

高畜試研報

No.19

2017

Bulletin

of the

Kochi Prefectural Livestock Experiment Station

No.19

高知県畜産試験場研究報告

第19号

高知県畜産試験場

高知県高岡郡佐川町

平成29年3月

Kochi Prefectural Livestock Experiment Station

(Sakawa-cho, Kochi-ken, Japan)

March 2017

高知県畜産試験場研究報告

第19号

平成29年3月

目次

RFID 耳標による牛の飼槽滞在時間の計測 川原尚人・松崎 修・渡邊勝吉・近森太志・尾石 敦	1
RFID 耳標による牛の飼槽滞在時間の計測 (第2報) 川原尚人・松崎 修・渡邊勝吉・近森太志・尾石 敦	8
牛ふん堆肥を活用した水田の効率的利用システム 影山孝之・入交亮太・末信浩二・米田佐知	15
高品質肉用鶏の開発 山田博之・今西一隆・長坂直比路	21
深層水由来新素材が豚等の機能性に及ぼす影響調査 吉村 敦	28
栗焼酎粕の豚飼料化に関する検討 吉村 敦	34
県内焼酎粕の豚飼料化に関する検討 森光智子・吉村 敦	44

**Bulletin of
The Kochi Prefectural Livestock
Experiment Station**

Vol.19

March 2017

CONTENTS

Measurement of the Cattle Staying Time at the Feed Bunk by RFID Ear Tags Naoto Kawahara, Osamu Matsuzaki, Katsuyoshi Watanabe, Taishi Chikamori and Atsushi Oishi	1
Measurement of the Cattle Staying Time at the Feed Bunk by RFID Ear Tags (Part2) Naoto Kawahara, Osamu Matsuzaki, Katsuyoshi Watanabe, Taishi Chikamori and Atsushi Oishi	8
Studies on How to Use Cattle Manure Compost on Paddy Field Takayuki Kageyama, Ryouta Irimajiri, Kouji Suenobu and Sachi Yoneda	15
Development of High-Quality Meat-Type Chickens Hiroyuki Yamada, Kazutaka Imanishi and Naohiro Nagasaka	21
Effects of New Material Derived from Deep Sea Water on Pig Productivity Atsushi Yoshimura	28
Studies on the Availability of Kuri Shochu Lees as Feed for Pigs Atsushi Yoshimura	34
Studies on the Availability of Shochu Lees Produced in Kochi as Feed for Pigs Tomoko Morimitsu and Atsushi Yoshimura	44

RFID 耳標による牛の飼槽滞在時間の計測

川原尚人・松崎 修*・渡邊勝吉*・近森太志・尾石 敦**

Measurement of the Cattle Staying Time at the Feed Bunk by RFID Ear Tags

Naoto Kawahara, Osamu Matsuzaki, Katsuyoshi Watanabe, Taishi Chikamori and Atsusi Oishi

要 約

牛の生産性の向上に関連する採食行動と密接な関係があると考えられる飼槽滞在時間を計測することを目的として、牛に個体識別に用いられている RFID (Radio Frequency Identification) 耳標を装着して、飼槽上方に RFID 耳標用リーダライタ (以下、RW) 及びアンテナを設置して、自由採食条件下及び制限給餌条件下で24時間計測して得られた個体識別結果をビデオ記録と照合した。

1. RFID 計測時間と飼槽滞在時間の間には、自由採食条件下では、強い相関 ($\rho=0.884$ 1%) が認められたが、両項目間には平均24分45秒の誤差があった。制限給餌条件下では、強い相関 ($\rho=0.821$ 1%) が認められたが、両項目間には平均17分8秒の誤差があった。
2. RFID 計測回数と飼槽接近 (1.2m) 回数の間には、自由採食条件下では強い相関 ($\rho=0.978$ 1%) が認められたが、平均9.2回の誤差があった。制限給餌条件下では強い相関 ($\rho=0.981$ 1%) が認められたが、平均2.6回の誤差があった。
3. アンテナを地面と水平にして飼槽上方に設置した条件では、RFID 耳標により飼槽接近回数は推定できたが、飼槽滞在時間は誤差があると思われた。

はじめに

国内における牛の全頭個体識別は、2001年の BSE (牛海綿状脳症) の発生を契機として、トレーサビリティの必要性が認識されたことから、2003年に制定された牛の個体識別のための情報の管理及び伝達に関する特別措置法に基づき、10桁番号及びバーコード付き耳標を装着することにより実施されている。

近年、流通業界を中心に小型かつ情報処理量が多い RFID タグが導入され始めている。RFID タグは自動読み取りが可能であり、家畜の生産管理に利用できると言われている¹⁾。

900MHz 帯 UHF を使用した RFID タグの通信距離は 5 m 程度とされており、RFID 耳標を牛に装着して、読み取り装置である RW 及びアンテナを牛舎施設に設置することにより、牛の個体ごとの位置

情報を記録することができると考えられた。

また、大規模放し飼い牛舎において、牛の健康状態を推測するための飼養管理項目の1つである、牛の飼料摂取時間及び飼料摂取回数を個体ごとに自動的に取得することは、困難である。

そこで、RFID 耳標を牛に装着し、RW 及びアンテナを飼槽に設置することにより、牛の飼料摂取時間及び飼料摂取回数と密接な関係があると考えられる飼槽滞在時間及び飼槽滞在回数を推定する手法について検討した。

材料及び方法

ロングレンジ据置型リーダライタ (富士通 (株) TFU-RW362、以下 RW) 1台及び外付けアンテナ (富士通 (株) TFU-AN11、以下アンテナ) 4台と PC からなるシステムを、77.44m² (8.8m × 8.8m) の

* (株) 富士通九州システムズ ** 高知県中央家畜保健衛生所

試験区画 (77.4m²8.8m×8.8m) の飼槽上方に設置した。アンテナは牛床から243cmの高さに、地面と水平に設置した (表1、図1)。

褐毛和種(高知系)牝牛7頭をこの試験区画で1ヶ月馴致後、供試した。

通常、農場で実施される飼養管理を想定して、飼料給与時はスタンションで牛を保定し、飼料給与以

外の時間帯にはスタンションを開放して供試牛が自由に飼槽で滞在できる自由採食条件下で試験を行った (試験1)。

また、試験1の結果をもとに、飼槽滞在時間以外の時間帯にRFID耳標による計測状況を確認するため、飼料給与時にスタンションで牛を保定して、飼料給与以外の時間帯はスタンションを閉鎖する制限

表1 リーダライタ及び外付けアンテナの概要

品名	型番	スペック等
ロングレンジ据置型リーダーライタ 	TFU-RW362	製品形態：据置タイプ UHF帯(952~954MHz) RFID規格：ISO/IEC18000-6 TypeC 送信出力：28dBm アンテナ接続ポート数：最大4ch インターフェース：LAN、USB 耐環境性：IP52 電源：電圧 AC100V ±10% 重量：1.2Kg 無線局：構内無線局登録局
外付けアンテナ 	TFU-AN11	製品形態：外付アンテナ アンテナ利得：8dBi 偏波：右旋円偏波 耐環境性：IP54 重量：700g *送受信兼用

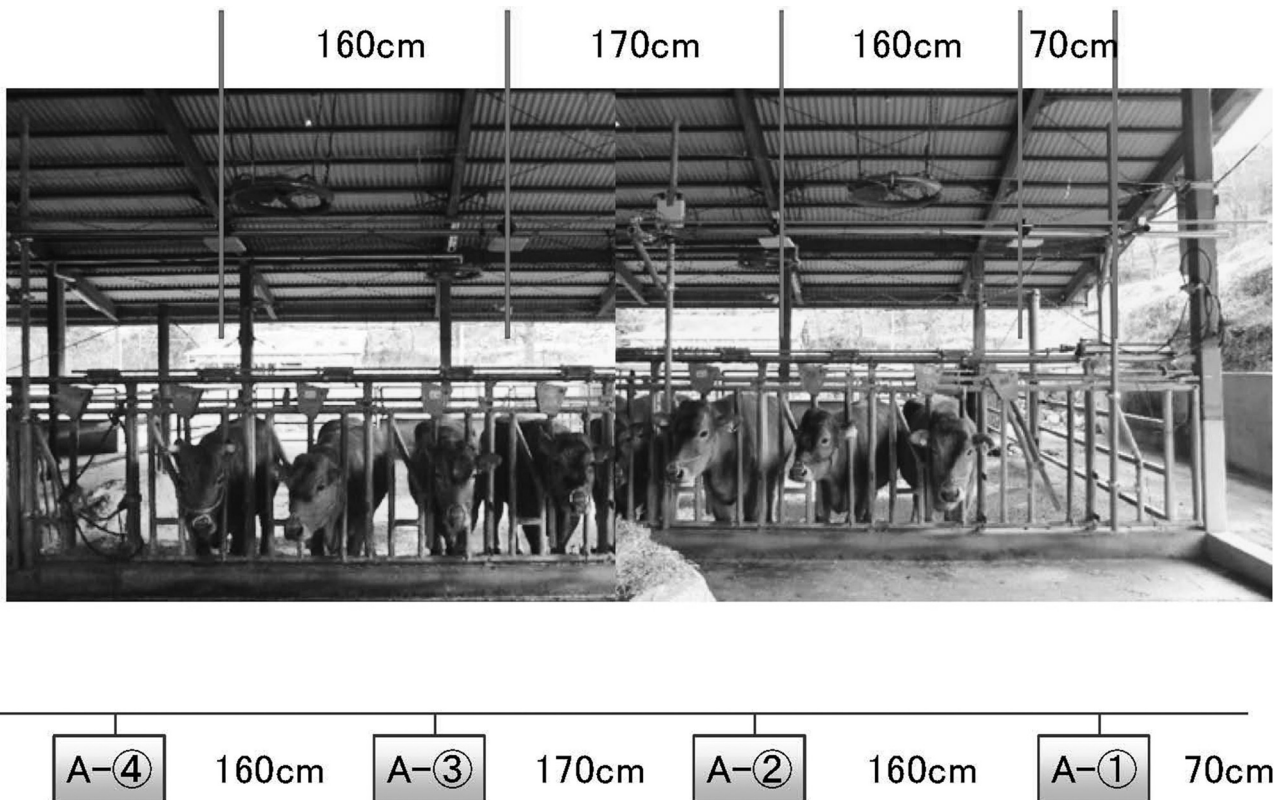


図1 試験区画と機器設置の概要

給餌条件下で試験を行った。(試験2)。

飼料給与は、試験1は8:30~10:30と15:00~16:00の2回、試験2は8:30~9:40と15:00~16:30の2回行った。

飼料は乳用牛飼育用配合飼料(DCP16%以上、TDN70%以上)、生草(イタリアンライグラス)及び乾草(イタリアンライグラスストロー)を給与した。

RFID 耳標合計5枚(富士通(株))を1群7頭のうち、供試牛5頭の左耳及び右耳のいずれかに装着して、試験1及び試験2ともに、24時間分のRFID計測時間及びRFID計測回数を取得した(図2、表2)。

RFID計測結果について、アンテナ1台ごとに5分間以内に断続して取得したデータは、牛が連続して飼槽に滞在したとして、1分間以内のデータは、牛が飼槽に滞在しなかったと判定する処理を行った。データ処理は試験用プログラム(富士通(株))を用いた。

その後、同じ牛について、4台のアンテナのうち、2台以上のアンテナで取得したデータについて、RFID計測開始時間あるいはRFID計測終了時間がそれぞれ異なっても、お互いの時間が重なっていれば連続してRFID計測したとみなすデータ処理及び1時間ごとの合計RFID計測時間及び合計RFID計測回数に区分するデータ処理を行った。

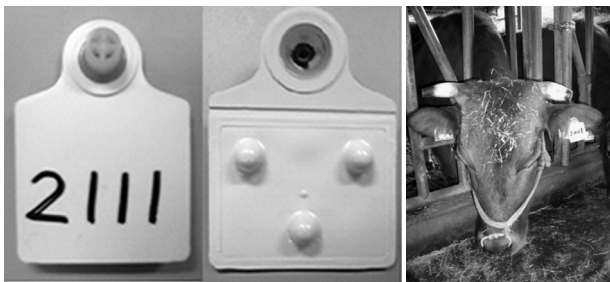


図2 RFID 耳標と牛への装着状況

表2 RFID 耳標の概要

項目	仕様
国際標準	EPCglobalGen 2ISO/IEC 18000-6C
使用周波数	UHF 帯周波数使用帯域 860-960MHz
ユーザ定義ID	標準96bit
ユーザメモリ領域	512bit
外形寸法(W×D×H)	55mm×77mm(最長部)×7mm(裏面凸部)
内部インレットサイズ(W×D)	47mm×51mm
動作温度	-20℃~+40℃

試験区画に設置したビデオカメラ4台の映像から、牛がスタンションに両耳を完全に入れた時間を飼槽滞在、飼槽滞在以外に牛がスタンションから直線距離1.2m以内の範囲に牛の頭部が入った時間を飼槽接近と分類して、それぞれ1時間ごとの合計時間に区分して、RFID計測結果と比較した。

統計処理にはPASW Statistic 18(日本IBM)を用いた。

結果及び考察

1 試験1(飼料給与以外、スタンション開放)

飼槽滞在時間、飼槽接近時間及びRFID計測時間の各値は、正規性の検定(Kolmogorov-Smirnov及びShapiro-Wilk)により、正規性が棄却されたため、各項目間の相関係数として、Spearmanの ρ (ロー)を用いた。

飼槽滞在時間とRFID計測時間の間には高い相関($\rho=0.884$ 1%)が認められたが、両項目間には平均24分45秒/頭・日の差があった(表3、図3)。

RFID計測時間と飼槽接近時間の間には中程度の相関($\rho=0.570$ 1%)が、RFID計測時間と飼槽滞在時間・飼槽接近時間合計の間には強い相関(ρ

表3 試験1 時間項目の相関係数(Spearmanの ρ)

	飼槽滞在時間	飼槽接近時間	飼槽滞在接近時間	RFID計測時間
飼槽滞在時間	1	.289**	.672**	.821**
飼槽接近時間	.289**	1	.870**	.409**
飼槽滞在接近時間	.672**	.870**	1	.703**
RFID計測時間	.821**	.409**	.703**	1

**、1%水準有意(両側)

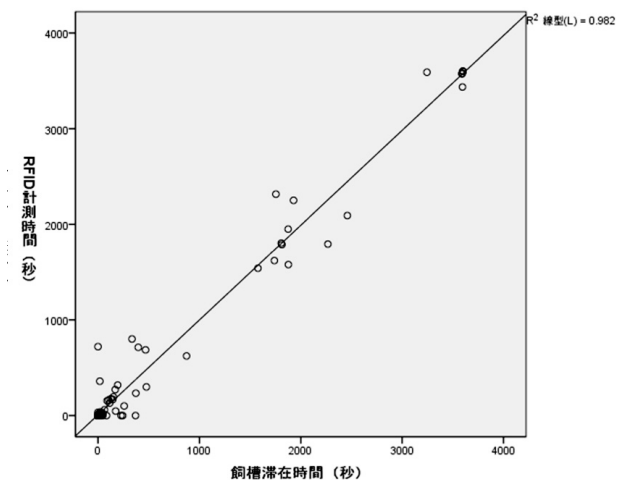


図3 試験1 飼槽滞在時間とRFID計測時間

=0.802 1%) が認められた。

また、RFID 計測回数と飼槽滞在回数の間には強い相関 ($\rho=0.860$ 1%) が、RFID 計測回数と飼槽接近回数の間には強い相関 ($\rho=0.978$ 1%) が認められた (表 4、図 4)。

表 4 試験1 回数項目の相関係数 (Spearman の ρ)

	飼槽滞在回数	飼槽接近回数	RFID 計測回数
飼槽滞在回数	1	.431**	.468**
飼槽接近回数	.431**	1	.981**
RFID 計測回数	.468**	.981**	1

** .1% 水準で有意(両側)。

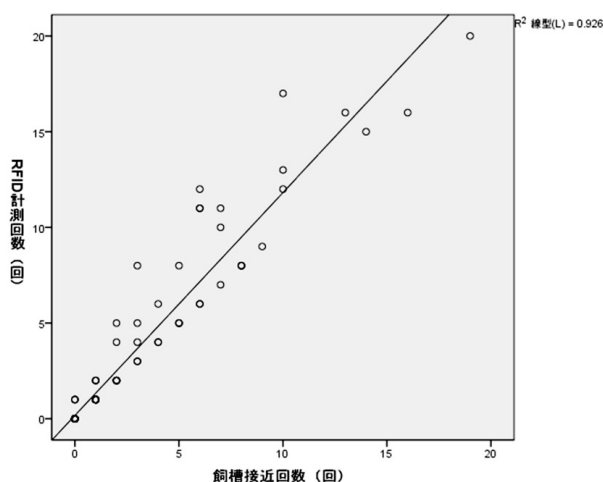


図 4 試験1 飼槽接近回数と RFID 計測回数

RFID 計測回数と飼槽接近回数の両項目間には平均12.8回/頭・日の差があり、誤差があったすべての時間において RFID 計測回数が飼槽接近回数より多かった。

Kruskal Wallis の検定により、RFID 計測時間と飼槽滞在時間の誤差及び RFID 計測回数と飼槽接近回数の誤差において、牛個体間には差は認められなかった。

4台のアンテナ別に、RFID 計測されたデータのうち、実際に飼槽に滞在していた時間は86.1%、飼槽には滞在していないが、飼槽の近くに滞在していた時間は13.4%、それ以外の場所に滞在していた時間は0.5%であった (表 5)。

表 5 RFID 計測時間とビデオ記録の照合結果 (%)

試験		1	2
飼料給与時以外のスタンション		開放	閉鎖
RFID 計測	飼槽滞在	86.1	98.3
ビデオ記録	飼槽の1.2m 以内に滞在	13.4	1.3
	飼槽から1.2m 以遠に滞在	0.5	0.3

2 試験 2 (飼料給与以外、スタンション閉鎖)

飼槽滞在時間、飼槽接近時間及び RFID 計測時間の各値は、正規性の検定 (Kolmogorov-Smirnov 及び Shapiro-Wilk) により、正規性が棄却されたため、各項目間の相関係数として、Spearman の ρ (ロー) を用いた。

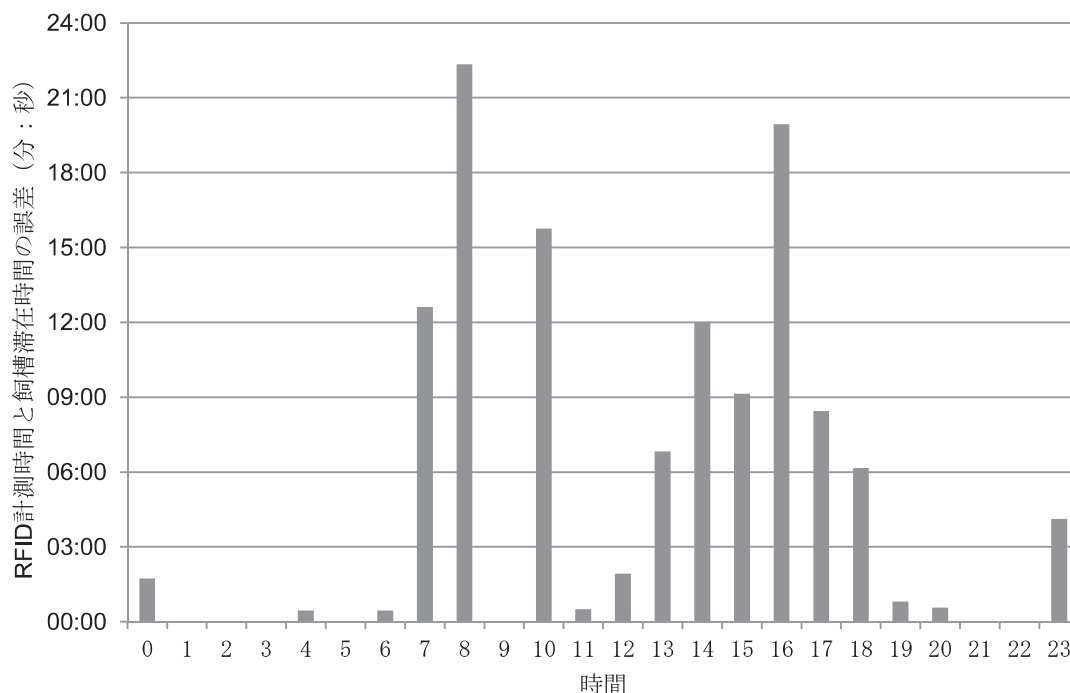


図 5 試験1 時間別の RFID 計測時間と飼槽滞在時間の誤差合計

飼槽滞在時間と RFID 計測時間の間には高い相関 ($\rho=0.821$ 1%) が認められたが、両項目間には 1 頭あたり平均17分 8 秒の差があった (表 6、図 6、図 8)。

表 6 試験 2 時間項目の相関係数 (Spearman の ρ)

	飼槽滞在時間	飼槽接近時間	飼槽滞在接近時間	RFID 計測時間
飼槽滞在時間	1	.289**	.672**	.821**
飼槽接近時間	.289**	1	.870**	.409**
飼槽滞在接近時間	.672**	.870**	1	.703**
RFID 計測時間	.821**	.409**	.703**	1

** . 1% 水準有意(両側)

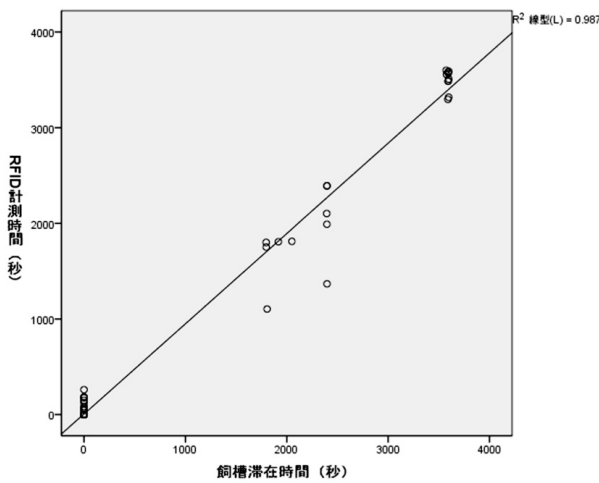


図 6 試験 2 飼槽滞在時間と RFID 計測時間

RFID 計測時間と飼槽接近時間の間には中程度の相関 ($\rho=0.409$ 1%) が認められ、RFID 計測時間と飼槽滞在時間・飼槽接近時間合計の間には強い相関 ($\rho=0.703$ 1%) が認められた (表 6)。

また、RFID 計測回数と飼槽滞在回数の間には、中程度の相関 ($\rho=0.468$ 1%) が認められ、RFID 計測回数と飼槽接近回数の間には強い相関 ($\rho=0.981$ 1%) が認められた (表 7、図 7)。

RFID 計測回数と飼槽接近回数の両項目間には平均 2.6 回/頭・日の誤差があり、誤差があったすべての時間において RFID 計測回数が飼槽接近回数より多かった。

Kruskal Wallis の検定により、RFID 計測時間と飼槽滞在時間の誤差及び RFID 計測回数と飼槽接近回数の誤差において、牛個体間に差は認められなかった。

4 台のアンテナ別に、RFID 計測されたデータのうち、実際に飼槽に滞在していた時間は 98.3%、飼

表 7 試験 2 回数項目の相関係数 (Spearman の ρ)

	飼槽滞在回数	飼槽接近回数	RFID 計測回数
飼槽滞在回数	1	.431**	.468**
飼槽接近回数	.431**	1	.981**
RFID 計測回数	.468**	.981**	1

