

宮城畜産
No.1 - 1
資 料

令和 2 年度

宮城県畜産試験場試験成績書・業務年報

2022年1月

宮城県畜産試験場

目次

試験研究の実施概要	1
第一部 単年度試験成績	
Ⅰ 家畜関係	
1. 乳牛の生涯生産性向上のための飼養管理方法の開発	
1) プロバイオティクス飼料の給与による乳牛の免疫機能向上及び乳房炎発症予防	5
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	8
2. 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	12
2) 肉用種雄牛の産肉能力現場後代検定成績について	25
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)	32
4. 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)	36
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	
1) 「脂肪の質」等の遺伝的パラメータ推定	39
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	42
6. AI生体評価アルゴリズムを適用した飼養管理制御による新しい肉用牛肥育方法の開発事業	45
7. トップブランドに向けた仙台牛の差別化事業	
1) 「おいしさ」に係わる新たな育種指標の探索	52
2) 遺伝子評価の実用化	56
3) 遺伝子評価による和牛改良速度の飛躍的向上	59
8. 牛の受精卵移植技術の実証	63
9. 哺乳動物のフリーズドライ細胞による遺伝資源保存及び発生機構の探求	(非公表)
10. 優良種豚供給体制の確立	67
11. 本県産系統豚の能力向上技術の確立	70
12. 遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の検討	76
13. 豚の総合的な抗病性向上手法開発とその実証	83
Ⅱ 草地・飼料作関係	
1. 飼料作物・牧草適応品種の選定	
1) 飼料用トウモロコシ	87
2) イタリアンライグラス	93
3) オーチャードグラス	96
2. 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	100
2) 除染後牧草地の維持管理技術の確立	104
3. 混合堆肥複合肥料の試作と肥効等の検討	
1) ペレット編	109
2) 栽培編	113

第二部 完了試験成績

1. トップブランドに向けた仙台牛の差別化事業	
1) 「おいしさ」に係わる新たな育種指標の探索	119
2) 遺伝子評価の実用化	127
3) 遺伝子評価による和牛改良速度の飛躍的向上	131
2. 肉用牛における新たな経済形質のゲノミック評価に関する研究	135
3. 黒毛和種における経膈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	139
4. 遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の検討	142
5. 豚の総合的な抗病性向上手法開発とその実証	154

第三部 業務年次報告

I 総務

1. 沿革	163
2. 機構	165
3. 会計	167
4. 県有財産	170

II 広報・普及活動, 出版物等

1. 普及に移す技術, 参考資料	171
2. 畜産試験場成果報告会	171
3. 職員の研究発表一覧	171
4. 広報・普及活動 (講習会・研修会)	173
5. 出版物	174
6. 研修	174

III 業務の概要

1. 家畜飼養状況	176
2. 家畜飼養名簿	
1) 種雄牛	178
2) 種雌牛 (供卵牛)	180
3) 養豚家きんチーム管理	182
4) 原種豚チーム管理	188
3. 生産物の状況	192
4. 牧草・飼料生産	193

試験研究の実施概要

1 酪農肉牛部

令和2年に実施した試験研究は、乳牛チーム1課題、肉牛チーム5課題、バイオテクノロジー研究チーム4課題（肉牛チーム共通2課題含む）で、すべて継続課題である。

乳用牛関係では、「乳牛の生涯生産性向上のための飼養管理法の確立」において、ICT機器（分娩監視装置）による分娩予測と昼間分娩誘起を組み合わせた飼養管理による分娩事故低減と労力軽減について検証を行った。その結果昼間分娩を誘起群と非誘起群を比較したところ、誘起群では、昼間の分娩率が12%向上し、かつ無監視分娩件数も18%減少し、本技術の有効性が示唆された。

肉用牛関係では、「肉用種雄牛の検定」において現場後代検定の成績において優れた成績であった「好久勝」号が基幹種雄牛に認定された。「好久勝」号は、特に枝肉重量成績が良好であり、産子の増体量や肥育時の肉質にも期待ができ、希望農家への供給を開始した。「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」では、令和2年度にみやぎ総合家畜市場に出荷された子牛の体側を行い、子牛市場情報を調査した。また、候補種雄牛として選定された「洋久英」号、「絵里波」号を父とした体外受精産子を作成し、32頭に移植し12頭受胎、8頭分娩、3頭が受胎中である。

バイオテクノロジー関係では、「牛の受精卵移植技術の実証に関する研究」において、ブタFSH製剤1回投与方法におき溶媒にヒアルロン酸溶液を用いことを検討した。ヒアルロン酸の添加量の差異による採卵成績について検討したが、溶媒として2ml添加した場合、慣行法と同等の成績が得られることがわかった。

2 種豚家きん部

令和2年度に実施した試験研究は、原種豚チーム3課題、養豚家きんチーム5課題（両チーム共通3課題含む。）で、うち新規課題は1課題である。

種豚家きん部共通課題としては、系統豚「ミヤギノL2」と「しもふりレッド」の維持・増殖に関する試験である「優良種豚供給体制の確立」において、維持系統豚の産肉能力調査を実施しながら、「ミヤギノL2」育成雌32頭、「しもふりレッド」育成雄22頭、育成雌41頭、人工授精用精液5,080本を配布した。

原種豚チーム関係では、「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」において、TLR5遺伝子多型と発育成績との関連を検討し、機能欠損型のTT型は他の遺伝子に比べ増体が低い傾向が認められた。「抗病性向上手法開発とその実証」について、離乳子豚にワカメ加工残渣を添加給与した結果、デュロック種では回腸下部の絨毛・陰窩長比が試験区で有意に高値であり、下痢で萎縮した腸管絨毛の回復が促進する可能性が示唆された。

養豚家きんチーム関係では、「本県産系統豚の能力向上技術の確立」において、「しもふりレッド」における繁殖形質の遺伝的能力を評価した結果、造成時から現在まで能力低下は認められず、維持されていることが示唆された。また、5-ALAを分娩前後の母豚に添加給与したところ、母豚の血清鉄濃度が有意に高くなり、また子豚の3週齢時生存率

が高くなることが認められたことから、母豚の鉄欠乏性貧血を改善し、哺乳中の子豚の発育を改善する傾向が示めされた。「遺伝的に豚肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の検討」では、「しもふりレッド」に玄米主体の飼料を給与したところ、豚肉中のリノール酸割合は対照区に比較して低値を示したことから、脂肪の質に特徴が付与された「しもふりレッド」の豚肉生産の可能性が示された。

3 草地飼料部

令和2年度に実施した試験研究は、草地飼料チーム2課題、環境資源チーム2課題（両チーム共通2課題含む。）で、すべて継続課題である。

草地飼料部関係共通課題では、「除染後牧草地の維持管理技術の確立」において、東京電力福島第一原発事故発生による放射性物質の移行低減技術を検討した。除染してもなお牧草の放射性セシウム基準値を超過する草地において、ゼオライト添加区及び更新時におけるゼオライト混和区で放射性セシウムの移行係数が有意に低かった。また、土壌中のカリ含量を保持することができることから、放射性セシウムの吸収抑制効果の持続が期待される。

草地飼料チーム関係では、「飼料作物・牧草適応品種の選定」において、飼料用トウモロコシで県奨励品種となる3品種が選定された。また、イタリアンライグラスでも、1品種が県奨励品種に選定された。

環境資源チーム関係では、「混合堆肥複合肥料の試作と肥効等の検討」において、県内有機センターで製造された堆肥に補助資材を添加し、ペレット化の安定性について検討したところ、補助資材の割合に関係なく4ヶ月間の保存が可能であることを確認した。また、混合堆肥複合肥料の肥効についてホウレンソウで栽培試験を実施したところ、緩効性肥料に比較して、豚糞区、牛糞+豚糞区では、生育、収量について差は見られなかった。

4 試験研究課題一覧

(1) 家畜関係

課 題 名	予算区分	試験期間	担当部・チーム
1 乳牛の生涯生産性向上のための飼養管理法の確立	県単受託	平29～令3	酪農肉牛部・乳牛チーム
2 肉用種雄牛の検定	県 単	昭55～	酪農肉牛部・肉牛チーム
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)	県 単	平11～	酪農肉牛部・肉牛チーム
4 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	県 単	平15～	酪農肉牛部・肉牛チーム ・バイオテクノロジー研究チーム
5 AI生体評価アルゴリズムを適用した飼養管理制御による新しい肉用牛肥育方法の開発	受 託	令1～令3	酪農肉牛部・肉牛チーム
6 トップブランドに向けた仙台牛の差別化事業	県 単	平29～令2	酪農肉牛部・肉牛チーム、 ・バイオテクノロジー研究チーム
7 牛の受精卵移植技術の実証	県 単	昭58～	酪農肉牛部・ バイオテクノロジー研究チーム
8 哺乳動物のフリーズドライ細胞による遺伝資源保存及び発生機構の探求	受 託	令1～令4	酪農肉牛部・ バイオテクノロジー研究チーム
9 優良種豚供給体制の確立	県 単	平21～	種豚家さん部・原種豚チーム ・養豚家さんチーム
10 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(豚)	県 単	平8～	種豚家さん部・養豚家さんチーム
11 本県産系統豚の能力向上技術の確立	県 単	令2～令6	種豚家さん部・原種豚チーム ・養豚家さんチーム
12 遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の検討	受 託	平28～令2	種豚家さん部・養豚家さんチーム
13 豚の総合的な抗病性向上手法開発とその実証	県 単	平30～令2	種豚家さん部・原種豚チーム ・養豚家さんチーム

(2) 草地飼料作関係

課 題 名	予算区分	試験期間	担当部・チーム
1 飼料作物・牧草適応品種の選定	県単受託	昭57～	草地飼料部・草地飼料チーム
2 除染後の牧草地における草地管理技術の確立	県単受託	令1～令5	草地飼料部・草地飼料チーム ・環境資源チーム
3 混合堆肥複合肥料の試作と肥効等の検討	県 単	平28～令3	草地飼料部・環境資源チーム

第1部
單年度試驗成績
I 家畜關係

第一部 單年度試驗成績
I 家畜關係

1 乳牛の生涯生産性向上のための飼養管理方法の開発

1) プロバイオティクス飼料の給与による乳牛の免疫機能向上および乳房炎発症予防

担当：浅野貴史，佐沢公子

1 はじめに

乳房炎をはじめとした泌乳器病は乳用牛の全国病傷事故別件数の約 30%を占め，最も事故件数が多い疾病である¹⁾。乳房炎に罹患すると乳量および乳質の低下をもたらす，酪農家に多大な損失を与えているため，その対策を講じることが急務の課題となっている。これまで乳房炎について様々な研究がされてきたが，そのほとんどは治療や発症の要因分析であり予防に関する報告は少ない。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の治療が求められている。

これまで我々はホルスタイン種の経産牛を供試し，分娩予定日 1ヶ月前からバチルスサブチルス C-3102 株（以下，枯草菌とする）を給与したところ乳汁中体細胞数が有意に低下し乳房炎発症抑制効果があることを発見した²⁾。しかしながら，乳房炎に罹患したことがない未経産牛に対する枯草菌の影響は，まだ不明である。そこで本研究では，未経産牛を使用し，分娩予定 1ヶ月前から枯草菌を給与してその効果を検討した。

2 試験方法

1) 試験期間

分娩予定日 1ヶ月前から 1 泌乳期間(305 日)とした。

2) 供試牛

宮城県畜産試験場繋養ホルスタイン種の初産牛で，対照区 11 頭，試験区 12 頭の合計 23 頭を供試した。

3) 給与飼料および飼養管理

粗飼料は自家産オーチャードグラスサイレージの不断給餌と，自家産デントコーンサイレージを給与した。濃厚飼料は，泌乳期用配合飼料および圧片とうもろこしを給与した。

飼養管理は，対頭式つなぎ牛舎で単飼し，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

給与区の牛に対して「カルスポリン」1C（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 個別給与した。

5) 調査項目

(1) 乳房炎検査

搾乳時にストリップカップ法による凝集塊の有無を確認した。臨床所見および凝集塊を発見し，乳房炎が疑われた場合には CMT 変法により凝集+以上を乳房炎と診断した。乳房炎に罹患した時には出荷停止日数，そして治療を行った場合には，投薬日数を記録した。

(2) 乳汁検査

分娩後 90 日までの平日の搾乳時に乳房別乳汁を採取し，生乳成分/体細胞数測定装置（コンビフォス 7：FOSS）により体細胞数を測定した。

3 結果および考察

体細胞リニアスコアは試験区が対照区と比較し試験期間中を通して低い値で推移し，分娩後 20 日から 25 日，35 日から 70 日，80 日から 85 日においては有意に低い値であった。

乳房炎要注意・要診断分房（リニアスコア 3 以上）の割合は分娩後 25 日，35 日，40 日において試験区で有意に低い値であった。

乳房炎発症率は試験区が分娩後 90 日間において有意に低い値であり，乳房炎分房発症率においては試験区が 90 日間と 280 日間において有意に低い値であった。また，1 頭あたりの投薬日数，出荷停止日数は試験区で 90 日間と 280 日間において低い値を示したことから，乳房炎の程度も比較的軽いものであったと推測する。

● 体細胞リニアスコア = $\log_2(\text{体細胞数(千)}/100) + 3$

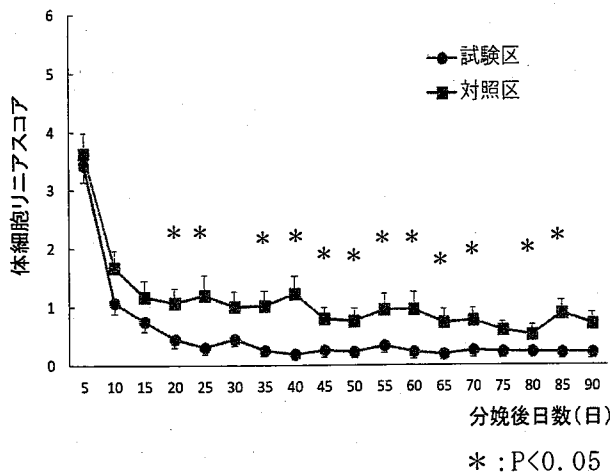


図 1 分娩後乳汁中体細胞数推移

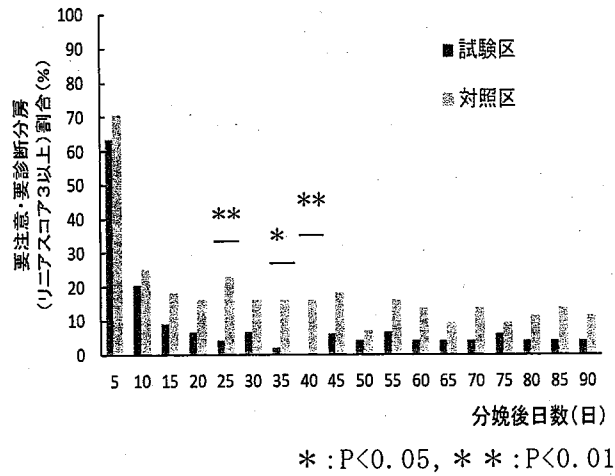


図 2 乳房炎要注意・診断分房（リニアスコア 3 以上）の割合

表 1 カルスポリン給与による乳房炎発症状

	乳房炎発症率 (%)	発症牛1頭あたりの投薬日数 (日)	発症牛1頭あたりの出荷停止日数(日)	発症牛1頭あたりの発症分房数 (房)	乳房炎分房発症率 (%)
分娩後 対照区	45.5	12.2	22.4	1.6	18.2
90日間 試験区	8.3	3.0	15.0	1.0	2.1
分娩後 対照区	60.0	14.0	26.0	1.8	32.5
280日間 試験区	30.0	5.7	12.3	1.0	7.5

* : P<0.05, ** : P<0.01

4 要約

「カルスポリン」給与により分娩後 90 日間の体細胞リニアスコアは低い値で推移し，乳房炎発症率も有意に低い値を示したことから，初産牛における乳房炎発症抑制効果を有する可能性が示唆された。

5 参考文献

1) 農林水産省 平成 30 年度農業災害補償制度家畜共済統計表

2) 麻生久ら 枯草菌給与による乳房炎発症予防効果とその作用機構, ルーメン研究会報, 26(1), p17-22(2015)

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科 アサヒカルピスウェルネス株式会社 農研機構畜産研究部門

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

担当：佐沢公子，菊地武，浅野貴史

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。そこで今回、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。

2 試験方法

1) 試験期間

令和2年5月15日から12月31日まで

2) 供試牛

試験期間中に分娩したホルスタイン種経産牛14頭

3) 分娩監視及び昼間分娩誘起の方法

供試牛には体温センサーを分娩前10日前後に膈内へ挿入し、モバイル牛温恵による分娩監視を行った。なお、モバイル牛温恵の通信システムにより、下記の通報が担当職員に入ることによって、分娩介助の準備及び経過観察の強化を実施した。

(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が見られた時

(2) 駆け付け通報

体温センサーが牛の膈内から1次破水等で脱出し温度が37度以下になった時

(3) SOS 通報

段取り通報後から駆け付け通報までの間に体温が上昇(39.5℃以上)した時

昼間分娩の誘起は窪田らの方法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、午後4時に1日の必要量を給与し、翌日午前9時までの自由採食とした。給与飼料は場産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。

4) 昼間分娩の定義及び効果の検証方法

酪農家の一般的な作業時間帯である午前5時から午後9時までの間に分娩した場合を「昼間分娩」と定義し、昼間分娩率を令和元年度の同時期と比較した。併せて、現業職員の時間外労働発生回数、延べ時間、延べ人数及び1人あたりの時間外労働時間について、

令和元年度の同時期（5月15日から12月31日まで）と比較した。なお、通常の勤務時間は午前8時から午後4時45分までとなっている。

3 結果および考察

供試牛の分娩時間及び牛温恵の通報時間は表1のとおりで、牛温恵の段取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ケースを認めた。牛温恵の段取通報は過去2日分の平均から当日の同時刻が0.4度の温度差が開き体温低下があった場合に通報が出る仕組みになっているが、牛の体調変化や環境温度の影響で通報が出ない場合がある（株式会社リモート提供資料より）。また、駆付け通報はセンサーが膈外に脱出し、温度が低下することで通報が出る仕組みになっているが、今回の調査では、破水後にセンサーが膈内に留まっており胎児娩出と同時に脱出したため、正しく通報が出なかった事例が認められた。分娩時間は昼間（午前5時から午後9時）が11頭、夜間（午後9時から午前5時）が3頭で昼間分娩率は79%となり、令和元年度の同時期と比較して12%上昇した（表2）。分娩時刻の分布図（図1）から令和2年度は12時から15時の分娩頭数が増加し、深夜0時から3時までの分娩は認められなかった。また、朝の勤務開始時に夜間の分娩に気づくケース（無監視分娩）が令和2年度は認められなかった（表2）。職員の時間外労働の発生率は令和元年度に比べて4%上昇したが、1人あたりの延べ時間は12.5%減少した（表3）。通常の勤務時間が午後4時45分までのため、時間内に破水等の分娩兆候が認められたとしても分娩が時間外になるケースもあり、時間外労働の発生率が上昇したものと考えられた。

今回の調査結果から、夜間給餌により昼間分娩率は12%上昇し、深夜の分娩が減少したことから無監視分娩が大幅に減少した。窪田ら¹⁾は、夜間給餌を行うことで昼間の管理作業時間帯、特に12～18時を中心に分娩が集中したと報告しており、同様の結果が得られた。また、他県の報告²⁾においても夜間給餌により昼間分娩率が上昇した結果が得られている。よって、昼間の分娩率を上げるために本手法は有効であり、ICT機器の活用と併せて実施することで、1人あたりの時間外労働が減少し、分娩監視の負担がさらに軽減されるものと考えられた。また、牛温恵の通報がないまま分娩兆候が現れた場合、管理作業時間帯であれば目視確認により適切に対応できるため、分娩前後の事故防止にも有効であることが示唆された。

今後は、例数を重ねることで分娩前後の事故防止及び労力軽減効果のさらなる検証を行うと共に、夜間給餌による分娩後の健康状態及び生産性への影響についても追加で調査が必要である。

表1 供試牛の分娩概要

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

表2 分娩状況の年度比較 (5/15~12/31)

	R1	R2
分娩頭数(頭)	33	14
昼間(頭)	22	11
夜間(頭)	11	3
昼間分娩率(%)	67	79
無監視分娩件数(%)	6(18)	0(0)

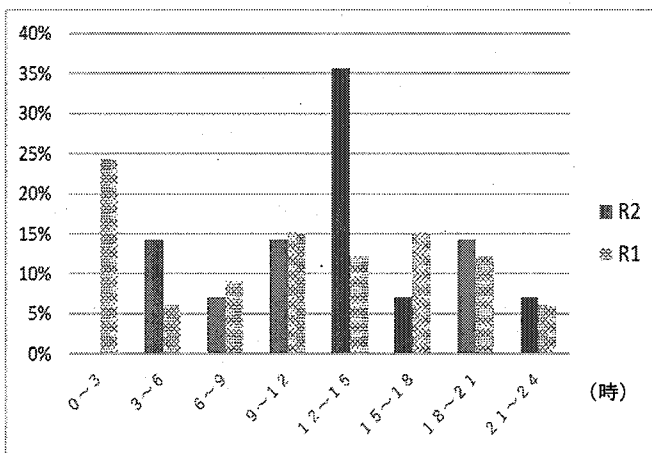


図1 分娩時刻の分布

4 要約

夜間給餌により昼間分娩率が高まり、分娩が管理作業時間帯に集中する傾向を認め、1人あたりの時間外労働が減少したことから労力軽減に一定の効果があつたものと推察された。牛温恵の活用と併せて昼間分娩率を上げることで、夜間の無監視分娩が減少し、牛温恵の通報エラーに対応可能だったことから、分娩前後の事故低減に有効であると考えられた。

表3 時間外の発生状況

	R1	R2
回数(回)	13	7
発生率(%)	39	43
※回数/分娩頭数		
延べ時間(分)	1,585	1,110
延べ人数(人)	15	12
時間/人(分)	105.7	92.5

5 参考文献

- 1) 窪田力(1994) 飼料の夜間給餌による牛の昼間分娩誘起, 畜産の研究, 48(3), 51-54
- 2) 永住浩治ら(1989) 宮崎畜試験研究報告, 3, 47-49

6 協力研究機関

特になし

2 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，渡邊智，青沼達也，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、検定牛として合計で年間20頭を購入する。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¹⁾。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2年度末までに終了したものは、第218回から第222回までの20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²⁾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、敷料にはおがくずを用いた。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 ファミール	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

検定成績は表2に概要を示し、付表として検定を終了したすべての牛の血統および成績を示した。令和2年度中に終了した第218回から第222回の検定終了牛20頭の父牛別頭数は茂福久が9頭、洋系波が6頭、勝忠久が2頭、そして、仁美桜、茂洋美および美国桜がそれぞれ1頭であった。

1日当たりの平均増体重は、最大値が美国桜307の1.40kg/日で、最小値が澄波の0.77kg/日であった。365日補正体重では、最大値が花系の527.0kg、最小値が忠洋の401.1kgであった。TDN余剰飼料摂取量は-108~36kg、粗飼料摂取率は51~52%の範囲であった。

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のとおり保留した。なお、218回次は、令和元年度分として検定している。

表2. 第218~222回次産肉能力直接検定成績の概要

No.	回次	検定期間		名号	生年月日	血統構成			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	218	R2.1.21	R2.5.12	美国桜307	R1.5.17	美国桜	百合茂	安福久	1.40	462.6	-86	51	淘汰
2	"	"	"	孝糸波	R1.5.22	洋系波	百合茂	安福久	1.25	511.3	-35	51	選抜
3	"	"	"	茂勝久	R1.6.5	茂福久	勝忠平	茂勝	1.13	438.1	-70	51	選抜
4	"	"	"	福久俊樹	R1.6.15	茂福久	花之国	百合茂	1.19	442.2	-86	52	淘汰
5	"	"	"	経世済民	R1.6.25	仁美桜	百合茂	奥北茂	1.33	436.2	-108	53	淘汰
6	"	"	"	宮城乃久	R1.6.28	茂福久	勝忠平	安福久	1.28	466.7	-89	51	淘汰
7	219	R2.4.28	R2.8.18	福茂	R1.9.1	茂福久	幸紀雄	安福久	1.32	455.2	-38	52	淘汰
8	"	"	"	鶴竜	R1.9.6	洋系波	勝忠平	第1花国	1.24	504.3	-1	51	保留
9	"	"	"	咲野花	R1.9.20	茂洋美	安福久	平茂勝	1.14	477.6	-19	52	保留
10	220	R2.6.30	R2.10.20	忠洋	R1.11.28	勝忠久	茂洋	百合茂	1.13	401.1	-67	52	淘汰
11	"	"	"	洋徳	R1.12.6	洋系波	美徳国	忠富士	1.38	505.3	-67	51	淘汰
12	"	"	"	花糸	R1.12.8	洋系波	百合茂	義平福	1.13	527.0	6	51	保留
13	221	R2.9.1	R2.12.22	茂福勝	R1.12.26	茂福久	幸紀雄	安福久	0.96	452.9	36	51	淘汰
14	"	"	"	茂福久315	R1.12.28	茂福久	百合茂	安糸福	1.15	483.8	32	50	淘汰
15	"	"	"	忠洋	R2.1.12	勝忠久	茂洋	勝忠平	1.15	450.0	3	52	淘汰
16	"	"	"	達福久	R2.1.14	茂福久	百合茂	安福久	1.03	423.6	5	52	保留
17	"	"	"	糸月	R2.1.21	洋系波	茂洋	平茂勝	1.00	420.0	-10	51	保留
18	222	R2.11.17	R3.3.9	澄波	R2.3.16	洋系波	百合茂	安福久	0.77	404.4	13	52	淘汰
19	"	"	"	桜茂福	R2.3.21	茂福久	美津照重	茂洋	0.96	425.6	6	52	淘汰
20	"	"	"	茂美津	R2.3.25	茂福久	美津照重	勝忠平	0.84	439.4	32	52	淘汰
平均									1.14	456.4	-27.2	51.5	

4 要約

直接検定を5回実施し、検定頭数は20頭、そのうち能力等により9頭を保留した。

5 参考文献

- 1) 田中弘敬・古川 力・三上人士, 和牛の産肉能力直接検定で実際に用いられている選抜基準の推定, 畜試験報, 39 : 1-6, 1982
- 2) 全国和牛登録協会編, 和牛登録事務必携 (平成 25 年度版), 2013

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	美国桜307	子牛記号番号	2019子登黒645
生年月日	令和1年5月17日	産地	宮城県登米市迫町新田字山守屋敷197
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年1月21日 ~
所有者	宮城県		令和2年5月12日 (112日間)

< 血統 >

父 母	美国桜 (黒原5204)	祖父	第1花国 (黒12510)	-	曾祖父	北国7の8 (黒原1530)
		祖母	もとみつ (黒原1280419)	-	曾祖父	美津福 (黒原2748)
	なつみのこ3の2 (黒原1634045)	祖父	百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
		祖母	なつみのこ3 (黒原1428773)	-	曾祖父	安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)		249	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)	119.2	124.1	129.0	濃厚飼料	416	濃厚飼料	-87		
	開始時	300.0	胸囲(cm)	156.0	166.0	176.0	乾草	437	粗飼料	-146		
	8週時	374.0	胸深(cm)	57.0	61.0	65.0	ワラ	0	C P	-4		
	終了時	457.0	尻長(cm)	46.0	49.0	52.0	C P	104	T D N	-86		
(kg)	180日補正	225.5	寛幅(cm)	41.0	43.0	45.0	T D N	535				
	365日補正	462.6	終了時審査得点	84.1点			粗飼料摂取率	51%				
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.32				開始	美点	発育	体深	後軀幅	資質	
	後半	1.48				開始	欠点	外腿	肩後	やや	体下線	
	全期間	1.40				終了	美点	中軀幅	体深	皮膚	ゆとり	
			終了	欠点	肩後	体伸	下腿部					
						精液検査						

検定牛名号	孝糸波	子牛記号番号	2019子南黒209
生年月日	令和1年5月22日	産地	宮城県伊具郡丸森町大張大蔵字下柳沢24
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年1月21日 ~
所有者	宮城県		令和3年5月12日 (112日間)

< 血統 >

父 母	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)
	みく (黒原1662742)	祖父	百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
		祖母	ふくこ (黒原1574311)	-	曾祖父	安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)		244	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	36.0	体高(cm)	122.4	128.0	133.6	濃厚飼料	480	濃厚飼料	-43		
	開始時	360.0	胸囲(cm)	170.0	175.5	181.0	乾草	508	粗飼料	-77		
	8週時	417.0	胸深(cm)	60.0	63.5	67.0	ワラ	0	C P	8		
	終了時	500.0	尻長(cm)	47.0	49.5	52.0	C P	121	T D N	-35		
(kg)	180日補正	277.0	寛幅(cm)	43.5	45.3	47.0	T D N	620				
	365日補正	511.3	終了時審査得点	85.2点			粗飼料摂取率	51%				
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.02				開始	美点	体伸	前軀幅	資質		
	後半	1.48				開始	欠点	肩後	尻形	やや	外腿	
	全期間	1.25				終了	美点	体伸	体深	皮膚	ゆとり	
			終了	欠点	肩後	尻形	前つなぎ					
						精液検査						

産肉能力検定(直接法)成績 その2

検定牛名号	茂勝久	子牛記号番号	2019子登黒766
生年月日	令和1年6月5日	産地	宮城県登米市豊里町保手15
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年1月21日 ~
所有者	宮城県		令和2年5月12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	{	かつひら (黒原1615436)	{	祖父 勝忠平 (黒原3800)	-	曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
					祖母 かついとじ (黒原1340780)	-	曾祖父 茂勝 (黒高989)

開始時日齢(日)		230	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)	113.2	118.9	124.6	濃厚飼料	388	濃厚飼料	-74
	開始時	285.0	胸囲(cm)	154.0	161.5	169.0	乾草	409	粗飼料	-122
	8週時	344.0	胸深(cm)	54.0	58.0	62.0	ワラ	0	C P	-2
	終了時	412.0	尻長(cm)	44.0	46.5	49.0	C P	98	T D N	-70
(kg)	180日補正	229.8	寛幅(cm)	40.0	42.0	44.0	T D N	500		
	365日補正	438.1	終了時審査得点	84.4点			粗飼料摂取率	51%		
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.05					開始美点	発育 肋張り 胸幅		
	後半	1.21					開始欠点	肩端 外腿 毛質		
	全期間	1.13					終了美点	発育 後軀 骨じまり		
							終了欠点	肩端 胸幅 毛質		
			精液検査							

検定牛名号	福久俊樹	子牛記号番号	2019子遠黒647
生年月日	令和1年6月15日	産地	宮城県大崎市田尻大貫字杉山5
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年1月21日 ~
所有者	宮城県		令和2年5月12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	{	はなごよみ (黒高223282)	{	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)

開始時日齢(日)		220	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)	117.0	122.2	127.4	濃厚飼料	367	濃厚飼料	-91
	開始時	270.0	胸囲(cm)	154.0	161.0	168.0	乾草	395	粗飼料	-140
	8週時	328.0	胸深(cm)	55.0	59.5	64.0	ワラ	0	C P	-6
	終了時	403.0	尻長(cm)	45.0	47.5	50.0	C P	93	T D N	-86
(kg)	180日補正	226.5	寛幅(cm)	39.0	41.0	43.0	T D N	477		
	365日補正	442.2	終了時審査得点	83.2点			粗飼料摂取率	52%		
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.04					開始美点	発育 体伸 皮膚ゆとり		
	後半	1.34					開始欠点	前軀幅 尻形 毛質		
	全期間	1.19					終了美点	体伸 体深 被毛		
							終了欠点	体幅 尻形 肢勢		
			精液検査							

産肉能力検定(直接法)成績 その3

検定牛名号 経世済民 子牛記号番号 2019子古黒554
 生年月日 令和1年6月25日 産地 宮城県大崎市古川宮沢字内林31
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年1月21日 ~
 所有者 宮城県 令和2年5月12日 (112日間)

< 血統 >

父 仁美桜 (黒原5152)
 母 ゆりこ (黒高220791)
 祖父 奥北茂 (黒高2025)
 祖母 かなみ (黒2118051)
 祖父 百合茂 (黒原4086)
 祖母 おくひで (黒原1385426)
 曾祖父 奥茂 (黒高981)
 曾祖父 金幸 (黒原2865)
 曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
 曾祖父 奥北茂 (黒高2025)

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	28.0	体高(cm)	111.6	117.7	濃厚飼料	332	濃厚飼料	-111
	開始時	230.0	胸囲(cm)	145.0	154.0	乾草	367	粗飼料	-170
	8週時	296.0	胸深(cm)	52.0	57.0	ワラ	0	C P	-11
	終了時	379.0	尻長(cm)	42.0	45.0	C P	85	T D N	-108
(kg)	180日補正	201.1	寛幅(cm)	38.0	41.0	T D N	437		
	365日補正	436.2	終了時審査得点	83.5点		粗飼料摂取率	53%		
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.18				開始美点	発育体上線 肩付 肋張り		
	後半	1.48				開始欠点	体伸 腿毛質		
	全期間	1.33				終了美点	発育体深 後軀幅		
						終了欠点	肩端 肘後 外腿 肋張		
				精液検査					

検定牛名号 宮城乃久 子牛記号番号 2019子栗黒687
 生年月日 令和1年6月28日 産地 宮城県栗原市栗駒桜田車尻20
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年1月21日 ~
 所有者 宮城県 令和2年5月12日 (112日間)

< 血統 >

父 茂福久 (黒原5837)
 母 かつひさ (黒2402218)
 祖父 茂洋 (黒高2042)
 祖母 ひさこ (黒2283484)
 祖父 勝忠平 (黒原3800)
 祖母 ひさこ (黒原1429249)
 曾祖父 茂勝 (黒高989)
 曾祖父 安福久 (黒原4416)
 曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
 曾祖父 安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)	207	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	45.0	体高(cm)	115.6	122.1	濃厚飼料	374	濃厚飼料	-90
	開始時	265.0	胸囲(cm)	149.0	158.0	乾草	395	粗飼料	-149
	8週時	330.0	胸深(cm)	53.0	58.0	ワラ	0	C P	-6
	終了時	408.0	尻長(cm)	44.0	46.5	C P	94	T D N	-89
(kg)	180日補正	236.3	寛幅(cm)	40.5	43.3	T D N	482		
	365日補正	466.7	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	1.16				開始美点	発育体伸 尻幅 被毛密度		
	後半	1.39				開始欠点	肩端 肘後 外腿 肋張り		
	全期間	1.28				終了美点	体伸 尻幅 被毛		
						終了欠点	肩端 長脚 外腿		
				精液検査					

産肉能力検定(直接法)成績 その4

検定牛名号	福茂	子牛記号番号	2019子栗黒1059
生年月日	令和1年9月1日	産地	宮城県栗原市瀬峰船橋80
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年4月28日 ~
所有者	宮城県		令和2年8月18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	つばさ (黒原1671633)	祖父	幸紀雄 (黒原5297)	-	曾祖父	百合茂 (黒原4086)
				祖母	ひろみ5 (黒原1463725)	-	曾祖父	安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)		240	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)	114.4	119.5	124.6	濃厚飼料	459.0	濃厚飼料	-7
	開始時	290.0	胸囲(cm)	151.0	163.0	175.0	乾草	494	粗飼料	-45
	8週時	369.0	胸深(cm)	57.0	60.0	63.0	ワラ	0	C P	3
	終了時	438.0	尻長(cm)	46.0	48.5	51.0	C P	108	T D N	-38
(kg)	180日補正	227.3	寛幅(cm)	40.5	43.3	46.0	T D N	562		
	365日補正	455.2	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	1.41				開始	美点	体伸 尻幅 骨締め		
	後半	1.23				開始	欠点	肩端 外腿 前つなぎ		
	全期間	1.32				終了	美点	発育 尻幅 体伸		
						終了	欠点	肩端 肩後 腿 前つなぎ やや体上線		
					精液検査					

検定牛名号	鶴竜	子牛記号番号	2019子古黒993
生年月日	令和1年9月6日	産地	宮城県加美郡加美町長清水南雷屋敷1
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年4月28日 ~
所有者	宮城県		令和2年8月18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	ななみ (黒高222195)	祖父	勝忠平 (黒原3800)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
				祖母	はな (黒原1406336)	-	曾祖父	第1花園 (黒12510)

開始時日齢(日)		235	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	30.0	体高(cm)	116.6	122.3	128.0	濃厚飼料	529	濃厚飼料	36
	開始時	343.0	胸囲(cm)	159.0	169.0	179.0	乾草	550	粗飼料	4
	8週時	424.0	胸深(cm)	59.0	63.0	67.0	ワラ	0	C P	12
	終了時	482.0	尻長(cm)	48.0	50.5	53.0	C P	123	T D N	-1
(kg)	180日補正	269.7	寛幅(cm)	44.0	46.3	48.5	T D N	638		
	365日補正	504.3	終了時審査得点			84.4点	粗飼料摂取率	51%		
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.45				開始	美点	体積 皮膚ゆとり 内腿		
	後半	1.04				開始	欠点	肩端 前つなぎ 肘後		
	全期間	1.24				終了	美点	体深 後軀 体伸		
						終了	欠点	肩端 毛質 前つなぎ		
					精液検査					

産肉能力検定(直接法)成績 その5

検定牛名号 咲野花 子牛記号番号 2019子栗黒1054
 生年月日 令和1年9月20日 産地 宮城県栗原市瀬峰下谷地2の9
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年4月28日 ~
 所有者 宮城県 令和2年8月18日 (112日間)

< 血統 >

父 茂洋美 (黒原5587)
 母 さやか (黒原1550807)
 祖父 茂洋 (黒高2042) 曾祖父 茂勝 (黒高989)
 祖母 ともみ (黒高218036) 曾祖父 勝忠平 (黒原3800)
 祖父 安福久 (黒原4416) 曾祖父 安福165の9 (黒原1683)
 祖母 まさや (黒原1332717) 曾祖父 平茂勝 (黒原2441)

開始時日齢(日)	221	発育	開始時	8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)	余剰飼料摂取量
生時	31.0	体高(cm)	119.0	125.0	131.0	濃厚飼料	濃厚飼料 10
開始時	313.0	胸囲(cm)	153.0	163.5	174.0	乾草	粗飼料 -15
8週時	377.0	胸深(cm)	56.0	60.0	64.0	ワラ	C P 6
終了時	441.0	尻長(cm)	46.0	48.5	51.0	C P	T D N -19
180日補正	260.7	寛幅(cm)	42.0	44.5	47.0	T D N	579
365日補正	477.6	終了時審査得点	84.1点		粗飼料摂取率	52%	
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.14	精液検査			開始美点	發育体積 体伸
	後半	1.14				開始欠点	肩端 骨締まり やや外腿
	全期間	1.14				終了美点	体伸 体上線 骨じまり
						終了欠点	過大 長脚 肩端 やや肋張

検定牛名号 忠洋 子牛記号番号 2019子遠黒1580
 生年月日 令和1年11月28日 産地 宮城県大崎市田尻小松字樋前128
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年6月30日 ~
 所有者 宮城県 令和2年10月20日 (112日間)

< 血統 >

父 勝忠久 (黒原5391)
 母 ななみ (黒原1639424)
 祖父 安福久 (黒原4416) 曾祖父 安福165の9 (黒原1683)
 祖母 はなえ (黒原1312259) 曾祖父 勝忠平 (黒原3800)
 祖父 茂洋 (黒高2042) 曾祖父 茂勝 (黒高989)
 祖母 ながれ (黒原1410585) 曾祖父 百合茂 (黒原4086)

開始時日齢(日)	215	発育	開始時	8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)	余剰飼料摂取量
生時	31.0	体高(cm)	112.2	116.6	121.0	濃厚飼料	濃厚飼料 -42
開始時	231.0	胸囲(cm)	142.0	154.5	167.0	乾草	粗飼料 -89
8週時	295.0	胸深(cm)	53.0	57.0	61.0	ワラ	C P -6
終了時	358.0	尻長(cm)	41.5	44.3	47.0	C P	T D N -67
180日補正	198.4	寛幅(cm)	37.0	39.5	42.0	T D N	449
365日補正	401.1	終了時審査得点	83.0点		粗飼料摂取率	52%	
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.14	精液検査			開始美点	資質 体上線 骨締まり
	後半	1.13				開始欠点	後軀 肩端 肩後
	全期間	1.13				終了美点	資質 体上線 体深
						終了欠点	尻形 下腿部 やや体伸

産肉能力検定(直接法)成績 その6

検定牛名号	洋徳	子牛記号番号	2019子登黒2432
生年月日	令和1年12月6日	産地	宮城県登米市豊町鳥越150
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年6月30日～
所有者	宮城県		令和2年10月20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	あとげ149 (黒原1605492)	{	祖父 美德国 (黒原4617)	-	曾祖父 糸北国 (黒原3564)
				祖母 あとげ77 (黒原1535530)	-	曾祖父 忠富士 (黒原4369)

開始時日齢(日)		207	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)	115.0	119.2	123.4	濃厚飼料	444	濃厚飼料 -34
	開始時	288.0	胸囲(cm)	146.0	160.0	174.0	乾草	465	粗飼料 -88
	8週時	367.0	胸深(cm)	54.0	57.5	61.0	ワラ	0	C P -2
	終了時	442.0	尻長(cm)	45.0	48.0	51.0	C P	104	T D N -68
(kg)	180日補正	254.5	寛幅(cm)	41.0	43.5	46.0	T D N	537	
	365日補正	505.3	終了時審査得点	83.3点		粗飼料摂取率	51%		
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.41				開始美点	発育 体伸 資質		
	後半	1.34				開始欠点	肩端 肘後 後肢		
	全期間	1.38				終了美点	発育 後軀 体深		
						終了欠点	体締まり 肩後 肘後 体上線		
				精液検査					

検定牛名号	花糸	子牛記号番号	2019子登黒2556
生年月日	令和1年12月8日	産地	宮城県登米市南方町下新山28
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年6月30日～
所有者	宮城県		令和2年10月20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	よしはなゆり (黒2495300)	{	祖父 百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
				祖母 きたのはな55 (黒2441782)	-	曾祖父 義平福 (黒原5055)

開始時日齢(日)		205	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)	118.2	123.6	129.0	濃厚飼料	522	濃厚飼料 39
	開始時	347.0	胸囲(cm)	156.0	168.0	180.0	乾草	550	粗飼料 18
	8週時	411.0	胸深(cm)	58.0	62.0	66.0	ワラ	0	C P 12
	終了時	473.0	尻長(cm)	47.0	49.0	51.0	C P	122	T D N 6
(kg)	180日補正	310.5	寛幅(cm)	42.0	45.0	48.0	T D N	633	
	365日補正	527.0	終了時審査得点	84.0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 後軀幅 資質		
	後半	1.11				開始欠点	肩後 骨味 やや肢勢		
	全期間	1.13				終了美点	体伸 後軀幅 皮膚ゆとり		
						終了欠点	過大 腿 後肢		
				精液検査					

産肉能力検定(直接法)成績 その7

検定牛名号 茂福勝 子牛記号番号 2019子栗黒1551
 生年月日 令和1年12月26日 産地 宮城県栗原市若柳川南柴ノ脇24
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年9月1日～
 所有者 宮城県 令和2年12月22日(112日間)

< 血統 >

父 茂福久 (黒原5837)
 母 ももよ (黒原1662839)
 祖父 茂洋 (黒高2042)
 祖母 ひさこ (黒2283484)
 祖父 幸紀雄 (黒原5297)
 祖母 ももか (黒原1569951)
 曾祖父 茂勝 (黒高989)
 曾祖父 安福久 (黒原4416)
 曾祖父 百合茂 (黒原4086)
 曾祖父 安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)		250	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)	117.4	121.7	126.0	濃厚飼料	501	濃厚飼料	35
	開始時	343.0	胸囲(cm)	165.0	174.0	183.0	乾草	522	粗飼料	15
	8週時	405.0	胸深(cm)	59.0	61.5	64.0	ワラ	0	C P	21
	終了時	450.0	尻長(cm)	48.0	50.0	52.0	C P	127	T D N	36
(kg)	180日補正	257.6	寛幅(cm)	42.0	44.0	46.0	T D N	637		
	365日補正	452.9	終了時審査得点	83.9点			粗飼料摂取率	51%		
1日平均 増体量 (kg/日)	前半	1.11					開美点	発育体積 資質		
	後半	0.80					始欠点	肩端 肩後 外腿		
	全期間	0.96					終美点	発育体伸 肢勢 毛の密度		
							了欠点	肩端 体下線 尻形 体締まり		
							精液検査			

検定牛名号 茂福久315 子牛記号番号 2019子登黒2677
 生年月日 令和1年12月28日 産地 宮城県登米市迫町新田字山守屋敷197
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年9月1日～
 所有者 宮城県 令和2年12月22日(112日間)

< 血統 >

父 茂福久 (黒原5837)
 母 ちはるのこ1 (黒高220766)
 祖父 茂洋 (黒高2042)
 祖母 ひさこ (黒2283484)
 祖父 百合茂 (黒原4086)
 祖母 ちはるのこ (黒原1436723)
 曾祖父 茂勝 (黒高989)
 曾祖父 安福久 (黒原4416)
 曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
 曾祖父 安米福 (黒12812)

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 重	生時	31.0	体高(cm)	120.8	124.9	129.0	濃厚飼料	529	濃厚飼料	37
	開始時	349.0	胸囲(cm)	162.0	172.5	183.0	乾草	536	粗飼料	0
	8週時	428.0	胸深(cm)	59.0	62.0	65.0	ワラ	0	C P	21
	終了時	478.0	尻長(cm)	47.0	50.0	53.0	C P	132	T D N	32
(kg)	180日補正	261.8	寛幅(cm)	45.0	47.0	49.0	T D N	665		
	365日補正	483.8	終了時審査得点	84.3点			粗飼料摂取率	50%		
1日平均 増体量 (kg/日)	前半	1.41					開美点	発育体伸 皮膚ゆとり		
	後半	0.89					始欠点	肩端 肩後 やや体上線		
	全期間	1.15					終美点	発育 前背幅 後軀幅 肢勢 体伸		
							了欠点	肩端 肘後 やや外腿 下腿部		
							精液検査			

産肉能力検定(直接法)成績 その8

検定牛名号	忠洋	子牛記号番号	2019子遠黒2018
生年月日	令和2年1月12日	産地	宮城県大崎市松山金谷字伊里124
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年9月1日～
所有者	宮城県		令和2年12月22日(112日間)

< 血統 >

父	勝忠久 (黒原5391)	祖父	安福久 (黒原4416)	-	曾祖父	安福165の9 (黒原1683)	
		祖母	はなえ (黒原1312259)	-	曾祖父	勝忠平 (黒原3800)	
	母	こはこの (黒2432759)	祖父	茂洋 (黒高2042)	-	曾祖父	茂勝 (黒高989)
			祖母	かえで (黒原1517956)	-	曾祖父	勝忠平 (黒3800)

開始時日齢(日)		233	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)	115.4	120.7	126.0	濃厚飼料	452	濃厚飼料	-1
	開始時	298.0	胸囲(cm)	157.0	166.0	175.0	乾草	494	粗飼料	-25
	8週時	374.0	胸深(cm)	58.0	60.5	63.0	ワラ	0	C P	14
	終了時	427.0	尻長(cm)	45.0	47.5	50.0	C P	117	T D N	3
(kg)	180日補正	237.3	寛幅(cm)	43.0	45.0	47.0	T D N	588		
	365日補正	450.0	終了時審査得点	83.2点			粗飼料摂取率	52%		
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.36				開始	美点	資質 体伸 体上線		
	後半	0.95				開始	欠点	肩端 尻形 肋張		
	全期間	1.15				終了	美点	発育 資質 体上線 骨味		
						終了	欠点	肩端 後軀 やや後肢		
						精液検査				

検定牛名号	達福久	子牛記号番号	2019子古黒1675
生年月日	令和2年1月14日	産地	宮城県加美郡加美町上多田川字稻子沢大畑10
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和2年9月1日～
所有者	宮城県		令和2年12月22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	ひさゆり (黒原1665303)	祖父	百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
			祖母	なかこ (黒原1533715)	-	曾祖父	安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)		231	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	30.0	体高(cm)	115.0	119.5	124.0	濃厚飼料	437	濃厚飼料	3
	開始時	286.0	胸囲(cm)	154.0	165.5	177.0	乾草	465	粗飼料	-26
	8週時	349.0	胸深(cm)	56.0	60.0	64.0	ワラ	0	C P	13
	終了時	401.0	尻長(cm)	43.0	46.0	49.0	C P	112	T D N	5
(kg)	180日補正	231.5	寛幅(cm)	41.0	43.0	45.0	T D N	561		
	365日補正	423.6	終了時審査得点	84.0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 均称 品位		
	後半	0.93				開始	欠点	腿 肩後 やや肋張		
	全期間	1.03				終了	美点	発育 品位 骨味 体深		
						終了	欠点	下腿部 やや肩端 外腿		
						精液検査				

産肉能力検定(直接法)成績 その9

検定牛名号 糸月 子牛記号番号 2019子登黒2903
 生年月日 令和2年1月21日 産地 宮城県登米市中田町上沼字新田122-2
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年9月1日～
 所有者 宮城県 令和2年12月22日(112日間)

< 血統 >

父 洋糸波 (黒原5586)
 母 さつき (黒原1605523)
 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)
 祖父 茂洋 (黒高2042) 曾祖父 茂勝 (黒高989)
 祖母 きたひらしげ (黒原1382714) 曾祖父 平茂勝 (黒原2441)

開始時日齢(日)		224	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)	115.0	120.2	125.4	濃厚飼料	423	濃厚飼料	-8
	開始時	279.0	胸囲(cm)	152.0	162.0	172.0	乾草	437	粗飼料	-48
	8週時	349.0	胸深(cm)	57.0	59.8	62.5	ワラ	0	C P	10
	終了時	391.0	尻長(cm)	43.0	45.5	48.0	C P	107	T D N	-10
(kg)	180日補正	230.3	寛幅(cm)	40.0	42.0	44.0	T D N	536		
	365日補正	420.0	終了時審査得点	83.8点			粗飼料摂取率	51%		
1日平均 増体量 (kg/日)	前半	1.25					開始	美点	発育 資質 体伸 骨締まり	
	後半	0.75					開始	欠点	前幅 外腿 やや前つなぎ	
	全期間	1.00					終了	美点	発育 体上線 資質 頭頸	
							終了	欠点	前背幅 前つなぎ やや肋張	
							精液検査			

検定牛名号 澄波 子牛記号番号 2020子栗黒103
 生年月日 令和2年3月16日 産地 宮城県栗原市花山字草木沢角間366
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年11月17日～
 所有者 宮城県 令和3年3月9日(112日間)

< 血統 >

父 洋糸波 (黒原5586)
 母 ゆりずみ (黒原1674277)
 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)
 祖父 百合茂 (黒原4086) 曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
 祖母 ふくさつき (黒原1527037) 曾祖父 安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)		246	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)	119.0	123.0	127.0	濃厚飼料	438	濃厚飼料	9
	開始時	313.0	胸囲(cm)	160.0	167.0	174.0	乾草	466	粗飼料	-4
	8週時	354.0	胸深(cm)	57.0	60.0	63.0	ワラ	0	C P	9
	終了時	399.0	尻長(cm)	46.0	48.5	51.0	C P	106	T D N	13
(kg)	180日補正	239.3	寛幅(cm)	40.0	42.5	45.0	T D N	560		
	365日補正	404.4	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	0.73					開始	美点	発育 品位 体深	
	後半	0.80					開始	欠点	腿 下腿部 肩後	
	全期間	0.77					終了	美点	発育 均称 資質 体上線	
							終了	欠点	外腿 下腿部 やや体伸	
							精液検査			

産肉能力検定(直接法)成績 その10

検定牛名号 桜茂福 子牛記号番号 2020子栗黒229
 生年月日 令和2年3月21日 産地 宮城県栗原市金成赤児要害前31
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年11月17日～
 所有者 宮城県 令和3年3月9日(112日間)

< 血統 >

父 茂福久 (黒原5837)
 母 ひろさくら (黒高223846)
 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)
 祖父 美津照重 (黒高2050) 曾祖父 美津照 (黒13162)
 祖母 さくらただ (黒2432775) 曾祖父 茂洋 (黒高2042)

開始時日齢(日)		241	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)	114.2	118.1	122.0	濃厚飼料	445	濃厚飼料	3
	開始時	306.0	胸囲(cm)	158.0	166.5	175.0	乾草	480	粗飼料	-16
	8週時	354.0	胸深(cm)	57.0	59.5	62.0	ワラ	0	C P	8
	終了時	414.0	尻長(cm)	46.0	48.0	50.0	C P	108	T D N	6
(kg)	180日補正	242.4	寛幅(cm)	41.0	43.0	45.0	T D N	573		
	365日補正	425.6	終了時審査得点	83.6点		粗飼料摂取率	52%			
1日平均増体量(kg/日)	前半	0.86		開始	美点	発育 毛質 体深				
	後半	1.07		開始	欠点	尻形 背腰の強さ 肩端 肘後				
	全期間	0.96		終了	美点	肋張 後軀幅 毛質				
				終了	欠点	やや後肢 尻形 肩端				
				精液検査						

検定牛名号 茂美津 子牛記号番号 2020子遠黒217
 生年月日 令和2年3月25日 産地 宮城県黒川郡大衡村大森字猫ノ森2
 検定場所 宮城県岩出山牧場 検定期間 令和2年11月17日～
 所有者 宮城県 令和3年3月9日(112日間)

< 血統 >

父 茂福久 (黒原5837)
 母 いちごちゃん (黒原1682075)
 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)
 祖父 美津照重 (黒高2050) 曾祖父 美津照 (黒13162)
 祖母 さと (黒原1337727) 曾祖父 勝忠平 (黒原3800)

開始時日齢(日)		237	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)	120.0	124.2	128.4	濃厚飼料	473	濃厚飼料	27
	開始時	332.0	胸囲(cm)	162.0	168.5	175.0	乾草	508	粗飼料	21
	8週時	382.0	胸深(cm)	58.0	61.5	65.0	ワラ	0	C P	12
	終了時	426.0	尻長(cm)	46.0	48.5	51.0	C P	114	T D N	32
(kg)	180日補正	261.6	寛幅(cm)	42.0	43.8	45.5	T D N	607		
	365日補正	439.4	終了時審査得点	84.4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 肢勢				
	後半	0.79		開始	欠点	肩端 外腿 肘後				
	全期間	0.84		終了	美点	後軀幅 体伸 中軀				
				終了	欠点	肩後 肩端 やや骨締まり				
				精液検査						

2 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，渡邊智，青沼達也，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¹⁾。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15回現場後代検定は、花山福，百合好，好久勝および和福久の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15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	母父	母母父		
花山福	黒原6029	H27.4.16	安福久	第1花国	平茂勝	0.81	遠田郡美里町
百合好	黒原6030	H26.9.13	好平茂	百合茂	北国7の8	1.12	大崎市岩出山
好久勝	黒原6031	H26.9.9	好平茂	安福久	平茂勝	1.03	栗原市金成
和福久	黒原6032	H26.12.1	安福久	百合茂	金幸	1.07	大崎市鹿島台

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. 検定頭数及び検定期間

名号	去勢	雌	合計	検定期間
花山福	14	6	20	平成30年4月24日～令和2年2月2日
百合好	9	7	16	平成30年4月24日～令和2年2月2日
好久勝	13	6	19	平成30年6月18日～令和2年6月16日
和福久	10	6	16	平成30年6月18日～令和2年6月16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：2015年から2020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出荷された62,290頭のデータ及びそれに関連した152,577頭の血統データ。

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水準)，食肉市場(東京，仙台，その他：3水準)，出荷年(2015～2019：5水準，ただし，第15回次の出荷年は2019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25～38ヶ月齢：14水準)を母数効果とし，県内肥育農家(出荷頭数10頭以上)568水準を変量効果とした。

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。)

$$Q=(G'R)b$$

$$Pb=RGa$$

$$b=(G'R)^{-1}Q \quad (1)$$

$$a=(RG)^{-1}Pb \quad (2)$$

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

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15回次産肉能力現場後代検定成績の概要

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.	A4・A5率 (%)
花山福	去勢	14	29.4	551.4	68.6	9.1	2.4	75.4	8.6	100%
	雌	6	29.6	443.4	69.8	8.2	2.8	75.9	8.8	100%
	計	20	29.5	519.0	69.0	8.8	2.5	75.6	8.7	100%
百合好	去勢	9	29.5	533.9	70.7	9.3	2.4	76.0	9.0	100%
	雌	7	30.0	485.7	75.4	9.0	2.8	76.6	7.9	100%
	計	16	29.7	512.8	72.8	9.1	2.6	76.3	8.5	100%
好久勝	去勢	13	29.9	572.2	71.5	9.0	3.0	74.9	8.2	100%
	雌	6	30.6	476.2	82.8	9.1	2.4	78.1	10.2	100%
	計	19	30.2	541.9	75.1	9.0	2.8	75.9	8.8	100%
和福久	去勢	10	30.0	511.7	74.2	9.0	2.0	76.9	9.1	100%
	雌	6	30.9	461.3	68.8	8.1	3.1	75.2	8.3	100%
	計	16	30.4	492.8	72.2	8.7	2.4	76.2	8.8	100%

表4. 第15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
花山福	25.8	11.4	3.1	17.4	20
百合好	42.2	18.1	3.3	25.0	16
好久勝	76.1	22.9	3.6	36.2	19
和福久	1.5	17.4	3.8	15.4	16
基幹種雄牛 平均値※	32.8	13.6	3.7	21.2	

※令和2年7月時点の11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好久勝を選抜した。

4 要約

現場後代検定を4頭で実施し、基幹種雄牛として好久勝を選抜した。

5 参考文献

全国和牛登録協会編，和牛登録事務必携（平成25年度版），2013

6 協力研究機関

特になし

第15回1次現場後代検定その1

検定種雄牛 名号「花山福」

生年月日 平成27年4月16日

検定期間 平成30年4月24日～令和2年2月2日

登録番号 黒原6029(83.6) 直検0.81kg/day

父	安福久 (黒原4416)	祖父	安福165の9 (黒原1683)	—	曾祖父	安福(岐阜) (黒育180)
		祖母	もとじろう (黒1868119)	—	曾祖父	紋次郎 (黒高938)
母	わかこ (黒2343279)	祖父	第1花国 (黒12510)	—	曾祖父	北国7の8 (黒原1530)
		祖母	のりひら (黒2272610)	—	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)

調査牛番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
生年月日	H29.7.13	H29.7.14	H29.7.20	H29.7.24	H29.8.11	H29.8.13	H29.8.14	H29.8.16	H29.8.18	H29.8.29	H29.9.2
子牛登記 記号番号	2017子遠黒 838	2017子登黒 1280	2017子南黒 547	2017子遠黒 763	2017子遠黒 1039	2017子栗黒 880	2017子遠黒 1007	2017子遠黒 857	2017子古黒 917	2017子遠黒 970	2017子遠黒 1122
問合番号	2921618060003	2921597142003	2921611849004	29212467175003	2921675575001	2921431943008	2921687948001	29212224843010	2921639401003	29212480466002	2,921,649,282,001
母牛名号	やぎりん	やすえ	ゆりか	ひまわり	はな	あすみ	ゆりひろ	ひらさくら	かつひら	ひばり	ともみ
登録番号	2921618060	2921597142	2921611849	29212467175	2921675575	2921431943	2921687948	29212224843	2921639401	29212480466	2921649282
開始年月日	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24
開始時日齢	285	284	278	274	256	254	253	251	249	238	234
終了日日齢	927	926	927	916	898	896	895	893	891	880	876
終了年月日	R2.1.26	R2.1.26	R2.2.2	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26
と殺年月日	R2.1.27	R2.1.27	R2.2.3	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27
枝肉重量	507.5	560.5	582.5	530.0	511.0	583.5	481.5	550.0	586.0	621.5	583.5
左半丸重量	255.5	281.5	292.5	265.5	254.5	290.0	240.0	273.5	292.5	307	293
ロース芯面積	58.0	71.0	69.0	63.0	90.0	64.0	59.0	62.0	64.0	78	74
バラの厚さ	8	9.1	8.3	9.2	9	9	8.2	8.5	10.4	11	8.6
皮下脂肪厚	2.1	3.2	2.5	2.4	2.0	2.5	2.7	1.8	2.3	2.6	2.1
推定歩留	74	74.8	74.4	75	79	74.3	74.1	74.7	75.3	76.9	75.6
筋間脂肪厚											
脂肪交雑	2.67	2.67	2.67	2	5	2	2.33	2	2.33	2.33	2
肉の色光沢	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4
きめしまり	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4
脂肪の光沢質	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
格付	A5	A5	A5	A4	A5	A4	A5	A4	A5	A5	A4

