

ISSN 1883-6496

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50号

2012年度（平成24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50号

2012年度（平成24年度）

目次

大家畜分野

- 1 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
(5) 泡盛蒸留粕乳酸発酵物給与が黒毛和種子牛育成に及ぼす影響
.....太野垣 陽一..... 1
- 2 和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2012年度）
.....砂川 隆治..... 7
- 3 和牛種雄牛現場後代検定成績（2012年度）
(7) 種雄牛「勝海洋」「晴北姫」「桃晴平」および「宮姫安」の検定成績
.....運天 和彦.....11

中家畜分野

- 4 「アグーブランド豚」識別法の確立
(2) アグー識別技術における一塩基多型解析の有利性
.....當眞 嗣平.....17
- 5 「アグーブランド豚」識別法の確立
(3) DNAチップを用いたアグーブランド豚識別手法の検討
.....當眞 嗣平.....21
- 6 琉球在来豚（アグー）と他品種の脂肪酸組成の比較
.....我那覇 紀子.....25
- 7 肉用種山羊産肉性比較試験
(3) 雄山羊と去勢山羊の産肉性の比較
.....千葉 好夫.....29
- 8 亜熱帯における肉用山羊「ボア種」の精液性状
.....千葉 好夫.....37

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

(5) 泡盛蒸留粕乳酸発酵物給与が黒毛和種子牛育成に及ぼす影響

太野垣陽一 安里直和 砂川隆治 運天和彦

I 要 約

泡盛蒸留粕の乳酸発酵物（試験飼料）を、黒毛和種子牛育成飼料として活用できないか検討するため、市販配合飼料とトランスパーラ（Tr）乾草を給与した区を対照区、対照区の飼料に1日1頭あたり1Lの試験飼料を追加した区を試験区として、黒毛和種牛6頭を用いて平均228日齢から63日間給与試験を行い、体重、体高および血清生化学成分を調査した結果、以下のとおりであった。

1. 試験期間中の1日当たり増体量（DG）は、試験区が対照区を有意に下回った（ $p < 0.05$ ）。
2. 血液検査では試験終了時の試験区のクレアチニン、 γ -グルタミルトランスペプチダーゼ（GGT）及び総ビリルビン値が有意に上昇していた（ $p < 0.05$ ）。

II 緒 言

沖縄県の特産物である「泡盛」製造の副産物として「泡盛蒸留粕」が発生する。その排出・利用状況及び栄養価を調査したところ、地域資源として再評価できることから¹⁾、乳酸菌製剤を用いた発酵により常温での保存性を向上させた²⁾。この泡盛蒸留粕乳酸発酵物を黒毛和種子牛の育成飼料として活用できないか検討するため、給与試験を行い育成成績を調査した。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は2012年10月4日から2012年12月5日までの63日間、沖縄県畜産研究センターで実施した。

2. 試験飼料

前報²⁾のとおり300L容の農業用貯水タンク（写真1）を用いて乳酸発酵処理した泡盛蒸留粕を、試験期間中の雑菌混入防止のため10L容の汎用ポリエチレン（PE）容器に移し替え試験に供試した（写真2）。試験飼料はPE容器毎に目視、臭気、pH及びグラム染色標本を用いた鏡検による検査を行い、安定と判定したものを給与試験に用いた。



写真1 農業用貯水タンク



写真2 PE容器の試験飼料

3. 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228日齢の黒毛和種牛6頭を用い、市販の子牛育成用配合飼料（育成一番：中部飼料）とTr乾草を給与した3頭を対照区、配合飼料に1日1頭あたり1Lの試験飼料を追加した3頭を試験区とした。

表1 供試牛の概要

区分	牛No.	生時体重 (kg)	開始時 日齢	開始時体高 (cm)	開始時体重 (kg)	雌雄
試験区	1	26	245	102.9	196	雌
	2	28	238	102.8	198	雌
	3	35	202	107.2	192	去勢
平均±標準偏差		29.7±4.7	228.3±23.1	104.3±2.5	195.3±2.8	
対照区	4	23	232	105.5	190	雌
	5	33	230	109.2	206	去勢
	6	33	222	104.5	167	雌
平均±標準偏差		29.7±5.8	228.0±5.3	106.4±2.5	187.4±19.6	

4. 飼養管理

供試牛は試験開始まで同一の飼養管理を行い、試験開始後は試験区と対照区に分けてパドック付き牛房(3×7m)で群飼した。飼料給与は朝・夕2回行い、試験飼料は配合飼料と共に大型プラスチックバットに入れて給与した(写真3)。乾草は配合飼料の摂取後に給与し、水及び鉱塩(E100TZ:日本全薬)は自由摂取とした。



写真3 試験飼料の給餌

5. 飼料給与量および試験飼料の成分値

飼料給与量は日本飼養標準・肉用牛³⁾肉用種去勢牛の肥育に要する養分量を用いて、表2に示した設定により1週毎に計算した量を給与した。また、試験飼料の成分値を表3に示したが、給与量が微量であるため、対照区との間に補正は加えなかった。表2により試験飼料と配合飼料を混合物した際のpHは5.01~5.03となった。

表2 飼料給与量設定値

項目	試験区	対照区
必要養分量	開始時体重250kg-DG1.1kg 終了時体重300kg-DG0.9kg として1週毎に漸増	(同左)
市販配合飼料	必要乾物量の67%	(同左)
Tr乾草	必要乾物量の33%	(同左)
試験飼料	1日1頭あたり1L(朝夕0.5Lずつ)	—

表3 泡盛蒸留粕発酵調整物(試験飼料)の成分値

成分値				単位: 乾物中%	
TDN*	102.2	ADF	3.4	Ca	1.72
CP	45.2	NDF	5.9	P	0.41
		EE	6.7	Mg	0.15
		灰分	2.9	K	2.44

注1) 十勝農業組合連合会 農産化学研究所による分析値(*: NRC2001年版推定式採用)

2) 原物中の水分93.9%, pH3.4

6. 調査項目

体重および体高は、試験開始時および終了時に測定しDGを算出した。

血液は試験開始時および終了時の午後1時に採取して血清分離し、SPOTCHEM SP-4410(京都第一科

学)を用いて成分を測定した。なお、直接ビリルビンは沖縄県家畜衛生試験場に測定依頼し、富士ドライケム7000V(富士フィルム)により値を得た。

7. 統計処理

統計処理は、血液検査以外は両区間をF検定及びt検定により比較し、血液検査項目は同一区の試験開始時と終了時でt検定を行った。

IV 結 果

1. 試験飼料検査成績

PE容器30個の試験飼料を検査したところ、目視で成分分離を確認したものが1個、目視と臭気では異常を認めず、pHの上昇とグラム染色による菌糸の確認で変敗と判定したものが1個であった(表4)。

表4 試験飼料検査成績

PE容器数	1	1	28
目視	成分分離	異常なし	異常なし
臭気	酸味臭	酸味臭	酸味臭
pH	3.45	3.39	3.30~3.31
グラム染色	菌糸多数	菌糸散見	—
判定	変敗	変敗	安定

2. 飼料摂取量

試験区、対照区ともに給与した配合飼料、乾草及び試験飼料を完食したため、その摂取量は表5のとおりとなり、試験区と対照区の摂取量の差はすべて試験飼料の給与量となった。

表5 飼料摂取量

単位：乾物kg

	DM	CP	TDN
試験区	443.4	62.0	327.2
	7.04	0.98	5.19
対照区	439.6	60.2	323.3
	6.98	0.96	5.13

注)上段：試験期間中の1頭あたり摂取量

下段：試験期間中の1日1頭あたり摂取量

3. 体高、体重および増体成績

体高測定値を表6に、体重測定値を表7に示した。試験期間中のDGは試験区が有意に下回った(p<0.05)。

表6 体高測定値

単位：cm

区分	牛No.	開始時	終了時	開始~終了時
試験区	1	102.9	108.7	5.8
	2	102.8	115.3	12.5
	3	107.2	113.9	6.7
平均±標準偏差		104.3±2.5	112.6±3.5	8.3±3.6
対照区	4	105.5	111.6	6.1
	5	109.2	118.4	9.2
	6	104.5	110.2	5.7
平均±標準偏差		106.4±2.5	113.4±4.4	7.0±1.9

表7 体重測定値

単位: kg

区分	牛No.	生時	開始時	終了時	生時～開始時 期間DG	開始～終了時 期間DG
試験区	1	26	196	231	0.69	0.56
	2	28	198	242	0.71	0.70
	3	35	192	241	0.78	0.78
平均±標準偏差		29.7±4.7	195.3±2.8	237.8±6.0	0.73±0.04	0.68±0.11 ^a
対照区	4	23	190	253	0.72	1.00
	5	33	206	280	0.75	1.17
	6	33	167	226	0.60	0.94
平均±標準偏差		29.7±5.8	187.4±19.6	252.9±27.3	0.69±0.08	1.04±0.12 ^b

注) 異符号間に有意差あり (p<0.05)

4. 血液検査成績

血清生化学成分値を表8に示した。検査した15成分のうち、試験区のγ-グルタミルトランスペプチダーゼ (GGT) 及び総ビリルビン値が有意に上昇していた (p<0.05) が、直接ビリルビン値に変動は認められなかった。また、試験区ではクレアチニンも有意上昇 (p<0.05) していたが、対照区でも有意ではないが (p=0.057) 上昇が認められた。

表8 血清生化学成分値

各区のn=3

		Glu (mg/dl)	T-cho (mg/dl)	TG (mg/dl)	T-Pro (g/dl)	Alb (g/dl)
開始時	試験区	21.7±2.9	101.0±37.4	<25	5.6±0.5	3.6±0.3
	対照区	22.3±3.2	101.3±23.5	<25	5.9±0.5	3.6±0.1
終了時	試験区	20.7±1.2	114.3±20.0	<25	5.9±0.2	3.7±0.1
	対照区	21.7±2.9	114.3±27.7	<25	6.0±0.4	3.6±0.2
		BUN (mg/dl)	Cre (mg/dl)	AST (IU/L)	ALT (IU/L)	GGT (IU/L)
開始時	試験区	7.7±0.6	1.1±0.1 ^a	68.3±7.0	23.0±0.0	29.3±6.5 ^a
	対照区	8.5±2.3	1.1±0.1	59.0±15.6	22.3±6.4	31.7±3.2
終了時	試験区	10.8±1.6	1.6±0.1 ^b	91.7±14.4	25.0±7.8	41.7±10.0 ^b
	対照区	10.2±1.2	1.4±0.1	111.3±64.7	22.3±5.9	37.7±7.8
		T-Bil (mg/dl)	D-Bil (mg/dl)	Ca (mg/dl)	IP (mg/dl)	Mg (mg/dl)
開始時	試験区	0.3±0.0 ^a	0.1±0.0	10.7±0.2	2.0±0.0	9.2±1.1
	対照区	0.3±0.0	0.1±0.0	10.9±0.7	2.0±0.3	10.4±1.3
終了時	試験区	0.7±0.1 ^b	0.1±0.0	11.0±0.5	2.0±0.1	8.6±0.2
	対照区	0.3±0.1	0.1±0.0	10.2±0.4	1.7±0.1	9.3±1.2

注1) Glu: グルコース, T-cho: 総コレステロール, TG: 中性脂肪, T-Pro: 総蛋白, Alb: アルブミン,
BUN: 尿素窒素, Cre: クレアチニン, AST: アスパラギン酸アミノ基転移酵素, ALT: アラニンアミノ基転移酵素,
GGT: γ-グルタミルトランスペプチダーゼ, T-Bil: 総ビリルビン, D-Bil: 直接ビリルビン, Ca: カルシウム,
IP: 無機リン, Mg: マグネシウム

注2) 異符号間に有意差あり (p<0.05)

V 考 察

泡盛蒸留粕の乳酸発酵物を飼料に添加して黒毛和種子牛を育成したところ、増体が悪くなるという負の効果となったが、試験期間中、下痢、肺炎及び食欲不振等の臨床症状は試験区、対照区ともに認められなかった。血液検査により、試験区ではGGTが上昇していることから肝障害が出始めていたこと、また、直接ビリルビンは変動せずに総ビリルビンが上昇したことは溶血を示唆しており、現に試験終了時の採血では総ビリルビン値に比例して血清に溶血が認められていた。

