
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53号

2015年度（平成27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 53 号

2015 年度（平成 27 年度）

目 次

大家畜分野

- 1 パインアップルジュース搾り粕給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響
..... 本田 祥嵩..... 1
- 2 和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2015 年度）
..... 細井 伸浩..... 7
- 3 和牛種雄牛現場後代検定成績（2015 年度）
（10）種雄牛「波福勝」「弓福花」「光北福」および「優里晴」の検定成績
..... 渡慶次 功..... 11

中家畜分野

- 4 沖縄アグー豚および一般豚の肉質分析値と官能評価の関係
..... 翁長 桃子..... 19
- 5 近交係数増加が沖縄アグー豚の繁殖成績に及ぼす影響
..... 當眞 嗣平..... 25
- 6 肉用種山羊産肉性比較試験
（7）山羊の肥育における粗タンパク質（CP）水準の検討
..... 千葉 好夫..... 29
- 7 ボア F1、ザーネン系および輸入山羊の肉質の比較
..... 千葉 好夫..... 33

飼料作物分野

- 8 早晚性の異なるイタリアンライグラスの品種比較試験
..... 幸喜 香織..... 37

パインアップルジュース搾り粕給与が 黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響

本田祥嵩 翁長桃子 安里直和 島袋宏俊

I 要 約

県産の農産副産物であるパインアップルジュース搾り粕（以下、パイン粕）について、粗飼料としての利用を検討するため、と畜出荷前の176日間、黒毛和種去勢牛にパイン粕を給与して肥育した区を試験区、パイン粕を給与せずに肥育した区を対照区として、肥育成績ならびに肉質の比較を行った結果、以下のとおりであった。

1. 1頭あたりの乾物（DM）摂取量、粗タンパク質（CP）摂取量および可消化養分総量（TDN）摂取量は試験区が対照区に比べ高かったものの、有意な差はみられなかった。
2. 試験開始時体重、試験終了時体重および1日あたりの増体量に有意な差はみられなかった。
3. 脂肪交雑基準（BMS No.）は対照区が7.5、試験区が7.3で有意な差はみられなかった。
4. 両区において、遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪酸組成、上昇融点および破断応力に有意な差はみられなかったが、剪断力価（対照区15.3、試験区10.7）に有意な差がみられた（ $p < 0.05$ ）。
5. 味覚センサーは、苦味雑味、旨味、渋味刺激の3項目が検出され、パイン粕を給与した牛肉は苦味雑味（苦味物質由来のコク）に識別可能な差がみられた。

これらのことより、今回の試験では、パイン粕が黒毛和種肥育牛の粗飼料の代替として利用可能であることが示唆された。また、肉質においてパイン粕を給与により食感が柔らかくなる可能性があると考えられたが、今後その要因について明らかにする必要がある。

II 緒 言

近年の飼料価格の高騰に伴う生産コストの上昇により肉用牛農家の経営圧迫が続く中、食品加工残さや未利用資源などの自給飼料を活用し、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行われている¹⁾。本県においては、シークワサーやパインアップル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出来る量が排出されている²⁾。

このことから本県では、県産牛肉の地域特産化および付加価値化が図られるように、2014年度から県産の農産副産物を給与して、沖縄県産ブランド牛肉を作出するシステムを構築する取り組みを行っている。翁長ら³⁾がシークワサー搾り粕を黒毛和種肥育牛に給与した結果、飼料摂取量が多くなり、オレイン酸含量が高くなる可能性があるとして報告した。

安里ら²⁾は、本県の亜熱帯気候を活かして生産された果実の食品加工残さの排出量を調査し、その栄養特性について分析を行った結果、パイン粕は年間750t排出されており、中性デタージェント繊維（NDF）、酸性デタージェント繊維（ADF）、リグニン（ADL）などの構造的炭水化物の割合がトランスバーラとほぼ同じ構成であったことを報告した。このことから、パイン粕は良質な繊維分を含み、肉用牛の粗飼料の代替として活用できると考えられる。

そこで本研究では、パイン粕の給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響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. 試験期間および試験場所

試験は2015年1月5日から2015年6月29日までの176日間、沖縄県畜産研究センターで実施した。

2. 供試牛および試験区分

供試牛の概要を表1に示した。平均22カ月齢の黒毛和種去勢牛8頭を用い、肥育牛後期用TMRおよびトランスパーラを給与した4頭を対照区、TMR中ならびにパイン粕を給与した4頭を試験区とした。

表1 供試牛の概要

区 分	牛No.	生年月日	開始時日齢	開始時体重	父
対照区	1	2013/1/26	709	604	琉 玄
	2	2013/3/11	665	591	琉 玄
	3	2013/3/11	665	580	琉 玄
	4	2013/3/20	656	572	琉 玄
平均±標準偏差			673.8±23.9	586.8±13.9	
試験区	5	2013/2/18	686	587	琉 玄
	6	2013/3/9	667	640	琉 玄
	7	2013/3/10	666	632	琉 玄
	8	2013/3/11	665	570	琉 玄
平均±標準偏差			671.0±10.0	607.3±34.1	

3. 飼料給与量および養分含量

パイン粕は4~5日間ハウス内で風乾したものを供試した。各飼料の養分含量を表2、給与飼料の配合割合および養分含量を表3に示した。

表2 各飼料の養分含量

単位：%DM

	パイン粕	TMR	トランスパーラ
DM	88.7	90.1	84.6
TDN	61.1	81.7	59.4
CP	6.6	14.3	5.9
NDF	69.0	17.1	72.4
ADF	31.8	7.9	39.7

注) ADF : 酸性デタージェント繊維

表3 給与飼料の配合割合および養分含量

飼料名	対照区	試験区
後期肥育用TMR	85.8 (%FM)	85.2 (%FM)
パイン粕	—	14.8 (%FM)
トランスパーラ	14.2 (%FM)	—
DM	89.3 (%DM)	89.9 (%DM)
CP	13.1 (%DM)	13.2 (%DM)
TDN	78.0 (%DM)	79.0 (%DM)
NDF	25.0 (%DM)	24.8 (%DM)

注) DM : 乾物, CP : 粗タンパク質, TDN : 可消化養分総量
NDF : 中性デタージェント繊維

4. 調査項目

1) 飼料摂取量

飼料給与翌朝に残飼を測定し、給与量と残飼量との差を飼料摂取量とした。

2) 体重

試験開始日および試験終了日に測定した。

3) 枝肉成績

沖縄県食肉センターでと畜解体後の枝肉について、日本食肉格付協会⁴⁾の格付成績を用いて比較した。

4) 肉質成績

-30℃で冷凍保存したロース肉を用いて、肉質分析および味覚センサーによる分析を行った。肉質分析の調査項目は、遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪酸組成、脂肪融点、破断応力および剪断力価とした。味覚センサーによる分析の調査項目は、酸味、苦味雑味、渋味刺激、旨味、塩味、苦味、渋味および旨味コクの8項目とした。検出された項目については、対照区の検出された数値を両区の数値から除することにより、対照区を0とした場合の試験区の相対値を算出した。上記分析は日本ハム株式会社中央研究所へ委託した。

5. 統計処理

味覚センサー以外は、t検定により両区間の比較を行った。

IV 結果

1. 飼料摂取量

1日1頭あたりの飼料摂取量と飼料要求率を表4に示した。DM摂取量は対照区が9.5 kg、試験区が10.0 kgであった。CP摂取量は対照区が1.24 kg、試験区が1.38 kgであった。TDN摂取量は対照区が7.37 kg、試験区が7.93 kgであった。両区間に有意な差は認められなかった。

	対照区	試験区
DM摂取量	9.50±0.4	10.00±6.7
CP摂取量	1.24±0.04	1.38±0.89
TDN摂取量	7.37±0.28	7.93±5.35
飼料要求率	19.0	17.9
TDN要求率	14.8	14.2

注) 平均値±標準偏差

2. 体重

体重測定値を表5に示した。試験終了時体重、試験期間の増体量および1日あたりの増体量は、対照区では674.0kg, 87.3kg, 0.49kg, 試験区では705.5 kg, 98.3kg, 0.56 kgであった。両区間に有意な差は認められなかった。

区分	開始時体重	終了時体重	試験期間の増体量	1日あたりの増体量
対照区	586.8±13.9	674.0±24.5	87.3±11.2	0.49±0.06
試験区	607.3±34.1	705.5±67.2	98.3±33.9	0.56±0.19

注) 平均値±標準偏差

3. 枝肉成績

枝肉成績を表6に示した。枝肉重量において、対照区より試験区が20.1 kg大きかったが、有意な差は認められなかった。ロース芯面積で対照区より試験区が1.8cm²大きく、ばらの厚さで対照区に比べ試験区が0.7 cm小さかったが、有意な差は認められなかった。BMS Noは対照区が7.5、試験区が7.3で有意な差は認められなかった。

表6 枝肉成績

項目		対照区		試験区	
枝肉重量	(kg)	422.0	± 11.9	442.1	± 41.4
ロース芯面積	(cm ²)	55.5	± 4.9	57.3	± 9.3
バラ厚	(cm)	7.7	± 0.8	7.0	± 0.3
皮下脂肪厚	(cm)	2.5	± 0.5	2.3	± 0.6
歩留基準値	(%)	74.2	± 1.2	74.0	± 1.2
BMS No.		7.5	± 1.9	7.3	± 1.2
BCS No.		3.5	± 0.5	3.3	± 0.5
縮まり		4.3	± 0.5	4.5	± 0.6
きめ		4.5	± 0.6	4.8	± 0.5
BFS No.		2.8	± 0.3	3.0	± 0.0
光沢と質		5.0	± 0.0	5.0	± 0.0

注) 平均値±標準偏差

4. 肉質成績

遊離アミノ酸の分析結果を表7に示した。メチオニンおよびトリプトファンについては、両区とも検出されなかった。両区に有意な差は認められなかった。

表7 遊離アミノ酸

項目	単位: mg/100g			
	対照区		試験区	
アスパラギン酸	5.5	± 1.0	5.3	± 1.7
スレオニン	2.5	± 0.6	3.0	± 1.4
セリン	4.3	± 1.0	4.3	± 1.9
アスパラギン	2.0	± 0.0	1.8	± 1.0
グルタミン酸	5.8	± 1.0	6.5	± 3.0
グルタミン	26.8	± 6.6	20.8	± 2.1
プロリン	2.5	± 0.6	2.7	± 1.6
グリシン	4.0	± 0.0	4.8	± 1.7
アラニン	21.8	± 3.0	21.8	± 8.4
バリン	4.3	± 1.0	4.0	± 1.4
メチオニン	—		—	
イソロイシン	2.5	± 0.6	3.0	± 0.8
ロイシン	3.0	± 0.8	2.8	± 1.0
チロシン	6.5	± 1.7	6.5	± 2.4
フェニルアラニン	4.0	± 1.2	4.0	± 1.4
ヒスチジン	4.0	± 1.2	3.3	± 1.3
リジン	5.0	± 0.8	5.0	± 2.7
トリプトファン	—		—	
アルギニン	5.5	± 0.6	6.8	± 4.1

注) 平均値±標準偏差

核酸系物質の分析結果を表8に示した。イノシン酸は対照区に比べ試験区が高い値を示した。旨味成分であるとされる⁵⁾ グアニル酸についても対照区に比べ試験区が高い値を示した。両区に有意な差は認められなかった。

表8 イノシン酸・グアニル酸

項目	単位: mg/100g			
	対照区		試験区	
イノシン酸	47.0	± 15.4	55.1	± 25.5
グアニル酸	1.4	± 0.2	1.7	± 0.3

注) 平均値±標準偏差

脂肪酸組成の分析結果を表9に示した。両区ともほぼ同じ値を示しており、有意な差は認められなかった。

表9 脂肪酸組成 単位：%

項目	対照区	試験区
ミリスチン酸 (C14 : 0)	2.5 ± 0.5	3.0 ± 0.9
ミリストレイン酸 (C14 : 1)	0.8 ± 0.2	1.0 ± 0.1
パルミチン酸 (C16 : 0)	27.5 ± 1.5	27.5 ± 2.5
パルミトレイン酸 (C16 : 1)	3.3 ± 0.8	3.9 ± 0.4
ステアリン酸 (C18 : 0)	12.5 ± 1.8	12.3 ± 1.2
オレイン酸 (C18 : 1)	49.4 ± 1.7	48.7 ± 5.1
リノール酸 (C18 : 2)	1.8 ± 0.3	1.6 ± 0.1
飽和脂肪酸	44.2 ± 9.0	44.1 ± 9.0
不飽和脂肪酸	55.8 ± 11.4	55.9 ± 11.6

注) 平均値±標準偏差

破断応力、剪断力価、脂肪融点の分析結果を表 11 に示した。破断応力、脂肪融点について両区に有意な差は認められなかったが、剪断力価は対照区が 15.3、試験区が 10.7 となり、試験区において有意に低くなった (p<0.05)。

表10 剪断力価・破断応力・脂肪融点

項目	対照区	試験区
破断応力 ($\times 10^6$ N/m ²)	2.6 ± 0.4	2.3 ± 0.6
剪断力価 (\times N/cm ²)	15.3 ± 1.6 ^a	10.7 ± 2.6 ^b
脂肪融点 (°C)	23.2 ± 4.7	25.1 ± 6.2

注) 平均値±標準偏差

a, b : 5%水準で有意差あり (p<0.05)

味覚センサー分析により検出された項目の相対値を図 1 に示した。味覚センサーで「味がある」とされるのは、酸味が-13 以上、塩味が-6 以上、その他の味が 0 以上であり⁵⁾、今回の分析では苦味雑味、旨味、渋味刺激が対照区において 3.32、1.36、9.3、試験区において 4.95、1.28、9.08 検出された。相対値が 1 違えば、人が味の違いとして識別できるとされ⁶⁾、苦味雑味に識別可能な差が認められた。

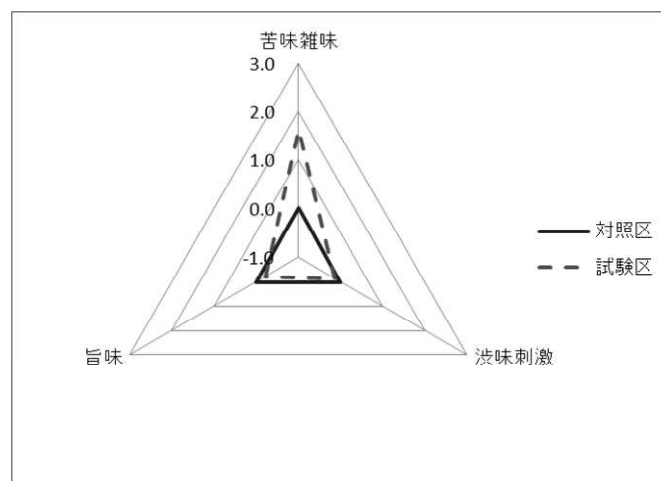


図 1 味覚センサー

V 考 察

1 頭当たりの飼料摂取量および 1 日当たりの増体量で、有意差はないものの試験区の値が対照区に比べてそれぞれ大きかったため、枝肉重量およびロース芯面積に差が現れたと考えられた。パイン粕をトップドレスで給与したところ、試験区の牛がそれを優先的に採食し、その後 TMR を採食していたことから、パイン粕に対する牛の嗜好性の高さがうかがえた。安里ら²⁾ はパイン粕の栄養成分はトランスパー

