

# 目 次

## 一般論文

### 【肉用牛】

非破壊果実糖度計を活用したウシ血液生化学分析値の推定

杉野文章・原田昌幸・小野浩 ----- 1

食品廃棄物を用いた機能性成分高含有飼料の製造および牛への給与に関する研究

須 哲也・橋谷薫・松尾麻未・阿萬尚弥・喜田珠光・山本英樹 ----- 6

### 【乳用牛】

地域の未利用資源を活用した発酵TMR給与試験

廣津美和・森弘・井上優子 ----- 13

### 【飼料草地】

イタリアンライグラス「九州3号」系統適応性検定試験

井上優子・黒木邦彦・廣津美和 ----- 17

飼料作物奨励品種選定試験（令和3年度）1. トウモロコシ

井上優子・黒木邦彦・廣津美和 ----- 21

飼料作物奨励品種選定試験（令和3年度）2. ソルガム

井上優子・黒木邦彦・廣津美和 ----- 26

### 【養 豚】

ウインドレス豚舎における分娩豚舎の暑熱対策

岩切正芳・壺岐侑祐・岐本博紀 ----- 29

### 【養 鶏】

暑熱環境下での飼料給与時間帯の違いがみやざき地頭鶏の増体に及ぼす影響

堀之内正次郎・甲斐康孝・加藤さゆり ----- 34

制限給餌量の違いが九州ロードの産卵成績に及ぼす影響

堀之内正次郎・齊藤貴祥・甲斐康孝・加藤さゆり・中山広美 ----- 42

冬期の飼料給与方法の違いがみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響 齊藤貴祥・甲斐康孝・堀之内正次郎	47
<b>【環境衛生】</b>	
「臭気マップ」を用いた畜産農場臭気低減対策の検証(第2報) 三角久志・甲斐敬康・鍋倉弘良・柴田翔平	56
地域資源を活用した環境負荷軽減型配合飼料の効果実証(第2報) 三角久志・甲斐敬康・鍋倉弘良・柴田翔平	65

# 非破壊果実糖度計を活用したウシ血液生化学分析値の推定

杉野 文章・原田 昌幸<sup>1)</sup>・小野 浩<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>千代田電子工業株式会社

Estimation of biochemical analysis values in bovine using non-destructive fruit glucose meter

Fumiaki SUGINO, Masayuki HARADA, Hiroshi ONO

**＜要約＞**非破壊果実糖度計を活用し、ウシ生体から非侵襲的に血液生化学分析値の推定が可能か検証を行った。非破壊果実糖度計から黒毛和種牛の生体に近赤外線を含む白色光を照射、得られた吸収スペクトル値と血液生化学分析値とで重回帰分析を実施し、精度を評価した。その結果、耳部でのBUN推定値、大腿部でのBUN推定値、頸部でのTP推定値、尾部でのTP推定値、大腿部でのTP推定値において高い相関（それぞれ $r=0.764$ 、 $0.714$ 、 $0.710$ 、 $0.732$ 、 $0.714$ ）を示した。このことから、ウシ生体に白色光を照射して得られる吸収スペクトルにより血液生化学分析値の推定が一定程度可能であることが明らかとなった。

近年、乳用牛においては生産性の向上を目的とした代謝プロファイル (Metabolic Profile Test : MPT) が広く普及している。MPT は泌乳ステージ等を考慮し、牛群の一部を抽出、血液生化学分析値やボディ・コンディション・スコア等を調べ、牛群の栄養や健康状態を推定する手法である (笹木ら 1998)。さらに、乳用牛では牛群検定における乳成分値を活用することにより飼料の摂取状況を把握することができる。黒毛和種においても MPT を基にした飼料設計を行うことにより受精卵移植受胎率が向上することが報告され (渡邊ら 2012)、生産性向上対策として期待されている。しかしながら、黒毛和種においては乳用牛の泌乳量や乳成分のように給与飼料が直接生産性に大きく影響を与えることが少ないことや採血に手間および費用がかかるため、MPT は広く普及していない現状である。

そのような中、生体医用光学分野では生体内の光伝播現象の解明とその応用の研究が進められ、パルスオキシメータによる血液中の酸素飽和度測定や糖尿病患者における非侵襲血糖値測定技術等がすでに

実用化されている。農業分野においても近赤外線分光法 (Near Infra-Red Spectroscopy : NIRS) を活用した非破壊での果実糖度、飼料成分値や肉の脂肪含量等の推定技術が開発され、すでに現場で普及している。NIRS は、物質に 800~2,500nm の近赤外光を射出した際の吸収スペクトルを測定し解析を行うことで物質の同定や濃度測定を行う技術である。

本研究では、すでに市販されている NIRS を活用した非破壊果実糖度計を活用し、ウシ生体から非侵襲的に血液生化学分析値の推定が可能か検証したので報告する。

## 試 験 方 法

### 1 材料および方法

場内で飼養している黒毛和種牛延べ 46 頭 (実 40 頭) を供試した。供試牛の内訳は経産牛 39 頭、未経産牛 6 頭、雄子牛 1 頭である。試験では非破壊果実糖度計 (CD-H100 : 千代田電子工業株式会社、図 1) を用い、供試牛の耳、頸部、尾部、大腿部 (図 2) に

近赤外線を含む白色光を照射し、吸収スペクトルを回収した。なお、CD-H100 は近赤外線を含む白色光を照射し、500~1,000nm の範囲を 14 種類の干渉フィルタを用いて分光し、試料の吸収スペクトルを計測する器具となっている。測定は各箇所でも 5 回ずつ実施し、5 回の平均値をその際の吸収スペクトル値とした。さらに、測定の際に頸部静脈から抗凝固剤（ヘパリンナトリウム）添加管で採血を行い、採血後ただちに 3,000rpm、15 分の遠心分離にて血漿を分離した。分離後、富士ドライケム（4000V）で、血糖（Glu）、総コレステロール（T-cho）、血中尿素態窒素（BUN）、総蛋白（TP）、アルブミン（Alb）、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（GOT）、 $\gamma$ -グルタミルトランスぺプチターゼ（GGT）の 7 項目について分析を行った。

統計処理は、CD-H100 から得られた吸収スペクトル値と血液生化学分析値を用い、各部位の吸収スペクトル値を独立変数とした重回帰分析にて検量線を作成し、精度について検証を行った。なお、重回帰分析はおいし果検量線作成ソフト Ver.8（千代田電子工業株式会社）を用いた。なお、おいし果検量線作成ソフト内には R（Ver.3.1.3）がインストールされており、重回帰分析は R で分析される仕組みとなっている。



図1 非破壊果実糖度計（CD-H100）

なお、CD-H100 で測定する波長、測定方法や検定方法の詳細は千代田電子工業株式会社の秘匿情報となるため、本報告では記載しない。



図2 測定箇所

## 結果

表1に供試牛の血液生化学分析値を示した。

今回の試験では、検量線の作成および精度評価を目的としているため、血液生化学分析値にバラツキが出るよう、あえて採血時間や供試牛の給与飼料、飼養環境を固定しなかった。そのため、血液生化学分析値は大きくバラツキが出る結果となった。

表1 血液生化学分析値結果（n=46）

	mean ± SD	max	min
Glu (mg/dL)	67.3 ± 8.9	101.0	47.0
T-cho (mg/dL)	101.5 ± 33.1	181.0	53.0
BUN (mg/dL)	8.1 ± 4.1	18.4	2.5
TP (g/dL)	8.7 ± 0.8	10.7	6.9
Alb (g/dL)	3.5 ± 0.3	4.0	2.7
GOT (IU/L)	69.3 ± 25.6	184.0	43.0
GGT (IU/L)	34.7 ± 28.5	186.0	16.0

図2に分析結果の一例として、耳部におけるBUNの推定値と実測値との関連性を示した。また、図3に耳部からのBUN推定に用いた回帰式における各独立変数の二乗平均平方根誤差（RMSE）を示した。

耳部からBUNを推定した結果については、 $r^2$ は0.5845となり比較的高い数値となった。しかしながら、RMSEが3.567~6.479と高い結果となった。

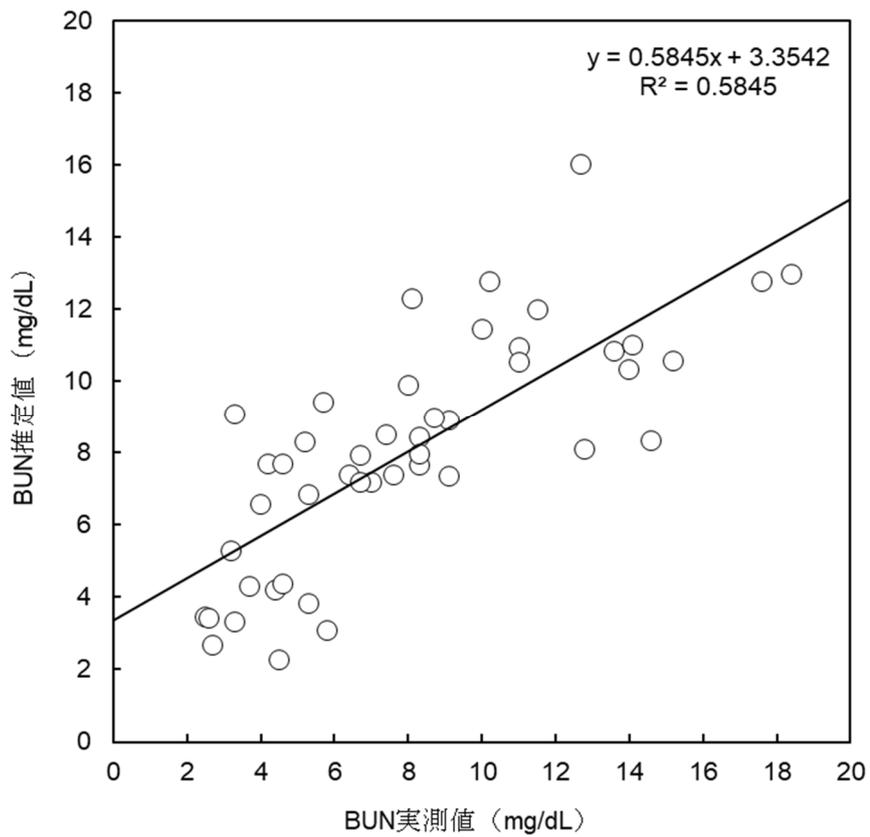


図2 耳部における BUN の推定値と実測値との関係

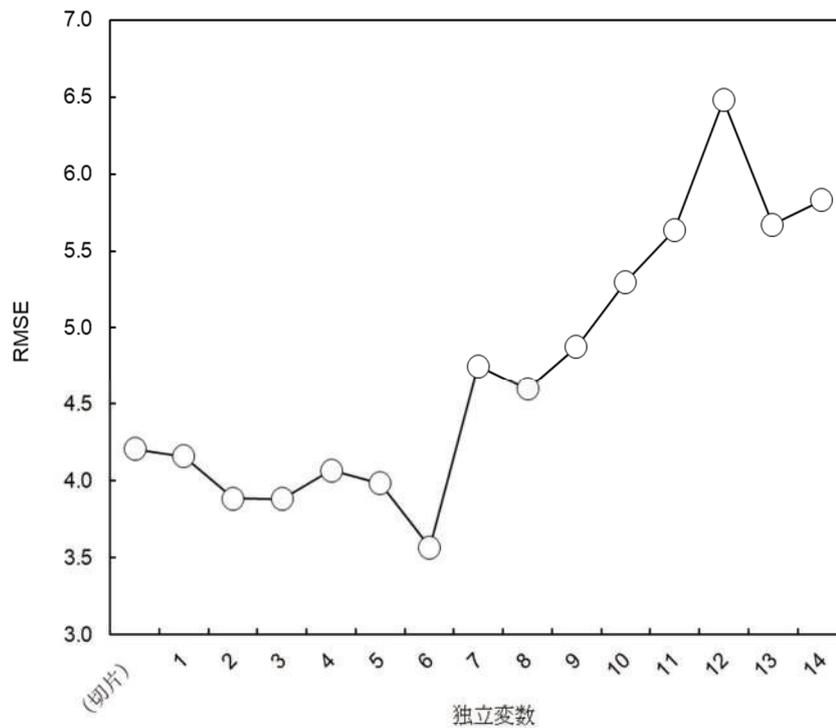


図3 耳部 BUN 推定式における各独立変数の RMSE

表2にCD-H100にて推定した値と血液生化学分析値との関連性を示した。相関係数( $r$ )が最も高かった測定部位および測定項目は耳部でのBUN推定値( $r=0.764$ )であり、最も低かったのが耳部でのGGT推定値( $r=0.422$ )であった。また、相関の強かった( $r \geq 0.7$ )測定部位および測定項目は、耳部でのBUN推定値、大腿部でのBUN推定値、頸部でのTP推定値、尾部でのTP推定値、大腿部でのTP推定値であり、相関係数はそれぞれ0.764、0.714、0.710、0.732、0.714であった。

## 考 察

脂肪や体組織による近赤外線の散乱は吸収よりも10倍以上強いとされるものの(文部科学省2007)、今回の試験においては散乱光を回収するまでの損失が大きく、ほとんどの波長で十分に光量が戻ってこなかった(図4)。そのため照射光の射出方法や測定箇所さらなる工夫が必要と考えられた。しかしながら、BUNやTPといった蛋白質代謝に関わる項目において比較的高い相関係数を得たため、近赤外線分光法を用いることにより、ウシの血液生化学分析値の一定程度の推定は可能であり、今後、実用化が望まれる分野であると考えられた。

表2 各測定部位における推定値と血液生化学分析値の関連性

	Glu	T-cho	BUN	TP	ALB	GOT	GGT
耳部	0.466 (7.882)	0.615 (26.333)	0.764 (2.654)	0.488 (0.706)	0.594 (0.210)	0.422 (23.184)	0.416 (25.900)
頸部	0.625 (6.952)	0.695 (23.779)	0.658 (3.101)	0.710 (0.569)	0.524 (0.222)	0.683 (18.670)	0.600 (22.773)
尾部	0.473 (7.847)	0.558 (27.446)	0.682 (3.009)	0.732 (0.551)	0.550 (0.218)	0.654 (19.340)	0.501 (24.648)
大腿部	0.530 (7.551)	0.533 (27.972)	0.714 (2.882)	0.714 (0.567)	0.654 (0.197)	0.699 (18.292)	0.591 (22.971)

\* 数値は相関係数、()内は標準誤差

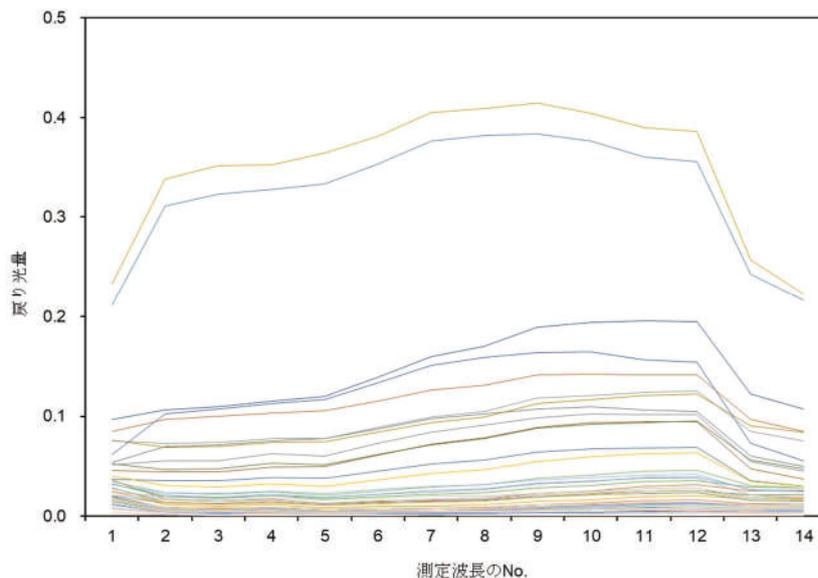


図4 耳部での反射スペクトルの例

## 謝 辞

本試験を実施するにあたり、非破壊果実糖度計（CD-H100）の提供およびご助言・ご指導いただきました千代田電子工業株式会社の 原田 昌幸 様ならびに 小野 浩 様に心より感謝申し上げます。

## 参 考 文 献

- 笹木教隆, 河合隆一郎, 小林修一, 生水誠一, 近藤守人. 1998. 乳牛における胚移植の受胎成績と飼料給与の関係. 日獣会誌 51, 583-587.
- 渡邊貴之, 小西一之, 野口浩正, 大福浩輝, 岡田啓司. 2012. 黒毛和種受胎牛への蛋白質飼料給与が栄養状態と受胎率に及ぼす影響. 産業動物臨床医学雑誌 3(1), 7-12.
- 文部科学省. 2007. 光資源を活用し、創造する科学技術の振興—持続可能な「光の世紀」に向けて—. 文部科学省科学技術・学術政策局. 東京 [引用 2022年3月15日]  
URL:[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/giiyutu/giiyutu3/toushin/07091111.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/giiyutu/giiyutu3/toushin/07091111.htm)

# 食品廃棄物を用いた機能性成分高含有飼料の製造 および牛への給与に関する研究

須崎 哲也・橋谷 薫・松尾 麻未<sup>1)</sup>

阿萬 尚弥<sup>2)</sup>・喜田 珠光<sup>3)</sup>・山本 英樹<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>畜産振興課・<sup>2)</sup>食品開発センター・<sup>3)</sup>衛生環境研究所

## Research on production of feed containing high functional component using food waste and feeding to Bovine

Tetsuya SUZAKI, Kaoru HASHIDANI, Mami MATSUO  
Naoya AMAN, Tamami KIDA, and Hideki YAMAMOTO

**<要約>**食品廃棄物である麦焼酎粕とトウモロコシを混合し、乳酸菌（ML-530、サイマスターAC）、酵素、グルコースを加えることで、保存性が高く、オルニチン、GABA という機能性成分を多く含む乳酸発酵麦焼酎粕飼料を調製できた。さらにこの乳酸発酵麦焼酎粕飼料をイタリアンライグラス乾草と混合することで保存性が高く、オルニチン、GABA も多く含有する TMR を調製することができた。オルニチンや GABA を多く含む乳酸発酵麦焼酎粕を濃厚飼料の代替として 14 日間、黒毛和種雌牛に給与し、増体性や血液性状について調査を行った。その結果、肝機能の改善やストレスの軽減効果は認められなかったものの、嗜好性が高く、健康性や繁殖性に問題がなく、濃厚飼料の代替として利用できることが示された。また乳酸発酵麦焼酎粕とイタリアンライグラス乾草で調製した麦焼酎粕 TMR を 160 日間、黒毛和種雌牛に給与し肥育したところ、嗜好性が高く、増体も問題なく、肥育期間中の疾病の発生もなかったことから、麦焼酎粕 TMR は経産牛肥育において給与飼料として利用できることが示唆された。

## 1 はじめに

牛における濃厚飼料のほとんどは、海外からの輸入飼料に依存しており、飼料自給率は約 28%に止まっている。経営コストに占める飼料費の割合は繁殖牛（子牛生産）で 39%、肥育牛で 30%と高く、飼料費が畜産経営に及ぼす影響は非常に大きい<sup>1)</sup>。最近の社会情勢不安により濃厚飼料の価格は急激に上昇しており、改めて飼料を自給することの重要性が浮き彫りとなっており、地域未利用資源であるエコフィードの利用がますます増えることが考えられる。宮崎県における未利用資源としてまずあげられるのが焼酎粕である。本県の焼酎出荷量は約 13.8 万キロ<sup>2)</sup>で全国 1 位となっており、そのため排出される焼酎粕も約 23 万キロと非常に多い<sup>3)</sup>。しかしながら焼酎粕の畜産農家における飼料利用は限定的であり、一部は産業廃

棄物として有償で処理されている。一方、肉用牛経営を見てみると、飼育環境や飼養管理の不備から、牛がストレスを感じ、また栄養バランスが崩れたりといった事例も多く見受けられ、そのことが生産性低下の原因にもなっている。

宮崎県畜産試験場と宮崎県食品開発センターでは、焼酎粕に糖蜜と市販サイレージ用乳酸菌製剤アクレモコック（販売終了、後継商品はサイマスターAC：雪印種苗（株））を添加して発酵させることで、保存性の高い乳酸発酵焼酎粕飼料を製造できることを過去の研究で明らかにしている<sup>4)</sup>。

また、宮崎県畜産試験場では、乳酸発酵芋焼酎粕を長期間（36 ヶ月間）黒毛和種繁殖雌牛に給与し、繁殖性や血液性状に問題はなく、飼料費の削減が可能であることを過去の研究において示している<sup>5)</sup>。

一方、近年の研究で、食品開発センターが県内焼酎もろみから分離した乳酸菌 ML-530 は、肝機能改善効果があるとされる機能性成分オルニチンを生成し、またストレス緩和効果があるとされる GABA を生成することがわかっている<sup>6)</sup>。

本研究では、従来の乳酸発酵焼酎粕飼料の製造方法に、乳酸菌 ML530 および植物性食品残渣であるトウフ粕の添加を組み込むことで、機能性成分であるオルニチンや GABA を高含有した乳酸発酵飼料を安定して製造し、その乳酸発酵焼酎粕を牛に給与した場合の影響について調査したので報告する。

## 2 材料および方法

### 2-1 麦焼酎粕の乳酸発酵試験

材料は、県内食品メーカーから排出される麦焼酎粕、トウフ粕を用いた。トウフ粕は調製1日前に運搬し、プラスチックサイロの中で乳酸菌を添加し保存性を向上させ<sup>7)</sup>用いた(写真1)。500ℓ容量のポリタンクを用い、表1に示した配合量でポリタンクを6基調製した。ポリタンク内で材料を十分攪拌した後、屋内に静置した(写真2)。定期的に攪拌を行い、調製後0日、1日、2日、3日、7日、14日、21日経過後にサンプリングし、pH、GABA、オルニチンの濃度を測定した。



写真1 トウフ粕に乳酸菌を添加し保存

表1 乳酸発酵麦焼酎粕飼料の原料配合量

区分	食品残渣		乳酸菌		酵素	糖分
原料名	麦焼酎粕	トウフ粕	ML530 培養液	サイマスター ACスプレー	プロテアーゼ	グルコース
配合量	333kg	67kg	2.7L	6.8g	300g	1.1kg



写真2 ポリタンクで乳酸発酵麦焼酎粕飼料を調製

### 2-2 乳酸発酵麦製焼酎粕 TMR の調製

畜産経営体での給与のし易さの観点からロールで TMR を調製した。

表1の配合割合であらかじめ調製した乳酸発酵麦製焼酎と、場内産イタリアンライグラス乾草を1:1(200kg:200kg)の割合でミキサーに投入し十分攪拌した後、細断型ロールペーラでロールに成形、フィルムでラッピングした(写真3)。この作業を繰り返し、7ロットの TMR ロールを調製した。TMR ロールは屋外で保管し、牛へ給与する際に、サンプリングを行った。



写真3 TMR 調製風景

### 2-3 繁殖牛への給与

供試牛は当场繋養の黒毛和種雌牛8頭を用い、試験区(4頭)、対照区(4頭)のクロスオーバーで実施した(令和2年9月17日~令和2年10月28日)。1回の給与期間は馴致期間7日間、試験期間14日間の計21日間で、これを2回繰り返した。表2の飼料成分を基に、給与水準(DM、TDN、CP)が同等となるよう給与飼料設計を行った。給与時のみスタンションで繋養し、飲水、鈣塩は自由採食とした。給与は1日2回(9:00、15:00)に分け、午前は粗飼料のみ、午後は粗飼料に加え濃厚飼料、乳酸発酵麦焼酎粕飼料のいずれかを給与した(表3)。採血は14:00に行い、給与期間開始前(-day1)と給与期間終了後(day13)の2回実施した。

表 2 飼料成分 (現物中:%)

区分	DM	TDN	CP	CF	EE
麦焼酎粕	11.3	7.5	4.6	0.2	0.1
トウモロコシ	22.5	20.5	5.9	3.6	2.6

表 3 給与メニュー (繁殖)

	対照区	試験区
a m	粗飼料 (乾草) 4.0kg	粗飼料 (乾草) 4.0kg
	粗飼料 (サイレージ) 8.0kg	粗飼料 (サイレージ) 8.0kg
p m	濃厚飼料 1.0kg	乳酸発酵焼酎粕飼料 2.5kg
	ミネラル剤 30g	ミネラル剤 30g
	ビタミン剤 20g	ビタミン剤 20g

### 2-4 経産牛肥育

供試牛は当场繁養の黒毛和種雌牛 2 頭 (対照区: 12 歳、試験区: 14 歳) を用い、2-2 の項で調製した TMR を給与した。農家段階で行われる経産牛肥育を参考に、令和 3 年 9 月 22 日~令和 4 年 3 月 1 日の 160 日間肥育した。対照区の乾草 5kg、大豆粕 1kg の代替とし、試験区では麦焼酎粕 TMR10kg を給与した。両区とも 2 週間ごとに濃厚飼料を 1kg 増給し、稲わらを 27 日目から肥育終了まで毎日 2kg 給与した (表 4)。採血を定期的実施し体重は約 1 ヶ月ごとに測定した。

表 4 給与メニュー (経産牛肥育)

試験区分	給与飼料	(単位:kg)		
		day0	day27	day159
対照区	乾草	5	5	5
	稲わら		2	2
	大豆粕	1	1	1
	配合飼料		1	8
試験区	麦焼酎粕TMR	10	10	10
	稲わら		2	2
	配合飼料		1	8

## 3 結果および考察

### 3-1 麦焼酎粕の乳酸発酵試験

麦製焼酎粕を用いて、500 L ポリタンクで調製した際の pH、GABA、オルニチン測定結果を図から図 1、2、3 に示す。なお、Lot.1~3 は 2 日目、Lot.4~6 は 1 日目のサンプリングを行っていないため、分析データには含まれていない。

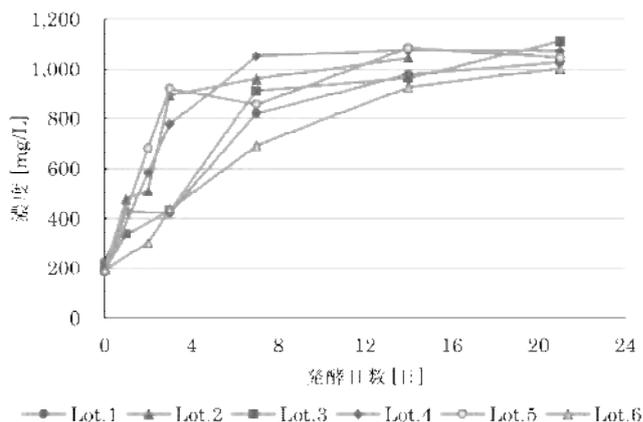


図 1 乳酸発酵麦製焼酎粕飼料の pH 推移

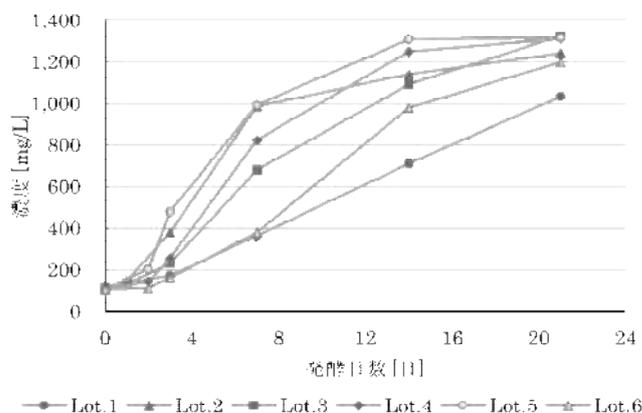


図 2 乳酸発酵麦製焼酎粕飼料の GABA 濃度推移

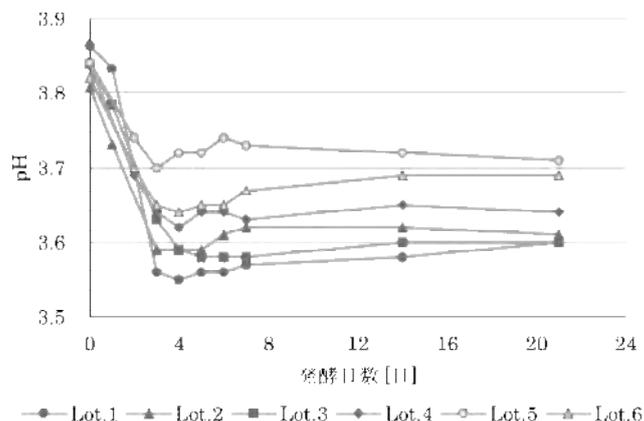


図 3 乳酸発酵麦製焼酎粕飼料のオルニチン濃度推移

全てのロットで pH が発酵開始から 3 日ほどで大きく下がっており、それ以降は pH がほぼ変化しないことが確認できた。また、産生速度に差はあるが全てのロットで GABA は 1,000~1,200 mg/L 程度で、オルニチンは 1,000~1,300 mg/L 産生されて

いた。1ヶ月ほど経過した飼料のpHが変化していないため、保存性も問題ないと考えられる。

### 3-2 乳酸発酵麦製焼酎粕 TMR の調製

今回の TMR 調製で使用した機械はフォークリフト、ミキサー、ローダーバケット2機、ローダークラブ2機、細断型ロールベアラ、ラッピングマシンである。要した人員は6名、作業時間は250分で、TMRロールを27個作製した。ロールの重量の平均は223.9kgであった

(min211kg, max239kg)。

ロットごとの麦焼酎粕 TMR の飼料成分を表5に示す。乾物割合や飼料成分に大きな差は見られず、ばらつきの少ない TMR を調製することができた。

表5 麦焼酎粕 TMR の飼料成分 (現物中:%)

区分	DM	TDN	CP	CF	EE
Lot.1	39.9	23.3	6.8	11.8	1.0
Lot.2	45.5	26.5	7.8	14.0	1.1
Lot.3	45.8	26.7	7.8	13.7	1.2
Lot.4	46.1	27.0	7.6	14.0	1.1
Lot.5	46.6	27.1	8.3	14.0	1.3
Lot.6	47.1	27.5	8.1	14.2	1.2
Lot.7	46.8	27.4	7.6	14.6	1.3

またグルタミン酸, GABA の含有量の測定結果を図4に示す。

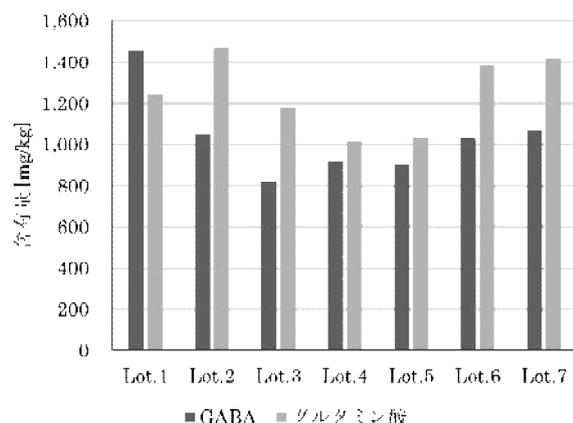


図4 麦製焼酎粕 TMR のグルタミン酸, GABA 含有

飼料 1 kg 中の含有量は, 乾燥飼料 1 kg 中の含有量と乾燥前後の水分率より算出を行い, グルタミン酸が 1,000~1,400 mg, GABA が 800~

1,400 mg であったことから乳酸発酵麦製焼酎粕飼料を TMR 中に混合することで, GABA およびオルニチンが損なわれることなく, TMR を調製できることを確認した。