** . 1% 水準で有意(両側)

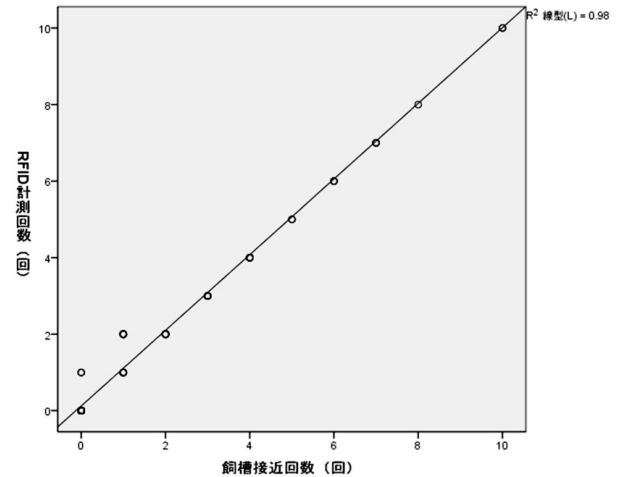


図 7 試験 2 飼槽接近回数と RFID 計測回数

槽には滞在していないが、飼槽の近くに滞在していた時間は 1.3%、それ以外の場所に滞在していた時間は 0.3% であった (表 5)。

このことから、RFID 耳標を牛に装着して、飼槽上方に設置したアンテナ・RW と通信を行う RFID 計測により、飼槽接近回数については推定できたが、飼槽滞在時間については誤差が大きかったと思われる。

RFID 計測回数と飼槽接近回数に誤差が生じていたのは、RFID 耳標とアンテナ・RW 間の通信が行われた距離が、今回、飼槽接近の基準とした 1.2m を超えていたためと考えられた。

飼槽滞在時間と RFID 計測時間に誤差が生じたのは、①牛が採食のために飼槽に移動する前後に RFID 耳標と RW 間の通信が行われたため、飼槽接近時間が RFID 計測時間に含まれたこと、②牛が採食のために飼槽に滞在したが、RFID 耳標と RW 間の通信が行われなかった時間があったこと、③牛が採食のために飼槽に滞在して RFID 耳標と RW 間の通信が行われたが、1 分間以内で途切れたこと、④牛が採食のため以外に飼槽に近い場所 (1.2m 以内) に 1 分間以上滞在したため、RFID 耳標と RW 間の通信が行われたこと、⑤牛が採食もしないで、飼槽に近い場所にもいないが、RFID とアンテナ・RW

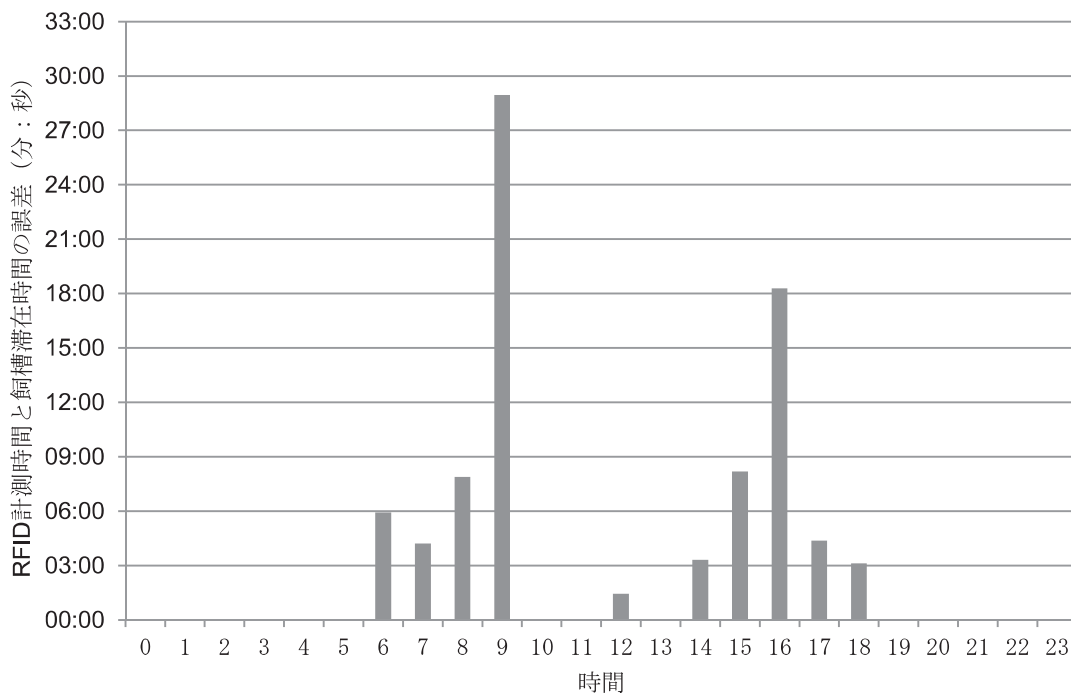


図8 試験2 時間別のRFID計測時間と飼槽滞在時間の誤差合計

間の通信が行われことが原因と考えられた。

①については、発生してもごく短時間と思われた。

自由採食条件下及び制限給餌条件下のいずれにおいても時間別のRFID計測時間と飼槽滞在時間の誤差が大きかったのは飼料給与時であったことから、誤差のほとんどを②及び③が占めていると思われた(図5、図8)。

④については、RFID計測されたうち、13.4%を占めており、⑤については、0.5%とわずかであった(表5)。

900MHz帯UHFを使用したRFIDタグの通信距離では5m程度であり、今回使用したRFID耳標は、牛の耳に装着後した条件で、ハンディターミナル内蔵RWでの読み取り距離は80~100cmとされている²⁾。

アンテナは牛床から243cmの高さに設置したが、牛の耳に装着したRFID耳標とアンテナ間の距離は、1.3m(牛の起立時)~1.7m(牛の採食時)であり、RFID耳標とアンテナ間の通信距離条件を十分に満たしていたと思われた¹⁾が、実際にはRFID計測ができない時間があった。

しかし、900MHz帯UHFを使用したRFIDタグは水、油の付着、汚れには影響を受けないとされている¹⁾ため、RFID耳標を牛の耳に装着したことが、RFID耳標とRW間の通信に影響を与えたとは考えにくい。

RFIDタグはアンテナに対する相対的な向き(オリエンテーション)が通信距離に影響して、RFIDタグとアンテナが正面に向き合う場合に最も長い通信距離が達成できるが、13.56MHz以上では、RFIDタグとアンテナの向きが垂直の場合に読み取りができないことがあるとされている¹⁾。

牛が飼槽で採食時に頭部を動かす、あるいは耳を動かすことにより、RFID耳標の向きが頻繁に変化していたが、牛が正面を向いている時にはRFID耳標は地面に対して垂直となる。この場合、地面と水平に設置したアンテナとの相対的な位置は垂直であった時間が多かったと考えられた。

このことが、牛が飼槽に滞在しているにもかかわらず、RFID計測ができない時間が存在していた原因の1つと思われた。

この問題を解決するためには、アンテナを飼槽前面に垂直に設置する方法あるいは飼槽上方に飼槽側に角度を付けて設置する方法が考えられたが、飼槽前面に設置する場合は、管理者の作業に支障があるおそれがあること、飼槽上方に角度を付けて設置する場合は、飼槽滞在と飼槽接近の判別が難しくなると推測されるため、併せて飼槽と牛床の間に設置しているスタンションに電波を通さない資材を設置する必要があると思われた。

本研究は(社)家畜改良事業団の平成22年度畜産

技術実用化対策推進事業により実施した。

謝いたします。

謝 辞

本研究の実施にあたり、ご協力いただいた(一社)家畜改良事業団の後藤秀幸、橋口昌弘、富士通(株)の佐藤裕之、富士通フロンテック(株)の落合孝直、中村則浩、大島竜一、ビデオによる牛の行動分類を補助した船坂真紀、藤澤祥二、田中千香、供試牛の飼養管理を担当した島田一兆、大内孝洋の各位に深

引用文献

- 1) (社) 畜産技術協会. 動物用電子タグとその応用. 2009.
- 2) (社) 家畜改良事業団. 平成22年度畜産新技術実用化対策推進事業における電子標識装着の実証に係る報告書. 2010.

RFID 耳標による牛の飼槽滞在時間の計測（第2報）

川原尚人・松崎 修*・渡邊勝吉*・近森太志・尾石 敦**

Measurement of the Cattle Staying Time at the Feed Bunk by RFID Ear Tags (Part 2)

Naoto Kawahara, Osamu Matsuzaki, Katsuyoshi Watanabe, Taishi Chikamori and Atsusi Oishi

要 約

牛の生産性の向上に関連する採食行動と密接な関係があると考えられる飼槽滞在時間を計測することを目的として、牛に個体識別に用いられている RFID (Radio Frequency Identification) 耳標を装着して、飼槽上方に RFID 耳標用リーダライタ (以下、RW) 及びアンテナを牛に対して傾斜角度 30° 及び傾斜角度 20° で設置し、自由採食条件下で48時間計測して得られた個体識別結果をビデオ記録と照合して比較した。

1. アンテナの傾斜角度 30° では、飼槽滞在時間と RFID 計測時間の間には高い相関 ($\rho=0.868$ 1%) が認められたが、両項目間には平均22分15秒/頭・日の差があった。飼槽滞在回数と RFID 計測回数の間には高い相関 ($\rho=0.794$) が認められたが、飼槽滞在回数と RFID 計測回数の間には 両項目間には平均20回/頭・日の差があった。
2. アンテナの傾斜角度 20° では、飼槽滞在時間と RFID 計測時間の間には高い相関 ($\rho=0.963$ 1%) が認められたが、両項目間には1頭あたり平均9分54秒/頭・日の差があった。飼槽滞在回数と RFID 計測回数の間には高い相関 ($\rho=0.932$ 1%) が認められたが、RFID 計測回数と飼槽滞在回数の両項目間には平均8回/頭・日の差があった。
3. アンテナをスタンションから100cm 離れた位置の飼槽から180cm (牛床から215cm) の高さに、牛に対して傾斜角度 20° で設置することにより、牛の飼槽滞在時間の変動及び牛の飼槽滞在回数の変動を推定できる可能性があると思われた。

はじめに

国内における牛の全頭個体識別は、2001年の BSE (牛海綿状脳症) の発生を契機として、トレーサビリティの必要性が認識されたことから、2003年に制定された牛の個体識別のための情報の管理及び伝達に関する特別措置法に基づき、10桁番号及びバーコード付き耳標を装着することにより実施されている。

近年、流通業界を中心に小型かつ情報処理量が多い RFID タグが導入され始めている。RFID タグは自動読み取りが可能であり、家畜の生産管理に利用できると言われている¹⁾。

900MHz 帯 UHF を使用した RFID タグの通信距

離は5m程度とされており、RFID 耳標を牛に装着し、読み取り装置である RW 及びアンテナを牛舎施設に設置することにより、牛の個体ごとの位置情報を記録することができると考えられた。

また、大規模放し飼い牛舎において、牛の健康状態を推測するための飼養管理項目の1つである、牛の飼料摂取時間及び飼料摂取回数を個体ごとに自動的に取得することは、困難である。

前報で RFID 耳標を牛に装着し、RW 及びアンテナを飼槽に設置することにより、牛の飼料摂取時間及び飼料摂取回数と密接な関係があると考えられる飼槽滞在時間及び飼槽滞在回数を推定する手法について検討したところ、RFID 計測時間と飼槽滞在時間の間には、自由採食条件下では、強い相関 (ρ

* (株) 富士通九州システムズ **高知県中央家畜保健衛生所

=0.884 1%) が認められたが、両項目間には平均24分45秒/日の誤差があったこと、及びRFID計測回数と飼槽接近(1.2m)回数の間には、自由採食条件下では強い相関($\rho=0.978$ 1%) が認められたが、平均9.2回の誤差があったことから、アンテナを地面と水平になるようにして飼槽上方に設置した条件では、RFID耳標により飼槽接近回数は推定できたが、飼槽滞在時間は誤差があったと思われる。

そこで、アンテナを地面に対して角度を付けた条件で飼槽滞在時間を推定する手法について検討した。

材料及び方法

ロングレンジ据置型リーダーライタ(富士通(株)TFU-RW362、以下RW)1台及び外付けアンテナ(富士通(株)TFU-AN11、以下アンテナ)4台とPCからなるシステムを、77.44m²(8.8m×8.8m)の試験区画(77.4m²8.8m×8.8m)の飼槽上方に設置した。アンテナはスタンションから飼槽側に100cm離れた、飼槽から180cm(牛床から215cm)の高さに設置した(表1、図1)。

褐毛和種(高知系)牝牛10頭を、この試験区画で1ヶ月馴致後供試した。

供試牛4頭を用いて、通常、農場で実施される飼養管理を想定し、飼料給与時にスタンションで牛を保定、飼料給与以外の時間帯にはスタンションを開放し供試牛が自由に飼槽で滞在できる自由採食条件下で、アンテナの角度を地面に対して牛の方向に30°傾けて設置して、10月9～10日の2日間試験を行った(試験1)(図2)。

また、試験1で用いた供試牛4頭とは別の供試牛6頭を用いて、試験1と同じ飼育条件下でアンテナの角度を地面に対して牛の方向に20°傾けて設置して、12月13～14日の2日間試験を行った(試験2)(図2)。

飼料給与は、1日2回行った(表2)。

飼料は乳用牛飼育用配合飼料(DCP16%以上、TDN70%以上)1kg/日、生草(イタリアンライグラス)10kg/日及び乾草(イタリアンライグラスストロー)4kg/日を給与した。

RFID耳標合計10枚(富士通(株))を供試牛10頭の左耳に装着して、試験1及び試験2ともに、48時間分のRFID計測時間を取得した(図3、表3)。

表1 リーダーライタ及び外付けアンテナの概要



品名	型番	スペック等
ロングレンジ据置型リーダーライタ 	TFU-RW362	製品形態：据置タイプ UHF帯(952～954MHz) RFID規格：ISO/IEC18000-6 TypeC 送信出力：28dBm アンテナ接続ポート数：最大4ch インタフェース：LAN、USB 耐環境性：IP52 電源：電圧 AC100V ±10% 重量：1.2Kg 無線局：構内無線局登録局
外付けアンテナ 	TFU-AN11	製品形態：外付アンテナ アンテナ利得：8dBi 偏波：右旋円偏波 耐環境性：IP54 重量：700g *送受信兼用

表2 試験実施日及び飼料給与時間

試験	アンテナ角度	試験日	朝	夕
1	30°	1日目(10月9日)	9:56～11:32	16:23～17:02
		2日目(10月10日)	8:45～10:17	14:24～15:51
2	20°	1日目(12月13日)	8:35～10:00	14:53～15:56
		2日目(12月14日)	8:35～9:19	14:46～16:41

RFID 計測結果について、アンテナ1台ごとに5分間以内のデータは牛が連続して飼槽に滞在したとして、1分間以内のデータは牛が飼槽に滞在しなかったと判定する処理を行った。データ処理は試験用プログラム（富士通（株））を用いた。

その後、同じ牛について、4台のアンテナのうち、2台以上のアンテナで取得したデータについて、

RFID 計測開始時間あるいは RFID 計測終了時間がそれぞれ異なっても、お互いの時間が重なっていれば連続して RFID 計測したとみなすデータ処理及び1時間ごとの合計 RFID 計測時間と合計 RFID 計測回数に区分するデータ処理を行った。

試験区画に設置したビデオカメラ4台の映像から、牛がスタンションに両耳を完全に入れた時間を

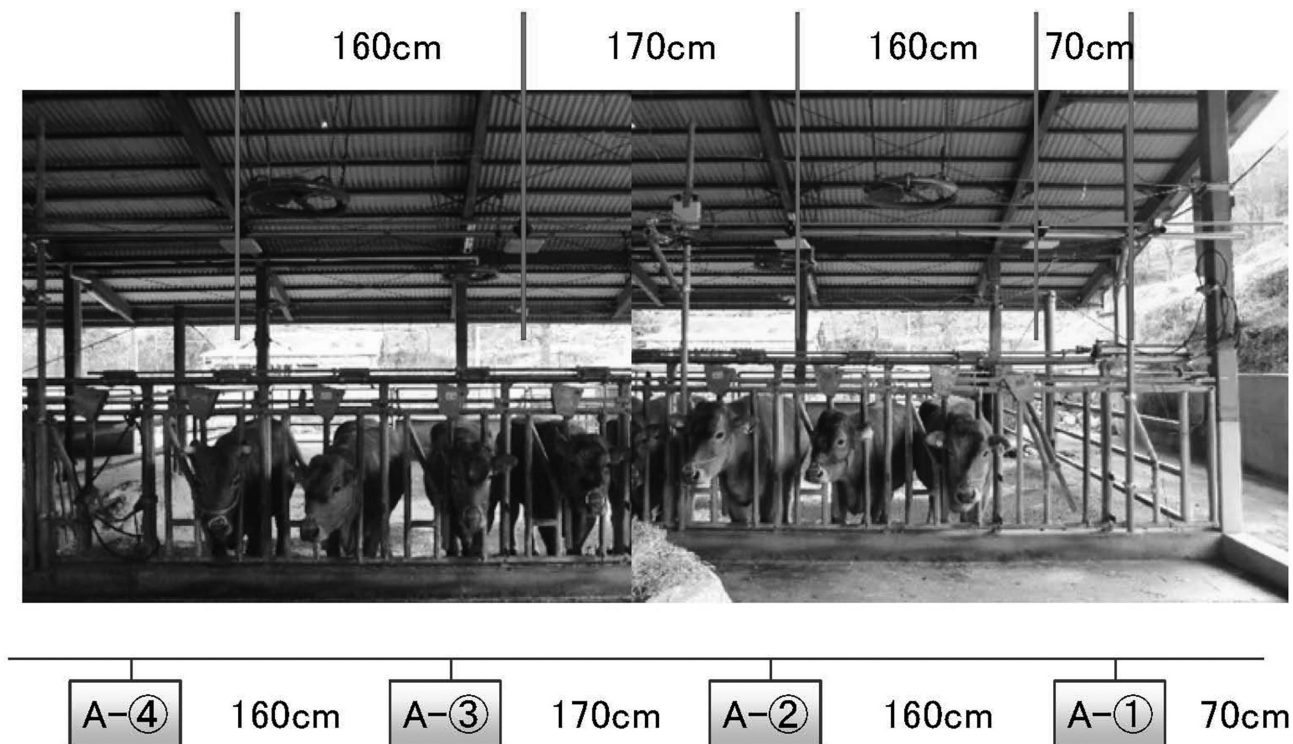


図1 試験区画と機器設置の概要

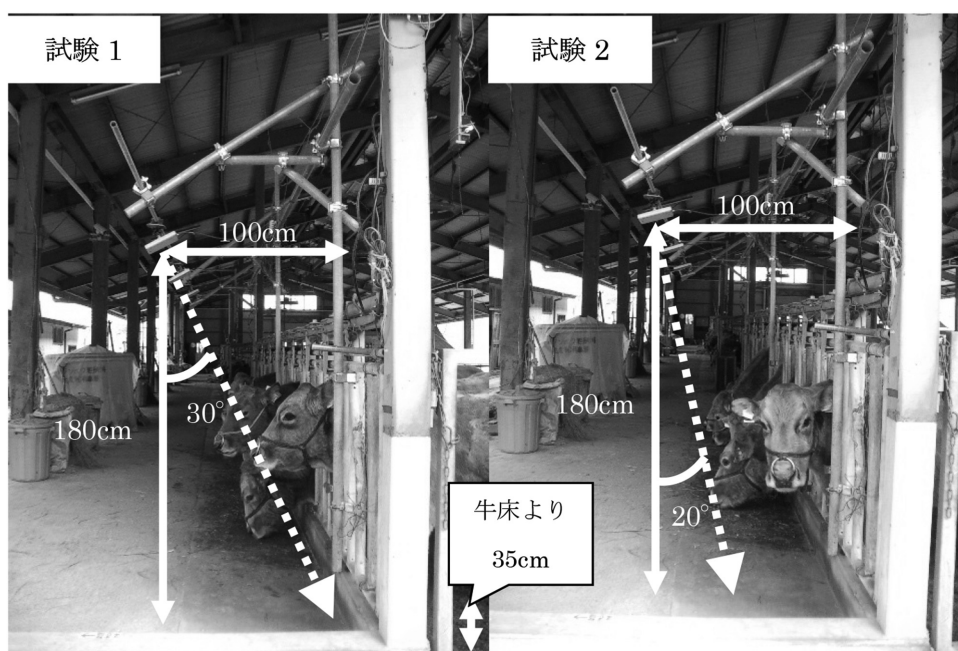


図2 RFID アンテナの位置と角度

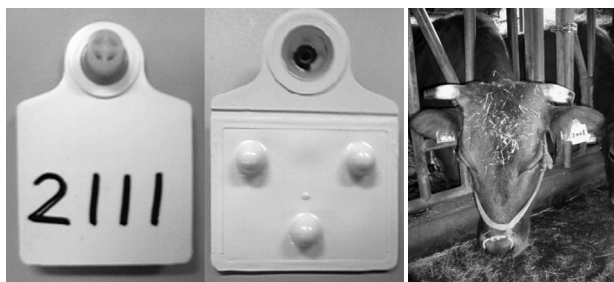


図3 RFID 耳標と牛への装着状況

表3 RFID 耳標の概要

項目	仕様
国際標準	EPCglobalGen 2ISO/IEC 18000-6C
使用周波数	UHF 帯周波数使用帯域 860-960MHz
ユーザ定義ID	標準96bit
ユーザメモリ領域	512bit
外形寸法 (W×D×H)	55mm×77mm(最長部)×7mm(裏面凸部)
内部インレットサイズ (W×D)	47mm×51mm
動作温度	-20℃～+40℃

飼槽滞在、飼槽滞在以外に牛がスタンションから直線距離1.2m 以内の範囲に牛の頭部が入った時間を飼槽接近と分類して、それぞれ1時間ごとの合計時間に区分して、RFID 計測結果と比較した。

統計処理には PASW Statistic 18 (日本 IBM (社)) を用いた。

結果及び考察

1 試験1 (アンテナの傾斜角度30°)

飼槽滞在時間及びRFID 計測時間の各値は、正規性の検定 (Kolmogorov-Smirnov 及び Shapiro-Wilk) により、正規性が棄却されたため、各項目間の相関係数として、Spearman の ρ (ロー) を用いた。

飼槽滞在時間とRFID 計測時間の間には高い相関 ($\rho=0.868$ 1%) が認められたが、両項目間には平均22分15秒/頭・日の差があった(表4、図4、図6)。

これは、第1報のスタンション開放条件での飼槽滞在時間とRFID 計測時間の高相関 ($\rho=0.884$ 1%) があったこと及び両項目間には平均24分45秒/頭・日の差があったことと比較して、アンテナの傾斜角度を30°に設置したことにより、RFID 測定時間による飼槽滞在時間の推定精度が向上したとは言えないと思われる。

飼槽滞在回数とRFID 計測回数の間には高い相関 ($\rho=0.794$) が認められたが、飼槽滞在回数と

表4 試験1 時間項目の相関係数 (Spearman の ρ)

	飼槽滞在時間	飼槽接近時間	飼槽滞在接近時間	RFID 計測時間
飼槽滞在時間	1	-.335**	.030**	.868**
飼槽接近時間	-.335**	1	.785**	-.265**
飼槽滞在接近時間	.030**	.785**	1	.096**
RFID 計測時間	.868**	-.265**	.096**	1

