0.128	0.080	-1.371	-0.019	0.742	0.185	0.045	0.652	-1.636	-0.093
M	2.403	-2.894	1.722	0.037	-2.576	-0.018	0.100	0.049	-0.176	1.162	-1.104	-0.091
N	-0.369	-2.086	3.381	-1.369	-0.489	-0.094	-0.196	0.252	-0.773	2.149	-1.280	-0.071
O	0.349	0.944	-2.010	1.192	3.050	0.015	-0.551	0.036	-0.457	0.628	0.300	0.026
P	0.127	-0.271	-0.280	0.084	-1.738	-0.184	-0.074	0.153	-0.477	0.706	-0.087	-0.014
Q	3.451	0.166	-1.387	0.556	0.370	-0.037	0.788	0.162	-0.325	0.654	-1.275	-0.099
R	4.663	0.050	-1.479	0.962	0.810	0.204	1.560	0.380	-1.188	-0.346	-0.687	-0.046
S	1.957	1.846	-2.184	-1.147	1.009	0.338	2.196	0.577	-0.359	-1.852	-1.118	-0.044
T	2.936	0.393	-1.908	-1.081	-0.234	0.262	1.437	0.309	-0.288	-0.712	-1.148	-0.066
U	2.041	-0.490	-0.489	0.215	0.385	0.068	0.831	0.303	-0.567	0.380	-1.083	-0.066
V	4.663	1.846	3.381	1.206	4.992	0.338	2.196	0.681	0.864	2.149	0.300	0.026
W	-0.369	-2.894	-2.579	-1.369	-2.576	-0.184	-0.551	0.036	-2.248	-1.852	-1.636	-0.114

ケーングラスの農薬登録に向けた農薬残留試験

知念 司 高江洲 義晃* 金城 克之介** 荷川 取秀樹

I 要 約

飼料用サトウキビ（ケーングラス）の栽培効率化のため、ケーングラス向け農薬の登録を目的に、2014年から2015年に沖縄本島北部の国頭マージ土壌の圃場にて、製糖用サトウキビ用農薬の除草剤6種類と殺虫剤1種類をケーングラスへ施用する農薬残留試験を行った。

その結果、すべての供試農薬において、農薬の残留は検知されなかった。そのうちケーングラス向けの除草剤としてグリホサートカリウム塩液剤、2,4-PA液剤、DCMU水和剤、メトリブジン水和剤、ハロスルフロロンメチル水和剤が登録された。

II 緒 言

鹿児島県の離島地域における飼料作物として、ソルガムや暖地型イネ科牧草が利用されているが、台風による弱いことや冬期の収量低下などが課題とされていた。

2006年、それらの離島地域で暖地型イネ科牧草より高収量を得られ、台風などの災害に強い飼料作物として、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター（以下、九州沖縄農業研究センター）から「飼料用サトウキビ（ケーングラス）」の品種「KRF093-1」が育成され、2008年に品種登録（登録番号:16152）された¹⁾。

「KRF093-1」は、生草収量が1942kg/aと高く、株出しも良好でサイレージ品質も高い¹⁾が、沖縄県における製糖用サトウキビの主要病害である「黒穂病」²⁾への耐性が「中」とされた¹⁾ため、本県への普及が難しい状況にあった。しかし2011年に黒穂病耐性品種である「しまのうしえ」が、奄美以南向け品種として育成され、2015年に品種登録（登録番号:24576）された³⁾。「しまのうしえ」も耐干性があり乾物収量⁴⁾およびサイレージ品質も良好である^{5,6)}。

昨今の飼料価格の高騰により、厳しい酪農経営となっていることから自給粗飼料増産の気運が高まっている。本県においても、「自給型畜産経営飼料生産基盤構築事業」が実施され、酪農経営において、ソルガムやケーングラスの長大飼料作物と細断型ロールペーラーを利用した自給粗飼料増産に向けて取り組んでいる。そのような状況の中で、収量が高く株出しできるケーングラスへの関心も大きい。しかし、ケーングラスは初期生育が遅く、除草剤や殺虫剤などの登録農薬もなく、雑草等との競合により予定収量が確保できなくなることや、近隣圃場で栽培される製糖用サトウキビの病虫害発生源になることも懸念されていた。

そこでケーングラスへの農薬の適用拡大について検討するため、製糖用サトウキビに利用されている農薬を用いて作物残留試験を行った。

なお本試験は「自給型畜産経営飼料生産基盤構築事業」により、関係機関と連携しており、同様な農薬残留試験が九州沖縄農業研究センター、沖縄県農業研究センターでも実施された。

III 材料および方法

1. 種苗

試験圃場設置に係るケーングラス「しまのうしえ」は、九州沖縄農業研究センター種子島支場から譲渡された種苗を利用した。

2. 圃場設置と施肥管理

2014年3月18日に譲渡された種苗を2節苗に調整して、畜産研究センター（今帰仁村諸志）圃場へ植付けた。試験圃場の土壌は国頭マージ土壌である。

栽植密度は12000芽/10aとした。畦幅は1.4mとし、トラクターのロータリーにて碎土・畦立した。

対照区は、畦幅1.4m×4畦×5.0m=28.0m²（330芽数）を3区設置し、試験区は畦幅1.4m×4畦×5.0m=28.0m²（330芽数）を6区設置した。

基肥は、対照区および試験区へ2014年3月18日に尿素磷加安804(以下804)(N:P₂O₅:K₂O=18%:10%:14%) 50kg/10aを施用した。追肥として、5月14日にBMヨーリン(N:P₂O₅:K₂O=0:20%:0) 375kg/10aを、5月21日に牧草専用1号(N:P₂O₅:K₂O=20%:10%:12%) 50kg/10aを施用した。

培土は4月23日と5月21日に実施し、2015年は株出して試験を実施するため、2014年10月5日に基肥として804を50kg/10aを施用した。10月29日に刈払機にて株揃えし、11月5日に追肥として牧草専用1号50kg/10aを施用し、培土した。殺虫剤を施用した2区は株出のために6月24日に804を50kg/10a施肥し、株揃え・培土した。

3. サンプリング

2014年は9月3日から10月3日まで除草剤の試料サンプリングを延べ4回実施した。2015年は除草剤2種類と殺虫剤1種類のサンプリングを6月10日から7月15日まで延べ12回実施し、除草剤2種類は株出して10月5日から11月12日まで延べ6回サンプリングした。

対照区および試験区の外側1列を番外とし、中央の2畦から剪定鋏を用いて中央部の株から採取した。なお、複数回採取する場合、対照区は初回のみ採取し分析に供試した。

4. 農薬の施用

供試した各農薬の薬剤名および製品名を表1へ示す。薬剤名は文献⁷⁾を参考とした。

各関係機関および分析機関と調査方法や日程を調整し、植付前や刈取調査前など指定された月日に農薬を散布または土壌混和した。散布には電池式小型噴霧器または手動式噴霧器を使用し、農薬の用法により茎葉散布または圃場全面へ散布および土壌へ混和した。

表1 供試農薬

	薬剤名	製品名
除草剤	グリホサートカリウム塩液剤	ラウンドアップマックスロード
	2,4-PA液剤	2,4-D「石原」アミン塩
	メトリブジン水和剤	センコル水和剤
	DCMU液剤	ダイロンゾル液剤
	ハロスルフロメチル水和剤	シャドー水和剤
	アシュラム液剤	アージラン液剤
殺虫剤	ベンフラカルブ粒剤	オンコル粒剤

5. 試験期間

農薬の施用やケーンガラスの栽培管理などにより、試験期間を2014年2~10月をI期、2014年9月~2015年11月をII期の2区に分けた。I期は新植前から1回目の刈取りまで、II期は刈取り1回目の株出しから刈取り3回目までの期間となる。

1) 試験期間I：2014年2月~10月

(1) 除草剤

グリホサートカリウム塩液剤(ラウンドアップマックスロード)

施用方法：全面葉茎散布(植付前)

施用量：1000ml/25L/10a(25倍希釈)

施用月日：2014年2月20日、2月25日、3月5日、3月12日

刈取月日：2014年9月3日

2,4-PA液剤(2,4-D「石原」アミン塩)

施用方法：雑草茎葉散布

施用量：500ml/150L/10a(300倍希釈)

施用月日：2014年4月16日、2014年6月5日

刈取月日：2014年9月3日、9月18日、10月3日

2) 試験期間 II : 2014 年 9 月～2015 年 11 月**(1) 殺虫剤**

ベンフラカルブ粒剤 (オンコル粒剤)

施用方法：生育期に一回株元散布

刈揃：2014 年 10 月 29 日

施用量：9kg/10a

施用月日：2014 年 11 月 29 日

刈取月日：2015 年 6 月 10 日, 6 月 17 日, 6 月 24 日

ベンフラカルブ粒剤 (オンコル粒剤)

施用方法：生育期に一回土壌混和

刈揃：2014 年 10 月 29 日

施用量：9kg/10a

施用月日：2014 年 11 月 29 日

刈取月日：2015 年 6 月 10 日, 6 月 17 日, 6 月 24 日

(2) 除草剤

メトリブジン水和剤 (センコル水和剤)

施用方法：全面土壌散布

刈揃：2014 年 10 月 29 日

施用量：300ml/100L/10a (333 倍希釈)

施用月日：2015 年 6 月 1 日

刈取月日：2015 年 6 月 15 日, 6 月 30 日, 7 月 15 日

DCMU 水和剤 (ダイロンゾル水和剤)

施用方法：1 回目全面土壌散布, 2 回目茎葉全面散布 (2014 年 9 月 29 日前収穫)

施用量：240ml/100L/10a (417 倍希釈)

施用月日：2014 年 10 月 6 日, 2015 年 6 月 1 日

刈取月日：2015 年 7 月 15 日, 7 月 30 日, 8 月 14 日

ハロスルフロンメチル水和剤 (シャドー水和剤)

施用方法：雑草茎葉散布 (2015 年 6 月 24 日に収穫調査実施後)

刈揃：2015 年 6 月 30 日

施用量：200g/100L/10a (500 倍希釈)

施用月日：2015 年 7 月 9 日, 7 月 30 日

刈取月日：2015 年 10 月 7 日, 10 月 22 日, 11 月 6 日

アシュラム液剤 (アーゼラン液剤)

施用方法：雑草茎葉散布 (2015 年 6 月 24 日に収穫調査実施後)

刈揃：2015 年 6 月 30 日

施用量：1000ml/200L/10a (200 倍希釈)

施用月日：2015 年 7 月 30 日, 8 月 31 日, 9 月 28 日

刈取月日：2015 年 10 月 13 日, 10 月 28 日, 11 月 12 日

6. 発送

採取した茎葉各 5kg・5 本以上を約 30cm に切断して新聞紙に包み, 速やかに冷蔵便にて, 分析機関へ検体を送付した。

7. 分析

残留農薬の分析は, グリホサートカリウム塩液剤と 2,4-PA 液剤は, 一般財団法人日本食品分析センターへ依頼し, その他については株式会社化学分析コンサルタントに依頼した。液体クロマトグラフ・質量分析

計により分析された。

1) 被験物質

各農薬の分析する被験物質と分析機関から提示された定量限界を表2に示す。各被験物質の一般名や成分名は文献⁷⁾を参考とし、被験物質の算出式は、分析機関の報告から記載した。

表2 被験物質と定量限界

薬剤名	被験物質	定量限界
グリホサート塩液剤	グリホサートカリウム塩 ^{注1)}	0.02ppm
2,4-PA液剤	2,4-PA ^{注2)}	0.01ppm
ベンフラカルブ粒剤	総ベンフラカルブ ^{注3)} ：以下の分析値から算出	0.05ppm
	ベンフラカルブ ^{注4)}	
	代謝物カルボフラン	
	代謝物3-ヒドロキシカルボフラン	
メトリブジン水和剤	総メトリブジン ^{注5)} ：以下の分析値から算出	0.03ppm
	メトリブジン ^{注6)}	
	メトリブジン脱アミノ体	
	メトリブジンメチルチオ基脱離酸化体 メトリブジンメチルチオ基脱離酸化物アミノ体	
DCMU水和剤	DCMU ^{注7)}	0.01ppm
ハロスルフロンメチル水和剤	ハロスルフロンメチル ^{注8)}	0.01ppm
アシュラム液剤	アシュラムナトリウム ^{注9)}	0.01ppm

注1) グリホサート塩：アンモニウム=N-(ホスホノメチル)グリシナート

2) 2,4-PA：2,4-ジクロロフェノキシ酢酸ジメチルアミン

3) 総ベンフラカルブ：ベンフラカルブと代謝物カルボフランおよび代謝物3-ヒドロキシカルボフランを分析し、その平均値(n=2)をそれぞれベンフラカルブに換算した分析値の和。ベンフラカルブ換算式は、代謝物カルボフラン：分析値×(n=2の平均値)×1.85(換算係数)、代謝物3-ヒドロキシカルボフラン：分析値×(n=2の平均値)×1.73(換算係数)

4) ベンフラカルブ：エチル=N-[2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチルベンゾフラン-7-イルオキシカルボニル(メチル)アミノチオ]-N-イソプロピル-β-アラニナート

5) 総メトリブジン：メトリブジン、メトリブジン脱アミノ体、メトリブジンメチルチオ基脱離酸化体、メトリブジンメチルチオ基脱離酸化物アミノ体のそれぞれを分析し、その平均値(n=2)をそれぞれメトリブジンに換算した分析値の和。メトリブジン換算式は、メトリブジン脱アミノ体：分析値×(n=2の平均値)×1.08(換算係数)、メトリブジンメチルチオ基脱離酸化体：分析値×(n=2の平均値)×1.18(換算係数)、メトリブジンメチルチオ基脱離酸化物アミノ体：分析値×(n=2の平均値)×1.27(換算係数)

6) メトリブジン：4-アミノ-6-ターシャリ-ブチル-3-(メチルチオ)-1,2,4-トリアジン-5(4H)-オン

7) DCMU：3-(3,4-ジクロロフェニル)-1,1-ジメチル尿素

8) ハロスルフロンメチル：メチル=3-クロロ-5-(4,6-ジメトキシピリミジン-2-イルカルバモイルスファモイル)-1-メチルピラゾール-4-カルボキレート

9) アシュラムナトリウム：N'-メトキシカルボニルスルファニルアミドナトリウム

IV 結果および考察

1. 残留農薬分析

農薬を施用した区の残留農薬の分析結果を表3、回収率と併行相対標準偏差(RSDr)を表4に示す。対照区は、すべての項目で定量限界以下となった。

試験区ではすべての項目において、農薬登録に係る作物残留試験に求められる定量限界以下⁸⁾となり、

さらに平均回収率と RSDr の基準⁸⁾ から、供試薬剤がケーンガラスへの適用できる範囲であることが判明した。

本試験で実施した薬剤は、平成 29 年 1 月時点で、除草剤の 2,4-PA 液剤、DCMU 水和剤、グリホサートカリウム塩液剤、メトリブジン水和剤、ハロスルフロメチル水和剤の 5 種が、ケーンガラスの登録農薬となっている⁹⁾。

その他の登録農薬では、除草剤でアシュラム液剤、殺虫剤は BPMC 乳剤、インフェルア剤、殺菌剤ではキヤプタン水和剤、メプロニル水和剤、フルトラニル水和剤、チウラム水和剤が登録されている⁹⁾。

今回の結果や登録農薬を活用して、今後のケーンガラス栽培普及と栽培管理指導へ利用できる。

農薬使用の指導については、周辺への飛散防止に注意し、各農薬の使用基準を順守させることや、製糖用サトウキビとは農薬の施用時期などが異なるため、地域防除作業との調整が必要である。

本報告では、登録農薬について薬剤名で記載しているが、実際は商品名で登録されており、同じ薬剤を含む農薬でも、商品によっては利用できないので、施用する場合にはラベルや登録情報を確認させることについても指導が必要である。

表 3 分析結果

薬剤名	抜検物質	ppm
グリホサートカリウム塩液剤	グリホサートカリウム塩	<0.02
2,4-PA 液剤	2,4-PA	<0.01
ベンフラカルブ粒剤 (株元散布)	ベンフラカルブ	<0.01
	代謝物カルボフラン	<0.02
	代謝物 3-ヒドロキシカルボフラン	<0.02
	総ベンフラカルブ	<0.05
ベンフラカルブ粒剤 (株元混和)	ベンフラカルブ	<0.01
	代謝物カルボフラン	<0.01
	代謝物 3-ヒドロキシカルボフラン	<0.01
	総ベンフラカルブ	<0.05
メトリブジン水和剤	メトリブジン	<0.001
	メトリブジン脱アミノ体	<0.006
	メトリブジンメチルチオ基脱離酸化体	<0.007
	メトリブジンメチルチオ基脱離酸化物アミノ体	<0.007
	総メトリブジン	<0.03
DCMU 水和剤	DCMU	<0.01
ハロスルフロメチル水和剤	ハロスルフロメチル	<0.01
アシュラム液剤	アシュラムナトリウム	<0.01

表4 回収率とRSDr

薬剤名	披験物質	添加量 ppm	回収率 ¹⁾	RSDr ²⁾	
グリホサート塩液剤	グリホサートカリウム塩	0.02	80	3.0	
		1	80	4.2	
2,4-PA液剤	2,4-PA	0.05	72	4.7	
		1	85	2.6	
ベンフラカルブ粒剤 (混和)	ベンフラカルブ	0.01	93	6.5	
		0.5	78	3.7	
	代謝物カルボフラン	0.01	84	0.0	
		0.5	77	6.2	
		代謝物3-ヒドロキシカルボフラン	0.01	77	0.0
			0.5	83	4.8
ベンフラカルブ粒剤 (散布)	ベンフラカルブ	0.01	93	6.5	
		0.5	78	3.7	
	代謝物カルボフラン	0.01	84	3.4	
		0.5	77	5.2	
		代謝物3-ヒドロキシカルボフラン	0.01	77	5.9
			0.5	83	4.8
メトリブジン水和剤	メトリブジン	0.01	94	5.0	
		0.5	93	2.0	
	メトリブジン脱アミノ体	0.005	108	8.3	
		0.25	94	4.1	
		メトリブジンメチルチオ基脱離酸化体	0.005	84	8.7
			0.25	76	2.3
メトリブジンメチルチオ基脱離酸化物アミノ体	0.005	80	10.7		
	0.25	88	3.0		
DCMU水和剤	DCMU	0.01	95	3.0	
		0.5	91	4.0	
ハロスルフロンメチル水和剤	ハロスルフロンメチル	0.01	68	9.0	
		0.5	92	3.5	
アシュラム液剤	アシュラムナトリウム	0.01	85	5.6	
		0.5	75	1.1	

注 1) 回収率：分析を行う都度、添加量が明らかな試料（分析対象物質の定量限界の2倍から10倍まで濃度を添加したもの）1検体および無処理区の試料1検体の分析を行い、回収率が濃度に応じ、一定の数値の範囲内であることを確認する。また、無処理区の試料から分析対象物質が検出されないことを確認する
 2) 併行相対標準偏差（RSDr）=標準偏差÷平均値×100：併行（室間再現）条件下における試験結果又は測定結果の分布のばらつきの評価尺度

V 引用文献

- 1) 独立行政法人農畜産業振興機構，日本のサトウキビ品種と主要な病害虫と対策，日本のサトウキビ品種，(参考) KRF093-1, <http://sugar.alic.go.jp/pamphlet/satoukibi/hinsyu/krfo93-1/krfo93-1.html>
- 2) 独立行政法人農畜産業振興機構，日本のサトウキビ品種と主要な病害虫と対策，日本のサトウキビ品種，サトウキビの主要な病害，

<http://sugar.alic.go.jp/pamphlet/satoukibi/hinsyu/byogai/byogai.html>

- 3) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター, プレスリリース 飼料用サトウキビ新品種「しまのうしえ」, https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/karc/016939.html
- 4) 境垣内岳雄・寺内方克・寺島義文・服部育男・松岡誠・杉本明・服部太一郎・樽本佑助・田中穰・石川葉子・伊禮信・氏原邦博・下田聡 (2014) 黒穂病抵抗性に優れ多収の飼料用サトウキビ品種「しまのうしえ」の育成, 九州沖縄農研報告, **62**, 41-51
- 5) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター(2015) ケーングラス栽培マニュアル～沖縄県版～
- 6) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター(2015) ケーングラスを活用した発酵 TMR 調製・給与マニュアル
- 7) 社団法人日本植物防疫協会, 2011, 農薬ハンドブック 2011 年版 (改訂新版)
- 8) 農薬の登録申請に係る試験成績について (平成 12 年 11 月 24 日付け 12 農産 8147 号農林水産省農産園芸局長通知), 農作物等への残留性に関する試験, 試験ガイドライン農作物等への残留性に関する試験 (3-1-1, 2), 作物残留試験 (3-1-1)
- 9) 独立行政法人 農林水産消費安全技術センター, 農薬登録情報提供システム, https://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm

研究補助：玉城照夫, 平良樹史

ブラキアリアグラスの新品種育成

(2) 新規暖地型牧草の生育日数の相違による収量と飼料品質（TDN，CP）の経時的変化

幸喜香織 安里直和 荷川取秀樹

I 要 約

本報告では、新品種登録前に農家視点での品種育成を可能とし、普及する際に農家への情報提供を速やかに行うため、ブラキアリアグラス新品種候補「沖縄1号」、「バシリスク」、「MG5」およびギニアグラス「うーまく」の2草種3品種1系統を用いて、異なる刈取時期の収量と飼料品質の関係を調査し、最適刈取期の検討を行った結果は以下の通りであった。

1. 暖地型牧草晩生品種および系統のTDN含有率の低下は緩やかであるため、刈り取り適期は粗タンパク含有率および繊維成分により判断できることが示唆された。
2. 粗タンパク含有率と繊維成分の結果により「沖縄1号」の刈取適期は生育日数61日目より前であると考えられた。
3. 「MG5」の刈取適期は生育日数68日目で「沖縄1号」より刈取間隔の長い品種あると考えられた。
4. 「バシリスク」の刈取適期は「沖縄1号」と同様に生育日数61日目より前であると考えられた。
5. 「うーまく」の刈取適期はブラキアリアグラスより早い生育日数45日目より前であると考えられた。

以上のことより、ブラキアリアグラスの最適刈取期は「沖縄1号」および「バシリスク」で61日より前、「MG5」で68日より前である。ギニアグラス「うーまく」は45日より前であると示唆された。

II 緒 言

沖縄県は、ローズグラスやギニアグラス等の暖地型牧草が周年利用され¹⁾、飼料自給率の向上を目指し、さまざまな取組を行っている。本センターでは、自給飼料の増産を目指し、草種選定試験^{2~5)}や草地造成⁶⁾や踏圧耐性⁷⁾および干ばつ耐性等^{8, 9)}の栽培試験により、新導入暖地型牧草としてブラキアリアグラスを有望草種として報告した。さらに、暖地型牧草種子の高価格の要因の一つとされる採種性を向上させ、高い飼料品質と収量を併せ持つ高採種性集団^{10~12)}を選抜し、新品種候補系統「沖縄1号」を作出した。

自給飼料の利用現場では刈り遅れによる飼料品質の低下が散見される。そのため、飼料品質が低下しにくい牧草が要望される。そこで、新品種登録前に農家視点での品種育成を可能とし、普及する際に農家への品種の情報提供を速やかに実現するため、実証規模での試験区を設置した。

本報告では、ブラキアリアグラス新品種候補「沖縄1号」およびその他新規暖地型牧草を用いて、異なる刈取時期の収量と飼料品質の関係を調査し、最適刈取期の検討を行ったので、報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

供試材料は、ブラキアリアグラス品種候補系統「沖縄1号」および、収量・永続性で実績の高い海外主要品種「バシリスク」、干ばつ耐性に優れる「MG5」^{13, 14)}、葉部割合が高く、晩生で品質の高いギニアグラス「うーまく」¹⁵⁾の2草種3品種1系統を用いた。

2. 試験方法

定植および播種日は平成27年5月13日および15日である。試験区面積は1品種あたり8m×100m(8a)とした。沖縄1号のみ定植とし、栽植密度50cm×50cmとし、その他品種は3kg/10aとした。施肥量は1aあたりN:P:K=1.0:1.0:0.6kgである。

試験は定植・播種後45日から開始し、7~9日後毎に計8回の刈取調査を実施した。試験期間は6月29日から8月19日である。調査は草高を測定した後収量調査を実施し、部位別乾物割合を測定した。

収量の調査項目は生草収量、乾物収量である。飼料品質として、可消化養分総量 (TDN)、粗タンパク含有率 (CP)、粗脂肪 (EE)、粗灰分 (Ash) および可溶性無窒素物 (NFE) を調査した。また、繊維成分として中性デタージェント繊維 (NDF)、酸性デタージェント繊維 (ADF)、酸性デタージェントリグニン (ADL)、粗繊維 (CF)、細胞壁構成物質としてヘミセルロースを NDF-ADF、セルロースを ADF-ADL により算出した。TDN はペプシンセルラーゼ法¹⁶⁾ により乾物消化率から算出した¹⁷⁾。粗タンパク含有率は燃焼法¹⁷⁾、その他項目は近赤外分光¹⁸⁾ を用いて行った。

IV 結果および考察

1. 異なる生育日数による乾物収量と TDN 含有率の経時的変化

乾物収量と TDN 含有率の経時的変化を図 1 に示す。乾物収量では生育日数 52 日目から 89 日目で「沖縄 1 号」が最も高く推移した。どの供試材料も 61 日目と 68 日目の間の収量増加が緩やかで、68 日目から 75 日目に高くなった。生育日数を通して品種間差が認められなかった。TDN 含有率では 52、61、75 および 96 日目で品種間差が認められた。どの生育日数でも「沖縄 1 号」が高く推移した。比較的緩やかに低下したが、生育期間 61 日目に 69.4%、68 日目で 61.4% とその期間の低下は顕著であった。供試材料の「沖縄 1 号」、「MG5」および「うーまく」は出穂の遅い晩生であり、出穂に伴う品質の低下の低い品種・系統であると考えられる。この結果は、晩生品種を利用することにより品質低下の著しさを回避することはできる。しかしながら、生育日数の経過に伴って収量性は高くなるものの、確実に牧草としての利用価値は低減していくため、多角的な特性を評価し、適的な刈取時期を考慮する必要がある。

