

宮城畜試

No.5 -1

資 料

令和5年度

宮城県畜産試験場試験成績書

2024年8月

宮城県畜産試験場

は し が き

新型コロナウイルス感染症の感染症法上の位置づけが「5類感染症」へと変更されてから1年以上が経過し、落ち込んでいた消費等も徐々に回復してきております。しかし、枝肉価格などの畜産物価格の推移等から、完全に以前の水準までは戻っていないのが現状と感じられます。また、円安基調も継続しており、肥飼料・燃油などの各種資材の高騰も高止まりのまま推移している状況であり、このような背景は、畜産経営の大きな圧迫要因となっています。

このため、畜産経営者は、品質の良い畜産物を少しでも低コストで生産する工夫を進めていくことにより、自立できる経営の実現を図っていくことが重要であります。

畜産試験場では、このような取り組みを進めていく畜産経営者への一助となるために、より能力の高い家畜への改良や高品質・低コストで安心・安全な畜産物の生産技術確立に向けた試験研究に取り組んでおります。

ここに、令和5年度に実施した試験研究の成果を収録しましたので、参考にしていただき、畜産経営の安定化に少しでも寄与できれば幸甚です。

令和6年8月

宮城県畜産試験場

場長 菊 地 武

目 次

第一部 単年度試験成績

I 家畜関係

1. 乳用牛のベストパフォーマンス発揮に向けた飼養管理手法の確立	
1) - 1 ICT 機器等を活用した飼養管理の検証〔周産期疾病〕	1
1) - 2 ICT 機器等を活用した飼養管理の検証〔繁殖障害〕	5
2) 抗生剤に依存しない飼養管理方法の改善による総合的な疾病予防方法の確立	
2 初乳製剤の給与による子牛の疾病予防及び発育改善効果の検証	8
2. DNA 多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患等との関連に関する研究(牛)	15
3. 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)	19
4. 効率的な黒毛和種雄牛造成とその活用法に関する研究	
1) 「脂肪の質」等の育種価推定	23
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	26
5. アグリテック活用推進事業	
1) 「仙台牛」の食味向上指標の探索	29
2) ゲノミック評価による新たな形質評価の実用化	35
3) ゲノミック評価による肉用牛改良の加速化	39
6. 牛の受精卵移植技術の実証	42
7. 優良種豚供給体制の確立	
1) 系統豚「しもふりレッド」	47
2) 系統豚「ミヤギノL2」	52
8. 本県産系統豚の能力向上技術の確立	
1) 繁殖能力向上のための育種改良手法の検討	56
2) 繁殖能力向上のための飼養管理技術の開発	60
3) 新たな肉質評価指標の探索	65
9. イムノシンバイオティクスと DNA マーカーによる豚の腸内環境改善に介する抗病性向上手法の開発事業	68

II 草地・飼料作関係

1. 飼料作物・牧草適応品種の選定	
1) - 1 飼料用トウモロコシ(WCS用)	72
1) - 2 飼料用トウモロコシ(子実用)	75
2) イタリアンライグラス	79
3) オーチャードグラス	82
2. 気候変動に適応した飼料作物の栽培管理	85
3. 除染後の牧草地における草地管理技術の確立	
1) 除染草地における超過要因解析と対策技術の開発	88
2) 除染後牧草地の維持管理技術の確立	92
4. 堆肥の利用拡大に向けた「特殊肥料等入り指定混合肥料」の製造及び利用方	

法の検討	96
Ⅲ その他（参考試験および調査）	
1. 肉用種雄牛の検定	
1) 肉用種雄牛の産肉能力直接検定成績について	102
2) 肉用種雄牛の産肉能力現場後代検定成績について	113
第二部 完了試験成績	
1. 市販培地を活用したウシ体外受精卵作出の検討Ⅱ	120
2. イムノシンバイオティクスとDNAマーカーによる豚の腸内環境改善を 介する抗病性向上手法の開発事業	126
3. 子実用トウモロコシの水田における栽培技術の確立	131
附 録	
I 令和6年度試験研究課題	134
II 令和6年度新規試験研究課題の紹介	135
III 宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程・宮城県畜産試験場試験成績書執筆 要領	138

第一部 單年度試驗成績

I 家畜關係

家畜関係の試験は、下記の関係者により実施された。

酪農肉牛部

部	長	菊地武
総括研究員		石黒裕敏
乳牛チーム		
※研究員		福田純子
技師		浅野貴史
肉牛チーム		
※主任研究員		千葉正典
技師		小宮亮太
技師		佐々木孔亮
バイオテクノロジー研究チーム		
※上席主任研究員		及川俊徳
研究員		佐藤秀俊
農場業務		
技師（主任）		加藤秀樹
〃		尾形優
〃		千葉美保
〃		岩浅忍
〃		手代木弘樹
〃		小澤志歩

種豚家きん部

部	長	中條満
養豚家きんチーム		
※副主任研究員		曾地雄一郎
上席主任研究員		高橋伸和
技師		庄司宙希
原種豚チーム		
※研究員		松尾賢吾
農場業務		
技師（主任）		中村義孝
〃（主任）		門脇裕司
〃		門間恵
〃		菅原雄司
〃		尾形敏

