

令和6年度
畜産関係業績発表会
集 録

愛 媛 県

発 表 区 分

【第1部】

家畜保健衛生所の運営及び家畜保健衛生の企画推進に関すること

【第2部】

家畜病性鑑定所及び家畜保健衛生所における保健衛生に関する試験、調査成績に関すること

【第3部】

畜産関係試験研究機関及び地方局等における畜産に関する試験研究調査成績並びに畜産関係諸施策の企画推進に関すること

【第1部】

1 大規模酪農経営における哺乳子牛定期モニタリングの成果と課題

東予家畜保健衛生所 高橋 未帆 . . . 1

◎◎2 H 酪農青年部におけるアニマルウェルフェアの実践とその影響

南予家畜保健衛生所 渡部 峻也 . . . 6

3 和牛繁殖農場における飼養・繁殖管理技術向上を目的とした指導への取組（第1報）

中予家畜保健衛生所 北村 惟 . . . 11

4 管内における飼料用とうもろこしの2期作栽培の現状

南予家畜保健衛生所 山田 玲佳 . . . 16

5 管内ロボット搾乳農家Aの生乳中遊離脂肪酸濃度に関する考察

東予家畜保健衛生所 織田 一恵 . . . 19

6 酪農家におけるタケノコ残さサイレージ利用の取り組み（第2報）

中予家畜保健衛生所 岡崎 直仁 . . . 24

7 管内養豚農場における豚サルモネラ症とその対策

東予家畜保健衛生所 赤坂 遼 . . . 32

◎8 家保の指導により生産性が向上した養豚場における1事例

東予家畜保健衛生所 西本 鉄平 . . . 37

9 管内きじ農場におけるNDワクチン接種指導

南予家畜保健衛生所 松田 菜美 . . . 45

10 防疫作業における泡殺鳥機使用の検討

南予家畜保健衛生所 須賀 佳絵 . . . 49

11 愛媛県指定天然記念物のシカ飼養施設における飼養衛生管理指導

中予家畜保健衛生所 鈴木 まり花 . . . 53

【第2部】

12 骨格筋肥大と骨格の変形がみられた肉用牛の1例

南予家畜保健衛生所 津郷 孝輔 . . . 57

13 愛媛県の病性鑑定豚由来 *Streptococcus suis* の解析

家畜病性鑑定所 別宮 凜子 . . . 60

○ 14 愛媛県の豚および野生イノシシにおけるA型インフルエンザウイルス抗体保有状況調査

家畜病性鑑定所 吉澤 頌樹 . . . 64

【第3部】

15 乳牛の反芻時間に影響を及ぼす要因に関する考察

畜産研究センター 家木 一 . . . 69

16 国産飼料による泌乳牛飼養の可能性

畜産研究センター 宮内 馨一郎 . . . 75

17 愛媛あかね和牛子牛の発育性における国産甘草の給与効果

畜産研究センター 横路 愛奈 . . . 79

18 アミノ酸比率法を活用した銘柄豚収益性向上技術の検討

畜産研究センター 石川 真優 . . . 83

19 鶏卵品質保持技術の検討

養鶏研究所 小島 潤也 . . . 88

20 飼料用トウモロコシにおける有機肥料利用技術について

畜産研究センター 山田 大輝 . . . 92

(注) ※：愛媛県畜産奨励賞受賞演題

○：中国・四国ブロック家畜保健衛生業績発表会発表演題

◎：全国家畜保健衛生業績発表会発表演題

【第 1 部】

家畜保健衛生所の運営及び家畜保健衛生の企画
推進に関すること

1 大規模酪農経営における哺乳子牛定期モニタリングの成果と課題

東予家畜保健衛生所 高橋未帆、矢野真弓

1 はじめに

子牛の呼吸器病は、ウイルス、マイコプラズマ及び細菌などの混合感染が原因となり、環境からの様々なストレス要因が複雑に絡み合うことで発症する牛呼吸器症候群（BRDC）の病態をとることが多く、重篤化しやすいことから経済的損失が大きい。

2018年に哺乳子牛舎で集団呼吸器病が発生した乳用牛約600頭飼養の酪農経営において、2024年度までの6年間、哺乳子牛の呼吸器疾病定期モニタリング、病性鑑定及び衛生指導を実施し結果等の分析を行ったところ、疾病の発生傾向の把握と指導による改善が見られたので報告する。

2 農場概要

当該農場は成牛約500頭、育成牛120頭、子牛50頭を飼養している管内最大の酪農経営で、従業員数は約25人。牛舎は2階建てになっており、1階は搾乳牛・育成牛舎、搾乳室、飼料倉庫など、2階に哺乳子牛舎、飼料倉庫、事務所といった構造になっている。哺乳子牛の飼養形態は、2階の哺乳子牛舎で出生後15日齢までカウハッチで単飼し、15日齢～約60日齢までロボット哺乳にて群飼育している（図1）。



図1 哺乳子牛舎（2階）見取り図

3 集団呼吸器疾病の発生

2018年5月、2階の哺乳子牛舎で子牛44頭中、約15頭で鼻水、発咳、耳垂れ、発熱等の肺炎症状を認める集団呼吸器疾病が発生、一部は下痢症状も呈していた。

(1) 材料と方法

症状を呈している子牛について、①鼻腔スワブ（8頭）と②下痢便（5頭）を採材した。検査項目は、①鼻腔スワブについては、常法による細菌検査と、牛RSウイルス（RS）、牛コロナウイルス（Co）、牛パラインフルエンザウイルス3型（PI3型）、*Mycoplasma bovis*、*Mycoplasma bovirhinis*、*Mycoplasma dispar*、*Mycoplasma bovigenitalium*の遺伝子検査（PCR）を実施した。②下痢便については、常法による細菌検査、浮遊法による糞便検査を実施した。

(2) 結果及び考察

4頭の鼻腔スワブから *Mannheimia haemolytica* (Mh) 遺伝子を検出、うち1頭のみPI3型との混合感染と判明、下痢便からは病原体は検出されなかったことから、集団呼吸器病は食餌性または環境性要因による下痢によって免疫力が低下し、Mhによる呼吸器疾病が発生しやすくなっていたことが原因と考えられた。そのため、衛生対策の再確認と適切な飼養管理、確実にワクチン接種を実施すること等を指導した。

4 定期モニタリング等の実施

この2018年度の集団呼吸器疾病の発生を機に、哺乳子牛を対象とした呼吸器疾病の定期モニタリング及び哺乳子牛の病性鑑定を行った。

(1) 定期モニタリング（2018年度～2024年度）

2018年度から2024年度までの6年間で、検査対象は哺乳子牛とした（表1）。ハッチや群飼育の中で呼吸器疾病や下痢の症状を呈している子牛の鼻腔スワブと下痢便を採材し、鼻腔スワブに関しては呼吸器疾病関連ウイルスPCR、マイコプラズマPCR、一般細菌検査を実施した。併せて糞便検査、血液生化学検査も実施していたが、今回特筆すべき結果は得られなかった。

表1 採材時期と頭数

年度	2018	2019				2020		2022	2023	2024	計
採材時期	5月	6月	9月	2月	6月	11月	1月	11月	12月		
頭数	ハッチ	7	NT	2	NT	5	5	6	3	5	28
	群	6	8	6	5	6	5	2	17	15	70

採材した鼻腔スワブから分離された呼吸器疾患の病原体を①年度別に分析した結果、2018年度から2019年度春にかけてはMhや*Pasteurella multocida*(Pm)といった細菌感染症が、2019年度から2022年度は冬季にRS、Coといったウイルス、マイコプラズマが多く検出されたが、2023年度以降、分離率は低下している（表2）。

また、②飼育場所別で分析すると2018年度から2019年度春にかけてはハッチ、群飼育ともに細菌感染、2020年度はハッチ、群飼育ともにウイルス感染、2022年度はハッチではRSとCo、群ではマイコプラズマが検出され、飼育場所でも違いが見られた（図2）。

表2 病原体の検出状況（鼻腔スワブ）

年度	採材時期	サンプル数	RS	Co	PI3	Mycoplasma		M.h	P.m
						bovirhinis	dispar		
2018	5月	2						1	
		6			①			③	
		NT							
2019	6月	8						1	1
		2							
		6							
2019	2月	NT							
		5	④	③		②		2(②)	
		5							
2020	6月	6							
		5	5			②			
		5	5			①			
2022	1月	6	2	2					
		2		1			②		
2023	11月	3							
		17							
2024	12月	5							
		15		4					

上段：ハッチ、下段：群飼育、○は複合感染あり

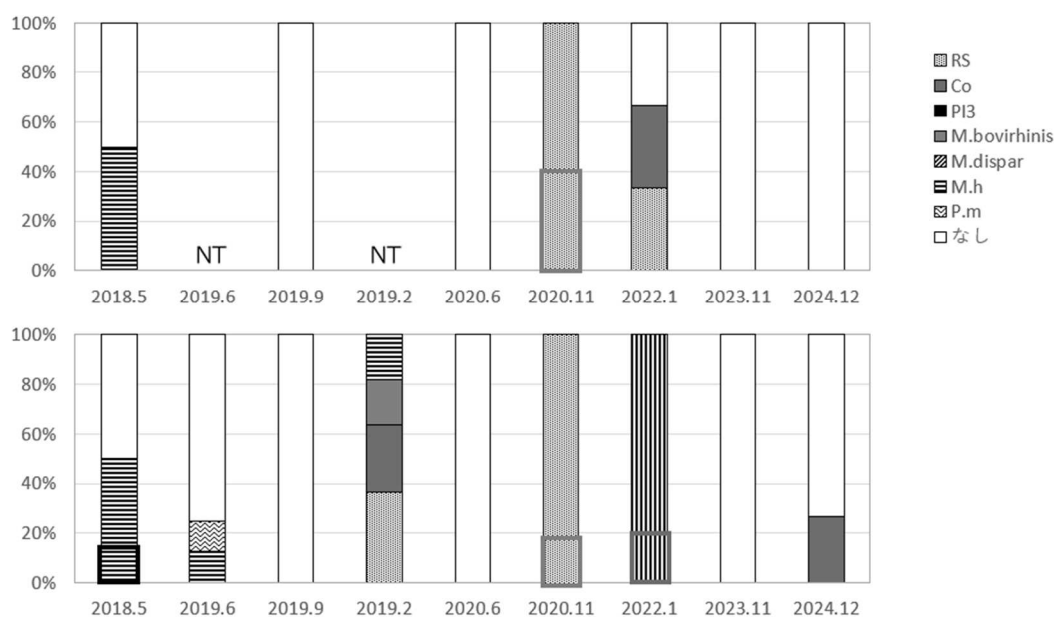


図2 採材場所別割合（鼻腔スワブ、上段：ハッチ、下段：群飼育）

(2) 病性鑑定(2019 年度～2024 年度)

2019 年度以降実施した、哺乳子牛の病性鑑定 62 件について分析したところ、①病性鑑定頭数は 2019 年度 14 頭から 2024 年度は 7 頭と減少傾向が見られ、②疾病別頭数は 2019 年度、呼吸器疾病が 8 頭(全体の約 57%)、消化器疾患は 5 頭(全体の約 35%)であったが、2024 年度には、呼吸器疾病は 2 頭(全体の約 28%)、消化器疾患も 1 頭(全体の約 14%)となり、呼吸器疾病、消化器疾病ともに減少傾向にあった(図 3)。③疾病別頭数(年度四半期別)では、呼吸器疾病は、季節を問わず発生していることが分かった。また、2023 年度の第 I 期 II 期には原因不明の起立不能、跛行が続いた(図 4)。

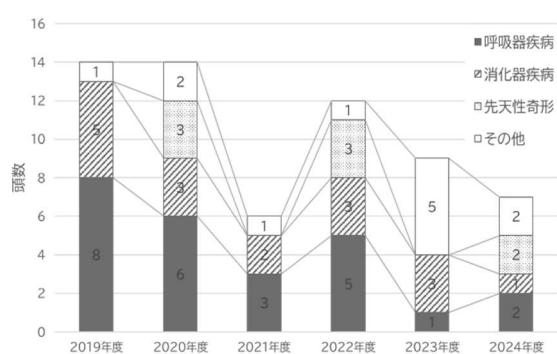


図3 疾病別頭数（年度別）

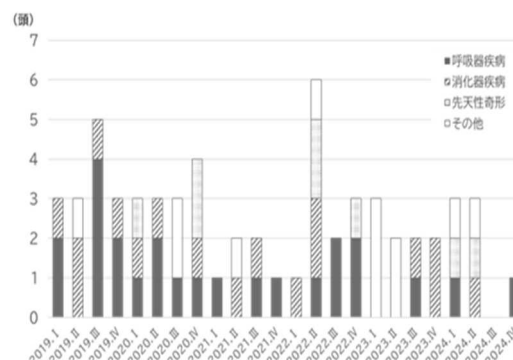


図4 疾病別頭数（年度四半期別）

④呼吸器疾病の原因菌としては、Mh が最も多く分離され、全体の約 61%を占めており、RS や *Trueperella pyogenes* も検出された。Mh は上部気道に常在しており、飼育環境等のストレスで増殖し感染することが多いと言われている。また、高密度飼育農場で発生が多く、ウイルスやマイコプラズマ、細菌と混合感染することで重症化することが多い傾向にある。Mh による肺炎を防ぐためには、適切な衛生対策と飼養管理が重要となる。また、⑤年度別に原因菌を分析すると、2019 年度から 2020 年度は Mh が多く分離されており、2022 年度 1 月に RS が分離されている(図 5)。⑥呼吸器

疾病の病性鑑定日齢の中央値は18～41 日齢であり、群飼育時期と一致していた(図6)。

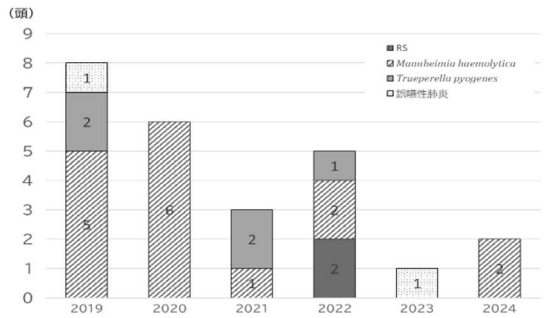


図5 呼吸器疾病の原因別頭数(年度別)

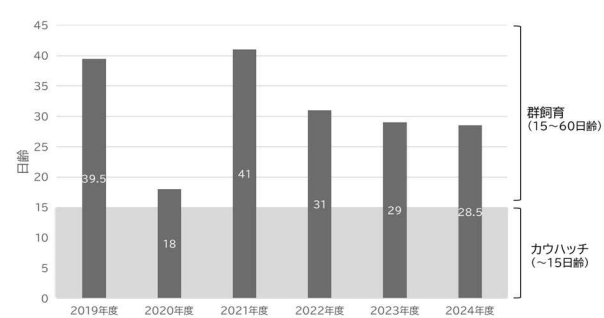


図6 呼吸器疾病の病性鑑定日齢(年度別、中央値)

5 指導内容

2018年度から2024年度までの哺乳子牛の呼吸器疾病モニタリングを通じて見えた、換気・保湿等の飼養環境改善、牛舎や使用器具等の消毒方法の確認と群の再編成、疾病罹患牛の早期発見・隔離、適切なワクチン接種方法等の課題について継続的に哺乳子牛の飼養管理指導を行った(図7)。

その結果、2019年度、呼吸器疾病8頭(約57%)、消化器疾病5頭(約35%)であった病性鑑定件数は、2024年度にはそれぞれ2頭(約28%)、1頭(約14%)に低下した。

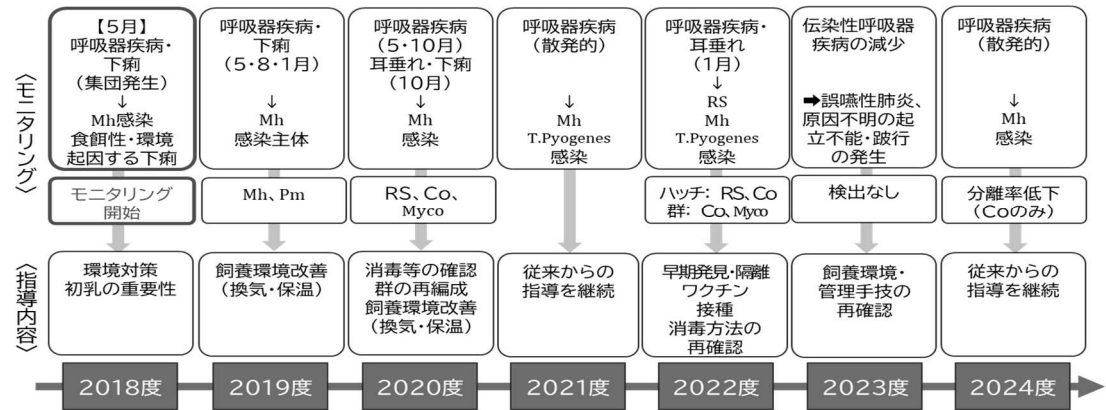


図7 モニタリング・病性鑑定に基づく家保の指導

6 まとめ及び課題

2018年度5月の哺乳子牛の集団呼吸器疾病発生から定期モニタリングを開始し、モニタリング結果と病性鑑定結果を併せて群飼育での衛生対策に重点を置いた指導を継続してきた結果、定期モニタリングにおいて2023年度以降呼吸器疾病原因菌及びウイルスはほぼ検出されなくなり、病性鑑定頭数も減少傾向にあった。

当該農場の哺乳子牛における衛生対策の課題として、ハード面ではまず牛舎の構造が挙げられる。哺乳子牛舎が牛舎の2階にあるため、夏は室温が上昇しやすく、冬は乾燥しやすいといった温湿度管理が難しく、換気不良になりやすい。また、飼養スペースが限られるため、オールインオールアウトができず消毒が不十分となり、疾病個体の隔離も難しいため、疾病がまん延しやすい状況であるといえる。

ソフト面の課題として、従業員が多く担当が細分化されているため、引継ぎはバイタル表や、行動モニタリングシステム（U-motion）、治療歴メモを通じて行っており、直接のコミュニケーションが不十分なため、分娩時の状況や個体の体調等の情報共有が不足しがちである。また、従業員から牧場長、さらに社長まで、現場からの報告が遅れることで、対応が遅れ疾病がまん延し被害が拡大する傾向にある。また、ワクチンプログラムに関して、現在実施しているプログラムは表3のとおりである。マンヘミア・ヘモリチカ(1型)感染症不活化ワクチンであるリスポバルは、用法として1か月齢以上の牛と定められているが、当該農場では20日齢で接種しており、移行抗体によるワクチンブレイクにより十分な免疫が誘導されていない可能性があり、接種時期の見直しが必要である。

これら多くの課題はあるが、今後も継続して家畜診療所、関係機関と連携し当該農場への呼吸器疾病の発生低減に努めていきたい。

表3 ワクチンプログラム

接種日齢	ワクチン
出生時	IBR・PI・牛RSウイルス感染症用混合ワクチン
7日齢	トルトラズリル製剤
20日齢	マンヘミア・ヘモリチカ(1型)感染症不活化ワクチン
45日齢頃 (育成牛のみ)	IBR・牛ウイルス性下痢2価・PI・牛RSウイルス感染 症・牛アデノウイルス感染症用混合ワクチン

IBR：牛伝染性鼻気管炎

PI：牛パラインフルエンザ

2 H 酪農青年部におけるアニマルウェルフェアの実践とその影響

南予家畜保健衛生所 渡部峻也、佐竹康明

1. 緒言

アニマルウェルフェア（以下、AW）とは、快適性に配慮した家畜の飼養管理と定義されており、家畜を快適な環境で飼育することで家畜のストレスを減少させ、生産性の向上や安全な畜産物の生産につなげるものである¹⁾。1960年代、欧州において密飼いなどの近代的な畜産のあり方について問題提起が起こり、「5つの自由」の考え方を中心としたAWの概念が普及されたことをきっかけに、現在では欧州の他に米国やカナダ、豪州などの各国においても、AWに基づく飼養管理のガイドラインなどが設定されている¹⁾。

一方、わが国においても2023年に農林水産省より「家畜別のアニマルウェルフェアに関する飼養管理指針」が公表され、生産者や消費者へのAWの考え方の普及に努めている²⁾。

国内でのAWへの注目が高まっている中、管内S市のH酪農青年部では、2024年5月より組織全体でAWを宣言している(図1)。しかし、各農家におけるAWの実践状況や取組による生産性への影響については把握されていないため、当該農家を対象にAWの実践状況を調査するとともに、AWが乳生産性に及ぼす影響について検討した。



図1 H酪農青年部におけるAW宣言書

2. 方法

(1) AW 評価調査

H 酪農青年部会員の農家（39 農家）から、飼養形態（タイストール（以下、TS）、フリーストール（以下、FS）、フリーバーン（以下、FB））ごとに2農家を抽出、計6農家を調査対象とし、2024年10月から11月の間にAW評価調査を実施した。評価は（一社）AW畜産協会が作成した乳牛のAW評価法³⁾を用い、調査対象を搾乳牛に限定し、哺乳牛および育成牛、疾病の罹患状況に関する項目は除いた。評価は家畜ベース、施設ベース、管理ベースから構成されており、搾乳牛を対象とした評価項目は最大34項目であった（表1）。各ベースについて、基準値を満たす項目の割合を算出し、それぞれを家畜スコア、施設スコア、管理スコアとした。

得られた結果より、農家ごとの課題を抽出し、改善指導を実施した。また、指導前のAW項目取組数の自己評価を聞き取りし、指導後のAW取組項目数と比較した。

表1 乳牛のAW評価法の評価項目

	家畜ベース	施設ベース	管理ベース
評価項目	<ul style="list-style-type: none">・ BCS・ 乳房の清潔さ・ 大腿部の清潔さ・ 飛節の状態・ 尾の折れ・ 尾の切断・ 蹄冠部の状態・ 破行の有無・ 外傷の有無・ 皮膚病の有無・ 異常行動	<ul style="list-style-type: none">・ 給水環境・ 暑熱対策・ 照度・ 空気の状態・ 休息エリア・ 繋留方法・ カウトレーナーの使用・ 設備不良・ 人用踏込消毒槽・ 牛床数・ 分娩房の広さ・ 牛体ブラシの有無	<ul style="list-style-type: none">・ 濃厚飼料給与量・ 飼養頭数・ 飼槽の清潔さ・ 水槽の清潔さ・ 牛床のやわらかさ・ 除角・ 副乳頭・ 削蹄回数・ 起立不能牛への対応・ 牛の取扱い・ と畜場への搬入
項目数	11項目	12項目	11項目

(2) 行動調査

2024年10月から11月の間に、(1)の評価調査を行った農家のうち、飼養形態ごとに1農家ずつを調査農家として選定した。

調査時最新の牛群検定のデータを参照し、乳量成績が乳量平均±5kgの牛を9頭ずつ選定し、調査対象牛とした。

行動調査は朝搾乳から夕搾乳前までの連続6.5時間実施し、5分毎に牛の行動を瞬間サンプリングにより記録した。記録した行動は表2に示した。

各農場の行動調査対象牛9頭より得られたデータから、各行動の調査時間中の行動発現割合を算出し、飼養形態別に平均化した。

表2 行動調査の記録項目と行動例

行動様式	行動例
摂取	摂食、敷料摂食、飲水、舐塩
摂取	摂食、敷料摂食、飲水、舐塩
休息	たたずむ、伏せてぼんやりする
反芻	反芻
睡眠	目を閉じて休む
身繕い	(自身を)舐める、噛む、掻く、擦り付け、伸びる
排泄	排糞、排尿
移動	歩く、駆ける
探查	嗅ぐ、触れる、舐める
敵対	頭振り、頭突き出し、闘争、逃避
異常	吸引、柵かじり、舌遊び、異物舐め、飼料掻き上げ

(3) 統計解析

AW評価スコア（総合スコア、家畜スコア、施設スコア、管理スコア）と牛の行動割合との相関関係について、ピアソンの積率相関係数により解析した。

また、行動調査対象牛計27頭（9頭×3農家）から得られた各行動発現割合とその牛群検定の成績との関係性についても同様の手法により解析した。

(4) 調査農家概要

調査農家の概要は表3に示した。搾乳牛の飼養頭数の範囲は26～82頭、搾乳回数はすべての農家で朝夕の2回搾乳であった。牛床はゴムマットもしくは豊富な敷料であり、どの農家もオガクズを敷料として利用していた。飲水設備については、TS牛舎でウォーターカップ、FB牛舎で水槽、FS牛舎で水槽もしくはウォーターカップを使用していた。また農家A、D、FにおいてはAW評価調査に加え、後日行動調査を実施した。

表3 調査農家の概要

	TS		FB		FS	
	農家A	農家B	農家C	農家D	農家E	農家F
飼養頭数(搾乳牛)	26	28	40	35	82	45
搾乳回数	1日2回	1日2回	1日2回	1日2回	1日2回	1日2回
牛床	ゴムマット	ゴムマット	敷料	敷料	敷料	ゴムマット
敷料	オガクズ	オガクズ	オガクズ	オガクズ	オガクズ	オガクズ+稲わら
飲水設備	WC*	WC*	水槽5台	水槽1台	水槽2台	水槽1台+WC*
行動調査	○			○		○

3. 結果及び考察

(1) AW評価調査

各農家のAW評価スコアは表4のとおりであり、総合スコアの飼養形態別の平均値はFB、TS、FSの順に高かった。

(一社)AW畜産協会による乳牛の農場認証制度では、AW評価スコアがすべてのベース

表4 AW評価スコア

	TS		FB		FS		平均
	農家A	農家B	農家C	農家D	農家E	農家F	
ベース							
家畜	63.4	81.8	72.7	72.7	72.7	81.8	74.2
施設	81.8	90.9	100	90.0	72.7	81.8	86.2
管理	81.8	64.6	81.8	90.9	80.8	63.6	77.3
総合	75.8	78.8	84.4	84.4	75.8	75.8	79.1

(%)

(家畜、施設、管理)で80%以上であることを認証基準として定めている。本調査対象農家では、すべてのベースの基準値を満たす農家はいなかったものの、大半の農家で2つのベースの基準値を満たしているほか、総合スコアの平均値は79.1±1.7%であった。そのため、これらの農家においては高い水準でAWに取り組んでおり、組織全体でのAW宣言およびAW実践の効果が表れた結果だと考えられる。

しかし、6 農家全体の家畜スコアの平均値は74.2%、管理スコアの平均値は77.3%と80%未満であるため、これらの評価項目が主な改善指導事項であることが判明した。そこで、農家ごと抽出された課題(表5)について改善指導を実施した結果、指導前後でAW取組項目数は3.67項目から25.8項目へ増加しており(表6)、農家でのAW水準の向上やAW実践に対する意識改善が図られた。

表5 AW評価の改善指導事項

指導項目(抜粋)	指導内容
乳房の清潔さ	
家畜 大腿部の清潔さ	・定期的なブラッシングの実施 ・牛体ブラシの設置
尾折れ、断尾	
施設 給水環境	・バケツ等の設置により給水場を増やす
牛床数(FS農家)	・飼養密度抑えるか施設の増築等の検討
飼槽の清潔さ	・凹凸部の穴埋め
管理 水槽の清潔さ	・定期的な水の入替、清掃
牛床の柔らかさ	・敷料の深さ5cmのスペースを設ける

表6 AW評価の改善指導効果

	指導前	指導後
取組項目	水槽の清潔さ 飼養頭数(密度) 牛床の柔らかさ等	BCSの維持 蹄冠部の状態 破行・外傷無 暑熱対策 畜舎の明るさ 空気の質 休息エリアの確保 繋留方法 カウトレナーの未使用 削蹄回数 起立不能牛への対応 と畜場への搬入 等
項目数	3.67	25.8

(2) 行動調査

各農家での牛の行動発現割合は表7に示した。すべての農家の牛で、休息系行動(休息・反芻・睡眠)が最も多く、次いで摂食行動を発現していた。摂食行動はTS牛舎の牛で、休息・反芻・睡眠行動はFS牛舎の牛で最も発現していた。TS牛舎の牛はつなぎ飼いによる行動の制限を受けるため、飼料の摂食や飲水、鉱塩等の摂食行動が多いほか、社会的接触の抑制を受けるため、隣接牛へのグルーミングといった探索行動が他の飼養形態の牛より多く発現する傾向にあった。またFS牛舎の牛においては、搾乳及び給餌時以外で牛は自由に行動できるほか、ストールによる休息スペースの確保が可能であるため、休息系行動の発現割合が比較的多くなったと考えられた。

表7 牛の行動発現割合

農家	飼養形態	摂食	休息	反芻	睡眠	身繕	排泄	移動	探索	敵対	異常
A	TS	28.1	31.2	30.4	1.5	1.4	1.1	1.8	3.0	0.8	0.6
D	FB	23.2	33.5	34.6	1.8	2.4	0.7	2.1	1.3	0.4	0.0
F	FS	14.9	38.4	36.7	2.7	1.7	1.1	2.4	1.4	0.4	0.3

各農家 n=9

(3) AW評価スコアと搾乳牛の行動との相関関係

AW評価スコアと搾乳牛の行動発現割合との相関係数を表8に示した。

摂食行動は家畜スコアと負の相関傾向が認められた。FS牛舎の農家Fは、他2農家(A、D)に比べ家畜スコアが高値(81.8%)であったとともに、給餌開始から30分ほどでスタンションを解放しており、牛の自由に行動できる時間を多く確保していた。そのため、FS

牛舎の牛で摂取行動の発現割合が低く、家畜スコアが高いことにより、負の相関傾向が強まったと考える。

休息・反芻・睡眠行動は、いずれも家畜スコアとの間に正の相関傾向が認められ、これらの行動の発現割合が高いほど、家畜スコアが高い傾向にあることが示された。

これについては、行動調査の結果より、昼間の牛の行動の9割以上は摂取行動もしくは休息状態であるため、必然的に摂取時間が短い牛ほど休息に費やせる時間が長くなったと考えられる。前述したように、農家Fでは給餌時のスタンション開放までの時間が短いため、摂取行動の発現が減少し、休息系行動をより発現していた。そのため、休息系行動と家畜スコアの関係性は摂取行動の場合と相対する形となった。

表8 AW評価スコアと搾乳牛の行動発現割合との相関係数

行 動	AW評価スコア			
	家畜スコア	施設スコア	管理スコア	総合スコア
摂取行動	-0.99	0.15	0.76	0.15
休息行動	休息	0.98	-0.21	-0.80
	反芻	0.98	0.19	-0.50
	睡眠	0.96	-0.28	-0.84
身繕い行動	0.28	0.96	0.54	0.96
探査行動	-0.83	-0.56	0.11	-0.56
異常行動	-0.50	-0.87	-0.33	-0.87

(4) 搾乳牛の行動と乳生産性との相関関係

搾乳牛の行動発現回数と乳生産性との相関係数を表9に示した。

乳量は反芻行動の発現回数と正の相関傾向が認められ (R=0.51、図2)、反芻行動が多い牛ほど乳量が多くなる傾向にあることが示された。反芻は牛が安楽状態であるときに実施する生理反応であることから、牛が落ち着いて反芻できる環境は、乳生産性の向上に影響を与える可能性が示唆された。また、AW評価スコアと牛の行動発現の相関関係から、家畜スコアが高い農家では、休息系行動を発現する牛が多い傾向にあったことを踏まえると、AW評価は乳生産性の指標となる可能性が考えられた。

表9 搾乳牛の行動発現回数と乳生産性との相関係数

行 動		牛群検定成績 (n=27)				
		乳量 (kg)	乳脂率 (%)	乳蛋白質率 (%)	無脂固形分率 (%)	体細胞数 (1000/ml)
摂取行動		-0.44	0.31	0.45	0.31	-0.01
休息行動	休息	0.18	-0.12	-0.02	0.07	0.06
	反芻	0.51	-0.24	-0.49	-0.47	-0.06
	睡眠	-0.20	0.07	0.01	0.07	-0.06
身繕い行動		0.04	0.07	-0.04	-0.23	0.25
探査行動		-0.39	0.27	0.24	0.05	-0.23
異常行動		0.00	0.26	0.10	0.15	0.01

* MUN: 乳中尿素窒素

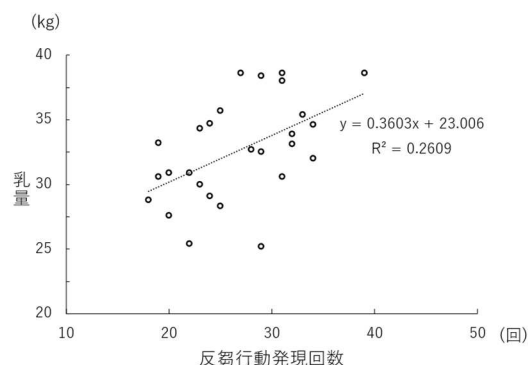


図2 乳量と反芻行動発現回数の散布図

4. まとめ

AW 評価調査についての平均値は $79.1 \pm 1.7\%$ と良好であり、調査農家においては AW の考え方に基づいた取組を実践していた。また、家畜スコアが高いほど、牛の休息および反芻、睡眠行動が多く発現し、加えて、牛の反芻行動の発現割合と乳量との間に正の相関関係 ($R=0.51$) を認めたことから、牛が落ち着いて反芻できる環境づくりは、牛を快適な状態に保ち、乳生産性の向上に影響を与える可能性が示唆された。今回の AW 評価に基づく改善指導で、AW 取組数の平均は指導前の自己評価 3.67 項目から 25.8 項目へ増加しており、本調査・指導は、農家での AW 実践への意識改善に寄与した。今後も指導を継続することで農家の AW レベルの向上を目指すとともに、子牛の育成状況や疾病の罹患状況等を追跡調査することで、AW 実践が及ぼす影響について多面的に検討していく必要がある。

5. 参考文献

- 1) 畜産技術協会：アニマルウェルフェアの考え方に対応した乳用牛の飼養管理指針，第 6 版（2020）
- 2) 農林水産省：乳用牛の飼養管理に関する技術的な指針（2023）
- 3) アニマルウェルフェア畜産協会：乳牛のアニマルウェルフェア評価法（2021）

3 和牛繁殖農場における飼養・繁殖管理技術向上を目的とした指導への取組（第1報）

中予家畜保健衛生所 北村惟、鈴木まり花

1 はじめに

管内で繁殖母牛 50 頭を飼養する法人経営の和牛繁殖農場では、冬季は牛舎内、春から秋にかけては放牧主体の飼養管理を行い、人工授精は従業員が実施している。2024 年 6 月、主に授精業務を担っていた管理者が退職し、新たに和牛の飼養管理および繁殖管理経験の浅い管理者へ交代したため、家畜診療所と連携し現場支援を行うこととなった。家保は詳細な聞き取り調査と現状分析に基づき、管理者の管理技術、農場の飼養管理体制・繁殖管理体制に対し包括的な指導を行ったので報告する。

2 課題と対策

(1) 管理者への課題と対策

管理者への聞き取り調査から、①和牛繁殖農場での就労経験が浅い、②包括的な農場管理経験がない、③直腸検査技術への不安といった課題があった。対策として飼養・繁殖管理に関する勉強会の開催（図 1）、先進農家の視察（図 2）、定期的な直腸検査技術指導（図 3）を実施した。勉強会の開催及び先進農家の視察を通して農場管理者としての意識改革と飼養管理水準の底上げを目指した。また直腸検査技術指導では、管理者の技術向上のみならず分娩後日数や受胎率、発情発見率等の繁殖指標に基づいた繁殖管理が実施できるよう指導した。



図 1 勉強会の開催



図 2 先進農家の視察



図 3 直腸検査技術指導

(2) 飼養管理体制に関する課題と対策

飼養管理体制に関する課題として、①農場としての飼養管理体制が確立されておらず、管理者が交代する度に飼養管理法が大きく変更される、②飼料設計が未設計のため従業員間で飼料給与量が異なり、牛群の過肥傾向や妊娠末期牛のボディーコンディションスコア（BCS）の低下がみられる、③牛房の不足から群分けが不明確でステージ別の飼養管理が困難、といった課題がみられた。そこで今回は、対策の対象を母牛とし、牛舎管理時における飼料設計支援（表 1）とステージ別の給餌方法の指導、群分けの見直しと整理、BCS による牛群管理手法の導入と判定方法の指導を行った。ステージ別の給餌方法の指導では、テープを使用した個体管理法（図 4）やステージ移行期における飼料給与表の作成を行った。また、BCS の判定は、管理者が容易に判定できる方法として、尾根部 BCS による判定方法を採用し、感覚に頼らないステージ別の牛群管理について指導した。