### 3-3 繁殖牛への給与

給与は粗飼料の上から乳酸発酵麦焼酎粕を振りかけるトップドレスとし, その嗜好性は非常に良好であった。給与前後の体重の推移を図5に示すがいずれの区において有意な差はなかった。表6に血液性状を示す。エネルギー代謝の指標であるトータルコレステロール(T-cho)、グルコース(Glu)、タンパク質代謝の指標であるBUN、両区において有意な差はなかった。牛では濃厚飼料の多給や、飼料中のカビにより肝機能が低下することが知られている。図3で示した通り、乳酸発酵麦焼酎には1,000~1,300mg/1のオルニチンが含まれており、試験区の給与量に換算すると、2,500mg/1程度のオルニチンを1日当たり給与したこととなる。オルニチンは肝機能改善効果があると言われているが、肝機能の指標であるGOT、GGTは両区において有意な差は見られず、乳酸発酵麦焼酎粕給与による肝機能改善効果は認められなかった。

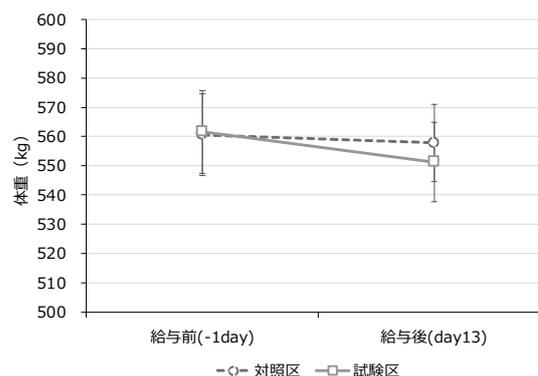


図5 体重の推移 (繁殖牛)

表 6 血液成分

項目	区分	給与前(-1day)		給与後(day13)		p値
T-cho (mg/dL)	対照区	85.0 ±	13.2	85.6 ±	15.9	ns
	試験区	84.1 ±	15.1	76.3 ±	11.8	ns
Glu (mg/dL)	対照区	69.3 ±	4.1	75.0 ±	5.0	ns
	試験区	69.8 ±	8.3	72.3 ±	6.0	ns
BUN (mg/dL)	対照区	6.7 ±	1.5	6.3 ±	1.0	ns
	試験区	6.6 ±	1.9	7.0 ±	2.3	ns
GOT (IU/L)	対照区	66.5 ±	10.7	63.1 ±	15.7	ns
	試験区	63.0 ±	10.8	64.1 ±	13.0	ns
GGT (IU/L)	対照区	28.6 ±	4.5	27.9 ±	4.4	ns
	試験区	29.1 ±	4.9	28.5 ±	5.5	ns

牛は様々なストレス（暑熱、寒冷、密飼い、群れの編成等）を感じると酸化物質を血中に放出し、そのストレスを図る指標の一つにコルチゾール (Cortisol) がある。GABA は様々なストレス軽減効果があると言われている。図 2 で示した通り、乳酸発酵麦焼酎には 1,000~1,200mg/l の GABA が含まれており、試験区の給与量に換算すると、2,000mg/l 程度の GABA を 1 日当たり給与したこととなる。ストレスの指標である Cortisol は両区において有意な差は見られず、乳酸発酵麦焼酎粕給与によるストレス軽減効果は認められなかった (表 7)。

表 7 血液成分

項目	区分	給与前(-1day)		給与後(day13)		p値
Cortisol (ng/ml)	対照区	13.0 ±	7.3	12.6 ±	3.3	ns
	試験区	10.3 ±	2.4	14.0 ±	4.2	ns

### 3-4 経産牛肥育

体重の推移を図 6 に示した。体重の増加は対照区 58kg に対し、試験区は 109kg であった。体重増加率は対照区 7.9%、試験区 15.9%であった。両区とも肥育期間中に疾病等の発生は見られなかった。麦焼酎粕 TMR の嗜好性は非常に高く残飼はほとんど見られなかったが、対照区では乾草の食い残しが見られ、このことが体重増加率の違いにつながったものと考えられる。

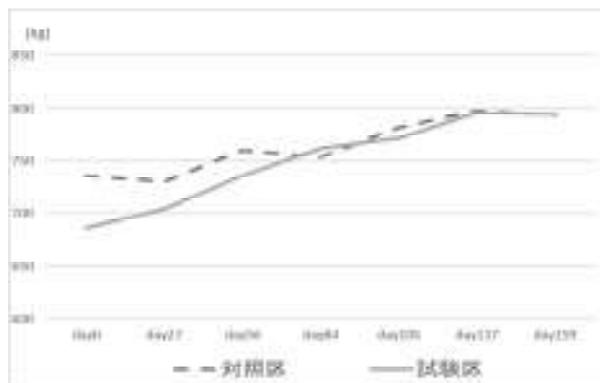


図 6 体重の推移 (経産牛肥育)

エネルギー代謝の指標であるトータルコレステロール (T-cho)、グルコース (Glu)、タンパク質代謝の指標である BUN はいずれの区も同様に推移した (図 7, 8, 9)。

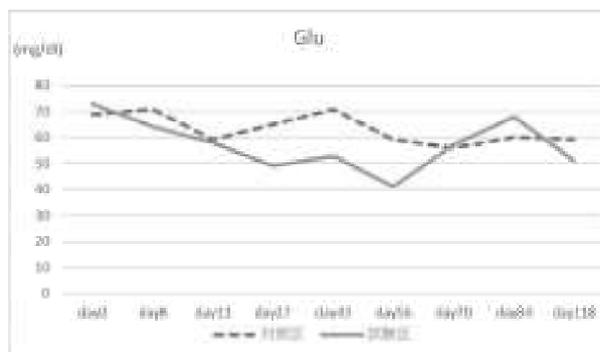


図 7 血中グルコースの推移 (経産牛肥育)

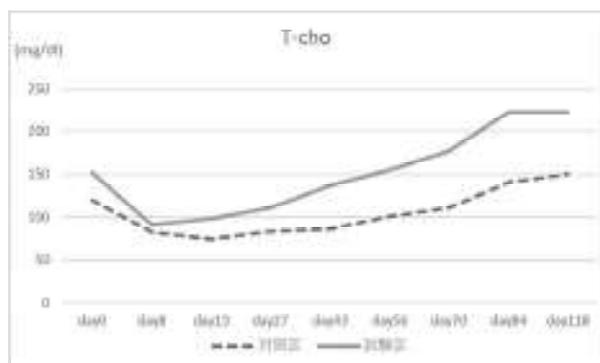


図 8 血中コレステロールの推移 (経産牛肥育)

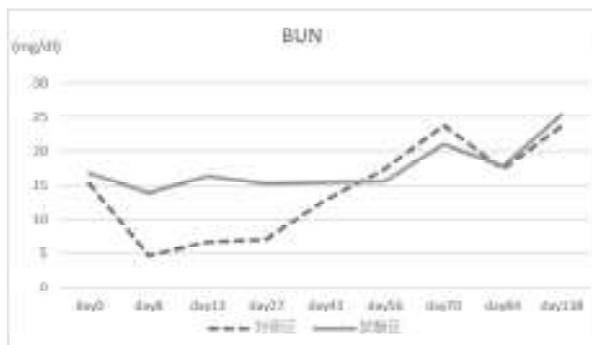


図9 血中BUNの推移（経産牛肥育）

肥育牛では濃厚飼料を多給するため肝機能障害を起こすことが多い。3-2で記述した麦焼酎粕 TMR 中のオルニチン量から換算すると、今回試験区では1日当たり5000mg/1程度のオルニチンを給与したこととなる。オルニチンは肝機能改善効果があると言われているが、肝機能の指標である GOT、GGT は両区において同様に推移したが、麦焼酎粕 TMR 給与による肝機能改善効果についてはn数が少ないため判定できなかった（図10, 11）。

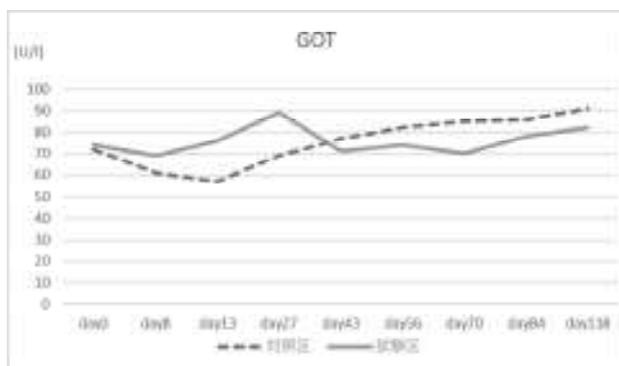


図10 血中GOTの推移（経産牛肥育）

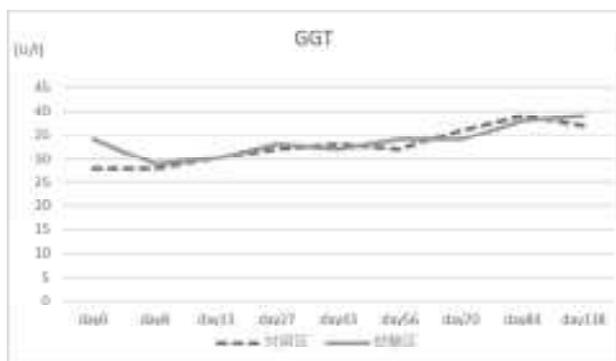


図11 血中GGTの推移（経産牛肥育）

3-2で記述した麦焼酎粕 TMR 中の GABA 含有量から換算すると、今回試験区では1日当たり4,000mg/1程度のGABAを給与したこととなる。今回の肥育試験において、麦焼酎粕 TMR 給与によるストレス軽減効果は判定できなかった（図12）。

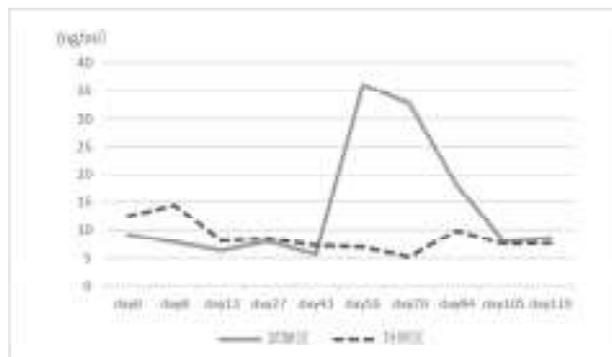


図12 血中コルチゾールの推移（経産牛肥育）

#### 4 まとめ

- 1) 500 L ポリタンクを用いて麦焼酎粕にトウフ粕、乳酸菌（ML530株、市販乳酸菌製剤）、プロテアーゼ、グルコースを混ぜ乳酸発酵させると、機能性成分であるGABAおよびオルニチンが高生産されることが確認でき、常温での保存性についても問題がなかった。
- 2) 乳酸発酵麦焼酎粕飼料をイタリアンライグラス乾草と混合しTMRを調製しても、GABA、オルニチンの機能性成分が失われることなく、機能性成分高含有のTMRが製造できることが確認できた。
- 3) 乳酸発酵麦焼酎粕飼料を黒毛和種雌牛に給与しても、体重変化や血液性状に影響はなく、濃厚飼料の代替として利用できることが確認できた。乳酸発酵麦焼酎粕飼料に含まれるGABAやオルニチンの給与効果については今回の試験では確認できなかったことから、給与量や給与期間について今後検討する必要があると考える。
- 4) 乳酸発酵麦焼酎粕TMRを大豆粕の代替として黒毛和種雌牛を肥育したところ、嗜好性が高く、増体に問題はなく、また肥育期間中の疾病の発生もなかった。麦焼酎粕TMRに含まれるGABAやオルニチンの給与効果について、今回の試験では確認できなかったことから、

n数を増やすとともに給与量や給与期間について今後検討する必要があると考える。

## 5 参考文献

- 1) 農林水産省畜産局飼料課, 消費・農林水産省農水産安全管理課: 飼料を巡る情勢(2022)
- 2) 国税庁課税部酒税課: 単式蒸留焼酎製造業の概況(平成30年度調査分)
- 3) 熊本国税局: 焼酎調査書(令和元年酒造年度)
- 4) 水谷政美, 高山清子, 山本英樹, 加藤聡, 黒木邦彦: 日本醸造協会誌, 106-11, 785-790(2011)
- 5) 加藤聡, 宮谷さゆり, 黒木邦彦, 工藤寛: 宮崎県畜産試験場研究報告, 25, 8-12(2013)
- 6) 水谷政美, 山本英樹, 永野珠光, 藤田依里, 須崎哲也, 松尾麻未: 特許公開 2021-122242
- 7) 森永樹, 水谷政美, 高山清子, 山本英樹, 越智洋, 工藤哲三: 宮崎県工業技術センター・食品開発センター研究報告, 55, 95-100(2010)

# 地域の未利用資源を活用した発酵 TMR 給与試験

廣津 美和・森 弘・井上 優子

Fermentation TMR salary test utilizing resources

Miwa HIROTSU, Hiromu MORI, Yuko INOUE

＜要約＞未利用資源を組み合わせることで発酵 TMR 調整することで、地域にある未利用資源の活用と飼料コスト低減を目的として、ホルスタイン種泌乳中後期牛への乳生産性への影響について調査した結果、乾物摂取量および乳生産性に影響はなく、飼料コスト低減を図ることが可能であることが示唆された。

近年、本県酪農家は、担い手の高齢化や人口減少により、酪農家戸数は平成 24 年度以降年々減少しており、酪農の生産基盤は弱体化している。さらに、近年は異常気象や新型コロナの影響による配合飼料等の高騰により、廃業や経営転換等を考える農家も少なくはない。

当該<sup>1)</sup>をはじめ他県<sup>2)</sup>でも焼酎粕をはじめ、さまざまな未利用資源を活用した発酵 TMR の試験は行われているが、地域内の未利用資源を組み合わせる発酵 TMR の給与については少ない。

そこで、地域内で活用されていない未利用資源等を活用し発酵 TMR を作成し、給与することによりコスト低減を図るとともに、さらに発酵 TMR として給与することにより、日々の飼料管理の省力化が可能となることから、地域未利用資源を活用した発酵 TMR の給与試験を行った。

## 試験方法

### 1 試験方法および試験期間

試験方法は予備期間を 7 日間、本試験 1 期 14 日間の 3 期間としクロスオーバー法 (表 1) で行った。試験期間は、令和 3 年 12 月 2 日～令和 4 年 1 月 12 日に実施した。

表 1 試験区分

牛番号	1 期 12/15～15	2 期 12/16～29	3 期 12/30～1/12
38	対照区	未利用資源区	対照区
52			
39	未利用資源区	対照区	未利用資源区
49			

### 2 供試牛および試験区分

供試牛は、場内で飼養しているホルスタイン種搾乳牛 4 頭を用いた。平均産次数は、 $1.5 \pm 0.5$  産、試験開始時の平均搾乳日数は、 $109 \pm 7.1$  日であった。

試験区分は各牛群 2 頭とし、焼酎粕ととうふ粕を混合した発酵 TMR を給与した区 (以下、未利用資源区) と混合していない区 (以下、対照区) の 2 区で試験を行った。

未利用資源については、麦焼酎粕ととうふ粕を活用し、麦焼酎粕については、都城市の柳田酒造合名会社で減圧蒸留し、その後一度 100 度以上加熱した麦焼酎粕を冷却し保存性を高めるため、乳酸菌発酵させ 1 ヶ月以上保存したものを発酵 TMR の材料として使用した。焼酎粕の乳酸発酵は、40

℃以下になった原料に、乳酸菌（サイマスター SP：雪印種苗）とぶどう糖を添加し乳酸発酵させ保存性を高めた。

またとうふ粕については、都城市の有限会社財部とうふ店より調製当日に排出されたものを使用した。

発酵 TMR の給与においては、調整後約 1.5 ヶ月以上発酵したものを使用した。

発酵 TMR の配合割合、飼料成分および飼料費を表 2 に示した。

配合割合については、焼酎粕やとうふ粕を活用することで、配合飼料や大豆粕等の使用量を低減した。また焼酎粕を利用することで、発酵 TMR 調整時に加水する量の低減が図られた。

飼料成分については、各区の飼料成分が同様になるよう調整を行った。

また飼料費は、未利用資源を活用することで 1 日 1 頭あたり約 100 円程度（令和 4 年 1～3 月飼料価格）のコスト低減を図ることが可能であった。

### 3 調査項目

#### (1) 乾物摂取量

乾物摂取量は本試験 3 期間の各 12～14 日目の午前 9 時と午後 4 時に分けて給与し、各群の残餌を翌日午前 8 時 30 分に回収し重量計測し、各期 3 日間の給与時および残餌計測時の乾物率を乗じたものを差し引き、その期間の乾物摂取量とした。給与飼料および残餌の乾物率については 80℃、24 時間通風乾燥し求めた。

#### (2) 体重、BCS および血液成分

試験牛の体重、BCS および血液成分は、本試験各期間の 14 日目の午後 1 時に測定および採血を行った。

血液成分については、採取後速やかに遠心分離し、血清を用いて富士ドライケムで、グルコース（以下 Glu）、総コレステロール（以下 T-cho）、総タンパク（以下 TP）、尿素窒素（以下 BUN）、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（以下 GOT）、

γ-グルタミルトランスフェラーゼ（以下 GGT）について測定を行った。

#### (3) 乳量および乳成分

乳量については、各試験期間の 12～14 日目における乳量を個体毎に 8 時 30 分と 16 時の 2 回の搾乳時に行い、1 日の乳量とした。

また乳成分については、各試験期間の 12～14 日目における 8 時 30 分の搾乳時に採材し、乳成分とした。なお乳成分の分析はミルコスキャンによる外部委託とした。

### 4 統計処理

乾物摂取量はウェルチの T 検定、その他の項目はスチューデントの T 検定で統計処理を行った。

表 2 配合割合、飼料成分および飼料費

飼料名	対照区	未利用資源区
配合割合（乾物）		
トウモロコシサイレージ	15.1%	15.5%
イタリアンヘイレージ	17.4%	16.5%
配合飼料	27.6%	26.0%
大豆粕	5.9%	0.4%
トウモロコシ圧パン	2.4%	2.4%
ビートパルプ	9.8%	10.1%
マメ科牧草	7.1%	7.2%
イネ科牧草	11.8%	11.3%
炭カル	1.3%	1.2%
リンカル	1.3%	1.2%
ビタミン剤	0.4%	0.4%
とうふ粕	—	3.1%
焼酎粕	—	4.7%
飼料成分		
DM	46.4%	43.1%
CP	15.0%	14.0%
aNDF	43.2%	45.7%
TDN	66.0%	64.0%
飼料費（円/日/頭）	1,671	1,574

## 試験結果

### 1 飼料摂取量

乾物摂取量を図 1 に示した。

乾物摂取量は、対照区が未利用資源区と比較して 1.6kg 多くなる傾向にあったが、各試験区に有意な差はなかった。これは、対照区と比較して未利用資源区においてバラツキが大きかったことが影響したと考えられた。

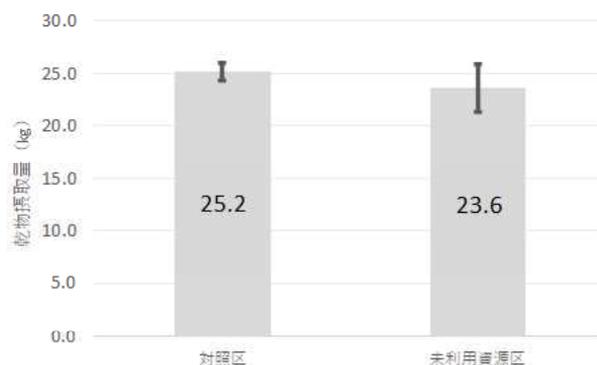


図 1 乾物摂取量

### 2 体重およびBCSの推移

試験期間中の平均体重および BCS の推移を図 2 に示した。

試験期間中の体重は試験牛 1 頭でやや増加傾向にあったが、その他の試験牛については体重および BCS に大きな変化はなかった。

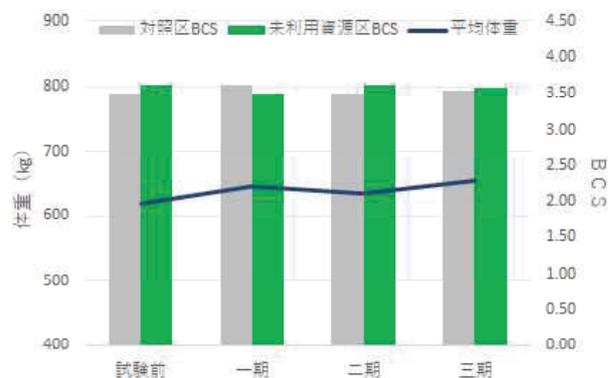


図 2 平均体重および BCS の推移

### 3 血液成分

血液性状を表 3 に示した。

総コレステロールにおいて、対照区 194.2mg/l、未利用資源区で 225.7mg/l と未利用資源区でやや高い傾向にあったが、各性状とも標準値内であり、各区間に有意差はなかった。

また尿素態窒素については、対照区 12.8mg/l、未利用資源区で 10.9mg/l と対照区で高い傾向であった。

その他の血液成分についてもほぼ正常値の範囲

内で、各区間に有意差はなかった。

表 3 血液性状

	対照区	未利用資源区
グルコース*	69.8 ± 2.5	72.5 ± 4.3
総コレステロール*	194.2 ± 30.8	225.7 ± 42.6
総タンパク**	7.0 ± 0.6	7.2 ± 0.4
尿素窒素*	12.8 ± 2.7	10.9 ± 2.3
GOT***	78.0 ± 8.4	85.0 ± 17.3
GGT***	38.2 ± 5.0	40.0 ± 3.2

\*: mg/l, \*\*: g/dl, \*\*\*: U/l

#### 4 乳量および乳成分

乳量を図 3、乳成分を表 4 に示した。

乳量は、対照区 27.3kg、未利用資源区 26.8kg となり、各区間に差は見られなかった。

乳成分においても、各区に有意差は見られなかった。

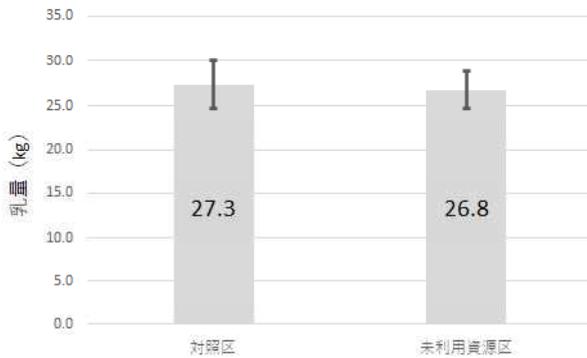


図 3 乳量

表 4 乳成分

	対照区	未利用資源区
乳脂肪率 (%)	3.69 ± 0.61	3.58 ± 0.52
乳蛋白率 (%)	3.31 ± 0.27	3.26 ± 0.32
無脂固形率 (%)	8.70 ± 0.48	8.48 ± 0.64
全固形率 (%)	12.39 ± 0.97	12.06 ± 1.04
MUN (mg/dl)	11.97 ± 1.39	12.98 ± 1.59

#### 考 察

この試験は、地域 TMR センター設置に向けた取り組みとして、各地域で利用できる未利用資源を

組み合わせて発酵 TMR 調整することで、地域にある未利用資源の活用と飼料コスト低減を目的に試験を行った。

飼料価格の高騰が続いている中、地域 TMR センター設置に向けてコスト低減を図る上で未利用資源を組み合わせて利用することが想定されたことから、今回は焼酎粕ととうふ粕を組み合わせての試験を行い、泌乳中後期搾乳牛への給与では乾物摂取量や乳生産性については差が見られなかった。

以上の結果から、地域の未利用資源を組み合わせて活用することで搾乳中後期牛の乳生産性に問題なく利用することが可能であり、飼料コストの低減を図ることができることが示唆された。

しかし、今後地域の TMR センターでの利用については、地域内の未利用資源の活用と、年間の TMR の原料となる未利用資源の量や質の安定的供給について十分検討した上で活用する必要であると感じた。

#### 謝 辞

今回の未利用資源を活用した発酵 TMR の給与試験を実施するにあたり、原料を提供いただいた都城市の柳田酒造合名会社の柳田代表や有限会社財部とうふ店に感謝いたしますとともに、未利用資源の保存性について、御教授していただきました宮崎県食品開発センター応用微生物部の方々に感謝申し上げます。

#### 参 考 文 献

- 1) 西村慶子,東政則,中原高士,宮崎県畜産試験場研究報告第 23 号 P13-16,平成 22 年 12 月.
- 2) 布野秀忠,坂本洋一,安田康明,島根県立畜産技術センター研究報告.41 号:1-5、2010.
- 3) 山下大司,大坪利豪,佐賀県農林水産部農業研究センター研究成果情報,平成 29 年度.

# イタリアンライグラス「九州3号」系統適応性検定試験

井上優子・黒木邦彦・廣津美和

## The Selection of Suprior Italian Ryegrass Strains

Yuko INOUE, Kunihiko KUROKI, Miwa HIROTSU

＜要約＞農研機構で育成したイタリアンライグラス極早生系統「九州3号」の九州南部における適応性を評価するため比較試験を実施した結果、1番草、再生草共に標準品種を上回る成績が確認された。

イタリアンライグラスは本県の重要な牧草であり、多くの品種が使用され、新品種の開発も行われている。

農研機構で育成された超極早生いもち病耐病性系統「九州3号」について、本県における適応性を検討するため試験を行った。

## 試験方法

### 1 試験地

宮崎県畜産試験場第1号ほ場（黒色火山灰土壌）

### 2 供試品種（表1）

供試系統：「九州3号」

標準品種：「シワスアオバ」

比較品種：「Kyushu1」、「ヤヨイワセ」

### 3 播種日（表1）

令和3年9月21日

### 4 播種法（表1）

条播

### 5 播種量

1.5 kg/10 a

表1 供試品種、播種法、播種期、刈り取り期

品種	反復	播種日	播種方法	刈取時期		
				1番草	2番草	3番草
九州3号	3	9/21	条播	12/6	3/23	5/2
シワスアオバ	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Kyushu 1	〃	〃	〃	〃	〃	〃
ヤヨイワセ	〃	〃	〃	〃	〃	〃

### 6 試験区

1区4.5m<sup>2</sup>（3m×条間0.3m×5条）とし、乱塊法による4反復で実施した。収量調査の際は、他品種の影響を除外するため、試験区の両端2条および前後1.0mを除いた1.8m<sup>2</sup>（2m×0.3m×3条）を調査した。

### 7 施肥

基肥として、牛糞堆肥を令和3年7月15日に、尿素を令和3年9月9日に全面散布した。追肥はそれぞれ発芽後、刈り取り後にNK2号を条間散布した（表2）。施肥量は以下の通り。

(1) 基肥 (kg/a)

牛糞堆肥 300、尿素(N46%) 1.0

(2) 追肥 (kg/a)

NK2号(N16% K16%) 3.1

### 8 管理作業

播種直後に鎮圧を行った。

生育期間中、ほ場周りに防獣網を設置した。  
なお、手取り除草、中耕は行わなかった。

## 9 刈取期 (表1)

刈り取り調査は供試品種の出穂期に行った。  
3番草は雨の影響で調査が遅れ、結実期での調査となった。調査日は以下の通り。

1番草：令和3年12月6日

2番草：令和4年3月23日

3番草：令和4年5月2日

## 10 調査方法

牧草およびえん麦系統適応性検定試験実施要領に準じて行った。

表2 施肥

肥料名	施肥日 月/日	施用量 (kg/a)	要素量(kg/a)			方法
			N	P2O	K2O	
牛ふん堆肥	7/15	300	0.5	0.9	1.5	全面散布
尿素	9/9	1.0	0.5	-	-	全面散布
基肥 合計			1.0	0.9	1.5	
追肥(NK2号)	11/5	3.1	0.5	-	0.5	条間散布
追肥(NK2号)	12/7	3.1	0.5	-	0.5	条間散布
追肥(NK2号)	3/23	3.1	0.5	-	0.5	条間散布
合計			2.0	0.9	2.5	

## 試験結果

全体的に生育は良好であった。総収量は生草収量では「ヤヨイワセ」、乾物収量では「Kyushu1」が供試品種の中で最も多収で、「九州3号」は標準品種の「シラスアオバ」よりも多収であった(表3)。

表3 系統適応性検定試験供試品種総収量

系統名	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)
九州3号	7580.9	1164.5
シラスアオバ	6032.4	964.8
Kyushu 1	8338.5	1303.8
ヤヨイワセ	8577.4	1201.0

## (1) 1番草

1番草は年内の調査であったため、「九州3号」と「シラスアオバ」は出穂期前期、「Kyushu1」と「ヤヨイワセ」は出穂前での調査となり、乾物中の硝酸態窒素濃度が高かった(表4)。

「九州3号」は発芽・初期生育共に良好で、生育期間を通していもち病は見られなかった。生育初期に「シラスアオバ」でいもち病が見られ、生育が遅れたが、11月に入ると草勢は良くなった。「九州3号」と「シラスアオバ」は年内の出穂が確認された(表5)。

生草収量は「ヤヨイワセ」が最も多く、「九州3号」は標準品種より多かった。乾物収量は「九州3号」が供試品種の中で最も多かった(表6)。

「九州3号」の栄養成分は、調査時の出穂割合が低く、生育期間の気温が低かった影響で、乾物中の粗タンパク質含有割合が他品種に比べ低い傾向を示したものの標準値を大きく上回った。また、乾物中のTDN含有割合は他品種と同程度であった。(図1、2)

表4 乾物中の硝酸態窒素濃度

	九州3号	シラスアオバ	Kyushu 1	ヤヨイワセ
1番草	0.286	0.306	0.311	0.353
2番草	0.045	0.055	0.091	0.060
3番草	0.020	0.030	0.027	0.012

表5 1番草生育調査

系統名	発芽良否 *	初期生育 *	出穂始 月日	草丈 cm	倒伏 **	病害 **	出穂程度 **
九州3号	4.0	9.0	11/11	84.6	1.5	1.5	7.8
シラスアオバ	3.6	7.4	11/16	77.0	1.0	2.3	7.3
Kyushu 1	4.5	7.9	未出穂	74.7	1.0	1.0	1.3
ヤヨイワセ	3.9	7.4	未出穂	74.3	1.0	1.0	1.0

\*極良9-1極不良  
\*\* 甚9-1無

表6 1番草収量調査

系統名	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	刈取熟期
九州3号	2320.1	309.9	13.4	出穂期
シラスアオバ	1511.4	223.1	14.8	出穂期
Kyushu 1	2304.5	284.8	12.4	未出穂
ヤヨイワセ	2379.6	287.2	12.1	未出穂

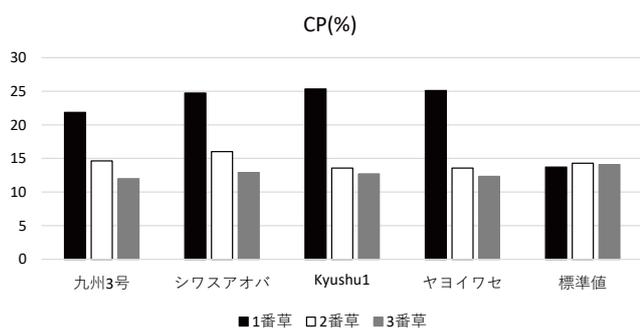


図1 乾物中粗タンパク質含有割合

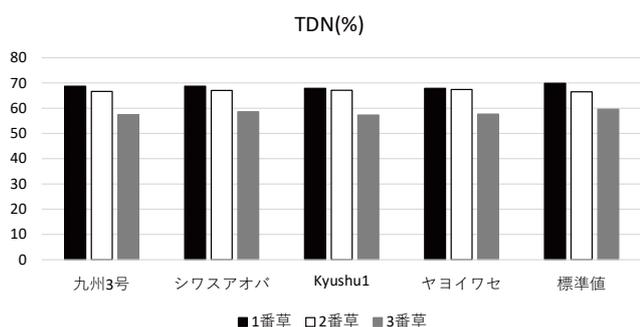


図2 乾物中TDN含有割合

(2) 2番草

2番草は、「九州3号」と「Kyushu1」の草勢が特に良好であった(表7)。

生草収量は「ヤヨイワセ」が最も多く、乾物収量は「Kyushu1」が最も多かった。「九州3号」は、生草収量、乾物収量共に標準品種より多収であった(表8)。

「九州3号」の栄養成分については他品種と同程度であった(図1、2)。

表7 2番草生育調査

系統名	再生草草勢	出穂始 月日	草丈 cm	倒伏	病害	出穂程度
九州3号	9.0	3/1	105.2	1.0	1.0	6.0
シワスアオバ	7.4	2/28	87.2	2.8	1.0	6.3
Kyushu 1	8.9	3/8	109.2	2.8	1.0	5.3
ヤヨイワセ	8.7	3/10	109.6	2.5	1.0	4.3

