

しあわせ信州

山々と育む すこやかな国

第69回

畜産技術研究発表会

集 録

令和6年度

長野県

目 次

No.	演 題 名	所 属	氏名	ページ
1	代謝プロファイルテストを用いた肉用牛の繁殖成績向上事例	松本家畜保健衛生所	岩本 雪乃	1
2	乳汁検査における新たな検査法の試みと課題	伊那家畜保健衛生所	藤本 洋平	7
3	南信州の畜産振興と地域ブランドの推進	飯田家畜保健衛生所	津野 達也	12
④	豚熱ワクチン免疫付与に影響する因子の検討 ～養豚経営からのアプローチ～	松本家畜保健衛生所	河西 晴子	15
5	管内2農場の小型ピロプラズマ病の発生	佐久家畜保健衛生所	小林 千穂	18
⑥	管内3農場における牛伝染性リンパ腫(EBL)清浄化に向けた取組	長野家畜保健衛生所	宮崎 幸奈	22
7	迅速発育型非結核性抗酸菌が分離された乳房炎	伊那家畜保健衛生所	佐藤 聖子	27
⑧	県内の野生いのししにおける豚熱ウイルス感染状況の推移	松本家畜保健衛生所	大泉 卓也	32
9	採卵鶏農場の環境から継続的に分離された非定型STの分子疫学解析	松本家畜保健衛生所	鈴木 健太	37
10	若齢牛で発生したB細胞性リンパ腫2例の比較	松本家畜保健衛生所	中島 冬萌	40
11	スマート畜産の導入による効果の検証	綿半ファーム株式会社	北村 彩子	45
12	選別精液と受精卵移植を活用した長門牧場の取り組み	株式会社長門牧場	井上 雅義	49
13	温暖化に対応した自給飼料増産技術の検討	南信州農業農村支援センター	内田 牧歩	51
14	極晩生ソルガムの播種方法の違いが収量等に及ぼす影響	木曾農業農村支援センター	木船 宗一	54
15	自給飼料作付け拡大に向けた稲発酵粗飼料(イネWCS)専用品種栽培の 推進	松本農業農村支援センター	海内 裕和	57
16	水田転換畑における子実とうもろこしの湿害対策について	畜産試験場	伊藤 達也	61
17	オーチャードグラスの最終刈取り時期が再生と養分の貯蔵に及ぼす影響	畜産試験場	有野 陽子	66
18	母鶏名古屋種を改良した新しい「信州黄金シャモ」の作出	畜産試験場	大塚 ひなこ	70
19	多産系母豚における自動投薬器を用いた子豚への追加哺乳技術	畜産試験場	山上 怜奈	73
20	母牛品種の違いが黒毛和種子牛の増体に与える影響	畜産試験場	常田 将宏	77
21	長野県におけるバルク乳中の脂肪酸組成の現状と指標値の設定	畜産試験場	大森 朋子	80
22	深度カメラを用いた乳牛の体型測定システムの開発	畜産試験場	橋本 淳一	86

○ 関東甲信越ブロック家畜保健衛生業績発表会選出演題

代謝プロファイルテストを用いた肉用牛の繁殖成績向上事例

○ 岩本雪乃、大井真矢、桑本亮、神戸三希、山本修
(松本家畜保健衛生所)

要約

本県では、信州プレミアム牛肉の生産基盤強化のため、黒毛和種繁殖雌牛の代謝プロファイルテスト（以下、MPT）及び飼料給与診断等（以下、調査）を実施し、1年1産に向けた飼養管理を推進している。管内で令和5年に酪農経営から和牛繁殖経営に転換した自給飼料主体の一農場において、繁殖成績の低下が認められたことから11月に調査を実施した。調査の結果、繁殖成績低下の要因は、タンパク質不足（PCV, TP, Alb, BUNの低値）、エネルギー不足（NEFAの高値とGluの低値）、良質な粗飼料の摂取不足（ β -カロテンの低値）等であると推察された。対策として、飼料設計の変更、定期的な繁殖検診、表計算ソフトを用いた全頭分の繁殖台帳の整備を実施したところ、翌年同時期に実施したMPTでは、上記の血液生化学検査項目にいずれも改善がみられた。繁殖成績も向上がみられ、分娩間隔が約11日短縮したことにより、1頭あたり約1.1万円の飼育費が削減し、農場主の意欲向上に繋がった。

1. はじめに

本県では、信州プレミアム牛肉「脂肪の質」向上対策事業として、生産基盤強化のため農家を中心とした包括的支援を実施し、1年1産に向けた飼養管理を推進している。「農家を中心とした包括的支援」には様々な関係機関が関与しており、繁殖成績の調査、繁殖雌牛の繁殖検診、MPTは家保が実施し、飼料給与診断は県農業農村支援センターが実施している。また、これらの結果に対する助言指導を県畜産試験場が実施することもある。その他、対象牛の選定等は所属農協や農場担当獣医師の協力のもと実施している。

MPTは、栄養度測定及び血液生化学検査等により牛群の栄養状態を分析^{1), 2)}し、繁殖障害などの生産病の予防と、繁殖成績の向上を図ることを目的としている。調査の対象は、乾乳期（分娩2か月前から分娩直前まで）、泌乳期（分娩から分娩後90日まで）、維持期（分娩後91日以降）の健康牛であり、各ステージから約5頭ずつ選定し、血液生化学検査の項目として表1に示す項目の検査を実施する。本県では、これらの項目について県内繁殖和牛の測定値を参考に、平成30年度

に県独自のMPT基準値を検討及び策定し、この基準値を元に牛群の栄養状態の把握を行っている。

表1 血液生化学検査項目

診断項目	血液生化学検査項目
エネルギー代謝	グルコース (Glu)、遊離脂肪酸 (NEFA) 総コレステロール (T-cho)
タンパク質代謝	血球容積 (PCV)、血清総タンパク (TP) 血中尿素窒素 (BUN)、アルブミン (Alb)
肝機能	肝臓関連酵素 (GOT, GGT)
無機質代謝	カルシウム (Ca)、リン (iP)、マグネシウム (Mg)
脂溶性ビタミン	ビタミンA、 β -カロテン、ビタミンE

2. 背景

対象農場は、令和5年に酪農経営から和牛繁殖経営に転換した自給飼料主体の農場であり、令和6年には、約100頭の繁殖雌牛を一枠に5または6頭ずつ群飼している。令和5年の課題として、発情が弱い、虚弱な子牛の娩出がみられるなどの繁殖成績低下が認められたことから調査を実施した。

3. 令和5年の調査

(1)材料と方法

ア 調査対象牛

臨床的に健康な、未経産牛2頭を含む乾乳期の牛6頭、泌乳期の牛6頭、維持期の牛8頭を調査の対象として選定した。

イ 栄養度、体重

栄養度の測定は「栄養度」判定要領³⁾に準じて行い、き甲、背骨、肋骨、腰角、臀部、鼻根部の6部位の測定値の平均を栄養度として算出した。体重は、中試式一般牛用和牛体重推定尺を用いて推定値を測定した。

ウ 血液生化学検査

採血には、血清分離剤及び凝固促進フィルム添加管、EDTA-2Na 添加管、フッ化ナトリウム管を用いた。表1に示す項目のうち、Glu, T-cho, TP, Alb, BUN, GOT, GGT, Ca, iP, Mg はドライケミストリー法、NEFA は酵素比色法、PCV は電気抵抗検出法、脂溶性ビタミンは高速液体クロマトグラフィー法でそれぞれ測定を行った。

エ 飼料給与診断

粗飼料の飼料分析は、長野県松本農業農村支援センター技術経営普及課（以下、松本農業農村支援センター）を通じてフィード・ワン株式会社研究所品質管理室に依頼した。乾物及び養分の要求量に対する乾物（以下、DMI）、可消化養分総量（以下、TDN）、粗タンパク質（以下、CP）、カルシウム、リン、ビタミンAの充足率の算出は、松本農業農村支援センターにより「日本飼養標準・肉用牛〈2008年版〉」⁴⁾の繁殖雌牛該当部分に準拠して作成した表計算ソフトのマクロ（繁殖和牛飼料計算 Ver.6.2）を用いて行われた。

(2) 調査結果

ア 血液生化学検査の結果

Glu の低値（図1）と NEFA の高値（図2）から、エネルギー不足が認められた。また、PCV, TP, Alb, BUN のいずれも低値（図3,4,5,6）であったことから、タンパク質の不足が認められた。ビタミン代謝については、 β -カロテンの低値（図7）がみられ、良質な粗飼料の摂取不足⁵⁾が認められた。これら

の結果から、栄養不足による体脂肪動員や、 β -カロテン不足による黄体機能の低下が繁殖成績低下の原因として推察された。

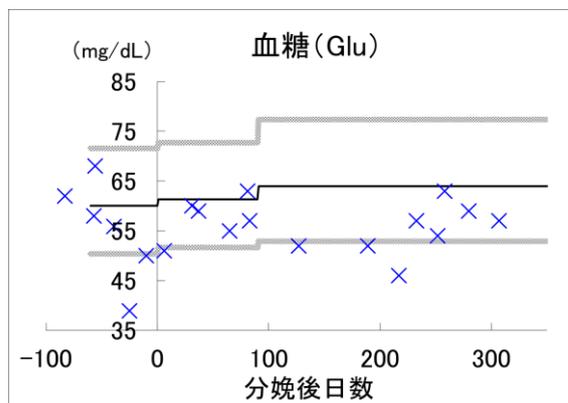


図1 Glu (R5)

（横軸に分娩後日数、縦軸に測定値を示す。また、横軸方向の3本線のうち、最も上に上限値、中央に平均値、最も下に下限値を示す。以降の図も同様である。）

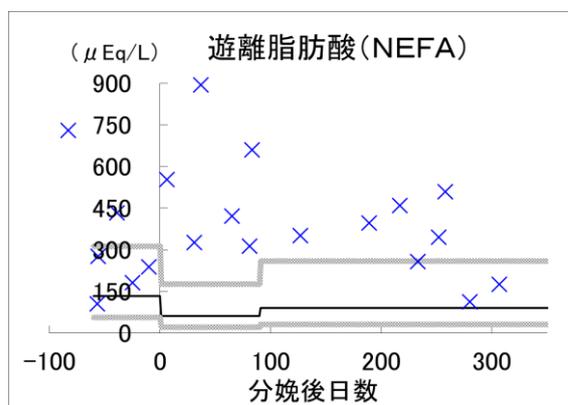


図2 NEFA (R5)

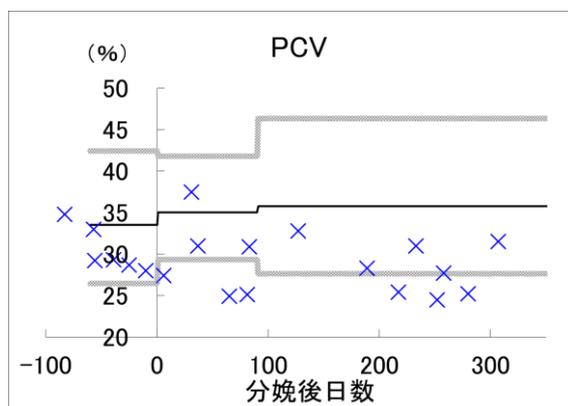


図3 PCV (R5)

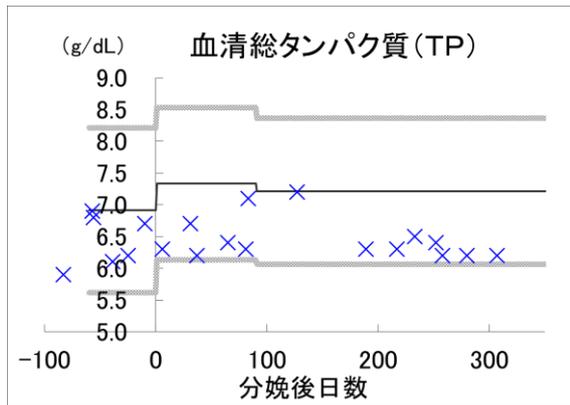


図4 TP (R5)

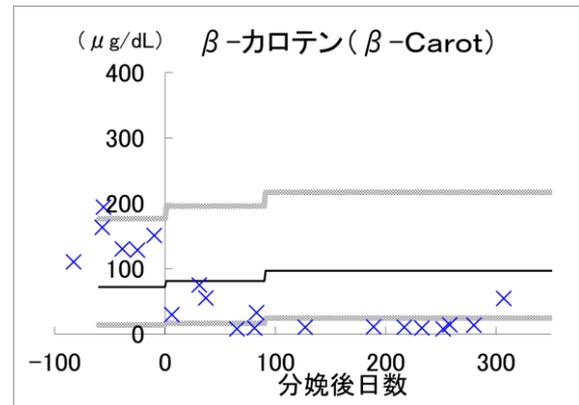


図7 β-カロテン (R5)

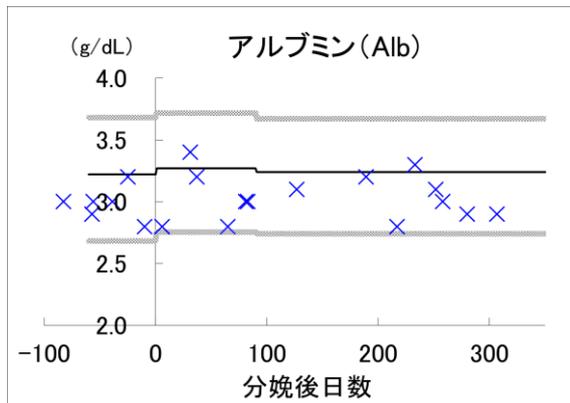


図5 Alb (R5)

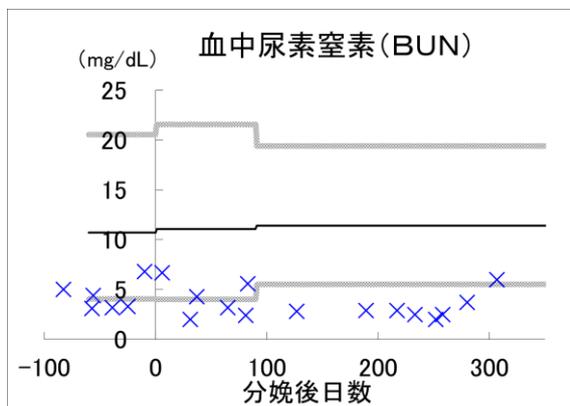


図6 BUN (R5)

イ 飼料給与と診断の結果

調査開始時点の飼料メニューは、配合飼料 1.0kg/頭・日、稲わら 5.0kg/頭・日であり、平均充足率は DMI が 71%、TDN が 59%、CP が 62%と低値であった。

調査後は、飼料メニューを配合飼料 2.0kg/頭・日、ライ麦 4.5kg/頭・日、稲わら 2.5kg/頭・日に変更し、平均充足率も DMI が 109%、TDN が 110%、CP が 107%となるよう調整を行った。なお、ライ麦は在庫の都合上、令和6年からイネホールクロップサイレージ（以下、イネ WCS）²⁾、⁶⁾へと変更を行った。

(3)令和5年の調査のまとめ

調査の結果、繁殖成績低下の原因は、エネルギー及びタンパク質が不足している飼料の給与であると推察された。また、本農場は和牛繁殖経営へ転換したばかりであり、牛群全体としての繁殖成績の把握も不十分であった。これらのことから、翌年も継続してさらに調査を継続することとした。

4.令和6年の調査

(1)材料と方法

ア 繁殖検診

農場担当獣医師が用手法で授精後 30 日前後に 1 回目の繁殖検診を実施し、早期胚死滅の摘発のため、家保職員が授精後 50~60 日前後に動物用超音波画像診断装置（以下、エコー）を用いて、2 回目の繁殖検診を実施した。

イ 繁殖台帳の整備

表計算ソフトで作成した台帳様式に、令和5年に飼養されていた繁殖雌牛 67 頭、令和6年に飼養されていた繁殖雌牛 96 頭のデータ（名号、個体識別番号、生年月日、最終分娩日、初回 AI 日、最終 AI 日、AI 回数、妊否）を入力し、分娩予定日、初回授精までの日数、受胎までの日数、分娩間隔の算出を行った。

ウ MPT 及び飼料給与診断

臨床的に健康な、乾乳期の牛 6 頭、泌乳期の牛 8 頭、維持期の牛 4 頭を調査の対象として選定した。

方法については、3 の(1)に示すとおりである。

(2)調査結果

ア 繁殖検診

妊娠している個体については、エコーで胎子の心拍の確認を行うことができた。その他については、宮阜形成が不完全で胎子が確認できなかったもの、胎子が子宮の手前側に位置しており双子の可能性のあるもの、などの症例があり、次回の繁殖検診時に再確認を行う旨の指示をした。

イ 繁殖台帳の整備

台帳の作成を行ったところ、令和5年の成績（表2）では初回授精までの日数が目標値である40日から50日⁷⁾の約2倍である101.6日、受胎までの日数が目標値である80日⁸⁾を約57日超過している139.2日、分娩間隔が目標値である380日⁹⁾を約38日超過している417.9日であったことが判明した。

令和6年の成績（表3）では、初回授精までの日数が99日、受胎までの日数が132.7日、分娩間隔が407.2日となり、令和5年と比較してそれぞれ短縮したことが判明した。

表2 繁殖台帳（R5 データから一部抜粋）

(R5全頭データから一部抜粋)

	最終分娩日	初回AI日	最終AI日	AI回数	妊否	分娩予定日	初回授精までの日数	受胎までの日数	分娩間隔
1	R4.12.25	R5.2.5	R5.8.23	8	-		42	241	
2	R5.1.30	R5.8.10	R5.11.22	2	+	R6.9.2	192	296	581
3	R5.8.17	R5.11.12	R5.11.12	1	+	R6.8.23	87	87	372
4	R5.2.13	R5.4.7	R5.8.25	4	+	R6.6.5	53	193	478
5	R5.3.11	R5.6.25	R5.6.25	1	+	R6.4.5	106	106	391
最高				9			231	395	680
平均				1.7			101.6	139.2	417.9
最低				1			40	52	337

目標値: 40~50日 (R5は目標値の約2倍)
 目標値: 80日 (R5は目標を約57日超過)
 目標値: 380日 (R5は目標を約38日超過)

表3 繁殖台帳（R6 データから一部抜粋）

(R6全頭データから一部抜粋)

	最終分娩日	初回AI日	最終AI日	AI回数	妊否	分娩予定日	初回授精までの日数	受胎までの日数	分娩間隔
1	R6.4.13	R6.6.7	R6.6.7	1	+	R7.3.19	55	55	340
2	R6.4.25	R6.7.18	R6.7.18	1	+	R7.4.29	84	84	369
3	R5.12.3	R6.6.28	R6.7.20	2	+	R7.5.1	208	230	515
4	R5.9.2	R6.1.5	R6.1.5	1	+	R6.10.16	125	125	410
5	R6.1.19	R6.3.28	R6.3.28	1	+	R7.1.7	69	69	354
最高				9			208	395	680
平均				1.8			99.0	132.7	407.2
最低				1			37	45	330

ウ 血液生化学検査の結果

令和5年と比較し、Glu の数値が上昇（図8）し、NEFA も依然として分娩後は高値にあるものの、極度な高値は認められなくなった（図9）。PCV, TP, BUN の数値も上昇し、Alb については上昇は認められなかったが、個体ごとの大きなばらつきが減少していた（図10, 11, 12, 13）。しかし、依然として Alb と BUN は平均値より低値にあることから、改善の余地があると考えられた。β-カロテンについては劇的に改善し、数値が大幅に上昇していた（図14）。以上の結果から、令和5年と比較し、エネルギー代謝及びタンパク質代謝が大きく改善され、良質な粗飼料も充足していたことが推察された。

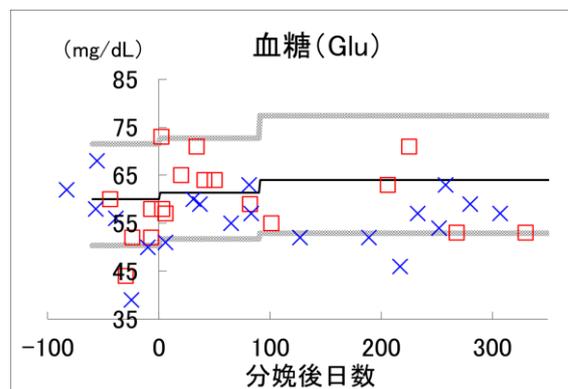


図8 Glu (R6)

(□は R6、×は R5 のデータを示す。)

以降の図も同様である。)

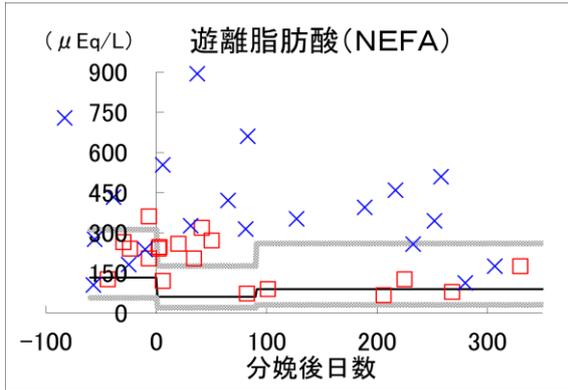


図9 NEFA (R6)

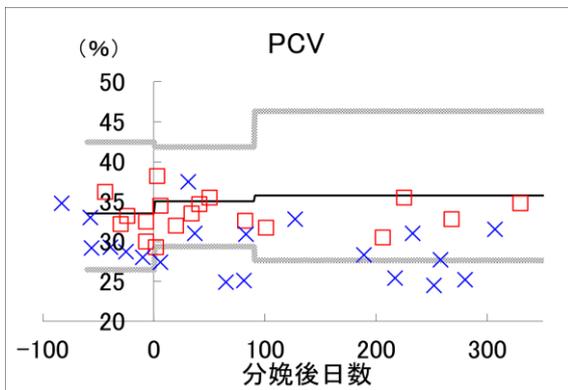


図10 PCV (R6)

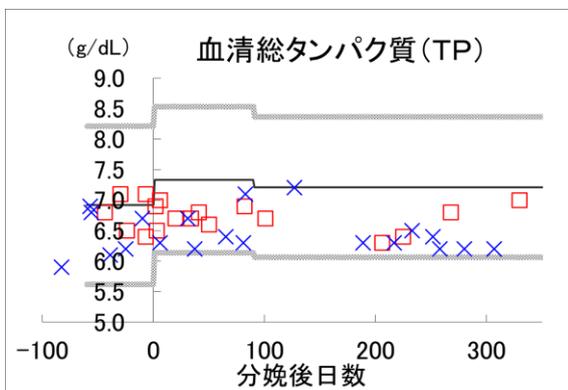


図11 TP (R6)

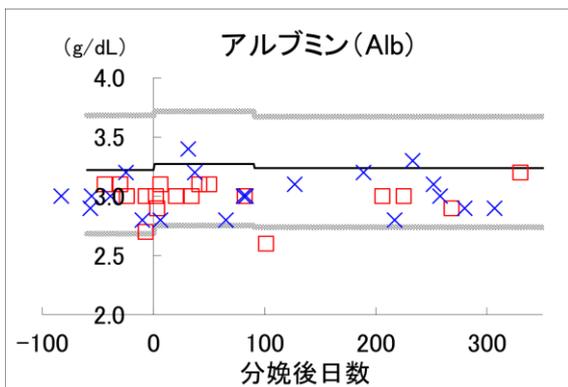


図12 Alb (R6)

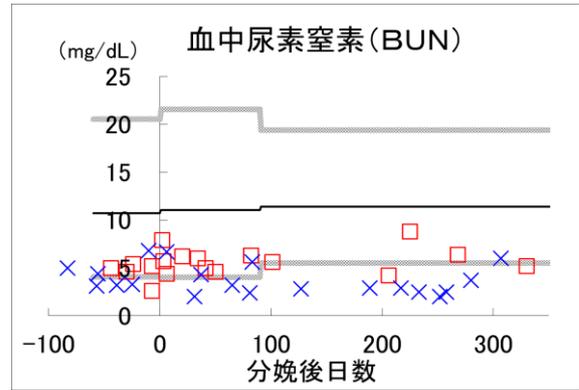


図13 BUN (R6)

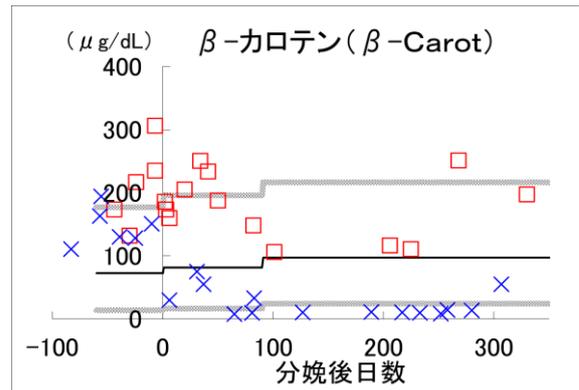


図14 β-カロテン (R6)

エ 飼料給与と診断の結果

調査開始時点の飼料メニューは、配合飼料 1.2kg/頭・日、イネ WCS 6.0kg/頭・日、稲わら 4.0kg/頭・日である。イネ WCS には雑草としてヒエの混入がみられたため、ヒエサイレージを含むものとして平均充足率の計算を行った。平均充足率は DMI が 87%、TDN が 85%、CP が 90%であり、いずれも令和5年と比較して改善がみられた。

5.まとめ

令和6年には初回授精までの日数が99日となり、令和5年と比較して2.6日短縮、受胎までの日数が132.7日となり6.5日短縮、分娩間隔が407.2日となり10.7日短縮した(表2, 3)。また、1回の分娩に要する期間の飼育費を、家畜棚卸みなし評価表⁹⁾を用いて計算した場合、分娩間隔の短縮により1頭あたり約1.1万円を削減できた。さらに、虚弱な子牛の娩出が減少したとのことであり、農場主の意欲向上にも繋がった。

6.今後の課題

これまでの取組で、本農場の繁殖成績には改善が認められた。しかし、まだ個体ごとの検査値にばらつきがあり、1年1産に至っていないことから、今後の課題として大まかに以下の3点が挙げられた。

1点目は、「分娩前後の飼料給与量を増量すること」（以下、増し飼い）である。本農場では分娩前後のエネルギー不足が顕著であることや、今回、分娩前に低血糖であった個体が分娩に耐え切れず死亡する事例が認められたため、早急な実施が必要である。

2点目は、「群分け」である。増し飼いの簡便化や、他の牛に負けてしまう個体等の管理のため、群分けを実施する必要がある。

3点目は「飼養規模の縮小」である。本農場は飼養頭数と自給飼料生産量との間に乖離が生じており、このままでは数カ月後には購入飼料に切り替えざるを得ない状況となっている。従って、整備した繁殖台帳を活用し、長期不受胎牛などを優先的に更新していく必要がある。

7.今後の方針

自給飼料主体の農場では、その品質が毎年異なることから栄養コントロールが難しい。従って、調査を通して継続的に栄養状態のモニタリングを行い、状況に合わせた改善を実施していくことが重要である。

また、群飼形態では繋ぎ牛舎とは異なり、外陰部からの出血や流産胎子の存在に気付きにくいことから、定期的な繁殖検診により早期胚死滅を摘発していくことが重要となる。

さらには、繁殖検診と共に繁殖台帳を更新し運用していくことで、牛群全体の繁殖成績を把握することも重要である。

引き続き、関係機関と連携を図り、上記の包括的なフォローアップを実施していく予定である。

8.参考文献

- 1)水谷尚, 2017-2019. これから始める人のための代謝プロファイル試験講座 第1回～第14回. LIAJ News. 一般社団法人家畜改良事業団, 東京.
- 2)渡邊貴之, 小西一之, 2016. 第4章繁殖雌牛の飼料設計方法と飼料給与. pp.31-42. 第5章 繁殖雌牛の代謝プロファイルテスト. pp.43-108. 第9章 MPT を用いた放牧地や飼料の評価, B.飼料の評価, 1) イネホールクロップサイレージ (イネ WCS) . pp.144-148. 多頭飼養における黒毛和種繁殖雌牛生産性向上のための代謝プロファイルテストを用いた飼養管理マニュアル (平成28年版). 独立行政法人 家畜改良センター 鳥取牧場, 鳥取.
- 3)公益社団法人全国和牛登録協会編, 2021. 「栄養度」判定要領について. 和牛登録事務必携 (令和3年度版). 公益社団法人全国和牛登録協会, 京都.
- 4)独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構編, 2008. 日本飼養標準・肉用牛 (2008年版). 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構, 茨城.
- 5)第84号「脂溶性ビタミンの機能と飼料給与 (ビタミンA)」, 2013. ニッサン情報. 日産合成工業株式会社, 東京.
- 6)岩手県, 2022. 第1章繁殖牛の飼養管理, (1)繁殖管理, ア繁殖管理の意義. P.3. 第12章参考資料, (6)飼料の栄養特性. p.109, pp.112-113. 岩手県肉用牛飼養管理マニュアル, 岩手.
- 7)JA 全農畜産生産部, 2005. 第1章繁殖雌牛, 1.分娩後の初回種付け. p.4. 繁殖牛マニュアル. JA 全農, 東京.
- 8)農林水産省, 2020. 第3章肉用牛, 2.改良目標, (1)能力に関する改良目標, ②繁殖性. p.17. 農林水産省, 東京.
- 9)JA 長野中央会. 2023. 肉用牛育成, I.和牛育成 (子牛1頭当たり), 1.肉用牛和牛育成の飼育費算出方法. p.7. 家畜棚卸みなし評価表. JA 長野中央会, 長野.

乳汁検査における新たな検査法の試みと課題

○藤本洋平・宮本博幸・矢彦沢小百合
(長野県伊那家畜保健衛生所)

要約

一般乳汁細菌検査（細菌培養法）は、1～2日の培養が必要であり、また培地上で菌が発育しない乳房炎（非発育性乳房炎）では、原因の特定は困難である。広島大学鈴木教授が2022年に発表した新たな検査法（迅速検出法）は、迅速かつ非発育性乳房炎でも菌体の検出を可能にする検査法であり、この迅速検出法を細菌培養法と同時に実施することで、迅速検出法を活用するにあたっての課題がみられた。試験検査で依頼のあった乳汁について、細菌培養法と迅速検出法とで検査を実施した。細菌培養法は定法のとおり実施した。迅速検出法は、乳汁10 mLを3000 rpm、5分間遠心、上清を除去した。沈渣を生理食塩水1 mLで懸濁、うち10 µLをスライドガラスに広げ、グラム染色し鏡検した。結果、細菌培養法で分離困難な検体において菌体を検出したが、全体として細菌培養法よりも菌体の検出率は低下した。迅速検出法は、検査の性質を理解し、細菌培養法の弱点である迅速性等を補えるものと考察された。今後は臨床獣医師と緊密に連携し、本法を有効に活用していきたい。

はじめに

従来の乳汁検査は、一般乳汁細菌検査（以下、細菌培養法）によって行われる。細菌培養法は、乳汁を数種類の寒天培地に塗布し、24～48時間培養後、それぞれの培地に形成されたコロニーの性状から、乳房炎原因菌を同定する検査法として広く用いられている。一方で、判定に時間がかかることや菌が発育しない非発育性乳房炎の場合、原因の特定は困難である。これらの問題により、原因菌に即した迅速な初診治療が行えないことから、抗生剤の濫用、それによる薬剤耐性菌の出現

が起り、不必要な薬剤投与の実施によって不必要な休薬期間が起り、結果的に大きな経済的損失に繋がる。これらの課題に対し、筆者らは広島大学の鈴木直樹教授らが2022年に発表した、乳グラム染色による乳房炎原因微生物の迅速検出法（以下、迅速検出法）(N. Suzuki et. al. *J. Vet Med. Sci.* 2022)を試みた。この迅速検出法は、乳汁中に含まれる菌体の形状及び、グラム染色性を短時間で確認できるため、乳房炎原因菌の菌種を推定することが可能とされている。これにより、短時間で原因菌の推定が可能となり、また

菌の発育に関係なく菌の検出も可能になることが期待され、抗生剤の濫用を防止するとともに、甚急性乳房炎等の緊急性の高い疾患に対する新たな検査法として期待できる。以上から、この迅速検出法と従来の細菌培養法とを同時に実施し、その活用方法について検討を行った。

材料・方法

検体は、管内の臨床獣医師4名より一般乳汁細菌検査として依頼された乳汁30検体（13農場）を用いて検査を実施した。

〔細菌培養法〕

乳汁 25 μ L を 5%羊血液加寒天培地 (Trypticase[®] Soy Agar with 5% Sheep Blood, 日本ベクトン・ディッキンソン株式会社)、DHL 寒天培地 (島津ダイアグノスティクス株式会社)、マンニト食塩加寒天培地 (BBL[™] Mannitol Saly Agar, 日本ベクトン・ディッキンソン株式会社)、X-SA 寒天培地 (島津ダイアグノスティクス株式会社)、エドワード培地 (改良型) (関東化学株式会社) 及びサブロー寒天培地 (日水製薬株式会社) に塗布、37°C、5%CO₂ 環境下で 24 時間培養し、形成されたコロニーについて菌種を判定した。24 時間でコロニーの形成が認められなかった場合はさらに 24 時間培養し、菌の判定を行った。

〔迅速検出法〕

乳汁 10 mL を 3000 rpm, 5 分間遠心し、乳脂肪層、脱脂乳層及び細胞層に分離させ、そのうちの乳脂肪層と脱脂乳層を除去、残った細胞層を滅菌生理食塩水 1 mL に懸濁した。次に懸濁液 10 μ L を分取し、スライドガラスに展開、風乾させ、メタノールにより固定を行い、定法のとおりグラム染色を行った。その後、顕微鏡を用いて 1000 倍の視野で観察した。

結果

細菌培養法で菌分離が確認された検体は 30 検体中 24 検体であり、6 検体は非発育性乳房炎であった。分離された菌のグラム染色像とグラム染色像毎の株数は、グラム陽性球菌が 20 株、グラム陽性桿菌が 1 株、グラム陰性桿菌が 3 株、酵母様真菌が 2 株であった (表 1)。

表 1. 細胞培養法での分離菌

グラム染色像	株数	分離菌
グラム(+)球菌	20	<i>S. aureus</i>
		CNS
グラム(+)桿菌	1	<i>Streptococcus</i>
		<i>Corynebacterium</i>
グラム(-)桿菌	3	<i>E. coli</i>
		<i>Klebsiella</i>
酵母様真菌	2	酵母様真菌

迅速検出法で細菌または真菌が観察された検体は 30 検体中 20 検体であり、グラム陽性球菌は 18 株、グラム陽

性桿菌は3株、グラム陰性桿菌は1株、酵母様真菌は1株検出された。細菌培養法と比較して全体的に検出率は低下した。一方で、グラム陽性桿菌については上昇した(表2)。また、実際に顕微鏡下でみられた菌体の様相は図1-1に示したとおり、破線で示した白血球内部に菌体が存在していることが分かった。

表2. 迅速検出法と細菌培養法の検出株数の比較

グラム染色像	迅速 検出法	細菌 培養法
グラム(+)球菌	18	20
グラム(+)桿菌	3	1
グラム(-)桿菌	1	3
酵母様真菌	1	2

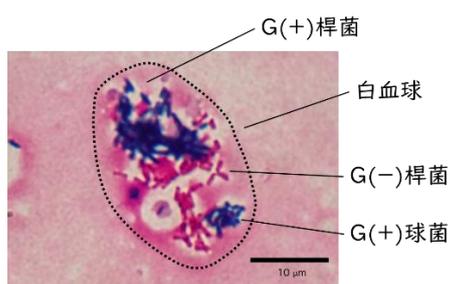


図1. 迅速検出法にて観察された菌体

次に、迅速検出法で観察された菌体と、細菌培養法で分離された菌種と菌量の関連について調べた。結果、グラム陽性球菌、桿菌、グラム陰性桿菌が

観察された検体では、細菌培養法により *E. coli* が >20,000 cfu/mL、*Streptococcus* が >20,000 cfu/mL、CNS が 600 cfu/mL 分離された(図2-1)。次に、*S. aureus* が >20,000 cfu/mL 分離された検体では、図2-2で示した通り、ぶどうの房状のグラム陽性球菌が観察された。また、非発育性乳房炎であった検体からは、図2-3に示すようなグラム陽性球菌が観察された。さらに、酵母様真菌が >20,000 cfu/mL 分離された検体では、図2-4に示したとおり、大型のグラム陽性に染色される菌体が多数観察された。

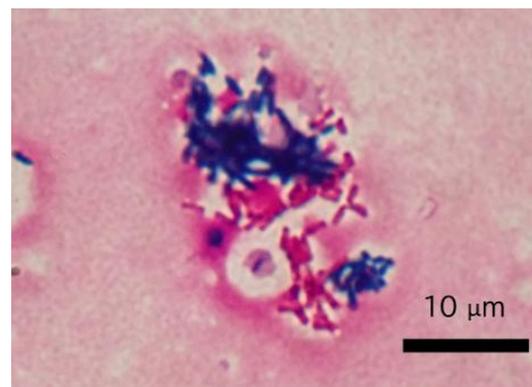


図2-1. 迅速検出法の観察像①

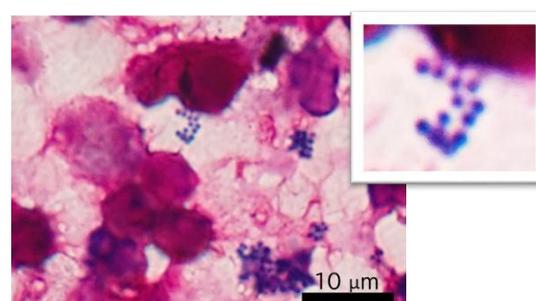


図2-2. 迅速検出法の観察像②

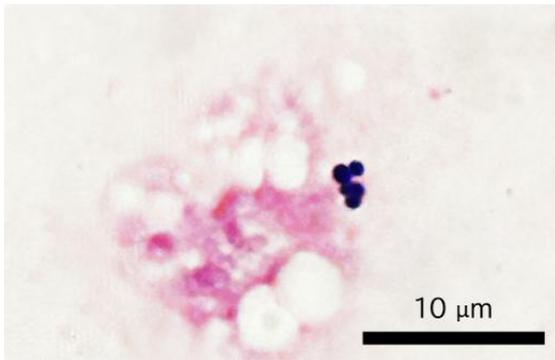


図 2-3. 迅速検出法の観察像③

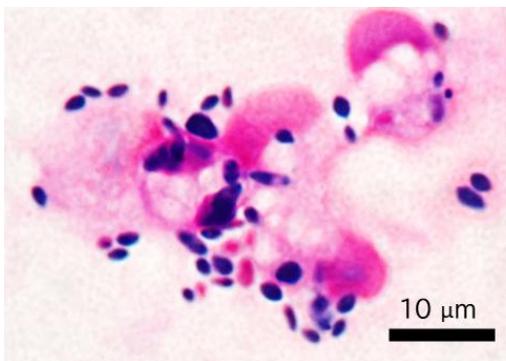


図 2-4. 迅速検出法の観察像④

また、検体数の多かったグラム陽性球菌における検査感度と特異度を求めたところ、感度は80%であり、特異度は100%と、細菌培養法に対し、一定の感度と高い特異度が得られた(表3)。

