
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51号

2013年度（平成25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51号

2013年度（平成25年度）

目次

大家畜分野

- 1 県内肉用牛情報の統計的解析
(3)食肉脂質測定装置による脂肪酸測定と脂肪酸組成に与える要因
.....砂川 隆治..... 1
- 2 和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2013年度）
.....細井 伸浩..... 7
- 3 和牛種雄牛現場後代検定成績（2013年度）
(8)種雄牛「福波平」「安平海邦」「福安桜」および「白清海邦」の検定成績
.....太野垣 陽一.....11

中家畜分野

- 4 SNP マーカーを用いたアグーの遺伝構造解析
.....當眞 嗣平.....17
- 5 山羊肉の臭気成分の検討
.....千葉 好夫.....21
- 6 肉用種山羊産肉性比較試験
(4)おきなわ山羊と交雑山羊の産肉性の比較
.....千葉 好夫.....25

飼料作物分野

- 7 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
(6)泡盛蒸留粕のペレット化試験
.....安里 直和.....33
- 8 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
.....安里 直和.....41

牧草育種分野

- 9 海外から導入した暖地型牧草の優良品種選定試験
(1)生育特性および収量性の評価
.....幸喜 香織.....49

畜産環境分野

- 10 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
.....光部 柳子.....57
- 11 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
.....光部 柳子.....61

県内肉用牛情報の統計的解析

(3)食肉脂質測定装置による脂肪酸測定と脂肪酸組成に与える要因

砂川隆治 太野垣陽一 安里直和 森山高広

I 要 約

沖縄県内で飼養・と畜された黒毛和種肥育牛の枝肉について、これまで脂肪酸などの調査は、ほとんどなく不明であったことから今回、食肉脂質測定装置を用いてオレイン酸などの脂肪酸を測定した。オレイン酸割合の平均値は去勢50.7%、雌52.0%であり、雌は去勢に比べて有意 ($p < 0.05$) にオレイン酸割合が高かった。また父牛の系統別によるオレイン酸割合に有意差は認められなかったものの、田尻系においてオレイン酸割合がやや高い傾向が見られた。出荷月齢別では、オレイン酸割合に有意差はなく、一価不飽和脂肪酸割合において29ヶ月齢以上で有意に高く ($p < 0.01$) ばらつきも少なかった。

枝肉重量、ロース芯面積、BMSの枝肉形質と第6~7肋骨間切開面における筋間脂肪のオレイン酸との相関は認められなかった。

II 緒 言

牛肉のブランド化の戦略の中で、牛肉の食感や香味に影響を与える脂肪酸組成について、種雄牛による遺伝的要因や脂肪融点との関連などの調査研究が各地で行われている^{1~9)}。脂肪酸組成の中でもオレイン酸は牛肉中に多く存在し、長野県をはじめとして多くの県でブランドの認定基準に採用されている¹⁾。また食肉脂質測定装置の開発によって簡易に脂肪酸測定が可能となり、第10回全国和牛能力共進会の肉牛の全部門で、脂肪酸を測定し一価不飽和脂肪酸が審査基準として取り入れられた。いっぽう沖縄県内で飼養・と畜された牛枝肉については、これまで脂肪酸などの調査はほとんどなく不明であったことから、今回(株)沖縄県食肉センターへ出荷された黒毛和種肥育牛について調査した。牛肉中の脂肪酸組成に影響を与える要因として、性、系統(種雄牛)、出荷月齢について、また黒毛和種の産肉能力および枝肉取引として重要な枝肉重量、ロース芯面積、BMSの枝肉形質と脂肪酸組成との関連について報告する。

III 材料および方法

1. 材料

沖縄県内で肥育され、2012年から2013年にかけて、沖縄県畜産共進会および現場後代検定調査牛として、(株)沖縄県食肉センターへ出荷された18農場の黒毛和種の肥育牛、去勢87頭、雌21頭の計108頭について調査した。

2. 脂肪酸の測定方法

脂肪酸の測定は、食肉脂質測定装置S7010(相馬光学社製)を用い、測定部位は牛枝肉の格付部位である第6~7肋骨間における切開面の筋間脂肪部とし、格付終了後、直ちにオレイン酸、一価不飽和脂肪酸を測定した。

3. 統計処理

統計処理は一元配置分散分析を実施し、有意差があったものに関してはFisherのLSD法により群間の比較を実施した。

IV 結果および考察

1. 調査牛の概要

調査牛の概要を表1に示した。枝肉重量の平均値は去勢471.0kg, 雌439.0kg, ロース芯面積の平均値は去勢52.8cm², 雌53.2cm², BMSの平均値は去勢6.1, 雌6.0であった。

表1 調査牛の概要

性別	去勢		雌	
頭数	87		21	
出荷月齢 (月)	29.3	± 1.0	30.9	± 0.6
肉質等級	3.8	± 0.9	3.9	± 0.8
枝肉重量 (kg)	471.0	± 40.0	439.0	± 58.2
ロース芯面積 (cm ²)	52.8	± 7.1	53.2	± 6.3
ばらの厚さ (cm)	7.4	± 0.8	7.7	± 0.6
皮下脂肪厚 (cm)	2.4	± 0.7	3.4	± 1.0
歩留基準値	73.2	± 1.3	72.8	± 1.5
BMS	6.1	± 2.3	6.0	± 1.9

平均値±標準偏差

2. 性による影響

性による脂肪酸組成への影響は、表2のとおりである。雌においてオレイン酸、一価不飽和脂肪酸の割合が去勢と比較して有意に高く、これまでの報告^{2~5)}と同様に、性による差が伺えた。

表2 性と脂肪酸組成割合 (%)

性別	頭数	オレイン酸		一価不飽和脂肪酸	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
去勢	87	50.7	± 2.1 ^a	63.6	± 2.8 ^A
雌	21	52.0	± 2.6 ^b	66.2	± 1.9 ^B
	108	50.9	± 2.3	64.1	± 2.8

注) 異符号間の大文字間に1%水準で、小文字間で5%水準で有意差あり

3. 系統による影響

種雄牛による脂肪酸組成への影響を調べるため、去勢87頭について、その1代祖にあたる種雄牛により糸桜系、気高系、田尻系の系統別で3つに分類し、解析したところ表3のとおりであった。各系統間で有意な差はなく、これは岩間ら⁵⁾の報告と同様であった。しかしながらオレイン酸割合において、田尻系と糸桜系との間 (p=0.07), 田尻系と気高系との間 (p=0.06) で、田尻系がやや高い傾向が見られた (図1)。

表3 父の系統別の脂肪酸組成割合 (%) 去勢のみ

父の系統	頭数	オレイン酸		一価不飽和脂肪酸	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
糸桜	49	50.5	± 1.8	63.7	± 2.7
気高	17	50.2	± 2.9	62.8	± 3.4
田尻	21	51.5	± 2.0	64.0	± 2.4
平均	87	50.7	± 2.1	63.6	± 2.8

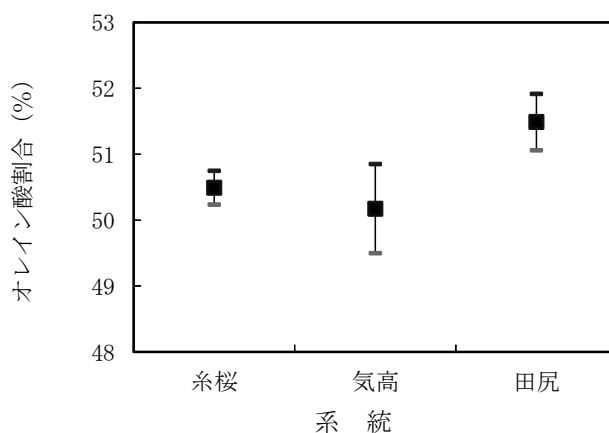


図1 系統とオレイン酸割合

4. 出荷月齢の影響

去勢について、出荷月齢を生後28ヶ月齢未満、28ヶ月齢以上29ヶ月齢未満、29ヶ月齢以上30ヶ月齢未満、30ヶ月齢以上の4区に分類し比較したところ、オレイン酸割合は全ての月齢で有意な差は認められなかった。また一価不飽和脂肪酸は、月齢とともに高くなり、29ヶ月齢以上の区において29ヶ月齢未満の区と比較して、安定して高い値であった(表4、図2、図3)。これは29ヶ月齢未満において、現場後代検定調査牛として沖縄県畜産研究センター肥育牛が多く含まれていたことから、肥育農場の影響が推察された。

表4 出荷月齢と脂肪酸組成割合(%) 去勢のみ

出荷月齢	頭数	オレイン酸		一価不飽和脂肪酸	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
<28	12	50.9	± 4.0	61.9	± 4.1 ^A
28~29	21	50.0	± 2.2	61.9	± 2.3 ^A
29~30	31	50.9	± 1.4	64.9	± 2.1 ^B
30≦	23	50.9	± 1.5	64.9	± 1.9 ^B
	87	50.7	± 2.1	63.6	± 2.8

平均出荷月齢 29.3±1.0

注1) 異符号間に1%水準で有意差あり

2) 28~29:28ヶ月齢以上29ヶ月齢未満, 29~30:29ヶ月齢以上30ヶ月齢未満

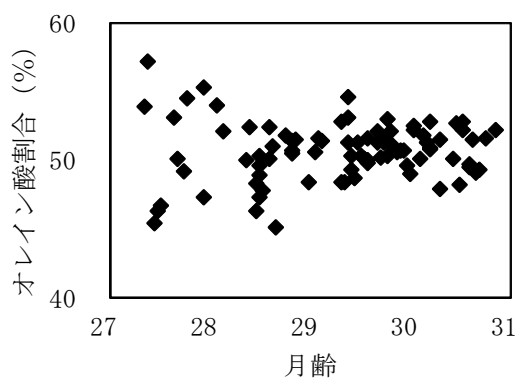


図2 出荷月齢とオレイン酸

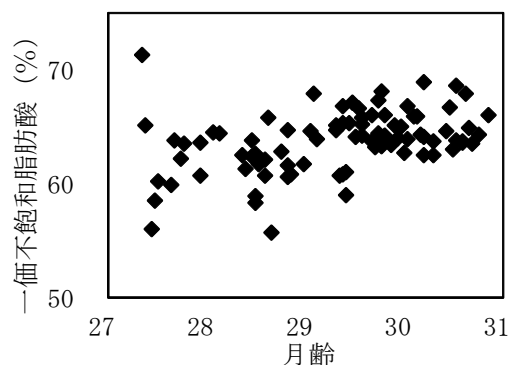


図3 出荷月齢と一価不飽和脂肪酸

5. 枝肉形質との関係

去勢について、枝肉重量、ロース芯面積およびBMSの3つの枝肉形質とオレイン酸との関係について解析を行った。オレイン酸と枝肉重量、ロース芯面積およびBMSとの相関は認められなかった(図4~6)。横田ら⁹⁾は、これらの3形質とオレイン酸や一価不飽和脂肪酸との遺伝相関は低く推定されていると報告していることから、これまで黒毛和種における産肉能力の改良で重視されている形質と併せて、脂肪酸における遺伝的改良が可能であることが示唆された。

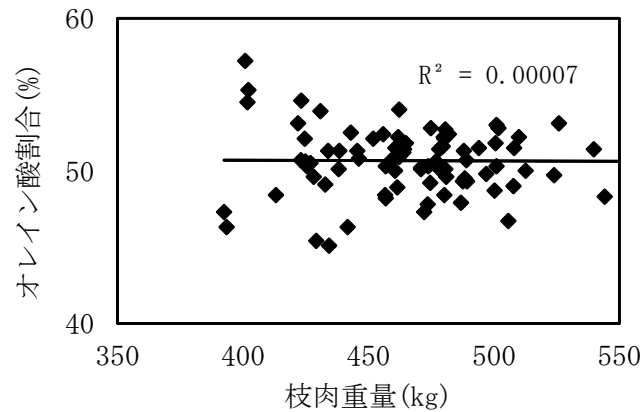


図4 枝肉重量とオレイン酸割合

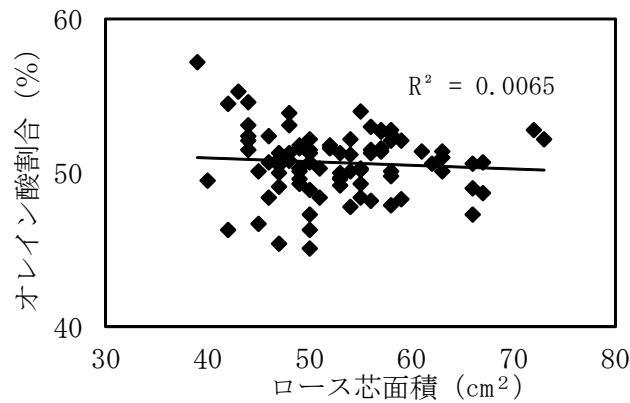


図5 ロース芯面積とオレイン酸割合

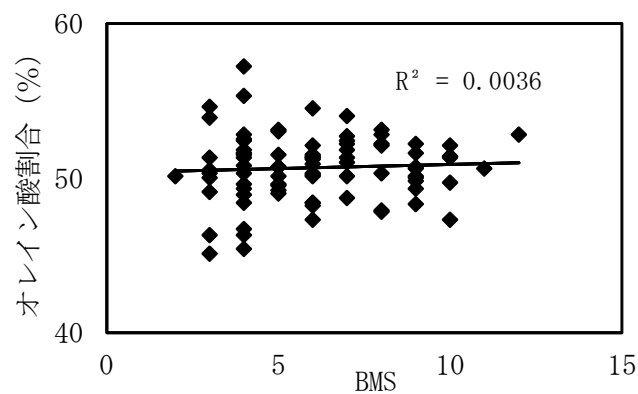


図6 BMSとオレイン酸割合

V 引 用 文 献

- 1) 神田章(2008), 農業技術体系・畜産編・Vol13, 211-219, 農山漁村文化協会
- 2) 野儀卓哉(2006)鳥取和牛肉の脂肪酸組成割合に与える要因について(第1報), 鳥取農林総研畜試研報, **34**, 11-14
- 3) 片岡博行・平本圭二(2007)食味形質の遺伝的解析による美味しい牛肉生産に関する研究(第1報)ー黒毛和種肥育牛の皮下脂肪脂肪酸組成に及ぼす遺伝的影響ー, 岡山総畜セ研報, **17**, 27-31
- 4) 小林正人・阿部正博・石山徹・奥山雄治・奥山祐輔・安彦重直(2003)山形牛の脂肪の質, 山形県畜産研究報告, **1**, 1-9
- 5) 岩間永子・谷田部隆・齋藤隆夫・合原義人(2011)銘柄牛のうまみ成分に関する研究, 茨城県畜産試験場研究報告, **44**, 39-44
- 6) 野儀卓哉・大山憲二(2008)鳥取和牛肉の脂肪酸組成割合に関する遺伝的パラメータの推定, 鳥取農林総研畜試研報, **36**, 14-21
- 7) 野儀卓哉(2011)系統始祖牛との血縁係数が黒毛和種去勢肥育牛のC18:1割合に及ぼす影響, 鳥取農林総研畜試研報, **37**, 25-30
- 8) 片岡博行・岡本雄太・平本圭二(2007)食味形質の遺伝的解析による美味しい牛肉生産に関する研究(第2報)ー月齢に伴う黒毛和種肥育牛の皮下脂肪脂肪酸組成の変化と種雄牛差並びに、牛脂肪の脂肪酸組成が食味性に及ぼす影響ー, 岡山総畜セ研報, **17**, 33-38
- 9) 横田祥子・杉田春奈・大友良彦・須田義人・鈴木啓一(2011)黒毛和種牛肉における脂肪酸組成と枝肉形質および肉質形質との遺伝的関係, 東北畜産学会報, **60(3)**, 80-85

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2013年度）

細井伸浩 砂川隆治 太野垣陽一 森山高広

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。2012年から2013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子牛から、産子調査により選抜された8頭の雄子牛であり、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×田尻系が1頭、糸桜系×気高系が3頭、田尻系×気高系が4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	波 北	2011. 11. 3	北 福 波	あ ゆ み 4	平 茂 勝	糸福(大分)	八重瀬町
2	栄 勇 勝	2011. 12. 14	北 福 波	か つ さ か え	勝 忠 平	安 平	久米島町
3	咲 浜	2011. 12. 21	安 福 久	さ き は ま	平 茂 勝	安 平	伊江村
4	花 蓮	2012. 1. 17	北 福 波	か れ ん	安 福 久	平 茂 勝	伊江村
5	勝 太 郎	2012. 2. 17	北 平 安	か ね こ	勝 忠 平	金 幸	宮古島市
6	平 栄	2012. 5. 5	北 平 安	ひ ら さ か え	平 茂 勝	福 栄	石垣市
7	安 富 士	2012. 5. 10	安 福 久	も り ひ め 2	忠 富 士	安 平	読谷村
8	国 3 4	2012. 8. 10	北 福 波	さ ら さ 3 の 2	百 合 茂	美 津 照	久米島町

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7～8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、余剰飼料摂取量等について実施した。

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。

各調査項目の平均値は、開始時日齢239日、開始時体重257.6kg、終了時体重392.0kg、180日補正体重204.3kg、365日補正体重409.5kg、DG1.20kgであった。

DGについては、波北の1.33kgが優れ、365日補正体重については、国34の453.8kgが優れていた。

また余剰飼料摂取量において、濃厚飼料は咲浜の-101kg、粗飼料は勝太郎の-86kg、TDNは咲浜の-47kg、CPは咲浜の-11kgが最も優れていた。

これらの検定牛のうち、2013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、2014年度現場後代検定実施牛として、花蓮（北福久へ改名）、勝太郎（平忠幸へ改名）、安富士（富士久へ改名）、国34（百合福波へ改名）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)		備考
			開始時	終了時	180日補正	365日補正	終了時	終了時	
1	波 北	231	241.0	390.0	194.4	419.3	1.33	121.4	
2	栄 勇 勝	246	311.0	444.0	237.6	452.3	1.19	131.6	
3	咲 浜	239	227.5	342.0	180.7	356.3	1.02	124.8	
4	花 蓮	247	266.0	405.0	216.0	412.4	1.24	128.2	○
5	勝 太 郎	216	227.5	375.0	194.6	423.8	1.32	122.6	○
6	平 栄	255	247.5	382.0	183.5	379.6	1.20	122.6	
7	安 富 士	250	255.0	375.0	194.0	378.2	1.07	125.2	○
8	国 3 4	228	285.0	423.0	233.3	453.8	1.23	129.6	○
平均値		239	257.6	392.0	204.3	409.5	1.20	125.8	
標準偏差		13.1	29.0	31.7	22.0	35.5	0.11	3.7	
全国平均値		—	—	—	—	—	1.15	124.8	

注1) 全国平均値は2012年度(200頭)の平均値

2) ○は2014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	波 北	50	543	99	-30	-74	-18	1	81.6	
2	栄 勇 勝	56	609	110	-36	-3	9	6	82.7	
3	咲 浜	61	453	80	-101	-64	-47	-11	81.6	
4	花 蓮	52	587	108	-1	-8	18	9	82.3	○
5	勝 太 郎	52	508	94	-60	-86	-38	-2	82.0	○
6	平 栄	46	548	104	6	-58	2	8	81.4	
7	安 富 士	53	547	101	-8	-9	15	6	81.8	○
8	国 3 4	52	652	120	52	61	68	19	85.5	○
平均値		53	556	102	-22	-30	1	5	82.4	
標準偏差		4.4	61.2	11.9	46	49	36	9	1.3	
全国平均値		—	—	—	-15.3	4.0	3.0	-2.1	—	

注1) 全国平均値は2012年度(200頭)の平均値

2) ○は2014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) 社団法人全国和牛登録協会(2013)和牛登録事務必携, 61-69
 - 2) 社団法人全国和牛登録協会(2012)和牛種雄牛産肉能力検定成績, 4
-
- 検定補助：小波津明彦，仲程正巳

和牛種雄牛現場後代検定成績（2013年度）

(8)種雄牛「福波平」「安平海邦」「福安桜」および「白清海邦」の検定成績

太野垣陽一 運天和彦* 砂川隆治 森山高広

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、2013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福波平（ふくなみひら）、安平海邦（やすひらかいほう）、福安桜（ふくやすざくら）および白清海邦（しらきよかいほう）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、福波平が15頭（去勢6頭，雌9頭）、安平海邦が25頭（去勢12頭，雌13頭）、福安桜が18頭（去勢9頭，雌9頭）および白清海邦が17頭（去勢11頭，雌6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	福波平	安平海邦	福安桜	白清海邦
登録番号	黒 14447	黒原5119	黒 14448	黒 14446
生年月日	2007.8.25	2007.9.15	2007.11.2	2007.11.7
審査得点	84.0	83.4	83.2	81.3
産 地	伊江村	今帰仁村	八重瀬町	石垣市
父	北福波	勝海邦	北福波	勝海邦
母	うめたか10の4	やすかつひら	ふくみ	やすふくいぶ
母方祖父	安平	安平	安平	飛弾白清
母方曾祖父	福茂	忠福	隆桜	安福

III 検 定 成 績

検定成績は表2のとおりであった。

期待枝肉成績²⁾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。

福波平の期待枝肉成績は、枝肉重量が369.0kg、ロース芯面積が55.4cm²、バラの厚さが7.0cm、皮下脂肪の厚さ（皮下脂肪厚）が1.5cm、歩留まり基準値（歩留基準値）が75.2および脂肪交雑が1.64であった。

安平海邦の期待枝肉成績は、枝肉重量が396.9kg、ロース芯面積が51.2cm²、バラの厚さが7.5cm、皮下脂肪厚が2.0cm、歩留基準値が74.3および脂肪交雑が2.25であった。

福安桜の期待枝肉成績は、枝肉重量が414.5kg、ロース芯面積が54.6cm²、バラの厚さが7.1cm、皮下

* 現沖縄県家畜改良センター

脂肪厚が2.1cm, 歩留基準値が74.2および脂肪交雑が1.95であった。

白清海邦の期待枝肉成績は、枝肉重量が405.4kg, ロース芯面積が51.2cm², バラの厚さが7.5cm, 皮下脂肪厚が1.8cm, 歩留基準値が74.4および脂肪交雑が2.39であった。