調査牛番号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
生年月日	H29.9.11	H29.9.12	H29.9.17	H29.7.5	H29.8.8	H29.8.12	H29.8.14	H29.8.17	H29.8.27	H29.8.27
子牛登記 記号番号	2017子南黒 670	2017子遠黒 1215	2017子遠黒 1301	2017子遠黒 645	2017子南黒 606	2017子登黒 1113	2017子栗黒 901	2017子遠黒 977	2017子遠黒 999	2017子栗黒 865
問合番号	2,912,176,045,011	2,921,291,880,012	2,912,537,469,001	2,912,169,498,012	2,921,609,703,004	2,921,446,616,008	2,921,593,410,003	2,921,643,938,003	2,921,696,739,001	2,921,615,368,004
母牛名号	ふゆこ	ひらげみつ	かつふく	ももこ	ころん	おくだひら	ほなみ	さくら	ますみ	しげみ
登録番号	29212176045	2921291880	29212537469	29212169498	2921609703	2921446616	2921593410	2921643938	2921696739	2921615368
開始年月日	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24
開始時日齢	225	224	219	293	259	255	253	250	240	240
終了日日齢	867	866	861	935	901	897	895	892	882	
終了年月日	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	43856	R2.1.26	検定除外
と殺年月日	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	43857	R2.1.27	
枝肉重量	602	522.5	498	564	353.5	486.5	384	458	414.5	
左半丸重量	301.5	260	250	281.5	176	245.5	193.5	228.5	207	
ロース芯面積	51	80	78	91	61	58	62	76	71	
バラの厚さ	9.5	9.2	9.5	9.2	7	7.7	8.7	8.1	8.5	
皮下脂肪厚	3	1.6	2.1	4.7	2.1	2.9	2.8	2.1	2.1	
推定歩留	72.2	78	77.8	76.1	75.7	73.4	75.9	77.1	77.3	
筋間脂肪厚										
脂肪交雑	1.33	5	5	2.67	2.67	2	4	3	2	
肉の色光沢	4	5	5	5	5	5	5	5	5	
きめしまり	4	5	5	5	5	5	5	5	4	
脂肪の光沢質	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
格付	A4	A5	A5	A5	A5	A4	A5	A5	A4	

第15回1次現場後代検定その2

検定種雄牛 名号「百合好」
 生年月日 平成26年9月13日
 登録番号 黒原6030(86.6) 直検1.12kg/day

検定期間 平成30年4月24日～令和2年2月2日

{	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	なみ (黒原1410580)	祖父	百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
			祖母	くにみ (黒2078700)	-	曾祖父	北国7の8 (黒原1530)

調査牛番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
生年月日	H29.7.22	H29.7.28	H29.7.30	H29.8.10	H29.8.13	H29.8.13	H29.8.15	H29.8.15	H29.8.27	H29.10.23
子牛登記 記号番号	2017子遠黒 764	2017子栗黒 892	2017子遠黒 1034	2017子古黒 921	2017子遠黒 861	2017子遠黒 1047	2017子南黒 633	2017子南黒 635	2017子古黒 1477	2017子南黒 764
間合番号	2912480467002	2912317496007	2912517865001	2921498847006	2921466424008	2921696755001	2912395100006	2921646750003	2921508158004	2921631823003
母牛名号	ふくこ	つぼみ	ふくみ	きたはな	ゆかしげ	はなび	はなやす	さちこ	こうめ	みくひら
登録番号	2912480467	2912317496	2912517865	2921498847	2921466424	2921696755	2912395100	2921646750	2921508158	2921631823
開始年月日	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24
開始時日齢	276	270	268	257	254	254	252	252	240	183
終了日日齢	931	912	910	899	909	896	894		882	825
終了年月日	R2.2.8	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.2.8	R2.1.26	R2.1.26	検定除外	R2.1.26	R2.1.26
と殺年月日	R2.2.10	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.2.10	R2.1.27	R2.1.27		R2.1.27	R2.1.27
枝肉重量	568.1	557.0	504.5	589.0	500.8	527.0	647.5		459.5	452.0
左半丸重量	284.6	278.5	253.5	295.5	251.0	265.0	322.5		229.5	224.5
ロース芯面積	88	65	85	79	68	72	67		58.0	54.0
バラの厚さ	10	9.4	9.2	9.4	8.6	9.8	10.1		8.1	8.7
皮下脂肪厚	2.2	2.7	1.7	2	2.1	2.1	3.4		2.90	2.20
推定歩留	78.4	74.8	78.7	76.8	75.8	76.8	73.8		74	74.7
筋間脂肪厚										
脂肪交雑	5	2	4	4	2	3	2.67		2.33	1.67
肉の色光沢	5	4	5	5	4	5	5		5	4
きめしまり	5	4	5	5	4	5	5		5	4
脂肪の光沢質	5	5	5	5	5	5	5		5	5
格付	A5	A4	A5	A5	A4	A5	A5		A5	A4

調査牛番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19
生年月日	H29.7.13	H29.7.20	H29.7.23	H29.7.25	H29.7.26	H29.7.28	H29.8.9	H29.8.20	H29.8.22
子牛登記 記号番号	2017子登黒 1254	2017子南黒 442	2017子登黒 1291	2017子古黒 1145	2017子登黒 1160	2017子古黒 731	2017子南黒 557	2017子栗黒 867	2017子登黒 1397
間合番号	2,921,504,789,006	2,912,464,303,003	2,912,449,043,003	2,921,547,802,006	2,921,421,646,009	2,921,490,002,007	2,921,484,891,007	2,912,227,668,011	2,921,497,125,006
母牛名号	よしひらしげ	みつはな	ひらゆり	いわ22の17	なみ	第56ひめ	なおかつ	あやめ	しげなつ
登録番号	2921504789	2912464303	2912449043	2921547802	2921421646	2921490002	2921484891	2912227668	2921497125
開始年月日	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24	H30.4.24
開始時日齢	285	278	275	273	272	270	258	247	245
終了日日齢	940		917	915	914	912		889	887
終了年月日	R2.2.8	検定除外	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	R2.1.26	検定除外	R2.1.26	R2.1.26
と殺年月日	R2.2.10		R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27	R2.1.27		R2.1.27	R2.1.27
枝肉重量	493.2		479	514	377.5	515		470	551
左半丸重量	245.4		240	258	189.5	255.5		235	274
ロース芯面積	63.0		85	82	61	79		71	87
バラの厚さ	8.6		9	9.1	7.2	9.6		9.2	10.3
皮下脂肪厚	3.3		2.6	2.3	2.5	3.6		2.3	3.3
推定歩留	74.3		78.1	77.6	75.2	76.5		76.8	77.8
筋間脂肪厚									
脂肪交雑	2.67		3	2.67	1.67	2		2.33	1.67
肉の色光沢	5		5	5	4	5		5	5
きめしまり	5		5	5	4	5		5	4
脂肪の光沢質	5		5	5	5	5		5	5
格付	A5		A5	A5	A4	A4		A5	A4

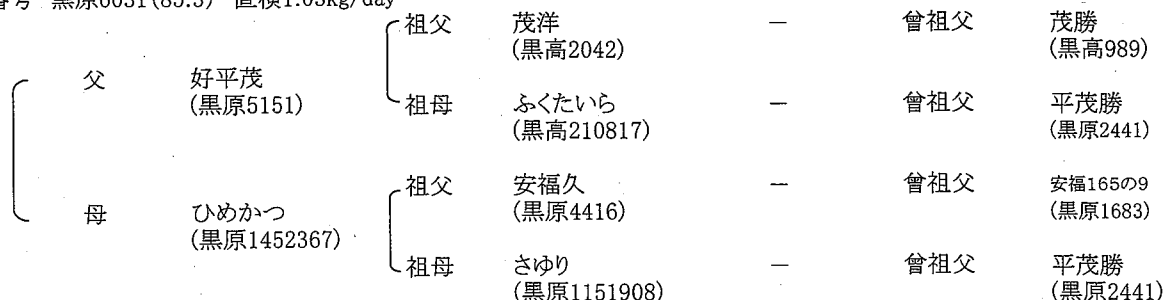
第15回2次現場後代検定その1

検定種雄牛 名号「好久勝」

生年月日 平成26年9月9日

登録番号 黒原6031(85.3) 直検1.03kg/day

検定期間 平成30年6月18日～令和2年6月16日



調査牛番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
生年月日	H29.9.12	H29.9.14	H29.9.19	H29.9.24	H29.9.25	H29.10.5	H29.10.7	H29.10.10	H29.10.10	H29.10.13	H29.10.15
子牛登記 記号番号	2017子遠黒 1216	2017子栗黒 1203	2017子遠黒 1232	2017子遠黒 1218	2017子古黒 1023	2017子栗黒 1202	2017子栗黒 1266	2017子栗黒 1204	2017子古黒 1121	2017子遠黒 1447	2017子遠黒 1407
問合番号	2921554027006	2921571294005	2921480044007	2921400689010	2921215907009	2921639470003	29212333996008	2921484973006	2921637558003	29212404808002	2,921,669,232,002
母牛名号	ひらしげ	しげこ	きくただひら	おくひら	まつなみ	ももこ	あやめ30	ゆかり	やよい	ひらはな	あゆみ
登録番号	2921554027	2921571294	2921480044	2921400689	29212215907	2921639470	29212333996	2921484973	2921637558	29212404808	2921669232
開始年月日	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18
開始時日齢	279	277	272	267	266	256	254	251	251	248	246
終了日日齢	890	888	936	889	930	920		915	915	912	910
終了年月日	R2.2.19	R2.2.19	R2.4.12	R2.3.1	R2.4.12	R2.4.12	検定除外	R2.4.12	R2.4.12	R2.4.12	R2.4.12
と殺年月日	R2.2.21	R2.2.21	R2.4.13	R2.3.2	R2.4.13	R2.4.13		R2.4.13	R2.4.13	R2.4.13	R2.4.13
枝肉重量	605	634.0	469.5	607.0	642.5	578.0		493.0	638.5	511.0	607.5
左半丸重量	301	317.0	235.0	306.5	322.5	289.0		246.0	317.5	255.0	300.5
ロース芯面積	73	67	67	80	73	90		60.0	78.0	53.0	73
バラの厚さ	9	9.8	9.3	8	9.7	8.4		7.6	9.8	7.8	8.2
皮下脂肪厚	2.7	4	1.5	5.1	5	1.8		2.10	3.20	2.70	2.4
推定歩留	75	73.2	77.1	72.9	72.8	77.9		74.3	75.3	72.7	74.7
筋間脂肪厚											
脂肪交雑	2.33	2.67	2.33	2	2.33	4		1.67	2	1.33	2.33
肉の色光沢	5	5	5	4	5	5		4	5	4	5
きめしまり	5	5	5	4	5	5		4	4	4	5
脂肪の光沢質	5	5	5	5	5	5		5	5	5	5
格付	A5	A5	A5	A4	A5	A5		A4	A4	A4	A5

調査牛番号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
生年月日	H29.10.15	H29.10.17	H29.10.27	H29.9.12	H29.9.16	H29.9.17	H29.10.2	H29.10.8	H29.10.20	H29.10.28	H29.11.7	H29.11.22
子牛登記 記号番号	2017子古黒 1643	2017子南黒 761	2017子遠黒 1343	2017子栗黒 940	2017子南黒 659	2017子登黒 1496	2017子栗黒 1101	2017子登黒 1915	2017子栗黒 1042	2017子遠黒 1502	2017子登黒 2027	2017子登黒 2181
問合番号	2,921,468,183,017	2,921,519,875,007	2,921,707,385,001	2,921,530,168,006	2,921,449,298,008	2,921,699,854,001	2,921,404,395,009	2,921,612,026,004	2,921,395,491,009	2,921,707,379,001	2,921,554,087,006	2,912,346,717,007
母牛名号	さやか	ふくただ	さと	おくきた	なおしげ	さくらしげ	さきただひら	きたゆり	いとふく	さきひさ	ひな	あきさくら
登録番号	2921468183	2921519875	2921707385	2921530168	2921449298	2921699854	2921404396	2921612026	2921395491	2921707379	2921554087	2912346717
開始年月日	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18
開始時日齢	246	244	234	279	275	274	259	253	241	233	223	208
終了日日齢	910	908	898				923	982	970	897	887	872
終了年月日	R2.4.12	R2.4.12	R2.4.12	検定除外	検定除外	検定除外	R2.4.12	R2.6.16	R2.6.16	R2.4.12	R2.4.12	R2.4.12
と殺年月日	R2.4.13	R2.4.13	R2.4.13	R2.3.19	R2.6.17		R2.4.13	R2.6.17	R2.6.17	R2.4.13	R2.4.13	R2.4.13
枝肉重量	541.5	572.5	539				547.5	496	521	425	468.5	399
左半丸重量	272.5	289	270.5				274.5	249	262.5	215.5	233	201
ロース芯面積	69.0	71	76				97	84	80	87	77	72
バラの厚さ	9.2	10.3	9.4				10.7	9.4	9	8.6	9.1	7.6
皮下脂肪厚	3.9	2	2				2.1	2.8	2.8	1.8	2.5	2.4
推定歩留	74.2	76.5	77				80.4	77.9	76.8	79.5	77.4	76.7
筋間脂肪厚												
脂肪交雑	3.00	2	5				5	2.67	3	5	3	2.33
肉の色光沢	5	5	5				5	5	5	5	5	5
きめしまり	5	5	5				5	5	5	5	5	5
脂肪の光沢質	5	5	5				5	5	5	5	5	5
格付	A5	A4	A5				A5	A5	A5	A5	A5	A5

第15回2次現場後代検定その2

検定種雄牛 名号「和福久」

生年月日 平成26年12月1日

登録番号 黒原6032(85.0) 直検1.07kg/day

検定期間 平成30年6月18日～令和2年6月16日

	父	安福久 (黒高4416)	祖父	安福165の9 (黒原1683)	-	曾祖父	安福(岐阜) (黒育180)
			祖母	もとじろう (黒1868119)	-	曾祖父	紋次郎 (黒高938)
	母	ゆりか (黒原1475884)	祖父	百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
			祖母	あいこ (黒原1239575)	-	曾祖父	金幸 (黒原2865)

調査牛番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
生年月日	H29.9.12	H29.9.24	H29.10.4	H29.10.5	H29.10.9	H29.10.30	H29.11.2	H29.11.5	H29.11.15	H29.11.23
子牛登記 記号番号	2017子登黒 1231	2017子古黒 1109	2017子遠黒 1506	2017子登黒 2010	2017子遠黒 1507	2017子古黒 1645	2017子遠黒 1404	2017子登黒 2213	2017子古黒 1288	2017子古黒 1646
問合番号	2921637653003	2921345492010	2921649258002	2921224077014	2921563408005	29212456320003	29212361634008	2921385528009	2921699732001	2921631853003
母牛名号	ふくひろ	やすひめ	あかり	第6やす	のりこ	いわ24の46	ひらいと	しげひら	よしさかえ	いわ24の32
登録番号	2921637653	2921345492	2921649258	2921224077	2921563408	29212456320	29212361634	2921385528	2921699732	2921631853
開始年月日	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18
開始時日齢	279	267	257	256	252	231	228	225	215	207
終了日齢	943	931	921	920	846	960	892	954	879	871
終了年月日	R2.4.12	R2.4.12	R2.4.12	R2.4.12	R2.2.2	R2.6.16	R2.4.12	R2.6.16	R2.4.12	R2.4.12
と殺年月日	R2.4.13	R2.4.13	R2.4.13	R2.4.13	R2.2.3	R2.6.17	R2.4.13	R2.6.17	R2.4.13	R2.4.13
枝肉重量	480	547.5	508.0	514.0	559.0	474.0	608.5	423.0	540.5	462.5
左半丸重量	240.5	277	251.5	253.0	279.0	237.5	302.5	211.5	270.5	232.5
ロース芯面積	74	76	75.0	72.0	80.0	67.0	78.0	68.0	85.0	67.0
バラの厚さ	8	8.6	9	8.8	8.7	8.6	11	8.8	9.3	9.1
皮下脂肪厚	2.1	2	1.90	2.60	2.70	1.60	2.00	1.50	1.80	2.00
推定歩留	76.5	76.3	77.2	76	76.2	76.5	77.5	77.5	78.3	76.6
筋間脂肪厚										
脂肪交雑	2.33	2.33	2	2.67	4	4	3	2	2.67	4
肉の色光沢	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
きめしまり	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
脂肪の光沢質	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
格付	A5	A4	A4	A5	A5	A5	A5	A4	A5	A5

調査牛番号	11	12	13	14	15	16	17
生年月日	H29.9.24	H29.10.12	H29.10.17	H29.10.28	H29.11.2	H29.11.8	H29.11.12
子牛登記 記号番号	2017子遠黒 1148	2017子古黒 1479	2017子登黒 1968	2017子遠黒 1301	2017子登黒 2191	2017子登黒 2138	2017子登黒 1980
問合番号	2,912,541,511,001	2,921,547,804,003	2,921,515,065,006	2,912,393,396,006	2,921,575,797,005	2,921,497,129,006	2,921,575,796,005
母牛名号	ひろきた	さつき	さだゆき	なみざくら	ひろ	のぞみ	さちひろ
登録番号	2912541511	2921547804	2921515065	2912393396	2921575797	2921497129	2921575796
開始年月日	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18	H30.6.18
開始時日齢	267	249	244	233	228	222	218
終了日齢		978	973	962	892	886	882
終了年月日	検定除外	R2.6.16	R2.6.16	R2.6.16	R2.4.12	R2.4.12	R2.4.12
と殺年月日	R2.6.17	R2.6.17	43999	R2.6.17	R2.4.13	R2.4.13	R2.4.13
枝肉重量		448.5	629.5	396.5	441	417.5	435
左半丸重量		226	313	198.5	222.5	211	219.5
ロース芯面積		69	85	46	76	63	74
バラの厚さ		8.7	9.5	7.4	8	7.3	7.6
皮下脂肪厚		3.3	4.3	2.5	3.6	2.9	1.7
推定歩留		75.6	75.1	73.1	75.8	74.6	77.1
筋間脂肪厚							
脂肪交雑		2.33	3	2	3	2	2.33
肉の色光沢		5	5	4	5	5	5
きめしまり		5	5	4	5	5	4
脂肪の光沢質		5	5	5	5	5	5
格付		A5	A5	A4	A5	A4	A4

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）

担当：青沼達也，渡邊智，千葉和義，高木理宏

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年から令和元年までの間、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）により推定を行なってきた。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。これは、SNP情報を持つ個体が少ない場合でも正確さが減少しにくいこと等の利点をもつ。今年度は、枝肉重量とロース芯面積を対象形質とし、遺伝的パラメータや従来のBLUP法育種価との相関の観点から、ssGBLUP法とGBLUP法の評価精度の違いを検証した。

2 試験方法

1) SNP型判定とインピュテーション

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から腎周囲脂肪を採取し、核酸自動分離装置GENE PREP STAR PI-480（クラボウ）を用いて腎周囲脂肪からDNAを抽出した。得られたDNAについて、GGP BovineLD-24 v4.0 SNPチップ（illumina）を用いてSNP型判定（ジェノタイプ）を行い、30,105個のSNPデータを得た。30,105個のSNPデータについて、ソフトウェアBeagleにより34,481SNPsへ補完後、集団内のアリル頻度1のSNPを除き、34,474SNPsを解析に使用した。

2) データセット

ssGBLUP法およびGBLUP法の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、および表3に示した。また、評価対象牛として、SNP情報を保有する宮城県有種雄牛79頭を用いた。

3) 評価方法

ssGBLUP法は性別（2区分）、肥育農家（405区分）、と畜年（11区分）を母数効果、GBLUP法は性別（2区分）、肥育農家（254区分）、と畜年（9区分）を母数効果とし、両手法とも出荷月齢（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（15,148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。

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

4) 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、全国和牛登録協会が令和2年8月にBLUP法により評価した第44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1,051頭
表型値	A+B	A	B: 表型値のみを有する肥育牛1,884頭

表2. 基本統計量 (ssGBLUP法)

		平均	標準偏差	最大	最小	頭数
枝肉重量 (kg)	去勢	534.42	64.11	752.50	310.00	2240
	雌	454.85	52.80	633.50	270.50	695
ローズ芯面積 (cm ²)	去勢	70.36	13.46	135.00	40.00	2240
	雌	67.47	10.99	108.00	34.00	695
月齢	去勢	30.31	2.50	38.66	22.20	2240
	雌	30.66	1.60	39.34	25.39	695

表3. 基本統計量 (GBLUP法)

		平均	標準偏差	最大	最小	頭数
枝肉重量 (kg)	去勢	514.18	62.45	706.00	358.00	869
	雌	463.20	51.55	633.50	332.00	182
ローズ芯面積 (cm ²)	去勢	67.45	12.72	130.00	40.00	869
	雌	68.63	11.27	108.00	42.00	182
月齢	去勢	29.48	3.11	35.90	22.20	869
	雌	30.54	1.66	39.34	25.39	182

3 結果および考察

1) 遺伝的パラメータの推定

ssGBLUP法およびGBLUP法の各手法における遺伝率について、枝肉重量は0.530および0.542、ローズ芯面積は0.515および0.553で推定され、いずれの形質もGBLUP法による遺伝率がやや高く推定された。

2) 評価精度の検討①

評価を実施した種雄牛79頭のうち、BLUP法による育種価を保有し、かつデータセットに後代の記録を含む種雄牛35頭を対象に比較した。ssGBLUP法およびGBLUP法の各手法について、枝肉重量は0.930および0.919の相関係数が得られ、ssGBLUP法でやや高い結果となり、ローズ芯面積は0.876および0.911の相関係数が得られ、GBLUP法でやや高い結果となった(表5)。ssGBLUP法においては、対象形質に応じ、H行列計算時の最適なパラメータがあることも報告されていることから、今後検討が必要である。

3) 評価精度の検討②

評価を実施した種雄牛79頭のうち、BLUP法による育種価を保有し、かつデータセット

に後代の記録を含まない種雄牛（後代検定牛）8頭を対象に比較した。いずれの形質においても、ssGBLUP法がGBLUP法と比較してやや高い相関係数が得られた。ロース芯面積について、回帰直線から大きく外れる後代検定牛1頭を除いた計7頭で再検討した結果、いずれの手法も相関係数が0.3程度上昇し、ssGBLUP法がGBLUP法と比較して高い相関係数が得られた。これらの結果から、後代の記録を持たない若い牛を評価する場合は、ssGBLUP法がより高い精度で能力評価できる可能性が考えられた。

表4. 遺伝的パラメータ

	枝肉重量		ロース芯面積	
	ssGBLUP	GBLUP	ssGBLUP	GBLUP
遺伝分散	1127.200	1147.800	64.792	67.669
残差分散	1001.400	968.010	61.107	54.590
遺伝率	0.530	0.542	0.515	0.553

表5. 後代の記録を持つ種雄牛35頭を対象とした全和登推定育種価との相関係数

	枝肉重量		ロース芯面積	
	ssGBLUP	GBLUP	ssGBLUP	GBLUP
種雄牛35頭	0.930	0.919	0.876	0.911

表6. 後代の記録を持たない後代検定牛8頭を対象とした全和登推定育種価との相関係数

	枝肉重量		ロース芯面積	
	ssGBLUP	GBLUP	ssGBLUP	GBLUP
後代検定牛8頭	0.871	0.846	0.454	0.358
※後代検定牛7頭	0.864	0.836	0.732	0.701

4 要約

枝肉重量とロース芯面積を対象としてssGBLUP法とGBLUP法を比較した結果、遺伝率はGBLUP法でやや高く推定された。一方、BLUP法との比較による精度検証では、後代の記録を持たない後代検定牛において、ssGBLUP法で高い相関係数が得られ、より高い精度で能力評価できる可能性が考えられた。

5 参考文献

- 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）」青沼達也，清水俊郎，渡邊智．令和元年度 宮城県畜産試験場試験成績書・業務年報
- 2) 「効率的育種のための全ゲノム情報を活用する統計遺伝学的手法に関する研究」

6 協力研究機関

独立行政法人家畜改良センター, 公益社団法人畜産技術協会, 東北大学大学院農学研究科

4 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：岡希，吉野淳良，高森広典，高橋伸和，鈴木英作

1 はじめに

近年、薬物耐性菌問題に伴い、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, P402L）が知られている。機能欠損型 TLR5 を保有する豚（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比較検討した。

2 試験方法

1) 試験材料

材料には令和2年1～2月に当場で生まれたランドレース種系統豚「ミヤギノL2」を用いた。-80℃で冷凍保存された耳刻片からDNAを抽出し、PCR反応によりTLR5遺伝子型判別を行った^{1,2)}。

2) 試験方法

試験①：ミヤギノL2肥育豚のうち、出荷時体重が100～125kgの43頭（CC型：15頭，CT型：11頭，TT型：17頭）について、遺伝子型別の一日平均増体量，出荷日齢，背脂肪厚及び内臓検査結果を調査した。

試験②：50～60日齢のミヤギノL2肥育豚（CC型：5頭，CT型：4頭，TT型：6頭）について、分娩舎から肥育豚舎へ移動1週間後及び移動1ヶ月後に体重測定及び採血を行った。採血した血液を用いて白血球数，*S. Choleraesuis* (SC) 死菌体を抗原とした白血球貪食能を測定した。

3 結果及び考察

試験①：試験豚の調査結果を表1及び表2に示した。一日平均増体量は、有意差は認められないものの、昨年度と同様にTT型で低値であり、出荷日齢もTT型で延長した。背脂肪厚及び内臓検査結果については、遺伝子型による差は認めら

れなかった。

試験②：移動前～移動1週後の期間の一日平均増体量は、TT型がCC型に比べて低い傾向が認められた（表3， $p < 0.1$ ）。一方で、白血球数（図1）及び白血球食食能（図2）で有意差は認められなかった。

表1 試験① 肥育豚の発育及び背脂肪厚

	TLR5 遺伝子型	♀		去勢		全体	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1日平均 増体量 (g/日)	CC(n=15)	654.4	± 39.8	678.2	± 48.8	673.4	± 48.1
	CT(n=11)	614.4	± 40.8	683.5	± 72.9	670.9	± 14.7
	TT(n=17)	624.6	± 13.6	659.1	± 61.5	651.0	± 56.1
出荷日齢 (日)	CC(n=15)	181.0	± 14.1	171.2	± 10.6	173.1	± 12.8
	CT(n=11)	189.0	± 8.0	168.6	± 13.2	172.3	± 14.7
	TT(n=17)	187.8	± 8.4	179.0	± 15.5	181.1	± 14.7
背脂肪厚 (mm)	CC(n=15)	2.4	± 0.4	2.2	± 0.3	2.5	± 0.4
	CT(n=11)	2.5	± 0.8	2.2	± 0.5	2.6	± 0.8
	TT(n=17)	2.4	± 0.4	2.0	± 0.3	2.5	± 0.4

(平均値 ± 標準偏差)

表2 試験① 肥育豚の内臓検査結果

TLR5 遺伝子型	腸炎	腹膜炎	心外膜炎
CC(n=15)	5頭	1頭	1頭
CT(n=11)	0頭	2頭	1頭
TT(n=17)	4頭	3頭	1頭

表3 試験② 豚舎移動前後の一日平均増体重及び出荷日齢

	一日平均増体量(g)		出荷日齢(日)
	移動前～移動後1週	移動後1週～1ヶ月	
CC(n=5)	550.0 ± 124.9 a	861.2 ± 58.1	173.3 ± 12.8
CT(n=4)	527.3 ± 138.8 ab	957.9 ± 144.4	162.3 ± 2.8
TT(n=6)	356.5 ± 101.0 b	899.5 ± 37.7	177.2 ± 12.8

出荷日齢は出荷体重が100～125kgの個体のみ。

異符号間に有意傾向あり ($p < 0.1$) (平均値 ± 標準偏差)

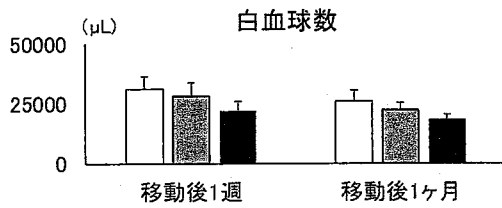


図1 試験② 白血球数

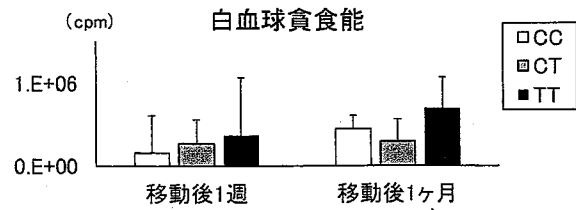


図2 試験② 白血球貪食能

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遺伝子型と発育性及び免疫機能との関連について調査を行ったところ、機能欠損型TLR5を持つ個体では、ハウス豚舎移動後1週の増体が低く、出荷日齢が延長する傾向が認められたが、免疫機能との関連は明らかにならなかった。

5 参考文献

- 1) Shinkai H. , Suzuki R. , Akiba M. , Okumura N. , Uenishi H. (2011) , Porcine Toll-like receptors: Recognition of *Salmonella enterica* serovar Choleraesuis and influence of polymorphisms, *Molecular Immunology*, 48 : 1114-1120.
- 2) Muneta Y. , Minagawa Y. , Kusumoto M. , Shinkai H. , Uenishi H. , Splichal I. (2012) , 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. *Microbiology and Immunology*, 56 : 385-391

6 協力研究機関

特になし

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

1) 「脂肪の質」等の遺伝的パラメータ推定

担当：千葉和義，渡邊智，青沼達也，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 試験材料および方法

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、宮城県産肉能力現場後代検定第7回から第15回まで、仙台中央食肉卸売市場において枝肉調査した結果得られた517頭の記録から、公益社団法人日本食肉格付け協会による食肉格付6形質（枝肉重量，ロース芯面積，バラ厚，皮下脂肪厚，歩留基準値およびBMS No）ならびに株式会社相馬光学製S-7010を用いて測定したオレイン酸，SFA および MUFA，あわせて9形質の遺伝的パラメータを推定した。

3,127頭の血統データを用い，性2区，出荷年9区，出荷月齢6区，肥育農家12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 および MUFA の平均値は，それぞれ52.8，38.0 および60.6%，また，オレイン酸および MUFA はいずれも雌の方が高い値を示していた。

各形質の遺伝的パラメータ（表3）を求めたところ，産肉形質の遺伝率は枝肉重量の 0.20 ± 0.06 から歩留基準値の 0.84 ± 0.05 の範囲にあり，多くが中程度から高い遺伝率を示した。また，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，ロース芯断面面積及び BMS No. を重視してきたところであるが，それら3形質の遺伝相関は，枝肉重量とロース芯断面面積が0.26，枝肉重量と BMS No. が0.35，および，ロース芯断面面積と BMS No. が0.66を示していた。

一方，脂肪の質の遺伝率は，オレイン酸が 0.48 ± 0.05 ，SFA が 0.46 ± 0.05 および MUFA が 0.43 ± 0.05 とほぼ同等の値を示した。

産肉形質とともに脂肪の質の向上に向けた改良にとって考慮すべき主要な遺伝相関については，枝肉重量とオレイン酸が-0.13，オレイン酸とロース芯断面面積が-0.02 と負の遺伝相関であったものの，BMS No. とオレイン酸とは0.22 と正の遺伝相関を示していた。

これら産肉形質と脂肪の質の遺伝相関の推定値から、本県の肉用牛集団ではこれまでどおり現場後代検定成績に基づき、枝肉重量、ロース芯断面積及び BMS No. で種雄牛選抜を行っても、脂肪の質には大きな影響を与えることはないと考えられる。

種雄牛の能力評価法については、さらにデータを蓄積して分析精度を高めるとともに、「脂肪の質」の遺伝的改良についても検討する。

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)	517	489.4	62.8	347.5	670.5
ロース芯面積(cm ²)	517	66.2	11.3	42.0	110.0
バラ厚(cm)	517	8.7	0.9	6.3	11.8
皮下脂肪厚(cm)	517	2.7	0.8	0.2	5.7
歩留基準値(%)	517	75.3	1.8	71.2	82.3
BMS No.	517	7.6	2.3	2.0	12.0
オレイン酸(%)	517	52.8	2.6	44.2	60.3
SFA(%)	517	38.0	3.4	30.9	48.8
MUFA(%)	517	60.6	3.3	48.5	67.4
月齢	517	29.9	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	212	53.8	2.5	45.5	60.3
	去勢	305	52.1	2.5	44.2	57.2
SFA(%)	雌	212	36.9	3.3	30.9	47.7
	去勢	305	38.7	3.4	31.9	48.8
MUFA(%)	雌	212	61.5	3.2	48.5	67.4
	去勢	305	59.9	3.2	51.3	66.8

表3. 各形質の遺伝的パラメータ

	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	0.20±0.06	0.26	0.55	0.34	0.06	0.35	-0.13	0.21	-0.19
ロース芯面積	0.38	0.79±0.07	0.23	-0.33	0.90	0.66	-0.02	0.06	-0.05
バラ厚	0.66	0.39	0.59±0.07	0.03	0.36	0.41	0.23	-0.20	0.23
皮下脂肪厚	0.47	-0.07	0.28	0.50±0.07	-0.63	0.22	0.22	-0.14	0.16
歩留基準値	-0.04	0.82	0.30	-0.54	0.84±0.05	0.51	0.01	-0.01	0.01
BMS No.	0.16	0.56	0.30	0.01	0.49	0.75±0.05	0.22	-0.24	0.27
オレイン酸	0.06	0.01	0.15	0.21	-0.05	0.10	0.48±0.05	-0.98	0.93
SFA	-0.08	-0.01	-0.17	-0.22	0.05	-0.10	-0.98	0.46±0.05	-0.97
MUFA	0.08	0.00	0.17	0.22	-0.06	0.11	0.95	-0.98	0.43±0.05

対角: 遺伝率±標準誤差, 対角右上: 遺伝相関, 対角左下: 表型相関

4 要約

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-0.13から0.22の範囲にあった。

5 参考文献

特になし

6 協力研究機関

特になし

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

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：植田郁恵，及川俊徳，高木理宏，青沼達也，渡邊智，千葉和義

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、産子を出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）胚を出し・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・肥育データを収集し、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29年度後代検定候補牛のうち、「勝美桜1」号及び「勝洋平」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。

平成31年度後代検定候補牛のうち、「洋久英」号及び「絵里波」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7~8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) 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元年5月から令和2年5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

「洋久英」号の体外受精由来の新鮮胚は11頭に移植を行い6頭が受胎し受胎率は54.5%、凍結保存胚は3頭に移植を行い1頭が受胎し、受胎率は33.3%であった。新鮮胚と凍結保存胚の移植で受胎した7頭のうち、6頭が分娩した(雄3頭、雌3頭)。これらの子牛は現在肥育中である。

「絵里波」号の体外受精由来の新鮮胚は13頭に移植を行い4頭が受胎し、受胎率は30.8%、凍結保存胚は5頭に移植を行い1頭が受胎し、受胎率は20.0%であった。新鮮胚と凍結胚の移植で受胎した5頭のうち5頭が分娩した(雄3頭、雌2頭)。これらの子牛は現在肥育中である。

(2) 体外受精由来産子の枝肉成績

6戸の農家で肥育された「勝美桜1」号IVF産子9頭のうち7頭は887～985日齢でと畜され、その枝肉成績を表1に示した。去勢と雌を合わせた枝肉成績は平均で枝肉重量455.9kg、ロース芯面積67.7cm²、バラの厚さ8.4cm、BMSNo. 7.9であった。枝肉等級は5等級3頭、4等級4頭であった。残りの2頭は現在肥育中である。

5戸の農家で肥育された「勝洋平」号IVF産子8頭のうち1頭は854日齢でと畜され、その枝肉成績を表2に示した。残りの7頭は現在肥育中である。

表1 「勝美桜1」号IVF産子の枝肉成績

番号	町名	性別	枝肉重量(kg)	ロース芯面積(cm ²)	バラの厚さ(cm)	皮下脂肪厚(cm)	歩留基準値	BMS No.	脂肪交雑基準	等級	肥育日数(日)
1	大崎市	去勢	478	87	8.6	3.3	77.5	12	5	A5	985
2	蔵王町	去勢	450.5	66	7.8	1.9	75.9	6	2-	A4	936
3	蔵王町	去勢	489	61	7.8	1.9	74.7	7	2	A4	917
4	蔵王町	去勢	494.5	59	8.8	3.7	73.4	8	2+	A5	921
5	大崎市	雌	417	73	9.7	3.5	77.0	9	3-	A5	944
6	蔵王町	雌	480.5	81	8.4	4.5	75.5	8	2+	A4	934
7	美里町	雌	381.5	47	7.8	2.2	74.0	5	1+	A4	887
去勢平均 4頭			478.0	68.3	8.3	2.7	75.4	8.3			
雌平均 3頭			426.3	67.0	8.6	3.4	75.5	7.3			
全体平均 7頭			455.9	67.7	8.4	3.0	75.4	7.9			

表2 「勝洋平」号 IVF 産子の枝肉成績

番号	町名	性別	枝肉重量 (kg)	ロース芯 面積(cm ²)	バラの厚 さ(cm)	皮下脂肪 厚(cm)	歩留 基準値	BMS No.	脂肪交雑 基準	等級	肥育日数 (日)
1	角田市	雌	502	53	8.3	4	72.0	7.0	2	A4	854
	去勢平均	-									
	雌平均	1頭	502.0	53.0	8.3	4.0	72.0	7.0			
	全体平均	1頭	502.0	53.0	8.3	4.0	72.0	7.0			

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29年度後代検定候補牛である「勝美桜1」号及び「勝洋平」号の精液を用いた体外受精由来胚から子牛が生産された。9戸の農家において育成・肥育され、と畜された8頭の肥育牛の枝肉データを収集することができた。

5 引用文献 or 参考文献

特になし

6 協力研究機関

特になし

6 AI 生体評価アルゴリズムを適用した飼養管理制御による新しい肉用牛肥育方法の開発

担当：渡邊智，青沼達也，高木理宏，千葉和義

1 はじめに

畜産農家は、品質の良い肉用牛の安定確保による生産性の向上と農業経営の安定化を求めている。現場における肥育技術は、農家や地域毎に体系が異なり、適切に肥育牛を診断する方法が一般化されていない。長年の経験（暗黙知）ではなく、科学的な裏付け（形式知）により肥育牛の発育や肉質を的確に診断できれば、低コストで高品質な牛肉生産が可能となる。

本研究では、血清バイオマーカータンパク質の機能と動態の解析情報をデジタル化し、AI 生体評価アルゴリズムの適用から飼養管理制御による新しい肥育方法の開発及びデータ駆動型スマート肉用牛肥育システムの確立を目指す。

なお、共同研究機関の役割は、公設 3 県（岐阜県畜産研究所，鳥取県畜産試験場，宮城県畜産試験場）が血清サンプル及び枝肉格付成績の収集，近畿大学生物理工学部がバイオマーカー分析，和歌山大学が統計解析を担う。

2 試験方法

プロテオーム解析結果には触れていない（結果が出ていないため）

2-1 現地試験 出荷月齢を 24 ヶ月齢とする早期肥育体系

1) 試験期間

令和元年 5 月 10 日から令和 2 年 10 月

2) 試験場所

県内肥育農家 19 戸の牛舎

3) 供試牛

黒毛和種去勢牛 41 頭（洋糸波産子 13 頭，茂洋美産子 28 頭）を 18 農家へ 2 頭ずつ，1 農家へ 5 頭配置した。

4) 給与飼料等

飼料給与をはじめ飼養管理全般は，各農家の方法に準拠する。

5) 調査項目

(1) 血液（生後 7，10，13，17，21 ヶ月齢で採血）

- a 血清 液体クロマトグラフ（日立製作所）を用いて，ビタミン A，ビタミン E 及び β カロテン，自動分析装置を用いて，アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (GOT)， γ -グルタミルトランスペプチターゼ (GGT)，総コレステロール

(T-cho), アルブミン (Alb), 尿素窒素 (BUN), 総タンパク質 (TP) を分析した。

b 血漿の脂肪酸分析

血漿 2ml を用い, 既報¹⁾ に従い脂質抽出を行った。

ガスクロマトグラフ GC-2030 (島津製作所) を用いて, 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), マルガリン酸 (C17:0), ヘプタデセン酸 (C17:1), ステアリン酸 (C18:0), オレイン酸 (C18:1), リノール酸 (C18:2) の脂肪酸について, 水素炎イオン化型検出器 (FID) で検出した。キャピラリーカラムは, InertCap Pure-Wax(30m × 0.25mm × df=0.25 μm GL サイエンス), 標準品は, 37mix(SIGMA-ALDRICH 社)を用い, 外部標準法を採用した。キャリアガスは, ヘリウム (純度 99.995%以上), メイクアップガスは, 窒素 (純度 99.999%以上) を使用した。測定結果は, 割合 (%) と濃度 (μg/g) の単位で示した。割合 (%) は, 面積値の百分率で算出した。一価不飽和脂肪酸 (MUFA) (%) は, C14:1(%) + C16:1(%) + C18:1(%), 飽和脂肪酸 (SFA) (%) は, C14:0(%) + C16:0(%) + C18:0(%) とした。不飽和度は, MUFA/SFA とした。

c 胸最長筋及び筋間脂肪の脂肪酸分析

試料 500mg を用いて, クロロホルム・メタノール (2:1, V/V) 法で脂質抽出を行った。メチル化は, 脂肪酸メチル化キット (ナカライテスク株式会社, 東京) を使用した。ガスクロマトグラフ分析は, 血漿での方法と同じ。

d 近赤外光食肉脂質測定

枝肉が切開された直後, 近赤外光食肉脂質測定装置 S-7010 (株式会社相馬光学, 東京) を用いて, 第 6 肋骨側の前背鋸筋と広背筋の間に位置する筋間脂肪の脂肪酸測定を行った。

e プロテオーム解析

これは近畿大学生物理工学が担い, 代謝性化合物のうちタンパク質について, LC-MS/MS を用いて分析する。

(2) 枝肉格付成績

供試牛は, 仙台市中央卸売市場食肉市場へ出荷し, 出荷日の翌日にと畜, 翌々日に枝肉として上場する。枝肉格付成績は, 牛枝肉格付明細書に記載のある項目及び数値を使用する。

6) 統計処理

SAS の CORR プロシージャを用いて, 枝肉の MUFA(%) と血液成分の相関解析を行った。SAS の GLM プロシージャを用いて, 区(種雄牛 2 水準)を固定効果, データ採取月齢を共変量とし, 血液及び枝肉の不飽和度について分散分析を行った。結果が有意($p < 0.05$)

であれば、最小二乗平均値を用いて、Tukey-Kramer による区間の有意差検定を実施した。

2-2 場内試験 出荷月齢を30ヶ月齢とする慣行肥育体系

2016-2018の先行試験と内容は同じで頭数を追加。

1) 試験期間

令和元年6月に導入し、馴致期間を経て試験を開始した。現在進行中。

2) 試験場所

畜産試験場の試験牛舎にて単房で個体管理。

3) 供試牛

黒毛和種去勢牛2頭で、令和元年6月にバイオテクノロジーチームより1頭、令和2年2月に岩出山牧場より1頭をそれぞれ6ヶ月齢で導入した。血統構成は、前者が平茂勝×紋次郎×糸晴波、後者が平茂勝×安福久×福之国。

4) 肥育管理

濃厚飼料は、導入後から市販の子牛育成用配合飼料（CP：16.5%，TDN：70.0%）を給与し、その後徐々に市販の肥育用配合飼料①（CP：10.5%，TDN：70.0%）に置き換えて給与。14ヶ月齢からは、①を主体として給与し、18ヶ月齢からは、市販の肥育用配合飼料②（CP：12.5%，TDN：74.0%）と①を同量給与。これら肥育用配合飼料の給与量は、18ヶ月齢で8～9kgになるよう増給していく。24ヶ月齢からは、市販の肥育用配合飼料③（CP：12.5%，TDN：74.0%）も併用し、現物量で、①：（②+③）=1：1となるように給与量を決定する。その他、ビール粕主体の発酵飼料は、2kg/頭/日（現物）、タンパク質サプリメント（CP：28.0%，TDN：70.0%）は、0.5kg/頭/日（現物）を給与する。これらの飼料については、生後14ヶ月齢以降出荷まで上述の量を継続給与する。膨潤発酵飼料米（株式会社野川ファーム特許製品）は、2kg/頭/日（現物）給与する。ただし、給与期間については、下記（6）のとおり。発酵粕類等は、朝一番に計量し濃厚飼料に混合する。トップドレス方式による給与ではない。

粗飼料は、生後14ヶ月齢まで、複数種の粗飼料（カナダ産チモシー、稲わら、オーツヘイ、クレイングラス、ルーサンヘイ）の摂取を重視した。14ヶ月齢以降は、稲わら（はけがけ、15cm切断長）を給与し、生後16ヶ月齢からは、バイオバガスも併用した。

飼料は、肥育中期以降、必ず残餌が出るように給与量を設定した。特に濃厚飼料は、少なくとも0.5kg/頭/日以上が残るように調整し、できるだけ完食させないように注意し、増給を行った。ただし、第1胃頭消化器の状態を観察しながら行うことを前提とした。また、第1異常発酵防止剤やビタミン剤等は適宜投与した。

5) 調査項目

飼料摂取量は、濃厚飼料と粗飼料に分けて毎日計量する。発育は、牛体測定器を用いて、体高、十字部高及び体長、骨盤計（キャリパー）を用いて、胸深、テープメジャーを用いて、胸囲及び腹囲を計測し、牛衡器を用いて、体重を毎月測定或いは計量する。

血液性状は、毎月1回採血（午後1時30分）を実施し、液体クロマトグラフを用いて、ビタミンA (vitaminA)、ビタミンE (vitaminE) 及びβカロテン (β carotene)、富士フィルムドライケムを用いて、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (GOT)、γ-グルタミルトランスペプチターゼ (GGT)、総コレステロール (T-cho)、HDLコレステロール (HDLc) アルブミン (Alb)、尿素窒素 (BUN)、総タンパク質 (TP)、トリグリセライド (TG)、カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、無機リン (iP)、グルコース (Glu)、水分 (Mois) を測定する。グルコースは、フッ化ナトリウム・ヘパリンナトリウム・EDTA-2Naの採血管を使用し上清を検体とし、水分は、ヘパリンナトリウム入り採血管を使用し全血を検体とし、その他の項目については、全て血清を使用する。水分は、秤量カンにアルミニウムを敷いたものを135℃に設定した恒温器に2時間入れ、その後、30分デシケーターで冷まし精秤（恒量）し、次に、マイクロピペットを用いて、恒量済みでカンに全血を2g精秤、その後、135℃、2時間、冷秤の順に行い水分含量を求める。

超音波産肉診断は、HS-2100V（富士平工業株式会社）を用いて、生後12ヶ月齢以降隔月で静止画像を取得した。

6) 試験区分

膨潤発酵飼料米（株式会社野川ファーム特許製品、山形県天童市）を生後14ヶ月齢から出荷まで2kg/頭/日（原物）給与する区（試験区）、生後24ヶ月齢から出荷まで2kg/頭/日（原物）給与する区（対照区）の2区を設定し、各1頭ずつ配置した。

3 結果および考察

3-1 現地試験 出荷月齢を24ヶ月齢とする早期肥育体系

令和4年10月に開催される全国和牛能力共進会鹿児島大会（以下、全共）では、肉牛の部は、24ヶ月齢未満での出荷が義務づけられ、そのうち第7区脂肪の質評価群は、枝肉の一価不飽和脂肪酸（以下、MUFA）が重要視される。枝肉のMUFAは、遺伝、血統、飼養管理等が影響する。脂肪の質を高めるため、飼料米給与に関する研究が行われ、また、一般社団法人家畜改良事業団では、種雄牛のオレイン酸やMUFAの育種価標記もなされ、枝肉の評価が脂肪交雑等枝肉格付形質だけではなく、より脂肪の質が注目されつつある。しかし、通常の出荷よりも約6ヶ月間肥育期間が短い早期肥育体系においては、MUFAの高低について不明な内容が多い。

そこで、枝肉のMUFAを血液の脂肪酸から推定可能かを解析した。全共でも測定に用いられる食肉脂質測定装置で推定したMUFA(%)と血液の相関解析では、脂肪酸11つ、生化学9つで有意或いは傾向があった（表1）。13ヶ月齢では、血液のMUFA(%)との相関

係数が-0.345で有意 ($p < 0.05$) な逆相関、MUFAの大部分を占めるオレイン酸が-0.333で有意 ($p < 0.05$) な逆相関を示した。同じMUFAではあるが、生体の血液と畜後の枝肉では違うものであった。13ヶ月齢では、肥育農家は、既に本格的な肥育管理、即ち濃厚飼料多給条件に入っている。肥育管理のタイミングと血液のMUFA(%)をさらに調査したい。

7ヶ月齢の血液は、肥育農家に渡される直前のものであり、繁殖農家の影響しか受けていないはずだが、その時点においても、C14:0(%), C16:1(%), C14:1/C14:0, C16:1/C16:0で関係が見られたことは注視すべき事で、肥育素牛(子牛)の血液の脂肪酸も重要な成分と考えられた(表1)。

生化学では、生理的に変動が少ない水分(%)が10, 13, 17及び21ヶ月齢で有意或いは傾向が見られ、長期の栄養状態を反映するアルブミンが13, 17及び21ヶ月齢で有意な相関係数であった(表1)。

しかし、どれも中程度の相関係数であり、枝肉のMUFA(%)を経時的な血液から予測することは難しく、血液の脂肪酸との関係は判然としなかった。この理由として、19戸の肥育農家がそれぞれの飼養管理を行っていること、巡回形式で採血を実施しているため採材時間が差異であることが考えられた。

種雄牛産子間で血液の不飽和度(MUFA/SFA)では、茂洋美産子は、洋糸波産子に比較し、7ヶ月齢で有意 ($p < 0.05$) に高く、17及び21ヶ月齢で有意 ($p < 0.05$, $p < 0.0001$) に低くなった。胸最長筋の不飽和度(MUFA/SFA)では、茂洋美産子は、洋糸波産子に比較し、有意 ($p < 0.01$) に高くなった。これらのことから、導入直前での子牛時点でも、血液の脂肪酸は、種雄牛の影響を受けることが分かった。また、飼養管理が異なる早期肥育体系でも、枝肉の脂肪酸は、種雄牛の影響を受けることが分かった。

3-2 場内試験 出荷月齢を30ヶ月齢とする慣行肥育体系

供試牛の産肉6形質の期待育種価(Aが良く、Cが悪い)は、試験区がBとC、対照区が全てAであった(表2)。

肥育途中であり、各区1頭のデータであることから、毎日採取する飼料摂取量のうち粗飼料だけ記載した。粗飼料は、導入後から基本的には飽食を維持し、本格的な肥育管理に入るまでに5kg/日以上摂取することを目指した。この肥育期間の粗飼料の摂取量は、第1胃機能の健全化やその後の肥育に影響を及ぼすと言われる。試験区は、対照区と比較し、導入直後から肥育前期にかけて、粗飼料摂取量が高く推移した(図2)。

現地及び場内試験のいずれも最終目標は、「バイオマーカー(生体由来物質)タンパク質を利用した肥育期間中に肉用牛の枝肉形質を高推定精度で生体評価する」である。肥育体系、飼養管理及び遺伝的背景等の違いの影響を探索し、生産現場で生きる適切な技術の確立が求められる。

表 1. 現地試験牛における枝肉の MUFA(%)と血液の脂肪酸他の相関係数.

7ヶ月齢	10ヶ月齢	13ヶ月齢	17ヶ月齢	21ヶ月齢
C14:0(%) -0.305†		C16:1(%) -0.328*	C17:1(μg/g) -0.311*	
C16:1(%) -0.328*		C16:1/C16:0 -0.309†	C17:1(%) -0.343*	
C14:1/C14:0 0.486**		C18:1(%) -0.333*	C17:1/C17:0 0.319*	
C16:1/C16:0 -0.352*		MUFA(%) -0.345*		
	BUN(mg/dl) -0.314	Alb(g/dl) 0.377*	Alb(g/dl) 0.362*	Alb(g/dl) 0.403**
	水分(%) -0.278†	水分(%) -0.397*	水分(%) -0.388*	水分(%) -0.377*
			GGT 0.301†	

†: $p < 0.10$, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

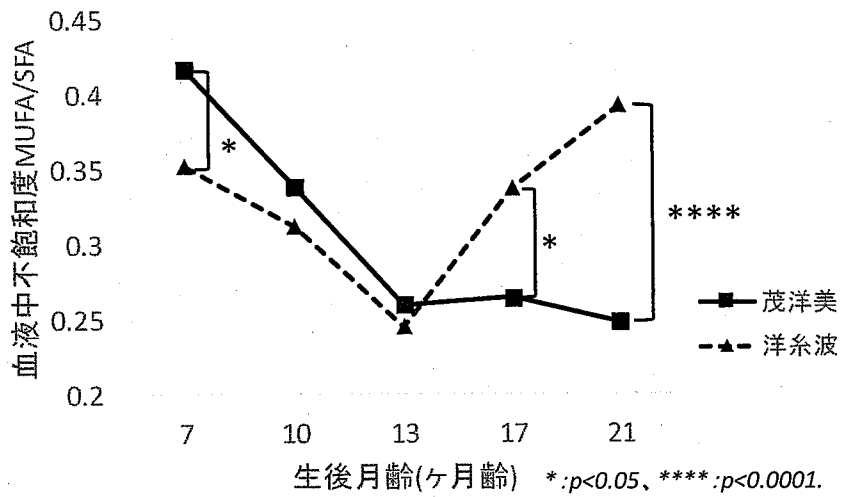


図 1. 現地試験牛における種雄牛毎の血液の不飽和度の推移.

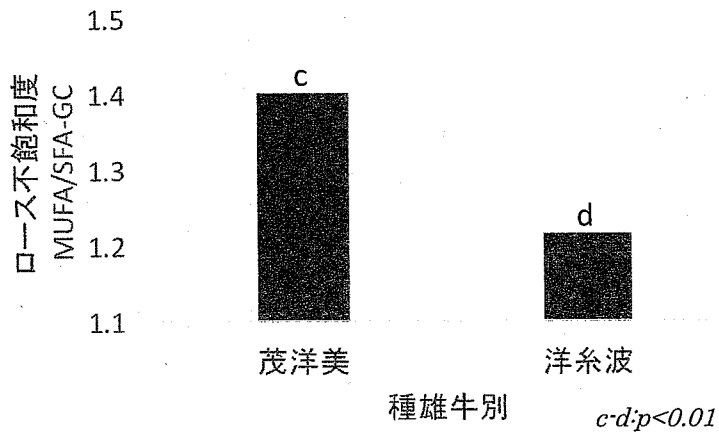


図 2. 現地試験牛における種雄牛毎の胸最長筋の不飽和度.

表 2. 場内試験牛の期待育種価 3 段階評価.

	枝肉重量	胸最長筋面積	ばらの厚さ	皮下脂肪厚	歩留基準値	脂肪交雑
試験区	B	C	B	B	C	C
対照区	A	A	A	A	A	A

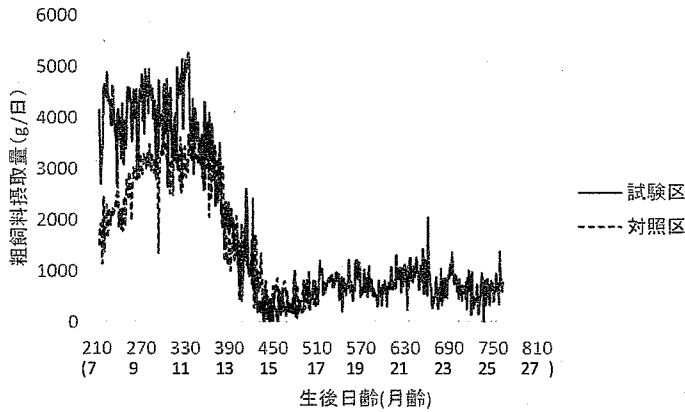


図 3. 場内試験牛における粗飼料摂取量の推移.