表 3. グラム陽性球菌における検査感度と特異度

	細菌培養法	
	+	-
迅速検出法	+	16
	-	4

さらに、迅速検出法により菌体が見られる視野数から検出強度を設定し、細菌培養法で得られたコロニー数を予測できると判断し、検出強度と分離コロニー数を比較した。検出強度は表4に示したとおりである。検出強度と分離コロニー数の相関は、決定係数が約0.39と明らかな相関は認められなかった(図3)。

表 4. 検出強度

検出強度	10 視野中に みられた視野数
+	1 視野
++	2~4 視野
+++	5~9 視野
++++	10 視野

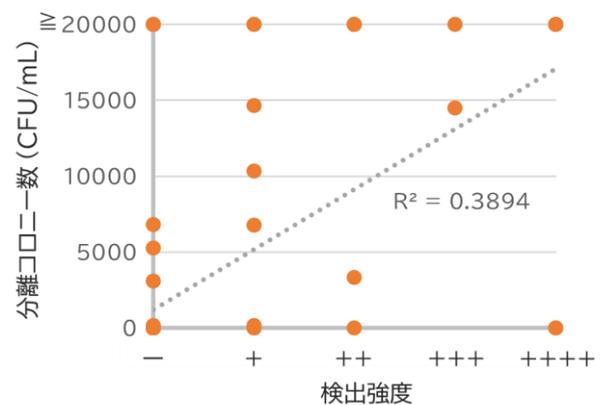


図 3. 検出強度と分離コロニー数の相関

迅速検出法は細菌培養法と比較して客観性が低い検査法であるため、5人の検査者を設定し、それぞれの検査結

果を調べたところ、検査感度もしくは特異度に大きなばらつきが認められた（表5）。

表5. 検査者毎の検査感度と特異度
[感度（特異度），%]

	検査者				
	1	2	3	4	5
G(+) 球菌	80 (100)	80 (25)	75 (100)	40 (100)	40 (75)
G(+) 桿菌	0 (87)	0 (96)	0 (83)	0 (83)	0 (83)
G(-) 桿菌	33 (100)	0 (81)	33 (100)	65 (95)	33 (100)
酵母様真菌	50 (100)	50 (100)	50 (100)	50 (100)	50 (100)

考察

迅速検出法は、これまで細菌培養法では、結果が判明するまでに1日以上要したものが、30分程度で菌種を推定することが可能であった。また、非発育性乳房炎乳汁にも検査対応が可能であり、さらに、細菌培養法では、増殖の速い菌に負けていた遅発育性菌にも対応可能であった。一方で、検査の難易度から、検査者毎の結果に大きなばらつきが起こった。また薬剤感受性試験を実施するには細菌培養法が必須であることがわかった。検査時間の大幅な短縮は、臨床獣医師に速報として結果を伝えることが期待でき、また非発育性乳房炎への抗生剤使用の可否についても一つの根拠として提示できると考えられる。一方で、検査者毎の検査結果のばらつきについて、各検査者に検査の感想を聞き取ったところ、「壊れた白血球の核もグラム陽

性に染色されてしまい、菌体との区別が困難であった。また、菌体が明らかで、数も多い場合はいいが、1～2視野しか認められない場合、夾雑物との区別がつかず、判定に自信を持てなかった。しかし、培養結果と照らし合わせながら観察することで、菌体と夾雑物との区別がつくようになっていった。」とのことで、菌体を正しく検出するには、検査者の習熟が必要であることが分かった。また、本検査の活用について、管内の臨床獣医師に意見を求めたところ、「甚急性乳房炎の原因菌を推定できるのは助かる。全ての検体で実施したいとは思わないが、状況によっては依頼したい。」とのことで、甚急性乳房炎への対応に活用できるのではと考えられる。

最後に

迅速検出法の活用には、臨床獣医師と検査の性質を共有し、管内酪農家に、適切な抗生剤の使用を指導する必要がある。それにより、薬剤耐性菌の出現を予防し、投薬に係る費用の削減、廃棄乳の減少につなげていきたいと考えている。

○津野達也、間瀬加奈子、林 陽子、中山 恵、青木一郎
(飯田家畜保健衛生所)

要 約

南信州地域の畜産業は、地域農業生産額では果樹、野菜に次ぐ基幹産業であり、地域の特性を生かした「南信州牛」、各種銘柄豚等地域ブランドの生産に取り組んでいる。家畜保健衛生所（以下、家保）は「第4期長野県食と農業農村振興計画」を軸とする関連事業を活用し、肉用牛肥育農場に対し、信州あんしん農産物〔牛肉〕生産農場認定制度に係る衛生検査を41戸、慢性疾病低減対策を7戸、農場 HACCP 認証取得支援を1戸において実施した。肉用牛繁殖農場に対しては、信州プレミアム牛肉「脂肪の質」向上対策事業による代謝プロファイルテスト及び繁殖性向上支援を3戸、養豚農場に対しては、農場 HACCP 認証取得支援を2戸で実施した。また、地域団体が毎年開催する畜種ごとの畜産共進会での審査員や畜産部会の研修会講師等を担当しており、今後も関係機関と連携し、地域一体となって畜産農家の生産性向上と生産振興を支援し、地域ブランドを推進していきたい。

1 はじめに

南信州は長野県の南端に位置し、飯田市と下伊那郡から成るこの地域は、山間傾斜地が多く、変化に富んだ地勢を活用した多様な農業が営まれている。その中で、畜産業は果樹、野菜に次ぐ基幹産業となっており、「南信州牛」や各種銘柄豚など地域ブランドの産地である（図1）〔1〕。

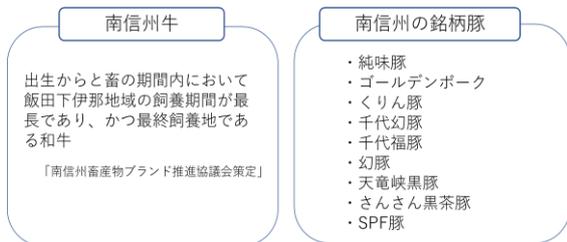


図1 南信州の地域ブランド

家保では、「第4期長野県食と農業農村振興計画」施策体系の「稼げる農業の展開と信州農産物の持続的な生産」に向けて各種事業を活用し、生産農場を支援している（図2）。

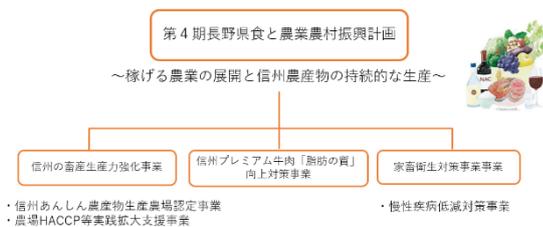


図2 「第4期長野県食との行農村振興計画」 施策体系

2 信州あんしん農産物生産農場認定事業

消費者の食卓へ安心な農産物を提供するため、「信州あんしん農産物〔牛肉〕生産農場認定制度実施要領」に基づき、家保は、肉用牛肥育農場の衛生検査や、生産履歴、飼養管理等の確認を行っている〔2〕。

衛生検査の検査項目は、腸管出血性大腸菌（O157）とサルモネラ属菌（届出伝染病に指定されている血清型）であり、農場モニタリングとして牛舎内の牛床、飼槽、給水機周辺、出荷牛モニタリングとして肥育直前の上荷牛から採材した新鮮便を検査対象としている。

管内には、概ね40農場の認定農場があり、農場モニタリング検査及び出荷牛モニタリング検査を合わせて毎年800検体近く検査しており、検査結果はすべて陰性であった（表1）。

表1 衛生検査結果

年度	農場数	検体数		計
		農場モニタリング検査 (サルモネラ検査) (O157検査)	出荷牛モニタリング検査 (O157検査)	
R3	44	648	178	826
R4	41	600	141	741
R5	40	588	254	842
R6*	41	168	46	214

*R6は令和6年12月27日現在の検体数

検査結果：全検体陰性

3 慢性疾病低減対策事業

肉用肥育牛前期、中期、後期の飼料給与状況の把握と枝肉成績改善のため、肉用牛肥育農場7戸を対象として、代謝プロファイルテスト (MPT) を実施した (表2)。

表2 慢性疾病低減対策事業の実施内容

対象農場	肉用牛肥育農場 7戸
対象牛	黒毛和種 肥育牛
対象月齢	約13か月齢、約18か月齢、約23か月齢
検体数	43検体
実施内容	MPT

検査結果では、肥育後期でビタミン A 値 30IU/dl 以下、βカロテン値 10 μg/dl 以下が散見された。ビタミン E 値は概ね 100 μg/dl 以上を維持できており、総コレステロール値は肥育中期以降 130mg/dl 以上であった (図3)。今後は、これらの結果をもとに、飼料給与状況の聞き取り調査を行い、枝肉成績の向上に繋げていきたい [3]。

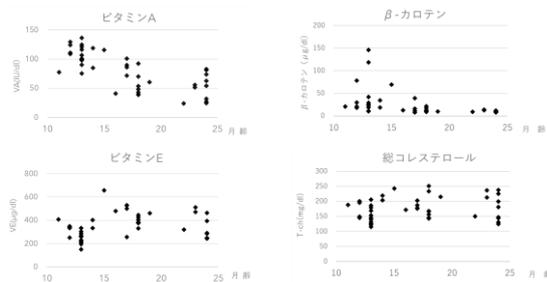


図3 MPT 検査結果 (肥育牛)

4 信州プレミアム牛肉「脂肪の質」向上対策事業

肉用牛繁殖農場 3 戸を対象として、MPT、繁殖検診を実施した (表3)。

表3 対象農場の概要

農場	A	B	C
経営形態	法人経営	家族経営	家族経営
飼養形態	群飼	繋ぎ	繋ぎ
飼養頭数	87	10	12
支援内容	MPT	繁殖検診	繁殖検診
検討会等回数	2	3	3

A 農場の MPT では、分娩後の泌乳期においてビタミン A 値、βカロテン値の低下が認められた。対策としてビタミン A 製剤を添加したところ、3 か月後にはビタミン A、βカロテンともに改善した (図4)。

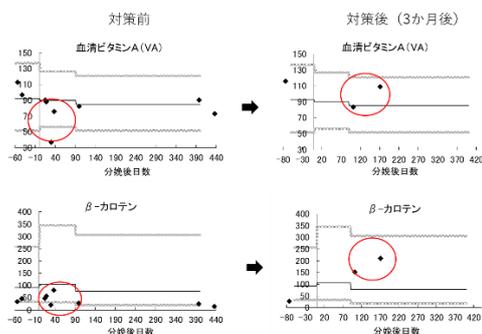


図4 MPT 検査結果 (繁殖牛)

繁殖検診を実施した B 農場と C 農場では、それぞれ、6 頭、5 頭妊娠鑑定を実施し、全頭受胎を確認した。

5 農場 HACCP 認証取得支援

管内では養豚農場 2 戸、肉用牛肥育農場 1 戸が農場 HACCP 認証の取得を希望している。この養豚農場 2 戸は南信州の銘柄豚を生産する農場であり、それぞれの農場概要や取組み動機等は表4のとおりである。家保は各農場の HACCP 検討会に外部アドバイザーとして出席し、主に文書作成の補助を担当した。

表4 農場 HACCP 認証希望農場の概要

農場	X	Y	Z
飼養形態	養豚一貫農場	養豚一貫農場	肉用牛肥育農場
飼養頭数	3400頭	1200頭	250頭
経営形態	有限会社	家族経営	法人経営
取組み動機	6次産業化計画のため 農場全体の把握、 作業のマニュアル化	農場管理	農場管理 作業のマニュアル化
家保の関わり		文書作成補助 HACCP検討会にアドバイザーとして参加	

各農場の取組状況は以下のとおりである。X 農場は、令和2年より文書の作成を開始、家保は延べ 56 回 HACCP 検討会に参加し、主に文書作成の補助を担当してきた。令和 6 年 12 月、長野県畜産会の農場 HACCP 認証支援事業を活用し、農場 HACCP 審査員による構築指導を受け、令和6年度中に認証審査、認証取得を予定している (表5)。

Y 農場は、Z 農場については、継続して取組み中であり、今後も認証取得に向けて支援して行く予定である。

表 5 X 農場の取組み状況

取組開始	令和2年度より文書の作成開始
HACCP検討会参加者	農場：HACCPチーム責任者1名 外部アドバイザー：畜産関係団体2名、管理獣医師1名、家保1～2名
HACCP検討会開催数(延べ)	56回
農場HACCP審査員による構築指導*	令和6年12月
内部監査	令和7年1月予定
農場HACCP認証審査	令和6年度中

*長野県畜産会事業：農場HACCP認証支援事業

6 畜産共進会

地域団体では、総体的な畜産レベルの向上と産地の均一化を推進するため、年1回畜種部門ごとに「畜産共進会」を開催している(表6)。畜産農家同士が切磋琢磨し、技術を高め合ってきた1年間の成績を審査し、それぞれの区で最優秀賞、優秀賞、優良賞の表彰がある。家保はその共進会の審査員を担当し、審査会、表彰式に出席している。

表 6 令和6年度に開催された畜産共進会

区分	開催年月日	家保職員出席	
		審査	表彰式
山羊	令和6年7月4日	○	○
肉豚枝肉	令和6年10月9日	○	○
肉牛枝肉(和牛)	令和6年10月21日	—	○
繁殖	令和6年12月10日	○	○
酪農	令和6年12月12日	○	○

7 畜産部会(研修会)

地域団体には、畜種毎に生産者を部会員として畜産部会が構成されている。そのうち山羊部会では、年に1回、部会員の飼養技術向上のために研修会を開催している。令和6年度の研修会には、山羊部会員12名、主催者団体1名、家保職員2名が参加し、山羊の削蹄方法や感染症についての研修を行った。家保は研修会時に講師として参加し、主に疾病予防の講義を担当した。

8 今後の展望

畜産業を取り巻く状況は、畜産農家の減少、飼料価格の高騰、世界情勢の変化等厳しさが増している。このような状況の中、畜産物の生産性の向上や安全性確保に関する取組みをはじめとし、畜産農家や関係団体より家保に求められる技術や支援は多岐にわたる。

家保では今後も、生産者、地域団体等の関係機関と一体となり、農場の生産性向上と生

産振興を支援し、南信州産地域ブランドを推進していきたい。

参考資料

[1] 南信州畜産物ブランド推進協議会HP (<https://msgyu.com/>)

[2] 信州あんしん農産物〔牛肉〕生産農場認定制度実施要領(平成30年9月3日付け30園畜第657号長野県農政部長通知)

[3] 生産獣医療システム肉牛編(社)全国家畜畜産物衛生指導協会(1999年3月31日発行)

豚熱ワクチン免疫付与に影響する因子の検討

～養豚経営からのアプローチ～

○河西晴子、林健、山本英之、袴田由美、山本修
(長野県松本家畜保健衛生所)

要約

令和5年後期の豚熱ワクチン免疫付与状況等確認検査において、肥育豚の免疫付与率が管内2農場(A、B)で80%を下回った。原因を調べるため、各農場肥育豚12頭で経時的にワクチン抗体価の推移及び豚繁殖・呼吸障害症候群ウイルス(PRRSV)、豚サーコウイルス2型(PCV2)の関与を調査。両農場それぞれ1頭でワクチンブレイク。調査の結果から、PRRSV、PCV2の関与は否定、ワクチンブレイクは移行抗体が高かったことが原因だと推察。さらに、A農場では、令和5年後期と今回の調査豚の離乳までの管理等の影響を調べるために、令和4年～6年の離乳時体重等を比較。離乳時体重の増加等、成績が向上していることを確認。令和5年後期の免疫付与率低下の原因は、ワクチン接種時の移行抗体が高値であったことその他、離乳までの管理も影響している可能性が示唆された。

1 はじめに

平成30年、日本で26年ぶりに豚熱が発生し、長野県では令和元年10月から豚熱ワクチン接種が開始された。豚熱ワクチンを接種するにあたり、豚熱に関する特定家畜伝染病防疫指針に基づき、免疫付与状況等確認検査を実施している。免疫付与状況等確認検査ではELISAと必要に応じて中和試験を実施し、免疫付与率を算出、適切な接種日齢の検討、適期での確実な接種を確認している。

令和5年後期に実施した免疫付与状況等確認検査で管内2農場の肥育豚の免疫付与率が80%を下回った。このことから、豚熱ワクチンの免疫付与に影響する因子を調べるために、各農場肥育豚12頭の経時的な病原的検索(調査1)を実施した。さらに、A農場では経営的な側面からの検討(調査2)を実施した。

2 2農場の概要(表1)

A農場は母豚250頭の一貫経営、B農場は母豚300頭の一貫経営である。令和5年後期の母豚の中和抗体価は、A農場は16倍をピークに正規分布、B農場は16～32倍をピークに正規分布している。母豚の中和抗体価から推定される子豚の接種適期は、A農場は6日齢、B農場は13日齢であった。実際の接種日齢は作業性も考慮

し、A農場は28日齢、B農場は27日齢である。

表1 2農場の概要

		A農場	B農場
生産規模・形態		母豚250頭 一貫経営	母豚300頭 一貫経営
分娩管理方法		スリーセブン	スリーセブン
豚熱ワクチン接種者		知事認定獣医師	登録飼養衛生管理者
母豚の中和抗体価 (令和5年度後期)	分布	16倍をピークに 正規分布	16～32倍をピークに 正規分布
	推定 適期*	6日齢	13日齢
実際の接種日齢		28日齢	27日齢

*移行抗体半減期11日、ワクチンテイク率を中和抗体価8倍以下100%、16倍85%、32倍75%、64倍25%、128倍以上0%と仮定し算出

令和5年後期の免疫付与状況等確認検査の結果は、A、B農場ともに母豚では80%を超え、良好であった。しかし、肥育豚ではA農場60%、B農場63%と80%を大きく下回り、十分に免疫が付与されていなかった。

3 調査方法

調査1 病原的検索

(1) 調査方法

4腹各3頭の計12頭の肥育豚に耳標を装着し個体識別を行い、豚熱ワクチン接種前、豚熱ワクチン接種1か月後・2か月後・3か月後、出荷時の経時的な採血を実施した。

(2) 調査項目

豚熱の中和試験を実施。また、PRRSV 及び PCV 2 は豚熱ワクチン接種前に感染すると豚熱ワクチンの効果に影響を及ぼすとされている¹⁾²⁾ため、PRRSV 及び PCV 2-PCR を実施した。

調査2 A 農場・経営的側面からの検討

(1) 調査の経緯

農場主から「令和5年5月から配偶者が分娩舎・離乳舎の管理に関わるようになり成績が上がった。」という話があった。子豚の管理が改善したことが豚熱ワクチンの免疫付与に影響した可能性を踏まえ調査を実施した。

(2) 調査方法

配偶者関与前の1年間（令和4年5月～令和5年4月）に分娩した母豚463頭の産子と配偶者関与後の1年間（令和5年5月～令和6年4月）に分娩した母豚442頭の産子についてデータを比較した。

(3) 調査項目（※1腹あたり）

- ア 総産子数※
- イ 生存産子数※
- ウ 離乳子豚数※
- エ 離乳時体重
- オ 離乳舎から肥育舎への移動時の体重

4 調査結果

調査1 病原的検索

A農場の豚熱の中和抗体価の推移を図1に示す。出荷時の検査は6頭で未実施である。豚熱ワクチン接種前の移行抗体価が64倍を示した個体は、出荷時の検査は未実施であるが、中和抗体価が1倍を推移し続けたため、ワクチンブレイクをした可能性が高いと考えられる。この1頭以外はワクチンテイクをし、免疫付与率は92%であった。なお、PRRSV-PCR 及び PCV 2-PCR は全て陰性であった。

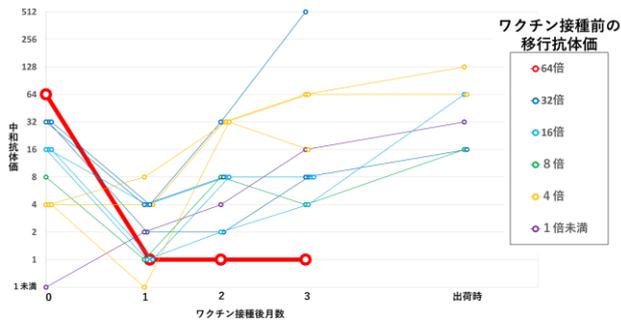


図1 A農場：豚熱の中和抗体価の推移

B農場の豚熱の中和抗体価の推移を図2に示す。豚熱ワクチン接種前の移行抗体価が128倍を示した個体は、中和抗体価が時間の経過とともに下がっていき、出荷時には1倍未満を示したことから、ワクチンブレイクをした。この1頭以外はワクチンテイクをし、免疫付与率は92%であった。

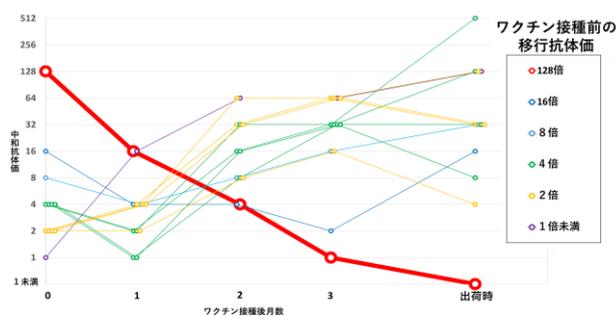


図2 B農場：豚熱の中和抗体価の推移

さらに、B農場では豚熱ワクチン接種1か月後に5頭でPCV 2-PCRが陽性となったが、全てワクチンテイクをした(図3)。なお、PRRSV-PCRは全て陰性であった。

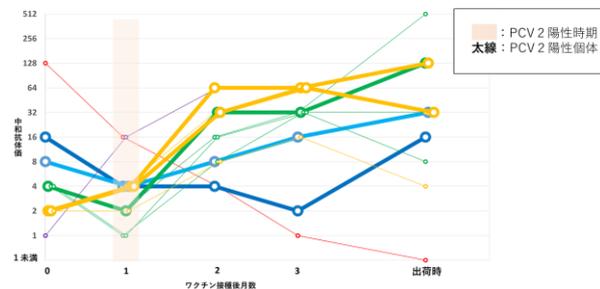


図3 PCV 2陽性5頭の豚熱の中和抗体価の推移

調査2 A農場・経営的側面からの検討

配偶者関与前は、総産子数14.2頭/腹、生存産子数12.6頭/腹、離乳子豚数10.2頭、離乳時体重7.0kg/頭、離乳舎から肥育舎への移動

時の体重 35.4 kgであったが、配偶者関与後は総産子数 13.9 頭/腹、生存産子数 11.9 頭/腹、離乳子豚数 10.5 頭/腹、離乳時体重 7.7 kg/頭、離乳舎から肥育舎への移動時の体重 38.9 kg/頭であった。配偶者関与前と比較し、配偶者関与後は総産子数、生存産子数は減少していたが、離乳子豚数は 0.3 頭/腹、離乳時体重は 0.7 kg/頭、離乳舎から肥育舎への移動時の体重は 3.5 kg増加していた（図 4）。



図 4 経営的側面からの検討調査結果

5 考察

調査 1 病原的検索

A、B 農場ともにワクチンブレイクは 12 頭中 1 頭、免疫付与率は 92%であり、令和 5 年後期の免疫付与状況等確認検査とは異なる良好な結果であった。

さらに、A、B 農場共に PRRSV-PCR は全て陰性であったこと及び B 農場で PCV 2-PCR 陽性となった 5 頭全てがワクチンテイクしたことから、A、B 農場の免疫付与率に PRRSV 及び PCV 2 は影響していないと考えられた。

本試験でワクチンブレイクした個体の移行抗体価は、A 農場 64 倍、B 農場 128 倍であり、ワクチンブレイクに影響した因子は移行抗体価の高値だと考えられる。このことから、令和 5 年後期の免疫付与状況等確認検査で免疫付与率が 80%を下回ってしまった原因は、移行抗体価が高値の豚を偏って採材してしまったことである可能性が示唆された。

調査 2 A 農場・経営的側面からの検討

移行抗体の減少には、体重の増加に伴う血液循環の増加による血中抗体の希釈が関与していると報告されており³⁾、長野県畜産試験場の研究では日増体重の大きい個体は移行抗体の

半減期が短いというデータが得られている（今後発表予定）。以上のことから、A 農場では配偶者の関与後の離乳時体重が増加したことで血中の移行抗体が早く希釈されるようになり、移行抗体の消失が早まったことで、免疫付与率が改善した可能性が示唆された。

6 まとめ

以上のことから、本事例での豚熱ワクチンの免疫付与に影響する因子は移行抗体価の高値と離乳時体重であることが示唆された。

豚熱ワクチンの免疫付与に影響する因子の検討は、移行抗体価やウイルス感染の有無等の病原的検索の報告はあるが、本事例では農場経営に関する離乳時体重等を調査し、これらの考察に至った。このことから、豚熱ワクチンの免疫付与に影響する因子の検討には、病原的検索に留まらず、さらに踏み込んだ経営的側面からの検討も重要である。今後も病原的及び経営的検討を併せることにより問題解決に努めていきたい。

参考文献

- 1) Yu-Liang Huang, Victor Fei Pang, Chun-Ming Lin, Yi-Chieh Tsai, Mi-Yuan Chia, Ming-Chung Deng, Chia-Yi Chang, Chian-Ren Jeng: Porcine circovirus type 2 (PCV2) infection decreases the efficacy of an attenuated classical swine fever virus (CSFV) vaccine, *Vet Res*, 42(1):115()
- 2) Hua Li, Hanchun Yang, Infection of porcine reproductive and respiratory syndrome virus suppresses the antibody response to classical swine fever virus vaccination, *Veterinary Microbiology*, 95(4), 295-301()
- 3) Francis MJ, Black L: Effect of the sow vaccination regimen on the decay rate of maternally derived foot-and-mouth disease antibodies in piglets, *Res Vet Sci*, 37, 72-76 (1984)

管内 2 農場の小型ピロプラズマ病の発生

○ 小林千穂
(佐久家畜保健衛生所)

要約

A 農場は放牧場を有し、夏季に乳用育成牛および肉用繁殖牛を放牧。令和 5 年、放牧した 4 頭が *Theileria orientalis* (T0) による貧血を発症し、3 頭流産(うち 1 頭死亡)。同居牛 137 頭を顕微鏡および遺伝子検査したところ計 23 頭陽性だった(令和 5 年未放牧含む)。令和 6 年は新たなマダニ対策として、イベルメクチンおよびフルメトリン製剤の併用、ペルメトリン製剤外部寄生虫駆除剤の装着、放牧区の縮小、草地の整備、鹿柵設置を開始した上で、乳用育成牛 6 頭を放牧したところ、1 か月後に 5 頭が T0 感染、3 頭貧血(うち 1 頭死亡)。B 農場は、夏季に X および Y 公共牧場へ乳用育成牛を上牧。令和 6 年、X 牧場に 3 頭上牧、1 か半月後 3 頭とも T0 感染し貧血(うち 2 頭流産)。Y 牧場に上牧した 10 頭のうち下牧 3 週後 2 頭が T0 感染し死産、4 頭で下牧 1~2 か月後に T0 感染を確認(うち 2 頭貧血)。農場内の同居牛 11 頭の T0 感染は認められず、Y 牧場で T0 に感染と推察。T0 感染による牛への直接的な被害は少なくとも A 農場 196 万円および B 農場 40 万円と推計。

1 はじめに

小型ピロプラズマ症は *Theileria orientalis* 原虫 (T0) が牛の赤血球に寄生することで貧血を起こし、発育不良、流産などを起こす寄生虫病である^[1]。吸血昆虫(マダニ)が媒介するため、マダニがいる放牧場で各地の放牧場で問題となっていたが、最近あまり騒がれていない傾向だった^{[2][3]}。しかし今回、管内の疫学的に関連のない A、B 2 農場で小型ピロプラズマ病の流行による被害がおきたので、その概要を報告する。

2 A 農場における発生

(1) A 農場の概要

本農場は乳用牛約 130 頭、肉用牛約 20 頭を飼養する乳肉複合経営の農場である。フリーストール飼養で放牧場を所有している。放牧場では 4 牧区に分けて、乳用育成牛と肉用

繁殖牛を夏季に放牧している。

(2) 令和 5 年の発生

令和 5 年 6 月末から 9 月にかけて、放牧場で 3 頭が流産、1 頭が起立不能に陥り、T0 の感染が確認された。3 頭は複数回の治療により回復したが、1 頭は死亡した(表 1)。

表 1 : R5 発生状況

No.	畜種 ^{注)}	症状	月日	T0*	転帰	※T0鏡検判定基準
1	褐和	流産 貧血	6/28	++ +	回復	++ 各視野 10個≥
2	褐和	流産 貧血	7/3	++ +	死亡	++ 各視野 1個≥
3	ホル	起立不能 貧血	7/13	++ +	回復	++ 10視野 1個≥
4	ホル	流産 貧血	9/26	++	回復	+ 10視野 1個<
						- 全視野 無

注)褐和：褐毛和種 ホル：ホルスタイン種

(3) 同居牛の T0 浸潤状況調査

4 頭の T0 感染が確認されたことから、11 月に同居牛 137 頭の T0 浸潤状況調査を行っ

た。通常実施している顕微鏡検査（鏡検）に加え、鏡検陰性だった場合に追加検査として遺伝子検査を行った（表2）。

その結果、鏡検陽性は11頭（全て令和5年の放牧牛）、遺伝子検査のみ陽性は12頭（令和5年の放牧牛7頭、令和5年未放牧牛5頭）だった（表3：T0浸潤状況調査結果）。

表2：T0浸潤状況調査

対象	同居牛137頭
検査方法	
1 顕微鏡検査（鏡検）	
	・血液塗抹のギムザ染色
	・塗抹の上～下辺の一横断を観察（×1000）
	・T0の確認※
	※判定基準は表1参照
2 追加検査※※	
	・遺伝子検査（PCR法）
	※※通常は鏡検による判定

表3：T0浸潤状況調査結果

検査結果	R5放牧		合計
	あり	なし	
陽性			
鏡検	11	0	11
遺伝子	7	5	12
陰性	3	111	114
合計	21	116	137

（4）マダニ対策

本牧場における令和5年までのマダニ対策は、イベルメクチン製剤（I剤）の毎月投与だった。令和6年はI剤とフルメトリン製剤（F剤）を2週間ごとに交互投与し、ペルメトリン製剤外部寄生虫駆除剤を装着することとした。更に、放牧区を2牧区に縮小し、草丈を20cm未満に保てるよう放草地の掃除刈りを毎月実施し、鹿柵の設置を開始し

た。

（5）令和6年の発生

令和6年5月上旬、乳用初妊牛6頭に限定して放牧したところ、約1か月後の6月上旬に3頭が貧血し、うち1頭が死亡した。T0検査で6頭中5頭が陽性となったため、妊娠牛の放牧を中止した（図1）。

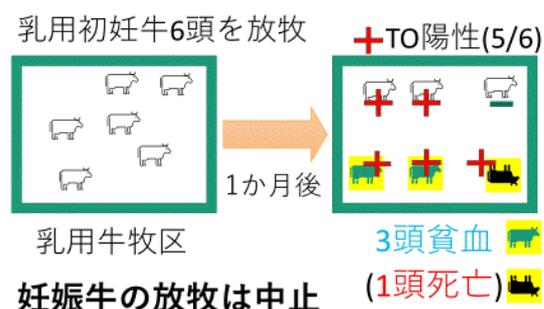


図1：R6 発生状況

3 B農場における発生

（1）B農場の概要

本農場は乳用牛約100頭を飼養する酪農経営の農場である。対尻式つなぎ牛舎で、育成パドックを所有している。夏季にXおよびY公共牧場を利用している。今回、XおよびY公共牧場ともにT0の発生があった。

（2）X公共牧場における発生

令和6年6月中旬、B農場から3頭がX公共牧場へ上牧した。約1か月半後の7月末から8月上旬にかけて3頭ともT0感染が確認された。1頭は起立不能・貧血に陥り、治療するも数日後に流産、2頭は貧血が確認され、治療を行ったが、1頭は9月頃流産した（表4）。

表 4 :X公共牧場の発生状況

上牧日 6月13日

No.	症状	検査日	TO	下牧日	転帰
1	起立不能 貧血	7/31	++++	8/ 1	8月5日 流産
2	貧血	8/ 8	++	8/14	9月頃 流産
3	貧血	8/ 8	+++	8/14	回復

(3) Y 公共牧場における発生

ア 発生状況

令和6年は、B農場から10頭がY公共牧場へ上牧した。令和6年10月中旬、Y公共牧場から9月下旬に下牧した2頭が死産し、T0感染・貧血が確認された。

イ Y 牧場利用牛のT0調査

10月下旬、Y公共牧場を利用した他の7頭のT0検査を実施したところ、7頭ともT0陰性だった(うち1頭は貧血)。

12月上旬、再度T0の調査を行ったところ、新たに4頭のT0陽性(うち2頭貧血)が確認された(表5)。

表 5 :Y牧場利用牛のTO調査

No.	検査日 下牧日	R6.10.29		R6.12.5	
		TO	症状	TO	症状
1	R6.9.24	++	死産・貧血	++	貧血
2		++	死産・貧血	++	貧血
3		-	無	-	無
4		-	無	-	無
5	R6.10.24	-	貧血	++	貧血
6		-	無	+++	貧血
7		-	無	+	無
8	R6.8.19	-	無	-	無
9		-	無	-	無
10	R6.8.19	検査未実施		+	無

ウ 同居牛のT0調査

令和7年2月上旬、T0陽性牛と同居していた本年公共牧場を利用していない牛11頭

を選定し、T0検査を実施したところ全て陰性だった。

4 T0感染による損失について

直接的な被害として、A農場では死亡2頭、流産2頭、それに伴う分娩期間の延長は少なくとも17か月、B農場では流・死産4頭、それに伴う分娩期間の延長は少なくとも10か月だった。

長野県共済組合家畜評価額の基準表(令和5年度および6年度)、並びに農林水産統計(農業経営統計調査令和5年牛乳生産費(令和6年12月24日))を基に算出した被害額は、A農場では約196万円、B農場では約40万円だった(表6)。

表 6 :T0感染による損失

被害頭数および期間

農場	死亡	流死産	分娩期間延長
A	2頭	2頭	17か月
B	-	4頭	10か月

被害額 (万円)

農場	死亡	流死産	分娩期間延長 生産費	合計
A	128	17	51	196
B	-	15	25	40

5 考察

(1) A農場について

令和5年に4頭がT0による流産等を発症したこと、T0浸潤状況調査で鏡検陽性はR5放牧牛のみで認められたことから、令和5年にT0の感染流行があったと考えられた。一方、R5放牧なしの5頭が遺伝子検査のみ陽性だったことから、T0は以前からA農場内に存在していたものと推察された。

令和6年にマダニ対策をしたにもかかわらず、放牧牛が入牧1か月で高率にT0に感染

したのは、令和5年にT0感染マダニの割合が高くなり、入牧直後に吸血・感染したためと推察された。

また、本放牧地内へ多くの野生鹿の侵入が確認されており、マダニの生息数を減らすため、宿主となる野生動物への対応が重要と考えられた^[4]。

(2) B農場(XおよびY公共牧場)について

今回、X公共牧場利用牛は上牧中にT0感染したが、Y公共牧場利用牛は下牧後にT0感染が確認された。牧場を利用しない同居牛での感染が確認されなかったことから、Y公共放牧で感染したものの、下牧時は血液中の原虫寄生赤血球の割合が低く、陽性を確認できなかったものと考えられた^[5]。このように、牧場利用牛は下牧後もT0による貧血や流産の発生に注意する必要がある。

(3) 損失について

A農場では計7頭が発症し、流産等の被害は196万円、B農場では計7頭が発症し、流産の被害は40万円と算出された。その他、算出できない損失として、T0感染による数か月にわたる長期間の貧血や、それに伴う発育遅延や虚弱子牛の誕生や乳量の減少、不妊などの被害が考えられた^{[1][6]}。また、複数回の治療にかかる費用や人件費、種付け費用等の増加が考えられた。更には放牧場利用が困難となることから、それに代わる飼料代、場所の確保等の損失も考えられた。

以上のようにT0による被害は大きく、放牧場利用のデメリットとなるため、今後は放牧場でのマダニ対策に取り組んでいきたい。

最後に、今回の調査にご協力いただいた関係者各位に深謝いたします。

参考文献

- [1] 板垣 博ら、新版 家畜寄生虫病学第14版、朝倉書店(1997)
- [2] 寺田裕、わが国における放牧の現状と小型とロプラズマ病対策、Journal of Animal Protozoos Vol. 25 No. 1(2010)
- [3] 山根逸郎ら、全国の牛放牧場の衛生実態調査(2000年)、農研機構
<https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/niah/2002/niah02-27.html>
(2000)
- [4] 松山紘之ら、鹿の排除がマダニ類へ及ぼす影響、Med. Entomol. Zool. Vol. 70 No. 3 p153-158(2019)
- [5] 高橋清志ら、小型ピロプラズマ人口感染牛における臨床および血液性状の変化、日獣会誌、26、p279-284(1973)

管内3農場における牛伝染性リンパ腫（EBL）清浄化に向けた取組

○宮崎幸奈 古谷隆徳 高橋陽子 唐澤哲哉
(長野県長野家畜保健衛生所)

要 約

管内3農場において、牛伝染性リンパ腫（EBL）清浄化に向けた取組を令和5年度および6年度から開始した。酪農・肉牛一貫・乳肉複合各1農場を選定し、農場に合わせた対策を実施した。A農場では、畜舎での殺虫剤散布、陽性牛の把握及び放牧場の管理を指導したが、コストの問題により牧区分けができず、アブトラップ等の吸血昆虫対策を指導した。B農場では、分離飼育と高リスク牛の淘汰及び防虫ネット等による吸血昆虫対策を指導した。C農場では、陽性牛の淘汰支援と定期的な清浄性確認を実施し、農場主のモチベーション維持に寄与した。B及びC農場では陽性率・陽転率ともに低下し、A農場では陽性率は低下したが陽転率は低下しなかった。そこで、A農場の牛について、牛伝染性リンパ腫ウイルス（BLV）の抵抗性遺伝子を解析した。今後は解析結果を活用した牛の配置変更による対策を検討する。BLVを「入れない」「広げない」「減らす」の各観点から、今後も農場に合わせたアプローチで清浄化を支援したい。

1 はじめに

近年、牛伝染性リンパ腫(EBL)の全国的な増加が問題となっている^[1]。EBLはワクチンや治療法がない一方、と畜場での肉牛の全廃棄など、経済的に大きな損失を引き起こす。長野県内では年20頭程の届出が続いており、対策が必要な疾病である。管内では3農場において、家畜防疫・衛生指導対策推進事業を活用して、令和5年度または令和6年度から対策を開始した。

