

高 畜 試 研 報

N O . 2 1

2 0 2 1

ISSN 0289-5196

Bulletin

of the

Kochi Prefectural Livestock Experiment Station

No.21

# 高 知 県 畜 産 試 験 場 研 究 報 告

第 2 1 号

高知県畜産試験場

高知県高岡郡佐川町

令和 3 年 3 月

Kochi Prefectural Livestock Experiment Station  
(Sakawa-cho, Kochi-ken, Japan)

March 2021

# 高知県畜産試験場研究報告

## 第21号

令和3年3月

### 目次

乳中体細胞数対策を加味した指導用ツールの開発・・・・・・・・・・	1
新見 沙織、川原 尚人	
「土佐あかうし」のおいしさに関する産肉特性調査・・・・・・・・・・	4
高岡 和広、秋澤 克哉、濱田 和希、川原 尚人	
個体差（バラツキ）の少ない肉用素牛育成技術の確立・・・・・・・・・・	14
秋澤 克哉、高岡 和広、西川 武彦、川原 尚人	
過剰排卵プログラムにおける卵胞ウェーブ調整法の検討・・・・・・・・・・	18
西川 弘子、鈴木 芽衣、池上正紘、近森 太志、川原 尚人	
簡易放牧による荒廃農地の再生・・・・・・・・・・	23
川澤 麻友、市川 恭子	
柚子精油抽出残渣の豚飼料化に関する検討・・・・・・・・・・	30
森光 智子、加藤 瑞穂、吉村 敦、南 明博	
土佐ジローの生産性向上に関する研究・・・・・・・・・・	38
池上 和己、尾野 由佳、山田 博之、恒石 望太郎	

**Bulletin of  
The Kochi Prefectural Livestock  
Experiment Station  
Vol.21**

**March 2021**

**CONTENTS**

Development of a Tool for Guidance Considered Measures against Somatic Cells·····1 Saori Niimi and Naoto Kawahara	
Survey of Meat Production Characteristics that affect deliciousness in Japanese Tosa Brown Cattle·····4 Kazuhiro Takaoka , Katuya Akizawa, Kazuki Hamada and Naoto Kawahara	
Establish ment of a method for raising feeder beef cattle with less individual difference·····14 Katsuya Akizawa, Takehiko Nishikawa, Kazuhiro Takaoka and Naoto Kawahara	
Superovulation of cows with follicle wave synchronization used estradiol or dominant follicle removal·····18 Hiroko Nishigawa, Mei Suzuki, Masahiro Ikenoue Taishi Chikamori and Naoto Kawahara	
Regeneration of dilapidation farmland by simple grazing·····23 Mayu Kawazawa and Kyoko Ichikawa	
Examination about pig feed using YUZU oil manufacture extraction residual····30 Tomoko Morimitsu, Mizuho Kato, Atsushi Yoshimura and Akihiro Minami	
Research for Improving Productivity of Tosa Jiro·····38 Kazumi Ikegami, Yuka Ono, Hiroyuki Yamada and Boutarou Tsuneishi	

## 乳中体細胞数対策を加味した指導用ツールの開発

新見沙織\* 川原尚人

### Development of a Tool for Guidance Considered Measures against Somatic Cells

Saori Niimi and Naoto Kawahara

#### 要 約

乳房炎の発生において、乳器形状や搾乳性など牛側の要因との関係性は不明な部分が多い。今回、ホルスタイン種牝牛 53 頭の乳房を 3D カメラにて撮影して、乳頭の各部位の形状と牛群検定データ（乳中体細胞数や標準乳量など）およびラクトコーダデータ（搾乳時間や射乳の流速など）との関連を調査したところ、傾斜度が大きい円錐状の乳頭であると体細胞スコア（SCS）が低くなる傾向があり、乳頭形状は乳中体細胞数に影響すると考えられた。また、新しい指導用ツールとして、牛群検定成績データ検索ダウンロードおよび繁殖台帳 Web システムにより得た 1 年間（2017 年 4 月～2018 年 3 月）の県内の牛群検定加入農家 23 戸のデータを用いて、ベンチマーキングシートを作成した。牛群検定データに、発情発見率、妊娠率、P/F 比を新しい項目として加えたシートは、高知県版ベンチマーキングシートとして、今後、活用が可能であった。

#### はじめに

乳房炎は、乳牛の疾病の中で生産性に直接関わる疾病であり、経済的損失が非常に大きい。乳房炎の発生には、搾乳手法や搾乳機器が関係していることは知られている<sup>1)</sup>が、乳器形状や搾乳性など牛側の要因との関係性は不明な部分が多い。今回、牛側の要因を調査して、乳房炎対策の一助とすることとした。また、近年、牛群検定に加入して、小型電子乳量計であるラクトコーダ（WMB AG）を使用することで、酪農経営に有益な情報が手に入るようになった。しかし、得られるデータ数が膨大であることから、各情報を経営改善に活用するためには多大な労力を要していた。そこで、膨大なデータをより分かりやすくまとめて、新しい体細胞情報を加えた指導用ツールを開発することを試みた。

#### 材料及び方法

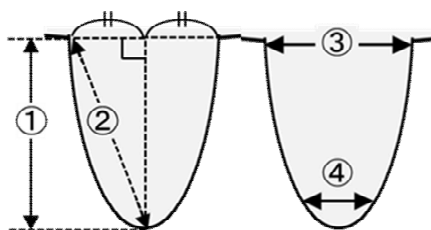
乳頭形状及び搾乳性と体細胞数の関連性については、ラクトコーダを使用している牛群検定加入農家 3 戸の飼養牛（ホルスタイン種牝牛）計 53 頭の乳房を、検定日の朝の搾乳前に 3D カメラ（Hapimo:3D、(株) ノア）

にて撮影して、得られた 3D 画像から乳頭の形状を測定した。測定部位は、乳頭長（直接測定できなかつたため、乳頭基部から乳頭先端までの測定値を用いて計算式から算出）、乳頭基部直径、乳頭尖直径および傾斜度（基部直径から尖直径を差し引いた値）の 4 部位（図 1）乳頭の測定結果と牛群検定データ（乳中体細胞数や標準乳量など）およびラクトコーダデータ（搾乳時間や射乳の流速など）との関連を調査した。

指導者用ツールの開発については、牛群検定成績データ検索ダウンロードおよび繁殖台帳 Web システムにより得られた 1 年間（2017 年 4 月～2018 年 3 月）の県内牛群検定加入農家 23 戸のデータを用いて、ベンチマーキングシートを Excel（Microsoft 社）で作成した。ベンチマーキングシートの項目を検討するため、粗収入の指標となる「経産牛 1 頭あたりの乳代－濃厚飼料代」及び「経産牛 1 頭あたりの乳量」と、その他のデータとの相関係数を調査した。シートを作成には、山口県畜産試験場の「牛群検定成績の活用促進に関する研究 1」を参考とした<sup>1)</sup>。統計処理は、統計処理ソフト（PASW Statistic、IBM 社）を使用した。

\* 1 : 高知県農業振興部畜産振興課

結果



①乳頭長 =  $\sqrt{②^2 - (③/2)^2}$

③基部直径

④尖直径

傾斜度 = ③ - ④

図1 乳頭の測定部位

表1 農家ごとの乳頭測定結果(mm)

農家 平均SCS	基部直径	尖直径	傾斜度	乳頭長
A 1.6	35.0 a	20.7 b	14.3 a	52.8
B 2.2	32.7 a	19.2 a	13.4 a	48.7
C 3.3	29.6 b	20.8 ab	8.9 b	48.1

異符号間で有意差有り (p<0.05)

調査した3戸の農家のうち、体細胞スコア (SCS) が最も高かった農家B (平均3.3) の牛の乳頭形状は、基部が小さく傾斜度も小さかった (表1)。一方、3戸中SCSが最も小さかった農家A (平均1.6) の牛の乳頭形状は、基部が太く傾斜度が大きかった。円錐状の乳頭形状であるとSCSが低くなる傾向があった。

乳頭測定値と牛群検定やラクトコーダのデータとの関係性を調査するため、各項目との相関を求めた (表2)。乳頭測定値のうち傾斜度はSCSと負の相関関係があり、農家ごとの結果と同様であった。乳頭が円錐状であると、乳頭とティートカップライナー間の気密度が高くなり、真空漏れが少なくなったことで、SCSが低くなる可能性が示唆された。相関係数を調べた結果、有意な相関がみられた「発情発見率」と「妊娠率」、乳頭形状及び搾乳性と体細胞数の関連性調査でSCSと相関のみられたP/F比を新しい項目として加えて、高知県版ベンチマーキングシートを作成した (図2)。併せて、指導者向けに各家畜保健衛生所ごとにデータをまとめ、それぞれの管内の農家の成績が一目で分かるシートを作成した。

表2 乳頭測定値と各項目との相関係数

	SCS <sup>※1</sup>	最大 流速	主搾乳 時間	標準 乳量	F% <sup>※2</sup>	P% <sup>※3</sup>	P/F <sup>※4</sup>	産次
基部直径	-0.27	0.01	0.25	0.04	-0.18	-0.3*	-0.08	0.33*
尖直径	0.05	0.01	0.08	0.13	-0.03	-0.03	-0.02	0.34*
傾斜度	-0.34*	0.01	0.22	-0.06	-0.19	-0.32*	-0.08	0.13
乳頭長	-0.2	-0.1	0.16	0.19	-0.12	-0.16	-0.03	0.39*
SCS		0.16	-0.51*	-0.55*	0.16	0.45*	0.29*	0.02

※1 SCS=log<sub>2</sub>(SCC/100) +3、SCC:乳中体細胞数 (千個/ml)

\* : p<0.05

※2 乳脂肪率 ※3 乳蛋白質率 ※4 乳中の蛋白質量と脂肪量の比率

項目名	数値の単位	評価	目標		現状		備考	チェックポイント	
			目標値	達成率	現状値	達成率			
産乳量(乳量)の増加(産乳増進率) (%)	852.077	5	7	100.0%	868.75%	764.02%	876.02%	876.02%	産乳量(乳量)の増加(産乳増進率)
産乳量(乳量)の減少(産乳減少率) (%)	32.559	4	0	10.0%	14.48%	4.76%	4.97%	4.97%	産乳量(乳量)の減少(産乳減少率)
100kgの乳量(産乳増進率) (%)	1.709	5	0	100%	1.75%	1.69%	1.69%	1.69%	100kgの乳量(産乳増進率)
産乳量(乳量)の増加(産乳増進率) (%)	152.052	5	10	77.5%	151.01%	143.62%	149.07%	149.07%	産乳量(乳量)の増加(産乳増進率)
産乳量(乳量)の減少(産乳減少率) (%)	-3.56	4	10	3.4%	3.5%	4.7%	5.0%	4.9%	産乳量(乳量)の減少(産乳減少率)
30日間産乳量(乳量) (%)	9.734	5	9	114.7%	10.01%	9.62%	10.02%	10.02%	30日間産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	3.07	5	10	4.0%	4.1%	3.6%	3.6%	3.6%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	4.74	4	10	4.0%	4.0%	3.7%	3.8%	3.8%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	3.42	5	5	100%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	6.8	4	10	17.1%	6.8%	6.8%	6.8%	6.8%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	33.5	4	10	33%	33%	33%	33%	33%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	54.9	4	10	67.4%	57.4%	52.4%	49.2%	49.2%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	23.7	4	5	23.9%	23.9%	19.9%	14.4%	7.4%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	67	5	10	74%	80%	80%	100%	100%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	47.5	5	10	91.2%	49.9%	100%	100%	100%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	41.8	4	10	104%	42.5%	45.5%	50%	51%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	1.44	4	10	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	38.4	4	10	38.4%	41.9%	34%	39%	39%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	9	4	10	10%	9%	9%	4.5%	30%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	22.2	4	10	22.2%	22.2%	24.1%	25.5%	25.5%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	4.6	4	10	4.6%	4.4%	3.7%	3.4%	3.4%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	30	4	10	30%	30%	30%	30%	30%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	4	4	10	4%	4%	4%	4%	4%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	9	4	10	9%	9%	9%	9%	9%	産乳量(乳量)
産乳量(乳量) (%)	2	4	10	2%	2%	2%	2%	2%	産乳量(乳量)

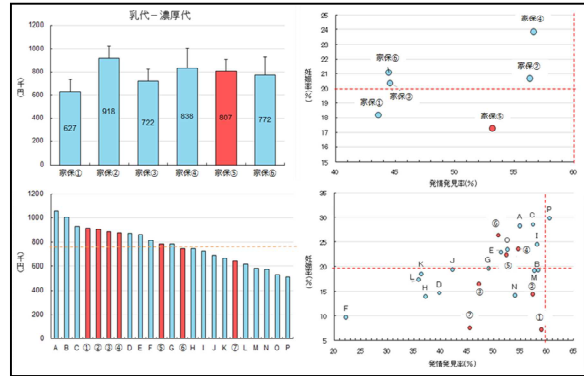


図2 ベンチマーキングシート

## 考察

傾斜度が大きい円錐状の乳頭であるとSCSが低くなる傾向があり、乳頭形状は乳中体細胞数に影響すると考えられた。また、牛群検定データに、発情発見率、妊娠率、P/F比を新しい項目として加えたベンチマーキングシートを作成した。今後、作成したベンチマーキングシートは、県内の家畜保健衛生所の職員等の分析指導員へ配布して、農家指導に活用予定である。しかし、現段階では、ベンチマーキングシートを作成するためのデータ加工に多大な労力を必要とした。そのため、Excelマクロ等のプログラミングを行い、シート作成の簡略化を図ることが課題である。また、普及にあたっては、分析指導員にシートを有効活用してもらうために、活用方法に関する勉強会を実施する必要がある。

## 謝辞

本試験研究の実施にあたり、県内の農家、(一社)高知県畜産会、県内家畜保健衛生所の方々に深謝します。

## 引用文献

- 1) 山口県(2017) : 山口県畜産試験場研究報告

## 「土佐あかうし」のおいしさに関する産肉特性調査

高岡 和広 ・ 秋澤 克哉 ・ 濱田 和希 ・ 川原 尚人

### Survey of Meat Production Characteristics that affect deliciousness in Japanese Tosa Brown Cattle

Kazuhiro Takaoka , Katuya Akizawa, Kazuki Hamada and Naoto Kawahara

#### 要 約

土佐あかうし（褐毛和種高知系、以下「褐毛和種」）の産肉特性について、理化学性状、味覚センサ及び官能評価を用いて、その「おいしさ」を客観的に数値化すること、また、褐毛和種の特徴の一つである脂肪交雑の形状及び SCD 遺伝子型について、育種改良の指標化の可能性を検討した。成分分析では、褐毛和種に含まれる「甘み」を呈するアミノ酸が、黒毛和種より有意に高く、中でも特にグルタミンの割合が有意に高かった ( $P < 0.05$ )。味覚センサによる分析において、褐毛和種の「旨味コク」が強く、呈味成分のグリコーゲン、アスパラギン酸、 $\beta$ -アラニン及びアラニンと正の弱い相関があり、褐毛和種の「コク」に関与していることが示唆された。また、不飽和脂肪酸の生成を司る SCD 遺伝子型頻度は、褐毛和種の種牛では AA 型 > AV 型 > VV 型の順で多く、黒毛和種と比較して、VV 型が 6.2% と少ないことが明らかになった。褐毛和種の枝肉形質画像解析により、脂肪交雑の形状を調査すると、「粗さ指数」が低く、小ザシであることが明らかになった。「細かさ指数」の育種価を評価すると、遺伝率は中程度に高く、育種改良に利用できる可能性がある。消費者型官能評価では、消費者は褐毛和種の「赤身と脂肪のバランス」を好み、「脂の消えやすさ」が高く評価されて、脂肪の「質」及び「形状」がロドけの良さに影響していることが示唆された。

#### はじめに

全国的に脂肪交雑から赤身肉へ消費者志向の変化が云われ始めて数年がたち、牛肉の評価についても「見た目の評価」から「美味しさの評価」に変化しつつある。そのような状況の中、最近では、土佐あかうしは、赤身肉と小ザシのバランスに特徴のある美味しい牛肉として、県内外からの需要が伸びてきている。

褐毛和種は、平成 18 年の当場の調査で、オレイン酸を含む不飽和脂肪酸の生成能力を司る SCD (Stearoyl-CoA Desaturase) 遺伝子 (以下、SCD 遺伝子) の AA 型が多い品種であり、他の品種より小ザシが多い傾向にあることが示されている。また、国立大学法人帯広畜

産大学の陰山らは、褐毛和種は、黒毛和種や褐毛和種熊本系に比べ細かい脂肪交雑が多く、あらい脂肪交雑が少ないことから、消費者に好まれやすい傾向にあることを報告<sup>1)</sup>している。

今後、さらに消費者に求められる特色ある褐毛和種のブランド化のために、褐毛和種の「おいしさ」に影響する産肉特性について、理化学検査などにより得られた客観的・具体的データで、他品種との違いを明確にする。

## 材料及び方法

### 1. 牛肉分析

県内の食肉市場において、褐毛和種去勢肥育牛 16 頭（と畜後 3～10 日目）の枝肉から 3 部位（ロース、バラ、モモ）を 100 g/頭づつ採材した。真空パック処理を行った後、-25℃で冷凍保存したものを分析に供した。

黒毛和種については、去勢肥育牛 9 頭のロース部位を 100 g/頭採材した。アミノ酸・脂肪酸分析については、一般社団法人家畜改良事業団に依頼した。味覚センサー分析については、株式会社インテリジェントセンサーテクノロジーに依頼した。

### 2. 消費者型官能評価

褐毛和種と黒毛和種のリブロースを 5mm にスライスして、直径 5 cm に型抜きしたサンプルを 180℃ のホットプレートを用いて、上下両面を 40 秒間加熱した。両品種のサンプルを、2 点比較法を用いて、ラテン方格法で設計したサンプル提示順序により、高知大学の教職員、学生及び当場の職員 72 名をパネリストとして、消費者型官能評価を実施した。データの解析は、各評価項目について二項検定（嗜好：両側検定、強度：片側検定）を実施した。

### 3. 遺伝子型検査

現場で飼養している褐毛和種の種雄牛 30 頭及び繁殖雌牛 63 頭、県内の繁殖雌牛 343 頭について、血液サンプル 2 ml/頭を採取して、SCD 遺伝子型頻度の特定を国立大学法人高知大学に依頼した。

### 4. 枝肉形質画像解析

平成 24 年 10 月から平成 29 年 3 月に出荷された褐毛和種の肥育牛 1,295 頭について、ミラー型撮影装置（HK-333 早坂理工株式会社）を用いて得られた第 6-7 肋骨切開面画像から、細かさ指数、粗さ指数及び脂肪面積割合の枝肉形質画像解析を国立大学法人帯広畜産大学に依頼した。育種価の統計処理は、公益社団法人全国和牛登録協会に依頼した。

## 結果および考察

### 1. 基本統計量

今回、分析を行ったサンプルの基本統計量を表 1 および表 2 に示した。牛肉分析に用いたサンプルの枝肉成績の平均については、褐毛和種は出荷月齢 28.4 ± 1.3 カ月齢、枝肉重量 460.8 ± 42.6 kg、ロース芯面積 51.3 ± 5.3 cm<sup>2</sup>、バラの厚さ 7.8 ± 0.7 cm、歩留まり 73.6 ± 1.2% 及び BMS No3.4 ± 0.6 であり、黒毛和種は出荷月齢 27.8 ± 1.5 カ月齢、枝肉重量 479.4 ± 65.3 kg、ロース芯面積 57.1 ± 9.8 cm<sup>2</sup>、バラの厚さ 7.8 ± 0.9 cm、歩留まり 73.9 ± 1.6% 及び BMS No7.2 ± 1.5 であった（表 1）。

