

宮城畜試

No.4-1

資 料

令和4年度

宮城県畜産試験場試験成績書

2024年2月

宮城県畜産試験場

は し が き

ロシアによるウクライナ侵攻や混迷が深まる中東情勢に加えて円安が続く中、飼料、肥料、燃油などの資材価格の高騰、畜産物価格の変動など畜産情勢もめまぐるしく変化し、畜産経営の圧迫要因となっています。

このような状況のもとでは、品質の良いものを出来るだけ低コストで生産することなど、十分に自立できる経営の実現を図る必要があります。

このため畜産試験場においては、より能力の高い家畜への改良や高品質・低コストで、安心・安全な畜産物の生産技術確立のための試験研究に取り組んでおります。

ここに、令和4年度に実施した試験研究の成果を収録しましたので、参考に供していただければ幸甚です。

令和6年2月

宮城県畜産試験場

場長 菊 地 武

目 次

第一部 単年度試験成績

I 家畜関係

| | |
|--|----|
| 1. DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患等との関連に関する研究(牛) | 1 |
| 2. DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患との関連に関する研究(豚) | 5 |
| 3. 効率的な黒毛和種種雄牛造成とその活用法に関する研究 | |
| 1) 「脂肪の質」等の育種価推定 | 9 |
| 2) 畜産新技術を活用した肉用牛産肉能力検定技術の確立 | 12 |
| 4. アグリテック活用推進事業 | |
| 1) 「仙台牛」の食味向上指標の探索 | 15 |
| 2) ゲノミック評価による新たな形質評価有の実用化 | 20 |
| 3) ゲノミック評価による肉用牛改良の加速化 | 24 |
| 5. 牛の受精卵移植技術の実証 | 26 |
| 6. 優良種豚供給体制の確立 | |
| 1) 系統豚「しもふりレッド」 | 30 |
| 2) 系統豚「ミヤギノL2」 | 35 |
| 7. 本県産系統豚の能力向上技術の確立 | |
| 1) 繁殖能力向上のための育種改良手法の検討 | 39 |
| 2) 繁殖能力向上のための飼養管理技術の開発 | 43 |
| 3) 新たな肉質評価指標の探索 | 48 |
| 8. イムノシンバイオティクスとDNAマーカーによる豚の腸内環境改善を介する 抗病性向上手法の開発事業 | 52 |

II 草地・飼料作関係

| | |
|---|----|
| 1. 飼料作物・牧草適応品種の選定 | |
| 1) -1 飼料用トウモロコシ(WCS用) | 57 |
| 1) -2 飼料用トウモロコシ(子実用) | 60 |
| 2) イタリアンライグラス | 63 |
| 3) オーチャードグラス | 67 |
| 2. 気象変動に対応した飼料作物の栽培 オーチャードグラスの栽培管理 | 70 |
| 3. 除染後の牧草地における草地管理技術の確立 | |
| 1) 除染草地における超過要因解析と対策技術の開発 | 73 |
| 2) 除染後牧草地の維持管理技術の確立 | 77 |
| 4. 堆肥の利用拡大に向けた「特殊肥料等入り指定混合肥料」の製造及び利用 方法の検討 | 83 |

III その他(参考試験および調査)

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. 肉用種雄牛の検定 | |
| 1) 肉用種雄牛の産肉能力直接検定成績について | 89 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 2) 肉用種雄牛の産肉能力現場後代検定成績について…………… | 99 |
|--------------------------------|----|

第二部 完了試験成績

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 1. 乳牛の生涯生産性向上のための飼養管理方法の開発 | |
| 2) ICT 機器の活用及び昼間分娩誘起による分娩管理の省力化 …………… | 107 |
| 3) 生乳の品質及び生産性向上を目指した乳房炎対策 | |
| ①プロバイオティクス給与による繁殖成績への効果検証…………… | 113 |
| ②乳房洗浄による乳房炎治癒効果及び生産性への影響分析…………… | 117 |
| 2. 市販培地を活用したウシ体外受精卵作出技術の検討…………… | 121 |

附 録

| | |
|--|-----|
| I 令和5年度試験研究課題 …………… | 129 |
| II 令和5年度新規試験研究課題の紹介 …………… | 130 |
| III 宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程・宮城県畜産試験場試験成績書執筆 要領…………… | 134 |

第一部 單年度試驗成績

I 家畜關係

家畜関係の試験は、下記の関係者により実施された。

酪農肉牛部

| | | |
|----------------|---|-------|
| 部 | 長 | 菊地武 |
| 乳牛チーム | | |
| ※副主任研究員 | | 佐沢公子 |
| 技師 | | 浅野貴史 |
| 肉牛チーム | | |
| ※主任研究員 | | 千葉和義 |
| 主任研究員 | | 千葉正典 |
| 技師 | | 高木理宏 |
| 技師 | | 佐々木孔亮 |
| バイオテクノロジー研究チーム | | |
| ※上席主任研究員 | | 及川俊徳 |
| 主任研究員 | | 佐藤秀俊 |
| 技師（農場業務） | | |
| 〃（主任） | | 門脇裕司 |
| 〃 | | 尾形優 |
| 〃 | | 岩浅忍 |
| 〃 | | 千葉美保 |
| 〃 | | 及川孝昭 |
| 〃 | | 小澤志歩 |

種豚家きん部

| | | |
|----------|---|------|
| 部 | 長 | 中條満 |
| 養豚家きんチーム | | |
| ※副主任研究員 | | 高森広典 |
| 上席主任研究員 | | 高橋伸和 |
| 技師 | | 庄司宙希 |
| 原種豚チーム | | |
| ※研究員 | | 松尾賢吾 |
| 研究員 | | 吉野淳良 |
| 技師（農場業務） | | |
| 〃（主任） | | 中村義孝 |
| 〃（主任） | | 加藤秀樹 |
| 〃 | | 門間恵 |
| 〃 | | 菅原雄司 |
| 〃 | | 尾形敏 |

※は、チームリーダー

DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び 遺伝的疾患等との関連に関する研究（牛）

担当：高木理宏，佐々木孔亮，千葉正典，千葉和義

1 はじめに

これまで、本県におけるDNA情報を指標とした育種手法を確立するため、継続した黒毛和種DNAサンプルの収集を行うとともに、経済形質と連鎖するDNAマーカーの探索やゲノム情報を利用した解析を行ってきた。近年では、ゲノム塩基配列中の一塩基多型（SNP）をDNAマーカーとして利用した個体の遺伝的能力の予測・推定、いわゆるゲノム育種価推定という手法が全国的に取り組まれている。本県においても、平成26年から令和3年までの間、従来の血縁情報と枝肉情報を用いるBLUP法における分子血縁係数行列（A行列）の代わりに、SNP情報から推定したゲノム関係行列（G行列）を用いるGenomic BLUP法（GBLUP法）により推定を行ってきた。一方で、血縁情報とSNP情報を組み合わせた手法として、A行列とG行列を混合したH行列を作成し、これをA行列の代わりに用いるSingle-step genomic BLUP法（ssGBLUP法）が提案されている。ssGBLUP法は、SNP情報を持たないが表型値を持つ血縁個体を用いることで、ゲノム育種価の予測精度を向上させることができるとされている¹⁾。ssGBLUP法については令和2年度にも評価精度の検証をおこなっているが²⁾、今年度はSNPデータを有する肥育牛を増やしたデータセットを作成し、枝肉重量，ロース芯面積，BMS No.を対象形質とし，ssGBLUP法とGBLUP法の評価精度の違いを検証した。

2 試験方法

- 1) 肥育牛頭数と枝肉成績：各手法で使用した肥育牛の頭数を表1に，使用したデータの基本統計量を表2，表3に示した。
- 2) 評価牛：宮城県有種雄牛のうち，SNP情報を保有する99頭を対象とした。
- 3) 評価方法：ssGBLUP法，GBLUP法は両手法とも性別（2区分），肥育農家（435区分），と畜年（12区分）を母数効果とし，出荷月齢（1次，2次）を共変量，個体と残差を変量効果とした。ssGBLUP法に用いる血縁情報は肥育牛から5世代（20,789頭）遡った。ssGBLUP法では，A行列とG行列を次式のように混合したH行列を用い， $\alpha=0.95$ ， $\beta=0.05$ ， $\tau=1.0$ ， $\omega=1.0$ に設定し，preGSf90プログラムにより計算した。両手法とも，母数効果，変量効果，分散成分の推定はairemlf90プログラムを用いた。

$$\mathbf{H}^{-1} = \mathbf{A}^{-1} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \tau(\alpha\mathbf{G} + \beta\mathbf{A}_{22})^{-1} - \omega\mathbf{A}_{22}^{-1} \end{bmatrix}$$

- 4) 使用SNP：illumina GGP BovineLD-24 v4.0チップにより30,105SNPsを型判定し，ソフトウェアBeagleにより34,481SNPsへ補完後，集団内のマイナーアレル頻度0.05未満の

SNPを除き、28,737SNPsを解析に使用した。アレル頻度に基づくSNPのクオリティコントロールは実施していない。

- 5) 推定精度の検証：両手法により推定された育種価と、BLUP法により推定された育種価を相関分析することにより、推定精度を検証した。比較対象として、全国和牛登録協会(全和登)が令和4年10月にBLUP法により評価した第48回宮城県和牛育種価を使用した。相関は、ピアソンの積率相関係数を用いた。

表1. 使用したデータセット

| 分析手法 | ssGBLUP | GBLUP | |
|--------|---------|-------|----------------------------|
| SNPデータ | A | A | A: SNPデータと表型値を有する肥育牛2,425頭 |
| 表型値 | A+B | A | B: 表型値のみを有する肥育牛1,460頭 |

表2. 基本統計量 (ssGBLUP法)

| | | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最大値 | 最小値 |
|---------------------------|----|------|--------|-------|--------|--------|
| 枝肉重量 (kg) | 去勢 | 2919 | 539.88 | 64.31 | 794.00 | 310.00 |
| | 雌 | 966 | 459.59 | 54.26 | 633.50 | 270.50 |
| ロース芯面積 (cm ²) | 去勢 | 2919 | 71.44 | 14.05 | 135.00 | 40.00 |
| | 雌 | 966 | 68.96 | 11.71 | 120.00 | 34.00 |
| バラ厚 (cm) | 去勢 | 2919 | 8.99 | 0.97 | 13.30 | 5.20 |
| | 雌 | 966 | 8.51 | 0.81 | 11.60 | 5.30 |
| BMS No. | 去勢 | 2919 | 8.48 | 2.23 | 12.00 | 2.00 |
| | 雌 | 966 | 8.33 | 2.17 | 12.00 | 2.00 |
| 月齢 | 去勢 | 2919 | 30.33 | 2.48 | 39.57 | 22.20 |
| | 雌 | 966 | 30.74 | 1.69 | 39.34 | 25.39 |

表3. 基本統計量 (GBLUP法)

| | | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最大値 | 最小値 |
|---------------------------|----|------|--------|-------|--------|--------|
| 枝肉重量 (kg) | 去勢 | 1882 | 538.75 | 64.92 | 794.00 | 310.00 |
| | 雌 | 543 | 467.92 | 54.00 | 633.50 | 312.00 |
| ロース芯面積 (cm ²) | 去勢 | 1882 | 71.40 | 14.29 | 135.00 | 40.00 |
| | 雌 | 543 | 70.83 | 11.94 | 120.00 | 42.00 |
| バラ厚 (cm) | 去勢 | 1882 | 8.93 | 0.95 | 13.30 | 5.60 |
| | 雌 | 543 | 8.58 | 0.80 | 11.30 | 6.10 |
| BMS No. | 去勢 | 1882 | 8.44 | 2.24 | 12.00 | 3.00 |
| | 雌 | 543 | 8.54 | 2.07 | 12.00 | 2.00 |
| 月齢 | 去勢 | 1882 | 30.08 | 2.70 | 39.57 | 22.20 |
| | 雌 | 543 | 30.78 | 1.73 | 39.34 | 25.39 |

3 結果と考察

1) 遺伝的パラメータの推定

ssGBLUP法及びGBLUP法の各手法における遺伝率について、枝肉重量は0.504及び0.497、ロース芯面積は0.390及び0.358、BMS No.は0.395及び0.357と推定され、いずれの形質もssGBLUP法による遺伝率がやや高く推定された。

表4. 遺伝的パラメータ

| | 枝肉重量 | | ロース芯面積 | | BMS No. | |
|------|----------|----------|---------|--------|---------|-------|
| | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP |
| 遺伝分散 | 1093.200 | 1058.100 | 53.623 | 48.134 | 1.559 | 1.378 |
| 残差分散 | 1076.800 | 1069.100 | 83.868 | 86.471 | 2.384 | 2.477 |
| 遺伝率 | 0.504 | 0.497 | 0.390 | 0.358 | 0.395 | 0.357 |

2) 評価精度の検証①

評価を実施した種雄牛 99 頭のうち、表 1 に示すデータセットに後代の記録を含む種雄牛 54 頭を対象に比較した。ssGBLUP 法及び GBLUP 法の各手法における推定育種価との相関係数は、枝肉重量で 0.903 及び 0.893、ロース芯面積で 0.852 及び 0.821、BMS No. で 0.838 及び 0.825 であり、いずれの形質においても ssGBLUP 法が GBLUP 法と比較して高い相関係数が得られた。そのため、いずれの形質においても ssGBLUP 法でより高い精度で評価できることが考えられた。

表 5. データセットに後代の記録を含む種雄牛 54 頭の全和登推定育種価との相関係数

| | 枝肉重量 | | ロース芯面積 | | BMS No. | |
|--------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP |
| 種雄牛54頭 | 0.903 | 0.893 | 0.852 | 0.821 | 0.838 | 0.825 |

3) 評価精度の検証②

評価を実施した種雄牛 99 頭のうち、表 1 に示すデータセットに後代の記録を含まない種雄牛 27 頭を対象に比較した。ssGBLUP 法及び GBLUP 法の各手法における推定育種価との相関係数は、枝肉重量で 0.660 及び 0.641、ロース芯面積で 0.651 及び 0.587、BMS No. で 0.735 及び 0.745 であり、枝肉重量とロース芯面積において ssGBLUP 法が GBLUP 法と比較してやや高い相関係数が得られた。一方で BMS No. では GBLUP 法でやや高くなった。H 行列の計算時に、対象形質に応じた最適なパラメータがあることも報告されているため、特に BMS No. については検討が必要である。また、ssGBLUP 法の利点をさらに生かすためには表型値のみを有する肥育牛のデータ数をさらに多く使用することが重要と考えられる。

表 6. データセットに後代の記録を含まない種雄牛 27 頭の全和登推定育種価との相関係数

| | 枝肉重量 | | ロース芯面積 | | BMS No. | |
|--------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP |
| 種雄牛27頭 | 0.660 | 0.641 | 0.651 | 0.587 | 0.735 | 0.745 |

4) ssGBLUP 法による基幹種雄牛及び現場後代検定牛の評価

評価を実施した種雄牛 99 頭のうち、まだ産子が出荷されておらず、全和登による推定育種価が算出されていない第 18 回以降の現場後代検定牛 17 頭について、ssGBLUP 法により育種価を算出し、基幹種雄牛 10 頭と比較した。

基幹種雄牛及び現場後代検定牛の育種価の平均値は、枝肉重量では 23.89 及び 14.37、ロース芯面積では 5.55 及び 7.70、BMS No. では 0.86 及び 0.97 であり、ロース芯面積及び BMS No. では現場後代検定牛の平均値が高くなった。

表 7. 基幹種雄牛 10 頭の ssGBLUP 法による育種価

| 基幹種雄牛 | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最大値 | 最小値 |
|--------|----|-------|-------|-------|--------|
| 枝肉重量 | 10 | 23.89 | 24.51 | 66.38 | -20.98 |
| ロース芯面積 | 10 | 5.55 | 9.53 | 26.75 | -5.62 |
| BMS | 10 | 0.86 | 1.26 | 3.47 | -0.78 |

表 8. 第 18 回以降の現場後代検定牛 17 頭の ssGBLUP 法による育種価

| 現場後代検定牛 | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最大値 | 最小値 |
|---------|----|-------|-------|-------|--------|
| 枝肉重量 | 17 | 14.37 | 21.40 | 53.43 | -39.71 |
| ロース芯面積 | 17 | 7.70 | 5.24 | 16.14 | 0.77 |
| BMS | 17 | 0.97 | 0.75 | 2.32 | -0.04 |

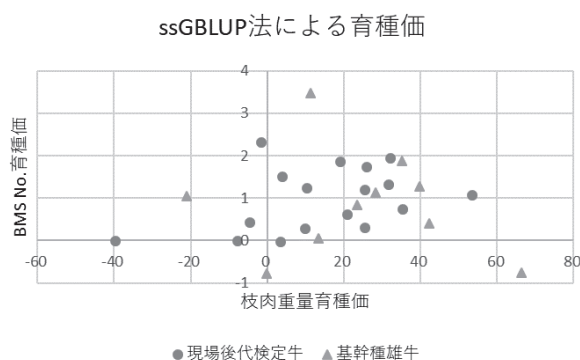


図 1. 第 18 回以降の現場後代検定牛 17 頭と基幹種雄牛 10 頭の ssGBLUP 法による育種価

4 要約

枝肉重量、ロース芯面積及び BMS No. を対象として ssGBLUP 法と GBLUP 法を比較した結果、遺伝率は ssGBLUP 法でやや高く推定された。また、BLUP 法との比較による精度検証をした結果、特に BMS No. についてはパラメータの検討が必要と考えられた。

5 参考文献

- 1) 日本畜産学会編. "ssGBLUP 法-畜産用語辞典." Internet:
<https://animalwiki.yokendo.com/index.php?curid=1513&oldid=2231>, 2021-06-16
 [2023-03-16].
- 2) DNA 多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患等との関連に関する研究(牛)」
 青沼達也, 清水俊郎, 渡邊智. 令和 2 年度宮城県畜産試験場試験成績書・業務年報

6 協力研究機関

(独) 家畜改良センター, (公) 畜産技術協会

DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患との関連に関する研究(豚)

担当：松尾賢吾，吉野淳良，庄司宙希，高森広典，高橋伸和，中條満

1 はじめに

近年，薬剤耐性菌問題に伴い，畜産における抗生物質の使用低減に向けた動きが拡大している。養豚業においては，抗生物質に極力頼らない管理手法として，抗病性育種が注目されており，育種選抜の指標となりうる抗病性関連遺伝子マーカーを探索する必要がある。

TLR5は細菌の鞭毛タンパク質（フラジェリン）を認識するパターン認識受容体であり，ランドレース種では1塩基多型によりフラジェリン認識能が低下した機能欠損型TLR5（C1205T）が知られている。機能欠損型TLR5をホモで保有する豚（TT型）は，通常型（CC型，CT型）に対してサルモネラ属菌（*Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Choleraesuis, *S. Typhimurium*等）感染に対する感受性が高いことから，TLR5遺伝子多型は豚の抗病性マーカーとして活用できる可能性がある。

本研究では，TLR5遺伝子多型と発育成績との関連について検証するために，出荷豚の出荷成績及び内臓検査結果について調査した。また，TLR5遺伝子多型の免疫機能について肥育豚を用いて検討した。

2 試験方法

試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部原種豚チーム豚舎

試験材料：ランドレース種系統豚「ミヤギノL2」49頭

調査時期：通年

調査項目：

- 1) 場内の肥育豚舎で肥育した豚49頭について，出生時に採材し冷凍保存した耳刻片からDNAを抽出し，PCR反応によりTLR5遺伝子型判別を行った^{1,2)}。一日平均増体量，出荷日齢，出荷成績についてTLR5遺伝子型による差の有無を調査した。
- 2) 場内の肥育豚舎で肥育した豚20頭について，TLR5遺伝子型判別を行うとともに，7週齢時，肥育用豚舎移動後（1週間後，1ヶ月後）に採血及び採糞し，糞便中IgA濃度及びムチン濃度を測定した。

3 結果及び考察

- 1) 豚は令和4年1月～2月に分娩後，場内の肥育豚舎で肥育され，8月までに出荷された豚12腹49頭（雄29頭，雌20頭）を調査対象とした。調査対象豚のTLR5遺伝子多型は，CC型12頭（雄5頭，雌7頭），CT型31頭（雄19頭，雌12頭），TT型6頭（雄5頭，雌1頭）であった。これらの豚の発育及び出荷成績を表1に示した。雄ではCT型と比較してCC型で背脂肪厚が薄くなる傾向がみられ，雌ではCT型と比較してCC型で一日平均増体量が低値になる傾向がみられた。ただし，単年度の結果では十分な検体数が得られないことから，過去3年分の結果を表2に示した。その場合，雄ではCT型と比較してTT型で出荷日齢が延長する傾向が，雌ではCC型及びCT型と比較してTT型で有意な出荷

日齢の延長が認められた。

2) 豚は令和4年1月～2月に分娩した5腹20頭(雄11頭,雌9頭)を調査対象とした。調査対象豚のTLR5遺伝子多型は,CC型4頭(雄1頭,雌3頭),CT型13頭(雄8頭,雌5頭),TT型3頭(雄2頭,雌1頭)だった。調査豚の糞便中IgA濃度の測定結果を図1に,昨年度の結果と合わせて解析した結果を図2に示した。今年度の結果では,移動後1週の糞便において,CT型と比較してCC型が有意に高値を示した。また,昨年度の結果と合わせて解析した結果では,7週齢の糞便において,TT型と比較してCC型で有意に高値を示し,移動後1週の糞便ではCT型と比較してCC型が有意に高値を示した。糞便中ムチン濃度の測定結果を図3に示したが,遺伝子型間で有意差は認められなかった。

表1 肥育豚の発育及び出荷成績(令和4年度)

| | 検体数 | TLR5 遺伝子型 | 一日平均 増体量(g/日) | 出荷日齢(日) | 出荷成績 | |
|-----|-------------|--------------|---------------------|---------|-----------------------|----------------------|
| | | | | | 枝肉重量(kg) | 背脂肪厚(cm) |
| 全体 | 12(♂5,♀7) | CC | 605±43 | 172±8 | 68.3±2.6 ^b | 1.7±0.5 ^b |
| | 31(♂19,♀12) | CT | 638±54 | 172±11 | 72.0±4.5 ^a | 2.1±0.4 ^a |
| | 6(♂5,♀1) | TT | 629±62 | 171±13 | 70.3±2.4 | 2.2±0.4 ^a |
| 雄のみ | 5 | CC | 644±27 | 167±5 | 69.1±1.6 | 1.8±0.6 ^d |
| | 19 | CT | 651±60 | 170±11 | 73.2±4.9 | 2.3±0.4 ^c |
| | 5 | TT | 646±52 | 167±10 | 70.7±2.4 | 2.3±0.4 |
| 雌のみ | 7 | CC | 577±28 ^d | 177±7 | 67.7±3.1 | 1.6±0.5 |
| | 12 | CT | 617±36 ^c | 175±9 | 70.1±2.9 | 1.8±0.2 |
| | 1 | TT | 546 | 190 | 68.0 | 1.9 |

(a-b:P<0.05, c-d:P<0.1) (平均値±標準偏差)

表2 肥育豚の発育及び出荷成績(過去3年分)

| | 検体数 | TLR5 遺伝子型 | 一日平均 増体量(g/日) | 出荷日齢(日) | 出荷成績 | |
|-----|-------------|--------------|------------------|---------------------|----------|----------------------|
| | | | | | 枝肉重量(kg) | 背脂肪厚(cm) |
| 全体 | 44(♂28,♀16) | CC | 649±53 | 173±10 | 73.0±4.9 | 2.1±0.6 ^b |
| | 96(♂64,♀32) | CT | 660±66 | 170±14 ^b | 73.1±4.9 | 2.2±0.5 |
| | 36(♂27,♀9) | TT | 642±60 | 178±16 ^a | 74.1±5.5 | 2.3±0.4 ^a |
| 雄のみ | 28 | CC | 672±46 | 170±10 | 74.1±4.9 | 2.2±0.6 |
| | 64 | CT | 678±67 | 166±14 ^d | 73.4±5.2 | 2.3±0.5 |
| | 27 | TT | 657±60 | 175±16 ^c | 74.1±5.9 | 2.5±0.4 |
| 雌のみ | 16 | CC | 610±41 | 178±8 ^b | 71.2±4.5 | 1.7±0.5 |
| | 32 | CT | 624±46 | 178±11 ^b | 72.6±4.1 | 1.9±0.3 |
| | 9 | TT | 597±33 | 190±9 ^a | 74.1±4.5 | 1.9±0.4 |

(a-b:P<0.05, c-d:P<0.1) (平均値±標準偏差)

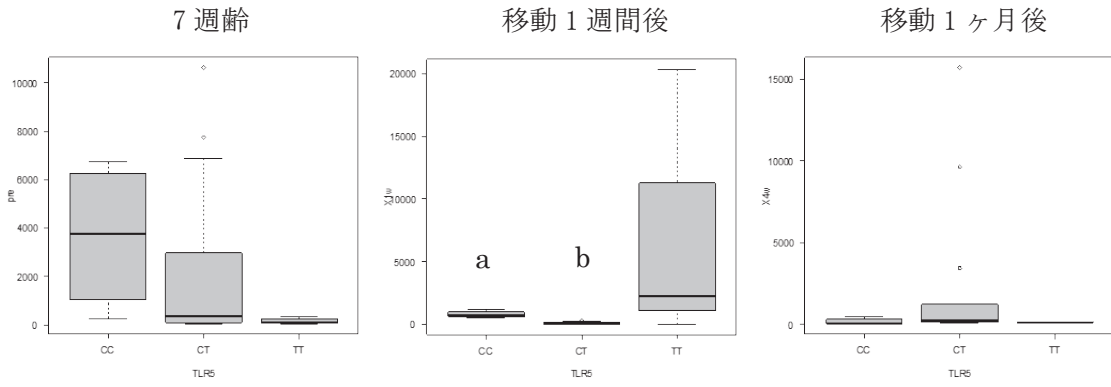


図1 糞便 0.1g 中 IgA 濃度測定結果 (令和 4 年度) (a-b : P<0.05)

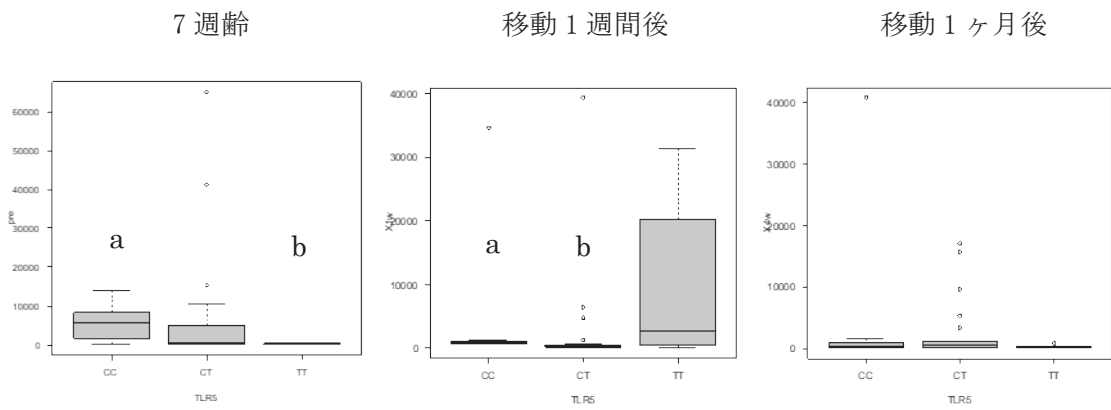


図2 糞便 0.1g 中 IgA 濃度測定結果 (令和 3 年度及び 4 年度) (a-b : P<0.05)

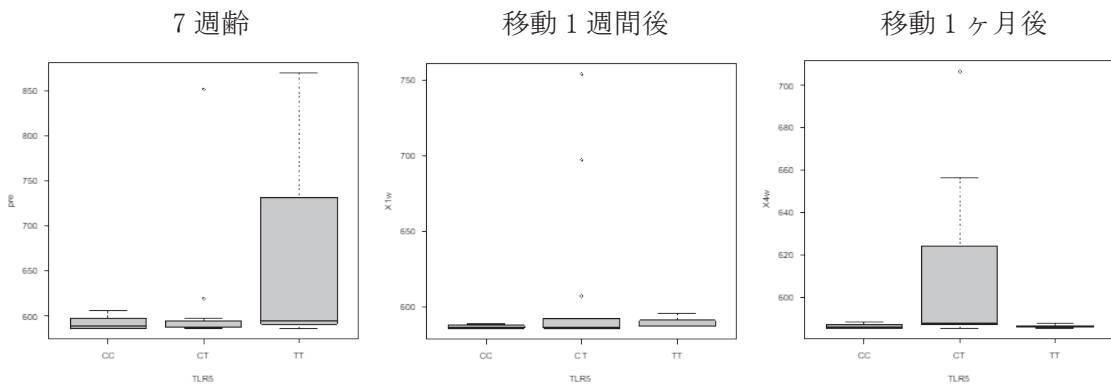


図3 糞便 0.1g 中ムチン濃度測定結果 (μ g)

4 要約

TLR5は鞭毛細菌の認識に関連するパターン認識受容体であり、ランドレース種において1塩基多型により認識能が低下した機能欠損型TLR5の存在が報告されている。TLR5遺伝子型と出荷成績及び免疫機能との関連について過去のデータも含めて調査を行ったところ、機能欠損型TLR5を持つ個体では出荷日齢が雄で延長する傾向が、雌で有意に延長することが認められた。加えて、機能欠損型TLR5を持つ個体では、7週齢時の糞便中IgA濃度の有意な低値が認められた。

5 引用文献

- 1) Porcine Toll-like receptors: recognition of *Salmonella enterica* serovar Choleraesuis and influence of polymorphisms. Shinkai H, Suzuki R, Akiba M, Okumura N, Uenishi H. *Mol Immunol.* 2011 48(9-10):1114-20.
- 2) Allele-specific primer polymerase chain reaction for a single nucleotide polymorphism (C1205T) of swine toll-like receptor 5 and comparison of the allelic frequency among several pig breeds in Japan and the Czech Republic. Muneta Y, Minagawa Y, Kusumoto M, Shinkai H, Uenishi H, Splichal I. *Microbiol Immunol.* 2012 56(6):385-91.

6 協力研究機関

なし

効率的な黒毛和種種雄牛造成とその活用法に関する研究

1) 「脂肪の質」等の育種価推定

担当：千葉和義，千葉正典，佐々木孔亮，高木理宏

1 はじめに

肉用牛集団育種推進事業により種雄牛の造成・選抜を行っているが、指定交配から供用開始までは6年、さらに供用開始から生産現場での枝肉成績判明までは4年の期間を要する。そのため、種雄牛造成に向けて効率的で効果的な評価手法が求められている。

さらに、黒毛和種の産肉能力の改良目標は、これまでの食肉格付に加えて「脂肪の質」も重視されるようになり、本県でも平成23年に近赤外線脂質測定装置を導入して測定データを蓄積してきた。そこで、今後の改良に向けて、本県肉用牛集団における産肉形質と「脂肪の質」との遺伝的関係性を検討した。

2 試験材料及び方法

本県肉用牛集団における産肉形質と「脂肪の質」との遺伝的関係性を明らかにするため、第7回から第17回現場後代検定種雄牛40頭(欠測であった第11回第1次の種雄牛2頭を除く)の枝肉調査で得られた665頭の枝肉格付成績6形質(枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値及びBMS No.)ならびに近赤外線食肉脂質測定装置で測定したオレイン酸、飽和脂肪酸(SFA)及び一価不飽和脂肪酸(MUFA)、あわせて9形質の遺伝的パラメータを求めるとともに育種価を推定した。

3,815頭の血統データを用い、性2区、出荷年11区、出荷月齢9区、肥育農家13区とし、VCE6.0.2により算出した。

3 結果及び考察

各形質等の基本統計量を表1に、また、性別の脂肪の質の基本統計量を表2に示した。オレイン酸、SFA及びMUFAの平均値は、それぞれ53.3、37.3及び61.3%、また、オレイン酸及びMUFAはいずれも雌の方が高い値を示していた。

表1. 各形質等の基本統計量

| | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最小値 | 最大値 |
|--------------------------|-----|-------|------|-------|-------|
| 枝肉重量(kg) | 665 | 497.0 | 62.9 | 347.5 | 679.0 |
| ロース芯面積(cm ²) | 665 | 66.8 | 11.4 | 42.0 | 110.0 |
| バラ厚(cm) | 665 | 8.8 | 0.9 | 6.3 | 11.8 |
| 皮下脂肪厚(cm) | 665 | 2.8 | 0.9 | 0.2 | 6.0 |
| 歩留基準値(%) | 665 | 75.3 | 1.8 | 70.3 | 82.3 |
| BMS No. | 665 | 7.8 | 2.3 | 2.0 | 12.0 |
| オレイン酸(%) | 665 | 53.3 | 2.7 | 44.2 | 60.3 |
| SFA(%) | 665 | 37.3 | 3.5 | 28.8 | 48.8 |
| MUFA(%) | 665 | 61.3 | 3.4 | 48.5 | 69.6 |
| 月齢 | 665 | 29.8 | 0.9 | 25.1 | 33.1 |

表 2. 性別の脂肪酸組成の基本統計量

| | 性別 | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最小値 | 最大値 |
|----------|----|-----|------|------|------|------|
| オレイン酸(%) | 雌 | 273 | 54.2 | 2.5 | 45.5 | 60.3 |
| | 去勢 | 392 | 52.7 | 2.6 | 44.2 | 58.9 |
| SFA(%) | 雌 | 273 | 36.4 | 3.2 | 28.8 | 47.7 |
| | 去勢 | 392 | 37.9 | 3.5 | 29.9 | 48.8 |
| MUFA(%) | 雌 | 273 | 62.1 | 3.2 | 48.5 | 69.6 |
| | 去勢 | 392 | 60.8 | 3.4 | 51.3 | 68.6 |

各形質の遺伝率（表 3）を求めたところ、産肉形質の遺伝率は枝肉重量の 0.39 からロース芯面積の 0.89 であった。本県の黒毛和種種雄牛の産肉形質の改良においては、特に枝肉重量、ロース芯面積及び BMS No. を重視してきたが、それら 3 形質の遺伝相関（表 4）は、枝肉重量とロース芯面積が 0.44、枝肉重量と BMS No. が 0.21、及び、ロース芯面積と BMS No. が 0.60 を示していた。また、脂肪の質の遺伝率は、オレイン酸が 0.73、SFA が 0.69 及び MUFA が 0.67 とほぼ同等の値を示した。

表 3. 各形質の遺伝率

| | 遺伝率± 標準誤差 | |
|---------|-----------|------|
| 枝肉重量 | 0.39 | 0.16 |
| ロース芯面積 | 0.89 | 0.12 |
| バラ厚 | 0.58 | 0.14 |
| 皮下脂肪厚 | 0.49 | 0.13 |
| 歩留基準値 | 0.87 | 0.06 |
| BMS No. | 0.79 | 0.09 |
| オレイン酸 | 0.73 | 0.11 |
| SFA | 0.69 | 0.11 |
| MUFA | 0.67 | 0.12 |

表 4. 各形質の遺伝相関及び表型相関

| | 枝肉重量 | ロース芯面積 | バラ厚 | 皮下脂肪厚 | 歩留基準値 | BMS No. | オレイン酸 | SFA | MUFA |
|---------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| 枝肉重量 | | 0.52 | 0.62 | -0.12 | 0.39 | 0.36 | 0.01 | 0.05 | -0.03 |
| ロース芯面積 | 0.44 | | 0.50 | -0.45 | 0.94 | 0.80 | 0.07 | -0.07 | 0.08 |
| バラ厚 | 0.56 | 0.44 | | -0.12 | 0.56 | 0.39 | 0.00 | 0.05 | -0.03 |
| 皮下脂肪厚 | 0.27 | -0.18 | 0.10 | | -0.65 | -0.12 | 0.20 | -0.11 | 0.13 |
| 歩留基準値 | 0.11 | 0.86 | 0.44 | -0.58 | | 0.70 | -0.01 | -0.02 | 0.02 |
| BMS No. | 0.21 | 0.60 | 0.31 | -0.10 | 0.54 | | 0.05 | -0.06 | 0.08 |
| オレイン酸 | -0.02 | -0.02 | 0.01 | 0.14 | -0.06 | 0.02 | | -0.99 | 0.96 |
| SFA | 0.02 | 0.02 | -0.02 | -0.13 | 0.05 | -0.03 | -0.98 | | -0.98 |
| MUFA | -0.01 | -0.02 | 0.03 | 0.14 | -0.06 | 0.04 | 0.96 | -0.98 | |

対角右上: 遺伝相関 , 対角左下: 表型相関

育種価を推定したところ、候補種雄牛 40 頭のオレイン酸および MUFA の最大値は+3.22 および+2.68, 最小値は-3.01 および-3.77 であった。また、本年度終了した第 17 回現場後代検定牛 4 頭の育種価推定値は表 5 のとおりであった。枝肉格付 6 形質から、特に枝肉重量, ロース芯面積及び BMS の育種価を重視し、いずれも 4 頭中最も優れた「昭光茂」が基幹種雄牛として選抜された。「昭光茂」のオレイン酸および MUFA の育種価推定値は, 0.00 および+0.46 と平均的な値を示していた。

表 5. 第 17 回産肉能力現場後代検定牛育種価推定値及び合否判定

| | 枝肉重量 (kg) | ロース芯 面積(cm ²) | バラ厚 (cm) | 皮下脂肪 厚(cm) | 歩留基準 値(%) | BMS No. | オレイン酸 (%) | SFA (%) | MUFA (%) | 判定 |
|------|--------------|------------------------------|-------------|---------------|--------------|------------|--------------|------------|-------------|----|
| 稚洋 | 14.30 | 5.60 | 0.44 | 0.18 | 0.68 | 0.02 | 1.69 | -1.75 | 1.31 | 淘汰 |
| 百合乃神 | -14.14 | 1.67 | -0.39 | -0.65 | 0.88 | 0.51 | -0.94 | 1.10 | -1.30 | 淘汰 |
| 昭光茂 | 26.19 | 9.74 | 0.15 | -0.44 | 1.45 | 2.10 | 0.00 | -0.42 | 0.46 | 選抜 |
| 花勝洋 | 4.25 | 3.87 | 0.31 | 0.77 | -0.16 | 1.48 | -1.93 | 2.70 | -2.43 | 淘汰 |

4 要約

現場後代検定第 7 回次から産肉形質とともに、近赤外線脂質測定装置を用いて脂肪の質の測定値を行ってきた。遺伝率は、産肉形質ではいずれも中程度から高い値を、脂肪の質はいずれも中程度の遺伝率を示していた。一方、主要な産肉形質とオレイン酸の遺伝相関は-0.06 から 0.14 の範囲にあった。第 17 回現場後代検定により基幹種雄牛に選抜された「昭光茂」のオレイン酸および MUFA の育種価推定値は, 0.00 および+0.46 と平均的な値を示していた。

5 参考文献

特になし

6 協力研究機関

特になし

効率的な黒毛和種種雄牛造成とその活用法に関する研究

2) 畜産新技術を活用した肉用牛産肉能力検定技術の確立

担当：佐藤秀俊，及川俊徳，千葉和義，千葉正典，高木理宏，佐々木孔亮

1 はじめに

肉用牛集団育種推進事業における種雄牛選抜においては、直接検定終了後、候補種雄牛を一般繁殖農家の雌牛に交配し、産子を作成して肥育農家へ譲渡し後代検定を実施している。本検定は最も現実に即し、かつ精度の高い検定システムであるが、材料牛として候補種雄牛1頭当たり20頭以上肥育することから、長期間を要し、また多大な経費がかかる。そのため、種畜検査終了直後から候補種雄牛精液を用いて体外受精（IVF）胚を作成・移植し、子牛生産を行うとともに、肥育後に枝肉成績を収集し、現場後代検定のデータにIVF産子のデータを加えることで、産肉能力評価の精度向上が期待できる。本研究では、種雄牛造成に向けて効率的で効果的な評価手法の開発を目的として、候補種雄牛のIVF産子を生産し、肥育データを収集することで、その有用性について検討した。

2 試験方法

1) 体外受精胚産子による候補種雄牛の産肉能力評価

(1) 供試候補種雄牛

平成30年度後代検定候補牛のうち、「稚洋」号及び「昭光茂」号を試験候補種雄牛として選定し、生産された肥育牛の枝肉成績の収集に供した。

令和3年度後代検定候補牛のうち、「華福久」号及び「花太郎59」号を試験候補種雄牛として選定し、体外受精に供し、産子を得た。令和3年度後代検定候補牛のうち、「咲太郎」号、「勝吉」号及び「洋糸花」号を試験候補種雄牛として選定し、体外受精に供した。

(2) 体外受精由来胚の作出

食肉処理場で卵巣を採材し洗浄後、2~8mm以下の卵胞から未成熟卵子を卵胞液と共に吸引採取した。採取した卵胞液をシャーレに展開し、実体顕微鏡下で卵細胞質が均一で卵丘細胞が付着している卵子を選別し洗浄後、5%子牛血清（CS）、50ng/ml上皮成長因子（EGF）、0.01AU/ml卵胞刺激ホルモン（FSH）、0.2mMピルビン酸ナトリウムを加えたM199培地（成熟培地）500 μ lを入れた4well multi dishに50個ずつ導入、または、ドナー別に12well multi dishに作成した成熟培地200 μ lのドロップに10~25個ずつ導入して22時間成熟培養を行った。体外受精に用いる精子は、凍結精液を融解しカフェイン添加TALP液に加えて1,300rpm、5分間遠心分離後に上清を吸引する作業を2回行い洗浄し、精子数2,000万/mlに調整した。卵子はヘパリン添加TALP液の50 μ lドロップへ移し、調整した精液を50 μ L加え、最終濃度1,000万/mlで体外受精を実施した。体外受精後、卵丘細胞を除去し、6mg/ml牛血清アルブミン（BSA）加修正卵管合成液（mSOF）で発生培養を行い、体外受精後6~8日目の拡張胚盤胞期胚を移植に供した。

(3) 体外受精由来胚の凍結保存

(1) の候補種雄牛を用いて生産された体外受精胚は、クライオトップを用いたガラス化またはエチレングリコールを用いた緩慢凍結法で凍結保存した。ガラス化により保存された胚は、融解後、20%CS 加 M199 で5～15 時間回復培養を行ってから移植に供し、緩慢凍結法にて凍結した胚はダイレクト移植を行った。

(4) 体外受精由来胚の移植

体外受精由来胚は令和4年7月から令和5年2月にかけて、主に県内酪農家に飼養されているホルスタイン種に移植を行った。

(5) 産子の肥育および各産肉能力検定成績の比較

生産された体外受精由来の産子は県内の農家で肥育された。給与飼料の内容や育成方法は当該農家の常法に従った。

3 結果および考察

1) 体外受精胚産子による候補種雄牛の産肉能力評価

(1) 体外受精由来胚の受胎率と子牛の育成率

候補種雄牛「華福久」号の体外受精由来胚は15頭に移植され、うち8頭が受胎(受胎率53%)し、分娩(雄5頭、雌2頭)、1頭が流・死産であった。候補種雄牛「茂花美(花太郎59)」号の体外受精由来胚は36頭に移植され、うち14頭が受胎(受胎率39%)し、10頭が分娩(雄5頭、雌5頭)、4頭が流・死産であった。第21回次直接検定候補種雄牛「咲太郎」「勝吉」「洋糸花」の体外受精卵作出は現在取組中である。

(2) 体外受精由来産子の枝肉成績

枝肉成績の詳細を表1に示した。種雄牛「稚洋」号の体外受精産子は9頭中5頭(肥育中2頭死亡、2頭肥育中)の肥育が終了し、枝肉重量527.6kg、BMS No.8、肉質等級A4・A5率は80%であった。また、「昭光茂」号の体外受精産子は2頭中1頭(肥育中1頭死亡)の肥育が終了し、枝肉重量450kg、BMS No.9、肉質等級A4・A5率は100%であった。また、候補種雄牛「洋久英」号の体外受精産子5頭、「絵里波」号の体外受精卵産子5頭、「雅糸波」号の体外受精卵産子4頭、「茂勝久」号の体外受精卵産子6頭(ほか肥育中1頭死亡)は現在肥育中である。

表1 IVF 産子の枝肉成績

| 種雄牛名 | 性別 | 頭数 | 枝肉重量 | ロース真面積 | バラの暑さ | 皮下脂肪厚 | 歩留基準値 | BMS No. | 肉質等級 A5・A4 率 | 肉質等級内訳 | |
|------|------|----|---------|--------|-------|-------|-------|---------|--------------|--------|----|
| | | | | | | | | | | A5 | A4 |
| 稚洋 | ♂ | 2 | 534.0kg | 70.5cm | 8.6cm | 2.3cm | 75.6 | 8 | 100% | 2頭 | |
| | ♀ | 3 | 523.3kg | 62.7cm | 8.8cm | 3.7cm | 73.6 | 8 | 67% | 2頭 | |
| | 計・平均 | 5 | 527.6kg | 65.8cm | 8.7cm | 3.1cm | 74.4 | 8 | 80% | 4頭 | |
| 昭光茂 | ♂ | | | | | | | | | | |
| | ♀ | 1 | 450.0kg | 56.0cm | 7.0cm | 1.8cm | 74.1 | 9 | 100% | 1頭 | |
| | 計・平均 | 1 | 450.0kg | 56.0cm | 7.0cm | 1.8cm | 74.1 | 9 | 100% | 1頭 | |

4 要約

牛の体外受精技術により子牛を生産・肥育して産肉成績を収集し、黒毛和種候補種雄牛産肉能力検定の可能性を実証した。平成 30 年度後代検定候補牛である「稚洋」号及び「昭光茂」号の精液を用いた体外受精由来胚から子牛が生産され、農家において育成・肥育され、と畜された 7 頭の肥育牛の枝肉データを収集することができた。

5 参考文献

特になし

6 協力研究機関

特になし

アグリテック活用推進事業

1) 「仙台牛」の食味向上指標の探索

担当：氏名 佐々木孔亮，高木理宏，千葉正典，千葉和義，佐藤秀俊，及川俊徳

1 はじめに

「仙台牛」は、宮城県が誇る黒毛和種ブランド牛肉であり、公益社団法人日本格付協会が格付した A5 または B5 の超高級牛肉であり、物量も国内トップクラスである。しかしながら、「仙台牛」のおいしさや機能性物質等の科学的知見が乏しく、消費者嗜好に関しても不明な点が多い。

そこで、先行研究（県単トップブランド「仙台牛」の差別化事業）を引き継ぎ、牛肉の脂肪酸、アミノ酸、糖類および核酸関連物質等の代謝性化合物の分析値を蓄積する。あわせて、ゲノミック評価も行うことで、従来の枝肉格付形質、特に脂肪交雑に加えて、有用成分の活用を図り、新たなおいしさ指標に優れる種牛群の育種改良を目指す。

今年度は、胸最長筋の粗脂肪および脂肪酸組成の分析を行い、肉中の脂肪酸含量を示す脂肪酸指数を調査した。この脂肪酸指数は「粗脂肪含量×各脂肪酸組成／100」で算出され、風味に大きく影響すると考えられている NEFA（非エステル化脂肪酸）の肉中含量を反映するものとされている^{1, 2)}。

2 試験方法

1) 材料

仙台市中央卸売市場食肉市場および株式会社 J A 食肉かごしま南薩工場に上場した黒毛和種の枝肉で、県内の卸売会社が競り購買した小肉 42 頭分を用いた。枝肉格付は A5 が 23 頭、A4 が 11 頭、A3 が 8 頭で、性別はすべて去勢とした。

小肉は、と畜日から 16 日以内に -80°C または -20°C で冷凍保管を行い、加工前日に 4°C の冷蔵庫で一晩解凍した。加工は、小肉から胸最長筋を筋膜が入らないように切り出した。ミンチは、マルチビーズショッカー MB1200（安井器機）を用いて、 $2,500\text{rpm} \cdot 30\sim 60$ 秒で破碎した。

2) 調査項目

水分含量は、凍結乾燥前後における重量差により算出した。粗脂肪含有量は、ソックスレー抽出法により測定した。

42 頭のうち、28 頭の抽出は、ナカライテスク社の脂肪酸抽出キットおよび精製キットを用いた。脂肪酸分析は、ガスクロマトグラフ GC-2030（島津製作所）を用いて、水素炎イオン化型検出器（FID）で各脂肪酸を検出させた。標準試料は、スペルコ 37mix（シグマアルドリッチ社）を分析し、得られたリテンションタイムから、用いた脂肪酸は、ミリスチン酸（C14:0）、ミリストレイン酸（C14:1）、パルミチン酸（C16:0）、パルミトレイン酸（C16:1）、ステアリン酸（C18:0）、オレイン酸（C18:1）、リノール酸（C18:2）の 7 種を同定し、面積値で百分率（%）を算出した。MUFA（モノ不飽和脂肪酸）は、C14:1+C16:1+C18:1、SFA（飽和脂肪酸）は、C14:0+C16:0+C18:0 とした。カラムは、Inert Cap Pure Wax キャピラリー（内径 $0.25\mu\text{m}$ ×長さ 30m ×膜厚 $0.25\mu\text{m}$ 、

GLサイエンス)を使用した。ガスは、キャリアがヘリウム(99.995%以上)、メイクアップが窒素(99.999%)、一般水素とした。

42頭のうち、残りの14頭は一般財団法人日本食肉分析センターに分析を委託した。脂肪酸指数は「粗脂肪含量×各脂肪酸組成/100」の計算式で算出した。

3) 統計処理

統計フリーソフト R (version4.2.2) を用いた。枝肉格付(3水準)を固定効果とし、枝肉格付形質、水分、粗脂肪、脂肪酸組成、脂肪酸指数について分散分析を行った。有意($p<0.05$)だった項目は、Tukey-kramerによる平均値の差の検定を実施した。

3 結果および考察

表1には供試牛肉の枝肉格付成績を示した。A5は、A4およびA3に比較し、胸最長筋面積、ばらの厚さ、歩留基準値、および脂肪交雑で有意(5%水準)に高かった。

表2には供試牛肉の水分含量、粗脂肪含量を示した。A5は、A4およびA3に比較し、水分含量で有意に低く、粗脂肪含量で有意に高かった。

表3には供試牛肉の脂肪酸組成を示した。各脂肪酸組成は、枝肉格付間で有意差は見られなかった。

表4には供試牛肉の脂肪酸指数を、図1には胸最長筋に占める脂肪酸割合および脂肪酸組成を示した。脂肪酸組成では有意差は見られなかったが、脂肪酸指数ではA5がA4およびA3に比較し、C18:0を除く項目で有意に高かった。C18:0はA5がA3に比較し、有意(5%水準)に高かった。これらの項目はA4、A3間で有意差はなかったもののA3が低くなった。このことから、脂肪酸組成が同等の枝肉では、格付が良いものの方が脂肪酸指数すなわち、NEFA含量が多くなることが示唆された。A5またはB5に格付けされた枝肉である「仙台牛」は4等級以下の枝肉と比較して、脂肪酸組成が同等であれば、肉中のNEFA含量は多く存在することとなる。肉中に存在する脂肪のほとんどは中性脂肪(TAG)であり、風味(匂い、呈味)には影響しないが、TAGがNEFAまで分解されると風味に影響するとされている。このことから、今回NEFA含量が多い結果となった「仙台牛」は、いわゆる和牛香と呼ばれる匂いや脂肪味が強い可能性が考えられる。

今後は、一般消費者が食した際に主観的にどのように感じるのか、好まれるのかを消費者型官能評価で検証しつつ、分析型官能評価で人間が客観的にどのように感じるのかについても検証する必要がある。また、遊離アミノ酸など脂肪酸以外の呈味成分との相乗効果など複合的なおいしさについて、検証をする必要がある。これらのことを明らかにし、「仙台牛」の最大の特長である脂肪交雑を生かしつつ、脂肪交雑以外の特長を付与することで「仙台牛」のブランド力のさらなる向上を図っていく。

表1.供試牛肉の枝肉格付成績

| | A3 | | A4 | | A5 | |
|---------------|-------|---------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|
| 枝肉重量(kg) | 502.6 | ± 76.8 | 497.1 | ± 49.2 | 498.1 | ± 40.5 |
| 胸最長筋面積(cm) | 59.0 | ± 8.2 ^b | 60.1 | ± 9.5 ^b | 69.9 | ± 10.1 ^a |
| ばらの厚さ(cm) | 8.2 | ± 0.6 ^{ab} | 7.9 | ± 0.5 ^b | 8.5 | ± 0.5 ^a |
| 皮下脂肪厚(cm) | 2.7 | ± 1.0 | 2.5 | ± 0.9 | 2.4 | ± 0.6 |
| 歩留基準値 | 73.8 | ± 1.3 ^b | 74.0 | ± 1.7 ^b | 75.8 | ± 1.7 ^a |
| 脂肪交雑(BMS No.) | 4.3 | ± 0.7 ^c | 6.6 | ± 0.5 ^b | 10.4 | ± 1.3 ^a |

格付毎の異符号間に5%水準で有意差あり

表2.供試牛肉の胸最長筋における理化学特性

| | A3 | | A4 | | A5 | |
|--------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|
| 含水率(%) | 45.8 | ± 4.5 ^a | 41.9 | ± 2.7 ^a | 33.9 | ± 2.6 ^b |
| 粗脂肪(%) | 36.8 | ± 5.8 ^c | 42.9 | ± 3.8 ^b | 54.0 | ± 3.6 ^a |

格付毎の異符号間に5%水準で有意差あり

表3.供試牛肉の胸最長筋における脂肪酸組成(%)

| | A3 | | A4 | | A5 | |
|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| C14:0 | 2.3 | ± 0.3 | 2.2 | ± 0.5 | 2.6 | ± 0.6 |
| C14:1 | 0.6 | ± 0.1 | 0.6 | ± 0.3 | 0.7 | ± 0.3 |
| C16:0 | 28.2 | ± 2.9 | 27.7 | ± 1.3 | 27.3 | ± 1.6 |
| C16:1 | 3.3 | ± 0.5 | 3.1 | ± 1.0 | 3.5 | ± 0.7 |
| C18:0 | 12.7 | ± 2.1 | 14.0 | ± 4.3 | 12.7 | ± 2.1 |
| C18:1 | 51.1 | ± 4.4 | 50.3 | ± 3.7 | 51.1 | ± 3.1 |
| C18:2 | 1.7 | ± 0.5 | 2.0 | ± 0.5 | 2.1 | ± 0.5 |
| MUFA | 55.1 | ± 4.8 | 54.0 | ± 4.5 | 55.4 | ± 3.3 |
| SFA | 43.2 | ± 4.9 | 43.9 | ± 4.5 | 42.5 | ± 3.3 |

C14:0,ミリスチン酸; C14:1,ミリストレイン酸; C16:0,パルミチン酸;
 C16:1,パルミトレイン酸; C18:0,ステアリン酸; C18:1,オレイン酸;
 C18:2,リノール酸; MUFA,一価不飽和脂肪酸; SFA,飽和脂肪酸

表4.供試牛肉の胸最長筋における脂肪酸指数(%)

| | A3 | A4 | A5 |
|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| C14:0 | 0.8 ± 0.1 ^b | 1.0 ± 0.2 ^b | 1.4 ± 0.4 ^a |
| C14:1 | 0.2 ± 0.0 ^b | 0.2 ± 0.1 ^b | 0.4 ± 0.2 ^a |
| C16:0 | 10.3 ± 1.1 ^b | 11.9 ± 1.0 ^b | 14.8 ± 2.2 ^a |
| C16:1 | 1.2 ± 0.2 ^b | 1.3 ± 0.4 ^b | 1.9 ± 0.5 ^a |
| C18:0 | 4.6 ± 0.8 ^b | 6.1 ± 2.4 ^{ab} | 6.8 ± 1.5 ^a |
| C18:1 | 18.9 ± 2.9 ^b | 21.6 ± 2.2 ^b | 27.5 ± 2.6 ^a |
| C18:2 | 0.6 ± 0.2 ^b | 0.9 ± 0.2 ^b | 1.1 ± 0.3 ^a |
| MUFA | 20.3 ± 3.2 ^b | 23.1 ± 2.4 ^b | 29.8 ± 3.0 ^a |
| SFA | 15.8 ± 1.8 ^b | 18.9 ± 3.2 ^b | 23.0 ± 3.7 ^a |

格付毎の異符号間に5%水準で有意差あり

C14:0,ミリスチン酸; C14:1,ミリストレイン酸; C16:1,パルミチン酸;
 C16:1,パルミトレイン酸; C18:0,ステアリン酸; C18:1,オレイン酸;
 C18:2,リノール酸; MUFA,一価不飽和脂肪酸; SFA,飽和脂肪酸