表 1 飼料設計

	維持期	分娩 2 か月前～授乳期
繁殖牛用配合飼料	1.0	3.0
大豆粕		0.2
スーダングラス	3.0	4.0
トールフェスクストロー	4.0	4.0



図 4 テープを使用した個体管理法

(3) 繁殖管理体制に関する課題と対策

繁殖管理体制に関する課題として、①管理台帳がないため発情の見落としや、長期間にわたり未授精の牛が存在する、②授精時を含めほとんど直腸検査を実施していないため発情徴候に頼る授精を行っている、③計画的な母牛の更新をしていないため高産次牛が多い、といった課題があった。さらに産次別空胎日数では7産以下が63日に対し、8産以上は122日と延長しており、高産次牛群の繁殖成績の悪化が見られた。聞き取り調査では、高産次牛の生んだ子牛は体型が小さく販売成績が低迷しているといった意見もあった。対策として、新たな管理台帳の作成（図5）、診療所による繁殖検診を月2回定期的に実施、運営側との協議による母牛の更新を行った。今回作成した新たな管理台帳には、個体基本情報の他、分娩後日数や授精情報、発情発見率、受胎率、治療歴や繁殖検診結果等を記載し、家保・診療所・農場が連携して運用することで、問題の共有と、指導内容の統一化を目指した。母牛の更新については、はじめ廃用に対する抵抗感があったため、運営側には経済的なメリットとデメリット、管理者へは母牛改良の必要性や高産次牛群の繁殖成績・産子への影響について丁寧に説明を繰り返し、長期不受胎牛の廃用と後継牛の確保を行った。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	VWP	経産牛	40	日				2025/2/27		妊娠確定予定表作成	授							
2		半経産牛	390	日	3ヵ月離乳													
3	耳標番号	生年月日	産次	最終分娩日	分娩後日数	初回授精日	初回授精日数 (半経産牛初回授精日-VWP)	最終授精日	空胎日数 (VWP考慮)	繁殖状況	授精回数	1	2	3	4	分娩日数	分娩予定日	繁殖結果
4	1577	2020/9/11	4	2025/2/6	21													0
5	5581	2009/12/18	11	2023/11/20	465	2024/2/29	101	2024/5/16	138	+	2/29 5/16					287	2025/2/25 7/3±8/6+	2
6	4225	2010/8/10	11	2024/3/5	359	2024/5/17	73	2024/5/17	33	+	5/17					286	2025/2/26 7/3±8/6+	1
7	4367	2007/8/21	14	2023/12/23	432	2024/4/1	100	2024/6/27	147	+	4/1 4/23 6/27					245	2025/4/8 8/6±9/4+	3
8	5735	2015/12/6	7	2024/6/13	259	2024/7/22	39	2024/7/22	0	+	7/22 7/22					219	2025/5/4 9/9±9/26+	2
9	2039	2008/4/21	13	2024/4/12	321	2024/7/24	103	2024/7/24	63	+	7/24					218	2025/5/5 7/3±5/9/4±9/26+	1
10	0189	2020/7/22	3	2024/5/9	294	2024/6/29	51	2024/9/3	77	+	6/29 6/30 9/2 9/3					177	2025/6/15 初回産後8/8ROL20F2010/21±11/18家+	4
11	9928	2011/9/28	11	2024/7/5	237	2024/8/26	52	2024/9/17	34	+	8/26 9/17					163	2025/6/29 10/21±11/18+	2
12	5934	2022/5/11	1	2024/4/20	313	2024/8/15	117	2024/9/26	119	+	8/15 9/26					154	2025/7/8 7/3±5/8/8家保注射指導9/26PG10/21±ROLROL11/18家+11/29+	2
13	5626	2012/2/28	11	2024/6/24	248	2024/7/22	28	2024/9/26	54	+	7/22 7/23 8/13 9/26					154	2025/7/8 10/21LCL11/29+	4
14	0209	2021/5/27	2	2024/8/11	200	2024/10/25	75	2024/10/25	35	+	###					125	2025/8/6 11/29±12/27+	1
15	0225	2021/9/23	2	2024/6/20	252	2024/7/22	32	2024/11/5	98	+	7/22 9/4 ### 11/5					114	2025/8/17 9/4±9/26±9/26±11/29LCL12/4家+12/27+	4
16	5681	2014/2/24	9	2024/9/7	173	2024/11/11	65	2024/12/1	45	+	### 12/1					88	2025/9/12 1/17家±2/7+	2
17	5980	2023/10/15	0			2024/12/7	29	2024/12/7	29	+	12/7					82	2025/9/18 1/17家±2/7+	1
18	5228	2023/11/5	0			2024/12/7	8	2024/12/7	8	+	12/7					82	2025/9/18 1/17家±2/7+	1
19	5612	2011/12/11	11	2024/5/15	288	2024/7/30	76	2024/12/7	166	+	7/30 9/19 9/10 12/7					82	2025/9/18 7/3±5/8/8家保注射指導9/26PG10/21±11/27オプ1/17家±2/7+	4

図 5 新たに作成した管理台帳

3 結果

(1) 発情発見率

2024年6月52%、11月54%と変化が見られなかったが、2025年3月は60%と上昇がみられた。今回新たに作成した管理台帳は、パソコンによる確認作業が煩雑であったため、管理者以外の従業員の利用が進まなかった。そこで、分娩予定牛や授精候補牛、妊娠鑑定待ちの牛などが一目見て分かるホワイトボードを新たに作成（図6）、運用したところ積極的に活用され、発情発見率の改善につながったと考えられた。

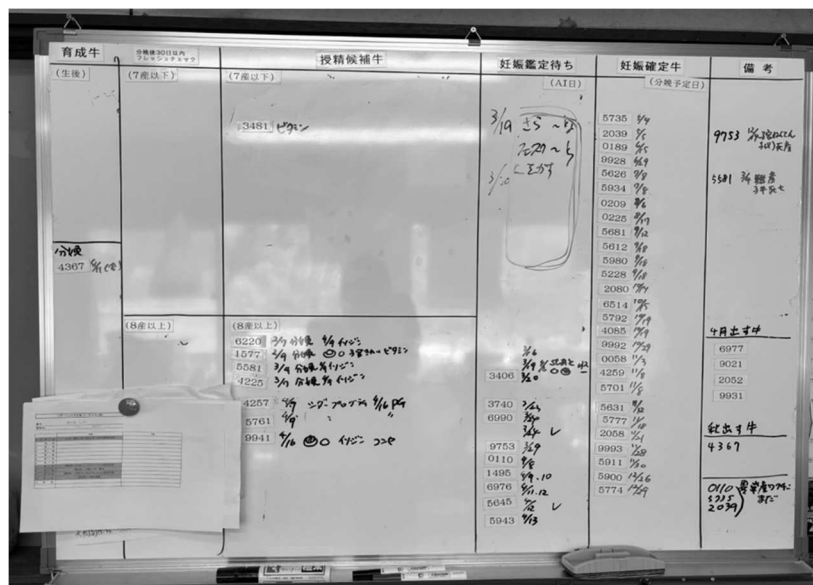


図6 ホワイトボードを活用した繁殖管理

(2) 月別受胎率（表2）

月別受胎率はその月に管理者が授精を行った回数と、その授精により受胎した頭数から算出した。指導当初は極めて低迷しており、原因を調査したところ、40分以上かかるような長時間にわたる授精や、頸管を通過したのか不明なまま授精するなど不確実な授精が行われていたことが判明した。そこで、人工授精手技の見直し、子宮内薬液注入による技術練習、スタンションではなく枡場で授精することなど授精環境の見直しを行ったところ、改善傾向が見られている。

表2 月別受胎率

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
授精回数	12	8	12	14	17	14	25	10
受胎頭数	2	0	4	1	1	4	9	4
受胎率 (%)	17	0	33	7	6	29	36	40

(3) 産次別牛群構成（図7）

長期不受胎牛の廃用（9頭）と自家保留（2頭）および外部導入（4頭）による後継牛の確保を実施し、8産以上の牛が2024年6月64%（32/50頭）、2025年3月51%（24/47頭）と産次別牛群構成の改善がみられた。

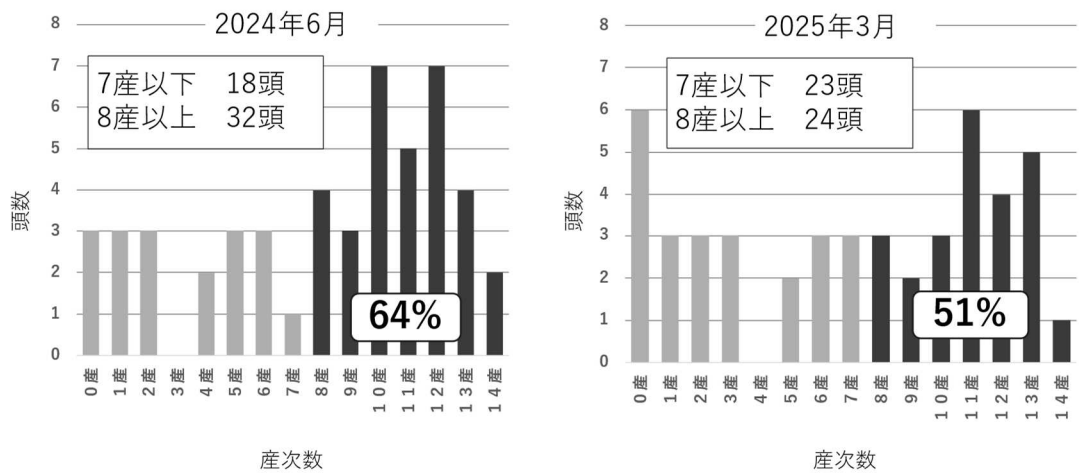


図7 産次別牛群構成

(4) BCS (図8)

過肥傾向とされる BCS スコア 3.5 以上の牛が、2024 年 6 月には 82% (37/45 頭) を占めたが、2025 年 3 月には 29% (13/45 頭) と、過肥傾向の大幅な改善が認められた。また、2024 年 6 月では妊娠末期牛のスコア低下傾向が見られたが、2025 年 3 月には妊娠末期牛のスコア低下は確認されなかった。

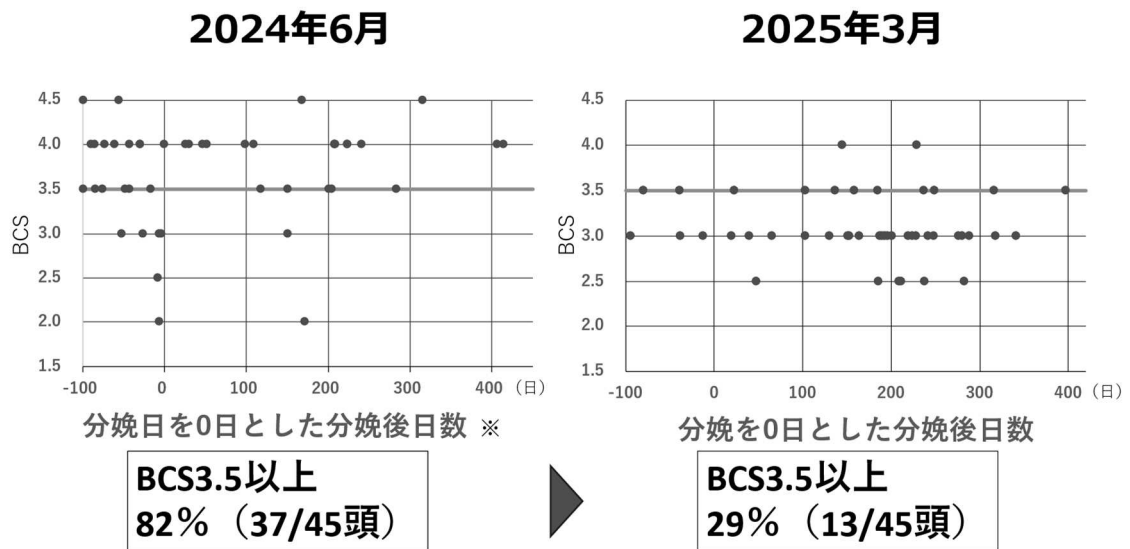


図8 BCS

4 まとめ（表3）

今回、管理者の管理技術、農場の飼養管理体制・繁殖管理体制に対し包括的な指導を実施したことにより、繁殖成績や牛群過肥傾向、産次牛群構成の改善がみられた。また管理者からは事故率の減少や牛の休息時間の延長といった話があった。繁殖農家における母牛の繁殖成績や子牛の出荷成績には、牛の遺伝的能力や飼料設計、周辺環境、従業員の労働生産性など、様々な要因が複雑に影響しており、農場の経営成績向上には多岐にわたる対策が必要となる。今回、農場の課題を詳細に分析し包括的な対策を実施したことにより、農場としての飼養・繁殖管理体制構築を支援することができた。

表3 課題と対策のまとめ

指導項目	課題	対策
管理者	<ul style="list-style-type: none">・和牛繁殖農場での就労経験不足・包括的な農場管理経験不足・直腸検査技術への不安	<ul style="list-style-type: none">・勉強会の開催・先進農家の視察・直腸検査技術指導
飼養管理体制	<ul style="list-style-type: none">・飼養管理体制が確立されていない・飼料設計が未設計・群分けが不明確	<ul style="list-style-type: none">・飼料設計支援・ステージ別給餌方法の指導・群分けの見直しと整理・尾根部BCSの活用
繁殖管理体制	<ul style="list-style-type: none">・管理台帳がない・直腸検査の未実施・計画的な母牛の更新をしてない	<ul style="list-style-type: none">・新たな管理台帳の作成・ホワイトボードの活用・診療所による繁殖検診の強化・長期不受胎牛の廃用と後継牛確保・人工授精技術指導

5 今後の取組

さらなる繁殖成績改善のために継続的な繁殖技術指導を行う他、放牧期間における飼養管理体制確立、新たな牛房の増設による群分けの明確化、子牛の販売価格向上と母牛の改良を目的に、子牛の飼養管理の見直しとゲノム検査の活用に取り組む。

4 管内における飼料用とうもろこしの二期作栽培の現状

南予家畜保健衛生所 山田玲佳、畜産課 山根 優真

1 緒言

輸入飼料価格は、世界情勢や為替等の影響を受け、現在は高止まりの状況にある。このような中、飼料コストの低減を図るためには、特に、粗飼料について、自給飼料生産の拡大が重要となっている。

飼料用とうもろこし（以下、とうもろこし）は、代表的な自給飼料作物のひとつで、ソルガムやイタリアンライグラス等の作物と比較して可消化養分総量（TDN）が高く、高栄養な草種である。また、とうもろこしは二期作栽培が可能で、これまでは九州地域などの限られたエリアで行われていたが、地球温暖化を背景に、二期作栽培が可能なエリアも拡大しており¹⁾、管内においても二期作栽培に適するとされる有効積算温度 2,300℃を超えるようになってきた²⁾。

一方で、とうもろこしは品種が多様であり、播種時期や品種選定により、生育が大きく変動するため、栽培条件によっては収量や品質の低下が懸念される。そこで、管内の二期作栽培を行う農家を対象に、品種や収量等を調査し、栽培の現状及び課題を把握するとともに、栽培方法の改善指導を実施した。

2 調査の概要

調査対象は、管内でとうもろこしの二期作栽培を行う酪農家 5 戸（A、B、C、D、E）とした。調査項目は、栽培体系調査（作付条件、栽培方法、栽培品種等）、生育調査（草丈、葉齢、稈径等）、収量性（草丈、着雌穂高等）、飼料成分分析（乾物率、一般成分、TDN、TDN 収量、ミネラル）とした。

3 結果

栽培体系調査の結果は表 1 のとおりであった。一期作目の栽培期間は 4 月中旬頃から 8 月上旬頃で、栽培品種の相対熟度（RM）は 114～127、栽植密度は約 6,000～12,000 本/10a であった。施肥状況は、堆肥のみが 2 戸、堆肥＋化成肥料が 3 戸であった。二期作目の栽培期間は、7 月下旬頃から 11 月下旬頃で、栽培品種の RM は 114～129、栽植密度は約 6,000～13,000 本/10a であった。施肥状況は、堆肥のみが 1 戸、堆肥＋化成肥料が 2 戸、施肥なしが 2 戸であった。

表1 栽培体系調査の結果

農家	播種日	栽植密度 (本/10a)	品種 (相対熟度)	施肥	収穫日	播種日	栽植密度 (本/10a)	品種 (相対熟度)	施肥	収穫日
A	R6. 4. 17 R6. 4. 18	12,222	SH4812 (RM125)	堆肥 肥料	R6. 7. 24	R6. 7. 28 R6. 7. 31	12,222	SH4812 (RM125)	なし	R6. 10. 16
B	R6. 5. 4 R6. 5. 5	10,989	NS118 (RM118)	堆肥	R6. 7. 25	R6. 8. 21	10,989	NS129 (RM129)	堆肥	R6. 11. 23
C	R6. 4. 17 R6. 4. 18	6,944	PI2008 (RM127)	堆肥	R6. 8. 3	R6. 8. 11 R6. 8. 12	6,944	PI2008 (RM127)	堆肥 肥料	R6. 11. 5
D	R6. 4. 13 R6. 4. 14	8,888	KD777 (RM127)	堆肥 肥料	R6. 8. 4	R6. 8. 18 R6. 8. 19	13,333	NS129 (RM129)	堆肥 肥料	R6. 11. 28
E	R6. 4. 19	6,250	KD641 (RM114)	堆肥 肥料	R6. 8. 2	R6. 8. 18	6,250	KD641 (RM114)	なし	R6. 11. 5

← 一期作目 → ← 二期作目 →

収量調査の結果は表 2 および表 3 のとおりであった。一期作目は、農家 A、B で乳熟期、農家 C、D、E で黄熟期での収穫となった。TDN 収量が最も高かったのは農家 D の 1,849kg/10a、TDN 収量が最も低かったのは農家 A の 402kg/10a で、収穫時の草丈、稈径、着雌穂高も同様の傾向であった。二期作目は、全ての農家で乳熟期での収穫となった。TDN 収量が最も高かったのは農家 D の 1,150kg/10a、TDN 収量が最も低かったのは農家 E の 563kg/10a であった。なお、農家 B では初期生育不良のため収穫まで至らなかった。

飼料成分分析の結果は表4のとおりであった。一期作目は標準値と比較して TDN、Ca、Mg が低く、二期作目も同様の傾向にあった。

表2 収量調査の結果（一期作目）

農家	収穫 ステージ	草丈 (cm)	稈径 (mm)	着雌穂高 (cm)	TDN収量 (kg/10a)
A	乳熟期	199.6	11.8	66.5	402
B	乳熟期	253.2	19.6	86.1	948
C	黄熟期	273.5	21.1	102.1	869
D	黄熟期	279.7	26.5	115.8	1,849
E	黄熟期	279.0	23.8	107.3	1,202

表3 収量調査の結果（二期作目）

農家	収穫 ステージ	草丈 (cm)	稈径 (mm)	着雌穂高 (cm)	TDN収量 (kg/10a)
A	乳熟期	213.0	16.5	69.2	698
B	—	—	—	—	—
C	乳熟期	222.3	22.9	80.8	625
D	乳熟期	224.5	21.9	83.2	1,150
E	乳熟期	248.1	21.1	76.3	563

表4 飼料分析の結果（一期作目）

(DM%)

農家	収穫 ステージ	TDN	Ca	P	Mg	K
A	乳熟期	69.29	0.05	0.36	0.13	2.16
B	乳熟期	69.39	0.04	0.25	0.06	2.78
C	黄熟期	70.73	0.07	0.28	0.08	2.39
D	黄熟期	69.99	0.08	0.22	0.12	1.83
E	黄熟期	70.54	0.02	0.28	0.06	2.39
(標準値) 乳熟期	—	70.70	0.26	0.28	0.16	2.74
(標準値) 黄熟期	—	70.50	0.18	0.28	0.17	2.02

標準値：日本標準飼料成分表（2009年版）より

4 まとめ

とうもろこしの収穫適期は黄熟期とされているが³⁾、今回の調査では、一期作目で2農家、二期作目で全農家が適期に満たない収穫ステージとなった。その要因として、一期作目については、栽培期間が十分確保されている一方で、栽培品種が中生から晩生の品種であったため、栽培期間内に登熟しなかったと考えられた。また、二期作目については、播種時期が7月下旬から8月中旬頃であり、栽培期間が十分に確保できておらず、一期作目と同様に、中生から晩生の栽培品種のため、栽培期間内に登熟しなかったと想定される。このことから、一期作目に早生品種、二期作目に早生または中生品種といった栽培品種の見直しと、二期作目の栽培期間を確保するため、一期作目を7月下旬までに収穫し、二期作目を8月上旬に播種できるようなスケジュールの見直しについて助言した。

また、栽植密度が10,000本/10aを超え、密植となっている事例を多く認めた。四国地域では過去5年間の7月から9月に9回も台風が接近しており、この時期は、一期作目の収穫期から二期作目の生育期と重なる。今回の調査では、倒伏した事例はなかったが、とうもろこしの倒伏は、収穫作業だけでなく、収量や品質にも影響があるため、株間を十分に確保することで、耐倒伏性を高めた栽培を検討する必要がある。このため、密植になりすぎないように、栽植密度6,000～8,000本/10a程度での栽培を助言した。

飼料成分分析の結果は、TDN、Ca、Mgが標準値と比較して低い傾向にあった。とうもろこしの安定栽培には、気温や降水量といった気象環境のほか、圃場の状態、施肥、除草など様々な対策が必要とされている⁴⁾。特に、雑草は、初期生育に影響があるだけでなく、収穫時にとうもろこし以外の草種が混入する可能性を高めるため、TDNの低下が起これと考えられている。

今回、生育調査及び収量調査において、ほとんどの圃場で雑草の繁茂が認められたため、適切な雑草防除対策として、雑草の種類に応じた除草剤の検討及び必要に応じたスポット散布について助言した。また、施肥状況については、一期作目は全農家で、二期作目は5農家中3農家で堆肥を使用していたが、堆肥の過剰施肥は土壌のミネラルバランスに影響を与え、飼料中のCaやMgの低下につながるとされていることから、堆肥だけではなく、必要に応じた化成肥料の使用や苦土石灰等の土壌改良剤の使用について助言した。

5 改善に向けた取り組み事例

今回調査した農家のうち、農家Aが令和7年産とうもろこし栽培で積極的に改善に取り組むこととなった。農家Aの課題として、①栽植密度が高いため稈径が小さく、収量も少ないこと、②7月下旬に収穫できているものの、収穫適期に満たない乳熟期での収穫となっていることが挙げられた。これらを改善するために、栽植密度を12,222本/10aから6,666本/10aに、栽培品種をRM125の中生品種からRM108の早生品種に変更した。また、栽植密度の見直しにより、必要な種子量が減少したため、種子代を約200千円削減することができた。

今後も引き続き、管内のとうもろこしの栽培状況についての調査及び指導を継続していく。

6 参考文献

- 1) 菅野勉ら：日草誌，60（3），161～166（2014）
- 2) 菅野勉：農業食料工学会誌，76（5），353～359（2014）
- 3) 大下友子：牧草と園芸，54（6），7～10（2006）
- 4) 佐藤尚親：牧草と園芸，66（1），20～22（2018）

5 管内ロボット搾乳農家Aの生乳中遊離脂肪酸濃度に関する考察

東予家畜保健衛生所 織田 一恵、宇都宮 昌亀

1 背景及び目的

酪農業の主たる作業である搾乳作業を自動化する搾乳ロボットシステムは北海道を中心に普及が進み、本県ではS市2戸が導入している。本システムは、畜主が搾乳上限回数を設定でき、多回搾乳による乳生産向上効果が期待される一方、本県ではこれまでに発生はないものの風味変化の一種である脂肪分解臭を呈する事例が散見され¹⁾、青木²⁾らは脂肪分解臭の原因となる生乳中遊離脂肪酸濃度(以下、FFA値)は牛群平均4.3回以上の搾乳により閾値とされる2.0mmol/脂肪100g(以下、単位略)を超えると報告している。

これまでに本県ではFFA値に関する調査は行われておらず、風味変化リスクについても把握できていなかった。そこで今回は、管内のシステム導入農家Aにおいて、未知であったFFA値動態とその変動要因の把握を目的に調査を行った。

2 材料及び方法

農家Aは、搾乳頭数76頭(調査期間中の平均頭数)を搾乳ロボット(VMSTMV300:デラバル社)2台のみで搾乳しており、1日の搾乳上限回数を5回に設定している。牛舎構造はフリーストール、給餌方法はPMRであり、ロボット内で搾乳中に0.55kg/分、上限3kg/回濃厚飼料が給与されるよう設定している。

調査期間は2024.4～10月の毎月1回(2024.4.23, 5.21, 6.24, 7.17, 8.20, 9.18, 10.18)集乳時にバルク乳を採材、採材後48時間以内にMilkoscanFT3:フォスジャパン株式会社により測定した。なお、FFA値の測定は畜産研究センターに依頼した。調査期間中の搾乳頭数は延べ532頭、搾乳回数は延べ1,592回だった。

表1に調査1の概要を示した。調査1ではFFA値に関与する要因の把握を行うため、FFA値を目的変数とし、9項目(産次(産)、初産割合(%)、泌乳日数(日)、乳量(kg)、搾乳回数(回/頭)、搾乳間隔割合(%)(6時間未満、8時間未満)、1回当たり8kg未満割合(%)、Temperature-Humidity Index(以下、THI))を説明変数とした相関関係を調査した。

次に、調査2の調査項目を表2に示した。ここでは、532頭のデータを調査1でFFA値との関連が認められた1回当たりの搾乳量が8kg未満を呈した頻度別に5群(0～3回の各群、4回以上群)に分類、5項目(産次(産)、泌乳日数(日)、乳量(kg)、回数(回)、回当たり乳量(kg/回))について、Tukey-Kramerの多重比較分析により各項目の群間の差について調査した。

なお、調査1および2の各要因は、牛群検定データ及び搾乳ロボットシステムから抽出したデータを用いたほか、THIについては、気象庁HP

(<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>)から採材前日のS市の平均気温(℃)及び相対湿度(%)を用い、式(0.8*平均温度(℃)+0.01*相対湿度(%))*(平均温度(℃)*-14.4)+46.4により算出した。

表1 調査1の概要

目的変数	説明変数
FFA値	産次(産) 初産割合(%) 泌乳日数(日) 乳量(kg/頭・日) 搾乳回数(回/頭・日) 搾乳間隔割合(%) ①6時間未満 ②6～8時間未満 1回当たり乳量(kg/頭・回) ①8kg未満 THI

表2 調査2の概要

水準	構成要因
0回群	①産次(産)
1回群	②泌乳日数(日)
2回群	③乳量(kg/頭・日)
3回群	④搾乳回数(回/頭・日)
4回以上群	⑤1回当たり乳量(kg/頭・回)

統計は調査1、2ともにエクセル統計(statcel4:オーエムエス出版)で実施した。

3 結果

(1)調査1

表3に調査1の項目に関するA農場の平均を示した。FFA値は、 1.23 ± 0.07 (1.16~1.38) mmol/脂肪100gだった。

また、表4にFFA値と各調査項目の相関係数を示した。FFA値と1回当たり8kg未満搾乳量 (%)との間に正の相関関係 ($R=0.81$, $P<0.05$) が認められ、8kg未満の搾乳となった割合が増加した場合、FFA値が上昇する傾向が認められた。また、回帰式 $y=0.013x+1.03$ ($R^2=0.65$) が得られ、概ね全体の74.6%以上が8kg未満の搾乳となった場合、FFA値が基準値とされる2.0を上回る結果を示したが、現在のA農場での8kg未満の割合は $15.4 \pm 4.42\%$ であった。

その他、THIとの間に正の相関傾向 ($R=0.81$, $P=0.05$) が認められたが、その他の項目については、有意な関連性は認められなかった。

表3 A農場の平均値

項目	Ave. ± STD
搾乳牛頭数(頭・日)	76.0 ± 6.48
産次(産)	2.4 ± 0.08
初産牛割合(%)	29.0 ± 2.65
泌乳日数(日)	214.3 ± 7.85
乳量(kg/頭・日)	31.0 ± 1.48
搾乳回数(回/頭・日)	3.0 ± 0.11
搾乳間隔分布	
6時間未満(%)	20.8 ± 5.51
6~8時間未満(%)	32.4 ± 4.43
8時間以上(%)	46.9 ± 6.11
1回当たり搾乳量(kg/頭・回)	10.4 ± 0.22
1回当たり搾乳量割合	
8kg未満(%)	15.4 ± 4.42
8kg以上(%)	84.6 ± 4.42
THI	75.2 ± 7.31
FFA値(mmol/脂肪100g)	1.23 ± 0.07

表4 FFA値と各要因の相関係数等

説明変数項目	相関係数	P値	単回帰式(寄与率)
産次(産)	-0.09	0.84	-
初産割合(%)	0.03	0.95	-
泌乳日数(日)	0.42	0.34	-
乳量(kg/頭・日)	-0.70	0.08	-
搾乳間隔割合(%)			
①6時間未満	0.09	0.84	-
②6~8時間未満	-0.16	0.74	-
1回当たり乳量(kg/頭・回)			
①8kg未満	0.81	0.03	$y=0.013x+1.03(0.65)$
THI	0.75	0.05	-

(2) 調査2

表5には、1回当たり8kg未満の搾乳を呈した頻度ごとの頭数分布を示した。8kg未満の搾乳が1回以上あった頭数は132頭、全体の23.5%だった。

図1には5群の産次（産）の平均値を示した。産次では、0回群が1～3回群に比べ有意（ $P<0.01$ ）に高く、有意な差は認められなかったが0回群は4回以上群よりも高い傾向だった。

図2に5群の泌乳日数の平均値を示した。1回群をピークに泌乳日数が多く、1回群および3回群の間で有意な差（ $P<0.05$ ）が認められた。図3に5群の日搾乳量(kg)の平均値を示した。0回群に比べ1～3回群では有意（ $P<0.01$ ）に乳量が少ない結果を示した。図4に5群の1日当たりの搾乳回数(回/日)の平均値を示した。0～2回群と3～4回以上群の間に有意（ $P<0.01$ ）な差が認められ、0～2回群では3回/日前後、3及び4回以上群では4回/日前後であり、。図5には、各群の搾乳1回当たりの乳量（kg/回）の平均値を示した。0回群、1回群、2～4回以上の群間に有意（ $P<0.01$ ）な差が認められ、頻度が少ない群では有意に搾乳量が多かった。

表5 8kg未満を呈した頭数分布

頻度	割合(%)
0回群	76.5
1回群	10.5
2回群	7.0
3回群	4.3
4回以上群	1.7

図1～5：異なる文字間では有意差あり（大文字： $P<0.01$ 、小文字： $P<0.05$ ）

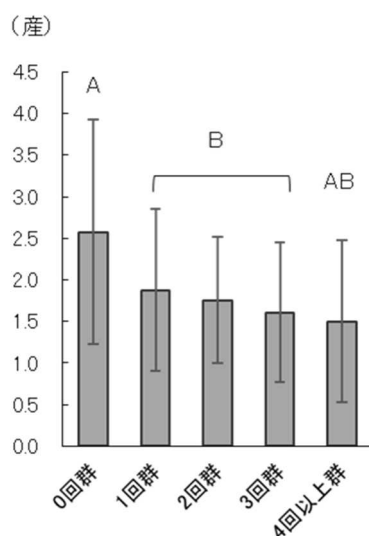


図1 各群の産次

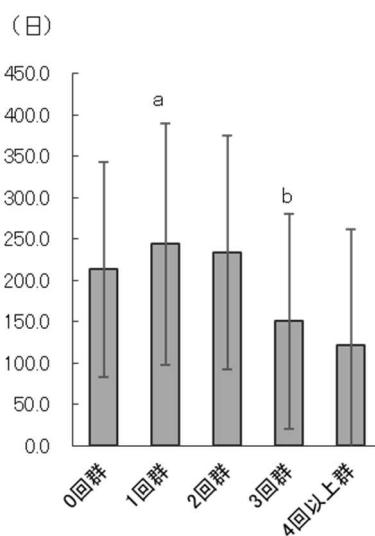


図2 各群の搾乳日数

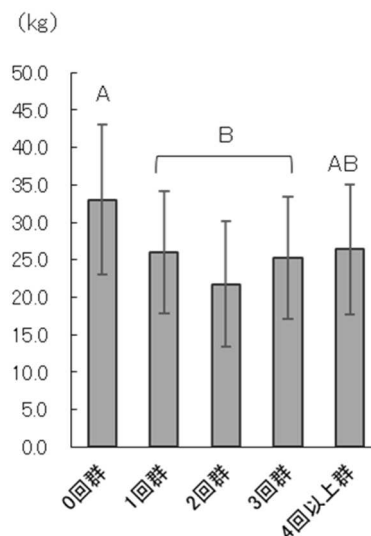


図3 各群の1日当たり乳量

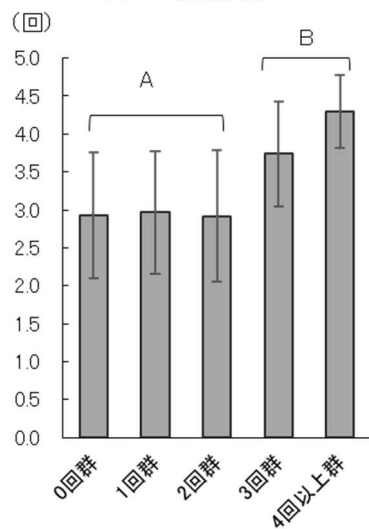


図4 各群の搾乳回数/日

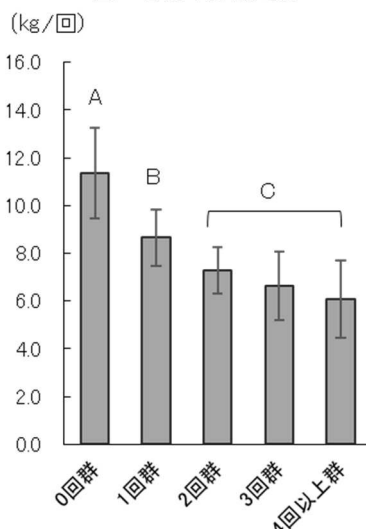


図5 各群の1回当たり搾乳量

(3) 調査1及び2のまとめ

今回の調査では、搾乳1回当たり8kg未満の割合とFFA値の間に正の相関が認められた。また、8kg未満の搾乳となる牛は、産歴が少なく、特に頻度の高い牛は泌乳日数がやや浅い傾向が認められた。

図6には、農場Aの搾乳牛全体の産次数（初産、2産、3産、4産、5産以上）割合と、産次別の8kg未満を呈した頭数割合を示した。その結果、8kg未満の搾乳を呈したのは、初産牛が49.40%、2産次牛が36.30%を占めていた。

これらの結果を経営主と共有したところ、頻回搾乳による泌乳量持続性の向上効果を期待し、特に初産牛はシステムの搾乳許可条件を『前回から5時間以上または期待乳量7kg以上』と設定しており、2歳次以降の条件である『前回から5時間以上または期待乳量8kg以上』よりもやや緩めに設定していることが判明した。

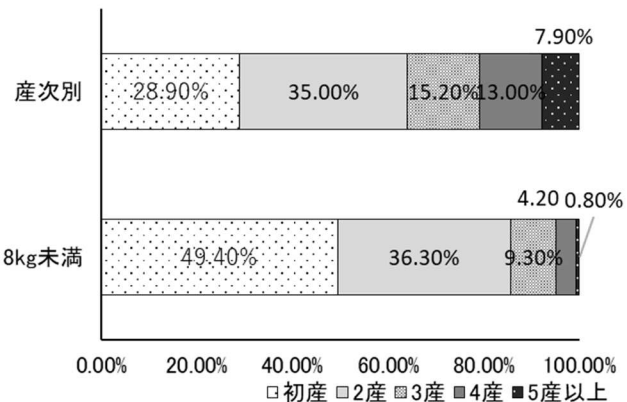


図6 A農場牛群の産次別割合及び8kg未満の産次別割合

4 考察

脂肪分解臭は、乳脂肪分子を包む脂肪球膜への過度な刺激により膜が破壊されることで露出した球中の中性脂肪と生乳中の脂肪分解酵素が反応し脂肪酸が遊離することで発生するとされている^{2) 3)}。また、メカニズムは未知だが、過度な多回搾乳では脂肪球サイズが大きくなり脂肪球自体が保有する物理的な力が大きくなるため、脂肪球同士がぶつかったときの衝撃が大きく崩壊しやすい³⁾とされている。

本調査では搾乳回数が2.8～3.1回の狭い範囲で推移した影響からか、搾乳回数とFFA値の間に有意な関連性は認められなかった一方、8kg未満の搾乳が増えるとFFA値が上昇する結果が得られた。森田ら⁴⁾は、FFA値の指標には、単なる牛群の平均搾乳回数よりも、関連性の高い1回当たりの搾乳量が8kg未満での搾乳頻度を用いるべきであると考えたと結論づけており、今回の調査においても同様に1回当たりの搾乳量が8kg未満の割合をバルク乳中FFA値の指標とするのが有効であると考えた。

次に、FFA値を上昇させる要因である8kg未満の搾乳を呈する頻度が高い牛は、A農場では特に初産や2産といった産歴の浅い牛に多い傾向が認められた。この一因として搾乳許可設定の影響が考えられた。また、今回の調査では給与飼料との関連性を調査していないため判然としないものの、搾乳ロボット訪問の動機はA農場のような自由往来型の牛舎では特にロボット内濃厚飼料の質や量といった給与飼料設計が重要とされており⁵⁾、8kg未満の頻度が高い傾向にあった初産牛、2産次牛については、成長過程であり特に養分要求量を必要とするステージであるが、A農場では産次によりPMR給与量を区別していなかったため、濃厚飼料を求めロボット訪問回数が増加した結果、8kg未満の搾乳につながった可能性が考えられる。

今回の調査結果より、A農場では試算上8kg未満の搾乳が全体の74.6%を超えた場合にFFA値が基準値である2.0mmol/脂肪100gを超えるが、現在のところ規模拡大や大幅な牛群更新等は考えておらずFFA値が基準値を超える可能性は低いと考えられた。

謝 辞

本研究の実施にあたり、データ提供に快くご協力いただいた調査農場の皆様、成分分析にご協力いただいた畜産研究センター 家木主任研究員、山田研究員に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 小坂英二郎, 牛乳のおいしさの決め手は、「風味」です, 一般社団法人J-MILK発行, 2018年7月, 平成30年度牛乳乳製品需要創出事業・独立行政法人農畜産業振興機構後援
- 2) 青木康弘・片岡美幸・上田靖子・佐藤聡浩・川目剛, 搾乳ロボット利用農家における搾乳回数と生乳中遊離脂肪酸水準の関係, 北海道畜産草地学会報, 6, 23-27, 2018.
- 3) 三谷朋弘, 乳牛の飼養管理と生乳の品質, 風味について, 乳牛技術, 69, 1-11, 2019.
- 4) 森田 茂・平松 恵・岡 楓子・三谷 朋弘・熊野 康隆・小坂 英次郎・飯田 直子, 自動搾乳システムを用いた酪農場での搾乳特性と乳中遊離脂肪酸濃度の関係, Animal Behaviour and Management, 55(1), 1-7, 2019.
- 5) 乳用牛群検定全国協議会：先進技術立脚型酪農経営支援事業搾乳ロボットの基礎, 2017.
- 6) 中央畜産会：日本飼養標準乳牛（2017年版）, 4. 4初産・2産次の飼養, 64-69. 2017.