※は、チームリーダー

乳用牛のベストパフォーマンス発揮に向けた飼養管理手法の確立

1) - 1 ICT 機器等を活用した飼養管理の検証〔周産期疾病〕

担当：福田純子、浅野貴史、石黒裕敏

1 はじめに

乳用牛の改良の進展により、1頭当たりの乳量は向上しているが、供用期間（平均除籍産次）は短縮傾向にある。この要因としては、周産期における疾病発生・繁殖成績の悪化等の飼養管理の問題が影響すると考えられている。特に、乳用牛は、分娩直後から増加する泌乳量に見合う飼料摂取量がともなわないことから、負のエネルギーバランスを引き起こし、疾病を起こしやすい。

このように、遺伝的能力の向上に対して、飼養管理の影響により乳用牛が本来保有する能力「ベストパフォーマンス」を十分に発揮できていない状況があるため、疾病の早期発見を目的とした ICT 機器の活用方法の検証を行うため、生産現場で容易に採食状況を評価できる方法の一つであるとされるルーメンフィルスコア（RFS）と比較した。

2 試験方法

2023年4月から12月まで（7月を除く）の期間に、通常の飼養管理で異常が認められ、獣医師によって治療が必要と診断された、場繋養ホルスタイン種経産牛36頭を対象として、以下の項目を調査し、項目間の関連性を解析した。なお、疾病は、家畜共済事故病類別表に基づき病類別および疾病名別に分類して集計した。

1) ICT 機器による疾病発生警告通報状況（以下、ICT 通報）

牛の首に活動量計（Cowscout、ORION、北海道）を装着し、活動量を計測した。活動量は24時間を通して15分毎にモニタリングされ、過去7日間の平均と比較して活動量が一定レベル減少し、疾病の発生の危険性があるとしてアラートが通報されたものについて、随時通報状況を確認し記録を行った。

2) RFS

場繋養ホルスタイン牛全頭について、週に一度、左側肋骨、脊椎の横突起、腰骨に囲まれた部分（臍部）の張りや凹み具合から第一胃の充満度を判断し、Zaaijer と Noordhuizen¹⁾の方法により5段階（1 臍部が台形に陥没、2 三角形に陥没、3 最後肋骨より手のひら1つ分陥没、4 最後肋骨と同じ高さ、5 最後肋骨より膨満）に評価した。その中で、対象牛の疾病発生直前のRFSを疾病発生時のRFSとみなして集計した。

3 結果および考察

1) 結果

調査期間中の疾病発生件数は延べ84件（病類別分類：泌乳器病59件、消化器病8件、周産期病5件、運動器病8件、その他4件）であった。疾病別分類では、急性乳房炎40件、慢性乳房炎10件、甚急性乳房炎5件、血乳4件、蹄底潰瘍4件の順に多かった。全ての疾病のうち、ICT 通報があったのは、急性乳房炎4件、甚急性乳房炎4件、産褥

熱 3 件、第四胃変位 1 件、ナックル 1 件の計 13 件（全疾病発生件数 84 件に占める割合 15.5%）であった。

ICT 通報のあった 13 件中 9 件（急性乳房炎 3 件、甚急性乳房炎 2 件、産褥熱 3 件）では発熱（40℃以上）が認められた（表 1）。

病類別分類で最も件数の多い泌乳期病について、起因菌別に ICT 通報状況をみてみると、大腸菌群 (C0) が 6 件、*Staphylococcus aureus*(SA) が 1 件、*Streptococcus uberis* (SU) 1 件であり、これらは全て 40℃以上の発熱を伴っていた。なお、RFS と ICT に関連性は認められなかった。

RFS については、2 以下と低値であった疾病は、第 4 胃変位、ナックル、ケトーシス、趾間腐乱、肝炎、熱中症、膿瘍であり、この中で ICT 通報があったのは第 4 胃変位（熱中症を併発し死亡）、ナックル（起立不能となり廃用）であった。

表 1 病類別および疾病名別の発症件数、ICT 通報件数、発熱症状の件数および RFS 平均値

病類別名 疾病名	発症件数 (件)	ICT通報 (件)	発熱症状 (件)	発生日直前のRFS (スコアの平均)
泌乳器	59	8	9	2.9
急性乳房炎	40	4	6 (ICT通報は3)	2.8
血乳	4	0		3.3
甚急性乳房炎	5	4	3 (ICT通報は2)	2.8
慢性乳房炎	10	0		3.0
消化器	8	1	1	2.4
アシドーシス	3	0		2.3
肝炎	3	0	1	2.3
出血性腸炎	1	0		3.0
第4胃変位	1	1		2.0
周産期	5	3	3	2.6
ケトーシス	2	0		2.0
産褥熱	3	3	3 (ICT通報は3)	3.0
運動器	8	1	1	2.3
趾間腐乱	2	0		2.0
ナックル	1	1		2.0
蹄底潰瘍	4	0		2.3
飛節周囲炎	1	0	1	3.0
その他	4	0	2	2.8
感染	1	0		4.0
熱中症	1	0	1	2.0
膿瘍	1	0		2.0
発熱	1	0	1	3.0
総計 総計	84	13	16	2.7

表2 乳房炎起因菌別の発症件数、ICT 通報件数、発熱症状の件数および RFS 平均値

起因菌	発症件数 (件)	ICT通報 (件)	発熱症状 (件)	発生日直前のRFS (スコアの平均)
CO	16	6	6	2.8
SA	6	1	1	3.0
酵母	5			3.0
SU	4	1	1	4.0
CNS	3			3.3
OS	2			2.5
Enterococci	1			2.0
有意菌なし	10			2.5
検査なし	12		1	2.8
総計	59	8	9	2.9