**、1% 水準有意(両側)

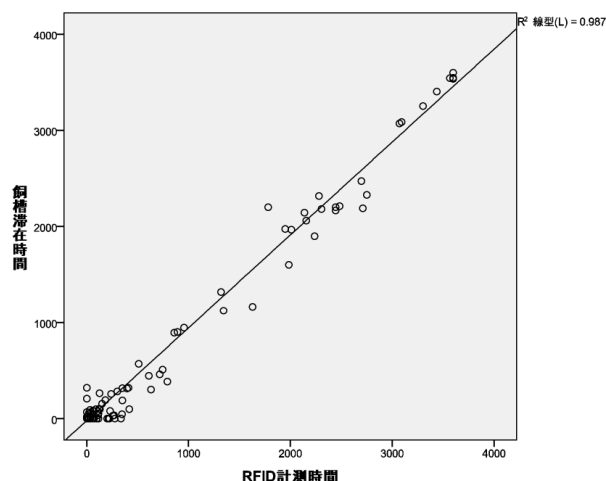


図4 試験1 RFID 計測時間と飼槽滞在時間

RFID 計測回数の両項目間には平均20回/頭・日の差があった(表5、図5)。

表5 試験1 回数項目の相関係数 (Spearman の ρ)

	飼槽滞在回数	飼槽接近回数	RFID 計測回数
飼槽滞在回数	1	.610**	.794**
飼槽接近回数	.610**	1	.608**
RFID 計測回数	.794**	.608**	1

**、1% 水準で有意(両側)

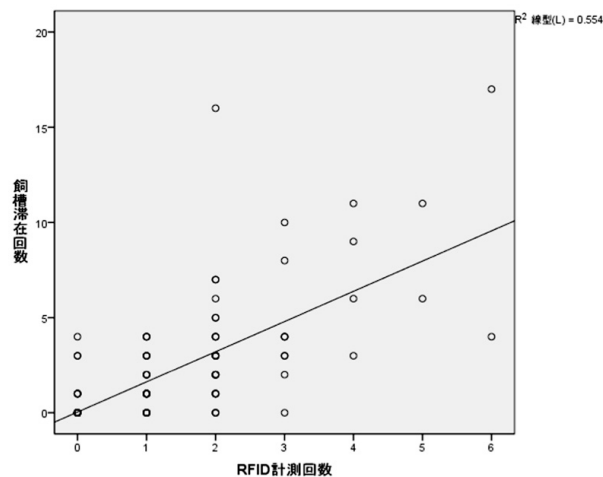


図5 試験1 RFID 計測回数と飼槽滞在回数

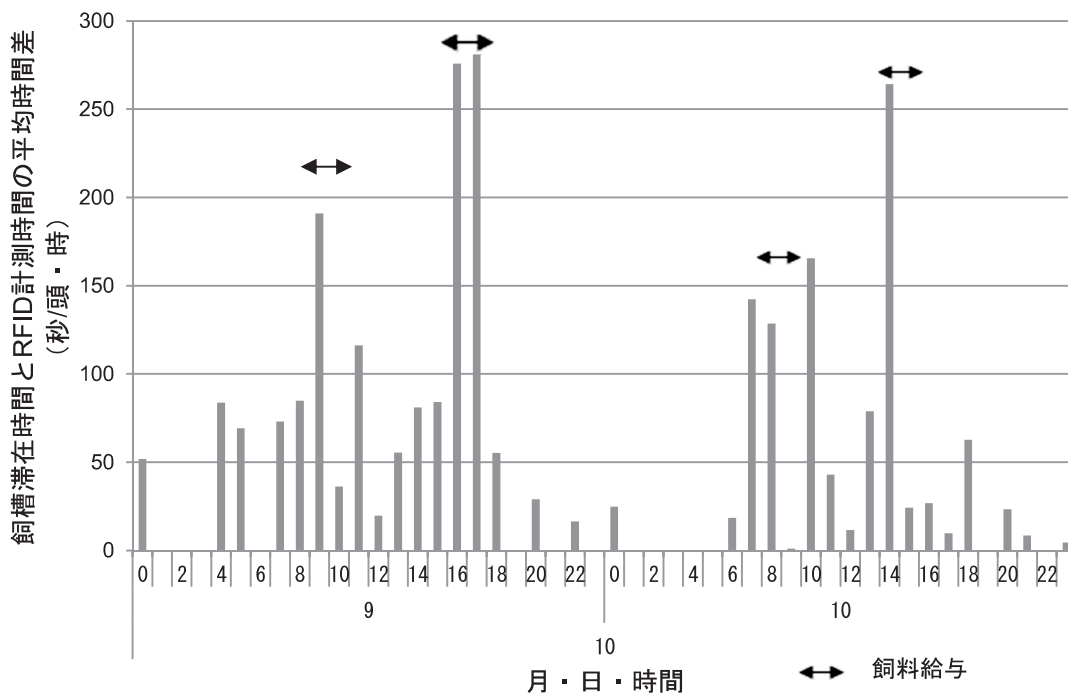


図 6 試験1 時間別の飼槽滞在時間と RFID 計測時間の平均時間差

これは、第1報のスタンション開放条件での飼槽滞在回数と RFID 計測回数の間には中程度の相関 ($\rho = 0.468$) が認められたが、飼槽来訪回数と RFID 計測回数の両項目間には平均19.9回/頭・日の差があったことと比較して、アンテナの傾斜角度を30° に設置したことにより、RFID 測定による飼槽滞在回数の推定精度はやや向上したと思われた。

Kruskal Wallis の検定により、RFID 計測時間と飼槽滞在時間の差及び RFID 計測回数と飼槽接近回数の差において、牛個体間に差は認められなかった。

2 試験2 (アンテナの傾斜角度20°)

飼槽滞在時間、飼槽接近時間及び RFID 計測時間の各値は、正規性の検定 (Kolmogorov-Smirnov 及び Shapiro-Wilk) により、正規性が棄却されたため、各項目間の相関係数として、Spearman の ρ (ロー) を用いた。

飼槽滞在時間と RFID 計測時間の間には高い相関 ($\rho = 0.963$ 1%) が認められたが、両項目間には1頭あたり平均9分54秒/頭・日の差があった(表6、図7、図9)。

これは、第1報のスタンション解放条件でアンテナの角度を地面と平行に設置したときの飼槽滞在時間と RFID 計測時間の間には高い相関 ($\rho = 0.884$ 1%) があったこと及び両項目間には平均24分45秒/頭・日の差があったこと、試験1で飼槽滞在時間

表6 試験2 時間項目の相関係数 (Spearman の ρ)

	飼槽滞在時間	飼槽接近時間	飼槽滞在接近時間	RFID 計測時間
飼槽滞在時間	1	-.237**	.221**	.963**
飼槽接近時間	-.237**	1	.751**	-.217**
飼槽滞在接近時間	.221**	.751**	1	.231**
RFID 計測時間	.963**	-.217**	.231**	1

**、1% 水準有意(両側)

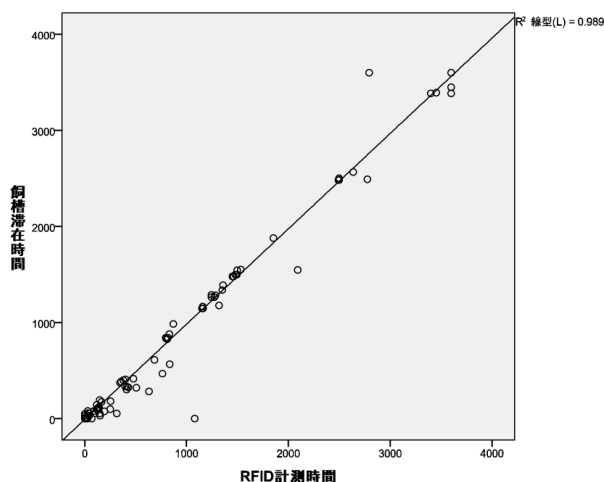


図7 試験2 飼槽滞在時間と RFID 計測時間

と RFID 計測時間の間には高い相関 ($\rho = 0.868$ 1%) が認められたが、両項目間には平均22分15秒/頭・日の差があったことから、アンテナの角度を地面と平行に設置すること、あるいはアンテナの傾斜角度

を牛方向に30°にして設置することと比較して、アンテナの傾斜角度を牛方向に20°にして設置することで、RFID計測による飼槽滞在時間の推定精度が向上したと思われた。

また、飼槽滞在回数とRFID計測回数の間には、高い相関 ($\rho=0.932$ 1%) が認められたが、RFID計測回数と飼槽滞在回数の両項目間には平均8回/頭・日の差があった(表7、図8)。

表7 試験2 回数項目の相関係数 (Spearman の ρ)

	飼槽滞在回数	飼槽接近回数	RFID計測回数
飼槽滞在回数	1	.431**	.932**
飼槽接近回数	.431**	1	.439**
RFID計測回数	.932**	.439**	1

**、1%水準で有意(両側)

前報のスタンション開放条件でアンテナの角度を地面と平行に設置したときの飼槽滞在回数とRFID計測回数の間には中程度の相関 ($\rho=0.468$) が認められたが、飼槽来訪回数とRFID計測回数の両項目間には平均19.9回/頭・日の差があったこと、試験1で飼槽滞在回数とRFID計測回数の間には高い相関 ($\rho=0.794$) が認められたが、両項目間には平均20回/頭・日の差があったことから、アンテナの角度を地面と平行に設置することあるいはアンテナの

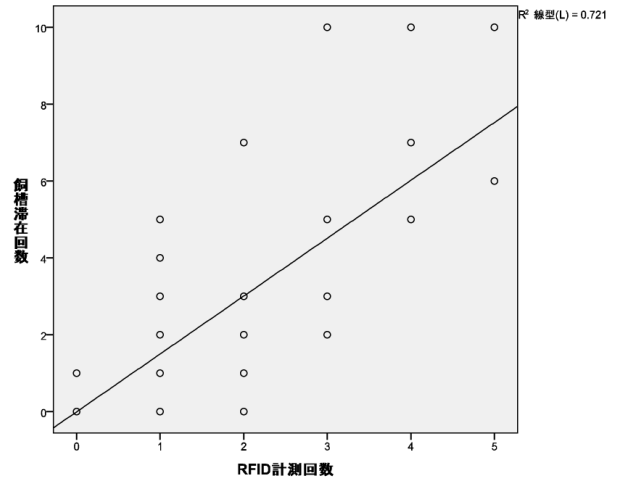


図8 試験2 飼槽接近回数とRFID計測回数

傾斜角度を牛方向に30°にして設置することと比較して、アンテナの傾斜角度を牛方向に20°にして設置することで、RFID計測による飼槽滞在回数の推定精度が向上したと思われた。

Kruskal Wallis の検定により、RFID計測時間と飼槽滞在時間の差及びRFID計測回数と飼槽接近回数の差において、牛個体間に差は認められなかった。

このことから、RFID耳標を牛に装着し、飼槽上方に設置したアンテナ・RWと通信を行うRFID計測を行う場合、アンテナの傾斜角度を牛方向に20°にすることにより、RFID計測による飼槽滞在時間及び飼槽滞在回数の推定精度を向上することができ

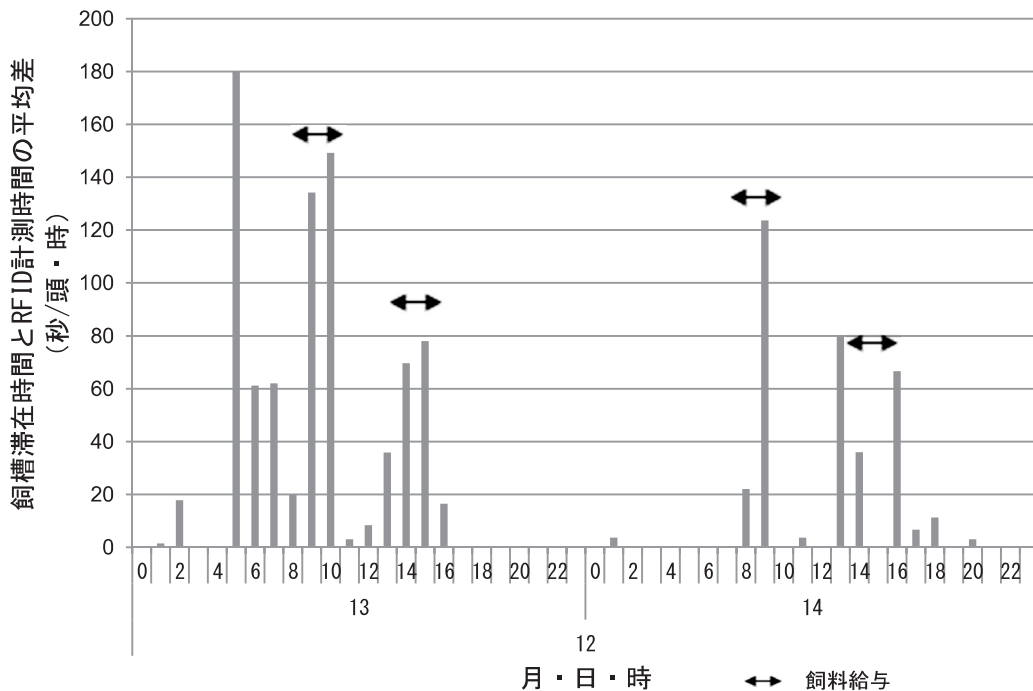


図9 試験2 時間別の飼槽滞在時間との差の平均 (6頭)

たが、RFID計測時間と飼槽滞在時間及びRFID計測回数と飼槽滞在回数の間に差が発生していたと思われる。

アンテナの傾斜角度を牛方向に30°にする条件で、アンテナを地面と水平に設置した条件と比較して、RFID計測時間と飼槽滞在時間の相関に変化が少なく、RFID計測回数と飼槽滞在回数の相関に変化があったのは、アンテナの傾斜角度を牛方向に30°にしたことにより、牛が飼槽に滞在して正面を向いてRFID耳標が地面に対して垂直となった場合でも、RFID耳標とアンテナとの相対的な角度が30°程度確保できたため、RFID耳標とRW間の通信が行われなかった時間及び回数が減少したが、アンテナの傾斜角度を30°にすることにより、スタンション下部及び飼槽に近い牛床下部の一部がRWによるRFID耳標の読み取り範囲に含まれたため、牛が飼槽にごく近い場所に滞在した場合に、RFID耳標とRW間の通信が行われていたと考えられた。

アンテナの傾斜角度20°の条件で、アンテナを地面と水平に設置した条件及びアンテナの傾斜角度30°の条件と比較して、RFID計測時間と飼槽滞在時間の相関及びRFID計測回数と飼槽滞在回数の相関に変化があったのは、アンテナの傾斜角度を20°にしたことにより、牛が飼槽に滞在して正面を向いてRFID耳標が地面に対して垂直となった場合でも、RFID耳標とアンテナとの相対的な角度が20°程度確保できたため、RFID耳標とRW間の通信が行われなかった時間及び回数が減少して、かつ、スタンション下部及び飼槽に近い牛床下部の一部がRWによるRFID耳標の読み取り範囲に含まれる範囲が減少したためと考えられた。

アンテナの傾斜角度が牛方向に20°の条件でRFID測定時間と飼槽滞在時間及びRFID測定回数と飼槽接近回数に間に差が生じたのは、①牛が採食のために飼槽に滞在したが、飼槽滞在時間1分以内であった、②牛が飼槽にごく近い場所で頭部を下げた姿勢をとって滞在した、あるいは、③飼料給与以外の時間に飼槽からごく近い場所に伏臥姿勢をとって滞在した場合に、RFID耳標とRW間の通信が行われていたためと思われる。

このうち、①については、RFID計測結果について、アンテナ1台ごとに5分間以内の断続データは牛が連続して飼槽に滞在したとして、1分間以内のデータは牛が飼槽に滞在しなかったと判定する処理を行ったためであった。②及び③については、アン

テナの傾斜角度を牛方向に20°以下にする、アンテナをスタンションから100cm以上離れた位置に設置する、及びアンテナを牛に装着したRFID耳標に近づけた位置に設置することで少なくできると考えられた。

しかし、アンテナの傾斜角度を牛方向に20°より下げると、アンテナを地面と水平に設置した条件に近づくため、飼槽滞在時間及び飼槽接近回数の推定精度が低下するおそれがあったこと、アンテナをスタンションから100cm以上離れた位置に設置すると、今回使用したRFID耳標は、牛の耳に装着後した条件で、ハンディターミナル内蔵RWでの読み取り距離が80～100cmとされていることから²⁾、RFID耳標とRW間の通信が途絶する機会が増加するおそれがあったこと、アンテナ位置を180cmより低くすると、飼育管理作業の支障となる可能性があるため、試験2の設定が実用であったと考えられた。

併せて、飼槽と牛床の間に設置しているスタクションに電波を通さない資材を設置することにより、飼槽滞在以外のRFID耳標読み取りを防ぐ可能性があると思われる。

本研究は(社)家畜改良事業団の平成22年度畜産技術実用化対策推進事業により実施した。

謝 辞

本研究の実施にあたり、ご協力いただいた(一社)家畜改良事業団の後藤秀幸、橋口昌弘、富士通(株)の佐藤裕之、富士通フロンテック(株)の落合孝直、中村則浩、大島竜一、ビデオによる牛の行動分類を補助した當間若葉、古味安由里、供試牛の飼養管理を担当した島田一兆、大内孝洋の各位に深謝いたします。

引用文献

- 1) (社)畜産技術協会. 動物用電子タグとその応用. 2009.
- 2) (社)家畜改良事業団. 平成22年度畜産新技術実用化対策推進事業における電子標識装着の実証に係る報告書. 2010.

牛ふん堆肥を活用した水田の効率的利用システム

影山 孝之*・入交 亮太*・末信 浩二・米田 佐知

Studies on How to Use Cattle Manure Compost on Paddy Field

Takayuki Kageyama, Ryouta Irimajiri, Kouji Suenobu and Sachi Yoneda

要 約

水田における牛ふん堆肥の散布方法の違い（スポット散布、均一散布）によって、飼料イネの草丈、莖数、株重に有意な差は認められなかった。スポット散布では、散布地点から離れるにつれて草丈は低くなる傾向が認められた。成分分析結果では、粗タンパク、粗繊維で有意差はなかった。

収量については、品種によりまた年によりバラツキがあるものの、年度毎では飼料イネの生重、乾物重に明確な差はなかった。現地実証においても、実証区（スポット散布）の稲 WCS の生産ロール数と対照区（均一散布）の生産ロール数は同じであった。

散布方法の違いによる作業時間については、スポット散布（トラック使用）の方が、均一散布（マニュアルプレッダー使用）より18分（4t/10a）時間の短縮が可能であった。

はじめに

高知県内では水田活用の所得補償交付金制度のもと、飼料米、飼料イネ WCS の作付面積は年々拡大傾向にある。

平成24年1月、耕畜連携事業推進の一環として、飼料イネ WCS の水田を中心に、牛ふん堆肥の散布実証試験を行った。その結果、飼料イネ水田への堆肥施用効果を期待するニーズとともに、散布体制の確立に向けて以下の課題が明らかとなった。

1 堆肥散布機に代わるショベルローダーでのスポット散布が生育性・収穫作業に及ぼす影響、2 堆肥運搬距離、水田立地条件、散布面積など耕畜双方が経済的に成立する条件、3 茎葉部の高収量が期待される飼料イネ専用品種に対する堆肥施用効果、4 高知県独特の作付け体系である飼料イネ後作ソルガムへの堆肥施用条件

これらの点について試験・実証し、解決指針を得ることで、実証地のみならず県内各地域の飼料イネ水田における牛ふん堆肥の利用拡大が期待される。

材料及び方法

試験地：高知県畜産試験場 標高110m

試験年度：2013年～2015年

供試品種：2013年 ヒノヒカリ（食用米）

2014年 たちあやか（飼料専用種）

2015年 クサホナミ（飼料専用種）

1 堆肥散布方法による生産性の検討

試験区：堆肥スポット散布（放置）区 堆肥均一散布区（図1） 各区1.5a 条間30cm 株間20cm

スポット散布は3年間でスポットの位置を変更。

3本（手植え）（図2） 栽植密度16.6本/m²

施肥量：

基肥 牛ふん堆肥（場内産・表9）4t/10a

化学肥料 N：4.4 P：4.4 K：4.4kg/10a

追肥 なし

耕種概要：

移植 2013年 5月30日

2014年 6月20日

2015年 6月2日

*高知県畜産振興課

刈り取り 2013年 9月10日(出穂後23日)
2014年 10月3日(出穂後25日)
2015年 9月21日(出穂後27日)
防除 除草剤1回 殺虫剤なし
調査項目: 生育状況 草丈、茎数、葉色
収量調査、倒伏度合い、ラップサイレー
ジ調製後の発酵品質、一般栄養成分



図1 均一散布区(左)とスポット散布区



図2 移植(手植え)

2 堆肥施肥量による生産性の検討

試験区: 基肥 牛ふん堆肥(場内産) 10a 当たり
標準区 0 t、2 t区、4 t区、6 t区、10t 区
化成肥料 N:4.4, P:4.4, K4.4kg/10a 追肥なし
1/2000a ワグネルポット 3本/株、4 反復
防除: 除草剤、殺虫剤なし(図3, 図4)



図3 ワグネルポット試験区



図4 ワグネルポット栽培状況

3 現地実証試験

試験地: 香美市土佐山田町

試験年度: 2015年

供試品種: クサホナミ

実証区: 3 tトラックによる堆肥スポット散布、面積23a(図5, 図6)

施肥量:

基肥 牛ふん堆肥 4t/10a

化学肥料 N:2.0 P:2.8 K:2.4kg/10a

追肥 なし

防除: 除草剤、殺虫剤なし



図5 実証区(トラックによる散布)

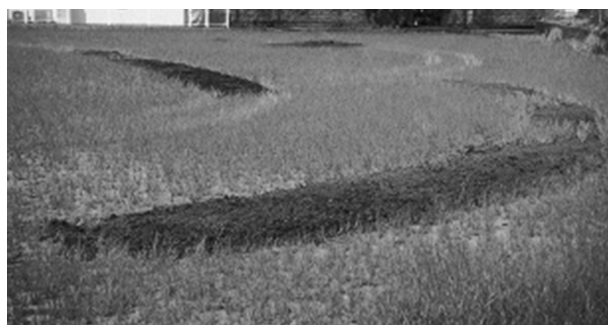


図6 実証区(トラックによる散布)

結果及び考察

1 堆肥散布方法による生産性の検討

生育性は、スポット区、均一区の草丈、茎数、株重に有意な差は見られなかった。また、初年度のヒノヒカリで倒伏が見られ、スポット区で著しかった(表1)。スポット区内の生育調査では、散布地点から離れるにつれて草丈が低くなる傾向が見られ、生重で低くなる傾向が見られた(図7、図8)。

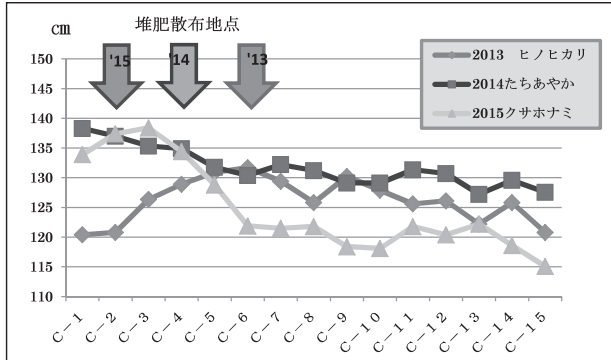


図7 スポット散布区の堆肥散布地点と草丈 (2013~2015)

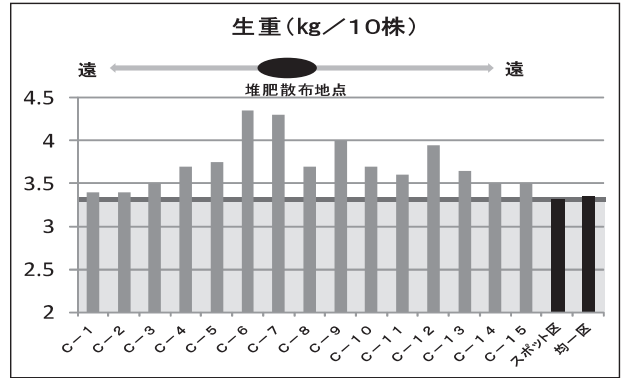


図8 スポット散布区の堆肥散布地点と生重 (2013)