6 酪農家におけるタケノコ皮サイレージ利用の取り組み（第2報）

中予家畜保健衛生所 岡崎直仁、大北栄人 畜産課 山田牧子

1 はじめに

令和5年3月、管内の酪農家から、近隣の食品業者から排出されるタケノコ残さを飼料として現物給与しているが、長期間利用したいため、タケノコ残さのサイレージ利用について相談があった。令和5年度は70Lペールを用いて試験的にサイレージを調製したところ、3ヶ月後まで蛋白質含量の高い粗飼料として利用可能であることを確認した。一方、タケノコ残さは、期間中毎日産出され、受け取りからサイレージ調製までを酪農家一人で行うため、作業労力を軽減したサイレージ調製体系の確立が必要となった。そこで、令和6年度は、食品業者と酪農家の役割分担や作業内容を明確化し、より実用的なコンテナバッグ（CB）を利用したサイレージ調製方法について検討した。

2 農家の概要と令和5年度の概要

(1) 農家の概要

経営主は40代女性で、令和5年度に父から経営を継承し、労働力は家族1名を含む計2名で、不定期で経営主の父が補助している。飼養頭数は、搾乳牛28頭、育成牛・子牛等23頭の計51頭（R6.2.1現在）であり、牛舎構造はフリーバーン牛舎である（図1）。また、豆腐粕（図2）、ビール粕、もやし粕（図3）、胚芽を取り除いた小麦（以下、「小麦粕」）（図4）、米ぬか、河川敷野草等の多種の食品残さ等を利用し、当該農場の経営方針である低コスト飼料利用による収益の向上に取り組んでいる。

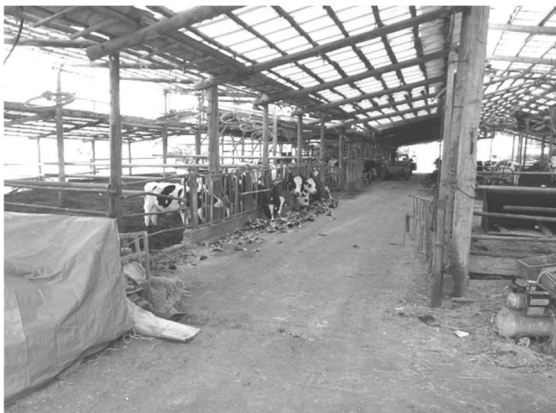


図1 牛舎（フリーバーン）



図2 豆腐粕



図3 もやし粕



図4 小麦粕

(2) タケノコ残さの概要

タケノコ残さは、食品業者の工場において、加工食品の製造過程で発生し、ボイル後、可食部を取り除いた皮の部分である（図5、図6）。毎年、3月中旬から5月中旬の約2カ月間排出され、総排出量約300～400tである。そのうち、当該農家は一日平均1.4t、期間中計85tを現物で給与しているが、残りは廃棄処分されている。また、タケノコ残さ（現物）の一般成分分析結果（表1）は、水分は86.2%、粗蛋白質（CP）は15.08%、粗脂肪（EE）は0.84%、粗繊維（CF）は26.87%、粗灰分（CA）は3.97%、可溶性無窒素物（NFE）は53.24%であり、CP含量が高いものの、水分含量が高いため、現物のままでは非常に腐敗が早く、保存性に課題がある。



図5 タケノコ残さ



図6 タケノコ残さ（近影）

表1 一般成分分析結果

DM%	水分 (FM%)	粗蛋白質 (CP)	粗脂肪 (EE)	粗繊維 (CF)	粗灰分 (CA)	可溶性無窒素物 (NFE)
タケノコ残さ（現物）	86.2	15.08	0.84	26.87	3.97	53.24
（参考） タケノコ皮サイレージ※	80.6	21.10	2.60	34.00	4.60	37.60

※ 日本標準飼料成分表 2009 年版

(3) 令和5年度の試験概要

①試験内容

令和5年度の試験は、令和5年5月～8月に試験を実施し、70Lペールを用いて試験的にサイレージを調製し、1カ月後、3カ月後に開封して、飼料分析、発酵品質及び嗜好性を確認した。供試材料は、タケノコ残さ、水分調整の副資材として小麦粕、添加する乳酸菌として市販の乳酸菌資材を用い、試験区は、タケノコ残さのみのタケノコ残さ区（試験区1）、タケノコ残さ＋小麦粕区（試験区2）、タケノコ残さ＋小麦粕＋乳酸菌（試験区3）とした。（表2）。

また、サイレージの調製は、内袋付きの70Lペールに供試材料を投入し、踏圧、脱気・密封、一定期間保存した後、1カ月後、3カ月後に開封し、一般成分及び発酵品質について愛媛県農林水産研究所畜産研究センターへ分析を依頼するとともに、開封当日に当該農場の搾乳牛に給与し、嗜好性を確認した。

なお、試験区2は小麦粕の半量を下層に敷き、タケノコ残さを投入後、上層に残りの半量を敷詰め、試験区3は試験区2と同様に調製後、最上層に乳酸菌を散布した。

表2 試験区分

試験区	混合重量 (kg)		総重量 (kg)	設定水分 (%)	混合方法 (60 kg/ペールで調整)
	残さ	小麦粕			
1 残さのみ	60.0	0.0	60.0	86	
2 残さ+小麦粕	52.5	7.5	60.0	78	下層に小麦粕 (半量)、中層に残さ、上層に小麦粕 (半量)
3 残さ+小麦粕 +乳酸菌	52.5	7.5	60.0	78	試験区2と同様 最上層に乳酸菌を散布

②試験結果

各試験区の飼料分析結果は、いずれの区も、1 カ月後、3 カ月後において大きな成分の変化はみられなかった (表3)。また、各試験区において、CP 含量が約 15~20%、ADF が約 24~38%、NDF が約 50~75%であったことから、CP 含量が高く、繊維を豊富に含む粗飼料としての利用が期待できる分析結果であった。

発酵品質の評価は、pH については全ての試験区で低い pH (3.7~4.2) を維持しており、さらに乳酸菌を添加することでより pH を低下する傾向が確認できた。また、V スコアは、試験区1の3カ月後のみ「可」であったが、それ以外では「良」と良好な結果であった (表4)。

嗜好性は、サイレージ調製1カ月後、3カ月後ともに、いずれの試験区でも良好であった。

表3 飼料分析結果

試験区	開封時期	水分	CP	EE	NFE	DM% 水分のみ FM% n=2	
						ADF※	NDF※
1 残さのみ	1 ヶ月後	89.6	<u>14.9</u>	1.3	29.5	32.6	74.8
	3 ヶ月後	88.1	<u>15.9</u>	2.0	42.9	38.2	69.7
2 残さ+小麦粕	1 ヶ月後	85.2	<u>14.7</u>	1.6	44.8	24.4	54.4
	3 ヶ月後	87.8	<u>19.5</u>	2.3	48.4	28.3	59.0
3 残さ+小麦粕 +乳酸菌	1 ヶ月後	85.2	<u>14.8</u>	1.4	45.1	24.1	52.1
	3 ヶ月後	84.1	<u>17.3</u>	2.3	52.4	27.0	50.6
参 考	トウモロコシ サイレージ	72.4	<u>8.0</u>	2.9	60.9	29.0	47.5
	ビール粕	72.3	<u>24.8</u>	10.1	44.8	24.2	67.2

※ADF：酸性デタージェント繊維、NDF：酸性デタージェント繊維

表4 発酵品質の評価 (V-スコア)

試験区	開封時期	揮発性脂肪酸 (VFA)			VBN/T-N			V-スコア※	
		乳酸	酢酸	酪酸	VBN	T-N	VBN/T-N	点数	評価
1 残さのみ	1 ヶ月後	0.31	0.15	0.02	0.007	0.248	2.789	99	良
	3 ヶ月後	0.21	0.66	0.30	0.014	0.301	4.604	73	可
2 残さ+小麦粕	1 ヶ月後	0.69	0.19	0.03	0.011	0.347	2.933	98	良
	3 ヶ月後	1.08	0.48	0.10	0.028	0.381	7.151	86	良
3 残さ+小麦粕 +乳酸菌	1 ヶ月後	0.94	0.19	0.00	0.010	0.383	2.768	100	良
	3 ヶ月後	1.42	0.40	0.04	0.028	0.439	6.432	92	良

※Vスコア 良：80以上、可：60~80、不良：60未満

③令和5年度のまとめと課題

今回の試験結果から、サイレージ調製により3カ月以上保存可能であり、サイレージ調製には乳酸菌が有効であることが確認され、嗜好性も良好であり、蛋白質含量が高い粗飼料としての利用が期待でき、当該農家も継続して利用する意向である。

しかし、タケノコ残さは、産出時期が限られるとともに、現物のままでは非常に腐敗が早く、利用できる量が制限されるため、長期間利用可能なサイレージ調製技術の確立が急務である。

また、期間中毎日排出され、残さの受け取りからサイレージ調製までを酪農家一人で行うため、作業労力を軽減したサイレージ調製体系が必要である。

3 令和6年度の取り組み内容

令和6年度は、令和5年度の課題を解決するため、食品業者と酪農家の役割分担や作業内容を明確化し、より実用的なCBを利用したサイレージ調製方法について検討するとともに、サイレージの発酵品質やサイレージ給与の影響を確認し、食品業者と酪農家の連携のもと、作業労力を軽減したサイレージ調製体系の確立を目的に試験を実施した。

1) CBを利用したサイレージ調整方法の検討

(1) 食品業者と酪農家の役割分担・作業手順の見直し

令和5年度の試験結果や課題等をもとに、サイレージ調整体系における食品業者と酪農家の役割分担や作業手順について、当所が中心となり協議・見直しを行った。(表5)

表5 役割分担と作業手順の見直し

	検討項目	食品業者	酪農家	内 容
1	CBへの詰込み	○	—	現状の作業に合わせた詰込み作業の検討
2	水分調整	×	×	両者とも作業上困難なため未実施
3	工場内の体制	○	—	重機利用を前提とした作業手順を検討 残さ搬出専属の担当者を配置
4	運搬	×	○	工場と農場が近距離 酪農家が運搬
5	乳酸菌添加 密封作業	×	○	一人でもできる作業方法を検討
6	保管場所	×	○	既存施設を活用

食品業者とは、工場内での人や重機(フォークリフト)等の作業動線について現状を確認し、作業動線変更の可否等を検討したところ、新たな動線の追加は困難であったが、工場内にパレットに乗せたCBを設置し、タケノコ残さを直接投入することで、現状の作業動線を確保したままで作業可能とした(図7)。工場内はフォークリフト(リフト)での作業が基本であることから、CBをリフトで運搬することで、そのまま農場へ搬出可能(図8)とし、作業の省力化を図るとともに、工場内に残さ搬出専属担当者(担当者)を配置し、工場内での協力体制を確立した。また、CBは1人でも5~6分でセット出来るように、パレットとCBキーパーを使用することで、担当者でも容易に作業することが可能となった(図9)。併せて、飼料安全法についても指導し、飼料製造業者の届出済みである。



図7 工場内作業風景



図8 重機による搬出作業



図9 CBのセット方法

酪農家とは、食品業者からの引き取り方法、農場での乳酸菌添加や密封作業および保管場所の確保について確認した。CBの荷下ろし作業は農家所有のリフトで行うことで作業の省力化を図り、酪農家の負担を軽減するとともに、乳酸菌添加については、専用のカップを使用し、脱気・密封作業についてもビニール紐と結束バンドを併用することで気密性を確保し、作業を簡略化した（図10）。



図10 CB荷下ろし作業及び脱気・密封作業

(2) サイレージ調製工程における内袋のキズ・破れの改善

令和6年度に確立したサイレージ調製方法において作業を進める中で、調製工程における内袋の破損が多発したため、担当者や当該酪農家と協議しながら、改善策を検討した。

一点目は、タケノコ残さ投入時にキャリアの角が当たることで破損が発生していたため、ビニールシートを加工し、CB上部に取り付けることで、直接内袋に当たらないようにし、破

損しないよう改善した（図 11）。

二点目は、投入時や運搬時に底部に負荷がかかり、パレットとの擦れやタケノコ残さの先端部分により破損していることが考えられたため、パレットに段ボールを敷くとともに、内袋を二重にすることで厚みを強化することで改善した（図 12）。

三点目は、脱気・圧縮作業において、過度の吸引や圧縮により穴が開くことが発生したため、カビの発生具合を確認しながら、作業工程を確認したところ、掃除機での脱気、人力での圧縮工程の省略が可能と判断した。また、内部袋の補強策として、内袋の厚さや枚数を組み合わせて最適条件（0.08mm×2枚、0.10mm×2枚、0.15mm×1枚の3区を比較）について検討したところ、0.08mm×2枚では破れが頻発し、0.15mm×1枚では作業性が悪く、密封性の確保も困難だったため、0.10mm×2枚が最適な条件であった。これらの対応策から、最適な密封作業の条件は、内袋0.10mm×2枚で、掃除機の脱気なし、締める際は結束バンド2本を用い、結束バンドはさらにペンチで増し締めする方法に決定した。



図 11 ビニールシートによる破損防止した CB



図 12 パレット底部の破損対策

4 サイレージ発酵品質の調査

サイレージ調製の約1カ月後と約3カ月後のサイレージについて、発酵品質を調査した結果（表6）、1カ月後は、V-スコアが95～100と良好な発酵品質であり、利用可能な状態であったが、3カ月後は、pHは低く維持されているものの、乳酸の低下と酪酸の上昇が確認され、V-スコアが60未満の不良と判定されるものが多くみられた。これは高水分である残さの水分調整が出来なかったことや密封の作業に問題があったものと考えられ、長期保存するためには水分調整資材も含めた検討が必要であることが示唆された。また、CBから水分の漏れを確認したサイレージについては、長期保存は不適であるため、早期の使用するように指導した。

表6 保存期間によるサイレージ品質の比較

保存日数	水分率	pH	揮発性脂肪酸 (VFA)			V-スコア※	
			乳酸	酢酸	酪酸	点数	評価
36	89.4	4.16	0.58	0.17	0.07	95	良
36	86.8	4.07	0.71	0.21	0.04	97	良
34	88.4	4.25	0.40	0.10	0.01	99	良
34	89.1	4.20	0.45	0.11	0.00	100	良
42	86.8	3.98	0.72	0.18	0.04	97	良
42	87.3	3.94	0.72	0.17	0.04	97	良
95	90.2	4.30	0.07	0.62	0.59	54	不良
103	90.8	4.07	0.03	0.61	0.59	56	不良
105	89.3	4.25	0.02	0.66	0.49	57	不良
106	90.5	4.07	0.72	0.43	0.17	84	良
110	91.0	4.22	0.07	0.66	0.55	55	不良
110	87.6	4.25	0.37	0.59	0.34	70	可
113	92.1	4.20	0.03	0.58	0.41	64	可

※Vスコア 良：80以上、可：60～80、不良：60未満

5 タケノコ残さサイレージ給与の影響調査

今回確立した方法によるタケノコ残さサイレージについて、その影響を確認するため、嗜好性、乳成績を調査するとともに、サイレージ調製に係るコストや収益性等を試算した。

嗜好性は、タケノコ残さの原物と同様に良好（図13）であり、乳成績については、給与前は乳量 18.6kg/日/頭、乳脂率 3.43%、乳蛋白質 3.24%及び無脂乳固形分 8.60%であったものが、給与後は、乳量 20.7kg/日/頭、乳脂率 3.54%、乳蛋白質 3.20%及び無脂乳固形分 8.68%と乳成分に影響はなく、乳量が約 10%増加（図14）し、蛋白質含量が高い粗飼料としての利用可能であること示唆された。また、コストの試算では、CBの内袋2枚使用した場合、1頭当たりのコスト上昇分は 204 円、1頭当たりの乳量増加による収益の上昇は 280 円で1頭当たりの1日収益の増加は 76 円となり、当該農場（搾乳牛 28 頭）において、90 日間給与した場合、約 190,000 円の収益増と試算された。

食品業者では、令和6年度は、タケノコ残さは年間約 400t 排出され、約 200t を飼料として利用したことから、タケノコ残さに係る廃棄物処理費用を約半分に削減できた。



図 13 嗜好性

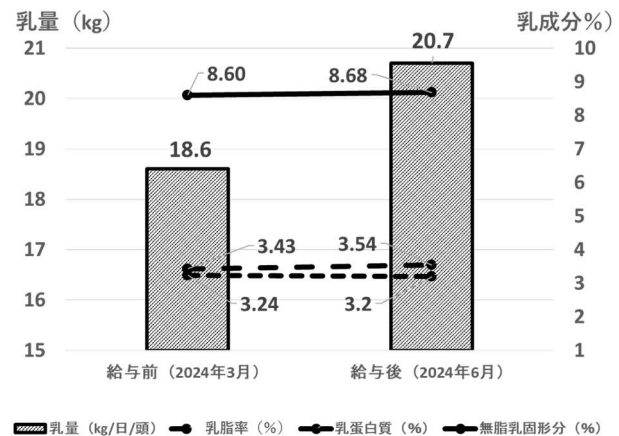


図 14 乳成績

6 まとめ

タケノコ残さは産出時期が限られるとともに、現物のままでは非常に腐敗が早いため、利用できる量が制限されるが、食品業者、酪農家の協力体制が構築され、受け取りからサイレージ調製までを酪農家一人で行える作業労力を軽減したサイレージ調製体系の確立することができた。双方ともにコスト面等にメリットがあることから、今後とも継続利用に前向きである。また、今回の試験結果から短期保存（1 カ月）であれば良質なサイレージとして利用可能であり、嗜好性も良好かつ当該農家の乳成績に好影響を及ぼしていることから、タケノコ残さサイレージは、蛋白質含量が高い粗飼料として期待できるとともに、さらにサイレージ化によりタケノコ残さの利用期間が延長可能となれば、購入飼料費の低減にもつながり、飼料高騰の影響を軽減できる。

今後の課題としては、水分調整が出来なかったことが原因と推察される長期保存時の発酵品質の低下については、副資材による水分調整や工程の見直しなどさらなる改善が必要であり、タケノコ残さの利用量を増やす場合には、保管場所の確保や飼料設計などについても検討が必要となることから、今後も継続して支援していく。

引用文献

- 1) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構編：日本 標準飼料成分表、2009 年版、64、東京都、中央畜産会、(2010)
- 2) 自給飼料品質評価研究会編：改訂 粗飼料の品質評価ガイドブック、92、東京都、社団法人 日本草地畜産種子協会、(2001)

7 管内養豚農場における豚サルモネラ症とその対策

東予家畜保健衛生所 赤坂遼、南予家畜保健衛生所 西田野乃花

1 はじめに

豚サルモネラ症は一度農場に侵入すると常在化しやすく、発症した場合は腸炎、敗血症等を引き起こすことが知られている。*Salmonella* Typhimurium (ST) が継続して分離されている管内の養豚場において本菌の浸潤状況調査及び病性鑑定を実施したのでこれを報告する。

2 農場概要

当該農場は自家育成の母豚約 1,000 頭飼養する一貫経営で、豚舎は妊娠ストール舎 1 棟、交配舎 1 棟、分娩舎 7 棟、隔離舎 1 棟、離乳舎 3 棟、子豚舎 12 棟、肥育舎 3 棟、種豚育成舎 5 棟の計 33 棟あり、豚舎構造は、平床（妊娠ストール舎、交配舎、分娩舎 6 棟）、スノコ床（分娩舎 1 棟）、蹴落とし（肥育舎）及びオガ床（離乳舎、子豚舎、肥育舎及び種豚育成舎）で、オガ床豚舎が大多数を占めている。なお、生産された子豚は場内の肥育舎だけでなく県内 4 カ所（現在は 1 カ所）の肥育分場で肥育しており、全体の年間出荷頭数は約 20,000 頭で全頭県内のと畜場に出荷している。また、農畜産物を生産する工程で生産者が守るべき管理基準とその取り組みを規定した一般財団法人日本 GAP 協会の JGAP 認証を 2021 年に取得している。

3 衛生対策及び衛生検討会

衛生対策として、農場入口から離れた場所に駐車場を設置、従業員及び外来者はシャワーイン・シャワーアウトを実施している。また、ステージ毎の採血による抗体検査を年 2 回実施し、と畜場から随時提供されると畜検査結果や農場成績と合わせて、農場、当所及び関係機関（全農、製薬会社等）による衛生検討会を行っている。

4 経緯

2022 年秋頃より、と畜検査において廃豚の小腸炎が 20～30%に増加（通常約 10%）していたが、2023 年 5 月、肥育豚舎で水様性下痢が発生し、糞便検査で ST を分離、2023 年 8 月に離乳豚のへい死率が約 5%に増加した際に実施した糞便検査及び解剖では ST が分離されなかったものの、その後、2023 年 11 月及び 2024 年 1 月の肥育豚で水様性下痢が再び発生し ST が分離された。2024 年 7 月に下痢、消瘦を呈する離乳豚の糞便検査を実施したところ、肥育豚ではなく初めて離乳豚から ST が分離されたことから、オールアウト後の肥育豚舎のサルモネラ検査と、下痢及び発育不良を呈した離乳豚の病性鑑定を実施した（表 1）。

表1 検査実施までの経緯

年 月 と畜検査	農場	家保実施	診断
2022 秋頃より廃豚の小腸炎が増加 (20～30%、通常約10%)		—	
2023 5	肥育豚舎(128～162日齢)で水様性下痢	糞便検査(肥育豚)	ST分離
2023 8	離乳豚舎にて斃死率増加(約5%)	糞便検査 (分娩舎内落下便) 病性鑑定(離乳豚)	病原性大腸菌分離 ST分離なし
2023 11 直近の出荷廃豚の小腸炎が高値 (87.5%、8頭中7頭陽性)	肥育豚(110日前後)で水様性下痢～軟便	糞便検査 (母豚、肥育豚)	肥育豚の糞便のみ ST分離
2023 11	肥育豚(134日齢)の呼吸器症状、斃死	病性鑑定(肥育豚)	Pas分離
2024 1	肥育豚(98～129日齢)の下痢、削瘦 元気消失、散発的な斃死	病性鑑定(肥育豚) 糞便検査(落下便)	ST分離
2024 7	離乳豚(59日齢)の赤色水様性下痢、削 瘦及び斃死増加	血清(離乳豚) 糞便検査(離乳豚)	ST分離
2024 7		①サルモネラ 浸潤状況調査	延べ94検体中 1検体ST分離
2024 10		②病性鑑定 (離乳豚)	STによる 豚サルモネラ症

5 肥育豚舎のサルモネラ検査

(1) 材料と方法

2024年7月、オールアウト後の肥育豚舎1棟において、エサ受け、給水機、壁、床、手すり、エサ入れ内部、スクレーパ上の板、通路床、豚舎内電子板の30検体(石灰散布後は、中央通路、一輪車等の器具、豚舎横置場内のおが粉を加えた34検体)について、①清掃・水洗後、②アストップを用いた消毒後、③消石灰散布後の3回、合計94検体のサルモネラ検査を実施した(図1)。サルモネラ検査は、滅菌ガーゼを用いて、ふき取り採材後、ペプトン水で37℃24時間の前培養ののち、ハーナテトラチオン酸塩基礎培地で41℃24時間培養後、ESサルモネラⅡ培地により37℃24時間の分離培養を行った。

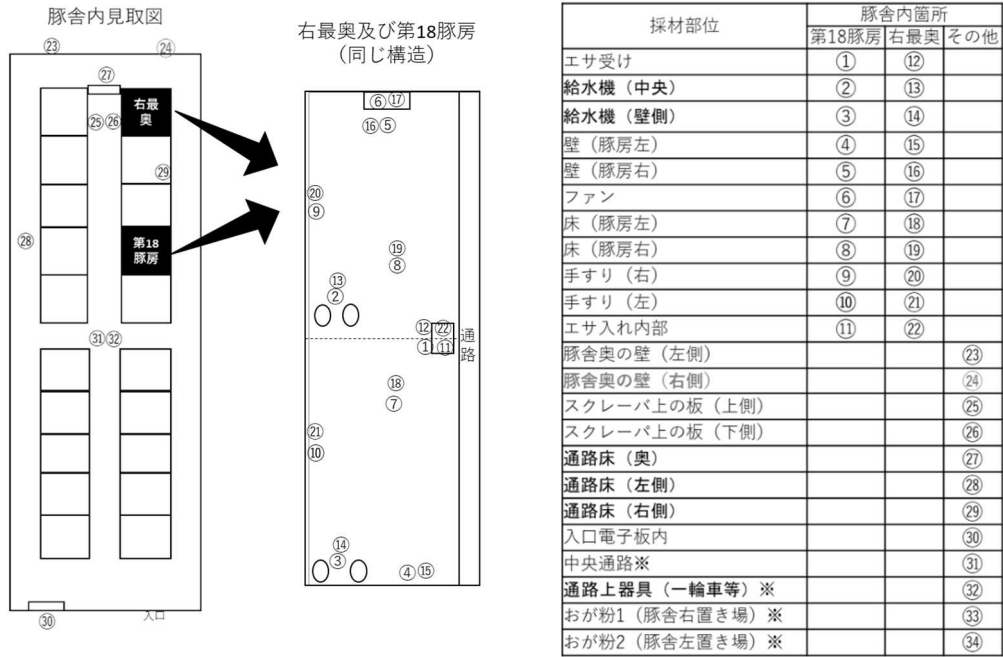


図1 ふき取りを行った箇所

(2) 結果

①清掃・水洗後の豚舎の壁から ST が分離されたが、②消毒後、③石灰散布後のふき取り検体からは分離されなかった（表 2）。ST が分離された箇所は塗装が剥げ落ち緩衝材が露出していた。採材時、エサ受けの下に糞の残存を認めたが、②消毒後には ST は分離されなかった（図 2）。

表 2 ふき取り検査結果（概要）

	水洗後	消毒後	石灰散布後
採材年月日	2024年7月26日	2024年7月29日	2024年7月31日
検体数	30	30	34
細菌検査	豚舎壁からST分離 (検体No.24)	菌分離なし	菌分離なし



図 2 ST が分離されたふき取り箇所（左図）、水洗後糞の残存を認めた箇所（中央図、右図）

6 病性鑑定

(1) 材料と方法

2024 年 10 月、下痢、重度の消瘦を呈した離乳豚 2 頭について、病理解剖、主要臓器の細菌検査及び病理組織学的検査を実施した。細菌検査は、心臓、肺、肝臓、脾臓、腎臓及び腸管（小腸、結腸、直腸）内容物について、5%羊血液寒天培地、DHL 寒天培地で 37℃24 時間好気培養により実施した。ST 分離後は、ノルフロキサシン、アンピシリン、マルボフロキサシン、アモキシシリン、アプラマイシン、コリスチン、フロルフェニコール、ST 合剤、オルビフロキサシン、エンロフロキサシン、チアムリン、タイロシン及びドキシサイクリンの感受性試験を実施した。病理組織学的検査では、HE 染色及びウサギ抗サルモネラ 04 群抗体（デシカ生研株式会社製）を用いた免疫組織化学的染色を実施した。

(2) 結果

①解剖学的検査

共通所見として、腸管全体の粘膜の肥厚、腫大及び腸間膜リンパ節の著しい腫大を認めた。また No. 1 では、小腸と結腸の癒着を認めた（図 3）。



図3 腸管全体の粘膜の肥厚及び腫大（上段左図、中央図）、小腸と結腸の癒着（上段、右図）
腸間膜リンパ節の腫大（下段、左図及び右図）

②細菌学的検査

No. 1 の主要臓器からは有意菌は分離されなかったが、小腸上部・下部、結腸、直腸内容物より ST を分離した。薬剤感受性試験では、ノルフロキサシンのみ感受性であった（表 3）。なお、No. 2 は腐敗顕著のため実施しなかった。

表 3 薬剤感受性試験結果

薬剤名	略称	判定	薬剤名	略称	判定
ノルフロキサシン	NFLX	S	フロルフェニコール	FF	R
アンピシリン	ABPC	I	ST合剤	ST	R
マルボフロキサシン	MBFX	I	オルビフロキサシン	OBFX	R
アモキシシリン	AMPC	R	エンロフロキサシン	ERFX	R
セフトオフル	CTF	R	チアムリン	TML	R
アブラマイシン	APM	R	タイロシン	TS	R
コリスチン	CL	R	ドキシサイクリン	DOXY	R

③病理組織学的検査

No. 1 の小腸及び結腸の HE 染色では、粘膜がグラム陰性桿菌、グラム陰性長桿菌及び細胞退廃物からなる厚い偽膜形成を伴って壊死しており、固有構造が消失して、偽膜・粘膜・粘膜下組織の境界は判別できない状態であった。壊死領域の下層～筋層にかけて細菌を伴った好中球・マクロファージ・リンパ球の重度の浸潤と線維芽細胞および線維性結合組織の重度の増生を認め、漿膜は水腫性に肥厚し、血栓形成及びリンパ球・線維芽細胞の浸潤を認めた。これらの所見から、壊死性小腸炎及び壊死性結腸炎と判断した。No. 2 は No. 1 と同様に壊死性結腸炎を認めた。

免疫組織化学的染色では2頭とも結腸にサルモネラ 04 群の陽性反応を認めた（図 4）。

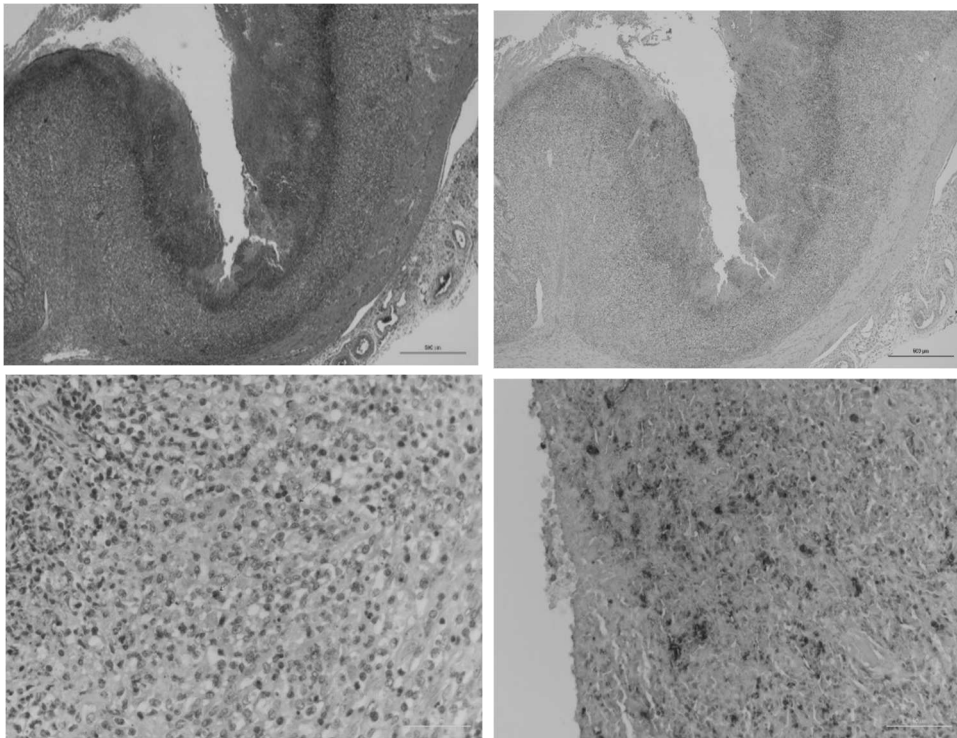


図4 No.1 結腸の HE 染色像（上段、左図）
 同部位の免疫組織化学染色像（IHC）で SalmonellaO4 抗原陽性像を認める（上段、右図）
 IHC 拡大像、褐色部分が陽性反応部分（下段、右図）
 IHC 拡大像、浸潤マクロファージの細胞質内に O4 抗原の陽性反応を認める（下段、左図）

7 まとめ

オールアウト後の肥育豚舎のサルモネラ浸潤状況調査では、清掃・水洗後、消毒後、石灰散布後の3回にわたり延べ94か所を検査したが、STは清掃・水洗後のふき取り1検体から分離されたのみで、消毒後は分離されなかった。一方、離乳豚の病性鑑定では腸管内容物からSTが分離され、病理組織学的検査の結果からST発症を認めた。

これらの結果から、オールアウト後の洗浄消毒作業により豚舎内のSTはいったん清浄化されていると考えられるものの、これまで継続して肥育前期の豚群の糞便からSTを分離している中で、今回の病性鑑定において離乳豚からSTが分離されたことから、ST感染離乳豚が、オールアウト後の洗浄消毒でSTフリーになった肥育豚舎に、離乳豚の移動とともにSTを伝播させていることが示唆された。また、ふき取り検査において菌は分離されなかったものの、清掃・水洗後に糞の残存を認めたことから、洗浄不良や破損が認められた豚舎内の手すり、一輪車及び機械類の洗浄、豚舎内壁の修繕を指示し、さらに本農場において不定期で行っていたバーナーによる床面の火炎消毒を、当該豚舎で定期的な実施を検討するよう指示した。なお、病性鑑定後において感受性を示したノルフロキサシンの離乳豚への投与により、離乳豚における下痢を主原因とする発育不良は改善した。

今回の検査結果を踏まえて、今後はサルモネラ検査をその他の肥育舎、離乳豚舎、分娩舎、繁殖豚舎まで広げるとともに、家保、農場関係者、製薬会社による協力体制のもと衛生検査及び検討会を通じて疾病予防対策を行っていく予定である。

8 家保の指導により生産性が向上した養豚場における1事例

東予家畜保健衛生所 西本鉄平、家畜病性鑑定所 武智理恵

1 はじめに

豚丹毒は、豚の主要な細菌性疾病で人獣共通感染症のひとつである。豚丹毒菌 (*Erysipelothrix rhusiopathiae*) はグラム陽性の桿菌で、自然界に広く分布しており、野生動物、土壌、敷料などからも検出される。特に豚では、扁桃や消化管に常在することが多く、ストレスや環境の変化により発症することが知られている¹⁾。

臨床的には、急性敗血症型、蕁麻疹型、慢性関節炎型の3型に分類される。急性型では40℃以上の発熱を呈し、1～2日の経過で急死することが多い。蕁麻疹型では発熱や食欲不振に加え、特有の菱形疹がみられる。慢性型では関節炎や心内膜炎を呈することが知られている¹⁾。

国内では、ワクチン接種の普及により発生は減少しているが、飼養環境の悪化、野鳥・野生動物による伝播、管理の不徹底などを契機として散発的な発生がみられる。特に、発酵オガクズ豚舎での飼養方式では、不適切な敷料管理による環境の悪化が感染リスクを高める可能性が指摘されている。

本報告では、令和5年に発生した豚丹毒を契機として、離乳後事故率が15%を超える管内養豚農場で再発予防対策及び事故率改善のため飼養衛生管理の改善に取り組んだので、その概要を報告する。

2 農場概要

当該農場は母豚約70頭を飼養する一貫経営農場で、分娩舎、離乳舎、子豚舎、肥育豚舎及び発酵オガクズ豚舎を有していた(図1)。離乳は約21日齢で行われ、腹単位での飼養管理を実施していた。月間出荷頭数は100～120頭で、令和4年の離乳後事故率は19%に達し、特に離乳舎での事故が多く、令和5年10月時点での出荷月齢は7ヵ月齢を超えており成績不良が続いていた。

農場周辺には野鳥、特にカラスが多数確認され、発酵オガクズ豚舎の防鳥ネットの一部に破損が見られた。発酵オガクズ豚舎は令和5年7月から稼働を開始していたが、敷料の管理が不十分な状態であった。