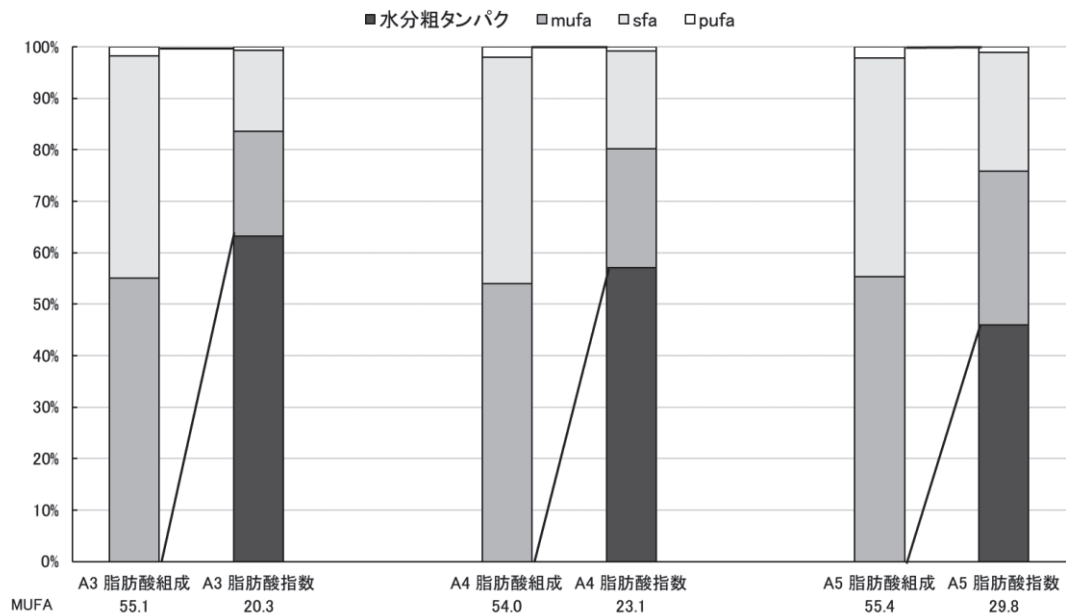


図1.供試牛肉の胸最長筋における脂肪酸組成及び脂肪酸指数

4 要約

理化学特性では枝肉格付 A5 は, A4 および A3 に比較し, 水分含量で有意 (5%水準) に低く, 粗脂肪含量で有意に高かった。脂肪酸組成では枝肉格付間で有意差は見られなかったが, 脂肪酸指数では A5 が A4 および A3 に比較し, C18:0 を除く項目で有意に高く, C18:0 は A5 が A3 に比較し, 有意に高かった。これらの項目は A4, A3 間で有意差はなかったものの A3 が低くなった。

これらのことから, 「仙台牛」は格付が 4 等級以下のものに比べ, 風味に影響する脂肪酸含量が多いことが示唆された。

5 参考文献

- 1) 入江正和. 2021. 和牛肉における脂肪質と食味性. 日本畜産学会報 92(1). 1-16
- 2) 入江正和. 2019. 近赤外光ファイバ法による牛肉脂肪質評価とその応用. 食肉の科学 60(2), 219-226

6 協力研究機関

なし

アグリテック活用推進事業

2) ゲノミック評価による新たな形質評価の実用化

担当：高木理宏，佐々木孔亮，千葉正典，千葉和義，佐藤秀俊，及川俊徳

1 はじめに

和牛肉の特徴であるオレイン酸等の脂肪酸に加え，香気成分等の分析評価によるおいしさに関する指標づくりが全国的に進められている。宮城県が誇る仙台牛においても同様に，おいしさに関する特徴についても把握する必要がある，同時に改良手法として即応できる体制を整える必要がある。和牛の改良手法の1つとして，一塩基多型（SNP）と呼ばれる遺伝情報を利用したゲノム育種価推定が進められており，これは乳用牛において既に実用化されている。肉用牛においても，実用化に向けた分析が進められていることから，本県においても同様に分析を進め，さらに，おいしさに関する指標を含めた改良速度の向上を目指す。

本課題の「ゲノミック評価による新たな形質評価の実用化」分野においては，おいしさの指標の1つともされる脂肪酸組成を対象とし，SNP情報により育種価を推定するGBLUP法と，血縁情報とSNP情報により推定するssGBLUP法との評価精度の違いを検討した。ssGBLUP法は，SNP情報を持たないが表型値を持つ血縁個体を用いることで，ゲノム育種価の予測精度を向上させることができるとされている¹⁾。ssGBLUP法については令和2年度にも評価精度の検証をおこなっているが²⁾，今年度はSNPデータを有する肥育牛を増やしたデータセットを作成し検討した。

2 試験方法

1) 脂肪酸組成測定：近赤外食肉脂質測定装置（S-7041，検量線 $n=1226$ ；相馬光学）を用いて，仙台中央食肉卸売市場に上場された黒毛和種肥育牛枝肉の筋間脂肪から，オレイン酸，飽和脂肪酸（SFA）および一価不飽和脂肪酸（MUFA）を光学測定した。

2) 肥育牛頭数と脂肪酸組成記録：脂肪酸組成の表型値を持つ肥育牛を対象とし，各手法で使用した肥育牛の頭数を表1に，使用したデータの基本統計量を表2，表3に示した。

3) 評価牛：宮城県有種雄牛のうち，SNP情報を保有する99頭を対象とした。

4) 評価方法：ssGBLUP法，GBLUP法は両手法とも性別（2区分），肥育農家（435区分），と畜年（12区分）を母数効果とし，出荷月齢（1次，2次）を共変量，個体と残差を変量効果とした。ssGBLUP法に用いる血縁情報は肥育牛から5世代（20,789頭）遡った。ssGBLUP法では，A行列とG行列を次式のように混合したH行列を用い， $\alpha=0.95$ ， $\beta=0.05$ ， $\tau=1.0$ ， $\omega=1.0$ に設定し，preGSf90プログラムにより計算した。両手法とも，母数効果，変量効果，分散成分の推定はairemlf90プログラムを用いた。

$$\mathbf{H}^{-1} = \mathbf{A}^{-1} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \tau(\alpha\mathbf{G} + \beta\mathbf{A}_{22})^{-1} - \varpi\mathbf{A}_{22}^{-1} \end{bmatrix}$$

5) 使用 SNP : illumina GGP BovineLD-24 v4.0 チップにより 30,105SNPs を型判定し, ソフトウェア Beagle により 34,481SNPs へ補完後, 集団内のマイナーアレル頻度 0.05 未満の SNP を除き, 28,737SNPs を解析に使用した。アレル頻度に基づく SNP のクオリティコントロールは実施していない。

6) 評価精度の検証 : 両手法により推定された育種価と, 従来の血縁情報と枝肉情報を使用する BLUP 法により推定された育種価を相関分析することにより, 推定精度を検証した。比較対象として, 全国和牛登録協会 (全和登) が令和 3 年 12 月評価に評価した脂肪酸組成育種価を使用した。相関は, ピアソンの積率相関係数を用いた。

表 1. 使用した肥育牛頭数

| 分析手法 | ssGBLUP | GBLUP |
|--------|---------|-------|
| SNPデータ | A | A |
| 表型値 | A+B | A |

A : SNPデータと表型値を有する肥育牛2,425頭

B : 表型値のみを有する肥育牛1,460頭

表 2. 基本統計量 (ssGBLUP 法)

| | | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最大値 | 最小値 |
|-------|----|------|-------|------|-------|-------|
| オレイン酸 | 去勢 | 2919 | 53.54 | 2.42 | 61.30 | 44.20 |
| | 雌 | 966 | 54.76 | 2.23 | 59.90 | 45.50 |
| SFA | 去勢 | 2919 | 37.41 | 3.13 | 48.80 | 29.60 |
| | 雌 | 966 | 35.72 | 2.86 | 47.50 | 28.80 |
| MUFA | 去勢 | 2919 | 61.09 | 3.08 | 68.90 | 49.70 |
| | 雌 | 966 | 62.72 | 2.77 | 69.60 | 50.70 |
| 月齢 | 去勢 | 2919 | 30.33 | 2.48 | 39.57 | 22.20 |
| | 雌 | 966 | 30.74 | 1.69 | 39.34 | 25.39 |

表 3. 基本統計量 (GBLUP 法)

| | | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最大値 | 最小値 |
|-------|----|------|-------|------|-------|-------|
| オレイン酸 | 去勢 | 1882 | 53.50 | 2.35 | 61.10 | 45.10 |
| | 雌 | 543 | 54.86 | 2.04 | 59.90 | 45.50 |
| SFA | 去勢 | 1882 | 37.39 | 3.06 | 47.90 | 29.90 |
| | 雌 | 543 | 35.42 | 2.47 | 47.50 | 28.80 |
| MUFA | 去勢 | 1882 | 61.16 | 3.05 | 68.90 | 49.70 |
| | 雌 | 543 | 63.09 | 2.41 | 69.60 | 50.70 |
| 月齢 | 去勢 | 1882 | 30.08 | 2.70 | 39.57 | 22.20 |
| | 雌 | 543 | 30.78 | 1.73 | 39.34 | 25.39 |

3 結果と考察

1) 遺伝的パラメータの推定

ssGBLUP 法及び GBLUP 法の各手法における遺伝率について, オレイン酸は 0.437 及び 0.434, 飽和脂肪酸 (SFA) は 0.444 及び 0.445, 一価不飽和脂肪酸 (MUFA) は 0.429 及び 0.429 と推定され, いずれの形質においても, 両手法ではほぼ同程度に推定された。

表 4. 遺伝的パラメータ

| | オレイン酸 | | SFA | | MUFA | |
|------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP |
| 遺伝分散 | 1.900 | 1.850 | 2.680 | 2.622 | 2.338 | 2.287 |
| 残差分散 | 2.452 | 2.418 | 3.350 | 3.276 | 3.107 | 3.045 |
| 遺伝率 | 0.437 | 0.434 | 0.444 | 0.445 | 0.429 | 0.429 |

2) 評価精度の検証①

評価を実施した種雄牛 99 頭のうち、全和登が推定した脂肪酸組成育種価を保有する 46 頭を比較対象とした相関解析を行った。ssGBLUP 法及び GBLUP 法の各手法における推定育種価との相関係数は、オレイン酸は 0.689 及び 0.558, SFA は 0.699 及び 0.576, MUFA は 0.817 及び 0.702 であり、いずれの形質においても ssGBLUP 法が GBLUP 法と比較して高い相関係数が得られた。そのため、いずれの形質においても ssGBLUP 法でより高い精度で評価できたと考えられる。また、全和登育種価との誤差が大きい 2 頭を除いた 44 頭で再検討したところ、相関係数が上昇した。

表 5. 全和登推定育種価との相関係数

| | オレイン酸 | | SFA | | MUFA | |
|---------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP | ssGBLUP | GBLUP |
| n=46 | 0.689 | 0.558 | 0.699 | 0.576 | 0.817 | 0.702 |
| n=44(外れ値2頭除外) | 0.829 | 0.721 | 0.861 | 0.754 | 0.878 | 0.779 |

3) ssGBLUP 法による基幹種雄牛及び現場後代検定牛の評価

評価を実施した種雄牛 99 頭のうち、まだ産子が出荷されておらず、全和登による推定育種価が算出されていない第 18 回以降の現場後代検定牛 17 頭について、ssGBLUP 法により育種価を算出し、基幹種雄牛と比較した。

基幹種雄牛及び現場後代検定牛の育種価の平均値は、オレイン酸では-0.92 及び-0.87, SFA では 0.89 及び 0.92, MUFA では-0.75 及び-0.87 であった。いずれも脂肪酸の育種価については低い個体が多かった。

表 6. 基幹種雄牛 10 頭の ssGBLUP 法による育種価

| 基幹種雄牛 | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最大値 | 最小値 |
|-------|----|-------|------|------|-------|
| オレイン酸 | 10 | -0.92 | 1.54 | 1.00 | -3.56 |
| SFA | 10 | 0.89 | 1.70 | 3.92 | -1.18 |
| MUFA | 10 | -0.75 | 1.56 | 1.12 | -3.49 |

表 7. 第 18 回以降の現場後代検定牛 17 頭の ssGBLUP 法による育種価

| 現場後代検定牛 | 頭数 | 平均値 | 標準偏差 | 最大値 | 最小値 |
|---------|----|-------|------|------|-------|
| オレイン酸 | 17 | -0.87 | 0.88 | 0.72 | -2.66 |
| SFA | 17 | 0.92 | 1.01 | 3.20 | -0.72 |
| MUFA | 17 | -0.78 | 0.93 | 0.61 | -2.93 |

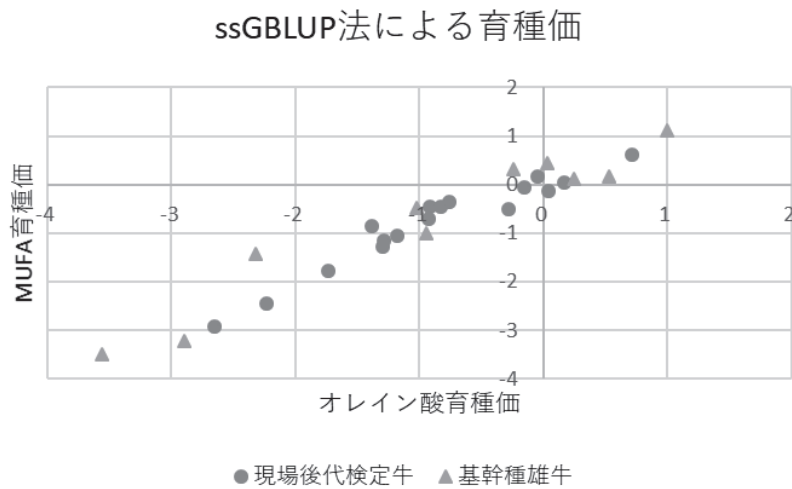


図 1. 第 18 回以降の現場後代検定牛 17 頭と基幹種雄牛 10 頭の ssGBLUP 法による育種価

4 要約

脂肪酸組成を対象として ssGBLUP 法と GBLUP 法を比較した結果、遺伝率は、いずれの形質においても両手法でほぼ同程度に推定された。BLUP 法との比較による推定精度の検証では、いずれの形質においても ssGBLUP 法が高い相関係数が得られたため、より高い精度で評価ができたと考えられる。

5 参考文献

- 1) 日本畜産学会編. "ssGBLUP 法-畜産用語辞典." Internet:
<https://animalwiki.yokendo.com/index.php?curid=1513&oldid=2231>, 2021-06-16
 [2023-03-16].
- 2) 「DNA 多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患等との関連に関する研究 (牛)」青沼達也, 清水俊郎, 渡邊智. 令和 2 年度宮城県畜産試験場試験成績書・業務年報

6 協力研究機関

特になし

アグリテック活用推進事業

3) ゲノミック評価による肉用牛改良の加速化

担当：佐藤秀俊，及川俊徳，千葉和義，千葉正典，高木理宏，佐々木孔亮

1 はじめに

牛の改良では高能力雌牛から経膈採卵-体外受精（OPU-IVF）技術等により受精卵を作出し移植することで家畜改良の精度や速度の向上が期待できる。さらに移植前の受精卵の段階で遺伝子評価を行い，高い能力が期待できる受精卵を選択して移植することで，さらなる改良速度の向上が期待できる。そのため，遺伝子評価の材料の採取は評価の要となる重要な技術となる。これまで，移植前の胚盤胞から拡張胚盤胞期胚の一部を採取（バイオプシー）し，SNP 解析による遺伝子評価を行ったところ，バイオプシー細胞と残りの胚では，Call rate が高い組で SNP 型一致率が高く，また生まれた子牛との比較においても同様の成績となることが明らかになった。

バイオプシー後の胚の培養液へのシステアミン塩酸塩添加では，生存性への影響を検討したところ緩慢凍結，超急速凍結で胚の生存率が高かった。

そこで，今年度は，さらに最適かつ効率的な遺伝子評価の材料の採取方法を検討した。

2 試験方法

1) 遺伝子評価サンプルの採取方法の検討

黒毛和種雌牛から OPU で採取した卵子を用いて IVF し，媒精から約 2～3 日で卵割した 8 細胞期胚を透明帯除去後にピペッティングにより割球を分離し，サンプルに供した。また，媒精から 6～7 日目の胚盤胞のバイオプシーを行なった。バイオプシーは倒立顕微鏡と金属刃を装着したマイクロマニピュレーターにて行ない，栄養膜細胞を 10%程度採取した。分離後の 8 細胞期胚の割球，胚バイオプシー細胞は，DNA 抽出，全ゲノム増幅(WGA)，DNA 濃度測定および電気泳動による品質評価を行ない，PCR による性判別と illumina Bovine LD チップを用いた SNP 型判定を行った。

2) 遺伝子評価

得られた SNP データを元に G-BLUP 法によるゲノム育種価を算出した。

3 結果および考察

1) 8 細胞期胚の割球分離では，WGA 及び SNP 型判定を試みたが，PCR 法による性判別は可能であったが SNP 型判定では，十分な DNA 量が得られているにもかかわらず，SNP 解析精度の指標である Call rate の低い検体が多かった。一方，胚盤胞期胚のバイオプシーでは，ほぼ全てのサンプルで WGA 及び SNP 解析精度の指標である Call rate，DNA 量も充分であり SNP 型判定，性判別が可能であった。

2) 8 細胞期胚の割球では前述のように SNP 型判定では，十分な DNA 量が得られているにもかかわらず，SNP 解析精度の指標である Call rate の低い検体が多かったが，細胞数を増やすと，SNP 解析精度の指標を満たす Call rate が得られる個体が増加した。

3) 遺伝子評価

高い Call rate が得られた個体については SNP 解析を実施し、G-BLUP 法によるゲノム育種価を算出するとともに、バイオブシー後の胚は、移植のため凍結保存を行った。

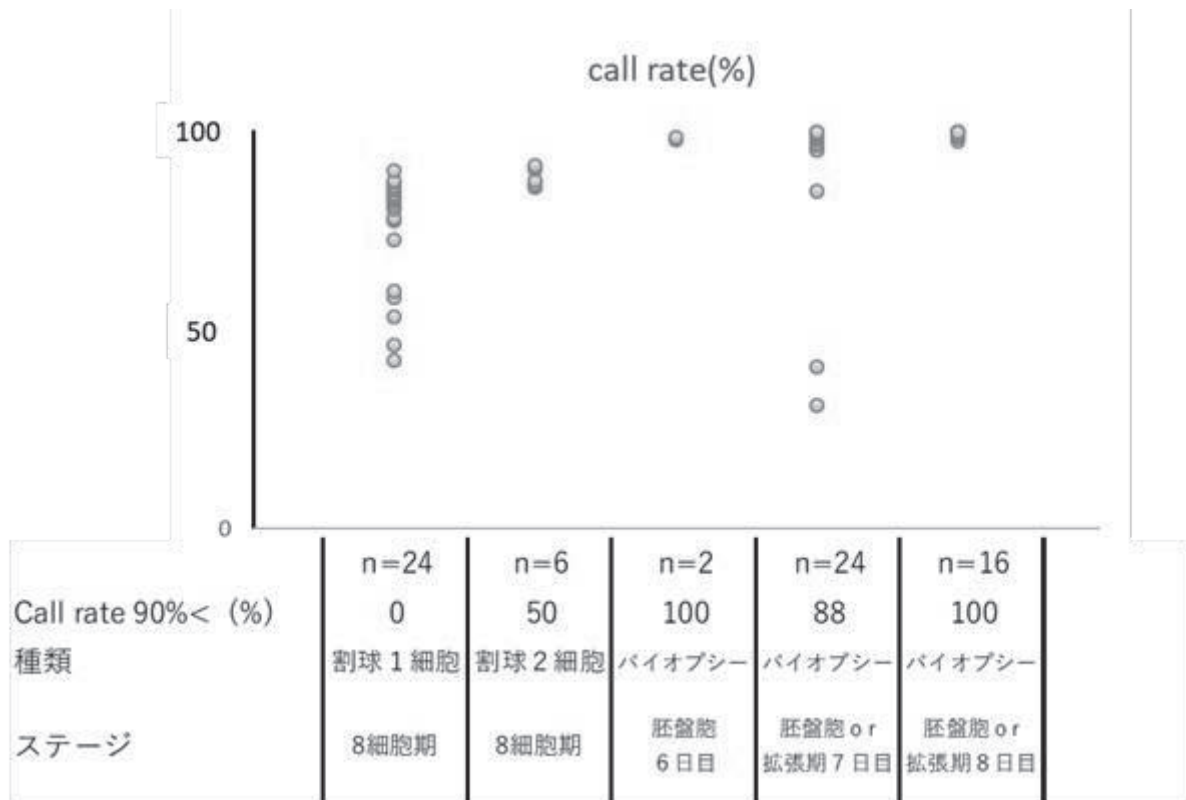


図 採取した細胞の種類が遺伝子解析材料の品質に与える影響

4 要約

移植前の胚の一部を採取し、事前に確実に遺伝子評価する方法を検討した。その結果、割球分離で、性判別は可能であったが SNP 型判定では、十分な DNA 量が得られるものの、SNP 解析精度の指標である Call rate の低い検体があった。しかし、細胞数を増やすと、SNP 解析精度の指標を満たす Call rate が得られる個体が増加することが明らかになった。胚盤胞期胚のバイオブシーでは、ほぼ全てのサンプルで WGA 及び SNP 解析精度の指標である Call rate, DNA 量も充分であり SNP 型判定, 性判別が可能であった。

5 参考文献

1) T.Fujii(2019):Journal of Reproduction and Development, No. 65, Vol. 3, 251-258

6 協力研究機関

特になし

牛の受精卵移植技術の実証

担当：及川俊徳・佐藤秀俊

1 はじめに

牛の受精卵（胚）移植技術は、供胚牛の選定、過剰排卵処理、胚の回収、凍結保存など胚の処理、受胚牛への移植・妊娠・分娩という繁殖技術全般にわたり、それぞれの技術について安定的かつ効率的な方法の確立が望まれている。

これまで牛から胚を得るための過剰排卵処理において、ホルモン製剤投与の簡易化を目的とした研究開発の中で、黒毛和種において生理食塩水を溶媒としたブタ卵胞刺激ホルモン（pFSH）製剤の皮下1回投与方法により、これまでの漸減投与方法と同等の採卵成績が得られることを明らかにした[1]。従前は前処理として、エストラジオール(E2)を含む膈内留置型持続性黄体ホルモン製剤(PRID)で卵胞波の調節を行ってきたが、欧州ではE2の使用が禁止となり、日本国内においても今後も使用できるか不透明である。そのため、E2を使用しない黄体ホルモン製剤(CIDR)および性腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH)による前処理方法について検討し、E2と同等の成果を得た。またCIDR挿入時にPGF_{2a}を投与するプログラムでも同等の採卵成績が得られた。

一方、Biancucciらは5%ヒアルロン酸溶液を溶媒に用いることで過剰排卵処置におけるゴナドトロピン投与量または頻度が少なくすむこと、移植可能胚数や凍結可能胚数が増加することを報告している[2]。また、ヒアルロン酸の性質として、溶媒に用いた皮下注射では持続/制御放出、血漿中濃度の維持やより良好な薬物動態、注射回数の減少が利点として報告されている[3, 4, 5]。

そこで先行研究において、FSH製剤1回投与の溶媒にヒアルロン酸を添加した過剰排卵処理成績について検討し、ヒアルロン酸を溶媒に添加しても採卵が可能であったがヒアルロン酸の投与量を検討したが有意な差は得られなかった。投与方法については皮下投与について検討してきたが、昨年度は、筋肉内投与が採卵成績に及ぼす影響について検討したが採卵成績を向上させる成績は得られなかった。

ホルモン測定の結果から投与したpFSHのピークが遅い結果が得られ、そのピークを早くする目的から今年度は、pFSHの溶媒にヒアルロン酸を加え皮下投与すると同時にpFSHを筋肉内に単独投与する分割投与について過剰排卵処理成績を検討した。

2 試験方法

過剰排卵処理スケジュールを図1に、試験区分を表1に示した。対照区は、発情周期の任意の時期に膈留置型黄体ホルモン製剤(CIDR)を膈内に挿入すると同時にプロスタグランジン(PG)F_{2α}を投与し、CIDR挿入後7日目に性腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH(イトレリン：あすか製薬))を1.25ml筋肉内に投与した。CIDR挿入後10日目に生理食塩水(生食)10mlにpFSH製剤20AU(アントリン：共立製薬)溶解し皮下投与した。CIDR挿入後12日目にCIDRを除去すると同時にPGF_{2α}を筋肉内に投与し発情を誘起した。PGF_{2α}投与開始31時間目にGnRHを筋肉内に投与し、その24時間後に人工授精を1回実施するスケジュールを基本とした。試験区は生食4.5mlにpFSH製剤15AU溶解しヒアルロン酸製剤(ハイオネート：ベーリンガーインゲルハイムアニマルヘルスジャパン株式会社)3ml加えたものを皮下投与した。併せて2.5ml生食に5AUのpFSH製剤を溶解し筋肉内に投与した。

供試牛は6頭使用し、試験区-対照区および対照区-試験区の順に各3頭配置した。暑熱時を避けて1頭あたり63日以上の間隔で採卵を実施した。調査項目は、採卵成績、卵胞発育状況調査(CIDR挿入日を0として、0, 7, 10, 12, 14日目および採卵日に卵胞数および黄体数を超音波診断装置にて計測)、ホルモン測定のための採血(CIDR挿入日を0として、0, 10, 11, 12, 13, 14, 15日目および採卵日)を2頭実施した。暑熱時を避けて1頭あたり63日以上の間隔で採卵を実施した。調査項目は、採卵成績、卵胞発育状況調査(CIDR挿入日を0として、0, 7,

10, 12, 14 日目および採卵日に卵胞数および黄体数を超音波診断装置にて計測)、ホルモン測定のための採血 (CIDR 挿入日を 0 として、10, 11, 12, 13, 14, 15 日目) を 2 頭実施した。ホルモン測定は岩手大学農学部共同獣医学科繁殖機能制御学教室にて高橋透教授指導のもと実施した。

なお、本試験は受精卵移植普及定着化共同試験として独立行政法人家畜改良センターの指導のもと茨城・神奈川・長野・奈良・宮崎の 5 県とともに実施した。

3 結果と考察

過剰排卵処理成績を表 2 に示した。平均採卵総数は試験区 10.8 個および対照区 11.7 個、平均正常胚数は試験区 3.2 個および対照区 5.2 個、正常胚率は試験区 29.2%および対照区 44.3%であり、全ての項目において有意な差は認められなかった。試験区では正常胚数 0 が 4 頭 (うち採卵総数 0 が 1 頭)、対照区では正常胚数 0 が 1 頭であった。試験区で採卵総数 0 の牛は発情が認められず、採卵時に黄体が存在しなかった。また、対照区では発情予定日より早く発情行動を示す牛を 2 頭認めた。卵胞の推移については同様の結果であった (図 2)。投与した pFSH の血液中動態を図 3 に示した。pFSH の立ち上がりは早くなり予想通りの結果であったがピークの値が対照区よりも低くその後は早く低下する結果となった。より多くの pFSH がヒアルロン酸添加溶媒に含まれていたほうが吸収速度はゆっくりとなることが明らかとなった。

以上の結果から、pFSH 製剤の溶媒にヒアルロン酸を添加して皮下投与すると同時に pFSH 単独で筋肉内投与する分割投与について検討した結果、過剰排卵処理成績において有意な差は認められなかった。血液中の pFSH の動態から、分割投与により立ち上がりが早くなったが低下も早くなることが示唆された。

| Day | 0 | 7 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 21 |
|---------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|----|----------------------------|-----------------|-----------|----|-----------|
| 午前 (9:00) | CIDR 挿入 PG (3ml) エコー | | FSH (1回投与) エコー | | CIDR 除去 PG (3ml) エコー | | | | 採胚 エコー |
| 午後 (16:00) | | GnRH (1.25ml) エコー | | | | GnRH (2.5ml) | AI エコー | | |
| 採血 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |

図 1 過剰排卵処理スケジュール

表 1 pFSH 製剤投与試験区

| 区分 | 投与内容 |
|---------------------------|---|
| 試験区 | pFSH15AU/4.5ml 生食+ハイオネート 3ml (皮下投与) pFSH5AU/2.5ml 生食 (筋肉内投与) |
| 対照区 | pFSH20AU/10ml 生食 (皮下投与) |
| pFSH: ブタ下垂体由来卵胞刺激ホルモン | |
| 生食: 生理食塩水 | |
| ハイオネート: ヒアルロン酸 (10mg/1ml) | |

表2 ヒアルロン酸添加 pFSH 分割投与が過剰排卵処理成績に及ぼす影響

| 区分 | 供試頭数 | 黄体数 | 採卵総数 | 正常胚数 | 変性胚数 | 未受精卵子数 | 正常胚率 |
|-----|------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------|
| 試験区 | 6 | 15.3 ± 5.6 | 10.8 ± 4.2 | 3.2 ± 3.6 | 1.3 ± 1.0 | 3.0 ± 1.9 | 29.2 |
| 対照区 | 6 | 21.5 ± 2.6 | 11.7 ± 2.2 | 5.2 ± 3.3 | 1.5 ± 0.6 | 2.3 ± 1.4 | 44.3 |

平均値±標準誤差

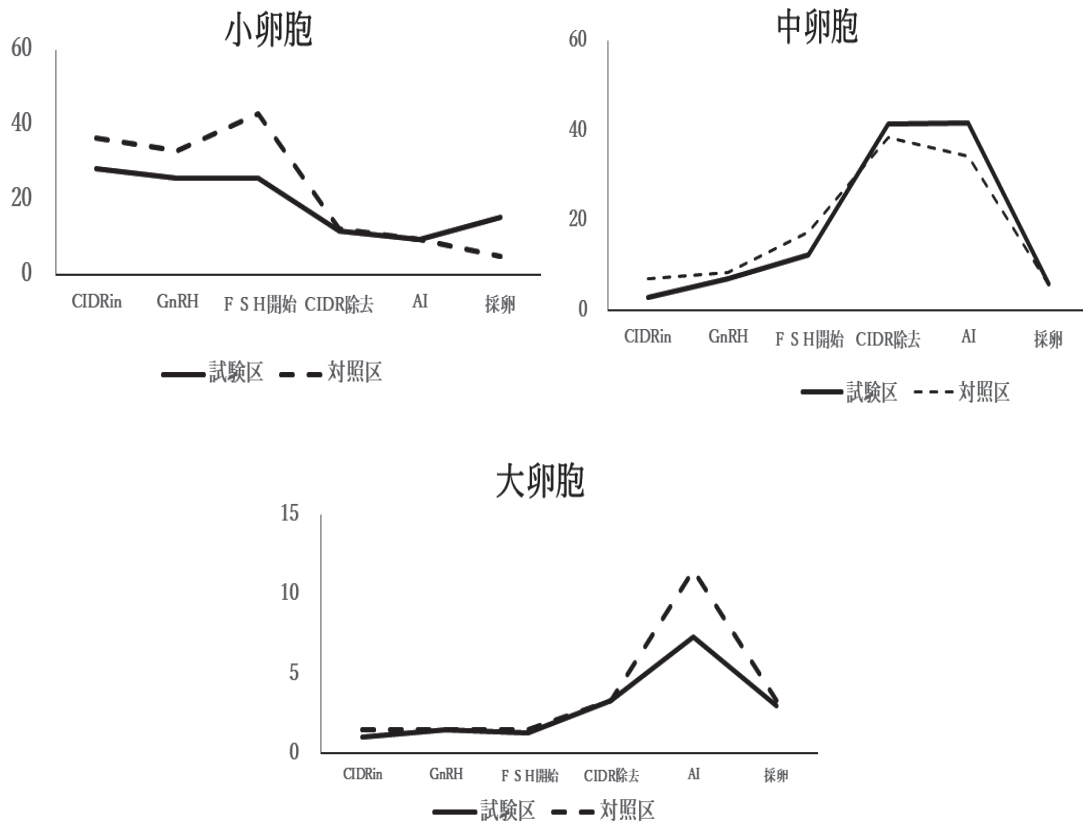


図2 卵胞数の推移

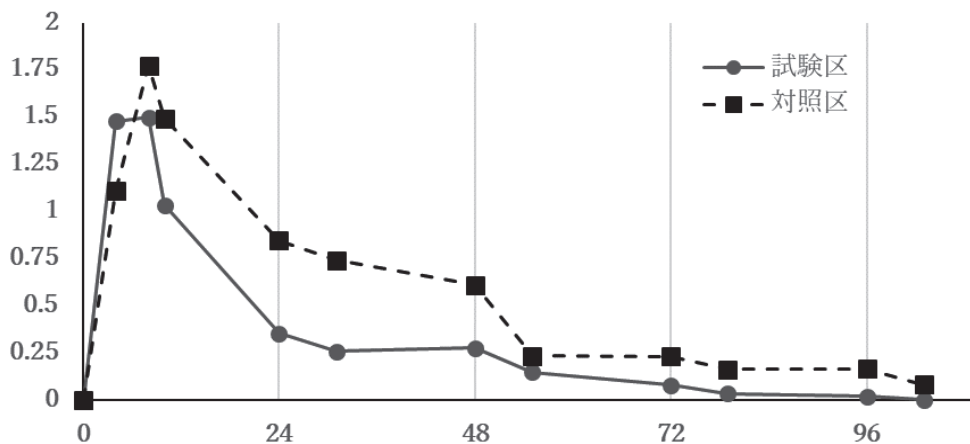


図3 ブタ FSH 投与後の体内動態

4 要約

ウシ過剰排卵処理のさらなる効率化を目的として、FSH 製剤 1 回投与の溶媒にヒアルロン酸を添加した過剰排卵処理成績について検討した結果受精卵の採取が可能であった。投与方法については皮下投与について検討してきたが、昨年度は、筋肉内投与が採卵成績に及ぼす影響について検討したが採卵成績を向上させる成績は得られなかった。また、ホルモン測定の結果から投与した pFSH のピークが遅い結果が得られ、そのピークを早くする目的から今年度は、pFSH の溶媒にヒアルロン酸を加え皮下投与すると同時に pFSH を筋肉内に単独投与する分割投与について過剰排卵処理成績を検討した。過剰排卵処理成績において有意な差は認められなかった。血液中の pFSH の動態から、分割投与により立ち上がりは早くなったが低下も早くなることが示唆された。

5 参考文献

1. Hiraizumi S, Nishinomiya N, Oikawa T, Sakagami N, Sano F, Nishino O, Kurahara T, Nishimoto N, Ishiyama O, Hasegawa Y, Hashiyada Y. Superovulatory response in Japanese Black cows receiving a single subcutaneous porcine follicle-stimulating hormone treatment or six intramuscular treatments over three days. *Theriogenology* 83: 466-473. 2015.
2. Biancucci A, Sbaragli T, Comin A, Sylla L, Monaci M, Peric T, Stradaoli G. Reducing treatments in cattle superovulation protocols by combining a pituitary extract with a 0.5% hyaluronan solution: Is it able to diminish activation of the hypothalamic pituitary adrenal axis compared to the traditional protocol? *Theriogenology* 85: 914-921. 2016.
3. Prisell PT, Camber O, Hiselius J, Norstedt G. Evaluation of hyaluronan as a vehicle for peptide growth factors. *Theriogenology* 85: 51-56. 1992.
4. Esposito E, Menegatti E, Cortesi R. Hyaluronanbased microspheres as tools for drug delivery a comparative study. *Int J Pharm* 288, 35-49. 2005.
5. Kim E, Baba D, Kimura M, Yamashita M, Kashiwabara S, Baba T. Identification of a hyaluronidase, Hyal5, involved in penetration of mouse sperm through cumulus mass. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 50: 18028-18033. 2005.

6 協力研究機関

岩手大学農学部共同獣医学科繁殖機能制御学教室

優良種豚供給体制の確立

1) 系統豚「しもふりレッド」

担当：庄司宙希，高森広典，高橋伸和，中條満

1 はじめに

宮城県では、筋肉内脂肪含量が高く、オレイン酸を多く含み肉質に優れたデュロック種系統豚「しもふりレッド」を飼養し、県内農家に広く利用してもらうために維持増殖を継続実施している。そこで本研究では、農家への配布頭数増加を目的に、「しもふりレッド」の検定結果を種豚の選抜に活用することで集団の能力向上を図るとともに、給与飼料の栄養価を調整することで背脂肪厚を低減する飼養管理手法について検討し、より高品質な種豚の生産に取り組むものである。

2 試験方法

1) 系統豚「しもふりレッド」の能力の維持と増殖

- (1) 試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部豚舎
- (2) 試験区の構成・規模：「しもふりレッド」種雄豚 20 頭，種雌豚 39 頭及びその産子
- (3) 調査時期，調査項目 ・調査時期：通年
・調査項目：繁殖成績，発育成績，産肉成績

2) 系統豚「しもふりレッド」における背脂肪厚低減試験

- (1) 試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部豚舎
- (2) 試験区の構成・規模：「しもふりレッド」対照区 8 頭，試験区 7 頭
対照区 慣行の肥育後期飼料（TDN77.0%，CP14.0%）を給与
試験区 低 TDN 高 CP 飼料（TDN73.5%，CP17.5%）を給与
- (3) 調査時期，調査項目
・給与期間：70 kg到達時から 115 kg到達時まで
・調査項目：枝肉成績（枝肉重量，枝肉歩留，と体長，背腰長Ⅰ，背腰長Ⅱ，
ロース長，と体幅，背脂肪厚【カタ，セ，コシ】）
発育成績（飼料摂取量，一日平均増体量，飼料要求率）
肉質成績（ドリップロス，クッキングロス，物理特性，筋肉色，
脂肪色，ロース芯 pH，筋肉内脂肪含量，脂肪酸組成）

3 結果および考察

- 1) しもふりレッドにおける維持開始から令和 4 年度までの繁殖成績を表 1 に示した。
育成率は母豚全体で 83.1%となった。農家等への配布頭数は，雄 15 頭，雌 41 頭であった。また，「しもふりレッド」精液の配布本数は，5,823 本であった。維持開始から令和 4 年度までの発育成績及び産肉能力の成績は表 2 に示したとおりである。
- 2) しもふりレッドにおいて，栄養価の異なる肥育後期飼料を給与し，発育及び肉質に及ぼす影響を調査した結果，背脂肪厚の平均値が試験区で低値を示したものの有意差は認められなかった。また，格付成績においても「中」以上の割合が対照区で 62.5%，試験

区で57.1%となり、背脂肪厚を低減する効果は見られなかった（表3）。発育成績においても両区間に有意な差は認められなかったが、試験区において一日平均増体量が減少する傾向（ $p < 0.1$ ）がみられ、発育に影響する可能性が示された（表4）。一方で、飼料要求率は両区間で同等の値となっており、経済性への影響は小さいと考えられた。肉質成績においては、保水性、物理特性、肉色、pH、および脂肪酸組成について、両区間に有意な差は認められず、栄養価を調整した飼料を給与した場合でも、肉質への影響は小さいと考えられた（表5、表6、表7）。

表1 「しもふりレッド」繁殖成績の推移（系統維持開始～令和5年3月まで）

| | H14 | H15 | H16 | H17 | H18 | H19 | H20 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 分娩頭数（頭） | 91 | 87 | 73 | 87 | 79 | 88 | 73 |
| 平均産次数（産） | 1.5 | 3.4 | 5.1 | 5.9 | 5.4 | 5.9 | 6.2 |
| 総産子数（頭） | 9.9 | 9.4 | 10.1 | 9.0 | 8.6 | 9.5 | 9.2 |
| 哺乳開始頭数（頭） | 9.1 | 8.5 | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 8.2 | 8.3 |
| 離乳頭数（頭） | 7.6 | 6.4 | 6.3 | 6.5 | 6.6 | 6.4 | 6.2 |
| 哺乳開始総体重(kg) | 12.4 | 12.5 | 12.6 | 11.7 | 10.8 | 10.9 | 11.1 |
| 離乳総体重(kg) | 38.6 | 35.7 | 28.9 | 32.7 | 29.6 | 27.5 | 27.0 |
| 育成率（%） | 83.1 | 74.7 | 72.7 | 79.7 | 85.2 | 77.5 | 74.7 |

| | H21 | H22 | H23 | H24 | H25 | H26 | H27 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 分娩頭数（頭） | 65 | 56 | 99 | 84 | 82 | 77 | 72 |
| 平均産次数（産） | 6.3 | 5.8 | 5.7 | 4.9 | 4.6 | 4.8 | 4.7 |
| 総産子数（頭） | 8.3 | 8.1 | 9.6 | 8.3 | 9.5 | 9.0 | 10.1 |
| 哺乳開始頭数（頭） | 7.5 | 7.6 | 8.5 | 7.7 | 8.8 | 8.4 | 8.8 |
| 離乳頭数（頭） | 5.7 | 5.6 | 6.2 | 6.0 | 6.1 | 5.6 | 6.8 |
| 哺乳開始総体重(kg) | 9.7 | 10.0 | 11.4 | 10.3 | 11.8 | 11.2 | 12.3 |
| 離乳総体重(kg) | 24.0 | 22.5 | 26.0 | 23.9 | 21.1 | 21.0 | 29.6 |
| 育成率（%） | 75.7 | 72.9 | 69.9 | 79.2 | 69.7 | 65.8 | 77.0 |

| | H28 | H29 | H30 | R1 | R2 | R3 | R4 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 分娩頭数（頭） | 69 | 72 | 75 | 68 | 63 | 63 | 65 |
| 平均産次数（産） | 5.2 | 5.6 | 6.4 | 6.8 | 5.2 | 4.6 | 4.3 |
| 総産子数（頭） | 9.4 | 9.6 | 8.7 | 8.6 | 9.4 | 9.4 | 9.9 |
| 哺乳開始頭数（頭） | 7.7 | 8.1 | 7.2 | 7.0 | 7.4 | 7.8 | 7.9 |
| 離乳頭数（頭） | 6.2 | 6.2 | 5.9 | 5.8 | 6.0 | 6.6 | 6.8 |
| 哺乳開始総体重(kg) | 10.8 | 11.1 | 9.7 | 9.5 | 9.4 | 10.0 | 11.0 |
| 離乳総体重(kg) | 29.2 | 28.0 | 27.7 | 29.2 | 28.6 | 31.1 | 32.6 |
| 育成率（%） | 79.9 | 76.4 | 82.0 | 82.0 | 82.0 | 84.5 | 83.1 |

表2 「しもふりレッド」発育成績及び産肉成績の推移

| 区分 | H14 | | H15 | | H16 | | H17 | | H18 | |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 例数(頭) | 去勢4 | | 去勢8, 雌4 | | 去勢2, 雌2 | | 去勢4, 雌4 | | 去勢4, 雌4 | |
| 期間 | 30~105kg | | 30~105kg | | 30~105kg | | 30~105kg | | 30~105kg | |
| 一日平均増体量（g） | 940.2 ± 2.9 | 65.6 ± 0.3 | 987.2 ± 2.5 | 91.8 ± 0.4 | 1011.3 ± 2.5 | 51.8 ± 0.53 | 950 ± 2.69 | 95.9 ± 0.49 | 939.8 ± 3.11 | 65.1 ± 0.58 |
| 背脂肪厚(cm) | 33.4 ± 3.4 | 2.6 ± 2.6 | 33.4 ± 3.4 | 4.2 ± 4.2 | 34.7 ± 3.4 | 4.5 ± 4.5 | 38.5 ± 3.7 | 4 ± 0.7 | 42.4 ± 5.2 | 5 ± 1.3 |
| ロース芯断面積（cm ² ） | 6.3 ± 4.08 | 1.8 ± 0.35 | 4.5 ± 3.22 | 1.6 ± 0.36 | 4.5 ± 3.22 | 0.6 ± 0.15 | 3.7 ± 3.14 | 0.7 ± 0.15 | 5.2 ± 3.45 | 1.3 ± 0.4 |
| 筋肉内脂肪含量 | 4.08 ± 0.35 | 0.35 ± 3.22 | 3.22 ± 0.36 | 0.36 ± 3.22 | 3.22 ± 0.15 | 0.15 ± 3.14 | 3.14 ± 0.15 | 0.15 ± 3.45 | 3.45 ± 0.4 | 0.4 ± 0.4 |
| 飼料要求率 | 4.08 ± 0.35 | 0.35 ± 3.22 | 3.22 ± 0.36 | 0.36 ± 3.22 | 3.22 ± 0.15 | 0.15 ± 3.14 | 3.14 ± 0.15 | 0.15 ± 3.45 | 3.45 ± 0.4 | 0.4 ± 0.4 |

| 区分 | H19 | | H20 | | H21 | | H22 | | H23 | |
|--------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 例数(頭) | 去勢2, 雌2 | | 去勢2, 雌1 | | 雌3 | | 去勢2, 雌1 | | 去勢4 | |
| 期間 | 30~105kg | | 30~105kg | | 30~105kg | | 30~115kg | | 30~115kg | |
| 一日平均増体量(g/日) | 954.8 ± 2.44 | 83.9 ± 0.64 | 986.5 ± 2.28 | 135.3 ± 1.02 | 823.9 ± 2.45 | 110.4 ± 1.13 | 838.1 ± 2.57 | 100.4 ± 0.43 | 987.5 ± 3.23 | 71.3 ± 0.42 |
| 背脂肪厚(cm) | 35.3 ± 3.5 | 4.9 ± 3.38 | 33.8 ± 0.9 | 0.9 ± 0.9 | 26.2 ± 2.2 | 17.9 ± 1.7 | 17.9 ± 1.7 | 1.7 ± 3.23 | 32.3 ± 4.2 | 4.2 ± 4.2 |
| ロース断面積(cm ²) | 4.5 ± 3.54 | 1.7 ± 0.19 | 5 ± 3.58 | 0.6 ± 0.21 | 5.3 ± 3.67 | 1.4 ± 0.61 | 1.4 ± 3.35 | 0.4 ± 0.4 | 5.2 ± 3.88 | 1.6 ± 0.88 |
| 筋肉内脂肪含量 | 3.54 ± 0.19 | 0.19 ± 3.58 | 3.58 ± 0.21 | 0.21 ± 3.67 | 3.67 ± 0.61 | 0.61 ± 3.35 | 3.35 ± 0.4 | 0.4 ± 3.88 | 3.88 ± 0.88 | 0.88 ± 0.88 |
| 飼料要求率 | 3.54 ± 0.19 | 0.19 ± 3.58 | 3.58 ± 0.21 | 0.21 ± 3.67 | 3.67 ± 0.61 | 0.61 ± 3.35 | 3.35 ± 0.4 | 0.4 ± 3.88 | 3.88 ± 0.88 | 0.88 ± 0.88 |

| 区分 | H24 | | H25 | | H26 | | H27 | | H28 | |
|--------------------------|----------|-------|-----------|------|-----------|------|----------|-------|----------|------|
| 例数(頭) | 去勢2, 雌2 | | 去勢1~3, 雌3 | | 去勢1~2, 雌7 | | 去勢3, 雌3 | | 去勢6, 雌5 | |
| 期間 | 30~115kg | | 30~115kg | | 30~115kg | | 30~115kg | | 30~115kg | |
| 一日平均増体量(g/日) | 1018.3 ± | 115.9 | 941.5 ± | 47.7 | 906.7 ± | 28.8 | 927.1 ± | 112.1 | 985.1 ± | 87 |
| 背脂肪厚(cm) | 2.91 ± | 3.4 | 2.15 ± | 0.28 | 2.29 ± | 0.48 | 2.59 ± | 0.56 | 2.44 ± | 0.48 |
| ロース断面積(cm ²) | 15.5 ± | 3.4 | 25.1 ± | 4 | 17.1 ± | 1.4 | 17.8 ± | 1.9 | 18.6 ± | 2.1 |
| 筋肉内脂肪含量 | 7.1 ± | 0.7 | 8.9 ± | 1.1 | 6.5 ± | 2.5 | 7.7 ± | 1.7 | 7.1 ± | 2.1 |
| 飼料要求率 | 3.74 ± | 0.21 | 4.11 ± | 0.28 | 3.6 ± | 0.25 | 3.85 ± | 0.16 | 3.76 ± | 0.43 |

| 区分 | H29 | | H30 | | R1 | | R2 | | R3 | |
|--|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| 例数(頭) | 去勢2, 雌4 | | 去勢4 | | 去勢5 | | 去勢6 | | 去勢3, 雌3 | |
| 期間 | 70~115kg | | 70~115kg | | 30~115kg | | 70~115kg | | 30~105kg | |
| 一日平均増体量(g/日) | 822 ± | 189 | 1,038 ± | 106 | 1,018 ± | 38 | 1,066 ± | 161 | 999 ± | 39 |
| 背脂肪厚(cm) | 2.48 ± | 0.33 | 2.87 ± | 0.37 | 3 ± | 0.31 | 2.67 ± | 0.45 | 2.51 ± | 0.48 |
| ロース断面積(cm ²) | 21.2 ± | 5.8 | 20.9 ± | 4.6 | 18.2 ± | 1.9 | 19.3 ± | 1.4 | 18.6 ± | 2.8 |
| 筋肉内脂肪含量 | 7.7 ± | 2.5 | 9.1 ± | 0.4 | 7.9 ± | 1 | 5.7 ± | 0.86 | 8.3 ± | 2.16 |
| 飼料要求率 | 3.58 ± | 0.54 | 3.57 ± | 0.15 | 3.62 ± | 0.24 | 3.43 ± | 0.26 | 2.85 ± | 0.25 |
| 肉の軟らかさ【Tenderness】(kgw/cm ²) | | | | | 27.7 ± | 6.8 | 33.7 ± | 6.4 | 33.5 ± | 7.23 |

| 区分 | R4 | |
|--|----------|------|
| 例数(頭) | 去勢4, 雌4 | |
| 期間 | 30~115kg | |
| 一日平均増体量(g/日) | 992 ± | 80 |
| 背脂肪厚(cm) | 2.47 ± | 0.39 |
| ロース断面積(cm ²) | 19.1 ± | 5.3 |
| 筋肉内脂肪含量 | 6.5 ± | 1.79 |
| 飼料要求率 | 2.93 ± | 0.14 |
| 肉の軟らかさ【Tenderness】(kgw/cm ²) | 31.8 ± | 6.7 |

※ロース断面積はH20までは5~6胸椎間、H21以降は4~5胸椎間。

※令和元年度よりテンダネスの値についても記載

表3 枝肉成績

| | | 対照区 | | 試験区 | | P値 |
|----------|----|---------|------|---------|------|-------|
| 枝肉重量 | kg | 77.50 ± | 3.78 | 77.00 ± | 2.00 | 0.759 |
| 枝肉歩留 | | 0.64 ± | 0.02 | 0.63 ± | 0.01 | 0.118 |
| と体長 | cm | 90.81 ± | 3.33 | 91.57 ± | 4.39 | 0.710 |
| 背腰長Ⅰ | cm | 76.44 ± | 2.80 | 76.43 ± | 4.50 | 0.996 |
| 背腰長Ⅱ | cm | 64.81 ± | 3.35 | 65.21 ± | 3.49 | 0.824 |
| ロース長 | cm | 54.75 ± | 2.75 | 54.64 ± | 3.13 | 0.945 |
| と体幅 | cm | 33.63 ± | 3.87 | 34.00 ± | 1.00 | 0.808 |
| 背脂肪厚【カタ】 | mm | 39.30 ± | 5.49 | 36.79 ± | 4.51 | 0.355 |
| 背脂肪厚【セ】 | mm | 24.73 ± | 3.94 | 23.54 ± | 4.20 | 0.580 |
| 背脂肪厚【コシ】 | mm | 35.88 ± | 1.78 | 34.09 ± | 2.79 | 0.157 |
| 格付結果 | | 中5並2等外1 | | 上1中3並3 | | |

平均値±標準偏差

表4 肥育後期(70kg~115kg)における発育成績

| | 対照区 | | 試験区 | | P値 |
|---------------|----------|------|----------|------|-------|
| 飼料摂取量(kg) | 144.85 ± | 6.92 | 143.65 ± | 9.19 | 0.779 |
| 飼料摂取量(kg/day) | 3.50 ± | 0.46 | 3.13 ± | 0.23 | 0.074 |
| 一日平均増体量(kg) | 1.08 ± | 0.12 | 0.97 ± | 0.07 | 0.051 |
| 飼料要求率 | 3.24 ± | 0.19 | 3.24 ± | 0.14 | 0.971 |

平均値±標準偏差

表5 肉質成績 (保水性, 物理特性)

| | | 対照区 | | 試験区 | | P値 |
|-------------|--------------------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| ドリップロス | % | | | | | |
| 24時間後 | | 0.98 | ± 0.39 | 1.23 | ± 0.44 | 0.264 |
| 48時間後 | | 1.46 | ± 0.77 | 2.10 | ± 1.03 | 0.190 |
| 72時間後 | | 1.73 | ± 1.12 | 2.79 | ± 1.51 | 0.143 |
| クッキングロス | % | 20.23 | ± 2.23 | 19.94 | ± 2.38 | 0.811 |
| Tenderness | kgw/cm ² | 31.78 | ± 6.71 | 33.29 | ± 8.25 | 0.701 |
| 【軟らかさ】 | | | | | | |
| Pliability | | 1.56 | ± 0.10 | 1.57 | ± 0.08 | 0.840 |
| 【しなやかさ】 | | | | | | |
| Toughness | kgw/cm ² ・cm ² | 6.44 | ± 1.18 | 6.86 | ± 1.87 | 0.608 |
| 【噛みごたえ】 | | | | | | |
| Brittleness | | 1.58 | ± 0.10 | 1.60 | ± 0.13 | 0.755 |
| 【脆さ】 | | | | | | |

平均値±標準偏差

表6 肉質成績 (肉色, pH)

| | | 対照区 | | 試験区 | | P値 |
|---------|--|-------|--------|-------|---------|-------|
| 筋肉色 | | | | | | |
| L*値 | | 51.48 | ± 6.15 | 53.17 | ± 53.17 | 0.716 |
| a*値 | | 11.28 | ± 4.02 | 8.47 | ± 8.47 | 0.141 |
| b*値 | | 3.11 | ± 1.45 | 3.59 | ± 3.59 | 0.533 |
| 脂肪色 | | | | | | |
| L*値 | | 77.66 | ± 2.30 | 79.28 | ± 1.36 | 0.127 |
| a*値 | | 7.80 | ± 6.00 | 3.76 | ± 0.99 | 0.103 |
| b*値 | | -0.19 | ± 1.94 | 1.25 | ± 0.63 | 0.083 |
| ロース芯 pH | | 5.88 | ± 0.34 | 5.97 | ± 0.39 | 0.632 |
| 筋肉内脂肪含量 | | 6.52 | ± 1.79 | 6.00 | ± 2.05 | 0.858 |

平均値±標準偏差

表7 肉質成績 (脂肪酸組成)

| | | 対照区 | 試験区 | P値 |
|----------|---|------|------|------|
| C14:0 | % | 1.1 | 1.1 | 0.84 |
| C16:0 | % | 25.1 | 25.8 | 0.11 |
| C16:1 | % | 1.5 | 1.3 | 0.34 |
| C17:0 | % | 0.5 | 0.4 | 0.14 |
| C17:1 | % | 0.4 | 0.3 | 0.11 |
| C18:0 | % | 16.7 | 18.1 | 0.17 |
| C18:1 | % | 42.7 | 41.9 | 0.38 |
| C18:2n-6 | % | 7.6 | 6.7 | 0.07 |
| C18:3n-3 | % | 0.3 | 0.3 | 0.36 |
| C20:0 | % | 0.3 | 0.3 | 0.36 |
| C20:1 | % | 1.0 | 1.0 | 0.98 |
| C20:2n-6 | % | 0.4 | 0.3 | 0.08 |
| C20:4n-6 | % | 0.1 | 0.1 | 0.26 |

4 要約

本年度のしもふりレッドの農家への配布頭数は、雄 15 頭、雌 41 頭であった。精液の配布本数は、5,823 本であった。しもふりレッドへ低 TDN 高 CP 飼料を給与し、厚脂肪厚低減効果を検討したが、背脂肪厚及び格付成績について両区間に有意な差は認められなかった。

5 参考文献

特になし

6 協力研究機関

特になし

優良種豚供給体制の確立

2) 系統豚「ミヤギノL2」

担当：松尾賢吾，吉野淳良，中條満

1 はじめに

宮城県では，系統豚「ミヤギノ」の後継系統であり，繁殖性，産肉性，抗病性を改良したランドレース種系統豚「ミヤギノL2」を飼養しており，県内農家に広く利用してもらうために維持増殖を継続実施している。本研究は，農家への配布頭数増加を目的に，系統豚の検定結果を種豚の選抜に活用することで集団の能力向上を図るとともに，もみ殻床パドックでの育成や制限給餌による脚弱症改善により，高品質な種豚の生産に取り組むものである。

2 試験方法

1) 系統豚「ミヤギノL2」の能力の維持と増殖

一般社団法人日本養豚協会の豚系統に関する証明規定に準じた産肉能力調査を実施した。抗病性は，Goodwin RF からの方法に基づき，肺病変表面積割合をスコア化して評価した。

(1) 試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部豚舎

(2) 試験区の構成・規模：「ミヤギノL2」種雄豚 10 頭，種雌豚 23 頭及びその産子

(3) 調査時期，調査項目 ・調査時期：通年

・調査項目：発育成績，産肉成績，マイコプラズマ性肺炎肉眼病変面積スコア(MPS スコア)，繁殖成績

2) 系統豚「ミヤギノL2」と他品種との抗病性比較調査

(1) 試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部豚舎

(2) 試験区の構成・規模：「ミヤギノL2」21 頭，LWD 種 6 頭，D種 10 頭

(3) 調査時期，調査項目 ・調査時期：通年

・調査項目：MPS スコア

3) 系統豚「ミヤギノL2」育成雌豚のもみ殻飼養による配布直前の脚スコア

(1) 試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部豚舎

(2) 試験区の構成，規模：令和4年度に農家配布用に登記を取得した育成雌豚

(3) 調査時期，調査項目 ・飼養時期：通年

・調査項目：脚スコア（前後肢つなぎ）

4) 系統豚「ミヤギノL2」の制限給餌試験

(1) 試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部豚舎

(2) 試験区の構成，規模：「ミヤギノL2」育成雌豚 8 頭

| 試験区 | 頭数 | 30～70 kg | | 70～105 kg | |
|------|-----|----------|--------|-----------|--------|
| | | 豚房 | 飼養方法 | 豚房 | 飼養方法 |
| 対照区 | 2 頭 | もみ殻 | 群飼, 飽食 | もみ殻 | 群飼, 飽食 |
| 制限①区 | 2 頭 | もみ殻 | 群飼, 飽食 | コンクリート | 単飼, 制限 |
| 制限②区 | 4 頭 | コンクリート | 単飼, 飽食 | コンクリート | 単飼, 制限 |

