
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52号

2014年度（平成26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 52 号

2014 年度（平成 26 年度）

目 次

大家畜分野

- 1 シークワサー搾り粕給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響
..... 翁長 桃子..... 1
- 2 和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2014 年度）
..... 細井 伸浩..... 11
- 3 和牛種雄牛現場後代検定成績（2014 年度）
（9）種雄牛「瞳海邦」「南風」「美島福」および「福福波」の検定成績
..... 太野垣 陽一..... 15

中家畜分野

- 4 沖縄アグー豚（アグー）と三元交雑豚の肉質分析の比較
..... 我那覇 紀子..... 23
- 5 豚肉の肉質に及ぼすアグー種雄豚の影響
..... 當眞 嗣平..... 27
- 6 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
..... 當眞 嗣平..... 31
- 7 沖縄アグー豚の精液性状に及ぼす季節の影響
..... 親泊 元治..... 35
- 8 肉用種山羊産肉性比較試験
（5）山羊の肥育における可消化養分総量水準の検討
..... 千葉 好夫..... 39
- 9 肉用種山羊産肉性比較試験
（6）肉用山羊のリング去勢と観血去勢の比較
..... 千葉 好夫..... 43
- 10 電気牧柵を活用した山羊の輪換放牧
..... 千葉 好夫..... 45

飼料作物分野

- 11 シークワサー搾り粕の混合割合、貯蔵温度の違いが発酵 TMR の
発酵品質に及ぼす影響
..... 安里 直和..... 49
- 12 バイオエタノール残渣酵母の肥料効果
..... 安里 直和..... 57

1 3	エネルギー分散型蛍光 X 線分析を用いた暖地型牧草ブラキアリアグラスの ミネラル分析の検討	安里 直和.....	63
-----	---	------------	----

牧草育種分野

1 4	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	幸喜 香織.....	69
1 5	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	幸喜 香織.....	73

畜産環境分野

1 6	家畜排せつ物由来の液肥利用技術の確立 (3) 圃場におけるサトウキビ残渣の有無がメタン発酵消化液散布時の 窒素残存率に及ぼす影響	光部 柳子.....	77
1 7	家畜排せつ物由来の液肥利用技術の確立 (4) ばっ気強度の違いによる有機液肥への臭気低減効果	光部 柳子.....	81
1 8	RQ フレックスおよびカリウムイオンメーターによる豚舎汚水の 肥料成分測定精度	光部 柳子.....	85
1 9	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	我那覇 紀子.....	91

シークワサー搾り粕給与が 黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響

翁長桃子 安里直和 島袋宏俊

I 要 約

県産の農産副産物であるシークワサー搾り粕について、脂肪の質を改良する飼料としての可能性を検討するため、と畜出荷前の 146 日間、黒毛和種去勢牛にシークワサー搾り粕を給与して肥育した区を試験区、シークワサー搾り粕を給与せずに肥育した区を対照区として、肉質分析および官能評価を行った結果、以下のとおりであった。

1. 1 頭あたりの乾物 (DM) 摂取量、粗タンパク質 (CP) 摂取量および可消化養分総量 (TDN) 摂取量は試験区が対照区よりも有意に高かった ($p < 0.01$)。
2. 試験開始時体重、試験終了時体重および 1 日あたりの増体量は、両区に有意な差は認められなかった。
3. 脂肪交雑基準 (BMS No.) は試験区が 9.3、対照区が 7.0 で有意な差が認められた ($p < 0.05$)。
4. 遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪酸組成、上昇融点、破断応力および剪断力価は、両区に有意な差は認められなかった。
5. 味覚センサーは、両区で苦味雑味、旨味、塩味、旨味コクが検出された。遊離アミノ酸のうち苦味に関連していると考えられるアルギニンと味覚センサーの苦味雑味は、試験区が対照区よりも低い値を示していた。このことからシークワサー搾り粕を給与すると牛肉の苦味を抑える可能性があることが示唆された。旨味、塩味、旨味コクに識別可能な差は認められなかった。
6. 官能評価は、やわらかさ、多汁性、旨味で試験区が対照区に比べて高い評価が得られたが、有意な差は認められなかった。
7. オレイン酸は肉質関連遺伝子との関連性が認められたほかに、シークワサー搾り粕を給与することによりオレイン酸含量が高くなる可能性が示唆された。

これらのことより、今回の試験では、シークワサー搾り粕の給与によって肉質成績に有効性は認められなかったが、飼料摂取量が多くなり、牛肉の苦味を抑える効果やオレイン酸含量が高くなる可能性が示唆された。さらに例数を増やし検討する必要がある。

II 緒 言

第 10 回全国和牛能力共進会では、「和牛維新！地域で伸ばそう生産力、築こう豊かな食文化」のスローガンを掲げ、「美味しい和牛肉」の効率的な生産に向けて、今後は脂肪交雑だけでなく和牛の特質である「脂肪の質」についても改良を進め、食味性の向上を図っていかなければならないとし、肉牛の部の全区の審査において、審査基準に肉質の評価に光ファイバー分光測光法による一価不飽和脂肪酸の予測値による脂肪の質の評価が取り入れられた。

沖縄県では、県産牛肉の地域特産化および付加価値化が図られるように、2014 年度から県産の農産副産物を給与して、沖縄県産ブランド牛肉を作出するシステムを構築する取り組みを行っている。

安里ら¹⁾は、本県の亜熱帯気候を活かして生産された果実の食品加工残さの栄養特性について分析を行った結果、シークワサー搾り粕は、CP 含量が約 10%程度と高く、オレイン酸やリノール酸といった不飽和脂肪酸含量が他の果実加工残さに比べて高いことを報告し、シークワサー搾り粕は肉用牛の脂肪の質を改良する飼料として活用できる可能性を示唆した。

そこで本研究では、黒毛和種肥育牛へシークワサー搾り粕を給与し、肉質に及ぼす影響について調査したので報告する。

Ⅲ 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は2014年4月1日から2014年8月24日までの146日間、沖縄県畜産研究センターで実施した。

2. 供試牛および試験区分

供試牛の概要を表1に示した。平均24カ月齢の黒毛和種去勢牛8頭を用い、肥育牛後期用のTMRを給与した4頭を対照区、TMR中に粉碎したシークワサー搾り粕を混合した飼料を給与した4頭を試験区とした。

表1 供試牛の概要

区分	牛No.	生年月日	開始時日齢	開始時体重 (kg)	父
試験区	1	2012/4/17	714	764	光北福
	2	2012/4/8	723	661	光北福
	3	2012/4/4	727	766	光北福
	4	2012/4/9	722	604	光北福
平均±標準偏差			721.5±4.7	698.8±69.3	
対照区	5	2012/3/30	732	587	光北福
	6	2012/4/8	723	761	光北福
	7	2012/4/16	715	643	光北福
	8	2012/4/6	725	651	光北福
平均±標準偏差			723.8±6.1	660.5±63.0	

3. 飼料給与量および養分含量

シークワサー搾り粕は2日間風乾後、60℃で強制乾燥したものを供試した。飼料給与割合および養分含量を表2、シークワサー搾り粕の養分含量を表3に示した。

表2 TMR中の飼料配合割合および養分含量

飼料名	対照区	試験区
後期肥育用TMR	95.0(%FM)	91.0(%FM)
シークワサー搾り粕		4.5(%FM)
トランスバーラ	5.0(%FM)	4.5(%FM)
DM	89.0(%DM)	89.0(%DM)
CP	13.9(%DM)	13.8(%DM)
TDN	80.6(%DM)	81.5(%DM)
NDF	19.7(%DM)	19.6(%DM)

注) DM: 乾物, CP: 粗タンパク質, TDN: 可消化養分総量。

NDF: 中性デタージェント繊維。

表3 シークワサー搾り粕の養分含量

単位: %DM

シークワサー搾り粕	
DM	89.7
TDN	93.1
CP	10.4
NDF	19.1
ADF	19.9

注) DM: 乾物, TDN: 可消化養分総量, CP: 粗タンパク質。

NDF: 中性デタージェント繊維, ADF: 酸性デタージェント繊維。

4. 調査項目

1) 飼料摂取量

飼料給与翌朝に残飼を測定し、給与量と残飼量との差を飼料摂取量とした。

2) 体重測定値

試験開始日および試験終了日に実施した。

3) 枝肉成績

沖縄県食肉センターでと畜解体後、枝肉の調査を実施し、試験区と対照区に分けて比較検討した。

4) 肉質成績

-30℃で冷凍保存したロース肉を用いて、肉質分析および味覚センサーによる分析を行った。肉質分析の調査項目は、遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪酸組成、上昇融点、破断応力および剪断力価とした。味覚センサーによる分析の調査項目は、酸味、苦味雑味、渋味刺激、旨味、塩味、苦味、渋味および旨味コクとした。上記分析は日本ハム株式会社中央研究所へ委託した。

5) 官能評価

評価方法は表4のとおり5味識別試験および5基準臭識別試験の両試験に合格し、かつ4味濃度差識別試験に合格した者から選定された12名(男性10名、女性2名)のパネリストによって行った。評価する部位は、-25℃で冷凍保存し、4℃で一晩かけて解凍したロース肉を用いた。肉は約1cmの厚さに切り、200℃のホットプレートで3分加熱後、約2cm×2cmの大きさに切ってパネリストに提供した。パネリストに提供する際は、各区を分からないようにするため、ランダムに番号を設定した。評価項目は、やわらかさ、多汁性、旨味、脂っぽい香り、甘い香り、肉様の香り、和牛らしい香りの7項目とした。評価方法は9段階評点法とし、基準を5とし相対評価を行った。上記評価は日本ハム株式会社中央研究所へ委託した。

表4 識別試験の方法

試験名	方法
5味識別試験	基本味である甘味(ショ糖)、塩味(食塩)、酸味(酒石酸)、苦味(無水カフェイン)、旨味(グルタミン酸ナトリウム)の水溶液のコップ5個および蒸留水のコップ3個から、それぞれの味に該当するコップを選ばせる。5味中の誤数が1個以下もしくは2個(この場合は蒸留水の選択はしていないこと)で合格とする。
5基準臭識別試験	1つの基準臭につき5枚の試験紙を用意する。5枚のうち2枚を基準臭液に、3枚を無臭流動パラフィンに浸し、においを感じた2枚を選ばせる。これを基準臭5種類について、それぞれ行う。5基準臭すべてについて正解した場合のみ合格とする。
4味濃度差識別試験	苦味を除く4種類の基本味について、濃度の異なる2個の水溶液を用意し、各味についてより強い方のコップを選ばせる。誤数が2個以下で合格とする。

6) 肉質関連遺伝子とオレイン酸

脂肪酸合成に関わるFASN遺伝子(TW/TW, TW/AR, AR/AR)と飽和脂肪酸を不飽和化するSCD遺伝子(A/A, A/V, V/V)の遺伝子型の判定を、試験牛から採血した血液を用いてDNAを抽出し、PCR-RFLP法およびSNP Assay解析にて行った。FASN遺伝子およびSCD遺伝子とオレイン酸含量との関連を比較検討した。

5. 統計処理

味覚センサーと官能評価以外は、t検定により行った。官能評価は、符号検定²⁾により行った。

IV 結果

1. 飼料摂取量

1頭あたりの飼料摂取量と飼料要求率を表5に示した。DM摂取量は試験区が9.48kg、対照区が8.45kgであった。CP摂取量は試験区が1.47kg、対照区が1.32kgであった。TDN摂取量は試験区が8.68kg、対照区が7.65kgであった。DM摂取量、CP摂取量およびTDN摂取量において、両区で有意な差が認められた(p<0.01)。飼料要求率およびTDN要求率において、両区の間には有意な差は認められなかった。

表5 1頭当たりの飼料摂取量と飼料要求率 単位：kg

	対照区	試験区
DM摂取量	8.45	9.48*
CP摂取量	1.32	1.47*
TDN摂取量	7.65	8.68*
飼料要求率	27.41	33.07
TDN要求率	22.1	26.95

注) *: p < 0.01。

2. 体重測定値

体重測定値を表6に示した。試験開始時体重、試験終了時体重および1日あたりの増体量は、試験区が698.8 kg, 756.5 kg, 0.40 kgと対照区よりも高い値を示した。

表6 体重測定値 単位：kg

区分	開始時	終了時	1日当たりの増体量
試験区	764	798	0.23
	661	750	0.61
	766	798	0.22
	604	680	0.52
平均±標準偏差	698.8±69.3	756.5±48.3	0.40±0.17
対照区	587	638	0.35
	761	798	0.25
	643	713	0.48
	651	706	0.38
平均±標準偏差	660.5±63.0	713.8±56.8	0.36±0.08

3. 枝肉成績

枝肉成績を表7に示した。枝肉重量で試験区が対照区より38.5 kg大きかったが、有意な差は認められなかった。ロース芯面積で試験区が対照区より0.5 cm²大きく、ばらの厚さで試験区が対照区より0.2 cm小さかったが、有意な差は認められなかった。BMS No.は試験区が9.3, 対照区が7.0で有意な差が認められた (p<0.05)。

表7 枝肉成績

	対照区	試験区
枝肉重量 (kg)	472.8 ± 47.7	511.3 ± 46.8
ロース芯面積 (cm ²)	59.0 ± 6.2	59.5 ± 4.7
ばらの厚さ (cm)	8.2 ± 0.8	8.0 ± 0.8
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.7 ± 0.4	2.7 ± 0.5
歩留基準値 (%)	74.2 ± 0.9	73.7 ± 0.9
BMS No.	7.0 ± 0.7	9.3 ± 1.3*
BCS No.	3.8 ± 0.4	3.3 ± 0.4
締まり	4.3 ± 0.4	5.0 ± 0.0
きめ	4.8 ± 0.4	5.0 ± 0.0
BFS No.	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0
光沢と質	5.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0

注) *: p < 0.05。

4. 肉質成績

遊離アミノ酸の分析結果を表8に示した。旨味に関連している³⁾と考えられるセリン, グルタミン酸,

グルタミン、アラニン、メチオニンは試験区が対照区よりも高い値を示した。苦味に関連している³⁾と考えられるアルギニンは、試験区が対照区よりも低い値を示した。両区に有意な差は認められなかった。

表 8 遊離アミノ酸 単位：mg/100g

項目	対照区		試験区	
アスパラギン酸	5.00	± 0.71	5.00	± 0.00
スレオニン	2.50	± 0.50	2.75	± 0.43
セリン	3.25	± 0.43	3.75	± 0.43
アスパラギン	1.25	± 0.43	1.75	± 0.43
グルタミン酸	5.50	± 0.50	6.25	± 0.43
グルタミン	22.75	± 3.03	23.00	± 3.08
プロリン	1.75	± 0.43	1.50	± 0.50
グリシン	4.50	± 0.50	4.00	± 0.00
アラニン	19.75	± 1.48	21.25	± 0.83
バリン	3.25	± 0.43	3.50	± 0.50
メチオニン	2.00	± 0.00	2.25	± 0.43
イソロイシン	3.00	± 0.00	3.00	± 0.00
ロイシン	5.50	± 0.50	5.75	± 0.43
チロシン	3.50	± 0.50	3.50	± 0.50
フェニルアラニン	4.00	± 0.00	4.00	± 0.00
ヒスチジン	2.25	± 0.43	2.00	± 0.00
リジン	4.50	± 0.50	4.50	± 0.50
アルギニン	4.75	± 0.43	4.50	± 0.87

核酸系物質の分析結果を表 9 に示した。イノシン酸は試験区が対照区よりも低い値を示した。旨味成分であるとされる⁴⁾ グアニル酸は試験区が対照区よりも高い値を示した。両区に有意な差は認められなかった。

表 9 核酸系物質 単位：mg/100g

項目	対照区		試験区	
イノシン酸	20.35	± 11.15	17.53	± 11.28
グアニル酸	0.60	± 0.65	0.65	± 0.67

脂肪酸組成の分析結果を表 10 に示した。オレイン酸および不飽和脂肪酸は試験区が高い値を示した。両区の間には有意な差は認められなかった。

表 10 脂肪酸組成 単位：%

項目	対照区		試験区	
ミリスチン酸 (C14:0)	2.9	± 0.4	2.9	± 0.2
ミリストレイン酸 (C14:1)	1.0	± 0.3	1.0	± 0.2
パルミチン酸 (C16:0)	28.1	± 1.3	28.0	± 1.2
パルミトレイン酸 (C16:1)	4.2	± 0.5	4.2	± 0.3
ステアリン酸 (C18:0)	11.8	± 1.7	11.3	± 0.6
オレイン酸 (C18:1)	50.0	± 1.4	50.8	± 1.6
リノール酸 (C18:2)	2.0	± 0.2	1.8	± 0.3
飽和脂肪酸	42.8	± 10.5	42.2	± 10.5
不飽和脂肪酸	57.2	± 20.7	57.8	± 21.0

上昇融点、破断応力、剪断力価の分析結果を表 11 に示した。両区の間には有意な差は認められなかつ

たが、剪断力価は試験区が小さい傾向を示した。

表 1 1 上昇融点, 破断応力, 剪断力価

項目	対照区	試験区
上昇融点 (°C)	35.5 ± 2.0	36.1 ± 1.4
破断応力 (gw/cm ²)	0.50 ± 0.36	0.75 ± 0.25
剪断力価 (kgf/cm ²)	1.15 ± 0.18	0.95 ± 0.11

味覚センサーによる分析結果を図 1 に示した。対照区の推定値を 0 として、試験区の味強度を数値で表した。味覚センサーで「味がある」とされるのは、酸味が-13 以上、塩味が-6 以上、その他の味が 0 以上であり⁵⁾、今回の分析では苦味雑味、旨味、塩味、旨味コクが検出された。推定値が 1 違えば、人が味の違いとして識別できるとされ⁵⁾、苦味雑味に識別可能な差が認められた。旨味、塩味、旨味コクに識別可能な差は認められなかった。

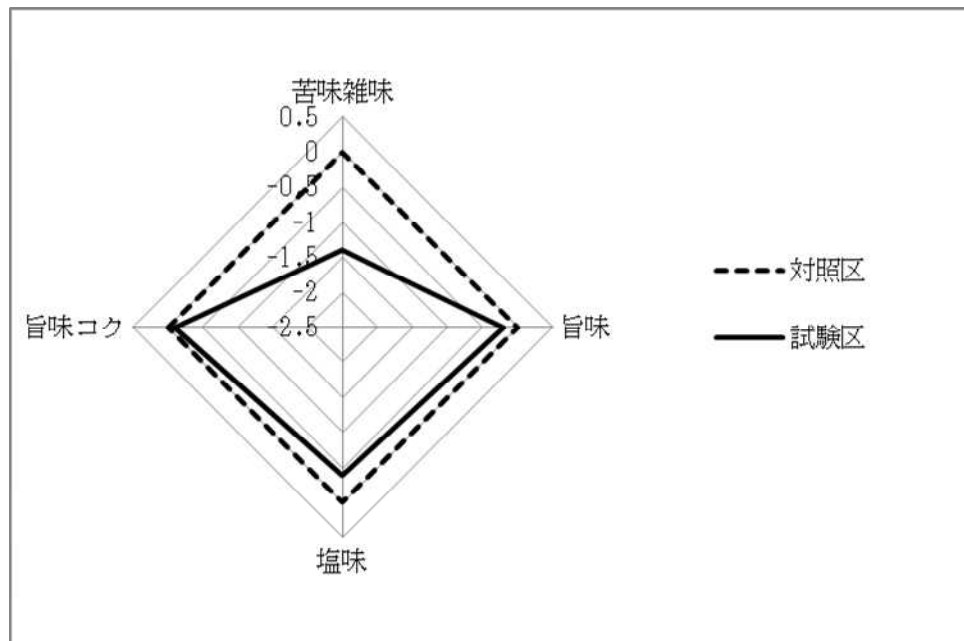


図 1 味覚センサー

5. 官能評価

官能評価の結果を図 2 に示した。やわらかさ、多汁性、旨味で試験区が対照区に比べて高い評価が得られた。両区の間には有意な差は認められなかった。

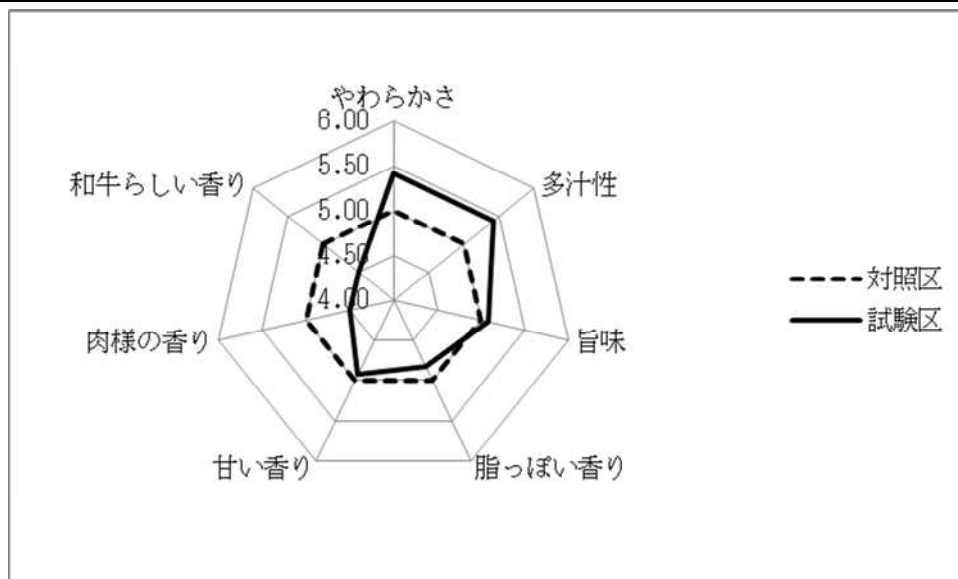


図2 官能評価

6. 肉質関連遺伝子とオレイン酸

FASN 遺伝子と SCD 遺伝子の遺伝子型を表 12 に、オレイン酸分析値とその平均を表 13 に示した。脂肪酸合成に関わる FASN 遺伝子は TW/TW 型が 6 頭, TW/AR 型が 2 頭であった。飽和脂肪酸を不飽和化する SCD 遺伝子は A/A 型が 2 頭, A/V 型が 5 頭, V/V 型が 1 頭であった。供試牛 8 頭のオレイン酸分析値を平均し、それぞれ比較したところ平均以上が 3 頭、平均未満が 5 頭であった。

表 1 2 FASN 遺伝子と SCD 遺伝子の遺伝子型

牛No.	FASN	SCD
1	TW/TW	A/A
2	TW/TW	A/V
3	TW/AR	A/V
4	TW/TW	A/V
5	TW/TW	A/V
6	TW/TW	A/A
7	TW/TW	V/V
8	TW/AR	A/V

表 1 3 オレイン酸分析値とその平均

牛No.	オレイン酸分析値
1	50.9
2	51.7
3	48.4
4	48.0
5	48.5
6	51.3
7	48.1
8	47.9
平均	49.35

V 考 察

開始時体重, 1 頭当たりの飼料摂取量, 終了時体重および 1 日当たりの増体量で, 試験区が対照区よりもそれぞれの値が大きかったため, 枝肉重量および BMS No. に差がでたと考えられる。神田ら⁹⁾は, 胸最長筋の官能評価で BMS No. がやわらかさおよび多汁性と有意な正の相関を示したと報告している。枝肉成績の BMS No. で試験区が対照区よりも有意に高く, 剪断力価で試験区が対照区よりも小さい傾向が示されたことから, 官能評価で試験区の肉がやわらかく多汁性があると感じる傾向にあったと考えられる。

遊離アミノ酸のうち苦味に関連している³⁾と考えられるアルギニンの分析値は, 試験区が対照区よりも低い値を示していた。また, 味覚センサーの苦味雑味においても, 試験区が対照区よりも低い値を示し, アルギニンの分析値と味覚センサーの苦味雑味の結果が一致した。このことからシークワサー搾り粕を給与すると牛肉の苦味を抑える可能性があることが示唆された。旨味成分として知られているグルタミン酸およびグアニル酸や, 風味に関連があるとされる¹⁰⁾オレイン酸の分析値は試験区が対照区よりもわずかに高い値を示したものの, 味覚センサーや官能評価では, 大きな差は見られなかった。このことから今回のシークワサー搾り粕の給与量では, 旨味に関連する遊離アミノ酸, 核酸系物質および脂肪酸

組成に及ぼす影響は少ないと考えられる。

FASN 遺伝子は TW/TW 型が TW/AR 型に比べオレイン酸割合が増加する傾向があると報告されている⁶⁾。SCD 遺伝子型は A/A 型を保有する個体でオレイン酸や不飽和脂肪酸含有率が高くなることが報告されている^{7, 8)}。表 14 の肉質関連遺伝子, シークワサー搾り粕およびオレイン酸の関連に示したとおり, FASN 遺伝子 (TW/TW 型) と SCD 遺伝子 (A/A 型) の優良遺伝子を持つ供試牛 No.1 と No.6 について, オレイン酸分析値は平均以上であった。また, FASN 遺伝子 (TW/AR 型) と SCD 遺伝子 (A/V 型) を持つ供試牛 No.3 と No.8 では, オレイン酸分析値は平均未満であった。いっぽう, 同様の遺伝子型を持つ供試牛 No.2, No.4 および No.5 のうち, No.2 のオレイン酸含量が平均以上となった。このことから, オレイン酸は FASN 遺伝子および SCD 遺伝子の肉質関連遺伝子との関連性が認められたほかに, シークワサー搾り粕を給与した同様の遺伝子型を持つ供試牛のうち 1 頭はオレイン酸含量が平均以上となり, シークワサー搾り粕を給与することによりオレイン酸含量が多くなる可能性が示唆された。今後さらにシークワサー搾り粕の給与例数を増やしオレイン酸含量について検討する必要がある。

シークワサー搾り粕の乾燥にはコストがかかるためサイレージ利用して脂肪酸組成および生産性に影響を及ぼすか調査する必要がある。また, シークワサー特有の成分が肉や血液に移行しているのか調査する必要がある。

表 14 肉質関連遺伝子, シークワサー搾り粕およびオレイン酸との関連

牛No.	シークワサー搾り粕	FASN	SCD	オレイン酸
1	給与	TW/TW	A/A	平均以上
2	給与	TW/TW	A/V	平均以上
3	給与	TW/AR	A/V	平均未満
4	給与	TW/TW	A/V	平均未満
5	無給与	TW/TW	A/V	平均未満
6	無給与	TW/TW	A/A	平均以上
7	無給与	TW/TW	V/V	平均未満
8	無給与	TW/AR	A/V	平均未満

謝 辞

本研究の肉質関連遺伝子分析を実施するにあたって, 家畜ゲノム解析の指導・支援を賜りました独立行政法人家畜改良センターの阿部剛氏および笹子奈々恵氏に感謝申し上げます。

VI 引用文献

- 1) 安里直和・砂川隆治・太野垣陽一・森山高広(2013)県産食肉ブランド強化に向けた県産果実加工残さの栄養特性, 沖縄畜研研報, **51**, 41-47
- 2) 新城明久(2004)生物統計学入門ノンパラメトリック法, 50-53, 川島書店
- 3) 引地宏二(2014)消費者型官能評価による豚肉の嗜好と肉質分析値との関連性, 養豚の友, 9月号, 18-21
- 4) 黒須泰行, 岩黒大志(2008)シイタケ中のグアニル酸に関する研究, 国際学院埼玉短期大学研究紀要, **29**, 87-91
- 5) 財団法人 北海道科学技術総合振興センター(2010)食品の味評価のための味覚センサ活用マニュアル(第3版), 36-65
- 6) 松橋珠子, 丸山新, 小林直彦, 阿部剛, 坂口慎一, 加藤勉(2009)岐阜県の黒毛和種肥育牛における脂肪酸合成酵素遺伝子の多型と胸最長筋内脂肪の脂肪酸合成との関連, 岐阜県畜産研究所研究報告, **9**, 18-25
- 7) T.Mathuhashi, S.Maruyama, Y.Uemoto, N.Kobayashi, H.Mannen, T.Abe, S.Sakaguchi, E.kobayashi(2011)Effects of bovine fatty acid synthase, stearoyl-coenzyme A desaturase,

-
- sterol regulatory element-binding protein 1, and growth hormone gene polymorphisms on fatty acid composition and carcass traits in Japanese Black cattle, *Journal of animal science*, **89**, 12-22
- 8) Masaaki Taniguchi, Takeshi Utsugi, Kenji Oyama, Hideyuki Mannen, Masato Kobayashi, Yoshihiro Tanabe, Atsushi Ogino, Soichi Thuji (2004) Genotype of stearoyl-CoA desaturase is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle, *Mammalian Genome*, **14**, 142-148
- 9) 神田章 (2010) オレイン酸による牛肉の評価と長野県独自の規格基準設定, 農文協編, 農山漁村文化協会, 農業技術大系畜産編第3巻, 949
- 10) Westerling, et. al (1979) Fatty Acid Composition of Bovine Lipids as Influenced by Diet, Sex and Anatomical Location and Relationship to Sensory Characteristics, *J Anim Sci*, **48**, 1343-1348
-

研究補助：仲村渠稔

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2014年度）

細井伸浩 太野垣陽一 砂川隆治* 島袋宏俊

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。2013年から2014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、糸桜系×気高系が5頭、糸桜系×栄光系が1頭、気高系×田尻系が2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	大 祐	2012. 11. 1	北 福 波	し ょ う の	平 茂 勝	北国7の8	宮古島市
2	豊 忠 勝	2012. 11. 8	勝 忠 平	きたとよやす	豊 安 福	北国7の8	石垣市
3	安久百合	2012. 11. 16	百 合 茂	やすひさ	安 福 久	平 茂 勝	伊江村
4	栄 波	2013. 6. 15	北 福 波	ひらさかえ	平 茂 勝	福 栄	石垣市
5	由 理 絵	2013. 6. 16	北 福 波	ゆ り え	百 合 茂	北国7の8	伊江村
6	金 福	2013. 8. 14	北 福 波	う め	金 幸	忠 福	石垣市
7	渡 部 波	2013. 9. 26	北 福 波	わたなべ	平 茂 勝	安 平	伊江村
8	美 国 茂	2013. 9. 27	美 国 桜	やすしげ	平 茂 勝	安 平	本部町

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。

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。

* 現沖縄県畜産課

各調査項目の平均値は、開始時日齢231日、開始時体重263.4kg、終了時体重395.9kg、180日補正体重216.1kg、365日補正体重421.7kg、DG1.18kgであった。DGについては豊忠勝の1.44kgが優れ、365日補正体重についても豊忠勝が498.5kgと優れていた。