今回の試験設定によりpH3.30～3.31の試験飼料を配合飼料と混合した際のpHは5.01～5.03であり、更に乾草によっても中和されることを考慮してpHによる悪影響は与えないと想定したが、既報⁴⁾と同様に第一胃のpH低下によるプロトゾアの消失やルーメンアシドーシスを引き起こした可能性を伺わせる結果となった。ただし、当試験では第一胃内容液の採取を行わず胃内容のpH低下を確認していないので、原因の推定材料も乏しく、今後の給与試験では採血以外にも第一胃内容の経時的確認も必須と考えられた。また、試験飼料の判定検査が不十分であり、変敗・変質したものを給与したことによる悪影響も考えられるため、高水分飼料の安全性を簡易に確認する指標も充実させる必要があると思われた。

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を活用した飼養管理技術の確立(1)，沖縄畜研研報，49，41-46
- 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を活用した飼養管理技術の確立(2)，沖縄畜研研報，49，47-54
- 3) 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・肉用牛（2008年版）中央畜産会
- 4) 水宅清二・秋山清・折原健太郎・鈴木貢・福山欣晃・江口淳（2012）乳酸発酵処理した食品残さ飼料による黒毛和種肥育試験，神畜技所研報，1，15-20

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2012年度）

砂川隆治 運天和彦 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。2011年から2012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×糸桜系が1頭、糸桜系×田尻系が1頭、糸桜系×気高系が2頭、気高系×気高系が1頭、気高系×田尻系が2頭、田尻系×糸桜系が1頭であった。

表1 検定牛の概要

No.	名 号	生年月日	血 統				生産地
			父	母	母方祖父	母方曾祖父	
1	安 平 波	2010. 9. 16	北 福 波	て る ほ	安 平 照	北国7の8	石 垣 市
2	松 平	2010. 12. 13	北 乃 大 福	や す う み	北国7の8	隆 桜	伊 江 村
3	政 忠 平	2011. 2. 16	勝 忠 平	ふ く や す	安 福 久	平 茂 勝	久 米 島 町
4	国仲23の2	2011. 5. 20	北 福 波	しんの032	第1花国	平 茂 勝	宮 古 島 市
5	百 合 桜	2011. 5. 20	百 合 茂	さ く ら	平 茂 勝	紋 次 郎	伊 江 村
6	茂 福 波	2011. 6. 8	百 合 茂	よ し か	美 津 福	平 茂 勝	沖 縄 市
7	祐 希	2011. 7. 7	北 福 波	ひ め や す	平 茂 勝	安 平	伊 江 村
8	古里30度	2011. 8. 17	北 福 波	ひ が ゆ り こ	勝 忠 平	安 平	名 護 市

2. 検定方法

全国和牛登録協会の和牛種雄牛産肉能力検定（直接検定法）¹⁾に基づき実施した。直接検定法とは、種雄牛候補となる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DG、表3に飼料要求率、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243日、開始時体重261.6kg、終了時体重399.1kg、180日補正体重205.6kg、365日補正体重411.7kg、1日当たり増体量（DG）1.23kgであった。

DGについては、茂福波の1.37kgが優れ、365日補正体重については、政忠平の462.4kgが優れていた。

また余剰飼料摂取量における濃厚飼料は、祐希の-43、粗飼料は百合桜の-82、TDNは百合桜の-23、CPは百合桜と祐希の0が最も優れていた。

8頭の平均値を2011年度の全国平均値²⁾と比較するとDGで0.08kg優れていた。

これらの検定牛のうち、2012年度第3回沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において、2013年度現場後代検定実施牛として、松平（桜大福へ改名）、百合桜、茂福波（百合美津へ改名）、古里30度（恒福波へ改名）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)				終了時		備考
			開始時	終了時	180日補正	365日補正	DG (kg)	体高 (cm)	
1	安 平 波	252	235.0	372.0	175.1	373.2	1.22	123.8	
2	松 平	248	249.0	380.0	188.1	385.9	1.17	123.6	○
3	政 忠 平	246	320.0	454.0	255.4	462.4	1.20	124.0	
4	国仲23の2	251	275.0	393.0	218.8	395.1	1.05	125.0	
5	百 合 桜	251	245.0	392.0	183.3	394.6	1.31	125.8	○
6	茂 福 波	232	262.0	415.0	209.3	443.8	1.37	125.6	○
7	祐 希	252	253.0	399.0	191.3	400.3	1.30	125.6	
8	古里30度	211	254.0	388.0	223.1	438.4	1.20	122.2	○
	平均 値	243	261.6	399.1	205.6	411.7	1.23	124.5	
	標準偏差	14.5	26.4	25.6	26.4	32.0	0.10	1.3	
	全国平均値	—	—	—	—	—	1.15	124.5	

注1) 全国平均値は2011年度(232頭)の平均値

2) ○は2013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	安 平 波	49	597	105	53	29	59	11	81.6	
2	松 平	57	607	102	23	75	65	7	82.2	○
3	政 忠 平	50	638	112	15	-1	31	8	83.0	
4	国仲23の2	51	570	103	3	-11	23	7	83.8	
5	百 合 桜	50	537	97	-40	-82	-23	0	82.5	○
6	茂 福 波	54	620	110	4	21	37	10	83.2	○
7	祐 希	52	547	98	-43	-68	-19	0	83.6	
8	古里30度	54	577	103	-4	6	27	7	84.2	○
	平均 値	52	586.6	103.8	1	-4	25	6	83.0	
	標準偏差	2.7	35.2	5.2	32	51	32	4	0.9	
	全国平均値	—	—	—	-12.1	-2.2	0.9	3.1		

注1) 全国平均値は2011年度(232頭)の平均値

2) ○は2013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(2009)和牛登録事務必携, 58-66
 - 2) 社団法人全国和牛登録協会(2011)和牛種雄牛産肉能力検定成績, 4
-
- 検定補助：仲宗根安利, 小波津明彦

和牛種雄牛現場後代検定成績（2012年度）

(7)種雄牛「勝海洋」「晴北姫」「桃晴平」および「宮姫安」の検定成績

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、2012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勝海洋（かつかいよう）、晴北姫（はるきたひめ）、桃晴平（ももはるひら）および宮姫安（みやひめやす）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、勝海洋が22頭（去勢11頭、雌11頭）、晴北姫が15頭（去勢7頭、雌8頭）、桃晴平が20頭（去勢13頭、雌7頭）および宮姫安が26頭（去勢11頭、雌15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	勝 海 洋	晴 北 姫	桃 晴 平	宮 姫 安
登 録 番 号	黒原4975	黒原4976	黒 14313	黒 14314
生 年 月 日	2006. 11. 13	2006. 2. 15	2005. 11. 25	2006. 6. 1
審 査 得 点	82.0	83.7	83.8	84.0
産 地	今帰仁村	伊江村	伊江村	宮古島市
父	勝海邦	晴 姫	晴 姫	晴 姫
母	かつこの1	こきち	ももか	れ い
父方祖父	忠 福	北国7の8	第20平茂	安 平
母方祖父	宝 勝	紋次郎	安 福	隆 桜

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。

勝海洋の期待枝肉成績は、枝肉重量が446.1kg、ロース芯面積が47.8cm²、バラの厚さが7.4cm、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73.5および脂肪交雑が2.08であった。

晴北姫の期待枝肉成績は、枝肉重量が408.7kg、ロース芯面積が49.4cm²、バラの厚さが7.2cm、皮下脂肪厚が2.2cm、歩留基準値が73.6および脂肪交雑が2.17であった。

桃晴平の期待枝肉成績は、枝肉重量が427.9kg、ロース芯面積が42.0cm²、バラの厚さが6.9cm、皮下脂肪厚が2.4cm、歩留基準値が71.9および脂肪交雑が1.71であった。

宮姫安の期待枝肉成績は、枝肉重量が440.2kg、ロース芯面積が48.2cm²、バラの厚さが7.2cm、皮下脂肪厚が2.5cm、歩留基準値が72.8および脂肪交雑が1.77であった。

その結果、2012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廃用が決定された。

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
勝海洋	446.1	47.8	7.4	1.5	73.5	2.08
	0.91	0.90	0.88	0.92	0.91	0.92
晴北姫	408.7	49.4	7.2	2.2	73.6	2.17
	0.88	0.87	0.85	0.89	0.89	0.89
桃晴平	427.9	42.0	6.9	2.4	71.9	1.71
	0.90	0.89	0.86	0.90	0.90	0.91
宮姫安	440.2	48.2	7.2	2.5	72.8	1.77
	0.91	0.91	0.89	0.92	0.92	0.92

IV 引用文献

1) 社団法人全国和牛登録協会(2009)和牛登録事務必携, 59-69, 167-169

2) 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

勝海洋

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	正男	安志	前之21の6	晴海	福21の6	まなみ	ようへい	ふく21の2	かつかいよう	るみ	
血統	母の父	紋次郎	北忠平	晴姫	福栄	美崎土井	勝安福3	平茂勝	北国7の8	中部6	藤波
	祖母の父	富士晴	神高福	北国7の8	平茂勝	糸松	晴姫	安波土井	第2忠福	安金	晴姫
と畜時月齢	28.0	27.8	27.8	28.5	27.1	31.0	30.8	30.5	30.1	30.0	
枝肉重量 (kg)	490.4	442.7	433.0	455.5	428.9	438.1	457.8	477.2	511.0	408.4	
ローズ芯面積 (cm ²)	46	47	43	49	38	47	48	61	54	53	
バラの厚さ (cm)	7.2	6.7	6.6	7.0	6.7	8.2	7.5	7.3	7.6	6.7	
皮下脂肪厚 (cm)	2.3	1.9	2.1	1.7	2.9	3.0	2.7	3.4	3.0	2.8	
歩留基準値	72.0	72.7	72.1	73.2	70.8	72.8	72.5	73.2	72.5	73.1	
脂肪交雑	6	3	4	5	3	8	3	9	6	3	
格付け	A-4	A-2	A-3	A-4	B-2	A-4	A-2	A-5	A-4	A-3	

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
名 号	かいよう	あきえ2	勝北山	かつひら	かつふく	洋介	海洋桜	勝安平	勝海宏	海洋波	
血統	母の父	家康福	美津照	北天山	平茂勝	糸幸福	北国7の8	姫桜	安平照	宏勝	藤波
	祖母の父	安平照	飛騨白清	宏勝	安金	平茂勝	高栄	神高福	北国7の8	神高福	糸富士
と畜時月齢	27.6	27.0	28.9	30.4	31.7	27.8	27.8	27.6	27.3	28.6	
枝肉重量 (kg)	427.0	420.0	451.0	359.0	331.0	442.8	407.0	430.0	462.5	441.2	
ローズ芯面積 (cm ²)	56	51	56	39	53	47	55	50	48	47	
バラの厚さ (cm)	7.5	7.2	7.4	6.2	6.6	7.0	7.8	7.0	6.9	6.3	
皮下脂肪厚 (cm)	2.0	2.1	2.1	2.3	2.0	1.7	2.0	2.6	2.2	1.6	
歩留基準値	74.6	73.7	74.1	72.1	74.8	73.1	74.9	72.9	72.5	72.8	
脂肪交雑	5	3	3	4	7	3	4	4	6	4	
格付け	A-4	A-3	A-3	A-3	A-4	A-3	A-3	A-3	A-4	A-3	

番 号	21	22	平均 値	
名 号	ひろひめ	ひめこ		
血統	母の父	晴姫	去 勢	
	祖母の父	紋次郎	雌	
と畜時月齢	28.7	28.5	n = 11	n = 11
枝肉重量 (kg)	388.6	351.7	444.09 ± 21.45	415.44 ± 55.28
ローズ芯面積 (cm ²)	42	44	47.82 ± 5.00	49.82 ± 6.52
バラの厚さ (cm)	6.2	5.4	6.96 ± 0.41	6.95 ± 0.81
皮下脂肪厚 (cm)	2.4	1.2	2.10 ± 0.39	2.45 ± 0.62
歩留基準値	72.0	73.2	72.83 ± 1.08	73.14 ± 0.92
脂肪交雑	3	3	4.09 ± 1.14	4.91 ± 2.26
格付け	A-3	A-3		