2) 考察

使用した ICT 機器は、活動時間（採食、反芻およびその他アクティブの合計）および非活動時間をモニタリングしており、採食時間と反芻時間の減少により非活動時間が増加すると通報を発する仕組みで、牛の総合的な活動量を計測している。

今回、ICT 通報により摘発できた疾病は、甚急性に症状が進行する CO による甚急性乳房炎、40℃以上の発熱を伴う急性乳房炎、40℃以上の発熱を伴う産褥熱などの重篤な感染性の炎症性疾患と、消化管の閉塞を伴う第4胃変位、起立不能を伴うナックルであった。これらの疾病は牛の活動量を著しく低下させると考えられ、ICT 機器は予後不良となる可能性の高い重篤な疾病を高率に摘発できると考えられた。しかしながら、今回、ケトosisや肝炎、趾間腐乱などの軽度な運動器病や膿瘍については摘発することが出来なかった。既報においても、ICT 機器による代謝性疾患の摘発は難しい²⁾とされ、その要因としては、特定の飼料（濃厚飼料）を嫌うことや、乾物摂取量の漸減が代謝性疾患の特徴であることが考えられた。

一方、RFS は、目視で採食状況のスコア化を容易にすることができ、分娩後 1 週間以内および泌乳後期以外の搾乳牛における適切な RFS は 3、および乾乳牛の適切なスコアは 4 以上であることが示されている¹⁾。今回も調査期間中に、RFS の低下を発見することにより、早期発見できた疾病も散見されたことから、ICT 通報に加えて RFS も同時にモニタリングすることで、様々な疾病が早期発見できる可能性が示唆された。

これらのことから、ICT 機器の活用は、その特徴を理解した上で補助的なツールとして活用し、通常管理の中で、臨床症状の観察の他、RFS 等の客観的に評価出来るスコアリングシステムを活用して疾病の早期発見、早期治療に努めることが推奨される。

4 要約

疾病の発症が見られた場繋養ホルスタイン種経産牛 36 頭を対象として病類別および疾病名別に分類した。それらの「ICT 機器による疾病発生通報状況（以下、ICT 通報）、ルーメンフィルスコア（RFS）を調査し、項目間の関連性を解析した。

全ての疾病のうち、ICT 通報があったのは、全疾病発生件数 84 件中 13 件で、急性乳房炎 4 件、甚急性乳房炎 4 件、産褥熱 3 件、第四胃変位 1 件、ナックル 1 件であった。ICT 通報のあった 13 件中 9 件では発熱（40℃以上）が認められた。これらの疾病は牛の活動量を著しく低下させると考えられた。

ICT 機器は、甚急性乳房炎等の予後不良となる可能性の高い重篤な疾病を高率に摘発できること考えられ、補助的なツールとして有効活用できる。

これらのことから、ICT 機器の活用は、その特徴を理解した上で補助的なツールとして活用し、通常の管理の中で、臨床症状の観察の他、客観的に評価できる RFS 等のスコアリングシステムを活用して疾病の早期発見、早期治療に努めることが推奨される。

5 参考文献

- 1) Zaaijer D、Noordhuizen J. A novel scoring system for monitoring the relationship between nutritional efficiency and fertility in dairy cows、Irish Veterinary Journal 56、145-15、2003.
- 2) C J Rutten 1 他、Invited review: sensors to support health management on dairy farms、J Dairy Sci、Apr;96(4):1928-1952、2013

6 協力研究機関

特になし

乳用牛のベストパフォーマンス発揮に向けた飼養管理手法の確立

1) — 2 ICT 機器等を活用した飼養管理の検証〔繁殖障害〕

担当：福田純子、浅野貴史、石黒裕敏

1 はじめに

乳用牛の改良の進展により、1頭当たりの乳量は向上しているが、供用期間（平均除籍産次）は短縮傾向にある。この要因としては、周産期における疾病発生・繁殖成績の悪化等の飼養管理の問題が影響すると考えられている。特に、乳用牛は、分娩直後から増加する泌乳量に見合う飼料摂取量がともなわないことから、エネルギー不足となり、無発情や繁殖障害に陥り受胎が遅延することが考えられている¹⁾。

このように、高泌乳牛に対して、飼養管理の影響により乳用牛が本来保有する能力「ベストパフォーマンス」を十分に発揮できていない状況があるため、発情発見と受胎率の向上目的とした ICT 機器の活用方法の検証を行った。

2 試験方法

2023年4月から12月まで（7月を除く）の期間に、場繋養の生理的空胎日数を経過したホルスタイン種経産牛31頭を対象として、以下の項目を調査した。

1) ICTによる発情の検知状況（以下、ICT検知）

牛の首に活動量計（Cowscout、ORION、北海道）を装着し、活動量を計測した。活動量は24時間を通して15分毎にモニタリングされ、過去7日間の平均と比較して活動量が一定レベル増加した牛を発情可能性ありとみなして、アラートが発される仕組みとなっている。毎日8:00と14:00にアラートを確認し記録を行った。