また、子豚舎及び肥育豚舎の一部の豚房で飼養密度が高く、豚舎構造はスノコ床であるが糞尿が多量に蓄積しており、除糞が適切に行われていない状態であった。

本農場のワクチンプログラムは表1のとおりで、豚丹毒ワクチンは母豚のみ接種しており、肥育豚には接種していなかった。

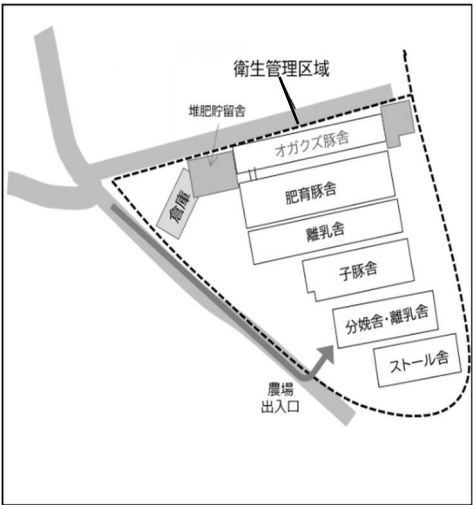


図1. 発生農場見取り図

表1. ワクチンプログラム (指導開始前)

	接種時期	
母豚	分娩2週間前	ボルデテラ・ブロンキセプチカ、パスツレラ・ムルトシダ、豚丹毒混合不活化ワクチン
	年2回	イベルメクチン (餌に添加)
肥育豚	3日齢	浮腫病
	3週齢	マイコプラズマ、豚サーコウイルス
	5週齢+9週齢	豚胸膜肺炎
	30～50日齢	豚熱

3 豚丹毒発生概要

令和5年5月に肥育豚の元気消失及び死亡頭数の増加で農場より通報があり、原因究明には至らなかったが、抗生剤の治療で症状は回復した。

しかし、令和5年9月に再び通報があり、立入り検査を実施したところ、肥育豚舎及び発酵オガクズ豚舎で元気消失及び菱形疹などの異常が確認された。また、と畜場で豚丹毒が原因で廃棄された出荷豚が、6月と7月に1頭ずつ報告されていたことから、豚丹毒疑いで死亡豚3頭に対し病性鑑定を実施した。

4 病性鑑定

(1) 解剖学的所見

肥育舎で死亡した肥育豚3頭（No.1～3）の解剖学的所見では、全個体で肺の出血が認められ、No.2及び3で小腸リンパ節の充血、No.3で心臓の出血が認められた（表2）。

表2. 解剖学的所見

	No.1	No.2	No.3
心臓	著変なし	著変なし	出血あり
肺	全体的に赤色 （出血）	全体的に赤色 （出血）	出血あり （肺リンパ節腫大）
胃	著変なし	著変なし	幽門部出血
肝臓	しゃ肉様	著変なし	著変なし
小腸リンパ節	著変なし	充血	充血（腸出血）
膀胱	著変なし	肥厚	尿が白濁
鼠径リンパ節	著変なし	著変なし	腫脹
その他	－	胸膜炎（癒着）	腹膜炎

(2) 病理組織学的検査

病理組織学的検査では有意な所見は認められなかった。

(3) 細菌学的検査

主要臓器（心臓、肺、肝臓、腎臓、脾臓）から分離培養を行ったところ、No.1およびNo.2の全臓器、No.3の心臓・肺・肝臓から血清型1a型の豚丹毒菌が分離されたことから、敗血症型の豚丹毒と診断した。

5 豚丹毒診断後の対応

(1) 指導体制

豚丹毒の発生を受け、農場、家畜診療所及び家保から成る指導体制を構築し、豚丹毒の早期終息、再発予防及び農場成績、特に離乳後事故率の改善方法について検討した。

指導方針として、豚丹毒不活化ワクチンの投与及び飼養衛生管理の改善を主眼に指導を実施することとし、さらに、定期的に立入り検査を実施することで、農場の自発的な改善を促すように注意した。

さらに、令和5年12月に豚丹毒ワクチンの効果判定及び農場内のウイルス浸潤状況調査を実施し、情報共有を図ることを確認した。

(2) ワクチンプログラムの変更

豚丹毒ワクチン未接種であった肥育豚に対し、豚丹毒不活化ワクチンを40日齢および70日齢に2回接種するようにワクチンプログラムを変更した（表3）。

表 3. 肥育豚のワクチンプログラム（指導開始後）

	接種日齢	接種ワクチン
肥育豚	3日齢	浮腫病ワクチン
	35日齢	豚胸膜肺炎
	3週齢	マイコプラズマ、サーコウイルス
	40日齢	豚丹毒不活化ワクチン
	30～40日齢	豚熱ワクチン
	70日齢	豚丹毒不活化ワクチン

(3) 飼養衛生管理の改善指導

飼養衛生管理について、豚丹毒の再発予防及び離乳後事故率の改善を目的に、以下の 8 項目に重点を置いて改善指導を実施した。

ア. 発酵オガクズ豚舎の対策

敷料の切り返しを実施し発酵を促進させ、消石灰を混和した敷料に更新するよう指導した。また、豚舎内や通路の消毒徹底及び防鳥ネットの修繕を指導した（図 2）。

イ. 離乳舎のカーテンの修繕

指導前は離乳舎のカーテンが破れ、豚舎の温度管理が難しい状態であったが、指導後は離乳後に子豚が体調を崩す割合が低下した（図 3）。



図 2. 発酵オガクズ豚舎の対策



図 3. 離乳舎のカーテンの修繕

ウ. 洗浄・消毒の強化

各豚舎に動力噴霧器を設置し、定期的に豚房・通路の消毒を行うよう指導した。さらに空いた豚房は石灰乳を塗布し、豚舎出入口に設置した踏み込み消毒槽の消毒液は毎日交換することとした（図 4）。



図 4. 洗浄・消毒の強化（左：豚房内の清掃・消毒の徹底、中央：動力噴霧器の設置、右：踏み込み消毒槽の頻回交換）

エ. 飼養密度の適正化

当該農場は腹単位で子豚を移動させており、豚房によって頭数の偏りが大きくなっていたため、子豚舎及び肥育豚舎で飼養密度が高かった豚房の飼養頭数を調整し、飼養密度の適正化を図った（図5）。

オ. 野生動物対策として農場敷地内の資材等の整理
野生動物対策として、農場敷地内にあった不要資材の整理及び野生動物の隠れ家となる雑草の草刈りを指導した（図6）。



図5. 飼養密度の適正化



図6. 農場敷地内の資材等の整理

カ. 除糞頻度の向上

指導前は飼養密度が高い豚房では糞が多量に滞留し、豚の体が糞や尿で汚れている状態であったため、除糞頻度を増やすことで豚房内の環境を改善した（図7）。



図7. 除糞頻度の向上

キ. 換気の徹底

豚舎のカーテンをこまめに開閉することで、換気を徹底するように指導した。

ク. デジタル管理ソフトの導入

養豚管理ソフト「Porker (Eco-Pork)」を導入し、種付け日・分娩日・離乳日・治療日などのデータを従業員間で共有することで、飼養管理への意識向上を図った。

6 農場成績の改善

(1) 豚丹毒不活化ワクチンの効果判定

令和5年12月に実施した抗体価の調査において、抗体価8以上を抗体陽性とした場合、2回目の不活化ワクチンの接種（70日齢）後、92日齢で抗体価の上昇が認められた（図8）。

また、令和6年2月にと畜場で摘発された肥育豚1頭を最後に、ワクチンプログラムが完全に変更された肥育豚が出荷されることとなる令和6年3月以降、豚丹毒の発生は認められ

なかった（図 9）ことから、ワクチンプログラムの変更は豚丹毒の再発予防に効果があったと考えられた。

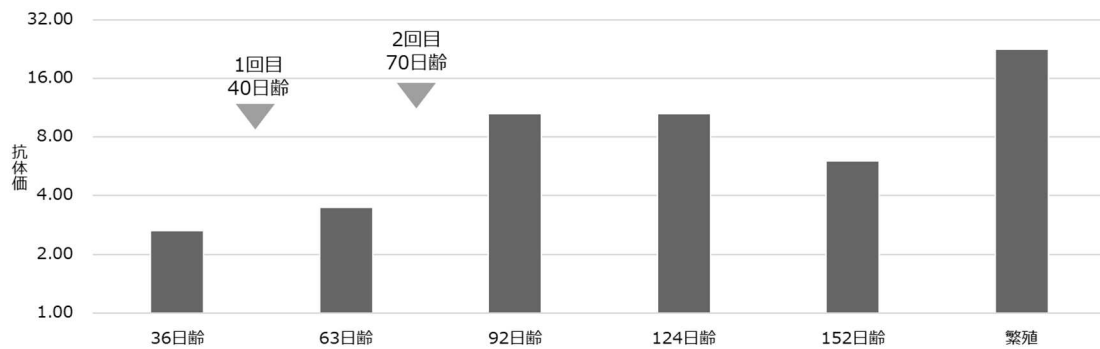


図 8. ワクチンプログラム変更後の豚丹毒抗体価（GM 値）

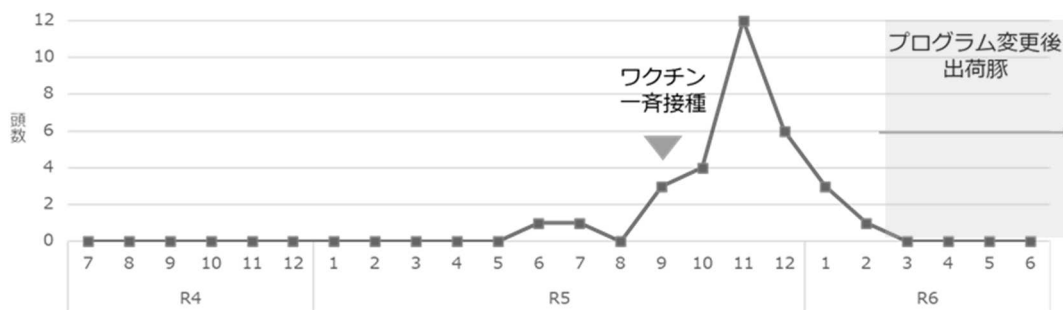


図 9. と畜場での豚丹毒摘発件数の推移

(2) 農場成績の改善

離乳頭数及び子豚の育成率は、対策前後で大きな改善は認められなかった（図 10）が、令和 6 年 4 月～6 月の期間の離乳後事故率は、豚丹毒発生前の令和 4 年の同時期と比較して、約 6.4%の改善が認められた（図 11）。

と畜場成績では、出荷頭数は対策開始 3 カ月後から回復傾向を示したが、格付け成績には大きな改善は認められなかった。しかし、水引重量は 75.1 kg～80 kgの割合が増加したことにより、収入状況も豚丹毒発生以前の水準までには達していないが、徐々に回復傾向にあった。また、出荷月齢は 7 カ月齢から 6 カ月齢程度に短縮した（図 12）。

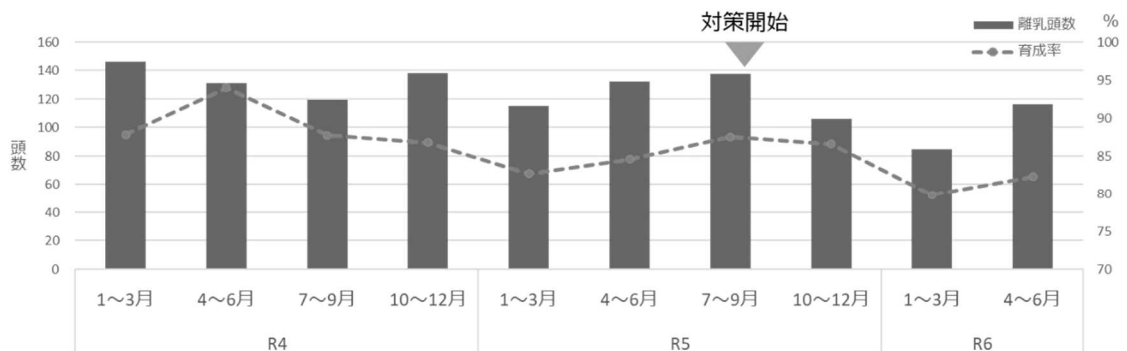


図 10. 離乳頭数及び子豚育成率の推移

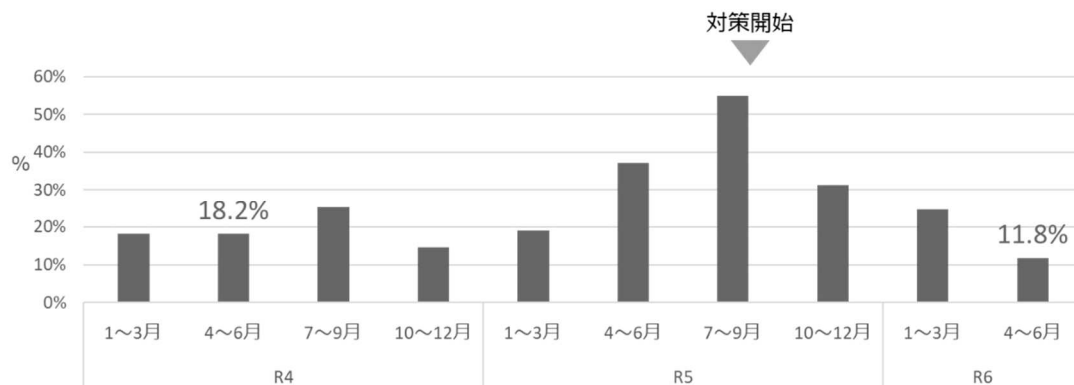


図 11. 離乳後事故率の推移

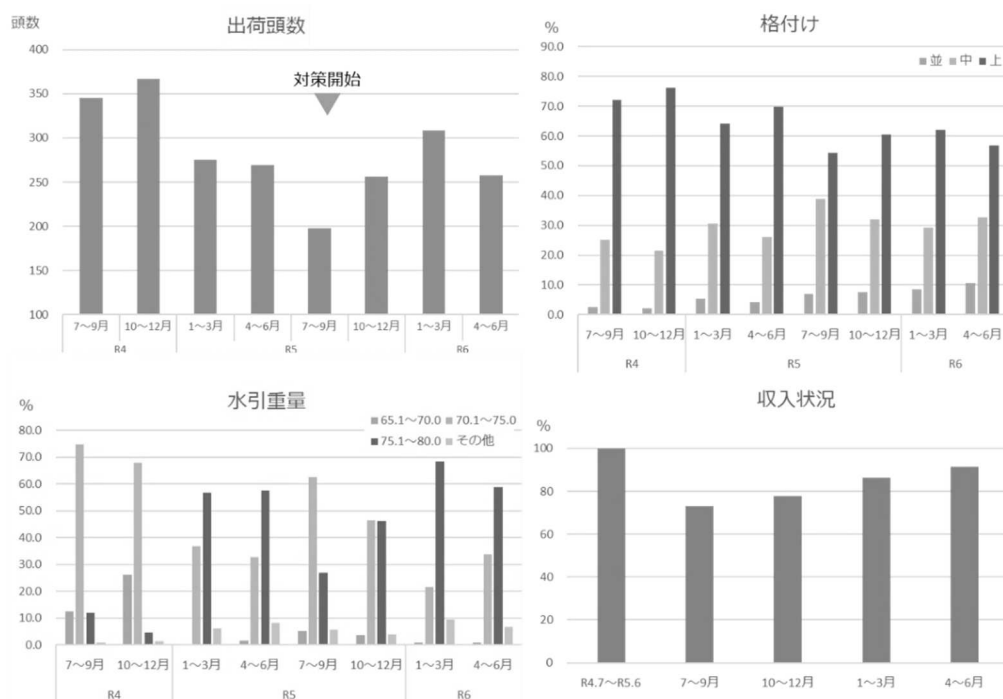


図 12. と畜場成績 (左上：出荷頭数、右上：格付け成績、左下：水引重量。右下：収入状況)

(3) 衛生対策における資材費への影響

衛生対策に必要な資材費としてワクチン費は、対策開始時（令和 5 年 9 月と 10 月）に豚丹毒不活化ワクチンの全頭接種を行った影響で約 20%増加したが、事故率減少により抗菌剤費及び飼料添加費が減少したことにより経済損失の抑制につながった。また、消毒作業等に必要な資機材を購入した結果、機材費が令和 5 年 7~9 月に一時的に増加した（図 13）。

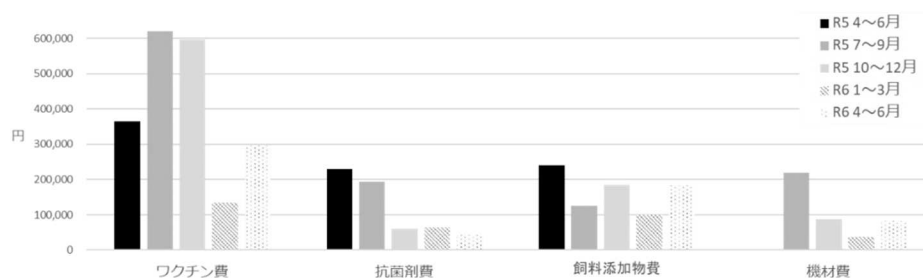


図 13. 資材費の推移

7 衛生状況調査

定期的に農場の衛生状況を把握するため、令和6年12月に2回目の豚丹毒のワクチン効果判定（図14）と豚繁殖・呼吸障害症候群（PRRS）の浸潤状況を調査した（図15）。豚丹毒の抗体価が、令和5年12月の調査と比較して、豚丹毒不活化ワクチンを70日齢で接種した後の90日齢で抗体価が低い傾向にあり、さらに抗体価が全く上がっていない個体が認められた。

PRRSの浸潤状況調査において、令和5年の調査では40日齢及び60日齢での抗体価の上昇は認められなかったが、令和6年の調査では抗体価が上昇し、離乳舎や子豚舎までPRRSウイルスの浸潤が拡大していると考えられた。

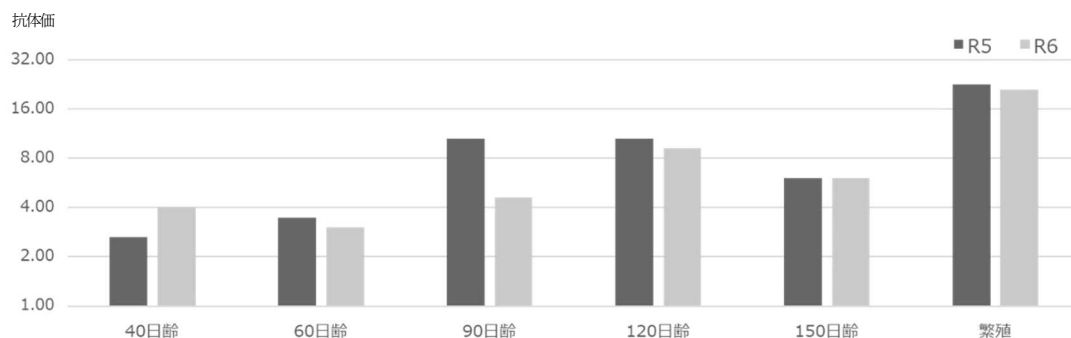


図 14. 豚丹毒抗体価の比較

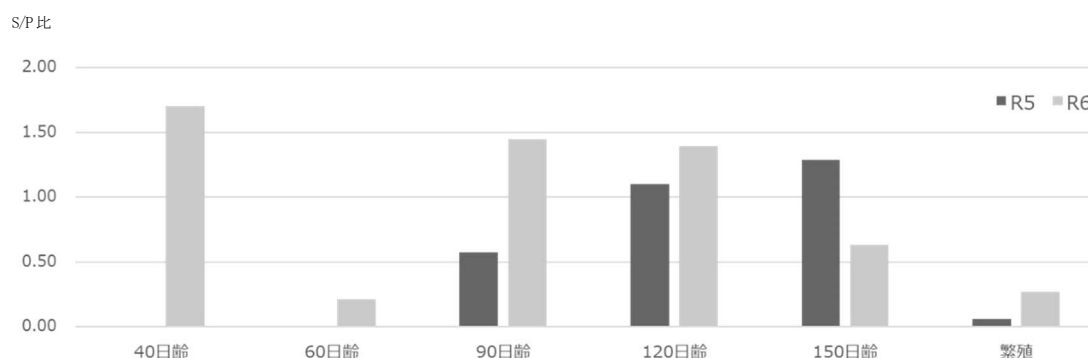


図 15. PRRS 抗体価の比較

8 まとめ

豚丹毒の発生を受け、農場、家畜診療所及び家保から成る指導体制を構築し、再発予防及び農場成績、特に離乳後事故率の対策に取り組んだ結果、豚丹毒の発生状況については、令和6年2月にと畜場で摘発されて以降、再発は認められていない。農場成績について、育成率や離乳頭数は指導前後で大きな改善は認められなかったが、離乳後事故率については、豚丹毒発生以前と比較しても大幅な改善が認められた。さらに、出荷頭数は徐々に回復しており、水引重量も75 kg以上の割合が増加し、出荷月齢も短縮傾向にあることから、収入状況は豚丹毒発生以前まで徐々に回復傾向にあった。また、定期的に農場に立入りし改善指導を実施したところ、農場主の衛生意識が向上し、自ら積極的に対策を実施した。

今後の課題として、豚丹毒のワクチン効果について、令和6年は全体的に抗体価が低下し、一部個体で抗体価の上昇が認められなかった。また、PRRSについては、令和6年の調査で離乳豚や子豚の抗体価が上昇し、農場内でウイルスの浸潤が拡大していると考えられた。

今後、更に農場の生産性を向上させていくためには、継続的な指導を実施し、ワクチン接種

方法の見直しや PRRS 対策について関係機関と連携して支援していくことが必要だと考えられた。

参考文献

1. 澤田拓士ら：動物の感染症＜第 3 版＞. 近代出版, 185～186, 2011.
2. 農林水産省：監視伝染病の発生状況（豚丹毒）. 農林水産省 HP, 2024.

9 管内きじ農場における ND ワクチン接種指導

南予家畜保健衛生所 松田菜美、家畜病性鑑定所南予分室 鈴木優也

1. はじめに

ニューカッスル病（以下、ND）は、ND ウイルスを原因とする家きんの疾病で、特にキジ科では感受性が高いとされる。国内では、1960 年半ばの内臓型 ND の大流行を契機に生ワクチンが導入され、その後は発生が激減した。ND 予防対策の基本はワクチン接種であり、生または不活化ワクチンをワクチンプログラムに従って接種する（図 1）。

一方、管内 K 町で特産品として飼養されているきじのワクチンプログラムでは、14 日齢と 28 日齢で生ワクチンを飲水投与する。過去、K 町で実施されたきじの ND 抗体保有状況調査は、160～180 日齢のと鳥時に実施した鶏用 ND-ELISA キット（IDEXX ND エリーザキット）を用いた検査のみであり、ワクチン接種後の抗体価の推移については未確認であった。なお、上述のと鳥時の検査では年によってばらつきはあるものの、検査した全羽で抗体陰性の年も多く、ほとんどのきじが抗体を保有していない可能性が考えられた（表 1）。抗体陰性となる要因として、と鳥までワクチン抗体が維持できていない、鶏用 ELISA キットでは正しく評価できていない、ワクチン投与が正確にできていない等が考えられた。これらに対して、きじにおける ND 抗体検査方法を検証し、ワクチン接種後の抗体価を経時的に確認した。また、効果的なワクチン接種のため、ワクチン接種方法の確認を実施した。

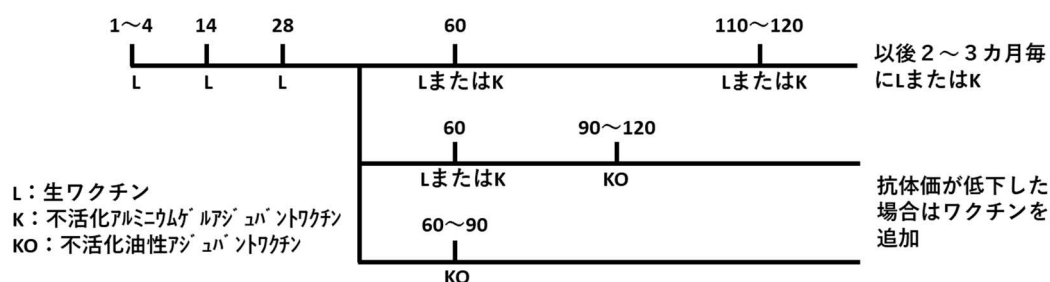


図1 鶏病研究会が推奨する採卵鶏及びブロイラーのNDワクチンプログラム¹⁾

表1 過去5年間におけると鳥時のND-ELISA検査結果
(鶏での判断基準であるS/P値が0.2を超過した場合を抗体陽性と判断)

年度	R1	R2	R3	R4	R5
抗体陽性率	0/10	0/10	6/10	1/10	0/10

2. 材料及び方法

(1) ND抗体検査法の検証・抗体価の確認

令和6年春生まれの高麗きじ20羽（4/30生まれ10羽、5/14生まれ10羽）について、14日齢のワクチン1回目投与から2週間隔で、90日齢以降は4週間隔で、と鳥までに得られた血清を材料とした。

① きじ血清の鶏赤血球に対する自然凝集素の除去

きじ血清中に含まれる鶏赤血球に対する自然凝集素を除去するため、きじ血清5検体について①無処理、②56℃で30分非働化²⁾、③鶏赤血球による感作³⁾の3種類の処理を実施し、HI試験が成立するか確認した。最も結果が良好だった方法を前処理に採用した。

② ワクチン接種後のHI抗体価の推移

鶏赤血球に対する自然凝集素除去後のきじ血清について、常法に従い HA 試験、HI 試験、抗原検定を実施し、HI 抗体価を測定した。なお、HI 抗体価は、完全凝集抑制を示した最高希釈倍率とし、HI 抗体価 8 倍以上を HI 抗体陽性と判断した。血清の段階希釈は最小希釈倍率を 8 倍とし、8 倍で血清対照が凝集する場合は最小希釈倍率を 10 倍とし、再度 HI 抗体価を測定した。

③ HI 抗体価と ELISA S/P 値の相関

同一検体を用いて、鶏用 ND-ELISA キット (IDEXX ND エリーザキット) を用いて ELISA S/P 値を測定した。得られた ELISA S/P 値と HI 抗体価から ROC 曲線を作成し、カットオフ値及び κ 係数を算定した。なお、本試験ではカットオフ値を「HI 試験の結果を真の結果としたときの、感度と特異度を最適にする ELISA S/P 値」と定義した。ROC 曲線は様々なカットオフ値における感度と特異度の関係をグラフ化したものであり、最適なカットオフ値の算出に使用される。 κ 係数は二つの検査結果の一致度を示し、1 に近いほど一致度が高いと判断される。これらの統計処理には統計ソフト「EZR」を用いた。

(2) ワクチン接種方法の確認

飼養者とワクチン接種方法を再確認する中で、きじの飲水量が正確に把握されていないことが判明したため、14 日齢及び 28 日齢における飲水量の測定を実施した。なお、14 日齢はバタリー 1 段を 1 区画として計 6 区画で、28 日齢では 800 羽の平均飲水量を測定し、ワクチンを飲み切る目安とされる 2 時間当たりの 100 羽当たりの平均飲水量を算出した。また、ワクチン投与前日の準備から実際の投与まで、飼養者とともに確認しながら実施し、ワクチンの効力持続を目的として溶解用水道水には 0.1~0.2% のスキムミルクを添加した。

3. 結果

(1) ND 抗体検査法の検証・抗体価の確認

① きじ血清の鶏赤血球に対する自然凝集素の除去

未処理、非働化では 5 検体全てで血清対照が凝集し、HI 試験が不成立であったが、鶏赤血球による感作では 5 検体中 4 検体で HI 試験が成立した (表 2)。以上から、きじ血清中の鶏赤血球に対する自然凝集素の除去方法には、鶏赤血球で感作する方法を採用した。なお、1 検体では感作後も血清対照の凝集が認められたため、感作時間を 30 分から 1 晩に変更した。

表 2 鶏赤血球に対する自然凝集素の除去
(○: 検査成立、×: 検査不成立)

	未処理	56℃30分 で非働化	鶏赤血球 で感作
きじ血清①	×	×	○
きじ血清②	×	×	×
きじ血清③	×	×	○
きじ血清④	×	×	○
きじ血清⑤	×	×	○
HI成立	0/5	0/5	4/5

② ワクチン接種後の HI 抗体価の推移

HI 試験の結果を図 2 に示す。ワクチン投与 (図三角) 前は、4 個体中 1 個体のみ抗体が確認された。3 週齢 (1 回目のワクチン投与 1 週間後) から抗体価の上昇が確認され、5 週齢 (投与 3 週間後) には 512 倍に達する個体が確認され、この抗体価は全期間を通して最高抗体価であった。7 週齢 (投与 5 週間後) では、個体差はあるものの、85% 以上の個体で抗体 8 倍以上となった。11 週齢 (投与 9 週間後) からは、抗体価が下がり始め、抗体陽性率は 30% を下回り、最終的に出荷日齢である 160 日を超えて抗体が持続したのは 11% (2/18 個体) にとどまった。

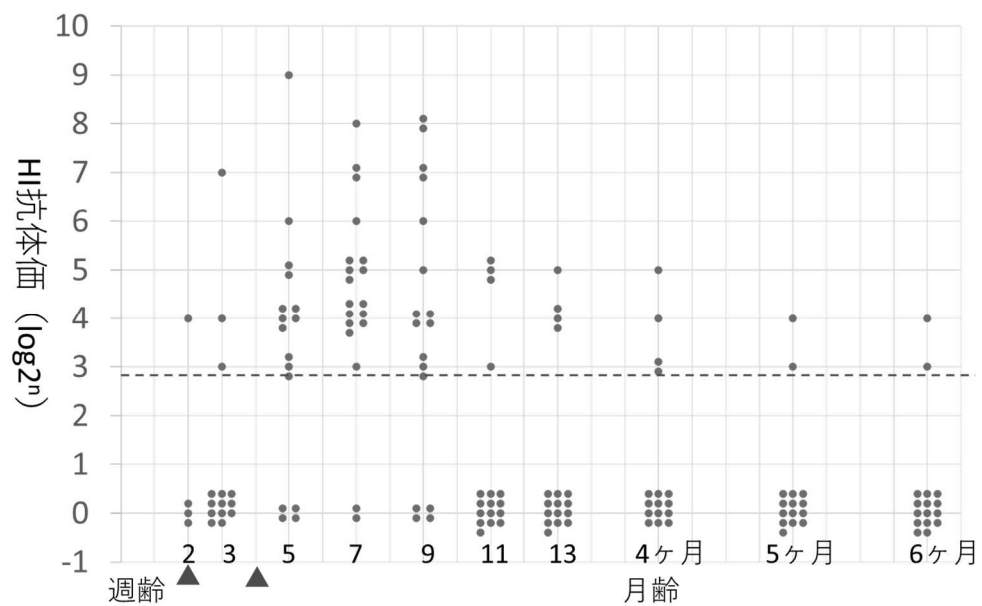


図2 HI 抗体価 (\log_2^n) の推移

③ HI 抗体価と ELISA S/P 値の相関

ELISA S/P 値を測定後、ROC 曲線を作成したところ、HI 抗体価 8 倍のカットオフ値は 0.115 となった (図 3)。この時、感度は 85.5%、特異度は 75.3%であり、 κ 係数は 0.59 で、中程度に一致していることが示された。

また、HI 試験の結果を、カットオフ値 0.115 で分けると図 4 のとおりであり、偽陽性 (HI 抗体陰性かつ ELISA 陽性) が散見された。

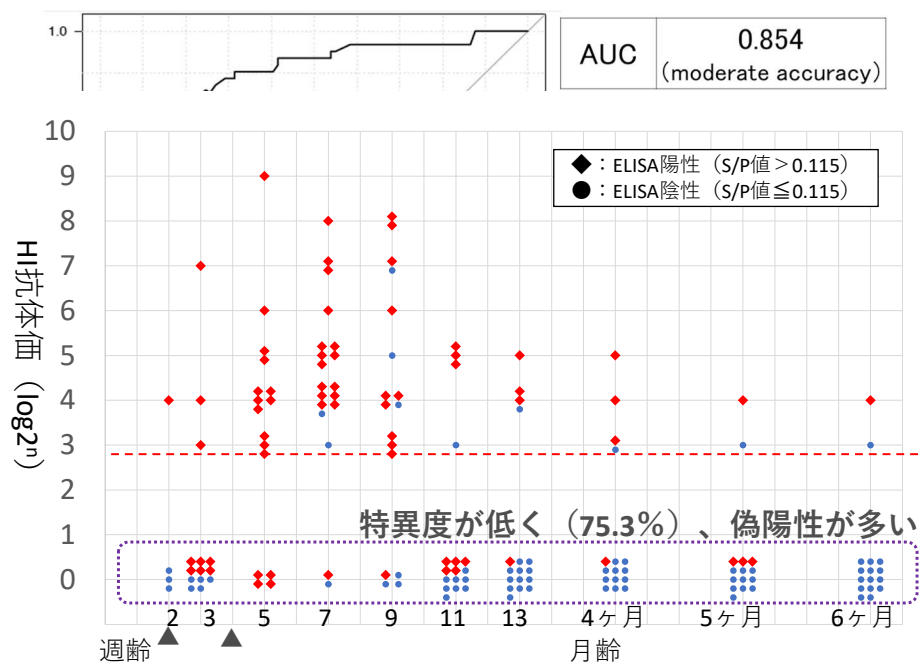


図4 HI 抗体価と ELISA 検査の関係

(2) ワクチン接種方法の確認

2時間での100羽当たりの平均飲水量は14日齢では110mL、28日齢では1.75Lであった(表3)。しかし14日齢では一番少ない区画では50mL、一番多い区画では160mLと3倍以上の差があり、ばらつきが大きいことが判明した。スキムミルクの添加により嗜好性に変化は見られなかった。

表3 きじの飲水量

	4日 齢	14日 齢	28日 齢
き じ		① 120mL	800羽で14L
		② 160mL	
		③ 70mL	
		④ 140mL	
		⑤ 50mL	
		⑥ 120mL	
		平均：110mL	平均：1.75L
(参考：ND生ワクチン「KMB」S 添付文書)			
採卵鶏	300～500mL		2～3L
肉用鶏	2L		14L

4. 考察及びまとめ

今回の検査からHI試験はきじにおいても実用的であると判断された。しかし、鶏赤血球を使用するHI試験では、きじ血清中に存在する鶏赤血球に対する自然凝集素を事前に除去する必要があり、鶏赤血球により感作させる方法が最も効果的であった。きじのNDワクチン接種後のHI抗体価は投与1週間後から上昇が確認され、投与3週間後には最高抗体価に達し、持続は7週間程度であった。過去の報告⁴⁾においてきじのNDワクチンに対するHI抗体価は持続時間が鶏よりも短いことが報告されているが、K町のきじにおいても同様の結果であることが確認された。

同一検体についてELISA検査を実施し、得られたS/P値からROC曲線を作成し、カットオフ値を算出したところ、HI抗体8倍のカットオフ値は0.115、κ係数は0.59となった。本試験に使用した鶏用ND-ELISAキットは本来、鶏ではカットオフ値が0.2に設定されており、本試験結果はカットオフ値が低い非特異反応により偽陽性が散見され、実用性に欠けると考えられる。ELISA検査は検査手技が簡便であり、短時間で結果が出ることから、スクリーニング検査等に利用されることが多いが、きじのND検査での実用化には検査手技の改良やカットオフ値の更なる精査が必要である。

ワクチン接種方法の確認では、きじの飲水量が2時間100羽当たりの平均で14日齢では110mL、28日齢では1.75Lであると確認された。この飲水量は鶏と比較すると少なく、ワクチン添付文書に記載されている採卵鶏の飲水量でワクチンを溶解すると、ワクチン溶解液が過剰になり、摂取抗体量の不足や飲水時間の延長に伴うワクチン効力の低下に繋がると考えられる。スキムミルクの添加については、添加の有無により嗜好性に変化は見られず、積極的な添加が推奨される。

きじでNDワクチンの効果を高めるには、全てのキジが短時間で飲水可能な新たな給水器の追加やワクチンの効果を維持するためのスキムミルクの添加など、各回のワクチン接種手技の向上が必要である。同時に、ワクチン抗体が低下する11週齢付近でのワクチン追加接種や飲水投与以外の接種方法の検討など、ワクチンプログラムの変更についても必要であり、今後も生産者と連携した対策を進めていきたい。

【引用文献】

- 1) 鶏病研究会：鶏病研究会報、53巻2号、82-95(2017)
- 2) Elizabeth Moreira Dos Santos Schmidt et al. : International Journal of Poultry Science7(3), 283-284(2008)
- 3) WOA(2024.12.5), 「Newcastle disease」
https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.03.14_NEWCAS_TLE_DIS.pdf.
- 4) 荒井徹ら：鶏病研究会報、11巻1号、1~3(1975)

10 防疫作業における泡殺鳥機使用の検討

南予家畜保健衛生所 須賀佳絵、小池正充

1 緒言

高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）は国内で平成 15 年に発生が確認されて以降、ここ近年は毎年冬季に発生している。愛媛県では、令和 3 年 12 月に初めて HPAI の発生が確認され、さらに令和 6 年 12 月に発生があり、計 34.1 万羽の殺処分をはじめとした防疫措置を、県、市町、関係機関延べ 6,284 人の動員により実施した。

上記愛媛県内での発生において、その殺処分はすべて炭酸ガスを用いて行った。炭酸ガスを用いる方法の長所として殺処分場所・鶏舎構造を選ばず、狭い通路を移動可能という点が挙げられる。一方、短所として、殺処分羽数に比例して大量のガスボンベを消費し、その本数管理や搬入搬出、場外への搬出時の洗浄等に多くの労力を必要とすることなどが挙げられる。近年、炭酸ガスの代替手段として泡殺鳥機の使用が報告され、防疫作業の省力化、動員人員の削減などが期待されており、今回、泡殺鳥機の使用検討を行うため、炭酸ガスと併せて泡殺鳥機を用いた防疫演習を実施した。

