



しあわせ信州

第68回
畜産技術研究発表会
集 録

令和5年度
長野県

目 次

No.	演 題 名	所 属	氏 名	ページ
1	管内一酪農場における乳質改善の取組	松本家畜保健衛生所	岩本 雪乃	1
2	規模拡大した酪農場に対する生産性向上の取り組み	伊那家畜保健衛生所	林 陽子	6
③	管内1酪農場における牛伝染性リンパ腫抵抗性遺伝子の保因と感染状況	飯田家畜保健衛生所	坂本 英優	9
④	管内養鶏場における遠隔診療体制普及に向けた取組	松本家畜保健衛生所	山口 慎輝子	14
5	農場HACCP認証農場における継続的な支援を介して得られた効果	佐久家畜保健衛生所	大津 奈央	19
6	特定家畜伝染病の防疫対応における情報共有の改善	佐久家畜保健衛生所	石井 貴	24
7	特定家畜伝染病防疫演習の実施による危機管理体制の整備	長野家畜保健衛生所	根本 有紀子	28
8	管内養豚場における浮腫病対策と一連の病性鑑定でみえた課題	松本家畜保健衛生所	中島 冬萌	31
9	牛 <i>Clostridium perfringens</i> 感染症の発生と直腸便での評価	伊那家畜保健衛生所	藤本 洋平	35
10	ワクチン類似株による鶏の伝染性ファブリキウス嚢病の発生事例	松本家畜保健衛生所	徳武 慎哉	39
11	県内における乳用牛の代謝プロファイルテスト基準値の再検討	松本家畜保健衛生所	松澤 直樹	46
⑫	相対定量法を用いた牛伝染性リンパ腫ウイルスのリアルタイムPCR法の従来法との比較	松本家畜保健衛生所	片倉 裕喜	51
13	ICTによる牛の繁殖管理への取組み	JA北信畜産酪農センター	尾崎 和彦	56
14	大北地域における子実用とうもろこしの栽培適性	北アルプス農業農村支援センター	岩下 さや夏	62
15	夏季でも変敗しにくいTMR及び発酵TMRの作製方法	畜産試験場	古畑 祥吾	65
16	低CP、低ME飼料給与が「長交鶏3号」の胸部水疱形成に与える影響	畜産試験場	小林 憲一郎	68
17	豚の希少品種「マンガリツア」種の飼養特性	農業大学校畜産研究科	小川 さら	72
18	パステライザーを用いた余剰乳及び代用乳による発酵乳作製の検討	農業大学校畜産実科	江藤千寛 滝沢彩乃	77
19	交雑種レシピエントによる自然哺乳を活用した黒毛和種子牛の哺育育成技術	畜産試験場	常田 将宏	83
○	関東甲信越ブロック家畜保健衛生業績発表会選出演題			

管内一酪農場における乳質改善の取組

○ 岩本雪乃、松下彩、桑本亮
(松本家畜保健衛生所)

要約

管内 A 農場において、令和 5 年 7 月の乳業メーカー受入れ検査で「耐熱性菌が増加した。」と、所属する農業協同組合（以下、農協）へ通知があり、同一検体を当所で検査したところ、5,600CFU/ml の耐熱性菌を分離した。しかし、A 農場の諸検査では先の耐熱性菌が分離されず原因特定に苦慮。一方、集乳車のオートサンプラーから採材した A 農場のバルク乳から、先の耐熱性菌に類似した細菌を分離した。集乳ルート进行调查し、A 農場の一つ前に集乳を行う管内 B 農場で、令和 5 年 5 月（以下、前期）の酪農生産性向上対策事業に係るバルク乳検査（以下、定期バルク乳検査）で 104,000CFU/ml の耐熱性菌が分離されていたことから、B 農場の保存サンプルの細菌検査を実施したところ、先の耐熱性菌に類似した細菌を分離した。このことから、B 農場の耐熱性菌が集乳車に残留し、A 農場の乳業メーカー受入れサンプルを汚染したものと推察した。B 農場への立入りでは搾乳システムに汚れの蓄積が確認されたため、搾乳体系の改善指導を所属農協の担当者と共に実施した。指導後、B 農場のバルク乳から耐熱性菌は分離されておらず、A 農場の乳業メーカー受入れ検査でも耐熱性菌は問題にならなくなった。引き続き、B 農場のモニタリングを実施する予定である。本事例は、集乳車を介した乳汁汚染の改善事例であった。

1. 背景及び経過

耐熱性菌とは、乳汁を 63℃30 分加熱処理した後に分離される細菌のことであり¹⁾、搾乳システムの洗浄水の温度不足や酸性洗剤の濃度不足によって搾乳機器に蓄積し、バルク乳中に混入する。これらの菌は、72℃15 秒間のパステライズ処理²⁾では残存し、低温殺菌牛乳の風味に悪影響を及ぼしてしまうことが知られている。

令和 5 年 7 月に、パステライズド牛乳の製造を行う X 乳業メーカーの管内 A 農場における受入れ検査で「耐熱性菌が増加している。」と所属農協へ通知があった。

当所では、定期バルク乳検査を 5 月から 6 月にかけてと、10 月から 11 月にかけての年 2 回実施しているが、A 農場の耐熱性菌の結果は過去 2 年間において、いずれも問題となっていない。

このことを受け、所属農協と耐熱性菌数増加の原因調査を開始した。

2. A 農場の調査

(1)材料と方法

X 乳業メーカーの受入れ検査で使用された同一検体（以下、同一検体）、バルクタンク及び集乳車のオートサンプラー（図 1）から採材したバルク乳、バルクタンク上の埃の滅菌生理食塩水（大塚生食注，Otsuka Pharmaceutical Factory, Inc., 鳴門）10 倍希釈液、搾乳システムの洗浄後に残った水を材料として用いた。

これらの検体を、63℃30 分加熱処理した後に 5%ヒツジ血液加寒天培地（TSA II 5% Sheep Blood Agar M, Nippon Becton Dickinson Company, Ltd., 東京）に 25 μ l 塗布し、37℃で 48 時間好気培養して発育した細菌を分離した。なお、一部の細菌については rapid ID32 STREP（bioMérieux Japan Ltd., 東京）を用いて菌種同定を実施した。

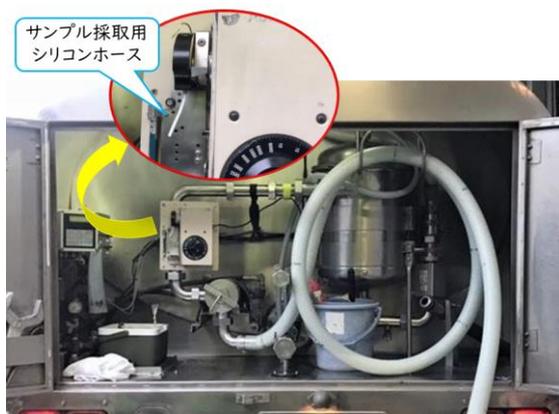


図1 集乳車のオートサンプラー

(2)検査成績

同一検体からは5,600CFU/mlのレンサ球菌様のグラム陽性球桿菌が分離され、菌種同定を実施したところ、耐熱性レンサ球菌の一種である*Streptococcus Salivarius* subsp. *thermophilus*³⁾ (以下、*S. thermophilus*) と同定された。その他の結果は表1に示すとおりであるが、同一検体と性状の似ている細菌が分離された検体は、集乳車のオートサンプラーから採材したバルク乳のみであった。

表1 A農場の細菌検査の結果

項目	同一検体	材料				洗浄後 残存水
		バルク乳 タンク	集乳車	バルク タンク上 の埃		
耐熱性菌数 (CFU/ml)	5,600	40	320	592,000 (CFU/g)	0	
グラム染色	+	+	+	-		
形状	球桿菌	桿菌	球桿菌と 桿菌が 混在	桿菌		

Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus*
(耐熱性レンサ球菌の一種)

(3)小括

A農場内で採材した検体からは初めに問題となったグラム陽性球桿菌は分離されず、集乳車のオートサンプラーからの採材検体のみ類似した性状の細菌を分離した。従って、原因はA農場の中ではなく、集乳ルート上にある可能性が示唆された。

3.集乳ルートの調査

集乳ルートは図2のとおりであった。

A農場の前には、別の農協に所属しているB農場の集乳が行われ、その後、超高温殺菌牛乳を製造するY乳業メーカーで生乳の受渡しが行われていた。

B農場の直近の乳質を確認したところ、令和4年においては東海酪農業協同組合連合会(以下、東海酪連)の規制基準においてA判定以上であったが、令和5年前期に実施した定期バルク乳検査では104,000CFU/mlの耐熱性菌が分離されており、同年5月の東海酪連による検査でも細菌数の増加により乳価が減額されていたことが判明した。また、B農場集乳後のY乳業メーカーでの生乳受渡しの際に集乳車の洗浄は実施されていなかったことも判明した。

このことから、B農場について調査を開始した。

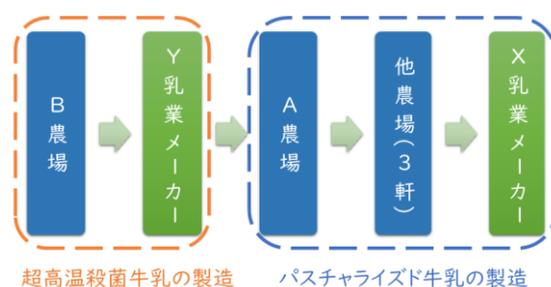


図2 集乳ルート

4.B農場のバルク乳検査

(1)材料と方法

前期に実施した定期バルク乳検査の保存検体と、8月に新規採材した検体を材料として用いた。いずれもB農場内のバルクタンクから直接採材を行ったバルク乳である。

これらの検体を、63°C30分加熱処理した後に5%ヒツジ血液加寒天培地(TSA II 5% Sheep Blood Agar M, Nippon Becton Dickinson Company, Ltd., 東京)に25μl塗布し、37°Cで48時間好気培養して発育した細菌を分離した。なお、一部の細菌についてはrapid ID32 STREP(bioMérieux Japan Ltd., 東京)を用いて菌種同定を実施した。

(2)検査成績

前期の定期バルク乳検査の保存検体からは20,000CFU/ml以上のグラム陽性球桿菌が分離され、8月の新規採材検体からは109,120CFU/mlのグラム陽性球桿菌が分離された。これらの細菌について菌種同定を実施したところ、いずれもA農場の乳業メーカー受入れ検査で問題となった細菌と同じ*S. thermophilus*と同定された。

(3)小括

B農場は前期の定期バルク乳検査で多数の耐熱性菌を分離しており、その保存検体と8月の新規採材検体から、A農場と同種の耐熱性菌を多数分離した。また、B農場集乳後のY乳業メーカーでの生乳受渡しの際、集乳車の洗浄は実施されていない。

このことから、B農場の耐熱性菌が集乳車に残留(図3)し、A農場の乳業メーカー受入れサンプルを汚染したものと推察した。

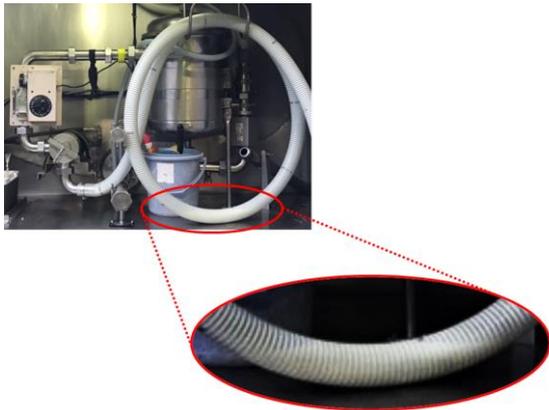


図3 集乳車の集乳ホース内に残留した生乳
※写真はB農場集乳後とは別のものである。

5.B農場への立入り調査

(1)搾乳システムの洗浄方法

一般的な搾乳システムの洗浄方法は、ぬるま湯または水を用いた搾乳前の殺菌・すすぎと搾乳直後のすすぎ、70℃以上の温水を用いたアルカリ洗浄、そして約3日に1回の頻度でアルカリ洗浄後に実施する70℃以上の温水を用いた酸性洗浄である(図4)。一方、B農場の洗浄方法について聞き取りを実施したところ、搾乳前の殺菌・すすぎが省略され、酸性洗剤についても使用していない

ことが判明した(図5)。

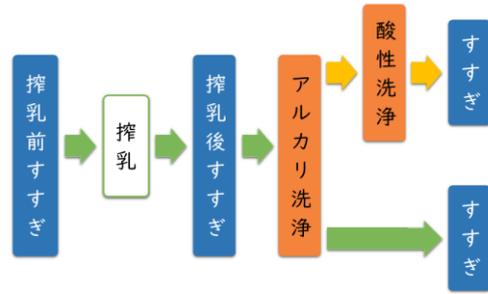


図4 一般的な搾乳システムの洗浄方法

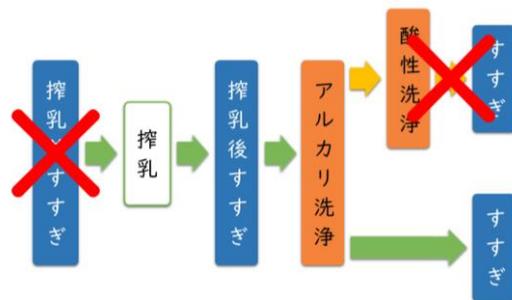


図5 B農場の搾乳システムの洗浄方法

(2)搾乳システムの汚れの確認

ミルクローのゴムパッキンは劣化し、汚れが付着していた(図6)。レシーバジャーの蓋は、傾けた際に洗浄後に残っていた乳汁の滲み漏れが確認され、内部のパイプには汚れが付着していた(図7)。フィルターソックスも交換されておらず、さらに2重に被せて使用されていたフィルターとその留め具にも汚れがあり、バルクタンク内部にも汚れが付着していた。



図6 ミルクローのゴムパッキンの汚れ



図7 レシーバージャー内部の汚れ

(3)汚れの細菌検査

ア 材料と方法

ミルククローに付着していた汚れ、レシーバージャー内部のパイプ部分に付着していた汚れ、乳頭清拭用タオルの表面を、滅菌綿棒（No.103, Osaki Medical, Ltd., 名古屋）を用いて拭き取り、得られた汚れを 2.5ml の 0.01MPBS, pH7.2~7.4（FUJIFILM Wako Pure Chemical Corporation, 大阪）に溶かし、63℃30 分加熱処理した後に 5%ヒツジ血液加寒天培地（TSA II 5% Sheep Blood Agar M, Nippon Becton Dickinson Company, Ltd., 東京）に 25 μ l 塗布し、37℃で 48 時間好気培養して発育した細菌を分離した。なお、一部の細菌については rapid ID32 STREP（bioMérieux Japan Ltd., 東京）を用いて菌種同定を実施した。

イ 検査成績

上記の検体のうち、レシーバージャー内部のパイプ部分に付着していた汚れから B 農場のバルク乳中に確認されていた細菌と同種の *S. thermophilus* を 131,040CFU/ml 分離した。その他の結果については、表 2 に示すとおりであった。

表 2 拭き取り検体の細菌検査の結果

項目	材料		
	ミルククロー	レシーバージャー	乳頭清拭用タオル表面
耐熱性菌数 (CFU/ml)	43,460	131,040	160
グラム染色	+	+	+
形状	桿菌	球桿菌	大桿菌 (バチルス属)

Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus*
 (B農場のバルク乳中にみられていた細菌と同じ菌種)

6.B 農場の搾乳システム改善の取組

(1)改善の取組

以上の結果から、B 農場の搾乳体系の改善指導を所属農協の担当者と共に 8 月から 12 月にかけて実施した。

特に多くの汚れが確認されたミルククロー及びレシーバージャーについては分解洗浄を行い、濃度を高めたアルカリ洗剤などで手洗いを実施した。また、機器の点検と各部品におけるゴムパッキンの交換を実施した。さらにフィルターソックスの交換を行い、2 重に被せて使用されていたフィルターと、その留め具を撤去した。各酪農洗剤の外箱には 1 回の使用量を大きく追記し、適正使用の指導を行った。

取組の結果、ミルククローのゴムパッキンは新品に交換されたことで汚れは確認されなくなり、レシーバージャー内部も洗浄を実施したことで、12 月時点で汚れは確認されなくなった（図 8）。

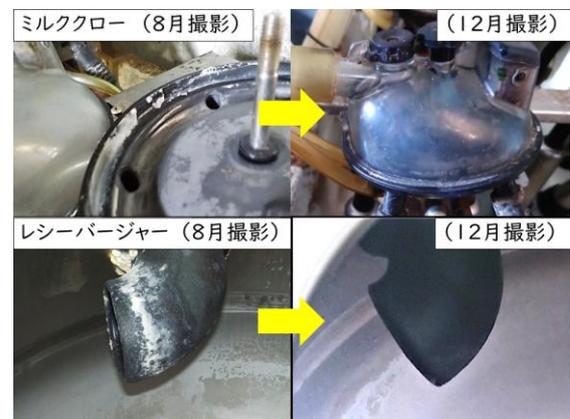


図8 ミルククロー及びレシーバージャーの汚れの変化

(2)改善後の経過

搾乳システム改善の取組実施後、B 農場のバルク乳中の耐熱性菌数は、8 月時点では 109,120CFU/ml であったが、10 月以降の検査では 0 CFU/ml となり、乳価に関する減額も消失した。

A 農場においては、令和 5 年後期の定期バルク乳検査で耐熱性菌数は 40CFU/ml となり、A 農場の乳業メーカー受入れ検査でも問題ならなくなった。

7.総括

本事例は、前農場の汚れが集乳車を介して次農場の乳業メーカー受入れサンプルを汚染したと推察される事例であった。その後、B農場が所属する農協の担当者と連携を図りながら農場へ立入りを行い、搾乳システムの点検と分解洗浄を実施したところ、バルク乳中の耐熱性菌数を109,120CFU/mlから0CFU/mlに減少させることができた。

乳質改善に取り組む際、農場内で原因を発見できない場合は、農場外など別の視点に目を向けてみる必要があると気付かされた事例であった。本事例は搾乳システムの洗浄の基本が守られていなかったために発生したものであることから、洗浄手順の順守が大切であることが再確認された。また、所属農協の担当者などと連携を図り、その上で継続的に農場のフォローアップにあたることも重要であった。

8.参考文献

- 1)笹野貢, 1998. 第II章, 細菌数. 5, 低温細菌・耐熱性菌. pp.43-33. 消費者に安全・安心を約束する生乳の品質管理, 酪農総合研究所, 北海道.
- 2)IDF Factsheet, 2018. Major heat treatments used in the dairy industry. p. 2. In: Heat Treatment of Milk-Overview.
- 3)W M A Mullan. 2014. Volume 3, Starter Cultures, Importance of Selected Genera, p.519. In: Encyclopedia of Food Microbiology(Carl A. Batt and Mary Lou Tortorello.). Elsevier, Amsterdam.
- 4)河合一洋, 大林哲, 2014. 第11章, 搾乳システムの管理と点検. 3, 搾乳システムの洗浄. pp. 117-123. 十勝乳房炎協議会20周年記念誌「MASTITIS CONTROL II」. 十勝乳房炎協議会, 北海道.

規模拡大した酪農場に対する生産性向上への取り組み

○林 陽子、佐藤 聖子、小松 浩、後藤 義明、青木 一郎
(長野県伊那家畜保健衛生所)

要 約

管内1酪農場では、後継者の就農希望のため、令和2年から畜産クラスター事業等を活用し規模を拡大した。増頭や機械導入により、乳量は増加し、作業は効率化され、自給飼料耕作面積が拡大した。しかし、導入牛の死亡、廃用、バルク乳の黄色ブドウ球菌(SA)数が増加するなど、増頭による課題が確認された。そこで、家畜保健衛生所(家保)では主に酪農生産性向上対策事業を用いて支援した。生乳品質、乳質の改善では個体乳全頭細菌検査を実施し、SA陽性牛の特定、SA対策として牛の並び替えを提案した。その結果、令和5年後期バルク乳検査でSAは検出されなかった。飼養環境の快適性向上指導では、風量及び牛舎内温度を測定した。牛群ドックでは代謝プロファイルテスト、飼料給与診断及び飼料分析を実施し、飼料給与状況について検討した。繁殖性の向上では、診療獣医師と連携して繁殖検診を実施した。今後も関係機関や診療獣医師と連携し支援を続け、農場の生産性向上を図って行きたい。

1 はじめに

今回主に、増頭により規模拡大を図った酪農場において、生産性向上への取り組みを実施したのでその概要を報告する。

2 農場概要と課題

飼育形態は対頭式つなぎで、従事者は農場主、奥さん、後継者の息子さんの3人で家族酪農経営を行っており、自給飼料はとうもろこし、チモシー、オーチャード、イタリアンライグラスを生産している(表1)。

表1 農場概要

飼養形態	対頭式つなぎ
従事者	3名
自給飼料	飼料用とうもろこし 牧草 チモシー オーチャード イタリアンライグラス (搾乳牛は一部購入飼料あり)

平成28年、ご夫婦2人で高齢ということもあり、経産牛を18頭ほどに減らしていた。しかし、当時息子さんが就農を希望していたため、令和1年までは自己資金で牛の導入を行い、令和2年からは2年間畜産クラスター事業を活用し、令和2年29頭、令和3年22頭の導入を行った。導入牛は、初妊

牛よりも経産牛の割合が多いことが特徴的である(図1)。

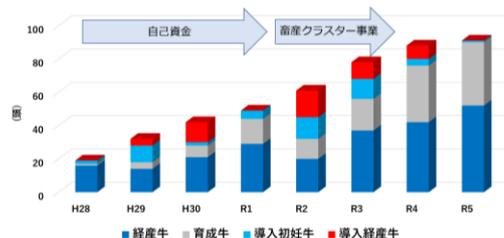


図1 飼養頭数の推移

また、同事業により増頭だけでなく搾乳ユニット、送風ファンを入れ替え、中小酪農経営等生産基盤維持強化対策事業を活用し、自給飼料生産拡大のためトラクターを導入した。(表2)。

表2 活用した補助事業

○畜産クラスター事業	飼養規模拡大 自給飼料拡大 のため
・増頭(R2.R3)(生産基盤拡大事業)	
・搾乳ユニット6台(R3)	
・送風ファン16台(R4)	
○中小酪農経営等生産基盤維持 強化対策事業	←
・トラクター1台(R4)	

トラクターの導入により作業効率が上がり、料耕作面積の拡大が可能となった。また、イタリアンライグラスを裏作として栽培するこ

とで、自給飼料生産の延べ面積が令和2年13haから令和5年27.7haと拡大した(図2)。

増頭によりここ数年、目標であった搾乳牛50頭規模の維持ができており、出荷乳量だけでなく、1日あたりの平均個体乳量も令和1年22.42kgから令和5年29.4kgに増加した(表3)。

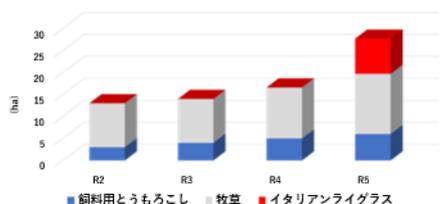


図2 自給飼料生産面積の拡大

表3 乳量の推移

年	経産牛(頭)	出荷乳量(kg)	1日当たりの平均乳量(kg)
R1	34	249,234	22.42
R2	49	285,374	25.42
R3	59	398,587	26.17
R4	54	454,372	28.61
R5	53	465,000	29.40

しかしながら、家保で年2回行っているバルク乳細菌検査において、令和2年と令和3年に黄色ブドウ球菌(SA)数や環境性ブドウ球菌(CNS)数が増加、また、導入牛の死亡、廃用が増加するなど、増頭による課題が表れてきた。導入後1~2年で死亡や廃用がみられ、その多くは導入経産牛であった。

特に令和4年は死亡4頭、廃用9頭と多く、飼養形態がフリーストールからつなぎに変更となるなど、環境の変化によるものと推測された(表4)。

表4 導入牛の死亡、廃用頭数

年	死亡頭数	廃用頭数
R2	1	0
R3	5	1
R4	4	9
R5	1	3

3、課題・解決への取り組み

家保では令和5年度、酪農生産性向上対策事業活用し、以下4点について支援した。

(1) 生乳品質・乳質の改善

個体乳細菌検査を全頭行い、SA牛を特定し、SA陽性牛の分房別細菌検査と分離されたSAの薬剤感受性試験を行った。CNSが多い個体についても同様に、薬剤感受性試験まで実施した。

その結果、全頭の個体乳細菌検査で、51頭中9頭、分房別細菌検査で34分房中10分房からSAが検出された。SAが検出された6頭中、5頭が導入牛であった。

牛舎内にはSA陽性牛6頭が点在していたため、SA対策としてSA陽性牛の搾乳順番が最後となるように牛の並び替えを行った。また、繁殖成績を考慮しながらSA陽性牛を優先的に更新する計画とした。

その結果、令和5年後期のバルク乳検査ではSAは検出されなかった(図3)。



図3 SAの対策と結果

(2) 飼養環境の快適性向上指導

令和4年畜産クラスター事業により送風ファンを増設したため、飼養環境の快適性向上指導の一環として環境測定を行った。

測定方法は温湿度風速計を用いて、ファンの周囲、出入口、通路など18ヶ所の風量測定を行った。また、牛舎内奥に温湿度ロガーを設置し、牛舎内温度を測定した(表5)。

その結果、ファンの真下では風の当たる場所が少なかったが、それ以外の場所では適度な風量が確認された。また検討会では、来年度に向けて天井温度冷却のため、屋根にスプリンクラー2台の増設を提案した(図4)。

表5 飼養環境の快適性向上指導

〈環境測定〉

風量測定：温湿度風速計(R5.7/25)

牛舎内温度測定：温湿度ロガー
(設置期間R5.7/25~8/15)

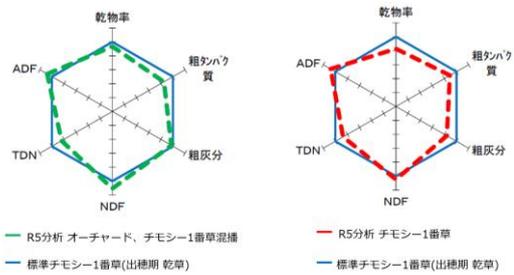


図6 飼料分析結果

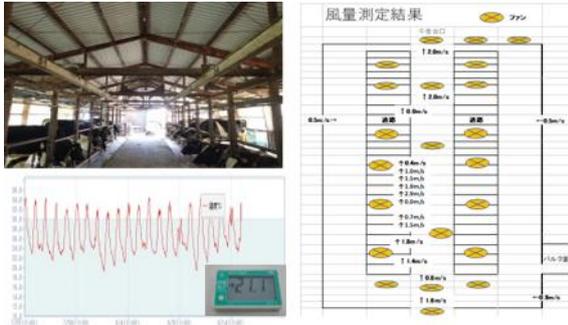


図4 風量測定結果

(3) 牛群ドック

家保と農業農村支援センターが連携し、牛群ドックを実施した。代謝プロファイルテストは家保、農業農村支援センターは飼料分析、飼料給与診断を行った。飼料分析には自給飼料のオーチャード、チモシー1番草の混播とチモシー1番草を用いた。

ボディコンディションスコアはバラつきがあり、BUNは泌乳中期高値を示した。早期胚死滅や流産の可能性があるので、給与飼料の見直しを提案した。A/G比は泌乳中後期に低く、蹄葉炎や乳房炎など慢性炎症が疑われた。βカロテンは、泌乳中後期低い傾向を示した(図5)。

飼料分析ではNDF、ADFが高く、TDNが低い結果となった(図6)。刈り遅れの可能性があるため、次年度からの改善を提案した。

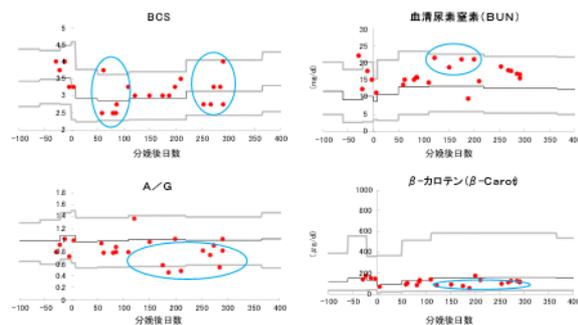


図5 代謝プロファイルテスト結果

(4) 繁殖性の向上

分娩後20日のフレッシュチェックと、受精後28~30日の早期妊娠診断を診療獣医師が行い、受精後40~60日の妊娠診断は家保が月1回程度農場を訪問し、繁殖検診を実施した。

令和3年から診療獣医師と連携し妊娠診断をダブルチェックすることで、胚の死滅、流産など早期に対応することができた。

平均空胎日数は180日と伸びていたが、今年では160日まで短縮した。また、平均受胎率は令和1年38.2%であったが、令和3年以降50%以上を維持している(図7)。

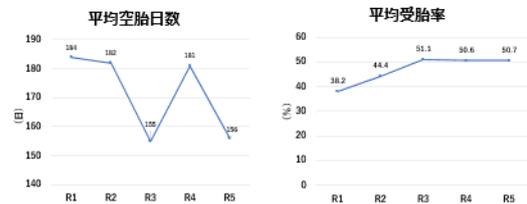


図7 繁殖成績

4、まとめ

当該農場は、後継者の就農希望により令和2年から増頭や機械導入を行い、その結果、自給飼料生産や乳量は増加した。しかし、増頭により乳房炎、死産牛の増加などの課題がみられた。

そのため、家保だけでなく、関係機関や診療獣医師と連携し、多方面からの支援を実施した。今後も活用できる事業を提案し、関係機関と連携しながら農場の生産性向上を図っていきたい。

管内 1 酪農場における牛伝染性リンパ腫抵抗性遺伝子の保因と感染状況

○ 坂本英優、中島純子
(飯田家畜保健衛生所)

要約

平成 30 年～令和 5 年にかけて管内 1 酪農場のホルスタイン種 161 頭の牛伝染性リンパ腫 BoLA-DRB3 (遺伝子型) を解析。抵抗性 40 頭、感受性 51 頭、非抵抗性・非感受性 70 頭で、抵抗性は 3 種、感受性は 2 種の遺伝子を確認。EC の鍵判定による持続性リンパ球増多症 (PL) 牛は抵抗性 9 頭、感受性 21 頭。血中プロウイルス遺伝子量(ウイルス量)が 10000copies/100ngDNA 以上を示した高リスク牛は抵抗性 6 頭、感受性 32 頭。PL 及び高リスク牛は感受性牛に多い一方、抵抗性牛にも存在。また、令和 4 年度 8 カ月齢以下子牛 28 頭中陰性 27 頭、うち 16 頭の母親が高リスク牛だったが垂直感染は確認されず、初乳加温の有効性も示唆。防虫ネット設置や超高リスク牛の優先淘汰等を実施すると、令和元年 12 月から令和 5 年 10 月にかけて農場陽性率は 82%から 62%、陽性牛における高リスク牛割合は 26%から 13%に減少。当該農場はフリーストール、夏季育成牛預託で水平感染対策が困難だが、ウイルス量等の継続調査による高リスク牛把握は清浄化対策の一助として有効と推察。

1 はじめに

牛伝染性リンパ腫は牛伝染性リンパ腫ウイルス (以下、BLV という) が原因の届出伝染病で、発症するのは数%と多くの牛は感染しても無症状なもの、一度感染したら生涯ウイルスを保有して感染源となる。そのため、農場の清浄化には感染を拡大させない対策が必要となる。

対策としては、吸血昆虫対策や初乳の加温殺菌等の物理的伝播予防と合わせ、感染源となるリスク牛の摘発や隔離等が重要であり、そのために陽性牛および陰性牛の把握、リンパ球数やウイルス量の測定に加え、最近では抵抗性または感受性遺伝子保因牛の調査が注目されている [1~5]。