2) 人による発情の検知（以下、人検知）

通常の飼養管理の中で一般的な発情兆候を確認したものを発情とみなした。

3) 授精状況および受胎状況

場の授精管理台帳から、授精の有無および受胎状況の記録を確認した。

3 結果および考察

1) 結果

調査期間中、発情の検知は延べ77件あり、このうち ICT 検知のみが40件、ICT 検知と人検知の両方が24件、人検知のみが13件認められた。授精回数は43件（ICT 検知のみ13件、ICT 検知と人検知同時20件、人検知10件）であった（表1）。その中で、授精を実施しなかった件数は、ICT 検知のみが67.5%（27/40件）、ICT 検知と人検知両方によるものが16.7%（4/24件）、人検知のみによるものが23%（3/13件）であった（表1）。授精未実施の理由は、「授精を実施済みで卵巣に黄体があり妊娠の可能性が否定できない」、「一般的な発情兆候が認められない」、「卵胞囊腫」、「子宮異常」であった（表2）。

授精実施に対して受胎が認められたのは、ICT 検知のみによるものは 15.3% (2/13 件)、ICT 検知と人検知同時によるものは 35% (7/13 件)、人検知によるものは 30% (3/10 件) であった。(表 3)。

表 1 検知方法別の授精実施状況

	ICT検知 (件)	ICT検知と人検知 (件)	人検知 (件)	計
授精実施	13	20	10	43
授精未実施	27	4	3	30
総計	40	24	13	77

表 2 検知方法別の授精未実施理由

授精を実施しない理由	ICT検知 (件)	ICT検知と人検知 (件)	人検知による件 (件)	計
AI済	15	2	2	19
発情兆候なし	8	1	0	9
卵胞嚢腫	3	1	1	5
子宮異常	1	0	0	1
総計	27	4	3	5

表 3 検知方法別の受胎状況

受胎の有無	ICT検知 (件)	ICT検知と人検知 同時 (件)	人検知 (件)	計
受胎	2	7	3	12
不受胎	11	13	7	33
総計	13	20	10	43

2) 考察

供試牛 31 頭から、延べ 77 件の発情が検知された。このうち ICT 検知のみによるものが 40 件で、人検知のみによる 13 件と比較して、3.3 倍の発情発見の通報があった。ICT 機器は 24 時間を通して牛の活動量をモニタリングしており、牛舎での人の監視が昼間 8 時間とすると、人が普段発情監視のできない夜間においても発情をモニタリングし、人が見つけれなかった発情を検知でき、授精の機会が増えることが考えられる。実際に今回、ICT 検知のみで授精した 13 件は、ICT 機器なしには授精することができなかったものと考えら

れた。

今回、ICT 検知が認められた中で、卵胞嚢腫や子宮異常などの繁殖障害により授精しないものが10% (4/40 件) 認められた。卵胞嚢腫は、卵胞が排卵することなく異常に大きくなり、持続性や頻発性の発情を示す繁殖疾病であり、活動量が上昇し ICT により検知できた可能性があると考えられた。また、子宮異常が認められる牛についても、卵巣が機能し、活動量の上昇が見られる牛については、ICT 機器で検知が可能であると考えられた。ICT 検知で発情兆候が認められなかった20% (8/40 件) については、隣に繋養される牛の発情や、牛のストール移動などによるものが含まれた。ICT 検知は牛の発情行動に特化したものではなく、あくまでも牛の総合的な活動量を計測していることが原因と考えられた。

今回、ICT 検知のみによる受胎率は15%、人検知による受胎率は30%で、ICT と人の両方同時に発見した場合の受胎率が35%と高かった。ICT 検知は、感度が高く微弱な発情の検知に優れている一方で、人による検知は、他の牛への乗駕や咆哮といった、視覚および聴覚による検知が可能であり、ICT 検知と人検知を組み合わせることで、発情兆候がより強くなり授精の機会が増えることが考えられた。

これらのことから、ICT 検知は人の発情発見の作業や労力を単純に代替するものではなく、補助的な発情発見ツールとして有効活用できると考えられた。

4 要約

発情発見と受胎率の向上を目的として、場繋養の生理的空胎日数を経過したホルスタイン種経産牛 31 頭を対象に、ICT 機器の活用方法の検証を行った。延べ 77 件の発情が検知され、このうち ICT 検知のみによるものが40件で、人検知のみによる13件と比較して、3.3 倍の発情発見の通報があった。ICT 機器は、人が普段発情監視の出来ない夜間においても発情のモニタリングが可能であり、授精の機会が増えることが考えられた。

ICT 検知のみによる受胎率は15%、人検知による受胎率は30%で、ICT と人の両方同時に発見した場合の受胎率が35%と最も高かった。ICT 検知と人検知を組み合わせることで、発情兆候がより強くなり授精の機会が増えると考えられた。

これらのことから、ICT 検知は人の発情発見の作業や労力を単純に代替するものではなく、補助的な発情発見ツールとして有効活用できると考えられた。

5 参考文献

- 1) 木田 克弥、乳用牛における繁殖成績向上のための飼養管理、畜産技術 2016 年 5 月号、14-20

6 協力研究機関

特になし

乳用牛のベストパフォーマンス発揮に向けた飼養管理手法の確立

2) 抗生剤に依存しない飼養管理方法の改善による総合的な疾病予防方法の確立

2 初乳製剤の給与による子牛の疾病予防及び発育改善効果の検証

担当：福田純子、浅野貴史、石黒裕敏

1 はじめに

近年の乳用牛の育種改良の進展より、成乳牛の1頭当たりの乳量は向上しているが、供用期間は短縮傾向にある。乳用子牛についても、ゲノム評価により育成早期に能力が評価され、抗病性の高い優良な後継牛の確保が可能となっている。しかしながら、下痢や肺炎等の疾病の発生率は依然として高く、育成期の疾病の発生予防と健全な発育のための初乳給与法が重要視されている。