4 要約

フィールドにおける飼養管理が統一されていない早期肥育体系では、血液の脂肪酸から枝肉の MUFA(%)を予測することは難しい。ただし、血液及び胸最長筋における不飽和度 MUFA/SFA では、種雄牛の影響が見られた。枝肉の MUFA(%)予測では、肥育農家に導入されてからだけでなく、導入直前における血液の脂肪酸も重要である。

5 参考文献

特になし

6 協力研究機関

近畿大学生物理工学部, 和歌山大学, 鳥取県畜産試験場, 岐阜県畜産研究所

7 トップブランドに向けた「仙台牛」の差別化事業

1) 「おいしさ」に係わる新たな育種指標の探索

担当：渡邊智，青沼達也，千葉和義，高木理宏，植田郁恵，及川俊徳

1 はじめに

「仙台牛」は、宮城県が誇るブランド牛肉であり、公益社団法人日本格付協会が A5 または B5 に格付した超高級牛肉である。しかし、「仙台牛」は、品種が黒毛和種であること等の条件を除くと、よく分からず、「仙台牛」を食べて美味しいと感じたとしても、何が美味しいと感じさせたのか科学的根拠（裏付け）が乏しい状況である。産肉能力では、改良が進み、黒毛和種の特長であり枝肉価格への影響が大きい脂肪交雑能力については、全国規模で競っている。しかし、脂肪交雑の向上が必ずしも、消費者の嗜好と合致するとは言えない。国外への販路拡大戦略では、脂肪交雑は大切であるが、さらに脂肪交雑以外に美味しさを示すものが求められている。

「仙台牛」の知名度向上等を目指す上で、国内外のどちらかをターゲットにするにせよ、まずは「仙台牛」の牛肉中の成分特性を知り、美味しさに影響する成分や機能性物質等の探索する必要がある。さらに、「仙台牛」に新たな価値を盛り込み、種雄牛造成における育種指標をつくり、改良体制の整備につなげる。

2 試験方法

1) 供試牛肉

仙台市中央卸売市場食肉市場に上場した黒毛和種の枝肉で、県内の食肉卸売会社が競り購買した牛肉。性別は、去勢、枝肉格付は、A5 が 10 頭、A4 が 10 頭。血統（父牛）は、それぞれ好平茂が 6 頭、茂洋が 2 頭及び美津百合が 2 頭とした。

2) 冷凍保管時期と加工方法

牛肉は、と畜日から 14 日目にマイナス 20℃で冷凍保管を行い、加工する前日に 4℃の冷蔵庫に入れ、一夜解凍した。加工方法は、牛肉（小肉）から胸最長筋、僧帽筋、背半棘筋、頭半棘筋、腸肋筋、広背筋、菱形筋、腹鋸筋及び筋間脂肪に分けて切り出した。そのうち、胸最長筋は、マルチビーズショッカーMB1200（安井器機）を用いて、2,500rpm・30～60 秒で破砕し、ミンチ状牛肉を分析試料とした。

3) 代謝産物の抽出及び分析方法

試料 50mg を精秤し、SHIMADZU のメタボロミクス前処理ハンドブックとメトキシム-TMS 誘導体化調整手法に従って行った。

分析は、トリプル四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計（GCMS-TQ8040, 島津製作所）を用いて、Smart Metabolites Database の MRM 一斉分析を行った。カラムは、DB-5 (30m × 0.25mm × df=1.00 μm Agilent 社)，キャリブレーションスタンダードは、n-アルカン (27mix RESTEK) 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%)，コリジョンがアルゴン (99.99%以上) とした。内部標準物質は、

2-Isopopylmalic acid を用いた。

4) データの解析と Volcano plot 図作成

枝肉格付が A5, A4 の出荷月齢, と畜から冷凍までの日数, 枝肉格付形質, 代謝化合物の面積比 (A5/A4) について, F 検定を行い, 等分散では Student, 不等分散では Welch の T 検定で枝肉格付間の平均値の有意差検定を行った。有意水準が 10%未満で傾向あり, 5%未満で有意差ありとした。Volcano plot の X 軸は, $\log_2(A5/A4)$, Y 軸は, $-\log_{10}(p\text{-value})$ とした。

3 結果および考察

枝肉格付間において, 出荷月齢, と畜日から冷凍までの期間は, 差がないことを確認した (表 1)。A5 は, A4 に比較し, 枝肉単価, ばらの厚さ及び脂肪交雑 (BMS No.) で有意に高く, 歩留基準値で高い傾向であった (表 1)。

A5 及び A4 ともにピークが得られた代謝性化合物の数は, 167 であった。それらの化合物を Volcano plot に示し, 枝肉格付間における生物学的効果を X 軸, 統計学的効果を Y 軸に配置した (図 1)。

また, 167 化合物のうち, A5/A4 比で有意差或いは傾向が見られた 83 化合物は, 表 2 に列記した。表の $\log_2(A5/A4)$ の値が 0 以上であれば, A5 が A4 に比較し代謝性化合物量が多く, 値が 0 未満であれば, 少ないことを示している。

図 1 の Volcano plot で視覚的に, A4 が, A5 に比較し, 代謝性化合物の数が多いことが分かった。具体的には, A5 が A4 に比較し, 有意多い或いは多い傾向である代謝性化合物数は 12, 一方で A4 が A5 に比較し, 有意に多い或いは多い傾向である代謝性化合物数は 71 であった (表 2)。

A5 は, A4 に比較し, 核酸関連物質のヒポキサンチン, サトウキビやテンサイのグリコール酸が多い傾向であった。

A4 は, A5 に比較し, アミノ酸, 糖類, 糖アルコール及び神経伝達物質等が多かった。アミノ酸では, A4 は, A5 に比較し, グリシン, セリン, メチオニン, プロリン, ホモシステイン, スレオニン, システイン, フェニルアラニン, グルタミン, チロシン及びイソロイシンで有意に多く, グルタミン酸で多い傾向であった (表 2)。イノシン (ヌクレオシド), グルコサミン, エピネフリンも有意に多かった (表 2)。

枝肉格付間で代謝性化合物に差が出た要因は, 脂肪交雑 (BMS No.) において, A5 が 10.3, A4 が 6.7 であり, 未分析だが胸最長筋の粗脂肪含量の違いであると推察できる。また, 粗脂肪含量が多ければ, 水分や赤身・筋肉構成タンパク質が少なく, A5 がアミノ酸や筋肉エネルギー関連物質が少なくなったと考えられた。

代謝性化合物の中には, 味を悪くし不快なおいを発する物質も含まれていた。A5 では, ペラルゴン酸で, 使い古した食用油に似た不快なおい物質と表現される。A4 では, プトレシンで, 腐肉の臭いと表現される。

今回の試料は、購買先、出荷月齢、性別、と畜から冷凍保管までの日数及び血統（父牛）を揃え比較したが、食品の代謝性産物解析として10頭は少ない。今後、例数を増やしデータの蓄積することが必要である。

本研究は、「仙台牛」の差別化を目指すことが目的である。今回のデータでは、「仙台牛」の決定的な特長を見い出すところまで到達できなかった。今後、「仙台牛」に求める内容は、生産現場でも繁殖と肥育では差異が生まれ、食肉卸売や小売等流通や消費者側でも違ってくる。どこから探索するかで方向性は変化するが、牛肉に対するおいしさ嗜好を求めることは共通の認識に近い。従って、枝肉格付形質と合わせて、おいしさ関連物質、消費者の嗜好や思考による購買意欲向上等も重要である。当然のことながら、黒毛和種が有する類い希な脂肪交雑能力を活かすことも大切であり、そこに総合的特長を付与することで販売戦略の強化、「仙台牛」、「仙台黒毛和牛」の県産牛肉のPRへの貢献が期待される。

表1. 供試牛肉の枝肉格付成績等

格付	出荷月齢 (ヶ月齢)	ズレ (日)	枝肉単価 (円/kg)	枝肉重量 (kg)	胸最長筋 面積(cm ²)	ばらの厚さ (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値	脂肪交雑 (BMS No.)
A5	30.4	-0.4	2663.0	506.1	67.6	8.3	2.4	75.5	10.3
A4	30.1	-0.2	2174.3	499.0	61.0	7.9	2.8	73.8	6.7
p-value	0.657	0.355	0.000	0.736	0.101	0.041	0.401	0.081	0.000

p-value以外の値は、格付毎で10頭の平均値。

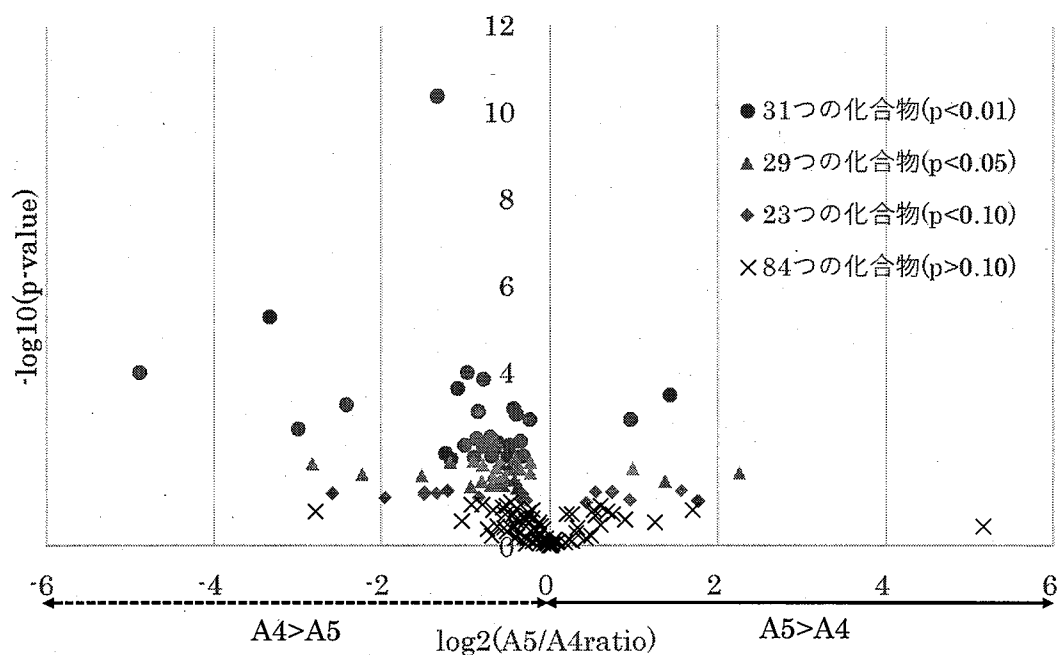


図1. Volcano Plot (A5/A4比)

表 2. A5/A4 比で有意差或いは傾向がみられた代謝性化合物

No.	Chemical compound	log ₂ (A5/A4)	p-value	No.	Chemical compound	log ₂ (A5/A4)	p-value
1	Galacturonic acid-meto-5TMS(1)	2.26	0.021	41	Palmitic acid-TMS	-0.55	0.040
2	Glyceric acid-3TMS	1.78	0.098	42	Fructose 6-phosphate-meto-6TMS	-0.58	0.035
3	Sucrose-8TMS	1.76	0.097	43	N-Acetylglutamine-3TMS	-0.59	0.013
4	Hypoxanthine-2TMS	1.56	0.055	44	3-Hydroxybutyric acid-2TMS	-0.60	0.032
5	Dihydrouracil-TMS	1.42	0.000	45	Phenylalanine-2TMS	-0.63	0.016
6	Glucose-meto-5TMS(2)	1.37	0.032	46	Xylulose-meto-4TMS	-0.63	0.004
7	Galactose-meto-5TMS(1)	0.99	0.017	47	Fructose 1-phosphate-meto-6TMS(2)	-0.66	0.006
8	Nonanoic acid-TMS	0.95	0.001	48	Maltose-meto-8TMS(1)	-0.68	0.025
9	Ribose 5-phosphate-meto-5TMS(1)	0.94	0.085	49	Mannose 6-phosphate-meto-6TMS(1)	-0.69	0.006
10	Glucose 6-phosphate-meto-6TMS(1)	0.74	0.057	50	Maleic acid-2TMS	-0.70	0.039
11	3-Hydroxypropionic acid-2TMS	0.55	0.059	51	Histamine-3TMS	-0.70	0.008
12	Glycolic acid-2TMS	0.43	0.099	52	Dihydroxyacetone phosphate-meto-3TMS(2)	-0.71	0.003
13	Glycerol-3TMS	-0.22	0.021	53	Uridine-4TMS	-0.79	0.000
14	Galactose-meto-5TMS(2)	-0.23	0.012	54	Tryptamine-3TMS	-0.79	0.014
15	Glycine-3TMS	-0.24	0.001	55	Glucose 6-phosphate-meto-6TMS(2)	-0.80	0.005
16	Xanthosine-5TMS	-0.27	0.090	56	Glucosamine-5TMS(1)	-0.81	0.004
17	Putrescine-4TMS	-0.28	0.081	57	Uridine-3TMS	-0.81	0.033
18	Ribitol-5TMS	-0.29	0.085	58	1,6-Anhydroglucose-3TMS	-0.84	0.076
19	Allose-meto-5TMS(1)	-0.30	0.033	59	Glutamine-3TMS	-0.86	0.001
20	Sorbose-meto-5TMS(1)	-0.32	0.069	60	Succinic acid-2TMS	-0.87	0.003
21	Tagatose-meto-5TMS(2)	-0.32	0.068	61	3-Aminopropanoic acid-3TMS	-0.90	0.011
22	Serine-3TMS	-0.33	0.008	62	Lactitol-9TMS	-0.91	0.009
23	Sorbose-meto-5TMS(2)	-0.33	0.078	63	Tyrosine-13C6-3TMS	-0.94	0.042
24	Glutamic acid-3TMS	-0.34	0.088	64	Adenine-2TMS	-0.99	0.000
25	Ribose-13C5-meto-4TMS	-0.36	0.016	65	Trehalose-8TMS	-1.02	0.005
26	Methionine-2TMS	-0.36	0.004	66	Uracil-2TMS	-1.10	0.000
27	Fructose-meto-5TMS(1)	-0.36	0.056	67	Isoleucine-2TMS	-1.17	0.009
28	Psicose-meto-5TMS(2)	-0.38	0.039	68	3-Phosphoglyceric acid-4TMS	-1.18	0.012
29	Ribose-meto-4TMS	-0.39	0.012	69	Cytosine-2TMS	-1.21	0.053
30	Fructose-meto-5TMS(2)	-0.39	0.045	70	Linoleic acid-TMS	-1.24	0.007
31	Niacinamide-TMS	-0.40	0.001	71	Pyridoxine-3TMS	-1.33	0.063
32	2-Deoxy-glucose-4TMS(1)	-0.41	0.009	72	Creatinine-3TMS	-1.34	0.000
33	Inosine-4TMS	-0.43	0.010	73	Adenosine-4TMS	-1.49	0.057
34	6-Phosphogluconic acid-7TMS	-0.43	0.029	74	Hydroxylamine-3TMS	-1.49	0.068
35	Sorbitol-6TMS	-0.43	0.017	75	Urocanic acid-2TMS	-1.52	0.024
36	Proline-2TMS	-0.43	0.001	76	2-Amino adipic acid-3TMS	-1.95	0.078
37	Glucose-meto-5TMS(1)	-0.47	0.015	77	Ascorbic acid-4TMS	-2.22	0.023
38	Homocysteine-3TMS	-0.48	0.005	78	5-Methoxytryptamine-3TMS	-2.42	0.001
39	Threonine-3TMS	-0.50	0.008	79	3-Hydroxyisovaleric acid-2TMS	-2.58	0.060
40	Cysteine-3TMS	-0.54	0.026	80	3-Methylcrotonylglycine-2TMS	-2.83	0.012
				81	Glutamine-4TMS	-3.00	0.002
				82	Epinephrine-4TMS	-3.34	0.000
				83	Dihydrouracil-2TMS	-4.90	0.000

4 要約

牛肉の代謝性化合物では、仙台牛（平均 BMS No.が 10.3）は、仙台黒毛和牛（平均 BMS No.が 6.7）と比較し、核酸関連物質のヒポキサンチンやサトウキビ・テンサイに含有するグリコール酸が多い傾向であった。しかし、アミノ酸、糖類、糖アルコール、ヌクレオシド及び神経伝達物質等が有意に少ない或いは少ない傾向であった。

5 参考文献

メタボロミクス前処理ハンドブック（株式会社島津製作所）

6 協力研究機関

特になし

7 トップブランドに向けた「仙台牛」の差別化事業

2) 遺伝子評価の実用化

担当：青沼達也，渡邊智，植田郁恵，及川俊徳，千葉和義，高木理宏

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「遺伝子評価の実用化」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，遺伝子すなわち一塩基多型（SNP）情報により育種価を推定する Genomic BLUP 法（GBLUP 法）と，血縁情報と SNP 情報により推定する Single-step genomic BLUP 法（ssGBLUP 法）との評価精度の違いを検討した。

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-7010，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) SNP 型判定とインピュテーション

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から腎周囲脂肪を採取し，核酸自動分離装置 GENE PREP STAR PI-480（クラボウ）を用いて腎周囲脂肪から DNA を抽出した。得られた DNA について，GGP BovineLD-24 v4.0 SNP チップ（illumina）を用いて SNP 型判定（ジェノタイプ）を行い，30,105 個の SNP データを得た。30,105 個の SNP データについて，ソフトウェア Beagle により 34,481SNPs へ補完後，集団内のアリル頻度 1 の SNP を除き，34,474SNPs を解析に使用した。

3) データセット

ssGBLUP 法および GBLUP 法の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，および表 3 に示した。また，評価対象牛として，SNP 情報を保有する宮城県有種雄牛 79 頭を用いた。

4) 評価方法

ssGBLUP 法は性別（2 区分），肥育農家（411 区分），と畜年（11 区分）を母数効果，GBLUP 法は性別（2 区分），肥育農家（254 区分），と畜年（9 区分）を母数効果とし，両手法とも出荷月齢（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（15,491 頭）遡った。ssGBLUP 法では，個体間の関係行

列 (A 行列) と SNP 情報に基づくゲノム関係行列 (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。

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

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) が平成 31 年 2 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法	GBLUP法
SNPデータ	A	A
脂肪酸組成記録	A + B	A

A : SNPデータと表型値を有する肥育牛1,051頭

B : 表型値のみを有する肥育牛2,066頭

表 2. 基本統計量 (ssGBLUP 法)

		平均	標準偏差	最大	最小	頭数
オレイン酸	去勢	53.53	2.49	61.30	44.20	2369
	雌	54.76	2.32	59.80	45.50	748
SFA	去勢	37.57	3.25	48.80	29.60	2369
	雌	35.81	2.99	47.50	30.20	748
MUFA	去勢	60.80	3.17	68.90	49.70	2369
	雌	62.50	2.88	68.10	50.70	748
月齢	去勢	30.31	2.48	38.66	22.20	2369
	雌	30.62	1.58	39.34	25.39	748

表 3. 基本統計量 (GBLUP 法)

		平均	標準偏差	最大	最小	頭数
オレイン酸	去勢	53.28	2.55	61.10	45.10	869
	雌	55.01	2.13	59.20	45.50	182
SFA	去勢	38.23	3.42	47.90	30.40	869
	雌	35.49	2.73	47.50	30.70	182
MUFA	去勢	59.96	3.32	68.90	49.70	869
	雌	62.53	2.68	67.50	50.70	182
月齢	去勢	29.48	3.11	35.90	22.20	869
	雌	30.54	1.66	39.34	25.39	182

3 結果および考察

1) 遺伝的パラメータの推定

オレイン酸および MUFA を対象とした遺伝率は, ssGBLUP 法および GBLUP 法の両手法でほぼ同程度に推定された (表 4)。SFA の遺伝率は, ssGBLUP 法が GBLUP 法と比較してやや高く推定された。

2) 評価精度の検討

評価を実施した種雄牛 79 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 43 頭を対象に比較した。ssGBLUP 法および GBLUP 法の両手法とも高い相関係数が得られ, 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 (表 5)。

また、全和登推定育種価の正確度が 0.70 を超える 28 頭で実施した場合も、同様に ssGBLUP 法が GBLUP 法と比較して高い相関係数が得られた(表 5)。以上より、BLUP 法育種価との相関の観点からは、ssGBLUP 法がより高い精度で能力評価できる可能性が考えられた。

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	2.211	2.340	3.113	2.595	2.781	2.610
残差分散	2.428	2.581	3.359	3.667	2.935	2.840
遺伝率	0.477	0.476	0.481	0.414	0.487	0.479

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=43	0.897	0.788	0.884	0.729	0.879	0.769
n=28(acc>0.7)	0.923	0.805	0.917	0.717	0.908	0.809

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、遺伝率はオレイン酸と MUFA では同程度、SFA では ssGBLUP 法でやや高く推定された。また 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、より高い精度で能力評価できる可能性が考えられた。

5 参考文献

- 1) 「トップブランドに向けた仙台牛の差別化事業 2」遺伝子評価の実用化」青沼達也，渡邊智，矢島りさ，及川俊徳，清水俊郎. 令和元年度 宮城県畜産試験場試験成績書・業務年報
- 2) 「効率的育種のための全ゲノム情報を活用する統計遺伝学的手法に関する研究」小野木章雄. 平成 27 年 3 月東京大学大学院農学生命科学研究科博士論文

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科

7 トップブランドに向けた「仙台牛」の差別化事業

3) 遺伝子評価による和牛改良速度の飛躍的向上

担当：植田郁恵，及川俊徳，高木理宏，青沼達也，渡邊智，千葉和義

1 はじめに

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。そのなかで受精卵の段階で移植前に遺伝子評価を行い、高い能力が期待できる受精卵を移植することで、さらなる改良速度の向上が見込まれる。受精卵の一部を採取し遺伝子診断することを想定し、これまで検討してきた。そのため、移植前に胚の一部を採取し遺伝子評価することを想定し、胚のバイオプシー方法についてこれまで検討を重ねてきた。昨年度までの研究により、胚盤胞期胚のバイオプシー細胞による SNP 解析によって、ある程度安定した成績が得られることが判明したため、今年度も継続して胚盤胞期以降の胚のバイオプシー細胞による SNP 解析について検討した。

2 試験方法

1) 材料

当场飼養の黒毛和種雌牛の OPU-IVF (5 回のべ 5 頭) により作出した体外受精卵(拡張胚盤胞期～脱出胚盤胞期)及び当场飼養の黒毛和種雌牛(5 回のべ 5 頭)から過剰排卵処置後に採取した体内受精卵(胚盤胞期)を供試した。

2) 方法

OPU はステンレス製の採卵針ガイドを装着した 7.5MHz コンベックス型プローブを接続した超音波診断装置 (Aloka), 17G 60cm の採卵針 (ミサワ医科工業) を使用した。回収した卵子は 100IU/ml ペニシリン, 1%子牛血清および 10IU ヘパリン添加乳酸リンゲル液とエムコンフィルターを用いて洗浄した後にシャーレに移した。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%牛胎子血清, 50ng/ml 上皮成長因子 (Epidermal Growth Factor: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) を用いて 22 時間成熟培養を行った。媒精は, 当场飼養の種雄牛の凍結精液を融解し 10mM 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 10IU 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媒精から約 6 時間後にピペッティングにより卵丘細胞を除去し, 6mg/ml 牛血清アルブミン (BSA) 加修正卵管合成液 (mSOF) に移して発生培養を行った。過剰排卵処置による体内受精卵の採取は当场の常法に従い実施した。

OPU-IVF による体外受精卵については媒精から 7 日目の胚盤胞期胚について、過剰排卵処置後に採取した体内受精卵については人工受精後 7 日目の胚盤胞期胚について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 (FEATHER) を装着したマイクロマニピュレーターにて行い, 栄養膜細胞の 10%程度を採取した。バイオプシー細胞及び残りの

胚全体は、Fujii らの方法を参照し、illustra Single Cell GenomiPhi DNA Amplification Kit (GE ヘルスケアジャパン) を用いて全ゲノム増幅 (WGA) 後、illumina Bovine LD チップを用いて SNP 型判定を行い、得られたデータを元に G-BLUP 法によるゲノム育種価を算出した。

また、昨年度の本研究によるゲノム育種価を算出したバイオプシー細胞の残りの胚の移植により生まれた 3 頭の黒毛和種子牛の血液から SNP 解析及びゲノム育種価評価を行い、バイオプシー細胞との SNP データとゲノム育種価の一致状況を調べた。

3 結果および考察

SNP 型判定に用いたバイオプシー細胞 24 検体、残りの胚 16 検体の計 40 検体の SNP 解析精度の指標である Call rate は、95%以上が 26 検体、90~95%が 4 検体、85%以下が 10 検体であった。バイオプシー細胞と残りの胚 16 組の SNP 型一致率を表 1 に示した。一致率 95%以上は 10 組であり、それぞれの組のバイオプシー細胞と残りの胚はいずれも Call rate 95%以上 (96.9~99.6%) であった。残り 6 組の一致率は 22.0~89.8%であり、それらの Call rate は 23.2~93.1%であった。バイオプシー細胞と残りの胚の組でどちらも Call rate が高い場合には一致率も高いが、バイオプシー細胞と残りの胚のどちらも、あるいはいずれかの Call rate が低い場合には一致率も低くなると考えられた。この 16 組について SNP データから算出した枝肉 6 形質のゲノム育種価を比較した。比較した 6 形質のうち、脂肪交雑について図 1 に示した。SNP 一致率 95%以上の 10 組のゲノム育種価は、概ね一致していたが、SNP 一致率が低い場合にはばらつきが大きかった。これは他の 5 形質についても同様であった。

次に、SNP 解析後にゲノム育種価を算出したバイオプシー細胞の残りの胚の移植により生まれた子牛 3 頭とバイオプシー細胞との SNP データとゲノム育種価の一致状況について、バイオプシー細胞と産子の Call rate 及び SNP 型一致率は表 2 に示すとおりであり、一致率は 3 組とも 90%以上であった。また、ゲノム育種価評価値の差を表 3 に示したが、ゲノム育種価を算出する際に用いた肥育牛 5, 915 頭のデータの標準偏差と比較しても、いずれの評価値の差もこれらの差より小さく、概ね一致していると考えられた。

以上のことから、バイオプシー細胞と残りの胚のどちらも SNP 解析において Call rate が高い場合には SNP 型一致率も高く、その後のゲノム育種価も概ね一致するが、Call rate が低い場合は信頼できる値を得られないことが確認できた。このことについては、産子との比較においても同様の成績であった。

今後はバイオプシー細胞による SNP 解析精度のさらなる向上のための検討及び、遺伝子評価後に胚を移植する必要があるため、バイオプシー細胞の残りの胚の修復培養方法や凍結方法について検討を進める必要がある。

表1 バイオプシー細胞と残りの胚の SNP 型一致率

	<50%	50-80%	80-85%	85-90%	90-95%	95%<	total
all	2	3	0	1	0	10	16
SOV* ¹	1	1	0	1	0	7	10
OPU* ²	1	2	0	0	0	3	6

*1: 体内受精胚(過剰排卵処理-採卵による) *2: 体外受精胚(OPU-IVFによる)

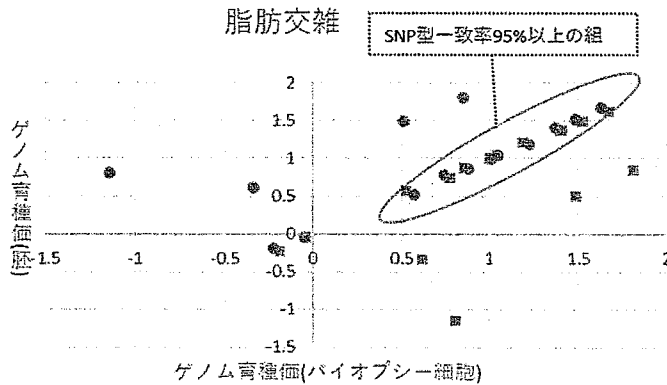


図1 バイオプシー細胞と残りの胚のゲノム育種価

表2 バイオプシー細胞と産子の Call rate と SNP 型一致率

No.	Call rate (%)		SNP 型一致率 (%)
	バイオプシー細胞	産子(血液)	
1	96.4	99.6	96.3
2	98.3	99.9	96.7
3	92.9	100.0	91.3

表3 ゲノム育種価評価値のバイオプシー細胞と産子との差

No.	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	推定歩留	脂肪交雑
1	0.501	1.007	0.016	0.009	0.123	0.045
2	0.302	0.790	0.017	0.066	0.145	0.100
3	4.593	0.645	0.002	0.014	0.117	0.037

(参考)

肥育牛5,915頭 ゲノム育種価評価値の標準偏差

枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	推定歩留	脂肪交雑
38.273	6.582	0.442	0.383	0.938	0.673

4. 要約

胚のバイオプシー細胞と残りの胚を用いて SNP 解析を実施した。バイオプシー細胞と残りの胚の SNP 解析では Call rate が高い組では SNP 型一致率が高く、ゲノム育種価も概ね一致していた。生まれた子牛との比較でも同様の成績であった。

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

8 牛の受精卵移植技術の実証

担当：及川俊徳、植田郁恵

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卵胞刺激ホルモン（FSH）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（Hiraizumi et al., 2015）。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、欧州ではエストラジオール（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・頻度が少なくてすむこと、受精卵数や譲渡・凍結可能胚数が増加することを報告している（A.Biancucci et al., 2016）。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、注射回数減少が利点として報告されている（Prisell et al., 1992, Esposito et al., 2005, Kim et al., 2005）。

昨年度は、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ことから、今年度はヒアルロン酸の投与量について検討した。

2 試験方法

過剰排卵処理スケジュールを図1に、試験区の内容を表1に示した。3区を対照区とし、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_{2a}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FSH製剤20AU（アントリン：共立製薬）溶解し皮下に投与した。CIDR挿入後12日目にCIDRを除去すると同時にPGF_{2a}を筋肉内に投与し発情を誘起した。PGF_{2a}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。1区は生食6mlにFSH製剤20AU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）4ml加えた。2区は生食8mlにFSH製剤20AU溶解し、アルロン酸製剤2ml加えた。試験計画に従い上記スケジュールのFSH投与日に皮下投与を実施した。

供試牛は6頭使用し、1区-2区-3区、2区-3区-1区及び3区-1区-2区の順のスケジュールに各2頭ずつ配置した。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。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。黄体数、採卵総数、正常胚数、変性胚数および未受精卵数には有意な差は認められなかった。正常胚率では1区は3区よりも有意に低い成績であった。卵胞の推移については各区同様の推移を示した。ブタ FSH の測定結果から1区は2区および3区と比較し投与後 17 および 19 時間でのホルモンレベルが低いこと、さらに、1区は他と比較すると 24 時間以降は高く推移したことが正常胚率に影響を及ぼしたと推察された。

ブタ FSH の血中ホルモン測定結果を図3に示した。3区のピークは高いものの54時間から低下し72時間ではほぼ0となった。1区よりも2区はピークが高くかつ早い推移を示した。1区および2区は96時間まで維持される結果となった。

以上の結果からヒアルロン酸製剤をFSH製剤の溶媒に2ml加えることで対照区と同様の過剰排卵処理成績が得られることがわかった。

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 試験区の内容

試験区	投与内容
1区	FSH20AU/6ml 生食+ハイオネート 4ml
2区	FSH20AU/8ml 生食+ハイオネート 2ml
3区	FSH20AU/10ml 生食 (対照区)

FSH：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 ヒアルロン酸投与量の違いが過剰排卵処理成績に及ぼす影響

試験区	供試頭数	黄体数	採卵総数	正常胚数	変性胚数	未受精卵数	正常胚率
1区	6	13.5 ± 2.3	10.3 ± 3.5	5.3 ± 2.5	1.7 ± 0.6	3.3 ± 2.5	51.6 ^a
2区	6	12.8 ± 3.7	9.0 ± 3.8	5.5 ± 2.8	1.3 ± 0.8	2.2 ± 1.1	61.1 ^{ab}
3区	6	14.3 ± 3.6	11.2 ± 4.2	8.0 ± 3.3	1.5 ± 0.6	1.7 ± 1.1	71.6 ^b

平均値±標準誤差

a, b異符号間で有意差あり (p<0.05)

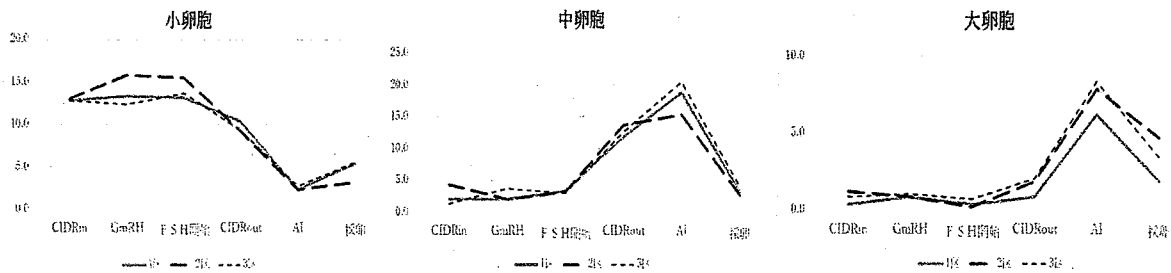


図2 大卵胞、中卵胞および小卵胞の推移

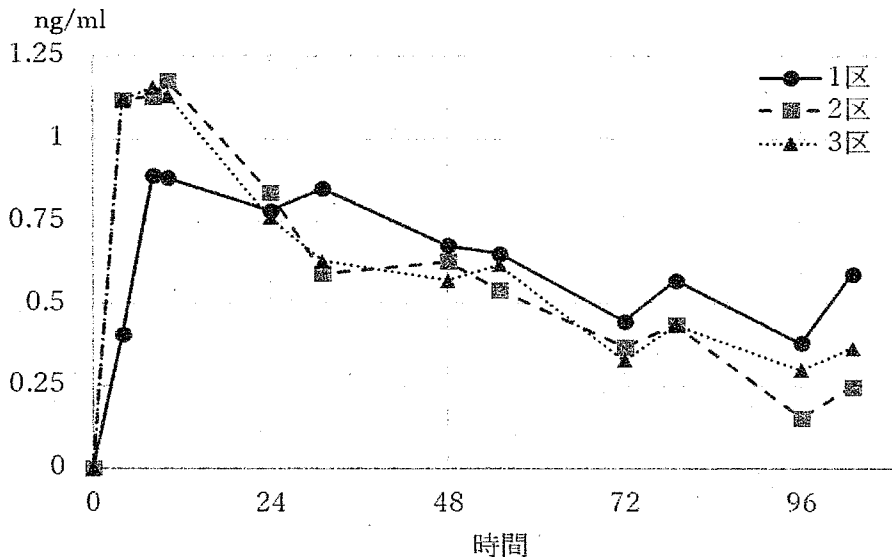


図3 pFSH 測定結果

4 要約

FSH の溶媒に加えるヒアルロン酸の量の違いが過剰排卵処理成績に及ぼす影響について検討した。黄体数、採卵総数、正常胚数、変性胚数および未受精卵数には有意な差は認められなかった。正常胚率では1区は3区よりも有意に低い成績であった。卵胞の推移については各区同様の推移を示した。以上の結果からヒアルロン酸製剤をFSH製剤の溶媒に2ml加えることで対照区と同様の過剰排卵処理成績が得られることがわかった。

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, Stradaioli 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

特になし

10 優良種豚供給体制の確立

担当：庄司宙希・高森広典・岡希・吉野淳良・高橋伸和・鈴木英作

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」及び、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」を持ち、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、両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り、より高品質な種豚を生産する。また、「ミヤギノ L2」については、できるだけ多くの種豚を県内農家に配布し利用してもらうために、糶殻床パドックでの育成による脚弱症改善試験等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」「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 RF¹⁾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：「しもふりレッド」種雄豚 20 頭，種雌豚 34 頭及びその産子

「ミヤギノ L2」種雄豚 9 頭，種雌豚 21 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，繁殖成績，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)

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」35 頭，LWD 種 7 頭，D 種 13 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) 糶殻飼養系統豚「ミヤギノ L2」育成雌豚における配布直前の脚スコアのデータ収集

(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 2 年度に農家に配布するために登記を取った育成雌豚

(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）

3 結果および考察

1) 両系統豚の令和 2 年度の繁殖成績は表 1, 2 のとおりであった。農家等への配布頭数

は、「しもふりレッド」雄22頭、雌41頭、「ミヤギノL2」雌30頭であった。また、「しもふりレッド」精液の配布本数は、5,080本であった。産肉能力等の成績は表3,4に示したとおりである。

- 2) 「ミヤギノL2」とLWD種交雑豚及びD種純粋豚(「しもふりレッド」)において、肉豚として出荷したときのと畜時のMPSスコアを、過去4ヶ年について比較した結果(令和元年度はLWD種交雑豚の調査は無し)、表5のとおりとなり、「ミヤギノL2」のスコアは他品種より小さかった。
- 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、本年度も籾殻ありパドックで育成された豚において、つなぎが標準的と判定された個体の割合は高く(前肢83.6%、後肢92.7%)、その結果、農家への配布率は60%を超えた(表6)。

表1 「しもふりレッド」の繁殖成績(令和2年4月～令和3年3月分娩まで)

産次数	分娩頭数 (頭)	平均産次数 (産)	一腹当たりの 産子数(頭)	一腹当たりの 哺乳開始頭数(頭)	一腹当たりの 離乳頭数(頭)	育成率 (%)	一腹当たりの 哺乳開始総体重(kg)	一腹当たりの 離乳時総体重(kg)
全体	63	5.2	9.4	7.4	6.0	81.6	9.2	28.6
うち1-6産次	39	2.6	9.7	7.7	6.6	85.0	9.7	31.3

表2 「ミヤギノL2」の繁殖成績(令和2年1月～令和3年1月)

産次数	分娩頭数 (頭)	平均産次数 (産)	一腹当たりの 産子数(頭)	一腹当たりの 哺乳開始頭数(頭)	一腹当たりの 離乳頭数(頭)	育成率 (%)	一腹当たりの 哺乳開始総体重(kg)	一腹当たりの 離乳時総体重(kg)
全体	32	5.8	9.5	8.5	7.4	87.5	12.0	41.9
うち1-6産次	21	2.9	10.8	10.2	9.1	89.7	14.5	50.3

表3 「しもふりレッド」の産肉成績

形質名	例数	平均値±標準偏差
一日平均増体量(g)	去勢5	1,066±161
飼料要求率	去勢5	3.43±0.26
背脂肪の厚さ【セ】(mm)	去勢6	26.7±4.5
ロース芯断面積(cm ²)	去勢6	19.3±1.4
肉の軟らかさ【Tenderness】(kgw/cm ²)	去勢6	33.7±6.4
筋肉内脂肪含量(%)	去勢6	5.70±0.86

表4 「ミヤギノL2」の産肉成績

形質名	例数	平均値±標準偏差
一日平均増体量(g)	育成雄5頭	1,014±31
飼料要求率	育成雄5頭	2.75±0.15
背脂肪の厚さ(超音波測定)(体長1/2部位)(mm)	育成雄5頭	15.0±1.6
ロース断面積(超音波測定)(体長1/2部位)(cm ²)	育成雄5頭	30.4±2.0
マイクロプラスマ性肺炎肉眼病変面積スコア(と畜時)(%)	肥育豚35頭	0.57±1.03

表5 「ミヤギノL2」と他品種とのマイコプラズマ性肺炎肉眼病変面積スコアの比較

品種	H29		H30		R1		R2	
	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
LWD	13	1.82±2.49	5	1.27±1.52	-	-	7	0.78±0.76
D	15	1.88±2.18	22	1.82±4.56	13	1.71±1.51	13	1.95±1.91

平均値 ± 標準偏差

表6 「ミヤギノL2」育成雌の農家配布直前の脚の状況

年度	籾殻	調査頭数 (頭)	つなぎ「標準※1」判定個体割合(%)		農家への配 布率※2(%)
			前脚	後脚	
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	あり	12	91.7	75.0	66.7
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 配布には更新も含む

4 要約

本年度の両系統豚の農家への配布頭数は「しもふりレッド」雄 22 頭、雌 41 頭、「ミヤギノ L2」雌 30 頭であった。「しもふりレッド」精液の配布本数は、5,080 本であった。「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 12 年目の今年度も依然低い値を保っていた。籾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。

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

1.1 本県産系統豚の能力向上技術の確立

担当：高森広典，庄司宙希，高橋伸和，吉野淳良，岡希，鈴木英作

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15年以上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育種改良手法の検討及び飼養管理技術の開発を行う。また、「しもふりレッド」と国内外で生産された豚肉の差別化を図るため、筋肉内脂肪含量や肉の軟らかさ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」における繁殖形質の遺伝的趨勢を検討し、繁殖性に関する遺伝的能力を評価した。また、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)を分娩前後の母豚へ添加給与することで、子豚の発育及び母豚と子豚の血液成分に与える影響を調査した。

2 試験方法

1) 繁殖能力向上のための育種改良手法の検討

(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23年間(平成9～令和元年度)の繁殖形質(1,689産分)を用いた。

(2) 調査項目

総産子数，哺乳開始頭数，離乳頭数，哺乳開始総体重，離乳時総体重及び平均離乳体重の遺伝的パラメータと育種価を推定した。遺伝的パラメータと育種価の推定には「AIREMLF90」を用いた。なお，設定した分析モデルは下記の通りである。

$$y = Xb + Zu + Wpe + e$$

y : 観測値のベクトル b : 大環境効果のベクトル u : 相加的遺伝効果のベクトル

pe : 永続的環境効果のベクトル e : 誤差のベクトル

X : 大環境効果と観測値を対応づける生起行列

Z : 相加的遺伝効果と観測値を対応づける生起行列

W : 永続的環境効果と観測値を対応づける生起行列

観測値 : 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
平均離乳体重

大環境効果 : 産次，分娩年，分娩季節

2) 繁殖能力向上のための飼養管理技術の開発

(1) 材料及び飼養方法

供試豚は、「しもふりレッド」の繁殖母豚10頭を用い，5-ALA区と対照区に5頭ずつを配

置した。分娩予定日 10 日前から離乳時（分娩後 4 週）までに 5-ALA 区には種豚慣行飼料に 5-ALA 製剤を 5g/日（5-ALA として 0.05g/日）添加給与した。対照区には、5-ALA 製剤を含まない種豚慣行飼料を給与した。飼養形態は単飼で自由飲水とした。子豚は、7 日令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。調査期間は、令和 2 年 7 月～9 月に実施した。

(2) 調査項目

生産された子豚の総産子数、哺乳開始頭数、3 週齢時生存頭数及び 3 週齢時生存率を調査した。哺乳開始時から 5 週令時まで体重を測定し、一日平均増体重を算出した。3 週令時に採血を実施し、赤血球数、ヘマトクリット値、ヘモグロビン量、血小板数及び白血球数を測定した。繁殖母豚については、分娩 10 日前および離乳時に体重を測定した。また、分娩直後と分娩 3 週後に採血を実施し、赤血球数、ヘモグロビン量、ヘマトクリット値、血小板数、白血球数、血清鉄濃度、鉄結合能 (TIBC)、血清総蛋白、アルブミン、総コレステロール、血清尿素窒素及び免疫グロブリン (IgG) を測定した。

3 結果および考察

1) 繁殖能力向上のための育種改良手法の検討

「しもふりレッド」の過去 23 年間における繁殖形質の遺伝的パラメータを表 1 に示した。総産子数、哺乳開始頭数、離乳頭数、哺乳開始総体重、離乳時総体重及び平均離乳体重の遺伝率は、0.074～0.174 と推定された。哺乳開始頭数及び離乳総体重の遺伝的趨勢（世代変化）を図 1 及び図 2 に示した。哺乳開始頭数の表型値は減少傾向であるのに対して、推定育種価はわずかに上昇し、離乳総体重もほぼ同等の推移を示した。これらの結果から、「しもふりレッド」の繁殖形質に関する遺伝的能力は、造成時から現在まで極端な低下は認められず、維持されていることが示された。繁殖形質における推定育種価と表型値の推移については、両者がリンクしていない事例の報告があり、環境等の他の要因による影響が大きいと結論づけている¹⁾。このことから、本試験においても、分娩年ごとの気候や飼養管理等の環境要因や産歴構成が、繁殖形質の表型値に影響していることが考えられた。

表 1 繁殖形質の遺伝的パラメータ

	総産子数	哺乳開始頭数	哺乳開始体重	離乳頭数	総離乳体重	離乳体重 (一頭当たり)
総産子数	0.082					
哺乳開始頭数	0.966	0.074				
哺乳開始体重	0.735	0.721	0.091			
離乳頭数	0.835	0.890	0.764	0.081		
総離乳体重	0.673	0.736	0.830	0.951	0.174	
離乳体重 (一頭当たり)	0.025	0.033	0.468	0.389	0.716	0.123

遺伝率 (対角線上) 及び遺伝相関 (対角下)

表5 「ミヤギノL2」と他品種とのマイコプラズマ性肺炎肉眼病変面積スコアの比較

品種	H29		H30		R1		R2	
	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
LWD	13	1.82±2.49	5	1.27±1.52	-	-	7	0.78±0.76
D	15	1.88±2.18	22	1.82±4.56	13	1.71±1.51	13	1.95±1.91

平均値 ± 標準偏差

表6 「ミヤギノL2」育成雌の農家配布直前の脚の状況

年度	籾殻	調査頭数 (頭)	つなぎ「標準※1」判定個体割合(%)		農家への配 布率※2(%)
			前脚	後脚	
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	あり	12	91.7	75.0	66.7
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 配布には更新も含む

4 要約

本年度の両系統豚の農家への配布頭数は「しもふりレッド」雄 22 頭、雌 41 頭、「ミヤギノ L2」雌 30 頭であった。「しもふりレッド」精液の配布本数は、5,080 本であった。「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 12 年目の今年度も依然低い値を保っていた。籾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。

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

表2 5-ALA給与による母豚の体重への影響

	対照区 (n=5)		5-ALA区 (n=5)		P値
給与開始時体重 (kg)	217.2	± 26.0	219.8	± 18.9	0.861
試験終了時体重 (kg)	189.2	± 19.1	192.0	± 17.4	0.814
減少率 (%)	12.5	± 6.7	12.5	± 6.2	0.999

平均値±標準偏差

表3 5-ALA給与による母豚の血液成分への影響

	対照区		5-ALA区		P値
赤血球数 (10 ⁴ /μL)					
分娩直後	480.8	± 52.9	512.2	± 99.9	0.552
分娩3週後	552.8	± 62.4	524.3	± 82.3	0.601
白血球数 (10 ² /μL)					
分娩直後	157.4	± 35.5	165.4	± 60.6	0.805
分娩3週後	175.5	± 61.1	184.8	± 74.0	0.853
血小板数 (10 ⁴ /μL)					
分娩直後	21.0	± 6.5	16.0	± 5.2	0.259
分娩3週後	21.8	± 8.5	22.2	± 3.4	0.929
ヘモグロビン量 (g/dL)					
分娩直後	8.3	± 1.3	9.9	± 2.5	0.242
分娩3週後	10.1	± 0.9	10.3	± 1.4	0.843
ヘマトクリット値 (%)					
分娩直後	27.9	± 2.3	31.3	± 6.0	0.283
分娩3週後	31.7	± 2.7	31.5	± 3.9	0.959
血清鉄濃度 (μg/dL)					
分娩直後	87.6	± 25.8 ^b	106.4	± 24.9 ^a	0.047
分娩3週後	101.0	± 18.4	93.6	± 26.7	0.337
TIBC (μg/dL)					
分娩直後	447.2	± 24.9	435.4	± 23.3	0.160
分娩3週後	462.6	± 50.9	444.7	± 34.7	0.230
血清総タンパク (g/dL)					
分娩直後	7.3	± 0.7	7.2	± 0.6	0.849
分娩3週後	7.5	± 0.7	7.6	± 0.7	0.798
アルブミン (g/dL)					
分娩直後	3.6	± 0.2	3.7	± 0.2	0.512
分娩3週後	3.8	± 0.3	3.7	± 0.1	0.242
総コレステロール (mg/dL)					
分娩直後	59.2	± 18.4	53.2	± 7.7	0.520
分娩3週後	60.2	± 10.7	62.6	± 7.9	0.698
血清尿素窒素 (mg/dL)					
分娩直後	6.7	± 1.9 ^B	9.6	± 2.5 ^A	0.072
分娩3週後	6.9	± 3.0	9.1	± 2.6	0.248
IgG (mg/dL)					
分娩直後	681.4	± 68.3	676.1	± 83.5	0.832
分娩3週後	740.4	± 75.7	745.9	± 62.6	0.809

異符号間に有意差あり (A-B:P<0.1, a-b:P<0.05)

平均値±標準偏差

※分娩3週後の赤血球数, 血小板数, 白血球数, ヘモグロビン量, ヘマトクリット値は
対照区 (n=4), 5-ALA区 (n=4)。上記以外の項目は, 対照区 (n=5), 5-ALA区 (n=5)

表4 5-ALA給与による子豚の発育成績への影響

	対照区		5-ALA区		P値
総産子数	9.6 ± 3.1		10.0 ± 4.3		0.871
哺乳開始頭数	7.4 ± 2.6		7.2 ± 2.9		0.912
3週齢時生存頭数	6.0 ± 2.5		7.0 ± 2.7		0.567
3週齢時生存率 (%)	80.0 ± 18.3 ^B		98.0 ± 4.5 ^A		0.092
平均体重 (kg)					
哺乳開始時	1.30 ± 0.30		1.32 ± 0.24		0.750
1週齢時	2.19 ± 0.54		2.38 ± 0.47		0.122
3週齢時	4.72 ± 1.54		5.17 ± 1.05		0.175
5週齢時	8.72 ± 2.54		8.93 ± 1.58		0.707
一日平均増体量 (kg/day)	0.22 ± 0.04		0.21 ± 0.07		0.827

異符号間に有意差あり (P<0.1)

平均値±標準偏差

表5 5-ALA給与による子豚の血液成分への影響

	対照区 (n=15)		5-ALA区 (n=14)		P値
赤血球数 (10 ⁴ /μL)	553.4 ± 67.2		553.7 ± 84.7		0.992
ヘモグロビン量 (g/dL)	9.8 ± 1.6		9.8 ± 1.9		0.961
ヘマトクリット値 (%)	32.4 ± 5.4		31.9 ± 6.4		0.805
血小板数 (10 ⁴ /μL)	56.7 ± 11.0		60.9 ± 20.6		0.489
白血球数 (10 ² /μL)	201.4 ± 79.9		200.5 ± 75.2		0.975

平均値±標準偏差

4 要約

「しもふりレッド」の過去 23 年間における繁殖形質について、遺伝的パラメータと育種価を推定したところ、遺伝率は、0.074~0.174 と推定され、哺乳開始頭数及び総離乳体重の推定育種価はわずかに上昇を示したことから、「しもふりレッド」の繁殖形質に関する遺伝的能力は、造成時から現在まで極端な低下は認められず、維持されていることが示された。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) を分娩前後の母豚へ添加給与したところ、子豚の 3 週齢時の生存率が高くなる傾向が認められ、分娩直後の母豚の血清鉄濃度が有意に高くなり、赤血球数、ヘモグロビン濃度及びヘマトクリット値が高値を示したことから、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。

5 参考文献

- 1) 田口和夫, 吉岡豪, 今枝紀明(2009). 系統豚「ナガラヨーク」の離乳時体重の改良について, 岐阜畜研報, 9, 47-54
- 2) 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. Journal of animal science, 87(11), 3589-3595.
- 3) 水上佳大, 伊藤貢, 谷口慎, 丹羽美次(2018). 5-アミノレブリン酸 (5-ALA) 添加配合飼料の母豚への給与が産子に及ぼす影響, 日豚会誌, 55(4), 172

6 協力研究機関

東北大学農学研究科，宮城大学食産業学群

1 2 遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の検討

担当：高森広典，吉野淳良，岡希，庄司宙希，高橋伸和，鈴木英作

1 はじめに

豚肉の輸入量が増加している中，国産豚肉の差別化や競争力強化のため，豚肉の「おいしさ」を向上させる技術開発が広く求められている。本県では，筋肉内脂肪含量の高いデュロック種系統豚「しもふりレッド」を維持し，普及に努めているが，この特色を生かした新たな差別化につながる飼養管理技術を開発することは意義が大きい。本研究では，筋肉内脂肪含量の高い豚肉の保水性や香りの好ましき等の差別化につながる飼料原料候補を選定することを目的として，これまでカキ殻やホヤ殻等の水産未利用資源を用いた肥育試験を実施したところ，ホヤ殻乾燥粉末が背脂肪厚の低減に一定の効果を示す可能性が示唆された^{1,2,3)}。一方，これら水産未利用資源の添加給与による豚肉の保水性や脂肪酸組成への顕著な影響は認められなかった。

リノール酸に代表される多価不飽和脂肪酸は，酸化されやすいことが知られており，豚肉中のリノール酸割合を低下させることにより，豚肉の臭みを低減させることが期待される。令和元年度は，「しもふりレッド」に玄米や脂肪酸組成の異なる油脂を添加した飼料を給与したところ，脂肪酸割合が異なる肉を作出することができた⁴⁾。また，作出したロース肉を4℃の条件下で7日間保存し，TBARS濃度を測定したところ，有意差は認められなかったもののリノール酸割合が低かった玄米区で低い値を示した。本年度は，令和元年度と同様に「しもふりレッド」に玄米や脂肪酸組成の異なる油脂を添加した飼料の給与試験を行い，脂肪酸割合が異なる肉を作出して香りに関連する指標に及ぼす影響を検討した。

2 試験方法

(1) 材料及び飼養方法

リノール酸割合が異なる豚肉を作出するために，とうもろこし主体の飼料（対照区），とうもろこしを玄米で代替した飼料（玄米区）及びとうもろこし主体の飼料にコーン油を2.3%添加した飼料（コーン油区）と3種類の肥育後期飼料を設計し，調整した。供試豚は，「しもふりレッド」の去勢豚を用い，各区6頭ずつ配置した。体重約30 kgから70 kgまで肥育前期飼料（TDN78%，CP16%）を給与し，体重70 kgから馴致期間を1週間設け，試験用肥育後期飼料の給与を開始した。飼養形態は単飼，不断給餌，自由飲水とした。なお，肥育試験は，令和2年6月～9月に実施した。

(2) 調査項目

本試験で使用した飼料の水分，粗タンパク質，粗脂肪，可溶無窒素物，粗繊維，粗灰分，総エネルギー，ビタミンE及び脂肪酸組成は，一般財団法人日本食品分析センターに分析を委託した。試験開始後1週間毎に体重を測定し，一日平均増体量（DG），飼料摂取量（FI），飼料要求率（FCR）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。枝肉を24時間放冷後，枝肉重量，と体長，ロース長，と体幅，背脂肪厚及び第4～5胸椎部のロース芯面積の測定を行った。肉質調査は，24時間放冷後の枝肉の第4～5胸椎部位から

9 胸椎分のロース肉を採材後、4℃で冷蔵保存し、と畜後4日目に試料の調製を行った。調整当日にロース肉を約40gスライスした肉片を標本ケースにぶら下げ、4℃の冷蔵庫内で24、48及び72時間放置した。それぞれの時間に肉片の重さを測定することにより、自然に流出する肉汁の割合を算出し、ドリップロスとした。また、約25gの長方形に整形したロースの肉片を2個採材し、ビニール袋に密封し、70℃の温湯中で30分加熱した。その後、30分以上流水に浸して冷却し、加熱した肉片を筋繊維方向に沿って厚さ1cm程度に整形後、円筒形プランジャーを装着したテンシプレッサーを用いて物理的特性（Tenderness（軟らかさ）、Pliability（しなやかさ）、Toughness（噛み応え）、Brittleness（脆さ））を測定した。筋肉色及び脂肪色については、カラーアナライザー色差計（TES-135Aプラス、株式会社佐藤商事、神奈川）を用いて測定した。また、ロース芯pHを測定した。クッキングロス及び剪断力価の測定は、ロース部分肉を真空包装後、-20℃で保存し、その後国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産研究部門に冷凍輸送し、実施した。4cm×4cm×2cmの肉片を2片切り出した後、重量を記録し、T型熱電対センサを肉片の中心部に挿入し、72℃の恒温槽にて中心温度が71℃に到達するまで加熱後、肉片を30分以上流水で冷却してから秤量し、加熱前の肉片重量に対する損失した重量の割合をクッキングロスとした。続いて、加熱済み試料を用いて直径1/2インチのコアを筋繊維方向に対して並行になるよう1片から3~4本調整し、Warner-Blatzler測定用の器具を取り付けた万能材料試験機（インストロン5542、インストロン社、USA）にて剪断力価を測定した。ロース肉の脂肪含量並びに背脂肪内層の脂肪酸組成、酸価、過酸化値、カルボニル価、チオバルビツール酸反応性物質（TBA）価、ヨウ素価及び上昇融点は、ロース部分肉を真空包装後、-20℃で保存し、一般財団法人日本食品分析センターに冷凍輸送し、分析を委託した。また、豚肉の保存期間中における脂質酸化物（TBARS）濃度の変化を評価した。ロース肉から胸最長筋を約130g切り出し、肉汁吸収シートを設置したトレイに乗せて酸素透過型ポリ塩化ビニルフィルムで覆った後、LED照明下で4℃に設定した冷蔵庫中にて7日間保存した後、真空包装し、-20℃で保存した。その後、脂質過酸化物の測定を一般財団法人日本食品分析センターに冷凍輸送し、分析を委託した。さらに、クッキングロスの測定で使用した加熱後のロース肉中におけるTBARS濃度を測定した。試験結果の統計処理は、全てEZR（自治医科大附属さいたま医療センター、埼玉）を用いて分散分析及び多重比較を行った。

3 結果および考察

3種の脂肪酸割合の異なる飼料の配合割合を表1に、一般成分の分析値を表2に示した。飼料摂取量、一日平均増体量及び飼料要求率については、各区間で有意差が認められなかったが、飼料要求率は、対照区と比較して玄米区及びコーン油区がわずかに良好な値を示した（表3）。枝肉成績については、各区間に有意差が認められなかった。また、保水性等の肉質成績については、各区間に有意差が認められなかった（表4）。脂肪色のL*値は、対照区及び玄米区と比較して、コーン油区が有意に低くなった。背脂肪内層の脂肪酸組成及び脂質酸化に関連する形質を表5に示した。オレイン酸割合は、対照区及び玄米区に比べてコーン油区が有意に低くなった。リノール酸及びリノレン酸割合は、対照区及び玄米区と比較してコーン油区が有意に高くなった。また、対照区と玄米区の脂肪酸割合は、有

意差が認められなかったものの、オレイン酸割合は玄米区で1ポイント高くなり、リノール酸割合は玄米区で0.6ポイント低くなった。酸価は、対照区及び玄米区に比べてコーン油区が有意に低くなった。加熱処理後のロース肉中のTBARS濃度及び7日間保存後のロース肉の過酸化価は、玄米区及びコーン油区が対照区と比較して有意差は認められなかったものの低値を示した(表6)。

勝俣らは、玄米を配合した飼料を肥育後期の肉豚に給与することで、トウモロコシを主原料と飼料を給与した肉豚よりも皮下脂肪内層のオレイン酸割合が高く、リノール酸割合が低くなることを報告している⁵⁾。本研究の結果、筋肉内脂肪含量が高い「しもふりレッド」においても、玄米主体の飼料を給与した肉豚は、とうもろこし主体の慣行飼料を給与して生産した肉豚より背脂肪内層のリノール酸割合がわずかに低くなった。また、有意差は認められなかったものの、玄米主体の飼料を給与した肉豚は、とうもろこし主体の慣行飼料を給与して生産した肉豚より加熱処理後や7日間保存後の脂質過酸化物が低くなった。このことから、「しもふりレッド」に玄米主体の飼料を給与することで、脂肪の質に特徴を付与し、差別化につながる豚肉を生産できる可能性が示された。一方、令和元年度に行った試験では、玄米主体の飼料ととうもろこし主体の飼料を給与した肉豚における背脂肪内層中のリノール酸割合に有意差が認められたものの、令和2年度に行った試験では、有意差が認められなかった。吉岡らは、玄米配合による背脂肪内層の脂肪酸組成への影響が有意差として明確に現れない原因は、米ぬかに含まれる粗脂肪含量と多価不飽和脂肪酸の摂取量であると考察している⁶⁾。本研究に用いた飼料の脂肪酸組成に注目してみると、令和元年度に用いた玄米区飼料は、令和2年度に用いた玄米区飼料に比べて粗脂肪含量が少なかった。また、令和元年度の対照区飼料と玄米区飼料中のリノール酸割合の差が16.4%であったのに対して、令和2年度は11.4%と小さかった。以上のことから、本研究においても、試験に用いた玄米の脂肪含量及び脂肪酸組成が背脂肪内層の脂肪酸組成に影響した可能性が考えられた。

表1 試験用飼料の配合割合

	対照区	玄米区	コーン油区
トウモロコシ	79.8	—	77.5
玄米	—	79.8	—
大豆粕	18.0	18.0	18.0
第三リン酸カルシウム	0.7	0.7	0.7
炭酸カルシウム	0.7	0.7	0.7
食塩	0.3	0.3	0.3
プレミックス (α -Toc 3,000mg/kg)	0.5	0.5	0.5
コーン油	—	—	2.3
合計	100.0	100.0	100.0

単位：%

表2 試験用飼料の一般成分値及び脂肪酸組成

	対照区	玄米区	コーン油区
水分 (%)	14.3	14.6	13.8
粗タンパク質 (%)	14.8	14.1	14.6
粗脂肪 (%)	2.6	2.6	6.2
可溶無窒素物 (%)	62.1	63.7	59.6
粗繊維 (%)	2.3	1.6	1.9
粗灰分 (%)	3.9	3.4	3.9
総エネルギー (MJ/kg)	16.1	16.1	17.0
総トコフェロール (mg/100g)	6.5	5.1	7.7
α -トコフェロール (mg/100g)	4.8	4.4	3.5
β -トコフェロール (mg/100g)	未検出	未検出	未検出
γ -トコフェロール (mg/100g)	1.6	0.7	4.0
σ -トコフェロール (mg/100g)	0.1	未検出	0.2
ビタミンE当量 (mg/kg)	49.6	44.7	39.0
脂肪酸組成 (%)			
C18:1 (オレイン酸)	24.6	31.9	28.2
C18:2n-6 (リノール酸)	53.1	41.7	53.2

※ビタミンE当量 (mg/kg) は計算値

表3 玄米及びコーン油添加飼料が発育成績及び枝肉成績に及ぼす影響

	対照区	玄米区	コーン油区	P値
飼料摂取量 (kg/day)	3.63 ± 0.37	3.38 ± 0.34	3.62 ± 0.31	0.373
一日平均増体量 (kg/day)	1.07 ± 0.16	1.01 ± 0.17	1.09 ± 0.10	0.670
飼料要求率	3.43 ± 0.26	3.37 ± 0.36	3.34 ± 0.27	0.859
出荷体重 (kg)	117.6 ± 2.4	117.2 ± 6.0	121.7 ± 2.4	0.129
枝肉重量 (kg)	75.3 ± 2.6	76.8 ± 4.1	79.4 ± 2.2	0.096
歩留まり	0.64 ± 0.02	0.66 ± 0.01	0.65 ± 0.02	0.236
と体長 (cm)	89.4 ± 3.2	88.4 ± 2.8	90.3 ± 1.3	0.447
ロース長 (cm)	54.6 ± 2.4	53.3 ± 2.4	54.8 ± 1.7	0.457
と体幅 (cm)	34.8 ± 0.5	34.3 ± 1.3	34.8 ± 1.2	0.602
背脂肪厚セ (mm)	26.7 ± 4.5	26.0 ± 2.7	28.7 ± 5.1	0.514
ロース芯面積 (cm ²)	19.3 ± 1.4	19.2 ± 5.6	19.5 ± 3.2	0.994

平均値±標準偏差

表4 玄米及びコーン油添加飼料が肉質成績に及ぼす影響

	対照区	玄米区	コーン油区	P値
ドリップロス (%)				
24時間後	1.40 ± 0.74	1.08 ± 0.36	0.95 ± 0.26	0.293
48時間後	2.05 ± 1.09	1.53 ± 0.61	1.32 ± 0.50	0.277
72時間後	2.57 ± 1.41	1.88 ± 0.94	1.74 ± 0.78	0.379
クッキングロス (%)	20.01 ± 1.94	20.45 ± 5.29	18.28 ± 1.72	0.522
剪断力価 (N/cm ²)	20.01 ± 2.04	20.24 ± 4.98	19.27 ± 4.33	0.907
Tenderness (kgw/cm ²)	33.71 ± 6.36	34.10 ± 7.12	34.05 ± 6.79	0.994
【軟らかさ】				
Pliability	1.55 ± 0.12	1.52 ± 0.08	1.54 ± 0.11	0.879
【しなやかさ】				
Toughness (kgw/cm ² ・cm ²)	7.15 ± 1.47	7.34 ± 2.06	7.29 ± 1.28	0.980
【噛みごたえ】				
Brittleness	1.58 ± 0.15	1.52 ± 0.07	1.52 ± 0.04	0.472
【脆さ】				
肉色				
L*値	51.77 ± 2.80	52.64 ± 2.41	51.43 ± 3.61	0.773
a*値	11.33 ± 0.94	11.98 ± 2.49	13.04 ± 1.96	0.322
b*値	4.55 ± 0.60	5.08 ± 1.08	4.75 ± 0.87	0.592
脂肪色				
L*値	80.27 ± 1.60 ^a	80.43 ± 1.46 ^a	77.24 ± 1.15 ^b	0.002
a*値	3.76 ± 1.47	3.77 ± 1.82	3.36 ± 1.09	0.864
b*値	0.95 ± 0.82	1.10 ± 0.74	0.51 ± 0.72	0.398
コース芯 pH	5.87 ± 0.25	6.05 ± 0.28	6.01 ± 0.18	0.423
筋肉内脂肪含量 (%)	5.70 ± 0.86	7.22 ± 1.65	7.37 ± 2.29	0.207

異符号間に有意差あり (P<0.05) 平均値±標準偏差

表5 玄米及びコーン油添加飼料が背脂肪内層の脂肪酸組成及び脂質過酸化に及ぼす影響

	対照区	玄米区	コーン油区	P値
脂肪酸割合 (%)				
C14:0 (ミリスチン酸)	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	0.100
C16:0 (パルミチン酸)	26.8 ± 0.3 ^a	26.2 ± 0.9 ^a	24.6 ± 1.0 ^b	<0.001
C16:1 (パリミトレイン酸)	1.7 ± 0.2 ^a	1.5 ± 0.4 ^{ab}	1.2 ± 0.2 ^b	0.019
C18:0 (ステアリン酸)	17.6 ± 1.4	18.5 ± 2.1	16.6 ± 1.4	0.167
C18:1 (オレイン酸)	41.3 ± 0.8 ^a	42.3 ± 1.9 ^a	38.5 ± 0.6 ^b	<0.001
C18:2n-6 (リノール酸)	7.6 ± 0.7 ^b	7.0 ± 0.6 ^b	14.3 ± 1.4 ^a	<0.001
C18:3n-3 (リノレン酸)	0.5 ± 0.0 ^a	0.4 ± 0.0 ^b	0.5 ± 0.1 ^a	<0.001
ヨウ素価	54.6 ± 1.9 ^b	55.0 ± 2.1 ^b	64.0 ± 3.0 ^a	<0.001
上昇融点	42.3 ± 0.7	41.3 ± 1.5	40.6 ± 1.3	0.076
酸価	0.89 ± 0.15 ^a	0.94 ± 0.26 ^a	0.58 ± 0.19 ^b	0.017
過酸化物価 (meq/kg)	0.52 ± 0.10	0.47 ± 0.14	0.35 ± 0.12	0.078
TBA価 (nmol/g)	0.58 ± 0.20	0.58 ± 0.20	0.50 ± 0.00	0.616
カルボニル価	2.47 ± 0.52	2.75 ± 0.34	2.40 ± 0.44	0.368

異符号間に有意差あり (P<0.05) 平均値±標準偏差

表6 玄米及びコーン油添加飼料が加熱後及び7日間保存後のロース肉中の脂質過酸化物質に及ぼす影響

	対照区	玄米区	コーン油区	P値
加熱後のロース肉				
TBARS濃度 (nmol/g)	5.87 ± 2.81 ^a	3.29 ± 0.85 ^{ab}	2.94 ± 0.72 ^b	0.021
7日間保存後のロース肉				
酸価	1.54 ± 0.21	1.50 ± 0.46	1.76 ± 1.22	0.824
過酸化物質価 (meq/kg)	0.60 ± 0.28	0.43 ± 0.08	0.34 ± 0.27	0.196
TBA価 (nmol/g)	1.00 ± 0.55	0.67 ± 0.26	1.42 ± 0.66	0.072

異符号間に有意差あり (P<0.05) 平均値±標準偏差

4 要約

遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い「しもふりレッド」に玄米主体の飼料を給与したところ、豚肉中のリノール酸割合は、配合した玄米の脂肪含量に影響を受けるものの、対照区と比較して低くなることが明らかになった。また、脂質酸化の指標である加熱後のTBARS濃度及び7日間保存後の過酸化物質価も有意な差が認められないものの対照区と比較して玄米区で低値を示した。このことから、「しもふりレッド」に玄米主体の飼料を給与することで、豚肉中のリノール酸割合を低減し、その結果、脂肪の質に特徴が付与され、「しもふりレッド」の特色をより引き出すことができる可能性が示された。

5 参考文献

- 1) 大庭康彦, 高橋伸和, 吉野淳良, 佐久間晶子, 氏家哲 (2016) 遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の開発, 平成28年度宮城県畜産試験場成績書・業務年報, 66-69
- 2) 大庭康彦, 高橋伸和, 吉野淳良, 岡希, 氏家哲 (2017) 遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の開発, 平成29年度宮城県畜産試験場成績書・業務年報, 79-82
- 3) 高森広典, 吉野淳良, 岡希, 高橋伸和, 鈴木英作 (2018) 遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の開発, 平成30年度宮城県畜産試験場成績書・業務年報, 68-72
- 4) 高森広典, 吉野淳良, 岡希, 高橋伸和, 鈴木英作 (2019) 遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の開発, 令和元年度宮城県畜産試験場成績書・業務年報, 63-68
- 5) 勝俣昌也, 佐々木啓介, 斉藤真二, 石田藍子, 京谷隆侍, 本山三知代, 大塚誠, 中島一喜, 澤田一彦, 三津本充 (2009). 肥育後期豚への玄米の給与が皮下脂肪の性状に及ぼす影響, 日畜会報, 80, 63-69.
- 6) 吉岡豪, 鈴木香澄, 林啓介, 向島幸司 (2020). 精米によるトウモロコシの全量代替と精米と米ぬかの併用給与が豚肉質へ及ぼす影響について, 日畜会報, 91(4), 381-388.