今回、当管内の 1 酪農場で、抵抗性・感受性遺伝子の保因と BLV 感染状況を調査したので、その内容を報告する。

2 調査方法

(1) 農場の概要及び調査頭数

調査農場はホルスタイン種乳用牛を約 100 頭 (うち搾乳牛 約 60 頭、後継牛自家育成) 飼養しており、飼養形態はフリーストールである。

調査は平成 30 年から令和 5 年の 6 年間に飼育されていた計 161 頭について行い、毎年夏前と越夏後の 2 回一斉採血を実施した。

各回の採血頭数は表 1 のとおりで、1 頭あたりの採血回数は 1 回~12 回(平均 5.5 回)であった。

表 1 採血頭数

年 月	H30		R1		R2		R3		R4		R5	
	7	12	5	12	7	11	6	10	6	10	6	10
採血 頭数	45	30	65	89	78	81	69	64	111	78	104	97

(2) 検査項目

(ア) 遺伝子型

調査牛全頭を対象に、BoLA-DRB3 遺伝子タイプピング法により実施した。なお、検査はジェノダイブファーマ(株)に委託した。

ウシゲノムの BoLA-DRB3 遺伝子座に、抵抗

性の対立遺伝子（以下、アレルという）を保有する牛は BLV に感染しても低いプロウイルス量を維持し、感受性のアレルを保有する牛はウイルス量が高値を示すといわれている[1]。今回の調査ではアレルの保因状況により飼育牛を抵抗性、感受性、非抵抗・非感受性の3つの遺伝子型に振り分けた（表2）。

表2 アレルとプロウイルス量、遺伝子型の関係

ホルスタイン種 対立遺伝子 (アレル)	BLV プロウイルス量	遺伝子型
抵抗性 アレル 009:02 002:01 014:01:01	低値を維持	抵抗性
感受性 アレル 012:01 015:01	高値	感受性
その他 アレル 上記以外	(関与なし)	非抵抗・非感受性

* 抵抗性アレルと感受性アレルの両方を保有する場合は抵抗性扱い

(イ) 感染状況

年2回の調査時における感染状況（陽性率）を把握するため、農場の既知抗体陰性牛及び未検査牛について約7カ月齢以上の牛は ELISA 法による血清抗体検査を、約7カ月齢未満の若齢牛はネステッド PCR 法による BLV 特異的遺伝子検査を実施し、陰性牛頭数を調査し陽性牛の摘発を行った。

(ウ) 持続性リンパ球増多症 (PL) 判定

採血牛全頭を対象として、リンパ球数から EC の鍵（表3）を用い、陽性、擬陽性、正常を判断した。6年間の調査で牛により採血回数が異なるため、判定基準は、複数回実施した検査における陽性または擬陽性の発生率が50%以上であったものを PL と判定した（表4）。

表3 EC の鍵

ECの鍵 年齢(歳)	リンパ球数(/ μ l)		
	正常	擬陽性	陽性
~1	<10000	10000~12000	>12000
1~2	<9000	9000~11000	>11000
2~3	<7500	7500~9500	>9500
3~4	<6500	6500~8500	>8500
4~	<5000	5000~7000	>7000

表4 PL 判定基準

陽性または擬陽性の発生率※	PL判定
50%以上	PL
50%未満	正常

※ H30-R5の間に複数回実施した検査における

(エ) 血中プロウイルス遺伝子量測定

抗体陽性牛を対象に、リアルタイム PCR 法 (TaKaRa (RC201A/202A)) により検査を実施した。

血中プロウイルス遺伝子量（以下、ウイルス量という）については、文献や報告により判定基準が異なる[2, 6, 7]ため、本調査では複数回実施した検査における最大値をもとにリスク判定を行った。ウイルス量が100 ngDNA あたり1万コピー以上を高リスク牛とした（表5）。

表5 感染源リスク判定基準

ウイルス量※ (copies/100ngDNA)	感染源リスク判定
10000~	高リスク
4000~10000	中リスク
~4000	低リスク

※ H30-R5の間に複数回実施した検査における最大値

3 調査結果

(ア) 遺伝子型

飼育牛161頭の内訳は抵抗性40頭、感受性51頭、非抵抗・非感受性70頭であった。

抵抗性アレルは3種4パターン、感受性アレルは2種4パターンの組合せが確認された（図1）。

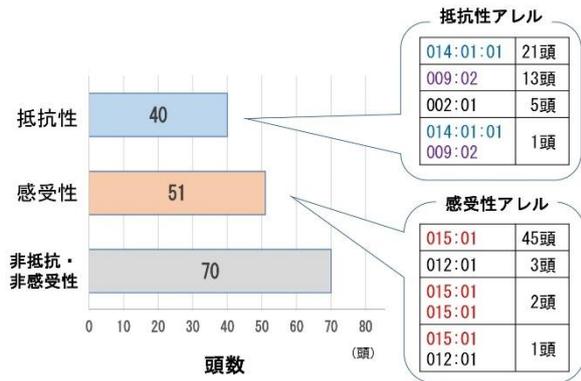


図1 遺伝子型調査結果

(イ) 感染状況

血清抗体検査、BLV 特異的遺伝子検査の各回の検査頭数及び陰性頭数は表6のとおりであった。

表6 感染状況調査結果

年月	H30		R1		R2		R3		R4		R5	
	7	12	5	12	7	11	6	10	6	10	6	10
採血頭数	45	30	65	89	78	81	69	64	111	78	104	97
検査頭数	27	21	32	55	20	46	53	50	62	59	58	49
陰性頭数	21	13	22	35	19	30	46	46	52	50	50	38

(ウ) PL 判定

抵抗力では PL 4 頭、非抵抗・非感受性では PL 6 頭と、それぞれの 10%程だったのに比べ、感受性では PL21 頭、41%と多い傾向であった(図2)。

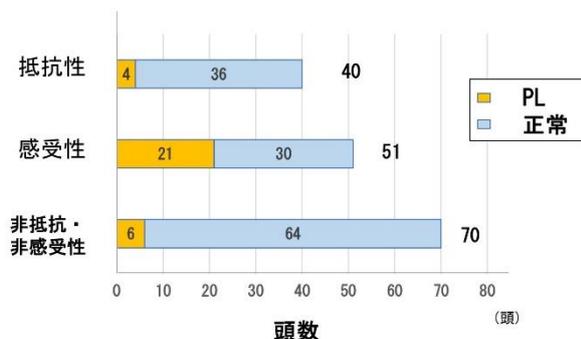


図2 PL 判定調査結果

(エ) ウイルス量測定によるリスク判定

高リスク牛は陽性牛 113 頭中 46 頭おり、遺伝子型別では感受性が 32 頭と、抵抗力 6 頭、非抵抗・非感受性 8 頭に比べ特に多い傾向であった(図3)。

また、抵抗力牛の内訳は、低リスクに 30 頭中 19 頭と、半数以上の牛が該当したものの、高リスク牛が 6 頭 20%存在し、そのウイルス量は最大で約 1 万 5 千以上から 6 万と極めて高い値を示した牛もいた(表7)。

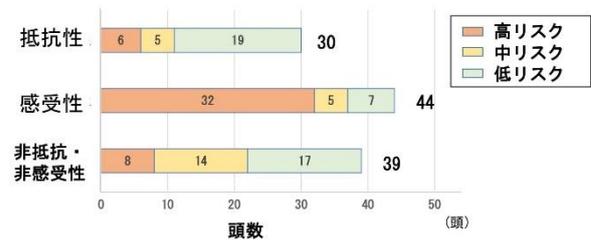


図3 ウイルス量測定によるリスク判定調査結果

表7 抵抗力牛の内訳

抵抗力牛の内訳(ウイルス量)		(copies/100ngDNA)	
頭数	測定回数/頭	測定値	最大値
高リスク	6	1 ~ 5	2650 ~ 59950
中リスク	5	2 ~ 7	6 ~ 9830
低リスク	19	2 ~ 5	0 ~ 3710

4 子牛の感染と母牛の感染源リスク

水平感染による子牛の感染と母牛の感染源リスクについて調査を行った。令和4年度に、8カ月齢以下の子牛 28 頭について感染状況を調べたところ、陽性は 1 頭のみで、27 頭が陰性であった。陰性子牛の母牛については子牛の遺伝子型に関わらず、計 16 頭の子牛の母牛が高リスク牛であった(図4)。

このことは、当該農場では高リスク母牛であっても胎盤感染や分娩時の感染など子牛への垂直感染の発生がほぼなかったことを示している。



図4 子牛の感染と母牛の感染源リスク

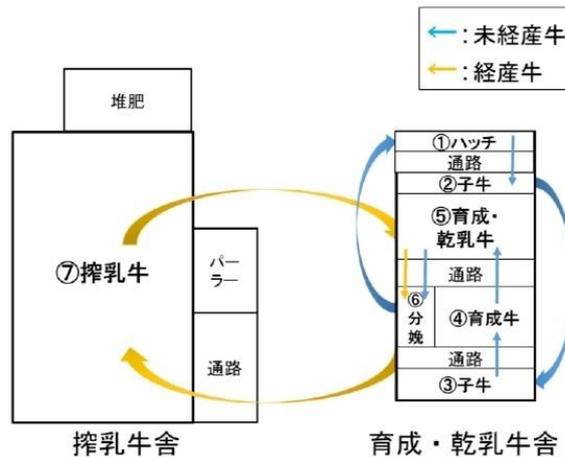


図6 牛舎の配置と牛の移動の動線

5 農場での BLV 感染予防対策

当該農場での BLV 感染予防対策は、初乳の加熱・凍結処理や器具の消毒、サシバエネットの設置、殺虫剤等の散布、耳標型防虫殺虫剤の装着などを実施している (図5)。これらは水平感染、また子牛への初乳からの感染予防対策であり、高リスク母牛の子牛が陰性であったことから、一定の効果が出ていると考える。



図5 農場での BLV 感染予防対策

一方、当該農場は、フリーストール牛舎で、複雑な牛の移動がある、夏季の育成牛外部預託、育成牛と乾乳牛、長期不受胎牛の同居など、群分けや高リスク牛との飼育場所の隔離などの対策が困難である (図6)。

そのため、高リスク牛、特にウイルス量が2万以上の超高リスク牛の計画的淘汰、また遺伝子型調査の結果から、感受性牛を減らすことなどで、牛群内のウイルス濃度を下げようとする対策を実施している。

6 出生年と遺伝子型

飼養牛の出生年毎の遺伝子型をみると、令和2年頃から抵抗性と非抵抗・非感受性の頭数はほぼ横ばいなのに対し、感受性は令和4年以降減少している (図7)。

高リスク牛や感受性牛の優先淘汰は、調査を本格的に開始した令和元年頃から意識的に行ってきており、このことが、生まれてくる牛の抵抗性の増加、感受性の減少につながっているのではないかと考える。

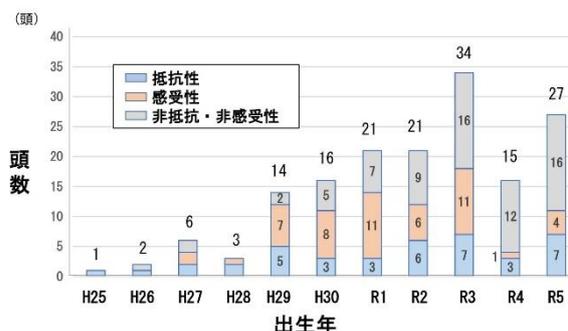


図7 出生年と遺伝子型

7 農場の陽性率

農場の抗体陽性率及び陽性牛頭数における高リスク牛割合は、令和元年度に比べ令和5年度で減少しており (表8)、対策の取りにくいフリーストール農場とはいえ、実施している BLV 感染予防対策の効果がでていないかと考える。

表8 農場陽性率及び陽性牛頭数における高リスク牛割合

	()内:(陽性頭数/対象頭数)	
	R1年12月*	R5年10月
抗体陽性率 (1才以上)	82% (70/85)	62% (60/97)
陽性牛頭数における 高リスク牛割合	26% (18/70)	13% (8/60)

* R1は遺伝子型検査未実施牛16頭を含む

8 まとめと考察

管内1酪農場で、6年間に渡り抵抗性・感受性遺伝子の保因とBLV感染状況の調査を実施した。

遺伝子型検査から農場内には複数のパターンの抵抗性型及び感受性型アレル保因牛がいることが判明した。ECの鍵によるPL判定及びウイルス量測定から高リスク牛の判定を行った結果、感受性牛に高リスク牛が多い傾向であった。しかしながら抵抗性牛の中にもウイルス量が高い高リスク牛が確認できたため、ウイルス検査は複数回実施し、個体のウイルス量の動向を把握して判断することも必要と考えられた。

今回の調査では高リスク母牛を含め感染母牛からの胎盤感染や分娩時の垂直感染がほとんど見られなかった。高リスク牛から子牛への垂直感染は高率で発生するとの報告[7]もあるが、当該農場でほぼ発生がなかった要因は不明である。他方初乳を介した感染も発生しておらず、現在実施している初乳対策は効果があると考えられた。

遺伝子型検査の活用の一つとして、抵抗性牛を感受性牛群と陰性牛群の間に配置し感染防御に利用することが言われている[1]が、フリーストール牛舎では複数の群分けに十分なスペースが確保できず実施困難な場合が多い。しかしながら群内の抵抗性、感受性を把握し、加えてウイルス量を定期的に継続調査することで感受性かつ高リスク牛を把握・早期淘汰し、

農場の抵抗性牛の割合を増やしBLV濃度を下げるというアプローチは有効であると思われた。

また吸血昆虫対策、消毒などの物理的伝播予防も継続的に実施していることで、農場陽性率及び陽性牛における高リスク牛割合は減少し、これらの対策についても改めて有効と考えられた。

今回つなぎ牛舎に比べ対策が取りにくいフリーストール牛舎で有効な結果が得られたことで、実施可能なBLV対策として牛群全体の清浄化へ近づけることができると期待される。

なお、本発表の調査・試験は、家畜防疫・衛生指導対策事業 地域疾病対策に係る牛伝染性リンパ腫対策事業を活用し実施した。

(参考文献)

- [1] 間陽子：革新的技術で牛白血病ウイルスから牛を守る,家畜感染症学会誌,5,43-53(2016)
- [2] 米山州二ら：栃木県の牛伝染性リンパ腫ウイルス高度感染酪農場における清浄化事例,日獣会誌,75,114-121(2022)
- [3] 増田恒幸ら：鳥取県内の1酪農場における牛伝染性リンパ腫対策と効果検証,日獣会誌,74,423-426(2021)
- [4] 福成和博ら：岩手県内飼養牛における牛伝染性リンパ腫抵抗性遺伝子の保因状況,岩獣会報,48,70-74(2022)
- [5] 福成和博ら：岩手県内飼養牛における牛伝染性リンパ腫抵抗性遺伝子の保因状況,岩獣会報,48,70-74(2022)
- [6] 加藤惇郎ら：感染子牛育成センターを利用した牛伝染性リンパ腫清浄化対策の事例,臨床獣医師,8,38-41(2022)
- [7] 楠田絵梨子ら：黒毛和種牛における牛伝染性リンパ腫ウイルスの垂直感染の発生状況とリスク要因,家畜診療,69巻9号,527-532(2022)

管内養鶏場における遠隔診療体制普及に向けた取組

○山口慎輝子、鈴木健太、山本修
(長野県松本家畜保健衛生所)

要約

管内では養鶏専門獣医師が少なく、疾病の迅速かつ的確な診断、農家の収益性向上のため、遠隔診療の適時・適切な活用の推進が重要。県は遠隔診療体制普及事業を創設し、研修会を開催。遠隔診療の概要を周知するとともに、管内2農場（採卵鶏・肉用鶏各1農場）を選定し、モデル的に遠隔診療を実施。まず、関係機関（農場・管理獣医師・指導員・遠隔診療獣医師・家保）とのメッセージアプリ等による連絡体制を構築。遠隔診療獣医師の初診では、2農場ともワクチンプログラムに課題。抗体検査を複数回行い、オンラインの打合せを実施、適切なプログラムを検討。肉用鶏農場では試行期間中に淘汰・死亡数の増加を認め、病性鑑定を実施。遠隔診療獣医師と所見の共有を行うことで早期の診断を実現。実施後のアンケートでは2農場とも遠隔診療の継続を希望。遠隔診療は農場・家保いずれにも有益であり、今後ほかの畜種での活用も期待。

1 はじめに

近年、家畜の診療においては産業動物獣医師の偏在や減少が問題となっている。農林水産省は、情報通信機器の高度化や普及に伴い、直接診療を行わなくても、家畜の状態を正確に把握できるようになってきたことから、場所を選ばず迅速な診断を可能とする遠隔診療の積極的な活用を推進している¹⁾。

2 研修会開催・事業創設

令和4年度に中信地区鶏病対策協議会主催の「遠隔診療の現状と課題について学ぶ」研修会が開催され、株式会社ESAC代表取締役永井寿宗獣医師に講演を依頼した。永井獣医師は熊本県で開業している養鶏専門の獣医師で、普段から遠隔で診療を行ってい

る。

また、当所では県農政部の新規事業提案で、畜産農家が最新の情報の入手や獣医師の提供を受けられるように、遠隔診療体制支援事業を提案した。

令和5年度には県が遠隔診療体制普及事業を創設し、管内では特に養鶏を専門とする獣医師が少ないことから、疾病を迅速かつ的確に診断し、農家の収益性向上につなげるため、採卵鶏1農場・肉用鶏1農場でモデル的に遠隔診療体制を構築した。

遠隔診療を始めるにあたり、6月に改めて永井獣医師を講師に迎え、遠隔診療の導入の流れ・利点・課題を学ぶ研修会(図1)を開催した。また、永井獣医師に本事業の遠隔診療獣医師を依頼した。



図1 令和5年度研修会



図2 初診の様子(問診)

3 遠隔診療体制整備

当所では遠隔診療を円滑に進めるため、公益社団法人日本獣医師会（産業動物遠隔診療推進事業）の協力のもと、通信機器を購入した。また、メッセージアプリを用いて関係機関（農場、管理獣医師・指導員、遠隔診療獣医師、家保）の連絡体制を構築した。遠隔診療を行うにあたり、遠隔診療獣医師が農場の状況を把握する必要があることから、6月に対面での初診を実施した。また、家保はオンラインでの打ち合わせの際は日程調整を行い、遠隔診療獣医師から依頼があった場合は採血、検査を実施した。

4 対象農場

(1) 採卵鶏農場

ア 農場概要

飼養羽数 45,000 羽。管理獣医師は主に牛の診療を専門としている。

イ 初診

問診(図2)では、ワクチンプログラムや消毒方法、過去の疾病の発生状況などの確認があった。鶏舎内の視察(図3)では、鶏や給餌・給水の状態、鶏舎環境の確認があった。

また、農場で解剖して遠隔診療獣医師へ画像を送信することで診断に役立つことか



図3 初診の様子(視診)

ら、遠隔診療獣医師から鶏の解剖方法のレクチャーがあった。

ウ 農場の課題

初診では、ワクチンプログラム(表1)が非常に簡素化されているとの指摘があった。

また、初診後、農場から卵の殻がまだらになっている(図4)、産卵のピークが上がらず産卵低下症候群(EDS)を疑っているとの連絡があった。そこで、異常卵や産卵低下の原因となりうるEDS、鳥マイコプラズマ症(マイコプラズマ・ガリセプティカム:MG、マイコプラズマ・シノビエ:MS)、鶏伝染性気管支炎(IB)の抗体検査を実施した。

表1 ワクチンプログラム

	日齢	ワクチン 疾病名(株名)
孵化場	0	MD
		Pox
		IB(S95)
		IBD
採卵鶏 農場	14	ND,IB(ON)
	35	IB(TM86)
	42	IB(AK-01)
	56	IB(H120)
	84	IB(C-78)
	90	ND



図4 異常卵

検査の結果、EDSは全て陰性で、異常卵への関与は否定された。MGは250日齢以降陽転が認められ、MSは育成中に感染し、その後も持続的な侵襲が考えられたため、生ワクチンの接種が推奨された。IBについては依頼した検査機関で実施可能な複数の株で非常に高い抗体価となったため、いくつかの生ワクチンを組み合わせて接種することに加え、80日齢前後に不活化ワクチンを接種することが推奨された。現在、農場に存在する血清型を調べるため解剖、ウイルス検査を実施中である。検査の結果を受け、オンラインでワクチンプログラムの検討会も実施した。

(2) 肉用鶏農場

ア 農場概要

飼養羽数22,000羽。管理獣医師は他県に在住しており、普段は管理会社のトレーナー(指導員)が巡回している。

イ 初診

初診時に斃死鶏の解剖(図5)を行ったところ、小腸の粘膜面の点状出血(図6)が認められ、コクシジウムの慢性的な感染が疑われた。遠隔診療獣医師からは消毒プログラムにゾール剤の追加が提案された。



図5 初診の様子(解剖)



図6 小腸の点状出血

ウ 農場の課題

農場では2週齢に1回のみニューカッスル病 (ND) と伝染性ファブリキウス嚢病 (IBD) のワクチンを接種しており、移行抗体によりワクチンブレイクが起こり、十分な免疫が獲得できていない可能性があるということが挙げられた。出荷前に採血し抗体検査を実施したところ、NDは抗体の保有が認められたが、IBDの抗体価はばらつきが大きく、2週齢と3週齢の2回接種に変更した。再度抗体検査を実施し、全羽で有効な抗体の保有が認められた。

10月には脚弱の個体が認められ淘汰数・死亡数が増加し、農場で解剖を行ったところ大腿骨頭壊死を疑うとの連絡があった。遠隔診療獣医師とオンラインで相談したところ脊椎膿瘍を疑うとのことで、病性鑑定を5羽実施した。いずれも犬座姿勢(図7)をとっており、解剖では第6胸椎の腫脹(図8)が認められ、断面に膿瘍(図9)が確認された。脊椎から *Enterococcus cecorum* (EC) が分離され、ECによる脊椎膿瘍と診断した。



図7 犬座姿勢



図8 第6胸椎の腫脹



図9 膿瘍

ECは哺乳類や鳥類の腸管の常在菌であるが、疾病の発生機序は明らかになっていない。2002年の発生報告以降、世界各国で発生しており、近年全国的にも問題となっている²⁾。県内では初めての発生となったが、遠隔診療獣医師とオンラインで所見を共有することにより迅速な診断につながった。

5 遠隔診療の実施効果

遠隔診療について農場、管理獣医師・指導員にアンケート調査を行ったところ、以下の回答が得られた。

<遠隔診療実施前>

- ・遠隔診療については知らなかった、聞いたことはあるがどのように行うかは知らなかった
- ・遠隔診療は大変そう(機材がない、あって

も使いこなせない、状況を的確に伝えるのが難しそう、犬猫や牛は先生がいるが鶏に明るい先生がいない)

<遠隔診療実施後>

- ・大変勉強になった
- ・迅速な診断につながった
- ・農場での対応が早くなった
- ・遠隔診療を始めるまでは昔のままの飼育方で問題ないと思っており、言われるまでどこが悪いかわからなかった
- ・何か問題が起きた時に飼育管理の振り返りができるよう日々の管理を細かく記録しておくことが重要だと思った

なお、事業としては今年度で終了だが、2農場とも今後も遠隔診療を続けたいとのことであった。

6 まとめ

遠隔診療獣医師と家保の連携により疾病の迅速な診断が可能となった。また、遠隔診療獣医師と家保の指導により農場の飼養衛生管理も向上した。遠隔診療は農場・家保いずれにも有益であり、今後ほかの畜種での活用も期待される。

参考文献

- 1)家畜における遠隔診療の積極的な活用について (3 消安第 4800 号令和 3 年 12 月 15 日付け農林水産省消費・安全局長通知)
- 2)令和 5 年度家畜衛生研修会 病性鑑定：細菌部門 (鳥取県発表)

農場 HACCP 認証農場における継続的な支援を介して得られた効果

○ 大津奈央
(佐久家畜保健衛生所)

要約

管内で牛飼養農場 3 戸(A~C)が農場 HACCP 認証を取得し HACCP システムを運用中で、1 戸(D)が 2024 年度認証審査を予定している。4 農場の取組動機としては自社製品のブランド化、従業員教育等であった。当所は各農場開催の検討会に出席しており、PDCA サイクルを回す中で、2 農場の課題が明確化した。肉用牛農場 A の課題は、子牛の虚弱・死亡増加であった。検討会で、子牛の受動免疫が不十分と判明し、免疫付与を確認するため血清総タンパク質濃度を測定した。3 頭中 2 頭が基準値以下であったため、初乳製剤の給与を開始し、11 頭中 9 頭で基準値以上を確認した。初乳製剤給与後で、診療頭数、診療日数及び子牛の再診件数が減少した。乳肉複合農場 B では、飼養経験の浅い従業員の教育及び訓練が課題であった。勉強会を毎月開催し、従業員の知識および意欲の向上が図られた。また、継続的な支援により、乳量や繁殖成績が向上した。牛伝染性リンパ腫及び小型ピロプラズマ病対策を継続している。農場 HACCP 認証取得後においても、意欲的な農場の継続的な支援は生産性向上の一助となる。

1 はじめに

農場 HACCP は、畜産農場における衛生管理を向上させるため、危害要因(微生物、化学物質、異物など)を防止するための管理ポイントを設定し、継続的に監視・記録を行うことにより、農場段階で危害要因をコントロールする手法である^[1]。

2023 年 1 月 25 日現在、全国で 461 農場が認証を取得している。長野県では養鶏(採卵) 1 農場、養豚 2 農場、乳肉複合 1 農場、肉用牛 6 農場の計 10 農場が認証を取得している^[2]。

農場 HACCP システムには PDCA サイクルの考え方が取り入れられており、PDCA サイクルを回す中で、各農場において子牛の発育不良や、従業員への教育・訓練などの飼養衛生管理上の課題が明確化し、課題に対して支援

を実施した。

2 農場 HACCP に対する取組

(1) 管内の取組状況

2016 年 11 月に A 農場、2018 年 3 月に B 農場、2019 年 2 月に C 農場の計 3 農場で認証を取得しており、新たに 1 農場で 2024 年度の認証審査を予定している。飼養形態は、肉用牛一貫経営が 3 農場、乳肉複合経営が 1 農場である(表 1)。

取組動機は全農場で自社製品のブランド化を挙げており、加えて作業の統一化や従業員教育を目的としている。

表1 管内の取組状況

	飼養形態	飼養頭数	認証取得状況
A農場	肉用牛一貫	260	2016年11月認証取得
B農場	乳肉複合	183	2018年3月認証取得
C農場	肉用牛一貫	474	2019年2月認証取得
D農場	肉用牛一貫	42	2024年認証審査予定

(2) 農場 HACCP 認証 3 農場に対する家保の支援体制

農場毎に当所から担当者1名を専任し、各農場が開催する HACCP 検討会に出席している。検討会では、HACCP 関連文書の見直しや、飼養衛生管理の改善を指導した。また、従業員教育の一貫として勉強会の講師を担当している。

3 A 農場(肉用牛一貫)の取組

(1) HACCP 検討会

A 農場は、検討会を月1回開催し、農場管理者・従業員、臨床獣医師、家畜保健衛生所(以下家保)が出席している。A 農場の課題は、子牛の虚弱・死亡の増加であり、子牛の下痢、肺炎が数年前より増加していた。臨床獣医師による治療も効果はみられない、または再発しており、子牛の発育不良もみられた。

このことから、検討会では子牛の受動免疫移行不全を疑い、取り組みを開始した。

(2) 初乳摂取状況の調査および対策

農場内の子牛の現状把握を行うため、初乳摂取の有無に影響を受けると言われる血清総タンパク質(TP)濃度の測定を実施した。

調査対象は生後5日齢までの子牛とした。検査した3頭中2頭で基準値の5.5 g/dL^[3]を下回る結果となり、受動免疫移行不全の可能性が示唆された(図1)。

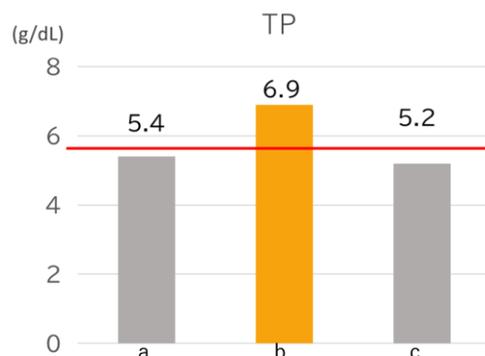


図1 対策実施前の血清総タンパク質(TP)濃度

この結果を受けて、HACCP 検討会では血清生化学検査結果を共有し、今後の対応を検討した。また、検討会と併せて子牛の免疫についての勉強会を開催した。検討の結果から、初乳製剤の試験的給与を開始した。初乳製剤給与後のTP濃度を調査するため、給与翌日の子牛11頭を測定した。11頭中9頭で基準値を上回る結果となり、初乳製剤の給与を継続することとした(図2)。

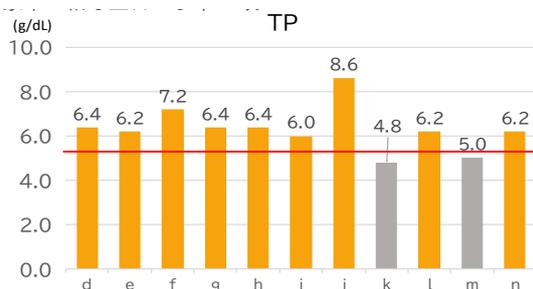


図2 初乳製剤給与後のTP濃度

(3) 初乳製剤の給与後の調査

初乳製剤の効果を確認するため、初乳製剤

給与後の調査を実施した。

調査期間は、母乳のみを給与した2022年9月から11月の3ヶ月間と初乳製剤を給与した2023年9月から11月の3ヶ月間とした。

子牛における診療頭数、診療日数、および再診件数を調査したところ、給与前と比較するといずれも概ね半減し、初乳製剤の給与による効果を確認した(図3)。

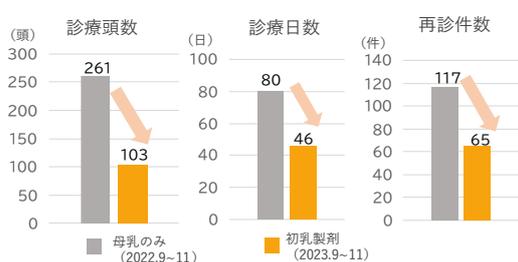


図3 初乳製剤の給与による効果

4 B農場(乳肉複合)の取組

(1) HACCP 検討会

B農場では、検討会を月1回開催し、農場管理者・従業員、獣医師、飼料会社、家保が出席している。B農場の課題は、経験年数の短い従業員への教育・訓練であった。

2020年度に従業員3名が入社しており、従業員の知識や意識の向上を目的として、検討会と別の日程で、従業員勉強会を月1回開催することとした。

(2) 従業員勉強会

従業員の勉強会では、講師を家保、臨床獣医師、飼料会社が担当した。家保は、「乳質改善について」、「牛群ドック代謝プロファイルテスト結果について」、臨床獣医師は「第四胃変位について」、「子牛の臍帯炎について」、飼料会社は、「給与飼料の成分について」

「飼料添加物の効果について」等をテーマに勉強会を実施した。

(3) 勉強会による効果

年1回、全頭個体乳検査を実施し、勉強会で検査結果の説明を行った。乳房炎罹患牛の特定や、搾乳順番の入替、搾乳前後のミルカー消毒、作業マニュアルを見直し、搾乳手順の再確認を指導した。