ラとほぼ同じであったと報告しており、本試験でトランスパーラの代替としてパイン粕を給与した結果、枝肉成績に悪影響を及ぼすことはみられなかったため、パイン粕は肥育牛の粗飼料として有効であることが示唆された。

肉質分析について、旨味成分として知られているグルタミン酸およびグアニル酸の分析値は試験区が対照区よりもわずかに高い値を示したものの、風味に関連があるとされる⁷⁾ オレイン酸は対照区とほぼ変わらない値を示しており、大きな差は見られなかった。このことから、パイン粕の給与によって旨味に関連する遊離アミノ酸、核酸系物質および脂肪酸組成に及ぼす影響は少ないと推察された。しかしながら、肉のやわらかさの指標となる剪断力価が試験区で有意に低くなった ($p < 0.05$)。剪断力価は肉をちぎる(剪断する)ときにかかる最大荷重のことをいい、食肉のやわらかさを示す指標となる⁸⁾。試験区の剪断力価が低かったことから、パイン粕を肥育牛に給与することで牛肉が柔らかくなることが示された。やわらかさの程度は、筋肉を構成する筋線維、筋線維を包む線維状の強靱なタンパク質結合組織、筋肉内脂肪(サシ)の3つに関連づける事ができる⁹⁾。

本試験でBMS No.および脂肪酸組成に差がみられなかったことから、筋線維の数と太さ、あるいは結合組織が牛肉のやわらかさに影響を及ぼしたものと考えられる。パインにはタンパク質分解酵素であるブロメラインを含んでいることが知られており、伊藤¹⁰⁾は果肉のタンパク質の約半分がブロメラインであることを報告している。しかしながら、パイン粕の給与によってタンパク質分解酵素が牛の筋線維あるいは結合組織のタンパク質を分解し、肉の食感を柔らかくするという報告は見当たらない。そのため、パイン粕給与が牛の生体に及ぼす影響について検討を行い、食感が柔らかくなった要因について検討の余地が残された。今回の試験ではロースを用いて肉質分析を行ったが、モモ肉など他の部位においても同様の分析を行う必要がある。また、味覚センサーにおいて、苦味雑味は「苦味由来のコク」と定義されており、低濃度であれば隠し味に相当すると言われている¹¹⁾ ことから、パイン粕を給与した牛肉は「苦い」のではなく「苦味物質由来のコクがある」と好評価できると考えられた。

今回のパイン粕はハウスで天日乾燥したものを給与したが、ブランド化を図るためには乾燥搾り粕をさらに生産する必要がある、搾り粕の乾燥施設などについても今後検討を行う必要がある。

VI 引用文献

- 1) 豊智行 (2012) オリーブ牛のブランド化, 国産牛肉産地ブランド化に関する事例調査報告IV・日本食肉消費総合センター, 31-35
- 2) 安里直和・砂川隆治・太野垣陽一・森山高広 (2013) 県産食肉ブランド強化に向けた県産果実加工残さの栄養特性, 沖縄畜研研報, 51, 41-47
- 3) 翁長桃子・安里直和・島袋宏俊 (2014) シークワサー搾り粕給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響, 沖縄畜研研報, 53, 1-9
- 4) 日本食肉格付協会 牛枝肉格付成績書
- 5) 黒須泰行, 岩黒大志 (2008) シイタケ中のグアニル酸に関する研究, 国際学院埼玉短期大学研究紀要, 29, 87-91
- 6) 財団法人 北海道科学技術総合振興センター (2010) 食品の味評価のための味覚センサ活用マニュアル (第3版), 36-65
- 7) Westerling, et. al (1979) Fatty Acid Composition of Bovine Lipids as Influenced by Diet, Sex and Anatomical Location and Relationship to Sensory Characteristics, *J Anim Sci*, 48, 1343-1348
- 8) 山田信一 (2012) 理化学特性と官能特性, 最新農業技術 畜産 Vol.4, 27-33
- 9) 柴伸弥 (2012) 牛肉のかたさ(食感)とその測定方法, 最新農業技術 畜産 Vol.4, 61-66
- 10) 伊藤三郎 (1980) 熱帯果実の特性と利用, 日本食品工業学会誌, 第27巻第6号, 311-322
- 11) 池崎秀和 (2013) 味覚センサーによる味の物差し創りと味の見える化, *JVRSJ* Vol.18, 93-97

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2015年度）

細井伸浩 渡慶次功 太野垣陽一* 島袋宏俊

I 緒 言

沖縄県畜産研究センターでは、種雄牛候補牛の産肉能力評価のため、和牛種雄牛産肉能力検定（直接検定法）を実施している。2014年から2015年までに検定を終了した種雄牛候補牛の成績について取りまとめたので報告する。

II 検定牛および検定方法

1. 検定牛

肉用牛群改良基地育成事業により生産された雄子牛から、産子調査により9頭を選抜した。その概要を表1に示した。検定牛の父と母方祖父の組み合わせは、糸桜系×気高系が3頭、糸桜系×糸桜系が1頭、気高系×糸桜系が1頭、気高系×田尻系が1頭、田尻系×糸桜系が1頭、田尻系×田尻系が1頭、田尻系×栄光系が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	永 福	2013. 11. 22	北 福 波	ゆ り く に	百 合 茂	北国7の8	八重瀬町
2	花 福 波	2014. 1. 23	北 福 波	しんの032	第1花国	平 茂 勝	宮古島市
3	安勝照重	2014. 1. 24	美津照重	やすかつひら2	安 平	忠 福	今帰仁村
4	北 見	2014. 4. 13	勝 忠 平	か れ ん	安 福 久	平 茂 勝	伊 江 村
5	北福百合	2014. 5. 11	北 福 波	ゆ り か つ	百 合 茂	平 茂 勝	竹 富 町
6	多 良 福	2014. 9. 6	安 福 久	り ぼ ん	金 幸	平 茂 勝	多良間村
7	金 寅	2014. 10. 18	北 福 波	か ね こ	平 茂 勝	金 幸	石 垣 市
8	玉 福 波	2014. 10. 26	北乃大福	の ぼ り	北 福 波	平 茂 勝	竹 富 町
9	朱 里	2014. 11. 21	百 合 茂	い ち も ん	北 福 波	平 茂 勝	伊 江 村

2. 検定方法

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

調査は増体量、発育、飼料摂取量、余剰飼料摂取量²⁾、体型について実施した。

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

*元沖縄県畜産研究センター

Ⅲ 検 定 成 績

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

各調査項目の平均値は、開始時日齢239日、開始時体重274.5kg、終了時体重403.1kg、180日補正体重214.8kg、365日補正体重420.0kg、DG1.15kgであった。DGについては北福百合の1.41kgが優れ、365日補正体重については朱里が492.2kgと優れていた。

9頭の平均値を2014年度の全国平均値³⁾と比較するとDGは0.05kg大きい。

また朱里は粗飼料摂取率が74%と高く、余剰飼料摂取量は濃厚飼料-164kg、粗飼料45kg、TDN-38kg、CP-10kgであった。

これらの検定牛のうち、2015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、2016年度現場後代検定実施牛として、北福百合（満太へ改名）、朱里（鬼百合へ改名）、北見（勝久平へ改名）、金寅を選抜した。

表2 検定成績(体重およびDG)

No.	名 号	開始時 日 齢	体 重 (kg)				DG (kg)		体高 (cm)	選 抜
			開始時	終了時	180日補正	365日補正	終了時	終了時		
1	永 福	256	314.0	432.0	229.7	428.9	1.05	121.2		
2	花 福 波	250	267.0	384.0	204.0	387.1	1.04	119.2		
3	安勝照重	249	254.0	379.0	192.9	383.5	1.12	124.6		
4	北 見	255	332.0	466.0	243.2	463.6	1.20	130.0	○	
5	北福百合	227	258.0	416.0	210.8	452.7	1.41	125.4	○	
6	多 良 福	255	265.0	375.0	200.9	373.0	0.98	122.4		
7	金 寅	213	241.0	385.0	208.3	436.6	1.29	124.0	○	
8	玉 福 波	205	194.5	312.0	174.4	362.4	1.05	121.4		
9	朱 里	242	345.0	479.0	268.9	492.2	1.20	129.2	○	
平 均 値		239	274.5	403.1	214.8	420.0	1.15	124.2		
標準偏差		19.4	47.7	51.3	28.4	45.4	0.14	3.6		
全国平均値		—	—	—	—	—	1.10	124.2		

注1) 全国平均値は2014年度（204頭）の平均値

2) ○は2016年度和牛種雄牛現場後代検定牛として選抜

表3 検定成績(飼料摂取量, 余剰飼料摂取量および体型評点)

No.	名号	粗飼料 摂取率(%)	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量(kg)				体型 評点	選抜
			TDN	CP	濃厚飼料	粗飼料	TDN	CP		
1	永 福	54	621	118	50	78	38	16	82.0	
2	花 福 波	55	529	100	-9	8	-11	4	79.7	
3	安勝 照 重	57	542	102	2	36	3	7	81.7	
4	北 見	54	571	109	-46	-40	-49	2	85.1	○
5	北 福 百 合	58	568	107	-24	14	-20	5	84.4	○
6	多 良 福	57	570	106	20	70	42	12	81.5	
7	金 寅	55	552	103	-12	-4	0	5	83.8	○
8	玉 福 波	49	445	85	-26	-70	-27	-1	80.4	
9	朱 里	74	593	99	-164	45	-38	-10	82.2	○
平均 値		57	555	103	-23	15	-7	4	82.3	
標準偏差		6.9	49.2	8.9	60	49	31	7	1.8	
全国平均値		—	—	—	-19.2	-0.4	0.6	-0.2	—	

注1) 全国平均値は2014年度(204頭)の平均値

2) ○は2016年度和牛種雄牛現場後代検定牛として選抜

3) 余剰飼料摂取量の算出方法は、以下のとおりである。

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

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

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

a: 各飼料における代謝体重の係数 b: 各飼料における増体量の係数

c: 他方の摂取量の係数 C: 定数

IV 引用文献

- 1) 公益社団法人全国和牛登録協会(2013)和牛登録事務必携, 61-69
- 2) 公益社団法人全国和牛登録協会(2015)和牛種雄牛産肉能力検定成績 直接法, 5-6
- 3) 公益社団法人全国和牛登録協会(2015)和牛種雄牛産肉能力検定成績 直接法, 4

検定補助：玉本博之

和牛種雄牛現場後代検定成績（2015年度）

(10)種雄牛「波福勝」「弓福花」「光北福」および「優里晴」の検定成績

渡慶次功 太野垣陽一* 細井伸浩 島袋宏俊

I 緒 言

沖縄県畜産研究センターでは、種雄牛の遺伝的能力を判定し、産肉性の向上を図る目的で和牛種雄牛現場後代検定（現場後代検定法）を実施している。そこで、2015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2010年度の直接検定¹⁾により選抜された波福勝（なみふくかつ）、弓福花（ゆみふくはな）、光北福（みつきたふく）および優里晴（ゆりはる）の4頭で、その概要は表1のとおりである。

検定方法は、全国和牛登録協会の和牛種雄牛現場後代検定法²⁾により実施した。現場後代検定法は、検定する雄牛についてその産子を15頭以上肥育し、通常出荷された現場枝肉情報を活用して、育種価評価を行う検定方法である。今回の検定材料牛は、波福勝が22頭（去勢15頭、雌7頭）、弓福花が19頭（去勢11頭、雌8頭）、光北福が18頭（去勢8頭、雌10頭）および優里晴が25頭（去勢14頭、雌11頭）の産子を用いて検定を行なった。

表1 検定種雄牛の概要

名 号	波福勝	弓福花	光北福	優里晴
登 録 番 号	黒 14684	黒 14685	黒原5331	黒原5357
生 年 月 日	2009. 4. 6	2009. 2. 28	2008. 12. 8	2009. 7. 4
審 査 得 点	84. 3	82. 3	83. 9	83. 6
産 地	沖 縄 市	宮古島市	宮古島市	今帰仁村
父	北 福 波	北 福 波	北 福 波	百 合 茂
母	よしか	はないろ	かつこ	はるき
母 方 祖 父	美 津 福	第 1 花 国	金 幸	晴 姫
母 方 曾 祖 父	平 茂 勝	高 栄	平 茂 勝	安 波 土 井

III 検 定 成 績

表2に育種価評価結果（期待枝肉成績³⁾）を示した。

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

波福勝の期待枝肉成績は、枝肉重量が437.0kg、ロース芯面積が58.1cm²、バラの厚さが7.4cm、皮下脂肪の厚さ（皮下脂肪厚）が1.7cm、歩留まり基準値（歩留基準値）が74.9および脂肪交雑が2.70であった。

弓福花の期待枝肉成績は、枝肉重量が413.5kg、ロース芯面積が50.2cm²、バラの厚さが6.7cm、皮下脂肪厚が2.3cm、歩留基準値が73.0および脂肪交雑が2.12であった。

光北福の期待枝肉成績は、枝肉重量が420.0kg、ロース芯面積が59.0cm²、バラの厚さが7.5cm、皮下

*元沖縄県畜産研究センター

脂肪厚が2.1cm, 歩留基準値が75.0および脂肪交雑が2.49であった。

優里晴の期待枝肉成績は, 枝肉重量が432.8kg, ロース芯面積が56.6cm², バラの厚さが7.5cm, 皮下脂肪厚が2.4cm, 歩留基準値が74.2および脂肪交雑が2.43であった。

沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において, 光北福が供用種雄牛として選抜された。

表2 育種価評価結果(期待枝肉成績)

種雄牛名	枝肉重量 (kg) (正確度)	ロース芯面積 (cm ²) (正確度)	バラの厚さ (cm) (正確度)	皮下脂肪厚 (cm) (正確度)	歩留基準値 (正確度)	脂肪交雑 (正確度)
波福勝	437.0 (0.90)	58.1 (0.90)	7.4 (0.88)	1.7 (0.91)	74.9 (0.91)	2.70 (0.91)
弓福花	413.5 (0.90)	50.2 (0.89)	6.7 (0.87)	2.3 (0.91)	73.0 (0.91)	2.12 (0.91)
光北福	420.0 (0.89)	59.0 (0.88)	7.5 (0.86)	2.1 (0.90)	75.0 (0.90)	2.49 (0.90)
優里晴	432.8 (0.91)	56.6 (0.91)	7.5 (0.89)	2.4 (0.92)	74.2 (0.92)	2.43 (0.92)