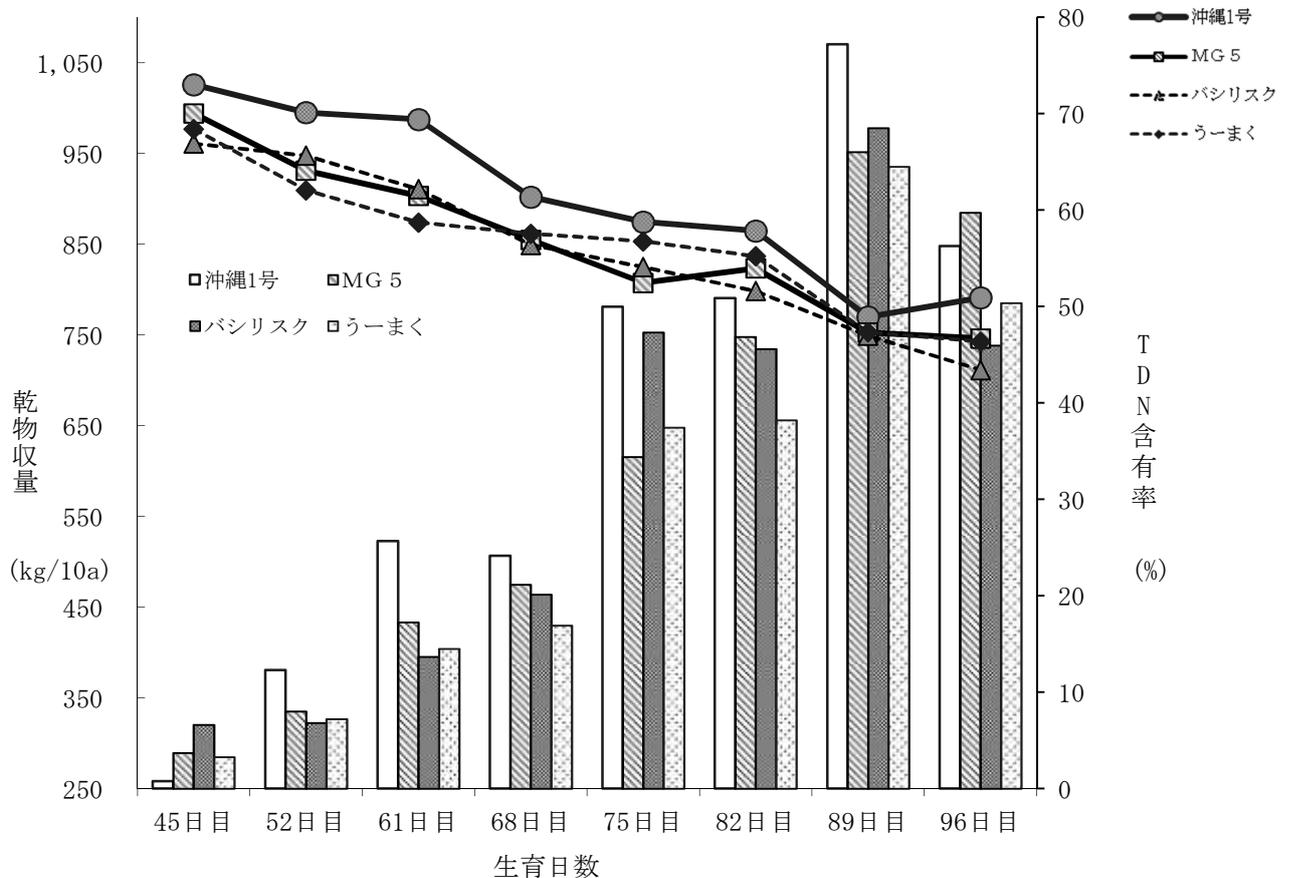


図 1 異なる生育日数による乾物収量と TDN 含有率の経時的変化

2. 異なる生育日数での乾物率の経時的変化

異なる生育日数での乾物率の経時的変化を図2に示す。乾物率について全ての生育期間で品種間差が確認された。台風9号の影響により61日目は52日より低くなったが、全供試材料で61および89日目にかけて高くなる傾向がみられた。89日から96日に低くなったことについて、乾物収量も低くなっており、草勢が衰退した後に新葉が出葉してきたことによると考えられた。

供試材料の中で「沖縄1号」が最も低く推移し、16.3%から24.5%まで高くなった。「うーまく」が最も高く推移し、24.4%から32.0%まで高くなった。暖地型牧草は出穂に伴う茎割合と穂割合の増加による品質の低下が著しく県内での自給飼料の刈遅れの原因となってきた¹⁹⁾。そのため、晩生化に向けた育種選抜をさせることにより品質を安定、向上させる方向性に推進してきた^{20~22)}。ギニアグラスの中でも「うーまく」は既存品種より葉の割合の多いため、乾物率が低く、高品質の特徴をもつ¹⁵⁾。この結果はブラキアリアグラスが「うーまく」より低い乾物率を示したことから、品質の高い品種・系統であることが示唆される。

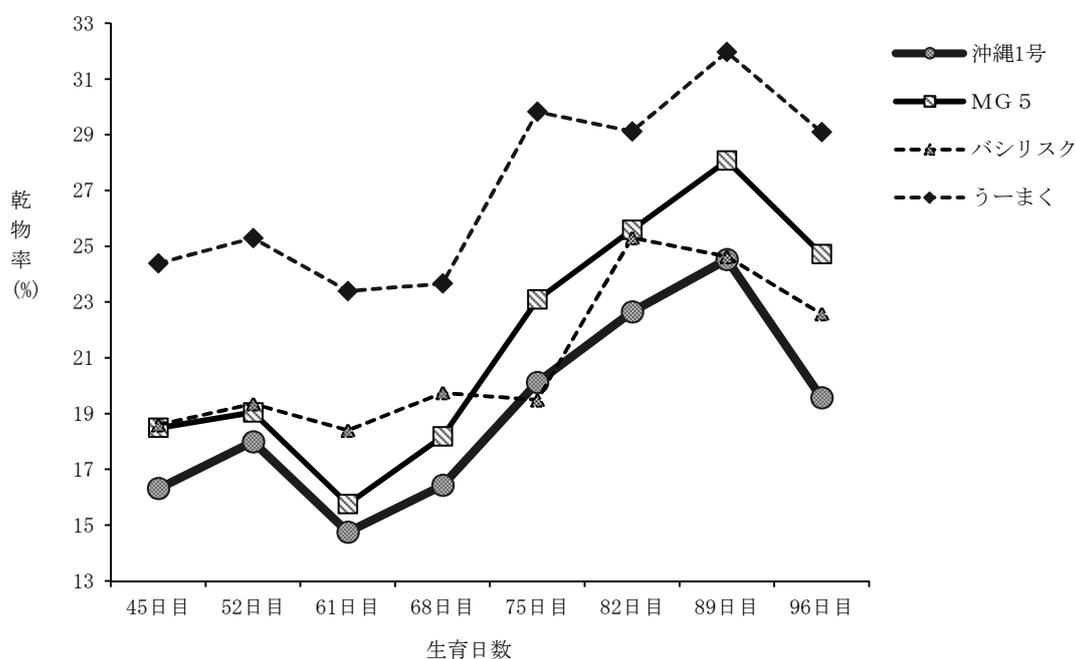


図2 異なる生育日数による乾物率の経時的変化

3. 異なる生育日数でのTDN収量と粗タンパク含有率の経時的変化

異なる生育日数でのTDN収量と粗タンパク含有率の経時的変化を図3に示す。TDN収量は乾物収量とTDN含有率を乗じて算出した数値である。そのため、生育期間により乾物収量が増加、TDN含有率の減少が相殺される。TDN収量の推移はどの品種・系統も乾物収量とほぼ同様な推移を示す結果となった。粗タンパク含有率では生育日数45日目から68日目まで有意差が認められ、品種間差が確認された。生育日数45日から68日の間で品種の特性による刈取り等への利用法への相違があると考えられる。

4. 異なる生育日数での草高と粗タンパク含有率および繊維成分の経時的変化

異なる生育日数での粗タンパク収量の経時的変化を図4に示す。粗タンパク収量は乾物収量と粗タンパク含有率を乗じて算出した数値である。生育日数により乾物収量が増加するが、粗タンパク含有率の低下がTDN含有率より著しい。そのため、どの品種・系統も粗タンパク収量ではTDN収量より生育日数による変動が高くなった。「沖縄1号」では生育日数68日目まで58kg/10a、「MG5」は52日目まで54kg/10aと高くなり、「パシリスク」は45日目54kg/10aから68日目32kg/10aと低くなった。「うーまく」は45日目26kg/10aで68日目23kg/10aと低い値で推移した。品種・系統も生育日数75日目以降で粗タン

パク収量が高くなる。TDN 収量と同様に、乾物収量の寄与率が高まり、不用な収量が多いことが示唆される。生育期間を通じて乾物収量の増加のため、粗タンパクの含有率の低下による粗タンパク収量の低減は低いことを考慮する必要があるとともに、品種・系統の特性により利用法を考慮する必要がある。

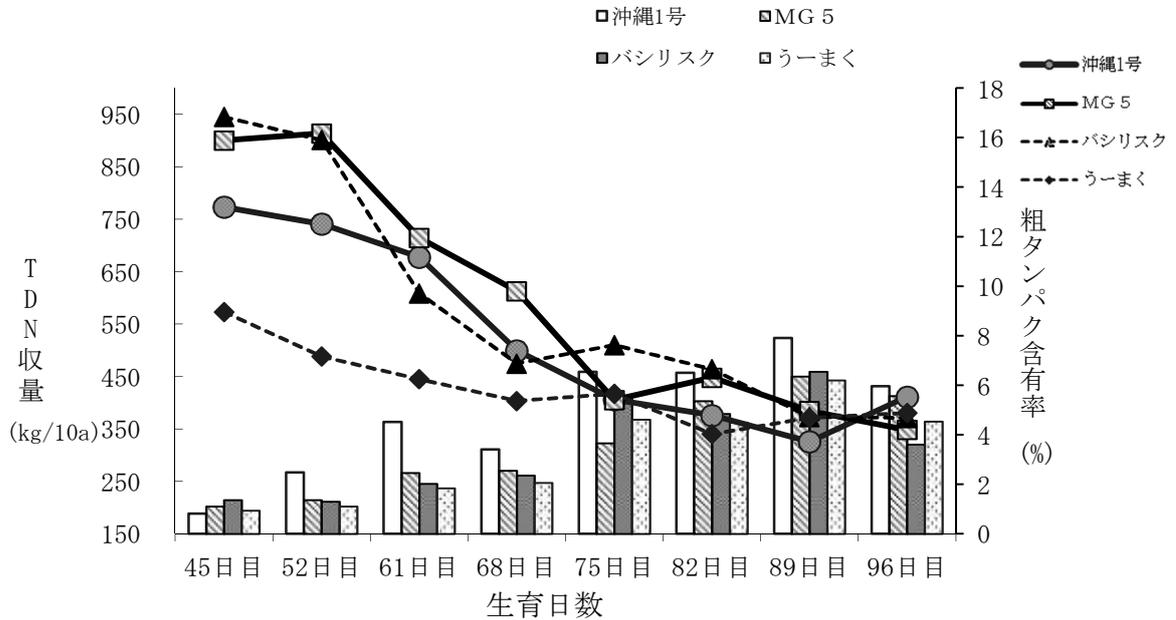


図3 異なる生育日数による TDN 収量と粗タンパク含有率の経時的変化

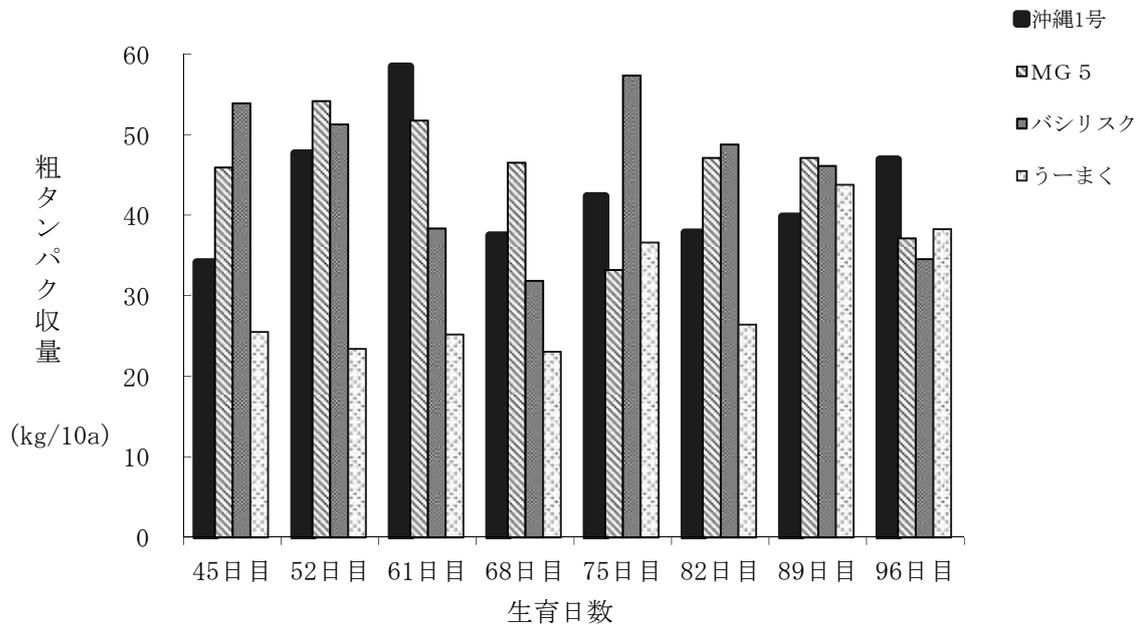


図4 異なる生育日数での粗タンパク収量の経時的変化

5. 異なる生育日数での草高と粗タンパク含有率および繊維成分の経時的変化

異なる生育日数での「沖繩1号」の草高および粗タンパク含有率の経時的変化を図5に示す。草丈では、生育日数61日目から75日目に節間伸長により74.0cmから95.7cmと生育が有意に高く、同時に粗

タンパク含有率は11.2%から7.4%と有意に低くなった75日以降は緩やかに低くなった。以降89日目まで緩やかに減少した。96日目に粗タンパク含有率が高くなったのは乾物率の低減によるものと考えられた。

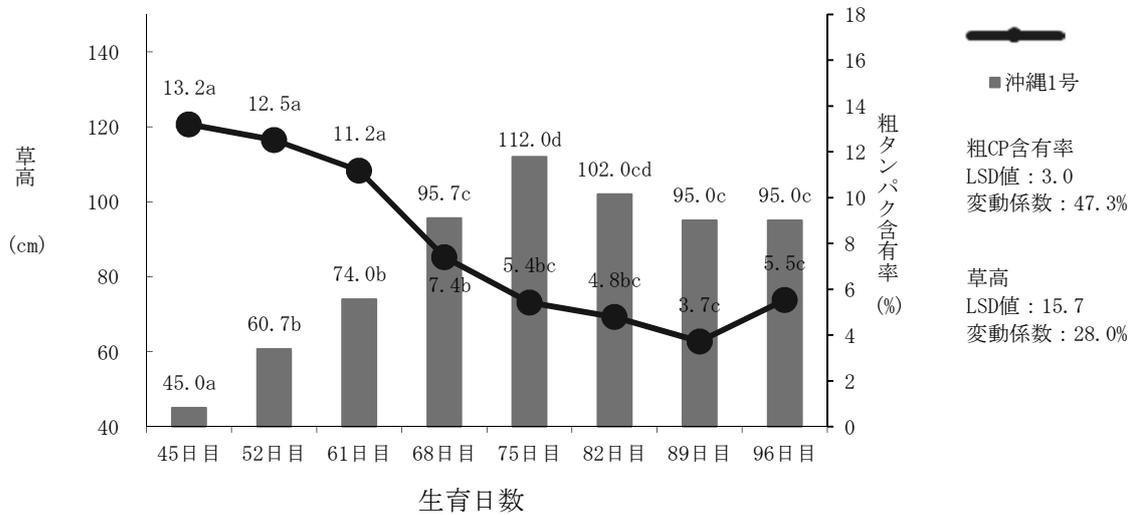


図5 異なる生育日数での「沖縄1号」の草丈と粗タンパク含有率の経時的変化

異なる生育日数での「沖縄1号」の繊維成分の経時的変化を図6に示す。生育を通して、全繊維成分が緩やかに高くなる傾向がみられた。特に、生育日数45日から68日目にかけて、NDFは61.6%から70.4%、ADFで28.3%から35.6%と高くなった。ADLは生育日数61日から68日目5.6%から5.1%と低くなる傾向がみられた。ヘミセルロースは68日目までセルロースより高い値を示したが、75日目以降にセルロースとほぼ同等の値を示した。粗タンパク含有率と繊維成分の結果により「沖縄1号」の刈取適期は生育日数61日目より前であると考えられた。

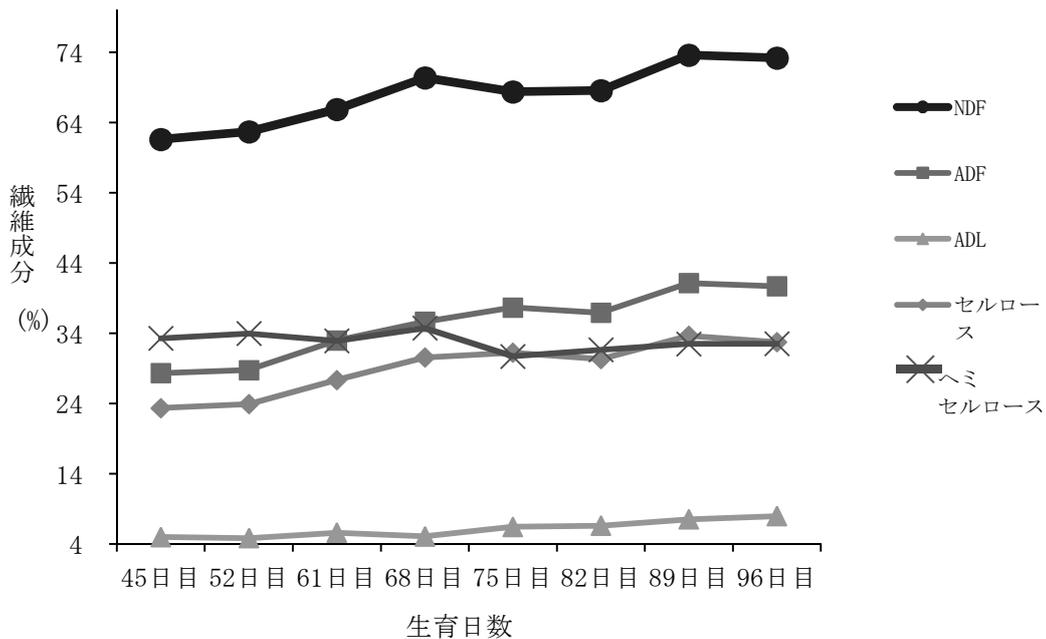


図6 異なる生育日数による「沖縄1号」の繊維成分の変化

異なる生育日数での「MG5」の草丈および粗タンパク含有率の経時的変化を図7に示す。草丈では、生育日数61日目から68日目に節間伸長により有意に高くなった。粗タンパク含有率では52日目に16.2%、61日目に11.9%、68日目に9.8%と高い値を示した後、75日目に5.4%と低くなった。沖縄1号のような草丈の伸長と粗タンパク含有率の変動の関連性はみられなかった。

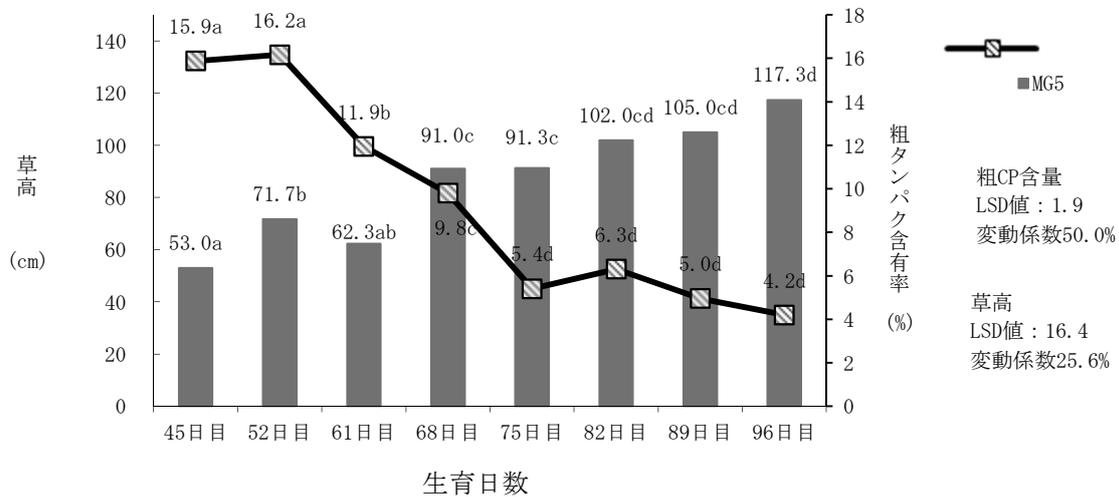


図7 異なる生育日数による「MG5」の草丈および粗タンパク含有率の経時的変化

異なる生育日数での「MG5」の繊維成分の経時的変化を図8に示す。生育を通して、全繊維成分が緩やかに高くなる傾向がみられた。特に、生育日数61日から68日目にかけて、ADFで32.8%から37.8%と高くなり、ADLで生育日数52日から61日目にかけて4.7%から3.5%と低くなる傾向がみられた。ヘミセルロースは68日目までセルロースより高い値を示したが、75日目以降に沖縄1号と同様にセルロースとほぼ同等の値を示した。粗タンパク含有率と繊維成分の結果により「MG5」の刈取適期は生育日数68日目で「沖縄1号」より利用価値の長い品種であると考えられた。

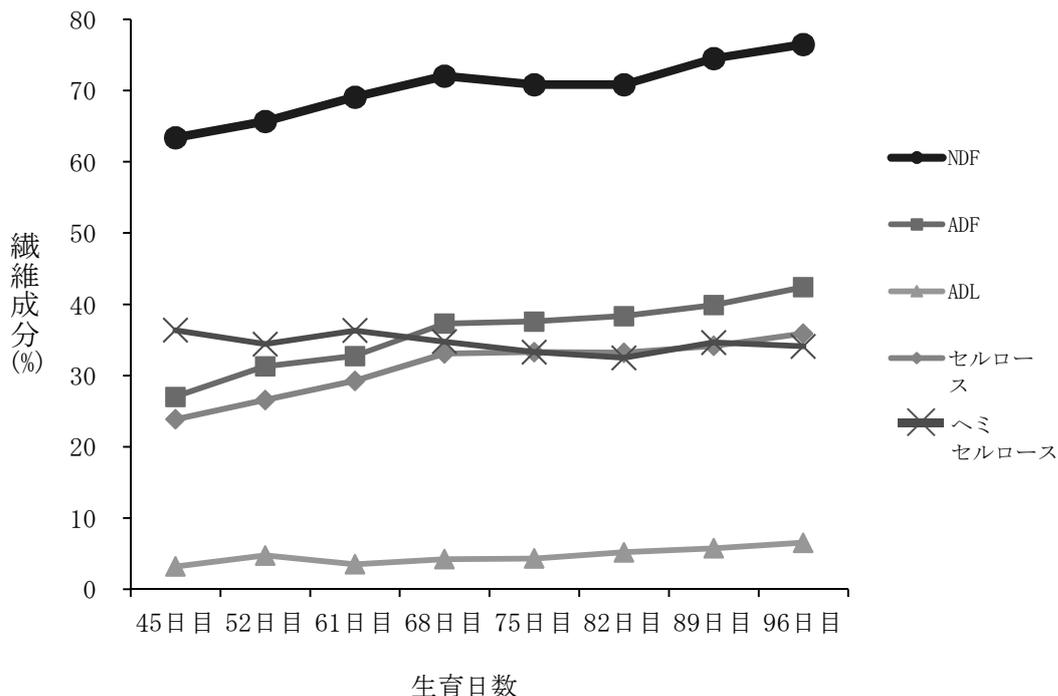


図8 異なる生育日数での「MG5」の繊維成分の経時的変化

異なる生育日数での「バシリスク」の草丈および粗タンパク含有率の経時的変化を図9に示す。出穂開始日が61日前に観察された。粗タンパク含有率は出穂前52日目に15.9%であったが、61日目に9.7%と有意に低くなったが、草丈では有意差はみられなかった。この結果は、バシリスクは一斉開花による乾物率の上昇に品質低下しやすい品種であることが示唆される。粗タンパク含有率は柔らかい穂割合の増加により75日目7.6%と上昇したが、その後種子の結実に伴って緩やかに減少した。草丈では、生育日数の経過とともに、だんだん高くなり、82日目に101cmに達した。

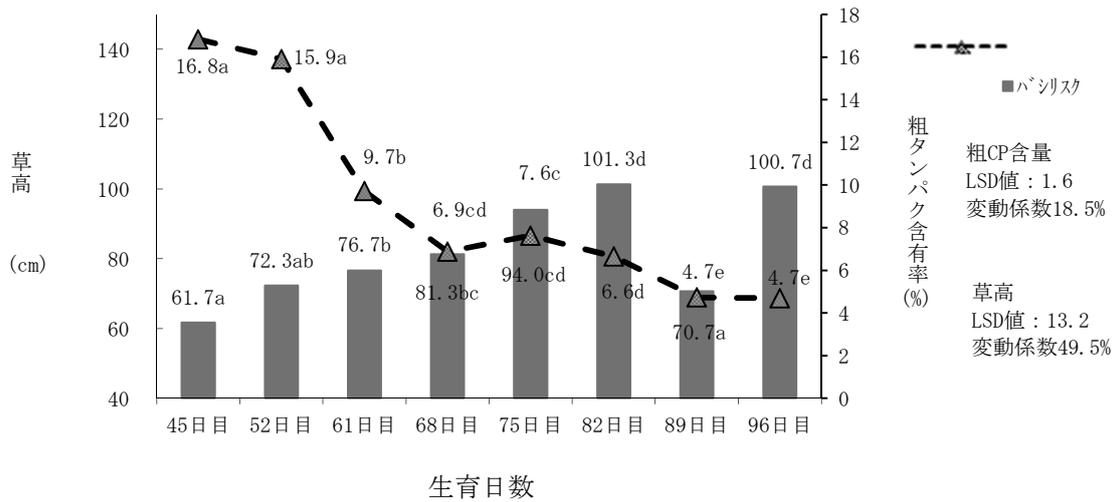


図9 異なる生育日数での「バシリスク」の草丈および粗タンパク含有率の経時的変化

異なる生育日数での「バシリスク」の繊維成分の経時的変化を図10に示す。生育を通して、全繊維成分が緩やかに高くなるが、ADL以外の繊維成分で45日目から52日目に高く、52日目から61日目に低くなる等、出穂後の茎割合の増加とともに柔らかい穂の出現の種子の結実のため、安定しない傾向がみられた。ヘミセルロースは68日目までセルロースより高い値を示したが、75日目以降にセルロースとほぼ同等の値を示し、沖縄1号と同様の傾向を示した。粗タンパク含有率と繊維成分の結果により「バシリスク」の刈取適期は「沖縄1号」と同様に生育日数61日目より前であると考えられた。