8頭の平均値を2013年度の全国平均値³⁾と比較するとDGは0.04kg大きい。

また栄波は余剰飼料摂取量に優れ、濃厚飼料-43kg、粗飼料-53kg、TDN-31kg、CP-6kgであった。

これらの検定牛のうち、2014年度第2回沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において、2015年度現場後代検定実施牛として、大祐（茂北福へ改名）、豊忠勝、美国茂を選抜した。

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)		備考
			開始時	終了時	180日補正	365日補正	終了時	終了時	
1	大祐	243	267.0	400.0	205.6	411.9	1.19	122.0	○
2	豊忠勝	236	313.0	474.0	245.8	498.5	1.44	128.0	○
3	安久百合	228	253.0	370.0	212.1	396.0	1.04	121.0	
4	栄波	248	285.0	433.0	215.1	439.6	1.32	129.8	
5	由理絵	247	241.0	369.0	183.8	375.8	1.14	122.8	
6	金福	244	241.5	356.0	199.0	365.2	1.02	118.4	
7	渡部波	201	242.5	359.0	220.8	413.1	1.04	118.6	
8	美国茂	200	264.0	406.0	246.7	473.3	1.27	125.0	○
平均値		231	263.4	395.9	216.1	421.7	1.18	123.6	
標準偏差		19.8	25.3	41.3	21.7	46.3	0.15	4.2	
全国平均値		—	—	—	—	—	1.14	124.9	

注1) 全国平均値は2013年度（190頭）の平均値

2) ○は2015年度和牛種雄牛現場後代検定の実施牛として選抜

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 評点	備考
			TDN	CP	濃厚飼料	粗飼料	TDN	CP		
1	大祐	58	626	113	23	85	65	14	83.5	○
2	豊忠勝	58	657	118	-30	23	17	8	83.0	○
3	安久百合	57	566	102	3	42	39	7	81.1	
4	栄波	53	567	98	-43	-53	-31	-6	83.1	
5	由理絵	44	543	98	35	-42	12	3	82.9	
6	金福	49	532	94	26	-10	19	2	81.0	
7	渡部波	50	528	92	14	-16	11	0	83.3	
8	美国茂	46	586	105	37	-32	15	5	83.7	○
平均値		52	576	103	8	0	18	4	82.7	
標準偏差		5.5	45.8	9.1	30	47	27	6	1.1	
全国平均値		—	—	—	-24.5	-10.5	-5.2	-0.8	—	

注1) 全国平均値は2013年度（190頭）の平均値

2) ○は2015年度和牛種雄牛現場後代検定の実施牛として選抜

3) 余剰飼料摂取量の算出方法は、以下のとおりである。

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

代謝体重 = { (開始時体重 + 終了時体重) / 2 }^{0.75} 増体量 = 終了時体重 - 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(2014)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(2014)和牛種雄牛産肉能力検定成績 直接法, 4

検定補助：仲程正巳，玉本博之

和牛種雄牛現場後代検定成績（2014年度）

(9)種雄牛「瞳海邦」「南風」「美島福」および「福福波」の検定成績

太野垣陽一 砂川隆治* 細井伸浩 島袋宏俊

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、2014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た瞳海邦（ひとみかいほう）、南風（なんふう）、美島福（ちゅらしまふく）および福福波（ふくふくなみ）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¹⁾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、瞳海邦が29頭（去勢17頭，雌12頭）、南風が18頭（去勢10頭，雌8頭）、美島福が25頭（去勢16頭，雌9頭）および福福波が24頭（去勢13頭，雌11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	瞳 海 邦	南 風	美 島 福	福 福 波
登 録 番 号	黒原5198	黒原5199	黒原5196	黒原5197
生 年 月 日	2007. 11. 8	2007. 12. 4	2008. 3. 12	2008. 4. 3
審 査 得 点	82.7	83.3	84.5	82.0
産 地	今帰仁村	今帰仁村	伊江村	伊江村
父	勝海邦	北福波	安福久	北福波
母	ひとみの1	かみなか	ひめの	やえみの1
母方祖父	晴 姫	中部 6	平茂勝	福桜(宮崎)
母方曾祖父	安福165の9	神高福	安 平	糸福(大分)

III 検 定 成 績

表2に育種価評価結果（期待枝肉成績²⁾）を示した。

期待枝肉成績とは、検定種雄牛の育種価評価値を全平均、性の効果（去勢）、と畜月齢効果（29ヵ月齢）により補正したものであり、検定種雄牛自身が去勢され、29ヵ月齢まで肥育されたと仮定した場合に期待される本牛の枝肉成績を示している。

瞳海邦の期待枝肉成績は、枝肉重量が419.0kg、ロース芯面積が43.3cm²、バラの厚さが7.1cm、皮下脂肪の厚さ（皮下脂肪厚）が2.6cm、歩留まり基準値（歩留基準値）が72.1および脂肪交雑が1.48であった。

南風の期待枝肉成績は、枝肉重量が394.5kg、ロース芯面積が51.2cm²、バラの厚さが7.3cm、皮下脂肪厚が1.6cm、歩留基準値が74.5および脂肪交雑が1.78であった。

美島福の期待枝肉成績は、枝肉重量が354.3kg、ロース芯面積が46.5cm²、バラの厚さが6.1cm、皮下

* 現沖縄県畜産課

脂肪厚が1.7cm, 歩留基準値が73.5および脂肪交雑が2.00であった。

福福波の期待枝肉成績は、枝肉重量が437.8kg, ロース芯面積が54.7cm², バラの厚さが7.6cm, 皮下脂肪厚が2.7cm, 歩留基準値が73.7および脂肪交雑が2.79であった。

その結果, 沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において, 福福波は脂肪交雑が優れるため供用種雄牛として選抜され, 残りの3頭は選抜されないことが決定された。

表2 育種価評価結果(期待枝肉成績)

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)
瞳海邦	419.0 (0.92)	43.3 (0.92)	7.1 (0.90)	2.6 (0.93)	72.1 (0.93)	1.48 (0.93)
南風	394.5 (0.90)	51.2 (0.89)	7.3 (0.87)	1.6 (0.90)	74.5 (0.90)	1.78 (0.90)
美島福	354.3 (0.91)	46.5 (0.91)	6.1 (0.89)	1.7 (0.92)	73.5 (0.92)	2.00 (0.92)
福福波	437.8 (0.91)	54.7 (0.91)	7.6 (0.89)	2.7 (0.92)	73.7 (0.92)	2.79 (0.92)

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, 70-72, 179-181
- 2) 公益社団法人全国和牛登録協会(2015)和牛種雄牛産肉能力検定成績

検定補助: 仲村渠稔, 久田友美, 仲程正巳, 山城一也

付属資料

1. 瞳海邦

1) 現場後代検定終了成績一覧

番 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名 号	北海邦	福市	瞳様	丸市106	瞳天山	瞳北国	さかえ	ひとみ	ももか	ひとみざかり
血 母の父	北忠平	福栄	北国7の8	福栄	第2北天山	北国7の8	北国7の8	美津福	糸幸福	紋次郎
統 祖母の父	藤波	晴姫	安波土井	平茂勝	平茂勝	平茂勝	糸福(大分)	金一	安平	平茂勝
と畜時月齢	28.6	28.4	28.7	28.6	28.5	28.4	28.5	31.6	31.7	31.6
枝肉重量 (kg)	481.1	460.6	434.4	392.5	460.0	440.0	362.0	442.1	463.9	397.1
ロース芯面積 (cm ²)	53	47	50	50	50	44	49	47	45	41
バラの厚さ (cm)	7.0	6.0	5.9	6.8	7.7	6.7	7.9	7.5	7.6	7.4
皮下脂肪厚 (cm)	2.4	2.2	2.0	2.1	3.6	3.1	3.6	3.8	4.7	3.5
歩留基準値	72.8	71.8	72.7	73.6	72.1	71.3	73.3	71.5	70.3	71.6
脂肪交雑(BMS No.)	4	3	3	6	4	4	5	3	3	3
格付け	A-3	B-3	A-2	A-4	A-3	B-3	A-4	B-2	B-2	B-3

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
名 号	次郎	ひとえ	瞳邦	正海	家邦	邦福	ひとなみ	美津海邦	瞳北平	なりこ2
血 母の父	第7安福	北福波	金鶴	安福栄	家康福	神高福	北福波	美津照	北忠平	平勝美
統 祖母の父	谷茂	糸福(大分)	景勝	景勝	安福(岐阜)	第20平茂	谷吉土井	北国7の8	晴茂	糸竜
と畜時月齢	28.7	29.3	27.9	27.1	27.7	27.8	27.2	27.6	27.5	30.6
枝肉重量 (kg)	435.5	388.0	465.0	354.0	433.0	406.0	447.0	447.0	420.0	388.2
ロース芯面積 (cm ²)	42	45	50	45	48	60	55	49	45	44
バラの厚さ (cm)	7.0	7.1	7.6	6.2	7.0	7.4	7.6	7.7	6.6	7.1
皮下脂肪厚 (cm)	2.7	3.2	4.0	1.8	3.1	1.8	4.2	2.3	2.4	3.0
歩留基準値	71.7	72.3	71.6	73.4	72.1	75.4	72.3	73.2	72.2	72.3
脂肪交雑(BMS No.)	2	5	4	5	4	4	4	6	4	3
格付け	B-2	A-4	B-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-4	A-3	A-2

番 号	21	22	23	24	25	26	27	28	29
名 号	ひとみひら	ひとみ	瞳北国	瞳北国2	みやま	ひろみ	好国	菜奈野	えみか
血 母の父	北忠平	糸晴	北国7の8	北国7の8	北天山	北国7の8	北国7の8	北福波	高栄
統 祖母の父	中部6	安波土井	糸福(大分)	神高福	宏勝	晴姫	安金	中部6	北国7の8
と畜時月齢	30.7	31.7	27.8	27.8	28.1	27.8	27.6	28.0	30.0
枝肉重量 (kg)	456.9	413.0	376.0	369.0	306.0	340.0	400.2	370.0	428.0
ロース芯面積 (cm ²)	55	48	44	43	41	41	41	49	45
バラの厚さ (cm)	6.8	8.0	5.6	7.0	6.5	6.6	6.1	6.3	6.9
皮下脂肪厚 (cm)	3.5	3.3	3.2	2.2	3.3	2.3	3.4	2.1	2.6
歩留基準値	72.2	72.9	71.3	73.1	72.3	72.8	70.8	73.5	72.1
脂肪交雑(BMS No.)	3	4	4	5	3	3	3	4	3
格付け	A-2	A-3	B-2	A-4	A-3	A-3	B-2	A-3	A-2

番 号		平 均 値	
名 号			
血 統	母の父	去 勢	雌
	祖母の父	n = 17	n = 12
と畜時月齢		28.0 ± 0.5	29.9 ± 1.7
枝肉重量 (kg)		420.3 ± 38.3	402.7 ± 48.9
ローズ芯面積 (cm ²)		47.6 ± 4.6	46.3 ± 4.8
バラの厚さ (cm)		6.7 ± 0.7	7.3 ± 0.5
皮下脂肪厚 (cm)		2.6 ± 0.7	3.4 ± 0.6
歩留基準値		72.5 ± 1.1	72.2 ± 0.8
脂肪交雑 (BMS No.)		4.1 ± 1.0	3.5 ± 0.8
格付け			

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A		5	1 1	5		2 1
B		4	4			8
C						
計		9	1 5	5		2 9

2. 南風

1) 現場後代検定終了成績一覧

番 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名 号	南照溝	なみかぜ	はるなん	ふうこ	はるこ	もなこ	龍風平	福風	南波	南次郎
血 母の父	照溝	景東	第3谷吉	平茂勝	安福久	平茂勝	龍平	勝海邦	茂波(事)	紋次郎
統 祖母の父	姫桜	安福165の9	糸錦2	安福栄	平茂勝	紋次郎	北国7の8	飛驒白清	金平茂	晴姫
と畜時月齢	27.7	28.6	30.7	31.4	31.5	28.6	27.6	27.0	27.6	27.6
枝肉重量 (kg)	394.0	368.0	326.0	341.1	404.9	386.0	374.0	430.0	386.0	386.0
ローズ芯面積 (cm ²)	48	56	45	44	65	53	43	59	52	45
バラの厚さ (cm)	6.5	8.2	6.2	6.2	8.0	7.2	6.2	8.4	7.0	7.1
皮下脂肪厚 (cm)	1.6	3.0	1.3	2.1	2.6	1.8	2.6	2.1	1.4	0.9
歩留基準値	73.6	74.8	74.1	73.1	75.8	74.7	72.1	75.4	74.7	74.4
脂肪交雑 (BMS No.)	3	7	4	6	9	4	4	5	3	4
格付け	A-3	A-4	A-3	A-4	A-5	A-3	A-3	A-4	A-2	A-3

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18
名 号	すみれ	かつかぜ	まつ	風神	海風	南谷鶴	南邦	南次郎
血 母の父	勝海邦	平茂勝	茂重桜	照溝	勝海邦	谷照鶴	勝海邦	紋次郎
統 祖母の父	平茂勝	高栄	賢深	勝海邦	安福165の9	糸福(大分)	神高福	富士晴
と畜時月齢	30.7	29.9	30.3	27.6	27.5	28.3	28.0	28.0
枝肉重量 (kg)	404.5	346.9	420.0	393.6	429.3	388.6	497.2	509.1
ローズ芯面積 (cm ²)	43	44	61	42	47	44	48	63
バラの厚さ (cm)	7.8	6.3	7.2	6.8	6.5	6.7	7.6	7.6
皮下脂肪厚 (cm)	3.7	3.4	1.8	1.9	1.6	1.8	1.9	3.0
歩留基準値	71.8	72.0	75.2	72.8	73.1	73.1	72.8	73.7
脂肪交雑 (BMS No.)	3	3	3	4	4	5	3	7
格付け	B-3	A-2	A-2	A-3	A-3	A-4	A-2	A-4

番 号	平均 値	
名 号		
血 母の父	去 勢	雌
統 祖母の父	n = 10	n = 8
と畜時月齢	27.7 ± 0.4	30.2 ± 1.1
枝肉重量 (kg)	418.8 ± 48.1	374.7 ± 34.4
ローズ芯面積 (cm ²)	49.1 ± 7.0	51.4 ± 8.6
バラの厚さ (cm)	7.0 ± 0.7	7.1 ± 0.8
皮下脂肪厚 (cm)	1.9 ± 0.6	2.5 ± 0.9
歩留基準値	72.8 ± 0.8	73.7 ± 0.9
脂肪交雑 (BMS No.)	4.2 ± 1.2	4.9 ± 2.2
格付け		

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級	1	2	3	4	5	計
歩留等級						
A		4	7	5	1	17
B			1			1
C						
計		4	8	5	1	18

3. 美島福

1) 現場後代検定終了成績一覧

番 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名 号	美島勝	麻里重	茂島勝	嵐 1	美北福	美島勝	福茂	糸島福	美糸福	勝茂福
血 母の父	平茂勝	平茂勝	平茂勝	糸幸福	北国7の8	平茂勝	茂金春	糸福(大分)	糸福(大分)	平茂勝
統 祖母の父	中部 6	北国7の8	神高福	晴姫	神高福	安金	安波土井	吉金	八重福	北国7の8
と畜時月齢	28.9	28.7	28.6	28.5	28.1	28.0	27.8	28.4	28.2	28.4
枝肉重量 (kg)	494.1	482.1	425.6	455.9	462.3	402.2	401.8	400.0	376.0	368.0
ローズ芯面積 (cm ²)	50	46	49	44	55	43	42	56	52	39
バラの厚さ (cm)	7.7	7.5	6.4	7.2	7.1	6.4	5.5	6.0	5.7	6.4
皮下脂肪厚 (cm)	3.6	4.2	2.3	1.5	3.5	2.5	2.6	1.5	1.8	2.7
歩留基準値	71.7	70.6	72.7	72.9	72.4	72.0	71.2	74.4	73.6	71.8
脂肪交雑 (BMS No.)	6	7	4	4	7	4	6	4	2	3
格付け	B-4	B-4	A-3	A-3	A-4	A-3	B-4	A-3	A-2	B-3

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
名 号	勝島福	北島福	美福桜	照福島	茂福島	りこ	あい	ふくたに	ちゅらみ	まりえ
血 母の父	平勝美	北福波	晴桜 2	美津照	平茂勝	晴姫	紋次郎	谷照鶴	平茂勝	晴姫
統 祖母の父	姫桜	平茂勝	糸福(大分)	平茂勝	神高福	神高福	糸光	平茂勝	宏勝	平茂勝
と畜時月齢	28.3	28.6	28.6	28.2	28.3	29.2	28.9	29.9	29.9	30.6
枝肉重量 (kg)	374.0	349.0	427.0	405.0	375.0	279.0	334.0	313.0	378.0	400.0
ローズ芯面積 (cm ²)	42	44	54	51	37	37	50	41	47	47
バラの厚さ (cm)	5.5	7.3	7.3	7.0	6.6	5.6	6.3	5.6	6.4	7.3
皮下脂肪厚 (cm)	1.3	1.8	3.6	3.3	2.1	2.2	3.4	2.6	3.3	2.7
歩留基準値	72.7	74.0	72.7	72.7	72.1	72.5	73.0	72.3	72.1	73.0
脂肪交雑 (BMS No.)	2	4	7	6	3	3	6	8	8	4
格付け	A-2	A-3	A-4	A-4	A-3	A-3	A-4	A-5	A-5	A-3

番 号	21	22	23	24	25	平均 値	
名 号	さくらこ	優咲福	ゆきえ	ふみこ	みしま		
血 母の父	姫桜	北福波	糸幸福	北国7の8	安茂勝	去 勢	雌
統 祖母の父	糸福(大分)	神高福	藤波	糸福(大分)	忠茂 9	n = 16	n = 9
と畜時月齢	29.9	28.4	28.3	28.3	30.7	28.4 ± 0.3	29.5 ± 0.9
枝肉重量 (kg)	333.0	376.6	316.0	336.0	362.0	410.9 ± 43.3	339.0 ± 36.5
ローズ芯面積 (cm ²)	52	42	55	46	42	46.6 ± 5.9	46.3 ± 5.7
バラの厚さ (cm)	5.8	6.5	5.6	6.0	5.8	6.6 ± 0.7	6.0 ± 0.6
皮下脂肪厚 (cm)	2.6	2.4	1.6	2.1	2.2	2.5 ± 0.9	2.5 ± 0.6
歩留基準値	73.5	72.4	75.0	73.3	72.2	72.5 ± 1.0	73.0 ± 0.9
脂肪交雑 (BMS No.)	7	4	4	4	3	4.6 ± 1.7	5.2 ± 2.0
格付け	A-4	A-3	A-3	A-3	A-2		

2) 格付けの分布

(頭)

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

4. 福福波

1) 現場後代検定終了成績一覧

番 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名 号	日向	正波	福平光	福福勝	福福姫	福助	ごんずい	たっぺい	親福福	ふくふく
血 母の父	北仁	勝海邦	平勝美	勝安福3	晴姫	晴姫	勝海邦	勝海邦	勝忠平	安茂勝
統 祖母の父	平茂勝	北国7の8	糸光	北国7の8	平茂勝	安平	北天山	勝海邦	安平	北国7の8
と畜時月齢	28.6	28.2	27.8	28.5	28.0	28.5	29.4	28.9	28.6	31.7
枝肉重量 (kg)	461.5	452.0	474.7	401.0	461.0	400.6	411.4	424.8	488.3	494.3
ローズ芯面積 (cm ²)	50	59	53	46	60	54	54	53	49	53
バラの厚さ (cm)	6.8	8.1	7.4	6.8	7.7	7.1	7.2	7.4	8.4	8.2
皮下脂肪厚 (cm)	1.4	3.0	2.7	2.8	2.1	2.6	2.8	3.1	3.7	3.8
歩留基準値	73.4	74.1	72.9	72.4	74.7	73.8	73.6	73.2	72.0	72.2
脂肪交雑 (BMS No.)	4	10	5	5	7	5	9	6	10	6
格付け	A-3	A-5	A-4	A-4	A-4	A-3	A-5	A-4	A-5	A-4

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
名 号	ゆみこ	きよふく	ふくり	ふくふく	ふみ	波宝	雪福	智波	はるなみ	ちか
血 母の父	松福美	紋次郎	安福57	福栄	勝海星	家康福	安金	晴姫	晴姫	晴姫
統 祖母の父	福桜(宮崎)	平茂勝	平茂勝	平茂勝	姫桜	第55平茂	第55平茂	北国7の8	金鶴	福栄
と畜時月齢	31.4	31.4	31.6	31.1	29.4	27.1	27.5	27.5	27.7	27.7
枝肉重量 (kg)	454.0	418.1	516.2	517.0	323.0	471.0	516.0	358.0	355.0	383.0
ローズ芯面積 (cm ²)	55	47	57	52	38	61	69	45	49	45
バラの厚さ (cm)	7.8	7.6	8.3	7.7	6.6	8.3	8.6	7.6	6.5	7.3
皮下脂肪厚 (cm)	3.8	2.5	5.1	5.3	2.2	3.7	3.2	1.9	3.6	4.0
歩留基準値	72.2	73.2	71.3	70.2	72.7	73.7	74.8	74.1	72.4	71.7
脂肪交雑 (BMS No.)	9	8	5	5	5	5	7	3	3	8
格付け	A-5	A-5	B-4	B-4	A-3	A-4	A-4	A-3	A-3	B-5

番 号	21	22	23	24	平均 値	
名 号	福波照	勝福波	たんぼぼ	前之48		
血 母の父	照溝	勝海星	糸幸福	晴姫	去 勢	雌
統 祖母の父	糸福(大分)	平茂勝	安福165の9	紋次郎	n = 13	n = 11
と畜時月齢	27.6	28.6	29.5	28.6	28.1 ± 0.5	30.0 ± 1.5
枝肉重量 (kg)	405.0	473.6	442.1	498.0	450.8 ± 45.9	430.8 ± 63.0
ローズ芯面積 (cm ²)	49	54	56	56	54.2 ± 6.8	50.8 ± 5.7
バラの厚さ (cm)	7.3	8.3	7.2	8.2	7.7 ± 0.6	7.4 ± 0.6
皮下脂肪厚 (cm)	2.2	2.5	3.3	2.6	2.6 ± 0.7	3.6 ± 1.0
歩留基準値	73.6	73.8	73.0	73.6	73.6 ± 0.8	72.4 ± 1.0
脂肪交雑 (BMS No.)	5	8	6	7	6.2 ± 2.2	6.4 ± 1.9
格付け	A-4	A-5	A-4	A-4		

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級	1	2	3	4	5	計
歩留等級						
A			5	10	6	21
B				2	1	3
C						
計			5	12	7	24

沖縄アグー豚（アグー）と三元交雑豚の肉質分析の比較

我那覇紀子 當眞嗣平 安里直和 野中克治

I 要 約

沖縄アグー豚（アグー）の肉質特性を明らかにするため、アグーおよび三元交雑豚（LWD）の肉質分析を比較検討した。

胸最長筋の筋肉内脂肪含量，伸展率，加圧保水性および圧搾肉汁率はアグーが有意に高かった。水分含量および加熱損失はアグーが有意に低かった。破断応力は有意な差はなかったが，アグーが低かった。

皮下内層脂肪の脂肪融点については，アグーが 36.0℃，LWD が 35.1℃であり，有意な差はなかったが，アグーが高かった。パルミチン酸，パルミトレイン酸およびオレイン酸含量についてはアグーが有意に高かった。ステアリン酸含量は有意な差はなかったがアグーが低かった。リノール酸含量については，アグーが有意に低かった。

以上のことから，アグーはLWDに比べ軟らかく肉汁も保持しており，風味のよいことが示唆された。

II 緒 言

近年，アグーを活用したアグーブランド豚肉は，出荷頭数が継続的に増加している¹⁾。また，香港にも輸出されており，沖縄 21 世紀ビジョン実施計画²⁾の中の「おきなわブランド」の一つとしてアグーブランド豚は大変重要である。そのアグーの肉質特性に関して大城らは，アグーはLWDに比べ筋肉内脂肪含量が高く，内層脂肪融点が低く，肉質に優れていると報告している³⁾。しかし，肉質が良いといわれているものの，アグーの肉質特性に関しての報告はまだ少ない^{4~6)}。そこで今回，アグーおよびLWDの肉質特性を把握するため，脂肪融点，脂肪酸組成，筋肉内脂肪含量などの肉質分析の比較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，水分含量，筋肉内脂肪含量，脂肪融点および脂肪酸組成については 2013 年 8 月～2014 年 6 月まで当所で肥育した平均 222 日齢のアグー36 頭を，伸展率，加圧保水性，圧搾肉汁率，加熱損失および破断応力については前述したアグーのうち 23 頭と，2014 年 9 月に食肉卸業者から購入した LWD 12 頭分を用いた。それらの 10～13 胸椎部から胸最長筋と皮下内層脂肪を採取し，肉質分析を行うまで -30℃で冷凍保存した。

2. 肉質形質測定方法

肉質形質は胸最長筋の水分含量，筋肉内脂肪含量，伸展率，加圧保水性，圧搾肉汁率，加熱損失および破断応力，皮下内層脂肪の脂肪融点および脂肪酸組成である。水分含量，筋肉内脂肪含量，伸展率，加圧保水性，圧搾肉汁率，加熱損失，破断応力および脂肪融点の測定は，常法⁷⁾に準じた。脂肪酸組成は，皮下内層脂肪を用いて測定した。サンプルからの脂肪酸の抽出はFolchの方法⁸⁾で行い，抽出した脂質は脂肪酸メチル化キット（ナカライテスク試薬）で前処理を行った。その後，GC-MS（Agilent 7890GC/5975MSD）で測定を行った。

3. 統計処理

統計処理は，t 検定を行った。

IV 結果および考察

1. 胸最長筋の理化学的性状

表1にアグーとLWDの胸最長筋の理化学的性状を示した。筋肉内水分含量は、アグーが有意に低かった。筋肉内脂肪含量は、アグーが有意に高かった。肉類では、脂肪が多い分だけ一般的には水分が少なくなる⁹⁾ため、今回の結果もその傾向がみられた。伸展率、加圧保水性、圧搾肉汁率はアグーが有意に高かった。加熱損失はアグーが有意に低かった。破断応力は有意な差はなかったが、アグーの値が低かった。アグーは伸展率が高く破断応力も低いことから、LWDと比べ軟らかいことが分かった。また、加圧保水性はどの程度肉汁を保持するかを示し⁷⁾、アグーがLWDに比べ肉汁を保持していることが分かった。圧搾肉汁率は噛んだ時の肉汁の多さを示し⁷⁾、加熱損失率は加熱した際に流れ出る肉汁の量で小さいほど肉汁を保持している⁷⁾ことになる。これらの結果から、アグーは筋肉内脂肪含量が高く、軟らかく肉汁も保持しており、食感のよい肉質であることが示唆された。

表1 胸最長筋の理化学的性状

区分	n	アグー		n	LWD	
水分含量 (%)	36	73.3	± 1.7*	12	74.0	± 0.9
筋肉内脂肪含量 (%)	36	4.3	± 1.6*	12	2.9	± 0.7
伸展率	23	16.0	± 2.1*	12	10.4	± 1.0
加圧保水性 (%)	23	80.6	± 2.8*	12	75.2	± 2.3
圧搾肉汁率 (%)	23	44.5	± 4.5*	12	32.2	± 1.6
加熱損失 (%)	23	26.5	± 3.8*	12	32.9	± 1.2
破断応力 (kgf/cm ²)	23	46.6	± 2.6	12	52.9	± 2.8

注) *: p<0.05

2. 皮下内層脂肪の融点および脂肪酸組成

表2にアグーとLWDの皮下内層脂肪の脂肪融点、脂肪酸組成を示した。脂肪融点については、アグーが36.0℃、LWDが35.1℃であり、有意な差はなかったがアグーが高い結果となった。大城らは、アグーは脂肪融点が低いと報告している²⁾が、不飽和脂肪酸含量が高いと脂肪融点が低くなる⁶⁾といわれており、今回の結果はLWDがアグーにくらべ不飽和脂肪酸含量が高いことから脂肪融点が低くなったと考えられる。パルミチン酸、パルミトレイン酸、オレイン酸については、アグーが有意に高かった。ステアリン酸は、有意な差はなかったがアグーが低かった。リノール酸は、アグーが有意に低かった。豚肉の肉質分析と官能評価の関係において、豚肉の脂肪酸組成と官能評価に高い相関が得られ、風味への影響も大きいといわれており^{10,11)}、パルミチン酸、パルミトレイン酸およびオレイン酸含量が香りと正の相関を示し、ステアリン酸およびリノール酸含量が香りと負の相関を示したとある。今回の結果は、アグーのパルミチン酸、パルミトレイン酸、オレイン酸含量がLWDに比べ高い。また、アグーはステアリン酸およびリノール酸含量がLWDに比べ低い。餌や環境が異なるが今回の脂肪酸組成の結果は、著者らが以前報告した結果⁶⁾と同じ結果であったことから、今回もアグーは香りがよく風味がよいことが示唆された。

餌や環境が異なり単純な比較は出来ないが今回の結果は、アグーはLWDと比較して軟らかく肉汁も保持しており、香りがよく風味のよい良質な肉質であることが示唆された。

表2 皮下内層脂肪の融点、脂肪酸組成

区分		アグー (n=36)		LWD (n=12)	
脂肪融点	(℃)	36.0	± 2.6	35.1	± 2.8
ミリスチン酸	(C14:0) (%)	1.5	± 0.2*	1.4	± 0.1
パルミチン酸	(C16:0) (%)	27.9	± 4.3*	25.7	± 0.9
パルミトレイン酸	(C16:1) (%)	2.7	± 0.6*	1.7	± 0.2
ステアリン酸	(C18:0) (%)	17.4	± 2.3	18.1	± 2.2
オレイン酸	(C18:1) (%)	44.7	± 4.0*	38.4	± 1.4
リノール酸	(C18:2) (%)	5.4	± 1.3*	13.9	± 1.8
リノレン酸	(C18:3) (%)	0.3	± 0.0*	0.8	± 0.1
飽和脂肪酸	(%)	46.8	± 3.6*	45.2	± 3.0
不飽和脂肪酸	(%)	53.2	± 3.6*	54.8	± 3.0
一価不飽和脂肪酸	(%)	47.4	± 3.7*	40.1	± 1.5
多価不飽和脂肪酸	(%)	5.7	± 1.3*	14.7	± 1.9