2022年度から2023年度の個体乳検査で、黄色ブドウ球菌保菌牛の割合が約5%減少した(図4)。

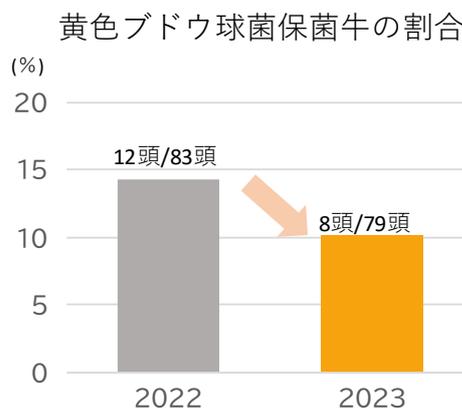


図4 黄色ブドウ球菌保菌牛の割合の推移

また、牛群ドックを実施し、年1回代謝プロファイルテストを行った。

勉強会で検査結果を説明し、従業員全員が牛群の状態を把握すること、必要に応じて給与飼料の見直しを指導した。

その結果、乳量は増加、JMRは低下し、繁殖成績の改善を確認した(図5)。

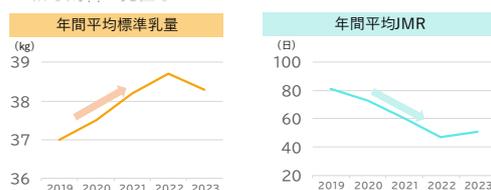


図5 年間平均標準乳量および年間平均JMRの推移

牛伝染性リンパ腫(EBL)対策では、年1回全頭EBL抗体検査を実施し、陽性牛の隔離および更新を指導し、2023年度には陽性率0%を達成した(図6)。



図6 牛伝染性リンパ腫(EBL)陽性率の推移

(3)新たな課題

2023年度に新たに見つかった課題として、小型ピロプラズマ病対策への取組を開始した。

2023年6月に放牧牛1頭が死亡し、2頭で流産が確認された。7月には放牧牛1頭の血液検査でタイレリア原虫が多数認められ、当該牛の治療を開始したが、死亡した。また、同じ牧区の放牧牛5頭中3頭でタイレリア原虫が認められた。11月の放牧終了後、農場内の浸潤状況を確認するため全頭の血液検査を実施し、139頭中23頭でタイレリア原虫が認められた。この結果を受け、HACCP検討会で、来年度の放牧に備えてダニ忌避剤および駆虫剤の投与、耳標型駆除剤の装着、また、放牧地の掃除刈り、牧区の変更を提案した。

5 C農場(肉用牛一貫)の取組

C農場では、検討会を2カ月に1回開催し、農場管理者・従業員、獣医師、家保が出席している。課題として繁殖成績の低下が挙げられた。繁殖検診を月1回実施し、繁殖業務の年数の短い従業員への勉強会を開催することとした。今後も、支援を継続し繁殖成績の改善を図っていく。

6 D農場(肉用牛一貫)の取組

D農場では、検討会を1カ月に1回開催し、農場管理者・従業員、獣医師、家保が出席している。2023年4月から農場HACCP認証取得に向けて取組を開始し現在、作業分析シートの作成を行っており、2024年度認証審査に向けて、文書作成や記録の整備などを順調に進めている。

7 考察

農場HACCP認証農場に対する継続的な支援を実施し、定期的な検討会の開催により各農場のPDCAサイクルを回す中で課題が明確化した。

臨床獣医師や飼料会社等の関係機関と情報共有し、検査、調査や従業員教育を実施することで、子牛の発育や乳量・繁殖成績の改善等の効果が確認された。

今後も関係機関との連携を図り、意欲的な農場に対する支援を継続していきたい。

参考文献

- [1] 農林水産省消費・安全局. 畜産農場における飼養衛生管理向上の取組認証基準(平成21年8月)
- [2] 農林水産省. 農場HACCP認証について. 農場HACCP認証農場の推移(2023年1月)

[3] NOSAI. 出生子牛の受動免疫評価. 家畜
技術情報 (2021. 9)

特定家畜伝染病の防疫対応における情報共有の改善

○石井 貴
(佐久家畜保健衛生所)

要約

2023年5月、特定家畜伝染病を疑う事例が発生した。この際の対応について、既存の連絡手段による立入者と家保及び県庁との情報共有に課題が挙げられた。そこで本県で新たに導入されたデジタルインフラを活用した情報共有方法を検討した。写真添付が多く必要な口蹄疫の疑い事例はMicrosoft Teams チャットグループ (Teams)、写真が少ない鳥インフルエンザ及び豚熱の疑い事例は緊急連絡網・安否確認システム (オクレンジャー) を使用した訓練を実施した。いずれも従来法に比べ、時系列での情報確認が容易で、特に前者は写真データの移行が速く個体毎の管理に有用だった。また、防疫措置時の情報共有方法として、動員者及び進捗状況の管理表を作成し、Teams で共有する訓練を行った。動員者の入退場時刻や殺処分等の進捗状況の入力を行い、リアルタイムの情報共有が実現された。今後は当該システムの標準化を目指し、防疫演習等を通じて随時ブラッシュアップを図り、より迅速で適切な防疫体制の構築と維持に繋げたい。

1 はじめに

2023年5月、当家畜保健衛生所(家保)管内で特定家畜伝染病を疑う事例が発生した。その際、当該農場と関係機関との情報共有に電話やメール等を使用した。写真データの送付と整理、電源確保、防水処置等が課題となった。そこで、長野県で新たに導入されたデジタルインフラを活用し、情報共有方法について検討し、演習を行ったので報告する。

2 防疫演習方法の検討

(1) 行政情報ネットワークへの接続

庁舎外での行政情報ネットワーク(ネットワーク)への接続は公用スマートフォン(スマホ)のテザリング又はポケットWi-Fiによるインターネット回線を利用した。パソコン(PC)は普段使用のリースPCを使用した。(表1)

(2) 異常届出時の情報共有方法

送付する写真の数によって2つの方法を検討した。口蹄疫の疑い事例では、「口蹄疫に関する特定家畜伝染病防疫指針」に基づき、全ての異常家畜の病変部位等、多くの写真を送信する必要があるため、農場へPCを持ち込みTeams及び共有サーバの活用とした。(図1・方法A)鳥インフルエンザ・豚熱の疑い事例では、送付する写真が少ないため、農場ではPCを使用せずスマホのみでオクレンジャー掲示板の活用とした。(図1・方法B)

共有する機関は家畜防疫対策室(対策室)、農業農村支援センター(センター)、家保とした。

(3) 防疫措置時の情報共有

集合施設での動員者の管理や防疫作業の進捗状況について、Teamsを活用しエクセルで作成した管理表で共有すること

とした。(図2)

共有する機関は対策室、センター、家保とした。

表1 使用機器と共有データ一覧

①A異常通報 (口蹄疫)	①B異常通報 (鳥フル・豚熱)	②防疫措置
使用機器 ・リースPC ・ケーブル ・公用スマホ(テザリング) ・デジカメ ・発電機	・公用スマホ ・充電バッテリー	・リースPC ・ケーブル ・ポケットWi-fi
共有するもの ・届出内容 ・症状 ・農場写真 ・ 好発部位 8箇所以上 × 頭数の写真	・届出内容 ・症状 ・疫学情報 ・農場写真 ・死亡畜写真	・総合受付Excel (入退場・健康・役割) ・進捗状況Excel (殺処分・埋却・消毒)

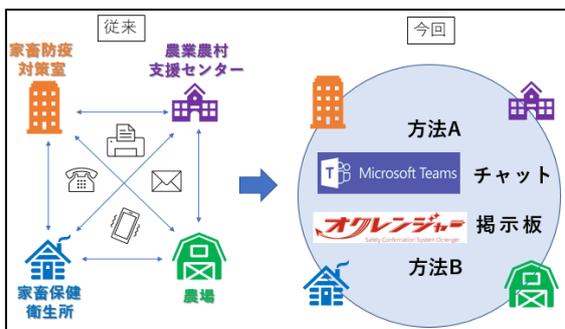


図1 異常届出時の情報共有

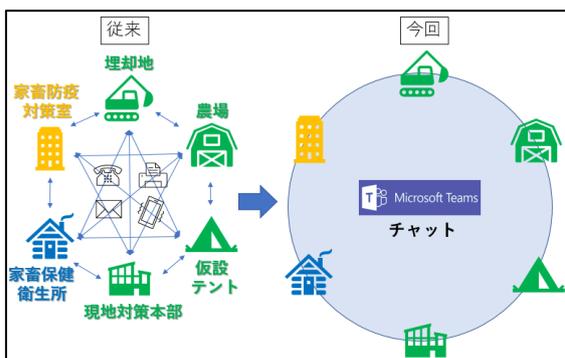


図2 防疫措置時の情報共有

3 防疫演習手順

(1) 異常通報(口蹄疫・方法A)の対応

ア 農場からの異常通報の届出

農場から家保へ異常届出があったと想定し、対策室とセンターへ電話で連

絡。

イ 準備及び家保出発

センターはTeamsを立上げる。家保はPCを防水加工後、Teamsへ家保出発時刻、農場到着予定時刻及び届出内容を共有。

ウ 農場到着後

発電機の起動、スマホのテザリングによりネットワークに接続。

Teamsで検査スケジュール、検査結果、農場状況報告、対策室の指示等のやり取りを行い、手書きの調査内容及び好発部位におけるデジカメで撮影した写真は、PCに取り込み共有サーバへ直接アップロード。

必要に応じて実施した抗原検出キットの検査結果を報告。

(2) 異常通報(方法B)の対応

ア 農場からの異常通報の届出

農場から家保へ異常届出があったと想定し、対策室とセンターへ電話連絡。

イ 準備及び家保出発

オクレンジャー掲示板は管理者権限のある対策室が立上げる。家保はスマホを防水加工後、家保出発時刻、農場到着予定時刻及び届出内容を掲示板に投稿し共有。

ウ 農場到着後

オクレンジャー掲示板で検査スケジュール、検査結果、対策室からの指示等を掲示板へ順次投稿し共有。この際、手書きの調査内容、死亡鶏等はスマホで撮影したものをそのまま投稿した。

(3) 防疫措置時の情報共有

センターは動員者受付及び退場用 PC をポケット Wi-Fi によりネットワークに接続し Teams を立上げる。

動員者管理として入退場時刻、健康確認、班割や役割分担を随時 Teams 上の管理表に入力し共有。進捗状況管理も同様に殺処分・埋却・消毒作業の進捗状況を管理表に入力し共有。

4 情報共有システムの活用による効果

(1) 異常届出時の情報共有

デジカメ写真を PC に取り込み、共有サーバにアップする方法は特に画質とデータ移行速度、個別別整理に優れていた。情報整理の観点でも、時系列で確認できる Teams とオクレンジャーは従来のメール等による共有より優れていた。

しかし、システム準備の観点で、Teams はテザリングと防水加工、またオクレンジャーは管理者である対策室のみ立ち上げが可能のため、メールより多少労力を要した。

表2 異常通報時の情報共有方法比較

	Microsoft Teams	オクレンジャー	メール
準備	△	○	○
立ち上げ	要テザリング	管理者のみ	—
防水加工	やや難	易	易
写真	◎	△	△
画質	良(防水袋不要)	可(防水袋越し)	可(防水袋越し)
移行速度	15秒/枚	100秒/枚	50秒超/枚
データ制限	スマホ契約による	1投稿1枚までコメント必要	受信可能容量まで
情報整理	◎	○	×
共有範囲	多対多	多対多	1対1 or 1対多
時系列確認	易	易	難
個別別整理	易	やや難	難

(2) 防疫措置時の情報共有

従来の「1対1」又は「1対多」で行う電話やメール等の共有方法では、逐一各

現場から情報収集する必要があり、情報錯綜の要因となった。これに対して今回の方法は、動員者管理、進捗状況管理等、リアルタイムで変動する情報は、エクセルが共有できる Teams が最適であると分かった。また、Teams のメリットは、「多対多」での情報共有であるため、重複問い合わせの回避、各種同一ファイルの共有が挙げられる。デメリットとしては、PC故障、電波状況、個別連絡等、電子機器自体のトラブルや使用環境、利便性に起因するものが挙げられる。

表3 防疫措置時の情報共有方法比較

	Microsoft Teams	メール
動員者管理	◎ Excel共有	△ 基本的に紙管理
進捗状況管理	◎ Excel共有	△ 各現場から情報収集
情報整理	◎ 共有範囲 時系列確認 メリット 重複問い合わせ回避 各種ファイル共有	×
	多対多 易	1対1 or 1対多 難
		緊急時即連絡
デメリット	PC故障 電波状況 個別連絡	紙の紛失 他メールに埋没 誤伝達リスク

5 まとめ及び今後の課題

Teams 及びオクレンジャーは県庁で普及しているシステムのため、導入コストが不要であり、職員は業務上これらのシステムを常用しているため、使用時のストレスも少ない。

今回の演習を通じて、写真が多く必要とされる口蹄疫の異常通報は、データ移行に優れ、チャットで情報共有可能な Teams の利用が推奨される。一方、写真を多く必要としない鳥インフルエンザと豚熱の異常通報は、手軽さを重視してスマホ 1 つで対応できるオクレンジャーの利

用が適している。また、常に状況把握が要求される防疫措置では、エクセルとチャットにより情報共有可能な Teams の活用が奨励される。(表4)

表4 演習全体での情報共有方法比較

	Microsoft Teams	オクレンジャー	電話	メール
①A異常通報 口蹄疫 写真多	○	△	×	×
	データ移行と チャットで情報共有			
①B異常通報 鳥フル・豚熱 写真少	○	○	△	△
		公用スマホ 1台で対応可		
②防疫措置	○	—	×	×
	Excelとチャットで 情報共有			

今後の展望として、今回の演習で活用した情報共有方法の県内標準化を目指し、各地域で防疫演習を通じた課題の洗い出し、今回演習で行わなかった資材管理方法等の検討、ポケットWi-Fiの整備による通信環境の統一化等によるブラッシュアップを実施すれば、職員の異動に関わらず、迅速で適切なレベルの防疫体制の構築と維持に繋がると期待される。

特定家畜伝染病防疫演習の実施による危機管理体制の整備

根本 有紀子
(長野家畜保健衛生所)

要約

特定家畜伝染病の発生時に迅速かつ的確な防疫措置を行うため長野地区、北信地区で、特定家畜伝染病防疫演習（机上研修・実技演習）を実施した。長野地区では、参加者に実際の防疫措置をよりイメージしてもらうため、模擬の豚を使用し、一連の防疫作業を想定した防疫演習を実施した。参加者のアンケートには、「模型ではあるが、実際の動きがイメージ出来た」等の感想があり、有益な演習になった。北信地区は県内最北部に位置し全国有数の豪雪地帯のため、仮設テントの代わりにコンテナハウスを用いた防疫想定案を作成し、防疫演習を実施した。コンテナハウスは、出入り口が一口のため、作業動線が交差してしまう、積雪期の設置が困難な場合がある等の問題点が判明し、今までどおり、仮設テントを使わざるを得ないことが分かった。今後も実技演習を積極的に取り入れた防疫演習を行っていくとともに積雪期の防疫想定案をさらに具体的に検討し危機管理体制の整備を実施していきたい。

1 防疫演習の概要

長野地区では、CSFとHPAIを、北信地区ではHPAIの発生を想定した防疫演習を実施した。参集範囲は県関係機関ほか市町村、JA、獣医師会などで、長野地区では54人、北信地区は32人が参加した。

2 長野地区の防疫演習の内容

特定家畜伝染病等の机上研修の他、本物の豚の使用が困難なため、模擬豚を使用した殺処分の演習、防護服の着脱の演習を実施した。今回の演習では、体育館内に模擬農場を作成した。豚の殺処分方法は、成長時期、大きさにより異なるので、哺育豚、肥育豚、繁殖豚用の3パターンの模擬農場、模擬豚を用意して行った（図1）。模擬豚の殺処分の実技演習の前には、よりイメージを持ってもらうため、昨年度、松本家畜保健衛生所が農場で、本物の豚を使用して行った防疫演習の動画を見てもらい、その後、家保職員がデモを行った。

哺乳豚の殺処分の演習は、捕獲からフレコン投入までを実施した（図2）。殺処分時に使用する二酸化炭素ボンベは、空の物を使用したため、実際の二酸化炭素注入時

は、ポリ箱の蓋を抑える必要があること、豚が暴れるのでポリ箱を抑えないと危険である旨の説明もしながら実演した。肥育豚と繁殖豚の殺処分の演習では、コンパネを使用した追い込みから、フレコン投入までを実施した（図3）。模擬豚の足にビニールひもをつけ、スタッフが引っ張り動きを付け、使用するコンパネ、電殺機については、実際に使用する器材を用いて行った。

防護服の着脱の演習では、参加者を4班に分け、各班にサポートのスタッフを配置、一番前に見本となるスタッフを配置し行った。また、2枚着る、防護服の1枚目と2枚目の色を変えることで参加者が分かりやすいように工夫した。（図4）。

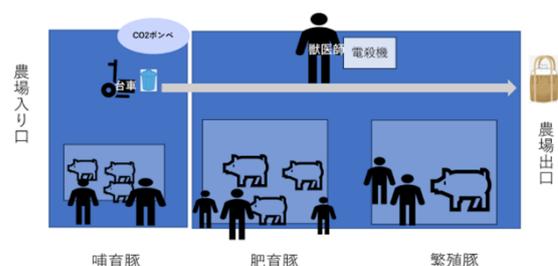


図1 模擬農場図



図2 哺乳豚殺処分



図3 肥育豚、繁殖豚の殺処分



図4 防護服の着脱

3 北信地区の防疫演習

特定家畜伝染病が発生した場合の措置について等の机上研修及び実技演習を行った。実技演習では、動員後の受付から事前健康確認、防護服の着衣、仮設基地へ移動し、農場内入場用仮設コンテナにて、防護服の最終装備、防護服を着た状態での作業体験として歩行運動を行い、退場用仮設テントへ移動し、防護服の脱衣、その後、集合基地に戻り、事後の健康確認までの一連の工程の演習を行った。

事前の健康確認時、実際の集合基地は大勢の人がおり、健康確認が必要な人が分かりにくいので、本人確認を確実に出来るように、受付時の番号と問診票の番号と同じ番号を書いたテープを胸に貼ることを試み

た。また、健康確認後、従事に不適になった人の番号をホワイトボードに記入し情報共有出来るようにした(図5)。

仮設基地については、コンテナハウスを使用した。農場入場時に使用する仮設基地は、通常、テントを使用するが、北信地区は県内でも豪雪地帯のため(図6)積雪時の対策として、今回初めて12平方メートルタイプコンテナハウスの使用を試みた(図7)。

使用して分かった問題点として、コンテナハウスの出入り口が1つなので、退場用仮設コンテナとして使用する場合は、作業動線が交差してしまうこと、今回使用した12平方メートルタイプは、大人が7人ほど入ると狭く感じることで、積雪時に、コンテナハウスを設置する場合、仮設テントを設置するより除雪の手間がかかることなどの問題点が判明し、現時点では、コンテナハウスは仮設基地として使用はしないこととなった。



図5 事前健康確認



図6 集合基地の積雪



図7 使用したコンテナハウス

4 2地区のアンケート結果

- ・豚の成長に応じた殺処分の違いが分かりやすかった
- ・グループごとに指導者がいて丁寧に教えてもらえた
- ・実際の動員前に研修を受けることが出来とても有益だった
- ・万一の時は、今回の演習で経験したことを周りの人に伝えたり見本となれるようにしたい
- ・防護服を着た作業の不自由さが分かってよかった

と、前向きな声があった一方、

- ・模擬豚を使用したので緊張感に欠ける
- ・防護服の着脱についてサポートが少なかった
- ・スピーカーが聞こえづらかった
- ・ゴーグルのくもり止めについての説明がなかった

等の意見があった。

5 2地区の防疫演習のまとめ

(1) 「模擬豚の使用」について

今回、よりイメージをしてもらうため、成長別の模擬豚を使用した殺処分の演習を行なった。廃鶏を利用した防疫演習、養豚場における防疫演習は過去に行われているものの、家畜伝染病の発生状況を考えると、実際の家畜を使用する防疫演習はリスクが高い。模擬豚の演習は、準備に手間がかからないながらも参加者にとって、とても有益な演習となった。

(2) 「指導者としての技術の取得」につ

いて

防護服の着脱については、サポートにより良く理解できた人がいた反面、サポートが手薄だったと感じた参加者もいた。くもり止めの説明がなかった、着衣後はトイレに行けない、水が飲めないなどの事前説明がなかった等の意見があり、主催者側も指導者としての技術の取得が必要であると感じた。

(3) 「会場の設備」について

会場によっては、「音が聞きにくかった」との意見や、「暖房設備がないことは事前に連絡してほしい」などの意見があり、基本となる会場設備についても整備は大切である。

(4) 「コンテナハウスの使用」について

使い勝手について多少の予想は出来たものの実際使用することでより使用感が分かり、結果、現時点では使用しないことと結論を出すことが出来た。

6 考察

防疫演習は、特定家畜伝染病発生時に防疫措置を迅速かつ円滑に行うことを目的としている。近年、高病原性鳥インフルエンザや豚熱の発生リスクが高まり、防疫演習の重要性が増している。動員者が現場で、「何をすればよいのか分からない」とならないためにも、動員者には、作業内容の理解が求められる。また、実際の現場では、人員が不足しており、手厚いサポートが受けられないことも予想されるため、演習は、限られた時間内で、有益に知識と技術を取得してもらい動員予定者のスキルアップを図るためにも重要である。

今後も実技演習を積極的に取り入れた防疫演習を行っていくとともに積雪期の防疫想定案をさらに具体的に検討し危機管理体制の整備を充実させていきたい。

管内養豚場における浮腫病対策と一連の病性鑑定でみえた課題

○中島冬萌、林健、袴田由美
(長野県松本家畜保健衛生所)

要約

浮腫病は一度農場に侵入するとその対応に苦慮する大腸菌症の一つである。令和5年7月下旬～8月中旬にかけて管内の一貫生産農場で肥育豚と離乳豚の死亡数が増加したため数回の病性鑑定を実施し、浮腫病と診断した。当該農場では同年の5～6月に70～100日齢の肥育豚で豚胸膜肺炎と豚レンサ球菌症の発生があり、それ以降管理獣医師指導のもとドキシサイクリン(DOXY)とアモキシシリン(AMPC)の投与を日常的に実施していた。解剖1・2回目は稟告から先述の2疾病を疑い実施した。腸間膜リンパ節腫大、腹腔内の線維素析出を認めたが、主要臓器から有意菌は分離されなかった。解剖3・4回目は細菌学検査で5頭の小腸内容及び腸間膜リンパ節から溶血性を示す大腸菌が分離された。そのうち4株から志賀毒素・定着因子の遺伝子が検出され浮腫病と診断した。農場では分離菌が耐性を示した薬剤の使用を中止し、浮腫病ワクチンの接種と比較的感受性を示したノルフロキサシン(NFLX)の適切な投与で8月下旬に浮腫病の発生は終息した。日常的な抗生物質の予防的投与は一部の豚で症状が不明瞭となり、臓器からの細菌分離を困難にし、原因菌の薬剤耐性獲得につながると考察された。また、病性鑑定では稟告・先入観にとらわれない検索が必要である。

1 はじめに

豚の浮腫病は志賀毒素産生性大腸菌(STEC)(別名ベロ毒素産生性大腸菌(VTEC))による感染症で、4～12週齢の肥育豚に好発する。死亡率は50～90%と高く、典型的な浮腫病では間代性痙攣、後軀麻痺などの神経症状と前頭部、眼瞼周囲、下腹部に顕著な浮腫が出現する¹⁾。

今回管内養豚場で発生した浮腫病の診断には苦慮した点が多かったため、一連の病性鑑定でみえた課題をその概要とともに報告する。

2 農場の概要と病性鑑定を実施するまでの経過

発生農場は繁殖母豚320頭規模の一貫生産農場で、ファイブフォーのグループ生産システムを取り入れている。豚熱(CSF)ワクチンは令和5年4月から登録飼養衛生管理者が接種しており、松本家畜保健衛生所(家保)は毎月ワクチン関連業務で農場に立ち入っている。

令和5年5～6月に70～100日齢の肥育豚7頭が鼻出血を伴って死亡し、外部検査機関の検査で2頭の肺から*Actinobacillus*

pleuropneumoniae(APP)血清型2型が分離された。また同時期に肥育豚で豚レンサ球菌症(心内膜炎型)が発生した。これらの結果を受け、農場では管理獣医師の指導によりDOXYの飼料添加とAMPCの飲水投与を開始した。この対応で一度死亡は落ち着いていたが、7月下旬に肥育舎で死亡数が再び増加したとのことで家保に通報があり、病性鑑定を実施した。

3 材料

59～70日齢の肥育豚10頭(No.1～8、11、12)、50日齢の離乳豚2頭(No.9、10)を計4回の病性鑑定に供した(表1)。

表1 検体番号

解剖	検体No.	日齢	ステージ
1回目	1～3	67日齢	肥育
2回目	4・5	70日齢	肥育
3回目	6～8	59日齢	肥育
4回目	9・10	50日齢	離乳
	11・12	64日齢	肥育

4 方法

(1) 解剖学検査

常法に従い、病理解剖を実施した。

(2) 細菌学検査

主要臓器、腸間膜リンパ節(No. 6~10)、小腸内容(No. 6~10)を採材し、常法に従い実施した。

(3) 遺伝子検査

CSF、アフリカ豚熱(ASF)の遺伝子検査をPCR法により実施した。分離されたレンサ球菌(No. 2、3由来)は*Streptococcus suis*(*S. suis*)の遺伝子検査をPCR法により行った。大腸菌(No. 6~10由来)は大腸菌毒素因子・定着因子の遺伝子検査をPCR法により実施した。

(4) 薬剤感受性試験

常法に従いディスク拡散法により実施し、コリスチンの薬剤感受性試験は Colistin Broth Disk Elution法(CBDE法)²⁾で実施した。また、農場が別途細菌検査を依頼した外部検査機関でも薬剤感受性試験を実施した。

(5) 組織学検査

10%中性緩衝ホルマリンで固定した主要臓器、中枢神経系、腸管、リンパ節5頭分(No. 6~10)を用い、常法に従いヘマトキシリン・エオジン染色標本を作製し鏡検した。

5 結果

(1) 解剖1回目

解剖学検査で眼瞼浮腫、腸間膜リンパ節の腫大、腹腔内の線維素析出を認めた(図1)。農場が事前に実施した解剖では豚胸膜肺炎を疑う所見が肺にみられたとのことだったが、家保における解剖では肺に著変は認められなかった。CSF・ASF遺伝子検査は陰性だった。細菌学検査では2頭の肺からレンサ球菌が分離され、そのうち1株は*S. suis*であった。

(2) 解剖2回目

解剖から3日後にふらつく肥育豚がいると農場から連絡があった。前回の解剖で2頭からレンサ球菌が分離されたことから、豚レンサ球菌症が疑われると判断し病性鑑定を実施した。水腫様の腸管、腸間膜リン

パ節の腫大が認められた(図2)。細菌学検査では主要臓器から有意菌は分離されなかった。



図1. 腹腔内の線維素析出(矢頭)

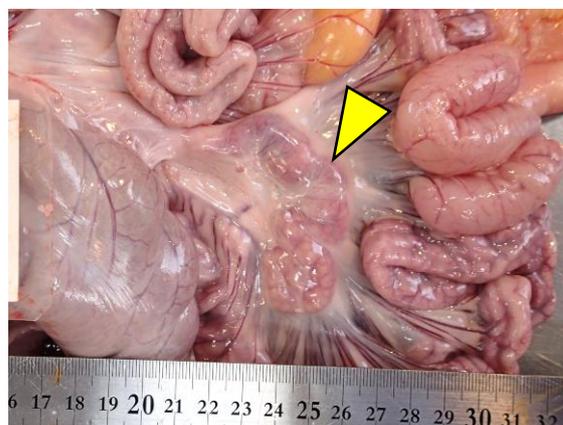


図2. 腸間膜リンパ節の腫大(矢頭)

(3) 解剖3回目

農場では8月上旬に肥育豚の死亡数が再び増加した。2回の解剖では原因菌が明確に分離できていないこと、死亡豚の中には眼瞼浮腫がみられる個体があったことから、3回目の解剖を実施した(図3)。剖検では前回と同様に水腫様の腸管、腹腔内の線維素の析出、腸間膜リンパ節の腫大を確認した。細菌学検査では全頭の腸内容または腸間膜リンパ節からβ溶血を示す大腸菌が分離され、そのうち2株は志賀毒素と定着因子の遺伝子が陽性であったことから浮腫病と診断した。外部検査機関の検査結果も診断は浮腫病であった³⁾。

(4) 解剖4回目

3回の病性鑑定で肥育豚の浮腫病を診断した後、8月中旬に離乳豚の死亡数が急増

した。離乳舎への浮腫病の発生拡大が強く疑われたため、4回目の解剖を実施した。離乳舎では遊泳運動を示す個体もみられた。CSF・ASFは陰性だった。細菌学検査は抗生物質未投与の離乳豚2頭で実施した。その結果、小腸内容からβ溶血を示す大腸菌が有意に分離され、志賀毒素と定着因子の遺伝子も検出されたことから浮腫病と診断した。



図3 死亡豚にみられた眼瞼浮腫

(5) 薬剤感受性試験

多くの薬剤に耐性を示し、一般的に浮腫病に有効とされるコリスチンにも耐性を示した(表2)。検査機関の検査結果では、豚胸膜肺炎や豚レンサ球菌症終息後も日常的に投与していたDOXYとAMPCは耐性傾向であり、一方でNFLXは比較的感受性であった³⁾。

表2 薬剤感受性試験の結果

抗生物質	略語	家保		検査機関		
		解剖3 肥育①	解剖3 肥育②	肥育1	肥育2	肥育3
ペニシリン系	AMPC			R	S	I
	ABPC	R	R	R	S	S
セファロスポリン系	CEZ	S	S			
	CXM	S	S			
	CQN			S	S	S
アミノグリコシド系	KM	S	R	I	S	S
	SM	R	R			
フェニコール系	FFC			S	R	R
ペプチド系	CL	R	R	R	R	R
テトラサイクリン系	TC	R	R			
	DOXY			R	S	I
サルファ剤・葉酸拮抗剤	ST			R	S	S
	ERFX	S	S	R	S	I
フルオロキノロン系	OBFX			R	S	I
	NFLX			S	S	I

R: 耐性, I: 中間, S: 感受性
 AMPC: アモキシシリン ABPC: アンピシリン CEZ: セファゾリン CQM: セフロキシム CQN: セフェキム KM: カナマイシン
 SM: ストレプトマイシン FFC: フロルフェニコール CL: コリスチン TC: テトラサイクリン DOXY: ドキシサイクリン
 ST: ステチル ERFX: エンロフロキサシン OBFX: オルビフロキサシン NFLX: ノフロキサシン

(6) 組織学検査

腸間膜リンパ節(No. 6、7、9)、腎臓

(No. 8)、脾臓(No. 9)の小血管壁のフィブリノイド壊死が認められた(図4)。

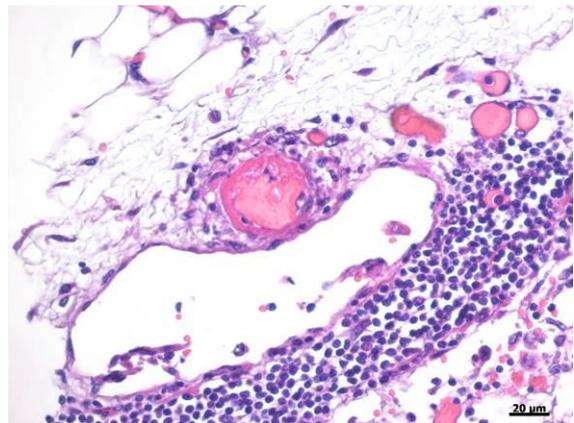


図4 腸間膜リンパ節被膜の小血管壁のフィブリノイド壊死

6 対策および指導

農場従業員、飼料会社指導員、農協技術員、家保が参集し、浮腫病対策検討会を実施した。検査結果を共有した上で問題点を把握し、本農場における効果的な対応を検討した。その後浮腫病ワクチンの接種を開始した。検討会直後は肥育豚・離乳豚に一斉接種し、8月末からは随時接種した。また、薬剤感受性試験の結果から、耐性を示すDOXY・AMPCの使用を中止し、感受性のあるNFLXを発症ロットに対し5日間を厳守し経口投与するよう指示した。

7 まとめ

4回の病性鑑定とその後の浮腫病対策の流れは図5のとおりである。解剖1回目ではAPPの関与を疑ったがレンサ球菌が分離された。2回目は豚レンサ球菌症を疑ったが有意菌は分離されなかった。3回目に溶血性のある大腸菌が分離され遺伝子検査の結果も併せて浮腫病と診断した。4回目では離乳舎にも浮腫病が拡大していることを確認した。8月18日には浮腫病の対策検討会を実施し、その翌日からワクチン接種を開始した。NFLXは用法・用量を厳守して使用した。その後肥育舎・離乳舎ともに死亡数は減少し、浮腫病の発生は終息した。