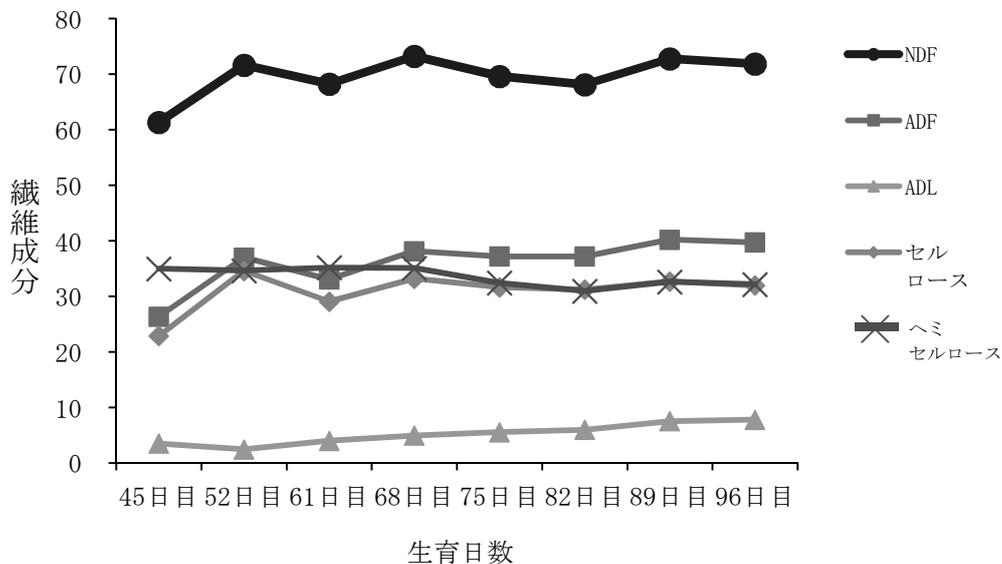


図10 異なる生育日数での「バシリスク」の繊維成分の経時的変化

異なる生育日数での「うーまく」の草丈および粗タンパク含有率の経時的変化を図11に示す。草丈では、45日目から52日目に有意に高く、それ以降緩やかに高くなった。粗タンパク含有率では、45日目に9.0%を示し、52日目以降7.2%以下と低くなった。

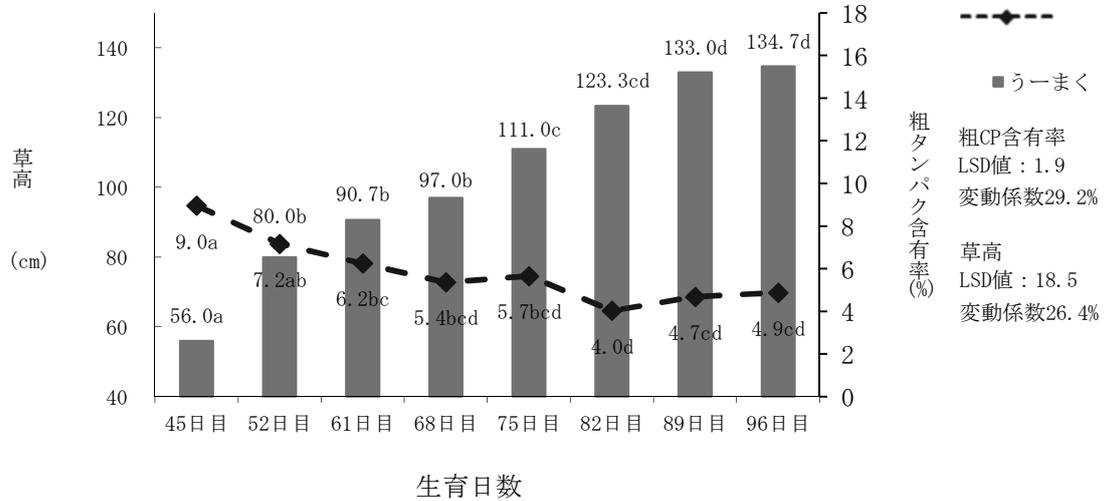


図11 異なる生育日数での「うーまく」の草丈および粗タンパク含有率の経時的変化

異なる生育日数での「うーまく」の繊維成分の経時的変化を図12に示す。生育を通して、全繊維成分が緩やかに高くなりつつも変動がみられた。生育日数45日にNDFで67.8%と高く、ADFは68日目に41.9%と以後高くなった。ADLは生育日数45日目89日目まで5%以下と低い傾向がみられた。ヘミセルロースは52日目までセルロースより高い値を示したが、61日目以降にセルロースより低くなり、ブラキアリアグラスと異なる傾向を示した。粗タンパク含有率と繊維成分の結果により「うーまく」の刈取適期はブラキアリアグラスより早い生育日数45日目より前であると考えられた。

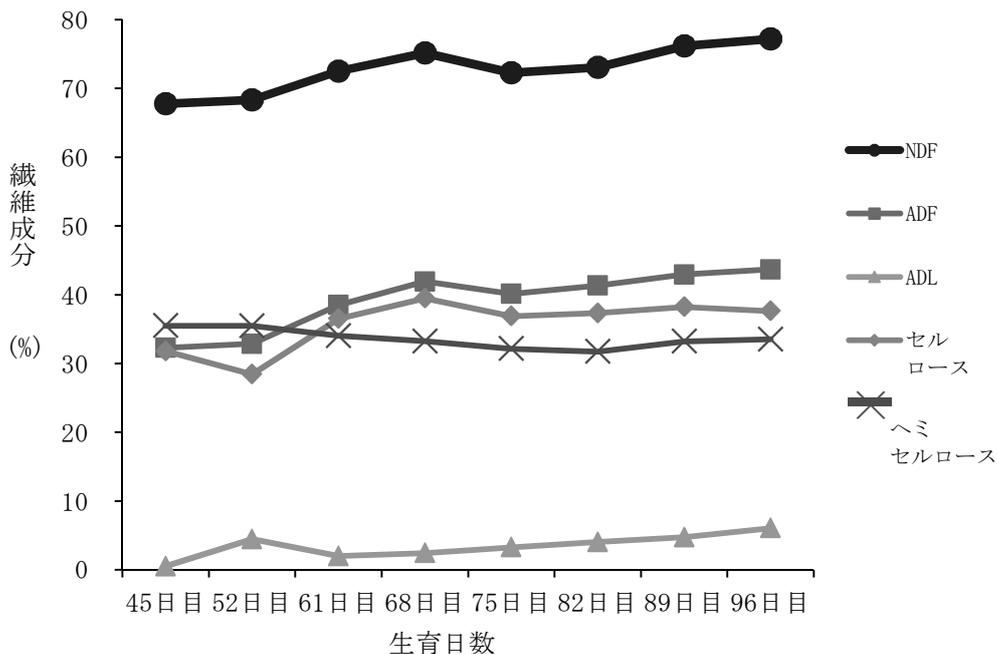


図12 異なる日数での「うーまく」の繊維成分の経時的変化

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2013)おきなわの畜産
- 2) 望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平(2005)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001~2005年)
(1)成育特性および乾物収量の比較, 沖縄畜研研報, **43**, 30-36
- 3) 花ヶ崎敬資・望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平(2006)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001~2005年)(2)可消化乾物収量および粗タンパク質収量の比較, 沖縄畜研研報, **44**, 79-84
- 4) 水町進・新城健・川本康博(2007)西表島における新規導入草種の一次評価, 日草誌, **53**(別), 252-253
- 5) 幸喜香織・稲福政史・森山高広・川本康博(2013)海外から導入した暖地型牧草の優良品種選定試験(1)生育特性および収量性の評価, 沖縄畜研研報, **51**, 49-56
- 6) 花ヶ崎敬資・安里直和・守川信夫・長利真幸(2007)ブラキアリア属新導入品種の生産性の解明と干ばつ耐性の検討(1)ブリザンタ MG5 の踏圧耐性の検討, 沖縄畜研研報, **45**, 53-56
- 7) 花ヶ崎敬資・与古田稔・望月智代・長利真幸・守川信夫・幸喜香織・宮城正男(2007)ブラキアリア属草地造成法の確立(1)ブリザンタ MG5 のセルトレイ苗による繁殖の検討, 沖縄畜研研報, **45**, 57-60
- 8) 久高将雪・塩山朝・長利真幸・花ヶ崎敬資(2010)ブラキアリア属新導入品種の生産性の解明と干ばつ耐性の検討(2)生産性および栄養価の比較検討, 沖縄畜研研報, **48**, 63-70
- 9) 久高将雪・塩山朝・新田宗博(2010)ブラキアリア属新導入品種の生産性の解明と干ばつ耐性の検討(3)干ばつ耐性の比較検討, 沖縄畜研研報, **48**, 71-78
- 10) 幸喜香織・末永一博・石垣元気・稲福政史・権藤崇裕・明石良・新田宗博(2010)ブラキアリアグラス新規育種素材の開発(1)沖縄県内における形態および採種特性の流通品種との比較, 沖縄畜研研報, **48**, 79-82
- 11) 幸喜香織・石垣元気・明石良・末永一博・島袋宏俊(2014)ブラキアリアグラス新規育種素材の開発(2)4倍体有性生殖品種「宮沖国1号」の遺伝的多様性, **52**, 69-72
- 12) 幸喜香織・石垣元気・明石良・島袋宏俊(2014)ブラキアリアグラスの新品種育成(1)4倍体有性生殖品種「宮沖国1号」を用いた高採種性母集団の育成, 沖縄畜研研報, **52**, 73-75
- 13) 蝦名真澄(2008)日本における主な飼料作物(2)-暖地型牧草-, 畜産の研究, **62**, 875-881
- 14) Miles JW, do Valle CB, Rao IM, Eiclides VPB(2004) Brachiariagrasses, Eds Moser LE, Burson BL, Sollenberger LE, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, In: *Warm-Season (C4) Grass*, 745-783
- 15) 稲福政史・幸喜香織・蝦名真澄・奥村健治(2007)ギニアグラス新品種候補「琉球3号」の特性, 沖縄畜研研報, **45**, 87-97
- 16) Goto, I. and D. J. Minson(1977) Prediction of the dry matter digestibility of tropical grasses using a pepsin-cellulase assay, *Animal Feed Science and technology*, **2**, 247-253
- 17) 社団法人日本科学飼料協会(2009)飼料分析法・解説, 28-57
- 18) 安里直和・幸喜香織・蝦名真澄・甘利雅弘・大森英之・川本康博・島袋宏俊(2017)近赤外分析法を用いた暖地型牧草ブラキアリアグラスの飼料成分推定, 日草誌, **63**(3), 掲載予定
- 19) 幸喜香織・蝦名真澄・稲福政史・奥村健治・伊藤康子(2005)高消化性ギニアグラス育成のための選抜手法の開発(1)ギニアグラス遺伝資源の器官別消化率とその季節変動, 沖縄畜試研報, **41**, 123-130
- 20) 幸喜香織(2009)特集:飼料作物の品種育成の最近の動向 10. 暖地型牧草の有望草種・品種について
3) ブラキアリアグラス, グラス&シード, **24**, 52-54
- 21) 蝦名真澄(2008)暖地型牧草育種の今後の方向性, 日草誌, **54**(3), 271-275
- 22) 蝦名真澄・幸喜香織(2009)ギニアグラスの育種経緯と品種および利用, 日草誌, **55**(2), 172-178

ブラキアリアグラスの新品種育成

(3) 生育日数の違いによるミネラル含量の経時的変化

安里直和 幸喜香織 荷川取秀樹

I 要 約

ブラキアリアグラス新品種候補系統「沖縄1号」について生育日数の違いによるミネラル含量の推移を検討し、既存の奨励品種であるブラキアリアグラス「バシリスク」、MG5 およびギニアグラス「うーまく」との比較を行ったところ以下のとおりであった。

1. ブラキアリアグラスの多量元素 (Ca, Mg, K, P) 含量については、既存の奨励品種であるうーまくに劣らない品質であった。
2. 微量元素 (Cu, Zn, Fe, Mn) 含量のうち、Cu および Zn についてはブラキアリアグラスの含量が高く、特に沖縄1号の Cu 含量については、生育日数が長くなっても高い値で推移する結果となった。

ブラキアリアグラスについては、適切な生育日数で刈取りを行えば、ミネラル成分の要求量を満たす含量であった。特に沖縄1号については、生育日数が長くなっても Cu 含量が高く今後の活用が十分期待できる結果となった。

II 緒 言

沖縄県は、ローズグラスやギニアグラス等の暖地型牧草が盛んに栽培され¹⁾、飼料自給率の向上を目指し、さまざまな取組を行っている。本センターでは、自給飼料の増産を目指し、草種選定試験を行い、新導入暖地型牧草としてブラキアリアグラスを有望草種として報告した^{2~5)}。さらに、暖地型牧草種子の高価格の要因の一つとされる採種性を向上させ、高い飼料品質を併せ持つ高採種性集団^{6~8)}を育成し、新品種候補系統「沖縄1号」を作出した。ブラキアリアグラスについては、本県の奨励品種であるローズグラスに劣らない生産性や栄養価を有し⁹⁾、また、干ばつに強く、痩せた酸性土壌でも良く生育する¹⁰⁾など、本県の気象条件に適合した高い利用特性を有し、今後の普及が十分期待できる。

牧草の品質評価については、CP や TDN 等の栄養成分を中心に行われているが、家畜の生体内で重要な役割を持つミネラルについても、その要求量が定められており、生産性との関係が報告されている¹¹⁾。ミネラルについては生体内での含量により多量元素と微量元素に分けられ、それぞれのミネラルは特異的な機能を持つ。摂取量が不足すると欠乏症、過剰だと中毒¹²⁾が発生するなど、家畜の生体維持や畜産物の生産過程において重要な役割を果たしている。日本飼養標準においては、カルシウムやリン等の多量元素および鉄や銅等の微量元素について、要求量や摂取許容限界値が示されている¹³⁾。一般的に、植物体のミネラル濃度は土壌のミネラル濃度と関連があり¹⁴⁾、また、土壌 pH 等¹⁵⁾の様々な条件により変動するため一定では無い。

そこで、本研究は今後、本県での普及が期待できるブラキアリアグラスについて、生育日数の違いによるミネラル含量の推移を明らかにし、ミネラル含量の視点からその飼料品質について検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

供試材料は、ブラキアリアグラス品種候補系統「沖縄1号」および、収量・永続性で実績の高い海外主要品種「バシリスク」、利用特性が高く熱帯地域で利用の広がっている「MG5」、葉部割合が高く、晩生で品質の高いギニアグラス「うーまく」の2草種4品種を用いた。

2. 試験方法

試験は畜研センター内の圃場（国頭マージ）で実施し、定植および播種日は平成27年5月13日および15日で、試験区面積は1品種あたり8m×100m(8a)とした。沖縄1号のみ定植（栽植密度50cm×50cm）とし、その他の品種については、3kg/10aで播種を行った。施肥量は1aあたりN:P:K=1.0:1.0:0.6である。試験は定植・播種後45日から開始し、さらに7から9日後毎に計8回の刈取り調査を実施した。試験期間は6/29から8/19とし、調査は草高を測定した後収量調査を実施し、部位別乾物割合を測定した。

ミネラル成分の分析については、乾燥粉末状態にした試料をプレス機で加圧（20t）し、厚さ3mm以上のペレット状に成形した試料を用いた。分析機器はエネルギー分散型蛍光X線装置JSX-1000S Element Eye（日本電子社製）を使用した。測定条件については5種類のフィルター（ND, Cd, Pd, Cu, Cl）を用い、それぞれのX線照射時間は60sec, 10sec, 10sec, 60sec, 30secとした。また、照射室の雰囲気については真空状態とした。分析成分は周期表のNaからMoまでの各元素について網羅的に分析し、牧草の主要ミネラルであるNa, Mg, K, P等の多量元素、繁殖成績との関係¹⁾が指摘されているCu, Zn, Fe, Mn等の微量元素について、それぞれ含量を算出した。

IV 結果

1. 異なる生育日数における葉、茎、枯葉および穂の構成割合

異なる生育日数における葉、茎、枯葉および穂の構成割合を図1に示す。沖縄1号およびバシリスクについては、生育日数が短い時期においても葉の割合が高く、50%程度は葉で占められていた。また、生育が進むにつれて、葉の割合が増加し、おおむね60%から65%の範囲で推移した。バシリスクについては、生育61日から出穂が認められた。MG5については、うーまくとほぼ同様な結果であった。生育日数が短い時期においては、茎の割合が75%と高く、生育に伴いその割合が低下する結果であった。

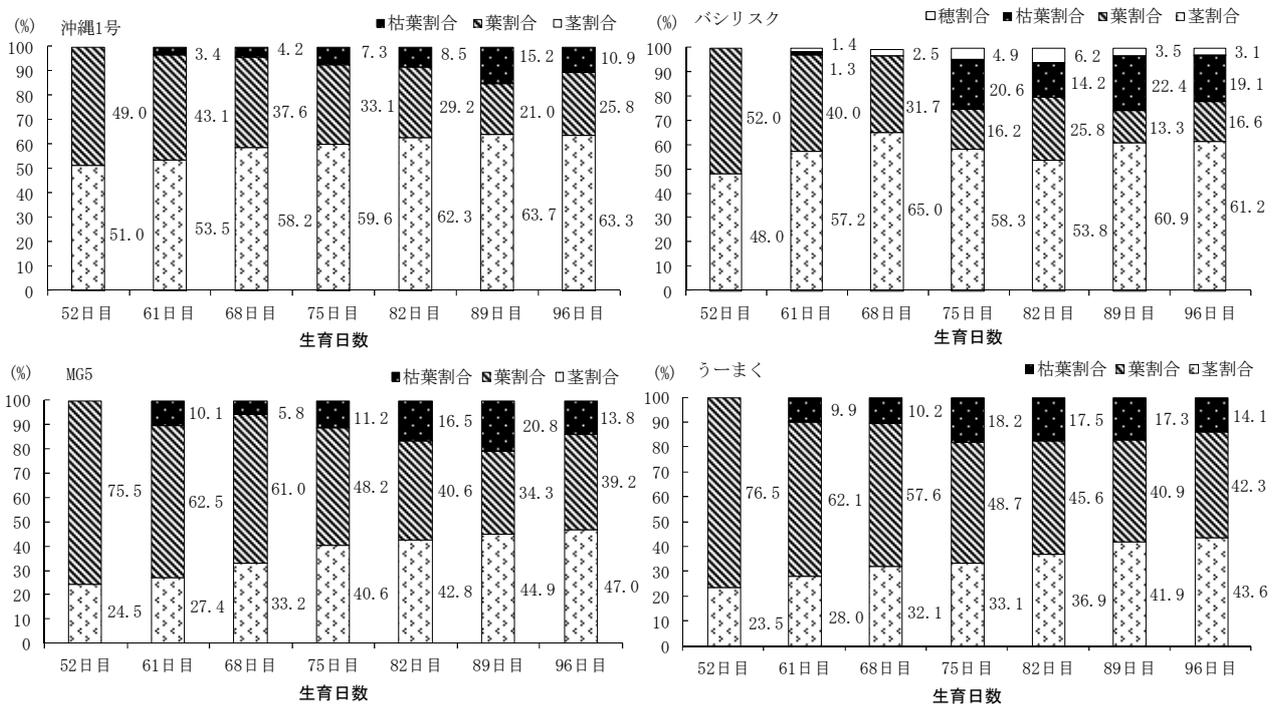


図1 異なる生育日数における葉、茎、枯葉および穂の構成割合

2. 異なる生育日数における多量元素および総ミネラル含量の経時的変化

多量元素（Ca, Mg, K, P）および総ミネラル含量の経時的変化を表1に示す。K以外の成分については草種間で有意が認められた。Caについては、沖縄1号において生育45日から61日まで高い値で推移し、68日から減少しその後一定で推移した。バシリスクについてはほぼ一定の値で推移し、MG5については低下する傾向を示した。いっぽう、うーまについては、生育89日および96日で高くなる結果であった。PおよびKについては、生育前半から中盤にかけては草種間で差が認められたが、後半になる

に従い差が小さくなり、89日および96日では差が無くなった。Mgについては生育45日から82日まで、バシリスク、沖縄1号およびMG5等のブラキアリア属の値が高かったが、89日以降はうーまくの値が増加し、他の草種と比較し高い値となった。

表1 異なる生育日数における多量元素および総ミネラル含量の経時的変化

成分/草種	生育日数								分散分析	
	45日 (6/29)	52日 (7/6)	61日 (7/15)	68日 (7/22)	75日 (7/29)	82日 (8/5)	89日 (8/12)	96日 (8/19)	草種	生育日数
Ca (%)										
沖縄1号	0.59 a	0.60 a	0.63	0.45	0.45	0.48	0.45 ab	0.49 a	0.01	ns
バシリスク	0.38 b	0.31 c	0.33	0.33	0.29	0.31	0.34 b	0.31 b		
MG5	0.43 b	0.34 c	0.43	0.40	0.36	0.37	0.35 b	0.28 b		
うーまく	0.42 b	0.40 b	0.40	0.40	0.46	0.39	0.53 a	0.54 a		
P (%)										
沖縄1号	0.22 ab	0.20	0.21 a	0.22	0.21 a	0.19 a	0.21	0.16	0.01	0.01
バシリスク	0.23 ab	0.19	0.19 ab	0.18	0.18 ab	0.16 ab	0.15	0.12		
MG5	0.30 a	0.22	0.24 a	0.24	0.22 a	0.18 a	0.17	0.20		
うーまく	0.16 b	0.16	0.13 b	0.17	0.13 b	0.11 b	0.14	0.16		
Mg (%)										
沖縄1号	0.39 ab	0.44 ab	0.49 ab	0.22 ab	0.29	0.31 ab	0.27	0.28 ab	0.01	0.01
バシリスク	0.51 a	0.36 ab	0.30 ab	0.25 ab	0.28	0.37 a	0.26	0.23 bc		
MG5	0.37 ab	0.31 b	0.37 a	0.32 a	0.27	0.33 ab	0.28	0.18 c		
うーまく	0.21 b	0.16 c	0.17 b	0.15 b	0.23	0.20 b	0.30	0.33 a		
K (%)										
沖縄1号	3.2 ab	2.1 b	1.9 b	3.1 a	2.4	2.2	2.5	2.0	ns	0.01
バシリスク	2.7 b	2.5 ab	2.6 a	2.5 ab	2.4	2.1	2.2	1.9		
MG5	3.1 ab	2.6 ab	2.6 a	2.4 b	2.5	2.1	1.8	2.4		
うーまく	3.3 a	3.0 a	2.5 a	2.5 ab	2.3	2.1	2.0	1.8		
Total Mineral (%)										
沖縄1号	6.8 a	5.7	6.3	6.5 a	5.3	5.3	5.5	5.3	0.01	0.01
バシリスク	6.0 b	5.2	5.6	5.6 ab	5.7	5.6	5.2	5.4		
MG5	5.7 b	4.9	5.7	5.4 b	5.2	4.8	4.4	5.1		
うーまく	5.8 b	5.4	5.7	5.7 ab	5.4	4.9	5.2	4.9		

注) 同一生育日数における異符号間に有意差有り (p<0.05 Tukey)

3. 異なる生育日数における微量元素含量の経時的変化

微量元素 (Cu, Zn, Fe, Mn) 含量の経時的変化を表2に示す。全ての成分について、草種および生育日数で有意差が認められた。Cuについては、生育日数が45日から82日までブラキアリアグラスがうーまくより高い傾向を示した。ブラキアリアグラスについては、特に生育日数が短い時期における含量が高く、61日までは10%を超える値であった。ZnについてもCuと同様な傾向を示し、ブラキアリアグラスがうーまくに比べ高い傾向を示した。Feについては、生育日数が短い時期においては、沖縄1号における含量が高い値で推移したが、その後、増減を繰り返し一定の傾向で推移しなかった。また、その他の草種についても同様な傾向を示し、生育日数および草種間における一様の傾向を見いだせない結果となった。Mnについては、生育日数が長くなるにつれてバシリスクにおける含量が高くなる結果となった。うーまくについても同様に生育日数が長くなるにつれて増加する傾向を示した。

表2 異なる生育日数における微量元素の経時的変化

成分/草種	生育日数								分散分析	
	45日 (6/29)	52日 (7/6)	61日 (7/15)	68日 (7/22)	75日 (7/29)	82日 (8/5)	89日 (8/12)	96日 (8/19)	草種	生育日数
Cu (ppm)										
沖縄1号	14.3	9.8 b	10.6	8.2	9.4	9.7	7.3	8.5	0.01	0.01
バシリスク	17.0	11.8 ab	11.0	7.4	7.9	7.9	6.9	7.9		
MG5	16.4	15.5 a	14.7	9.9	9.6	6.1	6.2	5.6		
うーまく	10.1	9.2 b	6.8	8.0	6.9	5.0	7.0	5.6		
Zn (ppm)										
沖縄1号	32.5 a	29.7 ab	34.1 a	22.1 ab	22.3	21.8	20.5	20.9	0.01	0.01
バシリスク	28.0 ab	31.9 a	21.4 b	22.0 ab	27.5	20.0	20.0	19.7		
MG5	23.9 ab	26.7 b	27.9 ab	23.5 a	20.1	18.6	17.2	18.2		
うーまく	14.2 b	13.5 c	13.1 c	14.4 b	15.3	13.0	16.0	19.1		
Fe (ppm)										
沖縄1号	628.9	829.9 a	1345.2 a	300.4	224.7	164.7	149.1	318.6 b	0.05	0.01
バシリスク	414.6	276.6 b	179.6 b	144.5	195.7	494.2	195.9	1506.7 a		
MG5	336.6	173.7 b	295.7 b	249.9	105.2	116.0	118.5	383.9 b		
うーまく	310.9	321.8 b	799.5 ab	225.8	201.1	139.9	181.3	223.1 b		
Mn (ppm)										
沖縄1号	81.9	79.9 bc	119.7	40.3	44.0 b	58.2 b	47.6 b	178.0 ab	0.01	0.01
バシリスク	114.3	195.8 a	94.1	99.9	160.7 a	198.7 a	166.6 a	235.3 a		
MG5	53.2	98.5 b	84.2	83.3	36.4 b	98.6 ab	83.6 ab	54.5 c		
うーまく	26.8	19.1 c	30.1	24.7	71.9 ab	43.0 b	91.8 ab	81.7 bc		

注) 同一生育日数における異符号間に有意差有り (p<0.05 Tukey)