注) *: p<0.05

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) 沖縄県(2014) 沖縄21世紀ビジョン実施計画(前期:平成24年度~平成28年度)改訂版, 248-250
- 3) 大城まどか・仲村敏・鈴木直人・太田克之・渡久地政康(2003)琉球在来豚(アグー)を活用した銘柄豚の確立(3)アグーの肥育試験および肉質調査, 沖縄畜試研報, 41, 71-78
- 4) 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), 沖縄畜試研報, 43, 25-29
- 5) 辻井辰弥・高木壮一郎・小平貴都子・竹之山慎一・高橋俊浩・森田哲夫・六車三治男・入江正和(2009)琉球在来島豚の交雑種における肉質特性, 日豚会誌, 46(4), 190-199
- 6) 我那覇紀子・知念司・當眞嗣平・渡部翔之・野中克治(2012)琉球在来豚(アグー)と他品種の脂肪酸組成の比較, 沖縄畜研研報, 50, 25-27
- 7) 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル(2010) 独立行政法人家畜改良センター
- 8) Westerling DB, Hedrick HB(1979) Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Anim. Sci*, 48(6), 1343-1348
- 9) 沖谷明紘(1996)肉の科学, 朝倉書店
- 10) 田淵賢治(2006)四国地域の銘柄豚の特徴あるおいしさ評価技術の開発, 養豚の友, 1月号, 26-31
- 11) 木全誠・石橋晃・鎌田寿彦(2001)豚肉の理化学的成分と官能検査との関係, 日本養豚研究会誌, 38, 45-51

豚肉の肉質に及ぼすアグー種雄豚の影響

眞嗣平 我那覇紀子 親泊元治 光部柳子
野中克治

I 要 約

肉質に及ぼすアグー種雄豚の影響を明らかにするため、アグー種豚同士の交配で得られた産子を同飼料、同農場で肥育し、肉質を調査した。肉質はロース部分の脂肪融点、水分含量、筋肉内脂肪含量および脂肪酸組成を調査した。水分含量、筋肉内脂肪含量、リノール酸以外の脂肪酸組成について種雄豚による有意な差が認められ、アグー種豚間で遺伝的な差異がみられた。そのことからアグーの肉質改良の可能性が示されるとともに肉質に関する遺伝的能力評価の必要性が示唆された。

II 緒 言

沖縄アグー豚を活用したアグーブランド豚は全国的な認知度も高く¹⁾、2013年度の出荷頭数は3万頭を超えるまでに増加している。これまで大城ら²⁾や我那覇ら^{3, 4)}はアグーの肉質調査を行い、食味性に影響を与える筋肉内脂肪含量や脂肪酸組成において優れた肉質特性を持つことを明らかにした。豚の肉質に関与する要因として、飼料^{5~7)}、肥育期間^{8, 9)}、飼育密度¹⁰⁾、などの環境要因と品種^{11, 12)}、性差¹¹⁾などの遺伝的要因が報告されている。鈴木ら¹²⁾は飼料よりも品種などの遺伝的な影響が大きいことを明らかにし、同品種内においても遺伝的差異があることを報告¹⁴⁾しており、肉質には種雄豚における遺伝的要因も影響していると考えられる。本研究では、肉質に及ぼすアグー種雄豚の影響を検討するため、アグー種豚同士の交配で得られた産子を同一の農場および飼料で肥育し、肉質を調査した。

III 材料および方法

1. 供試材料

図1に示すように当センターのアグー雄5頭にアグー雌豚11頭をそれぞれ2頭~3頭ずつ交配して得られたアグー豚産子の去勢および雌の合計38頭を用いた。当センター内で同一飼料で肥育し、と畜日齢は平均222日であった。と畜後、枝肉の最後胸椎部分のロースを採取し、真空パック後-30℃で保存した。

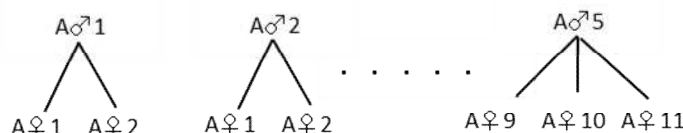


図1 交配方法

2. 分析項目

上記サンプルの脂肪融点、水分含量、筋肉内脂肪含量および脂肪酸組成を分析した。脂肪融点、水分含量、筋肉内脂肪含量は常法¹⁵⁾に準じた。脂肪酸の抽出はFolchの方法¹⁶⁾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. 統計処理

統計処理は解析ソフト Jmp8 (SAS Institute Japan)を用いて種雄豚、性および種雌豚(雄内種雌効果)を要因とした分散分析を行い、種雄豚間で有意差が認められた項目については、Tukey法により多重検定を行った。

IV 結 果

脂肪融点、水分含量および筋肉内脂肪含量の分析結果を表1に示した。種雄豚間において、脂肪融点には、有意差は認められなかったものの、水分含量および筋肉内脂肪含量については有意差が認められた。水分含量は72.2%~75.2%の幅があり、筋肉内脂肪含量では、2.8%~5.2%の幅がみられた。脂肪融点に種雌豚の影響が認められたが、性による影響はいずれの形質にも認められなかった。

表1 脂肪融点、水分含量および筋肉内脂肪

要因		脂肪融点(°C)	水分含量 (%)	筋肉内脂肪含量 (%)
種雄豚	例数	ns	**	**
A	9	37.4±0.8	73.5±0.5 ^{ab}	4.3±0.5 ^{ab}
B	5	34.2±1.3	72.7±0.9 ^{ab}	5.2±0.8 ^a
C	6	37.4±1.0	74.0±0.7 ^{ab}	2.8±0.6 ^b
D	12	35.4±0.6	72.2±0.4 ^b	5.0±0.4 ^a
E	6	36.6±0.9	75.2±0.6 ^a	2.9±0.6 ^b
種雌豚		*	ns	ns
性		ns	ns	ns

注1) 最小二乗平均±標準誤差

2) ns: 有意差なし, *: p < 0.05, **: p < 0.01

3) 種雄豚間の異なる異符号間に有意差あり (P<0.05)

脂肪酸組成の分析結果を表2に示した。脂肪酸組成についてはリノール酸を除くすべての脂肪酸に種雄豚による有意差が認められた。特に食味性に関わるといわれているオレイン酸において41.4%~48.3%の幅があった。ミリスチン酸、パルミチン酸に種雌豚の影響が認められたが、脂肪酸組成においても性による影響は認められなかった。

表2 脂肪酸組成(%)

要因		ミリスチン酸	パルミチン酸	パルミトレイン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸
種雄豚	例数	**	**	**	**	**	ns
A	9	1.34 ^c	24.0 ^c	2.37 ^b	18.7 ^a	48.3 ^a	5.1
		±0.05	±0.8	±0.17	±0.6	±0.9	±0.8
B	5	1.54 ^{abc}	28.9 ^{ab}	2.93 ^{ab}	16.5 ^{ab}	44.1 ^{ab}	5.7
		±0.09	±1.3	±0.28	±1.0	±1.5	±0.8
C	6	1.74 ^{ab}	29.9 ^{ab}	3.54 ^a	13.4 ^{ab}	44.1 ^{ab}	6.9
		±0.08	±1.2	±0.26	±0.9	±1.4	±0.8
D	12	1.69 ^a	31.4 ^a	2.75 ^{ab}	17.2 ^b	41.4 ^b	5.2
		±0.04	±0.6	±0.14	±0.5	±0.7	±0.8
E	6	1.42 ^{bc}	25.8 ^{bc}	2.59 ^{ab}	17.9 ^a	45.7 ^a	6.2
		±0.07	±1.0	±0.22	±0.8	±1.2	±1.2
種雌豚		*	**	ns	ns	ns	ns
性		ns	ns	ns	ns	ns	ns

注1) 最小二乗平均±標準誤差

2) ns: 有意差なし, *: p < 0.05, **: p < 0.01

3) 種雄豚間の異なる異符号間に有意差あり (P<0.05)

V 考 察

肉質に及ぼす種雄豚の影響を検討するため、当センターのアグー同士を交配して得られた産子を同農場、同飼料で肥育し肉質を調査した。その結果、水分含量、筋肉内脂肪含量および脂肪酸組成に種雄豚間の有意な差が認められた。筋肉内脂肪含量が増すと多汁性、風味やわらかさが増す^{17, 18)}。また、脂

脂肪酸組成は、パルミチン酸、パルミトレイン酸およびオレイン酸が高くなるほど、食味性が良くなることが報告¹⁹⁾され、肉質の良さを特徴とする TOKYOX、イベリコ豚²⁰⁾およびマンガリツァ豚²¹⁾などが国内外で広く消費者から受け入れられている。本研究で筋肉内脂肪含量や脂肪酸組成に種雄豚による特徴があり差異が認められたことから、消費者のニーズに合わせた肉質向上に向けた遺伝的改良の可能性が示唆された。主にアグーは西洋種雌に交配する止め雄として活用されている。最近では、人工授精技術の普及により少数の雄アグーを用いてブランド豚生産を行っている農場もあることから、供用する種雄アグーによって肉質が大きく異なるのであれば、高品質をアピールしているブランド豚肉生産においては種雄豚の選択は特に重要である。そのため今後、アグーの肉質に関する遺伝的能力の評価法および効率的な育種改良システムの確立が必要である。

VI 引用文献

- 1) 日本食肉消費総合センター (2010) 消費者調査 第VI章消費者の肉の好み, H22-12月, 132
- 2) 大城まどか・仲村敏・鈴木直人・大田克之・渡久地政康 (2003) 琉球在来豚 (アグー) を活用した銘柄豚の確立 (3) アグーの肥育試験および肉質調査, 沖縄畜試研報, **41**, 71-78
- 3) 我那覇紀子・知念司・當眞嗣平・渡部翔之・野中克治 (2012) 琉球在来豚 (アグー) と他品種の脂肪酸組成, 沖縄畜研研報, **50**, 25-27
- 4) 我那覇紀子・當眞嗣平・親泊元治・光部柳子・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**, 23-26
- 5) 市川明・水野真樹・深津倍三・高橋努・玉田成甫 (1984) 飼料原料が肉豚の体脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響 (第1報) 特にトウモロコシとマイロの多給の影響, 愛知農総試研報, **16**, 346-351
- 6) 市川明・水野真樹・深津倍三 (1985) 飼料原料が肉豚の体脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響 (第2報) 特に大麦給与の影響, 愛知農総試研報, **17**, 377-382
- 7) 岩本英治・設楽 修・入江正和 (2005) パン添加飼料給与がブタの増体量および肉質に及ぼす影響, 日畜会報, **76**, 15-22
- 8) 佐野通・荒金知宏・森尚之・松馬定子・奥田宏健 (2004) 肥育期間の延長がパークシャー種の肉質に及ぼす影響, 岡山総畜研報, **15**, 59-64
- 9) 清水俊郎・鈴木啓一・渡部正樹・小川ゆう子 (2000) 肉豚の肥育期間, ロース部位および肉の熟成が肉質に及ぼす影響, 日畜会報 **37**, 108-114
- 10) 山田 未知・渡部・雄一郎・佐藤 暁・山田 幸二・菅野 廣和 (2003) 飼育密度の違いが豚の発育性・産肉性および脂肪組織と筋肉の脂肪酸組成に及ぼす影響, 養豚会誌, **40**, 65-72
- 11) 鈴木啓一・小川ゆう子・阿部博行・斗内桂子・鈴木惇 (2001) 豚肉質の品種間, 性間および胸最長筋部位間の比較, 日畜会報, **72**, 215-223
- 12) 鈴木啓一・阿部博行・小川ゆう子・石田光晴・清水隆弘・鈴木惇 (1997) 3元交雑豚の肉質に及ぼす止め雄品種の影響, 日畜会報 **68**, 310-317
- 13) 鈴木啓一 (2000) 豚系統造成の今後の課題—特に肉質の改良について—動物遺伝育種研究, **28**, 79-88
- 14) 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
- 15) 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
- 16) 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
- 17) 入江正和 (2006) 豚肉の品質と評価, 動物遺伝育種研究, **34**, 33-44
- 18) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編 日本飼養標準 豚 (2013年版) 中央畜産会
- 19) 木全誠・石橋晃・鎌田寿彦 (2001) 豚肉の理化学的成分と官能検査との関係, 養豚会誌, **38**, 45-51
- 20) López-Bote, H., C. J. (1998) Sustained utilization of the Iberian pig breed, *Meat Sci*, **49**, 17-27
- 21) Egerszegi I, Rátky J, Solti L, Brüssow KP (2003) Mangalica- an indigenous swine breed from Hungary. *Archiv Tierz*, **46**:245-256.

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

當眞嗣平 我那覇紀子 親泊元治 光部柳子
野中克治

I 要 約

一塩基多型 (SNP) 情報を利用した沖縄アグー豚 (アグー) の遺伝能力評価法を検討するため、沖縄アグーブランド豚推進協議会 (協議会) の指定生産農場である 1 農場で生産されたアグー交雑種 200 頭の肉質分析値と Illumina 社の Porcine SNP60 Genotyping BeadChip の SNP 型からゲノム関係行列 (G 行列) による遺伝率とゲノム育種価を推定した。筋肉内脂肪含量, 加圧保水性, ステアリン酸およびオレイン酸において文献値と近い値が推定され, それぞれ 0.38, 0.36, 0.48, 0.30 と中程度を示した。G 行列を用いることで形質データを持たない, 農場内の全アグー種雄豚 29 頭についてゲノム育種価が推定された。今後、データを蓄積し推定精度を高める必要がある。

II 緒 言

アグーは産肉能力, 繁殖性などの経済性において西洋品種に比べ劣るものの, 消費者から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。育種価を推定するためには, 対象とする形質データおよび血統情報が必要であるが, アグーは登録体制が整備されて日が浅いため, 血統情報が十分ではない。そのため, 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 マーカーを用い種畜評価を行うゲノム選抜法^{3~9)}が注目されている。ゲノム選抜法においては, 血統情報の代わりにゲノムの関係性から個体間の遺伝的関係すなわち G 行列¹⁰⁾を利用することで, ゲノム育種価を推定する方法もある。この手法を用いてアグーの肉質に関して遺伝能力評価が可能であれば, アグーの肉質向上に有効である。よって, アグー交雑種の肉質形質と SNP 情報を用いて肉質形質について遺伝率とゲノム育種価を推定しアグーの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

協議会の指定生産農場である 1 農場から出荷されたアグー交雑種 200 頭のと畜後 1 週間以内の最後胸椎部分のロースを供試した。豚肉は, 肉質分析用と DNA 抽出用に選別し, 肉質分析用は真空パック後, 分析に供すまで -30°C で保存した。

アグー交雑種 200 頭とアグー種雄豚 29 頭について, 耳介組織および肉片組織を用いプロテイナーゼ K 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 マーカーからアリル頻度が 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

置かれた SNP を除外し、最終的に 45939 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、以下に示すように性を母数効果、個体の育種価を変量効果とする混合モデルとした。

$$Y = Xb + Zu + e \cdots \cdots (1)$$

ただし Y; 各肉質測定値

X; 性の効果に対する計画行列

b; 性の効果

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。

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

ただし, h²; 推定遺伝率

b; 性の効果

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にアグー交雑種における肉質形質の基本統計量を示した。

筋肉内脂肪含量は平均 5.7%と我那覇ら²⁾が食肉卸業者より購入し分析した一般豚肉(LWD)の値 2.9%よりも高い値を示した。しかし、1.6%~14.3%と変動が大きく、変動係数が 41.1%であった。その他、破断応力の変動係数が大きかった。

表1 アグー交雑種における肉質形質の基本統計量

形質	平均	標準偏差	最大	最小	変動係数(%)
脂肪融点(°C)	34.4	2.7	41.8	29.0	7.9
水分含量(%)	71.7	2.5	86.8	64.4	3.5
筋肉内脂肪含量(%)	5.7	2.3	14.3	1.6	41.1
加圧保水性(%)	83.6	2.8	91.2	71.6	3.4
圧搾肉汁率(%)	49.4	2.6	55.3	41.5	5.2
加熱損失率(%)	24.2	2.8	32.6	18.0	11.6
破断応力(kgf/cm ²)	19.3	7.2	45.0	3.9	37.1
脂肪酸組成(%)					
ミリスチン酸	1.4	0.2	2.1	0.9	13.9
パルミチン酸	26.7	3.1	34.0	19.3	11.6
パルミトリン酸	2.2	0.5	4.1	1.3	21.8
ステアリン酸	16.4	1.7	21.3	12.2	10.6
オレイン酸	44.5	3.6	52.7	34.7	8.0
リノール酸	8.2	1.3	12.9	5.3	15.9

表2に肉質形質について推定した遺伝率およびアグー種雄豚のゲノム育種価を示した。文献値と比較すると鈴木ら¹⁴⁾によるデュロック種の報告と、筋肉内脂肪含量、ステアリン酸およびオレイン酸にお

いて近い値が推定された。水分含量、加圧保水性および圧搾肉汁率の遺伝率推定の報告は少ないが加圧保水性においてLoら¹⁵⁾がデュロックおよびランドレースの純粋種や交雑種の集団で推定した値と比較的であった。ゲノム育種価の推定について、G 行列によるゲノムを通じた関係性を基に形質データを持たないアグー種雄豚 29 頭についても育種価推定値を得ることができ、能力評価が可能であった。重要なのはその推定精度であるが、佐藤ら¹⁶⁾は、豚系統造成において精度の高い遺伝率と育種価推定値を得るためには 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可能性を報告している。現時点では 200 頭からの推定であり、データの蓄積が必要である。ゲノム育種価について、荒川ら¹⁷⁾は、デュロック閉鎖集団において血縁行列を用いた従来の BLUP 法による育種価と G 行列によるゲノミック育種価を比較し、相関係数は高かったと報告している。いっぽう乳牛においては、従来法より若干精度が高いもののこれまでの評価システムを変えるほどではない^{6, 9)}とする報告もある。また、今回用いた SNP は主に西洋種から開発されたことから、アグーの遺伝能力を反映しきれない可能性も考慮する必要がある。ゲノム選抜法は世界中で盛んに研究されている分野であり、今後の研究動向を踏まえつつ、引き続き検討する必要がある。

表2 肉質形質における遺伝率およびアグー種雄豚の推定ゲノム育種価

形質	遺伝率	遺伝率	推定ゲノム育種価	
	文献値		最大	最小
脂肪融点(°C)	0.61 ¹⁵⁾	0.18	0.44	0.06
水分含量 (%)	0.14 ¹⁶⁾	0.68	0.44	-0.37
筋肉内脂肪含量 (%)	0.39 ¹⁵⁾	0.38	3.39	0.12
加圧保水性 (%)	0.25 ¹⁶⁾	0.36	1.60	-2.74
圧搾肉汁率 (%)	0.12 ¹⁶⁾	0.58	1.45	-5.20
加熱損失率 (%)	0.09 ¹⁵⁾	0.83	3.90	-3.17
破断応力(kgf/cm ²)	0.38 ¹⁵⁾	0.11	2.34	-1.80
脂肪酸組成 (%)				
ミリスチン酸	0.15 ¹⁵⁾	0.75	0.23	-0.11
パルミチン酸	0.30 ¹⁵⁾	0.37	2.46	-1.11
パルミトレイン酸	0.36 ¹⁵⁾	0.50	0.76	-0.01
ステアリン酸	0.51 ¹⁵⁾	0.48	0.70	-2.11
オレイン酸	0.28 ¹⁵⁾	0.30	2.30	-1.62
リノール酸	0.32 ¹⁵⁾	0.53	0.07	-1.63

注) 文献値の列の肩番号は文献番号を表す

V 引用文献

- 1) 日本食肉消費総合センター (2010) 消費者調査 第VI章消費者の肉の好み, H22-6月, 132
- 2) 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
- 3) Meuwissen T.H.E., B.J. Hayes and M.E. Goddard (2001) Prediction of total genetic value using
- 4) genome-wide dense marker maps, *Genetics*, 157, 1819-1829
- 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) 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

-
- 12) 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
 - 13) Endelman, J. B. (2011) Ridge regression and other kernels for genomic selection with R package rrBLUP. *Plant Genome* 4:250-255
 - 14) 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
 - 15) Lo LL, McLaren DG, McKeith FK, Fernando RL, Novakofski J (1992) Genetic analysis of growth, realtime ultrasound, carcass and pork quantity traits in Duroc and Landrace pigs. II. Heritabilities and correlations. *Journal of Animal Science*, **70**, 2387-2396
 - 16) 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
 - 17) 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
-

沖縄アグー豚の精液性状に及ぼす季節の影響

親泊元治 知念司* 當眞嗣平 野中克治

I 要 約

沖縄アグー豚（アグー）の精液性状に関する基礎的な報告は少なく、今後の試験研究の実施ならびに効率的な人工授精技術の確立のため、アグーの精液性状に大きく影響すると考えられる季節について検討した。

1. アグーの精液採取量は72.7ml、濃度は6.6億/mlおよび総精子数は462.7億であった。これらの値はアグー×ランドレース交雑種（LA）、ランドレース（L）および文献値と比較して大きな差はなかった。
2. アグーの精液採取量は冬期が80.3mlと夏期および秋期と比較して有意に高く、気温が高くなるにつれて精液採取量が減少する傾向が認められた。
3. アグーの精子濃度は冬期が7.2億/mlで夏期と比較して有意に高かった。精子濃度についても精液採取量と同様に気温が高くなるにつれて濃度が減少する傾向が認められた。
4. アグーの総精子数は冬期が549.2億で夏期および秋期と比較して有意に高かった。
5. アグーは人工授精に供する基準である精子生存率70%以上かつ精子運動性+++以上（精子活力70+++以上）の割合において季節間に有意差はなく年平均で72.8%であった。

以上の結果から、アグーの精液性状は一般豚と大きな差はなく、一般豚と同様に季節の影響を受けていることが示唆された。

今後は、奇形率の測定やアグーの液状精液の保存日数の延長を目的とした最適な液状精液の濃度および希釈剤の検討、また、アグーの遺伝資源の保存を目的とした凍結精液の研究においても、季節を考慮した凍結精液製造技術の確立が必要である。

II 緒 言

アグーの雄と西洋豚の雌を交配した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活用が重要である。アグー種雄豚は、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ことから、育種改良としての精液の広域活用と遺伝資源の保存が強く望まれている。そのためには豚人工授精技術の確立が求められているが、アグーの精液性状については貴重な遺伝資源の保存を目的とした凍結方法に関する報告^{2~5)}が多く、精液性状に関する基礎的な報告⁶⁾は少ない状況である。また、本県においては夏場に肥育豚出荷頭数が減少し、その平準化が課題となっている。その原因としては、夏場の精液の保存性の低下や雄豚の性欲減退が報告⁷⁾されており、受胎率の低下が肥育豚出荷頭数の減少となっていると考えられる。

そこで、今後の試験研究の実施ならびに豚人工授精技術の確立に資するため、当センターで飼養しているアグーの精液性状に及ぼす季節の影響を検討した。

III 材料および方法

1. 供試豚

供試豚は当センターで2011年3月から2014年12月の間に飼養しているアグー38頭、LA6頭およびL3頭を用いた。採取時の月齢は7~112カ月齢であった。

2. 調査項目

1) 精液性状

* 現北部農林水産振興センター家畜保健衛生課

(1) 精液採取量

精液の採取量は、濃厚部^{8, 9)}を手圧法⁹⁾で採取した量とした。

(2) 精子濃度および総精子数

精子濃度は血球計算板^{8~10)}を用いて計算した。総精子数は精子濃度に採取量を乗じて計算した。

2) 季節の影響

季節の影響は精液採取量, 精子濃度, 総精子数および人工授精に供する基準¹⁰⁾である精子活力70+++以上の割合について検討した。季節は表1のとおり区分した。気象庁における名護の平年値の日最高気温を基準に20℃以上25℃未満の3~4月を春期, 25℃以上の5~10月を夏期, 20℃以上25℃未満の11~12月を秋期, 20℃未満の1~2月を冬期とした。

表1 季節の区分

月	気温 (℃) : 沖縄県名護			季節の区分
	日平均	日最高	日最低	
1月	16.3	19.3	13.5	冬期
2月	16.5	19.5	13.5	
3月	18.4	21.3	15.5	春期
4月	21.0	23.9	17.9	
5月	23.5	26.5	20.8	夏期
6月	26.7	29.2	24.6	
7月	28.8	31.8	26.5	
8月	28.6	31.6	26.2	
9月	27.3	30.5	24.8	
10月	24.8	27.8	22.3	秋期
11月	21.4	24.4	18.8	
12月	18.0	21.0	15.1	
年	22.6	25.6	20.0	

注1) 統計期間1981~2010

2) データは気象庁ホームページから抜粋

3. 統計処理

統計処理はアグーについて母数効果としての採取年度および季節, 変量効果として個体, 共変量として採取月齢を考慮した混合モデルにより解析を行った。また, 季節の影響における精子活力70+++以上の割合については χ^2 二乗検定を行った。

IV 結果および考察**1. 精液性状**

表2に3品種の精液性状を示した。そのうちアグーの採取月齢は最小9~最大112カ月, 採取量は72.7ml, 濃度は6.6億/mlおよび総精子数は462.7億であった。これらの値はLA, Lおよび文献値¹⁰⁾と比較して大きな差はなかった。アグーは近交退化により繁殖能力が低下, 精液性状が悪い^{3, 11)}とされているが, 今回の結果ではアグーの濃厚部における採取量, 濃度および総精子数は一般豚と大きく変わらなかった。しかし, 極端に精液性状の悪い個体も散見されたため, 今後は近交係数との関係や奇形率等の検討が必要と考えられる。

表2 精液性状

品種	頭数 (頭)	採取 (回)	月齢 (カ月)	採取量 (ml)	濃度 (億/ml)	総精子数 (億)
アグー	38	619	35.4 ± 22.9	72.7 ± 30.1	6.6 ± 3.5	462.7 ± 285.4
最小9-最大112						
LA	6	73	12.5 ± 4.1	72.3 ± 17.6	8.2 ± 3.4	593.6 ± 298.5
L	3	24	30.5 ± 17.9	63.5 ± 20.8	7.4 ± 2.3	441.6 ± 149.4

注) 平均±標準偏差

2. 季節の影響

図1にアグーの季節別の精液採取量を示した。

精液採取量は冬期が80.3mlで夏期および秋期と比較して有意に高かった。気温が高くなるにつれて精液採取量が減少する傾向が認められ、その影響は秋期まで残ったと考えられた。

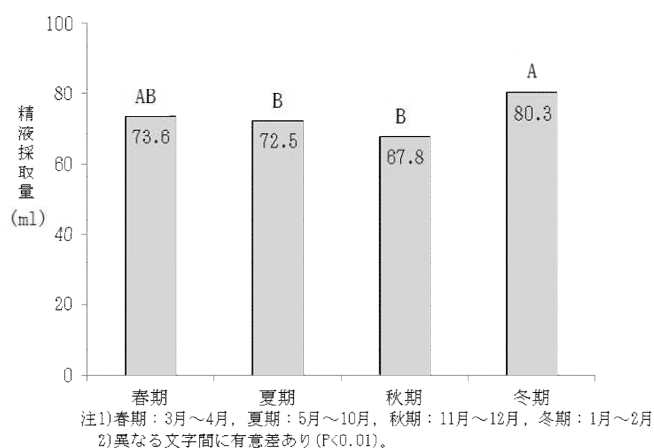


図1 アグーの季節別精液採取量

図2にアグーの季節別の精子濃度を示した。

精子濃度は冬期が7.2億/mlで夏期の6.1億/mlと比較して有意に高かった。精子濃度についても精液採取量と同様に気温が高くなるにつれて濃度が減少する傾向が認められた。

図3にアグーの季節別の濃厚部における総精子数を示した。

総精子数は冬期が549.2億となり、夏期の438.6億および秋期の375.9億と比較して有意に高かった。

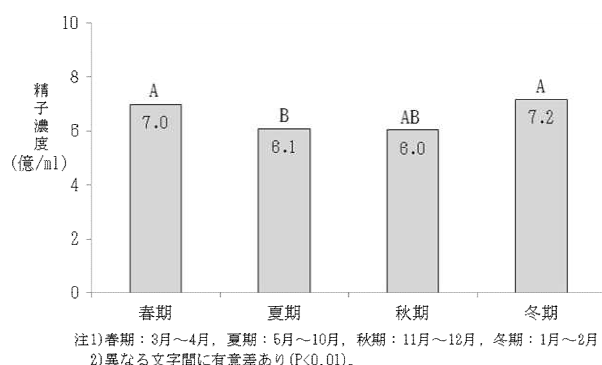


図2 アグーの季節別精子濃度

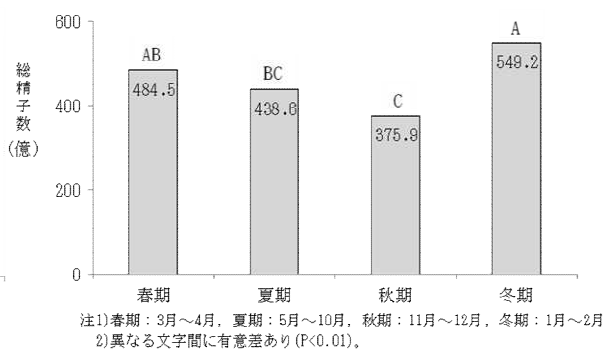


図3 アグーの季節別総精子数

図4に人工授精に供する基準である精子活力70+++以上の精液性状割合を示した。

アグーの精子活力 70+++以上の割合は季節間に有意差が認められず、年間平均で 72.8%であった。

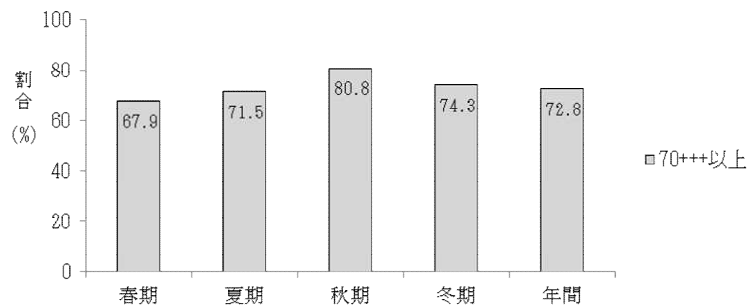


図4 アグーの季節別精子活力 70+++以上の割合

以上の結果から、アグーは精液採取量、濃度および総精子数については一般豚と大きな差はなかった。人工授精に供する基準である精子活力70+++以上の割合は、季節間に有意差がなく年平均72.8%であった。また、アグーは一般豚と同様に季節の影響が採取量、濃度および総精子数に確認され、夏期および秋期に精液性状が悪くなる傾向があることから、暑熱対策や精液性状の良い冬期に製造した凍結精液の活用など有効な方法を検討する必要性が示唆された。