2 EBL対策内容

(1) 対象農場

酪農・肉牛一貫・乳肉複合各1農場のA農場・B農場・C農場を対象農場として対策を実施した。いずれの農場にも放牧場があり、

それぞれタイストール、ルーズバーン、フリーストールで飼養している。A農場およびB農場は令和5年度から対策開始、C農場は令和5年度に希望があったため、令和6年度から開始した(表1)。

表1 3農場の概要

	A農場 (乳用)	B農場 (肉用一貫)	C農場 (乳肉混合)
飼養形態	タイストール 放牧場	ルーズバーン 放牧場	フリーストール 放牧場
頭数 (頭)	43	45	15
育成	自家産 (一部導入)	自家産 (一部導入)	自家産
開始時陽性率 (%)	49	50	9
対策開始年度 (年度)	R5	R5	R6

(2) EBL対策方法

EBL対策の基本方針としては、まず全頭検

査により感染牛を把握して、牛伝染性リンパ腫ウイルス (BLV) を「入れない」「広げない」「減らす」の各観点から具体的な対策を実施するとともに、定期的な検査によって清浄性を確認した^[2]。以上のサイクルによって農場の清浄化を図った (図1)。この方針を踏まえて各農場の対策を実施した。

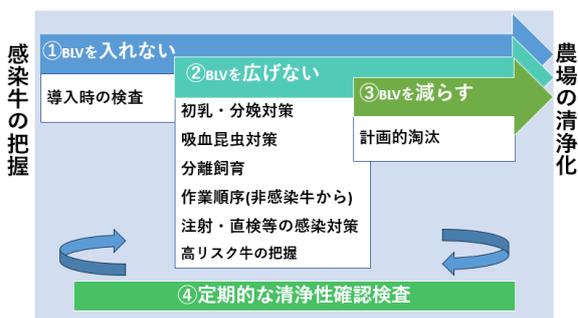


図1 EBL対策の基本方針

A農場では分離飼育は実施しておらず、吸血昆虫対策と陽性牛淘汰に注力、B農場では特に吸血昆虫対策、C農場では分離飼育や吸血昆虫対策、作業時の感染対策に注力した (表2)。

表2 各農場の対策一覧

方針	方法	A農場	B農場	C農場
①入れない	導入時の検査	×	×	導入なし
	初乳対策	○	○	○
②広げない	分離飼育	×	○	◎
	吸血昆虫対策 ・殺虫剤 ・忌避剤 ・トラップ	◎	◎	◎
③減らす	陽性牛の淘汰	◎	○	○
④定期検査	年2回の抗体検査	○	○	○
	子牛のPCR検査 陽性牛のウイルス量測定	○	○	○

×：実施なし

○：実施している

◎：特に力を入れている

ア A農場

初乳製剤を使用した初乳対策、ペルメトリン乳剤等の殺虫剤、ペルタグ、アブトラップによる吸血昆虫対策を実施した (表3)。陽性牛の淘汰は令和5年度に1頭、令和6年度に10頭実施した。分離飼育については、飼料費削減のため放牧場を活用しているが、コスト面から牧柵の購入が困難であるため実施できなかった。また、3色ペルタグを色違いで使用することで、忌避剤としてではなく高リスク牛の可視化にも活用するほか、「陰性牛から順に搾乳」「高リスク牛は陽性牛を分離飼育している公共牧場に預託」という対策も実施した。

表3 A農場の対策状況

方針	方法	実施	具体例
①	導入時の検査	×	
	初乳対策	○	・初乳製剤
②	分離飼育	×	・コストの問題により困難
	吸血昆虫対策 ・殺虫剤 ・忌避剤 ・トラップ	◎	・ペルメトリン乳剤 (畜舎・牛体) ・サイクラーテSG/SGS ・エブリネックストビカル ・3色ペルタグ ・アブトラップ
③	陽性牛の淘汰	◎	・1頭 (R5年度) / 10頭 (R6年度)
④	定期検査	○	

イ B農場

初乳製剤による初乳対策、牛舎・放牧場の分離飼育、殺虫剤や忌避剤およびアブ、サシバエ用のトラップによる吸血昆虫対策を実施した (表4)。陽性牛の淘汰は、令和5年度に1頭、令和6年度に3頭実施した。アブとサシバエ対策には、陰性牛のいる2つの畜舎に防虫ネット、放牧場に近しい畜舎付近にアブトラップを設置した。そのほか、器具の消毒徹底を指導した。防虫ネットは、専門家と相談しながら地面と接する位置で牛が接触しない距離になるように調整した。農場職員は、防虫ネットに関して、「畜舎内の

ハエも牛の忌避行動も減って、牛がよく休息できるようになった」と効果を実感していた。

表4 B農場の対策状況

方針	方法		具体例
①	導入時の検査	—	・導入なし
②	初乳対策	○	・凍結
	分離飼育	◎	・牛舎/放牧場
	吸血昆虫対策 ・殺虫剤 ・忌避剤 ・トラップ	◎	・シロマジン ・ベルタッグ ・ベルネット
③	陽性牛の淘汰	○	・1頭 (R6年度) ・2頭転出 (R6年度)
④	定期検査	○	

ウ C農場

凍結初乳による初乳対策、牛舎・放牧場の分離飼育、殺虫剤、ベルタッグ・ベルネットを使用した吸血昆虫対策を実施した(表5)。陽性牛の淘汰は、令和6年度に1頭実施したほか、2頭を転出した。導入は現在自家産のみのため、導入時の検査はしていない。C農場では、陽性牛の把握と計画的淘汰によって陽性率の低下を図った。農場主は当初からEBL 清浄農場を目標にして意欲的に対策を開始したため、定期的な検査をすることが農場主のモチベーション維持につながり、継続的に熱心な取組ができた。

表5 C農場の対策状況

方針	方法	実施	具体例
①	導入時の検査	×	
②	初乳対策	○	・初乳製剤
	分離飼育	○	・牛舎/放牧場 ・分娩舎は分離なし
	吸血昆虫対策 ・殺虫剤 ・忌避剤 ・トラップ	◎	・シロマジン ・ベルタッグ ・アプトラップ ・ベルネット ・エコスピード
③	陽性牛の淘汰	○	・1頭 (R5年度) / 3頭 (R6年度)
④	定期検査	○	

3 対策実施農場の検査成績

(1) 陽性率

A農場、B農場、C農場ともに陽性率は低下し、C農場は0%を達成した(図2)。

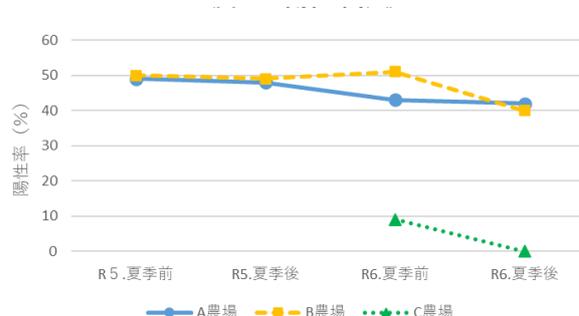


図2 対策実施農場の陽性率推移

(2) 陽転率

B農場は令和5年から6年にかけて上昇したが、低下して0%を達成した。C農場も0%を達成した。一方、A農場は令和5年から6年にかけて一時低下したが、再び上昇して当初からの変化はなかった(図3)。

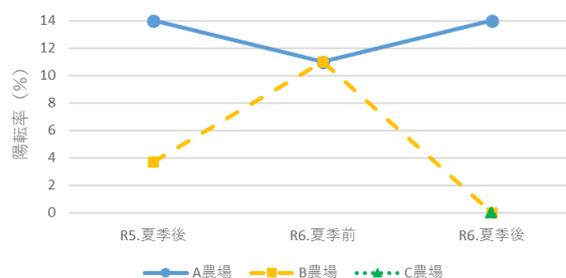


図3 対策実施農場の陽転率推移

4 放牧と陽転の関連性

(1) 関連性の検討

A農場の陽転について、放牧状況との関連性を検討した。令和6年度の放牧状況は、陽性牛と陰性牛がともに放牧されており、5月の検査で陰性だった3頭が10月の検査では陽性となった(図4)。よって、陽性牛との放牧後に陰性牛が陽転していることが認められた。このことを踏まえて、放牧と陽転についてさらに検討した。

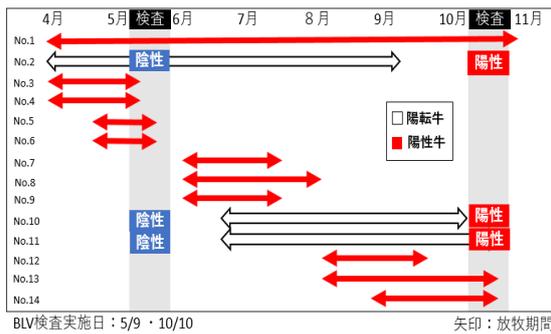


図4 個体ごとの放牧状況と BLV 検査結果
(令和6年度 A農場)

A農場では、吸血昆虫対策等のBLV対策を実施したが、陽性牛との放牧後に陰性牛が陽転した。さらに、「放牧していない牛の陽転はない」「陽転した牛はすべて放牧歴がある」ことから、陽性牛との放牧により陽転している可能性が示唆された。よって、放牧場での分離飼育の必要性が示された。一方、放牧しても陽転しない牛が数頭いた。これをもとに、EBL 抵抗性遺伝子検査の活用を検討した。

(2) EBL 抵抗性遺伝子検査を用いた対策

EBL 抵抗性遺伝子については、BoLA-DRB3 遺伝子の遺伝子型が EBL 発症に関与するとされており、この遺伝子型によって「抵抗性牛」「感受性牛」「非抵抗性・非感受性牛」に分類される^[3]。すでに実施した陽性牛 16 頭の検査結果では、抵抗性牛が 3 頭であった(表6)。今後は陰性牛の検査を実施して牛舎内での牛の配置に活用していく予定である。

表6 EBL 抵抗性遺伝子検査結果
(A農場)

遺伝子型(アレル)	分類	頭数(頭)
*0902 *0201 *14011	抵抗性牛	3
その他	非抵抗性牛 非感受性牛	7
*1201 *1501	感受性牛	5
—	判定不能	1

ホルスタイン種
n=16(陽性牛)

5 考察

(1) 対策の成果

A農場では陽性率が低下し、陽性牛の淘汰と吸血昆虫対策が効果的であった一方、分離飼育や牛の配置による対策ができなかったことが、陽転率が低下しなかった要因であると考えられた。

B農場では陽性率・陽転率ともに低下し、陽転率0%を達成した。分離飼育と吸血昆虫対策が効果的であったと考えられた。

C農場では陽性率・陽転率ともに低下して0%を達成した。計画的淘汰や定期的な検査が効果的だったと考えられた。

(2) 課題と今後の対応

ア A農場

陽性率・陽転率の低下が課題であるため、BLVを「広げない」という観点から放牧場の牧区分けが必要であり、さらにBLV抵抗性遺伝子検査と結果を活用した牛舎内での牛の配置変更を実施予定である。

イ B農場

陽性率の低下が課題であり、BLVを「減らす」という観点から計画的淘汰を進めていく予定である。

ウ C農場

EBL清浄性の維持が課題であるため、BLVを「入れない」という観点から導入時と預託後のBLV検査を指導予定である。

6 今後の方針

基本方針であるBLVを「入れない」「広げない」「減らす」に基づいた対策と定期的な清浄性確認検査の各観点から、農場に合わせた対策で今後もEBL清浄化を支援していきたい。

参考文献

- [1]監視伝染病の発生状況:農林水産省
- [2]地方病性牛白血病(EBL)の発生・拡大防止に向けて(平成26年2月 公益社団法人中央畜産会 衛生指導部)
- [3]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)

迅速発育型非結核性抗酸菌が分離された乳房炎

○佐藤聖子、中島博美、矢彦沢小百合
(長野県伊那家畜保健衛生所)

要約

当所の乳汁細菌検査(乳汁検査)では、検査結果を回答する際には通常 48 時間以内に発育する菌のみを回答している。今回、管内 1 酪農場の乳汁検査で、48 時間以内の培養でコロニーを形成しなかったが、後日の同一個体の再検査にて 48 時間以上の培養を行ったところ多剤耐性のグラム陽性短桿菌を分離した。当該牛は治療するも回復せず、分娩後に予後不良で廃用となった。と畜検査にて乳房の広範囲壊死と全身状態の悪化を確認した。その後、細菌の同定検査にて迅速発育型非結核性抗酸菌(RG-NTM)である *Mycobacterium fortuitum* (以下 *M. f*) と判明した。また、当該牛はヨーネ病エライザ(ELISA)検査で陽性、リアルタイム PCR 検査で陰性となり、ELISA 検査はヨーネ菌以外の抗酸菌に非特異的に反応したと推察された。その後の敷料等の牛舎内環境検査では *M. f* は検出されなかった。*M. f* 等の RG-NTM による乳房炎は、通常の乳汁検査では分離困難であり、数回の乳汁検査でコロニーを形成せず、ヨーネ病 ELISA 検査で非特異反応を示す個体の乳房炎の原因菌は、培養時間の延長等で分離できる可能性がある。今回の菌種の同定は今後の乳汁検査方法の一助と考えられた。

1 はじめに

非結核性抗酸菌 (NTM: non-tuberculous mycobacteria) とは、結核菌群を除いた培養可能な抗酸菌の総称で、現在120菌種以上の存在が確認されている。その非結核性抗酸菌のうち、培養すると7日以内にコロニーを形成する菌が迅速発育菌 (RG: rapid growers) と分類され、迅速発育型非結核性抗酸菌 (RG-NTM) と総称される^[1]。一方で、近年、一般的な乳汁細菌検査で原因菌の生えない No Growth 乳房炎 (以下 NG 乳房炎) が問題となっている (図1)。また、非結核性抗酸菌性の乳房炎の報告はあるが、診断や菌分離は困難なことが多いため、これらの分離困難な乳房炎は一樣に NG 乳房炎と判定されることが多いと考えられる。今回、管内一酪農場で一度は NG 乳房炎と判定されたものの、後日の再検査依頼で非結核性抗酸菌を分離した事例を紹介する。

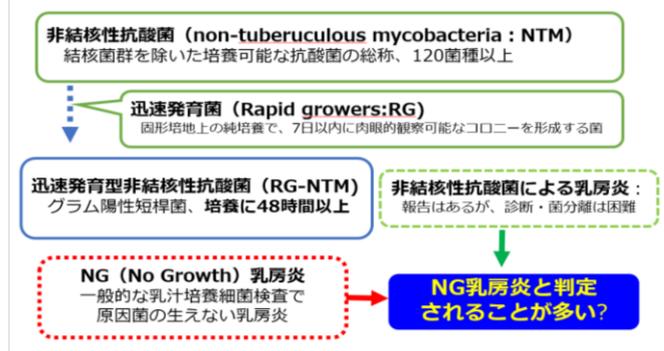


図1 非結核性抗酸菌の分類

2 発生概要

1) 農場概要

搾乳牛75頭、育成牛40頭の酪農場であり、飼養形態は繋留、対尻式の分離給与である。敷料の種類は入手時期により異なることがあり、かんなくず、もみ殻等である。

平成28年からのヨーネ病発生履歴はなく、令和元年から令和5年までの年間乳汁細菌検査は平均25件であった (図2)。

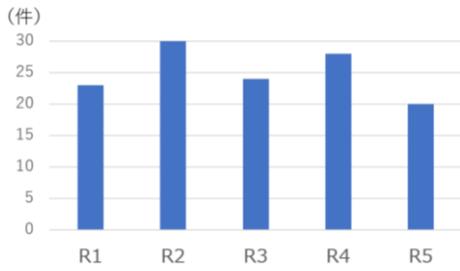


図2 年間乳汁検査件数

2) 経過

本事例の経過を表1に示した。当該牛は令和3年9月11日生まれ、令和6年4月25日の時点で産歴2産のホルスタイン種の雌であり、同日最初の乳汁細菌検査では、48時間培養後もコロニーの形成はなかった。翌月の5月16日、再検査の依頼があり、24時間培養ではコロニーは形成されず、48時間以上の培養を実施したところ、96時間後にBAにて辺縁不整な白色乾燥コロニーが認められたため、薬剤感受性検査を実施した。その結果、多剤耐性であることが判明し、5月23日、松本家畜保健衛生所病性鑑定課に同株の菌種同定を依頼した。

6月3日、感受性を示したいずれの薬剤による治療にも反応せず、3度目の検査依頼があり、48時間の培養で5月20日に分離されたコロニーと同様のコロニーを分離した。

6月24日、定期ヨーネ病ELISA検査で陽性を示し、その後のPCR確定検査で陰性が確認された。

7月30日、当該牛が乾乳となり、乾乳期治療が開始された。

9月29日に分娩するも、10月16日に泌乳量が減少、採食量も低下とのことで再度乳汁を採材、4度目の乳汁細菌検査を実施、48時間以上の培養により、同様の菌が分離された。10月22日、乳房全体の硬結、腫脹を呈し泌乳停止から、起立不能により廃用決定となった。

また、ヨーネ病の定期検査及びと畜時のヨーネ病ELISA検査結果は、いずれもヨーネライザKSで陽性とされる吸光度0.3以上であった。

表1 事例の経過

日付	項目	詳細	備考
4/25	①乳汁細菌検査	48時間培養後もコロニー形成なし	
5/16	②乳汁細菌検査	24時間培養後もコロニー形成なし	培養時間の延長
5/20		96時間後、BAにて辺縁不整白色乾燥コロニー生育	薬剤感受性検査実施
5/21	薬剤感受性検査	多剤耐性を確認	
5/22	菌種同定	病性鑑定課へ依頼	
6/3	③乳汁細菌検査	感受性薬剤の治療に効果なし、再検査 48時間の培養で同様のコロニー分離	
6/24	ヨーネ病 ELISA検査	ELISA【陽性】→realtimePCR【陰性】	非特異的反応
7/30	乾乳 (乾乳期治療)		
9/29	分娩		
10/16	④乳汁細菌検査 (M.f ortuitum分離)	48時間以上培養	
10/22	乳房全体腫脹、泌乳停止→ 廃用		

3 材料及び方法

1) 乳汁の細菌検査及び薬剤感受性検査

①細菌検査

5%羊血液加寒天培地 (BA, 日本ベクトン・ディッキンソン株)、DHL 寒天培地 (DHL, 島津ダイアグノスティクス株)、エドワード寒天培地 (Ed, 関東化学株)、X-SA 寒天培地 (X-SA, 島津ダイアグノスティクス株)、マンニット食塩加寒天培地 (Mn, 日本ベクトン・ディッキンソン株) 及びサブロー寒天培地 (Sab, 日水製薬株) の6種類の培地で37°C、5%CO₂環境下で24時間培養し、その後、原因菌が分離されなければ48時間まで延長培養した。

②薬剤感受性検査

薬剤感受性検査はベンジルペニシリン (PCG)、アンピシリン (ABPC)、セファゾリン (CEZ)、セフトキシム (CXM)、ストレプトマイシン (SM)、フラジオマイシン (FRM)、カナマイシン (KM)、エリスロマイシン (EM)、テトラサイクリン (TC)、エンロフロキサシン (ERFX) 及びマルボシル (MAR) を用いて常法に従い実施し、阻止円形成の有無を確認した。

③菌種同定

5月20日及び10月16日に分離した菌株について、16SリボソームRNAシーケンス解析により菌種同定を実施した。

2) と畜時検査

①と畜検査及び組織学的検査

と畜検査の所見確認後、主要臓器をホルマ

リン固定し、常法に従い HE 染色を行い、組織学検査を実施した。

②細菌学検査

と畜後の 5 臓器、乳腺組織及び血液に対し、1) ①と同様に細菌検査を実施した。また、市販の同定キット (API® Coryne、バイオメリュー株) による菌種同定も行った。

3) 牛舎の環境検査

牛舎の汚染状況を調べるため、当該牛のと畜後、本牛が居た牛床周辺の拭き取り材料と、牛舎各所での敷料の環境検査 (図 3) を行った。拭き取り材料及び敷料の計 13 検体は BA、DHL 寒天培地を用い 37°C で最大 96 時間まで好気培養し、3 検体はヨーネ菌用培地 (共立製薬株) を用い 37°C で培養した。

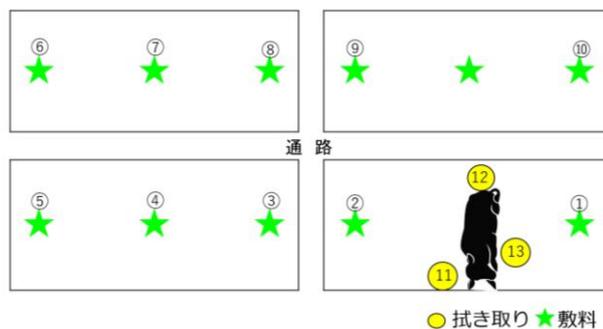


図 3 牛舎の環境検査

4 結果

1) 乳汁の細菌検査及び薬剤感受性検査

①細菌検査

分離菌は BA に発育し、グラム染色で難染色性を示すグラム陽性微小短桿菌で、培地への固着はなく、抗酸菌染色により抗酸性を示す菌体と、周辺に菌糸様の形態が認められた。また、ヨーネ菌用培地にも 48 時間培養後に微小な黄白色コロニーの発育が多数認められた (図 4)。

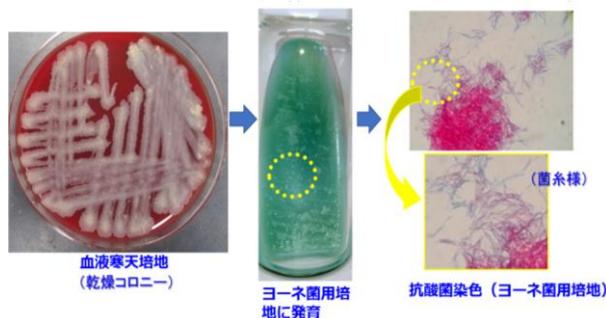


図 4 分離菌の性状

②薬剤感受性検査

FRM、KM、ニューキノロン系薬剤 (ERFX、MAR) に対し感受性であったが、その他多くの薬剤への耐性が確認された (表 2)。

表 2 薬剤感受性検査

薬剤	阻止円 (mm)	薬剤	阻止円 (mm)
ベンジルペニシリン PCG	6	カナマイシン KM	21
アンピシリン ABPC	6	エリスロマイシン EM	6
セファゾリン CEZ	6	テトラサイクリン TC	6
セフトキシム CXM	6	エンロフロキサシン ERFX	38
ストレプトマイシン SM	6	マルボシル MAR	40
フラジオマイシン FRM	17		

③菌種同定

それぞれの菌株について、1414bp の塩基配列が決定され、その結果 *Mycobacterium fortuitum* (以下 *M. fortuitum*) に対して最も一致率が高かった (表 3)。

表 3 菌種同定

①5/16分離株

順位	菌種名	一致率(%)
1	<i>Mycobacterium(M.) fortuitum subsp. acetamidolyticum</i>	99.93
2	<i>M. fortuitum subsp. fortuitum</i>	99.93
3	<i>M. senegalense</i>	99.49

④10/16分離株

順位	菌種名	一致率(%)
1	<i>M. fortuitum subsp. acetamidolyticum</i>	100.00
2	<i>M. fortuitum subsp. fortuitum</i>	100.00
3	<i>M. senegalense</i>	99.58

【*M. fortuitum* :一致率が最も高い】

2) と畜時検査

①と畜検査及び組織学検査

と畜時の剖検所見では乳房全体の腫脹、硬結、チアノーゼ及び剖面組織の広範な壊死が認められ、ほぼ固有構造を失っていた。また、

複数の腎梗塞とみられる所見と、子宮内膜炎も認められ、全身状態の悪化が示唆された(図5)。組織学検査においては、乳腺組織の広範な壊死と線維化、乳腺内腔における上皮細胞と炎症細胞との壊死崩壊物と細菌塊が認められ、壊死した乳腺内腔にグラム陽性桿菌がみられたが、抗酸菌染色による抗酸菌像は認められなかった。このことは、2次感染による悪化で抗酸菌検出が困難になったことによると推察された(図6)。

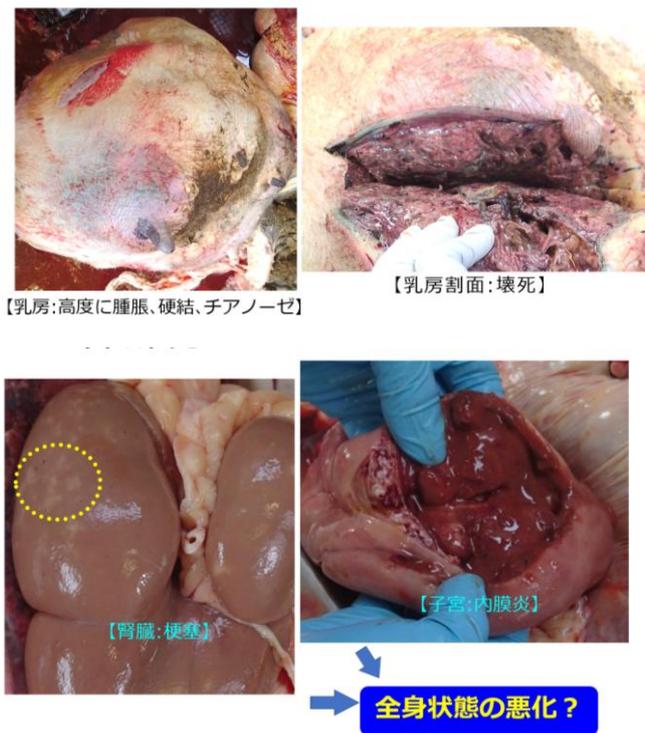


図5 と畜時の剖検所見

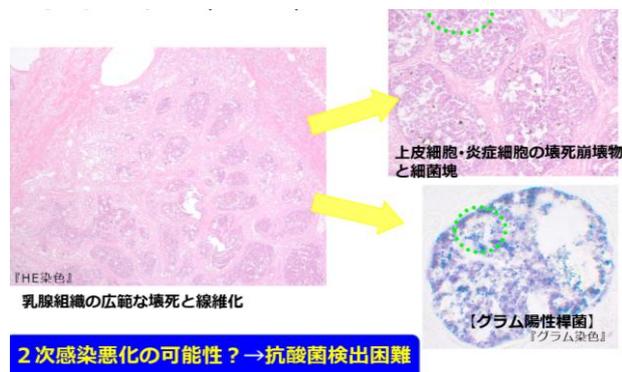


図6 組織学的所見

②細菌検査(乳腺組織)

乳腺組織からグラム陽性の微小短桿菌が分離され、市販同定キットの結果では *Trueperella pyogenes* であり、二次感染に

よる可能性が考えられ、組織所見の結果と一致した(図7)。抗酸菌はいずれの臓器及び血液からも分離されなかった。

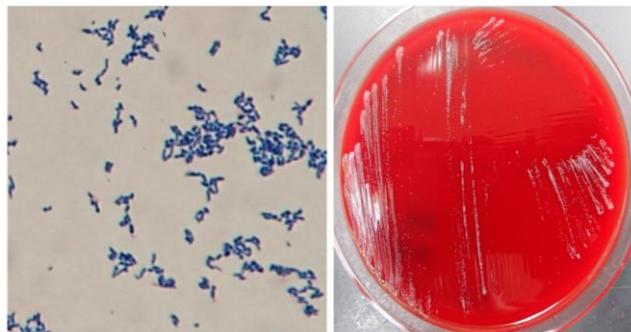


図7 乳腺組織からの細菌分離検査結果

3) 牛舎の環境検査

採取した13検体全てにおいて、腸内細菌は 10^7 cfu/g 以下であり(表4)、抗酸菌は分離されなかった。このことから、牛舎内に *M. fortuitum* が高濃度に常在していた可能性は低いと考えられた。

表4 牛舎の環境検査

	敷料①	敷料②	敷料③	敷料④	敷料⑤
腸内細菌	8.4×10^4	1.6×10^5	4×10^5	4×10^6	8×10^7
	敷料⑥	敷料⑦	敷料⑧	敷料⑨	敷料⑩
腸内細菌	1.6×10^6	1.0×10^7	1.84×10^5	1.2×10^6	2.52×10^5
	ふきとり①	ふきとり②	ふきとり③		
腸内細菌	1.3×10	0	2.2×10		

5 考察

M. fortuitum はグラム染色で難染性を示すグラム陽性短桿菌の迅速発育型非結核性抗酸菌(RG-NTM)である。特徴として血液寒天培地上で発育に2~7日を要し、通常の乳汁細菌検査では検出が困難である。土壌や水中など自然環境中に常在しており、宿主の免疫状態悪化などの際に日和見的に病変を起こすとされている。マイコバクテリウム属菌の中ではRunyon分類での分類4の迅速発育菌に属し、ヒト医療における病原性としては、環境から日和見的に感染が起こり、外傷や手術後の皮膚感染症や免疫抑制状態での呼吸器感染症が主であるが、ヒトからヒトへは感染しない。牛では肉芽腫性肺炎等の報告があり

[2]、海外では乳房炎を引き起こすとの報告もある[3]。

また、非結核性抗酸菌と乳房炎との関連を調べた。定期ヨーネ病検査において、平成27年より検査方法がELISA検査2回の実施から、確定検査にPCRを用いる方法となった。そこで、平成28年以降の7年間の、当所の非特異反応との関連を調査したところ、過去7年間で非特異反応の合計件数は62件であり、うち乳房炎の検査依頼は7件であった。そのうち、菌が分離されず、NG乳房炎と回答した件数は1件であった。その他にも、非特異反応を示した牛の乳房炎検体のうち *Trueperella* 属、*Corynebacterium* 属と回答したなかで多剤耐性株があり、このような乳房炎は抗酸菌性の乳房炎であった可能性が推察される(図8)。

要であると考えられた。

【参考文献】

- [1] 斎藤、抗酸菌属のグループと主な菌種 (2007)
- [2] 入部ら、26. 牛胎子の *Mycobacterium fortuitum* による肉芽腫性肺炎, 農業・食品産業技術総合研究機構 家畜衛生研修会 (2010)
- [3] L.Cvetnic et.al.: Bovine mastitis caused by rapid-growth environmental mycobacteria, *VETERINARSKA STANICA* 53(5), (2022)

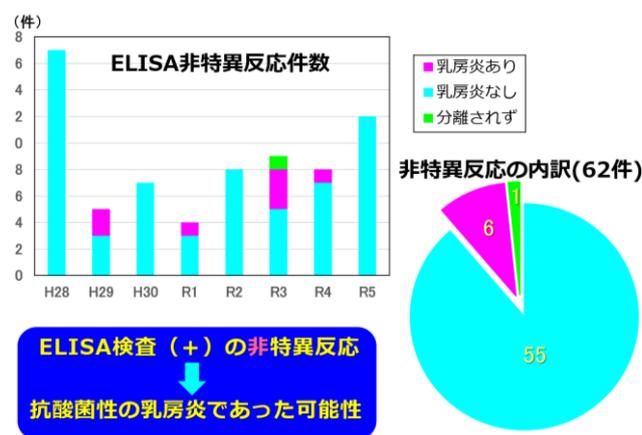


図8 ヨーネ病非特異反応との関連

6 まとめ

M. fortuitum 等の迅速発育型非結核性抗酸菌は、定型の乳汁細菌検査では分離することが困難であり、多くはNG乳房炎とされてしまうことが多いと考えられる。乳房炎の牛において、抗酸菌感染が疑われるものは次の4つである。①同一個体で、数回にわたる検査で菌が分離されないこと。②ヨーネ病ELISA検査で非特異反応を示すこと。③治療に反応しないこと。④48時間以上の培養で菌分離できる可能性があること。また、抗酸菌性の乳房炎は日和見感染であり、牛の全身状態が悪化していることが示唆され、当病を診断した際は今後の治療方針決定や予後判定にも重

要約

平成 30 年 9 月から令和 6 年 9 月にかけて県内野生いのしし (WB) における豚熱ウイルス (CSFV) 感染状況の推移を報告。死亡 WB218 頭及び捕獲 WB4, 227 頭の臓器または血液を用いて遺伝子検査及び抗体検査を実施。PCR 陽性率は令和元年 7 月から令和 3 年 4 月まで第一波として増加。その後減少するも令和 5 年 10 月から第二波として再び増加し、飼養豚への感染リスクが上昇。第二波は県外から県内へ感染が拡大したと推察。検査結果から、PCR 陰性かつ ELISA 陰性を感受性個体、PCR 陽性を感染個体、PCR 陰性かつ ELISA 陽性を免疫獲得個体に区分。令和 4 年 10 月から令和 5 年 9 月は感受性個体が増加。令和 5 年 10 月から令和 6 年 9 月は感染個体及び免疫獲得個体が増加。免疫獲得個体の増加は WB が CSFV に感染耐過したことによると推察。感染個体未確認地域であっても、免疫獲得個体が増加している場合は CSFV 感染が拡大している可能性が示唆。WB の CSFV 感染は長期化が見込まれる。対策として、農場では飼養衛生管理の強化及び飼養豚への豚熱ワクチン適期接種の継続、WB に対しては捕獲及び経口ワクチン散布の強化による感受性個体の削減が重要。今後も WB 検査を継続し農場への注意喚起を実施することが必要。

1 はじめに

平成 30 年 9 月、岐阜県の養豚場において全国では 26 年ぶりに豚熱の発生が確認された。同月、WB にも豚熱の感染が確認されたことから、WB の感染状況を把握するためサーベイランスが開始された。平成 31 年 3 月には豚等への感染リスクを低減させるため、WB への経口ワクチン散布が開始され、令和元年 10 月には飼養豚への豚熱ワクチン接種が開始された。しかし、令和 7 年 1 月末時点で WB の豚熱感染は本州、四国、九州の佐賀県へと拡大¹⁾し、飼養豚では豚熱ワクチン接種の開始以降も発生が確認されており、現在までに 23 都県 95 例の発生、約 40 万 8 千頭が殺処分²⁾された。

本県においても、平成 30 年 9 月から WB のサーベイランスを開始し、令和元年 7 月に WB で豚熱感染が初確認された。令和元年 10 月に飼養豚への豚熱ワクチン接種が開始されたが、それまでに豚熱は 3 例発生し、2,948 頭が殺処分された。飼養豚への豚熱ワクチン接種開始以降は本県での豚熱発生は無いが、WB の豚熱感染は現在も確認されている状況である。

本県では長野県が一般社団法人長野県猟友会

に捕獲いのししの採材を委託し、WB 豚熱検査体制をとっている (図 1)。

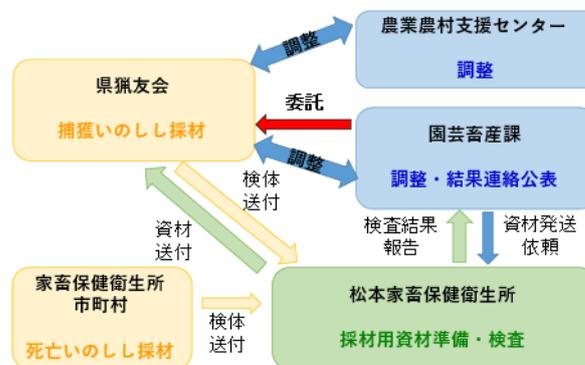


図 1 本県の WB 豚熱検査体制

今回、平成 30 年から約 6 年間にわたり実施してきた県内 WB の豚熱検査結果をまとめたので報告する。

2 材料及び方法

(1) 期間

平成 30 年 9 月から令和 6 年 9 月検査分まで。

(2) 材料

死亡 WB218 頭の血清、扁桃、脾臓、腎臓又は耳介。捕獲 WB4, 227 頭の血清。

(3) 方法

ア 遺伝子検査

下記の表のとおりコンベンショナル RT-PCR 及びリアルタイム RT-PCR を実施した (表 1)。

表 1 各遺伝子検査法を実施した期間、抽出方法、使用した RT-PCR キット及びプライマー

	コンベンショナル RT-PCR	リアルタイム RT-PCR	
期間	平成30年9月～令和4年5月	令和4年5月～令和6年3月	令和6年4月～令和6年9月
抽出	血清：MagLEAD (PSS)、臓器等：10%臓器乳剤を製後、MagLEAD		
RT-PCR キット プライマー	Qiagen One Step RT-PCR kit (Qiagen) Vilcek (1994) のプライマー	CSFV/ASFV Direct RT-qPCR Mix & Primer/Probe (with ROX Reference Dye) (TaKaRa)	CSFV/ASFV Direct RT-qPCR Mix & Primer/Probe (with ROX Reference Dye) ver.2 (TaKaRa)

イ 抗体検査

豚熱エライザキット II (株式会社ニッポンジーン) を用いて、ELISA を実施した。

3 結果

(1) 遺伝子検査

合計の PCR 陽性率は死亡 WB が 48.2% で捕獲 WB の 5.4% に比べ高値を示した。死亡 WB の検査頭数は年度毎にばらつきがあり、WB で豚熱感染が初確認された令和元年度で多かった (表 2)。

表 2 年度毎の豚熱遺伝子検査結果

年度	死亡いのしし			捕獲いのしし			合計		
	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)
H30	26	0	0	8	0	0	34	0	0
R1	120	60	50.0	548	130	23.7	668	190	28.4
R2	39	28	71.8	406	47	11.6	445	75	16.9
R3	3	1	33.3	842	3	0.4	845	4	0.5
R4	2	0	0	916	2	0.2	918	2	0.2
R5	19	11	57.9	927	14	1.5	946	25	2.6
R6 (~9月)	9	5	55.6	580	32	5.5	589	37	6.3
合計	218	105	48.2	4,227	228	5.4	4,445	333	7.5

死亡と捕獲を合わせた WB 全体の遺伝子検査結果について、PCR 陽性率が 1% を超えている期間を流行の「波」と定義すると、令和元年 7 月から令和 3 年 4 月までが第一波、令和 5 年 10 月以降が第二波となった (図 2)。

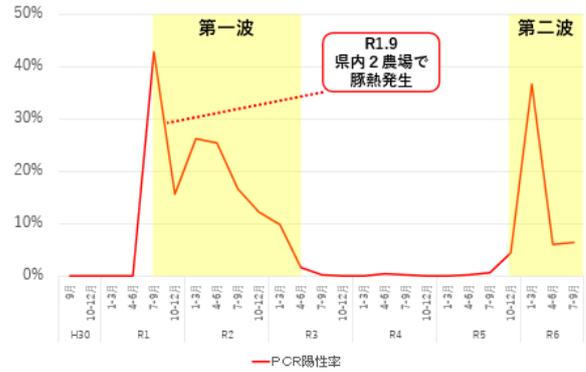


図 2 WB 全体の PCR 陽性率

県内の WB 豚熱感染状況について、PCR 陽性率のグラフのうち示している図の期間を緑色で示し、WB の PCR 陽性が確認された地点を赤丸で図に示す。平成 30 年 9 月から検査を開始し、令和元年 7 月 8 日に木曾町で発見された死亡 WB で豚熱感染が初確認された (図 3)。