- (3) 調査時期, 調査項目 ・調査時期: 令和4年4月～8月
 ・調査項目: 体重, つなぎ, 背脂肪厚

3 結果および考察

- 1) 「ミヤギノL2」の造成時から令和4年度までの発育成績, 産肉成績, MPSスコアを表1に, 繁殖成績を表2に示した。令和4年度の農家への育成雌豚の配布頭数は15頭だった。繁殖成績を昨年度と比較すると, 一腹当たりの離乳頭数は変わらないが, 離乳総体重が約1.82kg増加した。育成率は84.52%となり, 80%以上を維持した。
- 2) 「ミヤギノL2」, LWD種交雑豚及びD種純粋豚「しもふりレッド」の出荷豚のMPSスコアについて, 過去5年分の結果(令和元年度はLWD種交雑豚の調査は無し)と共に表3に示した。調査の結果, 令和4年度においても「ミヤギノL2」のスコアは他品種より低値を維持していた。
- 3) 農家へ配布する約1ヶ月前(約120日齢)に前及び後肢のつなぎの堅さについて調査した結果, 本年度はもみ殻パドックで育成された豚でつなぎが「標準」と判定された個体の割合は前肢で68.3%, 後肢80.5%だった。その結果, 農家への配布率は58.5%となった(表4)。
- 4) 制限給餌を実施した体重70kg～105kgの各試験区の平均体重を図1に示した。各試験区の体重が70kgから105kgまでにかかった平均日数は対照区が44日, 制限①区が63日, 制限②区が69日だった。制限給餌中のつなぎの前肢及び後肢の平均スコアを図2及び図3に示した。対照区では, 試験開始7週後で前肢の評価が3.5を超えたが, 制限①区及び制限②区では試験期間内の評価は2.5～3.5の範囲内だった。105kg到達時の背脂肪厚は, 対照区が22.5mm, 制限①区が19.3mm, 制限②区が15.5mmだった。以上のことから, 飽食下での体重増加は前肢に負荷がかかるが, 制限給餌により軽減が可能であることが推察された。また, 後肢に比べ前肢の方が体重増加の影響をより受けることが推察された。

表1 系統豚「ミヤギノL2」の発育成績及び産肉成績

| 区分 | H21 | H22 | H23 | H24 | H25 | H26 | H27 |
|--------------------------|-------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| 例数 | 雄9 | 雄6 | 雄5 | 雄15 | 雄10 | 雄4 | 雄9 |
| 期間 | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg |
| 一日平均増体量(g/日) | 919 ± 53.1 | 1001.3 ± 62.9 | 990.5 ± 50.0 | 1010.9 ± 99.4 | 972.9 ± 144.1 | 966.9 ± 53.0 | 1065.8 ± 61.7 |
| 背脂肪厚(cm) | 1.76 ± 0.22 | 2.03 ± 0.16 | 2.01 ± 0.20 | 1.67 ± 0.29 | 1.66 ± 0.28 | 1.65 ± 0.13 | 1.68 ± 0.20 |
| ロース断面積(cm ²) | 34.8 ± 7.2 | 29.4 ± 4.5 | 27.3 ± 3.8 | 33.9 ± 3.3 | 41.2 ± 4.7 | 38.2 ± 1.0 | 39.1 ± 4.1 |
| 飼料要求量 | 2.72 ± 0.26 | 3.00 ± 0.13 | 2.92 ± 0.12 | 3.13 ± 0.28 | 2.95 ± 0.31 | 2.86 ± 0.21 | 2.86 ± 0.21 |
| マイコプラズマ性肺病変スコア | 2.05 ± 1.08 | 0.80 ± 1.49 | 0.11 ± 1.32 | 3.54 ± 3.50 | 2.04 ± 1.35 | 1.00 ± 1.31 | 1.46 ± 1.23 |

| 区分 | H28 | H29 | H30 | R1 | R2 | R3 | R4 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 例数 | 雄3 | 雄6 | 雄4 | 雄5 | 雄5 | 雄6 | 雄8 |
| 期間 | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg | 30~105kg |
| 一日平均増体量(g/日) | 941.9 ± 44.2 | 982.2 ± 59.2 | 951.0 ± 56.9 | 965.9 ± 63.9 | 1014.0 ± 31.0 | 967.9 ± 63.0 | 960.3 ± 102.9 |
| 背脂肪厚(cm) | 1.67 ± 0.04 | 1.78 ± 0.12 | 1.57 ± 0.13 | 1.81 ± 0.21 | 1.50 ± 0.16 | 1.69 ± 0.26 | 2.01 ± 0.43 |
| ロース断面積(cm ²) | 33.4 ± 2.2 | 31.2 ± 2.1 | 31.2 ± 1.6 | 30.1 ± 3.3 | 30.4 ± 2.0 | 29.8 ± 2.4 | 32.4 ± 2.7 |
| 飼料要求量 | 2.82 ± 0.13 | 2.97 ± 0.19 | 2.62 ± 0.08 | 2.86 ± 0.08 | 2.75 ± 0.15 | 2.77 ± 0.16 | 3.05 ± 0.50 |
| マイコプラズマ性肺病変スコア | 2.41 ± 2.23 | 0.87 ± 1.41 | 1.17 ± 2.10 | 0.70 ± 1.34 | 0.57 ± 1.03 | 0.81 ± 1.11 | 0.69 ± 1.61 |

表2 系統豚「ミヤギノL2」の繁殖成績

| 区分 | H21 | H22 | H23 | H24 | H25 | H26 | H27 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 近交係数 | 6.02 | 6.13 | 6.51 | 6.65 | 6.98 | 7.61 | 7.35 |
| 総産子数 | 11.07 | 11.59 | 11.78 | 11.29 | 11.35 | 11.03 | 11.31 |
| 哺乳開始頭数 | 10.60 | 10.68 | 10.62 | 10.02 | 10.47 | 10.25 | 9.83 |
| 離乳頭数 | 9.39 | 8.92 | 9.00 | 8.78 | 8.82 | 9.05 | 8.28 |
| 哺乳開始総体重(kg) | 15.55 | 15.21 | 13.59 | 13.63 | 14.80 | 14.69 | 13.89 |
| 離乳総体重(kg) | 56.04 | 48.00 | 44.70 | 49.00 | 52.70 | 51.82 | 50.01 |
| 育成率(%) | 88.88 | 83.50 | 81.41 | 87.05 | 84.29 | 88.26 | 84.21 |

| 区分 | H28 | H29 | H30 | R1 | R2 | R3 | R4 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 近交係数 | 7.39 | 7.67 | 7.94 | 8.47 | 8.60 | 8.69 | 9.04 |
| 総産子数 | 10.86 | 11.21 | 10.09 | 10.06 | 9.50 | 10.56 | 11.29 |
| 哺乳開始頭数 | 8.71 | 9.11 | 8.06 | 8.32 | 8.50 | 9.74 | 10.00 |
| 離乳頭数 | 7.25 | 7.43 | 6.71 | 6.68 | 7.40 | 8.46 | 8.45 |
| 哺乳開始総体重(kg) | 15.17 | 12.36 | 11.09 | 11.17 | 12.00 | 14.32 | 14.40 |
| 離乳総体重(kg) | 47.50 | 44.73 | 38.29 | 39.08 | 41.90 | 47.22 | 49.04 |
| 育成率(%) | 83.20 | 81.57 | 83.21 | 80.23 | 87.50 | 86.84 | 84.52 |

表3 「ミヤギノL2」と他品種とのMPSスコアの比較

| 品種 | H30 | | H31 | | R1 | | R2 | | R3 | | R4 | |
|-----|-----|-----------|-----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|
| | 頭数 | スコア(%) | 頭数 | スコア(%) | 頭数 | スコア(%) | 頭数 | スコア(%) | 頭数 | スコア(%) | 頭数 | スコア(%) |
| L | 22 | 0.87±1.41 | 21 | 1.17±2.10 | 23 | 0.70±1.34 | 35 | 0.57±1.03 | 36 | 0.81±1.11 | 21 | 0.69±1.61 |
| LWD | 13 | 1.82±2.49 | 5 | 1.27±1.52 | - | - | 7 | 0.78±0.76 | 10 | 1.91±1.70 | 6 | 1.06±1.22 |
| D | 18 | 1.88±2.18 | 22 | 1.82±4.56 | 13 | 1.71±1.51 | 13 | 1.95±1.91 | 12 | 1.52±1.63 | 10 | 1.82±3.64 |

平均値 ± 標準偏差

表4 「ミヤギノL2」育成雌の農家配布直前の脚の状況

| 年度 | 糲穀 | 調査頭数 (頭) | つなぎ「標準※1」判定個体割合(%) | | 農家への※2 配布率(%) |
|-----|----|-------------|--------------------|------|------------------|
| | | | 前脚 | 後脚 | |
| R4 | あり | 41 | 68.3 | 80.5 | 58.5 |
| R3 | あり | 63 | 92.1 | 95.2 | 57.1 |
| R2 | あり | 55 | 83.6 | 92.7 | 61.8 |
| R1 | あり | 54 | 79.6 | 96.2 | 74.1 |
| H30 | あり | 47 | 85.1 | 95.7 | 61.7 |
| H29 | あり | 40 | 85.0 | 95.0 | 65.0 |
| H28 | なし | 12 | 50.0 | 25.0 | 16.7 |

※1 カナダ豚改良センター方式における「3.0」評価のもの

※2 後継豚を含む

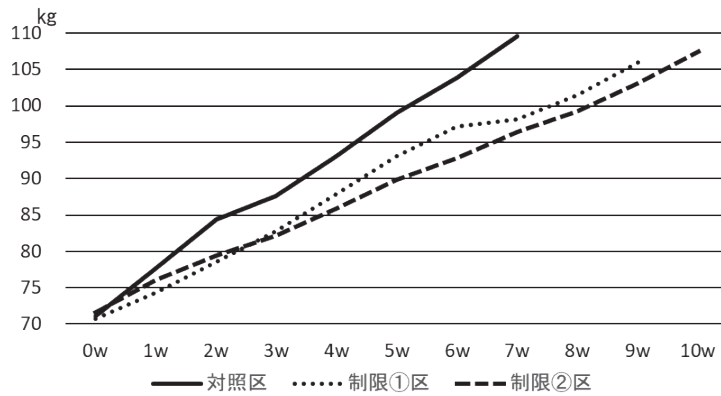


図1 平均体重の推移

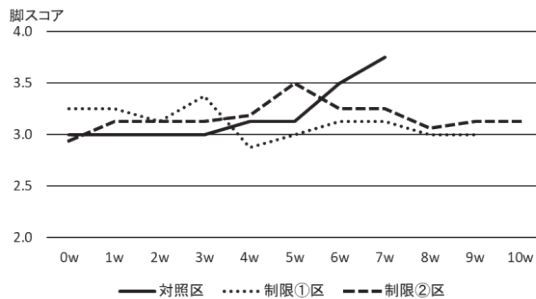


図2 つなぎの平均スコア（前肢）

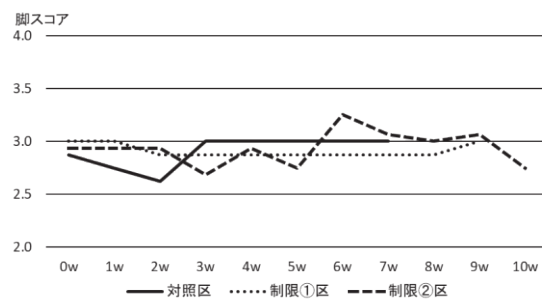


図3 つなぎ平均スコア（後肢）

4 要約

本年度の「ミヤギノL2」の農家への配布頭数は雌15頭だった。また、「ミヤギノL2」のマイコプラズマ性肺炎肉眼病変面積スコアは、維持14年目の今年度も低値を保っていた。もみ殻床パドックで育成された「ミヤギノL2」は肢蹄が強化され、農家配布率が改善されることが本年度も確認できた。また、制限給餌を実施することで、急激な体重増加を抑制し前肢にかかる負担を軽減させる効果が期待された。

5 参考文献

- 1) Goodwin, R.F. et al (1973) Enzootic pneumonia of pigs: immunization attempts inoculating Mycoplasma suis pneumoniae antigen by various routes and with different adjuvants. *Br Vet J.* 129(5):456-464.

6 協力研究機関

特になし

本県産系統豚の能力向上技術の確立

1) 繁殖能力向上のための育種改良手法の検討

担当：庄司宙希，高森広典，高橋伸和，松尾賢吾，吉野淳良，中條満

1 はじめに

本県では、筋肉内脂肪含量が高く、肉質に優れたデュロック純粋種系統豚「しもふりレッド」を維持しているが、維持開始から21年が経過したことから、近交係数の上昇等による繁殖性の低下が危惧されている。繁殖性をさらに高めた種豚を県内養豚農家に配布するため、繁殖能力を向上させる育種改良手法の検討を行う。

今年度は、「しもふりレッド」の造成開始から令和3年度までの血統情報及び繁殖形質の記録を用いて、母豚、父豚及び子豚の近交係数の上昇が母豚の繁殖形質へ与える影響を調査した。

2 試験方法

1) 材料及び飼養方法

「しもふりレッド」の系統造成期間の個体も含めた過去26年間（平成7～令和3年度）の繁殖形質（1,823産分）を用いた。

2) 調査項目

死産数、総産子数、哺乳開始頭数、離乳頭数、哺乳開始総体重、離乳時総体重及び離乳時平均体重の形質について、要因分析及び近交係数による影響の検討を行った。なお、要因分析には「R」、各近交係数に関する一次回帰係数の推定には「REMLF90」、近交係数の算出には「CoeFR」を用いた¹⁾。各繁殖形質の概要について基本統計量を用いて表1に示した。なお、設定した分析モデルは下記のとおりである。

$$y = P + CY + M + b_1 * I_d + b_2 * I_s + b_3 * I_o + u + pe + e$$

y: 繁殖形質の記録 P: 産次の母数効果 CY: 分娩年の母数効果

M: 分娩月の母数効果

b₁, b₂, b₃: 母豚、父豚、子豚の各近交係数に関する一次回帰係数

I_d, I_s, I_o: 母豚、父豚、子豚の各近交係数

u: 母豚個体の育種価に関する変量効果 pe: 永続的環境効果に関する変量効果

e: 残差に関する変量効果

3 結果および考察

要因分析の結果について、産次及び年次（分娩年）の効果は全ての形質において有意性を示した（表3）。月（分娩月）の効果は総産子数を除く6形質で有意であった。母豚の近交係数は離乳時総体重及び離乳時平均体重に対して5%水準の有意性を示した。父豚の近交係数は離乳時平均体重に対して5%水準の有意性を示した。子豚の近交係数は離乳頭数及び離乳時総体重に対して1%水準の有意性を示し、離乳時平均体重に対して5%水準の有意性を示した。

近交係数に対する各繁殖形質の一次回帰係数について、母豚及び父豚の近交度の上昇に

よる影響は確認されなかった（表 4, 5）が、子豚の近交度の上昇に伴って、母豚の離乳時形質への有意な影響がみられた（表 6）。既報²⁾では、大ヨークシャー種及びランドレース種において分析を行った結果、子豚の近交係数 10% 上昇あたり離乳頭数が 0.19 頭及び 0.29 頭の有意な減少が報告されている。今回の研究では、子豚の近交係数 10% 上昇あたりの離乳頭数への影響は 0.84 頭の減少を示し、従前の研究と同様の傾向を示したものの、やや大きい値を示した。影響の大きさが異なったのは、分析モデルの差異や、本研究のデータ数が相対的に少ないことが影響していると考えられる。

以上より、母豚及び父豚の近交度の上昇による有意な影響は確認されなかったものの、子豚の近交度の上昇による母豚の離乳時形質への有意な影響が確認された。今後は、育種学的手法による分析を引き続き行い、近交退化の有無について詳細に検討していく。

表1. 各繁殖形質の概要

| | データ数 | 平均値 | 標準偏差 | 最小値 | 最大値 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| 死産数 (頭) | 1828 | 0.86 | 1.41 | 0 | 14 |
| 総産子数 (頭) | 1828 | 9.07 | 2.98 | 1 | 19 |
| 哺乳開始頭数 (頭) | 1824 | 8.20 | 2.82 | 1 | 16 |
| 哺乳開始総体重 (kg) | 1754 | 11.0 | 3.74 | 1.08 | 22 |
| 離乳頭数 (頭) | 1745 | 6.68 | 2.55 | 1 | 13 |
| 離乳時総体重 (kg) | 1745 | 31.4 | 13.8 | 1.58 | 74.4 |
| 離乳時平均体重 (kg) | 1745 | 4.69 | 1.23 | 1.58 | 9.23 |

表2. 繁殖形質に与える各要因についての概要

| 要因 | 内訳 | | |
|--------------|-------|---|-------|
| 産次 | 初産 | ～ | 16産 |
| 分娩年 | 1995年 | ～ | 2022年 |
| 分娩月 | 1月 | ～ | 12月 |
| 近交係数 (母豚, %) | 0 | ～ | 23.97 |
| 近交係数 (父豚, %) | 0 | ～ | 19.18 |
| 近交係数 (子豚, %) | 0 | ～ | 35.07 |

表3. 繁殖形質に与える各要因についての分散分析表

| | 死産数 | | | 総産子数 | | 哺乳開始頭数 | | 哺乳開始体重 | |
|-----------|------|--------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | 自由度 | 平方和 | F値 | 平方和 | F値 | 平方和 | F値 | 平方和 | F値 |
| 産次 | 11 | 91.6 | 4.70 *** | 283.5 | 2.99 *** | 229.6 | 2.76 ** | 1057.4 | 7.67 *** |
| 分娩年 | 27 | 233.1 | 4.88 *** | 509.0 | 2.18 *** | 433.0 | 2.12 *** | 811.9 | 2.40 *** |
| 分娩月 | 11 | 40.5 | 2.08 * | 100.4 | 1.06 | 173.7 | 2.09 * | 838.7 | 6.08 *** |
| 近交係数 (母豚) | 1 | 1.4 | 0.79 | 0.1 | 0.01 | 1.9 | 0.25 | 14.2 | 1.13 |
| 近交係数 (父豚) | 1 | 4.2 | 2.38 | 11.9 | 1.38 | 1.8 | 0.23 | 0.5 | 0.04 |
| 近交係数 (子豚) | 1 | 1.0 | 0.59 | 21.8 | 2.53 | 14.4 | 1.90 | 22.3 | 1.78 |
| 残差 | 1775 | 3143.2 | | 15314.4 | | 13406.3 | | 22207.7 | |

| | 離乳頭数 | | | 離乳時総体重 | | 離乳時平均体重 | |
|-----------|------|--------|----------|--------|-----------|---------|-----------|
| | 自由度 | 平方和 | F値 | 平方和 | F値 | 平方和 | F値 |
| 産次 | 11 | 461.6 | 7.19 *** | 17854 | 12.00 *** | 83.83 | 8.06 *** |
| 分娩年 | 27 | 323.0 | 2.05 ** | 23661 | 6.46 *** | 323.35 | 12.70 *** |
| 分娩月 | 11 | 432.1 | 6.73 *** | 27243 | 18.30 *** | 287.05 | 27.60 *** |
| 近交係数 (母豚) | 1 | 12.3 | 2.11 | 627 | 4.63 * | 4.95 | 5.24 * |
| 近交係数 (父豚) | 1 | 1.6 | 0.27 | 190 | 1.40 | 4.36 | 4.62 * |
| 近交係数 (子豚) | 1 | 52.1 | 8.92 ** | 1471 | 10.90 ** | 5.66 | 5.99 * |
| 残差 | 1701 | 9931.5 | | 229369 | | 1599.37 | |

*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05

表5. 母豚の近交度の上昇による繁殖形質への影響

| | 一次回帰係数* | 95%信頼区間 (SE* ± 1.96) | | |
|--------------|---------|----------------------|---|------|
| 死産数 (頭) | 0.16 | -0.45 | ～ | 0.45 |
| 総産子数 (頭) | 0.33 | -1.09 | ～ | 1.09 |
| 哺乳開始頭数 (頭) | 0.14 | -1.07 | ～ | 1.07 |
| 哺乳開始総体重 (kg) | 0.12 | -1.44 | ～ | 1.44 |
| 離乳頭数 (頭) | -0.22 | -0.93 | ～ | 0.93 |
| 離乳時総体重 (kg) | -0.87 | -4.88 | ～ | 4.88 |
| 離乳時平均体重 (kg) | -0.13 | -0.37 | ～ | 0.37 |

* : 近交係数10%上昇あたりの各繁殖形質の変化量

表6. 父豚の近交度の上昇による繁殖形質への影響

| | 一次回帰係数* | 95%信頼区間 (SE* ± 1.96) | | |
|--------------|---------|----------------------|---|------|
| 死産数 (頭) | -0.34 | -0.41 | ～ | 0.41 |
| 総産子数 (頭) | -0.27 | -0.89 | ～ | 0.89 |
| 哺乳開始頭数 (頭) | 0.11 | -0.82 | ～ | 0.82 |
| 哺乳開始総体重 (kg) | 0.43 | -1.05 | ～ | 1.05 |
| 離乳頭数 (頭) | -0.03 | -0.74 | ～ | 0.74 |
| 離乳時総体重 (kg) | 2.94 | -3.51 | ～ | 3.51 |
| 離乳時平均体重 (kg) | 0.30 | -0.30 | ～ | 0.30 |

* : 近交係数10%上昇あたりの各繁殖形質の変化量

表7. 子豚の近交度の上昇による繁殖形質への影響

| | 一次回帰係数* | 95%信頼区間 (SE* ± 1.96) | | |
|--------------|---------|----------------------|---|------|
| 死産数 (頭) | -0.11 | -0.32 | ～ | 0.32 |
| 総産子数 (頭) | -0.53 | -0.71 | ～ | 0.71 |
| 哺乳開始頭数 (頭) | -0.44 | -0.66 | ～ | 0.66 |
| 哺乳開始総体重 (kg) | -0.52 | -0.84 | ～ | 0.84 |
| 離乳頭数 (頭) | -0.84 | -0.59 | ～ | 0.59 |
| 離乳時総体重 (kg) | -4.05 | -2.83 | ～ | 2.83 |
| 離乳時平均体重 (kg) | -0.25 | -0.24 | ～ | 0.24 |

* : 近交係数10%上昇あたりの各繁殖形質の変化量

4 要約

「しもふりレッド」の過去26年間における繁殖記録を用いて、母豚、父豚及び子豚の近交度の上昇による母豚の繁殖形質への影響について分析したところ、母豚及び父豚の近交度の上昇による有意な影響は確認されなかったものの、子豚の近交度の上昇による母豚の離乳時形質への有意な影響が確認されたことから、今後も分析を続け、近交退化の有無について詳細に検討していく。

5 参考文献

- 1) 佐藤正寛, 大規模血統情報から近交係数を算出するプログラムの開発, 日本養豚学会誌 37巻3号 p.122-126, 2000
- 2) Köck.A., Waltl.B.F., Baumung.R. 2009. Effects of inbreeding on number of piglets born total, born alive and weaned in Austrian Large White and Landrace pigs. Arch. Tierz.52:51-64

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科，農研機構畜産研究部門

本県産系統豚の能力向上技術の確立

2) 繁殖能力向上のための飼養管理技術の開発

担当：高森広典，庄司宙希，高橋伸和，松尾賢吾，吉野淳良，中條 満

1 はじめに

本県では、筋肉内脂肪含量が高く、肉質に優れたデュロック純粋種系統豚「しもふりレッド」を維持しているが、維持開始から21年が経過したことから、近交係数の上昇等による繁殖性の低下が危惧されている。繁殖性をさらに高めた種豚を県内養豚農家に配布するため、「しもふりレッド」の優れた肉質及び産肉性を維持しつつ、繁殖能力を向上させる飼養管理技術の開発を行う。

5-アミノレブリン酸 (5-ALA) は、エネルギー産生へ関わるシトクロムや酸素を運搬するヘモグロビンとなるため、代謝調節機能を持つと言われている。昨年度、5-ALA を分娩前後の「しもふりレッド」の母豚へ添加給与したところ、分娩直後の母豚における鉄欠乏性貧血を改善し、哺乳中の子豚の発育を改善する可能性が示された。今年度は、昨年度に実施した試験で採取した血清を用いて、血清中のタンパク質、脂質、免疫グロブリン等を追加で分析した。また、昨年度に分析したデータも含めてこれまで得られた全データについて、統計モデルを変更して再解析を行った上で、5-ALA の離乳子豚の発育向上につながる生理的メカニズムの究明を行った。

2 試験方法

1) 材料及び飼養方法

試験には、令和3年2～3月（冬分娩）及び7～8月（夏分娩）に分娩した「しもふりレッド」母豚24頭（対照区：12頭，5-ALA区：12頭）を供試した。5-ALA区の母豚には、分娩予定10日前から分娩4週後の離乳時まで5-ALA製剤を10g/日（5-ALAとして0.1g/日）給与した。子豚は、7日齢から人工乳の給与を開始し、自由給餌とした。その後、成長に合わせた市販子豚用飼料を自由給餌とした。

2) 調査項目

母豚については、試験開始前と終了後に採血を行い、昨年度は赤血球数、ヘモグロビン量、ヘマトクリット値、血清鉄濃度、鉄結合能及び鉄飽和度の測定を行った。また、今年度は総タンパク含量 (TP)，アルブミン含量 (ALB)，血清尿素窒素 (BUN)，中性脂肪量 (TG)，総コレステロール量 (T-Cho)，高比重リポ蛋白コレステロール量 (HDL-C)，グルコース量 (GLU)，カルシウム量 (Ca)，無機リン量 (IP)，マグネシウム量 (Mg)，免疫グロブリン濃度 (IgG)，免疫グロブリン A 濃度 (IgA) の測定を行った。

母豚の産子については、総産子数、哺乳開始頭数、3週齢時生存頭数、体重（哺乳開始、1、3、5、8週齢時）及び一日平均増体量を調査した。ここからは夏分娩でのみ調査した項目を記す。各腹から子豚3頭合計36頭を5週齢時に抽出して採血を行い、母豚と同様の血液成分について分析を行った。また、4～8週齢時に床に落ちている糞便を観察し、形状でスコアリングして平均糞便スコア及びAUCを算出した。

試験結果の統計処理については、母豚の体重及び血液成分は、産歴と季節の効果を考慮

した一般化線形モデルを作成し、分散分析を行った。子豚の発育成績は、産歴、季節、性及び哺乳開始体重の効果を考慮した一般化線形モデルを作成し、分散分析を行った。子豚の血液成分及び糞便スコアは、産歴を考慮した一般化線形モデルを作成し、分散分析を行った。なお、統計ソフトはR (version4.1.1) を用いた。

3 結果および考察

母豚の繁殖成績及び体重は、試験区間に有意差は認められなかった。給与期間中の母豚の血液成分は、赤血球数、ヘモグロビン濃度に 5-ALA 添加による有意な差は認められなかったが、血清鉄濃度及び鉄飽和度の変化量は、対照区と比較して 5-ALA 区で高い傾向が認められた ($P<0.1$) (表 1)。IgG 及び IgA 濃度は、5-ALA 添加給与による有意な差は認められなかった。また、TP の変化量は、対照区に対して 5-ALA 区で有意に低く ($P<0.05$)、Ca の変化量は、5-ALA 区で低い傾向が認められた ($P<0.1$) (表 2)。

子豚の発育成績は、子豚の 8 週齢時体重では有意差は認められなかったものの、対照区 18.8kg に対して 5-ALA 区 19.6kg と 0.8 kg 高く、3~8 週齢時における一日平均増体量は、対照区と比較して 5-ALA 区で有意に高かった ($P<0.05$) (表 3)。一方、子豚の血液成分は、赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値、血清鉄濃度、TIBC、鉄飽和度に 5-ALA 添加給与による有意な差は認められなかったが、IP は、対照区と比較して 5-ALA 区で有意に低かった ($P<0.05$) (表 4, 5)。

子豚の糞便スコアは、各週齢における 5-ALA 添加給与による有意な差は認められなかった。

Wang らは、母豚に 5-ALA を給与することにより、母乳中の鉄分、乳脂肪及び乳タンパク質が増加することを報告している^{1, 2)}。Hendawy らは、乳牛に 5-ALA を給与したところ、乳中のカゼインが増加したと報告している³⁾。本調査では、5-ALA を給与した母豚の母乳中の成分について分析していないが、5-ALA の給与により、母豚の血清鉄濃度が増加し、その産子の発育が促進されたことから、母乳中の成分へ何らかの影響を与えていることが推察された。

5-ALA を母豚に給与することで、産子の小腸絨毛が長くなり、腸管粘膜のミトコンドリアに関する遺伝子発現量が高くなることが報告されている^{4, 5)}。これらのことから、母豚への 5-ALA 給与は、腸内環境に好ましい影響を与え、その産子における離乳後の発育を促進する可能性が示唆された。

表 1. 5-ALA 給与による母豚の鉄の栄養状態及び血清中免疫グロブリン濃度への影響

| | 対照区 (n=12) | | 5-ALA区 (n=12) | |
|----------------------------|-------------------------|--|---------------------------|--|
| 赤血球数 (10 ⁴ /μL) | | | | |
| 分娩前 | 548 ± 16.7 | | 567 ± 17.0 | |
| 離乳時 | 550 ± 17.3 | | 554 ± 17.7 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 2.8 ± 18.7 | | -13.0 ± 19.0 | |
| ヘモグロビン量 (g/dL) | | | | |
| 分娩前 | 10.4 ± 0.3 | | 10.4 ± 0.3 | |
| 離乳時 | 10.7 ± 0.2 | | 10.4 ± 0.2 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 0.3 ± 0.3 | | 0.1 ± 0.3 | |
| ヘマトクリット値 (%) | | | | |
| 分娩前 | 32.0 ± 0.8 | | 32.2 ± 0.9 | |
| 離乳時 | 33.0 ± 0.7 | | 31.9 ± 0.7 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 1.0 ± 0.9 | | -0.3 ± 1.0 | |
| 血清鉄濃度 (μg/dL) | | | | |
| 分娩前 | 98.3 ± 6.5 | | 89.3 ± 6.7 | |
| 離乳時 | 107.0 ± 10.6 | | 125.0 ± 10.8 ^A | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 8.2 ± 10.6 ^B | | 35.7 ± 10.8 ^A | |
| TIBC (μg/dL) | | | | |
| 分娩前 | 414 ± 12.7 | | 392 ± 12.9 | |
| 離乳時 | 483 ± 16.3 | | 484 ± 16.6 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 69.6 ± 19.9 | | 92.2 ± 20.3 | |
| 鉄飽和度 (%) | | | | |
| 分娩前 | 23.8 ± 1.5 | | 23.0 ± 1.6 | |
| 離乳時 | 22.0 ± 1.9 | | 25.8 ± 1.9 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | -1.8 ± 1.8 ^B | | 2.8 ± 1.8 ^A | |
| 白血球 (10 ² /μL) | | | | |
| 分娩前 | 161 ± 14.4 | | 179 ± 14.7 | |
| 離乳時 | 139 ± 16.3 | | 174 ± 16.7 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | -21.5 ± 11.7 | | -5.7 ± 12.0 | |
| IgG (mg/mL) | | | | |
| 分娩前 | 632 ± 19.9 | | 660 ± 20.3 | |
| 離乳時 | 648 ± 28.8 | | 640 ± 29.4 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 16.0 ± 20.0 | | -19.9 ± 20.4 | |
| IgA (mg/mL) | | | | |
| 分娩前 | 12.4 ± 1.4 | | 10.1 ± 1.4 | |
| 離乳時 | 14.6 ± 1.4 | | 11.8 ± 1.4 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 2.3 ± 0.9 | | 1.6 ± 0.9 | |

異符号間に有意差あり (A-B:P<0.1) 最小二乗平均値±誤差

表 2. 5-ALA 給与による母豚の血液成分への影響

| | 対照区 (n=12) | | 5-ALA区 (n=12) | |
|----------------|------------------------|--|-------------------------|--|
| TP (g/dL) | | | | |
| 分娩前 | 7.0 ± 0.2 | | 7.3 ± 0.2 | |
| 離乳時 | 7.4 ± 0.2 | | 7.2 ± 0.2 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 0.4 ± 0.1 ^a | | -0.1 ± 0.1 ^b | |
| ALB (g/dL) | | | | |
| 分娩前 | 3.8 ± 0.1 | | 3.7 ± 0.1 | |
| 離乳時 | 4.2 ± 0.1 | | 4.1 ± 0.1 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 0.4 ± 0.1 | | 0.3 ± 0.1 | |
| A/G 比 | | | | |
| 分娩前 | 1.3 ± 0.1 | | 1.1 ± 0.1 | |
| 離乳時 | 1.4 ± 0.1 | | 1.4 ± 0.1 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 0.1 ± 0.1 | | 0.3 ± 0.1 | |
| BUN (mg/dL) | | | | |
| 分娩前 | 9.3 ± 0.8 | | 10.0 ± 0.8 | |
| 離乳時 | 8.6 ± 0.9 | | 9.5 ± 0.9 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | -0.6 ± 0.9 | | -0.5 ± 1.0 | |
| TG (mg/dL) | | | | |
| 分娩前 | 24.5 ± 2.7 | | 24.8 ± 2.8 | |
| 離乳時 | 11.1 ± 2.8 | | 12.2 ± 2.8 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | -13.4 ± 3.8 | | -12.6 ± 3.9 | |
| T-Chol (mg/dL) | | | | |
| 分娩前 | 56.5 ± 2.8 | | 55.8 ± 2.9 | |
| 離乳時 | 74.2 ± 3.7 | | 76.2 ± 3.7 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 17.7 ± 4.7 | | 20.4 ± 4.8 | |
| HDL-C (mg/dL) | | | | |
| 分娩前 | 20.4 ± 0.9 | | 20.4 ± 0.9 | |
| 離乳時 | 34.3 ± 2.4 | | 36.0 ± 2.4 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 13.9 ± 2.0 | | 15.5 ± 2.1 | |
| GLU (mg/L) | | | | |
| 分娩前 | 68.9 ± 1.5 | | 71.7 ± 1.5 | |
| 離乳時 | 76.9 ± 3.7 | | 75.3 ± 3.8 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 8.0 ± 3.8 | | 3.7 ± 3.8 | |
| Ca (mg/dL) | | | | |
| 分娩前 | 8.3 ± 0.1 | | 8.5 ± 0.1 | |
| 離乳時 | 8.7 ± 0.1 | | 8.6 ± 0.1 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 0.5 ± 0.1 ^A | | 0.1 ± 0.1 ^B | |
| IP (mg/dL) | | | | |
| 分娩前 | 6.1 ± 0.3 | | 6.0 ± 0.3 | |
| 離乳時 | 5.5 ± 0.2 | | 5.9 ± 0.2 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | -0.6 ± 0.3 | | 0.0 ± 0.3 | |
| Mg (mg/dL) | | | | |
| 分娩前 | 2.2 ± 0.1 | | 2.3 ± 0.1 | |
| 離乳時 | 2.3 ± 0.1 | | 2.3 ± 0.1 | |
| 変化量 (離乳時-分娩前) | 0.1 ± 0.1 | | 0.0 ± 0.1 | |

異符号間に有意差あり (A-B:P<0.1, a-b:P<0.05) 最小二乗平均値±誤差

表3. 5-ALA 給与による子豚の発育成績への影響

| | 対照区 (n=89) | | 5-ALA区 (n=89) | |
|-------------------------|------------|---------------------|---------------|---------------------|
| 平均体重 (kg) | | | | |
| 哺乳開始時 | 1.27 | ± 0.03 | 1.23 | ± 0.03 |
| 1週令時 | 2.10 | ± 0.04 | 2.09 | ± 0.04 |
| 3週令時 | 4.40 | ± 0.10 | 4.33 | ± 0.11 |
| 5週令時 | 7.76 | ± 0.19 | 7.89 | ± 0.19 |
| 8週令時 | 18.80 | ± 0.40 | 19.60 | ± 0.42 |
| 一日平均増体量 (kg/day) | | | | |
| 0~8週令 | 0.31 | ± 0.01 | 0.32 | ± 0.01 |
| 0~3週令 | 0.15 | ± 0.01 | 0.14 | ± 0.01 |
| 3~8週令 | 0.41 | ± 0.01 ^b | 0.43 | ± 0.01 ^a |
| 異符号間に有意差あり (a-b:P<0.05) | | 最小二乗平均値±誤差 | | |

表4. 5-ALA 給与による子豚の鉄の栄養状態及び血清中免疫グロブリン濃度への影響

| | 対照区 (n=17) | | 5-ALA区 (n=16) | |
|----------------------------|------------|------------|---------------|--------|
| 赤血球数 (10 ⁴ /μL) | 558 | ± 13.7 | 589 | ± 14.0 |
| ヘモグロビン量 (g/dL) | 9.4 | ± 0.3 | 10.0 | ± 0.3 |
| ヘマトクリット値 (%) | 30.6 | ± 0.9 | 31.8 | ± 0.9 |
| 血清鉄濃度 (μg/dL) | 143 | ± 17.8 | 145 | ± 18.2 |
| TIBC (μg/dL) | 668 | ± 19.4 | 672 | ± 19.8 |
| 鉄飽和度 (%) | 21.8 | ± 2.6 | 21.6 | ± 2.7 |
| 白血球 (10 ² /μL) | 195 | ± 11.6 | 176 | ± 11.9 |
| IgG (mg/mL) | 275 | ± 18.3 | 288 | ± 18.7 |
| IgA (mg/mL) | 2.9 | ± 0.4 | 2.1 | ± 0.4 |
| | | 最小二乗平均値±誤差 | | |

表5. 5-ALA 給与による子豚の血液成分への影響

| | 対照区 (n=17) | | 5-ALA区 (n=16) | |
|-------------------------|------------|--------------------|---------------|--------------------|
| TP (g/dL) | 4.8 | ± 0.1 | 4.8 | ± 0.1 |
| ALB (g/dL) | 2.9 | ± 0.1 | 3.0 | ± 0.1 |
| A/G 比 | 1.6 | ± 0.1 | 1.8 | ± 0.1 |
| BUN (mg/dL) | 11.8 | ± 1.1 | 10.4 | ± 1.2 |
| TG (mg/dL) | 40.3 | ± 7.4 | 30.8 | ± 7.5 |
| T-Cho (mg/dL) | 69.1 | ± 3.0 | 65.3 | ± 3.0 |
| HDL-C (mg/dL) | 32.1 | ± 1.6 | 32.9 | ± 1.6 |
| GLU (mg/L) | 116.0 | ± 4.1 | 120.0 | ± 4.1 |
| Ca (mg/dL) | 10.0 | ± 0.1 | 9.8 | ± 0.1 |
| IP (mg/dL) | 10.9 | ± 0.3 ^a | 10.0 | ± 0.3 ^b |
| Mg (mg/dL) | 2.3 | ± 0.1 | 2.2 | ± 0.1 |
| 異符号間に有意差あり (a-b:P<0.05) | | 最小二乗平均値±誤差 | | |

4 要約

分娩前後の母豚にアミノ酸の一種でヘムの前駆物質である 5-アミノレブリン酸 (5-ALA) を添加給与することで、母豚の血清鉄濃度を高め、その産子における離乳後の発育に好ましい影響を与える可能性が示された。

5 参考文献

- 1) Wang, J.P., Kim, H.J., Chen Y.J., Yoo, J. S., Cho, J. H., Kang, D. K., Hyun, Y., Kim, I. H. (2009). Effects of delta-aminolevulinic acid and vitamin C supplementation on feed intake, backfat, and iron status in sows. *J. anim. Sci.*, 87(11), 3589-3595.
- 2) Wang, J.P., Kim, I.H. (2012). Effects of iron injection at birth on neonatal iron status in young pigs from first-parity sows fed delta-aminolevulinic acid. *Anim. feed Sci. Technol.* 178, 151-157.
- 3) Hendawy, A. O., Shirai, M., Takeya, H., Sugimura, S., Miyanari, S., Taniguchi, S., Sato, K. (2019). Effects of 5-aminolevulinic acid supplementation on milk production, iron status, and immune response of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 102, 11009-11015.
- 4) 神保いつき, 河田祐樹, 小林良奈, 川崎浄教, 堀晃宏, 宇佐美聖人, 谷口慎, 塚原隆充, 井上亮, 母豚への 5-アミノレブリン酸 (5-ALA) 給与が仔豚の腸管及び免疫系の発達に及ぼす影響, 日本畜産学会, 第 124 回大会講演要旨, p.178 (2018)
- 5) 神保いつき, 前田真知, 川崎浄教, 堀晃宏, 谷口慎, 井上亮, 母豚への 5-アミノレブリン酸 (5-ALA) 給与が仔豚の腸管粘膜の遺伝子発現に及ぼす影響, 日本畜産学会, 第 126 回大会講演要旨, p.66 (2019)

6 協力研究機関

特になし

本県産系統豚の能力向上技術の確立

3) 新たな肉質評価指標の探索

担当：高森広典，庄司宙希，高橋伸和，松尾賢吾，吉野淳良，中條満

1 はじめに

本県では、筋肉内脂肪含量を選抜形質として系統造成したデュロック純粋種系統豚「しもふりレッド」を維持している。本研究課題では、この「しもふりレッド」と国内外で生産される豚肉とのさらなる差別化を図るため、筋肉内脂肪含量以外のおいしさにつながる新たな肉質評価指標を探索する。今年度は、「しもふりレッド」のおいしさにつながる新たな肉質評価指標を探索するため、「しもふりレッド」と他品種の豚肉について、所内一般パネルによる嗜好型官能評価を実施し、品種間の比較検討を行った。

2 試験方法

1) 材料及び飼養方法

ランドレース種系統豚「ミヤギノ L2」，デュロック種系統豚「しもふりレッド」及び「ミヤギノ L2」と「しもふりレッド」を交雑して生産した LWD 種をそれぞれ去勢，雌とも 3 頭ずつ配置し，合計 18 頭を供試材料とした。体重約 30 kg から 70 kg まで肥育前期飼料 (TDN78%，CP15%) を給与し，体重 70 kg から肥育後期飼料 (TDN77%，CP14%) を給与した。飼養形態は単飼，不断給餌，自由飲水とした。各試験区の去勢豚 2 頭を官能評価の対象豚とした。なお，肥育試験は，令和 3 年 6 月～9 月に実施した。

2) 調査項目

試験開始後 1 週間毎に体重を測定し，30～105kg 間の飼料摂取量，一日平均増体量及び飼料要求率について調査した。約 115 kg で出荷し，24 時間絶食後と殺した。と殺後の枝肉は，4℃で冷蔵保存し，と畜後 4 日目に-20℃で冷凍保存した。

官能評価は，令和 4 年 6 月 24 日及び 28 日に実施し，被験者 47 名の嗜好データを収集した (表 1)。ロース肉について，縦 5cm (うち 1cm 皮下脂肪) ×横 2.5 cm ×厚さ 4mm に成型し，5%食塩水に浸漬後，ホットプレート 230℃で表裏 45 秒「焼く」調理をしたものを評価に供した。サンプルは，提供まで約 70℃に保温した。各サンプルは 3 桁の乱数で表示し，盛り付け票を添えて，カップに盛り付けした。被験者は，オールイン形式で評価室に入室し，インフォームドコンセントを実施後，回答用紙を配布した (図 1)。パワーポイントを用いて評価方法を説明し，3 分間回答用紙を黙読させた。サンプルは 1 点ずつ提供し，評価終了後，1 分間の休憩をはさみ，次のサンプルを提供した。提示順序はラテン方格 (3×3) で 1 人ずつ変更した。全サンプルの評価が終了したら，回答用紙を回収し，退室させた。

評価は，8 段階の評点による好ましさの評価と選択したパネルが少なかった「とろける」以外の 20 の特性用語による Check-All-That-Apply (CATA) 法を用いた官能特性の評価を行った。統計解析は，好ましさの評価は，評点を応答変数，提示順序及びサンプルを固定効果，パネリストをランダム効果とした一般混合モデルを作成し，Tukey による多重比較を行った。また，各用語の選択された数をサンプルごとに集計してコレスポン

デンス分析を行った。さらに各用語の選択の有無がサンプルの好ましさに及ぼす影響を調査するため、ペナルティ分析を行った。

3 結果および考察

サンプルの好ましさの評点は、各区に有意な差が認められなかった（表 2）。コレスポンド分析の結果、D 区は、「ジューシー」、「やわらか」、「甘味」の官能特性があり、L 区は「後味が強い」の官能特性が認められた（図 2）。また、ペナルティ分析の結果、「ジューシー」、「やわらか」、「うま味がある」という用語が評点にプラスに影響し、「かみごたえがある」、「ぱさぱさ」という用語が評点にマイナスに影響することが示された（図 3）。

小平らは、筋肉内脂肪含量の異なる豚肉を用いて官能評価を行った結果、6.0%以上含む豚肉は、3.6%の豚肉より「やわらかさ」、「多汁性」、「風味」の項目で高く評価されたことを報告している¹⁾。この結果は、本試験の結果と一致しており、遺伝的に脂肪含量が高い「しもふりレッド」は、評点にプラスに影響する「ジューシー」、「やわらか」の官能特性があり、この面から、他の豚肉と差別化が可能と推察された。本試験では、「ジューシー」、「やわらか」に関連する理化学成分を確認することができたが、今後は、「甘味」に関連する理化学成分を解明し、「しもふりレッド」の肉質の特性を明らかにしつつ、「おいしさ」につながる新たな肉質評価指標を探索していく。

表 1 パネリストの性別及び年齢構成

| 性別 | 10代 | 20代 | 30代 | 40代 | 50代 | 60代 | 合計 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 男性 | 5 | 7 | | 7 | 11 | 7 | 37 |
| 女性 | 1 | 1 | 2 | 5 | 1 | | 10 |
| 合計 | 6 | 8 | 2 | 12 | 12 | 7 | 47 |

回答用紙 1 枚目 回答者番号
490

Q1. サンプル番号 783 の豚肉を試食して、あなた自身の基準で好ましいか、好ましくないかを判定し、回答欄のあてはまるところ1箇所を○印で回答してください。

| | | | | | | | | | | |
|-----|---------------|--------|-----|--------|--------------|--------------|------|------|-----|-------------|
| | ←好ましくない | | | | 好ましい→ | | | | | |
| | 好ましくない 非常に | 好ましくない | とても | 好ましくない | どちらかと 言えば | どちらかと 言えば | 好ましい | 好ましい | とても | 好ましい 非常に |
| 回答欄 | | | | | | | | | | |

Q2. Q1で選択した好ましさを基準として当てはまる項目を、以下の表からあなた自身の基準でいつでも選び、回答欄のあてはまるところに○印で回答してください。

| 回答 | 項目 | 回答 | 項目 | 回答 | 項目 |
|----|----------|----|--------|----|---------|
| | きめの細かい | | コクのある | | あっさりした味 |
| | 癖のない | | ひきしまった | | まろやか |
| | 肉らしい香り | | やわらか | | 舌ざわりがよい |
| | かみごたえがある | | 甘い香り | | しっかりした |
| | あぶらっぽい香り | | ばさばさ | | うまいがある |
| | 甘味 | | 脂肪の味 | | とろける |
| | かみ切りやすい | | 後味の強い | | ジューシー |

図1 官能評価アンケート用紙

表2 品種の違いが豚肉の好ましさをの評点へ及ぼす影響

| | 品種 | | | | 有意水準 | | | Tukey | | |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | L | LWD | D | S. E. | 品種 | 実施日 | 提供順 | L×D | LWD×D | LWD×L |
| 好ましき | 5.60 | 5.73 | 5.89 | 0.17 | 0.430 | 0.048 | 0.057 | 0.394 | 0.747 | 0.834 |

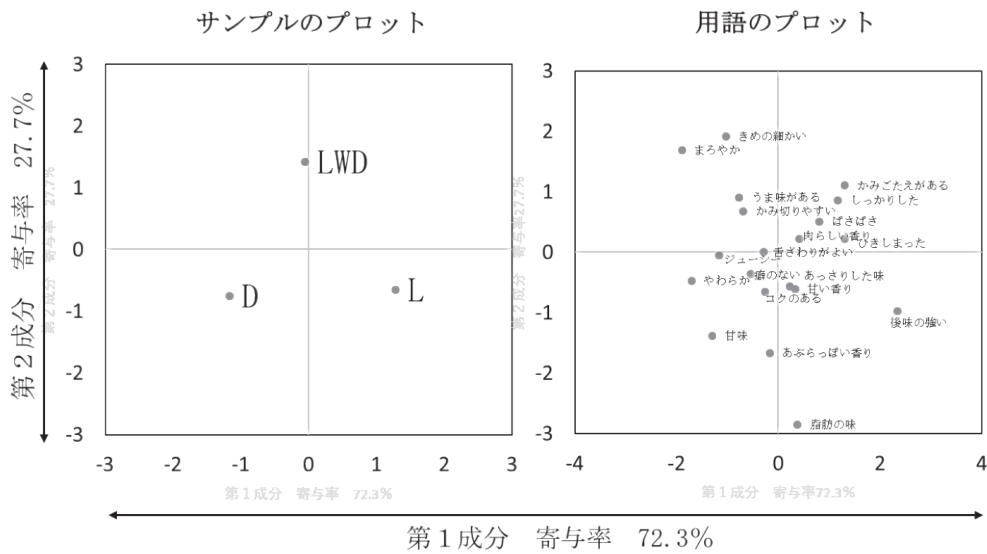


図2. 品種の違うサンプルを用いた官能評価におけるコレスポネンス分析の結果

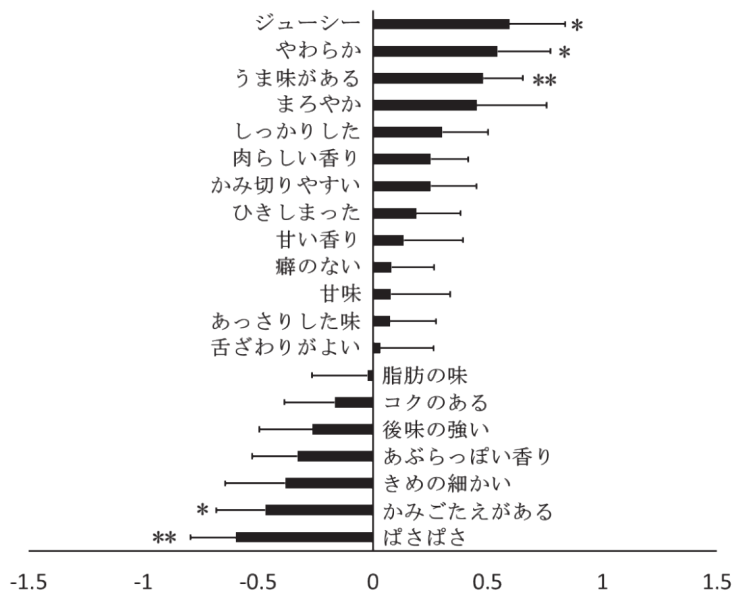


図3 品種の違うサンプルを用いた官能評価におけるペナルティ分析の結果

4 要約

「しもふりレッド」と国内外で生産された豚肉の差別化につながる新たな肉質評価指標を探索するため、8段階の評点による好ましさの評価と20の特性用語リストによる Check-All-That-Apply (CATA) 法を用いた官能特性の評価の結果、「しもふりレッド」は、「ジューシー」、「やわらか」、「甘味」の官能特性があることが示された。また、「ジューシー」、「やわらか」という用語は評点にプラスに影響することが示された。

5 参考文献

- 1) 小平貴都子, 奥村寿章, 齋藤 薫, 佐久間弘典, 中山佐智雄, 大橋史恵, 佐藤進司, 松本和典, 入江正和. 2021. 消費者の嗜好性に及ぼす豚肉の脂肪交雑と筋肉内脂肪含量の影響. 日畜会報 92(3);309-318

6 協力研究機関等

宮城大学食産業学群
 東北大学大学院農学研究科

イムノシンバイオティクスと DNA マーカーによる豚の腸内環境改善を介する抗病性向上手法の開発事業

担当：松尾賢吾，吉野淳良，庄司宙希，高森広典，高橋伸和，中條満

1 はじめに

養豚業において、感染症は生産コストの増大要因として解決すべき大きな社会問題である。感染症への対策として、飼料への抗菌剤の添加やワクチンの開発が行われてきたが、抗菌剤は薬剤耐性菌の出現防止のため慎重使用が推奨されており、ワクチンのみでは制御が困難な感染症も依然として存在している。このことから、養豚業における感染症の影響を最小限に抑え生産性の低下を防ぐためには、豚が本来有する免疫能を増強させる飼料添加物の活用及び飼養管理による総合的な抗病性向上手法を確立することが必要であると考えられる。そこで本試験では、ワカメ粉末と乳酸菌を子豚へ給与し、子豚の発育や免疫能及び腸内環境に与える影響について検証を行った。

2 試験方法

1) 試験実施場所

ミヤギノ L 2 分娩舎

2) 試験区の構成，規模

試験区設計は、対照区，ワカメ粉末給与区（ワカメ区），ワカメ粉末及び乳酸菌 A 株給与区（A 区），ワカメ粉末及び乳酸菌 B 株給与区（B 区）の計 4 区とし、各区にミヤギノ L 2 離乳子豚 8 頭を配置した。ただし、A 区は 1 頭除外となり 7 頭で解析を実施した。

3) 試験方法，調査項目

試験期間は 5 週齢から 16 週齢までとし、試験期間中は抗生物質を含まない飼料の不断給餌，各群群飼，自由飲水で飼養し，16 週齢到達後に解剖を実施した。ワカメ粉末は飼料に重量比 1% の割合で添加し，乳酸菌培養液は体重 1kg あたり 3ml になるよう段階的に液量を調整し，個別給与した。ワカメ粉末は，ワカメ加工残渣のうち茎部を入手し，場内で乾燥後粉砕し，使用時まで -20°C で保管した。

4) 調査項目

- (1) ワカメ粉末成分分析：水分，粗タンパク質，粗脂肪，粗繊維，粗灰分，NaCl，アルギン酸について一般財団法人日本食品分析センターに依頼し，分析した。
- (2) 発育成績：週 1 回の体重測定及び飼料給与量の記録より，平均体重，一日平均増体量，飼料要求率を算出した。
- (3) 糞便性状スコア：毎日豚房内に排泄された糞便を 10 か所観察し，便の性状を 0（正常便），1（軟便），2（泥状便），3（水様便）の 4 段階に分け記録し，積算したものを各試験区のスコアとした。
- (4) A 群ロタウイルス遺伝子検査：6 週齢，10 週齢及び解剖時に糞便を採材し，PCR による A 群ロタウイルス遺伝子検査を実施した。
- (5) 一般血液検査：解剖時に血液を採材し，全自動血球計数機にて測定した。
- (6) 血中 GLP-2 濃度測定：6 週齢及び 10 週齢時に採血を行い，得られた血清を用いて，

市販 ELISA キットを用いて測定した。

- (7) 回腸下部の絨毛・陰窩長比：回盲部から頭側 5cm 部分の腸管を採材し、病理組織標本を作成した。作成した標本を光学顕微鏡下で撮影し、1 頭につき 10 か所の絨毛と陰窩の長さの比を測定した。

3 結果および考察

ワカメ粉末の各成分の値は表 1 に示すとおりであり、水溶性食物繊維の一種であるアルギン酸の成分値は令和 3 年度の試験時に作製した粉末と同様であった。このことから、ワカメの収穫年の違いが粉末の成分に与える影響は小さいと推察された。

発育成績の結果については、平均体重及び一日平均増体量では試験区間に有意差は認められなかったが、飼料要求率は A 区が最も低い値を示した(表 2)。糞便性状スコア(図 1)では、供試豚は全試験区で 5 週齢～7 週齢の期間に軟便(スコア 1)～泥状便(スコア 2)を示したが、対照区のスコアが低値であり、5 週齢では対照区と A 区の間で、6 週齢では対照区と他の全ての試験区の間で有意な差が認められた。一方で、この期間の供試豚には元氣消失等は認められず、体重の減少も認められなかった。また、糞便中の A 群ロタウイルス遺伝子検査結果(表 3)では 6 週齢における A 群ロタウイルス遺伝子陽性頭数が 1 頭のみだったことから、この時期の対照区以外での軟便～泥状便という糞便性状には A 群ロタウイルスは関与していないことが示された。これらのことから、試験開始時に認められた軟便～泥状便は発育に影響の無い、軽度な下痢であったことが推察された。

解剖時の血液の一般血液検査結果を表 4 に示した。全ての項目において試験区間に有意差は認められず、値も正常範囲内であった。一方で、血中 GLP-2 濃度に関しては、図 2 に示すとおり、10 週齢の血液において対照区と比較してワカメ区で有意に高値が、B 区で高値を示す傾向が認められた。また、6 週齢と 10 週齢での変化量では、対照区と比較してワカメ区で有意に高値を示した。GLP-2 は腸管内分泌細胞から分泌されるプログルカゴン由来ペプチドの一種であり摂食抑制の作用を持つことから¹⁾、ワカメ区の総飼料給与量(表 2)の低値の原因として GLP-2 の関与が推察された。

回腸下部の絨毛陰窩長比の測定結果については、図 3 に示すとおり、B 区が他の全ての試験区に対して有意に高値を示した。このことから、ワカメ粉末及び乳酸菌の給与によって、離乳時の下痢で委縮した絨毛の回復が促進された可能性が示された。加えて、給与する乳酸菌によりその効果に違いがあることが示された。また、対照区において昨年度の同様の試験では平均 1.53 だった絨毛陰窩長比が今年度の試験では平均 1.74 となっていた。昨年度の試験結果と比較すると、糞便性状スコア(図 1)が対照区で低値を示していることから、今年度の試験においては離乳時の下痢が軽度であり、絨毛の委縮も軽度だったことによってこのような結果になったと推察された。

| 分析項目 | R4 | R3 |
|----------|-------|-------|
| 水分 | 6.2% | 9.1% |
| 粗たんぱく質 | 3.8% | 6.6% |
| 粗脂肪 | 0.7% | 0.9% |
| 粗繊維 | 5.9% | 5.3% |
| 粗灰分 | 52.2% | 49.0% |
| 可溶無窒素物 | 31.2% | 29.1% |
| ナトリウム | 4.21% | 4.27% |
| 塩分(NaCl) | 10.7% | 10.8% |
| アルギン酸 | 21.2% | 19.4% |

| 試験区 | 頭数 | 試験終了時 平均体重(kg) | 一日平均 増体量(g) | 総飼料 給与量(kg) | 飼料 要求率 |
|------|-----------|-------------------|----------------|----------------|-----------|
| 対照区 | 8 (♂3,♀5) | 71.7±7.1 | 809.4± 94.7 | 1214.2 | 2.47 |
| ワカメ区 | 8 (♂3,♀5) | 65.9±9.1 | 735.0±113.4 | 1088.9 | 2.44 |
| A区 | 7 (♂3,♀4) | 73.7±9.9 | 828.8±116.5 | 1126.1 | 2.23 |
| B区 | 8 (♂3,♀5) | 69.9±8.4 | 790.5± 85.7 | 1133.0 | 2.36 |

平均値±標準偏差

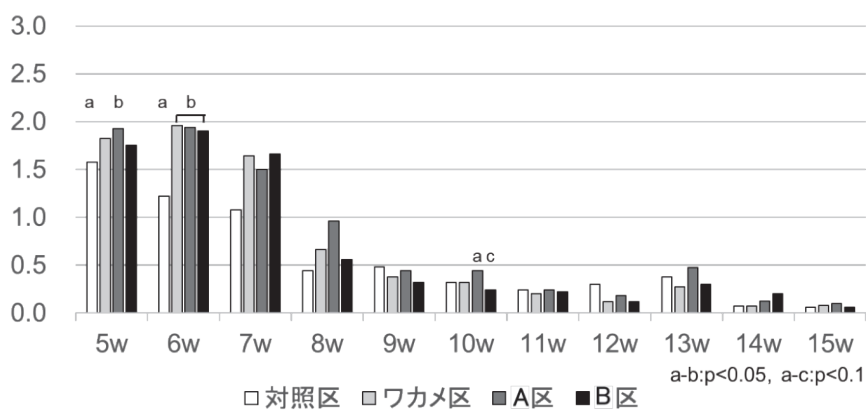


図1 糞便性状スコア

| 週齢 | 対照区 | ワカメ区 | A区 | B区 |
|-----|-------------|----------------|----------------|----------------|
| 6w | 0% (0/8) | 0% (0/8) | 14.3% (1/7) | 0% (0/8) |
| 10w | 0% (0/8) | 12.5% (1/8) | 0% (0/7) | 12.5% (1/8) |
| 16w | 0% (0/8) | 0% (0/8) | 0% (0/7) | 0% (1/8) |

上段:陽性率 下段:陽性個体数

表4 解剖時の血液の一般血液検査結果

| | | 対照区 | ワカメ区 | A区 | B区 | P値 |
|------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| WBC | 10 ² /uL | 170.4 | 150.0 | 131.8 | 135.2 | 0.385 |
| RBC | 10 ⁴ /uL | 736.8 | 712.7 | 714.4 | 723.6 | 0.725 |
| HGB | g/dL | 12.8 | 12.5 | 12.5 | 13.2 | 0.597 |
| HCT | % | 38.7 | 37.6 | 38.0 | 39.8 | 0.573 |
| MCV | fL | 52.7 | 52.7 | 53.1 | 55.0 | 0.484 |
| MCH | pg | 17.4 | 17.5 | 17.5 | 18.2 | 0.480 |
| MCHC | g/dL | 33.1 | 33.2 | 33.0 | 33.1 | 0.785 |
| PLT | 10 ⁴ /uL | 29.6 | 31.8 | 24.8 | 26.3 | 0.264 |

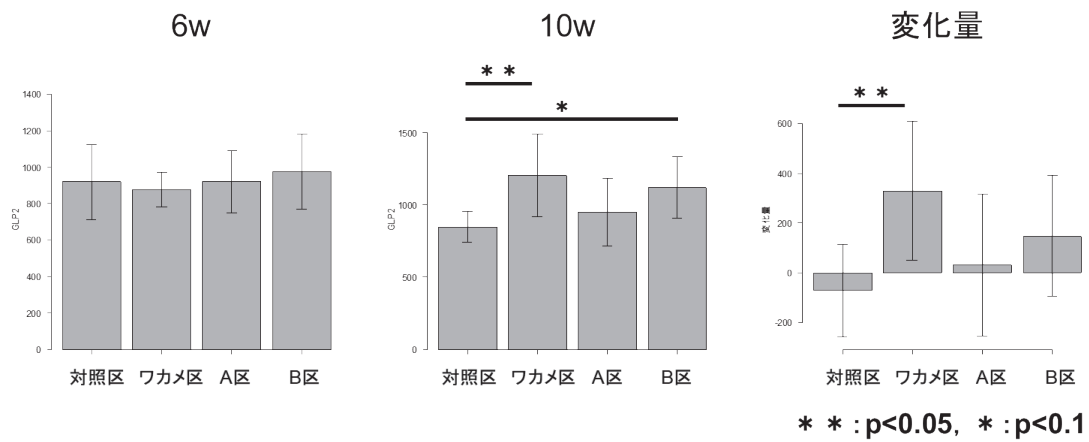


図2 血中GLP-2濃度測定結果

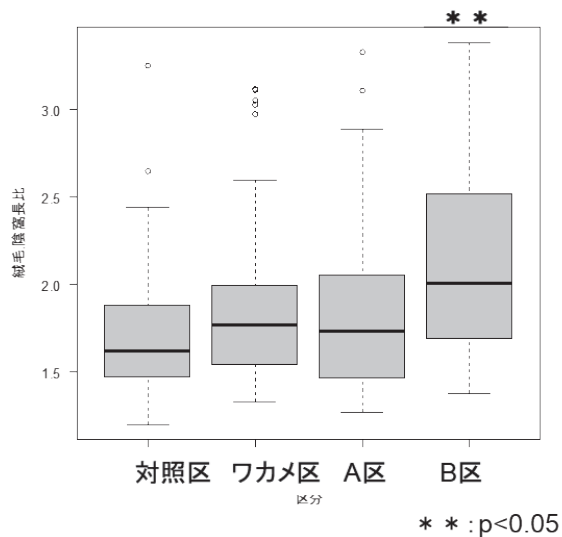


図3 絨毛陰窩長比測定結果

4 要約

離乳子豚にワカメ粉末及び乳酸菌培養液を給与した結果、発育に影響は認められなかった。一方で、回腸下部の絨毛陰窩長比がワカメ粉末及び乳酸菌 B 株給与区が対象区と比較して有意に高値であったことから、ワカメ粉末及び乳酸菌培養液の給与によって離乳後の下痢で萎縮した絨毛の回復が促進された可能性が示された。

5 引用文献

- 1) Glucagon-like peptide-2 (GLP-2) と小腸の消化・吸収. 佐藤伸悟, 三浦総一郎. 日消誌 2011 ; 108 : 564—574.