6 協力研究機関等

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

なお本研究の成果は、革新的技術開発・緊急展開事業（うち先導プロジェクト）によるものである。

1 3 豚の総合的な抗病性向上手法開発とその実証

担当：岡希，吉野淳良，高森広典，高橋伸和，鈴木英作

1 はじめに

養豚業において、感染症による損耗は生産コストの増大要因として非常に大きな問題である。従来、感染症への対策として、各種の抗菌性物質が用いられてきた。しかしながら、薬剤耐性菌の出現抑制のため、近年は抗菌性物質の適正使用・慎重使用が推奨されており、代替する技術開発が必要かつ急務である。

我々は、免疫能を向上させる飼料添加資材を活用した管理技術に着目し、飼料添加資材として、液性免疫能の向上効果が報告されているワカメ加工残渣や、抗酸化効果が期待されるホヤ殻を使用することで、疾病の発生リスクが高い離乳後の子豚の抗病性を向上させることを目標とした。そこで、平成 30 年度にワカメ加工残渣の飼料添加給与試験、令和元年度にホヤ殻の飼料添加給与試験を実施した結果、ワカメ加工残渣を飼料添加することで離乳後の下痢などで萎縮した絨毛の回復が促進されることが示唆された。本年度では、抗病性効果が示唆されたワカメ加工残渣について平成 30 年度と同様の試験を実施し、再現性の確認及び検体数の蓄積を行った。

2 試験方法

- 1) 試験材料 ランドレース種豚 (L) 16 頭及びデュロック種豚 (D) 16 頭 計 32 頭
- 2) 試験区分 対照区：抗菌性物質無添加の慣行飼料を給与 (各品種 8 頭)
試験区：抗菌性物質無添加の慣行飼料にワカメ加工残渣粉末を 1% 添加したものを給与 (各品種 8 頭)
- 3) 試験期間 4 週齢で離乳後、各群群飼，不断給餌，自由飲水で飼養し，9 週齢で解剖
- 4) 測定項目
 - (1) ワカメ加工残渣成分：水分，粗タンパク質，粗脂肪，粗繊維，粗灰分，NaCl，アルギン酸
 - (2) 発育成績：一日平均増体量，群全体の総飼料摂取量，飼料要求率
 - (3) 肺の肉眼的豚マイコプラズマ性肺炎 (MPS) スコア：剖検時に MPS 病変の有無を目視で確認し，肺全体に対する病変の割合を Goodwin らの方法によりスコア化した。
 - (4) 白血球貪食能：剖検時にヘパリン加採血管で採血した全血を用いて，ザイモザンを抗原としたケミルミネッセンス法を行い，測定開始後から 30 分間の積算値を貪食能の値とした。
 - (5) 糞便性状スコア：毎日豚房内に落ちている糞便を 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 段階に分けスコアで記録した。
 - (6) A 群ロタウイルス遺伝子検査：試験開始時，1 週後及び剖検時の糞便を用いた定性的 PCR により A 群ロタウイルス遺伝子を検出した。

(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

ワカメ加工残渣の成分値を表 1 に示す。発育成績は試験区間で有意差は認められなかった(表 2)。肺の MPS スコアについては供試豚全頭で病変が認められず、白血球貪食能についても試験区間で有意差は認められなかった(図 1)。糞便性状スコアは、D 種で試験開始から泥状～水様性の下痢が発生したことから 2 週目にはスコア 2 以上を示したが、その後終息した(図 2)。また、試験開始時に全頭陰性を示した A 群ロタウイルス遺伝子は、解剖時には全ての試験区で陽性の個体が確認された(表 3)。回腸下部の絨毛・陰窩長比は、D 種において試験区が有意に高値となった(表 4)。

これらのことから、ワカメ加工残渣給与による発育への影響は認められなかった。一方で、D 種では試験開始後に下痢が発生し、回腸下部の絨毛・陰窩長比は対照区と比較して試験区で有意に高値を示した。このことから、D 種では試験前半の下痢により絨毛の損傷・萎縮が重度であり、ワカメ加工残渣の摂取による絨毛の回復効果が顕著に現れた可能性が示唆された。平成 30 年に実施したワカメ加工残渣の給与試験においても、ワカメ加工残渣を給与することで下痢によって萎縮した絨毛の回復が促進される効果が示されており、今回の試験によってその再現性が確認された。

表 1 ワカメ加工残渣の成分値

分析項目	結果
水分	7.3%
粗タンパク質	4.8%
粗脂肪	0.5%
粗繊維	7.5%
粗灰分	49.5%
NaCl	4.5%
アルギン酸	23.3%

表 2 発育成績

	L		D	
	対照区	試験区	対照区	試験区
一日平均増体重(g/日)	582.1 ± 97.0	528.6 ± 69.5	402.5 ± 195.7	473.2 ± 47.2
総飼料摂取量(kg)	333.3	295.7	215.6	303.9
飼料要求率	2.0	2.0	1.9	2.3

平均値±標準偏差，飼料総飼料摂取量及び飼料要求率は群全体としての値

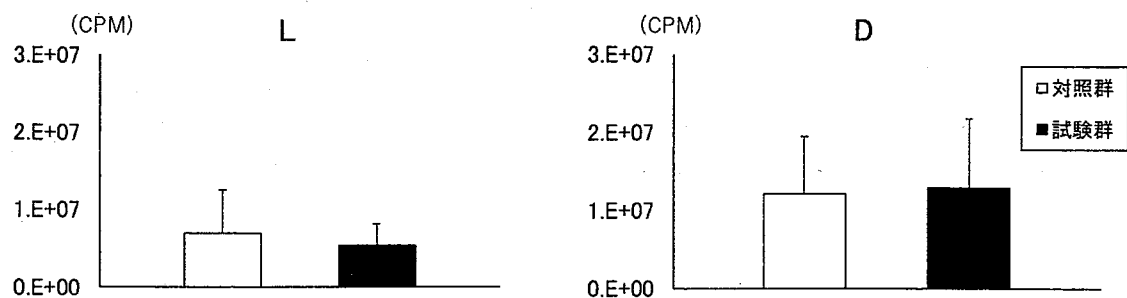


図1 白血球食能

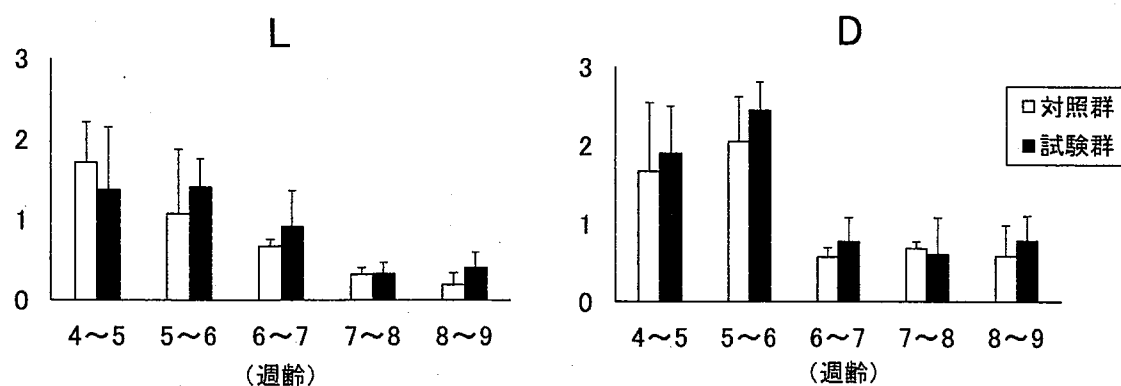


図2 糞便性状スコア

表3 A群ロタウイルス遺伝子検査

		L	D
4wks	対照	0 (0/8)	0 (0/8)
	試験	0 (0/8)	0 (0/8)
5wks	対照	0 (0/8)	0 (0/8)
	試験	0 (0/8)	0 (0/8)
9wks	対照	50 (4/8)	62.5 (5/8)
	試験	100 (8/8)	87.5 (7/8)

表4 回腸下部絨毛・陰窩長比

	L		D	
	対照区	試験区	対照区	試験区
R2	1.8 ± 0.4	1.8 ± 0.3	1.5 ± 0.4 b	1.7 ± 0.3 a
H30	2.4 ± 0.6 b	2.7 ± 0.8 a	2.5 ± 0.7	2.8 ± 0.9

平均値±標準偏差, 異符号間に有意差あり (p<0.05)

4 要約

離乳子豚に県内未利用資源であるワカメ加工残渣を1%の割合で添加給与した結果, 試験

開始後に下痢が発生した群において剖検時の回腸下部における絨毛・陰窩長比が有意に高値となった。この結果は平成30年の給与試験と同様の結果であったことから、ワカメ加工残渣の給与により離乳後の下痢で萎縮した腸管絨毛の回復が促進された可能性が再度示唆され、再現性が確認された。

5 参考文献

- 1) 水間恵, 岡村俊宏, 鈴木英作, 須田義人, 平山琢二, 小川智子, 鈴木敬一 (2013) 海藻・海苔の飼料添加給与がブタの免疫能に及ぼす効果, 日畜会報, 84: 51-47.
- 2) Leonard S. G., Sweeney T., Bahar B., Lynch B. P., O' Doherty J. V. (2011), Effects of dietary seaweed extract supplementation in sows and post-weaned pigs on performance, intestinal morphology, intestinal microflora and immune status., Br J Nutr, 106: 688-699.
- 3) 阿部祥次, 飯塚綾子, 藤田慶一郎, 濱谷景祐, 播谷亮, 川島健司 (2016), 豚流行性下痢の免疫組織化学的診断における回腸下部の重要性と必要な検査頭数, 日獣会誌, 69: 138-142
- 4) 小橋有里, 井口真理子, 大久保剛揮, 藤井崇, 熊谷武久, 渡辺紀之 (2013), 殺菌乳酸菌 *Lactobacillus paracasei* K71 が離乳子豚の発育, 糞便性状, 小腸および病原因子に及ぼす効果, 日獣会誌, 50: 46-50
- 5) R.F.W. Goodwin and Whittlestone (1973), Enzootic pneumonia of pigs: Immunization attempts inoculating *Mycoplasma Suinuemoniae* antigen by various routes and with different adjuvants., Br.Vet.J, (1973) 129:456-462.

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科, 官城大学食産業学部, 農研機構生物機能研究部門, 農研機構動物衛生研究部門, 岐阜県畜産研究所, 全農畜産サービス株式会社

なお, 本研究は, 日本中央競馬会畜産振興事業「豚の抗病性向上手法開発試験事業」の支援を受けて実施したものである。

第一部 単年度試験成績

Ⅱ 草地・飼料作關係

第1部
単年度試験成績
Ⅱ 草地・飼料
作

1 飼料作物・牧草適応品種の選定

1) 飼料用トウモロコシ

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) 検定品種 20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

早晚性	商品名	品種名	RM	試験年数	育成者 /販売先	栽植本数 (本/10a)
極早生	KD085 ヘローナ	KD085 ヘローナ	85	2	カネコ	7407
	KD421	KD421	90	2	カネコ	
	ハイオニア 93 日	P9027	93	3	ハイオニア	
	KD460	KD460	95	2	カネコ	
	エスハス 95	SL0746	95	3	雪印	
早生	KEB9550	-	105	1(種)	カネコ	7018
	KD551	KD551	105	2	カネコ	
	ハイオニア 106 日	36B08	106	県標準	ハイオニア	
	KD106 エダム	KD106 エダム	106	2	カネコ	
	ハイオニア 108 日	34N84	108	標準(種)	ハイオニア	
	LG30500	LG30500	110	2	雪印	
中早生	スノーデント 110	LG3520	110	-	雪印	6667
	NS115 スーパー	NS115s	115	標準(種)	カネコ	
	Zコーン 118	ZX4182	118	2	全酪連	
	ハイオニア 118 日	P2088	118	県標準	ハイオニア	
中生	スノーデント 118R	SH5702	118	2(種)	雪印	6349
	ハイオニア 123 日	P2105	123	2	ハイオニア	
	ハイオニア 125 日	P2307	125	2	ハイオニア	
	スノーデント 125T	SH2821	125	県標準	雪印	
	KD777NEW	KE7750B	127	3	カネコ	

(種)：(一社)日本草地畜産種子協会との受託契約による
網掛は，試験3年目の品種

3) 耕種概要

- (1) 播種期 令和2年5月8日
 (2) 収穫期 8/24, 9/4, 9/10, 9/14の4回
 (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 早晚性の同じ品種同士で, Tukey-Kramer法による多重比較。

3 結果および考察

1) 初期生育, 熟期

発芽日は全品種5/15前後だった。発芽の良否, 初期生育は, 早晚性ごとに大きな違いが無かった。また, 雄穂の抽出期, 開花期, 絹糸の抽出期や黄熟期は, 各品種の熟期に応じた結果になった(表2)。

表2 初期生育, 熟期

品種名	RM	試験年数等	発芽日	発芽良否*	初期生育*	雄穂抽出期	雄穂開花期	絹糸抽出期	黄熟期	収穫日
KD085 ベローナ	85	2	5/15	9.0	8.3	7/11	7/12	7/12	8/21	8/24
KD421	90	2	5/15	8.7	9.0	7/12	7/13	7/12	8/21	8/24
P9027	93	3	5/14	8.0	7.3	7/13	7/15	7/14	8/25	8/24
KD460	95	2	5/14	8.7	7.3	7/13	7/15	7/15	8/27	8/24
SL0746	95	3	5/14	9.0	9.0	7/11	7/11	7/12	8/27	8/24
(KEB9550)	105	1(種)	5/13	9.0	8.0	7/18	7/20	7/20	9/3	9/4
KD551	105	2	5/14	9.0	7.0	7/19	7/21	7/19	9/2	9/4
36B08	106	県標準	5/15	9.0	7.7	7/17	7/19	7/16	9/2	9/4
KD106 イタム	106	2	5/15	9.0	6.7	7/19	7/20	7/21	9/3	9/4
34N84	108	標準(種)	5/15	9.0	8.0	7/19	7/21	7/20	9/2	9/4
LG30500	110	2	5/15	8.7	7.7	7/20	7/22	7/21	9/6	9/8
LG3520	110	-	5/15	9.0	9.0	7/20	7/21	7/21	9/5	9/8
NS115s	115	標準(種)	5/14	9.0	7.7	7/21	7/22	7/23	9/7	9/10
ZX4182	118	2	5/15	9.0	8.0	7/20	7/21	7/22	9/9	9/10
P2088	118	県標準	5/16	9.0	7.7	7/21	7/22	7/21	9/9	9/10
SH5702	118	2(種)	5/15	8.0	7.0	7/21	7/22	7/21	9/9	9/10
P2105	123	2	5/14	9.0	8.0	7/24	7/25	7/24	9/11	9/14
P2307	125	2	5/15	9.0	7.3	7/29	7/30	7/29	9/11	9/14
SH2821	125	県標準	5/16	9.0	8.7	7/25	7/26	7/28	9/12	9/14
KE7750B	127	3	5/16	8.7	7.7	7/28	7/29	7/31	9/13	9/14

*: 極不良 1~極良 9

2) 生育特性

全体に、倒伏や折損はほとんど発生しなかった(表3)。

【極早生】 稈長は、KD085ヘローナとKD421、SL0746で有意に高く、P9027で有意に低かった。着雌穂高はKD085ヘローナとKD421が高く、SL0746が低かった。稈径はKD085ヘローナとKD421が有意に太く、SL0746が有意に細かった。

【早生】 稈長および着雌穂高はLG30500やLG3520が高く、稈径はLG3520が有意に太かった。

【中早生】 稈長はNS115sとZX4182が高く、着雌穂高はZX4182、稈径はZX4182が有意に太かった。

【中生】 P2307が稈長・着雌穂高とも高く、稈径はP2307とKE7750Bが有意に太かった。

表3 生育特性

品種名	RM	試験年数	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	倒伏 (%)	折損 (%)
KD085ヘローナ	85	2	261 ^a	133 ^a	25.7 ^a	0.0	0.4
KD421	90	2	267 ^a	131 ^a	25.8 ^a	0.0	0.0
P9027	93	3	244 ^b	117 ^b	24.8 ^{ab}	0.0	0.0
KD460	95	2	256 ^{ab}	120 ^{ab}	25.0 ^{ab}	0.0	0.4
SL0746	95	3	266 ^a	103 ^c	23.9 ^b	0.0	0.0
(KEB9550)	105	1(種)	246 ^{bc}	108 ^d	26.6 ^{ab}	0.0	0.4
KD551	105	2	227 ^d	114 ^{bd}	26.4 ^{ab}	0.0	1.6
36B08	106	県標準	231 ^{cd}	113 ^{cd}	23.8 ^{cd}	0.0	0.0
KD106イタム	106	2	249 ^b	119 ^{bc}	23.2 ^d	0.0	0.0
34N84	108	標準(種)	241 ^{bd}	125 ^b	24.8 ^c	0.0	0.4
LG30500	110	2	281 ^a	145 ^a	25.3 ^{bc}	0.0	1.2
LG3520	110	-	284 ^a	140 ^a	26.9 ^a	0.0	0.8
NS115s	115	標準(種)	281 ^a	144 ^b	30.1 ^a	0.0	0.0
ZX4182	118	2	275 ^a	154 ^a	26.7 ^{bc}	0.0	1.7
P2088	118	県標準	266 ^b	134 ^c	25.2 ^c	0.0	0.8
SH5702	118	2(種)	279 ^{ab}	147 ^{ab}	27.5 ^b	0.0	1.3
P2105	123	2	292 ^b	145 ^c	28.4 ^c	0.0	0.4
P2307	125	2	338 ^a	184 ^a	32.3 ^a	0.0	0.4
SH2821	125	県標準	299 ^b	155 ^b	30.2 ^b	0.0	1.8
KE7750B	127	3	291 ^b	148 ^{bc}	32.5 ^a	0.0	0.4

*: 極不良 1~極良 9

異符号を付した数値間で有意差あり。(p<0.05)

3)収量性 (表4)

【極早生】 乾物総重に有意な差は認められなかった。

【早 生】 乾物総重について、KEB9550が有意に高く、KD551が有意に低かった。

【中早生】 乾物総重に有意な差は認められなかった。

【中 生】 乾物雌穂重および乾物雌穂重割合について、P2105が有意に高かったが、
乾物総重には有意な差は認められなかった。

表4 収量性

品種名	RM	試験年数等	生茎葉重 (kg/10a)	生雌穂重 (kg/10a)	生総重 (kg/10a)	茎葉乾物率 (%)	雌穂乾物率 (%)	総体乾物率 (%)	乾物茎葉重 (kg/10a)	乾物雌穂重 (kg/10a)	乾物総重 (kg/10a)	TDN収量*) (kg/10a)	乾物雌穂重割合(%)
KD085 ヘローナ	85	2	3,783 ^{ab}	1,220	5,003	19.9	61.2 ^{ab}	29.9	750 ^{ab}	746	1,496	1,071	49.9 ^{ab}
KD421	90	2	4,152 ^a	1,297	5,449	21.8	62.3 ^a	31.5	904 ^a	808	1,713	1,214	47.2 ^b
P9027	93	3	3,676 ^b	1,563	5,239	19.0	58.6 ^{bc}	30.8	699 ^b	918	1,617	1,187	56.7 ^a
KD460	95	2	4,043 ^{ab}	1,551	5,594	19.5	56.2 ^c	29.6	787 ^{ab}	873	1,659	1,200	52.4 ^{ab}
SL0746	95	3	4,062 ^{ab}	1,463	5,526	20.5	60.0 ^{ab}	31.0	833 ^{ab}	878	1,710	1,231	51.3 ^{ab}
(KEB9550)	105	1(種)	4,899 ^a	1,788 ^a	6,687 ^a	18.2 ^b	57.7 ^c	28.7 ^{cd}	890 ^{abc}	1,033	1,923 ^a	1,396 ^a	53.6 ^{ab}
KD551	105	2	4,263 ^{ac}	1,360 ^{ab}	5,623 ^b	17.0 ^b	59.8 ^b	27.4 ^d	727 ^{cd}	813	1,540 ^b	1,114 ^b	52.9 ^{ab}
36B08	106	県標準	3,934 ^{bc}	1,644 ^{ab}	5,578 ^b	21.1 ^{ab}	60.8 ^b	32.8 ^a	827 ^{bd}	999	1,827 ^{ab}	1,331 ^{ab}	54.6 ^{ab}
KD106 イタム	106	2	4,658 ^a	1,338 ^{ab}	5,996 ^{ab}	20.0 ^{ab}	59.8 ^b	28.9 ^{bd}	933 ^{ab}	800	1,733 ^{ab}	1,223 ^{ab}	46.2 ^{bc}
34N84	108	標準(種)	4,613 ^a	1,649 ^{ab}	6,261 ^{ab}	19.5 ^{ab}	56.4 ^c	29.2 ^{bd}	900 ^{abc}	930	1,831 ^{ab}	1,315 ^{ab}	50.9 ^{ac}
LG30500	110	2	3,784 ^c	1,496 ^{ab}	5,280 ^b	18.5 ^b	63.6 ^a	31.3 ^{abc}	699 ^d	951	1,650 ^{ab}	1,215 ^{ab}	57.4 ^a
LG3520	110	-	4,512 ^{ab}	1,199 ^b	5,710 ^{ab}	22.9 ^a	64.1 ^a	31.5 ^{ab}	1,031 ^a	769	1,799 ^{ab}	1,253 ^{ab}	42.7 ^c
NS115s	115	標準(種)	5,044	1,378	6,423	19.7 ^{ab}	6.3 ^{ab}	28.6 ^{ab}	992	845	1,837	1,296	46.0
ZX4182	118	2	5,001	1,469	6,470	21.2 ^a	62.2 ^a	30.6 ^{ab}	1,062	915	1,977	1,396	46.3
P2088	118	県標準	4,534	1,668	6,201	20.4 ^{ab}	59.9 ^{bc}	31.0 ^a	924	999	1,923	1,387	51.8
SH5702	118	2(種)	5,193	1,741	6,934	17.6 ^b	59.1 ^c	28.0 ^b	916	1,030	1,946	1,409	52.9
P2105	123	2	4,218 ^c	1,966 ^a	6,184 ^c	20.4	61.4 ^a	33.4 ^a	859 ^c	1,208 ^a	2,066	1,526	58.4 ^a
P2307	125	2	6,518 ^a	1,621 ^b	8,138 ^a	18.3	57.5 ^b	26.1 ^b	1,192 ^a	933 ^b	2,126	1,487	43.9 ^c
SH2821	125	県標準	5,413 ^b	1,646 ^b	7,059 ^b	17.1	59.1 ^b	26.9 ^b	923 ^{bc}	974 ^b	1,897	1,365	51.3 ^b
KE7750B	127	3	5,718 ^b	1,518 ^b	7,236 ^b	19.1	59.7 ^{ab}	27.6 ^b	1,094 ^{ab}	907 ^b	2,000	1,407	45.4 ^{bc}

*: 推定式により算出。TDN収量= 乾物茎葉重×0.582+乾物雌穂重0.85(kg/10a)
異符号を付した数値間に有意差あり。(p<0.05)

4) 耐病性及び虫害発生程度

病害・虫害はほとんど発生しなかった。赤カビ割合について、早生品種でLG30500, LG3520が有意に高く, KD106エダムが有意に低かった。中生品種ではP2307が有意に低かった(表5)。

表5 病虫害程度

品種名	RM	試験年数	ごま葉枯病*	すす紋病*	根腐(%)	紋枯病(%)	虫害による折損(%)	赤カビ(%)
KD085 エダム	85	2	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	24.7
KD421	90	2	1.0	1.0	0.4	0.0	0.0	17.6
P9027	93	3	1.0	1.3	0.0	0.0	0.0	26.1
KD460	95	2	1.0	1.7	0.0	0.0	0.0	18.8
SL0746	95	3	1.3	2.0	0.0	0.0	0.0	10.8
(KEB9550)	105	1(種)	1.3	2.3	0.0	0.0	0.0	45.5 ^{ab}
KD551	105	2	1.3	2.0	0.0	0.0	0.0	30.6 ^{bc}
36B08	106	県標準	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0	31.7 ^{bc}
KD106 エダム	106	2	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	11.0 ^c
34N84	108	標準(種)	2.7	1.7	0.0	0.4	0.0	20.8 ^{bc}
LG30500	110	2	1.7	2.7	0.0	0.0	0.0	58.9 ^a
LG3520	110	-	2.0	1.7	0.0	0.0	0.0	67.1 ^a
NS115s	115	標準(種)	1.0	1.7	0.0	0.0	0.0	18.8
ZX4182	118	2	1.0	1.3	0.0	0.0	0.0	23.7
P2088	118	県標準	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	46.7
SH5702	118	2(種)	1.0	3.0	0.0	0.4	0.0	23.4
P2105	123	2	1.3	4.0	0.0	1.3	0.0	42.6 ^a
P2307	125	2	1.3	1.7	0.0	0.0	0.0	3.0 ^b
SH2821	125	県標準	2.3	1.0	0.9	0.0	0.0	42.3 ^a
KE7750B	127	3	1.7	1.0	0.0	0.4	0.0	36.7 ^a

*: 極不良 1~極良 9

異符号を付した数値間に有意差あり。(p<0.05)

4 要約

早生のKEB9550 (RM105)が乾物総重・TDN収量が高かった。

中生のP2105 (RM123)が乾物雌穂重・乾物雌穂重割合が高かった。

5 参考文献

- 1) 飼料作物系統適応性検定試験実施要領
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書 (平成29年~令和元年度)

6 協力研究機関。

- 1) (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】

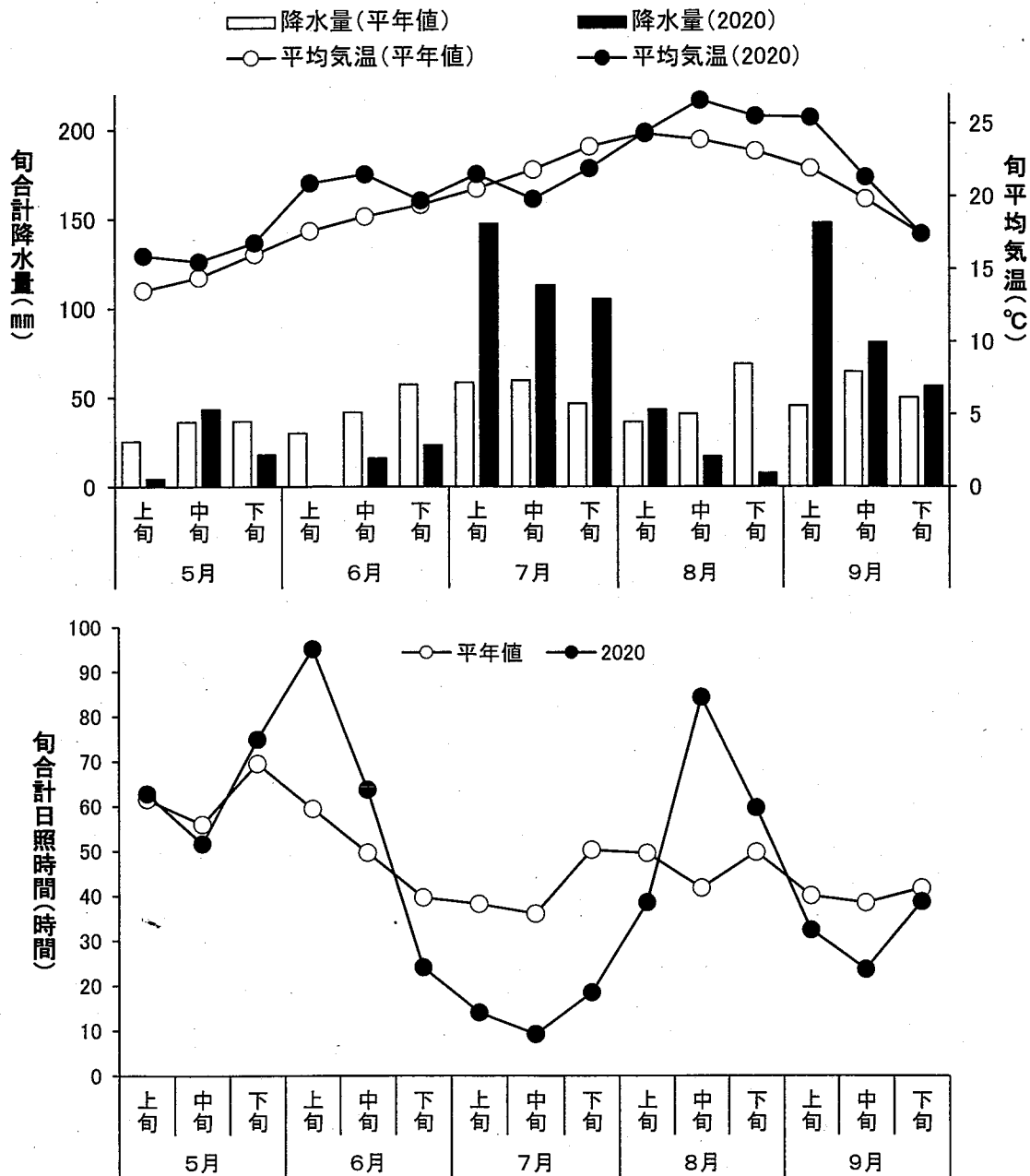
栽培期間をとおして、7月中下旬は低めだったがそれ以外は高めに推移した。

【降水量】

7月全般と9月上旬に特に多かったが、その他の期間は平年値と比較して同等程度か少なかった。

【日照時間】

6月下旬から8月上旬まで短い期間が続いた。



1 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，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

表1 供試品種および播種量

品種・系統名	倍数性	播種量(kg/10a)	備考・終了年
タチマサリ	2n	2.0	2020年
はたあおば(標準)		2.0	標準
きららワセ	4n	3.0	2022年
ナガハヒカリ(標準)		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 令和元年9月25日
(播種法：条播(条間25cm, 条幅10cm))

(2) 施肥量(kg/10a) 基肥(N-P-K)：12-34-12, 追肥(N-P-K)：12-6-12

4) 試験区面積 品種当たり1区面積：4m²(4m×1m)

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

令和元年9月25日に播種し，播種後に各調査を実施。収量調査は，令和2年5月1日，5月26日の2回実施。

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

播種後に好天が続く，全品種発芽の程度・発芽後の初期生育は良好に推移した。

「タチマサリ」は，定着時草勢が標準品種より優れていた。冬期に積雪が無かったために雪腐病はほとんど発生せず，越冬性に差異は見受けられなかった(表2)。

表2 初期生育および越冬性

品種・系統名	発芽日	発芽 良否 ¹⁾	定着時 草勢 ¹⁾	雪腐病		越冬性 ¹⁾
				紅色雪腐病 ²⁾	褐色小粒菌核病 ²⁾	
タチマサリ	9/30	9.0	7.8*	1.0	1.0	9.0
はたあおば(標準)	9/30	9.0	6.5	1.0	1.0	9.0
きららワセ	9/30	9.0	8.8	1.0	1.0	9.0
ナガハヒカリ(標準)	9/30	9.0	8.5	1.0	1.0	9.0
調査日		10/11	10/25	3/27	3/27	3/27

1) 極不良1～極良9 2) 無1～甚9

*: p<0.05

(2) 生育特性と収量性

2倍体品種では、1番草、2番草とも「タチマサリ」が標準品種に比べ草丈が有意に高かった(表3)。総乾物収量は、標準品種と同等程度だった(表4)。

4倍体品種では、生育特性には差異は見られなかった(表3)。生草収量は「きららワセ」が標準品種に比べて有意に低かったが、乾物率が高く、総乾物収量は標準品種と同等程度だった(表4)。

表3 生育特性

品種・系統名	出穂始期		出穂程度 ¹⁾		草丈(cm)		倒伏程度 ²⁾		虫害 ³⁾	
	1番草 (5/1)	2番草 (5/26)	1番草 (5/1)	2番草 (5/26)	1番草 (5/1)	2番草 (5/26)	1番草 (5/1)	2番草 (5/26)	1番草 (5/1)	2番草 (5/26)
タチマサリ	4/25	4.3	9.0	107.2*	74.2*	1.5	1.0	1.0	1.0	
はたあおば(標準)	4/24	4.8	9.0	103.6	68.5	1.0	1.0	1.0	1.0	
きららワセ	4/29	2.5*	9.0	104.3	77.5	2.8	1.0	1.0	1.0	
ナガハヒカリ(標準)	-	1.3	7.8	104.1	77.8	2.8	1.0	1.0	1.0	

1)無1～極多9 2)無1～極甚9 3)極微1～極甚9

*:p<0.05

表4 収量性

品種・系統名	生草収量(kg/10a)			乾物率(%)		乾物収量(kg/10a)			
	1番草 (5/1)	2番草 (5/26)	計	1番草 (5/1)	2番草 (5/26)	1番草 (5/1)	2番草 (5/26)	計	標準比(%)
タチマサリ	7,134	2,213	9,346	17.5	13.5	1,248	300	1,548	100.3
はたあおば(標準)	7,258	2,139	9,397	17.2	13.6	1,252	292	1,543	100.0
きららワセ	7,866*	2,668	10,534*	15.2	11.5*	1,193	307	1,500	96.6
ナガハヒカリ(標準)	8,673	2,855	11,528	14.4	10.6	1,251	301	1,553	100.0

*:p<0.05

4 要約

- 1) 「タチマサリ」は、定着時の草勢に優れ、1番草収穫時草丈が標準品種と比較して有意に高かった。生草収量・乾物率・総乾物収量は標準品種と同等程度の値を示した。
- 2) 「きららワセ」は、標準品種に類似する生育特性を示した。生草収量では標準品種に劣るものの、乾物率では上回り、総乾物収量は同等程度となった。

5 参考文献

- 1) 飼料作物系統適応性検定試験実施要領
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書(平成29年～令和元年度)

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】

暖冬傾向で、12月～3月にかけて高い期間が続いた。収穫時期の5月にも、平年値と比べて高かった。

【降水量】

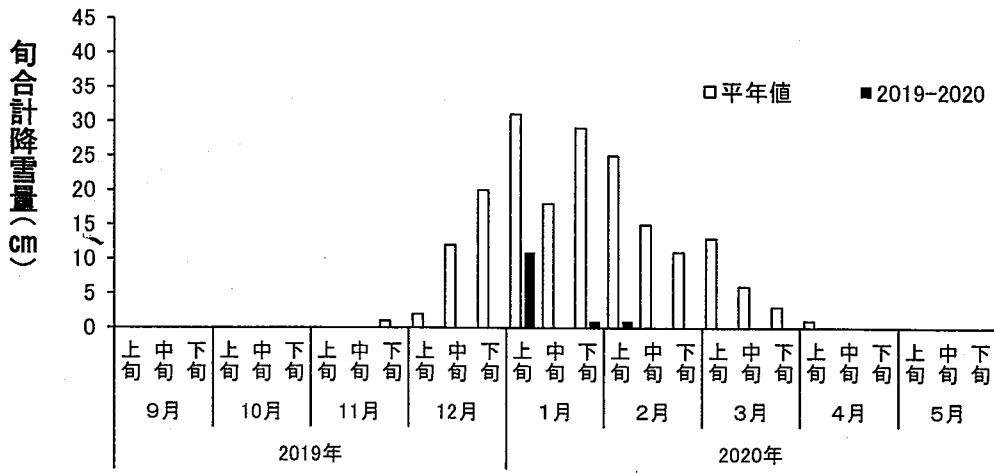
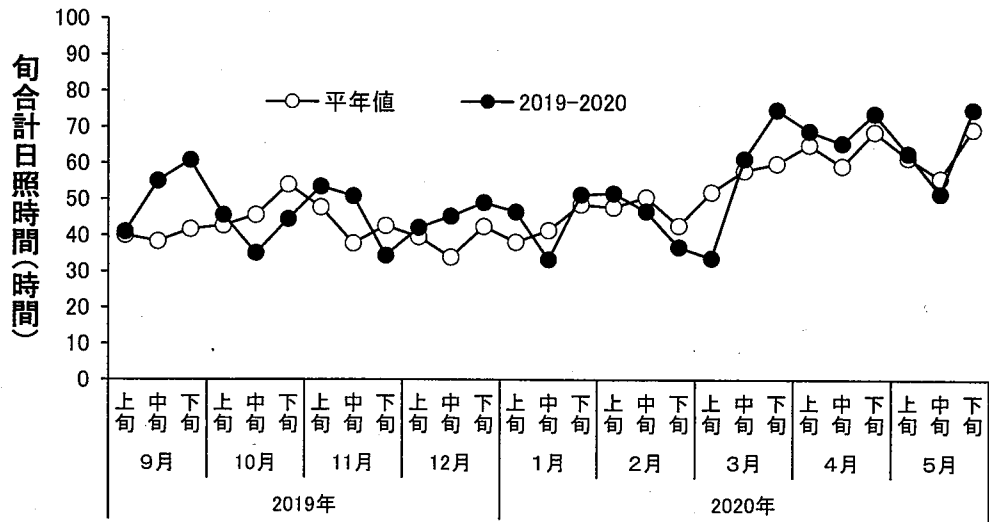
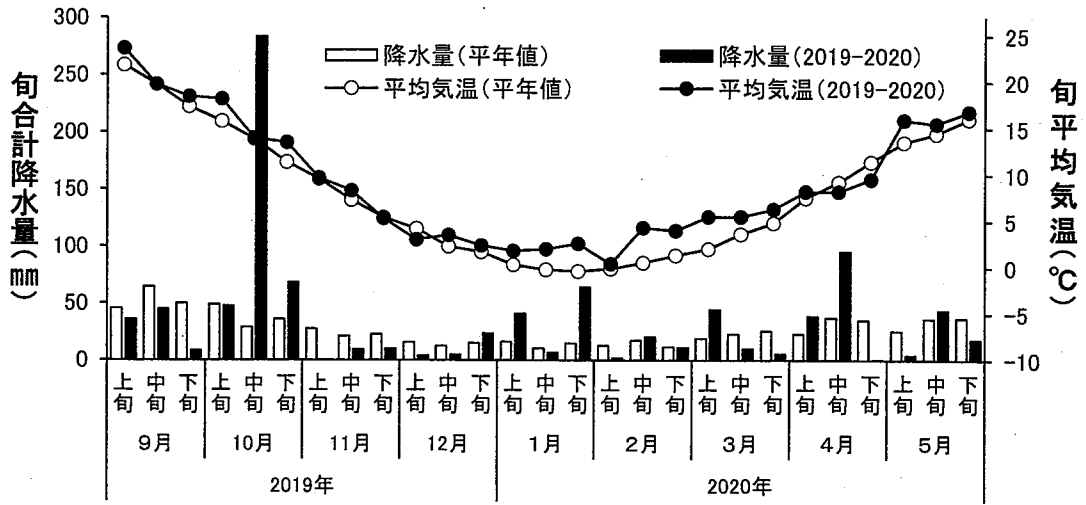
生育初期の10月中旬に台風19号の影響もあり、増加した。

【日照時間】

播種機の9月下旬に長く、その他は概ね平年値と似た傾向を示した。

【降雪量】

暖冬傾向で、ほとんど降雪は無かった。



1 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：田中孝太朗，菅原賢一

1 はじめに

オーチャードグラスの新たに育成された高消化・耐病性2系統および高WSC（可溶性炭水化物）含有2系統の宮城県での栽培適応性について、検討する。

2 試験方法

1) 供試品種・系統名 表1のとおり

表1 供試品種、播種量

品種・系統名	早晚性	播種日	播種量(kg/10a)	備考
那系 28 号			2.0	高消化・耐病性
那系 29 号	中生	2017/10/2	2.3	高消化・耐病性
まきばたろう(標準)			2.0	標準品種
北海 32 号			2.0	高 WSC
東北 8 号	早生	2017/10/2	2.0	高 WSC
ナツミドリ(標準)			2.0	標準品種

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 平成29年10月2日（播種法：条播（条間25cm，条幅10cm））

②施肥量(kg/10a) 基肥(N-P-K)：12-34-12，追肥(N-P-K)：20-10-20

4) 試験区面積 品種系統当たり1区面積：4m²（4m×1m）

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

平成29年10月2日に播種を実施し，令和2年は5月18日，6月23日，7月27日，9月15日に収量調査を行った。

2) 生育調査及び収量調査結果

(1)生育特性

冬期に積雪が無く，越冬性に差異は見受けられなかった。早春の草勢は，「まきばたろう」，「東北8号」が比較品種に比べやや優れていた。収穫時の草丈について，中生系統では，標準品種と比較して，1番草で「那系28号」と「那系29号」が有意に高く，2番草で「那系29号」が有意に低く，3番草で「那系28号」が有意に高かった。早生系統では，標準品種と比較して，1番草で「北海32号」と「東北8号」が有意に低く，2番草で「東北8号」が有意に低く，3番草および4番草で「北海32号」と「東北8号」が有意に低かった（表2）。

表2 生育特性

品種・系統名	越冬性 ³⁾	早春の草勢 ³⁾	出穂始期	収穫時草丈(cm)			
				1番草	2番草	3番草	4番草
那系28号	9.0	2.3	5/9	87.7*	60.0	84.3*	70.5
那系29号	9.0	3.0	5/7	87.9*	57.8*	78.2	69.9
まきばたろう(標準)	9.0	4.3	5/10	77.9	62.1	80.1	71.5
北海32号	9.0	1.8	5/10	84.6*	58.6	84.9*	68.2*
東北8号	9.0	2.5	5/7	88.4*	57.4*	80.2*	65.6*
ナツミドリ(標準)	9.0	2.0	5/8	93.2	60.8	89.1	72.8
調査日	3/27	3/27		5/18	6/23	7/27	9/15

3) 極不良:1~極良:9 *: $p<0.05$

(2) 病害程度

積雪が無かったため雪腐病はほとんど発生しなかった。病害について、夏季の高温により4番草刈り取り時、ほ場全体で夏枯れの様態を示していた(表3)。

表3 病害程度

品種・系統名	雪腐病		病害 ²⁾			
	紅色雪腐病 ¹⁾	褐色小粒菌核病 ¹⁾	1番草	2番草	3番草	4番草
那系28号	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	3.5
那系29号	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.5
まきばたろう(標準)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
北海32号	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.8
東北8号	1.0	1.0	1.0	2.3	1.0	4.0
ナツミドリ(標準)	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	2.8
調査日	3/27	3/27	5/18	6/23	7/27	9/15

1) 無:1~甚:9 2) 極微:1~極甚:9

(3) 収量性

中生系統の「那系28号」と「那系29号」は、標準品種の「まきばたろう」に対して合計生草収量および合計乾物収量で有意に低い値を示した。早生系統については、「東北8号」が1番草の生草及び乾物収量、合計乾物収量で標準品種と比較して有意に高い値を示した(表4)。

表4 収量性

品種・系統名	生草重(kg/10a)					標準対比(%)	乾物収量(kg/10a)					標準対比(%)
	1番草	2番草	3番草	4番草	合計		1番草	2番草	3番草	4番草	合計	
那系28号	2,152	916*	1,478*	1,439*	5,986*	77.2	448*	199*	221*	226	1,094*	76.6
那系29号	2,179	973*	1,333*	1,666	6,151*	79.3	469	209*	211*	255	1,144*	80.1
まきばたろう(標準)	2,481	1,383	1,951	1,942	7,756	100	543	297	292	295	1,428	100
北海32号	2,069	985*	1,576	1,490	6,120	113.7	454	233	248	238	1,173	115.2
東北8号	2,515*	909	1,484	1,423	6,331	117.7	542*	204*	240	233	1,221*	119.9
ナツミドリ(標準)	1,790	847	1,371	1,373	5,381	100	401	193	208	215	1,018	100
調査日	5/18	6/23	7/27	9/15			5/18	6/23	7/27	9/15		

*: $p<0.05$

4 要約

中生系統で標準品種と同等以上の成績を示した品種は無かった。
早生系統では、東北8号が収量性に優れていた。

【キーワード】 オーチャードグラス 収量性 高消化性・耐病性 耐病性 高含量WSC

5 参考文献

- 1) 飼料作物系統適応性検定試験実施要領
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書（平成29年～令和元年度）

6 協力研究機関。

- 1) 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

7 生育期間の気象概要（図1）

【気温】

暖冬傾向で、12月から3月は高く、また収穫期～再生期にあたる5～6月および8月～9月にかけて等7月を除いて全般に高かった。

【降水量】

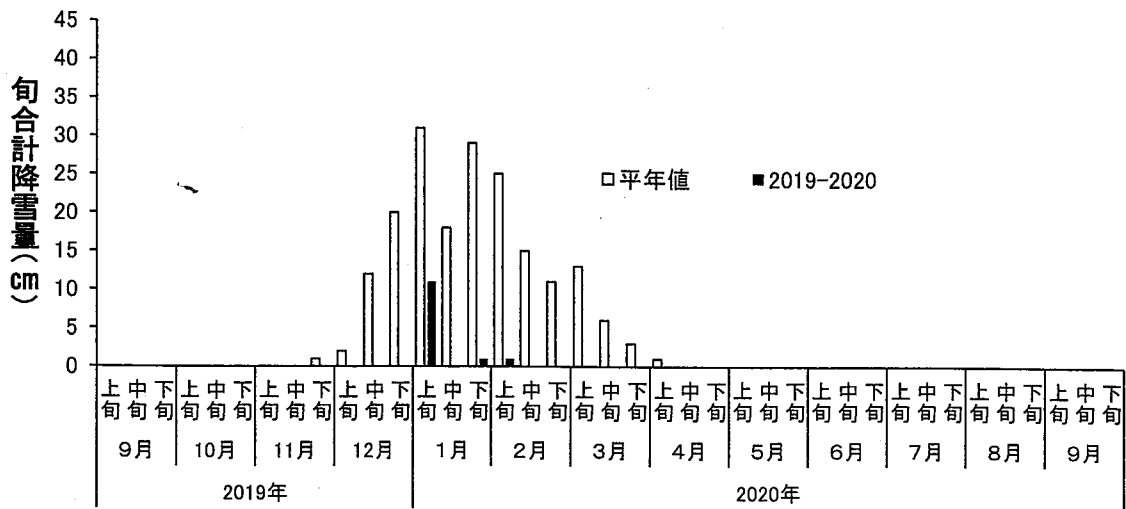
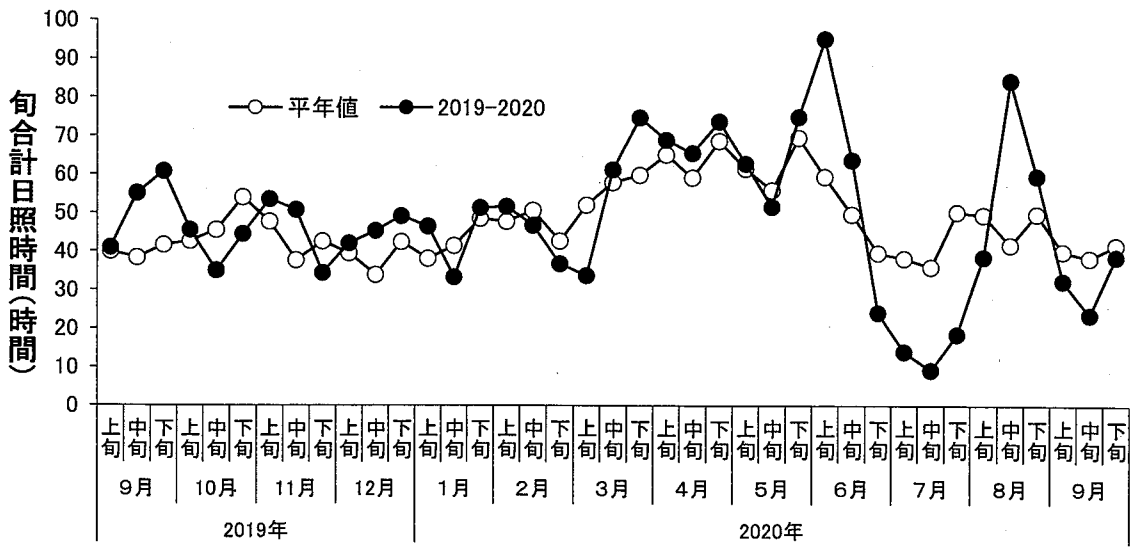
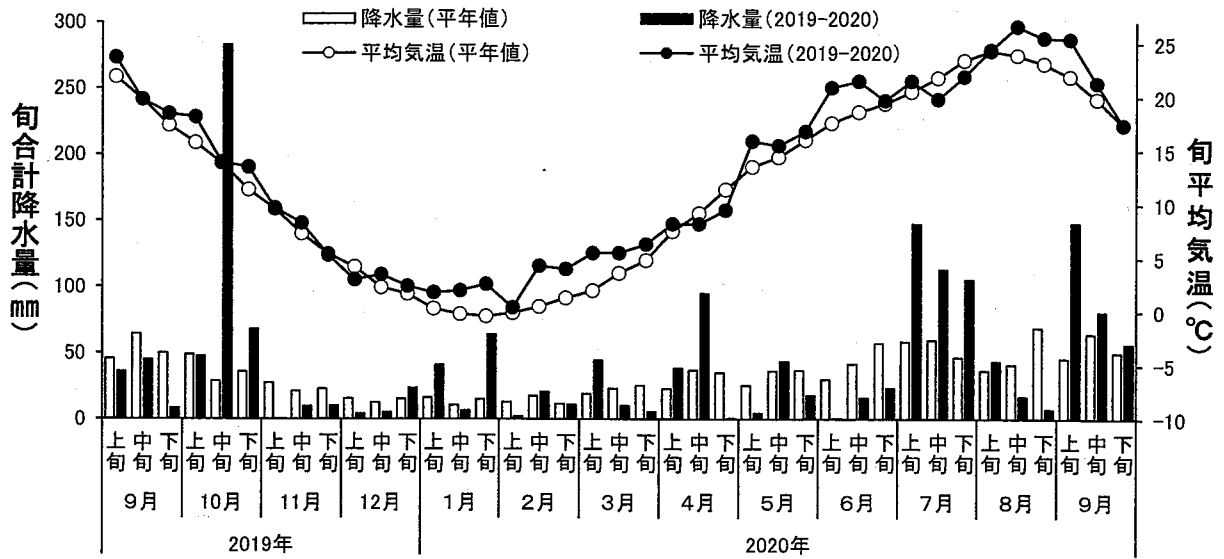
台風19号の影響で10月に多く、また7月および9月に多かった。

【日照時間】

長梅雨となり、6月下旬～8月上旬にかけて平年値に比べて大幅に短かった。

【降雪量】

ほとんど降雪が無かった。



2 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：4 水準×1 区 9 m² (3×3m)×3 反復

表1 成分別施肥量

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

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

土壌（RCs 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RCs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1M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上昇は緩やかであり、追肥をした標準区以外は低下していくが、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有意に高かった。硅酸カリ区では2番草までは効果が持続したが、3番草では他の区に比べて有意に低下した(表3)。

牧草中のミネラル濃度は、早春施肥をしたため、1番草でゼオライト混和区を除いてテタニー比が2.2を超えたが、2番草以降は全ての区で下回った(図2)。牧草中のカリウム含量は2番草以降に低下する傾向にあった(表2)。

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 牧草中ミネラル濃度 (n=3)

区分	Ca(乾物%)			Mg(乾物%)			K(乾物%)			テタニー比		
	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	0.31	0.59	1.01	0.12	0.24	0.38	2.31	2.81	2.48	2.34	1.47	0.78
標準区	0.32	0.43	0.62	0.15	0.22	0.29	2.96	3.01	2.48	2.68	1.98	1.15
硅酸カリ区	0.33	0.47	0.80	0.16	0.24	0.42	2.82	2.83	2.62	2.42	1.70	0.92
ゼオライト添加区	0.27	0.49	0.86	0.15	0.24	0.46	2.79	2.83	2.69	2.73	1.65	0.86
ゼオライト混和区	0.46	0.45	0.79	0.17	0.23	0.45	2.72	2.83	2.76	1.93	1.76	0.93

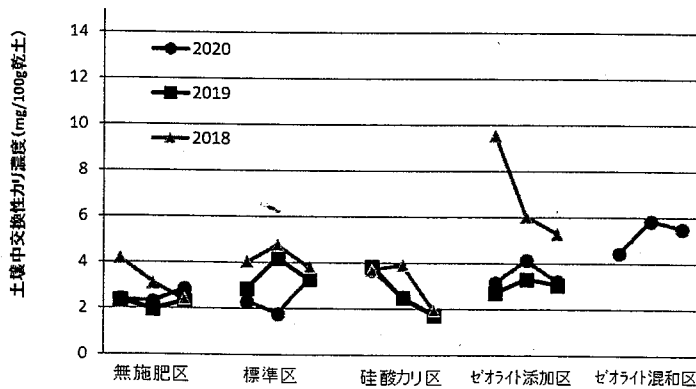


図1 土壌中カリ濃度の推移

※各区毎左から1番草刈取後、2番草刈取後、3番草刈取後

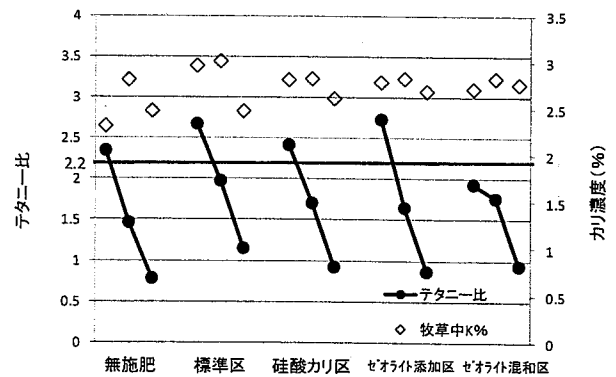


図2 牧草中カリ濃度とテタニー比

※各区毎左から1番草、2番草、3番草

表3 土壤中ミネラル濃度への影響(利用4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	71.55	68.63	86.67	8.48	9.44	11.37	2.39	2.29 a	2.84 a
標準区	58.16	56.33	64.29	8.21	8.20	9.25	2.30	1.76 b	3.28
珪酸カリ区	67.73	60.11	68.28	9.56	9.74	10.76	3.67	2.51	1.77 a
ゼオライト添加区	71.65	63.21	71.64	11.68	11.43	11.97	3.16	4.13 ac	3.23
ゼオライト混和区	63.86	69.52	85.01	13.01	14.22	18.01	4.45	5.85 c	5.52 b