格付けの分布

項 目	1	2	3	4	5	計
A		2	11	7	1	21
B		1				1
C						
計		3	11	7	1	22

付属資料2

晴北姫

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	姫華	ひさふくきたひめざくら	ゆりえ	美晴	北波	晴福	ひめ	たかみ	かねひめ		
血統	母の父	中部6	第7安福	藤桜	福桜	美津照	北福波	糸福	竹勝	神高福	福栄
	祖母の父	晴姫	藤波	賢晴	糸秀	平茂勝	晴姫	平茂金	北国7の8	第20平茂	糸富士
と畜時月齢	28.6	30.7	30.7	31.1	28.6	28.8	28.7	30.5	26.9	27.3	
枝肉重量 (kg)	506.7	387.2	350.0	520.7	468.0	392.0	355.0	362.0	352.0	332.0	
ロース芯面積 (cm ²)	64	51	42	47	54	46	50	44	57	47	
バラの厚さ (cm)	7.5	6.9	6.5	8.3	7.8	6.2	6.1	7.8	7.1	6.2	
皮下脂肪厚 (cm)	4.2	2.8	3.0	5.1	2.7	2.7	1.9	2.6	1.6	2.6	
歩留基準値	72.6	73.3	72.2	70.0	73.4	72.2	73.8	73.5	75.8	73.2	
脂肪交雑	10	6	2	4	7	4	4	4	6	6	
格付け	A-5	A-4	A-2	B-3	A-4	A-4	A-3	A-3	A-3	A-4	

番 号	11	12	13	14	15	平均値		
名 号	きたひめ	福照波	晴嶺	ひめふく	晴神福			
血統	母の父	家康福	照溝	北国7の8	糸福	神高福	去勢	雌
	祖母の父	第55平茂	姫桜	神高福	第2福鶴	宝勝	n = 7	n = 8
と畜時月齢	27.3	28.8	28.4	31.2	28.5	28.63 ± 0.15	29.48 ± 1.88	
枝肉重量 (kg)	381.0	418.7	435.5	343.4	403.0	425.56 ± 50.24	378.54 ± 60.34	
ロース芯面積 (cm ²)	50	60	55	51	44	53.29 ± 7.23	48.63 ± 4.69	
バラの厚さ (cm)	7.2	6.8	7.0	5.9	6.5	6.94 ± 0.72	6.99 ± 0.80	
皮下脂肪厚 (cm)	2.2	1.1	2.5	2.5	2.2	2.47 ± 0.95	2.80 ± 1.02	
歩留基準値	74.0	75.5	74.0	73.5	72.5	73.43 ± 1.14	73.19 ± 1.64	
脂肪交雑	4	9	6	4	4	6.29 ± 2.50	4.50 ± 1.41	
格付け	A-3	A-5	A-4	A-3	A-3			

格付けの分布

項 目	1	2	3	4	5	計
A		1	6	5	2	14
B			1			1
C						
計		1	7	5	2	15

付属資料3

桃晴平

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	桃富士	晴平	桃福	福21の10	桃晴	かつなみ	金福	ふくひら	晴平茂	晴糸幸
血 統	母の父 糸富士	安平照	神高福	第6栄	勝海邦	北福波	神高福	菊安	平茂勝	糸幸福
	祖母の父 紋次郎	北国7の8	平茂勝	金鶴	安平	平茂勝	金水9	第5平茂	忠福	平茂勝
と畜時月齢	27.6	27.6	27.2	28.2	26.7	29.6	27.5	27.6	28.3	28.2
枝肉重量 (kg)	473.9	500.1	514.1	435.1	529.0	343.0	427.4	339.1	343.3	429.7
ローズ芯面積 (cm ²)	42	53	49	43	44	52	40	32	43	49
バラの厚さ (cm)	7.6	8.1	7.4	7.2	7.7	7.1	6.5	5.6	6.0	7.0
皮下脂肪厚 (cm)	3.4	2.9	2.5	2.5	3.0	3.2	4.0	2.8	1.1	2.0
歩留基準値	71.0	72.9	72.1	72.1	70.9	73.8	70.0	70.6	73.8	73.4
脂肪交雑	3	5	5	6	3	6	3	3	4	5
格付け	B-3	A-4	A-4	A-4	B-3	A-4	B-3	B-3	A-3	A-4

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
名 号	晴糸福	ももふく	晴北国	晴海邦	ももこ	はるみ	晴美照	ももはるかっ	ふくしげ	結桃
血 統	母の父 糸福	神高福	北国7の8	晴海邦	勝海邦	神高福	美津照	平茂勝	平茂勝	第6高平
	祖母の父 八重福	宝勝	糸福	藤桜	神高福	宏勝	平茂勝	紋次郎	神高福	平茂勝
と畜時月齢	27.6	31.1	26.5	27.2	29.0	31.4	27.7	28.9	28.5	28.1
枝肉重量 (kg)	375.3	395.0	452.0	402.0	412.6	491.0	433.0	393.0	387.0	425.0
ローズ芯面積 (cm ²)	39	50	45	49	42	56	44	36	40	49
バラの厚さ (cm)	5.3	7.1	6.7	7.0	7.7	8.0	7.5	7.0	6.5	6.9
皮下脂肪厚 (cm)	1.9	2.9	3.0	2.3	3.5	4.9	2.9	3.5	2.4	2.2
歩留基準値	71.7	73.2	71.4	73.4	71.7	71.5	72.1	70.7	72.0	73.0
脂肪交雑	2	6	3	8	4	4	5	3	3	4
格付け	B-2	A-4	B-3	A-5	B-3	B-3	A-4	B-3	A-3	A-3

番 号	平均値	
名 号	平均値	
血 統	去 勢	雌
	n = 13	n = 7
と畜時月齢	27.57 ± 0.56	29.44 ± 1.38
枝肉重量 (kg)	441.53 ± 53.10	394.39 ± 50.70
ローズ芯面積 (cm ²)	45.23 ± 4.09	44.00 ± 8.87
バラの厚さ (cm)	6.99 ± 0.75	7.00 ± 0.79
皮下脂肪厚 (cm)	2.59 ± 0.73	3.31 ± 0.80
歩留基準値	72.14 ± 1.13	71.93 ± 1.20
脂肪交雑	4.31 ± 1.60	4.14 ± 1.35
格付け		

格付けの分布

項 目	1	2	3	4	5	計
A			3	7	1	11
B		1	8			9
C						
計		1	11	7	1	20

付属資料4

宮姫安

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	宮美夏	好正	鈴蘭	ひめと	さかぐち	みみ	はいじ	ぶるみ	みつひめ	よしひめ
血 統	母の父 安福165の9	安茂勝	北湖2	豊喜	安金	藤波	福栄	福美	美津福	北天山
	祖母の父 糸富士	福栄	第20平茂	晴姫	糸福	北国7の8	姫桜	糸富士	金徳	紋次郎
と畜時月齢	28.5	28.7	28.6	30.9	30.8	30.7	30.5	30.9	30.4	30.5
枝肉重量 (kg)	474.5	412.8	477.8	463.7	480.2	423.5	436.1	443.3	470.3	473.0
ローズ芯面積 (cm ²)	49	39	48	44	62	45	50	45	47	48
バラの厚さ (cm)	6.4	7.3	6.7	7.5	7.6	7.6	8.1	7.4	7.7	8.1
皮下脂肪厚 (cm)	2.0	2.8	4.0	3.2	2.7	3.3	4.5	3.3	2.8	4.9
歩留基準値	72.4	71.6	70.6	71.5	74.0	72.1	71.8	71.7	72.3	70.8
脂肪交雑	5	4	7	3	8	4	7	3	5	4
格付け	A-4	B-3	B-4	B-3	A-5	A-3	B-4	B-2	A-4	B-3

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
名 号	あゆみ	たかこ	ももか	福姫	ゆきやす	つるみや	おふく2の5	宮雅神	宮当	北国姫
血 統	母の父 勝海邦	第2北天山	北国7の8	中部6	北天山	金鶴	家康福	神高福	泉東	北国7の8
	祖母の父 金徳	平茂勝	晴姫	糸松	陸桜	景勝	第55平茂	宝勝	安福165の9	糸福
と畜時月齢	30.1	30.1	30.0	26.6	26.6	27.1	27.4	27.9	28.7	28.4
枝肉重量 (kg)	413.0	464.0	412.6	393.0	374.0	448.0	358.0	396.5	371.0	495.0
ローズ芯面積 (cm ²)	43	57	50	51	47	54	39	49	50	64
バラの厚さ (cm)	7.1	7.5	7.2	6.9	7.0	7.2	6.5	6.3	6.1	7.9
皮下脂肪厚 (cm)	2.8	4.9	3.3	1.9	2.3	2.6	3.5	1.7	2.1	2.9
歩留基準値	72.1	71.7	72.6	74.0	73.5	73.3	71.2	73.5	73.5	74.2
脂肪交雑	3	3	4	3	4	4	3	5	3	3
格付け	A-3	B-3	A-3	A-3	A-3	A-3	B-3	A-3	A-3	A-3

番 号	21	22	23	24	25	26	平均 値	
名 号	宮神高	宮北国	宮平茂	ほのか	宮茂勝	かみひめ		
血 統	母の父 神高福	照溝	平茂勝	平茂勝	平茂勝	神高福	去 勢	
	祖母の父 金徳	北国7の8	神高福	紋次郎	神高福	第20平茂	n = 11	n = 15
と畜時月齢	28.3	27.6	28.3	29.7	26.5	30.9	28.00 ± 0.80	29.78 ± 1.47
枝肉重量 (kg)	391.7	316.0	438.2	428.0	420.0	462.7	416.95 ± 52.46	436.69 ± 36.03
ローズ芯面積 (cm ²)	44	36	48	61	49	49	47.91 ± 7.16	49.40 ± 6.57
バラの厚さ (cm)	6.0	5.4	6.6	8.1	7.3	6.8	6.63 ± 0.70	7.43 ± 0.47
皮下脂肪厚 (cm)	2.3	1.7	2.5	3.0	1.6	4.4	2.32 ± 0.71	3.43 ± 0.84
歩留基準値	72.1	72.2	72.4	74.7	74.0	70.5	72.77 ± 1.15	72.25 ± 1.18
脂肪交雑	3	3	4	8	8	4	4.36 ± 1.75	4.47 ± 1.77
格付け	A-3	A-2	A-3	A-5	A-5	B-3		

格付けの分布

項 目	1	2	3	4	5	計
A		1	1 1	2	3	1 7
B		1	6	2		9
C						
計		2	1 7	4	3	2 6

「アグーブランド豚」識別法の確立

(2) アグー識別技術における一塩基多型解析の有利性

當眞嗣平 島袋宏俊 知念司 我那覇紀子
渡部翔之 野中克治 奥村直彦*

I 要 約

一塩基多型 (SNP) を用いた琉球在来豚アグー (アグー) と他品種との識別を検討するため沖縄県アグーブランド協議会 (協議会) で登録認定されたアグーと他品種であるランドレース種, 大ヨークシャー種, デュロック種およびパークシャー種について系統解析を行った結果, 以下のとおりであった。

1. Illumina 社の Porcine SNP60 Genotyping Bead Chip に搭載されている 54466SNP マーカーを用いてアグーと他品種との識別は可能であった。
2. 識別にかかる分析コストを低減するため識別に必要な SNP マーカーを絞り込んだところ 144SNP でアグーと他品種の識別が可能であった。
3. 絞り込んだ 144SNP では, 絞り込む前と比べ約 26%のコストで分析でき, マイクロサテライト (MS) と比べても約 75%のコストで分析が可能である。

以上のことから, 144 の SNP マーカーを用いることにより低コストでアグーの識別が可能である。

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全国的に高い注目を集めている。現在, 協議会では登録にかかるアグーとそれ以外の品種の識別は, 大城ら¹⁾と島袋ら²⁾が検討した MS により行なっている。MS マーカーは PCR によって増幅することが可能なため, DNA が断片化した DNA でも解析が可能であること, 多型性に優れていることから DNA マーカーとして重用されてきた。しかし, PCR 増幅の過程でマーカーにより様々なタイプの偽バンド断片が生じる。そのためマーカー毎に波形バンドを把握しなければならず, 遺伝子型を判定するのに熟練を要する³⁾。判定者の波形バンドの捉え方によっては対立遺伝子が異なることがある。さらに解析に時間と労力が係る等の問題がある⁴⁾。いっぽう, SNP は遺伝子型の決定を分析器が自動的に迅速に行うため, 判定するために労力を必要とせず, 誰が行っても同じ結果が得られる。また, プタの全染色体上に高密度に配置された DNA チップが開発されたことから, MS に比べ情報量が多く, 全ゲノム DNA を網羅するため, DNA マーカーとして近年注目されている。そこで本研究では, SNP を用いて琉球在来豚アグーの効率的な識別法を検討した。