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科, 宮城大学食産業学群, 農研機構動物衛生研究部門

第一部 単年度試験成績

Ⅱ 草地・飼料作関係

草地関係の試験は、下記の関係者により実施された。

草地飼料部

| | | |
|----------|-------|------|
| 部 | 長 | 石川知浩 |
| 草地飼料チーム | | |
| ※上席主任研究員 | 菅原賢一 | |
| 技師 | 田中孝太郎 | |
| 環境資源チーム | | |
| ※上席主任研究員 | 荒木利幸 | |
| 技師 | 伊藤裕之 | |
| 技師（農場業務） | | |
| 〃（主任） | 阿部浩 | |
| 〃 | 手代木弘樹 | |
| 〃 | 及川真樹 | |
| 〃 | 門間友和 | |

※は、チームリーダー

飼料作物・牧草適応品種の選定

1) - 1 飼料用トウモロコシ (WCS用)

担当：田中孝太郎，菅原賢一

1 はじめに

飼料用トウモロコシの流通品種は多数にのぼり，そのうえ品種の改廃も激しいため，農業者が品種特性を把握しながら地域・経営に適したものを選定することは難しい。本試験は県内での栽培に適応する品種を2～3ヶ年継続調査し，成績が優れた品種を選出して奨励品種選定の資料とするため，実施した。

2 試験方法

1) 供試品種 5品種 (表1のとおり)

2) 試験区の面積，配置及び反復数 1区12m² (3×4m)，3反復

表1.供試品種

| 商品名 | 品種名 | RM | 早晩性 | 栽植本数 (本/10a) | 試験 年数等 | 育成元 /販売元 |
|-------------|---------|-----|-----|-----------------|-----------|-------------|
| みとりゆたか | 北交 94 号 | 100 | | | 1(種) | 機構 |
| KD106 カンタル | DKC5741 | 105 | | | 3(種) | カネコ |
| Z-Corn105 | 2H744 | 105 | 早生 | 7018 | 2 | 全酪連 |
| パイオニア 106 日 | 36B08 | 106 | | | 標準(種) | パイオニア |
| パイオニア 108 日 | 34N84 | 108 | | | (種) | パイオニア |

※ (種)::(一社)日本草地畜産種子協会との受託契約による

※ パイオニア 106 日とパイオニア 108 日は受託契約での標準品種

3) 耕種概要

- (1) 播種期 令和4年5月 6日
- (2) 収穫期 令和4年8月25日
- (3) 施肥量 N-P-K : 17-17-17 100kg/10a
- (4) 土壌改良資材 牛ふん堆肥2,000kg/10a, 苦土石灰100kg/10a, ようりん50kg/10a
- (5) 調査項目 飼料作物系統適応性検定試験実施要領に準じて実施。
- (6) 検定方法 試験品種毎に，標準品種との t 検定

3 結果と考察

1) 初期生育，熟期 (表2)

播種後5月上中旬に降雨が極端に少ない期間が続き，全体に発芽の遅れ・初期生育不良となった。雄穂抽出期，開花期，絹糸抽出期や黄熟期は，各品種の熟期に応じた結果になった。

表2. 初期生育および熟期

| 品種名 | RM | 試験年数等 | 発芽日 | 発芽 良否 ¹⁾ | 初期 生育 ¹⁾ | 雄穂 抽出期 | 雄穂 開花期 | 絹糸 抽出期 | 黄熟 期 | 収穫 日 |
|-------------|-----|-------|------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| みとりゆたか | 100 | 1(種) | 5/13 | 8.3 | 8.7 | 7/9 | 7/12 | 7/12 | 8/23 | 8/25 |
| KD106 カンタル | 105 | 3(種) | 5/13 | 7.7 | 6.0 | 7/18 | 7/19 | 7/18 | 8/26 | 8/25 |
| Z-Corn105 | 105 | 2 | 5/16 | 7.3 | 6.0 | 7/12 | 7/13 | 7/14 | 8/25 | 8/25 |
| パイオニア 106 日 | 106 | 標準(種) | 5/13 | 7.7 | 7.0 | 7/15 | 7/15 | 7/14 | 8/24 | 8/25 |
| パイオニア 108 日 | 108 | (種) | 5/13 | 7.3 | 6.7 | 7/18 | 7/19 | 7/18 | 8/27 | 8/25 |

2) 生育特性 (表3)

標準品種の「パイオニア 106 日」と比較して、「みとりゆたか」, 「Z-Corn105」で有意に着雌穂高が低くなった。7/15-16 に豪雨災害に見舞われたが生育期のトウモロコシでは倒伏・折損は軽微なものであり, その後の生育にも大きな影響はなかった。

表3. 生育特性

| 品種名 | RM | 試験年数等 | 稈長 (cm) | 着雌穂高 (cm) | 稈径 (mm) | 倒伏 (%) | 折損 (%) |
|--------------|-----|-------|---------|-----------|---------|--------|--------|
| みとりゆたか | 100 | 1(種) | 235 | 94* | 21.7 | 0.0 | 2.8 |
| KD106 カantal | 105 | 3(種) | 239 | 103 | 19.6 | 0.0 | 0.8 |
| Z-Corn105 | 105 | 2 | 234 | 92* | 21.1 | 0.0 | 1.6 |
| パイオニア 106 日 | 106 | 標準(種) | 242 | 106 | 20.0 | 0.4 | 2.0 |
| パイオニア 108 日 | 108 | (種) | 243 | 116 | 21.1 | 0.0 | 1.2 |

*:p<0.05, **:p<0.01

3) 収量性 (表4)

標準品種の「パイオニア106日」と比較して, 「ゴールドデントKD106カantal」は雌穂乾物率, 乾物雌穂重割合が有意に高かった。「Z-corn105」は茎葉・総体乾物率が有意に低かった。「パイオニア108日」は, 雌穂乾物率・乾物雌穂重割合が有意に低かった。

表4. 収量性

| 品種名 | RM | 試験年数等 | 生重(kg/10a) | | | 乾物率(%) | | | 乾物重(kg/10a) | | | 乾物雌穂重割合(%) | TDN 収量 ¹⁾ (kg/10a) |
|--------------|-----|-------|------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------------|-----|-------|------------|-------------------------------|
| | | | 茎葉 | 雌穂 | 総体 | 茎葉 | 雌穂 | 総体 | 茎葉 | 雌穂 | 総体 | | |
| みとりゆたか | 100 | 1(種) | 3,214 | 1,736 | 4,950 | 23.4 | 57.3 | 35.3 | 753 | 995 | 1,747 | 57.2 | 1,284 |
| KD106 カantal | 105 | 3(種) | 4,172 | 1,801 | 5,973 | 16.8 | 52.7** | 27.6 | 701 | 949 | 1,650 | 57.5* | 1,214 |
| Z-Corn105 | 105 | 2 | 4,157 | 1,425 | 5,582 | 15.9** | 54.7 | 25.8* | 659 | 780 | 1,439 | 54.2 | 1,046 |
| パイオニア 106 日 | 106 | 標準(種) | 3,990 | 1,664 | 5,654 | 18.9 | 55.4 | 29.6 | 753 | 923 | 1,676 | 55.0 | 1,223 |
| パイオニア 108 日 | 108 | (種) | 4,597 | 1,605 | 6,202 | 19.6 | 51.8** | 27.9 | 897 | 833 | 1,730 | 48.3** | 1,230 |

1): 推定式 TDN=茎葉乾物重×0.582+乾物雌穂重×0.850 により算出

*:p<0.05, **:p<0.01

4) 耐病性及び虫害発生程度 (表5)

全体に病虫害等は少なく, 有意差は認められなかったが, 「みとりゆたか」で紋枯病・赤カビ割合が最も低くなった。

表5. 病虫害程度

| 品種名 | RM | 試験年数等 | ごま葉枯病 ¹⁾ | すす紋病 ¹⁾ | 根腐 (%) | 紋枯病 (%) | 虫害による折損 (%) | 赤カビ (%) |
|--------------|-----|-------|---------------------|--------------------|--------|---------|-------------|---------|
| みとりゆたか | 100 | 1(種) | 1.0 | 1.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 6.5 |
| KD106 カantal | 105 | 3(種) | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 14.7 | 0.0 | 43.3 |
| Z-Corn105 | 105 | 2 | 1.0 | 1.3 | 0.0 | 10.3 | 0.0 | 39.5 |
| パイオニア 106 日 | 106 | 標準(種) | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 36.7 |
| パイオニア 108 日 | 108 | (種) | 1.0 | 1.3 | 0.0 | 6.3 | 0.0 | 74.3 |

1): 無1～甚9

4 要約

令和4年度は全反復区を平均すると黄熟期が8/25, TDN収量は1,199kg/10aとなった。

5 引用文献

- 1) とうもろこし・ソルガム系統適応性検定試験実施要領（暫定版）
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書

6 協力研究機関

(一社) 日本草地畜産種子協会

7 生育期間の気象概要 (図1)

【気温】

6月上旬に低く、その他は平年並みか高い期間が続いた。

【降水量】

5月中は少なく、そのほかの期間は平年並みか多い期間が続いた。特に7月は一晩に100mm以上降る豪雨となる日があった。

【日照時間】

5月上旬, 6月中旬から7月上旬、7月下旬は多く、その他は少ない期間が多かった。

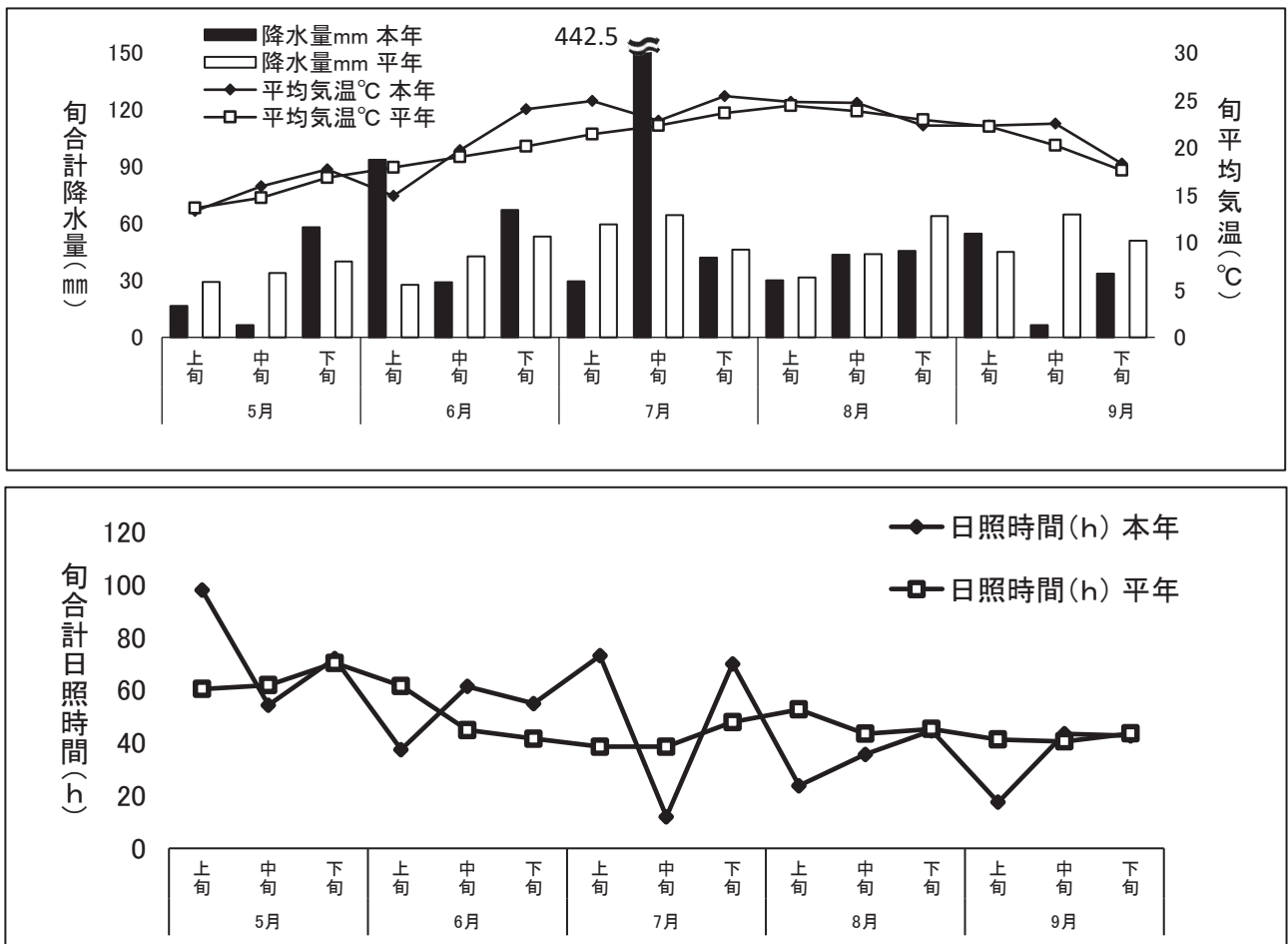


図1 生育期間の気象概要図

飼料作物・牧草適応品種の選定

1) - 2 飼料用トウモロコシ (子実用)

担当：田中孝太郎，菅原賢一

1 はじめに

近年，飼料価格高騰対策や水田での新たな転作作物として，飼料用トウモロコシの実取り利用（子実トウモロコシ）に注目が集まっている。農業者が品種特性を把握しながら地域・経営に適したものの品種選定することは難しいため，本試験では県内での栽培に適応する品種を3ヶ年程度継続調査し，成績が優れた品種を選出して奨励品種選定の資料とするため，実施した。

2 試験方法

1) 供試品種 4品種 (表1のとおり)

2) 試験区の面積，配置及び反復数 1区12m² (3×4m)，3反復

表1. 供試品種

| 品種名 | RM | 早晩性 | 栽植本数 (本/10a) | 試験 年数等 | 育成元 /販売元 |
|---------------|-----|-----|-----------------|-----------|-------------|
| ネオデントエスパス 95 | 95 | 極早生 | 7,407 | 標準 | 雪印 |
| ゴールドデント KD460 | 95 | | | 1 | カネコ |
| みとりゆたか | 100 | 早生 | 7,018 | 1(種) | 機構 |
| パイオニア 106 日 | 106 | | | (種) | パイオニア |

※ (種)：：(一社)日本草地畜産種子協会との受託契約による

※ パイオニア106日は受託契約での標準品種

3) 耕種概要

- (1) 播種期 令和4年5月 6日
- (2) 収穫期 令和4年9月15日
- (3) 施肥量 N-P-K：17-17-17 100kg/10a
- (4) 土壌改良資材 牛ふん堆肥2,000kg/10a，苦土石灰100kg/10a，ようりん50kg/10a
- (5) 調査項目 飼料作物系統適応性検定試験実施要領に準じて実施。
- (6) 検定方法 試験品種毎に，標準品種との t 検定

3 結果と考察

1) 初期生育，熟期 (表2)

播種後5月上中旬に降雨が極端に少ない期間が続き，全体に発芽の遅れ・初期生育不良となった。雄穂抽出期，開花期，絹糸抽出期や黄熟期は，各品種の熟期に応じた結果になった。

表2. 初期生育および熟期

| 品種名 | RM | 試験年数 等 | 播種 日 | 発芽 日 | 発芽 良否 ¹⁾ | 初期 生育 ¹⁾ | 雄穂 抽出期 | 雄穂 開花期 | 絹糸 抽出期 | 黄熟 期 |
|---------------|-----|-----------|---------|---------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| ネオデントエスパス 95 | 95 | 標準 | 5/6 | 5/13 | 8.7 | 7.7 | 7/8 | 7/9 | 7/9 | 8/18 |
| ゴールドデント KD460 | 95 | 1 | 5/6 | 5/13 | 8.7 | 6.7 | 7/13 | 7/13 | 7/14 | 8/18 |
| みとりゆたか | 100 | 1(種) | 5/6 | 5/13 | 8.0 | 8.0 | 7/10 | 7/12 | 7/12 | 8/23 |
| パイオニア 106 日 | 106 | (種) | 5/6 | 5/13 | 8.7 | 6.7 | 7/16 | 7/16 | 7/16 | 8/23 |

1): 極不良1～極良9

2) 生育特性 (表3)

標準品種の「ネオデントエスパス95」と比較して、「ゴールドデントKD460」が稈長・着雌穂高が有意に高くなった。7/15-16に豪雨災害に見舞われたが生育期のトウモロコシでは倒伏・折損は軽微なものであり、その後の生育にも大きな影響はなかった。

表3. 生育特性

| 品種名 | RM | 試験年数等 | 稈長 (cm) | 着雌穂高 (cm) | 稈径 (mm) | 倒伏 (%) | 折損 (%) |
|---------------|-----|-------|---------|-----------|---------|--------|--------|
| ネオデントエスパス 95 | 95 | 標準 | 227 | 80 | 20.4 | 0.0 | 0.4 |
| ゴールドデント KD460 | 95 | 1 | 252** | 118** | 20.6 | 0.0 | 0.0 |
| みとりゆたか | 100 | 1(種) | 238 | 86 | 20.0 | 0.0 | 0.0 |
| パイオニア 106 日 | 106 | (種) | 234 | 100* | 19.4 | 0.0 | 0.4 |

** : p<0.01

3) 子実利用関係形質 (表4)

標準品種の「ネオデントエスパス95」と比較して、「ゴールドデントKD460」, 「パイオニア106日」が収穫時乾物率が有意に低かった。「パイオニア106日」はほ場に還元される有機物(茎葉と芯の乾物収量)が標準対比有意に高値となった。

表4. 子実利用関係形質

| 品種名 | RM | 試験年数等 | 水分率推移 | | | 収穫時乾物率 (%) | 子実収量(kg/10a) | | | 百粒重 (g) | 乾物ほ場還元有機物 ¹⁾ (kg/10a) |
|---------------|-----|-------|-------|------|--------|------------|--------------|-----|---------|---------|----------------------------------|
| | | | 9/12 | 9/15 | 垂下 (%) | | 現物 | 乾物 | 水分15%換算 | | |
| ネオデントエスパス 95 | 95 | 標準 | 28.5 | 23.6 | 0.7 | 76.4 | 1,183 | 904 | 1,064 | 30.3 | 839 |
| ゴールドデント KD460 | 95 | 1 | 30.5 | 25.5 | 0.4 | 74.5* | 1,228 | 915 | 1,077 | 28.3 | 851 |
| みとりゆたか | 100 | 1(種) | 27.8 | 23.0 | 3.6 | 77.0 | 1,140 | 878 | 1,033 | 28.4 | 767 |
| パイオニア 106 日 | 106 | (種) | 32.4 | 27.5 | 0.0 | 72.5** | 1,351 | 980 | 1,153 | 31.9 | 974** |

1): 茎葉+コブの乾物収量

** : p<0.01

4) 耐病性及び虫害発生程度 (表5)

全体に病虫害等は少なく、有意差は認められなかった。

表5. 病虫害程度

| 品種名 | RM | 試験年数等 | ごま葉枯病 ¹⁾ | すす紋病 ¹⁾ | 根腐 (%) | 紋枯病 (%) | 虫害による折損 (%) |
|---------------|-----|-------|---------------------|--------------------|--------|---------|-------------|
| ネオデントエスパス 95 | 95 | 標準 | 2.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ゴールドデント KD460 | 95 | 1 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 |
| みとりゆたか | 100 | 1(種) | 2.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| パイオニア 106 日 | 106 | (種) | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 |

1): 無1~甚9

4 要約

令和4年度は全反復区を平均すると収穫時水分率が24.9%、水分15%換算子実収量は1,082kg/10aとなった。

5 引用文献

- 1) とうもろこし・ソルガム系統適応性検定試験実施要領（暫定版）
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書

6 協力研究機関

（一社）日本草地畜産種子協会

7 生育期間の気象概要（図1）

【気温】

6月上旬に低く、その他は平年並みか高い期間が続いた。

【降水量】

5月中は少なく、そのほかの期間は平年並みか多い期間が続いた。特に7月は一晩に100mm以上降る豪雨となる日があった。

【日照時間】

5月上旬、6月中旬から7月上旬、7月下旬は多く、その他は少ない期間が多かった。

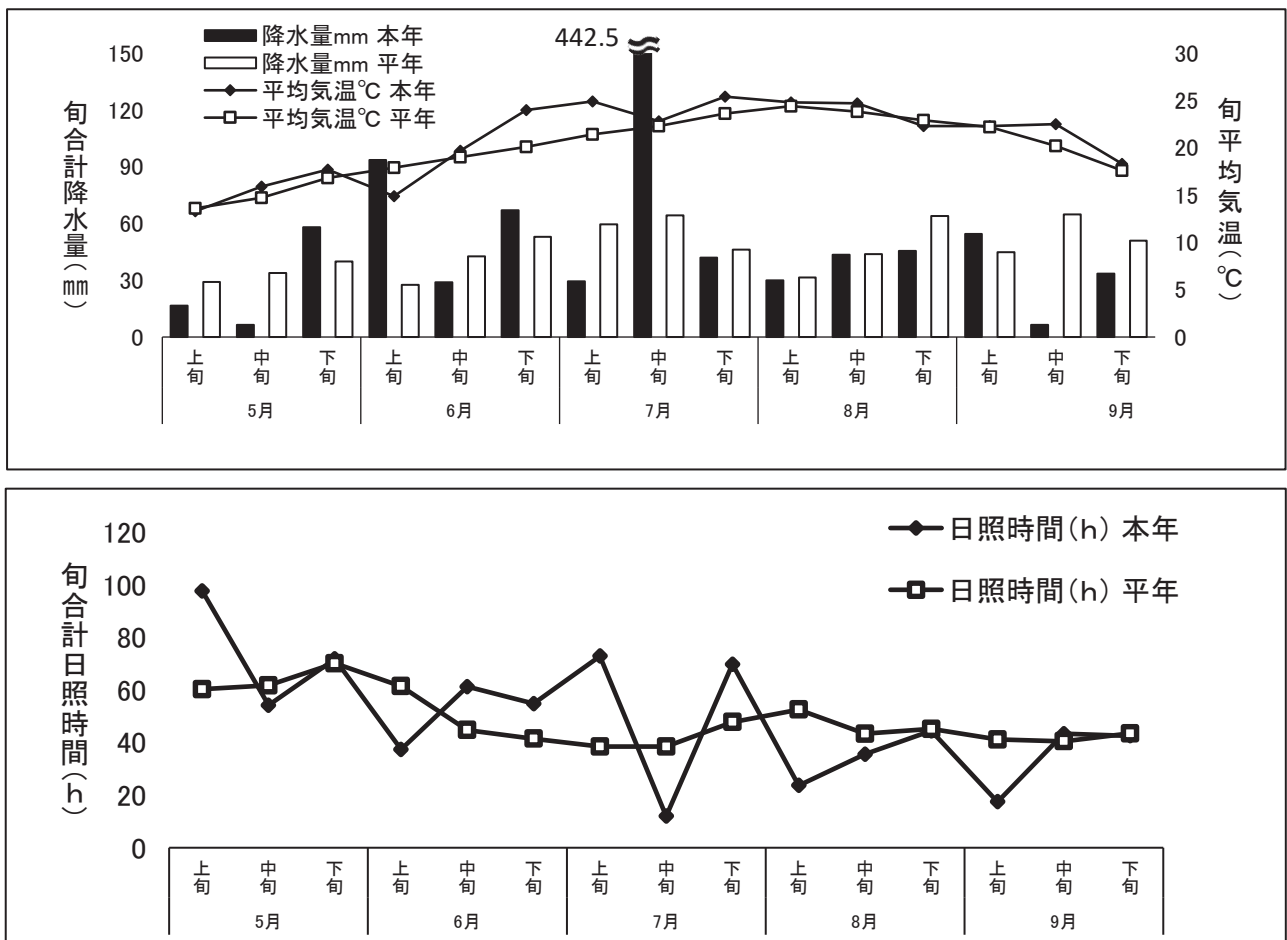


図1 生育期間の気象概要図

飼料作物・牧草適応品種の選定

2) イタリアンライグラス

担当：田中孝太朗，菅原賢一

1 はじめに

自給飼料生産を拡大するには、牧草優良品種の普及を図ることが必要である。そこで、イタリアンライグラスの品種について、宮城県での栽培における適応性を検討し、成績が優れた品種を選出して奨励品種選定の資料とすることを目的とし、生育特性及び生産性について調査を行った。

2 試験方法

1) 供試品種・系統名 表1による

| 品種名 | 倍数性・早晚性 | 播種量 (kg/10a) | 備考・終了年 |
|------------|---------|--------------|--------|
| Kyushu1 | 2n・極早生 | 2.0 | 2023 |
| さちあおば(標準) | 極早生 | 2.0 | 標準 |
| きららワセ | 4n・中生 | 3.0 | 2022 |
| ナガハヒカリ(標準) | 中生 | 3.0 | 標準 |

2) 試験場所 3号ほ場 (標高：62m 土壌：黒ボク土)

3) 播種及び施肥

①播種年月日 令和3年9月21日 (播種法：条播 (条間30cm))

②施肥量 (kg/10a) 基肥 (N-P-K) : 10-30-10, 追肥 (N-P-K) : 11-5.5-11

4) 試験区面積 品種当たり1区面積：6 m² (4 m×1.5 m)

反復数：4反復，乱塊法

5) 調査項目 飼料作物系統適応性検定試験実施要領に準じて実施。

6) 検定方法 試験品種毎に，標準品種との t 検定

3 結果および考察

1) 試験経過の概要

令和3年9月21日に播種し，播種後に各調査を実施。収量調査実施日 (収穫日) は，表3のとおり。降雪・低温の影響により根雪期間が80日程度 (前年の令和3年度結果では60日程度) となり，雪腐病，特に褐色小粒菌核病変がほ場全体に広く見受けられた。極早生品種においては，株が枯死してしまい，雪解け後も再生できず収量が前年に比べて低下し，雪腐病の影響は甚大であった。

2) 生育調査および収量調査結果

(1) 初期生育および越冬性

「Kyushu1」，「さちあおば」とともに発芽良否・定着時の草勢は良好だった。令和3年度は，降雪前に草丈が70 cm程あり，茎葉どうしが重なり空気の通りが悪くなり菌核病が蔓延したものと考えられたために，刈り払いを行い草丈20 cm程

度で越冬した。しかし、雪解け後の評点法による調査では褐色小粒菌核病が全反復区で9、越冬性が全反復区で1となり、ほとんどの株が枯死していた。「きららワセ」は、発芽良否および定着時の草勢が「ナガハヒカリ」と同等程度だった。しかし「ナガハヒカリ」と比較して褐色小粒菌核病被害が大きく、越冬性が不良だった。「きららワセ」は草丈が有意に低く、出穂がやや早かった。標準品種の「ナガハヒカリ」が雪腐病抵抗性を有していることが確認された（表2）。

表2. 初期生育および越冬性

| 品種名 | 播種日 | 発芽日 | 発芽良否 ¹⁾ | 定着時 ¹⁾ 草勢 | 褐色小粒 | 越冬性 ¹⁾ |
|------------|-----------|-----------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | 菌核病 ²⁾ | |
| Kyushu1 | 2021/9/21 | 2021/9/27 | 9.0 | 8.8 | 9.0 | 1.0 |
| さちあおば(標準) | | | 9.0 | 8.0 | 9.0 | 1.0 |
| きららワセ | 2021/9/21 | 2021/9/27 | 9.0 | 8.8 | 7.0* | 2.5** |
| ナガハヒカリ(標準) | | | 8.8 | 8.8 | 4.8 | 4.5 |

1): 極不良1～極良9, 2): 無1～極甚9

(2) 生育特性と収量性

極早生品種では、春肥を行い様子を伺ったが再生は見られなかった。僅かに残存した個体の調査を継続し、2番草草丈で「Kyushu1」が標準対比で有意に高値（表3）、また2番草及び合計の生草・乾物収量で有意な差が認められたものの、合計乾物収量は、「Kyushu1」で107kg/a、「さちあおば」で13kg/aとなり、イタリアンライグラス本来の収量とは程遠いものとなった。

中生品種では、「きららワセ」がやや出穂が早く、1番草の出穂程度において標準対比で有意に高値となった。また各番草で「きららワセ」が有意に草丈が低くなった（表3）。収量調査では、1、2、3番草のそれぞれ、及び合計生草収量で「きららワセ」は「ナガハヒカリ」と比較して有意に低値となった。3番草の乾物率は有意に高く、1、2、3番草のそれぞれ及び合計乾物収量でも「きららワセ」が有意に低い値となった。「きららワセ」の合計乾物収量は、「ナガハヒカリ」対比で50.1%となった（表4）。

表3. 生育特性

| 品種名 | 出穂始期 | 収穫調査日 | | | 出穂程度 ¹⁾ | | | 収穫時草丈(cm) | | | 倒伏程度 ²⁾ | | |
|------------|------|-------|------|-----|--------------------|-----|-----|-----------|-----|------|--------------------|-----|-----|
| | | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 |
| Kyushu1 | 4/25 | 4/27 | 5/24 | - | 5.5 | 9.0 | - | 42 | 66* | - | 1.0 | 1.0 | - |
| さちあおば(標準) | 4/25 | 4/27 | 5/24 | - | 3.5 | 9.0 | - | 32 | 53 | - | 1.0 | 1.0 | - |
| きららワセ | 5/6 | 5/11 | 6/10 | 7/5 | 5.0** | 9.0 | 9.0 | 88* | 83* | 74** | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| ナガハヒカリ(標準) | 5/10 | 5/11 | 6/10 | 7/5 | 2.3 | 9.0 | 9.0 | 99 | 91 | 82 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

1): 無1～極多9, 2): 無1～極甚9

*: p<0.05, **: p<0.01

表4. 収量性

| 品種名 | 生草収量(kg/10a) | | | | 乾物率(%) | | | 乾物収量(kg/10a) | | | | 合計乾物収量標準比(%) |
|------------|--------------|---------|-------|--------|--------|------|--------|--------------|-------|-------|-------|--------------|
| | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 計 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 計 | |
| Kyushu1 | 120 | 429** | - | 546** | 16.3 | 20.6 | - | 19 | 89** | - | 107* | 823.1 |
| さちあおば(標準) | 12 | 57 | - | 68 | 19.5 | 20.0 | - | 2 | 11 | - | 13 | 100.0 |
| きららワセ | 2,803** | 2,340** | 695** | 5,838 | 14.9 | 13.3 | 19.5** | 413** | 312** | 136** | 861** | 50.1 |
| ナガハヒカリ(標準) | 6,509 | 4,020 | 1,607 | 12,136 | 15.0 | 11.8 | 16.7 | 974 | 476 | 268 | 1,718 | 100.0 |

*: p<0.05, **: p<0.01

4 要約

- ・「Kyushu 1」は、標準品種と同等程度の発芽良否・定着時草勢を示した。標準品種と同様に雪腐病により多くの株が枯死し、雪腐病抵抗性も同等程度であると考えられる。2番草及び合計の生草収量，乾物収量「Kyushu 1」が標準品種よりも有意に高い値を示し，合計乾物収量の標準対比は823.1%となった。
- ・「きららワセ」は，「ナガハヒカリ」と同等程度の発芽良否・定着時草勢を示したが雪腐病抵抗性である「ナガハヒカリ」と比較して雪腐病抵抗性・越冬性では劣っていた。1～3番草の生草収量，1～3番草及び合計乾物収量で「きららワセ」が標準品種と比べて有意に低い値を示し，合計乾物収量の標準対比は50.1%となった

5 引用文献

- 1) 牧草およびえん麦系統適応性検定試験実施要領（暫定版）
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書

6 協力研究機関

（一社）日本草地畜産種子協会

7 生育期間の気象概要

- 【気温】12月から2月にかけて平年並みか低い期間が続いた。3月以降は高い期間が続いた。
- 【降水量】全体としては平年と比較して少ない期間が続いた。
- 【日照時間】12月から1月にかけて短い期間が続いた。その他は，平年と比較して概ね長い期間が多かった。
- 【降雪量】3月中旬のようにまとまって降ることがあった。降雪量が多く，低い気温と相まって根雪期間が80日程度と長くなった。

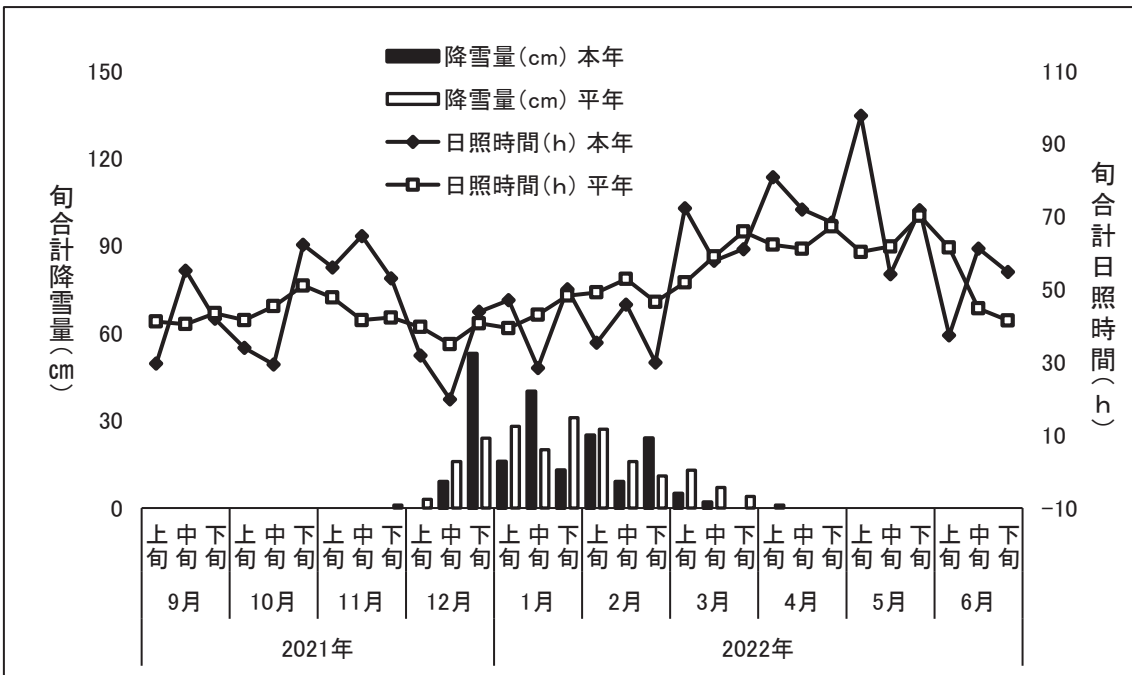
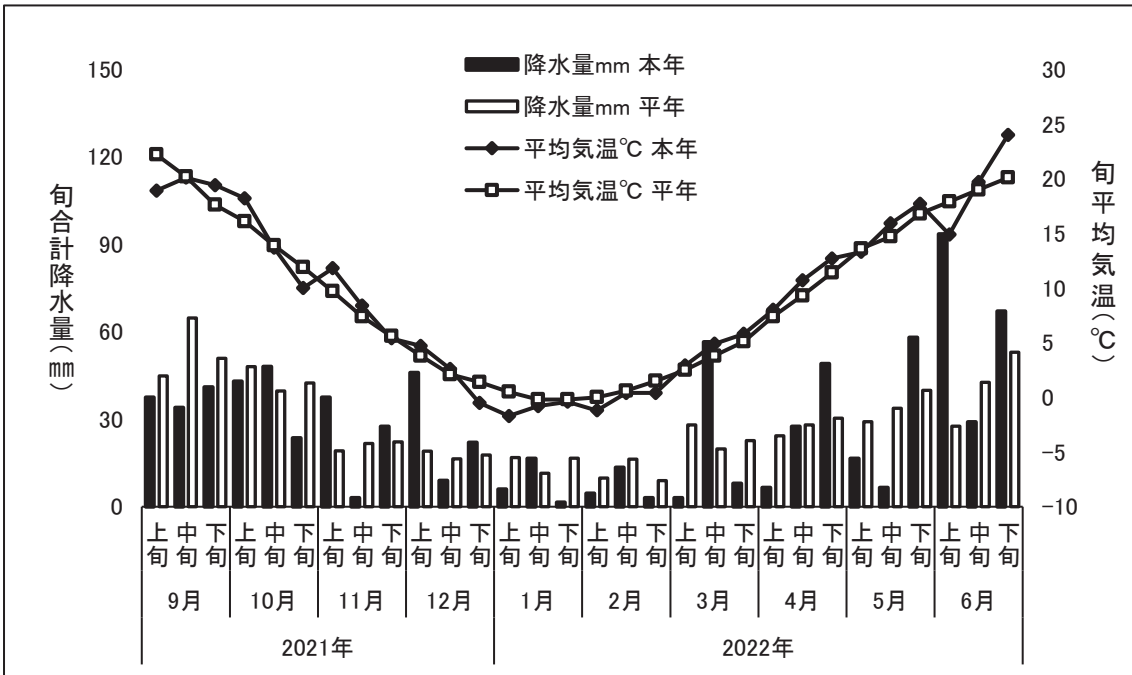


図1 生育期間の気象概要図

飼料作物・牧草適応品種の選定

3) オーチャードグラス

担当：田中孝太郎，菅原賢一

1 はじめに

自給飼料生産を拡大するには，牧草優良品種の普及を図ることが必要である。そこで，オーチャードグラスの品種について，宮城県での栽培における適応性を検討し，成績が優れた品種を選出して奨励品種選定の資料とすることを目的とし，生育特性及び生産性について調査を行った。

2 試験方法

1) 供試品種・系統名 表1による

表1 供試品種および播種量

| 品種名 | 早晩性 | 播種量 (kg/10a) | 備考・終了年 |
|------------|-----|-----------------|---------------|
| まきばゆうか | 極早生 | 2.5 | ～2024年 高越冬性品種 |
| アキミドリⅡ(標準) | | 2.0 | 標準 |

2) 試験場所 3号ほ場(標高：62m 土壌：黒ボク土)

3) 播種及び施肥

①播種年月日 令和3年9月21日(播種法：条播(条間30cm))

②施肥量(kg/10a) 基肥(N-P-K)：10-30-10，追肥(N-P-K)：11-5.5-11

4) 試験区面積 品種当たり1区面積：6m²(4m×1.5m)

反復数：4反復，乱塊法

5) 調査項目 飼料作物系統適応性検定試験実施要領に準じて実施。

6) 検定方法 試験品種毎に，標準品種とのt検定

3 結果および考察

1) 試験経過の概要

令和3年9月21日に播種し，播種後に各調査を実施。収量調査実施日(収穫日)は，表3のとおり。降雪・低温の影響により根雪期間が80日程度(前年の令和3年度結果では60日程度)となり，雪腐病，特に褐色小粒菌核病変がほ場全体に広く見受けられた。

2) 生育調査および収量調査結果

(1) 初期生育および越冬性

標準品種の「アキミドリⅡ」と比較して，「まきばゆうか」は発芽良否および定着時草勢でやや低い値となった。根雪期間が80日程度となった影響により，雪腐病被害が見受けられた。

表2. 初期生育および越冬性

| 品種名 | 播種日 | 発芽日 | 発芽 良否 ¹⁾ | 定着時 草勢 ¹⁾ | 褐色小粒 菌核病 ²⁾ | 越冬性 ¹⁾ | 早春 ¹⁾ 草勢 |
|------------|-----------|-----------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| まきばゆうか | 2021/9/21 | 2021/9/27 | 6.8 | 7.0 | 4.8 | 8.5 | 4.8 |
| アキミドリⅡ(標準) | | | 7.8 | 8.3 | 4.8 | 9.0 | 5.0 |
| 調査日 | | | 2021/10/4 | 2021/10/25 | 2022/3/16 | 2022/3/16 | 2022/3/16 |

1): 極不良1～極良9, 2): 無1～極甚9

(2) 生育特性と収量性

「アキミドリⅡ」の方が出穂始めが4日早くなった。生育特性は同等程度だった(表3)。収量調査では「まきばゆうか」が4番草で有意に生草収量が高くなった。また乾物率では2番草で有意に低くなった。合計乾物収量では標準品種の収量を5.4ポイント下回った。達観調査による越夏性調査では差異は認められなかった(表5)。

表3. 生育特性

| 品種名 | 出穂出穂 始期 揃日 | | 収穫調査日 | | | | 出穂程度 ¹⁾ | | | | 収穫時草丈(cm) | | | | 倒伏程度 ²⁾ | | | |
|------------|---------------|-----|-------|------|-----|------|--------------------|-----|-----|-----|-----------|------|------|------|--------------------|-----|-----|-----|
| | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 4番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 4番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 4番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 4番草 | | |
| まきばゆうか | 5/6 | 5/8 | 5/9 | 6/21 | 8/2 | 9/16 | 8.0 | 3.0 | 1.0 | 1.0 | 79.7 | 99.5 | 88.8 | 95.5 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| アキミドリⅡ(標準) | 5/2 | 5/8 | | | | | 8.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 86.3 | 95.2 | 88.0 | 91.3 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

1): 無1～極多9, 2): 無1～極甚9

表4. 収量性

| 品種名 | 生草収量(kg/10a) | | | | | 乾物率(%) | | | | 乾物収量(kg/10a) | | | | | 乾物収量 標準比(%) |
|------------|--------------|-------|-------|---------|-------|--------|-------|------|------|--------------|-----|-----|-----|-------|----------------|
| | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 4番草 | 計 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 4番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 4番草 | 計 | |
| まきばゆうか | 2,283 | 2,187 | 1,558 | 1,237** | 7,265 | 17.4 | 19.5* | 21.6 | 20.6 | 397 | 426 | 336 | 255 | 1,414 | 94.6 |
| アキミドリⅡ(標準) | 2,750 | 2,195 | 1,528 | 1,050 | 7,523 | 17.6 | 20.3 | 22.2 | 21.6 | 481 | 446 | 340 | 227 | 1,494 | 100.0 |

*: p<0.05

表5. 越夏性

| 品種名 | 越夏性 ¹⁾ | 秋の被度 (%) | 秋の草勢 ¹⁾ |
|------------|-------------------|-------------|--------------------|
| まきばゆうか | 9.0 | 100 | 9.0 |
| アキミドリⅡ(標準) | 9.0 | 100 | 9.0 |

1): 極不良1～極良9

4 要約

「まきばゆうか」は、標準品種と同等程度の発芽良否・定着時草勢を示した。標準品種と同等程度、雪腐病変が見られ、雪腐病抵抗性も同等程度であると考えられる。4番草で有意に生草収量が高くなり、また乾物率では2番草で有意に低くなった。達観調査による越夏性の比較では差異は見受けられなかった。

5 引用文献

- 1) 牧草およびえん麦系統適応性検定試験実施要領(暫定版)
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書

6 協力研究機関

(一社) 日本草地畜産種子協会

7 生育期間の気象概要

【気温】12月から2月にかけて平年並みか低い期間が続いた。3月以降は高い期間が続いた。

【降水量】全体としては平年と比較して並みか少ない期間が多いが、6月上旬や7月中旬のようにまとまって降ることがあった。

【日照時間】12月から1月にかけて短い期間が続いた。その他は、平年と比較して概ね長い期間が多く、7月から9月にかけては短くなった。

【降雪量】降雪量が多く、低い気温と相まって根雪期間が80日程度と長くなった。

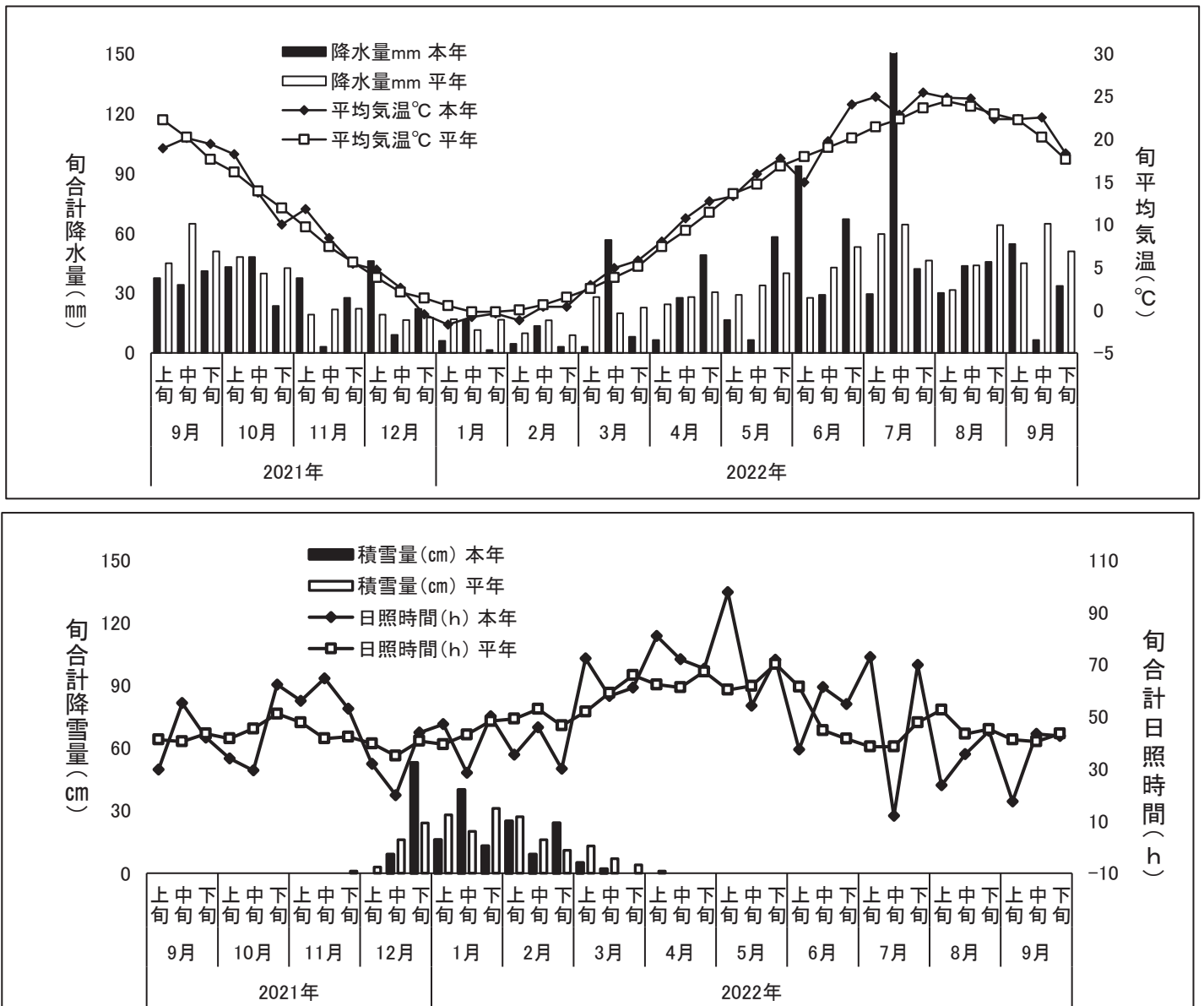


図1 生育期間の気象概要図

気象変動に対応した飼料作物の栽培

オーチャードグラスの栽培管理

担当：菅原賢一，田中孝太郎

1 はじめに

近年の温暖化傾向により、高温、豪雨などの気象災害が増加している。牧草地においても高温による夏枯れで雑草が繁茂し、収量や品質に影響を与えている。一方で草地更新の際に豪雨で播種時期を逸したり、播種した種子が流されて再播種など、適期に播種できない事例も散見される。

そこで、強害雑草の防除と播種時期が遅れた場合の栽培体系について検討を行い、良質な牧草生産が安定的になることを目指す。

2 試験方法

1) ワルナスビ防除試験

(1) 試験実施場所 10号ほ場ワルナスビ発生箇所

(2) 試験区の面積 1区12m² (3m×4m) 対照区と除草剤散布区

施肥量 草地用複合肥料121号 240g/区 2kg/a

播種期 令和4年6月13日 スーダングラス散播 2.5kg/10a

(3) 調査項目 被陰割合、草勢

2) フロストシーディング実証試験

(1) 試験実施場所 3-2ほ場

(2) 試験区の構成、規模

①品種 オーチャードグラス「まきばたろう」

②面積 1区18.2m² (5.2m×3.5m) 対照区と不耕起区

③施肥量：(基肥) 草地用複合肥料121号 2,200g/区 12kg/a→N量換算1.2kg/a
苦土石灰:10kg/a, ようりん:5kg/a

(追肥) 草地化成212号 1,800g/区 10kg/a→N量換算2.0kg/a

春肥800g/区, 1番草後450g/区, 2番草後400g/区, 3番草後150g/区)

④播種期：令和3年12月7日

3) 調査項目：発芽日、草丈、生草収量、乾物収量、被覆率、病虫害程度、再生程度等

3 結果および考察

1) ワルナスビ防除試験

6月2日に除草剤散布し、13日に地上部をシュレッダーで破碎し、スーダングラス播種後ディスクハローで攪拌鎮圧。

播種後1週間で発芽し、1ヶ月後にはワルナスビと同程度の草丈になり、7月21日に選択制除草剤を散布。8月にはスーダングラスの草丈が2mほどになり、ほぼワルナスビを被陰できている状態となった。

除草剤散布から約1か月後の8月24日に調査を実施。生草量としては対照区の3分の1となり、効果は出ている。全体量でもスーダングラスの3%の量となりワルナスビの占める割合は対照区に比べて大幅に小さくなっている(表1, 2, 図1)。

スーダングラスによる被陰効果と選択制除草剤散布により、ワルナスビの生育は抑制されたと考えられる。

表1 ワルナスビの生育

| 草種 | 草丈 (cm) | 生草収量 | |
|------|------------|--------|-------|
| | | (kg/a) | 対比(%) |
| 対照区 | 96.1 | 31.6 | |
| 除草剤区 | 45.5 | 10.4 | 32.9 |

表2 スーダングラスの生育

| 草種 | 草丈 (cm) | 生草収量 | |
|------|------------|--------|-------|
| | | (kg/a) | 対比(%) |
| 対照区 | 233.6 | 276.8 | |
| 除草剤区 | 233.7 | 331.6 | 119.8 |



図1 対照区のワルナスビ

除草剤散布区のワルナスビ

2) フロストシーディング実証試験

積雪前の12月7日に播種し、融雪後の3月14日に発芽した。初期生育は遅く、1番草は6月10日に調査した。通常の1番草より収量は低く、相対的に2番草の方が高かった。不耕起区は条播になるため、対照区よりは収量は低く、全体として通常播種の慣行区の約半分ほどの収量となった(表3)。

宮城県内でも定着できるが、1番草の収量が落ちることに留意する必要がある。

表3 オーチャードグラスの乾物収量(kg/10a)

| | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 合計 | 慣行比 |
|------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 不耕起区 | 33.8 | 295.3 | 242.5 | 571.6 | 43.1 |
| 対照区 | 179.2 | 351.6 | 209.9 | 740.7 | 55.8 |
| 慣行区 | 642.9 | 409.0 | 275.3 | 1327.2 | 100.0 |