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

2) 土壤中及び牧草中の 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、ゼオライト添加区と混和区で有意に低くなった。2番草では標準区が高い傾向を示し、3番草では珪酸カリ区の移行係数が有意に高くなった(表4)。

土壤中の RCs 濃度は 57~336Bq/kg 程度ではばらついているが、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 0.76 と有意に高くなった。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、追肥をした標準区とゼオライト添加区および混和区が低く維持できた。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(図3)。

表4 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(利用4年目) (n=3)

区分	牧草中 ¹³⁷ Cs(Bq/kg水分80%)			土壤中 ¹³⁷ Cs(Bq/kg乾土)			移行係数			土壤中カリ(mg K ₂ O/100g)		
	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	9.35	15.33	20.39	98.96	91.09	336.06	0.14 a	0.19 a	0.08 a	2.39	2.29 a	2.84 a
標準区	8.78	21.58	22.49	70.18	57.23	218.42	0.15 a	0.45 b	0.22 b	2.30	1.76 b	3.28
珪酸カリ区	8.90	22.74	47.73	70.45	144.70	70.67	0.14 a	0.27 c	0.76 c	3.67	2.51	1.77 a
ゼオライト添加区	9.14	18.36	32.44	357.27	77.66	144.98	0.04 b	0.24 c	0.24 b	3.16	4.13 ac	3.23
ゼオライト混和区	9.29	24.40	27.07	286.59	108.25	111.04	0.04 b	0.26 c	0.25 b	4.45	5.85 c	5.52 b

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

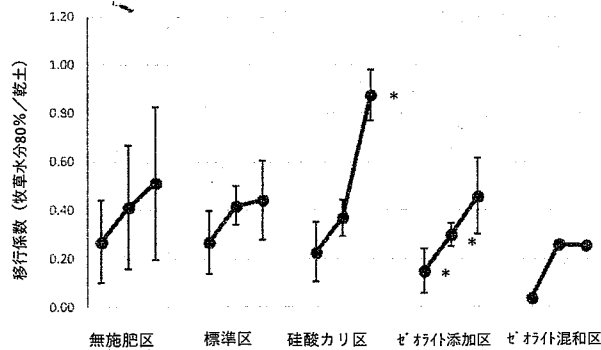


図3 移行係数の推移(3カ年平均)

※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

- 1) 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。
- 2) 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

特になし

6 協力研究機関

特になし

2 除染後の牧草地における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

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%が土壌中の加里不足と低 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加里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 2 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加里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 区×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 施肥量（成分 N-P-K の年間総量:kg/10a）

試験区名 /肥料	利用 2 年目				※(参考)利用 1 年目			
	化成 212	塩化加里	硫安	堆肥	化成 212	塩化加里	硫安	堆肥
堆肥+加里+窒素区	20-10-20			1.5-3-4.6	15-7.6-15			1.5-3-4.6
堆肥+加里区		0-0-30		1.5-3-4.6		0-0-17		1.5-3-4.6
堆肥+窒素区			15-0-0	1.5-3-4.6			15-0-0	1.5-3-4.6
堆肥のみ区				1.5-3-4.6				1.5-3-4.6
加里+窒素区	20-10-20				15-7.6-15			
加里のみ区		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，塩化加里，硫安は早春に年間総量の 50%，1 番草・2 番草刈取後に年間総量の 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(11 月)に施用 成分(乾物%) 水分:22.8%，T-N:2.7%，P2O5:3.0%，K2O:6.0%

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，pH，EC，全窒素，リン酸，ミネラル（Ca・Mg・K），CEC

7) 試料の採取及び調製

牧草は各番草収穫（1 番草：5/15，2 番草：7/10，3 番草：9/15）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、リン酸の牧草はバナドモリブデン酸比色法、土壌はトリオグ比色法で測定。

ミネラルは土壌は1M酢酸アンモニウム、牧草は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、CECは全農方式で測定した。

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

牧草の草丈や収量について、8水準の区を「堆肥」「加里」「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となり、加里の有無で比較すると大きな差はなかった(表2)。

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、堆肥にも窒素分もあるが、窒素の施肥量が多い区ほど高くなった。

表2 利用2年目の収穫時草丈及び収量

	草丈(cm)			生草収量(kg/10a)				乾物収量(kg/10a)				
	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草	計	1番草	2番草	3番草	計	
堆肥+加里+窒素区	104.3 b	90.7 d	84.7	2,576 c	1,894 b	2,318 b	6,789 e	599 c	335 d	345 b	1,279 b	
堆肥+加里区	75.8 a	51.4 a	78.8	907 a	668 a	1,638ab	3,212ab	236 a	141 ab	245 ab	623 a	
堆肥+窒素区	105.2 b	82.6cd	83.9	2,605 c	1,744 b	2,001ab	6,350de	603 c	311 cd	307 ab	1,222 b	
堆肥のみ区	78.8 a	60.2ab	80.6	899 a	892ab	1,621ab	3,412ac	229 a	169 abc	234 a	632 a	
加里+窒素区	103.2 b	76.2cd	81.4	2,275 bc	1,297ab	1,727ab	5,299ce	522 bc	264 bd	276 ab	1,062 b	
加里のみ区	66.4 a	47.6 a	74.8	710 a	717 a	1,432 a	2,858ab	182 a	131 ab	206 a	519 a	
窒素のみ区	95.2 b	75.2bc	71.0	1,929 b	1,204ab	1,537ab	4,671bcd	465 b	267 bd	263 ab	995 b	
無施肥区	67.1 a	45.8 a	75.5	505 a	554 a	1,600ab	2,658 a	136 a	114 a	248 ab	497 a	
堆肥	施肥4区平均	91.0*	71.2*	82.0*	1,747*	1,299*	1,894*	4,941*	417*	239*	283*	939*
	無施肥4区平均	83.0	61.2	75.7	1,355	943	1,574	3,872	326	194	248	768
加里	施肥4区平均	87.4	66.5	79.9	1,617	1,144	1,779	4,540	385	218	268	871
	無施肥4区平均	86.6	66.0	77.7	1,485	1,098	1,690	4,273	358	215	263	836
窒素	施肥4区平均	102.0*	81.2*	80.3	2,346*	1,535*	1,896*	5,777*	547*	294*	298*	1,139*
	無施肥4区平均	72.0	51.3	77.4	755	708	1,573	3,035	196	139	233	568

・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・加里・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、30~50Bq/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(0.57~1.05Bq/kg・水分80%補正)を少しだけ上回る1Bq/kg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)

	牧草中 Cs137(Bq/kg・粉80%補正)				土壌中 Cs137(Bq/kg 乾土)				Cs 137 移行係数(生草/乾土)			
	1 番草	2 番草	3 番草	平均	1 番草	2 番草	3 番草	平均	1 番草	2 番草	3 番草	平均
堆肥+加里+窒素区	ND	ND	ND	ND	41.9	42.8	39.7	41.5	—	—	—	—
堆肥+加里区	ND	0.85	1.15	0.89	42.8	44.1	40.5	42.5	—	1.88	3.03	2.06
堆肥+窒素区	ND	0.73	ND	0.73	41.8	41.2	42.8	41.9	—	1.65	—	1.65
堆肥のみ区	ND	1.04	1.14	1.07	40.4	40.0	42.8	41.1	—	2.34	2.39	2.38
加里+窒素区	ND	ND	ND	ND	41.8	45.2	44.5	43.8	—	—	—	—
加里のみ区	ND	ND	0.87	0.87	48.4	47.9	45.7	47.3	—	—	2.28	2.28
窒素のみ区	ND	ND	0.74	0.74	46.2	41.7	44.0	43.9	—	—	2.01	2.01
無施肥区	ND	ND	ND	ND	39.9	42.2	44.0	42.0	—	—	—	—
堆肥 施肥4区平均	ND	0.90	1.15	0.93	41.7	42.0	41.5	41.7	—	2.02	2.71	2.10
堆肥 無施肥4区平均	ND	ND	0.81	0.81	44.0	44.2	44.5	44.3	—	—	2.15	2.15
加里 施肥4区平均	ND	0.85	1.01	0.88	43.7	45.0	42.6	43.8	—	1.88	2.66	2.13
加里 無施肥4区平均	ND	0.94	0.94	0.90	42.1	41.3	43.4	42.2	—	2.11	2.20	2.10
窒素 施肥4区平均	ND	0.73	0.74	0.74	42.9	42.7	42.8	42.8	—	1.65	2.01	1.83
窒素 無施肥4区平均	ND	0.95	1.05	0.96	42.8	43.6	43.2	43.2	—	2.11	2.57	2.23

・牧草のCs137の検出下限値 0.57~1.05 (Bq/kg・水分80%補正)

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2年目の牧草地の土壌成分で、pH は一番低い区でも 6.56 と通常管理目標値をクリアしていた。総じて1番草より3番草のほうが pH が低くなるが、加里及び堆肥を施肥したほうが施肥しない場合より低下が抑えられる傾向がみられた(表4)。

表4 収穫時の土壌成分について (n=3)

	pH			EC(mS/m)			CEC(meq/100g 乾土)			T-N(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
堆肥+加里+窒素区	7.83 b	7.04bc	6.83	9.3	6.7	6.2	26.1	24.9	28.0	328	321ab	298
堆肥+加里区	6.95 a	7.20 c	6.80	10.5	7.6	6.9	26.6	27.3	29.8	321	320ab	321
堆肥+窒素区	6.65 a	6.92ac	6.74	13.6	7.1	7.2	26.4	25.7	27.9	332	337 b	311
堆肥のみ区	7.38ab	7.07bc	6.80	9.1	7.3	7.1	27.7	28.9	28.5	347	322ab	308
加里+窒素区	7.35ab	6.84ab	6.75	11.4	6.8	5.0	26.0	25.9	27.1	315	289 a	309
加里のみ区	7.09ab	6.86ab	6.81	5.5	6.5	5.5	26.7	26.5	26.4	327	316ab	314
窒素のみ区	6.96 a	6.62 a	6.56	7.6	7.3	4.3	27.1	27.0	26.4	306	300ab	296
無施肥区	7.04 a	6.80ab	6.67	5.6	6.1	4.7	27.2	27.9	27.7	299	308ab	302
堆肥 施肥4区平均	7.20	7.06 *	6.79 *	10.6	7.2	6.8 *	26.7	26.7	28.6 *	332 *	325 *	309
堆肥 無施肥4区平均	7.11	6.78	6.70	7.5	6.7	4.9	26.8	26.8	26.9	312	303	305
加里 施肥4区平均	7.30 *	6.99 *	6.80 *	9.2	6.9	5.9	26.4	26.2	27.9	323	312	310
加里 無施肥4区平均	7.01	6.85	6.69	9.0	7.0	5.8	27.1	27.4	27.6	321	317	304
窒素 施肥4区平均	7.20	6.85 *	6.72	10.5	7.0	5.7	26.4	25.9 *	27.4	320	312	303
窒素 無施肥4区平均	7.11	6.99	6.77	7.7	6.9	6.0	27.1	27.6	28.1	324	317	311

	P2O5(mg/100g 乾土)			K2O(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	1 番草	2 番草	3 番草
堆肥+加里+窒素区	212	39	45	131bc	127bd	113ab	460	425	410	100	96	95
堆肥+加里区	224	40	44	148 c	171d	141 b	451	461	436	103	110	102
堆肥+窒素区	317	47	70	136 c	120bd	131ab	434	407	396	91	93	84
堆肥のみ区	177	39	41	140 c	139cd	135ab	475	443	431	109	109	104
加里+窒素区	205	13	36	64 a	58ab	82ab	437	429	420	103	104	97
加里のみ区	205	30	45	78ab	92abc	116ab	469	431	467	108	104	110
窒素のみ区	173	12	31	48 a	47a	48 a	442	404	375	99	91	84
無施肥区	287	23	17	70 a	73abc	67ab	486	443	432	112	109	109
堆肥 施肥4区平均	233	42 *	50	139*	139 *	130*	455	434	418	101	102	96
堆肥 無施肥4区平均	217	20	32	65	67	78	458	427	424	105	102	100
加里 施肥4区平均	211	31	43	105	112	113	454	437	433	104	103	101
加里 無施肥4区平均	239	30	40	99	95	95	459	424	408	103	100	95
窒素 施肥4区平均	227	28	46	95	88 *	93	443	416	400 *	98 *	96 *	90 *
窒素 無施肥4区平均	223	33	37	109	119	115	470	445	441	108	108	106

・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・加里・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

土壌中加里濃度は、窒素のみ区がやや低かったが、全区の各番草収穫後で 40mg/kg 乾土以上あった (表 4)。

試験ほ場の土壌中 RCs 濃度は、30~50Bq/kg 乾土程度と低く、牧草では Cs134 は検出されず、Cs137 が検出しても検出下限値を若干上回る 1 Bq/kg 程度で、各区の違いは見られなかった (表 4・5)。

収穫牧草中の加里濃度から計算した加里の吸収量も収量が大きい窒素を施肥したほうが施肥しないほうに比べ大きく、加里の施用量と吸収量を比べると、加里の持ち出しが大きくなった (表 5)。

加里無施肥の中でも無施肥区より窒素のみ区が多く吸収されており、土壌中の RCs 濃度の高いような場所では加里が不足すると RCs を吸収することも懸念され、テタニー比も窒素を施用した区が施用しない区より高いこともあり、牧草への RCs の吸収や牛の代謝異常を抑えるためにも、加里の多少のみならず窒素と加里など土壌養分のバランスよい施肥が必要と思われる。

表 5 収穫時の牧草の成分等について (n=3)

	T-N(乾物%)			P2O5(乾物%)			CaO(乾物%)			MgO(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	1番草	2番草	3番草
堆肥+加里+窒素区	1.38ab	1.67ac	2.14	0.76ac	0.99 a	1.03 a	0.21	0.38	0.33 a	0.26	0.39 a	0.41 a
堆肥+加里区	1.20 a	1.90bc	2.18	0.84bc	1.43 b	1.22ac	0.23	0.43	0.43 a	0.26	0.45bc	0.45ab
堆肥+窒素区	1.45 b	1.67ac	2.13	0.71ab	1.16ab	1.12ab	0.19	0.42	0.48ab	0.24	0.42ab	0.47ab
堆肥のみ区	1.27ab	2.03 c	2.22	0.87 c	1.44 b	1.27bc	0.22	0.65	0.49ab	0.26	0.49cd	0.46ab
加里+窒素区	1.41ab	1.57ab	2.00	0.67 a	0.98 a	1.09ab	0.21	0.40	0.46ab	0.26	0.42ab	0.45ab
加里のみ区	1.28ab	1.92bc	2.22	0.76ac	1.29ab	1.26bc	0.25	0.60	0.48ab	0.28	0.50cd	0.44ab
窒素のみ区	1.42ab	1.47 a	2.03	0.66 a	0.94 a	1.20ac	0.22	0.45	0.45ab	0.25	0.44ac	0.48ab
無施肥区	1.20 a	1.99 c	2.23	0.83bc	1.41 b	1.32 c	0.19	0.58	0.63 b	0.25	0.51 d	0.50 b
堆肥												
施肥4区平均	1.33	1.81	2.17	0.79 *	1.26	1.16	0.21	0.47	0.43 *	0.25	0.44 *	0.45
無施肥4区平均	1.33	1.74	2.12	0.73	1.15	1.22	0.22	0.51	0.51	0.26	0.47	0.47
加里												
施肥4区平均	1.32	1.76	2.14	0.76	1.17	1.15 *	0.23	0.45	0.43 *	0.26	0.44 *	0.44 *
無施肥4区平均	1.34	1.79	2.15	0.77	1.24	1.23	0.21	0.53	0.51	0.25	0.47	0.48
窒素												
施肥4区平均	1.42 *	1.59 *	2.08 *	0.70 *	1.02 *	1.11 *	0.21	0.41 *	0.43 *	0.25	0.42 *	0.45
無施肥4区平均	1.24	1.96	2.21	0.82	1.39	1.27	0.22	0.57	0.51	0.26	0.49	0.46
K2O(乾物%)												
	K2O(乾物%)			加里収支 (kg/10a)						テタニー比(K/(Ca+Mg))		
	1番草	2番草	3番草	吸収1番草	吸収2番草	吸収3番草	年吸収量A	年施肥量	収支C-B-A	1番草	2番草	3番草
堆肥+加里+窒素区	4.58 d	4.46 c	4.58 c	27.4 c	14.9 c	15.8 b	58.2 d	13.0 d	▲45.2de	3.72ab	2.24 d	2.39 b
堆肥+加里区	3.82ab	4.21bc	4.20bc	9.0 a	5.9ab	10.3 a	25.2ab	33.0 f	7.8 a	3.04ab	1.83ad	1.82ab
堆肥+窒素区	4.34cd	4.44 c	3.73ab	26.2 c	13.9 c	11.4ab	51.5 d	3.0 b	▲48.5 e	3.81 b	2.04cd	1.53 a
堆肥のみ区	3.76ab	4.35bc	4.12bc	8.6 a	7.4ab	9.6 a	25.6ab	3.0 b	▲22.6bc	3.01ab	1.56ab	1.70 a
加里+窒素区	4.36cd	4.31bc	3.86ab	22.7bc	11.4bc	10.7 a	44.8cd	10.0 c	▲34.8cd	3.58ab	2.03bd	1.66 a
加里のみ区	3.94ab	4.09bc	4.60 c	7.1 a	5.4ab	9.5 a	22.1 a	30.0 e	7.9 a	2.82 a	1.49 a	1.95ab
窒素のみ区	4.03bc	3.65 a	3.39 a	18.7 b	9.7ac	8.9 a	37.4bc	0.0 a	▲37.4de	3.27ab	1.60abc	1.40 a
無施肥区	3.62 a	3.99ab	3.94ab	4.9 a	4.6 a	9.7 a	19.2 a	0.0 a	▲19.2 b	3.04ab	1.45 a	1.39 a
堆肥												
施肥4区平均	4.13 *	4.36 *	4.16 *	17.8 *	10.5 *	11.8 *	13.0	13.0	▲27.1*	3.39	1.92 *	1.86 *
無施肥4区平均	3.99	4.01	3.95	13.4	7.8	9.7	10.0	10.0	▲20.9	3.18	1.64	1.60
加里												
施肥4区平均	4.17 *	4.27 *	4.31 *	16.6 *	9.4	11.6 *	21.5	21.5	▲16.1*	3.29	1.90 *	1.96 *
無施肥4区平均	3.94	4.11	3.80	14.6	8.9	9.9	1.5	1.5	▲31.9	3.28	1.66	1.51
窒素												
施肥4区平均	4.33 *	4.21	3.89 *	23.8 *	12.5 *	11.7 *	6.5	6.5	▲41.5*	3.60 *	1.98 *	1.75
無施肥4区平均	3.78	4.16	4.21	7.4	5.8	9.8	16.5	16.5	▲6.5	2.98	1.58	1.72

・加里年間吸収量(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・加里・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

次年度以降も、継続的に試験を行うことで、無施肥区や窒素のみ区などで加里の吸収を

進めることで、加里の多少のみならず窒素と加里のバランスや窒素でも緩効性の堆肥と即効性の化成肥料との違いによる牧草への影響を検討する必要があると思われる。

4 要約

土壤中 RCs 濃度が 50Bq/kg 乾土程度と低かったため、除染後 2 年目の牧草の RCs 濃度は検出下限値程度で各区の違いは見られなかった。牧草の収量は堆肥と窒素を施肥したほうが施肥しない場合に比べて高く、窒素を施肥したほうが加里の持出しが大きく、バランスのよい施肥が必要。

5 参考文献

なし

6 協力関係機関等

特になし

3 混合堆肥複合肥料の試作と肥効等の検討

1) ペレット編

担当：荒木利幸，伊藤裕之

1 はじめに

化学肥料の原料は、海外からの輸入に依存しているため、原油価格や海上貨物輸送運賃などと同様高騰してきている。従来、堆肥は、土作り肥料として土壌の物理性改善を主な目的としてきたため、肥料成分については参考値程度に捉えられていた。国は、化学肥料の代替として利用する動きに対応して、平成24年9月肥料取締法を改正した。

これまで、特殊肥料である堆肥と硫安などの普通肥料を混合した肥料を製造・販売することは、禁止されていた。改正により、条件付きで堆肥と普通肥料を混合した肥料を製造・販売することが可能となった。

条件として、原料となる家畜ふん堆肥は、窒素2%以上、窒素+リン酸+加里の合計5%以上、C/N比15以下であること。さらに、堆肥の混合割合は50%以下で成形・乾燥したのち製品の窒素+リン酸+加里の合計が10%以上であることが定められた。

混合堆肥複合肥料として堆肥を活用することにより、これまで堆肥の品質上問題となっていた部分も改善された。主な改善点は、①成分値の保証、②年間を通じた成分の安定化、③加熱乾燥工程が入ることで病原菌や雑草種子の死滅、④未熟堆肥施用による生育障害の回避などである。

試験を進めるにあたり、県内試験研究機関で共同研究体制を組み、製品の試作から栽培試験による肥効の確認までを効率的に行った。具体的には、畜産試験場で混合堆肥複合肥料の試作を行い、古川農業試験場と農業・園芸総合研究所で栽培試験を実施した。

2 試験方法

1) 補助資材を利用したペレット化の安定性の検討

ベース堆肥：県内有機センターで市販している堆肥（水分約30%）

ペレット化：ペレタイザー（構内製ツインドイス式使用、造粒径φ6mm）で混合し、ペレット化

添加・配合割合：表1のとおり

表1 配合割合（乾物当たり重量割合%，（）内は現物あたり重量）

区名\原材料	製品堆肥	なたね油かす	硫安	PK化成	計
混合堆肥複合肥料	45%(3,214g)	15%(834g)	20%(1,000g)	20%(1,000g)	100%(6,048g)
堆肥100	100%(3,517g)				100%(3,517g)
堆肥90+油かす10	90%(3,214g)	10%(278g)			100%(3,492g)
堆肥85+油かす15	85%(3,035g)	15%(417g)			100%(3,452g)

・水分を製品堆肥30%，なたね油かす10%で設定

配合作業：配合→造粒→乾燥(90℃・40分)→冷却(25℃通風乾乾燥1夜)→包装(袋詰)

調査項目

- ・製品率（製造後，1次篩にかけ通過したものを再度機械に投入し2次篩にかけたもの(1次製品)と，乾燥・冷却後(2次製品)）
- ・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°Cの恒温機内で1～4 か月保管した後の製品維持率)

2) 県内有機センター堆肥のモニタリング

堆肥成分の季節変動 (古試協力)

- ・有機センター：県内 3 箇所
- ・サンプリング：6月, 9月, 12月, 3月
- ・調査項目：堆肥成分 (水分, 炭素, 窒素, C/N比, リン酸, 加里)

3 結果および考察

1) 補助資材を利用したペレット化の安定性の検討

原料の製品堆肥の水分が高いとペレット化時に目つまりしやすくなり, 形成困難になるため, なたね油かすを添加してペレット化の安定性を検討した。

なお, 堆肥になたね油かすを添加することによる水分調整後の製品化率を確認するために, 堆肥の混合割合 50%以下という混合堆肥複合肥料の要件を考慮せず, なたね油かすの混合割合を 15%の添加の影響も確認した。

1次製品率として, ツインダイス式ペレット化装置に投入し, ペレット化せずに落下したものを再投入し, 最終的に2回投入してもペレット化せずに落下したものを計算した結果, 水分と1次製品化率が関係しているのか, 堆肥 90+なたね油かす 10区では1次加工後の水分が 19.6%と他より高く, 1次製品化率は 80%にとどまったが, なたね油かすが 15%以上混合されて水分が少なかった混合堆肥複合肥料区は1次製品化率が 93.8%と他より製品化率がよかった (表 2)。

また, 2次製品率として, 乾燥(90°C・40分)後に放冷 (25°C通風乾乾燥で1夜)した後で 2mm のふるいを通したものを測定した結果, なたね油かす 15%添加した 2区が堆肥 100%の区よりも良好な結果となった (表 2)。

表 2 なたね油かす添加による製品化率

	原材料 総量(g)	機械調 製時口 ス(g)	1次 ロス (g)	1次製 品化率 (%)	1次製 品水分 (%)	2次口 ス(g)	製品 重 (g)	製品 化率 (%)	製品 水分 (%)	容積重 (g/L)
	A	B	C	D=C÷ (A-B)	E	F	G	H=G÷ (A-B)	I	J
混合堆肥複合肥料	6,048	217	183	93.8	6.2	59	2,675	91.7	15.7	628.5
堆肥 100	3,571	808	224	83.8	16.2	11	1,147	83.0	19.7	513.3
堆肥 90+油かす 10	3,492	113	333	80.4	19.6	20	1,338	79.2	14.6	532.9
堆肥 85+油かす 15	3,452	175	207	87.4	12.6	21	1,411	86.1	18.9	572.5

- ・(参考)原料のかさ重 堆肥 353.8g/L, なたね油かす 505.2g/L
- ・1次加工後の製品率 (ペレット化装置に2回投入しても造粒しないものはロス扱い)
- ・2次加工後の製品化率 (乾燥・放冷後に2mm のふるいを通したものはロス扱い)

さらに, ペレットの保管状況によっては, 形が崩れたり, カビの発生が懸念されるが, 各区のペレットをチャック付き袋に入れ夏季の温度を想定して 30°Cに設定した 30°C恒温機(30°C)で4か月間保存した結果, 一部で若干カビがみられたが, 2mm のふるいを通せ

ずに維持していたものが各区で99%以上あり、補助資材の割合に関係なくペレット肥料が維持されていた(表3)。

表3 ペレットの保存性 (n=2)

	ペレット維持率(現物重%)				保存試料 水分(%) (4か月後)	カビの発生 (無1~甚9) (4か月後)
	※ペレット維持率=2mmふるい上/(ふるい上+下)					
	1か月後	2か月後	3か月後	4か月後		
混合堆肥複合肥料	99.1	99.2	99.1	99.0	11.9	2.0
堆肥100	99.4	99.5	99.6	99.5	13.6	2.5
堆肥90+油かす10	99.7	99.6	99.7	99.6	10.6	2.0
堆肥85+油かす15	99.6	99.5	99.6	99.6	14.3	2.5

・R2.7.13に造粒し、ポリエチレン袋にペレット堆肥を約200g程度入れ、30℃の恒温機内で保存。
1か月後：8/12, 2か月後：9/11, 3か月後：10/13, 4か月後：11/13に開封・測定

2) 県内有機センター堆肥のモニタリング

前年度から継続して、県内3有機センターのモニタリングを実施した。
一部夏季に水分が下がるものの、年間を通して成分の変動は少なかった。

表4 県内有機センター成分の季節変動(上段：令和2年度, 下段：令和元年度)

項目	水分(%)				pH				窒素全量(%乾物)			
	6月	9月	12月	3月	6月	9月	12月	3月	6月	9月	12月	3月
K有機肥料センター	48.2	35.3			7.9	8.2			1.9	1.9		
	52.1	39.7	41.8	43.6	7.9	8.7	8.2	8.2	1.8	1.7	1.8	2.1
T有機肥料センター	37.2	20.6			8.1	8.2			2.3	2.5		
	37.7	35.5	31.0	34.3	8.3	8.7	8.4	7.8	2.1	2.0	2.1	2.6
M有機肥料センター	32.6	25.7			8.2	8.3			2.3	2.8		
	22.8	19.9	33.3	38.2	8.8	8.3	8.4	8.1	2.7	2.8	2.6	2.9

表5 県内有機センター成分の季節変動(上段：令和2年度, 下段：令和元年度)

項目	リン酸全量(%乾物)				加里全量(%乾物)				C/N比			
	6月	9月	12月	3月	6月	9月	12月	3月	6月	9月	12月	3月
K有機肥料センター	2.0	2.0			3.3	3.3			17.3	15.5		
	1.8	2.1	1.9	2.3	3.4	3.6	3.9	3.5	17.8	19.4	17.3	14.9
T有機肥料センター	3.1	2.8			3.4	3.3			14.1	12.7		
	2.2	2.2	2.3	2.7	3.0	3.4	3.2	3.7	16.0	16.0	15.7	12.7
M有機肥料センター	3.0	3.1			5.7	5.8			16.8	13.7		
	3.0	3.6	2.9	2.7	6.0	6.0	6.2	6.1	14.5	14.0	15.0	13.9

表6 県内有機センターの搬入畜種割合

区名\原材料	乳牛	肉牛	豚	鶏	戻し堆肥	副資材
K有機肥料センター	20	80				キノコ菌床
T有機肥料センター	50	50				もみ殻
M有機肥料センター	48	15		25	12	もみ殻・くん炭

4 要約

補助資材として、なたね油かすを添加してペレット化の安定性を検討したところ、なたね油かす15%添加した区が堆肥100%の区より製品化率は良かった。4か月の保存試験中に一部で若干カビがみられたが補助資材の割合に関係なく、99%以上維持していた。

5 参考文献

財団法人 畜産環境整備機構(2013) 高肥料成分ペレット堆肥の調製と安定貯蔵に関するマニュアル

6 協力関係機関等

- 1) 宮城県古川農業試験場
- 2) 宮城県農業・園芸総合研究所

3 混合堆肥複合肥料の試作と肥効等の検討

2) 栽培編

担当：荒木利幸，伊藤裕之

1 はじめに

畜産経営から発生する家畜ふん尿由来堆肥は，米価の低迷や労力不足による耕種農家の土づくり意欲が低下する中，その処理に苦慮しているところも多く，新規顧客の開拓等の対策が求められている。

そこで，家畜ふん尿由来堆肥の利用促進のため，広く利用希望者のニーズに合う，取り扱いやすい新肥料としての混合堆肥複合肥料の試作とその肥効等の調査研究するために，畜種の異なるペレット堆肥の肥効を検討するために，連作でホウレンソウのポット試験を実施した。

2 試験方法

1) 試験設計

試験 1 堆肥のペレット化(造粒)による肥効の変化の確認

①鶏糞(造粒区・慣行区)，②豚糞(造粒区・慣行区)，③牛＋鶏糞(造粒区・慣行区)

試験 2 畜種の違いによるペレット化による肥効の変化確認

①鶏糞造粒区，②豚糞造粒区，③牛＋鶏糞造粒区，④硫安区，⑤緩効性肥料区

2) 容 器 ワグネルポット 1/2,000 アール (1区あたり3反復)

3) 供試品種 1作目：剣葉ほうれんそう 味緑，2作目：日本ほうれんそう やまと

4) 播 種 量 1作目：20～30粒/ポット(令和2年5月12日播種)

2作目：26粒/ポット(令和2年9月18日播種)

※約2週間後に間引きし，8本仕立

5) 施 肥 等 培養土＋窒素換算 8kg/10a 施肥。各区の施肥量は表1のとおり。

表1 肥料成分及び施用量(各区に窒素換算 8kg/10a(4g/ポット)施肥)

	肥料中成分 (%)				乾物施用量 (g/ポット)	備考
	水分	T-N	P2O5	K2O		
鶏糞	30	4.4	4.9	2.7	90.9	・この他に各区に苦土石灰を 5g/ポット施肥 ・2作目用の施肥は一切せず，1 作目収穫後のポットの土壌攪 拌後に2作目播種
豚糞	30	4.5	7.9	2.2	88.9	
牛＋鶏糞	30	2.4	4.1	3.5	166.7	
硫安		21			19.0	
緩効性肥料		6	40	6	66.7	

・堆肥は県内有機センターまたはホームセンターの市販品，緩効性肥料はマグアンプKを使用

6) 調査項目

葉数(葉長 2.5cm 以上の葉数)，草丈(株元から最大葉の先端)，葉身長(最大葉の柄～先端)，葉身幅(最大葉の葉幅)，葉色(最大葉の SPAD 値)，収量，ホウレンソウ成分(全窒素，リン酸，ミネラル(Ca・Mg・K))，土壌成分(pH，EC，全窒素，リン酸，ミネラル(Ca・Mg・K)，CEC)

7) 試料の採取及び調整

ハウレンソウは収穫（1作目:6/18, 2作目:11/6）後に通風乾燥したものを粉碎し分析に用いた。土壌は収穫直後に採取し、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

全窒素はケルダール法、リン酸の牧草はバナドモリブデン酸比色法、土壌はトリオグ比色法で測定。

ミネラルは土壌は1M酢酸アンモニウム、ハウレンソウは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、CECは全農方式で測定した。

3 結果および考察

1) 試験1 堆肥のペレット化(造粒)による肥効の変化の確認

堆肥のペレット化(造粒)による肥効の変化を確認するために、畜種別に市販の製品の袋詰めされている粉末状の製品堆肥(慣行区)とペレット化(造粒)した堆肥の肥効について1/2,000アールのワグネルポットでハウレンソウを連作で栽培した。

発芽不良が一部のポットに見られ、特に2作目の鶏糞造粒区と牛+鶏糞慣行区の発芽は悪かった。

発芽不良の影響もあるのか牛+鶏糞慣行区の1・2作目で草丈や収量、葉色、ハウレンソウの窒素の吸収量に影響がみられたが、その他は造粒による肥効の大きな変化はみられなかった(表2~6)。

表2 造粒(ペレット)堆肥のハウレンソウの生育状況

		葉数(枚)		草丈(cm)		葉身長(cm)		葉身幅(cm)		葉色(SPAD値)	
		1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目
鶏糞	造粒区	12.3	6.2	24.2	15.6	10.2	8.4	5.6	4.3	38.4	38.8
	慣行区	11.3	7.8	23.9	19.9	11.1	9.0	5.7	4.8	45.3	40.3
豚糞	造粒区	12.5	7.7	25.8	18.7	11.3	9.5	6.0	5.0	55.4*	46.4
	慣行区	12.6	7.1	24.2	19.7	10.3	9.8	5.5	5.1	46.5	43.5
牛+鶏糞	造粒区	11.9	7.9	23.6	21.2*	10.6*	10.4*	5.5	5.5	54.2*	44.7*
	慣行区	10.3	5.7	21.0	15.4	9.6	7.7	5.0	4.0	32.5	36.9

・畜種ごとに造粒の有無で分散分析(n=3)し、*は有意差あり P<0.05

表3 造粒(ペレット)堆肥のハウレンソウの収量

		生草収量(kg/10a)			収穫時水分(%)		乾物収量(kg/10a)		
		1作目	2作目	計	1作目	2作目	1作目	2作目	計
鶏糞	造粒区	2,567	900	3,467	94.2	90.1	160.0	98.8	258.8
	慣行区	2,587	993	3,580	91.2	88.8	226.4	111.8	338.1
豚糞	造粒区	3,113	1,073	4,187	91.3	89.4	268.0	114.5	382.6
	慣行区	2,967	1,040	4,007	92.4	90.0	225.4	104.7	330.1
牛+鶏糞	造粒区	2,980	1,287	4,267	92.1	89.2	235.4	138.8	374.2
	慣行区	2,587	780	3,367	92.5	90.2	193.4	81.2	274.6

・畜種ごとに造粒の有無で分散分析(n=3)し、*は有意差あり P<0.05

表4 造粒（ペレット）堆肥のハウレンソウの収穫時成分

		T-N(乾物%)		P2O5(乾物%)		K2O(乾物%)		CaO(乾物%)		MgO(乾物%)	
		1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目
		鶏糞	造粒区	3.4	4.6	1.6*	1.1	8.6	9.4	0.6	0.7
	慣行区	4.3	3.7	0.6	1.1	8.6	8.2	0.5	0.8	0.6	1.8
豚糞	造粒区	5.4	4.5	1.6	1.2	8.7	8.2	0.5	0.7	0.5	2.1
	慣行区	4.7	4.6	1.6	1.3	9.2	9.0	0.5	0.7	0.5	2.1
牛+鶏糞	造粒区	5.3*	4.3	1.8*	1.2*	8.2	8.7	0.4*	0.6	0.5*	1.7
	慣行区	2.0	3.5	2.9	2.3	9.0	10.4	1.1	0.7	0.7	1.6

・畜種ごとに造粒の有無で分散分析(n=3)し、*は有意差あり P<0.05

表5 造粒（ペレット）堆肥のハウレンソウの成分吸収量

		T-N 吸収量(kg/10a)			P2O5 吸収量(kg/10a)			K2O 吸収量(kg/10a)		
		1作目	2作目	計	1作目	2作目	計	1作目	2作目	計
		鶏糞	造粒区	5.4	4.4	9.8	2.5	0.9	3.4	13.7
	慣行区	9.5	4.2	13.7	1.4	1.2	2.6	19.5	9.2	28.7
豚糞	造粒区	14.2	5.2	19.3	4.5	1.4	5.9	23.3	9.5	32.8
	慣行区	10.6	5.0	15.6	3.5	1.4	4.9	20.7	9.2	29.9
牛+鶏糞	造粒区	12.4*	6.0*	18.3*	4.2	1.6	5.8	19.3	12.0	31.3
	慣行区	3.9	2.4	6.3	5.7	1.9	7.6	17.5	7.7	25.2

・畜種ごとに造粒の有無で分散分析(n=3)し、*は有意差あり P<0.05

・成分吸収量=各収穫時の乾物収量×各収穫時の作物中の成分濃度(乾物%)

表6 造粒（ペレット）堆肥のハウレンソウ収穫直後の土壌成分

		pH		EC(mS/m)		T-N(mg/100g 乾土)		P2O5(mg/100g 乾土)		K2O(mg/100g 乾土)	
		1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目
		鶏糞	造粒区	7.1*	7.2	102	99	383	353	116	104
	慣行区	6.8	7.3	96	85	378	365	117	108	251	205
豚糞	造粒区	6.9*	7.2*	81	68*	419	421	150*	124	206*	141
	慣行区	6.3	7.0	92	96	417	406	79	115	164	123
牛+鶏糞	造粒区	6.9*	7.2	175	153	435	402	144*	129	511*	479
	慣行区	6.4	7.2	152	135	405	413	79	81	461	429

・畜種ごとに造粒の有無で分散分析(n=3)し、*は有意差あり P<0.05

2) 試験2 畜種の違いによるペレット化による肥効の変化確認

畜種の違いによるペレット化による肥効の変化を確認するために、硫安や緩効性肥料と試験1と同様にハウレンソウのポット試験を行った。

発芽不良が一部のポットに見られ、特に2作目で鶏糞造粒区と硫安区が他の区に比べ発芽は悪く、2作目で鶏糞造粒区と硫安区が草丈や収量が低くなった。

鶏糞以外の堆肥造粒区と緩効性肥料区を比べると、2作目でやや草丈が低かったが、生育で大きな違いはなかった(表7・8)。

表7 畜種別造粒（ペレット）堆肥のハウレンソウの生育状況

	葉数(枚)		草丈(cm)		葉身長(cm)		葉身幅(cm)		葉色(SPAD 値)	
	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目
鶏糞造粒区	12.3 a	6.2 a	24.2 a	15.6 a	10.2 a	8.4 a	5.6 a	4.3 a	38.4 a	38.8 a
豚糞造粒区	12.5 a	7.7 a	25.8 a	18.7 ab	11.3 a	9.5 a	6.0 a	5.0 a	55.4 bc	46.4 a
牛+鶏糞造粒区	11.9 a	7.9 a	23.6 a	21.2 ab	10.6 a	10.4 a	5.5 a	5.5 a	54.2 bc	44.7 a
硫安区	13.0 a	6.3 a	24.7 a	17.7 ab	10.3 a	8.7 a	5.3 a	4.1 a	61.1 c	44.1 a
緩効性肥料区	12.7 a	7.1 a	23.3 a	25.1 b	10.3 a	12.2 a	5.9 a	6.5 a	46.0 ab	46.1 a

・Tukeyの多重比較(n=3)で異符号間で有意差あり P<0.05

表8 畜種別造粒（ペレット）堆肥のハウレンソウの収量

	生草収量(kg/10a)			収穫時水分 (%)		乾物収量(kg/10a)		
	1作目	2作目	計	1作目	2作目	1作目	2作目	計
鶏糞造粒区	2,567a	900a	3,467a	94.2 b	90.1 a	160 a	99 a	259 a
豚糞造粒区	3,113a	1,073a	4,187a	91.3 a	89.4 a	268 a	115 a	383 a
牛+鶏糞造粒区	2,980a	1,287a	4,267a	92.1ab	89.2 a	235 a	139 a	374 a
硫安区	2,760a	607a	3,367a	91.4 a	89.9 a	234 a	62 a	296 a
緩効性肥料区	2,880a	1,280a	4,160a	91.6ab	89.6 a	242 a	133 a	375 a

・Tukeyの多重比較(n=3)で異符号間で有意差あり P<0.05

今回窒素換算 8kg/10a の設計で途中無施肥で春・秋播種の連作でハウレンソウを栽培したが、硫安は他の造粒堆肥や緩効性肥料より窒素の溶出が速く、硫安区は他の区より1作目の収穫時の葉色や作物中の窒素は高い値を示し、2作目収穫後の土壤中の窒素の残量は他より少なく、逆に豚糞造粒区や牛+鶏糞造粒区の土壤中の窒素の残量は2作後でも多かった(表9~11)。また、鶏糞造粒区は他の造粒堆肥区と比べ、発芽不良の影響が少ない1作目でも葉色や作物中の窒素量は低く、窒素の吸収量や収穫後の土壤の窒素濃度も他の堆肥区より低くなった(表9~10)。

表9 畜種別造粒（ペレット）堆肥のハウレンソウの収穫時成分

	T-N(乾物%)		P2O5(乾物%)		K2O(乾物%)		CaO(乾物%)		MgO(乾物%)	
	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目
鶏糞造粒区	3.4 a	4.6ab	1.6 a	1.1 a	8.6 a	9.4 a	0.6 a	0.7 a	0.5 a	1.9ab
豚糞造粒区	5.4 b	4.5ab	1.6 a	1.2 a	8.7 a	8.2 a	0.5 a	0.7ab	0.5 a	2.1ab
牛+鶏糞造粒区	5.3 b	4.3 a	1.8 a	1.2 a	8.2 a	8.7 a	0.4 a	0.6 a	0.5 a	1.7 a
硫安区	6.9 c	5.7 b	1.0 a	1.7ab	7.8 a	7.8 a	0.5 a	0.9 b	0.6 a	2.8 c
緩効性肥料区	4.5ab	5.3ab	1.5 a	2.5 b	8.2 a	8.5 a	0.4 a	0.6 a	0.6 a	2.5bc

・Tukeyの多重比較(n=3)で異符号間で有意差あり P<0.05

表10 畜種別造粒（ペレット）堆肥のハウレンソウの成分吸収量

	T-N 吸収量(kg/10a)			P2O5 吸収量(kg/10a)			K2O 吸収量(kg/10a)		
	1作目	2作目	計	1作目	2作目	計	1作目	2作目	計
鶏糞造粒区	5.4 a	4.4 a	9.8 a	2.5 a	0.9 a	3.4 ab	13.7 a	8.4 a	22.0 a
豚糞造粒区	14.2 b	5.2 a	19.3 b	4.5 a	1.4 a	5.9 ab	23.3 a	9.5 a	32.8 a
牛+鶏糞造粒区	12.4ab	6.0 a	18.3 b	4.2 a	1.6 a	5.8 ab	19.3 a	12.0 a	31.3 a
硫安区	16.1 b	3.6 a	19.7 b	2.2 a	1.1 a	3.3 a	18.2 a	4.6 a	22.8 a
緩効性肥料区	11.0ab	7.0 a	18.0 b	3.6 a	3.3 b	6.9 b	20.1 a	11.3 a	31.3 a

・Tukeyの多重比較(n=3)で異符号間で有意差あり P<0.05

・成分吸収量=各収穫時の乾物収量×各収穫時の作物中の成分濃度(乾物%)

表11 畜種別造粒（ペレット）堆肥のハウレンソウの収穫直後の土壌成分

	pH		EC(mS/m)		T-N(mg/100g 乾土)		P2O5(mg/100g 乾土)		K2O(mg/100g 乾土)	
	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目
鶏糞造粒区	7.1 c	7.2 c	102 a	99ab	383ab	353ab	116ab	104 a	244 c	194 b
豚糞造粒区	6.9 c	7.2bc	81 a	68 a	419 b	421 c	150 b	124 a	206bc	141 b
牛+鶏糞造粒区	6.9 c	7.2bc	175 b	153cd	435 b	402bc	144ab	129 a	511 d	479 c
硫安区	5.9 a	6.3 a	166 b	183 d	339 a	293 a	38 a	49 a	60 a	48 a
緩効性肥料区	6.5 b	7.1 b	105 a	128bc	381ab	376bc	551 c	446 b	182 b	145 b

・Tukeyの多重比較(n=3)で異符号間で有意差あり P<0.05

4 要約

堆肥ペレット化による肥効確認のホウレンソウのポット試験で、造粒と慣行で発芽不良の影響以外は大きな差がなかった。畜種の違いでは、鶏糞区は発芽不良の影響もあり、収量や作物中窒素や土壌中窒素は低くなったが、他の堆肥区は緩効性肥料区と大きな差はなかった。

5 参考文献

- 1) 一般社団法人 畜産環境整備機構(2020) 家畜ふん堆肥の簡易造粒・配合技術に関する手引き

6 協力関係機関等

- 1) 宮城県古川農業試験場
- 2) 宮城県農業・園芸総合研究所

第二部 完了試験成績

第2部
完了試験成績

1 トップブランドに向けた「仙台牛」の差別化事業

1) 「おいしさ」に係わる新たな育種指標の探索

担当：渡邊智，青沼達也，千葉和義，高木理宏，植田郁恵，及川俊徳

1 はじめに

「仙台牛」は、宮城県が誇るブランド牛肉であり、公益社団法人日本格付協会がA5またはB5に格付した超高級牛肉である。しかし、「仙台牛」は、品種が黒毛和種であること等の条件を除くと、よく分からず、「仙台牛」を食べて美味しいと感じたとしても、何が美味しいと感じさせたのか科学的根拠（裏付け）が乏しい状況である。産肉能力では、改良が進み、黒毛和種の特長であり枝肉価格への影響が大きい脂肪交雑能力については、全国規模で競っている。しかし、脂肪交雑の向上が必ずしも、消費者の嗜好と合致するとは言えない。国外への販路拡大戦略では、脂肪交雑は大切であるが、さらに脂肪交雑以外に美味しさを示すものが求められている。

「仙台牛」の知名度向上等を目指す上で、国内外のどちらかをターゲットにするにせよ、まずは「仙台牛」の牛肉中の成分特性を知り、美味しさに影響する成分や機能性物質等を探索する必要がある。さらに、「仙台牛」に新たな価値を盛り込み、種雄牛造成における育種指標をつくり、改良体制の整備につなげる。

2 試験方法

2-1 脂肪の融解と枝肉格付形質等に関係性があるかの探索

1) 供試牛肉と頭数

仙台市中央卸売市場食肉市場に上場し競り落とされた黒毛和種の牛肉で、枝肉格付は、A5が24頭（去勢16，雌8），A4が12頭（去勢7，雌5），A3が6頭（去勢5，雌1），A2が1頭（雌1）及びB4が1頭（去勢1）の合計44頭。

2) 分析用脂肪とサンプル調製

第7肋骨切開面（リブローズ面）における前背鋸筋と広背筋の間の筋間脂肪をディスクメスとPPマイクロスパーテルを用いて、17～20mg程度切り出し、アルミニウム製セルに採取する。

3) 分析手法

- (1) 示差走査熱量計（DSC, Differential scanning calorimetry）を用いて脂肪の融解について分析を行う。測定する温度は、融解開始温度（ X_1 ），吸熱ピーク温度（ X_2 ），融解終了温度（ X_3 ）， X_1 から X_3 に要した熱量（吸熱量） X_4 とする。DSC（島津製作所製DSC-60A Plusシステム）を用いて、まず15℃に保ち、その後4℃まで冷却し、測定開始と同時に、5℃/minの昇温温度で90℃まで上昇させる終了とする。測定中は、純窒素ガス（純度99.9995%以上）を30ml/min流す。「Differential scanning calorimetry of porcine adipose tissues, K.Sasakiら, Meat Science 72(2006)」参照。

(2) 近赤外光食肉脂質測定装置 (S-7010, 株式会社相馬光学) を用いて, 第6肋骨切開面 (カタロース側) での前背鋸筋と広背筋の間の筋間脂肪における脂肪酸測定する。数値は, 機器内蔵の検量線により推定した割合で, オレイン酸 (C18:1), 一価不飽和脂肪酸 (MUFA, monounsaturated fatty acid) 及び飽和脂肪酸 (SFA, saturated fatty acid) を測定する。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) 及びリノール酸 (C18:2) の7種で, オレイン酸 (%) は, $C18:1/7 \text{種合計} \times 100$, MUFA 割合は, $C14:1+C16:1+C18:1/7 \text{種合計} \times 100$, SFA は, $C14:0+C16:0+C18:0/7 \text{種合計} \times 100$ により算出する。

4) 統計処理

SAS の CORR プロシジャを用いて, 脂肪の融解と枝肉格付形質, 出荷月齢, 枝肉セリ単価及び脂肪酸割合の相関解析を実施する。

2-2 仙台牛と仙台黒毛和牛の脂肪の融解に違いがあるかの探索

1) 供試牛肉と頭数

仙台市中央卸売市場食肉市場に上場し競り落とされた黒毛和種の牛肉で, 枝肉格付は, A5 が6頭 (去勢3, 雌3), A4 が6頭 (去勢3, 雌3), A3 が6頭 (去勢3, 雌3) の合計18頭。

2) 分析用脂肪とサンプル調製

胸最長筋の交雑脂肪 (図1, a), 背半棘筋の交雑脂肪 (図1, b), 胸最長筋下方の筋間脂肪 (図1, c), 腸肋筋上方の筋間脂肪 (図1, d) 及び腹鋸筋の交雑脂肪 (図1, e) の5部位について, ディスポメスとPPマイクロスパーテルを用いて, 各脂肪組織を17~20mg程度切り出し, アルミニウム製セルに採取する。

3) 分析手法

2-1と同様。

4) 統計処理

SAS の GLM プロシジャを用いて, 区 (2水準) を固定効果とし, 脂肪融解項目について, Tukey-Kramer による最小二乗平均値の差の検定を性別毎に実施する。

2-3 仙台牛と仙台黒毛和牛の代謝性化合物に違いがあるかの探索

1) 供試牛肉

仙台市中央卸売市場食肉市場に上場した黒毛和種の枝肉で, 県内の食肉卸売会社が競り購買した牛肉。性別は, 去勢, 枝肉格付は, A5 が10頭, A4 が10頭。血統 (父牛) は, それぞれ好平茂が6頭, 茂洋が2頭及び美津百合が2頭とした。

2) 冷凍保管時期と加工方法

牛肉は、と畜日から14日目にマイナス20℃で冷凍保管を行い、加工する前日に4℃の冷蔵庫に入れ、一夜解凍した。加工方法は、牛肉（小肉）から胸最長筋、僧帽筋、背半棘筋、頭半棘筋、腸肋筋、広背筋、菱形筋、腹鋸筋及び筋間脂肪に分けて切り出した。そのうち、胸最長筋は、マルチビーズショッカーMB1200（安井器機）を用いて、2,500rpm・30～60秒で破碎し、ミンチ状牛肉を分析試料とした。

3) 代謝産物の抽出及び分析方法

試料50mgを精秤し、SHIMADZUのメタボロミクス前処理ハンドブックとメトキシム-TMS誘導体化調整手法に従った。

分析は、トリプル四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計（GCMS-TQ8040、島津製作所）を用いて、Smart Metabolites DatabaseのMRM一斉分析を行った。カラムは、DB-5（30m×0.25mm×df=1.00μm、Agilent社）、キャリブレーションスタンダードは、n-アルカン（27mix RESTEK）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%）、コリジョンがアルゴン（99.99%以上）とした。内部標準物質は、2-Isopopylmalic acidを用いた。

4) データの解析とVolcano plot図作成

枝肉格付がA5、A4の出荷月齢、と畜から冷凍までの日数、枝肉格付形質、代謝化合物の面積比（A5/A4）について、F検定を行い、等分散ではStudent、不等分散ではWelchのT検定で枝肉格付間の平均値の有意差検定を行った。有意水準が10%未満で傾向あり、5%未満で有意差ありとした。Volcano plotのX軸は、 $\log_2(A5/A4)$ 、Y軸は、 $-\log_{10}(p\text{-value})$ とした。

3 結果および考察

3-1 脂肪の融解関連

脂肪の融解開始温度、吸熱ピーク温度、融解終了温度、融解に要した吸熱量、枝肉重量、脂肪交雑（BMS No.）枝肉競り単価、オレイン酸割合、一価不飽和脂肪酸割合及び飽和脂肪酸割合の10の項目についての相関係数を表1に示した。融解開始温度は、融解終了温度（ $r=-0.386$, $p<0.001$ ）、吸熱量（ $r=-0.306$, $p<0.01$ ）及び枝肉競り単価（ $r=-0.254$, $p<0.05$ ）と有意な逆相関で、オレイン酸割合やMUFA割合との関係はなかった。融解ピーク温度は、融解終了温度（ $r=0.417$, $p<0.001$ ）、吸熱量（ $r=0.535$, $p<0.001$ ）及びSFA（ $r=0.398$, $p<0.001$ ）と有意な正相関であり、オレイン酸割合（ $r=-0.536$, $p<0.001$ ）及びMUFA割合（ $r=-0.371$, $p<0.01$ ）と有意な逆相関であった。融解終了温度は、吸熱量（ $r=0.797$, $p<0.001$ ）、枝肉重量（ $r=0.280$, $p<0.01$ ）及びSFA（ $r=0.501$, $p<0.001$ ）と有意な正相関で、オレイン酸（ $r=-0.565$, $p<0.001$ ）及びMUFA（ $r=-0.492$, $p<0.001$ ）と有意な逆相関であった。吸熱量も融解終了温度と同じ関係が見られた。

脂肪交雑（BMS No.）は、枝肉競り単価と有意な正相関（ $r=0.730$, $p<0.001$ ）であり、購買参加者が枝肉を評価する際、脂肪交雑が重要な形質であることを示す。しかし、「脂肪の質」をみるオレイン酸割合やMUFA割合とは、関係が認められなかった。多くの研究から、

脂肪交雑は、オレイン酸割合や MUFA 割合と関係が少ないことが言われており、今回の結果も同様であった。

枝肉重量は、オレイン酸割合 ($r=-0.281$, $p<0.05$) 及 MUFA ($r=-0.483$, $p<0.001$) と有意な逆相関が見られ、枝肉重量が大きいもの程、「脂肪の質」が低い傾向が見られた。

表 2 は、筋肉中の交雑脂肪と脂肪蓄積組織中の脂肪を用いて、融解に関わる温度や吸熱量について、「仙台牛」と「仙台黒毛和牛」で比較したものである。筋肉部位は、胸最長筋、背半棘筋及び腹鋸筋の 3 部位、脂肪蓄積部位は、胸最長筋下方の筋間脂肪（胸最長筋、腸肋筋、頭半棘筋、内外肋間筋に囲まれた部位）及び腸肋筋上方の筋間脂肪（広背筋と腹鋸筋に隣接する部位）の 2 部位である（図 1）。また、「仙台牛」は、枝肉格付が A5 または B5、「仙台黒毛和牛」は、A4, A3, B4, B3, C5 の枝肉を指す。

去勢牛において、仙台牛は、仙台黒毛和牛と比較し、融解終了温度が背半棘筋では低い傾向 ($p<0.05$)、胸最長筋下方の筋間脂肪では有意 ($p<0.01$) に低く、吸熱量が胸最長筋下方の筋間脂肪では有意 ($p<0.05$) に少なく、腸肋筋上方の筋間脂肪では少ない傾向 ($p<0.10$) であった。雌牛において、仙台牛は、仙台黒毛和牛と比較し、融解ピーク温度が胸最長筋では有意 ($p<0.05$) に高く、吸熱量が胸最長筋、背半棘筋及び腸肋筋上方の筋間脂肪では有意 ($p<0.01$) に少なく、腹鋸筋では少ない傾向 ($p<0.10$) であった。

これらのことから、仙台牛は、仙台黒毛和牛と比較し、去勢及び雌のどちらも吸熱量が少ないことが分かった。脂肪が融け終わるまでに要する吸熱量が少ないことは、食した時の口溶けの良さが期待できることが示唆された。特に、雌牛では、可食部位の胸最長筋（ロース）、背半棘筋（マキ）及び腹鋸筋（バラ）全てで吸熱量が少なかった。この脂肪の溶け安さは、仙台牛の特長の 1 つとなる可能性がある。また、オレイン酸や MUFA 割合が多いと、融解に関する温度が高く、吸熱量も多くなる関係も確認した。

3-2 代謝性化合物関連

枝肉格付間において、出荷月齢、と畜日から冷凍までの期間は、差がないことを確認した（表 3）。A5 は、A4 に比較し、枝肉単価、ばらの厚さ及び脂肪交雑（BMS No.）で有意に高く、歩留基準値で高い傾向であった（表 3）。

A5 及び A4 とともにピークが得られた代謝性化合物の数は、167 であった。それらの化合物を Volcano plot に示し、枝肉格付間における生物学的効果を X 軸、統計学的効果を Y 軸に配置した（図 2）。

また、167 化合物のうち、A5/A4 比で有意差或いは傾向が見られた 83 化合物は、表 4 に列記した。表の $\log_2(A5/A4)$ の値が 0 以上であれば、A5 が A4 に比較し代謝性化合物量が多く、値が 0 未満であれば、少ないことを示している。

図 2 の Volcano plot で視覚的に、A4 が、A5 に比較し、代謝性化合物の数が多いことが分かった。具体的には、A5 が A4 に比較し、有意に多い或いは多い傾向である代謝性化合物数は 12、一方で A4 が A5 に比較し、有意に多い或いは多い傾向である代謝性化合物数は

71であった(表4)。

A5は、A4に比較し、核酸関連物質のヒポキサンチン、サトウキビやテンサイに含まれるグリコール酸が多い傾向であった。

A4は、A5に比較し、アミノ酸、糖類、糖アルコール及び神経伝達物質等が多かった。アミノ酸では、A4は、A5に比較し、グリシン、セリン、メチオニン、プロリン、ホモシステイン、スレオニン、システイン、フェニルアラニン、グルタミン、チロシン及びイソロイシンで有意に多く、グルタミン酸で多い傾向であり、イノシン(ヌクレオシド)、グルコサミン、エピネフリンで有意に多かった(表4)。

枝肉格付間で代謝性化合物に差が出た要因は、脂肪交雑(BMS No.)において、A5が10.3、A4が6.7であり、未分析だが胸最長筋の粗脂肪含量に違いであると推察できる。また、粗脂肪含量が多ければ、水分や赤身・筋肉構成タンパク質が少なく、A5がアミノ酸や筋肉エネルギー関連物質が少なくなったと考えられた。

代謝性化合物の中には、味を悪くし不快なにおいを発する物質も含まれていた。A5では、ペラルゴン酸で、使い古した食用油に似た不快なにおい物質と表現される。A4では、プトレシンで、腐肉の臭いと表現される。

今回の試料は、購買先、出荷月齢、性別、と畜から冷凍保管までの日数及び血統(父牛)を揃え比較したが、食品の代謝産物解析として10頭は少ない。今後、例数を増やしデータの蓄積することが必要である。

本研究は、「仙台牛」の差別化を目指すことが目的である。今回のデータでは、「仙台牛」の決定的な特長を見出すところまで到達できなかった。今後、「仙台牛」に求める内容は、生産現場でも繁殖と肥育では差異が生まれ、食肉卸売や小売等流通や消費者側でも違ってくる。どこから探索するかで方向性は変化するが、牛肉に対するおいしさ嗜好を求めることは共通の認識に近い。従って、枝肉格付形質と合わせて、おいしさ関連物質、消費者の嗜好や思考による購買意欲向上等も重要である。当然のことながら、黒毛和種が有する類い希な脂肪交雑能力を活かすことも大切であり、そこに総合的特長を付与することで販売戦略の強化、「仙台牛」、「仙台黒毛和牛」の県産牛肉のPRへの貢献が期待される。

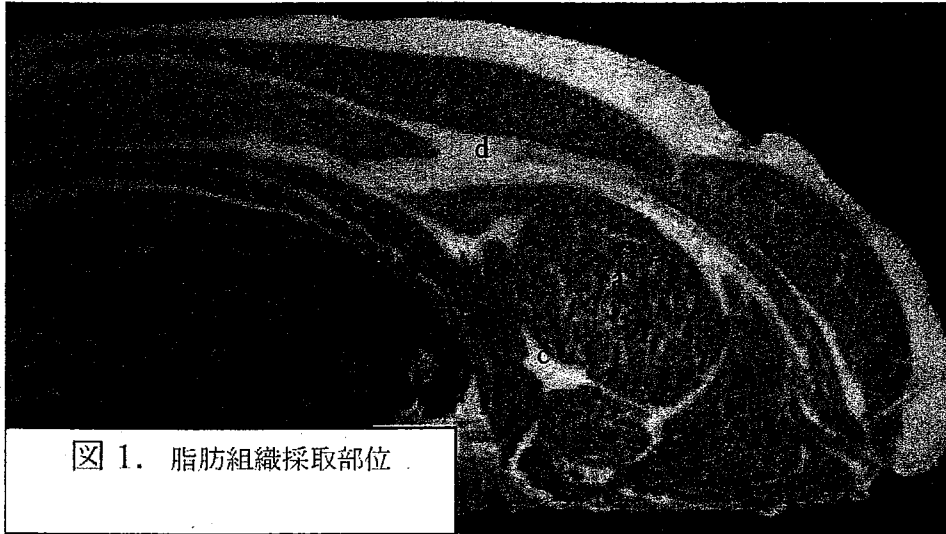


図 1. 脂肪組織採取部位

採取脂肪（交雑脂肪・筋間脂肪）部位.

a：胸最長筋の交雑脂肪，b：背半棘筋の交雑脂肪，c：胸最長筋下方の筋間脂肪

d：腸肋筋上方の筋間脂肪，e：腹鋸筋の交雑脂肪.