その結果, 2013年度現場後代検定が終了した4頭は, 沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において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	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪厚	歩留基準値	脂肪交雑
	(kg)	(cm ²)	(cm)	(cm)		
	正確度	正確度	正確度	正確度	正確度	正確度
福波平	369.0	55.4	7.0	1.5	75.2	1.64
	0.88	0.87	0.84	0.88	0.88	0.89
安平海邦	396.9	51.2	7.5	2.0	74.3	2.25
	0.93	0.92	0.90	0.93	0.93	0.93
福安桜	414.5	54.6	7.1	2.1	74.2	1.95
	0.89	0.88	0.86	0.90	0.90	0.90
白清海邦	405.4	51.2	7.5	1.8	74.4	2.39
	0.89	0.88	0.86	0.90	0.89	0.90

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(2013)和牛種雄牛産肉能力検定成績

検定補助: 玉本博之, 宮里政人, 仲村渠稔, 久田友美

付属資料

1. 福波平

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	茂勝平	平波照	勇太郎	あさな	かつこ	こうた	かのん	まつき	ひらみ	ふみこ	
血統	母の父	平茂勝	照溝	美津照	晴姫	勝忠平	平茂勝	晴姫	茂重桜	晴姫	勝海邦
	祖母の父	忠福	平茂勝	北国7の8	神高福	上福	安森土井	平茂勝	賢深	神高福	安波土井
と畜時月齢	28.7	28.7	28.2	31.3	31.0	30.7	26.8	30.3	30.3	31.7	
枝肉重量 (kg)	373.0	353.0	425.0	325.0	465.0	460.6	349.4	429.3	399.3	325.0	
ロース芯面積 (cm ²)	53	55	56	52	64	55	44	59	52	58	
バラの厚さ (cm)	6.5	6.8	6.9	6.3	7.5	8.0	6.5	8.1	7.6	7.5	
皮下脂肪厚 (cm)	2.4	1.7	1.7	3.0	2.4	3.4	2.4	2.9	2.8	1.6	
歩留基準値	73.8	75.2	74.5	73.6	74.8	73.1	72.9	74.4	73.7	76.5	
脂肪交雑 (BMS No.)	5	3	6	4	4	8	3	6	5	5	
格付け	A-4	A-2	A-4	A-3	A-3	A-4	A-2	A-4	A-4	A-4	

番 号	11	12	13	14	15	平均 値		
名 号	雪代	ふくみ	ひめこ3	波乃海邦	平平波			
血統	母の父	晴姫	菊安	晴姫	勝海邦	平茂勝	去 勢	雌
	祖母の父	美津福	第5平茂	糸錦2	神高福	神高福	n = 6	n = 9
と畜時月齢	27.3	28.8	28.4	31.2	28.5	28.2 ± 0.8	29.5 ± 2.1	
枝肉重量 (kg)	448.0	331.0	327.0	426.0	376.7	400.3 ± 37.6	379.1 ± 59.9	
ロース芯面積 (cm ²)	54	51	48	49	45	52.0 ± 4.2	53.7 ± 6.1	
バラの厚さ (cm)	7.2	6.1	6.9	7.5	6.1	6.8 ± 0.5	7.2 ± 0.7	
皮下脂肪厚 (cm)	2.3	2.0	2.3	2.0	2.8	2.2 ± 0.4	2.5 ± 0.6	
歩留基準値	73.5	74.2	74.1	73.7	72.1	73.8 ± 1.0	74.2 ± 1.1	
脂肪交雑 (BMS No.)	3	2	2	3	2	3.7 ± 1.5	4.3 ± 1.9	
格付け	A-3	A-2	A-2	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		5	4	6		15
B						
C						
計		5	4	6		15

2. 安平海邦

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	福太郎	おきひめ	ひろみ	てんざん	そらん	安国8の9	満尊	大樹	隆海	安晴
血 統	母の父 糸福	美津照	龍平	第2北天山	糸幸福	北国7の8	谷吉土井	福栄	隆桜	晴姫
	祖母の父 八重福	平茂勝	北国7の8	平茂勝	藤波	藤桜	糸富士	晴姫	糸秀	守花
と畜時月齢	28.8	31.6	31.5	31.5	31.1	28.1	27.5	27.4	27.4	27.3
枝肉重量 (kg)	386.1	318.5	442.0	418.0	369.0	443.5	453.0	431.8	402.6	430.9
ローズ芯面積 (cm ²)	57	51	84	62	57	41	44	40	42	50
バラの厚さ (cm)	6.5	5.8	8.3	8.0	6.6	7.3	7.7	7.7	7.9	7.4
皮下脂肪厚 (cm)	2.6	1.4	2.6	3.0	2.3	2.8	2.6	2.3	2.3	2.8
歩留基準値	74.0	74.7	78.0	75.0	74.6	71.6	72.3	72.3	73.0	73.0
脂肪交雑 (BMS No.)	6	6	8	7	8	3	5	4	4	3
格付け	A-4	A-4	A-5	A-4	A-5	B-3	A-4	A-3	A-3	A-3

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
名 号	安平国	菊海邦	北富士	みやこ	こなつ	みなみ1の1	安美	笠春	ゆうこ	ふくこ
血 統	母の父 北国7の8	菊平茂勝	糸北富士	上福	美津福	百合茂	菊安	晴姫	神高福	北国7の8
	祖母の父 神高福	藤波	高栄	隆桜	北国7の8	美津照	景勝	北国7の8	第20平茂	糸福
と畜時月齢	27.3	26.9	26.8	30.3	30.4	30.4	27.0	27.2	31.2	30.9
枝肉重量 (kg)	419.8	332.5	421.6	412.8	460.2	490.2	390.0	410.0	390.7	403.0
ローズ芯面積 (cm ²)	40	38	46	53	56	50	47	47	49	56
バラの厚さ (cm)	6.8	6.1	6.7	7.5	8.5	9.1	7.5	7.3	6.6	6.5
皮下脂肪厚 (cm)	3.4	2.5	2.6	4.8	3.7	4.6	3.0	2.6	1.4	3.0
歩留基準値	70.9	72.0	72.3	71.8	73.2	71.7	72.9	73.0	74.0	73.3
脂肪交雑 (BMS No.)	4	4	4	6	9	7	4	4	7	4
格付け	B-3	A-3	A-3	B-4	A-5	B-4	A-3	A-3	A-4	A-3

番 号	21	22	23	24	25	平均 値	
名 号	福安平	てるこ	きたみ	はるこ	ひらなみ		
血 統	母の父 糸幸福	照溝	北国7の8	晴姫	北福波	去 勢	雌
	祖母の父 平茂勝	北国7の8	晴姫	糸福	北国7の8	n = 12	n = 13
と畜時月齢	28.4	31.4	31.3	30.6	29.7	27.5 ± 0.6	30.9 ± 0.6
枝肉重量 (kg)	396.0	413.0	935.0	399.0	403.0	409.8 ± 32.1	408.8 ± 41.7
ローズ芯面積 (cm ²)	48	52	49	55	69	45.0 ± 5.3	57.2 ± 9.8
バラの厚さ (cm)	5.8	7.7	8.4	7.5	7.4	7.1 ± 0.7	7.5 ± 1.0
皮下脂肪厚 (cm)	2.8	3.3	3.0	3.7	2.7	2.7 ± 0.3	3.0 ± 1.0
歩留基準値	72.1	73.2	73.8	73.3	75.9	72.4 ± 0.8	74.0 ± 1.7
脂肪交雑 (BMS No.)	3	7	7	4	8	4.0 ± 0.9	6.8 ± 1.5
格付け	A-2	A-4	A-4	A-3	A-5		

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A		1	9	7	4	21
B			2	2		4
C						
計		1	11	9	4	25

3. 福安桜

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	北溝照	福平	新北福	安平福2	さき	くらま	きたぐに	福平藤	北平星	北福仁
血 統	母の父 照溝	第5隼福	福栄	勝安福3	安福165の9	安茂勝	北国7の8	藤波	勝海星	竹勝
	祖母の父 姫桜	晴姫	北国7の8	平茂勝	第20平茂	神高福	紋次郎	賢隆	北国7の8	北国7の8
と畜時月齢	27.2	28.8	28.8	27.7	30.7	30.6	31.1	28.3	28.9	28.5
枝肉重量 (kg)	504.8	494.3	517.8	480.3	470.1	454.3	434.8	358.0	445.0	403.3
ロース芯面積 (cm ²)	56	50	58	51	55	62	54	46	49	54
バラの厚さ (cm)	7.8	7.1	7.7	7.2	7.6	7.3	7.1	6.1	7.4	7.7
皮下脂肪厚 (cm)	2.5	2.8	2.2	2.6	1.8	2.6	2.8	2.2	3.0	2.8
歩留基準値	73.4	72.0	73.7	72.5	74.1	74.3	73.2	73.0	72.5	74.0
脂肪交雑 (BMS No.)	7	6	4	6	5	6	7	3	6	5
格付け	A-4	A-4	A-3	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2	A-4	A-3

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18
名 号	きたひら	ひとみ	あやこ	かねみ	藤福波	福茂平	りょう	ふくなみ
血 統	母の父 平茂勝	茂勝	茂波	金平茂	藤波	平茂勝	平茂勝	藤波
	祖母の父 紋次郎	晴姫	金平茂	糸光	糸晴波	忠福	忠福	糸富士
と畜時月齢	30.3	26.9	26.8	27.0	28.8	29.0	28.9	29.4
枝肉重量 (kg)	401.4	416.0	360.0	392.0	378.5	414.8	356.4	310.2
ロース芯面積 (cm ²)	51	57	51	55	52	44	43	44
バラの厚さ (cm)	7.4	7.8	7.2	7.7	5.7	7.4	6.2	5.8
皮下脂肪厚 (cm)	2.8	2.9	2.0	2.8	2.7	3.6	2.7	3.0
歩留基準値	73.4	74.2	74.6	74.3	72.8	71.6	72.2	72.5
脂肪交雑 (BMS No.)	6	3	3	4	3	4	3	3
格付け	A-4	A-3	A-3	A-3	A-3	B-3	A-3	A-2

番 号	平均 値	
名 号		
血 統	去 勢	雌
	n = 9	n = 9
と畜時月齢	28.5 ± 0.6	29.1 ± 1.8
枝肉重量 (kg)	444.1 ± 58.3	399.5 ± 51.2
ロース芯面積 (cm ²)	51.1 ± 4.5	52.4 ± 6.0
バラの厚さ (cm)	7.1 ± 0.7	7.1 ± 0.7
皮下脂肪厚 (cm)	2.7 ± 0.4	2.6 ± 0.4
歩留基準値	72.8 ± 0.8	73.7 ± 0.9
脂肪交雑 (BMS No.)	4.9 ± 1.5	4.4 ± 1.6
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		3	6	8		17
B			1			1
C						
計		3	7	8		18

4. 白清海邦

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	ひだこ	景平茂	隆久	美津茂	響平邦	若丸	茂美	飛弾国	隆志	北飛弾国1
血統	母の父 北国7の8	北景茂	紋次郎	美津福	平茂勝	牛若丸	糸秀波	北国7の8	北忠平	北国7の8
	祖母の父 平茂勝	神高福	平茂勝	中部6	神高福	平茂勝	北国7の8	神高福	糸福	平茂勝
と畜時月齢	30.9	26.9	28.6	28.4	28.1	27.6	27.7	27.5	26.9	28.4
枝肉重量 (kg)	382.0	410.5	482.3	454.3	388.0	510.6	422.0	401.0	488.1	434.0
ローズ芯面積 (cm ²)	57	53	51	46	38	57	48	39	53	51
バラの厚さ (cm)	7.4	6.6	8.3	7.1	6.4	8.0	7.0	7.4	7.7	7.7
皮下脂肪厚 (cm)	3.0	2.9	3.2	2.1	3.1	2.1	2.3	2.4	3.5	2.2
歩留基準値	74.3	73.0	72.7	72.5	71.0	73.9	72.9	72.2	72.1	73.8
脂肪交雑 (BMS No.)	8	6	9	6	5	8	8	4	7	5
格付け	A-5	A-4	A-5	A-4	B-4	A-5	A-5	A-3	A-4	A-4

番 号	11	12	13	14	15	16	17
名 号	北飛弾国2	飛弾山	しげこ	たかみ	ひだきよ	かずこ	ひかり
血統	母の父 北国7の8	北天山	紋次郎	神高福	福栄	北福波	平茂勝
	祖母の父 糸福	宏勝	晴姫	第20平茂	北国7の3	平茂勝	但馬福
と畜時月齢	28.4	28.8	30.9	26.7	26.1	31.1	30.3
枝肉重量 (kg)	408.0	421.0	382.0	346.0	355.0	405.0	378.0
ローズ芯面積 (cm ²)	62	52	45	48	51	72	45
バラの厚さ (cm)	7.1	7.8	6.2	8.6	7.0	8.0	7.0
皮下脂肪厚 (cm)	1.1	3.1	2.4	3.0	2.5	2.2	2.3
歩留基準値	76.1	73.3	72.5	74.4	74.0	77.1	73.1
脂肪交雑 (BMS No.)	8	5	4	4	2	8	4
格付け	A-5	A-4	A-3	A-3	A-2	A-5	A-3

番 号	平均 値	
名 号		
血統	去 勢	雌
	n = 11	n = 6
と畜時月齢	27.9 ± 0.7	29.3 ± 2.3
枝肉重量 (kg)	438.2 ± 40.1	374.7 ± 21.2
ローズ芯面積 (cm ²)	50.0 ± 7.1	53.0 ± 10.3
バラの厚さ (cm)	7.4 ± 0.6	7.4 ± 0.8
皮下脂肪厚 (cm)	2.6 ± 0.7	2.6 ± 0.4
歩留基準値	73.1 ± 1.3	74.2 ± 1.6
脂肪交雑 (BMS No.)	6.5 ± 1.6	5.0 ± 2.5
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		1	4	5	6	16
B				1		1
C						
計		1	4	6	6	17

SNP マーカーを用いたアグーの遺伝構造解析

當眞嗣平 島袋宏俊 親泊元治 我那覇紀子
光部柳子 野中克治 奥村直彦* 荒川愛作**

I 要 約

アグーの遺伝的背景を明らかにするため一塩基多型 (SNP) マーカーを用いて、遺伝構造解析を行ったところ以下のとおりであった。

1. 主成分分析の結果アグーは西洋種、東洋種またはその中間に位置することなく単独のクラスターを形成した。
2. Frappe による豚集団の遺伝構造解析の結果、祖先集団数(K)を K=3 以上とした場合、アグーが単独のクラスターを形成し、西洋種とも東洋種とも異なる独自の集団構成であることが示唆された。

II 緒 言

沖縄県ではアグーを活用したアグーブランド豚を作出して、おきなわブランドの確立に向けた取組みを推進している。アグーは、西洋品種と比べ小型で体上線は中央にくぼみ、体下線も中央に向け湾曲¹⁾するといった東洋種に類似する外貌的特徴を有している。アグーは約 600 年前に中国から渡来した豚が島豚として定着し、明治以降の近代にその島豚と西洋種との交雑により成立したといわれているが、その遺伝構成は明らかにされていない。高田ら²⁾や島袋ら³⁾はミトコンドリア DNA における d-loop 領域の解析を行うことで母系起源からアグーのルーツを検討しアグー集団の遺伝的背景には東洋豚の影響が強く残っていることを明らかにした。本研究では、全染色体上に高密度に配置している SNP マーカーを利用してアグーと他品種との遺伝構造の評価を行った。

III 材料および方法

1. 供試 DNA

供試豚は表 1 に示すとおり、アグー、東洋種 3 品種、ヨーロッパ系・アメリカ系西洋種 7 品種、ミニブタ系統 2 種およびアジア系イノシシ 2 亜種の計 396 頭であった。

DNA の抽出には -20℃ で冷凍保存されている耳介組織および肉片組織を用いた。採材した組織は、プロティナーゼ K (10mg/ml: 和光純薬工業株式会社製) を含んだ DNA 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、フェノールクロロホルム処理にて精製し、エタノール沈殿により全ゲノム DNA を抽出した。

* (公社) 農林水産・食品産業技術振興協会 農林水産先端技術研究所

** (独) 農業生物資源研究所

表1 供試豚

クラス	頭数	品種	
アグー	49		
東洋種	31	梅山豚 金華豚	ポットベリー
ヨーロッパ系	153	バークシャー ランドレース 大ヨークシャー	中ヨークシャー
アメリカ系	108	デュロック ハンブシャー チェスターホワイト	
ミニブタ	37	クラウン ニブス	
イノシシ	18	琉球イノシシ 日本イノシシ	

2. SNP マーカーのジェノタイピング

Illumina 社の Porcine SNP60 Genotyping BeadChip を用いて SNP 型を決定した。62163 個の SNP マーカーから SNP およびアレル頻度が 0.1 以下の SNP を除外し、最終的に 37449 個の SNP を解析に用いた。

3. 統計解析

品種間の関係性の評価には、EigenStrat (Ver5.0) による主成分分析を行い、各個体について由来する祖先集団の推定には、Frappe (Ver1.1) を用いた。

IV 結果および考察

1. 各 SNP におけるマイナーアレル頻度(MAF)の比較

表1に得られた各SNPについてMAF頻度の分布を示す。ヨーロッパ系とアメリカ系の西洋種において、最も多型が確認された。いっぽうアグーや東洋種、イノシシにおいては多型の割合が低くなった。DNAマーカーを育種改良に応用する場合、多型割合が多いマーカーが重要となる。Porcine SNP60 Genotyping BeadChip は主に西洋種ゲノム情報を基に、西洋種の育種改良を目的に作成されたチップである。西洋種に多型が多く、アグーをはじめとする東洋種において多型が少ない結果は、市販のチップが西洋種に多型が多いSNPを抽出して作成されているためと考えられる。アグーの育種改良には、アグーで多型を示すSNPの開発が必要であると考えられる。

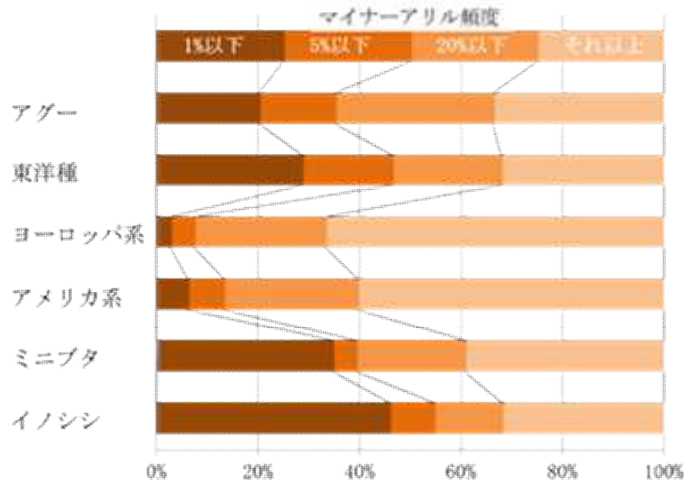


図1 マイナーアレル頻度(MAF)の分布

2. 主成分分析

主成分分析は、集団間の違いを最大限にする手法であることから遺伝構造解析⁴⁾に利用されている。主成分1と主成分2では、アグー、西洋種および東洋種とする3つクラスターが構成された。西洋種の中に、ヨーロッパ系とアメリカ系のグループに分けられた。アグーは中国からの東洋種に西洋種が交雑されて成立したとされているが、今回の解析では西洋種、東洋種またはその中間に位置することなく単独のクラスターを形成した。

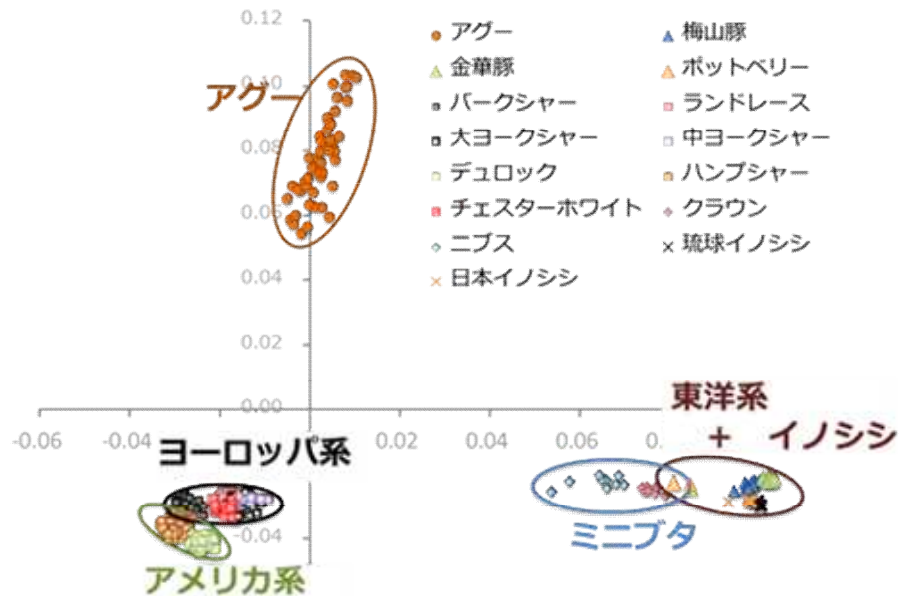


図2 第1主成分および第2主成分の散布図

3. 祖先集団数の推定

図3にFrappeによる豚集団の遺伝構造解析の結果を示す。Frappeは、仮定した祖先集団数Kに対して、個体の遺伝子型情報から最適な祖先集団を推定する方法である。Kを2~8まで変化させ解析を行ったが、ここでは特徴的な傾向が認められたK=2, 3, 8の結果を示す。K=2とした場合には、大きく東洋種と西洋種に分類され、アグーは西洋種に分類された。K=3とした場合、アグーが単独のクラスターを作り、西洋種から分離した。K=8の場合では、アグーと西洋種の主要品種は単独のクラスターに分類された。東洋種はKの値にかかわらず単一のクラスターとして分類され、SNPの情報西洋種には十分であるのに対して、東洋種では十分な情報量を持つSNPが少ないためと考えられた。