収量では、試験期間のどの年度も、スポット区、均一区の生重、乾物重において有意な差はなかった(表1)。

成分分析結果では、各年度のスポット区、均一区において、粗蛋白、粗繊維では有意な差はなかった(表2)。

サイレージ品質では、両区とも乳酸発酵があまり進んでいなかったが、評価基準であるV-スコアは80点以上であった(表3)。

表1 生育性・収量性状

年度 品種	調査区	草丈 cm	茎数 本	葉色	倒伏 0~5段階	10株重 (kg)	生重 (kg/10a)	乾物率 (%)	乾物重 (kg/10a)
2013 ヒノヒカリ	スポット区 n=5×10株	122.7	28.4	35.9a	2.4	3.31	5495	30.3	1666
	均一区 n=5×10株	121.0	26.1	32.7b	0.8	3.34	5544	34.2	1897
2014 たちあやか	スポット区 n=4×10株	130.5	14.5	41.7	0	1.55	2573	27.2	700
	均一区 n=4×10株	131.7	16.1	40.4	0	1.74	2888	28.4	820
2015 クサホナミ	スポット区 n=4×10株	123.1	14.7	42.1	0	2.46	4084	30.1	1229
	均一区 n=2×10株	121.2	13.0	39.9	0	2.19	3635	32.6	1185

異符号間で有意差有り (パラメトリック検定)・葉色はSPAD値。

表2 成分分析結果 (乾物)

年度 品種	調査区	水分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	可溶性無窒 素物 (%)	粗繊維 (%)	粗灰分 (%)	TDN 乾物 ¹⁾ (%)	NO ³ 乾物 (ppm)
2013 ヒノヒカリ	スポット区	69.7	8.84	2.62	46.7	32.8	9.05	54.7	8
	均一区	65.8	7.57	1.99	50.2	31.2	8.99	54.9	6
2014 たちあやか	スポット区	74.8	9.23	1.87	50.5	28.3	10.06	54.0	4
	均一区	73.7	7.94	1.96	52.6	27.3	10.25	54.4	2
2015 クサホナミ	スポット区	70.7	9.15	2.10	51.2	28.5	9.06	54.8	9
	均一区	69.7	9.31	1.70	54.2	25.7	9.06	54.8	2

1) 参考値：日本標準飼料成分表 (2009) (a) 生草 イネ (糊熟期)

表3 サイレージ発酵品質

区分	pH	有機酸含量 (新鮮物中%)				VBN/TN (%)	V-SCORE (点)	水分 (%)
		乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸			
スポット区	5.5	0.3	0.3	0.0	0.1	8.4	83.0	56.1
均一区	5.6	0.1	0.1	ND	0.0	6.5	94.7	56.2

2 堆肥施肥量による生産性の検討

草丈、茎数は、堆肥施用により増加傾向であった。乾物重では、標準区がもっとも低く、堆肥施用量の増加に伴い多くなる傾向が見られた(表4)。連用区と単年区では、連用区において乾物重が多くなる傾向が見られた(図9)。堆肥施用により収量の増加は確認できたが、今回の試験では適正な施用量の把握には至らなかった。各区の成分分析結果は表6のとおりであった。

刈り取り後の土壌調査では、堆肥施用量の増加に伴い、分析値が高くなり、4 t区以上では栽培前より高くなった(表7)。

調査終了後、根の状態を調査した。堆肥施用量による違いは明確ではなかったが、標準区と堆肥施用区の違いは明らかで、堆肥の施用によって、根の張りが良くなり、根の量も増えていた(図10)。堆肥施肥量による違いが明確でなかったのはポットで根

が張る範囲が限られていたため、十分な栄養吸収ができなかったためと考えられた(図11)。

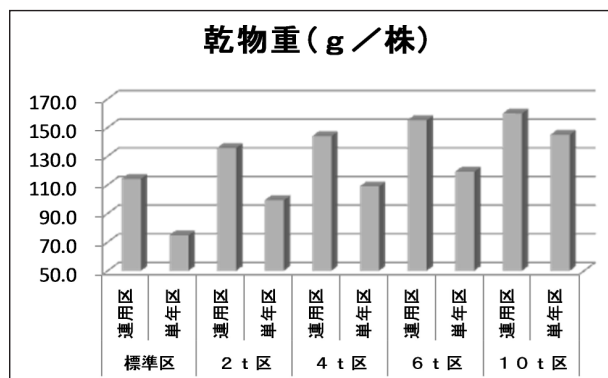


図9 ポット試験乾物重 (2014)

表4 ポット試験生育状況 (2013)

区分	草丈 cm	茎数 本	葉色	乾物重 g
標準区	102.9	29.8	37.1	118.4
2 t 区	105.0	39.5	31.2	141.3
4 t 区	105.4	37.5	32.9	145.3
6 t 区	106.8	40.0	31.0	147.1
10t 区	109.6	40.8	32.7	155.0



図10 標準区と2t区

表5 ポット試験生育状況 (2014)

区分	草丈 cm	茎数 本	葉色	穂数 本	
標準区	連用区	137.5	21.5	33.5	29.5
	単年区	134.5	19.0	38.0	15.5
2 t 区	連用区	142.0	30.0	27.9	30.0
	単年区	134.0	23.0	34.4	21.5
4 t 区	連用区	131.4	36.0	31.3	34.0
	単年区	129.0	28.0	26.7	27.5
6 t 区	連用区	132.5	40.0	31.9	38.0
	単年区	130.0	31.0	32.3	30.5
10t 区	連用区	145.3	38.5	35.3	38.0
	単年区	133.3	35.0	26.2	34.0



図11 ポット内の根

表6 ポット試験・成分分析結果 (乾物)

	水分	粗蛋白	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分	TDN 乾物	NO ³ 乾物
標準区	56.61	6.34	2.08	56.82	26.06	8.69	56.0	5.75
2 t 区	56.39	5.34	2.14	57.09	26.86	8.57	56.3	1.5
4 t 区	55.98	5.16	2.28	58.15	25.83	8.59	56.5	3.25
6 t 区	55.24	5.14	2.58	57.82	25.75	8.72	56.6	4.25
10t 区	50.16	5.44	2.46	56.79	26.61	8.71	56.4	11.5

表7 土壌及び散布堆肥成分 (2013)

	pH	EC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	1:2	μS/cm	%	mg/100g	mg/100g
播種前	6.68	40.4	0.40	137.1	54.7
刈取後 標準区	6.60	111.9	0.40	120.8	27.2
2 t 区	6.51	181.3	0.42	129.6	44.9
4 t 区	6.54	303.0	0.44	144.3	71.5
6 t 区	6.60	409.0	0.44	155.6	93.7
10 t 区	6.74	624.0	0.46	176.6	153.4
使用堆肥	8.32	4100.0	2.34	2380.0	4350.0

表8 現地実証試験生産性調査 (2015)

調査区	草丈 cm	茎数 本/株	生重 kg/10a	乾物重 kg/10a	ロール数 個
実証区	107.0	16.3	3501	1455	12
対照区	120.0	15.8	3369	1389	12

3 現地実証試験

現地試験において、実証区の飼料イネ WCS の生産ロール個数は対照区と同じで、場内の試験と同様、散布方法による収量の違いは見られなかった。しかし、スポット散布の水田では、堆肥投下地点に雑草の繁茂が見られる場所があった(図12)。これは、堆肥の山が高く、水田に水を張っても水面下にならず除草剤が効かなかったためと考えられた。

散布方法の違いによる作業時間については、スポット散布(トラック)の方が均一散布より18分(4 t/10a)時間の短縮が可能であった(図13)。その時間を運搬時間に使うことで、堆肥散布可能面積が増大し、堆肥の利用促進に繋がることが示唆された。

飼料イネの後作にソルガムを栽培する取組については、平成22,23年度に高知市で実施した事例がある。平成22年度は8月に播種し、1.7t/10aの収量を得たが、その後は台風等の冠水で発芽、発育が悪く、収穫できないなど気象条件に大きく左右された。今回、試験の飼料イネ収穫後ソルガムを播種したが、台風や長雨の影響で発芽、生育が悪く、収穫ができなかった。また、エン麦を不耕起・堆肥で覆土すると、耕起後播種より発芽、初期生育が良かったが、



図12 現地実証(スポット散布)生育情報(雑草繁茂)

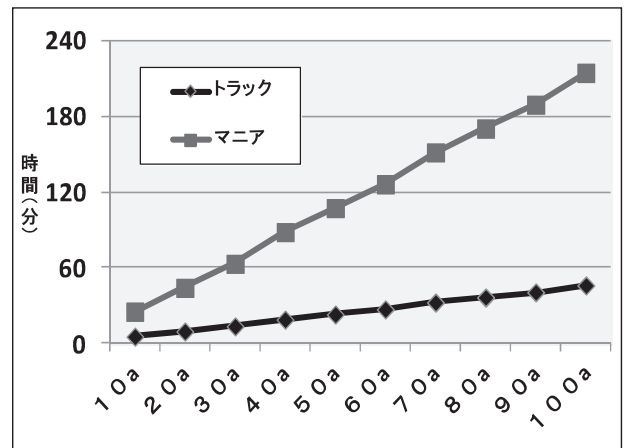


図13 散布方法の違いによる作業時間の試算 (2015)

飼料イネ後作の施用条件を明らかにすることはできなかった。

謝 辞

本試験に際し、水田の準備、育苗等ご指導いただきました関係各位、現地実証試験にご協力いただきました香美市雪ヶ峰牧場様に深謝します。

参考文献

- 1) 高知市営農技術会議 牛ふん堆肥散布実証試験 (2012)
- 2) 高知県農業技術センターニュース第75号 堆肥の長期連用施用による早期水稻および土壌への

表9 場内産牛ふん堆肥の分析結果

水分 %	pH	EC	炭素 %	C/N 比	銅* mg/kg	亜鉛* mg/kg	全窒素 %	有効態リン酸 %	カリ %	MgO %	CaO %
50.1	7.37	4.75	18.78	21.11	34	210	0.89	1.33	1.90	0.52	3.43

注) H26. 5.30現在、* H25. 7.3 現在

- 影響 (2014)
- 3) 高知県中央家畜保健衛生所 高知市地域における水稲後作ソルガムの取組による新たな耕畜連携の推進 (2011)
- 4) 新潟県農業総合研究所畜産研究センター 農業環境規範に適合する家畜ふん堆肥の肥効評価システムの確立 (2006)

高品質肉用鶏の開発

山田博之・今西一隆*・長坂直比路

Development of High-Quality Meat-Type Chickens

Hiroyuki Yamada, Kazutaka Imanishi and Naohiro Nagasaka

要 約

高知県の特産肉用鶏を作出するため、各種の日本鶏、外国鶏の能力を調査した後、これらを用いた9種類の交配様式について産肉性・経済性・強健性・食味性について検討した。その結果、総合的に判断して（土佐九斤×大シャモ）×白色プリマスロックの交配様式を特産肉用鶏の作出する方法として採用し、「土佐はちきん地鶏」と命名された。

はじめに

高知県の2004年度農業生産額は1,019億円程度で、そのうち畜産生産額は78億円程度である。畜産業は近年全畜種とも飼養農家戸数、飼養頭羽数が減少傾向にある。ブロイラー産業においても、作業従事者の高齢化および後継者不在により、飼養戸数、食鳥出荷量の減少が続いており、食鳥の供給を県外に依存している状況にある。各都道府県において、養鶏産業の活性化を図る目的で、これまでに多数の特産鶏が開発されているが、高知県においては肉専用の特産鶏が存在しないため、県内の養鶏業界よりその開発が求められて来た。高知県原産の日本鶏には、天然記念物に指定されている「土佐地鶏」、「鶉矮鶏」、「葦曳矮鶏」、「東天紅鶏」、さらに、特別天然記念物指定の「土佐のオナガドリ」などがある。また、これらとは別に実用鶏として開発された「宮地鶏」（卵用）と「土佐九斤」（肉用）が存在するが、両品種とも現在ではその飼養羽数は極めて少なく、観賞用に飼育されているのみである。本研究では、土佐九斤を主体として、さまざまな品種との交配組み合わせ方法ならびに交雑個体における肉質の特性について検討し、高品質な特産肉用鶏を開発することを目的とした。

材料及び方法

試験1：交配組合わせの検討

1) 素材鶏の能力調査

素材鶏には、高知県内各地から収集し場内で閉鎖群飼育により系統造成した土佐九斤雄（以下TK♂）50羽、土佐九斤雌（以下TK♀）50羽、独立行政法人家畜改良センター兵庫牧場より種卵を導入し当場にて育成した大シャモ雄（以下OS♂）175羽、大シャモ雌（以下OS♀）175羽、民間会社より導入した白色プリマスロック雌（以下WPR♀）100羽、ならびに当場にて系統造成したロードアイランドレッド雌（以下RIR♀）30羽を用いた。

飼育調査期間は1～350日齢の350日間とした。飼料成分は、個体の生育過程毎に次のとおり設定した。育雛前期（1～28日齢、28日間）：タンパク質（以下CP）20%以上、代謝エネルギー（以下ME）2,950 Kcal/kg以上、育雛中期（29～70日齢、42日間）：CP 17%、ME 2,850 Kcal/kg以上、育雛後期（71～140日齢、70日間）：CP 14%以上、ME 2,750 Kcal/kg以上。また、141～350日齢の210日間には、成鶏用飼料（CP 18%以上、ME 2,820 Kcal/kg以上）を与えた。WPR♀に対しては制限給餌を行ったが、その他の品種に対しては不断給餌による自由摂取とした。RIR♀のみケージ飼育を

*高知県中央西農業振興センター

行い、その他の品種は平飼いにした。

次に示すプログラムでワクチネーションを行うと共に、1～7日齢にはビタミン剤を体重1kgあたり0.1ml投与した。(1) マレック病ワクチン(以下、MD) [1日齢]、(2) コクシジウムワクチン(以下、コクシ) [7日齢]、(3) ニューカッスル病・鶏伝染性気管支炎混合ワクチン(以下、NB) および鶏痘ワクチン(以下、FP) [14日齢]、(4) 鶏伝染性ファブリキウス嚢病ワクチン(以下、IBD) [21日齢]、(5) NB および FP [56日齢]、(6) 鶏脳脊髄炎ワクチン(以下、AE) [84日齢]。

上述の各素材鶏の1～182日齢の育成率、183～350日齢の生存率、30～50週齢のヘンデイ(HD)産卵率を調査すると共に、14、26および38週齢の体重を測定した。

2) 交雑鶏の能力調査

表1に示した素材鶏の組み合わせ、ならびに各試験区から得られた交雑鶏に対しその能力調査を行った。飼育密度が発育に与える影響を検討するため、飼育密度を変えて調査した。交雑鶏の1～80日齢の育成率、1、28、56、70、および80日齢における体重、1～80日齢の飼料要求率について調査した。また、80日齢時に平均体重に近い雄雌5羽を選定し、1昼夜絶食の後に解体調査を実施した。モモ肉重量、ムネ肉重量、および腹腔内脂肪重量を測定すると共に、生体重に対するモモ肉重量とムネ肉重量の解体歩留率を算出した。

供試鶏の飼育に際しては、1～28日齢の28日間はブロイラー用前期飼料(CP 22%以上、ME 3,150

Kcal/kg以上)を、29～80日齢の52日間はブロイラー用後期飼料(CP18%以上、ME 3,150 Kcal/kg以上、抗生物質無添加)を与えた。全て不断給餌による自由摂取、平飼い飼育とした。MD [1日齢]、コクシ [7日齢]、NB および FP [14日齢]、IBD [21日齢]、NB および FP [56日齢]の順にワクチネーションを実施すると共に、1～7日齢にはビタミン剤を体重1kgあたり0.1ml投与した。

尚、これ以後、鶏種名表記には表1で用いた略号を用いることとする。

試験2：肉質評価と食味性の検討

1) 肉質の理化学性調査

TK×WPR、(TK×OS)×WPR、OS×WPR、WPR×OSの雄雌それぞれ3羽から採取した肉を雌雄別、部位別にそれぞれ混合し1検体として実験に用いた。モモ肉およびムネ肉からは皮を取り除くと共に、肉眼的に血管および凝血塊も除去した。供試肉は速やかに真空パックした後、4℃で24時間冷蔵し、次いでマイナス30℃の冷凍庫内に供試日まで保管した。

アミノ酸自動分析計(日本電子株式会社)により遊離アミノ酸16種(イソロイシン、ロイシン、リジン、メチオニン、フェニルアラニン、チロシン、スレオニン、バリン、ヒスチジン、アルギニン、アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸、グリシン、プロリン、セリン)の含量を、高速液体クロマトグラフ法によりイノシン酸含量を、また、ソックスレー抽出法により脂質含量を測定した。

表1 素材鶏の組み合わせ及び試験区の設定

供試鶏 (左♂右♀)	略号	飼育密度 供試羽数
土佐九斤×ロードアイランドレッド	TK×RIR	A : 18
土佐九斤×白色プリマスロック	TK×WPR	B : 48
土佐九斤×大シャモ	TK×OS	A : 18
(土佐九斤×大シャモ) ×白色プリマスロック	(TK×OS)×WPR	A : 18 B : 48 C : 60
大シャモ×ロードアイランドレッド	TK×RIR	B : 48
大シャモ×白色プリマスロック	TK×WPR	A : 18 B : 48
(大シャモ×白色プリマスロック) ×白色プリマスロック	TK×OS	A : 18
白色プリマスロック×大シャモ	(TK×OS)×WPR	B : 48
ロードアイランドレッド×大シャモ	OS×RIR	B : 48

※A : 3羽/m² B : 8羽/m² C : 10羽/m² 1室当たりの面積 6m²

※各区とも雌雄同数混合飼育

※ (TK×OS)×WPR、OS×WPR については4回反復試験を実施

2) 官能検査

供試鶏を同一条件下で解体処理し、ムネ肉を採取した。肉眼的に皮下脂肪、脂肪塊を除去した後、速やかに真空パックした。これを4℃で24時間冷蔵保存した後、マイナス30℃の冷凍庫内で保管した。

検査時には、流水中で試料肉を緩慢解凍し（次いで3%食塩水中に60分間浸漬した。浸漬後の試料は、ペーパータオルを用いて表面の水分を除去した後、ホットプレート(200℃)にて片面ずつ、3分、3分、2分、2分と繰り返し合計10分間加熱した。次いで、加熱肉を1.5センチ角のサイコロ状に切り出し、肉温が室温になった時点で官能検査を実施した。食肉の官能評価ガイドライン、2005) (TK×OS)×WPRとブロイラー、OS×WPRとブロイラー、ならびに(TK×OS)×WPRとOS×WPRの比較を行った。(TK×OS)×WPRとブロイラー、ならびにOS×WPRとブロイラーについては(シュツフェの対比較法古川,1994)、(TK×OS)×WPRとブロイラー、OS×WPRとブロイラー、ならびに(TK×OS)×WPRとOS×WPRについては(二点識別法および二点嗜好法古川,1994)を用い、官能評価シートにより実施した。31名の当該職員をパネラーとした。

結果及び考察

試験1：肉用交雑鶏組合わせの検討

1) 種鶏能力調査

すべての供試鶏において生存率は[93.2%~100%]と良好であった。TKは♂♀ともに38週齢時において増体性[♂2,753g♀1897.5g]は悪かったが育成率[♂94%♀92%]は良好であった。一般的にTKの成鶏時の体重は♂4,500g、♀3,375gあるとされておりTKは性成熟が遅く38週齢以降も増体すると推察される。また、産卵性[HD産卵率26.95%]は劣っているため特産肉用鶏を作出する際TK♀を種鶏として用いないこととした。今後、系統造成によって増体性及び産卵性の向上を育種改良により進めていくこととした。OSは♂♀ともに尻つつき等の悪癖が発生し育成率[♂64%♀83.4%]が悪かった。採卵鶏のデビュー時期と比較して14週齢時と遅かったためと考えられる。しかし38週齢時においての増体性[♂4,846g♀3,621g]は優れていた。WPR♀は増体性に優れ、育成率も90%と良好であった。今後、産卵性については飼養管理技術に細心の注意を払うことで産卵性の向上が期待できるので特

産肉用鶏の種鶏候補とした。RIR♀は育成率79.4%と低かった。OS同様に尻つつき等の悪癖が発生したためである。産卵性は優れていたが増体性が劣っていた(表2、表3)。

表2 種鶏体重推移 単位：g

	14週齢	26週齢	38週齢
TK♂	888.4	2,041	2,753
TK♀	639.3	1,510	1,897.5
OS♂	2,811	3,989	4,846
OS♀	2,253	3,022	3,621
WPR♀	1,749	3,336.9	4,685
RIR♀	1,486	2,151	2,394

※群単位で体重測定

表3 種鶏能力調査 単位：羽、%

	供試羽数	育成率	生存率	HD産卵率
TK♂	50	94 ^b	100 ^A	—
TK♀	50	92 ^b	100 ^A	26.95 ^A
OS♂	175	64 ^{Aa}	94 ^{Ba}	—
OS♀	175	83.4 ^c	93.2 ^b	48.1 ^B
WPR♀	100	90 ^c	100 ^A	72.0 ^c
RIR♀	30	79.4	100	83.25 ^D

L.S) Mean縦列異符号間に有意差あり(A, B : P<0.01, a, b : P<0.05)

2) 交雑鶏能力調査

9種類の交配様式において産肉性では(OS×WPR)×WPR、OS×WPR、WPR×OS、(TK×OS)×WPRの順で優れていた。経済性では、OS×WPR、(TK×OS)×WPR、WPR×OS、RIR×OS等の順で優れていた。強健性では、(TK×OS)×WPR、TK×WPR、TK×OS等の順で優れていた。OS×RIR、WPR×OS、RIR×OSが育成率90%未満と劣っていた。産肉性・経済性・強健性の3項目で平均的に優れていたのは、(TK×OS)×WPR、OS×WPRの交配様式であった。ダンカン検定を用いた(表4)。

体重推移については図1のとおりである。それぞれ56日齢当たりで各交配様式により増体差が生じることがうかがえる。

次に(TK×OS)×WPR、OS×WPRの飼育密度の違いによる産肉性・経済性・強健性の変化について調査した。飼育密度は1平方メートル当たり3、8、10羽とした。飼育密度が高くなるにつれ(TK×OS)×WPR [2,767.8g→2,690.7g]、OS×WPR [3,313g→2,690.7g]ともに増体成績が劣っていく

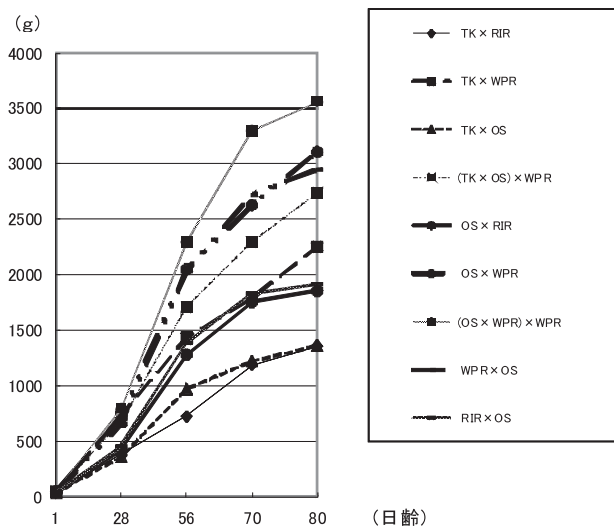


図1 各交配様式の体重推移

表4 交雑鶏能力調査 単位：g、%

	80日齢♂♀ 平均体重	飼料要求率	育成率
TK×RIR	1,360 ^A	3.89	94.4
TK×WPR	2,255.2 ^{Ba}	3.60	95.8
TK×OS	1359.5 ^A	3.87	94.4
(TK×OS)×WPR	2,718.8 ^C	2.64	96.0
OS×RIR	1,854.2 ^D	3.14	85.4
OS×WPR	3,209 ^C	2.59	93.5
(OS×WPR)×WPR	3,561 ^F	3.09	94.4
WPR×OS	2,951.3 ^{Cb}	2.84	87.5
RIR×OS	1,922.8 ^D	2.84	89.5