表 1. 脂肪の融解温度と脂肪酸等の相関係数

	X ₁ (°C)	X ₂ (°C)	X ₃ (°C)	X ₄ (J/g)	出荷月齢 (ヶ月)	枝肉重量 (kg)	脂肪交雑 (BMS No)	セリ単価 (円)	オレイン酸 (%)	MUFA ¹⁾ (%)	SFA ²⁾ (%)
X ₁ (°C)	1	0.072	-0.386***	-0.306**	0.055	-0.101	0.015	-0.254*	-0.129	0.024	0.025
X ₂ (°C)		1	0.417***	0.535***	-0.152	0.181	0.053	-0.018	-0.536***	-0.371**	0.398***
X ₃ (°C)			1	0.797***	-0.107	0.242*	0.161	0.111	-0.565***	-0.492***	0.501***
X ₄ (J/g)				1	-0.203	0.244*	0.047	0.002	-0.761***	-0.608***	0.606***
出荷月齢 (ヶ月)					1	0.111	0.280**	0.164	0.421***	0.331**	-0.366**
枝肉重量 (kg)						1	0.174	-0.230	-0.281*	-0.483***	0.455***
脂肪交雑 (BMS No)							1	0.730***	-0.155	0.187	-0.155
セリ単価 (円)								1	0.130	0.371**	-0.303*
オレイン酸 (%)									1	0.640***	-0.682***
MUFA (%)										1	-0.989***
SFA (%)											1

値は相関係数. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

1) ミリストレイン酸(C14:1)+パルミトレイン酸(C16:1)+オレイン酸(C18:1), 2) ミリスチン酸(C14:0)+パルミチン酸(C16:0)+ステアリン酸(C18:0).

X1:融解開始温度、X2:吸熱ピーク温度、X3:融解終了温度、X4:融解開始から融解終了までに要した熱量(吸熱量).

表 2. 各筋肉部位或いは蓄積脂肪部位における脂肪の融解温度と融解に要する熱量

性別	脂肪組織採取部位	区分	X ₁ (°C)	X ₂ (°C)	X ₃ (°C)	X ₄ (J/g)	
去勢	胸最長筋交雑脂肪	仙台牛	18.81±1.38	30.68±1.22	45.96±0.64	8.55±1.88	
		仙台黒毛和牛	20.54±0.98	30.79±0.87	47.32±0.46	11.60±1.33	
	背半棘筋交雑脂肪	仙台牛	19.03±1.42	30.86±1.29	45.61±0.45 ^a	6.25±1.96	
		仙台黒毛和牛	21.65±1.00	31.17±0.91	46.61±0.32 ^b	8.49±1.38	
	胸最長筋下方筋間脂肪	仙台牛	18.71±1.42	30.19±1.33	47.32±0.74 ^e	11.37±3.11 ^c	
		仙台黒毛和牛	21.59±1.01	32.36±0.94	50.90±0.52 ^f	20.77±2.20 ^d	
	腸肋筋上方筋間脂肪	仙台牛	21.17±1.56	32.55±1.33	46.40±0.64	7.75±2.30 ^a	
		仙台黒毛和牛	20.86±1.10	30.83±0.94	46.68±0.45	12.69±1.62 ^b	
	腹鋸筋交雑脂肪	仙台牛	19.97±1.26	31.83±1.00	45.61±0.56	5.42±1.41	
		仙台黒毛和牛	20.82±0.97	30.87±0.78	45.54±0.43	5.49±1.09	
	雌	胸最長筋交雑脂肪	仙台牛	18.51±0.81	32.45±0.99 ^c	46.49±0.53	7.52±1.62 ^c
			仙台黒毛和牛	17.81±0.58	29.04±0.70 ^d	47.07±0.38	12.91±1.14 ^d
背半棘筋交雑脂肪		仙台牛	18.75±0.80	30.91±1.07	45.72±0.42	6.93±1.63 ^c	
		仙台黒毛和牛	17.87±0.56	29.19±0.75	46.45±0.30	12.72±1.15 ^d	
胸最長筋下方筋間脂肪		仙台牛	17.74±0.78	29.59±1.01	49.49±0.59	23.37±3.20	
		仙台黒毛和牛	17.56±0.50	29.13±0.65	48.99±0.38	21.42±2.07	
腸肋筋上方筋間脂肪		仙台牛	18.50±0.76	29.97±1.00	45.23±0.49	10.30±1.42 ^c	
		仙台黒毛和牛	17.75±0.54	28.71±0.71	46.20±0.35	14.12±1.01 ^d	
腹鋸筋交雑脂肪		仙台牛	18.43±0.65	30.67±1.16	44.30±0.81	4.07±1.56 ^a	
		仙台黒毛和牛	17.56±0.46	28.70±0.82	44.97±0.58	7.90±1.10 ^b	

値は、最小二乗平均値±標準誤差。

異なるアルファベットは、各脂肪組織採取部位で区分において傾向または有意差あり(a-b: p<0.10, c-d: p<0.05, e-f: p<0.01)。

X1: 融解開始温度、X2: 吸熱ピーク温度、X3: 融解終了温度、X4: 融解開始から融解終了までに要した熱量(吸熱量)。

表 3. 供試牛肉の枝肉格付成績等

格付	出荷月齢 (ヶ月齢)	ズレ (日)	枝肉単価 (円/kg)	枝肉重量 (kg)	胸最長筋 面積(cm ²)	ばらの厚さ (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値	脂肪交雑 (BMS No.)
A5	30.4	-0.4	2663.0	506.1	67.6	8.3	2.4	75.5	10.3
A4	30.1	-0.2	2174.3	499.0	61.0	7.9	2.8	73.8	6.7
p-value	0.657	0.355	0.000	0.736	0.101	0.041	0.401	0.081	0.000

p-value以外の値は、格付毎で10頭の平均値。

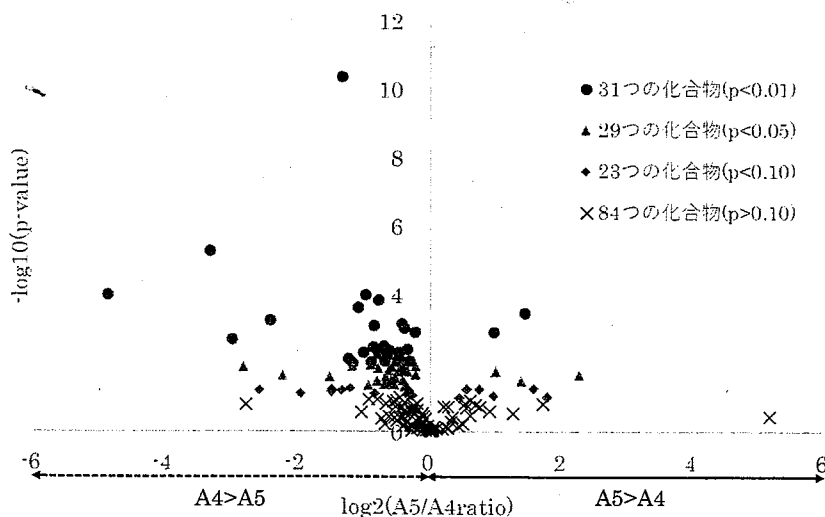


図 2. Volcano Plot (A5/A4 比)

表 4. A5/A4 比で有意差或いは傾向がみられた代謝性化合物

No.	Chemical compound	log ₂ (A5/A4)	p-value	No.	Chemical compound	log ₂ (A5/A4)	p-value
1	Galacturonic acid-meto-5TMS(1)	2.26	0.021	41	Palmitic acid-TMS	-0.55	0.040
2	Glyceric acid-3TMS	1.78	0.098	42	Fructose 6-phosphate-meto-6TMS	-0.58	0.035
3	Sucrose-8TMS	1.76	0.097	43	N-Acetylglutamine-3TMS	-0.59	0.013
4	Hypoxanthine-2TMS	1.56	0.055	44	3-Hydroxybutyric acid-2TMS	-0.60	0.032
5	Dihydrouracil-TMS	1.42	0.000	45	Phenylalanine-2TMS	-0.63	0.016
6	Glucose-meto-5TMS(2)	1.37	0.032	46	Xylulose-meto-4TMS	-0.63	0.004
7	Galactose-meto-5TMS(1)	0.99	0.017	47	Fructose 1-phosphate-meto-6TMS(2)	-0.66	0.006
8	Nonanoic acid-TMS	0.95	0.001	48	Maltose-meto-8TMS(1)	-0.68	0.025
9	Ribose 5-phosphate-meto-5TMS(1)	0.94	0.085	49	Mannose 6-phosphate-meto-6TMS(1)	-0.69	0.006
10	Glucose 6-phosphate-meto-6TMS(1)	0.74	0.057	50	Maleic acid-2TMS	-0.70	0.039
11	3-Hydroxypropionic acid-2TMS	0.55	0.059	51	Histamine-3TMS	-0.70	0.008
12	Glycolic acid-2TMS	0.43	0.099	52	Dihydroxyacetone phosphate-meto-3TMS(2)	-0.71	0.003
13	Glycerol-3TMS	-0.22	0.021	53	Uridine-4TMS	-0.79	0.000
14	Galactose-meto-5TMS(2)	-0.23	0.012	54	Tryptamine-3TMS	-0.79	0.014
15	Glycine-3TMS	-0.24	0.001	55	Glucose 6-phosphate-meto-6TMS(2)	-0.80	0.005
16	Xanthosine-5TMS	-0.27	0.090	56	Glucosamine-5TMS(1)	-0.81	0.004
17	Putrescine-4TMS	-0.28	0.081	57	Uridine-3TMS	-0.81	0.033
18	Ribitol-5TMS	-0.29	0.085	58	1,6-Anhydroglucose-3TMS	-0.84	0.076
19	Allose-meto-5TMS(1)	-0.30	0.083	59	Glutamine-3TMS	-0.86	0.001
20	Sorbose-meto-5TMS(1)	-0.32	0.069	60	Succinic acid-2TMS	-0.87	0.003
21	Tagatose-meto-5TMS(2)	-0.32	0.068	61	3-Aminopropanoic acid-3TMS	-0.90	0.011
22	Serine-3TMS	-0.33	0.008	62	Lactitol-9TMS	-0.91	0.009
23	Sorbose-meto-5TMS(2)	-0.33	0.078	63	Tyrosine-13C6-3TMS	-0.94	0.042
24	Glutamic acid-3TMS	-0.34	0.088	64	Adenine-2TMS	-0.99	0.000
25	Ribose-13C5-meto-4TMS	-0.36	0.016	65	Trehalose-8TMS	-1.02	0.005
26	Methionine-2TMS	-0.36	0.004	66	Uracil-2TMS	-1.10	0.000
27	Fructose-meto-5TMS(1)	-0.36	0.056	67	Isoleucine-2TMS	-1.17	0.009
28	Psicose-meto-5TMS(2)	-0.38	0.039	68	3-Phosphoglyceric acid-4TMS	-1.18	0.012
29	Ribose-meto-4TMS	-0.39	0.012	69	Cytosine-2TMS	-1.21	0.053
30	Fructose-meto-5TMS(2)	-0.39	0.045	70	Linoleic acid-TMS	-1.24	0.007
31	Niacinamide-TMS	-0.40	0.001	71	Pyridoxine-3TMS	-1.33	0.063
32	2-Deoxy-glucose-4TMS(1)	-0.41	0.009	72	Creatinine-3TMS	-1.34	0.000
33	Inosine-4TMS	-0.43	0.010	73	Adenosine-4TMS	-1.49	0.057
34	6-Phosphogluconic acid-7TMS	-0.43	0.029	74	Hydroxylamine-3TMS	-1.49	0.068
35	Sorbitol-6TMS	-0.43	0.017	75	Urocanic acid-2TMS	-1.52	0.024
36	Proline-2TMS	-0.43	0.001	76	2-Aminoadipic acid-3TMS	-1.95	0.078
37	Glucose-meto-5TMS(1)	-0.47	0.015	77	Ascorbic acid-4TMS	-2.22	0.023
38	Homocysteine-3TMS	-0.48	0.005	78	5-Methoxytryptamine-3TMS	-2.42	0.001
39	Threonine-3TMS	-0.50	0.008	79	3-Hydroxyisovaleric acid-2TMS	-2.58	0.060
40	Cysteine-3TMS	-0.54	0.026	80	3-Methylcrotonylglycine-2TMS	-2.83	0.012
				81	Glutamine-4TMS	-3.00	0.002
				82	Epinephrine-4TMS	-3.34	0.000
				83	Dihydrouracil-2TMS	-4.90	0.000

4 要約

仙台牛は、仙台黒毛和牛と比較し、脂肪の溶け始めから溶け終わりまでの吸熱量が少ないこと少ないことから、牛肉を口に入れた時、口溶けが良いことが期待できる。

牛肉の代謝性化合物では、仙台牛（平均 BMS No.が 10.3）は、仙台黒毛和牛（平均 BMS No.が 6.7）と比較し、核酸関連物質のヒポキサンチンやサトウキビ・テンサイに含有するグリコール酸が多い傾向であった。しかし、アミノ酸、糖類、糖アルコール、ヌクレオシド及び神経伝達物質等が有意に少ない或いは少ない傾向であった。

5 参考文献

- 1) メタボロミクス前処理ハンドブック（株式会社島津製作所）
- 2) Differential scanning calorimetry of porcine adipose tissues (K.Sasaki ら)
Meat Science 72 (2006)

6 協力研究機関

特になし

1 トップブランドに向けた「仙台牛」の差別化事業

2) 遺伝子評価の実用化

担当：青沼達也，渡邊智，植田郁恵，及川俊徳，千葉和義，高木理宏

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「遺伝子評価の実用化」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 Genomic BLUP 法（GBLUP法），及び血縁情報と SNP 情報により推定する Single-step genomic BLUP 法（ssGBLUP法）による評価手法について検討した。

2 試験方法

- 1) 分析サンプル：平成29年4月から令和3年1月までの間，仙台中央食肉卸売市場に上場された黒毛和種肥育牛3,925頭の枝肉から腎周囲脂肪を採取し，併せて産肉成績および血統情報を収集した。また，一般繁殖農家の繁殖雌牛および子牛（雄，雌）1,003頭から鼻腔内粘膜を採取した。遺伝子型判定は，illumina GGP BovineLD-24 v 4.0チップにより肥育牛2,649頭，繁殖雌牛および子牛687頭について30,105個のSNPデータを得た。
- 2) 脂肪酸組成測定：近赤外食肉脂質測定装置（S-7010，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。
- 3) 評価手法（分析1）：枝肉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，脂肪交雑）と脂肪酸組成（オレイン酸，SFA，MUFAの各割合）を対象形質とし，GBLUP法による育種価推定を行った。分散成分の推定はEM-REML法およびAI-REML法を用い，母数効果はと畜年次，月齢および月齢2乗とした。推定に使用したデータセットは，SNP情報および脂肪酸組成の情報を持つ全ての肥育牛1,076頭（trait-1,076），および1,076頭のうち脂肪酸組成3形質のいずれかの表型値が集団内の $\pm 3\sigma$ 以上の個体（外れ値）を除外した肥育牛1,051頭（trait-1,051）で構成した。使用したSNPは，30,105SNPsをソフトウェアBeagleにより34,481SNPsへ補完して分析に供した。
- 4) 評価手法（分析2）：脂肪酸組成を対象形質とし，表1，2，3の肥育牛データを用

い、ssGBLUP 法と GBLUP 法の比較検討を実施した。評価対象牛は、SNP 情報を保有する県有種雄牛 79 頭とした。評価方法は、ssGBLUP 法は性別（2 区分）、肥育農家（411 区分）、と畜年（11 区分）を母数効果、GBLUP 法は性別（2 区分）、肥育農家（254 区分）、と畜年（9 区分）を母数効果とし、両手法とも出荷月齢（1 次、2 次）を共変量、個体と残差を変量効果とした。ssGBLUP 法では、肥育牛から 5 世代遡った 15,491 頭の血縁情報を使用し、また個体間の関係行列（A 行列）と SNP 情報に基づくゲノム関係行列（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。使用した SNP は、30,105SNPs をソフトウェア Beagle により 34,481SNPs へ補完後、集団内のアリル頻度 1 の SNP を除き、34,474SNPs を解析に使用した。アリル頻度に基づく SNP のクオリティコントロールは実施していない。

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

表 1. 使用した肥育牛頭数

分析手法	ssGBLUP法	GBLUP法
SNPデータ	A	A
脂肪酸組成記録	A+B	A

A：SNPデータと表型値を有する肥育牛1,051頭

B：表型値のみを有する肥育牛2,066頭

表 2. 基本統計量（ssGBLUP 法）

		平均	標準偏差	最大	最小	頭数
オレイン酸	去勢	53.53	2.49	61.30	44.20	2369
	雌	54.76	2.32	59.80	45.50	748
SFA	去勢	37.57	3.25	48.80	29.60	2369
	雌	35.81	2.99	47.50	30.20	748
MUFA	去勢	60.80	3.17	68.90	49.70	2369
	雌	62.50	2.88	68.10	50.70	748
月齢	去勢	30.31	2.48	38.66	22.20	2369
	雌	30.62	1.58	39.34	25.39	748

表 3. 基本統計量（GBLUP 法）

		平均	標準偏差	最大	最小	頭数
オレイン酸	去勢	53.28	2.55	61.10	45.10	869
	雌	55.01	2.13	59.20	45.50	182
SFA	去勢	38.23	3.42	47.90	30.40	869
	雌	35.49	2.73	47.50	30.70	182
MUFA	去勢	59.96	3.32	68.90	49.70	869
	雌	62.53	2.68	67.50	50.70	182
月齢	去勢	29.48	3.11	35.90	22.20	869
	雌	30.54	1.66	39.34	25.39	182

3 結果および考察

(分析 1)

- ・青沼らが分析に使用した肥育牛 335 頭¹⁾ (trait-335) の遺伝的パラメータと比較した結果、脂肪酸組成 3 形質のいずれにおいても、評価頭数の増加に伴い遺伝率は低下した (表 4)。
- ・全国和牛登録協会 (全和登) が BLUP 法により推定した枝肉 6 形質および脂肪酸組成の育種価を保有する種雄牛 44 頭を対象として、BLUP 法と GBLUP 法の育種価の相関分析を実施した結果、枝肉 6 形質は評価頭数の増加に伴い相関係数も上昇し、一方で脂

脂肪酸組成は評価頭数每でばらつく結果となった(表5)。全国和牛能力共進会の審査基準の1つにもなっている MUFA に着目すると、外れ値を除外した trait-1,051 が最も高い結果となった。

(分析2)

- ・オレイン酸と MUFA の遺伝率は、両手法でほぼ同程度に推定された。SFA は、ssGBLUP 法が GBLUP 法と比較してやや高く推定された(表6)。
- ・評価を実施した種雄牛 79 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 43 頭を比較対象として、相関分析による推定精度の検証を実施した。両手法とも高い相関係数が得られ、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(表7)。また、全和登推定育種価の正確度が 0.70 を超える 28 頭で実施した場合も、同様の結果となった(表7)。

表4. 各データセットの遺伝的パラメータ

	分散成分	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	脂肪交雑	オレイン酸	SFA	MUFA
trait-355	遺伝分散	1531.886	48.641	0.299	0.117	0.968	0.290	3.623	6.007	5.318
	残差分散	863.262	40.857	0.394	0.373	1.302	0.501	2.933	3.431	2.930
	遺伝率	0.640	0.543	0.431	0.238	0.426	0.367	0.553	0.636	0.645
trait-1,051	遺伝分散	1351.351	70.075	0.270	0.210	1.502	0.348	1.785	2.914	2.692
	残差分散	1318.428	66.544	0.485	0.365	1.848	0.562	2.990	4.194	3.921
	遺伝率	0.506	0.513	0.357	0.365	0.448	0.383	0.374	0.410	0.407
trait-1,076	遺伝分散	1318.662	69.476	0.253	0.223	1.541	0.353	1.746	4.351	4.175
	残差分散	1345.992	69.982	0.499	0.355	1.887	0.570	3.385	10.331	10.072
	遺伝率	0.495	0.498	0.337	0.386	0.449	0.383	0.340	0.296	0.293

表5. 各データセットの BLUP 育種価と GBLUP 育種価の相関係数

	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	推定歩留	脂肪交雑	オレイン酸	SFA	MUFA
trait-355	0.884	0.777	0.682	0.351	0.519	0.691	0.796	0.591	0.559
trait-1,051	0.907	0.830	0.673	0.579	0.665	0.768	0.810	0.760	0.740
trait-1,076	0.910	0.843	0.695	0.590	0.686	0.779	0.859	0.409	0.431

表6. 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	2.211	2.340	3.113	2.595	2.781	2.610
残差分散	2.428	2.581	3.359	3.667	2.935	2.840
遺伝率	0.477	0.476	0.481	0.414	0.487	0.479

表 7. 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=43	0.897	0.788	0.884	0.729	0.879	0.769
n=28(acc>0.7)	0.923	0.805	0.917	0.717	0.908	0.809

4 要約

MUFA を対象とした BLUP 法と GBLUP 法の育種価の相関係数は、評価頭数の増加と外れ値の除外により上昇した。また、ssGBLUP 法と GBLUP 法を比較した結果、遺伝率はオレイン酸と MUFA では同程度、SFA では ssGBLUP 法でやや高く推定された。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 法が高かった。

5 参考文献

- 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)」青沼達也, 石黒裕敏, 渡邊智. 令和 29 年度 宮城県畜産試験場試験成績書・業務年報
- 2) 「効率的育種のための全ゲノム情報を活用する統計遺伝学的手法に関する研究」小野木章雄. 平成 27 年 3 月東京大学大学院農学生命科学研究科博士論文

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科

1 トップブランドに向けた「仙台牛」の差別化事業

3) 遺伝子評価による和牛改良速度の飛躍的向上

担当：植田郁恵・及川俊徳・高木理宏・青沼達也・渡邊智・千葉和義

1 はじめに

和牛の改良において、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。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を目指す。そのため、移植前に受精卵の一部を採取し遺伝子評価することを検討した。

2 試験方法

1) 受精卵の一部採取方法の検討

OPU または食肉市場由来の卵巣から採取した卵子を用いて IVF し、媒精から約 28 時間で卵割した 2 細胞期胚及び約 2~3 日で卵割した 8 細胞期胚をプロナーゼによる透明帯除去後にピペッティングにより割球を分離した。また、媒精から 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、栄養膜細胞を採取した。割球分離した 2 細胞期胚についてはその後の胚発生の検討を行った。分離後の 8 細胞期胚の割球、胚バイオプシー細胞および残りの胚は、NaOH 処理による DNA 抽出、REPLI-g mini kit (QIAGEN) による全ゲノム増幅 (WGA)、DNA 濃度測定および電気泳動による品質評価を行ない、牛胚性判別試薬キット Loopamp (栄研化学) 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) 胚盤胞期以降の胚のバイオプシー細胞による遺伝子評価

当场飼養の黒毛和種雌牛の OPU-IVF により作出した体外受精卵 (胚盤胞期~脱出胚盤胞期) 及び当场飼養の黒毛和種雌牛から過剰排卵処置後に採取した体内受精卵 (胚盤胞期) を供試した。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、栄養膜細胞の 10% 程度を採取した。バイオプシー後の残りの胚は 20% FBS 添加 M199 で一晚培養し、生存率を確認し、一部の胚は生存確認後、受精卵移植に供した。バイオプシー細胞および一部の残りの胚は、illustra Single Cell GenomiPhi DNA Amplification Kit (GE ヘルスケアジャパン) を用いて全ゲノム増幅 (WGA) 後、illumina Bovine LD チップを用いて SNP 型判定を行い、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。

またゲノム育種価を算出したバイオプシー細胞の残りの胚の移植により生まれた 3 頭の黒毛和種子牛の血液から SNP 解析及びゲノム育種価評価を行い、バイオプシー細胞との SNP データとゲノム育種価の一致状況を調べた。

3 結果および考察

1) 2 細胞期胚の割球分離では、胚盤胞期胚まで発生することは確認出来たが胚の品質低下の問題があった。8 細胞期胚の割球分離や胚盤胞期胚のバイオプシーでは、様々

な細胞数での WGA 及び SNP 型判定を試みたが、LAMP 法による性判別は可能であったが SNP 型判定では、SNP 解析精度の指標である Call rate の低い検体が多く、SNP 型判定可能な DNA 量が得られていない可能性が考えられた。

2) バイオプシー翌日の胚の生存率は 68.4% (26/38) であった。受精卵移植は新鮮胚 18 頭、ガラス化での凍結胚 2 頭で行った。新鮮胚で 2 頭(2/18)、凍結胚で 1 頭(1/2)が受胎し、受胎率は 15.0% であった。

SNP 型判定に用いたバイオプシー細胞 62 検体、残りの胚 22 検体の計 84 検体の Call rate を表 1 に示した。Call rate 90% 以上は全体の 70% であった。

バイオプシー細胞と残りの胚 22 組の SNP 型一致率を表 2 に示した。一致率 90% 以上は 12 組であり、それぞれの組のバイオプシー細胞と残りの胚はいずれも Call rate 90% 以上(92.2~99.6%) であった。残り 10 組の一致率は 15.2~89.8% であり、それらの Call rate は 23.2~96.4% であった。バイオプシー細胞と残りの胚の組でどちらも Call rate が高い場合には一致率も高いが、バイオプシー細胞と残りの胚のどちらも、あるいはいずれかの Call rate が低い場合には一致率も低くなると考えられた。この 22 組について SNP データから算出した枝肉 6 形質のゲノム育種価を比較した。比較した 6 形質のうち、脂肪交雑について図 1 に示した。SNP 一致率 90% 以上の 12 組のゲノム育種価は、概ね一致していたが、SNP 型一致率が低い場合にはばらつきが大きかった。これは他の 5 形質についても同様であった。

次に、SNP 解析後にゲノム育種価を算出したバイオプシー細胞の残りの胚の移植により生まれた子牛 3 頭とバイオプシー細胞との SNP データとゲノム育種価の一致状況について、バイオプシー細胞と産子の Call rate 及び SNP 型一致率は表 3 に示すとおりであり、一致率は 3 組とも 90% 以上であった。また、ゲノム育種価評価値の差を表 4 に示したが、ゲノム育種価を算出する際に用いた肥育牛 5,915 頭のデータの標準偏差と比較しても、いずれの評価値の差もこれらの差より小さく、概ね一致していると考えられた。

以上のことから、バイオプシー細胞と残りの胚のどちらも SNP 解析において Call rate が高い場合には SNP 型一致率も高く、その後のゲノム育種価も概ね一致するが、Call rate が低い場合は信頼できる値を得られないことが確認できた。このことについては、産子との比較においても同様の成績であった。

今後はバイオプシー細胞による SNP 解析精度のさらなる向上のための検討及び、遺伝子評価後に胚を移植する必要があるため、バイオプシー細胞の残りの胚の修復培養方法や凍結方法について検討を進める必要がある。

表1 サンプル全体の Call rate

	<50%	50-80%	80-85%	85-90%	90-95%	95%<	total
all	8	9	5	3	13	46	84
SOV* ¹	1	2	0	0	2	17	22
OPU* ²	7	7	5	3	11	29	62

*1: 体内受精胚(過剰排卵処理・採卵による) *2: 体外受精胚(OPU-IVFによる)

表2 バイオプシー細胞と残りの胚の SNP 型一致率

	<50%	50-80%	80-85%	85-90%	90-95%	95%<	total
all	3	4	0	3	2	10	22
SOV* ¹	1	1	0	1	0	7	10
OPU* ²	2	3	0	2	2	3	12

*1: 体内受精胚(過剰排卵処理・採卵による) *2: 体外受精胚(OPU-IVFによる)

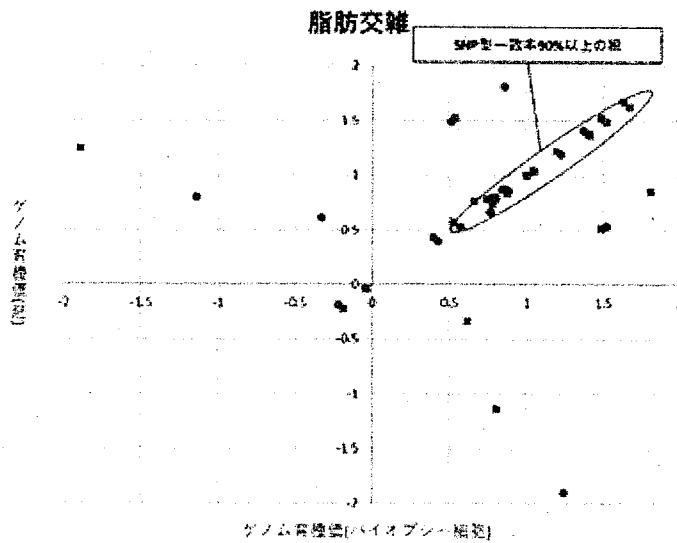


図1 バイオプシー細胞と残りの胚のゲノム育種価

表3 バイオプシー細胞と産子の Call rate と SNP 型一致率

No.	Call rate(%)		SNP型一致率 (%)
	バイオプシー細胞	産子(血液)	
1	96.4	99.6	96.3
2	98.3	99.9	96.7
3	92.9	100.0	91.3

表4 ゲノム育種価評価値のバイオプシー細胞と産子との差

No.	板肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	推定歩留	脂肪交雑
1	0.501	1.007	0.016	0.009	0.123	0.045
2	0.302	0.790	0.017	0.066	0.145	0.100
3	4.593	0.645	0.002	0.014	0.117	0.037
(参考)						
肥育牛5,915頭 ゲノム育種価評価値の標準偏差						
	板肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	推定歩留	脂肪交雑
	38.273	6.582	0.442	0.383	0.938	0.673

4 要約

移植前の受精卵の一部を採取し遺伝子評価することを検討した結果、胚盤胞期以降の胚を用いてバイオプシーによる SNP 解析を実施した。バイオプシー細胞と残りの胚の SNP 解析では Call rate が高い組では SNP 型一致率が高く、ゲノム育種価も概ね一致していた。生まれた子牛との比較でも同様の成績であった。

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

2 肉用牛における新たな経済形質のゲノミック評価に関する研究

担当：青沼達也，渡邊智，千葉和義，高木理宏

1 はじめに

肉用牛の生産性の更なる向上を図るために，遺伝的能力評価の活用による改良手法の高度化を図り，生産現場での利用を推進する必要がある。しかし，生産現場の関心が高い飼料利用性や繁殖形質のゲノミック評価は，表型値の収集難易度が高く，取組が遅れており，特に，雄牛の繁殖形質すなわち精液性状や精子運動性等については，客観的指標に基づいた知見が少ない。そのため，ゲノミック評価を利用した改良に先立ち，雄牛の繁殖形質に関する知見を深めることを目的とし，環境要因の1つである気温（季節）が雄牛繁殖形質に及ぼす影響について調査した。

2 試験方法

1) 調査項目

基本統計量を表1に示した。精液性状形質のうち，採精直後の精液（原精液）のpH，精子濃度（億/ml），尾部奇形率（%），原精液および凍結融解後の精液（凍結精液）の精子活力（+++），運動精子率（%），直進精子率（%），運動精子曲線速度（VCL）（ $\mu\text{m}/\text{秒}$ ），運動精子直進性（%）を対象とした。また耐凍性の指標として，精子活力，運動精子率，直進精子率，運動精子VCL，運動精子直進性の凍結融解後の低下度合い（原精液と凍結精液の差）も併せて対象とした。

pHは採精直後の精液をpH試験紙（ADVANTEC）に滴下し，標準変色表と比較して数値化した。精子活力は，採精直後の精液を37℃加温板上で精液性状検査板（富士平工業）に滴下し，正立顕微鏡を用いて目視により数値化した。その他の項目は精子運動解析システムIVOS II（HAMILTON THORNE）を用いて数値化した。

なお，凍結精液の精子数は原精液の精子数と希釈濃度に，奇形率は原精液の奇形率に各々依存するため，本検討の調査対象から除外した。

2) 供試牛と採精記録

当场繫養種雄牛のうち，2019年4月から2020年11月の間の採精記録を20回以上持つ11頭を対象とした。ただし，2019年度および2020年度の調整交配牛の記録，すなわち，若齢かつ短期間で集中的に採精した記録は除外した。その他，下記の条件に該当する記録を除外した。

- (1) 前回の採精日から90日以上空いた記録
- (2) 原精液での運動精子率37%未満（全記録内の -3σ 未満）の記録
- (3) 試験用添加物を使用または試験用希釈液を使用した記録
- (4) 同日2回採精した際の，2回分の精液を混ぜて凍結した凍結精液の記録
- (5) 凍結融解後の低下度合いが負の値となる記録

3) 気温（季節）の効果

気温の効果を調査するために，地域気象観測システム（アメダス）古川観測所の2015

年から2019年の月別平均気温（図1）に基づき、採精月を4から5月および10から11月（春・秋；平均気温5℃以上18℃未満）、6から9月（夏；平均気温18℃以上）、12から3月（冬；平均気温5℃未満）の3区分に分類した。

4) 統計処理

精液性状を目的変数、種雄牛（11頭）および採精時季節（3区分）を固定効果、採精時の年齢を共変量とし、固定効果の交互作用も考慮して分散分析を実施した。有意水準5%未満の場合は、最小二乗平均値を用いてTukey-Kramerの多重比較検定を実施した。

表1. 基本統計量

	精液性状形質	観測数	平均	標準偏差	最小値	最大値
原精液	pH	689	6.77	0.22	6.20	7.60
	精子濃度(億/ml)	689	13.37	6.98	1.89	74.40
	尾部奇形率(%)	689	20.87	15.35	3.00	97.40
	精子活力(+++%)	689	77.99	7.04	50.00	90.00
	運動精子率(%)	689	77.43	11.77	37.40	96.50
	直進精子率(%)	689	52.35	11.54	21.40	82.20
	運動精子VCL(μ m/秒)	689	236.40	26.53	146.13	302.62
	運動精子直進性(%)	689	52.36	5.22	30.87	87.30
凍結精液	精子活力(+++%)	520	41.66	8.50	5.00	55.00
	運動精子率(%)	520	66.74	11.04	30.60	87.60
	直進精子率(%)	520	25.69	8.30	5.90	51.90
	運動精子VCL(μ m/秒)	520	179.60	22.76	37.03	263.79
	運動精子直進性(%)	520	38.42	5.94	10.48	88.40
凍結融解後 低下度合い	精子活力(%)	429	38.57	7.63	20.00	70.00
	運動精子(%)	429	15.59	8.40	0.90	49.30
	直進精子(%)	429	30.29	10.35	0.60	63.30
	運動精子VCL(μ m/秒)	429	64.57	33.33	0.00	150.45
	運動精子直進性(%)	429	14.09	5.85	0.00	51.17

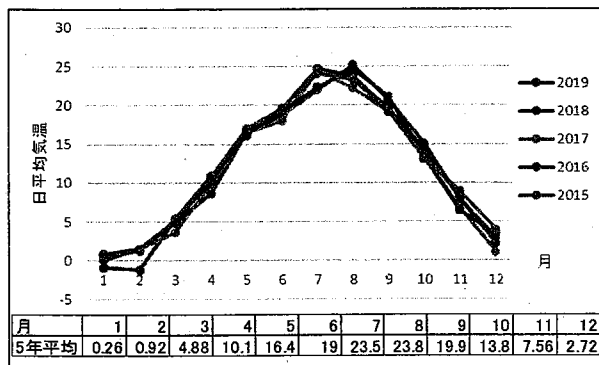


図1. 過去5年間の平均気温の推移

3 結果および考察

1) 分散分析結果について

pHから運動精子直進性(%)までの精液性状形質8形質のうち、全ての形質で種雄牛の効果が、5形質で季節の効果が、さらに2形質で交互作用が認められた(表2)。

2) 季節の効果について

原精液について、精子濃度は冬が夏と比べて有意に高い値を示した(図2)。運動精子率は夏が春・秋および冬と比べて有意に高く、また春・秋が冬と比べて高い傾向を示した(図3)。直進精子率は夏が春・秋および冬と比べて有意に高い値を示した(図3)。尾部奇形率は夏が春・秋と比べて有意に高く、同時に冬と比べて高い傾向を示した(図3)。

凍結精液について、精子活力は春・秋が夏と比べて有意に高い値を示した(図4)。

運動精子率の低下度合いは夏が冬と比べて有意に高く、同時に春・秋と比べて高い傾向を示した (図 5)。

牛は夏から秋にかけて夏季不妊症により精液性状の悪化や受胎率の低下が起こるとされており¹⁾、体外受精を用いた研究においても、暑熱ストレスが精子の運動性や活性の低下を引き起こすことが報告されている²⁾。しかし、本研究における原精液の運動精子率や直進精子率は、夏が他の季節と比較して高い傾向を示し、これまでの報告とは異なる結果を示した。一方で、凍結融解後の低下度合いは、夏が他の季節と比較して高かったことから、採精および飼養管理時の気温が、精子運動性や耐凍性に影響を及ぼした可能性が考えられる。

なお、凍結精液の検査時においては、凍結融解直後に精液を IVOS II 装置内へ導入し、検査中の装置内は 37°C に保たれていたことから、凍結融解時の外気温による暑熱ストレスの影響は小さいと考えられる。

3) 交互作用について

交互作用が認められた 2 形質のうち、原精液の精子濃度は 2 頭の種雄牛において、同一種雄牛内での季節間差が認められた (図 6)。また、凍結精液の直進精子率は 1 頭の種雄牛で季節間差が確認された (図 7)。交互作用が有意であることから、季節すなわち気温が精液性状に及ぼす影響は種雄牛ごとに異なることが示唆された。

表 2. 分散分析表

精液性状形質	固定効果		
	種雄牛	季節	交互作用
pH	**	NS	NS
精子濃度(億/ml)	**	*	**
尾部奇形率(%)	**	*	NS
精子活力(+++%)	**	NS	NS
運動精子率(%)	**	**	NS
直進精子率(%)	**	**	NS
運動精子VCL(μ m/秒)	**	NS	NS
運動精子直進性(%)	**	†	NS
精子活力(+++%)	**	*	NS
運動精子率(%)	**	NS	NS
直進精子率(%)	**	NS	**
運動精子VCL(μ m/秒)	**	†	NS
運動精子直進性(%)	**	†	NS
精子活力(+++%)	**	NS	NS
運動精子率(%)	**	**	NS
直進精子率(%)	**	NS	NS
運動精子VCL(μ m/秒)	**	NS	NS
運動精子直進性(%)	**	NS	NS

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, † : $p < 0.10$, NS : 有意差なし

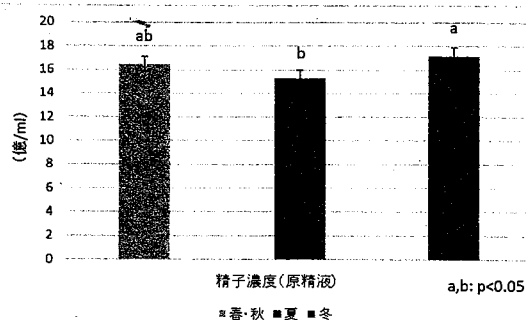


図 2. 原精液精子濃度の季節間差

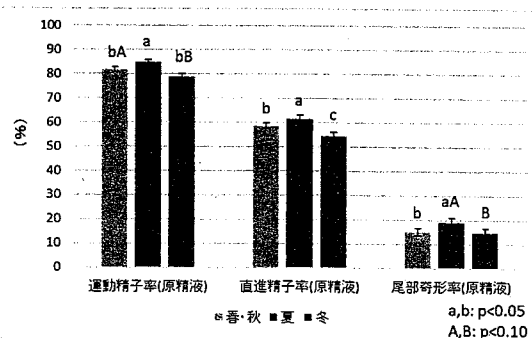


図 3. 原精液精子運動性関連形質の季節間差

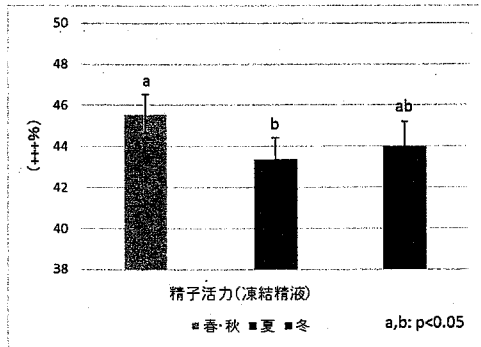


図 4. 凍結精液精子活力の季節間差

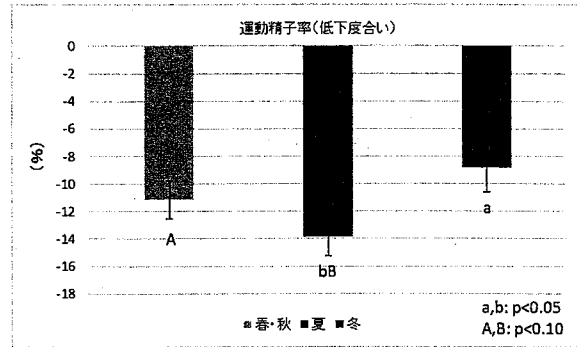


図 5. 運動精子率低下度合いの季節間差

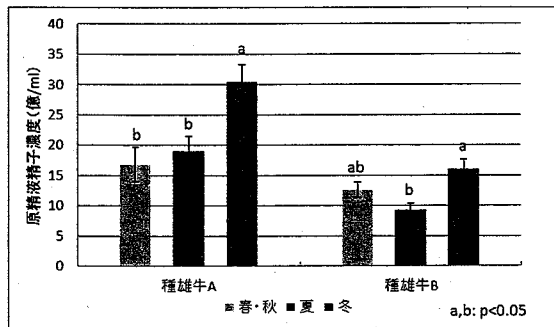


図 6. 原精液精子濃度の種雄牛毎季節間差 (抜粋)

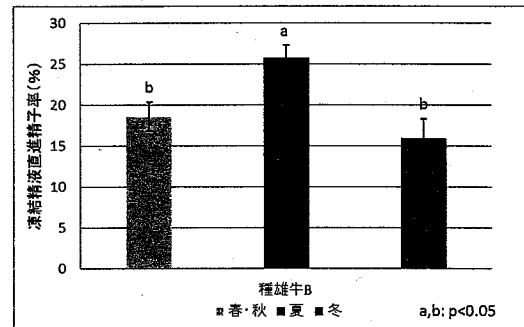


図 7. 凍結精液直進精子率の種雄牛毎季節間差 (抜粋)

4 要約

精液性状を対象として種雄牛の効果，月別平均気温に基づいて分類した季節の効果を検証した結果，全ての形質で種雄牛の効果が，複数の形質で季節の効果と交互作用が認められた。精液性状は種雄牛間差があるほか，気温が及ぼす影響は種雄牛ごとに異なることが示唆された。

5 参考文献

- 1) 「獣医繁殖学 第3版」文永堂出版。
- 2) 「暑熱ストレスと牛の繁殖性」阪谷美樹. 家畜感染症学会誌 7 卷 2 号 (2018)

6 協力研究機関

一般社団法人家畜改良事業団

3 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

担当：植田郁恵，及川俊徳

1 はじめに

近年、生体からの経膣採卵 (OPU) -体外胚生産 (IVP) 技術が畜産現場でも実施される機会が増えている。OPU はホルモン製剤を投与しなくても繰り返し実施することが可能であるが、OPU 実施前にブタ下垂体由来卵胞刺激ホルモン (pFSH) 製剤を投与すると良質な卵子が採取されること、卵胞が大きくなり作業がスムーズに行えることなどがメリットとしてある。ホルモン製剤の投与は過剰排卵処理で用いられている投与量で連続して OPU を実施した場合にはウシ生体への影響が考えられるが、我々の先行研究において比較的 low 容量で連続して実施可能であることを明らかにした。しかし、良質卵子の採取や採取卵子数の増加等の成績を得ることは出来なかった。

今回、除放性及びドラッグデリバリーシステムが備わっていることが知られているヒアルロン酸製剤を pFSH 製剤に添加し、OPU 実施前に投与することによって卵巣反応および採取卵子の体外受精による胚発生成績に及ぼす影響を検討した。

2 試験方法

1) 実験 I OPU 前のヒアルロン酸製剤添加 pFSH 製剤投与による採取卵子成績及び体外受精成績の検討

我々の先行研究結果から、ホルモン製剤の投与は OPU 実施 48 時間前とし、pFSH 製剤 8 アーマーユニット (AU) を生理食塩水 4ml で溶解し筋肉内に投与する FSH 区を設定し、試験区として pFSH 製剤 8AU を生理食塩水 4ml で溶解し、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) 4ml を加え筋肉内に投与する FSH-HA 区を設定した。対照区としては pFSH 製剤未投与区を設定した。この 3 区を当场で飼養する黒毛和種繁殖雌牛 6 頭を用いて実施した。OPU 実施前に卵胞数をサイズ別に計測した。採取した未成熟卵子は卵丘細胞の付着の程度で分類した (A ランク：卵丘細胞が 4 層以上付着、B ランク：卵丘細胞が 2~3 層付着、C ランク：卵丘細胞が 1 層付着、D ランク：卵丘細胞が部分的に付着、変性 (degenerated)：卵細胞質が不均一で変性、裸化 (denuded)：卵丘細胞がまったく付着していない、膨化卵子 (expanded)：卵丘細胞が膨化)。採取卵子のうち、A~D ランクの卵子を体外受精に供した。未成熟卵子の体外成熟培地は牛胎子血清 (FBS)、上皮成長因子 (Epidermal Growth Factor:EGF)、卵胞刺激ホルモン (FSH)、ピルビン酸ナトリウムおよびゲンタマイシンを加えた Medium199 を使用し、38.5℃、5% CO₂、95% 空気で約 22 時間成熟培養を実施した。体外受精は当场繫養の黒毛和種雄牛 1 頭の凍結精液を使用し、媒精はカフェインおよびヘパリン添加 mTALP 液を使用し、38.5℃、5%CO₂、95%空気で約 6 時間培養した。発生培地は BSA 添加 mSOF 培地を使用し、38.5℃、5%CO₂、5%O₂、90%N₂ で体外受精後 8 日目まで培養を継続した。調査項目は OPU 実施前の卵胞数、採取卵子数、培養卵子数および胚発生成績とした。

2) 実験Ⅱ 現場での実証試験

みやぎ農業振興公社白石牧場で飼養する黒毛和種繁殖牛をランダムに選定し OPU 実施 48 時間前に pFSH 製剤 8AU を生理食塩水 4ml で溶解し、ハイオネート 4ml を加え筋肉内に投与し OPU を実施した。採取した未成熟卵子は当场に輸送し体外受精を実施し胚発生成績を検討した。採取した未成熟卵子の輸送については、昨年度検討した輸送ボックスを用いた。すなわち、採取した未成熟卵子は実験Ⅰと同様の体外成熟培地とともにポリスチレン製チューブに入れ、アネロパック CO₂ でガス制御を行い、iP-TEC 定温輸送ボックスで保温しながら輸送した。輸送後の成熟培養、体外受精および発生培養は実験Ⅰと同様の方法で実施し、OPU 実施前の卵胞数、採取卵子数、卵割および胚発生成績を調査した。また、体外受精後 7~8 日目の胚盤胞期胚を受胎牛に移植し、その受胎成績を調べた。

3 結果および考察

1) 実験Ⅰ

OPU 実施前の卵胞の大きさ別の分布割合を図 1 に示した。中卵胞率は、対照区と比較して FSH-HA 区及び FSH 区が有意に高い成績であった。小卵胞率は、対照区が他の 2 区と比較して有意に高い成績であった。我々の先行研究においても pFSH8AU を投与した場合に未投与の場合と比較して中卵胞率が大きく、小卵胞率は未投与の場合が高い成績であったが、本研究においても同様の成績であり、pFSH 製剤を投与することで中卵胞の割合が高くなることが明らかになった。

OPU 及び胚発生成績を表 1 に示した。OPU 時の採取卵子数については有意な差は認められなかったが、卵子採取効率は FSH-HA 区は対照区よりも有意に高い成績であった。体外受精に用いる培養卵子数に有意な差は認められなかったが、培養卵子割合において FSH 区は対照区と比較して有意に高い成績であった。胚発生成績においては、体外受精に供した卵胞の割合は FSH 区が対照区と比較して有意に高い成績であった。体外受精後 7 日目の胚盤胞率は FSH-HA 区が対照区と比較して有意に高い成績であった。これはヒアルロン酸製剤の pFSH 製剤に対する徐放性の効果が影響していると考えられるが、8 日目の胚盤胞率には有意な差は認められなかった。

2) 実験Ⅱ

黒毛和種繁殖牛 6 頭を供試した OPU および胚発生成績を表 2 に示した。実験Ⅰの FSH-HA 区と同様の成績を示した。また、新鮮胚を 6 頭に移植し、1 頭が受胎した。

以上のことから OPU 実施前に投与する pFSH 製剤にヒアルロン酸製剤を添加することで、OPU 時の卵子採取効率が向上し、体外受精後の胚発生成績の向上が期待できるが、今後ヒアルロン酸製剤の pFSH 製剤に対する徐放効果と胚発生に及ぼす影響についてさらなる検討が必要である。

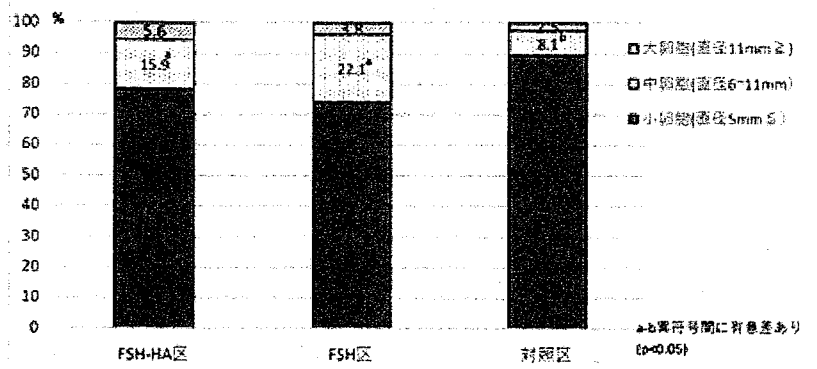


図1 実験 I における OPU 実施前卵胞のサイズ別分布割合

表1 実験 I における OPU および胚発生成績

試験区	FSH-HA区	FSH区	対照区
OPU実施回数	6	6	6
平均卵胞数	32.5 ± 2.7	39.2 ± 5.0	32.8 ± 3.7
大卵胞(直径11mm以上)	1.8 ± 0.5	1.5 ± 0.3	0.8 ± 0.3
中卵胞(直径6~11mm)	5.2 ± 1.8	8.7 ± 5.7	2.7 ± 0.9
小卵胞(5mm以下)	25.5 ± 3.8	29.0 ± 3.9	29.3 ± 3.9
平均採取卵子数	25.8 ± 2.8	28.3 ± 3.1	21.8 ± 4.1
卵子採取効率(%)	79.5 ^a	72.3 ^{ab}	66.5 ^b
平均培養卵子数	21.2 ± 1.7	24.7 ± 3.0	16.8 ± 3.3
培養卵子割合(%)	81.9 ^{ab}	87.1 ^a	77.1 ^b
平均受精卵子数	9.5 ± 1.7	9.8 ± 2.8	7.2 ± 1.8
卵割率(%)	66.1	63.0	58.6
平均胚盤胞数(受精後7日目)	6.5 ± 1.8	6.7 ± 2.5	3.0 ± 1.3
胚盤胞率(%)	30.7 ^a	27.4 ^{ab}	18.2 ^b
平均胚盤胞数(受精後8日目)	8.8 ± 1.6	8.3 ± 2.8	5.7 ± 1.1
胚盤胞率(%)	41.7	34.2	34.3

a-b異なる符号間には有意差あり(P<0.05)

表2 実験 II における胚発生成績および受胎成績

供試頭数	卵胞数	採取卵子数(%)	培養卵子数(%)	卵割卵子数(%)	胚盤胞数(%)	胚移植		
						移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
6	190	150(78.9)	120(80.0)	85(70.8)	49(40.8)	6	1	(16.7)

4 要約

OPU 実施前に投与する低容量の pFSH 製剤にヒアルロン酸製剤を添加することで、OPU 時の卵子採取効率が向上し、体外受精後 7 日目の胚盤胞率が未投与と比較して高かった。また、現場での実証実験においても同様の成績を示した。

5 参考文献

- 1) 及川俊徳・板橋知子・沼邊孝, 東北畜産学会報, 66(3), 57~64, 2017.
- 2) Yu-Jin Jin et al., Journal of Pharmaceutical Investigation, Vol. 40, Special issue, 33~43, 2010.