2 防疫演習概要

防疫演習は、管内の15万羽飼養の大規模肉用鶏農場を発生農場と想定(図1)し、県関係部局、畜産関係団体、養鶏農家等広く参集し県畜産研究センターで令和6年10月23日に実施した。泡殺鳥機は、門司動物検疫所から貸与され、演習前日に到着、設置にはフォークリフトを用いた。実働は、県マニュアル及び手順書に基づき、防疫従事者搬送、集合施設運営、模擬鶏を使用した炭酸ガス及び泡殺鳥機による殺処分や汚染物品の搬出等を実施した。



図1 想定農場

防疫計画は、発生日（10月23日）を1日目とし、殺処分羽数は炭酸ガス使用の場合を4,500羽/チーム/クール、泡殺鳥機使用の場合を25,000羽/鶏舎を2時間で処分するものと想定して作成した（図2）。泡殺鳥機稼働までの1日目は炭酸ガスを用いて、その後泡殺鳥機を用いて殺処分を実施すると、殺処分完了までに2

[illegible]

図2 防疫計画

日間要し、汚染物品処理、埋却作業、清掃・消毒を随時行い、防疫措置完了まで5日間、移動制限解除まで26日間という計画になった(図2)。

3 泡殺鳥機について

泡殺鳥機は発泡装置であるフォームローリー、ウォーターリール及び給水用水槽で構成さ

れており、本機械の大きさは 6×2m、給水用水槽の大きさは 4×2m と設置のために広い敷地が要求される（図 3）。また輸送には 4t トラック、農場への設置にはフォークリフトが必要であり、本機械の設置に係る重機動線の確保も必要になる。なお本機械は動物検疫所中部空港支所及び動物検疫所門司港支所に配備されているため、本県で使用する場合は輸送及び設置に約 1 日を要する。

本機械の機動力はガソリンであり、特殊な薬剤と水を混合し発泡させる。稼働には約 2 時間で 30L のガソリンを消費し、1 鶏舎（8m×100m）であれば 20 分ほどで高さ 1 m の泡で充填することが可能とされ、その場合、1 鶏舎あたり水 7 t、発泡剤 72 L 必要となる（図 3）。

区分	機能	その他
フォームトロリー	発泡装置	輸送：4tトラック1台 設置：フォークリフト（1.5t） 稼働：ガソリン 30ℓ/2h
ウォーターリール	トロリーへ薬液供給、牽引	
給水用水槽	給水（水道水約 7t）	
発泡剤	発泡（72ℓ）	

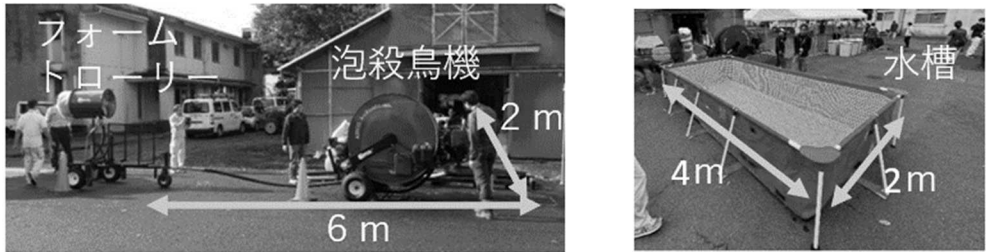


図 3 泡殺鳥機システムの構成、能力、必要物品

作業の流れは①フォームトロリーを鶏舎の一番奥まで搬入②フォームトロリーに乗車③発泡開始④発泡する向きを調節⑤フォームトロリーを回収（自動）しながら、鶏舎全体を泡で充填⑥消泡剤散布⑦死亡鶏の回収である（図 4）。泡殺鳥機の稼働は乗車に一人、サポートに二人で発泡作業が可能で、省力的かつ操作が簡便、作業スピードが速いという特徴がある。

鶏は特殊な泡で気管が塞がれ低酸素症となり眠るように死亡し、また鶏舎内が泡で包まれることでウイルスの飛散量が抑えられ、作業従事者へのウイルス感染リスクが少なくなることも期待される。生じた泡の消失には通常 5 時間要するとされているが、消泡剤の散布により 5 分で消泡し死亡鶏回収までの時間短縮が可能となる。この消泡剤については、本演習ではシリコン性の消泡剤を使用し

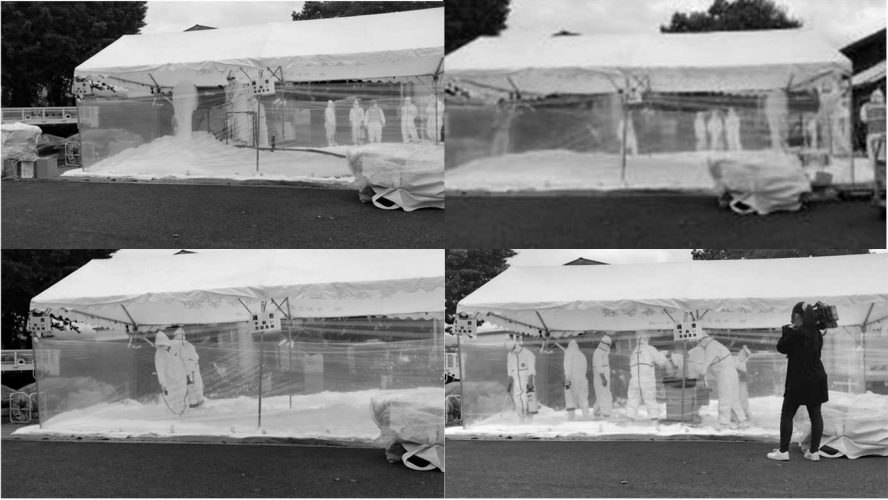


図 4 作業の流れ

たが、演習後、使用した資機材や環境中に消泡剤の残留を確認したことから、HPAI 発生後の経営再開に向けて鶏舎に残留しにくい消泡剤の選択が必要との知見を得た。また乗車するタイプのフォームローリー使用の場合は平坦な平飼い鶏舎に限定されるが、ハンディタイプの泡放出機（図 5）は自由自在な動きが可能となり様々な立地条件に対応が可能になると思われた。またハンディタイプの使用にあたっては泡放出時の圧力が非常に強いため、操縦者の負担が大きく、補助員（交代要員）の確保が必要となる。



図 5 ハンディタイプ

4 泡殺鳥機と炭酸ガスの比較

(1) 殺処分方法の比較

泡殺鳥機による殺処分羽数を 25,000 羽/鶏舎あたり 2 時間と想定した場合、想定農場の殺処分は 12 時間で完了、泡殺鳥機の移動及び設置時間も含め 48 時間以内の殺処分が可能と考える。従来の炭酸ガスのみ殺処分では 88 時間かかる防疫作業が 40 時間と大幅に短縮され、殺処分動員者も 930 人から 520 人と 44.1%の人員減が試算された（表 1）。

表 1 防疫計画の比較

	泡殺鳥機	炭酸ガス
殺処分羽数	25,000羽/鶏舎・2時間	4,500羽/1チーム・8時間
殺処分	12時間	88時間
殺処分完了	48時間（＊炭酸ガス併用）	88時間
防疫措置完了	15クール	20クール
殺処分動員者数	520人	930人
防疫作業動員者数	3,486人	4,626人

(2) 経費の比較

泡殺鳥機を使用する場合は、その移送、稼働に係る燃料費の他、発泡剤や消泡剤など、炭酸ガスを使用する場合は炭酸ガスボンベの輸送代、炭酸ガス費などの諸経費が生じる。それぞれの殺処分方法で生じる諸経費について試算を行った。従来の炭酸ガスのみで殺処分を行った場合、炭酸ガスボンベ

表 2 経費の比較

泡殺鳥機	移送経費	¥945,516	¥2,239,416
	発泡剤	¥957,000 (2箱/6鶏舎)	
	消法剤	¥303,600 (12箱/6鶏舎)	
	ガソリン料金	¥33,300 (185円/ℓ × 30ℓ/鶏舎)	
炭酸ガス	輸送代	¥400,000 (20式)	¥4,675,000
	炭酸ガス費	¥2,700,000 (300本/6鶏舎)	
	作業費	¥1,500,000 (300本/6鶏舎)	
	諸経費	¥75,000 (300本/6鶏舎)	
泡殺鳥機＋炭酸ガス	移送経費	¥945,516	¥3,692,116
	発泡剤	¥957,000 (2箱/4鶏舎)	
	消法剤	¥202,400 (8箱/4鶏舎)	
	ガソリン料金	¥22,200 (185円/ℓ × 30ℓ/鶏舎)	
	輸送代	¥140,000 (7式)	
	炭酸ガス費	¥900,000 (100本/2鶏舎)	
	作業費	¥500,000 (100本/2鶏舎)	
	諸経費	¥25,000 (100本/2鶏舎)	

を 300 本使用すると仮定し、約 470 万円（輸送代：40 万円、炭酸ガス費：270 万円、作業費：150 万円、諸経費：7.5 万円）と試算された（表 2）。防疫計画のとおり、1 日目

に2鶏舎炭酸ガスを用いた殺処分、2日目に泡殺鳥機を用いた殺処分を4鶏舎実施すると、約370万円（移送経費：94.6万円、発泡剤：95.7万円、消泡剤：30万円、ガソリン代：2.2万円、輸送代：14万円、炭酸ガス費：90万円、作業費：50万円、諸経費：2.5万円）と試算され（表2）、従来の炭酸ガスのみを使用した場合に比べ安価であることが分かった。また、今回の比較には殺処分に係る資機材、諸経費のみの比較に留めるが、泡殺鳥機使用による防疫措置期間の短縮に伴う経費削減効果も期待できる。

5 泡殺鳥機使用にかかる課題

泡殺鳥機導入の農場条件として、鶏舎が平飼い構造であり、農場内に十分な空地があること（重機動線、泡殺鳥機及び貯水槽設置）、安定した水源（発泡剤の希釈）の確保及び泡殺鳥機の搬入経路（4tトラック走行可能）が挙げられ、10,000羽以上飼養の旧本所管内肉用鶏農場では66.7%（8/12農場）で導入可能と判断した（表3）。条件のうち困難なものは、農場内の十分な空地の確保及び搬入経路であった。一方、泡殺鳥機の導入・稼働までに約1日を要することから、泡殺鳥機導入までに殺処分の終了が見込まれる飼養羽数50,000羽未満養鶏場では、導入する意味がなく、飼養羽数100,000羽以上の大規模農場においてこそ泡殺鳥機の機能がより効果的に発揮するものと考えられる。

表3 導入条件の是非

農場	平飼鶏舎	搬入経路	場内空地	水源
A	○	○	○	○
B	○	○	○	○
C	○	○	×	○
D	○	○	×	○
E	○	○	×	○
F	○	×	×	○
G	○	○	○	○
H	○	○	○	○
I	○	○	○	○
J	○	○	○	○
K	○	○	○	○
L	○	○	○	○

6 まとめ

防疫演習を通じて、本県においても泡殺鳥機を用いた防疫作業の有用性が確認された。泡殺鳥機による殺処分は、機械操作も簡便で、捕鳥の必要がなく、炭酸ガスより省力かつ少人数で実施可能であり、飼養羽数が多いほどその活用効果は高く、さらに山間部の農場においてもハンディタイプの活用により泡殺鳥機導入可能と考える。一方、泡殺鳥機の機能を有効に発揮しうる農場規模の選定や使用する消泡剤の模索などの課題も明らかとなった。今後、本検証結果を基に泡殺鳥機使用についてのマニュアル化・手順書追記等を検討し、HPAI発生の際には、農場飼養規模・鶏舎構造に則した柔軟かつ効果的な殺処分方法を選択し、早期の防疫措置完了を図る。

11 愛媛県指定天然記念物のシカ飼養施設における飼養衛生管理指導

中予家畜保健衛生所 鈴木まり花、北村惟

1 はじめに

A 島は B 市に属する周囲 1.5km の小島で、暖帯林の景勝地として知られ、年間 5 万人以上が訪れる観光地である。島内には古くから野生のシカが生息しており、1948 年に愛媛県指定天然記念物に登録された。現在は、島内樹木の保護、シカの事故防止や繁殖育成などの見地から飼養施設で全頭の保護飼育を行っており、観光資源となっている。今回、本シカ飼養施設における飼養衛生管理指導を実施したので報告する。

2 飼養施設概要

シカ飼養施設は島内二箇所を設置されており、2023 年 5 月時点で、飼養施設①ではオス 3 頭とメス 20 頭、飼養施設②ではメスを 23 頭飼養していた。飼養施設①は山の斜面をフェンスで囲ったもので、下の平地になった箇所にエサ場を設置しており、飼養施設②は A 島の博物展示館の周囲の平地をフェンスで囲ったものである。(図 1) シカの飼養管理は B 市が実施しており、「シカ保護管理計画」に基づいて行われている。「シカ保護管理計画」は、A 島におけるシカの管理方針を示すもので、シカの個体群の維持や、シカによる樹木の食害被害を防止し、森林生態系を保全する目的で 2014 年 4 月に策定された。計画は 5 年ごとに更新され、第二期計画は 2019 年 4 月から開始、2024 年 4 月から第三期計画へと更新する予定であった。本計画は、県内大学名誉教授や自然の調査研究に関する NPO 法人代表などの外部の専門家を委員とする「A 島シカ保護検討委員会」において承認されている。

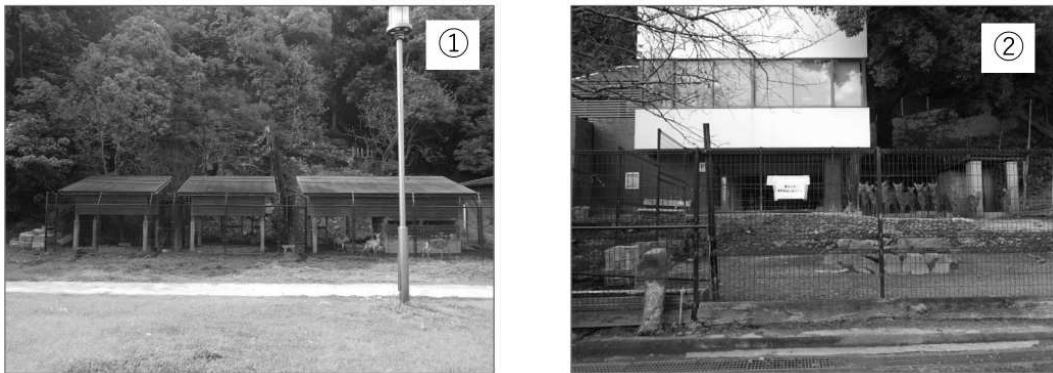


図 1 飼養施設①②

3 経緯

2023 年 5 月、大雨による土砂崩れが発生し、飼養施設①のフェンスの下にできた隙間からメスシカ 20 頭が脱柵し、島内に拡散する事態が生じた。B 市がエサでおびき寄せる等して捕獲を試みたものの難航した。衛生管理区域を飼養施設で設定していたため、衛生管理区域外にシカが存在する状態が継続し、飼養衛生管理基準の遵守が困難となったため、B 市と当所で対策を協議した。

飼養衛生管理基準遵守に向けた協議の中で、①脱柵したシカを野生動物扱いにする、②島内全域を衛生管理区域に設定する、③脱柵したシカを全頭再収容する、という 3 案について検討した。その結果、島内植物への食害被害や観光への影響を考慮し、③の脱柵したシカを全頭再収容する案で B 市の同意を得た。

2024 年 4 月、今後のシカの取り扱いについての方針決定のため「A 島シカ保護検討委員会」

が臨時開催された。本会において、脱柵したシカを全頭再収容することで決定し、再収容完了まで「シカ保護管理計画」の第二期計画が延長され、第三期計画への更新が延期されることとなった。これに併せて、全頭の再収容が完了するまでの間、観光客を介した家畜伝染病の侵入防止のため追加の衛生対策を実施するよう当所からB市に指導した。

4 B市への衛生対策指導

追加の衛生対策として、来島者に①島に上陸時の手指消毒、靴底及びキャンプ用具等運搬用リヤカーのタイヤの消毒、②看板やポスターの設置による家畜伝染病発生予防の周知啓発、特に肉製品の取り扱いについての注意喚起を実施した。

島に上陸する際の消毒方法として、船着き場に手指消毒用のアルコールスプレーと、消毒マットの設置を指導した。(図2) また、海水浴客やキャンプに訪れる観光客の中にはサンダルを着用する人も多いため、消毒マット用の消毒液には肌に付着しても安全性の高い逆性石けんを選択した。



図2 船着き場の消毒マット

周知啓発活動として、島へ渡る船内や(図3)、船着き場にある栈橋(図4)、飼養施設①に隣接する物置小屋の壁面等に家畜伝染病発生予防対策への協力を求める内容のポスターを掲示した。肉製品の取り扱いについては、肉製品を含むゴミをシカ摂取しないように確実なゴミの持ち帰りを促すため、島の観光情報センターにポスターで周知した。



図3 船内のポスター



図4 栈橋のポスター

追加の衛生対策に加え、従来の衛生対策についても見直しを行い、飼養衛生管理基準の再徹底を指導した。管理者が衛生管理区域を出入りする際の長靴の履き替えを徹底し、長靴消毒には塩素系消毒薬を使用するように指導した。(図5) また、飼養施設②で実施しているシカのエサやり体験の前後に観光客が手指消毒を行うための消毒スプレーを設置した。(図6)



図5 長靴消毒



図6 エサやり体験用の手指消毒スプレー

以上の指導を行い、随時現地への立入を実施した。2024年6月20日にB市が消毒マットやスプレーを設置する際に立会い、設置場所の確認を行い、消毒薬の散布頻度や散布方法について指導を実施した。(図7) 同年11月29日には、シカの飼養状況及び衛生対策が正しく継続されていることを現地で確認した。(図8)



図7 B市による消毒マットの設置



図8 飼養施設管理者への聞き取り調査

5 衛生対策指導後の衛生管理状況

2025年2月3日に脱柵したシカ全頭の飼養施設①への再収容が完了したことを受け、2月7日に「A島シカ保護検討委員会」が開催され、「シカ保護管理計画」の第三期への更新が承認された。第三期計画には新たに飼養衛生管理基準に関する文言が追加された。(図9)

当所の飼養衛生管理基準に基づいたB市に対する衛生指導、及び「A島シカ保護検討委員会」での飼養管理に関する助言を経て、本シカ飼養施設の飼養衛生管理基準が遵守されるに至った。今後も今回見直した衛生対策が継続され、飼養衛生管理基準に基づいた適切な飼養管理が実施され続けるよう、定期的な立入と指導を継続していく予定である。

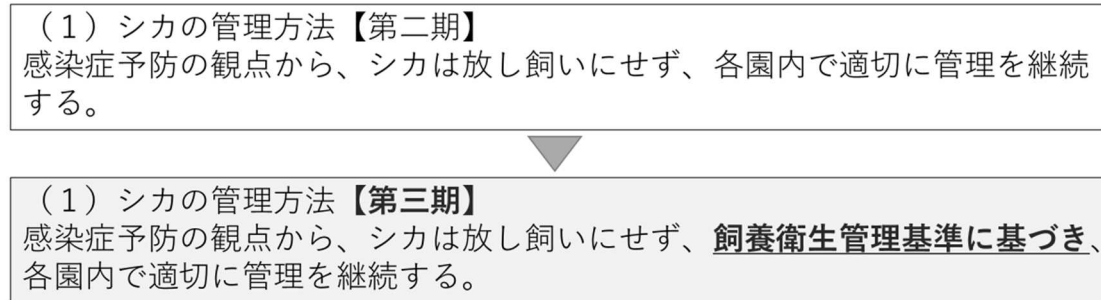


図9 シカ保護管理計画の更新内容

【第 2 部】

家畜病性鑑定所及び家畜保健衛生所における保健
衛生に関する試験、調査成績に関すること

12 骨格筋肥大と骨格の変形がみられた肉用牛の1例

南予家畜保健衛生所 津郷孝輔、東予家畜保健衛生所 道本友里子

1. 緒言

牛の異常産とは、流産、早産、死産、虚弱子、奇形子の分娩を意味する総括的な用語であり、品種を問わずみられることがある。その原因も遺伝的、栄養学的、細菌やウイルス、寄生虫の感染症など多岐に亘る。中でも、ウイルス感染による異常産は、アルボウイルスによるものが過去流行しており大きな損害を出したため、これらは届出伝染病に指定され、現在でも発生予防に力を入れている²⁾。しかし、今回、新生子牛においてウイルスを原因としない、骨格筋肥大と骨格の変形による体型異常がみられた牛を検査する機会を得たので、概要を報告する。

2. 材料と方法

令和6年8月、交雑種1頭（雌）が、難産につき帝王切開で娩出され、出生直後は生存していたが、その後死亡した。所見では全身の骨格筋肥大を伴う体型異常を認めた。剖検後、異常産関連ウイルス（オルソブニヤウイルス属、オルビウイルス属、イバラキウイルス、牛ウイルス性下痢ウイルス(BVDV)）を対象としたRT-PCRによる遺伝子検査を、以下の冷凍材料を主要臓器Mix（心臓、肺、肝臓、腎臓、脾臓）、脳脊髄Mix（脳、胸髄、腰髄）とし混合したものを用いて実施した。用いたプライマー及び温度条件、サイクル数は、表1の通りである。また、アカバネ病、アイノウイルス感染症、チュウザン病、ピートンウイルス感染症に対する中和抗体検査を心嚢水、腹水、脳脊髄液、子牛血清、母牛血清を用いて行った。また、病理組織学的検査を心臓、肺、肝臓、腎臓、脾臓、四肢骨格筋、舌、大腰筋、脳、胸髄、腰髄、眼球のホルマリン固定材料を用いて実施し、さらに骨格筋については、抗ジストロフィン抗体及び抗ミオスタチン抗体を用いた免疫組織化学的検査を行った。抗ジストロフィン抗体については、岡山理科大学病理学研究室の中村進一講師に依頼し、抗ミオスタチン抗体についてはウサギ由来GDF8/Myostatin Polyclonal antibody (Proteintech) を、300倍希釈、前処理を121℃、15分、クエン酸バッファ（pH6.0）で行った。なお、母牛（ホルスタイン種）は、帝王切開後の経過が悪く術後数日で食肉用に出荷されている。

表1. ウイルス学的検査（RT-PCR）に用いたプライマーと各条件

ウイルス		プライマー	逆転写 温度 (℃)	変性 温度 (℃)	アニーリ ング温度 (℃)	伸長 温度 (℃)	サイク ル数
アカバネ、アイノ、 ピートンウイルス (オルソブニヤウィ ルス属)	F	CAC AAC CAA GTG TCG ATC TTA	50 (30分)	94 (30秒)	55 (30秒)	72 (1分)	35
	R	GAG AAT CCA GAT TTA GCC CA					
チュウザンウイルス (オルビウイルス 属)	F	CAG CGC YWT ATW CGA TAT TG	50 (30分)	94 (30秒)	55 (30秒)	72 (1分)	35
	R	ATC TGA TAC GGC AAC ATT GC					
ブルータンダウイル ス (オルビウイルス 属)	F	CCTGATGTTTCCAGGACAAATTATACTC	50 (30分)	94 (30秒)	55 (30秒)	72 (1分)	35
	R	CCGATAAAGGCAAAACCAAGCGAAATCC					
イバラキウイルス	F	CAG CGC YWT ATW CGA TAT TG	50 (30分)	94 (30秒)	55 (30秒)	72 (1分)	35
	R	TCC GGA GAT ACC TCC ATT AC					
BVDV	F	ATG CCC TTA GTA GGA CTA GCA	50 (30分)	94 (30秒)	56 (30秒)	72 (1分)	35
	R	TCA ACT CCA TGT GCC ATG TAC					

3. 結果

剖検所見としては、頭部が右側背側に大きく反張・硬直、四肢は硬直し、ナックルを認めた。（図 1）。大後頭孔は右側に変位していた（図 2）。全身の骨格筋は、桃白色に褪色して高度に肥大、横隔膜や大腰筋、小腰筋といった体内の筋肉も同様であった。図 3 に、大腰筋の正常対照との比較を示す（図 3）。



図 1．外観所見



図 2．頭蓋骨大後頭孔の変位（腹側視，白線部）

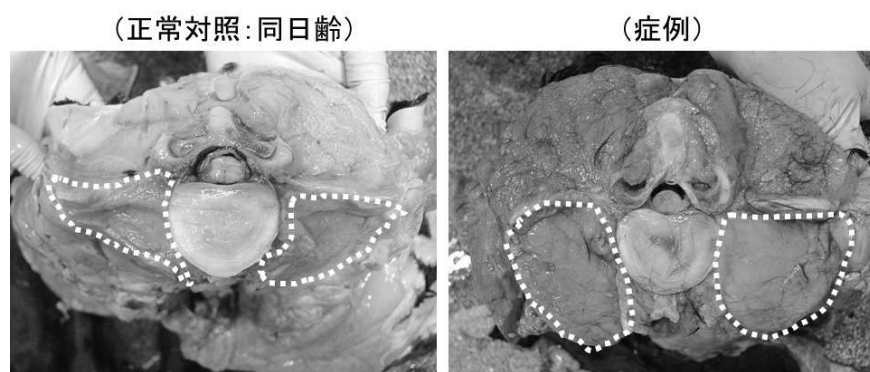


図 3．大腰筋の肥大（白点線部）

ウイルス検査において PCR 法を用いた異常産関連ウイルス抗原は全て陰性であり、体液による中和抗体検査では、チュウザンウイルス抗体（最大 8 倍、胎子腹水）を検出したが、その他のウイルス抗体は、アイノ、ピートンウイルス抗体が胎子腹水から検出されたのみであった（表 2）。

表 2．ウイルス学的検査結果

材料	PCR検査			
	オルソブニヤウイルス属	オルビウイルス属	イバラキウイルス	BVDV
主要臓器 Mix	—	—	—	—
脳・脊髄 Mix	—	—	—	—

材料	中和抗体検査（単位：倍）			
	アカバネウイルス	アイノウイルス	チュウザンウイルス	ピートンウイルス
胎子血清	<2	<2	2	<2
胎子心嚢水	<2	<2	4	<2
胎子腹水	<2	2	8	4
胎子脳脊髄液	<2	<2	<2	<2
母牛血清	<2	<2	2	<2

病理組織学的には、骨格筋全てに共通して、筋線維が横断面で大小不同を呈し、円形化した筋線維も散見され、筋線維間の間質は開大して線維と脂肪の浸潤がみられた。一部の筋線維は、好酸性を増し粗造で空洞化、変性壊死しており、中心核を持つ筋線維もみられた(図 4)。変性壊死は、後肢筋肉、大腰筋よりも前肢筋肉で高度に認めた(図 5)。

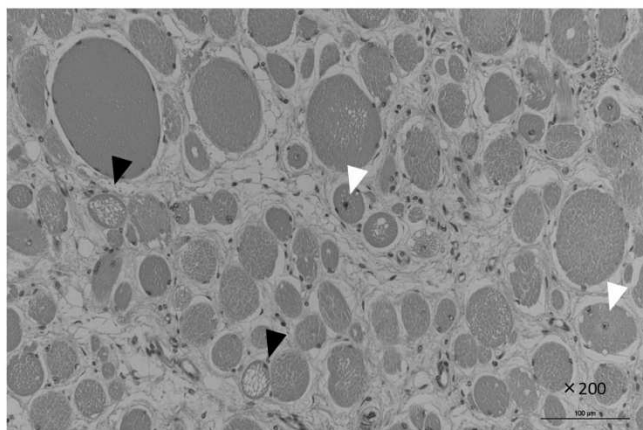


図 4. 左前肢骨格筋：筋線維の粗造・空洞化（黒矢印）
中心核散見（白矢印）

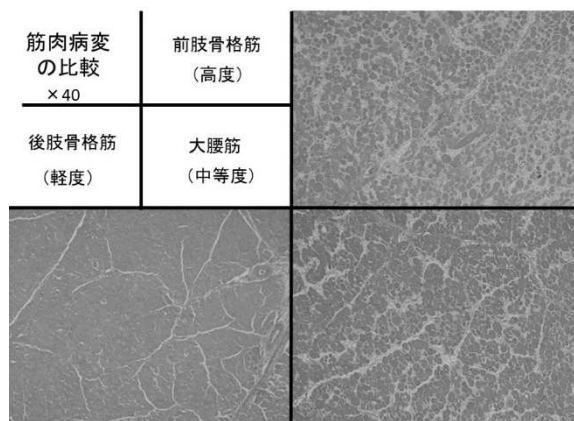


図 5. 骨格筋（前肢、大腰筋、後肢）組織像の比較

免疫組織学的検査では、全ての筋線維の細胞質でミオスタチン陽性、細胞膜ではジストロフィン陽性で、陽性領域の分布は正常な筋線維と同様であった。

4. 考察

本症例は、骨格筋肥大とそれに伴う骨格の変形によって体型異常を引き起こしたと推察した。病理組織学的検査で、骨格筋の変性、壊死を認めた原因については、骨格筋肥大や体型異常に伴う虚血が考えられたが、原因は特定できなかった。チュウザンウイルスの中和抗体が陽性であったことについては、抗体価が最大でも 8 倍と低値であったことから、非特異的反応の可能性が考えられた。

骨格筋肥大の原因は、ミオスタチンの欠損や変異によるものが報告され、Double muscling（二重筋）といわれている³⁾。日本では、日本短角種等での報告があり、これらの形質は豚尻と呼ばれ、淘汰の対象であった¹⁾。一方海外では、ブロント・ダキテーヌ種やブルジアン・ブルー種を代表として、肉用牛の重要な形質として保存されている⁶⁾。これらの形質をもつ牛は、肉質、歩留まりがよいといった利点もあるが、呼吸器疾患にり患しやすい、胎子が大きくなりすぎて難産になりやすいといった欠点も持つ⁴⁾。

今回の症例では、免疫組織化学的にはミオスタチン欠損は認められず、遺伝子変異については検査未実施のため詳細は不明であった。ミオスタチンをコードする遺伝子は、3 つのエクソンで構成されており、この遺伝子の一部が欠損したり、余分な配列が挿入されたりする様々な変異が報告されている^{1,3,5)}。今後は遺伝子検査によって筋肥大の原因究明に努めたい。

本例は、骨格筋肥大と骨格の変形による体型異常がみられた新生子牛の、初の報告となる。

5. 参考文献

- 1) 鈴木暁之ら：岩手農研セ県報，4，p11-20（2004）
- 2) 社団法人全国家畜畜産物衛生指導協会：牛のアルボウイルス性異常産，2 月，p1-18（2011）
- 3) Claire, et al. *Plos One*, May 14, e97399（2014）
- 4) Fiems LO. *Animals (Basel)*, Sep 20, p472-506（2012）
- 5) Vinet A, et al. *J Anim Sci*, Feb 1, skab039（2021）
- 6) Zhou X, et al. *Front Microbiol*, Mar 24, 844962（2022）

13 愛媛県の病性鑑定豚由来 *Streptococcus suis* の解析

家畜病性鑑定所 別宮凜子

1 緒言

Streptococcus suis (*S. suis*) は、主に豚に感染し、敗血症、髄膜炎、心内膜炎などを引き起こす豚レンサ球菌症の主な原因菌であり⁵⁾、養豚業界に経済的被害を及ぼす。また、本菌のヒトへの感染事例も報告されており、人獣共通感染症としても重要な菌である。

S. suis には 30 種類以上の血清型が報告されており、遺伝学的にも多様な株の集団から構成されているが、病原性は株によって異なる。2011 年には、Multilocus Sequence Typing (MLST) 法による遺伝子解析に基づき、疾病を引き起こす株の多くは遺伝的に近縁な特定の集団 (ST1 complex (ST1c)、ST27 complex (ST27c)) に属することが報告されており、これらの疾病リスクが高い集団に属しているかどうか迅速・簡便に推測する PCR 法が開発されている⁴⁾。

本県で *S. suis* の関与が疑われた豚病性鑑定依頼は、2019 年から 2024 年までに 19 件あり 30 株の *S. suis* が分離されている。今回、県内で分離された *S. suis* を用いて疾病リスクの推定などによる浸潤状況調査を実施したので、その概要を報告する。

2 材料および方法

2019 年 4 月から 2024 年 3 月までに病性鑑定依頼があった *S. suis* で、*S. suis* 特異的 *recN* 遺伝子³⁾ 陽性であることを確認した 30 株を材料とした。

(1) 遺伝子検査

ア. 血清型別 PCR 検査

莢膜合成遺伝子 (*cps*) を標的とした PCR 法を実施した^{1) 2)}。

イ. 疾病リスク推定 PCR 検査

3 種類の線毛関連遺伝子 (*sbp2*, *sep1*, *sgp1*) を標的とした線毛関連遺伝子プロファイリング (PAGP) 法⁴⁾ を実施し、ST1c、ST27c、またはそれ以外に属するかを推定した。

ウ. MLST 解析

疾病リスク推定 PCR 検査において、ST1c 及び ST27c 以外に判定された株のうち病態への関与が疑われた 3 株について、動物衛生研究部門に依頼し、7 つのハウスキーピング遺伝子 (*aroA*, *cpn6*, *dpr*, *gki*, *mutS*, *recA*, *thrA*) を対象に MLST 解析を実施した。

(2) 薬剤感受性試験

1 個体につき 1 株を対象に計 26 株について、1 濃度ディスク法により、アンピシリン (AMPC)、ペニシリン (PCG)、セファゾリン (CEZ)、セフトキシム (CTX)、エリスロマイシン (EM)、テトラサイクリン (TC)、クリンダマイシン (CLDM)、クロラムフェニコール (CP)、エンロフロキサシン (ERFX) 及びスルファメトキサゾール、トリメトプリム (STX) の 10 薬剤について実施した。

3 結果

(1) 遺伝子検査

血清型別 PCR 検査で、血清型 2 型が 17 株 (56.7%) と最も多く、次いで 7 型及び 14 型が各 3 株 (10.0%)、1/2 型及び 9 型が各 1 株 (3.3%)、型別不能な血清型が 5 株 (16.7%) と判定された (図 1)。

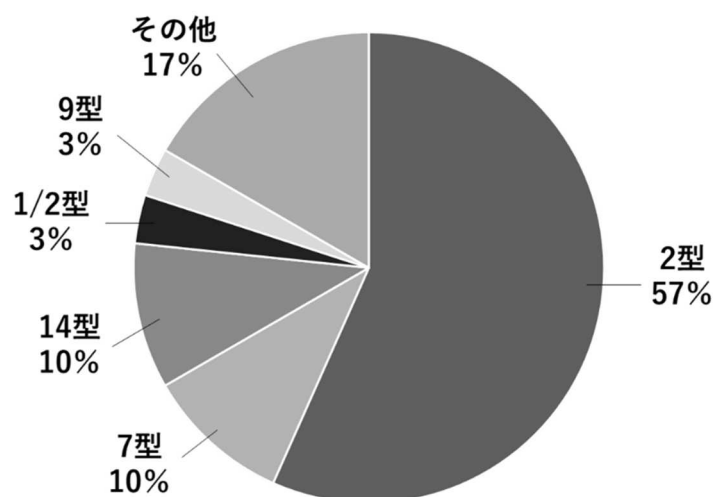


図 1 血清型割合

PAGP 法では、疾病リスクが高い集団である ST1c が 4 株、ST27c が 15 株で計 19 株 (63.3%)、それ以外が 11 株 (36.7%) と判定された (図 2 : 左図、図 3 : 左図)。

血清型の内訳は、ST1c の株は血清型 2 型が 3 株、14 型が 1 株、ST27c の株は血清型 2 型が 14 株、1/2 型が 1 株、それ以外の株は血清型 7 型が 3 株、14 型が 2 株、9 型が 1 株、型別不能な血清型が 5 株であった (図 2 : 左図)。

また、由来症例別では、ST1c 株は髄膜炎や敗血症由来、ST27c 株はほとんどが敗血症や心内膜炎、肺炎由来であった。それ以外の株は、多くが病性鑑定豚に病理組織学的著変がなく常在菌や環境菌が疑われる病態への関与がない株であったものの、髄膜炎、敗血症、心内膜炎由来の株が各 1 株ずつ含まれた (図 3 : 左図)。

PAGP 法でそれ以外と判定された株のうち、由来症例のあった 3 株は全て血清型 7 型であった。この 3 株について MLST 解析を実施したところ、3 株全てが ST27c に含まれる ST29 と判定された。この結果から、疾病リスクが高い集団と推定される株は計 22 株 (73.3%) と再判定された (図 2 : 右図、図 3 : 右図)。