IV 引用文献

- 1) 砂川隆治・運天和彦・新田宗博(2010)和牛種雄牛産肉能力直接検定成績(2010年度), 沖縄畜研研報, 48, 13-14
- 2) 公益社団法人全国和牛登録協会(2013)和牛登録事務必携, 70-72, 179-181
- 3) 公益社団法人全国和牛登録協会(2016)和牛種雄牛産肉能力検定成績

検定補助: 仲程正巳, 仲村渠稔

付属資料

1. 波福勝

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	波福84	家波	むつ	晴勝	勝美	うめ5	安平波	幸波福	波隆4	ふくなみ	
血統	母の父	平勝美	家康福	第55平茂	晴姫	福美	平茂勝	安平	第5隼福	茂隆平	平勝美
	祖母の父	谷川	第55平茂	忠福	金鶴	北国7の3	神高福	北国7の	平茂勝	晴姫	忠茂9
と畜時月齢	27.8	27.2	27.5	27.7	29.1	27.6	28.9	28.8	28.8	30.8	
枝肉重量 (kg)	471.6	450.5	374.0	497.0	432.0	405.0	463.5	393.0	381.5	386.5	
ローズ芯面積 (cm ²)	54	57	54	53	44	56	59	56	44	57	
バラの厚さ (cm)	7.8	7.7	6.6	8.1	6.3	7.0	6.4	6.2	7.0	6.6	
皮下脂肪厚 (cm)	1.8	2.1	1.7	2.9	2.1	3.1	2.9	1.9	1.7	2.5	
歩留基準値	74.1	74.5	74.7	72.9	72.0	73.5	73.0	74.2	73.5	74.1	
脂肪交雑 (BMS No.)	6	4	4	4	6	4	6	6	3	7	
格付け	A-4	A-3	A-3	A-3	A-4	A-3	A-4	A-4	A-3	A-4	

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
名 号	波福	玉錦39	波藤99	なみひめ	すずもこ	奈花絵	なみ	波福空15	なみふかみ41	玉波福59	
血統	母の父	安茂勝	安平	藤平茂(事)	晴姫	第20平茂	紋次郎	勝安福3	茂隆平	勝海星	勝安福3
	祖母の父	福金	福桜(宮崎)	北国茂	平茂勝	忠福	中部6	平茂勝	安福165の9	平茂勝	北国7の8
と畜時月齢	28.5	28.9	28.7	31.5	31.5	28.3	30.8	28.5	31.1	28.4	
枝肉重量 (kg)	498.5	418.7	416.3	442.9	375.0	437.9	398.1	554.1	394.2	475.9	
ローズ芯面積 (cm ²)	62	62	59	52	61	53	50	66	57	58	
バラの厚さ (cm)	7.1	7.9	7.9	7.0	7.0	7.5	7.2	8.7	6.8	7.2	
皮下脂肪厚 (cm)	2.5	2.0	2.3	2.1	1.3	1.1	2.4	2.5	2.1	3.7	
歩留基準値	73.7	75.7	75.1	73.4	76.1	74.9	73.6	74.6	74.6	72.4	
脂肪交雑 (BMS No.)	5	8	9	6	8	9	7	8	5	8	
格付け	A-4	A-5	A-5	A-4	A-4	A-5	A-4	A-5	A-3	A-5	

番 号	21	22	
名 号	波清福27	光梅6	
血統	母の父	照溝	美津照
	祖母の父	糸福(大分)	北国7の8
と畜時月齢	28.2	28.0	
枝肉重量 (kg)	429.7	437.1	
ローズ芯面積 (cm ²)	50	53	
バラの厚さ (cm)	6.9	7.4	
皮下脂肪厚 (cm)	2.4	1.5	
歩留基準値	73.0	74.4	
脂肪交雑 (BMS No.)	6	6	
格付け	A-4	A-4	

番 号		平 均 値	
名 号			
血 統	母の父	去 勢	雌
	祖母の父	n = 15	n = 7
と畜時月齢		28.4 ± 0.3	30.1 ± 1.7
枝肉重量 (kg)		450.5 ± 49.3	396.5 ± 21.7
ローズ芯面積 (cm ²)		55.3 ± 6.2	55.3 ± 3.4
バラの厚さ (cm)		7.3 ± 0.6	6.9 ± 0.2
皮下脂肪厚 (cm)		2.2 ± 0.7	2.2 ± 0.5
歩留基準値		73.9 ± 1.0	74.3 ± 0.9
脂肪交雑 (BMS No.)		6.3 ± 1.8	5.9 ± 1.5
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			6	1 1	5	2 2
B						
C						
計			6	1 1	5	2 2

2. 弓福花

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		弓桜	ゆみこ	高花	綾芽	みき11	ふくはな	みやこ	弓福花守	松田	最短15
血 統	母の父	福桜(宮崎)	家康福	第6高平	茂波(事)	家康福	茂隆平	福栄	平茂勝	勝博	紋次郎
	祖母の父	糸福(大分)	第55平茂	家康福	金平茂	平茂勝	照美	平茂勝	安波土井	糸光	平茂勝
	と畜時月齢	27.4	27.3	27.5	25.5	27.5	29.6	29.0	28.6	28.6	28.6
	枝肉重量 (kg)	388.4	363.5	423.5	297.0	375.0	429.0	392.0	494.5	370.2	412.4
	ローズ芯面積 (cm ²)	49	50	39	36	54	53	54	56	47	48
	バラの厚さ (cm)	6.6	5.9	7.1	6.5	6.7	7.7	6.6	7.1	5.8	7.0
	皮下脂肪厚 (cm)	3.0	2.5	2.7	1.6	2.2	4.1	3.2	2.3	1.7	2.4
	歩留基準値	72.6	73.1	71.5	73.3	74.2	72.4	73.0	73.1	73.2	73.0
	脂肪交雑 (BMS No.)	5	3	4	4	2	5	6	4	5	4
	格付け	A-4	A-2	B-3	A-3	A-2	A-4	A-4	A-3	A-3	A-3

番 号		11	12	13	14	15	16	17	18	19
名 号		ゆみか	秀代7	ゆみ	福花	弓花勝	花美	ゆみふこ28	弓勝	ゆみ
血 統	母の父	美津福	福桜(宮崎)	安茂勝	平茂勝	平茂勝	平勝美	竹勝	勝海邦	谷平茂
	祖母の父	晴姫	糸秀	神高福	金鶴	中部6	糸竜	北国7の8	北国7の8	富士晴
	と畜時月齢	31.7	28.7	31.6	28.6	28.5	28.2	31.0	28.8	29.6
	枝肉重量 (kg)	443.9	426.0	451.1	392.9	484.8	384.5	475.9	620.5	327.0
	ローズ芯面積 (cm ²)	54	58	66	50	46	47	56	48	42
	バラの厚さ (cm)	7.1	6.8	6.6	6.7	7.2	5.7	7.9	8.5	5.7
	皮下脂肪厚 (cm)	2.6	2.2	2.5	1.6	3.7	2.0	4.7	4.0	2.6
	歩留基準値	73.2	74.2	74.5	74.0	70.8	72.7	71.8	69.9	72.3
	脂肪交雑 (BMS No.)	8	4	8	9	4	4	8	8	3
	格付け	A-5	A-3	A-4	A-5	B-3	A-3	B-5	B-5	A-3

番 号	平均値	
名 号		
血 統	去 勢	雌
	n = 11	n = 8
	と畜時月齢	
	28.1 ± 0.9	29.7 ± 1.6
	枝肉重量 (kg)	
	426.8 ± 79.9	407.2 ± 47.5
	ローズ芯面積 (cm ²)	
	47.6 ± 6.0	53.6 ± 6.2
	バラの厚さ (cm)	
	6.8 ± 0.7	6.8 ± 0.7
	皮下脂肪厚 (cm)	
	2.5 ± 0.8	3.1 ± 0.8
	歩留基準値	
	72.6 ± 1.3	73.1 ± 0.9
	脂肪交雑 (BMS No.)	
	5.0 ± 1.7	5.4 ± 2.3
	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		2	7	4	2	15
B			2		2	4
C						
計		2	9	4	4	19

3. 光北福

1) 現場後代検定終了成績一覧

番 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名 号	近北	谷光福	みつふく	光茂	光福	光糸	福海	糸北福	ひみこ	光茂
血統	母の父 晴姫	北天山	安福165の9	安茂勝	福栄	糸福(鹿)	勝海邦	安福栄	平茂勝	平茂勝
	祖母の父 福栄	谷水	隆桜	北国7の8	静	神高福	勝海邦	糸富士	北国7の8	紋次郎
と畜時月齢	27.5	28.3	30.1	28.9	28.7	28.6	28.3	28.9	28.9	28.2
枝肉重量 (kg)	448.0	452.0	473.0	420.0	450.5	549.0	471.6	369.0	382.5	515.5
ロース芯面積 (cm ²)	53	59	64	55	53	69	59	51	62	49
バラの厚さ (cm)	7.4	7.4	9.2	7.5	7.3	9.4	8.5	6.2	8.1	8.3
皮下脂肪厚 (cm)	2.5	3.1	2.9	3.4	2.2	2.5	2.7	2.2	3.0	3.2
歩留基準値	73.7	73.6	75.3	73.2	73.6	75.6	74.4	73.6	75.4	72.0
脂肪交雑 (BMS No.)	5	5	5	6	7	7	8	4	6	5
格付け	A-4	A-4	A-4	A-4	A-4	A-4	A-5	A-3	A-4	A-4

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18
名 号	ひが	みつかつふく97	ふくさつき	きたひめ	いずみ	あいこ	よしこ	みつさくら
血統	母の父 勝海星	勝海邦	晴姫	安茂勝	福栄	美津神	安福勝	美津福
	祖母の父 姫桜	安福165の9	北国7の8	紋次郎	神高福	糸富士	第6栄	平茂勝
と畜時月齢	31.0	31.1	29.0	31.3	31.5	31.1	31.1	31.0
枝肉重量 (kg)	425.8	424.1	364.0	406.0	426.8	435.1	387.6	377.1
ロース芯面積 (cm ²)	43	48	44	52	76	57	60	68
バラの厚さ (cm)	6.0	6.8	6.5	7.5	7.7	7.4	7.6	7.8
皮下脂肪厚 (cm)	3.0	4.0	3.7	1.8	1.9	2.7	2.6	1.8
歩留基準値	70.9	71.3	71.6	74.5	77.4	73.9	75.1	77.1
脂肪交雑 (BMS No.)	4	5	3	8	10	6	7	8
格付け	B-2	B-4	B-3	A-5	A-5	A-4	A-4	A-5

番 号	平均 値	
名 号		
血統	去 勢	雌
	n = 8	n = 10
と畜時月齢	28.4 ± 0.4	30.6 ± 0.9
枝肉重量 (kg)	459.5 ± 51.6	410.2 ± 31.3
ロース芯面積 (cm ²)	56.0 ± 5.9	57.4 ± 10.2
バラの厚さ (cm)	7.8 ± 0.9	7.5 ± 0.8
皮下脂肪厚 (cm)	2.7 ± 0.4	2.7 ± 0.7
歩留基準値	73.7 ± 1.0	74.3 ± 2.2
脂肪交雑 (BMS No.)	5.9 ± 1.3	6.2 ± 2.0
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			1	10	4	15
B		1	1	1		3
C						
計		1	2	11	4	18

4. 優里晴

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	大雅	姫里	すず	くれよん	広晴	優里	とうんがら	佐倉	優里栄	松秀
血 統	母の父 北国7の8	勝忠平	福栄	北福波	第6高平	糸幸福	北福波	金幸	福栄	勝海邦
	祖母の父 神高福	安金	隆桜	金秀土井	安平	神高福	平茂勝	平茂勝	北国7の8	北国7の8
と畜時月齢	28.4	27.0	27.6	27.7	27.7	28.6	31.3	29.0	29.0	28.5
枝肉重量 (kg)	482.1	423.5	440.0	406.0	447.5	421.0	466.8	393.4	459.8	395.6
ローズ芯面積 (cm ²)	57	58	52	53	58	51	79	48	49	50
バラの厚さ (cm)	8.5	7.6	7.8	7.8	7.0	6.9	8.0	6.9	6.9	6.4
皮下脂肪厚 (cm)	3.6	2.7	3.7	3.6	2.7	2.2	4.1	1.7	3.4	3.0
歩留基準値	73.2	74.3	72.5	73.2	73.6	73.5	75.5	73.8	71.7	72.6
脂肪交雑 (BMS No.)	8	7	5	6	3	4	9	6	5	7
格付け	A-5	A-4	A-4	A-4	A-3	A-3	A-5	A-4	B-4	A-4

番 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
名 号	百合秀	ちさ	隆晴	絹也	福太郎	仁晴	ゆりかめ32	ゆりまち34	優牧19	優里
血 統	母の父 谷秀	晴姫	第6高平	福栄	福栄	北仁	北福波	北福波	勝海邦	平茂勝
	祖母の父 谷水	北国7の8	安福(岐阜)	北国7の3	平茂勝	美津福	神高福	平茂勝	神高福	次郎桜
と畜時月齢	28.9	28.3	27.3	27.2	28.6	28.2	30.8	30.8	28.0	29.0
枝肉重量 (kg)	426.0	398.5	422.0	397.0	422.5	450.9	390.3	409.5	440.4	399.0
ローズ芯面積 (cm ²)	57	52	48	52	51	61	55	49	46	47
バラの厚さ (cm)	7.8	7.9	7.1	6.1	7.3	7.0	7.8	8.0	7.3	6.7
皮下脂肪厚 (cm)	1.9	3.0	2.6	2.3	3.2	1.9	3.3	3.1	1.8	3.2
歩留基準値	75.0	73.8	72.8	73.3	72.8	74.6	73.9	73.2	73.1	72.2
脂肪交雑 (BMS No.)	4	3	4	3	4	6	6	8	6	3
格付け	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-4	A-4	A-5	A-4	A-3

番 号	21	22	23	24	25	平均 値	
名 号	ゆり	かつゆり	しげみ	ゆうり	あいみ		
血 統	母の父 美津照	勝忠平	茂重桜	北福波	北福波	去 勢	雌
	祖母の父 晴姫	上福	賢深	平茂勝	晴姫	n = 14	n = 11
と畜時月齢	31.7	31.6	31.4	31.3	31.5	28.2 ± 0.7	30.4 ± 1.5
枝肉重量 (kg)	382.2	470.8	361.2	373.6	364.9	427.2 ± 25.6	405.8 ± 36.5
ローズ芯面積 (cm ²)	49	72	58	64	57	52.4 ± 4.7	58.2 ± 9.3
バラの厚さ (cm)	6.1	7.4	7.0	7.1	6.7	7.1 ± 0.6	7.4 ± 0.6
皮下脂肪厚 (cm)	3.0	2.7	2.0	1.9	3.1	2.6 ± 0.6	3.0 ± 0.6
歩留基準値	72.4	75.4	75.3	76.1	73.9	73.3 ± 0.9	74.1 ± 1.2
脂肪交雑 (BMS No.)	7	11	6	10	9	5.0 ± 1.6	7.3 ± 2.3
格付け	A-4	A-5	A-3	A-5	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			9	9	6	24
B				1		1
C						
計			9	10	6	25