6 協力研究機関

みやぎ農業振興公社白石牧場

4 遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い豚の特色を引き出す飼養管理技術の検討

担当：高森広典，吉野淳良，大庭康彦，岡 希，高橋伸和
佐久間晶子，庄司宙希，鈴木英作，氏家 哲

1 はじめに

豚肉の輸入量が増加している中，国産豚肉と輸入豚肉の差別化及び競争力強化は緊急の課題であり，豚肉の「おいしさ」を向上させる技術開発が広く求められている。本県では，筋肉内脂肪含量の高いデュロック種系統豚「しもふりレッド」を維持・増殖しているが，この特色を生かした新たな差別化につながる飼養管理技術を開発することは意義が大きい。本研究では，筋肉内脂肪含量の高い豚肉の保水性や香りの好ましさ等の差別化につながる飼料原料候補を選定することを目的として，カキ殻やホヤ殻等の水産未利用資源を「しもふりレッド」に給与し，発育，枝肉成績及び肉質に与える影響について検討した。また，リノール酸に代表される多価不飽和脂肪酸は，酸化されやすいことが知られており，豚肉中のリノール酸割合を低下させることにより，豚肉の臭みを低減させることが期待されていることから，「しもふりレッド」に玄米や脂肪酸組成の異なる油脂を添加した飼料を給与して脂肪酸割合が異なる肉を作出し，香りに関連する指標に及ぼす影響を検討した。

2 試験方法

1) 水産未利用資源が「しもふりレッド」の発育，枝肉及び肉質に及ぼす影響

(1) 材料及び飼養方法

平成 28 年度は，ホヤ殻乾燥粉末（ホヤ殻区 6 頭）及びカキ殻乾燥粉末（カキ殻区 6 頭）を肥育後期飼料（TDN76%，CP13.5%）に 1% 添加し，体重 70 kg から出荷前約 115 kg まで「しもふりレッド」に給与し，発育，枝肉及び肉質に与える影響を検討した。対照区（6 頭）には，慣行の肥育後期飼料のみを給与した。また，ワカメ茎乾燥粉末（ワカメ茎区 6 頭）を同様に肥育後期飼料（TDN76%，CP13.5%）に 1% 添加し，慣行の肥育後期飼料のみを給与した対照区（5 頭）と発育，枝肉及び肉質について比較した。

平成 29 年度は，背脂肪厚の低減効果が認められたホヤ殻乾燥粉末について，添加割合を 2 水準（1% 及び 2%）設けて，背脂肪厚低減効果の再現性と適正給与水準の検討を行った。

平成 30 年度は，供試豚の性別を揃え，さらに背脂肪が厚くなりやすい夏期に背脂肪厚低減効果の再現性を検討した。供試豚は，「しもふりレッド」の去勢豚を用い，体重 70 kg から出荷前約 115 kg まで，試験区には慣行の肥育後期飼料（TDN76%，CP13.5%）にホヤ殻乾燥粉末を 1%（1% 区）及び 2%（2% 区）添加し，給与した。対照区には，慣行の肥育後期飼料のみを給与した。飼養形態は単飼・不断給餌・自由飲水とした。調査期間は，平成 30 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，一日平均増体量（DG），総飼料摂取量（FI），飼料要求率（FCR）について調査した。平成 30 年度に行ったホヤ殻給与試験では，70kg 及び 115kg 到達時に超音波探傷器（EPOCH650，オリンパス株式会社，東京）を用いて P2 点の背

脂肪厚を測定した。また、115kg 到達時に採血を実施し、血清中の酸化ストレス度 (d-ROMs テスト) 及び抗酸化力 (BAP テスト) について、株式会社江東微生物研究所に分析を委託した。枝肉調査は、約 115kg で出荷し、24 時間絶食後と殺し、枝肉を 24 時間放冷後、枝肉重量、と体長、ロース長、と体幅、背脂肪厚 (カタ、セ、コシ、1/2) 及び第 4~5 胸椎部のロース断面積について調査した。肉質調査は、24 時間放冷後の枝肉の 4-5 胸椎部位から 6 胸椎分のロース肉を採材して行った。ロース肉を約 40g スライスした肉片を標本ケースにぶら下げ、冷蔵庫内で 24 時間及び 48 時間放置した。その後、それぞれの時間に肉片の重さを測定することにより、自然に流出する肉汁の割合を算出し、ドリップロスとした。また、約 30g の筋繊維方向に沿って長方形に整形したロースの肉片を 2 個採材し、それぞれ真空包装した後、70℃の温湯中で 30 分加熱した。その後、30 分流水に浸して冷却し、水分を拭き取り加熱前後の重量を測定し、加熱損失率 (クッキングロス) とした。さらに、カラーアナライザー色差計 (TES-135A プラス、株式会社佐藤商事、神奈川) を用いて、筋肉色、脂肪色を測定した。ロース肉の脂肪含量、脂肪酸組成、遊離アミノ酸含量、チオバルビツール酸反応性物質 (TBA) 価、アスタキサンチン濃度及び背脂肪内層の脂肪酸組成については、一般財団法人日本食品分析センターに分析を委託した。試験結果の統計処理は、SAS の GLM プロシジャを用いて分散分析及び多重比較を行った。

2) 脂肪酸割合が異なる飼料が豚肉の香りに関連する指標に及ぼす影響

(1) 材料及び飼養方法

令和元年度は、リノール酸割合が異なる豚肉を作出するために、とうもろこし主体の飼料 (対照区)、とうもろこしを玄米で代替した飼料 (玄米区) 及びとうもろこし主体の飼料にコーン油を 2.3% 添加した飼料 (コーン油区) と 3 種類の肥育後期飼料を設計し、調整した。供試豚は、「しもふりレッド」の去勢豚を用い、各区 6 頭ずつ配置した (試験期間中に 1 頭廃用)。体重約 30 kg から 70 kg まで肥育前期飼料 (TDN78%, CP16%) を給与し、体重 70 kg から馴致期間を 1 週間設け、試験用肥育後期飼料の給与を開始した。飼養形態は単飼、不断給餌、自由飲水とした。なお、肥育試験は、令和元年 6 月~9 月に実施した。

令和 2 年度は、令和元年度と同様の方法で、3 種の脂肪酸割合の異なる飼料を給与した。供試豚は、「しもふりレッド」の去勢豚を用い、対照区、玄米区及びコーン油区に各 6 頭ずつ配置した。なお、肥育試験は、令和 2 年 6 月~9 月に実施した。

(2) 調査項目

本試験で使用した飼料の水分、粗タンパク質、粗脂肪、可溶無窒素物、粗繊維、粗灰分、総エネルギー、ビタミン E 及び脂肪酸組成は、一般財団法人日本食品分析センターに分析を委託した。試験開始後 1 週間毎に体重を測定し、一日平均増体量 (DG)、飼料摂取量 (FI)、飼料要求率 (FCR) 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。枝肉を 24 時間放冷後、枝肉重量、と体長、ロース長、と体幅、背脂肪厚及び第 4~5 胸椎部のロース芯面積の測定を行った。肉質調査は、24 時間放冷後の枝肉の第 4~5 胸椎部位から 9 胸椎分のロース肉を採材後、4℃で冷蔵保存し、と畜後 4 日目に試料の調製を行った。調整当日にロース肉を約 40 g スライスした肉片を標本ケースにぶら下げ、4℃の冷蔵庫内で 24、48 及び 72 時間放置した。それぞれの時間に肉片の重さを測定することにより、自然に流出する肉汁の割合を算出し、ドリップロスとした。また、約 25 g の長方形に整形した

ロースの肉片を2個採材し、ビニール袋に密封し、70℃の温湯中で30分加熱した。その後、30分以上流水に浸して冷却し、加熱した肉片を筋繊維方向に沿って厚さ1cm程度に整形後、円筒形プランジャーを装着したテンシプレッサーを用いて物理的特性（Tenderness（軟らかさ）、Pliability（しなやかさ）、Toughness（噛み応え）、Brittleness（脆さ））を測定した。筋肉色及び脂肪色については、カラーアナライザー色差計（TES-135A プラス、株式会社佐藤商事、神奈川）を用いて測定した。また、ロース芯 pH を測定した。クッキングロス及び剪断力価の測定は、ロース部分肉を真空包装後、-20℃で保存し、その後国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産研究部門に冷凍輸送し、実施した。4 cm×4 cm×2 cm の肉片を2片切り出した後、重量を記録し、T型熱電対センサを肉片の中心部に挿入し、72℃の恒温槽にて中心温度が71℃に到達するまで加熱後、肉片を30分以上流水で冷却してから秤量し、加熱前の肉片重量に対する損失した重量の割合をクッキングロスとした。続いて、加熱済み試料を用いて直径1/2インチのコアを筋線維方向に対して並行になるよう1片から3~4本調整し、Warner-Blatzler 測定用の器具を取り付けた万能材料試験機（インストロン 5542、インストロン社、USA）にて剪断力価を測定した。ロース肉の脂肪含量並びに背脂肪内層の脂肪酸組成、酸価、過酸化値、カルボニル価、チオバルビツール酸反応性物質（TBA）価、ヨウ素価及び上昇融点は、ロース部分肉を真空包装後、-20℃で保存し、一般財団法人日本食品分析センターに冷凍輸送し、分析を委託した。令和元年度の試験では、豚肉の保存期間中における脂質酸化物（TBARS）濃度の変化を評価した。ロース肉から胸最長筋を4 cm×4 cm×2 cm に切り出し、肉汁吸収シートを設置したトレイに乗せて酸素透過型ポリ塩化ビニルフィルムで覆った後、LED 照明下で4℃に設定した冷蔵庫中にて7日間保存した。0、1、3、7日目の肉片についてTBARS濃度を測定した。令和2年度は、加熱後のロース肉中における脂質酸化物により香り（臭み）に関連する指標に及ぼす影響を検討した。クッキングロスの測定で使用した加熱後のロース肉を用いてTBARS濃度を測定した。また、令和元年度と同様の方法で7日間冷蔵保存したロース肉について、脂質過酸化物の測定を一般財団法人日本食品分析センターに委託した。試験結果の統計処理は、全てEZR（自治医科大附属さいたま医療センター、埼玉）を用いて分散分析及び多重比較を行った。

3 結果および考察

1) 水産未利用資源が「しもふりレッド」の発育、枝肉及び肉質に及ぼす影響
ホヤ殻乾燥粉末、カキ殻乾燥粉末及びワカメ茎乾燥粉末を肥育後期飼料に1%添加し、「しもふりレッド」へ給与したところ、ホヤ殻乾燥粉末とカキ殻乾燥粉末の添加により枝肉の背脂肪が有意に薄くなった（表1、表2）。一方、発育成績や肉質への影響は認められなかった。次に、ホヤ殻乾燥粉末を肥育後期飼料に1%及び2%添加し、給与したところ、1%及び2%添加区では背脂肪がやや薄くなったものの有意差は認められなかった。そこで、供試豚を全て去勢豚で揃え、夏期に再度ホヤ殻乾燥粉末の添加試験を実施した。その結果、枝肉の背脂肪については、各区間に有意差が認められなかったものの（表3）、2%区において、体重90~115kg間の背脂肪厚の増大の程度が有意に小さくなった（表4）。一方、発育成績や肉質への顕著な影響は認められなかった（表5、6）。また、脂質過酸化物の指標であるTBA価は検出限界以下であった。ロース肉中からアスタキサンチンは検出

されなかった。血中の酸化ストレス度及び抗酸化力については有意差が認められなかった(表7)。

ホヤ殻は、セルロースで構成されており、繊維成分を多く含むことが知られている。また、ホヤから抽出した脂溶性成分には、抗肥満作用を示すカロテノイドとして注目されているフコキサンチンと同系統のカロテノイド類であるフコキサンチノールやハロシンチアキサンチンが含まれており、これをマウスに投与するとLDLコレステロールの低下などの抗肥満作用を示すことが報告されている¹⁾。以上のことから、ホヤに含まれる繊維成分やカロテノイド類が複合的に作用し、背脂肪厚の低減に効果を示したと推察された。「しもふりレッド」は、筋肉内脂肪含量が高い反面、背脂肪が厚くなる傾向がある。ホヤ殻の添加給与により、筋肉内脂肪含量が高い特色を維持したまま、厚脂を抑制する効果が期待できる可能性が示された。

これまで豚肉の酸化抑制を目的として、カテキンやポリフェノールなどの抗酸化能を有する成分を飼料に添加し、給与する事例が報告されている^{2, 3, 4)}。ホヤの身や殻に含まれるアスタキサンチンは、 α -トコフェロールと同等、あるいはそれ以上の高い脂質過酸化抑制効果を有していることが報告されており^{5, 6)}、これらの成分を取り込むことにより豚肉の酸化が抑制され、保水性が高まることが期待された。しかし、本調査では、ホヤ殻の添加給与による豚肉の保水性、脂肪酸割合及び遊離アミノ酸含量への顕著な影響は認められなかった。また、豚肉の脂質酸化や血中の酸化ストレス及び抗酸化力にも有意な差は認められず、ホヤ殻添加による影響は確認できなかった。本試験で利用したホヤ殻中のアスタキサンチン含量は、0.11 mg/100 g と松野らが報告しているホヤ殻中のアスタキサンチン含量(5 mg/100 g)の1/50の量であった⁷⁾。アスタキサンチンは熱等に不安定であることから、ホヤ殻に含まれるアスタキサンチンの作用を十分に引き出すためには、ホヤ殻の破碎や保管方法の検討が必要と推察された。

表1 ホヤ殻及びカキ殻乾燥粉末の添加給与が枝肉成績に及ぼす影響(平成28年度)

	対照区		ホヤ殻区		カキ殻区	
枝肉重量(kg)	77.8	± 3.3	76.2	± 4.1	76.9	± 2.7
と体長(cm)	89.9	± 2.2	89.8	± 2.9	90.4	± 1.5
と体幅(cm)	34.7	± 1.8	34.2	± 1.6	34.6	± 0.8
ロース長(cm)	54.5	± 9.2	54.1	± 5.4	53.6	± 9.5
背脂肪厚カタ(mm)	54.9	± 4.3 ^a	48.1	± 3.1 ^b	48.5	± 3.2 ^b
// セ(mm)	36.0	± 4.3	29.4	± 5.6	33.0	± 2.5
// コシ(mm)	46.9	± 3.8 ^A	39.8	± 6.8 ^B	41.9	± 2.8
// 1/2(mm)	40.3	± 6.0	35.3	± 6.2	34.6	± 3.2
異符号間に有意差あり(a-b : p<0.05, A-B : p<0.1)					平均値 ± 標準偏差	

表2 ワカメ茎乾燥粉末の添加給与が枝肉成績に及ぼす影響 (平成28年度)

	対照区		ワカメ茎区	
枝肉重量 (kg)	73.8	± 4.6	76.5	± 5.1
と体長 (cm)	90.3	± 1.9	90.7	± 1.9
と体幅 (cm)	33.9	± 0.8	34.7	± 0.8
ロース長 (cm)	42.9	± 0.7	43.5	± 0.7
背脂肪厚カタ (mm)	44.1	± 2.3	47.5	± 6.7
// セ (mm)	27.5	± 3.6	31.7	± 4.6
// コシ (mm)	45.6	± 8.2	47.2	± 3.9
// 1/2 (mm)	30.2	± 5.1	32.8	± 4.9
	平均値 ± 標準偏差			

表3 ホヤ殻乾燥粉末の添加給与が枝肉成績に及ぼす影響 (平成30年度)

	対照区		1%区		2%区	
出荷体重 (kg)	116.8	± 2.8	116.9	± 3.2	119.3	± 3.0
枝肉重量 (kg)	78.9	± 3.1	77.2	± 2.3	78.4	± 2.6
と体長 (cm)	90.3	± 2.5	91.3	± 1.5	89.4	± 1.8
と体幅 (cm)	35.1	± 1.0 ^{ab}	34.8	± 0.9 ^b	36.2	± 0.6 ^a
ロース長 (cm)	55.4	± 2.0	55.7	± 3.1	54.1	± 1.7
背脂肪厚カタ (mm)	44.2	± 1.6	40.1	± 3.7	43.8	± 5.9
// セ (mm)	28.7	± 3.7	25.1	± 5.1	28.1	± 5.9
// コシ (mm)	39.9	± 3.6	36.3	± 3.7	39.5	± 6.6
// 1/2 (mm)	31.8	± 3.3	30.1	± 4.7	31.6	± 4.5
// P2点 (mm)	29.6	± 3.2	27.7	± 5.6	30.3	± 5.4
	異符号間に有意差あり (p<0.05)				平均値 ± 標準偏差	

表4 ホヤ殻乾燥粉末の添加給与がP2点の背脂肪厚に及ぼす影響 (平成30年度)

厚さ (mm)	対照区		1%区		2%区	
70kg到達時	15.9	± 0.6	16.2	± 1.1	16.5	± 2.1
90kg到達時	19.9	± 1.0	19.4	± 2.0	21.1	± 1.9
115kg到達時	26.0	± 2.3	24.7	± 2.9	24.4	± 2.3
増大量						
70-90kg						
総増大量	4.1	± 1.2	3.2	± 1.3	4.6	± 1.8
1日当たり増大量	0.219	± 0.072	0.179	± 0.073	0.230	± 0.093
1kg当たり増大量	0.166	± 0.041	0.149	± 0.059	0.232	± 0.099
90-115kg						
総増大量	6.1	± 1.5 ^a	5.3	± 1.6 ^{ab}	3.3	± 0.9 ^b
1日当たり増大量	0.228	± 0.060 ^a	0.198	± 0.063 ^{ab}	0.134	± 0.023 ^b
1kg当たり増大量	0.270	± 0.065 ^a	0.210	± 0.057 ^a	0.133	± 0.031 ^b
70-115kg						
総増大量	10.1	± 2.1	8.5	± 2.2	7.9	± 1.3
1日当たり増大量	0.224	± 0.057	0.190	± 0.051	0.178	± 0.030
1kg当たり増大量	0.215	± 0.043	0.181	± 0.044	0.176	± 0.027
	異符号間に有意差あり (p<0.05)				平均値 ± 標準偏差	

表5 ホヤ殻乾燥粉末の添加給与が発育に及ぼす影響 (平成30年度)

	対照区		1%区		2%区	
一日平均増体量 (g/日)	1,038	± 106	1,042	± 73	1,012	± 74
飼料要求率	3.57	± 0.15	3.63	± 0.28	3.78	± 0.23
体重70-115kgでの値						平均値 ± 標準偏差

表6 ホヤ殻乾燥粉末の添加給与が肉質に及ぼす影響 (平成30年度)

	対照区		1%区		2%区	
ドリップロス 24h (%)	0.65	± 0.09	0.56	± 0.11	0.63	± 0.14
" 48h (%)	0.97	± 0.19 ^a	0.71	± 0.12 ^b	0.79	± 0.18 ^{ab}
クッキングロス (%)	22.8	± 3.8	21.6	± 3.3	23.2	± 2.0
肉色						
L*値	52.56	± 3.93	52.09	± 2.34	49.82	± 3.02
a*値	7.73	± 2.33	9.45	± 1.64	9.71	± 2.22
b*値	3.85	± 1.26	4.18	± 1.16	2.65	± 1.05
脂肪色						
L*値	79.35	± 1.95	78.92	± 1.54	80.12	± 0.55
a*値	3.75	± 1.63	6.52	± 2.64	5.39	± 1.47
b*値	4.15	± 1.02	3.94	± 1.32	3.77	± 1.15
脂肪含量 (g/100g)	9.1	± 0.4	11.7	± 3.2	9.3	± 0.5
脂肪酸組成 (%)						
14:0 (ミリスチン酸)	1.4	± 0.1	1.4	± 0.1	1.4	± 0.1
16:0 (パルミチン酸)	27.6	± 0.6	27.4	± 1.1	27.7	± 0.6
16:1 (パリティン酸)	3.0	± 0.5	2.8	± 0.3	3.0	± 0.5
18:0 (ステアリン酸)	15.1	± 0.7	15.4	± 1.5	15.7	± 1.2
18:1 (オレイン酸)	47.1	± 1.1	47.1	± 1.8	46.3	± 1.4
18:2n-6 (リノール酸)	3.1	± 0.2	3.0	± 0.3	3.1	± 0.1
18:3n-3 (リノレン酸)	0.2	± 0.0	0.2	± 0.0	0.2	± 0.0
飽和脂肪酸	44.5	± 1.1	44.7	± 2.3	45.2	± 1.5
不飽和脂肪酸	55.0	± 1.1	54.8	± 2.2	54.3	± 1.5
遊離アミノ酸 (mg/100g)						
総量	70.0	± 2.4	68.2	± 7.1	69.8	± 9.7
旨味系	4.3	± 0.5	4.0	± 1.0	5.0	± 1.2
甘味系	35.0	± 1.2	34.6	± 3.9	34.4	± 3.9
苦味系	28.8	± 2.4	27.6	± 3.4	28.0	± 4.5
						平均値 ± 標準偏差

表7 ホヤ殻乾燥粉末の添加給与が血中の酸化ストレス度及び抗酸化力に及ぼす影響 (平成30年度)

	対照区		1%区		2%区	
d-ROMs (U. CARR)	872	± 105	780	± 110	898	± 59
BAP (μmol/L)	2,612	± 61	2,587	± 123	2,730	± 265
						平均値 ± 標準偏差

2) 脂肪酸割合が異なる飼料が豚肉の香りに関連する指標に及ぼす影響

3種の脂肪酸割合の異なる飼料の配合割合を表8に、一般成分の分析値を表9に示した。飼料摂取量、一日平均増体量及び飼料要求率については、各区間で有意差が認められなかったが、飼料要求率は、対照区と比較して玄米区及びコーン油区がわずかに良好な値を示した(表10)。枝肉成績については、各区間に有意差が認められなかった。また、保水性等の肉質成績については、各区間に有意差が認められなかった(表11)。背脂肪内層の脂肪酸組成及び脂質酸化に関連する形質を表12に示した。オレイン酸割合は、対照区及び玄米区に比べてコーン油区が有意に低くなった。リノール酸及びリノレン酸割合は、対照区と比較して玄米区が有意に低くなったのに対して、コーン油区が有意に高くなった。酸価、過酸化値及びカルボニル価は、各区間に有意差が認められなかった。TBA 価は、全ての検体で検出限界(1 nmol/g)以下であった。肉の保存期間中におけるTBARS濃度を図1に示した。TBARS濃度は、全試験区において0日目から7日目にかけて増加した。一方、7日目のTBARS濃度は、対照区及びコーン油区と比較して玄米区が有意な差は認められなかったものの低値を示した。令和2年度は、とうもろこし、玄米及びコーン油を前年度と同様の配合割合で添加し、給与試験を実施した(表13)。令和2年度に給与した飼料の成分を表14に示した。前年度の結果と異なり、背脂肪内層のリノール酸割合は、対照区と比較して玄米区が低くなったものの有意な差は認められなかった(表15)。また、加熱処理後のロース肉中のTBARS濃度及び7日間保存後のロース肉の過酸化値は、玄米区が対照区と比較して有意差は認められなかったものの低値を示した(表16)。

勝俣らは、玄米を配合した飼料を肥育後期の肉豚に給与することで、トウモロコシを主原料とする飼料を給与した肉豚よりも皮下脂肪内層のオレイン酸割合が高く、リノール酸割合が低くなることを報告している⁸⁾。本研究の結果、筋肉内脂肪含量が高い「しもふりレッド」においても、玄米主体の飼料を給与した肉豚が、とうもろこし主体の慣行飼料を給与して生産した肉豚より背脂肪内層のリノール酸割合が低くなった。また、有意差は認められなかったものの、玄米主体の飼料を給与した肉豚が、とうもろこし主体の慣行飼料を給与して生産した肉豚より加熱処理後や7日間保存後の脂質過酸化値が低くなった。このことから、「しもふりレッド」に玄米主体の飼料を給与することで、脂肪の質に特徴を付与し、差別化につながる豚肉を生産できる可能性が示された。一方、令和元年度に行った試験では、玄米主体の飼料ととうもろこし主体の飼料を給与した肉豚における背脂肪内層中のリノール酸割合に有意差が認められたものの、令和2年度に行った試験では、有意差は認められなかった。吉岡らは、玄米配合による脂肪酸組成への影響が有意差として明確に現れない原因は、米ぬかに含まれる粗脂肪含量と多価不飽和脂肪酸の摂取量であると考察している⁹⁾。本研究に用いた飼料の脂肪酸組成に注目してみると、令和元年度に用いた玄米区飼料は、令和2年度に用いた玄米区飼料に比べて粗脂肪含量が少なかった。また、令和元年度の対照区飼料と玄米区飼料中のリノール酸割合の差が16.4%であったのに対して、令和2年度は11.4%と小さかった。以上のことから、本研究においても、試験に用いた玄米の脂肪含量及び脂肪酸組成が背脂肪内層の脂肪酸組成に影響した可能性が考えられた。

表 8 試験用飼料の配合割合 (令和元年度)

	対照区	玄米区	コーン油区
トウモロコシ	79.8	—	77.5
玄米	—	79.8	—
大豆粕	18.0	18.0	18.0
第三リン酸カルシウム	0.7	0.7	0.7
炭酸カルシウム	0.7	0.7	0.7
食塩	0.3	0.3	0.3
プレミックス (α -Toc 1,500mg/kg)	0.5	0.5	—
プレミックス (α -Toc 無添加)	—	—	0.5
コーン油	—	—	2.3
合計	100.0	100.0	100.0

単位：%

表 9 試験用飼料の一般成分値及び脂肪酸組成 (令和元年度)

	対照区	玄米区	コーン油区
水分 (%)	14.5	15.0	14.1
粗タンパク質 (%)	13.3	13.5	12.9
粗脂肪 (%)	2.7	2.1	4.8
可溶無窒素物 (%)	64.0	64.4	63.2
粗繊維 (%)	1.8	1.3	1.7
粗灰分 (%)	3.7	3.7	3.3
総エネルギー (MJ/kg)	16.0	15.8	16.6
総トコフェロール (mg/100g)	5.0	2.8	7.1
α -トコフェロール (mg/100g)	1.8	2.3	3.1
β -トコフェロール (mg/100g)	不検出	不検出	不検出
γ -トコフェロール (mg/100g)	3.0	0.4	3.8
δ -トコフェロール (mg/100g)	0.2	0.1	0.2
ビタミンE当量 (mg/kg)	21.0	23.4	34.8
脂肪酸組成 (%)			
C18:1 (オレイン酸)	23.6	32.6	27.7
C18:2n-6 (リノール酸)	54.7	38.3	52.8

※ビタミンE当量 (mg/kg) は計算値

表 10 玄米及びコーン油添加飼料が発育成績及び枝肉成績に及ぼす影響 (令和元年度)

	対照区	玄米区	コーン油区	P値
飼料摂取量 (kg/day)	4.13 ± 0.36	4.18 ± 0.64	4.46 ± 0.41	0.481
一日平均増体量 (kg/day)	1.19 ± 0.24	1.28 ± 0.07	1.34 ± 0.12	0.271
飼料要求率	3.56 ± 0.55	3.27 ± 0.47	3.34 ± 0.39	0.578
出荷体重 (kg)	121.2 ± 4.6	119.0 ± 4.0	117.2 ± 4.5	0.343
枝肉重量 (kg)	77.5 ± 5.3	77.3 ± 4.0	74.7 ± 3.8	0.480
歩留まり	0.64 ± 0.03	0.65 ± 0.02	0.64 ± 0.01	0.506
と体長 (cm)	92.0 ± 2.0	91.3 ± 1.8	89.0 ± 2.0	0.049
ロース長 (cm)	56.5 ± 3.0	56.0 ± 2.3	54.2 ± 1.7	0.243
と体幅 (cm)	35.0 ± 1.5	34.6 ± 1.1	34.6 ± 1.0	0.817
背脂肪厚セ (mm)	30.0 ± 3.1	30.4 ± 3.5	29.3 ± 2.6	0.820
ロース芯面積 (cm ²)	18.2 ± 1.9	18.6 ± 2.6	17.8 ± 3.2	0.890

平均値±標準偏差

表 11 玄米及びコーン油添加飼料が肉質成績に及ぼす影響 (令和元年度)

	対照区	玄米区	コーン油区	P値
ドリップロス (%)				
24時間後	0.89 ± 0.20	1.00 ± 0.17	1.41 ± 0.55	0.070
48時間後	1.30 ± 0.29	1.72 ± 0.92	2.14 ± 1.03	0.286
72時間後	2.05 ± 0.58	2.18 ± 1.05	2.90 ± 1.49	0.408
クッキングロス (%)	17.68 ± 1.68 ^b	19.20 ± 1.53 ^{ab}	20.85 ± 1.63 ^a	0.019
剪断力価 (N/cm ²)	21.53 ± 3.70	17.66 ± 2.11	22.86 ± 7.45	0.215
Tenderness (kgw/cm ²)	27.71 ± 6.84	28.10 ± 5.14	30.43 ± 5.96	0.712
【軟らかさ】				
Pliability	1.45 ± 0.12	1.54 ± 0.08	1.43 ± 0.13	0.186
【しなやかさ】				
Toughness (kgw/cm ² ・cm ²)	5.68 ± 1.90	5.12 ± 1.68	6.70 ± 1.44	0.189
【噛みごたえ】				
Brittleness	1.77 ± 0.04	1.68 ± 0.12	1.67 ± 0.10	0.283
【脆さ】				
肉色				
L*値	54.60 ± 2.87	52.35 ± 2.67	53.39 ± 1.97	0.359
a*値	10.96 ± 1.37	12.23 ± 1.48	12.16 ± 2.96	0.560
b*値	5.78 ± 1.05	4.76 ± 0.90	5.26 ± 0.09	0.235
脂肪色				
L*値	80.67 ± 0.82 ^{ab}	81.63 ± 1.33 ^a	79.27 ± 1.81 ^b	0.036
a*値	3.84 ± 1.04	3.97 ± 1.34	4.14 ± 1.21	0.920
b*値	1.26 ± 0.78	1.50 ± 0.77	1.17 ± 0.22	0.235
ロース芯 pH	5.78 ± 0.23	5.85 ± 0.19	5.85 ± 0.15	0.784
筋肉内脂肪含量 (%)	7.94 ± 1.03	7.80 ± 2.66	8.68 ± 2.44	0.769

異符号間に有意差あり (P<0.05)

平均値±標準偏差

表 12 玄米及びコーン油添加飼料が背脂肪内層の脂肪酸組成及び脂質過酸化に及ぼす影響 (令和元年度)

	対照区	玄米区	コーン油区	P値
脂肪酸割合 (%)				
C14:0 (ミリスチン酸)	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	0.412
C16:0 (パルミチン酸)	26.8 ± 0.6	26.9 ± 0.8	26.2 ± 0.8	0.203
C16:1 (パリミトレイン酸)	1.5 ± 0.3	1.5 ± 0.2	1.2 ± 0.1	0.057
C18:0 (ステアリン酸)	19.2 ± 1.8	19.5 ± 1.6	19.3 ± 0.7	0.928
C18:1 (オレイン酸)	40.1 ± 1.2 ^a	41.7 ± 1.8 ^a	37.8 ± 1.2 ^b	0.001
C18:2n-6 (リノール酸)	7.5 ± 0.3 ^b	5.9 ± 0.3 ^c	10.7 ± 0.5 ^a	<0.001
C18:3n-3 (リノレン酸)	0.4 ± 0.0 ^a	0.3 ± 0.1 ^b	0.5 ± 0.1 ^a	0.002
ヨウ素価	54.1 ± 1.3 ^b	52.8 ± 1.0 ^c	58.0 ± 1.5 ^a	<0.001
上昇融点	41.9 ± 1.0 ^a	40.7 ± 1.3 ^{ab}	39.9 ± 0.6 ^b	0.019
酸価	0.9 ± 0.2	1.0 ± 0.2	0.7 ± 0.1	0.119
過酸化物価 (meq/kg)	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.2	0.932
TBA価 (nmol/g)	≤1	≤1	≤1	—
カルボニル価	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.4	2.8 ± 0.2	0.989

異符号間に有意差あり (P<0.05)

平均値±標準偏差

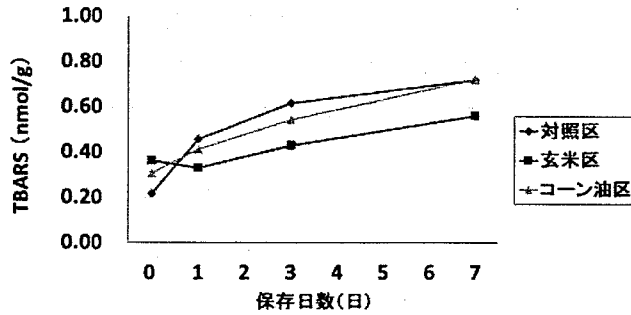


図1 胸最長筋の保存期間における TBARS 濃度の推移 (令和元年度)

表 13 試験用飼料の配合割合 (令和元年度)

	対照区	玄米区	コーン油区
トウモロコシ	79.8	—	77.5
玄米	—	79.8	—
大豆粕	18.0	18.0	18.0
第三リン酸カルシウム	0.7	0.7	0.7
炭酸カルシウム	0.7	0.7	0.7
食塩	0.3	0.3	0.3
プレミックス (α -Toc 3,000mg/kg)	0.5	0.5	0.5
コーン油	—	—	2.3
合計	100.0	100.0	100.0

単位：%

表 14 試験用飼料の一般成分値及び脂肪酸組成 (令和2年度)

	対照区	玄米区	コーン油区
水分 (%)	14.3	14.6	13.8
粗タンパク質 (%)	14.8	14.1	14.6
粗脂肪 (%)	2.6	2.6	6.2
可溶無窒素物 (%)	62.1	63.7	59.6
粗繊維 (%)	2.3	1.6	1.9
粗灰分 (%)	3.9	3.4	3.9
総エネルギー (MJ/kg)	16.1	16.1	17.0
総トコフェロール (mg/100g)	6.5	5.1	7.7
α -トコフェロール (mg/100g)	4.8	4.4	3.5
β -トコフェロール (mg/100g)	未検出	未検出	未検出
γ -トコフェロール (mg/100g)	1.6	0.7	4.0
δ -トコフェロール (mg/100g)	0.1	未検出	0.2
ビタミンE当量 (mg/kg)	49.6	44.7	39.0
脂肪酸組成 (%)			
C18:1 (オレイン酸)	24.6	31.9	28.2
C18:2n-6 (リノール酸)	53.1	41.7	53.2

※ビタミンE当量 (mg/kg) は計算値

表 15 玄米及びコーン油添加飼料が背脂肪内層の脂肪酸組成及び脂質過酸化に及ぼす影響 (令和 2 年度)

	対照区	玄米区	コーン油区	P値
脂肪酸割合 (%)				
C14:0 (ミリスチン酸)	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	0.100
C16:0 (パルミチン酸)	26.8 ± 0.3 ^a	26.2 ± 0.9 ^a	24.6 ± 1.0 ^b	<0.001
C16:1 (パリティレイン酸)	1.7 ± 0.2 ^a	1.5 ± 0.4 ^{ab}	1.2 ± 0.2 ^b	0.019
C18:0 (ステアリン酸)	17.6 ± 1.4	18.5 ± 2.1	16.6 ± 1.4	0.167
C18:1 (オレイン酸)	41.3 ± 0.8 ^a	42.3 ± 1.9 ^a	38.5 ± 0.6 ^b	<0.001
C18:2n-6 (リノール酸)	7.6 ± 0.7 ^b	7.0 ± 0.6 ^b	14.3 ± 1.4 ^a	<0.001
C18:3n-3 (リノレン酸)	0.5 ± 0.0 ^a	0.4 ± 0.0 ^b	0.5 ± 0.1 ^a	<0.001
ヨウ素価	54.6 ± 1.9 ^b	55.0 ± 2.1 ^b	64.0 ± 3.0 ^a	<0.001
上昇融点	42.3 ± 0.7	41.3 ± 1.5	40.6 ± 1.3	0.076
酸価	0.89 ± 0.15 ^a	0.94 ± 0.26 ^a	0.58 ± 0.19 ^b	0.017
過酸化物価 (meq/kg)	0.52 ± 0.10	0.47 ± 0.14	0.35 ± 0.12	0.078
TBA価 (nmol/g)	0.58 ± 0.20	0.58 ± 0.20	0.50 ± 0.00	0.616
カルボニル価	2.47 ± 0.52	2.75 ± 0.34	2.40 ± 0.44	0.368
異符号間に有意差あり (P<0.05)				平均値±標準偏差

表 16 玄米及びコーン油添加飼料が加熱後及び7日間保存後のロース肉中の脂質過酸化に及ぼす影響 (令和 2 年度)

	対照区	玄米区	コーン油区	P値
加熱後のロース肉				
TBARS濃度 (nmol/g)	5.87 ± 2.81 ^a	3.29 ± 0.85 ^{ab}	2.94 ± 0.72 ^b	0.021
7日間保存後のロース肉				
酸価	1.54 ± 0.21	1.50 ± 0.46	1.76 ± 1.22	0.824
過酸化物価 (meq/kg)	0.60 ± 0.28	0.43 ± 0.08	0.34 ± 0.27	0.196
TBA価 (nmol/g)	1.00 ± 0.55	0.67 ± 0.26	1.42 ± 0.66	0.072
異符号間に有意差あり (P<0.05)				平均値±標準偏差

4 要約

遺伝的に筋肉内脂肪含量が高い「しもふりレッド」にホヤ殻乾燥粉末、カキ殻乾燥粉末、ワカメ茎乾燥粉末といった水産低利用資源を添加した飼料を給与し、差別化につながる原料候補を探索したところ、豚肉の保水性や脂肪酸組成への影響は認められなかったが、ホヤ殻乾燥粉末が背脂肪厚の低減に一定の効果を示す可能性が示唆された。筋肉内脂肪含量の高いデュロック種系統豚「しもふりレッド」に玄米主体の飼料を給与したところ、豚肉中のリノール酸割合は、有意差が認められなかったものの対照区と比較して玄米区で低値を示した。また、脂質酸化の指標である加熱後の TBARS 濃度及び7日間保存後のロース肉中の過酸化物価も有意な差が認められないものの対照区と比較して玄米区で低値を示した。このことから、「しもふりレッド」に玄米主体の飼料を給与することで、豚肉中のリノール酸割合を低減し、その結果、脂肪の質に特徴が付与され、「しもふりレッド」の特色をより引き出すことができる可能性が示された。

5 参考文献

- 1) Mikami, N., Hosokawa, M., Miyashita, K. (2010) Effects of sea squirt (*Halocynthia roretzi*) lipids on white adipose tissue weight and blood glucose in diabetic/obese KK-Ay mice. Molecular medicine reports, 3(3), 449-453.

- 2) 芦原茜, 大森英之, 小橋有里, 田島清, 佐々木啓介, 本山三知代, 川島知之(2011)発酵リキッド飼料へのチョコレート添加が肥育豚の発育および肉質に及ぼす影響, 日豚会誌, 48(2):47-57
- 3) 三津本充, 佐々木啓介, 佐々木浩一, 坂下邦仁, 本間紀之, 久保正法(2003)肥育豚へのカテキンあるいはビタミンE 給与による豚肉の酸化防止, 畜産草地研究成果情報, 2:31-32
- 4) 山田絢子, 大石泰之, 堀江智子, 加藤美紗子, 小園正樹, 大森英之, 田島清(2017)すりゴマおよび飼料用玄米の給与が肥育後期豚の発育と肉質に及ぼす影響, 日豚会誌, 54(3):109-120
- 5) Palozza P., Krinsky NI. (1992) Astaxanthin and canthaxanthin are potent antioxidants in a membrane model. Archives of Biochemistry and Biophysics, 297(2), 291-295.
- 6) Miki, W. (1991) Biological functions and activities of animal carotenoids. Pure and Applied Chemistry, 63(1), 141-146.
- 7) MATSUNO, T., OOKUBO, M., NISHIZAWA, T., SHIMIZU, I. (1984) Carotenoids of sea squirts. I. New marine carotenoids, halocynthiaxanthin and mytiloxanthinone from Halocynthia roretzi. Chemical and pharmaceutical bulletin, 32(11), 4309-4315.
- 8) 勝俣昌也, 佐々木啓介, 斉藤真二, 石田藍子, 京谷隆侍, 本山三知代, 大塚誠, 中島一喜, 澤田一彦, 三津本充(2009). 肥育後期豚への玄米の給与が皮下脂肪の性状に及ぼす影響, 日畜会報, 80, 63-69.
- 9) 吉岡豪, 鈴木香澄, 林啓介, 向島幸司(2020). 精米によるトウモロコシの全量代替と精米と米ぬかの併用給与が豚肉質へ及ぼす影響について, 日畜会報, 91(4), 381-388.

6 協力研究機関等

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

なお本研究の成果は, 革新的技術開発・緊急展開事業(うち先導プロジェクト)によるものである。

5 豚の総合的な抗病性向上手法開発とその実証

担当：岡希，吉野淳良，高森広典，高橋伸和，鈴木英作

1 はじめに

養豚業において、感染症による損耗は生産コストの増大要因として非常に大きな問題である。従来、感染症への対策として、各種の抗菌性物質が用いられてきた。しかしながら、薬剤耐性菌の出現抑制のため、近年は抗菌性物質の適正使用・慎重使用が推奨されており、代替する技術開発が必要かつ急務である。

本試験では、免疫能を向上させる飼料添加資材を活用した管理技術に着目し、飼料添加資材として、液性免疫能の向上効果が報告されているワカメ加工残渣や、抗酸化効果が期待されるホヤ殻を使用することで、疾病の発生リスクが高い離乳後の子豚の抗病性を向上させることを目標とした。そこで、ワカメ加工残渣の飼料添加給与試験（平成30年度及び令和2年度）及びホヤ殻の飼料添加給与試験（令和元年度）を実施し、発育及び抗病性に対する影響について調査した。

2 試験方法

1) ワカメ加工残渣の飼料添加給与試験（平成30年度及び令和2年度）

(1) 試験材料 ランドレース種 (L) 16頭及びデュロック種 (D) 16頭 計32頭

(2) 試験区分 対照区：抗菌性物質無添加の慣行飼料を給与（各品種8頭）

試験区：抗菌性物質無添加の慣行飼料にワカメ加工残渣粉末を1%添加し給与（各品種8頭）

(3) 試験期間 3週齢から抗生物質無添加の慣行飼料への馴致を開始し、4週齢で離乳後、試験区の飼料にワカメ加工残渣粉末の添加を開始した。各群群飼、不断給餌、自由飲水で飼養し、9週齢で解剖した。

(4) 測定項目

- ・ワカメ加工残渣成分：水分，粗タンパク質，粗脂肪，粗繊維，粗灰分，NaCl，アルギン酸（令和2年度のみ）
- ・発育成績：一日平均増体量，群全体の総飼料摂取量，飼料要求率
- ・糞便性状スコア：毎日豚房内に落ちている糞便を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段階に分けスコアで記録した。
- ・A群ロタウイルス遺伝子検査：試験開始時，1週間後及び剖検時の糞便を用いた定性的PCRによりA群ロタウイルス遺伝子を検出した。
- ・肺の肉眼的豚マイコプラズマ性肺炎（MPS）スコア：剖検時にMPS病変の有無を目視で確認し肺全体に対する病変の割合をGoodwinらの方法によりスコア化した。
- ・白血球貪食能：剖検時にヘパリン加採血管で採血した全血を用いて，ザイモザンを抗原としたケミルミネッセンス法を行い，測定開始後から30分間の積算値を貪食能の値とした。

- ・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。
- 2) ホヤ殻の飼料添加給与試験（令和元年度）
- (1) 試験材料 ランドレース種 (L) 16 頭及びデュロック種 (D) 16 頭 計 32 頭
 - (2) 試験区分 対照区：抗菌性物質無添加の慣行飼料（各品種 8 頭）
試験区：抗菌性物質無添加の慣行飼料にホヤ殻粉末を 1% 添加し給与（各品種 8 頭、ただし試験期間中に D 対照区 1 頭が斃死）
 - (3) 試験期間 3 週齢から抗生物質無添加の慣行飼料への馴致を開始し、4 週齢で離乳後、試験区の飼料にホヤ殻粉末の添加を開始した。各群群飼，不断給餌，自由飲水で飼養し，9 週齢で解剖した。
 - (4) 測定項目
 - ・発育成績：一日平均増体量，総飼料摂取量，飼料要求率
 - ・糞便性状スコア：毎日，豚房内に落ちている糞便 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，スコアで記録した。
 - ・A 群ロタウイルス遺伝子検査：試験開始時（4w），1 週後（5w）及び剖検時（9w）の糞便を用いた定性的 PCR により A 群ロタウイルス遺伝子を検出した。
 - ・肺の肉眼的豚マイコプラズマ性肺炎（MPS）スコア：剖検時に MPS 病変の有無を目視で確認し肺全体に対する病変の割合を Goodwin らの方法によりスコア化した。
 - ・白血球貪食能：剖検時にヘパリン加採血管で採血した全血を用いて，ザイモザン抗原としたケミルミネッセンス法を行い，測定開始後から 30 分間の積算値を貪食能の値とした。
 - ・回腸下部絨毛・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。
 - ・血漿中 TBARS 値：試験開始時及び剖検時にヘパリン採血管で採血した血液から血漿を分離し，市販の ELISA キットを用いて血漿中の TBARS 濃度を測定した。

3 結果および考察

1) ワカメ加工残渣の飼料添加給与試験

令和 2 年度に作製したワカメ加工残渣粉末の成分は表 1 のとおりであった。供試豚の発育成績は，一日平均増体量，総飼料摂取量及び飼料要求量の全ての項目で試験区間に有意差は認められず，ワカメ加工残渣の摂取が子豚の発育に与える影響は少ないと推察された（表 2）。糞便性状スコアは，平成 30 年度では 4～6 週齢の間に全試験区で下痢が発生しその後終息した（図 1）。このときの A 群ロタウイルス遺伝子検査は，試験開始時に D 種の一部が陽性を示し，翌週には全群で陽性を示した事から，この下痢の発生には A 群ロタウイルスが関与したと考えられた（表 3）。一方で，令和 2 年度でも D 種で試験開

始から泥状～水様性の下痢が発生しその後終息したが、このときの A 群ロタウイルス遺伝子検査は 5 週齢までは全頭陰性であった。このことから、令和 2 年度の下痢は他の原因によって発生した事が推察された。令和 2 年度では、解剖時に全試験区で A 群ロタウイルス陽性となったが、顕著な下痢の発生は認められなかった。肺の肉眼的 MRS スコアの測定については、令和 2 年度の解剖時に実施したが、供試豚全頭で病変が認められなかった。白血球貪食能は平成 30 年度に D 種で対照区が試験区に対して有意に高値 ($P < 0.05$) を示したものの、偏差が大きく再度検討が必要と考えられた。しかし、令和 2 年度に実施した試験では試験区間で有意差は認められず、白血球貪食能について再現性は確認されなかった。回腸下部絨毛・陰窩長比は、平成 30 年度では L 種において試験区が対照区に比べて有意に高値 ($p < 0.05$) を示し、D 種でも試験区が高値となった。加えて令和 2 年度においても、D 種において試験区が有意に高値となった(表 4)。

これらのことから、ワカメ加工残渣給与による発育への影響は認められなかった。一方で、回腸下部の絨毛・陰窩長比は平成 30 年度、令和 2 年度ともに試験区で有意に高値を示した。今回の 2 回の試験ではともに試験前半に下痢が発生していたことから、下痢によって絨毛の損傷・萎縮が起こったものの、ワカメ加工残渣の摂取により、絨毛の回復が促進された可能性が示された。

表 1 ワカメ加工残渣の成分値

分析項目	結果
水分	7.3%
粗タンパク質	4.8%
粗脂肪	0.5%
粗繊維	7.5%
粗灰分	49.5%
NaCl	4.5%
アルギン酸	23.3%

表2 ワカメ加工残渣給与試験の発育成績

平成30年度	L		D	
	対照区	試験区	対照区	試験区
一日平均増体量(g/日)	594.4 ± 52.2	579.2 ± 42.9	432.9 ± 80.4	396.1 ± 52.9
総飼料摂取量(kg)	279.8	309.8	236.5	194.2
飼料要求率	1.7	1.9	2.0	1.8

令和2年度	L		D	
	対照区	試験区	対照区	試験区
一日平均増体量(g/日)	582.1 ± 97.0	528.6 ± 69.5	402.5 ± 195.7	473.2 ± 47.2
総飼料摂取量(kg)	333.3	295.7	215.6	303.9
飼料要求率	2.0	2.0	1.9	2.3

平均値±標準偏差，飼料総飼料摂取量及び飼料要求率は群全体としての値

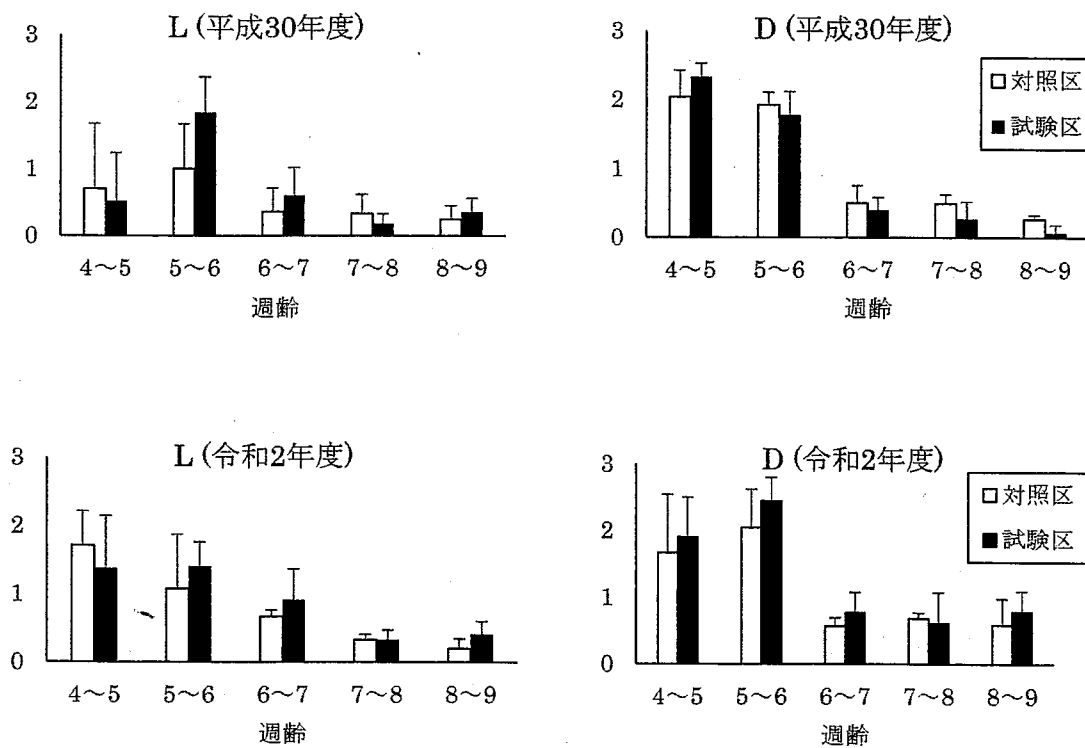


図1 ワカメ加工残渣給与試験の糞便性状スコア

表3 ワカメ加工残渣給与試験のA群ロタウイルス遺伝子陽性率

平成30年度

	L		D	
	対照	試験	対照	試験
4週齢	0 (0/8)	0 (0/8)	37.5 (3/8)	25 (2/8)
5週齢	100 (2/2)	100 (2/2)	100 (2/2)	100 (2/2)
9週齢	0 (0/8)	0 (0/8)	0 (0/8)	0 (0/8)

令和2年度

	L		D	
	対照	試験	対照	試験
4週齢	0 (0/8)	0 (0/8)	0 (0/8)	0 (0/8)
5週齢	0 (0/8)	0 (0/8)	0 (0/8)	0 (0/8)
9週齢	50 (4/8)	100 (8/8)	62.5 (5/8)	87.5 (7/8)

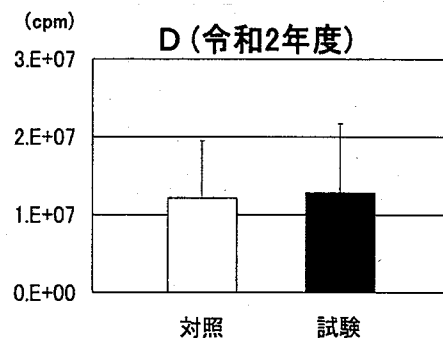
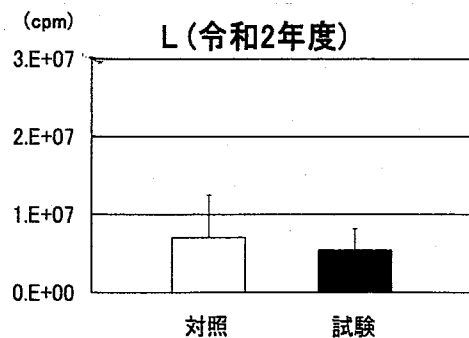
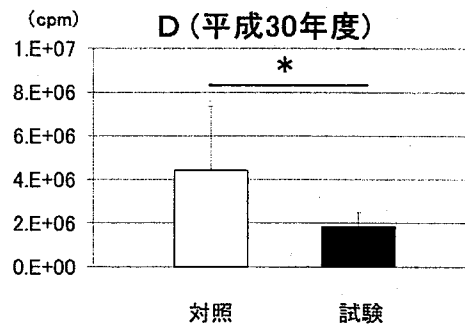
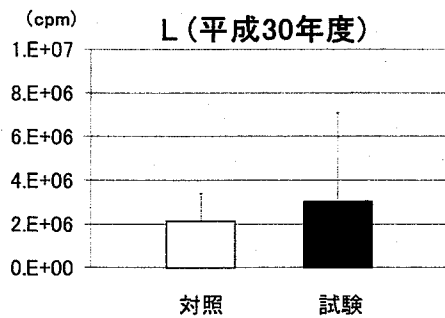


図2 ワカメ加工残渣給与試験の白血球貪食能 (* : p < 0.05)

表4 ワカメ加工残渣給与試験の回腸下部絨毛・陰窩長比

	L		D	
	対照区	試験区	対照区	試験区
平成30年度	2.4 ± 0.6 b	2.7 ± 0.8 a	2.5 ± 0.7	2.8 ± 0.9
令和2年度	1.8 ± 0.4	1.8 ± 0.3	1.5 ± 0.4 b	1.7 ± 0.3 a

平均値±標準偏差，異符号間に有意差あり (p<0.05)

2) ホヤ殻の飼料添加給与試験

発育成績は試験区間で有意差は認められなかった(表5)。このことから、ホヤ殻の摂取が子豚の発育に与える影響は少ないと推察された。糞便性状スコアも5週齢時に一時的な上昇がみられたものの、試験区間に有意差は認められなかった(図3)。また、5週齢時には全ての試験区でA群ロタウイルス遺伝子陽性を示したが、試験終了時には検出されなかった(表6)。肺の肉眼的MPSスコアの測定については、解剖時に実施したが、供試豚全頭で病変が認められなかった。白血球貪食能は、L種、D種ともに5週齢時が9週齢時に比べ高値となったが、試験区間に有意差は認められなかった(図4)。一方で、回腸下部絨毛・陰窩長比では、L種において試験区が有意に高い値を示した(表7)。血漿中TBARS濃度は、剖検時のDにおいて、試験群が対照群より低値であったが、有意差は認められなかった(図5, p=0.16)。

ホヤ殻の給与試験においても、回腸下部絨毛・陰窩長比において試験区が有意に高値を示した。このことから、ワカメ加工残渣と同様にホヤ殻を摂取することで、下痢により萎縮した絨毛の回復が促進される可能性が示された。

表5 ホヤ殻給与試験の発育成績

	L		D	
	対照区	試験区	対照区	試験区
一日平均増体量(g/日)	541.5 ± 72.1	544.9 ± 39.2	497.9 ± 61.1	452.5 ± 52.0
総飼料摂取量(kg)	226.3	250.0	226.1	248.8
飼料要求率	1.5	1.7	1.7	1.7

平均値±標準偏差，飼料総飼料摂取量及び飼料要求率は群全体としての値

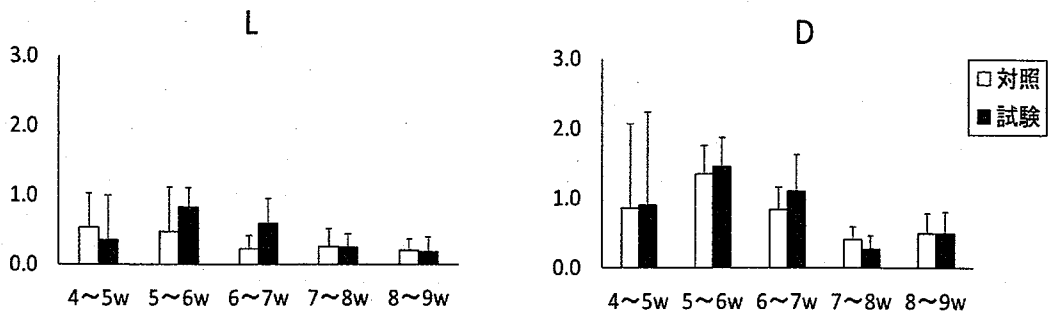


図3 ホヤ殻給与試験の糞便性状スコア

表6 ホヤ殻給与試験のA群ロタウイルス遺伝子陽性率

	L		D	
	対照	試験	対照	試験
4週齢	0% (0/8)	25% (2/8)	38% (3/8)	38% (3/8)
5週齢	25% (2/8)	38% (3/8)	38% (3/8)	13% (1/8)
9週齢	0% (0/8)	0% (0/8)	0% (0/7)	0% (0/8)

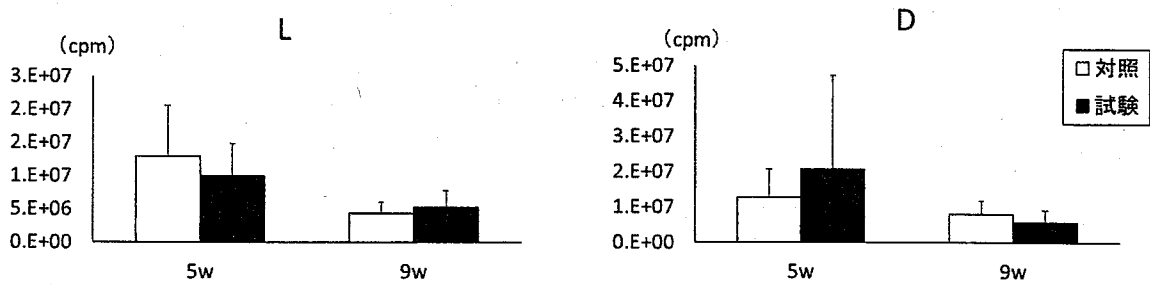


図4 ホヤ殻給与試験の白血球食能

表7 ホヤ殻給与試験の回腸下部 絨毛・陰窩長比

L		D	
対照区	試験区	対照区	試験区
2.0 ± 0.5 b	2.3 ± 0.5 a	2.2 ± 0.7	2.0 ± 0.6

平均値±標準偏差, 異符号間に有意差あり (p<0.05)

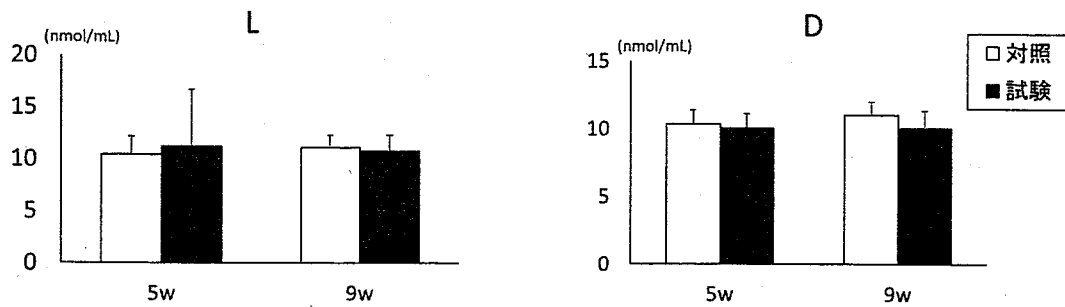


図5 ホヤ殻給与試験の血漿中TBARS濃度

4 要約

離乳子豚に県内未利用資源であるワカメ加工残渣またはホヤ殻を添加給与したところ、9週齢時の回腸下部における絨毛・陰窩長比が有意に高値となり、離乳後の下痢で萎縮した腸管絨毛の回復を促進する可能性が示唆された。

5 参考文献

- 1) 水間恵, 岡村俊宏, 鈴木英作, 須田義人, 平山琢二, 小川智子, 鈴木敬一 (2013) 海藻・海苔の飼料添加給与がブタの免疫能に及ぼす効果, 日畜会報, 84 : 51-47.
- 2) Leonard S. G., Sweeney T., Bahar B., Lynch B. P., O' Doherty J. V. (2011), Effects of dietary seaweed extract supplementation in sows and post-weaned pigs on performance, intestinal morphology, intestinal microflora and immune status., Br J Nutr, 106 : 688-699.
- 3) 阿部祥次, 飯塚綾子, 藤田慶一郎, 濱谷景祐, 播谷亮, 川瀧健司 (2016), 豚流行性下痢の免疫組織化学的診断における回腸下部の重要性と必要な検査頭数, 日獣会誌, 69 : 138-142
- 4) 小橋有里, 井口真理子, 大久保剛揮, 藤井崇, 熊谷武久, 渡辺紀之 (2013), 殺菌乳酸菌 *Lactobacillus paracasei* K71 が離乳子豚の発育, 糞便性状, 小腸および病原因子に及ぼす効果, 日獣会誌, 50 : 46-50

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科, 宮城大学食産業学部, 農研機構生物機能研究部門, 農研機構動物衛生研究部門, 岐阜県畜産研究所, 全農畜産サービス株式会社

なお, 本研究は, 日本中央競馬会畜産振興事業「豚の抗病性向上手法開発試験事業」の支援を受けて実施したものである。

第三部 業務年次報告

第3部
業務年次報告

I 総務

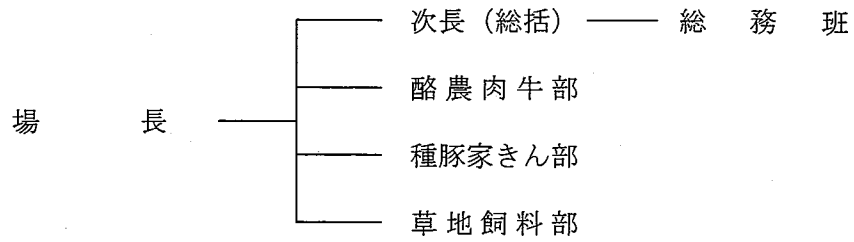
1. 沿革

- 大正10年8月 刈田郡白石町大字郡山（現白石市）に創設。種牛（ホルスタイン種・改良和種）に関する業務のみ施行。
- 昭和3年4月 緬羊，山羊，豚，鶏および兎に関する業務を追加施行。
- 昭和19年4月 有畜農業指導員養成施設を併置。
- 昭和22年4月 上記養成施設が畜産技術員養成施設と改められる。
- 昭和24年5月 玉造郡西大崎村（現岩出山町）所在の農林省宮城種畜牧場の廃場に併いその施設と家畜を譲受。
- 昭和24年6月 白石町より西大崎村に移転更に加美種畜場を閉鎖，その家畜を当場に移し新たに馬に関する業務を加えて総合種畜場として発足。
- 昭和29年10月 家畜人工授精（牛）メインセンターを併設県内北部（5家畜保健所管内）に精液配布業務を開始。
- 昭和32年4月 鶏の抜取見本産卵能力検定（RST）実施。
- 昭和33年4月 種雄牛を集中管理。人工授精精液を県内一円配布。
- 昭和35年11月 組織改正により，家畜，家きん，飼料作物に関する試験研究業務を追加。
- 昭和36年10月 畜産技術員養成施設が畜産技術講習施設に改正。
- 昭和40年4月 豚の産肉能力検定事業を開始。
- 昭和43年4月 液体窒素による牛凍結精液を県内一円に配布開始。
- 昭和43年10月 玉造郡鳴子分場（旧開拓営農普及農場）併置（昭和46年3月に閉鎖）。
- 昭和45年4月 庶務，種畜，草地飼料の3課制となる。
- 昭和48年4月 宮城県畜産試験場に改め，総務課，家畜第一部（乳牛科，肉牛科，畜産化学科），家畜第二部（養豚科，養鶏科，畜産公害科）及び草地飼料部（草地科，飼料科）の1課3部制となる。
- 昭和49年6月 種雄牛「茂重波」を兵庫県より購入，同年精液配布（昭和63年1月廃用）。
- 昭和52年4月 現在の本館を建設。宮城県農業実践大学校（現宮城県農業大学校）が併設される。
- 昭和53年4月 総務課，研究第一部（経営研究科，乳牛科，肉牛科），研究第二部（養豚科，養鶏科，畜産化学科），研究第三部（草地飼料科，畜産公害科）となる。
- 昭和58年4月 研究第二部に原種豚造成科を新設し，種豚舎と検定豚舎完成。同時に畜産化学科を研究第三部に編入。
- 昭和59年6月 前年受精卵移植技術に着手し，本県最初の受精卵移植による子牛が誕生。
- 昭和61年4月 場内組織を総務課，酪農肉牛部，種豚家きん部，草地飼料部に改称し，酪農肉牛部に受精卵研究科を新設。
- 平成2年3月 前年ランドレース種系統造成完了，「ミヤギノ」の系統認定を受ける。
- 平成2年4月 原種豚造成科を原種豚科に改称。
- 平成4年6月 高泌乳牛の飼養管理を目的とした乳牛舎完成。