III 材料および方法

1. MS マーカーのジェノタイピング

DNA は協議会で登録認定されたアグー72頭, 県内で飼養されているランドレース種12頭, 大ヨークシャー種12頭, デュロック種8頭およびパークシャー種6頭の計110頭の耳組織から抽出した。採材した耳組織を, 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。

MS マーカーは島袋ら²⁾が選抜した 14 マーカーを用いた。PCR の反応液は, AmpliTaq Gold & 10×PCR Gold Buffer with dNTP (Applied Biosystems 社製), ゲノム DNA16.0ng, フォワードおよびリバースプライマー各 5.0pmol を使用した。PCR は, GeneAmp™ PCR System9700 を用い, 94℃9 分の熱変成後, 94℃30 秒, 55℃30 秒, 72℃30 秒を 40 サイクルとした。PCR 産物を希釈し, 3130x1DNA アナライザー (Applied Biosystems 社製) を用いて電気泳動した。

GeneMapper ソフトウェア (Applied Biosystems 社製) を用いて, PCR 産物の断片長のフラグメント解析を行った。DNA アナライザーによって検出された各マーカーのバンドパターンを決定し, アリルがある場合

を1, ない場合を0で表記しデータセットを作成した。

2. SNP マーカーのジェノタイピング

DNA は協議会で登録認定されたアグー72頭, 県内外から収集されたランドレース種48頭, 大ヨークシャー種48頭, デュロック種48頭およびパークシャー種47頭の計263頭の耳組織から抽出した。

Illumina 社の Porcine SNP60 Genotyping BeadChip を用い, SNP のジェノタイプを業者に委託した。Genomestudio(Illumina 社製)を用いて62163個のSNPからcall rateが95%未満のSNPを除外し, 最終的に54466個のSNPを解析に用いた。

3. 系統樹の作成

識別のための系統樹は, 統計ソフト R を用いて, 非加重結合法 (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean, UPGMA 法)⁵⁾により作成した。遺伝的類似度は Jaccard's 係数⁶⁾を用いた。さらに500反復のマルチスケールブートストラップ解析⁷⁾を行い, 作成した系統樹の信頼性の検証を行った。

4. 識別に有効な SNP マーカーの絞り込み

アグーの識別に係る分析コストを低減するため, アグー識別に有効なマーカーの絞り込みを行い少数SNP(48, 96, 144, 192及び384SNP)のカスタマイズが可能な Illumina 社の GoldenGate™アッセイ法⁸⁾の導入を検討した。アグーをケース, 他品種をコントロールとするケース・コントロール関連解析を行い, 54466個のSNPから遺伝子頻度の差が高度に有意な上位48, 96, 144, 192及び384SNPを選抜しその識別能力を検討した。

IV 結果および考察

1. 系統解析によるアグーの識別

14個のMSと54466個のSNPを用いてUPGMA法により作成した系統樹を図1に示す。いずれのマーカーを用いてもアグーとランドレース種, 大ヨークシャー種, デュロック種およびパークシャー種を明確に識別することができた。系統樹の妥当性を検討するにはブートストラップ法が用いられる。ブートストラップ法は, 解析に用いた集団から重複を許してサンプリングを繰り返しながら系統樹を作成しX回作成した中で何%その系統樹が支持されたかを表す方法である。ブートストラップ値をみると他品種間の識別においてはSNPマーカーによる識別の精度が高かった。

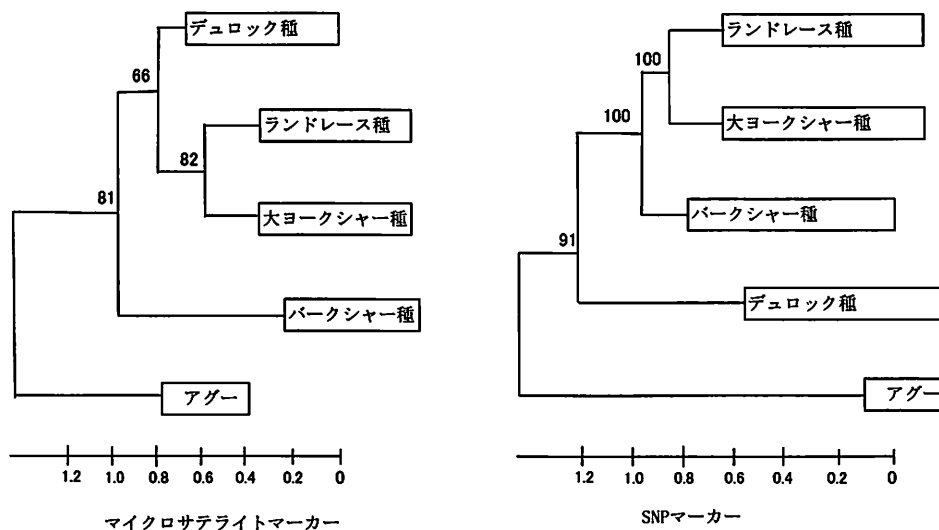


図1 マイクロサテライトマーカーおよびSNPマーカーで作成した系統樹

注1) 枝上の数値は500反復のブートストラップ値を示し, 500反復中何%がその樹形図を支持したかを表す

2. アグー識別にかかるSNPマーカーの絞り込み

約54000のSNPマーカーを使ってアグーの識別が可能であることが明らかになった。しかし, 分析にか

かる1頭当たりのコストはMSと比べて高額であるため、SNPマーカーを絞込分析に係るコストを低減する必要がある。Illumina社が開発したGoldenGate™アッセイ法⁸⁾は、数万単位SNPを用いたゲノムワイドな網羅的解析後に絞り込みをかけ、2次スクリーニングなどに用いられる方法である。それぞれ48, 96, 144, 192及び384SNPのカスタマイズが可能であるため、識別コスト低減の有効な方法であると考えられる。そこで、アグーと他品種で遺伝子頻度が有意に異なるSNPマーカー約25000の中から、高度に有意なSNPを48, 96, 144, 192および384個選びその識別能力を検討した。48SNPと96SNPを用いた解析では同じ系統樹が作成され、少数ではあるが、他品種のクラスターに含まれるアグーが存在した(図2)。マーカーを144に増やすことでアグーと他品種を明確に識別することが可能になった(図2)。他品種においてはランドレース種、大ヨークシャー種、デュロック種およびパークシャー種が混在して1つの大きなクラスターを形成し、マーカーを384まで増やしてもそれらを識別することはできなかった。しかし、アグーを識別するという目的においては144SNPで識別が十分可能であると考えられる。

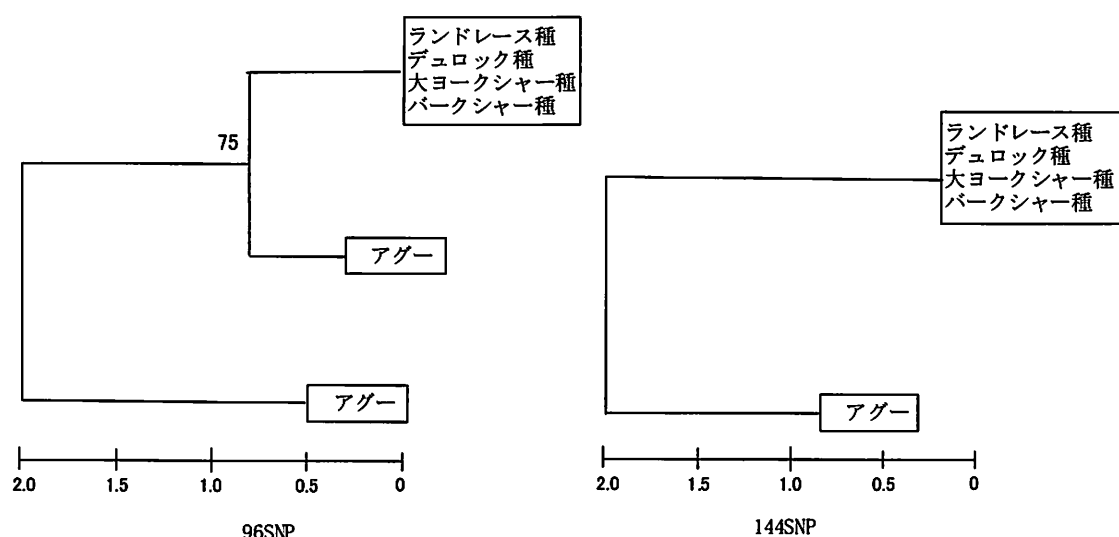


図2 96SNP および 144SNP で作成した系統樹

注1) 枝上の数値は500反復のブートストラップ値を示し、500反復中何%がその樹形図を支持したかを表す

2) 48SNPと96SNPの系統樹はほぼ同じであったため図には96SNPの系統樹を表記

3) 144, 192及び384SNPの系統樹はほぼ同じであったため図には144SNPの系統樹を表記

3. 分析コストの検討

島袋ら²⁾が選抜した14個のマイクロサテライトマーカーによる人件費、試薬代を含めた分析コストは表1に示すとおり1頭当たり10,211円である。それに対し、Porcine SNP60 Genotyping BeadChipの分析を業者に委託した場合の費用は、1頭当たり3万円と高額である。アグーの識別に必要なマーカーの絞り込みを行った結果、54466マーカーから144まで絞り込むことができた。144マーカーで識別した場合のコストは、1検体あたり7,665円でマーカーを絞り込む前の約26%のコストになる。また、MSと比べても約75%のコストで識別が可能である。

表1 各分析法の1頭当たりの分析コスト

マーカー	マーカー数	価格(円)
SNP	48	4,630
	96	5,507
	144	7,665
	192	10,169
	384	16,968
MS	14	10,211

V 引用文献

- 1)大城まどか・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 (1), 沖縄畜研研報, 44, 39-42
- 2)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), 沖縄畜研研報, 47, 29-36
- 3)安江博 (2009) 家畜・家禽におけるゲノム解析の軌跡, 畜産技術, 9月号, 651, 22-25
- 4)鎌谷直之 (2007) 遺伝統計学入門, 178-179, 岩波書店
- 5)山田亮 (2007) 遺伝統計学の基礎, オーム社
- 6)下平英寿 (2002) ブートストラップ法によるクラスタ分析のバラツキ評価, 統計数理, 50(1), 33-44
- 7)Sneath P. H. A, Sokal R. R (1994) 数理分類学, 153, 内田老鶴園
- 8)関根光雄 (2010) 新しいDNAチップの科学と応用, 94, 講談社

研究補助：照屋剛，照屋忠敏

「アグーブランド豚」識別法の確立

(3) DNA チップを用いたアグーブランド豚識別手法の検討

當眞嗣平 島袋宏俊 知念司 我那覇紀子
渡部翔之 野中克治 奥村直彦*

I 要 約

琉球在来豚アグー（アグー）を活用したアグーブランド豚の識別技術を確認するためアグー、ランドレース種、大ヨークシャー種、ハンプシャー種、デュロック種および三元交雑種（LWD）、アグーブランド豚、合計 548 頭の一塩基多型（SNP）情報を用いて主成分分析を行った。その結果は以下のとおりであった。

1. アグーブランド豚と LWD などの西洋種は第 1 主成分で明瞭に区別でき、主成分分析はアグーブランド豚の識別に有効であった。
2. 主成分得点から各豚がそれぞれの品種に属する事後確率を求めた。事後確率が最も高い品種をその豚の属する品種として分類した結果、正答率は 95%以上であった。
3. LWA を DBA（アグーブランド豚）とした誤判別が 1.5%、アグーを DBA とした誤判別が 2.8%であったが、アグーブランド豚と LWD をはじめとする西洋種との識別結果は 100%であった。