\*極良9-1極不良  
\*\* 甚9-1無

表8 2番草収量調査

系統名	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	刈取熟期
九州3号	3746.8	557.4	14.9	出穂期
シワスアオバ	3090.7	451.7	14.6	出穂期
Kyushu 1	4238.0	682.1	16.2	出穂期
ヤヨイワセ	4360.2	550.6	12.6	出穂期

(3) 3番草

2番草の刈り取り後、約2週間で出穂を確認した。刈取前に降雨が続いたため結実期での収量調査となり、倒伏が多く見られた。また、生育期間中に気温の高い日が続き、すべての品種で病害が認められた(表9)。

生草収量、乾物収量共に「ヤヨイワセ」が最も多く、「九州3号」は、生草収量、乾物収量共に標準品種より多収であった(表10)。

刈り取り調査が遅れた影響により、すべての品種で乾物中の粗タンパク質含有割合が標準値を下回ったが、TDN含有割合は標準値と同程度であった(図1、2)。

表9 3番草生育調査

系統名	再生草草勢	出穂始 月日	草丈 cm	倒伏	病害	出穂程度
九州3号	9.0	4/11	90.8	6.3	1.8	9.0
シワスアオバ	6.3	4/9	83.8	6.3	2.3	9.0
Kyushu 1	9.0	4/11	101.8	6.0	1.5	9.0
ヤヨイワセ	8.1	4/11	98.9	5.8	1.8	9.0

\*極良9-1極不良  
\*\* 甚9-1無

表10 3番草収量調査

系統名	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	刈取熟期
九州3号	1514.0	297.2	19.6	結実期
シワスアオバ	1430.3	290.0	20.3	結実期
Kyushu 1	1796.0	336.9	18.6	結実期
ヤヨイワセ	1837.6	363.2	19.8	結実期

## 総 合 評 価

「九州3号」は9月播種、年内刈りが可能であり、1番草、再生草共に標準品種を上回る成績が確認された。

## 参 考 文 献

牧草およびえん麦系統適応性検定試験実施要領

# 飼料作物奨励品種選定試験（令和3年度）

## 1. トウモロコシ

井上優子・黒木邦彦・廣津美和

### Selection Test of Recommended Varieties of Forage Crops

#### 1. Corn

Yuko INOUE, Kunihiko KUROKI, Miwa HIROTSU

＜要約＞本県に適した飼料作物奨励品種を選定するため、既奨励品種を標準品種として、今後、有望と見込まれるトウモロコシの各市販品種について、比較試験を実施した。その結果「パイオニア118日」、「スノーデント110」、「パイオニア130日」が、生育性や収量性に優れ、新たに県奨励品種として指定された。

本県で生産されている多くの自給粗飼料の中でも、特に適応性が高い飼料用トウモロコシについては、県の奨励品種として指定し、現場での普及を進めている。品種による収穫差は極めて大きいため、本試験では国内で市販されている品種のうち、有望視されている品種について本県における適応性を調査し、3カ年の試験結果をもとに、奨励品種への指定を検討する。

## 試験方法

### 1 試験地

宮崎県畜産試験場第2号ほ場（黒色火山灰土壌）

### 2 供試品種（表1）

#### (1) 早播きトウモロコシ

標準品種：ゴールドデントKD671（KD671）

供試品種：パイオニア118日（P2088）

スノーデント110（LG30500）

パイオニアP1204（P1204）

ロイヤルデントTX1334（TX1334）

スノーデント115（LG31.588）

#### (2) 遅播きトウモロコシ

標準品種：スノーデントおとは（PI2008）

供試品種：サイレージコーンNS129スーパー（KE1671A）

パイオニア130日（P3898）

ゴールドデントKD777NEW（KD777NEW）

### 3 播種日（表1）

#### (1) 早播きトウモロコシ

令和3年4月6日

#### (2) 遅播きトウモロコシ

令和3年5月7日

### 4 播種法（表1）

条間0.75 m、株間0.2 m 2粒点播1本仕立て

### 5 試験区

1区12 m<sup>2</sup>（条間0.75 m×株間0.2 m×4条）とし、乱塊法による3反復制で実施した。収量調査の際は、他品種の影響を除外するため、試験区の両端2条および前後1.0 mを除いた3

m<sup>2</sup> (1.5 m×1.0 m×2条) を調査した。

通り。

## 6 施肥

基肥として、牛糞堆肥を令和3年3月11日に、尿素、ようりん、苦土石灰を令和3年3月24日に全面散布した。追肥はそれぞれ発芽後に、NK2号を条間散布した(表2)。施肥量は以下の

(1) 基肥 (kg/a)

牛糞堆肥 300、ようりん 6、  
苦土石灰 15、尿素 0.8

(2) 追肥 (kg/a)

NK2号 0.7

表1 共試品種、播種法、播種期

系統名	流通名	CRM (注1)	取扱 業者	継続年数 (注2)	播種 月日	株間	反復	刈取 月日	備考
KD671	ゴールドデントKD671	117	カネコ	3*	4/6	20cm	3	7/28	標準・宮崎県奨励品種
P2088	パイオニア118日	118	パイオニア	3	〃	〃	〃	〃	
LG30500	スノーデント110	110	雪印	3	〃	〃	〃	〃	
P1204	パイオニアP1204	110	パイオニア	2	〃	〃	〃	〃	
TX1334	ロイヤルデントTX1334	115	タキイ	2	〃	〃	〃	〃	
LG31.588	スノーデント115	115	雪印	1	〃	〃	〃	〃	
PI2088	スノーデントおとは	127	雪印	3*	5/7	20cm	3	8/23	標準・宮崎県奨励品種
KE1671A	サイレージコンNS129スーパー	129	カネコ	3	〃	〃	〃	〃	
P3898	パイオニア130日	130	パイオニア	3	〃	〃	〃	〃	
KD777NEW	ゴールドデントKD777NEW	127	カネコ	2	〃	〃	〃	〃	

注1) comparative relative maturity (相対熟度)、種子カタログ記載値

注2) 継続年数は今年を含み、\*は今回以外の過去に供試したことがある品種

表2 施肥

肥料名	施肥日 月/日	施用量 (kg/a)	要素量(kg/a)				方法
			N	P2O	K2O	MgO	
牛ふん堆肥	3/11	300	0.5	0.9	1.5	-	全面散布
苦土石灰	3/24	15	-	-	-	0.4	全面散布
ようりん	3/24	6	-	1.2	-	0.7	全面散布
尿素	3/24	0.8	0.4	-	-	-	全面散布
基肥 合計			0.9	2.1	1.5	1.1	
追肥(NK2号)	発芽後	0.7	0.1		0.1		条間散布
合計			1.0	2.1	1.7	1.1	

## 7 管理作業

播種直後に鎮圧し、同日、播種後にゲザノンゴールド(250 mL/100 L/10 a) を散布した。

播種後4週間、防鳥網を設置した。また、発芽後に間引きを行った。ツマジロクサヨトウ被害のため令和3年6月11日にパダン(1000倍

30 L/10 a) 散布を行った。

なお、生育期間中の除草は手取り除草を行い、中耕は行わなかった。

## 8 調査日(表1)

(1) 早播きトウモロコシ

令和3年7月28日

(2) 遅播きトウモロコシ  
令和3年8月23日

「パイオニア118日（P2088）」は生草収量、乾物収量ともに供試品種中で2番目に多く、ごま葉枯病が比較的少なかった。

9 調査方法

宮崎県飼料作物奨励品種調査要領に準じて行った。

「スノーデント110（LG30500）」は、初期生育が2番目に悪く、他品種よりも病害が多く見られたが、稈長が最も高かった。

試験結果

「パイオニアP1204（P1204）」は、稈長が供試品種中で最も低かったが、乾物収量は最も多く、着雌穂高が最も低かった。

1 早播きトウモロコシ（表3、4、図1、2）

早播きトウモロコシは全体的に生育は良好であった。

「ロイヤルデントTX1334（TX1334）」は、稈長が2番目に低く、乾物収量も2番目に少なかったが、着雌穂高は2番目に低かった。

「ゴールドデントKD671（KD671）」は、初期生育が良好で、稈径は最も大きかったが、着雌穂高が最も高かった。

「スノーデント115（LG31.588）」は、稈長、稈径が2番目に高かったが、生草収量は2番目に少なかった。

表3 早播きトウモロコシ生育調査

系統名	発芽期 月日	発芽良否 *	初期生育 *	雄穂開花期 月日	絹糸抽出期 月日	稈長 cm	着雌穂高 cm	稈径 mm	倒伏 %	折損 %	虫害 %	病害**		
												ごま葉枯	根腐	南方さび
KD671	4/15	9.0	8.9	6/25	6/28	243.3	101.6	20.3	0.0	0.5	5.0	2.0	1.0	1.3
P2088	4/15	9.0	7.9	6/28	6/28	242.6	88.1	19.6	0.0	0.2	6.0	2.0	1.0	1.7
LG30500	4/14	9.0	8.4	6/24	6/28	250.6	83.2	17.0	0.0	0.8	5.0	3.0	1.0	2.3
P1204	4/15	9.0	8.9	6/23	6/23	212.5	74.9	19.5	0.0	0.3	4.0	3.0	1.0	2.0
TX1334	4/14	9.0	8.8	6/23	6/28	220.9	75.8	19.8	0.0	0.9	3.0	3.0	1.0	1.3
LG31.588	4/15	9.0	9.0	6/22	6/26	229.3	80.1	19.8	0.0	0.6	5.0	2.0	1.0	2.0

\*極良9-1極不良

\*\* 甚9-1無

表4 早播きトウモロコシ収量調査

系統名	生草収量			乾物収量			乾物率 %	刈取熟期
	茎葉	雌穂	合計	茎葉	雌穂	合計		
	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a		
KD671	338.2	146.3	484.4	78.1	71.3	149.3	30.9	黄熟期(初)
P2088	304.9	163.9	468.7	74.1	77.2	151.3	32.3	黄熟期(中)
LG30500	260.8	152.7	413.6	61.6	76.8	138.4	33.5	黄熟期(中)
P1204	292.3	165.2	457.5	75.8	83.7	159.4	34.9	黄熟期(中)
TX1334	293.7	151.9	445.7	71.4	74.3	145.7	32.6	黄熟期(後)
LG31.588	280.9	159.5	440.3	72.1	73.8	145.9	33.2	黄熟期(後)

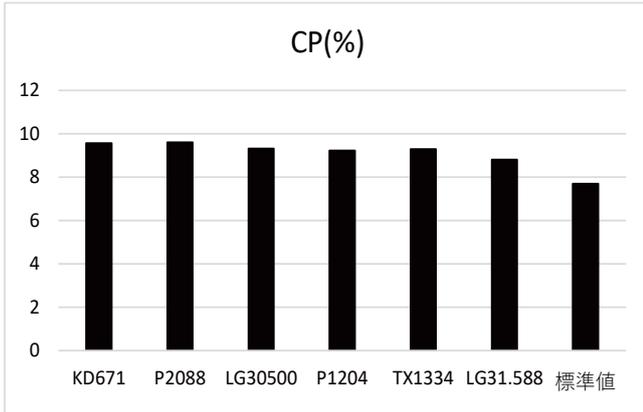


図1. 早播きトウモロコシ乾物中CP含有量

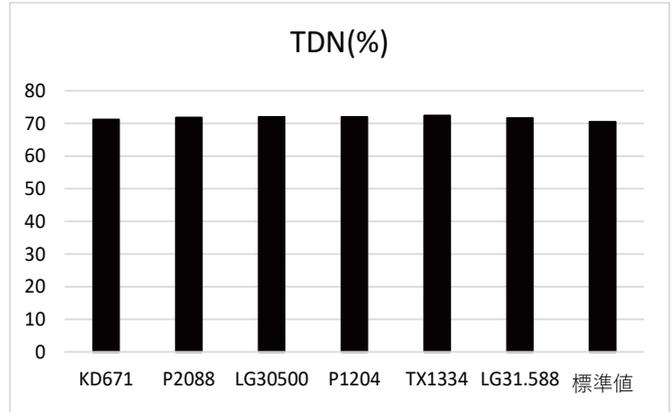


図2. 早播きトウモロコシ乾物中TDN含有量

2 遅播きトウモロコシ(表5、6、図3、4、5)

遅播きトウモロコシは全体的に生育は良好であったが、黄熟期に「サイレージコーンNS129スーパー」で根腐病が見られた。

「スノーデントおとは (PI2008)」は、稈径が最も小さかったが、さび病被害が比較的少なく、生草収量、乾物収量ともに2番目に多かった。

「サイレージコーンNS129スーパー (KE1671A)」は、根腐病の被害が大きく、生草収量、

乾物収量ともに最も少なかったが、稈径が最も大きかった。

「パイオニア130日 (P3898)」は、生草収量、乾物収量ともに供試品種中で最も多く、稈長も高かったが、着雌穂高が最も高かった。

「ゴールドデントKD777NEW (KD777NEW)」は、乾物収量が2番目に少なく、稈長も2番目に低かった。ごま葉枯病が多く見られたが、根腐病は見られなかった。

表5 遅播きトウモロコシ生育調査

系統名	発芽期 月日	発芽良否 *	初期生育 *	雄穂開花期 月日	絹糸抽出期 月日	稈長 cm	着雌穂高 cm	稈径 mm	倒伏 %	折損 %	虫害 %	病害**		
												ごま葉枯	根腐	南方さび
PI2008	5/13	9.0	8.2	7/23	7/26	239.2	111.6	19.4	0.0	0.0	2.0	3.2	1.0	1.0
KE1671A	5/13	9.0	8.8	7/17	7/18	224.1	100.6	22.1	0.0	0.0	2.0	3.2	9.0	1.7
P3898	5/13	9.0	9.0	7/26	7/28	258.2	134.8	21.8	0.0	0.0	2.0	2.2	1.0	1.3
KD777	5/13	9.0	8.3	7/16	7/18	233.4	109.4	21.4	0.0	0.0	2.0	3.8	1.0	1.7

\*極良9-1極不良

\*\* 甚9-1無

表6 遅播きトウモロコシ収量調査

系統名	生草収量			乾物収量			乾物率 %	刈取熟期
	茎葉	雌穂	合計	茎葉	雌穂	合計		
	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a		
PI2008	401.7	136.3	538.0	106.4	62.8	169.2	31.4	黄熟期
KE1671A	319.5	141.3	460.8	87.2	65.6	152.8	33.3	黄熟期
P3898	532.6	153.9	686.5	170.6	54.7	225.3	32.8	乳熟期
KD777	349.5	150.8	500.3	86.7	78.2	164.9	33.0	糊熟期

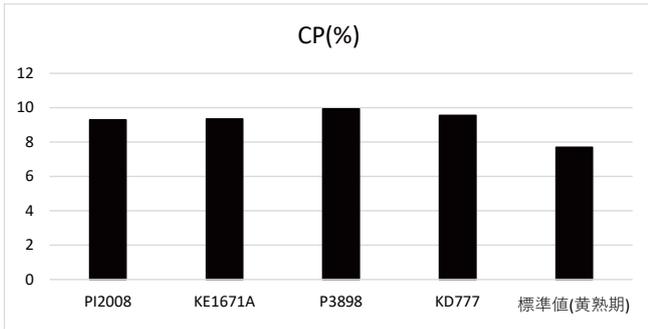


図3. 遅播きトウモロコシ乾物中CP含有量

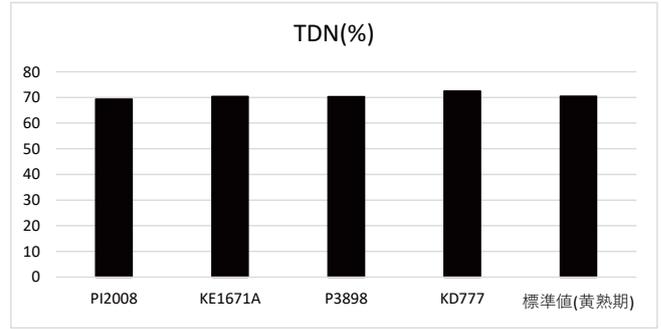


図4. 遅播きトウモロコシ乾物中TDN含有量



図5 サイレージコーンNS129スーパー（KE1671A）で見られた根腐病（右）

## 総合評価

3カ年の品種比較試験の結果から、良好な成績が確認された「パイオニア118日（P2088）」、「スノーデント110（LG30500）」、「パイオニア130日（P3898）」が新たな本県の飼料作物奨励品種に指定された。

## 参考文献

宮崎県飼料作物奨励品種調査要領

## 飼料作物奨励品種選定試験 (令和3年度)

## 2. ソルガム

井上優子・黒木邦彦・廣津美和

## Selection Test of Recommended Varieties of Forage Crops

## 2. Sorghum

Yuko INOUE, Kunihiko KUROKI, Miwa HIROTSU

〈要約〉本県に適した飼料作物奨励品種を選定するため、既奨励品種を標準品種として、今後、有望と見込まれるソルガムの各市販品種について、比較試験を実施したが、3カ年の試験実績がないため、奨励品種としての評価は行わなかった。

本県で生産されている多くの自給粗飼料の中でも、特に適応性が高いソルガムについては、県の奨励品種として指定し、現場での普及を進めている。品種による収穫差は極めて大きいため、本試験では国内で市販されている品種のうち、有望視されている品種について本県における適応性を調査し、3カ年の試験結果をもとに、奨励品種への指定を検討する。

## 試 験 方 法

## 1 試験地

宮崎県畜産試験場第2号ほ場 (黒色火山灰土壌)

## 2 供試品種 (表1)

標準品種: ハイグレンソルゴー

供試品種: TDNソルゴー後継品種 (KCS118)

ハイブリッドソルゴー (JG-H18)

## 3 播種日 (表1)

令和3年5月10日に播種を行ったが、播種後に降雨が続き、発芽不良が見られたため令和3年6月8日に再播種を行った。

## 4 播種量 (表1)

2 kg/10 a

## 5 播種法 (表1)

条播

## 6 試験区

1区12 m<sup>2</sup> (4 m×条間0.75 m×4条) とし、乱塊法による3反復制で実施した。収量調査の際は、他品種の影響を除外するため、試験区の両端2条および前後1.0 mを除いた3 m<sup>2</sup> (1.5 m×1.0 m×2条) を調査した。

## 7 施肥

基肥として、牛糞堆肥を令和3年3月11日に、尿素、ようりん、苦土石灰を令和3年3月24日に全面散布した。追肥はそれぞれ発芽後、刈り取り後にNK2号を条間散布した (表2)。施肥量は以下の通り。

(1) 基肥 (kg/a)

牛糞堆肥 300、ようりん 6、

苦土石灰 15、尿素 0.8

(2) 追肥 (kg/a)

NK2号 2.1

表1 供試品種、播種法、播種期

系統名	流通名	取扱	継続年数 (今年含む)	反復	播種日	播種方法	刈取時期	備考
	ハイグレンソルゴー	雪印	1	3	6/8	条播	9/22	標準・ 宮崎県奨励品種
KCS118	TDNソルゴー後継品種	カネコ	2	〃	〃	〃	〃	
JG-H18	ハイブリッドソルゴー	日本緑農	1	〃	〃	〃	〃	

表2 施肥

肥料名	施肥日 月/日	施用量 (kg/a)	要素量(kg/a)				方法
			N	P2O	K2O	MgO	
牛ふん堆肥	3/11	300	0.5	0.9	1.5		全面散布
苦土石灰	3/24	15				0.4	全面散布
よりん	3/24	6		1.2		0.7	全面散布
尿素	3/24	0.8	0.4				全面散布
基肥 合計			0.9	2.1	1.5	1.1	
追肥(NK2号)	7/12	2.1	0.3		0.3		条間散布
追肥(NK2号)	9/22	2.1	0.3		0.3		条間散布
合計			1.6	2.1	2.2	1.1	

## 8 管理作業

播種直後に鎮圧し、同日、播種後にゲザノソールド(250 mL/水100 L/10 a)を散布した。播種後4週間、防鳥網を設置した。

なお、生育期間中の除草は手取り除草を行い、中耕は行わなかった。

## 9 刈取期（表1）

1番草の調査を令和3年9月22日に行った。再播種および雨の影響で1番草の調査が遅れ、気温の低下が早かったために再生草が出穂せず、再生草の調査は行わなかった。

## 10 調査方法

宮崎県飼料作物奨励品種調査要領に準じて行った。

レンソルゴー」で紫斑点病が見られた。

「ハイグレンソルゴー」は、播種直後の長雨により紫斑点病が見られた。桿長が最も高く、生草収量が最も多かった。

「TDNソルゴー後継品種」は、生草収量、乾物収量共に他品種よりも多く、紫斑点病は見られなかった。

「JGハイブリッドソルゴー」は、紫斑点病は見られず、稈径が最も大きく、乾物収量が最も多かった。

## 総合評価

供試品種の中に3カ年の品種比較試験を行った品種がなかったため、新たに本県の飼料作物奨励品種に指定された品種はなかった。

## 試験結果

試験の結果を表3、表4、図1、図2にそれぞれ示した。播種後に降雨が長く続き、「ハイグ

## 参考文献

宮崎県飼料作物奨励品種調査要領

表3 生育調査

系統名	発芽期 月日	発芽良否 *	初期生育 *	出穂期 月日	稈長 cm	穂長 cm	稈径 mm	茎数 本/m <sup>2</sup>	倒伏 %	病害**		
										紫斑点	ひょう紋	条斑細菌
ハイグレンソルゴー	6/14	8.0	9.0	8/23	204.9	18.5	10.6	32.9	2.7	8.0	1.0	1.0
KCS118	6/14	8.0	8.1	8/23	196.1	20.0	11.1	30.9	2.3	1.0	1.0	1.0
JG-H18	6/14	9.0	8.2	8/23	201.4	20.4	11.3	37.8	1.7	1.0	1.0	1.0

\*極良9-1極不良

\*\* 甚9-1無

表4 収量調査

系統名	生草収量(kg/a)			乾物収量(kg/a)			乾物率 (%)	刈取熟期
	合計	茎葉	穂	合計	茎葉	穂		
ハイグレンソルゴー	536.0	517.5	18.5	110.3	97.0	13.3	20.5	糊熟期
KCS118	458.0	446.4	11.6	110.2	102.2	8.0	24.0	糊熟期
JG-H18	477.0	465.9	11.1	110.5	102.9	7.6	23.2	糊熟期

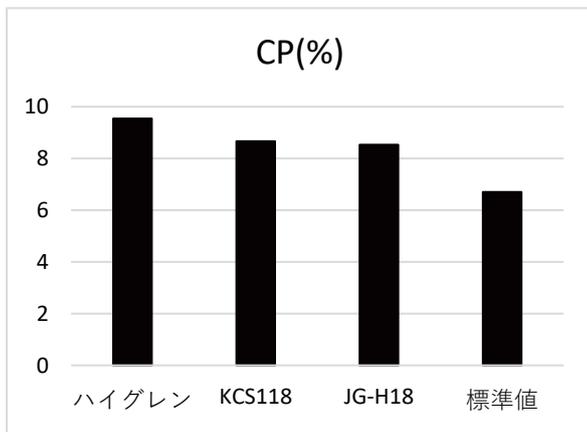


図1. 乾物中CP含有量

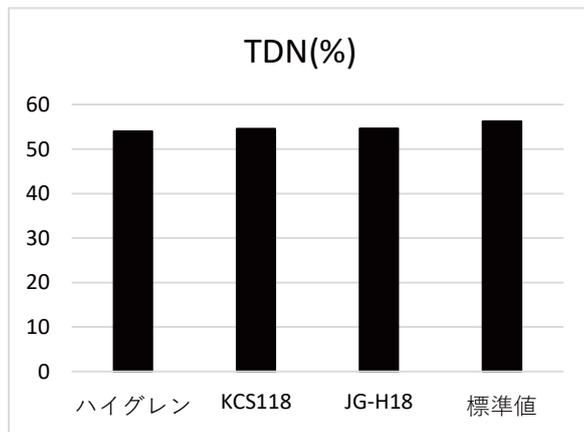


図2. 乾物注TDN含有量

## ウインドレス豚舎における分娩豚舎の暑熱対策

岩切 正芳・壺岐 侑祐・岐本 博紀

Preventive methods against the Summer high temperature in the Windless Birth piggery

Masayoshi IWAKIRI, Yusuke IKI, Hironori KIMOTO

＜要約＞分娩豚舎の暑熱対策を強化するため、クーリングパッドの外側に寒冷紗を設置し、豚舎内の排気口側上部に扇風機を取り付けて冷気が豚舎全体に行き渡るようにした。この暑熱対策強化では、外気温が高くなるほど豚舎温度の上昇を抑える効果が見られた。分娩前1週間で豚舎の最高温度が29°Cを超える日は一部の母豚に残餌が発生し、分娩後の繁殖成績に悪影響を及ぼす傾向が見られた。分娩室移動直後からの暑熱対策が重要であると考えられた。

分娩豚舎は一般に陰圧式のウインドレス豚舎が多く、換気扇により豚舎内の空気を調節している。夏期は他の豚舎と違い、哺乳子豚がいるため母豚に直接風をあてたり水をかけることが難しいため、分娩室通路の壁にクーリングパッドを設置し、外気を冷やし豚舎内の温度上昇を抑えていることが多い。しかし、外気温が高くなり過ぎると豚舎内も高温になって母豚の飼料摂取量が減少するなどの悪影響をもたらしている（曾根 1995）。

豚舎外壁を暑熱資材を用いて被覆することで一定の暑熱効果が認められた報告がある（森 2014）。そこで、分娩豚舎の暑熱対策を強化するため、クーリングパッドの外側に寒冷紗を設置して日中の高温や強い日差しを防ぎ、さらに豚舎内の排気口側上部に扇風機を取り付けて豚舎内空気の流れを循環することで豚舎温度を低下させる試験を実施した。

式ウインドレス分娩豚舎で試験を行った。試験豚舎には、北側面にクーリングパッドが6カ所、南側面にファンバンク4カ所に換気扇が12台あり、屋根はガルバリウム鋼板加工を施している。図1のように東西2つの分娩室に分かれているが、母豚数の関係で西側の30頭収容（15豚房×2列）のみを試験に用いた。

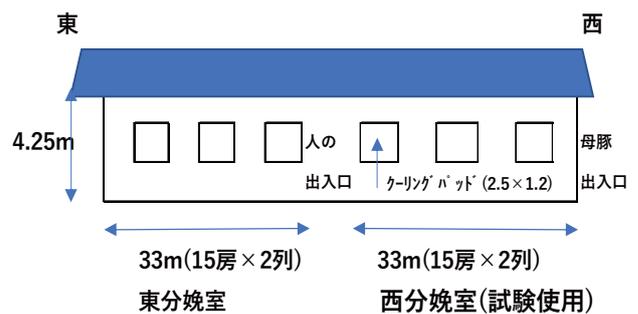


図1 分娩豚舎北側面

## 材料および方法

## 1 試験期間

令和3年7月8日～令和3年9月19日

## 2 試験豚舎

宮崎県畜産試験川南支場の母豚60頭規模の陰圧

## 3 試験区分

試験区分を図2に示した。対照区（通常）は、クーリングパッドと換気扇による暑熱対策を行い、試験区（強化）は、対照区に壁掛換気扇6台（写真1）と寒冷紗3基（写真2）を追加した。壁掛扇風機はファンバンク側の壁面に5m間隔で6台を約2mの

高さに設置し、風向を斜め上向き、回転速度を中にして24時間首振り稼働させた。寒冷紗は黒色の遮光率約75%を使用し、縦3m×横4mの大きさを両側を角材で固定し、クーリングパッドから約2m離し

て豚舎軒に設置した。対照区と試験区は同じ分娩室で1週間交互に設置した。なお、図2に試験開始前に両区の豚舎内空気の動きを調査したのを矢印で示した。

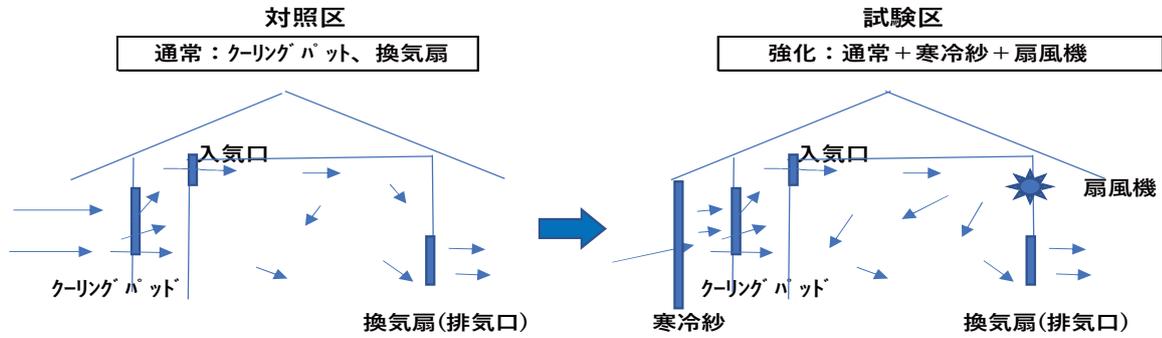


図2 試験区分



写真1 壁掛扇風機6台



写真2 寒冷紗3カ所

#### 4 試験方法

試験方法を図3に示した。供試豚は宮崎県畜産試験場川南支場で飼育している繁殖母豚で、産歴1~5産目のLW種20頭を用いた。

分娩予定日7~10日前の妊娠豚を毎週木曜日に数頭ずつ種豚舎から移動し、移動直後から試験区と対照区を1週間交互に試験を行い、分娩後24日目を目安に離乳した。



図3 試験方法

## 5 調査項目

### (1) 外気温、豚舎内温度および湿度

分娩室2列の豚房中央部にデータロガーを母豚の体高の高さに天井から吊り下げて豚舎内温度および湿度を測定し、2カ所の平均値を豚舎内温度および湿度とした。また、分娩豚舎に隣接した機械倉庫の軒下にも設置して外気温を測定した。

### (2) 繁殖成績および飼料残餌量

総産子数は白子および黒子を含めた全ての娩出された子豚とした。育成率は哺乳開始頭数（総産子数－死産頭数）に対する3週齢時の生存頭数の割合とした。飼料給与方法は種豚用飼料（TDN72%,CP14.5%）を朝夕2回給与し、分娩前日までは1日3kg定量給与、授乳中は分娩翌日から毎日1kgずつ増量しての飽食給与、離乳予定日の3日前から徐々に減らした。

飼料残餌量は給与前に残餌を計量し、朝夕の合計量を1日飼料残餌量とした。

### (3) 統計処理

統計処理はエクセルを用いた。対照区と試験区に対して、t検定を行った。

が29°C以上の日で0.9°C、30°C以上の日で1.6°C、いずれも有意に低下した。豚舎内湿度は両区に大差なく、母豚にとって特に問題となる値ではなかった。

また、豚舎最高温度30°C以上の日における豚舎温度別時間帯を表2に示した。豚舎最高温度が30°C以上となった9日間の中で、豚舎温度が最も早く29°Cを超えたのが午前10時、最も遅く29°Cを割ったのが午後8時であった。