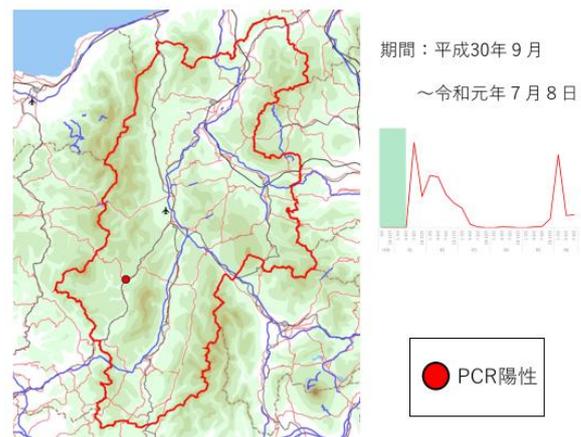


図 3 PCR 陽性個体の分布

令和元年 7 月から令和 3 年 4 月にかけて、WB の豚熱感染は第一波として県内全域に拡大した (図 4)。

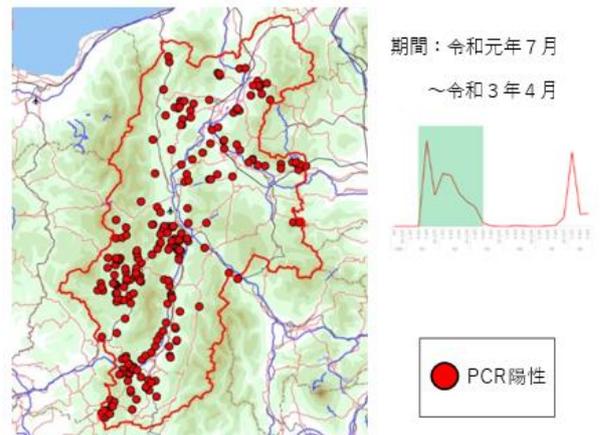


図 4 PCR 陽性個体の分布

令和3年5月から令和5年9月にかけて、WBの豚熱感染は北信、長野及び佐久地域に散発的に確認されるのみだった（図5）。

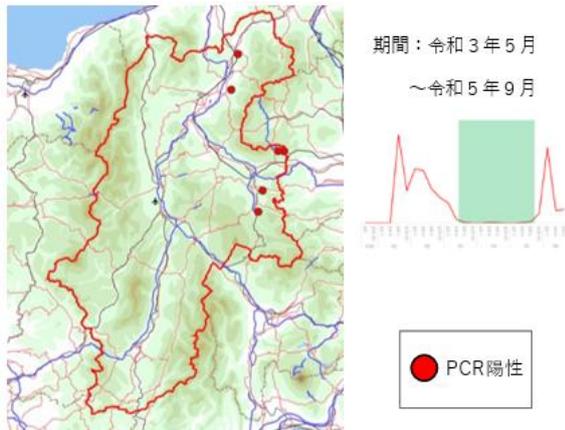


図5 PCR陽性個体の分布

令和5年10月から令和6年9月にかけては、令和5年10月8日に木曾町でWBの豚熱感染が確認されて以降、北アルプス、諏訪及び南信州地域を除く県内広域で豚熱感染が多数確認された（図6）。

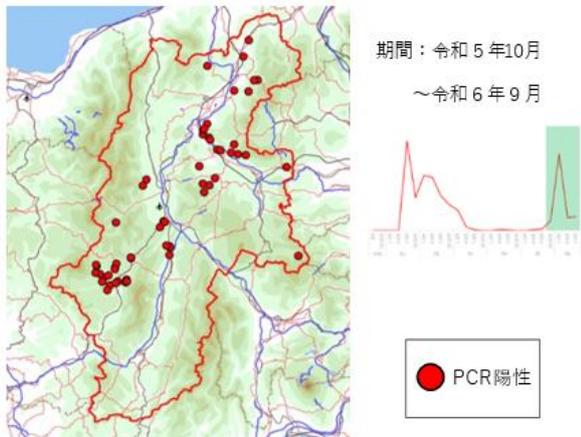


図6 PCR陽性個体の分布

本県及び近隣県を含めたWBのPCR陽性が確認された地点を赤点、PCR陰性が確認された地点を青点で図に示す。令和5年7月から9月にかけて、木曾地域に隣接する岐阜県で豚熱感染が複数確認された（図7）。

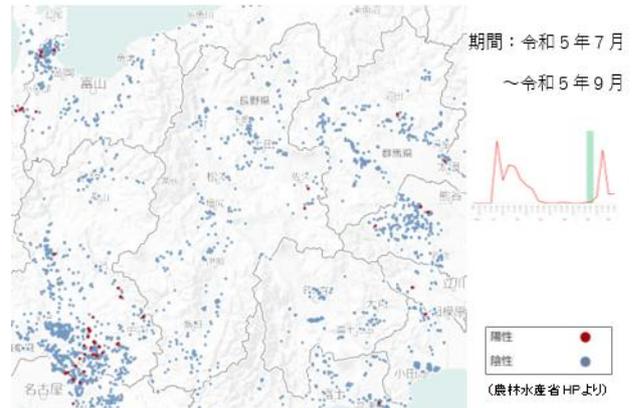


図7 PCR陽性個体、PCR陰性個体の分布

令和5年10月から12月にかけては、佐久及び上田地域に隣接する群馬県で豚熱感染が複数確認された（図8）。

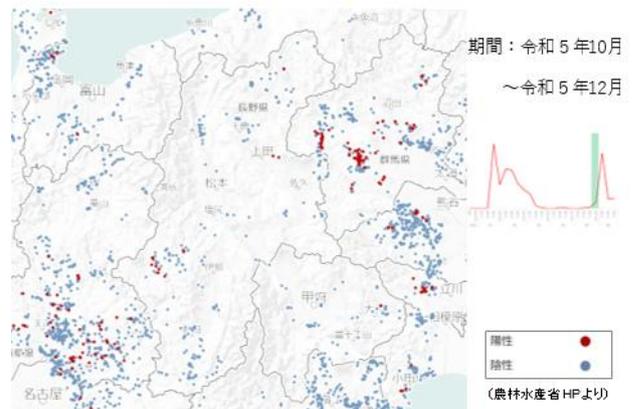


図8 PCR陽性個体、PCR陰性個体の分布

(2) 抗体検査

合計のELISA陽性率は死亡WBが36.3%で捕獲WBの28.7%に比べ高値を示したが、PCR陽性率は死亡WBが48.2%で捕獲WBの5.4%に比べると大きく差があったことを踏まえると、死亡WBと捕獲WBのELISA陽性率の差はわずかだった（表3）。

表3 年度毎の豚熱抗体検査結果

年度	死亡いのしし			捕獲いのしし			合計		
	検査頭数	陽性頭数	陽性率(%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率(%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率(%)
H30	4	0	0	7	0	0	11	0	0
R1	48	18	37.5	479	99	20.7	527	117	22.2
R2	26	13	50.0	377	196	52.0	403	209	51.9
R3	2	1	50.0	828	293	35.4	830	294	35.4
R4	1	0	0	914	180	19.7	915	180	19.7
R5	9	1	11.1	917	153	16.7	926	154	16.6
R6 (~9月)	1	0	0	575	256	44.5	576	256	44.4
合計	91	33	36.3	4,097	1,177	28.7	3,612	1,210	28.9

死亡と捕獲を合わせた WB 全体の抗体検査結果について、PCR 陽性率を赤線、ELISA 陽性率を青線、経口ワクチンを散布していた期間を緑で示す。第一波、第二波いずれも PCR 陽性の流行波にやや遅れ、ELISA 陽性の波が起こっていた。第一波では PCR 陽性率が下がると、やや遅れて ELISA 陽性率も下がった (図 9)。



図 9 WB 全体の ELISA 陽性率

PCR 陰性かつ ELISA 陰性の個体を感受性個体、PCR 陽性の個体を感染個体、PCR 陰性かつ ELISA 陽性の個体を免疫獲得個体に区分した。各区分の個体が確認された地点を黄、赤、青の丸で図に示す。各図の下にはそれぞれ区分した個体の割合を記載した。第二波を迎える前の令和 4 年 10 月から令和 5 年 9 月の 1 年間では感染個体は 3 頭とわずかだった。免疫獲得個体は県内全域で確認されているが、その割合は 16.1%と少なく、感受性個体が増加していた (図 10)。

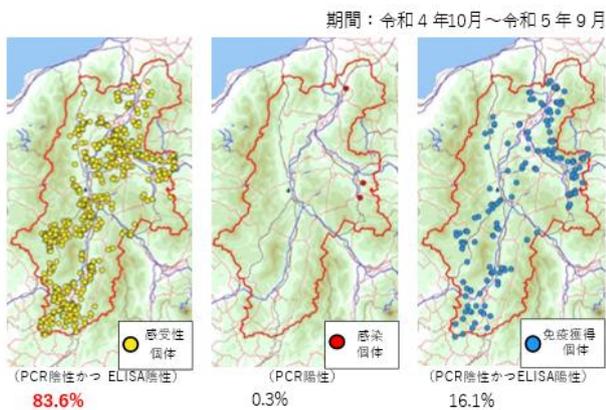


図 10 WB 豚熱抗体保有状況

第二波を迎えた令和 5 年 10 月から令和 6 年 9

月の 1 年間では感染個体は 60 頭、割合は 0.3%から 5.8%と大きく増加した。免疫獲得個体は 16.1%から 32.3%と倍増し、感染個体が確認された地域で免疫獲得個体が多く確認された。北アルプス地域では感染個体が確認されていなかったが、免疫獲得個体が増加していた (図 11)。

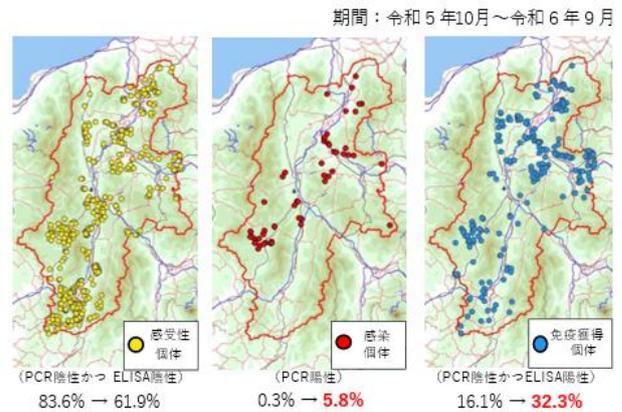


図 11 WB 豚熱抗体保有状況

4 考察

WB 豚熱感染状況の推移から、CSFV は令和元年 7 月に木曾地域へ侵入し、令和元年 7 月から令和 3 年 4 月にかけて第一波として県内全域に感染が拡大したと推測される。令和 3 年 5 月から令和 5 年 9 月は、WB の豚熱感染は北信、長野、佐久地域で散発的に確認されるのみであった。これは図 9 から、CSFV への感染耐過あるいは経口ワクチンの摂取により WB が免疫を獲得し感受性個体が減少したことが要因と推察された。令和 5 年 10 月 8 日に木曾町で WB の豚熱感染が確認されて以降、北アルプス、諏訪及び南信州地域を除く広域に第二波として豚熱感染は再び拡大した。図 7 及び図 8 から第二波を迎える前は木曾地域に隣接する岐阜県や佐久及び上田地域に隣接する群馬県で豚熱感染個体が複数確認されており、県外から県内へ豚熱感染が拡大したと推測された。本県にまん延すれば県内から県外へ感染を拡大させるおそれもあり、野生いのしし対策は都府県が同じ熱量で講じる必要があると考えられた。

WB 集団の約 8 割が免疫を獲得すると流行が収束するとされている³⁾。図 10 から第二波を迎える前に感染個体及び免疫獲得個体が減少し、感受性個体が増加したことも第二波を引き起こした要

因と考えられた。図 11 では感染個体が確認されていない北アルプス地域においても免疫獲得個体が増加していた。感染個体が確認された場所の近くで免疫獲得個体が増加していることを踏まえると、感染個体が確認されていない北アルプス地域も感染個体が存在している可能性が高い。感染未確認地域にあっては地域の免疫獲得個体の増加に着目することで CSFV の感染拡大を推測できる可能性が示唆された。

5 まとめ

本県の WB 豚熱感染は第一波で終息せず、第二波の流行を迎えた。感染が終息したように思えても、免疫獲得個体が減少し、増加した感受性個体に CSFV が感染するという循環を繰り返すことで WB の豚熱感染は長期化することが見込まれる。長期化を見越した対策として、農場では防護柵を鋼板等の強固な防護壁に変更するなど、飼養衛生管理をより強化することが挙げられる。加えて、年月が経つにつれ農場内の母豚は更新されるため、定期的に免疫付与状況等確認検査を実施し、飼養豚への豚熱ワクチンが適期に接種できていることを確認することも重要である。WB に対しては捕獲及び経口ワクチン散布を強化することで感受性個体を減らすことが、豚熱感染を終息させるうえで必要となる。国内への侵入が懸念されているアフリカ豚熱が WB に感染した場合には早期発見が重要となるため、今後も WB の検査を継続し、農場への注意喚起を実施する必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 農林水産省 HP：野生イノシシに対する豚熱の検査情報
- 2) 農林水産省 HP：国内における豚熱の発生状況について
- 3) 蒔田浩平：野生イノシシ集団での豚熱発生初期における基本再生産数の推定，日獣会誌, 74：819-825(2021)

要約

2023年以降、松本家畜保健衛生所管内（管内）で実施した環境中サルモネラ検査で、複数農場において *Salmonella enterica* 血清型 04:i:-（非定型 ST）や *Salmonella* Infantis（SI）の分離事例が認められた。なかでも 2023年7月から11月にかけて、複数鶏舎で牽引スワブ（DS）から非定型 ST 含む複数の血清型のサルモネラが継続的に分離された事例では、鶏舎内のネズミの糞便からも非定型 ST が分離された事から、非定型 ST の拡散にネズミの関与が疑われた。そこで、分子疫学解析のため、これらの分離された非定型 ST に対して制限酵素 Xba I 及び Bln I を用いたパルスフィールドゲル電気泳動（PFGE）を実施した。結果、いずれの分離株も各制限酵素で同一の切断パターンを示したことから、ネズミにより複数鶏舎に汚染が拡大したことが示唆された。対策としてネズミ対策強化、オールアウトの実施、消毒の徹底、ワクチン接種を実施したところ、以降環境からサルモネラの分離はない。このことから、サルモネラ対策には消毒徹底や野生動物対策が重要である。さらに、サルモネラは環境中に残存することから、一度分離された農場では継続的に環境検査を実施する必要がある。

1 はじめに

衛生的な鶏卵の生産体制推進には、環境材料を用いてサルモネラのモニタリング検査を実施し、農場の汚染状況を把握することが必要である¹⁾。サルモネラは 2500 以上の血清型が確認されているが²⁾、採卵鶏では介卵感染する *Salmonella* Enteritidis や *Salmonella* Typhimurium（ST）³⁾ が重要とされている。なお、H 抗原 2 相目が欠損した非定型 ST も ST に含まれている⁴⁾。

管内では、鶏卵を販売している農場を対象とし、年 1 もしくは 2 回の頻度で鶏舎床の DS を用いた環境中のサルモネラ検査を実施している。また、一部の農場では自主的に環境中の採材を行い、当所にサルモネラ検査の依頼がある。

今回、過去 5 年間の管内の採卵鶏農場におけるサルモネラ検出状況についてまとめるとともに、非定型 ST が複数鶏舎で継続的に分離された農場で、各環境由来株や鶏舎内のネズミの糞由来株を用いて PFGE による分子疫学解析を実施したので、その概要を報告する。

2 管内の採卵鶏農場における過去 5 年間の環境中のサルモネラ分離状況

2020年から2022年はサルモネラの分離はなく、2023年3月以降複数の農場で継続的に非定型 ST が分離されるようになった。さらに一部の農場では SI も継続的に分離されている。また、非定型 ST や SI 以外に、*Salmonella* Braenderup や *Salmonella* Lockleaze といった血清型のサルモネラも分離されている（表 1）。このように、管内では非定型 ST や SI の分離が多い。また、これらの血清型のサルモネラは同一農場で継続的に分離されており、既報^{2,6)}のとおりサルモネラが残存していることが示唆された。一部の農場では鶏舎内のネズミの糞からも非定型 ST が分離されており、非定型 ST の汚染にネズミの関与が疑われた。そこで、この農場の環境から継続して分離された DS 由来の非定型 ST 及びネズミの糞由来の非定型 ST を用いて、PFGE による分子疫学解析を実施した。

表1 管内の採卵鶏農場における過去5年間の環境中のサルモネラ分離状況

分離年	月	農場	血清型
2020-2022	分離されず		
2023	3	A	非定型ST
	4	B	Infantis
	7	C	非定型ST
	8	B	Infantis
		A	非定型ST
	9	A	07 (H抗原は実施せず)
		B	07 (H抗原は実施せず)
		C	Braenderup
	10	C	非定型ST、 Infantis
	11	B	07:r (H抗原2相目実施せず)
12	C	非定型ST	
2024	11	B	Infantis、Lockleaze

3 農場概要及び環境中のサルモネラ分離状況

(1) 農場概要

採卵鶏最大 40000 羽程度飼養、飼養形態は開放ケージで、採卵鶏舎を 4 鶏舎有している。環境中のサルモネラ検査は年 2 回実施しており、2022 年までの過去 5 年間はサルモネラの分離はない。農場の特徴として、周囲に田圃があるといった環境的な影響から鶏舎内にネズミが散見される。

(2) 農場における環境中のサルモネラ分離状況

2023 年 7 月以降、複数鶏舎で非定型 ST が分離されている。また、その他の血清型のサルモネラも分離されている (表 2)。

表 2 農場における環境中のサルモネラ分離状況

分離時期	分離箇所 鶏舎/箇所	血清型
7月	2号/1列目	非定型ST
9月	2号/1列目	Braenderup
10月	1号/1列目	Infantis
	3号/1列目	非定型ST
	4号/1列目	
11月	1号/2列目	Infantis
	4号/1列目・2列目・ネズミの糞	非定型ST

4 材料及び方法

(1) 材料

鶏舎床の DS 由来株 5 株 (2 号鶏舎 7 月分離: 1 株、3 号鶏舎 10 月分離: 1 株、4 号鶏舎 10 月分離: 1 株、4 号鶏舎 11 月分離: 2 株) 及びネ

ズミの糞由来 1 株 (4 号鶏舎 11 月分離) を用いた。

(2) 方法

Okura らの方法⁵⁾に準拠し、制限酵素は Xba I 及び Bln I を用いて PFGE を実施した。

5 PFGE 結果及び考察

(1) 結果

PFGE では実施した検体全てが各制限酵素で同一の切断パターンを示した (図)。

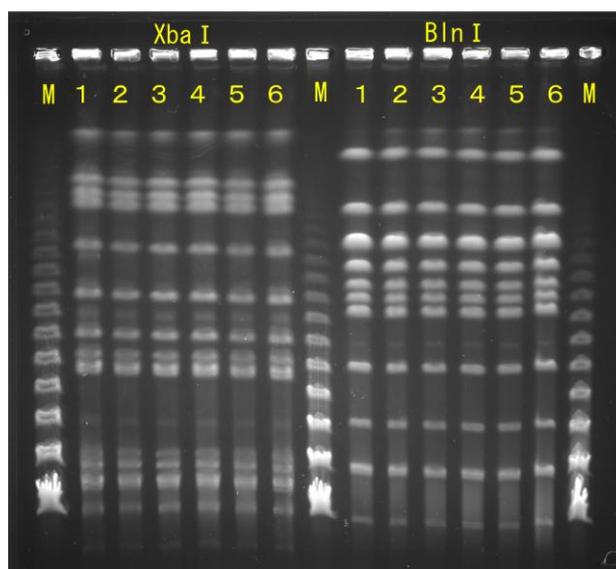


図 PFGE 結果

M: マーカー、1: DS 由来 2 号鶏舎 7 月分離、2: DS 由来 3 号鶏舎 10 月分離、3: DS 由来 4 号鶏舎 10 月分離、4: DS 由来 4 号鶏舎 11 月分離 (1 列目)、5: DS 由来 4 号鶏舎 11 月分離 (2 列目)、6: ネズミの糞由来 4 号鶏舎 11 月分離

(2) 考察

複数時期で複数鶏舎から分離された DS 由来の非定型 ST はいずれも各制限酵素で同一のパターンを示したことから、疫学的に関連があることが示唆された。また、ネズミの糞から分離された非定型 ST も、DS 由来株と同一のパターンを示したことから、ネズミによって複数鶏舎が汚染された可能性が示唆された。このことから、非定型 ST が何らかの原因で農場内に持ち込まれ、ネズミによって複数鶏舎が汚染されたことが考えられた。

6 農場におけるサルモネラ対策

(1) ネズミ対策強化

この農場では既製品のクマリン系殺鼠剤を用いていたが効果が少なかったことから、より効果の見込める第2世代のクマリン系殺鼠剤に変更した。さらに殺鼠剤への嗜好性を高めるため市販のチーズ味スナック菓子を用いるとともに、鶏舎の穴を塞ぎネズミの侵入防止を行った。

(2) オールアウトの実施及び消毒の徹底

導入の都合で、採卵鶏舎内に複数ロットの採卵鶏が混在していたためにオールアウトができず、常に鶏がいる状況で消毒作業を行っており、消毒箇所が限定されていた。そこで、オールアウトが可能となるように導入計画の見直しを行った。これにより、鶏舎内全体の消毒が実施可能となった。

(3) ワクチン接種

ワクチン接種を実施していなかったため、サルモネラ3価ワクチン接種を実施した。

以上の対策により、2024年9月に実施した環境検査ではサルモネラは分離されなかった。

7 まとめ

管内では非定型ST及びSIの分離が多く、どちらも複数回の検査で分離されていることから、環境中から一度サルモネラが分離された農場では注意が必要であると考えられた。

また、今回調査した農場では各鶏舎DS由来の非定型STがPFGEで疫学的に関連が示唆され、同一株が一定期間農場内に残存し、農場内を汚染したことが疑われ、サルモネラは環境中に残存することがあらためて確認された。さらにネズミの糞からも非定型STが分離され、DS由来株と疫学的に関連が示唆されたことから、既報のとおり⁶⁾サルモネラに対しては、野生動物の対策は重要であると考えられた。

ネズミ対策強化、オールアウトの実施、消毒の徹底、ワクチン接種により現在のところサルモネラは分離されていないことから、これらの対策が有効であり、さらに農場の状況に合わせた対応をとることが必要である。

以上、サルモネラは環境中に残存するため、一度サルモネラが環境中から分離された農場では一定期間複数の箇所、環境検査を実施し、汚染状況をモニタリングすることが重要である。

引用文献

- 1) 鶏卵のサルモネラ総合対策指針(平成17年1月26日付け第8441号農林水産省消費・安全局衛生管理課長通知)
- 2) 佐藤静夫: 鶏のサルモネラ症の現状と対策(その1), 日獣会誌, 57, 671-677 (2004)
- 3) 佐藤静夫: 鶏卵・鶏肉のサルモネラ全書, 鶏病研究会編, 39, 日本畜産振興会, 東京 (1998)
- 4) 新井鴨夫: 非定型 *Salmonella* Typhimurium 流行系統の遺伝的特徴, 日獣会誌, 77, 94-100 (2024)
- 5) Okura M, Maruyama F, Ota A, Tanaka T, Matobe Y, Osawa A, Sadaat MS, Osaki M, Toyoda A, Ogura Y, Hayashi T, Takamatsu D: Genotypic diversity of *Streptococcus suis* and the *S. suis*-like bacterium *Streptococcus ruminantium* in ruminants, *Vet Res*, 50-94 (2019)
- 6) 佐藤静夫: 鶏のサルモネラ症の現状と対策(その2), 日獣会誌, 57, 742-749 (2004)

○中島冬萌、徳武慎哉、大泉卓也、山本修
(長野県松本家畜保健衛生所)

要約

県内で過去に発生した若齢牛の地方病型牛伝染性リンパ腫 (EBL) と散発型牛白血病 (SBL) の検査結果を比較し、両疾病の鑑別点を再検討した。EBL と診断された症例 1 ではリンパ球数が著増し、病変は腎臓をはじめとする全身諸臓器に形成されていた。腫瘍細胞の多形性は中等度で、大型異型核が散見された。一方、SBL と診断された症例 2 のリンパ球数は基準値内で、病変は左右腎臓と一部のリンパ節に局限していた。腫瘍細胞の多形性と核の異型性は軽度で、腎臓の PCR では牛伝染性リンパ腫ウイルス (BLV) に特異的な遺伝子は検出されなかった。免疫染色では症例 1 及び 2 のいずれの腫瘍細胞も CD20 及び CD79 α で陽性、CD3 及び CD5 で陰性だった。近年国内外では若齢牛の EBL 発生や SBL に関する様々な報告が散見され、従来のように限られた情報のみによる EBL と SBL の鑑別は困難となっている。今回比較した 2 例では一部の検査結果に差がみられたが、若齢牛でリンパ腫が発生した際には、BLV 感染の有無と腫瘍細胞の形態及び由来等を総合的に判断し診断する必要があると再確認した。

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) 感染に起因し成牛に好発する地方病型牛伝染性リンパ腫 (以下 EBL) と、BLV が関与せず若齢牛に好発する散発型牛白血病 (以下 SBL) に大別される¹⁾。SBL は好発年齢や病変の形成部位、腫瘍細胞の種類によって子牛型、胸腺型、皮膚型に分類される。しかし近年国内外では、若齢牛での EBL 発症^{2,3,4,5)}やリンパ球増多症を伴わない EBL³⁾、BLV 感染牛の SBL⁶⁾など様々なリンパ腫が報告されており、家畜保健衛生所における日々の病性鑑定業務でも非典型的な例に遭遇する可能性がある。従来のように好発年齢や血液検査のみでの EBL と SBL の鑑別は困難であり⁶⁾、複数の検査結果を組み合わせた多角的な視点に基づく診断が必要である。

今回、県内で発生した若齢個体の EBL と SBL の各種検査結果を比較し、両疾病の鑑別時の留意点について再検討した。

2 症例の概要

症例 1 は肉用牛肥育 270 頭規模の農場で飼育されていた黒毛和種の去勢、9 か月齢で、平成 26 年 12 月 22 日に鑑定殺、病性鑑

定を実施した。症例 2 は肉用牛一貫 200 頭規模の農場で飼育されていた黒毛和種の雌、9 か月齢である。令和 6 年 4 月 14 日に削瘦と体表リンパ節の腫大を主訴に臨床獣医師の初診を受けたが、その 5 日後に死亡した。死因究明のため、病性鑑定を実施した。本農場は令和 3 年度に実施した繁殖牛の BLV-ELISA 検査で全頭陰性を確認しており、その後は毎年公共牧場へ放牧予定の繁殖牛数頭の検査で清浄性をモニタリングしている。なお、症例 2 の BLV-ELISA 検査は未実施だが、その母牛は BLV 抗体陰性だった。

3 材料及び方法

(1) 血液学検査

材料：症例 1 及び 2 の EDTA 加血液
方法：全自動血球計算機による血球計算、血液塗抹標本の観察による白血球百分比の算出を実施した。

(2) 血清生化学検査

材料：症例 1 及び 2 の血清
方法：乾式臨床化学分析装置により TP、ALB、BUN、TCHO、Ca、IP、GOT、GGT、CPK、LDH を測定した。症例 2 は外部の検査機関にて測定し、LDH アイソザイム解析も同機関で実施した。

(3) 解剖学検査

材料：症例1：生体、症例2：死体

方法：定法に従い実施した。組織学検査用の臓器は採材後10%中性緩衝ホルマリン液で固定し、遺伝子検査用の生材料も採材した。

(4) 細菌学検査

材料：解剖学検査で得られた主要臓器（肝臓、脾臓、腎臓、心臓、肺）

方法：5%ヒツジ血液加寒天培地、マンニト寒天培地、DHL寒天培地、5%羊血液加エンドワード寒天培地、サブロー寒天培地にスタンプ後、37°C24時間好気培養した。

(5) ウイルス学検査

ア BLV抗体検査

症例1のみ実施した。

材料：症例1の血清

方法：牛伝染性リンパ腫エライザキット（ニッポンジーン）を用いた。

イ BLV遺伝子検査

材料：症例1：リンパ節、症例2：腎臓

方法：BLV nested-PCRを実施した。

(6) 組織学検査

ア 病理組織学検査

材料：症例1：主要臓器、リンパ節。症例2：腎臓、心臓、右腸骨下リンパ節。（いずれも10%中性緩衝ホルマリン固定）

方法：常法によりパラフィン包埋切片を作成し、ヘマトキシリン・エオジン染色を実施した。

イ 免疫組織化学染色

材料：症例1及び2の腎臓

方法：アと同様にパラフィン包埋切片を作成し、B細胞マーカーのCD20、CD79 α 、T細胞マーカーのCD3、T細胞と一部のB細胞で陽性となるCD5の染色を実施した。

4 検査結果

(1) 血液学検査

症例1では白血球数の高値(68,000/ μ L)及び著しいリンパ球数の増多(60,104/ μ L)が認められた。症例2の白血球数は基準値内(4,300/ μ L)であったが、白血球百分比におけるリンパ球の割合は91%と高値だった。

(2) 血清生化学検査

2症例ともにBUN(症例1:20.5 mg/dL、症例2:30 mg/dL)、GOT(症例1:131 U/L、症例2:177 U/L)の高値、TP(症例1:6.1g/dL、症例2:5.4g/dL)の低値が認められた。症例2ではその他Ca(7.8mg/dL)の低値、IP(9.1mg/dL)とLDH(1599 U/L)の高値がみられた。LDHのアイソザイム解析では、分画I(648 U/L)、分画II(595 U/L)が高値を示した。

(3) 解剖学検査

症例1では多数の体表リンパ節、体腔内リンパ節が著しく腫大していた(図1)。また腎臓は30cm大に腫大し、皮質は白色を呈して断面は膨隆していた(図2)。またその他心臓の乳頭筋に白色結節が形成され、第四胃、肝臓にも白色病変が散在していた。



図1 症例1：浅頸リンパ節の腫大



図2 症例1：腎臓の断面

症例2は削痩し、頭部をはじめとする全身皮膚には白色病変が散在していた。右腸骨下リンパ節が10cm大に腫大し(図3)、

その他右内腸骨、腎門、縦隔、腸間膜リンパ節が軽度に腫大していた。腎臓は灰白色で、実質には点状出血が散在していた（図4）。



図3 症例2：右腸骨下リンパ節剖面



図4 症例2：腎臓

（4）細菌学検査

症例1の腎臓からコリネバクテリウム属菌が分離された。症例2は有意な菌は分離されなかった。

（5）ウイルス学検査

ア BLV抗体検査

症例1は陽性だった。

イ BLV遺伝子検査

症例1のリンパ節からはBLVに特異的な遺伝子が検出された。症例2の腎臓から同遺伝子は検出されなかった。

（6）組織学検査

ア 病理組織学検査

症例1では腎臓を含む主要臓器、リンパ節、盲腸、第四胃に、症例2では腎臓、右腸骨下リンパ節にリンパ球様の細胞が浸潤

増殖していた（図5）。症例1の腫瘍細胞の多形性は中等度で、明瞭な核小体を有する大型の異型核が散見された（図6）。有糸分裂像も頻繁に認められた（79 in 2.37mm²）。症例2の腫瘍細胞は大小不同が認められたが、多形性、核の異型性は軽度だった（図6）。有糸分裂像も散見された（18 in 2.37mm²）。

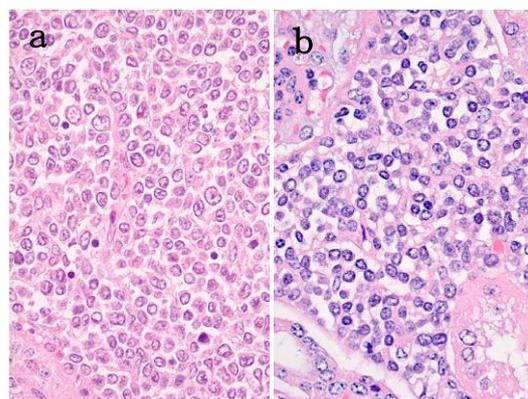


図5 腎臓：リンパ球様の細胞の増殖
a:症例1、b:症例2

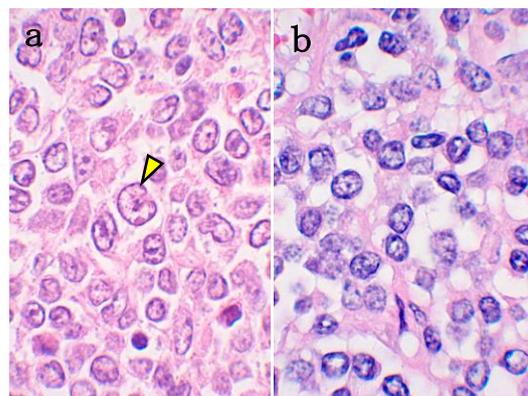


図6 腎臓：腫瘍細胞の大小不同と大型異型核（矢頭）

a:症例1、b:症例2

イ 免疫組織化学染色

2症例とも、腎臓皮質の間質に増殖しているリンパ球様の腫瘍細胞はCD20、CD79 α に陽性を示し、CD3、CD5は陰性であった（図7）。

5 診断

以上の検査結果から、症例1をEBL、症例2をSBLと診断した。

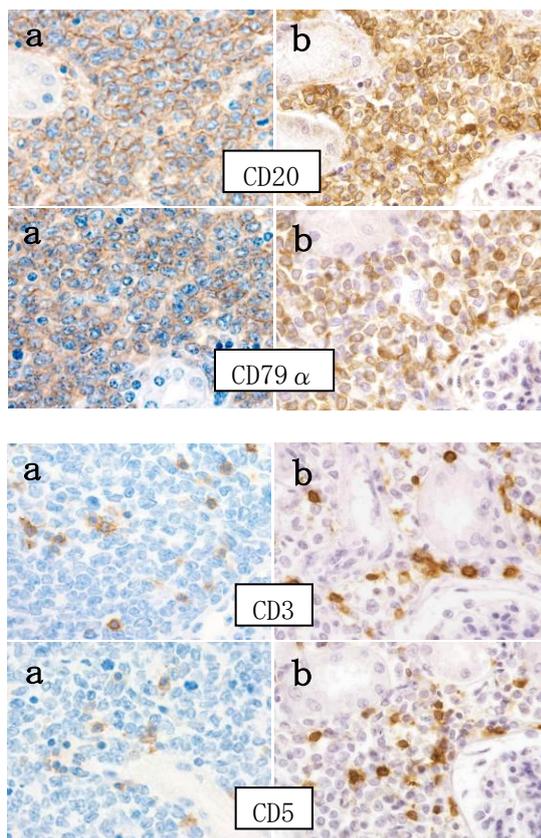


図7 免疫組織化学染色結果
a: 症例1、b: 症例2

6 考察及びまとめ

SBL の報告は全国的にもまれで、県内では初の発生だった。今回の症例2は農場のBLV抗体保有状況、月齢、病理学的所見、ウイルス検査結果等から典型的な子牛型のSBLと診断された。

比較した2症例では、リンパ球数、病変形成部位、腫瘍細胞の形態等に差がみられた。しかし、過去にはリンパ球増多症を示さないEBL^{3,7)}、リンパ球増多症を伴うSBL⁸⁾のいずれの報告もある。また一般的にEBLの腫瘍細胞は多形性、異型性を示すことが多いとされている⁹⁾が、国内外の既報を検索した限り、SBLにおいてもその病変形成部位は多様で、腫瘍細胞の多形性及び核の異型性を認める症例も散見されることが分かった(表1)^{8,10,11,12,13)}。このことから、限られた情報のみでEBLとSBLを鑑別することは困難であると考えられた。

またEBLの腫瘍細胞はCD5陽性のB細胞であることが多いとされている^{9,14)}。今回実施した免疫染色では2症例ともにCD5陽

性細胞の分布はCD3と同様であり、腫瘍細胞は陰性と判断した。しかしCD5を発現する一部の腫瘍細胞が陽性となった、あるいは変異の過程で大半の腫瘍細胞のCD5発現が消失した可能性も考えられる¹⁵⁾。今回の検索では、CD5陽性の細胞がT細胞か、またはCD5を発現した一部のB細胞であるか、その区別は不可能であった。

表1 既報におけるSBL(B細胞性)(文献抜粋)と症例2の比較

報告	畜種 ^{a)} 月齢 ^{b)}	病変形成部位	腫瘍細胞	
			特徴	表面抗原
Pascal, 1998	HF 7m	左大腿部、左膝窩・肋骨下リンパ節	大小不同、大型異型核	λ light chains
松山ら, 2009	HF 8m	脊柱管内、下頸リンパ節、肋骨表層、肝臓	大小不同、有糸分裂像多数	BLA-36
鬼頭ら, 2010	F1 8d	全身のリンパ節、主要臓器、胸腺、骨髄	大型で淡明な核 有糸分裂像散見	CD79a
岡田ら, 2015	JB 19m	脊柱管内硬膜外	大小不同、多形性 有糸分裂像散見	CD20、 CD79a、CD5
谷本ら, 2016	HF 3m	全身臓器、リンパ節、骨髄	広範かつ重度に浸潤	CD79a
石原, 2022	HF 5m	体表リンパ節、全身諸臓器	大小不同、核の不整形 有糸分裂像散見	CD20
症例2	JB 9m	腎臓、一部のリンパ節	大小不同、多形性・異型性程度 有糸分裂像散見	CD20、 CD79a

a) H:ホルスタイン種、JB:黒毛和種、F1:交雑種
b) m:months、d:days

今回の2症例も複数の検査結果を踏まえ診断した。特に症例2は、解剖及び組織所見、免疫組織化学染色結果のみでEBLと鑑別することは困難であったが、ウイルス学検査結果を含めてSBLと確定診断した。以上から、若齢牛でリンパ腫が発生した際にはBLV感染の有無と腫瘍細胞の形態及びその由来等を総合的に判断し、診断する必要があると再確認した。

7 参考文献

- 1) 農林水産HP「牛伝染性リンパ腫とは」
- 2) 若槻拓司, 杉山 定, 高岡亜沙子ら: 若齢牛において地方病性牛白血病と診断した1例; 日獣会誌, 72, 608-613(2019)
- 3) 前澤誠希, 川上侑記, 佐藤陽輔ら: 25ヶ月齢黒毛和種肥育牛のリンパ球増多症を伴わない地方病性牛伝染性リンパ腫; 家畜感染症学会誌, 10巻1号(2021)
- 4) 石井圭子, 銘苅裕二, 高木和香子ら: 3ヶ月齢の黒毛和種子牛にみられた地方病壊死牛白血病の1症例(沖縄県)
- 5) 平川素子, 里 秀樹, 佐藤 亘ら: 地方病性牛白血病の若齢発症に関する一考察

(大分県)