同様に枝肉形質画像解析に用いた褐毛和種のサンプルについては、出荷月齢 28.4 ± 1.6 カ月齢、枝肉重量 445.7 ± 55.2 kg、ロース芯面積 50.9 ± 7.6 cm<sup>2</sup>、バラの厚さ 7.8 ± 1.0 cm、皮下脂肪厚 2.1 ± 0.8 cm 及び BMS No3.9 ± 1.7 であった（表 2）。

平成 25 年度から 29 年度に県内で出荷された去勢の枝肉成績の平均値は、褐毛和種では出荷月齢 28.5 ヶ月、枝肉重量 461 kg、BMS No3.9、黒毛和種は出荷月齢 28.7 ヶ月、枝肉重量 505 kg、BMS No6.6 であり、牛肉分析に用いたサンプルは、それぞれの品種の産肉能力の特徴を検証するため、両品種とも県内の枝肉成績の平均値に近い枝肉からサンプリングを行った。また、褐毛和種の枝肉形質画像解析に用いたサンプルは、平成 25 年度から 28 年度に出荷された枝肉成績と比較して有意な差は認められなかった（ $P < 0.05$ ）。



高岡ほか：「土佐あかうし」のおいしさに関する産肉特性調査

表1 牛肉分析の基本統計量

品種	n	性別	部位	出荷月齢	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	歩留	BMS No
褐毛和種	16	去勢	ロース	28.4	460.8	51.3	7.8	73.6	3.4
			バラ	±	±	±	±	±	±
			モモ	1.3	42.6	5.3	0.7	1.2	0.6
黒毛和種	9	去勢	ロース	27.8	479.4	57.1	7.8	73.9	7.2
			バラ	±	±	±	±	±	±
			モモ	1.5	65.3	9.8	0.9	1.6	1.5

表2 枝肉形質画像解析の基本統計量 (褐毛和種 去勢・雌)

性別	n	出荷月齢	枝肉重量	ロース芯	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留	BMS No	あらさ指数	細かさ指数
去勢	900	28.3	462.7	52	7.9	2	73.8	4	7.77	3.48
		±	±	±	±	±	±	±	±	±
		1.5	51.3	7.6	1	0.8	1.3	1.7	3.5	0.6
雌	395	28.6	406.8	48.4	7.5	2.3	73.6	3.8	8.13	3.4
		±	±	±	±	±	±	±	±	±
		1.9	43	7	0.9	0.8	1.3	1.7	3.5	0.6
全体	1,295	28.6	445.7	50.9	7.8	2.1	73.7	4	7.88	3.46
		±	±	±	±	±	±	±	±	±
		1.9	55.3	7.6	1	0.8	1.3	1.7	3.5	0.6

2. 牛肉分析

一般成分について、褐毛和種は黒毛和種と比較して、タンパク含有量、水分含量が有意に高く、粗脂肪含有量は有意に低かった ( $P < 0.05$ )。また、遊離アミノ酸前駆物質のペプチド濃度、糖質のグリコーゲン濃度及びグルコース濃度は黒毛和種と比較して、褐毛和種が高い傾向にあったが有意な差は認められなかった (図1)。

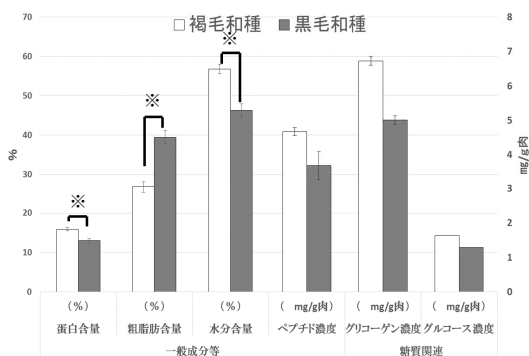


図1 一般成分

遊離アミノ酸については、グルタミン酸とアスパラギン酸のサンプル1gあたりの含有量の総和を「旨味」として、「甘味」(プロリン、アラニン、トレオニン、グルタミン、グリシン、セリン)及び「苦味」(アルギニン、チロシン、バリン、メチオニン、イソロイシン、ロイシン、フェニルアラニン)についても、それぞれの総和で示した。結果、「旨味」及び「苦味」については、品種による差はなかったが、「甘味」については、褐毛和種が黒毛和種と比較して有意に高かった ( $P < 0.05$ ) (図2)。

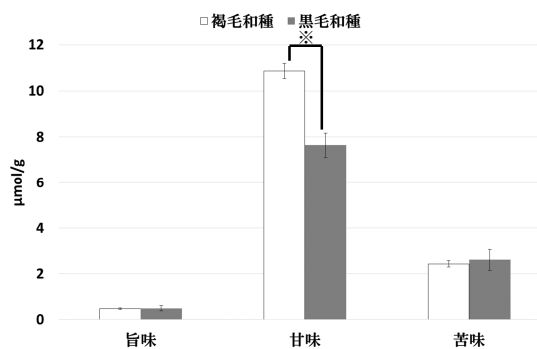


図2 アミノ酸

また、甘味関連アミノ酸のうち、グルタミン酸のみ褐毛和種が黒毛和種より有意に高く ( $P < 0.05$ )、褐毛和種の赤身肉の「甘味」に関与している可能性が示唆された。(図3)

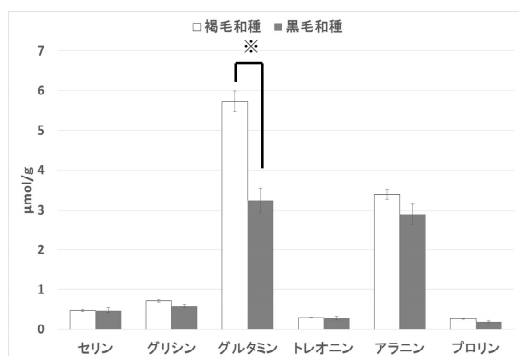


図3 甘味関連アミノ酸

鶏肉や放牧牛に多いとされる機能性成分のイミダゾールジペプチド及びその構成物質のうち、カルノシン及びβ-アラニンは、黒毛和種と比較して褐毛和種が有意に高かった ( $P < 0.05$ ) (図4)。

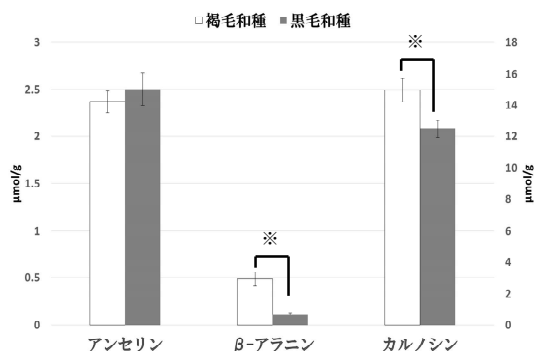


図4 ジペプチド関連物質

鈴木らは「好ましいうま味」とカルノシン、タウリン、アンセリン濃度が有意な正の相関を示して、牛肉のおいしさに関わる指標として重要であることを報告<sup>2)</sup>している。イミダゾールジペプチドと牛肉の「おいしさ」との関連は、まだ不明な点が多いが、褐毛和種の赤身肉の「好ましいうま味」には、カルノシン及びβ-アラニンが関与している可能性が示唆された。

脂肪酸組成は、褐毛和種は黒毛和種と比較して飽和脂肪酸割合が有意に低く、不飽和脂肪酸割合及びオレ

イン酸割合は有意に高かった ( $P < 0.05$ ) (図5)。

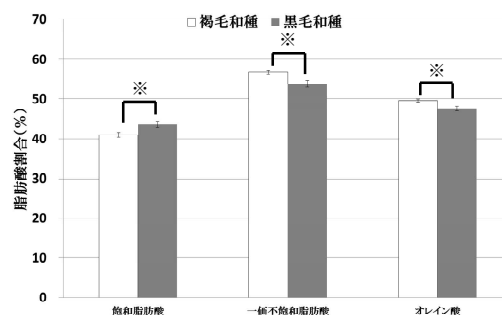


図5 脂肪酸割合

牛肉のおいしさは、脂肪の脂肪酸組成などに大きく影響を受けることが報告<sup>3)</sup>されている。褐毛和種の不飽和脂肪酸割合及びオレイン酸割合が、黒毛和種と比較して多かったことから、褐毛和種の「脂肪の口どけの良さ」が示唆されたが、サンプル数の差が影響している可能性があるため、今後、近赤外線光学測定による推定値を使った大規模な調査が必要と考えられた。

味覚センサ分析において、褐毛和種と黒毛和種のロース部分の平均値を比較したところ、「渋味」「苦味」以外は、褐毛和種が黒毛和種と比較して強く、特に、「苦味雑味」及び「旨味コク」において強かった。渋味及び苦味については、差が認められなかった(図6)。

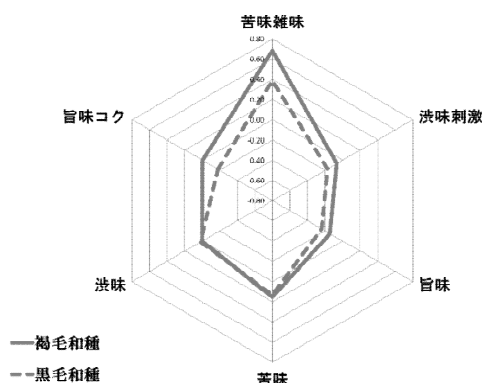


図6 味覚センサによる両品種の分析

また、褐毛和種のロース、バラ、モモの3部位の平均値を比較したところ、ロースの「苦味雑味」及び「旨味コク」が高い傾向であり、「渋味刺激」はバラが強い特徴があった(図7)。

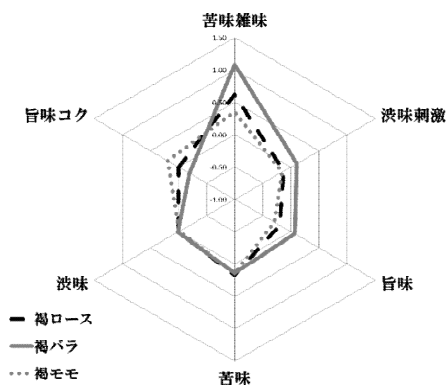


図7 味覚センサによる褐毛和種の部位別分析

そこで、褐毛和種において味覚センサの項目で強い傾向にあった「苦味雑味」及び「旨味ココ」について、呈味成分との相関を分析した。「苦味雑味」について、正の相関を示す呈味成分は認められなかったが、「旨味ココ」については、糖質であるグリコーゲン、遊離アミノ酸であるアスパラギン酸、 $\beta$ -アラニンと非常に弱い正の相関および遊離アミノ酸であるアラニンと正の相関 ( $P < 0.05$ ) を示したことから、褐毛和種の「旨味」や「ココ」がこれらの成分と関係していることが示唆された (表3)。

### 3. 消費者型官能評価

消費者型官能評価については、「嗜好」に関して4項目、「強度」に関して4項目の合計9項目について、パネリストが必ずどちらか一方を選ぶ設定とした。「強度」の項目については、「脂の消えやすさ」は、褐毛和種が黒毛和種より「強い」と評価したパネリストが有意に多かった ( $P < 0.05$ )。

一方、「甘味」 ( $P < 0.01$ ) および「ジューシーさ」 ( $P < 0.001$ ) については、黒毛和種が褐毛和種より「強い」と評価したパネリストが有意に多かった。

また、「嗜好」の項目については、「赤身と脂肪のバランス」の項目で、褐毛和種が黒毛和種より好ましいと評価するパネリストが有意 ( $P < 0.05$ ) に多かった (表4)。褐毛和種の「赤身と脂肪のバランス」が消費者に好まれていたことから、褐毛和種の従来からのキャッチフレーズである「赤身に旨みがあり、サシが入りすぎず、ヘルシーな牛肉」を裏付けていたと思われる。また、消費者が好んだ褐毛和種の特徴として「脂の消えやすさ」があったが、不飽和脂肪酸割合及びオレイン酸割合との関連は、今後の大規模調査時に検討することが適切と考えられた。

表3 呈味成分と味覚センサの相関係数

	グリコーゲン	グルコース	ペプチド濃度	アスパラギン酸	グルタミン酸	グリシン	グルタミン	$\beta$ -アラニン	アラニン	カルノシン
苦味雑味	-0.614*	-0.350	-0.412	-0.081	-0.320	-0.072	-0.088	-0.221	-0.318	-0.180
旨味ココ	0.495	0.258	0.336	0.408	0.373	-0.125	0.164	0.470	0.510*	0.261

\* :  $p < 0.05$

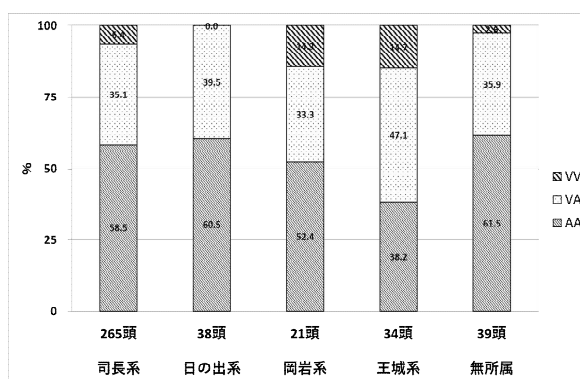


図9 種牛のSCD遺伝子型

表4 消費者型官能評価

種類	設 問	回答欄	
		褐毛和種	黒毛和種
嗜好	香が好ましいのはどちらですか？	31	41
	味が好ましいのはどちらですか？	37	35
	食感が好ましいのはどちらですか？	36	36
	赤身と脂肪のバランスが好ましいのはどちらですか？	46*	26
	全体的に好ましいのはどちらですか？	39	33
強度	うま味が強いのはどちらですか？	36	36
	甘味が強いのはどちらですか？	26	46**
	ジューシーなのはどちらですか？	21	51***
	脂が消えやすいのはどちらですか？	46*	26

P<0.05、\*\*P<0.01、\*\*\*P<0.001

#### 4 遺伝子型検査

SCD (Stearoyl-CoA Desaturase) は飽和脂肪酸を不飽和脂肪酸に変える酵素の一種であり、SCD 遺伝子は、塩基の違いにより、アラニン型とバリン型に分けられて、アラニン型 (AA 型) の牛はバリン型 (VV 型) よりも不飽和脂肪酸の含有量が多く好ましい形質であるとされている (4) 5)。

褐毛和種の種牛について、SCD 遺伝子型頻度を表5に示した。種雄牛と繁殖雌牛の平均は、AA 型

表5 種牛のSCD遺伝子型

種牛	種別	n	遺伝子型頻度 (%)		
			AA型	AV型	VV型
種牛	種雄牛	30	56.67	43.33	0
	繁殖雌牛	406	56.90	36.45	6.65
平均		436	56.88	36.93	6.19

56.88%、AV 型 36.93% 及び VV 型が 6.2% となった。他県の黒毛和種では、AA 型 40.9%、AV 型 46.5%、VV 型 12.5% という報告<sup>6)</sup>があり、褐毛

和種は黒毛和種に比べ、AA 型が多く、VV 型が少ない結果となった (表5)。

次に、県内繁殖雌牛を系統別に分類して SCD 遺伝子型頻度を調べた結果を図9に示した。

「千代力」「千代隆」などが属する日の出系の AA 型頻度が最も高く、VV 型頻度が最も少なかった。次いで、「南川山」「嶺北五月」などの司長系の、AA 型頻度が高かった。宮澤らは、黒毛和種において、系統により SCD 遺伝子型頻度が偏在する傾向があると報告<sup>5)</sup>している。褐毛和種についても、AA 型、AV 型及び VV 型頻度には、系統により SCD 遺伝子型頻度が偏在する傾向があり、繁殖雌牛

と交配する種雄牛の組み合わせが、産出される仔牛の脂肪酸割合に影響すると考えられた。しかし、司長系以外の系統については、サンプル数が少なく、今後もデータの収集をする必要がある。

また、今回は種牛に限定した調査であり、今後は、出荷された肥育牛からサンプルを採取してSCD 遺伝子型を分析して、近赤外線光度測定装置で得られた、実際に消費者が入手する牛肉の脂肪酸割合と SCD 遺伝子型の関係について検証する必要があると考えられた。

### 5 枝肉形質画像解析

得られた枝肉形質画像を用いて、褐毛和種における脂肪交雑の形状の数値化を行った。

図 10 には、一般社団法人日本枝肉格付協会による枝肉格付けで、同じ BMS No3 に評価された褐毛和種去勢のロース芯画像を示した。

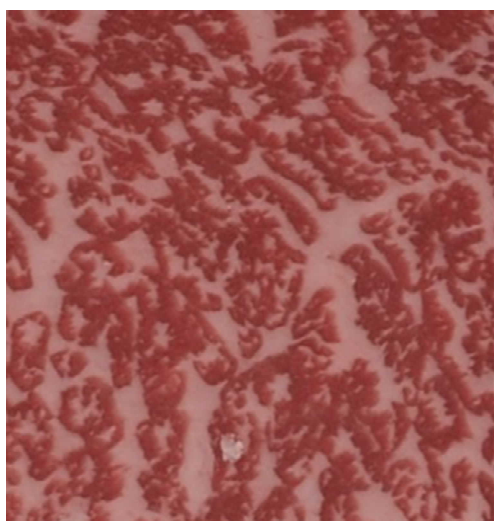
左の画像が細かさ指数 4.09、あらさ指数 5.64 のいわゆる「小ザシ」の脂肪交雑形状であり、右の画

像が細かさ指数 2.76、あらさ指数 17.8 のいわゆる「大ザシ」の脂肪交雑形状であり、形状が異なっている。同じ BMS No でも脂肪交雑の形状が細かいほど脂肪面積割合は小さく、国立大学法人帯広畜産大学の蔭山らは、細かい脂肪交雑は消費者に好まれやすい傾向であることを報告<sup>1)</sup>しており、褐毛和種の改良においても脂肪交雑の細かい種牛の産肉能力が求められている。

そこで、種雄牛間での「細かさ指数」及び「あらさ指数」を検討するため、10 頭以上の後代を持つ種雄牛について比較した。

あらさ指数については種雄牛による差はなかったが、細かさ指数については「桜栄」が 3.8 と最も高く、「南川山」「千代隆」「千代力」「百合伯」「夢千代」「北若」に比べて有意 ( $P < 0.05$ ) に高かった (表 6)。

図 10 褐毛和種の脂肪交雑の形状の違い



細かさ指数 : 4.09  
あらさ指数 : 5.64  
脂肪面積割合 : 39.2%



細かさ指数 : 2.76  
あらさ指数 : 17.8  
脂肪面積割合 : 43.8%

表6 種雄牛の細かさ指数とあらさ指数

父牛名号	後代数	細かさ指数	あらさ指数
桜栄	423	3.8	7.1
嶺北山	53	3.6	7.1
盛司	12	3.5	6.7
正義山	44	3.5	8.2
司南	35	3.5 *	7.9
桜下関	17	3.5	7.7
南川山	200	3.4	7.7
嶺北五月	10	3.4	8.7
百合邦	18	3.4	6.1
山桜	66	3.4	8.8
繁舛	31	3.3	7.6
東美波	27	3.3	8
千代力	26	3.3	6.5
彦星	10	3.2	9.3
桜山	14	3.2 *	10.6
夢千代	24	3.1 *	8.4
北若	74	3.1 *	9.5
千代隆	33	3.1 *	9.2
百合伯	19	3	6.9
岩重久	22	3	9.2
光若	11	2.7 *	8.1
全平均	1,295	3.46	7.88

\*：「桜栄」に対して、有意差のあった項目（ $P < 0.05$ ）

また、「細かさ指数」と「あらさ指数」について、育種価評価を実施すると、細かさ指数育種価は種雄牛によってバラツキがあり、脂肪交雑育種価が高いほど細かさ指数育種価も上がる傾向にあった（図 11）。脂肪交雑育種価が高くなると細かさ指数育種価が低くなるという黒毛和種の報告とは一