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全国的に高い注目を集めている。アグーブランド豚は、沖縄県アグーブランド豚推進協議会（協議会）から認定を受けている琉球在来豚アグーの雄と西洋豚等の雌を交配し生産された交雑種が主流となっている。アグーブランド豚は肉質がよく、他の豚肉と比べ高値で取引されていることから、アグーブランド豚以外の豚肉が出回ることが懸念される。現在、アグーとそれ以外の品種の識別は、大城ら¹⁾が検討したマイクロサテライトマーカー（MS）と島袋ら²⁾が明らかにしたミトコンドリア（mtDNA）における d-loop の東洋型と西洋型のハプロタイプにより行なっている。しかし、アグーブランド豚であるアグー交雑種と他品種を識別できる MS は見つかっておらず³⁾、畜産物の偽装表示問題を契機に、消費者の食への安全性に対する関心が高まっている中、科学的なアグーブランド肉識別法を確立する必要がある。

SNP は遺伝子型の決定は分析器が自動的に迅速に行うため、判定するために労力を必要とせず、誰が行っても同じ結果が得られる。また、ブタの全染色体上に高密度に配置された DNA チップが開発されたことから、MS に比べ情報量が多く、全ゲノム DNA を網羅するため、DNA マーカーとして近年注目されており、アグーブランド豚の識別にも有効だと考えられる。そこで本研究では、SNP 情報を活用したアグーブランド豚の識別法を検討した。

III 材料および方法

1. 供試 DNA

供試豚は協議会で認定されたアグー71頭、県内外から収集したランドレース（L）種 48頭、大ヨークシャー（W）種 47頭、ハンプシャー（H）種 47頭、デュロック（D）種 48頭および三元交雑種（LWD）、さらに協議会指定生産農場で生産されたアグーブランド豚 238頭の計 546頭であった。アグーブランド豚は、LW 雌にアグー雄を交配した豚（LWA）201頭、D 種とバークシャー（B）種を交配した雌および D 種雌にアグー雄を交配した豚（DBA、DA）36頭を用いた。

2. DNA の抽出

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、プロテイナーゼ 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。

*（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（JATAFF 研）

3. SNP マーカーのジェノタイピング

Illumina 社の Porcine SNP60 Genotyping BeadChip を用いた SNP マーカー遺伝子型の決定を業者に委託した。62163 個の SNP マーカーから call rate が 95%未満の SNP を除外し、最終的に 54466 個の SNP を解析に用いた。

4. 統計解析

1) 系統解析

識別のための系統樹を、統計ソフト R を用いて、非加重結合法 (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean, UPGMA 法)⁴⁾ により作成した。遺伝的類似度は Jaccard's 係数⁵⁾ を用いた。

2) 主成分分析

PLINK⁶⁾ により各 SNP についてマイナーアリルをカウントし、SNP の遺伝子型を 0, 1, 2 に変換後、主成分分析を行った。統計ソフトウェア JMP8 により第 1, 2 主成分の座標上に品種毎の 95%信頼楕円を描き、ベイズの定理により集団の構成比率を事前確率としマハラノビス距離⁷⁾ を基に、各豚が属する品種の事後確率⁸⁾ を算出した。

IV 結果および考察

1. SNP マーカーを用いた系統解析

SNP マーカーに基づいて作成した系統樹を図 1 に示す。系統樹はアグーおよびアグーブランド豚 (LWA, DBA) と西洋種の大きく 2 つのクラスターに分かれた。しかし、アグーブランド豚である DA は西洋種のクラスターに含まれた。これまでマイクロサテライトマーカーによるアグーと他品種との識別は遺伝的類似度を尺度にした系統樹により行ってきた。しかし Jaccard's 係数を尺度にした系統解析では 54466 個の SNP マーカーを用いても、アグーブランド豚と他品種を識別することはできなかった。

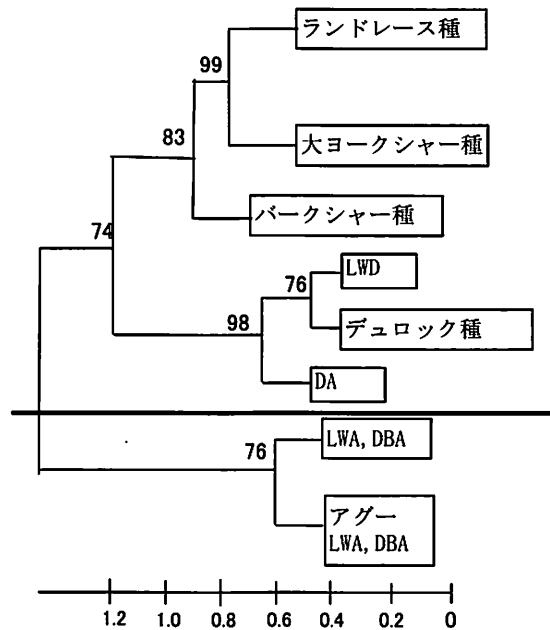


図 1 SNP マーカーによる系統樹

注) 枝上の数値は 500 反復のブートストラップ値を示し、500 反復中何%がその樹形図を支持したかを表す

2. 主成分分析

主成分分析は、個体が最もばらつく空間を見つけ、集団間の違いを最大限にする手法であることから遺伝的構造解析⁹⁾ に利用されており、品種識別にも有効であると思われる。そこで各品種の遺伝的な違いを明らかにするため SNP 情報を用いた主成分分析を行った。その結果、第 1 主成分の寄与率は 20.9%で第 2

主成分は 9.52% であり、分析に用いたマーカー数の 54466 ある主成分の中において、これら 2 つで 30.4% の累積寄与率を占めた。第 3 主成分以降は 5% 以下の寄与率であった。図 2 に第 1 と第 2 主成分の散布図と 95% 信頼楕円を示した。

横軸の第 1 主成分で L 種、W 種、H 種、D 種および LWD 種などの西洋種がプラス、アグーはマイナスと完全に区別された。アグーブランド豚はアグーと西洋種の間位置したがアグーブランド豚と LWD などの西洋種は第 1 主成分で明瞭に区別することができた。縦軸の第 2 主成分では西洋種の中で D 種と他品種の分離が見られ、アグーブランド豚の中でも、LWA などの白色系と DBA などの有色系はやや離れて位置した。

95% 信頼楕円は、西洋種と比べアグーやアグーブランド豚は大きくなった。特にアグーの楕円は大きく、集団として遺伝的多様性は大きいことが示唆された。またアグーと DBA の楕円の一部に重複が見られた。

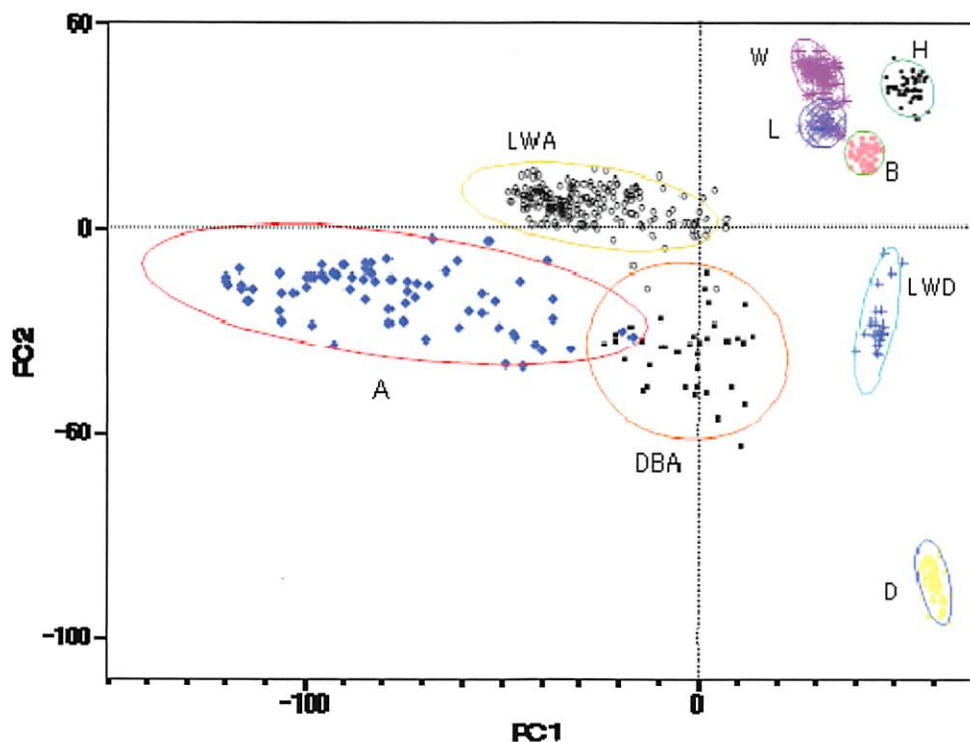


図 2 第 1, 第 2 主成分得点の散布図と 95% 信頼楕円

注 1) A: アグー, LWA: LW × アグー, DBA: DB × アグー, L: ランドレース種, W: 大ヨークシャー種 D: デュロック種, B: パークシャー種, H: ハンプシャー種, LWD: 三元交雑種

2) DA (D 種 × アグー) は DBA に含めて解析した。

3. 事後確率から予測した品種の識別

図 2 における散布図の各点から各品種の平均までの距離に分散と共分散を考慮に入れたマハラノビスの距離を算出し、各豚がすべての品種に属する事後確率を求めた。さらに事後確率が最も高い品種をその豚の属する品種として分類した。その結果を表 1 に示す。

正答率はすべての品種において 95% 以上であった。誤判別したのは LWA を DBA とした 3 頭、アグーを DBA とした 2 頭、W 種と L 種をそれぞれ誤判別した 4 頭であった。アグーブランド豚を他品種と判別したり、また逆に他品種をアグーブランド豚と判定することはなく、アグーブランド豚と西洋種との識別結果は 100% であった。

表1 事後確率から予測した品種の分類結果

品種	頭数	事後確率から予測した品種									正答率(%)	誤判別率(%)
		LWA	DBA	A	L	W	D	B	H	LWD		
LWA	201	198	3	0	0	0	0	0	0	0	98.5	1.5
DBA	36	0	36	0	0	0	0	0	0	0	100	0
A	71	0	2	69	0	0	0	0	0	0	97.2	2.8
L	48	0	0	0	46	2	0	0	0	0	95.8	0
W	47	0	0	0	2	45	0	0	0	0	95.7	4.3
D	48	0	0	0	0	0	48	0	0	0	100	0
B	48	0	0	0	0	0	0	48	0	0	100	0
H	47	0	0	0	0	0	0	0	47	0	100	0
LWD	22	0	0	0	0	0	0	0	0	22	100	0

注) 数値は予測された頭数

これらの結果から、DNAチップのSNPマーカーを活用した主成分分析はアグーブランド豚の識別に大変有効な解析方法であることが明らかになった。大石ら¹⁰⁾は血液型および蛋白多型遺伝子頻度を用いて主成分分析を行い固有ベクトル値から12豚品種の分離に影響を与える対立遺伝子を明らかにしている。SNPマーカーにおいても品種の分類に寄与する固有ベクトルの大きいSNPを探索することでマーカーを絞り込むことも可能であると考えられる。

今回の識別結果は、供試豚546頭から得られたものであり、すべての豚を調べたわけではない。農場や血縁の偏りを避けて可能な限りランダムサンプリングを行ったが、今回推定された主成分得点のパラメーター（各品種の平均値や分散共分散）が真値とは限らない。また推定に用いたデータセットで識別精度の検証も行ったため誤判別率を過小評価している可能性もある。よって今後、アグーブランド豚の識別技術の確立に向けて、推定パラメーターの精度向上と検証用データセットを用いた識別精度の検討が必要である。