- 6) 近藤敦子, 鈴木宏欣, 田中秀和ら: 若齢牛にみられた牛伝染性リンパ腫が疑われた散発性牛B細胞性リンパ腫の1症例; 紫葉; 第68号(2023)
- 7) 田川道人, 下田 崇, 富樫義彦ら: 非典型的牛白血病のホルスタイン種乳牛3症例; 日獣会誌, 61, 936-940(2008)
- 8) 谷本朱紀, 永井友香里: 酪農家で発生した散発性牛白血病(県北家畜保健衛生所)
- 9) 動物病理学各論第3版
- 10) Pascal D, Anne L, Marie-Antoinette P, *et al.*: Atypical sporadic lymphosarcoma in a 7-month-old Holstein heifer; Can Vet J Volume 39 (1998)
- 11) 松山雄喜, 村上智亮, 大林 哲ら: 起立不能を呈した育成牛における非定型散発性牛白血病の1例; 日獣会誌, 63, 355-358 (2010)
- 12) 鬼頭宗寛, 佐藤研志, 大西一寿: 出生時に発症を認めた子牛型白血病の一例; 日本家畜臨床感染症研究会誌, 5巻1号(2010)
- 13) 岡田綾子, 田淵一郎, 錫木 淳: 脊柱管内に形成された前駆B-1細胞性リンパ腫により後躯麻痺を呈した牛の一症例(鳥取県)
- 14) 万所幸喜, 田中優子, 種子田功: 乳用牛にみられた筋肉内の腫瘍形成を主徴とする牛白血病(京都府中丹家保)
- 15) Iwama Y, Inomata T, Ishikawa Y, *et al.*: Cytology of B Cell Lymphomas in Cattle Infected with Bovine Leukosis Virus; JARQ47(1), 103-107(2013)

スマート畜産の導入による効果の検証

北村彩子

綿半ファーム株式会社

要約

綿半ファーム設立時においては、作業体系が経験則や勘に依存していた。しかし、養豚生産管理システムおよび最新の妊娠鑑定器を導入することにより、数値に基づいた作業が実現し、誰でも共通の作業を行うことが容易になった。さらに課題点の分析が可能となった。作業時間の大幅な短縮も実現され、効率的な生産管理が促進された。

1. はじめに

綿半ファーム株式会社（以下ファーム）（図1）は、1969年に中村ファームとして開始した養豚事業を継承する形で2022年7月に設立された。2024年12月時点において、ファームの総飼育頭数は1300頭に達し、月間出荷頭数は180頭となっている。現在ファームでは、グループ内の店舗で扱う豚肉を全て自社産にすることを目的に豚舎を新たに建設するなど、月間出荷頭数500頭を目標に生産体制の拡大を図っている。

今回、ファームの経営を家族養豚から企業養豚へ転換していく中で、養豚経営上最も重要な生産諸データの集積・解析について、スマート機器導入による効率化を進めているため、その概要について報告する。



図1 綿半ファーム

2. ファーム設立当初の課題

ファーム設立当初においては、生産管理情報と妊娠鑑定器の二つの要素が主要な課題として挙げられた。これらは、いずれも経験則に基づく作業体系に依存していたため、特に新たに採用された従業員にとっては、スムーズな作業進行為困難であった。この状況は、企業養豚の経営を持続的に行う上で、重大な障害となることが懸念される。

(1) 生産管理情報

従来の生産情報の共有方法は、床にチョークでメモを残すか、口頭での伝達が主であった（図2）。そのため、情報の正確性や一貫性に欠けることが多く、従業員に対する情報伝達が不十分であるという問題が生じていた。

豚の移動履歴に関する記録は存在しないため、特定の個体や群体を追跡することには多大な労力を要していた。

生産諸データの記録に関しては、従業員間で記録方法が異なり、特に慣れていない従業員においては混乱が生じることがあり、結果として記録の重複になっていた（図3）。

さらに、生産諸データは単に集積されるのみであり、繁殖および肥育成績の改善に向けた分析が行われていなかった。このため、現状の成績を数値として把握することが困難であり、課題点の明確化もなされていなかった。その結果、共通の具体的な目標を設定することができず、組織全体の生産性向上に向けた取り組みが制

約されている状況が生じていた。



図2 床に書かれた離乳指示

7730	22.3.10		
	17(9)17.7		
7724	22.10.2		
	18.15.14		
7736	22.1.5	22.11.10	
	12.11.10	17.14.14	
7738	22.4.10	22.4.18	23.2.22
	14.6.6	17.16.16	9.9.6

図3 記録方法の異なる分娩台帳

(2) 妊娠鑑定器

従来使用されていた妊娠鑑定器(図4)は、扱いが難しく、特に経験の浅い従業員にとってはスムーズな妊娠鑑定を行うことが困難であった。鑑定器自体は重量があり、作業中にコードが絡まったり、柵に引っかかるといった問題が頻繁に発生していた。また、老朽化に伴う電池の接触不良が原因で、作業途中に電源が落ちることも多々あった。さらに、エコー画像の解像度が粗いため、経験を積んでいない者にとっては受胎確認が困難であった(図5)。

妊否の記録は、柵にチョークで○×△とメモを行うのみであった(図6)。この方法を毎回用いていたため、過去の記録や異なる母豚の記録が残存し、後から確認する際に混乱を招く要因となっていた。その結果、発情適期や再発情の見逃しが多発することとなった。



図4 従来の妊娠鑑定器



図5 従来の妊娠鑑定器のエコー画像(受胎後28日目)



図6 柵にメモされた妊否記録

3. 導入した機器・システム

先述した課題を解決すべく、新たに以下の生産管理システムと最新の妊娠鑑定器を導入した。

(1) 養豚生産管理システム Porker (株 Eco-Pork) (図7) (以下Porker)

クラウドサービスを介し、作業データを現場で記録できる。さらに、農場内のデータ全てを管理、分析や可視化も可能である。



図7 養豚生産管理システム Porker
(2) 妊娠鑑定器 iViz air V(富士フィルム株)(図8) (以下 iViz air V)

高画質なエコー画面をスマホに映し出すことができる。ワイヤレス仕様のため、有線型より機動力が高くなっている。



図8 妊娠鑑定器 iViz air V

4. 導入後の変化

Porker および iViz air V の導入により、それぞれの作業において三つの顕著な変化がみられた。また、これに伴い、成績においても向上傾向が認められた。

(1) 生産管理情報

- ① 情報共有が容易になった。スマートフォンなどの電子機器を通じて、農場の状況を数値で確認することが可能となり、全ての従業員がいつでも確認することができる。
- ② 特定の豚や群の位置を特定することが容易になった。移動情報も即時に記録することが可能になり、豚を探す手間が軽減され、作業時間の大幅な短縮に繋がった。
- ③ データの活用が容易になった。Porker を用いることで簡単にデータ分析をすることが可能となり、生産

成績を細かい数値で可視化することも容易になった。

以上の点から、作業は経験則に依存することなく、数値に基づいて誰でも実施できるようになった。

(2) 妊娠鑑定器

- ① 機器の扱いが容易になった。従来の妊娠鑑定器と比較して、著しい軽量化とワイヤレス化が実現されたことにより、作業に不慣れな従業員でも妊娠鑑定を行うことが容易になった。
- ② エコー画像の明瞭性が大幅に向上した。従来の機器では、慣れていない者にとって受胎後 30 日前後の判別すら難しかったが、iViz air V を使用することで、確実な受胎判別が可能となった(図9)。また、熟練の従業員においても、従来の鑑定器では 22 日から 25 日目の受胎判別が困難であったが、iViz air V により受胎の確認が可能となった。これにより、従来 10 頭当たり 10 分を要していた作業時間が 3 分半に短縮され、大幅な時間短縮に繋がった。さらに、エコー画像や動画の保存機能が追加されたことで、他の従業員との情報共有も非常に容易になった。
- ③ 妊娠鑑定の結果をデータ化することにより、前回の結果で不受胎または要再確認とされた母豚が特定されるようになった(図11)。このデータ化により、受胎確認や発情の見逃しがなくなった。

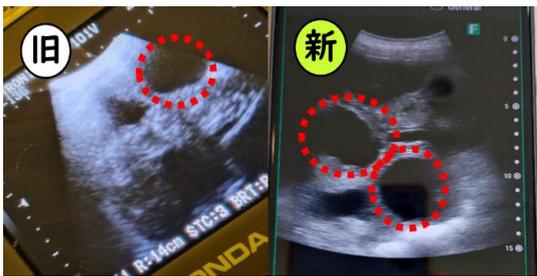


図9 受胎後30日目のエコー画像



図10 受胎後22日目のエコー画像

妊娠鑑定（不受胎・未確定）：5

母猪番号	産次	妊娠鑑定日	確認日数	再発・不受胎日数	農場	飼舎	部屋	頭数
824410	2	2024-12-20	19	1	綿半ファーム	ストール舎	ストール	
824276	3	2025-01-05	2	0	綿半ファーム	ストール舎	ストール	72
824329	2	2025-01-05	2	1	綿半ファーム	ストール舎	ストール	

図11 不受胎・要再確認リスト

これらの課題を解決した結果、繁殖成績において顕著な数値改善が観察された。具体的には、平均発情再帰日数が13.3日から5.3日へと8日間短縮され、受胎率は89.8%から92.4%へと2.6ポイントの向上を示した。(表1、表2)

表1 2023年11月～2024年4月の繁殖成績

産次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
平均発情再帰日数	-	10.3	10.8	-	28.5	5	6	16.5	4	4.5	5	4	13.3
受胎頭数	19	24	23	0	4	2	9	2	1	2	1	1	-
種付頭数	23	29	26	0	4	3	9	3	1	2	1	1	102
受胎率(%)	82.6	82.8	88.5	-	100	66.7	100	66.7	100	100	100	100	89.8

表2 2024年4月～2024年12月の繁殖成績

産次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	平均
平均発情再帰日数	-	5.4	8.2	5.2	4.7	5	5	4.7	5.3	-	-	5	4	5.3
受胎頭数	46	33	37	35	15	5	1	7	4	0	0	1	1	-
種付頭数	60	41	43	36	17	5	1	8	4	0	0	1	1	217
受胎率(%)	76.7	80.5	86	97.2	88.2	100	100	87.5	100	-	-	100	100	92.4

5. さいごに

今後綿半ファームは、養豚業界におけるリーダーシップを確立することを目指している。日本の養豚企業として、また豚肉の代表的なブランドとして「綿半ファーム」との認知を広めることを目指している。さらに、動物福祉と人間の健康に配慮した畜産企業としての地位を確立し、「動物にも人にも優しい畜産企業」としての評価を得ることを目指していく。

現在、綿半ファームは事業の規模を拡大しており（図12）、その過程において作業効率の向上と同時に、豚に対しより良いケアを実現するための作業体系の確立に取り組んでいる。このような取り組みを通じて、持続可能な養豚業の実現を目指し、業界全体における模範となることを志向している。



図12 建設中の新豚舎

選別精液と受精卵移植を活用した長門牧場の取り組み

長野県家畜改良協会 井上 雅義
(株式会社長門牧場 酪農部)

1. はじめに

ここ数年を振り返ると、新型コロナウイルスの発生から4年が経ち、酪農では、昨年度乳価が値上げされたが、ロシアのウクライナ侵攻等により、配合飼料や輸入乾草価格の上昇が続いており、農家の経営を圧迫している状況である。

このような厳しい状況のなか、長門牧場では、安定的生乳生産のため、未経産牛に選別精液を授精し、確実に後継牛を確保すること。また、農場HACCP認証を取得し、レストハウス・乳製品加工施設等を併設することなどで、総合的に酪農経営の安定に取り組んでいる。

2. 取組みの概要

長門牧場では、次の4つの取組みを実施

(1) 安定的生乳生産

ホルスタイン種未経産牛に対しては、基本的に全頭選別雌精液を人工授精することで、初産分娩時点で将来の牧場の生乳生産の基礎となる後継牛を確保する。

(2) 和牛子牛生産

ホルスタイン種経産牛は、受精卵移植による和牛子牛生産に利用し、産子を生後1日～2日で販売することで増収を図っている。なお、和牛受精卵は提携するS農場で採卵されたものを使用し、生産子牛はS農場に買い戻される。

また、一部経産牛には和牛精液の人工授精を実施し、交雑種も販売収入向上の一助となっているが、これらは初産時に後継牛を確保できているからこそその取り組みである。

(3) 稀少和牛肉提供

当場で飼育している日本短角種も頭数を増やしている。肥育仕向けを増頭し、生産された和牛肉は稀少和牛として場内レストランで提供している。

(4) 農場HACCPの活用

平成30年3月に乳用種、令和6年3月に乳肉用種で農場HACCPを取得し、従業員の作業の標準化や記録・記帳を徹底することにより、衛生管理を実施している。

3. 戦略における繁殖管理の要点と繁殖成績

(1) 未経産牛への選別精液人工授精

①繁殖管理の要点

○飼養管理

- ・哺乳期に自家製ヨーグルトの給与。
- ・自家牧草ロールの切断給与（乾物摂取向上）
- ・牛群を5群に分けて管理。密飼いの回避。

○人工授精

- ・発情周期、開始時間、授精時間等の記録。
- ・マニュアルの作成。(授精業務の統一化と教育)
- ・シースカバー、自家製鞘カバーの使用。
- ・融解温度の測定、確認。

②繁殖成績 (R 5. 3月～R 5. 12月)

34頭中22頭の妊娠を確認 (受胎率64.7%)

(2) 経産牛の受精卵移植

①繁殖管理の要点

○飼養管理

- ・TMRカッティングサイズ定期測定と残飼料計量など記録。
- ・牛群ドッグ、牛群検定の実施。

○受精卵移植

- ・基本、自然発情日から7日目に黄体を確認し移植。
- ・鈍性発情などの受胎牛には同期化处理。

②繁殖成績 (R 5. 6月～R 5. 12月)

20頭中9頭の妊娠を確認 (受胎率45.0%)

4. まとめ・考察

選別精液と受精卵移植を活用した当牧場における経営向上の取り組みと現在までの繁殖成績を紹介した。

後継牛確保のため未經産牛に選別精液を使用することを基本とし、受胎率確保などの観点から、飼育管理及び受精技術の再確認を図ることにより、選別ストレス、精子数などから通常精液と比較し受胎率が不利とされる選別精液でも64.7%と高い受胎率を確保できている。

また、経産牛での受精卵移植による和牛子牛生産が増収の要因となっており、飼養管理の徹底を図ることなどで受胎率も45.0%を確保することができている。

また、当牧場では農場HACCPの認証も取得し、記録の重要性、従業員の意識統一等の取り組みが、高受胎率の一因とも考えられる。

今後も、これらに加え、日本短角種和牛肉のレストランでの提供を継続し、更なる経営向上を図りたい。

温暖化に対応した自給飼料増産技術の検討

南信州農業農村支援センター 技術経営普及課
地域第二係 内田 牧歩

背景と目的

現在、温暖化による農作物への影響が全国的に課題となっているなか、南信州でも温暖化は進行しており、2019年以降の飯田市の年平均気温は平年値 13.1℃を上回り続けています。また、2023年には14.1℃と水戸市の平年値と同等まで達しています。

背景 南信州地域での温暖化による気温上昇

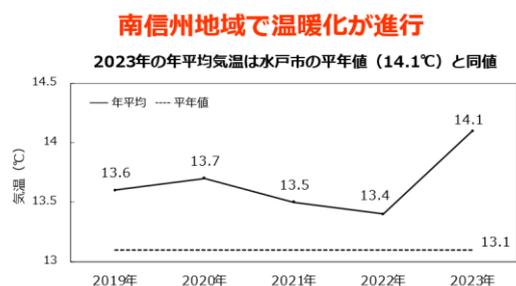


図1 飯田市の年平均気温と平年値の比較

このように、長野県内でも温暖な南信州地域では、温暖化による飼料作物栽培への影響も大きく、2024年には極晩生ソルガムと飼料用とうもろこしの有効積算温度が平年値を大きく上回りました。加えて、飼料用とうもろこしについては、より温暖な他県の平年値についても上回る結果となりました。このように有効積算温度が高くなっていることから、飼料作物の播種から収穫までの期間が短縮され、長野県では難しいとされてきた飼料作物の年2回の収穫が可能になり、自給飼料増産という課題の解決につながるのではと考えました。

背景 温暖化による飼料作物の有効積算温度の変化

温暖化により飼料作物の播種～収穫期間が短縮

飼料作物の年2回収穫が可能になる ⇒ 自給飼料増産

表1 飯田市における極晩生ソルガムおよび飼料用とうもろこしの有効積算温度

	有効積算温度	
	平年値	2024年
極晩生ソルガム (生育有効温度15℃以上)	1,057	1,383
飼料用とうもろこし (生育有効温度10℃以上)	2,014	2,454

他県の飼料用とうもろこし有効積算温度平年値

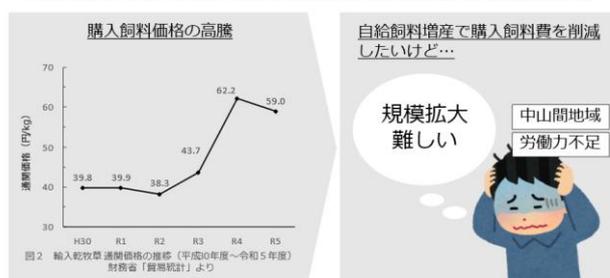
水戸市	2,126
宇都宮市	2,225
前橋市	2,388
甲府市	2,442

自給飼料増産が現在重要視されている理由は、購入飼料価格の高騰にあります。購

入飼料費が畜産農家の経営を圧迫している状況で、これを削減することが重要となっています。ただし、南信州地域は、中山間地域であり飼料畑が狭小で不連続であることや、高齢化などにより労働力が不足していることが原因で、簡単に規模拡大ができないことが大きな問題点です。そこで、現状の経営基盤のままでも自給飼料増産を目指すが必要となってきます。

背景 自給飼料増産の必要性

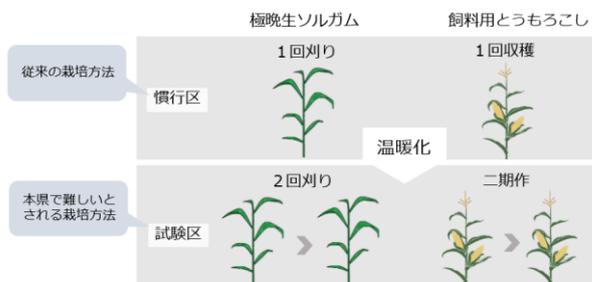
現状の経営基盤のままでも自給飼料増産技術が必要



このことから、現状の経営基盤のままでも自給飼料増産の可能性がある、飼料作物の2回収穫について調査を行い、2回収穫が可能かどうか、増収効果が期待できるかについて検討しました。試験は極晩生ソルガムと飼料用とうもろこしについて実施し、南信州の従来の栽培方法である収穫が1回の慣行区と、これまで本県では難しいとされてきた極晩生ソルガム2回刈り、飼料用とうもろこし二期作の試験区で収量等の比較を行いました。

背景 長大型飼料作物の2回収穫による自給飼料増産技術の検討

検討内容：2回収穫の可能性・増収効果



調査内容

以下の表2が耕種概要です。品種について、極晩生ソルガムは2回刈りの試験区、1回刈りの慣行区ともにF60、飼料用とう

もろこしは試験区の二期作は 1 回目の播種がノーデント 115、二回目の播種がノーデント 110 であり、1 回収穫の慣行区ではノーデント 125 を用いました。その他面積、標高、播種量、調製方法は記載のとおりです。以下の表 3 が調査方法です。草丈・生育ステージ等の生育調査および収量調査を行いました。調査日程は表のとおりであり、ソルガムは試験区で 4 月上旬播種、7 月下旬収量調査、11 月中旬収量調査を行いました。飼料用とうもろこしは試験区の 2 回の播種をそれぞれ 4 月中旬、8 月中旬に行っており、収量調査 1 回目は 8 月上旬、2 回目は 11 月中旬となりました。慣行区について記載のとおりです。

調査内容									
(1) 耕種概要									
表 2 耕種概要									
収獲体系	品種	面積(a)	標高(m)	播種量(kg/10a)	調製方法				
①極晩生ソルガム (燕木村・繁殖)	(試験区)2 回刈り (慣行区)1 回刈り	F60 F60	12 9	660 660	2 2				
②飼料用とうもろこし (飯田市・酪農)	(試験区)二期作 (慣行区)1 回収穫	(1回目)ノーデントH115 (2回目)ノーデントH110 ノーデントH25	23 37 102	490 490 550	サイレージ				
(2) 調査方法									
①②について生育調査(草丈・生育ステージ等)・収量調査を以下の日程で実施。肥培管理は農家の慣行に準じた。									
表 3 調査日程 (試験区) ●: 播種 ★: 収量調査 * : 絹糸抽出期 — : 栽培期間									
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
		上	下	上	下	上	下	上	下
①極晩生ソルガム	試験区	●				★			★
	慣行区			●					★
②飼料用とうもろこし	試験区	●		*		★	●	*	★
	慣行区			●		*		★	

調査結果

まずは極晩生ソルガム 2 回刈りの調査結果についてです。以下の表 4 は生育調査の結果です。ここでは、試験区において 2 番草の草丈が 1 番草を上回る結果となりました。

以下の表 5 は収量調査の結果です。2 番草の収量が 1 番草を大きく上回り、試験区は慣行区に対して 135% の総乾物収量を得られました。

調査結果				
極晩生ソルガム 2 回刈りの結果				
極晩生ソルガムの生育				
表 4 極晩生ソルガムの生育ステージおよび草丈				
		1番草	2番草	
		生育ステージ	草丈(cm)	
		生育ステージ	草丈(cm)	
①極晩生ソルガム	試験区	出穂始	290	
	慣行区	未出穂	294	
極晩生ソルガムの収量				
表 5 極晩生ソルガムの乾物収量※				
収獲体系		乾物収量(kg/10a)	総乾物収量(kg/10a)	慣行に対する収量の比率%
		1番草	2番草	
①極晩生ソルガム	試験区(2 回刈り)	1,346	2,217	3,563
	慣行区(1 回刈り)	2,645	—	2,645
				135

※乾物収量は令和 4 年に実施した成分分析結果の乾物率の値と生収量から算出した

以下の写真は収量調査時のソルガムの様子です。調査結果のとおり、2 番草の生育

が旺盛であることがわかります。



続いて、飼料用とうもろこし二期作の調査結果についてです。こちらは、二期作目の生育が不十分であり、収穫時の生育ステージが水熟期であり登熟が不十分で、収量は二期作目で減少しました。ただし、慣行区に対する収量比は 129% となり、総乾物収量を比較すると増収効果ありという結果となりました。

調査結果				
飼料用とうもろこし二期作の結果				
飼料用とうもろこしの生育				
表 6 飼料用とうもろこし二期作の生育ステージおよび草丈				
		1回目	2回目	
		生育ステージ	草丈(cm)	
		生育ステージ	草丈(cm)	
②飼料用とうもろこし	試験区	黄熟期	272	
	慣行区	黄熟期	290	
			水熟期	
			229	
飼料用とうもろこしの収量				
表 7 飼料用とうもろこし二期作の乾物収量※				
収獲体系		乾物収量(kg/10a)	総乾物収量(kg/10a)	慣行に対する収量の比率%
		1回目	2回目	
②飼料用とうもろこし	試験区(二期作)	1,247	1,016	2,263
	慣行区(1 回収穫)	1,760	—	1,760
				129

※乾物収量は日本標準飼料成分表の乾物率の値と生収量から算出した

以下の写真は飼料用とうもろこし二期作の収量調査時の様子です。二期作目は播種の遅れに加え、害虫による葉の食害があり、草丈も均一ではありませんでした。このことが減収につながる要因となりました。



調査結果のまとめ

以下の図 3 にあるように、いずれも 2 回収穫による増収が可能であることがわかります。特に極晩生ソルガムは実用性が高い

い栽培方法であることが示唆された一方で、飼料用とうもろこしの二期作は、二期作目の絹糸抽出期が10月以降であり、温度不足による登熟不良が課題となることがわかりました。

調査結果のまとめ

- ・極晩生ソルガムは実用性が高い栽培方法であることが示唆された。
- ・飼料用とうもろこしの二期作は、二期作目の絹糸抽出期が10月以降であり、温度不足による登熟不良が課題となる。

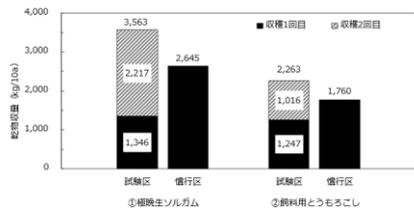


図3 乾物収量 (kg/10a)

考察

極晩生ソルガムについては2回刈りが可能であり、さらには今回の調査対象農家だけでなく、南信州全体として生育が良好でした。以下の図4はソルガムととうもろこしの生育可能期間を示しており、2024年の極晩生ソルガムについては、生育可能な期間が平年より約1か月程度長くなっており、このことが良好な生育と多収の要因となったと考えられます。

また、飼料用とうもろこしについても、約1週間程度生育可能期間が拡大しており、今後のさらなる温暖化を考慮すると二期作の可能性が高まると考えられます。

考察

- ・極晩生ソルガムは全体的としても生育が良好 ⇒ 生育可能な期間の拡大が要因
- ・飼料用とうもろこしの生育可能期間も1週間程度拡大 ⇒ 今後実用性が高まる？

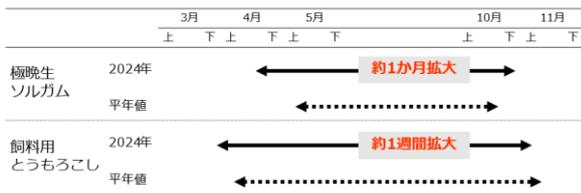


図4 極晩生ソルガムおよび飼料用とうもろこしの生育可能期間
生育有効温度：極晩生ソルガム 15℃以上、飼料用とうもろこし 10℃以上

今後の課題

以上のことから、今後の課題に取り組むにあたり、一層温暖化が進行することも踏まえ、

- ・生育調査および収量調査を継続すること
- ・品種検討および播種時期の検討を行うこと
- ・燃料費、種苗費等2回分の作業によるコストを試算すること

に取り組む必要があります。

また、特に飼料用とうもろこしについては2回目の播種後に十分な生育が得られるように早生～晩生まで品種の組合せを検討する必要があると考えています。

今回の調査を通して、調査対象農家からは今後も検討を続けていきたいという前向きな言葉をいただきました。また、ソルガムに関しては現在1回刈りのところも2回刈りにしていくなどかなりの手ごたえを感じており、とうもろこしは品種検討など今後も調査協力したいと言っていました。

このような農家の声もあり、これらの検討を重ねることで、飼料作物の2回収穫が可能であることを示し、地域内で普及することで自給飼料増産が期待できると考えています。

極晩生ソルガムの播種方法の違いが収量等に及ぼす影響

木船 宗一

(木曾農業農村支援センター)

要約

木曾地域で自給飼料として栽培されている極晩生ソルゴー型ソルガムの播種方法の違いが、収量や飼料品質に及ぼす影響を調査した。その結果から、木曾地域に適する播種方法を考察した。

供試品種は「風立」、「東山交 38 号」、「F60/04SK2-11」(以下 F60)とした。試験区は点播区、条播区、散播区の 3 区 3 反復とした。

収穫調査結果では、10a あたりの乾物収量は条播区が最も多かった。栄養価の成分分析結果では、難消化性繊維 (Ob、ADF) 含量が散播区で多くなった。倒伏のリスクや中間管理の有無などを総合的に鑑みると、現在青刈りや細断型サイレージで利用している生産者では条播に適する播種方法だと考えられた。ただし、細断できる機械装備の有無、ロールベールサイレージに調製したいなどの需要に対しては散播もメリットがあると考えられ、生産者の実態に合った播種方法や品種の提案が必要であると考えられた。

1 背景

木曾地域では、本県で品種育種された飼料用ソルガムが 2 品種 (東山交 38 号、風立) 栽培されており、青刈りや細断型サイレージで利用している。畜産試験場が県奨励品種で発表した栽培方法は点播栽培であり、その他の播種方法が収量等に及ぼす影響は明言されていない。その一方、木曾地域では点播できる装備を有している生産者はおらず、条播や散播で栽培している。

そこで、播種方法の違いが生育・収量等に及ぼす影響を調査した。その結果から、木曾地域に適する播種方法について検討した。

2 材料及び方法

(1) 耕種概要

試験は畜産試験場 (塩尻市片丘) の場内ほ場で実施した。

供試品種は、極晩生ソルゴー型ソルガムの「風立」、「東山交 38 号」、「F60」を用いた。

試験区は点播区、条播区 (12 m² × 3 反復) と散播区 (20 m² × 3 反復) とした。

播種量と栽植密度は点播区 0.5kg/10a ・ 16.6 本/m²、条播区 2 kg/10a ・ 66.6 本/m²、

散播区 6 kg/10a ・ 199.8 本/m² (※) とするよう設定した。

※散播区 6 kg/10a ・ 199.8 本/m²は、雑草の発生の多いほ場で雑草発生を抑える播種量の上限値を設定した (引用文献 1)。

株間・畦間は点播区 8 cm ・ 75 cm、条播区 2 cm ・ 75 cm とした。

播種は 5 月 30 日に行い、ゲザプリムフロアブルを 6 月 5 日に全面散布した。点播区のみ間引き作業を 7 月 3 日に行った。点播区と条播区で耕運機による培土及び除草作業を計 2 回行った。



写真 1. 播種作業の様子

(2) 調査方法

調査は以下の 4 項目を実施した。

- ①発芽良否の調査
- ②初期生育の調査 播種 30~40 日後
草丈と生育の良否判定

- ③収穫調査 播種後 150 日程度
生草重、乾物重、草丈、稈径
- ④飼料成分分析及び栄養価の推定
粗灰分、粗蛋白質、総繊維

3 結果

9月中旬頃から「風立」、「東山交38号」で紫斑点病の発生が見られた。散播区では、9月下旬頃から品種問わず倒伏が発生した

(1) 発芽良否の調査

発芽はいずれの区においても良好であり差異は認められなかった。

(2) 初期生育の調査

7月9日（播種 40 日後）に草丈の計測と生育良否の判定を行った。初期生育は散播区が最も優れた。〔表 1〕



写真 2. 初期成育時の様子

(左上：点播区、右上：条播区、下：散播区)

表 1. 初期生育調査の結果

播種方法	草丈 (cm)	初期生育 (1-9)
点播区	104.0	7.5
条播区	108.2	8.0
散播区	117.0	8.8

初期成育の判定：不良 1～極良 9

(3) 収穫調査

10月24日（播種 147 日後）に茎数、草丈、稈径、生草重、乾物重を調査した。生草重と乾物重から乾物率を算出した。

草丈と稈径、1本あたりの乾物重（個体乾物重）は散播区<条播区<点播区の順で大きくなった。乾物収量は条播区が最も多くなった。〔表 2〕



写真 3. 収穫調査時の様子 (左から点播区、条播区、散播区)

表 2. 収穫調査の結果

播種方法	茎数 (本/m ²)	草丈 (cm)	稈径 (mm)	生草重 (t/10a)	乾物率 (%)	乾物収量 (t/10a)
点播区	14.8	345.0	20.5	9.2	22.0	2.0
条播区	31.5	335.8	14.3	9.2	26.2	2.4
散播区	33.1	299.1	10.3	8.1	26.7	2.2

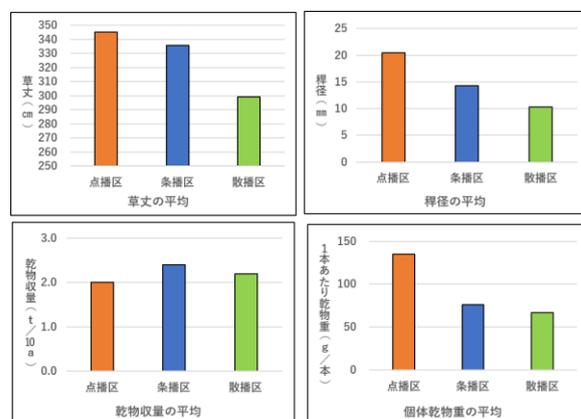


図 1. 左上：草丈の平均、右上：稈径の平均、

左下：乾物収量の平均、右下：個体乾物重の平均

(4) 飼料成分分析及び栄養価の推定

粗灰分はサンプルを灰化処理し測定した。

粗蛋白質は元素分析装置 (CN コーダー) により測定した。

中性デタージェント繊維 (NDF) 及び酸性デタージェント繊維 (ADF) は界面活性剤 (デタージェント) で分離定量し測定した。細胞壁物質 (OCW) 及び低消化性繊維 (Ob) を酵素分析法により測定し、細胞内容物 (OCC) 及び高消化性繊維 (Oa) を算定した。

これらから可消化養分総量 (TDN) を推定した。

粗蛋白質及び TDN は播種方法によらずほぼ同等となった。難消化性繊維 (ADF、Ob) 含量が点播区<条播区<散播区の順で多くなった。〔表 3〕

表3. 栄養価の成分分析結果

播種方法	乾物中 (%)								
	灰分	蛋白	ADF	NDF	OCC	OCW	Oa	Ob	TDN
点播区	7.1	7.0	40.6	61.8	24.2	68.7	12.2	56.6	56.7
条播区	6.3	6.7	41.5	63.4	23.1	70.5	10.2	60.3	58.3
散播区	7.0	7.3	45.3	64.9	20.0	73.0	9.7	63.3	57.8

4 考察

初期生育調査時の草丈は散播区が最も優れたが、収穫調査時には最も低くなった。また、散播区の播種量は条播区の3倍となるよう設定したが、収穫調査時の茎数は条播区の約1.05倍とほぼ同等となった。これは、散播区では個体同士の競合が発生したことが要因であると考察された。また、競合により徒長気味に生育し、倒伏につながったと考えられた。

草丈と稈径、1本当たりの乾物重は点播区が最も大きくなったが、茎数は条播区及び散播区の約1/2であったことから、栽植本数で補正され10aあたりの乾物収量は条播区が最も多くなったと考えられた。

散播区は細くなったことで難消化性繊維の割合が相対的に高くなったと考えられる。

作業性の面では、散播区は生育期間中の除草や間引き作業などの中間管理が不要である反面、倒伏のリスクが高く、収穫作業が困難になることが予想された。

表4. 調査結果の比較

	点播区	条播区	散播区
乾物収量 (t/10a)	2.0t	2.4t	2.2t
低消化性繊維 (Ob)	56.6%	60.3%	63.3%
中耕除草	必要	必要	不要
倒伏のリスク	小	小	大

5 総括と今後の課題

以上の結果から、木曾地域で青刈りや細断型サイレージに調製し利用している生産者は条播栽培が適する播種方法であると考えられる。ただし、散播も中間管理が不要であることや、細くなることでロールベールサイレージに調製することも可能であるなど、生産者によってはメリットがあると考えられる。

現地指導に当たっては、生産者の需要や装備に合った播種方法を提案する必要があるほか、品種間での比較や他草型（スーダングラスなど）の検討も必要であると考えられる。

6 関係機関

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（助言指導）

7 関連事業等

令和6年度普及職員研修（試験場研修）

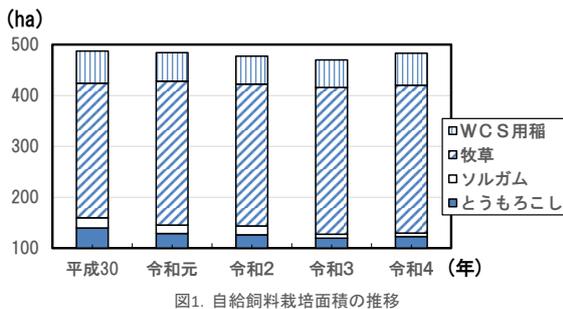
8 引用文献

1) 信州大学農学部栽培学研究室（令和4年2月）寒冷地域における未出穂型ソルガムの栽培・利用マニュアル

1 普及活動の背景及び目的

松本農業農村支援センター（以下、当センター）が担当する松本地域は、多様で豊かな自然や風土と大消費地に比較的近い立地を活かした農業が展開されており、米・園芸作物・畜産等の産地として発展してきた。

この地域の畜産の特色として、酪農家を中心に自給粗飼料生産が盛んなことが挙げられる。本課題取組のきっかけになった令和4年度には、飼料用トウモロコシが約123ha、牧草が約290ha、稲発酵粗飼料（以下、イネWCS）用稲が約65ha、計約484haが作付けされていた（令和4年10月 松本農業農村支援センター調べ）。これは県内の自給飼料栽培面積の約8%に当る。ところが、飼料価格の高止まりが続き、自給飼料生産の重要性が認識されていたにもかかわらず、令和4年度から平成30年度まで栽培面積の推移を遡って調べたところ、栽培面積は増えておらず、畜産農家自身による自給飼料生産が限界に達しているのではないかと考えた（図1）。



その課題を解決するためには、自給飼料生産量を維持しながらも、畜産農家が自給飼料生産にかかる労力を軽減する必要がある、その手段として耕畜連携を前提に普及が進められてきたイネWCS用稲の活用が有効ではないかと考えた。そこで、近年、品種育成が進んでいるイネWCS専用品種の栽培を通じて自給飼料増産支援に向けた取組を行った。本稿では、自給飼料増産支援に向けた取組の概略とその基礎となった調査研究結果について紹介する。

2 取組を進める上での課題

管内におけるイネWCS専用品種の栽培を推進する上で、以下の課題が存在していた。

(1) 当センターにおけるイネWCS専用品種栽培情報の蓄積・整理と情報提供

令和4年時点で県内における近年育成されたイネWCS専用品種の生育特性や収量性に関する情報が存在していなかった。当センター管内で栽培されているイネWCS専用品種の生育特性や収量性、施肥量等に関する情報は個々の農家に留まった状態で、当センターとは共有されていなかった（図2）。

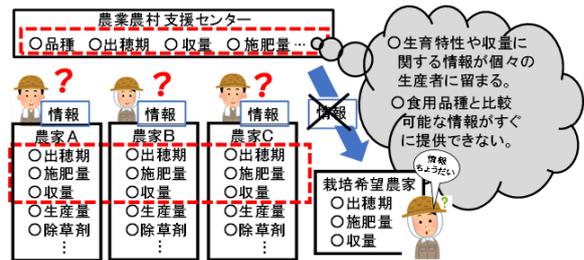


図2 イネWCS専用品種の栽培情報

そのため、栽培品種の変更や新規栽培希望農家からの相談に対しては、主に毎年配布される品種カタログを参考にして対応したが、品種カタログにはイネWCS専用品種に関する情報しか掲載されていない。そのため、水稻農家がなじみ深い「コシヒカリ」や「あきたこまち」などの食用品種と対比した情報提供が困難であった。また、そのために、水稻農家と接する機会が多い。当センターの作物担当や地域担当職員による相談対応も困難にしていた。