Cu および Zn については、各草種において生育日数による含量の違いが明確に認められたため、各草種における各含量の経時的变化を図2および3に示す。

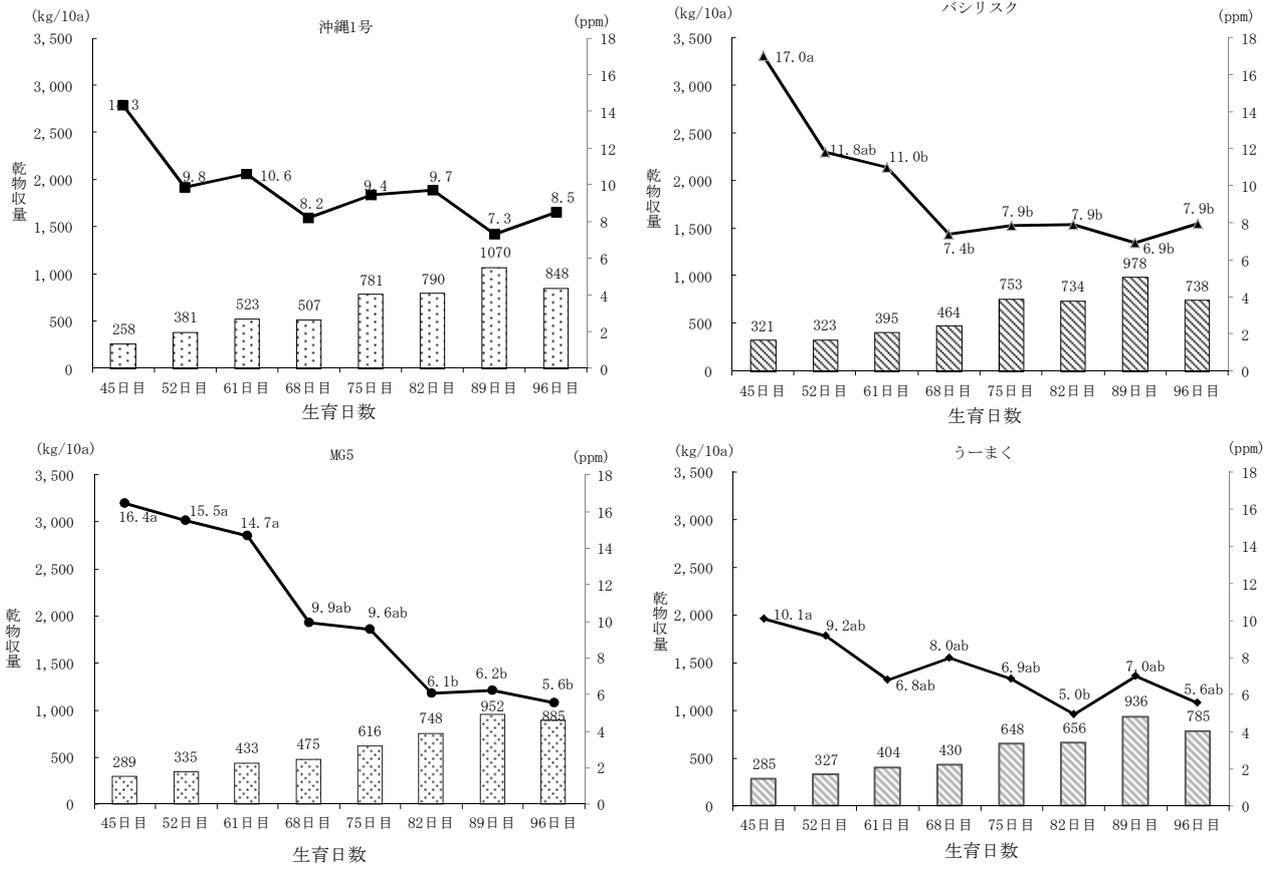
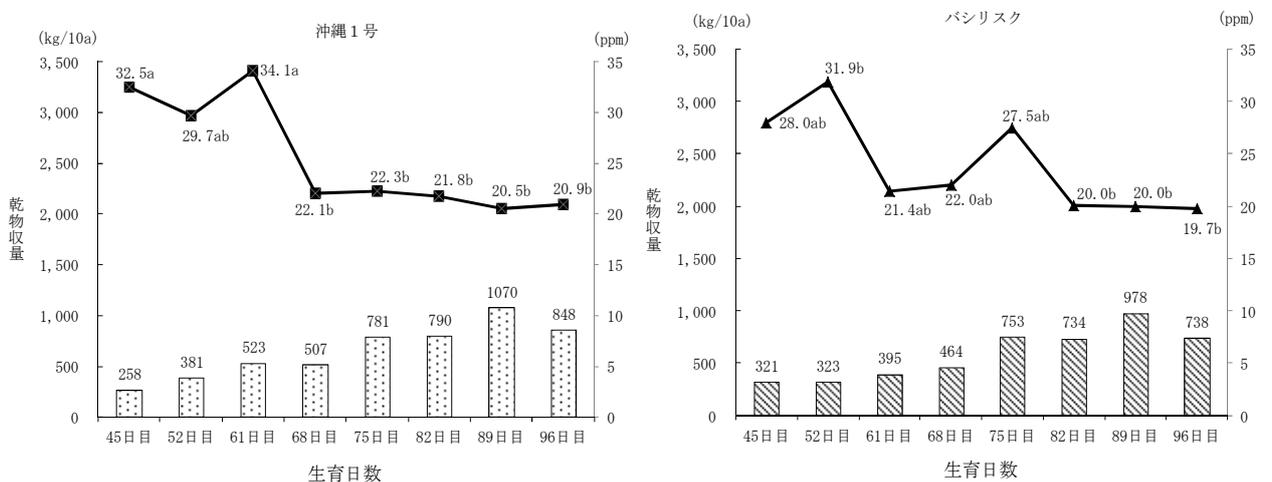


図2 異なる生育日数におけるCuの経時的变化

注) 異符号間に有意差有り (p<0.05 Tukey)

Cu は各草種とも生育日数が長くなるに伴い含量が減少する結果であった。特に MG5 については、生育日数が 61 日まで高い値で推移していたが、その後、急激に低下し、96 日においては 45 日の三分の程度まで減少した。また、他のブラキアリアグラスと比べ低い値となった。いっぽう、沖縄1号およびパシリスクについても、生育日数が長くなるに伴い減少したが、68 日以降は一定の値で推移する結果であった。また、含量についてもうーまくや MG5 より高い値であった。

Zn についても Cu と同様に生育日数が長くなるに伴い含量が減少する結果であったが、うーまくについては、ほぼ一定の値で推移した。沖縄1号およびパシリスクについては、68 日および 61 日において急激な低下が認められたが、その後はほぼ一定の値で推移し、また、他の 2 草種に比べ高い値であった。



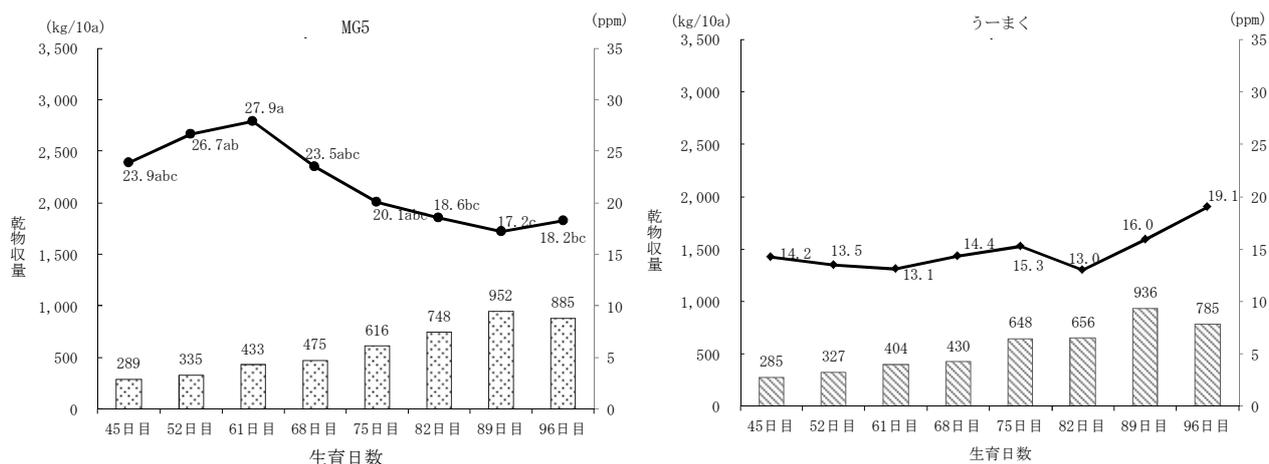


図3 異なる生育日数におけるZnの継時的変化

注) 異符号間に有意差有り ($p < 0.05$ Tukey)

V 考察

ミネラルについては、家畜の生体内において骨や歯等を形成する重要な成分であると同時に、タンパク質や脂質の形成、体内の恒常性維持等に重要な役割を果たしている^{1,3)}。家畜の持続的な発育および維持の為には、飼料としてこれらの成分を給与しなければならない。いっぽう、ミネラルの供給源となる牧草のミネラル含量については、同一草種でも変動が大きく一定でない^{1,6,17)}。牧草の品質を評価するうえで、生育日数や草種間の比較を実施し、正確なミネラル含量を把握することは重要だと考えられる。植物におけるミネラルの蓄積場所については、それぞれのミネラルで異なり、Caについては厚壁細胞に多く分布する傾向にあるとの報告がある¹⁸⁾。沖縄1号については図1に示すとおり、茎割合が高く、生育日数が長くなるに伴い、その割合は増加する傾向にあった。沖縄1号においてCa含量が高い要因については、厚壁細胞におけるCaの蓄積に起因すると考えられる。しかしながら、バシリスクについては、沖縄1号と同様に茎割合が高いにもかかわらず他の草種と比較し低い値で推移するなど、相反する結果となった。バシリスクについては61日から出穂も認められており、ミネラルの動態について特異的な性質を持つ可能性も考えられ、今後の課題となった。また、うーまくにおいて生育89日および96日のMg含量が増加した要因については、Mgが葉肉部分に多く分布するとの報告があることから¹⁸⁾、図1に示すとおり、うーまくの葉割合が高いことに起因すると推察された。

日本飼養標準によると成雌牛(500kg)維持期におけるCaおよびPの要求量は、それぞれ、15.4gおよび16.5gと算出される。乾物重で1日8kg程度の粗飼料のみを給与すると、両成分ともその含量がおおむね0.2%程度であれば要求量を満たす値となる。バシリスク、沖縄1号およびMG5等のブラキアリアグラスについては、Caで全ての生育日数、Pにおいては、おおむね75日までは要求量を満たす含量で推移した。いっぽう、MgおよびKについては体重に関係なくその含量が給与飼料中、それぞれ、0.1%および0.65%と定められているが、全ての草種および生育日数で要求量を満たす結果であった。ブラキアリアグラスの多量元素については、ローズグラスと比較しおおむね高い値で推移し、また、その含量についても、養分要求量を満たす値であった。

微量元素の要求量については、給与飼料中(乾物)、Cu8ppm、Zn30ppm、Fe50ppm、Mn40ppmと定められている。FeおよびMnについては、全ての草種および生育日数で要求量を満たす値であったが、CuおよびZnについては、草種あるいは生育日数で下回る値が認められた。Cuについては、ブラキアリアグラスで高い値を示したが、生育日数が68日から急激に減少する傾向が認められ、MG5については82日以降、要求量を満たさない値となった。いっぽう、バシリスクと沖縄1号については、生育日数が長くなっても、8ppm程度の値を維持する結果となった。Znについては沖縄1号において45日から61日までは30ppmを超える値で推移したが、それ以降は要求量を満たさない値となった。また、その他の草種については、バシリスクを除いて、30ppmを超える値は認められずおおむね20ppmで推移した。

家畜の生産現場において、粗飼料および濃厚飼料で賄えないミネラルについては、添加飼料を活用し

要求量を満たすよう調整している。しかしながら、生産コスト低減の観点からミネラル含量の高い粗飼料を活用することは重要だと考えられる。また、近年、飼料中の微量元素と分娩間隔には正の相関がある¹¹⁾との報告もあり、生産性の視点からも適切なミネラル量を給与することは重要である。本試験の結果、ブラキアリアグラスの多量元素および微量元素含量については、既存の奨励品種であるうーまくに劣らない品質を有し、また、微量元素については、沖縄1号において生育日数が長くなっても高い値で推移することが明らかとなった。ブラキアリアグラスのうち特に沖縄1号については、適切な生育日数で刈取りを行えば、添加飼料無しでミネラル成分の要求量を十分に満たす結果となっており、今後の活用が十分期待できる結果となった。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2013)おきなわの畜産
- 2) 望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平(2005)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001~2005年)(1)成育特性および乾物収量の比較, 沖縄畜研研報, **43**, 30-36
- 3) 花ヶ崎敬資・望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平(2006)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001~2005年)(2)可消化乾物収量および粗タンパク質収量の比較, 沖縄畜研研報, **44**, 79-84
- 4) 水町進・新城健・川本康博(2007)西表島における新規導入草種の一次評価, 日草誌, **53**(別), 252-253
- 5) 幸喜香織・稲福政史・森山高広・川本康博(2013)海外から導入した暖地型牧草の優良品種選定試験(1), 沖縄畜研研報, **51**, 49-56
- 6) 国際農林業協会(1998)熱帯の飼料作物
- 7) 幸喜香織・末永一博・石垣元気・稲福政史・権藤崇裕・明石良・新田宗博(2013)ブラキアリアグラス新規育種素材の開発(1), 沖縄畜研研報, **48**, 81-84
- 8) 幸喜香織・石垣元気・明石良・末永一博・島袋宏俊(2014)ブラキアリアグラス新規育種素材の開発(2)4倍体有性生殖品種「宮沖国1号」の遺伝的多様性, **52**, 69-72
- 9) 花ヶ崎敬資・望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平(2006)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001-2005年), 沖縄畜研研報, **44**, 79-88
- 10) Miles JW, Do Valle CB, Rao IM, Euclides VPB (2004) Brachiariagrass. In: Warm-seasons (C4) grass (Eds Moser LE, Burson BL, Sollenberger LE), American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Society of America, Madison, p745-783
- 11) 鳥居伸一郎・松井徹(2011)わが国の黒毛和種繁殖雌牛に給与されている飼料のマンガン・鉄・コバルト・銅・亜鉛・モリブデン含量の実態および分娩間隔との関連, 日畜会報, **82**(2), 131-138
- 12) Animal Nutrition 4th(1988), Longman Scientific&Technical, 90-116.
- 13) 中央畜産会(2009)日本飼養標準肉用牛, 54
- 14) 山崎傳(1967)微量元素と多量元素, 土壌・作物の診断・対策, 博交社
- 15) 櫃田木世子・田中明(1983)作物栄養学的にみた酸性土壌の化学特性, 北大農邦文紀要, **3**, 485-493.
- 16) 鳥居伸一郎・松井徹・鶴田茜・櫻井孝志(2010)肉用牛の生産現場で給与されている飼料の鉄含量の実態, 日畜会報, **81**, 47-52
- 17) 鳥居伸一郎・松井徹・鶴田茜・櫻井孝志(2010)肉用牛の生産現場で給与されている飼料の亜鉛含量の実態, 日畜会報, **89**, 7-12
- 18) Saiga, S., T. Akiyama, M. Sasaki and H. Takusari(1993)Distribution of macrominerals in different tissues of a leaf blade of tall fescue(*Festuca arundinacea* Schreb.) J. Japan Grassl. Sci., **39**, 86-92

ブラキアリアグラスの新品種育成

(4) ローズグラス奨励品種「カタンボラ」との比較試験

幸喜香織 安里直和 荷川取秀樹

I 要 約

沖縄県で最も作付けされている暖地型牧草ローズグラス奨励品種「カタンボラ」とブラキアリアグラス新品種候補「沖縄1号」を実証規模で収量と飼料品質の比較調査したところ、その結果は以下のとおりであった。

1. 「沖縄1号」は、乾物収量で生育日数54日以降ローズグラスより高い値を示した。
2. 「沖縄1号」は、TDN含有率で生育期間を通じてローズグラスより高い値を示した。
3. 「沖縄1号」は、粗タンパク含有率で生育期間を通じてローズグラスより高い値を示した。
4. 「沖縄1号」は、TDN収量と粗タンパク収量により生育日数62日まで飼料品質を維持し、それ以降は低下する。
5. 「沖縄1号」は、生育日数62日より前の刈り取りを推奨する。
6. 「沖縄1号」を利用することによりローズグラスより刈取間隔を15日から20日延長することが可能である。

以上の結果から、「沖縄1号」はローズグラスより高い飼料品質と高収量を併せ持ち、農家の刈遅れの現状を打開する可能性の高いことが示唆された。

II 緒 言

沖縄県で周年利用されている暖地型牧草はローズグラス、デジットグラス、ギニアグラスおよびジャイアントスターグラスの4草種である¹⁾。飼料作付面積5536ha(H27)のうち最も利用されているのがローズグラスで38%(2103ha)を占めている¹⁾。本草種は、暖地型牧草の中でも全国的に流通量が多く、安価で入手しやすい。利用面では、高い初期生育により草地化が早く、茎が細いため乾草利用に適するなど利点を有する。前報により、新規暖地型牧草を用いて、ブラキアリアグラス新品種候補「沖縄1号」の生育期間と飼料品質について報告した²⁾。

本報告では、最も作付けされているローズグラスと「沖縄1号」を実証規模で栄養収量の比較調査により、現場での利用適性を検証したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験および方法

供試材料は、ブラキアリアグラス品種候補系統「沖縄1号」と沖縄県奨励品種ローズグラス「カタンボラ」(以下ローズグラスとする)である。播種日は平成28年4月14日で、試験区は8a/品種である。播種後46日から開始し、7~9日後毎に計5回の刈取調査を実施した。調査期間は5月31日から7月3日までである。収量の調査項目は生草収量、乾物率、乾物収量である。採取した試料は70℃の通風乾燥機で48時間通風乾燥した。その後、粉碎した試料は近赤外分光³⁾により粗タンパク含有率(CP)、可消化養分総量(TDN)を測定した。

IV 結果および考察

1. 異なる生育日数による乾物収量とTDN含有率の経時的変化

「沖縄1号」とローズグラスの乾物収量とTDN含有率を比較した結果を図1に示す。乾物収量でローズグラスは生育日数46日目から80日目にかけて343~465kg/10aと推移した。「沖縄1号」は54日目か

ら 422~721kg/10a と高い値で推移した。両品種に有意差は見られなかった。TDN 含有率は生育期間を通じて有意な品種間差が確認された。ローズグラスで 46 日目に 58.0% で、62 日に出穂が観察された後、70 日目 52.6% と低くなった。ローズグラスは通常生育日数 40 日から 45 日目に刈り取るように指導されている。これはローズグラスの出穂に伴う乾物消化率の低下および粗タンパク含有率の低下のバランスにより本県が推奨している⁴⁾。2016 年の梅雨入りは 5 月 16 日、梅雨明けで 6 月 16 日である。出穂開始日は生育日数 62 日目で梅雨明けとほぼ同時期であった。そのため、曇天により本試験のローズグラスの出穂開始日は生育日数 62 日と長く、TDN 含有率が維持されたと考えられる。生育日数 70 日以降、ローズグラスの TDN 含有率は低下した。ローズグラスと比較して「沖縄 1 号」は 46 日目に 62.3%、80 日目に 55.8% と緩やかに低くなったが、高い値で推移している。このことは「沖縄 1 号」が晩生であるため試験時期に出穂しなかったため、出穂に伴う TDN 含有率の低下が緩やかであると考えられた。

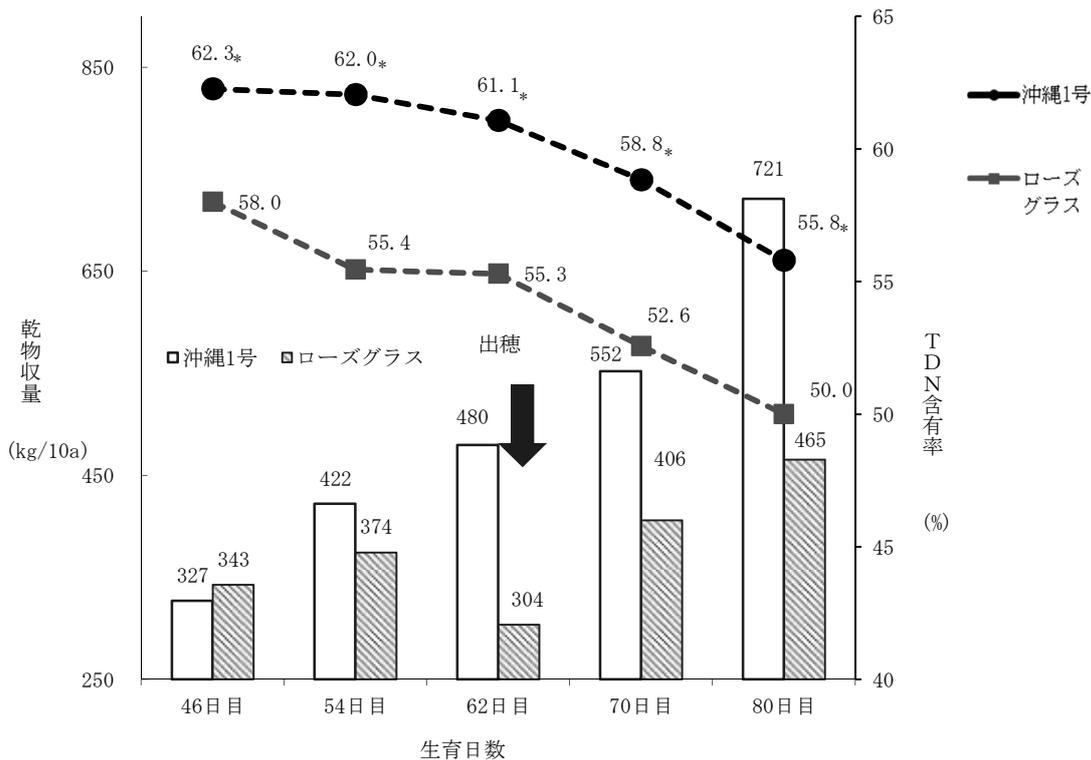


図1 「沖縄 1 号」とローズグラスの乾物収量と TDN 含有率の比較

注) *:0.5%水準で有意差あり

2. 異なる生育日数での乾物率の継時的変化

「沖縄 1 号」とローズグラスの乾物率を比較した結果を図 2 に示す。これまで沖縄で利用されている暖地型牧草は出穂とともに茎割合の増加と柔らかい穂の結実・硬化により出穂後の TDN 含有率の低下⁵⁾、葉の乾物率と TDN 含有率に相関があることが報告されている⁶⁾。本結果は、乾物率については全ての生育期間で品種間差が確認された。生育日数 46 から 80 日目にかけて乾物収量の増加とともに高くなる傾向がみられた。その中でローズグラスが 16.4%~28.1%と高い値で推移したのに対して、「沖縄 1 号」は 12.8%~19.3%と低い値で推移した。本試験ではローズグラスの出穂前後に乾物率が上昇し、一端減少に転じ、その後再度高くなった。このことは、出穂と茎割合の増加とともに乾物率が上昇したが、柔らかい穂の出現により乾物率が減少し、その後、穂の結実により再び乾物率が上昇したものと考えられた。「沖縄 1 号」は出穂せず、ローズグラスより低い値で緩やかに低下しており、乾物率と TDN 含有率に負の相関があることが示唆された。

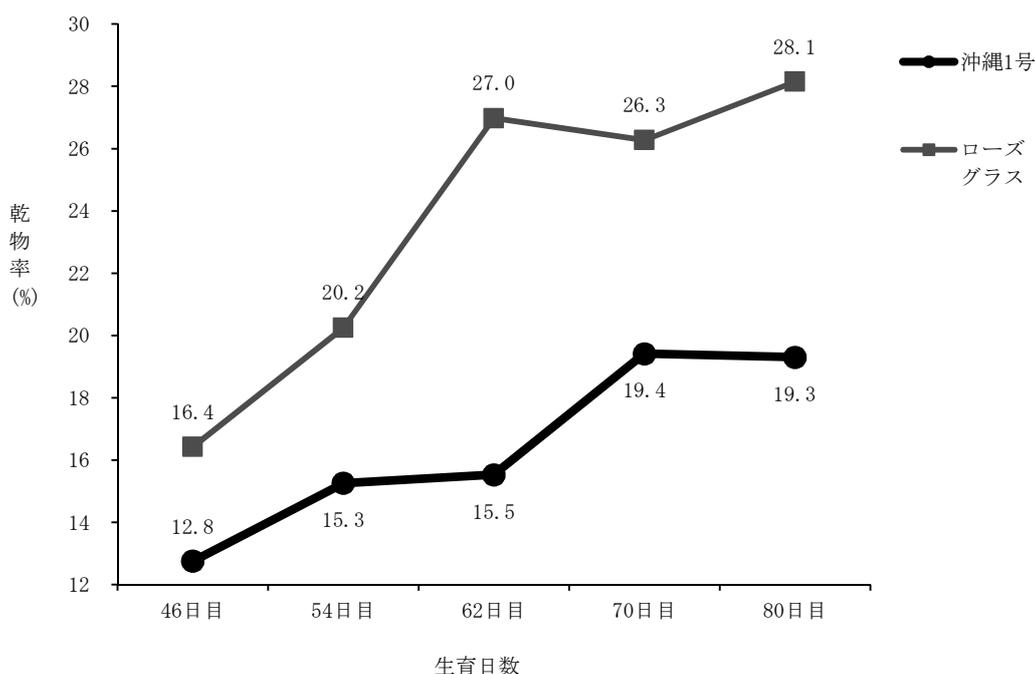


図2 「沖繩1号」とローズグラスの乾物率の比較

注) すべての生育期間で有意差あり。

3. 異なる生育日数での TDN 収量と粗タンパク含有率の経時的変化

「沖繩1号」とローズグラスの TDN 収量と粗タンパク含有率を比較した結果を図3に示す。TDN 収量は乾物収量と TDN 含有率を乗じて算出した数値である。そのため、生育期間により乾物収量が増加、TDN 含有率の減少が相殺される。TDN 収量の推移は乾物収量とほぼ同様な結果で、「沖繩1号」が増加していくのに対して、ローズグラスでは、出穂の影響により一端低くなった。

粗タンパク含有率は TDN 含有率より早い生育日数で値が下がり、低減速度が速い²⁾。本試験でも同様の傾向がみられた。生育日数46日目から80日目にかけて、ローズグラスは11.3%から4.8%となった。

「沖繩1号」は13.8%から7.7%と高い値で推移した。ローズグラスは生育日数70日目に6.1%と若干上昇している。このことは、乾物率の減少と同様に柔らかい穂の出現によるものと示唆された。前報²⁾では「沖繩1号」の粗タンパク含有率は生育日数61日目から68日目に急激に低下している。本試験でも62日目から70日に9.5%から6.7%と急激に低下しており、同様の結果が得られた。これまで、暖地型牧草の刈取適期は生育日数40日から45日目であった。ブラキアリアグラスを利用することにより、15日から20日延長することが可能で、農家の刈遅れの現状を打開する可能性の高いことが示唆された。

図3により生育期間が長くなると TDN 含有率が低減していても、乾物収量が増加するので、TDN 収量が多くなる。しかしながら、粗タンパク含有率の観点から、TDN 収量増加の推移が、飼料価値を高める推移でないことが示唆される。このことから TDN 収量について、関与する生育日数や乾物収量および TDN 含有率の寄与率を考慮する必要があると考えられた。