8 課題と考察

今回我々は管内農場での浮腫病発生を経験した。各種対策により浮腫病は終息したが、その中では課題もみられた。課題の一つ目は肥育豚への日常的な抗生物質の予防的投与である。これにより解剖後の臓器からの細菌分離が困難となる場合があった。抗生物質未投与の離乳豚では遊泳運動を示す個体がみられたが、抗生物質投与済みの肥育豚では臨床症状は不明瞭だった。また、薬剤耐性獲得につながるため、各農場の原因菌に対する適切な薬剤の選択が重要となる。病性鑑定を実施する際は、抗生物質の投与状況を考慮した細菌検査が必要である。課題の二つ目は稟告や先入観にとらわれない検査である。本症例では農場側の稟告や過去の病歴につられ、検査を一部限定してしまったが、発生状況や剖検所見に基づく検査の実施が重要であると考えられる。

一方で畜産農家に対する家保の役割も再認識した。本症例では農場の背景も踏まえた総合的な病性鑑定を実施し、当該農場に合わせた対応策を提案できた。これは日頃から農場と連絡を取る家保ならではの対応だったと考える。今後も農場における疾病の発生予防やまん延防止、病性鑑定等で農家に寄り添い、地域の畜産振興に貢献していきたい。

3) 中部飼料提供資料

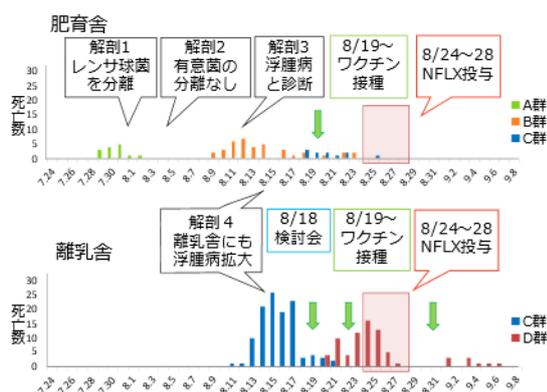


図5 4回の病性鑑定と浮腫病対策の流れ

引用文献

- 1) 農林水産省消費・安全局監修；病性鑑定マニュアル 第4版
- 2) CLSI® Antimicrobial Susceptibility Testing M100 30th (2020.1)

牛 *Clostridium perfringens* 感染症の発生と直腸便での評価

○藤本洋平・青山真理恵・中山恵・青木一郎
(長野県伊那家畜保健衛生所)

要約

牛 *Clostridium perfringens* (以下、CP) 感染症は牛の突然死を引き起こす重大な疾病である。令和4年8月と令和5年10月に管内酪農場にてCP感染症による突然死が発生した。当該牛の直腸便中から $2.2 \times 10^6 \sim 2.5 \times 10^7$ CFU/g のCPが確認された。し現在、牛CP感染症では小腸内容物中CP数の指標は存在するが、直腸便中におけるCP数の指標は存在しない。そこで、令和5年10月にCP感染症の発生があった農場1戸および発生の無い農場6戸において、健常成牛の直腸便40検体を用いCPの分離培養試験を実施し、CP数を比較した。その結果、発生のあった農場においてのみCPが分離された。また、CPが分離された農場の牛20頭について抗体検査を実施したところ、抗体価は $400 \sim 3200 \leq$ であり、農場全体がCPに汚染されていることが確認された。直腸便中CP生菌数を評価することは、CP感染症発症リスクを予測するのに有効である可能性が示唆された。

はじめに

牛のCP感染症は、CPを病原体とした、天然孔からの出血や、下痢便、血便または便秘を特徴とし、しばしば突然死を引き起こす疾病として知られている。

事例紹介

管内A農場は、ホルスタイン種成牛73頭を対頭式つなぎ牛舎で飼養する中規模酪農農家である。令和4年8月21日に成牛1頭が下痢を呈し死亡した。その数日後には下痢、粘血便を伴う死亡が発生し、その後も下痢を主訴とした死亡が続発した。直腸便中から、 $4 \times$

$10^5 \sim 7.6 \times 10^8$ CUF/g のCPが分離され、小腸内用物中から 1.9×10^5 CUF/g のCPが分離された個体もおり、CPの異常増殖が確認された(表1)。また、飼養牛20頭についてCP毒素に対する血中抗体価を測定したところ、有症牛6頭はすべて抗体価3200以上であり、健常牛は抗体価800以上であった(図1)。

表1 A農場におけるCP感染症事例

農場概要	名号	日付	症状	CP数 (CFU/g)	
				直腸便	小腸内容物
酪農 (ホルスタイン種) 成牛73頭、育成牛4頭、子牛18頭	1060	R4.8.21	下痢・死亡	NT	NT
	1092	R4.8.25	下痢	4.0×10^5	NT
	1075	R4.8.26	粘血便・死亡	7.6×10^8	NT
	0917	R4.8.30	急死	分離されず	1.9×10^5
	0973	R4.9.2	水様下痢・死亡	NT	NT
	0937	R4.9.5	呼吸雑音	分離されず	NT
	1035	R4.9.4	呼吸雑音・血便・死亡	分離されず	NT
	0989	R4.9.21	血便	2.8×10^6	NT

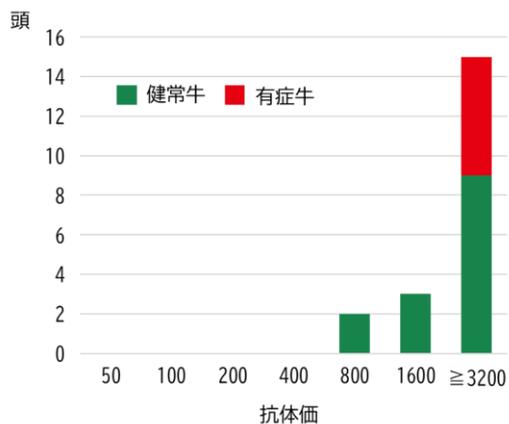


図1 A農場における血中CP毒素抗体価

また環境検査では、敷料の一部からCPが分離された他に、給餌していた飼料中から 8.4×10^4 CFU/g のCPが分離された。給餌飼料の原料であるビートパルプや井水ではCPは分離されなかったが、井水を溜めた貯留水中から 3.6×10^4 CFU/g のCPが分離され、貯留水中でCPが増殖していたことが判明した。この飼料の給餌をやめることと、牛嫌気性5種混合ワクチンを接種することでこの農場でのCP感染症は沈静化した。

管内B農場は、ホルスタイン種成牛76頭を対尻式つなぎ牛舎で飼養する中規模酪農農家である。令和5年10月4日に、成牛1頭が起立不能・黒色下痢を呈し死亡した。その後も便異常を伴う死亡が続発した(表2)。B農場においても、現状把握のため、抗体検査を実施したところ、検査した健康牛20頭はすべて抗体価400以上であり、牛群全体がCPの影響を受けていることが分かった(図2)。

表2 B農場におけるCP感染症事例

農場概要	酪農(ホルスタイン種)	飼養形態: 繋ぎ(対尻式)	
	成牛76頭、育成牛30頭、子牛20頭		
名号	日付	症状	CP数(CFU/g)直腸便
7111	R5.10.4	起立不能・黒色下痢便・死亡	NT
7257	R5.10.28	血便	NT
	R5.11.1	起立不能・呻吟・翌日死亡	
7415	R5.11.5	腹痛・腹田膨満・排便無・翌日死亡	3.0×10^6
7414	R5.12.4	不整脈・未消化便	7.8×10^6

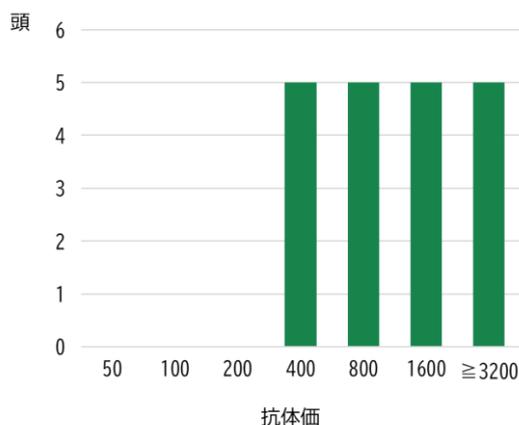


図2 B農場における血中CP毒素抗体価

環境検査では、飼槽や牛床からCPが分離されたが、明確な汚染源は特定できなかった。牛嫌気性5種混合ワクチン接種後、今のところ新たな発生はない。

今回牛群の血中CP毒素抗体価を測ることで、農場のCP汚染を知ることができた。CP感染症は経過が早く、発生のリスクを事前に知ることは非常に重要である。しかし、血中抗体価測定には、採血の手間や、外部委託のため結果が判明するまでに時間を要するという欠点がある。そこで、低侵襲かつ簡便に評価する方法として、直腸便中のCP定量培養の評価法を試みた。

現在、CP感染症におけるCP数評価

は、小腸内容物によって行われているが、直腸便における評価基準は存在しない [1]。そこで我々は、健常牛直腸便中の CP 数を定量し、CP 数の標準値を得るとともに、今回発生があった B 農場の健常牛直腸便中 CP 数と比較した。

材料及び方法

CP 発生農場で飼養されている健常牛の直腸便 6 検体と、CP 非発生農場の酪農と肉用繁殖牛農家併せて 6 農場で飼養されている健常牛の直腸便 5～7 検体を用いて、定法に従い CP を分離し、定量を行った。分離菌の同定は API20-A (アピケンキ、BioMérieux) を用い、APIweb (URL: <https://apiweb.biomerieux.com/login>) により判定した。分離された CP については薬剤感受性試験 (ディスク法) を定法に従い実施し、さらに PCR 法により毒素型別試験を実施し、毒素型 A～G に分別した [2] (表 3)。

表 3 採材農場一覧

農場	飼養形態	品種	検体数	
B農場	酪農	繋ぎ	ホルスタイン種	6
a農場	肉用繁殖	繋ぎ	黒毛和種	7
b農場	酪農	繋ぎ	ホルスタイン種	5
c農場	酪農	フリーストール	ホルスタイン種	6
d農場	酪農	繋ぎ	ホルスタイン種	5
e農場	酪農	フリーストール	ホルスタイン種	6
f農場	肉用繁殖	繋ぎ	黒毛和種	5

結果

非発生農場においてはいずれの農場においても CP は分離されず、発生農場

でのみ分離され、CP 数は最も少なくても 2×10^3 CFU/g、多くとも 4.6×10^4 CFU/g であった (表 4、5)。また、分離された CP の薬剤感受性試験では、明らかな耐性を示す株は認められず、毒素型別試験の結果、分離された株はすべて A 型であった (表 5)。

表 4 各農場における CP 分離状況

農場	飼養形態	品種	CP分離件数/検体数	
B農場	酪農	繋ぎ	ホルスタイン種	4/6
a農場	肉用繁殖	繋ぎ	黒毛和種	0/7
b農場	酪農	繋ぎ	ホルスタイン種	0/5
c農場	酪農	フリーストール	ホルスタイン種	0/6
d農場	酪農	繋ぎ	ホルスタイン種	0/5
e農場	酪農	フリーストール	ホルスタイン種	0/6
f農場	肉用繁殖	繋ぎ	黒毛和種	0/5

表 5 分離 CP 数と性状

B農場	生菌数 (CFU/g)	毒素型別	薬剤感受性試験 (mm)						
			P	AM	CZ	CX	E	TE	TS
検体 1	4.6×10^4	A型	30	32	30	27	20	20	22
検体 2	分離されず								
検体 3	分離されず								
検体 4	6.0×10^3	A型	24	24	24	22	17	23	20
検体 5	2.8×10^4	A型	31	32	30	27	20	20	22
検体 6	2.0×10^3	A型	31	35	34	32	22	17	25

まとめ

CP 感染症の発生が無い農場では、健常牛の直腸便中に CP が存在することはほとんどないことが分かった。一方で、直腸便中に CP が高頻度に認められる場合、農場が CP に汚染されていることが考えられ、CP 感染症の発生リスクが高い可能性が考えられる結果となった。

総括

A農場とB農場で発生したCP感染症は、CPによる農場汚染が原因であり、牛群の血中CP毒素抗体価を測定することで確認することが出来た。また、健康牛直腸便中から高率にCPが分離される場合においても、CPによる農場汚染が考えられる可能性があることが分かり、CP感染症発生リスクを予想できる可能性が考えられる結果となった。

今後も引き続きデータを採取していき、本仮説について検証していきたい。

引用文献

- [1] 全国家畜衛生職員会：病性鑑定マニュアル 第4版
- [2] Julian IRら：Anerobe. 2018. Oct;53:5-10.

ワクチン類似株による鶏の伝染性ファブリキウス嚢病の発生事例

○徳武慎哉、片倉裕喜
松本家畜保健衛生所

要約

2022年12月、採卵鶏約45,000羽を飼育する管内養鶏場において、例年冬季に中雛の死亡及び淘汰が増加すると相談を受けたことから、45日齢の衰弱個体6羽を対象に病性鑑定を実施した。当該農場では飼養鶏に対し、14日齢及び28日齢で伝染性ファブリキウス嚢病（以下、IBD）生ワクチンの飲水投与を実施していた。解剖鶏は肉眼的に一般症状の悪化とファブリキウス嚢（以下、F嚢）の萎縮以外に著変は認められなかった。F嚢は組織学的に、リンパ球減数及びリンパ濾胞の萎縮が認められた。また、家兎抗IBD血清（動衛研、茨城）を用いたF嚢の免疫染色では、6羽全てでリンパ濾胞に浸潤したマクロファージに一致して抗原陽性が認められた。ウイルス学検査では、検査に供した4羽全てのF嚢からIBDウイルスに特異的なVP2遺伝子が検出され、増幅産物のシーケンス解析の結果、検出されたVP2遺伝子は本鶏群で使用中のワクチン株と99.8%の相同性が認められた。また、その変異はVP2遺伝子の超可変領域に限局し、病原性の増強が示唆された。このことから、本症例は遺伝子変異により病原性の増強したワクチン類似株によるIBDの発症事例と推察された。

1 はじめに

伝染性ファブリキウス嚢病（以下、IBD）は、ビルナウイルス科アビビルナウイルス属IBDウイルス（以下、IBDV）を原因とする急性伝染病であり、主として3～6週齢の鶏でF嚢が傷害される疾患である¹⁾。ウイルスは血清型1及び2に分けられるが、血清型2は主に七面鳥から分離され、鶏に対する病原性は弱いことが知られる¹⁾。一方、血清型1はその病原性と抗原性状により、従来型、抗原変異型、強毒型に大別される¹⁾。従来型IBDVでは死亡はまれで、臨床症状は沈鬱、下痢、食欲不振等が認められるものの大部分は数日で回復する²⁾。しかし、IBDV感染によりF嚢のリンパ組織は傷害を受け萎縮することから、回復後も免疫抑制が惹起され、他疾病の誘発や増悪、ワクチンブレイク等の原因となることが知られる²⁾。

無エンベロープウイルスであるIBDVは、熱、酸、紫外線などの理化学的作用に抵抗性を示すことから、環境中で長く感染性を維持する²⁾。さらにRNAウイルスの一般的特性として、比較的変異し易い事が考えられる³⁾。これらの事から、IBDの予防にはオールイン・オールアウト及び適切な洗浄消毒による飼養衛生管理と、適切なワクチ

ン接種が重要とされる²⁾。

しかし近年、国内では遺伝子変異により病原性が増強したワクチン類似株を原因とするIBDの発症事例が散発的に報告されており⁴⁾、今回当県でも類似症例の発生を認め、若干の知見を得たのでその概要について報告する。

2 症例

- (1) 品種：ジュリアライト（以下、JL）4羽、ボリスブラウン（以下、BB）2羽
- (2) 日齢：45日齢
- (3) 農場概要：採卵農場、開放ケージ
- (4) 飼育羽数：約45,000羽
- (5) 概要

2022年11月25日、飼育者より「例年冬季に中雛舎から大雛舎へ雛を移動すると、その後1週間程度で40～60日齢個体の死亡及び淘汰が増加するため原因調査してほしい」と相談を受けた。このことから、同年12月5日に鶏舎を移動した中雛の経過観察を実施し、12月14日、45日齢時点の衰弱個体6羽を病性鑑定に供した。

なお、当該農場では従来より、14日齢及び28日齢鶏に対してIBD弱毒生ワクチンの飲水投与を実施していた。

3 材料及び方法

(1) 供試鶏

45日齢の JL4 羽及び BB2 羽を検査に供した。

(2) 臨床検査及び解剖学検査

供試鶏の外貌及び臓器について肉眼所見を確認した。

(3) 細菌培養試験

供試鶏から採取した主要 5 臓器と、5%綿羊血液加寒天培地、改良型エドワード培地、DHL 培地、マンニット食塩培地を用い、スタンプ培養法を実施した。

(4) ウイルス学検査

JL2 羽及び BB2 羽の 10%F 囊乳剤を作成、核酸抽出後、IBDV に特異的な VP2 遺伝子を標的とした PCR 検査を実施した。

(5) 遺伝子解析

PCR 検査で得られた遺伝子増幅産物 4 検体を用い、VP2 領域の遺伝子解析を実施した。

(6) 組織学検査

供試鶏 6 羽の中枢神経系、主要 5 臓器、消化管、F 囊について常法に従いホルマリン固定パラフィン包埋切片を作成し、HE 染色を実施した。また、抗 IBDV 家兎血清(動衛研)を用いて免疫組織化学染色(以下、IHC)を実施した。

4 結果

(1) 臨床検査及び解剖学検査

外貌所見では、被毛粗剛、沈鬱、尾羽の汚れ及び削瘦等、一般症状の悪化以外に著変は認めなかった(図1)。また剖検所見では、F 囊の萎縮を全羽で認めたが、それ以外の臓器に著変は認めなかった(図2)。



被毛粗剛、沈鬱、尾羽の汚れ、削瘦

図1 外貌所見

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
品種	JL	JL	JL	JL	BB	BB
F囊	萎縮	萎縮	萎縮	萎縮	萎縮	萎縮
その他	著変なし					



図2 剖検所見

(2) 細菌培養試験

全ての検体で有意菌は分離されなかった。

(3) ウイルス学検査

検査に供した 4 羽全てから、IBDV に特異的な遺伝子が検出された。

(4) 遺伝子解析

検査に供した 4 検体は、いずれも当該農場で使用中の弱毒生ワクチン株の VP2 遺伝子と 99.8%の相同性を認めた。また、検体における遺伝子の変異部位は、4 検体中 2 検体では VP2 領域の 253 番目のコドンの 1 塩基、2 検体では 254 番目のコドンの 1 塩基であった(表1)。

表1 VP2 遺伝子の塩基配列

	251	252	253	254	255
No.2	AGC	GTC	AAT	GGC	CTT
No.4	AGC	GTC	CAT	G C	CTT
No.5	AGC	GTC	CAT	G C	CTT
No.6	AGC	GTC	AAT	GGC	CTT

※赤は変異部 ※※CAT: His, AAT: Asn, GGC: Gly, GAC: Asp

(5) 組織学検査

供試鶏 6 羽の F 囊は正常組織（図 3）と比較して、リンパ球の減数及びリンパ濾胞の萎縮を認めた（図 4-9）。偽好酸球の浸潤はほとんど認められず、間質の増生が認められた。抗 IBDV 家兎血清を用いた F 囊の IHC では、リンパ濾胞に浸潤したマクロファージの細胞質に一致して抗原陽性像が認められた（図 10-15）。

その他臓器では著変は認められなかった。

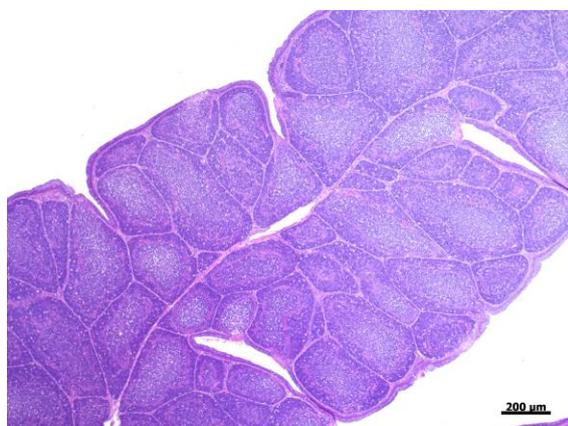


図 3 正常な F 囊 (HE)

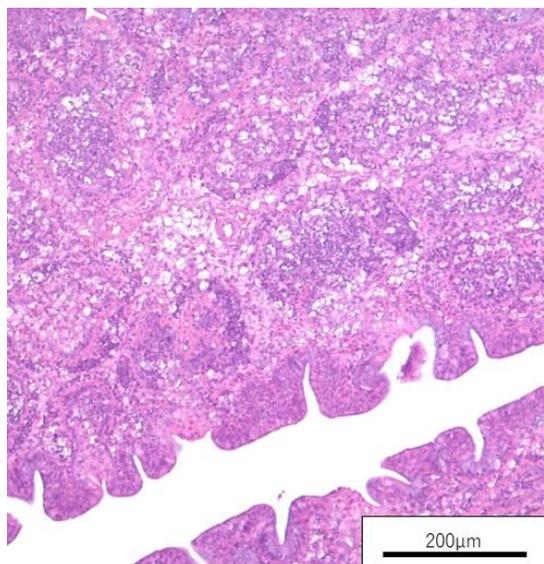


図 4 No, 1 F 囊 (HE)



図 5 No, 2 F 囊 (HE)

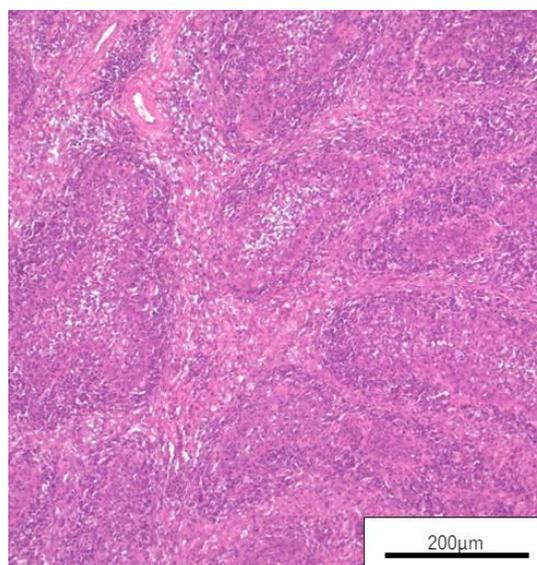


図 6 No, 3 F 囊 (HE)

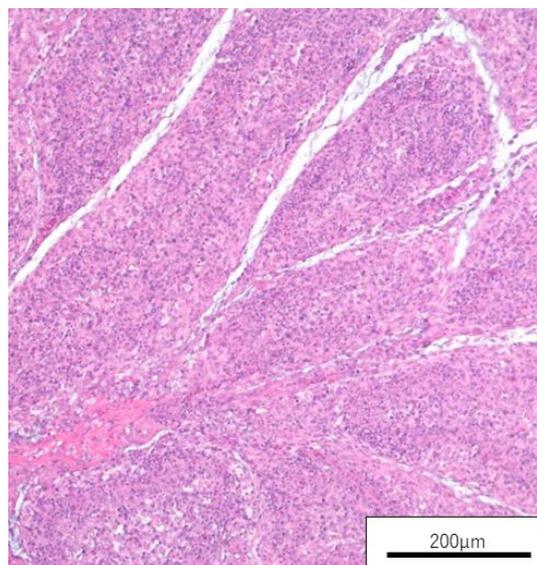


図 7 No, 4 F 囊 (HE)

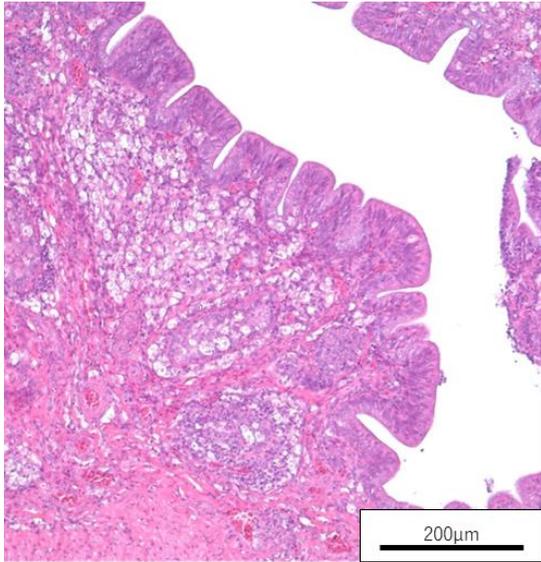


图 8 No, 5 F 囊 (HE)

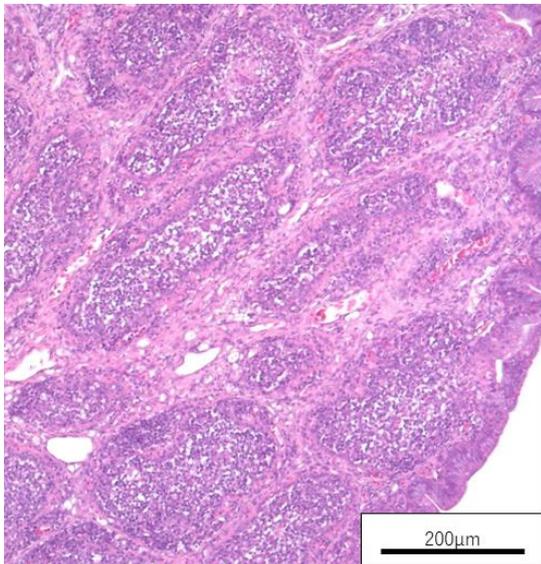


图 9 No, 6 F 囊 (HE)

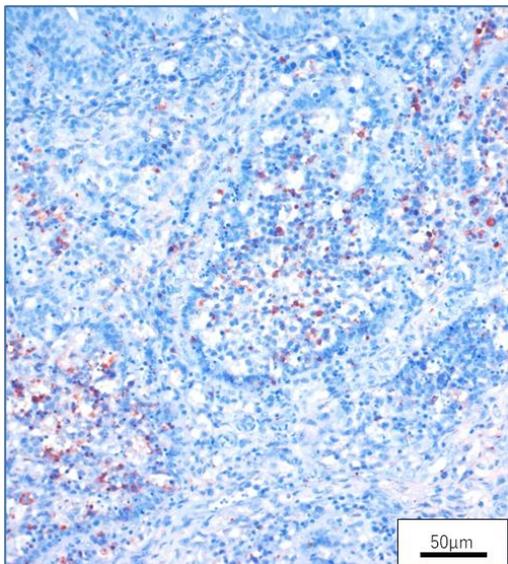


图 10 No, 1 F 囊 (IHC)

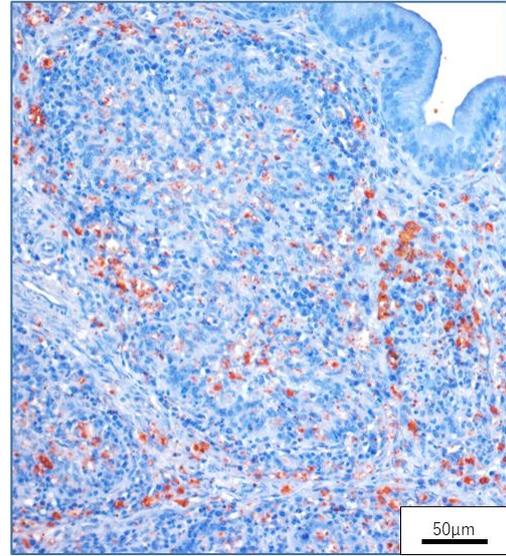


图 11 No, 2 F 囊 (IHC)

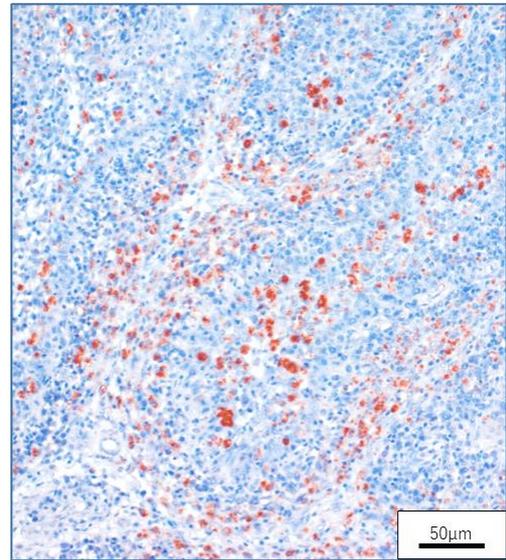


图 12 No, 3 F 囊 (IHC)

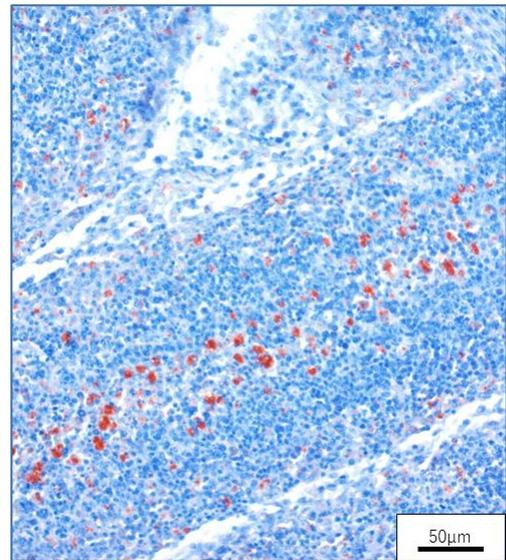


图 13 No, 4 F 囊 (IHC)

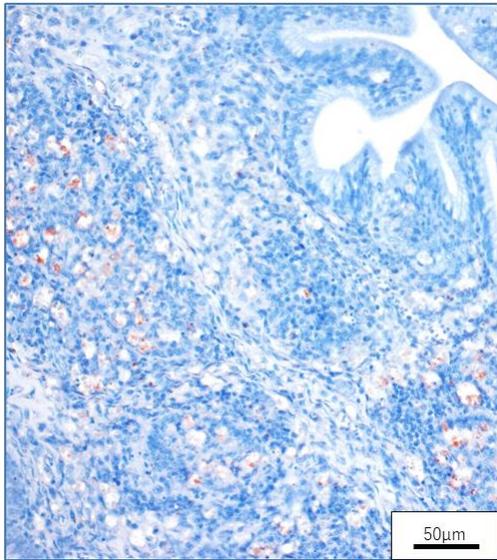


図 14 No, 5 F 囊 (IHC)

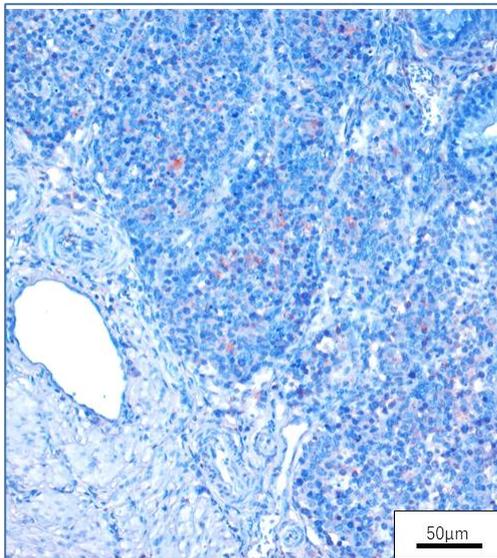


図 15 No, 6 F 囊 (IHC)

5 診断

ワクチン類似株による鶏の IBD

6 IBD 発生後の対応

(1) ワクチンプログラムの変更

当該農場では従来、弱毒生ワクチンの飲水投与を実施していたが、IBD 発生以降、初生雛に対するベクターワクチンの皮下接種に変更した。

(2) 鶏舎管理の改善

当該農場では IBD 発生当時、鶏群のオールイン・オールアウトが実施されず、同一鶏舎内に複数ロットの鶏群が同居していたことから十分な洗浄消毒

が実施できない状況にあった。2023 年 2 月以降も同一鶏舎内に複数ロットが同居する状況は改善されていないものの、可能な限りオールアウトを実施し、空舎となった場合はホルマリン水による洗浄消毒を実施する事とした。また、オールアウト出来ない場合でも、廃鶏出荷した区画等は次亜塩素酸 Na 又は水酸化 Ca 添加逆性石鹼水を用いて洗浄消毒を実施することとした。