## 2 繁殖成績および飼料残餌量

繁殖成績および飼料残餌量を表3、豚舎1日最高温度別の残餌発生割合のうち分娩前1週間を図4、授乳期間を図5にそれぞれ示した。分娩前1週間で残餌のあった母豚は20頭中4頭で、これらは豚舎の最高温度がほぼ29°C以上の日で残餌が見られた。授乳期間では、この4頭を含め18頭の母豚に残餌が見られ、豚舎1日最高温度による顕著な差は見られないが28°C以上でやや多くなった。さらに、分娩前1週間に残餌があった母豚4頭は、他の母豚と比べ死産率が高い傾向にあり、授乳期間中の飼料摂取量も低く、育成率の低下や発情再帰日数の増加傾向が見られた。

## 結 果

### 1 外気温、豚舎内温度および湿度

分娩豚舎における1日最高温度および湿度を表1に示した。試験期間中の天候が影響し、豚舎の最高温度が28°C未満の日は対照区の方が11日多くなった。豚舎の最温高温度と外気温の温度差は、試験区

表2 豚舎最高温度30°C以上の日における豚舎温度別時間帯

豚舎温度	①29°C超す	②30°C以上	③29°C割る
時間	10:00~11:30	11:00~18:30	13:30~20:00

表1 分娩豚舎における1日最高温度及び湿度

区分		日数	豚舎温度(°C)	外気温(°C)	豚舎－外気温(°C)	湿度(%)
28°C未満	試験区	10	26.7±0.8	28.6±1.7	1.9±1.2	76.5±8.8
	対照区	21	26.3±0.9	27.8±2.9	1.4±2.4	80.1±7.2
28°C以上	試験区	27	29.3±0.8	32.9±1.9	3.7±1.5	71.3±6.9
	対照区	16	29.3±0.7	32.4±1.2	3.1±1.2	69.8±4.5
29°C以上	試験区	18	29.7±0.6	33.6±1.8	3.8±1.4 a	68.7±6.8
	対照区	12	29.6±0.6	32.5±0.8	2.9±0.6 b	69.1±4.0
30°C以上	試験区	5	30.6±0.5	35.3±0.6	4.7±0.2 A	66.1±4.3
	対照区	4	30.1±0.2	33.2±0.4	3.1±0.5 B	67.8±4.3

※有意水準：A,B<0.01 a,b<0.05

表3 繁殖成績および飼料残餌量

①分娩前1週間

区分	頭数 (頭)	分娩前1週間 豚舎内最高 温度平均(°C)	分娩前1週間 残餌総量 (kg/頭)	総産子数 (頭)	死産頭数 (頭)	死産率 (%)	生時体重 (kg)	悪露頭数 (子宮洗浄)
全体	20	28.4±0.9	0.8±1.9	11.6±4.6	1.1±1.3	9.6±11.4	1.6±0.3	4
分娩前1週間 残餌あり	4	29.0±1.0	4.0±2.5	11.3±5.3	1.8±2.1	15.5±18.0	1.8±0.4	1
分娩前1週間 残餌なし	16	28.3±0.9	0	11.6±4.5	0.9±1.1	8.1±9.5	1.6±0.3	3

②授乳期間

区分	豚舎内 最高温度 平均(°C)	哺乳日数 (日)	1日最大 飼料接種量 (kg)	1日平均 飼料接種量 (kg)	残餌発生 頭数(頭)	残餌総量 (kg/頭)	残餌日数 (日/頭)	離乳頭数 (頭)	3週齢体重 (kg)	育成率 (%)	発情再帰 日数(日)
全体	28.4±0.2	25.4±2.7	6.1±1.1	4.6±1.1	18	5.0	5.5±3.3	8.6±3.5	6.9±1.4	85.1±18.4	6.1±4.0
分娩前1週間 残餌あり	28.4±0.2	23.5±4.9	4.8±0.6 A	3.0±0.8 A	4	11.8	9.8±2.5 A	5.5±1.7 a	7.5±1.3	67.6±28.8	10.5±7.9
分娩前1週間 残餌なし	28.3±0.3	25.9±1.9	6.5±0.9 B	4.9±0.8 B	14	3.2	4.4±2.6 B	9.3±3.4 b	6.7±1.4	89.5±12.7	4.9±1.0

※有意水準：A,B<0.01 a,b<0.05

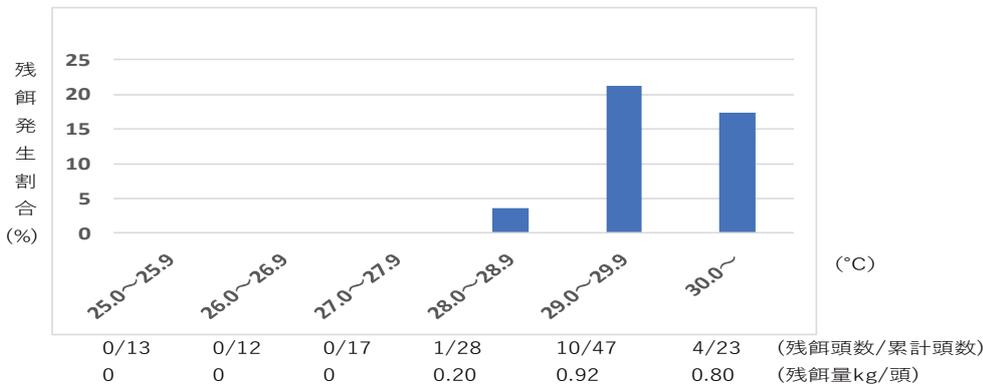


図4 豚舎最高温度別の残餌発生割合(分娩前1週間):LW20頭

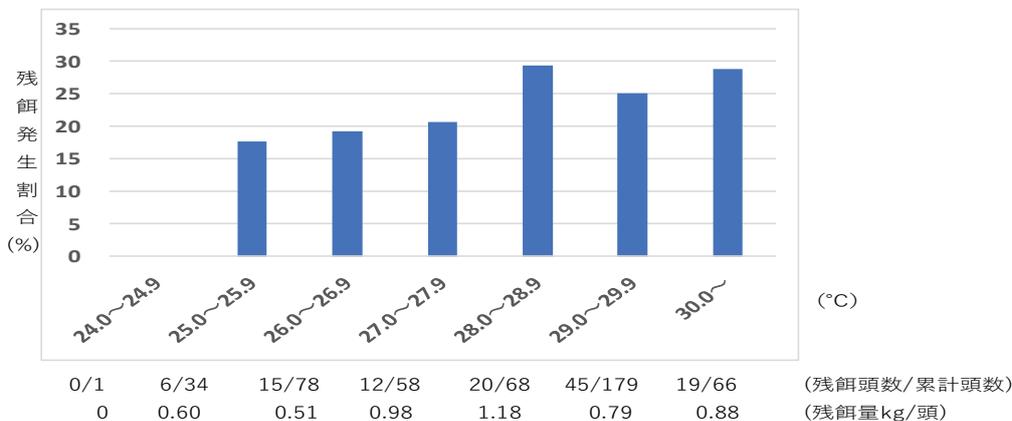


図5 豚舎最高温度別の残餌発生割合(授乳期間): LW20頭

## 考 察 文 献

分娩豚舎の暑熱対策を強化するため、クーリングパッドの外側に寒冷紗を設置し、豚舎内の排気口側上部に壁掛扇風機を取り付けて豚舎内空気の循環を促進した結果、外気温が高くなるほど豚舎温度の上昇を抑える効果が見られた。この要因として、①寒冷紗により日中の高温や強い日差しを和らげることで、より涼しい空気がクーリングパッドを通過して分娩室内に取り込まれたこと、②クーリングパッドを通過した分娩室内の冷氣の一部が豚舎内を巡回せずにそのまま換気扇口から豚舎外に排出されていたのが、扇風機で空気が循環されて分娩室全体に冷氣が行き届いたことにより分娩室内の温度が低下したものと推測される。このことから、既設のウインドレス分娩豚舎の簡易な暑熱対策強化方法としての活用が有効であると思われる。しかし、外気温が35℃付近になると豚舎温度も30℃を超えるので、別の暑熱対策も必要になると思われる。

分娩前1週間で豚舎の最高温度が29℃を超える日に母豚の一部に残餌が発生し、その後の育成率の低下や発情再帰日数の増加など繁殖成績に悪影響を及ぼす傾向が見られた。分娩前1週間で母豚により暑熱ストレスによる残餌が見られたことから、分娩室に移動する直後から暑熱対策を強化することが重要であると思われる。

豚舎の最高温度が30℃以上の日において、豚舎温度が29℃以上になる時間帯は午前10時～午後8時の範囲であった。当試験では扇風機を24時間稼働したが、ランニングコストを考慮し日中だけの稼働でも問題ないと思われる。なお、この暑熱対策強化にかかる資材費は壁掛扇風機6台と寒冷紗一式3基で55,500円であった。

1. 曾根 勝：繁殖豚に対する暑熱の影響とその対策：日豚会誌32巻2号(1995) ,6月,136-139
2. 森 あゆみ：養豚場における暑熱対策～遮熱資材の利用による豚舎外壁の昇温抑制効果：群馬県畜産試験場研究報告 第21号(2014) ,31-36
3. 岩切正芳・壱岐侑祐・岐本博紀：繁殖母豚への散水が繁殖成績に及ぼす影響,宮崎県畜産試験場研究報告 第32号(2021)、30-33

表4 暑熱対策強化の資材費

品名	設置数	規格	価格(円)
壁掛扇風機(約5m間隔)	6	ファン径45cm 84/101W	48,000
寒冷紗一式 (寒冷紗、角材、滑車、ロープ)	3	4m×3m	7,500
合計			55,500

※ウインドレス分娩豚舎(15豚房×2列、長さ33m×幅7.6m)

# 暑熱環境下での飼料給与時間帯の違いが みやざき地頭鶏の増体に及ぼす影響

堀之内正次郎・甲斐康孝<sup>1)</sup>・加藤さゆり<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>児湯農林振興局

Effect of difference in feed timing on growth in Miyazaki-Jitokko chicken

Shojiroh HORINOCHI, Yasutaka KAI, Sayuri KATOU

**<要約>**同日ふ化したみやざき地頭鶏を用い、暑熱環境下で飼料給与時間帯を「朝」および「夕方」に分けて飼育したところ、最も暑熱ストレスが強い時期の一日平均増体量が雄雌ともに「夕方」の方が有意に優れていた。また、試験期間中における時間帯別の飼料摂取割合を調査したところ、夕方 16 時～朝 9 時の間の摂取量が 1 日のうちの半分以上を占めており、気温の下がる夜間および早朝に飼料を多く摂取していることが明らかになった。このことから、夏期の飼料投与は、極力涼しい時間帯（早朝および夜間）に行うことが、みやざき地頭鶏の暑熱環境下における発育の向上に有効である可能性が示唆された。

本県は南九州の太平洋側に位置する温暖地域であり、夏期は高温多湿による暑熱ストレスの対策が畜種を問わず必須である。鶏の熱的中性域は一般的に 18～25℃の間であるが、本県の夏期は最低気温でも 25℃を下回らない日が数週間に及ぶほどであり、鶏にとって厳しい暑熱環境である。鶏は、暑熱環境下では浅くて早い開口呼吸（パンティング）等によって口や気道からの水分蒸発を増加させて熱損失を増やしている。このとき、1g の水が蒸発すると、体温の 540 カロリーが消散される。つまり、高温環境下の鶏は正常な体温の維持のためにエネルギーを消費しており、その結果、出荷体重が低くなり、収益が低下する。このことから、みやざき地頭鶏の生産性を向上するためには暑熱対策が必須である。

家畜・家禽は飼料を毎日摂取するが、飼料摂取によって体温が上昇することが知られている。このため、夏期はなるべく涼しい時間帯に飼料を給与することが一般的に推奨されている。みやざき地頭鶏においても同様の対策を講じる必要があると考えられるが、飼料給与時間帯を変更した場合の発育への影響は明らかになっていない。

そこで本試験では、夏期に飼料投与時間を朝 1 回および夕方 1 回の 2 パターンに分け、みやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

## 材料および方法

本試験は、宮崎県畜産試験場動物実験委員会規定に基づき実施した。

令和 2 年 5 月 20 日に川南支場で同日発生したみやざき地頭鶏を供試した。飼養条件はみやざき地頭鶏飼養管理マニュアルに準じ、保温は 4 週齢時までチックガードとガスブルーダーを用いた。

発生日から 4 週齢までは 1 区画あたり雄 50 羽、雌 50 羽の計 100 羽を飼養し、同一条件で 4 区画配置した。4 週齢時に各区画から雌雄別に 12 羽ずつランダムで選抜し、各区とも雌雄 48 羽ずつ配置して試験を開始した。

試験区分の設定は、表 1 に示したとおりであり、飼料を朝(9 時)1 回投与する区、夕方(16 時)1 回投与する区の 2 区に分けた。毎日投与する餌量は両

区とも同一量とした。

給餌飼料は、ふ化日(0日齢)から3週齢までの前期飼料(CP22%、ME3000Kcal)、3週齢から出荷2週間前までに給与する後期飼料(CP18%、ME3230Kcal)および出荷前2週間に給与する仕上げ飼料(CP18%、ME3230Kcal)を用いた。

試験鶏の体重測定は、ふ化日(0日齢)、1、2、3、4、5、7、9、11、12、13、14、15、16週齢時に実施した。平均日増体量は、週齢間の体重差を日数で除することで算出した。毎週1回飼料残餌量を測定し、飼料投入量計から差し引いて飼料摂取量を算出した。また、残餌測定は朝(9時)、昼(13時)、夕(16時)、翌朝(9時)の4回実施し、午前(9～13時)、午後(13～16時)、夜間(16～9時)の飼料摂取量を算出した。飼料要求率は、週齢間の飼料摂取量を週齢間の体重増加量で除して算出した。

と殺解体調査は、雄14週齢、雌16週齢時に川南支場にて実施した。調査鶏は両区から雄雌それぞれランダムで20羽選抜し、計40羽調査した。解体調査項目は生体重、と体重、もも肉重および色、むね肉重および色、ササミ重、腹腔内脂肪重、筋胃重とした。肉色については、畜試式鶏標準肉色((社)日本食鳥協会監修)を用いて視覚評価して数値化した。

試験期間中の鶏舎内温湿度は、温湿度SDデータロガー(AD-5696、(株)エーアンドデイ、東京都)を用いて毎日1時間ごとに測定した。また、得られた温度および湿度から各時間ごとにTHI(Temperature Heat Index =  $(0.8 \times \text{温度} + (\text{湿度}/100) \times (\text{温度} - 14.4) + 46.4)$ )を算出し、Xinら(1998)が提示しているレイヤーの暑熱ストレス区分を参考にして4区分に分けた。具体的には、THIが70未満を「快適」、70～75を「警告」、76～81を「危険」、82以上を「緊急事態」とした。

得られた数値の平均値の差は、すべてスチューデントのt検定を用いてp値を算出し、5%以下の時に有意とした。

## 結 果

表2に雄、表3に雌の体重および平均日増体量を示した。体重は雄雌ともに両区間に差がなかった。平均日増体量は雄で9-14週齢間、雌で9-16週齢間において夕方投与区が有意に高くなった。

表4に雄雌の飼料要求率を示した。雄の9-14週齢間、4-14週齢間において夕方投与区が有意に低くなった。雌では両区間に差がなかった。

図1に試験期間中の時間帯別の飼料摂取割合を示した。両区とも16～9時の間に飼料摂取割合が高かった。また、9～13時、13～16時は朝投与区の摂取割合が高く、16～9時は夕方投与区の摂取割合が高かった。

図2に試験期間の平均気温、最高気温、最低気温の推移を示した。平均気温および最低気温が7月4週(試験鶏9週齢)から急激に高くなり、8月4週(試験鶏14週齢)まで暑熱環境下であった。

図3に試験期間中のストレス指標値の割合を示した。7月4週から8月4週の期間、ストレス指標の「緊急事態」に相当する時間帯が増加し、8月2週は1週間のうち7割以上が「緊急事態」に相当する時間帯であり、鶏にとって危険な暑熱環境下であった。

図4に暑熱ストレスが最も強かった7月4週から8月4週の各週1時間ごとの温度推移を示した。1日のうち最低気温は6時頃であり、6時以降急激に気温が上昇していた。一方、最高気温は12時頃に迎え、16時頃から気温がゆるやかに低下していた。また、いずれの週も最低気温が24℃を下回ることはなかった。

表5に解体調査結果を示した。雄のササミ重、ササミ重歩留率において夕方投与区が有意に高くなったが、他の項目に差は見られなかった。

## 考 察

みやざき地頭鶏は、通常不断給餌で飼育されており、餌箱は常に飼料が入っている状態を維持しているが、少なくとも1日1回は餌箱に飼料を投入す

る作業が行われている。鶏は、餌箱に飼料が入る際の音等が刺激になって飼料摂取を開始する習性がある。これを裏付けているのが時間帯別の飼料摂取量割合(図 1)であり、朝投与区は飼料投与後の 9～13 時、13～16 時の摂取量が多く、夕方投与区は 16～9 時の摂取量が多かった。このことから、飼料投与のタイミングを変えることで、飼料を多く摂取する時間をコントロールできる可能性があることが示唆された。また、暑熱ストレスが最も強い時期の 1 日の気温の推移(図 4)を見てみると、9 時頃は既に最高気温近くまで上昇し、16 時頃から低下しはじめ、翌 4 時頃に最低気温を迎える、という流れになっている。つまり、朝 9 時に飼料を投与した区の鶏は、最高気温に近く、かつ気温が上昇していく環境下で飼料を多く摂取しており、夕方 16 時に飼料を投与した区の鶏は、気温は高いものの、気温が下がっていく環境下で飼料を多く摂取していたと推察される。今回の試験では、暑熱ストレスが最も強かった 9 週齢以降の平均日増体量が、朝投与区よりも夕方投与区が有意に高かったことから、暑熱ストレスが強い環境下であるほど、飼料摂取時の環境条件の影響が強く増体に作用していることが推察された。

結論として、夏期の飼料投与は、極力涼しい時間帯(早朝および夜間)に行うことが暑熱環境下における発育の向上に有効であることがいえる。今後は暑熱環境下で投与する飼料栄養を調整し、夏期出荷体重低減対策に対応した試験を展開する予定である。

## 文 献

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：幼雛期飼料の CP 含量がみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 29 号(2018)、54-59

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：練り餌処理した幼雛期飼料がみやざき地頭鶏の発育および体重バラツキに及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 29 号(2018)、60-64

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：幼雛期の飼槽面積の違いがみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 30 号(2019)、75-79

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：幼雛期における高 CP 飼料の給与期間がみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 30 号(2019)、80-85

みやざき地頭鶏事業協同組合：「みやざき地頭鶏」飼養管理マニュアル(2013)

Xin, Hongwei and Harmon, Jay D., "Livestock Industry Facilities and Environment : Heat" (1998) Agriculture and Environment Extension Publicatuions. Book 163, Iowa State University.

表1 試験区分設定

試験区分名	飼料給与時間	供試羽数
朝投与	朝9時に1回	雄24羽雌24羽
夕投与	夕方16時に1回	雄24羽雌24羽

※給与時間の変更は、4週齢から出荷までの全期間を通して実施

※1日の飼料給与量は両区とも同量とした

表2 飼料給与時間帯の違いが暑熱環境下のみやざき地頭鶏雄の発育に及ぼす影響

	朝投与		夕投与		p値
体重(g)					
0週齢	40.7 ± 3.3		41.9 ± 3.1		n.s
1週齢	128.7 ± 11.3		130.3 ± 10.7		n.s
2週齢	284.1 ± 18.5		286.1 ± 19.3		n.s
3週齢	524.4 ± 40.3		523.3 ± 33.2		n.s
4週齢	723.7 ± 59.6		724.6 ± 47.0		n.s
5週齢	1047.3 ± 88.3		1034.8 ± 72.8		n.s
7週齢	1721.2 ± 151.3		1678.8 ± 150.1		n.s
9週齢	2340.9 ± 173.0		2294.3 ± 170.7		n.s
11週齢	2916.4 ± 221.3		2885.5 ± 189.0		n.s
12週齢	3122.8 ± 230.3		3134.4 ± 176.2		n.s
13週齢	3249.3 ± 210.1		3283.2 ± 196.9		n.s
14週齢	3543.2 ± 233.3		3598.0 ± 207.2		n.s
平均日増体量(g/日)					
0-4週齢間	25.3 ± 2.2		25.3 ± 1.7		n.s
4-9週齢間	44.9 ± 3.9		43.6 ± 4.1		n.s
9-14週齢間	34.3 ± 5.4		37.2 ± 4.9		p<0.01

※平均値±標準偏差

表3 飼料給与時間の違いが暑熱環境下のみやざき地頭鶏雌の発育に及ぼす影響

	朝投与		夕投与		p値
体重(g)					
0週齢	40.8 ±	3.0	41.0 ±	3.2	n.s
1週齢	120.5 ±	8.2	121.3 ±	8.9	n.s
2週齢	253.3 ±	15.3	255.5 ±	14.9	n.s
3週齢	446.1 ±	24.2	448.6 ±	26.6	n.s
4週齢	603.3 ±	32.0	606.4 ±	39.3	n.s
5週齢	842.7 ±	42.6	844.2 ±	57.5	n.s
7週齢	1321.6 ±	80.7	1343.1 ±	119.0	n.s
9週齢	1791.3 ±	100.2	1772.9 ±	140.0	n.s
11週齢	2161.8 ±	124.5	2140.6 ±	139.2	n.s
12週齢	2270.8 ±	135.9	2245.8 ±	139.5	n.s
13週齢	2316.8 ±	139.0	2317.3 ±	142.2	n.s
14週齢	2448.7 ±	157.9	2461.1 ±	149.5	n.s
15週齢	2545.0 ±	157.0	2599.2 ±	156.1	n.s
16週齢	2672.2 ±	164.1	2711.3 ±	160.1	n.s
平均日増体量(g/日)					
0-4週齢間	20.8 ±	1.2	20.9 ±	1.4	n.s
4-9週齢間	33.0 ±	2.2	32.4 ±	3.2	n.s
9-16週齢間	18.4 ±	2.6	19.5 ±	2.3	p<0.05

※平均値±標準偏差

表4 飼料給与時間の違いが暑熱環境下のみやざき地頭鶏飼料要求率に及ぼす影響

	朝投与		夕投与		p値
雄飼料要求率					
4-9週齢間	2.902 ±	0.242	2.943 ±	0.349	n.s
9-14週齢間	4.357 ±	0.869	3.825 ±	0.470	p<0.01
4-14週齢間	3.472 ±	0.276	3.313 ±	0.203	p<0.01
雌飼料要求率					
4-9週齢間	3.411 ±	0.257	3.410 ±	0.365	n.s
9-16週齢間	6.074 ±	0.951	5.933 ±	0.703	n.s
4-16週齢間	4.508 ±	0.378	4.499 ±	0.294	n.s

※平均値±標準偏差

表 5 飼料給与時間の違いが暑熱環境下のみやざき地頭鶏解体成績に及ぼす影響

	朝投与		夕投与		p値
<b>雄</b>					
重量					
生体重(g)	3563.3 ±	182.6	3602.5 ±	136.7	n.s
と体重(g)	3298.8 ±	168.8	3327.8 ±	150.6	n.s
もも肉重(g)	701.4 ±	70.9	707.5 ±	56.0	n.s
もも肉色	4.5 ±	0.5	4.5 ±	0.5	n.s
むね肉重(g)	392.2 ±	52.4	406.2 ±	37.7	n.s
むね肉色	4.1 ±	0.6	4.0 ±	0.2	n.s
ササミ重(g)	103.5 ±	8.8	111.1 ±	11.5	p<0.05
内臓脂肪重(g)	124.3 ±	43.1	126.2 ±	48.0	n.s
筋胃重(g)	56.5 ±	8.2	60.2 ±	8.7	n.s
歩留率					
と体重/生体重(%)	92.6 ±	0.8	92.4 ±	1.8	n.s
もも肉重/と体重(%)	21.2 ±	1.6	21.3 ±	1.6	n.s
むね肉重/と体重(%)	11.9 ±	1.3	12.2 ±	1.2	n.s
ササミ重/と体重(%)	3.1 ±	0.3	3.3 ±	0.3	p<0.05
筋胃重/と体重(%)	1.7 ±	0.3	1.8 ±	0.3	n.s
内臓脂肪重/と体重(%)	3.8 ±	1.3	3.8 ±	1.4	n.s
<b>雌</b>					
重量					
生体重(g)	2684.9 ±	131.3	2721.6 ±	146.9	n.s
と体重(g)	2482.5 ±	138.7	2510.9 ±	137.9	n.s
もも肉重(g)	489.5 ±	39.2	500.8 ±	44.0	n.s
もも肉色	3.8 ±	0.6	3.5 ±	0.5	n.s
むね肉重(g)	326.4 ±	36.9	339.7 ±	45.6	n.s
むね肉色	3.6 ±	0.6	3.8 ±	0.6	n.s
ササミ重(g)	86.8 ±	8.7	92.0 ±	12.8	n.s
内臓脂肪重(g)	130.8 ±	43.2	145.8 ±	29.4	n.s
筋胃重(g)	52.2 ±	6.7	52.1 ±	8.6	n.s
歩留率					
と体重/生体重(%)	92.4 ±	1.0	92.3 ±	0.7	n.s
もも肉重/と体重(%)	19.7 ±	1.3	19.9 ±	0.9	n.s
むね肉重/と体重(%)	13.2 ±	1.3	13.5 ±	1.5	n.s
ササミ重/と体重(%)	3.5 ±	0.3	3.7 ±	0.4	n.s
筋胃重/と体重(%)	2.1 ±	0.3	2.1 ±	0.4	n.s
内臓脂肪重/と体重(%)	5.2 ±	1.5	5.8 ±	1.1	n.s

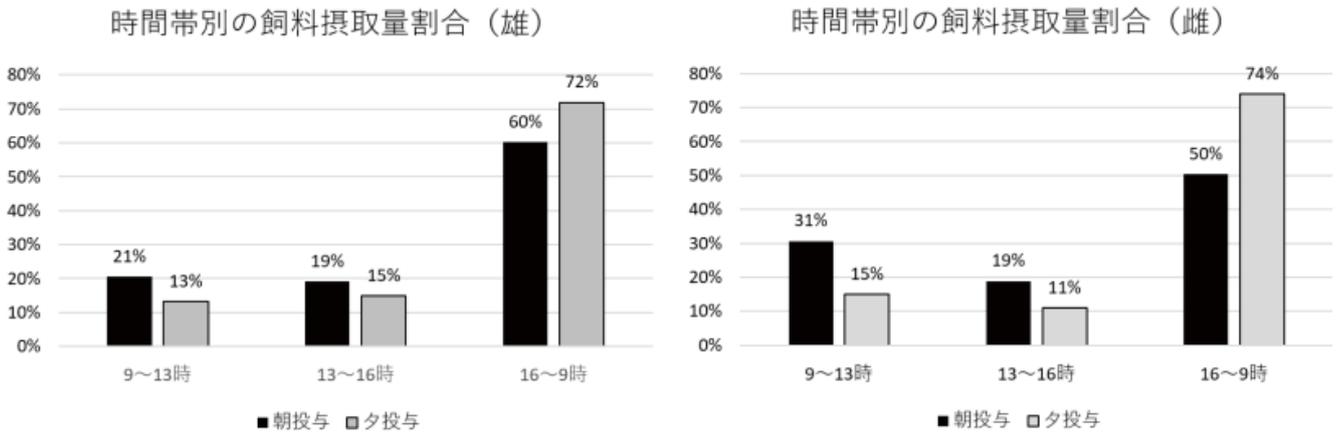


図1 飼料給与時間の違いが暑熱環境下の飼料摂取割合に及ぼす影響

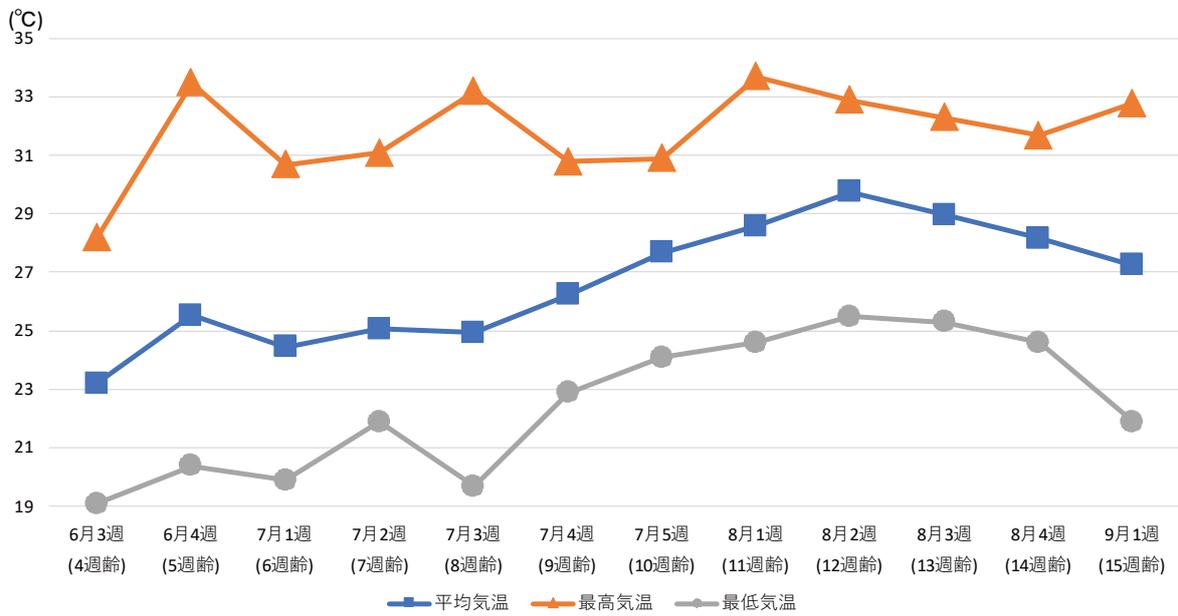


図2 試験期間の平均気温、最高気温、最低気温の推測  
※ X軸の( )は試験鶏の週齢を示す

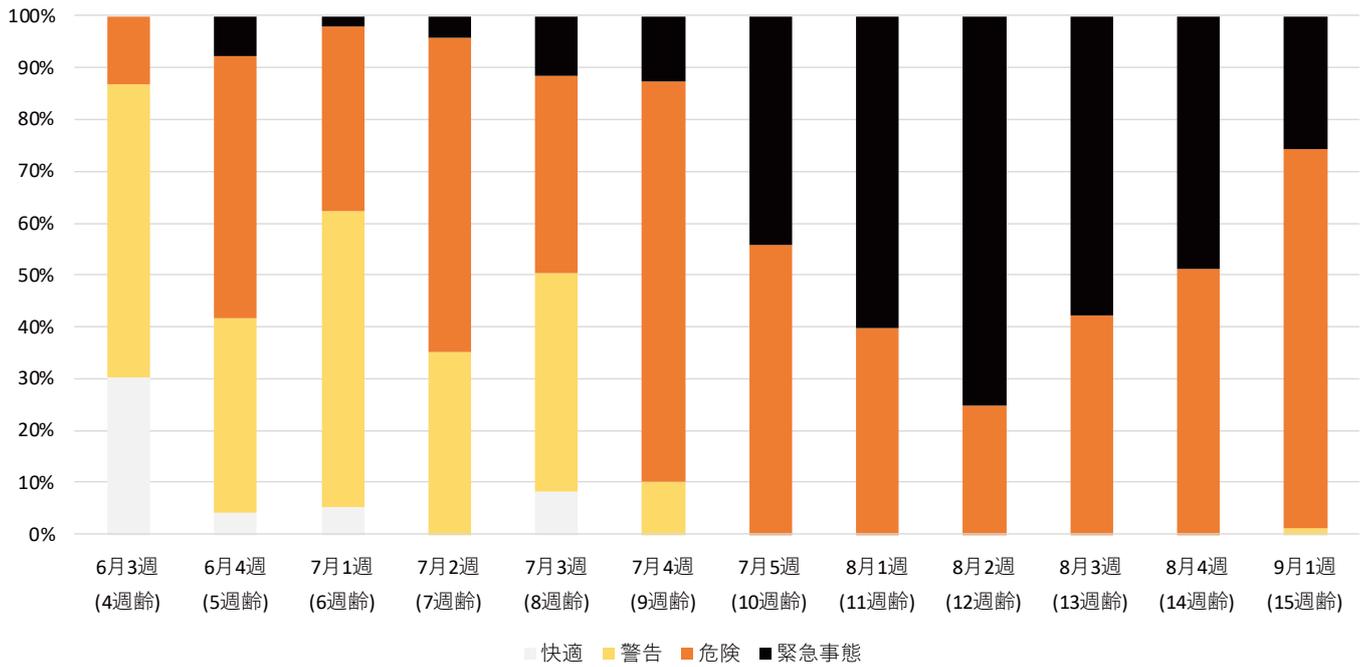


図3 試験期間のストレス指標値の割合の推移

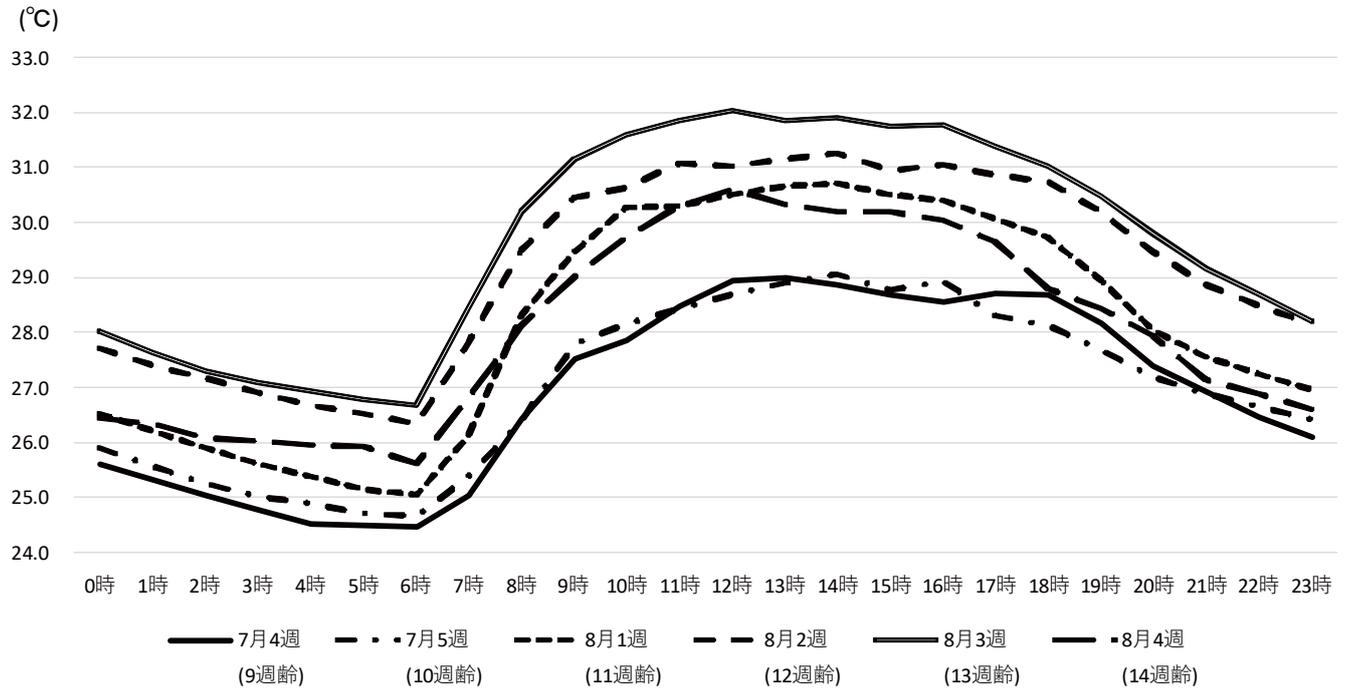


図4 暑熱期（7月4週～8月4週）における1日の気温の推移

# 制限給餌量の違いが九州ロードの産卵成績に及ぼす影響

堀之内正次郎・齊藤貴祥・甲斐康孝<sup>1)</sup>・加藤さゆり<sup>1)</sup>・中山広美<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>児湯農林振興局、<sup>2)</sup>中部農林振興局