致せず、褐毛和種の特徴の一つであると考えられる。既存の褐毛和種の枝肉6形質（枝肉重量・バラ厚・皮下脂肪厚・歩留・脂肪交雑）の遺伝率は、0.478から0.569であるのに対して、画像解析形質の遺伝率は、「あらさ指数」が0.166と低かったが、「細かさ指数」は、0.464と既存の褐毛和種の育種

価評価と同程度であった（表7）。

「あらさ指数」の遺伝率について課題はあるが、今後、後代の評価数を増やすことにより遺伝率が高くなると考えられたため、褐毛和種の脂肪交雑の形状を改良する指標の1つとして活用できることが示唆された。

表7 枝肉形質の遺伝率

枝肉形質	遺伝率
枝肉重量	0.490
ロース芯面積	0.532
バラ厚	0.400
皮下脂肪厚	0.559
歩留	0.653
脂肪交雑	0.478
脂肪面積割合	0.659
あらさ指数	0.166
細かさ指数	0.464

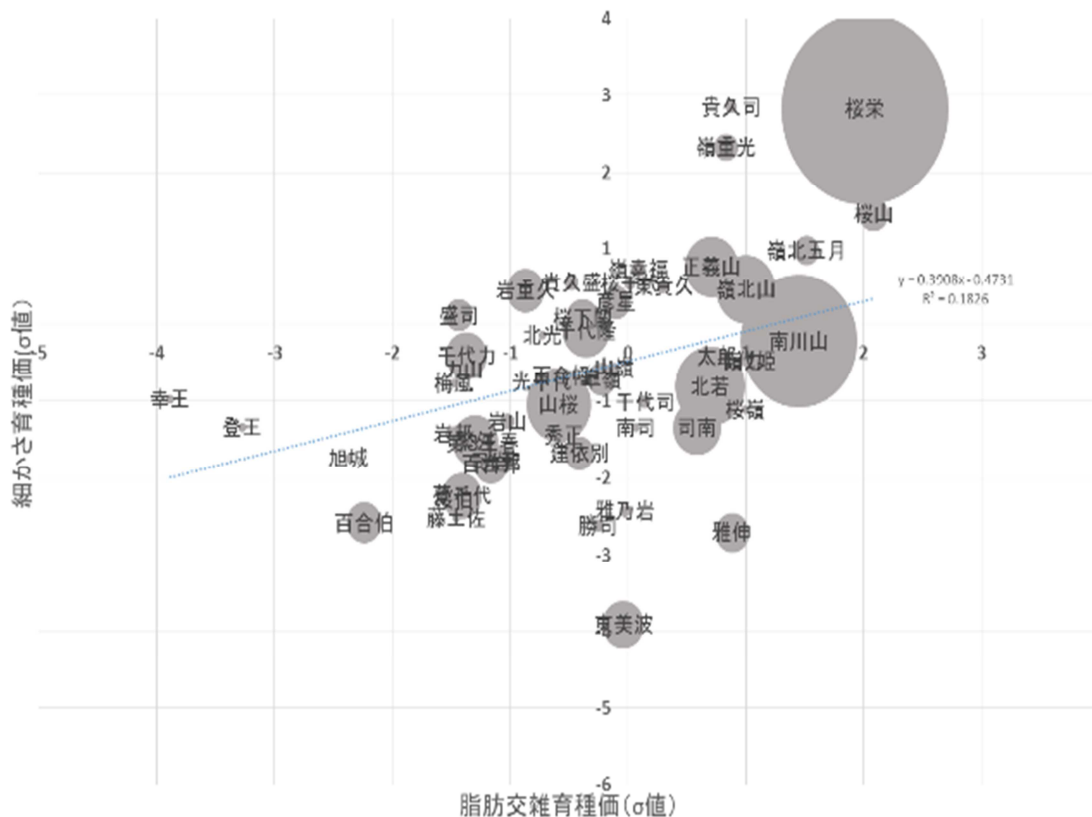


図11 細かさ育種価と脂肪交雑育種価

## 謝辞

本研究に際して、枝肉形質画像の解析にご協力いただいた国立大学法人帯広畜産大学口田圭吾教授、SCD 遺伝子型の分析及び消費者型官能評価にご協力いただいた国立大学法人高知大学松川和嗣准教授をはじめ皆様に対し感謝の意を表します。

## 引用文献

- 1) 蔭山麻由ら (2015) 日本の肉用牛における脂肪交雑形状の意識調査および品種間比較, 肉用牛研究会報, 第 98 号, 60
- 2) 鈴木啓一ら (2013) 黒毛和種牛銘柄肉の試食パネルと理化学成分分析による美味しさに係わる指標の探索, 平成 24 年度食肉に関する助成研究調査成果報告書, Vol. 31, 49~57
- 3) 常石英作ら (1994) 牛体脂肪の脂肪酸組成とトリアシルグリセロール分子種との関連, 日本畜産学会報, 65, 128-134
- 4) Taniguchi, M. et al. (2004) Genotypes of stearoyl-CoA desaturase is associated with fatty acid composition in japanese Black cattle., Mammalian Genome, 15, 142-148
- 5) Jenschke, B. E. et al. (2007) Unsaturated fatty acids sodium affect the liver-like off-flavor in cooked beef., J. Anim. Sci., 85, 3072-3078
- 6) 片岡博行ら (2008) 食味形質の遺伝的解析によるおいしい牛肉生産に関する研究 (第 1 報), 岡山県総合畜産センター研究報告, 第 17 号, 27-31
- 7) 宮澤浩太ら (2011) 黒毛和種繁殖雌牛の SCD 遺伝子型調査, 群馬県畜産試験場研究報告, 第 18 号, 9 - 13



# 個体差（バラツキ）の少ない肉用素牛育成技術の確立

秋澤克哉 西川武彦\* 高岡和広 川原尚人

## Establishment of a method for raising feeder beef cattle with less individual difference

Katsuya Akizawa, Takehiko Nishikawa, Kazuhiro Takaoka and Naoto Kawahara

### 要 約

近年、農家の高齢化や規模拡大による多頭数飼育に伴い母牛の飼養管理が不十分となり、産乳量が減った結果、子牛の発育に個体差（以下、バラツキ）が生じることが多くなった。平成23年度には高知県の津野山地域において、出生後すぐに母牛から切り離し、人工的に哺育育成管理を行う施設（キャトルステーション、以下CS）が設置されたが、子牛発育のバラツキについて、実態が明らかになっていない。そこで、調査を実施したところ、黒毛和種に準ずる哺乳哺育管理の方法で和牛発育推定値（（公社）全国和牛登録協会）と同等の発育を確認した。また、生産コスト低減を図り、肉量・肉質を維持する肥育管理技術を体系化するため、短期肥育（24ヶ月齢出荷）による枝肉成績と、県内で出荷された慣行肥育（25～31ヶ月齢出荷）による枝肉成績との比較を行った。短期肥育は慣行肥育と比べて枝肉項目（枝肉重量・ロース芯面積・バラ厚及びBMSNo.）が低い値を示した。褐毛和種高知系子牛6頭で2ヶ月離乳（早期離乳）を行ったところ、8ヶ月齢までの発育（体重及び体高）は、（公社）全国和牛登録協会の和牛発育推定値と同等あるいは上回る成績を得た。

### はじめに

肉用牛経営には大別して、繁殖経営と肥育経営がある。繁殖経営における子牛の哺育育成については、これまでは母牛による哺乳（自然哺乳）を3～4ヶ月齢まで行うことが一般的だった。しかし、近年、農家の高齢化や規模拡大による多頭飼育に伴い、母牛に対する管理者の飼養管理が十分に行き届かなくなった結果、母牛の産乳量減少等により子牛の発育に個体差（バラツキ）が生じるとの声を生産現場から聞くようになった。平成23年度、高知県津野山地域において、出生後すぐに母牛から切り離し人工的に哺育育成管理を行う施設（キャトルステーション、以下CS）が設置された。CSでは、哺育育成方法は黒毛和種の方法を準用していたが、子牛発育のバラツキについて、具体的に調査したことがなく、実態が明らかではなかった。それらを明らかにするために、生産現場における調査を実施した。

肥育経営では、従来、肉量・肉質の向上を目的として、

28ヶ月齢前後まで肥育することが慣行法であるが、効率的な生産を進めるには、平成27年3月に農林水産省が公表・策定した「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」にも示されているように、肥育期間短縮技術の検討も必要である。そこで、肥育期間を24ヶ月齢まで短縮する手法を取り入れることにし、牛舎施設の増改築等の規模拡大を行わずに、肥育回転率を高めて、出荷規模の拡大や肥育期間短縮による飼料費等の生産費用の低減を図ることとした。しかし、肥育期間短縮により枝肉量・枝肉歩留まりの減少および枝肉格付けを低下させてしまうと、1頭あたりの販売額が減少するため経営改善にはつながらない。枝肉量・枝肉歩留まり及び枝肉格付けを維持しつつ、肥育期間を短縮するための哺育育成方法の試験を実施した。

### 材料及び方法

\*高知県中央家畜保健衛生所

1 発育及び肥育調査

県内肉用牛農家及び当場で早期母子分離した和牛雄40頭及び雌48頭（黒毛和種●頭、褐毛和種高知系●頭）を対象に調査した。

(2) 給与飼料

代用乳（ミルクッシュ：くみあい飼料 CP28.0%、TDN105.0%、EE18.0%）については、メーカー推奨量を定量哺乳し、人工乳（らくらくモレット：組合飼料 CP21.0%、TDN77.0%）及び育成飼料（パワフル育成 CP17.0%、TDN72.0%）については発育に応じて増量した。（表1）体重、体高、胸囲、腹囲について哺育開始時から8ヶ月齢まで毎月測定し、（公社）全国和牛登録協会の和牛発育推定値（以下、和牛発育推定値）と比較した。

表1 JAくみあい飼料株式会社の推奨量

	1ヶ月齢	2ヶ月齢	3ヶ月齢
代用乳	300g×2回	300g×2回	300g×2回
人工乳	一握り～1kg	1.5kg	2.5kg
乾草	一掴み～0.2kg	0.4kg	0.7kg

慣行肥育成績は、発育調査を実施した供試牛の88頭のうち、追跡できた81頭についての25～31ヶ月齢で出荷された肥育牛の、（公社）日本格付協会による格付け（以下、格付け）に基づく枝肉成績を調査した。短期肥育については、高知県畜産試験場において発育調査を実施した褐毛和種高知系2頭（雌）を、慣行肥育を24ヶ月出荷まで短縮した肥育牛の（公社）日本格付協会による格付けに基づく枝肉成績を調査した。

2 早期離乳（2ヶ月）発育調査

供試牛は早期母子分離（1週齢前後）した褐毛和種高知系雄子牛5頭及び雌子牛1頭を対象に調査した。

代用乳（CP28.0%、TDN105.0%、EE18.0%）については最大900g/日を2カ月齢まで哺乳した。人工乳（CP21.0%、TDN77.0%）及び育成飼料（CP17.0%、TDN72.0%）については発育に応じ増量給与（500g～4kg/日）した。発育調査については体重、体高、体長、胸囲を試験開始時（0ヶ月齢）から離乳時の7ヶ月齢まで毎月測定し、（公社）全国和牛登録協会の和牛発育推定値（以下、和牛発育推定値）と比較した。

表2 早期離乳（2ヶ月）哺乳方法

	1ヶ月齢	2ヶ月齢	3ヶ月齢(離乳)
代用乳	300g×2回	300g×3回	
人工乳	一握り～1kg	1.5kg	2.0kg～2.5kg
乾草	一掴み～0.2kg	0.4kg	0.7kg

結果

1 発育調査

発育調査結果については哺育開始時から8ヶ月齢における平均体高は、雄が、0ヶ月齢で69.8cm、3ヶ月齢88.4cm、8ヶ月齢109.9cm（±4cm）であり、雌が0ヶ月齢68.1cm、3ヶ月齢85.0cm、8ヶ月齢105.7cm（±3.1cm）であり、（公社）全国和牛登録協会の和牛発育推定値と比較して、平均値に近い値で推移した。（図1、図2）

また、平均体重は、雄が、0ヶ月齢31.7kg、3ヶ月齢98.9kg、8ヶ月齢244.4kg（±14.4kg）と標準程度で推移したが、雌が、0ヶ月齢31.7kg、3ヶ月齢88.4kg、8ヶ月齢247.2kg（±10.2kg）であり、離乳後に増体量が向上したため、標準値を越えて、発育曲線の上限值付近で推移した。（図3、図4）

2 慣行肥育成績

枝肉成績の平均は、表2のとおり。枝肉重量456.8kg、ロース芯面積52.5cm<sup>2</sup>、バラ厚8.07cm、皮下脂肪厚2.36cm、BMSNo.4.97であり、本県の褐毛和種の平均成績に近い値であった。（表2）

表2 県内平均枝肉成績と調査牛平均枝肉

		調査頭数	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪	BMS	
平成24年7月～平成27年12月 平均枝肉成績	褐毛	去勢	841	459.8	51.8	7.89	2.04	4.00
		雌	374	403.2	48.0	7.48	2.26	3.67
	黒毛	去勢	1472	497.8	57.5	7.99	2.38	6.03
		雌	718	446.3	55.5	7.87	2.82	5.95
調査牛 平均枝肉成績	褐毛	去勢	24	463.1	47.9	7.71	2.18	3.58
		雌	33	431.6	46.3	8.04	2.61	3.67
	黒毛	去勢	16	489.2	58.5	8.12	2.04	6.75
		雌	8	443.4	57.4	8.41	2.60	5.88

### 3 枝肉成績（短期肥育）

平成 26 年に早期母子分離した供試牛 2 頭の短期肥育成績を表 3 に示す。2 頭の平均枝肉重量については、平成 28 年の県内平均枝肉重量と比較し、低い値であった。また、肉質についても県内平均と比較し低い値であった。

表 3 短期肥育成績

個体識別No	雌雄	枝肉重量 (kg)	ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	バラ厚 (cm)	BMSNo.
0859294626	雌	433.5	47	7.4	2
0859294636	雌	340	33	5.4	2
平均	雌	386.8	40	6.4	2
(2016年)	雌	429	46.2	7.2	3.4

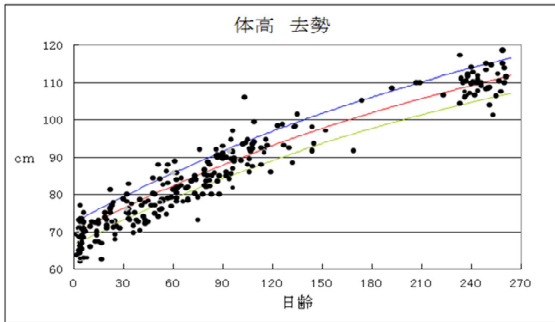


図 1 平均体高（去勢）

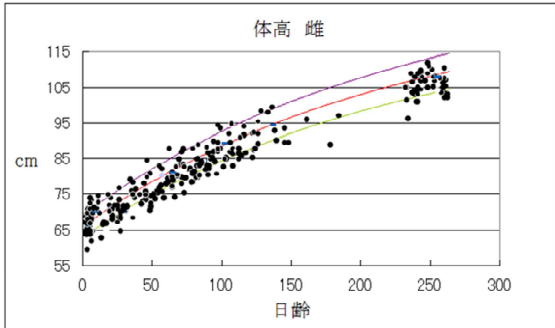


図 2 平均体高（雌）

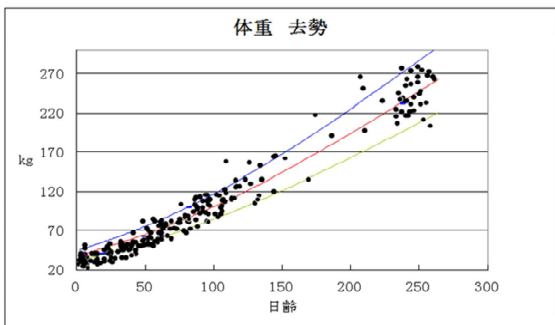


図 3 平均体重（去勢）

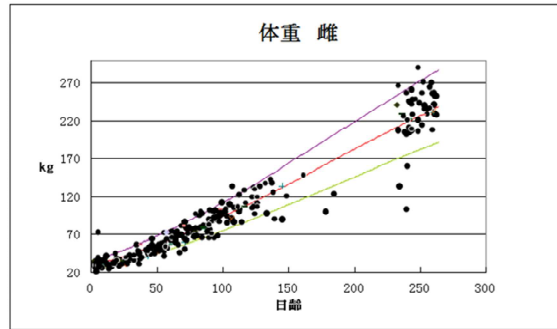


図 4 平均体重（雌）

### 4 早期離乳（2ヶ月）発育調査結果

7ヶ月齢に達した供試牛の体高および体重の推移は、図1、図2のとおり。離乳後の平均体重が3ヶ月齢83.1kg、8ヶ月齢225.6kgであった。（公社）全国和牛登録協会の和牛発育推定値と比較すると、体高においては、2ヶ月哺乳子牛 f、d の発育は、推定値と同程度で推移した。2ヶ月哺乳子牛の a、c 発育は推定値よりも高い値を示した。体重においては、2ヶ月哺乳の子牛は、和牛発育推定値と比較して、全体的に高い値を示した。離乳後の体重低下は、2ヶ月哺乳の子牛7頭ともに認められなかった。（図5、図6）

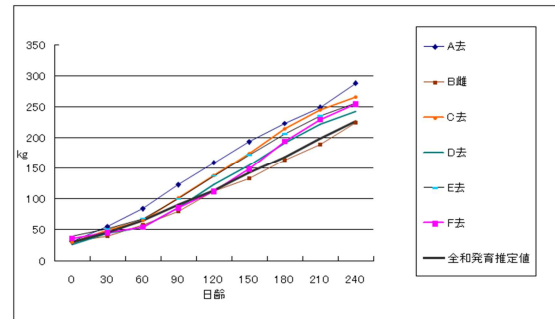


図 5 体高の推移（早期離乳）

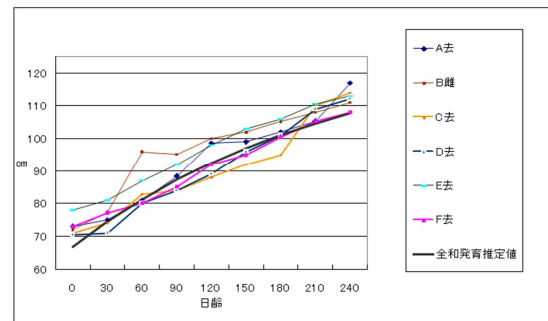


図 6 体重の推移（早期離乳）

## 考察

早期母子分離した子牛の哺乳管理については、従来行われていた黒毛和種に準ずる方法で育成出来ることがわかった。しかし、個体差については、8ヶ月齢での発育値は去勢で±4 cm、雌で±3.1cmであった。体重は去勢で±14.4kg、雌で±10.2kgとなった。このうち、発育推定値（体高） $-1\sigma$ 以下の割合が、去勢で22.5%、雌で29.8%、さらに $-1.5\sigma$ 以下の割合が去勢で10.0%、雌で10.4%となった。短期肥育に関しては、離乳後も発育は影響を与えなかったが、枝肉成績は県内平均を下回る結果となった。これは、肥育牛が発育するために必要な期間が確保できなかったためと考えられる。

飼育期間を短縮するためには、育成期間の確保が必要になるため、哺乳期間を従来の3ヶ月から2ヶ月に短縮した飼育試験（早期離乳）を行ったが、8ヶ月齢までの発育は和牛発育推定値と比較して同等及び上回っていた。今回の結果から、早期離乳（2ヶ月）に関しても早期母子分離した子牛の哺乳管理については黒毛和種に準ずる哺乳方法で育成出来ることがわかった。