7 追加検査

対応実施後、状況確認のため、以下の追加検査を実施した。

(1) 2023 年 6 月

ア 材料

42 日齢の衰弱鶏 3 羽を検査に供した。

イ ウイルス学検査

10%F 囊乳剤を作成、核酸抽出後、IBDV に特異的な VP2 遺伝子を標的とした PCR 検査を実施した。また、検査鶏 3 羽の血清を採取し、鶏腎細胞を用いて中和試験を実施した。

ウ 組織学検査

主要 5 臓器及び F 囊、消化器系、中枢神経系のホルマリン固定パラフィン包埋切片を作成し、HE 染色及び抗 IBDV 家兔血清を用いた IHC を実施した。

エ 結果

(ア) ウイルス学検査

PCR 検査では、F 囊から IBDV に特異的な VP2 遺伝子は検出されなかった。また、中和試験では、重度の削瘦が認められた 1 羽を除き、32~64 倍の中和抗体価が認められた (表 2)。

表 2 中和試験結果

検体番号	No. 1	No. 2	No. 3
中和抗体価	2 倍未満	64 倍	32 倍

(イ) 組織学検査

中程度から重度の消瘦が認められた2羽でF囊及び胸腺の発育不全が認められた。しかし、抗IBDV家兎血清を用いたIHCでは全羽で抗原陰性が確認された。

(2) 2023年9月

ア 材料

2023年6月検査個体の余剰血清3羽分及び同ロット個体の130日齢時の血清5羽分を検査に供した。

イ ELISA 検査

ベクターワクチン接種個体における抗IBDV抗体の由来を調査する目的で、IBD VP2-ELISA及びIDEXX IBD-ELISAを実施した。

ウ 結果

IBD VP2-ELISAでは、42日齢個体で平均SP値0.76であったものが、130日齢個体では2.8に上昇が認められた。一方、IDEXX IBD-ELISAでは、42日齢個体で平均SP値0.13であったものが、130日齢個体では1.25に上昇が認められた(表3)。

表3 ELISA 検査結果

	平均SP値	
	42日齢	130日齢
IBD VP2-ELISA	0.76	2.8
IDEXX IBD-ELISA	0.13	1.25

8 まとめ及び考察

本症例では、PCR検査を実施した4羽全てのF囊からIBDVに特異的なVP2遺伝子が検出された。また、組織学検査では、6羽全てのF囊で典型的なIBDの病変が認められ、抗IBDV家兎血清を用いた免疫組織化学染色では、F囊に浸潤したマクロファージに一致して抗原陽性の所見が認められた。一方、PCR検査で得られたVP2領域の遺伝子増幅産物の遺伝子解析では、4検体

全てで1塩基の変異が認められ、当該農場で使用していた弱毒生ワクチン株と99.8%の相同性を示した。このことから、本症例の原因はIBDVのワクチン類似株であると考えられた。

VP2遺伝子はB(Base)、S(Shell)、P(Projection)の3ドメインから成るIBDVのカプシド蛋白質をコードする遺伝子である。この内、PドメインはVP2領域の206-350残基のアミノ酸から成り、最も変異頻度が高いことから超可変領域(VP2-HVR)と呼ばれ、IBDの主要な中和エピトープを構成している⁵⁾。このことから、Pドメインの特定のアミノ酸の置換により、ウイルスの抗原性が変異すると考えられる⁵⁾。また、VP2遺伝子の253番目のアミノ酸がヒスチジンからグルタミン又はアスパラギンに置換されることでウイルスの病原性が増強する事が報告されている⁴⁾。

本症例においては、2検体では253番目のコドンがヒスチジンからアスパラギンに置換しており、既報と一致した結果であった。しかし、1検体では254番目のコドンがグリシンからアスパラギン酸に置換し、1検体は254番目のコドンの第2塩基が混合塩基Nと判定された事から何らかの変異が生じている可能性も否定できなかったが、病原性との関係は不明であった。

本症例では有意菌は分離されておらず、肉眼的にもF囊の萎縮以外に著変は認められなかった。これらのことから、本症例は遺伝子変異により病原性が増強したワクチン類似株の単独感染によるIBDであると推察された。

当該農場は先述の通り、1つの鶏舎に複数ロットの鶏群が同居しており、ほとんどオールイン・オールアウトが実施されず、十分な洗浄消毒が出来ない環境であった。

生ワクチン株は開発段階で、5-10代継代して病原性が増強しない事を確認した上で承認されている。しかし、無エンベロープのRNAウイルスであるIBDVは環境に残存しやすい上に比較の変異を生じやすいことから、ワクチン株であっても環境中で長期間継代された場合等には、遺伝子変異を

生じる可能性は否定できない^{3, 4)}。

これらの事から、本症例は、清掃消毒が不十分な農場内に IBDV のワクチン株が残存して継代を繰り返す中、VP2 遺伝子の超可変領域に変異を生じて病原性が増強したワクチン類似株が常在化し、幼若個体の飼育環境の変化及び寒冷ストレス等が誘引となる事で IBD の発症に至っているものと推察された。

現在、当該農場においては IBD 対策として、ワクチンプログラムの変更と可能な限りの清掃消毒を実施している。その効果判定を目的として 2023 年 6 月から 9 月に実施した IBD VP2-ELISA は、抗原として VP2 のみを使用する検査キットである為、検査成績はベクターワクチン由来の抗体量を反映するものと考えられる。一方、IDEXX IBD-ELISA は抗原として VP2 を含む複数の IBDV 抗原を使用する検査キットである為、その検査成績は野外ウイルス由来の抗体量を反映するものと考えられる。

その結果、42 日齢から 130 日齢個体の間で、IBD VP2-ELISA では平均 SP 値は 0.76 から 2.8 への上昇を認めた事から、当該農場における飼育鶏には十分なワクチン抗体が賦与されていると考えられた。一方で、IDEXX IBD-ELISA では、平均 SP 値は 0.13 から 1.25 への上昇に留まった。野外ウイルス感染時には SP 値が 2.5 以上に上昇すると想定されることから、当該農場においては現在、ベクターワクチンが有効に機能し、ワクチン類似株を含む野外ウイルスの感染は制御されているものと推察された。

農場への聞き取り等の結果から、本症例の主要な発生原因は、特殊な飼育形態に起因する清掃消毒不足と考えられた。しかし、ワクチン類似株を原因とする類似症例は近年全国的に散発が認められることから、本症例は著しく特殊な事例ではなく、IBD 生ワクチンを使用する農場においては類似症例に遭遇する可能性があることに留意が必要である。これらの事から、基本的な飼養衛生管理の重要性を再確認し、本症例を農家指導の参考としたい。

6 参考文献

- 1) 日本獣医病理学専門家協会：動物病理カラーアトラス第 2 版，50(2018)
- 2) 近代出版：動物の感染症初版，257-258(2004)
- 3) 佐藤裕徳，横山勝：ウイルスと変異，ウイルス第 55 巻第 2 号，221-230(2005)
- 4) 伝染性ファブリキウス嚢病の最近の発生と対策：鶏病研究会 58 巻 4 号，190-197(2022)
- 5) 井上大輔，早島彬美，重國由起子：国内で確認された抗原変異型伝染性ファブリキウス嚢病ウイルスの性状と市販ワクチンの有効性，長崎県家畜保健衛生業績発表会抄録 60，48-61(2019)

県内における乳用牛の代謝プロファイルテスト基準値の再検討

○松澤直樹、大泉卓也、山本修
(長野県松本家畜保健衛生所)

要約

本県では乳用牛の生産性向上のため牛群ドックを実施している。検査および調査項目の1つである代謝プロファイルテストでは、検査結果を基に本県が独自に設定した基準値を指標として成績を解析している。その基準値は2010年の設定以降更新されていないことから、今回新たに検査結果を分析し基準値を再検討。2020年4月から2023年3月にかけて、臨床的に異常を認めない乳用牛2,894頭についてBCS、PCV、TP、Alb、A/G、BUN、NEFA、Glu、T-Ch、GOT、GGT、Ca、iP、Mg、レチノール、 β -カロテン、および α -トコフェロールの17項目の検査結果を収集し、必要に応じて正規化処理を実施後、乳期別にShapiro-Wilk検定を用いて正規性を検定。正規性を確認後、平均値 \pm 標準偏差 $\times 2$ の範囲を基準値として設定。旧基準値と比較し、NEFA、GGT、 β -カロテンの3項目で平均値が低下傾向。その他の項目に大きな変動を認めず。変動の要因は、飼養管理技術の向上、生産費高騰等による給与飼料の変更等と考察。

1 はじめに

本県では、酪農生産性向上対策事業実施要領に基づき、飼養管理技術面の課題改善や生産性向上を目的として、乳用経産牛を対象とした牛群ドックを1989年より実施している。牛群ドックでは、血液検査および血清生化学検査等による代謝プロファイルテスト、飼料給与診断、乳用牛群検定成績の分析等を総合的に検討しており、代謝プロファイルテストについては、本県独自の「牛群ドックマニュアル」^[1]に基づき、家畜保健衛生所が評価を行っている。評価の参考には、本県の検査結果を基に算出した基準値を使用しており、1995年に「高泌乳牛群飼養衛生管理マニュアル」^[2]として発行されたのち、2007年から2009年の3年間のデータに基づき再設定が行われ、2010年度に「牛群ドックマニュアル」として更新された。以後、その基準値が使用

され続けてきたが、その後改訂されることなく12年間に経過したことから、現状に即した基準値を再検討するため、データ分析を実施した。

2 材料および方法

(1) 分析対象

本県で実施した牛群ドックの検査結果とし、本県全域の乳用経産牛のうち、家畜保健衛生所職員が臨床的に異常を認めないと判断した個体のデータを採用した。データ収集期間は2020年4月から2023年3月の3年間とし、延べ2,894頭の検査結果を使用した。データ分析は、項目毎乳期別に行い、分娩日を0日とした分娩後日数により9区分に分類した(表1)。

表1 乳期区分の定義と検体数

区分	分娩後日数	検体数
泌乳前	乾乳 ~ -61	97
乾乳前期	-60 ~ -22	317
乾乳後期	-21 ~ -1	188
分娩直後	0 ~ 7	70
泌乳初期	8 ~ 49	400
泌乳最盛期	50 ~ 109	469
泌乳中期	110 ~ 219	623
泌乳後期1	220 ~ 365	562
泌乳後期2	366 ~ 乾乳	168

(2) 分析項目

ボディコンディションスコア (BCS)、血球容積 (PCV)、血清総蛋白質 (TP)、血清アルブミン (Alb)、血清尿素窒素 (BUN)、血清非エステル型脂肪酸 (NEFA)、血糖 (Glu)、血清総コレステロール (T-Ch)、血清アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (GOT)、血清γ-グルタミルトランスフェラーゼ (GGT)、アルブミン/グロブリン比 (A/G)、血清カルシウム (Ca)、血清無機リン (iP)、血清マグネシウム (Mg)、血清レチノール (VA)、血清β-カロテン (β-Ca)、および血清α-トコフェロール (VE) の17項目とした。

(3) 分析方法

ア 正規性の検定

各項目につき乳期別に実施した。検定方法は Shapiro-Wilk 検定^[3]を採用し、 $p \geq 0.05$ で正規分布の可能性が否定できないと判定した。統計ソフトウェアは、EZ^R^[4]を使用した。検定で正規性が確認できなかった項目については、べき乗変換等の正規化処理を実施後、再検定を行っ

た。再検定でも正規性が確認できない項目については、外れ値を除外し、視覚的に正規分布に近いヒストグラムを形成するべき乗変換結果を採用した。

イ 基準値の設定

正規性を確認した項目について、平均値±標準偏差×2の範囲を新基準値として設定した。

ウ 平均値の比較

各項目につき乳期別に、2010年度設定の基準値の平均値(旧基準値)に対する新基準値の比率を算出し、比較を行った。

3 結果

各項目の新基準値および旧基準値を示した(図1から図17)。

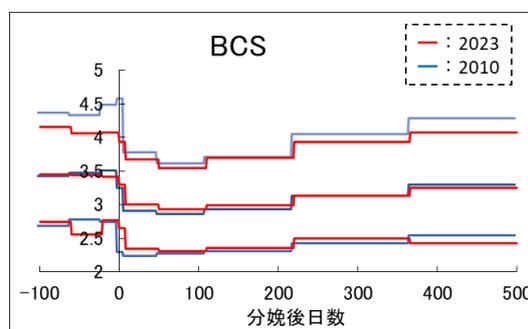


図1 BCSの新基準値と旧基準値

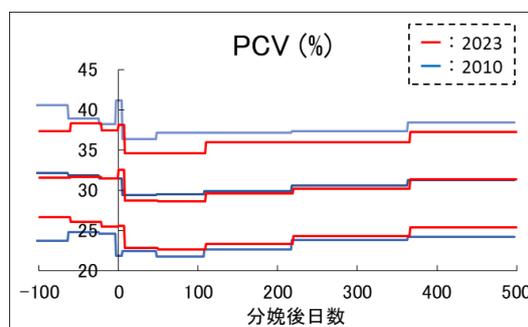


図2 PCVの新基準値と旧基準値

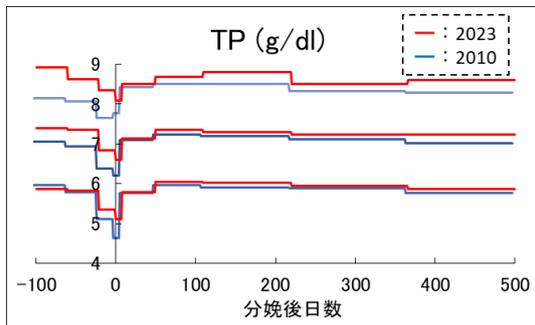


図3 TPの新基準値と旧基準値

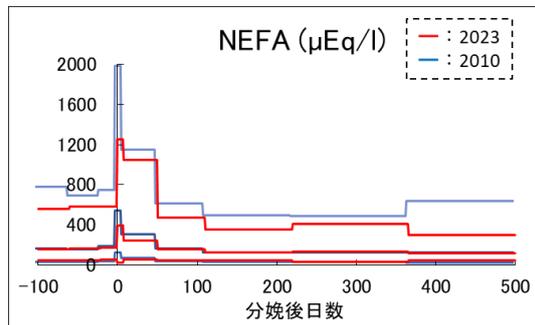


図7 NEFAの新基準値と旧基準値

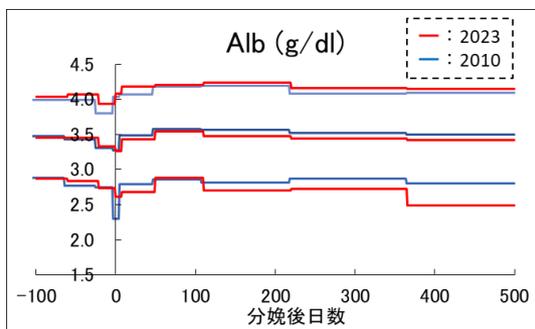


図4 Albの新基準値と旧基準値

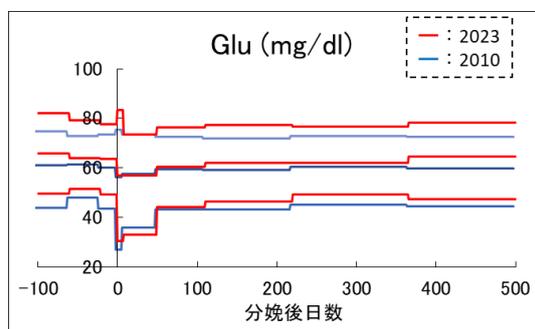


図8 Gluの新基準値と旧基準値

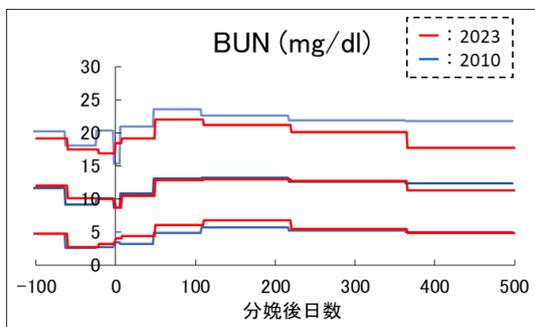


図5 BUNの新基準値と旧基準値

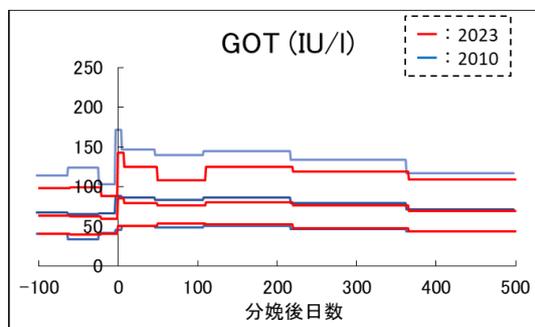


図9 GOTの新基準値と旧基準値

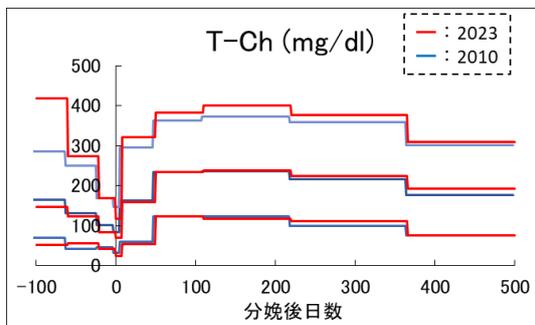


図6 T-Chの新基準値と旧基準値

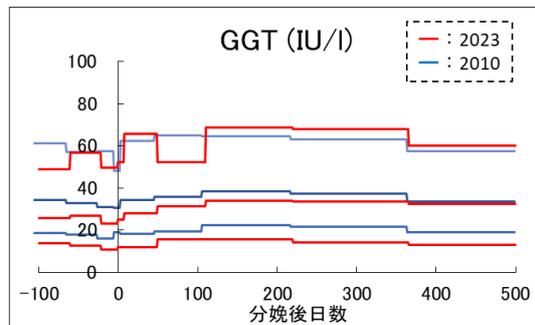


図10 GGTの新基準値と旧基準値

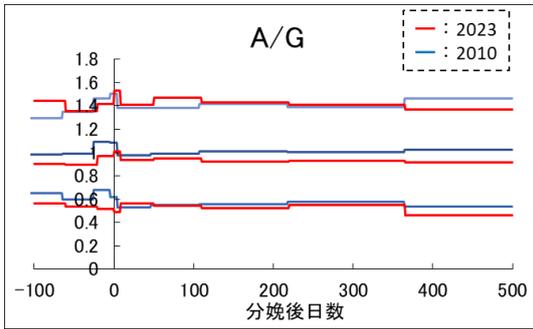


図 11 A/G の新基準値と旧基準値

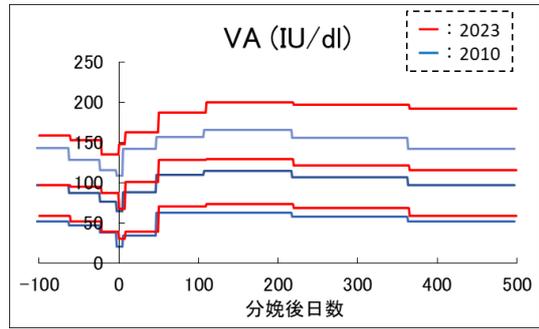


図 15 VA の新基準値と旧基準値

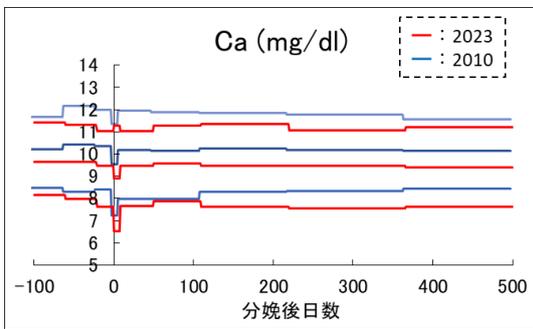


図 12 Ca の新基準値と旧基準値

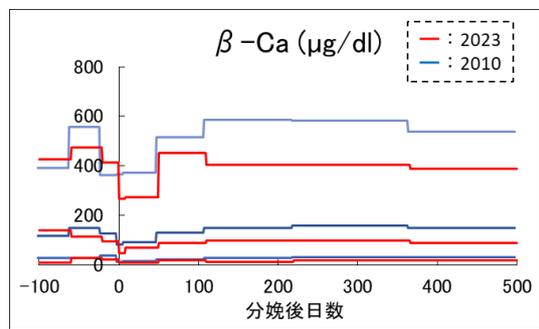


図 16 β -Ca の新基準値と旧基準値

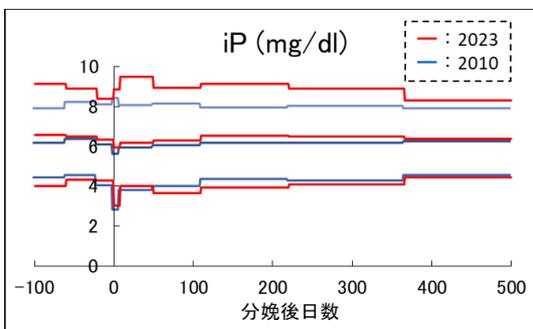


図 13 iP の新基準値と旧基準値

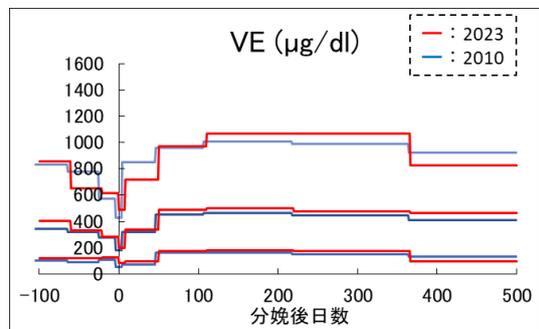


図 17 VE の新基準値と旧基準値

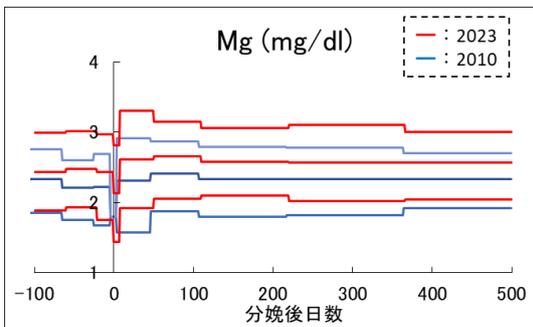


図 14 Mg の新基準値と旧基準値

BCS、PCV、TP、Alb、BUN、T-Ch、Glu、GOT、A/G、Ca、iP、Mg、VA、およびVEの基準値は、いずれの乳期についても旧基準値と同様の推移が見られた。NEFAの基準値は分娩直後において旧基準値比72.9%と平均値の低下が見られ、その他の乳期では旧基準値と同様の推移が見られた。GGTの基準値は旧基準値比73.9%から96.4%と全体的に平均値が低下する傾向が見られた。 β -Caは乾乳期から泌乳後期にかけて旧基準値比56.7%から78.3%と大幅な平均値の低下が見られた。

4 考察

新基準値では、17項目中3項目で平均値の変動が見られ、特に β -カロテンの平均値が著減していることが確認された。 β -カロテンの主要な供給源は餌によるものであり、血清 β -カロテン濃度は飼料や添加剤の給与状況を反映したものであると考えられる。変動の要因として、畜産物生産費統計^[5]に記載された搾乳牛1頭あたりの牛乳生産費の全国平均は、旧基準値を算出した2007年から2009年が734,111円から765,384円であるのに対し、今回データを収集した2020年から2022年は948,534円から1,078,496円と高騰しており、経済的理由による給与飼料の変更等が影響した可

能性が示唆された。一方で、その他項目では大きな変動を認めず、NEFAやGGTでは低下も見られたことから、生産者の飼養管理技術の向上が示唆された。これらは、データ収集時期の状態を反映していると考えられるため、今後も定期的な基準値の見直しが必要であると考えられた。

5 参考文献

- [1] 長野県農政部園芸畜産課：牛群ドックマニュアル（代謝プロファイルテストを中心に）．2011
- [2] 長野県農政部畜産課：高泌乳牛群飼養衛生管理マニュアル．1995
- [3] Shapiro, S. S. and Wilk, M. B. : An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, 3 and 4, 591-611, 1965
- [4] Kanda Y. : Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplantation*, 48, 452-458, 2013
- [5] 農林水産省大臣官房統計部経営・構造統計課：畜産物生産費統計.
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi_tikusan

相対定量法を用いた牛伝染性リンパ腫ウイルスのリアルタイム PCR 法の従来法との比較

○片倉裕喜

(長野県松本家畜保健衛生所)

要約

牛伝染性リンパ腫ウイルス (BLV) のリアルタイム PCR 法は絶対定量法 (従来法) により BLV コピー数を測定し感染牛のリスク評価を行っており、農場指導に活用されている。 $\Delta \Delta Ct$ 法は検量線を引かずに測定する相対定量法の 1 種で、絶対定量法に比べ迅速かつ簡便な検査法とされている。今回、従来法で使用している BLV 検査試薬及びリアルタイム PCR 装置を使用し、 $\Delta \Delta Ct$ 法を用いた BLV のリアルタイム PCR 法 (新規法) を作出した。BLV 感染牛の血液 71 検体を用いて従来法と新規法の関連を調べたところ、両者の間に強い相関が認められた。新規法では核酸の濃度測定及び希釈が不要であることから、検査手技に起因する測定結果の誤差を減らすことが可能であり、従来法に比べて 1 検査当たりの検査時間を約 120 分短縮、検査費用は約 6500 円削減可能であった。

1 はじめに

地方病性牛伝染性リンパ腫は牛伝染性リンパ腫ウイルス (以下 BLV) の感染によって起こる牛の感染症である。BLV 感染牛の数パーセントはリンパ節をはじめとして全身諸臓器に肉腫を引き起こし、発症牛は致死的経過をたどる [1]。主に感染牛の血液を介して伝播され、感染後は宿主ゲノムに組み込まれたプロウイルスとして存在する。プロウイルス量の高い感染牛は非感染牛への感染リスクが高いとされており [2]、プロウイルス量の測定にはリアルタイム PCR 法が利用されている。

リアルタイム PCR 法では増幅産物の蛍光が閾値に達した際のサイクル数を Ct 値という値で算出され、PCR 法が 1 サイクルにつき 2 倍に増殖するという特性に基づいて検査サンプルの初期量が測定される。BLV のリアルタイム PCR 法には複数の検査法が存在するが、その一部を表 1 に示した。

表 1 BLV のリアルタイム PCR 法 (pol 法)

	BLV コピー数 / 100 ng DNA	10万細胞あたりの BLV コピー数	感染細胞率
検量線の作製	要	要	要
検体の希釈	要	不要	不要
その他	長い使用実績、内部標準遺伝子の測定が不要	リスク分類が設定されている	パーセントで表せる

牛への感染リスク分類も検討されている。直近では、10 万細胞あたりの BLV プロウイルス量が 12,000 コピー以上の感染牛を高リスク牛とする分類法が発表された [3]。高リスク牛は非感染牛との隔離飼育や優先淘汰など、リアルタイム PCR 法の結果は BLV 陽性農場での指導に役立てられている [1]。

当県では表 1 の pol 法のうち、DNA100 ng あたりの BLV コピー数を算出する方法 (以下、従来法) で検査を実施しているが、この方法では核酸抽出後に核酸濃度測定及び希釈の作業が必要である (表 1、図 1)。pol 法では他に、牛 10 万細胞あたりの BLV コピー数を出す方法、あるいは感染細胞率で表す方法がある。これらは牛ゲノム中に含まれるリボヌクレアーゼ P RNA コンポーネント H1 (以下、RPPH1) 遺伝子量を同時に測定することで計算可能で [4]、これらの検査法では核酸の測定と希釈は不要である。ただし、表 1 に示したいずれの方法でも 10^1 から 10^6 コピーに調製した標準サンプルを同時測定し検量線を作製してコピー数を算出する必要がある (図 1)。

いずれの検査法も BLV の感染度合いを表すことが可能であり、検査結果を基にした非感染

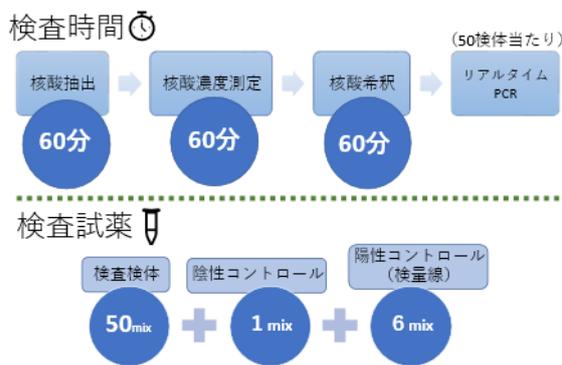


図1 従来法の検査工程及び必要試薬量

$\Delta\Delta Ct$ 法はリアルタイム PCR 法のうち相対定量法の1種で、内在性コントロールで各サンプル間の補正をし、基準となるサンプルに対して未知サンプルの相対遺伝子量を求めることができる(図2)ため、検量線の作製が不要であり、主に遺伝子発現量の比較に用いられる[5]。今回は $\Delta\Delta Ct$ 法がBLVのリアルタイムPCR法に応用可能か検討した。

ΔCt と $\Delta\Delta Ct$ の求め方

1. $\Delta Ct = \text{ターゲット遺伝子} - \text{内在性コントロール遺伝子}$ (乗数の割り算は引き算)
- $\therefore \Delta Ct = \text{ターゲット遺伝子} C_t - \text{内在性コントロール} C_t$
2. $\Delta\Delta Ct = \text{各サンプル} + \text{キャリブレーションサンプル}$ (乗数の割り算は引き算)
- $\therefore \Delta\Delta Ct = \text{各サンプル} \Delta Ct - \text{キャリブレーションサンプル} \Delta Ct$

図2 $\Delta\Delta Ct$ の求め方

2 材料と方法

(1) $\Delta\Delta Ct$ 法を用いたBLVリアルタイムPCR法(以下、新規法)の検討

検討材料には既知のBLV陽性牛71頭のEDTA加血液を使用した。核酸抽出はQIAamp DNA Mini Kit (Qiagen)を使用し、リアルタイムPCR検査試薬にはBovine Leukemia Virus qPCR Detection Kit (タカラバイオ株式会社)を使用した。測定機器はCFX Connect (Bio-Rad社)を使用し、結果は同機器付属のソフトウェア(Bio-Rad CFX Maestro (ver.2.2))で解析した。新規法では、サンプル間の補正をするための内在性コントロール遺伝子を、同検査試薬で測定可能なRPPH1遺伝子とし、基準とするサンプルには付属の陽性コントロール(BLVコピー数及びRPPH1コピー数各 2.0×10^5 コピー/ μL)を用いた。また、従来法に用いる検体は核酸濃度を測定したのち、 $20 \text{ ng DNA} / \mu\text{L}$ とな

るように脱イオン蒸留水で希釈した。新規法・従来法ともに、試薬の調製やPCR条件は検査試薬の説明書に従った。

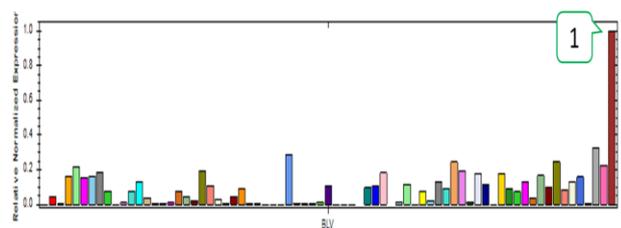
(2) リスク分類の検討

既存のリスク分類法と新規法の関係について評価するために、(1)と同検体を使用して10万細胞あたりのBLVプロウイルスコピー数を測定した。リアルタイムPCR法には(1)と同じ試薬・機器を使用した。測定結果と(1)の新規法の結果から回帰直線を求め、比較した。