本県においては夏期に肥育豚出荷頭数が減少し、その平準化が課題となっている。夏期は精液の保存性の低下や雄豚の性欲減退が報告⁷⁾されており、受胎率の低下が肥育豚出荷頭数減少の原因となっていると考えられる。アグーにおいても、今回検討した項目以外に採取後の精液の保存性や精子奇形率等に季節が影響している可能性がある。

今後は、奇形率の測定やアグーの液状精液の保存日数の延長を目的とした最適な液状精液の濃度および希釈剤の検討、また、アグーは集団が小さく近交退化が懸念されており、遺伝資源の保存を目的とした凍結精液の研究においても、季節を考慮した凍結精液製造技術の確立が必要である。

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) 仲村敏・島袋宏俊・稲嶺修・吉本哲兵・山内昌吾・建本秀樹・与古田稔(2007)琉球在来豚(アグー)の効率的繁殖技術の確立(4), 沖縄畜研研報, 45, 31-36
- 5) 仲村敏・建本秀樹・島袋宏俊・稲嶺修・山内昌吾・与古田稔(2008)琉球在来豚(アグー)の効率的繁殖技術の確立(6), 沖縄畜研研報, 46, 59-66
- 6) 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
- 7) 梶田博司(2002)ブタの液状精液による人工授精の現状と将来, 日豚会誌, 39, 67-70
- 8) 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
- 9) 社団法人畜産技術協会(2004)牛の人工授精マニュアル, 社団法人畜産技術協会
- 10) 家畜人工授精講習会テキスト(家畜人工授精編)(2010), 社団法人日本家畜人工授精師協会
- 11) 大城まどか・仲村敏・鈴木直人・太田克之・渡久地政康(2003)琉球在来豚(アグー)を活用した銘柄豚の確立(2), 沖縄畜試研報, 41, 67-70

肉用種山羊産肉性比較試験

(5) 山羊の肥育における可消化養分総量水準の検討

千葉好夫 當眞嗣平 島袋宏俊 野中克治

I 要 約

本県において、山羊肥育時の飼料設計を行うための具体的な栄養水準の設定に関する報告はない。そこで、本研究では山羊の肥育における可消化養分総量（TDN）水準の検討を行った。交雑山羊去勢 13 頭および交雑雌山羊 5 頭を用い、試験 1 では TDN 水準を 74%と 78%に設定し、1 期 4 週間の 2 期とし、試験 2 では TDN 水準を TDN78%と 82%に設定し、1 期 3 週間の 2 期としてクロスオーバー法により肥育試験を実施した。給与飼料は飽食にし、飼料摂取量、体重、体尺、発育および血液生化学的検査の項目について調査した結果、以下のとおりであった。

1. 試験 1 では、TDN 水準 74%と 78%の 1 日あたりの増体量は、それぞれ 55.7g と 134.7g で TDN78%の給与水準の方が有意に高い値を示した ($P < 0.01$)。飼料摂取からのエネルギー充足を調査した結果 TDN 水準 74%はエネルギー不足が生じた。その他の調査項目については、両区に有意な差はなかった。
2. 試験 2 の TDN 水準 78%と 82%では、すべての調査項目について両区に有意な差はなかった。
3. 血液生化学的検査では、TDN 水準の違いによる影響を認めなかった。

以上の結果から、交雑山羊を肥育する場合、飼料コストを考慮して効率的な飼育を行うためには TDN 水準は 78%が推奨される。

II 緒 言

沖縄県では他県には見られない独特の地域資源として山羊肉を食する食文化がある。山羊肉を増産するために 2010 年度から「おきなわ山羊振興活性化事業」を開始した。2013 年度からは「おきなわ山羊飼養・流通消費促進事業」を推進している。この事業では、産肉性や肉質改善などにより山羊肉の消費拡大を図るため、山羊の肥育試験を実施している。飼料設計を行うためのおもな栄養水準として、TDN、粗タンパク質（CP）、中性デタージェント繊維（NDF）および酸性デタージェント繊維（ADF）などがあり、現場ではこれら栄養水準の適正を考慮して飼料設計を行っている。いっぽう、山羊の栄養要求を示す知見¹⁾はあるものの、本県において山羊肥育時の飼料設計を行うための具体的な栄養水準の設定に関する報告はない。そこで、今回は山羊の肥育における TDN 水準の検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

沖縄県畜産研究センターにおいて、試験 1 の TDN 水準 74%および 78%は、2013 年 7 月 31 日から 2013 年 9 月 26 日まで、試験 2 の TDN 水準 78%および 82%は 2013 年 11 月 18 日から 2013 年 12 月 30 日までとした。

2. 供試山羊

供試山羊の肥育開始月齢は 4~5.5 カ月齢で、去勢した交雑雄山羊 13 頭と交雑雌山羊 5 頭（試験開始時平均体重士標準偏差：31.1±5.6kg）を試験に供した。

3. 試験方法

試験 1 では、試験期間 1 期 4 週間の 2 期とし、試験 2 では 1 期 3 週間の 2 期とするクロスオーバー法により試験を行った。

4. 飼養管理

供試山羊は、飼養試験山羊舎の山羊房（2×3m）に 2~3 頭の割合で群飼し、同一の飼養管理を行い、自由飲水とした。飼料の給与は 1 日 2 回、午前 10 時、午後 4 時に行った。

5. 給与飼料の養分含量および各飼料の給与割合

給与飼料の養分含量を表 1 に、各 TDN 水準における各飼料の給与割合および養分割合を表 2 に示した。給与割合は TDN 水準が 74, 78 および 82%となるように設定し、CP の給与水準は全ての区で 15%とした。給与飼料は 10mm

に細切した所内生産のトランスバーラ乾草，加熱トウモロコシ，大豆粕で，飼料給与量は飽食とした。

飼料名	TDN	CP	NDF	EE	Ash
トランスバーラ乾草	59.4	5.9	72.4	2.1	5.0
加熱トウモロコシ	87.3	8.0	14.2	3.1	1.1
大豆粕	78.4	51.4	12.2	1.1	7.4

注1) TDN:可消化養分総量, CP:粗タンパク, NDF:中性デタージェント繊維,
EE:粗脂肪, Ash:粗灰分

2) 成分は一般分析法にて分析

表2 各飼料の給与割合および養分割合

単位：%

TDN 給与水準 (%)	給与割合			養分割合		
	トランスバーラ乾草	加熱トウモロコシ	大豆粕	CP	NDF	NFC
74	41.5	40.5	18.0	15	38.0	44.8
78	27.5	55.0	17.5	15	30.5	51.6
82	15.0	68.0	17.0	15	22.5	59.7

注1) 給与割合は重量比

2) CP:粗タンパク, NDF:中性デタージェント繊維, NFC:非繊維性炭水化物

6. 調査項目

1) 乾物摂取量および TDN 充足率

乾物摂取量は，午前 10 時に残飼量の測定を行い，給与量と残飼量の差を飼料摂取量とし，給与飼料の乾物率から乾物摂取量を求めた。TDN 充足率は，NRC(1981)の Nutrient Requirements of Domestic Animal の維持および 150g 増体するための要求量¹⁾を参考にして以下の式を作成することで TDN 要求量を求め，試験期間中 TDN 摂取量を TDN 要求量で除した割合で算出した。

$$\text{維持 TDN 要求量 (g)} = 8.0 \times \text{体重} + 111.6 \quad (R^2 = 0.995)$$

増体 150gTDN 要求量 : 300g

2) 発育成績

調査項目は，体重，体高，体長，胸囲，1日あたりの増体量とし，試験終了日に実施した。

3) 血液生化学的検査

スポットケム(SP-4410)を用い，総コレステロール(T-cho)，グルコース(Glu)，総タンパク(T-Pro)，アルブミン(A1b)，尿素窒素(BUN)の検査を行った。

7. 統計処理

両試験とも得られたデータは，解析ソフト Jmp8 (SAS Institute Japan) を用いて TDN 水準，個体，TDN 給与の順序効果ならびに実験時期の要因を考慮し，分散分析を実施した後，TDN 水準に有意差を認めた場合は，Tukey 法により検定を行った。

IV 結果

1. 試験 1 : TDN74%および 78%における比較試験

1) 体尺測定値および 1日あたりの増体量

体尺測定値および 1日あたりの増体量を表 3 に示した。体重，体高，体長，胸囲は両区に有意な差がなかったが，1日あたりの増体量は TDN78%区で有意に高値を示した(P<0.01)。

表3 体尺測定値および1日あたりの増体量

TDN 水準(%)	体重(kg)	体高(cm)	体長(cm)	胸囲(cm)	1日あたりの増体量(g)
74	36.9±5.6	64.7±4.4	66.5±4.1	76.7±6.2	55.7±53.0
78	37.3±5.0	65.8±5.5	65.1±3.1	78.1±4.4	134.5±66.7*

注1) 最小二乗平均±標準誤差

2) *:P<0.01

2) TDN 水準 74%と78%の1頭あたりの乾物総摂取量およびTDN 充足率

1頭あたりの乾物総摂取量およびTDN 充足率を表4に示した。1頭あたりの乾物総摂取量において両TDN 水準とも同等に摂取した。TDN 充足率はTDN 水準74%において95.8%と4.2%のエネルギーが不足したがTDN 水準の違いによる有意な差は認められなかった。

表4 TDN 水準 74%と78%における1頭あたりの乾物総摂取量およびTDN 充足率

TDN 水準(%)	乾物総摂取量 (kg)	TDN 充足率(%)
74	25.5±3.3	95.8±6.7
78	25.3±2.6	101.1±7.7

注) 最小二乗平均±標準誤差

3) 血液生化学的検査

血液生化学的検査結果は表5に示した。TDN74%と78%の給与水準の違いによる有意な差は認められなかった。

表5 血液生化学的検査

TDN 水準(%)	T-cho(mg/dl)	Glu(mg/dl)	T-pro(g/dl)	Alb(g/dl)	BUN(mg/dl)
74	60.9±9.8	52.5±5.0	5.6±0.8	2.3±0.4	22.3±6.3
78	60.4±11.5	51.6±6.2	5.6±0.5	2.4±0.3	23.8±4.1

注) 最小二乗平均±標準誤差

2. 試験2：TDN78%および82%における比較試験

1) 体尺測定値および1日あたりの増体量

体尺測定値および1日あたりの増体量を表6に示した。体重、体高、体長、胸囲および1日あたりの増体量は両区に有意な差がなかった。

表6 体尺測定値および1日あたりの増体量

TDN 水準(%)	体重(kg)	体高(cm)	体長(cm)	胸囲(cm)	1日あたりの増体量(g)
78	55.6±6.1	71.0±4.2	74.3±4.6	90.6±2.3	224.3±83.4
82	54.9±7.3	70.9±4.8	73.0±4.3	89.3±5.3	215.7±95.0

注) 最小二乗平均±標準誤差

2) TDN 水準 78%と82%の乾物総摂取量およびTDN 充足率

1頭あたりの乾物総摂取量およびTDN 充足率を表7に示した。1頭あたりの乾物総摂取量において両TDN 水準とも同等に摂取し、TDN 充足率は両TDN 水準ともエネルギーが充足された。TDN 水準の違いによる有意な差は認められなかった。

表7 TDN 水準 78%と82%における1頭あたりの乾物総摂取量およびTDN 充足率

TDN 水準(%)	乾物総摂取量 (kg)	TDN 充足率(%)
78	25.0±7.6	107.2±6.8
82	24.4±6.9	113.2±8.0

注) 最小二乗平均±標準誤差

3) 血液生化学的検査

血液生化学的検査結果は表8に示した。TDN78%と82%の給与水準の違いによる有意な差は認められなかった。

表8 血液生化学的検査

TDN 水準 (%)	T-cho (mg/dl)	Glu (mg/dl)	T-pro (g/dl)	Alb (g/dl)	BUN (mg/dl)
78	87.6±25.7	77.8±20.3	6.1±0.6	2.8±0.3	20.1±5.9
82	82.2±20.5	77.4±17.4	5.9±0.6	2.7±0.4	18.1±6.7

注) 最小二乗平均±標準誤差

V 考 察

山羊の肥育に関する試験は、いくつかの報告例^{2~5)}があるが、TDN水準について検討した報告は見当たらない。本試験では、TDN水準を74%、78%および82%に設定して肥育試験を実施した結果、飼料摂取量、体重、体尺測定値および血液生化学的検査では有意な差はなかったが、1日あたりの増体量ではTDN74%とTDN78%ではTDN78%が有意に高値を示した。これは、TDN74%においてはエネルギーが充足できずに不足が生じた結果であると推察される。TDN78%とTDN82%では両区ともエネルギーが充足され、有意な差がなかったことから、交雑山羊の肥育試験では、飼料コストを考慮して効率的な飼育を行うためにはTDN78%の給与水準が推奨される。血液生化学的検査では、TDNの給与水準の違いによる影響はなかったものと判断されたが、文献値⁶⁾と比較してTDN74%と78%でT-cho、BUNに高値を示し、T-proで低値を示した。また、TDN78%と82%ではT-proで低値を示したことから、今後の山羊の肥育試験による血液生化学的検査データを集積して検討する必要がある。本試験では、TDN水準について検討したが、今後はタンパク質の給与水準について検討し、肉用山羊の肥育技術の確立を図り、おきなわ山羊のブランド化を図っていく必要がある。

VI 引用文献

- 1) Nutrient Requirements of Goats : Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries, Nutrient Requirement of Domestic Animals, Subcommittee on Goat Nutrition Board on Agriculture and Renewable Resources Commission on Natural Resources National Research Council(1981), National Academy Press Washington, DC, Number 15, 10-12
- 2) 平山琢二・平川守彦・城間定夫(2002)豆腐粕の添加が野草給与ヤギの肥育成績ならびに筋肉脂肪酸組成に与える影響, 熱帯農業, 46(3), 183-187
- 3) 藤井章・宮城政男(2010)肉用種山羊産肉性比較試験(2), 沖縄畜研研報, 47, 47-52
- 4) 千葉好夫・貝賀眞俊(2012)肉用種山羊産肉性比較試験(3), 沖縄畜研研報, 50, 29-35
- 5) 千葉好夫・我那覇紀子・野中克治(2013)肉用種山羊産肉性比較試験(4), 沖縄畜研研報, 51, 25-31
- 6) 久保周一郎・友田勇 監訳(1991)獣医臨床生化学 第四版, 884-888, 近代出版

研究補助：宮里政人

肉用種山羊産肉性比較試験

(6) 肉用山羊のリング去勢と観血去勢の比較

千葉好夫 野中克治

I 要 約

家畜の去勢は、肉質の改善や群飼を容易にする目的で実施されているが、山羊の去勢については詳細にわたる調査が実施されていない。そこで、本試験では肉用山羊のリング去勢と観血去勢の比較を行い、その有効性について検討した結果は次のとおりであった。

1. 去勢術後から治癒に至るまでの日数は、リング去勢区は 8.9 日で、観血去勢区は 30.3 日となり、観血去勢区では治癒までの日数を要した。
2. 去勢術後から治癒に至るまでの間の 1 日あたりの増体量は、リング去勢区は 0.19kg で、観血去勢区は 0.18kg で、両区に有意な差はなかった。
3. 去勢時の作業内容では、観血去勢区が仰臥位の保定で、作業人員は 2~3 人で、リング去勢区では立位保定で、作業人員は 1 人で実施が可能であった。

以上のことから、リング去勢は増体に影響を与えず、作業効率が良く、肉用山羊の去勢には有効な手段であった。

II 緒 言

沖縄県では、他県では見られない独特の地域文化として山羊の食文化がある。一般に家畜の去勢は、肉質の改善や群飼を容易にする目的で実施されている¹⁾が、山羊については実施されていないという現状がある²⁾。しかし著者ら³⁾が雄山羊と去勢山羊の産肉性の比較を行ったところ、去勢は産肉性の向上に有効であるという結果が得られた。去勢の方法には 2 種類あり、観血去勢とリング去勢がある。牛については、玉城ら⁴⁾は観血去勢とリング去勢の違いが発育に及ぼす影響を検討し、観血去勢が有効であると述べている。しかし、山羊については、どちらの去勢が適しているか詳細な調査は行われていない。そこで本試験では、山羊の群飼や山羊臭を抑えた山羊肉の需要などを視野に入れた技術の一環として、肉用山羊のリング去勢と観血去勢の比較を行い、その有効性について検討した。

III 材料および方法

1. 試験場所、供試頭数および期間

当センターにおいて、リング去勢を 14 頭、観血去勢を 12 頭に実施した。実施期間は平成 26 年 4 月~6 月にかけて実施し、術後の経過を約 1 カ月間観察した。

2. 飼養管理

供試山羊は、飼養試験山羊舎の山羊房 (2×3m) に 2~3 頭の割合で群飼し、同一の飼養管理を行い、自由飲水とした。飼料の給与は 1 日 2 回、午前 10 時、午後 4 時に行った。

3. 調査項目および方法

- 1) 去勢前体重、去勢時の日齢、治癒までに要した日数およびその間の 1 日あたりの増体量について調査した。
- 2) リングおよび観血去勢は山羊の飼養管理マニュアル⁵⁾に沿って実施した。
- 3) リング去勢は、術後の経過を観察し、陰嚢が萎縮・乾燥して干し柿状になる時期にリングと陰嚢を切除し、出血や炎症がない状態までの期間を治癒期間とした。観血去勢では腫脹が消え、漏出物が認められない時期と切開部の治癒までを治癒期間とした。

4. 統計処理

統計処理は t 検定により実施した。

IV 結果および考察

1. 肉用山羊のリング去勢区と観血去勢区の比較

肉用山羊のリング去勢区と観血去勢区の比較を表1に、リング去勢後の切除の状況写真を写真1, 2に示し、ゴムリングと装着器を写真3に示した。去勢術後から治癒に至るまでの日数は、リング去勢区は8.9日で、観血去勢区は30.3日となり、観血去勢区では治癒までの日数を要した(P<0.01)。また、去勢術後から治癒に至るまでの1日あたりの増体量に差はなかった。

表1 肉用山羊のリング去勢区と観血去勢区の比較

種 類	去勢前体重(kg)	去勢時日齢	1日あたりの増体量(kg)	治癒日数
リング去勢区(n=14)	16.0±3.7	81.8± 9.7	0.19±0.04	8.9±2.6
観血去勢区(n=12)	18.3±4.2	90.8±10.0	0.18±0.04	30.3±5.4*

注1) 平均値±標準偏差

2)*: P<0.01



写真1 リング装着後1週間

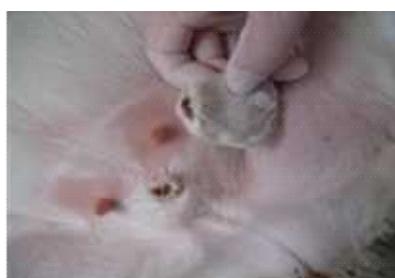


写真2 切除後の傷口



写真3 ゴムリングと装着器

2. リング去勢法と観血去勢法の作業の違い

リング去勢法と観血去勢法の作業の違いを表2に示した。リング去勢は、立位保定が可能で、作業人員が1人、観血去勢区は仰臥位保定で、作業人員は2~3人必要とした。また去勢に要した作業時間は、リング去勢区が10秒程度で、観血去勢区では2分程度であった。観血去勢を実施するにはメスや縫合糸を準備し、無菌的操作と技術が必要となることから、作業内容が煩雑であった。

表2 リング去勢法と観血去勢法の作業の違い

種 類	保定	作業人員	切開・結紮
リング去勢区	立位	1	無・無
観血去勢区	仰臥位	2~3	有・無,有

本試験において、観血去勢とリングによる無血去勢を行い、両区を比較した。その結果、肉用山羊の去勢は治癒日数、作業人員および作業の効率性を考慮すると、リングによる去勢が有効であった。

V 引用文献

- 1) 三村耕・森田琢磨(1990)家畜管理学, 197-198, 養賢堂
- 2) 家畜改良センター茨城牧場長野支場(2011)山羊の飼養管理マニュアル, 11-12
- 3) 千葉好夫・貝賀眞俊(2012)雄山羊と去勢山羊の産肉性の比較(3), 沖縄畜研研報, 50, 29-35
- 4) 玉城政信・後藤英子・島袋宏俊・知念雅昭・小尾岳士(2006)観血去勢法とゴム去勢法の違いが子牛の発育に及ぼす影響, 琉球大学農学部学術報告, 7-9
- 5) 家畜改良センター茨城牧場長野支場(2011)山羊の飼養管理マニュアル, 11-12

電気牧柵を活用した山羊の輪換放牧

千葉好夫 野中克治

I 要 約

山羊の放牧は、傾斜地や遊休地などおもに除草目的で利用され、牧草地での放牧が実施されていない。そこで放牧する際の目安となる基礎データを得るため、交雑山羊雌4頭による輪換放牧を273日間実施し、1頭あたりの採食量や増体量を調査した結果は次のとおりであった。

1. 電牧線は3段で、電気牧柵の高さは下から順に16cm, 25cm, 60cmの高さに張ると輪換放牧が可能であった。
2. 牧区あたりの放牧期間は平均19.8日で、1日1頭あたりの生草摂取量は平均3.51kgであった。
3. 放牧期間中の1日1頭あたりの増体量は、平均40.3gであった。

II 緒 言

沖縄県では、肉用山羊の振興を推進している中で、山羊の飼養頭数や戸数が減少している¹⁾。そのため、山羊産業活性化を図り、地域ぐるみで増頭や多頭飼育に取り組んでいる。山羊の放牧は、本県以外では傾斜地、遊休地、耕作放棄地などおもに除草を目的に利用され^{2, 3)}、牧草を活用した放牧はみあたらない。そこで、放牧する際の目安となる基礎データを得るため、トランスパーラの草地に電気牧柵を活用した輪換放牧を実施したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験場所および試験期間

試験場所は、沖縄県畜産研究センター内の牧草地で、2013年3月4日から2013年12月2日までの273日間実施した。

2. 供試山羊

供試山羊は0.9～5.4歳の繁殖雌山羊4頭を試験に供した。供試山羊の概要は表1のとおりである。

表1 供試山羊の概要

種 類	性 別	年 齢
交雑 (ボア系)	雌	1.1
交雑 (ボア系)	雌	0.9
ボア種	雌	4.4
交雑 (ザーネン系)	雌	5.4

3. 電気牧柵の設置

電牧器は、モバイル型 (ビビット C-40) およびソーラーパネル (ビビット C-40) を用い、電牧線はワイヤー (ニューポリワイヤー) を用い、電牧柱は104型 (ラクラクポール) を用いて図1, 2のとおり設置した。電牧柱は500cm間隔で、電牧線の高さは60cmで、下から順に16cm, 19cmおよび25cmとした。

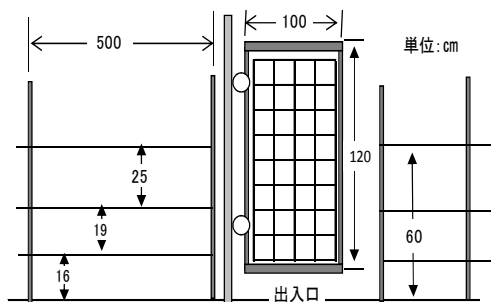


図1 電気牧柵の配置図 (側面図)

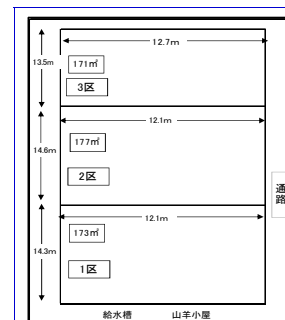


図2 電気牧柵の配置図 (平面図)

4. 飼養管理

トランスバーラの牧草地 521m²を電気牧柵で図2のとおり3区画(平均173m²)に分割して輪換放牧した。また、給水槽を常備し、風雨を避けるための小屋を設置した。4月には寄生虫予防のため、イベルメクチン製剤を投与した。

5. 草地管理

輪換放牧が終了した区画は掃除刈を行い、表2の割合で施肥した。また草が電牧線に触れて漏電することを防止するため、随時草刈を行った。

表2 施肥量の目安

草地面積(m ²)	施肥量(kg)
521	7.8

注1)放牧地の年間N施肥量を30kg/10a以内に抑えるため、放牧回数を10回と想定して、1回あたりN3kg/10aを施用した。

2)牧草専用1号：N成分20%で積算。

6. 調査項目

1) 採食量

入牧開始時および退牧時に50cm×50cmのコドラートを用いて4カ所を無作為に選出し、生草収量の差を採食量とした。草丈はコドラート内の5カ所測定し、合計20カ所の測定値の平均を草丈とした。

2) 放牧期間中の増体

放牧開始時および放牧終了時の体重測定を行い、1日あたりの増体量を調査した。

IV 結果

1. 牧草（トランスバーラ）の採食状況

牧草（トランスバーラ）の採食状況を表3に示した。また放牧開始時の放牧状況を写真1に、8月の牧草の生育状況を写真2に示した。草丈は8月に最も長く、45.2cmで、一部に倒伏がみられた。12月には牧草の生育が鈍り、草丈は16.1cmで、放牧が困難であった。1日1頭あたりの生草採食量は平均3.51kgであった。

表3 牧草（トランスバーラ）の採食状況

項目	平均値±標準偏差値
入牧時草丈(cm)	41.8±13.4
退牧時草丈(cm)	23.4±6.1
乾物率(%)	21.0±0.04
牧区あたりの放牧期間(日)	19.8±11.4
生草摂取量(kg/日)	3.51±1.43
乾物摂取量(kg/日)	0.71±0.32



写真1 放牧開始時の状況（草丈 25.2 cm 3月）



写真2 牧草の生育状況（草丈 45.2 cm 8月）

2. 供試山羊の発育状況

供試山羊の発育状況を表4に示した。開始時体重は平均 37.5kg で、終了時の体重は平均 48.5kg であった。1日1頭あたりの増体量は、平均 40.3g であった。

表4 供試山羊の発育状況

種 類	開始時体重 (kg)	終了時体重 (kg)	増体量 (g) 日/頭
交雑 (ボア系)	30	45	54.9
交雑 (ボア系)	28	39	40.3
ボア種	52	63	40.3
交雑 (ザーネン系)	40	47	25.6
平均値±標準偏差値	37.5±11.0	48.5±10.2	40.3±12.0

V 考 察

山羊の放牧は遊休地、耕作放棄地などで雑草の処理や除草を行う目的で利用されている^{2), 3)}。守川ら⁴⁾は山羊における暖地型牧草給与試験で、乾物摂取量と乾物消化率を詳細に報告している。本試験では、トランスバーラの草地に電気柵を活用した輪換放牧を実施した。馴致は3日間行い、その間の脱柵は2回程度にとどまった。山羊は電牧線に対する感受性が高く、一度触れると二度と触れることはなかった。山羊の電気柵設置では、一般的には電牧線が4~5段、電気柵の高さは90cmであるが⁵⁾、本試験では電牧線を3段にし、電気柵の高さを60cmにして実施したところ、脱柵がなく有効であった。輪換放牧での生草採食量は平均 3.51kg であったが、放牧期間中の牧草の生育が考慮されていないため、大まかな目安と考えられた。牧区あたりの放牧期間は19.8日で、夏季には牧草の生育が旺盛のため採食しきれない状況にあり、放牧頭数を増頭するなどの対策を検討する必要がある。また12月からは牧草の生育が鈍るため、この時期の放牧は困難であると考えられた。放牧中の1日1頭あたりの増体量は平均 40.3g で良好であったが、山羊のボディコンディションを配慮し、健康状態を維持するため、100g/日/頭程度の濃厚飼料の給与が望ましいと考えられた。削蹄は蹄の伸長具合をみて、随時実施した。放牧期間中の腰麻痺や下痢などの疾病の発生は認められなかった。

以上の結果から、電気柵を活用した山羊の輪換放牧は放牧する際の基礎資料となり、肉用山羊振興、増頭および多頭飼育に貢献するものと考えられた。

VI 引用文献

- 1) 社団法人 畜産技術協会 山羊統計
- 2) 独立行政法人家畜改良センター(1999)未利用地を活用した放牧技術マニュアル, 38
- 3) 岡田耕平・熊谷元(2005)山林地でのヤギの放牧と植生変化に関する研究, 日本草地学会誌, 51, 8-9
- 4) 守川信夫・長利真幸・望月智代・當眞嗣平(2005)山羊における暖地型牧草給与試験, 沖縄畜研研報, 43, 67-69
- 5) 三上仁志(2002)ヤギによる傾斜草地の防火帯づくり, 技術の窓, No.1084

シークワサー搾り粕の混合割合、貯蔵温度の違いが 発酵 TMR の発酵品質に及ぼす影響

安里直和 翁長桃子 島袋宏俊

I 要 約

シークワサー搾り粕を用いた発酵 TMR 調整技術を開発するため、シークワサー搾り粕を TMR と混合・貯蔵することによって発酵 TMR を調製し、その保存性および発酵品質について検討したので報告する。

1. シークワサー搾り粕を 30%～50%混合することによって、乳酸の生成割合が顕著に増加する。
2. シークワサー搾り粕を 30%～50%混合することによって、フリーク評点が 80 点を超え良好な発酵品質となった。
3. 低温貯蔵区 (23℃) および高温貯蔵区 (35℃) 両区間において、発酵品質に差は認められなかった。

以上の結果より、シークワサー搾り粕を TMR に混合・貯蔵することにより、安定的な乳酸発酵が促進され、良好な発酵品質を得られることが明らかとなった。また、低温貯蔵区および高温貯蔵区において、発酵品質に差が認められないことから、季節を問わず良好な発酵品質が得られることが明らかとなった。

II 緒 言

飼料価格の高騰や生産コストの増加などによる肉用牛農家の経営圧迫が続く中、国においては2020年度における飼料自給率を38%にすると目標を設定し¹⁾、輸入飼料に頼らずに自給飼料を活用した食肉生産技術への推進を強化している。しかしながら、2013年度における飼料自給率は26%となっており、自給率向上に向けた更なる取り組みが必要である。

自給飼料向上については、地域未利用資源を活用した取り組みが全国的に実施されており、焼酎粕²⁾、トウフ粕³⁾、みかん粕⁴⁾等について検討がなされている。本研究センターにおいては、泡盛蒸留粕⁵⁾、シークワサー搾り粕およびパイン搾り粕⁶⁾等、本県独特の未利用資源を活用した飼料化技術の開発に取り組み、家畜飼料として十分活用できる事を明らかにした。