しかし、2ヶ月離乳の区では、哺乳量の増加に伴い、一度に飲めるミルクの量に限界があった。2ヶ月離乳を実施するにあたり、一回の代用乳の給与量を多くして短期間で発育を促す必要があるが、黒毛和種子牛の場合、約750~1200g/日の給与が可能ということに対し、今回の試験対象の子牛の中には約750g/日ほどで哺乳欲を喪失した個体もいた。また、短期間で大量の代用乳を摂取することで、哺乳欲の減少、消化不良による下痢などの症状が発生した。このことから、早期離乳を行っても8ヶ月齢までの発育には影響はなかったものの、仔牛の健康管理、治療時間が増加した。

以上のことから、人工哺乳を用いた育成方法では子牛の平均発育値は、（公社）全国和牛登録協会の和牛発育推定値と比較して、平均値に近い値で推移した。また、発育値に関して、（公社）全国和牛登録協会が示す発育推定値と照らし合わせたところ、 $-1.5\sigma$ 以下の個体が去勢牛群、雌牛群に1割程度認められたことから、個体差（バラツキ）を少なくする目的として、人工哺乳を用いた育成方法は効果が得られた。さらに、人工哺乳育成後、慣行肥育により出荷された枝肉成績は、平成24

年7月から平成27年12月までに出荷された県内産枝肉成績の平均と比べて同等の成績であったことから、母牛の個体管理が困難な多頭飼育現場では、母牛に代わる人工哺乳は有効であると考えられた。

## 参考文献

1. 「超早期母子分離技術を用いた哺育・育成技術の検討」福島県畜産試験場（2004）
2. 褐毛和種種牛審査標準 黒毛和種発育推定値（公社）全国和牛登録協会
3. JA 西日本くみあい飼料株式会社 哺育育成給与（基準給与量）
4. 農林水産省 特集1 和牛（1）
5. 黒毛和種子牛強化哺乳時における代用乳・人工乳給与プログラムの検討 福岡県農業総合試験場

## 過剰排卵プログラムにおける卵胞ウェーブ調整法の検討

西川弘子、鈴木芽衣、池上正紘、近森太志、川原尚人

### Superovulation of cows with follicle wave synchronization used estradiol or dominant follicle removal

Hiroko Nishigawa, Mei Suzuki, Masahiro Ikenoue  
Taishi Chikamori and Naoto Kawahara

#### 要 約

過剰排卵処置(以下、SOV)において、卵胞ウェーブ調整を安息香酸エストラジオール(以下、E<sub>2</sub>)の投与と優勢卵胞吸引除去(dominant follicle removal : DFR)により実施し、卵胞数の動態と採卵成績を比較した。試験期間中、大卵胞の動態は両群に有意差は認められなかった。採卵成績は、正常胚率において E<sub>2</sub> 群が DFR 群より有意に高く、平均黄体数、A ランク胚数、A ランク胚率において DFR 群が E<sub>2</sub> 群より有意に高かった。今回の比較で、DFR 群が高品質胚の生産に有効であることが示され、今後 E<sub>2</sub> 群は採卵成績向上をするために E<sub>2</sub> 製剤の種類、投与量、投与時期等の検討が必要と考えられた。

#### はじめに

県内においては令和元年度頭羽数調査によると、褐毛和種高知系(以下、土佐あかうし)飼養農家数が減少している。全国的に赤身肉の需要が急増している中で、土佐あかうしの肉の供給が追いつかない状況にある。県は平成 26 年度より土佐あかうし増頭対策事業を実施し受精卵を用いて土佐あかうしの増頭を目標としている。しかし、供卵牛の頭数が限られていることから、効率的な受精卵の供給が急務となっている。牛における過剰排卵処置(以下、SOV)は、肥育素牛生産や育種改良等に有効な技術として世界的に普及している<sup>1)</sup>。SOV において、供卵牛の卵胞ウェーブを調整することが採卵成績向上に有効であるという報告があり<sup>2)-5)</sup>、現場でも安息香酸エストラジオール(以下、E<sub>2</sub>)の投与による調整を試みているが、卵胞刺激ホルモン(follicle stimulating hormone : FSH)投与開始時に陰部の充血を示すなど、調整が適切かどうか疑問の残る牛が散見された。そこで、ホルモン剤を使用せずに卵胞ウェーブの調整が可能な優勢卵胞吸引除去(dominant follicle removal : DFR)と、E<sub>2</sub>投与の卵胞ウェーブ調整法において、いずれの方法がより効率的に多くの正常胚を採取できるか検討した。

#### 材料および方法

##### 1. 材料

当场飼養の褐毛和種高知系の経産牛 8 頭を用いた。産次は 2.6±0.7(平均±SD)で、正常な発情周期を示した牛を供試した。

##### 2. 方法

過剰排卵プログラムは、図 1 に示した方法を用いた。卵胞ウェーブ調整法には、E<sub>2</sub>投与あるいは DFR を用い、それぞれ E<sub>2</sub> 群、DFR 群とした。供試牛 1 頭あたり計 2 回の採卵を各卵胞ウェーブ調整法で反復試験を実施した(採卵間隔 63 日以上)。

E<sub>2</sub> 群では、自然発情から 5~9 日後に E<sub>2</sub>(動物用オバホルモン注; あすかアニマルヘルス株式会社)2mg を筋肉内投与するとともに膈内留置型プロゲステロン製剤(以下 P<sub>4</sub> 製剤、オバプロン V; 共立製薬株式会社)を挿入した。E<sub>2</sub> 投与から 4 日後にプロスタグランジン F<sub>2</sub> α 類縁体製剤(以下 PG、ゼノアジン C 注射液; 日本全薬工業株式会社)をクロプロステノールとして 0.75mg 筋肉内投与すると同時に SOV 処理を開始した。SOV 処理は、FSH 製剤(アントリン R・10; 共立製薬株式会社)総量 24 AU を 3 日間漸減投与して、3 日目に P<sub>4</sub> 製剤を抜去した。発情確認と同時に性腺刺激ホルモン放出ホ

ルモン(以下 GnRH)製剤(スポルネン・注；共立製薬株式会社)を酢酸フェルチレリンとして 100 µg を筋肉内投与して、発情から 1 日後および 1.5 日後に計 2 回人工授精を実施した。採卵は 1 回目の人工授精から 6.5 日後に実施した。

DFR 群では、自然発情から 7~11 日後に 7.5MHz の経膈採卵プローブを接続した超音波画像診断装置(本多電子株式会社)を用いて、画像で確認しながら大型卵胞のみ吸引除去して、P<sub>4</sub>製剤を挿入した。DFR から 1.5 日後に PG 投与と同時に SOV 処理を開始して、その後の採卵までのプログラムは E<sub>2</sub> 群と同様に実施した。

### 3. 調査項目

回収卵は、家畜人工授精講習会テキストの胚の品質判定<sup>6)</sup>を基準として、Code1 の excellent を A ランク、Code2 の fair を B ランク、Code3 の poor を C ランク、Code4 の degeneration を D ランクとし、C ランク以上を正常胚、D ランクを変性胚としてランク付けした(表 1)。また、卵胞ウェーブ調整時、SOV 開始時、発情時、授精 1 回目、授精 2 回目、授精 2 回目から半日後および採卵時に、7.5MHz 超音波画像診断装置(Esaote 社製、Tringa Linear VET)を用いて、卵巣を観察した。その際、大型卵胞(直径 8mm 以上)、中型卵胞(直径 5mm 以上 8mm 未満)、小型卵胞(直径 5mm 未満)の数および黄体数を確認した。

### 4. 統計解析

統計処理には統計解析ソフト PASW Statistic 18 (日本 IBM 社)を用いた。2 群間の比較にはウィルコクソンの符号順位検定を、正常胚率および A ランク胚率には  $\chi^2$  検定を用いた。

図 1 過剰排卵プログラム

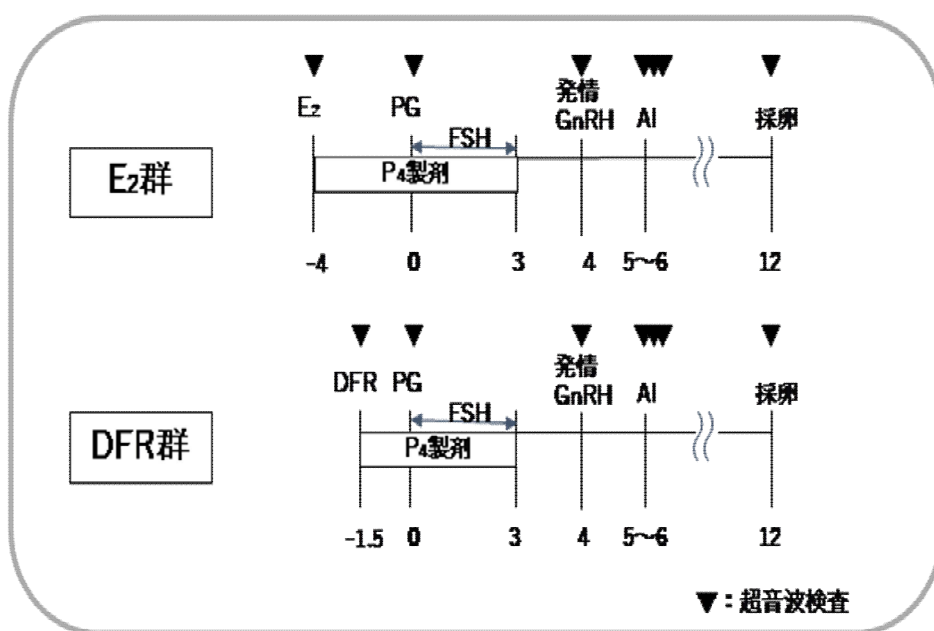


表 1 回収胚のランク付けと家畜人工授精講習会テキストの胚の品質判定の対比

回収胚のランク付け	A	B	C	D
胚の品質判定	Code 1 excellent	Code 2 fair	Code 3 poor	Code 4 degeneration
		正常胚		変性胚

## 結 果

DFR 群の卵胞ウェーブ調整時、中卵胞および小卵胞個数が E<sub>2</sub> 群より有意に多かった (表 2)。DFR 群の人工授精 (以下、AI) 1 回目の小卵胞数が E<sub>2</sub> 群より有意に多かった。DFR 群の採卵時黄体数が E<sub>2</sub> 群より有意に多

かった (表 3)。卵胞ウェーブ調整時に大卵胞を有した個体のうち、SOV 開始時における大卵胞の再出現率は、E<sub>2</sub> 群で 83.3%、DFR 群で 37.5%であったが、有意差は認められなかった (表 4)。正常胚率は、E<sub>2</sub> 群が DFR 群より有意に高く、A ランク胚数、A ランク胚率は、DFR 群が E<sub>2</sub> 群より有意に高かった (表 5)。

表 2 DFR、E<sub>2</sub>による卵胞数の推移

	サイズ	卵胞波調整時卵胞 (個)	SOV開始時卵胞 (個)	発情時卵胞 (個)
E <sub>2</sub> 群 (n=8)	大	0.8±0.5	0.8±0.5	13.9±20.2
	中	0.5±0.5 <sup>a</sup>	1.0±1.4	9.8±5.3
	小	16.4±15.3 <sup>a</sup>	16.3±13.2	3.6±4.2
DFR群 (n=8)	大	1.1±0.4	0.6±1.1	18.0±11.8
	中	5.0±4.6 <sup>a</sup>	5.3±7.5	10.1±8.8
	小	24.5±14.8 <sup>a</sup>	19.6±17.0	4.8±3.9

異符号間に有意差有り a, b: p<0.05

表 3 AIから採卵までの卵胞数および黄体数の推移

	サイズ	AI 1回目 卵胞数 (個)	AI 2回目 卵胞数 (個)	AI半日後 卵胞数 (個)	採卵時 卵胞数 (個)
E <sub>2</sub> 群 (n=8)	大	15.3±16.5	7.6±8.3	5.9±7.1	7.4±6.7
	中	8.8±3.8	6.3±5.6	6.4±6.9	2.0±2.9
	小	2.6±3.6 <sup>a</sup>	3.8±3.0	3.3±3.6	1.5±2.3
	黄体	1.1±2.1	12.8±11.6	14.3±11.5	17.9±10.6 <sup>a</sup>
DFR群 (n=8)	大	20.5±9.3	9.8±5.6	8.5±4.9	6.5±5.9
	中	9.1±7.5	7.9±6.5	7.3±6.5	4.8±4.5
	小	5.9±5.5 <sup>a</sup>	4.6±3.2	4.8±3.2	2.1±3.6
	黄体	2.4±3.0	16.0±10.7	17.8±11.2	22.9±14.2 <sup>a</sup>

異符号間に有意差有り a, b: p<0.05

表 4 大卵胞再出現率

	卵胞ウェーブ調整時に大卵胞 を有した個体数 (頭)	SOV開始時に大卵胞を 有した個体数 (頭)	大卵胞 再出現率 (%)
E <sub>2</sub> 群 (n=8)	6	5	83.3
DFR群 (n=8)	8	3	37.5

表5 採胚成績

	回収胚数 (個)	正常胚数 (個)	正常胚 率(%)	Aランク胚	Bランク胚	Cランク胚	変性胚数 (個)	未受精卵数 (個)	Aランク 胚率(%)
E <sub>2</sub> 群 (n=8)	16.9±11.5	12.8±9.3	75.6 <sup>a</sup>	2.0±4.9 <sup>a</sup>	9.0±6.9	1.8±1.5	3.8±3.5	0.5±1.1	15.7 <sup>b</sup>
DFR群 (n=8)	20.8±15.7	11.8±10.3	56.6 <sup>a</sup>	4.3±7.4 <sup>a</sup>	5.9±2.9	1.8±1.7	3.0±2.4	5.8±13.5	36.2 <sup>a</sup>

異符号間に有意差有り a, b: p&lt;0.05

## 考 察

本試験の卵胞ウェーブ調整について、大卵胞再出現率はE<sub>2</sub>群とDFR群に差は認められなかったが、E<sub>2</sub>群が83.3%、DFR群が37.5%であった。E<sub>2</sub>群でSOV開始時に多くが大卵胞を除去できていないことが示された。Boらは、高プロゲステロン下で高E<sub>2</sub>条件だと、FSH分泌が抑制されて、小卵胞や主席卵胞は閉鎖する<sup>78)</sup>と報告している。そのため、E<sub>2</sub>群はエストロゲン産生機能がない大卵胞が残存していたと考えられる。しかし、E<sub>2</sub>群でSOV開始時に大卵胞が形態的に残っていることから、SOV開始時期が適当を検討するために更に細かい卵巣の超音波画像診断やホルモン測定が必要と考えられた。

また、本試験実施前に当場でE<sub>2</sub>投与による卵胞ウェーブ調整したSOVにおいて、SOV開始時に陰部充血陰部の充血を示すなど、調整が適切かどうか疑問の残る牛が散見された。エストロゲンは外陰部の充血、腫脹、弛緩を引き起こし<sup>8)</sup>、黄体期にも発育した卵胞により分泌されるエストロゲンにより外陰部の充血など発情兆候がみられることがある<sup>9)</sup>と報告されている。すなわちSOV開始時の陰部充血がみられるということは、体内のエストロゲン濃度が上昇していると考えられる。黒毛和種では、E<sub>2</sub>投与量によって卵胞波発現日が3~5日と異なっていた<sup>10)</sup>ことから、投与したE<sub>2</sub>製剤が血中に残存しているためSOV開始時に陰部充血が散見されたと考えられた。

DFR群の大卵胞再出現率が37.5%に及んだ原因は、DFRにより大卵胞を除去しても、次席卵胞が主席性を獲得して発育する可能性やDFR後に血液が流入し偽の大卵胞として計測していることが考えられた。

回収胚の結果に影響する大卵胞数の推移は、いずれの超音波診断時にも両群に有意差は認められず、両群ともにAIの1回目に最も多く、AIの2回目に減少し

ていることから、両群ともAI 1回目からAI 2回目の間に排卵した卵胞が多いことが示された。

回収胚の結果は、E<sub>2</sub>群は正常胚率でDFR群より有意に高く、DFR群は平均黄体数が有意に高かった。このことから、DFR群において受精能の無い未成熟もしくは成熟しすぎた卵胞まで排卵させている可能性が考えられた。しかし、DFR群においてAランク胚数、Aランク胚率が有意に高かったことから、排卵時の卵子の質がいいことが示唆された。

当場で高受胎率が期待できる高品質胚を生産するためには、DFRでの卵胞ウェーブ調整が有効であると思われる。県内において、褐毛和種高知系のSOVを施した採卵は、当场以外ではほとんど実施されていない。今後、当场以外の生産現場でSOVによる採卵を行うためには、DFRは、精密機器の現場への移動やDFR時の衛生管理が煩雑であることから、E<sub>2</sub>投与したSOVプログラムについて、E<sub>2</sub>製剤の種類、投与量、投与時期等を精査する必要があると思われる。

## 参考文献

- 1) 獣医繁殖学 第4版, 文永堂出版, p. 237.
- 2) Bó GA, Mapetoft RJ (2014): Historical perspectives and recent research on superovulation in cattle. *Theriogenology*, 81(1), p. 38-48.
- 3) 小西一之ほか(1997): 黒毛和種未経産牛におけるCIDRとFSHを用いた過剰排卵処理成績に及ぼすEstradiol-17βの効果, 日本畜産学会報, 68(11), p. 1075-1084.
- 4) 山山功ほか(2007): 大型卵胞吸引が牛の過剰排卵処理による採卵成績に及ぼす影響について, 繁殖技術, 27(3), p. 11-13.
- 5) 紀川将之ほか(2006): CIDRを用いた過剰排卵処理の



- 遅延化と大型卵胞吸引除去が採卵成績に及ぼす影響  
(過剰排卵処理の高度化試験), 徳島県立農林水産総合技術支援センター 畜産研究所研究報告, 6, p.10-12.
- 6) (一社) 日本家畜人工授精師協会: 家畜人工授精講習会テキスト (家畜体内受精卵・家畜体外受精卵移植編), p.85-87.
- 7) Bo G.A et al(1995): Ovaian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol incattle, Animal Reproduction science, 39, p.193-204.
- 8) Burke C.R. et al (1996): Estradiol benzoate delays new follicular wave emergence in a dose-dependent manner after ablation of the dominant ovarian follicle in a cattle, Animal Reproduction science , 45, p.13-28.
- 9) 獣医繁殖学 第3版, 文永堂出版, p.35.
- 10) 加茂前秀夫: 雌牛の繁殖成績の向上を期して 家畜人工受精 245号, p.1-20.
- 11) 三浦亮太郎(2020): 定時人工授精プログラムの原理と注意点, 臨床獣医, 6, p.44-48.