以上のことからアグーは主成分分析において独自の単独クラスターを形成した。さらに祖先集団の構成について、祖先集団数を3以上と仮定した時、アグーが東洋種および西洋種とも異なる単独の祖先集団から構成されると推定された。アグーは第二次世界大戦や、戦後アメリカ等からの西洋品種が大量に導入にされたことによる急速な雑種化のため、1981年には約30頭にまで激減したという強いボトルネックを経験している。アグーが祖先集団と想定される東洋種および西洋種と異なる独自クラスターを形成したことは、ボトルネックによる遺伝的浮動も原因であると考えられ、今後、F統計量などの推定値を用いてアグーと他品種との集団分化の程度等、詳しい検討が必要である。

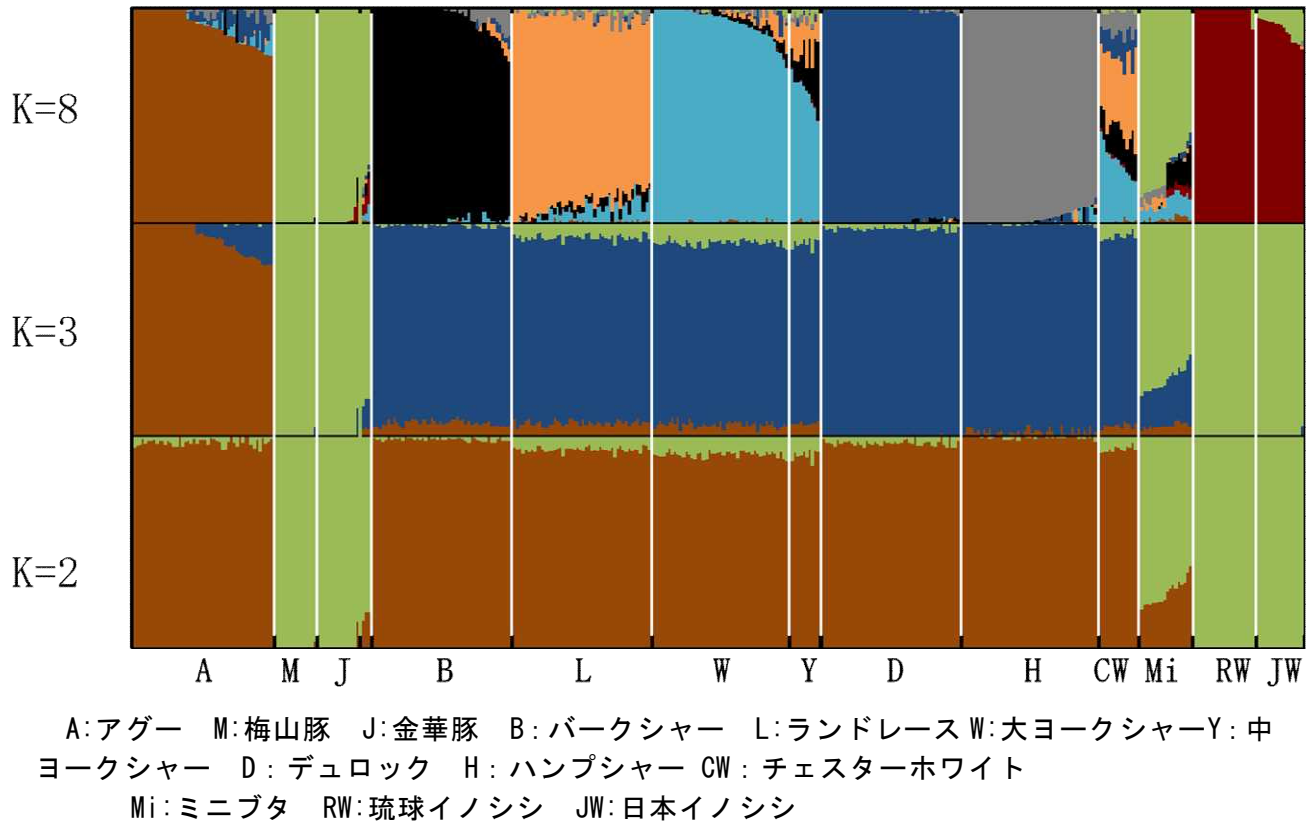


図3 Frappeによる遺伝構造解析

※各個体は垂直なヒストグラムで表され、各色が個体の祖先集団を示す。

VI 引用文献

- 1) 稲嶺修・仲村敏・佐藤正寛・石井和雄・蝦名真澄 (2006) 琉球在来豚 (アグー) の近交退化を緩和するための育種技術の確立 (2) フィールド調査における体型と特徴, 沖縄畜研研報, **44**, 39-42
- 2) 高田勝・岡孝夫・高橋遼平・野村こう・花田博文・天野卓・秋篠宮文仁 (2008) ミトコンドリア DNA 情報にもとづく沖縄, 奄美在来豚の系統遺伝学的研究, 日豚会誌, **45**(4), 187-192
- 3) 島袋宏俊・稲嶺修・仲村敏・宮城正男・佐藤正寛・石井和雄 (2009) 琉球在来豚 (アグー) の近交退化を緩和するための育種技術の確立 (4) アグー識別技術の開発, 沖縄畜研研報, **47**, 29-36
- 4) Matsumoto T, Okumura N, Uenishi H, Hayashi T, Hamasima N, Awata T (2012) Population structure of pigs determined by single nucleotide polymorphisms observed in assembled expressed sequence tags *Animal Science Journal* 83(1):14-22

山羊肉の臭気成分の検討

千葉好夫 野中克治

I 要 約

山羊肉の臭気成分を把握するため、おきなわ山羊雄去勢肥育（去勢肥育）、おきなわ山羊雄肥育（雄肥育）および青草給与交雑山羊雄（交雑雄）の各1頭について臭気分析を行った結果は次のとおりであった。

1. すべての試料で4-エチルオクタン酸(4Et0A), 4-メチルオクタン酸(4Mt0A)およびn-オクタン酸(n-0A)が検出され、雄肥育は去勢肥育と比較して、4Et0A 強度（面積値）が高値を示した。
2. 交雑雄の4Et0A はそれほど高くなく、雄の個体とは異なる臭気を感じたことから別の成分が関与している可能性が示唆された。
3. そこで、シミラリティ検索ソフトにより定性解析を実施した結果、これらの成分はフェノール類（フェノール、クレゾール類等）やインドールおよびフルフラールと推定された。また、雄肥育では、ヘキサナール、ペンタナール等のアルデヒド類が検出され、去勢肥育と比較して多く含有されることが確認された。

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食用山羊肉を評価する動きがでてきており、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、山羊の飼養試験を実施している。

山羊臭については、消費者によって嗜好が様々であるが、山羊肉の消費拡大を図るには、山羊臭の弱い山羊肉生産が必要となる。また、山羊臭の強弱には、品種、性別、給与飼料（青草・乾草）の違いおよび去勢の有無などが影響するものと推定され、これらの条件を備えた検討が必要である。

繁殖シーズンの雄山羊は、頸部からの分泌物が多くなることが知られており、この分泌物は強い臭気を発するが、この臭気成分を分析したところ、4Et0A が特に強い山羊臭を発することが報告されている²⁾。本試験においても、山羊臭成分である4Et0A, 4Mt0Aと関連成分のn-0Aが検出されるかどうか分析した。

III 材料および方法

1. 供試山羊の概要および試験区分

供試山羊の概要および試験区分は表1に示すとおりである。

表1 供試山羊の概要および試験区分

試験区分	品種系統	年齢	性別	給与形態
去勢肥育	交雑種（ボア 50%）	1歳	雄	乾草・濃厚飼料を飽食とした肥育
雄肥育	交雑種（ボア 50%）	1歳	雄	乾草・濃厚飼料を飽食とした肥育
雄青草給与	交雑種	不詳	雄	青草給与の飼育

2. 分析の方法および条件

測定部位は-20℃で冷凍保存したモモ肉を用いた。

1) 標準試薬の調製

試薬として4-エチルオクタン酸（品番：521-99911 Wako 製）、4-メチルオクタン酸（品番：M2048 TCI 製）、n-オクタン酸（品番：00027 TCI 製）を用いた。各標準試薬はエタノールにて溶解して調製した。

2) 試料の調製

山羊肉を0.5~1cm角に細断し、ガラス製バイアル瓶に肉片10g、蒸留水2mlを加えて混合し蓋をして密封後、

沸騰水に10分間浸し加熱した。加熱試料を室温まで冷却後、液体部を1mlとり遠心分離(14,000rpm 5分間)し、浮いた油を0.1mlとって分析バイアルに加え、これを調製試料とした。

3) 抽出・濃縮

方法は、右田らの報告¹⁾を参考にして実施した。抽出法として固相マイクロ抽出(Solid Phase Micro Extraction: SPME)法を用いた。SPMEファイバーは、Divinylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane(略名:DVB/CAR/PDMS Supelco製)を用いた。AOC-5000オートインジェクターを用いて、ファイバーのコンディショニングは270℃で30分間脱着処理し、90℃にてプレインキュベート5分、ヘッドスペース中の山羊臭気成分のファイバーへの抽出・濃縮時間を20分とした。

4) 分析条件

分析装置はガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)システムを用い、GCへの試料注入口温度を230℃に設定してファイバーをインジェクトし、そのまま2分間維持してファイバーに吸着した山羊臭気成分を脱離した。カラムはDB-PPAP(内径0.25mm膜厚0.25mm長さ30m J&W製)を用い、カラム温度は50℃で3分間保持後、200℃まで3℃/分で昇温後、4分間保持した。キャリアーガスはヘリウムを使用し、スプリット比1/10、圧力モードでカラム線速度は42.5cm/秒とした。イオン化はEI法により行い、イオン源温度200℃、インタフェース温度220℃、イオン化電圧を1.05kVとした。

また、山羊臭成分として知られている4-エチルオクタン酸(4EtOA)、4-メチルオクタン酸(4MtOA)と関連成分であるn-オクタン酸(n-OA)の標準品を基に、ターゲットイオンをそれぞれ57m/z、57m/z、60m/zにSIMモードで設定し、標準品のリテンションタイム(RT)との比較により同定した。他の成分に関しては、TICモードで分析しシミラリティ検索ソフト(島津製作所製GC-MS)を用いて化合物を推定した。

IV 結果および考察

反芻動物では植物に含まれる葉緑素が動物の体内で「フィトール」という物質に変化することから²⁾千葉ら³⁾は、雄と去勢の臭気分析を行ったが、フィトールは、どのサンプルからも検出限界値以下であり、去勢の低級脂肪酸含量が高い傾向が見られたことを報告している。

繁殖シーズンの雄山羊は、頸部からの分泌物が多くなることが知られており、この分泌物は強い臭気を発するが、この臭気成分を分析したところ、4EtOAが特に強い山羊臭を発することが報告しているが²⁾、本試験においても、山羊臭成分である4EtOA、4MtOAと関連成分のn-OAが検出されるかどうか分析した。

分析の結果、すべての試料で4EtOA、4MtOA、およびn-OAが検出され、雄肥育は去勢肥育と比較して、4EtOA強度(面積値)が高値を示した(図1)。また、青草給与雄の4EtOAはそれほど高くなく、雄の個体とは異なる臭気を感じたことから別の成分が関与している可能性が示唆されたため、シミラリティ検索ソフトにより定性解析を実施した結果、これらの成分はフェノール類(フェノール、クレゾール類等)やインドールおよびフルフラールと推定された。また、雄肥育では、ヘキサナール、ペンタナール等のアルデヒド類が検出され、去勢肥育と比較して多く含有されることが確認された。山羊臭成分と言われている4EtOAは今回分析した3試料すべてに含まれており、他にも山羊臭気に関与していると思われる成分が推定された。

また、SPME法では微量な山羊臭気成分を効率良く簡便に抽出・濃縮を可能としたが、試料に水分が多くなると4EtOA、4MtOA、およびn-OAに関しては検出感度が低減することが課題となった。試料の水分がばらつきの原因になるため試料の調製法を詳細に検討すること、また推定された臭気成分の標準試薬による同定(確認)や適切な内部標準試薬を設定して定量的な分析法を構築することが今後の課題である。

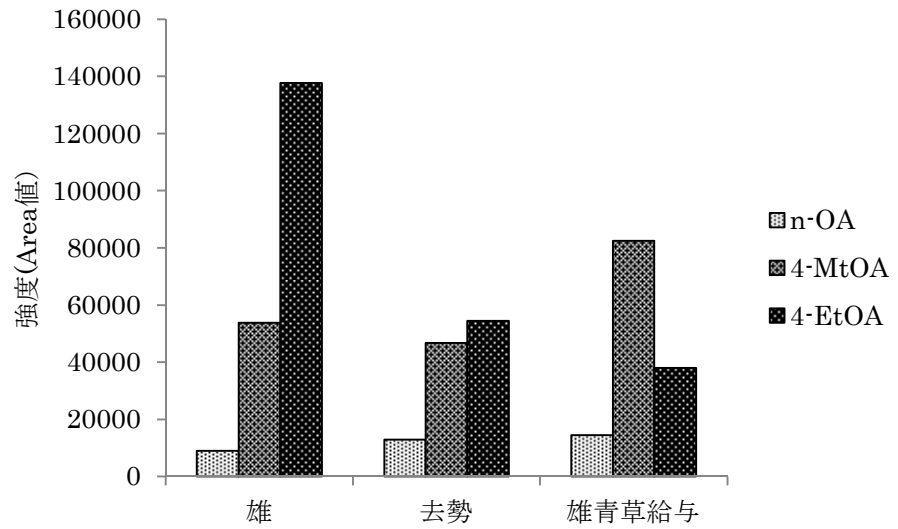


図1 山羊臭成分

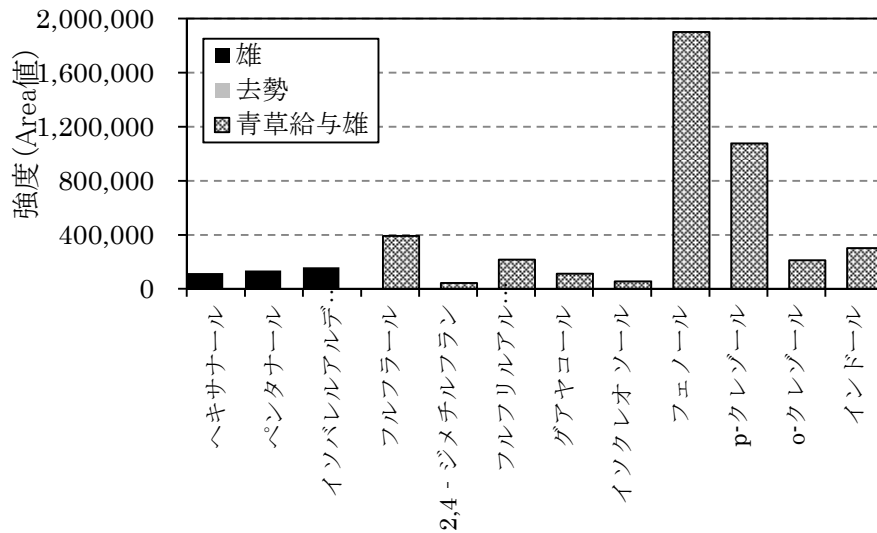


図2 山羊のその他の臭気成分

V 引用文献

- 1) 右田光史郎・高濱結花・高萩康・杉山尚弥・菊池圭祐・松石昌典・沖谷明紘(2012) 和牛，交雑牛および輸入牛の脂肪から古相マイクロ抽出した香気成分，128
- 2) Nippon Nogeikagaku Kaishi Vol. 61, No. 8, 925-930
- 3) 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

肉用種山羊産肉性比較試験

(4) おきなわ山羊と交雑山羊の産肉性の比較

千葉好夫 我那覇紀子 野中克治

I 要 約

山羊の産肉性改善を図るため、おきなわ山羊（ボア種25%以上の交配産子）の去勢12頭（おきなわ山羊区）と交雑山羊去勢7頭（交雑山羊区）を用い、給与飼料は飽食にして肥育試験を行い、産肉性の検討および山羊肉の試食アンケートを実施した結果は次のとおりであった。

1. 1日1頭あたり乾物摂取量、期間中増体量および飼料要求率は、両区間に有意な差はなかった。
2. 開始時体重、終了時体重および1日あたりの増体量は、両区間に有意な差はなかった。
3. 枝肉重量および枝肉歩留は、両区間に有意な差はなかった。背脂肪厚ではおきなわ山羊区が4.5mm、交雑山羊区が3.1mmとおきなわ山羊区が有意に厚かった（ $P<0.01$ ）。腹脂肪厚ではおきなわ山羊区が9.4mm、交雑山羊区が5.8mmとおきなわ山羊区が有意に厚かった（ $P<0.01$ ）。
4. 部分肉重量および内臓重量では、両区間に有意な差はなかった。
5. 肉質成績ではモモ肉の食感において、破断応力、柔軟性および歯応えでおきなわ山羊区が高値を示し、食味分析では、水分でおきなわ山羊区が低値を示した（ $P<0.05$ ）。総脂質に占める脂肪酸バランスでは、多価不飽和脂肪酸と $\omega 6$ 系脂肪酸で交雑山羊区がおきなわ山羊に比較して高かった（ $P<0.05$ ）。不飽和脂肪酸の中でも、オレイン酸はおきなわ山羊区が高く、リノール酸、アラキドン酸、 α -リノレン酸では交雑山羊区が高い値を示した（ $P<0.05$ ）。
6. 焼肉用にスライスしたおきなわ山羊肉の雄と去勢の試食アンケートを40名に実施した結果、去勢山羊肉が美味しいと答えた人が65.5%で、雄山羊が美味しいと答えた人は34.5%であった。去勢山羊肉の方が軟らかいと答えた人が85.7%、雄山羊肉の方が軟らかいと答えた人が14.3%であった。また、まーさん市場での試食アンケートでは165名を対象に実施した結果、71.0%が山羊肉が軟らかい、91.7%が美味しいと答え、83.6%が山羊臭が弱いとの回答を得た。

以上のことから、おきなわ山羊を去勢肥育することで肉質改善に有効であり、おきなわ山羊のブランド化や山羊肉の消費拡大および流通促進に付与する可能性が示唆された。

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食用山羊肉を評価する動きがでてきており、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、山羊の飼養試験を実施している。そこで、おきなわ山羊と交雑山羊の産肉性を比較検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

沖縄県畜産研究センターにおいて、2012年7月1日から2012年12月31日までの183日間実施した。

2. 試験区分

交雑山羊とボア種との交配で生産されたおきなわ山羊をおきなわ山羊区、交雑山羊を交雑山羊区として試験区分した。

3. 供試山羊

供試山羊は4~5.5カ月齢で、おきなわ山羊区12頭と交雑山羊区7頭を試験に用いた。また、両区とも観血去勢を実施して試験に供した。

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

給与飼料の養分含量を表1に示した。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、トウモロコシ、大豆粕で、各飼料の給与割合を表2に示した。また、飼料給与量は飽食とした。

飼料名	TDN	粗蛋白	NDF	粗脂肪	粗灰分
トランスバーラ乾草	58.8	5.9	72.4	2.1	5.0
トウモロコシ	86.9	8.0	14.2	3.1	1.1
大豆粕	79.8	51.4	12.2	1.1	7.4

注1) TDN:可消化養分総量, NDF:中性デタージェント繊維

2) 成分は一般分析法にて分析

粗飼料	濃厚飼料	
トランスバーラ乾草	トウモロコシ	大豆粕
20	65	15

注) 給与割合は重量比

6. 調査項目

1) 乾物摂取量および飼料要求率

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。飼料要求率は試験期間中の乾物摂取量を試験期間中の増体量で除して求めた。

2) 発育成績

調査項目は、体重、体高、胸囲とし、試験開始日から試験終了日まで4週間ごとに実施した。

3) 枝肉成績

試験終了後に名護市食肉センターでと畜し、枝肉重量、歩留および背・腹脂肪厚を調査し、カット・加工時に部分肉重量と内臓重量を測定した。

4) 肉質成績

食味・食感分析および成分分析を行った。測定部位は-20℃で冷凍保存したモモ肉を用いた。食味・食感分析は、水分含量、破断応力、柔軟性、歯応え、脆さ、伸縮率、加圧保水力、圧搾肉汁率、加熱損失率を調査した。成分分析の調査項目は、エネルギー、炭水化物、タンパク質、鉄、灰分、融点、コレステロール、ビタミンB₁、イノシン酸、脂肪酸組成、各種アミノ酸とした。分析は株式会社トロピカルテクノセンターへ委託し、分析項目と分析方法は表3のとおりである。

表3 モモ肉の分析項目と分析方法

	分析項目	分析方法
食味分析	水分	105℃加熱乾燥法
	伸展率	加圧濾紙法にて測定
	加圧保水力	加圧計にて測定
	圧搾肉汁率	加圧計にて測定
	加熱損失率	加熱後重量を測定
成分分析	エネルギー	タンパク質、脂質、炭水化物から計算
	タンパク質	ケルダール法
	炭水化物	タンパク質、脂質、水分、灰分から計算
	灰分	直接灰化法
	鉄	原子吸光度法
	ビタミンB ₁	HPLC法
	イノシン酸	HPLC法
	コレステロール	ガスクロマトグラフ法
	脂肪酸組成	ガスクロマトグラフ法
	融点	上昇融点法
	各種アミノ酸分析	アミノ酸分析装置(ポストカラム法)
食感分析	破断応力	物性測定装置テンシプレッサーによる測定
	柔軟性	物性測定装置テンシプレッサーによる測定
	歯応え	物性測定装置テンシプレッサーによる測定
	脆さ	物性測定装置テンシプレッサーによる測定

5) おきなわ山羊肉の試食アンケート調査

おきなわ山羊肉を焼肉用にスライスし、去勢肥育と雄肥育で男女40名、去勢肥育で165名を被験者としてアンケート調査を行った。

7. 統計処理

調査項目をt検定により統計処理した。

IV 結果

1. 乾物摂取量および飼料要求率

1日1頭あたり乾物摂取量および飼料要求率を表4に示した。乾物総摂取量はおきなわ山羊区が1199.3g、交雑山羊区が1137.2gで、期間中増体量ではおきなわ山羊区が26.6kg、交雑山羊区が21.3kgであった。また飼料要求率はおきなわ山羊区が4.6%、交雑山羊区が5.5%であった。乾物摂取量、期間中増体量および飼料要求率において、両区との間に有意な差はなかった。