一般的に未利用資源については高水分の資材が多いため、カビの発生や腐敗等による保存性が問題となる事が多い。高水分の未利用資源を活用する方法としては、乾燥処理によって水分含量を低下させ保存性を向上させる方法があるが、機械の導入費や電気代等がかかるためコスト高になってしまう。いっぽう、乾燥等の特別な処理を行わずに、ウェットな状態で未利用資源等をTMRの中に混ぜ込み、発酵処理によって保存性を向上させた発酵TMRがある^{7, 8)}。発酵TMRは乳酸菌等の微生物の働きによるpHの低下を利用し、腐敗菌等の増殖を抑え飼料を長期保存する技術である。発酵TMRについては、高水分の原料を調製する方法として有用であるため、本県において排出されている様々な未利用資源の保存性向上に活用できると考えられる。

シークワサー搾り粕については、CP や TDN 含量が高く家畜飼料としての栄養価値は高く⁶⁾、また、年間の排出量も 900 t と家畜飼料として十分利用できる量が排出されている。しかし、シークワサー搾り粕については、10 月から 12 月頃までの季節的な生産に加え、高水分に起因する保存性の問題などから、年間を通しての安定的な利用は難しい状況にある。そこで本研究は、シークワサー搾り粕の年間を通しての利用技術を開発するため、TMR と混合・貯蔵することによって発酵 TMR を調製し、保存性、発酵品質および栄養価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

試験に用いたシークワサー搾り粕は、県内の食品加工場より排出された圧搾処理後の搾り粕を用いた。搾り粕については、果皮と種子が混在した状態で、水分を多く含んでいる状況であった（写真 1）。また、カビ等の発生は認められなかった。TMR については所内の肥育牛に給与している市販の TMR を用いた（写真 2）。TMR の配合割合を表 1 に示す。

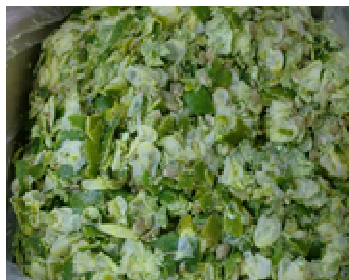


写真 1 シークワサー搾り粕

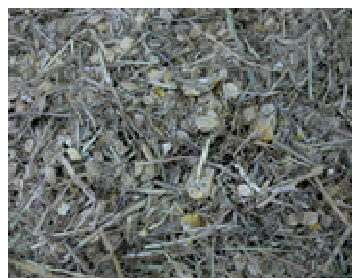


写真 2 TMR

表 1 TMR 配合割合

材料名	原物配合割合 (%)	備考
穀物	68	加熱処理大麦, トウモロコシ, 加熱処理トウモロコシ
糟糠類	1	ふすま
植物性油粕類	10	菜種油粕, 大豆油粕
その他	21	イタリアンライグラスストロー, 炭酸Ca, 食塩, アルファルファミール

2. 試験方法および分析項目

試験は重量比で TMR にシークワサー搾り粕を 10% 混合する 10% 区, 20% 混合する 20% 区, 30% 混合する 30% 区, 50% 混合する 50% 区の計 4 試験区設けた。シークワサー搾り粕と TMR を混合したそれぞれの試料は、320ml のポリ容器に可能な限り詰め込み調製した（写真 3, 4）。貯蔵処理期間は 1 カ月間とし、開封後に発酵品質等について分析を実施した。また、通年利用を想定して期間中の気温が発酵品質に与える影響を検討するため、貯蔵処理は低温区（23℃）と高温区（35℃）の 2 つに分けて試験を行った。なお、低温区はシークワサー搾り粕が排出される時期で最も気温が下がると想定される 12 月に貯蔵処理を行った（平均気温：23℃）。高温区（35℃）については恒温器を用いて貯蔵処理を行った。



写真 3 混合後の状態 (10%区, 20%区, 30%区, 50%区)



写真 4 ポリ容器詰め込み後の状態

表 2 試験概要

試験区	混合割合		n	備考
	シークワサー搾り粕	TMR		
10%区	10	90	4	
20%区	20	80	4	室温 (23°C) 及び 恒温器 (35°C) で貯蔵処理
30%区	30	70	4	
50%区	50	50	4	

栄養成分の分析は 60°C で 24 時間乾燥させた後、粉碎処理を施した試料を用いた。粗タンパク質 (CP)、中性デタージェント繊維 (NDF) および酸性デタージェント繊維 (ADF) の分析については、前報と同様な方法で行った⁶⁾。

貯蔵処理後の pH および有機酸等は、開封後の試料 50g に対して 250ml の蒸留水を加え、冷蔵庫中で 16 時間抽出して得られた検液を用いた⁹⁾。pH についてはガラス電極 pH メーターを用いて分析し、有機酸、糖およびエタノール含量については高速液体クロマトグラフィーを用いて分析を行った (カラム: Aminex HPX-87H/7.8×300mm, 検出器: RI)。貯蔵処理後の発酵品質については、フリーク評点を用いて評価した¹⁰⁾。また、統計処理 (JMP8) は、貯蔵処理後の各成分についてシークワサー搾り粕の混合割合および貯蔵温度を要因とした二元配置分散分析を実施し、Tukey の多重比較検定により各試験区間の有意差を検定した。

IV 結果

1. 原料および各試験区の栄養特性 (貯蔵処理前)

原料および各試験区における貯蔵処理前の水分含量、pH および詰込み密度を表 3 に示す。水分含量については、シークワサー搾り粕の混合割合が増えるに従って増加した。また、pH については低くなる結果であった。詰込み密度については、シークワサー搾り粕の割合が増えるに従って、高くなる傾向を示したが、乾物換算では 20% 区以上で大きな違いは認められなかった。

表 3 貯蔵処理前の原料および各試験区の水分含量、pH および詰込み密度

試験区	水分 (%)	pH	詰込み密度 (kg/m ³)	
			原物	乾物
シークワサー搾り粕	75.5±2.7	4.2±0.1	-	-
TMR	11.9±1.1	6.2±0.0	-	-
10%区	30.6±2.7	5.6±0.1	498±45	346±31
20%区	34.2±13.1	5.8±0.0	568±43	373±28
30%区	39.1±9.0	5.7±0.0	611±38	372±23
50%区	44.9±7.2	5.3±0.1	671±36	370±20

原料および各試験区における貯蔵処理前の pH、CP、NDF および ADF の値を表 4 に示す。各成分とも各試験区において大きな差は無かった。

表 4 貯蔵処理前の原料および各試験区の栄養成分値

試験区	pH	CP (%DM)	NDF (%DM)	ADF (%DM)
シークワサー搾り粕	4.2±0.1	7.8±0.1	18.5±0.2	17.0±2.6
TMR	6.2±0.2	12.2±0.5	31.1±1.9	13.9±1.0
10%区	5.8±0.1	13.0±1.0	20.7±4.9	10.5±0.3
20%区	5.7±0.1	13.3±0.4	21.8±2.3	9.3±0.2
30%区	5.6±0.1	12.7±0.4	19.2±1.5	9.9±0.6
50%区	5.3±0.1	12.2±0.9	21.9±1.0	11.1±0.4

2. 各試験の発酵品質および栄養特性 (貯蔵処理後)

各試験区における貯蔵処理後の状態を写真 5 に示す。全ての試験区において、貯蔵処理によってカビ

の発生が認められた。カビの発生状況については、混合割合や貯蔵温度の違いによる大きな違いは無く、全ての試験区において、フタの裏側に薄く発生している状況であった（写真5上段）。中身をトレイに空け発酵状況を確認したところ、フタの裏側以外でのカビの発生は認められず、良好な状態であった（写真5下段）。また、手触りや臭い等については、全体的に乾燥した状態で、牧草サイレージで見られるような特有の有機酸臭は無く、シークワサー搾り粕由来の柑橘果樹特有の香りがする状況であった。

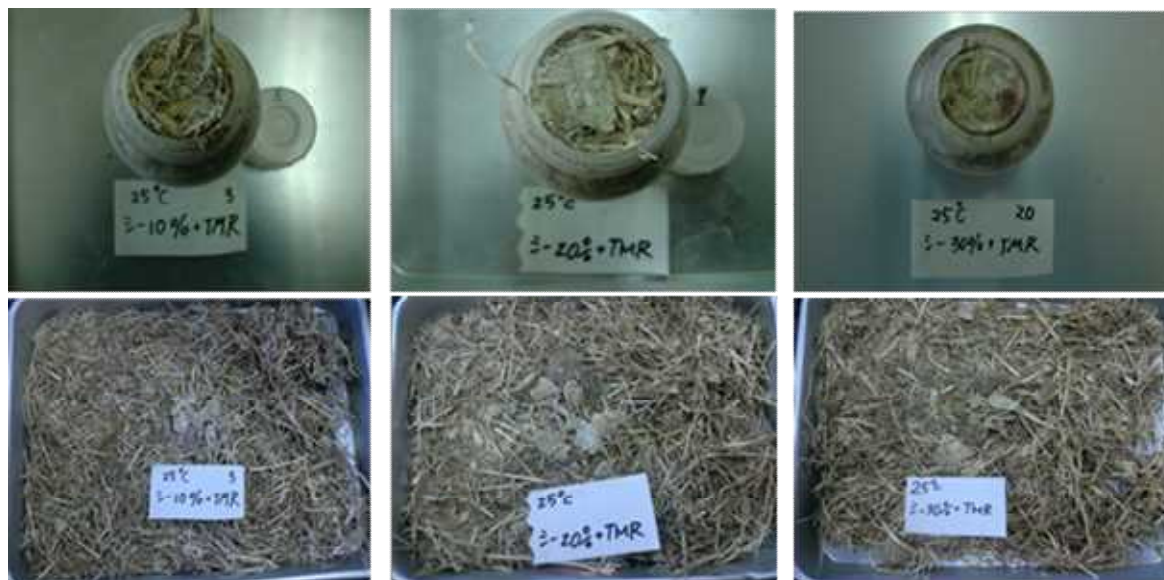


写真5 貯蔵処理後の写真（上段：カビの発生状況，下段：トレイに取り出した状況）

各試験区における貯蔵処理後の水分含量，pH，有機酸およびフリーク評定を表5に示す。水分含量については低温区で高い傾向が認められ，pHについてはシークワサー搾り粕の混合割合の増加にともなって低下することが認められた。

有機酸含量についてはクエン酸が，低温および高温の50%区において他の試験区と比較し低い値となった。乳酸については混合割合が増えるにともない増加したが，高温の50%区においては減少に転じた。酢酸については，混合割合に比例して増加し，また，低温区の方が高温区より高い値となった。総酸については，貯蔵温度間の差は認められなかったが，混合割合の増加にともない，増加する結果であった。また，n-酪酸については全ての試験区において検出されなかった。

フリーク評定は低温および高温の10%区において69点，68点と低い値であったが，混合割合が増加するに伴って高い値を示し，混合割合が30%を超えるといずれの試験区において80点を超え，良好な発酵品質を示した。いっぽう，貯蔵温度については，低温区で78点，高温区で79点と差が認められなかった。

表5 混合割合および貯蔵温度の違いがシークワサー搾り粕発酵 TMR の品質に及ぼす影響

試験区	水分含量 (%)	pH	有機酸含量 (%FM)						総酸	発酵品質 フリーク評点
			クエン酸	乳酸	酢酸	フマル酸	n-酪酸	フリーク		
低温 (23℃)	10%区	22.1 ^f	6.0 ^a	0.31 ^{abc}	0.32 ^c	0.14 ^{cd}	0.09 ^{ab}	0.00	0.85 ^d	69 ^d
	20%区	32.5 ^{de}	5.5 ^c	0.38 ^a	0.59 ^{bc}	0.17 ^{cd}	0.09 ^{ab}	0.00	1.22 ^{bcd}	77 ^{bcd}
	30%区	43.8 ^{bc}	5.0 ^d	0.36 ^{ab}	0.97 ^{ab}	0.25 ^{bc}	0.09 ^{ab}	0.00	1.67 ^{ab}	83 ^{ab}
	50%区	53.0 ^a	4.4 ^e	0.23 ^c	1.21 ^{ab}	0.41 ^a	0.07 ^b	0.00	1.91 ^{ab}	83 ^{ab}
高温 (35℃)	10%区	22.8 ^f	5.9 ^{ab}	0.36 ^{ab}	0.27 ^c	0.12 ^d	0.13 ^a	0.00	0.87 ^d	67 ^d
	20%区	27.2 ^{ef}	5.7 ^{bc}	0.36 ^{ab}	0.52 ^{bc}	0.12 ^d	0.07 ^b	0.00	1.07 ^{cd}	78 ^{abc}
	30%区	37.6 ^{cd}	5.1 ^d	0.38 ^a	1.26 ^{ab}	0.20 ^{cd}	0.08 ^{ab}	0.00	1.92 ^a	89 ^a
	50%区	49.9 ^{ab}	4.4 ^e	0.28 ^{bc}	0.97 ^{ab}	0.31 ^{ab}	0.09 ^{ab}	0.00	1.66 ^{abc}	81 ^{ab}
10%区	22.5	6.0	0.33	0.29	0.13	0.11	0.00	0.86	68	
20%区	29.8	5.6	0.37	0.55	0.14	0.08	0.00	1.11	78	
30%区	40.7	5.0	0.37	1.11	0.22	0.09	0.00	1.79	86	
50%区	51.5	4.4	0.26	1.09	0.36	0.08	0.00	1.78	82	
低温 (23℃)	37.8	5.2	0.32	0.77	0.24	0.08	0.00	1.41	78	
高温 (35℃)	34.4	5.3	0.34	0.75	0.19	0.09	0.00	1.38	79	
分散分析										
温度	**	NS	NS	NS	*	NS	-	NS	NS	
混合割合	**	**	**	**	**	NS	-	**	**	
温度*混合割合	NS	NS	NS	NS	NS	*	-	NS	NS	

注1) *: P<0.05 ** : P<0.01 NS : 有意差無し

2) 同列内の異符号間に有意差あり (P<0.05 Tukey法)

各試験区における貯蔵処理後の糖およびエタノール含量を表 6 に示す。グルコースについては，シークワサー搾り粕の混合割合および貯蔵温度の違いによる影響は認められなかったが，フルクトースについては，シークワサー搾り粕の混合割合が少ない試験区において高くなる傾向を示した。スクロースについては，全ての試験区において検出されなかった。いっぽう，エタノールについては，低温かつシークワサー搾り粕の割合が高い区において高い値となった。

表 6 混合割合および貯蔵温度の違いがシークワサー搾り粕発酵 TMR の糖およびエタノール含量に及ぼす影響

試験区	糖含量 (%FM)			エタノール (%FM)	
	グルコース	フルクトース	スクロース		
低温 (23°C)	10%区	0.74	1.59 ^a	0.00	0.25 ^d
	20%区	0.85	1.58 ^a	0.00	0.53 ^{cd}
	30%区	0.55	1.43 ^a	0.00	0.81 ^{bc}
	50%区	0.26	0.78 ^b	0.00	1.38 ^a
高温 (35°C)	10%区	0.63	1.54 ^a	0.00	0.31 ^d
	20%区	0.73	1.20 ^{ab}	0.00	0.44 ^d
	30%区	0.51	1.26 ^{ab}	0.00	0.56 ^{cd}
	50%区	0.44	1.05 ^{ab}	0.00	0.92 ^b
10%区	0.68	1.56	0.00	0.28	
20%区	0.79	1.39	0.00	0.49	
30%区	0.53	1.34	0.00	0.68	
50%区	0.35	0.91	0.00	1.15	
低温 (23°C)	0.60	1.34	0.00	0.74	
高温 (35°C)	0.57	1.26	0.00	0.56	
分散分析					
温度	NS	NS	-	**	
混合割合	NS	*	-	**	
温度*混合割合	NS	NS	-	*	

注1) *: P<0.05 ** : P<0.01 NS : 有意差無し

2) 同列内の異符号間に有意差あり (P<0.05 Tukey法)

各試験区における貯蔵処理後の CP, NDF および ADF 含量を表 7 に示す。CP, ADF については，貯蔵温度および混合割合の違いによる影響は認められなかった。NDF については，50%区において 24.6%と低い値を示した。

表 7 混合割合および貯蔵温度の違いが栄養成分に与える影響 (%DM)

試験区	CP	NDF	ADF	
低温 (23°C)	10%区	10.9	31.2 ^a	17.3
	20%区	11.4	25.9 ^{ab}	15.1
	30%区	10.6	29.4 ^a	18.7
	50%区	12.3	21.2 ^b	14.5
高温 (35°C)	10%区	12.3	28.2 ^a	13.8
	20%区	12.6	27.1 ^{ab}	13.6
	30%区	12.3	28.8 ^a	16.5
	50%区	10.5	28.0 ^a	18.2
10%区	11.6	29.7	15.4	
20%区	12.0	26.5	14.3	
30%区	11.4	29.1	17.6	
50%区	11.4	24.6	16.3	
低温 (23°C)	11.3	26.9	16.4	
高温 (35°C)	11.9	28.0	15.5	
分散分析				
温度	NS	NS	NS	
混合割合	NS	**	NS	
温度*混合割合	**	*	*	

注1) *: P<0.05 ** : P<0.01 NS : 有意差無し

2) 同列内の異符号間に有意差あり (P<0.05 Tukey法)

V 考 察

シークワサー搾り粕については、県内の食品加工場において年間 900t 以上が排出され、また、家畜飼料として十分活用できる栄養価を有している⁶⁾。本研究センターにおいては、シークワサー搾り粕を乾燥・粉碎処理することにより保存性が向上し長期保存が可能となることを確認しているが、乾燥処理に伴うコスト高を考えると、更なる低コスト飼料化技術の開発が望まれる。今回、試験に用いたシークワサー搾り粕については水分含量が 75.5%と高く、ミカンジュース粕の 80.2%、リンゴジュース粕の 81.6%、ブドウ酒粕の 67.4%¹⁾¹⁾と近い値であった。一般的に、酸度が強く糖含量が多いミカンジュース粕やブドウ酒粕については密封するだけで長期安定保存が可能との報告がある¹⁾¹⁾。本試験で用いたシークワサー搾り粕については pH が 4.2 と低く、また、発酵を促進させるだけの糖も十分含有していると考えられ、嫌気の状態に調整すれば長期保存が十分可能な資材と推察される。

サイレージの品質評価の一指標として pH が用いられるが、本試験における貯蔵処理後の pH については、低温および高温両区ともに 50%区が最も低い値となった。また、pH を下げる要因となる有機酸については、低温区および高温区ともに乳酸の生成が顕著であり、30%および 50%両区においては、総酸の 50%を超える割合となった。一般的に、サイレージの発酵品質については、乳酸を多量に含み、pH が低い方が良好なサイレージとされており、本試験においては混合割合が 30%および 50%区についておおむね良好な乳酸発酵が進んだと考えられる。また、有機酸組成から発酵品質を評価するフリーク評点についても、30%および 50%区において 80 点を超え良好な結果が得られた。その他の有機酸については、混合割合の増加に応じて酢酸の生成が増加することが認められた。また、酢酸およびエタノール含量については、シークワサー搾り粕の混合割合だけでは無く、貯蔵温度による違いも認められた。いずれの成分についても、低温区が高温区と比較し、含有量が高くなる結果であった。酢酸の生成には酢酸菌やヘテロ型乳酸菌¹⁾²⁾、エタノールの生成には酵母等が深く関与しているが、低温区においてこれらの細菌類がより活発に働いた可能性が考えられるが、どのような機序でこのような結果となったのか明らかにすることはできなかった。また、今回の試験については 1 カ月間の貯蔵試験を実施したが、シークワサー搾り粕の年間をとおした利用を考えると、半年あるいは 1 年程度の貯蔵試験を実施する必要がある、今後の課題となった。

以上の結果より、シークワサー搾り粕を TMR に混合し、嫌気の状態で保存することによって安定的に乳酸発酵を促し、良好な発酵品質を得られる事が明らかとなった。

謝 辞

本研究を実施するにあたって、シークワサー搾り粕を御提供頂きました、有限会社勝山シークワサーの山川氏および許田氏に感謝申し上げます。

VI 引用文献

- 1) 農林水産省 (2010) 食料・農業・農村基本計画
- 2) 黒木邦彦・工藤寛・森弘・工藤哲三・水谷政美 (2008) 焼酎粕飼料化に関する試験, 宮崎畜試研報, 21, 5-8
- 3) 丹羽美次 (2001) 高水分粕類のサイレージと利用 (その 1) . トウフ粕のサイレージ化と利用, 日草誌, 47, 323-326
- 4) 東原信幸・伊藤雄一・白山勝彦・横山勇 (1981) みかんジュース粕の乳牛への給与に関する研究, 三重県農業技術セ研報, 9, 75-84
- 5) 久高将雪・塩山朝・新田宗博 (2011) 畜産物のブランド化に向けた県産未利用資源の活用による家畜飼養管理技術の開発, 沖縄畜研研報, 49, 47-54
- 6) 安里直和・砂川隆治・太野垣陽一・森山高広 (2013) 県産食肉ブランド強化に向けた県産果実加工残さの栄養特性, 沖縄畜研研報, 51, 41-47

- 7) 田川伸一・堀口健一・吉田宣夫・高橋敏能 (2011) リードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea* L.) 発酵 TMR の発酵品質に及ぼすミカンジュース粕，トウフ粕，トウモロコシジスチラーズプレインソリュブルおよび酵素の利用の影響，日草誌，**57** (1)，7-12
- 8) 服部育男・神谷充・鈴木知之・西村和志・佐藤健次・加藤直樹 (2012) 焼酎粕濃縮液の混合割合および貯蔵季節，貯蔵期間が発酵 TMR の発酵品質に及ぼす影響，日草誌，**58** (3)，173-182
- 9) 名取美貴・細谷肇 (2011) トウモロコシサイレージを用いた発酵 TMR の小規模サイレージ発酵試験 (パウチ法) による品質解析，千葉畜産研報，**11**，73-76
- 10) 社団法人日本草地畜産種子協会 (2001) 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック，91-96
- 11) 片山信也 (2001) 高水分粕類のサイレージ化とその利用 (その 1) 2. バイプロ飼料の栄養特性とその保存方法，日草誌，**47**，311-317
- 12) 森地敏樹 (1998) 乳酸菌の特性と利用について，日本乳酸菌学会誌，**8** (2)，71-75

バイオエタノール残渣酵母の肥料効果

安里直和 渡慶次功* 井田ちぐさ** 島袋宏俊

I 要 約

バイオエタノール生産プラントより排出された残渣酵母について、その肥料効果および牧草の栄養性に与える効果を検証するためにトランスバーラ草地へ散布し、生育、収量および栄養性等について検討を行った。

1. 残渣酵母については、窒素成分の他に銅や亜鉛等の微量元素を豊富に含んでいた。
2. トランスバーラ草地 1 m²に対して、1.5kg および 3.0kg の残渣酵母を散布することにより、乾物収量の増加が認められた。
3. 残渣酵母の散布量が増えるにともない、粗タンパク質含量 (CP) が増えることが確認された。
4. 酵母残渣の散布によって硝酸態窒素濃度が増加することが認められた。
5. 残渣酵母を散布することによって、牧草中の銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、マンガン (Mn) 等の微量元素濃度が増加することが認められた。

以上の結果より、残渣酵母については収量を増加させる等の肥料効果が認められ、また、CP 含量および Cu や Zn 等の微量元素濃度を向上させる効果があることが確認された。いっぽう、残渣酵母の散布によって、硝酸態窒素濃度が増加することが認められており、残渣酵母を液肥として利用する際には、硝酸態窒素の蓄積に十分留意する必要がある。

II 緒 言

宮古島市においては 2013 年度より、沖縄県離島地域エネルギー自給高度化支援事業のもとに、サトウキビを利用したバイオエタノール生産実証試験が進められている。バイオエタノールはサトウキビやトウモロコシ等の炭水化物を発酵・蒸留し得られるエタノールのことであるが、その生産過程において副産物として残渣酵母が発生する。宮古島市におけるバイオエタノール生産プラントにおいては、年間 15t 以上の残渣酵母が発生している。

本研究センターにおいては、過去に泡盛蒸留粕の液肥効果¹⁾に取り組み、散布量にともない乾物収量が増加する等、その肥料効果を確認している。バイオエタノール残渣酵母についても、窒素成分の他に多種多様なミネラルを有しており、その肥料効果は高いと考えられる。

本研究は、今後、排出の増加が予想されるバイオエタノール残渣酵母の草地還元効果を検証するため、残渣酵母をトランスバーラ草地に散布し、収量や栄養性について検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試草種および試験期間

試験は宮古家畜保健衛生所圃場の植え付け 4 年目の無施肥のトランスバーラ草地で実施した。2014 年 9 月 24 日にそうじ刈りを行い、その後、残渣酵母を散布し、4 週間後の 2014 年 10 月 23 日に刈取り、調査を行った。

2. 試験方法

試験は 1 区画を 1 m²とし、対照区として水を散布する 0kg 区、残渣酵母を 1.5kg 散布する 1.5kg 区、3.0kg 散布する 3.0kg 区、6.0kg 散布する 6.0kg 区の 4 つの試験区を設けた。散布量は、嘉陽¹⁾らの報告を参考に、全ての試験区で 6.0kg とし、残渣酵母は水に希釈しそれぞれの濃度になるよう調整した。残渣酵母は静置すると固液に分離 (写真 1, 2) するため、散布時にはトレイに移しミキサーにて攪拌処理した後 (写真 3)、試験区へ散布した。



写真1 残渣酵母



写真2 残渣酵母



写真3 攪拌処理

刈取り調査は、試験区内の牧草を全量刈取り収量とした。また、試験区内から3ヵ所試料を採取し成分分析に供した。試料は刈取り後、通風乾燥機で60℃・48時間乾燥させた後、粉碎処理した。分析項目は粗タンパク質(CP)、中性デタージェント繊維(NDF)、酸性デタージェント繊維(ADF)、乾物消化率(IVDMD)、硝酸態窒素とし、分析方法は前報²⁾のとおりとした。また、刈取り調査と同時に、酵母残渣の堆積が認められない場所から、土壌を3点採取し土壌pHおよびミネラルの分析に供した。土壌は表土から深さ5cm程度までの土壌を採取し、小石等の夾雑物を除去したものを試料とした。pH³⁾およびミネラル⁴⁾については、それぞれ常法に基づき分析を行った。残渣酵母の成分を表1に散布量の概要を表2に示す。

表1 残渣酵母成分値(原液)

pH	5.0	
水分含量	75.2	
CP	3.2	
EE	0.2	(%FM)
NFE	7.2	
CF	<0.1	
ash	14.2	
Cu	89.9	
Zn	17.4	(ppmFM)
Fe	25.0	
Mn	6.6	
全窒素(T-N)	0.51	
全リン(P ₂ O ₅)	0.15	(%FM)
カリウム(K ₂ O)	4.04	

表2 残渣酵母散布概要

試験区	混合割合	
	水	残渣酵母
0kg	6.0	0.0
1.5kg	4.5	1.5
3.0kg	3.0	3.0
6.0kg	0.0	6.0

IV 結果

1. 散布後の生育状況

残渣酵母の散布状況を写真4から6に示す。残渣酵母を6kg原液散布した試験区(6.0kg区)においては、残渣酵母が汚泥状に表土を覆い尽くし、沈殿物が散布中央部分に厚く堆積し、周辺にいくに従って薄くなる状況となった。生育が進むにつれて堆積が薄い周辺から、牧草の再生が見られたが(写真5)、散布28日後においても、乾燥した残渣酵母が散布中央部分を中心残っている状況が確認できた(写真6)。また、散布28日後の草丈については、21cmと0kg区の24cm、1.5kg区の32cm、3.0kg区の33cmと比較し低くなった(図1)。いっぽう、1.5kg区および3.0kg区においては、6.0kg区の様な汚泥状の堆積は認められず、また、散布後の生育についても、一見して良好な生育を示していることが分かる状況であった(写6)。また、1.5kg区と3.0kg区の生育を比較すると、草丈についてはほぼ同じ高さであったが、葉の生育が3.0kg区において非常に良好で、表土が見えなくなるほど試験区を覆い尽くしていた(写真6)。6.0kg区においても、中心部分の生育は不良であったが、周辺部分については良好な生育を示していた。

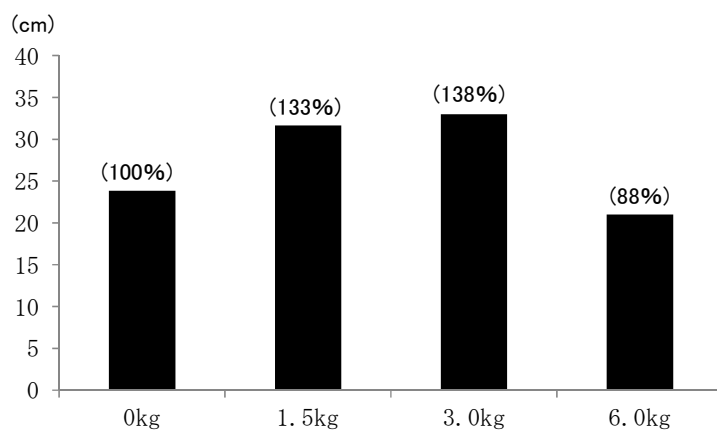


図1 散布量の違いが草丈に及ぼす影響



写真4 散布3日後の生育状況 (0kg区, 1.5kg区, 3.0kg区, 6.0kg区)



写真5 散布14日後の生育状況 (0kg区, 1.5kg区, 3.0kg区, 6.0kg区)



写真6 散布28日後の生育状況 (0kg区, 1.5kg区, 3.0kg区, 6.0kg区)

2. 乾物収量

各試験区における乾物収量を図2に示す。乾物収量は、0kg区で $0.09\text{kg}/\text{m}^2$ 、1.5kg区で $0.17\text{kg}/\text{m}^2$ 、3.0kg区で $0.21\text{kg}/\text{m}^2$ 、6.0kg区で $0.12\text{kg}/\text{m}^2$ となった。3.0kg区までは残渣酵母の散布量に比例し増加する傾向を示したが、6.0kg散布区においては減少に転じた。1.5kg区および3.0kg区においては、対照区と比較し、約2から2.5倍の収量があった。