## 簡易放牧による荒廃農地の再生

川澤麻友\* 市川恭子

### Regeneration of dilapidation farmland by simple grazing

Mayu Kawazawa and Kyoko Ichikawa

#### 要 約

5月から11月まで年平均187日間、3区を輪換させる事で荒廃農地での簡易放牧が可能であった。野草の乾物量は経年的に減少し、植生の変化が見られた。放牧1週間後にグルコースが上昇したが、2週間後には減少した。尿素態窒素は放牧期間中、高いレベルで推移したが放牧期間中の平均値は年々減少した。コルチゾールの上昇が見られたが、要因を特定できなかった。5月から7月にかけて、蹄耕法により、バヒアグラスを播種、7月下旬には発芽が確認できた。荒廃農地に牛を放牧することは可能であり、一定期間放牧することにより、荒廃する以前の地形を確認できた。

#### はじめに

全国的に耕作放棄地は年々増加し、高知県でも約 3,920ha の耕作放棄地がある<sup>1)</sup>。耕作放棄地解消の対策の一つとして電気牧柵を利用した簡易放牧が注目されるようになり、高知県でも 2000 年頃から耕作放棄田での放牧が始まった<sup>2)</sup>。国や他県でも「耕作放棄地解消に向けた放牧」について、マニュアル<sup>3) 4) 5)</sup>が作成されているが、その多くは条件の良い平地や耕作放棄田での放牧を推進している。しかし、高知県は急峻な荒廃農地が多いという特徴を持つ。既存のマニュアルが適用できる地形条件は少ない。

そこで、急峻な荒廃農地における簡易放牧の効果を探るため、荒廃農地の植生や放牧牛の健康状態を調査し、また、シバ型牧草を導入し、持続型草地への転換を試みた。

#### 材料及び方法

##### 1. 放牧試験地及び放牧期間

試験地は当場に隣接するミカン畑跡地(約 7,700 m<sup>2</sup> 高低差約 36m)とした。電気牧柵及び有刺鉄線を活用し、試験区内を 3 区に区分けし、2016 年から 2018 年の 3 年間、輪換放牧を実施した(図 1、表 1)。飲水施設はミカン畑の貯留槽を活用し、自由飲水とした。捕獲施設は移動式スタンションを設置し、補助飼料の給与、採血、殺ダニ剤塗布を実施した。また、スタンション近くに鉱塩を設置した。日陰施設は試験地外周の自然木陰とした。

\* 現高知県中央家畜保健衛生所

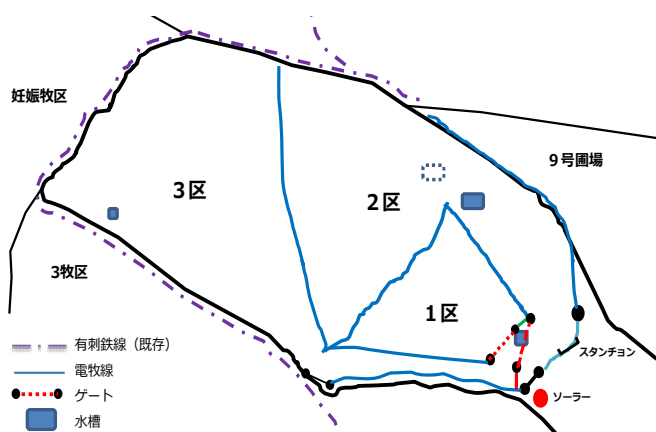


図1 放牧試験地

表1 放牧期間(2016~2018)

放牧期・放牧区		1期1区	2期2区	3期1区	4期3区	5期2区	6期1区	7期3区	8期2区		
2016	放牧期間(日数)	5/18~6/15(28)	6/15~8/3(49)	8/3~8/24(21)	8/24~9/14(21)	9/14~10/12(28)	10/12~10/24(12)	10/24~11/7(14)	11/7~11/16(9)		
	放牧面積	1,904㎡	3,670㎡	1,509㎡	3,048㎡	3,670㎡	1,055㎡	3,048㎡	3,670㎡		
放牧期・放牧区		1期1区	2期3区	3期2区	4期1区	5期3区	6期2区	7期1区	8期3区	9期2区	
2017	放牧期間(日数)	5/10~5/24(14)	5/24~6/12(19)	6/12~7/26(44)	7/26~8/11(16)	8/11~8/31(20)	8/31~9/29(29)	9/29~10/11(12)	10/11~10/25(14)	10/25~11/15(21)	
	放牧面積	1,055㎡	3,048㎡	3,670㎡	1,055㎡	3,048㎡	3,670㎡	1,055㎡	4,045㎡	3,670㎡	
放牧期・放牧区		1期1区	2期3区	3期2区	4期1区	5期3区	6期2区	7期1区	8期3区	9期2区	10期1区
2018	放牧期間(日数)	5/9~5/23(14)	5/23~6/7(15)	6/7~7/18(41)	7/18~8/2(15)	8/2~8/17(15)	8/17~9/21(35)	9/21~10/4(13)	10/4~10/17(13)	10/17~11/13(27)	11/13~11/15(2)
	放牧面積	1,055㎡	3,048㎡	3,670㎡	1,055㎡	3,048㎡	3,670㎡	1,055㎡	4,045㎡	3,670㎡	1,055㎡

## 2. 供試牛

供試牛として、2002年、2003年生まれの放牧経験がある褐毛和種高知系の雌牛2頭(14-7号、15-1号)(写真1)を用いた。放牧中は補助飼料としてビートパルプ500g/日を給与した。

## 3. 調査項目

### 1) 農地の植生調査

入牧(転牧)直前にコドロード(1m×1m)を用い、1区当たり3カ所で行い、草丈、草量、飼料成分を測定(粗蛋白、粗脂肪、可溶性無窒素物、粗繊維、粗灰分)した。

### 2) 放牧牛の健康状態把握調査

放牧期間中、1週間ごとに採血を実施し、グルコース(以下、Glu)、総コレステロール(以下、T-cho)、尿素態窒素(以下、BUN)、遊離脂肪酸(以下、NEFA)、白血球数(以下、WBC)、赤血球数(以下、RBC)、ヘモグロビン量(以下、HGB)、ヘマトクリット値(以下、Hct)、好中球/リンパ球(以下、N/L)比、コルチゾール濃度を測定した。

### 3) バヒアグラスの発芽、発育及び被度調査

2017年にバヒアグラス種子を6.25㎡に播種量31.25g(5kg/10a)6カ所、播種量62.5g(10kg/10a)7カ所をバヒアグラス播種区と設定し、蹄耕法により播種、発芽発育状況を調査した。

被度調査については、2018年に実施した。前年(2017年)に播種したバヒアグラス播種区内で表2に示す4つの試験区を設け、コドロード(1m×1m 100マス)を用い、バヒアグラスの葉または茎を確認で1とカウントし、放牧開始前と退牧後で被度を測定した(図2)。また、牛が採食できないようプロテクトゲージで囲った場所で草丈を測定した。



写真1

表2 被度調査試験区

	10a当たりの播種量	掃除刈り
① 5kg掃除刈り区	5kg	有り
② 10kg掃除刈り区	10kg	有り
③ 2018追播区	5kg+追播5kg(2018)	無し
④ 対照区	5kg	無し



図2 バヒアグラス被度調査

## 結果

### 1. 農地の植生調査

1年目はササ、クズ、イタドリが多く見られたが、2年目以降はクズが減少し、2年目の7月下旬以降はバヒアグラスが見られるようになった。また、ササは牛の採食や歩行時の接触で倒され、特に通路部分が減少していったが急傾斜部は残された。

草量(乾物)を表3に示す。3区とも3年目が1、2年目より減少した。また、草の再生は8月まで盛んで9月以降は再生はしているが減少した。

成分分析結果を表4に示す。2区、3区で粗蛋白が18%を超える値があった。

年々、採食範囲が広がり、放牧開始当初は野草が生い茂って不明瞭だった地形(写真2)が、放牧が進むにつれ、段々畑状の農地(写真3)であることを確認できるようになった。

### 2. 放牧牛の健康状態把握調査

Gluは入牧1週間後上昇し、それ以降は多少増減しながら、入牧時の値より低い値で推移した(図3)。

T-choは1年目9月10日から9月28日の期間は60mg/dl以下で推移し、15-1号が3年目9月25日、10月9日に60mg/dl以下であった(図4)。BUNは放牧開始翌週から上昇し、放牧終了まで開始時の値には下がらなかった。また放牧期間中の平均値は年々減少した(図5)。NEFAは転牧前に上昇する傾向が見られた(図6)。RBC、Hb、Htは放牧開始時から徐々に減少し、10月下旬に入牧時の値に回復した(図7)。コルチゾール濃度は1年目6月22日に14-7号、8月3日と11月2日に15-1号が高値を示し、3年目10月24日に14-7号が高値となった(図8)。

表3 草量の推移

	1区				計	2区				計	3区				計
	休牧期間	休牧日数	生草量(kg/m <sup>2</sup> )			休牧期間	休牧日数	生草量(kg/m <sup>2</sup> )			休牧期間	休牧日数	生草量(kg/m <sup>2</sup> )		
2016	~5/16	6/15~8/2	8/24~10/12		~6/14	8/3~9/13	10/12~11/6		~8/23	9/14~10/23					
	48	48	48	3.51	41	25	25	1.70	39	39	40	1.04			
	1.25	1.76	0.50		0.59	0.83	0.27		0.65	0.39					
2017	~5/9	5/24~7/25	8/11~9/28		~6/11	7/26~8/30	9/29~10/24		~5/23	6/12~8/10	8/31~10/10				
	62	48	48	2.83	35	25	25	2.50	59	40	40	1.97			
	1.03	1.08	0.72		1.33	0.99	0.18		0.93	0.85	0.19				
2018	~5/8	5/23~7/17	8/2~9/20		~6/6	7/18~8/16	9/21~10/16		~5/22	6/7~8/1	8/17~10/3				
	55	49	49	2.20	29	25	25	1.14	55	47	47	0.90			
	1.01	0.51	0.67		0.64	0.32	0.17		0.28	0.37	0.24				

表4 飼料成分結果(乾物)

		粗蛋白(%)			粗脂肪(%)			可溶性無窒素物(%)			粗繊維(%)			粗灰分(%)		
		1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
		1区	11.3	11.8	14.3	2.4	2.6	2.2	48.5	45.5	44.8	29.4	31.3	27.7	8.4	8.7
2016	2区	12.8	19.5	15.7	2.4	2.1	2.5	43.1	37.8	42.4	33.1	29.2	27.8	8.6	11.4	11.6
	3区	13.5	19.7		2.4	2.3		42.6	40.9		31.3	28.5		10.3	8.6	
	1区	14.6	11.6	15.8	2.2	2.6	2.7	49.7	47.7	46.7	25.9	28.5	24.5	7.7	9.6	10.2
2017	2区	13.2	14.7	19.8	2.8	2.2	2.5	47.4	46.8	44.5	28.6	27.2	22.5	8.0	9.2	10.7
	3区	15.2	15.7	20.3	2.2	1.9	2.7	45.1	44.3	43.0	30.1	29.6	25.9	7.4	8.4	8.1
	1区	13.1	13.0	15.7	2.1	2.5	2.6	51.0	49.1	45.9	25.8	26.8	24.6	8.0	8.6	11.2
2018	2区	12.9	18.0	17.9	2.3	2.7	2.4	50.0	46.7	49.5	26.4	23.2	21.2	8.4	9.4	9.1
	3区	16.4	15.9	18.8	2.2	2.6	2.1	48.8	44.5	44.8	23.5	29.0	25.4	9.1	8.1	8.8



写真2 放牧開始前 (2016)



写真3 放牧終了後 (2018)

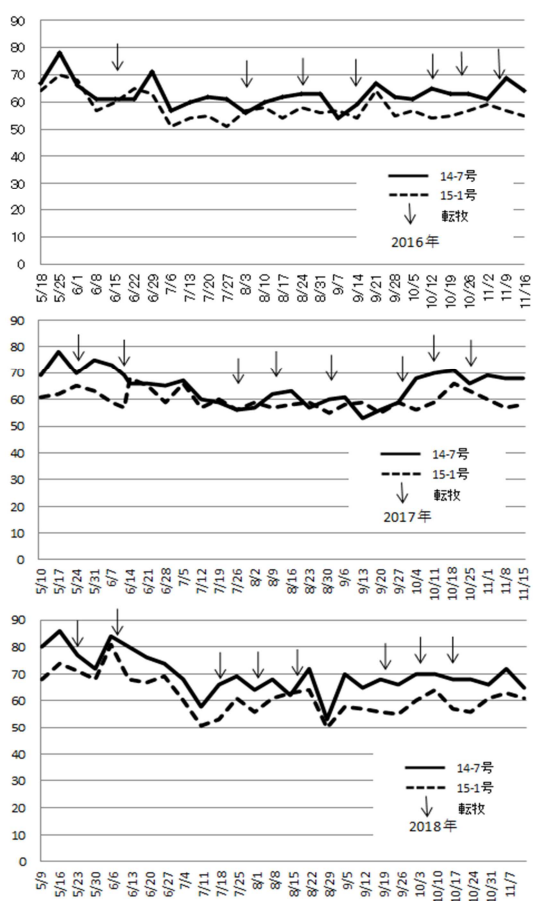


図3 グルコース値(mg/ml)

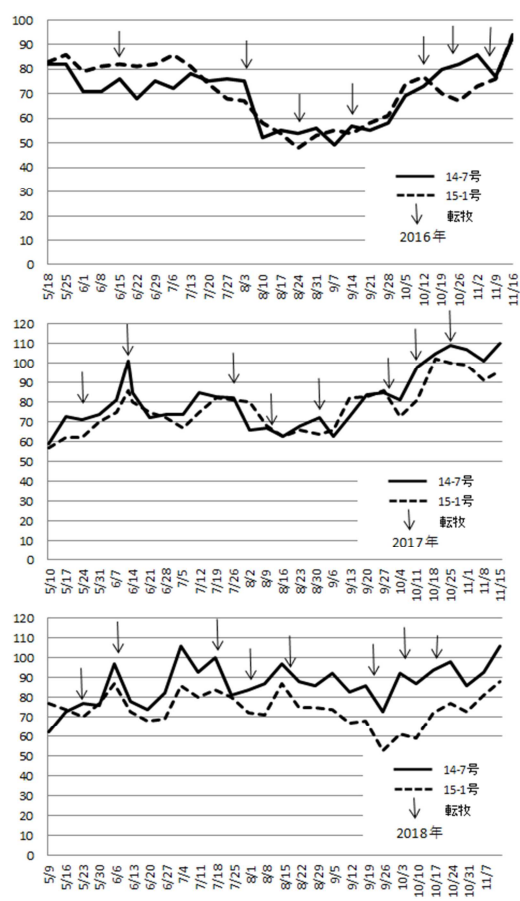


図4 総コレステロール値(mg/ml)

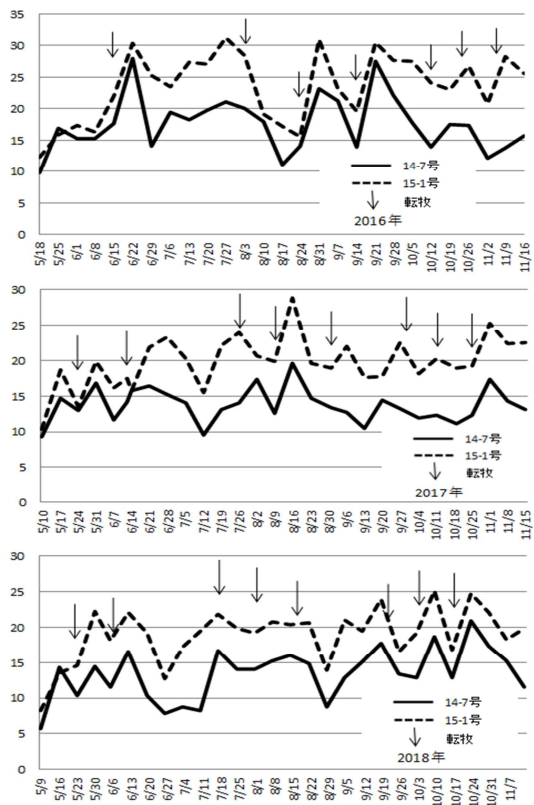


図5 尿素態窒素値 (mg/ml)

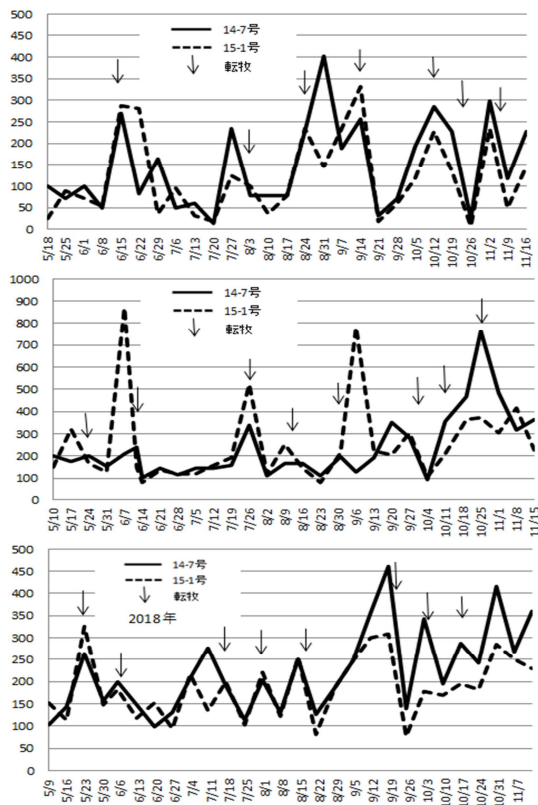


図6 遊離脂肪酸値 (μEq/l)

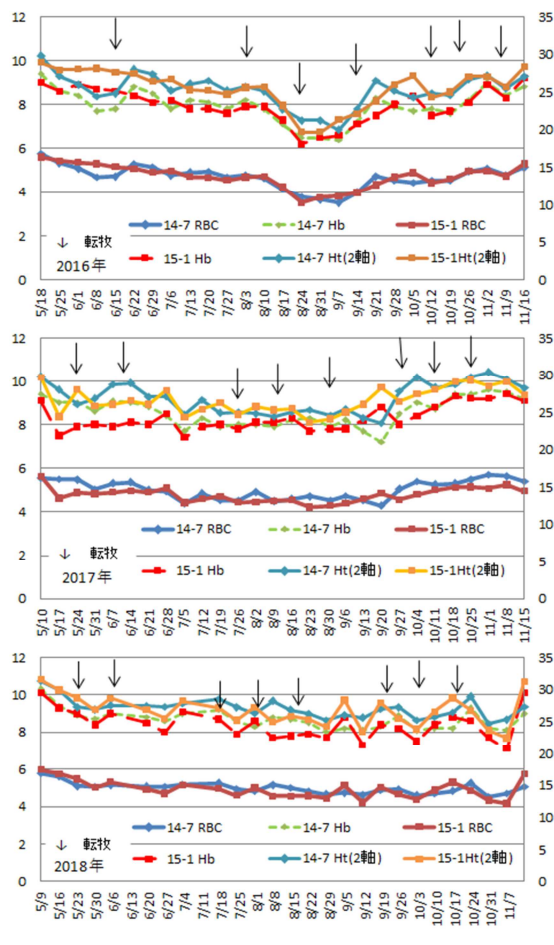


図7 赤血球数(10<sup>6</sup>/μl)、ヘモグロビン量(g/dl)、ヘマトクリット値(%)

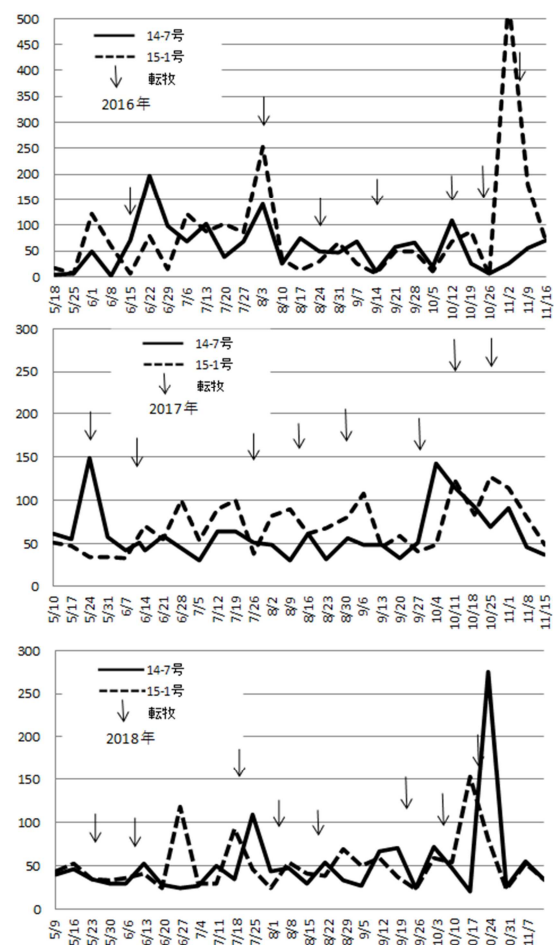


図8 コルチゾール濃度 (ng/l)