V 引用文献

- 1) 大城まどか・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 (1), 沖縄畜研研報, 44, 39-42
- 2) 島袋宏俊・稲嶺修・仲村敏・大城まどか・美川智・佐藤正寛・石井和雄・与古田稔 (2008) 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 (3), 沖縄畜研研報, 46, 43-50
- 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), 沖縄畜研研報, 47, 29-36
- 4) 山田亮 (2007) 遺伝統計学の基礎, 96, オーム社
- 5) Sneath P.H., A, Sokal R.R (1994) 数理分類学, 153, 内田老鶴圃
- 6) Purcell S, Benjamin N, Katho TB, Lori T, Manuel A.R.F, David B, Julian M, Pamela S, Paul I.W. de B, Mark J.D, Pak C.S (2007) PLINK: A Tool Set for Whole-Genome Association and Population-Based Linkage Analyses, *Am. J. Hum. Genet*, 81(5), 559-575
- 7) 足立堅一 (2005) 多変量解析入門, 250-251, 篠原出版新社
- 8) 金明哲 (2005) Rによるデータサイエンス, 179-181, 森北出版株式会社
- 9) Yamaguchi-Kabata, Y, Nakazono, K, Takahashi, A, Saito, S, Hosono, N, Kubo, M, Nakamura, Y, Kamatani N (2007) Japanese Population Structure, Based on SNP Genotypes from 7003 Individuals Compared to Ethnic Group Effects on Population-Based Association Studies, *Am. J. Hum. Genet*, 83(4), 445-456
- 10) 大石孝雄・天野卓・田中一栄 (1991) 血液型および蛋白多型遺伝子頻度に基づく主成分分析による12品種の遺伝的関係の考察, 日畜会報, 62(8), 750-756

琉球在来豚（アグー）と他品種の脂肪酸組成の比較

我那覇紀子 知念司 當眞嗣平 渡部翔之
野中克治

I 要 約

アグーの肉質特性を明らかにするため、脂肪酸組成に着目し、アグー純粋種と3元交雑豚（LWD）の皮下内層脂肪の脂肪酸組成を比較検討した。

パルミチン酸、パルミトレイン酸、オレイン酸、飽和脂肪酸および一価不飽和脂肪酸含量についてはアグーが有意に高かった。リノール酸、リノレン酸、不飽和脂肪酸および多価不飽和脂肪酸含量についてはアグーが有意に低かった。

II 結 言

近年、食肉に対する消費者ニーズが多様化しており安全でおいしい豚肉を求める消費者が多く、全国的に肉質等に特長のある銘柄豚の作出に取り組んでいる。沖縄県においても、銘柄豚肉としてアグーが活用されている。日本食肉消費総合センターの消費者アンケートによると、あぐー豚肉は「食べてみたい／また食べたい豚肉の銘柄ランキング」の中で上位に位置している¹⁾。今後もブランド肉競争の中でランキング上位に位置し続けるためには、おいしさ、品質および安全性などのブランド価値を明確にし、国内外へのアピール力を強化しなければならない。おいしさの要素である肉質特性に関して大城らは、アグー純粋種は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²⁾。しかしアグー交雑種の肉質特性に関し数件報告がある^{3,4)}が、アグー純粋種の肉質特性に関しての報告はまだ少ない。そこで今回、アグー純粋種の肉質特性を把握するため、香りなどの風味と関連がある^{5,6,7)}とされているオレイン酸などの脂肪酸組成に着目しアグー純粋種とLWDの脂肪酸組成の比較を行ったのでその内容を報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

供試材料は、同一飼料を給与したアグー純粋種54頭（去勢23頭、雌31頭）およびLWD54頭（去勢26頭、雌28頭）を用い、5~6胸椎部の皮下脂肪内層を採取し、脂肪酸を抽出するまで-20℃で冷凍保存した。

2. 脂肪酸組成分析

サンプルからの脂肪酸の抽出はFolchの方法⁸⁾で行った。すなわち、供試材料からクロロホルム・メタノール混液を用いて脂質を抽出し、抽出した脂質はメチルエステル化処理（脂肪酸メチル化キット：ナカライテスク試薬）を行った。その後、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。測定した脂肪酸はミリスチン酸（C14:0）、パルミチン酸（C16:0）、パルミトレイン酸（C16:1）、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）とし、これらの脂肪酸総量を100としてそれぞれの脂肪酸組成割合を計算した。

3. 統計処理

統計処理は、品種、性を要因とする分散分析を行った。なお、オレイン酸とリノール酸については枝重との間に有意な相関が見られたため、品種、性の要因に加え枝重を共変量として共分散分析を行った。

IV 結果および考察

表1に品種ごとの皮下内層脂肪の脂肪酸組成を示した。ミリスチン酸，パルミチン酸，パルミトレイン酸，オレイン酸，飽和脂肪酸および一価不飽和脂肪酸含量についてはLWDに比べアグー純粋種が有意に高かった。リノール酸，リノレン酸，不飽和脂肪酸および多価不飽和脂肪酸含量についてはLWDに比べアグー純粋種が有意に低かった。

表1 品種の違いによる皮下内層脂肪の脂肪酸組成 (%)

	LWD	アグー純粋種
供試頭数(頭)	54	54
ミリスチン酸 (C14:0)	1.41 ± 0.15	1.47 ± 0.16*
パルミチン酸 (C16:0)	24.32 ± 1.45	25.91 ± 1.38**
パルミトレイン酸 (C16:1)	2.19 ± 0.41	2.50 ± 0.47**
ステアリン酸 (C18:0)	18.70 ± 1.87	18.48 ± 2.22
オレイン酸 (C18:1)	42.33 ± 2.52	44.21 ± 2.50**
リノール酸 (C18:2)	10.22 ± 2.00	6.91 ± 1.56**
リノレン酸 (C18:3)	0.83 ± 0.17	0.52 ± 0.10**
飽和脂肪酸	44.43 ± 2.52	45.86 ± 2.71**
不飽和脂肪酸	55.57 ± 2.52	54.14 ± 2.71**
一価不飽和脂肪酸	44.52 ± 2.48	46.71 ± 2.70**
多価不飽和脂肪酸	11.05 ± 2.06	7.43 ± 1.59**

注) *:p<0.05, **:p<0.01。

千国ら⁹⁾は，ランドレース種，ハンプシャー種，デュロック種での品種間でミリスチン酸，パルミトレイン酸，ステアリン酸，オレイン酸およびリノール酸含量で有意な差があると報告している。そのことから今回の調査ではアグー純粋種とLWDは同一飼料を給与しているため，脂肪酸組成の差は品種の差と考えられる。

豚肉の肉質検査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報告されている^{10,11)}。その報告の中で，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有意な正の相関を示し，ステアリン酸およびリノール酸含量が有意な負の相関を示したとある。つまり，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高いと香りがよく風味がよくなり，ステアリン酸およびリノール酸含量が高いと香りが悪くなり風味がよくないということになる。

以上のことから，アグー純粋種はLWDと脂肪酸組成に差があり，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高く，リノール酸含量が低いことから，LWDにくらべ香りがよく風味がよいと思われる。しかし，おいしさというのは食感，多汁性および風味などの官能評価とあわせた総合的な判断が重要であるため，今後は他の理化学的検査および官能評価をする必要がある。

V 引用文献

- 1) 日本食肉消費総合センター(2010)第VI章消費者の肉の好み，H22-6月，132，(http://www.jmi.or.jp/info/survey_file6/51.pdf)
- 2) 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
- 3) 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

- 4) 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
- 5) 沖谷明紘(1996) 肉の科学, 朝倉書店
- 6) 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
- 7) 入江正和(2006) 豚肉の品質と評価, 動物遺伝育種研究, 34(2), 33-44
- 8) Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane Stanley(1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues: *J. Biol. Chem*, 226, 497-509
- 9) 千国幸一・神戸昌行・小沢忍・小石川常吉・吉武充・矢野信礼(1985) 脂肪酸組成の品種間差と性差の成長に伴う変化, 日本養豚研究会誌, 22(4), 200-205
- 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

肉用種山羊産肉性比較試験

(3) 雄山羊と去勢山羊の産肉性の比較

千葉好夫 貝賀眞俊*

I 要 約

山羊の産肉性改善を図るため、おきなわ交雑山羊の雄 12 頭（雄区）と去勢 12 頭（去勢区）を用いて濃厚飼料を給与した肥育試験を行い、産肉性の検討および去勢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 頭あたり乾物飼料総摂取量、期間中増体量および飼料要求率は、雄区が 154.3kg, 30.3kg および 5.8 で、去勢区は 167.5kg, 32.2kg および 6.1 であったが、有意な差は認められなかった。
2. 去勢区の開始時体重と終了時体重は 21.2kg, 53.4kg で、雄区の 20.5kg, 51.5kg より重かったが有意な差は認められなかった。また、1 日あたりの増体量は去勢区が 180g/day, 雄区が 170g/day で去勢区が良いが有意な差は認められなかった。
3. 枝肉重量は去勢区が 28.3kg, 雄区が 27.0kg で、枝肉歩留は去勢区が 53.1%, 雄区が 52.6% で、両区との間に有意な差はなかった。皮下脂肪厚では去勢区が 4.8mm, 雄区が 1.5mm と去勢区が有意に厚かった ($P<0.01$)。
4. 肉質成績ではモモ肉の食感において、柔軟性で去勢区が有意に低値を示した ($P<0.05$)。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 $\omega 6$ 系脂肪酸で雄区が去勢に比較して有意に高かった ($P<0.05$)。不飽和脂肪酸の中でも、オレイン酸は去勢区が有意に高く、リノール酸、アラキドン酸、 α -リノレン酸では雄区が高い値を示した ($P<0.05$)。L-カルニチン、タウリン、カルノシンでは両区に有意な差はなかった。臭気分析における低級脂肪酸では、雄区と去勢区の間には有意な差はないものの、去勢区に高い傾向が見られた。臭気分析におけるフィトールは、すべての試料で検出されなかった。
5. 焼肉用にスライスした去勢山羊肉の試食によるアンケート調査では、32 名中 30 名が美味しい、29 名中 28 名がにおいが弱い、29 名中 24 名が軟らかいと回答を得た。

以上のことから、山羊を去勢肥育することで産肉性の向上、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

沖縄県では食用山羊肉を他県には見られない独特の地域資源として山羊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 2008 年から「新たな山羊の振興活性化事業」を推進している。

その事業の取り組みの中で、藤井ら¹⁾は、産肉性に優れるといわれるボア種の血縁が 50%以上の山羊（ボア系）と、県内で一般的に飼養されている山羊（ザーネン系）を用いて粗飼料のみを給与して肥育試験を行った結果、ボア系がザーネン系に比べて飼料効率が高く、枝肉歩留も高いなどの産肉性が優れていることを明らかにした。

同様に、藤井ら²⁾は肉用山羊の肥育技術の向上を目的として、粗飼料に濃厚飼料を加えて調製した飼料を給与することで産肉性の向上が期待できることを明らかにした。

牛や豚の肥育では、肉質改善および闘争を避け、群飼を容易にする目的で、去勢をすることが一般的である³⁾。

そこで、おきなわ交雑山羊の去勢肥育が産肉性に及ぼす影響を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、2011 年 7 月 1 日から 2011 年 12 月 31 日に実施した。

* 現沖縄県中央家畜保健衛生所

2. 供試山羊

供試山羊は4～5.5カ月齢で、無角または除角済みのおきなわ交雑山羊24頭を沖縄本島の3農家より導入し、試験に用いた。また、供試山羊を雄区12頭と観血去勢を実施した去勢区12頭に分けて試験に供した。

3. 飼養管理

供試山羊は、飼養試験山羊舎の山羊房(2×3m)に3頭ずつ群飼し、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。

4. 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、飼料は残飼がでる程度に給与した。

飼料名	TDN	粗蛋白	NDF	粗脂肪	粗灰分
トランスバーラ乾草	55.5	9.6	77.5	11.5	5.9
トウモロコシ	87.8	7.4	9.7	2.8	1.2
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

5. 調査項目

調査項目は、t検定により統計処理した。

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、歩留および皮下脂肪の厚さを調査した。

4) 肉質成績

食味・食感分析、臭気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、加熱損失率とし、臭気分析では、短鎖脂肪酸とフィトールを調査した。成分分析の調査項目は、エネルギー、炭水化物、たんぱく質、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	たんぱく質、脂質、炭水化物から計算
	たんぱく質	ケルダール法
	炭水化物	たんぱく質、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	
	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	
	脆さ	
臭気分析	短鎖脂肪酸	ガスクロマトグラフ法
	フィトール	

注) 臭気分析については、試料を水抽出後ヘッドスペースガス中の成分を SPME で濃縮しガスクロマトグラフ装置で標準添加法により定量した

5) 去勢山羊肉の試食アンケート調査

20代から60代の男女32名を被験者とし、焼肉用にスライスした去勢山羊肉の試食によるアンケート調査を行った。

IV 結果および考察

1. 乾物摂取量および飼料要求率

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。乾物摂取量は雄区が154.3kg、去勢区が167.5kgで、期間中増体量では雄区が30.3kg、去勢区が32.2kgであった。また飼料要求率は雄区が5.8、去勢区が6.1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頭あたり乾物摂取量および飼料要求率