4. 異なる生育日数での粗タンパク収量の経時的変化

「沖繩1号」とローズグラスの粗タンパク収量の比較した結果を図4に示した。粗タンパク収量は乾物収量と粗タンパク含有率を乗じて算出した数値である。「沖繩1号」は、生育日数46日目45.1kg/10aから62日目45.4kg/10aまで同程度で、62日目以降に36.8kg/10aと低下した。また、ローズグラスは、出穂開始の生育日数62日目14.5kg/10aと生育日数の経過により低下した。図4は図3と同様に「沖繩1号」では、62日目までに刈り取りすることにより、品質の高い牧草利用が可能なこと、ローズグラスでは、出穂前の62日では粗タンパク収量がかかなり少なくなっていることを示す。また、生育日数62日以降は、粗タンパク収量増加への乾物収量の増加の寄与率が高まるため、不要な収量が多いことを示唆

される。TDN 収量と同様に、生育期間を通じて乾物収量の増加のため、粗タンパクの含有率の低下による粗タンパク収量の低減は低いことを考慮する必要があると考えられた。

以上のことから、「沖縄1号」はローズグラスより飼料品質と収量において高い値で推移することから、刈取適期の長い系統であることが確認された。

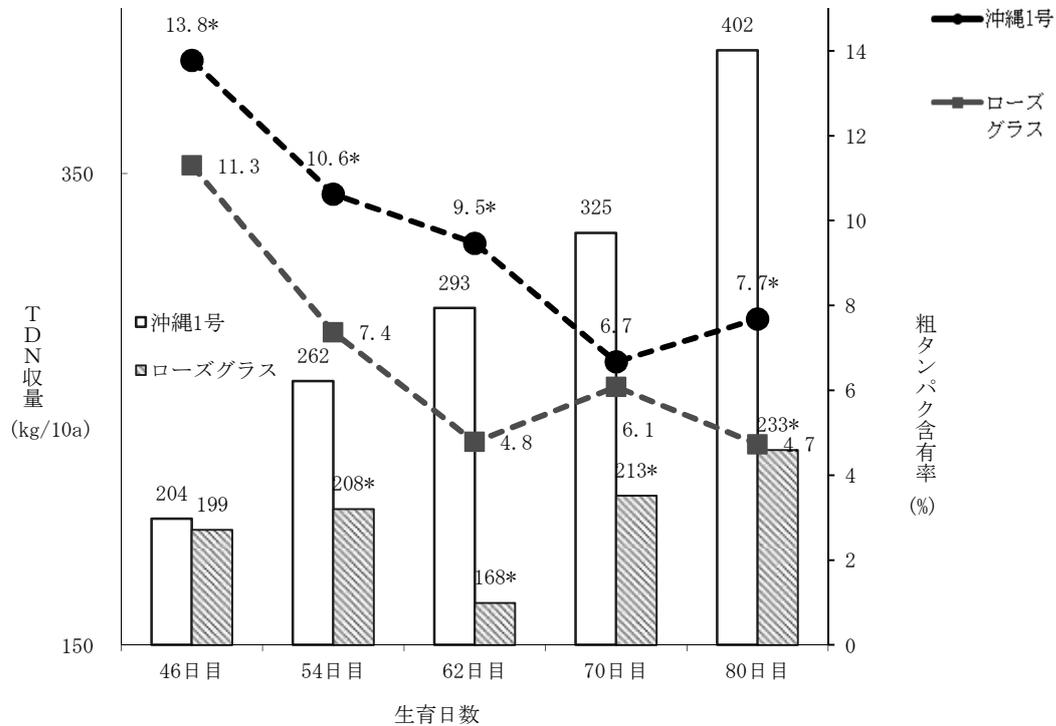


図3 「沖縄1号」とローズグラスのTDN収量と粗タンパク含有率の比較
注) *:0.5%水準で有意差あり。

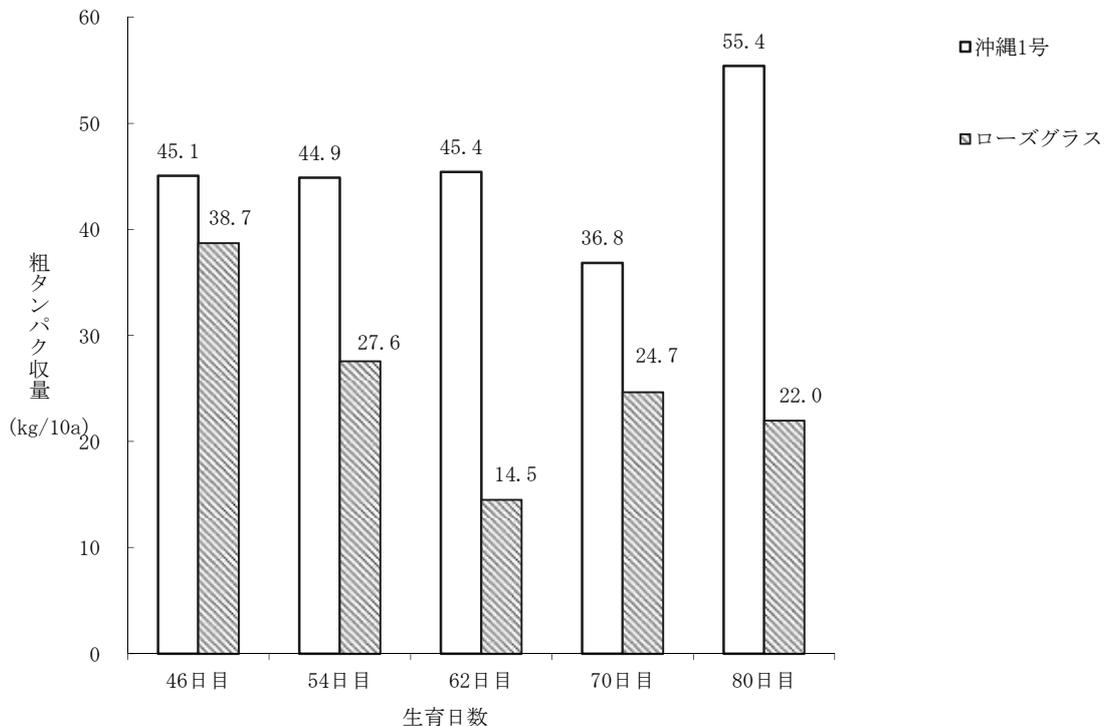


図4 「沖縄1号」とローズグラスの粗タンパク収量の比較
注) *:0.5%水準で有意差あり。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2013)おきなわの畜産
- 2) 幸喜香織・安里直和・荷川取秀樹(2016)ブラキアリアグラスの新品種育成(2)新規暖地型牧草の生育日数の相違による収量と飼料品質(TDN, CP)の経時的変化, 沖縄畜研研報, **54**, 51-60
- 3) 安里直和・幸喜香織・蝦名真澄・甘利雅弘・大森英之・川本康博・島袋宏俊(2017)近赤外分析法を用いた暖地型牧草ブラキアリアグラスの飼料成分推定, 日草誌, **63**(3), 掲載予定
- 4) 沖縄県畜産課(2011)沖縄県畜産経営指標(第6版)
- 5) 幸喜香織・蝦名真澄・稲福政史・奥村健治・伊藤康子(2005)高消化性ギニアグラス育成のための選抜手法の開発(1)ギニアグラス遺伝資源の器官別消化率とその季節変動, 沖縄畜試研報, **41**, 123-130
- 6) Thaikua, S.・Ebina, M・Kouki, K・Inafuku, M・Akamine, H・Simoda, K・Suenaga, K・Kawamoto, Y(2014) Preliminary evaluation on digestibility and the relation to morphology and water content of *Brachiaria* spp., *Glassland science*, **61**, 1-9

研究補助：仲宗根安利

ブラキアリアグラスの新品種育成

(5) デジタルグラス奨励品種「トランスバーラ」との給与比較試験

幸喜香織 安里直和 荷川取秀樹

I 要 約

県内でローズグラスに次ぐ栽培面積を保有する暖地型牧草デジタルグラス奨励品種「トランスバーラ (Tr)」とブラキアリアグラス新品種候補「沖縄1号」の山羊による給与試験を実施し、採食量を評価したところ、その結果は以下のとおりであった。

1. 「沖縄1号」は、粗タンパク含有率 9.3%、TDN 含有率 58.5%および粗灰分 10.7%と「Tr」粗タンパク含有率 1.7%、TDN 含有率 54.7%および粗灰分 7.6%より有意に高くなった。
2. 「沖縄1号」は、NDF53.5%、ADF29.7%および NDF-ADF (ヘミセルロース) 23.9%と「Tr」の NDF61.2%、ADF32.3%および NDF-ADF28.9%より低い。
3. 「沖縄1号」の乾物摂取量は、512.7g/日/頭と「Tr」458.2/日/頭と同等量であるが、可消化養分総量 299.9 g/日/頭、体重あたり乾物摂取量 22.6g/kg/頭、体重あたり可消化乾物摂取量 12.4g/kg/頭および代謝体重あたり可消化乾物摂取量 25.3g/kg^{0.75}/頭と有意に高くなった。
4. 「沖縄1号」の高い TDN 含有率は、代謝体重あたり可消化乾物摂取量および乾物摂取量に影響を及ぼし、増体量が高くなる傾向がみられた。

以上のことから、「沖縄1号」の乾物摂取量は Tr と同等量であるものの、高い栄養摂取量が期待できると示唆された。

II 緒 言

沖縄県で周年利用されている暖地型牧草はローズグラス、デジタルグラス、ギニアグラスおよびジャイアントスターグラスの4草種である¹⁾。飼料作付面積 5536ha (H27) のうち、最も利用されているのが、ローズグラス (2103ha, 38%) で、次いでデジタルグラス (1293ha, 23%) の順となっている¹⁾。暖地型牧草の中でも、デジタルグラスはほふく茎を伸ばすため、土壌の被覆性に優れ、裸地の発生が抑制され、雑草の入りにくいマット状の草地を形成する²⁾。採草利用での乾物収量や持続性の高さ³⁾や放牧条件下での高い牧養力、栄養価で評価され⁴⁾、本センターで栽培・利用および草地造成に関する高い技術が構築されている。

前報⁵⁾により、ブラキアリアグラス新品種候補「沖縄1号」を用いて、利用面積の最も高いローズグラスと実証規模で栄養収量の比較調査を実施し、現場での利用適性を検証した。

本報告では、「沖縄1号」とデジタルグラス奨励品種「Tr」の山羊を用いた給与試験を実施し、採食量評価を実施したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

給与飼料は、ブラキアリアグラス品種候補系統「沖縄1号 (OK1)」と沖縄県奨励品種デジタルグラス「Tr」である。刈取り・調製について、OK1は生育日数47日で刈取りし、ファイロンハウス内で9日間反転・乾草調製後、集草・梱包した。Trは生育日数51日で刈取りし、ストローチョッパーで細断・反転後、乾草を集草・梱包した。供試時の細断長は両草種ともに2.5~5.0cm程度に切断したものを供試した。飼料成分分析は、試料を70℃の通風乾燥機で、48時間乾燥した。粉碎した試料は近赤外分光⁶⁾を用いて、粗タンパク含有率 (CP)、酸性デタージェントリグニン (ADL)、可消化養分総量 (TDN)、粗脂肪 (EE) および粗灰分 (Ash)、中性デタージェント繊維 (NDF)、酸性デタージェント繊維 (ADF)、粗繊維 (CF)、NDF-ADF (ヘミセルロース) および可溶性無窒素物 (NFE) を測定した。

2. 試験方法

供試家畜は、9～10ヵ月齢の雄山羊4頭で平均体重は23.4kg、それぞれ個体管理を行った。飼料給与は濃厚飼料200g/頭、ビタミン剤30g/頭を給与した後、9時半と15時に1頭あたり現物400g/品種を給与し、翌日9時に残飼量を測定した。採食量は乾物あたりの給与量から残飼量を引いて求めた。山羊の体重は飼料給餌前に試験前と試験後に測定した。試験は馴致3日、第Ⅰ期と第Ⅱ期に各3日、合計9日とし、クロスオーバー法により行った。馴致期間は9/26～28、試験Ⅰ期は9/29～10/1、試験Ⅱ期は10/5～10/7である。

IV 結果および考察

1. 給与飼料の栄養成分の比較

OK1とTrを実証規模で作成した給与乾草の栄養成分を比較した結果を表1に示す。給与乾草の飼料成分で、OK1はCP(9.3%)、ADL(3.8%)、TDN(54.8%)、EE(2.5%)およびAsh(10.8%)を示し、有意に高く、NDF(53.6%)、ADF(29.7%)、CF(29.4%)、NDF-ADF(23.9%)およびNFE(43.6%)と有意に低くなった。OK1はヘミセルローズに相当するNDF-ADFで低いものの、CPおよびTDNおよびAshが高いため、栄養価が高いことが認められた。

表1 給与飼料の成分含有率

(DM%)

	CP	TDN	NDF	ADF	ADL	CF	NDF-ADF	NFE	EE	ASH
OK1	9.3 ^a	58.5 ^a	53.5 ^b	29.7 ^b	3.8 ^a	29.4 ^b	23.9 ^b	43.6 ^b	2.5 ^a	10.7 ^a
Tr	1.7 ^b	54.7 ^b	61.2 ^a	32.3 ^a	2.9 ^b	35.8 ^a	28.9 ^a	48.2 ^a	1.7 ^b	7.6 ^b

注) 同列の異符号間に0.1%水準の有意差あり。

2. 増体量および乾物摂取量

増体量および乾物摂取量を表2に示した。OK1の増体量は450g/頭/日、Trは118g/頭/日、乾物摂取量ではOK1が513g/頭/日、Trで458.3g/頭/日と、ともにOK1が高くなったが、有意差は認められなかった。OK1は代謝体重あたり乾物摂取量で有意差は認められなかったが、可消化乾物摂取量、体重あたり乾物摂取量、体重あたり可消化乾物摂取量および代謝体重あたり可消化乾物摂取量で有意に高くなった。千葉らの肥育試験^{7, 8)}では、肥育開始時の月齢4.5ヵ月、肥育開始時体重29.6kg、肥育期間180日で1日あたりの増体量は120～180g/頭/日となっている。飼養標準に基づいた飼料の所要量の給与について、山羊の維持に要する要分量は、体重20kgの場合で可消化養分総量267g、可消化粗タンパク質で26gとされている⁹⁾。本試験では濃厚飼料を補給しているが、平均体重23.9kgでOK1の可消化養分総量299.9g、可消化粗タンパク質は27.9g、Trの可消化養分総量250.6g、可消化粗タンパク質は4.3gとなった。試験Ⅰおよび試験Ⅱの6日間による試験結果であるため、OK1の増体量が高くなったと考えられるが、体重を指標とした養分量は満たしていると示唆される。しかしながら、短い給与期間での結果であるため、長い給与期間での比較試験の今後行う必要があると考えられた。

表2 山羊を用いた増体量および乾物摂取量

	増体量 (g/日/頭)	乾物摂取量 (g/日/頭)	可消化 養分総量 (g/日/頭)	体重あたり 乾物摂取量 (g/kg/頭)	体重あたり可消化 乾物摂取量 (g/kg/頭)	代謝体重あたり 乾物摂取量 (g/kg ^{0.75} /頭)	代謝体重あたり 可消化乾物摂取量 (g/kg ^{0.75} /頭)
ブラキアリアグラス	450.0	512.7	299.9 ^a	22.6 ^a	12.4 ^a	46.3	25.3 ^a
トランスパーラ	118.3	458.2	250.6 ^b	18.2 ^b	9.0 ^b	41.0	20.2 ^b

注) 同列の小文字異符号間に5%水準の有意差あり。

3. 増体量および乾物摂取量に関する相関係数

増体量および乾物摂取量に関する相関係数を表3に示した。増体量/日は、代謝体重あたりの乾物摂取量、代謝体重あたりの可消化乾物摂取量および乾物摂取量で高い正の相関がみられた。TDNは代謝体重

あたりの可消化乾物摂取量と高い正の相関がみられた。このことから、OK1 の高い TDN が、代謝体重あたりの可消化乾物摂取量および乾物摂取量に影響を及ぼし、有意ではないものの増体量を増加させたことが考えられた。以上のことから、OK1 の乾物摂取量は Tr と同等量であるものの、高い栄養摂取量が期待できると示唆された。

表3 増体量および乾物摂取量に関する相関係数

	増体量/日	体重あたり 乾物摂取量	TDN	体重あたり可消化 乾物摂取量	代謝体重	代謝体重あたり 乾物摂取量	代謝体重あたり 可消化乾物摂取量
体重あたり乾物摂取量	0.32						
TDN	0.25	0.81					
体重あたり可消化乾物摂取量	0.31	0.99	0.89				
代謝体重	-0.44	-0.22	-0.12	-0.21			
代謝体重あたり乾物摂取量	0.83	0.67	0.49	0.64	-0.33		
代謝体重あたり可消化乾物摂取量	0.73	0.80	0.73	0.82	-0.30	0.95	
乾物摂取量	0.60	0.55	0.44	0.54	0.26	0.83	0.80

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2015)おきなわの畜産
- 2) (社)日本草地畜産種子協会(2010)牧草・飼料作物の品種解説, 98-99
- 3) 嘉陽稔・川本康博・庄子一成(1998)導入草種トランスパーラの生産量と栄養価, 平成10年九州沖縄農業研究成果情報畜産草地部会
- 4) 当真嗣平・守川信夫・長利真幸・望月智代・知念司・与古田稔・真境名元次(2003)トランスパーラとジャイアントスターグラスの放牧利用における特性比較(1)草地利用率と採食量及び牧養力の比較, 沖縄畜試研報, 41, 108-112
- 5) 幸喜香織・安里直和・荷川取秀樹(2016)ブラキアリアグラスの新品種育成(4)奨励品種ローズグラスとの比較試験, 沖縄畜研研報, 54, 51-60
- 6) 安里直和・幸喜香織・蝦名真澄・甘利雅弘・大森英之・川本康博・島袋宏俊(2017)近赤外分析法を用いた暖地型牧草ブラキアリアグラスの飼料成分推定, 日草誌 63(3), 掲載予定
- 7) 千葉好夫・貝賀眞俊(2012)肉用種山羊肉産肉性比較試験(3)雄山羊と去勢山羊の産肉性の比較, 沖縄畜研研報, 50, 29-35
- 8) 千葉好夫・我那覇紀子・野中克治(2013)肉用種山羊肉産肉性比較試験(4)おきなわ山羊と交雑山羊の産肉性の比較, 沖縄畜研研報, 51, 25-31
- 9) 中央畜産会(2009)日本標準飼料成分表

研究補助：仲宗根安利

ブラキアリアグラス新品種育成

(6) 新品種候補「Br203」の地域適応性検定試験

幸喜香織 安里直和 荷川取秀樹

I 要 約

新導入暖地型牧草ブラキアリアグラスの新品種候補について、県内での利用を目的に地域適応性検定試験を3年間実施したところ、その結果は以下のとおりであった。

1. 新品種候補 Br203 の生草収量は 5547kg/a とローズグラスの 3 倍、乾物収量では 1029kg/a とローズグラスの 2 倍となる。流通品種 Basilisk および Kennedy より高い収量性を示す。
2. Br203 の飼料品質は流通 Basilisk および Kennedy および流通品種と同等で高い。

以上の結果から、Br203系統は育成されたBr系統の中でも収量特性が高く、飼料品質でも流通品種と同等である特性を示したため、沖縄の畜産農家に寄与できると考えられた。

II 緒 言

沖縄県では、新導入暖地型牧草としてブラキアリアグラス (*Brachiaria* spp.) を品種選定試験^{1~11)} や踏圧耐性¹²⁾、草地造成法の検討¹³⁾ および干ばつ耐性等^{14, 15)} の利用を想定した栽培試験の知見を蓄積し、有望草種として報告している。しかしながら、国内での流通がないことから本格的な利用は行われていない。本センターは、県内での利用を目的に、国際農林水産業研究センター (JIRCAS) との共同研究を行い、新品種育成を推進してきた。JIRCAS は干ばつの厳しい気象条件下で育種選抜を行い、新品種候補系統 Br 系統を育成した¹⁶⁾。本報告では、選抜された 3 系統について、本県における地域適応性検定試験を行った。比較検討は、これまでの報告で収量・品質で良好な結果を示した「Kennedy」および「Basilisk」、また海外で流通する優良品種を用いて、3年間実施したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験地および試験圃場の土壌条件

試験地は沖縄県本島北部の沖縄県畜産研究センター内の圃場 (N26° 40' 55.8" , E127° 56' 27.8") で、土壌は国頭マージの細粒赤色土で、礫が多い酸性土壌である。

2. 材料および方法

供試材料は、母本品種「宮沖国1号」に、父本品種「Mulato」を交配した F1 後代集団からタイ国で選抜された「Br185」、「Br203」および「Br226」の 3 系統に加え、比較品種として、*B. ruziziensis*「Kennedy」、*B. decumbens* 「Basilisk」、および *B. hybrid* 「Mulato」および「Mulato II」の 7 品種である。供試 7 品種を 2014 年 4 月 17 日に播種し、苗を養成後、5 月 28 日に圃場に列状に定植した。区画は 1 区面積 6 m² (2m×3m) で、3 反復の乱塊法で配置した。刈取調査日を表 1 に示す。施肥は基肥として、N, P₂O₅, K₂O をそれぞれ 1, 1, 0.6kg/a、追肥として同量を刈取り毎に施用した。収量調査は番外を除いて、1 区あたり 4 m²、刈取り高さ 10cm を目安に行った。生育特性として発芽率、刈取時出穂程度および草丈、収量特性は生草収量、乾物率および乾物収量を調査した。発芽率は 5 粒/セル、合計 200 セル播種して調査した。飼料品質は 3 年目の試料を用いて調査した。近赤外線分光¹⁹⁾ により、可消化養分総量 (TDN)、粗タンパク含有率 (CP)、粗脂肪 (EE)、粗灰分 (Ash) および可溶性無窒素物 (NFE) を調査した。また、繊維成分として中性デタージェント繊維 (NDF)、酸性デタージェント繊維 (ADF)、酸性デタージェントリグニン (ADL)、粗繊維 (CF)、細胞壁構成物質としてヘミセルロースを NDF-ADF、セルロースを ADF-ADL により算出した。統計処理は各形質について分散分析を行った後、品種の平均値間比較を Tukey-Kramer の HSD 検定により行った。

表1 刈取調査日

年度(利用)	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草
2014(1年目)	7月30日	9月30日	11月7日	3月11日	-
2015(2年目)	5月8日	6月12日	7月17日	9月8日	10月3日
2016(3年目)	5月2日	7月1日	8月18日	10月7日	12月19日

IV 結果および考察

1. 生育特性

1) 発芽率

発芽率を表2に示す。最も高い発芽率を示したのは、Kennedyで74.8%、次いでBasiliskの62.5%であった。Br3系統は21.6%から35.1%と低かったが、試験区作成への影響はなかった。Mulato IIは11.6%と最も低く、補植を行う必要があった。

表2 発芽率

	発芽率
Br185	35.1%
Br203	34.3%
Br226	21.6%
Basilisk	62.5%
Kennedy	74.8%
Mulato	18.5%
Mulato II	11.6%

2) 刈取時出穂程度

刈取時出穂程度を表3に示した。Basiliskは平均2.6と他品種より出穂する傾向が強く、変動係数が102.4%と高くなった。次に出穂しやすいのはKennedyであった。Br系統は10月後半に一斉に出穂し、3月から4月にわずかに出穂する傾向がみられた。その他の品種でも同様の季節変動がみられた。

表3 3年間における刈取期/回の刈取時出穂程度の品種間比較

品種系統名	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値
Br185	1.4 ^b	1.1	84.3	1.0	6.0
Br203	1.2 ^b	0.7	58.7	1.0	4.0
Br226	1.1 ^b	0.6	49.5	1.0	4.0
Basilisk	2.6 ^a	2.6	102.4	1.0	9.0
Kennedy	1.6 ^b	1.4	87.9	1.0	8.0
Mulato	1.2 ^b	0.5	46.0	1.0	3.0
Mulato II	1.3 ^b	1.1	85.5	1.0	7.0

注1) 異符号間に0.01%水準で有意差あり。

注2) N=42/品種。

注3) 出穂程度は1:無~9:極多の9段階評点法による評価。

3) 草丈

草丈を表4に示した。Br203は平均94.8cmと最も高い草丈を示し、変動係数16.8%で、比較的安定した特性を示した。Basiliskは沖縄の気象条件下で気温の低い時期での生育が高く¹¹⁾、本試験でも平均89.8cmと高い値を示している。Br203は12月以降の気温の低い時期にBasiliskより草丈が高く、冬の草勢が高い傾向がみられた。ブラキアリアグラスの草丈の特性は平均82.7cm~94.8cmと低く、変動係数

も 16.0%~22.5%と低い。このことは、冬の草勢が著しく低くなる季節変動の著しいギニアグラス²⁰⁾と異なる。しかしながら、季節変動の特徴として、最も高くなる刈取りは1番草で次いで2番草、最も低いのは5番草と12月以降の草勢は夏よりも劣るため、気温が20℃を下回る時期の粗飼料の確保については今後も検討する必要があると考えられた。

表4 3年間における刈取期/回の草丈の品種間比較 (cm)

品種系統名	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値
Br185	91.8 ab	14.6	16.0	57.5	115.0
Br203	94.8 a	16.0	16.8	49.0	119.3
Br226	92.1 ab	18.7	20.3	51.8	137.4
Basilisk	89.8 ab	15.7	17.5	55.4	118.4
Kennedy	88.8 ab	20.0	22.5	43.2	139.6
Mulato	85.6 ab	16.9	19.8	48.3	110.1
Mulato II	82.7 b	16.0	19.4	45.2	110.2

注) P値=0.0221。

注2) N=42/品種。

2. 収量特性

1) 生草収量

3年間の合計生草収量を図1に示した。Br203は5547kg/a、ローズ比3.0と最も高くなった。次いでBr226, Mulatoの順となった。沖縄県での草種選定試験^{8, 10, 14)}の中で高い収量特性であったKennedyおよびBasiliskより高い値を示した。