## 3. バヒアグラスの発芽、発育及び被度調査

2017年にバヒアグラスの種子を1区は5月17日、2区は7月7日と13日、3区は5月30日に播種し、7月24日にはすべての播種区で発芽を確認した。被度調査結果を表5に示す。③2018追播区で10/100（2018年4月）から69/100（2018年11月）と被度の広がりを確認できた。草丈は4.6cm（4月22日調査平均）から59.6cm（11月22日調査平均）に発育した。

表5 バヒアグラス被度調査

調査日	2018/4/20	2018/6/18	2018/7/19	2018/10/24	2018/11/22
①5kg掃除刈り区	23/100	28/100	28/100	50/100	56/100
②10kg掃除刈り区	13/100	17/100	22/100	44/100	40/100
③2018追播区	10/100	15/100	20/100	38/100	69/100
④対照区	19/100	29/100	45/100	68/100	67/100

## 考 察

荒廃農地での草量等の生産性や栄養価の季節変化を明らかにするため植生調査を実施したところ、草種は多様で、季節により草種や栄養成分が変化することがわかった。また、経年的にも植生が変化し、栄養成分も変化したと考えられる。日本標準飼料成分表<sup>6)</sup>では野草に比べるとイタドリ、ネザサ、クズは粗蛋白が高い値である。2区と3区のサンプル採取場所の草種は1区よりイタドリやササが多く見られ、粗蛋白が高い値になったと考えられる。

荒廃農地での放牧牛の健康状態を把握するための血液成分調査結果については、Gluの1週目の上昇は初期のエネルギー不足により脂肪の燃焼にあわせた上昇が疑われ、その後はエネルギー不足の慢性化により、低下したのではないかと考えられる<sup>7)</sup>。T-choはエネルギー不足の指標で、乾物摂取量と相関が高いといわれている。1年目の低下は転牧1週間後の採食量は十分に確保できていると思われる時期から始まっている。ネザサの分解率はバヒアグラスと比較して低く、特に秋ではその差が顕著になるといった報告がある<sup>8)</sup>。採食量が十分であっても野草は利用率が低いいため、乾物量・エネルギーが不足したと考えられる。BUN濃度の上昇はエネルギー摂取量に対する蛋白質摂取量の割合が高くなり、摂取した蛋白質が有効に利用されなかったためと考えられる<sup>9)10)</sup>。NEFAの転牧前の上昇はエネルギーの摂取不足によるものと考えられる。コル

チゾールはストレスが負荷された場合に家畜の血中などに増加する物質であり、ストレス指標の一つとして用いられている。1年目8月上旬は最高気温が35℃を超えており、暑熱ストレスと転牧前による空腹のストレスによるものと推察される<sup>11)</sup>が、暑熱や空腹のストレスは慢性的なものであり、他の上昇のストレス要因は特定できなかった。

荒廃農地が放牧地として再生しうるかどうか、持続型草地への転換を図るためにシバ型牧草の導入を検討したところ、バヒアグラスは蹄耕法により草地を形成することが可能であることを確認した。バヒアグラスは早春の萌芽がやや遅く<sup>12)</sup>、野草との競合を回避するため野草を掃除刈りすることや播種量の違いが被度に及ぼす影響を調査したが完全な水平ではなく、雨が降った場合、②10kg掃除刈り区から①5kg掃除刈り区へ雨水が流れる状況が見られ、このことが掃除刈りや播種量の増加が被度の増加につながらなかった原因と考えられる。

放牧牛の栄養状態は採食量が十分であっても、エネルギーが不足していたことから、野草は成分値が牧草とたとえ同じであったとしても、利用率が低いことを考慮してしておく必要がある。放牧には妊娠牛が利用されることが多く、流産による損耗は経営に大きな影響を与える。放牧する場所の草種の成分や放牧牛の栄養状態の評価を行い、栄養状態が悪化した時には補助飼料の種類、給与量を調整することで、荒廃農地での放牧は可能であり、放牧地として再生できる。また、

野草より分解率の高いシバ型牧草を導入することで、より安定的で持続的な草地へ転換が可能であると考えられる。

究センター研究報告, 13, p. 61-71.

## 謝 辞

本試験に際して、血液検査にご協力いただいた高知県農業共済組合中央家畜診療所、高知県中央家畜保健衛生所病性鑑定室に深謝する。

## 参考文献

- 1) 高知県(2011)：高知県の農林業，2010年世界農林業センサス結果.
- 2) 高知県畜産試験場(2004)：平成15年度高知県畜産試験場年報.
- 3) 独立行政法人農業 食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所(2011)：小規模移動放牧技術汎用化マニュアル(Q&A)「身近な草資源を放牧地としてもっと活用しよう！」－耕作放棄地解消に向けた放牧活用術－，技術レポート，10.
- 4) 近畿地域飼料増産行動会議(2008)：肉用牛放牧の手引き～荒れた農地 牛が草刈り 飼料費減らし景観保全～.
- 5) 佐賀県(2010)：さあ はじめよう！ 和牛放牧(和牛の放牧マニュアル).
- 6) 中央畜産会(2009)：日本標準飼料成分表.
- 7) 独立行政法人 家畜改良センター 鳥取牧(2016)：多頭飼養における黒毛和種繁殖雌牛生産性向上のための代謝プロファイルテストを用いた飼養管理マニュアル.
- 8) 八代田真人(2008)：野草の放牧利用－飼料としての特徴と活用方法－，臨床獣医，26(11)，p. 8-12.
- 9) 栗原昭広ほか(1999)：黒毛和種繁殖牛の急傾斜地放牧試験(第1報)，鳥取県畜産試験場研究報告，29，p. 17-20.
- 10) 中野美和(2008)：野草地放牧牛の栄養状態の評価－代謝プロファイルテストを用いて－，臨床獣医，26(11)，p. 13-18.
- 11) 清健太郎ほか(2010)：小規模野草地における放牧和牛のストレス評価，愛知農業総合試験場研究報告，42，p. 65-72.
- 12) 行川貴浩ほか(2013)：千葉県南地域における耕作放棄地の簡易草地造成技術の検討，千葉県畜産総合研



## 柚子精油抽出残渣の豚飼料化に関する検討

森光智子\*1 加藤瑞穂 吉村敦\*2 南明博

### Examination about pig feed using YUZU oil manufacture extraction residual

Tomoko Morimitsu, Mizuho Kato, Atsushi Yoshimura and Akihiro Minami

#### 要 約

高知県では県産の柚子精油抽出残渣(以下、柚子残渣)が産業廃棄物として大量に廃棄されている。この残渣を豚の飼料として有効利用できるかを検討した。柚子残渣は一定の保存性があり、粗繊維・ビタミン類が豊富で豚飼料として使用可能であった。肥育豚への給与では発育良好、飼料要求率も良好な結果となった。肉質分析では飽和脂肪酸・ステアリン酸の増加、ビタミンA及びEの増加、圧搾肉汁率の上昇、加熱損失の減少が認められた。食味調査では柚子残渣給与豚が好まれる結果となった。

#### はじめに

高知県では柚子の生産が盛んであり、農林水産省平成29年産特産果樹生産動態調査では収穫量第一位である。柚子の多くは加工品として利用され、柚子果汁搾汁後の残渣である果皮の大半は焼却処分が行われていた。しかし近年、果皮から抽出した精油の需要が高まり、その原料としての利用が増えてきた。これを受け、県内企業が県(高知県工業技術センター)と共同で精油の「減圧型連続抽出・乾燥装置」を開発し、高品質な精油の精製が可能となった<sup>1)</sup>。これにより抽出残渣である果皮は水分量が減り減容化され、従来より扱いやすくなったため、その有効利用が期待されている。

養豚農家では、飼料価格の高騰、安価な輸入豚肉との競合などにより、厳しい経営を強いられている。また、全国的に銘柄化やブランド化が進み、競争は年々激しさを増している。そのため養豚農家は従来より生産効率の高い飼料、付加価値の高い豚肉の生産を必要としている。

そこで、当场において柚子精油抽出残渣の飼料価値を検討し、さらに新たなブランド豚の開発を視野に入れ、柚子残渣添加飼料を給与した肥育豚の発育成績の調査、肉質分析などを行い地域資源の有効利

用と付加価値の高い豚肉生産技術の開発に取り組むこととした。

#### 材料及び方法

##### 1. 柚子残渣の飼料価値の検討

柚子残渣の一般栄養成分を分析、市販の肉豚肥育用配合飼料と比較を行った。またビタミンについても測定を行った。さらに抽出装置から出された直後の柚子残渣をビニール袋と段ボール箱で密閉されたものと、豚用配合飼料に柚子残渣を5%添加してペールに入れたものを豚飼養環境下に置き経時変化を調査した。

##### 2. 肥育豚への給与試験

###### 1) 試験区分

###### (1) 60日齢肥育豚への給与

供試豚として同腹の60日齢のLWDを用い、各3頭ずつの群飼とした。対照区には市販の配合飼料にフスマを添加した飼料を、試験区には対照区の飼料に柚子残渣を5%及び7%添加した飼料を給与した。試験は各添加割合で計3回行った。

###### (2) 90日齢肥育豚への給与

供試豚として同腹の90日齢のLWDを用い、各3頭ずつの群飼とした。対照区には市販の配合飼料にフスマ

\*1 高知県農業振興部畜産振興課 \*2 西部家畜保健衛生所

マを添加した飼料を、試験区には対照区の飼料に柚子残渣を3%、5%及び7%添加した飼料を給与した。試験は3%、7%添加割合で計4回、5%添加割合で計3回行った。

## 2) 試験方法

それぞれの試験開始日齢から各区の平均体重が100kgに達するまで不断給餌を行った。試験期間中は毎週体重測定、隔週で採血を実施した。試験期間と雌雄、頭数、試験内容を表1に示す。

## 3) 調査項目

### (1) 発育成績

一日あたりの増体量、採食量から飼料要求率、飼料効率を求めた。また各区分の費用を算出し、試験区と対照区の差から費用効果を求めた。飼料費は柚子残渣0円、配合飼料は試験当時の単価を、労働費は20円/日・頭として算出した。

### (2) 肉質分析

試験豚のロース肉の脂肪酸組成、物理特性、理化学性状の分析を行った。物理特性として破断応力、柔軟性、歯応え、脆さを測定した。また理化学性状として水分、伸展率、加圧保水力、圧搾肉汁率、加

熱損失を測定し、色差、PCSの測定も行った。さらに3%、7% (90日齢開始) と対照区のロース肉を筋肉部と脂肪部にわけ、それぞれのビタミンA及びビタミンEの測定を行った。

### (3) 血中ビタミンの測定

隔週で採血した血清を用いて、血中のビタミンA及びビタミンEの測定を行い、経時的変化を調査し t 検定を行った。

### (4) 食味アンケートの実施

平成29年11月に行われた当場の公開イベントである畜試まつりにおいて来場者824名 (3%・90日：162名、7%・90日：146名、5%・90日：310名、5%・60日：117名、7%・60日：89名) を対象として食味アンケートを実施した。ホットプレートで加熱調理したロース肉を対照区と試験区で食べ比べ、回答用紙を回収し、集計した。

## 3. 肥育豚への常温保存柚子残渣給与試験

供試豚として同腹の90日齢のLWDを用い、試験区、対照区各3頭ずつの群飼とした。対照区には市販の配合飼料にフスマを添加した飼料を、試験区には対照区の飼料に柚子残渣を5%添加して2週間常温で放置した飼料を給与した。各区の平均体重が100kgに達するまで不断給餌を行い、試験開始から隔週で採血、血中のビタミンA及びビタミンEの経時的変化を調査し t 検定を行った。

表 1 試験実施期間と内訳

	試験期間	去勢	雌	添加割合・開始日齢・試験回数
1	H28.6.24~8.24	1	2	5%・90日-①
2	H28.9.1~10.28	2	1	5%・90日-②
3	H28.10.12~11.25	2	1	5%・90日-③ / 3%・90日-①
4	H28.12.5~H29.2.1	1	2	3%・90日-②
5	H29.2.3~3.15	2	1	3%・90日-③
6	H29.3.9~5.1	1	1	3%・90日-④ / 7%・90日-①
7	H29.3.24~5.10	1	2	7%・90日-②
8	H29.6.21~8.3	3	0	7%・90日-③
9	H29.7.26~10.20	1	2	5%・60日-①
10	H29.9.4~11.15	2	1	5%・60日-②
11	H29.10.16~H30.1.5	2	1	5%・60日-③ / 7%・60日-①
12	H29.11.2~H30.1.5	2	1	7%・60日-②
13	H29.11.15~H30.1.12	2	1	7%・90日-④
14	H30.1.4~H30.3.23	1	2	7%・60日-③
15	H30.5.8~H30.8.3	2	1	5%・90日 2週間放置柚子

## 結果

### 1. 柚子残渣の飼料価値の検討

柚子残渣（乾物中）と市販の肉豚用配合飼料の一般栄養成分の比較を図1に、ビタミン含量を表2に示した。精油抽出前の柚子果汁搾汁後の残渣では86.52%の水分含量であったが柚子残渣の水分含量は35.2%まで減少した。またビタミンA、ビタミンEが豊富に含まれていた。一般栄養成分については粗繊維のみ柚子残渣で含量が高かった。

また、柚子残渣のみ（1ヶ月間）、配合飼料に柚子残渣を添加したもの（2ヶ月間）を豚飼養環境下においたところ、柚子残渣は、保存後数日で褐色化するものの匂いには変化はなく、腐敗はみられなかった。なお、保存期間中の温度、湿度の変化は表3に示した。

### 2. 肥育豚への給与試験

#### 1) 発育成績

発育成績を表4に示した。それぞれの項目は各回の平均を示してある。一日増体量は5%（60日齢開始）給与を除く試験区で対照区と同等、もしくはやや上回った。一日あたりの採食量は7%（60日齢開始）給与を除く対照区で試験区と同等、もしくはやや上回った。飼料要求率及び、飼料効率は90日齢試験開始の試験区で対照区より良好な結果を得た。またそれぞれの試験区で389円～1,034円の費用効果が得られた。

#### 2) 肉質分析

脂肪酸組成を表5に示した。全ての試験区で飽和脂肪酸、特にステアリン酸の増加が見られた。

物理特性及び理化学性状の結果を表6に示した。水分量は全ての試験区でほぼ同等あるいは多く、圧搾肉汁率は全ての試験区で高かった。また90日齢開始の試験区では加熱損失が小さかった。色差とPCSについては試験区と対照区に有意差は見られなかった。

またロース肉中のビタミンA濃度は7%で対照区より高い値であった。ビタミンE濃度は3%と7%濃度ともに対照区より高い値であった（図2、図3）。

#### 3) 血中ビタミンの測定

血中ビタミンの推移を図4,5に示す。ビタミンAは5%と7%試験区で給与2週間後から試験終了まで有意に高い値であった。また3%試験区でも有意差はなかったが対照区よりも高い値であった。ビタミンEについては3%と7%で試験開始2週間後から試験終了まで有意に高い値であった。また5%試験区でも対照区より高い値

で推移しており試験開始から4週と6週後では有意に高い値であった。

#### 4) 食味アンケートの実施

食味アンケートでは香り、食感、ジューシーさ、油っぽさ、味についてと総合的な評価について各試験区と対照区を食べ比べた回答を集計した。それぞれの回答結果を図6に示す。変わらないという回答も見られたが全ての試験において柚子残渣を給与した豚肉を好む人の割合が多い傾向があった。また柚子残渣の添加割合が多い豚肉ほど好ましさが高い傾向があった。

### 3. 肥育豚への常温保存柚子残渣給与試験

血中ビタミンの推移を図7,8に示す。試験区と対照区では血中のビタミンA濃度に有意差はみられなかったが、2週間後以外で常に試験区が対照区よりも高い値であった。ビタミンEについても常に試験区が対照区より高い値で推移した。

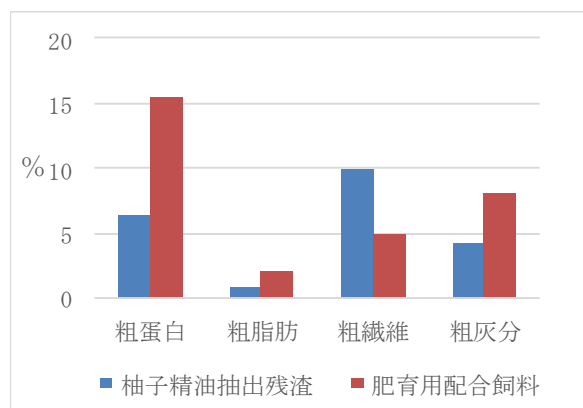


図1 一般栄養成分の比較

表2 柚子残渣のビタミン含量

総トコフェロール(ビタミンE)	13.30
α-トコフェロール	11.18
β-トコフェロール	0.10
γ-トコフェロール	2.05
δ-トコフェロール	検出せず
ORAC	275.00
総カロテン	0.17
α-カロテン	0.05
β-カロテン	0.14
β-クリプトキサンチン	0.34

※単位mg/100g(ORACのみ μmol TE/g)

森光ほか：柚子精油抽出残渣の豚飼料化に関する検討

表 3 柚子残渣保存期間中の温度と湿度

	柚子残渣のみ		配合飼料と混合	
	温度(°C)	湿度(%)	温度(°C)	湿度(%)
最高	38.9	97	23.3	81
最低	20.7	60	-2.8	6
平均	28.2	78.9	7.2	45.9

表 4 肥育豚給与試験の発育成績

	90日齢開始				60日齢開始					
	柚子3%		柚子5%		柚子7%		柚子5%		柚子7%	
	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区
1日増体量 (Kg)	0.92±0.14	0.88±0.12	0.89±0.17	0.88±0.14	0.92±0.07	0.90±0.07	0.89±0.05	0.91±0.07	0.96±0.06	0.95±0.06
採食量/日 (Kg)	3.19±0.24	3.22±0.30	2.89±0.40	2.90±0.43	3.05±0.19	3.08±0.22	2.75±0.20	2.77±0.18	3.06±0.14	2.96±0.15
飼料要求率	3.53±0.34	3.69±0.19	3.28±0.26	3.32±0.24	3.30±0.18	3.45±0.21	3.07±0.08	3.04±0.12	3.18±0.09	3.12±0.05
飼料効率	0.29±0.03	0.27±0.02	0.31±0.02	0.30±0.02	0.30±0.01	0.29±0.02	0.33±0.01	0.33±0.02	0.31±0.01	0.32±0.09
費用効果 (円)	707		490		1034		389		919	

表 5 脂肪酸組成 (ロース肉)