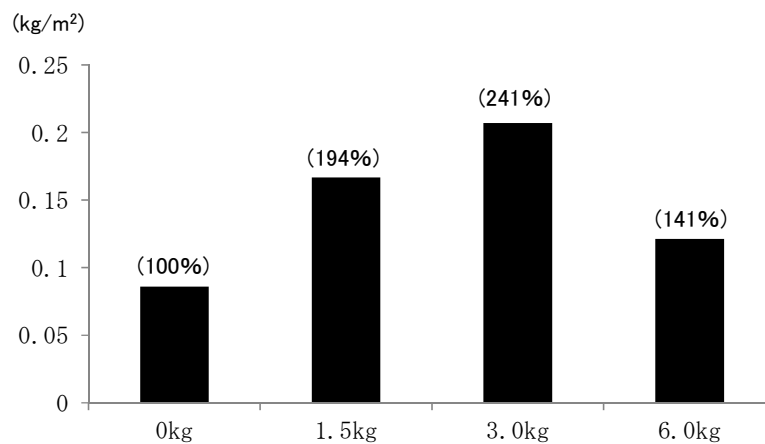


図2 散布量の違いが乾物収量に及ぼす影響

3. 栄養成分

栄養成分の分析結果を表3に示す。CPについては、散布量が増えるごとに増加し、いっぽう、ADFに関しては、散布量が増えるごとに減少することが確認された。ヘミセルロースおよびIVDMDについては、散布量の増加にともない増加する結果であった。

試験区	CP	NDF	ADF	hemicellulose	IVDMD
0kg	8.3±0.2	68.2±0.9	44.0±0.6	24.2±0.5	51.3±3.2
1.5kg	13.0±1.3	69.8±0.8	43.2±0.7	26.6±0.4	60.6±2.1
3.0kg	16.7±1.8	68.2±0.9	39.8±3.4	28.5±2.5	65.1±3.2
6.0kg	21.4±2.3	66.6±1.6	32.7±0.6	33.8±2.2	68.3±4.4

4. 牧草ミネラル濃度および硝酸態窒素濃度

牧草中のミネラル濃度および硝酸態窒素濃度を表4に示す。Cu, Zn, Mnに関しては、散布量に応じて増加した。特にCuおよびMnに関しては顕著な増加が認められた。また、硝酸態窒素に関しては、3.0kg区において、2406ppmDMと高い値となった。

試験区	Cu	Zn	Mn	Fe	硝酸態窒素
0kg	9.4±1.8	29.4±1.9	69.8±1.7	336.3±7.2	847.3±109.3
1.5kg	23.5±1.0	34.8±0.8	78.2±6.2	403.5±56.0	1418.3±56.2
3.0kg	33.7±3.1	37.4±2.0	170.8±19.4	378.7±124.2	2406.2±117.3
6.0kg	80.5±13.8	39.8±0.9	214.3±0.6	327.7±88.8	1808.7±165.6

5. 土壌 pH およびミネラル濃度

土壌 pH およびミネラル濃度を表5に示す。pHについては、散布量に比例し低下する結果が認められた。Cuに関しては、散布量に応じて増加した。Mnに関しては、3.0kg区までは散布量に応じて増加したが、6.0kg区では変化は認められなかった。ZnおよびFeについては、残渣酵母の散布による大きな変化は認められなかった。

表5 pHおよびミネラル濃度（土壌）

試験区	pH	(ppmDM)			(%DM)
		Cu	Zn	Mn	Fe
0kg	7.0±0.7	83.2±3.6	302.5±10.4	2117.3±32.3	8.5±0.2
1.5kg	6.4±0.1	120.2±5.8	312.8±3.5	3010.8±179.2	8.7±0.2
3.0kg	6.1±0.0	129.4±3.2	320.1±2.3	3142.0±111.3	8.9±0.1
6.0kg	5.9±0.0	223.9±17.7	312.0±4.8	2215.9±281.6	8.4±0.1

V 考 察

トランスバーラ草地へ残渣酵母を散布することによって、乾物収量の増加が認められた。本試験における残渣酵母については、現物中に3.2%の粗タンパク質を含有しており、窒素に換算すると0.51%の窒素を含有している。各試験区における窒素施肥量を算出すると、1.5kg区で7.65g/m² (0.51/100×1.5×1000)、3.0kg区で15.3g/m² (0.51/100×3.0×1000)、6.0kg区で30.6g/m² (0.51/100×6.0×1000)となった。嘉陽¹⁾らの行ったギニアグラス草地への泡盛蒸留粕散布試験においても、本試験と同様に乾物収量の増加を確認し、泡盛蒸留粕中の窒素成分が増収に影響を与えたと結論づけている。本試験においても、同様に残渣酵母中の窒素の効果によって、乾物収量が増加したと推察される。しかしながら、1.5kgおよび3.0kgと残渣酵母の散布量にともない乾物収量の増加が認められるいっぽう、散布量にともない、硝酸態窒素濃度が増加する結果が認められた。硝酸態窒素については、1000ppm以上あるいは2000ppm以上から中毒等を引き起こす可能性がある指摘されており、残渣酵母散布による硝酸態窒素の蓄積については、十分留意する必要がある。また、県の経営技術指標によると、トランスバーラ草地に対する刈取りごとの追肥量は窒素で10kg/10a (10g/m²)となっており、3.0kg区および6.0kg区以上では指標を越えた窒素を施肥した結果となった。酵母残渣については乾物収量の増収効果が期待できる可能性が示唆されたが、同時に硝酸態窒素の蓄積も認められたことから、適切な散布量については、さらなる詳細な検討が必要である。

いっぽう、栄養成分は散布量にともないCP、ヘミセルロース、IVDMDが増加し、ADFが減少することが確認された。CPについては窒素施肥量によって変化することがギニアグラスへの試験において報告されており⁶⁾、本試験におけるCPの増加についても同様に、残渣酵母中の窒素成分効果だと考えられる。また、前述したとおり残渣酵母の量にともない葉の生育が良好となる結果が得られたことから、ADFの減少およびヘミセルロースの増加については葉部分の増加に起因し、また、IVDMDの増加は、CPやヘミセルロースの増加にともなって、可溶性の画分が増えたことによるものだと考えられる。しかしながら、本試験においては茎葉の重量割合については調査を行っておらず、詳細な考察は今後の課題となった。

残渣酵母の散布によって牧草のFeについては変化が無く、Cu、Zn、Mnについては散布量に応じて増加することが確認された。特に、CuおよびMn濃度が顕著に増加した。残渣酵母の散布によって牧草中の各ミネラル濃度の増加が認められたが、その濃度については全て日本飼養標準に示された摂取許容限界値⁷⁾内の値であった。近年、給与飼料中のミネラル濃度が、日本飼養標準で示されている供給量を下回る農場の割合が、Cuで53%、Znで14%もあるとの報告⁸⁾があり、給与飼料中のミネラル不足が懸念される。また、ミネラルについては、繁殖母牛の分娩間隔とミネラルの関係⁸⁾が指摘され、特にCuおよびZnについては、子牛の育成成績の向上にも効果があるとの報告⁹⁾もあり、適正なミネラル量を給与することは非常に重要である。残渣酵母については窒素成分と同時に、多様なミネラル成分を含有しており、ミネラル成分が不足している牧草への改良資材として活用できる可能性が示唆された。しかしながら、散布後28日後における土壌のCuおよびMn濃度が高い値のまま推移していることは、牧草が吸収・利用できる以上の量を散布したと推察される。土壌中への過剰なミネラル蓄積については、土壌や水環境等への影響も考えられるので、残渣酵母の適切な散布量については、引き続き詳細な検討が必要である。

VI 引用文献

- 1) 嘉陽稔・大城秀樹・知念司・川本康博・庄子一成 (1998) 泡盛蒸留粕の草地への還元利用 (1) ギニアグラスに対する施肥効果, 沖縄畜試研報, **36**, 109-112
- 2) 安里直和・砂川隆治・太野垣陽一・森山高広 (2013) 県産食肉ブランド強化に向けた県産果実加工残さの栄養特性, 沖縄畜研研報, **51**, 41-47
- 3) 博友社 (1981), 土壌標準分析・測定法
- 4) 社団法人日本草地畜産種子協会 (2001) 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック, 20-24
- 5) 社団法人日本草地畜産種子協会 (2001) 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック, 142
- 6) 嘉陽稔・森山高広・長崎祐二・庄子一成 (1995) 窒素施肥量の違いがギニアグラス (ナツユタカ) の生産量と栄養価に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, **33**, 105-111
- 7) 中央畜産会 (2009) 日本飼養標準肉用牛, 54
- 8) 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, 日本畜産学会誌, **82** (2), 131-138
- 9) 鳥居伸一郎 (2012) キレート銅・亜鉛で繁殖成績と子牛育成成績を高めよう, 養牛の友, **5**, 44-47

エネルギー分散型蛍光 X 線分析を用いた暖地型牧草 ブラキアリアグラスのミネラル分析の検討

安里直和 島袋宏俊

I 要 約

暖地型牧草のミネラル濃度を迅速に測定するため、エネルギー分散型蛍光 X 線分析を用いて検量線を作成し、その実用性について検討を行った。試料はブラキアリアグラス 5 点を用いて、多量元素のカルシウム (Ca) およびリン (P)、微量元素の銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、鉄 (Fe)、マンガン (Mn) について検量線を作成した。

1. 牧草中のミネラルについて、良好な蛍光線スペクトルを得られた。また、リン (P) については、分析室の気相をヘリウムガスに置換することによって良好な蛍光線スペクトルが得られた。
2. 作成した検量線の相関係数 (r) は、Ca で 0.9967, P で 0.9177, Cu で 0.9050, Zn で 0.8825, Fe で 0.9699, Mn で 0.9968 と概ね良好な結果が得られた。

以上の結果より、エネルギー分散型蛍光 X 線分析を用いて暖地型牧草中のミネラルについて、迅速分析が可能であり、今後の試験研究および適切な飼料設計をする際の分析機器として十分活用できる結果であった。

II 緒 言

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¹⁾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²⁾。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³⁾、また、土壌 pH 等⁴⁾の様々な条件により変動するため一定では無い。適切な飼料設計を行う上で、給与飼料中のミネラル含量を適切かつ迅速に把握することは重要である。

ミネラルの分析については、原子吸光法 (Ca, Fe, Cu, Zn, Mn 等) およびバナドモリブデン酸アンモニウム法 (P) 等が一般的な分析方法であるが、試料の灰化、酸分解等に時間を費やすために多くの試料を迅速に処理することが困難である。また、原子吸光光度計や分光光度計など分析機器を使用するために熟練した技術が必要となる。

エネルギー分散型蛍光 X 線分析は、試料に X 線を衝突させることによって生じる、元素特有の特性 X 線を計測する装置である。また、特別な前処理 (酸分解) 等を必要とせず、一度に多くの元素を同時に分析できるなど、多量の試料を迅速に測定する分析機器として有用である。

そこで、エネルギー分散型蛍光 X 線分析を用いて、暖地型牧草ブラキアリアグラスの多量元素 (Ca, P) および微量元素 (Cu, Zn, Fe, Mn) の検量線を作成し、その実用性を検証したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

供試材料は、沖縄県畜産研究センター圃場内で栽培されたブラキアリアグラス 5 点 (バシリスク, MG5) を供試した。試料については、刈取り後に乾燥機で 60°C・24 時間乾燥させ、その後、粉碎器にて粉碎処理を施した。ミネラルの分析は、常法に従い乾式灰化後に塩酸による酸分解を行い検液とした⁵⁾。Ca, Cu, Zn, Fe, Mn については原子吸光光度計, P についてはバナドモリブデン酸アンモニウム法で分析を行った。検量線作成に用いた各ミネラルの化学分析値を表 1 に示す。

試料名	Ca	P	Cu	Zn	Mn	Fe
No. 1 (MG5)	4808	2180	13	38	37	260
No. 2 (MG5)	3803	2293	7	35	47	100
No. 3 (MG5)	7713	2552	11	33	67	110
No. 4 (バシリスク)	3574	2138	9	34	55	130
No. 5 (バシリスク)	3803	1869	8	34	45	220

2. エネルギー分散型蛍光X線分析装置

エネルギー分散型蛍光X線分析装置については、Epsilon3XLE(AgターゲットX線管球, SDD検出器, パナリティカル社製)を使用した(写真1)。牧草粉末試料3.0gをプレス機(スペカック社製)で加圧成形(20ton)し、蛍光X線分析試料とした(写真1)。検量線の作成は全てK α (KA)線とし、各成分の分析に適したフィルターを選択した(表2)。また、軽元素であるPについては、照射エネルギーを低くし、検出感度を上げるために検出室内をヘリウムガスに置換し分析を行った。分析時間は全ての成分で120秒とした。



写真1 分析機器概要 (装置全容 サンプルトレイ プレス機 分析試料)

表2 蛍光X線分析条件

ミネラル名	線種	フィルター	管球 (kV)	雰囲気	分析時間 (sec)
Ca	K α	Al-50	12	大気	120
Cu	K α	Ag	50	大気	120
Fe	K α	Al-200	20	大気	120
Mn	K α	Al-200	20	大気	120
P	K α	Ti	9	ヘリウム	120
Zn	K α	Ag	50	大気	120

IV 結果および考察

1. 蛍光X線スペクトル

各成分の蛍光X線スペクトル(試料No.1)を図1から図4に示す。蛍光X線分析は物質にX線を照射し、その際に発生する元素特有の特性X線を検出することにより分析を行う。具体的には、元素特有のエネルギー(KeV, グラフ横軸)によって定性、また、蛍光X線強度(cps, グラフ縦軸)より定量分析を行うものである。今回、分析を行った元素については、各成分とも良好なスペクトルが得られ、各成分について問題なく定性できた。また、一般的に蛍光X線で分析が難しいと言われる軽元素(P)についても、ヘリウムに置換したことにより良好な結果が得られた。

図5から図8に試料No.1からNo.5の蛍光X線スペクトル重ね合わせ結果を示す。グラフの縦軸(cps)の蛍光X線強度は、そのエネルギーを持った蛍光X線がどれだけ検出されたかを示すもので、それぞれの元素がどの程度含有しているかを表している。CuおよびZn以外のCa, Mn, Fe, Pについては、各試料の成分濃度に応じて蛍光X線強度が変動していることが、鮮明に判断できる結果であった。いっぽう、CuおよびZnについては蛍光X線強度が低く、また、バックグラウンドノイズも他の元素と比較し大きかった(図5)。バックグラウンドノイズについては、分析時間と密接な関係があり、分析時間を長くすることにより抑えることができる。今回、分析時間を120秒と設定したが、CuおよびZnについては、

更に分析時間を長くするなどの検討が必要である。また、Cu および Zn については、表 1 に示したとおり、分析値幅が他の元素と比較し狭いために、鮮明な結果が得られなかったと考えられる。

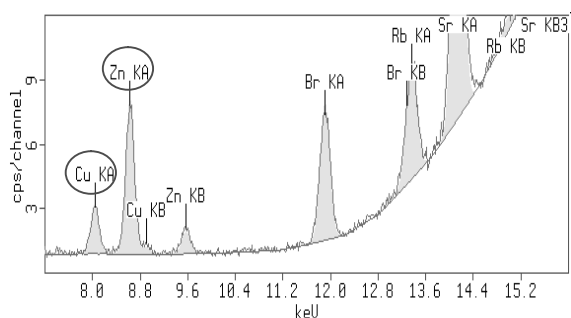


図 1 Cu, Zn の蛍光スペクトル

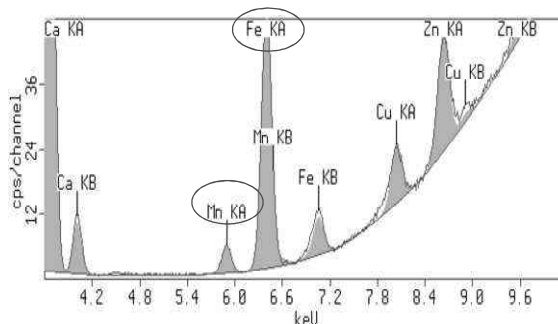


図 2 Mn, Fe の蛍光スペクトル

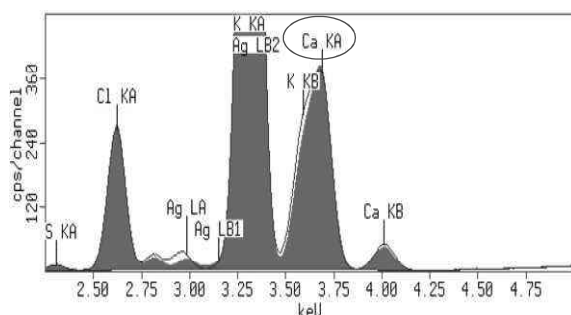


図 3 Ca の蛍光スペクトル

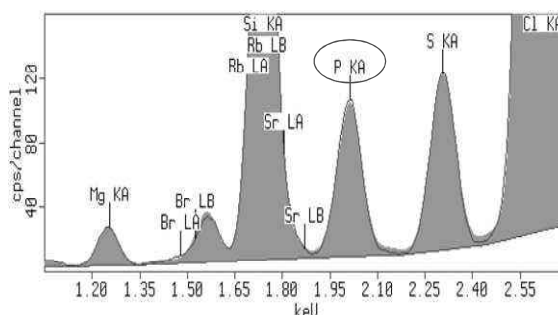


図 4 P の蛍光スペクトル

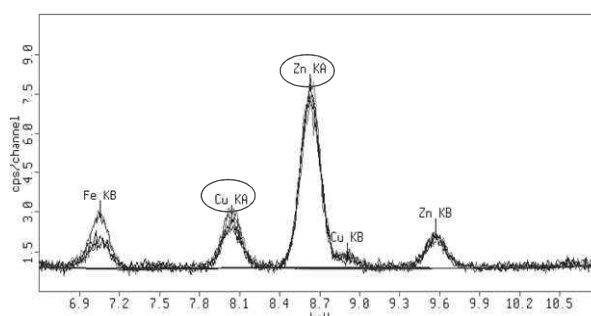


図 5 Cu, Zn の蛍光スペクトル (試料 No. 1~5)

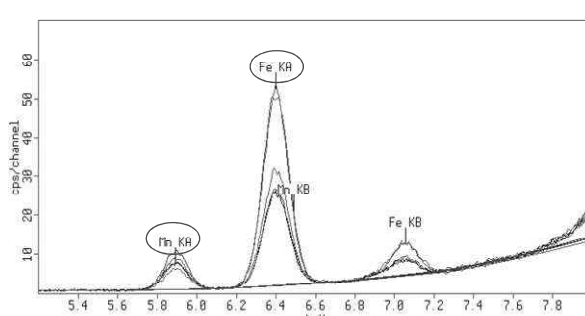


図 6 Mn, Fe の蛍光スペクトル (試料 No. 1~5)

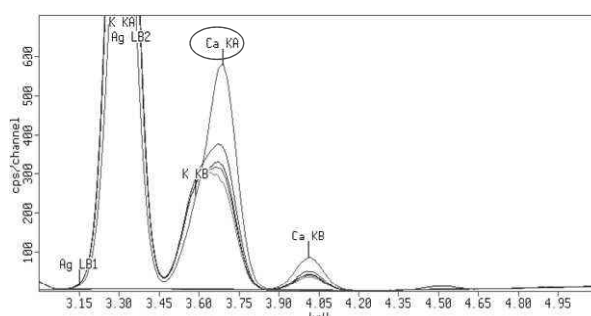


図 7 Ca の蛍光スペクトル (試料 No. 1~5)

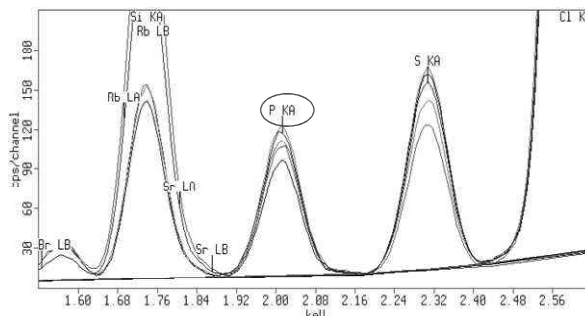


図 8 P の蛍光スペクトル (試料 No. 1~5)

1. 検量線

図 1 から図 8 に示す通り蛍光 X 線については、 $K\alpha$ (KA) 線と $K\beta$ (KB) 線が検出されたが、検量線作成には $K\alpha$ (KA) 線の蛍光線強度を用いた。作成した各成分の検量線を図 9 から図 14 に示す。また、各成分の検量線値と化学分析値の差を表 3 から表 9 に示す。

各成分の相関係数(r)については、Ca で 0.9967, P で 0.9177, Cu で 0.9050, Zn で 0.8825, Mn で 0.9968,

Fe で 0.9699 となった。Ca および Mn については、0.99 以上の相関が得られ非常に良好な検量線が作成できた。いっぽう、P, Cu, Zn については、相関係数 (r) は 0.9 前後の結果となった。その原因として Cu および Zn については前述したとおり、分析時間が短くノイズが大きかったことや、試料の分析値幅が狭いことに起因すると考えられる。分析時間や試料の分析値幅を改善することに加えて、試料点数を増やすことによって、更に精度を向上させることが可能と考えられる。いっぽう、P に関しては分析値幅も広く、良好な蛍光線スペクトルを得られていることから、蛍光 X 線の分析自体に問題は無いと考えられ、化学分析値の再試験および試料点数を増やすことで精度の向上を検討する。

今回、エネルギー分散型蛍光 X 線分析を用いて、暖地型牧草ブラキアリアグラスのミネラル成分について検討を行った結果、Ca および Mn については概ね良好な検量線が作成でき、牧草中のミネラル含量を適切に評価することが可能となった。いっぽう、P, Cu および Zn については、更なる精度向上にむけて取り組む必要がある。

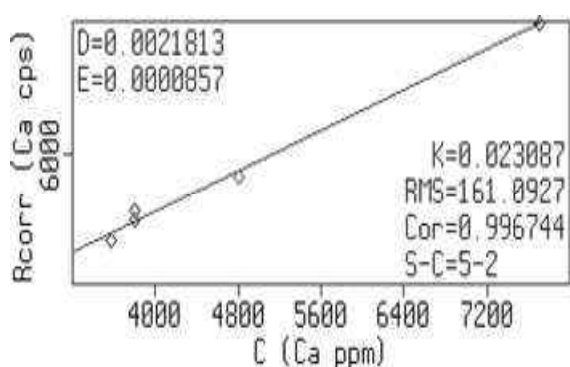


図 9 Ca の検量線

表 3 検量線の詳細 (Ca)

試料名	X線強度 I (cps)	計算濃度 Calc (ppm)	入力濃度 Chem (ppm)	濃度差 (ppm)
No.1	5462.28	4702.0	4808	-341.5
No.2	4436.20	3822.8	3803	19.8
No.3	8964.79	7703.0	7713	-10.0
No.4	3985.72	3436.8	3574	-137.2
No.5	4666.91	4020.5	3803	217.5

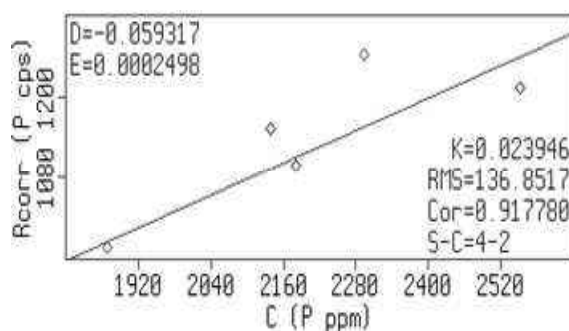


図 10 P の検量線

表 4 検量線の詳細 (P)

試料名	X線強度 I (cps)	計算濃度 Calc (ppm)	入力濃度 Chem (ppm)	濃度差 (ppm)
No.1	1099.27	2152.9	2180	-27.1
No.2	1263.67	2563.6	2293	270.6
No.3	1213.48	2438.2	2552	-113.8
No.4	1154.34	2290.4	2138	152.4
No.5	976.43	1846.0	1869	-23.0

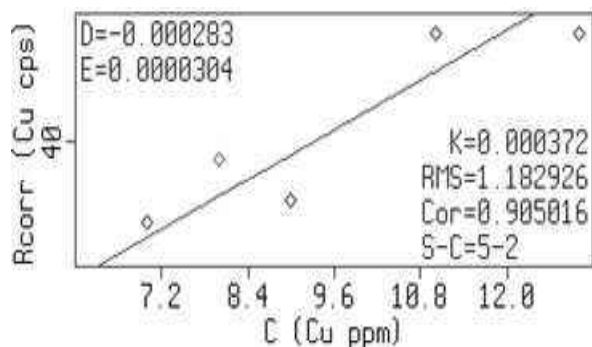


図 11 Cu の検量線

表 5 検量線の詳細 (Cu)

試料名	X線強度 I (cps)	計算濃度 Calc (ppm)	入力濃度 Chem (ppm)	濃度差 (ppm)
No.1	48.38	11.9	13	-1.1
No.2	33.54	7.4	7	0.4
No.3	48.46	11.9	11	0.9
No.4	35.26	7.9	9	-1.1
No.5	38.49	8.9	8	0.9

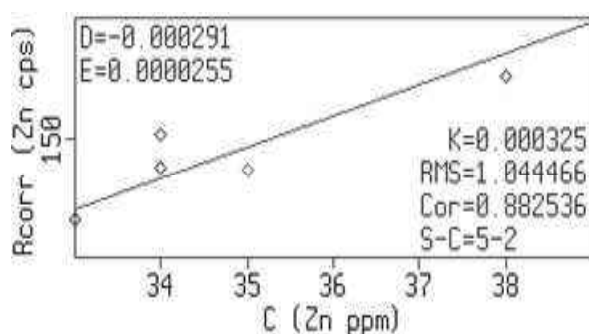


図 1 2 Zn の検量線

表 7 検量線の詳細 (Zn)

試料名	X線強度 I (cps)	計算濃度 Calc (ppm)	入力濃度 Chem (ppm)	濃度差 (ppm)
No.1	157.89	37.2	38	-0.8
No.2	146.38	34.3	35	-0.7
No.3	139.89	32.7	33	-0.3
No.4	146.49	34.3	34	0.3
No.5	150.79	35.4	34	1.4

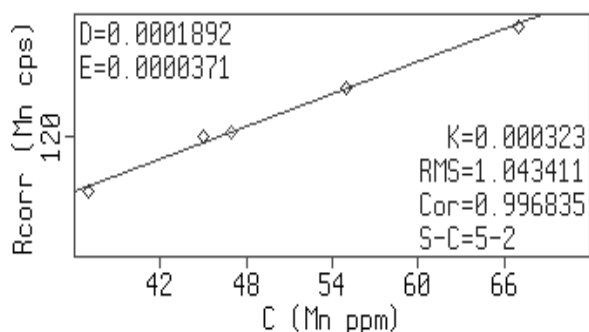


図 1 3 Mn の検量線

表 7 検量線の詳細 (Mn)

試料名	X線強度 I (cps)	計算濃度 Calc (ppm)	入力濃度 Chem (ppm)	濃度差 (ppm)
No.1	92.07	36.1	37	-0.9
No.2	121.25	46.9	47	-0.1
No.3	173.76	66.4	67	-0.6
No.4	143.83	55.3	55	0.3
No.5	119.89	46.4	45	1.4

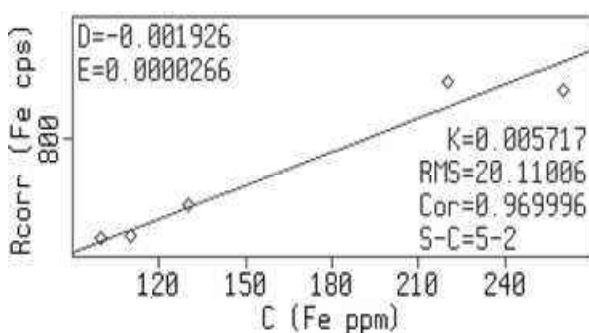


図 1 4 Fe の検量線

表 8 検量線の詳細 (Fe)

試料名	X線強度 I (cps)	計算濃度 Calc (ppm)	入力濃度 Chem (ppm)	濃度差 (ppm)
No.1	953.39	234.4	260	-25.6
No.2	461.02	103.5	100	3.5
No.3	468.84	105.5	110	-4.5
No.4	571.68	132.9	130	2.9
No.5	984.67	242.7	220	22.7

謝 辞

本研究を実施するにあたって、機器の使用及び分析技術の指導に多大なご支援を賜りました、スペクトリス社パナリティカル事業部の松田利也氏および山路功氏に感謝申し上げます。

V 引用文献

- 1) Animal Nutrition 4th(1988), Longman Scientific&Technical, 90-116.
- 2) 中央畜産会 (2009) 日本飼養標準肉用牛, 54
- 3) 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
- 4) 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.
- 5) 社団法人日本草地畜産種子協会 (2001) 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック, 20.