沖縄アグー豚および一般豚の肉質分析値と官能評価の関係

翁長桃子 桃原紀子* 當眞嗣平 野中克治

I 要 約

沖縄アグー豚（アグー）の肉質の特徴を明らかにするため、アグーおよび一般豚の肉質分析と官能評価を行い、おいしさに影響を及ぼす要因について検討した。その結果、肉質分析でアグーは一般豚と比較して筋肉内脂肪含量が高く、パルミトレイン酸やオレイン酸の割合が高く、リノール酸の割合が低かった。官能評価の結果、赤身肉の「味」および「総合評価」と、脂身の「香り」はともにアグーの評価が有意に高かった。肉質分析値と官能評価項目の相関より、赤身肉の「味」「やわらかさ」「総合評価」と筋肉内脂肪含量との間に有意な正の相関が認められた。また、脂身の「香り」はパルミトレイン酸およびオレイン酸と有意な正の相関、リノール酸および α -リノレン酸と有意な負の相関が認められた。肉質分析および官能評価により、アグーは一般豚よりもおいしさに関する評価が高いと考えられる。

II 緒 言

アグーは沖縄県だけに存在し、アグーを活用したアグーブランド豚は県外や香港に輸出されるなど需要が高まっており、おきなわブランドにとって重要な位置を占めている。大城ら¹⁾や我那覇ら²⁾は、アグーは三元交雑豚（LWD）と比較して筋肉内脂肪含量が高いことや、オレイン酸含量が高くリノール酸および α -リノレン酸含量が低いなど肉質が優れていることを報告している。大城ら¹⁾はアグーとLWDの官能評価を行っているが、脂肪酸組成を含めた肉質分析と官能評価の関係は考察されていない。また、脂肪酸組成を考慮したアグーの官能評価に関しての報告は少ない¹⁾。そこで本研究では、アグーおよび一般豚の肉質の違いによるおいしさを明らかにするため、肉質分析と官能評価を行い、その関係を調査した。

III 材料および方法

1. 供試材料

当センターで肥育したアグー4頭の豚肉および食肉卸業者から購入した一般豚3頭の豚肉を用いた。当センターで肥育したアグーは、同一飼料を給与し平均体重110kg前後でと畜した。それらの10~13胸椎部から胸最長筋と皮下内層脂肪を採取し、肉質分析および官能評価を行うまで-30℃で冷凍保存した。

2. 調査方法

1) 肉質分析

胸最長筋は水分含量、筋肉内脂肪含量、伸展率、加圧保水性、圧搾肉汁率および加熱損失を分析し、皮下内層脂肪は脂肪融点および脂肪酸組成を分析した。水分含量、筋肉内脂肪含量、伸展率、加圧保水性、圧搾肉汁率、加熱損失および脂肪融点の測定は、常法³⁾に準じた。脂肪酸の抽出はFolchの方法⁴⁾で行い、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）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。

2) 官能評価

供試豚の胸最長筋を厚さ5mmにスライスした後、赤身肉の部分と脂身の部分に分けた（写真1,2）。200℃のホットプレートで片面を20秒程度焼いてピペットで1%食塩水20 μ lをかけた後、裏返して焼き色がつくまで焼き、パンナーに提供した。パンナーは当センター職員の20~60代の男女21人で、つりあい型不完備ブロック計画（BIB）^{5,6)}により赤身肉の「香り」「味」「やわらかさ」「総合評価」、脂身の「香り」「味」「総合評価」について評点法の5段階評価を行った。評価は「良い」「やや良い」「ふつう」「やや悪い」「悪い」で、それぞれ5点、4点、3点、2点、1点の評点とした。

*現沖縄県八重山家畜保健衛生所

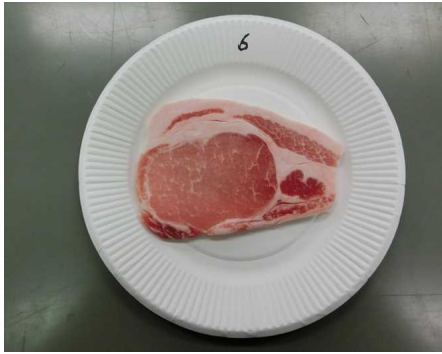


写真1 スライスした胸最長筋

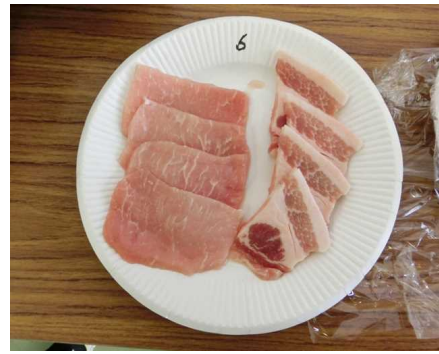


写真2 赤身肉（左）と脂身（右）

3. 統計処理

官能評価は分散分析を行い、サンプル間で差が認められたものは、Tukey法（サンプル間）、シェフェ法（品種間）により平均値比較を行った。

IV 結果

1. 胸最長筋の理化学的性状

胸最長筋の理化学的性状を表1に示した。アグーは一般豚よりも筋肉内脂肪含量, 伸展率, 加圧保水性および圧搾肉汁率が高く, 加熱損失が低かった。

表1 胸最長筋の理化学的性状

	アグー				一般豚			
	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
水分含量 (%)	72.8 ±	1.2	73.7	70.8	72.7 ±	0.7	73.3	71.8
筋肉内脂肪含量 (%)	4.5 ±	1.9	7.3	2.1	3.6 ±	1.3	5.4	2.7
伸展率 (cm ² /g)	17.4 ±	1.2	18.7	16.2	12.7 ±	1.2	14.2	11.3
加圧保水性 (%)	81.4 ±	2.2	85.1	79.4	78.4 ±	2.5	81.2	75.1
圧搾肉汁率 (%)	48.9 ±	1.6	51.1	46.7	33.0 ±	2.4	36.4	31.0
加熱損失 (%)	21.9 ±	2.0	24.9	19.2	33.4 ±	1.1	34.6	31.9

2. 皮下内層脂肪の融点および脂肪酸組成

皮下内層脂肪の融点および脂肪酸組成を表2に示した。アグーは一般豚よりも脂肪融点やパルミチン酸, ステアリン酸, リノール酸および α -リノレン酸の割合が低かった。また, アグーは一般豚よりもパルミトレイン酸やオレイン酸といった一価不飽和脂肪酸の割合が高かった。

表2 皮下内層脂肪の融点および脂肪酸組成

	アグー				一般豚			
	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
脂肪融点 (°C)	36.7 ±	3.7	41.6	31.4	40.0 ±	0.5	40.4	39.2
ミリスチン酸 (C14:0) (%)	1.8 ±	0.2	1.9	1.5	1.8 ±	0.2	2.0	1.6
パルミチン酸 (C16:0) (%)	31.3 ±	1.9	32.7	28.1	33.0 ±	0.8	33.6	31.9
パルミトレイン酸 (C16:1) (%)	3.4 ±	0.4	3.7	2.7	2.5 ±	0.2	2.8	2.4
ステアリン酸 (C18:0) (%)	15.4 ±	2.2	19.1	13.6	16.1 ±	0.5	16.8	15.7
オレイン酸 (C18:1) (%)	41.9 ±	1.3	43.4	40.2	37.4 ±	0.6	38.0	36.5
リノール酸 (C18:2) (%)	6.0 ±	0.7	6.5	4.9	8.5 ±	0.9	9.5	7.3
α -リノレン酸 (C18:3) (%)	0.3 ±	0.0	0.4	0.3	0.7 ±	0.1	0.7	0.6
飽和脂肪酸 (%)	48.4 ±	0.9	49.5	46.9	50.9 ±	1.2	52.2	49.3
不飽和脂肪酸 (%)	51.6 ±	0.9	53.1	50.5	49.1 ±	1.2	50.7	47.8
一価不飽和脂肪酸 (%)	45.3 ±	1.0	46.3	43.8	39.9 ±	0.5	40.5	39.3
多価不飽和脂肪酸 (%)	6.3 ±	0.7	6.9	5.1	9.2 ±	1.0	10.2	7.8

3. 官能評価

サンプル肉間およびパネラー間の分散分析を表3に示した。赤身肉においては「味」および「総合評価」に、脂身においては「香り」に、アグーと一般豚の間に有意な差が認められた。脂身においては「味」に、パネラーの間に有意な差が認められた。

表3 サンプル肉間およびパネラー間の分散分析

	赤身肉				脂身		
	香り	味	やわらかさ	総合評価	香り	味	総合評価
サンプル肉	ns	*	ns	*	*	ns	ns
パネラー	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns

注) ns : 有意差なし, * : p<0.05

赤身肉の官能評価の結果を表4に示した。すべての項目でアグーの平均値が一般豚より高く「味」および「総合評価」において有意な差が認められた。しかし、アグー間において一般豚よりも低い評価の個体も見られた。

表4 赤身肉の官能評価の結果

単位：点

項目	アグー				一般豚		
	アグー1	アグー2	アグー3	アグー4	一般豚1	一般豚2	一般豚3
香り	3.7	3.4	4.1	4.1	2.4	3.4	3.7
平均	3.9				3.2		
味	4.2 ^a	2.8 ^{ab}	4.4 ^a	4.4 ^a	2.2 ^b	3.5 ^{ab}	4.1 ^{ab}
平均	3.9 [*]				3.3		
やわらかさ	4.0	2.4	3.8	4.5	2.8	3.0	3.2
平均	3.7				3.0		
総合評価	4.2 ^{ab}	2.8 ^{ab}	4.2 ^{ab}	4.5 ^a	2.7 ^b	3.1 ^{ab}	4.1 ^{ab}
平均	4.0 [*]				3.3		

注1) 同行内の異符号間に有意差あり (p<0.05)

2) * : p<0.05

脂身の官能評価の結果を表5に示した。脂身においてもアグーの平均値が一般豚より高く、「香り」において、有意な差が認められた。

表5 脂身の官能評価の結果

単位：点

項目	アグー				一般豚		
	アグー1	アグー2	アグー3	アグー4	一般豚1	一般豚2	一般豚3
香り	4.3	4.2	4.3	4.2	2.8	3.5	3.0
平均	4.3 [*]				3.1		
味	4.3	3.9	4.1	3.3	2.7	4.0	3.7
平均	3.9				3.5		
総合評価	4.2	3.9	4.2	3.7	2.9	4.0	3.3
平均	4.0				3.4		

注) * : p<0.05

4. 肉質分析値と官能評価項目の相関

赤身肉の肉質分析値と官能評価項目の相関を表6に示した。赤身肉の「味」「やわらかさ」「総合評価」と筋肉内脂肪含量との間に有意な正の相関が認められた。

表6 赤身肉の肉質分析値と官能評価項目の相関

	香り	味	やわらかさ	総合評価
水分含量	-0.39	-0.48	-0.62	-0.60
筋肉内脂肪含量	0.66	0.76 *	0.87 *	0.88 **
伸展率	0.39	0.31	0.46	0.36
加圧保水性	0.08	0.02	0.20	0.03
圧搾肉汁率	0.57	0.35	0.33	0.32
加熱損失	-0.41	-0.19	-0.23	-0.22

注) *: p<0.05, **: p<0.01

脂身の肉質分析値と官能評価項目の相関を表7に示した。脂身の「香り」はパルミトレイン酸およびオレイン酸と有意な正の相関、リノール酸および α -リノレン酸と有意な負の相関が認められた。

表7 脂身の肉質分析値と官能評価項目の相関

	香り	味	総合評価
脂肪融点	-0.42	0.23	-0.10
ミリスチン酸	0.06	0.18	0.24
パルミチン酸	-0.43	-0.17	-0.29
パルミトレイン酸	0.78 *	0.27	0.54
ステアリン酸	-0.17	0.05	-0.04
オレイン酸	0.82 *	0.40	0.54
リノール酸	-0.84 *	-0.60	-0.66
α -リノレン酸	-0.93 **	-0.52	-0.68
飽和脂肪酸	-0.63	-0.10	-0.32
不飽和脂肪酸	0.63	0.10	0.32
一価不飽和脂肪酸	0.87 *	0.41	0.58
多価不飽和脂肪酸	-0.86 *	-0.59	-0.66

注) *: p<0.05, **: p<0.01

5. 赤身肉の官能評価項目間の相関

赤身肉の官能評価項目間の相関を表8に示した。「香り」と「味」の間に有意な正の相関が認められた。また、「味」と「やわらかさ」の間に有意な正の相関が認められた。「総合評価」は、その他の項目と有意な正の相関が認められた。

表8 赤身肉の官能評価項目間の相関

	香り	味	やわらかさ
味	0.92 **		
やわらかさ	0.69	0.82 *	
総合評価	0.85 *	0.95 **	0.91 **

注) *: p<0.05, **: p<0.01

V 考 察

肉質分析において、アグーの胸最長筋の理化学的性状は一般豚より筋肉内脂肪含量、加圧保水性および圧搾肉汁率が高く、加熱損失が低かった。また、アグーの皮下内層脂肪の脂肪酸組成は一般豚と比較して、パルミトレイン酸およびオレイン酸の割合が高く、リノール酸および α -リノレン酸の割合が低かった。これらは我那覇ら^{2,7)}の報告と同様な傾向を示していた。

官能評価において、赤身肉の「総合評価」と「香り」「味」および「やわらかさ」は相関が高く、重要な

要因と考えられた。特に、筋肉内脂肪含量は赤身肉の「味」および「やわらかさ」と高い相関が認められた。このことから、赤身肉の評価は筋肉内脂肪含量の影響が大きいことが示唆された。脂身の「香り」はパルミトリン酸およびオレイン酸と有意な正の相関、リノール酸および α -リノレン酸と有意な負の相関が認められたことから、これらの不飽和脂肪酸は脂身の「香り」に及ぼす影響が大きいことが示唆された。木全ら⁸⁾は官能評価において「香り」の評価は、脂肪酸組成のうちオレイン酸と正の相関、リノール酸および α -リノレン酸と負の相関が認められ、風味への影響が大きいことを報告している。また、Davidら⁹⁾はオレイン酸が「風味」の評価と有意な正の相関を示したことを報告している。

今回の官能評価において、アグーは一般豚と比較して赤身肉の「味」および「総合評価」や、脂身の「香り」といったおいしさに関する評価が高いと考えられた。

今回の試験では、赤身肉と脂身を個別に評価するため、胸最長筋を赤身肉と脂身に分けた。赤身肉と脂身に分けることでそれぞれの評価に及ぼす要因を探ることが出来た。通常、豚肉は赤身肉と脂身を同時に食しているため、今後は脂肪を付けた状態の胸最長筋で官能評価を行う必要がある。また、肉の味や評価には遊離アミノ酸も影響するとされており¹⁰⁾検討が必要である。現在流通しているアグーブランド豚はアグーと他品種との交雑種であるため、アグーブランド豚(F1)でも肉質分析や官能評価を行い比較する必要がある。