	90日齢開始				60日齢開始			
	7%	3%	3%,7% 対照区	5%	5% 対照区	5%	5% 対照区	
飽和脂肪酸	39.5	41.2	39.2	40.5	40.1	39.1	38.3	
ミリスチン酸	1.2	1.4	1.3	1.1	1.2	1.3	1.3	
パルミチン酸	25.1	26.1	25.2	24.4	25.5	24	23.9	
ヘプタデカン酸	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	
ステアリン酸	12.7	13.1	12.2	14.5	12.9	13.1	12.2	
アラキジン酸	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	
不飽和脂肪酸	59.1	57.7	59.5	58.4	58.6	58.3	58	
一価不飽和脂肪酸	50.1	49.3	51.4	49.4	50.3	50.1	48.8	
パルミトレイン酸	2.9	3.1	3.0	2.1	2.7	3	3	
ヘプタデセン酸	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	
オレイン酸	42.8	41.7	43.6	43.2	43.3	42.1	40.4	
cis-バクセン酸	3.6	3.6	3.8	3.2	3.4	4	4.2	
イコセン酸	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	
多価不飽和脂肪酸	8.9	8.3	8.1	9	8.3	8.1	9.2	
ω 6 脂肪酸	8.1	7.7	7.4	8.3	7.7	7.6	8.8	
リノール酸	6.8	6.5	6.0	6.8	6.5	6.2	7	
アラキドン酸	1.1	0.9	1.2	1.1	1	1	1.4	
ω 3 脂肪酸	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	
α リノレン酸	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
DHA	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	
未同定	1.5	1.2	1.3	1.1	1.3	3.6	2.7	
脂肪融点(°C)	38.0	39.2	33.3	32.5	38.2	42.5	42.5	

表 6 物理特性と理化学性状(ロース肉)

	90日齢開始				60日齢開始			
	7%	3%	3%,7% 対照区	5%	5% 対照区	5%	5% 対照区	
噛み切り硬さ・破断応力(Tenderness)(gf/cm <sup>2</sup> )	6.23E+04	7.28E+04	6.88E+04	6.49E+04	7.09E+04	5.44E+04	4.32E+04	
柔軟性・しなやかさ(Pliability)	1.36E+00	1.34E+00	1.41E+00	1.41E+00	1.34E+00	1.29E+00	1.30E+00	
歯応え・噛み応え(Toughness)(gf/cm <sup>2</sup> ・cm)	2.98E+08	4.11E+08	3.02E+08	3.23E+08	3.44E+08	2.69E+08	2.28E+08	
脆さ(Brittleness)	1.57E+00	1.44E+00	1.52E+00	1.43E+00	1.53E+00	1.88E+00	1.70E+00	
水分(%)	74.0	73.5	73.6	73.6	73.1	73.2	72.3	
伸展率(cm <sup>2</sup> /g)	11.7	12.4	12.5	14.8	12.5	11.9	13.0	
加圧保水力(%)	79.0	78.4	91.7	87.1	83.5	79.8	82.1	
圧搾肉汁率(%)	38.7	36.5	36.1	36.0	34.8	33.1	31.6	
加熱損失(%)	32.7	32.5	32.9	26.4	30.0	29.2	28.4	

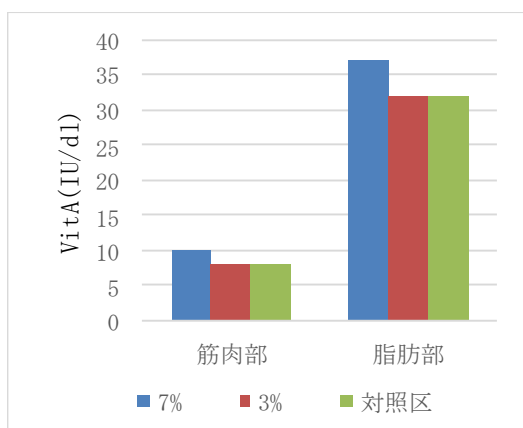


図2 ビタミンA含量(ロース肉)

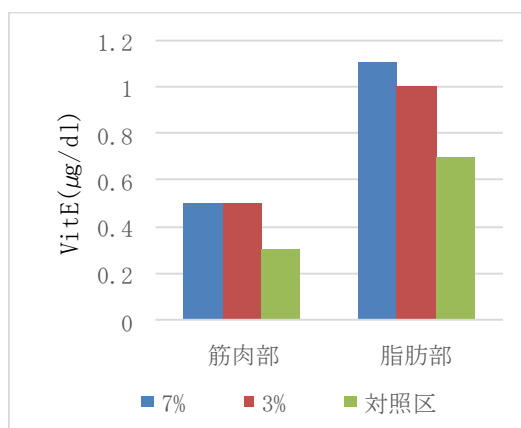


図3 ビタミンE含量(ロース肉)

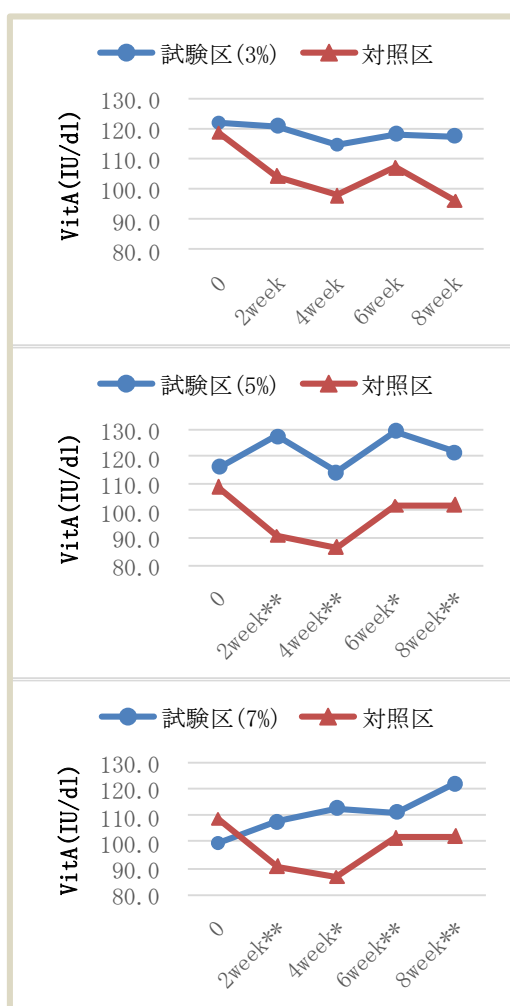


図4 柚子残渣添加割合別血中ビタミンA濃度の推移 (\* p<0.05 \*\* p<0.01)

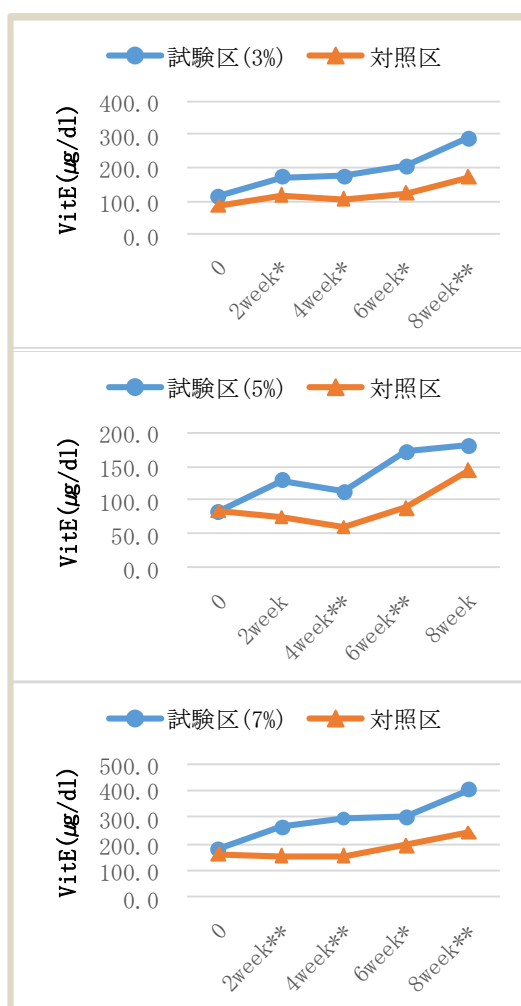


図5 柚子残渣添加割合別血中ビタミンE濃度の推移 (\* p<0.05 \*\* p<0.01)

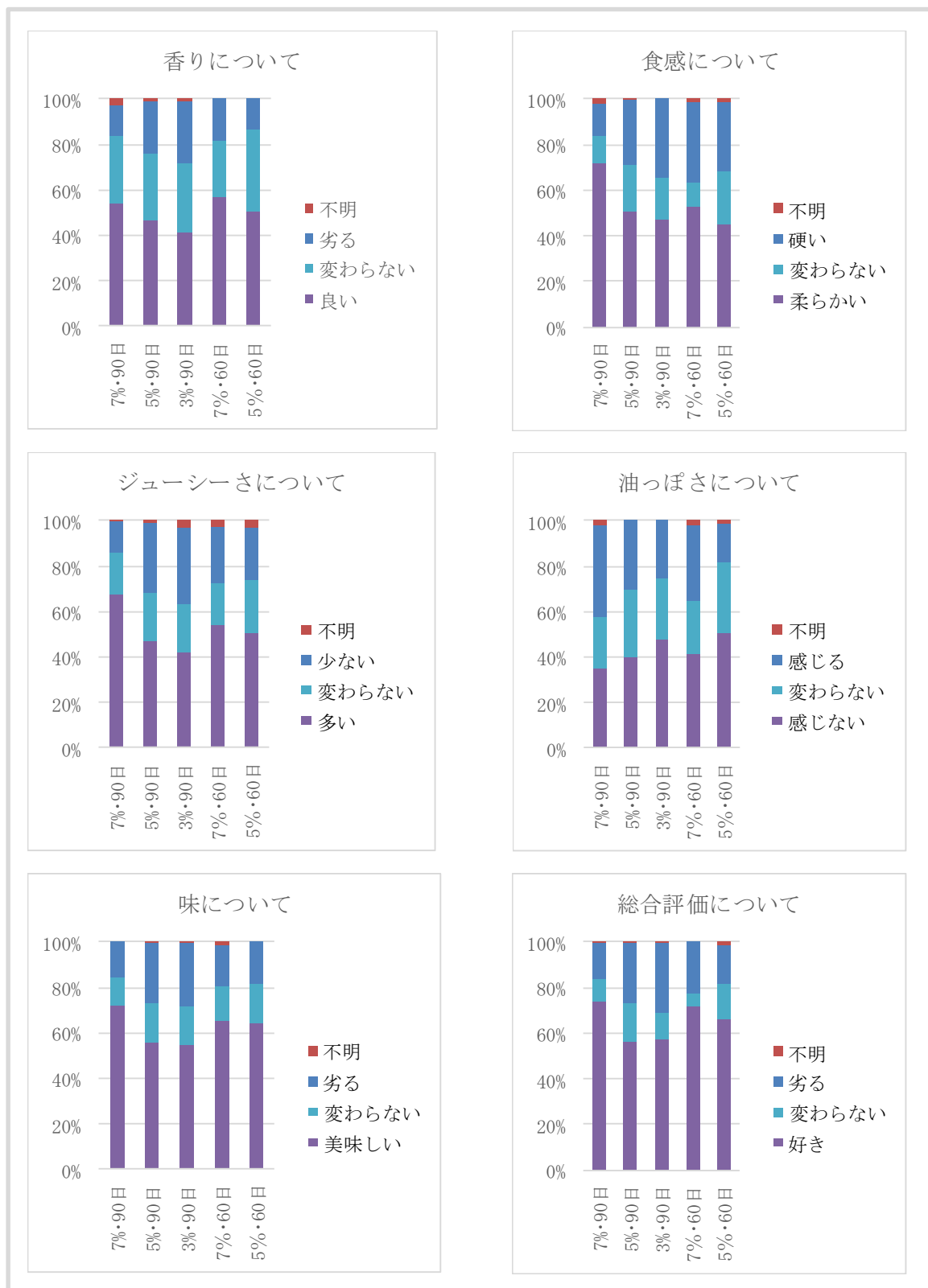


図6 食味アンケート回答

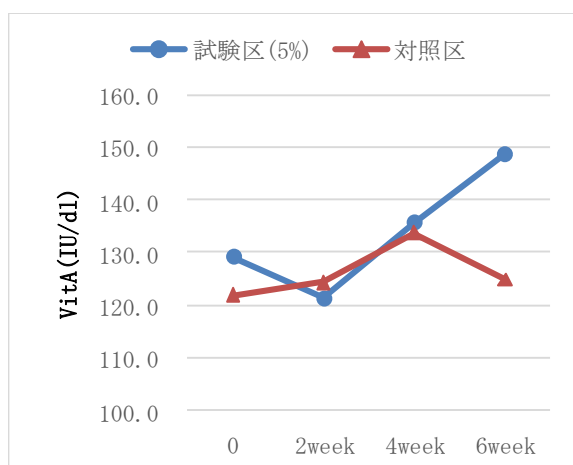


図7 常温保存柚子残渣給与時の血中ビタミンAの推移

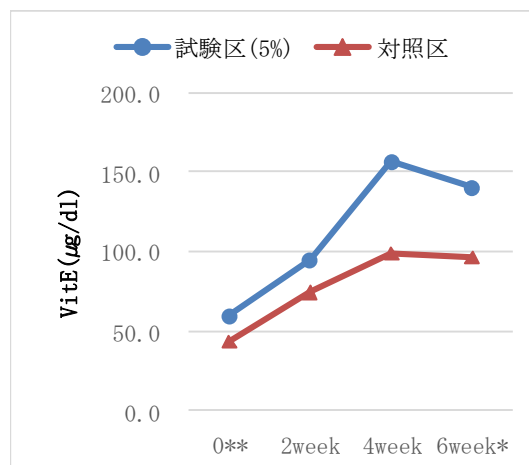


図8 常温保存柚子残渣給与時の血中ビタミンEの推移

## 考 察

柚子精油抽出後の残渣は従来の柚子果汁搾汁後残渣より水分量が50%程度減り扱いやすくなった。肥育成績は対照区と比べて差がなく、柚子残渣の香り等で嗜好性が損なわれることはなかった。さらに一般配合飼料に柚子を添加することで費用効果を確認した。柚子残渣は豚用飼料として十分に利用できるといえる。

肉質分析の結果では飽和脂肪酸、特にステアリン酸の増加が認められた。ステアリン酸は脂肪のしまりや硬さと正の相関があることが知られており、軟脂の判定などにも用いられる<sup>3)</sup>。また、ステアリン酸は豚肉のおいしさと正の相関があるとされており<sup>2)</sup>、ステアリン酸の増加が食味アンケートで試験区の高評価につながったと考えられる。

ロース肉中、特に脂肪でビタミンA及びビタミンEの移行が認められた。ビタミンEには抗酸化作用があり、豚肉の酸化が抑制され、保存期間中の生肉の彩度、品質が保たれることがわかっている<sup>5)6)</sup>。今回の試験では彩度については精肉直後に一度しか測定しておらず有意差は見られなかったが、今後、精肉の彩度について経時的な変化を調査する必要がある。また、ビタミンEの抗酸化作用で肉の品質が保たれた結果、食味アンケートでの高評価につながった可能性も考えられる。さらに、試験区では有意差はなかったものの、圧搾肉汁率の上昇

や加熱損失の減少がみられ、このことは、肉汁の多いジューシーな豚肉としてアピールポイントになる。

肥育期間中、豚の血中ビタミン濃度は試験区で有意に高い値で推移した。ビタミンEは抗酸化作用、生体膜の保護、内分泌機能の維持などの生理作用に関与し、抗ウイルス作用といった生体防御反応にも重要な役割を担っている<sup>7)8)</sup>。ビタミンEが不足すると、免疫力低下につながり、病気にかかりやすくなることが考えられる。また、豚ではビタミンEの欠乏で肝細胞壊死による浮腫や心筋変性(マルベリーハート)による突然死が起こることが知られている<sup>9)</sup>。柚子残渣給与によるビタミンE補給は、免疫力低下抑制や欠乏症予防につながり、病気に強い豚の飼育が期待できる。

柚子残渣の肥育豚への給与は、柚子収穫量全国第一位の高知県らしさを前面に押し出したうえで、旨みがありジューシーで保存性も高い豚肉、病気に強い豚の飼育をサポート、という複数の付加価値をつけることができ、ブランド豚開発の可能性を広げる。さらに、飼料に柚子残渣を添加することで費用効果が得られ、生産コスト低減が実現する。今後は、高知県ブランド豚の確立に向けて、柚子残渣添加量の適正量の検討、官能評価などを行い分析を深める必要がある。

### 参考文献

- 1) 村井ほか(2015)：地域資源循環につながる国産柑橘加工技術の刷新 マイクロ波を利用したバイオマス再資源化装置の開発，高知県工業技術センター2014研究開発&研究支援成果報告書，No. 10，p. 28-29.
- 2) 木全誠ほか(2006)：豚肉の理化学的成分と官能検査との関係，日豚会誌，38(2).
- 3) 入江正和(1992)：豚における脂肪の質、特に給与飼料の影響に関する研究，日豚会誌，29(2).
- 4) 高田直子ほか(2007)：豚育成過程における血中ビタミンE濃度の推移，日豚会誌，44(4).
- 5) 仁木鋭雄(1988)：ビタミンEの抗酸化作用，ビタミン，62(11).
- 6) 三津本充(2007)：抗酸化ビタミンE給与による食肉の品質保持技術の開発，畜産技術，627(8).
- 7) 吉田実(1985)：ビタミンの畜産への応用，ビタミンE-基礎と臨床-，医歯薬出版.
- 8) Araceli PINELLI-SAAVDEDRA(2003)：VitaminE in immunity and reproductive performance in pigs, *Reprod. Nutr. Dev.* 43, p. 397-408.
- 9) 柏崎守編(1999)：豚病学 -生理・疾病・飼養- (第四版)，近代出版.