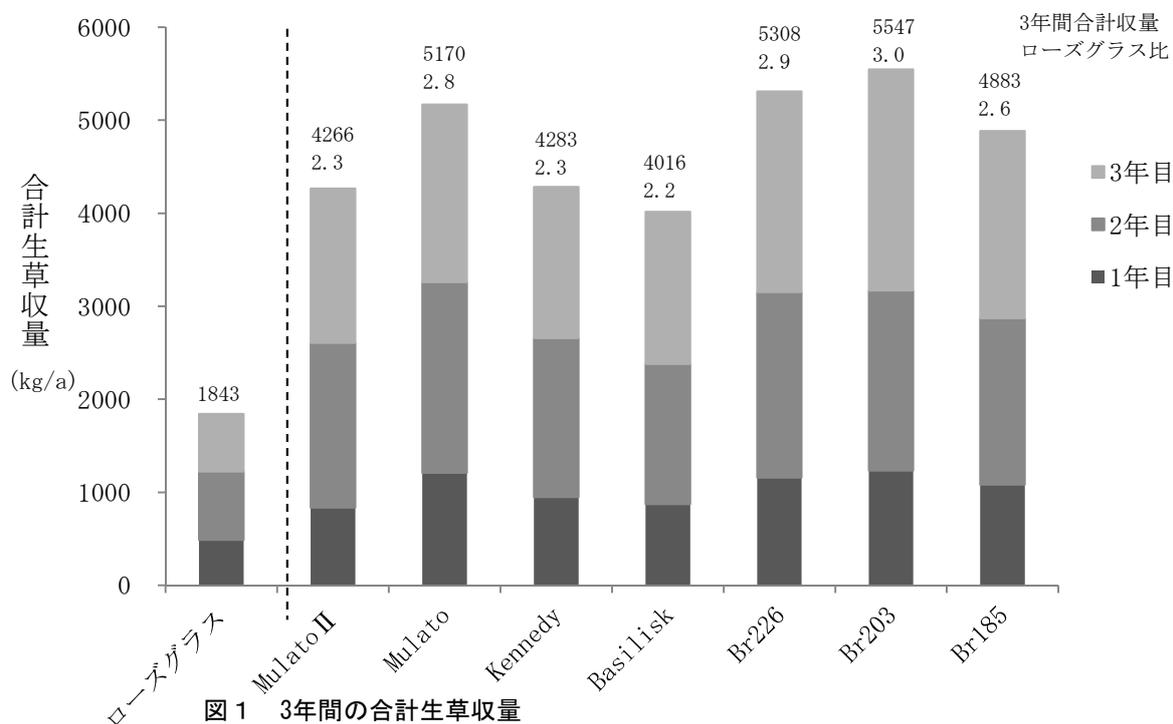


図1 3年間の合計生草収量

注1) 供試材料間3年間の分散分析により0.01%水準で有意差あり。

注2) ローズグラスは参考値とする。

2) 乾物率

3年間の乾物率を表5に示した。乾物率の変動係数は12.6%から16.7%と低く、乾物率の安定した草種であると考えられる。乾物率は出穂特性と栄養価との関連性が高いことが報告されている^{21, 22)}。Br

系統は平均 17.8%, 18.3% および 19.3% と低く、出穂しにくいと乾物率が低くなったと考えられた。Basilisk は平均 22.3% と乾物率が高く、ブラキアリアグラス品種の中で一斉開花による乾物率の上昇に伴う品質低下しやすい特性が示唆された。このことから、Br 系統は、晩生化によって利用期間中の出穂を抑制し、乾物率を低くすることによって栄養価の向上させる系統であることが示唆された。しかしながら、乾物率の低さは品質を向上させる^{23, 24)} 反面、採草利用のロールベール作成時に予乾等への影響を及ぼすため、今後の栽培利用法の開発の必要性があると考えられた。

表5 3年間に於ける刈取期/回の乾物率の品種間比較 (%)

品種系統名	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値
Br185	19.3 ^{bcd}	3.2	16.7	12.8	28.2
Br203	18.3 ^{cd}	2.8	15.4	12.8	25.2
Br226	17.8 ^d	2.9	16.1	13.4	26.6
Basilisk	22.3 ^a	3.0	13.4	16.8	30.2
Kennedy	20.8 ^{ab}	3.0	14.4	15.8	28.0
Mulato	19.3 ^{bcd}	2.4	12.6	14.3	24.1
Mulato II	20.2 ^{bc}	2.7	13.2	12.7	24.9

注1) 異符号間に0.01%水準で有意差あり。

注2) N=42/品種。

3) 乾物収量

3年間の合計乾物収量を図1に示した。3年間の分散分析においてブラキアリアグラス間に有意差はみられなかった。しかしながら、Br203は1029kg/a、ローズ比2.0と最も高くなった。次いで、Mulato、Br226の順となった。生草収量と同様に沖縄県での草種選定試験^{8, 10, 14)}の中で高い収量特性であったKennedyおよびBasiliskより高く、流通品種より高い値を示した。Basiliskは低肥沃な酸性土壌への抜群の適応力と収量性および過放牧での高い永続性を示すが、耐虫性に劣る^{17, 18)}。Kennedyは採種性が高いため東南アジアで広く普及している品種である^{17, 18)}。MulatoおよびMulato IIはCIATが育成した交雑品種でMulatoは収量性、Mulato IIは品質の高い品種である^{17, 18)}。本試験の結果ではBr系統は流通品種より高い収量で、特にBr203は最も有望であると考えられた。

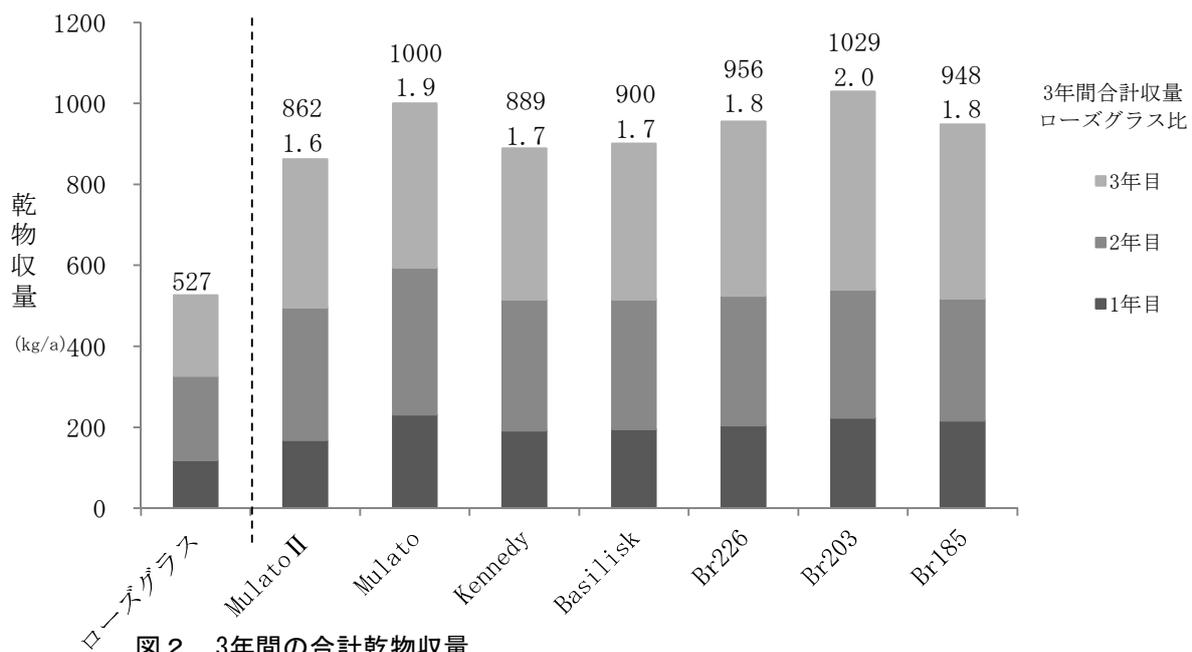


図2 3年間の合計乾物収量

注) 有意差なし。

3. 飼料品質

1) 栄養成分含有率

3年目における栄養成分含有率を表6に示した。本特性では、暖地型牧草の中でも高い値を示し、品質の高さがこれまでの報告^{9, 14)}と同様に確認できた。そのため、どの品種・系統も優良のため品種間差はみられなかった。CPは平均4.8~7.1%で、最も高いのはMulatoの7.1%であった。TDNでは平均57.9%~63.3%と高く、最も高いのはKennedyであった。ASHは3.8~5.0%で、MulatoおよびMulatoIIで最も高くなった。

季節変動は変動係数により把握することができるが、TDNは7.2%~10.1%、NFEは4.3~9.2とCP、ASHおよびEEより安定した特性を示した。季節変動の特徴として、CPでは1および5番草で、ASHでは1,2および5番草で高い値を示した。夏の暑い時期での刈取りはTDN以外の特性で低くなり3番草で最も低くなる。安定したTDNにかかわらず、CPおよびASHの変動が大きいため、適正な刈取りを考慮する必要があると考えられた。

表6 3年目における栄養成分含有率 (%)

	検定数	CP					TDN					ASH				
		平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値
Br185	15	4.8	2.9	60.4	1.9	10.6	60.8	4.7	7.7	53.4	68.7	4.8	2.2	45.7	2.0	7.7
Br203	15	5.1	3.0	58.7	1.5	11.2	60.7	6.1	10.1	52.1	71.2	4.3	2.1	48.4	1.2	7.6
Br226	15	6.0	3.8	62.3	1.8	13.2	61.4	4.4	7.2	54.1	68.6	4.9	2.2	45.3	1.6	9.6
Basilisk	15	5.8	2.7	46.0	2.9	11.2	57.9	5.0	8.6	51.5	68.3	3.8	1.6	42.8	0.8	5.7
Kennedy	15	6.5	3.4	52.3	2.9	13.6	63.3	5.3	8.4	55.7	72.5	4.4	2.5	57.9	0.7	8.6
Mulato	15	7.1	4.1	57.0	2.7	15.8	62.2	5.6	9.0	55.5	72.8	5.0	2.1	42.2	1.8	8.7
MulatoII	15	6.6	3.3	50.3	2.6	13.6	62.4	5.5	8.8	55.4	73.5	5.0	1.6	31.3	2.3	8.3

	検定数	EE					NFE				
		平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値
Br185	15	3.1	0.7	23.3	2.1	4.3	50.2	3.3	6.6	44.8	55.4
Br203	15	3.1	0.9	27.8	2.0	4.6	49.4	3.6	7.3	43.9	54.6
Br226	15	3.4	0.9	25.5	2.4	4.8	48.9	4.5	9.2	40.8	55.6
Basilisk	15	2.8	0.7	25.5	2.1	4.3	50.4	2.9	5.7	46.0	55.8
Kennedy	15	3.2	0.8	25.4	2.1	4.8	50.1	4.3	8.5	43.8	55.8
Mulato	15	3.6	0.7	20.6	2.7	5.0	49.5	3.3	6.6	44.3	55.1
MulatoII	15	3.6	0.6	17.6	2.7	4.7	50.6	2.2	4.3	47.4	54.3

2) 繊維成分含有率

3年目における繊維成分含有率を表7に示した。ADFにのみ有意差がみられ、その他の特性では有意差はみられなかった。NDFの変動係数は7.2%~10.3%と低く、ADF、ADLおよびCFより安定し、季節変動が低いことが推察される。NDFは60%以下が望ましい^{2,5)}とされるが、Mulatoが59.3%と最も低く、Basiliskは63.1%であった。ADFで最も高いのはBr203で33.0%であったが、目標値の38%以下^{2,5)}を下回る結果であった。Br203はADLおよびCFでも最も高く、繊維で変動しやすい系統であることが示唆された。NDF、ADFおよびADLの多い繊維は刈り遅れを意味し、ルーメン内で停滞するため通過速度が遅くなり乾物摂取量を抑制する^{2,5)}。県内の暖地型牧草は出穂に伴う茎と穂の割合の増加による品質の低下が著しく県内での自給飼料の刈遅れの原因となってきた^{2,1)}。そのため、晩生化させることにより品質を安定、向上させる方向性に推進してきた^{2,2, 2,6)}。本試験による繊維成分含有率の安定性はこれまで推進してきた育種の方向性を支持するものと考えられた。

表7-1 3年目における繊維成分含有率 (%)

水準	検定数	NDF					ADF					
		平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	
Br185	15	61.3	4.4	7.2	52.3	66.3	31.1	ab	3.6	11.6	23.3	34.8
Br203	15	62.7	5.1	8.1	52.5	68.1	33.0	a	4.1	12.4	25.0	37.5
Br226	15	60.9	5.1	8.4	50.6	65.7	30.9	ab	4.0	13.0	23.5	35.0
Basilisk	15	63.1	5.4	8.6	52.5	68.9	31.2	ab	5.0	15.9	22.5	36.4
Kennedy	15	60.4	5.3	8.8	48.9	66.3	30.1	abc	4.3	14.4	20.8	35.2
Mulato	15	59.5	6.1	10.3	47.7	66.0	26.9	bc	5.1	19.0	17.6	34.1
MulatoII	15	59.3	5.2	8.8	49.6	65.3	26.0	c	4.3	16.7	18.8	32.5

注) P値=0.0002。

表7-2 3年目における繊維成分含有率 (%)

水準	検定 数	ADL					CF				
		平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値
Br185	15	4.9	0.9	19.4	3.4	6.3	32.4	3.3	10.0	26.6	36.6
Br203	15	5.0	1.1	21.5	3.4	6.5	33.2	4.2	12.7	25.8	38.3
Br226	15	4.7	0.9	19.7	3.0	6.3	31.9	3.7	11.6	25.1	36.8
Basilisk	15	4.9	1.0	19.7	3.3	6.2	32.9	3.8	11.5	26.0	37.6
Kennedy	15	4.9	1.0	21.1	3.1	6.9	30.8	4.0	13.0	22.5	35.6
Mulato	15	4.5	0.8	17.7	3.1	5.8	30.0	3.9	13.0	22.4	35.5
MulatoII	15	4.5	0.5	11.6	3.4	5.4	29.4	3.3	11.2	24.1	34.5

3) 細胞壁構成物質

3年目における細胞壁構成物質を表8に示した。NDF および ADL に有意差はないものの、ADF で有意差がみられたため、ヘミセルロース、セルロースで有意差がみられた。ヘミセルロースで最も高いのは Mulato II で 33.4%、Br203 は 29.7% と最も低くなった。変動係数は 3.5%~5.1% と安定した特性であった。セルロースで最も高いのは Mulato で 4.7%、最も低いのは Br185 で 3.3% であった。変動係数は 12.1%~21.1% と低くなった。生育日数が進むと茎が多くなり収量増加するが、繊維成分も増加し、飼料品質が低下する^{2,2)}。本試験は、ブラキアリアグラスの繊維成分で季節変動なく、安定した傾向を示した。収量性と飼料品質の安定した利用の可能性も示唆される。しかしながら、ブラキアリアグラス草地の生育日数に伴う衰退程度も確認されており、今後の検討が必要であると考えられた。

表8 3年目における細胞壁構成物質 (%)

検定数	ヘミセルロース						セルロース						
	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	平均	標準偏差	変動係数	最小値	最大値			
Br185	15	30.2	b	1.1	3.5	28.3	31.9	26.2	ab	3.3	12.5	18.7	29.5
Br203	15	29.7	b	1.1	3.9	27.5	31.5	27.9	a	3.4	12.1	20.8	31.1
Br226	15	30.0	b	1.3	4.4	27.1	31.7	26.2	ab	3.7	14.0	19.0	29.9
Basilisk	15	32.0	a	1.1	3.6	29.9	33.7	26.3	ab	4.5	17.0	17.6	31.0
Kennedy	15	30.3	b	1.5	5.1	27.9	32.3	25.2	abc	3.9	15.6	16.9	29.3
Mulato	15	32.6	a	1.7	5.1	29.7	35.8	22.4	bc	4.7	21.1	13.2	28.4
MulatoII	15	33.4	a	1.6	4.7	30.4	35.8	21.5	c	4.1	19.2	14.0	27.1

注) 異符号間に有意差あり。

以上の結果から、3年間の地域適応性検定試験により Br203 系統は育成された Br 系統の中でも収量特性が高く、飼料品質でも流通品種と同等である特性を示したため、沖縄の畜産農家に寄与できると考えられた。

VI 引用文献

- 1) 松田正勝・福地稔・松田平信(1968)夏型牧草の収量調査, 畜産試験場研究報告, 1, 2-5
- 2) 仲里徹(1971)肉用牛放牧地の適草種選定に関する試験-草種間競合力の比較-, 畜産試験場研究報告, 9, 17-34
- 3) 仲里徹・神山光永・宮城源市・知念政仁(1973)暖地型牧草の適草種選定試験成績, 沖縄畜試研報, 13, 25-32
- 4) 福地稔・前川勇・新本富一(1974)採草用暖地型牧草の草種選定試験 (パニカム属), 沖縄畜試研報, 14, 89-92
- 5) 福山喜一・前川勇・玉代勢秀正・福地稔・入嵩西良雄・徳嶺吉太郎(1979)暖地型牧草の耕種基準設定に関する試験 1. 品種選定について (採草用), 沖縄畜試研報, 17, 73-80
- 6) 福山喜一・福地稔(1981)飼料作物の品種適正調査, 沖縄畜試研報, 19, 93-102
- 7) 庄子一成・福山喜一・前川勇・伊佐真太郎・大城真栄・福地稔(1984)導入暖地型牧草の適応性調査, 沖縄畜試研報, 22, 55-65
- 8) 望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平・真境名元次(2005)導入暖地型牧草の適応品種選定試験 (2001

- ～2005年) (1) 成育特性および乾物収量の比較, 沖縄畜研研報, **43**, 30-41
- 9) 花ヶ崎敬資・望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平・真境名元次(2006)導入暖地型牧草の適応品選定試験(2001～2005年)(2)可消化乾物収量および粗タンパク質収量の比較, 沖縄畜研研報, **44**, 79-88
- 10) 幸喜香織・稲福政史・森山高広・川本康博(2013)海外から導入した暖地型牧草の優良品種選定試験(1)生育特性および収量性の評価, 沖縄畜研研報, **51**, 49-56
- 11) 水町進・新城健・川本康博(2011)八重山地域・西表島における暖地型イネ科牧草の生育特性と適草種の選定, 日暖畜報, **54**(1), 61-70
- 12) 花ヶ崎敬資・安里直和・守川信夫・長利真幸(2007)ブラキアリア属新導入品種の生産性の解明と干ばつ耐性の検討(1)ブリザンタ MG5 の踏圧耐性の検討, 沖縄畜研研報, **45**, 53-56
- 13) 花ヶ崎敬資・与古田稔・望月智代・長利真幸・守川信夫・幸喜香織・宮城正男(2007)ブラキアリア属草地造成法の確立(1)ブリザンタ MG5 のセルトレイ苗による繁殖の検討, 沖縄畜研研報, **45**, 57-60
- 14) 久高将雪・塩山朝・長利真幸・花ヶ崎敬資(2010)ブラキアリア属新導入品種の生産性の解明と干ばつ耐性の検討(2)生産性および栄養価の比較検討, 沖縄畜研研報, **48**, 63-70
- 15) 久高将雪・塩山朝・新田宗博(2010)ブラキアリア属新導入品種の生産性の解明と干ばつ耐性の検討(3)干ばつ耐性の比較検討, 沖縄畜研研報, **48**, 71-78
- 16) Thuruta, S・Simoda, K・Kouki, K・Ebina, M(2015) The present status of C4 Tropical Grasses Breeding and Molecular Approaches, JARQ, **49**(3), 203-215
- 17) Miles JW, do Valle CB, Rao IM, Eiclides VPB(2004) Brachiariagrasses, Eds Moser LE, Burson BL, Sollenberger LE, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, In: *Warm-Season (C4) Grass*, 745-783
- 18) 幸喜香織・蝦名真澄(2009)特集-暖地型牧草の育種-ブラキアリアグラスの育種経緯と品種および利用, 日草誌, **55**, 179-187
- 19) 安里直和・幸喜香織・蝦名真澄・甘利雅弘・大森英之・川本康博・島袋宏俊(2017)近赤外分析法を用いた暖地型牧草ブラキアリアグラスの飼料成分推定, 日草誌, **63**(3), 掲載予定
- 20) 稲福政史・幸喜香織・蝦名真澄・奥村健治(2007)ギニアグラス新品種候補「琉球3号」の特性, 沖縄畜研研報, **45**, 87-97
- 21) 幸喜香織・蝦名真澄・稲福政史・奥村健治・伊藤康子(2005)高消化性ギニアグラス育成のための選抜手法の開発(1)ギニアグラス遺伝資源の器官別消化率とその季節変動, 沖縄畜試研報, **42**, 52-54
- 22) 蝦名真澄(2008)暖地型牧草育種の今後の方向性, 日草誌, **54**(3), 271-275
- 23) Thaikua, S・蝦名真澄, 幸喜香織, 今井由里子, Htwe, W. M., 遠山秀美, 赤嶺光, 川本康博(2015) Preliminary evaluation on the stability of digestibility of Brachiaria germplasm, 日暖畜報会, **58**(2), 201-207
- 24) Thaikua, S・Ebina, M・Kouki, K・Inafuku, M・Akamine, H・Simoda, K・Suenaga, K・Kawamoto, Y(2014) Preliminary evaluation on digestibility and the relation to morphology and water content of Brachiaria spp., Grassland science, **61**, 92-100
- 25) 中央畜産会(2000)日本飼養標準肉用牛
- 26) 蝦名真澄・幸喜香織(2009)ギニアグラスの育種経緯と品種および利用, 日草誌, **55**(2), 172-178

オガコ養豚における粉碎剪定枝の利用確立試験

(1) 粉碎剪定枝の水分含量および粒径の違いによる作業性への影響

嘉数良子 鈴木直人

I 要 約

オガコ養豚における粉碎剪定枝利用確立に向け、県内で回収した粉碎剪定枝の物理化学性状を調査し、作業面からみた畜産向け粉碎剪定枝の定義付けを目的に試験を行った結果、以下のとおりであった。

1. 水分および窒素含量はオガコよりも粉碎剪定枝が高く、pH はオガコが酸性であるのに対して粉碎剪定枝はアルカリ性であった。粒径分布は、分布の約 7 割が 1.0~4.75mm の粒径であったオガコに対し、粉碎剪定枝は各区分でほぼ均等に分布する結果となった。
2. 敷料使用量および敷料代金は粉碎剪定枝の水分低下に伴って減少し、水分 20% 剪定枝区で最もコストが抑えられた。掃除作業時間は水分 30% 剪定枝区で最も短かった。
3. 敷料使用量、掃除作業時間および敷料代金の全項目で 1.0~4.75mm 剪定枝区が最も低い値を示した。
4. 最も効率の良い乾燥方法は堆積 30 cm 区であった。

以上の結果から、水分含量 40% 以下で粒径 1.0~4.75mm の粉碎剪定枝が畜産向け粉碎剪定枝に適していると考えられる。

II 結 言

近年、畜産関連施設周辺の市街化や環境規制の強化により、畜産環境問題への対応が急務となっている。特に、養豚業からの悪臭と水質汚染が畜産環境問題の上位を占めており¹⁾、環境保全型の養豚経営がますます重要になっている。オガコ養豚は、オガコをふん尿と混合・吸着させることで豚舎から排出される悪臭や汚水の低減が図られ、環境対策として有効であることが実証されている²⁾。しかし、安定供給、コストおよび品質の面で課題があることから、これまで幾度となく代替資材が模索されてきた^{3)~6)}。近年沖縄県内において、未利用資材である草木類の剪定枝が年間 80000t も産出されていることが報告されている⁷⁾。粉碎剪定枝はオガコより安価であることから低コスト化につながり、年間を通して安定供給が行われると考えられる。我那覇ら⁸⁾は、粉碎剪定枝による飼養試験を行い、粉碎剪定枝がオガコ代替資材として利用可能であることを報告している。しかし、粉碎剪定枝は敷料として利用を推進する上で知見が少ない。そこで本試験では、オガコ養豚における粉碎剪定枝利用確立に向けて県内で生産された粉碎剪定枝の物理化学性状を調査し、作業面からみた畜産向け粉碎剪定枝の定義付けを目的に粉碎剪定枝の水分含量や粒径の違いによる作業性への影響および乾燥方法の検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および実施場所

試験期間は、試験 1 を 2015 年 4 月から 7 月、試験 2 を 2015 年 8 月から 12 月、試験 3 を 2016 年 3 月から 5 月、試験 4 を 2016 年 2 月から 4 月まで、沖縄県畜産研究センター内で実施した。

2. 供試材料

県内市販されている粉碎剪定枝およびオガコを使用した。粉碎剪定枝は粉碎前に約半年間野積みされたものを使用した。

3. 試験区分、調査項目および試験方法

1) 試験 1

試験 1 では、粉碎剪定枝およびオガコの物理化学性状を比較した。調査項目は水分含量、容積重、最大容水量、pH、窒素含量、ならびに粒径分布を測定した。試験区分は剪定枝区とオガコ区とした。水分⁹⁾、容積重¹⁰⁾、最大容水量¹¹⁾、pH¹²⁾、窒素含量¹³⁾ はそれぞれ常法により測定した。粒径分布

は、網目間隔が 0.3mm, 0.5mm, 1.0mm, 2.0mm, 3.35mm, 4.75mm, 9.5mm, 19.0mm のふるいを通し、重量比から算出した。

2) 試験 2

試験 2 では、粉砕剪定枝の水分含量の違いによる作業効率への影響を調査した。敷料として使用する粉砕剪定枝は水分含量を 40% 台 (水分 40% 剪定枝区), 30% 台 (水分 30% 剪定枝区), 20% 台 (水分 20% 剪定枝区) に分けてそれぞれ 1 週間飼養試験を行った。調査項目は、敷料使用量, 掃除作業時間および 1 頭当たりの敷料代金とした。剪定枝は街路樹として植栽されているフクギなどの広葉樹がおもである。豚房は、間口 2.65m, 奥行き 3.5m, 面積 9.28 m² とした。各区ともに 4 から 5 頭で群飼し, 3 回試験を行った。各区とも毎日ふん尿の搬出と敷料の投入を行った。敷料は、ふん尿により泥濘化した部分をスコップで搬出した後、床が見えなくなる程度の厚さ (2cm 以内) に敷料を投入した。飼料給与は、肥育飼料を用い 3 頭口のドライフィーダーによる不断給餌, 自由飲水とした。敷料使用量は、試験期間内に豚房に投入した剪定枝量およびオガコ量を敷料使用量とした。掃除作業時間は、各区の掃除作業に掛かった時間を測定した。

試験区分および供試材料の物理化学性状を表 1 に示した。

表 1 供試材料の物理性状

区分	オガコ区	水分 40% 剪定枝区	水分 30% 剪定枝区	水分 20% 剪定枝区
水分 (%)	24.2	48.2	31.6	22.0
最大容水量 (DM) (%)	301.6	271.7	205.3	223.2
pH	6.4	8.1	7.9	6.5

3) 試験 3

試験 3 では、粉砕剪定枝の粒径の違いによる作業効率への影響を調査した。敷料として使用する粉砕剪定枝の粒径区分を 5 つに分けてそれぞれ 1 週間の飼養試験を行った。調査項目と試験方法は試験 2 と同様である。

試験区分および供試材料の物理化学性状を表 2 に示した。

表 2 試験区分および供試材料の物理化学性状

区分	オガコ区	4.75mm 以上 剪定枝区	4.75mm 以下 剪定枝区	1.0~4.75mm 剪定枝区	1.0mm 以上 剪定枝区	ふるいわけなし 剪定枝区
水分 (%)	26.9	12.5	22.9	20.7	20.6	22.0
最大容水量 (DM) (%)	335.9	292.6	490.3	327.8	265.6	223.2
pH	5.9	7.0	6.7	7.3	7.1	6.5