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

幸喜香織 石垣元気* 明石良* 末永一博**
島袋宏俊

I 要約

分子的手法によって作出された4倍体有性生殖品種「宮沖国1号」, その放任受粉F1世代およびF2世代について, AFLP法による多型解析を行った。その結果, 「宮沖国1号」は遺伝的多様性が高いことから, 品種育成による後代世代の育種効果が高くなる可能性が見出され, 実用現場を想定した育種選抜が期待できる。

II 緒言

沖縄県では, 自給飼料の増産を目指し, 草種選定試験を行った結果, 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であると報告している^{1~4)}。現在海外でも利用されているブラキアリアグラス品種について, ブラキアリアグラスの放牧適性⁵⁾, センチュウ抑制効果⁶⁾, 窒素効率の高さ^{7~9)}およびアレロパシー物質の検出⁸⁾等, 多面的な試験研究に関する知見が蓄積されてきているが, 日本での流通は実現していない。また, 高次倍数性のアポミクシスであることから育種が遅れ, 日本に適した品種育成はなされていない。九州・西南暖地向けに選抜作出された品種¹⁰⁾は, 気候や土壌条件の違いから, 本県の気象環境に適応できなかった。そのため, 本県の気候や土壌条件に適した, 沖縄に特化した品種開発が必要である。

ブラキアリアグラスは多年生で肥沃度の低い酸性土壌でも生育がよいため, 熱帯圏で最も栽培面積の広い暖地型牧草である^{10~12)}。国際熱帯農業研究センター(CIAT)は, 交配育種を可能にする4倍体有性生殖系統を保有しているが, 日本での利用には制限があったため, 日本での利用体系に適した品種育成および栽培体系の構築はなされていなかった¹³⁾。このような状況の中から, 宮崎大学では2倍体有性生殖品種であるルジグラス(一般名)「Kennedy」(*Brachiaria ruziziensis*)から, コルヒチン倍加処理によって誘導された多芽体および幼植物由来の4倍体有性生殖品種「宮沖国1号」を作出した^{14, 15)}。本センターでは, 宮崎大学から材料の分譲を受け, 多芽体および幼植物由来「宮沖国1号」が沖縄の気候風土の中で十分に適応できることを確認した¹⁶⁾。また, 「宮沖国1号」は形態特性が高く, 採種特性で流通品種と同等以上の有望系統の選抜が可能で, 沖縄の畜産農家の多様化した要望に対応する育種素材であることが示されたことから¹⁶⁾, ブラキアリアグラス国内初の育種母材として品種登録出願中に至っている。

本報では, これまでの特性形質調査に加え, 「宮沖国1号」を用いて, AFLP法による多型解析による遺伝的多様性について調査し, 品種育成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. 供試材料および調査項目

材料は宮崎大学でルジグラス品種「Kennedy」のコルヒチン倍加処理により作出された4倍体F0当代「宮沖国1号」6個体, その放任受粉F1世代47個体および放任受粉F2世代138個体について, ゲノムDNAの抽出はCTAB法¹⁷⁾によって行い, AFLP法による世代間の遺伝子型の調査を行った。得られたDNA多型情報を主成分分析によって解析した。

IV 結 果

1. 遺伝的多様性

AFLP 法による DNA 多型情報の主成分分析を行い、多型性の高い 60 のマーカーを選抜した。そのマーカーの情報を基に 3 次元回転プロットを作成した (図 1)。その結果、F0 当代「宮沖国 1 号」、F1 世代および F2 世代には個体間による相違が認められた。それぞれ異なる遺伝子型を持つことから、有性生殖個体であることが確認された。F0 当代「宮沖国 1 号」は XZ 軸の外側に分布、F1 世代が XZ 軸の外側から中心部へ、F2 世代は中心部から XYZ 軸へと分布し、世代を重ねるにつれ、分布域が拡散する傾向が認められた。

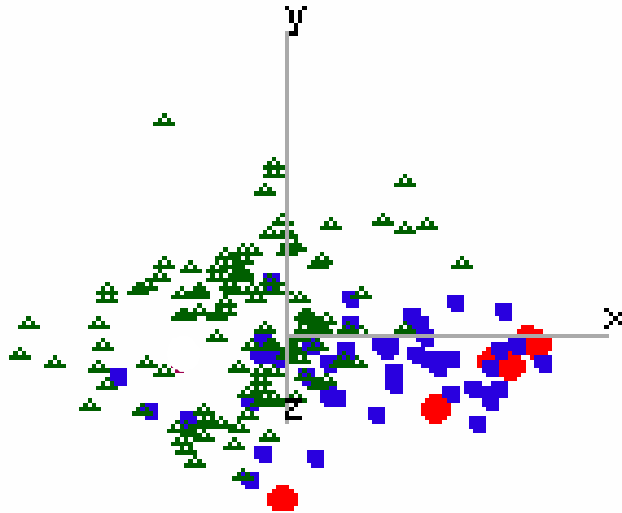


図 1 AFLP 法を利用した「宮沖国 1 号」、F1 世代および F2 世代の主成分分析

注 1) X: 第 1 主成分, Y: 第 2 主成分, Z: 第 3 主成分

2) ● : 「宮沖国 1 号」, ■ : F1 世代, △ : F2 世代

V 考 察

F0 当代「宮沖国 1 号」およびその放任受粉 F1 集団は集団内変異の高さから、優良な形態特性や高い採種特性を付加した優良な母集団の育成が可能であることが報告されている¹⁶⁾。DNA 多型解析の結果では、F0 当代「宮沖国 1 号」から F1 世代、F1 世代から F2 世代への放任受粉によって遺伝子が拡散している傾向が示唆された。また、各個体はそれぞれ異なる遺伝子型を持つ有性生殖集団が形成されていたことから、F0 当代「宮沖国 1 号」の遺伝的背景を反映した幅広い変異をもつ集団であることが確認され、優良な母集団の育成が可能であることが示唆された。以上のことから、「宮沖国 1 号」は形態的特性や採種特性の集団内変異が高いだけでなく¹⁶⁾、DNA 多型解析結果でも遺伝的に集団内変異が高く、実用的な現場を想定した品種開発の素材としての可能性が高い。今後は、「宮沖国 1 号」を用いて沖縄の利用現場の栽培環境・利用状況を想定しながら、育種選抜を実施する予定である。また、実証栽培試験によって「宮沖国 1 号」後代系統の現場での有効性について多角的に評価し、沖縄の多様な農家の要望に期待できる品種育成の方向性について検討する。

VI 引 用 文 献

1) 望月智代・守川信夫・長利真幸・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
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 金子真・中村好徳, 林義朗, 山田明央, 小林良次(2013) 冬季牧草から夏季牧草パリセードグラス品種「MG5」への切り替えは可能である, 九農研 2013 成果情報
- 6) 立石靖・安達克樹・岩堀英晶(2010) パリセードグラスは南九州地域の重要有害線虫 2 種の増殖を抑制する, 九農研 2010 成果情報
- 7) 石川隆之(1998) 硝化を抑制する熱帯イネ科牧草, 国際農林水産業研究成果情報, **6**
- 8) Guntur V. Subbarao・伊藤治(2006) 熱帯牧草 *Brachiaria humidicola* の硝酸化成抑制作用のアンモニウムイオンや低 pH による誘導, 国際農林水産業研究成果情報, **20**
- 9) G. V. スバラオ・石川隆之・中原和彦・吉橋忠・伊藤治・小野裕嗣・亀山眞由美・吉田充(2009) 熱帯牧草 *Brachiaria humidicola* の根から分泌する生物的硝化抑制物質ブラキアクトンの同定, 国際農林水産業研究成果情報, **17**
- 10) Nakagawa H(1995) Cytogenetical study and breeding and of some tropical grass, *bull Hirosima Agri Res Cent*, **58**, 99-124
- 11) 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
- 12) 国際農林業協会(1998) 熱帯の飼料作物, 35-41
- 13) Miles JW, do Valle CB(1996) Manipulation of Apomixis in *Brachiaria* Breeding, Eds Miles JW, Maass BL do Valle, CIAT, Cali, Colombia, and CNPGC/EMBRAPA, Campo Grande, MS, Brazil, Colombia, *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement*, 164-177
- 14) Isigaki G, Gondo T, Suenaga K, Akashi R(2009a) Multiple shoot formation, somatic embryogenesis and plant regeneration from seed-derived shoot apical meristems in ruzigrass (*Brachiaria ruziziensis*), *Grassl Sci*, **55**, 46-51
- 15) Isigaki G, Gondo T, Suenaga K, Akashi R(2009b) Induction of tetraploid ruzigrass (*Brachiaria ruziziensis*) plants by coichicines treatment of in vitro multiple-shoot clumps and seedlings, *Grassl Sci*, **55**, 164-170
- 16) 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
- 17) Murray M. G. and Thompson W. F. (1980) Rapid isolation of high-molecular-weight plant DNA. *Nucl Acids Res* **8**: 4321-4325.

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

幸喜香織 石垣元気* 明石良* 島袋宏俊

I 要 約

高採種性母集団の育成を目的に、形態、収量および採種特性について選抜を行い、ブラキアリアグラス「宮沖国1号」由来の新品種候補系統を作出した。本系統は採種性と飼料品質に優れる系統として沖縄の畜産農家に寄与できる。

II 緒 言

沖縄県では、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、栽培面積の拡大や優良草種の導入等、様々な取組が行われている。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ている^{2~5)}。しかし、本県の現場農家において、暖地型牧草は永年牧草として利用され、圃場更新の初期費用が高額となることから、永年草地の更新は、順調に行われていない現状がある。理由は、更新にかかる労力、コスト面や更新後しばらくはその草地からの粗飼料生産がなくなるなど農家の声として上げられる。一般に、暖地型牧草は種子稔実率が低く、種子が穂にとどまらず、脱粒性の高い草種が多い⁶⁾。そのため、寒地型牧草と比較して採種コストが高く、種子価格が高いため、普及の妨げとなっている。現在、ブラキアリアグラスの日本への輸入・流通は行われていないが、海外流通品種の沖縄での優良品を評価し^{2~5)}、流通が実現したとしても、種子の高価格が普及の妨げとなることが予想される。そこで、本県の気候や土壌条件に適しつつ、安価で気軽に購入できる暖地型牧草を開発することで、自給飼料増産と自給飼料を基盤とした低コストで安全・安心な本県特有の畜産振興が実現できる。

本報では、沖縄の畜産農家の多様化した要望に対応した育種素材として期待されるブラキアリアグラス品種「宮沖国1号」⁷⁾を育種素材として用いて、採種性の安定化を目指し、高採種性母集団を育成したので、報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

供試材料は4倍体品種「宮沖国1号」F0当代6個体、その放任受粉F1世代47個体である。

2. 試験方法

1) 第1選抜

供試材料を2008年6月30日に1.5m×1.5mの栽植密度で形態調査、収量調査を行った。また、出穂盛期に網袋によって、出穂茎を覆い、脱粒した全種子を回収し、採種特性を調査した。得られた情報を基に形態・収量・採種性の観点から総合的に評価した。最適と思われる組み合わせ系統を選抜し、隔離交配を行い、F2種子を806粒採種した。

2) 第2選抜

2010年5月14日および15日にF2種子を播種し、苗段階で500個体選抜した後、圃場に定植した。定植日は6月14日であった。F2集団の生育期の草勢の優れる個体を選抜し、選抜の対象個体とした。稔実率と夏季および冬季の再生性および草勢について調査し、選抜を行った。選抜したF3放任受粉種子を4030粒採種した。

* 宮崎大学

3) 第3選抜

2011年5月12日にF3種子を播種し、苗段階で550個体を選抜した後、圃場に定植した。定植日は8月17日であった。F3集団の中から生育期の草勢の優れる個体を選抜の対象個体とした。稔実率と夏季および冬季の再生性および草勢について調査し、選抜を行った。

IV 結果および考察

1. 第1選抜

「宮沖国1号」放任受粉F1世代の形態特性を表1に示す。F1世代47個体は有性生殖であると報告しており⁸⁾、形態形質に大きな変異が観察された。穂数の標準偏差は73.1と最も高く、最大値309本、最小値27本と広いレンジであった。また、葉身長、穂数および草型の変動係数は43.7%、42.6%および42.6%と高く、集団内変異が高いことが確認された。

表1 「宮沖国1号」放任受粉F1世代の形態および収量特性

形質		平均値	標準偏差	変動係数	レンジ	
					最大値	最小値
稈長	cm	142.9	12.7	8.9	169.3	103.0
穂長	cm	15.2	2.7	17.9	22.3	7.9
茎の太さ	mm	1.3	0.2	15.9	1.8	1.0
葉身長	cm	15.5	6.8	43.7	41.8	5.5
葉身幅	cm	1.5	0.3	17.6	2.2	1.0
穂数	本	171.6	73.1	42.6	309.0	27.0
草型		6.0	1.7	28.1	9.0	3.0
生草収量	kg/a	2.3	0.6	27.7	3.4	0.7
乾物率	%	15.1	1.1	7.1	18.3	12.7
乾物収量	kg/a	0.3	0.1	0.3	0.5	0.1
再生性		4.8	1.6	33.4	9.0	2.0

注1) 調査日：2008年11月7日。

2) F1世代47個体の平均。

3) 草型：1（極直立）～9（ほふく）による9段階評点法。

4) 再生性：1（極不良）～9（極良）による9段階評点法。

「宮沖国1号」の各集団における稔実率の頻度分布を図1（上）、稔実率における世代間比較を表2に示す。F1集団の稔実率は平均16.2%、3.3～38.0%の広いレンジで2つのピークを示した。表1および図1に基づき、F1集団から、形態、収量および採種性の総合的に評価するため、多変量解析によって主成分分析によって特徴的な形質を抽出し、優良な形質を併せ持つ9系統を選抜した。そして、クラスタ解析によって、最適と考えられる系統同士の組み合わせ交配による隔離交配を行い、交配種子を得てF2集団を作成した。

2. 第2および第3選抜

「宮沖国1号」F2集団およびF3集団における稔実率の頻度分布を図1（中、下）に示す。F2集団の稔実率の頻度分布は平均32.1%、レンジが0.9～78.3、変動係数が61.0%となった（表2）。その中から、稔実率が50%以上で採種量が高く、再生性および草勢に優れる30個体を2次選抜した。

F3集団の稔実率の分布は平均49.4%、レンジが0.0～71.1、変動係数が26.2%となった（表2）。その中から、採種量が高く、稔実率が50%以上で、夏季および冬季の再生性および草勢に優れる10個体を3次選抜し、高採種性母集団を作成した。

本集団は、ブラキアリアグラス「宮沖国1号」由来の新品種候補系統として、世界的な暖地型牧草の採種地であるタイ国と国内の圃場にて育種家種子を採種するとともに、採種量、脱粒性および登熟度などの採種性試験を実施し、採種工程にかかる生産コスト等について検討する予定である。本集団は採種性が高い上、飼料品質に優れることも確認しており（未発表）、より低価格で飼料価値の高い新品種候補

として期待できる。

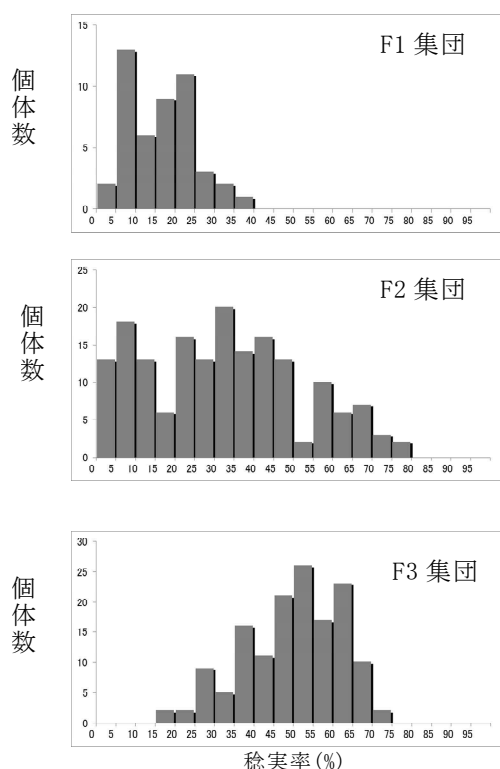


図1 「宮沖国1号」にけるF1, F2およびF3集団の穂実率の頻度分布

表2 「宮沖国1号」におけるF0, F1, F2およびF3集団の穂実率(%)における世代間比較

選抜世代	個体数	平均値	標準偏差	変動係数	レンジ	
					最大値	最小値
F0	6	10.9	13.5	123.2	35.4	2.2
F1	47	16.2	8.0	49.3	38.0	3.3
F2	172	42.1	19.6	61.0	78.3	0.9
F3	145	49.4	12.9	26.2	71.1	0.0

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**, 69-71

家畜排せつ物由来の液肥利用技術の確立

(3) 圃場におけるサトウキビ残渣の有無が メタン発酵消化液散布時の窒素残存率に及ぼす影響

光部柳子 野中克治

I 要 約

チャンパー内にサトウキビ残渣を入れ、圃場におけるサトウキビ残渣の有無が、メタン発酵消化液を圃場散布した際に揮散するアンモニア態窒素量に及ぼす影響を調べた。その結果、散布後1週間の窒素残存率は、サトウキビ残渣がない状態では約87%、残渣がある状態では約70%であった。

サトウキビ残渣の有無は、アンモニア態窒素の揮散に大きく影響するため、メタン発酵消化液をはじめとする有機液肥散布時には残渣の有無も考慮して散布量を決定する必要がある。

II 緒 言

メタン発酵消化液（消化液）には、速効性の窒素分であるアンモニア態窒素が含まれており、肥料としての利用に関心が向けられている。著者ら¹⁾は、国頭マージへの消化液散布を行った際に、消化液が土壤に速やかに浸透する条件下では、散布6日後に約6%のアンモニア態窒素が揮散することを報告した。いっぽう、本県における消化液の利用では、基幹作物であるサトウキビ栽培への利用が考えられる。サトウキビには、春植え、夏植えおよび株出しの作型があるが、サトウキビの株出し栽培の際には圃場にサトウキビ残渣が残る。その際には、残渣の表面上に消化液が付着することで、土壤への浸透が遅れると想定される。土壤への速やかな浸透は、有機液肥利用時において重要であるため、残渣がある状態ではアンモニア態窒素が多く揮散すると予想される。しかし、畑にサトウキビ残渣が残っている状態でのアンモニア態窒素揮散量を調べた研究は成されていない。そこで本研究では、圃場におけるサトウキビ残渣の有無が消化液散布時のアンモニア態窒素の揮散量に及ぼす影響を調べた。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は、2014年4月に7日間、沖縄県畜産研究センター内の圃場で行った。

2. 試験期間の圃場における気温・湿度

圃場における試験期間中の平均気温は21.7℃で平均湿度82%であった。なお、測定は圃場の1m高さに温湿度計（おんどとり TR-72Ui）を設置し、1時間毎に記録した。

3. 供試消化液

試験には、金武町に設置されているメタン発酵の実験プラントから生成されたアンモニア態窒素1332ppmの消化液を供した。

4. アンモニア揮散測定用チャンパー

チャンパーは、前報と同型のものを利用した¹⁾。土壤の入る面積が50cm×30cmになるように作製した台座と、台座の上に被せるアクリル板で作製した容器から成っており、排気口からは毎分48lの流量で空気が排出され、その一部を捕集できるように捕集口を設けた。

5. 試験方法

試験は、チャンパー内に消化液を散布し、揮散したアンモニア態窒素を0.08mol/lのホウ酸溶液に捕集することで行った。チャンパーは2台使用し、1台はサトウキビ残渣がない状態、もう1台はサトウキビ残渣がある状態とした(図1)。サトウキビ残渣はチャンパー内の土壤表面を覆う程度とした。チャンパー内に消化液を1l(アンモニア態窒素量1332mg)散布し、チャンパーから排出される空気の一部を、常に3l/minの流量で0.08mol/lのホウ酸溶液に捕集した。アンモニアは液肥散布直後から捕集を開始し、捕集1, 3, 5, 9, 24, 48, 120ならびに168時間後にホウ酸溶液中のアンモニア態窒素量をキャピ

ラリー電気泳動(Agilent 社製, G1600AX)により測定した。



写真1 サトウキビ残渣なし(左)およびあり(右)の状態のアンモニア揮散測定用チャンバーの様子

IV 結果および考察

消化液散布後の推定窒素残存率を図1に示す。まず、サトウキビ残渣のない状態における窒素残存率は、1週間で約87%であると推定された(図1A)。著者ら¹⁾は同型のチャンバーを用いて夏場におけるメタン発酵消化液散布時の窒素残存率を、6日間で約94%であったと報告しているが、本研究における窒素残存率は低く推定された。その理由としては、前報の試験時は8月であったのに対し、本試験は4月に試験を行っており、雨量や気温、風速等が大きく異なっていたことが挙げられる。本試験は前報における試験圃場と同一の圃場で行ったが、季節によって窒素残存率に違いが見られたことから、有機液肥の圃場散布時におけるアンモニア揮散量には、気象条件が大きく影響することが示された。

いっぽう、サトウキビ残渣がある状態での窒素残存率は、1週間で約70%となり、残渣がない状態での窒素残存率を大きく下回る結果となった(図1B)。残渣に消化液が付着し土壤に浸透する量が減った事で、アンモニア揮散量が増加したと思われる。

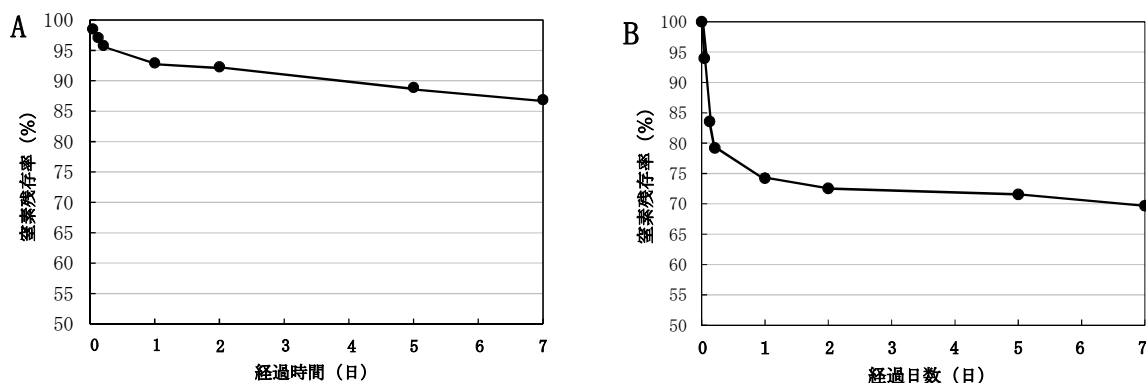


図1 サトウキビ残渣なし(A)およびあり(B)の状態における消化液散布後の窒素残存率の推定

水田においてはアンモニア揮散に影響を及ぼす原因は、 $pH > 風速 > アンモニア態窒素濃度 > 水温$ の順であるとされている²⁾。国頭マージは酸性土壌であることから、有機液肥が土壤に浸透する速度はアンモニアの揮散に大きく影響を及ぼすと考えられる。メタン発酵消化液に含まれる肥料成分は原料によって大きく変化するが、豚糞や牛糞では窒素分のうち約半分は有機態窒素で、もう半分はアンモニア態窒素である^{3, 4)}。そのため、散布後のアンモニアの揮散量の把握は散布量決定時に大きく関わる。

本研究結果から、サトウキビ残渣の有無は有機液肥利用時のアンモニア態窒素揮散に大きく影響し、有機液肥散布時の窒素揮散量も考慮しながら施用量を決定する必要性が明らかとなった。しかし、本研究では反復試験を行っておらず、同一条件下でアンモニア揮散量にどの程度のバラツキがあるかは不明である。また、アンモニアの揮散量は施肥時の土壤条件や気候などにも大きく左右されることも考慮しておく必要がある。

謝 辞

本研究の推進にあたり、メタン発酵消化液を提供して頂いた、金武町役場 産業振興課の与那城樹氏に感謝申し上げます。

本研究は実用技術開発事業(2012～2014 年度)「南西諸島における家畜糞尿を核とした地域バイオマス利活用モデルの構築」によって行われた。

V 引 用 文 献

- 1) 光部柳子・野中克治(2013)家畜排せつ物由来の液肥利用技術の確立(1)メタン発酵消化液の圃場散布時におけるアンモニア態窒素揮散量の推定, 沖縄畜研研報, **51**, 57-59
- 2) 日本土壌肥料学会編(2011)農業由来のアンモニア負荷-その環境影響と対策-, 19-21, 博友社
- 3) 宮田尚稔・池田英男・小島敬良(2005)メタン発酵消化液が養液土耕, やしがら耕, ロックウール耕および水耕におけるトマトの生育に及ぼす影響, 日本土壌肥料学雑誌, **76**, 619-627
- 4) 農村工学研究所(2012), メタン発酵消化液の畑地における液肥利用-肥料効果と環境への影響-, 3-5

研究補助：宮里政人

家畜排せつ物由来の液肥利用技術の確立

(4) ばっ気強度の違いによる有機液肥への臭気低減効果

光部柳子 野中克治

I 要 約

家畜ふん尿由来の有機液肥の臭気を低減し液肥利用を促進するために、異なるばっ気強度が有機液肥の臭気等に及ぼす影響を検討した。有機液肥に対して 0, 0.25, 0.5 ならびに $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ の流量でばっ気処理を行った結果、以下のとおりであった。

1. 全てのばっ気処理区においてばっ気終了時の液肥中のアンモニア態窒素濃度に違いはなかった。
2. 有機液肥を土壤に散布した際の臭気は、全てのばっ気処理区で無処理区に比較してばっ気 1 日後から臭気強度および不快度が大きく低下した。また、3 日後には全ての処理区で臭気強度が 1.5 以下となった。

以上の結果から、嫌氣的処理によって液肥化された家畜有機液肥の利用時には、 $0.25\sim 1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ のばっ気強度によって、臭気低減効果が得られることが明らかとなった。ばっ気の処理期間は 1 日でも有機液肥散布時の臭気を大きく低減でき、また 3 日後まで続けると臭気強度がさらに低下し、有機液肥中のアンモニア態窒素量も保持できることが示された。本試験により、現場の状況に合わせてばっ気強度および処理期間を決定することが可能となった。

II 緒 言

近年、「水質汚濁防止法」における暫定基準値の見直しが行われ、将来的には暫定基準値の廃止が明らかとなっている中、畜産農家にはこれまで以上に厳しい畜舎排水の処理が求められている。いっぽう、畜産から排出される汚水には肥効成分が含まれており¹⁾、有機肥料として利用する研究も行われている^{2, 3)}。排せつ物の液肥化処理では、好氣的および嫌氣的な処理方法があるが、嫌氣的処理を行った有機液肥では散布時の臭気が問題となりやすい。前報では、嫌氣的処理を行った有機液肥に対して、 $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ の流量におけるばっ気では、1 日 12 時間のばっ気でも臭気低減効果が得られることを報告した⁴⁾。しかし、 $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ 以下のばっ気強度における臭気低減効果は明らかとなっていない。

そこで本研究では、有機液肥に対するばっ気処理強度の違いが臭気低減に及ぼす影響を調べたので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は、2014 年 11 月に 3 日間、沖縄県畜産研究センター内で行った。

2. 供試有機液肥

試験には、金武町における家畜排せつ物の共同処理施設で嫌氣的処理を行い、圃場散布に用いられる有機液肥を供した。

3. 簡易ばっ気方法

試験には試験用水槽を用いた。有機液肥 10 l を試験水槽の亚克力製円筒水槽（直径 15cm、高さ 90cm）に投入後、ばっ気量を各試験区分になるように調整しながら散気ストーンを通し、3 日間通気した。

4. 試験区分

試験区分は、表 1 に示すばっ気強度 0 区(対照区)、0.25 区、0.5 区ならびに 1 区とした。

表1 試験区分

区分	ばっ気強度	10lに対するばっ気量
無処理区(対照区)	ばっ気なし	ばっ気なし
0.25区	0.25m ³ /m ³ /hr	0.042l/min
0.5区	0.5m ³ /m ³ /hr	0.084l/min
1区	1.0m ³ /m ³ /hr	0.167l/min

5. 調査項目

調査項目は、アンモニア態窒素濃度、官能評価による臭気強度および快・不快度とした。

アンモニア態窒素濃度の測定にはRQフレックス(Merck社製, RQflex plus)を用いた。また、臭気は次の通りに評価した。まず、サンプルボックス内のトレーに5.6mm以下の土壌2kgを入れ、土壌表面に1lの有機液肥を散布後、サンプルボックス内の空気を20l採取しサンプルとした。各サンプルを、におい袋(3l)6つに分け、6人のパネラーにより官能評価を行った。パネラーは5種類の基準臭によって選定し、評価は6段階臭気強度表示法および9段階快不快度表示法(表2, 3)⁵⁾により行った。

表2 6段階臭気強度表示法

臭気強度	内容
0	無臭
1	やっと感知できる弱い臭い(検知閾値)
2	何の臭いかわかる弱い臭い(認知閾値)
3	楽に感知できる臭い
4	強い臭い
5	強烈な臭い

表3 9段階快・不快度表示法

快・不快度	においの質
-4	極端に不快
-3	非常に不快
-2	不快
-1	やや不快
0	快でも不快でもない
1	やや快
2	快
3	非常に快
4	極端に快

IV 結果および考察

有機液肥をばっ気した際の、液中におけるアンモニア態窒素濃度の変化をみると、ばっ気3日後の各処理区で違いは見られなかった(図1)。このことから、0.25~1m³/m³/hrの強度によるばっ気では、3日後まで液肥に含まれる窒素分の損失が少なく、肥料成分の保持が可能であった。前報⁴⁾において、1m³/m³/hrではばっ気3日後に有機液肥中のアンモニア態窒素濃度が低下する傾向がみられたが、本試験では3日後においてもアンモニア態窒素濃度の低下は見られなかった。すなわち、1m³/m³/hrのばっ気におけるアンモニア態窒素濃度の低下にもばらつきが見られる。畜産有機液肥はばっ気処理を行うことでpHが上昇することが報告されており^{1, 4)}、pHはアンモニアの揮散に大きく影響を及ぼす⁶⁾。このことから、ばっ気処理によるアンモニア態窒素濃度の変化は有機液肥のpHなどの性状によって影響を受けるため、散布する前にアンモニア態窒素濃度を測定することが望ましい。

また、ばっ気処理による有機液肥散布時の臭気強度および快・不快度の変化をそれぞれ図2ならびに図3に示した。ばっ気を行わない無処理区では、臭気強度は3.5から4.5の高い水準となった。いっぽう、ばっ気を行った各処理区では、ばっ気1日後においても臭気強度が2.5に低下しており、3日後には0.25区と0.5区では1.5まで、1区では1まで低下した。さらに、快・不快度においてもばっ気1日後から、各処理区で無処理区に比較して不快度が低くなった。ばっ気3日後には0.5区および1区で、快・不快度がほぼ0にまで低下した。

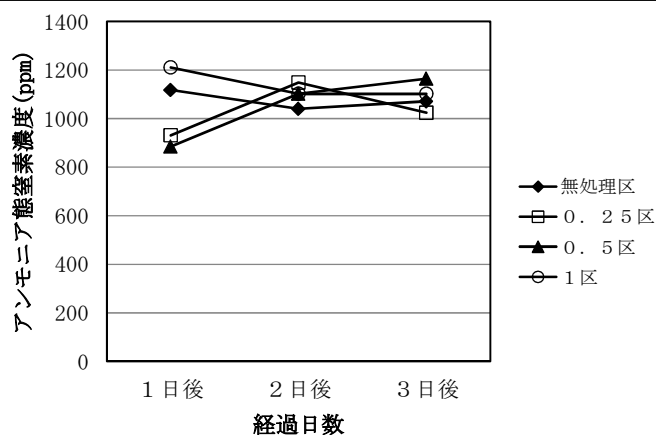


図1 ばっ気の経過日数に伴う有機液肥中のアンモニア態窒素濃度の変化

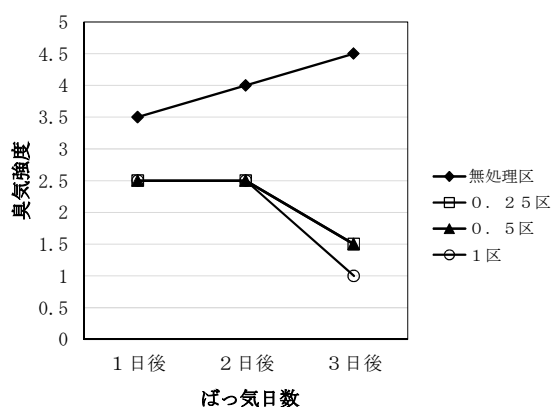


図2 ばっ気処理による有機液肥散布時の臭気強度の変化

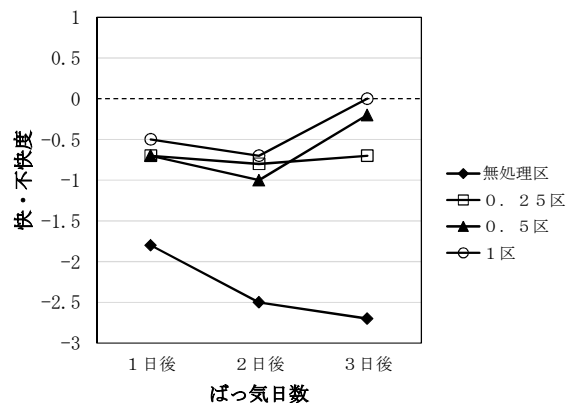


図3 ばっ気処理による有機液肥散布時の快・不快度の変化

以上の結果から、嫌氣的処理により液肥化された有機液肥に対しては、ばっ気強度を $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ 未満に弱めても臭気低減効果が得られ、ばっ気処理を3日間行っても肥料成分であるアンモニア態窒素濃度を保持できることが示された。前報⁴⁾の結果と合わせて、強度を $0.25\sim 0.5\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ に抑えてのばっ気もしくは $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ による間欠ばっ気を、現場の状況によって選択することが可能となった。