VI 引用文献

- 1) 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評価, 沖縄畜試研報, **41**, 71-78
- 2) 我那覇紀子・知念司・眞嗣平・渡部翔之・野中克治(2012)琉球在来豚(アグー)と他品種の脂肪酸組成の比較, 沖縄畜研研報, **50**, 25-27
- 3) 齋藤薫・奥村寿章・曾和拓・佐久間弘典・山田真一(2010)食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル, 独立行政法人家畜改良センター
- 4) 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
- 5) 吉田実(1995)畜産を中心とする実験計画法, 220-233, 養賢堂
- 6) 古川秀子(2012)おいしさを測るー食品官能検査の実際ー, 43-49, 幸書房
- 7) 我那覇紀子・眞嗣平・安里直和・野中克治(2014)沖縄アグー豚(アグー)と三元交雑豚の肉質分析の比較, 沖縄畜研研報, **52**, 23-25
- 8) 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, 日本養豚学会誌, **38**, 45-51
- 9) David B. Westerling・H. B. Hedrick(1979)Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics, *JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE*, **48**, 1343-1348
- 10) 奥村朋之・犬塚雄介・西村敏英・荒井綜一(1996)豚肉の長期熟成による官能的及び理化学的变化, 日本畜産学会報, **67**, 360-367

近交係数増加が沖縄アグー豚の繁殖成績に及ぼす影響

當眞嗣平 親泊元治 翁長桃子
嘉数良子 野中克治

I 要 約

沖縄アグー豚（アグー）において、近交係数の増加が繁殖成績に及ぼす影響を調査するとともに近交度の上昇を抑制するための交配法を検討した。アグーの総産子数、生存産子数、離乳頭数はそれぞれ、4.8頭、4.1頭および3.3頭であった。死産頭数、黒子数および生時生存率はそれぞれ0.7頭、0.4頭および85.5%であった。近交係数は父、母および子豚がそれぞれ9.7%、7.9%、12.1%であり最大値は33.9%であった。母豚の近交係数が10%増加すると、総産子数と黒子数がそれぞれ0.6頭の減少、0.4頭の増加が認められた。子豚の近交係数が10%増加すると生時生存率が7.1%減少した。このようにアグー集団において、近交係数増加に伴い、近交退化が認められた。近交度上昇を抑制するための交配法を検討した結果、交配する雌と雄の血縁係数を最小とする最小血縁交配は、ランダム交配と比較して近交度の上昇を抑制できることが明らかとなった。アグー集団を永続的に存続させるため、近交度の上昇を抑える計画交配の実施と農場間の遺伝子交流を促進させる繁殖技術の確立が必要である。

II 緒 言

家畜において近交係数の増加は、産子数や生存率の低下などの繁殖形質に悪影響を及ぼすとされている¹⁾。アグーは過去、小集団の中で黒毛の形質を固定するため、白斑を有する個体を淘汰する選抜が行なわれた²⁾。近年は、防疫上の問題から農場間の遺伝的交流が制限され、近交度の上昇が懸念されている^{3,4)}。本研究ではアグーの繁殖成績と近交係数の関係を調査し、近交退化の現状を調査するとともに、近交度の上昇を抑制するための交配法を検討した。

III 材料および方法

1. 繁殖成績

繁殖成績は、沖縄県畜産研究センターにおける2009年1月から2015年10月までの分娩記録65腹分を用いた。調査項目は総産子数（生存産子数+死産頭数）、生存産子数、離乳頭数、死産頭数、黒子数および生時生存率（生存産子数/総産子数）とした。なお里子に出された子豚の記録はすべて分析から除いた。

2. 近交係数の算出

近交係数は、畜産研究センターの血統記録からCoeFR⁵⁾プログラムを用いて算出した。

3. 統計解析

繁殖成績に影響を与える要因として産次、分娩季節、母豚（変量効果）に加え、母、父およびその交配から生まれた子豚の近交係数をそれぞれ回帰係数として取り上げた。季節の効果は分娩月を3月～5月、6月～9月、10月～11月、12月～2月の4季節に区分した。なお、生時生存率については、出生時に生存していた子豚を1、死亡を0とする(0, 1)法により解析を行なった。

4. 近交度抑制のための交配法の検討

線形計画による最小血縁交配プログラムMinCM⁶⁾を用いて、当センターの種豚32頭（雌16、雄16、平均血縁係数30.2%、平均近交係数10.6%）においてランダム交配と最小血縁交配による次世代の近交度上昇を比較した。

IV 結果および考察

表1はアグー雌豚の繁殖成績と母、父および子豚の近交係数である。総産子数、生存産子数、離乳頭

数はそれぞれ、4.8頭、4.1頭および3.3頭であり、近交系クラウンミニブタ⁷⁾ やイノシシ⁸⁾ の報告値と同程度であった。死産頭数、黒子数および生時生存率はそれぞれ0.7頭と0.4頭、85.5%であった。近交係数は父、母および子豚がそれぞれ9.7%、7.9%、12.1%であり0~33.9%までの幅があった。単純な血縁構成の場合、親子交配や兄弟交配で得られる産子の近交係数が25%ということ を考慮すると、かなり高い近交係数の個体も存在した。

表1 アグーの繁殖成績および近交係数

	平均	平均	標準誤差
腹数		65	-
総産子数	4.8		2.0
生存産子数	4.1		2.0
離乳頭数	3.3		2.1
死産数	0.7		1.1
黒子数	1.4		1.0
生時生存率 (%)	85.5		35.3
近交係数 (%)			範囲
母	9.7	10.6	0~33.6
父	7.9	8.8	0~31.0
子	12.1	7.6	0~33.9

表2には、近交係数10%上昇に対する総産子数、生存産子数および離乳頭数の変化量を示した。総産子数において母豚の近交係数が有意であり、母豚の近交係数が10%増加すると総産子数が0.59頭減少することが明らかとなった。産子数に対して、母の近交係数増加の影響は大きいと報告されている。Bereskinら⁹⁾は、母の近交係数が10%上昇すると総産子数が0.24頭減少することを報告している。今回推定された減少量は0.59頭と報告値よりも大きかった。

表2 近交係数10%上昇に対する総産子数、生存産子数および離乳頭数の変化量

形質	変化量	有意確率
総産子数		
母近交係数	-0.59頭 *	0.04
父近交係数	-0.55頭 ns	0.09
子近交係数	0.50頭 ns	0.18
生存産子数		
母近交係数	-0.54頭 ns	0.05
父近交係数	-0.25頭 ns	0.40
子近交係数	0.63頭 ns	0.06
離乳頭数		
母近交係数	-0.46頭 ns	0.13
父近交係数	-0.22頭 ns	0.49
子近交係数	0.20頭 ns	0.58

* P<0.05

表3に近交係数10%上昇に対する死産数、黒子数および生時生存率の変化量を示した。黒子数において母の近交係数の影響が有意で、黒子数が0.4頭増加する変化量が推定された。生時生存率では、父親と子の近交係数に有意性が認められた。しかしながら、近交係数増加が与える影響は父と子では逆であり、子の近交係数増加は7.1%の生存率減少であったのに対し、父親では6.8%の増加が推定された。本報では、データ数も少なく、その原因は明らかではない。近交度の上昇は、致死遺伝子など生存に不利な遺伝子が蓄積され、悪影響を及ぼすとされている¹⁾。逆に、生存に有利な遺伝子や異なる遺伝子間の相互作用(エピスタシス効果)が原因と考えられるポジティブな報告もある^{10~13)}。Köckら¹⁰⁾は大ヨー

クシャー種において、父親の近交係数が 10%増加すると総産子数および生存産子数がそれぞれ 0.43 頭、0.45 頭増加することを報告している。さらにマウス¹⁾ やヨーロッパバイソン¹²⁾ においても、母親の近交係数増加が子の生存率上昇をもたらすことが報告されている。

表3 近交係数10%上昇に対する死産数, ミイラ数および生時生存率の変化量

形質	変化量	有意確率
死産数		
母近交係数	0.06頭 ns	0.68
父近交係数	-0.29頭 ns	0.11
子近交係数	-0.09頭 ns	0.65
黒子数		
母近交係数	0.40頭 *	0.02
父近交係数	0.02頭 ns	0.89
子近交係数	0.05頭 ns	0.78
生時生存率		
母近交係数	-4.3% ns	0.33
父近交係数	6.8% *	0.02
子近交係数	-7.1% *	0.05

* P<0.05

図1にランダム交配した場合と最小血縁交配を行った場合について、生まれてくる子の平均近交係数を比較した。最小血縁交配の近交係数は22.1%と、ランダム交配の30.3%に比べ近交度の上昇が抑制された。

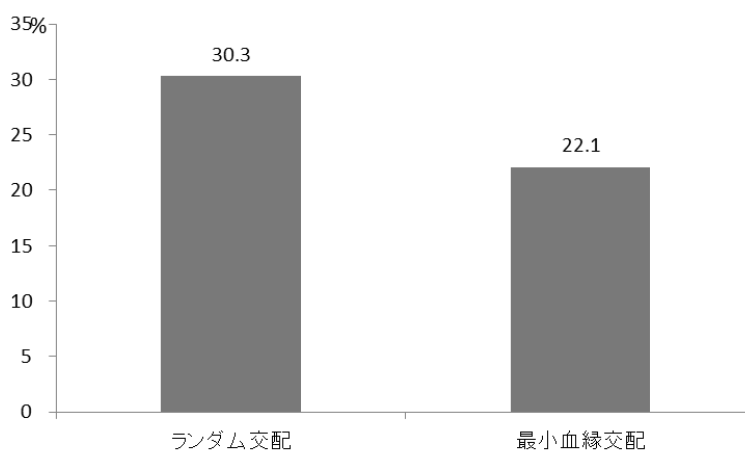


図1 ランダム交配と最小血縁交配による次世代の平均近交係数の比較

アグーは過去、小集団の中で黒毛の形質を固定するため、白斑を有する個体を淘汰する選抜が行なわれた²⁾。さらに近年は、防疫上の問題から閉鎖的状況で維持されており、近交度の上昇が懸念されている。近交度上昇により繁殖力などの種の存続に関わる適応力(fitness)が低下するといわれている¹⁾。今回、アグーにおいて、近交係数増加に伴う近交退化が認められたものの、交配する種豚の平均血縁係数を最小とすることで、近交度の上昇をある程度抑制できることが明らかとなった。しかし、アグーは登録体制が整備されて日が浅いため、血統情報が十分ではない。そのため、系図上の近交度が低い個体でも実際は近交度が高い場合も多いと考えられる。血統情報がない場合、DNA マーカーによる近交度の評価が検討されている¹⁴⁾。Sauraら¹⁵⁾は、血統情報の代わりに SNP 情報から個体の近交度を推定し計画交配を行うことで近交度を抑制することが可能であると報告している。また、近交退化に影響する染色体領域が明らかとなれば、DNA マーカーにより、近交退化を回避するような交配計画も可能である。

Saura ら¹⁶⁾ は、イベリコ豚において、胚の着床に関与し、近交退化の原因の1つと考えられる遺伝子領域を第13番染色体上に検出している。

アグーは本県にしか存在しないため、その遺伝資源を他に求めることができない。アグー集団を永続的に存続させるため、近交度の上昇を抑える計画交配はもちろんのこと凍結精液、胚および卵子など農場間の遺伝子交流を促進させる技術の確立が必要である。

VI 引用文献

- 1) ファルコナーDS(1993)量的遺伝学入門(原書第3版), 312, 蒼樹書房
- 2) 新城明久(2010)沖縄の在来家畜 その伝来と生活史, 55, ボーダーインク
- 3) 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)23個のマイクロサテライトマーカーを用いたアグーのDNA多型解析, 沖縄畜研セ研報, **44**, 39-42
- 4) 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)ミトコンドリアDNA d-loop領域における母系解析, 沖縄畜研セ研報, **46**, 43-50
- 5) 佐藤正寛(2000)大規模血統情報から近交係数を算出するプログラムの開発, 日豚会誌, **37**, 122-126
- 6) 佐藤正寛(2011)線形計画による最小血縁交配プログラムの開発, 日豚会誌, **36**, 130-135
- 7) 中西喜彦, 小川清彦, 柳田宏一, 山内忠平, 1991, 近交系クラウンミニブタの体尺測定値と特徴について, 日豚会誌, **28**, 211-218.
- 8) 江口祐輔, 田中智夫, 吉本正, 2001, 飼育下におけるニホンイノシシの分娩成績および分娩行動, 日畜会報, **72**, 49-54
- 9) Bereskin B, Shelby CE, Rowe KE, Urban Jr WE, Blunn, CT, Chapman AB, Garwood VA, Hazel LN, Lasley JF, Magee WT, Mccarty JW, Whatley Jr A(1968), Inbreeding and swine productivity traits, *Journal of Animal Science* **27**, 339-350
- 10) Köck A, Fürst-Waltl B, Baumung R(2009) Effects of inbreeding on number of piglets born total, born alive and weaned in Austrian Large White and Landrace pigs, *Archiv Tierzucht* **52**, 51-64
- 11) Lacy RC, Alaks G, Walsh A (1996) Hierarchical analysis of inbreeding depression in *Peromyscus Polionotus*, *Evolution* **50**, 2187-200
- 12) Margulis SW (1998) Relationship among parental inbreeding parental behaviour and offspring viability in oldfield mice, *Anim Behav* **55**, 427-38
- 13) Ballou JD (1997) Ancestral inbreeding only minimally affects inbreeding depression in mammalian populations, *J Hered* **88**, 169-78
- 14) Keller MC, Visscher PM, Goddard ME(2011) Quantification of Inbreeding Due to Distant Ancestors and Its Detection Using Dense Single Nucleotide Polymorphism Data, *Genetics* **189**, 237-249
- 15) Saura M, Fernández A, Rodríguez MC, Toro MA, Barragán C, Fernández AI, Villanueva B: (2013) Genome-Wide Estimates of Coancestry and Inbreeding in a Closed Herd of Ancient Iberian Pigs, *PLoS ONE* **8**, e78314
- 16) Saura M, Fernandez A, Varona L, Fernandez AI(2015) Detecting inbreeding depression for reproductive traits in Iberian pigs using genome-wide data, *Gen Sel Evol* **47**, 1