Effect of difference in Restricted feeding amount on egg laying in Kyushu Rhode

Shojiroh HORINOUCI, Takayoshi SAITOH, Yasutaka KAI, Sayuri KATOU, Hiromi NAKAYAMA

**<要約>**同日ふ化した九州ロード雌 80 羽を用い、制限給餌を開始する 7 週齢以降に慣行量よりも 10%増量し、産卵開始後である 26 週齢以降は慣行量よりも 10%減量した飼料を給餌する試験区と、慣行量の飼料を給餌する対照区の 2 区を設け、産卵成績等の比較をした。その結果、試験区の初卵週齢、産卵率 50%到達週齢が有意に早くなり、初期産卵成績が向上した。さらに、産卵開始以降の産卵率に差はなく、産卵率を落とすことなく飼料費を削減することに成功した。このことから、九州ロードにおける制限給餌では産卵前の育成鶏に対する飼料増量が有効である可能性が示唆された。

「みやざき地頭鶏」は、F1 雄(地頭鶏雄×劣性白色プリマスロック (WR) 雌)と九州ロード雌の交配によって作出された三元交雑種である。F1 雄は地頭鶏特有の美味しさや WR の増体能力を持ち、九州ロード雌は産卵能力および増体能力を持っている。畜産試験場川南支場ではこれら原種鶏の改良を進めており、特に九州ロードの産卵能力は「みやざき地頭鶏」の素ひな安定供給に直結するため、重要な改良項目となっている。九州ロードは、卵肉兼用種である「ロードアイランドレッド」と異なり、熊本県と大分県および本県の共同研究により、「熊本ロード」と「劣性白色プリマスロック」を交配した F1 を閉鎖環境で 7 世代交配を繰り返して完成した種鶏である。そのため、九州ロードは通常のロードアイランドレッドよりも増体能力に優れつつ、産卵成績も安定しているハイブリッド型の種鶏であると言える。しかし、増体と産卵成績の両立を生産現場で実現させるのは容易ではなく、産卵成績が伸び悩むことも少なくない。さらに、川南支場で推奨している制限飼料給餌プログラムは、通常のロードアイランドレッドおよび WR の数値を参考に作成されているため、現時点での九州ロードに適していない可能性がある。制限給餌は育成鶏にとって最も大きなストレス要因となり、給餌管理に失敗すると、後の

産卵成績に悪影響を及ぼすこともある。

以上のことから、九州ロードの制限給餌プログラムを見直すことを目的とし、栄養要求量の観点から作成したプログラムを適用した試験を実施した。

## 材料および方法

本試験は、宮崎県畜産試験場動物実験委員会規定に基づき実施した。

令和 2 年 6 月 22 日に川南支場で同日発生した九州ロード雌を供試した。発生日から 4 週齢までの間は、バタリーブルーダーにて飼養し、4 週齢から 17 週齢までの間は開放鶏舎での平飼にて飼養し、17 週齢から 60 週齢までの間は 1 羽ずつ管理できるケージ飼いの鶏舎にて飼養した。

発生日から 4 週齢までは 1 区画あたり雌 100 羽で飼養し、4 週齢時に 80 羽ランダムで選抜し、40 羽ずつの 2 区画に分けて飼養した。個体識別のために、選抜された鶏は翼帯を装着した。

表 1 に試験区分の設定を示した。両区ともに発生日から 7 週齢までは飽食とし、7 週齢から制限給餌を開始した。対照区は 7 週齢から 60 週齢まで慣行どおりの飼料量を給与し、試験区は 7 週齢から 25 週齢の間は慣行量に対して 10%増量し、26 週齢か

ら 60 週齢の間は慣行量に対して 10%減量した。九州ロードの栄養要求量は日本飼養標準家禽 (2011 年版)、および川南支場で過去に実施した給餌試験結果から算出した。

供試飼料は、発生日 (0 日齢) から 4 週齢までの幼雛用飼料 (CP20%、ME2900Kcal)、4 週齢から 10 週齢までの中雛用飼料 (CP17%、ME2850Kcal)、10 週齢から産卵開始までの大雛用飼料 (CP15%、ME2800Kcal)、産卵開始以降給与する成鶏用飼料 (CP17%、ME2750Kcal) を用いた。

調査項目は体重、鶏個体ごとの産卵率、産卵開始週齢、産卵率 50%到達週齢、卵重 53g 到達週齢、1 羽あたりの飼料費とした。試験鶏の体重測定は、17、19、21、23、25、30、35、41 週齢時に実施した。産卵率等は 20 週齢から 60 週齢の間、産卵の有無、卵重を毎日記録して算出した。個体ごとの産卵率は、1 週間に産んだ卵数 ÷ 7 日の式のように週単位で算出した。産卵率 50%到達週齢は 1 週間で 4 個以上の産卵をした週齢とした。卵重 53g 到達週齢は 1 週間で 53g 以上の卵を 4 個以上産んだ週齢とした。

得られた数値の統計解析はすべてフリー統計ソフトの R を用いて行った。試験区間の差の検定は、スチューデントの t 検定を用いて p 値を算出し、5%未満の場合に有意であるとした。有意であった項目は、検定力 (1-β) を同ソフトにより算出した。効果量 (effect size : es) についてはコーエン (1962) の提唱する手法により算出した。

## 結 果

表 2 に体重測定結果を示した。17、19、21、23、25 週齢体重は対照区よりも試験区が有意に重かった。35、41 週齢体重は試験区よりも対照区が有意に重かった。

図 1 に産卵開始週齢、産卵率 50%到達週齢および卵重 53g 到達週齢結果を示した。産卵開始週齢、産卵率 50%到達週齢は対照区よりも試験区が有意に早かった。卵重 53g 到達週齢は対照区よりも試験区が早い値を示したが、有意ではなかった。

表 3 に 5 週間ごとの産卵率を示した。産卵初期

である 21 週齢から 25 週齢間の産卵率は試験区が対照区よりも有意に優れていた。26 週齢以降の産卵率に有意な差はなかった。

表 4 に飼料費の比較を示した。産卵開始前は対照区が安かったが、産卵開始後は試験区が安くなり、1 羽あたりの飼料費は試験区が安くなった。

## 考 察

本試験結果から、制限給餌量の違いによって九州ロードの産卵成績に影響を及ぼすことが明らかになった。具体的には、育成期の飼料を増量させることで、産卵前の体重が増加し、産卵開始週齢が早まる結果が得られた。これは、産卵前の体重が慣行よりも大きくなったことで、点灯刺激への反応が良好となり、性成熟が促進され、産卵開始が早まったと推察される。通常、ブロイラー種鶏等では、一定の体重に達するまでは点灯刺激を開始しないよう留意されていることから、産卵開始前の体重は重要な項目であると言える。

産卵開始が早まることで種卵適格重に到達する週齢が早まる可能性が示唆されたのは種鶏として大きな利点であり、「みやざき地頭鶏」素ひな安定供給につながる。一方で、慣行の制限給餌量は現在の九州ロード育成鶏にはやや不足しているという実態も明らかとなった。九州ロードは基礎鶏群を作出してから 30 年近く選抜・交配を実施しており、産卵能力を維持しながら増体を着実に伸ばしている。このため、慣行の制限給餌量の基本値を今後見直していく必要がある。さらに、本結果は、1 羽ケージ飼いの環境下で得られたものであるため、平飼い環境下での検証も今後実施する必要がある。

九州ロードを始めとした卵肉兼用種の鶏は、全国の地鶏生産に広く用いられており、商業的な安定供給のための「産卵能力」、肉用商業地鶏の肉量向上のための「増体能力」の両方を求められている。しかし、一般的に鶏の産卵と増体は相反する関係にあるため、育成鶏の飼料給餌管理次第では過肥鶏の増加や体重ばらつきの拡大につながり、結果として群全体の産卵低下に陥りやすい。こ

のため、育成鶏から開始する制限給餌は鶏の状態や季節などによって微調整を行いながら実施しなければならない。つまり、本試験で設定した給餌量はあくまで基準値の一つとしてとらえる必要がある。また、育成鶏の段階での過度な増給は体重増加に伴う脚弱を引き起こす可能性も否定できない。いずれにせよ、鶏群の体重やばらつき、鶏群の健康状態を注視しながらの給餌管理が重要であることは間違いのないと言える。

結果として、よりよい種鶏の育成および種鶏の産卵成績向上のために、給餌管理は重要な一つの項目であることが本結果から明らかになった。今後は平飼い環境下での検証を実施し、最適な給餌プログラムを作成していく予定である。

## 文 献

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
編 日本飼養標準 家禽 (2011年版) : 中央畜産会,  
2012.3.14 初版

Cohen, J. 1962 The statistical power of abnormal-social psychological research: a review, *Journal of Abnormaland Social Psychology* 65(3), 145-153

表 1 試験区設定

	週齢ごとの給与量および栄養充足率			供試羽数
	0~7週齢	7~25週齢	26週齢~60週齢	
対照区	飽食	慣行量	慣行量	40
	—	CP充足率64%	CP充足率99%	
	—	ME充足率59%	ME充足率96%	
試験区	飽食	慣行量+10%増量	慣行量-10%減量	40
	—	CP充足率70%	CP充足率91%	
	—	ME充足率65%	ME充足率88%	

※九州ロード栄養要求量は、飽食時の給餌量を100%と仮定して算出した。

表 2 制限給餌の違いが九州ロード体重に及ぼす影響

	対照区(n=40)		試験区(n=40)		p	es	1-β
17週齢	2009.6 ±	108.6	2137.0 ±	121.4	0.000	1.106	0.998
19週齢	2166.7 ±	133.7	2320.4 ±	141.5	0.000	1.117	0.999
21週齢	2317.0 ±	158.5	2524.3 ±	158.4	0.000	1.308	1.000
23週齢	2559.4 ±	187.8	2758.7 ±	198.0	0.000	1.032	0.995
25週齢	2765.6 ±	215.9	2875.6 ±	242.1	0.036	0.479	0.563
30週齢	3142.9 ±	216.1	3126.7 ±	254.1	0.762	0.069	0.049
35週齢	3343.3 ±	202.2	3219.0 ±	221.0	0.012	0.586	0.735
41週齢	3457.6 ±	238.9	3289.2 ±	258.2	0.004	0.677	0.849

※平均値±標準偏差

※es：効果量

※1-β：検定力

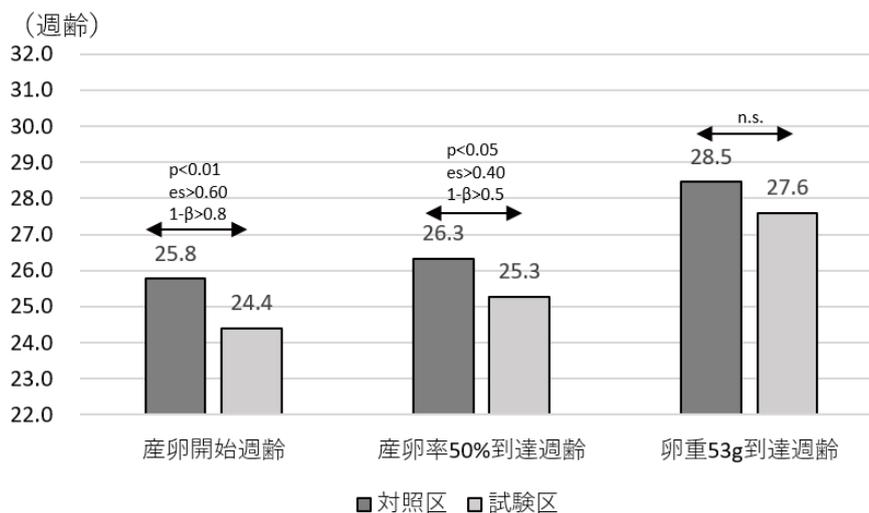


図 1 制限給餌の違いが九州ロード産卵初期成績に及ぼす影響

表3 制限給餌の違いが九州ロード産卵率に及ぼす影響

	対照区 (n=40)		試験区 (n=40)		p	es	1- $\beta$
産卵率(%)							
21-25週齢間	11.4 ±	17.7	26.2 ±	23.9	0.003	0.702	0.873
26-30週齢間	74.4 ±	27.6	81.7 ±	23.7	0.224	0.285	0.242
31-35週齢間	88.6 ±	17.7	90.1 ±	14.3	0.681	0.096	0.062
36-40週齢間	88.7 ±	13.8	90.0 ±	6.6	0.626	0.114	0.073
41-45週齢間	84.7 ±	13.8	83.1 ±	14.1	0.619	0.116	0.074
46-50週齢間	83.2 ±	8.9	86.1 ±	6.7	0.123	0.363	0.361
51-55週齢間	79.6 ±	10.9	79.5 ±	9.9	0.949	0.015	0.029
56-60週齢間	69.3 ±	14.1	66.0 ±	16.1	0.360	0.214	0.156

※平均値±標準偏差

※es : 効果量

※1- $\beta$  : 検定力

表4 制限給餌の違いが九州ロード飼料費に及ぼす影響

	飼料単価 (円/kg)	1羽あたり給餌量(g)		1羽あたり飼料費(円)	
		対照区	試験区	対照区	試験区
中雛用飼料	74.450	1,232	1,358	92	102
大雛用飼料	50.655	5,705	6,293	289	319
成鶏用飼料	71.280	30,110	27,780	2,147	1,981
計	—	—	—	2,528	2,402

※制限給餌が開始する7週齢～60週齢間のみを算出

※飼料単価は試験を実施したR2.7.1時点のもの

# 冬期の飼料給与方法の違いが みやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響

齊藤貴祥・甲斐康孝<sup>1)</sup>・堀之内正次郎

<sup>1)</sup> 児湯農林振興局

Effect of difference in winter feed method on growth in Miyazaki-Jitokko chicken

Takayoshi SAITO, Yasutaka KAI, Shojiroh HORINOCHI

<要約>同日ふ化したみやざき地頭鶏を用い、朝に1回給餌する朝区、朝および夕方2回給餌する朝夕区、夕方に1回給餌する夕方区の3区に分けて飼育したところ、出荷体重および飼料要求率が雄雌ともに朝夕区が最も優れていた。また、試験期間中における時間帯別の飼料摂取割合を調査したところ、朝区は朝9時から昼12時および夕方15時から翌朝9時の摂取割合が同程度となり、朝夕区および夕方区は夕方から翌朝の摂取割合が高くなった。このことから、冬期において飼料給与を1日に複数回行うことは、みやざき地頭鶏の出荷体重向上の手段の一つとして有効である可能性が示唆された。

みやざき地頭鶏は、餌箱に飼料が入る際の音等が刺激になって飼料摂取を開始する習性があることを堀之内らが報告している(2020)。冬期は出荷体重が伸びる一方でバラツキが大きい傾向があり、バラツキを低減させるには鶏群全体が均一に飼料摂取を行うことが重要である。堀之内ら(2022)により、夏期においては飼料給与を朝および夕方に分けて飼養することで、飼料摂取行動をコントロールできる可能性が示唆された。しかし、夏期と冬期では気温、日の出および日の入りの時間が大きく変わることから、飼料投与後の摂取行動や発育に違いが出てくる可能性が考えられる。家畜・家禽は飼料を毎日摂取するが、飼料摂取によって体温が上昇することが知られている。特にみやざき地頭鶏を放飼場で飼育する場合、舎飼よりも寒い環境下におかれるため、夏期と冬期の差が顕著に出やすい。このことから、夏期および冬期、それぞれに適した飼料投与方法を明らかにすることが必要となる。

そこで本試験では、冬期に飼料投与時間を朝1回、朝および夕方2回、夕方1回の3区に分け、みやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響を調査した。

## 材料および方法

本試験は、宮崎県畜産試験場動物実験委員会規定に基づき実施した。

令和3年11月17日に川南支場で同日発生したみやざき地頭鶏を供試した。飼養条件は、みやざき地頭鶏飼養管理マニュアルに準じ、保温は4週齢時までチックガードとガスブルーダーを用いた。

発生日から4週齢までは1区画当たり雄50羽、雌50羽の計100羽を飼養し、同一条件で4区画配置した。3週齢時の体測結果を基に、各試験区分の体重がほぼ同一になるよう雌雄別に選抜を行い、4週齢時に各区とも雌雄48羽ずつ配置して試験を開始した。

表1に試験区分の設定を示した。朝9時に1回給餌する朝区、朝9時および夕方15時の2回給餌する朝夕区、夕方15時に1回給餌する夕方区とした。各試験区は、雌雄とも2部屋(24羽×2部屋)ずつ作成した。1日に投与する餌量は全区とも同一量(朝区および夕方区で2kg/回の給餌をする場合、朝

夕区は朝 1kg および、夕方 1kg 給餌)とした。

給餌飼料は、ふ化日(0 日齢)から 3 週齢までを前期飼料(CP22%、ME3000Kcal)、雄は 3 週齢から出荷 2 週間前までを後期飼料(CP18%、ME3230Kcal)、出荷 2 週間前から仕上げ飼料(CP18%、ME3230Kcal)を給与し、雌は 3 週齢から 13 週齢までを後期飼料、13 週齢以降に仕上げ飼料を給与した。

試験鶏の体重測定は、ふ化日(0 日齢)、1、2、3、4、5、7、9、11、13、14、15、17 週齢時に実施した。平均日増体量は、週齢間の体重差を日数で除することで算出した。CV 値は標準偏差値を平均値で除し、100 を乗して算出した。飼料摂取量は、毎週 1 回朝 9 時、昼 12 時、夕方 15 時、翌朝 9 時に飼料残餌量を測定し、飼料投入量計から差し引いて算出した。また、朝-昼、昼-夕、夕-翌朝間の残餌量の差を 1 日の時間別飼料摂取量とした。飼料要求率は、週齢間の飼料摂取量を週齢間の体重増加量で除して算出した。

と殺解体調査は、雄 14 週齢、雌 17 週齢時に川南支場にて実施した。調査鶏は、各区から雄は 13 週齢時、雌は 15 週齢時の体重を基にそれぞれ上位と下位を同数ずつ除いた 9 羽を選抜し、計 108 羽調査した。解体調査項目は、生体重、と体重、もも肉重および色、むね肉重および色、ささみ重、腹腔内脂肪重、筋胃重とした。肉色については、畜試式鶏標準肉色((社)日本食鳥協会監修)を用いて視覚評価して数値化した。

雌雄の肉飼費は、飼料費を販売額で除し、100 を乗して算出した。飼料費は各区の羽当たりの飼料摂取量を飼料別に算出し、10 月 1 日時点単価である前期飼料(1,999 円/20kg)、後期飼料(1,890 円/20kg)、仕上げ飼料(1,882 円/20kg)を乗して算出した。販売額は各区の平均体重に単価(620 円/kg)を乗して算出した。

試験期間中の鶏舎内温湿度は、温湿度 SD データロガー(AD-5696、(株)エアアンドデイ、東京都)を用いて毎日 1 時間ごとに測定した。また、得られた温度および湿度から各時間ごとに THI(Temperature Heat Index =  $(0.8 \times \text{温度} + (\text{湿度} / 100) \times (\text{温度} - 14.4) + 46.4)$ )を算出し、Xin ら(1998)が

提示しているレイヤーの暑熱ストレス区分を参考にして 4 区分に分けた。具体的には、THI が 70 未満を快適、70 ~ 75 を警告、76 ~ 81 を危険、82 以上を緊急事態とした。

得られた数値の統計解析は、すべてフリー統計ソフトの R を用いて行った。体重、平均日増体量、飼料要求率、解体成績の試験区間の比較は、tukey-kramer の多重比較検定法により行った。処理結果は  $p < 0.05$  の場合に有意とした。

## 結 果

表 2 に雄、表 3 に雌の体重および平均日増体量を示した。雄では、体重が 11 週齢、13 週齢および 14 週齢で、平均日増体量が 4-11 週齢間および 4-14 週齢間で朝夕区が夕方区より有意に高くなった。雌では体重および平均日増体量は区間に有意な差はなかったが、雄雌とも朝夕区の発育が良かった。

表 4 に雄雌の飼料要求率を示した。雄の 4-11 週齢間および 4-14 週齢間で朝夕区が夕方区より有意に低かった。雌では有意な差はみられなかったが、雄雌とも朝夕区が最も飼料要求率が低かった。

表 5 に雌雄の CV 値を示した。試験区間での差は雄雌ともにみられなかった。

表 6 に雌雄の解体成績を示した。試験区間での差は雄雌ともにみられなかった。

表 7 に雌雄の肉飼費を示した。雌雄ともに朝夕区の肉飼費が最も低くなった。

図 1 に雌雄の時間別飼料摂取割合を示した。朝区は朝から昼および夕方から翌朝の摂取割合が同程度となり、朝夕区および夕方区は夕方から翌朝の摂取割合が高くなった。

図 2 に雌雄の時間別の 1 時間当たりの飼料摂取量を示した。夕方から翌朝では、気象庁が出している日の出および、日の入り時間を用いて、日が出ている時間を算出し、それを元に計算した。どの試験区も飼料給餌後の時間帯が高くなった。

図 3 に試験期間の雌雄の週齢間の平均日増体量を示した。雄では 4-5 週齢間および、9-11 週齢間で朝区が夕方区より有意に高かった。また、7-9 週

齢間および、9-11 週齢間で朝夕区が夕方区より有意に高かった。雄では 9-11 週齢間で朝区が夕方区より有意に高かった。

図 4 に試験期間の気温の推移を示した。冬期だったため、試験期間中は常に気温が低い状態だった。

図 5 に試験期間のストレス指標値の割合の推移を示した。常に快適を示しており、ストレスの低い状態にあった。

## 考 察

冬期においては、今回の試験結果より、朝若しくは夕方の単回給餌に比べ、朝および夕方に 2 回給餌したほうが、体重、平均日増体量、飼料要求率が向上することが明らかとなった。このことから、冬期は中雛期以降で給餌回数を増やすことで、鶏の飼料摂取行動を促進し、成績の向上を促せることが可能と考えられる。

堀之内ら(2022)によって行われた夏期試験では夕方区の成績が向上したが、今回の冬期試験では夕方区の成績が低下した。夏期の場合、暑熱ストレスが日の出から高くなり、日の入りにかけて低くなる環境下にあったことで、夕方以降の飼料摂取行動が活発になったことに加え、日の入りが遅く日の出が早いことで、夕方から翌朝までの摂取時間が長かったためと考えられる。対して冬期の場合、暑熱ストレスが 1 日を通して弱い環境下(常に快適)にあったことで 1 日を通して飼料摂取されていたことに加え、日の入りが早く日の出が遅いことで、夕方から翌朝までの摂取時間が短かったためと考えられる。また、夕方給与で刺激を受け鶏の飼料摂取行動が促進されたが、日の入りが早いことで刺激を受けた後の行動時間が短かったと考えられる。

朝夕区および夕方区、給餌刺激を受けていない朝区で夕方から翌朝での摂取割合が高くなったのは、飼料摂取によって体温が上昇することから、気温が低下する夕方以降および朝の飼料摂取量が増加したためと考えられる。

朝夕区は、平均日増体量および飼料要求率が良好だったことで、肉飼費も低下した。現在は飼料の高

騰が続いており、農家の負担軽減の一助になると考えられる。

冬期の課題である出荷体重バラツキの改善に繋がる成果は確認されなかった。

結論として、冬期は 1 日を通して暑熱ストレスが低いため、飼料給与を 1 日に複数回行うことで、1 日を通して摂取行動を促進することができ、出荷体重の増加、飼料要求率の向上に有効であると考えられる。

## 参考文献

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：幼雛期飼料の CP 含量がみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 29 号(2018)、54-59

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：練り餌処理した幼雛期飼料がみやざき地頭鶏の発育および体重バラツキに及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 29 号(2018)、60-64

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：幼雛期の飼槽面積の違いがみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 30 号(2019)、75-79

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：幼雛期における高 CP 飼料の給与期間がみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 30 号(2019)、80-85

堀之内正次郎・甲斐康孝・加藤さゆり：暑熱環境下での飼料給与時間帯の違いがみやざき地頭鶏の増体に及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 32 号(2022)

みやざき地頭鶏事業協同組合：「みやざき地頭鶏」飼養管理マニュアル(2013)

Xin, Hongwei and Harmon, Jay D., "Livestock Industry Facilities and Environment : Heat"(1998) Agriculture and Environment Extension Publicatuions. Book 163, Iowa State University.