3 結果

(1) 新規法の検討

新規法では、基準サンプルのBLVプロウイルス量を1とした時の各サンプルのBLVプロウイルス相対量がグラフ化され、さらに相対値が算出される(図3)。新規法で算出される値が小さいため、100倍した数値を検討に用いることとし、以下ではBLV感染度と呼ぶこととする。従来法と新規法の結果から回帰直線式を求め比較したところ、相関係数は0.9085と強い相関を示し、決定係数は0.8253と高値であった(図4)。



Target	Sample	Control	Expression
BLV	23V359-48		0.19527
BLV	23V359-49		0.01519
BLV	23V359-50		0.17901
BLV	23V359-51		0.11595
BLV	23V359-52		0.00003
BLV	23V359-53		0.17899
BLV	23V359-54		0.09016
BLV	23V359-55		0.07311
BLV	23V359-56		0.12877
BLV	23V359-57		0.03492
BLV	23V359-58		0.16689
BLV	23V359-59		0.09841

図3 新規法の結果

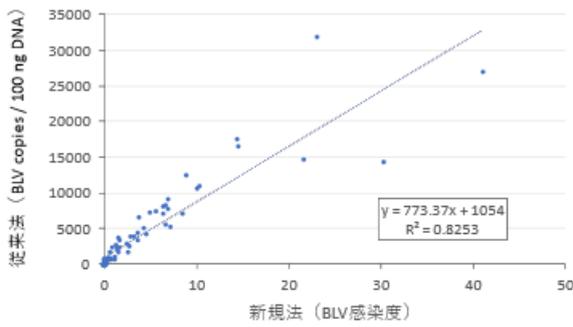


図4 従来法と新規法の比較結果

(2) リスク分類の検討

10万細胞あたりのBLVコピー数と新規法の結果から回帰直線式を求め比較したところ、相関係数は0.9989と強い相関を示し、決定係数は0.9978と高値であった(図5)。回帰直線の近似式から、リスク分類の基準である10万細胞あたりのBLVコピー数が12,000コピー、3,000コピー、600コピーのときのBLV感染度を求めたところ、それぞれ約6.4、1.7、0.4であった。

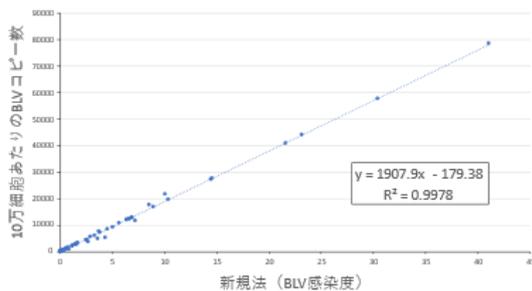


図5 BLV感染度と10万細胞あたりのBLVコピー数の比較

4 考察

以上の結果から、 $\Delta\Delta Ct$ 法を用いたBLVリアルタイムPCRは従来法と強い相関があり、新規法の結果を用いて新たにリスク分類が可能であることが示唆された。従来法ではプロウイルス量の補正にDNA量を使用するため、検体DNA濃度が低い場合や抽出過程での不純物の混入といった影響を強く受けることから結果がばらつくことが報告されている[3]。新規法では内部標準遺伝子で補正するためこれらの影響を受けにくく、従来法と新規法の間のばらつきは従来法の検査誤差に起因するものと考えられた。

リスク分類について、既存のリスク分類と本検討の結果から、BLV感染度で6.4以上が

高リスク、1.7以上6.4未満が中リスク、0.4以上1.7未満が低リスク、0.4未満が超低リスクと分類することが可能である。ここで、前述のとおりBLVコピー数及びRPPH1コピー数が各 2.0×10^5 コピー/ μL の陽性コントロールを基準サンプルとして使用した。これを言い換えると、新規法では10万細胞あたりのBLVコピー数が 2.0×10^5 のサンプルを1としたときの各サンプルの相対BLV遺伝子量を表している。つまり、既存のリスク分類での高リスク、中リスク、低リスクの区分けとなる10万細胞あたりのBLVが12,000コピー、3,000コピー、600コピーは、BLV感染度で表すと理論値がそれぞれ6.0、1.5、0.3となる。全検査機関で統一的な基準を設けることとすると、既存のリスク分類の理論値を基にしてBLV感染度6.0以上を高リスク、1.5以上6.0未満を中リスク、0.3以上1.5未満を低リスク、0.3未満を超低リスクとするのがよいと考えられた(表2)。

表2 BLV感染度による新リスク分類とBLVコピー数によるリスク分類の比較

	超低リスク	低リスク	中リスク	高リスク
BLV感染度	<0.3	0.3 \leq , <1.5	1.5 \leq , <6.0	6.0 \leq
10万細胞あたりのBLVコピー数	<600	600 \leq , <3,000	3,000 \leq , <12,000	12,000 \leq

このBLV感染度による新リスク分類と本検討での算出値を比較すると、低リスクに分類されていた4検体が中リスクに再分類されたが、他は変わらなかった(表3)。分類が変わる検体があった理由としては、10万細胞あたりのBLVプロウイルス量を算出する方法では検量線を作製するため1サイクルあたりの増幅効率が考慮されるが、 $\Delta\Delta Ct$ 法では増幅効率を1として計算していることや、今回の検討に利用した野外検体に偏りがあったことが考えられた。

表3 BLV感染度による新リスク分類と本検討での算出値の比較

		超低リスク	低リスク	中リスク	高リスク
新リスク分類	BLV感染度	<0.3	0.3 \leq , <1.5	1.5 \leq , <6.0	6.0 \leq
	検体数	27検体	11検体	16検体	17検体
本検討での算出値	BLV感染度	<0.4	0.4 \leq , <1.7	1.7 \leq , <6.4	6.4 \leq
	検体数	27検体	15検体	12検体	17検体

同一検体を再度新規法で検査し、新リスク分類により分類をしたところ、表4のとおりの結果となった。この結果からも、BLV 感染度が6.0以上を高リスクとする分類は妥当であると考えられた。

表4 新リスク分類による検体の評価

	超低リスク	低リスク	中リスク	高リスク
BLV感染度	<0.3	0.3≤, <1.5	1.5≤, <6.0	6.0≤
1回目	27検体	11検体	16検体	17検体
2回目	24検体	13検体	19検体	15検体

また、従来法では1度のリアルタイム PCR で 50 検体を検査すると考えると、核酸濃度測定に約 60 分、核酸の希釈に約 60 分の、計 2 時間かかっていた。新規法では核酸濃度測定と希釈の工程が不要であるため、当県での BLV のリアルタイム PCR 法にかかる時間を約 2 時間短縮できる。また、従来法で検量線の作製に 6 検体分の試薬が必要であったが、新規法では基準サンプルの 1 検体分のみとなるため 5 検体分の試薬を削減できる (図 6)。その他、核酸希釈に必要なチューブ類の消耗品費も合計すると、費用面では 1 検査あたり約 6500 円の削減が可能である。当県では年間約 15 回の BLV のリアルタイム PCR 法を実施するため、1 年間で約 10 万円の削減が可能である。以上のことから、新規法は従来法と同等以上の検査精度でかつリスク分類も可能であり、さらに検査時間と費用を削減できるため、BLV のリアルタイム PCR 法として非常に有用であると考えられる。

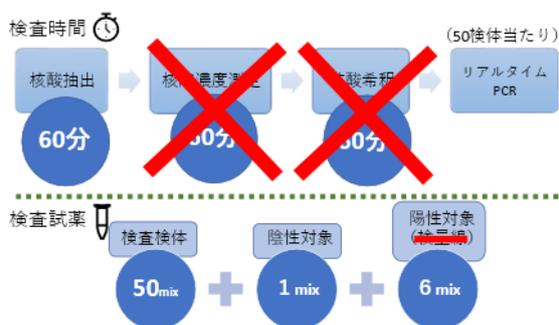


図6 新規法での作業工程等の削減

当所では全自動核酸抽出装置の magLEAD(Precision System Science)を保有

している。磁気ビーズ法で抽出する magLEAD での抽出核酸は当所で保有している吸光度測定機では正確に吸光度を測定できなかったため、これまで BLV のリアルタイム PCR 法に用いる検体の核酸抽出は QIAamp DNA Mini Kit を用いたカラム法で行っていた。新規法では核酸濃度測定が不要であるため、magLEAD を用いた抽出産物を利用可能であると考えられる。magLEAD を使用できれば、さらに検査手技の簡略化が可能である (図 7)。全自動核酸抽出機を使用しての BLV リアルタイム PCR 法は他都道府県では実際に行われているため十分可能であると考えているが、今後の検討としたい。

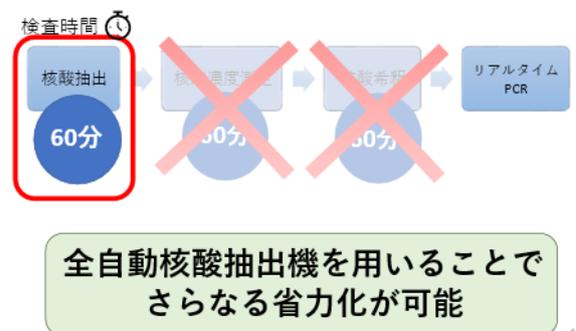


図7 今後の検討課題

引用文献

- [1] 中央畜産会：地方病性牛白血病 (EBL) と清浄化に向けた取り組み事例 (2019)
- [2] 目堅博久：プロウイルス量に基づいた牛白血病対策のススメ, 家畜感染症学会誌, 7, 163-168(2018)
- [3] 西森朝美, 小原潤子, 安藤清彦, 松浦雄一：牛伝染性リンパ腫ウイルス *pol* 遺伝子を標的としたプロウイルス量に基づく伝播リスク基準の設定, 日獣会誌, 77, e7-e13(2024)
- [4] タカラバイオ株式会社：牛伝染性リンパ腫ウイルス検出キット
https://catalog.takara-bio.co.jp/product/basic_info.php?unitid=U100009412
- [5] Thermo Fisher Scientific：検量線をひかずに定量する比較 Ct 法とは？
<https://www.thermofisher.com/blog/learn>

ICT活用による乳牛の繁殖管理への取組み

JA北信畜産酪農営農センター
尾崎和彦

- 近年、農業分野においてもコンピューターやロボットなどのIT技術が取り入れられて来ておりますが、畜産でのICT活用による繁殖管理の事例を発表いたします。
- K牧場 搾乳牛33頭 育成牛10頭 青刈リトウモロコシ50a その他稲作・雑穀・りんご栽培の複合経営を本人と両親の3人で行っている。

【課題】

- 酪農施設は繋ぎのストール式搾乳牛舎と育成牛舎のみで、乾乳・分娩は繋いだまま行っているため分娩事故のリスクが高く、事故軽減から昼夜の監視や観察に時間を取られていた。
- 農繁期においては他の作物と作業が重なり、かなりの疲労となっていた。

【対策】

- 携帯電話で、牛のデータ管理や繁殖注意牛の通知を利用することにより、日々家族での労務分担が可能になり、作業が効率化できることからファームノートを令和元年に導入。

ファームノートは繁殖管理に特化した機能
必要な機能だけを厳選し「牛の登録」や発情発見・授精・妊娠鑑定・乾乳・分娩などの
「活動登録」を直感的な操作だけで記録することができます。





分娩兆候を知らせるシステムを使い速やかに分娩立会いが可能になることや、分娩予定日前の数日間の監視回数を減らすため、見守り通信システムの牛温恵を令和4年導入。

モバイル牛温恵の機能と特長

繁殖牧場は、無事に産ませてなんぼの世界、1頭たりとも子取りに失敗してはならない。体温は健康のバロメータです。5分毎、0.1℃単位で体温監視する事により、今までにない新たな繁殖管理技術の確立が可能となります。

① 段取り通報

分娩の約24時間前の温度の変化を感知し、メールでお知らせするので事前に予定する(心の準備、床替え)ことができます。

② 駆付け通報

一次破水時に温度センサーの放出による温度変化を検知し、メールでお知らせします。メールを受け取ってから余裕を持って分娩に立ち会うことが可能です。

③ SOS通報

段取り通報後の温度変化を監視することで産みたくても産めない異常を検知し、メールでお知らせします。



- ファームノートと牛温恵の機能として発情兆候を知らせる機能があるが、K牧場はあえて使用していない。発情は人の観察で確認している。
- また育成牛については一部公共牧場を利用し夏季放牧で種付けを行っている。

- 【結果】

- 人工授精実施後には次回発情予定日・妊娠鑑定予定日・分娩予定日が把握され、スケジュールに基づき牛の観察ができる。
- 牛温恵から分娩兆候通知があるので、夜間監視などは回数が減った。
- データ管理により、繁殖障害牛の治療や発情の同期化など空胎日数の減少が図られた。
- 牛の改良についてもデータ化され、後継牛確保の振分けができると共に、受精卵移植での和牛生産が増加し販売収入増えた。
- 人工授精や受精卵移植の実施時、授精師への情報伝達や情報共有する時間が増え、牛の保定立会いにもほぼ立会いができた。

	実施頭数	AI	ET	頭
H30	43	22	21	
H31	51	26	25	
R2	53	19	34	
R3	58	23	35	
R4	43	14	29	
R5	39	17	22	
	実施回数	AI	ET	(平均回数/1頭)
H30	66	40	26	1.53
H31	71	40	31	1.39
R2	72	25	47	1.36
R3	90	41	49	1.55
R4	64	17	47	1.49
R5	47	20	27	1.21

※ R5年度は11月末までの集計

• 【まとめ】

- H30年の種付け実施頭数が少ないのは発情が不明瞭な牛が多かったと推測される。
- H30・H31年の人工授精(AI)回数が多かったのは遺伝能力のデータが明瞭でなく体型も重視していたと推測される。
- 労働時間は軽減されているが、データとして取れていなく、比較と削減の数値が示せなかった。
- 先端技術ではあるが、発情通知は繋ぎのストール式ではフリーストールやフリーバーン式より信頼性が下がる可能性があるのではないかと推測されるため、K牧場のように誤作動を考慮した管理をみると、牛の受胎の有無確認、兆候確認は畜主も確認すべきであり、すべて機械任せにはできない。
- しかし、機械任せが可能な作業は積極的に活用して、ゆとりと経営安定の導入を図ることも重要になっていくのではないかと考えます。

大北地域における子実用とうもろこしの栽培適性

○岩下 さや夏、清原 佑介、岡部 知恭
(北アルプス農業農村支援センター)

要約

大規模稲作経営体の新たな転作作物の選択肢として、子実用とうもろこしを導入することが可能かどうかについて検証した。試験栽培は、大豆の連作による収量低下が発生しているほ場（面積約 60a）で行った。播種作業は目皿式大豆用ロータリーシーダーで播種可能であることが確認できた。また、収穫専用アタッチメントを装着した汎用コンバインの収穫精度は高く、実収量は 662kg/10a であった。供試品種別の収量については、播種時の栽植密度による差が大きく今後検討が必要である。粗収入は子実用とうもろこし 26,480 円/10a（40 円/kg）、畑作物産地形成促進事業 40,000 円/10a、合計 66,480 円/10a であった。

1 背景

大北地域は耕地面積の 86%が水田、農業産出額（菌茸を除く）の 63%が水稲と、水稲に特化した地域である。

水田転作作物として土地利用型作物の麦・大豆・そばを栽培しているが、栽培が固定化してしまい、連作による収量低下が大きな課題となっている。そこで、新たな転作作物として子実用とうもろこしを導入し、輪作することで、生産性向上や地力増進に繋がると考えた。しかし、大北地域での栽培事例はないため、本試験により子実用とうもろこしの栽培適性を検証した。

2 材料及び方法

(1) 耕種概要

大町市常盤に設置した子実用とうもろこしの試験圃（約 60a）の耕種概要は次に表示とおりである。

試験委託農家は大町市で転作作物を広く栽培している大規模稲作経営体である。

供試品種は相対熟度(Relative Maturity : 以下 RM) 95~110 の 5 品種（「タラニス」、「LG2533」、「36B08」、「34N84」、「LG30500」）とした [図 1]。

令和 5 年 4 月に豚糞堆肥 2 t/10a、5 月に基肥として化成肥料 60kg/10a (N:P:K=6.0:4.8:5.4 kg/10a) を施肥し、ロータリーで攪拌した。

6 月 19 日に目皿式大豆用ロータリーシ

ーダーで播種し、目標栽植密度は条間 75cm×株間 19cm、7,018 本/10a とした。

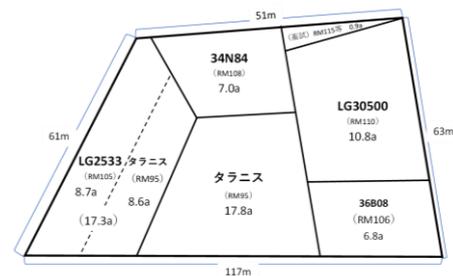


図 1. ほ場図

雑草対策として、播種後の 6 月 20 日にゲザノンゴールド、7 月 18 日にブルーシアフロアブル（6~7 葉期処理）をハイクリアランスブームスプレーヤーで散布した。

害虫対策として、8 月 19 日にダイアジノン粒剤 5 をドローン散布した。

収穫は 11 月 9 日に子実用とうもろこし専用アタッチメントを装着した汎用コンバインで収穫後、大豆用乾燥機で水分率 14%以下まで乾燥させた。



写真 1. 除草剤散布（7 月 18 日）

(2) 調査方法

生育特性の調査は「飼料作物系統適応性検定試験実施要領」（改定5版）に準じて実施した。

子実の水分含量の調査は、各品種中庸な子実を3本採取し、9月22日～10月23日まで10日置きに計4回行った。

子実のカビ毒分析は全国農業協同組合連合会に委託して行った。

3 結果

(1) 大豆用播種機での播種適性

大豆用播種機は、畝幅75cm×株間19cm、7,018本/10aに設定した。

種子形状「F（平種）」の栽植本数が多く、「R（丸種）」は播種機の設定に近い栽植本数となった[図2]。

種子の薄い平種が目皿に2粒入るなどして播種量が多くなった可能性が高いが、絞りを調整することで適量の播種が可能であると考えられる。

このことから、種子形状については今後検証が必要であるが、大豆用播種機で播種可能であることが確認された。

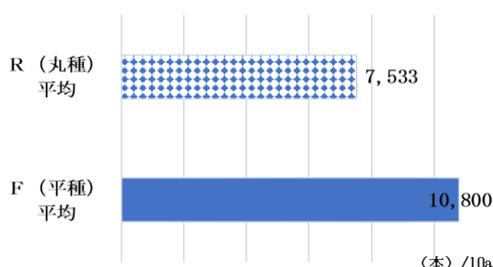


図2. 種子形状の違いによる栽植密度

F : LG30500・LG2533、R : 34N84・36B08・タラニス

(2) 品種特性調査

出穂期、絹糸抽出期、黄熟期、成熟期（子実水分含量30%以下）はRMが大きくなるほど遅くなる傾向にあった[表1]。

表1. 生育調査結果

品種	RM	栽植密度 (本/10a)	雄穂抽出期	絹糸抽出期	黄熟期	成熟期※	草丈 (cm)	雌穂着高 (cm)
タラニス	95	7000	8月5日	8月6日	9月11日	10月3日	285	112
LG2533	105	11600	8月11日	8月13日	9月19日	10月3日	293	119
36B08	106	7600	8月9日	8月9日	9月14日	10月23日	265	113
34N84	108	8533	8月11日	8月11日	9月17日	10月23日	271	121
LG30500	110	10000	8月13日	8月15日	9月22日	10月23日	324	324

※成熟期：子実水分30%以下となった日

(3) 収量調査

11月2日に各品種の子実20本の収量調査を実施した[図3]。

RMの大きい品種ほど収量が高くなる傾向があったが、密植により密度ストレスが発生し、子実の充実不良を招いたことから単純に比較できないため、再度検証する必要がある。

11月9日に収穫を行い[図4]、試験ほ場の収量は3,942kg（662.3kg/10a、子実水分率14%）であった。

この値は、国が目標とする800kg/10aには及ばなかったが、畜産試験場で行った試験と同程度の収量となった。

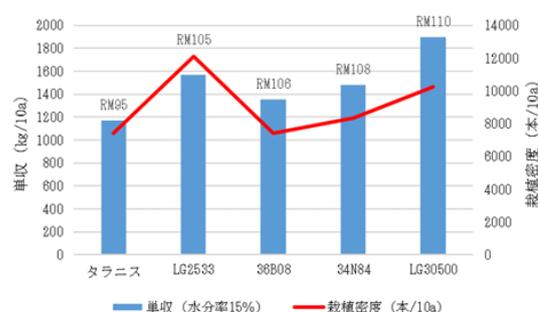


図3. 単収（坪刈り調査）と栽植密度



写真2. 収穫の様子

(4) 子実水分含量の推移

RMの小さいタラニスと34N84の2品種が10月3日に収穫可能水分率である30%以下に到達し、そのほかの3品種が10月23日に30%以下となった。

11月9日の収穫直後には、全体の水分率の平均が19.1%となっており、大豆用乾燥機を用いて1晩乾燥し、貯蔵に適する水分率である14%以下とした。

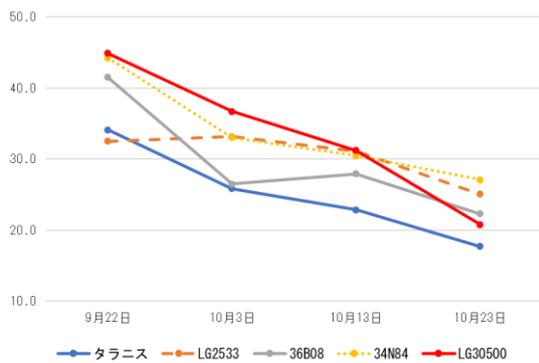


図4. 子実水分含量の推移



写真3. 収穫直後の子実

(5) 子実のカビ毒分析結果

子実のカビ毒を分析した結果、デオキシニバレノール (DON) の検出は無かったが、フモニシンが 8.8 mg/kg (基準値 4.0mg/kg) 検出された。これは契約先の飼料会社が使用するのに問題ないとされる値であった。

(6) 生産費、収益性

10a 当たり粗収入は子実用とうもろこし収穫物実績：26,480 円 (40 円/kg) と畑作物産地形成促進事業：40,000 円/10a で、合計 66,480 円/10a となった。

種苗費・肥料費等は 46,328 円 (税込) で、10a あたり所得は 20,152 円/10a であった。

4 考察

本試験から、子実用とうもろこしの栽培については機械作業体系での栽培が可能であることや、他の転作作物と輪作が可能であるなどの利点があることから、大規模稲作経営体

が多い大北地域での栽培適性はあると考えられる。

さらに、子実用とうもろこし単作では収益性は高くはないが、新たな転作作物として導入し、大豆と連作することで、連作障害の解消や地力増進につながり結果的に所得向上に貢献するものと考えられる。

試験委託農家からは、大豆よりも管理が容易であること、他の作物と作業が重複しないことなど、子実用とうもろこしの導入に前向きな意見があった一方で、収益性が低いことから、直接支払交付金 (ゲタ対策) 適用の要望や販路開拓への課題が挙げられた。

来年度、試験委託農家では補助事業を活用して収穫機械を購入し、栽培面積を約6倍に拡大して大豆連作ほ場で取組む予定である。

今後は、種子形状に合わせた大豆用播種機の調整の検証や大北地域に適した子実用とうもろこしの品種選定、子実用とうもろこし作付け後のほ場における大豆の生育・雑草発生状況、収量への影響等の課題解決に向けて引き続き検証していく予定である。

5 関係機関

J A 大北 (農家選定、資材等の購入、出荷)
 J A 全農長野 (集荷、販売)
 雪印種苗株式会社 (種子提供)
 カネコ種苗株式会社 (種子提供)
 畜産試験場 飼料環境部 (調査協力)
 農業技術課畜産専門技術員 (調査協力)

6 関連事業等

事業名：水田農業経営確立推進指導事業 (産地推進品目導入拡大支援事業)

事業概要：産地推進品目の導入・拡大のための試験、モデルほ設置に関わる経費の助成

要 約

TMR (Total Mixed Rations) は粗飼料と濃厚飼料を混合給与するもので、夏季の温度が高い日にはカビや酵母の働きによって飼槽中で好気的変敗が進むことなどが課題として挙げられる。そこで、既存のTMR調整の際にサイレージ用乳酸菌を添加したとうもろこしサイレージの使用すること、TMR調整の際に有機酸を添加すること、発酵TMRの利用によって好気的変敗抑制効果について確認した。サイレージ用乳酸菌を添加して作製したとうもろこしサイレージをTMRに使用することで半日以上、1.0%の酢酸又は1.0%のサイレージ用乳酸菌を添加することで半日程度、1.0%のギ酸又は1.0%のプロピオン酸を添加することで1日程度、飼槽におけるTMRの好気的変敗による温度上昇を抑制できた。また、発酵TMRは開封時に一定の発酵品質であれば、好気的変敗が1週間程度抑制できることが確認できた。

背景および目的

TMR (Total Mixed Rations) は粗飼料と濃厚飼料を混合給与するもので、牛の選択採食性を防ぐことなどによって健康状態の維持や飼料効率の向上が期待できる。一方で、夏季の温度が高い日にはカビや酵母の働きによって飼槽中で好気的変敗が進むことや毎日調製する必要があることが課題として挙げられる。

そこで、既存のTMR調整の際にサイレージ用乳酸菌を添加したとうもろこしサイレージを使用し、好気的変敗の抑制効果を確認した。また、TMR調整の際に有機酸を添加することによって好気的変敗の抑制効果を確認した。

近年ではTMR調整後に密閉容器内で嫌気発酵させた発酵TMRの利用が増えてきている。発酵TMRは貯蔵性に優れ、好気的変敗の抑制にも有効と考えられる。そこで、長期利用可能な発酵TMRの発酵品質および好気的変敗の抑制効果を確認した。

材料および方法

(1) 乳酸菌製剤添加サイレージを用いたTMRの好気的変敗の抑制効果

2021年9月、飼料用とうもろこし収穫時に試験区にサイレージ用乳酸菌であるサイマスターSP(雪印種苗株式会社)を規定量(乳酸菌50g/材料草10t)添加し、細断型ロールペーラを用いてロールサイレージを調製した。サイマスターSPはとうもろこしサイレージの変敗抑制を目的とした乳酸菌製剤で、乳酸菌を減少させずに酢酸を生成できる特徴を持つ。

2022年8月に作製したとうもろこしサイレージと冷凍保存後に解凍したプレTMR計6kgを採取し容器に詰め、室温で保管し温度変化を調べた。

(2) TMRにおける各種添加材利用による好気的変敗抑制効果

TMR 6kgに好気的変敗抑制効果が期待できる添加材として重量比1.0%の酢酸、同ギ酸、プロピオン酸及びサイマスターSPを混合した後に容器に詰め、25℃に設定した恒温機内で温度変化を調べた。

(3) 発酵TMRの発酵期間及び発酵温度による好気的変敗抑制効果

2022年8月に畜産試験場で利用されている泌乳牛用発酵TMR 6kgを採取し容器に詰め、室温で保管し温度変化を調べた。また、開封直後及び開封1週間後のサンプルについてpH及び有機酸を調べた。

発酵TMRの発行品質の確認のためにTMR 2kgをポリ袋に密封後に掃除機で脱気し、30℃又は20℃の恒温器内で発酵させて発酵TMRを作製した。無処理区(密封発酵0日)、密封発酵後1、2、3、7、10、14日のサンプルをそれぞれ採取し、25℃の恒温器内で温度変化を確認した。また、それぞれのサンプルについて開封直後及び開封後1週間後のサンプルのpH、乳酸濃度及び酢酸濃度を確認した。

結果および考察

(1) 乳酸菌製剤添加サイレージを用いたTMRの好気的変敗の抑制効果

作製したTMRの品温が室温よりも5℃高くなった場合に好気的変敗による温度上昇が確認できたと設定した。設定した温度に到達した時間は乳酸菌添加サイレージを利用した乳酸菌添加サイレージを37%混合した試験区①が29時間、乳酸菌添加サイレージを47%混合した試験区②が27.5時間だった。

一方で無添加サイレージを 37%混合した対照区①が 10.5 時間、無添加サイレージを 37%混合した対照区②が 11 時間だった。このことから乳酸菌製剤添加サイレージを利用することで好気的変敗による温度上昇を半日程度抑制できた。

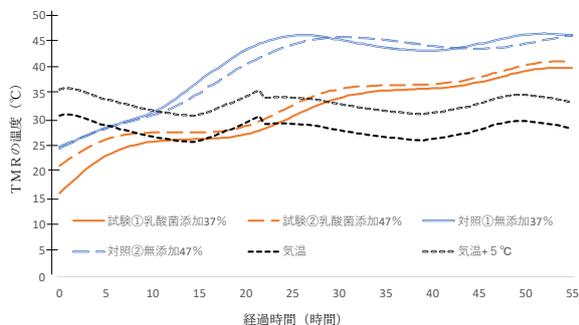


図1 乳酸菌添加サイレージ及び無添加サイレージを用いたTMR調整後の温度変化 (2022年、畜産試験場)

(2) TMRにおける各種添加材利用による好気的変敗抑制効果

作製したTMRの品温が 30°Cより高くなった場合に好気的変敗による温度上昇が確認できたと設定した。30°Cに到達した時間は1.0%酢酸区で 18.5 時間、1.0%ギ酸区で 45 時間、1.0%プロピオン酸区で 36.5 時間、1.0%サイレージ用乳酸菌区 11.5 時間、無処理区で8時間だった。

無処理区と比較して、各試験区で一定の好気的変敗抑制効果が確認されたが、特に 1.0%ギ酸及び 1.0%プロピオン酸添加区において、無処理区と比べて1日以上温度上昇の抑制効果が確認された。

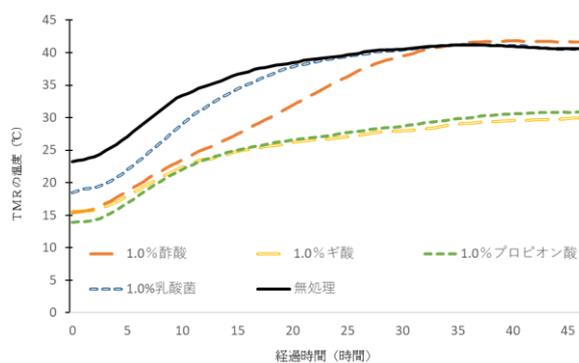


図2 添加材を加えたTMRの温度変化 (2021年、畜産試験場)

(3) 発酵TMRの発酵期間及び発酵温度による好気的変敗抑制効果

1週間の試験期間中において発酵 TMR の品温は 30°C以下に保たれ、好気的変敗が原因とみられる温度変化は確認できなかった。開封直後と開封1週間後を比較して、pH 及び有機酸に大きな変化は見ら

れなかった。以上の結果から発酵TMRは好気的条件下において1週間は変敗しないことが確認できた。

発酵TMR	pH	有機酸 (%FM)				
		乳酸	ギ酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸
開封直後	4.40	1.73	0.01	1.36	0.04	0
開封1週間後	4.37	1.69	0.01	1.28	0.04	0

表1 発酵TMR開封後の pH および有機酸 (2022年、畜産試験場)

発酵TMRの発行品質の確認試験において 30°Cで作製した発酵TMR30°Cを超えるものはなかった。20°Cで作製した発酵TMRは密封発酵後1日、2日及び3日のサンプルで好気的変敗とみられる 30°C以上になる温度上昇が確認された。

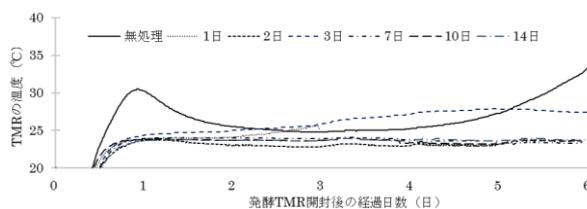


図3 30°Cで発酵させた発酵TMRの25°C恒温槽内の温度変化 (2020年、畜産試験場)