表4 1日1頭あたり乾物摂取量および飼料要求率

区分	頭数	乾物総摂取量 (g)	濃厚飼料 (g)	粗飼料 (g)	期間中増体量 (kg)	飼料要求率 (%)
おきなわ山羊区	12	1199.3±113.8	1029.0±113.8	170.0±98.9	26.6±5.6	4.6±0.8
交雑山羊区	7	1137.2±166.6	911.0±139.0	226.0±87.8	21.3±5.3	5.5±0.8

注) 平均値±標準偏差

発育成績を表5に示した。開始時体重、終了時体重および1日当たりの増体量は、おきなわ山羊区が28.6kg、53.3kg、0.14kgで交雑山羊区では27.4kg、48.5kg、0.12kgで、両区に有意な差は認められなかった。

区 分	頭 数	開始時体重	終了時体重	1日当たりの増体量
おきなわ山羊区	12	28.6±2.4	53.3±6.2	0.14±0.03
交雑山羊区	7	27.4±4.1	48.5±8.3	0.12±0.03

注) 平均値±標準偏差

3. 枝肉成績

枝肉成績を表6に示した。と体長は第一頸椎凸窩部～恥骨前端を測定し、背脂肪厚と腹脂肪厚はそれぞれ最も脂肪の薄い部分および最後肋骨の対向部分を測定した。枝肉歩留は出荷時体重を枝肉重量で除して求めた。と体長、背脂肪厚、腹脂肪厚、枝肉重量および枝肉歩留はおきなわ山羊区が85.1cm, 4.5mm, 9.4mm, 29.0kg, 54.0%で、交雑山羊区が83.1cm, 3.1mm, 5.8mm, 25.4kg, 52.0%であった。と体長、枝肉重量及び枝肉歩留は両区に有意な差はなかったが、背脂肪厚および腹脂肪厚においておきなわ山羊区が有意に高値を示した (P<0.01)。

表6 枝肉成績

区 分	頭 数	と体長 (cm)	背脂肪厚 (mm)	腹脂肪厚 (mm)	枝肉重量 (kg)	枝肉歩留 (%)
おきなわ山羊区	12	85.1±7.9	4.5±1.2*	9.4±2.2*	29.0±3.7	54.0±3.0
交雑山羊区	7	83.1±5.1	3.1±0.8	5.8±1.3	25.4±4.8	52.0±3.0

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.01

4. 部分肉重量

無作為に選んだおきなわ山羊区5頭と交雑山羊区3頭のかた、ロース、ばら、モモ、ウデの重量を測定した結果を表7に示した。おきなわ山羊区と交雑山羊区との間に有意な差はなかった。

表7 部分肉重量

単位 (kg)

区 画	頭 数	かた	ロース	ばら	モモ	ウデ
おきなわ山羊区	5	3.4±0.4	1.8±0.2	4.7±1.0	5.2±0.6	4.3±0.5
交雑山羊区	3	2.8±0.9	1.8±0.4	4.3±1.3	5.3±0.9	3.8±1.0

注) 平均値±標準偏差

5. 内臓重量

無作為に選んだおきなわ山羊区4頭と交雑山羊区4頭の内臓脂肪、胃、肺、腎、肝および心の重量を測定した結果を表8に示した。おきなわ山羊区と交雑山羊区との間に有意な差はなかった。

表8 内臓重量

単位 (kg)

区 画	頭 数	内臓脂肪	胃	肺	腎	肝	心
おきなわ山羊区	4	2.3±0.4	1.0±0.1	0.9±0.1	0.4±0.5	0.8±0.2	0.2±0.0
交雑山羊区	4	2.3±0.9	1.2±0.2	1.0±0.0	0.1±0.0	0.7±0.1	0.2±0.0

注) 平均値±標準偏差

6. 肉質成績

食味・食感分析の結果を表9に示した。食味分析において、水分では交雑山羊区と比べておきなわ山羊区が有意に低値を示した (P<0.05)。食感分析では、破断応力、柔軟性および歯応えともにおきなわ山羊区が有意に高値を示した (P<0.05)。

表9 モモ肉の食味・食感分析

項 目	おきなわ山羊区	交雑山羊区
水分 (%)	73.4±0.4*	75.0±0.9
破断応力 (10 ⁵ gW/cm ²)	0.7±0.2*	0.5±0.0
柔軟性	2.3±0.3*	2.1±0.2
歯応え (10 ⁸ gW/cm ²)	3.0±1.0*	2.1±0.3
脆さ	1.1±0.1	1.2±0.0
伸縮率 (%)	12.4±1.4	13.0±1.7
加圧保水力 (%)	81.5±2.6	81.6±1.3
圧搾肉汁率 (%)	32.2±1.7	33.9±1.8
加熱損失率 (%)	26.7±2.7	28.2±3.4

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.05

栄養成分を表10に示した。栄養成分分析では、コレステロールがおきなわ山羊区に比べて交雑山羊区が有意に高値を示した (P<0.05)。

表10 モモ肉の栄養成分

項 目	おきなわ山羊区	交雑山羊区
エネルギー (kcal/100g)	200.2±46.3	202.1±54.6
炭水化物 (g/100g)	1.8±2.9	1.5±2.2
タンパク質 (g/100g)	19.6±1.7	18.2±4.1
灰分 (g/100g)	0.9±0.1	0.9±0.2
鉄 (mg/100g)	2.1±0.7	2.0±0.6
脂質 (g/100g)	12.7±5.6	13.8±5.5
コレステロール (mg/100g)	48.2±15.3*	57.4±21.9*
ビタミンB ₁ (mg/100g)	0.1±0.0	0.13±0.04

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.05

脂質・脂肪酸分析を表11に、飽和脂肪酸組成を表12に、不飽和脂肪酸組成を表13に示した。飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、 ω 6系脂肪酸および総脂質は交雑山羊区が有意に高く、一価不飽和脂肪酸および不飽和脂肪酸はおきなわ山羊区が有意に高かった (P<0.05)。

また、パルミトリン酸とオレイン酸はおきなわ山羊区が有意に高く、ステアリン酸、リノール酸、アラキドン酸、 α -リノレン酸は交雑山羊区が有意に高い値を示した (P<0.05)。

表11 モモ肉の脂質・脂肪酸

項 目	おきなわ山羊区	交雑山羊区
飽和脂肪酸 (%)	31.1±2.0	33.0±1.3*
不飽和脂肪酸 (%)	65.9±1.9*	63.8±1.5
一価不飽和脂肪酸 (%)	57.4±3.1*	52.0±3.4
多価不飽和脂肪酸 (%)	8.5±1.9	11.7±2.5*
ω 6系脂肪酸 (%)	8.2±1.9	11.0±2.4*
ω 3系脂肪酸 (%)	0.5±0.5	0.7±0.2
総脂質 (g/100g)	12.7±5.6	17.0±4.1*
融点 (°C)	26.8±4.7	30.0±7.2

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.05

表12 モモ肉の飽和脂肪酸組成 (%)

項目	おきなわ山羊区	交雑山羊区
ミリスチン酸	1.5±0.2*	1.4±0.2
ペンタデカン酸	0.3±0.1*	0.3±0.2
パルミチン酸	19.4±1.3	19.0±1.3
ヘプタデカン酸	1.0±0.3	1.1±0.5
ステアリン酸	8.8±1.3	11.5±1.5*

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.01

表13 モモ肉の不飽和脂肪酸組成 (%)

項目	おきなわ山羊区	交雑山羊区
パルミトレイン酸	2.8±0.52*	1.9±0.48
オレイン酸	49.7±2.36*	45.9±2.97
リノール酸	5.1±1.18	6.8±1.43*
アラキドン酸	3.2±0.80	4.3±1.12*
αリノレン酸	0.1±0.09	0.3±0.07*

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.05

アミノ酸分析を表14に示した。カルノシンがおきなわ山羊区で有意に高値を示した(P<0.05)。

表14 モモ肉のアミノ酸分析 (mg/100g)

項目	おきなわ山羊区	交雑山羊区
タウリン	30.0±4.7	31.6±3.0
グルタミン酸	5.7±3.0	6.4±2.8
グリシン	15.3±3.7	13.7±3.4
カルノシン	12.6±2.3*	9.4±3.5
イノシン酸	128.3±36.4	109.1±38.9
L-カルニチン	55.8±14.4	58.6±12.1

注) 平均値±標準偏差

7. おきなわ山羊肉の試食アンケート調査

1) 雄と去勢山羊肉の試食アンケート

焼肉用にスライスしたおきなわ山羊肉の雄と去勢の試食アンケートを40名に実施した結果、去勢山羊肉が美味しいと答えた人が65.5%で、雄山羊が美味しいと答えた人は34.5%であった。去勢山羊肉の方が軟らかいと答えた人が85.7%、去勢山羊肉の方が軟らかいと答えた人が14.3%であった(図1, 2)。

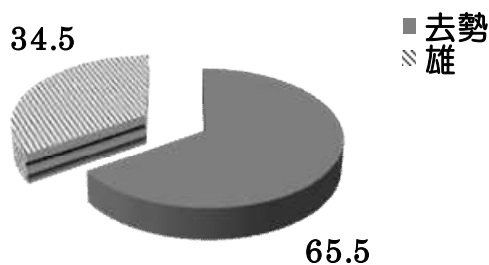


図1 どちらが美味しい?

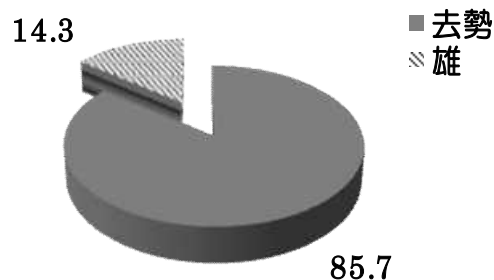


図2 どちらが軟らかい?

2) 去勢山羊肉の試食アンケート

まーさん市場での試食アンケートでは165名を対象に実施した結果、91.7%が美味しいと答え、71.0%が柔らかい、83.6%が山羊臭が弱いとの回答を得た(図3, 4)。

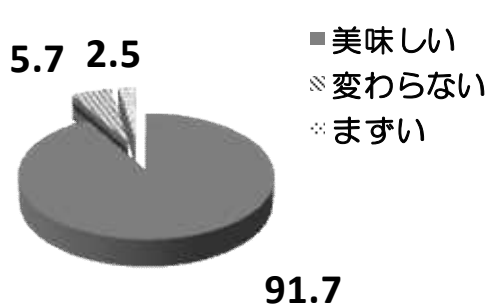


図3 美味しい？

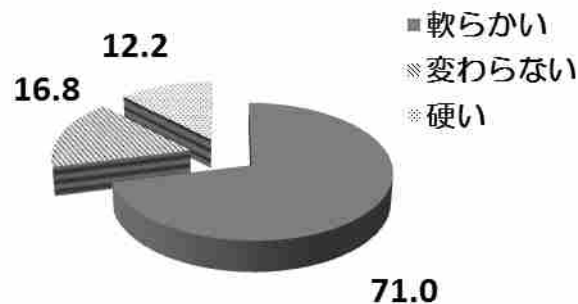


図4 柔らかい・硬い？

V 考 察

山羊の枝肉歩留40~43%程度といわれているが¹⁾、今回の本試験では両区とも52~54%と高い値を示した。おきなわ山羊(ボア種50%の交雑)雄去勢肥育は、交雑山羊雄去勢肥育に比べて背脂肪および腹脂肪ともに厚かったことから、おきなわ山羊は脂肪が付きやすいことが示唆され、これらを考慮した肥育技術が必要である。肉質分析の食感分析では、破断応力、柔軟性および歯応えともにおきなわ山羊区が有意に高値を示した($P<0.05$)ことからおきなわ山羊区の肉質が交雑山羊区よりも固いことが示唆された。また、食味分析の水分では交雑山羊区と比べておきなわ山羊区が低い値を示した($P<0.05$)。また、肉質成分分析では、パルミトレイン酸とオレイン酸がおきなわ山羊区で有意に高く、リノール酸が有意に低値を示したことから、香りがよく、風味がよいと示唆された^{2, 3)}。アミノ酸組成ではカルノシンがおきなわ山羊区で有意に高い値を示した。カルノシンは疲労回復効果、老化防止や運動能力向上効果があるといわれている⁴⁾。

これらのことから、去勢肥育したおきなわ山羊は肉質改善に有効であり、健康食品としての新たな市場価値の付与に貢献するものと示唆された。おきなわ山羊(雄去勢)肉の試食アンケートでは、美味しい、柔らかい、臭いが弱いとの調査結果を得たことから、流通・消費拡大に貢献するものと考えられる。今後は、おきなわ山羊の肥育試験による健康食品としての機能性解明や流通販売戦略の検討を行い、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) National Research Council (1981) Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and meat Goats in Temperate and Tropical Countries, National Academy Press.
- 2) 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
- 3) 木全真・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
- 4) 友永省三(2012) 食肉に含まれるカルノシン・アンセリン研究の最前線, 食肉の科学, Vol. 53, No. 2 177-182

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

(6) 泡盛蒸留粕のペレット化試験

安里直和 太野垣陽一 森山高広

I 要 約

泡盛製造過程で副産物として排出される泡盛蒸留粕について、家畜飼料としての利便性を向上させることを目的に、ペレットマシンを用いたペレット化試験を実施した。

1. 原料の水分含量を 30 から 40% に調整することにより、ペレットに成形することができる。また、ペレット成形後は、乾燥機などにて水分含量を 10% 以下に抑えることにより長期保存が可能となる。
 2. 副資材としてフスマを利用すると、歩留まり率が高く、高密度なペレットを成形することができる。
- 以上のことから、泡盛蒸留粕については、副資材などを上手く活用することによりペレットに成形することができ、広域流通および利便性の向上などが図れる可能性が示唆された。

II 緒 言

泡盛蒸留粕については、2011 年度の調査において県内 17 酒造所より 373.6t/月排出されており、そのうちの約 30% が利用されることなく産業廃棄物として処理されている状況にある。前報において泡盛蒸留粕については、CP および TDN などの家畜の飼料として十分な栄養素を含有しており、また、乳酸菌製剤を用いることにより保存性を向上できることを確認した^{1,2)}。しかしながら、泡盛蒸留粕については、水分含量が高く液状であるため、現場での利便性の悪さ、また、広域流通に向かないなどの問題が存在する。

そこで本研究は、泡盛蒸留粕の利便性向上を目的に、ペレットマシンを用いた泡盛蒸留粕のペレット化について検討を行った。泡盛蒸留粕をペレット化するにあたって、副資材の混合割合や、ペレット成形後の保存性などについて調査し、最適なペレット化調整方法について検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. ペレット原料

原料は沖縄県北部酒造組合に属する泡盛酒造所より入手した泡盛蒸留粕を用いた。泡盛蒸留粕については、泡盛蒸留粕に対して、乳酸菌製剤（ラクトバチルス・ラムノーサス SBT2300 株）を 0.05%、発酵基質として糖蜜を 0.9% 添加し乳酸発酵処理を施し、ペレット化まで室温で保存した。また、ペレット調整時の水分調整資材として、フスマ（市販品）およびトランスバーラ（所内産）を用いた。トランスバーラについては、乾燥機にて 60℃ で 24 時間乾燥後、粉砕機にて粉砕処理（5mm メッシュ）を施したものを利用した。原料の成分について表 1 に示す。

表 1 供試材料の水分および CP 含量

試料名	n	水分	CP (%FM)	CP (%DM)
乳酸発酵泡盛蒸留粕	3	91.0±1.0	4.2±0.5	47.0±5.0
フスマ	3	13.3±0.1	15.7±0.1	18.1±0.1
トランスバーラ粉末	3	6.5±0.1	7.1±0.1	7.6±0.1

注) CP: 粗タンパク質

2. ペレット成形方法

ディスクおよびローター圧砕押し出し方式（株式会社タイワ精機社製，KNP-701）によるペレットマシンを用いた。ペレット調整時のローター回転数は100～200rpmとし，インバーター制御による可変速で調整した。また，ペレットを成形するディスク穴はφ5mmとした。

3. 調査項目

1) ペレット形状（試験1）

泡盛蒸留粕と副資材（フスマ，トランスバーラ粉末）の最適な混合割合を検討するために，泡盛蒸留粕に対して副資材（フスマ，トランスバーラ粉末）を2，3および4の割合で混合し，ペレット化試験を実施した（表2）。また，ペレット成形乾燥後に，長さ，重さ，密度などの形状を測定した。

表2 原料調整の概要

固液混合割合（重量比） 固体（フスマ・トランスバーラ粉末）： 液体（泡盛蒸留粕）	原料名		
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕
2（固体）：1（液体）	2	0	1
	1	1	1
	0	2	1
3（固体）：1（液体）	3	0	1
	1.5	1.5	1
	0	3	1
4（固体）：1（液体）	4	0	1
	2	2	1
	0	4	1

2) 保存性（試験2）

試験1で成形したペレットについて乾燥処理を施した後，かびなどの発生有無を6ヶ月間調査した。乾燥処理は乾燥機（ADVANTEC社製，DRM620DA）を用いて，無乾燥区，70℃・60分区，70℃・120分区，70℃・180分区の4処理区を設けた。また，保存性の試験は乾燥処理を施したペレットを室温に放置し，目視および鏡検により実施した。

3) ペレットの歩留まり（試験3）

試験2において1ヶ月間かびの発生が認められなかったペレットについて，歩留まり試験を実施した。試験はペレットを10粒程度，50ml容量のチューブに入れ，縦振り型振とう機による30分間（300rpm往復振とう）の負荷試験で行った。振とう後，篩い（4mmメッシュ）にかけ，篩いを通じた粉末をロスとし，振とう前後のペレットの重さから歩留まりを算出した。

4) 製造コスト

泡盛蒸留粕を600L/月，フスマと5年間ペレットに成形する条件で経費を算出した。ペレットマシンおよび乾燥機の購入に係る経費、それぞれの機器の稼働に伴う電気料金および乳酸発酵処理に係る経費を合計し、5年間で製造するペレットの総量で除して、ペレット1kg当たりのコストを算出した。

IV 結果および考察

1. ペレット形状（試験1）

固体（フスマ・トランスバーラ粉末）と液体（泡盛蒸留粕）の混合比が，2：1および3：1においては，特段の問題もなくペレットを成形することができた（表3）。しかしながら，固体（フスマ・トランスバーラ粉末）の割合を4，液体（泡盛蒸留粕）の割合を1で混合した場合においては，スムーズにペレットを成形することができなかった。特にトランスバーラを4，泡盛蒸留粕を1で混合した場合においては，ディスク穴から原料は押し出されるが，ペレットの形状を維持できず，手に持つだけで崩れる様な状況であった（写真1）。

ペレットが上手く成形できなかった、4:1の混合割合区においては、原料の水分が他の試験区に比べて低かった。原料についてはある程度の水分を含む必要があり、おおむね30%~40%に水分含量を調整する必要があった。

表3 混合割合の違いがペレット成形に及ぼす影響

固液混合割合 (重量比) 固体 (フスマ・トランスバーラ粉末) : 液体 (泡盛蒸留粕)	原料名			ペレット形状の維持	水分含量 (%)
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕		
2 (固体) : 1 (液体)	2	0	1	可	39.2
	1	1	1	可	36.9
	0	2	1	可	34.7
3 (固体) : 1 (液体)	3	0	1	可	32.7
	1.5	1.5	1	可	30.2
	0	3	1	可	27.6
4 (固体) : 1 (液体)	4	0	1	非 (ディスク穴から押し出せない)	26.1
	2	2	1	非 (ディスク穴から押し出せない)	28.8
	0	4	1	非 (ペレットを形成できない)	23.4

注) 可：ペレット成形可能 非：ペレット成形不良



トランスバーラ粉末4：泡盛蒸留粕1
(ペレット化できず崩れた状態)



フスマ3：泡盛蒸留粕1
(形状が良好なペレット)

写真1 ペレット形状 (左：不良 右：良好)

成形したペレットの形状について表4および図1に示す。ペレットの重さおよび長さについては、フスマ2:泡盛蒸留粕1およびフスマ3:泡盛蒸留粕1で混合した場合において、重くなり、同時に長くなる結果であった。また、ペレットの径については、トランスバーラ粉末を2および3の割合で混合成形したペレットについては、それぞれ5.6mmとディスク穴の5.0mmより太くなる傾向を示した。密度に関しては、フスマを混合した場合において密度が高くなる傾向にあった。フスマを混ぜ込む方がより密に造粒できる結果であった(図1)。また、密度と歩留まりの関係については、高密度に造粒するにしたがって、歩留まりが高くなる傾向にあった(図2)。

表4 ペレットの形状について (重さ, 長さ)

固液混合割合 (重量比) 固体 (フスマ・トランスバーラ粉末) : 液体 (泡盛蒸留粕)	原料名				形状	
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕	n	重さ (mg)	長さ (mm)
2 (固体) : 1 (液体)	2	0	1	20	92.6±24.1	8.3±1.5
	1	1	1	20	75.4±9.5	6.6±0.8
	0	2	1	20	77.4±12.8	6.6±0.7
3 (固体) : 1 (液体)	3	0	1	20	113.9±14.2	7.3±0.7
	1.5	1.5	1	20	90.8±9.7	6.6±0.5
	0	3	1	20	97.9±15.9	6.2±0.8