なお、供試株の分離年や分離農場は様々で、特に傾向は認められなかった。

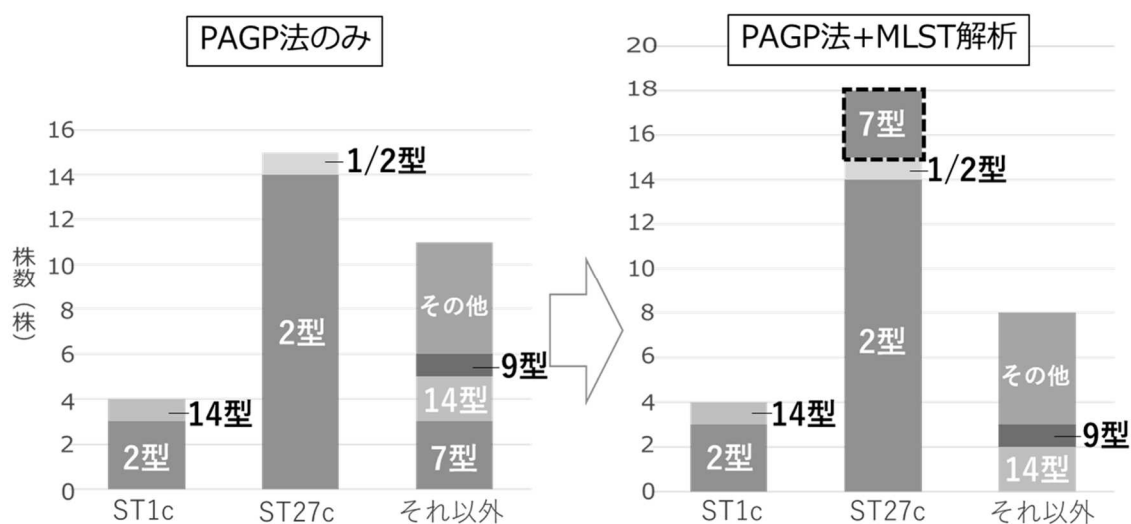


図 2 PAGP 法結果 (血清型別)

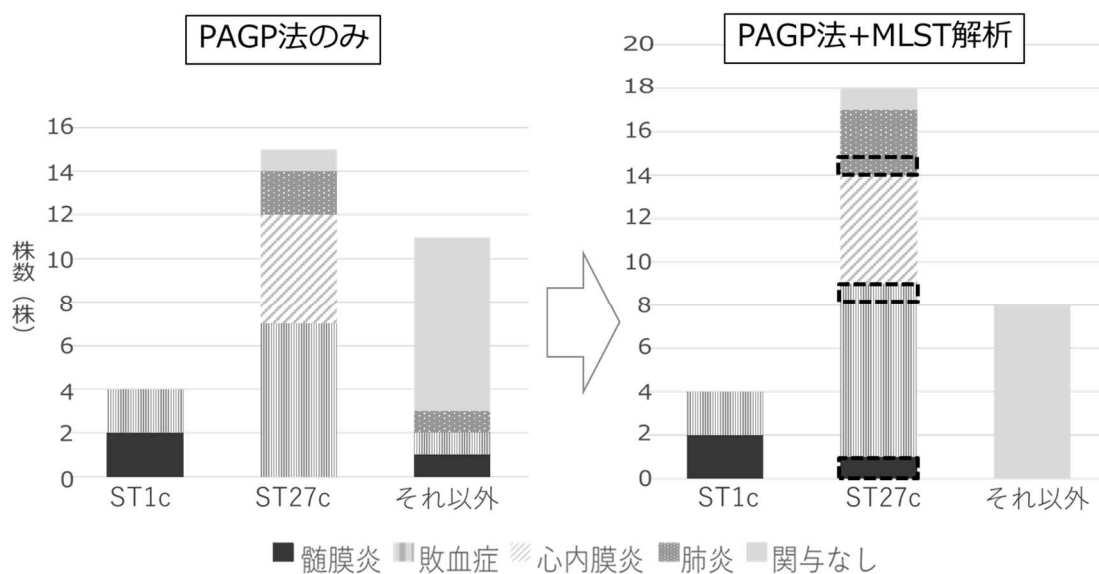


図 3 PAGP 法結果 (由来症例別)

(2) 薬剤感受性試験

全ての供試株が AMPC、CEZ、CTX に感受性を示し、25 株 (96%) が PCG 及び CP に感受性を示した。一方で、24 株 (92%) が TC に耐性であった。EM、CLDM、ERFX、STX については、7 株 (27%) ~15 株 (58%) が中間や耐性を示した (図 4)。

なお、供試株の分離年や分離農場は様々で、特に傾向は認められなかった。

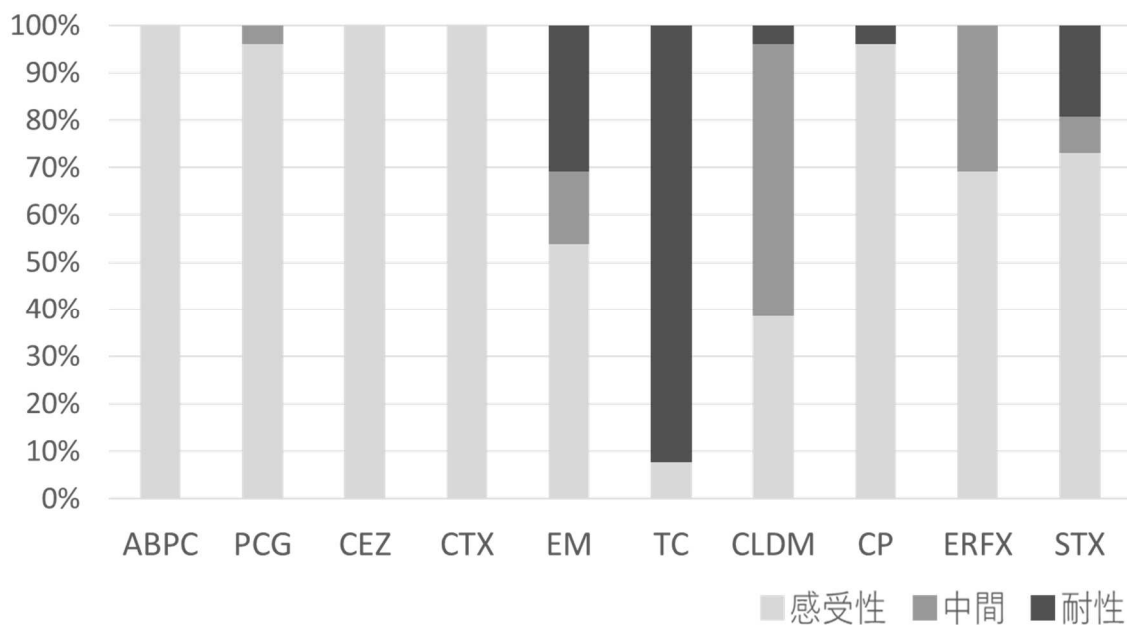


図 4 薬剤感受性試験結果

4 考察

今回の調査で、本県における病性鑑定豚由来 *S. suis* の主要血清型が 2 型 (56.7%) であることが明らかとなった。現在市販されているワクチンは血清型 2 型を対象としているため、本血清型にはワクチン接種による予防効果が期待できる。また、PAGP 法及び MLST 解析により、疾病リスクの高い株の割合が高く (73.3%)、県内に浸潤していることが示唆された。

ST1c には、豚に髄膜炎や敗血症など侵襲性の高い疾病を引き起こす株や人由来株の大半が含まれており、ST27c には病豚由来株に加え、北米やタイの人由来株の多くが含まれている⁴⁾。このことから、これらの集団に含まれる株は人獣共通感染症としてもリスクが高く、養豚関係者に対し注意が必要であると考えられる。また、PAGP 法ではそれ以外と判定されていた 3 株について、MLST 解析では疾病リスクの高い ST27c と判定された。PAGP 法は PCR 法のみで多くの検体を型別できるため、疾病リスクの高い株の分布や動態を知るうえで有効ではあるが、あくまで簡易的な手法であり、本調査における結果のように疾病リスクを正確に判定できない株もあることに注意が必要である。

薬剤感受性試験では、ほとんどの株が β -ラクタム系抗菌薬 (ABPC、PCG、CEZ、CTX) に感受性であり、一次選択薬として使用されているペニシリン系で治療効果を得られることが示唆された。一方、ほとんどの株が TC には耐性を示しており、TC の使用には注意が必要である。

今後も健康豚、常在菌、環境由来株などを対象に追加調査を実施することで本菌の動向に注意し、疾病予防や薬剤選択に役立てたい。

5 謝辞

血清型別並びに MLST 解析を実施していただきました国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 動物衛生研究部門の大倉正稔先生に深謝いたします。

6 参考文献

- 1) Masatoshi Okura et al.: Clinical Microbiology, 52, 1714~1719 (2014)
- 2) Masatoshi Okura et al.: Microbiological Methods, 214, 106828 (2023)
- 3) Sakura Ishida et al.: Microbiological Methods, 107, 66~70 (2014)
- 4) 高松大輔: 日獣会誌, 64, 600~603 (2011)
- 5) 全国家畜衛生職員会: 病性鑑定マニュアル 第 4 版

1 緒言

豚インフルエンザ (SI) は、A 型インフルエンザウイルス (IAV) による豚の急性呼吸器感染症である。一般的な症状は、発熱、発咳、食欲不振等であるが、軽度な症状のみで回復することが多く、不顕性感染も多い。しかし、豚繁殖・呼吸障害症候群ウイルスや豚サーコウイルス 2 型、マイコプラズマ属菌との混合感染により豚呼吸器複合病 (Porcine Respiratory Disease Complex; PRDC) を発症すると症状が重篤化し、多大な経済的損失を引き起こす恐れがある。なお、国内では 2025 年 5 月現在、2 社から不活化ワクチンが市販されており、ワクチン接種による予防が可能である。

国内における SI のサーベイランスとして、Mine らは 2015 年から 2019 年にかけて 21 道県の養豚農場から採取したサンプルから IAV を分離し、遺伝子解析を実施しているが⁷⁾、本調査対象地域に愛媛県は含まれていない。また、SI ワクチンを販売している Z 社のホームページには、2018~2019 年の調査により、全国の 72.9% (183/251 農場)、四国地方の 53.3% (8/15 農場) で IAV 抗体陽性であったとの結果が掲載されているが (https://www.zoetis.jp/_locale-assets/pdf/swine/easset_upload_file10148_852400_e.pdf)、本県の養豚農場における IAV 抗体保有状況が正確に反映されているかは不明である。なお、本県では 2014 年にと畜場の肥育豚を用いた IAV 抗体保有状況調査の報告があるが⁶⁾、繁殖豚および近年の状況については改めて調査する必要がある。

IAV の抗体検査には、中和試験、赤血球凝集抑制試験 (HI 試験)、寒天ゲル内沈降反応 (Agar Gel Precipitation test; AGP)、酵素結合免疫吸着測定法 (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay; ELISA) などの方法があるが、過去の報告では HI 試験が一般的に用いられている^{5) 13)}。中和試験及び HI 試験は、基準株に対する抗体価を求めることが可能であるが、抗原となるウイルス株と陽性対照血清を用意する必要がある。また、検査手技が煩雑であることから一度に多検体を処理することは困難である。一方、AGP は基準株に対する抗体価を求めることはできないものの、HI 試験と比べて手技が簡便であり、一度に多検体を処理可能である。しかし、中和試験及び HI 試験と同様に抗原および陽性対照血清を用意する必要がある。これらの方法に対して、ELISA は AGP 同様に基準株に対する抗体価は求めることができないものの、AGP よりも手技が簡便であることから一度に多検体を処理可能である上に、市販の ELISA キットであれば抗原および陽性対照血清を別に準備する必要がない。国内において、IAV 抗体 ELISA キットは 1 社から販売されているが、鳥インフルエンザの調査を目的として検査対象は鶏に限られていた。しかし、本キットは 2022 年に豚を検査対象とした動物用体外診断用医薬品としての承認を追加で受けたことから、本研究ではこの市販キットを用いることとした。

また、海外において野生イノシシは豚インフルエンザウイルス (IAV-S) の感染環への関与が示唆されており^{2) 8) 11)}、国内においては栃木県、山口県、大分県、鹿児島県の野生イノシシにおける IAV 抗体保有状況の報告があるが^{3) 12)}、愛媛県を含む四国地方における報告はない。したがって、本研究では、愛媛県の飼養豚および野生イノシシにおける IAV 抗体保有状況を調査することで本県における養豚農場の IAV 浸潤状況を明らかにするとともに、本県における野生イノシシの IAV 感染環への関与の有無を明らかにすることを目的とした。なお、市販の IAV 抗体 ELISA キットは検査対象が豚と鶏のみであるが、豚とイノシシは同一種 (学名: *Sus scrofa*) であることから、イノシシにおいても検査に用いることが可能と判断した。

2 材料および方法

飼養豚：2023 年 10 月～2024 年 7 月に 1 農場当たり繁殖豚（産歴の指定なし）及び肥育豚（119 日齢以上）各 10 頭、計 20 頭から採材した血清を用いた。調査対象農場は、多段抽出法を用いて選択した。愛媛県「家畜に関する統計（令和 6 年 2 月 1 日）」（<https://www.pref.ehime.jp/uploaded/attachment/114761.pdf>）によると、東予地方の養豚飼養戸数及び飼養頭数は 25 戸 60,800 頭、中予地方は 4 戸 15,700 頭、南予地方は 39 戸 138,400 頭であったことから、地方毎の偏りが生じないように県内の地方毎に農場を分類し、その後一貫経営農場を抽出後、地方毎に無作為で東予地方から 8 農場、中予地方から 1 農場、南予地方から 9 農場の計 18 農場を選択した。なお、全ての農場において、豚インフルエンザ不活化ワクチンの接種歴はなかった。

野生イノシシ：2023 年 6 月～2024 年 9 月に県内の 13 市町（四国中央市、新居浜市、西条市、今治市、越智郡上島町、松山市、東温市、上浮穴郡久万高原町、大洲市、八幡浜市、西宇和郡伊方町、西予市、宇和島市）で捕獲された野生イノシシ 185 頭から採材した血清を用いた。なお、野生イノシシの捕獲及び血液の採材は愛媛県猟友会に委託して実施した。

ELISA：A 型インフルエンザウイルス抗体検出用 ELISA キット（インフルエンザ A エリーザキット、アイデックス ラボラトリーズ（株）、東京）を用いて行った。本キットは、鶏血清及び豚血清中の抗 A 型インフルエンザウイルス抗体を検出するものである。説明書に従って検査を実施し、S/N 比が 0.6 未満のとき陽性と判定した。

3 結果

飼養豚：農場別の ELISA 陽性率は、繁殖豚 66.7%（東予地方：50.0%、中予地方 0.0%、南予地方 88.9%）、肥育豚 38.9%（東予地方：25.0%、中予地方：0.0%、南予地方：55.6%）、全体 66.7%（東予地方：50.0%、中予地方 0.0%、南予地方 88.9%）であった。個体別の ELISA 陽性率は、繁殖豚 28.3%（東予地方：15.0%、中予地方 0.0%、南予地方 43.3%）、肥育豚 13.9%（東予地方：2.5%、中予地方：0.0%、南予地方：25.6%）、全体 21.1%（東予地方：8.8%、中予地方 0.0%、南予地方 34.4%）であった（表 1）。

野生イノシシ：2024 年 2 月に八幡浜市、2024 年 3 月及び 7 月に大洲市で捕獲された計 3 個体が ELISA 陽性で、ELISA 陽性率は 1.6%（3/185 頭）であった（図 1）。S/N 比はそれぞれ、0.54、0.49、0.38 であった。

表1. 愛媛県の飼養豚におけるA型インフルエンザウイルス抗体陽性率 (%)

地域	農場ID	養豚豚						肥育豚				農場全体			
		農場別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)	地域別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)	地域別農場陽性率 (陽性農場数/検査農場数)	農場別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)	地域別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)	地域別農場陽性率 (陽性農場数/検査農場数)	農場別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)	地域別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)	地域別農場陽性率 (陽性農場数/検査農場数)	農場別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)	地域別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)	地域別農場陽性率 (陽性農場数/検査農場数)	農場別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)	地域別抗体陽性率 (陽性頭数/検査頭数)
東予地方	A	0.0 (0/10)			0.0 (0/10)						0.0 (0/20)				
	B	0.0 (0/10)			0.0 (0/10)						0.0 (0/20)				
	C	10.0 (1/10)			0.0 (0/10)						5.0 (1/20)				
	D	0.0 (0/10)			0.0 (0/10)						0.0 (0/20)				
	E	30.0 (1/10)	15.0 (12/80)	50.0 (4/8)	30.0 (1/10)	2.5 (2/80)	25.0 (2/8)	30.0 (2/20)			8.8 (14/160)		50.0 (4/8)		
	F	80.0 (8/10)			0.0 (0/10)			40.0 (8/20)			0.0 (0/20)				
	G	20.0 (2/10)			10.0 (1/10)			15.0 (3/20)			0.0 (0/20)				
	H	0.0 (0/10)			0.0 (0/10)			0.0 (0/20)			0.0 (0/20)				
中予地方	I	0.0 (0/10)	0.0 (0/10)	0.0 (0/1)	0.0 (0/10)	0.0 (0/10)	0.0 (0/1)	0.0 (0/20)			0.0 (0/20)		0.0 (0/1)		
	J	40.0 (4/10)			10.0 (1/10)			25.0 (5/20)			0.0 (0/20)				
南予地方	K	30.0 (3/10)			0.0 (0/10)			15.0 (3/20)			0.0 (0/20)				
	L	30.0 (3/10)			20.0 (2/10)			25.0 (5/20)			0.0 (0/20)				
	M	80.0 (8/10)			80.0 (8/10)			80.0 (16/20)			0.0 (0/20)				
	N	80.0 (8/10)	43.3 (39/90)	88.9 (8/9)	80.0 (8/10)	25.6 (23/90)	55.6 (5/9)	80.0 (16/20)			34.4 (62/180)		88.9 (8/9)		
	O	10.0 (1/10)			0.0 (0/10)			5.0 (1/20)			0.0 (0/20)				
	P	30.0 (3/10)			0.0 (0/10)			15.0 (3/20)			0.0 (0/20)				
	Q	0.0 (0/10)			0.0 (0/10)			0.0 (0/20)			0.0 (0/20)				
	R	90.0 (9/10)			40.0 (4/10)			65.0 (13/20)			0.0 (0/20)				
			28.3 (51/180)	66.7 (12/18)		13.9 (25/180)	38.9 (7/18)				21.1 (76/360)		66.7 (12/18)		
	全域														

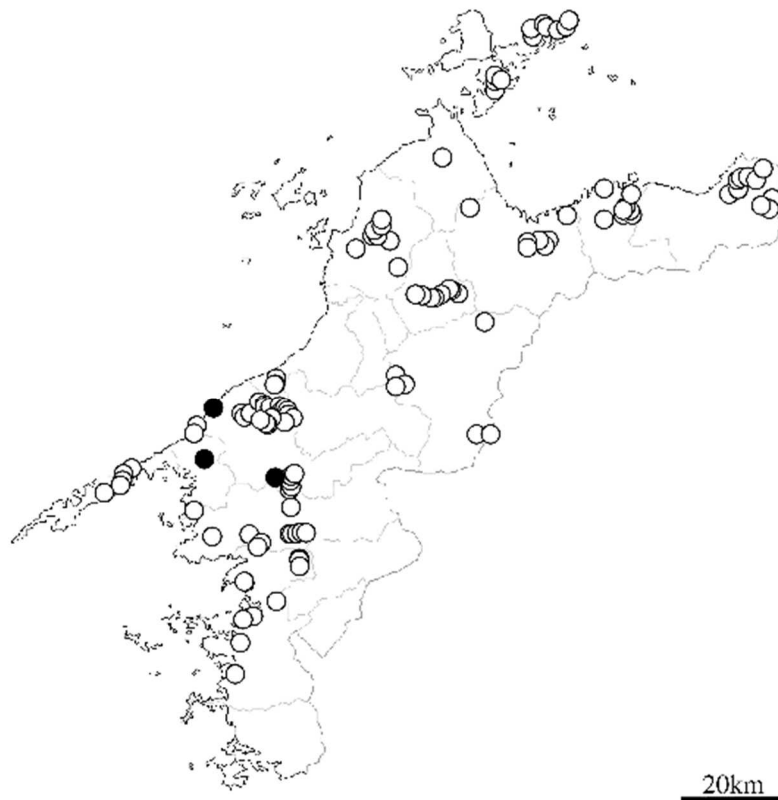


図1 愛媛県における野生イノシシの個体別捕獲地点
(○：A型インフルエンザウイルス（IAV）抗体陰性個体、●：IAV抗体陽性個体)

4 考察

愛媛県の一貫経営養豚農場における IAV の血清学的検査を実施した結果、繁殖豚と肥育豚の少なくとも一方で ELISA 陽性個体が 1 頭以上確認された農場は 66.7% (12/18 農場) であったことから、本ウイルスが県内の養豚場に広く浸潤していることが示唆された。また、ELISA 陽性率は、東予地方と比較して南予地方で全体的に高い結果となった。本県の養豚農場の戸数及び飼養頭数を地域別に比較すると、東予地方は 25 戸 60,800 頭 (1 戸あたり 2,432 頭) であるのに対し、南予地方は 39 戸 138,400 頭 (1 戸当たり約 3,549 頭) と農家数、1 戸あたりの飼養頭数ともに多いことから (愛媛県「家畜に関する統計 (令和 6 年 2 月 1 日)」, <https://www.pref.ehime.jp/uploaded/attachment/114761.pdf>)、調査地域の農場数や農場間距離などの農場立地要因、飼養頭数や飼養形態などの飼養環境要因などの違いが影響していると考えられた。

県内で捕獲された野生イノシシにおける IAV の ELISA 陽性率は 1.6% (3/185 頭) であったことから、本県において野生イノシシが IAV の感染環に関与している可能性は低いことが示唆された。Shimoda らの 2010～2013 年の調査及び Fujimoto らの 2014～2017 年の調査では、大分県 (ELISA 陽性率 0%)、山口県 (ELISA 陽性率 2.1%)、栃木県 (ELISA 陽性率 5.9%)、鹿児島県 (中和抗体陽性率 25.4%) における IAV 抗体陽性率がそれぞれ報告されており^{3) 12)}、今回の調査結果から本県の野生イノシシは地理的に近い大分県や山口県と同様に IAV 抗体陽性率が低いことが明らかとなった。なお、ヨーロッパにおける ELISA を用いた IAV 抗体保有状況調査では、ギリシャの 1.1% (1/94 頭)¹⁴⁾、フランスの 1.4% (4/279 頭)⁴⁾、イタリアの 5.5% (145/2,618 頭)¹⁾、クロアチアの 9.7% (54/556 頭)¹⁰⁾、スペインの 24.2% (40/165 頭)⁹⁾と、国や地域によって

差があることが報告されている。各報告で採材期間や調査地域の面積、検査頭数などの試験条件が異なる上に、研究毎に使用している ELISA の検出感度や特異度に違いがあることを考慮する必要があるが、日本国内においても都府県や地域単位で IAV 抗体保有率に差が生じる可能性があると考えられる。国内において野生イノシシの IAV 抗体保有状況に関する報告は少なく、本研究結果は愛媛県ならびに四国地方の野生イノシシにおける IAV 抗体保有状況を初めて明らかにしたものである。今後、他地域においても同様の調査を継続的に実施することで、国内の野生イノシシにおける IAV 感染状況に関するデータを蓄積していくことが望まれる。また、本研究は単年の調査結果であるが、IAV 感染は季節性の流行があることから、飼養豚及び野生イノシシにおける IAV 感染状況を詳細に把握するためには今後複数年に渡った継続的な調査がさらに必要であると考えられる。

最後に、IAV の抗体検査において ELISA はスクリーニング検査として用いられ、検査結果を確定するためには中和試験や HI 試験、AGP による IAV 特異的な抗体であることの確認が必要である。しかし、これらの検査方法では、抗原となるウイルス株や陽性対照血清が必要であり、検査手技も煩雑であることから、各都道府県の家畜保健衛生所等において多検体を処理することは容易ではない。今般、市販の IAV 抗体 ELISA キットが豚を検査対象とした動物用体外診断用医薬品としての承認を受けたことから、今後継続的に家畜保健衛生所等において都道府県単位、地域単位、農場単位で IAV の浸潤状況を把握する目的として、市販 ELISA キットを用いた調査は有用であると考えられる。加えて、ELISA の結果を基に HI 試験による亜型特異的な抗体の確認や、抗体価の測定を行うことで、飼養豚における SI の感染対策に繋げることが重要である。

なお、本研究結果については日本獣医師会雑誌において論文の掲載が受理されている（2025 年 5 月 12 日時点）。

5 謝辞

野生イノシシの捕獲及び血清の採材にご協力いただいた愛媛県猟友会の皆様に深謝いたします。

6 参考文献

- 1) De Marco MA et al.: *Microorganisms*, 10, 1768 (2022)
- 2) Foni E et al.: *Influenza Other. Respir. Viruses*, 7, 16-20 (2013)
- 3) Fujimoto Y et al.: *Microbiol. Immunol.*, 63, 517-522 (2019)
- 4) Grech-Angelini S et al.: *Prev. Vet. Med.*, 157, 94-98 (2018)
- 5) 林和彦ら: *日獣会誌*, 46, 459-462 (1993)
- 6) 河本ら: *獣医公衆衛生研究*, 17, 32-35 (2014)
- 7) Mine J et al.: *J. Virol.*, 94, e02169-19 (2020)
- 8) Prosperi A et al.: *Animals (Basel)*, 12, 1593 (2022)
- 9) Risco D et al.: *PLoS One*, 9, e110123 (2014)
- 10) Roic B et al.: *J. Wildl. Dis.*, 48, 131-137 (2012)
- 11) Schüle A et al.: *Zoonoses Public Health*, 68, 503-515 (2021)
- 12) Shimoda H et al.: *J. Vet. Med. Sci.*, 79, 848-851 (2017)
- 13) 白石忠昭ら: *日獣会誌*, 42, 537-542 (1989)
- 14) Touloudi A et al.: *Vet. Rec. Open*, 2, e000077 (2015)

【第 3 部】

畜産関係試験研究機関及び地方局等における畜産
に関する試験研究調査成績並びに畜産関係諸施策
の企画推進に関すること

15 乳牛の反芻時間に影響を及ぼす要因に関する考察

畜産研究センター 家木一、畑野幹人

【緒言】

近年、わが国の酪農においては、収益力向上を目的とした乳牛飼養規模の拡大が著しい。愛媛県においても、酪農1経営体あたりの乳牛飼養頭数が平成元年の19.2頭から令和6年の57.7頭へと、直近30余年の間で約3倍にまで増加している⁵⁾。この著しい規模拡大は、飼養する乳牛群の個体観察を困難なものとし、飼養管理の失宜を招くリスクを高めている。

こうした中、酪農現場では、情報通信技術（ICT）を活用したウシの行動モニタリング技術の普及が進んでいる。この技術は、ウシ個体毎のセンシングシステム情報を基に人工知能がウシの状態をリアルタイムで解析するものであり²⁾、精緻な乳牛飼養管理はもとより、行動情報の可視化により農場従事者全員が牛群の状況を共有できるというメリットがある。

現在、国内においては複数のメーカーがウシの行動解析サービスを提供しており²⁾、主に活動時間の解析による発情検知や反芻時間の低下による不調牛摘発に利用されている。前者の活動時間解析については、畜産研究センターにおいてICT導入前1年間の平均空胎日数174日が導入3年後には132日に短縮し、確実な発情発見による繁殖成績の改善に有効であることを実証した（令和5年度愛媛県畜産関係業績発表会において発表）。一方、後者の反芻時間低下による不調牛摘発については、乳牛の周産期疾患との関連を示唆する調査報告⁹⁾はあるものの、多くの場合は食欲減退などウシの不調を視認できる段階に至っての摘発であり、ICTの特性を十分に活かしきれているとは言い難い。その原因として、ウシの反芻行動に関する過去の知見は短期調査による研究レベルのデータに基づくものがほとんどであり、不明の点が多いことが挙げられる。

そこで本研究では、ウシの生体情報を常時計測できるICTの強みを活かした反芻行動の乳牛管理指標化を目指し、ICTによるウシの行動モニタリングシステムを用いた現場レベルでの長期的な反芻行動調査を実施し、乳牛の反芻時間に影響を及ぼす要因について多面的に考察した。

【材料と方法】

本研究では、畜産研究センターで飼養する乳牛について、令和6年3月～令和7年2月にかけて1日あたりの反芻時間を計測し、①泌乳ステージおよび産歴による影響、②乳量および配合飼料給与量との関係、③季節変動、④泌乳初期牛の血液性状との関係、⑤コーンサイレージ（CS）多給による影響の検討を行った。

本研究での反芻時間の計測は、ネックタグ式のウェアラブルセンサー（Farmnote colorTM、帯広市）を用いて行った。調査①～③では、泌乳牛および乾乳牛計26頭について調べた。調査②の解析における乳量および配合飼料給与量のデータは、牛群検定成績の調査期間平均値を用いた。調査③は、令和6年4月から令和7年2月のデータを四半期ごとに区分して、各期の平均値を比較するとともに、調査地の平均気温を気象観測装置（Field Mini-FMC、株式会社フィールドプロ、東京）で測定して反芻時間との関連を調べた。調査④では令和6年4月～12月の間に分娩した乳牛20頭を供試し、分娩後2週～8週目まで隔週で採血を行い、血液性状と反芻時間の相関を調べた。なお、調査④での採血は午後の飼料給与1時間後（15時）に行い、頸静脈より血清分離材入り採血管に血液を採取した後、速やかに3000rpmで10分間の遠心分離で得られた血清について、グルコース（GLU）、尿素態窒素（BUN）、総コレステロール（T-Cho）、グルタミン酸-オキサロ酢酸転移酵素（GOT）およびアルブミン（ALB）の各濃度を自動血液生化学分析装置（DRY-CHEM4000sV、富士フィルム、東京）により測定した。

調査①～④における供試牛の飼養管理は、畜産研究センターでの乳牛飼養管理の慣行法に準

じて行い、朝夕の搾乳および配合飼料給与の時間（6 時～8 時および 14 時～17 時）は牛舎内に繋養し、それ以外の時間帯は放牧させた。飼料給与（乾物量）は、表 1 に示す内容で 1 日 3 回に分けて分離給与した。このうち泌乳牛用配合飼料の泌乳牛への乾物給与量については、泌乳牛では 1 日あたりの乳量に応じて 4 段階に設定した（乳量 28kg 以上＝12kg, 乳量 24kg 以上 28kg 未満＝11kg, 日乳量 20kg 以上 24kg 未満＝10kg, 乳量 20kg 未満＝9kg）。なお、7～9 月の暑熱期に CS の代替で給与した混合飼料（TMR）サイレージは、CS の飼料成分と概ね同等になるよう調製した（CS および TMR の乾物中養分含量:可消化養分総量 63% および 63%、粗タンパク質 8% および 13%、粗セシイ 28% および 26%）。水 および 固 形 塩（E100TZ, 日本全薬工業）は自由摂取させた。

表 1 調査①～④における供試牛の飼料給与量（乾物kg/頭・日）

項目	泌乳牛		乾乳牛	
	10月～6月	7月～9月	10月～6月	7月～9月
泌乳牛用配合飼料	9.0～12.0 ¹⁾	9.0～12.0 ¹⁾	1.8	1.8
スーダン乾草	4.5	3.6	3.6	3.6
エンバク乾草	1.8	1.8	－	－
ケール搾汁残さサイレージ	1.4	1.4	－	－
コーンサイレージ	5.0	－	2.0	－
TMRサイレージ	－	5.0	－	2.0

¹⁾ 1日あたり乳量28kg以上＝12kg, 乳量24kg以上28kg未満＝11kg, 乳量20kg以上24kg未満＝10kg, 乳量20kg以下9kg.

調査⑤では、CS のみを給与する試験 1 と、CS とフスマを乾物比 75:25 で混合した飼料（CSWB）を給与する試験 2 を、それぞれ実施した。各試験とも、供試牛には乳量 25 l/日以下の泌乳牛 4 頭を用い、表 2 に示す試験飼料の内容によりそれぞれ 2 処理を設け、10 日間の予備期と 4 日間の本期を 1 試験期とする 2×2 クロスオーバー法により行った。なお、試験 2 では試験期間中に乳房炎に罹患したため内 1 頭のデータを除外した。飼料の給与量は、CS 多給区（CS 区と CSWB 区）では飽食給与とし、対照区では試験開始直前の乳量、乳脂肪率、体重のデータを用い日本飼養標準・乳牛³⁾に基づく体重の維持と乳生産に要する可消化養分総量（TDN）要求量 100% の相当量とした。水と固形塩（ソルトリック、共立製薬）は自由摂取させた。

表 2 調査⑤に用いた試験飼料の内容

項目	試験1		試験2	
	対照区	CS区	対照区	CSWB区
飼料構成(%乾物)				
コーンサイレージ	－	100.0	－	75.7
フスマ	－	－	－	24.3
泌乳牛用配合飼料	47.0	－	47.0	－
大豆粕	4.7	－	4.7	－
スーダン乾草	48.3	－	48.3	－
化学組成(%乾物)				
TDN	69.7	65.4	69.7	67.4
粗タンパク質	15.4	7.9	15.4	10.3
粗セシイ	20.2	22.5	20.2	19.6

試験で得られたデータは、統計解析ソフト Statcel4（オーエムエス出版、所沢市）を用いて統計処理を行った。①と③については泌乳ステージ、産歴および四半期ごとの平均反芻時間の差を Scheffe 法による多重比較検定で、②と④については乳量、配合飼料給与量および血液成分値と反芻時間の相関をピアソンの相関係数の検定で、また⑤については処理間の反芻時間の差を対応のある t 検定で、それぞれ有意性の有無を判定した。有意水準は $P < 0.05$ とした。

【結果と考察】

通常ウシは、1 日あたり 480 分を反芻に費やしているとされている⁴⁾。本調査に供試した乳牛の調査期間全体での平均反芻時間±標準偏差は 462±31 分/日であり、一般的反芻時間と同等であった。

調査①での泌乳ステージ別および産歴別の平均反芻時間を図1および図2に示す。泌乳ステージ別で平均反芻時間を比較すると(図1)、前期(分娩後0～59日)と最盛期(60～89日)の反芻時間が後期(150日以降)と乾乳期に比べて有意に長く($P<0.05$)、泌乳ステージの進行に伴い短くなる傾向を示した。泌乳ステージが進行すれば乳量は低下し、これに応じて配合飼料給与量が調整されるが、反芻は採食した飼料の食塊を「はき戻し」→「再咀嚼」→「再混唾」→「再嚥下」する4つの過程からなり⁷⁾、食塊の元となる飼料の摂取量が反芻時間の長短に影響するように思える。しかしながら、我々は後述するCS多給による影響の調査(調査⑤)において、CS多給区の乾物摂取量が対照区に比べて低下したものの反芻時間は増加したことを確認した。また、Clementら¹⁾も飼料摂取量と反芻時間の間に相関のないことを報告している。したがって、本調査で示された泌乳ステージの進行に伴う反芻時間の変化は、飼料摂取量の低下ではなく粗濃比など乳量に応じて変動する飼料の質的な差に要因があると考えられる。一方で、産歴別の比較では反芻時間に差が認められなかった(図2)。

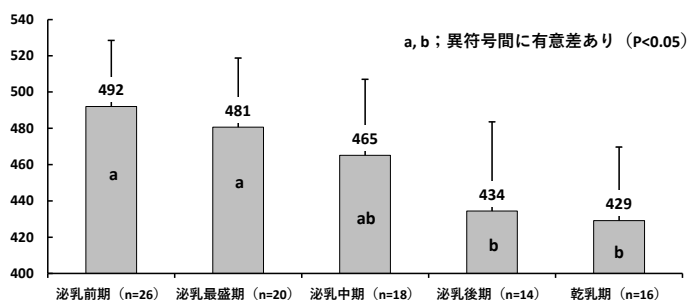


図1 泌乳ステージ別での反芻時間の比較 (分/日)

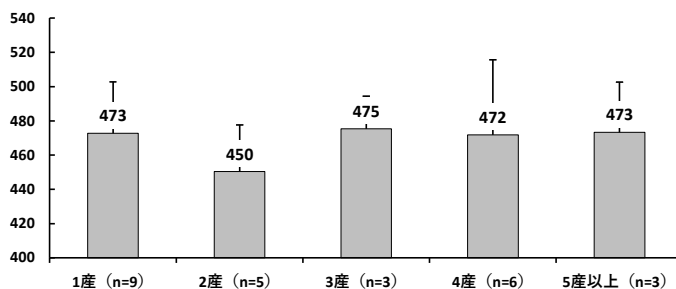


図2 産歴別での反芻時間の比較 (分/日)

調査②における乳量および配合飼料給与量と反芻時間との相関をそれぞれ図3および図4に示す。反芻時間と乳量の間に有意な相関は認められなかったが、配合飼料給与量との間には有意な正の相関が認められた($P<0.05$)。このことは、前出の泌乳ステージの進行に伴う配合飼料給与量の抑制による反芻時間の減少とも合致する。しかしながら一般的には「反芻胃での消化性が高い穀類飼料をウシに多給すると反芻胃内のpHが低下し、胃粘膜が化学的・物理的な刺激を受けて反芻時間が低下する³⁾」とされており、本調査結果は通説の作用機序では説明のつかない事象といえる。

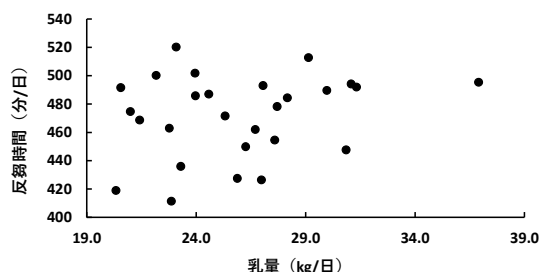


図3 反芻時間と乳量の関係 (n=26)