4 要約

ワルナスビは選択制除草剤及びスーダングラス被陰による抑制効果はあった。
フロストシーディングについては1番草の収量は劣るものの定着した。

5 参考文献

なし

6 協力研究機関

特になし

除染後の牧草地における草地管理技術の確立

1) 除染草地における超過要因解析と対策技術の開発

担当：菅原賢一，田中孝太郎

1 はじめに

宮城県内の牧草地において、平成 26 年度の除染後牧草の放射性物質検査では、肉用牛の放射性セシウム（以下 RCs）暫定許容値 100 ベクレルに対して 5ha、酪農の自主基準値（50 ベクレル）に対して 40ha が超過しているため、土壌中 RCs 濃度の高い地域や作土層が薄いほ場での効果的な除染技術を確立する。

また、暫定許容値を下回ったほ場においても、牧草中カリ濃度の過剰な上昇を引き起こさないカリ施肥による RCs 吸収抑制対策を確立するための試験を行った。

2 試験方法

1) カリ施肥が牧草中 RCs 及びミネラルバランスに及ぼす効果の検証

- (1) 場所：平成 27 年度に再除染後の牧草が暫定許容値を超え経過観察をしている畜産農家所有牧草地
- (2) 試験区の構成：5 水準 × 1 区 9 m² (3 × 3m) × 3 反復（表 1）

| | 資材 | 番草別成分施肥量 | | | | | | | | | kg/10a | | |
|--------------|----------------------|----------|---|---------------------------|--------|-----|---|--------|-----|---|--------------|----|----|
| | | 早春 | | | 1番草刈取後 | | | 2番草刈取後 | | | 年間成分別 施用量 | | |
| | | N | P | K | N | P | K | N | P | K | N | P | K |
| 無施肥区 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準区 | 212 | 10 | 5 | 10 | 5 | 2.5 | 5 | 5 | 2.5 | 5 | 20 | 10 | 20 |
| 珪酸カリ区 | 212 珪酸カリ | 10 | 5 | 10 20 | | | | | | | 10 | 5 | 30 |
| ゼオライト 添加区 | 212 珪酸カリ ゼオライト | 10 | 5 | 10 20 (300) | | | | | | | 10 | 5 | 30 |
| ゼオライト 混和区 | 212 珪酸カリ ゼオライト | 10 | 5 | 10 20 R1更新時に混和(300) | | | | | | | 10 | 5 | 30 |

- (3) 調査項目：牧草（収量，RC s 濃度，ミネラル含量(Ca, Mg, K)）

土壌（RC s 濃度，ミネラル含量(Ca, Mg, K)）

- (4) 試料の採取及び調製

牧草は5月から9月の期間に1番草から3番草まで収穫し、通風乾燥したものを粉碎し分析に用いた。土壌は牧草収穫後に各区3カ所ずつから深度0～15cmで採取し、風乾後に粉碎し、2mmのふるいでルートマットや石を除去して分析試料とした。

- (5) 試料分析

牧草のRC s 濃度は2リットルのマリネリ容器，土壌はU8容器でゲルマニウム半導体検出器により測定した。134Csは減衰期が短く，検出しないものもあるため，137Csのみ採用とした。測定値は各試料の採取日に減衰補正した。

ミネラルについては、土壌は1 M酢酸アンモニウムで抽出し、牧草は1 %塩酸で抽出したものを原子吸光法で測定した。

3 結果および考察

1) カリ施肥が牧草中 RCs 及びミネラルバランスに及ぼす効果の検証

(1) 土壌中及び牧草中のミネラル濃度

現地試験では、施肥による土壌中のカリ濃度はゼオライト添加区ではやや維持する傾向にあり、ゼオライト混和区では2番草で有意に高かった。無施肥区では3番草で他の区に比べて低い傾向を示した(表2)。

牧草中のミネラル濃度は、1番草で標準区とゼオライト添加区及び混和区でテタニー比がやや高い傾向を示したものの、全て2.2を下回り、2番草以降も大きく下回った(図2)。牧草中のカリウム含量は無施肥区で低い傾向を示した(表3)。

以上のことから、ゼオライト添加によって追肥作業の省力化とテタニー比の低減化が図られることが分かった。

表2 土壌中ミネラル濃度への影響(利用5年目) (n=3)

| 区分 | CaO(mg/100g乾土) | | | MgO(mg/100g乾土) | | | K ₂ O(mg/100g乾土) | | |
|----------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|-----------------------------|---------|------|
| | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 |
| 無施肥区 | 75.75 | 73.79 | 72.62 | 11.27 | 10.79 | 10.86 | 6.32 | 6.37 a | 6.76 |
| 標準区 | 68.91 | 63.09 | 66.19 | 10.09 | 9.24 | 9.25 | 6.95 | 8.66 | 7.22 |
| 硅酸カリ区 | 76.87 | 57.84 | 73.14 | 12.74 | 10.79 | 11.70 | 12.24 | 7.05 | 7.69 |
| ゼオライト添加区 | 61.82 | 71.44 | 60.98 | 13.18 | 14.58 | 12.95 | 9.73 | 11.81 b | 8.19 |
| ゼオライト混和区 | 66.68 | 70.26 | 67.77 | 15.82 | 17.36 | 16.27 | 8.24 | 9.78 | 7.77 |

※異符号間(同一列内)に有意差有り P<0.05(Tukey-Kramer)

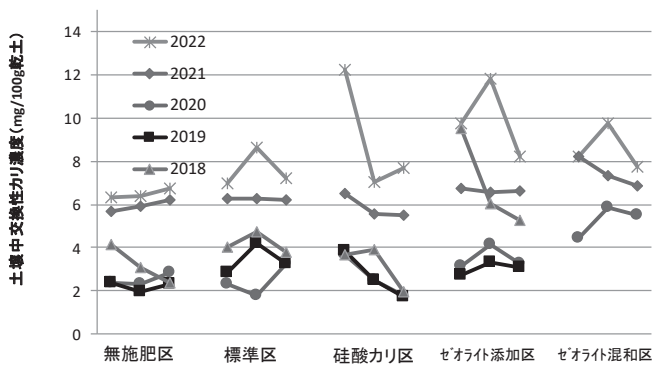


図1 土壌中のカリ含量の推移

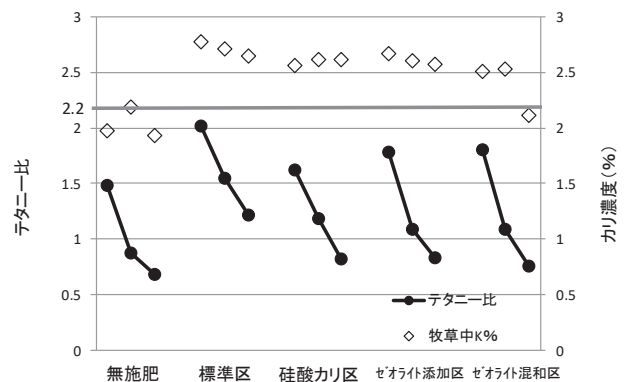


図2 牧草中のテタニー比とカリ含量(%)
※各区左から、1番草、2番草、3番草の値

表3 牧草中ミネラル濃度 (n=3)

| 区分 | Ca(乾物%) | | | Mg(乾物%) | | | K(乾物%) | | | テタニ-比 | | |
|----------|---------|------|------|---------|------|------|--------|------|------|-------|------|------|
| | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 |
| 無施肥区 | 0.40 | 0.64 | 0.69 | 0.21 | 0.40 | 0.47 | 1.97 | 2.19 | 1.93 | 1.48 | 0.87 | 0.68 |
| 標準区 | 0.45 | 0.39 | 0.53 | 0.19 | 0.31 | 0.38 | 2.78 | 2.71 | 2.65 | 2.02 | 1.55 | 1.22 |
| 珪酸カリ区 | 0.44 | 0.59 | 0.83 | 0.23 | 0.34 | 0.51 | 2.56 | 2.62 | 2.61 | 1.62 | 1.18 | 0.82 |
| ゼオライト添加区 | 0.43 | 0.65 | 0.81 | 0.23 | 0.35 | 0.47 | 2.67 | 2.60 | 2.57 | 1.78 | 1.09 | 0.83 |
| ゼオライト混和区 | 0.36 | 0.60 | 0.68 | 0.23 | 0.36 | 0.46 | 2.51 | 2.53 | 2.11 | 1.80 | 1.09 | 0.76 |

2) 土壌中及び牧草中の RCs 濃度と移行係数

現地試験では、早春の施肥によって牧草中の RCs 濃度は暫定許容値を下回り、1番草ではゼオライト添加区及びゼオライト混和区で無施肥区に比べて牧草中の RCs が有意に低くなった。移行係数は1番草でゼオライト添加区で無施肥区に比べて有意に低くなり、2番草ではゼオライト添加区が、3番草では標準区及びゼオライト添加区の移行係数が低い傾向を示した(表4)。

土壌中の RCs 濃度は 81~194Bq/kg 程度でばらついているため、区ごとの5カ年平均値から移行係数を算出した。5カ年の平均値で見ると、牧草中の RCs 濃度は珪酸カリ区の3番草で暫定許容値内ではあるが高くなり、移行係数は 0.50 と高い傾向を示した。これは2番草までで珪酸カリの効果が切れたためと考えられる。移行係数で見れば、ゼオライト添加区および混和区が1番草から3番草まで低く維持できた。省力化の面で珪酸カリのみの施肥では効果が2番草までしか持続しないことから、ゼオライトを添加することで吸収抑制が持続し、さらにゼオライト混和によって効果が見られた(表5, 図4)。

表4 カリ施肥による牧草中及び土壌中RCs濃度への影響

| 区分 | 牧草中 ¹³⁷ Cs(Bq/kg水分80%) | | | 土壌中 ¹³⁷ Cs(Bq/kg乾土) | | | 移行係数(牧草水分80%/乾土) | | | 土壌中K ₂ O(mg/100g乾土) | | |
|----------|-----------------------------------|-------|-------|--------------------------------|--------|--------|------------------|------|------|--------------------------------|---------|------|
| | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 |
| 無施肥区 | 22.30 a | 38.67 | 30.03 | 149.49 | 102.30 | 87.96 | 0.15 a | 0.26 | 0.20 | 6.32 | 6.37 a | 6.76 |
| 標準区 | 11.87 | 28.87 | 16.26 | 87.77 | 84.48 | 194.44 | 0.10 | 0.24 | 0.13 | 6.95 | 8.66 | 7.22 |
| 珪酸カリ区 | 13.36 | 30.55 | 31.24 | 190.53 | 82.17 | 189.29 | 0.11 | 0.26 | 0.27 | 12.24 | 7.05 | 7.69 |
| ゼオライト添加区 | 8.98 b | 22.09 | 22.74 | 148.74 | 74.43 | 123.30 | 0.06 b | 0.14 | 0.15 | 9.73 | 11.81 b | 8.19 |
| ゼオライト混和区 | 10.11 b | 34.31 | 27.05 | 81.77 | 116.88 | 104.06 | 0.08 | 0.26 | 0.20 | 8.24 | 9.78 | 7.77 |

※異符号間(同一列内)に有意差有り P<0.05(Tukey-Kramer)

※移行係数はそれぞれの区的全番草の土壌中Csの5カ年平均に対して算出

表5 カリ施肥による牧草中及び土壌中RCs濃度への影響(各年及び5カ年平均)

| 区分 | | 牧草中 ¹³⁷ Cs(Bq/kg水分80%) | | | 土壌中 ¹³⁷ Cs(Bq/kg乾土) | | | 移行係数(牧草水分80%/乾土) | | | 土壌中K ₂ O(mg/100g乾土) | | |
|----------|-------|-----------------------------------|-------|-------|--------------------------------|--------|--------|------------------|------|------|--------------------------------|------|------|
| | | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 |
| 無施肥区 | 5カ年平均 | 22.81 | 37.17 | 38.42 | 130.27 | 164.35 | 148.38 | 0.15 | 0.24 | 0.25 | 4.18 | 3.93 | 4.10 |
| 標準区 | 5カ年平均 | 21.21 | 34.35 | 30.14 | 117.26 | 100.66 | 146.82 | 0.17 | 0.28 | 0.25 | 4.48 | 5.13 | 4.75 |
| 珪酸カリ区 | 5カ年平均 | 19.59 | 37.17 | 53.92 | 112.25 | 133.40 | 103.68 | 0.18 | 0.34 | 0.50 | 5.98 | 4.29 | 3.73 |
| ゼオライト添加区 | 5カ年平均 | 16.98 | 33.45 | 39.32 | 194.01 | 156.42 | 114.18 | 0.10 | 0.20 | 0.24 | 6.38 | 6.37 | 5.27 |
| ゼオライト混和区 | 3カ年平均 | 8.74 | 28.08 | 25.54 | 193.20 | 97.07 | 109.62 | 0.06 | 0.20 | 0.18 | 6.96 | 7.65 | 6.71 |

※異符号間(同一列内)に有意差有り P<0.05(Tukey-Kramer)

※移行係数はそれぞれの区的全番草の土壌中Csの5カ年平均に対して算出

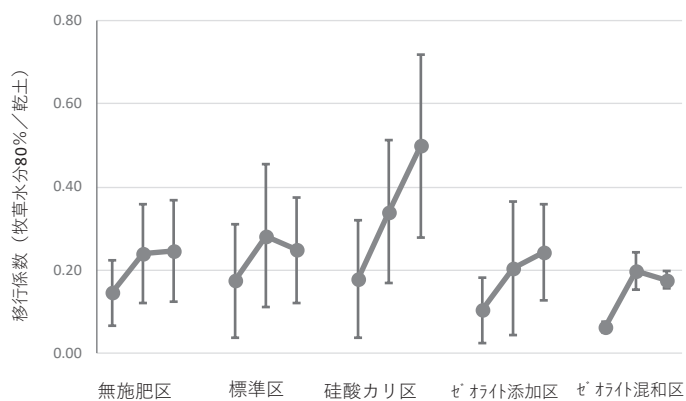


図3 移行係数の推移（5カ年平均）
 ※各区左から，1番草，2番草，3番草の値
 ※ * : 番草ごとに有意差有り P<0.05(Tukey-Kramer)

4 要約

- ・緩効性カリ施用による追肥をしない草地管理では，ミネラルバランスを改善できるが，RCs 濃度の移行係数は上昇する。
- ・緩効性カリとゼオライトの施用を加えることで，土壌中のカリ含量を保持することができるので，RCs の吸収抑制効果の持続が期待できる。

5 参考文献

なし

6 協力研究機関

農研機構畜産研究部門

除染後牧草地の草地管理技術の確立

2) 除染後牧草地の維持管理技術の確立

担当：荒木利幸，伊藤裕之，菅原賢一，田中孝太郎，石川知浩

1 はじめに

平成 23 年東日本大震災に係る原発事故の影響で，暫定許容値を超える放射性セシウム（以下 RCs）が牧草から検出され，県内ほぼ全域で牧草の給与自粛となった。

給与自粛解除に向けて，除染（草地更新）作業を実施したが，暫定許容値越えの牧草が散見された。超過要因分析を行った結果，95%が土壌中のカリ不足と低 pH（80%）であった。現在，県内すべての牧草地で除染作業が終了し，利用再開されている。

しかし，適切な肥培管理を行い，暫定許容値を超過しないように維持管理が必要となるが，労力やコストの面から牧草地の肥培管理がおろそかになり，年数が経過することで土壌中カリ濃度が低下している牧草地も散見される。

草地更新後利用 4 年目のオーチャードグラスの牧草地において肥培管理の違いによる牧草や土壌中カリ濃度などの経年変化を把握するための試験を行った。

2 試験方法

- 1) 試験実施場所 畜産試験場内ほ場
- 2) 試験区の構成：8 設定×1 区 5 m² (2.0×2.5m)×3 反復（表 1）
- 3) 播種日：平成 30 年 9 月 11 日
- 4) 供試品種：ポトマック（オーチャードグラス）4 kg/10a
- 5) 施肥：表 1 のとおり

表 1 設計施肥量（成分 N-P-K の年間総量：kg/10a）

| 試験区名 /肥料 | 堆カ窒 肥リ素 化成 212 塩化カリ 硫安 | | | ※(参考)利用 1 年目 | | | | | | |
|---------------|---------------------------|----|--------|--------------|----|----------|-----------|--------|--------|----------|
| | 利用 2 年目以降 | 堆肥 | 化成 212 | 塩化カリ | 硫安 | 堆肥 | 化成 212 | 塩化カリ | 硫安 | 堆肥 |
| 堆肥+カリ+窒素区 ○○○ | 20-10-20 | | | | | 42-46-93 | 15-7.5-15 | | | 42-46-93 |
| 堆肥+カリ区 ○○× | | | 0-0-30 | | | 42-46-93 | | 0-0-17 | | 42-46-93 |
| 堆肥+窒素区 ○×○ | | | | 15-0-0 | | 42-46-93 | | | 15-0-0 | 42-46-93 |
| 堆肥のみ区 ○×× | | | | | | 42-46-93 | | | | 42-46-93 |
| カリ+窒素区 ×○○ | 20-10-20 | | | | | | 15-7.5-15 | | | |
| カリのみ区 ×○× | | | 0-0-30 | | | | | 0-0-17 | | |
| 窒素のみ区 ××○ | | | | 15-0-0 | | | | | 15-0-0 | |
| 無施肥区 ××× | | | | | | | | | | |

※利用 2 年目以降，化成 212，塩化カリ，硫安は早春（R4. 3. 29）に年間総量の 50%，1 番草・2 番草刈取後（5/16・7/21）に年間総量の 25%ずつ施用。（利用 1 年目は 1 番草・2 番草刈取後に年間総量の 50%ずつ施用）。

※堆肥は最終刈取後の晩秋（R3. 11. 15）に施用 成分（乾物%）水分：22.8%，T-N：2.7%，P₂O₅：3.0%，K₂O：6.0%で設定

6) 調査項目：

牧草：収量，草丈，RCs 濃度，全窒素，リン酸，ミネラル（Ca・Mg・K）

土壌：RCs 濃度（最終番草刈取後のみ），pH，EC，全窒素，リン酸，

ミネラル（Ca・Mg・K）

7) 試料の採取及び調製

牧草は各番草収穫（1番草：R4年5/12，2番草：7/20，3番草：9/21）後に通風乾燥したものを粉碎し，分析に用いた。土壌は牧草収穫直後に各区2カ所（最終番草はRCs分析のため各区5カ所）から深土0～15cmで採取し，風乾後に粉碎し，2mmのふるいでルートマットを除去して分析試料とした。

8) 試料分析

RCs濃度はゲルマニウム半導体検出器，全窒素はケルダール法，リン酸は牧草をバナドモリブデン酸比色法，土壌をトリオグ比色法で測定。

ミネラルは土壌を1M酢酸アンモニウム，牧草を1%塩酸で抽出し原子吸光法で測定した。

土壌のpH・ECは試料1+蒸留水5の割合の抽出液で連続測定した。

3 結果及び考察

1) 管理の違いによる牧草の生育状況の変化について

植物への窒素の役割は主に葉や茎を大きく育てる時に必要で，堆肥にも窒素分があるため，牧草の草丈や収量について，8設定区を「堆肥」「カリ」「窒素」の施肥の有無でまとめたところ，窒素及び堆肥を施肥したほうが施肥しない場合に比べて高い結果になり，カリの有無で比較すると大きな差はなかった(表2)。

表2 利用3年目の収穫時草丈及び収量

| | 堆肥窒素 | 草丈(cm) | | | 乾物収量(kg/10a) | | | 計 |
|-----------|------|---------|---------|---------|--------------|---------|-----|-----------|
| | | 1番草 | 2番草 | 3番草 | 1番草 | 2番草 | 3番草 | |
| 堆肥+カリ+窒素区 | ○○○ | 114.3 | 92.9 ab | 85.5 ab | 665 d | 424 d | 275 | 1,364 d |
| 堆肥+カリ区 | ○○× | 102.6 | 79.5 a | 87.0 ab | 456 abc | 303 abc | 255 | 1,014 abc |
| 堆肥+窒素区 | ○×○ | 116.3 | 95.1 b | 94.9 b | 653 d | 377 cd | 287 | 1,317 cd |
| 堆肥のみ区 | ○×× | 104.5 | 87.3 ab | 90.5 ab | 502 ad | 280 ab | 279 | 1,061 ad |
| カリ+窒素区 | ×○○ | 109.1 | 93.3 ab | 92.2 ab | 592 cd | 339 ad | 276 | 1,207 bd |
| カリのみ区 | ×○× | 100.1 | 83.0 ab | 81.9 a | 363 a | 263 a | 225 | 851 a |
| 窒素のみ区 | ××○ | 104.4 | 88.1 ab | 85.7 ab | 582 bd | 370 bd | 256 | 1,209 bd |
| 無施肥区 | ××× | 103.3 | 81.3 ab | 81.8 a | 408 ab | 312 abc | 235 | 955 ab |
| 堆肥 | | | | | | | | |
| 施肥4区平均 | | 109.4 | 88.7 | 89.5 * | 569 * | 346 | 274 | 1,189 * |
| 無施肥4区平均 | | 104.2 | 86.4 | 85.4 | 486 | 321 | 248 | 1,055 |
| カリ | | | | | | | | |
| 施肥4区平均 | | 106.5 | 87.2 | 86.7 | 519 | 332 | 258 | 1,109 |
| 無施肥4区平均 | | 107.1 | 88.0 | 88.2 | 536 | 335 | 264 | 1,135 |
| 窒素 | | | | | | | | |
| 施肥4区平均 | | 111.0 * | 92.3 * | 89.6 * | 623 * | 378 * | 273 | 1,274 * |
| 無施肥4区平均 | | 102.6 | 82.8 | 85.3 | 432 | 290 | 249 | 970 |

・8区でTukeyの多重比較(n=3)し，異符号間で有意差あり P<0.05。

・堆肥・カリ・窒素について，それぞれ施肥の有無で分散分析(n=12)し，*は有意差あり P<0.05

2) 管理の違いによる牧草及び土壌中のRCs濃度の変化について

試験ほ場の土壌中RCs濃度は，年次間変動が小さいため，最終番草である3番草収穫後に採土・測定したが，40Bq/kg乾土程度と低かった。

そのため，牧草ではCs134は検出されず，Cs137が検出しても検出下限値(0.55～0.99Bq/kg・水分80%補正)を少し上回る程度で，各区での違いはなかった(表3。Cs134は省略し，Cs137のみ表示)。

表3 収穫時の牧草及び土壌中の放射性物質濃度(Cs137) (n=3)

| 堆力窒 肥リ素 | 牧草中 Cs137 (Bq/kg・水分 80%補正) | | | | 土壌中 Cs137 (Bq/kg 乾土) | Cs137 移行係数 (生草/乾土) | |
|--------------|-------------------------------|------|------|------|-------------------------|-----------------------|------|
| | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | 平均 | 3 番草 | 3 番草 | |
| 堆肥+カリ+窒素区○○○ | ND | ND | 0.72 | 0.15 | 40.3 | 0.71 | |
| 堆肥+カリ区○○× | ND | ND | 0.68 | 0.17 | 40.4 | 1.69 | |
| 堆肥+窒素区○×○ | ND | ND | ND | NA | 40.1 | 0.00 | |
| 堆肥のみ区 ○×× | ND | 0.98 | 0.82 | 0.36 | 36.8 | 1.29 | |
| カリ+窒素区×○○ | ND | ND | 0.87 | 0.20 | 40.7 | 2.13 | |
| カリのみ区 ×○× | ND | ND | 0.73 | 0.19 | 44.0 | 1.10 | |
| 窒素のみ区 ××○ | ND | ND | 0.89 | 0.18 | 42.2 | 1.34 | |
| 無施肥区 ××× | ND | ND | 0.67 | 0.14 | 41.6 | 0.49 | |
| 堆肥 | 施肥 4 区平均 | ND | 0.98 | 0.73 | 0.23 | 39.4 | 0.92 |
| | 無施肥 4 区平均 | ND | ND | 0.82 | 0.19 | 42.1 | 1.27 |
| カリ | 施肥 4 区平均 | ND | ND | 0.76 | 0.18 | 41.4 | 1.41 |
| | 無施肥 4 区平均 | ND | 0.98 | 0.82 | 0.24 | 40.2 | 0.78 |
| 窒素 | 施肥 4 区平均 | ND | ND | 0.85 | 0.19 | 40.8 | 1.05 |
| | 無施肥 4 区平均 | ND | 0.98 | 0.73 | 0.22 | 40.7 | 1.14 |

・牧草の Cs137 の検出下限値 0.55~0.99 (Bq/kg・水分 80%補正)

・8 区で Tukey の多重比較 (n=3) したが、有意差 (P<0.05) は見られなかった。

・堆肥・カリ・窒素について、それぞれ施肥の有無で分散分析 (n=12) したが有意差 (P<0.05) は見られなかった。

3) 管理の違いによる土壌及び牧草成分の変化について

利用 4 年目の牧草地の土壌成分で、特に土壌中カリは「RCs と化学的に似た挙動を示し、土壌中のカリ含量が高く維持 (0~15cm 深で 30~40mg/100g 乾土) されると牧草の RCs の吸収が抑制される草地が多い」と言われているが、特に窒素のみ区の土壌中カリ濃度は 40mg/100g 乾土程度とカリ含量が低く推移した (表 4)。

窒素施肥による牧草の生育・収量増加に伴い土壌からのカリの持ち出しも多くなり、収穫牧草中のカリ濃度から計算したカリ吸収量も窒素施肥区が窒素無施肥区より大きく、カリの施用量と吸収量の収支も窒素を施肥した区でカリの持ち出しが大きくなった (表 5)。

今回の試験ほ場の土壌中 RCs 濃度は、40~50Bq/kg 乾土程度と低く、牧草中の RCs も検出下限値程度であるが、牧草の暫定許容値を超過するようなほ場で、経営的に収量を確保し、コストを抑えるために、今回の試験のように例えばカリを施肥せず硫酸だけ (窒素のみ) を施肥し続けた場合、カリの代わりに RCs の吸収が増えることが懸念される。堆肥の施肥によって窒素とカリの両成分が供給でき、ある程度の収量と土壌中カリが確保できることから、RCs 吸収対策と牧草の収量確保の経営面を踏まえた適切な肥培管理をすすめるためにも、堆肥の効率的活用が有効と思われる (表 4・5)。

表4 収穫時の土壌成分について (n=3)

| 堆力窒 肥リ素 | pH | | | EC (mS/m) | | | |
|--------------|---------|----------|---------|-----------|---------|---------|--------|
| | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | |
| 堆肥+カリ+窒素区○○○ | 6.86 cd | 6.41 abc | 6.66 cd | 0.10 ac | 0.08 bc | 0.08 cd | |
| 堆肥+カリ区○○× | 6.86 cd | 6.61 bd | 6.77 de | 0.14 bc | 0.09 c | 0.09 d | |
| 堆肥+窒素区○×○ | 6.81 bc | 6.68 d | 6.67 cd | 0.12 ac | 0.08 ac | 0.08 c | |
| 堆肥のみ区 ○×× | 7.10 d | 6.68 d | 6.90 e | 0.15 c | 0.09 c | 0.08 cd | |
| カリ+窒素区×○○ | 6.63 bc | 6.62 cd | 6.61 cd | 0.06 ab | 0.05 a | 0.05 ab | |
| カリのみ区 ×○× | 6.55 b | 6.57 bd | 6.51 bc | 0.06 a | 0.05 ab | 0.05 ab | |
| 窒素のみ区 ××○ | 6.13 a | 6.29 a | 6.23 a | 0.10 ac | 0.05 ab | 0.05 b | |
| 無施肥区 ××× | 6.25 a | 6.36 ab | 6.33 ab | 0.05 a | 0.04 a | 0.04 a | |
| 堆肥 | 施肥4区平均 | 6.91 * | 6.60 * | 6.75 * | 0.13 * | 0.09 * | 0.08 * |
| | 無施肥4区平均 | 6.39 | 6.46 | 6.42 | 0.07 | 0.05 | 0.05 |
| カリ | 施肥4区平均 | 6.73 * | 6.55 | 6.64 * | 0.09 | 0.07 | 0.07 * |
| | 無施肥4区平均 | 6.57 | 6.50 | 6.53 | 0.10 | 0.07 | 0.06 |
| 窒素 | 施肥4区平均 | 6.61 | 6.50 | 6.54 * | 0.10 | 0.06 | 0.07 |
| | 無施肥4区平均 | 6.69 | 6.56 | 6.63 | 0.10 | 0.07 | 0.06 |

| 堆力窒 肥リ素 | T-N(mg/100g 乾土) | | | K ₂ O(mg/100g 乾土) | | | |
|--------------|-----------------|-------|--------|------------------------------|--------|-------|-------|
| | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | |
| 堆肥+カリ+窒素区○○○ | 322 ab | 337 a | 342 b | 271 cd | 238 c | 202 d | |
| 堆肥+カリ区○○× | 359 ab | 321 a | 322 ab | 340 d | 228 bc | 248 e | |
| 堆肥+窒素区○×○ | 349 ab | 345 a | 326 ab | 270 cd | 186 bc | 164 c | |
| 堆肥のみ区 ○×× | 365 b | 331 a | 322 ab | 358 d | 259 c | 207 d | |
| カリ+窒素区×○○ | 291 ab | 290 a | 270 a | 99 ab | 97 ab | 103 b | |
| カリのみ区 ×○× | 292 ab | 305 a | 283 ab | 179 bc | 169 ac | 167 c | |
| 窒素のみ区 ××○ | 285 a | 302 a | 289 ab | 30 a | 40 a | 43 a | |
| 無施肥区 ××× | 295 ab | 286 a | 292 ab | 97 ab | 98 ab | 84 b | |
| 堆肥 | 施肥4区平均 | 349 * | 333 * | 328 * | 310 * | 228 * | 205 * |
| | 無施肥4区平均 | 291 | 296 | 283 | 101 | 101 | 99 |
| カリ | 施肥4区平均 | 316 | 313 | 304 | 222 | 183 | 180 * |
| | 無施肥4区平均 | 324 | 316 | 307 | 189 | 146 | 124 |
| 窒素 | 施肥4区平均 | 312 | 318 | 307 | 167 * | 140 * | 128 * |
| | 無施肥4区平均 | 328 | 311 | 305 | 244 | 189 | 177 |

| 堆力窒 肥リ素 | P ₂ O ₅ (mg/100g 乾土) | | | CaO(mg/100g 乾土) | | | MgO(mg/100g 乾土) | | | |
|--------------|--|--------|--------|-----------------|-------|---------|-----------------|-------|-------|------|
| | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | |
| 堆肥+カリ+窒素区○○○ | 197 ad | 152 d | 160 d | 343 ab | 406 | 322 cd | 84 ab | 103 b | 92 cd | |
| 堆肥+カリ区○○× | 241 d | 135 cd | 153 d | 431 d | 309 | 334 d | 110 c | 82 ab | 99 d | |
| 堆肥+窒素区○×○ | 214 bd | 126 bd | 133 bd | 389 bd | 376 | 298 bcd | 88 bc | 88 ab | 79 bc | |
| 堆肥のみ区 ○×× | 229 cd | 151 d | 147 cd | 428 cd | 429 | 329 d | 109 c | 119 b | 100 d | |
| カリ+窒素区×○○ | 119 abc | 94 abc | 92 abc | 349 ab | 354 | 277 ab | 86 ac | 88 ab | 77 b | |
| カリのみ区 ×○× | 103 ab | 82 ab | 86 ab | 350 abc | 350 | 280 ac | 91 bc | 90 ab | 84 bc | |
| 窒素のみ区 ××○ | 80 a | 65 a | 67 a | 305 a | 305 | 236 a | 63 a | 63 a | 54 a | |
| 無施肥区 ××× | 115 abc | 88 abc | 90 ab | 389 bd | 361 | 299 bcd | 106 bc | 97 ab | 92 cd | |
| 堆肥 | 施肥4区平均 | 220 * | 141 * | 148 * | 398 * | 380 | 321 * | 98 * | 98 * | 92 * |
| | 無施肥4区平均 | 104 | 82 | 84 | 348 | 342 | 273 | 87 | 85 | 77 |
| カリ | 施肥4区平均 | 165 | 116 | 123 | 369 | 355 | 303 | 93 | 91 | 88 * |
| | 無施肥4区平均 | 160 | 108 | 109 | 378 | 368 | 291 | 92 | 92 | 81 |
| 窒素 | 施肥4区平均 | 153 | 109 | 113 | 347 * | 360 | 283 * | 80 * | 86 | 75 * |
| | 無施肥4区平均 | 172 | 114 | 119 | 400 | 362 | 310 | 104 | 97 | 93 |

・8区でTukeyの多重比較(n=3)し、異符号間で有意差あり P<0.05

・堆肥・カリ・窒素について、それぞれ施肥の有無で分散分析(n=12)し、*は有意差あり P<0.05

表5 収穫時の牧草の成分等について (n=3)

| 堆力窒 肥リ素 | T-N(乾物%) | | | K ₂ O(乾物%) | | | P ₂ O ₅ (乾物%) | | | |
|--------------|----------|---------|--------|-----------------------|---------|---------|-------------------------------------|--------|---------|--------|
| | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | |
| 堆肥+カリ+窒素区○○○ | 2.00 c | 1.91 ab | 2.57 | 4.98 d | 4.47 c | 4.70 c | 0.80 b | 0.86 a | 0.89 a | |
| 堆肥+カリ区○○× | 1.42 a | 1.89 ab | 2.44 | 4.44 bc | 4.29 bc | 4.76 c | 0.69 ab | 1.09 b | 0.99 ab | |
| 堆肥+窒素区○×○ | 1.89 bc | 1.85 ab | 2.53 | 4.66 cd | 4.30 bc | 4.50 bc | 0.75 ab | 0.95 a | 0.90 ab | |
| 堆肥のみ区 ○×× | 1.62 ac | 2.07 b | 2.59 | 4.49 bc | 4.34 bc | 4.61 bc | 0.72 ab | 1.05 b | 1.01 b | |
| カリ+窒素区×○○ | 1.71 ac | 1.67 a | 2.33 | 4.46 bc | 4.28 bc | 4.43 bc | 0.68 a | 0.92 a | 0.92 ab | |
| カリのみ区 ×○× | 1.48 ab | 2.12 b | 2.48 | 4.26 ab | 4.27 bc | 4.46 bc | 0.66 a | 1.09 b | 0.92 ab | |
| 窒素のみ区 ××○ | 1.81 ac | 1.67 a | 2.50 | 4.10 ab | 3.85 a | 4.08 a | 0.72 ab | 0.86 a | 0.90 ab | |
| 無施肥区 ××× | 1.48 ab | 2.07 b | 2.55 | 4.01 a | 4.09 ab | 4.28 ab | 0.69 ab | 1.10 b | 0.99 ab | |
| 堆肥 | 施肥4区平均 | 1.74 | 1.93 | 2.53 | 4.64 * | 4.35 * | 4.64 * | 0.74 * | 0.99 | 0.95 |
| | 無施肥4区平均 | 1.62 | 1.88 | 2.47 | 4.21 | 4.12 | 4.31 | 0.69 | 0.99 | 0.93 |
| カリ | 施肥4区平均 | 1.66 | 1.90 | 2.46 * | 4.53 * | 4.33 * | 4.59 * | 0.71 | 0.99 | 0.93 |
| | 無施肥4区平均 | 1.70 | 1.92 | 2.54 | 4.31 | 4.15 | 4.37 | 0.72 | 0.99 | 0.95 |
| 窒素 | 施肥4区平均 | 1.86 * | 1.78 * | 2.49 | 4.55 * | 4.23 | 4.43 | 0.74 * | 0.90 * | 0.90 * |
| | 無施肥4区平均 | 1.50 | 2.04 | 2.51 | 4.30 | 4.25 | 4.53 | 0.69 | 1.08 | 0.98 |

| 堆力窒 肥リ素 | CaO(乾物%) | | | MgO(乾物%) | | | テタニー比(K/(Ca+Mg)) | | | |
|--------------|----------|---------|--------|----------|---------|---------|------------------|---------|---------|--------|
| | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | 1 番草 | 2 番草 | 3 番草 | |
| 堆肥+カリ+窒素区○○○ | 0.36 | 0.46 a | 0.61 | 0.33 | 0.47 ab | 0.27 ab | 2.85 | 1.88 c | 1.59 bc | |
| 堆肥+カリ区○○× | 0.32 | 0.50 a | 0.59 | 0.29 | 0.49 ab | 0.53 a | 2.90 | 1.69 bc | 1.68 c | |
| 堆肥+窒素区○×○ | 0.34 | 0.47 a | 0.57 | 0.32 | 0.45 a | 0.52 a | 2.78 | 1.82 c | 1.62 bc | |
| 堆肥のみ区 ○×× | 0.34 | 0.53 ab | 0.58 | 0.29 | 0.48 ab | 0.55 ab | 2.87 | 1.69 bc | 1.60 bc | |
| カリ+窒素区×○○ | 0.32 | 0.52 ab | 0.63 | 0.30 | 0.47 ab | 0.56 ab | 2.80 | 1.69 bc | 1.47 ac | |
| カリのみ区 ×○× | 0.38 | 0.74 b | 0.70 | 0.29 | 0.49 ab | 0.56 ab | 2.59 | 1.42 ab | 1.41 ac | |
| 窒素のみ区 ××○ | 0.34 | 0.51 a | 0.71 | 0.33 | 0.44 a | 0.57 ab | 2.38 | 1.60 ac | 1.28 a | |
| 無施肥区 ××× | 0.35 | 0.64 ab | 0.67 | 0.30 | 0.53 b | 0.61 b | 2.46 | 1.39 a | 1.32 ab | |
| 堆肥 | 施肥4区平均 | 0.34 | 0.49 * | 0.59 * | 0.31 | 0.47 | 0.54 * | 2.85 | 1.77 * | 1.62 * |
| | 無施肥4区平均 | 0.35 | 0.60 | 0.68 | 0.30 | 0.48 | 0.57 | 2.56 | 1.52 | 1.37 |
| カリ | 施肥4区平均 | 0.35 | 0.56 | 0.63 | 0.30 | 0.48 | 0.55 | 2.78 | 1.67 | 1.54 |
| | 無施肥4区平均 | 0.34 | 0.54 | 0.63 | 0.31 | 0.48 | 0.56 | 2.63 | 1.62 | 1.45 |
| 窒素 | 施肥4区平均 | 0.34 | 0.49 * | 0.63 | 0.32 * | 0.46 * | 0.55 | 2.70 | 1.75 * | 1.49 |
| | 無施肥4区平均 | 0.35 | 0.60 | 0.64 | 0.29 | 0.50 | 0.56 | 2.71 | 1.55 | 1.50 |

| 堆力窒 肥リ素 | カリ収支(kg/10a) | | | | | | |
|--------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| | 吸収 1 番草 | 吸収 2 番草 | 吸収 3 番草 | 年間 吸収量 A | 年間 施肥量 B | 収支 C=B-A | |
| 堆肥+カリ+窒素区○○○ | 33.1 e | 19.0 c | 12.9 | 65.0 d | 112.6 e | 47.7 e | |
| 堆肥+カリ区○○× | 20.2 ac | 13.0 ab | 12.2 | 45.4 ab | 122.9 f | 77.5 f | |
| 堆肥+窒素区○×○ | 30.4 de | 16.2 bc | 12.9 | 59.6 cd | 92.6 d | 33.0 d | |
| 堆肥のみ区 ○×× | 22.5 ac | 12.2 ab | 12.8 | 47.5 abc | 92.6 d | 45.1 de | |
| カリ+窒素区×○○ | 26.3 ce | 14.5 ab | 12.2 | 53.0 bd | 20.0 b | ▲33.0 b | |
| カリのみ区 ×○× | 15.5 a | 11.2 a | 10.1 | 36.8 a | 30.2 c | ▲6.5 c | |
| 窒素のみ区 ××○ | 23.9 bcd | 14.3 ab | 10.4 | 48.6 abc | 0.0 a | ▲48.6 a | |
| 無施肥区 ××× | 16.3 ab | 12.8 ab | 10.1 | 39.2 ab | 0.0 a | ▲39.2 ab | |
| 堆肥 | 施肥4区平均 | 26.6 * | 15.1 * | 12.7 * | 54.4 * | 105.2 | 50.8 * |
| | 無施肥4区平均 | 20.5 | 13.2 | 10.7 | 44.4 | 12.6 | ▲31.8 |
| カリ | 施肥4区平均 | 23.8 | 14.4 | 11.8 | 50.0 | 71.4 | 21.4 * |
| | 無施肥4区平均 | 23.3 | 13.9 | 11.6 | 48.7 | 46.3 | ▲2.4 |
| 窒素 | 施肥4区平均 | 28.4 * | 16.0 * | 12.1 | 56.5 * | 56.3 | ▲0.2 |
| | 無施肥4区平均 | 18.6 | 12.3 | 11.3 | 42.2 | 61.4 | 19.2 |

- ・カリ年間吸収量(kg/10a) = 番草別の牧草乾物収量(kg/10a) × 牧草中 K2O 濃度(乾物%) の年間累計
- ・8区で Tukey の多重比較(n=3) し、異符号間で有意差あり P<0.05。
- ・堆肥・カリ・窒素について、それぞれ施肥の有無で分散分析(n=12) し、*は有意差あり P<0.05

4 要約

土壤中 RCs 濃度が 40Bq/kg 乾土程度と低く，除染後 4 年目の牧草は検出下限値前後で各区に差は見られなかった。カリを施肥せず窒素だけ施肥し続けると土壤中カリが減少するため，窒素とカリの両成分を供給できる堆肥の効率的活用が，適切な肥培管理をすすめるために有効。

5 参考文献

なし

6 協力関係機関等

なし

堆肥の利用拡大に向けた「特殊肥料等入り指定混合肥料」の製造及び利用方法の検討

担当：荒木利幸，伊藤裕之

1 はじめに

土づくりや化学肥料使用量低減のため家畜由来堆肥の利用促進が必要であるが，耕種農家は「堆肥と施肥の2回散布」「堆肥の容積が大きく保管性・運搬性が劣る」「専用散布機が必要」「化学肥料より成分不安定」などの理由で堆肥利用を敬遠している。

平成24年の肥料取締法の改正で堆肥と硫安等の化学肥料を配合できる「混合堆肥複合肥料」の製造が可能となり，生産量が年々増加したが，堆肥の配合割合・CN比・製造工程（造粒・成型と加熱乾燥）などの制限があり，全国的な普及には至っていない。

令和2年の肥料制度の見直しで，農業者のニーズに柔軟に対応した肥料生産が進むように，堆肥の含水率50%以下という条件はあるものの配合割合やCN比の規定がなく，加熱乾燥が不要で特別な施設をもたない畜産農家も製造可能な「特殊肥料入り指定混合肥料」として堆肥と化学肥料の配合が可能になった。

堆肥の利用促進に向け，令和2年度の肥料制度の見直しで新設された「特殊肥料入り指定混合肥料」の普及拡大を図るため，堆肥と化学肥料の配合内容や加工・製造工程等について検討を行った。

2 試験方法

1) 堆肥と化学肥料の配合内容の検討による肥料の試作（堆肥の割合や緩効性肥料の利用検討）

(1) 原料・配合割合：表1のとおり。

(2) 調査項目

製品化率 機械調整時ロスを除く投入原材料重量のうち乾燥・放冷後に2mmのふるいを通過しない製品重量

製品含水率 乾燥機で135℃，2時間乾燥させた水分

容積重 容積測定後の約1Lの容器に入るペレット化肥料の重量

保管状況 チャック付きポリエチレン袋にペレット堆肥を約200g程度入れ，30℃の恒温機内で1～6か月保管した後の製品維持率

2) 散布しやすい加工・製造工程の検討（設備投資を抑えるため旧制度の条件であった造粒・成形・加熱乾燥をしない攪拌混合程度の加工による混合肥料を試作）

(1) 原料・配合割合：表1のとおり。

(2) 加工・製造工程

ア ペレット：混合→造粒（楕円内製ツインダイス式，造粒径φ6mm）→乾燥（90℃・10分）→放冷

イ 混合のみ：攪拌機で3分間程度混合（場内の小型攪拌機及び加美町土づくりセンターの攪拌機）

(3) 調査項目

製品化率・製品含水率・容積重：1)－(2)と同じ

保管中の成分変化：チャック付きポリエチレン袋に混合肥料を約 200g 程度入れ、30℃の恒温機内で1～6 か月保管した後の水分、pH、EC、全窒素測定

表1 指定混合肥料の配合割合

| 加工形状 | 区名 | 原材料配合割合(乾物重%) | | | | 設計時成分 | |
|------|-------------------|---------------|-------|----|-----|--------|--------------|
| | | 原料堆肥 | 緩効性肥料 | 硫安 | 計 | 設計時水分% | N-P-K(乾物%) |
| ペレット | A 堆肥 50+硫安 50 造粒区 | 50 | 0 | 50 | 100 | 13.4 | 11.5-1.6-3.2 |
| | B 堆肥 80+硫安 20 造粒区 | 80 | 0 | 20 | 100 | 18.7 | 11.1-2.2-4.5 |
| | C 堆肥 80+CDU20 造粒区 | 80 | 20 | 0 | 100 | 21.4 | 8.4-2.6-5.1 |
| 混合のみ | D 堆肥 50+硫安 50 混合区 | 50 | 0 | 50 | 100 | 13.4 | 11.5-1.6-3.2 |
| | E 堆肥 80+硫安 20 混合区 | 80 | 0 | 20 | 100 | 18.7 | 11.1-2.2-4.5 |
| | F 堆肥 80+CDU20 混合区 | 80 | 20 | 0 | 100 | 21.4 | 8.4-2.6-5.1 |
| | (参考)ハクサイ実証用 | 98.8 | 1.2 | 0 | 100 | 28.2 | 2.5-3.9-4.9 |

※製品化率=製品重量(乾燥・放冷後に2mmのふるいを通過しない重量)/投入原材料合計重量

※原料堆肥(設計成分) 実証用:エコ堆くん(加美町土づくりセンター, N-P-K(乾物%):2.2-4.7-5.5 水分:28.5%)

その他:もとよし有機(気仙沼市本吉有機センター, N-P-K:3.2-3.0-6.4 水分:26.7%)

緩効性肥料 実証用:セラコート R スカイ 44(セントラル化成株, N-P-K:44-0-0)

その他:ハイパーCDU細粒5(ジェイコムアグリ, N-P-K:30-0-0)

3) 試作肥料の植物生育試験による肥効の検討

(1) 場内におけるポットの牧草の栽培試験

ア 試験設計

表2のとおりペレット加工3区と混合のみ3区の合計6区を設定

配合内容は表1と同じ

イ 施肥等 各区の施肥量は表2のとおり。全量1作目の基肥で施肥し、追肥なし

ウ 容器 ワグネルポット 1/2,000アール(1区あたり3反復)

エ 供試品種 タチマサリ(イタリアンライグラス早生)

オ 播種日 令和4年4月8日

カ 播種量 4.5kg/10a

キ 収穫日 1番草6月17日, 2番草7月7日

ク 調査項目 発芽率, 葉色, 草丈, 収量, 収穫牧草成分, 最終番草刈取後土壌成分

表2 牧草栽培試験の施用量(各区に窒素換算 50kg/10a (2.5g/ポット)施肥)

| 加工形状 | 区名 | 施用量 kg/10a | 加工形状 | 区名 | 施用量 kg/10a |
|------|-------------------|---------------|------|-------------------|---------------|
| ペレット | A 堆肥 50+硫安 50 造粒区 | 502 | 混合のみ | D 堆肥 50+硫安 50 混合区 | 502 |
| | B 堆肥 80+硫安 20 造粒区 | 993 | | E 堆肥 80+硫安 20 混合区 | 993 |
| | C 堆肥 80+CDU20 造粒区 | 757 | | F 堆肥 80+CDU20 混合区 | 757 |

※各区の配合内容は表1のとおり

(2) ハクサイの現地実証試験

(JA 加美よつば・加美町土づくりセンターなどと協力して、独自に堆肥と緩効性肥料を混合・調整した肥料を試作し、ハクサイの現地実証試験を実施)

ア 試験設計

表3のとおり2圃場で慣行体系の基肥の全部または一部を混合肥料に変え、ハクサ

イを栽培

イ 耕種概要（品種・栽培面積・播種日ほか）：表4のとおり

ウ 調査項目 最大葉長，結球の大きさ，収量，収穫作物成分，収穫調査時土壌成分

表3 ハクサイ実証試験の施肥量

| 圃場名 | 試験区 | 施肥窒素量 kg/10a | | 供試肥料 ※ () 内はN-P-K% | |
|------|-------|--------------|-----|------------------------------------|------------|
| | | 基肥 | 追肥 | 基肥 | 追肥 |
| A 圃場 | 混合肥料区 | 38.5 | 9.6 | 混合肥料(1.9-3.3-3.3) | 磷硝安加里 S604 |
| | 慣行施肥区 | 4.1 | 9.6 | 硫安・硫マグ | 磷硝安加里 S604 |
| B 圃場 | 混合肥料区 | 38.5 +2.8 | 1.6 | 混合肥料((1.9-3.3-3.3) +SE 野菜専用 403 | 磷硝安加里 S604 |
| | 慣行施肥区 | 5.6 | 1.6 | SE 野菜専用 403 | 磷硝安加里 S604 |

※混合肥料の原料堆肥 エコ堆くん(加美町土づくりセンター，N-P-K(乾物%):2.2-4.7-5.5 水分:28.5%)，緩効性肥料 セラートR スカイ44(セントラル化成㈱，N-P-K:44-0-0)を現物重量比で堆肥500kgに4kgの0.8%，乾物重量比では98.8:1.2の割合で混合。現物で2ト/10a散布。

表4 ハクサイ実証試験の耕種概要

| 圃場名 | 品種 | 試験面積 | 播種 | 基肥 | 定植 | 追肥 | 収穫 |
|------|----------|--------------|-----|---------|------|------|--------|
| A 圃場 | 黄楽 90α | 試験区・対照区各 10a | 8/5 | 8/22 | 8/29 | 9/13 | 12/1～ |
| B 圃場 | 黄楽 70・80 | 試験区・対照区各 16a | 8/7 | 8/19・22 | 8/25 | 9/10 | 10/25～ |

3 結果および考察

1) 堆肥と化学肥料の配合内容の検討による肥料の試作

旧制度の混合堆肥複合肥料の堆肥割合上限の50%のペレット造粒区と，堆肥割合を80%に増加させた造粒区を比較して，製品化率や維持率に大きな差は見られなかった(表5)。

表5 指定混合肥料のペレット加工後の状況

| 加工形状 | 区名 | 加工後の状況 | | | ペレット維持率(%) | | | |
|------|-------------------|---------|-------|-----------|------------|------|------|------|
| | | 製品化率(%) | 水分(%) | 容積重(kg/L) | 1か月後 | 2か月後 | 3か月後 | 6か月後 |
| ペレット | A 堆肥 50+硫安 50 造粒区 | 96.8 | 18.7 | 0.70 | 99.7 | 99.8 | 99.8 | 99.5 |
| | B 堆肥 80+硫安 20 造粒区 | 95.7 | 23.4 | 0.63 | 99.6 | 99.7 | 99.7 | 99.5 |
| | C 堆肥 80+CDU20 造粒区 | 95.8 | 21.7 | 0.65 | 99.8 | 99.9 | 99.8 | 99.7 |

※製品化率=製品重量(乾燥・放冷後に2mmのふるいを通過しない重量)/投入原材料合計重量

※ペレット維持率: 試料中2mmのふるいを通過しない重量割合

2) 散布しやすい加工・製造工程の検討

堆肥と化学肥料の混合のみの肥料を現地実証用に実用化後に流通するサイズの500kgフレコン袋にも作成。

チャック付ポリエチレン袋に入れて30℃の恒温機内に保管して保管状況を確認したところ，恒温機内の乾燥による水分の低下がみられた以外は，6か月保管後の成分は保管開始直後と同程度であった(表6)。

表6 指定混合肥料の保管中の成分の変化

| 加工形状 | 区名 | 保管中成分(保管期間：実証用以外6か月，実証用4か月) | | | | | |
|------|-------------------|-----------------------------|------------|--------|------------|----------|------------|
| | | 水分(%) | | pH | | 全窒素(乾物%) | |
| | | 保管開始直後 | 6か月後(4か月後) | 保管開始直後 | 6か月後(4か月後) | 保管開始直後 | 6か月後(4か月後) |
| ペレット | A 堆肥 50+硫安 50 造粒区 | 17.7 | 6.8 | 6.8 | 7.1 | 11.5 | 10.5 |
| | B 堆肥 80+硫安 20 造粒区 | 22.5 | 10.8 | 7.7 | 7.2 | 6.2 | 7.2 |
| | C 堆肥 80+CDU20 造粒区 | 20.7 | 8.7 | 8.3 | 8.6 | 7.7 | 7.4 |
| 混合のみ | D 堆肥 50+硫安 50 混合区 | 18.0 | 5.5 | 6.9 | 7.0 | 11.5 | 11.8 |
| | E 堆肥 80+硫安 20 混合区 | 25.1 | 10.3 | 7.2 | 7.1 | 6.1 | 6.3 |
| | F 堆肥 80+CDU20 混合区 | 24.4 | 10.3 | 8.5 | 8.8 | 7.7 | 7.1 |
| | (参考)ハクサイ実証用 | 34.6 | 31.6 | 9.2 | 9.0 | 2.2 | 1.8 |

※実証用以外はR4.2.21に造粒または混合し，ポリエチレン袋に約200g程度入れ，30℃の恒温機内で8/19まで6か月保存。実証用は現地実証で混合肥料散布(8/22)直前に採取し，ポリエチレン袋に約200g程度入れ，室温で12/19まで4か月保存。

※ペレット維持率：試料中2mmのふるいを通過しない重量割合

3) 試作肥料の植物生育試験による肥効の検討

(1) 場内におけるポットの牧草の栽培試験

春播イタリアンライグラスの栽培試験で6月前半の低温や6月後半の記録的高温による生育への影響が2番草でみられた。収量はペレットより混合のみ区が，堆肥割合が80%より50%の区で低めであった(表7)。

収穫時牧草の1番草の窒素成分は堆肥50%+硫安50%区が高く，最終番草収穫後の土壌pHは硫安が含まれる区が低くなる傾向を示した(表8)。

表7 牧草の発芽率，収穫時草丈・葉色・収量

| 加工形状 | 区名 | 発芽率(%) | 草丈 | | 葉色 (SPAD) | | 乾物収量(kg/10a) | | |
|------|-------------------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------------|-----|---------|
| | | | 1番草 | 2番草 | 1番草 | 2番草 | 1番草 | 2番草 | 合計 |
| ペレット | A 堆肥 50+硫安 50 造粒区 | 69.9 | 57.0 a | 40.5 b | 41.1 | 46.3 b | 613 a | 137 | 750 a |
| | B 堆肥 80+硫安 20 造粒区 | 68.3 | 56.7 a | 35.3 a | 41.6 | 37.0 a | 1,163 b | 181 | 1,344 b |
| | C 堆肥 80+CDU20 造粒区 | 73.1 | 54.3 a | 37.1ab | 33.9 | 42.3ab | 830 ab | 191 | 1,021ab |
| 混合のみ | D 堆肥 50+硫安 50 混合区 | 71.1 | 43.9 a | 39.1 a | 37.5 | 41.2 a | 225 a | 129 | 354 a |
| | E 堆肥 80+硫安 20 混合区 | 69.5 | 62.6 b | 37.9 a | 38.5 | 35.6 a | 823 b | 165 | 988 b |
| | F 堆肥 80+CDU20 混合区 | 67.5 | 56.7 b | 40.1 a | 34.9 | 40.3 a | 610 b | 172 | 782 b |

※6水準でTukeyの多重比較し，異符号間で有意差あり P<0.05

表8 収穫牧草成分及び土壌成分

| 加工形状 | 区名 | 収穫牧草成分 | | 土壌成分(最終番草収穫後) | | |
|------|-------------------|----------|-----|---------------|----------|----------------|
| | | 全窒素(乾物%) | | pH | EC(mS/m) | 全窒素(mg/100g乾土) |
| | | 1番草 | 2番草 | | | |
| ペレット | A 堆肥 50+硫安 50 造粒区 | 2.7 b | 2.7 | 5.73 a | 0.13 b | 519.5 |
| | B 堆肥 80+硫安 20 造粒区 | 2.1ab | 2.5 | 5.87 a | 0.10ab | 492.3 |
| | C 堆肥 80+CDU20 造粒区 | 1.5 a | 2.5 | 7.41 b | 0.07 a | 492.0 |
| 混合のみ | D 堆肥 50+硫安 50 混合区 | 3.9 b | 2.3 | 5.81 a | 0.12 a | 501.4 |
| | E 堆肥 80+硫安 20 混合区 | 2.3 a | 2.2 | 6.10 a | 0.11 a | 515.8 |
| | F 堆肥 80+CDU20 混合区 | 2.4 a | 2.5 | 6.71 b | 0.09 a | 518.7 |

※6水準でTukeyの多重比較し，異符号間で有意差あり P<0.05

(2) ハクサイの現地実証試験

ハクサイの現地実証試験で，混合肥料を利用した試験区と慣行栽培の対照区と比較

したところ、定植後約1か月後の9月22日から11月2日まで約2週間間隔で調査した最大葉長の推移はA・B両圃場とも試験区と対照区で大きな差は見られなかった(図1)。

A圃場の収穫時のハクサイの結球サイズ・収量・成分についても試験区と対照区で大きな違いは見られなかった(表10)。

JAから聞き取った圃場別の出荷ケースをもとに10aあたりの出荷収量を算出したところ、B圃場で試験区の方がやや収量が多くなったが、A圃場ではほぼ同じで、試験区と対照区で同等の成績が得られた(表11)。