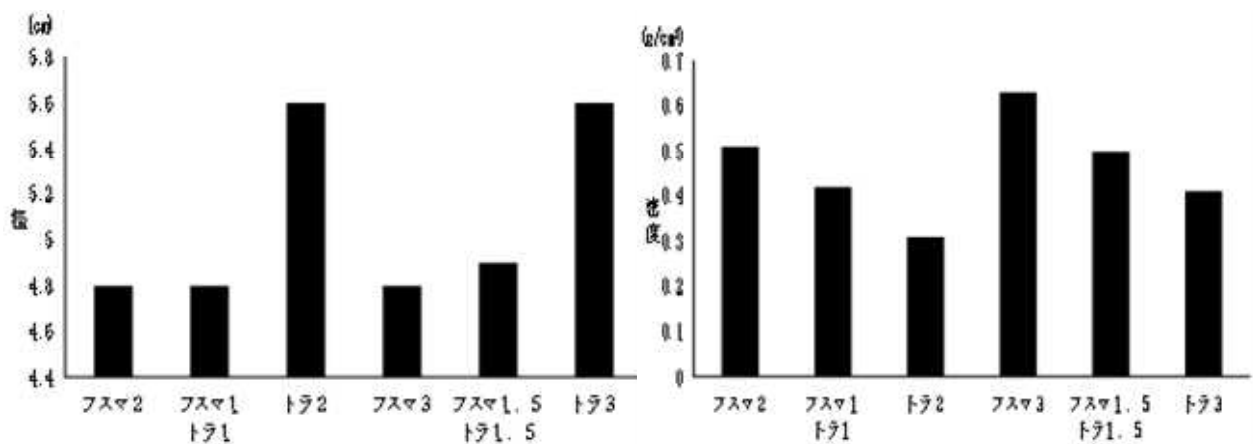


図1 ペレットの径および密度 (左: 径 右: 密度)

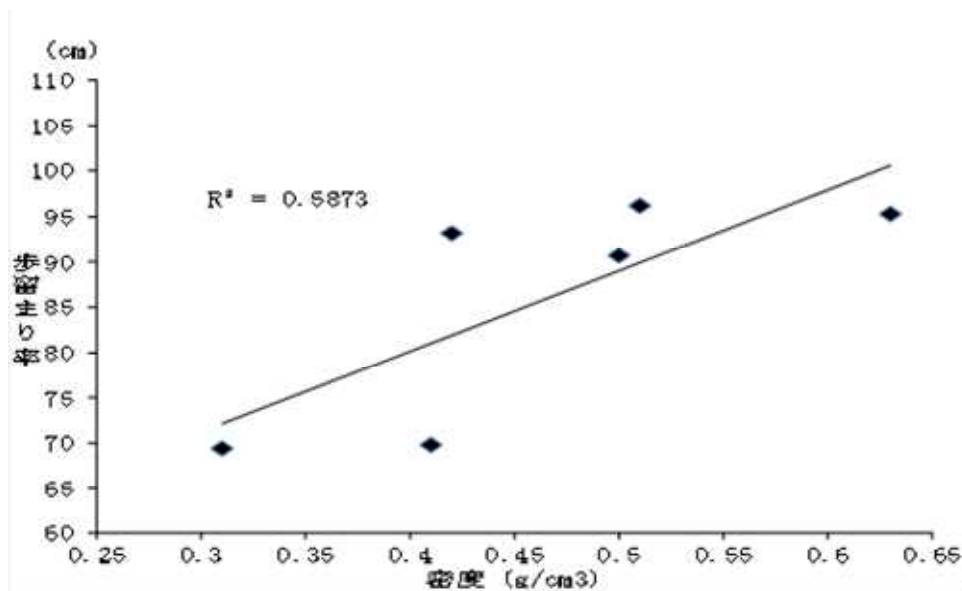


図2 ペレットの密度と歩留まりの相関

2. 保存性 (試験2)

試験1にてペレットを形成することができた、2 (固体) : 1 (液体) および 3 (固体) : 1 (液体) のペレットについて、保存性試験を実施した。表5に乾燥条件 (温度・時間) の違いによるかびの発生状況について示す。無乾燥および 70°C・60分処理区においては、ペレット調整後1ヶ月間の間にかびの発生が認められた。特に無乾燥区においては、3日後にはかびの発生が認められた。70°C・180分処理区においては、6ヶ月以上経過してもかびの発生は認められなかった (写真2)。ペレット成形後に、水分含量をおおむね10%以下調整することにより、かびの発生を抑えることができた。また、水分含量については、10%以下³⁾、或いは12%程度に水分含量を調整することにより保存性の良いペレットを調整できるとの報告⁴⁾もあり、ペレット化後の水分含量については適切に調整する必要がある。

表5 乾燥条件の違いがかびおよび水分含量に与える影響

固液混合割合（重量比） 固体（フスマ・トランスバーラ粉末）： 液体（泡盛蒸留粕）	原料名			乾燥条件（水分含量%）			
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕	無乾燥	70℃・60分	70℃・120分	70℃・180分
2（固体）：1（液体）	2	0	1	×（33.3）	×（18.4）	○（12.0）	○（6.2）
	1	1	1	×（32.8）	×（19.4）	○（10.2）	○（6.3）
	0	2	1	×（33.0）	×（29.9）	×（23.2）	○（14.4）
3（固体）：1（液体）	3	0	1	×（24.7）	×（16.9）	○（14.2）	○（8.1）
	1.5	1.5	1	×（25.2）	×（14.7）	○（7.7）	○（6.3）
	0	3	1	×（26.7）	×（18.7）	○（11.8）	○（8.7）

注）○：かび無し ×：かび発生



無乾燥処理



70℃・120分乾燥処理

注）ペレット成形・乾燥後、6ヶ月後の写真

写真2 かびの発生状況（左：かび発生 右：かび無し）

3. 歩留まり（試験3）

試験2の保存性試験において、おおむね保存性が良好であった70℃・180分乾燥処理を加えたペレットについて、振とう機を用いた歩留まり試験を実施した（表6）。いずれの混合割合においても、泡盛蒸留粕とトランスバーラ粉末だけの混合区において、歩留まりが約70%と低くなった。写真3に示す通り、振とう負荷によって破砕された粉末が多く発生した。いっぽう、フスマあるいはフスマとトランスバーラ粉末を混合した場合においては、歩留まりが90%以上となった。特に、フスマだけでペレットを成形した場合は、歩留まりが95%を超え、良好な結果となった。

表6 混合割合の違いが歩留まりに与える影響

固液混合割合（重量比） 固体（フスマ・トランスバーラ粉末）： 液体（泡盛蒸留粕）	原料名			歩留まり率（%）
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕	
2（固体）：1（液体）	2	0	1	96.2
	1	1	1	93.2
	0	2	1	69.4
3（固体）：1（液体）	3	0	1	95.3
	1.5	1.5	1	90.7
	0	3	1	69.8



トランスバーラ粉末3 : 泡盛蒸留粕1

(左: 破碎したペレット)

写真3 歩留まり試験



フスマ3 : 泡盛蒸留粕1

(左: 破碎したペレット)

2. ペレット製造コスト

前報²⁾の報告と同様に泡盛蒸留粕を月に600L利用する条件の下、フスマ2と泡盛蒸留粕を1の割合で成形した場合、5年間のペレット製造量は76,464kg(水分10%)となり、ペレットマシン208万円を5年間のペレット製造量で除して、1kg当たりのペレット製造コストを算出すると27.2円/kgとなった。同様に、乾燥機については6.8円/kgであった。また、ペレットの水分調整に係る乾燥機の電気料金については、3時間あたり106円(電気料金25.34円/kwh×3時間)かかり、乾燥1回あたり15kgのペレットを処理できることから、ペレット1kgあたりの乾燥コストは、7.2円/kg(106円/15kg)となった。ペレット調整に係る機器および電気料金などのランニングコストを加味したトータルの製造コストは、56.2円/kgであった(表7)。

表7 ペレット製造コスト

	単価	金額(円)	ペレット製造量(kg)	ペレット1kg当たりの単価(円/kg)	備考
ペレットマシン	2,080,000円	2,080,000		27.2	耐用年数5年
乾燥機	520,000円	520,000		6.8	
電気料(ペレットマシン)	25.34円/kwh	54,734		0.7	製造量: 1,800kg/月 ペレット製造能力: 50kg/h 稼働時間: 1,800/50=36時間/月
電気料(乾燥機)	25.34円/kwh	547,344		7.2	電気料(5年間): 25.34×36×12×5=54,734円 乾燥量: 1,800kg/月 乾燥能力: 15kg/3時間 乾燥回数: 1,800/15=120
乳酸発酵処理	14.3円/kg	514,800		14.3	電気料(5年間): 25.34×120×3×12×5=547,344円 乳酸発酵処理費(5年間): 14.3×600×12×5=514,800円
合計		3,716,878	76,464		ペレット製造量: フスマ2: 泡盛蒸留粕1で試算 (水分含量10%)
経費(円/kg)				56.2	

食品残さなどについては、家畜飼料としての安全性を担保するために、「食品残さ等利用飼料の安全性確保のためのガイドラインの制定について」⁵⁾において、原料収集、製造、保管、給与等の各過程における管理の基本的指針が示されている。その中で、食品製造副産物等については、かびの発生および腐敗が認められるものは原料としないと明記されている。泡盛蒸留粕については、酒造所より排出される段階においては、かびなどの発生は認められず家畜飼料として安全に利用することが可能であるが、室温にて保存するとかびが発生し腐敗が進む。泡盛蒸留粕をペレット化するにあたって、原料の泡盛蒸留粕を酒造所より入手後、直ちにペレット化・乾燥調整を施すのであれば衛生上の問題は発生しない。ただし、日数が経過した物あるいは、日数をかけてペレットを製造する場合においては、その間に泡盛蒸留粕が腐敗する可能性がある。泡盛蒸留粕をペレットあるいは、液状で活用する場合においては、あらかじめ乳酸発酵処理をした泡盛蒸留粕を用いることにより、より安全に泡盛蒸留粕を利用することが必

要である。

以上の結果より、泡盛蒸留粕については、副資材であるフスマおよびトランスバーラ粉末にて水分含量を適切に調整することによってペレットに成形することができ、また、ペレット化後において、乾燥機などを用いて水分を調整することにより、保存性を向上できることを確認した。

VI 引用文献

- 1) 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（1）泡盛副産物の排出・利用状況および栄養価の調査，沖縄畜研研報，**49**，41-53
- 2) 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（2）乳酸菌製剤を用いた泡盛蒸留粕の保存性に関する検討，沖縄畜研研報，**49**，47-54
- 3) 渡辺洋一郎・太田均・田崎道弘（1991）地域未利用飼料資源の有効利用による低コスト肥育技術の確立，鹿児島畜試研報，**23**，13-26
- 4) 上原剛・森下敏朗・里岡嘉宏・小玉誠（2000）エクストルーダーによる焼酎粕ペレット飼料製造技術開発，宮崎県工技セ研報，**45**，137-143
- 5) 農林水産省消費安全局（平成 18 年 8 月 30 日 6074 号）食品残さ等利用飼料の安全性確保のためのガイドラインの制定について

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

安里直和 砂川隆治 太野垣陽一 森山高広

I 要 約

県内の食品加工施設より排出された、県産果実の加工残さであるシークワサー搾り粕、アセロラ搾り粕、パッションフルーツ搾り粕およびパイン搾り粕について、家畜飼料としての可能性を検討した。また、食肉中の脂肪酸組成の改良資材として活用できるか検討するため、加工残さの脂肪酸組成についても検討を行った。

1. シークワサー搾り粕、パイン搾り粕については、それぞれ年間 900t 及び 750t 排出されており、家畜飼料として十分に活用できる量が見込める。
2. シークワサー搾り粕、パッションフルーツ搾り粕及びパイン搾り粕については、牧草並のタンパク質を含有している。
3. パイン搾り粕については、ヘミセルロース、セルロース、ADL などの構造的炭水化物の割合がトランスパーラとほぼ同じような構成を示した。
4. シークワサー搾り粕においては、オレイン酸が 20.0%、リノール酸が 43.6%、パッションフルーツ搾り粕においては、リノール酸が 80.7%と不飽和脂肪酸の割合が高かった。

以上の結果より、県産果実の加工残さについては、CP や良質な繊維分を含む物や、有用な脂肪酸を含む物が認められ、家畜飼料や食肉の脂肪酸組成の改良資材として活用できる可能性が示唆された。

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、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取り組みが各県でなされている^{1,2)}。特に、近年においては、食品加工残さや未利用資源を活用し、単に既存飼料の代替品としてでは無く、より付加価値の高い食肉生産技術を目指す取り組みが盛んに実施されている³⁾。本県においては、シークワサーやパインなどに代表されるような熱帯果実の生産が盛んに行われており、また、それらの加工残さについては、家畜飼料として活用できる量が排出されている。

食肉の旨味については、オレイン酸含有率と関係があるとの報告がなされ、各県においてはオレイン酸含有率を高める研究が多く取り組まれている^{4,5)}。一般的に、食肉中の脂肪酸組成については、給与飼料中の脂肪酸組成の影響を大きく受けるため、いかに有用な脂肪酸を含有している飼料を給与するかが重要となる。また、脂肪酸以外にも遊離アミノ酸などが食肉の旨味に影響を与えるため、脂肪酸組成や遊離アミノ酸などを加味した食肉生産技術の開発が求められている。

そこで、本研究は、毎年、一定量排出されている県産果実の加工残さに注目し、それらの家畜飼料としての栄養価値および肉質改良資材として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

供試材料は、それぞれの収穫時期に県内の食品加工施設より排出された、シークワサー搾り粕、アセロラ搾り粕、パッションフルーツ搾り粕およびパイン搾り粕を用いた。供試材料については、ジュースなどを製造する工程で物理的に圧搾処理されたものであり、熱や化学処理は加えられておらず、また、採取後は分析に供するまで -20°C で冷凍保存し、保存に伴う変性をできるだけ回避した。分析は一昼夜天日乾燥した後、乾燥機で 60°C ・2時間乾燥させ、その後、粉砕器にて粉砕処理した材料を用

いた。パイン搾り粕については5日間天日乾燥、乾燥機で60℃・2時間乾燥させ粉碎処理した材料を用いた。また、比較対照として畜産研究センター圃場内で生産したトランスバーラ乾草を用いた。供試材料の年間排出量については、シークワサー搾り粕が900t、アセロラ搾り粕が4t、パッションフルーツ搾り粕が5.5t、パイン粕搾りが750tであった(表1)。

表1 加工残さ排出量

加工残さ	排出量 (t/年)	備考
シークワサー搾り粕	900	2事業所調査
アセロラ搾り粕	4	1事業所調査
パッションフルーツ搾り粕	5.5	1事業所調査
パイン搾り粕	750	2事業所調査

2. 分析項目および分析方法

粗タンパク質 (CP)、粗脂肪 (EE) および粗灰分 (Ash) については飼料分析法⁶⁾、中性デタージェント繊維 (NDF)、酸性デタージェント繊維 (ADF) およびリグニン (ADL) については、粗飼料の品質評価ガイドブックに基づき分析を行った⁷⁾。細胞内容物 (CC) および細胞壁成分 (CW) については阿部⁸⁾の報告、ヘミセルロースおよびセルロースについては、NDFとADF含有量の差およびADFとADL含有量の差より、それぞれ算出した。

中性デタージェント不溶タンパク質 (NDICP) および酸性デタージェント不溶タンパク質 (ADICP) については、それぞれのデタージェント溶液で処理した後の残さを分析に供した。可消化養分総量 (TDN)、非繊維性炭水化物 (NFC)、真の可消化NFC (tdNFC)、粗飼料の真の可消化CP (tdCPf)、真の可消化粗脂肪 (tdFA) および真の可消化NDF (tdNDF)、については、NRC乳牛飼養標準の推定式より算出した⁹⁾。また、ペプシン・セルラーゼ法により乾物消化率 (IVDMD) を分析した。

ミネラル含有量については飼料分析法に基づき、リン(P)は吸光光度計法、カルシウム(Ca)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、鉄(Fe)およびマンガン(Mn)については原子吸光法で分析した。βカロテン濃度については、アセトニトリルに抽出した後、分光光度計を用いて、453nmの波長で分析した。

脂肪酸組成については、Folch¹⁰⁾の方法により油分を抽出し、脂肪酸メチル化キット(ナカライテスク)により鹼化およびメチルエステル化した後、GC/MS(Agilent, 7890GC/5975MSD)で分析した。分析に用いたカラムはDB23(内径0.25mm, 膜厚0.25mm, 長さ60mm)で、サンプル注入量1μl, スプリット比20対1で分析を行った。得られたピークについては、RTおよびMSによるライブラリ検索にて同定した。また、分析項目は、パルミチン酸(C16:0)、ステアリン酸(C18:0)、オレイン酸(C18:1)、リノール酸(C18:2)、リノレン酸(C18:3)で、全脂肪酸に占めるそれぞれの脂肪酸の割合を百分率で算出した。

IV 結果

1. 一般成分分析値

表2に供試試料の分析値を示した。シークワサー搾り粕については、CPが10.4%と高く、いっぽう、ADF、ADLの値が、それぞれ19.9%、3.0%と低い値を示した。アセロラ搾り粕については、CPが5.7%と他と比較し低く、また、NDF、ADF、ADLなどの構造的炭水化物の値が高かった。特に難分解性のADLについては、34.6%と高値であった。パッションフルーツ搾り粕については、CPが11.7%と高い値を示したが、同時にADLについても24.5%と高い値であった。パイン粕については、NDF、ADF、ADLなどの構造的炭水化物について、トランスバーラと似た構成値を示し、CPについても7.4%含有していた。

EEについては、シークワサー搾り粕およびパッションフルーツ搾り粕の値が、それぞれ約18%と高い値を示した。NFCについては、シークワサー搾り粕が40.7%と高かった。IVDMDについては、シークワサー搾り粕とパイン搾り粕が、それぞれ81.2%、78.9%と高い値を示した。いっぽう、アセロラ搾り粕、パッションフルーツ搾り粕については、ADLの割合が高い事から、それぞれ、30.2%、47.2%

と低い消化率となった。

表2 成分成績①

加工残さ	n	CP	NFC	NDF	ADF	ADL	EE	Ash	IVDMD
シークワサー搾り粕	5	10.4±0.2	40.7±3.1	19.1±2.5	19.9±0.4	3.0±0.3	17.6±0.4	4.6±0.0	81.2±3.4
アセロラ搾り粕	5	5.7±0.4	18.4±1.4	69.9±1.1	63.1±0.9	34.6±4.1	0.8±0.0	2.3±0.0	30.2±2.2
パッションフルーツ搾り粕	5	11.7±0.8	22.5±1.0	44.5±0.7	41.6±0.2	24.5±1.4	17.9±0.4	1.9±0.0	47.2±3.4
パイン搾り粕	5	7.4±0.8	17.3±2.5	65.7±2.6	31.4±0.3	5.3±2.5	1.0±0.1	5.2±0.5	78.9±0.9
トランスパーラ	4	8.3±2.4	12.5±5.8	66.0±1.5	34.1±2.5	6.0±1.5	1.7±0.2	6.6±1.4	54.8±4.2

注) CP：粗タンパク質, NFC：非繊維性炭水化物, NDF：中性デタージェント繊維, ADF：酸性デタージェント繊維, ADL：リグニン, EE：粗脂肪, Ash：粗灰分, IVDMD：乾物消化率

ヘミセルロースについては、シークワサー搾り粕で0.0%、アセロラ搾り粕で6.8%、パッションフルーツ搾り粕で2.9%と、トランスパーラの31.9%と比較し著しく低かった。いっぽう、パイン搾り粕については、34.3%と高い値であった。セルロースについてはアセロラ搾り粕で28.5%と高く、パイン搾り粕については、セルロースおよびヘミセルロースともトランスパーラと似た構成値であった。果実加工残さについてはパイン搾り粕を除き、トランスパーラと比較し、セルロースおよびADLなどの低消化性繊維の含有割合が総じて高かった。(図1)。

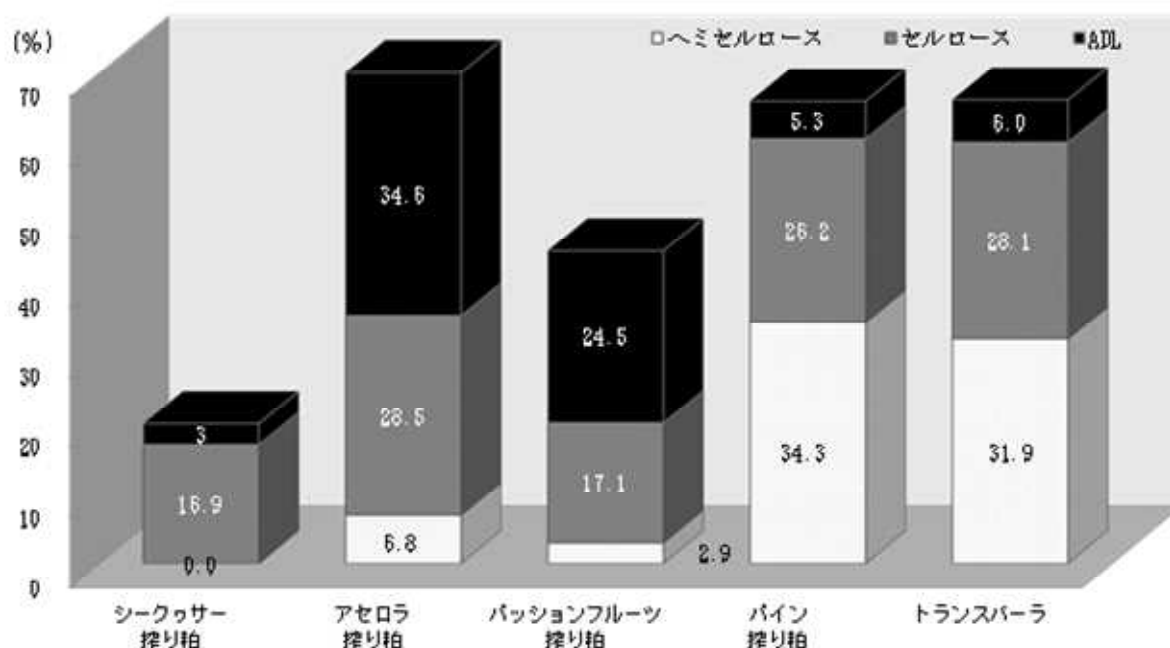


図1 ヘミセルロース、セルロース、ADL (リグニン) 含有量

CPおよびNFCについては、NDICPやADICPの含有割合より、真の可消化成分が変化する。そこで、実際に家畜の生体内で利用可能な量を明らかにするために、それぞれの試料について、難分解性のタンパク質であるNDICPおよびADICPを測定し、NRCの推定式よりtdCPf, tdNFCの値を算出した。また、tdCP, tdNFC, tdFA, tdNDFより、それぞれの試料のTDN値を推定した(表3)。