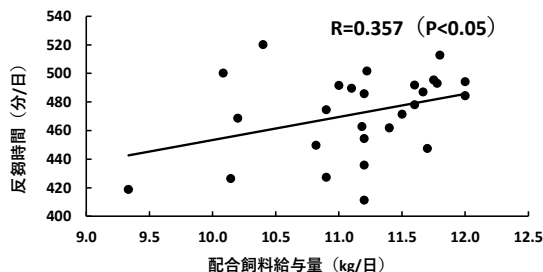
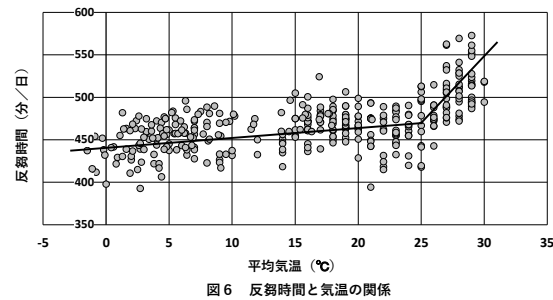
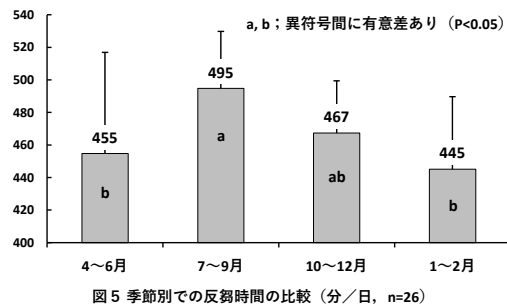


図4 反芻時間と配合飼料給与量との関係 (n=26)

調査③について四半期毎の平均反芻時間を比較すると(図5)、7～9月期の平均反芻時間が1～2月期および4～6月期に比べて有意に長くなった($P<0.05$)。また、気温と反芻時間の関係をみると(図6)、1日の平均気温が25℃以上で反芻時間が長くなる傾向を認めた。気温と反

反芻時間の関係に関する知見は少ないが、本調査に供した乳牛の飼料給与は、暑熱期に当たる7～9月期では嗜好性の良いTMRサイレージでコーンサイレージを代替した他、暑熱ストレスによる採食性低下からスーダン乾草の泌乳牛への給与量をあらかじめ抑制していた（表1）。これら飼料給与の違いが暑熱期の反芻時間に影響したと考えられるが、化学組成および給与量ともにコーンサイレージと同等に設定したTMRサイレージによる代替の影響は小さいと思われ、スーダン乾草の給与量抑制による飼料粗濃比の低下が暑熱期における反芻時間の増加をもたらした可能性が高い。しかしながら、一般には繊維の粗剛性が高い飼料ほど反芻時間は長くなるとされており、先に述べた考察はこの通説と矛盾する。また、本調査結果とは逆に温湿度指数の上昇に伴い反芻時間が低下したことを示す報告¹⁰⁾もあり、環境温度と反芻時間の関係解明には更なるデータの集積が必要である。



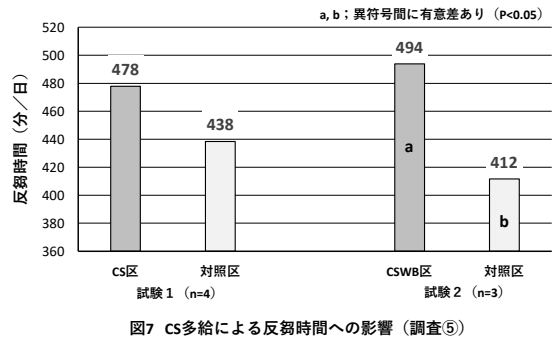
調査④における泌乳初期牛の血液性状と分娩後隔週毎の反芻時間との相関係数を表3に示す。分娩後2週目の反芻時間において、血中グルコースおよび総コレステロール濃度との間に負の、尿素態窒素濃度との間に正の、それぞれ有意な相関が認められた ($P<0.05$)。血中グルコースおよび総コレステロール濃度の増減は、エネルギー摂取に影響を受ける⁶⁾。また、血中尿素態窒素濃度の増減はタンパク質摂取に影響を受ける他、エネルギー摂取不足によるルーメン内での余剰アンモニアの発生で増加する場合もある⁶⁾。本調査において前出の血液成分と反芻時間との間に有意な相関が得られた時期は、いずれも分娩後2週目の乳量増加に応じて配合飼料を増給する時期にあたる。しかしながらこの時期は、乳量の急激な増加で飼料増給によるエネルギー充足が追い付かず、エネルギー不足の血液性状を呈する乳牛がしばしば見受けられる。分娩後初期における乳牛の不安定な栄養状態は、反芻時間にも表される可能性がある。

表3 泌乳初期牛における血液性状と反芻時間の相関係数 (n=20)

項目	分娩後週			
	2週目	4週目	6週目	8週目
グルコース	-0.520*	-0.183	0.094	-0.039
総コレステロール	-0.479*	-0.175	-0.327	-0.022
尿素態窒素	0.506*	-0.017	-0.151	0.228
アルブミン	0.106	0.088	-0.099	0.063
GOT	0.215	-0.033	-0.145	0.405

* 反芻時間との間に有意な相関性あり ($P<0.05$)。

調査⑤で調べたCS多給による反芻時間への影響の結果を図7に示す。CSのみを給与したCS区（試験1）およびCSを乾物比で75%給与したCSWB区（試験2）の反芻時間は、粗濃比50:50の飼料を分離給与した対照区よりも長くなる傾向を示した（試験1； $P=0.053$ ，試験2； $P<0.05$ ）。一方で供試牛の乾物摂取量については、試験1および試験2ともにCS多給区がそれぞれの対照区よりも有意に低く（試験1：CS区8.9kg・対照区18.3kg，試験2：CSWB区15.2kg・対照区19.2kg）、調査①の考察でも述べたとおり採食量の多さが反芻時間を長くするものではないことを



示している。CS 多給で反芻時間が増加した理由は不明だが、サイレージに多く含まれる乳酸がルーメン内 pH を低下させる⁸⁾ことから、同じくルーメン内を酸性化させる配合飼料の給与量と反芻時間との間に正の相関を認めたこととの共通項が浮かび上がる。

以上の結果を基に、乳牛の反芻行動を誘起する作用機序について考察する。本研究では、配合飼料やCSなどのルーメン内易発酵性飼料の多給により反芻時間が増加することを確認した。また、暑熱期の反芻時間が他の時期に比べて増加することも確認したが、暑熱期では残飼の増加を踏まえて粗飼料給与量を抑制したことで給与飼料の粗濃比が低下し(表1)、易発酵性飼料多給の状況にあった。易発酵性飼料の多給はルーメン内を酸性化させるが、反芻時に分泌される唾液中の重炭酸塩はルーメン内 pH を中和する効果がある³⁾ことから、「反芻行動はルーメン内環境の恒常性を維持するための生体反応である」との仮説が導かれる(図8)。しかしながら、一般的には「易発酵性飼料の多給によるルーメン内の酸性化は反芻時間を低下させる⁷⁾」とされており、前出の仮説とは矛盾する。本説の立証には、ルーメン内環境とウシの反芻行動との関連を明らかにする必要がある。



図8 反芻行動を誘起する作用機序(仮説)

【結論】

本研究において、乳牛の反芻時間は、泌乳ステージの進行に伴い減少する一方、暑熱ストレスおよび易発酵性飼料やサイレージの増給で増加することが明らかとなった。こうした反芻時間の増減に影響を及ぼす要因の存在は、反芻行動のモニタリングが乳牛の飼養管理指標として活用できる可能性を示唆するものといえる。また、我々はこれらの事象を基に、反芻行動を誘起するメカニズムについてルーメン内 pH の安定化という化学的要因からのアプローチを試みた。これまで反芻行動の誘起は飼料の物理的要因で論じられることが多かったが³⁾、本研究の結果は飼料物理性以外での要因による作用機序の存在を示唆している。継続的なデータ収集が可能な ICT の活用により、ウシの反芻行動に関する研究の進展が期待される。

【引用文献】

- 1) Clement P, Guatteo R, Delaby L : Journal of dairy science, 97, 6531～6535 (2014)
- 2) 神谷康雄：日本畜産技術士会報, 79, 99～102 (2025)
- 3) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構編：日本飼養標準・乳牛(2017年版), 117～125・144～155, 東京, 中央畜産会(2017)
- 4) 三好志朗:移行期を飼いこなす8つのポイント, 8～44, 東京, デーリィ・ジャパン(2000)
- 5) 農林水産省. 2025. 畜産統計調査(令和6年度) [homepage on the internet, Cited 17 March 2025] Available from URL:[https:// www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/)
- 6) 岡田啓司：生産獣医療システム乳牛編 3, 25～29, 東京, 社団法人農山漁村文化協会(2001)
- 7) 佐々木康之監修(山崎淳・元井菫子著)：反芻動物の栄養生理学, 68～82・393～402, 東京, 社団法人農山漁村文化協会(1998)

- 8) 佐藤正三：TMR の応用と牛群管理，25～37，札幌市， 酪農総合研究所（1998）
- 9) 瀬戸隆弘，赤松裕久，森谷美咲，曾布川亜弓，永井三紀子，佐野文彦：日本畜産学会報，87， 367～371（2016）
- 10) 瀬戸隆弘，鳥羽雄一：家畜診療，69， 151～158（2022）

16 国産飼料による泌乳牛飼養の可能性

畜産研究センター 宮内馨一朗、家木一

【緒言】

日本の酪農は、乳牛の遺伝的改良が進展したことにより1頭当たりの年間生乳生産量が大幅に向上した反面、飼料生産基盤の脆弱さから泌乳能力向上に比例して高栄養の輸入飼料への依存度が高まり、我が国の飼料自給率は25%程度にまで落ち込んでいる⁷⁾。特に2020年以降、ウクライナ情勢等の、世界的な政情不安や急激な円安の進行に伴う穀物市況価格の上昇により輸入飼料価格が急騰し³⁾、国内の酪農家は経営難にあえいでいる。

そこで本研究では、乳牛飼養における輸入飼料依存からの脱却を目指し、自給飼料作物のコーンサイレージ(CS)を主体とする国産飼料のみを給与した場合の乳生産や牛の生理状態に及ぼす影響を調べ、国産飼料による泌乳牛飼養の可能性について検討した。

【材料と方法】

(1) 供試動物の飼養管理と試験処理

本研究では、供試牛に輸入飼料を主体に給与する対照区に対し、CSのみを給与する試験1と、CSに小麦精麦残渣のフスマ(WB)を添加して給与する試験2を、それぞれ実施した。各試験とも、供試牛には日乳量25kg以下の低泌乳牛4頭を用い、タイストールに繋留して試験を行った。なお、試験2では試験期間中に乳房炎を罹患した1頭についてデータから除外した。試験処理は、表1に示す。飼料給与により、泌乳牛用配合飼料、大豆粕およびスーダン乾草からなる対照区に対し、試験1ではCSのみ給与するCS区を、試験2ではCSに原物比10%(乾物比24.3%)のWBを添加するCSWB区をそれぞれ設け、10日間の予備期と4日間の本期を1試験期とするクロスオーバー法により行った。飼料の給与量は、対照区では日本標準・乳牛(農業・食品産業技術総合研究機構2017)に基づく体重の維持と乳生産に要する可消化養分総量(TDN)要求量の100%相当量とし、CS区および

CSWB区では過食による食欲減退の発生を踏まえて原物量40kg/日を上限として、1日3回(6時、11時、16時)に分けて給与した。水および固形塩(ソルトリック、共立製薬)は自由摂取させた。搾乳は1日2回(6時、16時)とした。

(2) 試料の採取と分析

本試験では、乾物、TDNおよび粗タンパク質(CP)の摂取量、乳量、乳成分、体重、および血液性状を測定した。また、試験2ではルーメン内容液のpHを測定した。養分摂取量は、本期中の定時に計測した残飼量を測定して求めた。供試飼料の一般成分は常法¹⁾で分析した。なお、残飼は日量に応じて按分混合したものを1頭につき1点ずつ調整して分析用サンプルに供した。本期中の搾乳は6時と16時にバケットミルカーを用

表1 飼料成分および化学組成

項目	試験1		試験2	
	対照区	CS区	対照区	CSWB区
飼料成分(%DM)				
コーンサイレージ	—	100.0	—	75.7
配合飼料	47.0	—	47.0	—
スーダン乾草	48.3	—	48.3	—
大豆粕	4.7	—	4.7	—
フスマ	—	—	—	24.3
化学組成(%DM)				
TDN	69.7	65.9	69.7	67.4
粗たんぱく質	15.4	7.9	15.4	10.3
粗繊維	20.2	22.5	20.2	20.0

いて行い、乳量の測定と牛乳サンプルの採材は各搾乳時に実施した。乳成分は赤外線自動分析計 (Milko Scan FT3, Foss Electric 社, デンマーク) により脂肪、タンパク質、乳糖および無脂固形分の各含量を分析し、搾乳回ごとの乳量による加重平均を求めて1日あたりの乳成分率とした。体重、血液性状および試験2でのルーメン内容液の採取は本期最終日の朝給餌3時間後に行った。ルーメン内用液のpHは、卓上型pHメータ (F-72, 株式会社堀場製作所, 京都) を用いて測定した。血液は、頸静脈より血清分離材入り採血管に採取した後、速やかに3000rpmで10分間の遠心分離で得られた血清について、グルコース、尿素態窒素 (BUN)、総コレステロール、グルタミン酸-オキサロ酢酸転移酵素 (GOT)、アルブミンおよびカルシウムの各濃度を自動血液生化学分析装置 (DRY-CHEM4000sV, 富士フイルム, 東京) により測定した。

(3) 統計処理

試験で得られた養分摂取量、体重、乳量、乳成分率、血液性状およびルーメン内pHのデータは、飼料を要因とする各処理の平均値の差を対応のあるt検定により解析した。

【結果と考察】

1. CS単独給与の泌乳牛への影響 (試験1)

試験1での養分摂取量 (表2) は、すべての項目でCS区が対照区と比較して有意に減少し ($P<0.05$)、泌乳成績 (表3) についても対照区と比較してCS区の乳量および、乳糖以外の乳成分率が有意に低下した ($P<0.05$)。

体重 (表4) は、対照区と比較してCS区が低い傾向が認められた ($P<0.1$)。血液性状 (表4) は、尿素態窒素 (BUN) 濃度がCS区で対照区よりも大幅に低く ($P<0.05$)、GOTがCS区で高い傾向にあった ($P<0.10$)。

これらの結果から、養分摂取を反映するとされる乳成分率の低下⁴⁾やタンパク質不足を反映する血中BUN濃度の低値⁶⁾、さらにはエネルギー不足による肝機能への負担増大により上昇する場合のある血中GOT濃度の高値を示したことから、CS単独給与では養分摂取不足を示すことが明らかとなり、CS単独給与による乳牛飼養は困難と判断した。

2. CSとWBの混合給与の泌乳牛への影響

試験1の結果を受けて、試験2では、CS主体飼料へのWBの添加による養分摂取の改善効果を検証した。その結果、CSWB区の養分摂取量 (表2) は、対照区よりも有意に低かったものの ($P<0.05$)、試験1でのCS区と対照区との差に比べて試験2ではその差が縮小した。

泌乳成績 (表3) についても、CSWB区の乳量は、対照区よりも有意に低かったが ($P<0.05$)、試験1のCS区での乳量は対照区の約6割であったのに対し、試験2のCSWB区での乳量は対照区の約7割に向上した。また、乳成分率では、CSWB区が対照区よりも有意に低かった成分は無脂固形分率のみであり ($P<0.05$)、試験1で認められた乳成分率の低下はほぼ解消された。なお、減少が認められた無脂固形分率については、ミネラル類の不足が影響したと推察され、CSWB給与においてはミネラル類を補給する必要があると考えられる。

体重についても試験1と同様、国産飼料給与で減少する傾向を示した ($P<0.1$)。血液性状 (表4) ではBUN濃度がCSWB区で対照区よりも有意に低かったものの ($P<0.05$)、試験1で増加の傾向を示したGOT値に対照区との差は見られず、肝機能負荷がWB添加で改善された。なお、試験2ではルーメン内pHについても測定したが、CSWB区が対照区よりも有意に高く ($P<0.05$)、より中性に近い値を示したことから、粗飼料と濃厚飼料の分離給与よりもルーメン内環境が安定する可能性が示唆された。

以上の結果から、CSにWBを添加することにより養分不足が一定程度解消され、乳成分率やウシの肝機能負荷軽減につながることが示された。

表2 養分摂取量

項目	試験1		試験2	
	対照区	CS区	対照区	CSWB区
乾物	18.3±0.3 ^A	8.9±0.5 ^B	19.2±1.3 ^A	15.2±0.7 ^B
TDN	12.7±0.3 ^A	5.9±0.3 ^B	13.8±0.9 ^A	10.2±0.5 ^B
CP	3.4±0.7 ^A	0.7±0.1 ^B	2.8±0.2 ^A	1.63±0.1 ^B

異符号間に有意差あり(A,B:P<0.05)

表3 乳量、乳成分率

項目	試験1		試験2	
	対照区	CS区	対照区	CSWB区
乳量(g/日)	20.1 ^A	12.5 ^B	21.1 ^A	15.1 ^B
乳成分率(%)				
脂肪	4.66 ^A	4.10 ^B	3.79	3.83
タンパク質	3.76 ^A	3.48 ^B	3.45	3.34
乳糖	4.37	4.32	4.41	4.4
無脂固形分	8.84 ^A	8.41 ^B	8.73 ^A	8.35 ^B

異符号間に有意差あり(A,B:P<0.05)

表4 体重、血液性状およびルーメンpH

項目	試験1		試験2	
	対照区	CS区	対照区	CSWB区
体重(kg)	678	641	729	707
血液性状				
グルコース (mg/dl)	62.5	62.3	64.7	66.0
尿素態窒素 (mg/dl)	14.3 ^A	4.05 ^B	15.9 ^A	11.2 ^B
総コレステロール (mg/dl)	175	179	168.0 ^b	189.3 ^a
GOT (IU/l)	64.5	87.5	61.7	69.0
アルブミン (g/dl)	3.6	3.5	3.5	3.6
カルシウム (mg/dl)	8.9	8.7	6.9	8.5
ルーメンpH	—	—	6.3 ^B	6.7 ^A

異符号間に有意差あり(A,B:P<0.05)

3. 国産飼料による泌乳牛飼養における収益への影響

両試験の結果を基に、それぞれの条件下における酪農経営の収益に直結する乳代と飼料費の関係性を試算した結果を表5に示す。なお、購入飼料の単価は令和6年4月時点の愛媛県内での実勢価格を用い、CSの価格は栽培・調製に係る生産費8.58円/原物kg⁵⁾を用いた。試算の結果、乳牛1頭・1日あたりの牛乳収入から飼料費を差し引いた値はCS区で1,407円、CSWB区で1,711円となり、対照区との差額ではCS区で763円/頭・日、CSWB区で1,008円/頭・日であった。いずれの飼料給与においても対照区に比べて差し引き値は向上するとの試算結果であるが、対照区に対して乳量減少幅の小さいCSWB区の方が収益面で有利といえる。

表5 乳代および飼料代の関係性(円/頭・日)

項目	試験1		試験2	
	対照区	CS区	対照区	CS区
乳代	2,814	1,750	2,961	2,119
飼料費	2,170	343	2,258	408
乳代－飼料費	644	1,407	703	1,711

【結論】

以上の研究結果から、CSを主体とした乳牛への飼料給与では、WBなど高栄養のエコフィードを補給することでウシの栄養不足を軽減し、収益面での優位性を高められることが明らかとなり、酪農飼料自給率の向上に向けた議論を深めていく上での貴重な知見になると考える。今後、頻回給餌など養分摂取の向上につながる飼料給与手法を探るとともに、高泌乳牛での適用の是非についても検討を進める必要がある。

【参考文献】

- 1) 阿部亮：新編動物栄養試験法，455～466，東京，養賢堂（2001）
- 2) A.D.Kmicikewycz et al. Effects of corn silage particle size, supplemental hay, and forage-to-concentrate ratio on rumen pH, feed preference, and milk fat profile of dairy cattle. J Dairy Science. 98:4850-4868

- 3) 配合飼料工場渡価格の推移. 農林水産省. 2023. [Cited 8 October] URL: https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/l_tiku_manage/attach/pdf/teki_seinakakakukeisei-7.pdf
- 4) L. Brun-Lafleur , L. Delaby , F. Husson and P. Faverdin . Predicting energy × protein interaction on milk yield and milk composition in dairy cows. J Dairy Science. 93:4128-4143
- 5) 森岡昌子 ら. 2020 . 酪農経営におけるトウモロコシサイレージ多給の経済的効果. 農業経済研究 第 92 巻, 第 1 号, 22-27
- 6) 岡田卓土. 乳牛代謝プロファイルテストによる牛群の健康管理. 牧草と園芸・第 48 巻 第 6 号. 2000. 雪印種苗 (株) 千葉研究牧場.
- 7) 食料需給表令和 5 年度. 農林水産省大臣官房政策課食料安全保障室. 令和 6 年 8 月. [Cited 8 October]
URL: <https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/attach/pdf/index-26.pdf>

【緒言】

近年の飼料価格の高止まりや枝肉価格の下落傾向から、肉用牛経営は深刻な状況にあり、発育性向上、飼料費節減等の経営改善策が必須となっている。

愛媛県の黒毛和種ブランドである愛媛あかね和牛は、全国平均約 29 カ月齢の出荷月齢を 27 カ月齢以下と定めており、若齢肥育による牛舎回転率の向上、飼料費節減による経営改善に取り組んでいる。

若齢肥育による経営改善には、肥育期間のみならず、哺育及び育成期間での良好な発育性が必要となってくるが、当該期間は免疫力が低く疾病に罹患しやすい上、離乳や去勢等、種々のストレス要因があり発育が停滞しがちであるため、簡易な改善策が求められている。

甘草は、医薬品や食品添加物の原材料として用いられており、主成分のグリチルリチン酸には、解毒作用や抗炎症作用が知られている¹⁾。また、畜産分野でも、甘草給与による発育性向上²⁾や腸内細菌叢の *Bacteroides* 菌群の割合が増加等の報告³⁾がある。

甘草は原料のほぼ全量を輸入に依存している⁴⁾中、県内には甘草生産農家があり、今後生産拡大を図る中で、畜産分野への利用を検討している。

今回、当センター繋養の愛媛あかね和牛哺育牛及び育成牛に甘草を給与し、発育性等を調査することで給与効果及び畜産分野での活用を検討した。

【材料及び方法】

試験 1、試験 2 共に県内で生産された甘草根部を乾燥後粉碎し、粉末状にしたものを供試した。

試験 1 哺育期への甘草粉末給与試験

当センター生産の黒毛和種子牛 13 頭を用いた。誕生後、分娩房での母子 1 組の管理から、母子数組の群管理に移行する前後 20 日間を試験期間とし、高給与区（甘草粉末 0.2g/kg 給与：雄 2 頭、雌 2 頭）、低給与区（同 0.1g/kg：雄 2 頭、雌 3 頭）、無給与区（甘草粉末無給与：雄 2 頭、雌 2 頭）の 3 区に区分けした。両給与区においては給与量に応じた甘草粉末を生理食塩水で 5 倍希釈し経口給与、無給与区は低給与区と同量の生理食塩水のみを経口給与した。その他の飼養管理は、センター常法とした。

調査項目は、試験期間内の発育性（体重、増体量、DG）、血液生化学検査及び血中成長因子濃度（GH、IGF-1）とし、得られたデータについては、統計解析ソフト Statcel Ver. 4（（有）オーエムエス出版, 所沢市）を用いて実施した。

試験 2 育成期への甘草粉末給与試験

約 5 カ月齢の黒毛和種子牛 7 頭を用いた。5 カ月齢から 8 カ月齢までを試験期間とし、給与区（甘草粉末 0.2g/kg 給与：4 頭）、無給与区（甘草粉末無給与：3 頭）に区分けした。給与区においては給与量に応じた甘草粉末を飼料表面に振りかけて給与した。飼養管理はセンター常法とした。調査項目は、体重、血液生化学検査及び血中成長因子濃度（GH、IGF-1）とし、得られたデータについては、統計解析ソフト Statcel Ver. 4（（有）オーエムエス出版, 所沢市）を用いた。

【結果】

試験1 哺育期への甘草粉末給与試験

供試牛の試験開始日齢は、無給与区で平均 23.0 日齢、高給与区で平均 30.3 日齢、低給与区で平均 25.4 日齢であった。

発育性では、区間差はないものの、無給与区と比較して高給与区と低給与区の増体量及び DG が高かった(表 1)。血液生化学検査では、全ての項目において区間差はなかった。期間差では高給与区で GLU の低下及び ALB の上昇、無給与区で ALB の上昇及び GGT の低下がみられた(表 2)。血中成長因子濃度では、GH 及び IGF-1 共に区間差及び期間差はなかったが、試験前後で無給与区の GH 濃度が低下したのに対し、高給与区及び低給与区の GH 濃度は上昇した(図 1)。IGF-1 濃度は両給与区及び無給与区共に減少した(図 2)。

表1 発育性

試験区	体重 (kg)						増体量 (kg)			DG (kg/日)		
	開始時			終了時								
無給与区	63.3	±	4.87	73.4	±	4.34	10.1	±	1.76	0.53	±	0.09
高給与区	67.8	±	9.27	83.1	±	9.59	15.4	±	4.06	0.80	±	0.21
低給与区	52.0	±	1.60	65.9	±	1.62	13.9	±	2.16	0.72	±	0.11

1) 数値は平均値±標準誤差

表2 血液生化学検査

項目	試験区	開始時		終了時	
GLU (mg/dl)	無給与区	106.0	± 7.13	101.0	± 7.84
	高給与区	107.0	± 1.35 ^A	98.0	± 1.41 ^B
	低給与区	102.6	± 4.27	89.2	± 8.08
T-CHO (mg/dl)	無給与区	113.5	± 23.2	133.8	± 22.8
	高給与区	108.5	± 17.4	95.0	± 4.10
	低給与区	102.6	± 13.1	92.6	± 7.01
ALB (g/dl)	無給与区	3.08	± 0.24 ^A	3.40	± 0.11 ^B
	高給与区	3.10	± 0.27 ^A	3.25	± 0.13 ^B
	低給与区	3.20	± 0.13	2.90	± 0.19
BUN (mg/dl)	無給与区	13.7	± 1.34	9.68	± 1.62
	高給与区	13.0	± 0.92	11.9	± 0.87
	低給与区	15.3	± 2.89	10.3	± 1.22
GGT (U/I)	無給与区	95.5	± 32.4 ^a	29.8	± 5.11 ^b
	高給与区	66.0	± 23.6	24.5	± 2.53
	低給与区	88.6	± 25.3	40.0	± 11.2
GOT/AST (U/I)	無給与区	40.3	± 4.85	45.8	± 5.38
	高給与区	40.5	± 4.33	37.5	± 2.33
	低給与区	44.2	± 3.54	43.0	± 4.24

1) 数値は平均値±標準誤差

2) a, b : 異符号間に有意差あり (p<0.05)

3) A, B : 異符号間に有意差あり (p<0.01)

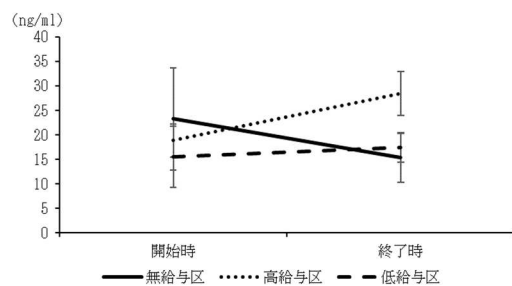


図1 期間中のGH濃度

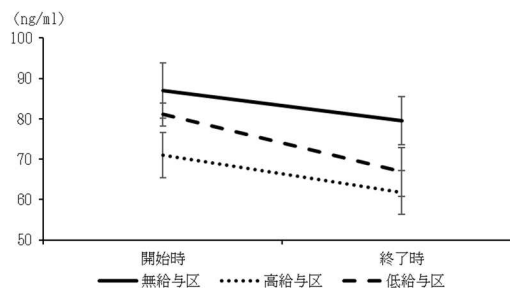


図2 期間内のIGF-1濃度

試験2 育成期への甘草粉末給与試験

発育性では区間差はなかったが、両区共に全期間日本飼養標準・肉用牛（2022年版）黒毛和種雌牛の体重⁵⁾の発育上限値より高く推移した（図3）。血液生化学検査では、8カ月齢時、給与区のGGTが高かった。他の項目の区間差及び期間差はなかった（表3）。血中成長因子濃度では、GH濃度に区間差及び期間差はなかった（図5）。IGF-1濃度は、試験開始時の5カ月齢で無給与区が有意に高い値を示した。他の区間差はなかった（図6）。

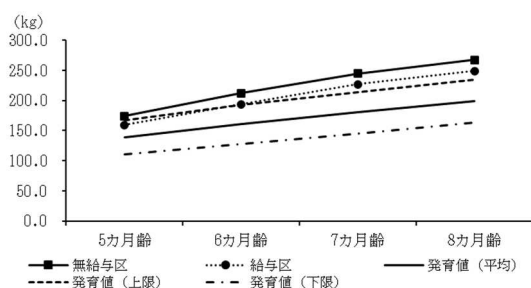


図3 体重推移

表3 血液生化学検査

項目	試験区	月齢（カ月齢）							
		5		6		7		8	
GLU (mg/dl)	無給与区	84.7	± 2.33	87.7	± 2.73	80.7	± 3.84	78.0	± 5.86
	給与区	94.3	± 4.70	91.5	± 2.06	85.0	± 4.45	75.8	± 4.21
T-CHO (mg/dl)	無給与区	98.0	± 6.03	104.0	± 1.53	77.0	± 20.66	96.7	± 18.5
	給与区	83.8	± 8.78	79.5	± 8.67	93.8	± 2.59	123.8	± 22.1
ALB (g/dl)	無給与区	2.83	± 0.03	3.07	± 0.07	3.07	± 0.29	3.03	± 0.20
	給与区	3.05	± 0.09	3.10	± 0.07	3.13	± 0.11	3.25	± 0.10
BUN (mg/dl)	無給与区	9.47	± 2.35	9.67	± 1.16	10.7	± 2.31	14.1	± 2.03
	給与区	10.1	± 1.19	11.2	± 0.63	12.1	± 1.48	11.9	± 1.17
GGT (U/I)	無給与区	17.7	± 2.91	25.7	± 12.7	25.3	± 6.57	14.3	± 1.86 ^a
	給与区	22.0	± 2.42	18.8	± 1.89	19.3	± 1.31	19.8	± 1.11 ^b
GOT/AST (U/I)	無給与区	62.7	± 2.33	79.3	± 20.3	61.0	± 2.08	55.3	± 0.88
	給与区	101.0	± 36.1	58.0	± 2.80	54.8	± 3.79	51.0	± 9.60

1) 数値は平均値±標準誤差

2) a, b : 異符号間に有意差あり (p<0.05)

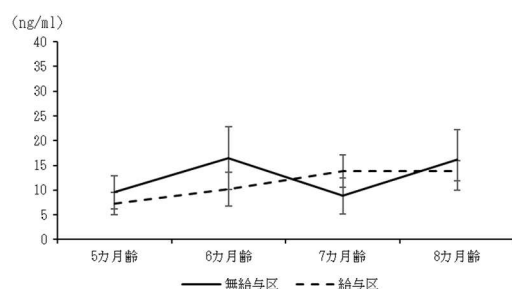


図4 期間中のGH濃度

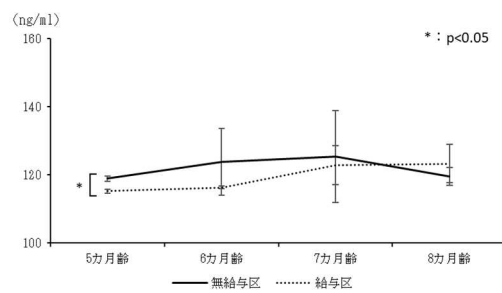


図5 期間中のIGF-1濃度

【まとめ】

哺育期に甘草を給与すると、給与期間内の増体量及び DG が高いこと、GH 濃度の上昇がみられたことから、甘草給与による発育性向上が認められた。

子牛に摂取された人工乳は反芻胃内で揮発性脂肪酸 (VFA) となり、これを吸収してエネルギー源とする⁶⁾。乳牛では甘草給与による肝機能改善効果が示唆されており⁷⁾、本試験においても、エネルギー生産のために肝臓で行われる糖新生などの消化吸收過程が改善された可能性がある。今回、単飼から群飼に移行する前後 20 日間給与した。群飼育に移行すると群編成による社会的順位付けの決定が行われるなど、新しい環境下に移動した場合、多くのストレスからエネルギーの消費が高まるとされている⁶⁾が、本試験では高給与区及び低給与区の増体量及び DG が高いことから、甘草給与により、肝臓機能改善が図られ、群飼に移行した際の損耗が抑えられたと考えた。

血液生化学では、一部の項目に期間差があったが、甘草給与との関連性は低いと考えられた。

田崎ら (2015) は、体重等の体尺値、DG 及び IGF-1 濃度に関して甘草給与区で高い値がみられたこと、また、GH 濃度が有意に上昇したと報告しており、本試験でも甘草給与区で増体量及び DG が高かったが、IGF-1 濃度は低下した。これは、原材料のグリチルリチン酸濃度が違うのも要因の一つと考えられる。

これらのことから、哺育期の和牛子牛に県内産甘草を給与することで、哺育期の発育性向上が期待できることが示唆された。また、本試験の成績から、哺育期に給与するグリチルリチン酸濃度の検討も必要と考えられた。

育成期では、体重に差がなかったこと、血液生化学で 8 カ月齢の GGT に区間差がみられたが、他項目では差はみられなかったこと、また、GH 濃度及び IGF-1 濃度に差がなかったことから、甘草給与による発育性向上効果が確認できなかった。

離乳前の子牛は、単胃動物と同じ消化機能を持っているが⁸⁾、5～6 か月齢の育成期では複胃の発達時期により、哺育期と同様の給与量では、効果が低減された可能性があると考えた。

血液生化学検査では、GGT に区間差がみられたが、臨床所見はみられず、究明には至らなかった。

これらのことから、育成期では甘草給与により発育性向上がみられず、育成期に発育性を向上させるためには、甘草の給与量について検討が必要と考えられた。

以上、本試験の結果より、若齢肥育の重要な管理時期にあたる哺育牛では甘草給与による発育性向上の有効性が示唆されたことから、畜産分野での県内産甘草の新たな活用が可能と考えられた。また、管理上、損耗が予想される離乳等の時期に甘草を給与することで、発育性低下を軽減できることも示唆された。

【参考文献】

- 1) 扇谷陽子ら：札幌市衛生研究所年報，28，58-63（2001）
- 2) 田崎駿平ら：日本暖地畜産学会報，58，233-238（2015）
- 3) 笹木教隆ら：福井県畜産試験場研究報告，34，8-11，（2021）
- 4) 山本豊ら：生薬学雑誌，79，18-62，（2025）
- 5) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構編：日本飼養標準・肉用牛（2022 年版），258-259，東京，中央畜産会（2023）
- 6) 家畜感染症学会編：子牛の科学 胎児期から出生，育成期まで，128，199，チクサン出版社（2011）
- 7) 池田伸二、佐藤賢志：帯広畜産大学特別研究報告，26，21-24，（2012）
- 8) 大場真人：産業動物臨床医学雑誌，3，161-168（2011）

【緒言】

豚肉における筋肉内脂肪含量は、外観の脂肪交雑と深く関係し、脂肪交雑の向上は消費者の嗜好性を向上させる²⁾。国内の豚肉生産においても、脂肪交雑の多い高品質な豚肉が銘柄豚として数多く流通しており、脂肪交雑の向上は豚肉の高品質化、高付加価値化に重要である。

本県が開発した銘柄豚である愛媛甘とろ豚（LWY 種）においても、脂肪交雑を高めた霜降り肉を生産するため、飼料中の粗たんぱく質（CP）及びリジン含量（Lys）を低下させた専用飼料を給与している。一方、リジン含量が不足することで発育が遅延することも報告されており⁷⁾、愛媛甘とろ豚の出荷日齢は約 220 日齢と一般豚と比較し 1 か月以上長い。また、近年の配合飼料価格等の高騰及び高止まりも影響し、長期飼育は生産農家の負担となっている。

近年、飼料中のリジン/粗タンパク質（Lys/CP）比を低く抑えることで発育性を低下させず、脂肪交雑を高めるとされるアミノ酸比率法⁴⁾が確立され、愛媛甘とろ豚生産においてもアミノ酸比率法を用いることで脂肪交雑を維持したまま、発育が向上することを確認した（令和 5 年度愛媛県畜産関係業績発表にて報告）。しかし、アミノ酸比率法では飼料中の CP 含量を高くするため、付随して飼料価格も高価になることから、飼料コスト削減の観点から愛媛甘とろ豚生産に適した Lys/CP 比の検討が必要である。

そこで本研究では、飼料中の CP 含量を中程度⁵⁾に抑えた専用飼料を用い、愛媛甘とろ豚の発育、枝肉形質、肉質に及ぼす影響を調べた。

【材料と方法】

（1）供試豚の管理と飼料および試験区の設定

供試豚は、当センターで生産した三元交雑種（LWY 種）15 頭（3 腹）を性と平均体重ができるだけ同じになるよう各区 5 頭（雌 3 頭、去勢雄 2 頭）ずつ、給与飼料によって次の 3 区に振り分けた。対照区は、既報（令和 5 年度愛媛県畜産関係業績発表）にて