謝 辞

本研究の推進にあたり、有機液肥を提供して頂いた、金武町役場 産業振興課の与那城樹氏に感謝申し上げます。

本研究は実用技術開発事業(2012年～2014年度)「南西諸島における家畜糞尿を核とした地域バイオマス利活用モデルの構築」によって行われた。

VI 引用文献

- 1) 恵飛須則明・庄子一成(1997)豚舎からのふん尿汚水成分の時期別変化, 沖縄畜試研報, **35**, 127-131
- 2) 鈴木直人・稲嶺修・与古田稔(2006)豚ふん尿液肥化技術の確立(1)豚舎排水のばっ気処理強度の違いによる肥料成分濃度推移, 沖縄畜研研報, **44**, 59-64
- 3) 脇屋裕一郎・田中宗浩・北島晶子・坂井隆宏・小島孝之(2001)豚尿処理水を用いた養液栽培技術の開発(第2報)-汚水処理の附帯施設としての利用可能性-, 西日本畜産学会報, **44**, 83-89
- 4) 光部柳子・野中克治(2013)家畜排せつ物由来の液肥利用技術の確立(2)ばっ気方法の違いによる有機

液肥への臭気低減効果, 沖畜研研報, 51, 57-64

5) 環境省環境管理局大気生活環境室(2005)嗅覚測定法マニュアル, (社)におい・かおり環境協会

6) 日本土壌肥料学会編(2011)農業由来のアンモニア負荷—その環境影響と対策—, 19-21, 博友社

研究補助: 宮里政人

RQ フレックスおよびカリウムイオンメーターによる 豚舎汚水の肥料成分測定精度

光部柳子 野中克治

I 要 約

豚舎から排出される汚水について RQ フレックスを用い、アンモニウムイオン、カリウムイオンおよびリン酸イオン、さらにカリウムイオンメーターを用いてカリウムイオンを測定し、キャピラリー電気泳動(CE)測定値と比較することで簡易測定値の精度を調べ、以下の結果が得られた。

1. RQ フレックスによるアンモニア態窒素の相関($R=0.949$)および測定精度は高く、測定値を補正することなく利用可能であった。
2. RQ フレックスおよびカリウムイオンメーターによるカリウムイオンの測定では、CE 測定値との間に相関が認められたが、以下の回帰式による補正が必要であった。

RQ フレックス：補正值(ppm) = $0.6037 \times \text{RQ フレックス測定値} + 86.593$ ($R=0.780$)

カリウムイオンメーター：補正值(ppm) = $1.2966 \times \text{カリウムイオンメーター測定値} - 181.22$ ($R=0.857$)

3. リン酸イオンの測定では、RQ フレックスが 200ppm 未満を示す場合のみ、簡易測定値を目安として使用することが可能だと考えられた。その際は、補正值(ppm) = $0.5445 \times \text{RQ フレックス測定値} + 59.596$ ($R=0.648$)による補正が必要である。

II 緒 言

豚舎から排出されるふん尿は、堆肥化が行える固形分以外は活性汚泥により浄化処理を行うことが標準的になっている。そのため、豚舎由来の排せつ物は大部分が利用されることなく放流されている。いっぽう、それら豚舎汚水や処理水にも肥料成分が含まれている¹⁾。そして、資源循環型農業が謳われる近年、これら家畜排せつ物を有益な有機質資源として肥料利用する研究も行われている^{2, 3)}。しかし、有機液肥としての利用は限定的であり、その要因の一つとして肥料成分のバラツキがあげられ、現場で容易に肥料成分を測定できる簡易測定法が望まれている。

簡易測定法には試験紙やパックテストのように機器を使わずに行う方法と、小型の機器を用いる方法がある。機器を用いた簡易分析の一つである小型反射式光度計の RQ フレックスは、一台で多くのイオン濃度の測定が可能であり、水質や土壌、堆肥に含まれる成分の分析への応用が行われている^{4~6)}。また、単一の成分を目的とした簡易測定機も存在しており、その一つにコンパクトイオンメーターがある。単一の成分のみを測定するため、多項目を測定する機器よりも安価である。これらを用いた簡易測定は容易に行える反面、その測定精度が問題となる。特に、有機物を多く含む畜舎由来の汚水や有機液肥の測定では、測定精度が落ちる懸念がある。

そこで、本研究では、豚舎由来の汚水原水、処理水ならびに有機液肥中のアンモニア態窒素、カリウム、リン酸について、RQ フレックスおよびカリウムイオンメーターの測定精度を検証したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試液

試験には、一般農家で採取した豚舎由来の汚水原水および浄化槽から排出される処理水、共同処理施設により嫌氣的処理を行った有機液肥を用いた。供試液は、プラスチック容器に採取後畜産研究センターに持ち帰り、成分測定時まで 4℃保存とした。

2. 試験方法

肥料成分の測定は、キャピラリー電気泳動(CE; Agilent 社製, G1600AX), RQ フレックス(Merck

社製, RQflex plus) およびカリウムイオンメーター (HORIBA 社製, LAQUAtwin B-731) により行った。供試液に含まれる夾雑物を2重のガーゼでこした後、測定成分が機械の測定範囲内になるように蒸留水によって希釈し、サンプルとした。CEでの測定では、測定前にサンプルをシリンジフィルター (pore size 0.22 μ m) でろ過した。CEとRQフレックスおよびカリウムイオンメーターの測定値を比較し、相関係数 (R) を算出した。

なお、RQフレックスで使用した各成分の測定範囲は以下のとおりである。

アンモニウムイオン: Ammonium Test 20-180mg/l

カリウムイオン: Potassium Test 0.25-1.20g/l

リン酸イオン: Phosphate Test 5-120mg/l

3. 調査項目

調査項目は、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、カリウムイオン (K) ならびにリン酸イオン (PO_4) とした。なお、アンモニウムイオンに 0.776 を乗じた値をアンモニア態窒素として用いた。

IV 結果および考察

1. サンプルの性状

本試験で用いたサンプルの概要を表1に示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、K および PO_4 における変動係数はすべて 55%以上となり、バラツキが大きいことが示された。これは、本試験におけるサンプルが、豚舎から排出される汚水の原水、浄化槽で処理を行った後に排出される処理水ならびに嫌氣的処理によって液肥化された有機液肥であり、その性状に大きな違いがあるためだと思われる。また、汚水原水に含まれる肥料成分にも違いが見られたが、飼料や洗浄水量の違いなどが大きく影響していると思われる。このことから、豚舎由来の汚水は処理方法や飼養環境などによって肥料成分濃度が大きく変化するため、簡易的な測定によってその都度肥料成分濃度を測定することの重要性が改めて示された。

表1 各測定項目別のサンプル性状

項目 (n数)	平均±標準偏差 (ppm)	測定幅 (ppm) (最小値-最大値)	変動係数 (%)
$\text{NH}_4\text{-N}$ (n=45)	2003±1109	152-3846	55.4
K (n=42)	962±540	214-1912	56.2
PO_4 (n=33)	174±99	77-455	57.0

注) 濃度は CE 測定値

2. アンモニア態窒素における相関

152ppm から 3846ppm までの幅広い濃度のアンモニア態窒素を CE と RQ フレックスによる測定で比較したところ、 $R=0.949$ と高い相関が得られた (図1)。また、回帰式は $Y=1.0515x+4.4451$ となり、1%水準で有意であった。回帰式の傾きが 1.0515 とほぼ 1 となり、切片も 4.4451 と 0 に近いことから、RQ フレックスの測定値は、CE 測定値に近いことが明らかとなった。このことから、RQ フレックスによるアンモニア態窒素の測定は、実用可能な精度であり、RQ フレックスの測定値を補正する必要はないと思われる。なお、豚舎の汚水原水や嫌氣的に処理された有機液肥に含まれる窒素成分の多くはアンモニア態窒素であるが、浄化槽で好氣的に処理した処理水は硝化菌の働きによりアンモニア態窒素が硝酸態窒素となる。そのため、処理水の散布においてはアンモニア態窒素よりも硝酸態窒素の測定が重要である。

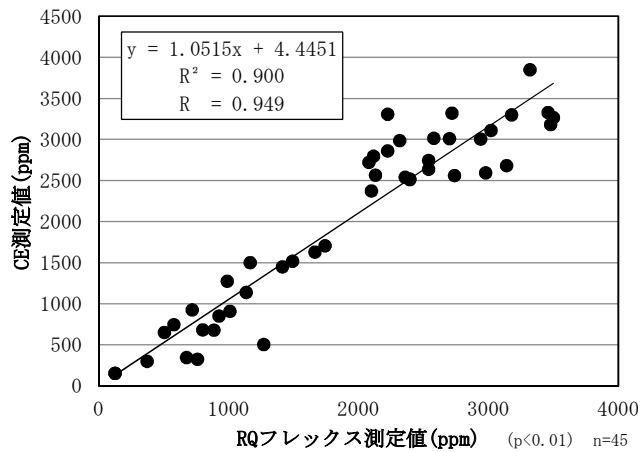


図1 アンモニア態窒素の測定におけるCEおよびRQフレックス値の比較

3. カリウムイオンにおける相関

カリウムイオンの簡易測定には、RQ フレックスおよびカリウムイオンメーターを用いた。まず、CE 測定値と RQ フレックス測定値の比較では、 $Y=0.6037x+86.593$ の回帰式が得られ、 $R=0.780$ となり相関が認められた(図 2A)。しかし、サンプルのほとんどでは RQ フレックスの測定値が CE 測定値を上回る結果となり、回帰式の傾きが 0.6037 となった。このことから、RQ フレックスによるカリウムイオンの測定では、実測値よりも高い値が出やすいことが明らかとなった。RQ フレックスによる値を回帰式に当てはめて補正した上で、実測値とのズレがでることを考慮すべきだと思われる。また、カリウムイオンメーター測定値との比較では、回帰式 $Y=1.2966x-181.22$ となり、 $R=0.857$ と RQ フレックスよりも高い相関係数が得られた(図 2B)。しかし、カリウムイオンメーターによる測定においても、傾きが 1.2966 で切片が -181.22 となったことから、簡易的な測定値と実測値に差が出るのが考えられるため、回帰式による補正が望ましいと思われる。

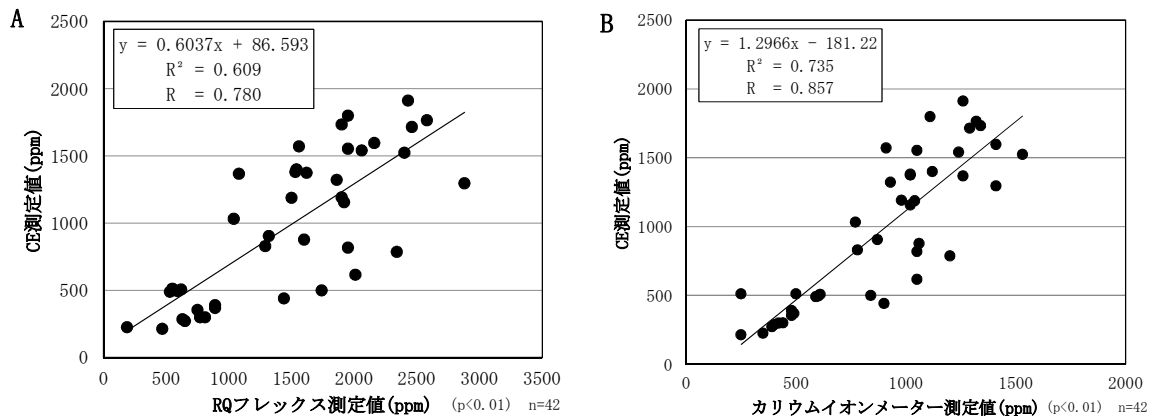


図2 カリウムイオン測定におけるCEとRQフレックス (A) およびイオンメーター (B) 値の比較

4. リン酸イオンにおける相関

図3にリン酸イオンにおける測定結果を示す。まず、全サンプルの測定結果では、 $R=0.344$ と相関係数が低い結果となった(図3)。図3を見ると、RQ フレックス測定値が 200ppm 以上を表わす場合において、CE 測定値とのズレが大きくなっているように思われた。そこで、RQ フレックスの値が 200ppm 未満を示したサンプルのみを抽出してみると、 $R=0.648$ と相関係数が大きく変化した(図4)。この結果から、RQ フレックスが 200ppm 未満の値を示す場合には、目安として RQ フレックスを使用することは可能だと思われる。その際には、回帰式 $Y=0.5445x+59.3596$ による補正が望ましい。いっぽう、リン成分は水溶液中のリン酸イオン以外にも、夾雑物に多く付着している可能性がある。浅井⁶⁾は RQ フレックスに

よる土壌の可給態リン酸を、硫酸液と振とうして抽出する方法により可能だとしている。本試験ではガーゼで濾した液を RQ フレックスで測定しているが、抽出法を検討することにより精度が高まる可能性がある。

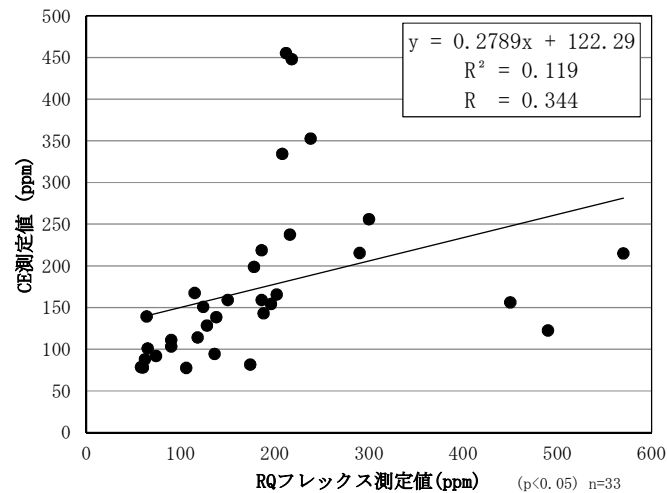


図3 リン酸イオン測定における CE および RQ フレックス値の比較

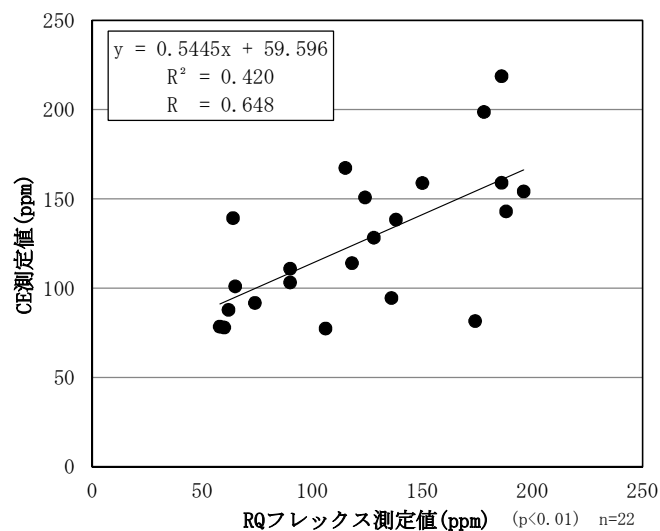


図4 簡易測定値 PO_4 200ppm 未満のサンプルにおける CE および RQ フレックス値の比較

本研究結果より、RQ フレックスによるアンモニア態窒素の測定精度は高く、有機液肥の散布量決定に利用可能であることが明らかとなった。ただし、浄化槽で好機的に処理した処理水は、アンモニア態窒素をほとんど含まず硝酸態窒素を含む。その場合には、窒素成分として硝酸態窒素濃度の測定が重要である。RQ フレックスは硝酸イオンの測定が可能であり、その測定精度について確認を行う必要がある。また、本試験では 25°C 以下の条件下で測定を行っているが、RQ フレックスは測定時の気温が高い時には測定値のずれが大きくなる可能性がある。そのため、夏期の測定では散布の前日までに屋内で濃度を測定したり、クーラーを付けた車内での測定などが望まれる。

謝 辞

本研究の推進にあたり、サンプルを提供して頂いた、沖縄県食肉センターの真境名兼彦氏、山川一枝氏、ならびに金武町役場産業振興課の与那城樹氏に感謝申し上げます。

VI 引用文献

- 1) 恵飛須則明・庄子一成(1997)豚舎からのふん尿汚水成分の時期別変化, 沖縄畜試研報, **35**, 127-131
- 2) 鈴木直人・稲嶺修・与古田稔(2006)豚ふん尿液肥化技術の確立(1)豚舎排水のばっ気処理強度の違いによる肥料成分濃度推移, 沖縄畜研研報, **44**, 59-64
- 3) 脇屋裕一郎・田中宗浩・北島晶子・坂井隆宏・小島孝之(2001)豚尿処理水を用いた養液栽培技術の開発(第2報)-汚水処理の附帯施設としての利用可能性-, 西日本畜産学会報, **44**, 83-89
- 4) 安藤義昭・小柳渉・森山則男(2004)小型反射式光度計(RQ フレックス)による有機質資材中のカリウム, リン, 窒素の簡易測定法, 日本土壤肥料学雑誌, **75**, 605-608
- 5) 池田彰弘(2004)小型反射式光度計を利用した地下水中の硝酸性窒素濃度測定に及ぼす温度の影響, 愛知農総試研報, **36**, 65-68
- 6) 浅井信一(1998)小型反射式光度計による土壌の硝酸態窒素・可給態リン酸・交換性カルシウムの簡易測定, 日本土壤肥料学雑誌, **69**, 85-87

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

我那覇紀子 光部柳子 親泊元治 當眞嗣平
野中克治

I 要 約

沖縄県では、養豚業からの悪臭、水質汚染が畜産環境問題の上位を占めている。その対策としてオガコ養豚が推奨されるが、現在オガコの安定供給が出来ていないため、オガコに替わる代替資材として粉碎剪定枝が利用可能なものであるか比較検討した。

1. 発育成績について、剪定枝区のほうが肥育期間が短く、出荷日齢も短かったが有意な差はなかった。
2. 食肉衛生検査時の廃棄状況について、敷料の違いによる差はなかった。
3. 枝肉成績において、敷料の違いによる有意な差はなかった。
4. 敷料使用量については、1頭当たり剪定枝区 0.22 m³、オガコ区 0.16 m³であり、オガコ区のほうが少なかった。1頭の1日当たりの敷料の代金は、剪定枝区 8.1 円、オガコ区 15.0 円であり、剪定枝区が低かった。掃除作業時間は、剪定枝区が 8.1 分、オガコ区が 4.8 分であり剪定枝区が長かった。

以上のことから、剪定枝区はオガコ区と比べ発育成績に差はなく、掃除作業時間も長くなるが、剪定枝の代金が低いことから敷料代金は低く抑えられ、オガコ代替資材として利用できることが示唆された。

II 緒 言

沖縄県では、畜舎周辺の市街化、養豚農家の浄化槽の老朽化や故障、環境規制の強化により、悪臭、水質汚染が問題になっており、養豚業からの悪臭、水質汚染が畜産環境問題の上位を占めている¹⁾。

オガコを敷料としてふん尿と混合・吸着させることにより、豚舎から排出される悪臭や汚水の低減が図られることが、当所におけるセルフクリーニング式オガコ養豚を主体とする研究成果として実証されている²⁾。しかし、県内においてオガコの安定供給が出来ていないこと、価格が高いことがオガコ養豚普及を阻害する要因となっている。当所でもオガコの代替資材としてピートモスやバガスなどの検討を行ってきた^{3~6)}が、代替資材としての普及につながっていない。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⁾。剪定枝はオガコより価格が安く入手でき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。そこで今回、オガコ敷料の代替資材として剪定枝が豚の飼養管理上、利用可能なものか実証する目的で、粉碎した剪定枝を敷料として用い、肥育豚の発育成績や枝肉成績に及ぼす影響および敷料使用量やコストについて検討を行ったのでその内容を報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間と実施場所

試験は、2014年7月から2014年12月の期間とし、沖縄県畜産研究センター内にて実施した。

2. 供試豚

供試豚は、当所で生産された3腹分のアグー交雑種（ランドレース×アグー）を用いた。

3. 供試材料

敷料として、県内業者が生産した16mm以下の粉碎剪定枝（写真1）および県内業者が販売している県外産の5mm以下のオガコ（写真2）を敷料に使用した。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。抗酸菌症対策として、敷料への1.0%までの消石灰添加は豚への発育にも問題がないと当所で報告している⁸⁾ことから、敷料を交換ごとに消石灰を1.0%添加した。

供試材料の物理性状を表 1 に示した。容水量は福光⁹⁾のショートストックングを用いた方法、水分¹⁰⁾、容積重¹¹⁾、最大容水量¹²⁾、pH¹³⁾はそれぞれ常法により測定した。



写真1 剪定枝



写真2 オガコ

表 1 供試材料の物理性状

区分	剪定枝	オガコ
水分 (%)	27.5	32.2
容積重 (kg/l)	0.1	0.2
最大容水量 (%)	113.0	306.5
容水量 (%)	220.0	278.0
pH	7.5	4.1

4. 試験区分

試験区分は、敷料として粉砕剪定枝を用いた剪定枝区、オガコを用いたオガコ区とした。敷料は床が見えなくなる程度の厚さ(2cm以内)とした。剪定枝区5頭とし、オガコ区5~6頭とし、3回試験を行った。試験での群編成は、1腹分を体重別、雌雄別に偏りが無いよう行った。

5. 試験豚房

豚舎は、間口2.65m、奥行き3.5m、面積9.28m²で飼養面積は1頭当たり1.86m²とした。

6. 飼養管理方法

両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により搬出した後、床が見えなくなる程度の厚さに敷料を投入した。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とした。

7. 調査項目

1) 発育成績

体重の測定は試験開始後1週間ごとに実施した。

2) 食肉衛生検査結果

食肉衛生検査時の病変、一部廃棄状況については食肉衛生検査所の検査報告を用いた。

3) 枝肉成績

と殺は原則として105kg以上の豚を出荷し、と畜解体後の枝肉重量および背脂肪厚を調査した。

4) 敷料使用量および掃除作業時間

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。

8. 統計処理

統計処理は、t検定を行った。

IV 結 果

1. 発育成績

発育成績を表2に示した。発育成績において、敷料の違いによる有意差はなかった。肥育期間は剪定

枝区が平均 51.0 日、オガコ区が平均 53.5 日であり、剪定枝区のほうが短かった。1 日増体量をみると、剪定枝区が平均 773g、オガコ区が平均 751g であり、剪定枝区のほうが良好であった。出荷日齢においては、剪定枝区が平均 184.8 日齢、オガコ区が平均 187.1 日齢であり、剪定枝区のほうが短かった。

表 2 発育成績

区分	剪定枝区 (n=15)	オガコ区 (n=16)
開始体重 (kg)	76.3 ± 8.7	74.4 ± 9.0
終了時体重 (kg)	115.0 ± 4.3	114.1 ± 4.9
肥育期間 (日)	51.0 ± 12.0	53.5 ± 11.1
1 日増体量 (g/日)	773 ± 99	751 ± 99
出荷日齢 (日)	184.8 ± 13.4	187.1 ± 11.5

2. 食肉衛生検査時の病変、一部廃棄状況

食肉衛生検査時の病変及び一部廃棄状況について表 3 に示した。すべての豚において、抗酸菌症による廃棄はなかった。肝廃棄は剪定枝区 20.0%、オガコ区 0%であったが、剪定枝区は 15 頭中 3 頭のみの廃棄であった。腸廃棄については剪定枝区 6.6%、オガコ区 6.3%であった。

表 3 食肉衛生検査時の病変、一部廃棄状況

			%, ()内は頭数		
			県内実績	剪定枝区	オガコ区
肝	廃	棄	31.5	20.0 (3/15)	0 (0/16)
腸	廃	棄	15.7	6.6 (1/15)	6.3 (1/16)
抗	酸	菌	0.6	0	0

注) 県内実績は平成22年度沖縄県食肉衛生検査実績を参照

3. 枝肉成績

枝肉格付成績を表 4 に示した。枝肉重量および背脂肪厚において有意な差はなかった。

表 4 枝肉成績

区分	剪定枝区 (n=15)	オガコ区 (n=16)
枝肉重量 (kg)	80.6 ± 2.7	79.3 ± 3.2
背脂肪厚 (cm)	3.4 ± 0.5	3.6 ± 0.5

4. 敷料使用量および掃除作業時間

敷料使用量および掃除作業時間を表 5 に示した。敷料使用量は、1 頭当たり剪定枝区 0.22 m³、オガコ区 0.16 m³であり、オガコ区のほうが少なかった。1 頭の 1 日当たりの敷料の代金は剪定枝区 8.6 円、オガコ区 15.0 円であり、剪定枝区が低かった。掃除作業時間については、剪定枝区が 8.1 分、オガコ区が 4.8 分であり剪定枝区のほうが掃除作業時間が長かった。

表 5 敷料使用量および掃除作業時間

区分	剪定枝区	オガコ区
飼育頭数 (頭/豚房)	5	5.3
期間使用量 (m ³ /豚房)	1.12	0.83
1 頭当たり使用量 (m ³ /頭)	0.22	0.16
肥育期間 (日)	51.0	53.5
1 頭当たり敷料代金		
期間当たり (円/頭)	440	800
1 日当たり (円/頭・日)	8.6	15.0
掃除作業時間 (分)	8.1	4.8

注) 剪定枝単価は、2,000円/m³、オガコ単価は、5,000円/m³とした

V 考 察

発育成績について、剪定枝区とオガコ区の有意な差はなかった。食肉衛生検査時の病変、一部廃棄状況については剪定枝区のほうが廃棄率は高かったが、2011年の沖縄県内の食肉衛生検査実績と比較すると良好であった。枝肉成績についても有意な差はなかった。以上のことから敷料として剪定枝を用いることはオガコと変わらず豚に影響がないということが示唆された。剪定枝は水分が27.5%とオガコの32.2%よりも低い、最大含水量や容水量が低く、吸水性および保水性がオガコに比べ劣る。このことから供試豚1頭当たりの敷料使用量は、剪定枝区のほうがオガコ区に比べ多くなると推定され、実際に剪定枝区のほうが多かった。しかしコスト面からみると、剪定枝は2,000円/m²に対しオガコは5,000円/m²のため、剪定枝区のほうが1頭当たり敷料代金は440円/頭であり、オガコ区の800円/頭よりも安価である。この結果より、剪定枝は経費低減できると考えられる。だが、掃除作業時間からみると剪定枝区は1豚房で8.1分と長く、オガコ区の4.8分に比べ1.7倍も掃除作業時間が長いことが分かった。剪定枝は糞尿と混ざると固まり床にこびりつくためスコップで床面からはがす手間が掛かるうえ、敷料使用量が多いので掃除作業が増えるということが原因であり、作業省力化を図るため機械を用いた作業ができる豚舎であればそれほど作業時間に差はないと考えられる。また、剪定枝とオガコを混合し使用することで敷料としての吸水性や保水性を上げ、敷料の使用量を減らすことも可能と考えられる。

以上のことから、剪定枝はオガコに替わる代替資材として利用可能なものであることが示唆された。

VI 引 用 文 献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2010)おきなわの畜産, 56
- 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・知念司・當眞嗣平・渡部翔之・貝賀眞俊(2011)オガコ養豚衛生対策実証試験(1)オガコ敷料への消石灰添加が肥育豚の飼養管理に及ぼす影響, 沖縄畜研研報, 49, 21-25
- 9) 福光健二(1979)促成堆肥調整に関する試験(第Ⅲ報 水分調節材の吸水と吸臭力について), 群馬畜試研報, 18, 140-144
- 10) 日本土壌協会(2000)堆肥等有機物分析法, 18, 日本土壌協会
- 11) 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
- 12) 土壌環境分析法編集委員会編(1997)土壌環境分析法, 50, 博友社
- 13) 土壌環境分析法編集委員会編(1997)土壌環境分析法, 195-197, 博友社

職 員 一 覧
(2015 年 3 月 31 日現在)

所 長	守川 信夫
企画管理班	班 長 森山 高広 研究主幹 比嘉 直志 主 査 田場 和也 主 査 新垣 明広 主 査 (再) 川上 保典 主 任 小浜 紀子 主 任 (休) 菊池真理絵 主 事 (臨任) 中嶋 亜純 農林水産技能員 照屋 剛 農林水産技能員 仲宗根正弘 農林水産技能員 玉城 照夫 農林水産技能員 仲宗根安利 農林水産技能員 久田 友美 農林水産技能員 玉本 博之 農林水産技能員 照屋 忠敏 農林水産技能員 仲程 正巳 農林水産技能員 平良 樹史 農林水産技能員 宮里 政人 農林水産技能員 仲村渠 稔 農林水産技能員 山城 一也
育種改良班	班 長 島袋 宏俊 主任研究員 太野垣陽一 主任研究員 細井 伸浩 主任研究員 幸喜 香織 主任研究員 (再) 高江洲義晃 研究員 安里 直和 研究員 翁長 桃子
飼養・環境班	班 長 野中 克治 主任研究員 親泊 元治 主任研究員 當眞 嗣平 主任研究員 (再) 千葉 好夫 研究員 我那覇紀子 研究員 光部 柳子

2014 年度（平成 26 年度）編集委員会

編集委員長	森山	高広
事務局長	比嘉	直志
事務局員	田場	和也
編集委員	親泊	元治
編集委員	太野垣	陽一
編集委員	安里	直和
編集委員	我那覇	紀子
編集委員	光部	柳子
編集委員	翁長	桃子

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 52 号

平成 27 年 5 月 20 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 xx013044@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