加工残さ	n	NDICP	ADICP	tdCPf	tdNFC	tdFA	tdNDF	TDN	(%DM)
シークワサー搾り粕	5	7.7±0.3	8.0±0.3	4.1±0.2	54.9±2.8	16.6±0.4	3.8±1.5	93.1±0.5	
アセロラ搾り粕	5	2.8±0.2	4.9±0.5	2.0±0.2	23.5±1.5	0	8.8±1.8	27.3±3.1	
パッションフルーツ搾り粕	5	1.5±0.3	1.7±0.1	9.8±0.7	24.9±1.1	16.9±0.4	4.4±0.6	70.1±1.0	
パイン搾り粕	5	3.4±0.6	2.4±0.4	5.0±0.9	23.6±2.8	0	34.9±5.5	56.5±4.1	
トランスパーラ	4	4.8±1.3	4.0±0.7	4.7±1.7	21.7±3.6	0.7±0.2	32.7±2.6	53.7±3.9	

注) NDICP: 中性デタージェント不溶タンパク質, ADICP: 酸性デタージェント不溶タンパク質, tdCPf: 真の可消化タンパク質, tdNFC: 真の可消化非繊維性炭水化物, tdFA: 真の可消化粗脂肪, tdNDF: 真の可消化中性デタージェント繊維, TDN: 可消化養分総量

tdNFC は主にデンプンや糖類の分画であるが、特に、シークワサー搾り粕で 54.9% と高い値を示した。tdNDF についてはヘミセルロースと同様に、トランスパーラと比較し低く値であった。TDN については、シークワサー搾り粕が 93.1%、パッションフルーツ搾り粕が 70.1% と高かったが、アセロラ搾り粕については、27.3% と低い値であった。

NDICP および ADICP については、シークワサー搾り粕で 7.7%、8.0% と高い値を示した。CP と ADICP の割合から CP の真の消化率 (tdCPf) を算出すると、シークワサー搾り粕が 4.1%、アセロラ搾り粕が 2.0%、パッションフルーツ搾り粕が 9.8% となった。シークワサー搾り粕については、CP が 10.4% と見かけ上は、高い値であったが、CP の詳細な分画を調べると実際に家畜が利用できる可消化 CP については、見かけの半分程度しかなかった。パイン搾り粕の tdCPf については、トランスパーラに近い値であった。いっぽう、パッションフルーツ搾り粕については、NDICP および ADICP の値が低く、繊維と結合した CP の分画が少なかったため、tdCPf が 9.8% と高い値を示した (表 3, 図 2)。

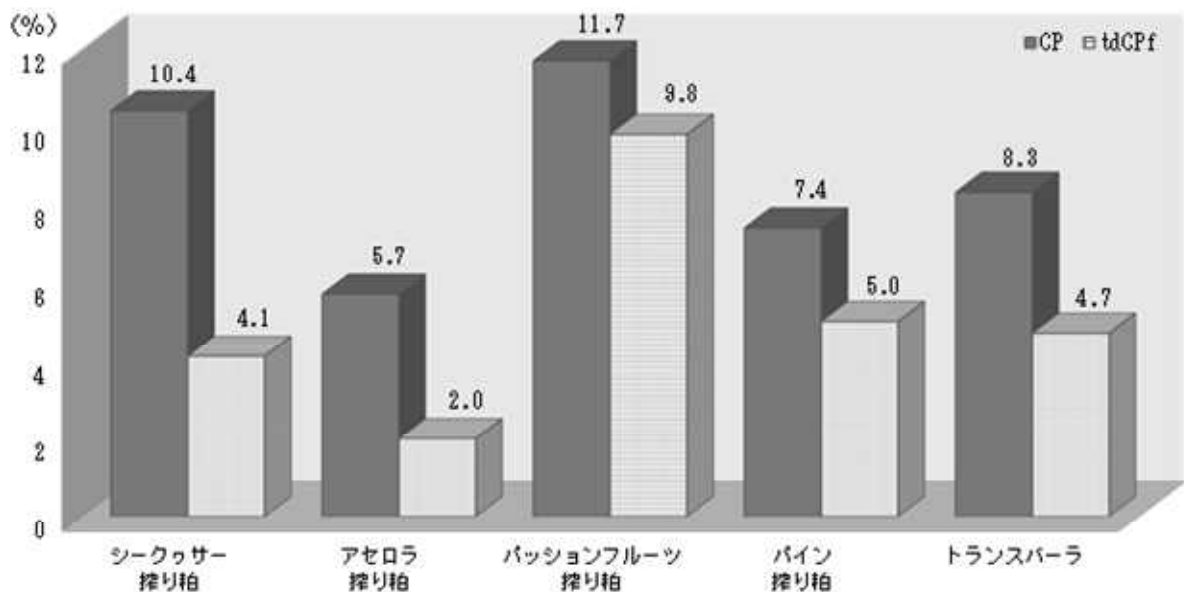
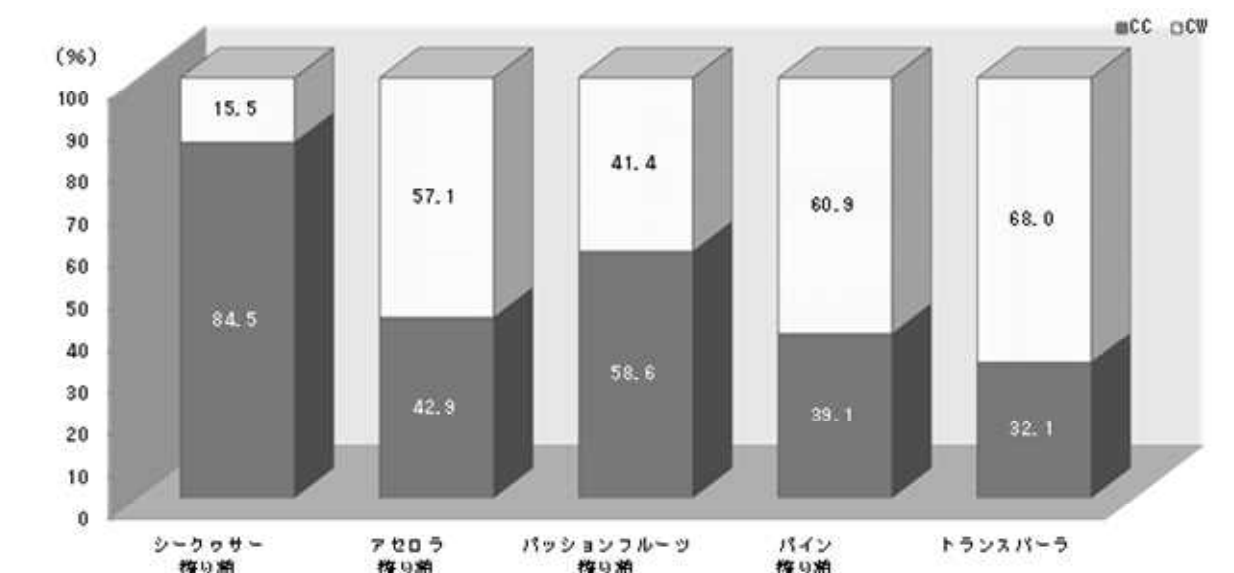


図2 CP (粗タンパク質) と tdCPf (真の可消化タンパク質) の比較

栄養成分の構成を大別するために CC および CW の含有割合を分析した (図 3)。シークワサー搾り粕において CC の割合が 84.5% と高く、成分の 8 割以上が可溶性の細胞内容物で構成されていた。また同様に、パッションフルーツ搾り粕についても、CW の値が 58.6% と CW の値より高かった、いっぽう、アセロラ搾り粕については、CW の値が 57.1% と、他の試料とは異なり CW の含有割合が高い結果となった。パイン搾り粕については、トランスパーラと似た構成値であった。



注) CC (細胞内容物)：有機物，可消化炭水化物，デンプン，CP，EE など
 CW (細胞壁物質)：ヘミセルロース，セルロース，ADL など

図3 CCとCWの含有割合

2. ミネラル分析値

表4にミネラルおよびβカロテンの分析結果を示す。Caについては、シークワサー搾り粕およびアセロラ搾り粕がトランスパーラと比較し高かった。いっぽう、Cu、Zn、Fe、Mnなどの微量元素については、パイン搾り粕において高い値であった。βカロテンについては、シークワサー搾り粕およびパイン搾り粕で低い値となった。

表4 ミネラル及びβカロテン分析値

加工残さ	n	Ca (%DM)	P (%DM)	Cu (ppmDM)	Zn (ppmDM)	Fe (ppmDM)	Mn (ppmDM)	βカロテン (ppmDM)
シークワサー搾り粕	5	0.77±0.02	0.17±0.00	5.9±0.1	17.7±3.9	4.9±0.3	54.4±2.7	3.8±1.1
アセロラ搾り粕	5	0.42±0.01	0.06±0.00	5.8±0.2	14.2±0.3	1.4±0.1	18.0±1.0	13.9±1.0
パッションフルーツ搾り粕	5	0.03±0.00	0.28±0.00	6.3±0.2	32.0±1.6	4.5±0.4	42.5±2.2	16.9±1.0
パイン搾り粕	5	0.16±0.00	0.17±0.01	7.5±0.6	90.6±3.7	85.0±2.9	122.1±3.3	3.0±0.2
トランスパーラ	4	0.39±0.06	0.26±0.06	7.4±2.2	26.3±4.9	54.8±40.8	256.0±92.8	18.5±13.1

注) Ca：カルシウム，P：リン，Cu：銅，Zn：亜鉛，Fe：鉄，Mn：マンガン

3. 脂肪酸組成分析値

表5にEEの含有量が高かった、シークワサー搾り粕およびパッションフルーツ搾り粕の脂肪酸組成値を示す。

表5 脂肪酸組成分析値

加工残さ	n	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	飽和脂肪酸	不飽和脂肪酸
シークワサー搾り粕	5	26.6±3.3	4.5±0.8	20.0±4.0	43.6±4.1	5.2±0.9	31.2±3.5	68.8±3.5
パッションフルーツ搾り粕	5	11.7±2.7	1.2±0.5	6.3±2.8	80.7±5.0	-	12.9±2.3	87.1±2.3

注) C16:0：パルミチン酸，C18:0：ステアリン酸，C18:1：オレイン酸，C18:2：リノール酸，
 C18:3：リノレン酸

いずれの加工残さにおいても、全脂肪酸に占める不飽和脂肪酸の含有割合が高かった。シークワサー

搾り粕の不飽和脂肪酸については、リノール酸の含有量が43.6%と最も高く、次いでオレイン酸が20.0%、リノレン酸が5.2%であった。また、飽和脂肪酸については、パルミチン酸が26.6%と高い値を示した。パッションフルーツ搾り粕については、リノール酸の含有割合が80.7%を占め、全脂肪酸に占める不飽和脂肪酸の割合が87.1%と高かった。

V 考察

食品加工施設などから排出される加工残さを活用した食肉生産技術への取り組みは各県で行なわれており、肉用牛への豆腐粕などの給与¹¹⁾、乳牛へのミカン粕¹²⁾、また、本研究センターにおいても、乳牛へのゴーヤ種子¹³⁾などについて取り組みがなされている。

本県においては、他県とは異なる温暖な気候および地理的条件を生かして熱帯果樹の生産が盛んに行なわれており、今回に試験に供した、シークワサー、アセロラ、パッションフルーツおよびパイナップルについては、それぞれ、2432t/年、28t/年、132t/年、8780t/年生産されている¹⁴⁾。また、これらの果樹の一部については、ジュースなどの飲料用に加工され、毎年一定量の加工残さが排出されている。特にシークワサー搾り粕とパイナップル搾り粕については、家畜飼料として十分に活用できる量が排出されていることが明らかとなった。

食品加工残さなどの未利用資源について家畜飼料として活用する際、どの程度の飼料価値を有するか、すなわち、家畜の生体内で実際に利用できる可消化の栄養成分をどの程度、有しているかが重要となる。

シークワサー搾り粕については、CPが10.4%と高い値であったが、ADICPが8.0%とCPの殆どが難分解性の繊維と結合した構成となっていたため、実際に利用できる可消化のタンパク質含量は低くなった。しかしながら、トランスバーラと同程度の含有量を有していることから、牧草並のCPの供給源としては期待できる結果であった。また、CCの含有割合が84.5%と他の試料に比較し突出して高く、CWに分類される繊維系の成分含量が低いことから、結果としてIVDMDが80%を超えTDNも高い値であった。

シークワサー搾り粕およびパッションフルーツ搾り粕についてはEEの値が17%を超え高い値であった。食肉中の脂肪酸組成については、給与飼料中の脂肪酸組成の影響を大きく受けるため、いかに有用な脂肪酸を含有している飼料を給与するかが重要となる。特に旨味との関係が報告されているオレイン酸については、近年、各県において含有量の向上に向けた取り組みがなされている^{4,5)}。シークワサー搾り粕については、オレイン酸およびリノール酸の値が、それぞれ20.0%、43.6%と高く、不飽和脂肪酸を利用した食肉の脂肪酸組成の改良資材として十分活用できる可能性が示唆された。反芻動物においては、第一胃内において微生物の作用により不飽和脂肪酸が水素添加を受けて、飽和化が進むことが知られている^{15,16)}。特にC18系の不飽和脂肪酸については、その大部分が第一胃内において水素添加を受けるとの報告も有り、リノール酸などの多価不飽和脂肪酸割合が高いシークワサー搾り粕およびパッションフルーツ搾り粕については、その効果が十分に期待できる結果であった。

アセロラ搾り粕については、ヘミセルロース、セルロースおよびADLなどの構造的炭水化物の割合が高く、特にADLについては34.6%と非常に高い値であった。ADLについては、家畜の生体内で利用できない不消化の成分であるため、IVDMDおよびTDNが供試材料中、最も低い値となった。また、CPおよびEEなどの値も低く、家畜飼料および肉質の改良資材としての利用価値は低い結果であった。

パッションフルーツ搾り粕については難分解性のADLの割合が高かったが、繊維と結合したCPの分画であるADICPの値が低かったため、tdCPfについては9.8%とトランスバーラの2倍以上の高い値を示した。パッションフルーツ搾り粕については、前述のとおり脂肪酸組成についても良好な結果が得られており、肉質改良資材及びCPの供給源として十分活用できる結果であった。また、有機物や可消化炭水化物などを含むCCの割合が50%以上を占め高い値を示した。パッションフルーツ搾り粕については、サイレージ発酵についても十分対応できる糖度を有していると考えられ、同じくCCの割合が高かったシークワサー搾り粕と共に、今後はサイレージ発酵飼料の調整についても検討する予定である。

パイナップル搾り粕については他の果実加工残さの成分値と異なり、ヘミセルロース、セルロース、ADLなどの構造的炭水化物の割合やCPなど成分値が、牧草であるトランスバーラとほぼ同様の値を示した。また、ヘミセルロースについては他の供試材料と比較し非常に高く、トランスバーラよりも高い値を示した。本県の乳牛農家においては、ビートパルプの代替品としてパイナップル粕を活用している事例があるが、本試験

の結果、パイン搾り粕のヘミセルロース含量は34.3%とビートパルプの24.1%¹⁷⁾より高い値であった。ヘミセルロースについては、反芻動物の第一胃内における酢酸発酵の基質として重要な成分であり、パイン搾り粕については、良質な粗飼料供給源として十分活用できる可能性が示唆された。

以上の結果より、県産果実の加工残さについては、CPや良質な繊維分を含む物や、有用な脂肪酸を含む物が認められ、家畜飼料や食肉の脂肪酸組成の改良資材として活用できる可能性が示唆された。

VI 引用文献

- 1) 関誠・木本容子・砂長伸司・室井章一・古賀照章・石崎重信・斉藤公一・清水景子・加藤泰之・内田哲二・寺田文典 (2001) 製造副産物等を利用した TMR の給与が泌乳初期乳生産に及ぼす影響, 栄養生理研究会報, **44** (2), 141-154
- 2) 竹之内慎一・河原聡・アーメドアブドラティフ・森弘・垂水啓二郎・石黒浩二・吉元誠・六車三治男 (2008) 肉用牛の産肉性および肉質に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響, 宮大農学部研報, **57**, 77-84
- 3) 脇屋裕一郎・安田みどり・坂井隆宏・大曲秀明・河原弘文・宮崎秀雄・下平秀丸 (2009) 二番茶製茶加工残さ給与が肥育豚の枝肉および肉質に与える効果, 日本暖地畜産学会報, **52**, 51-56
- 4) 浅田勉・黒沢功・南雲忠 (2007) 米ぬか添加が黒毛和種去勢牛の産肉性および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響, 群馬県畜試研報, **14**, 9-20
- 5) 吉川克郎・柏木敏孝・福原順子・中本和弘・赤木知裕・尾崎嘉彦・山西妃早子・木村美和子・池本重明 (2010) 梅副産物を用いた高品質牛肉生産技術の確立, 和歌山県農林水技セ研報, **11**, 67-77
- 6) 社団法人日本科学飼料協会 (2009) 飼料分析法・解説, 28-57
- 7) 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, 11-13
- 8) 阿部亮 (1988) 炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養評価への応用, 農林水産省畜産試験場研究資料, **2**, 16-28
- 9) NRC 乳牛飼養標準 (2001) デーリィ・ジャパン, 第7版, 14-15
- 10) 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
- 11) 石崎重信・山田真希夫 (2007) 食品製造副産物を主体とする発酵飼料を用いた黒毛和種去勢牛の低コスト肥育, 千葉県畜産総合研セ研報, **7**, 1-7
- 12) 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
- 13) 荷川取秀樹・棚原武毅・新田宗博 (2010) 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 (1) ゴーヤ種子給与が乳牛および乳中共役りノール酸産生に及ぼす影響, 沖縄畜研研報, **48**, 25-28
- 14) 沖縄県農林水産部 (2012) 沖縄県の園芸・流通
- 15) Montgomery, S. P., J. S. Drouillard, T. G. Nagaraja, E. C. Tigemeyer and J. J. Sindt (2008) Effects of supplemental fat source on nutrient digestion and ruminal fermentation in steers, *J. Anim. Sci.*, **86**, 640-650
- 16) 田中桂一・林英夫 (1971) 反芻動物における不飽和脂肪酸の消化および吸収に関する研究 II. 人工ルーメン内における脂質の加水分解と水素添加, *Jap. J. Zootech. Sci.* **43** (1), 20-25
- 17) 中央畜産会 (2009) 日本標準飼料成分表, 92

海外から導入した暖地型牧草の優良品種選定試験

(1) 生育特性および収量性の評価

幸喜香織 稲福政史* 森山高広 川本康博**

I 要 約

暖地型牧草は数多くあるが、実際に利用される草種はほぼ4草種(ローズグラス, デイジットグラス, ギニアグラス, ジャイアントスターグラス)に限定されている。海外で流通する草種・品種でまだ検討されていないもののうち、有望と思われる品種について、4年間にわたり生育特性および収量性の評価を行ったところ、その結果は以下のとおりであった。

1. ブラキアリアグラス「ルジグラス」, 「MG5」および「バシリスク」, ローズグラス「カタンボラ」, 「カリーデ」, ギニアグラス「パイカジ」, 「うーまく」および「ガットン」の発芽状況は評点7.5以上となり良好であった。
2. 「バシリスク」は乾物収量が常に高く、安定した収量性を示した。
3. 「ルジグラス」, 「MG5」およびパスパルム「アトラタム」は乾物収量が高く、晩生化する傾向が認められ、また、乾物率も有意に低い。
4. セタリア「スプレンド」は常に出穂するが、乾物率が「アトラタム」と同等に低い。

以上の結果から、「バシリスク」, 「ルジグラス」, 「MG5」, 「アトラタム」および「スプレンド」は収量性が高く、優良な品種であることが示唆された。

II 緒 言

沖縄県は暖地型牧草の周年利用による自給飼料生産により低コストでの肉用子牛生産が可能となっている¹⁾。これまで海外で利用されている暖地型牧草を新規導入試験が行われ^{2~8)}、県の奨励品種として19草種43品種⁹⁾が選定されているが、実際に利用される草種はほぼ4草種(ローズグラス, デイジットグラス, ギニアグラス, ジャイアントスターグラス)に限定されている¹⁾。暖地型牧草種は64属170草種と数多くあるため¹⁰⁾、海外で流通する草種・品種でまだ検討されていないもののうち、有望と思われる品種の収量性について評価を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 試験地および試験圃場の土壌条件

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

2. 試験期間

2009年6月(1年目)から2012年11月(4年目)までの4年間実施した。

3. 供試材料および試験方法

供試材料は表1に示したイネ科牧草の14草種・品種である。試験区画設計は1区 2.5m×3m=7.5m²とし、草種・品種数が多いため2反復で実施した。播種は2009年6月3日に1区あたり5列の条播で行い、播種量は発芽率の低い豪州産(発芽率40%以下)は10アールあたり4.5kgから5.5kg, タイ産およびブラジル産(発芽率50%以上)は10アールあたり2.8kgから3.4kg, ギニアグラス「パイカジ」および「うーまく」は3kg/10aとした。デイジットグラス「トランスバーラ」およびジャイアントスターグラスは栄養体繁殖であるため畜産研究センター内採草地より苗を堀上げ採取し、条植で配置した。施肥量は、イネ科牧草で基肥および追肥ともに10アールあたりN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ、7.0kg, 3.9kgおよび5.4kgとした。