このように、遺伝的能力の向上に対して、飼養管理の影響により乳用牛が本来保有する能力「ベストパフォーマンス」を十分に発揮できていない状況があるため、本研究では、子牛の育成期における健全な発育のため、免疫関連因子、栄養成分や成長因子を豊富に含む初乳製剤を従来法よりも延長して給与することにより、増体や抗病性へ及ぼす影響を調査し、その効果を検証した。

2 試験方法

2023年5月から11月の期間に、場で出生したホルスタイン種雌子牛を供試牛とし、交互に対照区(C区)および試験区(T区)を配置した。なお、両区の平均生時体重に差が生じないように、出生時体重38kg以下と48kg以上の子牛は試験対象外とした。供試牛は出生後すぐに免疫グロブリン60g配合された牛初乳粉末製剤225g(ヘッドスタート、エランコジャパン、東京)を48°Cのお湯750mLで調乳後給与し、6~8時間目と12時間目に同製剤を同量給与した。その後は、出生日翌日(1日齢)は同製剤を同量1日2回、2日齢は同製剤と代用乳を等量混合し2Lとして1日2回給与した。3日齢から、代用乳250gをお湯2Lに調乳し、離乳まで1日2回給与した。上記に加え、T区については、2日齢から7日齢まで、代用乳250gに加えて移行乳製剤70g(ヘッドチョイス、エランコジャパン、東京)をお湯200mLで溶解し添加した。

血液の採取は、2日齢、1週齢、2週齢、4週齢、6週齢、8週齢、10週齢、13週齢に行い、ディスポシリンジを用いて頸静脈から採取したものをを用いた。得られた全血については、血液一般検査に供し、白血球数(WBC)、赤血球数(RBC)、ヘマトクリット値(Ht)、ヘモグロビン濃度(Hb)を(セルタック、日本光電、東京)測定し、余剰全血から血液塗抹標本作製して白血球百分比を計測した。また、遠心分離により得られた血清は、血液生化学検査に供し、総タンパク(TP)、アルブミン(ALB)、尿素窒素(BUN)、グルコース(GLU)、総コレステロール(TCHO)、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ(GOT)、ガンマ・グルタミルトランスペプチダーゼ(γ -GTP)、カルシウム(Ca)を臨床化学分析装置(富士ドライケム、富士フイルム株式会社、東京)で測定した。さらに、血清IgG濃度の測定は、Bovine IgG ELISA Quantitation Kit (Bethyl

Laboratories、USA) を用いて、および血清中 β ヒドロキシ酪酸濃度の測定は、 β -Hydroxybutyrate (Ketone Body) Assay Kit (caymanchem、USA) を用いて、測定手順に従って処理し、マイクロプレートリーダー (Varioskan LUX、ThermoFisher、USA) で定量した。

糞便スコアおよび人工乳摂取量の測定は、毎日午前中に実施した。糞便スコアについては、1 (硬い)、2 (普通)、3 (軟便)、4 (液状下痢)、5 (水溶性下痢) に分類し、スコアの週平均を算出した。人工乳摂取量については、毎日の人工乳の摂取量の週平均を算出した。発育の指標については、体重、体高、腹囲、胸囲について週 1 回測定し、体重から日増体量を算出した。疾病の罹患状況については、13 週齢以内に発症したものについて随時記録し、1 回あたりの治療日数を集計した。

なお、本場の通常哺乳期管理として、生後 4 日齢までに鼻腔粘膜ワクチン、ESE 製剤、鉄剤およびビタミン製剤を全頭に投与した。

データ解析は、C 区と T 区の 2 区間について反復測定分散分析を行った。さらに各測定項目について 2 区間の平均を評価するため t 検定を行った。

3 結果および考察

1) 結果

供試牛について、T 区および C 区の平均生時体重はそれぞれ 42.5 kg および 41.9 kg、母牛の平均産次はそれぞれ 1.8 産および 2.4 産であり 2 群間に有意差は認められなかった (表 1)。

血液一般検査および血液生化学検査の結果は、2 群間の反復測定分散分析の結果、全ての項目で交互作用は認められなかった。t 検定については、4 週齢の Ht および Hb について、C 区に比べて T 区が有意に高い値を示した (図 1)。また、4 週齢および 6 週齢の TP について、C 区に比べて T 区が有意に高い値を示した (図 2)。BHB は、2 群間に有意差は認められなかった。IgG は、T 区で 2 週齢に 10.3 mg/mL と最低値となりその後増加した。C 区は 2 週齢で 8.8 mg/mL、6 週齢で 7.5 mg/mL と最低値となりその後増加した。また、6 週齢において T 区は 16.9 mg/mL と C 区に比べて有意に高い値を示した (図 3)。

発育の指標となる各測定項目について、両区に有意差は認められなかった (図 4)。人工乳の摂取量は、離乳時の 6 週齢までの総量で T 区が有意に多かった (図 5)。糞便スコアの週平均は、両区に有意差は認められなかった (図 6)。