肉用種山羊産肉性比較試験

(7) 山羊の肥育における粗タンパク質 (CP) 水準の検討

千葉好夫 當眞嗣平 島袋宏俊 野中克治

I 要 約

本県において、山羊肥育時の飼料設計を行うための具体的な粗タンパク質 (CP) の給与水準の設定に関する報告はない。そこで、本研究では山羊の肥育における CP 水準の検討を行った。交雑山羊去勢 27 頭を用い、試験 1 では CP 水準を 15% と 20% に設定し、1 期 4 週間の 2 期とし、試験 2 では CP 水準を 20% と 25% に設定し、1 期 4 週間の 2 期としてクロスオーバー法により肥育試験を実施した。給与飼料は飽食にし、飼料摂取量、体重、体尺、発育および血液生化学性状について調査した結果、以下のとおりであった。

1. 試験 1 の CP 水準 15% と 20% では、体長において、CP20% の給与水準の方が有意に高い値を示した。血液生化学検査では、BUN において、CP20% の給与水準の方が有意に高い値を示した。その他の調査項目については、両区に有意な差はなかった。
2. 試験 2 の CP 水準 20% と 25% では、体高、体長および胸囲において、CP20% の給与水準の方が有意に高い値を示し、体重では CP25% の給与水準の方が有意に高い値を示した。血液生化学検査およびその他の調査項目については、両区に有意な差はなかった。

以上のことから、発育は CP20% 区が CP25% 区に比べて良好であったが、尿素窒素 (BUN) は CP20% 区および CP25% 区で正常値を超えていたことや給与飼料のコストを考慮すると CP 給与水準は 15% が適正であると考えられた。

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食する食文化があり、依然として根強い山羊の需要がある。しかし、山羊飼養頭数は 2004 年の 10,000 頭から 2014 年の 7,500 頭まで減少しており¹⁾、増頭が大きな課題となっている。山羊の増頭や山羊肉を増産するために 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、本事業の一環として山羊の肥育試験を実施している。飼料設計を行うための山羊の栄養要求を示す知見²⁾はあるが、本県における肉用山羊の栄養水準に関する具体的な肥育技術がないことから、著者らは山羊の肥育における TDN の給与水準³⁾を検討した。今回は山羊の肥育における CP 水準の検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

沖縄県畜産研究センターにおいて、試験 1 の CP 水準 15% および 20% は、2014 年 7 月 22 日から 2014 年 9 月 15 日まで、試験 2 の CP 水準 20% および 25% は 2014 年 9 月 16 日から 2014 年 11 月 10 日までとした。

2. 供試山羊

供試山羊の肥育開始月齢は 4~5.5 カ月齢で、去勢した交雑雄山羊 27 頭 (試験開始時平均体重 ± 標準偏差: 27.8 ± 9.8 kg) を試験に供した。

3. 試験方法

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

4. 飼養管理

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

5. 給与飼料の養分含量および各飼料の給与割合

給与飼料の養分含量を表 1 に、各 CP 水準における各飼料の給与割合および養分割合を表 2 に示した。給与割合は CP 水準が 15, 20 および 25% となるように設定し、TDN の給与水準はすべての区で 78% とした。給与飼料は 10mm に細切した所内生産のトランスパーラ乾草、加熱トウモロコシ、大豆粕および脂肪酸カルシウムで、飼料給

与量は飽食とした。

表1 給与飼料の養分含量

単位：%DM

飼料名	TDN	粗タンパク	NDF	粗脂肪	粗灰分
トランスパーラ乾草	59.4	5.9	72.4	2.1	5.0
加熱トウモロコシ	87.3	8.0	14.2	3.1	1.1
大豆粕	78.5	52.3	12.2	1.1	7.4
脂肪酸カルシウム	163.5	0.0	0.0	84.5	15.5

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。

表2 各飼料の給与割合

単位：%DM

配合割合	トランスパーラ乾草	加熱トウモロコシ	大豆粕	脂肪酸カルシウム
CP15%	29.2	53.3	16.9	0.6
CP20%	28.0	41.0	29.5	1.5
CP25%	29.7	28.5	39.9	2.5

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、期間中の増体量を期間中の乾物摂取量で除して求めた。

2) 発育成績

調査項目は、体重、体高、体長、胸囲および1日あたりの増体量とし、試験終了日に測定した。

3) 血液生化学的検査

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

7. 統計処理

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

IV 結果

1. 試験1: CP15%水準および20%における比較

1) 体尺測定値および1日あたりの増体量

体尺測定値および1日あたりの増体量を表3に示した。体重、体高、胸囲および1日あたりの増体量についても両区に有意な差がなかったが、体長は20%区で有意に高値を示した(P<0.05)。

表3 体尺測定値および1日当たりの増体量

CP水準(%)	体重(kg)	体高(cm)	体長(cm)	胸囲(cm)	1日あたりの増体量(g)
15	34.6±3.8	62.1±0.3	62.6±0.7	69.9±0.3	238.3±1.1
20	37.7±3.8	62.3±0.3	65.5±0.7*	70.8±0.3	234.5±1.1

注1) 最小二乗平均±標準誤差

2) *P<0.05

2) CP 水準 15%と 20%の 1 頭あたりの乾物摂取量 (kg) および飼料要求率 (%)

1 頭あたりの乾物摂取量および飼料要求率を表 4 に示した。1 頭あたりの乾物摂取量および飼料要求率において、CP 水準の違いによる有意な差は認められなかった。

表 4 CP 水準 15%と 20%における 1 頭あたりの乾物摂取量および飼料要求率

CP 水準 (%)	乾物摂取量/頭/日 (kg)	飼料要求率 (%)
15	0.92±0.02	13.7±0.51
20	0.97±0.02	13.6±0.51

注) 最小二乗平均±標準誤差

3) 血液生化学的検査

血液生化学的検査結果は表 5 に示した。BUN において、CP 水準 20%で有意に高い値を示した (P<0.05)。

表 5 血液生化学的検査

CP 水準 (%)	T-cho (mg/dl)	Glu (mg/dl)	T-pro (g/dl)	Alb (g/dl)	BUN (mg/dl)
15	54.2±0.8	44.9±2.0	4.4±0.1	1.7±0.1	14.0±0.9
20	55.6±0.8	51.2±2.0	4.6±0.1	1.9±0.1	22.3±0.9*
正常値	80~130	50~75	6.4~7.0	2.7~3.9	10~20

注 1) 最小二乗平均±標準誤差

2) *P<0.05

2. 試験 2: CP 水準 20%および 25%における比較試験

1) 体尺測定値および 1 日あたりの増体量

体尺測定値および 1 日あたりの増体量を表 6 に示した。CP 水準 20%では、体高、体長および胸囲で有意に高く、CP 水準 25%では、体重で有意に高い値を示した (P<0.05)。

表 6 体尺測定値および 1 日あたりの増体量

CP 水準 (%)	体重 (kg)	体高 (cm)	体長 (cm)	胸囲 (cm)	1 日あたりの増体量 (g)
20	38.9±0.5	69.5±0.4*	71.9±0.3*	77.9±0.2*	147.0±0.14
25	42.9±0.5*	66.5±0.4	67.5±0.3	75.4±0.2	137.3±0.14

注 1) 最小二乗平均±標準誤差

2) *P<0.05

2) CP 水準 20%と 25%の 1 頭あたりの乾物摂取量 (kg) および飼料要求率 (%)

1 頭あたりの乾物摂取量および飼料要求率を表 7 に示した。1 頭あたりの乾物摂取量および飼料要求率ともに CP 水準の違いによる有意な差は認められなかった。

表 7 CP 水準 20%と 25%における 1 頭あたりの乾物摂取量および飼料要求率

CP 水準 (%)	乾物摂取量/頭/日 (kg)	飼料要求率 (%)
20	1.07±0.01	26.1±0.24
25	1.07±0.01	25.7±0.24

注) 最小二乗平均±標準誤差

3) 血液生化学的検査

血液生化学的検査結果は表8に示した。CP20%と25%の給与水準の違いによる有意な差は認められなかった。

表8 血液生化学的検査

CP水準(%)	T-cho(mg/dl)	Glu(mg/dl)	T-pro(g/dl)	Alb(g/dl)	BUN(mg/dl)
20	60.9±2.9	45.1±1.5	3.9±0.2	1.7±0.1	24.5±0.8
25	53.9±2.9	43.5±1.5	4.1±0.2	1.8±0.1	22.2±0.8
正常値	80~130	50~75	6.4~7.0	2.7~3.9	10~20

注) 最小二乗平均±標準誤差

V 考 察

山羊の肥育に関する試験は、いくつかの報告例^{3~7)}があるが、CP水準について検討した報告は見当たらない。本試験では、CP水準を15%、20%および25%に設定して肥育試験を実施した結果、体尺測定値の体長ではCP20%が高く、血液生化学的検査では、BUNで20%が有意に高い値を示した。その他の調査項目では両区に有意な差は認められなかった。また、CP20%と25%の比較では、CP20%で体高、体長および胸囲ともに有意に高い値を示した。体重はCP25%が有意に高い値を示した。その他の調査項目では両区に有意な差は認められなかった。このことから、CP20%は25%区と比べて発育が良好であった。血液生化学値において、宇地原ら⁸⁾はGOT、GPT、Glu、T-Cho、BUNが文献値⁹⁾と比較して低い値を示したと報告している。本試験では文献値と比べてT-cho、Glu、T-proおよびAlbは低い値を示し、BUNはCP20%およびCP25%で正常値を超えていた。BUNの高い値については、その要因として高タンパク質飼料の摂取が考えられる。以上のことから、BUNの高い値や給与飼料のコストを考慮するとCP給与水準は15%が好ましいと考えられる。前報³⁾のTDNの給与水準や本試験でのCP給与水準を検討した結果、山羊の肥育を実施する目安としてTDN78%およびCP15%が適正であると考えられる。

VI 引用文献

- 1) 公益社団法人 畜産技術協会, 山羊統計 (統計都道府県別山羊飼養推移), <http://jlta.lin.gr.jp/sheepandgoat/goat/toukei.html>
- 2) Nutrient Requirements of Goats : Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries, Nutrient Requirement of Domestic Animals, Subcommittee on Goat Nutrition Board on Agriculture and Renewable Resources Commission on Natural Resources National Research Council (1981), National Academy Press Washington, DC, Number 15, 10-12
- 3) 千葉好夫・當眞嗣平・島袋宏俊・野中克治(2014)肉用種山羊産肉性比較試験(5), 沖縄畜研研報, 52, 39-42
- 4) 平山琢二・平川彦彦・城間定夫(2002)豆腐粕の添加が野草給与ヤギの肥育成績ならびに筋肉脂肪酸組成に与える影響, 熱帯農業, 46(3), 183-187
- 5) 藤井章・宮城政男(2010)肉用種山羊産肉性比較試験(2), 沖縄畜研研報, 47, 47-52
- 6) 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
- 7) 千葉好夫・我那覇紀子・野中克治(2013)肉用種山羊産肉性比較試験(4), 沖縄畜研研報, 51, 25-31
- 8) 宇地原務・平安山英登・藤井章(2009)肉用山羊の血液生化学性状 沖縄県家畜衛生試験場年報, 45, 83-86
- 9) 久保周一郎・友田勇 監訳(1991)獣医臨床生化学 第四版, 近代出版, 884-888

研究補助: 久田友美

ボア F1, ザーネン系および輸入山羊肉の肉質の比較

千葉好夫 野中克治

I 要 約

おきなわ山羊（ボアF1）の肉質の差別化を図り、ブランド化を推進する目的で、ボアF1（雄去勢）とザーネン系（雄去勢）および輸入冷凍山羊肉（以下輸入山羊肉）について肉質分析を行った結果は次のとおりであった。

1. 理化学的性状では、水分、伸展率、加圧保水力ともに輸入山羊肉が有意に高い値を示し、輸入山羊肉がボアF1やザーネン系に比べて肉汁が多くあることが示唆された。
2. 食感分析では、破断応力、柔軟性、歯応えで輸入山羊肉が有意に高値を示した。また、脆さでは輸入山羊肉が有意に低い値を示した。その結果、輸入山羊肉は肉が硬く、噛みきりにくく、噛みごたえがあることが示唆された。
3. 栄養成分分析では、ザーネン系が脂質で有意に高く、タンパク質で有意に低い値を示した。また、鉄では輸入山羊肉が有意に高い値を示した。
4. 脂肪酸分析では、飽和脂肪酸がボアF1で有意に低く、不飽和脂肪酸ではボアF1が有意に高い値を示した。不飽和脂肪酸の中でも、オレイン酸がボアF1で有意に高い値を示した。
5. アミノ酸類分析では、輸入山羊肉がグリシンおよびカルノシンで有意に高く、ボアF1は、L-カルニチンおよびイノシン酸が有意に高い値を示した。

II 緒 言

沖縄県では食味・食感がよく、栄養成分が優れ、産肉性の高い山羊肉を生産するため、肉用山羊の肥育試験を実施している^{1~3)}。著者ら^{1, 2)}は「おきなわ山羊飼養・流通消費促進事業」において、雄山羊と去勢山羊の肉質分析やおきなわ山羊（ボアF1雄去勢）と交雑山羊（ザーネン系・雄去勢）の肉質分析を行い、おきなわ山羊肉のブランド化を図ってきた。今回の試験では同一の飼養形態で肥育したボアF1 およびザーネン系の山羊肉と一般に県内で流通している輸入山羊肉の肉質分析を実施したのでその結果を報告する。

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。

当所で去勢肥育した12頭は、同一の給与形態で約6ヶ月（2014年7月22日～2015年1月18日）肥育し、と畜月齢が約11ヶ月齢である。輸入山羊肉はオーストラリア産で、品種、月齢および給与形態ともに不明である。

表1 供試山羊の概要および試験区分

試験区分 (n)	品 種 系 統	月 齢	性 別	給 与 形 態
去勢肥育 (6)	ボア F1	11	雄去勢	乾草・濃厚飼料を飽食とした肥育
去勢肥育 (6)	ザーネン系	11	雄去勢	乾草・濃厚飼料を飽食とした肥育
輸入山羊肉 (6)	不明	不明	不明	不明

2. 分析項目、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。モモ肉の分析項目と分析方法は表2に示した。また、分析は日本ハム株式会社中央研究所に委託した。

表2 モモ肉の分析項目と分析方法

	分析項目	分析方法
理化学的性状	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

3. 統計処理

本試験で得られたデータは、解析ソフト Jmp8 (SAS Institute Japan) を用いて分散分析を実施した後、有意差が認められた場合は、Tukey 法により検定を行った。

IV 結果および考察

1. 理化学的性状

理化学的性状を表3に示した。

水分はザーネン系が有意に低く、伸展率と加圧保水力では輸入山羊肉が有意に高い値を示した。その結果、輸入山羊肉は肉汁の保水力がよいことが示唆された。

表3 理化学的性状

検査項目	水分 (%)	伸展率 (cm ² /g)	加圧保水力 (%)	圧搾肉汁率 (%)	加熱損失率 (%)
ボア F1	70.6 ± 0.6a	15.4 ± 0.8b	78.2 ± 1.7a	49.2 ± 2.7	30.4 ± 1.5
ザーネン系	67.7 ± 1.4b	15.8 ± 1.8b	73.4 ± 2.5b	51.7 ± 3.0	31.8 ± 0.8
輸入山羊肉	71.9 ± 2.0a	19.1 ± 1.1a	83.3 ± 2.8c	48.6 ± 1.7	31.8 ± 1.8