表1 供試品種リスト

導入先		草種名・品種名	学名	沖縄県 奨励品種
Australia (6)	1	セタリア「スプレнда」	<i>Setaria sphacelata</i> var. <i>splendida</i> cv. Splenda	
	2	ディジィットグラス「プレミア」	<i>Digitaria eriantha</i> cv. Premier	
	3	ブッフエルグラス「Bioela」	<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Bioela	
	4	ギニアグラ「ガットン」	<i>Panicum maximum</i> Jacq. var. <i>maximum</i> cv. Gatton	*
	5	ローズグラス「カリーデ」	<i>Chloris gayana</i> Kunth. cv. Callide	*
	6	ローズグラス「カタンボラ」	<i>Chloris gayana</i> Kunth. cv. Katambora	*
Thailand (2)	1	ブラキアリアグラス「ルジグラス」	<i>Brachiaria ruziziensis</i>	
	2	パスパルム「アトラタム」	<i>Paspalum atratum</i>	
Brazil (2)	1	ブラキアリアグラス「MG5」	<i>Brachiaria birizantha</i> Staph. cv. MG-5	
	2	ブラキアリアグラス「バシリスク」	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	
Japan (4)	1	ギニアグラス「パイカジ」		*
	2	ギニアグラス「うーまく」		*
	3	ディジィットグラス「トランスバーラ」		*
	4	ジャイアントスターグラス		*

4. 調査項目および方法

調査項目および方法は牧草・飼料作物系統適応性検定試験実施要領（改訂5版，平成13年4月¹¹⁾）により表2の項目について実施した。

表2 調査項目

一般特性 (7項目)	1 発芽状況	2 出穂程度	3 草丈
	4 草勢	5 病害程度	6 倒伏程度
	7 雑草程度		
収量性 (3項目)	1 生草収量	2 乾物収量	3 乾物率

刈取り調査は、供試草種・品種の出穂期または約60日間隔を指標に一斉に行った。乾物収量は刈取った生草の一部を70℃、48時間、通風乾燥させ、その乾物率から算出した。刈取調査実施日を表3に示す。

表3 刈取調査実施日

	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草
2009年（1年目）	8月5日	10月2日	12月7日	-	-
2010年（2年目）	4月21日	6月18日	8月18日	11月16日	-
2011年（3年目）	4月15日	6月20日	8月22日	10月12日	2月13日
2012年（4年目）	5月15日	7月2日	9月5日	11月1日	-

IV 結果および考察

1. 試験経過の概要

沖縄本島北部地域における年間平均気温は 22.6℃，最寒月（1月）および最暖月（7月）の平均気温はそれぞれ 16.3℃および 28.8℃であり，年間降水量は 2019mm であった。2009 年から 2012 年の試験期間の平均気温の平年差は 0.08℃，降水量は平年比 104%，日照時間は平年比の 93%であった¹⁾²⁾。

2. 一般特性

1) 発芽状況調査

発芽状況を表 4 に示した。一般に暖地型牧草は熱帯の厳しい環境条件下で不時発芽し，その後の干ばつによって枯死することを防ぐ機能をもつと考えられており，発芽率は低く，休眠性の高いものが多いとされている¹⁾。本試験の発芽状況でブラキアリアグラス 3 品種，ローズグラス 2 品種，ギニアグラス 3 品種で評点 7.5 以上となり良好な品種が認められ，ブッフエルグラス「Bioela」は発芽が悪く，1.5 であった。栄養体繁殖の「トランスバーラ」および「ジャイアントスターグラス」の移植株の定着も良好であった。

表 4 発芽状況調査

2009 年 6 月 25 日

	草種名・品種名	発芽程度
導入品種	ブッフエルグラス「Bioela」	1.5 cd
	パスパルム「アトラタム」	4.5 bcd
	ディジिटグラス「プレミア」	3.0 bcd
	セタリア「スプレンド」	5.0 bcd
	ブラキアリアグラス「ルジグラス」	8.0 ab
	ブラキアリアグラス「MG5」	8.5 ab
	ブラキアリアグラス「バシリスク」	9.0 a
奨励品種	ローズグラス「カタンボラ」	8.5 ab
	ローズグラス「カリーデ」	8.5 ab
	ギニアグラ「ガットン」	7.5 abc
	ギニアグラス「パイカジ」	9.0 a
	ギニアグラス「うーまく」	9.0 a
	ディジिटグラス「トランスバーラ」	9.0 a
	ジャイアントスターグラス	9.0 a
有意差検定（5%水準）		*

注1) 異符号間において5%水準で有意差あり。

注2) 発芽程度は1：極不良～9：極良の9段階評点法による評価。

2) 刈取り時出穂程度

刈取り時出穂程度を年間平均として表 5 に示した。「カタンボラ」および「ガットン」はいずれの年においても出穂程度が 6 以上と高かった。「スプレンド」も同様の傾向がみられた。「アトラタム」および「MG5」はほとんど出穂がみられず，晩生であった。

表5 出穂程度(年間平均)

	草種名・品種名	1年目	2年目	3年目	4年目
導入品種	ブッフエルグラス「Bioela」	2.5 cd	5.1 cde	8.3 a	5.9 bc
	パスパルム「アトラタム」	1.9 de	1.0 h	1.0 g	1.2 e
	ディジिटグラス「プレミア」	2.5 cd	8.6 a	5.7 d	9.0 a
	セタリア「スプレンド」	4.5 b	7.8 ab	6.5 bcd	6.3 bc
	ブラキアリアグラス「ルジグラス」	3.9 bc	2.0 h	1.7 fg	1.2 e
	ブラキアリアグラス「MG5」	1.5 de	1.0 h	1.2 g	1.0 e
	ブラキアリアグラス「バシリスク」	4.4 b	5.0 def	3.7 e	1.7 de
奨励品種	ローズグラス「カタンボラ」	6.5 a	7.8 ab	7.9 ab	6.3 bc
	ローズグラス「カリーデ」	3.9 bc	4.8 defg	4.0 e	2.9 d
	ギニアグラ「ガットン」	6.5 a	7.4 abc	7.4 abc	7.3 ab
	ギニアグラス「パイカジ」	5.0 b	5.8 bcd	5.9 cd	5.4 c
	ギニアグラス「うーまく」	2.5 cd	2.6 gh	2.6 efg	1.4 de
	ディジिटグラス「トランスバーラ」	3.7 bc	2.7 fgh	2.9 efg	1.4 de
	ジャイアントスターグラス	1.0 e	1.0 h	1.0 g	1.0 e
有意差検定 (5%水準)		*	*	*	*

注1) 利用年の異符号間において5%水準で有意差あり。

注2) 出穂程度は1:無~9:極多の9段階評点法による評価。

3) 草丈

草丈の年間平均を表6に示した。「スプレンド」は出穂茎の出現のため、草丈が高くなり、「うーまく」は葉身長が長いことによって、草丈がどの年も最も高くなった。ブラキアリアグラス3品種は約100cm程度で推移した。「トランスバーラ」およびジャイアントスターグラスは供試品種の中では低くなる傾向を示した。

表6 草丈

(cm:年間平均)

	草種名・品種名	1年目	2年目	3年目	4年目
導入品種	ブッフエルグラス「Bioela」	59 ghi	99 ef	99 cdef	94 de
	パスパルム「アトラタム」	64 fghi	108 de	89 efg	95 de
	ディジिटグラス「プレミア」	81 defg	150 ab	107 bcde	140 a
	セタリア「スプレンド」	122 a	163 a	137 a	141 a
	ブラキアリアグラス「ルジグラス」	79 defg	107 def	76 gh	87 e
	ブラキアリアグラス「MG5」	91 bcde	110 de	92 defg	100 de
	ブラキアリアグラス「バシリスク」	83 cdef	108 de	90 efg	93 de
奨励品種	ローズグラス「カタンボラ」	105 abc	133 bc	109 bcde	105 cde
	ローズグラス「カリーデ」	111 abc	123 cd	99 cdef	93 de
	ギニアグラ「ガットン」	100 abcd	152 ab	124 ab	132 ab
	ギニアグラス「パイカジ」	114 a	147 ab	120 abc	125 abc
	ギニアグラス「うーまく」	120 a	168 a	130 ab	139 a
	ディジिटグラス「トランスバーラ」	51 hij	67 g	57 h	58 f
	ジャイアントスターグラス	71 efgh	85 fg	78 fgh	83 e
有意差検定 (5%水準)		*	*	*	*

注) 利用年の異符号間において5%水準で有意差あり。

4) 草勢

草勢の年間平均を表7に示した。草勢の高低によっては収量性の増減を予想することができる。

「アトラタム」、「スプレンドラ」、「ルジグラス」、「MG5」、「バシリスク」および「うーまく」の草勢が高く
 なったため、収量性の高いことが示唆された。

表7 草勢

	草種名・品種名	1年目	2年目	3年目	4年目
導入品種	ブッフエルグラス「Bioela」	4.0 de	5.9 bc	7.4	6.4
	パスパルム「アトラタム」	6.5 ab	7.7 abc	6.7	6.6
	ディジिटグラス「プレミア」	5.0 bcde	7.0 bc	6.1	7.0
	セタリア「スプレンドラ」	6.3 abc	7.9 ab	7.7	7.0
	ブラキアリアグラス「ルジグラス」	6.5 ab	7.7 abc	6.9	7.2
	ブラキアリアグラス「MG5」	7.0 ab	6.9 bc	7.1	6.8
	ブラキアリアグラス「バシリスク」	6.0 abcd	6.7 bc	7.4	7.2
奨励品種	ローズグラス「カタンボラ」	5.8 abcde	6.9 bc	6.6	5.9
	ローズグラス「カリーデ」	6.5 ab	7.5 bc	6.9	5.6
	ギニアグラ「ガットン」	6.3 abc	7.3 bc	7.1	6.8
	ギニアグラス「パイカジ」	6.8 ab	6.7 bc	6.3	6.4
	ギニアグラス「うーまく」	7.3 a	8.3 a	7.0	7.0
	ディジिटグラス「トランスバーラ」	5.5 abcde	7.2 bc	6.7	6.4
	ジャイアントスターグラス	4.3 cde	6.5 bc	6.7	5.9
有意差検定 (5%水準)		*	*	ns	ns

注1) 利用年の異符号間において5%水準で有意差あり。

注2) 出穂程度は1：無～9：極多の9段階評点法による評価。

5) 病害程度

2011年の5番草のディジिटグラス「プレミア」および「トランスバーラ」はさび病様病害が発生し、2012年の1番草の「プレミア」にミイラ穂病発生した。それ以外の利用年の各番草に目立った病害はみられなかった。

6) 倒伏程度

2011年の5番草の「Bioela」、「プレミア」、「ルジグラス」、「トランスバーラ」および「ジャイアントスターグラス」に倒伏がみられたが、大きな影響は認められなかった。

7) 雑草程度

2012年の5番草までの雑草程度の状況は「カタンボラ」および「カリーデ」、「Bioela」にタチスズメノヒエ、タチアワユキセンダングサなどの広葉雑草や同じ試験区内からの「トランスバーラ」等の栄養茎牧草の侵入等がみられた。

3. 収量特性調査

1) 生草収量

4年間の合計生草収量を図1に示した。合計生草収量について、「スプレンドラ」は38.2t/10aで最も高く、次いで「バシリスク」が34.6t/10a、「うーまく」で30.8t/10a、「アトラタム」で32.0t/10aの順となった。「スプレンドラ」はカタンボラ比234、ブラキアリアグラス3品種で173～212、「アトラタム」で195と高い収量を示した。

2) 乾物率

4年間の乾物率の平均を図2に示した。1～4年目の平均乾物率ではジャイアントスターグラスが35.6%と最も高い値で推移した。「アトラタム」と「スプレンドラ」も両品種は出穂に対する反応は異なるものの、乾物率は21.0%と最も低いため、飼料品質の高いことが予想される。このことは、「アトラタム」は晩生化によって利用期間中の出穂を抑制することによって栄養価の向上させる^{13, 14)}ことができる「うーまく」^{15, 16)}、「スプレンドラ」は出穂期に幅があることによって、乾物率が低く、栄養価の低下を弱める^{13, 14)}、「パイカジ」と^{16, 17)}と類似した特性をもつことが示唆された。

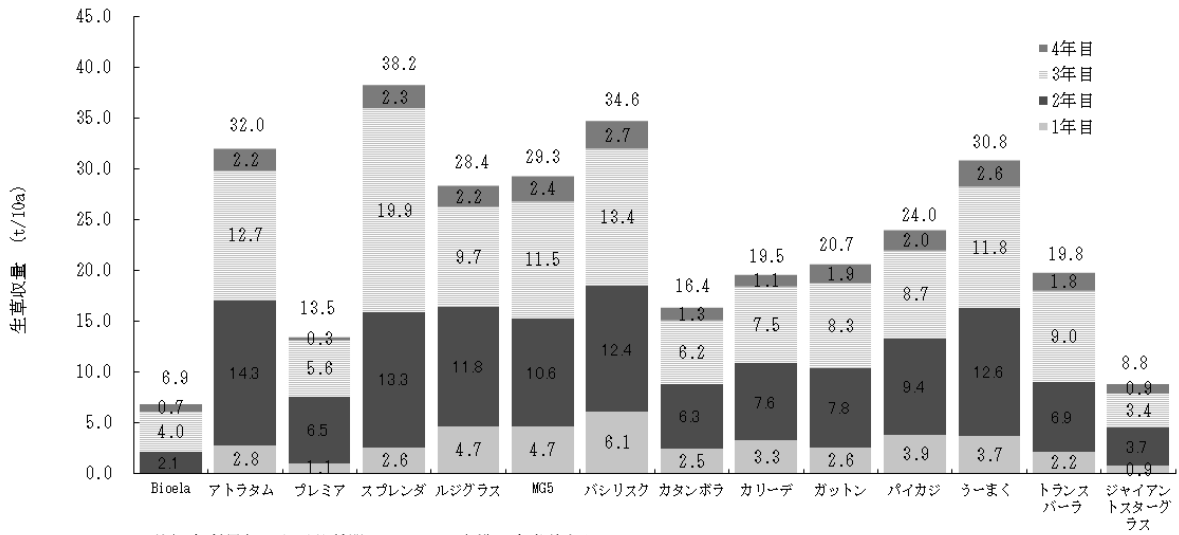


図1 生草収量

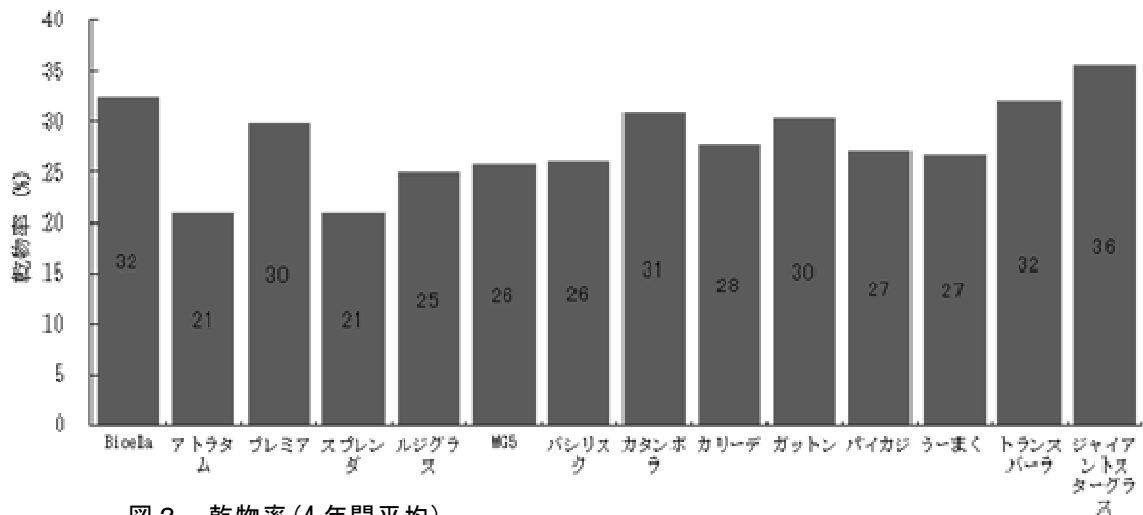
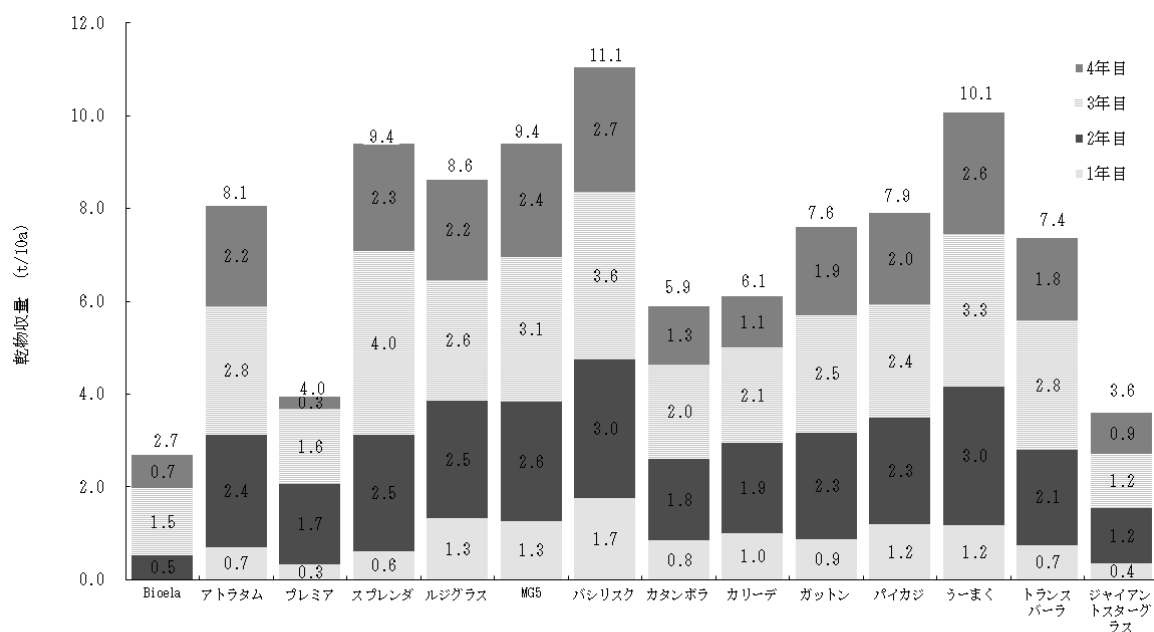


図2 乾物率(4年間平均)

3) 乾物収量

4年間の合計乾物収量を図3に示した。「パシリスク」は、低肥沃な酸性土壌への抜群の適応力と収量性および過放牧下での高い持続性を示すが、耐虫性に劣り、品質の低下が著しい品種である。国際熱帯農業研究センター (CIAT) では、「パシリスク」を母材とした新品種「MULATO II」の育成が行われている^{18~20)}。本結果も同様に、「パシリスク」は乾物収量が4年間を通じて常に高く、安定した収量性を示すことから、持続性の高いことが示唆された。次いで「うーまく」が10.1t/10a、「MG5」および「スプレンド」が9.4t/10a、「ルジグラス」で8.6t/10a、「アトラタム」で8.1t/10aとなった。「パシリスク」はカタンボラ比187、「うーまく」で171、「MG5」および「スプレンド」で159、「ルジグラス」で146、「アトラタム」で136であった。2001年から2005年には乾物収量、可消化乾物収量および粗タンパク収量の観点からセタリア「カズングラ」および「パープルビジョン」の2品種およびブラキアリアグラス・パシリスクおよび*B. humidicola*の2品種を有望であると報告されている^{21, 22)}。本試験の収量性による結果から「パシリスク」に加えて、「MG5」, 「ルジグラス」のブラキアリアグラス3品種, セタリア「スプレンド」およびパスパルム「アトラタム」が有望であると示唆された。



注) 各利用年および品種間において 5%水準で有意差あり。

図3 乾物収量

VI 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2012)おきなわの畜産
- 2) 松田正勝・福地稔・松田平信(1968)夏型牧草の収量調査, 畜産試験場研究報告, 1, 2-5
- 3) 仲里徹(1971)肉用牛放牧地の適草種選定に関する試験-草種間競合力の比較-, 沖縄畜試研報, 9, 17-34
- 4) 仲里徹・神山光永・宮城源市・知念政仁(1973)暖地型牧草の適草種選定試験成績, 沖縄畜試研報, 13, 25-32
- 5) 福地稔・前川勇・新本富一(1974)採草用暖地型牧草の草種選定試験(パニカム属), 沖縄畜試研報, 14, 89-92
- 6) 福山喜一・前川勇・玉代勢秀正・福地稔・入嵩西良雄・徳嶺吉太郎(1979)暖地型牧草の耕種基準設定に関する試験 1. 品種選定について(採草用), 沖縄畜試研報, 17, 73-80
- 7) 福山喜一・福地稔(1981)飼料作物の品種適正調査, 沖縄畜試研報, 19, 93-102
- 8) 庄子一成・福山喜一・前川勇・伊佐真太郎・大城真栄・福山稔(1984)導入暖地型牧草の適応性調査, 沖縄畜試研報, 22, 55-65
- 9) 沖縄県農林水産部畜産課(2011)沖縄県牧草・飼料作物奨励品種の特性及び栽培基準
- 10) 国際農林業協力協会(1998)熱帯の飼料作物
- 11) 農林水産技術会議事務局(2001)飼料作物系統適応性検定試験実施要領(改訂5版), 6-7
- 12) 沖縄气象台, 2009-2012 沖縄地方の天候
- 13) 蝦名真澄(2008)暖地型牧草育種の今後の方向性, 日草誌 54(3), 271-275
- 14) 蝦名真澄・幸喜香織(2009)ギニアグラスの育種経緯と品種および利用, 日草誌 55(2), 172-178
- 15) 稲福政史・幸喜香織・蝦名真澄・奥村健治・与古田稔(2008)ギニアグラス新品種候補系統「琉球3号」の特性, 沖縄畜試研報, 45, 87-98
- 16) 幸喜香織・蝦名真澄・稲福政史・奥村健治・伊藤康子(2006)ギニアグラス新品種育成(1)琉球1号および3号の生産力予備試験, 沖縄畜試研報, 42, 47-51
- 17) 幸喜香織・蝦名真澄・早坂純・稲福政史・奥村健治(2007)ギニアグラス新品種「パイカジ」の特性, 沖縄畜試研報, 44, 95-102
- 18) Oram RN(1990) *Brachiaria*. In Register of Australian herbage plant cultivars 3rd (ed Australian Herbage Plant Registration Authority, Plant Industry CSIRO East Melbourne VIC, p89-92