- 平成5年4月 「茂勝」が基幹種雄牛認定を受け、同年精液を配布。(平成16年12月廃用)
- 平成9年4月 受精卵研究科をバイオテクノロジー研究科に改称。翌年1月バイテク棟完成。
- 平成11年4月 組織改正により、総務班、酪農肉牛部(乳牛チーム、肉牛チーム、バイオテクノロジー研究チーム)、種豚家きん部(原種豚チーム、養豚家きんチーム)、草地飼料部(草地飼料チーム、環境資源チーム)となる。
- 平成14年3月 前年デュロック種系統造成完了、「しもふりレッド」の系統認定を受ける。翌年2月原種豚舎完成。
- 平成14年8月 家畜排せつ物法に対応した、たい肥化棟(強制発酵処理施設)を建設。
- 平成19年3月 「茂洋」が基幹種雄牛認定を受け、同年精液を配布。
- 平成21年3月 前年ランドレース種系統造成完了、「ミヤギノL2」の系統認定を受ける。
- 平成25年6月 「好平茂」が基幹種雄牛認定を受け、同年精液を配布。
- 平成26年7月 「勝洋」が基幹種雄牛認定を受け、同年精液を配布。
- 平成30年4月 「茂福久」が基幹種雄牛認定を受け、同年精液を配布。
- 平成30年11月 新しい種雄牛舎と精液採取棟完成。

2. 機 構

1) 機 構 図



2) 職 員 名 簿

(令和3年3月31日現在)

所 属	職	氏 名
総務班	場長	鈴木 英作
	副参事兼次長 (総括担当)	佐々木 啓樹
	兼班長	佐々木 啓樹
	主幹	佐藤 康弘
	主査	大柳 麻衣子
酪農肉牛部	主事	高橋 達哉
	部長	菊地 武
	研究員	佐沢 公子
乳牛チーム	技師	浅野 貴史
肉牛チーム	主任研究員	千葉 和義
	研究員	渡邊 智
バイオテクノロジー研究チーム (酪農肉牛部兼草地飼料部)	技師	青沼 達也
	技師	高木 理宏
	上席主任研究員	及川 俊徳
	主任研究員	植田 郁恵
	技師(農場業務主任)	門脇 裕司
	技師(農場業務主任)	尾形 敏
	技師(農場業務)	岩浅 忍
	技師(農場業務)	千葉 美保
	技師(農場業務)	及川 孝昭
	技師(農場業務)	小澤 志歩
技師(農場業務)	大場 秀一	

所 属	職	氏 名
種豚家きん部	部長 (兼場長)	鈴木 英作
養豚家きんチーム	上席主任研究員	高橋 伸和
	副主任研究員	高森 広典
原種豚チーム	研 究 員	吉野 淳良
	技 師	岡 希
(種豚家きん部)	技師 (農場業務主任)	中村 義孝
	技師 (農場業務主任)	加藤 秀樹
	技師 (農場業務)	門間 恵
	技師 (農場業務)	菅原 りかこ
	技師 (農場業務)	門間 友和
	技師 (農場業務)	佐々木 敬悦
草地飼料部	部 長	漆山 昌芳
草地飼料チーム	上席主任研究員	菅原 賢一
	技 師	田中 孝太朗
環境資源チーム	上席主任研究員	荒木 利幸
	技 師	伊藤 裕之
(草地飼料部兼酪農肉牛部)	技師 (農場業務主任)	阿部 浩
	技師 (農場業務)	尾形 優
	技師 (農場業務)	手代木 弘樹
	技師 (農場業務)	及川 真樹

3. 会 計

1) 歳 入

(単位：円，令和3年5月31日現在)

科 目	収 入 額	備 考
使用料及び手数料	830,480	
使 用 料	830,480	鉄塔敷等使用料
財 産 収 入	77,943,203	
財 産 売 払 収 入	77,943,203	
物 品 売 払 収 入	11,619,042	肥育牛等販売代金
生 産 物 売 払 収 入	66,324,161	原乳等販売代金
諸 収 入	18,583,716	
受 託 事 業 収 入	18,580,000	受託事業収入
雑 収 入	3,716	自動販売機電気代等
収 入 証 紙 収 入	74,325,000	和牛・豚精液
計	171,682,399	

2) 歳 出

	0 2 総務費		0 6 農林水産業費		
	0 1 総務管理費		0 1 農業費		
	0 1 一般管理費	0 2 人事管理費	0 2 総合農政 企画指導費	0 7 食料需給総 合対策費	1 2 農業改良 普及費
0 1 報 酬					
0 2 給 料					
0 3 職員手当等					
0 4 共 済 費					
0 7 賃 金					
0 8 報 償 費					
0 9 旅 費		29,368			
1 1 需 用 費					
1 2 役 務 費		0			
1 3 委 託 料					
1 4 使用料及び 賃借料					
1 5 工事請負費					
1 8 備品購入費					
1 9 負担金及び 補助交付金		32,340			
2 2 補償補填及 び賠償金					
2 7 公 課 費					
計	0	61,708	0	0	0

(単位：円， 令和3年5月31日現在)

				合 計
0 2 畜産業費				
1 4 農業試験 研究費	0 2 畜産振興費	0 3 家畜保健 衛生費	0 4 畜産試験 研究費	
			0	0
	2,085,510		183,001,218	185,086,728
	513,237		101,749,579	102,262,816
	257,058		8,333,507	8,590,565
	0		0	0
25,000				25,000
181,400	218,688		556,329	985,785
	44,840,915		85,632,244	130,473,159
	8,440,226		7,073,740	15,513,966
	10,863,100		9,872,141	20,735,241
	470,448		12,097,803	12,568,251
			3,630,000	3,630,000
	0		4,991,250	4,991,250
			242,995	275,335
			0	0
			290,507	290,507
206,400	67,689,182	0	417,471,313	485,428,603

4. 県有財産

1) 土地

区 分	利用区分	面 積	備 考
行政財産	敷 地	159,051.71m ²	建 物
〃	圃 場	979,731.33m ²	そ の 他
〃	山 林	19,726.00m ²	
計		1,158,509.04m ²	
普通財産	敷 地	8,679.74m ²	
計		8,679.74m ²	
合 計		1,167,188.78m ²	

2) 建物

区 分	利用区分	面 積	備 考
行政財産	本 館	2,240.98m ²	二 階 建
〃	畜舎その他	15,058.92m ²	
計		17,299.9m ²	
普通財産	宿 舎	465.14m ²	
計		465.14m ²	
合 計		17,765.04m ²	

II 広報・普及活動・出版物等

1. 普及に移す技術, 参考資料

[発刊号] 普及に移す技術第96号

課 題 名	技術分類	部 門
1 新しい基幹種雄牛「 ^{よしひさかつ} 好久勝」	普及技術	家 畜
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	指導活用技術	家 畜
3 飼料用トウモロコシ奨励品種(極早生)「ハイエ793日」「エスパス95」	普及技術	草地飼料
4 飼料用トウモロコシ奨励品種(中生)「KD777NEW」	普及技術	草地飼料
5 イタリアンライグラス奨励品種「タチマサリ」	普及技術	草地飼料

2. 畜産試験場成果報告会

新型コロナ・ウイルス感染症対策により開催中止

3. 職員の研究発表一覧

1) 論文

題 名	発 表 者	誌 名	巻 号 頁	年 月
[酪農肉牛部] 乳房炎発症前に乳汁中で増加するシクロフィリンAの乳房炎誘起能	浅野貴史・ 遠藤佑真・ 浦川めぐみ ・吉村梢・ 桂哲平・熊 谷弘明・小 堤知之・庄 涛・渡邊康 一・野地智 法・麻生久	東北農業研究 第73号	p41-42	2020.12
[種豚家きん部] Characteristics and possible role of bovine sperm head-to-head agglutination.	Kohei Umez u, Shouhei Kurata, H <u>ironori Ta</u> <u>kamori</u> , Ta kashi Numa be, Yuuki	cells	9(8) 1865	2020.8

	Hiradate, Kenshiro H ara, Kenta ro Tanemur a			
分娩前後における母豚の血液成分の変動と繁殖成績との関連	岡希・高森 広典・吉野 淳良・鈴木 英作	東北農業研究 第73号	p45-46	2020.12
[草地飼料部] 子実用トウモロコシ栽培技術の検討	田中孝太朗 ・菅原賢一	東北農業研究 第73号	p43-44	2020.12

2) 口頭発表

題 名	発 表 者	会 名	発表年月日 及び場所	発 表 誌 等
[酪農肉牛部] 現場での経膈採卵 (OPU) を想定した卵子輸送方法の検討	及川 俊徳	日本胚移植技術 研究会	2021.02.04 Web開催	第4回日本胚移植技術研究会鳥取大会 (講演要旨)
黒毛和種種雄牛の精液性状に及ぼす季節の影響と種雄牛間差	青沼 達也	日本畜産学会第 128回大会	2021.3.28 ～31九州大 学 (オンラ イン開催)	日本畜産学会第 128回大会講演 要旨
[種豚家きん部] ホヤ殻乾燥粉末添加飼料の給与が肥育豚の発育, 枝肉成績及び肉質に及ぼす影響	高森 広典	第114回日本養 豚学会大会	2021.3.18 リモート開 催	第114回日本養 豚学会大会講演 要旨
ワカメ加工残渣の給与が離乳子豚の腸内細菌叢及び免疫機能に及ぼす影響	岡 希	日本畜産学会第 128回大会	2021.3.28 ～31九州大 学 (オンラ イン開催)	日本畜産学会第 128回大会講演 要旨

3) 雑誌等

題名	発表者	誌名	巻号頁	発行年月
[酪農肉牛部] ガス発生剤を用いたウシ体外受精の検討	矢島 りさ 及川 俊徳	みやぎ獣医師	第73巻第4号	2020.10
フリーズドライ精子による世界で初めての子牛の生産 ～顕微授精技術とフリーズドライ技術の融合～	及川 俊徳	畜産技術	第786号 p7～12	2020.11
フリーズドライ精子による子牛の誕生について	及川 俊徳	畜産みやぎ	第303号 p8	2020.7
新しい基幹種雄牛「好久勝」号について	青沼 達也	畜産みやぎ	第304号 p8	2020.9
プロバイオティクス飼料の給与による乳牛の乳房炎発症予防について	浅野 貴史	畜産みやぎ	第306号 p9	2021.1
[種豚家きん部] 宮城県養豚研究会 令和2年度第1回研究集会について	吉野 淳良	畜産みやぎ	第307号 p9	2021.4
[草地飼料部] 新しい飼料作物奨励品種の紹介	田中孝太朗	畜産みやぎ	第302号 p10	2020.5
県内堆肥センターの生産堆肥モニタリングについて	荒木 利幸	畜産みやぎ	第305号 p12	2020.11

4. 広報・普及活動（講習会・研修会）

題目	講師	主催者	開催年月日	開催場所	参加人数
[畜産全般] 家畜人工授精師講習会	及川 俊徳 植田 郁恵	畜産課	2021.2.17 ～3.12	大崎市	8人

	渡邊 智 吉野 淳良				
[草地飼料部] J A 営農指導員指定研修（畜産・ 飼料作物等）	漆山 昌芳	J A 宮城中央会	2020. 7. 17	名取市	35人

5. 出版 物

令和2年-3年度 宮城県黒毛和種雄牛案内 2021年1月発行
令和元年度 宮城県畜産試験場試験成績書・業務年報 2021年2月発行

6. 研 修

主催機関名	研 修 名	受 講 者	期 間	開催場所
【種豚家きん部部】 (国法) 農研機構畜産研究 部門	自給飼料を利用した豚の飼養 試験および豚肉の高品質化 (依頼研究員)	岡 希	2020. 10. 12 ~12. 4	茨城県つく ば市

Ⅲ 業務の概要

1. 家畜飼養状況

1) 牛

区 分			期 首 頭 数	受 入					
				生 産	購 入	分 類 換	管 理 換	そ の 他	計
乳牛	ホルスタイン種	成 牛	41	—	—	6	—	—	6
		子 牛	31	32	—	—	5	—	37
肉牛	黒毛和種	種 雄 牛	27	—	—	—	4	—	4
		肥 育 試 験 牛	10	—	—	—	—	—	0
		そ の 他	0	—	—	—	—	—	0
	黒毛和牛 (供卵牛)	成 牛	28	—	1	—	5	—	6
		子 牛	2	3	—	—	—	3	
計	ホルスタイン種	成 牛	41	—	—	6	—	—	6
		子 牛	31	32	—	—	5	—	37
	黒毛和牛	成 牛	65	—	1	—	9	—	10
		子 牛	2	3	—	—	—	—	3
合 計			139	35	1	6	14	0	56

2) 豚

(1) 養豚家きんチーム

区 分	性	期 首 頭 数	受 入					
			生 産	購 入	分 類 換	管 理 換	そ の 他	計
成 豚	雄	20	—	—	9	—	—	9
	雌	37	—	—	13	—	—	13
子 豚	雄	94	242	—	—	—	—	242
	雌	82	221	—	—	—	—	221
合 計		233	463	0	22	0	0	485

(2) 原種豚チーム

区 分	性	期 首 頭 数	受 入					
			生 産	購 入	分 類 換	管 理 換	そ の 他	計
成 豚	雄	9	—	—	2	—	—	2
	雌	29	—	—	8	—	—	8
子 豚	雄	62	225	—	—	—	—	225
	雌	62	251	—	—	—	—	251
合 計		162	476	0	10	0	0	486

(令和3年3月31日現在)

払 出								期 末 頭 数
売却	廃用	と 殺	へい死	分類換	管理換	その他	計	
6	—	—	—	—	—	1	7	40
21	—	—	—	6	6	2	35	33
—	3	—	—	—	—	—	3	28
8	—	—	—	—	—	—	8	2
—	—	—	—	—	—	—	0	0
—	1	—	—	—	4	—	5	29
2	—	—	—	—	1	—	3	2
6	—	—	—	—	—	1	7	40
21	—	—	—	6	6	2	35	33
8	4	—	—	—	4	—	16	59
2	—	—	—	—	1	—	3	2
37	4	0	0	6	11	3	61	134

							期 末 頭 数	摘 要
配布 (種豚)	配布 (肉豚)	廃用 (出荷)	へい死 (淘汰)	分類換	管理換	計		
—	—	6	2	—	—	8	21	
—	—	8	3	—	—	11	39	
22	—	133	85	9	—	249	87	
41	—	108	70	13	—	232	71	
63	0	255	160	22	0	500	218	

							期 末 頭 数	摘 要
配布 (種豚)	配布 (肉豚)	廃用 (出荷)	へい死 (淘汰)	分類換	管理換	計		
—	—	1	1	—	—	2	9	
—	—	4	4	—	—	8	29	
—	—	113	74	2	—	189	98	
30	—	111	58	8	—	207	106	
30	0	229	137	10	0	406	242	

2. 飼養種畜名簿

1) 種雄牛

名号○印は基幹種雄牛

品 種	名 号	登 録 番 号	生年月日	産 地
黒毛和種	○ 好 平 茂	黒 原 5 1 5 1	H 20. 4. 14	宮城県
〃	○ 勝 洋	黒 原 5 2 6 1	H 21. 1. 7	〃
〃	○ 花 茂 桜	黒 原 5 3 9 3	H 22. 6. 25	〃
〃	○ 茂 洋 美	黒 原 5 5 8 7	H 23. 2. 28	〃
〃	○ 洋 勝 忠	黒 原 5 5 8 9	H 23. 5. 12	〃
〃	○ 洋 糸 波	黒 原 5 5 8 6	H 23. 3. 23	〃
〃	○ 勝 忠 久	黒 原 5 3 9 1	H 21. 12. 17	〃
〃	○ 勝 福 桜	黒 原 5 7 0 1	H 23. 8. 9	〃
〃	○ 茂 福 久	黒 原 5 8 3 7	H 24. 12. 25	〃
〃	○ 平 勝 美 (宮城)	黒 原 5 8 3 9	H 25. 4. 9	〃
〃	○ 阜 月 彰	黒 原 5 8 4 0	H 25. 5. 1	〃
〃	花 山 福	黒 原 6 0 2 9	H 27. 4. 16	〃
〃	百 合 好	黒 原 6 0 3 0	H 26. 9. 13	〃
〃	○ 好 久 勝	黒 原 6 0 3 1	H 26. 9. 9	〃
〃	和 福 久	黒 原 6 0 3 2	H 26. 12. 1	〃
〃	勝 美 桜 1	黒 原 6 1 0 4	H 28. 2. 14	〃
〃	安 百 合 幸	黒 原 6 1 0 6	H 28. 6. 15	〃
〃	勝 秀 好	黒 1 5 3 3 1	H 27. 8. 22	〃
〃	勝 洋 平	黒 原 6 1 0 5	H 28. 2. 29	〃
〃	稚 洋	黒 原 6 2 0 7	H 28. 8. 13	〃
〃	百 合 乃 神	黒 原 6 2 0 8	H 29. 2. 26	〃
〃	昭 光 茂	黒 原 6 2 0 9	H 29. 3. 24	〃
〃	花 勝 洋	黒 原 6 2 1 0	H 29. 5. 16	〃
〃	柳 桜	黒 原 6 2 8 1	H 29. 9. 21	〃
〃	洋 久 英	黒 原 6 2 8 0	H 29. 8. 10	〃
〃	絵 里 波	黒 原 6 2 8 2	H 30. 4. 20	〃
〃	勝 茂 桜	黒 原 6 2 8 3	H 29. 11. 20	〃
〃	百 合 博	黒 原 6 3 6 0	H 30. 12. 25	〃
〃	雅 糸 波	黒 原 6 3 6 1	H 31. 1. 24	〃
〃	孝 糸 波	黒 原 6 3 6 2	R 元. 5. 22	〃
〃	茂 勝 久	黒 原 6 2 6 3	R 元. 6. 5	〃

血統		体格 得点	備考
父	母		
茂洋	ふくたいら	83.1	
茂洋	とみてる	82.6	
第1花国	とみふく	83.5	
茂洋	ともみ	85.2	
茂洋	しも66	84.4	
茂洋	きくつる	85.3	
安福久	はなえ	84.7	
勝忠平	みずき	85.2	
茂洋	ひさこ	84.8	
忠勝美	ななえ	85.0	
安平勝	ふくみ	82.9	
安福久	わかこ	83.6	廃用(R2.8.4)
好平茂	なみ	86.6	廃用(R2.8.4)
好平茂	ひめかつ	85.3	基幹種雄牛へ選抜(R2.7.10)
安福久	ゆりか	85.0	廃用(R2.8.4)
勝洋	ゆうこ	85.5	
百合茂	やすこ	83.3	
好平茂	つばさ	81.6	
勝洋	かつただひさ	84.0	
勝洋	えりか	86.0	
百合茂	ゆめはな	83.3	
好平茂	ふくゆりこ	85.5	
勝洋	はなごよみ	84.4	
勝早桜5	かおり	84.4	
勝洋	ひさいし	84.1	
洋糸波	えりこ	83.8	
勝早桜5	かまふく	83.4	
茂洋美	ゆりひろ	84.6	管理替(R2.5.1), 茂百合より名号変更(R2.10.30)
洋糸波	きたつるこ	84.1	〃
洋糸波	みく	84.6	〃
茂福久	かつひら	84.0	〃

2) 種雌牛 (供卵牛)

R3. 3. 31現在

品 種	名 号	登 録 番 号	生年月日	産 地
黒毛和種	み い な	黒 原 1519880	21. 9. 20	〃
〃	れ ん	黒 2388621	22. 2. 27	〃
〃	す ず ね	黒 2487339	26. 2. 18	〃
〃	さ と こ	黒 2185099	16. 8. 5	〃
〃	か め ゆ き	黒 2331104	19. 8. 2	〃
〃	し げ き く	黒 2198243	16. 7. 30	〃
〃	ほ く こ	黒 2179063	16. 6. 15	〃
〃	た だ こ	黒 原 1363350	17. 12. 6	〃
〃	ひ さ い し	黒 2190733	16. 9. 7	〃
〃	け い こ	黒 原 1612021	24. 5. 16	〃
〃	な つ み	黒 原 322956	16. 10. 5	〃
〃	ひ ろ ひ ろ	黒原 1392443	18. 9. 6	〃
〃	は な か つ	黒 2277292	18. 9. 19	〃
〃	こ ま は な や す 6	黒 高 218038	21. 6. 8	〃
〃	み つ ひ め か つ	黒 原 1599875	24. 5. 1	〃
〃	も み じ	黒 原 1735550	28. 12. 11	宮 崎 県
〃	う め こ	黒 2588951	29. 1. 4	〃
〃	ゆ み こ	黒 原 1441502	19. 9. 3	宮 城 県
〃	か つ こ	黒 原 1436628	19. 11. 2	〃
〃	き た つ る こ	黒 原 1472726	20. 10. 26	〃
〃	ひ さ こ	黒 2295802	19. 6. 18	〃
〃	し ろ い し	黒 原 1601887	24. 5. 23	〃
〃	え み こ	黒 高 221534	23. 7. 10	〃
〃	ぜ ん こ う 1	黒 2492299	26. 7. 25	〃
〃	い わ 2 7 の 4 1	黒 原 1712043	28. 3. 23	〃
〃	し げ ひ さ	黒 2588962	28. 8. 4	〃
〃	い わ 2 8 の 4 9	黒 原 1744261	29. 3. 13	〃
〃	な つ み か ん	黒 原 1766861	29. 7. 31	〃
〃	い わ 1 5 の 6 2	黒 2179018	15. 12. 26	〃
〃	い わ 2 1 の 4 8	黒 原 1519879	21. 11. 7	〃
〃	い わ 2 2 の 2 7	黒 原 1554016	22. 9. 1	〃
〃	い わ 2 5 の 3 4	黒 原 1659058	26. 2. 9	〃
〃	い わ 2 7 の 2 6	黒 原 1703732	27. 10. 2	〃
〃	い わ 2 7 の 1 3	黒 原 1694720	27. 6. 19	〃

血統		体格得点	備考
父	母		
茂 洋	あやめ10のえい	80.7	管理替
茂 洋	ふ く は	79.7	管理替
茂 洋	いわ22の27	79.6	管理替
第2波 茂	ちさとの9	84.3	
金 幸	かめただ425	83.3	
茂 勝	き く え 1	83.2	
美 津 福	す み こ	81.1	令和2年10月廃用
勝 忠 平	し ず こ	80.7	
安 福 久	みやひろし	80.4	
茂 洋	な つ こ	81.2	管理替
勝 忠 平	か な こ	81.5	
茂 勝	ひらぎく	83.0	
勝 忠 平	きよたみ	82.0	
安 福 久	はなきたぐに	81.5	
勝 忠 平	みつひめ	82.1	
美 穂 国	も な か	81.6	
耕 富 士	び い ち	83.0	
勝 忠 平	ま ゆ み	81.1	
勝 忠 平	ひらくら	83.3	
安 糸 福	きたつるしげ	81.7	
安 福 久	ふ く こ	82.9	
安 茂 勝	な み せ い	81.1	
茂 洋	え つ こ	—	
花 清 国	ぜんこう167	82.0	令和2年10月導入
安 福 久	かめただ425	81.0	管理替
茂 洋	ひ さいし	79.6	
美 津 照 重	いわ21の11	81.5	
茂 洋	な つ み	81.4	管理替
茂 糸 波	いとひめ	81.3	
茂 洋	や す こ	80.0	
安 福 久	ふ じ こ	80.4	
安 福 久	かめただ425	82.0	管理替
好 平 茂	ひ さいし	81.3	管理替
勝 洋	たかじろう	81.7	管理替

3) 養豚家きんチーム管理(種雄豚)

育種番号	品種	名号	証明番号	生年月日	血統
					父豚号名
111	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 16 5 0056	DD04-A000736	H28.6.28	ミヤチク 01-355(H13.3.19生) DD04-Y036722
112-4	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 19 3 0508	DD04-A001173	H31.3.9	ミヤチク 01-365(H13.3.21生) DD04-Y036724
117-4	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 14 7 0711	DD04-A000420	H26.3.25	ミヤチク 01-45(H13.2.12生) DD04-Y036719
118	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 20 5 0465	DD04-A001361	R2.3.10	ミヤチク 01-330(H13.3.14生) DD04-Y036728
118-2	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 20 5 0466	DD04-A001362	R2.3.10	ミヤチク 01-330(H13.3.14生) DD04-Y036728
123-3	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 19 5 0406	DD04-A001148	H31.1.29	ミヤチク 01-35(H13.2.12生) DD04-Y036729
204	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 16 4 0482	DD04-A000664	H28.2.16	ミヤチク シモフリット [*] 14 5 0114(H26.7.28生) DD04-A000445
204-4	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 17 7 0047	DD04-A000888	H29.6.4	ミヤチク シモフリット [*] 14 5 0114(H26.7.28生) DD04-A000445
211-2	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 18 1 0463	DD04-A0001004	H30.2.12	ミヤチク シモフリット [*] 16 5 0056(H28.6.28生) DD04-A000736
211-3	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 19 8 0007	DD04-A0001192	H31.4.4	ミヤチク シモフリット [*] 16 5 0056(H28.6.28生) DD04-A000736
216-2	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 16 2 0055	DD04-A000735	H28.6.23	ミヤチク シモフリット [*] 14 7 0515(H26.2.15生) DD04-A000383
216-4	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 18 6 0284	DD04-A001101	H30.8.25	ミヤチク シモフリット [*] 14 7 0515(H26.2.15生) DD04-A000383
217-10	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 18 11 0476	DD04-A001011	H30.2.19	ミヤチク シモフリット [*] 14 7 0711(H26.3.25生) DD04-A000420
304	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 19 4 0159	DD04-A001236	R1.7.8	ミヤチク シモフリット [*] 16 4 0482(H28.2.16生) DD04-A000664
304-2	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 19 9 0246	DD04-A001265	R1.8.26	ミヤチク シモフリット [*] 16 4 0482(H28.2.16生) DD04-A000664
316	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 20 1 0483	DD04-A001369	R2.3.31	ミヤチク シモフリット [*] 16 2 0055(H28.6.23生) DD04-A000735
316-2	デュロック	ミヤチク シモフリット [*] 20 8 0475	DD04-A001367	R2.3.31	ミヤチク シモフリット [*] 16 2 0055(H28.6.23生) DD04-A000735
317-1	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 16 7 0504	DD04-A000675	H28.2.21	シモフリット [*] ミヤチク 13 6 0163(H25.7.25生) DD04-A000304
325	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 16 3 0557	DD04-A000691	H28.2.25	シモフリット [*] ミヤチク 13 6 0171(H25.7.25生) DD04-A000307
325-1	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 16 2 0582	DD04-A000700	H28.3.11	シモフリット [*] ミヤチク 13 6 0171(H25.7.25生) DD04-A000307
405-3	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 15 3 0193	DD04-A000578	H27.7.22	シモフリット [*] ミヤチク 12 2 0336(H24.9.2生) DD04-A000095
415-5	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 15 2 0368	DD04-A000619	H27.10.6	シモフリット [*] ミヤチク 11-5-537(H23.10.31生) DD04-Y502381
417-2	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 20 7 0413	DD04-A001333	R2.2.20	シモフリット [*] ミヤチク 16 7 0504(H28.2.21生) DD04-A000675
420-3	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 18 2 0331	DD04-A001113	H30.10.1	シモフリット [*] ミヤチク 13 1 0393(H25.10.2生) DD04-A000350
505	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 18 7 0217	DD04-A001078	H30.7.26	シモフリット [*] ミヤチク 15 3 0193(H27.7.22生) DD04-A000578
515	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 18 2 0249	DD04-A001093	H30.8.21	シモフリット [*] ミヤチク 15 8 0354(H26.9.7生) DD04-A000470
520-2	デュロック	シモフリット [*] ミヤチク 17 3 0080	DD04-A000905	H29.6.23	シモフリット [*] ミヤチク 15 3 0245(H27.8.13生) DD04-A000593

母豚号名	審査成績					産地	備考
	一般 外貌	体の 構成	資質	乳器・ 生殖器	肢蹄		
シモフリット*ミヤチク 13 5 0482(H25.3.8生) DD04-A000135	A	A	A	A	B	当 場	R2.4.8廃用
ミヤチクシモフリット* 16 1 0281(H28.10.22生) DD04-A000788	A	特 A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 10-10-488(H22.3.19生) DD04-Z083001	B	A	A	A	A	当 場	
ミヤチクシモフリット* 17 6 0018(H29.4.20生) DD04-A000881	A	B	A	A	B	当 場	
ミヤチクシモフリット* 17 6 0018(H29.4.20生) DD04-A000881	A	B	B	A	C	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 2 0321(H27.9.14生) DD04-A000607	A	B	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 13 5 0195(H25.7.30生) DD04-A000313	A	A	A	A	A	当 場	R3.3.10廃用
ミヤチクシモフリット* 13 9 0238(H25.8.9生) DD04-A000317	A	A	A	A	A	当 場	
ミヤチクシモフリット* 16 1 0281(H28.10.22生) DD04-A000788	A	A	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 14 8 0169(H26.7.26生) DD04-A000450	A	B	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 4 0484(H27.2.13生) DD04-A000503	B	A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 6 0443(H27.2.6生) DD04-A000492	A	特 A	B	A	C	当 場	
シモフリット*ミヤチク 12 6 0797(H24.3.25生) DD04-A000020	A	B	A	A	B	当 場	R2.10.14廃用
シモフリット*ミヤチク 17 9 0361(H29.2.4生) DD04-A000818	B	B	A	B	C	当 場	
シモフリット*ミヤチク 13 4 0566(H25.3.13生) DD04-A000146	特 A	A	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 19 1 0511(H31.3.14生) DD04-A001178	特 A	A	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 9 0533(H27.2.27生) DD04-A000530	A	特 A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 12 6 0789(H24.3.24生) DD04-A000017	A	A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 14 8 0608(H26.3.7生) DD04-A000408	A	A	A	A	A	当 場	R2.8.27廃用
シモフリット*ミヤチク 14 8 0169(H26.7.26生) DD04-A000450	A	A	A	A	B	当 場	R2.11.11廃用
ミヤチクシモフリット* 13 9 0238(H25.8.9生) DD04-A000317	B	A	B	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 14 10 0618(H26.3.12生) DD04-A000409	A	A	A	A	B	当 場	
ミヤチクシモフリット* 16 1 0614(H28.3.19生) DD04-A000704	A	A	特 A	A	B	当 場	
ミヤチクシモフリット* 17 6 0018(H29.4.20生) DD04-A000881	A	B	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 14 8 0169(H26.7.26生) DD04-A000450	A	特 A	A	A	B	当 場	
ミヤチクシモフリット* 17 9 0354(H29.2.2生) DD04-A000816	A	B	B	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 3 0273(H27.8.18生) DD04-A000596	A	A	A	A	B	当 場	R2.8.5廃用

3) 養豚家きんチーム管理(種雌豚)

育種番号	品種	名号	証明番号	生年月日	血統
					父豚号名
229-2	デュロック	シモフリット・ミヤチク 14 8 0608	DD04-A000408	H26.3.7	シモフリット・ミヤチク 12 9 0023(H24.4.21生) DD04-A000043
311-2	デュロック	シモフリット・ミヤチク 17 9 0361	DD04-A000818	H29.2.4	シモフリット・ミヤチク 13 3 0363(H25.9.13生) DD04-A000339
316	デュロック	シモフリット・ミヤチク 13 8 0010	DD04-A000165	H25.4.5	シモフリット・ミヤチク 12 9 0023(H24.4.21生) DD04-A000043
329-2	デュロック	シモフリット・ミヤチク 19 10 0191	DD04-A001243	R1.7.31	シモフリット・ミヤチク 13 3 0363(H25.9.13生) DD04-A000339
329-3	デュロック	シモフリット・ミヤチク 20 12 0126	DD04-A001416	R2.7.12	シモフリット・ミヤチク 16 2 0582(H28.3.11生) DD04-A000700
331	デュロック	ミヤチク シモフリット 14 7 0512	DD04-A000382	H26.2.15	ミヤチク 01-145(H13.2.16生) DD04-Y036720
337	デュロック	シモフリット・ミヤチク 13 4 0566	DD04-A000146	H25.3.13	シモフリット・ミヤチク 10-5-307(H22.10.13生) DD04-Y042993
349-2	デュロック	ミヤチク シモフリット 17 9 0354	DD04-A000816	H29.2.2	ミヤチク シモフリット 14 7 0515(H26.2.15生) DD04-A000383
350	デュロック	シモフリット・ミヤチク 15 4 0484	DD04-A000503	H27.2.13	シモフリット・ミヤチク 13 6 0171(H25.7.25生) DD04-A000307
354	デュロック	ミヤチク シモフリット 13 9 0238	DD04-A000317	H25.8.9	ミヤチク シモフリット 02-163(H14.3.2生) DD04-Y037804
358	デュロック	シモフリット・ミヤチク 17 10 0338	DD04-A000807	H29.1.28	シモフリット・ミヤチク 13 3 0363(H25.9.13生) DD04-A000339
403	デュロック	ミヤチク シモフリット 19 14 0131	DD04-A001229	R1.7.4	ミヤチク シモフリット 14 7 0711(H26.3.25生) DD04-A000420
407-2	デュロック	シモフリット・ミヤチク 15 9 0533	DD04-A000530	H27.2.27	シモフリット・ミヤチク 12 4 0038(H24.5.6生) DD04-A000047
411	デュロック	ミヤチク シモフリット 20 5 0459	DD04-A001354	R2.3.7	ミヤチク 01-330(H13.3.14生) DD04-Y036728
416	デュロック	シモフリット・ミヤチク 16 4 0075	DD04-A000745	H28.7.6	シモフリット・ミヤチク 13 6 0163(H25.7.25生) DD04-A000304
420	デュロック	シモフリット・ミヤチク 15 6 0604	DD04-A000547	H27.3.18	シモフリット・ミヤチク 12 9 0023(H24.4.21生) DD04-A000043
431-2	デュロック	シモフリット・ミヤチク 15 2 0321	DD04-A000607	H27.9.14	シモフリット・ミヤチク 12 2 0336(H24.9.2生) DD04-A000095
431-3	デュロック	シモフリット・ミヤチク 18 9 0326	DD04-A001111	H30.9.16	シモフリット・ミヤチク 13 3 0363(H25.9.13生) DD04-A000339
431-4	デュロック	ミヤチク シモフリット 19 8 0005	DD04-A001191	H31.4.4	ミヤチク シモフリット 16 5 0056(H28.6.28生) DD04-A000736
433	デュロック	シモフリット・ミヤチク 17 6 0438	DD04-A000846	H29.2.28	シモフリット・ミヤチク 15 3 0193(H27.7.22生) DD04-A000578
434	デュロック	ミヤチク シモフリット 18 7 0399	DD04-A000980	H30.1.30	ミヤチク シモフリット 14 7 0711(H26.3.25生) DD04-A000420
437	デュロック	シモフリット・ミヤチク 15 3 0273	DD04-A000596	H27.8.18	シモフリット・ミヤチク 12 2 0336(H24.9.2生) DD04-A000095
439	デュロック	シモフリット・ミヤチク 15 6 0443	DD04-A000492	H27.2.6	シモフリット・ミヤチク 12 4 0038(H24.5.6生) DD04-A000047
446	デュロック	ミヤチク シモフリット 18 8 0429	DD04-A000991	H30.2.5	ミヤチク シモフリット 14 7 0515(H26.2.15生) DD04-A000383
449	デュロック	シモフリット・ミヤチク 19 3 0526	DD04-A001184	H31.3.25	シモフリット・ミヤチク 15 2 0368(H27.10.6生) DD04-A000619
450	デュロック	シモフリット・ミヤチク 16 1 0405	DD04-A000637	H28.2.1	シモフリット・ミヤチク 15 3 0361(H26.9.8生) DD04-A000471
454	デュロック	シモフリット・ミヤチク 15 2 0359	DD04-A000618	H27.10.6	シモフリット・ミヤチク 11-5-537(H23.10.31生) DD04-Y502381
454-2	デュロック	ミヤチク シモフリット 17 6 0018	DD04-A000881	H29.4.20	ミヤチク シモフリット 14 7 0515(H26.2.15生) DD04-A000383
455	デュロック	シモフリット・ミヤチク 13 6 0368	DD04-A000341	H25.9.23	シモフリット・ミヤチク 12 6 0801(H24.3.25生) DD04-A000022

母豚号名	審査成績					産地	備考
	一般 外貌	体の 構成	資質	乳器・ 生殖器	肢蹄		
シモフリット*ミヤチク 08-13-59(H20.4.25生) DD04-Z081015	B	A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 12 9 0257(H24.8.10生) DD04-A000078	特 A	特 A	A	B	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 08-6-638(H20.3.21生) DD04-Z081018	A	A	A	A	A	当 場	R2.9.9廃用
シモフリット*ミヤチク 14 8 0608(H26.3.7生) DD04-A000408	A	特 A	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 14 8 0608(H26.3.7生) DD04-A000408	A	A	A	B	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 10-7-103(H22.5.2生) DD04-Z083120	A	A	B	B	A	当 場	R2.7.2廃用
シモフリット*ミヤチク 10-8-451(H22.3.16生) DD04-Z083000	A	A	A	A	A	当 場	R3.3.10廃用
シモフリット*ミヤチク 12 6 0797(H24.3.25生) DD04-A000020	特 A	A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 11-11-98(H23.4.12生) DD04-Z083794	A	A	A	A	A	当 場	R2.7.16廃用
シモフリット*ミヤチク 09-14-505(H21.2.24生) DD04-Z082084	B	B	A	A	B	当 場	R2.9.30廃用
シモフリット*ミヤチク 11-7-408(H23.8.19生) DD04-Z083961	A	A	A	B	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 11-1-999(H23.7.10生) DD04-Z083967	A	B	B	B	C	当 場	
シモフリット*ミヤチク 10-7-510(H22.3.31生) DD04-Z083002	A	A	A	A	A	当 場	R2.9.16廃用
シモフリット*ミヤチク 17 9 0361(H29.2.4生) DD04-A000818	A	B	A	B	C	当 場	
シモフリット*ミヤチク 13 8 0010(H25.4.5生) DD04-A000165	A	A	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 11-4-350(H23.7.28生) DD04-Z083965	A	A	A	A	B	当 場	R3.2.12廃用
ミヤチク シモフリット* 14 7 0512(H26.2.15生) DD04-A000382	A	A	C	B	B	当 場	
ミヤチク シモフリット* 14 7 0512(H26.2.15生) DD04-A000382	A	A	B	B	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 14 8 0169(H26.7.26生) DD04-A000450	A	A	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク T3 5 0195(H25.7.30生) DD04-A000313	A	A	A	B	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 14 7 0653(H26.3.13生) DD04-A000413	A	B	A	B	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 13 4 0566(H25.3.13生) DD04-A000146	A	A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 11-6-402(H23.8.18生) DD04-Z083963	特 A	A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 13 5 0482(H25.3.8生) DD04-A000135	A	A	特 A	B	B	当 場	R2.11.6廃用
ミヤチク シモフリット* 17 9 0354(H29.2.2生) DD04-A000816	A	B	A	B	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 4 0484(H27.2.13生) DD04-A000503	A	A	A	A	A	当 場	R2.11.4廃用
シモフリット*ミヤチク 14 10 0168(H26.3.12生) DD04-A000409	A	A	A	A	A	当 場	R2.4.30廃用
シモフリット*ミヤチク 14 10 0618(H26.3.12生) DD04-A000409	A	A	A	B	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 10-8-215(H22.8.9生) DD04-Z083124	A	B	A	B	B	当 場	

3) 養豚家きんチーム管理(種雌豚)

育種番号	品種	名号	証明番号	生年月日	血統
					父豚号名
458	デュロック	ミヤチク シモフリレット [*] 18 2 0253	DD04-A001103	H30.8.20	ミヤチク シモフリレット [*] 14 7 0515(H26.2.15生) DD04-A000383
503	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 20 1 0153	DD04-A001428	R2.7.20	シモフリレット [*] ミヤチク 16 3 0557(H28.2.25生) DD04-A000691
507	デュロック	ミヤチク シモフリレット [*] 16 1 0614	DD04-A000704	H28.3.19	ミヤチク シモフリレット [*] 14 7 0515(H26.2.15生) DD04-A000383
516	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 19 5 0085	DD04-A001216	R1.6.14	シモフリレット [*] ミヤチク 10-10-288(H22.9.13生) DD04-Y042992
516-2	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 20 6 0334	DD04-A001301	R2.1.18	シモフリレット [*] ミヤチク 10-10-288(H22.9.13生) DD04-Y042992
531	デュロック	ミヤチク シモフリレット [*] 16 1 0281	DD04-A000788	H28.10.22	ミヤチク シモフリレット [*] 14 7 0711(H26.3.25生) DD04-A000420
533-2	デュロック	ミヤチク シモフリレット [*] 20 6 0468	DD04-A001363	R2.3.23	ミヤチク シモフリレット [*] 16 5 0056(H28.6.28生) DD04-A000736
534	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 19 1 0511	DD04-A001178	H31.3.14	シモフリレット [*] ミヤチク 13 3 0363(H25.9.13生) DD04-A000339
537-2	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 19 8 0251	DD04-A001270	R1.9.6	シモフリレット [*] ミヤチク 16 7 0504(H28.2.21生) DD04-A000675
539	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 16 1 0522	DD04-A000680	H28.2.21	シモフリレット [*] ミヤチク 13 3 0363(H25.9.13生) DD04-A000339
546	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 19 2 0310	DD04-A001288	R1.11.18	シモフリレット [*] ミヤチク 10-10-288(H22.9.13生) DD04-Y042992
546-2	デュロック	ミヤチク シモフリレット [*] 20 3 0044	DD04-A001391	R2.5.8	ミヤチク シモフリレット [*] 14 7 0711(H26.3.25生) DD04-A000420
550	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 19 6 0062	DD04-A001215	R1.6.5	シモフリレット [*] ミヤチク 13 3 0363(H25.9.13生) DD04-A000339
554	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 18 1 0068	DD04-A001045	H30.4.20	シモフリレット [*] ミヤチク 13 1 0393(H25.10.2生) DD04-A000350
554-2	デュロック	ミヤチク シモフリレット [*] 20 5 0464	DD04-A001360	R2.3.10	ミヤチク 01-330(H13.3.14生) DD04-Y036728
555	デュロック	ミヤチク シモフリレット [*] 16 4 0386	DD04-A000625	H28.1.27	ミヤチク シモフリレット [*] 14 7 0515(H26.2.15生) DD04-A000383
558	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 19 1 0258	DD04-A001272	R1.9.6	シモフリレット [*] ミヤチク 17 3 0080(H29.6.23生) DD04-A000905
555-2	デュロック	ミヤチク シモフリレット [*] 20 11 0441	DD04-A001349	R2.2.29	ミヤチク シモフリレット [*] 17 7 0047(H29.6.4生) DD04-A000888
555-3	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 20 12 0183	DD04-A001440	R2.7.28	シモフリレット [*] ミヤチク 15 3 0193(H27.7.22生) DD04-A000578
631	デュロック	ミヤチク シモフリレット [*] 19 3 0503	DD04-A001170	H31.3.9	ミヤチク 01-365(H13.3.21生) DD04-Y036724
654	デュロック	シモフリレット [*] ミヤチク 20 2 0390	DD04-A001330	R2.2.17	シモフリレット [*] ミヤチク 16 7 0504(H28.2.21生) DD04-A000675

母豚号名	審査成績					産地	備考
	一般 外貌	体 の 構成	資 質	乳器・ 生殖器	肢 蹄		
シモフリット*ミヤチク 17 10 0338(H29.1.28生) DD04-A000807	A	A	A	B	B	当 場	
ミヤチクシモフリット* 19 14 0131(R1.7.4生) DD04-A001229	A	特 A	A	B	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 9 0533(H27.2.27生) DD04-A000530	A	A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 16 4 0075(H28.7.6生) DD04-A000745	A	特 A	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 16 4 0075(H28.7.6生) DD04-A000745	A	B	A	B	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 2 0321(H27.9.14生) DD04-A000607	A	A	A	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 17 6 0438(H29.2.28生) DD04-A000846	A	A	B	B	C	当 場	
ミヤチクシモフリット* 18 7 0399(H30.1.30生) DD04-A000980	B	B	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 3 0273(H27.8.18生) DD04-A000596	A	A	B	A	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 15 6 0443(H27.2.6生) DD04-A000492	A	A	A	A	A	当 場	R3.1.4廃用
ミヤチクシモフリット* 18 8 0429(H30.2.5生) DD04-A000991	A	B	B	A	B	当 場	
ミヤチクシモフリット* 18 8 0429(H30.2.5生) DD04-A000991	A	A	B	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 16 1 0405(H28.2.1生) DD04-A000637	A	特 A	A	A	B	当 場	
ミヤチクシモフリット* 17 6 0018(H29.4.20生) DD04-A000881	B	A	B	B	B	当 場	
ミヤチクシモフリット* 17 6 0018(H29.4.20生) DD04-A000881	A	A	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 13 6 0368(H25.9.23生) DD04-A000341	A	A	A	A	A	当 場	
ミヤチクシモフリット* 18 2 0253(H30.8.20生) DD04-A001103	B	B	B	B	A	当 場	
シモフリット*ミヤチク 13 6 0368(H25.9.23生) DD04-A000341	B	B	A	A	B	当 場	
シモフリット*ミヤチク 13 6 0368(H25.9.23生) DD04-A000341	B	B	A	A	B	当 場	
ミヤチクシモフリット* 16 1 0281(H28.10.22生) DD04-A000788	A	A	A	B	C	当 場	
シモフリット*ミヤチク 18 1 0068(H30.4.20生) DD04-A001045	A	A	B	A	B	当 場	

4)原種豚チーム管理(種雄豚)

育種番号	品 種	名 号	証明番号	生年月日	血	
					父豚名号	
101	ランドレース	ミヤギノ L2 12 8 0127	LL04-A000053	H24.7.13	ミヤギノ L2 08-258 (H20.3.2 生) LL04-	Y079632
109-2	ランドレース	ミヤギノ L2 13 8 0785	LL04-A000191	H25.2.20	ミヤギノ L2 08-482 (H20.3.26 生) LL04-	Y079640
105-3	ランドレース	ミヤギノ L2 14 5 0336	LL04-A000589	H26.8.1	ミヤギノ L2 08-339 (H20.3.8 生) LL04-	Y079636
206	ランドレース	ミヤギノ L2 17 8 0014	LL04-A000893	H29.6.14	ミヤギノ L2 12-7-466 (H24.1.17 生) LL04-	Y500251
210	ランドレース	ミヤギノ L2 17 10 0075	LL04-A000962	H29.6.22	ミヤギノ L2 11-6-128 (H23.6.28 生) LL04-	Y080597
202	ランドレース	ミヤギノ L2 17 7 0120	LL04-A000974	H29.6.30	ミヤギノ L2 12-7-407 (H24.1.9 生) LL04-	Y500248
205	ランドレース	ミヤギノ L2 18 11 0218	LL04-A000996	H30.1.22	ミヤギノ L2 14 5 0336 (H26.8.1 生) LL04-	A000589
203	ランドレース	ミヤギノ L2 19 1 0234	LL04-A001131	H31.1.19	ミヤギノ L2 14 5 0427 (H26.1.19 生) LL04-	A000420
209	ランドレース	ミヤギノ L2 19 5 0239	LL04-A001133	H31.1.20	ミヤギノ L2 13 8 0785 (H25.2.20 生) LL04-	A000191
304	ランドレース	ミヤギノ L2 20 3 0194	LL04-A001196	R2.1.15	ミヤギノ L2 15 6 0623 (H27.2.4 生) LL04-	A000672
201	ランドレース	ミヤギノ L2 20 13 0121	LL04-A001246	R2.6.30	ミヤギノ L2 12 8 0127 (H24.7.13 生) LL04-	A000053

統	母豚名号	審査成績					産地	備考
		一般 外貌	体の 構成	資質	乳器・ 生殖器	肢蹄		
	ミヤギノ L2 08-111 (H20.2.25 生) LL04- Z471330	A	A	A	A	A	当 場	R3.2.7斃死
	ミヤギノ L2 08-81 (H20.2.25 生) LL04- Z471333	A	A	A	A	A	当 場	R2.10.7廃用
	ミヤギノ L2 11-2-293 (H23.8.29 生) LL04- Z477086	A	A	A	A	A	当 場	
	ミヤギノ L2 13 9 0790 (H25.2.27 生) LL04- A000193	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 12-7-646 (H24.2.3 生) LL04- Z501799	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 13 10 0260 (H25.7.7 生) LL04- A000368	A	特	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 11-6-210 (H23.7.30 生) LL04- Z477084	B	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 18 9 0183 (H30.1.19 生) LL04- A000992	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 16 5 0209 (H28.1.15 生) LL04- A000760	A	A	A	A	A	当 場	
	ミヤギノ L2 18 11 0215 (H30.1.22 生) LL04- A000994	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 12-6-454 (H24.1.16 生) LL04- Z501759	A	B	A	A	A	当 場	

4)原種豚チーム管理(種雌豚)

育種番号	品 種	名 号		証明番号	生年月日	血	
						父豚名号	
117	ランドレース	ミヤギノ L2	12-7-646	LL04-Z501799	H24.2.3	ミヤチク エル (H20.3.2 生)LL04-	08-258 Y079632
142	ランドレース	ミヤギノ L2	12-6-454	LL04-Z501759	H24.1.16	ミヤギノ L2 (H22.1.29 生)LL04-	10-3-184 Y080198
146-2	ランドレース	ミヤギノ L2	13 10 0209	LL04-A000356	H25.7.6	ミヤギノ L2 (H23.2.11 生)LL04-	11-5-752 Y080489
107	ランドレース	ミヤギノ L2	13 10 0260	LL04-A000368	H25.7.7	ミヤギノ L2 (H20.3.2 生)LL04-	08-258 Y079632
242	ランドレース	ミヤギノ L2	15 5 0821	LL04-A000700	H27.3.5	ミヤギノ L2 (H26.1.19 生)LL04-	14 3 0427 A000420
226	ランドレース	ミヤギノ L2	15 7 0842	LL04-A000701	H27.3.7	ミヤギノ L2 (H24.1.9 生)LL04-	12 7 407 Y500248
223	ランドレース	ミヤギノ L2	16 5 0209	LL04-A000760	H28.1.15	ミヤギノ L2 (H26.1.19 生)LL04-	14 3 0427 A000420
217-2	ランドレース	ミヤギノ L2	17 9 0231	LL04-A000866	H29.1.23	ミヤギノ L2 (H25.2.20 生)LL04-	13 8 0785 A000191
343-2	ランドレース	ミヤギノ L2	17 9 0286	LL04-A000876	H29.2.1	ミヤギノ L2 (H27.2.1 生)LL04-	15 6 0574 A000655
347	ランドレース	ミヤギノ L2	17 8 0126	LL04-A000978	H29.7.2	ミヤギノ L2 (H26.1.19 生)LL04-	14 3 0427 A000420
334-2	ランドレース	ミヤギノ L2	18 9 0160	LL04-A000985	H30.1.18	ミヤギノ L2 (H27.2.4 生)LL04-	15 6 0623 A000672
223-2	ランドレース	ミヤギノ L2	18 9 0183	LL04-A000992	H30.1.19	ミヤギノ L2 (H24.1.9 生)LL04-	12-7-407 Y500248
229-4	ランドレース	ミヤギノ L2	18 11 0215	LL04-A000994	H30.1.22	ミヤギノ L2 (H26.8.1 生)LL04-	14 5 0336 A000589
323	ランドレース	ミヤギノ L2	19 1 0232	LL04-A001130	H31.1.19	ミヤギノ L2 (H26.1.19 生)LL04-	14 3 0427 A000420
434	ランドレース	ミヤギノ L2	19 1 0288	LL04-A001144	H31.1.29	ミヤギノ L2 (H29.6.14 生)LL04-	17 8 0014 A000893
342	ランドレース	ミヤギノ L2	19 8 0026	LL04-A001156	R1.6.28	ミヤギノ L2 (H27.2.1 生)LL04-	15 6 0574 A000655
323-2	ランドレース	ミヤギノ L2	19 6 0072	LL04-A001161	R1.7.5	ミヤギノ L2 (H30.1.22 生)LL04-	18 11 0218 A000996
323-3	ランドレース	ミヤギノ L2	19 2 0124	LL04-A001167	R1.7.8	ミヤギノ L2 (H24.7.13 生)LL04-	12 8 0127 A000053
447	ランドレース	ミヤギノ L2	19 3 0130	LL04-A001169	R1.7.9	ミヤギノ L2 (H24.7.13 生)LL04-	12 8 0127 A000053
317	ランドレース	ミヤギノ L2	19 4 0138	LL04-A001172	R1.7.15	ミヤギノ L2 (H24.1.17 生)LL04-	12-7-466 Y500251
326	ランドレース	ミヤギノ L2	19 7 0155	LL04-A001175	R1.7.18	ミヤギノ L2 (H27.2.4 生)LL04-	15 6 0623 A000672
443	ランドレース	ミヤギノ L2	20 5 0178	LL04-A001188	-	ミヤギノ L2 (H29.6.30 生)LL04-	17 7 0120 A000974
329-3	ランドレース	ミヤギノ L2	20 3 0187	LL04-A001190	-	ミヤギノ L2 (H27.2.4 生)LL04-	15 6 0623 A000672
217-3	ランドレース	ミヤギノ L2	20 14 0300	LL04-A001221	-	ミヤギノ L2 (H25.2.20 生)LL04-	13 8 0785 A000191
342-2	ランドレース	ミヤギノ L2	20 9 0088	LL04-A001238	-	ミヤギノ L2 (H30.1.22 生)LL04-	18 11 0218 A000996
246-3	ランドレース	ミヤギノ L2	20 13 0124	LL04-A001247	-	ミヤギノ L2 (H25.2.20 生)LL04-	13 8 0785 A000191
246-4	ランドレース	ミヤギノ L2	20 13 0125	LL04-A001248	-	ミヤギノ L2 (H25.2.20 生)LL04-	13 8 0785 A000191
207	ランドレース	ミヤギノ L2	20 13 0150	LL04-A001255	-	ミヤギノ L2 (H31.1.20 生)LL04-	19 5 0239 A001133
207-2	ランドレース	ミヤギノ L2	20 13 0151	LL04-A001256	-	ミヤギノ L2 (H31.1.20 生)LL04-	19 5 0239 A001133

統	母豚名号	審査成績					産地	備考
		一般 外貌	体の 構成	資質	乳器・ 生殖器	肢蹄		
	ミヤチク エル 08-184 (H20.2.28 生)LL04- Z471339	A	A	A	B	B	当 場	R2.9.2廃用
	ミヤチク エル 08-478 (H20.3.26 生)LL04- Z471364	A	A	A	A	B	当 場	R2.9.2廃用
	ミヤギノ L2 08-412 (H20.3.10 生)LL04- Z471368	A	A	A	A	A	当 場	
	ミヤギノ L2 08-109 (H20.2.25 生)LL04- Z471329	A	A	A	A	B	当 場	R3.2.24廃用
	ミヤギノ L2 12-6-454 (H24.1.16 生)LL04- Z501759	A	A	A	特	A B	当 場	R2.8.14淘汰
	ミヤギノ L2 11 5 533 (H23.1.12 生)LL04- Z476497	A	特	A	A	A B	当 場	
	ミヤギノ L2 13 9 0790 (H25.2.27 生)LL04- A000193	A	A	A	特	A A	当 場	R3.1.27淘汰
	ミヤギノ L2 12-7-646 (H24.2.3 生)LL04- Z501799	A	A	A	特	A A	当 場	
	ミヤギノ L2 12-3-707 (H24.2.10 生)LL04- Z501809	特	特	A	A	A A	当 場	
	ミヤギノ L2 13 3 0722 (H25.2.12 生)LL04- A000178	A	A	A	A	A A	当 場	
	ミヤギノ L2 13 1 0667 (H25.2.4 生)LL04- A000162	A	A	A	B	B	当 場	
	ミヤギノ L2 13 9 0790 (H25.2.27 生)LL04- A000193	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 11-6-210 (H23.7.30 生)LL04- Z477084	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 18 9 0183 (H30.1.19 生)LL04- A000992	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 18 9 0160 (H30.1.18 生)LL04- A000985	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 15 5 0821 (H27.3.5 生)LL04- A000700	A	B	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 16 5 0209 (H28.1.15 生)LL04- A000760	A	B	A	A	A	当 場	
	ミヤギノ L2 18 9 0183 (H30.1.19 生)LL04- A000992	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 17 8 0126 (H29.7.2 生)LL04- A000978	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 17 9 0231 (H29.1.23 生)LL04- A000866	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 15 7 0842 (H27.3.7 生)LL04- A000701	A	A	A	A	A	当 場	
	ミヤギノ L2 17 9 0286 (H29.2.1 生)LL04- A000876	A	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 18 11 0215 (H30.1.22 生)LL04- A000994	A	A	A	A	A	当 場	
	ミヤギノ L2 12-7-646 (H24.2.3 生)LL04- Z501799	B	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 15 5 0821 (H27.3.5 生)LL04- A000700	特	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 13 10 0209 (H25.7.6 生)LL04- A000356	特	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 13 10 0209 (H25.7.6 生)LL04- A000356	A	A	A	A	A	当 場	
	ミヤギノ L2 13 10 0260 (H25.7.7 生)LL04- A000368	特	A	A	A	B	当 場	
	ミヤギノ L2 13 10 0260 (H25.7.7 生)LL04- A000368	特	A	A	A	B	当 場	

3 生産物の状況

1) 生乳の生産 (単位: kg)

区 分	生産量
生 乳	338,457

2) 人工授精用精液の生産配布

(1) 牛

(単位: 本)

区 分	前年繰越	生産量	払 出				翌年繰越
			譲 渡	場 用	その他	計	
黒毛和種	257,280	81,077	29,119	245	60,034	89,398	248,959

(2) 豚

(単位: 本)

区 分	前年繰越	生産量	払 出				翌年繰越
			譲 渡	場 用	その他	計	
デュロック	0	5,748	5,080	172	496	5,748	0
計	0	5,748	5,080	172	496	5,748	0

4 牧草・飼料作物生産

1) 生産状況

利用区分	面積	草種	施肥量	収穫回数及び収穫時期	生草収量	調製形態
採草地	53.0ha	オーチャートグラス	年間 N-P-K 12-6-6 kg/10a 堆肥 2t/10a	3回 1番草 令和2年 5月14日 ～6月3日 2番草 7月20日 ～8月13日 3番草 9月7日 ～10月2日	2.0～4.0 t/10a	1番草 ラップサイレージ 2番草 ラップサイレージ 3番草 ラップサイレージ
放牧地	2.9ha	オーチャートグラス ペレニアルライグラス	休牧			
飼料畑	6.6ha	飼料用トウモロコシ P2088(RM118) 播種日 4月16日 栽植密度 7,400本/10a	基肥 (側条施肥) N-P-K 8-4-0 kg/10a タンカル 100kg/10a ようりん 50kg/10a 堆肥 2t/10a	1回 令和2年 9月2日 ～9月3日	3.2t/10a	バンカーサイロ 及び 地下サイロ
計	62.5ha					

※放牧地2.9haは放射性物質の除染を行っていないため利用自粛。

2) 害虫及び雑草防除

利用区分	内容	処理日	使用薬剤
飼料用トウモロコシ	雑草防除 6.6ha	令和2年4月17日 (土壌処理) 令和2年5月28日 (茎葉処理)	ゲザノゴールト アルファート
採草地	害虫防除 51.6ha 雑草防除 22.0ha	令和2年3月13, 16, 17, 18, 23日 令和2年10月7, 9, 19, 20, 27, 28日	スミチオン乳剤 バンベルD液剤

令和2年産牧草サイレージ生産実績

圃場名	面積 (ha)	番草別収穫ロール個数(収穫日)			合計	摘要 優占草種
		1番草	2番草	3番草		
		5/14 ~6/3	7/20 ~8/13	9/7 ~10/2		
3号-1.2	3.2	40	18	4	62	オーチャード
4号-1.2	1.2	4	7		11	オーチャード
6号-1.2	6.8	38	49	15	102	オーチャード
6号-3	2.8					オーチャード
7号-1.2	5.9	40	28	24	92	オーチャード
7号-3	2.1	17	9	9	35	オーチャード
8号-1.3	3.8	85	41	24	150	オーチャード
8号-2	2.8					オーチャード
10号	5.6	76	23	15	114	オーチャード
11号	4.8	64	38	13	115	オーチャード
1-5牧区	8.5	25	58	35	118	オーチャード
11号牧区	2.6	20	11	5	36	オーチャード
15号牧区	2.9	24	12	2	38	オーチャード
ロール計	50.9	433	294	146	873	

※4号-1.2および1-5牧区の3番草は草地更新のため、収穫しない