表1 試験区分設定

試験区分名	給与回数	給与時間	供試羽数
朝	1回/日	朝	雄48羽雌48羽
朝夕	2回/日	朝・夕	雄48羽雌48羽
夕方	1回/日	夕方	雄48羽雌48羽

※朝：9時、夕方：15時

※4週齢時に上記3区分に分け試験を開始した。

※1日に投与する餌量は全区とも同一量とした。

表2 雄の体重および平均日増体量の推移

	朝		n	朝夕		n	夕方		n	p値
体重(g)										
0週齢	39.1 ± 3.0	48	39.2 ± 2.9	48	39.9 ± 2.2	48	n.s			
1週齢	112.3 ± 7.8	48	111.6 ± 8.5	48	112.3 ± 9.2	48	n.s			
2週齢	254.3 ± 17.8	48	254.5 ± 19.2	48	254.6 ± 20.2	48	n.s			
3週齢	492.0 ± 29.6	48	492.9 ± 29.5	48	491.5 ± 31.8	48	n.s			
4週齢	758.2 ± 50.0	48	768.8 ± 44.6	48	760.5 ± 49.9	48	n.s			
5週齢	1021.0 ± 70.4	48	1028.9 ± 66.2	48	1002.7 ± 72.0	48	n.s			
7週齢	1781.9 ± 127.9	48	1813.6 ± 137.0	48	1782.0 ± 134.4	48	n.s			
9週齢	2607.7 ± 173.9	48	2673.0 ± 203.1	48	2600.9 ± 178.9	48	n.s			
11週齢	3457.9 ± 253.6 ab	48	3541.6 ± 261.4 a	48	3393.2 ± 212.8 b	48	p<0.05			
13週齢	4043.0 ± 294.7 ab	47	4153.5 ± 305.8 a	48	3962.2 ± 286.4 b	47	p<0.01			
14週齢	4169.6 ± 320.8 ab	47	4271.3 ± 324.3 a	48	4107.3 ± 280.0 b	47	p<0.05			
平均日増体量(g/日)										
0-4週齢間	25.7 ± 1.8		26.1 ± 1.6		25.7 ± 1.8		n.s			
4-11週齢間	55.1 ± 4.7 ab		56.6 ± 4.8 a		53.7 ± 3.8 b		p<0.01			
11-14週齢間	36.1 ± 6.2		36.5 ± 5.8		36.0 ± 7.1		n.s			
4-14週齢間	49.5 ± 4.4 ab		50.8 ± 4.4 a		48.5 ± 3.8 b		p<0.05			

※平均値±標準偏差

※ab異符号間に5%水準で有意差あり

表3 雌の体重および平均日増体量の推移

	朝		n	朝夕		n	夕方		n	p値
体重(g)										
0週齢	38.4 ± 3.0	48	38.5 ± 2.6	47	38.1 ± 2.6	47	n.s			
1週齢	107.7 ± 10.1	48	108.7 ± 8.4	47	109.7 ± 10.1	47	n.s			
2週齢	233.9 ± 19.1	48	234.5 ± 17.1	47	234.3 ± 18.0	47	n.s			
3週齢	431.7 ± 31.3	48	434.6 ± 28.8	47	434.8 ± 29.2	47	n.s			
4週齢	654.4 ± 105.9	48	663.9 ± 106.1	47	655.9 ± 41.1	47	n.s			
5週齢	843.4 ± 149.6	48	855.2 ± 144.1	47	833.6 ± 66.2	47	n.s			
7週齢	1417.7 ± 247.2	48	1444.0 ± 245.3	47	1397.2 ± 95.6	47	n.s			
9週齢	1971.0 ± 336.2	48	1998.8 ± 341.1	47	1934.6 ± 132.6	47	n.s			
11週齢	2484.4 ± 420.6	48	2485.3 ± 418.1	47	2413.9 ± 177.8	47	n.s			
13週齢	2753.7 ± 468.9	48	2749.7 ± 472.6	47	2702.4 ± 219.9	47	n.s			
15週齢	2977.4 ± 498.9	48	3002.1 ± 525.8	47	2961.1 ± 260.1	47	n.s			
17週齢	3255.1 ± 549.8	48	3277.0 ± 584.8	47	3226.3 ± 298.2	47	n.s			
平均日増体量(g/日)										
0-4週齢間	22.0 ± 1.8		22.3 ± 1.7		22.1 ± 1.4		n.s			
4-11週齢間	37.3 ± 6.8		37.2 ± 6.5		35.9 ± 3.3		n.s			
11-17週齢間	18.3 ± 4.6		18.9 ± 4.9		19.3 ± 4.1		n.s			
4-17週齢間	28.6 ± 5.1		28.7 ± 5.4		28.2 ± 3.2		n.s			

※平均値±標準偏差

表 4 雄および雌の飼料要求率の推移

	朝		朝夕		夕方		p値
雄飼料要求率							
4-11週齢間	3.049 ±	0.280 ab	2.968 ±	0.261 a	3.118 ±	0.222 b	p<0.05
11-14週齢間	5.338 ±	0.977	5.271 ±	0.943	5.480 ±	1.676	n.s
4-14週齢間	3.517 ±	0.329 ab	3.426 ±	0.309 a	3.579 ±	0.293 b	n.s
雌飼料要求率							
4-11週齢間	3.505 ±	0.669	3.508 ±	0.615	3.628 ±	0.331	n.s
11-17週齢間	7.903 ±	1.945	7.735 ±	1.979	7.554 ±	1.709	n.s
4-17週齢間	4.730 ±	0.827	4.725 ±	0.872	4.795 ±	0.548	n.s

※平均値±標準偏差

※ab異符号間に5%水準で有意差あり

表 5 雄および雌の CV 値の推移

	朝	朝夕	夕方
雄体重のCV値			
4週齢	6.6	5.8	6.6
5週齢	6.9	6.4	7.2
7週齢	7.2	7.6	7.5
9週齢	6.7	7.6	6.9
11週齢	7.3	7.4	6.3
13週齢	7.3	7.4	7.2
14週齢	7.7	7.6	6.8
雌体重のCV値			
4週齢	7.7	7.2	6.3
5週齢	10.6	9.0	7.9
7週齢	10.1	9.3	6.8
9週齢	9.4	9.4	6.9
11週齢	9.2	9.0	7.4
13週齢	9.4	9.7	8.1
15週齢	8.9	10.2	8.8
17週齢	9.1	10.8	9.2

表6 雄および雌の解体成績

	朝		朝夕		夕方		p値
<b>雄</b>							
重量							
生体重(g)	4164.4 ±	94.0 a	4292.8 ±	144.5 b	4132.1 ±	98.5 a	p<0.01
と体重(g)	3822.7 ±	95.7 a	3919.4 ±	138.5 b	3789.0 ±	108.6 a	p<0.01
もも肉重(g)	795.9 ±	53.2	831.3 ±	77.4	799.3 ±	57.2	n.s
もも肉色	3.6 ±	0.5	3.7 ±	0.9	3.5 ±	0.5	n.s
むね肉重(g)	515.3 ±	59.7	541.1 ±	61.6	521.8 ±	62.1	n.s
むね肉色	3.2 ±	0.4	3.2 ±	0.4	3.4 ±	0.5	n.s
ササミ重(g)	121.2 ±	11.5	128.0 ±	11.5	122.6 ±	13.8	n.s
内臓脂肪重(g)	165.0 ±	46.8	144.9 ±	41.8	131.6 ±	43.0	n.s
筋胃重(g)	73.6 ±	12.8	75.3 ±	7.7	73.2 ±	9.0	n.s
歩留率							
と体重/生体重(%)	91.8 ±	0.9	91.3 ±	1.0	91.7 ±	1.0	n.s
もも肉重/と体重(%)	20.8 ±	1.1	21.2 ±	1.6	21.1 ±	1.4	n.s
むね肉重/と体重(%)	13.5 ±	1.6	13.8 ±	1.6	13.8 ±	1.6	n.s
ササミ重/と体重(%)	3.2 ±	0.3	3.3 ±	0.3	3.2 ±	0.3	n.s
筋胃重/と体重(%)	4.3 ±	1.2	3.7 ±	1.1	3.5 ±	1.1	n.s
内臓脂肪重/と体重(%)	1.9 ±	0.3	1.9 ±	0.2	1.9 ±	0.3	n.s
<b>雌</b>							
重量							
生体重(g)	3235.8 ±	117.1	3299.7 ±	106.9	3243.6 ±	90.1	n.s
と体重(g)	3022.1 ±	113.1	3081.9 ±	109.4	3020.2 ±	91.5	n.s
もも肉重(g)	607.0 ±	52.6	618.1 ±	45.9	587.9 ±	47.1	n.s
もも肉色	4.4 ±	0.6	4.7 ±	0.6	4.4 ±	0.5	n.s
むね肉重(g)	445.2 ±	65.9	454.7 ±	65.7	436.2 ±	59.1	n.s
むね肉色	5.1 ±	0.6	5.5 ±	0.7	5.3 ±	0.6	n.s
ササミ重(g)	103.7 ±	10.7	109.6 ±	12.1	102.9 ±	10.4	n.s
内臓脂肪重(g)	206.9 ±	48.1	221.6 ±	40.0	209.1 ±	55.5	n.s
筋胃重(g)	53.7 ±	5.5	56.7 ±	8.7	53.6 ±	6.9	n.s
歩留率							
と体重/生体重(%)	93.4 ±	0.7	93.4 ±	0.7	93.1 ±	0.7	n.s
もも肉重/と体重(%)	20.1 ±	1.4	20.1 ±	1.2	19.5 ±	1.4	n.s
むね肉重/と体重(%)	14.7 ±	2.1	14.7 ±	1.8	14.4 ±	1.8	n.s
ササミ重/と体重(%)	3.4 ±	0.4	3.6 ±	0.3	3.4 ±	0.3	n.s
内臓脂肪重/と体重(%)	6.8 ±	1.5	7.2 ±	1.3	6.9 ±	1.7	n.s
筋胃重/と体重(%)	1.8 ±	0.2	1.8 ±	0.3	1.8 ±	0.2	n.s

※ab異符号間に5%水準で有意差あり

表 7 雄および雌の肉飼費

	朝	朝夕	夕方
<b>雄</b>			
飼料摂取量(kg/羽)			
前期飼料	0.7	0.7	0.7
後期飼料	9.4	9.4	9.8
仕上げ飼料	2.4	2.4	2.6
肉飼比	46.3	45.0	48.3
<b>雌</b>			
飼料摂取量(kg/羽)			
前期飼料	0.7	0.7	0.7
後期飼料	8.3	8.2	8.4
仕上げ飼料	4.0	4.2	4.2
肉飼比	61.6	61.0	62.2

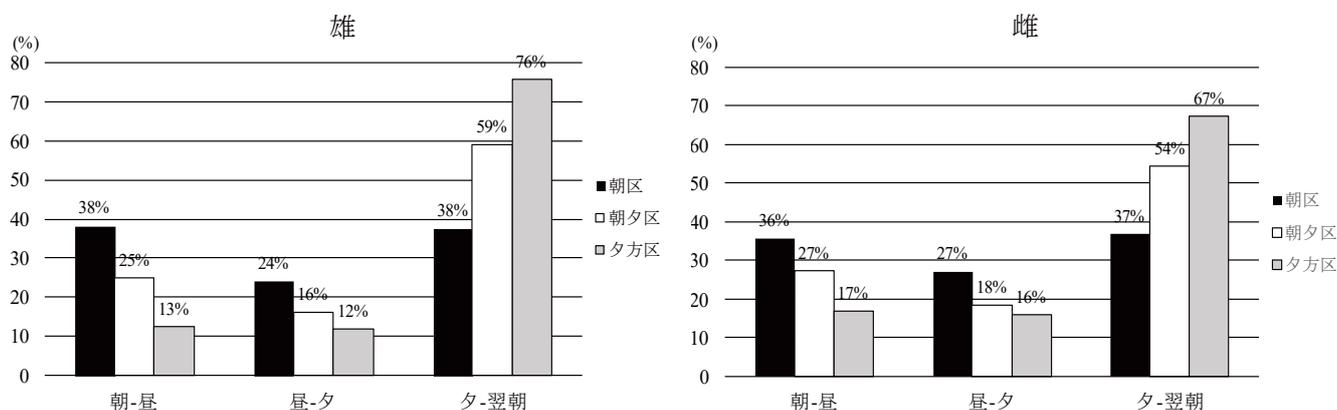


図 1 雄および雌の時間別の飼料摂取割合

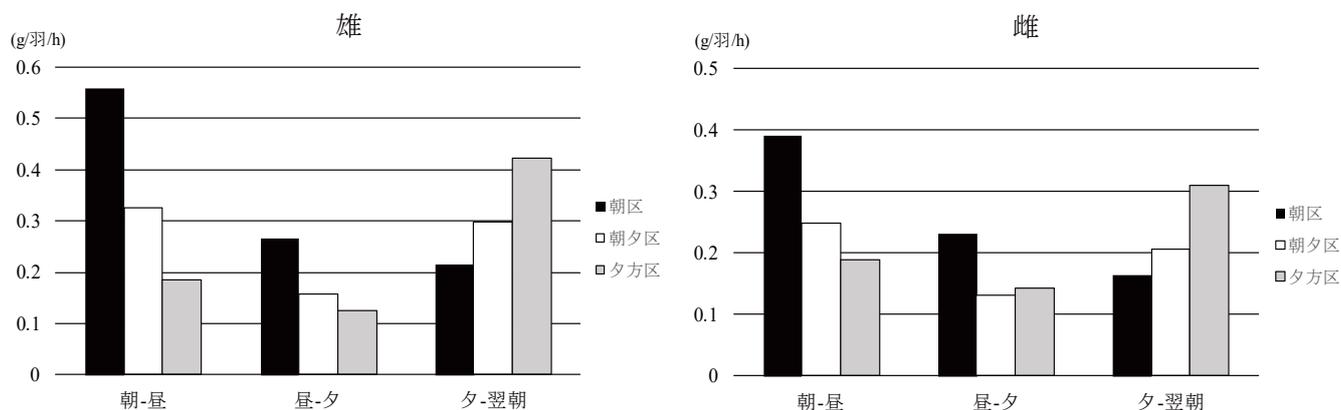


図 2 雄および雌の時間別の 1 時間あたりの飼料摂取量

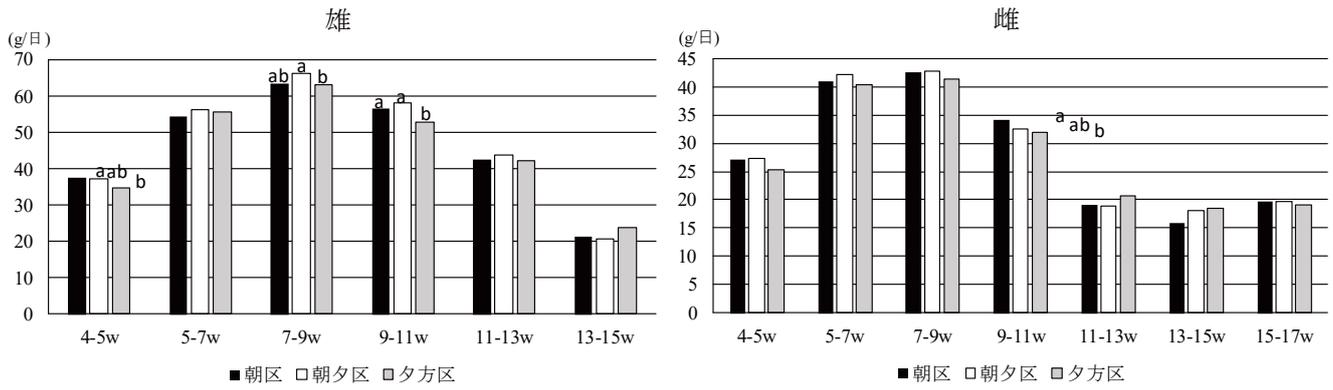


図3 雄および雌の週齢間の平均日増体量の推移

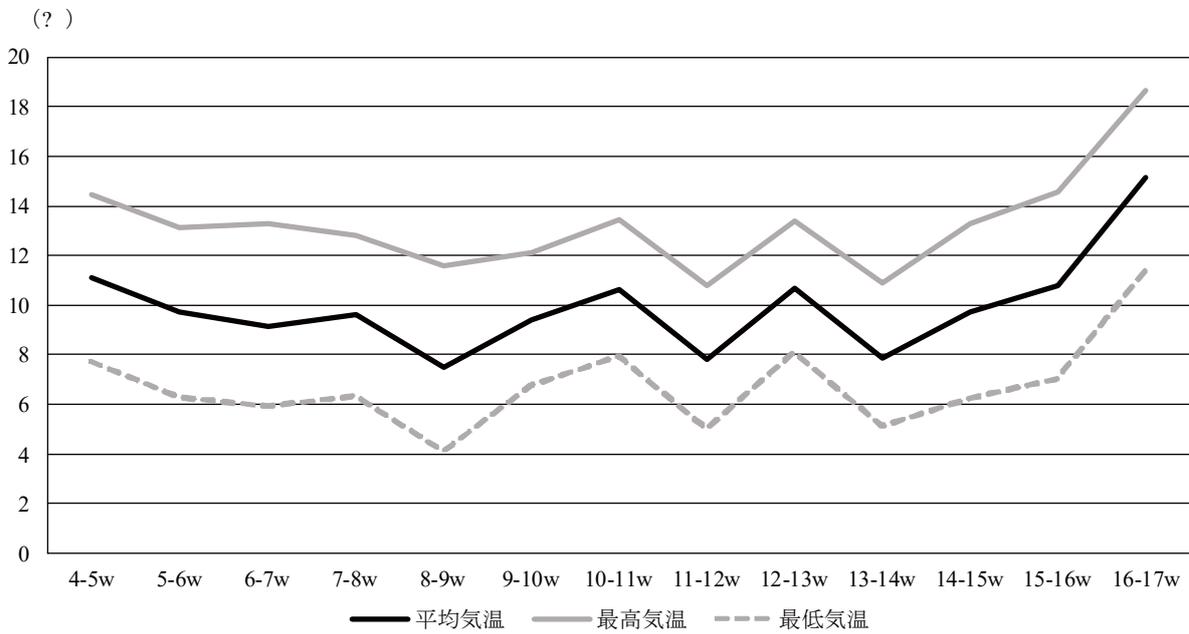


図4 試験期間の平均気温、最高気温、最低気温の推移

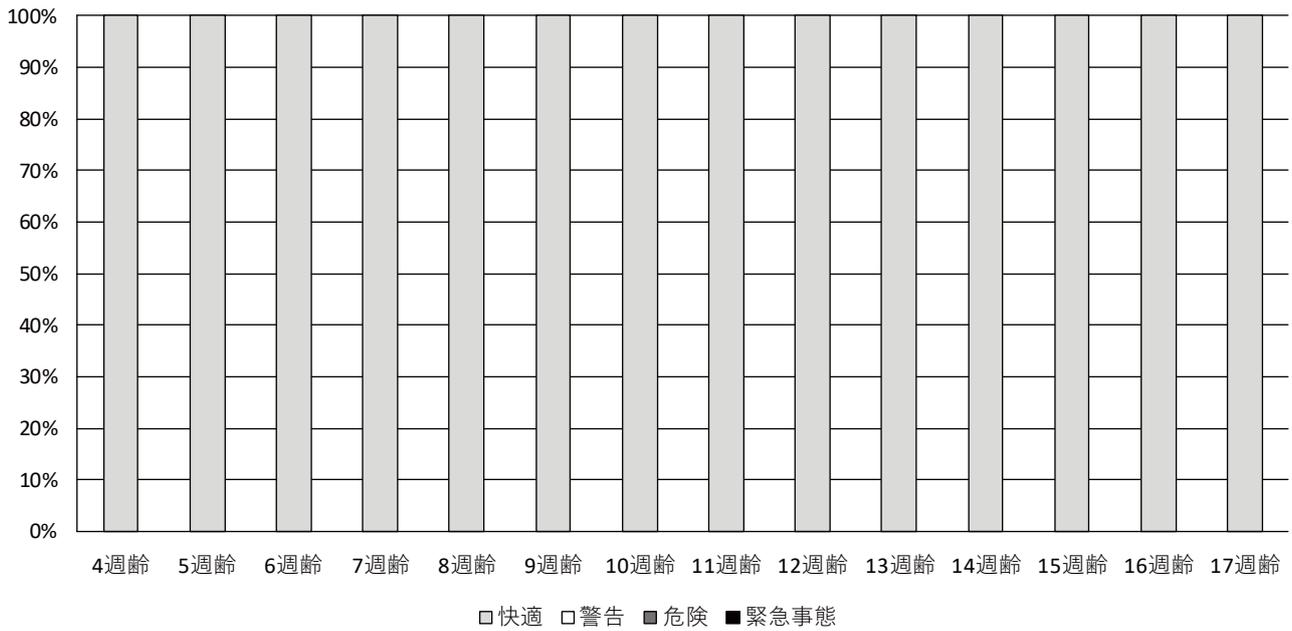


図5 試験期間のストレス指標値の割合の推移

※ 1時間毎の温湿度から THI を算出し、快適：70未満、警告：70～75、危険：76～81、緊急事態：82以上の4区分に分けた。

※  $THI(\text{Temperature Heat Index}) = (0.8 \times \text{温度} + (\text{湿度}/100) \times (\text{温度} - 14.4) + 46.4)$

# 「臭気マップ」を用いた畜産農場臭気低減対策の検証 (第 2 報)

三角久志・甲斐敬康・鍋倉弘良・柴田翔平<sup>1)</sup>

東臼杵農林振興局<sup>1)</sup>

## Verification of farm odor improvement measures by visualization

Hisashi MISUMI, Noriyasu KAI, Hiroyoshi NABEKURAShohei, SHIBATA

**<要約>** 本県の畜産経営における臭気低減対策の一助とするため、場内の家畜排せつ物処理施設周辺において、臭気センサーを用いて臭気マップを作成し、特に臭気の発生が強かった場所を特定した。それら臭気が強かった場所のうち、堆肥化処理施設の開口部、養豚・養鶏エリアからの排水流入槽である最初沈殿槽、移送槽の周辺の3カ所を選定し、蓋やカーテンなどによる簡易な臭気低減対策を冬期と夏期で実施し、対策実施前後の臭気低減効果を検証したところ、冬期では、全ての箇所臭気指数相当値の平均値は 10 以下に低減したものの、夏期では、移送槽において、対策前の臭気が冬期より強く、対策後においても臭気指数相当値が冬期に比較して高かった。また、堆肥舎の臭気調査において、風向と臭気指数相当値の関係を検討したところ、対策前においても北および東からの風では臭気が少なかったのに対して、南および西方向からの風では臭気が強いことがわかった。

本県における畜産苦情発生の約半数を悪臭関係が占め、苦情・相談発生率が増加傾向にあることから、簡易かつ効果的な臭気低減対策技術が求められている。

臭気対策を行うには、まず臭気の発生状況を把握することが重要であり、併せて、臭気低減対策についても、その効果を事前に確認しておく必要がある。栃木県では、臭気の発生箇所と強弱を可視化できる「臭気マップ」を作成することで、臭気発生状況の把握および臭気低減対策の評価を行っており(木下ら 2019)、また、本県の川南町においても、令和元年度から、臭気マップを活用した養豚場の臭気対策事業に取り組んでいる。

そこで、当該において、臭気マップを用いた簡易な臭気対策を検証し、市町村や農家などが臭気対策に取り組む際に、参考となるような事例作成を目的に本試験に取り組んだ。

## 材料および方法

### 1 試験場所

本試験は、宮崎県畜産試験場川南支場の堆肥化処理施設および排水処理施設周辺において、冬期(臭気調査Ⅲ)と夏期(臭気調査Ⅳ)の2回実施した。

### 2 臭気調査の方法

#### (1) 臭気調査Ⅲ(冬期調査)

臭気調査ⅢおよびⅣの臭気測定箇所を表1と図1に、調査に用いた臭気調査票を図2に示した。臭気調査ⅢおよびⅣでは、本研究第1報(柴田ら 2021)で報告した臭気調査Ⅱで明らかとなった臭気発生箇所(臭気指数相当値が10以上の地点)について、簡易な臭気低減対策を施し、対策実施前後の臭気指数相当値について、7日間、1日午前・午後の2回、計33回測定した。

調査に用いた機材は、気温、湿度および風速の測

定には「Nielsen-Kellerman」社の「Kestrel : TA411RB」を、風向の測定には、「太田商事株式会社」の「OT-1004」を、臭気指数相当値の測定は、農家の自主管理を目的とした臭気評価に適しているとされている（におい・かおり環境協会測定評価部会2003）「新コスモス電機株式会社」の「畜環研式ニオイセンサ」を用いた。

臭気指数相当値の測定は、測定者の顔の高さ（地面から約 1.5m）で測定し、気温、湿度、風向および風速は、地面から約 1m の高さで、風速は 1 分間の平均風速を測定した。また、開始してから 30 秒間臭気指数相当値が 0 であった場合は 0 を記録し、1 以上の数値を示した場合は 60 秒間のピーク値を記録した。

なお、対策の効果検証は、測定値のうち、対策実施前の臭気指数相当値が 10 以上のものについて行った（実施日：令和3年2月8日、2月9日、2月10日、2月15日、2月16日、2月18日、2月19日）。簡易な対策の内容については、図3、4および写真1に示すとおり、最初沈殿槽と移送槽は塗装コンパネやベニア板などで蓋をし、一部開口部分は寒冷紗で塞ぐとともに、最初沈殿槽の寒冷紗部分には細霧装置（株式会社いけうち COOL KIT-C）を設置して細霧の効果についても検証した。堆肥化処理施設の対策については、既存のカーテン（エステル帆布）を簡易的な対策とした。

(2) 臭気調査IV（夏期調査）

調査は、最初沈殿槽では 6 日間、延べ 31 回、移送槽および堆肥化処理施設では、8 日間延べ 29 回実施した。なお、対策の効果の検証は、試験IIIと同様に臭気指数相当値が 10 以上のものについて行った（7月8日、7月13日、7月19日、7月20日、7月27日、7月29日、8月6日、8月10日）。

なお、最初沈殿槽においては、臭気調査IIIで、細霧装置の効果が認められなかったことから、全面をベニア板で覆って、対策の効果を検証した。また、堆肥化処理施設の対策は、巻き上げカーテン（ビニールシート）を簡易的な対策とした。

3 臭気マップの作成

臭気発生量および臭気低減対策の効果を検証する

ため、臭気調査IIIおよびIVの測定値の平均値と最大値をもとに臭気マップを作成した。

4 堆肥化処理施設の風向と臭気の関係の検討

堆肥処理施設において、風向によって臭気に差が見られたことから、試験IIIおよび試験IVの結果から風向と臭気の関係について検討を行った。

表1 臭気調査IIIおよびIVの調査場所

NO.	調査箇所	簡易対策方法	備考
①	最初沈殿槽 北		
②	最初沈殿槽 南	コンパネで	冬期調査は
③	最初沈殿槽 東	蓋をする	③の場所で
④	最初沈殿槽 西		細霧を実施
⑤	移送槽北		⑤のパイプ
⑥	移送槽南	ベニア板で	がある場所
⑦	移送槽西・北側	蓋をする	は寒冷紗で
⑧	移送槽西・南側		覆う
⑨	堆肥舎北側カーテン横・東側	カーテンを	
⑩	堆肥舎北側カーテン横・西側	閉める	

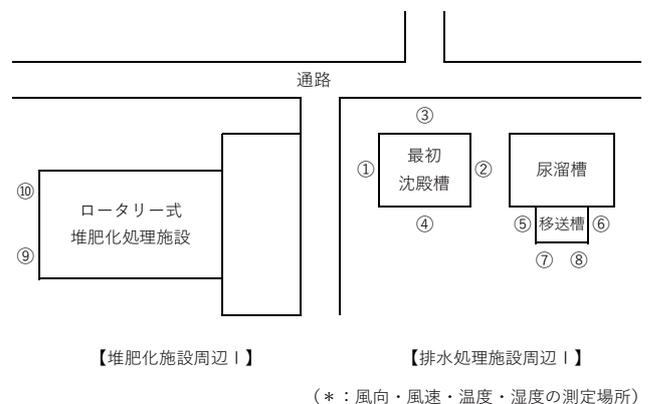


図1 臭気調査III・IVの測定箇所

測定箇所	気温・湿度・風向・風速			臭気指数			備考
	1回目	2回目	3回目	1	2	3	
①	( ) °C	( ) °C	( ) °C				
②	( ) %	( ) %	( ) %				
③	( ) 向	( ) 向	( ) 向				
④	( ) m/s	( ) m/s	( ) m/s				
⑤	( ) °C	( ) °C	( ) °C				
⑥	( ) %	( ) %	( ) %				
⑦	( ) 向	( ) 向	( ) 向				
⑧	( ) m/s	( ) m/s	( ) m/s				
⑨	( ) °C	( ) °C	( ) °C				
	( ) %	( ) %	( ) %				
⑩	( ) 向	( ) 向	( ) 向				
	( ) m/s	( ) m/s	( ) m/s				

図2 臭気調査票（臭気調査III・IV）

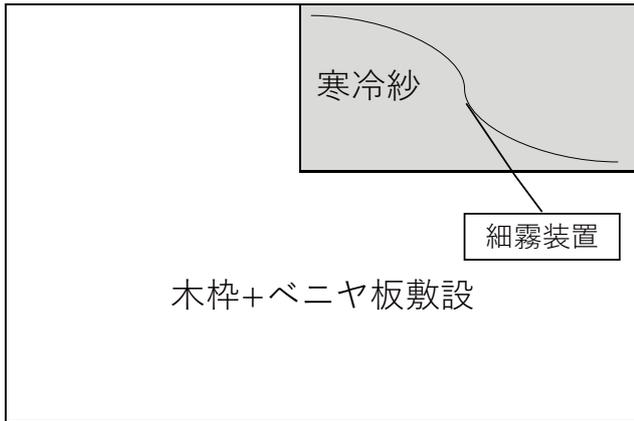


図3 簡易な臭気低減対策（最初沈殿槽臭気調査左図：Ⅲ・右図：Ⅳ）

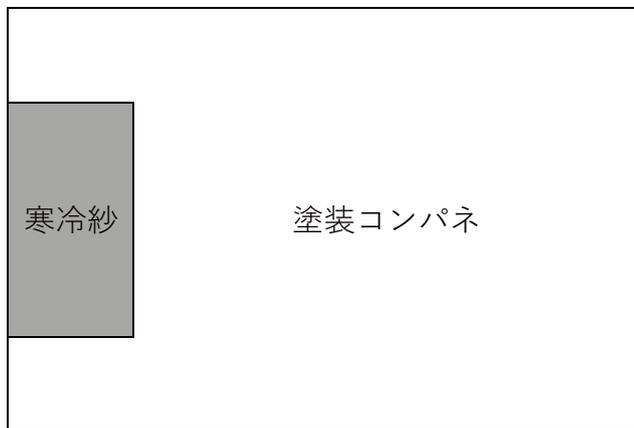


図4 簡易な臭気低減対策（移送槽）

写真2 簡易な臭気低減対策



写真1 簡易な臭気低減対策（堆肥化处理施設）



写真3 風向・風速の計測と記録

## 結果および考察

### 1 臭気調査Ⅲ

冬期（2月）における簡易な臭気低減対策実施前後の測定結果を表2と表4および表6に、これにより作成した臭気マップ（平均値、最大値）を図5と図7に示した。

簡易な対策の実施により、全ての箇所において顕著な臭気低減効果が得られ、対策実施後の臭気指数相当値の平均値は10以下となった。しかし、最大値で見ると、一部の箇所においては高い数値の箇所も見られた。これは、簡易的な対策である蓋やカーテンからの臭気の漏れ、風向、風速による影響などが考えられた。

なお、最初沈殿槽の寒冷紗上に設置した細霧装置の臭気低減効果については、今回の試験では蓋の設置だけで十分な効果が得られたため、細霧装置の効果は確認できなかった。なお、臭気の発生場所に蓋などが設置できない場所においては、寒冷紗の設置や寒冷紗への散水などの簡易な対策は有効と考えられる。

### 2 臭気調査Ⅳ

夏期（7月上旬～8月上旬）における簡易な臭気低減対策実施前後の測定結果を表3と表5および表7に、これにより作成した臭気マップ（平均値、最大値）を図6と図8に示した。なお、冬期における細霧装置の効果の検証を受けて、最初沈殿槽においては槽の全面にベニア板で蓋をした。

夏期の臭気調査においては、最初沈殿槽と堆肥化処理施設では、簡易対策の効果が見られ臭気指数相当値の平均値、最大値ともに臭気を強く感じない10以下に抑えられたが、移送槽においては、平均値が17.4、最大値が38と臭気低減効果が低かった。

これは、対策前の臭気指数相当値が、臭気センサーの上限値の40に、測定開始から数秒で達したことから、臭気強度が冬期よりも強かったことや、塗装コンパネの湾曲により、臭気の漏れが見られたことが、要因となったと考えられた。なお、移送槽においては、ポンプを稼働して排水を槽内に流下し、強

い臭気を発生させて測定しており、排水パイプが水面下になった時の臭気強度は大きく低下した。このことは、強い臭気を発生する汚水は、排水パイプを槽の下部に設置することで、汚水の落下による臭気の発生を抑制できるのではないかと考えられた。

畜産農場においては、今回の臭気調査のように、臭気指数相当値が40を超える強い臭気が発生する場所は少ないと考えられることから、農場の臭気マップを作成し、農場内臭気の見え化と、臭気の発生場所に簡易で低コストな対策を実施することにより、臭気の軽減につなげることができると考えられた。