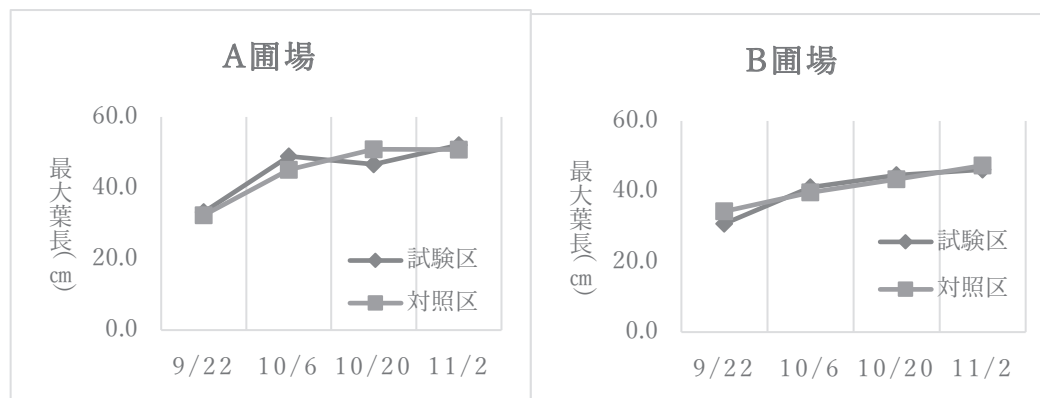


図1 ハクサイ現地実証試験の最大葉長の推移

表9 ハクサイ現地実証試験の土壌成分

| | | pH | | EC (mS/m) | | 全窒素 (mg/100g 乾土) | | リン酸 (mg/100g 乾土) | | カリ (mg/100g 乾土) | |
|-----|-----|------|------|-----------|------|------------------|------|------------------|-----|-----------------|-----|
| | | 定植前 | 収穫時 | 定植前 | 収穫時 | 定植前 | 収穫時 | 定植前 | 収穫時 | 定植前 | 収穫時 |
| | | A圃場 | 試験区 | 6.43 | 6.14 | 0.85 | 0.13 | 304 | 173 | 174 | 211 |
| | 対照区 | 6.03 | 6.38 | 0.46 | 0.53 | 255 | 181 | 52 | 184 | 155 | 88 |
| B圃場 | 試験区 | 7.18 | 6.33 | 0.34 | 0.32 | 263 | 227 | 199 | 111 | 4,088 | 177 |
| | 対照区 | 7.13 | 6.34 | 0.06 | 0.17 | 193 | 240 | 133 | 57 | 4,258 | 104 |

※採取日：定植前8/22，収穫時11/9

表10 A圃場のハクサイ収穫調査結果(11/9収穫, n=3)

| | 収穫時結球サイズ(cm) | | | 結球収量(g/個, %) | | | 結球成分(乾物%) | | |
|-----|--------------|------|------|--------------|-------|------|-----------|------|------|
| | 球長 | 球径 | 胴回 | 新鮮重 | 乾物重 | 水分 | 窒素 | リン酸 | カリ |
| 試験区 | 35.0 | 15.7 | 49.3 | 2,506 | 117.1 | 95.3 | 3.21 | 2.19 | 6.83 |
| 対照区 | 33.3 | 15.7 | 50.0 | 2,337 | 124.5 | 94.7 | 3.23 | 1.89 | 6.63 |

表11 ハクサイ現地実証試験の出荷重量

| | 圃場 | 区別 | 圃場面積 | 区出荷ケース | 出荷重量 | 単収 |
|-----|-----|----|------|------------|--------|----------|
| | | | (a) | (1ケース15kg) | (kg/区) | (kg/10a) |
| A圃場 | 試験区 | 10 | 358 | 5,370 | 5,370 | |
| | 対照区 | 10 | 365 | 5,475 | 5,475 | |
| B圃場 | 試験区 | 16 | 770 | 11,550 | 7,219 | |
| | 対照区 | 16 | 600 | 9,000 | 5,625 | |

4 要約

混合肥料のペレットの堆肥の割合を 50 から 80%に増加しても製品化率・維持率に大きな差はなかった。加美町での堆肥と緩効性肥料の混合のみの肥料を利用したハクサイの現地実証試験では、慣行施肥区と比較して同等の結果が得られた。

5 参考文献

なし

6 協力関係機関等

- 1) 宮城県農業・園芸総合研究所
- 2) 宮城県古川農業試験場
- 3) 加美よつば農業協同組合
- 4) 一般社団法人 加美町畜産公社

第一部 単年度試験成績
Ⅲ その他（参考試験および調査）

肉用種雄牛の検定

1) 肉用種雄牛の産肉能力直接検定成績について

担当：千葉和義，千葉正典，佐々木孔亮，高木理宏

1 はじめに

宮城県では，昭和46年から種雄牛候補選抜のための直接検定を実施してきた。この検定牛は，県指定牛である300頭の母牛に県基幹種雄牛等を計画交配し，生産した中から産子調査により選抜された雄子牛である。また，優良雌牛由来の受精卵移植により生産された雄子牛も同様に選抜対象としている。産子調査は年5回実施し，1回あたり1頭から6頭を導入する。回次毎に発育，飼料の利用性および体型を調査し，現場後代検定を実施する候補種雄牛として年間4頭を選抜する。

黒毛和種の増体速度および飼料効率などの形質は，一般に遺伝率が高く改良に有用なことが報告されている。本県の肉用牛改良においては発育速度を重要視しており，これらの形質の有効利用や子牛の期待育種価の利用，または優れた形質の遺伝情報などを利用し，効率的な種雄牛造成を行う必要がある。

2 試験方法

1) 検定牛

直接検定は年間5回に分けて実施しており，令和3年度に開始し本年度終了したのが1回次（228回，5頭），また本年度開始したのが4回次（第229回から第232回，計11頭）である。

2) 検定場所および検定期間

検定場所は宮城県岩出山牧場直接検定牛舎で，和牛産肉能力直接検定法により実施した。検定期間は，3週間の予備飼育後，16週間（112日間）とした。

3) 飼料給与および管理方法

濃厚飼料は表1に示す直接検定用配合飼料を体重比1.0～1.3%を朝夕2回に分けて給与した。粗飼料はカットしたチモシーを不断給与した。管理はパドック付き牛舎で単飼とし，敷料にはバークを用いた。また，飲水は自由とした。

表1. 直接検定用配合飼料の原料成分割合(重量比%)

| とうもろこし | とうもろこし 圧扁 | ふすま | 脱脂 米ぬか | 大豆粕 | アルファル ファール | コーン GF | 糖蜜 | 食塩 | ミネラル | カル シウム 剤 | ビタミン ADE 剤 | CP | TDN |
|--------|--------------|------|-----------|-----|---------------|-----------|-----|-----|------|----------------|------------------|------|-----|
| 5.7 | 30.0 | 28.0 | 3.7 | 9.6 | 5.0 | 15.0 | 1.0 | 0.5 | 0.03 | 1.38 | 0.09 | 15.5 | 70 |

4) 調査項目

(1) 体重，体尺測定

体重は2週間隔及び開始後8週目に，体尺測定は4週間隔で10部位（体高，十字部高，体長，胸囲，胸幅，胸深，尻長，腰角幅，かん幅，座骨幅）を測定した。

(2) 体型審査

検定開始時，開始後8週目および終了時に，子牛判定基準により審査した。

(3) 飼料摂取状況

飼料摂取量は、濃厚飼料と粗飼料に区分して毎日記録し、これらの記録から余剰飼料摂取量を算出した。

3 結果および考察

検定成績の概要を表2に示すとともに、検定を終了したすべての牛の血統および成績を付表として示した。第228回から第232回の検定牛16頭の父牛別頭数は茂福久が6頭、花茂桜が5頭、洋糸波が4頭および平勝美（宮城）が1頭であった。

本年度検定が終了した第228回から第232回の検定牛16頭の検定成績について、1日当たりの平均増体重では、最大値が二二茂桜の1.34kg/日、最小値が大清波の0.80kg/日であった。365日補正体重では、最大値が花実福の495.7kg、最小値が大清波の347.2kgであった。また、TDN余剰飼料摂取量は-65～26kg、粗飼料摂取率は51～52%を示していた。

検定成績および血統、期待育種価および発育状況を考慮し、表2のとおり選抜1頭、保留10頭および淘汰5頭と判定した。

なお、令和4年分として検定した第228回から洋糸花を選抜し、現場後代検定を実施することにした。

表2. 産肉能力直接検定成績

| No. | 回 | 検定期間 | | 名号 | 生年月日 | 血統 | | | 1日平均増体重(kg/日) | 365日補正体重(kg) | TDN余剰飼料摂取量(kg) | 粗飼料摂取率(%) | 判定 |
|-----|-----|----------|----------|------|----------|---------|------|------|---------------|--------------|----------------|-----------|----|
| | | 開始 | 終了 | | | 父 | 母父 | 母母父 | | | | | |
| 1 | 228 | R4.1.18 | R4.5.10 | 洋糸花 | R3.5.6 | 洋糸波 | 花之国 | 百合茂 | 1.10 | 422.6 | 26 | 52 | 選抜 |
| 2 | " | " | " | 彦波 | R3.5.12 | 洋糸波 | 安福久 | 百合茂 | 1.14 | 442.3 | 17 | 52 | 淘汰 |
| 3 | " | " | " | 純 | R3.5.20 | 茂福久 | 美徳国 | 福之国 | 1.32 | 473.2 | -3 | 51 | 淘汰 |
| 4 | " | " | " | 誠平勝 | R3.5.30 | 平勝美(宮城) | 勝忠平 | 安福久 | 1.19 | 452.8 | -9 | 52 | 保留 |
| 5 | " | " | " | 花実福 | R3.6.22 | 花茂桜 | 茂洋 | 安福久 | 1.21 | 495.7 | 3 | 52 | 淘汰 |
| 6 | 229 | R4.4.26 | R4.8.16 | 二二茂桜 | R3.8.27 | 花茂桜 | 茂洋 | 安福久 | 1.34 | 493.7 | -3 | 51 | 淘汰 |
| 7 | 230 | R4.6.28 | R4.10.18 | 清茂福 | R3.10.15 | 茂福久 | 茂洋 | 平茂勝 | 0.82 | 413.5 | 11 | 51 | 淘汰 |
| 8 | " | " | " | 瑞徳 | R3.11.30 | 茂福久 | 好平茂 | 百合茂 | 1.29 | 472.3 | -57 | 52 | 保留 |
| 9 | 231 | R4.9.6 | R4.12.27 | 美福久 | R4.2.2 | 茂福久 | 美津照重 | 美徳国 | 1.02 | 410.7 | -51 | 51 | 保留 |
| 10 | " | " | " | 山沢15 | R4.2.3 | 茂福久 | 茂洋 | 勝忠平 | 0.96 | 406.6 | -46 | 51 | 保留 |
| 11 | 232 | R4.11.15 | R5.3.7 | 花茂栄 | R4.3.12 | 花茂桜 | 百合茂 | 安福久 | 0.96 | 426.8 | -5 | 52 | 保留 |
| 12 | " | " | " | 姫福久 | R4.3.24 | 茂福久 | 安福久 | 勝忠平 | 0.98 | 384.7 | -37 | 51 | 保留 |
| 13 | " | " | " | 洋糸福 | R4.4.11 | 洋糸波 | 華春福 | 勝次郎 | 1.06 | 461.2 | 20 | 52 | 保留 |
| 14 | " | " | " | 惣平 | R4.4.13 | 花茂桜 | 茂洋 | 勝忠平 | 0.93 | 374.4 | -36 | 52 | 保留 |
| 15 | " | " | " | 大清波 | R4.4.26 | 洋糸波 | 安福久 | 第1花国 | 0.80 | 347.2 | -41 | 52 | 保留 |
| 16 | " | " | " | 卯月桜 | R4.4.27 | 花茂桜 | 勝洋 | 百合茂 | 1.13 | 420.4 | -65 | 52 | 保留 |
| 平均 | | | | | | | | | 1.08 | 431.1 | -17.3 | 51.6 | |

4 要約

第228回から第232回まで5回16頭の直接検定を実施し、終了した。

5 参考文献

特になし

6 協力研究機関

特になし

産肉能力検定(直接法)成績 その1

| | | | |
|-------|----------|--------|-----------------------|
| 検定牛名号 | 洋糸花 | 子牛記号番号 | 2021子遠黒205 |
| 生年月日 | 令和3年5月6日 | 産地 | 宮城県遠田郡美里町和多田沼字蛭田原3-58 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年1月18日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年5月10日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | | | |
|---|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----|----------------|------------------|
| 父 | 洋糸波 (黒原5586) | 祖父 | 茂洋 (黒高2042) | — | 曾祖父 | 茂勝 (黒高989) | |
| | | 祖母 | きくつる (黒2097243) | — | 曾祖父 | 茂糸波 (黒高976) | |
| | 母 | つばき (黒原1685514) | 祖父 | 花之国 (黒原4718) | — | 曾祖父 | 第1花国 (黒12510) |
| | | | 祖母 | ゆりしげ (黒原1542359) | — | 曾祖父 | 百合茂 (黒原4086) |

| 開始時日齢(日) | | 257 | 発育開始時 | | 8週齢 | 終了時 | 飼料摂取量(kg) | | 余剰飼料摂取量 | | |
|---------------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-----------|----------------------|---------|----------|--|
| 体 | 生時 | 30.0 | 体高(cm) | 117.6 | 121.9 | 126.2 | 濃厚飼料 | 466 | 濃厚飼料 | 12 | |
| | 開始時 | 304.0 | 胸囲(cm) | 159.0 | 167.0 | 175.0 | 乾草 | 508 | 粗飼料 | 1 | |
| | 8週時 | 377.0 | 胸深(cm) | 55.0 | 58.5 | 62.0 | ワ | ラ | 0 | C P 24 | |
| 重 | 終了時 | 427.0 | 尻長(cm) | 45.0 | 47.5 | 50.0 | C | P | 127 | T D N 26 | |
| | 180日補正 | 221.9 | かん幅(cm) | 39.0 | 41.0 | 43.0 | T | D | N | 607 | |
| (kg) | 365日補正 | 422.6 | 終了時審査得点 | 84.2点 | | | 粗飼料摂取率 | 52% | | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 1.30 | | | | | 開始美点 | 発育 体伸 体上線 骨締まり 皮膚ゆとり | | | |
| | | | | | | | 開始欠点 | やや尻形 下腿 毛質 | | | |
| | 後半 | 0.89 | | | | | 終了美点 | 肋張 前背幅 品位 皮膚ゆとり | | | |
| | | | | | | | 終了欠点 | やや後軀幅 毛質 やや肢勢 | | | |
| | 全期間 | 1.10 | | | | | 精液検査 | | | | |

| | | | |
|-------|-----------|--------|------------------|
| 検定牛名号 | 彦波 | 子牛記号番号 | 2021子栗黒266 |
| 生年月日 | 令和3年5月12日 | 産地 | 宮城県栗原市栗駒文字七曲91 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年1月18日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年5月10日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------------|--------------------|---------------------|-----|----------------|---------------------|
| 父 | 洋糸波 (黒原5586) | 祖父 | 茂洋 (黒高2042) | — | 曾祖父 | 茂勝 (黒高989) | |
| | | 祖母 | きくつる (黒2097243) | — | 曾祖父 | 茂糸波 (黒高976) | |
| | 母 | さんたまりあ (黒原1719602) | 祖父 | 安福久 (黒原4416) | — | 曾祖父 | 安福165の9 (黒原1683) |
| | | | 祖母 | しげゆり (黒原1539817) | — | 曾祖父 | 百合茂 (黒原4086) |

| 開始時日齢(日) | | 251 | 発育開始時 | | 8週齢 | 終了時 | 飼料摂取量(kg) | | 余剰飼料摂取量 | | |
|---------------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-----------|----------|---------|----------|--|
| 体 | 生時 | 35.0 | 体高(cm) | 115.0 | 121.2 | 127.4 | 濃厚飼料 | 473 | 濃厚飼料 | 6 | |
| | 開始時 | 312.0 | 胸囲(cm) | 159.0 | 169.0 | 179.0 | 乾草 | 508 | 粗飼料 | -13 | |
| | 8週時 | 375.0 | 胸深(cm) | 55.5 | 58.8 | 62.0 | ワ | ラ | 0 | C P 23 | |
| 重 | 終了時 | 440.0 | 尻長(cm) | 44.0 | 46.5 | 49.0 | C | P | 128 | T D N 17 | |
| | 180日補正 | 235.6 | かん幅(cm) | 38.5 | 41.3 | 44.0 | T | D | N | 612 | |
| (kg) | 365日補正 | 442.3 | 終了時審査得点 | 83.8点 | | | 粗飼料摂取率 | 52% | | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 1.13 | | | | | 開始美点 | 発育 体伸 毛質 | | | |
| | | | | | | | 開始欠点 | 肩後 腿 体下線 | | | |
| | 後半 | 1.16 | | | | | 終了美点 | 発育 体伸 資質 | | | |
| | | | | | | | 終了欠点 | 腿 体上線 蹄 | | | |
| | 全期間 | 1.14 | | | | | 精液検査 | | | | |

産肉能力検定(直接法)成績 その2

| | | | |
|-------|-----------|--------|-------------------|
| 検定牛名号 | 純 | 子牛記号番号 | 2021子古黒374 |
| 生年月日 | 令和3年5月20日 | 産地 | 宮城県加美郡加美町月崎字皆屋敷15 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年1月18日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年5月10日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|---|----------------------|-----------------------|---------------------|
| { | 父 | 茂福久 (黒原5837) | { | 祖父 茂洋 (黒高2042) | — | 曾祖父 茂勝 (黒高989) |
| | | | | 祖母 ひさこ (黒2283484) | — | 曾祖父 安福久 (黒原4416) |
| | 母 | つぐこ (黒原1643887) | { | 祖父 美徳国 (黒原4617) | — | 曾祖父 糸北国 (黒原3564) |
| | | | | | 祖母 はるか (黒原1335635) | — |

| 開始時日齢(日) | | 243 | 発育開始時 | 8週齢終了時 | 飼料摂取量(kg) | 濃厚飼料 | 濃厚飼料 | 余剰飼料 | 摂取量 | | |
|---------------|--------|-------|---------|--------|-----------|--------|-------------|------|---------|----------|--|
| 体重 | 生時 | 31.0 | 体高(cm) | 120.0 | 125.5 | 131.0 | 濃厚飼料 | 480 | 濃厚飼料 -9 | | |
| | 開始時 | 312.0 | 胸囲(cm) | 161.0 | 170.0 | 179.0 | 乾草 | 508 | 粗飼料 -44 | | |
| | 8週時 | 383.0 | 胸深(cm) | 56.5 | 60.3 | 64.0 | ワ | ラ | 0 | C P 20 | |
| | 終了時 | 460.0 | 尻長(cm) | 46.0 | 49.0 | 52.0 | C | P | 129 | T D N -3 | |
| (kg) | 180日補正 | 239.1 | かん幅(cm) | 41.0 | 43.5 | 46.0 | T | D | N | 617 | |
| | 365日補正 | 473.2 | 終了時審査得点 | 83.7点 | | 粗飼料摂取率 | 51% | | | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 1.27 | | | | 開始美点 | 発育 体伸 被毛の密度 | | | | |
| | 後半 | 1.38 | | | | 開始欠点 | 外腿 肘後 長脚 | | | | |
| | 全期間 | 1.32 | | | | 終了美点 | 体伸 体上線 前胸 | | | | |
| | | | | | | 終了欠点 | 過大 外腿 | | | | |
| | | | | | | 精液検査 | | | | | |

| | | | |
|-------|-----------|--------|----------------------|
| 検定牛名号 | 誠平勝 | 子牛記号番号 | 2021子遠黒583 |
| 生年月日 | 令和3年5月30日 | 産地 | 宮城県遠田郡美里町二郷佐野十二号24-1 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年1月18日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年5月10日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | | |
|---|---|---------------------|---|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| { | 父 | 平勝美 (黒原5839) | { | 祖父 忠勝美 (黒原4943) | — | 曾祖父 茂勝 (黒高989) |
| | | | | 祖母 ななえ (黒原1398934) | — | 曾祖父 平茂勝 (黒原2441) |
| | 母 | ななひさ (黒原1631917) | { | 祖父 勝忠平 (黒原3800) | — | 曾祖父 平茂勝 (黒原2441) |
| | | | | | 祖母 ななこ (黒原1530144) | — |

| 開始時日齢(日) | | 233 | 発育開始時 | 8週齢終了時 | 飼料摂取量(kg) | 濃厚飼料 | 濃厚飼料 | 余剰飼料 | 摂取量 | | |
|---------------|--------|-------|---------|--------|-----------|--------|----------------|------|----------|----------|--|
| 体重 | 生時 | 40.0 | 体高(cm) | 115.4 | 120.4 | 125.4 | 濃厚飼料 | 445 | 濃厚飼料 -19 | | |
| | 開始時 | 296.0 | 胸囲(cm) | 158.0 | 167.5 | 177.0 | 乾草 | 480 | 粗飼料 -45 | | |
| | 8週時 | 350.0 | 胸深(cm) | 56.0 | 59.0 | 62.0 | ワ | ラ | 0 | C P 16 | |
| | 終了時 | 429.0 | 尻長(cm) | 44.0 | 46.5 | 49.0 | C | P | 120 | T D N -9 | |
| (kg) | 180日補正 | 237.8 | かん幅(cm) | 38.0 | 40.5 | 43.0 | T | D | N | 577 | |
| | 365日補正 | 452.8 | 終了時審査得点 | 83.9点 | | 粗飼料摂取率 | 52% | | | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 0.96 | | | | 開始美点 | 発育 体深 肢勢 皮膚ゆとり | | | | |
| | 後半 | 1.41 | | | | 開始欠点 | 体締まり 顔品 やや蹄 | | | | |
| | 全期間 | 1.19 | | | | 終了美点 | 前後駆幅 体伸 資質 | | | | |
| | | | | | | 終了欠点 | 体締まり 肋張 頭頸 | | | | |
| | | | | | | 精液検査 | | | | | |

産肉能力検定(直接法)成績 その3

| | | | |
|-------|-----------|--------|------------------|
| 検定牛名号 | 花実福 | 子牛記号番号 | 2021子南黒367 |
| 生年月日 | 令和3年6月22日 | 産地 | 宮城県伊具郡丸森町大内字青葉西3 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年1月18日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年5月10日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | | | |
|----------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-----|-------------------|-----------------|
| 父 母 | 花茂桜 (黒原5393) | 祖父 | 第1花国 (黒12510) | - | 曾祖父 | 北国7の8 (黒原1530) | |
| | | 祖母 | とみふく (黒2137249) | - | 曾祖父 | 平茂勝 (黒原2441) | |
| | | しげひさ (黒原1607025) | 祖父 | 茂洋 (黒高2042) | - | 曾祖父 | 茂勝 (黒高989) |
| | | | 祖母 | ひらしげひさ (黒原1533662) | - | 曾祖父 | 安福久 (黒原4416) |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|-------|---------|-------|--------|-----------|--------|--------------|------|-------|----|
| 開始時日齢(日) | | 210 | 発育開始時 | | 8週齢終了時 | 飼料摂取量(kg) | | 余剰飼料摂取量 | | | |
| 体重 | 生時 | 35.0 | 体高(cm) | 113.0 | 118.5 | 124.0 | 濃厚飼料 | 459 | 濃厚飼料 | -6 | |
| | 開始時 | 298.0 | 胸囲(cm) | 158.0 | 168.0 | 178.0 | 乾草 | 494 | 粗飼料 | -31 | |
| | 8週時 | 363.0 | 胸深(cm) | 55.0 | 59.0 | 63.0 | ワ | ラ | 0 | C P | 20 |
| | 終了時 | 433.0 | 尻長(cm) | 46.0 | 49.0 | 52.0 | C | P | 124 | T D N | 3 |
| (kg) | 180日補正 | 260.4 | かん幅(cm) | 42.0 | 44.0 | 46.0 | T | D | N | 594 | |
| | 365日補正 | 495.7 | 終了時審査得点 | | 83.5点 | | 粗飼料摂取率 | | 52% | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 1.16 | | | | 開始 | 美点 | 発育 体伸 体上線 骨味 | | | |
| | 後半 | 1.25 | | | | 開始 | 欠点 | 肩端 尻形 被毛 肢勢 | | | |
| | 全期間 | 1.21 | | | | 終了 | 美点 | 発育 体伸 後軀幅 | | | |
| | 終了 | 欠点 | | | | 肩端 尻形 毛質 | | | | | |
| | | | | | | 精液検査 | | | | | |

| | | | |
|-------|-----------|--------|------------------|
| 検定牛名号 | 二二茂桜 | 子牛記号番号 | 2021子登黒1722 |
| 生年月日 | 令和3年8月27日 | 産地 | 宮城県登米市中田町浅水字小島32 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年4月26日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年8月16日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | | | |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------------|-----|-------------------|-----------------|
| 父 母 | 花茂桜 (黒原5393) | 祖父 | 第1花国 (黒12510) | - | 曾祖父 | 北国7の8 (黒原1530) | |
| | | 祖母 | とみふく (黒2137249) | - | 曾祖父 | 平茂勝 (黒原2441) | |
| | | ひさこ (黒原1619252) | 祖父 | 茂洋 (黒高2042) | - | 曾祖父 | 茂勝 (黒高989) |
| | | | 祖母 | ひらひさはな (黒2219056) | - | 曾祖父 | 安福久 (黒原4416) |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|-------|---------|-------|--------|------------|--------|-------------|------|-------|----|
| 開始時日齢(日) | | 242 | 発育開始時 | | 8週齢終了時 | 飼料摂取量(kg) | | 余剰飼料摂取量 | | | |
| 体重 | 生時 | 31.0 | 体高(cm) | 112.6 | 116.6 | 120.6 | 濃厚飼料 | 501 | 濃厚飼料 | 1 | |
| | 開始時 | 329.0 | 胸囲(cm) | 158.0 | 165.5 | 173.0 | 乾草 | 522 | 粗飼料 | -39 | |
| | 8週時 | 404.0 | 胸深(cm) | 54.0 | 58.5 | 63.0 | ワ | ラ | 0 | C P | 24 |
| | 終了時 | 479.0 | 尻長(cm) | 46.0 | 48.8 | 51.5 | C | P | 136 | T D N | -3 |
| (kg) | 180日補正 | 252.7 | かん幅(cm) | 41.0 | 44.0 | 47.0 | T | D | N | 636 | |
| | 365日補正 | 493.7 | 終了時審査得点 | | 81.8点 | | 粗飼料摂取率 | | 51% | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 1.34 | | | | 開始 | 美点 | 体深 体伸 皮膚ゆとり | | | |
| | 後半 | 1.34 | | | | 開始 | 欠点 | 肩後 外腿 後肢 | | | |
| | 全期間 | 1.34 | | | | 終了 | 美点 | 後軀幅 体伸 資質 | | | |
| | 終了 | 欠点 | | | | 発育 体上線 やや腿 | | | | | |
| | | | | | | 精液検査 | | | | | |

産肉能力検定(直接法)成績 その4

| | | | |
|-------|------------|--------|-------------------|
| 検定牛名号 | 清茂福 | 子牛記号番号 | 2021子栗黒1124 |
| 生年月日 | 令和3年10月15日 | 産地 | 宮城県栗原市高清水西中里19 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年6月28日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年10月18日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | |
|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| 父 母 | 茂福久 (黒原5837) | 祖父 茂洋 (黒高2042) | 祖母 ひさこ (黒2283484) | 曾祖父 茂勝 (黒高989) | 曾祖父 安福久 (黒原4416) |
| | | 祖父 茂洋 (黒高2042) | 祖母 かつこ (黒原1312289) | 曾祖父 茂勝 (黒高989) | 曾祖父 平茂勝 (黒原2441) |

| 開始時日齢(日) | | 256 | 発育開始時 | 8週齢終了時 | 飼料摂取量(kg) | 余剰飼料摂取量 | |
|---------------|--------|-------|--------------|--------|----------------|-----------|--|
| 体重(kg) | 生時 | 31.0 | 体高(cm) 118.6 | 121.3 | 124.0 | 濃厚飼料 466 | |
| | 開始時 | 324.0 | 胸囲(cm) 156.0 | 164.0 | 172.0 | 乾草 494 | |
| | 8週時 | 373.0 | 胸深(cm) 59.0 | 61.3 | 63.5 | ワラ 0 | |
| | 終了時 | 416.0 | 尻長(cm) 45.0 | 47.0 | 49.0 | C P 124 | |
| | 180日補正 | 237.0 | かん幅(cm) 41.5 | 43.3 | 45.0 | T D N 573 | |
| | 365日補正 | 413.5 | 終了時審査得点 | 82.3点 | 粗飼料摂取率 | 51% | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 0.88 | | 開始美点 | 発育 体伸 皮膚ゆとり 内腿 | | |
| | 後半 | 0.77 | | 開始欠点 | 下腿 肋張 やや肢勢 | | |
| | 全期間 | 0.82 | | 終了美点 | 資質 体深 体伸 | | |
| | | | | 終了欠点 | 腿 体上線 肢勢 | | |
| | | | 精液検査 | | | | |

| | | | |
|-------|------------|--------|-------------------|
| 検定牛名号 | 瑞穂 | 子牛記号番号 | 2021子み黒247 |
| 生年月日 | 令和3年11月30日 | 産地 | 宮城県大崎市田尻大貫字館越24 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年6月28日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年10月18日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | |
|--------------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|---------------------|
| 父 母 | 茂福久 (黒原5837) | 祖父 茂洋 (黒高2042) | 祖母 ひさこ (黒2283484) | 曾祖父 茂勝 (黒高989) | 曾祖父 安福久 (黒原4416) |
| | | 祖父 好平茂 (黒原5151) | 祖母 ゆりひら (黒原1519897) | 曾祖父 茂洋 (黒高2042) | 曾祖父 百合茂 (黒原4086) |

| 開始時日齢(日) | | 210 | 発育開始時 | 8週齢終了時 | 飼料摂取量(kg) | 余剰飼料摂取量 | |
|---------------|--------|-------|--------------|--------|--------------|-----------|--|
| 体重(kg) | 生時 | 31.0 | 体高(cm) 116.2 | 121.4 | 126.6 | 濃厚飼料 423 | |
| | 開始時 | 273.0 | 胸囲(cm) 145.0 | 156.5 | 168.0 | 乾草 451 | |
| | 8週時 | 340.0 | 胸深(cm) 54.0 | 58.0 | 62.0 | ワラ 0 | |
| | 終了時 | 417.0 | 尻長(cm) 43.0 | 46.5 | 50.0 | C P 113 | |
| | 180日補正 | 238.4 | かん幅(cm) 40.0 | 43.0 | 46.0 | T D N 521 | |
| | 365日補正 | 472.3 | 終了時審査得点 | 83.1点 | 粗飼料摂取率 | 52% | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 1.20 | | 開始美点 | 発育 体伸 皮膚 尻幅 | | |
| | 後半 | 1.38 | | 開始欠点 | 肩端 肘後 外腿 後肢 | | |
| | 全期間 | 1.29 | | 終了美点 | 発育 体伸 後軀幅 | | |
| | | | | 終了欠点 | 肩端 肘後 やや肢勢 腿 | | |
| | | | 精液検査 | | | | |

産肉能力検定(直接法)成績 その5

| | | | |
|-------|----------|--------|-------------------|
| 検定牛名号 | 美福久 | 子牛記号番号 | 2021子み黒410 |
| 生年月日 | 令和4年2月2日 | 産地 | 宮城県大崎市鹿島台広長字大上下25 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年9月6日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年12月27日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | |
|----------------|-----------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 父 母 | 茂福久 (黒原5837) | 祖父 茂洋 (黒高2042) | — | 曾祖父 茂勝 (黒高989) | |
| | | 祖母 ひさこ (黒2283484) | — | 曾祖父 安福久 (黒原4416) | |
| | | みほこ (黒2580444) | 祖父 美津照重 (黒高2050) | — | 曾祖父 美津照 (黒13162) |
| | | | 祖母 みほ (黒原1643943) | — | 曾祖父 美穂国 (黒原4617) |

| 開始時日齢(日) | | 216 | 発育開始時 | 8週齢終了時 | 飼料摂取量(kg) | 濃厚飼料 | 濃厚飼料 | 濃厚飼料 | 濃厚飼料 | | |
|---------------|--------|-------|---------|--------|-----------|-------|--------|-----------------|------|-----------|--|
| 体 | 生時 | 31.0 | 体高(cm) | 112.6 | 118.9 | 125.2 | 濃厚飼料 | 388.0 | 濃厚飼料 | -32 | |
| | 開始時 | 259.0 | 胸囲(cm) | 149.0 | 159.0 | 169.0 | 乾草 | 409 | 粗飼料 | -70 | |
| | 8週時 | 323.0 | 胸深(cm) | 56.0 | 59.8 | 63.5 | ワ | ラ | 0 | C P 9 | |
| | 終了時 | 373.0 | 尻長(cm) | 44.0 | 47.5 | 51.0 | C | P | 103 | T D N -51 | |
| (kg) | 180日補正 | 223.0 | かん幅(cm) | 40.0 | 42.8 | 45.5 | T | D | N | 476 | |
| | 365日補正 | 410.7 | 終了時審査得点 | 83.5点 | | | 粗飼料摂取率 | 51% | | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 1.14 | | | | | 開始美点 | 発育 体伸 皮膚ゆとり | | | |
| | | | | | | | 開始欠点 | 前駆 やや体上線 蹄 腿 | | | |
| | 後半 | 0.89 | | | | | 終了美点 | 発育 体深 後軀幅 被毛 | | | |
| | | | | | | | 終了欠点 | 中軀幅 下腿部 下腿 やや長脚 | | | |
| | 全期間 | 1.02 | 精液検査 | | | | | | | | |

| | | | |
|-------|----------|--------|-------------------|
| 検定牛名号 | 山沢15 | 子牛記号番号 | 2021子栗黒1544 |
| 生年月日 | 令和4年2月3日 | 産地 | 宮城県栗原市一迫山沢16 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年9月6日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和4年12月27日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | |
|----------------|-----------------|----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| 父 母 | 茂福久 (黒原5837) | 祖父 茂洋 (黒高2042) | — | 曾祖父 茂勝 (黒高989) | |
| | | 祖母 ひさこ (黒2283484) | — | 曾祖父 安福久 (黒原4416) | |
| | | としひろ (黒原1575771) | 祖父 茂洋 (黒高2042) | — | 曾祖父 茂勝 (黒高989) |
| | | | 祖母 つのだ6776 (黒2277331) | — | 曾祖父 勝忠平 (黒原3800) |

| 開始時日齢(日) | | 215 | 発育開始時 | 8週齢終了時 | 飼料摂取量(kg) | 濃厚飼料 | 濃厚飼料 | 濃厚飼料 | 濃厚飼料 | | |
|---------------|--------|-------|---------|--------|-----------|-------|--------|------------------|------|-----------|--|
| 体 | 生時 | 31.0 | 体高(cm) | 112.0 | 116.5 | 121.0 | 濃厚飼料 | 388 | 濃厚飼料 | -28 | |
| | 開始時 | 262.0 | 胸囲(cm) | 145.0 | 155.5 | 166.0 | 乾草 | 409 | 粗飼料 | -63 | |
| | 8週時 | 326.0 | 胸深(cm) | 54.0 | 57.5 | 61.0 | ワ | ラ | 0 | C P 10 | |
| | 終了時 | 370.0 | 尻長(cm) | 43.0 | 46.0 | 49.0 | C | P | 103 | T D N -46 | |
| (kg) | 180日補正 | 224.4 | かん幅(cm) | 39.0 | 41.0 | 43.0 | T | D | N | 476 | |
| | 365日補正 | 406.6 | 終了時審査得点 | 82.8点 | | | 粗飼料摂取率 | 51% | | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 1.14 | | | | | 開始美点 | 発育 毛質 顔品 体伸 | | | |
| | | | | | | | 開始欠点 | 肩後 外腿 やや体上線 皮膚厚さ | | | |
| | 後半 | 0.79 | | | | | 終了美点 | 体深 後軀幅 皮膚ゆとり | | | |
| | | | | | | | 終了欠点 | やや発育 肋張 肢勢 | | | |
| | 全期間 | 0.96 | 精液検査 | | | | | | | | |

産肉能力検定(直接法)成績 その6

| | | | |
|-------|-----------|--------|-----------------|
| 検定牛名号 | 花茂栄 | 子牛記号番号 | 2022子栗黒157 |
| 生年月日 | 令和4年3月12日 | 産地 | 宮城県栗原市瀬峰三代58-2 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年11月15日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和5年3月7日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| 父 母 | 花茂桜 (黒原5393) | 祖父 第1花国 (黒12510) | 祖母 とみふく (黒2137249) | 曾祖父 北国7の8 (黒原1530) | 曾祖父 平茂勝 (黒原2441) |
| | ひなた (黒原1637697) | 祖父 百合茂 (黒原4086) | 祖母 さくら (黒原1531485) | 曾祖父 平茂勝 (黒原2441) | 曾祖父 安福久 (黒原4416) |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|-------|---------|-------|-------|-------|--------------|-----|---------|----------|--|
| 開始時日齢(日) | | 248 | 発育開始時 | | 8週齢 | 終了時 | 飼料摂取量(kg) | | 余剰飼料摂取量 | | |
| 体 | 生時 | 25.0 | 体高(cm) | 118.0 | 122.7 | 127.4 | 濃厚飼料 | 438 | 濃厚飼料 | -16 | |
| | 開始時 | 315.0 | 胸囲(cm) | 155.0 | 163.5 | 172.0 | 乾草 | 466 | 粗飼料 | -36 | |
| | 8週時 | 336.0 | 胸深(cm) | 58.0 | 60.5 | 63.0 | ワ | ラ | 0 | C P 10 | |
| 重 | 終了時 | 422.0 | 尻長(cm) | 46.0 | 48.5 | 51.0 | C | P | 112 | T D N -5 | |
| | (kg) 180日補正 | 235.5 | かん幅(cm) | 40.0 | 42.0 | 44.0 | T | D | N | 567 | |
| | 365日補正 | 426.8 | 終了時審査得点 | | | 84.5点 | 粗飼料摂取率 | | 52% | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 0.38 | | | | 開始美点 | 発育前軀幅 体伸 | | | | |
| | 後半 | 1.54 | | | | 開始欠点 | 肋張 腿 やや毛質 | | | | |
| | 全期間 | 0.96 | | | | 終了美点 | 発育前軀幅 尻幅 体上線 | | | | |
| | | | | | | 終了欠点 | 下腿 やや前肢 毛の密度 | | | | |
| | | | | 精液検査 | | | | | | | |

| | | | |
|-------|-----------|--------|--------------------|
| 検定牛名号 | 姫福久 | 子牛記号番号 | 2022子登黒176 |
| 生年月日 | 令和4年3月24日 | 産地 | 宮城県登米市東和町錦織字芝山58-3 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年11月15日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和5年3月7日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| 父 母 | 姫福久 (黒原5837) | 祖父 茂洋 (黒高2042) | 祖母 ひさこ (黒2283484) | 曾祖父 茂勝 (黒高989) | 曾祖父 安福久 (黒原4416) |
| | ひめふく (黒原1655863) | 祖父 安福久 (黒原4416) | 祖母 ひめこ (黒原1469896) | 曾祖父 安福165の9 (黒原1683) | 曾祖父 勝忠平 (黒原3800) |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|-------|---------|-------|-------|-------|------------|-----|---------|-----------|--|
| 開始時日齢(日) | | 236 | 発育開始時 | | 8週齢 | 終了時 | 飼料摂取量(kg) | | 余剰飼料摂取量 | | |
| 体 | 生時 | 31.0 | 体高(cm) | 113.0 | 117.0 | 121.0 | 濃厚飼料 | 374 | 濃厚飼料 | -44 | |
| | 開始時 | 258.0 | 胸囲(cm) | 146.0 | 155.0 | 164.0 | 乾草 | 395 | 粗飼料 | -83 | |
| | 8週時 | 294.0 | 胸深(cm) | 54.0 | 57.0 | 60.0 | ワ | ラ | 0 | C P 2 | |
| 重 | 終了時 | 368.0 | 尻長(cm) | 44.0 | 46.5 | 49.0 | C | P | 95 | T D N -37 | |
| | (kg) 180日補正 | 204.1 | かん幅(cm) | 38.0 | 40.5 | 43.0 | T | D | N | 483 | |
| | 365日補正 | 384.7 | 終了時審査得点 | | | 82.4点 | 粗飼料摂取率 | | 51% | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 0.64 | | | | 開始美点 | 肋張 体上線 骨味 | | | | |
| | 後半 | 1.32 | | | | 開始欠点 | 腿 尻形 やや肢勢 | | | | |
| | 全期間 | 0.98 | | | | 終了美点 | 肋張 内腿 尻幅 | | | | |
| | | | | | | 終了欠点 | 肩付 肘後 前つなぎ | | | | |
| | | | | 精液検査 | | | | | | | |

産肉能力検定(直接法)成績 その7

| | | | |
|-------|-----------|--------|--------------------|
| 検定牛名号 | 洋糸福 | 子牛記号番号 | 2022子古黒243 |
| 生年月日 | 令和4年4月11日 | 産地 | 宮城県加美郡加美町菜切谷山道20-2 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年11月15日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和5年3月7日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 父 母 | 洋糸波 (黒原5586) | 祖父 茂洋 (黒高2042) | 祖母 きくつる (黒2097243) | 曾祖父 茂勝 (黒高989) | 曾祖父 茂糸波 (黒高976) |
| | ゆみ (黒原1696715) | 祖父 華春福 (黒原4756) | 祖母 ゆりひめ2 (黒原1470200) | 曾祖父 美華忠 (黒原3831) | 曾祖父 勝次郎 (黒原4278) |

| 開始時日齢(日) | | 218 | 発育開始時 | | 8週齢 | 終了時 | 飼料摂取量(kg) | | 余剰飼料摂取量 | | |
|---------------|-------------|-------|---------|-------|-------------|-------|-----------|-----|---------|----------|--|
| 体 | 生時 | 31.0 | 体高(cm) | 117.2 | 122.7 | 128.2 | 濃厚飼料 | 459 | 濃厚飼料 | 9 | |
| | 開始時 | 305.0 | 胸囲(cm) | 150.0 | 157.5 | 165.0 | 乾草 | 494 | 粗飼料 | -9 | |
| | 8週時 | 355.0 | 胸深(cm) | 56.0 | 59.5 | 63.0 | ワ | ラ | 0 | C P 15 | |
| 重 | 終了時 | 424.0 | 尻長(cm) | 45.0 | 47.5 | 50.0 | C | P | 118 | T D N 20 | |
| | (kg) 180日補正 | 257.2 | かん幅(cm) | 41.0 | 43.5 | 46.0 | T | D | N | 598 | |
| | 365日補正 | 461.2 | 終了時審査得点 | 83.3点 | | | 粗飼料摂取率 | 52% | | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 0.89 | | 開始美点 | 発育 体伸 皮膚ゆとり | | | | | | |
| | 後半 | 1.23 | | 開始欠点 | 前軀幅 肩端 腿 | | | | | | |
| | 全期間 | 1.06 | | 終了美点 | 体伸 尻幅 皮膚ゆとり | | | | | | |
| | | | | 終了欠点 | 過大 前軀幅 骨味 | | | | | | |
| | | | 精液検査 | | | | | | | | |

| | | | |
|-------|-----------|--------|---------------------|
| 検定牛名号 | 惣平 | 子牛記号番号 | 2022子受卵み黒25 |
| 生年月日 | 令和4年4月13日 | 産地 | 宮城県遠田郡美里町練牛字11-20-2 |
| 検定場所 | 宮城県岩出山牧場 | 検定期間 | 令和4年11月15日～ |
| 所有者 | 宮城県 | | 令和5年3月7日(112日間) |

< 血統 >

| | | | | | |
|--------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| 父 母 | 花茂桜 (黒原5393) | 祖父 第1花国 (黒12510) | 祖母 とみふく (黒2137249) | 曾祖父 北国7の8 (黒原1530) | 曾祖父 平茂勝 (黒原2441) |
| | なつみかん (黒原1766861) | 祖父 茂洋 (黒高2042) | 祖母 なつみ (黒原1322956) | 曾祖父 茂勝 (黒高989) | 曾祖父 勝忠平 (黒原3800) |

| 開始時日齢(日) | | 216 | 発育開始時 | | 8週齢 | 終了時 | 飼料摂取量(kg) | | 余剰飼料摂取量 | | |
|---------------|-------------|-------|---------|-------|-------------|-------|-----------|-----|---------|-----------|--|
| 体 | 生時 | 31.0 | 体高(cm) | 110.2 | 115.1 | 120.0 | 濃厚飼料 | 346 | 濃厚飼料 | -46 | |
| | 開始時 | 236.0 | 胸囲(cm) | 142.0 | 150.0 | 158.0 | 乾草 | 381 | 粗飼料 | -76 | |
| | 8週時 | 283.0 | 胸深(cm) | 52.0 | 55.5 | 59.0 | ワ | ラ | 0 | C P 1 | |
| 重 | 終了時 | 340.0 | 尻長(cm) | 41.0 | 44.0 | 47.0 | C | P | 89 | T D N -36 | |
| | (kg) 180日補正 | 201.8 | かん幅(cm) | 37.0 | 39.5 | 42.0 | T | D | N | 455 | |
| | 365日補正 | 374.4 | 終了時審査得点 | 82.7点 | | | 粗飼料摂取率 | 52% | | | |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 0.84 | | 開始美点 | 体上線 肋張 毛密度 | | | | | | |
| | 後半 | 1.02 | | 開始欠点 | 腿 肩端 肘後 | | | | | | |
| | 全期間 | 0.93 | | 終了美点 | 尻幅 体上線 肋張 | | | | | | |
| | | | | 終了欠点 | 発育 肢勢 外腿 被毛 | | | | | | |
| | | | 精液検査 | | | | | | | | |

産肉能力検定(直接法)成績 その8

検定牛名号 大清波 子牛記号番号 2022子受卵栗黒20
 生年月日 令和4年4月26日 産地 宮城県栗原市築館太田大西51
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和4年11月15日～
 所有者 宮城県 令和5年3月7日(112日間)

< 血統 >

父 洋糸波 (黒原5586)
 母 こまはなやす6 (黒原1497062)
 祖父 茂洋 (黒高2042)
 祖母 きくつる (黒2097243)
 祖父 安福久 (黒原4416)
 祖母 はなきたぐに (黒原1230812)
 曾祖父 茂勝 (黒高989)
 曾祖父 茂糸波 (黒高976)
 曾祖父 安福165の9 (黒原1683)
 曾祖父 第1花国 (黒12510)

| 開始時日齢(日) | 203 | 発育開始時 | 8週齢 | 終了時 | 飼料摂取量(kg) | 余剰飼料摂取量 |
|---------------|-------|---------|-------|--------------|-------------|-------------------|
| 体生時 | 36.0 | 体高(cm) | 109.0 | 113.2 | 117.4 | 濃厚飼料 318 濃厚飼料 -49 |
| 開始時 | 217.0 | 胸囲(cm) | 137.0 | 144.0 | 151.0 | 乾草 339 粗飼料 -85 |
| 8週時 | 261.0 | 胸深(cm) | 50.0 | 53.5 | 57.0 | ワ ラ 0 C P -1 |
| 重終了時 | 307.0 | 尻長(cm) | 42.0 | 44.5 | 47.0 | C P 81 T D N -41 |
| (kg) 180日補正 | 196.5 | かん幅(cm) | 37.0 | 39.3 | 41.5 | T D N 412 |
| 365日補正 | 347.2 | 終了時審査得点 | 82.2点 | | 粗飼料摂取率 | 52% |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 3.00 | | 開始美点 | 資質 体伸 肋張 | |
| | 後半 | 0.82 | | 開始欠点 | 肩端 腿 やや後肢 | |
| | 全期間 | 0.80 | | 終了美点 | 体伸 肋張 皮膚ゆとり | |
| | | | 終了欠点 | 発育 腿 前肢 毛の密度 | | |
| | | | 精液検査 | | | |

検定牛名号 卯月桜 子牛記号番号 2022子栗黒352
 生年月日 令和4年4月27日 産地 宮城県栗原市一迫川口鍛冶屋69-3
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和4年11月15日～
 所有者 宮城県 令和5年3月7日(112日間)

< 血統 >

父 花茂桜 (黒原5393)
 母 あさ (黒2545043)
 祖父 第1花国 (黒12510)
 祖母 とみふく (黒2137249)
 祖父 勝洋 (黒5261)
 祖母 えりこ (黒原1618119)
 曾祖父 北国7の8 (黒原1530)
 曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
 曾祖父 茂洋 (黒高2042)
 曾祖父 百合茂 (黒原4086)

| 開始時日齢(日) | 202 | 発育開始時 | 8週齢 | 終了時 | 飼料摂取量(kg) | 余剰飼料摂取量 |
|---------------|-------|---------|-------|---------|-------------|-------------------|
| 体生時 | 31.0 | 体高(cm) | 111.0 | 116.5 | 122.0 | 濃厚飼料 346 濃厚飼料 -72 |
| 開始時 | 237.0 | 胸囲(cm) | 140.0 | 148.5 | 157.0 | 乾草 381 粗飼料 -114 |
| 8週時 | 286.0 | 胸深(cm) | 51.0 | 54.5 | 58.0 | ワ ラ 0 C P -4 |
| 重終了時 | 363.0 | 尻長(cm) | 41.0 | 44.5 | 48.0 | C P 89 T D N -65 |
| (kg) 180日補正 | 214.6 | かん幅(cm) | 38.0 | 40.8 | 43.5 | T D N 455 |
| 365日補正 | 420.4 | 終了時審査得点 | 82.6点 | | 粗飼料摂取率 | 52% |
| 1日平均増体量(kg/日) | 前半 | 0.88 | | 開始美点 | 発育 資質 体伸 | |
| | 後半 | 1.38 | | 開始欠点 | 肩端 体幅 肢勢 | |
| | 全期間 | 1.13 | | 終了美点 | 体伸 肋張 皮膚ゆとり | |
| | | | 終了欠点 | 前肢 肢勢 腿 | | |
| | | | 精液検査 | | | |

肉用種雄牛の検定

2) 肉用種雄牛の産肉能力現場後代検定成績について

担当：千葉和義，千葉正典，佐々木孔亮，高木理宏

1 はじめに

本県種雄牛の産肉能力現場後代検定は，和牛産肉能力直接法（直検）により選抜した候補種雄牛の遺伝的産肉能力を調査するため，県内の繁殖雌牛に交配して得られた産子を肥育したのち，産肉能力を調査し，遺伝的能力を検定する。さらに，この検定により種雄牛を選抜し，基幹種雄牛として県内の肉牛の改良増進に利用する。

2 試験方法

1) 検定種雄牛

第17回現場後代検定は，稚洋，百合乃神，昭光茂および花勝洋の4頭について実施した。それらの概要を表1に示した。

表1. 第17回産肉能力現場後代検定牛の概要

| 名号 | 登録番号 | 生年月日 | 血統 | | | 1日平均増 体量(kg/日) | 産地 |
|------|--------|----------|-----|------|-------|-------------------|--------|
| | | | 父 | 母方祖父 | 母方曾祖父 | | |
| 稚洋 | 黒原6207 | H28.8.13 | 勝洋 | 勝忠平 | 第1花国 | 1.38 | 大崎市 |
| 百合乃神 | 黒原6208 | H29.2.26 | 百合茂 | 安福久 | 平茂勝 | 1.05 | 遠田郡美里町 |
| 昭光茂 | 黒原6209 | H29.3.24 | 好平茂 | 百合茂 | 福之国 | 1.11 | 角田市 |
| 花勝洋 | 黒原6210 | H29.5.16 | 勝洋 | 花之国 | 百合茂 | 1.21 | 大崎市 |

2) 検定調査牛

検定調査牛は，繁殖農家が飼養している雌牛を無作為に選定し，調整交配を行い，得られた産子を調査牛とした。

3) 検定方法

公益社団法人全国和牛登録協会の定める現場後代検定法に基づき，後代検定を実施した。

4) 検定頭数及び検定期間

検定頭数および検定期間は表2に示した。

表2. 検定頭数および検定期間

| 名号 | 去勢 | 雌 | 合計 | 検定期間 |
|------|----|----|----|---------------------|
| 稚洋 | 16 | 5 | 21 | 令和2年4月22日～令和4年2月20日 |
| 百合乃神 | 14 | 6 | 20 | 令和2年4月22日～令和4年1月17日 |
| 昭光茂 | 10 | 10 | 20 | 令和2年6月24日～令和4年4月10日 |
| 花勝洋 | 11 | 8 | 19 | 令和2年6月24日～令和4年4月10日 |

5) 調査項目

枝肉については，公益社団法人日本食肉格付協会の牛肉格付を利用した。

6) 予測育種価および総合育種価の算出について

- a. 分析対象：2012年から2022年にかけて仙台市および東京都中央卸売市場食肉市場に現場後代検定実施農場から出荷された8,181頭のデータ及びそれに関連した38,618頭の血統データを利用した。
- b. 分析方法：分析形質は枝肉重量(CW)，ロース芯断面積(EM)，BMSナンバー(BMS)とし、遺伝的パラメータの算出はVCE6.02を用い、予測育種価の算出はPEST4.0を用いて行った。

分析モデルは性(雌, 去勢：2区)，食肉市場(東京, 仙台, その他：3区)，出荷年(2012～2021：10区，ただし，第17回次の出荷年は2021とした)，出荷月齢(平均±3σを超える値を肥育データから除外した25～36ヶ月齢：12区)を母数効果とし、検定実施農場13区を変量効果とした。

c. 総合育種価について

$$H = 0.248 \times g(CW) + 1.790 \times g(EM) + 0.477 \times g(BMS)$$

(宮城県の改良目標値 CW+38.5 kg, EM+5.5 cm², BMS NO. +1.4 を元に算出。算出式は下記の通り。)

$$\begin{aligned} Q &= (G' R) b & Pb &= R G a \\ b &= (G' R)^{-1} Q & a &= (R G)^{-1} P b \end{aligned} \quad (1) \qquad (2)$$

$$(1), (2) \text{ より, } a = (R G)^{-1} P (G' R)^{-1} Q$$

a：経済重要度 P：表型分散共分散行列 G：遺伝分散共分散行列 R：血縁係数
b：重み付け係数 Q：希望改良量

3 結果および考察

1) 検定調査牛の検定成績

検定調査牛の枝肉成績の概要は表3に、各検定牛の推定育種価は表4に示した。

表3. 第17回産肉能力現場後代検定成績・全頭(平均値)

| 名号 | 性別 | 頭数 | 出荷月齢 | 枝肉重量 (kg) | ロース芯 面積(cm ²) | バラ厚 (cm) | 皮下脂肪 厚(cm) | 歩留 基準値 | BMS No. | 肉質等級 4・5率(%) |
|------|----|----|------|--------------|------------------------------|-------------|---------------|-----------|------------|-----------------|
| 稚洋 | 去勢 | 16 | 29.3 | 551.3 | 70.1 | 9.2 | 3.1 | 75.0 | 8.6 | 94% |
| | 雌 | 5 | 29.7 | 535.0 | 66.2 | 9.0 | 3.9 | 73.9 | 7.2 | 80% |
| | 計 | 21 | 29.4 | 547.4 | 69.1 | 9.2 | 3.2 | 74.8 | 8.3 | 90% |
| 百合乃神 | 去勢 | 14 | 29.5 | 526.4 | 64.1 | 8.6 | 3.0 | 74.3 | 8.4 | 100% |
| | 雌 | 6 | 29.6 | 489.0 | 72.0 | 8.5 | 2.9 | 75.7 | 9.3 | 100% |
| | 計 | 20 | 29.6 | 515.2 | 66.5 | 8.6 | 2.9 | 74.7 | 8.7 | 100% |
| 昭光茂 | 去勢 | 10 | 29.4 | 566.6 | 76.2 | 9.0 | 2.4 | 76.0 | 10.2 | 100% |
| | 雌 | 9 | 30.4 | 517.6 | 65.9 | 8.8 | 3.8 | 74.0 | 8.9 | 100% |
| | 計 | 19 | 29.9 | 543.3 | 71.3 | 8.9 | 3.1 | 75.1 | 9.6 | 100% |
| 花勝洋 | 去勢 | 11 | 29.6 | 558.9 | 67.5 | 9.1 | 3.7 | 74.0 | 9.3 | 100% |
| | 雌 | 8 | 29.7 | 489.8 | 67.3 | 9.0 | 4.1 | 74.4 | 8.8 | 100% |
| | 計 | 19 | 29.7 | 529.8 | 67.4 | 9.0 | 3.9 | 74.1 | 9.1 | 100% |

表4. 第17回次産肉能力現場後代検定の推定育種価及び総合育種価

| 名号 | 枝肉重量 | ロース芯面積 | BMS No. | 総合育種価 | 後代数 |
|---------------|------|--------|---------|-------|-----|
| 稚洋 | 53.8 | 9.5 | 2.7 | 22.7 | 21 |
| 百合乃神 | 18.9 | 4.9 | 3.4 | 13.0 | 20 |
| 昭光茂 | 69.3 | 12.5 | 4.6 | 31.3 | 19 |
| 花勝洋 | 45.3 | 7.6 | 4.0 | 22.0 | 19 |
| 基幹種雄牛 平均値※ | 36.6 | 12.8 | 3.9 | 22.2 | |