-
- 19) 幸喜香織・蝦名真澄(2009) ブラキアリアグラスの育種経緯と品種および利用, 日草誌 **55**(2), 179-187
- 20) Santos Filho, L.F. (1996) Seed production: Perspective from the Brazilian private sector (In J.W.Miles et al. (ed.) *Brachiaria: Biology agronomy and improvement*, CIAT Cali Colombia and CNPGC/EMBRAPA Campo Grande MS Brazil, 141-146
- 21) 望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平・真境名元次(2005) 導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001～2005年) (1) 成育特性および乾物収量の比較, 沖縄畜試研報, **43**, 30-41
- 22) 花ヶ崎敬資・望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平・真境名元次(2006) 導入暖地型牧草の適応品種選定試験(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**, 79-88
-

研究補助：玉本博之，仲宗根正弘

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

光部柳子 野中克治

I 要 約

メタン発酵消化液を圃場に散布し利用する際には、アンモニア態窒素の揮散を考慮する必要がある。本研究では、メタン発酵消化液の散布利用の促進を目的として、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の推定を行った結果、以下の通りであった。

1. アンモニア態窒素の揮散は、メタン発酵消化液散布直後から確認され、時間の経過に伴って減少した。

2. 散布6日後には投入したアンモニア態窒素量のうち約6%が揮散した。

以上の結果から、本県北部の土壌におけるメタン発酵消化液の散布の際には、消化液が土壌に速やかに吸収される条件下では多量なアンモニア態窒素の損失は起こらないことが示唆され、本県における液肥利用の有効性が示された。

II 緒 言

2013年7月に「水質汚濁防止法」の暫定基準値の見直しが行われ畜産農家、特に養豚農家にはこれまで以上に畜舎排水の適切な処理が求められている。そのような中、畜舎排水を液肥化処理することによる家畜排せつ物の資源としての有効利用に期待が高まっている。メタン発酵処理に伴って生成されるメタン発酵消化液（消化液）は、速効性の窒素分であるアンモニア態窒素を高濃度に含むことから肥料としての有効利用が期待されており、その肥料効果を検証するための研究も行われている^{1, 2)}。しかし、消化液の液肥利用に際しては、その肥料成分となるアンモニア態窒素の揮散量が問題となるため、アンモニア態窒素揮散量の推定が重要となる。

そこで、本研究では、消化液の散布利用促進を目的として、当センター内の圃場における消化液を散布した際のアンモニア態窒素の揮散量の推定を行った。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は、2013年8月に6日間、沖縄県畜産研究センター内の圃場で行った。

2. 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2083ppm、pH8.1の消化液を供した。

3. アンモニア揮散測定用チャンバー

チャンバーは、土壌の入る面積が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る（図1）。アクリル板には空気が流入する穴を開け、反対側に空気を外へ逃がすファンを設置し、空気が一定方向に流れるように作製した。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。

4. 試験方法

試験は、チャンバ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。消化液は2430mgのアンモニア態窒素を含む量を散布し、試験は2反復行った。チャンバ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0.5, 1, 2, 3, 9, 24, 96ならびに144時間後にホウ酸溶液中のアンモニア態窒素量をインドフェノール法により測定した。

なお、消化液を散布せずにチャンバーに流入するアンモニア濃度を測定した結果、1時間あたり

0.00077ppm のアンモニアが捕集された。このことから、消化液散布後のアンモニア揮散量から大気中のアンモニア量を減じた値を、消化液由来のアンモニア態窒素揮散量とした。

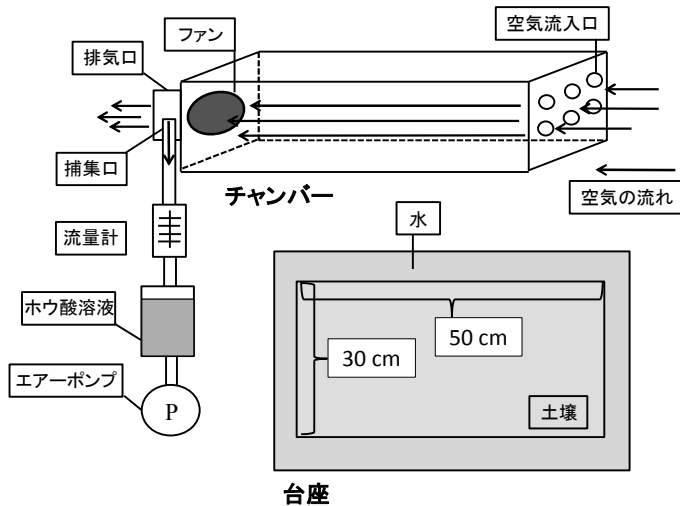


図1. アンモニア揮散測定用チャンバー



写真1. 測定用チャンバー

IV 結果および考察

1. アンモニア態窒素の積算揮散量

消化液散布後のアンモニア態窒素の揮散量を図2に示す。アンモニアの揮散は液肥散布直後から確認され、6日後には、全散布量の約6%にあたる143.4mgのアンモニア態窒素が揮散した。本試験におけるアンモニア態窒素揮散量は、中村ら³⁾や松中ら⁴⁾の研究報告に比較して少量となっているが、両者の報告はポット等による室内実験であり土壌表面に有機液肥が留まりやすかったため、揮散するアンモニア態窒素量も多かったと考えられる。また、水田におけるアンモニア揮散に影響を及ぼす原因は、その効果が強い順に、 $\text{pH} > \text{風速} > \text{アンモニア態窒素濃度} > \text{水温}$ であるとされており、 $\text{pH}6$ 以下ではアンモニウムはほとんど解離せず、 $\text{pH}12$ 以上では全てが解離するという報告が成されている⁵⁾。このことから、沖縄本島北部の土壌が酸性～中性であることもアンモニア揮散量が低い要因だと思われる。

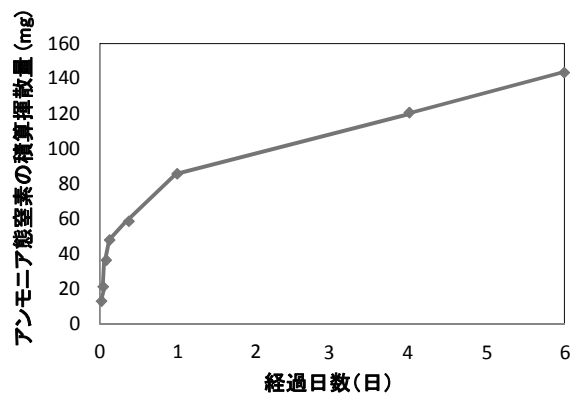


図2 消化液散布後の経過日数に伴うアンモニア態窒素の積算揮散量

2. 消化液散布後の時間経過に伴う1時間当たりのアンモニア態窒素揮散量

図3には1時間あたりのアンモニア態窒素揮散量の変化を示した。1時間あたりのアンモニア態窒素揮散量は散布直後で最も高く、時間の経過に伴い低下していった(図3)。中村ら⁴⁾は、室内実験で消化液散布後のアンモニア揮散量の測定を行い、施用直後および施用3時間後、さらに施用16日後まで測定した結果、消化液が土壌に浸透し、消化液の液面が見られなくなった施用3時間経過後から揮散量は徐々に減少し、6日後まで少量の揮散が継続したとしている。本実験では、消化液は散布直後に速や

かに土壤に浸透したことから、アンモニアの揮散量は散布後 30 分間で最も多く、その後の揮散量は徐々に低下していったと思われる。

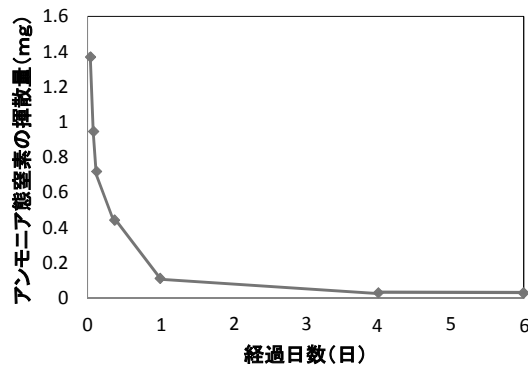


図3 1時間当たりのアンモニア態窒素揮散量

本実験より、消化液散布時のアンモニア態窒素の揮散量は 6 日間で投入量の約 6%であり、消化液が速やかに土壤に吸収される条件下においては多量のアンモニア態窒素の損失は起こらないと考えられた。すなわち、植物にとって速効性の高いアンモニア態窒素の揮散が起こりにくいことが示され、本県における消化液の土壤散布の有用性が示唆された。

謝 辞

本研究の推進にあたり、チャンバーの作製に多大なご協力をいただいた九州沖縄農業研究センターの田中章浩氏、山口典子氏に深く感謝いたします。また、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) 徳田真一・田中康男・東尾久雄・村上健二・相澤証子・浦上敦子・國久美由紀(2010)キャベツの露地栽培におけるメタン発酵消化液の効果的な施用方法, 日本土壤肥料学雑誌, 81, 105-111
- 2) 三原実・百武千文・伊地知武郎・森則子(2011)メタン発酵消化液の水稲栽培における液肥利用について, 日本作物学会, 77, 15-18
- 3) 中村真人・藤川智紀・柚山義人・山岡賢・折立文子(2012)メタン発酵消化液の施用方法がアンモニア揮散および亜酸化窒素の発生に及ぼす影響, 日本土壤肥料学雑誌, 83, 139-146
- 4) 松中照夫・熊井美鈴・千徳あす香(2003)バイオガスプラント消化液由来窒素のオーチャードグラスに対する肥料的效果, 日本土壤肥料学雑誌, 74, 31-38
- 5) 日本土壤肥料学会編(2011)農業由来のアンモニア負荷—その環境影響と対策—, 博友社

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

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、異なるばっ気方法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 $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ の流量でばっ気処理を行い、処理区は24時間連続ばっ気する「連続ばっ気区」、1時間ごとにばっ気と停止を繰り返す「間欠ばっ気区」ならびに12時間ばっ気後に12時間ばっ気を停止する「半日ばっ気区」とした結果、以下のとおりであった。

1. 全てのばっ気処理区において揮散アンモニア濃度および pH は上昇した。また、ばっ気処理により3日後から液肥中のアンモニア態窒素は低下する傾向が見られたが、ばっ気1日後では無処理区とばっ気区との間に大きな差は見られなかった。
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、ばっ気方法の違いによる差はほとんど見られなかった。

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、 $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ のばっ気強度による1日のばっ気処理を行うことで臭気低減効果が得られ、アンモニア態窒素量も保持できると思われた。

II 緒 言

2013年7月に「水質汚濁防止法」の暫定基準値の見直しが行われ畜産農家、特に養豚農家にはこれまで以上に畜舎排水の適切な処理が求められている。そのような中、畜舎排水を液肥化処理することによる家畜排せつ物の資源としての有効利用に期待が高まっている。いっぽう、家畜ふん尿由来の有機液肥（有機液肥）を圃場に散布する際には臭気が大きな問題となる。特に嫌氣的な処理により液肥化された有機液肥は、その生成過程で悪臭物質が発生してしまう。圃場散布の際に臭気が拡散すると苦情につながり、有機液肥の使用を抑制する原因となる。有機液肥の悪臭を低減する方法の一つにばっ気処理がある。鈴木ら¹⁾は、豚舎から排出されたふん尿に対するばっ気処理が、臭気や肥効成分に及ぼす影響を報告している。しかし、嫌氣的処理を行った有機液肥に対するばっ気処理による臭気低減効果は明らかになっていない。そこで本研究では、有機液肥に対するばっ気処理が臭気低減に及ぼす影響を調べることを目的とした。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は、2014年1月に5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、金武町で散布されている嫌氣的処理を行った有機液肥を供した。

3. 簡易ばっ気方法

試験には試験用水槽（写真2）を用いた。有機液肥10L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 $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ となるように調整しながら散気ストーンを通し、5日間通気した。



写真2 ばっ気試験用水槽

4. 試験区分

試験区分は、表 1 に示す無処理区、連続ばっ気区、間欠ばっ気区ならびに半日ばっ気区とした。

表 1 試験区分

区分	ばっ気方法
無処理区	ばっ気なし
連続ばっ気区	24 時間連続ばっ気
間欠ばっ気区	1 時間ばっ気後に 1 時間ばっ気停止
半日ばっ気区	12 時間ばっ気後に 12 時間ばっ気停止

注) ばっ気量は全てのばっ気区で $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$

5. 調査項目

調査項目は、揮発アンモニア濃度、有機液肥の pH、アンモニア態窒素濃度ならびに臭気強度とした。揮発アンモニア濃度は北川式検知管により測定した。pH 測定にはコンパクト pH メーターを使用した。アンモニア態窒素濃度の測定にはキャピラリー電気泳動を用いた。また、臭気は次の通りに評価した。まず、サンプルボックス (写真 3) に 5.6 mm 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) ²⁾ により行った。



写真 3 臭気測定用サンプルボックス

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	何の臭いかがわかる弱い臭い(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

1. 揮発アンモニア濃度, pH, アンモニア態窒素濃度

揮発アンモニア濃度の変化, 有機液肥中の pH の変化およびアンモニア態窒素濃度の変化をそれぞれ図 3, 図 4 ならびに図 5 に示した。窒素成分および悪臭成分とされるアンモニアの揮散濃度は, ばっ気を行なった各処理区で日数の経過とともに増加した。また, ばっ気の合計時間が同じ間欠ばっ気区と半日ばっ気区における揮散アンモニア濃度が近く, ばっ気時間の長い連続ばっ気区で高い濃度となったことから, アンモニアの揮散はばっ気時間が大きく関与すると示された。また, 有機液肥の pH は無処理区では変化が見られなかったのに対し, ばっ気を行なった全ての区では, ばっ気 1 日後から pH8.4 以上への上昇が確認された。本試験と同様に鈴木ら¹⁾は, ばっ気処理による揮散アンモニア濃度および pH の上昇を報告している。pH の上昇はアンモニアの揮散に大きく影響することから³⁾, pH の上昇によってアンモニアの揮散が促進された可能性も考えられる。いっぽう, 有機液肥中のアンモニア態窒素濃度はばっ気 1 日後ではあまり変化が見られなかったが, 3 日および 5 日後では, 間欠ばっ気区と半日ばっ気区で徐々に低下した。このことから, 有機液肥への 1 日のばっ気は, アンモニア態窒素濃度に大きく影響しないことが示された。

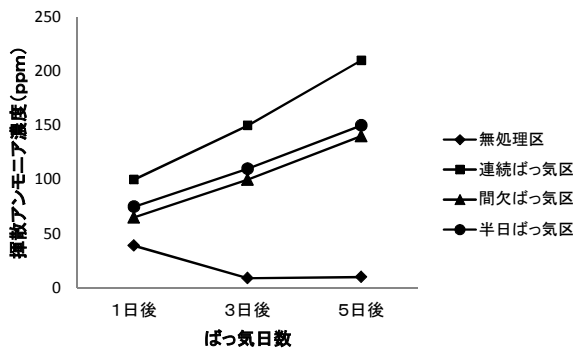


図 3 揮散アンモニア濃度の変化

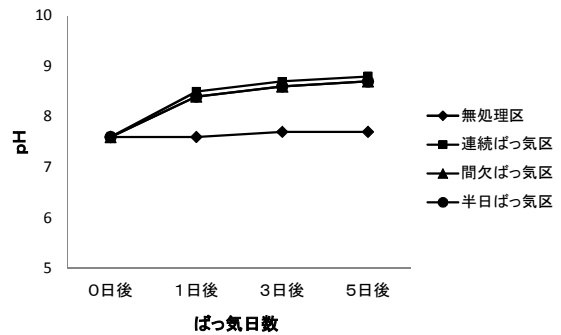


図 4 pH の変化

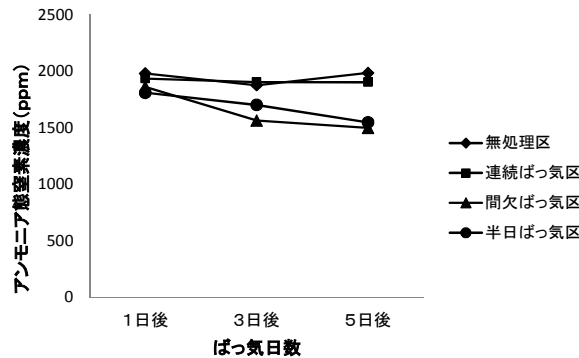


図 5 有機液肥中のアンモニア態窒素濃度の変化

2. 官能評価

有機液肥を土壌散布した際の臭気官能評価の結果を図 6 および表 4 に示した。無処理区では臭気強度ならびに快・不快度による評価で変化は見られなかった。いっぽう, ばっ気処理を行なったいずれの区においてもばっ気 1 日後の臭気強度は, 無処理区と比較して 2 低下していた。また, 5 日後には全てのばっ気区で 1.5 以下にまで臭気強度が低下した。さらに, 快・不快度表示法による評価では, 全てのばっ気区で無処理区と比べて不快度が大きく低下した。ばっ気 1 日後においても連続ばっ気区で -0.5, 半日ばっ気区で -1.0, そして間欠ばっ気区では -0.3 と不快度がほぼなくなる結果となった。ばっ気 5 日後には全てのばっ気区で不快度がほぼ 0 となり, 官能評価ではいずれのばっ気方法においても臭気低減効果に大きな差はないことが示された。小柳⁴⁾は, 乳牛汚水においてばっ気処理による揮散する硫化水素の大幅な低下を確認しており, さらに, 鈴木ら⁵⁾は, 豚と乳牛のふん尿に対するばっ気試験で, 硫化水素, メチルメルカプタンおよび硫化メチルの揮散濃度の低下を報告している。イオウ化合物類はア

ンモニアよりもはるかに薄い濃度で規制されており⁶⁾、悪臭問題を引き起こしやすい。ばっ気処理によってアンモニアの揮散濃度は高まるものの、硫化水素等のイオウ化合物の揮散濃度が低下することで臭気強度および不快度が低下したと考えられる。

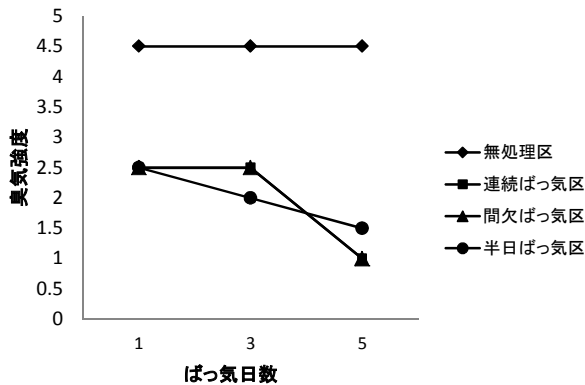


図6 ばっ気処理による有機液肥散布時の臭気強度の変化

表4 ばっ気処理による有機液肥散布時の快・不快度の変化

	1日後	3日後	5日後
無処理区	-3.0	-3.0	-3.3
連続ばっ気区	-0.5	-1.0	-0.2
間欠ばっ気区	-0.3	-0.7	-0.2
半日ばっ気区	-1.0	-0.3	0

以上の結果から、 $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ のばっ気強度によるばっ気では、いずれのばっ気方法においても pH、揮発アンモニア濃度の上昇および臭気低減といった類似した有機液肥性状の変化が確認された。すなわち、電気代の面を考慮すると、連続でばっ気を行なわずとも臭気低減効果が得られることから、ばっ気は間欠的に行なう方がよいと考えられる。ばっ気期間は、5日後まで行なうと臭気が気にならなくなるが、1日後でも臭気は大きく低減し、不快度はほぼなくなると考えられた。さらに、ばっ気1日後ではアンモニア態窒素濃度に大きな変化が見られないことから、 $1\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ のばっ気強度による1日の間欠的なばっ気処理により、嫌氣的処理によって液肥化された有機液肥の肥効成分保持および臭気低減が期待でき、圃場散布に有効であると思われる。

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。

V 引用文献

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 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—, 博友社
- 4) 小柳渉(2001)貯留処理および曝気処理による乳牛尿汚水の肥料化, 新潟畜産研報, 13, 13-15
- 5) 鈴木直人・稲嶺修・宮城正男(2007)豚ふん尿液肥化技術の確立(2)ばっ気処理強度の違いによる揮発臭気濃度変化および圃場散布における臭気評価, 沖縄畜研研報, 45, 43-47
- 6) 悪臭法令研究会編(2006)ハンドブック悪臭防止法, (株)ぎょうせい

職 員 一 覽
(2014年3月31日現在)

所 長		守川 信夫
企画管理班	班 長 研究主幹 主 査 主 査 主 任 主 任 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員 農業技術補佐員	高江洲義晃 島袋 宏俊 田場 和也 新垣 明広 菊池真理絵 小浜 紀子 照屋 剛 仲宗根正弘 又吉 博樹 玉城 照夫 仲宗根安利 久田 友美 玉本 博之 照屋 忠敏 仲程 正巳 宮里 政人 仲村渠 稔 山城 一也
育種改良班	班 長 主任研究員 主任研究員 主任研究員 主任研究員 研究員 臨時的任用職員	森山 高広 砂川 隆治 太野垣陽一 細井 伸浩 幸喜 香織 安里 直和 上間 典子
飼養・環境班	班 長 主任研究員 主任研究員 主任研究員 研究員 研究員	野中 克治 親泊 元治 千葉 好夫 當眞 嗣平 我那覇紀子 光部 柳子

2013 年度（平成 25 年度）編集委員会

編集委員長	高江洲 義晃
事務局長	島袋 宏俊
事務局員	田場 和也
編集委員	親泊 元治
編集委員	砂川 隆治
編集委員	細井 伸浩
編集委員	幸喜 香織
編集委員	當眞 嗣平
編集委員	我那覇 紀子

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 51 号

平成 26 年 11 月 25 日発行

編 集 沖縄県畜産研究センター試験研究報告編集委員会

発 行 沖縄県畜産研究センター

〒905-0426 沖縄県国頭郡今帰仁村字諸志 2009-5

TEL 0980-56-5142

FAX 0980-56-4803

E-mail xx013044@pref.okinawa.lg.jp（代表）

印 刷 株式会社アント出版

〒901-0305 沖縄県糸満市西崎町 4 丁目 21-5

TEL 098-840-3777

FAX 098-840-3722