また、畜産農場の臭気を低減するためには、飼養衛生管理を徹底し、家畜の疾病を予防することと、清掃の徹底を図るなど、きめ細やかな管理を行うことが重要と考える。

表2 臭気調査Ⅲ（冬期）の測定結果（臭気低減対策実施前後）【最初沈殿槽】

	日付	2月8日			2月9日			2月10日			2月15日			2月16日			2月18日			2月19日			期間全体			延べ測定回数
		天気	晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		午前	午後	日平均	最大	最小	
対策実施前	平均値	午前	午後	計	午前	計	午前	午後	計	午前	午後	日平均	最大	最小												
対策実施前	気温	17.1	19.3	18.2	14.1	14.1	14.6	14.6	22.4	22.2	22.3	14.4	17.8	16.1	12.0	12.0	15.4	15.6	15.7	18.8	16.8	24.0	8.6	33		
	湿度	46.6	43.6	45.1	29.2	29.2	46.3	46.3	50.3	36.1	43.2	44.2	47.2	45.7	36.1	36.1	41.1	50.2	45.7	42.0	44.3	42.8	61.4	25.1	33	
	風速	0.8	0.3	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	2.3	1.4	1.0	0.7	0.8	1.0	1.0		0.6	0.6	0.6	1.0	0.8	3.2	0.0	22	
	①	22.7		22.7	14.0	14.0	10.0	10.0	21.0	15.0	19.5	20.0	19.5	19.8	17.0	17.0	20.0	18.7	19.2	<b>17.8</b>	<b>13.3</b>	<b>18.7</b>	<b>25.0</b>	<b>10.0</b>	21	
	②	22.5	12.3	16.4			12.7	12.7	16.7		16.7	19.0	16.0	17.5	21.0	21.0	21.0	17.3	19.2	<b>16.1</b>	<b>11.4</b>	<b>17.3</b>	<b>24.0</b>	<b>10.0</b>	25	
	③	19.0	21.3	20.8	16.0	16.0	10.0	10.0	16.3		16.3	20.0	14.0	17.0	22.3	22.3	19.0	16.3	17.7	<b>17.5</b>	<b>12.9</b>	<b>18.1</b>	<b>24.0</b>	<b>10.0</b>	22	
	④	18.3	14.7	16.5			17.0	17.0	14.3		14.3	16.3	10.7	13.5	16.5	16.5	17.5	20.0	18.3	<b>14.3</b>	<b>11.3</b>	<b>15.7</b>	<b>22.0</b>	<b>6.0</b>	23	
	平均	20.6	16.1	18.3	14.8	14.8	13.8	13.8	17.1	15.0	16.6	17.9	14.5	16.2	19.3	19.3	19.8	17.4	18.6	<b>17.6</b>	<b>15.8</b>	<b>17.1</b>	<b>23.0</b>	<b>12.0</b>	30	
	対策実施後	気温	16.3	19.0	17.7	13.9	13.9	15.6	15.6	24.1	22.8	23.4	16.7	17.9	17.3	11.1	11.1	13.8	16.5	15.2	15.9	19.1	17.1	24.2	11.0	33
		湿度	46.1	37.5	41.8	39.5	39.5	44.3	44.3	43.4	34.8	39.1	44.0	42.9	43.4	33.0	33.0	52.5	41.4	47.0	43.2	39.2	41.8	65.0	32.0	33
風速		0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	1.8	1.2		0.5	0.5	0.4	0.4		0.7	0.7	0.4	0.9	0.7	2.2	0.3	21	
①		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>	<b>2.0</b>	<b>0.0</b>	21	
②		2.0	1.3	1.6			1.0	1.0	0.3		0.3	7.0	3.0	5.0	0.0	0.0	1.3	3.3	2.3	<b>1.7</b>	<b>1.9</b>	<b>2.2</b>	<b>14.0</b>	<b>0.0</b>	21	
③		1.0	3.7	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7		0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7	1.0	0.0	0.5	<b>0.6</b>	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	<b>9.0</b>	<b>0.0</b>	25	
④		3.3	3.7	3.5			1.0	1.0	0.0		0.0	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>0.7</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>7.0</b>	<b>0.0</b>	22	
平均		1.9	2.9	2.4	0.0	0.0	0.8	0.8	0.3	2.0	0.7	1.9	0.8	1.4	0.4	0.4	0.7	1.0	0.8	<b>0.9</b>	<b>1.7</b>	<b>1.1</b>	<b>4.3</b>	<b>0.0</b>	23	

表3 臭気調査Ⅳ（夏期）の測定結果（臭気低減対策実施前後）【最初沈殿槽】

	日付	7月8日			7月13日			7月19日		7月20日			7月27日			7月29日			期間全体			延べ測定回数			
		天気	晴れ		晴れ		晴れ		曇り後晴れ		晴れ		晴れ		午前	午後	計	午前	午後	日平均	最大		最小		
対策実施前	平均値	午前	午後	計	午前	午後	計	午後	計	午前	午後	計	午後	計	午前	午後	計	午前	午後	計	午前	午後	日平均	最大	最小
対策実施前	気温	34.7	36.6	35.7	30.8	34.8	32.8	32.6	32.6	28.1	33.0	30.6	32.1	32.1	31.2	32.8	32.0	31.2	33.7	32.7	36.6	28.1	18		
	湿度	60.2	57.0	58.6	76.6	66.0	71.3	79.9	79.9	80.1	71.2	75.7	66.0	66.0	74.9	65.7	70.3	73.0	67.6	69.0	80.1	57.0	18		
	風速	1.8	1.6	1.7	0.6	0.9	0.8	0.9	0.9	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.9	0.9	0.8	1.8	0.4	13		
	①	25.7	22.3	24.0	15.3	17.0	16.2	15.0	15.0	22.3	17.0	19.7	29.0	29.0	25.0	25.3	25.2	<b>22.1</b>	<b>20.9</b>	<b>21.9</b>	<b>33.0</b>	<b>14.0</b>	31		
	②	15.7	13.3	14.5	26.3	19.0	22.7	12.5	12.5	19.7	24.0	21.8	26.3	26.3	38.0	24.0	31.0	<b>24.9</b>	<b>19.9</b>	<b>22.1</b>	<b>40.0</b>	<b>6.0</b>	31		
	③	20.0	15.0	17.5	20.0	17.3	18.7			19.5	19.5	33.3	33.3	23.0	23.0	23.0	<b>15.8</b>	<b>18.0</b>	<b>21.5</b>	<b>40.0</b>	<b>12.0</b>	26			
	④	16.0	15.7	15.8	16.7	17.5	17.1	12.0	12.0	18.0	19.7	18.8	24.7	24.7	26.0	22.0	24.0	<b>19.2</b>	<b>18.6</b>	<b>19.4</b>	<b>27.0</b>	<b>11.0</b>	30		
	平均	19.3	16.6	18.0	19.6	17.8	18.7	13.3	13.3	20.0	19.5	19.8	28.3	28.3	28.0	23.6	25.8	<b>21.7</b>	<b>19.9</b>	<b>19.4</b>	<b>27.0</b>	<b>11.0</b>	32		
	対策実施後	気温	34.3	36.0	35.2	32.3	33.1	32.7	36.0	36.0	28.3	33.0	30.6	31.0	31.0	32.0	51.7	41.9	31.7	36.8	37.1	71.6	28.3	17	
		湿度	61.0	57.2	59.1	75.0	68.1	71.6	67.6	67.6	82.9	72.5	77.7	69.5	69.5	73.4	52.2	62.8	73.1	64.5	66.4	82.9	32.0	17	
風速		1.3	1.9	1.6	0.6	1.0	0.8	0.5	0.5	0.4	0.7	0.5	1.3	1.3	0.6	1.0	0.8	0.7	1.1	0.9	1.9	0.4	14		
①		0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.3	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	<b>0.3</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>6.0</b>	<b>0.0</b>	31		
②		0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.5	5.7	5.7	0.7	0.3	0.5	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>1.4</b>	<b>17.0</b>	<b>0.0</b>	31		
③		0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.5			0.0	0.0	4.3	4.3	0.0	0.0	0.0	<b>0.3</b>	<b>0.7</b>	<b>0.9</b>	<b>7.0</b>	<b>0.0</b>	26			
④		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>3.0</b>	<b>0.0</b>	30			
平均		0.2	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	0.3	3.7	3.7	0.2	0.1	0.1	<b>0.3</b>	<b>0.6</b>	<b>0.9</b>	<b>7.0</b>	<b>0.0</b>	32		

表4 臭気調査Ⅲ（冬期）の測定結果（臭気低減対策実施前後）【移送槽】

	日付	2月8日			2月9日			2月10日			2月15日			2月16日			2月18日			2月19日			期間全体			延べ測定回数
		天気	晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		晴れ		午前	午後	計	午前	午後	日平均	最大	最小		
対策実施前	区分	午前	午後	計	午前	計	午前	午後	計	午前	午後	日平均	最大	最小												
対策実施前	気温	17.6	17.3	17.5	14.0	14.0	14.5	14.9	14.6	23.8	20.0	21.9	14.8	14.6	14.7	12.8	12.8	12.4	11.3	11.9	15.7	11.2	15.3	26.1	10.3	32
	湿度	51.4	36.6	44.0	34.2	34.2	49.8	57.5	52.3	44.1	35.1	39.6	47.1	48.1	47.6	30.6	30.6	47.3	50.7	48.7	43.5	32.6	42.4	57.5	28.3	32
	風速	1.8	1.8	1.8	1.0	1.0	1.2	1.6	1.3	1.5	2.5	2.1	1.1	1.2	1.1	1.9	1.9	1.6	2.1	1.8	1.4	1.3	1.6	3.1	0.4	30
	⑥	19.0	26.0	23.7	26.0	26.0	32.0	23.0	29.0	23.7	15.0	19.3	25.0	24.3	24.7	27.3	27.3	29.7	29.5	29.6	<b>26.1</b>	<b>16.8</b>	<b>25.7</b>	<b>36.0</b>	<b>13.0</b>	29
	⑦		20.5	20.5	20.7	20.7	24.5	17.0	22.0	25.3	19.0	22.8	25.7	22.3	24.0	26.3	26.3	20.3	22.0	21.0	<b>20.4</b>	<b>14.4</b>	<b>22.5</b>	<b>35.0</b>	<b>15.0</b>	27
	⑧	15.0	24.5	21.3	29.0	29.0	30.5	21.0	27.3	25.3	15.0	20.2	27.0	27.3	27.2	25.0	25.0	27.3	24.5	26.2	<b>25.6</b>	<b>16.0</b>	<b>25.2</b>	<b>33.0</b>	<b>11.0</b>	29
	平均	17.0	23.7	21.4	25.2	25.2	29.0	20.3	26.1	24.8	15.6	20.2	25.9	24.7	25.3	26.2	26.2	25.8	25.3	25.6	<b>24.8</b>	<b>15.7</b>	<b>24.3</b>	<b>30.7</b>	<b>12.0</b>	29
	対策実施後	気温	18.1	18.0	18.1	14.9	14.9	14.4	15.4	14.7	23.2	20.0	21.6	15.0	15.0	11.6	11.6	14.0	15.6	14.7	15.9	12.0	15.8	26.1	11.2	32
		湿度	45.6	37.9	41.7	28.5	28.5	47.5	57.3	50.8	43.7	35.5	39.6	46.7	46.0	34.4	34.4	45.4	43.1	44.5	41.7	31.4	40.8	57.3	25.4	32
		風速	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.2	0.9	2.6	1.8	1.4	1.5	1.5	1.2	1.2	1.5	1.3	1.4	1.2	1.1	1.3	3.0	0.5
⑥		2.0	7.0	5.3	12.3	12.3	16.0	0.0	10.7	2.0																

「臭気マップ」を用いた畜産農場臭気低減対策の検証（第2報）

表5 臭気調査Ⅳ（夏期）の測定結果（臭気低減対策実施前後）【移送槽】

日付 天気 区分	7月8日		7月13日		7月19日		7月20日		7月27日		7月29日		8月6日		8月10日		期間全体			延べ 測定 回数										
	午前	午後	計	午前	午後	計	午前	午後	計	午前	午後	計	午前	午後	計	午前	午後	日平均	最大		最小									
対策 実施 前	気温	34.9	29.6	32.3	32.3	28.8	30.6	33.4	33.4	31.1	29.6	30.4	31.2	31.2	31.0	32.5	31.8	33.1	29.2	31.2	32.5	30.4	31.5	27.9	25.9	31.5	34.9	28.8	15	
	湿度	53.7	77.1	65.4	75.5	78.0	76.8	74.9	74.9	69.9	75.5	72.7	72.4	72.4	78.9	77.7	78.3	61.9	81.9	71.9	78.5	77.7	78.1	58.8	66.4	73.2	81.9	53.7	15	
	風速	1.2	0.8	1.0	0.8	1.0	0.9	0.6	0.6	0.6	1.1	0.9	0.8	0.8	1.2	1.4	1.3	0.4	0.5	0.5	1.2	1.0	1.1	0.7	0.7	0.8	1.4	0.4	15	
	臭気指数	⑥	32.5	31.0	31.8	26.0	32.0	29.0	23.0	23.0	32.0	30.0	31.0	40.0	40.0	40.0	34.5	37.3	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	35.8	32.9	34.0	40.0	17.0	29
	相当値	⑦	30.0	31.0	30.5	31.5	25.0	28.3	21.5	21.5	25.0	30.5	27.8	40.0	40.0	40.0	35.0	37.5	40.0	40.0	40.0	39.0	40.0	39.5	35.1	31.9	33.1	40.0	18.0	29
	⑧	23.5	35.5	29.5	26.0	24.0	25.0	17.5	17.5	27.0	26.5	26.8	35.0	35.0	40.0	26.5	33.3	40.0	40.0	40.0	40.0	39.0	39.5	33.1	29.9	30.8	40.0	5.0	29	
	平均	28.7	32.5	30.6	27.8	27.0	27.4	20.7	20.7	28.0	29.0	28.5	38.3	38.3	40.0	32.0	36.0	40.0	40.0	40.0	39.7	39.7	39.7	34.6	31.5	32.6	40.0	13.3	29	
対策 実施 後	気温	35.4	29.6	32.5	30.4	27.7	29.1	31.5	31.5	29.0	31.3	30.2	30.7	30.7	31.2	31.5	31.4	33.0	31.4	32.2	32.5	29.7	31.1	27.3	25.9	31.0	35.4	27.7	15	
	湿度	50.5	77.1	63.8	76.5	85.1	80.8	69.9	69.9	68.6	76.0	72.3	76.5	76.5	76.5	78.0	77.3	66.5	78.2	72.4	78.8	78.5	78.7	59.6	66.4	73.5	85.1	50.5	15	
	風速	1.2	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	0.7	0.7	0.3	0.8	0.6	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	0.9	0.3	0.6	1.1	1.4	1.3	0.8	0.7	0.9	1.6	0.3	15	
	臭気指数	⑥	15.0	23.5	19.3	15.0	11.5	13.3	2.5	2.5	10.0	14.5	12.3	18.0	18.0	25.5	12.5	19.0	25.5	25.5	25.5	25.0	24.5	24.8	19.1	16.4	16.8	29.0	1.0	29
	相当値	⑦	0.0	14.5	7.3	14.5	15.0	14.8	1.5	1.5	11.5	12.5	12.0	25.5	25.5	30.0	12.5	21.3	20.5	19.5	20.0	25.5	30.5	28.0	18.2	15.1	16.3	36.0	0.0	29
	⑧	0.0	15.5	7.8	19.5	16.0	17.8	7.5	7.5	15.5	22.5	19.0	25.0	25.0	37.5	10.5	24.0	25.5	25.5	25.5	22.5	28.0	25.3	20.8	17.9	19.0	38.0	0.0	29	
	平均	5.0	17.8	11.4	16.3	14.2	15.3	3.8	3.8	12.3	16.5	14.4	22.8	22.8	31.0	11.8	21.4	23.8	23.5	23.7	24.3	27.7	26.0	19.4	16.5	17.4	32.7	0.3	29	

表6 臭気調査Ⅲ（冬期）の測定結果（臭気低減対策実施前後）【堆肥化処理施設】

日付 天気 区分	2月8日		2月9日		2月10日		2月15日		2月16日		期間全体			延べ 測定 回数						
	午前	午後	計	午前	計	午前	計	午前	午後	計	午前	午後	日平均		最大	最小				
対策 実施 前	気温	14.9	18.8	17.5	11.2	11.2	12.8	12.8	21.5	21.2	21.3	12.3	17.7	15.0	14.5	11.5	15.6	23.1	10.7	21
	湿度	53.8	36.2	42.1	34.2	34.2	47.7	47.7	50.1	35.2	42.6	53.6	46.4	50.0	47.9	23.6	43.3	56.4	31.9	21
	風速	0.8	0.5	0.6	0.8	0.8	1.4	1.4	1.0	2.5	1.8	0.7	0.6	0.7	0.9	0.7	1.0	3.3	0.3	20
	臭気指数	⑨			14.0	14.0	11.0	11.0	12.0	13.0	12.5	16.0	23.7	19.8	10.6	7.3	11.5	25.0	11.0	10
	相当値	⑩	17.5	17.5	17.5	17.5	14.0	14.0	15.3	18.0	16.0	18.7	24.7	21.7	13.1	12.0	17.3	27.0	12.0	15
	平均	17.5	17.5	15.3	15.3	12.5	12.5	14.7	15.5	14.9	17.3	24.2	20.8	12.0	11.4	16.2	26.0	12.0	15	
対策 実施 後	気温	14.8	19.1	17.6	10.9	10.9	12.3	12.3	21.3	20.7	21.0	12.3	17.3	14.8	14.3	11.4	15.3	22.4	10.5	21
	湿度	52.5	33.7	39.9	35.8	35.8	50.6	50.6	48.1	35.7	41.9	53.6	41.9	47.7	48.1	22.3	43.2	55.5	31.4	21
	風速	1.3	1.2	1.2	0.7	0.7	0.7	0.7	1.3	2.1	1.7	1.0	1.1	1.0	1.0	0.9	1.1	2.5	0.5	21
	臭気指数	⑨			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	14.0	7.5	0.2	2.8	1.5	16.0	0.0	10
	相当値	⑩	0.0	0.0	7.5	7.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	3.3	15.3	9.3	2.2	3.1	3.4	18.0	0.0	15
	平均	0.0	0.0	6.3	6.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	2.2	14.7	8.4	1.8	2.9	3.0	17.0	0.0	15	

表7 臭気調査Ⅳ（夏期）の測定結果（臭気低減対策実施前後）【堆肥化処理施設】

日付 天気 区分	7月8日		7月13日		7月27日		7月29日		8月10日		期間全体			延べ 測定 回数						
	午前	午後	計	午後	計	午前	計	午前	午後	計	午後	計	午前		午後	日平均	最大	最小		
対策 実施 前	気温	34.0	36.2	35.1	31.7	31.7	32.0	32.0	33.0	31.4	32.2	30.1	30.1	33.0	32.3	32.2	36.2	29.8	11	
	湿度	53.6	52.4	53.0	68.8	68.8	63.5	63.5	69.1	67.4	68.2	75.4	75.4	62.0	66.0	65.8	75.5	52.4	11	
	風速	0.8	1.0	0.9	1.1	1.1	1.4	1.4	1.1	1.8	1.4	2.0	2.0	1.1	1.5	1.3	2.3	0.4	11	
	臭気指数	⑨	17.3	18.7	18.0	22.0	22.0	27.0	27.0	18.7	18.3	18.5	12.5	12.5	21.0	17.9	19.6	30.0	11.0	18
	相当値	⑩	20.7	17.3	19.0	18.0	18.0	24.0	24.0	19.5	15.3	17.4	11.5	11.5	21.4	15.5	18.0	29.0	10.0	17
	平均	19.0	18.0	18.5	20.0	20.0	25.5	25.5	18.8	16.8	17.8	12.0	12.0	21.1	16.7	18.8	29.5	10.0	19	
対策 実施 後	気温	34.0	36.5	35.3	33.0	33.0	32.7	32.7	32.8	30.7	31.7	29.6	29.6	33.1	32.4	32.4	36.5	29.6	11	
	湿度	53.6	53.1	53.4	67.2	67.2	61.6	61.6	72.3	71.1	71.7	75.8	75.8	62.5	66.8	65.9	76.6	53.1	11	
	風速	1.8	1.6	1.7	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	2.0	1.5	2.0	2.0	1.4	1.6	1.5	67.2	53.1	11	
	臭気指数	⑨	1.0	0.3	0.7	1.0	1.0	7.7	7.7	0.0	0.7	0.3	0.0	0.0	2.9	0.5	1.9	11.0	0.0	18
	相当値	⑩	2.0	1.3	1.7	0.0	0.0	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.3	1.5	8.0	0.0	17
	平均	1.5	0.8	1.2	0.5	0.5	6.8	6.8	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	2.8	0.4	1.7	9.5	0.0	19	

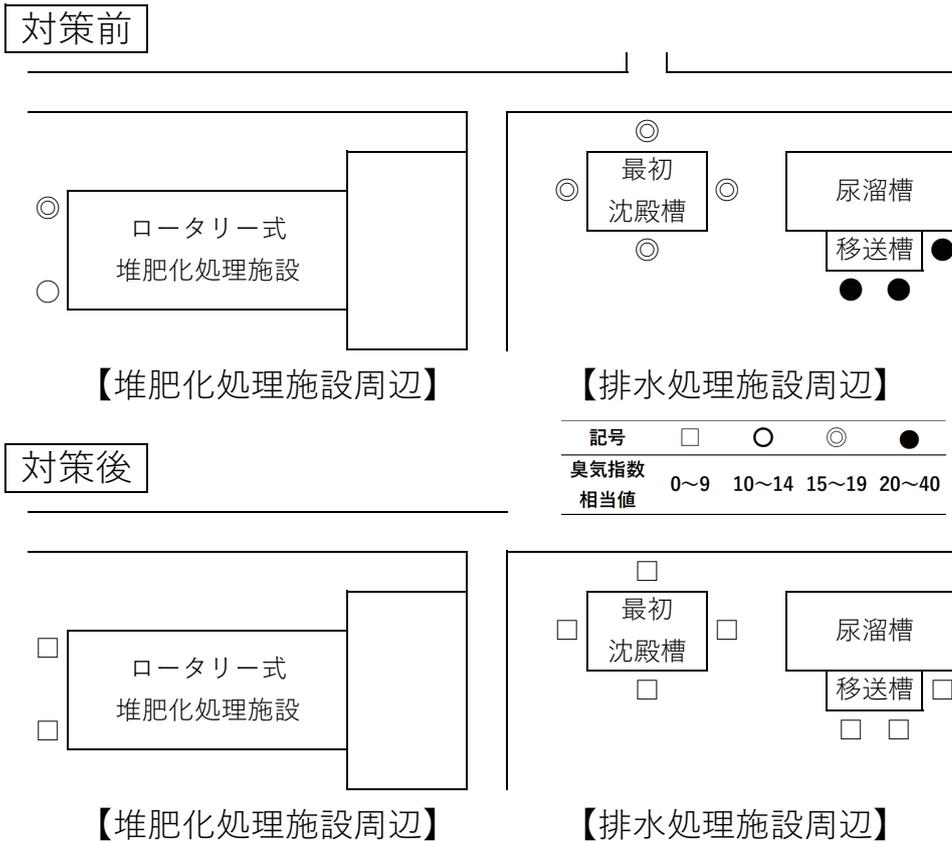


図5 冬期の臭気低減対策実施前後の臭気マップ (臭気調査Ⅲ：平均値)

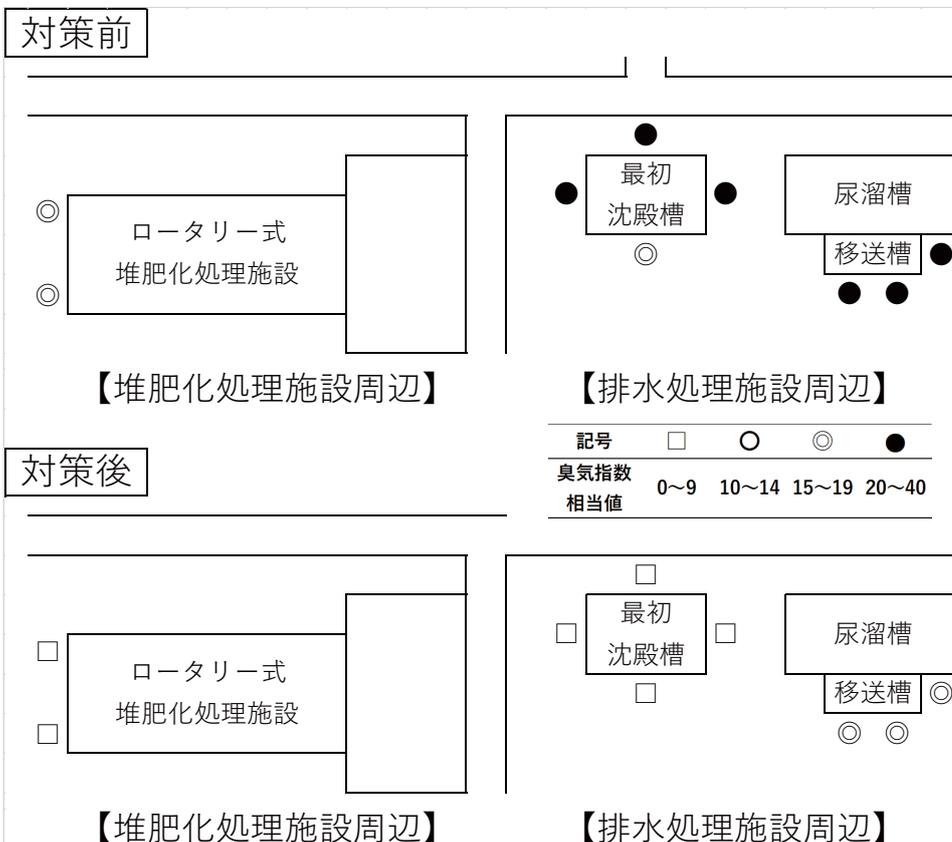


図6 夏期の臭気低減対策実施前後の臭気マップ (臭気調査Ⅳ：平均値)

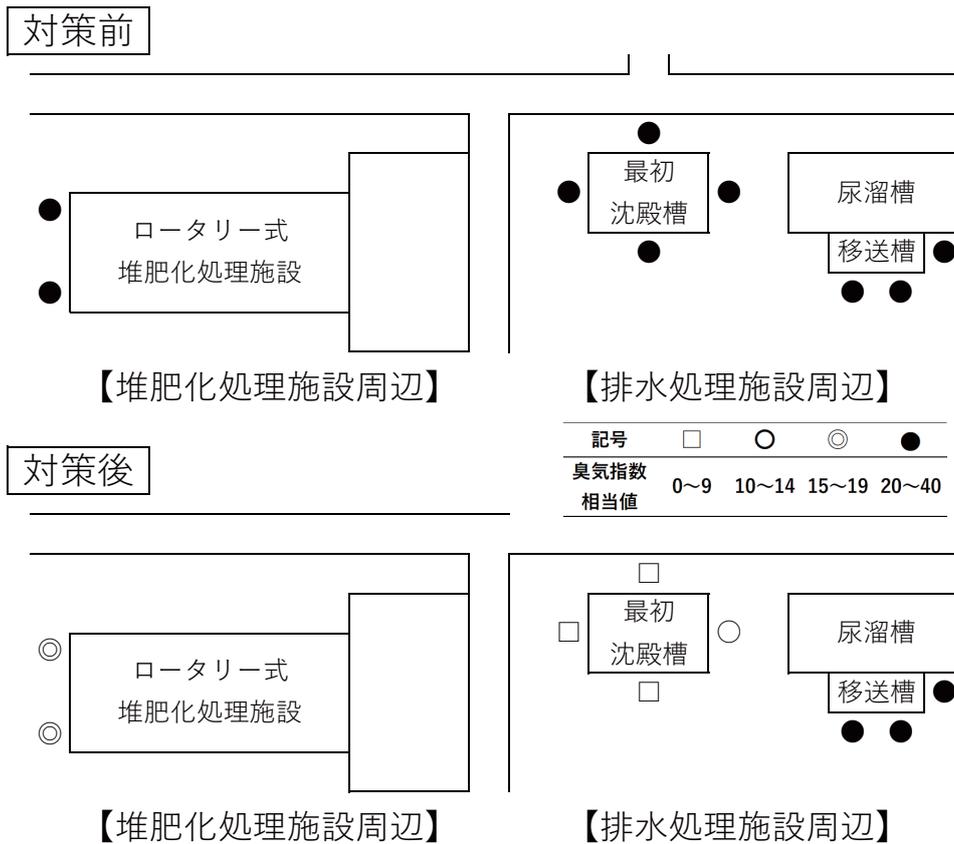


図7 冬期の臭気低減対策実施前後の臭気マップ（臭気調査Ⅲ：最大値）

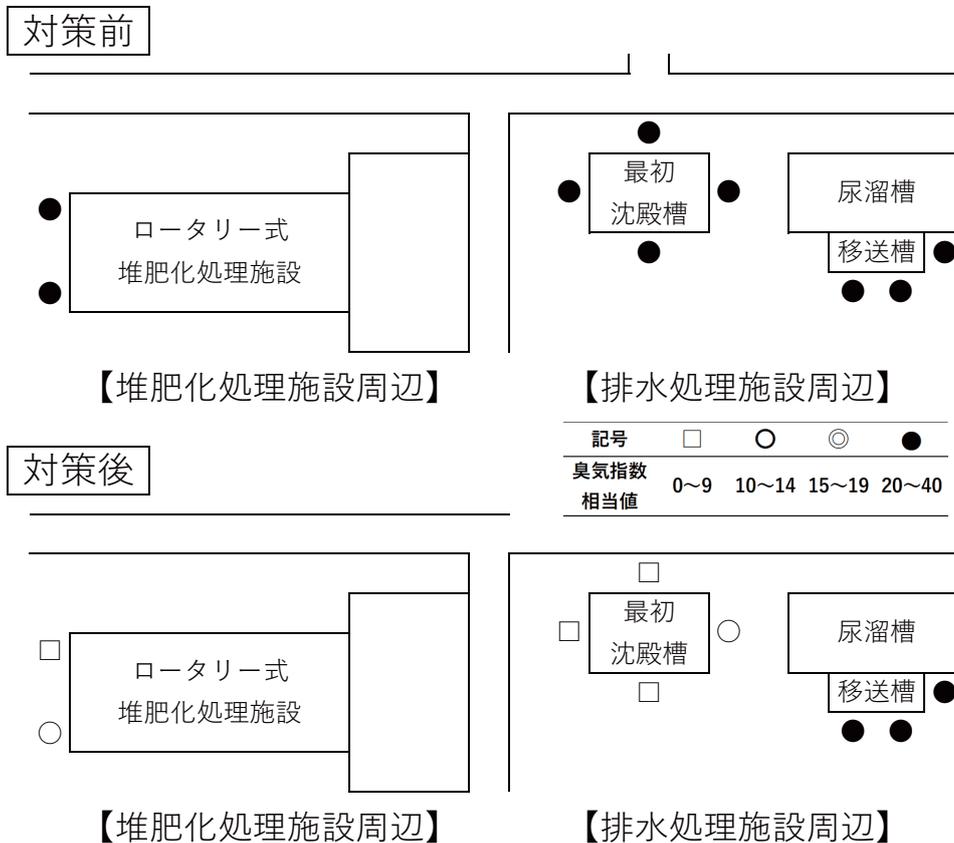


図8 夏期の臭気低減対策実施前後の臭気マップ（臭気調査Ⅳ：最大値）

### 3 堆肥化処理施設における風向と臭気の関係

堆肥化処理施設における臭気調査ⅢとⅣの対策前後の風向別の臭気指数相当値を表8に、対策前後の風向と臭気指数相当値の散布図を図7、8に示した。

カーテンを開けた状態（対策前）の風向別の臭気指数相当値平均値は、東風が1.6、西風が15.2で、西からの風の臭気が強く、東からの風では臭気が弱かった。なお、その時の気温と湿度の平均値は、いずれも東風の方が高かった。

また、対策前の風向と臭気指数相当値の分布は、西方向からの風では、他の風向より強い臭気であった。なお、西方向からの風では、カーテンを閉めた状態（対策後）においても臭気を感じる10以上の臭気指数相当値を計測した。

これは、西方向からの風は堆肥舎内から風が流れ、東方向からの風は、逆に外から堆肥舎内に風が流れ込む状況にあったことが要因ではないかと考えられた。このことから、畜産農場における臭気対策は、周囲の住宅への風の流れなどを考慮して適切な対策を実施することが重要と考えられた。

表8 風向と臭気指数相当値（堆肥化処理施設）

風向	対策前		対策後	
	東風	西風	東風	西風
観測回数	30	37	30	37
気温 (°C)	27.6	24.4	27.6	24.4
湿度 (%)	70.9	53.9	70.3	54.1
風速 (m/秒)	1.5	1.2	1.7	1.3
西側の臭気指数相当値	1.3	13.9	0.3	2.3
東側の臭気指数相当値	1.9	16.5	0.5	2.7
臭気指数相当値の平均	1.6	15.2	0.4	2.5