慣行飼料（CP11.2%、Lys0.41%、Lys/CP 比 0.037）と比較し、発育性が良好であった飼料（CP14.0%、Lys0.48%、Lys/CP 比 0.034）を給与した。試験区の飼料は、ガイドライン⁵⁾を参考に中 CP と低め Lys の組合せで設計し、試験区 1（CP12.0%、Lys0.44%、Lys/CP 比 0.037）、試験区 2（CP13.0%、Lys0.48%、Lys/CP 比 0.037）とした。各試験飼料の配合割合は表 1 に示し、飼料の成分組成は表 2 に示した。なお、飼料の製造は飼料メーカーに、製造後の成分分析（CP および Lys）は一般財団法人日本食品分析センターに依頼した。

各飼料の給与は、平均体重約 60kg から開始し、体重約 110kg を目安にと畜した。豚

表1 供試飼料の配合割合

	対照区	試験区1	試験区2
配合割合 (%)			
とうもろこし	51.2	54.2	53.5
大麦	1.0	1.0	1.0
はだか麦	5.0	5.0	5.0
米（精白米もしくは玄米）	10.0	10.0	10.0
ふすま	4.3	2.7	2.0
米ぬか	-	5.0	5.0
なたね油かす	10.2	7.2	4.0
ごま油かす	6.8	3.2	7.8
炭酸カルシウム	0.8	1.2	1.0
食塩	0.3	0.3	0.3
菓子屑	10.0	10.0	10.0
プレミックス、他	0.2	0.2	0.3
合計	100	100	100

表2 供試飼料の成分組成

	項目	対照区	試験区1	試験区2
設計値	TDN (%)	77.1	77.4	77.2
	CP (%)	14.0	12.0	13.0
	Lys (%)	0.48	0.44	0.48
	Lys/CP比	0.034	0.037	0.037
分析値	CP (%)	14.2	12.4	13.3
	Lys (%)	0.46	0.46	0.50
	Lys/CP比	0.033	0.037	0.038

は1.82m×12.36mのコンクリート床(一部スノコ仕様)運動場付豚房に5頭ずつ入れて群飼し、飼料は不断給餌、給水は自由飲水とし、ワクチン接種その他の管理は、当センターの慣行に従った。

(2) 調査項目及び調査方法

1) 発育成績

試験開始体重は試験開始当日、試験終了体重は出荷日に測定した。一日平均増体量(以下DG)は、各豚の試験開始体重と試験終了時体重および肥育期間から算出した。さらに、豚房ごとの総飼料摂取量と総増体量から飼料要求率を算出した。

2) 枝肉成績

豚は県外の食肉処理場においてと畜し、枝肉重量は食肉処理場の測定値を用い、背脂肪厚は日本食肉格付協会による測定値を使用した。枝肉歩留まりは出荷時体重と枝肉重量から算出した。なお、採材の都合上4頭(雌2頭、去勢雄2頭)のデータとした。

3) 肉質成績

と畜5日後に胸最長筋(ロース芯)と皮下脂肪内層を分析に供した。肉質評価は、胸最長筋におけるロース芯面積、肉色、水分含量、粗脂肪含量、加圧保水性、加熱損失、剪断力価、および皮下脂肪内層の脂肪色、脂肪融点、脂肪酸組成を測定した。ロース芯面積は、胸最長筋をトレース後、プランニメーター(PLANIX 10S, タマヤ計測システム, 東京)を用いて面積を測定した。肉色および脂肪色は、ポークカラースタンドアードおよびポークファットスタンダード(日本ハム・ソーセイジ工業協同組合)により当センター職員が目視で評価した。水分含量は、約3gの肉塊をアルミカップで105℃24時間加熱乾燥させ、加熱乾燥前後の重量差により算出した。粗脂肪含量は、ジエチルエーテルを用いたソックスレー抽出法により測定した。加圧保水性は、加圧ろ紙法により肉片面積と肉汁面積から算出した。加熱損失は、胸最長筋を2×2×6cmになるよう切断し、70℃の温湯で1時間加温し、流水中で30分間冷却後、加温前後の重量差により算出した。剪断力価は、加熱損失後のサンプルを筋線維に対して垂直断面が1×1cmになるように切断し、Warner-Bratzler測定用アタッチメントを用いたレオメーター(CR-500DX, サン科学, 東京)により1サンプルにつき5回測定した結果の最大値と最小値を除いた平均値を剪断力価値とした。脂肪融点は、皮下脂肪内層を細断して105℃3時間で抽出した脂肪を用いて上昇融点法で測定した。1サンプルにつき5回測定した結果の最大値と最小値を除いた平均値を脂肪融点値とした。脂肪酸組成は、クロロホルム・メタノール(2:1)混液で抽出後、脂肪酸メチル化キット(06482-04, ナカライテスク, 京都)でメチルエステル化、メチル化脂肪酸精製キット(06483-94, ナカライテスク, 京都)で精製し、ガスクロマトグラフィー(GC-2025, 島津製作所, 京都)で測定した。測定条件は、注入口温度を220℃、検出器温度を250℃とした。オープン温度は150℃で3分保持、150℃から180℃まで2℃/分、180℃から230℃まで4℃/分で昇温、230℃で5分保持とした。また、カラムにはキャピラリーGCカラム(7KG-G033-10, 0.25mm i.d. ×60m, df=0.25 μm, Phenomenex, USA)、検出器には水素炎イオン化検出器、キャリアガスにはヘリウムガスを使用した。C14:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3の各脂肪酸を同定し、これらの合計を100%としてそれぞれ百分率で表した。なお、採材の都合上4頭(雌2頭、去勢雄2頭)のデータとした。

(3) 統計処理

統計解析にはRのGUIパッケージであるR Commander(R version 4.5.0, R Commander version 2.9.5)を用いた。各区のデータについてShapiro-Wilk検定により正規性を、Levene検定により等分散性を検討した。Shapiro-Wilk検定で正規性が認められた項目については飼料3水準を要因とした一元配置分散分析を、正規性が認められなかった項目についてはノンパラメトリック検定(Kruskal-Wallis検定)を用いた。危険率が $P < 0.05$ の場合、有意であると見

なし、 $0.05 \leq P < 0.10$ の場合、傾向があると見なした。各区間の平均値の差は Tukey-Kramer の方法による多重比較で検定した。

【結果と考察】

1. 発育成績

発育成績を表3に示す。各項目で有意な差は認められなかったものの、DGと飼料要求率について、試験区2 (CP13%)、試験区1 (CP12%)、対照区 (CP14%) の順で良好であった。また、今回の結果から試算した肥育期間中 (生体重

表3 発育成績

項目	対照区	試験区1	試験区2
試験開始体重 (kg)	62.6 ± 4.0	64.0 ± 3.6	62.8 ± 5.7
試験終了体重 (kg)	109.4 ± 2.7	114.2 ± 7.2	114.0 ± 8.8
肥育期間 (日)	65.3 ± 13.2	63.4 ± 13.6	63.8 ± 15.2
DG (kg/日)	0.78 ± 0.11	0.80 ± 0.06	0.83 ± 0.12
総増体量 (kg)	234.0	251.2	255.8
総飼料摂取量 (kg)	918.6	900.7	902.9
飼料要求率 (kg)	3.9	3.6	3.5
平均値 ± 標準偏差			

よび飼料分析値から算出した1日当たりのCPとLysの摂取量は、対照区で399.6gと13g、試験区1で352gと13g、試験区2で376gと14.2gであった。日本飼養標準に示される1日当たりのCPとLysの要求量は、期待増体日量0.8kgで373.6gと16.3gであることから、期待増体日量0.8kgに対するCPとLysの充足率は対照区で106%と79%、試験区1で94%と79%、試験区2で100%と87%となった。野口ら⁶⁾は、飼料中のCP含量が要求量を上回っていても第1制限アミノ酸であるリジンが要求量を下回っている場合は増体量が低下し、飼料要求率が高くなることを報告しており、飼料中のCP含量が最も高かった対照区においても同様の傾向が認められ、飼料中のCPを最大限活かし切れていないといえる。

2. 枝肉成績および肉質成績

枝肉成績を表4に、肉質成績を表5に示す。枝肉成績について、枝肉重量や枝肉歩留、背脂肪厚に有意な差は見られなかった。肉質成績について、胸最長筋のロース芯面積、肉色、水分含量、粗脂肪含量、加熱損失、剪断力価および皮下脂肪内層の脂肪色、脂肪融点、脂肪酸組成に有意な差は見られなかった。加圧保水性は対照区に比べ試験区1で高い傾向を示した ($P=0.053$)。一般的に保水性が向上すればドリップロス

表4 枝肉成績

項目	対照区	試験区1	試験区2
枝肉重量 (kg)	69.4 ± 2.1	71.3 ± 3.0	71.7 ± 4.2
枝肉歩留 (%)	63.3 ± 1.5	64.1 ± 1.6	64.6 ± 1.2
背脂肪厚 (cm)	2.5 ± 0.1	3.1 ± 0.5	2.8 ± 0.4
平均値 ± 標準偏差			

減少するが⁴⁾、今回の結果とは一致しなかった。また、粗脂肪含量について、試験区2、試験区1、対照区の順で高くなっており、Cannataら¹⁾は、粗脂肪含量 (脂肪交雑) が向上するとドリップロスが減少したと報告しているが、Watanabeら⁸⁾は、粗脂肪含量は保水性と有意な相関はなく、pHが豚肉の保水性に影響を与える最も重要な要因の1つであると結論付けており、今後、pH値の測定も含めた更なるデータ集積が必要である。今回、皮下脂肪内層の脂肪酸組成において有意な差は見られなかったが、試験区1および試験区2の飼料において、CP調整および飼料コスト削減を目的に米ぬかを5%配合しており、植物性油かす類 (米ぬか、なたね油かす、ごま油かす) の配合率が異なっている。リノール酸などの多価不飽和脂肪酸は豚の体脂肪に蓄積されやすく、飼料内容に敏感に影響を受けると言われており³⁾、飼料中の粗脂肪含量および脂肪酸組成との関係にも今後注視する必要があると考える。

表5 肉質成績

項 目		対照区	試験区1	試験区2
胸最長筋				
ロース芯面積	cm ²	24.50 ± 1.01	24.50 ± 0.87	23.95 ± 1.75
肉色		3.50 ± 0.50	4.25 ± 0.25	3.25 ± 0.25
水分含量	%	73.16 ± 0.51	73.91 ± 0.34	72.80 ± 0.83
粗脂肪含量	%	4.04 ± 0.17	4.27 ± 0.99	4.94 ± 0.54
加圧保水性	%	79.37 ± 1.51	83.79 ± 0.58	82.86 ± 1.12
加熱損失	%	28.32 ± 0.54	29.10 ± 0.50	29.77 ± 0.72
剪断力価	kg/cm ²	3.60 ± 0.72	4.52 ± 0.75	4.16 ± 0.63
皮下脂肪内層				
脂肪色		1	1	1
脂肪融点	°C	34.91 ± 1.92	37.48 ± 2.24	38.25 ± 1.32
脂肪酸組成	%			
C14:0(ミリスチン酸)		1.18 ± 0.05	1.06 ± 0.08	1.04 ± 0.05
C16:0(パルミチン酸)		20.14 ± 0.50	19.03 ± 0.76	19.60 ± 0.50
C16:1(パルミトレイン酸)		2.01 ± 0.07	2.05 ± 0.21	1.90 ± 0.11
C18:0(ステアリン酸)		11.20 ± 0.35	11.18 ± 0.26	11.95 ± 0.20
C18:1(オレイン酸)		46.71 ± 0.66	47.21 ± 1.00	46.95 ± 0.58
C18:2(リノール酸)		17.44 ± 0.51	18.10 ± 0.73	17.31 ± 0.23
C18:3(α-リノレン酸)		1.32 ± 0.06	1.38 ± 0.06	1.24 ± 0.04
飽和脂肪酸	%	32.52 ± 0.81	31.27 ± 0.83	32.59 ± 0.71
一価不飽和脂肪酸	%	48.72 ± 0.62	49.26 ± 0.84	48.85 ± 0.52
多価不飽和脂肪酸	%	18.76 ± 0.56	19.47 ± 0.79	18.55 ± 0.25

平均±標準偏差

異符号間で有意な傾向あり(a,b; P=0.053)

3. 愛媛甘とろ豚肉品質基準への適否判定

愛媛甘とろ豚については、消費者の信頼と評価を高めるため、肉質基準を取扱要領に定めている。愛媛甘とろ豚肉品質基準と該当する肉質項目の結果を表6に示す。今回の結果において、加圧保水性で対照区が、剪断力価で対照区、試験区1、試験区2、脂肪融点で試験区2が基準を満たさない結果となった。愛媛甘とろ豚生産において、中CPと低めLysの組合せでも脂肪交雑を維持したまま、生産性が向上することを確認したが、肉質基準への適合に課題が残る結果となり、更なるデータ集積と検証が必要である。

表6 愛媛甘とろ豚肉品質基準値への適否判定

項 目		品質基準値	対照区	試験区1	試験区2
胸最長筋					
ロース芯面積	cm ²	21cm ² 以上	24.50 ± 1.01	24.50 ± 0.87	23.95 ± 1.75
粗脂肪含量	%	4.0%以上	4.04 ± 0.17	4.27 ± 0.99	4.94 ± 0.54
加圧保水性	%	80%以上	79.37 ± 1.51	否 83.79 ± 0.58	82.86 ± 1.12
剪断力価	kg/cm ²	3.5kg/cm ² 以内	3.60 ± 0.72	否 4.52 ± 0.75	4.16 ± 0.63 否
皮下脂肪内層					
脂肪融点	°C	38°C以内	34.91 ± 1.92	37.48 ± 2.24	38.25 ± 1.32 否
脂肪酸組成	%				
C18:1(オレイン酸)		43%以上	46.71 ± 0.66	47.21 ± 1.00	46.95 ± 0.58

平均±標準偏差

【結論】

本研究において、ガイドライン⁵⁾で推奨される中Lys/高CP(0.56/16.9)比(0.033)まで下げずとも、低めリジン/中CP比(0.037)でも脂肪交雑の維持と生産性向上が認められた。愛媛甘とろ豚は止め雄として、元々脂肪がつきやすいとされる中ヨークシャー種を使用していることもあり、愛媛甘とろ豚生産でアミノ酸比率法を活用する場合、飼料コストなどの経済性も考慮し、中CPと低めLysの組合せ(Lys/CP比0.037)が有用であると考え。しかしながら、肉質基準への適合に課題が残ることから、専用飼料におけるアミノ酸比率法実装に向け、引き続き検証を重ねていく。

【引用文献】

- 1) Cannata ら : Meat Science 85, 428-434 (2010)
- 2) Font-i-Furnols ら : Meat Science 91, 448-453 (2012)
- 3) 入江正和ら : 畜産の研究 43 (8), 403-406 (2008)
- 4) 前田恵助ら : 日本養豚学会誌, 56 (2), 33~48 (2019)
- 5) 日本中央競馬会 : 豚肉における脂肪交雑向上のための飼料技術のガイドライン (アミノ酸比率法の導入) , 2, (2023)
- 6) 野口剛, 宮部真理子 : 農業施設学会誌, 42 (4), 162~170 (2012)
- 7) 大津雪子ら : 静岡畜技研中小研セ研報, 2, 15-21 (2009-02)
- 8) Watanabe ら : Asian-Australas J Animai Science 31 (6), 914-918 (2018)

1 緒言

県内で生産される鶏卵は、主に鶏卵自動選別包装施設 (GP) センター、荷受業者、加工業者、小売店、外食店等を通じて消費者に届けられており¹⁾、GP センターでの品質管理により、鶏卵の品質が保持されている。一方、養鶏農家は、配合飼料価格高止まりと低調の卵価により厳しい経営環境が続いており²⁾、生産コスト上昇分を小売価格に転嫁するためには、GP センターを介さない直接販売など新たな販売ルートの構築が必要となるが、GP センターと同様の品質管理を行うには、多額の設備投資を要する。そこで、鮮度保持や卵殻除菌等の品質管理に対して、内部的 (抗酸化資材: 米糠、ビタミン E (以下、VE) 給与) アプローチと外部的 (二酸化炭素、紫外線) アプローチにより、簡易な鶏卵品質保持技術を検討した。

2 材料及び方法

試験 1、2: 抗酸化資材給与試験

(1) 供試鶏

試験 1: 産卵中期以降の白色卵鶏及び褐色卵鶏 (386~413 日齢)

試験 2: 産卵中期以降の白色卵鶏及び褐色卵鶏 (646~687 日齢)

*各区 10 羽×6 試験区×2 反復×2 鶏種=240 羽

(2) 供試飼料及び試験区設定

基礎飼料として、タンパク質 (CP) 含量 17% 以上、代謝エネルギー (ME) 2,850 kcal/kg 以上、VE 濃度 15 mg/kg の採卵成鶏用飼料 (市販飼料) を用い、米糠を 10% 添加した区を対照区とし、米糠 10% 添加に加え、ビタミン E100 (ナショナル商事株式会社、東京) を添加し、飼料中 VE 濃度 60 mg/kg に調整した VE60 区、飼料中 VE 濃度 70 mg/kg に調整した VE70 区、飼料中 VE 濃度 80 mg/kg に調整した VE80 区、飼料中 VE 濃度 90 mg/kg に調整した VE90 区、飼料中 VE 濃度 100 mg/kg に調整した VE100 区の計 6 区を設定した。

(3) 調査項目

調査項目は、HU とした。採卵後、30℃ に設定したライトスペック恒温器 (エスペック株式会社、大阪) 内で試験 1 では 3 日間、試験 2 では 5 日間保存後、卵質測定装置 DET-6500 (株式会社ナベル、京都) を用いて測定した。

(4) 飼養条件

低床開放鶏舎で、飲水はニップルドリンカーによる自由飲水、飼料は不断給餌とした。また、光線管理は 1 日 16 時間を明時間とした。

(5) 統計処理

試験 1: 全ての項目で一元配置分散分析法を実施し、差の見られた項目については、Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行った。また、鶏種間比較は、対応のない t 検定で行った。

試験 2: 試験開始前後の項目で対応のない t 検定を行った。

試験 3: 抗酸化資材給与試験

(1) 供試鶏

産卵中期以降の白色卵鶏及び褐色卵鶏 (373~540 日齢)

各区 20 羽×4 試験区×3 反復×2 鶏種=480 羽

(2) 供試飼料及び試験区設定

基礎飼料として、タンパク質 (CP) 含量 17% 以上、代謝エネルギー (ME) 2,850 kcal/kg 以上、VE 濃

度 13mg/kg の採卵成鶏用飼料（市販飼料）を用い、米糠を 10% 添加した区を対照区とし、米糠 10% 添加に加え、ビタミン E100（ナショナル商事株式会社、東京）を添加し、飼料中 VE 濃度 60mg/kg に調整した VE60 区、飼料中 VE 濃度 70mg/kg に調整した VE70 区、飼料中 VE 濃度 80mg/kg に調整した VE80 区の計 4 区を設定した。

（3） 調査項目

調査項目は、HU とした。採卵後、25℃ に設定したライトスペック恒温器（エスペック株式会社、大阪）内で 14 日間保存後、卵質測定装置 DET-6500（株式会社ナベル、京都）を用いて測定した。

（4） 飼養条件

低床開放鶏舎で、飲水はニップルドリンカーによる自由飲水、飼料は不断給餌とした。また、光線管理は 1 日 16 時間を明時間とした。

（5） 統計処理

全ての項目で一元配置分散分析法を実施し、差の見られた項目については、Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行った。また、鶏種間比較は、対応のない t 検定を行った。

二酸化炭素鮮度保持試験

（1） 供試卵

褐色卵鶏（産卵後期）から生産された鶏卵 各区 12 個×3 試験区=36 個

（2） 試験区設定

無処理保存した区を対照区とし、二酸化炭素 10% 濃度下で 3 日間保存処理した 3 日間区、二酸化炭素 10% 濃度下で 5 日間保存処理した 5 日間区の計 3 区を設定した。

（3） 処理方法

二酸化炭素処理は、採卵から 1 時間経過した各 12 個の供試卵をアネロパック角ジャー（三菱ガス化学株式会社、東京）内にアネロパック・ケンキ 10%（三菱ガス化学株式会社、東京）と同封密封し、25℃ に設定したライトスペック恒温器（エスペック株式会社、大阪）内に静置した。また、二酸化炭素濃度を保つため、アネロパック・ケンキ 10%（三菱ガス化学株式会社、東京）を 24 時間毎に交換した。二酸化炭素処理後、25℃ に設定したライトスペック恒温器（エスペック株式会社、大阪）内で採卵から 14 日目まで保存した。

（4） 調査項目

調査項目は、HU、卵重減少率とし、卵質測定装置 DET-6500（株式会社ナベル、京都）を用いて測定した。

（5） 統計処理

全ての項目で一元配置分散分析法を実施し、差の見られた項目については、Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行った。

紫外線卵殻除菌試験

（1） 供試卵

褐色卵鶏（産卵後期）から生産された鶏卵 各区 5 個×3 試験区×2 反復=30 個

（2） 試験区設定

紫外線照射処理しない区を対照区とし、紫外線を 120 秒間照射した 120 秒間区、紫外線を 240 秒間照射した 240 秒間区の計 3 区を設定した。

（3） 処理方法

卵殻表面への紫外線照射は、当日採卵した各 5 個の供試卵をエッグトレー内に配置し、照度 2.2mj/cm² の紫外線照射器（東芝ライテック株式会社、神奈川）で照射後、供試卵をタッパー内に移動し、卵殻表面を 50ml の滅菌生理食塩水（株式会社大塚製薬工場、徳島）で洗浄混和、その液を試料液とし、非選択培地に塗抹、インキュベーター（パナソニック株式会社、東京）で、35℃ 48 時間

培養後に一般細菌コロニー数をカウントした。

(4) 調査項目

調査項目は、一般細菌のコロニー数とした。

(5) 統計処理

全ての項目で一元配置分散分析法を実施し、差の見られた項目については、Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行った。

3 結果

(1) 抗酸化資材給与試験

HU 結果を第 1、2、3、4 表に示した。試験 1 では、白色卵鶏で対照区と比較し、VE70 区と VE80 区の HU が高い傾向を示し、褐色卵鶏で対照区と比較し、VE90 区の HU が高い傾向を示した。試験 2 では、白色卵鶏で VE70 区と VE80 区で開始時よりも終了時の HU が有意に高く ($P<0.05$)、褐色卵鶏で VE60 区と VE80 区で開始時よりも終了時の HU が有意に高かった ($P<0.05$)。試験 3 では、白色卵鶏で対照区及び VE60 区と比較し、VE70 区の HU が有意に低く ($P<0.05$)、褐色卵鶏で各試験区間に有意な差は認められなかった。

表 1 試験 1：高温短期保存 (30°C3日間) のハウユニット (n=6)

鶏種	対照区	VE60区	VE70区	VE80区	VE90区	VE100区
白色卵鶏	65.30 ± 3.39 ^{ab}	62.68 ± 1.39 ^{ab}	72.47 ± 3.02 ^a	68.85 ± 2.20 ^{ab}	59.02 ± 2.20 ^b	63.90 ± 3.45 ^{ab}
褐色卵鶏	73.12 ± 2.15	72.28 ± 4.69	71.35 ± 1.54	69.20 ± 3.71	76.38 ± 1.24	69.48 ± 4.40

1) 平均値 ± 標準誤差

2) 異符号間に有意差あり ($P<0.05$)

表 2 試験 2：高温短期保存 (30°C5日間) のハウユニット (n=8~11)

鶏種	対照区		VE60区		VE70区	
	試験開始時	試験終了時	試験開始時	試験終了時	試験開始時	試験終了時
白色卵鶏	55.9 ± 1.62	61.0 ± 2.12	57.0 ± 2.30	59.8 ± 1.82	54.7 ± 1.50 ^a	60.8 ± 2.22 ^b
褐色卵鶏	58.7 ± 2.72	64.1 ± 2.85	56.5 ± 2.98 ^a	64.5 ± 2.38 ^b	59.5 ± 4.27	66.6 ± 1.87

鶏種	VE80区		VE90区		VE100区	
	試験開始時	試験終了時	試験開始時	試験終了時	試験開始時	試験終了時
白色卵鶏	56.1 ± 2.19 ^a	62.2 ± 1.54 ^b	57.9 ± 1.32	62.9 ± 2.50	61.7 ± 2.17	63.3 ± 1.73
褐色卵鶏	56.0 ± 2.65 ^a	62.0 ± 1.56 ^b	56.2 ± 2.34	63.3 ± 3.21	58.6 ± 3.74	62.2 ± 1.97

1) 平均値 ± 標準誤差

2) 異符号間に有意差あり ($P<0.05$)

表 3 試験 3：常温長期保存 (25°C14日間) のハウユニット (n=168~181)

鶏種	対照区	VE60区	VE70区	VE80区
白色卵鶏	51.9 ± 0.60 ^a	51.8 ± 0.63 ^a	49.4 ± 0.66 ^b	50.6 ± 0.54 ^{ab}
褐色卵鶏	59.0 ± 0.69	58.7 ± 0.74	58.4 ± 0.78	58.6 ± 0.72

1) 平均値 ± 標準誤差

2) 異符号間に有意差あり ($P<0.05$)

また、試験 1~3 の結果を鶏種間比較したところ、試験 1 と 3 で、白色卵鶏よりも褐色卵鶏の HU が有意に高かった ($P<0.01$)。

表4 鶏種間比較のハウユニット (n=36~697)

鶏種	試験 1	試験 2	試験 3
白色卵鶏	65.36 ± 1.25 ^a	59.19 ± 0.46	50.98 ± 0.30 ^a
褐色卵鶏	71.96 ± 1.29 ^b	59.98 ± 0.79	58.66 ± 0.36 ^b

1) 平均値 ± 標準誤差

2) 異符号間に有意差あり (P<0.01)

(2) 二酸化炭素鮮度保持試験

HU、卵重減少率の結果を第5表に示した。HUは、対照区と比較し、3日間及び5日間区が有意に高く(3日間区:P<0.05、5日間区:P<0.01)、卵重減少率も、対照区と比較し、5日間区が有意に低かった(P<0.01)。

表5 二酸化炭素鮮度保持試験：常温長期保存(25℃14日間)のハ (n=12)

鶏卵種	項目	対照区	3日間区	5日間区
褐色卵	ハウユニット	55.4 ± 1.58 ^{Bb}	64.8 ± 2.81 ^A	71.1 ± 3.10 ^a
	卵重減少率(%)	4.15 ± 0.22 ^b	3.58 ± 0.16 ^{ab}	3.14 ± 0.19 ^a

1) 平均値 ± 標準誤差

2) 異符号間に有意差あり(大文字:P<0.05、小文字:P<0.01)

(3) 紫外線卵殻除菌試験

一般細菌のコロニー数の結果を第6表に示した。対照区と比較し、120秒間及び240秒間区で一般細菌数が有意に減少した(P<0.01)。

表6 卵殻除菌試験：一般細菌コロニー数 (n=10)

鶏卵種	対照区	120秒間区	240秒間区
褐色卵	75.8 ± 22.09 ^b	13.3 ± 1.88 ^a	7.0 ± 2.20 ^a

1) 平均値 ± 標準誤差

2) 異符号間に有意差あり (P<0.01)

4 考察

鶏卵鮮度について、米糠とVE剤の複合添加による給与試験では、常温長期(25℃下で14日間)保存での鮮度保持効果は認められなかったが、二酸化炭素10%濃度で短日処理(3、5日間)したことで二酸化炭素処理区のHUが有意に高くなった。これは、産卵管の二酸化炭素濃度と同濃度で処理したことで、鶏卵内部の二酸化炭素放出を抑制し、産卵日を疑似的に遅らせることができたため、鶏卵鮮度が高く保持されたと推察した。また、卵殻除菌について、照度2.2mj/cm²の紫外線を120秒間照射した区の除菌率が82.4%、240秒間照射した区の除菌率が90.8%と対照区と比較し、有意に減少したことから、簡易な卵殻除菌技術として有効であることが明らかとなった。このことから、低濃度の二酸化炭素10%濃度で5日間処理する方法は、常温長期保存した鶏卵の鮮度保持に有効であることが明らかとなったが、5℃下保存と同等の鮮度保持効果を得るためには、さらなる処理期間の検討が必要である。

引用文献

- 1) 猪口隼人：鶏卵の生産と消費について、2024
- 2) 一般社団法人日本養鶏協会：鶏卵の需給見通し、2024

20 飼料用トウモロコシにおける有機肥料利用技術について

畜産研究センター 山田大輝

【緒言】

飼料用トウモロコシは、栄養価と収量に優れる本県酪農の主力飼料作物である。しかしながら近年では、その生産費の約1割を占める化成肥料価格の高騰、線状降水帯やゲリラ豪雨の増加に伴う湿害発生リスクの上昇といった問題が生じている。

飼料用トウモロコシ栽培における肥料高騰対策として、化成肥料よりも安価な有機肥料が代替資材として有望と考えられる。特に最近では、ハンドリングや流通性に優れた堆肥ペレットの普及が進んでおり、飼料作物生産での活用が期待されるが、化成肥料との肥効性の違いから代替利用には施肥方法の見直しが必要となる。また、トウモロコシの湿害対策には追肥が有効とされるが¹⁾、堆肥ペレットの追肥による湿害軽減効果は明らかになっていない。

そこで本試験では、飼料用トウモロコシ栽培における有機肥料の利用促進を図るため、試験1として堆肥ペレット施用による化成肥料との代替性を検討するとともに、試験2として生育初期に冠水したトウモロコシへの堆肥ペレット施用による湿害軽減効果を調べた。

【材料と方法】

1) 供試材料および肥料施用効果の判定

供試トウモロコシはゴールドデント KD641 (RM114) を用い、4月2日に播種を行い、7月17日に黄熟期で収穫した。供試肥料は、対照区では化成肥料 (N:P:K=14:10:14) を単体で、試験区では牛糞由来の堆肥ペレット (N:P:K=1.8:2.5:2.3) および化成肥料との肥効の違いを補うアミノ酸液肥 (N:P:K=3:3:2) を組み合わせて、それぞれ施用した。肥料の施用効果は、収穫時に測定した乾物収量を基に下記の計算式で算出した TDN 収量により判定した。また、試験1では作物の生育性を収穫時の稈長で評価した。

※TDN 収量=総乾物重×(乾雌穂重割合(%)×0.885+茎葉乾物重割合(%)0.528-3.2)÷100

2) 堆肥ペレット施用による化成肥料との代替利用の検討 (試験1)

堆肥ペレットによる化成肥料の代替利用を調査するため、表1のとおり、化成肥料施用区を対照区として、各試験区との施用効果を比較した。供試トウモロコシは、1区あたり12m²、条間75cm、株間22cmの条件に揃えて各

表1 各試験区の処理時期(試験1)

	元肥 (播種時)	液肥1回目 (3~4葉期)	液肥2回目 (6~7葉期)	液肥希釈倍率
対照区	化成肥料			
試験区	堆肥+液肥高1回目	○		500倍希釈
	堆肥+液肥高2回目		○	
	堆肥+液肥低1回目	○		1000倍希釈
	堆肥+液肥低2回目		○	

区3反復となるよう栽培した。なお、試験区では窒素施肥量が対照区と同等となるよう堆肥ペレットを施肥し、トウモロコシの発芽後に液肥散布を行った。

3) 堆肥ペレット施用による湿害軽減効果の判定 (試験2)

生育初期段階に冠水したトウモロコシへの堆肥ペレット施用による湿害軽減効果の有無を調べるため、5~6葉期のトウモロコシに200L/日の人工降雨処理を2日間連続で施し、表2に示す試験区により、降雨処理を施さない無処理区を対照区として、各試験での施用効果を比較した。供試トウモロコシは、

表2 各試験区の処理時期(試験2)

	冠水処理 (5~6葉期)	追肥処理 (冠水完了5日後)
対照区	無処理区	
	冠水区	
試験区	化成区	化成肥料
	堆肥区	堆肥ペレット
	堆肥+液肥区	堆肥ペレット+液肥(500倍希釈)

1区あたり4m²、条間75cm、株間22cmの条件で各区3反復となるよう栽培した。なお、堆肥・液肥区の液肥は500倍希釈で堆肥ペレット追肥と同日に散布した。

【結果と考察】

1. トウモロコシ栽培における堆肥ペレット施用による化成肥料との代替利用(試験1)

収穫時の稈長(図1)は、処理による有意差は認められなかったものの、すべての試験区で化成区よりも低下する傾向がみられ、有機肥料は化成肥料に比べて施用効果が劣る可能性がある。また、TDN収量(図2)はすべての試験区で化成区に比べて有意に低下したが(P<0.05)、各試験区の平均値を

みると高濃度液肥の施用区で収量が多い傾向がみられた。この収量性の違いについて、牛糞堆肥は肥料成分のうち特に可給態窒素が乏しく、化成肥料に比べて肥効が劣ることが知られている²⁾。そのため、有機

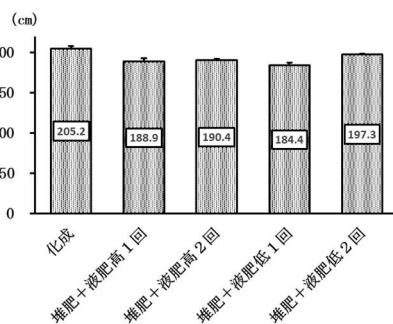


図1：収穫時の稈長

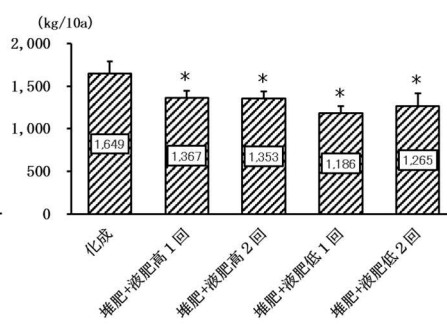


図2：TDN収量

*：化成区との間に有意差あり (p<0.05, Dunnettの多重検定による)

肥料施肥では作物が利用可能な窒素分が不足したことで減収したと考えられる。また、散布濃度による収量性の違いについても、高濃度液肥区では供給する肥料分が多くなるため、不足した肥料分が補充され濃度に応じて収量が増加したと推察される。

2. 堆肥ペレット施用によるトウモロコシの湿害軽減効果(試験2)

TDN収量(図3)は、肥料無施用の冠水区では降雨処理を施さない無処理区に比べて約150kg/10a低く、人工降雨処理による湿害発生を認めた。試験区間で比較すると、有意差は認められないものの、冠水区と比較してすべての肥料施用区でTDN収量が多くなる傾向を示した。その減収軽減効果を冠水区と比較すると、化成肥料施用で5%増、堆肥ペレット施用で3%増、堆肥ペレットと液肥混合施用で1%増であり、化成肥料施用の効果が顕著であった。化成肥料との効果の違いについて、有機肥料中の窒素成分は有機態窒素として存在しており、植物が窒素源として利用するには無機化により無機態窒素となる必要がある。特にペレット堆肥においては窒素成分の無機化が遅いことが報告されており³⁾、窒素を無機態窒素として含有する化成肥料と比較して肥効を発揮する時期が遅れたことで湿害の回復に必要な窒素分が十分に供給されず、減収軽減効果に影響を与えた可能性がある。

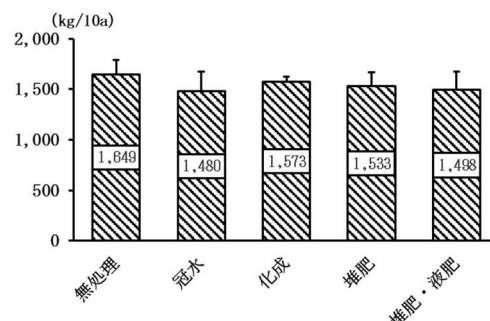


図3：TDN収量

【結論】

試験1の結果から、飼料用トウモロコシ栽培における化成肥料の代替として牛糞堆肥ペレットと高濃度液肥の混合施用は、低濃度液肥に比べ効果が高いことが示唆された。また、試験2の結果から、トウモロコシの初期生育における冠水による湿害対策として追肥の有用性が示され、その効果は化成肥料施用で最も高いものの、牛糞堆肥ペレットの施用でも一定程度の有効性を認めた。しかしながら、一般的に牛糞由来の堆肥ペレットは化成肥料に比べて肥効に劣る

とされており²⁾、本試験においてもその傾向が見て取れた。今後、牛糞に比べて肥料成分含量の高い鶏糞由来の堆肥ペレットでの有効性を検証するとともに、アミノ酸液肥よりも高濃度での使用が可能な尿素液肥との併用効果についても検討し、化成肥料と同等の施用効果を得られる有機肥料による飼料用トウモロコシ栽培技術の確立を目指す。

【参考文献】

- 1) 飯田克実：サイレージ用トウモロコシの安定・多収栽培, 畜産の研究, 35, 530-536 (1981)
- 2) 河野憲治ら：鉍質土と黒ボク土における添加有機物と化学肥料窒素、イオウおよびリンの利用率の比較, 日本土壤肥料学雑誌, 63, 146-153 (1992)
- 3) 高橋朋子ら：家畜ふんペレット堆肥の肥効特性, 群馬畜試研報, 14, 82-90 (2007)