(2) 関係機関との情報共有と連携、支援

管内でどのような形で耕畜連携が行われているのか、それらの活動は支援を必要としているのか、さらにその実現に向けた関係機関の動きの有無や認識に関して情報の共有がされていなかった。

3 活動の内容

(1) イネWCS専用品種展示ほの設置

目標を達成するための最も重要な課題は、管内における近年育成されたイネWCS専用品種の生育特性が支援センターに蓄積・整理されていないことであると考えた。「生育特性が分からないなら課題化して調査研究で調べよう」と思い立ったものの、水稻栽培経験が皆無だったことから、当センターの作物担当に相談をした。すると「自分も生育特性を知りたいと考えていた。水稻奨励品種決定調査ほど並べて栽培をしてみたらどうか。」との提案を受けた。

そこで、令和5年度に食用品種と同一ほ場内で比較できる形でイネWCS専用品種の展示ほを設置した。展示品種として「コシヒカリ」、「あきたこまち」の食用品種2品種に加え、当センター管内で栽培されているイネWCS専用品種8品種（「夢あおば」、「たちはやて」、「つきはやか」、「たちあやか」、「モグモグあおば」、「つきすずか」、「つきことか」、「リーフスター」）の計10品種を供試した（図3）。

北		南	
コシヒカリ 番外		コシヒカリ 馬入 番外	
コシヒカリ 8B		コシヒカリ 1A	
風さやか 7B		あきたこまち 2A	
コシヒカリ 6B		信交561号 3A	
つきあかり 5B		美山錦 4A	
美山錦 4B		つきあかり 5A	
信交561号 3B		コシヒカリ 6A	
あきたこまち 2B		風さやか 7A	
コシヒカリ 1B		コシヒカリ 8A	
リーフスター 17B		あきたこまち 9A	
つきことか 16B		夢あおば 10A	
つきすずか 15B		たちはやて 11A	
モグモグあおば 14B		つきはやか 12A	
たちあやか 13B		たちあやか 13A	
つきはやか 12B		モグモグあおば 14A	
たちはやて 11B		つきすずか 15A	
夢あおば 10B		つきことか 16A	
あきたこまち 9B		リーフスター 17A	
コシヒカリ 18B		コシヒカリ 18A	
コシヒカリ 番外		コシヒカリ 番外	

図3. 令和5年度水稻奨励圃配置図（赤枠内イネWCS専用品種展示ほ）

栽培様式は、栽植密度を 30cm×15cm（22.2株/m²）、植付け本数を3本/株とした。施肥は、基肥として N10:P20:K10 の化成肥料を10a 当り 36kg（10a 当り N:3.6、P:7.2、K:3.6）施用した。さらに各品種の幼穂形成

期に穂肥として N20:P0:K14 の化成肥料を10a 当り 20kg（10a 当り N:4.0kg/10a）施用した。種子消毒、病害虫防除、雑草防除については水稻奨励品種決定調査に準じて行った。移植は令和5年5月15日に行い、収量調査は各品種の糊熟期（各品種の出穂後概ね30~45日後）に実施した。ただし、一部品種はそれ以外の時期の実施となった。各区4畝のうち両端の畝（1畝目と4畝目）を除いた2畝目と3畝目の畝の始まりから1m展示区の中に入り、各列12株計24株を用いて実施した。圃場において刈り取った全株の重量を現地で測定した後、畜産試験場に持ち込んで茎葉と雌穂に分解し、それぞれの重量を測定した。その後、細断し、それぞれ十分に攪拌の上ナイロン製網袋に入れて乾物率算出用のサンプルとした。各サンプルの原物重を網袋ごと秤量後、直ちに通風乾燥機に入れ、60℃72時間の通風乾燥を行った。乾燥終了後、再び秤量し、以下の式で乾物率を得た。

$$(\text{サンプル乾物重} - \text{風袋重}) / (\text{サンプル原物重} - \text{風袋重}) \times 100 (\%)$$

乾物率は小数点以下第2位で四捨五入した値を用いた。上記原物収量に乾物率を乗じて乾物収量を求めた。その他に初期生育程度及び初期草丈、幼穂形成期、出穂期、収穫時稈長、穂長、一株当り茎数を調査した。

令和6年度も引き続き、園芸畜産課の「飼料増産・堆肥活用促進事業」を活用して品種展示ほを設置し、調査研究を実施した。

(2) 関係機関との情報共有と連携

令和4年度に開催された安曇野畜産クラスター協議会において、地元JA子会社によるイネWCS供給コントラクター組織（作業受託組織）設立の情報を入手し、その場で協力を確認した。

4 活動の成果

(1) 調査研究成績に基づく情報提供

令和5年度は、水稻奨励品種決定調査ほの一部を品種展示ほにしたため、食用品種の施肥水準での栽培となったが、食用品種と比較

可能な出穂期や稈長、穂長、収量等の情報を得ることができた(表1~3)。

管内で栽培されているイネWCS専用品種の幼穂形成期が明らかになった。また、品種カタログの掲載情報とは異なり、早生品種の「夢あおば」の出穂期は「あきたこまち」並であった。「たちはやて」及び「つきはやか」が「コシヒカリ」並、「たちあやか」及び「モグモグあおば」は「コシヒカリ」よりも7日程度、「つきすずか」は30日程度遅かった。また、「極短穂品種」である「つきはやか」、「たちあやか」、「つきすずか」、「つきことか」は、通常穂長の品種と同様に幼穂形成期から21日程度で出穂期に到達した。栽培終了までに晩生品種の「つきすずか」は糊熟期、極晩生品種の「つきことか」は出穂期に到達した(表1)。

表1. 飼料イネ専用品種生育特性 令和5(2023)年度 松本農業農村支援センター

品名	生育期	月/日						備考
		早晩生	初期生育	幼穂形成期	出穂期	糊熟期	黄熟期	
1 あきたこまち	早生	8.0	7/3	7/22	-	8/11	8/16	食用品種
2 夢あおば	早生	9.0	7/3	7/22	-	8/11	8/16	飼料米・WCS兼用
3 たちはやて	早生	7.0	7/12	8/1	8/11	-	8/24	飼料米・WCS兼用
4 つきはやか	早生	8.0	7/8	7/31	8/11	-	8/24	WCS専用、極短穂品種、脱粒性
5 たちあやか	中生	7.5	7/14	8/8	8/21	8/28	9/4	WCS専用、極短穂品種、脱粒性
6 モグモグあおば	早生	8.5	7/21	8/9	8/28	9/9	-	飼料米・WCS兼用
7 つきすずか	晩生	8.0	8/10	9/1	9/19	-	-	WCS専用、極短穂品種
8 つきことか	極晩生	7.0	8/24	9/16	-	-	-	WCS専用、極短穂品種
9 リーフスター	極晩生	6.5	-	8/29	9/14	9/17	-	WCS専用
10 コシヒカリ	中生	8.0	7/12	8/2	-	8/21	8/31	食用品種

注1) 農研機構「イネ品種・特性データベース検索システム」を参考に判断した。
 注2) 初期生育点は「穂長」9~「並」5~「穂不良」1を示す。注3) 表中の横線は未調査あるいは未達であることを示す。
 注4) 本表における「成熟期」は食用品種における「成熟期」とは異なり、全ての穎が黄化し、穀粒が爪で容易に破砕できない状態になった時期を示す。

極短穂品種の穂長は食用品種や飼料米・WCS兼用品種と同程度であったが、稈長に対する比率は小さかった。さらに、成熟期まで立毛状態にしていた「つきはやか」と「たちあやか」で脱粒性を確認した。今回、コシヒカリ栽培に準じた施肥量で栽培したが、飼料稲専用品種の草丈や稈長は食用品種を上回った一方で、一株当たり茎数は劣る傾向が見られた。このことから、飼料稲専用品種を栽培する場合は、マニュアルどおりの施肥水準が必要であることと大幅な刈遅れとなる場合は注意が必要であることの情報提供が必要と考えられた(表2)。

表2. 飼料イネ専用品種生育調査結果 2023年 松本農業農村支援センター

品種名	初期生育(6/15)		最高分げつ期(6/30)		稈長 cm	穂長 cm	茎数 本/株
	草丈 (cm)	茎数 (本/株)	草丈 (cm)	茎数 (本/株)			
あきたこまち	28.5	9.3	43.9	18.9	71.2	20.2	18.3
夢あおば	32.1	11.2	53.9	14.8	68.9	21.7	13.8
たちはやて	30.5	8.2	49.2	10.6	98.1	33.1	9.7
つきはやか	34.4	7.1	57.3	9.8	91.7	19.7	10.2
たちあやか	33.0	8.5	54.7	11.6	91.4	18.9	14.0
モグモグあおば	32.2	10.2	47.3	15.5	86.7	22.4	11.1
つきすずか	31.2	8.3	51.5	11.4	106.2	20.3	10.3
つきことか	30.2	7.6	47.9	11.8	114.8	14.7	11.3
リーフスター	32.9	7.0	51.3	12.3	93.2	20.8	9.1
コシヒカリ	29.9	7.8	46.8	14.7	81.8	21.1	17.1

飼料イネ専用品種の10a当り収量は、原物で2,300~3,800kg、乾物で1,100~1,600kgの範囲であった。その中で飼料米兼

用品種は原物及び乾物収量に占める穂重割合がWCS専用品種よりも高く、食用品種並であった。一方、WCS専用品種の穂重割合は低く、極短穂品種では顕著であった。ただし、成熟期収穫の「つきはやか」の様に極短穂品種でも、刈り遅れた場合は、消化性が低い籾の割合が増える可能性が示唆された(表3)。

表3. 飼料イネ専用品種収穫調査結果 2023年 松本農業農村支援センター

品種名	生収量(kg/10a)			乾物収量(kg/10a)			備考
	全体	茎葉	穂	全体	茎葉	穂	
あきたこまち	2,379.6	1,240.9	1,138.7	1,220.5	396.5	823.9	成熟期
夢あおば	2,527.8	1,247.5	1,280.3	1,323.8	430.2	893.6	成熟期
たちはやて	2,722.2	2,236.1	486.1	1,131.1	516.1	614.9	成熟期
つきはやか	2,351.9	1,710.2	641.7	1,141.1	682.8	458.3	成熟期
たちあやか	3,277.8	2,746.5	531.3	1,284.6	960.6	323.9	黄熟期
モグモグあおば	3,305.6	2,235.4	1,070.1	1,186.4	678.2	508.2	糊熟期
つきすずか	3,740.7	3,253.2	487.5	1,535.4	1,221.0	314.4	糊熟期
つきことか	3,851.9	3,641.5	210.4	1,602.6	1,482.9	119.7	糊熟期
リーフスター	2,902.8	2,228.3	674.5	1,237.6	827.4	410.1	黄熟期
コシヒカリ	2,796.3	1,524.5	1,271.8	1,370.4	504.0	866.4	成熟期

注) 糊熟期: 穎が黄緑色で、穀粒にも葉緑体が残っており黄緑色、胚乳は糊状。黄熟期: 半数の穎が黄化した状態で、穀粒の葉緑体が損失した黄色、胚乳は口ウチ、穀粒は爪で容易に破砕できる。成熟期: 全ての穎が黄化。胚乳は非常に固く、爪で破砕する事が困難になった状態。

令和5年度は、調査結果に耕種概要を手書きで書き加え、栽培農家や利用畜産農家、管内JA、専門酪農協に提供した(図4)。

水稲実況調査結果(飼料イネ専用品種)資料 R.5.11.30

表1. 飼料イネ専用品種生育特性 令和5(2023)年度 松本農業農村支援センター

品名	生育期	月/日						備考
		早晩生	初期生育	幼穂形成期	出穂期	糊熟期	黄熟期	
1 あきたこまち	早生	8.0	7/3	7/22	-	8/11	8/16	比較品種
2 夢あおば	早生	9.0	7/3	7/22	-	8/11	8/16	
3 たちはやて	早生	7.0	7/12	8/1	8/11	-	8/24	
4 つきはやか	早生	8.0	7/8	7/31	8/11	-	8/24	
5 たちあやか	中生	7.5	7/14	8/8	8/21	8/28	9/4	
6 モグモグあおば	早生	8.5	7/21	8/9	8/28	9/9	-	
7 つきすずか	晩生	8.0	8/10	9/1	9/19	-	-	
8 つきことか	極晩生	7.0	8/24	9/16	-	-	-	
9 リーフスター	極晩生	6.5	-	8/29	9/14	9/17	-	
10 コシヒカリ	中生	8.0	7/12	8/2	-	8/21	8/31	標準品種

注) 表中の横線は未調査であることを示す。
 * 穀粒: 茎長 30cm x 株間 15cm (22.2株/㎡), 種付本数 3本/株, 畝区 6㎡(4条 x 5m)
 * 施肥: 基肥 スーパー養分エゴ(N:P:K) 36kg/10a
 追肥 NK子粒バ7-(N:P:K) 20kg/10a

図4 令和5年度配布資料(一部抜粋)

栽培農家や畜産農家からは「他品種の情報を知ることができてありがたい。」、JAからは「非常に参考になる。」と好評だった。今年度は、イネWCS専用品種7品種に「コシヒカリ」を加えた品種展示ほ場を設けた。8月22日に現地検討会を開催して情報提供を行った(写真1)。



写真1 令和6年度現地検討会の様子

当センター内においては、作物担当と地域担当で構成される「作物部会」で調査結果の共有を行った。また、作物担当を通して管内の水稻作関係機関に情報提供を行った。

(2) 関係機関との情報共有と連携、支援

令和4年度末に開催された「安曇野地域イネWCS作業体系打合せ」に参加し、地元JA子会社によるイネWCS供給コントラクター組織（作業受託組織）に収穫やロールベール調製時の注意事項について情報提供を行った。当初は栽培、収穫・調製に関する情報提供のみであったが、令和5年度からは品種展示ほの調査結果に基づく「自前の」情報により品種選定に係る相談・指導にも対応することが可能になった（図5）。

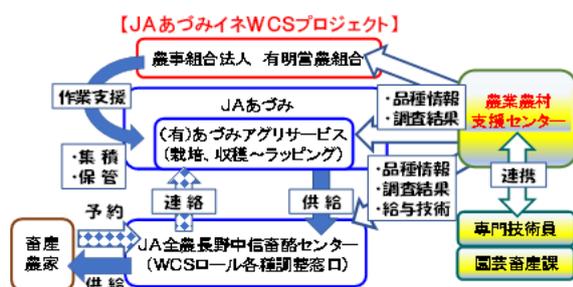


図5 JAあづみイネWCSプロジェクト

また、既存の栽培者に対しても同様に「自前の」情報により品種選定や栽培に係る相談・指導にも対応することが可能になった。

5 残された課題

残された課題として①畜産担当以外でもイネWCS専用品種に関する相談対応が出来るようなセンター内における「耕畜連携」の仕組・体制作り、②「点」の様な存在の生産者、利用者同士を「線」や「面」としてつなげる仕組作り、③育ちつつあるコントラクター組織に対する支援があり、いずれについても継続的な取組が必要である。当センターが設置しているイネWCS専用品種展示ほの調査結果を提供し、現地と情報を共有することにより当センター管内のイネWCS用稲の栽培支援を継続したい。また、その事が自給飼料生産の維持・拡大に繋がれば幸いである。

6 参考資料

- 1) 「次代へつなぐ、笑顔あふれる信州の食と農業・農村」第3期長野県食と農業農村振興計画

- 2) 「次代へつなぐ、笑顔あふれる信州の食と農業・農村」第4期長野県食と農業農村振興計画

- 3) 国立研究開発法人農業技術総合研究機構 次世代作物開発研究センター
イネ品種・特性データベース検索システム
(<https://ineweb.narcc.affrc.go.jp>)

- 4) 一般社団法人日本畜産草地種子協会編
令和4年播種用飼料用イネの栽培と品種特性

- 5) 一般社団法人日本畜産草地種子協会編
令和5年播種用飼料用イネの栽培と品種特性

- 6) 一般社団法人日本畜産草地種子協会編
令和6年播種用飼料用イネの栽培と品種特性

要 約

2021年に水田転換畑1年目の圃場において、子実とうもろこしの排水対策として畝立て栽培を実施し、併せて堆肥の5t及び10t施用の効果を確認したが、畝立てや堆肥施用効果はみられなかった。また、水田転換畑3年の圃場において、6月の播種日を変えて子実とうもろこしを栽培したところ、6月1日播種に比べ、11日、21日と播種が遅くなるにつれて稈長が短くなり、収量は減収する傾向がみられた。収穫した子実のかび毒のフモニシンおよびデオキシニバレノールの配合飼料の基準値を超えることはなかった。

2022年に水田転換畑においてサブソイラ施工による排水対策を実施し、子実とうもろこしを栽培したところ、収量は728kg/10a(水分15%換算)となり、無施工区に比べ92kg多かった。また、サブソイラ施工区は大雨後の土壌水分が、無施工区に比べ低く推移し、排水効果が確認された。

背景および目的

子実とうもろこしは、家畜の飼料原料として重要な位置を占めており、ほぼ全量が輸入されている。近年、水田の有効利用と国産飼料の増産を目的に子実とうもろこしの生産が推奨されているが、水田において子実とうもろこしを安定的に生産するには湿害対策が重要であり、畝立て栽培と心土破碎機による排水改善効果を検討した。子実の収量は800kg/10a(水分15%)を目標とし、堆肥施用による増収効果と虫害防除による赤かび発生抑制効果を併せて調査した。

材料および方法

上伊那郡飯島町田切(標高680m)の水田転換畑20a、2圃場において、市販の極早生品種LG3457(RM100)を用いて栽培試験を実施した。肥料は、牛糞堆肥5t及び10t/10a、苦土石灰40kg/10a、熔リン40kg/10a、硫酸50kg/10aを施用した。播種日は、6月1日に実施した。殺虫剤は、クルーザーFS30を種子塗布した。除草剤は、クリアターン細粒剤を土壌処理し、アルファード液剤を5葉期に茎葉処理した。調査は、とうもろこし系統適応性検定試験実施要領に準じて実施した。

【試験1、2021年】畝立てによる排水対策及び播種時期の検討を行った。圃場1(転換畑1年目)において、試験区は畝立て同時播種機で8,260本/10a(畝幅100cm、条間81.8×株間14.8cm)を播種し、対象区として真空播種機で約7,737本/10a(条間81.8×株間15.8cm)を播種した。圃場2(転換畑3年目)において播種日を変えて6月1日、11日、21日の3回に分けて真空播種機で実施した。栽植密度はそれぞれ、8,314本/10a(条間77.6×株間15.5cm)、8,415本/10a(条間78.7×株間15.1cm)

、7,953本/10a(条間80.6×株間15.6cm)であった。

【試験2、2022年】サブソイラ(心土破碎機)施工、畝立てによる排水対策及び殺虫剤利用による品質向上について調査した。

圃場1において、サブソイラ(深さ約45cm)で東側1/2を施工し、全面に真空播種機を用いて7,143本/10a、(条間80×株間17.5cm)を播種した。圃場2において、畝立て同時播種機を用いて6,579本/10a(畝幅100cm、条間80×株間19cm)と真空播種機を用いて7,143本/10a(条間80×株間17.5cm)で圃場の西側から南北方向にそれぞれ交互に8条、8条、8条、6条と播種をした。

調査は生育、透水性、坪刈り収量、コンバイン収量、雌穂のかび罹病及び虫害を実施し、かび毒含量は2021年のみに実施し、土壌水分は2022年のみ実施した。

結果および考察**【試験1、2021年】**

圃場1において、機械による畝立て同時播種を行い、畝の高さは平均16.5cmであった。畝の作土深は26cmと対照区の真空播種機の畝無に比べ平均4cm深かった。土壌硬度は、畝有の方が低い傾向がみられた(表1)。

表1 ほ場の畝の高さ、作土深および土壌硬度(2021年)

畝の有無	n	畝の高さ(cm)		作土深(cm)		土壌硬度 ¹ (kg/cm ²)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
有	6	16.5	2.1	26.0	3.5	8.0	1.8
無	6	9.3	1.8	22.0	3.0	11.7	4.2

1) 土壌硬度は山中式硬度計を用い、地表面から10cmの深さで計測した(10月15日調査)

透水性を調査した結果を図1に示した。透水性を

び毒濃度を9月29日より7~10日間隔で調査を行った結果では、フモニシンおよびデオキシニバレノール

の配合飼料の基準値4ppmを超えることはなかった(図2、表6)。

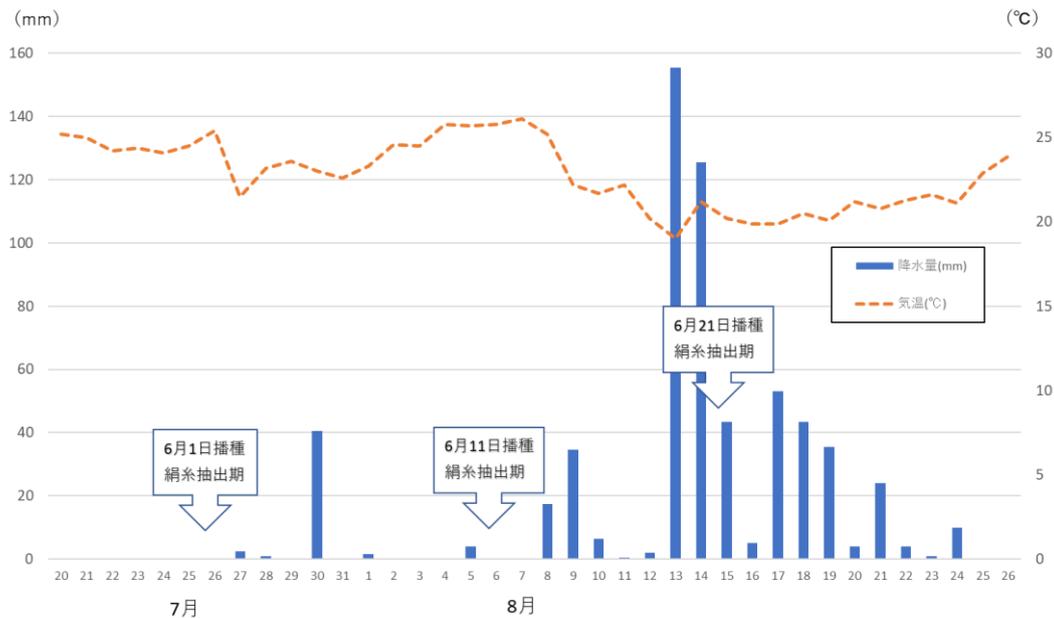


図2 絹糸抽出期ごろの降水量と気温

表6 子実用ともろこしの収穫時期におけるかび毒含量 (ppm) (2021年)

試験区	かび毒 ¹⁾	10月5日					
		9月29日	北側		南側	10月15日	10月21日
6月1日播種		<0.222	<0.222	0.59	1.52	2.18	0.50
6月11日播種	Fum	1.81	0.30	2.14	1.21	<0.222	<0.222
6月21日播種		<0.222	1.34	<0.222	<0.222	—	2.24
6月1日播種		0.62	1.31	0.04	0.34	0.06	0.69
6月11日播種	Don	0.05	0.63	0.06	0.10	0.30	0.63
6月21日播種		0.12	0.02	0.02	0.10	—	0.21

※9月29日~10月21日までのかび毒含量調査は、雌穂を採取して子実を調査した。10月29日は機械収穫した子実を採取し調査した。

1) Fum (フモニシン)、Don (デオキシニバレノール) の略

6月21日の3回目の播種は、絹糸抽出期が8月15日になり前後で降雨が多くあり、夏としては冷涼でかび毒の発生する好適条件と考えられたが、かび毒の測定値は低くかび毒の感染は少なかったと考えられた。かびの発生しやすい場所などとも考えられるのでサンプリングの方法なども検討する必要がある。

【試験2、2022年】

圃場の作土深は平均 19.2 cmで、硬度は平均 7.4 kg/m²であった(表7)。

表7 ほ場の畝の高さ、作土深および土壌硬度 (2022年)

畝の有無	n	畝の高さ (cm)		作土深 (cm)		土壌硬度 (kg/cm ²)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
無	9	—	—	19.2	2.0	7.4	0.4
有	6	18.7	0.9	25.2	2.8	7.6	1.2
無	6	6.7	1.3	19.2	2.2	6.6	1.1

1) 試験ほ場1: 8月22日計測、試験ほ場2: 8月19日計測

2) 土壌硬度は山中式硬度計を用い、地表面から10cmの深さで計測した

3) 試験ほ場2の畝無区は畝の高さは、溝よりやや高いため計測

透水性を調査した結果を表8に示した。透水性を

評価するn値は0.6以下では不透水性の区分となるが、透水性調査からは両区とも平均0.6前後であった。

表8 インテークレート法による透水性調査 (2022年)

試験区名	Ib ¹⁾ (mm/hr)	D ₁₀ ²⁾ (mm)	D ₃₀ ³⁾ (mm)	c ⁴⁾	n ⁵⁾
サブソイラ・北西	5.8	275	485	1.18	0.63
サブソイラ・南西	5.3	100	220	0.93	0.64
サブソイラ・北東	0.3	74	113	1.07	0.31
サブソイラ・南東	6.6	157	352	1.06	0.65
平均	4.5	152	293	1.06	0.56
無施工・北西	6.2	131	289	1.00	0.65
無施工・南西	1.7	102	207	1.05	0.49
無施工・北東	49.5	170	440	0.83	1.00
無施工・南東	0.8	75	145	1.02	0.41
平均	14.5	120	270	0.98	0.64

1) Ib: ベンチマークインテークレート(最終浸入能) 浸入速度の変化率が浸入速度の10%になったときの浸入速度と定義。Ib ≤ 10mm/h で表面流水発生危険大、>100mm/h で小と評価される。

2) D₁₀(mm): 初期10分の浸入量: 初期浸入能の指標

3) D₃₀(mm): 30分の積算浸入量: 浸入容量の指標

4) c値: 浸入開始1分後における浸入量で、初期浸入能の指標にされることある。しかし、c値が実測値と外れることが多く、指標としては不安定。

5) n値: 1に近いほど浸入量が多い。0.8以上を透水性土壌、0.6以下を不透水性土壌に区分。

注) 20cm径のシリンダーを用い、下層土を対象に測定した。

サブソイラ施工区の土壌水分は、無施工区の南側と同じような推移をし、9月20日の4時間で50mmの降水量に対して、サブソイラ施工区は40%まで上がったが次の日には30%台で推移した。一方、サブソイラ無施工区は、60%まで上がり、南側の土壌水分が下がるのに時間がかかった。



図3 サブソイラ施工ほ場における降水量と土壌水分の推移

サブソイラ施工区の生育概況は、無施工区と同等であったが、収量は、無施工区より 92 kg/10 a (水分 15%換算) と有意に多かった (表 9)。サブソイラ施工は、前年の湿害による生育不良であった西

側域半分の面積に実施した。施工区では無施工区のような帯水が起っていないことから、サブソイラ施工による排水効果により、子実収量が多くなったと考えられる。

表 9 子実とうもろこしの生育及び収量調査 (2022年)

試験区	初期生育 堆肥	初期生		着雌穂高 ²⁾ (cm)	着雌穂高率 ²⁾ (%)	稈径 ²⁾ (mm)	子実水分 ³⁾ (%)	子実収量 ³⁾ (kg/10a)	欠株等の割合 ³⁾ (%)	コンバイン収量 ⁴⁾ (kg/10a)
		草丈 ¹⁾ (cm)	稈長 ²⁾ (cm)							
サブソイラ 施工	5 t	140	262	105	40.1	15.0	14.3	889	8.5	728
	10t	144	277	109	39.4	15.5	13.7	999	5.5	
無	5 t	138	259	98	38.0	15.8	14.7	767	12.5	636
	10t	136	278	109	39.3	15.8	14.7	748	12.0	
分散分	サブソイラ	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*		
析 ⁵⁾	堆肥	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
	交互作用	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		

1) 生育調査 7月14日 (播種後43日) 2) 生育調査10月 5日

3) 収量調査10月15日、子実収量は水分15%換算値 4) 収穫調査10月28日、水分15%換算値

5) (Tukey法) NS: 有意差なし、*5%水準で有意

圃場 2 において、今年の畝の高さは 18.7 cm となり、昨年の 16.5 cm より高くなった。畝有区は、畝無区に比べ初期生育の草丈や稈長が短く、管径も細い傾向がみられた。畝有区の子実収量は、畝無区に比べ少なかった (表 10)。

畝有区の子実収量が畝無区より少なかったことは、草丈や稈長が短く、管径も細いことから何らかの

影響を受けていたことになる。畝による土壌の乾燥や地表の根の張りを抑制したことも考えられた。畝立て栽培は水が浸かるような場合では有効である考えるが、2カ年の成績からは良い結果が得られなかった。

表10 子実とうもろこしの生育及び収量調査（2022年）

試験区	初期生育 ¹⁾ 草丈	稈長 ²⁾	着雌穂高 ²⁾	着雌穂高率 ²⁾	稈径 ²⁾	子実水分 ³⁾	子実収量 ³⁾	欠株等の割合 ³⁾	コンバイン収量 ⁴⁾
畝	(cm)	(cm)	(cm)	(%)	(mm)	(%)	(kg/10a)	(%)	(kg/10a)
有	148	259	108	42	15.3	14.9	957	6.5	692
無	153	269	107	40	16.4	15.2	1,116	4.5	777

1) 生育調査7月14日（播種後43日）2) 生育調査10月5日

3) 収量調査10月15日、子実収量は水分15%換算値

4) 収穫調査10月28日、水分15%換算値

殺虫剤を絹糸抽出期に散布し、収量調査時のかび罹病及び虫害による被害の調査結果では無散布に比べ低い値になったが、無散布区もそれほど高くない結果であった（表11）。

虫害による被害がかびの発生に関係していると言われているが、無散布区において虫害が少ないことから殺虫剤の効果が確認できなかった。

表11 雌穂のかび罹病及び虫害調査（2022年）

試験区	かび ¹⁾	虫害 ¹⁾
殺虫剤	罹病面積率	被害面積率
散布	2.0	3.2
無散布	3.4	4.2

1) 10月15日に各区雌穂10本×4カ所を調査

要 約

長野県準高冷地におけるオーチャードグラスの生育停止期は、平均気温が5℃を下回る12月上旬であり、刈取り危険帯はその20～30日前の11月上旬である。刈取り危険帯から生育停止期までの積算温度は221～300℃である。

目 的

寒地型イネ科牧草の中で、オーチャードグラスは日本で広く栽培される代表的な草種のひとつである。オーチャードグラスは、秋の刈取り時期によっては再生のために貯蔵養分が消費され、その結果、越冬時に利用できる貯蔵養分が不足し越冬体制が不十分になることが知られている。北海道や東北地方においては、この影響が生じる時期を指して刈取り危険帯とよんでいる。

オーチャードグラスは長野県においても広く栽培されているが、刈取り危険帯がいつに該当するかは明らかにされていない。そこで、長野県の準高冷地において、オーチャードグラスの秋の刈取り時期を変えて、その後の再生と貯蔵養分に及ぼす影響について調査した。

材料及び方法

試験は長野県畜産試験場（標高760m）にて実施した。試験期間中の平均気温および平年の気温は、畜産試験場の気象観測装置で測定されたデータを用いた。

供試草種および品種は、オーチャードグラスの極早生品種「アキミドリⅡ」とし、2019年の秋に3kg/10aの散播で草地を造

成した。

試験の区制は1区9.0m²（3.0m×3.0m）、3反復とし、調査項目は系統適応性検定試験実施要領に基づいて実施した。施肥は表1のとおりとした。

試験期間は2023年の5月から2024年の5月とし、草丈および収量の調査日は表2のとおりである。1番草及び2番草の収量はすべての区について同日に、3番草は水準ごとに調査を行った。刈取り高さは地上10cmとした。また、3番草の刈取りと同時に0.5m×0.5mのコドラートを設置して茎数及び地上部の現存量を茎葉部（地上10cm以上）と茎基部（地上0～10cm）に分けて調査した。また、3番草刈取りの4週間後にも0.5m×0.5mのコドラートを設置し、再生草の茎数及び地上部の現存量を部位別に調査した。翌2024年は、1番草の茎葉部のみを調査した。

得られた牧草のサンプルについては常法により水分の含量を測定し、改変アンスロン法により水溶性炭水化物（Water Soluble Carbohydrate、以下WSC）の含量を求めた。

表1 試験期間中の施肥量（2023年、畜産試験場）

肥料名	施肥日 年/月/日	施用量 (kg/a)	要素量(kg/a)	
			N	
硫安	4/14	2.0	0.40	
	5/16	2.0	0.40	
	7/10	2.0	0.40	
追肥 合計			1.20	

※2024年は1番草刈取前の施肥は行わなかった

表2 試験期間中の収量および現存量の調査日（2023～2024年、畜産試験場）

区名	1番草	2番草	3番草	4週間後調査日	越冬前調査日	
9月区			9月5日	10月3日		
2023年	10月区	5月16日	7月10日	10月5日	11月1日	12月5日
	11月区			11月6日	12月5日	
2024年	3区とも	5月23日				

結果及び考察

(1) 試験期間中の気温

試験期間中の平均気温および平年の気温は、図1のとおりである。既存の成果より、オーチャードグラスの生育適温 20~15°Cを、5°Cを生育限界温度と設定した。2023年は9月中旬と11月上旬に平均気温が平年値を大幅に上回る高温となったが、その

後気温は右肩下がりに推移した。12月上旬には生育限界気温である5°Cを下回ったことから、この期間が生育停止期であると推定した。

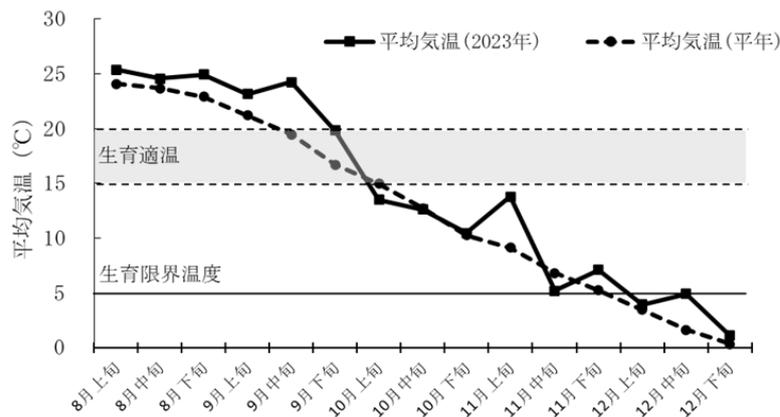


図1 8~12月の平均気温とオーチャードグラスの生育適温と生育限界温度 (2023年、畜産試験場)

(2) 最終刈取り時期が再生に及ぼす影響について

年内(2023年)の1~3番草(最終刈取り)の草丈と茎数について表3に3番草刈取り時の草丈は、9月区≒10月区<11

月区の関係を示し、11月上旬までオーチャードグラスの地上部は再生を継続していたことが確認された。3番草の刈取り4週後の再生草の草丈は、平均気温の低下に伴い、減少する傾向が認められた。

表3 刈取時の草丈と茎数 (2023年、畜産試験場)

	草丈(cm)					茎数(本/m ²)	
	1番草	2番草	3番草	3番草刈取4週後	越冬前	3番草	3番草刈取4週後
9月区	83	94	74b	49a	51a	1088 a	844a
10月区	86	103	73b	33b	33b	552 b	737ab
11月区	88	92	94a	20c	20c	581 b	568b
有意差	n. s.	n. s.					

異符号間に有意差あり (p<0.05)

年内(2023年)の1~3番草(最終刈取り)の乾物収量と乾物現存量を表4に示した。

3番草刈取り時における乾物現存量は、茎葉部及び茎基部ともに有意な差は認めら

れなかった。一方で3番草の刈取り4週後の乾物現存量については、茎葉部では平均気温の低下に伴って減少し、茎基部では10月区が最大値を示した。また、1本あたりの茎の重量は、9月区に比べ10月区及

び11月区で増加した。

表4 刈取時の乾物収量 (2023年、畜産試験場)

	乾物収量(kg/a)		乾物現存量(kg/a)				茎重量(g/本)	
	1番草	2番草	3番草		3番草刈取4週後		3番草	3番草刈取4週後
			茎基部	茎葉部	茎基部	茎葉部		
9月区	25.4	44.9	51.1	34.8	32.9ab	14.7a	0.8b	0.6
10月区	23.3	50.8	34.6	23.0	47.4a	8.9ab	1.1a	0.8
11月区	28.5	41.2	45.4	25.9	29.0b	6.6b	1.2a	0.6
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.				n. s.

異符号間に有意差あり (p<0.05)

乾物現存量に占める茎基部と茎葉部の割合について図2に示した。

地上部の乾物現存量に占める茎基部と茎葉部の割合は、9月区、10月区、11月区ともに茎基部約60%、茎葉部約40%と同程度であった。しかし、各区刈取り4週後

の再生草では茎基部の割合が増加し、特に10月区と11月区では茎基部の割合が80%以上を占めた。このことから、気温が生育適温を下回ると、茎葉部の再生は抑制され、相対的に茎基部の再生量が増加すると考えられた。

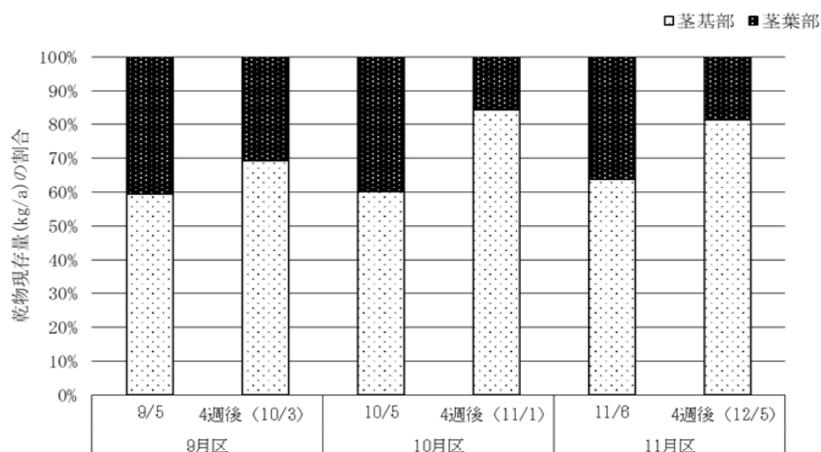


図2 最終刈取り時期を変えたオーチャードグラスの乾物現存量の割合 (2023年、畜産試験場)

翌春 (2024年) の1番草の草丈と乾物収量を図3に示した。

オーチャードグラスの生育ステージは、いずれの区においても5月5日が出穂始期、5月23日に開花期を迎えた。また、草丈

及び乾物収量は、9月区及び10月区に比べ、11月区で低値を示した。

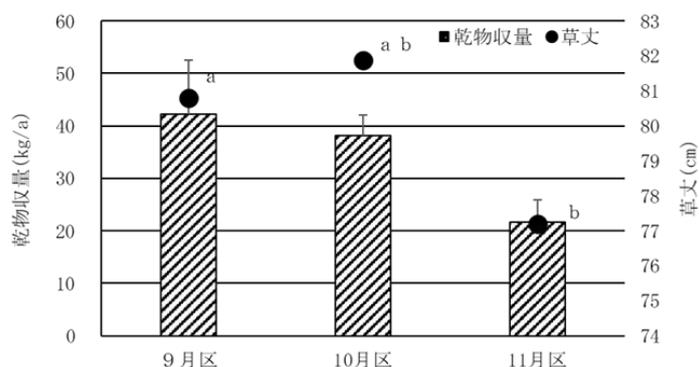


図3 翌春1番草の草丈と乾物収量 (2024年、畜産試験場)

刈取り時期別の3番草と翌春（2024年）1番草のWSC含量について表5に示した。

3番草のWSC含量は、茎基部及び茎葉部とも9月区≒10月区<11月区の関係を示し、11月区では9月区及び10月区の2倍以上の値を示した。このことから11月区においては、越冬に備えて植物体全体に養分を貯蔵していると推察された。刈取4週後のWSC含量については、9月区では茎基部よりも茎葉部のWSC含量が高かった。10月区では茎基部と茎葉部のWSC含量がほぼ同等であった。11月区では茎葉部より茎基部のWSC含量が高かった。

さらに11月区では9月区及び10月区より越冬前に茎基部に大量の養分を貯蔵していたにも係わらず、翌春の1番草のWSC含量には9月区、10月区、11月区間に有意な差はみられなかった。このことから、気温低下に伴うWSCの分配変化が、翌春のWSC含量には直接的な影響を与えなかった可能性が示唆された。

表5 刈取時期別の乾物中WSC含量（2023～2024年、畜産試験場）

	3番草(2023年)		3番草刈取4週後(2023年)		1番草(2024年)
	茎基部	茎葉部	茎基部	茎葉部	茎葉部
9月区	8.9 b	4.0 b	4.0 b	7.8 b	12.3
10月区	6.6 b	3.2 b	10.1 b	9.5 b	11.5
11月区	16.9 a	12.1 a	23.2 a	20.0 a	13.5
有意差					n. s.