※令和4年5月時点の12頭

現場後代検定成績及びその検定成績より算出した推定育種価を基に、宮城県肉用牛改良小委員会で検討した結果、今年度は新たな基幹種雄牛として昭光茂を選抜した。

4 要約

現場後代検定を4頭で実施し、基幹種雄牛として昭光茂を選抜した。

5 参考文献

特になし

6 協力研究機関

特になし

第17回1次現場後代検定 その1

検定種雄牛 名号「稚洋」

生年月日 平成28年8月13日

登録番号 黒原6207(86.0) 直検1.38kg/day

検定期間 令和2年4月22日～令和4年2月20日

| | | | | | | | |
|---|----------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----|-----------------|------------------|
| 父 | 勝洋 (黒原5261) | 祖父 | 茂洋 (黒高2042) | — | 曾祖父 | 茂勝 (黒高989) | |
| | | 祖母 | とみてる (黒高211627) | — | 曾祖父 | 安平照 (黒原3412) | |
| | 母 | えりか (黒2420171) | 祖父 | 勝忠平 (黒原3800) | — | 曾祖父 | 平茂勝 (黒原2441) |
| | | | 祖母 | あいか (黒2187915) | — | 曾祖父 | 第1花国 (黒12510) |

| 調査牛番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| 生年月日 | R1.7.19 | R1.7.20 | R1.8.2 | R1.8.3 | R1.8.3 | R1.8.5 | R1.8.5 | R1.8.7 | R1.8.7 | R1.8.14 | R1.8.15 |
| 子牛登記 記号番号 | 2019子南黒 450 | 2019子南黒 451 | 2019子古黒 600 | 2019子古黒 800 | 2019子登黒 1617 | 2019子古黒 882 | 2019子南黒 477 | 2019子古黒 770 | 2019子古黒 766 | 2019子登黒 1189 | 2019子南黒 533 |
| 問合番号 | 2921599871004 | 2912396916008 | 2921593376005 | 2921358067011 | 2921682130003 | 2921665313004 | 2921722456001 | 2921533676009 | 2912503534002 | 2912495311003 | 2921504656010 |
| 母牛名号 | ふきこ | ふくやす | はる | さつきひめ | よしひさひら | さくらこ | おりえ | くにこ5 | はなこ | ゆりな | かなえ |
| 登録番号 | 2921599871 | 2912396916 | 2921593376 | 2921358067 | 2921682130 | 2921665313 | 2921722456 | 2921533676 | 2912503534 | 2912495311 | 2921504656 |
| 開始年月日 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 |
| 開始時日齢 | 278 | 277 | 264 | 263 | 263 | 261 | 261 | 259 | 259 | 252 | 251 |
| 終了日齢 | 947 | 911 | 898 | 897 | 855 | 930 | 895 | 893 | 893 | 886 | 885 |
| 終了年月日 | R4.2.20 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R3.12.5 | R4.2.20 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 |
| と殺年月日 | R4.2.22 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R3.12.6 | R4.2.22 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 |
| 枝肉重量 | 554.7 | 603.0 | 514.5 | 502.0 | 593.0 | 473.3 | 579.5 | 521.0 | 539.0 | 495.5 | 608 |
| 左半丸重量 | 276.4 | 302.5 | 257.5 | 251.5 | 295.0 | 238.1 | 291.0 | 262.0 | 272.0 | 249 | 305 |
| ロース芯面積 | 68.0 | 74.0 | 64.0 | 63.0 | 90.0 | 54.0 | 74.0 | 73.0 | 60.0 | 62 | 75 |
| バラの厚さ | 9 | 10.8 | 8.6 | 8.7 | 9.7 | 8 | 10 | 9.7 | 8.2 | 8.1 | 9.3 |
| 皮下脂肪厚 | 3.4 | 3.7 | 2.8 | 3.3 | 1.8 | 4.1 | 3.3 | 2.9 | 2.6 | 2.7 | 2.9 |
| 推定歩留 | 74.3 | 75.4 | 74.5 | 74.2 | 78.6 | 72.1 | 75.5 | 76.2 | 73.6 | 74.2 | 75.1 |
| 筋間脂肪厚 | | | | | | | | | | | |
| 脂肪交雑 | 4 | 3 | 2.33 | 2.67 | 3 | 2.33 | 4 | 2 | 1.33 | 2 | 2.33 |
| 肉の色光沢 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| きめしまり | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 脂肪の光沢質 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 格付 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A4 | A5 | A4 | A4 | A4 | A5 |

| 調査牛番号 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 生年月日 | R1.9.5 | R1.9.10 | R1.7.13 | R1.7.15 | R1.7.26 | R1.8.3 | R1.8.28 | R1.9.4 | R1.8.7 | R1.10.14 |
| 子牛登記 記号番号 | 2019子遠黒 1142 | 2019子栗黒 1029 | 2019子遠黒 1028 | 2019子南黒 352 | 2019子登黒 1184 | 2019子南黒 471 | 2019子古黒 845 | 2019子登黒 1771 | 2019子遠黒 928 | 2019子遠黒 1278 |
| 問合番号 | 2921358104012 | 2921555159007 | 2912541507001 | 2921449298010 | 2921463374010 | 2921547794007 | 2921666937004 | 2921731356002 | 2921675578003 | 2921647928004 |
| 母牛名号 | ふくみ | しげざくら | みか | なおしげ | かずこ | みちびき | ともみ | みよこ | みそら | めぐみ |
| 登録番号 | 2921358104 | 2921555159 | 2912541507 | 2921449298 | 2921463374 | 2921547794 | 2921666937 | 2921731356 | 2921675578 | 2921647928 |
| 開始年月日 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.5.14 | R2.5.14 | R2.6.24 |
| 開始時日齢 | 230 | 225 | 284 | 282 | 271 | 263 | 238 | 253 | 281 | 254 |
| 終了日齢 | 864 | 859 | 918 | 916 | 905 | 897 | 872 | 865 | 929 | 825 |
| 終了年月日 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.2.21 | R4.1.16 |
| と殺年月日 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.2.22 | R4.1.17 |
| 枝肉重量 | 555 | 570 | 512.5 | 487.5 | 517 | 593.5 | 564.5 | 577.5 | 533.4 | 601 |
| 左半丸重量 | 279 | 284.5 | 257.5 | 243 | 260.5 | 296.5 | 282 | 290.5 | 268.6 | 302.5 |
| ロース芯面積 | 58 | 89 | 63 | 56 | 64 | 73 | 75 | 87 | 65 | 65 |
| バラの厚さ | 8.9 | 10.3 | 7.9 | 8.9 | 8.6 | 10.2 | 9.6 | 10 | 8.2 | 9.8 |
| 皮下脂肪厚 | 3.6 | 3.2 | 4.2 | 4.7 | 3.3 | 3.6 | 3.6 | 3.1 | 2.2 | 3.2 |
| 推定歩留 | 72.7 | 77.9 | 72.7 | 72.3 | 74 | 75.1 | 75.3 | 77.4 | 74.7 | 74 |
| 筋間脂肪厚 | | | | | | | | | | |
| 脂肪交雑 | 0.67 | 3 | 1.33 | 1 | 2.33 | 2.67 | 3 | 5 | 2.67 | 3 |
| 肉の色光沢 | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| きめしまり | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 脂肪の光沢質 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 格付 | A3 | A5 | A4 | A3 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 |

第17回1次現場後代検定 その2

検定種雄牛 名号「百合乃神」

生年月日 平成29年2月26日

登録番号 黒原6208 (83.3) 直検1.05kg/day

検定期間 令和2年4月22日～令和4年1月17日

| | | | | | | | | |
|---|---|-----------------|---------------------|----|--------------------|---|-----|---------------------|
| 父 | 母 | 百合茂 (黒原4086) | ゆめはな (黒原1490060) | 祖父 | 平茂勝 (黒原2441) | - | 曾祖父 | 第20平茂 (黒育134) |
| | | | | 祖母 | しらゆり (黒1968419) | - | 曾祖父 | 神高福 (黒高929) |
| | | | | 祖父 | 安福久 (黒原4416) | - | 曾祖父 | 安福165の9 (黒原1683) |
| | | | | 祖母 | ふくし (黒高206802) | - | 曾祖父 | 平茂勝 (黒原2441) |

| 調査牛番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| 生年月日 | R1.7.14 | R1.7.23 | R1.7.25 | R1.7.27 | R1.7.28 | R1.7.31 | R1.7.31 | R1.8.1 | R1.8.2 | R1.8.2 |
| 子牛登記 記号番号 | 2019子登黒 1061 | 2019子遠黒 957 | 2019子登黒 1223 | 2019子登黒 1409 | 2019子遠黒 812 | 2019子遠黒 862 | 2019子栗黒 702 | 2019子遠黒 956 | 2019子遠黒 1095 | 2019子遠黒 904 |
| 問合番号 | 2921446616010 | 2921542346007 | 2921709479002 | 2921726225001 | 2921751502001 | 2921443835005 | 2921440364009 | 2921589569006 | 2921669236004 | 2921637657003 |
| 母牛名号 | おくだひら | かりな | ふくほ | たかこ3 | かつこ | あやひで | あやめ25 | しずひろ | さゆり | ひろみ |
| 登録番号 | 2921446616 | 2921542346 | 2921709479 | 2921726225 | 2921751502 | 29212443835 | 2921440364 | 2921589569 | 2921669236 | 2921637657 |
| 開始年月日 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 |
| 開始時日齢 | 283 | 274 | 272 | 270 | 269 | 266 | 266 | 265 | 264 | 264 |
| 終了日齢 | 917 | 908 | 906 | 904 | 903 | 900 | 900 | 899 | 898 | 898 |
| 終了年月日 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 |
| と殺年月日 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 |
| 枝肉重量 | 597.5 | 527 | 544.0 | 510.5 | 520.5 | 514.0 | 554.5 | 551.5 | 554.0 | 467.0 |
| 左半丸重量 | 297 | 263 | 273.5 | 254.0 | 261.5 | 258.0 | 278.0 | 277.5 | 275.0 | 233.5 |
| ロース芯面積 | 55 | 81 | 59.0 | 64.0 | 70.0 | 63.0 | 62.0 | 64.0 | 71.0 | 58.0 |
| バラの厚さ | 8.4 | 9.5 | 9.3 | 8.1 | 9 | 7.6 | 8.5 | 10.2 | 9.4 | 8.6 |
| 皮下脂肪厚 | 4 | 2.5 | 2.40 | 4.00 | 2.30 | 3.80 | 2.50 | 3.70 | 4.00 | 2.50 |
| 推定歩留 | 71.2 | 77.5 | 74.3 | 73.2 | 75.9 | 72.8 | 74 | 74.3 | 74.5 | 74.6 |
| 筋間脂肪厚 | | | | | | | | | | |
| 脂肪交雑 | 1.67 | 5 | 2 | 1.67 | 5 | 2 | 2.33 | 3 | 2.67 | 2.33 |
| 肉の色光沢 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| きめしまり | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 脂肪の光沢質 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 格付 | B4 | A5 | A4 | A4 | A5 | A4 | A5 | A5 | A5 | A5 |

| 調査牛番号 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|--------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| 生年月日 | R1.8.10 | R1.8.10 | R1.8.15 | R1.8.27 | R1.7.10 | R1.7.13 | R1.7.26 | R1.8.2 | R1.8.15 | R1.8.20 |
| 子牛登記 記号番号 | 2019子遠黒 959 | 2019子古黒 888 | 2019子栗黒 1004 | 2019子登黒 1738 | 2019子登黒 1074 | 2019子栗黒 688 | 2019子遠黒 1132 | 2019子遠黒 846 | 2019子栗黒 788 | 2019子南黒 404 |
| 問合番号 | 2921728691002 | 2921609720007 | 2921685525002 | 2921699841003 | 2921741453001 | 2921612905001 | 2921643964004 | 2921425838011 | 29212467197004 | 2921611847006 |
| 母牛名号 | ぼるる | かめかつ | まゆ | あん | ひろよ | しもとも70 | ことみ | あきこ | なりきん | ふうこ8 |
| 登録番号 | 2921728691 | 2921609720 | 2921685525 | 2921699841 | 2921741453 | 2921612905 | 2921643964 | 2921425838 | 29212467197 | 2921611847 |
| 開始年月日 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 | R2.4.22 |
| 開始時日齢 | 256 | 256 | 251 | 239 | 287 | 284 | 271 | 264 | 251 | 246 |
| 終了日齢 | 890 | 890 | 885 | 873 | 921 | 918 | 905 | 898 | 886 | 880 |
| 終了年月日 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.16 | R4.1.17 | R4.1.16 |
| と殺年月日 | R4.1.17 | R4.1.17 | 44578 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.17 | R4.1.18 | R4.1.17 |
| 枝肉重量 | 499.0 | 494 | 476 | 559.5 | 540.5 | 445.5 | 494.5 | 538.5 | 414.5 | 500.5 |
| 左半丸重量 | 250.5 | 247.5 | 238 | 281 | 268 | 222.5 | 247 | 267 | 208.5 | 247 |
| ロース芯面積 | 60.0 | 76 | 54 | 60 | 78 | 71 | 72 | 70 | 72 | 69 |
| バラの厚さ | 8.0 | 7.5 | 8 | 8.3 | 8.8 | 7.8 | 8.5 | 9 | 7.9 | 8.7 |
| 皮下脂肪厚 | 2.6 | 2 | 2.4 | 2.6 | 2.1 | 2.3 | 3.6 | 3.6 | 2.6 | 3.4 |
| 推定歩留 | 74.0 | 76.3 | 73.7 | 73.4 | 76.8 | 76.2 | 75 | 74.6 | 76.5 | 75 |
| 筋間脂肪厚 | | | | | | | | | | |
| 脂肪交雑 | 2.33 | 2 | 2.33 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2.33 | 4 | 1.67 |
| 肉の色光沢 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| きめしまり | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 脂肪の光沢質 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 格付 | A5 | A4 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A4 |

第17回2次現場後代検定 その1

検定種雄牛 名号「昭光茂」

生年月日 平成29年3月24日

検定期間 令和2年6月24日～令和4年4月10日

登録番号 黒原6209(85.5) 直検1.11kg/day

| | | | | | | | |
|---|-----------------|----------------------|---------------------|-------------------|-----|-----------------|-----------------|
| 父 | 好平茂 (黒原5151) | 祖父 | 茂洋 (黒高2042) | — | 曾祖父 | 茂勝 (黒高989) | |
| | | 祖母 | ふくたいら (黒高210817) | — | 曾祖父 | 平茂勝 (黒原2441) | |
| | 母 | ふくゆりこ (黒原1575644) | 祖父 | 百合茂 (黒原4086) | — | 曾祖父 | 平茂勝 (黒原2441) |
| | | | 祖母 | ふくこ (黒2286210) | — | 曾祖父 | 福之国 (黒原3491) |

| 調査牛番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 生年月日 | R1.9.30 | R1.10.4 | R1.10.6 | R1.10.11 | R1.10.11 | R1.10.30 | R1.11.5 | R1.11.8 | R1.11.22 | R1.11.22 |
| 子牛登記 記号番号 | 2019子南黒 749 | 2019子栗黒 1189 | 2019子南黒 684 | 2019子遠黒 1747 | 2019子登黒 2036 | 2019子登黒 1986 | 2019子栗黒 1346 | 2019子登黒 2087 | 2019子遠黒 1586 | 2019子登黒 2216 |
| 問合番号 | 2912396918008 | 2921591090005 | 2921568243006 | 2921692528009 | 2921690139003 | 2921699836003 | 2921631937005 | 2921759088001 | 2912592245001 | 2912246110012 |
| 母牛名号 | はるくに | みゆう188 | かもぼくろびん | はるこ | まりえ | ゆきひめ | あゆ2の9 | わかな | ひさひら2 | さくら |
| 登録番号 | 2912396918 | 2921591090 | 2921568243 | 2921692528 | 2921690139 | 2921699836 | 2921631937 | 2921759088 | 2912592245 | 2912246110 |
| 開始年月日 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 |
| 開始時日齢 | 268 | 264 | 262 | 257 | 257 | 238 | 232 | 229 | 215 | 215 |
| 終了日日齢 | 923 | 919 | 917 | 912 | 912 | 873 | 867 | 884 | 870 | 870 |
| 終了年月日 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.3.21 | R4.3.21 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 |
| と殺年月日 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.3.22 | R4.3.22 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 |
| 枝肉重量 | 522 | 549.5 | 550.0 | 653.0 | 565.0 | 584.5 | 582.0 | 499.5 | 514.0 | 646.0 |
| 左半丸重量 | 264 | 273.5 | 277.5 | 327.5 | 284.5 | 295.0 | 291.5 | 251.0 | 256.0 | 323.5 |
| ロース芯面積 | 61 | 77 | 65 | 92 | 78 | 86 | 104 | 65.0 | 66.0 | 68.0 |
| バラの厚さ | 9.2 | 7.4 | 8.5 | 9.8 | 9 | 9.8 | 11.5 | 8.1 | 8.7 | 7.7 |
| 皮下脂肪厚 | 1.7 | 2 | 3 | 2.5 | 1.7 | 1.5 | 2.4 | 1.80 | 2.00 | 5.60 |
| 推定歩留 | 75.4 | 75.7 | 73.9 | 77.5 | 76.9 | 78.4 | 81.2 | 75.4 | 75.6 | 70.3 |
| 筋間脂肪厚 | | | | | | | | | | |
| 脂肪交雑 | 2 | 4 | 2 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 2.33 | 3 |
| 肉の色光沢 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| きめしまり | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 脂肪の光沢質 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 格付 | A4 | A5 | A4 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | B5 |

| 調査牛番号 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| 生年月日 | R1.9.10 | R1.9.14 | R1.9.22 | R1.9.23 | R1.9.25 | R1.9.27 | R1.10.9 | R1.10.12 | R1.10.13 | R1.10.27 |
| 子牛登記 記号番号 | 2019子南黒 505 | 2019子南黒 649 | 2019子栗黒 987 | 2019子南黒 517 | 2019子栗黒 906 | 2019子登黒 1912 | 2019子南黒 682 | 2019子南黒 683 | 2019子登黒 1781 | 2019子南黒 583 |
| 問合番号 | 2921553988014 | 2912564964002 | 2921395491011 | 2921659054004 | 2921718028002 | 2921615410006 | 2921680464004 | 2921696669003 | 2921671665004 | 2921722451002 |
| 母牛名号 | ふみづき | さつき | いとふく | あきこ | はやひろみ | ひろこ | じゃすみん | ひなの | もも | はれ |
| 登録番号 | 2921553988 | 2912564964 | 2921395491 | 2921659054 | 2921718028 | 2921615410 | 2921680464 | 2921696669 | 2921671665 | 2921722451 |
| 開始年月日 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 |
| 開始時日齢 | 288 | 284 | 276 | 275 | 273 | 271 | 259 | 256 | 255 | 241 |
| 終了日日齢 | 943 | 939 | 931 | 930 | 928 | 898 | 914 | 911 | 910 | |
| 終了年月日 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.3.13 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | 検定除外 |
| と殺年月日 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.3.14 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | |
| 枝肉重量 | 539.5 | 508.5 | 410.5 | 553.5 | 570 | 499 | 507 | 549 | 521 | |
| 左半丸重量 | 268.0 | 254.5 | 207 | 280.5 | 286 | 252 | 255 | 276 | 260 | |
| ロース芯面積 | 77.0 | 48 | 56 | 90 | 65 | 59 | 70 | 65 | 63 | |
| バラの厚さ | 8.0 | 9.3 | 8.3 | 8.6 | 9.5 | 9.1 | 8.3 | 9.7 | 8.8 | |
| 皮下脂肪厚 | 4.8 | 3.6 | 4.5 | 3.1 | 4.1 | 3.5 | 4.6 | 2.6 | 3.6 | |
| 推定歩留 | 73.8 | 72.3 | 73 | 77.1 | 73.4 | 73.7 | 73.6 | 75.1 | 73.8 | |
| 筋間脂肪厚 | | | | | | | | | | |
| 脂肪交雑 | 4.00 | 1.33 | 2 | 4 | 2.33 | 2 | 4 | 3 | 3 | |
| 肉の色光沢 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| きめしまり | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | |
| 脂肪の光沢質 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| 格付 | A5 | B4 | A4 | A5 | A5 | A4 | A5 | A5 | A5 | |

第17回2次現場後代検定 その2

検定種雄牛 名号「花勝洋」

生年月日 平成29年5月16日

検定期間 令和2年6月24日～令和4年4月10日

登録番号 黒原6210(84.4) 直検1.21kg/day

| | | | | | | | |
|---|---|----------------------|----|--------------------|---|-----|------------------|
| { | 父 | 勝洋 (黒原5261) | 祖父 | 茂洋 (黒高2042) | — | 曾祖父 | 茂勝 (黒高989) |
| | | | 祖母 | とみてる (黒高211627) | — | 曾祖父 | 安平照 (黒原3412) |
| | 母 | はなごよみ (黒原1563383) | 祖父 | 花之国 (黒原4718) | — | 曾祖父 | 第1花国 (黒12510) |
| | | | 祖母 | ゆりとし (黒高214262) | — | 曾祖父 | 百合茂 (黒原4086) |

| 調査牛番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 生年月日 | R1.9.6 | R1.10.2 | R1.10.12 | R1.10.14 | R1.10.17 | R1.10.17 | R1.11.1 | R1.11.2 | R1.11.12 | R1.11.16 |
| 子牛登記 記号番号 | 2019子栗黒 1007 | 2019子南黒 585 | 2019子登黒 2015 | 2019子遠黒 1382 | 2019子古黒 1290 | 2019子栗黒 1187 | 2019子南黒 799 | 2019子栗黒 1206 | 2019子南黒 780 | 2019子遠黒 1560 |
| 問合番号 | 2921605438006 | 2921459059010 | 2921734123001 | 2921539805006 | 2921582843007 | 2921753280001 | 2921680481004 | 2921766931001 | 2921611853005 | 2921605433005 |
| 母牛名号 | さくら22 | ひろみ | みつりょう | やすこ | かつただ | えびす | ふじみ | さちふゆ236 | みずき | はなひらく |
| 登録番号 | 2921605438 | 2921459059 | 2921734123 | 2921539805 | 2921582843 | 2921753280 | 2921680481 | 2921766931 | 2921611853 | 2921605433 |
| 開始年月日 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 |
| 開始時日齢 | 292 | 266 | 256 | 254 | 251 | 251 | 236 | 235 | 225 | 221 |
| 終了日日齢 | 947 | 921 | 911 | 909 | 906 | 906 | 891 | 890 | 880 | 876 |
| 終了年月日 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.4.10 |
| と殺年月日 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.4.11 |
| 枝肉重量 | 582.5 | 538 | 589.5 | 576.5 | 544.0 | 603.0 | 515.0 | 447.5 | 621.0 | 572.0 |
| 左半丸重量 | 291 | 268 | 292.5 | 286.0 | 270.5 | 302.0 | 258.5 | 224.0 | 309.0 | 287.0 |
| ロース芯面積 | 60 | 62 | 63.0 | 61.0 | 80.0 | 88.0 | 70.0 | 49.0 | 83.0 | 60.0 |
| バラの厚さ | 8 | 8.6 | 8.5 | 9 | 9.6 | 10.3 | 9.5 | 8.2 | 10 | 9.4 |
| 皮下脂肪厚 | 3.1 | 4.8 | 4.10 | 6.00 | 3.20 | 2.50 | 3.30 | 2.70 | 5.50 | 2.60 |
| 推定歩留 | 72.5 | 72.2 | 72.3 | 70.8 | 76.6 | 77.9 | 75.4 | 73.2 | 74.2 | 74 |
| 筋間脂肪厚 | | | | | | | | | | |
| 脂肪交雑 | 2.33 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 2.33 | 5 | 2.33 |
| 肉の色光沢 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| きめしまり | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 脂肪の光沢質 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 格付 | A5 | A4 | A5 | B5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 |

| 調査牛番号 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|--------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 生年月日 | R1.11.20 | R1.9.15 | R1.10.3 | R1.10.7 | R1.10.10 | R1.10.15 | R1.10.15 | R1.10.15 | R1.10.15 |
| 子牛登記 記号番号 | 2019子栗黒 1282 | 2019子遠黒 1108 | 2019子南黒 737 | 2019子南黒 738 | 2019子登黒 1771 | 2019子古黒 1161 | 2019子遠黒 1175 | 2019子遠黒 1277 | 2019子栗黒 1154 |
| 問合番号 | 2921449418010 | 2921618078005 | 2921609715005 | 2921671535004 | 2921722600002 | 2921618005005 | 2921586489007 | 2921593391006 | 2921639470005 |
| 母牛名号 | あやめ26 | なおみ | ひかり | よしかつ | かなな1 | いわ24の20 | ゆき | とじてる | ももこ |
| 登録番号 | 2921449418 | 2921618078 | 2921609715 | 2921671535 | 2921722600 | 2921618005 | 2921586489 | 2921593391 | 2921639470 |
| 開始年月日 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 | R2.6.24 |
| 開始時日齢 | 217 | 283 | 265 | 261 | 258 | 253 | 253 | 253 | 253 |
| 終了日日齢 | 872 | 910 | 920 | 916 | 885 | 908 | 880 | 908 | 908 |
| 終了年月日 | R4.4.10 | R4.3.13 | R4.4.10 | R4.4.10 | R4.3.13 | R4.4.10 | R4.3.13 | R4.4.10 | R4.4.10 |
| と殺年月日 | R4.4.11 | R4.3.14 | R4.4.11 | R4.4.11 | R4.3.14 | R4.4.11 | R4.3.14 | R4.4.11 | R4.4.11 |
| 枝肉重量 | 558.5 | 582.5 | 474 | 494 | 497.5 | 386.5 | 541.5 | 469.5 | 472.5 |
| 左半丸重量 | 277.5 | 289 | 238 | 247.5 | 250 | 194 | 274 | 236.5 | 241 |
| ロース芯面積 | 67.0 | 75 | 74 | 62 | 72 | 52 | 66 | 58 | 79 |
| バラの厚さ | 8.9 | 9.3 | 9.3 | 9 | 9.2 | 7.4 | 10.4 | 8.1 | 9.1 |
| 皮下脂肪厚 | 3.0 | 5 | 3.8 | 4.3 | 4.3 | 3 | 3.9 | 5.1 | 3 |
| 推定歩留 | 74.4 | 73.7 | 75.9 | 73.4 | 74.8 | 73.6 | 74.6 | 71.9 | 77 |
| 筋間脂肪厚 | | | | | | | | | |
| 脂肪交雑 | 1.67 | 3 | 5 | 2.33 | 2 | 1.67 | 2.67 | 2 | 4 |
| 肉の色光沢 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| きめしまり | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 脂肪の光沢質 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 格付 | A4 | A5 | A5 | A5 | A4 | A4 | A5 | B4 | A5 |

第二部 完了試験成績

第二部
完了試験成績

乳牛の生涯生産性向上のための飼養管理方法の開発

2) ICT 機器の活用及び昼間分娩誘起による分娩管理の省力化

担当：佐沢公子，浅野貴史，菊地武

1 はじめに

全国の乳用牛飼養戸数は年々減少しているが、1戸あたりの飼養頭数は増加傾向にあり、規模拡大による作業の省力化・効率化が求められている。酪農は他の畜種に比べ、作業の拘束時間が長いため、労働力不足により繁殖や分娩管理に割く時間が減少すると、繁殖成績の悪化、分娩事故等のリスクが増大し、生産性に及ぼす影響は大きい。当场では、平成31年2月から分娩予知通知システム「モバイル牛温恵（株式会社リモート）」を導入し、分娩監視業務の軽減を図ってきたが、夜中に分娩兆候の通知が入った場合は、対応する職員の肉体的、精神的な負担が大きく、翌日の通常業務にも影響を及ぼすことがあった。そこで前年度、分娩前後の事故防止及び職員の労力軽減を目的に ICT 機器による分娩監視と昼間分娩誘起を組み合わせた飼養管理を実施し、効果を検証した。また、昼間分娩誘起が牛の健康及び生産性へ与える影響について明らかにするため追加調査を実施した。

2 試験方法

1) 分娩監視及び昼間分娩誘起の方法

供試牛は、分娩予知通知システム「モバイル牛温恵（株式会社リモート）」による分娩監視を行った。このシステムでは、分娩予定牛の膻内に装着した温度センサーで体温を監視し、分娩兆候を検知すると登録したメールアドレスに通報する仕組みとなっている。分娩担当職員は下記の通報を受け取ることで、分娩介助の準備及び経過観察を強化する。

【通報内容】

- ①段取り通報：分娩のおよそ 24 時間前に現れる分娩兆候特有の体温変化（当日の同時刻が 0.4℃の温度差が開き体温低下があった場合）が見られた時
- ②駆付け通報：体温センサーが牛の膻内から一次破水等で脱出し温度が 37℃以下になった時

昼間分娩の誘起は永住らの方法1)をもとに夜間給餌により実施した。夜間給餌は分娩予定日の最低7日前から実施し、16時に1日の必要量を給与し、翌日9時までの自由採食とした。9時から16時までの日中（7時間）は飼槽を空にし、水のみを自由に飲める状態にした。給与飼料は場産のオーチャードグラスサイレージ（飽食）、デントコーンサイレージ 5kg 及び乾乳期用配合飼料 4kg とした。

なお、昼間分娩における「昼間」の定義は酪農家の一般的な作業時間帯である午前5時から21時までとした。

2) 試験1：昼間分娩誘起の併用による効果の検証

令和2年5月15日から12月31日の期間に分娩したホルスタイン種経産牛14頭を試験区とし、夜間給餌を行った。これに対し、通常管理（デントコーンサイレージ及び配

合飼料を9時及び15時の2回に分けて給与)を行っていた前年度同時期に分娩した33頭(対照区)と比較とした。

分娩予知通知システムの体温センサーを分娩7日前までに膣内へ挿入し、体温を測定した。また、両区の段取り・駆付け通報時刻、分娩時刻を調査し、昼間分娩率、無監視分娩(朝の勤務開始時に夜間の分娩に気づくケース)回数を比較した。また、農場職員の時間外労働(16時から翌日8時)発生回数、延べ時間、延べ人数及び1人あたりの時間外労働時間を算出した。

3) 試験2: 牛の健康及び生産性に及ぼす影響

令和3年4月から7月の間に分娩したホルスタイン種経産牛10頭を供試し、試験区5頭は夜間給餌を、対照区5頭は通常管理を行った。

分娩予知通知システムの設定は試験1と同様とし、1時間ごとの体温、分娩時刻を調査し、両区の昼間分娩率を比較した。健康状態の指標として、分娩前2週、分娩時、分娩後1, 2, 4, 8週に採血し、ヘマトクリット値、総タンパク(TP)、アルブミン(ALB)、尿素窒素(BUN)、グルコース(GLU)、総コレステロール(TCHO)、GOT、 γ -GTP、カルシウム(Ca)、無機リン(IP)、遊離脂肪酸(NEFA)を臨床化学分析装置(富士ドライケム)で測定した。さらに、分娩時、分娩後1, 2, 4, 8週に乳汁を採取し、生乳成分/体細胞測定機(コンビフォス7/DC、フォス・ジャパン株式会社)により乳汁中体細胞数、乳脂率、乳タンパク率、乳糖率、無脂固形率を測定した。乳量は毎日測定した。

3 結果および考察

1) 試験1の結果

段取り通報または駆付け通報が正常に来ないまま分娩に至った事例を認めた(表1)。昼間分娩率は79%となり、比較対照の前年度同時期と比較して12%上昇した(表2)。また、試験区では12時から15時の分娩頭数が増加し、深夜0時から3時までの分娩は発生せず(図2)、無監視分娩は認められなかった。職員の時間外労働の発生率は前年度に比べて11%上昇したが、1人あたりの延べ時間は11.1分(10.5%)減少した(表3)。

表1 試験1 夜間給餌した供試牛の分娩概要

| 分娩区分 | 場牛No. | 段取り通報 | | 駆付け通報 | | 分娩 | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 月日 | 時間 | 月日 | 時間 | 月日 | 時間 |
| 昼間 | 190 | 5/21 | 19:29 | 5/22 | 11:54 | 5/22 | 12:50 |
| | 183 | 6/16 | 21:39 | 6/17 | 13:29 | 6/17 | 13:35 |
| | 206 | 7/8 | 23:24 | 7/10 | 17:24 | 7/10 | 18:05 |
| | 169 | 8/1 | 15:44 | 8/2 | 15:44 | 8/2 | 20:30 |
| | 202 | 8/4 | 20:09 | 8/5 | 6:44 | 8/5 | 12:35 |
| | 205 | 8/19 | 14:59 | 8/20 | 11:29 | 8/20 | 12:50 |
| | 211 | 9/22 | 9:19 | 9/23 | 11:59 | 9/23 | 12:10 |
| | 195 | 9/30 | 18:19 | - | - | 10/1 | 17:15 |
| | 201 | - | - | - | - | 10/19 | 11:10 |
| | 199 | 12/7 | 18:49 | 12/8 | 8:39 | 12/8 | 8:55 |
| 188 | 12/12 | 8:30 | 12/13 | 10:40 | 12/13 | 11:10 | |
| 夜間 | 219 | 5/27 | 3:49 | 5/28 | 3:14 | 5/28 | 3:40 |
| | 208 | 7/19 | 7:39 | 7/20 | 4:04 | 7/20 | 4:30 |
| | 198 | 12/18 | 3:04 | 12/18 | 21:29 | 12/18 | 23:20 |

表2 分娩状況の比較 (5/15~12/31)

| | 対照区 | 試験区 |
|------------|--------|-------|
| 分娩頭数 | 33 | 14 |
| 昼間 | 22 | 11 |
| 夜間 | 11 | 3 |
| 昼間分娩率 | 67% | 79% |
| 無監視分娩回数(%) | 6(18%) | 0(0%) |

表3 時間外労働の発生状況

| | 対照区 | 試験区 |
|--------------|-------|-------|
| 回数 | 13 | 7 |
| 発生率(回数/分娩頭数) | 39% | 50% |
| 延べ時間(分) | 1,585 | 1,230 |
| 延べ人数 | 15 | 13 |
| 時間/人(分) | 105.7 | 94.6 |

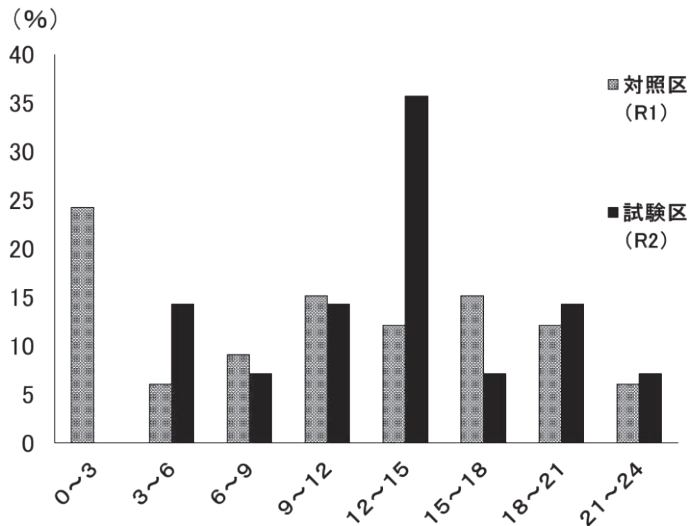


図2 分娩時刻の分布

2) 試験2の結果

昼間分娩率が試験区で100%、対照区で60%であった(表4)。体温測定結果では、両区ともに異常値は認められなかった。試験区の体温は夕方の給餌開始後から上昇し、夜中に高く維持され、夕方給餌後の時間帯に段取り通報が認められる傾向があった。一方、対照区では朝の給餌後から体温が上昇する傾向が認められた(図3)。血液検査では、血中TP、推定G1b(TP-A1b)は、分娩前2週から分娩後1週にかけて、対照区が有意に高い値で推移した。Caは分娩後2週に試験区が有意な高値を示した。GLUは分娩後8週に対照区が有意な高値を示した。NEFAについては両区に有意差は認められなかった。GOTは分娩後1週に対照区が有意な高値を示した。その他の血液性状について両区に差は認められなかった(図4)。分娩後60日間の日乳量について、両区に有意差は認められなかった。乳成分においては、いずれの項目についても両区に有意差は認められず、乳汁中体細胞数は、分娩時に対照区が有意な高値を示した(図5)。

表4 試験2 供試牛の分娩概要

| 区分 | 場牛No. | 段取り通報 | | 駆付け通報 | | 分娩 | | 昼間分娩 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| | | 月日 | 時間 | 月日 | 時間 | 月日 | 時間 | |
| 試験区 | 217 | 4/9 | 16:05 | 4/10 | 14:00 | 4/10 | 13:55 | ○ |
| | 190 | 4/14 | 16:35 | 4/15 | 9:45 | 4/15 | 10:20 | ○ |
| | 214 | 4/25 | 19:15 | 4/26 | 4:05 | 4/26 | 5:30 | ○ |
| | 213 | 4/24 | 20:40 | 4/25 | 11:10 | 4/25 | 11:50 | ○ |
| | 219 | 5/18 | 2:50 | 5/18 | 19:00 | 5/18 | 20:05 | ○ |
| 昼間分娩率 | | | | | | | | 100% |
| 対照区 | 175 | 6/14 | 3:20 | 6/15 | 0:30 | 6/15 | 1:40 | × |
| | 185 | 6/13 | 23:30 | 6/14 | 18:35 | 6/14 | 19:15 | ○ |
| | 208 | 6/18 | 13:55 | 6/19 | 19:55 | 6/19 | 21:50 | × |
| | 187 | 7/10 | 11:25 | 7/11 | 3:55 | 7/11 | 7:00 | ○ |
| | 204 | — | — | 7/26 | 7:40 | 7/26 | 9:55 | ○ |
| 昼間分娩率 | | | | | | | | 60% |

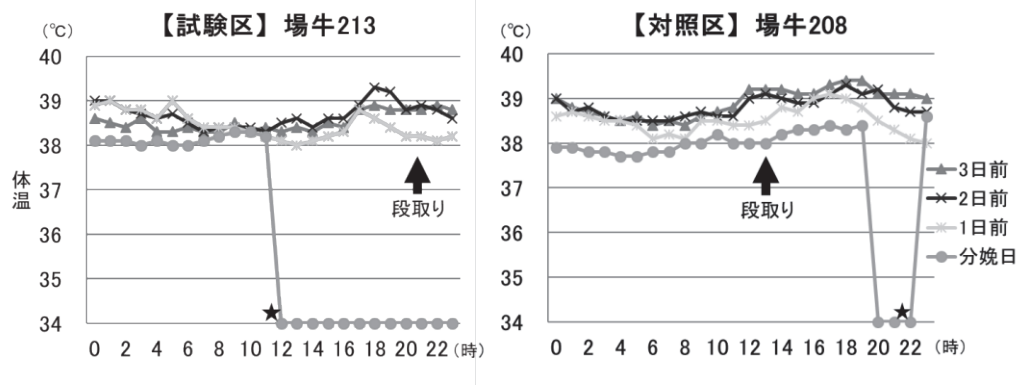


図3 分娩前の体温日内変動 ★:分娩

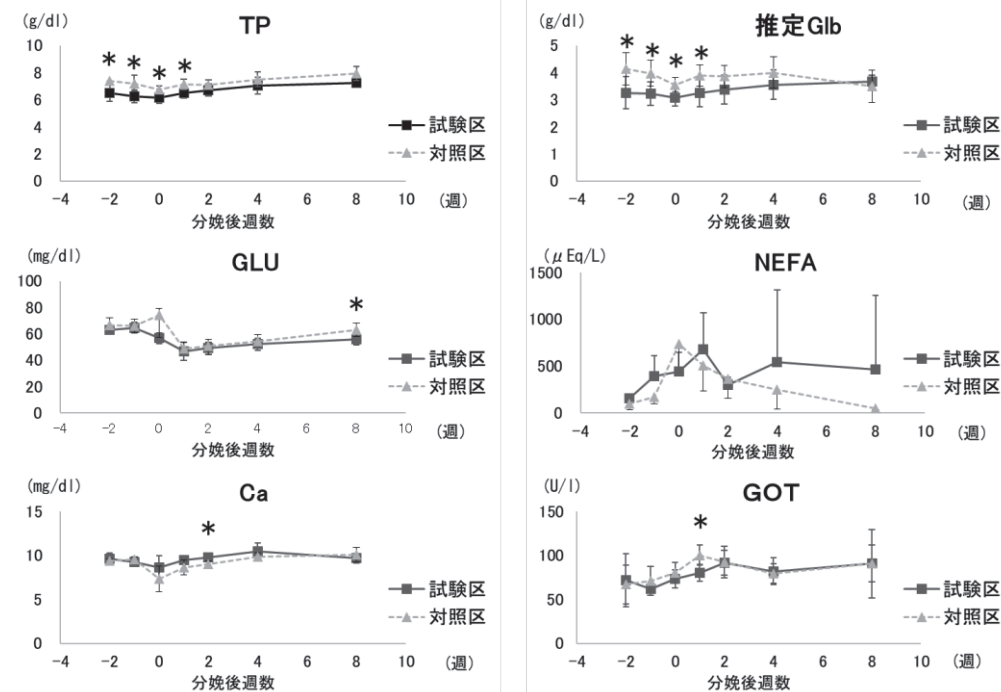


図4 血液生化学検査結果

* t検定により区間有意差あり p<0.05

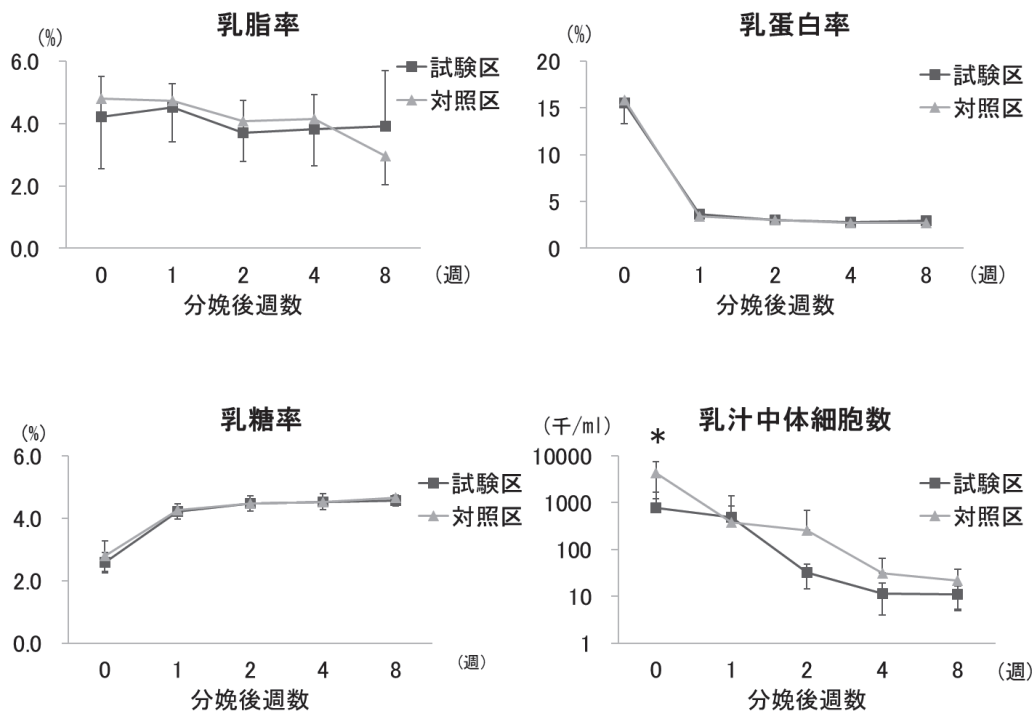


図5 乳汁中体細胞数及び乳成分検査結果 * t検定により区間有意差あり p<0.05

3) 考察

昼間分娩誘起を行った区は、昼間分娩率が上昇し、無監視分娩は認められなかった。自然分娩における分娩時刻は1日の中で一様に分布していると言われていたが、昼間分娩誘起に関する既報 1), 2), 3) では夜間給餌により昼間分娩率が上昇した結果が得られており、本試験でも同様の結果を得られた。

分娩予知通知システムによる分娩監視において、通報が正常に来ないケースを認めた。段取り通報が来ないまま分娩に至った事例では、牛の個体差や環境温度の影響により分娩前の特徴的な体温変化が生じなかったことが要因と考えられた。駆付け通報が入らないまま分娩に至った事例では、破水後にセンサーが膈内に留まっており胎子娩出と同時に脱出したことが要因であった。このように牛温恵の通知が正しく入らない場合でも、作業時間帯に分娩が集中することで目視により分娩兆候を確認できるため、分娩事故の軽減に効果があるものと考えられた。また、時間外労働の機会は増加したが、夜中の分娩が減少し、人手の多い時間帯に分娩介助ができたことで、職員一人当たりの時間外労働が短時間となり、業務の負担は大きく軽減したものと考えられた。試験2において、分娩前の体温変化を調査したところ、試験区では夕方から夜間にかけて体温が高く維持されており、分娩前の体温低下が起こるタイミング（段取り通報）も同様の傾向を認めた。池滝ら 4) は分娩前の体温低下と分娩時刻に有意な関連が示されなかったと報告しているが、体温変化と昼間分娩誘起との関係性について本試験の結果からも明らかにすることはできなかった。GLU は試験区が有意な低値を示したが、正常値の範囲内 5) であり、临床上、問題となる値ではないと考えられた。永住ら 2) は、配合飼料の夜間給餌が飼料摂取量に影響がないことを報告している。本試

験の成績からも、夜間給餌が分娩後の牛の健康状態へ悪影響を及ぼす可能性は低いものと推察された。分娩後の産乳成績、乳成分値において両区で差を認めなかったことから、夜間給餌は生産性へ影響を及ぼさない可能性が高いと考えられた。

4 要約

ICT 機器による分娩監視と昼間分娩誘起（夜間給餌）を組み合わせた管理を行い効果を検証したところ、昼間分娩率が上昇し、夜中の無監視分娩が減少した。また、夜間給餌が分娩後の牛の健康状態及び生産性に及ぼす影響について明らかにするため調査したところ、分娩後の乳量、乳成分について夜間給餌区と1日2回給餌区の間に有意差は認められず、血液検査では昼間分娩誘起が悪影響を及ぼす結果は認められなかった。よって、本手法は分娩監視強化及び労力軽減に一定の効果があり、酪農現場における分娩管理の一手法として有効であると推察された。

5 参考文献

- 1) 永住浩治, 橋口峰雄, 津曲博之: 飼料の夜間給与が乳牛の分娩時刻に及ぼす影響, 西日本畜産学会報, 32, 81-82(1989)
- 2) 永住浩治, 橋口峰雄, 津曲博之: 乳牛における濃厚飼料の夜間給与が分娩時刻に及ぼす影響, 宮崎畜試験研究報告, 3, 47-49(1989)
- 3) 新出陽三: 牛の分娩時刻の人工調節とその機構, 帯広畜産大学後援会報告, 13, 11-12(1985)
- 4) 池滝孝, 山口光治, 石黒敏夫, 鈴木省三: 体温計測による乳牛の分娩時期予測について, 帯広畜産大学学術研究報告. 第1部, 13(1), 13-18(1982)
- 5) 浜名克己, 村上大蔵: 臨床診断に必要な正常値一覧, 主要症状を基礎にした牛の臨床, 其田三夫監修, 改訂増補第6版, 749-751, デーリィマン社, 北海道(1993)

6 協力研究機関

特になし

乳牛の生涯生産性向上のための飼養管理方法の開発
3) 生乳の品質及び生産性向上を目指した乳房炎対策
① プロバイオティクス給与による繁殖成績への効果検証

担当：浅野貴史，佐沢公子，菊地武

1 はじめに

乳房炎は乳量及び乳質の低下をもたらし、酪農家に与える経済的損失が大きいいため、有効な対策及び治療方法の確立が急務の課題となっている。また、乳房炎の治療では抗生剤を使用することが多いが、耐性菌の観点から薬剤に頼らない乳房炎対策が求められている。これまで我々は、枯草菌（バチルス サブチルス C-3102 株）給与による乳房炎発症抑制効果について調査したところ、枯草菌給与牛では乳汁中体細胞数が低く推移し、乳房炎発症回数が減少するなど一定の予防効果を認める結果を得た。しかし、枯草菌給与による繁殖成績の改善効果については初産牛で給与区の空胎日数が短縮傾向にあったが、詳細については明らかにできていない。そのため本試験では、枯草菌を給与することによる多面的な影響について解析し繁殖機能への効果について検討した。

2 試験方法

1) 試験期間 分娩予定 1 カ月前から分娩後 160 日間

2) 供試牛

宮城県畜産試験場繁養ホルスタイン種で、対照区 5 頭(平均産次 2 産)、試験区 5 頭(平均産次 2.2 産)の合計 10 頭を供試した

3) 給与飼料および飼養管理

粗飼料は場内産オーチャードグラスサイレージ(不断給餌)とデントコーンサイレージ、濃厚飼料は搾乳牛用配合飼料と圧片とうもろこしを給与した。飼養管理は、対頭式つなぎ牛舎単飼で、飲水は自由とした。搾乳は 2 回/日で、8 時および 15 時から開始した。

4) 枯草菌給与量

試験区の牛に対して「カルスポリン」IC(バチルス サブチルス C-3102 株含量 1.5×10^8 cfu/g 以上)を 1 日 40g 個別給与

5) 調査項目

- ・繁殖成績(初回排卵, 初回発情, 初回授精, 受胎率)
- ・血液性状(GLU, TCHO, TP, BUN, ALB, COR, Ca, GOT, GGT)
- ・乳成分値(乳脂肪率, 乳タンパク率, 乳糖率, 無脂固形分率)
- ・子宮内貯留物スコア
- ・ルーメンフィルスコア(以下 RFS)
- ・ボディコンディションスコア(以下 BCS)
- ・分娩状況(後産排出時間等)

3 結果および考察

繁殖成績は全ての項目において両群間に有意な差は認められなかった。また、初回排卵日数は両群ともに2産以上の個体に比べ初産牛の方が短く、初回発情日数と初回授精日数は2産以上牛および初産牛において試験区で短縮した。受胎率は対照区に比べ試験区で低値であった(表1)。

血液性状について、TCHO濃度は分娩後から試験区が高値で推移し、4週目においては試験区で有意に高い値であった(図3)。ALB濃度は分娩後4週目において試験区で有意に高い値であった(図5)。BUN濃度は試験期間を通して試験区で高い値で推移し、分娩直後においては試験区で有意に高い値であった(図6)。COR濃度は両群間に有意な差は認められなかった(図7)。BUN濃度が分娩直後試験区で上昇した理由は、1頭が著しく高値を示したことが影響している。この個体は分娩前後のRFSが低く、不断給餌している粗飼料の採食量が少なかったことが考えられ、これがルーメン内環境に影響しBUNの上昇を招いたのではないかと推察する⁽¹⁻²⁾。また、その後の期間においては試験区が高値で推移し、ALB濃度が分娩後4週目において試験区で有意に高い値であったことから枯草菌の給与がタンパク質代謝に影響を与えていた可能性が高い。

採食状況を評価する指標となるRFSは両群ともに乾乳期間中は高値で推移し、分娩前後にかけて低値となった。試験区では対照区と比較し分娩直前の値が低い傾向にあった。その後は両群ともに徐々に上昇し泌乳期間中は3前後で推移した(図2)。BCSは分娩後全ての個体において乾乳期のスコアから0.25~0.75の範囲で減少し、多くの個体で回復するのに12~20週程度を要した。また、全ての期間において両群間に有意な差は認められず、分娩後BCSが回復するまでの期間についても有意な差は認められなかった。

後産停滞を引き起こした個体が試験区で2頭おり、2頭とも分娩後40日時点における子宮内貯留物スコアが2と高く、ともに3回以上人工授精をした低受胎牛であった。また、両群ともに分娩後40日時点の子宮内貯留物スコアが2の個体は全頭3回以上人工授精をした低受胎牛であり、子宮内貯留物スコアが0の個体は全頭分娩後150日までに受胎し、3回以上人工授精をした低受胎牛は1頭もいなかった。これらのことから、子宮内環境は受胎性に大きく影響し、試験区において後産停滞が子宮内環境の回復の遅れを引き起こし、受胎率の低下を招いた可能性が高い。

表1. 繁殖成績

| 対象個体 | 群 | n | 初回排卵日数 (日) | 初回発情日数 (日) | 初回授精日 数(日) | 受胎率※ (%) |
|------|-----|---|---------------|---------------|---------------|-------------|
| 全頭 | 試験区 | 5 | 31 | 50 | 70 | 60 |
| | 対照区 | 5 | 28 | 55 | 88 | 100 |
| 2産以上 | 試験区 | 4 | 36 | 53 | 73 | 75 |
| | 対照区 | 3 | 33 | 55 | 78 | 100 |
| 初産 | 試験区 | 1 | 12 | 37 | 58 | 0 |
| | 対照区 | 2 | 20 | 57 | 103 | 100 |

※受胎率:分娩後150日時点での受胎牛の割合

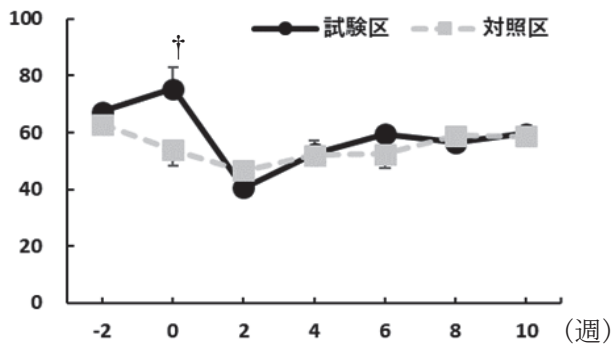


图 1. GLU 浓度 †:P<0.1

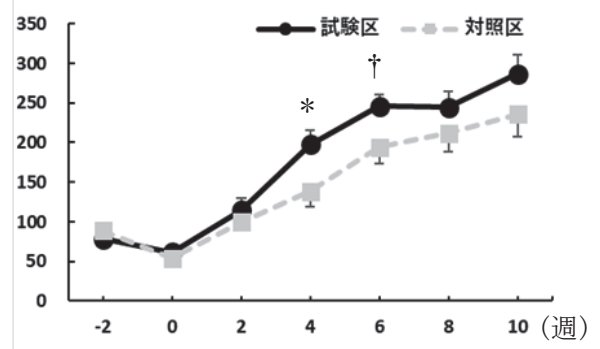


图 2. TCHO 浓度 *:P<0.05, †:P<0.1

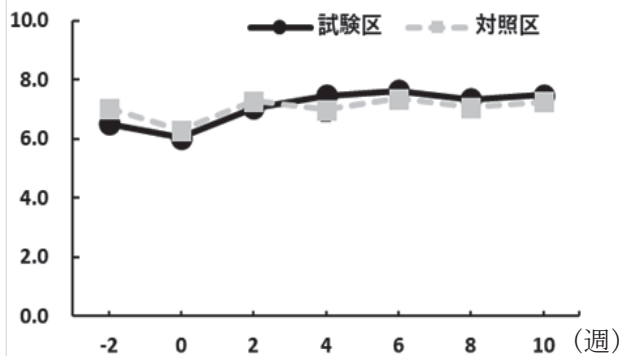


图 3. TP 浓度

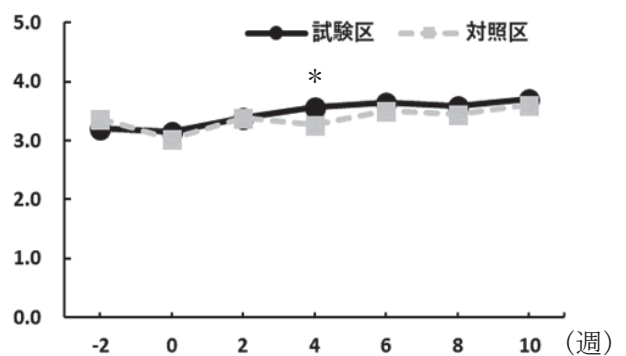


图 4. ALB 浓度 *:P<0.05

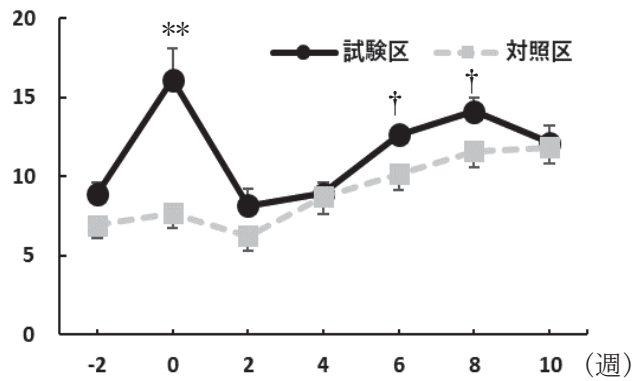


图 5. BUN 浓度 **:P<0.01, †:P<0.1

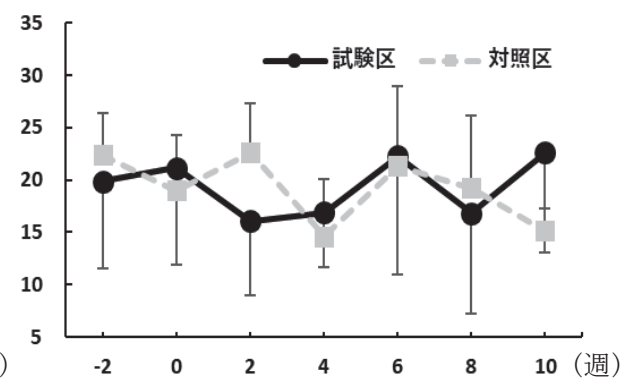


图 6. COR 浓度

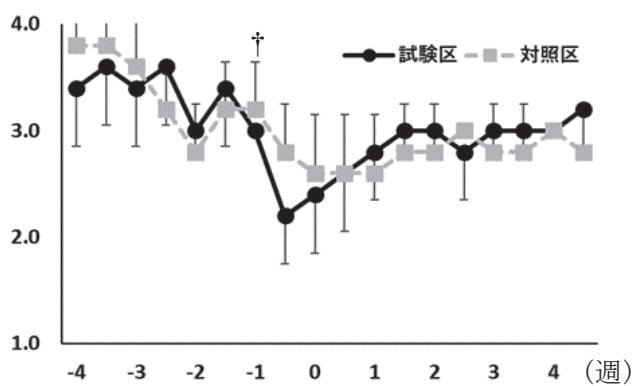


图 7. RFS †:P<0.1

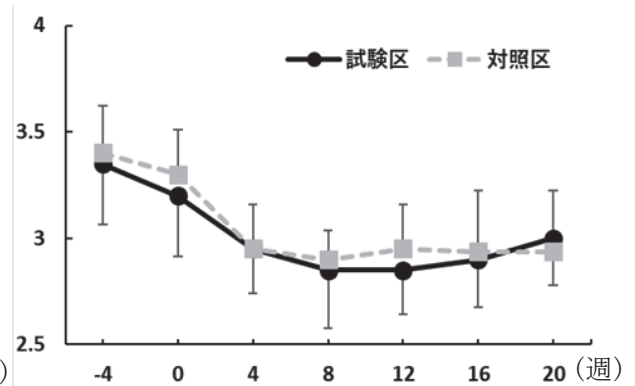


图 8. BCS

表2. 乳成分値

| 乳成分 | 試験区分/分娩後週数 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|-----------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 乳脂肪率(%) | 試験区 | 5.3±0.9 | 4.6±1.1 | 4.0±0.7 | 3.7±0.5 | 4.2±0.4 |
| | 対照区 | 5.2±0.7 | 4.2±0.5 | 3.9±0.6 | 3.8±0.4 | 3.9±0.1 |
| 乳蛋白率(%) | 試験区 | 3.1±0.2 | 2.7±0.2 | 2.8±0.2 | 2.8±0.2 | 2.9±0.2 |
| | 対照区 | 3.2±0.1 | 2.8±0.1 | 2.8±0.1 | 2.9±0.2 | 3.1±0.1 |
| 乳糖率(%) | 試験区 | 4.4±0.1 | 4.5±0.1 | 4.6±0.1 | 4.6±0.1 | 4.6±0.0 |
| | 対照区 | 4.4±0.1 | 4.5±0.0 | 4.6±0.1 | 4.6±0.0 | 4.6±0.1 |
| 無脂固形分率(%) | 試験区 | 8.5±0.2 | 8.0±0.2 | 8.2±0.3 | 8.2±0.3 | 8.2±0.2 |
| | 対照区 | 8.5±0.2 | 8.2±0.1 | 8.2±0.1 | 8.3±0.2 | 8.5±0.1 |