4) 試験 4

試験 4 では、粉砕剪定枝の効率的な乾燥方法の検討を行うために、様々な方法で粉砕剪定枝を乾燥させ、その水分含量の推移を比較検討した。試験区分は、粉砕剪定枝をフレコンバッグに詰めて屋根のある場所に放置したものをフレコン区、粉砕剪定枝を屋根のある場所に 1.5m の高さで堆積し 1 週間に 1 度切り返しを行う切り返し区、剪定枝を 30cm, 60cm, 90cm の高さで堆積し天日干しをする堆積 30cm 区、堆積 60cm 区、堆積 90cm 区とした。

供試材料の物理化学性状を表 3 に示した。

表3 供試材料の物理化学性状

項目		粉碎剪定枝
水分	(%)	48.9
最大容水量(DM)	(%)	244.3
pH		8.0

IV 結果および考察

1. 試験1

粉碎剪定枝およびオガコの物理化学性状の比較を表4に示した。水分含量はオガコに比較して粉碎剪定枝のほうが高い値となった。容積重は水分含量の影響もあり、粉碎剪定枝のほうが高い値を示した。最大容水量はオガコのほうが高く、粉碎剪定枝の吸水性はオガコに劣ることが示唆された。粉碎剪定枝はオガコよりも水分含量が高く吸水性も劣ることから、敷料使用量はオガコよりも多くなることが予想される。pHは、オガコが酸性であるのに対して、粉碎剪定枝はアルカリ性であった。堆肥化初期段階のpHはアンモニアの発生によりアルカリ側に傾く¹⁴⁾ことがいわれており、本試験に供した粉碎剪定枝は粉碎前に半年間野積みされていたことから、堆肥化が進行していた可能性が高い。窒素含量は、オガコが0.05%であるのに対し、粉碎剪定枝は0.34%と非常に高い値を示した。一般的に、植物体の窒素含量は葉部分で最も多く、粉碎剪定枝には葉部分が多く含まれているため窒素含量が高くなったと考えられる。

表4 剪定枝とオガコの物理化学性状の比較

区分		オガコ	粉碎剪定枝
水分含量	(%)	26.0	35.85
容積重	(kg/l)	0.24	0.31
最大容水量(DM)	(%)	302.4	249.3
pH		5.6	8.0
窒素含量	(%)	0.05	0.34

粉碎剪定枝およびオガコの粒径分布を図1, 2に示した。細かい粒径の1.0mm以下、粒径の粗い4.75mm以上および中間の1.0~4.75mmの3区分に分けて分布を比較した結果、オガコは分布の約7割が中間の1.0~4.75mmであるのに対し、粉碎剪定枝は各区分ではほぼ均等に分布する結果となった。粉碎剪定枝は長期間の野積みの影響で堆肥化している可能性があり、有機物の分解により細かい粒径の割合が増えたと考えられる。また、オガコに比較して粉碎剪定枝は水分が高くやわらかいため、粉碎されにくく粗い粒径のものが多く残ったことが考えられる。

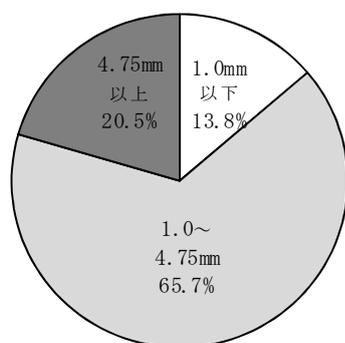


図1 オガコの粒径分布

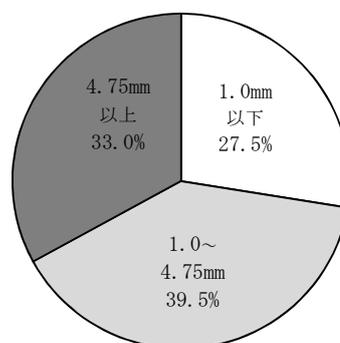


図2 粉碎剪定枝の粒径分布

2. 試験2

オガコ区を0とした場合の粉碎剪定枝の敷料使用量，掃除作業時間および敷料代金の調査結果を図3に示した。また，オガコ区の敷料使用量，掃除作業時間および敷料代金を表5に示した。オガコ区に比較して剪定枝区で敷料使用量および掃除作業時間ともに増加する傾向にあったが，敷料代金は粉碎剪定枝のほうが安価なため，全剪定枝区でオガコ区より安く抑えられた。敷料使用量および敷料代金は水分低下に伴って減少し，水分20%剪定枝区で最もコストが抑えられた。掃除作業時間は水分30%剪定枝区で最も短く，敷料使用量の少なかった水分20%剪定枝区で最も時間がかかった。その原因については不明であるため今後さらなる調査が必要である。

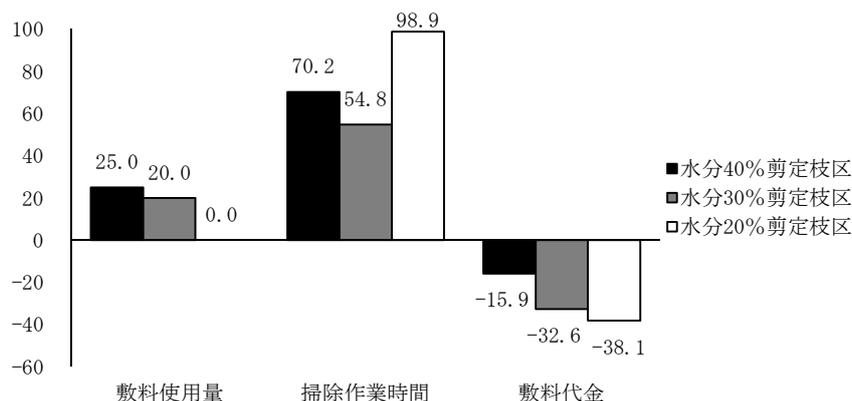


図3 粉碎剪定枝の水分含量の違いによる作業効率への影響

注) 剪定枝単価は，2,000円/m³とした。

表5 オガコ区の敷料使用量，掃除作業時間および敷料代金

		オガコ区
敷料使用量	(m ³ /頭/日)	0.012
掃除作業時間	(分/頭/日)	0.86
敷料代金	(円/頭/日)	42.8

注) オガコ単価は，3,500円/m³とした。

3. 試験3

オガコ区を0とした場合の粉碎剪定枝の敷料使用量，掃除作業時間および敷料代金の調査結果を図4に示した。また，オガコ区の敷料使用量，掃除作業時間および敷料代金を表6に示した。敷料使用量および掃除作業時間はオガコ区に比較して，ふるいわけなし剪定枝区と4.75mm以上剪定枝区で増加傾向にあり，4.75mm以下剪定枝区と1.0~4.75mm剪定枝区では減少する結果となった。1.0mm以上剪定枝区は，敷料使用量はオガコ区よりも少ないが掃除作業時間はオガコ区よりも高い値を示した。敷料代金は全剪定枝区でオガコより低い値を示した。また，全項目において1.0~4.75mm剪定枝区が最も低い値を示した。粒径の細かい剪定枝はふん尿と混ざると泥濘化しやすく，粒径の粗い剪定枝は，ふん尿と混ざった際に豚房の床に固くこびりつく特徴がみられた。そのため，粒径の細かい部分と粗い部分を除去した1.0~4.75mmの粉碎剪定枝で良好な結果が得られたと考えられる。

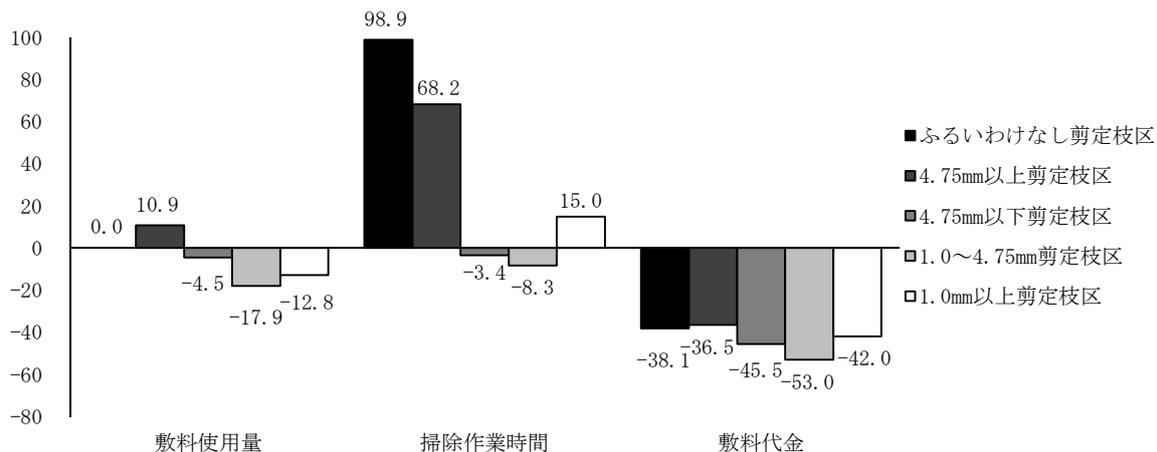


図4 粉碎剪定枝の粒径の違いによる作業効率への影響

注) 剪定枝単価は、2,000 円/m³とした。

表6 オガコ区の敷料使用量, 掃除作業時間および敷料代金

		オガコ区
敷料使用量	(m ³ /頭/日)	0.011
掃除作業時間	(分/頭/日)	0.75
敷料代金	(円/頭/日)	37.6

注) オガコ単価は、3,500 円/m³とした。

4. 試験4

乾燥方法別剪定枝の水分含量の推移を図5に示した。水分含量30%まで乾燥させるのに要した期間は、最短で堆積30cm区の5週間, 続いて堆積60cm区と堆積90cm区が7週間, 切り返し区が9週間であった。フレコン区に関しては、試験開始後8週目で剪定枝表面にカビの繁殖が確認され、その後水分含量の減少は認められなかった。使用したフレコンバッグは通気性がなかったために乾燥しなかったと考えられる。

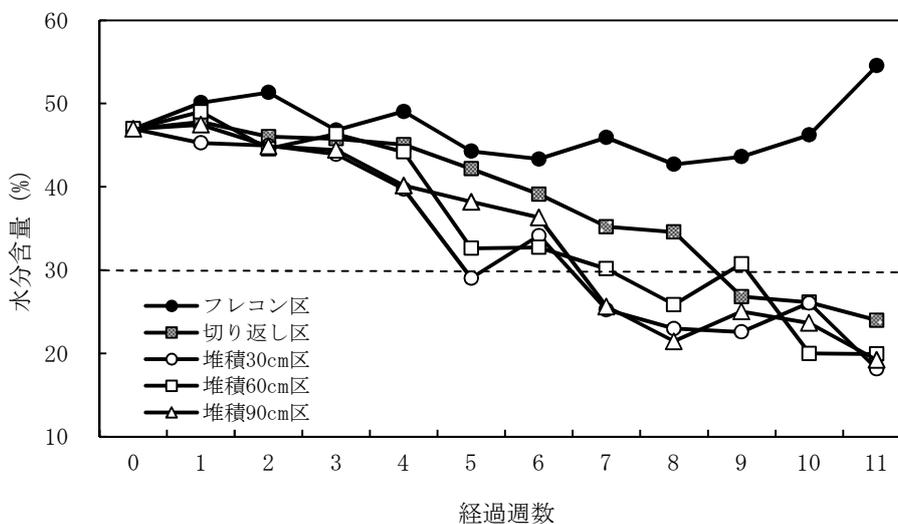


図5 粉碎剪定枝の水分含量の推移

粉碎剪定枝はオガコと同様に豚の発育等に影響なくオガコ代替資材として利用可能であるが⁸⁾、その物理性状や粒径分布には違いがあることが明らかとなった。特に、粉碎剪定枝の窒素含量はオガコと比較して非常に高く、敷料利用時の臭気に影響する可能性があるため、発生臭気を詳細に調べる必要がある。また、粉碎剪定枝は長期間の野積みの影響で堆肥化している可能性が示唆された。その影響で粉碎剪定枝の粒径は細かいものが多くなっていると考えられるため、長期堆積せずに生産した粉碎剪定枝の物理性状および粒径分布を調査する必要がある。本試験結果から、水分含量40%以下で粒径1.0～4.75mmの粉碎剪定枝が畜産向け粉碎剪定枝に適していると考えられる。今後は、畜産向け粉碎剪定枝として定品質化した敷料生産を行い、粉碎剪定枝の畜産利用の定着を図ることが課題である。

V 引用文献

- 1) 沖縄総合事務局農林水産部生産振興課(2016)沖縄の畜産の概況, 19-20
- 2) 伊禮判・高江洲義晃・宇地原務・仲宗根實(1995)畜産公害対策試験(1)オガコ養豚における公害発生防止試験, 沖縄畜試研報, **33**, 93-98
- 3) 伊禮判・宇地原努・山城倫子・仲宗根實(1998)畜産公害対策試験(5)ピートモス敷料の悪臭低減効果, 沖縄畜試研報, **36**, 85-90
- 4) 伊禮判・鈴木直人・仲宗根實(2000)畜産公害対策試験(7)セルフクリーニング式オガコ養豚の実証試験および古紙敷料の検討, 沖縄畜試研報, **38**, 50-55
- 5) 鈴木直人・花島大・黒田和考・羽賀清典・坂井隆宏(2001)畜産公害対策試験(10)養豚におけるバガスの敷料としての特性, 沖縄畜試研報, **39**, 56-59
- 6) 鈴木直人・伊禮判・太田克之・大城まどか・渡久地政康(2002)畜産公害対策試験(15)養豚における戻し堆肥の敷料特性, 沖縄畜試研報, **40**, 85-91
- 7) 沖縄県資源循環推進協議会(2013)平成24年度オガコ安定供給・代替資材可能性調査委託業務実績報告書, 3-6
- 8) 我那覇紀子・光部柳子・親泊元治・當眞嗣平・野中克治(2014)オガコ養豚普及促進事業実証試験(1)セルフクリーニング式オガコ養豚における粉碎剪定枝利用の検討, 沖縄畜研研報, **52**, 91-94
- 9) 土壤標準分析・測定法委員会編(2003)土壤標準分析・測定法(2003年度版), 8-10, 博友社
- 10) 中央畜産会(2000)堆肥化施設設計マニュアル, 26-27, 中央畜産会
- 11) 土壤環境分析法編集委員会編(1997)土壤標準分析法, 50, 博友社
- 12) 土壤標準分析・測定法委員会編(2003)土壤標準分析・測定法(2003年度版), 70-71, 博友社
- 13) 土壤標準分析・測定法委員会編(2003)土壤標準分析・測定法(2003年度版), 104, 博友社
- 14) 今雪幹也・大谷徳寿(2008)堆肥の経時的分析値に基づく腐熟の指標についての検討, 香川県畜産試験場研究報告, **43**, 53-57

オガコ養豚における粉碎剪定枝の利用確立試験

(2) 粉碎剪定枝の家畜ふん尿堆肥化副資材利用における特性

嘉数良子 鈴木直人

I 要 約

代表的な家畜ふん尿堆肥化副資材であるオガコの代替資材として、粉碎剪定枝を副資材に用いた場合の特性について調査するために堆肥化試験を行った結果、以下のとおりであった。

1. 堆肥化過程において剪定枝区はオガコ区よりも水分が高く、容積重が大きかった。
2. 堆肥化過程において両区ともに品温が約70℃まで上昇した。
3. アンモニア濃度および揮発アンモニア量は、オガコ区よりも剪定枝区で高い値を示した。
4. アンモニア態窒素濃度およびpHは、両区で1回目切り返し時に上昇し、それ以降は下降する傾向にあった。
5. 有機物残存率は、オガコ区に比べて剪定枝区が高く、試験終了時の有機物残存率はオガコ区64.3%、剪定枝区74.8%となった。

粉碎剪定枝を堆肥副資材として用いた場合、堆肥の容積重が大きく通気性に乏しいが、オガコと同程度まで品温が上昇し有機物の分解が確認された。以上のことから、アンモニア発生量などに若干の違いはあるものの、オガコと粉碎剪定枝は同様な堆肥化特性を持つことが明らかとなった。

II 緒 言

オガコは家畜の敷料や堆肥化における代表的な副資材として広く利用されているが、コストと安定供給に課題がある。当センターでは、オガコ代替資材として粉碎剪定枝の利用検討を行ってきた^{1, 2)}。そこで本試験では、堆肥化における粉碎剪定枝の代替性を検討するため、小型堆肥化実験装置を使用してオガコと粉碎剪定枝の堆肥化特性について比較検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間と実施場所

試験は、2016年11月から2016年12月まで、沖縄県畜産研究センター内で実施した。

2. 供試材料

県内で市販されている粉碎剪定枝およびオガコを使用した。粉碎剪定枝は粉碎前に約半年間野積みされたものを使用した。

供試資材の物理化学性状を表1に示した。

表1 供試資材の物理化学性状

資材名	水分 (%)	灰分 (%DM)	容積重 (kg/l)	窒素含量 (%DM)
オガコ	16.1	1.1	0.13	0.20
剪定枝	24.8	31.3	0.18	0.73
豚ふん	66.1	-	-	-

3. 試験区分および混合量

試験区分および混合量を表2に示した。豚ふんと副資材の混合物が水分60%程度となるように、豚ふん3.0kgにオガコおよび粉碎剪定枝をそれぞれ0.45kgずつ混合した。

表2 試験区分および混合量

区分	豚ふん (kg)	オガコ (kg)	剪定枝 (kg)	合計 (kg)
オガコ区	3.0	0.45	-	3.45
剪定枝区	3.0	-	0.45	3.45

4. 試験方法

小型堆肥化実験装置を図1に示した。豚ふんと副資材の混合物を小型堆肥化実験装置（かぐやひめ，富士平工業社製）に充填し，0.45l/minの通気量で1週間毎に切り返しながらか17日間の堆肥化処理を行った。また，図2に示すとおり堆肥化期間は開始時から1回目切り返しまでを1期，1回目切り返しから2回目切り返しまでを2期，2回目切り返しから終了時までを3期とした。

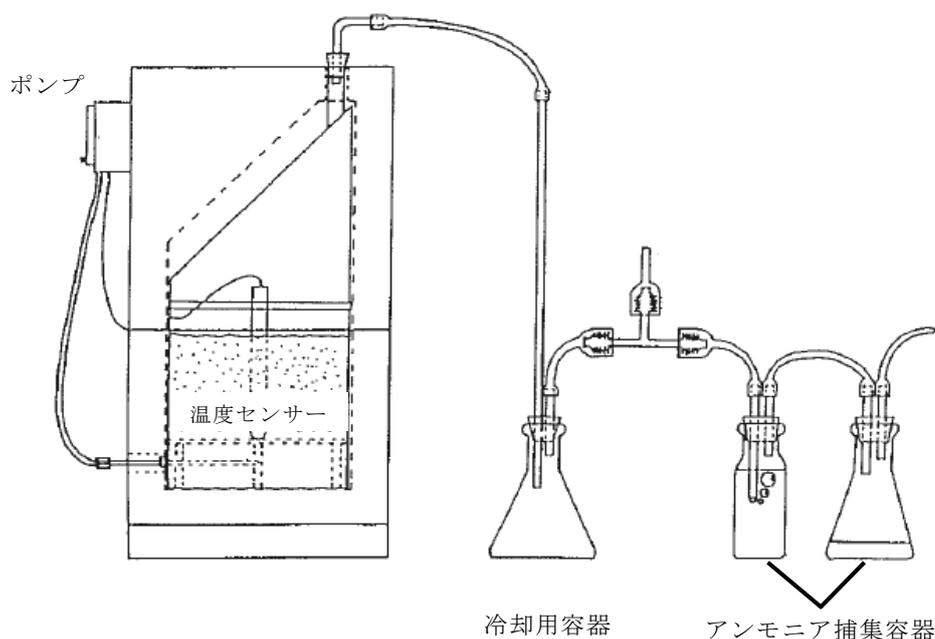


図1 小型堆肥化実験装置の概略図

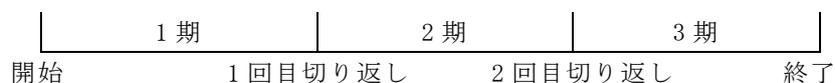


図2 堆肥化期間

5. 調査項目

調査項目は，水分，容積重，品温，アンモニア濃度，揮発アンモニア量，アンモニア態窒素濃度，pHおよび有機物残存率とした。試料は切り返し時に採取し測定に供した。

品温はおんどとり TR-72Ui で経時的に測定した。容積重は小型堆肥化実験装置の底面積，堆肥の堆積高および重量から算出した。アンモニア濃度は北川式検知管で，揮発アンモニア量は6N硫酸175mlおよび75mlの2連トラップで捕集後測定した。有機物残存率は全体量から水分と灰分³⁾を差し引いて算出し，開始時と比較した。水分⁴⁾，アンモニア態窒素濃度⁵⁾およびpH⁶⁾は常法により測定した。

IV 結果および考察

1. 水分および容積重

堆肥化過程における水分を図 3、容積重を図 4 に示した。1 期開始時の水分はオガコ区で 59.3%、剪定枝区で 61.7%であった。水分は両区ともに 1 期開始時から 2 期開始時まで大きく減少し、オガコ区はその後も減少を続け終了時の水分は 52.5%であったが、剪定枝区はその後ほとんど減少せず終了時の水分は 57.1%であった。容積重はオガコ区よりも粉碎剪定枝区のほうが大きく、2 期開始時でさらに差を広げて推移した。剪定枝区は容積重が大きく、堆肥内部の通気性が悪かったために堆肥化終了時まで水分を保持したと考えられる。

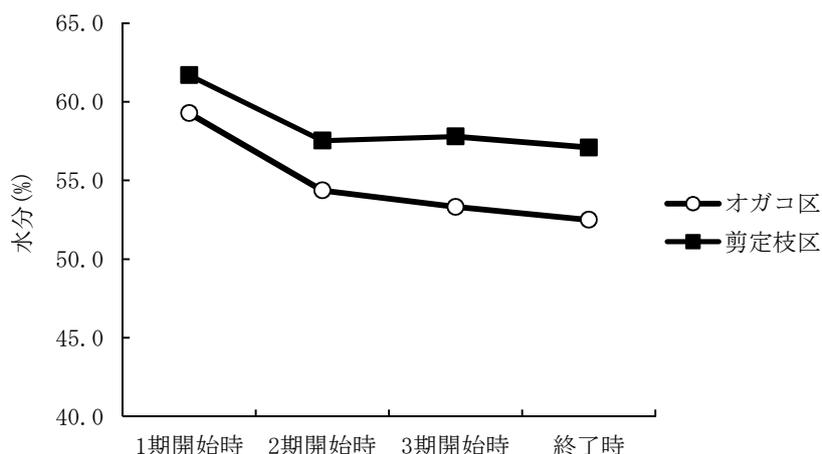


図 3 水分含量の推移

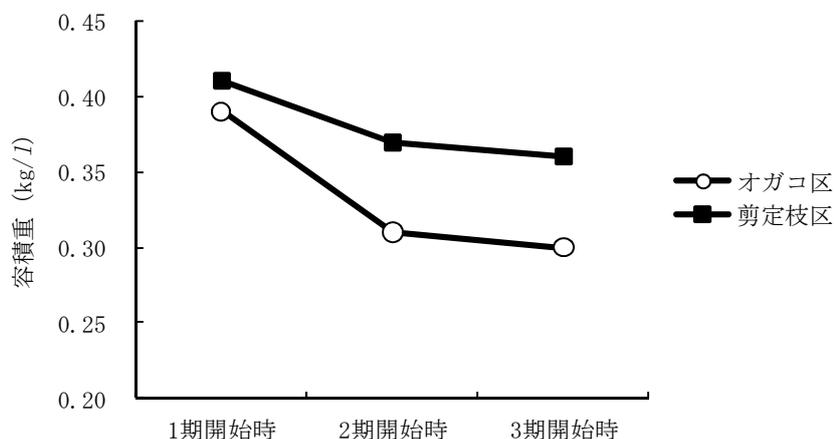


図 4 容積重の推移

2. 品温、アンモニア濃度および揮発アンモニア量

堆肥の品温の推移を図 5、アンモニア濃度を図 6 に示した。堆肥化処理では切り返しを行い、堆肥中に空気を送ることで好気性微生物を活性化させ、有機物の分解を促進する。さらに、好気性微生物の分解に伴う発酵熱によって堆肥の温度が上昇する。本試験においても両区ともに切り返し後は品温の上昇が見られた。1 期のピーク時の品温は両区ともに約 70℃まで上昇した。2 期目はオガコ区よりも剪定枝区がさきにピークへ到達し、ピーク時の品温はオガコ区が 44.5℃、剪定枝区が 51.3℃であった。3 期目は剪定枝区よりもオガコ区がさきにピークへ到達し、ピーク時の品温はオガコ区が 44.1℃、剪定枝区が

39.6℃であった。ピーク到達時期やピーク時の品温に差はあったものの両区ともに約70℃まで品温が上昇した。このことは、剪定枝区もオガコ区と同様に微生物の活動が盛んに行われたことを示している。

堆肥化過程では、有機物の分解に伴いアンモニアが発生する。品温の上昇に続いて大量のアンモニアが発生する⁷⁾とされており、本試験においても堆肥期間の1期目で同様な傾向が見られた。また、1期全体を通してオガコ区よりも剪定枝区のほうでアンモニア濃度が高く推移した。2期目は若干のアンモニア発生が見られたが、3期目は両区ともにアンモニアの発生はほとんどなかった。