L.S>Mean 縦列異符号間に有意差あり(A, B, C, D : P<0.01, a, b : P<0.05)

飼料要求率は群単位で測定した

傾向がみられたが、経済性では(TK×OS)×WPR [2.77→2.47] OS×WPR [2.96→2.50] とともに良

表5 飼育密度における比較 単位：g、%

飼育密度	供試鶏	80日齢♂♀ 平均体重	飼料要求率	育成率
3羽/m ²	(TK×OS)×WPR	2,767.8 ^{Aa}	2.77	95.7
	OS×WPR	3,313 ^{Ba}	2.96	96.1
8羽/m ²	(TK×OS)×WPR	2,698 ^A	2.67	96.6
	OS×WPR	3,079.1 ^b	2.50	90.9
10羽/m ²	(TK×OS)×WPR	2,690.7 ^A	2.47	95.8

L.S>Mean 縦列異符号間に有意差あり(A, B : P<0.01, a, b : P<0.05)

飼料要求率は群単位で測定した

好になる傾向であった。強健性については OS×WPR [96.1%→90.9%] で悪化する傾向がみられたが、(TK×OS)×WPR [95.7%~96.6%] は大きな変化がみられなかった。産肉性を重視するか経済性を重視するかによって飼育密度の選択が必要である。ダンカン検定を用いた(表5)。

9種類の交配様式の雌雄別解体成績は雌雄ともに WPR×OS がモモ肉重量、ムネ肉重量が優れていた。体重が9種類の中でいちばん優れているので当然な結果であろう。腹腔内脂肪重量では OS×WPR が多かった。腹腔内脂肪重量が少なかったのは TK×WPR、TK×RIR であった。解体歩留率では OS×WPR、WPR×OS が優れていた。WPR♀を交配様式に取り入れることでモモ肉重量、ムネ肉重量が増加し腹腔内脂肪重量も増加する傾向にあった。また、TK♂を交配様式に取り入れることで腹腔内脂肪重量を減少させる傾向がみられた。

(TK×OS)×WPR はすべての項目において9種類の交配様式の中では平均的な数値を示し安定した結果が得られやすいと考えられる。ダンカン検定を用いた(表6、表7)。

表6 各交配様式の雄の解体成績

単位：g、%

	体重	モモ肉重量	ムネ肉重量	腹腔内脂肪重量	解体歩留率
TK×RIR	1,650 ^A	278.0 ^A	171.0 ^{AB}	0 ^{AB}	27.2 ^A
TK×WPR	2,578 ^C	534.4 ^C	314.2 ^D	42.4 ^{BC}	32.9 ^{BCD}
TK×OS	1,460.4 ^A	253.2 ^A	169.4 ^A	0 ^A	28.9 ^A
(TK×OS)×WPR	3,352.5 ^D	620.0 ^D	457.8 ^E	27.4 ^{BC}	32.1 ^B
OS×RIR	2,034 ^B	380.0 ^B	227.0 ^{BC}	5.5 ^{AB}	29.8 ^A
OS×WPR	3,368 ^D	680.3 ^E	473.4 ^{EF}	52.7 ^C	34.5 ^{CD}
(OS×WPR)×WPR	3,370 ^D	611.5 ^D	489.2 ^{EF}	41.9 ^{BC}	32.6 ^{BC}
WPR×OS	3,625 ^D	716.2 ^F	524.5 ^F	45.0 ^D	35.2 ^D
RIR×OS	2,216.8 ^B	402.8 ^B	247.2 ^C	23.6 ^{AB}	29.3 ^A

L.S>Mean 縦列異符号間に有意差あり(: P<0.05)

n = 5

表7 各交配様式の雌の解体成績

単位：g、%

	体重	モモ肉重量	ムネ肉重量	腹腔内脂肪重量	解体歩留率
TK × RIR	1,170 ^A	183.0 ^A	135.0 ^A	0 ^B	27.1 ^A
TK × WPR	1,793.3 ^C	312.6 ^B	208.0 ^B	66.0 ^{CD}	29.0 ^{ABC}
TK × OS	1,167 ^A	205.6 ^A	153.0 ^A	0 ^A	30.7 ^{BC}
(TK × OS) × WPR	2,367.6 ^C	391.6 ^C	299.3 ^C	29.7 ^D	29.2 ^{AB}
OS × RIR	1,656 ^B	310.3 ^B	205.5 ^B	12.0 ^{AB}	31.1 ^C
OS × WPR	2,519.5 ^C	479.4 ^E	349.2 ^D	49.5 ^D	32.6 ^C
(OS × WPR) × WPR	2,536 ^C	438.1 ^D	373.0 ^D	12.0 ^{ABC}	31.9 ^C
WPR × OS	2,665 ^C	555.3 ^F	408.3 ^D	57.0 ^D	36.1 ^D
RIR × OS	1,666.3 ^B	313.3 ^B	192.2 ^{AB}	27.5 ^{BC}	30.3 ^{BC}

L.S > Mean 縦列異符号間に有意差あり (P < 0.05)

n = 5

試験2：肉質評価と食味性の検討

1) 肉質の理化学性調査

4種類の交配様式を雌雄別にモモ肉、ムネ肉について遊離アミノ酸16種、核酸関連物質のイノシン酸、脂質含量について調査した。(鶏肉はグルタミン酸、イノシン酸の量が多く脂質が少ないが呈味成分が多いことが食味の特徴となっている。食肉の官能評価ガイドライン, 2005) 調査の結果、モモ肉ではうま味成分のグルタミン酸 [18~43mg/100g]、(甘味成分のアラニン山口, 1999) [5~30mg/100g] が雌雄問わずすべての交配様式において多い傾向にあっ

た。また、TK × WPR、(TK × OS) × WPR の雌雄ともに核酸関連物質であるイノシン酸 [110~140mg/100g] を多く含んでいる傾向にあった。ムネ肉においてもモモ肉同様の傾向であった。特に (TK × OS) × WPR は雌雄ともにイノシン酸を多く含み脂質が少ない傾向にあった。4種類の交配様式において遊離アミノ酸量はモモ肉の方がムネ肉より多い傾向にあった。これらのデータだけでは食味性を判断することはできないが、肉質の傾向は明らかになった (表8、表9)。

表8 各交配様式の雄雌の肉質の理化学性調査 (モモ肉)

単位：mg/100g

	TK×WPR		(TK×OS)×WPR		OS×WPR		WPR	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
イソロイシン					5		7	
ロイシン	7	7	7	6	8		13	8
リジン	15	16	10	11	16	8	17	12
メチオニン							6	
フェニルアラニン							6	
チロシン	5	5			7		8	5
スレオニン	10	8	8	9	9	5	13	9
バリン					7		10	6
ヒスチジン		5			6		6	
アルギニン	15	15	12	12	11	5	18	12
アラニン	26	22	30	25	24	5	26	20
アスパラギン酸	14	16	15	15	11	13	23	13
グルタミン酸	30	27	32	26	43	18	32	32
グリシン	16	12	14	12	16	8	18	15
プロリン	5	7			10		8	6
セリン	16	14	18	14	15	8	23	
イノシン酸	140	110	120	110	51	130	81	72
脂質(g/100g)	9.3	14.9	6.9	13.7	10.8	13.5	12.4	19.6

*アミノ酸16項目については5mg/100g以上のものを記載する

表9 各交配様式の雄雌の肉質の理化学性調査 (ムネ肉)

単位: mg/100g

	TK×WPR		(TK×OS)×WPR		OS×WPR		WPR	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
イソロイシン	6	5			7		7	
ロイシン	12	10	6	6	12		12	7
リジン	12	10	5	5	11		10	10
メチオニン	5				5		6	
フェニルアラニン	6	5			6		7	
チロシン	8	8			8		9	6
スレオニン	10	9	6	6	10		11	8
バリン					8		9	5
ヒスチジン	6	5			7		7	5
アルギニン	13	11	6	6	11		13	11
アラニン	21	16	16	14	22	6	24	18
アスパラギン酸	9	8	8	8	8		9	12
グルタミン酸	26	21	40	38	29	7	21	24
グリシン	9	7	7	6	9		11	10
プロリン	6				10			
セリン	14	13	9	8	13		14	13
イノシン酸	170	130	160	210	170	160	96	200
脂質(g/100g)	4.2	7.9	3.7	8.1	4.5	10.4	5.8	8.5

※アミノ酸16項目については5 mg/100g以上のものを記載する

2) 官能検査

官能検査の集計結果に基づくシュッフエの対比較をした。評価点はプラスの値が大きいほど試料組み合わせの左側の試料を評価していることになる。歯ごたえについてはプラスが大きいほど歯ごたえがあると評価している。(TK×OS)×WPRとブロイラー、OS×WPRとブロイラーについて味、歯ごたえ、総合評価について比較したがすべての項目において5%水準で有意差が認められた。ブロイラーとの比較では(TK×OS)×WPR、OS×WPRともに評価された。

二点識別法については、(TK×OS)×WPRとブロイラー、OS×WPRとブロイラーについては両者に差があるという評価が1%水準で有意差が認められた。(TK×OS)×WPRとOS×WPRでは有意差は認められなかった。ブロイラーと比較した場合(TK×OS)×WPRとOS×WPRに差があると判断されたが、(TK×OS)×WPRとOS×WPRの比較では差があると判断されなかった。

二点嗜好法については(TK×OS)×WPRとブロイラーの組み合わせにおいて5%水準で有意差が認められた。(TK×OS)×WPRを好むパネラーが多かった。(TK×OS)×WPRとOS×WPRでは(TK×OS)×WPRを好むパネラーが多い傾向がみられた。

食味性ではブロイラーと比較した2種類の交配様式は、味、歯ごたえ、総合評価では評価された。また、2種類の交配様式を好むパネラーが多かった。(TK×OS)×WPRとOS×WPRの比較では(TK×OS)×WPRを好むパネラーが多かったことから、食味性では(TK×OS)×WPRの方が優れている傾向にあると判断した(表10、表11、表12)。

表10 シュッフエの対比較法による比較

試料組み合わせ	(TK×OS)×WPR/ブロイラー	OS×WPR/ブロイラー
対比較法(評価点)		
味	0.97 *	0.77 *
歯ごたえ(あり)	0.97 *	0.71 *
総合評価	1.06 *	0.81 *

評価点は試料右に対する左の評価を示し、5段階評価(-2~+2)による全パネラーの平均点

*: 5%水準で有意差あり

表11 二点識別法による3試料の比較

試料組み合わせ	差あり	差なし
(TK×OS)×WPR/ブロイラー	25	6 **
OS×WPR/ブロイラー	28	3 **
(TK×OS)×WPR/OS×WPR	14	17 NS

** : 1%水準で有意差あり

NS : 有意差なし

表の数字はパネラーの回答数

表12 二点嗜好法による3試料の比較

試料組合わせ	左側好み	右側好み	
(TK×OS)×WPR/プロイラー	22	9	*
OS×WPR/プロイラー	20	11	NS
(TK×OS)×WPR/OS×WPR	17	14	NS

*：5%水準で有意差あり
 NS：有意差なし
 表の数字はパネラーの回答数

試験1、試験2について総合的に判断した結果、特産肉用鶏の交配様式は高知県原産の土佐九斤を素材鶏の一つとして活用した交配様式である(TK×OS)×WPRに決定し、「土佐はちきん地鶏」と命名された。

参考文献

- 1) 小山七郎“原色日本鶏”，10-22, 40-67, 28-37, 108, 111, 家の光協会, 東京(1983)
- 2) “高知県の畜産”，27, 高知(2004)
- 3) “国産銘柄鶏ガイドブック”，12-67, 株式会社全国食鳥新聞社, 東京(2000)
- 4) “食肉の官能評価ガイドライン”，37-40, 59-80, 116財団法人日本食肉消費総合センター(2005)
- 5) 山口静子“うま味の文化・UMAMIの科学” 35-38丸善株式会社, 東京(1999)
- 6) 古川秀子“おいしさを測る” 19-31, 55-60, 株式会社幸書房, 東京(1994)

深層水由来新素材が豚等の機能性に及ぼす影響調査

吉村 敦

Effects of New Material Derived from Deep Sea Water on Pig Productivity

Atsushi Yoshimura

要 約

本県産豚肉のブランド化に取り組むため、深層水由来新素材のミネラルトレハを用いて、豚の生産性向上や豚肉加工品の開発を検討した結果、ミネラルトレハを豚に給与すると豚肉の赤みが増すとともに、遊離アミノ酸や脂肪酸組成の含有量に影響する可能性が示唆された。

また、ミネラルトレハを利用して豚肉加工品の開発を試みた結果、発色剤や結着剤といった食品添加物を用いることなく、自然な色合いで良好な食感を維持し、既製品に比べてマグネシウムは最大4倍、カルシウムは最大2.6倍含有する一方で、塩分相当量は最少36%以内に抑制した豚肉加工品が完成した。

これを受け、ロースハムは県認定の「深層水ブランドマーク」を取得し、ソーセージは保健機能食品制度に定める栄養機能食品の表示が可能になり、「道の駅」をはじめホテルや学校給食等に供給されるようになった。

はじめに

本県の養豚産出額は、平成19年度ベースで県畜産産出額の約21%を占める一方、県内産豚肉の自給率は27.2%と全国平均（51%）に比べて低く、今後県内の自給率を高めて養豚振興を図るためには銘柄豚の作出が必要である。当試験場は、平成16～18年度に海洋深層水を用いた飼料の給与や加工品に関する研究を行ったところ、深層水由来新素材が豚の脂質代謝に何らかの影響を与える可能性が示唆された。

一方で、四万十町の食品加工販売会社では、町内産の豚肉を用いた特長ある商品開発を目指して、平成16年度に市販飲料用の海洋深層水を用いた、発色剤や保存料等無添加のロースハムを開発し、ブランド化を図るために、県が認定する「深層水ブランドマーク」の取得申請を行った。ところが、このロースハムの製造原料には、既に製品化された飲料用の海洋深層水が使用されているという理由から、海洋深層水の2次加工品に該当すると判明し、ブランドマークを取得できる基準を満たすことができなかった。これを受け、同食品加工販売会社からは、「深層水ブランドマーク」が取得可能な、発色剤や保存料等無添加のロースハムを作るために、他の海洋深層

水の素材を用いた、さらなる技術支援を要望された。

そこで、今回、深層水由来新素材のミネラルトレハを用いて、豚の生産性向上とともに、同食品加工販売会社、畜産試験場及び岡山県内の食品関連開発会社が共同で、「深層水ブランドマーク」を取得できる、発色剤や保存料等無添加のロースハムをはじめ、その他の豚肉加工品（ベーコン及びソーセージ）の開発についても検討し、本県産豚肉のブランド化への取り組みを進めた。

なお、ミネラルトレハとは、海洋深層水からマグネシウムやカルシウムを濃縮した「ミネラル調整液」と、二糖類の「トレハロース」からなる複合体で、保存や着色等を目的とした食品添加物とは異なる食材（調味料）であり、図1及び表1に示すような特徴を持っている。

表1 ミネラルトレハの特徴

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• マグネシウムやカルシウムが豊富• ナトリウム含有量は低減• たんぱく質や脂質の劣化抑制（保存性）• 保水性向上（食感）• 色素安定作用（食材の色を保つ）• 雫味・雫臭作用（生臭味・獣臭の制御） |
|---|

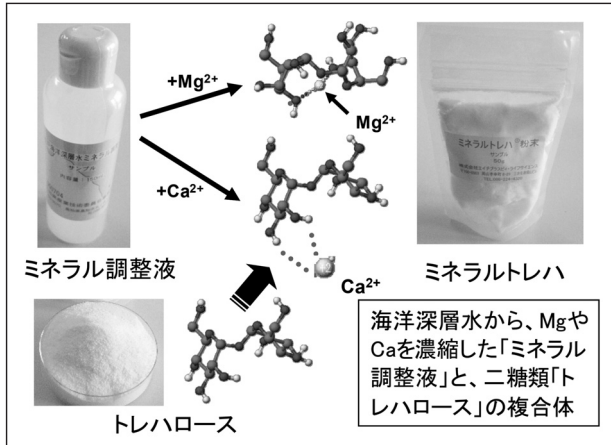


図1 ミネラルトレハについて

材料及び方法

1 深層水由来新素材の給与が、豚の産肉性に及ぼす効果の検証や適正添加方法の把握

1) 豚へのミネラルトレハ給与期間と産肉性に及ぼす影響調査

- ・試験区分：①無添加区、②8%添加区（出荷前1～2ヶ月間または離乳後～出荷まで給与）
- ・調査内容：発育性（飼料効率等）、と体成績、肉色（と体及びロース芯を色差計で測定）

2) ミネラルトレハを給与した豚肉の食味構成要素分析及び食味調査

- ・試験区分：①無添加区、②8%添加区（出荷前2ヶ月間または離乳後～出荷まで給与）
- ・調査内容：食味構成要素（遊離アミノ酸及び脂肪酸組成等）、食味調査（試食アンケート）

2 深層水由来新素材を用いた豚肉加工品（ロースハム、ベーコン及びソーセージ）の開発

発色剤などの添加物を使用せず、ミネラルトレハの特徴を活かしながら、各種豚肉加工品に最適なミネラルトレハの配合割合や混合方法などを検討しながら試作品を作成。毎回70名程度以上の一般消費者等を対象に、作成した試作品のアンケート調査を繰り返し実施しながら改良を進め、商品化を目指した。

なお、各豚肉加工品は、表2のとおり一般的な製造方法で作成した。

1) ロースハム製造用漬込液中の適正な深層水由来新素材濃度の検討

- ・発色剤等の代わりにミネラルトレハを用いたロースハムの開発
- ・調査内容：深層水飲料を利用したロースハム

表2 各豚肉加工品の製造方法

(ロースハム・ベーコン)	(ソーセージ)
(1) 塩せき	(1) 混合
(2) 冷燻・乾燥(ハムのみ)	(2) 充填・結束
(3) 熱燻	(3) 乾燥・燻煙
(4) 燻煙	(4) 加熱(滅菌)
(5) 加熱(滅菌)	(5) 冷却・包装・殺菌
(6) カット・包装・殺菌	(6) 冷蔵(保存)
(7) 冷蔵(保存)	

等との比較（食味性、断面色及びミネラル成分等）

2) 品質向上を目指した、新たな食肉加工品への深層水由来新素材の応用

- ・発色剤等の代わりにミネラルトレハを用いたベーコン及びソーセージの開発
- ・調査内容：一般栄養成分及びミネラル成分等

結果

1 深層水由来新素材の給与が、豚の産肉性に及ぼす効果の検証や適正添加方法の把握

1) ミネラルトレハを豚に給与した結果、肉色のa値（赤色）は、と体及びロース芯とも無添加区に比べて上昇し、さらに離乳後～出荷までの長期間に渡って給与することにより、さらにその値の差が大きくなった(図2)。

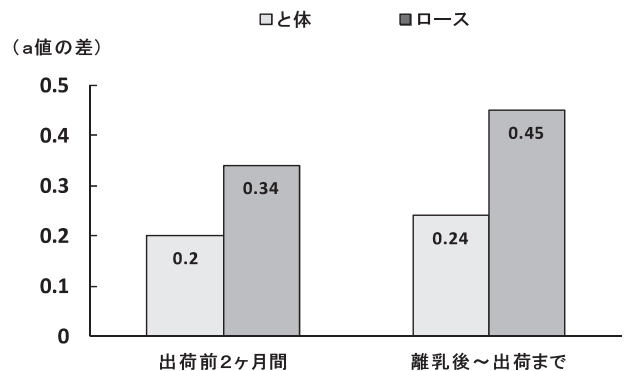


図2 無添加区と比べた添加区の肉色(a値)の増加

2) 離乳後から出荷までの期間、ミネラルトレハを給与した豚肉の食味構成要素を分析した結果、無添加区と比べて、遊離アミノ酸の風味に関連するアルギニンや、旨味に関連するタ

ウリンの増加が認められた。また、美味しさと正の相関があるオレイン酸が増加する一方、負の相関があるリノール酸及び多価不飽和脂肪酸は減少し、肉の伸展率や加圧保水力は高くなる傾向がみられた(表3)。

表3 豚肉の食味構成要素

			無添加区	添加区
遊離アミノ酸	アルギニン	♂	10.3	10.8
	(mg/100g)	♀	8.7	10.0
	タウリン	♂	19.4	20.2
	(mg/100g)	♀	24.3	24.8
一価不飽和脂肪酸	オレイン酸	♂	44.3	45.3
	(%)	♀	43.5	44.5
多価不飽和脂肪酸	リノール酸	♂	7.5	6.5
	(%)	♀	8.7	8.3
	総量	♂	9.4	8.2
	(%)	♀	10.9	10.6
物理特性	伸展率	♂	12.8	14.1
	(%)	♀	14.4	15.1
	加圧保水力	♂	80.6	83.3
		♀	80.8	82.0

3) 食味試験の結果、ミネラルトレハを給与した豚肉には、油っぽさが少なく、香り、食感、ジューシーさ、味及び総合評価において、無添加区を上回る評価が得られた。また、ミネラルトレハを出荷前2ヶ月間給与した場合に比べ、離乳後から出荷までの長期間給与した方が、よりその傾向が強かった。

4) なお、発育性(飼料効率及び飼料要求率等)及びと体成績については、添加区と無添加区に差が認められなかった。

2 深層水由来新素材を用いた豚肉加工品(ロースハム、ベーコン及びソーセージ)の開発(ロースハム)

ミネラルトレハを使った試作品のロースハムと、従来品の市販飲料用の深層水で作成したロースハムの各断面の赤色度合いについて、色差計を用いて調べた(図3)。

その結果、ミネラルトレハを使わない従来品のロースハムでは数値が3.98を示し、一般的な発色剤未使用のロースハムと同様に、断面全体が茶色を呈していた。これに対して今回開発したミネラルトレ

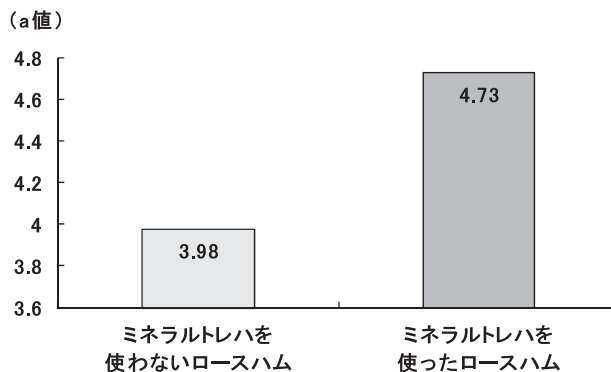


図3 ロースハム断面の赤色 (a 値) の違い

ハを使ったロースハムは4.73と高く、薄いピンク色を呈していた。

また、ロースハムの好みについて調査したところ、総合評価において、従来品のミネラルトレハを使わないロースハムに比べて、ミネラルトレハを使ったロースハムを好む回答が65%を占めた(図4)。なお、その他調査した全ての項目(色、味、食感、香り)においても、ミネラルトレハを使ったロースハムは、5~7割近くの回答者から好評であった。さらに、ミネラルトレハを使ったロースハムの方が、軟らかくてジューシーさがあり(パサつかない)、赤身や脂身に甘味や旨味を感じるなどの意見が多く聞かれた。