治療日数の平均は、C 区で 3.8 回および T 区で 2.8 回と T 区の方が短かった。

表1 供試牛の概要

区分	No	生年月日	体重	産次
試験区	1	6月28日	46.5	2
	2	8月23日	40.8	2
	3	10月10日	43.5	1
	4	11月6日	40.8	2
	5	11月22日	40.8	2
	平均		42.5	1.8
対照区	6	5月13日	38.6	1
	7	7月6日	47.7	3
	8	8月3日	38.8	4
	9	8月25日	45.8	3
	10	11月16日	38.4	1
	平均		41.9	2.4

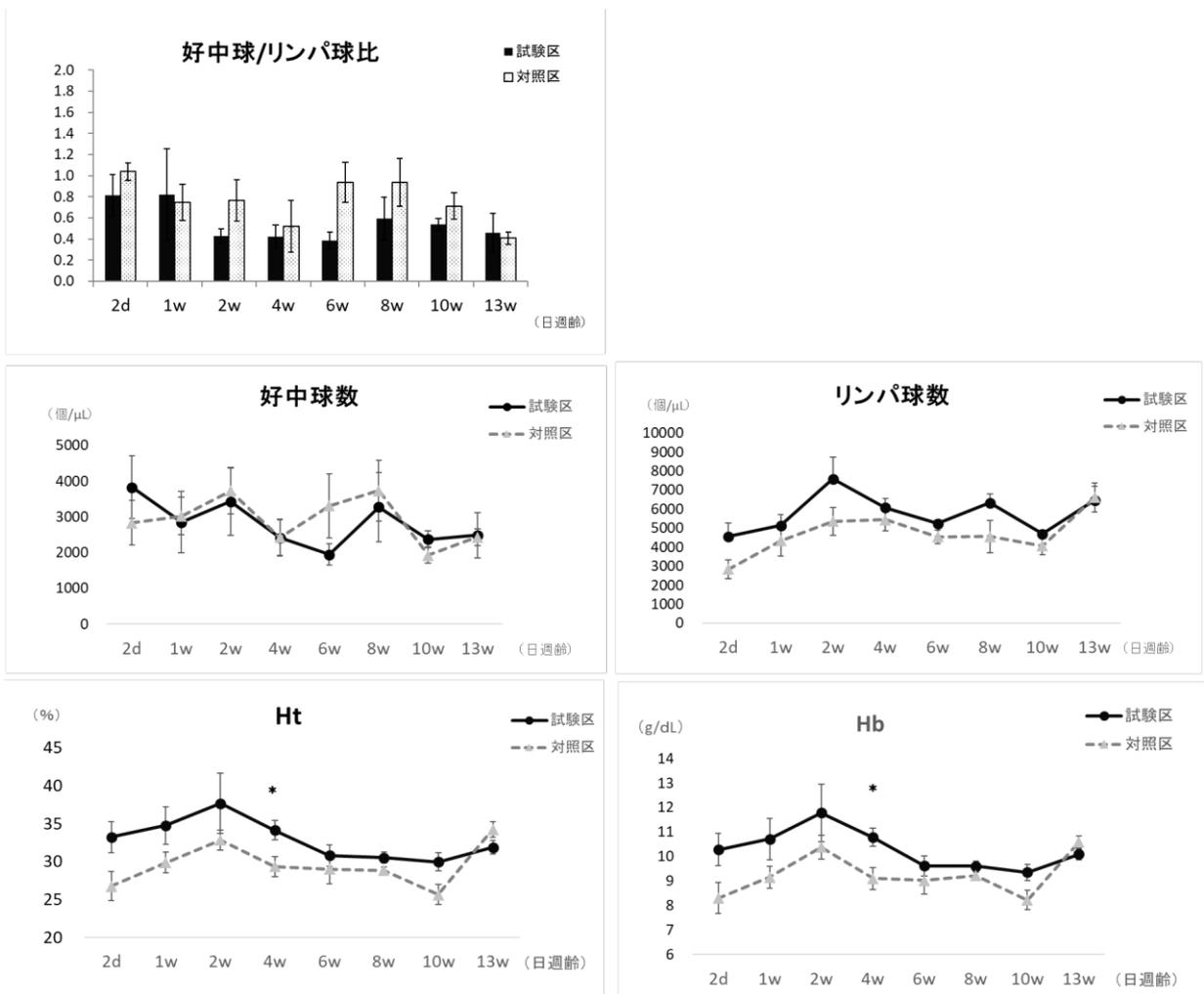


図1 血液一般検査結果 *t検定により区間有意差 ($P < 0.05$) あり

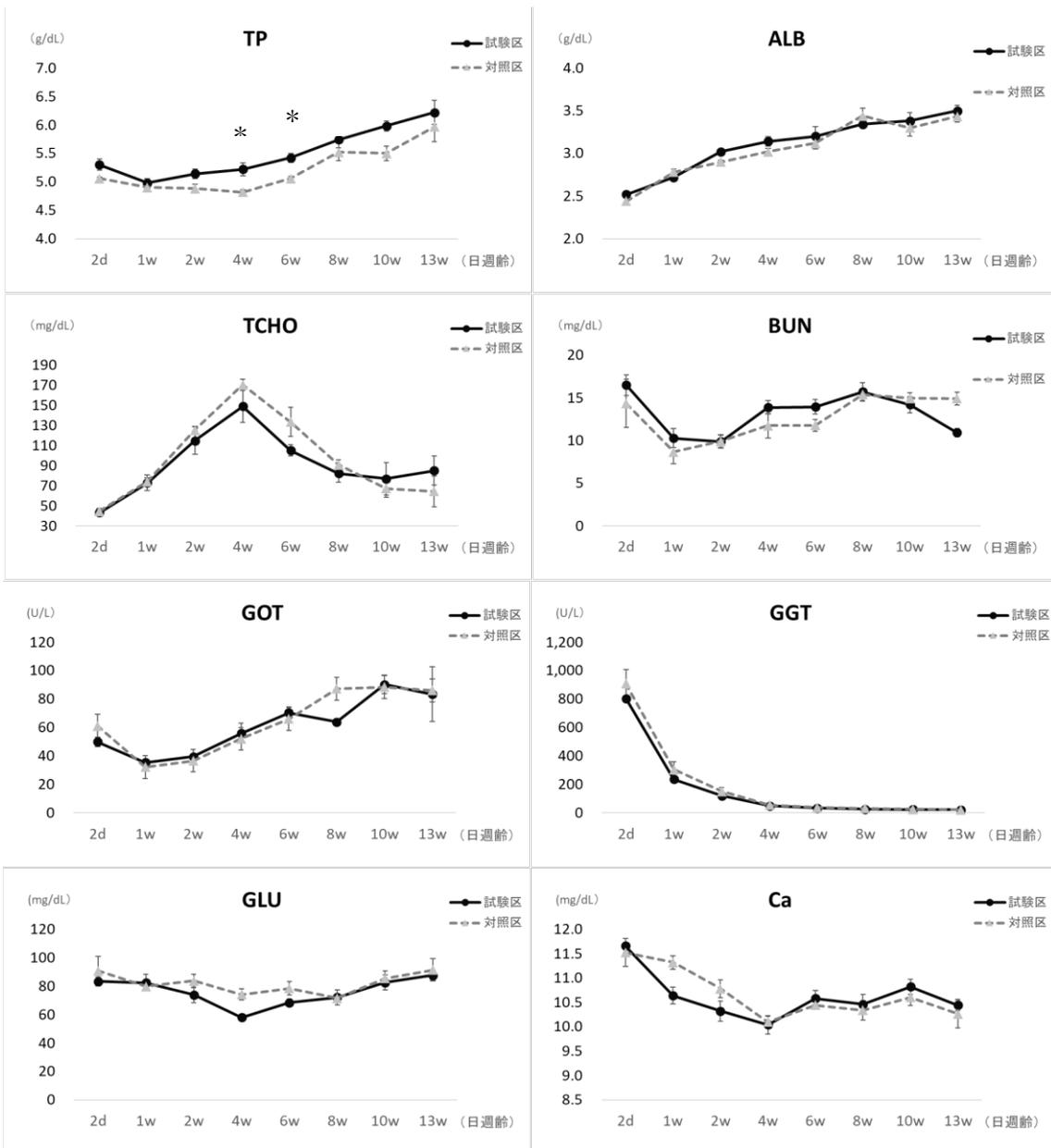


図2 血液生化学検査結果 *t検定により区間有意差 (P<0.05) あり

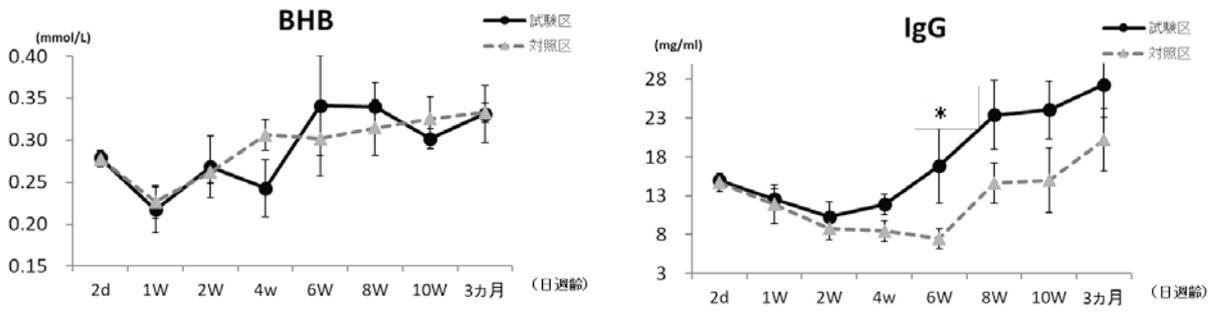


図3 BHB および IgG 検査結果 * t 検定により区間有意差 (P<0.05) あり

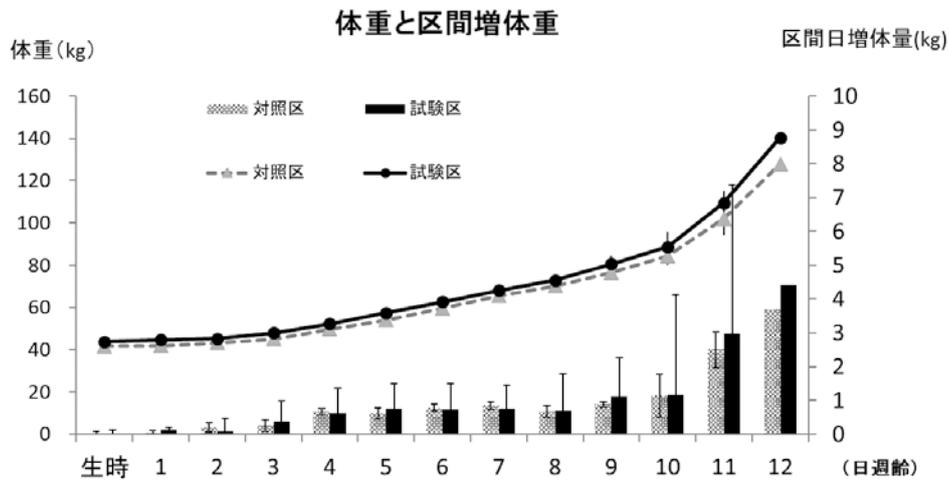