区画	1頭あたり乾物摂取量 (kg)	濃厚飼料 (kg)	粗飼料 (kg)	期間中増体量 (kg)	飼料要求率
雄区	154.3±15.1	132.7±13.5	21.5±2.8	30.3±7.7	5.8±0.32
去勢区	167.5±15.0	144.9±13.0	22.6±3.4	32.2±7.8	6.1±0.32

注1) 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、雄区が20.5kg、51.5kg、

0.17kg で去勢区では 21.2kg, 53.4kg, 0.18kg で、両区に差は認められなかった。藤井ら⁷⁾の粗飼料のみの給与による飼養試験では、ザーネン系の1日当たりの増体量は71.2g/日と報告しているが、本試験では両区とも170~180g/日で、大幅に上まわっていた。

表5 発育成績

単位 (kg)

区 画	開始時体重	終了時体重	1日当たりの増体量
雄 区	20.5±4.9	51.5±8.3	0.17±0.04
去 勢 区	21.2±4.6	53.4±6.9	0.18±0.04

注1) 平均値±標準偏差

3. 枝肉成績

枝肉成績を表6に示した。と体長と皮下脂肪厚の測定部位は、和牛登録事務必携(21年度版)⁴⁾に準じて測定し、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、皮下脂肪厚、枝肉重量および枝肉歩留は雄区が68.3cm, 1.5mm, 27.0kg, 52.6%で、去勢区が70.2cm, 4.8mm, 28.3kg, 53.1%であった。と体長、枝肉重量及び枝肉歩留は両区に差はなかったが、皮下脂肪厚において去勢区が高い値を示した(P<0.01)。藤井ら²⁾の報告では、ザーネン系の枝肉重量が14.0kgと報告しているが、今回の試験では両区とも27~28kgで、約2倍の重量差があった。山羊の枝肉歩留は40~43%程度といわれているが⁵⁾、本試験では両区とも52~53%と高い値を示した。皮下脂肪厚は雄区が1.5mm, 去勢区が4.8mmで、去勢区が厚かった(P<0.01)。

表6 枝肉成績

区 画	と体長 (cm)	皮下脂肪厚 (mm)	枝肉重量 (kg)	枝肉歩留 (%)
雄 区	68.3±3.0	1.5±0.5*	27.0±5.4	52.6±4.2
去 勢 区	70.2±4.5	4.8±1.3*	28.3±3.9	53.1±2.8

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.01

4. 肥育期間中の飼養管理

肥育期間中の飼養管理状況を写真1, 2に示した。雄区では、競合や乗駕行動が多く観察され、体毛は粗剛で、体毛に尿を付けるため、汚れが目立っていた。去勢区では、乗駕行動は見られず、性質温厚で、群飼を容易にした。このことから、多頭飼育には除角や去勢が有効と考えられる。



写真1 雄区

体毛は粗剛で汚れ、体表面の凸凹が目立つ



写真2 去勢区

性質が温厚となり、体表面は円滑である

5. 肉質成績

食味・食感分析を表7に示した。食味分析において、水分・圧搾肉汁率は肉のジューシーさの指標となるが、両区に差はなかった。食感分析において、柔軟性が去勢区で有意差が確認された(P<0.05)。

表7 モモ肉の食味・食感分析

項目	雄 区	去 勢 区
水分 (%)	75.1±0.9	74.4±0.6
破断応力 (10 ⁴ gf/cm ²)	4.17±0.69	3.39±0.56
柔軟性	2.08±0.11*	2.78±2.82*
歯応え (10 ⁸ gf/cm ²)	1.70±0.33	1.75±0.33
脆さ	1.29±0.05	1.31±0.04
伸縮率 (%)	11.8±1.5	13.1±1.5
加圧保水力 (%)	77.8±3.0	79.5±3.0
圧搾肉汁率 (%)	34.6±2.1	35.2±2.3
加熱損失率 (%)	28.3±1.2	26.3±3.2

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.05

栄養成分を表8に示した。栄養成分分析では、エネルギーと脂質で去勢区が高い値を示したが、有意な差はなかった。鉄は雄区が高い値を示した (P<0.05)。

表8 モモ肉の栄養成分

項目	雄 区	去 勢 区
エネルギー (kcal/100g)	108.7±14.62	122.3±18.3
炭水化物 (g/100g)	0.3±0.37	1.1±0.7
たんぱく質 (g/100g)	21.1±1.66	20.3±1.8
灰分 (g/100g)	1.1±0.15	1.2±0.2
鉄 (mg/100g)	1.3±0.40*	1.2±0.2*
脂質 (g/100g)	2.6±2.16	4.1±2.4
コレステロール (mg/100g)	67.8±5.9	66.4±7.4
ビタミンB ₁ (mg/100g)	0.1±0.02	0.1±0.0

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.05

脂質・脂肪酸分析を表9に、脂肪酸組成を表9に示した。多価不飽和脂肪酸と ω 6系脂肪酸で雄区が去勢区に比較して有意に高かった (P<0.05)。また、オレイン酸は去勢区が有意に高く、リノール酸、アラキドン酸、 α -リノレン酸で雄区が優位に高い値を示した (P<0.05)。

表9 モモ肉の脂質・脂肪酸

項目	雄 区	去 勢 区
飽和脂肪酸 (%)	33.07±1.5	32.3±1.9
不飽和脂肪酸 (%)	63.58±1.2	64.6±2.1
一価不飽和脂肪酸 (%)	48.55±4.7	53.9±2.7
多価不飽和脂肪酸 (%)	15.03±5.4*	10.7±2.2*
ω 6系脂肪酸 (%)	14.16±5.2*	10.1±2.1*
ω 3系脂肪酸 (%)	0.87±0.3	0.7±0.2
総脂質 (g/100g)	2.59±1.0	3.1±0.6
融点 (°C)	33.06±5.4	28.7±5.4

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.05

表10 モモ肉の脂肪酸組成 (%)

項目	雄 区	去 勢 区
オレイン酸	42.5±4.46*	47.8±3.15*
リノール酸	9.0±3.41*	6.1±1.33*
アラキドン酸	4.9±1.82*	4.0±1.10*
αリノレン酸	0.1±0.11*	0.0±0.08*

注1) 平均値±標準偏差

2) *P<0.05

アミノ酸分析を表11に示した。雄区と去勢区との間に有意な差は見られなかった。

表11 モモ肉のアミノ酸分析 (mg/100g)

項目	雄 区	去 勢 区
タウリン	28.8±8.4	37.0±6.8
セリン	0.4±0.1	0.4±0.1
グルタミン酸	1.9±3.4	1.2±1.7
グリシン	10.9±1.0	8.7±3.4
カルノシン	18.1±18.1	36.1±14.4
イノシン酸	114.2±31.7	111.9±7.5
L-カルニチン	96.1±30.1	91.3±23.3

注) 平均値±標準偏差

低級脂肪酸含量を表12に示した。両区に有意差はないものの、去勢区で高い傾向が見られた。

表12 モモ肉の低級脂肪酸含量 (μg/g)

項目	雄 区	去 勢 区
プロピオン酸	0.35±0.35	0.46±0.41
イソ酪酸	0.47±0.19	0.64±0.17
酪酸	0.72±0.37	1.13±0.56
イソ吉草酸	0.34±0.22	0.42±0.25
吉草酸	0.10±0.03	0.13±0.03
カプロン酸	1.33±0.44	1.71±0.62
ヘプタン酸	0.10±0.02	0.13±0.02

注) 平均値±標準偏差

臭気分析における雄と去勢の比較では、去勢の低級脂肪酸含量が高い傾向が見られた。また、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ためにフィトールの分析を実施したが⁶⁾、どのサンプルからも検出限界値以下であった。臭気分析については、試料を水抽出後ヘッドスペースガス中の成分を固相マイクロ抽出法で濃縮しガスクロマトグラフ装置で標準添加法により定量したがフィトールが検出できなかったため、今後は他の分析手法を検討する必要がある。さらに、給与形態(乾草給与または青草給与)、サンプルの採材および保存などを考慮した検討も必要であると考えられる。

5) 去勢山羊肉の試食アンケート調査

去勢山羊肉の試食アンケート調査結果を図1, 2, 3, 4に示した。20代から60代の男女32名を対象に、焼肉用にスライスした去勢山羊肉の試食を実施した結果、32名中30名が美味しいと答え(図1)、29名中28名がにおいが弱いと答え(図2)、29名中24名が軟らかいとの回答を得た(図3)。また、山羊肉の嫌いな理由として、10名中8名がにおいをあげていた(図4)。このことから、山羊臭の軽減が消費拡大に一役を担うものと考えられる。

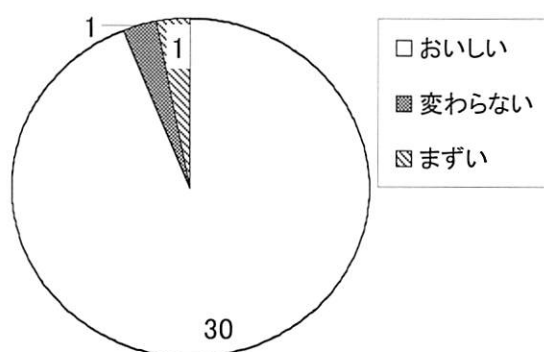


図1 おいしさ

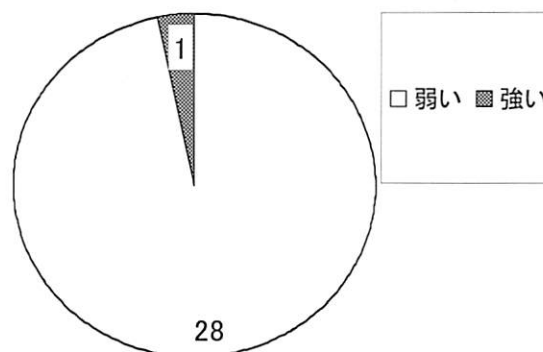


図2 去勢山羊肉のにおい

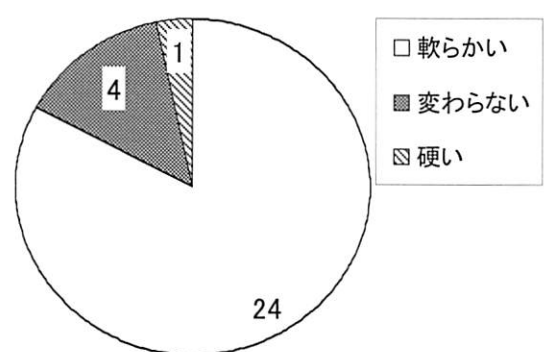


図3 去勢山羊肉の軟らかさ

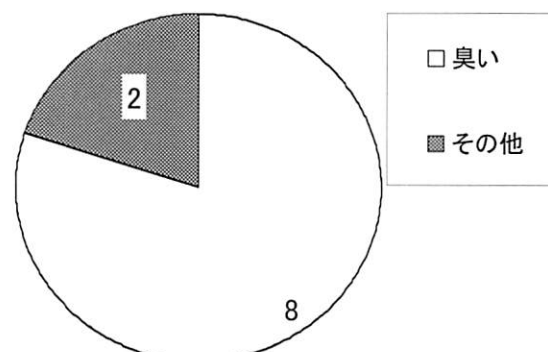


図4 山羊肉が嫌いな理由

以上の結果から、沖縄在来山羊の去勢肥育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。また、去勢は群飼を容易にするため、多頭飼育には有効な手段であることが明らかになった。

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。

V 引用文献

- 1) 藤井章・知念司・宮城正男・守川信夫 (2009) 肉用種山羊産肉性比較試験 (1), 沖縄畜研研報, 47, 37-44
- 2) 藤井章・宮城正男 (2010) 肉用種山羊産肉性比較試験 (2), 沖縄畜研研報, 48, 47-52
- 3) 三村耕・森田琢磨 (1990) 家畜管理学, 197-198, 養賢堂
- 4) 社団法人全国和牛登録協会 (2009) 和牛登録事務必携, 166-167, 全国和牛登録協会編
- 5) 藤田優 (2005) めん羊・山羊技術ハンドブック, 125, 社団法人畜産技術協会