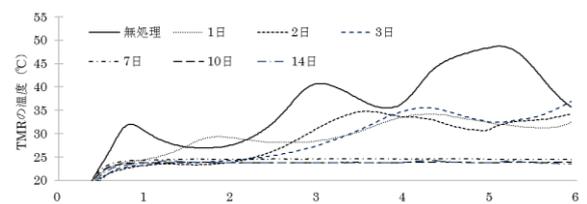


図4 20°Cで発酵させた発酵TMRの25°C恒温槽内の温度変化 (2020年、畜産試験場)

pH の調査では 30°Cで作製した発酵TMRは 20°Cで作製した発酵TMRと比べて速やかな pH の低下が見られた。乳酸および酢酸の調査でも同様に 30°Cで作製した発酵TMRは 20°Cで作製した発酵TMRと比べて速やかな乳酸の増加が見られた。温度変化の結果と合わせて発酵 TMR は開封時に pH4.9 以下、乳酸濃度 1.85%FM 以上又は酢酸濃度 0.77% FM 以上であれば、好気的変敗による温度上昇を1週間程度抑制できることが確認できた。

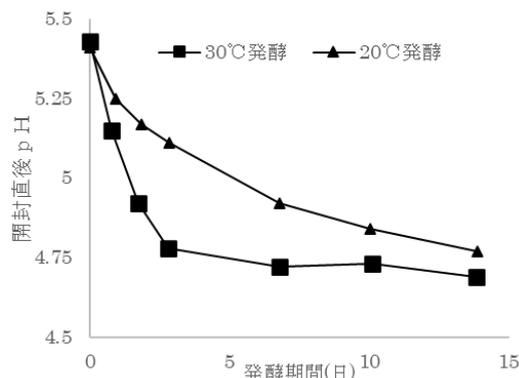


図5 発酵温度ごとの pH の推移 (2020年、畜産)

試験場)

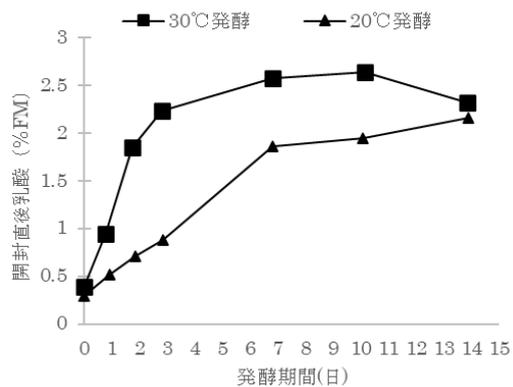


図6 発酵温度ごとの乳酸濃度の推移 (2020 年、畜産試験場)

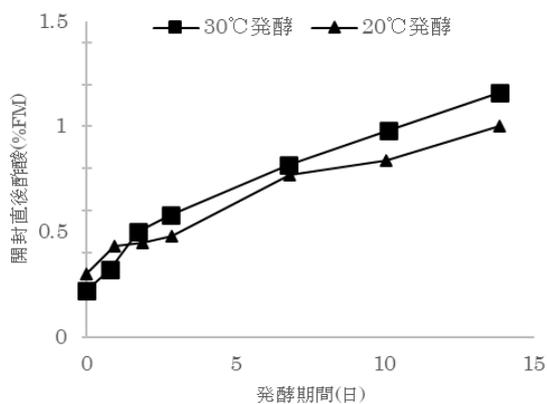


図7 発酵温度ごとの酢酸濃度の推移 (2020 年、畜産試験場)

低 CP・低 ME 飼料給与が「長交鶏 3 号」の胸部水疱形成に与える影響

○小林憲一郎

(畜産試験場)

要約

低濃度飼料の給与は、「長交鶏 3 号」の生産性とアニマルウェルフェア（以下、AW）を向上させる。一方、低濃度飼料の給与は、胸部水疱の発生リスクを増加させる報告がある。そこで、低濃度飼料の給与と「長交鶏 3 号」における胸部水疱の発生との関連性について調査した。試験は 29 日齢の「長交鶏 3 号」を各区 40 羽、1 反復で実施した。試験区は粗蛋白質と代謝エネルギーが低い低濃度飼料（CP16.0%以上、ME2,975kcal/kg 以上）を給与した。対照区はブロイラー肥育後期飼料（CP18.0%以上、ME3,200kcal/kg 以上）を給与した。100 日齢の体重は雄雌ともに試験区の体重が低い傾向が見られたが、有意差は認めなかった。100 日齢時の胸部水疱スコアは、試験区のほうが対照区よりも雌雄ともに高かった（雄 $p=0.015$ ，雌 $p=0.0065$ ）。70 日齢の雄において、試験区のほうが対照区よりも総コレステロールが低下した（ $p=0.046$ ）。解体調査において、雄は試験区で対照区よりもムネ肉の重量低下を認めた（ $p=0.0013$ ）。以上の結果から、低濃度飼料給与は胸筋の発育を低下させ、胸部水疱の発生リスクを増加させる可能性が示唆された。「長交鶏 3 号」で胸部水疱が多発する場合は、敷料等の飼育環境に加えて、栄養状態の改善を図る必要がある。

1 背景

アニマルウェルフェア（以下、「AW」）は、「1 飢え・乾きからの自由」、「2 不快からの自由」、「3 痛み・負傷・病気からの自由」、「4 本来の行動がとれる自由」、「5 恐怖・抑圧からの自由」の 5 つの自由の原則を理念とするもので、欧米を中心に国際的な広がりが見られる。2023 年 7 月に農林水産省が AW に関する飼養管理指針（以下「AW 指針」）を制定したことから、国内でも畜産業に対する AW の実践が求められている

胸部水疱は、胸ダコとも呼ばれ、胸部皮下における水疱形成を特徴とする。床面からの持続的圧迫が主な原因で、発生率はブロイラーでは 10.7%、「長交鶏 3 号」では約 60%と報告されている。対策として、敷料の増量が有効とされる。胸部水疱は、AW 指針にお

いて快適性モニタリング項目の一つとされているほか、中抜きと体の商品価値を低下させる。そのため、胸部水疱は生産性と AW 向上の観点から発生を予防する必要がある。

「長交鶏 3 号」は、長野県が開発した新たな地鶏で、父系に「軍鶏 834 系統」、母系に「名古屋種 87 系統」を交配し、100 日齢で雄 3.5kg、雌 2.5kg の発育が望める。「長交鶏 3 号」の飼料給与体系では、21 日齢以降はブロイラー肥育後期飼料を給与することとしている。しかし、本飼料はブロイラーに比べて発育のゆるやかな地鶏へ給与する飼料としては栄養価が高いと考えられる。

現在、国内では地鶏に適した低濃度料の給与が研究されており、「長交鶏 3 号」でも産肉性向上や内蔵脂肪蓄積の軽減効果など、生産性と AW を向上させる効果が認められて

いる。一方、低濃度飼料の給与は胸部水疱の発生リスクを上昇させることが報告されていることから、今回、低濃度飼料の給与が「長交鶏 3 号」の胸部水疱形成に及ぼす影響を調査した。

2 材料および方法

今回の試験は、29 日齢の「長交鶏 3 号」を使用した。飼育は平飼いで飼育密度を5羽/m²とした。なお、本試験では、胸部水疱発生に対する敷料の影響を低減するため、敷料の厚みを 20cm とした。

試験区にブロイラー肥育後期飼料と採卵鶏大雛用飼料を 1:1 で混合して粗蛋白質（以下、「CP」）と代謝エネルギー（以下、「ME」）を抑えた低濃度飼料（CP16.0%以上、ME2,975kcal/kg 以上）を給与した。対照区は、従来どおりブロイラー肥育後期飼料（CP18.0%以上、ME3,200kcal/kg 以上）を給与した。供試羽数は、1 区 40 羽を 1 反復とした。

調査は、29～100 日齢までの間で定期的に体重測定を実施した。また、調査期間中の飼料摂取量を調査した。全羽を対象として 100 日齢における胸部水疱スコアを観察した。さらに、栄養の充足度を確認するため、70 日齢における血清生化学検査を実施した。測定は富士ドライケム 3500V を使用し、総タンパク質、アルブミン、グルコース、中性脂肪、総コレステロール、GOT を測定した。107 日齢で解体調査を常法により実施して、産肉成績を調査した。

胸部水疱スコアは水流らが過去に報告した方法に従って分類した。すなわち、スコア 1 は異常なし、スコア 2 は胸部脱毛あり、水疱なし、スコア 3 は胸部脱毛あり、軽度水

疱あり、スコア 4 は胸部脱毛あり、水疱ありとした。

3 結果

両区ともに 40 羽中 1 羽が脚弱を発症したため、その 1 羽を除いた 39 羽で結果を集計した。体重の推移は、雄雌ともに対照区に比べて試験区は体重が低い傾向が見られた。とくに、42 日齢の雌では統計的に有意な差が認められた。100 日齢の平均体重は、雄が試験区で 3890g、対照区で 4020g、雌が試験区で 2680g、対照区が 2790g と、試験区よりも対照区が高い傾向が見られたが、有意差はなかった（図 1）。飼料要求量は試験区が高い結果となった（表 1）。

100 日齢における試験区と対照区の胸部水疱スコアは、雄雌ともに試験区のほうが対照区に比べて有意に高い値を示した（図 2）。

血清生化学検査の結果は雄雌別に、70 日齢の両区の平均値を示す。雄では 70 日齢の総コレステロールが試験区よりも対照区で高かった（表 2）。

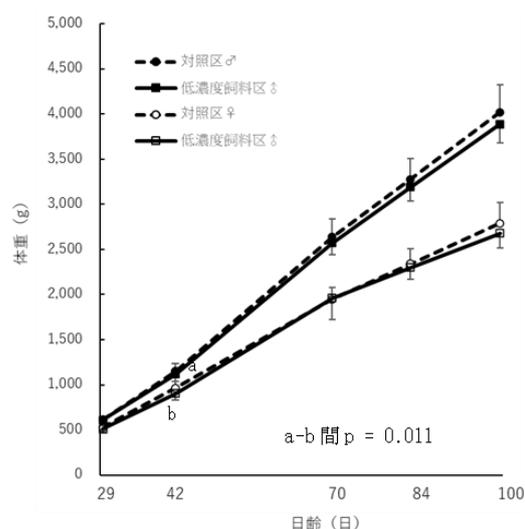


図 1 低濃度飼料が「長交鶏 3 号」の発育に及ぼす影響

表1 低濃度飼料が「長交鶏3号」の育成率及び飼料要求率に及ぼす影響

区	性別	供試羽数(羽)	育成率(%)	飼料要求率
低濃度飼料区	雄鶏	25	96	3.79
	雌鶏	15	100	
対照区	雄鶏	20	95	3.72
	雌鶏	20	100	

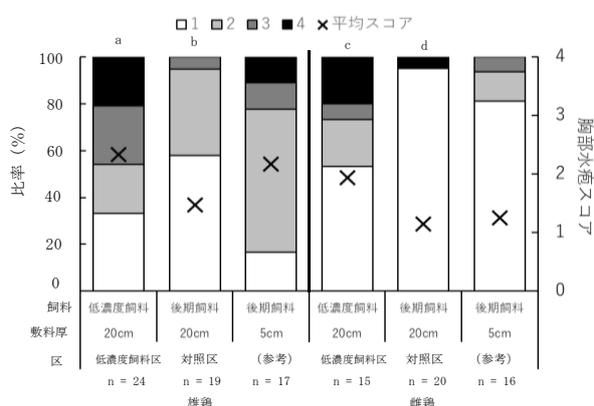


図2 低濃度飼料が「長交鶏3号」100日齢時の胸部水疱スコアに及ぼす影響
a-b間: p = 0.015, c-d間: p = 0.0065

表2 低濃度飼料が「長交鶏3号」における血清生化学値に及ぼす影響

性別	区	供試羽数(羽)	TP (g/dl)	ALB (g/dl)	GLU (mg/dl)	TG (mg/dl)	TCHO (mg/dl)	GOT (mg/dl)
雄鶏	低濃度飼料区	4	3.8±0.4	1.3±0.2	249±6	76±19	134±7 ^b	156±4
	対照区	4	4.0±0.3	1.4±0.1	243±4	111±29	150±10 ^a	158±13
雌鶏	低濃度飼料区	4	4.0±0.5	1.4±0.2	237±23	77±24	145±32	145±11
	対照区	4	4.2±0.2	1.5±0.1	247±19	125±34	145±21	154±22

日齢: 70日齢。測定方法: 富士ドライケム 3500V、測定項目: 総タンパク質 (TP)、アルブミン (ALB)、血糖 (GLU)、中性脂肪 (TG)、総コレステロール (TCHO)、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミラーゼ (GOT)。その他の試験方法は図1と同じ。測定値は4標本の平均値±標準偏差を表す。二元分散配置分析により統計処理を行った。a-b間 p = 0.046

表3 低濃度飼料が「長交鶏3号」の産肉成績に及ぼす影響

性別	区	供試羽数(羽)	ムネ肉 (g)	モモ肉 (g)	腹腔内脂肪 (g)
雄鶏	低濃度飼料区	2	505±2 ^b	934±24	177±33
	対照区	2	559±8 ^a	977±55	181±3
雌鶏	低濃度飼料区	2	379±3	583±1	177±28
	対照区	2	353±12	584±54	188±21

解体調査は、108日齢で実施した。各区雄雌それぞれ100日齢の体重が平均体重に近い2羽を選抜して調査した。胸部水疱スコアは試験区の雄1羽が4であった以外は、すべて1または2の個体だった。雄ではムネ肉が、対照区に比べて試験区で有意に低かった。また、ささみについても有意差はないものの、試験区の方が低い傾向が見られた(表3)。一方、雌では試験区のムネ肉重量が高い傾向が認められた。また、今回の試験では、低濃度飼料の給与による腹腔内脂肪減少の効果は認められなかった。

4 考察

低濃度飼料の給与による胸部水疱の発生リスクが上昇する原因は、これまで運動量の低下によると考えられてきた。今回の試験では、雄において血清生化学試験の結果から、低濃度飼料給与が栄養不足をもたらして胸部筋肉の発育不良を起こした可能性が示唆された。胸部筋肉の発育不良は、胸骨への負荷の増加を引き起こし、胸部水疱発生リスクが上昇すると推察された。一方、雌は試験区のムネ肉重量が高い傾向が認められたが、胸部水疱の発生リスクも上昇しており、雄と同様のメカニズムが働いているかについては明確にできなかった。今後は胸部水疱スコアスコアと胸部筋肉重量の関連性について詳細な調査を実施したい。

本調査の結果から、胸部水疱が多発する農場では、敷料等の飼育環境の改善や感染症への対応に加えて、栄養状態の改善が必要であると考えられた。栄養状態の改善は、体重測定、飼料要求量、血清生化学検査を実施し、栄養不足の場合は給餌器の増設など飼料給与方法の改善が必要である。

参考文献

TB Rodenburg et al., Comparison of three different diets for organic broilers: effects on performance and body condition, British poultry science, 49, 74-80.

佐藤静夫, 胸部水疱 (Breast blister, Keel bursitis)、鶏病研究会報, 30, 50-51.

水流正裕ら, 県産地鶏「長交鶏3号」における胸部水疱の発生特性, 令和4年度(2022年度)普及に移す農業技術(第2回)

大塚ひなこら, 県産地鶏「長交鶏3号」における敷料による胸部水疱の発生軽減策, 令和4年度(2022年度)普及に移す農業技術(第2回)

豚の希少品種「マンガリツァ」種の飼養特性

(長野県農業大学校 農学部 畜産研究科)

○小川 さら

研究目的

畜産試験場には、国内の公共試験場で唯一マンガリツァ種が飼育されている。マンガリツァ種の雌雄双方を飼育している農場は国内に数農場しかなく希少品種であり、ブランド豚肉として有望だと考えられる。しかし、マンガリツァ種の発育や飼料効率、肉質に関する報告は少ない。そこで、マンガリツァ種による肉豚生産のための基礎データを得ることにより、今後のマンガリツァの利用に貢献することを目的とした。

マンガリツァ種の概要

品種改良により、1833年に生み出されたハンガリー固有の希少種の豚で、全身が羊のような毛で覆われていることから「ウーリーピッグ(毛むくじゃらの豚)」と呼ばれ、寒さに強いことが大きな特徴である(図1)。肉質としては、一般の豚肉よりも霜降り率が高く、肉の色は赤褐色で濃く、牛肉に似た肉質と言われている。



図1 マンガリツァ種肥育豚

マンガリツァ種には、ブロンドマンガリツァ、スワローベリーマンガリツァ、レッドマンガリツァおよび絶滅したとされるブラックマンガリツァの4つの系統がある。

マンガリツァ種は、20世紀初めには約1千万頭飼育されていたが、1991年には191頭まで激減し、その後、国を挙げての保護策により絶滅を免れた。その後2004年にハンガリーの国

宝に指定された。これにより2017年には5万頭程度に回復している。

日本では2016年から静岡県・北海道・神奈川県内の3農場が導入を開始した。



図2 マンガリツァ種の系統
(手前からブロンド、スワローベリー、レッド)

畜産試験場では令和3年度に種豚を導入し、飼養を開始した。図3左側が雄、右側が雌、下が純粋子豚で、出生直後は縞模様があるが、成長に伴い模様が消え、種豚のような毛色となる。



図3 畜産試験場のマンガリツァ種

現在、畜産試験場では雌4頭・雄2頭の種豚を飼養しており、成豚の体重は表1のとおりで、雌は3産離乳時(25ヶ月齢)で146kgとWL・中ヨークシャー種・バークシャー種と比較してマンガリツァ種が小型の品種であることがわかる。雄は13か月齢で約115kg、25ヶ月齢で約210kgになっており、雌より体重が増加している。

産次	月齢	体重
初産離乳時体重	15 か月齢	約 121.5kg
2産次体重	20 か月齢	約 135.5kg
3産次体重	25 か月齢	約 146.3kg

表1 マンガリツツァ種豚の体重

材料および方法

1 繁殖成績の調査

マンガリツツァ種2頭、WL20頭の3産次までの繁殖成績を調査した。

マンガリツツァ種の飼養方法は、妊娠ストールを使用せず(図4)、授乳時は分娩3日目以降ストールを開放して飼養した(図5)。調査項目は、受胎率・在胎日数・産子数・離乳頭数・産子の出生体重および離乳体重とした。



図4 妊娠期の飼養状況



図5 授乳期の飼養状況
(分娩3日後まで分娩ストール内で飼養)

2 肥育試験

令和5年2月5日生まれのマンガリツツァ種8頭(雌3頭、去勢3頭、雄:2頭)を用い、令和5年5月から調査を開始した。飼養方法は、試験肥育豚舎に移動後の13週齢(91日齢)から、雌・雄・去勢を各1豚房に振り分け、子豚育成兼肉豚肥育配合飼料ニューグローア-DX

(TDN:80%以上、CP:15.5%以上)を不断給餌し、自由飲水とした。

調査項目は、発育成績の調査として、体重・体測尺(体長・体高・胸幅・胸囲・胸深・後幅・前幅)、飼料効率の調査として飼料摂取量から飼料要求率と飼料コストを算出した。

調査結果を、令和5年3月27日生まれのWLD6頭(去勢6頭)の肥育成績と比較した。



図6 肥育試験豚の飼養状況

3 枝肉成績の調査

肥育試験は現在継続中であるため、令和4年12月生まれのマンガリツツァ種雌3頭(12か月齢と畜)の枝肉について、枝肉重量・枝肉歩留り・背脂肪の厚さおよびロース断面積を調査した。

結果および考察

1 繁殖成績

マンガリツツァ種およびWLの繁殖成績を表2に示した。マンガリツツァはWLと比べると産子数・離乳頭数が半分程度であり、子豚の生産頭数は少ないが、のべ6回の分娩で死産は0頭、哺乳期の死亡子豚数は1頭とWLより少なかった。また、子豚の出生体重はマンガリツツァ種がWLDより大きいことが分かった。これらのことから、産子数が少ない分、均等に親からの栄養が行き届きやすいため、マンガリツツァ種のほうが子豚の出生体重が大きく、哺乳中の死亡が少なかったのではないかと考えられる。

受胎率、離乳時の子豚体重および在胎日数等は大きな差は見られなかった。

表2 マンガリツツァ種およびWLDの3産次までの繁殖成績

品種	産次	AI回数	交配方法	受胎率(%)	在胎日数(日)	産子数(頭)	出生体重(kg)	離乳頭数(頭)	離乳体重(kg)
MG	3産目まで	2.5	AI	100	115.7	7.5	1.44	7.4	6.2
WLD	3産目まで	2.8	AI	92.3	115.5	16.4	1.22	12.6	6.3

2 肥育試験

マンガリツツァ種およびWLDの体重の推移を図7および表3に示した。50日齢を過ぎたころから体重の差が開き始め、WLDは150日齢まで大きく上昇を続けているが、マンガリツツァは体重の増加が緩やかで150日齢以降さらに緩やかとなっている。136日齢時のマンガリツツァ種の体重はWLDの1/2程度だった。

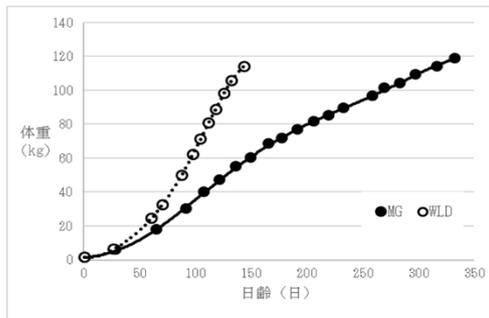


図7 マンガリツツァ種およびWLDの出生時からの発育

出生時からの1日平均増体重ではWLDの半分以下だが、標準偏差はマンガリツツァが小さく、バラツキも小さいことが分かった。

試験調査中は、両品種とも下痢等の疾病の発生はなかった。

マンガリツツァ種の雌雄、去勢別では250日齢を過ぎた頃から雄が大きく差が開き始めていることがわかる(図8)。

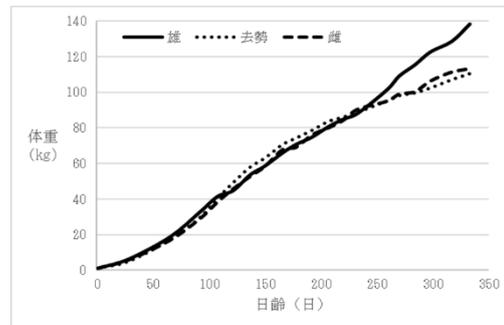


図8 MGの性別発育状況

日齢	0	29	65	108	136	142	333	DG (g/day)
MG	1.22kg±0.08	5.87kg±0.68	17.8kg±1.14	40.1kg±2.22	55.1kg±3.07	-	118.6kg±13.7	353
WLD	1.51kg±0.06	6.22kg±1.13	24.6kg±3.06	71.2kg±7.35	105.8kg±7.49	114.1kg±7.90	-	793

表3 マンガリツツァ種およびWLDの出生時からの発育成績

マンガリツツァ種とWLDの体側尺値を表4および表5に示した。日齢で比較をすると成長速度に大きな差があり比較が困難なため、体重に視点を置いて比較した。全体を通して体長、胸

囲、体高においてWLDよりもマンガリツツァ種が大きくなっていた。マンガリツツァ種は毛を多くまとっているため外見上大きく見られるが、実際にWLDよりも大きいことが分かった。

表4 マンガリツツァ種の体側尺値

日齢	98日	200日	305日
体重	35.6kg	79.3kg	109.9kg
体長	77.6cm	107.2cm	119.2cm
胸囲	83.6cm	108.7cm	125.1cm
体高	49.8cm	59.3cm	68.7cm

表5 WLDの体側尺値

日齢	74日	115日	164日
体重	37.5kg	72.4kg	125.6kg
体長	66.9cm	88.2cm	113.7cm
胸囲	68.8cm	91.8cm	119.2cm
体高	41.0cm	53.3cm	68.0cm

マンガリツァ種とWLDの飼料摂取量、飼料要求率を表6および表7に示した。マンガリツァ種はWLDに比べ肥育期間が長いので飼料摂取量が多いが、飼料要求率も5.11ととても高

くWLDの約1.8倍となった。ただし、マンガリツァ種は飼料を給餌器外にかき出して遊ぶ子が多く正確な値とは言えない。

表6 マンガリツァ種の飼料要求率

頭数	8頭
飼料摂取量	3596.94kg
1頭あたりの飼料量	448.40kg
1頭平均増体重	87.8kg
飼料要求率	5.11

表7 WLDの飼料要求率

頭数	6頭
飼料摂取量	1252.18kg
1頭あたりの飼料量	208.7kg
1頭平均増体重	73.8kg
飼料要求率	2.83

3 枝肉成績

表8にマンガリツァ、表9にWLDの枝肉成績を示した。屠殺前体重、枝肉重量は大きな差はなく、マンガリツァの歩留りは良好だが、

背脂肪厚はWLDの2倍程厚く、ロース芯は小さいことが分かる。マンガリツァはラードタイプの品種で脂肪の付着量が多いとされており、予想どおりの結果となった。

表8 マンガリツァ種の枝肉成績

MG	屠殺前体(kg)	枝肉重量(kg)	歩留り(%)	背脂肪(cm)	ロース断面積(cm ²)
平均	119.6	83	69.4	4.8	16.5
標準偏差	2.7	2.6	1.7	0.1	1.3

表9 WLDの枝肉成績

WLD	屠殺前体(kg)	枝肉重量(kg)	歩留り(%)	背脂肪(cm)	ロース断面積(cm ²)
平均	123.8	82.5	66.7	2.3	21.5
標準偏差	6.2	4.2	0.9	0.3	4.1

屠殺前には、枝肉への毛の付着防止のため毛刈りを実施した。図9が毛刈り前、図10が毛刈り後の被毛の状況で、人用のバリカンとはさみでカットした。

枝肉の外観と胸椎切断面としては、脂肪付着が多く、ロース断面積が小さいことが分かった(図11)。



図9 出荷前の被毛の状況



図10 毛刈り後の被毛の状況



図11 マンガリツァ種の枝肉外観と第4-第5胸椎間切断面の状況

まとめ

○生産性

繁殖成績から、マンガリツァ種はWLと比べると母豚あたりの子豚生産頭数が半分程度であり、生産コストは2倍近い可能性がある。肥育豚の発育はWLDの半分以下で、通常の枝肉重量を得るために12か月齢まで肥育が必要で畜舎の利用効率が低い。肥育豚の飼料要求率はWLDの1.8倍で、飼料コストも2倍近い可能性がある。

○飼養管理

哺乳子豚の死亡はほとんどなく、繁殖豚は母性が強く肢蹄も強い。また、種豚が小さく、飼養管理における管理者の負担は少ない。

肥育豚の死亡や疾病の発生も見られず、強健で耐病性が高いと思われる。これらのことから、飼養管理は省力化が期待できる。ただし、性格的にはやや神経質の傾向がある。

○ブランド化に向けて

枝肉の脂肪付着量が多い特徴がある。今後、肉質や脂肪の分析、食味の特徴を調査し、品種の希少性とともに入肉としての特徴を明らかにして生産コストを上回る高価格販売を目指すとともに、他品種との交雑利用について検討する必要がある。

パステライザーを用いた余剰乳及び代用乳による発酵乳作製の検討

○江藤千寛・滝沢彩乃

要 約

初乳・移行乳殺菌装置であるパステライザーは、母乳を介して子牛へ伝播する病原体を予防する装置として近年普及している。また、発酵乳はプロバイオティクスを期待して、余剰乳等から作製され子牛へ給与されることが多い。今回、このパステライザーを用いて余剰乳と代用乳から発酵乳作製が可能であるかを検討した。発酵乳作製のスターターとなる乳酸菌資材は、発酵時間から *Bifidobacterium longum subsp* を主菌とするヨーグルト(市販ヨーグルトⅡ)を選択した。余剰乳からの発酵乳作製では、余剰乳に市販ヨーグルトⅡを5%及び1%添加、パステライザーで41℃24時間加温し、経時的にpHを測定したところ、5%添加区は約4時間、1%添加区は約6時間で発酵乳の指標となるpH5.3以下に到達した。代用乳からの発酵乳作製では、通常型と蛋白強化型代用乳で検討した。なお、代用乳2種ともに保管容積の削減等を目的として通常濃度及び2倍濃縮での作製条件を調査した。各代用乳に市販ヨーグルトⅡを5%及び1%添加し、パステライザーで41℃8時間加温し、経時的にpH測定、発酵後にLST値の測定を行ったところ、各代用乳とも5%添加区で約4時間、1%添加区では約6時間でpH5.3以下に到達した。余剰乳及び代用乳由来発酵乳ともに子牛への給与において、嗜好性や安全性等に問題は認められなかった。パステライザーは余剰乳・代用乳による発酵乳の作製に有用と考察された。

はじめに

一般的に酪農現場で廃棄されることが多い余剰乳(移行乳やパイプライン残乳)を原料とする発酵乳は、子牛に給与することで「子牛の下痢軽減」等のプロバイオティクスとしての効果が期待されている。また、「乳廃棄量が減らせる」、「代用乳購入費の節約」等の利点もある。

しかし、発酵乳作製には、「室温で作製されるため時間がかかる」、「農家ごとの技術差」、「品質面等での安全性への不安」等の課題がある。

今回、初乳・移行乳殺菌装置として農家に普及しているパステライザーに着目、発酵乳作製装置としての利用可能性を検討した。パステライザーで発酵乳が作製できれば、季節に関係なく短時間で品質の安定した発酵乳が得られることになる。また、併せて余剰乳が確保し難い肉用牛繁殖農家でも発酵乳を利用しやすくすることを目的として、代用乳からの発酵乳作製についても検討した。

さらに、余剰乳と代用乳から作製した発酵乳の子牛への給与と嗜好性についても調査したので報告する。

目的と項目

1 目的

一般的に農家で子牛に給与されている発酵乳は数日かけて室温で作製されることが多いが、その衛生面、保存、給与量、および給与方法の検討は十分にされていない。

そこで今回、余剰乳及び代用乳から初乳・移行乳殺菌装置であるパステライザーを用いた発酵乳作製が可能かを検討した。

2 項目

(1) 発酵乳作製に適する乳酸菌資材の検索

市販ヨーグルトメーカーと市販牛乳を用い、発酵乳作製に適する乳酸菌資材(スターター)を調査した。

(2) パステライザーを用いた発酵乳作製方法の検討

パステライザーで余剰乳からの発酵乳作製条件を検討した。

(3) パステライザーを用いた発酵代用乳作製方法の検討

パステライザーで代用乳からの発酵乳作製条件を検討した。

(4) 子牛への給与

作製した発酵乳を子牛へ給与して血液生化学性状や嗜好性を調査した。

方法及び結果

1 発酵乳作製に適する乳酸菌資材の検索

(1) 発酵乳作製に適する乳酸菌資材の検索

ア 方法

発酵乳作製に適する乳酸菌資材を検討した。乳酸菌資材の検索に使用した資材は以下のとおりとした。

- ・市販ヨーグルトメーカー (PYG-15、アイリスオーヤマ株式会社)
- ・市販牛乳
- ・乳酸菌資材

なお、市販ヨーグルトメーカーは殺菌工程が備わっていないため、原料には殺菌済みの市販牛乳を用いた。乳酸菌資材は A 飼料が T、M、Y 社製の 3 製品、市販ヨーグルト 2 製品を検討した (表 1)。

表 1 乳酸菌資材

- ① T 社製乳酸菌 A 飼料
Streptococcus faecalis 1×10^8 個/g、
Clostridium butyricum 1×10^6 個/g、*Bacillus mesentericus* 1×10^6 個/g
- ② M 社製乳酸菌 A 飼料
乳酸菌発酵副産液濃縮物、乳清発酵物
- ③ Y 社製乳酸菌 A 飼料
Lactococcus lactis、*Lactobacillus paracasei*、
Lactobacillus diolivorans 菌数不明
- ④ 市販ヨーグルト I
Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus
 1×10^7 個/g、*Streptococcus thermophiles* 1×10^8 個/g
- ⑤ 市販ヨーグルト II
Bifidobacterium longum subsp. 2×10^7 個/g

一般的なヨーグルト作製方法である 10% 添加法を参考に、各乳酸菌資材の 1~20% の 6 添加区を設け 40°C で培養、4、6、8、10、12、24 時間で pH を測定し、発酵乳の基