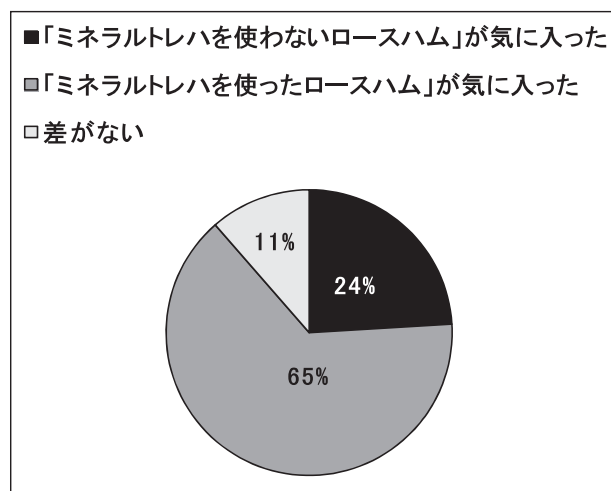


図4 ロースハムの好みについて(総合評価) [n=79]

今回開発したロースハム(試作品)と食品加工販売会社が以前に開発した、市販飲料用の深層水を用いた従来品のロースハム(対照品)、さらに既製品のロースハム(日本食品標準成分表から引用)の3品を対象に成分値の比較を行った(表4)。

その結果、試作品に含まれるマグネシウムの含有量は、対照品に比べて113.6%、既製品の131.6%に

表4 ロースハムの成分比較

(100g 当たり)	Mg (mg)	Ca (mg)	Na (mg)	塩分相当量 (g)
試作品(A)	25	10	350	0.9
対照品(B)	22	9	360	0.9
日本食品標準成分表(C)	19	10	1,000	2.5
A/B (%)	113.6	111.1	—	—
A/C (%)	131.6	100	35.0	36.0

※ 対照品：市販飲料用の深層水で作成した従来品

増加し、反面塩分相当量では既製品の36%にまで抑制された。

そこで、これらのデータを添付したうえで、今回開発した発色剤・保存料等を使用しない、ミネラルトレハを使ったロースハムの、「深層水ブランドマーク」申請を行った。その結果、無事に試作品の開発内容が認められ、平成20年12月から「深層水ブランドマーク」を表示して、同町内の「道の駅」において、ミネラルトレハを使った発色剤や保存料等無添加のロースハムの販売が開始された(図5)。



図5 発色剤・保存料等未使用でミネラルトレハを使ったロースハム(包装ラベルの右側に「深層水ブランドマーク」とその説明が表示されている)

(ベーコン)

ミネラルトレハを使ったベーコン(試作品)は、自然な赤色を呈しており(図6)、同食品加工販売会社が発色剤・保存料等を用いて製造販売している



図6 発色剤・保存料等未使用でミネラルトレハを使ったベーコン

従来品のベーコン(対照品)や、日本食品標準成分表の数値から引用した、既製品のベーコンの各成分値を比較した(表5)。

表5 ベーコンの成分比較

(100g 当たり)	Mg (mg)	Ca (mg)	Na (mg)	塩分相当量 (g)
試作品(A)	22	16	430	1.1
対照品(B)	12	5	390	1
日本食品標準成分表(C)	18	6	800	2
A/B (%)	183.3	320	—	—
A/C (%)	122.2	266.7	53.8	55.0

※ 対照品：従来品(発色剤・保存料等を使用)

その結果、試作品が含有するマグネシウムは対照品の183.3%、既製品の122.2%、さらにカルシウムは対照品の320%、既製品の266.7%含有し、これに反して塩分相当量は既製品の55%に抑制された。

なお、一般栄養成分値(蛋白質等)については、それぞれのベーコンの間で大差が認められなかった。

(ソーセージ)

ミネラルトレハを使ったソーセージ(試作品)は適度な歯ごたえを有し、その断面は自然な赤色を呈した(図7)。同様に同食品加工販売会社が発色剤・結着剤等を用いた、従来品のソーセージ(対照品)や、標準的な既製品のソーセージ(日本食品標準成分表から引用)の各成分値を比較したところ、ベーコン同様に一般栄養成分の値に影響を与えることなく、マグネシウムは対照品の260%、既製品の400%、カルシウムは対照品の133.3%、既製品の228.6%含有し、塩分相当量は既製品の63.2%まで抑制された(表6)。

さらに、今回完成したミネラルトレハを使ったソーセージを、同食品加工販売会社が今後販売を予

表6 ソーセージの成分比較

(100g 当たり)	Mg (mg)	Ca (mg)	Na (mg)	塩分相当量 (g)
試作品(A)	52	16	480	1.2
対照品(B)	20	12	600	1.5
日本食品標準成分表(C)	13	7	730	1.9
A/B (%)	260	133.3	80	80
A/C (%)	400	228.6	65.8	63.2

※ 対照品：従来品(発色剤・結着剤等を使用)



図7 発色剤・結着剤等未使用でミネラルトレハを使ったソーセージ

定している包装仕様1袋分(150g、5本入)で計算した場合、摂取できるマグネシウム量が、1日あたり成人に必要な量の31.2%に相当(マグネシウムの栄養摂取基準についても下限値をクリア)し、「保健機能食品制度」の「栄養機能食品」に該当することが判明した。これにより、今後開発したソーセージの製品化にあたっては、「栄養機能食品」の表示が可能となった(図8)。

● 栄養摂取基準(マグネシウム)

上限値	下限値	基準値
300mg	75mg	250mg

● 1袋(150g)中含含有量: 78mg(下限値クリア)

栄養機能表示が可能
(抜粋) ・Mgは、骨や歯の形成に必要
・体内酵素の正常な働きを助ける
・血液循環を正常に保つ栄養素

● 78mg/250mg(基準値)=1日必要量の31.2%摂取可能

図8 ソーセージ: 栄養機能食品(保健機能食品)

考 察

ミネラルトレハを市販の配合飼料に8%添加して、出荷前の豚に2ヶ月間以上給与した結果、豚肉の肉色の赤みが増した。また、美味しさに関連する遊離アミノ酸及び脂肪酸組成等の含有量に一部影響を与えたことから、ミネラルトレハの給与は、豚肉の肉色や食味構成要素に影響する可能性が示唆された。その一方で、豚の発育性やと体成績には影響しないと推察された。

富山県畜産試験場では、濃縮した海洋深層水を希

釈して豚に給水し、豚の脂質代謝や肉質に及ぼす影響を解明する試験を行っている。その結果、当场と同様に、飼料要求率等の発育性には影響がなかったことが報告されている。一方、脂肪酸組成や肉の物理特性についても効果のない事が報告されており、当场とは異なる結果となった。

この要因として、今回当场が試験に使用したミネラルトレハは、海洋深層水の濃縮方法の違いから、水の硬度は20,000mg/kg以上を保ち、富山県が使用したものよりも、関連するマグネシウムの含有量(4,000mg/kg以上)が多く含まれていたためと考えられる。その結果、今回当场の試験豚は、1日あたり1,000mg前後のマグネシウムを摂取していたのに対して、富山県が利用した濃縮水の硬度等から推定すると、当场の1/3~1/2程度の量しかマグネシウムを摂取していないものと計算される。一般的に生体の脂質等の代謝には、マグネシウムが大きく関与すると考えられており、その含有量の差が今回の結果の違いに現れたものと推察される。

なお、ミネラルトレハの飼育農家への普及に際しては、肉豚の販売予定価格を考慮したうえ、採算性を含めたコスト計算をする必要がある。

また、本県産豚肉加工品のブランド化を図るため、県内外の民間企業と共同で、深層水由来の新素材「ミネラルトレハ」の特徴を最大限に活かしながらロースハム、ベーコン及びソーセージの開発を試みた。その結果、一般的な食肉加工製品に利用されている発色剤、保存料や結着剤といった食品添加物を用いることなく、自然な色合いや良好な食感を維持した各種豚肉加工品を開発することができた。

また、ミネラルトレハは、海洋深層水からナトリウムを除去しマグネシウムやカルシウムを濃縮した素材であることから、今回開発した豚肉加工品は、成分的に既製品に比べてマグネシウムで最大4倍(ソーセージ)、カルシウムでは最大2.6倍(ベーコン)をそれぞれ含有していることが判明した。一方で、塩分相当量は最少36%以内(ロースハム)に抑えられ、減塩志向の製品に仕上がったほか、県認定の「深層水ブランドマーク」も取得できた。また、ソーセージについては、製品仕様によって1日あたり成人に必要なマグネシウム量の31.2%を補完でき、保健機能食品制度に定める栄養機能食品の表示を可能とした。これにより、今後流通の際には、付加価値を付けて有利に販売を進めていくことが可能である。

ただし、ミネラルトレハを使用した豚肉加工品は、保存料が添加されていないことから、今後販売にあたっては冷凍商品として流通させる方法等について検討する必要がある。

現在、ロースハムは同町内の「道の駅」で製品化され販売されているほか、高知市内のホテルなどに食材として提供されている。また、ベーコンは高知市内のホテルや地元の学校給食などの食材として供給され、ソーセージについては販売に向けて、現在最終調整中である。

今後は、開発した豚肉加工品の単品による販売のほか、開発した3点をセットとして、地元の豚肉を使った無添加加工製品としてアピールしながら、贈答用の食材として商品化していく予定である。

謝 辞

今回の無添加豚肉加工品の開発にあたり、材料提

供や試作に協力いただいた食品加工販売会社の小原利広支配人はじめ関係各位、ミネラルトレハの提供やアンケート調査に協力いただいた岡山県の食品関連開発会社の中川泰輔主査はじめ関係各位、また、アンケート調査にご協力いただいた方々に深謝する。

参考文献

- 1) 水木亮史ほか：海洋深層水の生物学的特性解明と有効判定に関する研究、富山県畜産試験場完了試験研究成績、2006
- 2) 新山栄一ほか：海洋深層水の生物学的特性解明と有効判定に関する研究、富山県畜産試験場年報 試験研究成績、2005

栗焼酎粕の豚飼料化に関する検討

吉村 敦

Studies on the Availability of Kuri Shochu Lees as Feed for Pigs

Atsushi Yoshimura

要 約

本県産豚肉のブランド化を図るため、県内酒造メーカーから排出される栗焼酎粕の豚への飼料化を検討した結果、水分含量が高く腐敗しやすい栗焼酎粕に、糖蜜と乳酸菌製剤を添加することで長期保存ができ、さらに乳酸発酵させた栗焼酎粕を用いて継代培養しても同様に保存できることが確認された。

栗焼酎粕の栄養成分を分析すると粗蛋白質や粗脂肪含量が高く、豚に必要な必須アミノ酸のほか、代謝や発育に関与するビタミン及びミネラル類や、ポリフェノールが多く含まれていた。

また、栗焼酎粕を子豚に給与すると発育良好で軟便発生の軽減化が、肥育豚に給与すると生産性向上とコスト削減効果が期待できるとともに、その豚肉中には、食味に関連する遊離アミノ酸や脂肪酸組成が良好に変動する傾向が認められ、栗焼酎粕の養豚への利用は、新たな特産品開発に結びつく可能性が示唆された。

はじめに

県内のある酒造メーカーでは、年間を通じて栗を主原料とした焼酎を製造販売しており、その際発生する焼酎粕（800t/年）の処理にかかる経費負担が大きいことから製造量を制限している。

一方、最近の飼料価格高騰で厳しい経営を強いられている畜産農家に対し、飼料として食品残さを安価かつ安定的に供給できれば、経費節減による経営の安定化に役立てることができる。

そこで、豚に対する食品残さ飼料として栗焼酎粕の利用方法を検討し、畜産の利用による新たな特産品開発の可能性を探った。

材料及び方法

1 栗焼酎粕の保存性試験

栗焼酎粕に糖蜜と乳酸菌製剤（ホモ発酵型：*Lactobacillus rhamnosus*）を添加し、10、15及び35℃の温度で培養してpH及び細菌数等の変化を60日間調査するとともに、栗焼酎粕の栄養成分等を分析した。

また経費節減を目的に、乳酸菌製剤の代わりに乳

酸発酵させた栗焼酎粕を添加して（継代培養）、同様に品質の変化を2継代目まで確認した。

なお、栗焼酎粕にギ酸を0.2%添加した場合の保存性についても、併せて検討した。

2 子豚への栗焼酎粕給与試験

乳酸発酵させた栗焼酎粕を配合飼料に添加した試験区分（30～150%）を設定して、離乳後～60日齢までの期間子豚に不断給与を行い、発育性及び糞便性状等を調査した。

3 肥育豚への栗焼酎粕給与試験

乳酸発酵させた栗焼酎粕を配合飼料に添加した試験区分（30～300%）を設定して、90日齢から不断給与し、発育データの収集やロース肉の食味構成要素分析等を実施するとともに、栗焼酎粕を豚に給餌しやすいシステム開発についてもあわせて検討した。

結 果

1 栗焼酎粕の保存性試験

1) 培養温度35℃における結果を図1に示した。無添加区では1週間を過ぎた頃から臭みが発生したのに対し、栗焼酎粕に糖蜜と乳酸菌製剤を

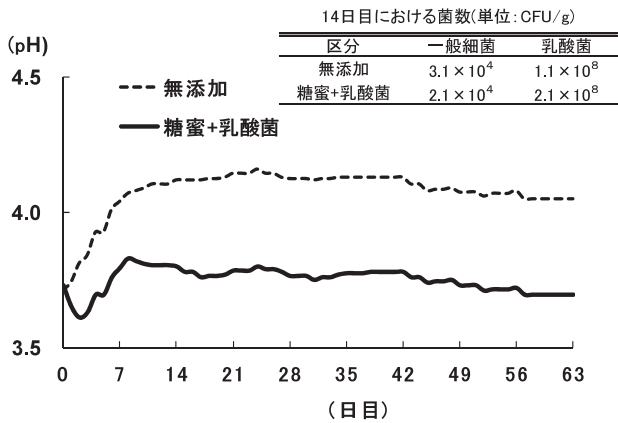


図1 栗焼酎粕の pH の推移等

添加すると、フルーティーな乳酸発酵臭を発生しながら粘度が低下した。また、無添加区と比較して低い pH で推移し、乳酸菌数が増加して一般細菌数は減少する傾向が確認され、長期間の保存が可能となった。

なお、他の培養温度でも同様のデータが得られるとともに、糖蜜の添加割合が増加するほど短期間で pH は低下して、より低い値で推移する傾向を示した。

また、乳酸菌のみを添加した場合は、図1に示した無添加区と糖蜜+乳酸菌区の中間の pH 値で推移した。

一方、糖蜜のみを添加した場合は、無添加区とほぼ同等の pH で推移し、黒色化と酢酸発酵臭が発生した。

2) 乳酸発酵させた栗焼酎粕で継代培養すると、乳酸菌製剤を使用した場合とほぼ同様の低い pH で推移する結果が得られ(図2)、発酵経費の削減は1円/kg程度と試算された(配合飼料

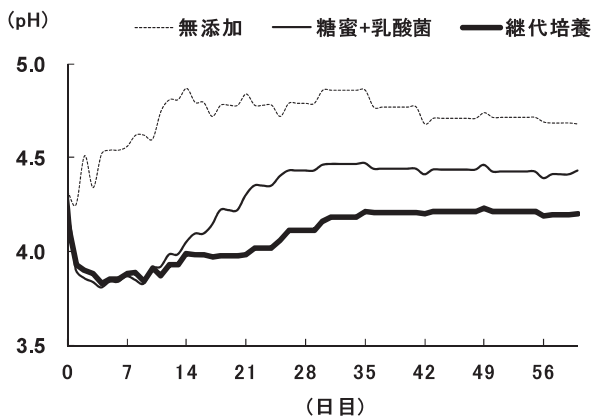


図2 継代培養した栗焼酎粕の pH の推移

給与量を200kg/頭で換算した場合：120円/頭の経費削減効果となる)。なお、一度継代培養保存した栗焼酎粕を用いて、再度継代培養した場合でも同じ結果が得られ、保存できることが確認された。

3) 乳酸菌と糖蜜を添加して、1週間培養した栗焼酎粕を用いて、有機酸の定性試験を実施した結果、コハク酸、乳酸及び酢酸の3種類が検出され、クエン酸、酪酸、酒石酸、リンゴ酸、フマル酸は検出されなかった(表1)。

表1 乳酸菌を添加した栗焼酎粕の有機酸定性試験

コハク酸	+
乳酸	+
酢酸	+
クエン酸	-
酪酸	-
酒石酸	-
リンゴ酸	-
フマル酸	-

4) そこで、検出された3種類の有機酸に加えて、発酵物の品質劣化指標となる酪酸について有機酸の定量試験を行ったところ、乳酸菌を添加しない0日目の栗焼酎粕(対照区)に比べて、乳酸発酵2週目の栗焼酎粕(試験区)では乳酸と酢酸が増加し、4週目にはさらに双方とも増加した。なお、酪酸については各期間の各区(0~4週目)ともに検出されなかった(図3)。

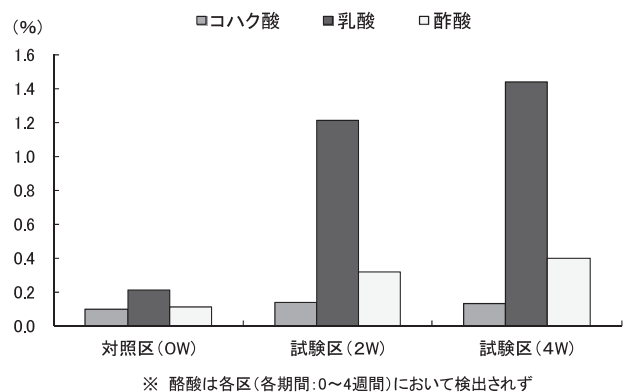


図3 栗焼酎粕の有機酸定量試験

5) 乾物換算した栗焼酎粕と配合飼料の一般栄養成分を比較すると、配合飼料と比べて栗焼酎粕は、粗蛋白質と粗脂肪の値が高かった(図4)。

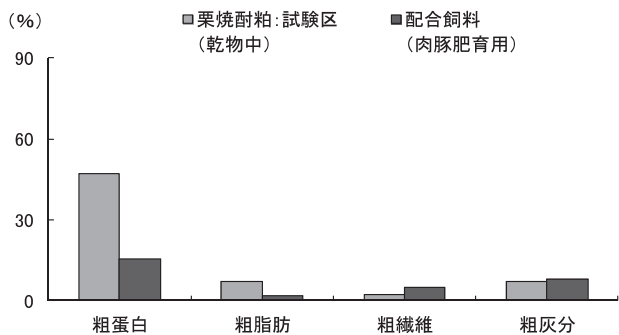


図4 栗焼酎粕(乾物中)と配合飼料の一般栄養成分比較

6) 栗焼酎粕、日本栗及びどんぐりの脂肪酸組成を比較すると(図5)、栗焼酎粕の組成割合は、どんぐりの数値と類似していることが判った。

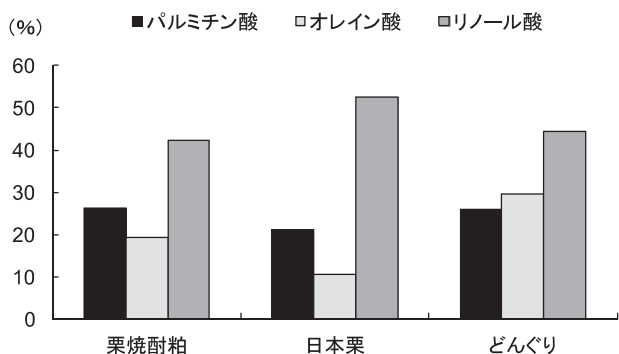


図5 栗焼酎粕等の脂肪酸組成

7) 栗焼酎粕中の微生物を同定したところ、対照区から優勢に分離された乳酸菌は *Lactobacillus fermentum* (他2種類) であり、乳酸発酵が十分に進んだと思われる2週目の栗焼酎粕からも、添加した *Lactobacillus rhamnosus* と異なり、栗焼酎粕中に元々存在する *Lactobacillus fermentum* (他2種類) が優勢菌として同様に分離された。

なお、カビについては *Geotrichum* 属のみが、酵母については *Saccharomyces cerevisiae* (他2種類以上) が、乳酸発酵させた2週目の栗焼酎粕から優勢に分離された(表2)。

表2 栗焼酎粕中の微生物の同定

	対照区 (0 W)	試験区 (2 W)
カビ	同定せず	<i>Geotrichum</i> 属のみ
酵母	同定せず	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> 他2種類以上
乳酸菌	<i>Lactobacillus fermentum</i> 他2種類	<i>Lactobacillus fermentum</i> 他2種類

8) ギ酸を利用した保存性試験において、試験開始当初(0日目)の対照区のpHは4.45で、翌日から徐々に低下したのに対して、ギ酸区では添加直後に3.84までpHが低下し、以降40日目までほぼ変動することなく、対照区より低いpHを維持したまま推移した(図6)。

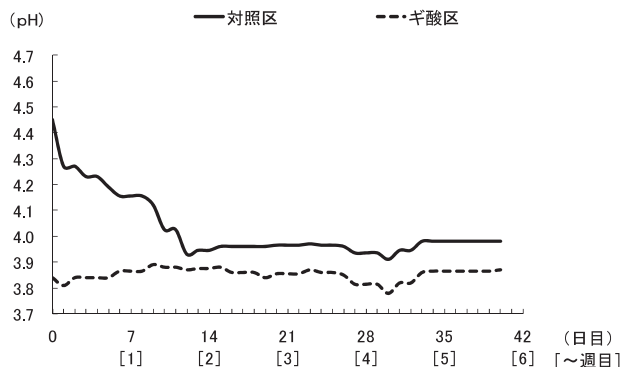


図6 ギ酸を添加した栗焼酎粕のpHの推移

9) 臭気に関して対照区では、15日目に酸味臭が、23日目にゴム臭が感じられはじめたが、ギ酸区では焼酎粕固有臭がほぼ持続し続けた。また、粘性については、ギ酸を添加した場合には徐々に上昇し、23日目頃を経過すると、非常に高い粘性が発現した(表3)。なお、47日目の栗焼酎粕を豚に給与した結果、積極的な採食行動が確認され、ギ酸添加でも保存できることが確認された。

10) さらに、微生物検査を実施したところ(表4)、乳酸菌数は、対照区に比べてギ酸区で少なかった。また、好気性菌数は、対照区で2~4週目にかけて減少傾向を示しながら、一定の菌数を認めたが、ギ酸区では低い菌数で推移した。さらに、酵母数は2~4週目と経過するに従い、ギ酸区の方が対照区よりも大幅に減少した。なお、カビ及び大腸菌群は、2及び4週目では全く分離されなかった。

2 子豚への栗焼酎粕給与試験

1) 栗焼酎粕を配合飼料に対して60%の割合で添加した場合の結果を示したが、試験区では対照区と比べてDG、1日当たりの採食量、飼料要求率及び飼料効率が同等または上回る傾向を示した(図7、8)。

2) 成長にともない対照区の糞中大腸菌群数は増

表3 ギ酸を添加した栗焼酎粕の官能性比較

週目	日目	対照区	ギ酸区
1	0	焼酎粕臭 (一部アルコール臭)	焼酎粕臭 (一部アルコール臭) 対照区より弱い
	1	焼酎粕臭 (アルコール臭は減少)	焼酎粕臭+酸臭
	2	焼酎粕臭	焼酎粕臭+やや甘い香り
	5	〃	〃
2	9	〃	焼酎粕臭：対照区より弱い
	12	〃	焼酎粕臭、粘りが出る
3	15	酸味臭	焼酎粕臭、粘度アップ
	19	〃	〃
4	23	ゴム臭	焼酎粕臭、振っても混合しにくい粘り
	26	〃	焼酎粕臭+ゴム臭
6	40	ゴム臭+酸味臭	焼酎粕臭

表4 ギ酸を添加した栗焼酎粕中の微生物数の比較
(単位：CFU/g)