異符号間に有意差あり (p<0.05)

以上より、長野県の準高冷地におけるオーチャードグラスの刈取り危険帯は11月上旬であり、これは平均気温が5℃を下回る12月上旬の20～30日前に該当した。また、11月1日から12月10日までの積算

温度は、表6に示したとおり、2023年を含む過去10年間で221～300℃の範囲で推移していた。これらの結果は、北海道や岩手県の刈取り危険帯に関する試験結果と概ね一致した。

表6 過去10年間の11月1日から12月10日までの日平均気温の積算温度（2014～2023年、畜産試験場）

年	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
積算温度 (°C)	238	300	234	221	299	254	278	254	279	300

1 目的

「信州黄金シャモ」は、父鶏のシャモ 833 系統と母鶏の名古屋種を交配して作出した長野県のブランド地鶏である。現在、母鶏として利用している名古屋種は愛知県由来の系統で、導入後、畜産試験場で維持・保有している。しかし、鶏群の飼育規模が小さく、近交度が上昇し強健性や繁殖性、産卵性などの能力の低下が懸念されている。そこで、令和 2 年度に遠縁の異血を取り入れることを目的に愛媛県農林水産研究所畜産研究センターから名古屋種の種卵を導入し、ふ化・育成後、従来の系統と強健性及び産卵性能を比較評価した。

本試験では、従来の母鶏名古屋種と、愛媛県由来の系統と従来の系統を交配した母鶏名古屋種との産卵性能を評価するとともに、父鶏シャモ 833 系統を交配して「信州黄金シャモ」素びなを生産し、従来の「信州黄金シャモ」と発育及び産肉性を比較した。

2 材料および方法

(試験 1 母鶏名古屋種の受精率及び産卵性能の比較)

長野県畜産試験場が保有している名古屋種(長野系統)及び長野系統に愛媛県農林水産研究所畜産研究センターが保有している名古屋種(愛媛系統)を掛け合わせたもの(長野×愛媛系統)は、ともに 2023 年 10 月 25 日ふ化鶏を供試した。両系統とも 1 群 35 羽、2 反復で、どちらも平飼いで飼育した。調査期間は両系統とも 185 日齢から 231 日齢であった。また各部屋に 4 羽ずつシャモ 833 系統(雄、2023 年 5 月 10 日ふ化鶏)を配置し、自然交配させた。試験飼料は、CP17%以上、ME2, 820kcal/kg 以上の市販の成鶏飼育用飼料で、試験期間中不断給餌した。

(試験 2 母鶏名古屋種の系統の違いが

「信州黄金シャモ」の発育および産肉性に及ぼす影響)

父鶏はシャモ 833 系統で、試験区では母鶏として長野×愛媛系統(2023 年 10 月 25 日ふ化鶏)を交配し、慣行区では長野系統(同上)を交配したひなを肥育試験に供した。ふ化後～21 日齢までは立体育雛バタリーで飼育し、22 日齢時に平飼い鶏舎に移動した。試験期間は 2024 年 7 月 18 日(37 日齢)から 2024 年 10 月 10 日(121 日齢)とした。両区とも、2.7×3.1m 区画に各 40 羽収容し、反復はとらなかった。飼料は、ふ化後～21 日齢は CP21.0%以上、ME3, 100kcal/kg 以上のブロイラー肥育前期用飼料、22 日齢以降は CP18.0%以上、ME3, 200kcal/kg 以上のブロイラー肥育後期用飼料を不断給餌した。

3 結果

(試験 1)

長野×愛媛系統は長野系統と比較して、平均卵重は同程度で、ヘンディ(HD)産卵率は 20 ポイント程度高かった(表 1)。シャモ 833 系統との自然交配による受精率は、長野×愛媛系統が長野系統よりも有意に高かった(表 2)。

(試験 2)

父鶏シャモ 833 系統と長野×愛媛系統を交配した試験区及び父鶏シャモ 833 系統と長野系統を交配した慣行区の肥育試験を実施した。その結果、試験区は慣行区に比較して飼料要求率及び育成率は同程度であった(表 3)。118 日齢時の体重は雄鶏では両区に差はなかったが、雌鶏では、試験区が有意に重かった(表 4)。

産肉成績については、試験区が慣行区に比較して雄鶏のムネ肉重量、雌鶏のモモ肉重量、ムネ肉重量及び正肉重量が有意に大きかった。腹腔内脂肪重量は、雄鶏、雌鶏ともに試験区が慣行区に比較して大きい傾向であったが、有意差は認められなかった。同様に腹腔内脂

肪比率についても、有意差は認められなかった（表5）。

以上の結果から、愛媛系統の異血を導入した母鶏名古屋種は従来名古屋種と比較して

産卵性能が高く、シャモ 833 系統を交配した「信州黄金シャモ」は従来のもものと比較して産肉性が高いことが明らかとなった。

表1 母鶏名古屋種の系統の違いが産卵性能に及ぼす影響

母鶏名古屋種の系統	生存率 (%)	平均卵重 (g)	HD産卵率* (%)
試験区（長野×愛媛系統）	96	51	61
慣行区（長野系統）	100	50	42

*ヘンディ産卵率の略（一定期間産卵した卵の数を延べ日数、延べ羽数で割り、100を乗じた数字）
2023年10月25日ふ化鶏（35羽×2反復）で実施した。飼育は平飼い鶏舎、調査期間は185～231日齢

表2 母鶏名古屋種の系統の違いが受精率に及ぼす影響

母鶏名古屋種の系統	入卵 (個)	受精卵 (個)	受精率 (%)
試験区（長野×愛媛系統）	664	337	51 ^a
慣行区（長野系統）	495	64	13 ^b

両区の各部屋にシャモ 833 系統♂4羽を4/16に配置し、1週間後の4/23に各部屋に名古屋♀35羽を配置し混飼とした。集卵期間は22日間（4/26～5/17）とし、5/20にふ卵器に入卵した。人工授精は行わず、自然交配のみとし、発育停止卵も未受精卵に含めて算出した。
右肩の異符号は5%水準で有意差があることを示す。

表3 母鶏名古屋種の系統の違いが「信州黄金シャモ」の育成率および飼料要求率に及ぼす影響

母鶏名古屋種の系統	育成率 (%)	飼料要求率
試験区（長野×愛媛系統）	98	3.6
慣行区（長野系統）	100	3.8

表4 母鶏名古屋種の違いが「信州黄金シャモ」の体重に及ぼす影響

母鶏名古屋種の系統	性別	37日齢	77日齢	91日齢	118日齢
試験区（長野×愛媛系統）	♂	620 ^b	1,732 ^b	2,294 ^a	3,119 ^a
慣行区（長野系統）		650 ^a	1,895 ^a	2,349 ^a	3,030 ^a
試験区（長野×愛媛系統）	♀	546 ^c	1,403 ^d	1,739 ^b	2,201 ^b
慣行区（長野系統）		630 ^{ab}	1,487 ^c	1,725 ^b	1,966 ^c

単位はg、飼養条件は表3と同様

縦列における右肩の異符号は5%水準で有意差があることを示す

表5 母鶏名古屋種の系統の違いが「信州黄金シャモ」の産肉成績に及ぼす影響

母鶏名古屋種の系統	性	モモ肉		ムネ肉		正肉		腹腔内脂肪	
		重量 g	比率%	重量 g	比率%	重量 g	比率%	重量 g	比率%
試験区（長野×愛媛系統）	♂	669 ^a	24.7	351 ^a	13.0 ^b	1,124 ^a	41.5	59 ± 27.5	2.2
慣行区（長野系統）		648 ^a	26.3	326 ^b	13.2 ^b	1,075 ^a	43.7	25 ± 3.0	1.0
試験区（長野×愛媛系統）	♀	438 ^b	22.8	279 ^c	14.5 ^b	801 ^b	41.7	47 ± 9.0	2.4
慣行区（長野系統）		357 ^c	24.7	224 ^d	15.5 ^a	651 ^c	45.1	27 ± 4.5	1.8

縦列における右肩の異符号は5%水準で有意差があることを示す

重量について、腹腔内脂肪は平均値±SE、他の項目は平均値を示す

121日齢時に各区、平均体重に近い個体、雄2羽、雌2羽を調査した。飼養条件は表3と同様

多産系母豚における自動投薬器を用いた子豚への追加哺乳技術

○山上怜奈、保科和夫

(畜産試験場)

1. はじめに

豚は多胎動物で、通常 10 頭前後の子豚を産むが、育種改良により年々産子数が増加している。近年、特に産子数が多い(14~16 頭以上) 系統を“多産系母豚”と称するようになり、その生産効率の高さから国内での飼養が進んでいる。

しかしながら、多産系母豚は、産子数が多いぶん、子豚の 1 頭あたりの生時体重が小さくなる傾向があり、従来の飼養管理では死産や哺乳中の事故等により、産子数の増加が離乳成績に反映されない場合がある。

多産系母豚の能力を最大限に発揮するには、母豚の飼料給与を適正に行ったうえで母乳不足を補助する必要があるが、一般に推奨されている里子の実施や、ナース母豚またはミルクシステムの利用は、いずれも飼養形態や規模によっては実施が難しく、導入には多くの手間や経費がかかる。

したがって、現地からは飼養形態や規模にかかわらず実施可能で、出来るだけ安価かつ省力的な方法により、多産系母豚から生まれた子豚の発育を改善する技術の開発が求められている。

2. 目的

本研究では、多産系母豚において母乳不足による影響があるのか調査するとともに、哺乳豚用自動投薬器を用いた子豚への代用乳の追加給与により子豚の発育改善が可能か検証することを目的とし、母豚の繁殖成績や子豚の発育等に及ぼす影響、実施した際の経済性等について調査した。

3. 材料および方法

母豚が授乳している状況下で、代用乳を追加給与した場合(以下、「追加哺乳」とする)の子豚の発育等への影響を調査した。試験は F1 (WL) 多産系母豚 19 頭とその子豚を用いて初産および 2 産次に反復試験を実施した。

調査期間は、令和 3 年 12 月~令和 4 年 8 月とし、試験区の子豚には生後 1 日~14 日目の間、3 段階の代用乳(ウイニーロブリン、ミルク、スタート/日本農産工業(株))を給与プログラムに従い、哺乳豚用自動投薬器(クミカボール/クミアイ化学)を用いて朝・昼・夕の 1 日 3 回給与した(表 1)。出来る限り省力的な方法とするために、哺乳豚用自動投薬器は、代用乳を入れて分娩豚房内に設置するのみとし、子豚への馴致やシリンジ等を用いた強制経口投与は実施しなかった

(図 1)。対照区は、慣行の飼養方法に基づき追加哺乳は行わなかった。なお、人工乳の給与(粉餌の餌付け)については、両区ともに生後 5 日目から開始した。

表 1 子豚 1 頭あたりの代用乳の給与量 (2021~2022年、畜産試験場)

	規格	給与 日数 (日)	1 回あたり		1 日あたり		
			給与量 (g)	液量 ^{*2} (ml/回)	給与量 (g)	液量 ^{*2} (ml/日)	
代 用 乳	ウイニーロブリン (生後 1~2 日) ^{*1}	3 kg	2	2	10	6	30
	ウイニーミルク (生後 3~7 日) ^{*1}	5 kg	5	5	25	15	75
	ウイニースタート (生後 8~14 日) ^{*1}	20 kg	7	15	75	45	225

* 1 代用乳の () は各段階の給与期間。

* 2 代用乳は 4 倍量のお湯 (40~50℃) で溶かし、朝・昼・夕の 1 日 3 回給与。

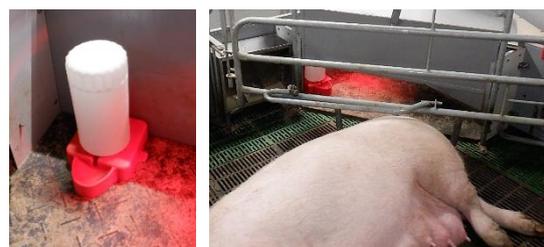


図 1 豚房(保温箱)内に設置した哺乳豚用自動投薬器

調査項目は、母豚の繁殖成績（母豚体重、離乳時育成率、母豚1腹あたり増体量、発情回帰日数）、子豚の発育（子豚体重、子豚1頭あたり増体量、事故率）、追加哺乳にかかる費用とした。

4. 結果および考察

(1) 追加哺乳が母豚の繁殖成績等に与える影響

平均離乳頭数は、両区ともに約13頭と良好で、離乳時育成率は試験区93.5%、対照区93.4%と、全体の平均でみると追加哺乳による差はなかった（表2）。しかし、両区のデータから哺乳開始頭数が少ない個体を除いてみると、対照区の離乳時育成率は哺乳開始頭数が増えるにつれ低下していくのに対し、試験区は93%以上を維持していた（図2）。

表2 追加哺乳が母豚の繁殖成績等に与える影響 (2021~2022年、畜産試験場)

	哺乳開始頭数 ² (頭)	離乳頭数 (頭)	離乳時育成率 ¹ (%)	1腹あたり子豚総体重 哺乳開始時 ³ (kg)	1日平均体重 増体量 ³ (kg)	体重減少率 ⁴ (%)	発情回帰率 ⁵ (%)	発情回帰日数 ⁶ (日)	
試験区 (n=17,16) *1	13.9	12.9	93.5	17.0	82.6	2.53	10.4	94.1	5.4
対照区 (n=18,16) *1	13.7	12.7	93.4	16.6	75.1	2.24	8.6	88.9	5.6
区間差 (試験-対照)	0.2	0.3	0.2	0.4	7.5	0.29	1.8	5.2	-0.2

*1 n = 分娩、発情回帰した頭数。
*2 初産の一部は里子実施した。
*3 初産の一部は3週齢前後で離乳、それ以外は4週齢前後で離乳した。
*4 分娩~離乳の間どの程度母豚が消耗したかを示す割合。
*5 分娩頭数のうち、離乳後10日以内に発情がきた頭数の割合。
*6 *5で正常に発情回帰した個体の離乳から発情回帰までの平均日数。

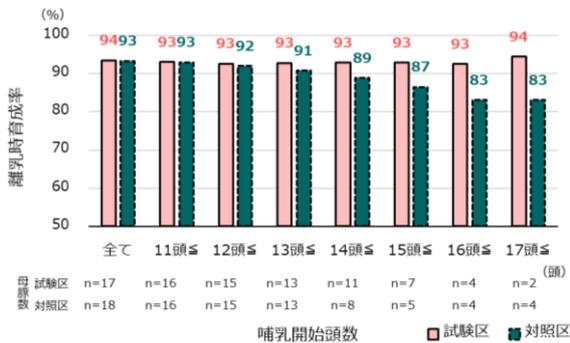


図2 哺乳開始頭数別にした母豚の離乳時育成率

そこで、両区の哺乳開始頭数と離乳頭数の相関を確認したところ、試験区の方がや

や高く、回帰式の傾きについても試験区の方が大きくなった（図3）。それぞれの回帰式から哺乳開始頭数に対する離乳頭数を試算すると、14頭以上の子豚を哺育する場合に追加哺乳の効果が高くなると考えられた（表3）。

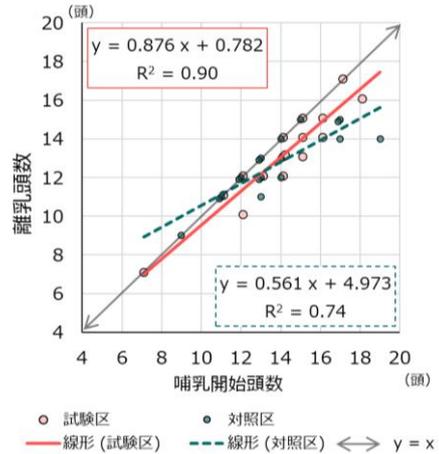


図3 哺乳開始頭数と離乳頭数の関係

表3 回帰式から試算される離乳頭数

哺乳開始頭数 (頭)	(2021~2022年、畜産試験場)		
	試験区	対照区*1	差*1
7	6.9	7.0	-0.1
8	7.8	8.0	-0.2
9	8.7	9.0	-0.3
10	9.5	10.0	-0.5
11	10.4	11.0	-0.6
12	11.3	11.7	-0.4
13	12.2	12.3	-0.1
14	13.0	12.8	0.2
15	13.9	13.4	0.5
16	14.8	13.9	0.8
17	15.7	14.5	1.2
18	16.6	15.1	1.5
19	17.4	15.6	1.8
20	18.3	16.2	2.1

*1 対照区は哺乳開始頭数が11頭以下の場合、離乳頭数が哺乳開始頭数を超えてしまうため、最大頭数で計算。

また、試験区は、離乳までの1腹あたりの子豚総体重の1日平均増体量が多く、子豚の発育が良好であった。分娩前から離乳までにおける母豚の体重減少については、試験区の方がやや多かったものの、発情回帰率は試験区の方が高かった（表2）。

(2) 追加哺乳が子豚の発育等に与える影響

子豚の離乳時体重は試験区 6.4kg、対照区 5.9kg と試験区の方が有意に大きく、この傾向は離乳 2 か月後も続いていた。また、1 日平均増体量についても試験区の方が有意に多く、追加哺乳が子豚の発育に良い影響を与えることが確認できた(表 4)。発育について 1 週間ごとの増体を見てみると、試験区の方が生時から 3 週目までの 1 日平均増体量が有意に多く、これは今回の試験では代用乳の給与期間を生後 1 日~14 日目としたことに起因すると考えられた(図 4)。

表 4 追加哺乳が哺乳子豚の発育等に与える影響 (2021~2022年、畜産試験場)

	哺乳中 事故率			1頭あたり体重		1日平均		離乳 2 か月後 ^{*2}	
	事故率 (%)	衰弱死 (%)	圧死 (%)	哺乳 開始時 (kg)	離乳時 (kg)	増体量 (g/日)	体重 (kg)	1日平均 増体量 (g/日)	1日平均 増体量 (g/日)
試験区 (n=236,223,220,220,220) ^{*1}	6.8	3.0	3.8	1.2	6.4	203	42.0	555	
対照区 (n=247,235,231,230,228) ^{*1}	7.7	4.1	3.6	1.2	5.9	180	40.0	535	
区間差(試験-対照)	-0.9	-1.1	0.2	0.0	0.5	23	2.0	21	
有意差 ^{*3}	—	—	—	n.s.	*	***	*	†	

*1 n = 哺乳開始、1、2、3 週齢、離乳時の各頭数。
*2 初産のデータのみ。離乳時頭数と離乳 2 か月後頭数は、試験区n=107,106、対照区n=119,114。
3 † (0.05 ≤ p < 0.1)、 (0.01 ≤ p < 0.05)、** (0.001 ≤ p < 0.01)、*** (p < 0.001)。

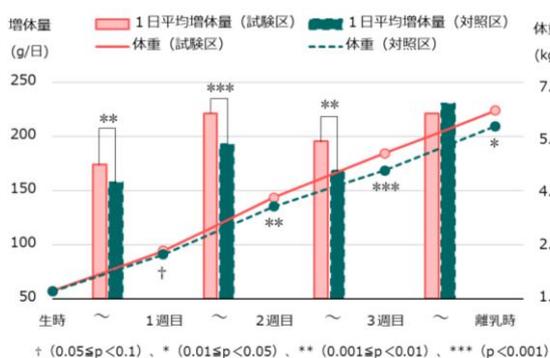


図 4 哺乳子豚の 1 日平均増体量および体重の推移

哺乳中の事故率については、試験区 6.8%、対照区 7.7% と試験区の方が約 1 ポイント低く、特に試験区では生後 4 日以降の衰弱死による損耗や生時体重 0.7kg 以上の子豚の損耗が少なかった(表 4、図 5、6)。

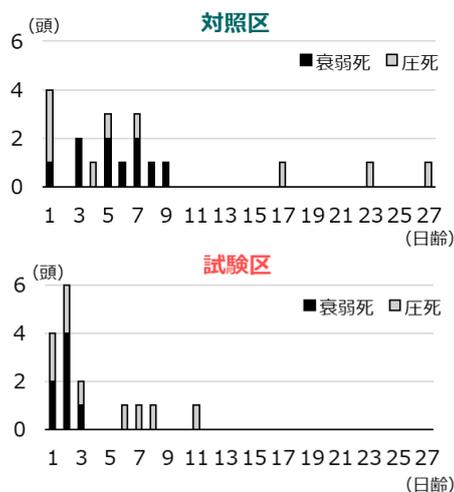


図 5 哺乳子豚の死亡日齢および死因 (上段: 対照区、下段: 試験区)

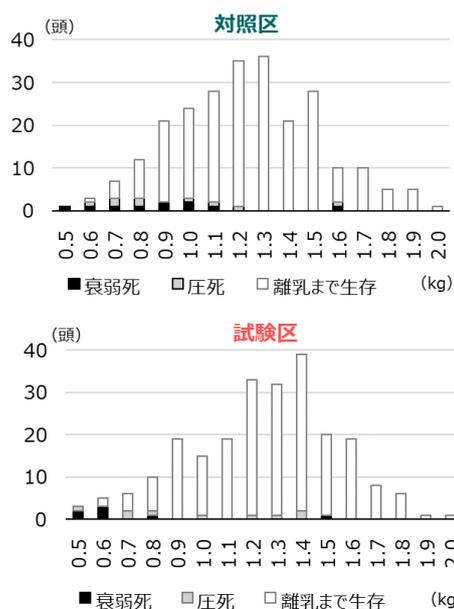


図 6 哺乳子豚の出生時体重別死亡頭数および死因 (上段: 対照区、下段: 試験区)

また、子豚の成績についても、哺乳開始頭数が少ない個体を除くと試験区と対照区の各項目の差が大きくなったことから、母豚の離乳時育成率と同様に哺乳開始頭数が 14 頭以上の場合に追加哺乳の効果が高くなると考えられた(表 5、図 7)。

表5 追加哺乳が子豚の発育等に与える影響（哺乳開始頭数14頭以上のみ）

哺乳開始頭数	哺乳中			1頭あたり体重		1日平均		離乳2か月後 ^{*2}	
	事故率	衰弱死	圧死	哺乳開始時	離乳時	増体量	体重	1日平均増体量	1日平均増体量
14頭以上	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(g/日)	(kg)	(g/日)	(g/日)
試験区 (n=168,156) ^{*1}	7.1	3.6	3.6	1.2	6.4	200	41.3	546	
対照区 (n=127,112) ^{*1}	11.8	7.1	4.7	1.1	5.7	170	37.6	506	
区間差	-4.7	-3.6	-1.2	0.1	0.7	30	3.7	40	

*1 n = 哺乳開始、離乳時の各頭数。

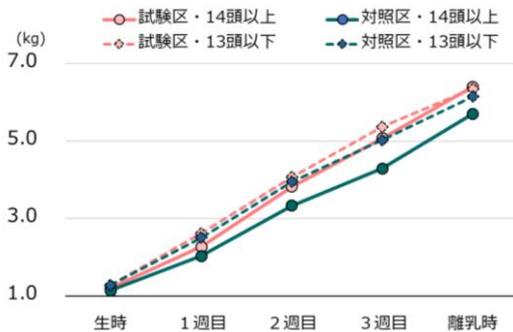


図7 哺乳開始頭数別に示した哺乳子豚の体重の推移

(3) 追加哺乳にかかる費用

追加哺乳にかかる費用は、母豚1腹あたりを14頭として試算すると、哺乳豚用自動投薬器代を含めて12,527円であった(表6)。当該における令和6年度の子豚の生産配布価格は、基準体重20kgで14,960円であり、子豚が1頭多く生存すれば相殺できる金額であった。

表6 追加哺乳にかかる費用 (2021~2024年、畜産試験場)

代	kg/個あたり単価 ^{*2} (円・税込)	給与量 (g/日)	子豚1頭あたり	
			費用(円)	費用 ^{*3} (円)
ウイニーロプリン(生後1~2日) ^{*1}	6,930	6	83	1,164
ウイニーミルク(生後3~7日) ^{*1}	3,619	15	271	3,800
ウイニースタート(生後8~14日) ^{*1}	1,650	45	520	7,277
		小計	874	12,241
哺乳豚用自動投薬器(クミカボール)	2,058	—	—	286 ^{*4}
		合計		12,527

*1 代用乳の()内は各段階の給与期間。

*2 それぞれの販売価格(税抜)は、ウイニーロプリン18,900円/3kg、ウイニーミルク16,450円/5kg、ウイニースタート33,000円/20kg、哺乳豚用自動投薬器(クミカボール)11,225円/6個入り。

*3 母豚1腹あたり子豚14頭として計算。

*4 哺乳豚用自動投薬器は、洗浄後繰り返し使用できるため、耐用年数を3年(分換回数2.4回)として計算。

なお、今回の試験では、離乳頭数の平均値には区間差がなかったものの、哺乳開始頭数別の離乳時育成率からの試算では、哺乳開始頭数が14頭以上であれば12,527円で0.5~1.5頭、17頭以上であれば15,150円で

1.8~2.9頭、追加哺乳をすることで離乳頭数が増えるという結果が得られた。

また、本試験では、給与開始直後は代用乳の摂取がほとんど見られなかったり、哺乳頭数によっては飲み残しが見られたりすることがあった。そのため、本試験と同様に代用乳の馴致や強制経口投与を行わない場合は、1段階目は省略するか最初から2段階目の代用乳を使用したり、飲み残しがある場合は、給与量を減らしたりすることで、経費を削減できると考えられる。

5. まとめ

本研究の結果から、多産系母豚では14頭以上の子豚を哺育する場合、子豚の発育遅延や衰弱死による離乳時育成率の低下が起きやすいことが分かった。このことは、母豚の乳頭数以上の子豚を哺育する際に母乳不足が起きていることを示唆する。また、これらの母乳不足に起因すると考えられる子豚の発育遅延や損耗は、追加哺乳技術により改善できることが明らかとなった。追加哺乳の実施にあたっては、哺乳豚用自動投薬器を用いることで安価かつ省力的に実施でき、生産現場への普及が見込まれる。

一方、本技術では、生後3日以内または生時体重0.7kg未満の子豚の衰弱死や圧死といった母乳不足とは別の要因と考えられる損耗については防ぐことができなかった。したがって、今後はこれらの事故の要因を解明するとともに、妊娠期の栄養状態や分娩時の対策等といった多産系母豚の飼養にあたって重要と思料される項目について、引き続き研究を行い、県内養豚農家の生産性向上への一助としたい。

(畜産試験場)

はじめに

令和4年度、筆者は普及技術「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(和子牛)を育成できる」と題して、「交雑種レシピエントにET和子牛を授乳させた場合、黒毛和種の2倍程度の授乳量があり、先行事例より短い3.5か月齢の離乳でも、出荷月齢の8か月齢時で良好な増体だった。また、和子牛の日増体量は哺乳量と正の相関があった」と発表した。その試験中、生時体重と哺乳期間の日増体量についても強い正の相関が見られたが、より詳細な調査が必要と考え、発表を控えていた。哺乳量と日増体量については、以前より、筆者以外からも多くの発表があるが、黒毛和種の生時体重と日増体量に関して名言しているものはない。前回の試験における生時体重と日増体量の相関は哺乳期間に限定されたものなのか、交雑種レシピエントの自然哺乳という特殊な形態の影響はあるかを確認する必要がある。今回の試験では子牛市場上場時の測定体重から算出した日増体量と生時体重との関連調査と、母牛黒毛和種自然哺乳時の哺乳量と発育調査を行い、生時体重の日増体量への影響と、子牛の増体要因の検証を行った。

1 材料と方法

平成30年度から令和6年度にかけて、畜産試験場から市場に出荷した和子牛(約240日齢)の上場時の測定体重から、日増体量と生時体重との関連を調査した。なお、本試験の日増体量は「(市場上場時測定体重-生時体重)/市場上場日齢」とし、生時体重を除いた実際の増体量を算出した。また、母牛黒毛和種自然哺乳の和子牛の哺乳量と発育調査を行い、母牛交雑種の場合との相違点を検証した。哺乳量は、前回試

験と同様、前日夜より和子牛を母牛と隔離し、測定日の8時、13時、18時に哺乳前後の体重を測定し、算出した。子牛の飼料給与は乾草飽食とし、人工乳は0.1kg給与から開始した。給与した人工乳を完食した翌日より増給し、約1.6kg完食後、育成期飼料への切替を開始した。

2 結果

母牛黒毛和種と母牛交雑種自然哺乳和子牛77頭の市場上場時測定体重から算出した日増体量と生時体重の間に相関は見られなかった(図1)。図1より母牛黒毛和種自然哺乳和子牛59頭のみ抽出した場合も、相関は見られなかった(図2)一方、母牛交雑種自然哺乳和子牛18頭を抽出した場合は正の相関が見られ(図3)、自然哺乳時の母牛品種の違いにより、市場上場時の日増体量と生時体重との相関の有無が変わることが示唆された。

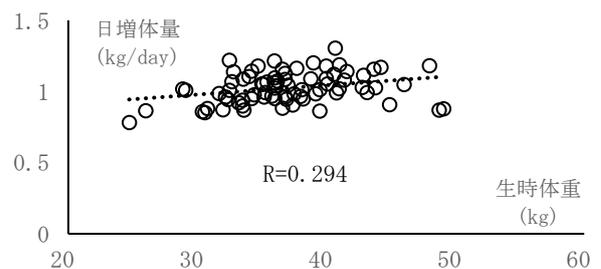


図1 自然哺乳和子牛全頭の生時体重と市場上場時日増体量

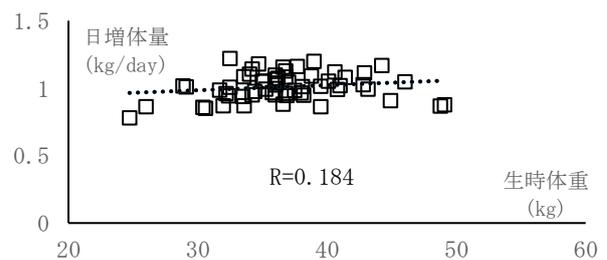


図2 母牛黒毛和種自然哺乳和子牛の生時体重と市場上場時日増体量

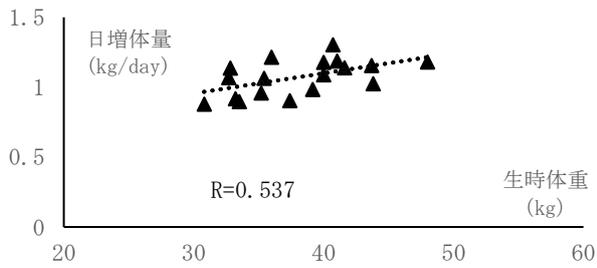


図3 母牛交雑種自然哺乳和子牛の生時体重と市場上場時日増体量

母牛黒毛和種群と母牛交雑種群和子牛の生時体重に差はないが、15日齢より母牛交雑種群が重くなった(図4)。体高についても同様の傾向が見られ(図5)、胸囲は30日齢より差が見られた(図6)。

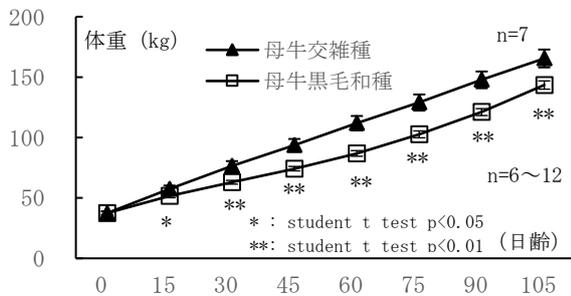


図4 母牛黒毛和種及び母牛交雑種和子牛の体重

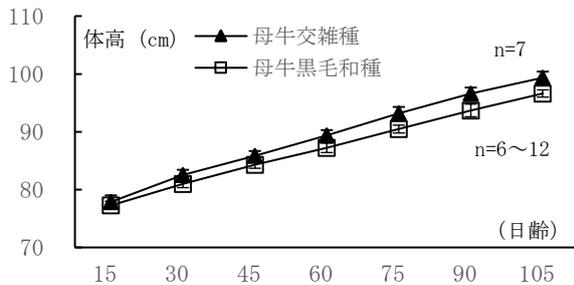


図5 母牛黒毛和種及び母牛交雑種和子牛の体高

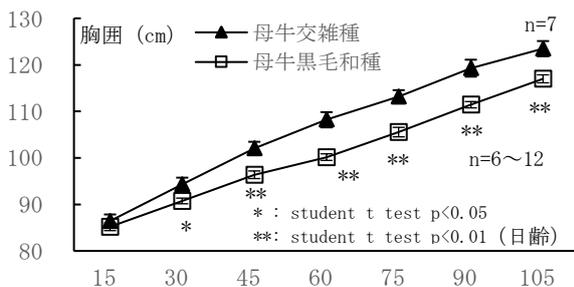


図6 母牛黒毛和種及び母牛交雑種和子牛の胸囲

日増体量は60日齢までは母牛交雑種群が多いが、75日齢ではほぼ同じとなった(図7)。

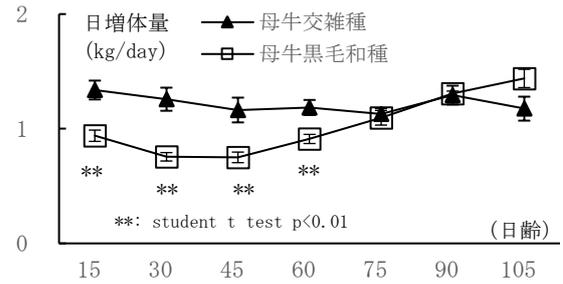


図7 母牛黒毛和種及び母牛交雑種和子牛の日増体量

哺乳量は全日齢にて母牛交雑種群が多かった。また、母牛黒毛和種群が15日齢をピークに漸減するのに対し、母牛交雑種群は45日齢がピークとなり、75日齢でも大きく減少しなかった(図8)。

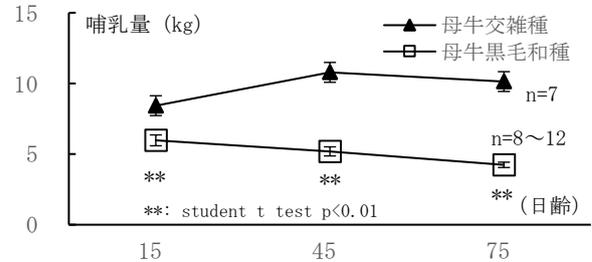


図8 母牛黒毛和種及び母牛交雑種和子牛の哺乳量

和子牛の哺乳量と日増体量について、母牛黒毛和種群では15日齢、45日齢で哺乳量と日増体量に正の相関が見られ(図9、10)、75日齢では関連がなかった。

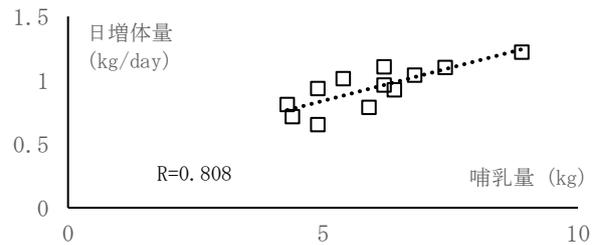


図9 母牛黒毛和種和子牛の哺乳量と日増体量(15日齢)

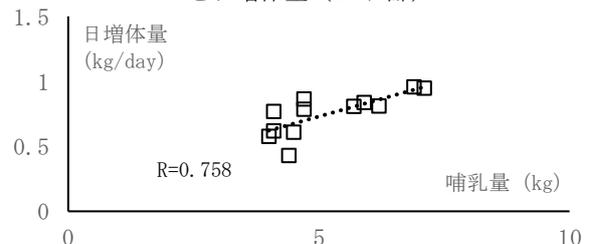


図10 母牛黒毛和種和子牛の哺乳量と日増体量(45日齢)

母牛交雑種群では、45日齢、75日齢で哺乳量と日増体量に正の相関が見られ(図11、12)、15日齢では関連がなかった。

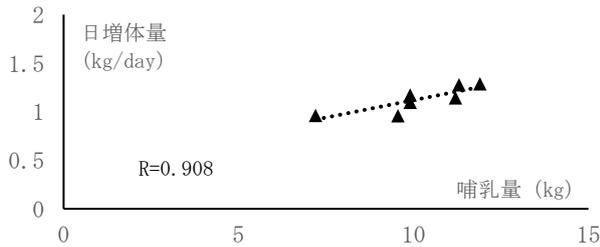


図11 母牛交雑種和子牛の哺乳量と日増体量(45日齢)

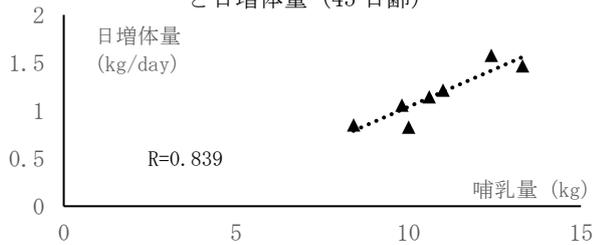


図12 母牛交雑種和子牛の哺乳量と日増体量(75日齢)