準である pH5.3 以下に最短で達する乳酸菌資材を調査した。

イ 結果

各社 A 飼料は、発酵乳基準である pH5.3 以下への到達時間が、1~5% 添加で 12~24 時間、10% 以上の添加でも 6~12 時間を要した。一方、市販ヨーグルトは全区で 12 時間以内に pH5.3 以下に到達した (表 2)。また、市販ヨーグルト II の方が I よりわずかに発酵速度が早かった。以上から、発酵乳作製に適する乳酸菌資材として乳酸菌 A 飼料では T 社製、市販ヨーグルトでは II が有望であると考えられた。

表 2 各乳酸菌資材添加区が pH5.3 以下に到達した時間

乳酸菌資材	添加区 (時間)					
	1%区	2%区	5%区	10%区	15%区	20%区
T社製乳酸菌A飼料	12	24	12	8	6	6
M社製乳酸菌A飼料	24	24	24	-	-	-
Y社製乳酸菌A飼料	24	24	24	12	10	6
市販ヨーグルト I	12	8	4	4	4	4
市販ヨーグルト II	8	8	4	4	4	4

※各添加区の試行回数はn=1

(2) 発酵乳の保存性の検討

ア 方法

市販牛乳に乳酸菌 A 飼料 (T 社製) を 10% 添加し、10 時間発酵した発酵乳と、同じく市販牛乳にヨーグルト II を 10% 添加し、6 時間発酵した発酵乳を用いて比較した。本検討における発酵乳作製には市販ヨーグルトメーカーを使用した。発酵乳をそれぞれ 24 本の滅菌遠沈管 (50ml) に分注し、4、10、20、30°C の温度条件で暗所に保存した。1 日 1 サンプル開封し 20µl を DHL 寒天培地に塗布し、37°C 24 時間培養した後に大腸菌

数を計測した。

イ 結果

市販ヨーグルトⅡでは、20℃と30℃の保管1日目と2日目を除き、大腸菌は検出されなかった。保管1日目と2日目の大腸菌検出は分注時の混入が原因と考えられた。しかし、乳酸菌A飼料（T社）は、20℃と30℃の保管3日目以降に大腸菌が検出された。以上から、T社製乳酸菌A飼料及び市販ヨーグルトⅡを乳酸菌資材として発酵乳を作製し、10℃以下で冷暗所保管をすると6日程度までは大腸菌が増殖せずに保管できる可能性が考えられた（表3）。

以上の結果から、市販ヨーグルトⅡをパスタライザーでの発酵乳作製に用いる乳酸菌資材として選択した。

表3 各温度区で保存した場合の大腸菌数

乳酸菌資材	保存温度	保管日数						
		0日目	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目
市販ヨーグルトⅡ	4℃	0	0	0	0	0	0	0
	10℃	0	0	0	0	0	0	0
	20℃	0	100	100	0	0	0	0
	30℃	0	0	7,500	0	0	0	0
T社製乳酸菌A飼料	4℃	0	0	0	0	0	0	0
	10℃	0	0	0	0	0	0	0
	20℃	0	0	0	200	>10,000	>10,000	>10,000
	30℃	0	0	0	200	>10,000	>10,000	>10,000

※各添加区の試行回数はn=1

2 パスタライザーを用いた発酵乳作製法の検討

(1) 方法

パスタライザーは、オリオン機械株式会社製 MAM12A 改造機を使用した。（図1）

パスタライザーの容器に70℃以上の熱湯を溜め、そこに攪拌羽根を浸漬することで熱湯消毒とした。消毒後、余剰乳（初乳、移行乳、パイプライン残乳）10～20Lを容器に入れ蓋を被せセットした。攪拌しながら60℃で30分加温後、熱湯消毒したスプーンを用いて市販ヨーグルトⅡを1または5%添加し、さらに1分間攪拌した。その後、攪拌を停止し40℃で4～24時間加温し、経時的にpHを測定し

た（図2）。なお、本パスタライザーについては内部の保温プログラム時間の延長改造を行っている。また、とろみ測定板（サラヤ簡単とろみ測定板、サラヤ株式会社）を用いてLine Spread Test値（以下、LST値、とろみの指標）を測定した。



図1 パスタライザー本体（左）ととろみ測定板（右）

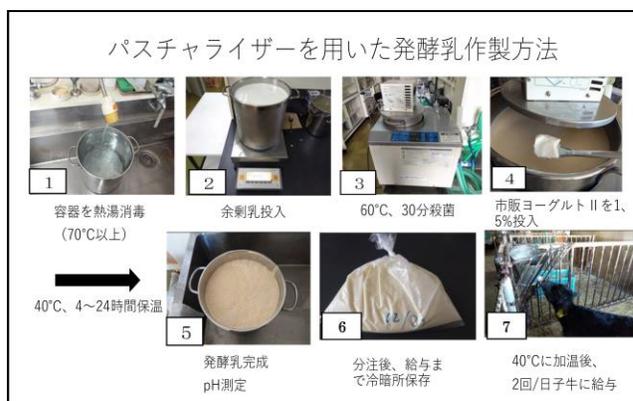


図2 パスタライザーを用いた発酵乳作製方法

(2) 結果

市販ヨーグルトⅡを5%添加した場合は約4時間、1%添加した場合は約6時間で発酵乳の基準となるpH5.3以下に到達した（図3）。5%添加区では6時間以上、1%添加区では8時間以上の加温で薄いとろみであるLST値36～43を示した（図4）。

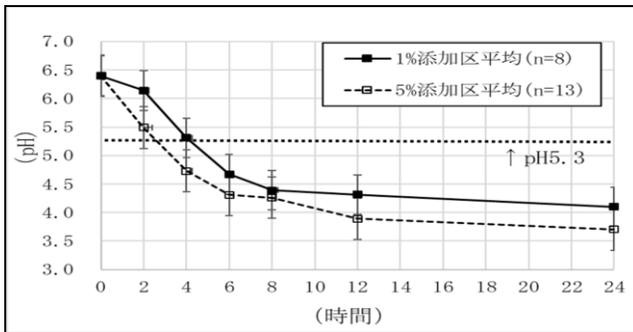


図3 パスチャライザーで作製した発酵乳の pH 変化

分間攪拌した。その後、攪拌を停止し、40℃ 8時間加温し、経時的に pH を測定した。また、8時間保温後の発酵代用乳の LST 値を測定した。

表4 供試代用乳の成分と希釈倍率

供試代用乳	粗蛋白	粗脂肪	希釈倍率	
通常代用乳 いつもバナナ	26.0% 以上	21.0% 以上	通常濃度 約7倍	2倍濃縮 3.5倍
強化哺乳用代用乳 カーフトップEXブラック	28.0% 以上	18.0% 以上	通常濃度 約5倍	2倍濃縮 2.5倍

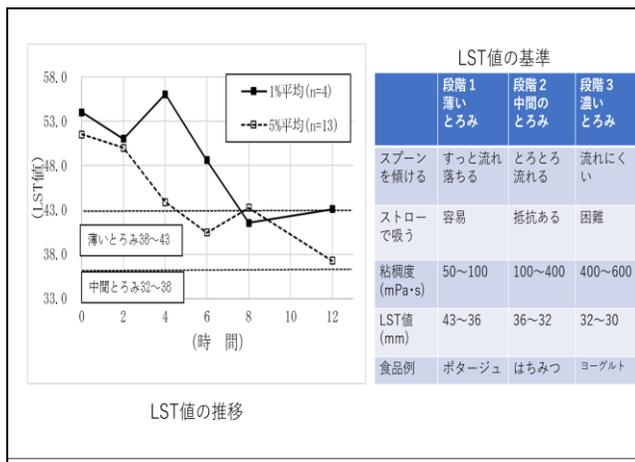


図4 パスチャライザーで作製した発酵乳の とろみ変化

(2) 結果

「いつもバナナ」の通常濃度及び2倍濃縮の1%区、5%区の全区が約4時間で発酵乳の基準となる pH5.3 以下となった (図5)。「カーフトップ EX ブラック」では、1%区、5%区ともに、通常濃度で約4時間、2倍濃縮では約6時間で pH5.3 以下となった (図6)。

発酵代用乳の8時間発酵時点のLST値は通常濃度で41.2~50.6 (とろみが見つからないか薄いとろみ)、2倍濃縮で32.1~34.1 (中間のとろみ) であった (表5)。

3 パスチャライザーを用いた発酵代用乳作製方法の検討

(1) 方法

発酵代用乳作製には、通常代用乳の「いつもバナナ」(日本農産工業株式会社)、蛋白強化型代用乳である「カーフトップ EX ブラック」(全酪連)の2種類について調査した (表4)。また、代用乳の調整方法として、通常濃度だけでなく、保管体積の半減と溶解時間の短縮を目的とした2倍濃縮の2種類とした。

パスチャライザーの容器に70℃以上の熱湯を溜め、そこに攪拌羽根を数分間浸漬することで熱湯消毒とした。容器に代用乳6Lを投入し、熱湯消毒したスプーンを用いて市販ヨーグルトIIを1または5%添加し、1

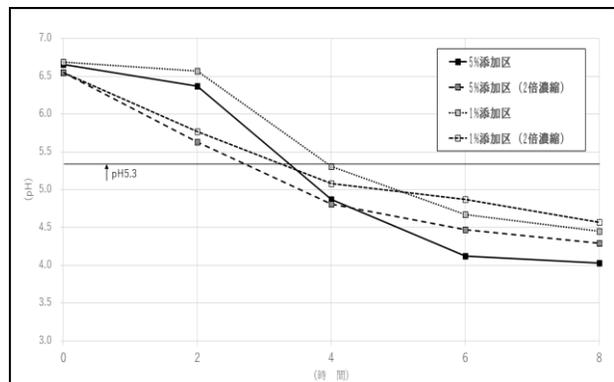


図5 通常代用乳いつもバナナで作製した発酵代用乳の pH 変化

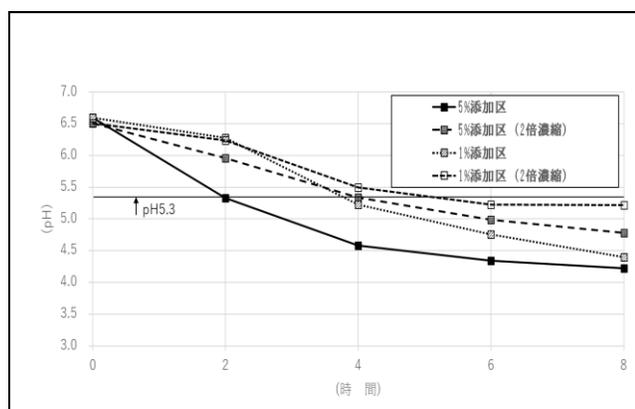


図6 強化哺乳代用乳カーフトップ EX ブラックで作製した発酵代用乳の pH 変化

表5 発酵代用乳の8時間発酵時のLST値

代用乳		ヨーグルト	LST値
種類	希釈倍率		
いつもバナナ	通常	5%	45.6
	2倍	5%	33.6
	通常	1%	50.6
	2倍	1%	34.1
カーフトップ EXブラック	通常	5%	41.2
	2倍	5%	32.1
	通常	1%	45.3
	2倍	1%	32.5

4 子牛への給与

(1) 発酵乳の子牛への給与試験

ア 方法

パステライザーで作製した pH5.3 以下の発酵乳を代用乳慣らしが終わった 9～18 日齢の F1 子牛 4 頭に哺乳バケツを用いて、朝 3L、夕 3L 計 6L を給与した。対照牛も試験牛と同頭数、同条件で設定し、N 社製代用乳を朝 3L、夕 3L 計 6L 給与した。

試験牛は 9 日齢と 18 日齢で体重を測定、血液生化学性状をドライケム 3500V (富士フィルム株式会社) により測定した。

イ 結果

発酵乳・代用乳ともに嗜好性は良好であり、

哺乳を途中でやめる個体はいなかった。給与中に試験牛 1 頭で白色軟便になったが、食欲及び健康状態に問題は見られなかった。

また、試験牛と対照牛で日増体量に有意な差はなかった。総コレステロールについて発酵乳は代用乳に対して低い傾向であった (表 6)。

なお、余剰乳から作製した発酵乳の成分は日によって成分が大きく異なる可能性があるため、余剰乳のもととなる搾乳牛の泌乳ステージや給与する子牛の日齢を考慮して給与量を調整する必要性も考えられた。

パステライザーでの発酵乳作製費は 6 L/日給与して、電気代、袋代、人件費等を考慮せずヨーグルト II (税込 138 円、400g/個) の費用のみで計算した場合、5%添加では 103.5 円、1%添加では 21.6 円であり、代用乳 (税込 9,900 円、20kg 袋、250g/2L 給与の商品) は 371.3 円となり、費用面でも有利であった。

表6 発酵乳給与子牛結果

	試験区平均(発酵乳n=4)		対照区平均(代用乳n=4)	
	開始時	終了時	開始時	終了時
体重(kg)	48.4	54.0	51.2	56.1
日増体量DG(kg/日)	0.56		0.50	
総蛋白TP(g/dl)	6.7	5.9	6.0	6.0
アルブミンAlb(g/dl)	2.7	2.8	2.8	2.9
尿素窒素BUN(mg/dl)	8.6	9.2	8.6	10.5
GOT(U/l)	31.3	45.0	33.3	42.3
GGT(U/l)	363.3	119.3	474.3	275.8
総コレステロールTCHO(mg/dl)	89.5	75.3	79.3	102.5
血糖GLU(mg/dl)	105.3	101.0	92.8	104.8
カルシウムCa(mg/dl)	11.9	10.0	10.1	11.2

(2) 発酵代用乳の子牛への給与試験

ア 方法

パステライザーで作製し凍結保存した発酵代用乳 3L を 40℃ の流水で溶解後、70℃ 以上で湯煎し、子牛への給与温度である 40℃ に調整した。凍結保存した 2 倍濃縮の発酵代用乳 1.5L は、40℃ の流水で溶解後、40℃ のお湯を 1.5L 加え計 3L とし、70℃ 以上で湯煎し、40℃ に調整した。40℃ に調整した両発酵代用乳 3L を代用乳の慣らしが終わった 9 日から離乳までの F1 子牛に哺

乳バケツを用いて給与し、哺乳時間を計測した。対照牛（試験牛と同条件）には通常代用乳「いつもバナナ」通常濃度3Lの哺乳時間を計測した。

イ 結果

哺乳時間は、「いつもバナナ」の発酵代用乳で3分21秒～4分14秒、「カーフトップEX ブラック」の発酵代用乳で3分5秒～3分42秒だった。哺乳時間ととろみ値に相関関係はなく、対照であるいつもバナナの哺乳時間との差も見られなかった（表7）。

表7 子牛へ発酵代用乳給与したときの哺乳に要した時間

代用乳		ヨーグルト	哺乳時間(平均)	LST値
種類	希釈倍率			
いつもバナナ	通常	5%	4:14	45.6
	2倍	5%	4:08	33.6 (中間とろみ)
	通常	1%	3:21	50.6
	2倍	1%	3:29	34.1 (中間とろみ)
カーフトップEX ブラック	通常	5%	3:42	41.2 (薄いとろみ)
	2倍	5%	3:41	32.1 (中間とろみ)
	通常	1%	3:39	45.3
	2倍	1%	3:05	32.5 (中間とろみ)
対照 (一般代用乳 いつもバナナ)			3:50	

考 察

今回の結果から、パスチャライザーで発酵乳を作製する場合、使用する乳酸菌資材は発酵時間、保存性、入手しやすさ、価格の観点から *Bifidobacterium longum* を主菌とする市販ヨーグルトが最も適していると考えられた。

パスチャライザーを用いることで、発酵乳及び発酵代用乳いずれも4～6時間で発酵乳の指標となるpH5.3以下に達し、容易に発酵乳を作製できることが判った。また、発酵乳は「薄いとろみ」～「中間のとろみ」がつくことがあるが、子牛の嗜好性が落ちることはなく、食欲及び健康状態にも影響しないことが判った。

発酵乳、発酵代用乳ともに、乳酸菌資材1%添加と5%添加した場合で発酵時間に大きな差は見られなかったことから、発酵乳作製費削減の観点から乳酸菌資材1%添加で発酵させるこ

とが望ましいと考えられた。また、保管体積の半減と溶解時間の短縮を目的とした代用乳の2倍濃縮による発酵代用乳作製は、通常代用乳のような希薄な製品には有効であるが、蛋白強化型代用乳のような濃厚な製品に対してはとろみが強く、発酵時に乳酸菌との接触に時間を要するため不向きであると考えられた。

パスチャライザーを用いた発酵乳作製は、上述したようにいくつかの注意点はあるが、数日かけて室温で作製される一般的な発酵乳作製に比べ衛生面、発酵品質の安定性、保存性等の観点から優れていると考えられ、パスチャライザーは余剰乳及び代用乳を用いた発酵乳作製に有用であると考えられた。

参考文献

[1] 2021年度 普及に移す技術事項(第2回)、畜産部会、畜産試験場酪農肉用牛部、普及技術、『パスチャライザーで余剰乳からの発酵乳製造が可能である』

畜産試験場

はじめに

令和元年度、ホルスタイン種（乳用牛）をレシピエントとする受精卵移植（ET）による和子牛は全体の約25%を占めており、本県における和子牛生産を支えている一方、交雑種を用いた和子牛生産は4%未満で、多くの交雑種雌牛は繁殖に活かされることなく、肥育されているのが現状である。交雑種雌牛のレシピエントとしての利用が拡大すれば、和子牛生産頭数の大幅な増加が可能である。

しかし、交雑種雌牛をレシピエントとして繁殖用に仕向ける飼養管理は日本飼養標準に記載がなく、一般的なものではない。また、交雑種の繁殖利用の推進にあたっては、交雑種を利用するメリットを提示する必要がある。

また、近年、低脂肪高蛋白の代用乳を多量に給与する「強化哺乳」が高増体子牛を育成する方法として注目されている。本研究では黒毛和種に比べ授乳量の多い交雑種をレシピエントとして用い、黒毛和種子牛を分娩させた後、自然哺乳を行わせることにより、疑似的な強化哺乳を実現、簡便かつ付加価値のある和子牛生産技術として確立することを目的とした。

1 材料と方法

未経産交雑種レシピエントによる和子牛分娩後、母牛の飼料給与量で少量給与群と多量給与群に分け、その後の子牛の哺乳量、発育、母牛の繁殖性への影響を調査した。飼料給与量は乳用牛飼養標準を用い、設定を「初産・乳脂率4.2%・乳量10kg・体重500kg」として計算した（表1～2）。

表1 維持期・分娩1月前の飼料給与量

	維持期	分娩1月前
繁殖雌牛用配合飼料	1.0 kg	1.5 kg
チモシー乾草	6.0 kg	6.0 kg
アルファルファヘイキューブ	1.0 kg	1.0 kg
ビートパルプ	0.5 kg	1.0 kg

表2 授乳期の飼料給与量

	少量給与群	多量給与群
繁殖雌牛用配合飼料	2.5 kg	3.5 kg
チモシー乾草	6.0 kg	6.0 kg
アルファルファヘイキューブ	1.5 kg	2.5 kg
ビートパルプ	1.5 kg	1.5 kg
(TDN 充足率)	90 %	110 %
(CP 充足率)	93 %	111 %
(DM 充足率)	94 %	111 %

同様の調査を2産次についても行った。2産次の交雑種レシピエントへの飼料給与は表3のとおりとし、その他の試験方法については初産次と同様とした。

表3 2産次授乳期の飼料給与量

繁殖雌牛用配合飼料	2.5 kg
チモシー乾草	6.0 kg
アルファルファヘイキューブ	1.0 kg
ビートパルプ	1.5 kg
稲ワラ	0.4 kg
場産ソルガムサイレージ	7.0 kg

子牛は乾草飽食、人工乳は完食後増給とした。離乳は長野県いきいき子牛育成マニュアルに則り、80日齢より制限哺乳を開始、100日齢を目途に離乳とした。子牛の哺乳量は母牛の授乳量とし、15、45、75日齢時に母子を隔離した状

態から1日3回哺乳させ、哺乳前後の体重変化量の合計を測定した。子牛の体測は105日齢までの15日ごと、及び出荷日齢である240日に体重、体高、胸囲を測定した。

2 結果

全ての和子牛が黒毛和種正常発育曲線上限值（社団法人全国和牛登録協会：平成16年、以下「正常発育曲線」）を大きく上回る良好な発育となった（図1～4）。

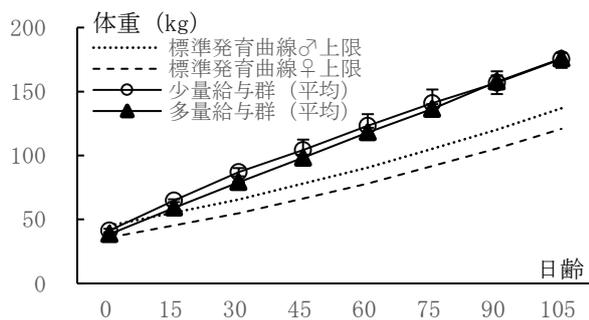


図1 和子牛の体重(2020～2022年度、畜産試験場) エラーバーは標準誤差を示す。

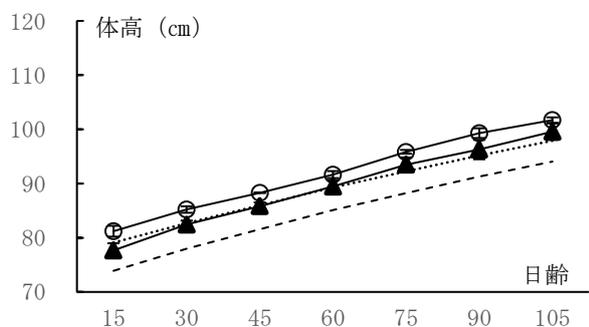


図2 和子牛の体高(2020～2022年度、畜産試験場) エラーバーは標準誤差を示す。

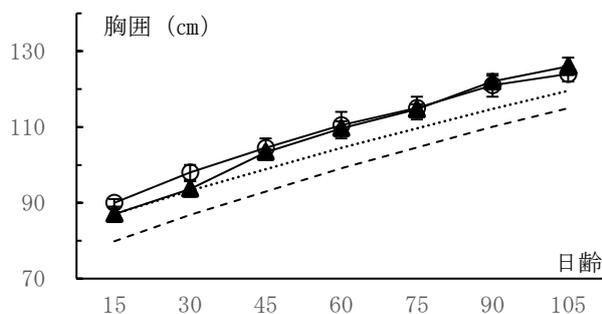


図3 和子牛の胸囲(2020～2022年度、畜産試験場) エラーバーは標準誤差を示す。

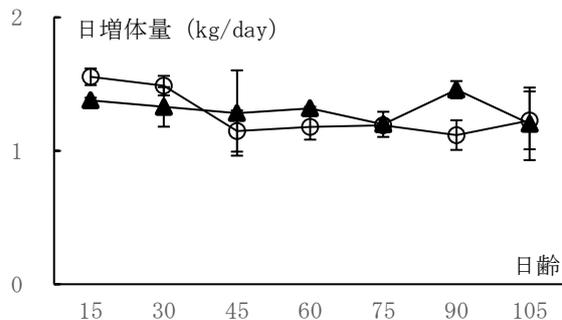


図4 和子牛の日増体量(2020～2022年度、畜産試験場) エラーバーは標準誤差を示す。

少量給与群のほうが交雑種レシピエントの授乳量(和子牛の哺乳量)は多く、和子牛も良好な発育となっていることから、分娩後の交雑種レシピエントへの飼料給与は授乳量に影響は与えていないと考えられた。黒毛和種雌牛の初産次での乳量は5kg/日程度とされており、いずれの個体、測定日においても黒毛和種母牛の乳量を大きく上回っていた(図5)。

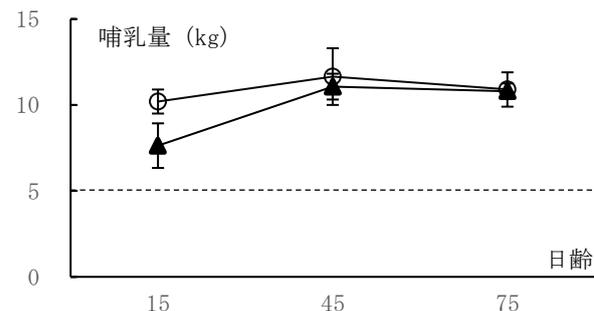


図5 和子牛の哺乳量(2020～2022年度、畜産試験場) エラーバーは標準誤差を示す。

240日齢時の体重は少量給与群 322.9±13.2kg(平均値±標準誤差。以下同じ)、多量給与群 325.0±22.0kgとなり、育成途中で体調不良のあった個体もあるが、標準発育曲線240日齢の去勢上限値 312.4kg、雌上限値 268.5kgと比較して、良好、もしくは極めて良好であった(表4)。

表4 和子牛の240日齢時の体重

	240日齢時体重(kg)
A 少量給与♀	336.2
B 少量給与♂	326.0
C 多量給与♂	281.2 (去勢10日後腹部腫脹治療)
D 多量給与♂	351.5
E 多量給与♀	342.2

交雑種レシピエントの繁殖性については、少量給与群の発情回帰日数が平均 98.5 ± 26.5 日に対して、多量給与群は 46.7 ± 8.8 日となっており、授乳量に比較して少量の飼料給与が繁殖に悪影響を与えていると考えられた(表5)。

表5 交雑種レシピエント(初産)の繁殖性

	分娩 日齢	分娩 難易 度	発情 回帰 日数	移植 回数	空胎 日数	その 他
A 少量給与	766	2	72	3	154	
B 少量給与	675	2	125	2	153	
C 多量給与	748	2	64	9	386	尿腫
D 多量給与	745	1	41	1	108	
E 多量給与	702	2	35	3	140	

試験に用いた交雑種レシピエントはすべて父牛が同一(悟空286)であった。交雑種レシピエントの母牛(和子牛の祖母:ホルスタイン)の乳量推定育種価と分娩後45日の交雑種レシピエントの授乳量(子牛45日齢の哺乳量)の関係を示した(図6)。祖母牛の乳量推定育種価と授乳量に関連は見られなかった。

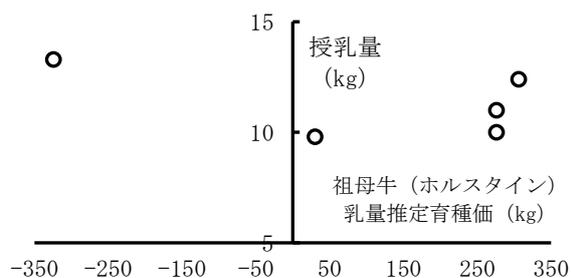


図6 祖母牛乳量推定育種価と分娩後45日の交雑種レシピエント授乳量の関係(2020~2022年度、畜産試験場)

和子牛Aは制限哺乳開始までほとんど人工乳を摂取しなかった。また、離乳までに2.0kgの人工乳を完食する個体はいなかったため、離乳前の人工乳2.0kg/day完食は困難と判断し、離乳後に人工乳2.0kg/dayを確実に完食させ、育成期飼料に切り替えた。なお、和子牛D、Eは出荷までの全期間同居していたため、それぞれの飼料給与量は共通の給与量の1/2とした

(図7)。

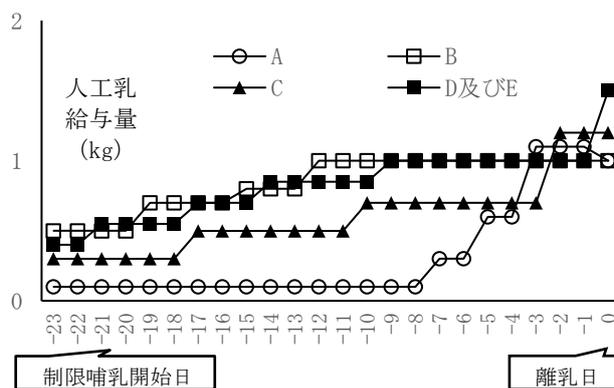


図7 離乳前の人工乳給与量(kg)(2020~2022年度、畜産試験場)

2産目の和子牛は初産和子牛と同様に良好な増体となったが、最も増体の良かった2産目の子牛Aが管理失宜により死亡したため、90日齢以降は2頭でのデータとした(図8)。

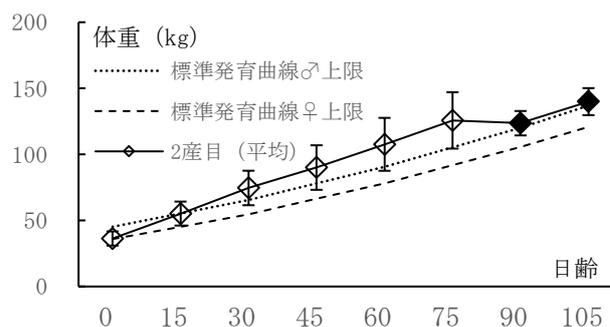


図8 和子牛(2産目)の体重(2022年度、畜産試験場)エラーバーは標準誤差を示す。

交雑種レシピエントA、D、Eについて、初産次と2産次の授乳量(子牛の哺乳量)を比較した。和子牛15日齢時は2産目のほうが授乳量が多かったが、45日齢以降は初産のほうが多かった(図9)。2産目の交雑種レシピエントDに乳房炎が発生していたことが原因と考えられた。

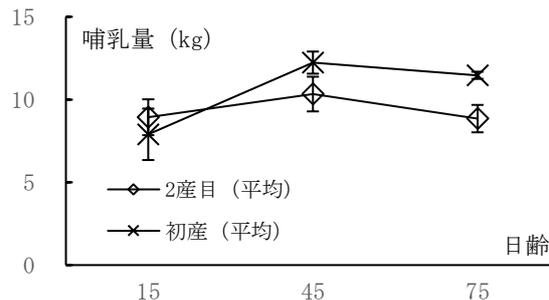


図9 和子牛(2産目)の哺乳量(2022年度、畜産試験場)エラーバーは標準誤差を示す。

交雑種レシピエントの2産後の繁殖性について、発情回帰日数は 57.3 ± 2.3 日、受胎に要した受精卵移植回数は 2.3 ± 0.3 回、空胎日数は 116.7 ± 18.6 日であり、良好な成績となった（表6）。

表6 交雑種レシピエント（2産）の繁殖性

	分娩 日齢	分娩 難易度	発情 回帰 日数	移植 回数	空胎 日数	その他
A	1209	1	53	2	80	
B	1126	1	58	2	130	乳房炎
C	1125	1	61	3	140	

和子牛の哺乳量と日増体量の関係について、初産及び2産目と子牛の15日齢、45日齢、75日齢時の哺乳量と日増体量には正の相関（15日齢： $R=0.420$ 、45日齢： $R=0.929$ 、75日齢： $R=0.647$ ）があり、45日齢時は特に強い相関が見られた（図10）。

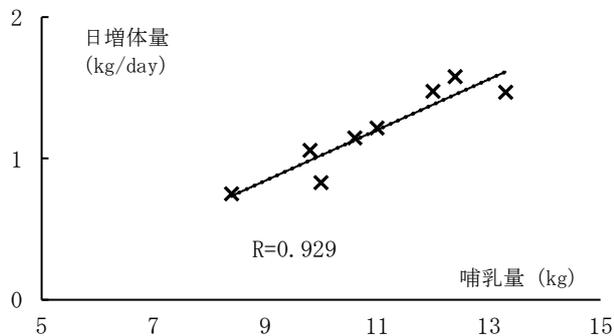


図10 和子牛の哺乳量と日増体量(45日齢)
(2020～2022年度、畜産試験場)

3 考察

レシピエントへの飼料給与や子牛の人工乳摂取量等について注意点はああるものの、交雑種レシピエントによる授乳により、高増体の和子牛育成が可能であり、また交雑種はレシピエントとして継続して利用できると考えられた。

この内容は2023年度普及技術「交雑種レシピエントに自然哺乳をさせることで高増体の黒毛和種子牛を育成できる」として公表した。



長野県PRキャラクター「アルクマ」
©長野県アルクマ

発行 令和6年12月

長野県農政部園芸畜産課