区分	区分	微生物数	
		2週目	4週目
乳酸菌	対照区	1.4×10^9	1.9×10^9
	ギ酸区	6.2×10^7	2.9×10^7
好気性菌	対照区	1.5×10^4	2.5×10^2
	ギ酸区	1,000未満	1×10^2
酵母	対照区	1.4×10^6	4.8×10^5
	ギ酸区	8.4×10^4	4.7×10^3
カビ	対照区	0	0
	ギ酸区	0	0
大腸菌群	対照区	0	0
	ギ酸区	0	0

加したのに対し、試験区では大腸菌群数が減少して乳酸菌数は増加し、あわせて軟便の発生が軽減される傾向であった。また、子豚糞便中から優勢に分離された乳酸菌は、試験区及び対照区ともに *Streptococcus alactolyticus* であったが、それ以外に対照区では3~4種類、試験区では3種類の菌が分離された(表5、図9)。

表5 子豚糞便中の微生物数の比較

区分	菌種	菌数		(60日目) 乳酸菌同定
		40日目	60日目	
対照区	大腸菌	1.5×10^2	4.3×10^4	-
	乳酸菌	1.2×10^9	2.9×10^9	<i>Streptococcus alactolyticus</i> 他3~4種
試験区 (60%添加)	大腸菌	9.3×10^5	4.3×10^4	-
	乳酸菌	6.6×10^9	7.1×10^9	<i>Streptococcus alactolyticus</i> 他3種

(単位)大腸菌：CFU/100g、乳酸菌：CFU/g

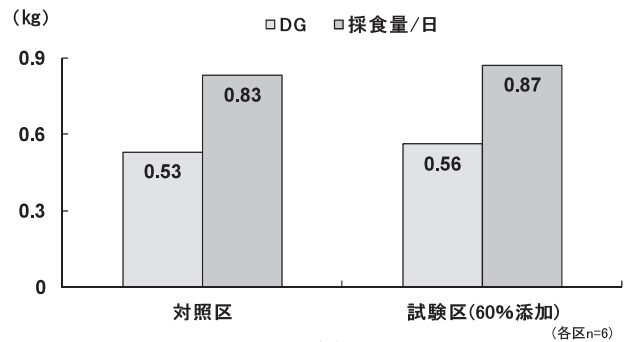


図7 栗焼酎粕給与子豚のDG等

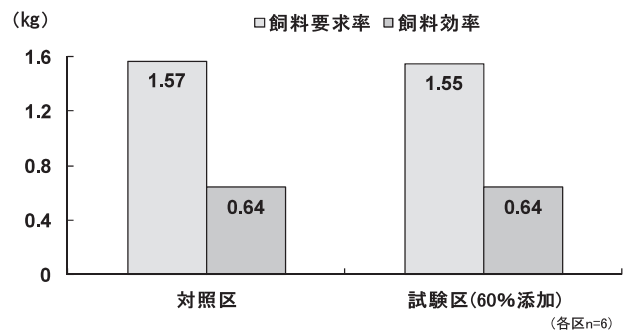


図8 栗焼酎粕給与子豚の飼料要求率等

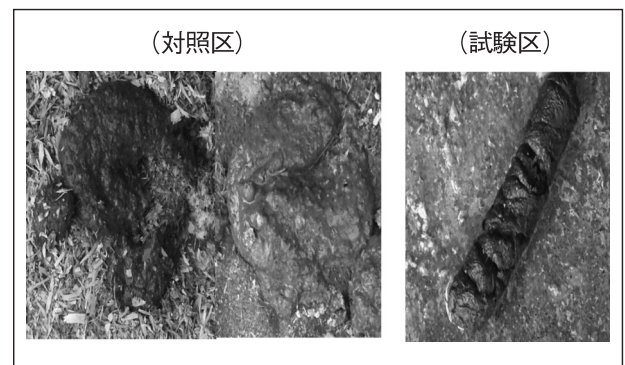


図9 栗焼酎粕給与による子豚糞便の比較

表6 栗焼酎粕給与による費用効果

区分	飼料費			対照区との差額 (円/頭) [A]	労働費			効果費 (円/頭) [A + B]
	採食量 (kg /頭)	単価 (円 /kg)	合計 (円/頭)		単価 (円/日・頭)	短縮 日数 (日)	不要 労働費 (円/頭) [B]	
対照区	120.00	60.00	7,200	—	—	—	—	—
試験区 (30%)	112.91	59.17	6,681	▲519	20	▲2	▲40	▲559
試験区 (60%)	115.58	58.38	6,748	▲452	20	▲2	▲40	▲492

3) なお、栗焼酎粕を配合飼料に対して30%の割合で添加した場合でも、60%の割合で添加した場合とほぼ同様の発育成績や、糞便性状の結果が得られた。しかし、添加割合が80%を超えると、DG、1日当たりの採食量、飼料要求率及び飼料効率が下がり、栗焼酎粕の添加割合は60%程度が上限と判断された。

3 肥育豚への栗焼酎粕給与試験

1) 乳酸発酵させた栗焼酎粕を配合飼料に30～60%添加して給与すると、DG、1日当たりの採食量、飼料要求率及び飼料効率が対照区と比較して同等または上回り、出荷日数が2日間程度短縮されて、約500円/頭の生産費を削減できた(図10、図11、表6)。

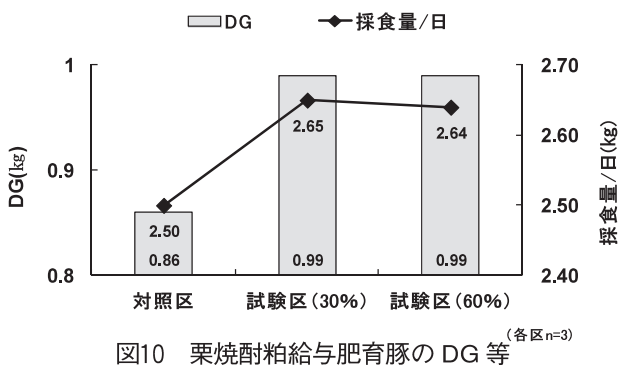


図10 栗焼酎粕給与肥育豚のDG等 (各区n=3)

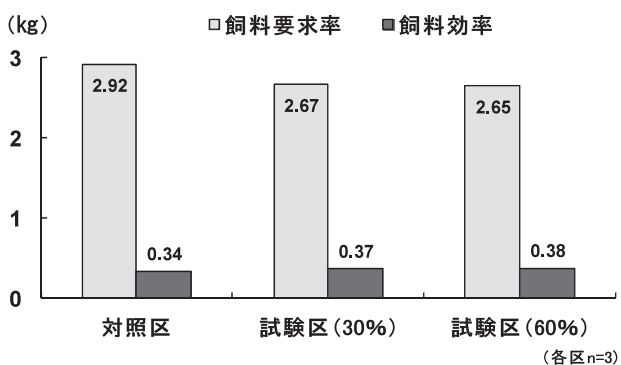


図11 栗焼酎粕給与肥育豚の飼料要求率等 (各区n=3)

なお、栗焼酎粕を配合飼料に対して80%を超えて添加すると、DG、1日当たりの採食量、飼料要求率及び飼料効率が下がり、子豚への給与試験と同様に、添加割合は60%程度が上限と判断された。

2) 栗焼酎粕を給与した豚肉の食味構成要素を分析した結果、旨味や風味等に関する遊離アミノ酸やペプチド量が増加した。また、美味しさと正の相関があるオレイン酸や飽和脂肪酸の増加があり、負の相関があるリノール酸等多価不飽和脂肪酸の減少が認められたほか、赤身中の総脂質の増加が認められた(表7)。

表7 栗焼酎粕給与豚肉の食味構成要素の変動
【比較：無給与豚肉】

旨味	アスパラギン酸	108.0%
	グルタミン酸	108.9%
	グルタミン	124.5%
	アスパラギン	129.5%
	総量	119.3%
甘味	アラニン	117.1%
	リジン	113.5%
風味	イソロイシン	107.5%
	ロイシン	113.0%
	バリン	106.5%
	アルギニン	113.4%
	総量	109.2%
遊離アミノ酸	特定機能性	130.8%
	総量	129.5%
ペプチド	カルノシン	101.8%
	アンセリン	103.0%
一価不飽和脂肪酸	オレイン酸	103.0%
	飽和脂肪酸	102.3%
多価不飽和脂肪酸	バルミチン酸	100.9%
	総量	100.9%
赤身中の総脂質	リノール酸	84.0%
	総量	82.7%
物理特性	破断応力	132.6%
	歯応え	115.9%
	加圧保水力	136.4%
	圧搾肉汁率	100.6%
	圧搾肉汁率	102.6%

3) 一般消費者を対象とした食味アンケート調査(660人)では、栗焼酎粕無給与の豚肉と比較して、半数以上の回答者が栗焼酎粕を給与した豚肉を好む傾向があった(図12)。なお、多くの消費者から、栗焼酎粕を給与した豚肉は脂があっさりしていて美味しいという意見が聞かれた。

注)栗焼酎粕60%給与豚肉と無給与豚肉をホットプレートで加熱して、一般消費者を対象に実施

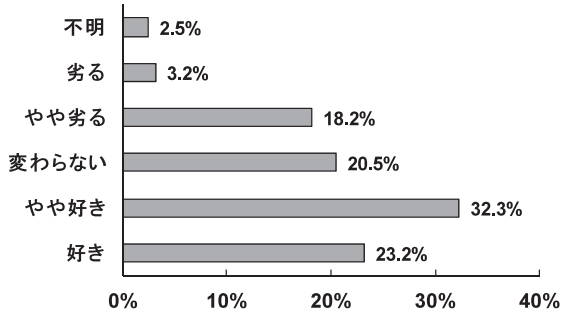


図12 食味アンケート調査結果

4) 市販のパイプや攪拌機等を用いて、自然落下式で貯蔵タンクから給餌器まで栗焼酎粕を供給するシステムが、約9万円(6豚房、搬送距離20m)で作成できた(表8、図13~15)。

表8 栗焼酎粕搬送システム(試算)

- ・貯蔵関連資材一式:5万円程度
(タンク、パレット、固定バンド、排出バルブ等)
 - ・攪拌関連資材一式:3万円程度
(ミキサー、タイマー、固定鉄骨・金具、延長コード等)
 - ・搬送関連資材一式:2万円程度
(配管パイプ、バルブ、ホース、接着剤、固定金具等)
- 合計金額:9万円~(5時間~/人役)

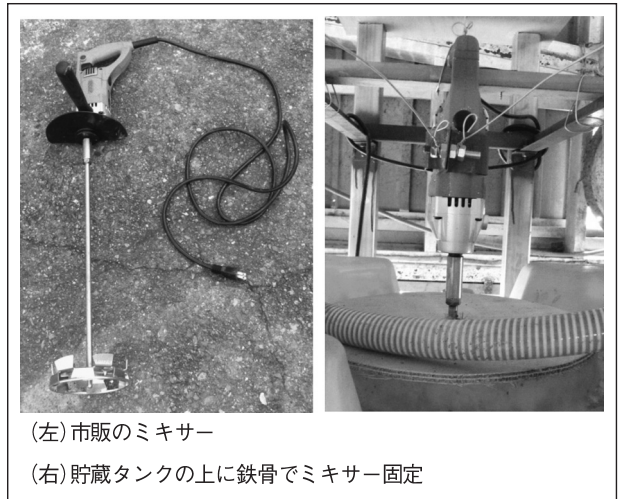
5) 栗焼酎粕中の栄養成分を分析すると、豚の発育に必要な10種類の必須アミノ酸のほか、ビタミン類(葉酸、B6ほか)、ミネラル類(マンガン、マグネシウムほか)や機能性成分のポリフェノールが多く含まれていた(表9)。

6) 平成25年11月19日には、栗焼酎粕を給与して育てた豚肉の料理試食会を開催した(図16)。材料にはロース、カタロース、モモ及びバラの4部位を使用して、和・洋・中華13種類の料理を試作し、養豚農家、酒造関係者、流通関係者や報道機関等を対象にPRを実施した。



(右)1.5mの高さにパレットを積み、貯蔵タンクを設置
(左上)排出バルブ (左下)排出パイプ

図13 栗焼酎粕搬送システム(貯蔵)



(左)市販のミキサー
(右)貯蔵タンクの上に鉄骨でミキサー固定

図14 栗焼酎粕搬送システム(攪拌)



(左上)豚房毎の開閉バルブ (右上)配管パイプ途中に通気口設置
(左下)配管パイプ先にホースを取り付け、各給餌器に注ぎ込む
(右下)豚房毎に伸びた配管パイプ・ホース(全景)

図15 栗焼酎粕搬送システム(搬送)

表9 栗焼酎粕中の栄養成分

栄養成分	充足率(%)				備 考	
	肥育豚		子豚			
	30%給与	60%給与	30%給与	60%給与		
アミノ酸	アルギニン	30.2	60.3	20.1	39.2	必須アミノ酸(10種類)
	リジン	6.6	13.1	3.9	7.5	
	ヒスチジン	11.9	23.8	7.0	13.7	
	フェニルアラニン+チロシン	13.9	27.8	8.2	16.0	
	ロイシン	10.5	20.9	6.2	12.0	
	イソロイシン	10.4	20.8	6.1	11.8	
	メチオニン+シスチン	11.6	23.1	6.9	13.4	
	バリン	10.6	21.2	6.3	12.3	
	スレオニン	9.7	19.3	5.8	11.3	
	トリプトファン	14.3	28.5	8.0	15.6	
ビタミン類	ビタミンB1	17.6	35.2	17.6	34.3	炭水化物の代謝
	ビタミンB2	14.7	29.4	10.7	20.8	代謝
	ビタミンB6	27.6	55.2	22.1	43.1	アミノ酸の代謝
	葉酸	36.2	72.4	35.9	70.0	貧血予防、産子数増加
	パントテン酸	13.9	27.7	11.4	22.2	代謝
ミネラル類	マグネシウム	15.8	31.5	15.9	31.0	代謝
	銅	15.7	31.4	10.5	20.4	発育促進、鉄吸収アップ
	亜鉛	2.5	5.0	1.8	3.5	代謝
	マンガン	72.3	144.6	57.9	112.9	代謝、骨の成長
機能性成分	ポリフェノール	66.0	132.0	41.6	81.1	暑熱ストレス緩和



図16 料理試食会の開催 (H25.11/19)

- 約50名参加：養豚農家、酒造会社、流通関係者ほか
(コース等4部位：和・洋・中13種類のメニューを試作)

考 察

本県産豚肉のブランド化を図るため、県内の酒造メーカーで排出される栗焼酎粕の豚への飼料化を検討した。

その結果、30～60%の添加割合で豚に給与した場合、子豚では嗜好性が良く発育良好で、軟便発生の軽減が期待できた。また肥育豚においては食欲増進及び増体効果があり、生産性向上に伴うコスト削減効果が期待できた。宮崎県畜産試験場が行った、肥育豚に対する乾燥焼酎粕の給与試験において、配合飼料に4%添加した区の成績が一番良好であったとの報告がある。これを乾燥前の液体の状態の量に換算し直すと、約70%の割合で液状の焼酎粕を添加したことになり、今回現場が判断した60%程度までの量が、栗焼酎粕添加の上限であるという基準とほぼ同等であった。

さらに栗焼酎粕を給与した豚肉中には、食味に関連する遊離アミノ酸や脂肪酸組成が良好に変動する傾向が認められた。栗焼酎粕の脂肪酸組成がどんぐりの数値と類似していたことから、栗焼酎粕の給与が、どんぐりを給与して生産されるスペインのイベリコ豚のような、世界一美味しいとの評価がある豚肉の味に、少しでも近づけることを期待している。

一方、栗焼酎粕の一般栄養成分を分析したところ、肉豚肥育用配合飼料と比べて、栗焼酎粕は乾物換算で粗蛋白質や粗脂肪含量が高く、豚に必要な10種類の必須アミノ酸のほか、代謝や発育に関与するビタミン及びミネラル類、夏場の暑熱ストレス緩和に効果のある機能性成分のポリフェノールが多く含まれていた。栗焼酎粕を肥育豚に対し30～60%の添加割合で給与すると、1日あたりの摂取必要量を一定割合で豚が充足できることから、栗焼酎粕は豚用飼料として高い価値を有していると示唆された。

また、焼酎製造が盛んな九州では、焼酎粕を豚の飼料の一部に添加して高品質な豚肉生産を行っているが、腐りやすい焼酎粕の保存性を高めるための手段として、濃縮する技術が主流となっており、余分なコストがかかっている。今回利用した栗焼酎粕も水分含量が約90%と高く、そのまま常温で放置すると腐敗しやすいが、宮崎県畜産試験場等で実施されている保存方法を参考に、一定量の糖蜜と乳酸菌を添加して乳酸発酵させると、酪酸発酵等の劣化もなく、比較的安価で簡単に長期保存できることが確認できた。

なお、乳酸菌製剤を添加する代わりに、先に乳酸発酵させた栗焼酎粕を用いて、継代培養する方法でも長期保存が可能であると確認され、今後農家に普及できる新たな経費削減技術として有効であると考ええる。また、一度継代培養で乳酸発酵させた栗焼酎粕を、繰り返し継代培養に利用しても再び長期保存できることから、本技術の活用性は非常に高いと考える。

なお、今回データは示していないが、これらの保存方法を活用すれば、1年以上でも常温で栗焼酎粕は腐敗することがなく、豚の良好な採食を確認している。ただし、乳酸発酵技術の実施にあたっては、密閉容器を使用することが長期保存をするうえでポイントとなる。

さらに、乳酸発酵させた栗焼酎粕に生存する乳酸菌を同定したところ、その優勢菌は添加した *Lactobacillus rhamnosus* と異なり、栗焼酎粕中に本来存在する *Lactobacillus fermentum* であった。このことから栗焼酎粕の保存性を高めるためには、蒸溜仕立ての栗焼酎粕の乳酸発酵を早急に促して pH を下げ、一般細菌の増殖を抑制する必要がある、そのためにはホモ発酵型乳酸菌を最初に添加して発酵させることが、有効手段であると示唆された。

一方、畜産草地研究所が実施したイモ焼酎粕の保存性改善試験等を参考にして、ギ酸利用による栗焼酎粕の保存技術を検討した。その結果、ギ酸添加により保存した栗焼酎粕でも、豚が採食することを確認したが、ギ酸添加後2週間目に非常に強い粘性が認められ、豚に給与する際には使い難いことがわかった。また、ギ酸は比較的高価なうえに添加量も0.5%までと定められているほか、刺激臭が強いのので取り扱いが難しく危険が伴い、農家への普及技術としては望ましくないと考えられた。なお、ギ酸の添加により発現した強い粘性は、ギ酸の有する高酸度が化学的に物性に関与したものと考えられた。

なお、栗焼酎粕中の微生物検査において、分離された乳酸菌数が、食品の「乳等省令規格」の「発酵乳など」で定められている1,000万個以上/gの規格を超えていたことから、今後プロバイオティクス的な観点からも、豚の健康維持のために利用・応用できる可能性が考えられた。今回検出された *Lactobacillus fermentum* は、一般的に発酵食品等から分離されるヘテロ発酵型乳酸菌として知られているが、温度80℃・pH2の高温・強酸性下でも生存できる特長がある。この耐酸性の特長を活かして、*Lacto-*

bacillus fermentum は胃から腸の中でも生存できることから整腸作用を期待して、すでに乳酸菌製剤として商品化されている。千葉県ではこの乳酸菌製剤を給与して育てた豚肉を、「マーガレットポーク」の名称で販売しており、栗焼酎粕の飼料への利用が、プロバイオティクス利用の観点からも今後期待できると考えられる。実際、これを裏付けるデータとして、子豚の糞便中の乳酸菌数が、栗焼酎粕給与開始2週間後にはすでに試験区で対照区を上回っており、また、肉豚肥育及び子豚育成試験においても、飼料要求率や飼料効率の成績が良好であったことから、栗焼酎粕中の乳酸菌が腸管内における飼料の消化・吸収機序に何らかの関与を及ぼした可能性が示唆された。なお、優勢に分離された酵母の *Saccharomyces cerevisiae* は、一般的な酒醸造用の菌株であり、栗焼酎製造工程における一次仕込みの「もろみ」を作成する際に添加されたもの的一部分と思われた。一方、今回分離されたカビは *Geotrichum* 属の一種と同定されたが、これは焼酎製造の「麴造り」に使用された菌株とは異なる酵母様真菌で、通常加工食品等から分離されて毒素等の産生もないことから、酵母添加の際にマイクロフローラの形で混在していたものと考えられる。

なお、試験区及び対照区の子豚の糞便から優勢に分離された乳酸菌は、豚の腸管から一般的に分離される非病原性の乳酸菌 *Streptococcus alactolyticus* であり、添加資材の *Lactobacillus rhamnosus* や、乳酸発酵させた栗焼酎粕から優勢に分離された *Lactobacillus fermentum* でもなかったことから、これらの菌は糞便中に優位に排出されることなく、腸内に定着して腸内菌叢の一部として、良好に何らかの機能を発現している可能性が示唆された。

また、余談にはなるが、当场で一部太りが悪かったひね豚（175日齢：体重98kg、1日採食量2kg以下）に、翌日から栗焼酎粕を給与してみたところ徐々に採食量が増加し、糞の状態が羊のようなコロコロの形態のものから、健康な普通の便へと変化した。これにあわせて体重も一気に増加し、186日齢になった時点で体重が108kgに増え、無事に出荷することができた。豚の体調や季節によっては、栗焼酎粕の食欲増進・健康回復効果を養豚経営に上手く活用することも有効であると考えられる。

肥育豚の豚肉食味構成要素の分析では、試験区の遊離アミノ酸や脂肪酸組成等の数値が、対照区を上回る傾向がみられ、実際の食味試験においても比較

的良好な評価が得られたことから、今後新たな特色のある豚を作出するうえで、栗焼酎粕の給与は有効であると考えられた。今回、増加傾向がみられたグルタミンは、急性胃腸炎からの回復促進に関与し、また、タウリンについては、血糖値の低下に関与することが知られており、様々な機能性についても今後期待できると思われた。

なお、酒造メーカーで排出されている年間約800tの栗焼酎粕を飼料として利用する場合、対象の肥育豚数に換算して計算すると、30%添加（60kg/頭の栗焼酎粕給与）で13,000頭程度（800,000kg÷60kg）、60%添加（120kg/頭の栗焼酎粕給与）で6,000頭程度（800,000kg÷120kg）の肥育豚に供給できることが判った。これは県内で年間生産される肥育豚（約30,000頭/年）の20～43%分に相当し、本技術が県内養豚農家に普及することになれば、さらに多量の栗焼酎粕が必要になるばかりでなく、栗焼酎の酒造メーカーは今以上に製造・販売量を伸ばすことが可能となり、民間企業の収益増のほか、地域経済の活性化や雇用の創出にもつながると考える。

現在、県内で栗焼酎粕を農家で給与する実証試験が行われており、簡易な搬送ポンプを用いて、貯蔵タンクから給餌器まで栗焼酎粕を供給している。また、佐賀県で100頭の母豚を飼育する(株)池田養豚場では、2,500万円をかけて焼酎粕を搬送するリキッドフィーディングシステムを設置している例もあるが、当场では小規模でありなるべくコストをかけない搬送システムを検討した。今回作成した自然落下式の栗焼酎粕供給システムは、小規模農家向きであり、今後は大規模農家がより利用しやすい、普及に向けた工夫や検討がさらに必要と考える。

今後は栗焼酎粕を給与した豚肉の試験販売を実施するほか、栗以外にも4,000t/年の麦、芋、米等を原材料とした焼酎粕が県内で排出されており、引き続きこれらの飼料化についても検討していく予定である。

謝 辞

本試験に際し、材料提供に協力いただいた(株)無手無冠の山本彰宏会長はじめ関係各位、試験豚の料理試食会の開催において、快く多種類の料理を試作しPRに協力いただいたRKC調理師学校の三谷英子校長はじめ関係各位、栗焼酎粕の給与実証試験に協力いただいた養豚農家各位、また、アンケート調査