注1) 平均値 ± 標準偏差

2) 異符号間に有意差あり。

2. 食感分析

食感分析結果を表4に示した。

輸入山羊肉は破断応力、柔軟性および歯応えで有意に高く、脆さでは有意に低値を示した。輸入山羊肉は硬く、噛み切りにくいことが示唆された。

表 4 食感分析結果

検査項目	破断応力 (10 ⁴ gw/cm ²)	柔軟性	歯応え (10 ⁸ gw/cm ²)	脆さ
ボア F1	7.77±1.2b	1.82±0.08b	3.59±1.2b	1.31±0.07a
ザーネン系	7.10±0.8b	1.87±0.08b	3.44±0.9b	1.30±0.08a
輸入山羊肉	20.3±4.0a	2.20±0.14a	11.1±3.2a	1.10±0.03b

注1) 平均値±標準偏差

2) 異符号間に有意差あり。

3. 栄養成分分析

栄養分析結果を表5に示した。

ザーネン系はエネルギーと脂質で有意に高い値を示し、ボアF1ではタンパク質が有意に高い値を示した。輸入山羊肉はボアF1とザーネン系に比べて鉄で有意に高い値を示した。

表 5 栄養成分分析結果

検査項目	エネルギー (Kcal/100g)	タンパク質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	灰分 (g/100g)	炭水化物 (g/100g)	鉄 (mg/100g)	ビタミン B1 (mg/100g)	コレステロール (mg/100g)
ボア F1	145.8±6.5b	21.8±0.5a	6.5±0.8b	1.1±0.0a	0.1±0.2	1.7±0.2b	0.19±0.07	68.3±3.3
ザーネン系	181.5±11.7a	19.9±0.4b	11.2±1.3a	1.0±0.0b	0.2±0.3	1.7±0.2b	0.24±0.02	69.5±2.7
輸入山羊肉	138.0±20.6b	20.9±0.9a	6.0±2.5b	1.1±0.1a	0.1±0.1	2.4±0.4a	0.21±0.04	72.3±5.1

注1) 平均値±標準偏差

2) 異符号間に有意差あり。

4. 脂肪酸分析

脂肪酸分析結果を表6に、一価不飽和脂肪酸の含有比率(%)を表7に示した。

ボア F1 は飽和脂肪酸がザーネン系、輸入山羊肉に比べて有意に低く、不飽和脂肪酸は有意に高い値を示した。また、 ω 3 飽和脂肪酸では輸入山羊肉が有意に高い値を示した。おいしさに関わる香り成分であるオレイン酸^{4, 5)}は、ボア F1, ザーネン系, 輸入山羊肉の順で有意な差が認められた。

表 6 脂肪酸分析結果

検査項目	飽和脂肪酸 (%)	不飽和脂肪酸 (%)	一価不飽和脂肪酸 (%)	多価不飽和脂肪酸 (%)	ω 3 飽和脂肪酸 (%)	融点 (°C)
ボア F1	42.1±2.7b	57.9±2.7a	52.1±2.3a	5.8±0.7ab	0.3±0.1b	36.0±3.2
ザーネン系	45.8±1.2a	54.2±1.2ab	50.0±1.1a	4.2±0.4b	0.2±0.1b	34.6±4.2
輸入山羊肉	48.4±3.0a	51.6±3.0b	43.3±1.7b	8.4±3.2a	2.7±0.6a	35.7±3.7

注1) 平均値±標準偏差

2) 異符号間に有意差あり。

表 7 一価不飽和脂肪酸の含有比率 (%)

検査項目	オレイン酸	パルミトレイン酸
ボア F1	46.8±1.9a	2.5±0.7
ザーネン系	45.1±1.1b	2.2±0.2
輸入山羊肉	38.0±1.4c	1.9±0.2

注1) 平均値±標準偏差

2) 異符号間に有意差あり。

5. アミノ酸類分析

アミノ酸類分析結果を表8に示した。

輸入山羊肉は、グリシンおよびカルノシンが有意に高く、イノシン酸で有意に低い値を示した。また、ボアF1は、ザーネン系と比べカルノシン、L-カルニチンおよびイノシン酸で有意に高い値を示した。

表8 アミノ酸類分析結果

単位：mg/100g

検査項目	タウリン	グルタミン酸	グリシン	カルノシン	L-カルニチン	イノシン酸
ボア F1	353.5±87.0	5.3±0.5	9.6±2.8b	115.5±41.6ab	101.4±7.2a	101.8±18.2a
ザーネン系	274.3±51.1	5.9±0.9	8.7±3.5b	106.3±49.3b	77.4±10.2b	88.8±18.1ab
輸入山羊肉	265.8±117.8	6.0±1.5	14.2±2.0a	176.8±43.2a	87.2±9.9a	60.3±21.3b

注1) 平均値±標準偏差

2) 異符号間に有意差あり。

V 引用文献

- 1) 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
- 2) 千葉好夫・我那覇紀子・野中克治 (2013) 肉用種山羊産肉性比較試験 (4), 沖縄畜研研報, **51**, 25-31
- 3) 千葉好夫・當眞嗣平・島袋宏俊・野中克治 (2014) 肉用種山羊産肉性比較試験 (5), 沖縄畜研研報, **52** 39-42
- 4) 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
- 5) 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

研究補助：久田友美

早晩性の異なるイタリアンライグラスの品種比較試験

幸喜香織 安里直和 高江洲義晃 島袋宏俊

I 要 約

本県の気象環境条件下での適応性および利用特性を検討するため、沖縄県畜産研究センターにおいて早晩性の異なる、イタリアンライグラス 10 品種を比較し、奨励品種選定のための資料を得るため調査したところ、その結果は以下のとおりであった。

1. 極早生品種は 11 月播種により 3 番草までの乾物収量が高い。中でも新品種「ヤヨイワセ」は奨励品種「さちあおば」より高い収量と同等の耐病性を示し、短期利用と長期利用形態が可能である。
2. 新品種「きららワセ」、新品種「タチユウカ」は奨励品種「さちあおば」より高温期の収量が高く、病害発生年に高い病害抵抗性を有する可能性が示唆されたため、長期利用として有効である。
3. 中生および晩生品種は 4 月上旬までの収量では極早生品種に劣るが、少ない刈取り回数でも、乾物収量が高い。4 月以降まで利用する場合には、長期利用として有効である。

II 緒 言

沖縄県では暖地型イネ科牧草が多年利用されている。沖縄本島では 12 月下旬から 3 月中旬の気温が 20℃以下となるため、粗飼料生産が著しく低下し^{1~3)}、生産不足を補う有望な草種・品種が求められている。イタリアンライグラス品種は出穂の早晩性や播種時期、適正利用回数など調査により、奨励品種が選定されてきた^{4~16)}。その結果、極短期利用型として、極早生品種および早生品種が奨励品種として指定された^{5~8, 10, 13)}が、乾物収量と病害抵抗性の向上が望まれていた^{4~14)}。2009 年に本県の奨励品種として指定された極短期利用型「さちあおば」は、普及指導機関の実証試験により、冬季の粗飼料の確保とともに経費節減につながる事例が紹介され、離島での利用も広がりつつある。

極早生品種「ヤヨイワセ」は多収、いもち病抵抗性、早生品種「タチユウカ」は多収、耐倒伏性、低硝酸態窒素および低カリウム、早生新品種候補「那系 33 号」は冠さび抵抗性を有するとして選抜されている。さらに早生の晩（以下、中生とする）に属する「きららワセ」は、いもち病および冠さび病への複合抵抗性、多収の特徴をもつ品種である¹⁴⁾。

既存品種から新品種への置き換え等で奨励品種を購入できるのは「さちあおば」のみとなっている。そのため、新たに新品種や新品種候補系統について、沖縄での利用形態などについて調査する必要がある。

そこで、沖縄県畜産研究センターにおいて、極早生新品種「ヤヨイワセ」と早生新品種「タチユウカ」および新品種候補系統「那系 33 号」、中生新品種「きららワセ」の早晩性の異なる品種を比較し、奨励品種選定のための資料を得るとともに栽培および利用適正についての知見を得たので報告する。

III 材料および方法

牧草およびえん麦系統適応性検定試験実施要領¹⁵⁾に準拠し、以下のとおり実施した。

1. 試験地および試験圃場の土壌条件

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

2. 試験期間

2014 年 11 月から 2015 年 5 月まで実施した。

3. 供試材料および試験方法

供試材料は、イタリアンライグラス極早生「ヤヨイワセ」、「さちあおば」、早生「タチユウカ」、「那系 33 号」、「はたあおば」、「ニオウダチ」、中生「ナガハヒカリ」、「きららワセ」、晩生「ヒタチヒカリ」、「エ

ース」の9品種・1系統を用いた。区画は1区面積6 m²(2m×3m)で、3反復の乱塊法で配置した。播種量は「きららワセ」は4倍体のため400g/a、それ以外の品種・系統は2倍体のため250g/aで散播とした。播種は平成26年11月12日に行った。刈取調査は1番草の刈取は2月4日に極早生品種のみで行い、その後の刈取は極早生品種の出穂期に一斉に行った(表1)。施肥は基肥として炭酸カルシウム10kg/a、N、P₂O₅、K₂Oをそれぞれ1、1、0.6kg/a、追肥として0.5、0.2、0.3kg/aを刈取り毎に施用した。収量調査は番外を除いて、1区あたり4 m²、刈取り高さを5cmとして手刈りで行った。

表1 刈取り調査日および生育期間 (日)

	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草
調査日	2月4日	3月11日	4月2日	4月23日	5月18日
極早生	84	35	22	21	25
早生～晩生	-	119			

4. 調査項目および方法

1) 調査項目

(1) 生育特性調査

発芽状況および初期草勢、刈取り時出穂程度、草丈および病害程度

(2) 収量特性調査

生草収量、乾物率および乾物収量

(3) 飼料品質調査

乾物消化率、粗タンパク含量(CP)

2) 調査方法

調査は観察による評点および測定で行った。刈取りは、早晚性によって草高に相違が高く観察され、2番草以降は極早生品種の出穂期に併せて調査を行った。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。統計処理は各形質について分散分析を行った後、品種の平均値間比較をLSD法により行った。

IV 結 果

1. 試験経過の概要

栽培期間中の平均気温は平年並みであった。累積降水量は619mmと平年の61%と低くなったが、平均日照時間は平年並みであった。播種後、11月中旬より適宜降雨が観測され、生育は順調に推移した。発芽までに要した日数は全ての系統において6日で、発芽良否および初期草勢では品種・系統間に有意差はなく、順調に生育した。早晚性によって草高・草丈および草勢が大きく異なったため、1番草は極早生品種のみ、2番草以降は極早生品種の出穂期に一斉に行った。そのため極早生の刈取回数が多くなった。降水量が平年より低く、供試品種へのいもち病などの病害程度の生育への影響はみられなかった。

3月以降の生育状況についても、早晚性による草勢の影響が観察される。極早生は再生期間が短いものの草丈および草勢が多く、下葉の枯れ上がりもみられない。中生は出穂がないものの、草丈および草勢が高く、下葉の枯れ上がりも少なかった。晩生の草勢は低いが、草量が多く、下葉の枯れ上がりが観察された。全ての品種・系統で気温の上昇する4月下旬以降の4および5番草でいもち病が若干観察されたものの、生育への影響は確認されなかった¹⁶⁾。

2. 生育特性調査

1) 発芽良否、初期草勢および草丈

発芽良否および初期草勢および草丈を表2に示した。発芽良否および初期草勢では、供試系統・品種間に有意差はみられず、良好であった。草丈は、極早生系統で1月下旬から節間伸長が開始し、出穂が確認されたため、極早生のみ調査を行った。2番草では「ヤオイワセ」が最も高く、次いで「さちあおば」、「きららワセ」の順となった。4番草では「きららワセ」、5番草「タチユウカ」が最も高くなった。

表2 発芽良否、初期草勢および草丈 (cm)

品種・系統名	早晩性	発芽良否	初期草勢	草丈				
				1番草	2番草	3番草	4番草	5番草
ヤヨイワセ	極早生	5.3	7.3	85.0	87.9a	83.3	70.0a	83.8b
さちあおば	極早生	5.0	7.3	68.8	80.2b	71.9	63.9bc	78.0de
タチユウカ	早生	6.0	8.3	-	67.5c	77.1	67.6ab	89.1a
那系33号	早生	6.0	8.3	-	64.6cd	69.1	64.8bc	82.4bc
はたあおば	早生	6.3	8.3	-	67.9c	73.6	66.5abc	85.0ab
ニオウダチ	早生	4.0	7.0	-	60.1d	73.6	64.7bc	83.3bc
ナガハヒカリ	中生	4.7	7.3	-	61.8d	69.6	69.5ab	78.4cd
きららワセ	中生	6.0	7.3	-	77.5b	74.6	70.7a	87.0ab
ヒタチヒカリ	晩生	5.0	7.3	-	62.5cd	73.9	67.9ab	77.1e
エース	晩生	5.7	8.0	-	62.5cd	69.4	62.0c	58.9f
LSD値	-	ns	ns	ns	11.5	ns	5.1	5.0
変動係数		12.7	6.1	13.9	11.8	7.6	5.5	10.8

注1) 発芽良否、初期草勢：1（極不良）～9（極良）とする9段階評点法。

2) 調査日：発芽良否 11月19日、初期草勢 12月3日。

3) 同じ項目の異符号間に5%水準で有意差あり。

2) 出穂程度および刈取り期草勢

出穂程度および刈取り期草勢を表3に示した。極早生品種・系統の出穂程度では常に出穂が確認され、刈取り期草勢も高くなった。早生品種・系統の出穂程度では2番草より若干出穂が確認されたが、刈取り期草勢は極早生より低くなった。中生品種・系統の出穂程度はナガハヒカリで4番草、きららワセの5番草で確認された。晩生品種・系統では出穂は確認されず、刈取り期草勢は低くなった。

3) 病害程度および倒伏程度

病害程度および倒伏程度を表4に示した。供試品種の病害程度に品種間差がみられたが、生育への影響は確認されなかった。晩生品種は同じ生育期間でも、他の品種と比較すると枯葉割合が高い傾向がみられた。倒伏は2番草にみられたものの、有意差はなかった。