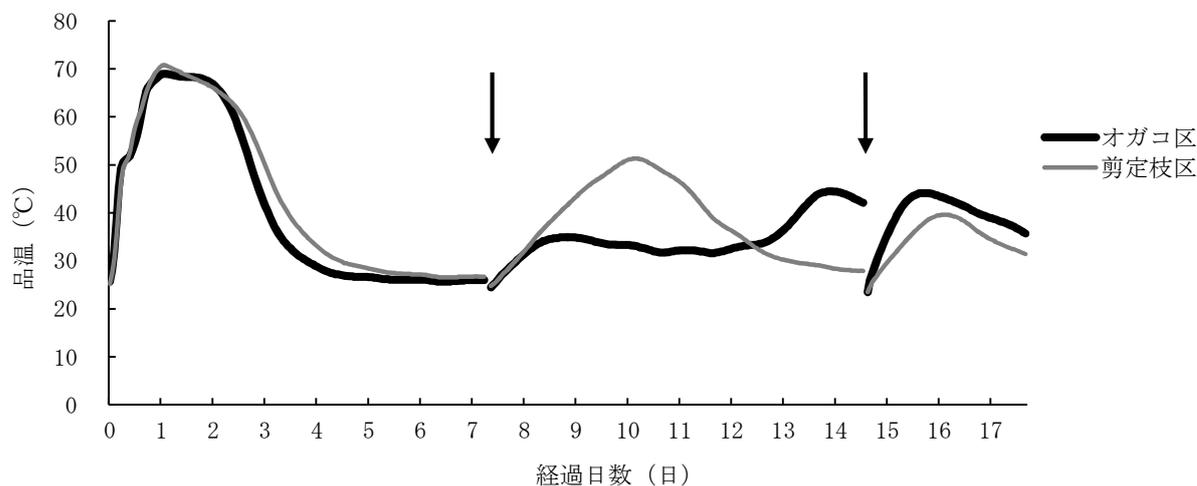


図5 品温の推移

注) ↓は切り返し

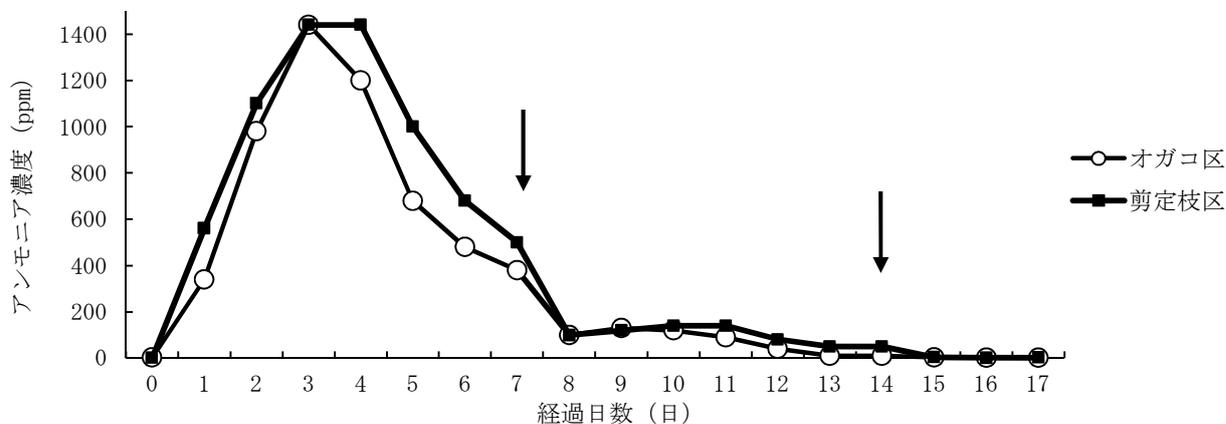


図6 アンモニア濃度の推移

注) ↓は切り返し

堆肥の揮発アンモニア量を図7に示した。堆肥化期間全体を通して揮発アンモニア量はオガコ区よりも剪定枝区で高い値を示した。揮発アンモニア量は1期でオガコ区2861mg、剪定枝区3224mgとなり、2期はオガコ区486mg、剪定枝区665mgで、3期に関しては品温の上昇はあったがアンモニアは両区ともに検出されなかった。アンモニア濃度および揮発アンモニア量の結果から、両区ともに好気性微生物によって有機物が分解されていることが示された。

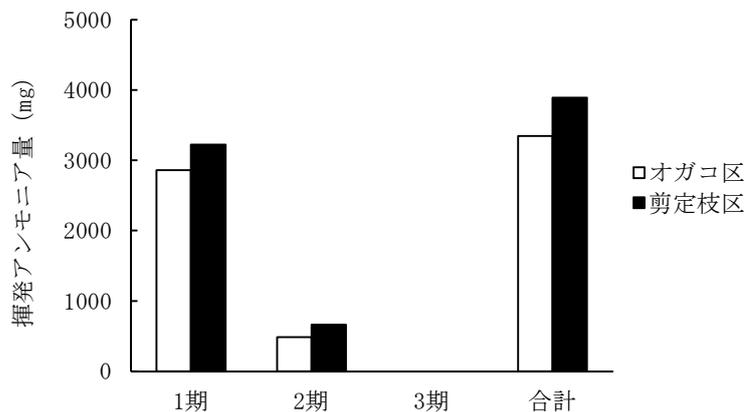


図7 揮発アンモニア量の比較

3. アンモニア態窒素濃度および pH

供試混合物のアンモニア態窒素濃度を図8、pHを図9に示した。アンモニア態窒素濃度は両区とも2期開始時まで上昇し、それ以降は終了時まで下降を続けた。終了時は両区ともに同程度まで値が下がった。本試験に供した粉碎剪定枝は、粉碎前に長期間野積みされており、すでに堆肥化が進行していた可能性がある。試験開始前の灰分はオガコ1.1%に対し粉碎剪定枝31.3%であることから、粉碎剪定枝ではすでに堆肥化による有機物の分解がおり、アンモニアが発生していたと考えられる。このことから、剪定枝区では堆肥化処理によるアンモニアの増加は少なかったと推察される。pHは、アンモニア態窒素濃度と同様に2期開始時に上昇しそれ以降下降したことから、アンモニア態窒素濃度がpHの要因の1つと考えられる。両区ともに2期開始時以降において図5に示すとおり品温の上昇、すなわち微生物の活動が見られたが、図6で見られるようにアンモニアはほとんど発生せず、アンモニア態窒素濃度の減少が見られた。このことは、微生物の窒素同化による窒素の取り込み等、アンモニア態窒素を減らす働きがあったことを示しているものと考えられる。

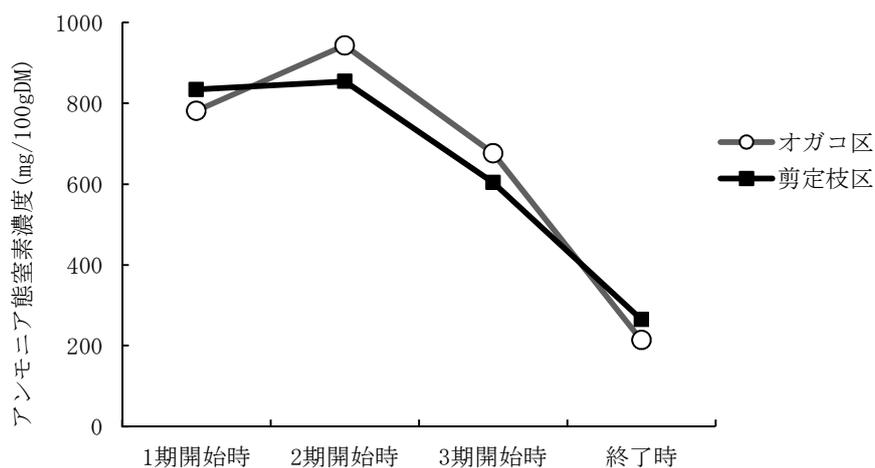


図8 アンモニア態窒素濃度の推移

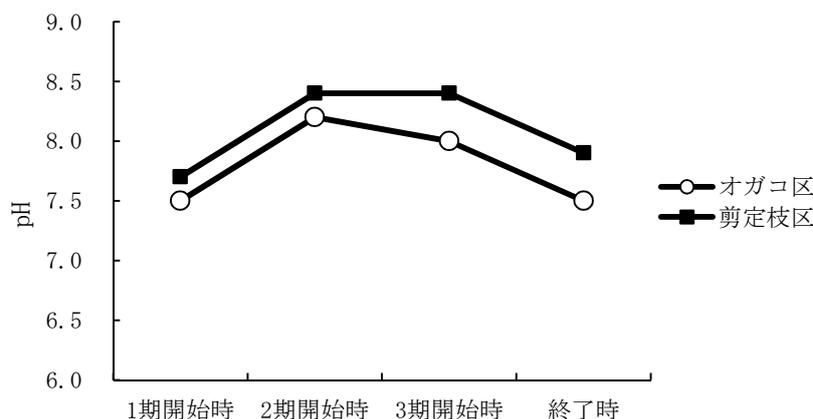


図9 pHの推移

4. 有機物残存率

有機物残存率の推移を図10に示した。有機物残存率は2期開始時からオガコ区と剪定枝区で約10%の差が開き、終了時にはオガコ区が64.3%、剪定枝区が74.8%となった。図5で見られるように、微生物の活動は2期開始時までが最も大きく、その後下降していった。有機物残存率でも同様な傾向が見られ、2期開始時までで最も有機物が分解された。一般的に、リグニンやセルロース複合体などの分解されにくい物質を多く含む枝や幹部分に比べて、葉部分は比較的分解されやすい物質で構成されている⁸⁾。そのため、葉を多く含む剪定枝区のほうが有機物分解率は高いと推測したが、本試験においてオガコ区よりも剪定枝区で有機物残存率が高い値を示した。これは、粉碎剪定枝は試験開始時ですでに有機物の分解がおきていたことから、堆肥化による有機物分解量がオガコよりも少なくなったと考えられる。

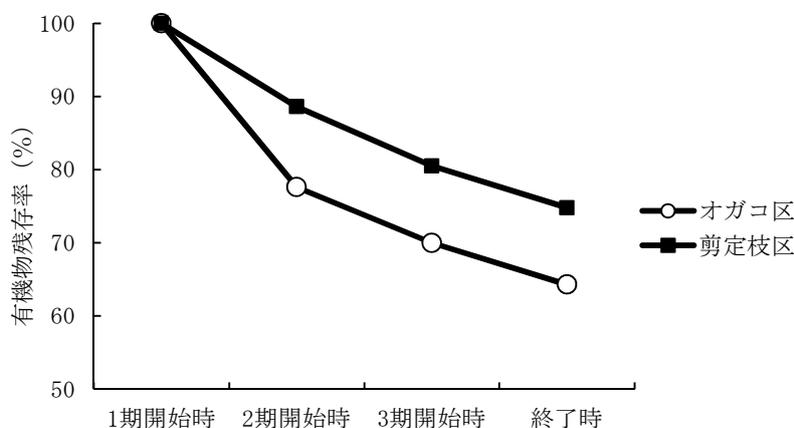


図10 有機物残存率の推移

粉碎剪定枝を副資材として堆肥化に利用した場合、オガコに比較して混合物の容積重が大きいため通気性は少なかったが、品温上昇が示すとおり好気性微生物の活動によって有機物の分解が行われていることから、粉碎剪定枝は堆肥化におけるオガコ代替資材として利用の可能性が示唆された。しかし、アンモニア等臭気の発生や堆肥肥料成分にどのような影響があるかは不明であるため、今後検討していく必要がある。

V 引用文献

- 1) 我那覇紀子・光部柳子・親泊元治・當眞嗣平・野中克治(2014)オガコ養豚普及促進事業実証試験(1)セルフクリーニング式オガコ養豚における粉碎剪定枝利用の検討, 沖縄畜研研報, 52, 91-94

-
- 2) 嘉数良子・鈴木直人(2016)オガコ養豚における粉碎剪定枝の利用確立試験(1)粉碎剪定枝の水分含量および粒径の違いによる作業性への影響, 沖縄畜研研報, **54**, 85-90
 - 3) 財団法人日本土壌協会(2000)堆肥等有機物分析法, 153-154, 財団法人日本土壌協会
 - 4) 土壌標準分析・測定法委員会編(2003)土壌標準分析・測定法(2003年度版), 8-10, 博友社
 - 5) 土壌標準分析・測定法委員会編(2003)土壌標準分析・測定法(2003年度版), 105-107, 博友社
 - 6) 土壌標準分析・測定法委員会編(2003)土壌標準分析・測定法(2003年度版), 70-71, 博友社
 - 7) 財団法人畜産環境整備機構(1998)家畜ふん尿処理利用の手引き, 79, 財団法人畜産環境整備機構
 - 8) 神奈川県環境農政局農政部農政課(2007)未利用資源堆肥化マニュアル, 41

研究補助：宮里政人, 山城一也

オガコ養豚における粉碎剪定枝の利用確立試験

(3) キョウチクトウ混入剪定枝の堆肥化処理による効果の検証

嘉数良子 小笠原敬* 前田義徳* 北村誠*
鈴木直人

I 要 約

沖縄県内で堆肥化副資材として多く利用されている粉碎剪定枝には有毒植物であるキョウチクトウ混入の危険性がある。そこで、キョウチクトウに含まれる有毒物質オレアンドリンの堆肥化過程における分解の可能性について検討した結果、以下のとおりであった。

1. 品温は1期で最も上昇し、65.7℃であった。
2. 堆肥中のオレアンドリン含有量は、1期開始時から2期開始時までの間で大きく減少し、終了時まで98.56%減少した。
3. 凝縮水および漏汁からオレアンドリンは検出されなかった。

以上のことから、堆肥化過程においてキョウチクトウに含まれる有毒物質のオレアンドリンの大部分は分解されることが示された。

II 緒 言

沖縄県内で回収される街路樹などの剪定枝は年間約80000tもあり¹⁾、その多くは堆肥化の水分調整用副資材として利用されている。県内の街路樹にはキョウチクトウなどの有毒植物も多数生育しており、剪定枝として混入する危険性がある。キョウチクトウにはオレアンドリンという毒性物質が含まれており²⁾、おもな中毒症状として、痙攣、下痢、頻脈、運動失調、食欲不振などが報告されている³⁾。致死量については乾燥葉で50mg/kg(牛、経口)と報告されている⁴⁾。キョウチクトウによる中毒事例の多くは飼料や敷料中に混入するケースであり、雑草を飼料とする場合には、周囲にキョウチクトウの植栽がないかの確認や、キョウチクトウ直下や付近の草は給与しないようにするなどの注意が必要である。万が一、副資材中にキョウチクトウが混入していた場合には、堆肥化過程において微生物の働きで有機物が分解されるように、キョウチクトウに含まれるオレアンドリンも分解される可能性がある。しかし、堆肥化によるオレアンドリンの分解に関する知見はほとんどない。そこで本試験では、堆肥化によるオレアンドリンの分解の可能性について検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間と実施場所

試験は、2016年10月から11月まで、沖縄県畜産研究センター内で実施し、オレアンドリンの分析は沖縄県環境科学センターで行った。

2. 供試材料

剪定枝は風乾し4.75mmのふるいに通した。キョウチクトウは葉部分を風乾し、数mm程度に粉碎したものを供した。

供試資材の物理化学性状を表1に示した。

表1 粉碎剪定枝の物理化学性状

項目		剪定枝
水分	(%)	35.0
容積重	(kg/l)	0.27
窒素含量	(%)	0.73

3. 混合量

剪定枝へのキョウチクトウの混入割合は10%に設定した。混合量は、豚ふん 3.0kg に剪定枝 0.45kg およびキョウチクトウ 0.05kg とした。

4. 試験方法

小型堆肥化実験装置を図1に示した。豚ふんと供試資材の混合物を小型堆肥化実験装置(かぐやひめ, 富士平工業社製)に充填し, 0.45l/minの通気量で1週間毎に切り返ししながら17日間の堆肥化処理を行った。また, 図2に示すとおり堆肥化期間は開始時から1回目切り返しまでを1期, 1回目切り返しから2回目切り返しまでを2期, 2回目切り返しから終了時までを3期とした。また, 堆肥化過程で試料から発生した蒸気は液体となり装置内の受け皿および冷却用容器に捕集される。捕集された液体を合わせて凝縮水とし, 凝縮水および装置下部に貯まった漏汁を回収し, 試験に供した。

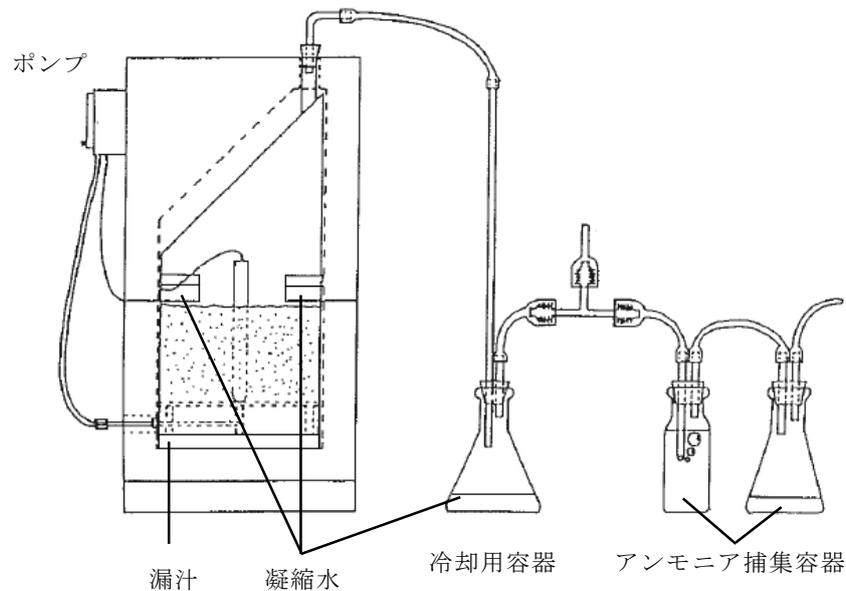


図1 小型堆肥化実験装置の概略図

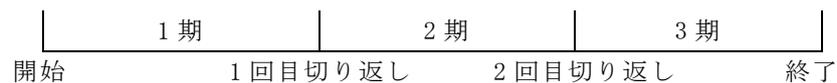


図2 堆肥化期間

5. 調査項目

調査項目は, 品温および堆肥, 漏汁, 凝縮水中のオレアンドリン含有量とした。

品温はおんどり TR-72Ui で経時的に測定した。堆肥, 漏汁, 凝縮水に含まれるオレアンドリンの分析は以下の手順で行った。堆肥は, 前処理として堆肥試料 10g からメタノールを用いてオレアンドリン

を抽出し、向流分配法（液-液分配）及び固相ミニカラム（フロルジルミニカラム）を用いて精製した^{5, 6, 7)}。凝縮水の前処理は行わず、漏汁は純水で10倍希釈して試料液とした。その後、HPLC-MS/MS (Agilent HPLC1260 及び Agilent 6430A Triple Quadrupole) を用いてオレアンドリンの測定を行った。

IV 結果および考察

品温を図3に、オレアンドリン含有量および減少率を表2および図4に示す。品温は1期で最も上昇し、ピーク時の品温は1期が65.7℃、2期が51.4℃、3期が36.6℃であった。品温の上昇は、好気性微生物の活動により堆肥の発酵が進み、有機物の分解が行われたことを示している。堆肥中のオレアンドリン含有量は、1期開始時から2期開始時までの間に大きく減少し、終了時まで98.56%減少した。この結果から、オレアンドリンの大部分は堆肥化過程で分解されることが示唆された。また、堆肥化過程で発生する凝縮水中にオレアンドリンは検出されなかったことから、オレアンドリンは堆肥から蒸発した気体中には含まれないことが示された。オレアンドリンは強心配糖体とよばれる化合物で、非糖部のアグリコンと糖によって構成されている⁸⁾。一般にアグリコンは水に溶けにくく、親水性基の糖が結合している⁹⁾。本試験において、漏汁中にオレアンドリンは検出されなかったことから、オレアンドリンは水に溶けにくく、堆肥化過程においてオレアンドリンが漏汁へ溶出する可能性は低いと考えられる。

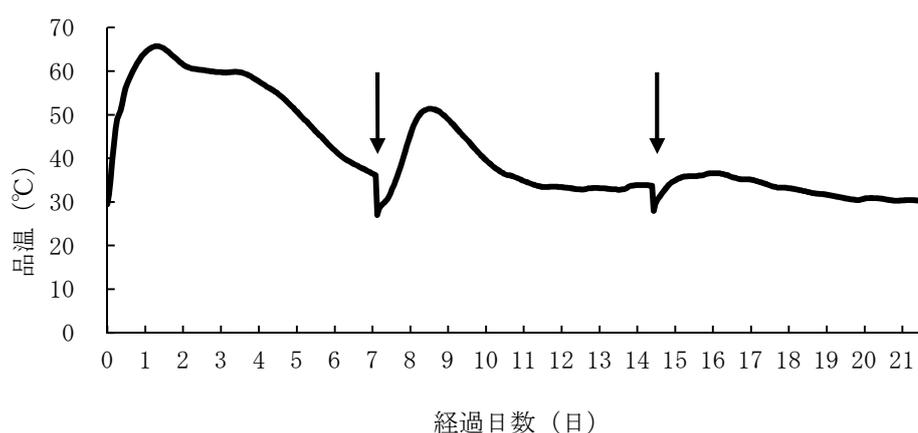


図3 品温

注) ↓は切り返し

表2 オレアンドリン含有量および減少率

	1期開始時	2期開始時	3期開始時	終了時
堆肥 (µg/g)	18.78	3.14	0.50	0.27
揮発水 (µg/g)	—	N. D. (<10µg/L)	N. D. (<10µg/L)	N. D. (<10µg/L)
漏汁 (µg/g)	—	N. D. (<100µg/L)	N. D. (<100µg/L)	N. D. (<100µg/L)
減少率 (%)	—	83.27	97.34	98.56

注1) N. D. : 不検出

注2) 減少率: 堆肥中のオレアンドリン含有量の減少率。

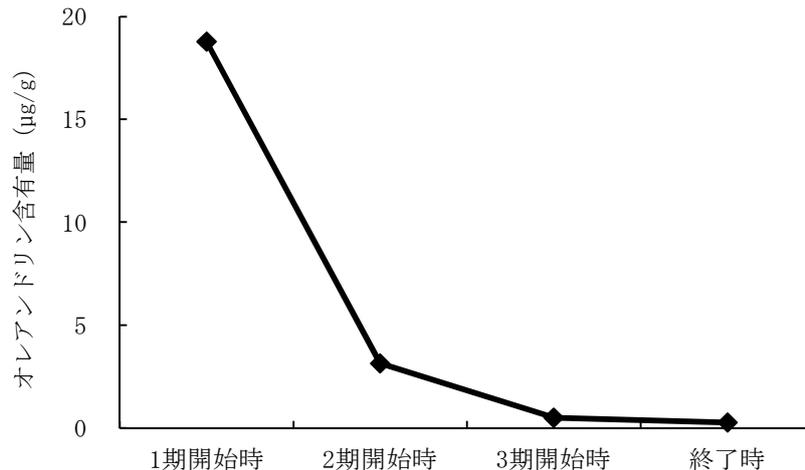


図4 堆肥中のオレアンドリン含有量の推移

以上のことから、キョウチクトウに含まれる有毒物質のオレアンドリンの大部分は堆肥化過程で分解されることが示唆された。キョウチクトウの牛に対する致死量は体重 1kg あたり乾燥葉で 50mg⁴⁾、キョウチクトウの乾燥葉に含まれるオレアンドリンの含有量は 0.27mg/g と報告されている⁵⁾。このことから、体重 450kg の成雌牛に対するオレアンドリンの致死量は約 6.08mg と試算される。本試験終了時における堆肥中のオレアンドリン含有量は 0.27µg/g であり、堆肥化によってオレアンドリン含有量の低減に一定の効果があることが示された。しかしながら、オレアンドリンは分解されたものの、毒性が低減しているかどうかは未確認であり、また、オレアンドリンの分解が堆肥化過程の温度上昇によるものか微生物の働きによるものかも判別できていない状況であるため、今後さらなる検討が必要である。また、原則として、キョウチクトウは堆肥の副資材や敷料として利用できるものではなく、キョウチクトウ等の家畜への影響が懸念される有毒植物の混入を未然に防ぐとともに、有毒植物の混入検査体制を整えていく必要がある。

V 引用文献

- 1) 沖縄県資源循環推進協議会(2013)平成 24 年度オガコ安定供給・代替資材可能性調査委託業務実績報告書, 3-6
- 2) 門田奈実・田淵真基・清水貴志・樋口智康・鏑木紀子・浅雄保宏(2012)キョウチクトウ中毒の 1 症例, 日集中医誌, 19, 685-686
- 3) Galey FD, Holstege DM, Plumlee KH, Tor E, Johnson B, Anderson ML, Blanchard PC and Brown F (1996) Diagnosis of oleander poisoning in livestock, *J Vet Diagn Invest*, 8, 358-364
- 4) Namera A, Yashiki M, Okada K, Iwasaki Y, Kojima T (1997) Rapid quantitative analysis of oleandrin in human blood by high-performance liquid chromatography, *Jpn J Legal Med*, 51, 315-318
- 5) Tayoub G, Sulaiman H, Alorfi M (2014) Analysis of Oleandrin in Oleander Extract (*Nerium oleander*) by HPLC, *Journal of Natural Products*, 7, 73-78
- 6) 宮崎茂・山中典子・グルゲキールティエーシリ(2002)家畜中毒診断のためのオレアンドリン, グラヤノトキシンおよび可溶性シュウ酸の分析法, 動物衛生研究成果情報, 1, 39-40
- 7) Tracqui A, Kintz P, Branche F, Ludes B (1998) Confirmation of oleander poisoning by HPLC/MS, *International Journal of Legal Medicine*, 111(1), 32-34
- 8) 宮崎茂, 宮本亨, 和田正美, 藤澤敏夫, 濱岡隆文, 久保正法, 播谷亮, 徳久修一, 門田裕一(2000)写真でみる家畜の有毒植物と中毒, 社団法人畜産技術協会

9) Kazuki N(2007) Functional Non-nutrient Polyphenols in Plant Foods, *Oleoscience*, 7(8), 317-325

研究補助：山城一也

職 員 一 覧
(2017年3月31日現在)

所 長		仲 泊 正 次
企画管理班	班 長 研究主幹 主 査 (休) 主 任 主 事 主 事 (臨任) 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員	久高 将雪 比嘉 直志 照屋 良美 下地 隆宏 宮平 昌治 仲里美佐子 照屋 剛 仲宗根正弘 玉城 照夫 仲宗根安利 久田 友美 玉本 博之 照屋 忠敏 仲程 正巳 宮里 政人 平良 樹史 仲村渠 稔 山城 一也
育種改良班	班 長 主任研究員 (休) 主任研究員 主任研究員 主任研究員 研究員 研究員	荷川取秀樹 伊禮 判 知念 司 幸喜 香織 安里 直和 渡慶次 功 本田 祥高
飼養・環境班	班 長 主任研究員 主任研究員 主任研究員 研究員 (休) 研究員 技 師 (臨任)	鈴木 直人 親泊 元治 當眞 嗣平 栗田 夏子 光部 柳子 安村 陸 嘉数 良子

2016 年度（平成 28 年度）編集委員会

編集委員長	久高	将雪
事務局長	比嘉	直志
事務局員	宮平	昌治
編集委員	知念	司
編集委員	安里	直和
編集委員	本田	祥高
編集委員	親泊	元治
編集委員	當眞	嗣平
編集委員	栗田	夏子

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 54 号

平成 29 年 4 月 25 日発行

編 集 沖縄県畜産研究センター試験研究報告編集委員会

発 行 沖縄県畜産研究センター

〒905-0426 沖縄県国頭郡今帰仁村字諸志 2009-5

TEL 0980-56-5142

FAX 0980-56-4803

E-mail xx049410@pref.okinawa.lg.jp（代表）

印 刷 沖縄高速印刷株式会社

〒901-1111 沖縄県南風原町字兼城 577

TEL 098-889-5513

FAX 098-889-5527