にご協力いただいた方々に深謝する。

参考文献

- 1) 堀之内正次郎ほか：肥育豚に対する乾燥焼酎粕給与試験（第1報）、宮崎県畜産試験場研究報告第21号、P57-67、2008
- 2) 堀之内正次郎ほか：肥育豚に対する乾燥焼酎粕給与試験（第2報）、宮崎県畜産試験場研究報告第22号、P60-71、2010
- 3) 堀之内正次郎：焼酎粕をエコフィードとして利用した低コスト豚肉生産、養豚の友2010年3月号、P30-34、2010
- 4) 堀之内正次郎ほか：肥育豚に対する焼酎粕濃縮液給与試験、宮崎県畜産試験場研究報告第23号、P79-92、2011
- 5) 吉田周司ほか：大分県農林水産研究指導センター研究報告・平成21年度試験成績報告書：39、P72-76、2010
- 6) 黒木邦彦ほか：焼酎粕飼料化に関する試験、宮崎県畜産試験場研究報告第21号、P5-8、2008
- 7) 坂代江：納豆が子豚の健康に及ぼす影響、養豚の友2009年4月号、P64-68、2009
- 8) 柏岡静ほか：乾燥オカラ納豆菌の豚に対する投与効果、徳島県畜産研究所研究No 6、P22-27、2006
- 9) 農研機構：ギ酸の添加によるイモ焼酎粕の保存性改善、平成17年度畜産草地研究成果情報、2005
- 10) 菊池潤：アグリフードサポート7月号、P8-9、2011
- 11) 川井田博ほか：系統豚並びに系統間雑種豚の飼育と肉質に関する研究、鹿児島県畜産試験場研究報告第20号、P73-83、1988
- 12) 川井田博ほか：系統豚並びに系統間雑種豚の飼育と肉質に関する研究、鹿児島県畜産試験場研究報告第21号、P59-72、1989
- 13) 川井田博ほか：系統豚並びに系統間雑種豚の飼育と肉質に関する研究、鹿児島県畜産試験場研究報告第22号、P56-67、1990
- 14) 川井田博ほか：液状飼料の合理的な給与システムの確立に関する研究、鹿児島県畜産試験場研究報告第24号、P78-92、1992
- 15) 渡邊洋一郎ほか：食品残さおよび焼酎粕を用いた発酵リキッド飼料の給与が肥育豚に及ぼす影響、鹿児島県農業開発総合センター研究報告(畜産部門)第2号、P27-35、2008

県内焼酎粕の豚飼料化に関する検討

森光智子 吉村 敦

Studies on the Availability of Shochu Lees Produced in Kochi as Feed for Pigs

Tomoko Morimitsu and Atsushi Yoshimura

要 約

県内酒造メーカーから排出される食パン、芋、麦、米の各種焼酎粕の飼料化を検討した。焼酎粕の一般栄養成分を乾物換算で市販の肉豚肥育用配合飼料と比較したところ、全ての焼酎粕で粗蛋白と粗脂肪が高く、食パンと芋では粗灰分の含有量も高く、豚に必要な栄養成分が多く含まれていた。焼酎粕に乳酸菌製剤と糖蜜を添加し乳酸発酵させることで長期保存が可能であった。

配合飼料に各種焼酎粕を60%添加した飼料を肥育豚に給与したところ、発育及び飼料効率良好で飼育日数が2～6日短縮し、319円～933円/頭の生産費を削減できた。

また、各種焼酎粕を給与した豚肉中にはうま味や甘味、特定機能性に関連する遊離アミノ酸や赤身中の総脂質量の増加が確認された。

はじめに

当场では2010～2012に「栗焼酎粕の豚飼料化に関する検討」を行った。その結果、栗焼酎粕の有用性とそれをを用いることにより特産品開発に結びつく可能性が示唆された。

県内の酒造メーカーでは、栗以外の麦・芋・米などを原料とした焼酎も多く製造されているが、蒸留後の焼酎粕の大半（約80%）は産業廃棄物として処理されている。

前試験の結果を踏まえて、栗以外の焼酎粕の飼料化を検討し、県内各地域の実状に応じて、栗・芋・麦・米など様々な焼酎粕を豚に給与することによる、特色豊かな豚肉生産の可能性を探り、新たなブランド豚の開発を視野に入れた試験を行った。

材料及び方法

県内の酒造メーカーから排出される食パン焼酎粕、芋焼酎粕、麦焼酎粕および米焼酎粕（以下食パン、芋、麦、米）を用いた。

1 各種焼酎粕の飼料価値の検討

食パン、芋、麦及び米の焼酎粕の一般栄養成分（粗

蛋白質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分）を分析し、市販の肉豚肥育用配合飼料と比較した。

2 各種焼酎粕の保存方法の検討

各種焼酎粕に糖蜜を1%と乳酸菌製剤を0.0017%添加し、密閉できる容器に入れたものを高温環境下（35℃）で60日間保存した。この保存期間中におけるpHや臭気等の変化について調査を実施した。さらに経費節減を目的に、各焼酎粕に乳酸菌製剤の代わりに乳酸発酵させた焼酎粕を30%と糖蜜は従来どおり1%添加したもの（継代培養）についても同様に品質の変化を確認した。

3 子豚への各種焼酎粕給与試験

乳酸発酵させた食パン、芋、麦および米の焼酎粕を子豚用配合飼料に30%添加した試験区と無添加の対照区を設定し、離乳（21日齢）後から60日齢までの子豚に不断給与し、発育データ等を収集し分析した。また、40日齢と60日齢に糞便を採材し微生物検査（大腸菌群、腸内細菌群、乳酸菌）を実施した。なお、これらの試験について、食パンは2回、芋、米、麦については3回の試験を実施した。

4 肥育豚への各種焼酎粕給与試験

乳酸発酵させた食パン、芋、麦および米の焼酎粕を肉豚用配合飼料に60%添加した試験区と無添加の

対照区を設定し、90日齢から各区の平均体重が100kgに達するまで不断給与し、発育データ等を収集し分析した。なお、これらの試験について、食パン、米、麦は3回、芋については4回の試験を実施した。また、ロース肉の食味調査および食味構成要素の分析を実施した。

結果及び考察

1 各種焼酎粕の飼料価値の検討

各焼酎粕の水分含量は食パン94.8%、麦89.5%、芋95.8%、米95.6%であった。また、一般成分を乾物換算で市販の肉豚肥育用配合飼料と比較したところ、全ての焼酎粕で粗蛋白質と粗脂肪の含量が高く、食パンおよび芋では粗灰分の含量も高かった（図1）。

2 各種焼酎粕の保存方法の検討

食パンと芋の対照区ではpH3.5以上を推移したのに対し糖蜜と乳酸菌を添加した試験区（通常）、それを継代培養した試験区（継代）ではともに腐敗臭を発生することなくpH3.5以下の低い値で推移した。なお、芋の対照区では9～10日目以降で腐敗臭を

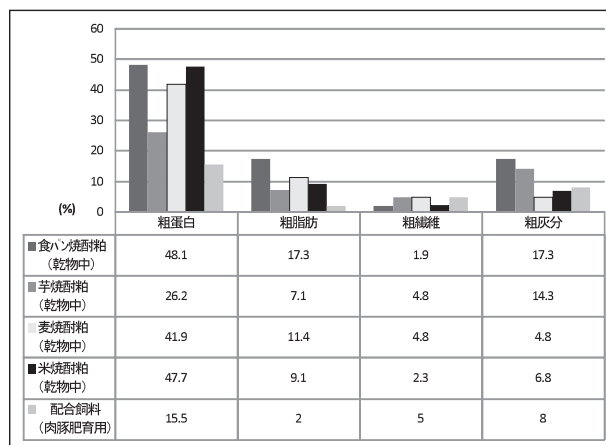


図1 各種焼酎粕と豚配合飼料の成分比較

した。一方、米と麦は対照区、試験区ともにpH3.5以下の低い値で推移したが、試験区では発酵臭がしたのに対し対照区では認められなかった。以上の結果から、全ての焼酎粕において乳酸発酵による長期保存が可能であり、また乳酸菌製剤を使用しない継代培養でも保存が出来ることが確認された（図2）。

3 子豚への各種焼酎粕給与試験

DGおよび1日あたりの採食量については全ての試験区で対照区と同等であった（図3）。

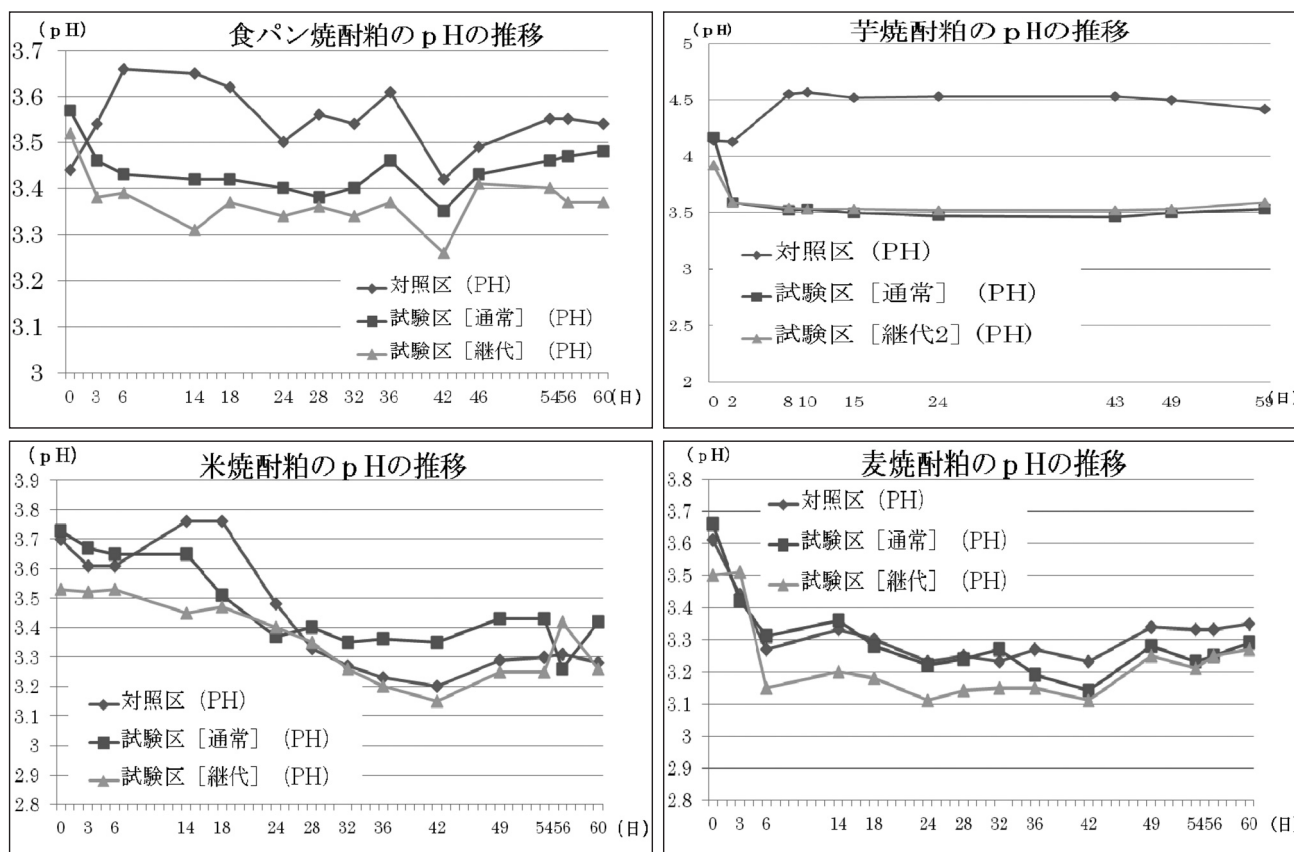


図2 各種焼酎粕のpHの推移

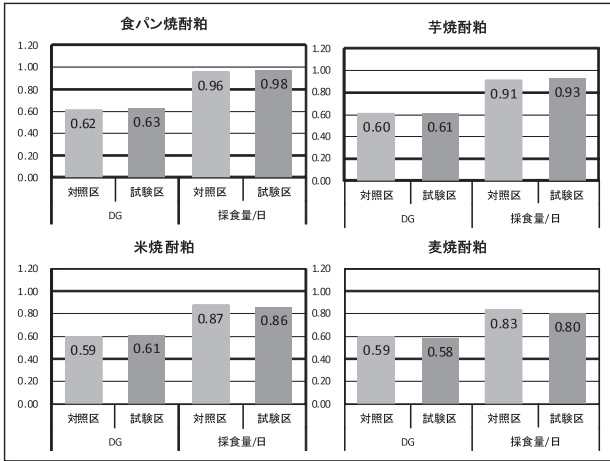


図3 子豚試験のDG採食量の結果

飼料要求率および飼料効率については食パンと米では対照区を試験区がやや上回ったが、その他の焼酎粕では対照区と同等であった(図4)。

糞便中の微生物検査(大腸菌群、腸内細菌群、乳酸菌群)については麦焼酎粕を給与した結果を表1に示す。麦焼酎粕を給与することでの各菌群の増減は確認することは出来なかった。なお、麦焼酎粕以外の焼酎粕についても同様の結果であった。

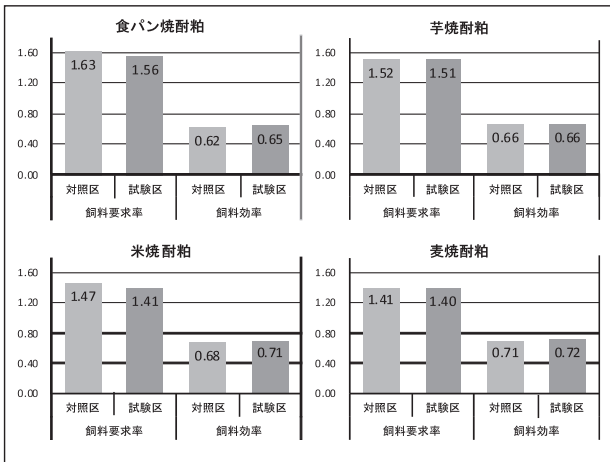


図4 子豚試験の飼料要求率と飼料効率の結果

表1 糞便検査の結果(麦焼酎粕給与)

試験 期間	区分	大腸菌 (CFU/g)		腸内細菌群 (CFU/g)		乳酸菌 (CFU/g)		
		40日齢	60日齢	40日齢	60日齢	40日齢	60日齢	
1 回目	H27.6.25 ~8.3	対照	40.9×10 ⁶	11.0×10 ⁴	42.5×10 ⁶	22.5×10 ⁴	14.3×10 ⁹	10.4×10 ⁹
	試験	65.3×10 ⁶	75.7×10 ⁴	67.3×10 ⁶	10.1×10 ⁵	85.3×10 ⁹	86.7×10 ⁹	
2 回目	H27.7.13 ~8.19	対照	26.2×10 ⁶	16.5×10 ⁷	43.0×10 ⁶	28.4×10 ⁷	55.0×10 ⁸	87.7×10 ⁹
	試験	12.1×10 ⁶	99.0×10 ⁵	11.9×10 ⁶	15.6×10 ⁶	14.4×10 ⁸	79.0×10 ⁹	
3 回目	H27.8.19 ~9.28	対照	15.0×10 ⁴	18.6×10 ⁶	19.0×10 ⁴	26.3×10 ⁶	64.3×10 ⁸	18.7×10 ⁹
	試験	44.5×10 ³	39.5×10 ⁵	12.8×10 ⁴	33×10 ⁵	91.0×10 ⁸	10.9×10 ⁹	

4 肥育豚への各種焼酎粕給与試験

DGについては全ての試験区で、また1日あたりの採食量については麦焼酎粕を除く全ての試験区で対照区を上回った。最も成績の良かった焼酎粕は米で、DGについては0.1Kg、1日あたりの採食量については0.14Kg対照区を上回った(図5)。

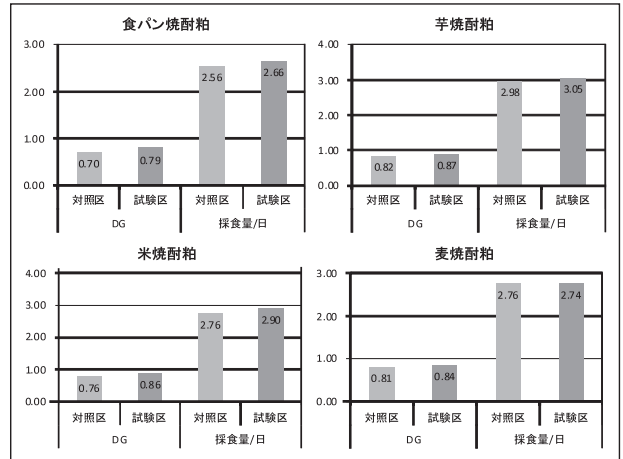


図5 肥育試験のDG、採食量の結果

飼料要求率、飼料効率については全ての試験区で対照区より良好な結果となった。最も成績の良かった焼酎粕は食パンで対照区より飼料要求率は0.3低く、飼料効率は0.02高かった。飼料効率については米も食パンと同値となった(図6)。

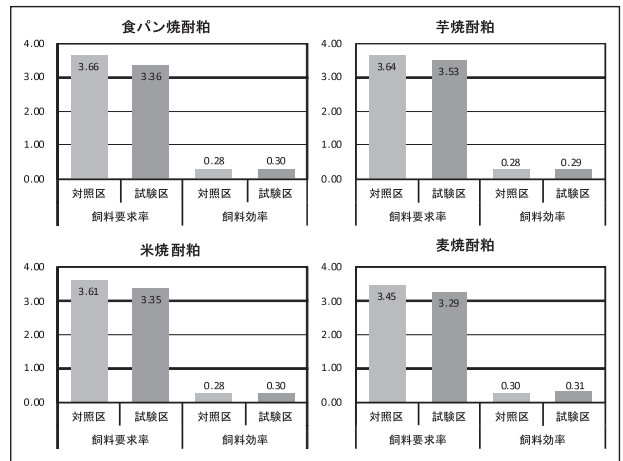


図6 肥育試験の飼料要求率と飼料効率の結果

その結果、40Kg増の換算で出された出荷日数は全ての焼酎粕において短縮された(食パン:6日、芋:3日、米:6日、麦:2日)。良好な飼料要求率、飼料効率と出荷日数の短縮により、1頭あたりの採食量が減少した。それにより、食パンで933円、芋で319円、米で817円、麦で771円の経費削減効果がそれぞれ確認された(表2、表3)。

表2 出荷までの必要日数および採食量

	日数			採食量 (Kg/頭)		
	対照区 (A)	試験区 (B)	短縮日数 (A-B)	対照区 (a)	試験区 (b)	採食量の差 (a-b)
食パン 焼酎粕	58	52	6	146.91	135.76	11.15
芋 焼酎粕	50	47	3	146.57	143.18	3.39
米 焼酎粕	53	47	6	146.04	136.04	10.00
麦 焼酎粕	51	49	2	139.63	133.67	5.95

表3 焼酎粕給与による費用効果

区分	飼料費				労働費			費用効果 (円/頭) (A + B)
	採食量 (Kg/頭)	単価 (円/Kg)	合計 (円/頭)	対照区との差額 (A)	単価 (円/日・頭)	短縮日数 (日)	不要労働費 (B)	
食パン 対照区	146.91	65	9,549	—	—	—	—	—
焼酎粕 試験区	135.76	64.35	8,736	813	20	6	120	933
芋 対照区	146.57	65	9,527	—	—	—	—	—
焼酎粕 試験区	143.18	64.73	9,268	259	20	3	60	319
米 対照区	146.04	65	9,493	—	—	—	—	—
焼酎粕 試験区	136.04	64.66	8,796	697	20	6	120	817
麦 対照区	139.63	65	9,076	—	—	—	—	—
焼酎粕 試験区	133.67	62.43	8,345	731	20	2	40	771

食味調査(食パン：170人、芋：128人、麦：355人、米：208人)では、それぞれ51.2% (食パン)、57.0% (芋)、58.0% (麦)、58.5% (米) の回答者が各焼酎粕を給与した豚肉を好む傾向が確認された。

各焼酎粕を給与した豚肉の食味構成要素を分析した結果、全ての試験区の遊離アミノ酸総量が対照区を上回った。遊離アミノ酸の中でも、うま味(グルタミン)と甘味(アラニン、トレオニン)に関するアミノ酸が全ての試験区において対照区を上回った。また、特定機能性アミノ酸(タウリン)につい

ても全ての試験区において対照区を上回った。一方、脂肪酸組成については全ての試験区で飽和脂肪酸(ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸)の増加と不飽和脂肪酸(多価不飽和脂肪酸：リノール酸、アラキドン酸)の減少が確認された。また、赤身中の総脂質量については、全ての試験区で対照区を上回った(表4、表5)。

以上の結果から、栗焼酎粕ばかりでなく、県内で排出される各種焼酎粕を豚の飼料として有効利用し、特色のある豚肉が生産できる可能性が示唆され

表4 ロース肉の食味構成要素の分析(遊離アミノ酸)

	食パン	芋	麦	米	対照
うま味呈味アミノ酸	31	30	42	47	28
グルタミン酸	4	4	19	19	4
グルタミン	19	18	18	24	16
甘味呈味アミノ酸	33	31	39	39	29
アラニン	13	14	17	17	12
トレオニン	6	5	5	5	4
特定機能性アミノ酸					
タウリン	22	24	21	24	16
遊離アミノ酸総量	124	124	137	146	112

表5 ロース肉の食味構成要素の分析 (脂肪酸組成)

	食パン	芋	麦	米	対照
飽和脂肪酸	40.2	41.1	39.3	40.2	38.8
ミリスチン酸	1.2	1.3	1.3	1.4	1.1
パルミチン酸	25.7	26.2	25.3	26	25
ステアリン酸	13.1	13.2	12.4	12.5	12.2
不飽和脂肪酸	59.6	58.5	60.2	59.5	60.7
リノール酸	5.5	6	5.9	5.8	6.3
アラキドン酸	0.6	1	0.9	0.9	1.1
総脂質(赤身中) g/100g	5.2	3.7	3.3	4.8	2.1

た。ただ、焼酎粕は水分含有量が多いため、配合飼料等他飼料と混合することが難しく、普及に当たっては農家規模に応じた給与システムの検討が必要である。

謝 辞

本試験に際して、材料の提供にご協力頂いた菊水酒造株式会社の関係各位、株式会社すくも酒造の関係各位、またアンケート調査にご協力頂いた方々に深謝する。

参考文献

- 堀之内正次郎ほか：肥育豚に対する乾燥焼酎粕給与試験（第1報）、宮崎県畜産試験場研究報告第21号、P57-67、2008
- 堀之内正次郎ほか：肥育豚に対する乾燥焼酎粕給与試験（第2報）、宮崎県畜産試験場研究報告第22号、P60-71、2010
- 堀之内正次郎：焼酎粕をエコフィードとして利用した低コスト豚肉生産、養豚の友2010年3月号、P30-34、2010
- 堀之内正次郎ほか：肥育豚に対する焼酎粕濃縮液給与試験、宮崎県畜産試験場研究報告第23号、P79-92、2011
- 吉田周司ほか：大分県農林水産研究指導センター研究報告・平成21年度試験成績報告書：39、P72-76、2010
- 黒木邦彦ほか：焼酎粕飼料化に関する試験、宮崎県畜産試験場研究報告第21号、P5-8、2008

高知県畜産試験場研究報告 第19号

平成29年3月1日 印刷

平成29年3月10日 発行

編集兼発行者 **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

印刷所 **西 村 謄 写 堂**

〒780-0901 高知市上町1丁目6-4

電話 088-822-0492