平均値±標準偏差

表3. 受胎性と子宮内貯留物スコアおよび後産停滞の関連性

| 区 | 供試個体 | 産次 | 人工授精回数 3回以上 | 子宮内貯留物スコア(40日) ※1 | | | 受胎 ※2 | 後産停滞 ※3 |
|-----|------|----|----------------|-------------------|---|---|-------|---------|
| | | | | 0 | 1 | 2 | | |
| 試験区 | 1 | 3 | | | ● | | ● | |
| | 2 | 3 | | | ● | | ● | |
| | 3 | 2 | ● | | | ● | | ● |
| | 4 | 1 | ● | | | ● | | ● |
| | 5 | 2 | | ● | | | ● | |
| 対照区 | 1 | 3 | ● | | | ● | | |
| | 2 | 1 | | ● | | ● | | ● |
| | 3 | 1 | | ● | | ● | | |
| | 4 | 3 | | ● | | ● | | |
| | 5 | 2 | — | | ● | | — | |

※1 子宮内貯留物スコア

スコア 0: エコージェニックラインなし

スコア 1: 小エコージェニックライン

スコア 2: 強エコージェニックライン

スコア 3: 吹雪状貯留物が多量に存在 (2012 小山毅参)

※2 受胎: 分娩後 150 日時点における受胎の有無

※3 後産停滞: 分娩後 12 時間以降に後産排出

4 要約

枯草菌給与により、BUN および繁殖機能と関連性のある TCHO や ALB は高値を示したが⁽³⁾、現時点における繁殖成績への影響は認められず、分娩後の状況や子宮内環境など他の要因が繁殖成績に影響した可能性が高く、その解明にはさらなる検討が必要である。また、枯草菌の給与の有無に関わらず分娩後の子宮内環境がその後の受胎率に影響する可能性が示唆された。

5 参考文献

- 1) 相原光夫, 牛群検定成績の活用法, 38 - 39, デーリィ・ジャパン社
- 2) 生産獣医医療システム・乳牛編 3, 25 - 28, 一般社団法人農山漁村文化協会
- 3) 酪農大辞典・生理・飼育技術・環境管理, 802 - 803, 一般社団法人農山漁村文化協会

6 協力研究機関

特になし

乳牛の生涯生産性向上のための飼養管理方法の開発

3) 生乳の品質及び生産性向上を目指した乳房炎対策

②乳房洗浄による乳房炎治療効果及び生産性への影響分析

担当：佐沢公子

1 はじめに

乳房炎は乳量及び乳質の低下をもたらし、酪農家に与える経済的損失が大きいため、有効な対策及び治療方法の確立が急務の課題となっている。また、乳房炎の治療では抗生剤を使用することが多いが、耐性菌の観点から薬剤に頼らない乳房炎対策が求められている。これまで我々は、枯草菌（バチルス サブチルス C-3102 株）給与による乳房炎発症抑制効果について調査したところ、枯草菌給与牛では乳汁中体細胞数が低く推移し、乳房炎発症回数が減少するなど一定の予防効果を認める結果を得た。このような予防対策とともにより効果的な治療を行うことは薬剤耐性菌の発生リスク低減及び生産性向上に重要である。特に、環境性レンサ球菌等の感染による難治性乳房炎は治療に苦慮することが多い¹⁾。これに対して、ショート乾乳や高張食塩による乳房内洗浄等の治療で効果が認められたとの調査結果が報告されている²⁾。今回、生乳の品質及び生産性向上を目的に、抗生剤使用を最小限にする治療を行い効果を検証した。

2 試験方法

1) 試験期間 令和4年4月から令和5年3月

2) 供試牛 ホルスタイン種経産牛4頭

試験区（2頭）：乳房内洗浄およびショート乾乳による治療を実施

対照区（2頭）：泌乳期用乳房炎軟膏による治療を実施

3) 調査方法及び項目

(1) 供試牛の条件

乳房炎臨床症状のグレード「スコア1又は2」かつ「PL テスター」での凝集を認め、細菌培養検査でグラム陽性連鎖球菌（OS）のコロニーを 5.0×10^2 cfu/ml 以上分離した場合、試験に供試することとした

※国際的に利用されているスコア化した臨床症状のグレード

スコア1：乳汁のみ異常（ブツの存在など）

スコア2：局所異常（乳房の腫れなど）

スコア3：全身症状（食欲不振、発熱など）

(2) 治療方法

両区ともに、罹患分房内の乳汁を十分に排出し、試験区には、高張食塩水による乳房内洗浄とショート乾乳を併用した治療を実施した。乳房内洗浄は、菊地らの方法²⁾を参考にし、高張食塩水（高張食塩 V 注射液、日本全薬工業株式会社、NaCl 濃度 7.2%、約 1.23M）を用いて行い、250ml を罹患分房に注入後 10 分間静置し、乳房内から廃液した後、計 1,000ml を使い切るまで 3 回乳房内洗浄を繰り返した。乳房内洗浄終了後、セフェム系乳房炎軟膏（セファメジン Z）を注入し、罹患分房のみ 3 日間乾乳（ショ

ート乾乳)を実施した。対照区は発症日から3日間、1日1回、セフェム系乳房炎軟膏(セファメジンZ)を注入した。

(3) 治癒判定

発症後7日目に乳汁の細菌培養検査(選択培地「イージーメディア4」:ZENOAQを使用)を実施し、細菌数が 5.0×10^2 cfu/ml未満の場合、治癒と判定した。両区ともに、7日目の検査で治癒していない場合は、再度同じ治療を行い、14日後に再度治癒判定を行った。

(4) 材料および調査項目

血液及び乳汁を発症日、発症後7, 14, 30日に採取した。

調査項目

血液:白血球数,ヘマトクリット値,白血球百分比

血液生化学性状(TP, Alb, BUN, Tcho, Glu, GOT, GGT)

乳汁:乳汁中体細胞数, DSCC(種別体細胞:好中球及びリンパ球の割合)

乳成分値(乳蛋白率, 乳脂率, 乳糖率, 無脂固形率)

乳量:廃棄乳量の低減効果, 治療前後での乳量増減率

3 結果および考察

発症時、両区の臨床症状に大きな違いはなくOSが分離され、試験区は1回、対照区は2回の治療で治癒を確認した(表1)。発症後14日目の体細胞数は、試験区で健康牛レベル(リニアスコア1:体細胞数18~35千個/ml)に低下しており、DSCCは0%まで低下した。しかし、対照区では発症後14日目においても要注意牛レベル(リニアスコア3:体細胞数71~141千個/ml)であった(図1)。血液検査結果(図2)から、試験区の発症後14日目における好中球割合が発症時より低下(32.0及び34.5%)し、対照区よりも低値を示し、正常値の範囲内となった。また、リンパ球割合は発症時より増加(60.0及び63.0%)し、対照区よりも高値を示した。A/G比は治癒確認後に再発した対2が正常値より低い値で推移した。以上の結果から、試験区は対照区よりも少ない治療(1回)で体細胞数の低下及び炎症の改善が確認できた。菊地ら¹⁾は、乳房内洗浄およびショート乾乳による治療を行うことで、治癒率が37.8%上昇したと報告しており、本試験においても本手法の効果が確認できた。一方で、乳房炎発症の要因に関係する肝機能(GOT, GGT)について、発症時に対照区が高い値であった(図2)ことから、症状が重症化しやすい状況だった可能性もある。乳量の増減率(表2)を比較したところ、試験区では乳量の減少が低く抑えられており、治療の効果があったものと推察された。また、試験区は対照区よりも治療期間が短く実廃棄乳量が少なかったことから、損失額は平均27,766円となり、対照区の平均60,406円と比較して32,640円減少した。

今回の調査結果から、乳房内洗浄およびショート乾乳による治療を行うことで、薬剤の使用量が減少し、薬剤耐性菌の出現・拡散防止が図られ、生乳廃棄(経済的損失)の低減が可能となるものと推察された。一方で、乳房炎の治療効果及び産乳成績は飼養管理方法又は搾乳手技の違いが影響する可能性もあるため、今後は例数を増やして検証する必要がある。また、高張食塩水による乳房洗浄の手技については管理獣医師から農家への技術指導が必要と考える。

表1 発症時の症状及び細菌検査結果

| 供試牛 No. | 産歴 | 発症時搾乳日数 | 発症年月日 | 発症後日数 | 罹患分房 | スコア | PL凝集 | レンサ球菌コロニー数 (cfu/ml) |
|-----------------|----|---------|-----------|-------|------|-----|------|---------------------|
| 試1 | 3 | 39 | 2022/7/19 | 0 | 右前 | 1 | ++ | 1.96×10^4 |
| | | | | 7 | | | | 不検出 |
| | | | | 14 | | | | |
| 試2 | 3 | 213 | 2023/1/31 | 0 | 左後 | 1 | ++ | 1.0×10^3 |
| | | | | 7 | | | | 不検出 |
| | | | | 14 | | | | |
| 対1 | 4 | 155 | 2022/6/19 | 0 | 右前 | 1 | ++ | $>2.0 \times 10^4$ |
| | | | | 7 | | | | 2.8×10^3 |
| | | | | 14 | | | | 不検出 |
| 対2 [※] | 3 | 127 | 2022/6/1 | 0 | 右前 | 1 | ++ | $>2.0 \times 10^4$ |
| | | | | 7 | | | | 6.3×10^3 |
| | | | | 14 | | | | 不検出 |

※治癒判定2日後に別分房で乳房炎発症

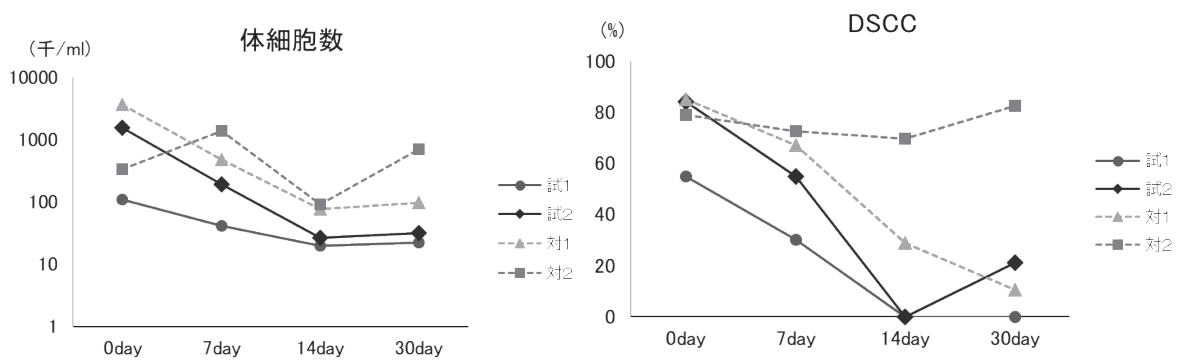
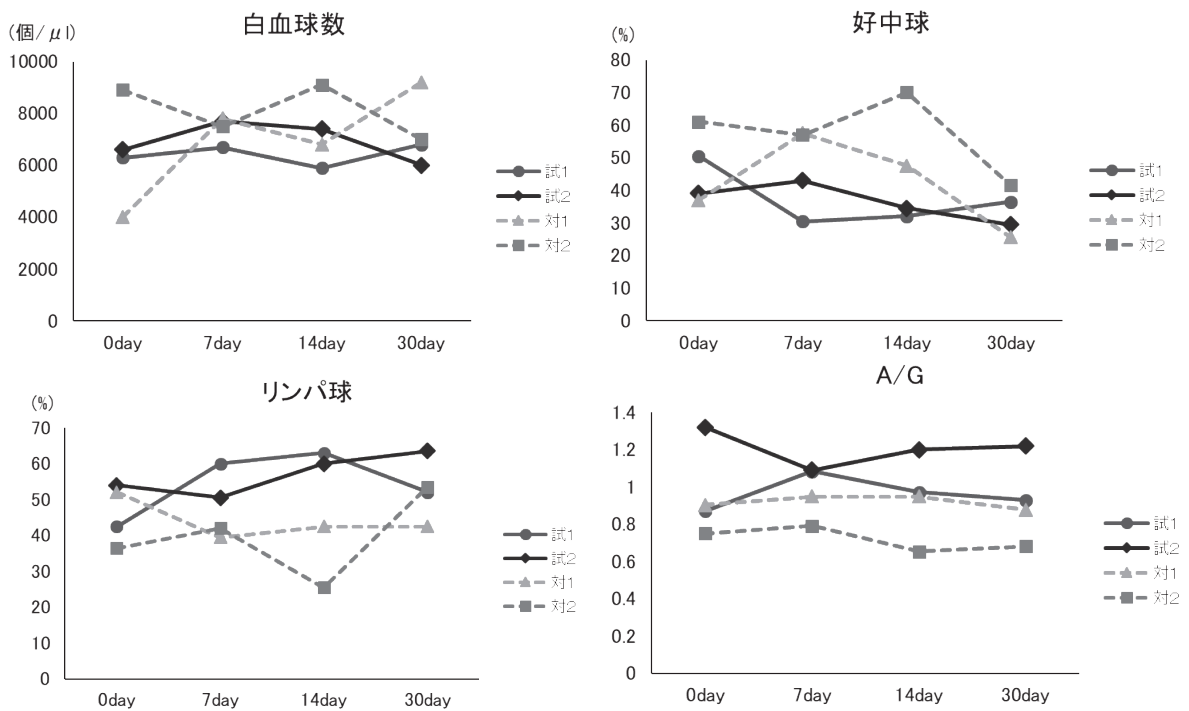


図1 乳汁検査結果



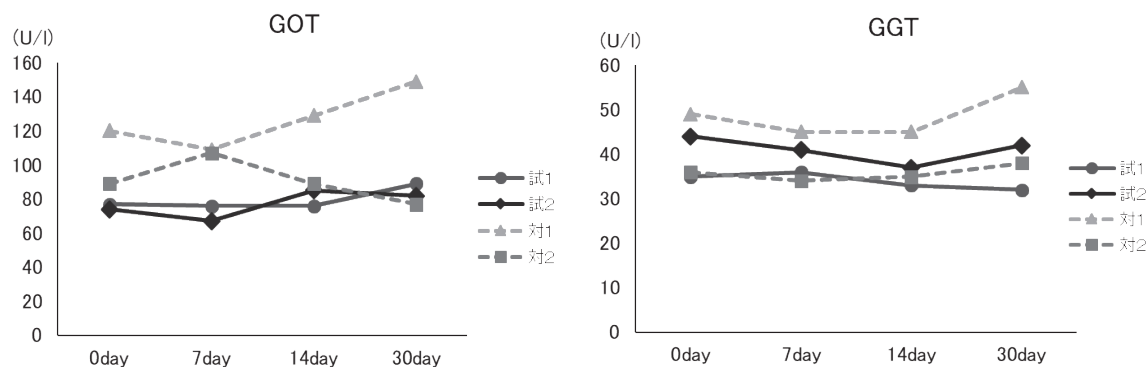


図2 血液検査結果

表2 乳量増減率

| 供試牛 | 発症前 ^{※1} 平均乳量 | 治癒後 ^{※2} 平均乳量 | 増減率(%) |
|-----|---------------------------|---------------------------|--------|
| 試1 | 42.56 | 46.59 | 9.5 |
| 試2 | 32.29 | 31.11 | -3.6 |
| 対1 | 40.37 | 35.27 | -12.6 |
| 対2 | 37.86 | 31.87 | -15.8 |

※1発症前7～13日間

※2治癒後1～7日間

表3 廃棄乳量及び損失額

| 供試牛 | 実廃棄乳量(kg) | 損失額※ |
|-----|-----------|---------|
| 試1 | 301.2 | ¥33,132 |
| 試2 | 203.6 | ¥22,400 |
| 対1 | 566.9 | ¥62,359 |
| 対2 | 531.4 | ¥58,454 |

※生乳1kg当たり110円とした場合

4 要約

高張食塩水による乳房洗浄およびショート乾乳により治療日数が低減し、血液及び乳汁検査結果からも、治療効果があるものと推察された。また、廃棄乳による乳代の損失が低減し、治癒後の平均乳量の低下も軽減できる可能性が示唆された。

5 参考文献

- 1) 窪田健太郎:牛臨床型連鎖球菌性乳房炎における原因菌種別の予後に関する調査, 北獣会誌, 61, 141-143 (2017)
- 2) 菊地允人他:乳牛の難治性乳房炎に対する高張食塩水による乳房内洗浄とショート乾乳を併用した治療, 家畜診療, 66 (7), 425-429(2019)
- 3) 浜名克己, 村上大蔵:臨床診断に必要な正常値一覧, 主要症状を基礎にした牛の臨床, 其田三夫監修, 改訂増補第6版, 749-751, デーリィマン社, 北海道(1993)

6 協力研究機関

特になし

市販培地を活用したウシ体外受精卵作出技術の検討

担当：及川俊徳，佐藤秀俊

1 はじめに

ウシから受精卵を得る方法は 2 つに大別される。ひとつはウシ生体にホルモン処理を実施し，発情誘起後に人工授精をすることでウシの体内で受精卵を作出し体外に取り出す方法ともうひとつは卵巣から卵子を取り出して体外で受精させる体外受精（IVF）によって得る方法がある。ウシでの IVF は Iritani and Niwa が 1977 年に報告し，ウシ射出精子を雌ウシの摘出子宮内で前培養することで受精能を獲得させた[1]。1982 年には排卵卵の体外受精による最初の産子が Brackett らの先駆的研究の結果として生まれた[2]。その後，様々な研究が行なわれ技術的な改良が行なわれてきた。体外受精技術は食肉処理場で廃棄されていた卵巣内卵子を有効利用することで大量の卵子が得られる。しかし，大量の卵子がプールされて処理されるため雌側の情報は不明であることから肥育素牛としての生産に限られる。現在，経膈採卵（OPU）はウシ生体から超音波診断装置でモニターしながら卵子を採取するため卵子側の遺伝情報は明らかであり，過剰排卵処理による生体回収胚と同様に生産された子牛は登記可能となる。経膈生体由来卵子回収-体外（成熟・受精・発生培養）胚生産（OPU-IVP）技術の実用化が急速に進展し，わが国における胚生産数や胚移植実施数に一定のインパクトを持つ状況になりつつある。また，平成 28 年度以降，農林水産省の畜産クラスター事業が本格化し，ウシ胚特に黒毛和種胚の移植数が大幅に伸びている中で，移植に用いる胚の不足感が強まっており，OPU-IVP による胚生産が畜産現場でも実施され，胚の移植数が大きく伸びている現状である。OPU の適応牛は，繁殖障害牛，妊娠牛，若い育成牛，胚生産性が低下した牛からも卵子の採取が可能であり，卵子採取可能な牛は広範囲にわたる。さらに OPU のメリットとしては，短期間の間隔で連続して実施可能なことから生体回収胚よりも多くの胚の生産が可能である。

受精卵の移植については，国内では海外よりも牛の飼養頭数が少ないことから，同期化して新鮮胚移植するよりも発情に合わせて凍結胚移植される場面が多いため，直接移植可能な凍結卵の需要が多い。しかし，凍結胚移植における受胎率は新鮮胚移植よりも 10%程度低いことも知られており[3]培養液などの技術的な改善も不可欠である。さらに，ウシ体外受精卵は高濃度の脂肪を含んでおり耐凍性の低下を招いているとされ培養環境などの詳細な検討も必要である。

体外受精卵の作出には主に卵子の体外成熟（IVM），体外受精（IVF）および発生培養（IVC）の 3 工程がある。また，体外受精用培地はそれぞれの実施機関で異なり，自作または購入され独自に修正される場合も多い。自作の場合，一定の品質の培地を作成するには経験と正確さが必要である。今後，OPU-IVP を現場で利用できる技術とするため培地作成の手間を省くことができればさらなる活用促進が期待される。

海外におけるウシ体外受精では血清を使用しない培養液が用いられているが，国内の研

究機関では胚発生率が高いことから血清を使用することが多い。しかし、血清は様々な物質で構成されており、体外受精卵の発育にとって有効なものだけが含有されているとは限らない。一方、血清を使用しない場合、凍結融解後の生存性に影響する懸念もある。また、培養液などの培養環境の違いで生まれてくる子牛への影響も少なからずあることが知られているため、培養液に関連した試験を実施する場合、実際に胚移植により確認する必要がある。さらにある民間の人工授精所において OPU-IVP の改良により、緩慢凍結胚移植で今までよりも高い受胎率を得ている事例があることから、体外受精用培養液検討の余地は残されている。

そこで本研究では、培地作成の省力化を目的として市販されている血清が添加されていないウシ体外受精培地を使用し体外受精卵の作出が可能であることを確認するとともに、胚発生成績、耐凍性および受胎性について検討した。

2 材料および方法

1) 食肉処理場由来卵子の採取

仙台食肉市場において雌牛の卵巣を採取し、生理食塩水で洗浄した後 21G 注射針を付けた 10ml シリンジにて卵巣表面の小卵胞（直径 2~8mm）を吸引し、少なくとも 2 層以上の緊密な卵丘細胞で囲まれ卵細胞質が均一である卵丘卵子複合体（COCs）を選別した。

2) 卵子の体外成熟（IVM）

当场で実施している常法としての自作培地における未成熟卵子の体外成熟培養は、5%牛胎子血清 (Fetal Bovine Serum, FBS ; Gibco BRL) 添加 M199 (Gibco BRL) をベースに 0.1AU/ml 豚由来性腺刺激ホルモン (FSH ; アントリン, 共立製薬), 50ng/ml 組み替え型上皮増殖因子 (Epidermal Growth Factor:EGF ; Upstate Biotechnology), 0.2mM ピルビン酸ナトリウム (ナカライ) を添加し, 38°C, 5%CO₂ の条件で約 22 時間体外成熟培養を実施した。4well-multiplate (Nunc, Thermo) を用いて, 1 ウェルあたり 50 個の COCs を加えた。試験区は A 社製の市販培地の体外成熟培地を使用した以外は同様に処理した。

3) 体外受精（IVF）

精液は宮城県畜産試験場繋用の黒毛和種雄牛 1 頭の同一ロットの凍結精液を用いた。凍結精液を 38°C の温湯中で融解しスピッツ管に移した。当场の常法は[4], 融解した精液に 20mM カフェイン (Sigma-Aldrich) 添加 mTALP 液を加え 500G×5 分間, 2 回洗浄した。精子濃度 2,000 万/ml となるように 20mM カフェイン添加 mTALP 液で懸濁し精子浮遊液を作成した。体外成熟卵子は, シャーレ培養では 10IU ヘパリン添加 TALP 液の 50 μl ドロップへ移し, 調整した精液を 50 μL 加え, 最終精子濃度 1,000 万/ml で IVF を実施した。試験区は A 社製の市販培地の体外受精用培地を使用した以外は同様に実施した。

4) 体外発生培養 (IVC)

当場の常法[7]では、修正卵管合成液 (mSOF) に $20 \mu\text{l/ml}$ の必須アミノ酸液 ($\times 50$, Gibco BRL), $10 \mu\text{l/ml}$ 非必須アミノ酸 ($\times 100$, Gibco BRL), 1mM グリシン (ナカライ), 2mM タウリン (Sigma-Aldrich), ITS supplement (最終濃度 $5 \mu\text{g/ml}$ インスリン, $5 \mu\text{g/ml}$ トランスフェリン, 5ng/ml セレン, Sigma-Aldrich), 6mg/ml BSA (fatty acid-free, Sigma-Aldrich) を添加した培地を用いた。媒精から約 6 時間後に、シャーレ培養ではピペッティングにより卵丘細胞を除去し、mSOF に移して発生培養を行った。胚の観察は媒精開始から 72 および 192 時間後に行った。試験区では A 社製の市販培地の体外成熟培地を使用した以外は同様に実施した。

5) 受精卵移植

体外受精後 7 または 8 日目で凍結保存した胚盤胞期胚を発情後 7 または 8 日目の受胎牛に移植した。

6) 受精卵の凍結

エチレングリコールを耐凍剤として 20 分間平衡処理ののちプログラムフリーザーで緩慢凍結を実施し液体窒素中で保存した。

7) 統計処理

パーセンテージのデータは χ^2 乗検定または Fisher の正確確率検定により行った。統計的な有意差判定に用いた P 値は 5%未満を有意差ありとした。

[実験計画]

実験 I. 当場の常法 (自作培地) と市販培地による体外受精成績の検討

当場の自作体外受精培地 (自作) と市販培地 (市販) による体外受精成績を検討した。また、市販培地を改良するために市販培地の体外発生培地に 2 種類の細胞培養液 RPMI16 および DMEM をそれぞれ 5%ずつ添加 (修正培地) し体外受精成績を検討した。

実験 II. 体外受精卵凍結融解試験

体外受精後 7 日目または 8 日目の胚盤胞期胚を用い、エチレングリコールを耐凍剤とした緩慢凍結により凍結し、少なくとも 3 日以上液体窒素中に保管した。凍結卵の融解は空气中で 10 秒間保持し 30°C の温湯に投入し融解した。融解した受精卵は 5%FBS 添加 M199 にて培養し、融解後 24 時間および 48 時間観察した。再拡張した胚を生存胚とした。

実験Ⅲ. 体外受精卵移植試験

体外受精後 7 または 8 日目で凍結した胚盤胞期胚を発情後 7 および 8 日目のホルスタイン種受胎牛に移植し受胎率を調べた。

3 結果と考察

図 1 には食肉処理場由来卵子を用いた自作および市販の体外受精成績を示した。自作および市販の卵割率はそれぞれ 75.2% および 70.9%，胚盤胞率は 19.2% および 15.6% でありいずれも有意な差は認められなかった。

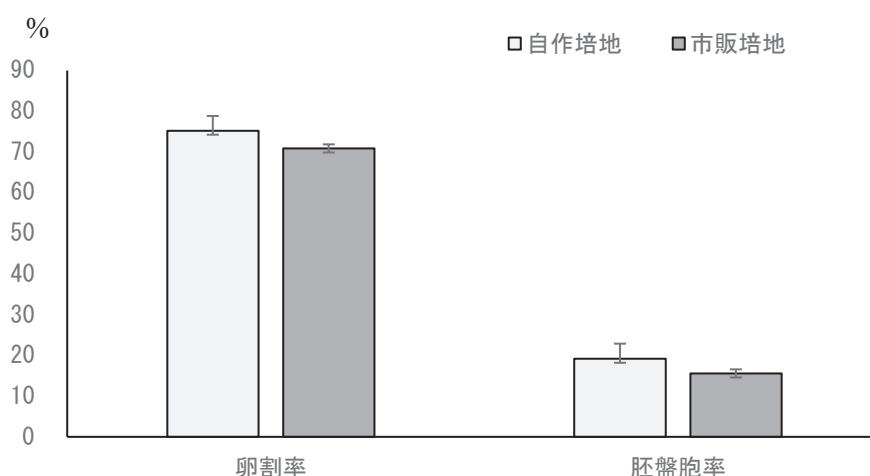


図 1 自作培地および市販培地を用いた体外受精成績

市販培地の発生培地に 2 種の細胞培養液を添加した修正の体外受精成績を図 2 に示した。市販および修正における卵割率はそれぞれ 49.8% および 47.9%，胚盤胞率は 18.0% および 30.0% と修正で有意に高い成績が得られた。

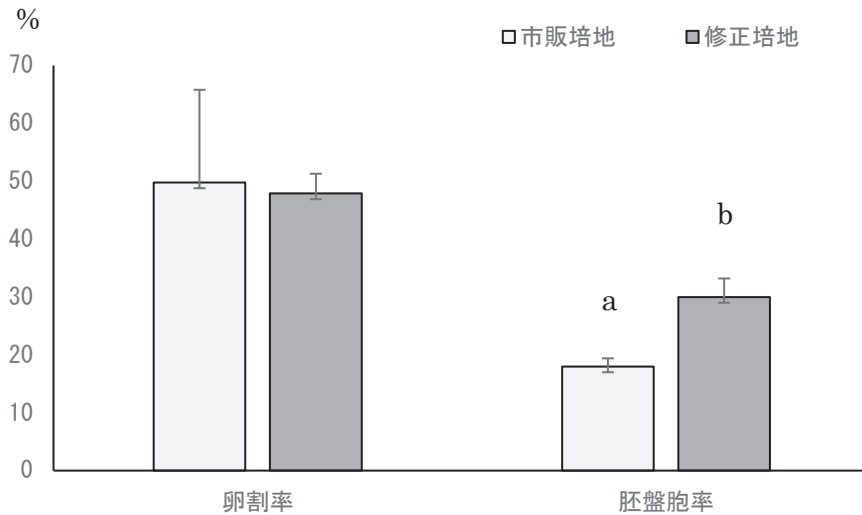


図2 市販培地の修正培地での体外受精成績

体外受精卵の凍結融解による胚の生存性試験結果を図3に示した。自作，市販および修正による48時間での生存率は88.9%，27.8%および73.7%であり市販では他の2区と比較し有意に低い成績であった。

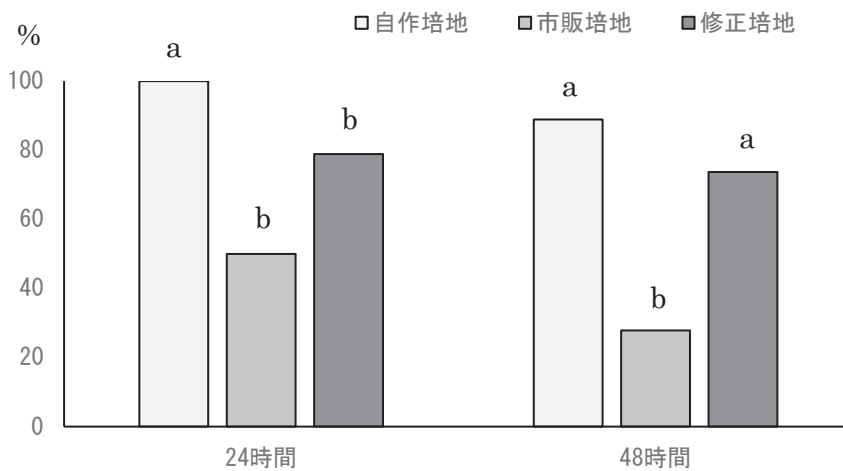


図3 体外受精卵の凍結融解試験成績

凍結体外受精卵の移植による受胎率を図4に示した。自作培地，市販培地および修正培地による受胎率は23.1%，25.0%および35.0%であり有意な差は認められなかった。

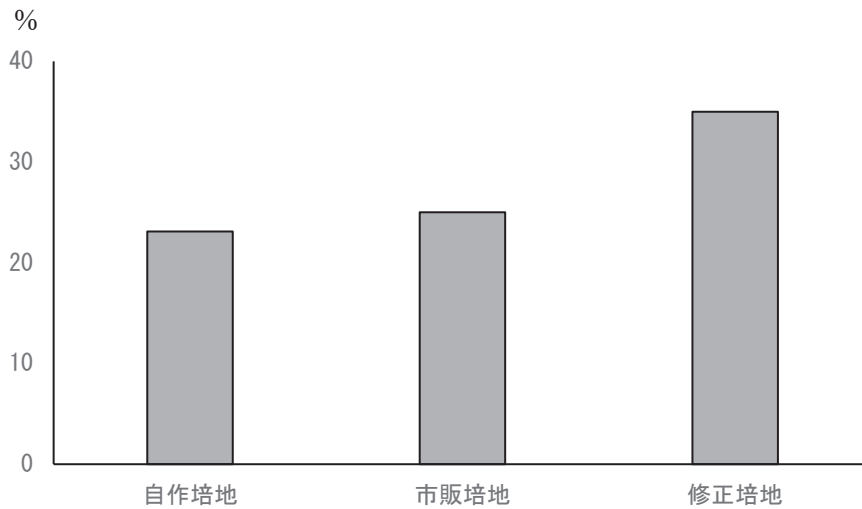


図4 体外受精卵移植成績

市販されているウシ体外受精培地を使用して体外外受精卵の作出が可能であることが確認できた。また、市販培地を使用することで自作培地のような手間を省くことも可能であり培地作成の省力化が達成できた。しかし、当場の自作体外受精培地と市販培地の体外受精成績を検討した結果、胚発生成績は同等の成績だったが、胚盤胞期胚の凍結融解試験における生存率は市販培地で有意に低いことが明らかとなった。そこで耐凍性を改良する目的で2種類の細胞培養液をそれぞれ5%加えることで凍結融解後の生存率は改善された。それに伴い体外受精の胚発生成績も高くなることも明らかとなった。市販培地の詳しい組成は明らかにされておらずより細かな修正は難しいことおよび胚の耐凍性に関与している成分についても不明であった。しかし、今回加えた細胞培養液は、一般的な細胞培養に用いられており成分としては無機塩類、アミノ酸、ビタミンを主としている。それぞれについてみると、RPMI16培地は血液系の浮遊細胞の培養に使用され、グルタチオンも含まれており抗酸化作用も期待される。DMEM培地には鉄が含まれており、ATP生産を行う電子伝達系に必要な成分であり、代謝の低下を防いでいる。アミノ酸も豊富に含まれ培養細胞の増殖に必要な栄養源が豊富に存在しており、これらのどれかが関与しているものと考えられた。

ウシの体外受精における培養液には、血清を使用している場合が多い[5, 6]。血清には多種多量のタンパク質、脂肪、アミノ酸、糖、ビタミン類、無機塩類、ホルモン様物質や細胞成長因子などが含まれており[7]、ウシ体外受精においてはそれらが卵子および受精卵に作用している。その中でも脂肪は卵子内に蓄積し耐凍性に影響を及ぼしていることが知られている[8]。しかし、マウスの受精卵の発育には、適量の脂肪が必要であることも報告されていることから、ウシでもある程度脂肪は必要であると思われる。

今後、OPU に活用していく場合を考えると、黒毛和種の場合、育種価が判明するまでは時間を要するため判明した段階では高齢になっている場合も想定され、老齢牛からの OPU では採取卵子数が少ないことも予想される。今回の結果から、市販培地の体外受精成績において有意な差はなかったものの卵割率が低く、それに伴い胚盤胞率も低い成績であったことから、今後は卵割率を向上させるような改善が必要であると考えられた。

以上の結果から、市販培地を一部改良することで、胚発生成績を確保しつつ凍結胚の受胎率も遜色ない体外受精卵の作出が可能であることが明らかとなった。

4 要約

ウシ体外受精培地は、自作あるいは市販培地またはそれを一部修正して使用している。そこで培地作成の省力化を目的として市販されている血清が添加されていないウシ体外受精培地を使用し、体外受精卵の作出が可能であることを確認するとともに、胚発生成績、耐凍性および受胎性について検討した。

当場の自作体外受精培地と市販培地による体外受精成績を検討した結果、自作培地および市販培地の卵割率に有意な差は認められなかった。また、市販培地の体外発生培地に 2 種類の細胞培養液 RPMI16 および DMEM をそれぞれ 5 % ずつ添加（修正培地）し体外受精成績を検討した結果、市販培地および修正培地における卵割率はそれぞれ 49.8% および 47.9%、胚盤胞率は 18.0% および 30.0% と修正培地の胚盤胞率で有意に高い成績が得られた。作出された胚盤胞期胚の凍結融解試験では、自作培地、市販培地および修正培地による融解後 48 時間での生存率は市販培地で他の 2 区と比較し有意に低い成績であった。受精卵移植試験では受胎率に有意な差は認められなかった。

以上の結果から、市販培地を一部改良することで胚発生成績を確保しつつ凍結胚の受胎率も遜色ない体外受精卵の作出が可能であることが明らかとなった。

5 参考文献

- 1) Iritani A, Niwa K. Capacitation of bull spermatozoa and fertilization *in vitro* of cattle follicular oocytes matured in culture. J. Reprod. Fert. 1977; 50: 119-121.
- 2) Brackett BG, Bousquet D, Boice ML, Donawick WJ, Evans JF, Dressel MA. Normal development following *in vitro* fertilization in the cow. 1982; 27: 147-158.
- 3) 小林大誠, 久保田尚, 千葉耕司, 山下秀幸. 牛胚（受精卵）移植における受胎率向上に関する要因解析. 千葉畜産研報 2013; 13: 15-20.
- 4) Oikawa T, Itahashi T, Numabe T. Improved embryo development in Japanese black cattle by *in vitro* fertilization using ovu7m pick up plus intracytoplasmic sperm injection with dithiothreitol. J Reprod Dev 2016; 38: 11-16.
- 5) 星宏良, 山下祥子, 阿部宏之. 高品質ウシ体外受精卵を生産する無血清培養法の研究. 食肉に関する助成研究調査成果報告書. 1997; 16 : 1-5.

- 6) 佐田竜一, 阿部宏之, 山下祥子, 辻井弘忠, 星宏良. ウシ体外受精卵の品質 に影響する血清因子の研究. 食肉に関する助成研究調査成果報告書 1999; 18: 43-47.
- 7) 植木厚. 続生化学実験講座 8 血液 (下), 第 1 版. 東京化学同人 1987: 891-897.
- 8) Ryutaro Aizawa, Megumi Ibayashi, Takayuki Tatsumi, Atsushi Yamamoto, Toshiaki Kokubo, Naoyuki Miyasaka, Ken Sato, Shuntaro Ikeda, Naojiro Minami, and Satoshi Tsukamoto. Synthesis and maintenance of lipid droplets are essential for mouse preimplantation embryonic development. *Development* 2019 25; 146(22). doi: 10.1242/dev.181925.

6 協力研究機関

特になし

附 録

- I 令和5年度試験研究課題
- II 令和5年度新規試験研究課題の紹介
- III 宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程・
宮城県畜産試験場試験成績書執筆要領

I 令和5年度試験研究課題

| 課 題 名 | 対象区分 | 専門部門 | 試験期間 | 試験場所 | 担当部 |
|--|-------|-----------------|----------|-----------|--------|
| 1 乳用牛のベストパフォーマンス発揮に向けた飼養管理手法の確立 | 乳用牛 | 生理・栄養 | 令 5～令 9 | 場内 | 酪農肉牛部 |
| 2 肉用種雄牛の検定 | 肉用牛 | 育種・繁殖 | 昭 55～ | 〃 | 酪農肉牛部 |
| 3 DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患等との関連に関する研究（牛） | 肉用牛 | 育種・繁殖 | 平 11～ | 〃 | 酪農肉牛部 |
| 4 黒毛和種牛の肉質差別化指標開発とゲノミック評価手法の高度化による肉質・繁殖能力の改良技術の開発 | 肉用牛 | 育種・繁殖 | 令 3～令 5 | 〃 | 酪農肉牛部 |
| 5 効率的な黒毛和種種雄牛造成とその活用法に関する研究 | 肉用牛 | 育種・繁殖 | 平 15～ | 〃 | 酪農肉牛部 |
| 6 アグリテック活用推進事業 | 肉用牛 | 育種・繁殖 | 令 3～令 6 | 〃 | 酪農肉牛部 |
| 7 牛の受精卵移植技術の実証 | 乳肉用牛 | 育種・繁殖 | 昭 58～ | 〃 | 酪農肉牛部 |
| 8 哺乳動物細胞の乾眠に関する基礎的研究 | 乳肉用牛 | 育種・繁殖 | 令 5～令 7 | 〃 | 酪農肉牛部 |
| 9 市販培地を活用したウシ体外受精卵作出の検討Ⅱ | 乳肉用牛 | 育種・繁殖 | 令 5 | 〃 | 酪農肉牛部 |
| 10 優良種豚供給体制の確立 | 豚 | 育種・繁殖 | 平 21～ | 〃 | 種豚家きん部 |
| 11 DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患との関連に関する研究（豚） | 豚 | 育種・繁殖 | 平 8～ | 〃 | 種豚家きん部 |
| 12 本県産系統豚の能力向上技術の確立 | 豚 | 生理・栄養 | 令 2～令 6 | 〃 | 種豚家きん部 |
| 13 イムノシンバイオティクスとDNAマーカーによる豚の腸内環境改善を介する抗病性向上手法の開発事業 | 豚 | 育種・繁殖 | 令 3～令 5 | 〃 | 種豚家きん部 |
| 14 飼料作物・牧草適応品種の選定 | 草地飼料作 | 草地生産管理 | 昭 57～ | 〃 | 草地飼料部 |
| 15 子実用トウモロコシの水田における栽培技術の確立 | 草地飼料作 | 草地生産管理 | 令 4～令 5 | 現地 | 草地飼料部 |
| 16 子実用トウモロコシの導入による持続的低投入型輪作体系の構築 | 草地飼料作 | 草地生産管理 | 令 5～令 7 | 場内 | 草地飼料部 |
| 17 気象変動に対応した飼料作物の栽培 | 草地飼料作 | 草地生産管理 | 令 3～令 7 | 〃 | 草地飼料部 |
| 18 除染後の牧草地における草地管理技術の確立 | 草地飼料作 | 草地生産管理 放射能関連 | 平 31～令 5 | 現地 | 草地飼料部 |
| 19 堆肥の利用拡大に向けた「特殊肥料等入り指定混合肥料」の製造及び利用方法の検討 | 草地飼料作 | 草地生産管理 | 令 4～令 6 | 場内・ 現地 | 草地飼料部 |

Ⅱ 令和5年度新規研究課題の紹介

1. 哺乳動物細胞の乾眠に関する基礎的研究
2. 市販培地を活用したウシ体外受精卵作出の検討Ⅱ
3. 子実用トウモロコシの導入による持続的低投入型輪作体系の構築

課 題 名：哺乳動物細胞の乾眠に関する基礎的研究

担当部署名：宮城畜試・酪農肉牛部・バイオテクノロジー研究チーム

担当者名：及川俊徳

協力分担：高知大学農林海洋科学部

予算(期間)：受託（2023年度～2025年度）

1. 背景・目的並びに期待される成果

1)背景・目的：

哺乳動物細胞の遺伝子減としての利用促進および保全を目的として、牛をモデルとして精子および体細胞の乾燥耐性能力を細胞生物学的および物性的に検討し「乾燥しても生存する細胞」を実現するための研究を行う。

生物にとって「水」は生きるために必須の物質であるが、乾燥して体内の大部分の水分を喪失しても生存可能な生物が存在することが知られている。極限的な乾燥下でのガラス化は乾眠と呼ばれ、乾眠動物は水分が供給されると再び生命活動を開始する。現在、マイナス196度の液体窒素下で凍結保存される哺乳動物細胞（生殖細胞、体細胞）であるが、乾燥状態からの生存（例：精子運動性の維持）が実現すれば、植物の「タネ」のように哺乳動物の遺伝資源を常温で保存することが可能となり、医学、農業、工学等、様々な分野での様々な応用が見込まれる。

2)期待される成果、普及性：

乾燥精子を常温で保存することで液体窒素が不要となり、緊急時（災害時）でも貴重な種雄牛の精子の損失を防ぐことが可能となる。乾燥精子でも運動性が復活すれば顕微授精以外の体外受精や人工授精にも利用可能となり革新的な新たな精子保存法となり得る。

2. 既往の関連成果

・Horiuchi T, Emuta C, Yamauchi Y, Oikawa T, Numabe T, and Yanagimachi R. Birth of normal calves after intracytoplasmic sperm injection of bovine oocytes: a methodological approach. *Theriogenology* 2002; **57**: 1013-1024.

・Oikawa T, Takada N, Kikuchi T, Numabe T, Takenaka M, Horiuchi T. Evaluation of activation treatments for blastocyst production and birth of viable calves following bovine intracytoplasmic sperm injection. *Anim Reprod Sci* 2005; **86**: 187-94.

・Oikawa T, Itahashi T, Numabe T. Improved embryo development in Japanese black cattle by in vitro fertilization using ovum pick-up plus intracytoplasmic sperm injection with dithiothreitol. *J. Reprod. Dev* 2016; **62**: 11-16.

3. 本年度のねらいと目標

乾燥精子の顕微授精における各種条件を検討し、移植可能胚を作出する。さらに胚を移植し産子を生産する。

4. 試験研究方法

当場の黒毛和種種雄牛で乾燥精子を作出する。食肉処理場由来卵子を用いて顕微授精を行い各条件について検討する。移植可能胚が得られれば受精卵移植を行い受胎性について確認する。

5. 全体計画

| | 2023年度 | 2024年度 | 2025年度 |
|----------------------|--------|--------|--------|
| 乾燥細胞の発生能に関する検討 | ≡ | | ≡ |
| 顕微授精胚の移植などに関する受胎性の検討 | ≡ | | ≡ |

東北 > 畜産草地 > 家畜育種・繁殖 > 乳・肉用牛 > 宮城畜試

課題名：市販培地を活用したウシ体外受精卵作出の検討Ⅱ

担当部署名：宮城畜試・酪農肉牛部・バイオテクノロジー研究チーム

担当者名：及川俊徳，佐藤秀俊

協力分担：なし

予算(期間)：受託（畜産ニューテック協会 2023年度）

1. 背景・目的並びに期待される成果

1) 背景・目的：

体外受精用培地は各実施機関によって自作または独自に調整され使用されている。現場で利用するためにはより簡便で調整の必要が無い培地の活用が急務である。そこで IVF Bioscience 社から販売されている市販培地を活用し，体外受精を実施し胚発生成績，耐凍性及び受胎性について検討する。

ウシから胚を得る方法の一つとして，超音波診断装置で卵巣内卵胞をモニターで確認しながら卵子を採取し（経膣採卵：OPU），その後体外受精（IVF）を実施することで胚生産が行われている（OPU-IVP）。体外受精用培地を作成・調整することは煩雑であることから調整の必要が無い市販培地を用いることで安定した体外受精卵の生産が可能となる。

2) 期待される成果，普及性：

培地作成・調整の手間が省けることで体外受精卵が効率的に生産され県内黒毛和種子牛の増頭が期待される。成果は産業動物診療獣医師および家畜受精卵移植師へ現場での指導を通じて直接伝達する。

2. 既往の関連成果

- ・黒毛和種における経膣採卵前のヒアルロン酸添加ブタ FSH 製剤 1 回筋肉内注射の効果に関する研究（2020 年度）
- ・黒毛和種における経膣採卵前のヒアルロン酸添加ブタ FSH 製剤 1 回筋肉内注射の効果に関する研究Ⅱ（2021 年度）

3. 本年度のねらいと目標

当場での体外受精用培地は自作して使用しているため培地調整には時間を要している。IVF Bioscience 社で製造されているウシ胚用培養液が販売されている。この培地は調整する必要が無く使用期限も製造から約 1 年以上と長期間保存可能であることから使い勝手が良い。そこで当場での培地と比較検討する必要がある。それぞれの培地で体外受精を実施し体外受精後の胚発生成績，胚の耐凍性，受精卵移植による受胎性を調査する。

4. 試験研究方法

- 1) 試験実施場所 畜産試験場内
- 2) 試験区の構成，規模

食肉処理場由来卵子および OPU にて採取した卵子を用い市販培地で体外受精を実施し胚発生成績および受精卵移植による受胎性を調査する。

- 3) 調査時期や調査項目

実施時期：令和 4 年度中。

調査項目：胚発生成績，凍結融解後の胚の生存性，受精卵移植による受胎率。

5. 全体計画

| | 2023 年度 |
|-------------------------------------|---------|
| 市販培地および当場の自作培地での食肉処理場卵子による体外受精成績の検討 | ←————→ |
| 市販培地での OPU による体外受精成績の検討 | ←————→ |

課題名：子実用トウモロコシの導入による持続的低投入型輪作体系の構築

担当部署名：宮城畜試・草地飼料部・草地飼料チーム

担当者名：杉本達郎，天野祐敏

協力分担：東北農研センター，古川農業試験場，農業・園芸総合研究所

予算(期間)：受託（農水委託プロ 2023～2025年度）

1. 背景・目的並びに期待される成果

1) 背景・目的

水稲・大豆の輪作体系では，輪作年数の経過と共に収量や地力の低下が生じており，有機物資材の投入等による土づくりが課題となっている。このため，堆肥の投入量が多く，茎葉等の残さも有機物として活用可能な子実用トウモロコシを水田輪作に組み込み，輪作全体での施肥管理技術により化学肥料使用量の低減を図ることで，生産性向上と地力維持を両立できる体系を構築する必要がある。

さらに，子実用トウモロコシを組み込むことで生じうる作業競合や，効率的な機械利用等を考慮した新たな作業体系を構築する必要があるため，地域作物等も含めた経営単位全体の収益性を向上させる輪作体系を検討し，持続的な低投入型大規模ブロックローテーション体系を確立することで，みどりの食料システム戦略で目指す「高い生産性と両立する持続的生産体系への転換」に貢献する。

本場内試験では，県内の作型に応じた適正品種を選定し，流通段階で課題となるカビ毒に関する基礎データを収集することを目的とする。

2) 期待される成果

- (1) 県内の作型に合った適正品種の普及による増収効果
- (2) 品質情報を蓄積して流通時の懸念を解消し，普及拡大を目指す

2. 既往の関連成果

- (1) 水田転換畑における子実用トウモロコシ栽培の高速作業体系標準作業手順書(東北地方版)
- (2) 実用トウモロコシ 生産・利活用の手引き(都府県向け) 第1版
- (3) 新稲作研究会(畜試 H30-R01, R04-)

3. 本年度のねらいと目標

- (1) RMの異なる品種を用い水分率の推移および収量データを収集する。
- (2) 複数品種を用いカビ毒濃度のデータを蓄積する。
- (3) 殺虫剤散布による品質等への影響を調査する。

4. 試験研究方法

1) 品種選定試験

供試品種 P9027, 36B08, 34N84 ①試験区の面積：12 m²×3 ②播種期：令和5年5月 ③栽植本数：7,500(本/10a)

④調査項目：発芽日，初期草丈，絹糸抽出日，乾物収量，乾物雌穂率，稈長，倒伏程度，赤カビ発生率，子実水分の低下度合，子実としての品質(カビ毒)

2) 殺虫剤散布試験 供試品種 P9027

①試験区の面積：12 m²×3 ②播種期：令和5年5月 ③栽植本数：7,500(本/10a)

④調査項目：発芽日，初期草丈，絹糸抽出日，乾物収量，乾物雌穂率，稈長等，倒伏程度，赤カビ発生率，子実水分の低下度合，子実としての品質(カビ毒)

5. 全体計画

| | 2023年度 | 2024年度 | 2025年度 |
|-----------|--------|--------|--------|
| 品種適応性検定試験 | | | ▶ |
| カビ毒データ収集 | | | ▶ |

Ⅲ 宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程・宮城県畜産試験場試験成績書執筆要領

宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程

宮城県畜産試験場で行った研究の成果は、次の刊行物により発表する。

宮城県畜産試験場試験成績書（以下「試験成績書」という）

試験成績書は第1部と第2部により構成され、巻末に次年度の試験研究課題一覧を付す。

1. 第1部は当該年度に実施した全ての研究課題についてその成績を発表するものである。
なお、単年度で完了した課題は第2部に掲載する。
2. 第2部は当場で実施した継続研究課題について完了時における研究の成果を発表するものであり、完了課題の成果を発表する。
3. 原稿作成は別に定める宮城県畜産試験場成績書執筆要領による。
4. 試験成績書の刊行は年1回とし、その時期は試験実施年度の翌年度8月とする。
5. 原稿の校正については、編集委員が行うものとし、編集委員は各部のリーダーから企画委員会の委員長が指名する。

付則、この規程は令和4年5月26日より施行する。

宮城県畜産試験場試験成績書執筆要領

宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程に基づき、次のように定める。

1. 論文の構成は、次のとおりとする。
表題、著者名、本文
2. 本文の配列順序は、次のとおりとする。
 1. はじめに、2. 試験方法、3. 結果及び考察、4. 要約、5. 引用文献（参考文献）
 6. 協力研究機関
3. 前項「1. はじめに」の項には、試験実施の背景、目的および試験の概要についての説明を簡単に記し、「2. 試験方法」の項には、1) 試験期間、2) 試験場所を明記し、ついで試験材料等、試験の設定条件を明確にすること。
4. 論文の作成方法は、次のとおりとする。
 - 1) 表題は中央揃えでMSゴシック太文字13ポイントとし、担当氏名との間に1行開ける。
副題は中央揃えでMSゴシック細文字13ポイントとし、担当氏名との間に1行開ける。
なお、副題はアラビア数字を使用する
 - 2) 著者名は右揃えMS明朝細文字10.5ポイントとし、本文との間に1行開ける。著者が2名以上の場合、カンマ（,）で区切る。
 - 3) 本文の「1. はじめに」の項には、試験実施の背景、目的および試験の概要についての説明を簡単に記す。
 - 4) 「2. 試験方法」の項には、1) 試験期間、2) 試験場所を明記し、ついで試験材料等、試験の設定条件を明確にすること。
 - 5) 図表類は本文の説明に必要なものに限り、図と表の重複は避ける。表の標題は上部に図・写真の標題は下部に付ける。また、論文毎に表1、図1のように通し番号を付ける。

なお、一つの表(図)を分割した場合は、表1-1(図1-1)のようにする。

6) 「4. 要約」は、目的、方法、結果、結論の要点を簡潔、明瞭に記す。

7) 引用文献リストの書き方は、次のとおりとする。

(1) 雑誌 番号) 著者名*. 西暦発行年. 標題. 誌名 巻(号)** ; 引用ページ (各項目の後のピリオドは必ず付ける。) **通巻ページのものには"号"を入れない。

(2) 単行書 番号) 著者名(編・訳者名). 西暦発行年. 書名. 版次(初版以外の場合). 発行地(東京以外の場合). 発行所. 引用ページ*

(3) 著者名

著者名は姓、名の順に記載する。2名以上の場合は、カンマ(,)で、区切り、列記する。

(4) 記載例

6) 古池寿夫.1978.機械的手段による雑草防除.雑草研究 23:49-54

7) 永田雅輝.御手洗正文.1975.小型トラクタ用ウィードに関する研究.第5報.甘し
よ.ラッカセイ.ナタネ.ダイズに対する適用性.農機誌 37:171-178

29) 渡辺兵力.1978.村落の理解(渡辺兵力編著,農業集落論) 竜溪書舎.p.21

5) Nielsen.R.L. 1977. Response of soybean Cultivars to narrow rows andplanting
rates under weed-free conditins. Agron.J.69:89-92

3) Bakos.K.;Nilsson.A.1969. Respons of soybean plant to planting patterns. Agron.
J.61:290-293

5. 原稿の作成は以下を参考にする。

1) 原稿はA4を縦方向に使用し、本文はMS明朝 10.5 ポイントの40字×40行とし、余白は左右、上下30mmとする。

なお、1~6の項目はMSゴシック体、太文字、10.5ポイントとする。

2) 本文の項目およびこれを細分する項目に見出し番号を付ける場合は次の順序とする。

1. (MSゴシック体、太文字、10.5ポイント)

1) (以下、MS明朝 10.5ポイント)

(1)

a

a)

(a)

ただし、見出しでない本文中の区分、および本文中で項目を列挙する場合は①、②、③・・・を用いる。

3) 本文の最初の行は、1文字下げとする。

4) 数字は原則としてアラビア数字を用いて半角で入力する。ただし、次のような場合は漢数字を用いる。

① ひと(つ)、ふた(つ)のように読む場合 例:3本一組,二つ目

② 数の概念が薄い場合 例:一般

③ 概数を表すような場合 例:十数倍

④ アラビア数字と併用し、大きな数字を表すとき 例:2万回

⑤ 慣用となっていると認められる場合 例:一酸化炭素,二乗

5) 学術用語は各学会の用語集に従う。専門用語は各分野の使用法に従う。

正誤表は原則として発行しない。

付則、この要領は令和4年5月26日より施行する。

編 集 委 員

福 田 純 子 千 葉 正 典

及 川 俊 徳 曾 地 雄 一 郎

天 野 祐 敏

宮城県畜産試験場試験成績書（令和4年度）

令和6年2月発行

編集兼発行 宮城県畜産試験場
宮城県大崎市岩出山南沢字樋渡 1
電話番号 (0229)-72-3101
郵便番号 989-6445