表3 出穂程度および刈取り期草勢

品種・系統名	出穂程度					刈取り期草勢				
	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草
ヤヨイワセ	6.3	5.3a	6.7a	5.3a	8.7a	8.7	8.3a	8.0a	7.7a	6.3
さちあおば	5.3	4.0b	4.7b	5.0a	8.7a	7.7	7.3ab	6.7bc	6.7ab	6.0
タチユウカ	-	1.7c	2.0c	2.7b	5.0b	-	6.0b	8.3a	8.0a	7.0
那系33号	-	1.0c	1.3c	1.3bc	3.0c	-	6.0b	7.7a	7.3ab	6.7
はたあおば	-	1.3c	1.0c	1.7bc	3.0c	-	6.3bc	7.7a	7.7a	6.7
ニオウダチ	-	1.0c	1.3c	2.0bc	4.0bc	-	5.0c	7.3ab	7.7a	6.3
ナガハヒカリ	-	1.0c	1.0c	1.3bc	1.0d	-	4.7cd	5.7c	7.3ab	6.0
きららワセ	-	1.0c	1.0c	1.0c	3.0c	-	6.3bc	7.0ab	7.3ab	6.3
ヒタチヒカリ	-	1.0c	1.0c	1.0c	1.0d	-	4.7cd	6.3bc	6.3bd	6.3
エース	-	1.0c	1.0c	1.0c	1.0d	-	4.0d	5.3c	5.3d	5.7
LSD値	ns	1.3	1.3	1.2	1.7	1.6	1.8	1.2	1.3	ns
変動係数	11.8	86.9	94.2	73.7	76.4	28.2	28.4	16.1	19.1	20.1

注1) 刈取り草勢および出穂程度：1（無または極微）～9（甚）とする9段階評点法。

2) 同じ項目の異符号間に5%水準で有意差あり。

表4 病害程度および倒伏程度

品種・系統名	病害程度					倒伏程度				
	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草
ヤヨイワセ	1.7	1.3d	2.7ab	2.0b	1.0b	1.0	2.3	1.0	1.0	1.0
さちあおば	1.7	1.3d	2.0ab	1.3cd	1.0b	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0
タチユウカ	-	4.3ab	1.7bc	2.0b	1.0b	-	2.0	1.0	1.0	1.0
那系33号	-	3.7a	3.3a	2.0b	1.3b	-	1.7	1.0	1.0	1.0
はたあおば	-	3.3bc	2.7ab	2.3b	2.0ab	-	1.7	1.0	1.0	1.0
ニオウダチ	-	4.3ab	1.3c	1.3cd	2.7a	-	2.3	1.0	1.0	1.0
ナガハヒカリ	-	3.3bc	1.3c	1.0d	1.0b	-	2.3	1.0	1.0	1.0
きららワセ	-	3.0c	1.7bc	1.3cd	1.0b	-	2.0	1.0	1.0	1.0
ヒタチヒカリ	-	3.7a	1.3c	1.0d	1.3b	-	3.0	1.0	1.0	1.0
エース	-	4.7a	3.0a	3.7a	1.0b	-	3.0	1.0	1.0	1.0
LSD値	ns	1.2	1.1	0.9	1.1	ns	ns	ns	ns	ns
変動係数	33.4	37.7	41.4	48.4	55.9	-	37.8	-	-	-

注1) 病害程度および倒伏程度：1（無または極微）～9（甚）とする9段階評点法。

2) 同じ項目の異符号間に5%水準で有意差あり。

3. 収量特性調査

1) 生草収量

生草収量を表5に示した。合計生草収量では晩生「ヒタチヒカリ」が1180.3kg/aと最も高く、極早生

「ヤヨイワセ」で1133.8kg/a、中生「ナガハヒカリ」で1116.1kg/a、晩生「エース」が1168.1kg/a、「きららワセ」で1015.7kg/aの順となった。

表5 生草収量 (kg/a)

品種・系統名	生草収量					合計
	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	
ヤヨイワセ 極早生	283.3a	270.7	245.9bc	164.6cd	169.3d	1133.8
さちあおば 極早生	246.2b	279.7	208.7c	141.6d	122.8e	998.9
タチユウカ 早生	-	235.8	274.6a	186.9c	178.8cd	876.0
那系33号 早生	-	248.2	279.2a	183.9c	193.6bcd	904.9
はたあおば 早生	-	257.7	247.3bc	191.7c	198.8bcd	895.4
ニオウダチ 早生	-	232.7	289.3ab	193.9c	163.9de	879.7
ナガハヒカリ 中生	-	301.1	323.6a	278.2a	213.2bc	1116.1
きららワセ 中生	-	272.9	276.9ab	240.8b	225.1b	1015.7
ヒタチヒカリ 晩生	-	308.4	302.7a	292.9a	276.3a	1180.3
エース 晩生	-	330.8	301.1ab	240.4b	195.8bcd	1068.1
LSD値	27.5	ns	56.4	36.7	41.8	ns
変動係数	10.0	20.8	14.9	24.8	24.6	10.9

注) 同じ項目の異符号間に5%水準で有意差あり。

2) 乾物率

乾物率を表6に示した。乾物率は刈取り回数が増えるにつれて、高くなる傾向がみられたが、4番草で3番草より低くなった。年平均では、出穂程度の高い極早生「さちあおば」および「ヤヨイワセ」が高くなり、晩生系統は低い傾向がみられた。

表6 乾物率 (%)

品種・系統名	乾物率					平均
	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	
ヤヨイワセ 極早生	11.0	11.8b	16.0a	14.2a	23.4ab	15.3
さちあおば 極早生	11.7	11.3cd	15.9a	13.3ab	26.2a	15.7
タチユウカ 早生	-	13.4a	15.1ab	12.3bc	24.7ab	16.4
那系33号 早生	-	12.5ab	13.6cd	12.1c	20.8bcde	14.7
はたあおば 早生	-	12.4ab	14.1bc	12.0c	21.3bcd	14.9
ニオウダチ 早生	-	12.4ab	13.8c	11.9c	24.4ab	15.6
ナガハヒカリ 中生	-	11.6b	11.7e	10.3d	18.5de	13.0
きららワセ 中生	-	11.3c	12.5de	10.2d	19.2cde	13.3
ヒタチヒカリ 晩生	-	10.7d	12.3e	10.1d	16.4e	12.4
エース 晩生	-	12.0bc	12.3e	10.3d	17.3de	13.0
LSD値	ns	1.0	1.2	1.0	4.8	ns
変動係数	4.7	8.7	12.9	12.3	20.0	15.8

注) 同じ項目の異符号間に5%水準で有意差あり。

3) 乾物収量

乾物収量を表7に示した。合計乾物収量は、極早生とその他の品種で刈り取り回数に相違があるものの、有意差はみられなかった。極早生「ヤヨイワセ」は165.8kg/aと最も高い収量を示した。各番草では、4番草で低く、5番草で高くなる傾向がみられたが、晩生ほど刈り取り時期が遅くなるにつれて高くなる傾向が見られた。4月上旬の3番草までの収量は、極早生「ヤヨイワセ」、「さちあおば」、晩生「エース」、早生「タチユウカ」であった。また、4及び5番草では、晩生「ヒタチヒカリ」、中生「ナガハヒカリ」、「きららワセ」、早生「タチユウカ」が高くなった。

表7 乾物収量 (kg/a)

品種・系統名		1~5番草							年 合計
		1番草	2番草	3番草	1~3番草 小計	4番草	5番草	4~5番草 小計	
ヤヨイワセ	極早生	31.2a	32.1	39.6	103.0	23.3cd	39.5ab	62.8	165.8
さちあおば	極早生	28.8b	31.6	33.5	93.9	18.7d	31.0c	49.7	143.6
タチユウカ	早生	-	31.2	41.4	72.7	23.0cd	43.7ab	66.7	139.3
那系33号	早生	-	31.6	33.6	65.2	22.2cd	40.2ab	62.3	127.6
はたあおば	早生	-	30.4	38.9	69.4	23.1cd	42.3ab	65.3	134.7
ニオウダチ	早生	-	28.3	37.6	66.0	23.1cd	37.1b	60.2	126.2
ナガハヒカリ	中生	-	34.4	37.7	72.1	28.7ab	39.5ab	68.2	140.3
きららワセ	中生	-	34.8	34.2	69.0	24.6bc	42.6ab	67.2	136.2
ヒタチヒカリ	晩生	-	32.8	37.3	70.1	29.7a	45.4a	75.1	145.2
エース	晩生	-	39.9	37.0	76.9	24.7bc	33.8c	58.5	135.3
LSD値 (5%)		1.2	ns	ns	ns	4.4	7.0	ns	ns
変動係数		7.2	19.5	12.0	15.5	18.4	14.5	14.2	7.5

注) 同じ項目の異符号間に5%水準で有意差あり。

V 考 察

極早生系統の播種時期については年内草の刈取りを想定して10月中旬の播種による試験が行われてきたが、本試験では安定した降水量が期待できる11月播種により試験を行った。その条件下において、4月上旬の3番草までの収量で最も高いのは、乾物と出穂程度の高い極早生「ヤヨイワセ」、「さちあおば」、晩生「エース」、早生「タチユウカ」となった。いもち病は気温が25~28℃で、長雨により株間が高湿に保たれる場合に発生することが多いため、気温が高くなる4月下旬から発生しやすい。今回の試験では、病害との観点から収量の比較として、4月下旬以降の4および5番草で収量が最も高くなったのは晩生「ヒタチヒカリ」、中生「ナガハヒカリ」、「きららワセ」、早生「タチユウカ」となった。そのため、これらの系統はいもち病等の病害抵抗性の高い傾向が示唆された。また、中生および晩生品種は少ない刈り取りで、4月上旬までの乾物収量で劣るが、4月以降まで刈り取りを行う場合には極早生品種と同等の収量が期待できる。

以上の結果から、新品種「ヤヨイワセ」は奨励品種「さちあおば」より3番草で、高い収量が確保でき短期利用に適しているが、5番草までの収量も高いため長期利用も可能である。「タチユウカ」および「きららワセ」は高温期の収量が高く、耐病性が高いことが示唆されたため、長期利用に有効である。

VI 引 用 文 献

- 1) 川鍋祐夫・Neal-Smith CA(1979)イネ科草類の温度反応に関する研究. II. 原産地の標高を異にするローズグラス五品種の比較, 日草誌, **25**, 216-221
- 2) 川鍋祐夫・Neal-Smith CA(1980)イネ科草類の温度反応に関する研究. III. 暖地型・寒地型イネ科牧草類の乾物重および相対生長率の比較, 日草誌, **26**, 137-144
- 3) Nada Y(1980)Effect of temperature on growth of main tropical pasture grasses, *J Japan Grassland*

Sci., **26**, 165-173

- 4) 玉代勢秀正・福山喜一・福地稔(1979)イタリアンライグラス系統適応性, 沖縄畜試研報, **22**, 67-71
- 5) 福山喜一・福地稔(1981)飼料作物適正調査, 沖縄畜試研報, **19**, 93-102
- 6) 庄子一成・福山喜一・前川勇・伊佐真太郎・仲宗根一哉・大城真栄・福地稔(1984)牧草及び飼料作物の適応性試験(2)イタリアンライグラス(極短期・短期利用型)の6品種・系統比較試験, 沖縄畜試研報, **22**, 79-91
- 7) 庄子一成・前川勇・伊佐真太郎・仲宗根一哉・福地稔・大城真栄(1986)牧草及び飼料作物の適応性試験(4)イタリアンライグラス「サクラワセ:極短期利用型」の特性と生産量, 沖縄畜試研報, **24**, 77-82
- 8) 庄子一成・伊佐真太郎・仲宗根一哉・森山高広・長崎祐二・玉代勢秀正(1988)牧草及び飼料作物の適応性試験(4)極短期利用型イタリアンライグラス「ミナミアオバ」の特性と生産量, 沖縄畜試研報, **26**, 41-54
- 9) 庄子一成・池田正治(1990)牧草及び飼料作物の適応性試験(11)短期利用型イタリアンライグラス「タチワセ」の特性と生産量, 沖縄畜試研報, **28**, 115-121
- 10) 親泊元治・庄子一成(1995)牧草及び飼料作物の適応性試験(20)イタリアンライグラス(超極短期利用型:山系26号)の特性と生産量, 沖縄畜試研報, **33**, 125-128
- 11) 親泊元治・庄子一成(1997)牧草及び飼料作物の適応性試験(22)イタリアンライグラス(超極短期利用型:山系27号)の特性と生産量, 沖縄畜試研報, **35**, 97-101
- 12) 知念司・親泊元治・庄子一成・奥村健治(1999)牧草及び飼料作物の適応性試験(25)イタリアンライグラス「山系29号」の生産性, 沖縄畜試研報, **37**, 106-112
- 13) 稲福政史・知念司・幸喜香織・奥村健治(2001)牧草および飼料作物の系統適応性検定試験(27)極短期利用型イタリアンライグラス「山系31号」のいもち病抵抗性と収量性, 沖縄畜試研報, **39**, 95-104
- 14) 幸喜香織・稲福政史・蝦名真澄・与古田稔(2008)イタリアンライグラス系統適応性検定試験(28)極短期利用型「山系33号」の特性, 沖縄畜試研報, **46**, 67-73
- 15) 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
- 16) 沖縄気象台, 2015-2016気象月報

研究補助：照屋忠敏

職 員 一 覧
(2016年3月31日現在)

所 長	仲 泊 正 次
企 画 管 理 班	班 長 森山 高広 研究主幹 比嘉 直志 主 査 (再) 川上 保典 主 任 下地 隆宏 主 任 菊池真理絵 主 任 小浜 紀子 農林水産技能員 照屋 剛 農林水産技能員 仲宗根正弘 農林水産技能員 玉城 照夫 農林水産技能員 仲宗根安利 農林水産技能員 久田 友美 農林水産技能員 玉本 博之 農林水産技能員 照屋 忠敏 農林水産技能員 仲程 正巳 農林水産技能員 平良 樹史 農林水産技能員 宮里 政人 農林水産技能員 仲村渠 稔 農林水産技能員 山城 一也
育 種 改 良 班	班 長 島袋 宏俊 主任研究員 細井 伸浩 主任研究員 幸喜 香織 主任研究員 安里 直和 主任研究員 (再) 高江洲義晃 研究員 渡慶次 功 研究員 本田 祥嵩
飼 養 ・ 環 境 班	班 長 野中 克治 主任研究員 親泊 元治 主任研究員 當眞 嗣平 主任研究員 (再) 千葉 好夫 研究員 翁長 桃子 研究員 (休) 光部 柳子 技 師 (臨任) 嘉数 良子

2015 年度（平成 27 年度）編集委員会

編集委員長	森山	高広
事務局長	比嘉	直志
事務局員	小浜	紀子
編集委員	親泊	元治
編集委員	幸喜	香織
編集委員	當眞	嗣平
編集委員	渡慶次	功
編集委員	翁長	桃子
編集委員	本田	祥嵩

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 53 号

平成 28 年 4 月 26 日発行

編 集 沖縄県畜産研究センター試験研究報告編集委員会

発 行 沖縄県畜産研究センター

〒905-0426 沖縄県国頭郡今帰仁村字諸志 2009-5

TEL 0980-56-5142

FAX 0980-56-4803

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

印 刷 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