## 土佐ジローの生産性向上に関する研究

池上和己 尾野由佳 山田博之\* 恒石望太郎

### Research for Improving Productivity of Tosa Jiro

Kazumi Ikegami, Yuka Ono, Hiroyuki Yamada and Boutarou Tsuneishi

#### 要 約

高知県の特産鶏である土佐ジローの生産性を向上させるため、種鶏の受精に関する能力の確認、自然交配群における適正な雌雄比率、及び羽数設定、雌種鶏の更新時期、土佐ジローの種卵に適した孵卵器の温湿度設定について検討を行った。高知県畜産試験場のスノコ床平飼いの新鶏舎における自然交配構成では、雌12羽に対し雄6羽(雌雄比2:1)が最適だった。孵卵成績の高位安定には、雌種鶏(ロードアイランドレッド)の早期更新が有効であることが確認できた。また、土佐ジローの種卵に対する孵卵器の適正な温湿度設定は、慣行区の37.8℃60%であり、これまでの孵卵器の設定に問題がないことを確認した。

#### はじめに

土佐ジローは、土佐地鶏(雄)とロードアイランドレッド(雌)の交配から生産される1代雑種である。高知県が作成した「土佐ジロー飼養マニュアル」<sup>1)</sup>にもとづき、緑餌の給与や放し飼いを飼育条件とし、中山間地域における複合経営の一つとして昭和61年度から普及を始め、平成29年2月1日現在、85戸の農家で、雌19,364羽・雄5,336羽が飼育されている<sup>2)</sup>。放し飼いで野草などの緑餌を多く与えているため、卵黄には豊富な栄養が含まれており、肉は脂肪分が少なく適度な歯ごたえがあり、食卵及び食肉として高い評価を受けている。

一方、生産面では、農場主の高齢化による農家戸数の減少や飼料の高騰、雛の供給体制等の問題、規模拡大の低迷から飼育羽数は伸び悩んでいる。これに対し、高知県の第3期産業振興計画では、種卵の生産体制強化と販路拡大による好循環を掲げている。高知県畜産試験場は、試験研究機関であると同時に土佐ジローの種鶏場としての役割も担っているが、土佐ジローの種卵の孵化率は、これまで約50%~60%で推移してきた。当場では、この低迷する孵卵成績を打破する取り組みに平成29年度から着手し

た。その一つに、雌種鶏の早期更新がある。これまで、450日齢まで種鶏として供用していた雌を365日齢で更新する試みに取り組んでいる。一方、今後の産業進行計画の取り組みにおいて、更なる種卵、雛の安定供給が求められており、本試験では種鶏群管理をはじめとする種卵生産から貯卵環境、孵化までの技術を検証と雌種鶏の更新時期の検討をし、孵化率の向上を図ることで、効率的で安定した生産体制の確立を目指す。

#### 材料と方法

##### 1. 種鶏管理

雄(土佐地鶏)は、精液性状調査を行った。供試鶏は人工授精群を用いた。精液採取量は188日齢から433日齢までの個体から採取した5羽の平均とした。精子数は150日齢から572日齢までの個体約200羽から採取した混合精液を用い、家畜改良センターのマニュアル<sup>3)</sup>に沿って測定した。雌(ロードアイランドレッド)は受精卵調査(産卵率、受精率、孵化率)について調査した。

供試鶏は人工授精群を延べ36羽(213~406日齢)用いた。人工授精は週に1回行い、原精液の注入量

\*高知県立農業大学校

は雌1羽あたり0.05mlとした。産卵率は、ヘンハウス産卵率を用いて一週間ごとにデータを集計した。受精率及び孵化率の調査に用いた種卵は、孵卵器への入卵前2週間以内のものを使用した。貯卵環境は、温度12℃湿度70%、貯卵期間は最大で2週間である。

なお、受精卵調査の評価をはじめ、後述の自然交配の環境要因の評価は、当場での供用期限である365日齢までのデータを用いて行ったが、供用期間の妥当性を判断するため、365日齢以降も調査を行っている。

## 2. 自然交配の環境要因

床面積9.1㎡の1室を1群とするスノコ床平飼い鶏舎に於いて、適正な雌雄の羽数を検討するため、産卵率及び受精率を比較した。一般に、雌雄ともに複数の鶏を平飼い鶏舎に収容し自然交配させる方法は、雄1羽に対し、雌10～13羽の割合で飼育する。床面積あたり5～6羽/㎡の雌を収容することになる<sup>3)</sup>が、土佐ジローの種鶏の組み合わせは、雄(土佐地鶏)が雌(ロードアイランドレッド)より体格が劣るため、多くの雄を必要とする。これまで当場の平床鶏舎では、6.8㎡に雌9羽、雄6羽の構成で飼育していた<sup>5)</sup>が、今回の試験区構成は表1に示す。調査期間は209日齢から446日齢まで行った。雌雄の同居方法は雌を飼育場所に入れる1週間前に雄を入れて、雄に優位性を持たせた。自然交配群の産卵率のデータは2週間で集計した。評価方法は前述のとおり。

## 3. 雌種鶏の更新時期の検討

これについては、種鶏管理及び自然交配の環境要因で調査した雌種鶏の産卵率と受精率から、365日齢での更新の妥当性を検討した。供試鶏は人工授精群が延べ36羽(213～406日齢)、自然交配群が36羽(209～404日齢)を用いた。

人工授精群及び自然交配群の産卵率及び受精率の推移や受精卵の生産率を用いて、365日齢を境とする前後の成績を比較することで365日齢での更新の妥当性を検討した。

## 4. 孵卵環境調査

調査に用いた種卵は、洗卵後30分以内に逆性石けん系消毒薬(42℃、2,000倍希釈)を用いて種卵消毒を行った。貯卵環境は温度12℃湿度70%、貯卵期間は最大で2週間、調査項目は、受精卵孵化率、死に籠もり卵の発生率とした。使用孵卵器は、内寸W44×D62×T78cm、スプレー加湿タイプ。孵卵器を設置した室内環境は、室内温度25℃とした。孵卵機の設定の良否の評価方法は、入卵後21日の受精卵孵化率と死に籠もり卵率を用いた。試験区分は表2に示す。

表1 自然交配群の構成

	雌(羽)	雄(羽)	雌雄比
試験区1	12	6	2:1
試験区2	12	4	3:1
試験区3	12	3	4:1

表2 孵卵環境調査の試験区構成

	入卵数	温度(℃)		湿度(%)	
		入卵	入卵	入卵	入卵
		1-18日間	19-21日間	1-18日間	19-21日間
慣行区	800*	37.8		60	75
低温区	178	37.4		60	75
高温区	180	38.2		60	75
低湿区	184	37.8		55	75
高湿区	159	37.8		65	75

\*慣行区の入卵数は比較試験の延べ入卵数。

## 結果

### 1. 種鶏管理

#### 1) 精液性状調査

精液採取量は平均  $0.10 \pm 0.01$  ml/羽 (図1)、精子数は平均  $22.0 \times 10^8 \pm 2.0 \times 10^8$  /ml、採取時期にかかわらず安定していた (図2)。

#### 2) 雌の受精卵調査

人工授精群の産卵率は 52.7% から 92.0% の範囲で推移した。この内、2 群の 365 日齢までの平均は 79.2%、全期間の平均は 75.9% であった (図3)。人工授精群の受精率は 80.8% ~ 97.1% の範囲で推移した (図4)。この内、2 群の 365 日齢までの平均は 93.9%、全期間の平均は 92.4% であった。対入卵孵化率については、51.4% ~ 80.6% の範囲で推移した。(図5)。

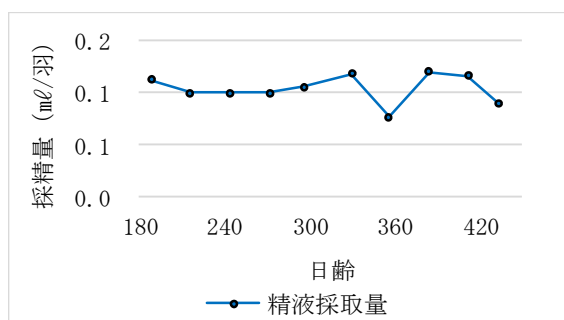


図1 土佐地鶏の精液採取量

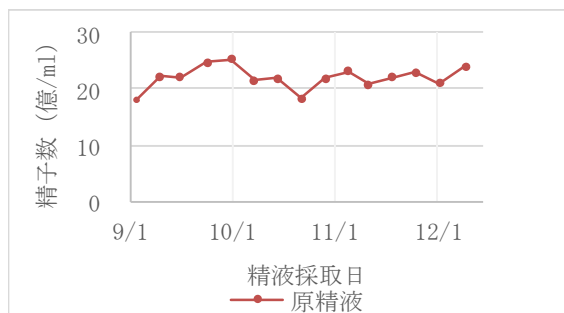


図2 土佐地鶏の精子数

### 2. 自然交配群の環境要因

自然交配群の産卵率は23.2%~79.2%の範囲であった。365日齢までの平均は1区が44.7%、2区が62.0%、3区が68.4%。全期間の平均は、1区が40.5%、2区が58.6%、3区が63.2%であった (図6)。

受精率は10.7%~100%の範囲であった。365日齢までの平均は、試験区1が90.4%、試験区2が54.2%、試験区3が69.2%。全期間の平均は、試験区1が92.7%、試験区2が65.7%、試験区3が71.1%であった (図7)。対入卵孵化率については、試験区1が69.8%~92.9%、試験区2が39.6%~77.8%、試験区3が58.0%~65.3%の範囲であった。365日齢までの平均は試験区1が86.7%、2区が58.5%、3区が60.3%。全期間の平均は、試験区1が84.5%、試験区2が66.3%、試験区3が61.4%であった (図8)。

3つの試験区の365日齢までの平均産卵率は、雄の羽数が多くなるほど低下した。一方、受精率は、雄6羽の1区が最も高い値を示し、雄の羽数が多い区が高くなった (図9)。対入卵孵化率も受精率と同様の傾向を示した。

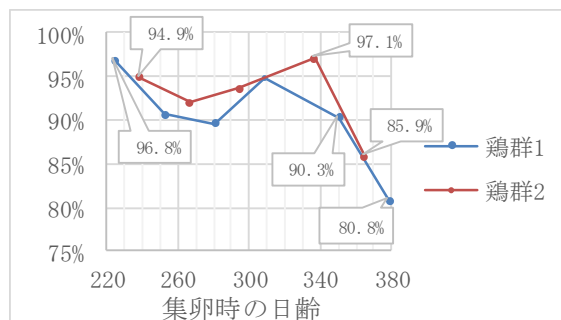


図4 人工授精群の受精率

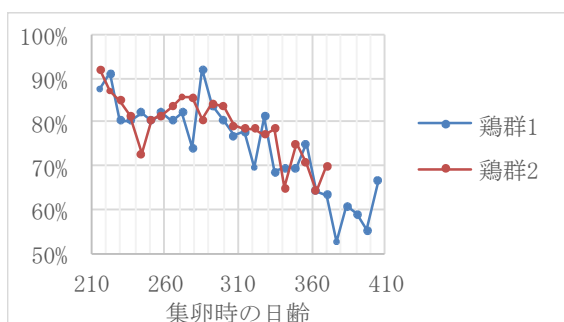


図3 人工授精群の産卵率

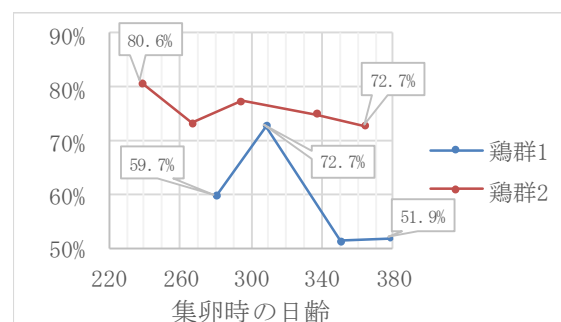


図5 人工授精群の対入卵孵化率

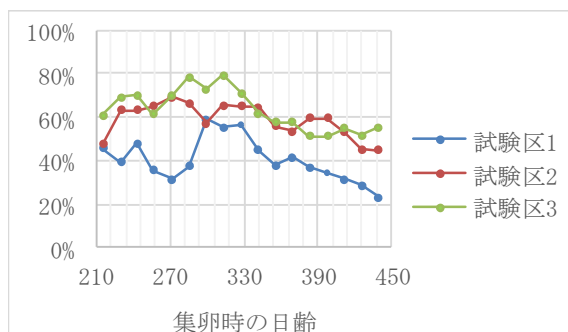


図6 自然交配群の産卵率

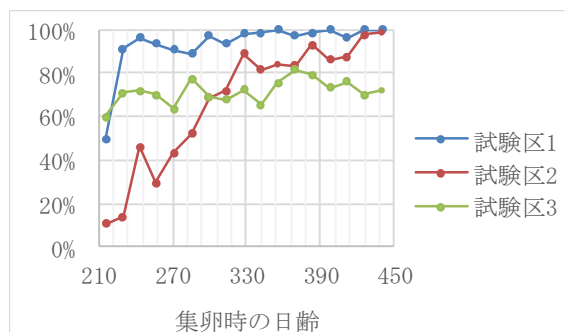


図7 自然交配群の受精率



図8 自然交配群の対入卵孵化率

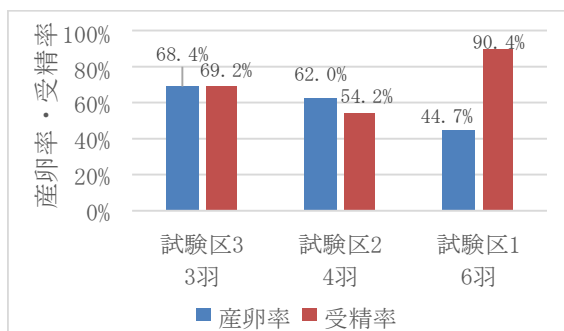


図9 自然交配群 365日齢までの産卵率及び受精率

### 3. 雌種鶏の更新時期の検討

365日齢を境とする前後の産卵率及び受精率等について、 $a \times b$ は雌種鶏がどれだけ受精卵を産むかという雌1羽あたりの受精卵の生産率を示す。365日齢の前後平均値を比較して見た時、自然交配群には変化がないものの、人工授精群は22.2%も減少しており、生産性が低下している。(図10)

### 4. 孵卵環境調査

慣行区を100とする試験区の受精卵孵化率(入卵

後21日)は、低温区が77、高温区が75、低湿区が100、高温区が96で、低温区、高温区とも低い結果となった。湿度を5%変更した区は温度0.4℃変更した区より高い結果を示した。また、死にごもり卵率について、中期の発生率が、高温区が16.1%、高湿区が11.9%。合計では、低温区が5.1%(対慣行比97)、高温区が10.3%(対慣行比200)、高湿区が6%(対慣行比111)であった。(表3)

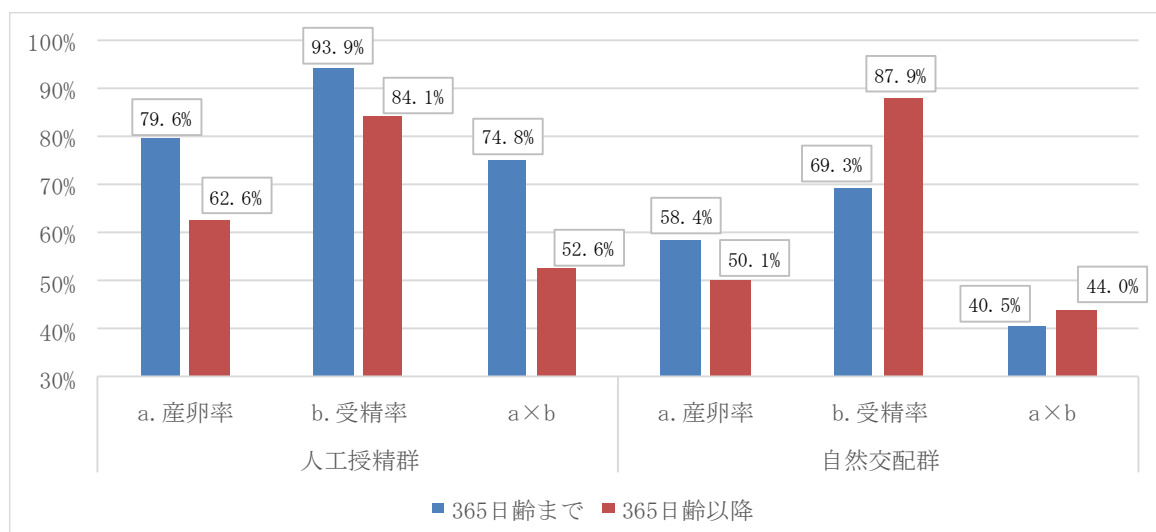


図10 365日齢を境とする前後の産卵率及び受精率等の比較

表3 孵卵器の設定値と孵卵成績

		受精卵孵化率 (%)		受精卵中の死にごもり卵率 (%)				
		入卵後21日	入卵後22日	前期	中期	後期	嘴打ち	合計
低温区	慣行区	75.9	77.2	5.6	4.5	3.9	6.7	20.8
	試験区	58.2	78.8	9.6	2.2	2.8	5.6	5.1
	対慣行比	77	102	170	50	71	83	97
高温区	慣行区	73.5	78.3	4.4	7.2	4.4	3.9	20
	試験区	55.4	58.9	4.4	16.1	8.9	10.6	10.3
	対慣行比	75	75	100	223	200	271	200
低湿区	慣行区	69.6	72.6	5.4	6.5	6	7.1	25
	試験区	69.6	72.6	4.9	7.6	7.6	4.9	6.6
	対慣行比	100	100	90	117	127	69	100
高湿区	慣行区	72	73.4	5	5	7.5	6.3	23.9
	試験区	69	70.4	3.8	11.9	3.8	6.9	6
	対慣行比	96	96	75	238	50	110	111

### 考察

人工授精群及び自然交配群の産卵率、人工授精群の受精率、対入卵孵化率、受精卵の生産率には、日齢が進むごとに成績の低下が見られることから、孵卵成績の高位安定には、365日齢での雌種鶏の早期更新が有効であることが確認できた。なお、自然交配群の受精率や対入卵孵化率が低下しなかったのは、雌が斃死により羽数が減少し、雄の同居比率が高まったためと考えている。

スノコ床平飼い鶏舎である新鶏舎での一群の雌雄飼育羽数は、受精率の調査結果から1区の雌12羽、雄6羽の組み合わせが最も良かったが、次に雄が多い試験区2の受精率が低かった。これは、受精率が安定するまでに時間を多く要したことが影響していた可能性が高い。反復調査を実施すれば、孵化率が向上すると考えられる。今後、指標を作成するにあたっては、再調査をするとともに、産卵率との併用で評価するとよい。

孵卵環境調査では、慣行区(37.8℃ 60%)の受精卵孵化率が最も高く、これまでの孵卵環境に問題の無いことを確認した。

また、死に籠もり卵の発生状況からは、孵卵環境が正常であったかが判断できる。スティープ・タレットによると、孵化率の良い鶏群からの種卵でも、一定の胚死亡パターンがあり、発生時期によってその問題点がどこにあるのか特定することができるとい<sup>6)</sup>。3週間にわたる孵卵期間のうち、最初

の週に起きた場合は、孵卵前(農場、輸送中あるいは貯卵時)に問題があり、第2週の場合、不適切なセッターコンディションや汚染、栄養障害が、最後の週の場合、不適切な孵卵コンディションが原因となっている。本試験における胚死亡は、試験区2、4の中期に発生していることから、高温区と高湿区の条件は土佐ジロー種卵の孵卵条件に適さない事が示唆された。

自然交配と人工授精の種卵の生産効率について、365日齢での産卵率を比較すると、人工授精群が平均79.2%であるのに対し、自然交配群は、最も良かった試験区3でも68.4%と人工授精群に比べ10%以上低かった。これは、尻つき発生等による斃死の影響を受けたためであり、雌種鶏の損耗率が産卵率に影響していた。受精率や斃死による雌群維持の困難さ、また、集卵作業の手間などの労働力の軽減という観点を加味して総合的に考えれば、人工授精群による種卵生産の方が有利である。

最後に、土佐ジローの生産性向上に関わる雄側、雌側、孵卵環境の3つの要因のうち、今回は雌側(雌種鶏の受精能力)に加え、孵卵環境(温湿度設定)について詳細に検証し、一つ一つ改善を図ることで孵化率を向上させた。今後は、残すところの雄側の要因(注入精液品質の高位安定)からアプローチをし、更なる孵化率の向上に取り組み、効率的で安定した生産体制を確立する。

## 謝辞

本試験に際して、ご指導下さった家畜改良センター岡崎牧場の職員の方々に深謝する。

## 参考文献

- 1) 土佐ジロー協会：平成21年度土佐ジロー飼養マニュアル.
- 2) 高知県：平成29年度高知県の畜産.
- 3) 独立行政法人家畜改良センター：家畜改良センター技術マニュアル16 鶏の繁殖技術マニュアル.
- 4) 一般社団法人日本種鶏孵卵協会：2015年度種鶏ふ卵衛生管理研修会テキスト.
- 5) 吉村敦ほか(2002)：土佐ジロー（交雑鶏）効率生産のための自然交配法, 高知県畜産試験場研究報告.
- 6) スティーブ・タレット：エビアジェン社孵卵場実務における各種調査方法.
- 7) 内藤元男監修(1989)：畜産大事典.
- 8) 笹浪知宏ほか(2013)：ウズラの精子貯蔵管での運動を抑制する分子の探索.

編集委員長 豊田 陽一（場長）

副委員長 山崎 慎一郎（技術次長）  
南 明博（研究企画課長）

委員 川原 尚人（大家畜課長）  
平井 啓一（中小家畜課長）

事務局（研究企画課）  
明神 由佳（企画調整担当チーフ）

## 高知県畜産試験場研究報告 第21号

---

令和3年3月30日 発行

発行者 高知県畜産試験場

〒789-1233 高知県高岡郡佐川町中組1247

電話 0889-22-0044 FAX 0889-22-3960

---