※数値は試験Ⅲと試験Ⅳの平均値

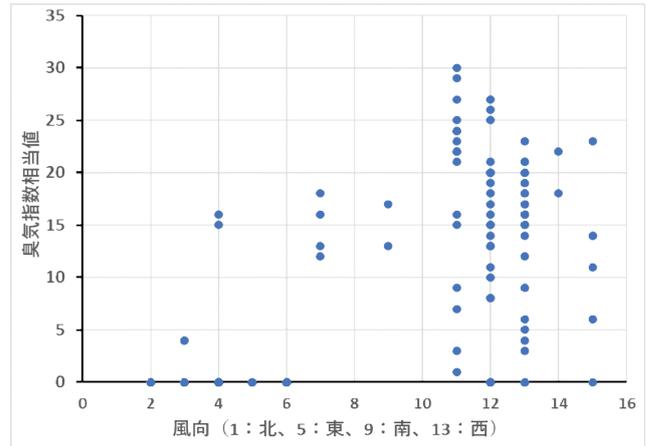


図9 対策前の風向と臭気指数相当値との関係  
※試験Ⅲと試験Ⅳの測定結果をあわせた散布図

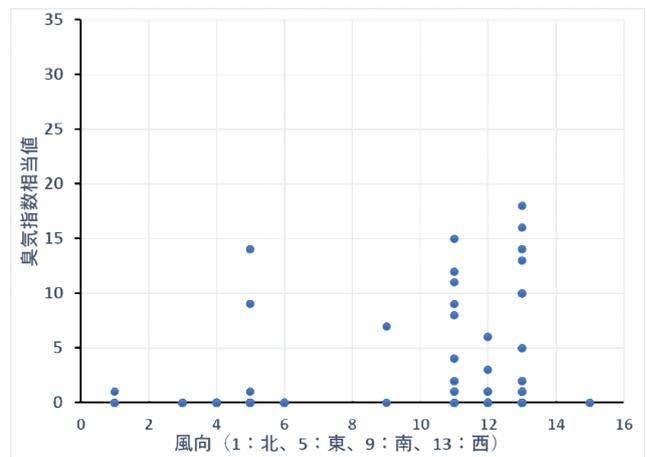


図10 対策後の風向と臭気指数相当値との関係  
※試験Ⅲと試験Ⅳの測定結果をあわせた散布図

## 文 献

- 木下強, 高柳晃治, 加藤大幾, 前田綾子. 2019. Microsoft Excel による臭気マップの作成方法と指導への応用. 栃木県畜産酪農研究センター研究報告第6号, 30-35
- (社)におい・かおり環境協会測定評価部会(臭気簡易評価技術標準化研究会). 2003. 臭気簡易評価技術の活用に関する報告書. 3-26
- 環境省 水・大気環境局大気環境課大気生活環境室. 2018. 悪臭対応参考事例集. 8-67
- 柴田翔平, 甲斐敬康, 鍋倉弘良. 2021. 「臭気マップ」を用いた畜産農場臭気低減対策の検証(第1報). 宮崎県畜産試験場研究報告第32号. 40-49

# 地域資源を活用した環境負荷軽減型配合飼料の効果実証 （第2報）

三角久志・甲斐敬康・鍋倉弘良・柴田翔平<sup>1)</sup>

東白杵農林振興局<sup>1)</sup>

Examination of pig farming compound feed that reduces odor and environmental load

Hisashi MISUMI, Noriyasu KAI, Hiroyoshi NABEKURA, Shohei SHIBATA

＜要約＞本県産の地域資源を活用した「環境負荷低減型配合飼料」（アミノ酸バランス改善飼料）を設計・製造し、肥育豚（肥育前期）に給与したところ、対照区、試験区間の発育成績に差は認められず、対照区に対して試験区で1日1頭当たりの糞中窒素排せつ量が有意（ $P = 0.013$ ）に、総窒素排せつ量がより有意（ $P = 0.0005$ ）に低下することが認められた。また、当场で考案した独自の糞尿採取装置を用いた採取法において、糞では、酸化チタンを指示物質としたインデックス法と同様な結果が得られ、今回考案した装置を用いれば、消化試験用の代謝ケージを用いない条件下でも、糞尿中排せつ窒素量の評価が可能であることが示唆された。さらに、対照区に市販配合飼料を給与し、地域資源を活用したアミノ酸バランス改善飼料と飼料費の比較を行ったところ、試験区の試験期間の飼料費がより有意（ $P = 0.0005$ ）に低下し、地域資源を活用することにより、飼料費の低減につながる可能性が示された。

農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」の具体的な取組においては、「地域・未利用資源の一層の活用に向けた取組」の推進や、「高い生産性と両立する持続的生産体系への転換」が示されている。

本県における養豚生産における「地域・未利用資源の活用に向けた取組」については、食品残さなどの地域資源を飼料として活用する農家がみられるものの、これらの農家では、給与飼料の栄養バランスの不備が原因と思われる発育遅延、出荷日齢の延長など、生産性への影響がみられており、肥育豚の生産性を改善するための技術が求められている。また、「高い生産性と両立する持続的生産体系への転換」については、養豚経営から排出される窒素を削減し、温室効果ガスなど（GHG）の排出の抑制につなげる技術の普及が必要となっている。

そのような中で、粗蛋白質（CP）含量を低減させた低蛋白質アミノ酸バランス改善飼料を給与することで、発育を低下させることなく、糞尿由来の窒

素排せつ量が低減し、養豚排水処理における負荷軽減、臭気低減効果およびGHG削減効果が期待できると報告されている（山本ら2002、尾上ら2010、須藤ら2016）。

そこで本試験では、本県産の地域資源（食品残さ混合飼料）を活用した「環境負荷低減型配合飼料」（アミノ酸バランス改善飼料）を設計・製造し、肥育豚に給与した場合の発育性への影響、糞尿排せつ量および窒素排せつ量の低減効果、さらに、飼料費への影響を、市販配合飼料との比較により検証した。

## 材料および方法

### 1 試験期間

試験期間は、1週間の予備飼育、1週間の本試験とし、これを2反復行った（試験1および試験2）。

なお、予備飼育期間を含めた全試験期間は、令和3年10月4日から令和3年11月1日までの28日間であった。

表1 試験区分

区分	供試頭数	試験開始		供試飼料
		体重 (kg)	日齢 (日)	
対照区	3	33.5	77	市販肥育前期飼料
試験区	3	33.0	77	食品残さ活用アミノ酸バランス改善 (低タンパク) 肥育前期飼料

※ 供試豚は全て同腹去勢雄

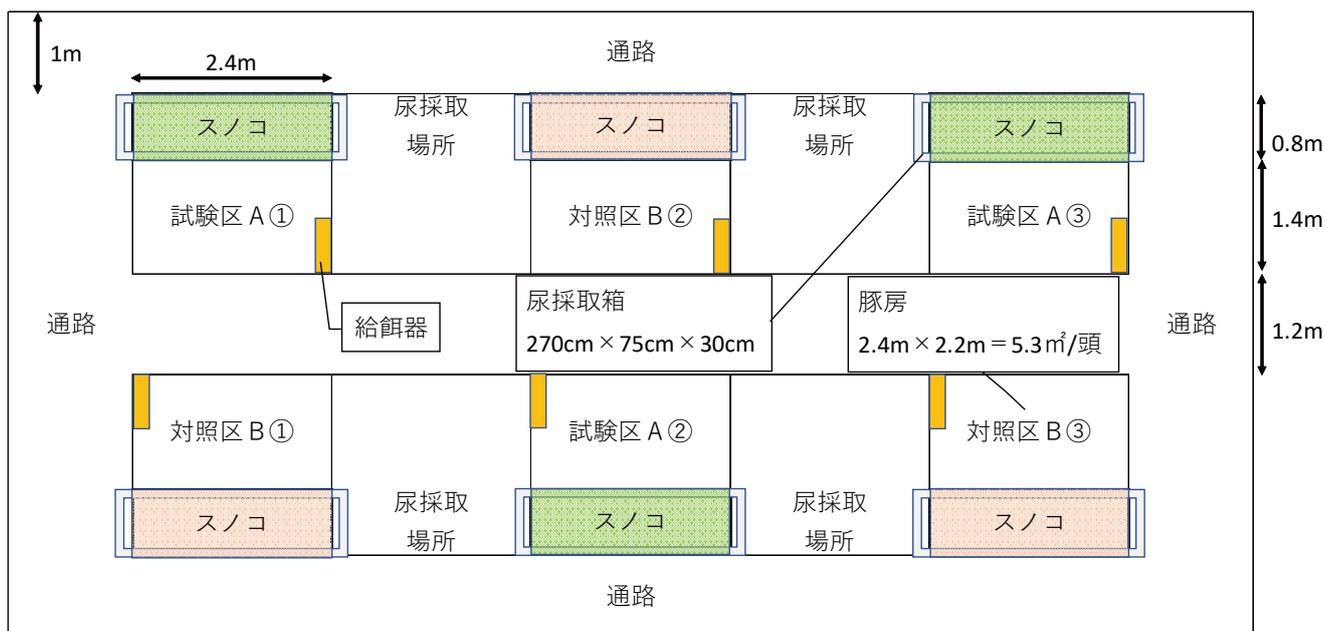


図1 供試豚の配置

2 供試豚および試験区分

供試豚は、場内で生産されたLWD同腹去勢豚 6頭を用い、対照区と試験区の予備飼育開始時の平均体重が均等になるように配置した。

3 供試飼料

供試飼料の飼料原料と成分量および飼料単価 (kg) を表2に示した。

対照区は、市販配合飼料を給与し、試験区は、地域資源 (食品残さ) を15%配合した肥育前期用配合飼料をベースに、大豆粕とトウモロコシの配合割合を変更することによって、飼料設計値のCP含量を原物で2.2%低減させ、不足するアミノ酸を充足した飼料を設計・製造し給与した。

また、飼料給与方法は、制限給餌とし、予備飼育開始時の体重の4.2%量を毎朝1回給与し、翌日の朝残餌の計量を行った。なお、飲水は自由摂取とした。

表2 供試飼料

飼料原料および成分量	対照区	試験区
穀類 (とうもろこし等)	64.0%	70.6%
植物性油脂 (大豆油かす等)	21.0%	10.0%
そうこう類 (とうもろこし等)	6.0%	-
動物性油脂 (魚粉)	1.0%	1.4%
その他 (菓子屑、ミネラル等)	8.0%	3.0%
地域資源 (食品残さ)	-	15.0%
粗蛋白質 (CP)	16.0%	13.8%
粗脂肪 (EE)	4.0%	4.5%
粗繊維 (CF)	6.0%	2.0%
カルシウム (Ca)	0.50%	0.59%
リン (P)	0.35%	0.38%
可消化養分総量 (TDN)	78.0%	78.6%
飼料単価 (消費税込み)	68.0円	56.8円

※対照区の原料および成分量はメーカーの表示値

#### 4 飼料成分分析

飼料は、十勝農業協同組合連合会農産化学研究所（北海道帯広市）に一般成分分析を依頼した。

なお、可消化養分総量（TDN）は、飼料成分分析値を基に、主要原料であるトウモロコシの日本標準飼料成分表（豚）の可溶無窒素物（NFE）、粗蛋白質（CP）、粗脂肪（EE）および粗繊維（CF）の各消化率を乗じて、TDN計算式により算出した。

#### 5 調査項目

調査項目は、一日増体量（DG;g/日）、飼料摂取量（g/日）、飼料要求率、糞排せつ量（g/頭/日）、尿排せつ量（L/頭/日）、糞中窒素および糞尿中窒素排せつ量（g/頭/日）、飼料費（円）とした。

なお、DG、飼料摂取量および飼料要求率の調査は、試験1、試験2および全体の予備飼育期間、本試験期間および全期間について実施した。

#### 6 消化試験

糞尿は、本試験期間中の4日間分を採取し、クロスオーバー法を用いて2反復行った。

尿中窒素は、全尿採取法、糞中窒素は全糞採取法およびインデックス法により行い、7日間の予備飼育の後、本試験4日間の糞および尿を全量採取した。

糞尿の採取は、図2に示すような装置を製作し、スノコの下に設置して行った。また、窒素の揮散を防ぐため、糞尿採取装置内にあらかじめ5%硫酸を200ml投入した。なお、スノコの間隙はコーキングで埋めて、ピットに尿が落ちることを防いだ。さらに、試験飼料には、インデックス法の指標物質として、酸化チタンを0.1%添加した。採取した糞は、十分均質化した後、4日間の重量比率により混合し、分析に供するまで冷凍保存した。採取した尿は、毎日の総量を計量、十分攪拌した後、200ml程度をサンプリングし、分析に供するまで冷凍保存した。

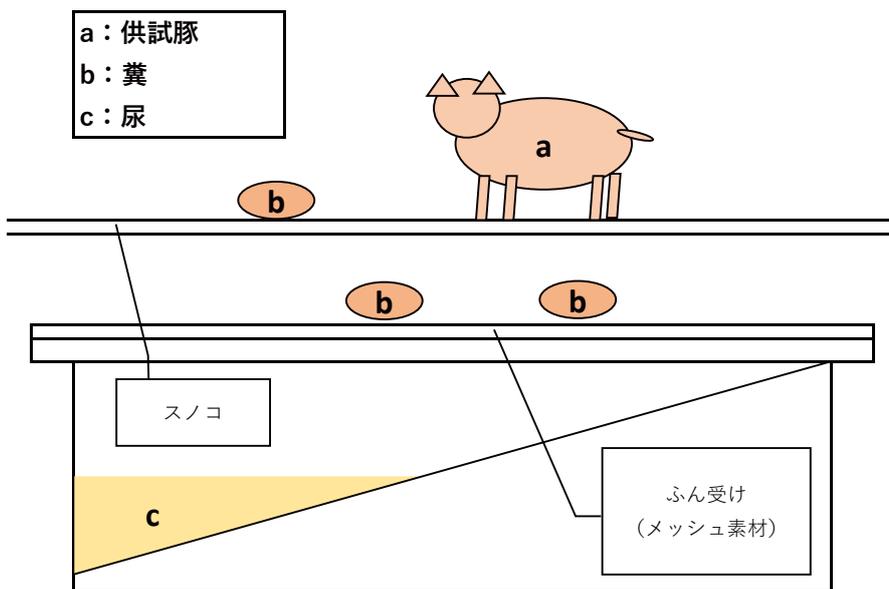


図2 糞尿採取装置

#### 7 糞尿の化学分析

糞中窒素の分析は、十勝農業協同組合連合会農産化学研究所（北海道帯広市）へ、尿中窒素の分析は、クリタ分析センター（茨城県つくば市）へ依頼した。

なお、糞尿中窒素の分析はケルダール法を用い、1日1頭当たりの糞尿中の窒素排せつ量は、表3に示す計算式により求めた。また、尿については前処理

として3,000rpmで20分間遠心分離し、上澄みを分析に供した。糞中酸化チタンの分析は、糞を60℃で24時間風乾し、微粉碎したものを分析に供した。分析は、大森ら（2013）の方法を参考にを行い、乾式灰化を行った後、30%過酸化水素溶液で発色させ、吸光波長408nmで比色定量した。

表3 糞尿中窒素排せつ量の算出式

項目	方法	算出式
尿中窒素排せつ量	全尿採取法	尿量 × 尿中窒素濃度
糞中窒素排せつ量	全糞採取法	糞量 × 糞中窒素濃度
	インデックス法	窒素摂取量 × (1 - 窒素消化率%※)

※ 窒素消化率 (%) = (1 - 飼料中酸化チタン% / 糞中酸化チタン% × 糞中窒素% / 飼料中窒素%) × 100

## 8 飼料費

飼料費は、1 日 1 頭当たり飼料費および試験期間の飼料費を、飼料摂取量および飼料単価 (円/kg) から求めた。

また、宮崎県農業経営管理指針作目別指標 (県営農支援課 2015) の肥育豚常時 800 頭養豚肥育専業経営をモデルに、対照区飼料および試験区飼料の飼料単価を変えて経営試算を行い、肥育豚 1 頭当たりの飼料費を算出した。

表4 供試飼料の成分分析値

		乾物 (%)	TDN (%)	CP (%)	EE (%)	総繊維 (%)	NFC (%)	Ca (%)	P (%)	リジン (%)	Met (%)	Trp (%)
対照区	原物	85.8	76.8	16.6	4.9	15.5	46.6	0.59	0.52	1.02	0.25	0.76
	乾物	-	89.5	19.3	5.7	18.1	54.3	0.69	0.61	1.19	0.29	0.89
試験区	原物	86.2	78.3	14.8	5.5	12.4	49.5	0.89	0.67	0.90	0.21	0.75
	乾物	-	90.9	17.2	6.4	14.4	57.4	1.03	0.78	1.04	0.24	0.87

## 2 発育成績

供試豚の発育成績および飼料摂取状況を表 5 に示した。

試験期間中、制限給餌の影響もあり、残飼はほとんど認められず、1 日当たりの増体量と飼料要求率は、試験 1、試験 2 および全期間において、有意な差は認められなかった。

このことは、配合飼料中の CP 含量を低くしても、リジン、メチオニンなどの不足するアミノ酸を添加して、アミノ酸バランスを改善すれば、発育に影響がないとする報告 (須藤ら 2016) と一致する結果となった。

## 9 統計解析

統計解析は、R パッケージを用いた最小二乗分散分析 (守屋ら 2017) により実施した。また、糞中窒素排せつ量の全糞採取法とインデックス法の比較および飼料費については、F 検定を用いて 2 標本が分散であるかを検定した上で、対応のある t 検定により行った。

## 結果および考察

### 1 供試飼料の成分分析値

供試飼料の成分分析値を表 4 に示した。

給与した飼料中の CP 含量の分析値は、原物で対照区の 16.6 % (乾物で 19.3 %) に対し、試験区は 14.8 % (乾物で 17.2 %) であり、原物で 1.8 % (乾物で 2.1 %) 低くなった。また、TDN 含量は、リジンなどのアミノ酸バランスを改善した試験区飼料と市販配合飼料の対照区飼料に大差はなかった。

表5 発育成績および飼料摂取状況

	区分	対照区	試験区
試験 I	開始体重 (kg)	33.5 ± 2.1	33.0 ± 2.0
	終了体重 (kg)	42.0 ± 1.9	40.5 ± 2.3
	期間 (日)	14	14
	一日増体量 (g/日)	607.1 ± 50.5	535.7 ± 29.2
	飼料摂取量 (g/日)	1,407.0 ± 89.1	1,378.6 ± 94.9
	飼料要求率	2.34 ± 0.31	2.58 ± 0.17
試験 II	開始体重 (kg)	40.5 ± 1.2	42.0 ± 2.9
	終了体重 (kg)	51.0 ± 3.7	53.0 ± 2.1
	期間 (日)	14	14
	一日増体量 (g/日)	750.0 ± 105.1	785.7 ± 50.5
	飼料摂取量 (g/日)	1,701.0 ± 95.5	1,764.0 ± 78.6
	飼料要求率	2.29 ± 0.18	2.25 ± 0.16
全体 (I + II)	試験期間 (日)	28	28
	一日増体量 (g/日)	678.6 ± 128.8	660.7 ± 162.7
	飼料摂取量 (g/日)	1,554.0 ± 173.6	1,571.5 ± 211.3
	飼料要求率	2.35 ± 0.41	2.47 ± 0.44

### 3 糞尿排せつ量および糞尿中窒素排せつ量

1日1頭当たりの糞尿排せつ量および糞尿中窒素排せつ量を表6に示した。糞尿排せつ量は、両区間に有意な差は認められなかったが、糞中窒素排せつ量は、全糞採取法、インデックス法ともに、対照区に比べ、試験区が有意に低い値（ $P = 0.013$ 、 $P = 0.032$ ）を示した。また、全糞採取法における総窒素排せつ量は、対照区に比べ試験区がより有意に低い値（ $P = 0.0055$ ）を示し、飼料中のCP含量を低下させて、窒素摂取量を減らすことが、窒素排せつ量の低減につながることを示された。

尿排せつ量および尿中窒素排せつ量については、これらを削減したとの、これまでの報告（山本ら

2002、尾上ら 2010、須藤ら 2016、柴田ら 2021）と違って、対照区と試験区に差（ $P = 0.745$ 、 $P = 0.595$ ）は認められなかった。これは、今回の試験は、食品残さを配合した飼料を、試験区飼料として給与したのに対して、対照区は市販の配合飼料を給与したことが要因の一つとして考えられた。食品残さは、通常の配合飼料より塩分濃度が高く、塩分濃度の高い食品残さを給与すると、食品残さの給与割合が高くなるほど、飲水回数と尿排せつ量が増加するとして報告（鈴木ら 2017）があり、塩分濃度が高いと推察される食品残さを配合した試験区飼料を給与したことが、尿排せつ量および尿中窒素排せつ量に差が認められなかったことの要因と推察された。

表6 1日1頭当たりの糞尿排せつ量および糞尿中窒素排せつ量

項目	方法	対照区	試験区
糞排せつ量 (g/頭/日)		783.9 ± 110.6	721.7 ± 201.6
尿排せつ量 (L/頭/日)		3.23 ± 1.86	3.06 ± 1.43
糞中窒素排せつ量 (g/頭/日)	全糞採取法	9.4 ± 1.3 A	7.8 ± 2.2 B
	インデックス法	10.7 ± 1.1 A	9.1 ± 1.7 B
尿中窒素排せつ量 (g/頭/日)	全尿採取法	6.9 ± 1.3	6.4 ± 2.8
総窒素排せつ量 (g/頭/日)	全糞採取法	16.3 ± 2.9 <sup>a</sup>	14.2 ± 4.4 <sup>b</sup>

AB 同行異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

ab 同行異符号間に有意差あり ( $P < 0.001$ )

### 4 手法別の糞中窒素排せつ量

インデックス法と全糞採取法それぞれの糞中窒素排せつ量を図3に示した。

インデックス法と全糞採取法の平均値の差は、1.27gと、本研究第1報の0.44g（柴田ら 2021）より差が大きかった。これは、飼料を食いこぼす個体もみられ、飼料摂取量が窒素排せつ量算出の基準となるインデックス法の数値が大きくなった一因と考えられた。なお、インデックス法でも有意に（ $P = 0.032$ ）試験区の窒素排せつ量が低く、糞中窒素排せつ量を測定する方法として有効な手法であると考えられた。

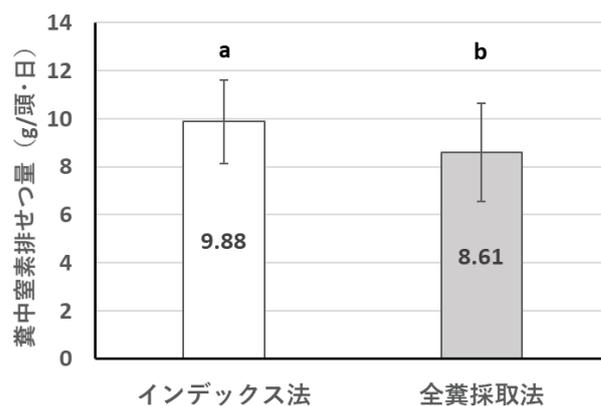


図3 手法別の糞中窒素排せつ量

※異符号間に有意差あり ( $P < 0.001$ )

### 5 窒素摂取量と窒素排せつ量

窒素摂取量と総窒素排せつ量の関係を図4に、尿中窒素排せつ量との関係を図5に、糞中窒素排せつ量との関係を図6に示した。なお、窒素摂取量は、飼料摂取量と飼料中の窒素含量（CP含量 / 6.25）から求め、分析は第1回試験（柴田ら 2021）のデー

タを加えて行った。

窒素摂取量と総窒素排せつ量の関係は、強い正の相関関係（ $R = 0.892$ ）にあり、消化試験を行わずに、飼料摂取量と飼料中のCP含量から総窒素排せつ量の予測が可能であることが示された。なお、散布図

では体重に換算して 55kg 以上の豚のデータが不足していることから、第 3 回試験では開始体重を大きくして試験を実施し、不足するデータを収集することで、窒素排せつ量の予測精度の向上につなげる。

尿中窒素排せつ量は、総窒素排せつ量と比較すると相関係数が若干低く ( $R = 0.815$ ) だったが、第 1 回試験の尿の回収率が影響した可能性があり、第 3

回試験においても回収率を高めて再度検討する。

糞中窒素排せつ量は、インデックス法と全糞採取法で、やや強い正の相関関係 ( $R = 0.608$ ,  $R = 0.753$ ) にあったが、特にインデックス法の分布は、バラツキが大きく、窒素摂取量から糞中窒素排せつ量をより正確に予測するには、さらに例数を増やす必要がある。

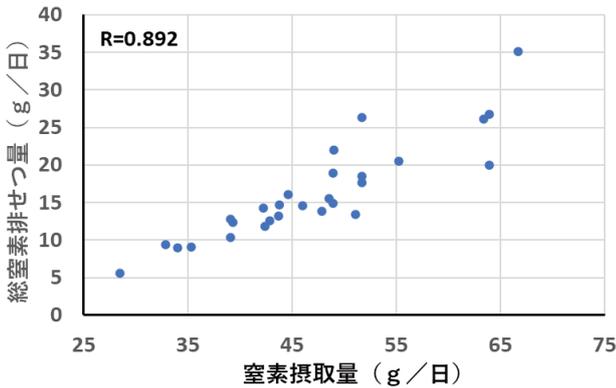


図4 窒素摂取量と総窒素排せつ量との関係

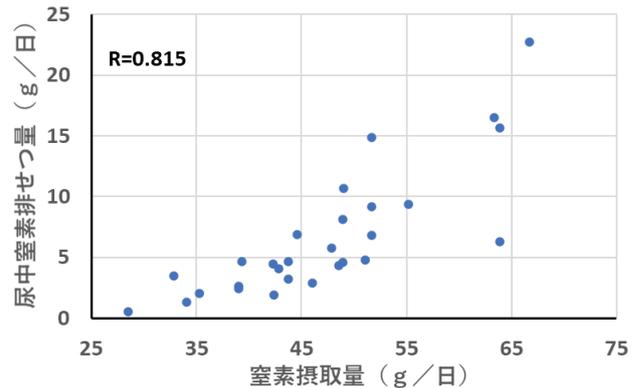


図5 窒素摂取量と尿中窒素排せつ量の関係

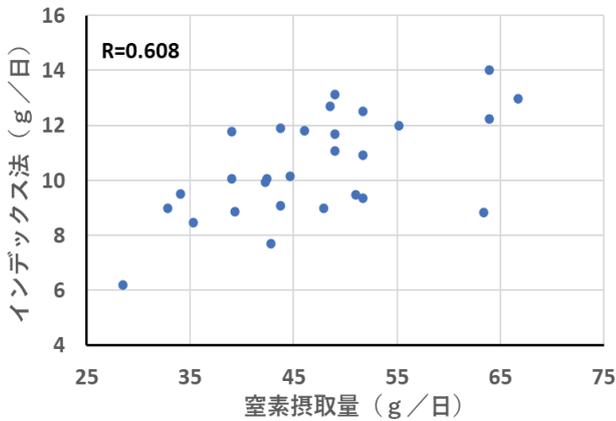
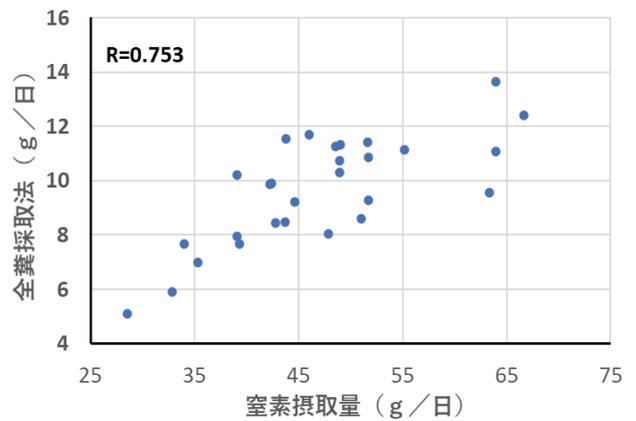


図6 窒素摂取量と糞中窒素排せつ量の関係



## 6 飼料費

1 日 1 頭頭当たりの飼料費と、試験期間 (2 週間) の 1 頭当たり飼料費および肥育豚 1 頭当たりの飼料費の試算値を表 7 に示した。

1 日当たり飼料費は、対照区が 116.6 円、試験区が 89.8 円、2 週間の飼料費は、同様に 1,632 円と 1,257 円と、試験区が有意に ( $P = 0.0005$ ) 低かった。

これは、飼料の自家配合の実施とともに、原料単価が安い食品残さを配合したことによるものであり、食品残さを活用することにより、飼料費の削減とと

もに、飼料自給率の向上につながることを期待される。

農業経営管理指針指標値を基に経営試算した肥育豚 1 頭当たりの飼料費は、対照区に比較して試験区が 2,931 円低くなり、飼料費の削減につながる試算値となった。なお、今回は、肥育前期の 1 ヶ月間の試験であるため、肥育全期間を通した飼養試験を行い、地域資源 (食品残さ) を活用したアミノ酸バランス改善飼料の給与が、養豚経営にどのような影響を及ぼすのかを検討する必要がある。

表7 試験期間の飼料費および肥育豚1頭当たりの飼料費

	1日当たりの飼料費 (円/頭)	2週間の飼料費 (円/頭)	肥育豚1頭当たりの飼料費 (円/頭)
対照区	116.6 ± 14.3 <sup>a</sup>	1,632 ± 200 <sup>a</sup>	17,488
試験区	89.8 ± 12.9 <sup>b</sup>	1,257 ± 180 <sup>b</sup>	14,517

<sup>ab</sup> 同列異符号間に有意差あり (P<0.001)

注：数値は試験結果および農業経営管理指針を用いた経営試算値

## 謝 辞

本研究を遂行するに当たり、供試材料の調整や調達に御協力いただいた農事組合法人綾豚会の皆様に深く感謝いたします。

## 文 献

山本朱美, 高橋栄二, 古川智子, 伊藤稔, 石川雄治, 山内克彦, 山田未知, 古屋修. 2002. 肉豚へのアミノ酸添加低タンパク質飼料の給与による尿量, 窒素排せつ量およびアンモニア発生量の低減効果. 日本養豚学会誌 39 巻, 1-7.

尾上武, 立花文夫, 鮫ヶ井靖雄, 小山太, 手島信貴, 山口昇一郎, 浅田研一. 2010. アミノ酸添加低タンパク質飼料の肥育豚への給与が季節別の尿量および窒素排せつ量に与える低減効果. 日本養豚学会誌 47 巻, 1-7.

須藤立, 長田隆, 荻野暁史, 羽成勤. 2016. アミノ酸添加低タンパク質飼料を給与した肥育豚尿の汚水処理過程から発生する環境負荷ガスの排出量低減効果. 日本畜産学会報 87 (4), 373-380.

Ohmori H, Nonaka I, Ohtani F, Tajima K, Kawashima T, Kaji Y, Terada F. 2013. An improved dry ash procedure for the detection of titanium dioxide in cattle feces. *Animal Science Journal*, 84:726-731

中央畜産会. 日本標準飼料成分表(2009年版). 3章 3.2

宮崎県営農支援課. 2015. 宮崎県農業経営管理指針 作目別指標, No205 養豚肥育 800 頭

守屋和幸, 広岡博之. 2017. Rパッケージを用いた最小二乗分散分析と最小二乗平均値の算出. 日本畜産学会報 89(1), 1-6.

鈴木雅大, 栗田隆之. 2017. 肥育豚に対する守口漬残さの給与が豚の嗜好性および水分出納に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告 49, 139-142.

柴田翔平, 甲斐敬康, 鍋倉弘良. 2021. 地域資源を活用した環境負荷軽減型配合飼料の効果実証(第1報). 宮崎県畜産試験場研究報告 32, 64-69.