母牛黒毛和種群では、離乳(105日齢)までの全期間で、生時体重と日増体量に正の相関は見られなかった。一方、母牛交雑種群では、15日齢、30日齢、60日齢、75日齢時に生時体重と日増体量に正の相関が見られた(図13~16)。

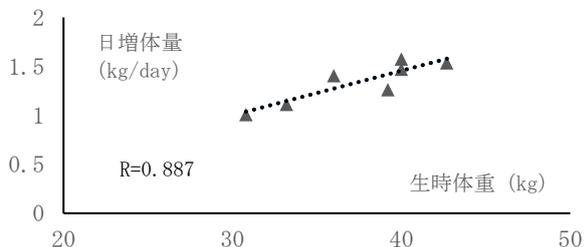


図13 母牛交雑種和子牛の生時体重と日増体量(15日齢)

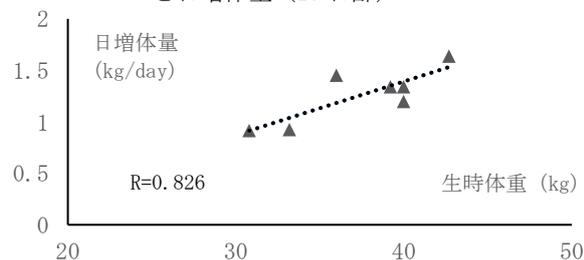


図14 母牛交雑種和子牛の生時体重と日増体量(30日齢)

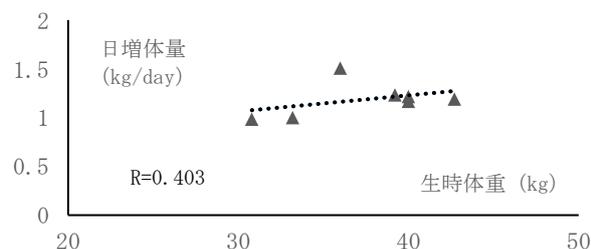


図15 母牛交雑種和子牛の生時体重と日増体量(60日齢)

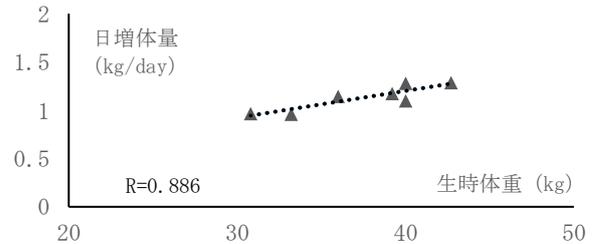


図16 母牛交雑種和子牛の生時体重と日増体量(75日齢)

母牛交雑種群では離乳に向けた制限哺乳開始後も人工乳の食餌量は少なく、105日齢でも平均して1kg程度の給与量だったが、母牛黒毛和種群では75日齢時点で十分な人工乳を完食し、育成期飼料への切替を開始しており、105日齢では2.5kg程度の給与量だった(図17)。なお、牛舎構造の関係で、完全な単飼とはなっていないため、参考値である。

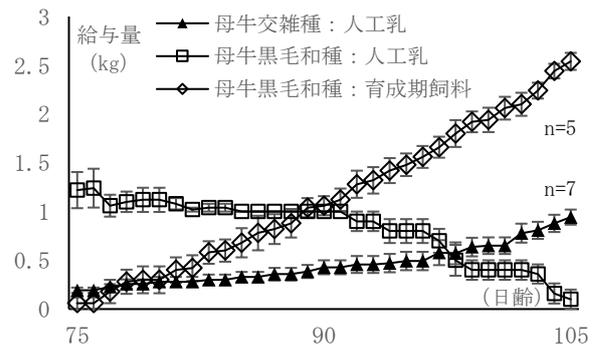


図17 和子牛への濃厚飼料給与量

3 考察

本試験の結果から、母牛交雑種自然哺乳時のように、哺乳量が十分な場合、日増体量は生時重量と正の相関となる、と考えられた。なお、試験は継続中でさらに例数を集める予定である。

増体量と生時体重の関連については、哺乳量を多くして高い増体量を目指す、強化哺乳や追加哺乳でも同様と考えられた。そのため、安定して高増体の和子牛を生産するためには、生時体重の大きい和子牛が必要となり、母牛の分娩前の確実な増給や、大型和子牛の分娩に耐える後躯の大きい母牛の選抜が重要である、と考えられた。

長野県におけるバルク乳中の脂肪酸組成の現状と指標値の設定

○大森 朋子、中島 純子、松浦昌平（畜産試験場）

要 約

乳脂肪酸組成はルーメン発酵と密接に関連しており、牛の健康状態をモニターするための総合的な指標となり得る。乳脂肪酸は、起源からルーメン発酵で産生された酢酸や酪酸から乳腺で生成される De novo 脂肪酸、飼料や体脂肪由来の Preformed 脂肪酸、De novo 脂肪酸と Preformed 脂肪酸の両方に由来する Mixed 脂肪酸に分類される。De novo 脂肪酸はルーメンで産生された酢酸や酪酸から合成されるため、ルーメンの健康状態を把握する指標として有用である。

令和4年8月から長野県においても、東海酪農業協同組合連合会（以下東海酪連）から全国農業協同組合連合会長野県本部（以下全農長野）を通じて乳脂肪酸組成データのフィードバックが可能となった。これに伴い、乳用牛群管理におけるモニタリング情報とするため、県内酪農家から収集されたバルク乳成分および乳脂肪酸組成データの基本統計量を算出し指標値を求めた。

長野県において、バルク乳中の De novo 脂肪酸は乳中の割合（%Milk）は 0.85%以上、乳脂肪酸全体の割合（%FA）は 23.6%以上が乳用牛群の飼養管理における指標値となる。また、乳脂肪率 3.5%以上を維持するためには、De novo 脂肪酸は 0.73%Milk 以上、Mixed 脂肪酸は 1.03%Milk 以上が目安となる。

キーワード：乳脂肪率、バルク乳脂肪酸組成、De novo 脂肪酸、Mixed 脂肪酸、Preformed 脂肪酸

背景と目的

近年、乳中の脂肪酸組成およびβ-ヒドロキシ酪酸(以下 BHB)を測定する技術が開発され、酪農家が乳用牛の健康状態を明確に把握して飼養管理ができるようになった。

長野県は、令和4年8月から、バルク乳及び個体乳における乳中脂肪酸組成および BHB の分析結果が、東海酪連から牛群検定をとおしてフィードバックされるようになった。それに伴い、県内の酪農家がバルク乳脂肪酸組成データを乳用牛群管理におけるモニタリング情報として活用できるようにするため、県内酪農家から収集されたバルク乳成分および乳脂肪酸組成データの基本統計量を算出し、指標値を求めた。

乳脂肪酸組成について

乳脂肪酸組成はルーメン発酵と密接に関連しており、牛の健康状態をモニターするための総合的な指標となり得る。乳脂肪は98%がトリグリセリドで、脂肪酸は400種類以上ある^{1,2)}。グリセロールの5%を除いた乳脂肪酸は、その起源に応じて3つの

グループに分類することができる³⁾。①ルーメン発酵で産生された酢酸や酪酸をもとに乳腺で生成される酪酸(C4:0)からパルミチン酸(C16:0)までを含む De novo 脂肪酸、③飼料や体脂肪由来のステアリン酸(C18:0)やリノール酸(C18:2)などの長鎖脂肪酸を含む Preformed 脂肪酸、および②乳腺で生成されるほか、飼料や体脂肪の両方に由来するパルミチン酸(C16:0)を主とする Mixed 脂肪酸に分類される⁴⁾。Preformed 脂肪酸や Mixed 脂肪酸は、給与飼料や分娩後の負のエネルギーバランスによる体脂肪動員の高まりに伴い大きく変化する。一方、De novo 脂肪酸はルーメンで産生された酢酸や酪酸から合成されるため、

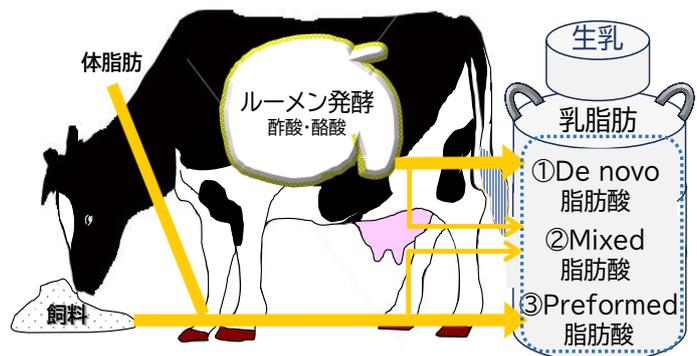


図1 乳脂肪酸組成概要図（2023年畜産試験場）

ルーメンの健康状態を把握する指標として有用である(図1)。

De novo は、ラテン語で「新たに」「再び」を意味し、De novo 脂肪酸は、粗飼料やルーメン由来の脂肪酸とそれを素に乳腺で合成された脂肪酸で、ルーメン微生物の活動状況を反映する。De novo 脂肪酸は乳脂肪酸の 18~30%^{3,4,5)}を占める。良質で安定した粗飼料を、安定した量で摂取すると、ルーメン内微生物が活発化し、健康状態が良好となり数値が高まる。一方、ルーメンアシドーシスや粗飼料不足などによりルーメン機能が低下した場合は、減少する。

Mixed 脂肪酸は De novo 脂肪酸と Preformed 脂肪酸の一部から由来し、増加や減少は De novo 脂肪酸に伴う。乳脂肪酸 35~40%^{3,4,5)}を占める。

Preformed は、ラテン語で「既存の」「あらかじめ形成された」を意味し、Preformed 脂肪酸は、の飼料由来と体脂肪動員を反映し、高値の場合は体脂肪動員、濃厚飼料の油脂類多給傾向が疑われる。

エネルギー不足の場合は減少する。乳脂肪酸 35~40%^{3,4,5)}を占める。

	デノボ De novo	ミックス Mixed	プレフォーム Preformed
	粗飼料、ルーメン由来 ルーメンの健康を反映 (ルーメン微生物の活動状況を反映)	デノボとプレフォーム の一部から由来	体脂肪動員 濃厚飼料由来
分類	短鎖・中鎖脂肪酸 C4(酪酸)~ C16(ミリストレイン酸)など	中鎖脂肪酸 C16(パルミチン酸)など	長鎖脂肪酸 C18(リノール酸)など
↑ 増加	・ルーメン健康状態が 良好 ・ルーメン内微生物が 活発	・飼料等のバイパス 油脂の増加 ・デノボ合成の 増加	・体脂肪の動員 ・脂肪分を多く含む 飼料の増加
↓ 減少	・ルーメン機能の 低下	・飼料等のバイパス 油脂の減少 ・デノボ合成の 低下	・エネルギー不足 (又は飼料中の脂肪 不足)

表1 乳中脂肪酸組成データの見方
(2023年 畜産試験場)

材料

集計データは、県内酪農家における月3回のバルク乳検査成績で、内容はバルク乳成分並びに乳脂肪酸組成データである。乳脂肪酸組成データは、De novo 脂肪酸、Mixed 脂肪酸、Preformed 脂肪酸を、生乳中 100g あたりの量 g を%Milk、乳脂肪(FA) 100g 当たりの量(g) を%FA で示す。

集計期間は令和5年1月から12月までの1年間で、対象はホルスタイン種 215 戸 7,259 件である。

方法

県内酪農家から収集されたバルク乳成分および乳脂肪酸組成データにおいて基本統計量を算出し、平均値、標準偏差、分布、経時的推移について乳脂肪率と乳脂肪酸組成の関係を調査した。

結果

長野県の乳脂肪酸組成について

1 De novo 脂肪酸%Milk と乳蛋白率との関係

De novo 脂肪酸%Milk と乳蛋白率の間には決定係数 0.4 の正の相関があった。これは北海道酪農検査協会、アメリカ合衆国のコーネル大学の 0.5 に近い値となった^{6,7)}。De novo 脂肪酸%Milk と乳蛋白率は正の相関を示し、平均値を中心にしてほぼ左右対称な正規分布に従う分布となった。乳脂肪と同様にルーメンの健康状態のバロメーターとなり得ることが判明した(図2)。

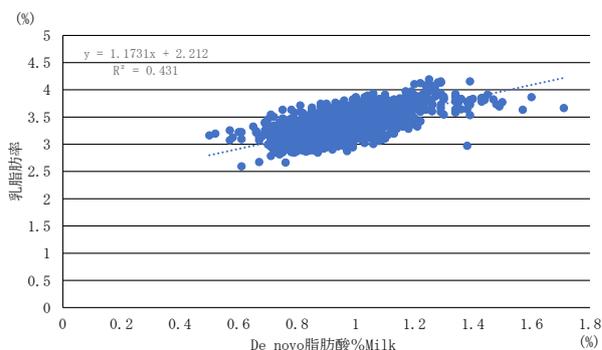


図2 De novo 脂肪酸%Milk と乳蛋白率との関係(2023年 畜産試験場)

2 乳脂肪率と脂肪酸組成%Milk の関係

乳脂肪率と De novo 脂肪酸%Milk の間に決定係数が 0.5 の正の相関が認められ、平均値を中心にしてほぼ左右対称な正規分布に従う分布となった(図3)。アメリカ合衆国コーネル大学や日本の鳥取県の決定係数は 0.8^{6,8)}であった。

乳脂肪率と Mixed 脂肪酸%Milk との間に決定係数 0.7 の正の相関が認められ、平均値を中心にしてほぼ左右対称な正規分布に従う分布となった。中国地方の決定係数は 0.88、アメリカ合衆国のコーネル大学

の決定係数は 0.89^{6,8)}であった。

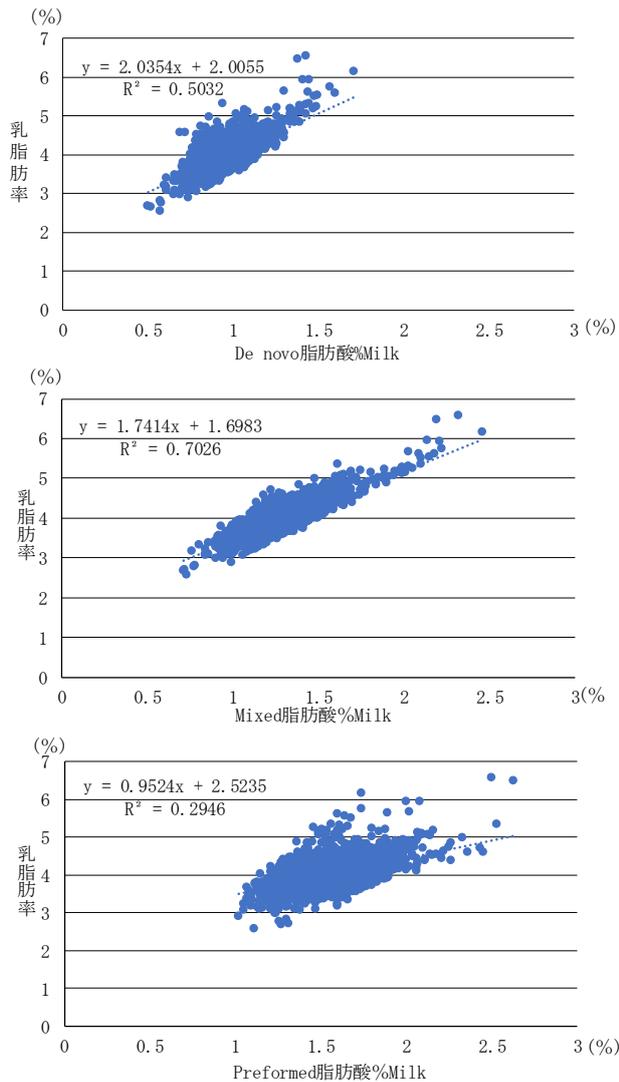


図3 乳脂肪率と脂肪酸組成%Milkの関係
(2023年 畜産試験場)

バルク乳の乳脂肪率において、ルーメン由来の脂肪酸量の影響が強いことが窺われた。(図3)

乳脂肪率と Preformed 脂肪酸%Milk との間には決定係数 0.25 の正の相関が認められ、平均値を中心にしてほぼ左右対称な正規分布に従う分布となった。De novo 脂肪酸%Milk や Mixed 脂肪酸%Milk より低い決定係数であった。

3 乳脂肪率と脂肪酸組成%FAの関係

乳脂肪率と De novo 脂肪酸%FA の間の決定係数は 0.0007 で相関は認められなかった。

乳脂肪率と Mixed 脂肪酸%FA との間の決定係数は 0.07 で相関は認められなかった。

乳脂肪率と Preformed 脂肪酸%FA との間の決定係数は-0.01 で相関が認められなかった。

De novo 脂肪酸%FA、Mixed 脂肪酸%FA、Preformed%FA いずれも、乳脂肪率との間に相関は認められなかった。

乳脂肪率と脂肪酸組成の季節的変動

長野県の令和5年1月から12月の1年間における乳脂肪率の平均は3.95%で、これは都府県の平均4.0と大差なく、夏に低下し冬に上昇する通常の季節的変動が見られる。

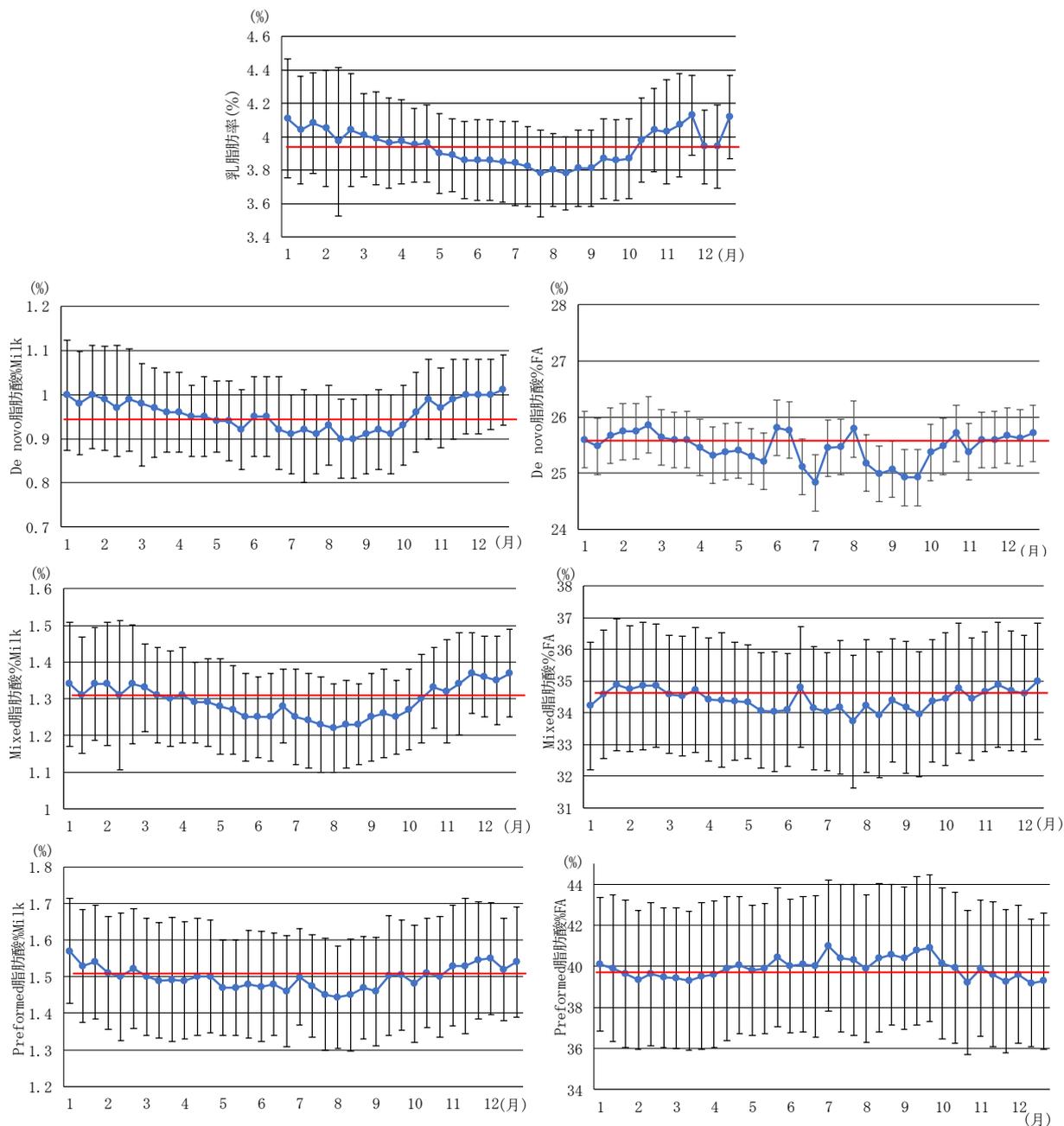
De novo 脂肪酸%Milk は年間平均0.95%であった。乳脂肪率の変動に伴い、6月下旬から下降し8月は年間最低値0.91%まで低下した。9月から上昇し、10月には0.98%まで達し冬季は概ね1%で推移した。

Mixed 脂肪酸%Milk は、年間平均1.29%で、De novo 脂肪酸%Milk と連動し8月に最低値1.22%に低下し、冬季12月に1.37%に上昇した。

De novo 脂肪酸%Milk と Mixed 脂肪酸%Milk は夏場に低下した。これは暑熱ストレス等による粗飼料や乾物摂取量の減少に伴っており、それはルーメン発酵に影響を及ぼしていることが窺われた。

Preformed 脂肪酸%Milk は夏季にわずかな低下が見られた。夏季は、体脂肪動員が起きにくいことが窺われた(図4)。

De novo 脂肪酸%FA、Mixed 脂肪酸%FA、Preformed 脂肪酸%FA は夏季に変動がみられた。De novo 脂肪酸%FA、Mixed 脂肪酸%FA は、De novo 脂肪酸%Milk と Mixed 脂肪酸%Milk に伴う変動が見られたが、Preformed 脂肪酸%FA は夏季に上昇が見られた。夏季は、体脂肪動員が起きにくい乳脂肪酸を占める Preformed 脂肪酸の割合は増加した(図4)。



各々の直線は、平均値を示す。

図4 乳脂肪率と脂肪酸組成の季節的変動 (2023年畜産試験場)

表2 県内バルク乳における乳脂肪酸組成の平均値 (R5年1月～R5年12月、215戸、7,259検体) (2023年 畜産試験場)

乳脂肪率 (%)	生乳中の割合 (%Milk)			乳脂肪酸中の割合 (%FA)			
	デノボ	ミックス	プレフォーム	デノボ	ミックス	プレフォーム	
平均 (±標準偏差)	3.95 ± 0.3	0.95 ± 0.1	1.29 ± 0.1	1.50 ± 0.2	25.4 ± 1.8	34.4 ± 2.0	39.9 ± 3.5

バルク乳脂肪酸組成の基本統計量

表2は令和5年の一年間に県内酪農家で検査を実施したバルク乳成分およびバルク乳脂肪酸組成の基本統計量である。

脂肪酸組成の平均値と標準偏差は、乳脂肪率 3.95(±0.3)%に対し、生乳中の De novo 脂肪酸%Milk が 0.95±0.1%、Mixed

脂肪酸%Milk が 1.29±0.1、Preformed 脂肪酸%Milk が 1.5±0.2%であった。

乳脂肪酸中の De novo 脂肪酸%FA が 25.4±1.8%、Mixed 脂肪酸%Milk が 34.4 ± 2.0、Preformed 脂肪酸%FA が 39.9 ± 3.5%であった。

牛群としてのルーメンの健全性の指標値

1 乳用牛群の飼養管理における指標値

デノボ脂肪酸を高い値で維持することが「牛の健康、乳生産を最大にする」ことである。異常の早期発見や予防的な管理を重視し、群全体の健康状態の変化をとらえやすくし、栄養や飼養管理の改善を目的とするため「平均値-1標準偏差」を指標値に採用した。ルーメンの健康状態を反映する De novo 脂肪酸および Mixed 脂肪酸は、0.85%Milk 以上、23.6%FA 以上、Mixed 脂肪酸は 1.19%Milk 以上、32.4%FA 以上を乳用牛群の飼養管理における指標値とした(表3)。

なお、95%が含まれる2標準偏差は異常値として扱われる範囲が広く、軽微な異常が見逃される可能性がある。

表3 バルク乳におけるデノボ及びミックス脂肪酸組成の指標値 (2023年畜産試験場)

	生乳中の割合 (%Milk)	乳脂肪酸中の割合 (%FA)
デノボ脂肪酸	0.85以上	23.6以上
ミックス脂肪酸	1.19以上	32.4以上

2 乳脂率 3.5%以上を維持するための目安

生乳取引価格上でペナルティがかからない乳脂率 3.5%以上を維持するためには、回帰直線から De novo 脂肪酸を 0.73% Milk 以上、Mixed 脂肪酸を 1.03%Milk 以上に保つ飼養管理を行う必要がある(図5)。

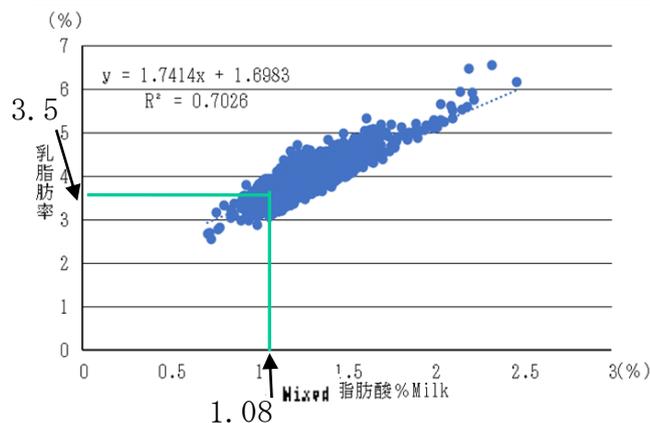
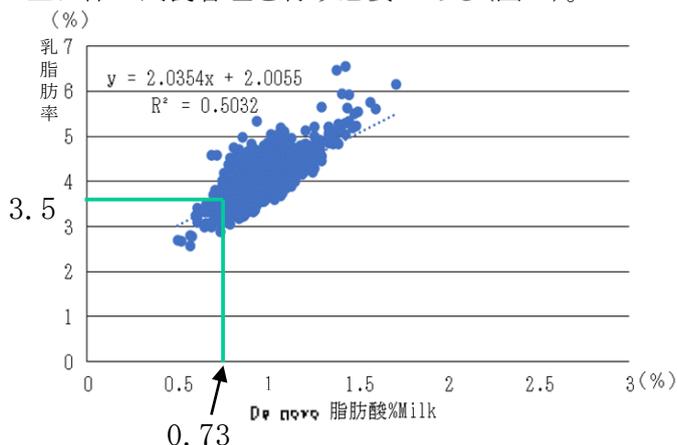


図5 3.5%乳脂率と脂肪酸組成値

(2023年 畜産試験場)

バルク乳脂肪酸組成の指標値の活用法

バルク乳脂肪酸組成データの活用においては、農場の脂肪酸データの推移と指標値を比較し月毎の動きや、乳脂率、乳蛋白率と共に De novo 脂肪酸や Mixed 脂肪酸の高低をチェックし健康状態を確認する。もし変動があれば、飼料や飼養管理を見直し、必要に応じて牛群ドックを実施するなどの対応を取り飼養管理の一助としてご活用いただきたい。

まとめ及び考察

令和4年8月から長野県において、東海酪連から牛群検定を通して乳脂肪酸組成データがフィードバックされるようになった。しかし、長野県の牛群検定加入率は25%であり、非加入の75%にあたる160戸あまりの酪農家は乳脂肪酸組成データを活用できていない。De novo 脂肪酸を高い値で維持することが「牛の健康、乳生産を最大にし」収益向上につながるため、今回長野県全戸の酪農家に乳脂肪酸組成のデータの活用を目標に長野県の指標値の設定を試みた。月3回のバルク乳検査成績にバルク乳脂肪酸組成分析結果は表示されておらず、また、指標が示されていないため自ら値の良し悪しの判断ができない。加えて、兵庫県や北海道の指標値では、粗飼料基盤の違いにより長野県に適合しない課題があった。今回は始めの一步として、指標値を求めた。

今回のバルク乳の脂肪酸組成の指標値は、本県のデータをもとに設定した。今回示した指標値は令和5年の1年間の基本的

統計値をもとに算出した値であるため今後
も引き続き指標値の検証を継続していく。

参 考 文 献

- 1) 国際酪農連盟日本国内委員会
IDF(Japanese National Committee of
International Dairy Federation) 乳
製品と糖尿病 乳脂肪の栄養価 (フラン
ス酪農公社(CNIEL)より提供のあった刊
行物 (2005 年 5 月) の英語翻訳・改
変)
- 2) 田中義春. 牧草と園芸 第 70 巻第 4
号 (2022 年)
- 3) 北海道釧路総合振興局 釧路農業改良
普及センター 令和 3 年 7 月 技術情
報
- 4) 生田健太郎. 乳汁脂肪酸組成による飼
養管理の新たな評価法 2022 年 10 月
ささえあ製薬学術セミナー講演
- 5) 久富聡子 ウェスタン・カナディア
ン・デーリィ・セミナー報
告. DailyJapan, 30-33, 2020. 7
- 6) NEW MILK ANALYSIS TECHNOLOGIES TO
IMPROVE DAIRY CATTLE PERFORMANCE
D. M. Barbano and C. Melilli
Department of Food Science Cornell
University 2016
- 7) (公社)北海道酪農検定検査協会 北海
道における乳中の脂肪酸組成に関する
検討 2021
- 8) 今吉正登. 新しい乳成分測定値(脂肪酸
組成)を活用した指導事例 令和 4 年度
酪農経営支援総合対策事業(乳用牛改良
増殖推進事業): 遺伝的能力向上対策)
に係る現地勉強会(濃密研修会)資
料, 31-66, 2023. 2

深度カメラを用いた乳牛の体型測定システムの開発

○橋本 淳一、中島 純子、松浦昌平（畜産試験場）

背景と目的

畜産業は日本の農業のうち生産額 1 位（36%）を占める規模の大きい業界である。

近年、業界では農家や技術者の高齢化、1 戸あたりの大規模化により牛 1 頭の管理にかけられる時間は減少傾向となっている。このため、労働環境の改善・効率化や飼養技術の継承等が業界の課題としてあげられている。これら課題に対して作業のロボットや人工知能（AI）に任せる DX 化技術が一部の農家で導入されている。

そこで、長野県では地域の IT 企業であるセイコーエプソン株式会社と研究協定を締結、連携事項として、「カメラ測定による乳用牛の BCS（Body Condition Score）画像診断に関すること。」「分光測定によるフィールドでの飼料成分分析に関すること。」の 2 点で研究を進めることとした。

今回、「カメラ測定による乳用牛の BCS 画像診断に関すること。」の成果について報告する。

酪農業が抱える問題点の把握

研究を始めるにあたり酪農家の業務と DX 化が可能な点についてヒアリング調査を行った。

酪農家の主な業務は、大きく飼料管理、給餌管理、健康管理、搾乳管理、繁殖管理の 5 つに分けられ、この内、重労働にあたる搾乳や給餌管理等の一部ではロボット等の導入が進んでいる。

一方、飼料、健康、繁殖管理等は勘と経験に頼らざるを得ない部分が多く残っていることを確認した。

これら 5 つの主な業務のうち、給餌設計、繁殖管理、搾乳管理にも関係する健康管理に着目。健康管理は依然として農家の勘や経験で行っているものが多く、ここを DX 化することで、安定的な管理ができるようになると考え、健康管理項目の 1 つである BCS

計測から DX 開発することとした。（図 1）



図 1 酪農業務 5 つの業務と BCS 計測の関係（2024 年、畜産試験場）

BCS システムの開発

牛の BCS とは、牛の脂肪の蓄積具合を数値化したもので、健康状態を把握する指標の 1 つである。BCS は 1 から 5 まで 0.25 刻みの 17 段階で判定される。

BCS は熟練した専門員の目視によって判定されるため、労力とコストが難点としてあげられる。

そのため、BCS 判定を行わない牧場は多く、正確な健康状態を把握できてないまま、飼育することになってしまい、生産効率の低下を招いている恐れがある。

このように人が判定する BCS をカメラと AI で数値化できたら、自動かつ低コストに健康状態を把握することができるようになり生産効率の向上に繋がると考えられた。（図 2）

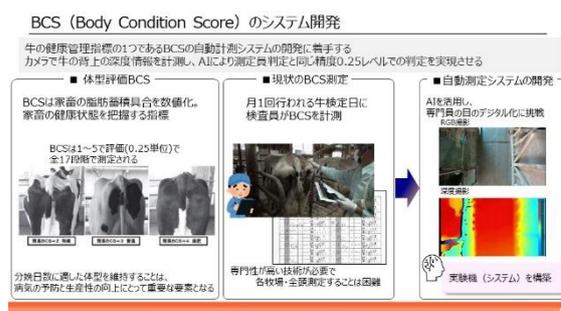


図 2 人による BCS 判定から AI 判定へ（2024 年、畜産試験場）

BCS の自動出力には、パイソン OS で稼働する AI を用いた。

深度カメラで牛の背中中の凹凸情報を取得し、この情報を AI が認識して、BCS を出力するようシステム構築を行った。

AI 学習の際は、専門員の BCS 判定値と凹凸情報を突き合わせて学習させた。

また、BCS をより安定的に出力させるために、データの整形や余計な情報を削除するなどの加工を行った。

更に、この AI は、同時に測定画像から個体識別も行えるようにした。

これにより、各牛の BCS 値を日々蓄積することが出来るようになった。

今回開発したシステムでは、データをクラウドにアップロードし、インターネットが繋がる場所であれば、いつでもどこでも BCS 確認が可能となった。(図 3)



図 3 BCS 計測システムの仕組み (2024年、畜産試験場)

現在、開発したシステムは、長野県畜産試験場と民間牧場2戸にテスト導入されている。

長野県畜産試験場の試験乳牛舎における設置事例では、パーラーで搾乳された牛が各々牛舎に戻る際に通路上部に取り付けられた深度カメラで牛腰部を撮影、AI がその画像から BCS を判定する方式になっている。

(図 4)

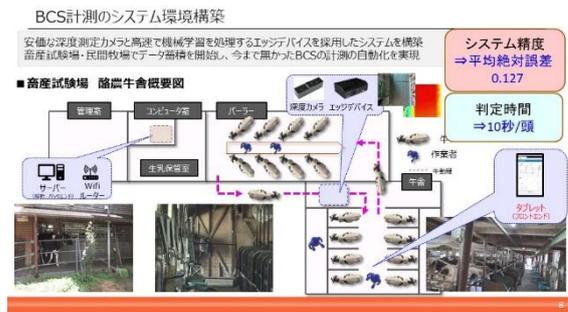


図 4 畜産試験場におけるシステム設置事例 (2024年、畜産試験場)

BCS システムの活用方法

このシステムを導入することで、個体管理や群管理状況を可視化することができる。

個体管理では、体型推移の把握、また、乳量と合わせることで健康状態の把握、給餌調整などが可能となる。

群管理では、牧場全体の健康状態の把握、過去や他牧場との比較、注意すべき個体の発見や対応が可能となり、さらに乳量と合わせることで給餌量の過不足、生産性の確認も可能となる。

図 5 は BCS 閲覧システムでの畜産試験場の BCS 結果表示画面である。

図中グラフ上の★は標準、●は太り気味、◆は痩せ気味の個体を示し、背景色の違いで泌乳前期、中期、後期を区分している。

図中グラフ横軸は分娩後日数、縦軸は BCS を、中央の太い黒破線は BCS の標準線、細い破線は BCS 上限と下限を示している。

これら結果から畜産試験場では約 3 頭を除き多くの牛が標準線に沿って飼養管理されていることが分かった。(図 5)

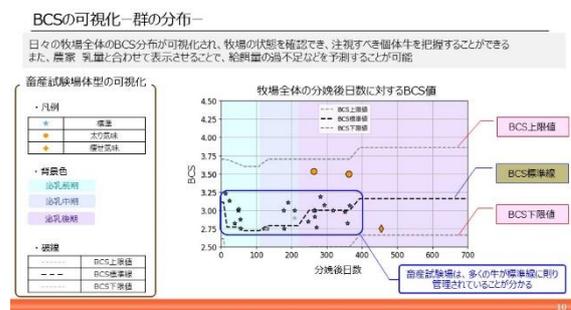


図 5 BCS 閲覧システムにおける畜産試験場の牛の BCS 測定結果 (2024年、畜産試験場)

図6はBCS閲覧システムにおける個体ごとの推移画面である。

図中の左グラフの個体は以前から標準線に沿って飼養管理されていることが分かる。

右のグラフは太った牛の事例で、この牛は、以前からBCSが高めの牛である。この牛は、調査により隣の牛の餌を盗食していたことがわかった。対策として、飼育場所を変える、隣の牛の位置をずらすなど対策が必要であると考えられた。

このように、BCSの可視化により、新たな対策による健康管理が可能となる。(図6)



図6 BCSの個体ごとの推移 (2024年、畜産試験場)

BCS閲覧システムでは個体ごとの推移表示だけでなく、群間や農場間の比較も可能である。(図7)

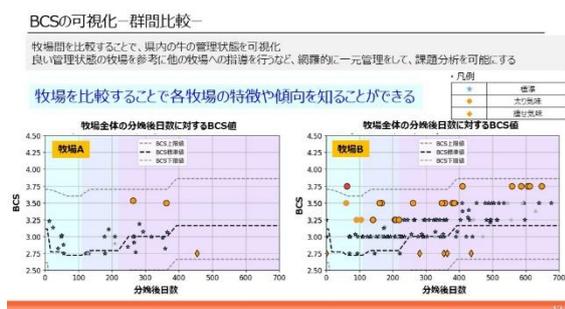


図7 BCSの群間比較

体重・体高の測定

今回のBCS推定システムを用いて、体高と体重も推定できるかも検討した。

図8は体高、体重の実測値とAIによる推定値をプロットしたグラフである。

それぞれ決定係数は0.8004、0.9628と良好な結果であった。

これらを実装することで、体高・体重測定労力の低下、育成牛の成長確認、受精適

期判断、正確な飼料設計、出荷時期の判断が可能となると考えられた。(図8)

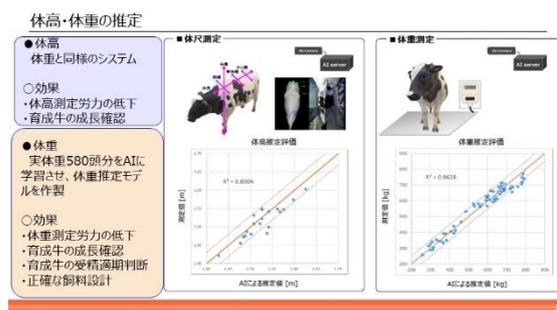


図8 体重・体高測定 (2024年、畜産試験場)

今後の展開

今後も企業と協力しシステムの普及とDX化を進めていき、システムの普及拡大、データの活用範囲拡大、システム機能の強化に努めていく。



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8年3月

長野県農政部園芸畜産課