亜熱帯における肉用山羊「ボア種」の精液性状

千葉好夫 野中克治 貝賀眞俊*

I 要 約

おきなわ山羊の改良増殖を図るため、肉用山羊「ボア種」雄 5 頭を用いて精液性状を検討した結果は次のとおりであった。

1. 台雌山羊に乗駕させて、通年の精液採取が可能であった。
2. 採取した精液は、白色クリーム状の無臭で、pH が平均 7.0 ± 0.2 、精液量は平均 1.4 ± 0.4 ml であった。
3. 1 回当たりの射出精子数は、平均 32 ± 0.8 億/ml で、凍結精液製造本数 (0.5ml) は、平均 45.2 ± 31.8 本であった。
4. 凍結前の精子活力は、平均 $73 \pm 3.9\%$ で、凍結融解後の活力は平均 $56 \pm 3.7\%$ であった。
5. 凍結融解後の活力が 35%+++以下の精液を廃棄とし、その廃棄率は平均 $14.8 \pm 10.5\%$ で、5 月が 11%、6 月が 58%、7 月が 42%と高い値を示した。また、個体によって差異が認められる傾向にあった。
6. 異常精子の発現率は、平均 $5.9 \pm 1.5\%$ であった。

以上のことから、肉用山羊「ボア種」の精液性状は良好で、本県の肉用山羊の改良増殖に貢献できることが明らかにされた。また、5 月から 7 月にかけて精液性状が悪化したことからこの時期の凍結精液製造は避けた方が望ましいことが示唆された。

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 2008 年度から「新たな山羊の振興活性化事業」を推進している。

本事業では、亜熱帯における凍結精液製造技術を確立し、本県肉用山羊の改良増殖を目的とした山羊の人工授精が開始されている。

肉用山羊「ボア種」の精液性状に関する文献が見当たらないことから、精液性状を把握し、凍結精液の品質向上に資するため、亜熱帯における肉用山羊「ボア種」の精液性状を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

2011 年 10 月から 2012 年 11 月に、沖縄県畜産研究センターにて実施した。

2. 供試材料

ニュージーランドから導入した肉用山羊「ボア種」雄 5 頭を用い、週 1 回程度の頻度で台雌山羊に乗駕させ、人工膾法による精液採取を実施し、精液 121 件を試験に供した。

3. 飼養管理

供試山羊は、山羊房 (1.75×3.5m) に単飼し、同一の飼養管理を行い、自由飲水とし、鉍塩を常備した。肉用牛繁殖用飼料 (TDN69%以上) を 100g/日給与し、10mm 程度に細断したチモシー乾草を飽食とした。また、ミネラル補充を目的としてトランスパーラ生草を 100g/日とビタミン剤の給与を行った。

4. 凍結精液の製造

凍結精液製造法は家畜人工授精講習会テキスト¹⁾ に準じて実施した。第 1 次希釈液には、卵黄クエン酸ソーダ液を用い、第 2 次希釈液は、第 1 次希釈液に 13%の割合でグリセリンを混合した。

5. 調査項目

1) 肉眼的検査

精液量、色調、臭気、集団的渦状運動 (雲霧状) およびスタンダード pH 試験紙 (6.4~8.4) を用いて PH 測定を実施した。

* 現沖縄県中央家畜保健衛生所

2) 顕微鏡的検査

37°Cに保温した精子活力検査板上に精液検体を滴下し、100~400倍の倍率で精子活力を検査した。精子活力の表示は、テキスト²⁾に準じて実施し、異常精子検査はカルボル・フクシン法³⁾で行った。

3) 精子数検査

精子数の算定は、マイクロセルカウンター（エルマ INC Pa2000）を用いて実施した。

4) 廃棄率 (%)

凍結融解後の活力検査により、35%+++以下を廃棄した比率である。

5) 気象統計情報

沖縄気象台より名護市の気象統計情報を参照した。

IV 結果および考察

1. 精液採取

通年の精液採取が可能であった。

2. 精液量, 色調, 臭気, pH

1) 精液量

山羊の精液量は0.5~1.5mlで、平均1.0mlであるが⁴⁾、ボア種の精液性状では0.5~2.4mlの範囲で、平均 1.4 ± 0.4 mlであった。

2) 色調・臭気

精子濃度の濃淡により差異はあるが、一般的に白色クリーム状を呈し、季節的变化は認められなかった。また、臭気は無臭であった（写真1）。

3) pH

山羊のpHは6.4~7.1で、平均6.8であるが⁴⁾、ボア種の精液性状では6.4~7.4の範囲で、平均 7.0 ± 0.2 であった。

3. 精子濃度・凍結精液製造本数

山羊の精子濃度は12~35億/mlで、平均20億/mlであるが⁴⁾、ボア種の精液性状では17~50億/mlの範囲で、平均 32 ± 0.8 億/mlとなり、ボア種の精子濃度は高い値を示した。凍結精液製造は、精子数1.5億/mlになるよう希釈し、0.5ml ストローに充填・封入して作成した。1頭当たりの凍結精液製造本数は5~200本の範囲で、平均 45.2 ± 31.8 本であった。



写真1 採取した山羊精液

採取量：1.4~2.0ml, pH：6.8~7.0, 色調：白色
クリーム状, 臭気：無臭

4. 精子の活力

凍結前の活力は、平均 $73 \pm 3.9\%$ で、凍結融解後の活力では $56 \pm 3.7\%$ であり、精液の合格基準⁵⁾である35%+++を上まわっていた。また、活力35%+++以下の凍結精液を廃棄としたが、その廃棄率は $14.8 \pm 10.5\%$ であり、廃棄された精液の凍結前活力は60%+++以下で、低い値を示した。

表 1 ボア種の精液性状

種畜No.	1	2	3	4	5	平均値
生年月日	2008/8/26	2008/9/13	2008/8/26	2008/10/3	2010/9/17	
精液量 (ml)	1.3±0.3	1.4±0.3	1.5±0.4	1.4±0.4	1.3±0.2	1.4±0.4
pH	6.9±0.2	7.1±0.2	7.1±0.2	7.0±0.3	6.9±0.2	7.0±0.2
精子数 (億/ml)	31±0.5	31±0.7	31±0.8	34±1.0	35±0.6	32±0.8
凍結精液製造本数※1	45.9±24.1	43.6±34.5	43.7±33.1	47.4±42.1	45.2±31.8	45.2±31.8
凍結前活力 (%) ※2	77±8.0	74±11.8	73±11.4	67±12.0	76±12.9	73±3.9
凍結融解後活力 (%) ※2	60±10.1	57±12.3	53±12.9	67±12.0	59±13.8	56±3.7
廃棄率 (%) ※3	6.3	6.7	8.7	23.5	28.6	14.8±10.5
異常精子 (%)	7.1	4.3	6.1	7.5	4.5	5.9±1.5

注 1) 1頭当たりの平均製造本数 (0.5ml)。

2) +++の活力を表示。

3) 活力 35%+++以下を廃棄精液とした。

5. 精液性状の季節的変動

凍結精液の廃棄率および気象統計情報⁶⁾を図1に示した。

凍結精液の廃棄率は5月に11%, 6月に58%, 7月に42%で、高かった。また、特定の個体が高い傾向にあった。廃棄率が高かった5月, 6月, 7月の平均気温および湿度は、それぞれ23.8℃, 80.0%, 26.8℃, 82.5%, 29.0℃, 78.5%であった。このことから、精液性状に温度、湿度が関与している可能性が示唆された。

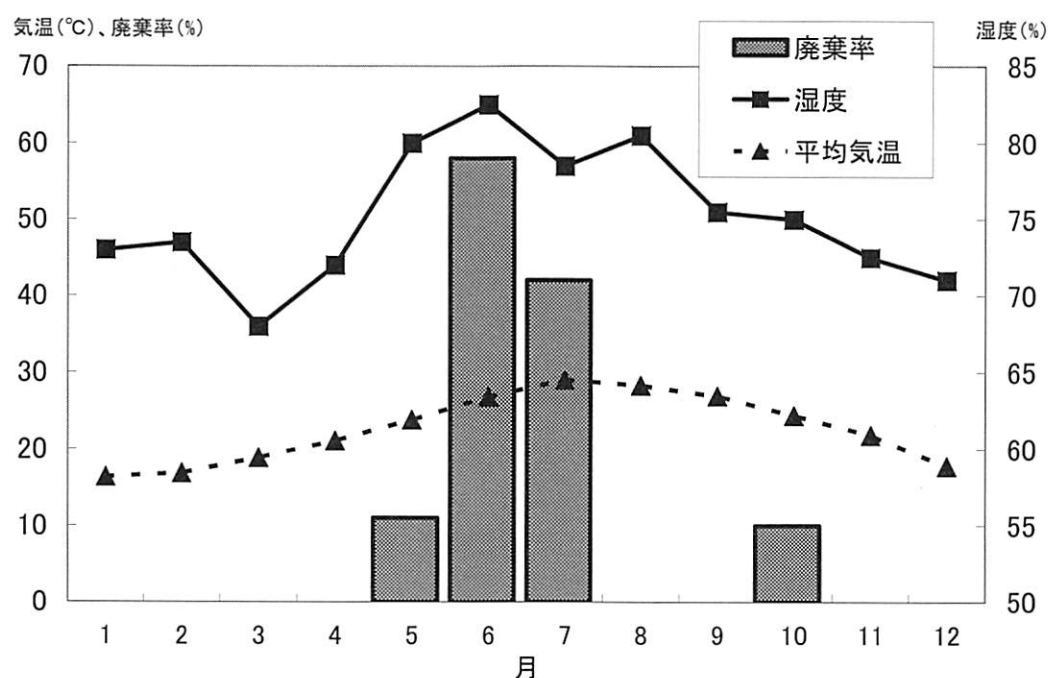


図 1 凍結精液廃棄率および気象統計情報

6. 異常精子

山羊における異常精子の平均出現率は22%⁷⁾といわれているが、本試験では、平均5.9±1.5%で、低い値を示した。異常精子の主体は、尾部湾曲や尾部折損で、頭部および頸部の異常は認められなかった。

V 引用文献

- 1) 社団法人日本家畜人工授精師協会 (2010) 家畜人工授精講習会テキスト (家畜人工授精編), 330-346
- 2) 社団法人日本家畜人工授精師協会 (2010) 家畜人工授精講習会テキスト (家畜人工授精編), 316
- 3) 社団法人日本家畜人工授精師協会 (2010) 家畜人工授精講習会テキスト (家畜人工授精編), 322
- 4) 独立行政法人家畜改良センター茨城牧場長野支場 (2011) 山羊の繁殖マニュアル, 16
- 5) 社団法人日本家畜人工授精師協会 (2010) 家畜人工授精講習会テキスト (家畜人工授精編), 330
- 6) 沖縄気象台 (2012) 気象統計情報, <http://www.jma-net.go.jp/okinawa/>, 2011年10月-2012年11月
- 7) 独立行政法人家畜改良センター茨城牧場長野支場 (2011) 山羊の繁殖マニュアル, 20

研究補助：宮里政人，仲村渠稔

職員一覽
(2013年3月31日現在)

所 長	守川 信夫
班 長 研究主幹 主 査 主 査 主 査 主 任 臨時的任用職員 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 農業技術補佐員	高江洲義晃 島袋 宏俊 知念 康正 新垣 明広 田場 和也 菊池真理絵 嘉陽 ミミ 玉城 照夫 仲宗根 正弘 照屋 剛 仲宗根 安利 久田 友美 宮里 政人 照屋 忠敏 玉本 博之 又吉 博樹 小波津 明彦 山城 一也 仲村渠 稔
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 研究員	森山 高広 運天 和彦 砂川 隆治 太野垣 陽一 稲福 政史 幸喜 香織 安里 直和
班 長 主任研究員 主任研究員 研究員 研究員 研究員	野中 克治 知念 司 千葉 好夫 當眞 嗣平 我那覇紀子 渡部 翔之

2012 年度（平成 24 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
編集委員	田場 和也
編集委員	太野垣 陽一
編集委員	稲福 政史
編集委員	安里 直和
編集委員	知念 司
編集委員	我那覇 紀子
編集委員	渡部 翔之

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 50 号

平成 25 年 6 月 1 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 沖縄県南風原町兼城 577

TEL 098-889-5513

FAX 098-889-5527