図4 体重と区間増体量

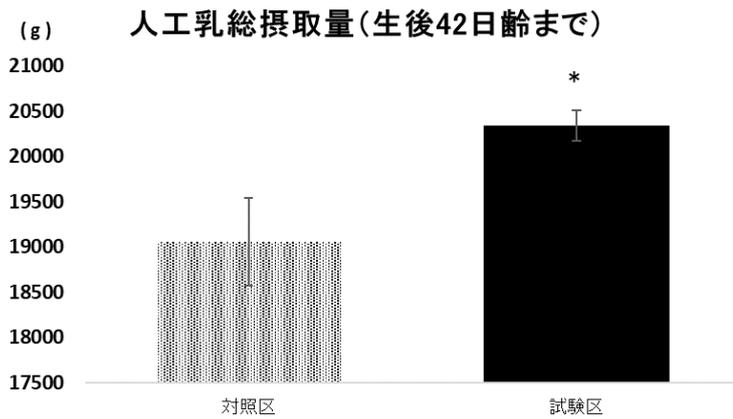


図5 人工乳摂取量 *t 検定により区間有意差 (P<0.05) あり

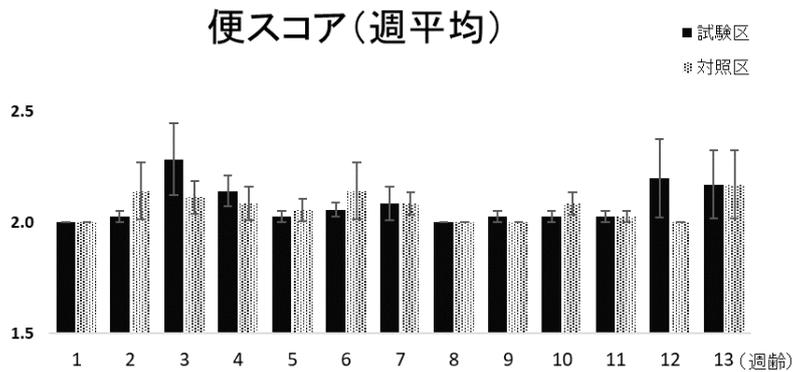


図6 便スコア (週平均)

3) 考察

今回使用した初乳製剤は、牛初乳のみを原料としたもので、免疫関連因子、栄養成分および成長因子を含む天然の初乳に近いとされる粉末製品を使用した。この初乳製剤を代用乳に添加して生後1週間給与したT区は、C区に比較してIgG値の最低値が高く、生後早い段階から高く推移する傾向にあった。さらに、人工乳総摂取量が多くなり、生後4週齢のTP、HtおよびHbが有意に高かった。

初乳由来IgGの子牛体内における半減期は2~3週¹⁾で、子牛自身の抗体産生が開始するのは1週齢以降である²⁾ことから、C区に比べてT区でみられた血中IgG最低値の違いは、初乳製剤に含有するIgGにより、血清中総IgG量の減少が抑制されたものと考えられた。また、初乳には免疫物質以外に、成長因子やインスリンなどを豊富に含んでおり³⁾、これらの因子が消化管機能等に何らかの好影響を及ぼし、人工乳総摂取量がT区で多くなり、栄養状態が改善され、4週齢のTP、HtおよびHGBに影響を及ぼしたと考えられた。また、疾病の罹患状況については、T区は1回当たりの治療日数の平均が短い傾向にあったことから、栄養状態の良化やIgG濃度が影響したものと思われる。家畜共済診療点数表⁴⁾を元に計算した、子牛の疾病罹患時1回の治療費は約5000円として考えると、疾病罹患子牛のケアを含めて、初乳製剤延長給与のコストに見合う効果は見込めると考えられる。

今回、体重や体高等の発育に関わる項目で、T区に優位な傾向が認められたものの有意差は認められなかった。今後、生後13週以降の体側データを解析についても調査したい。

最後に、IgG濃度については、両区ともに2日齢の平均は約15mg/mLで、C区の2週齢、4週齢および6週齢の平均値については、受動免疫移行不全(Failure of Passive Transfer : FPT)と判定される10mg/mL以下であった。FPT基準とされる10mg/mLは、これまで主に淘汰のリスク値として提唱されてきたが、最近では子牛血清IgG濃度をさらに4つ(Excellent、Good、Fair、Poor)に分類した新基準が提唱され、血清中IgG濃度がExcellentとされる25mg/mLであれば疾病発症率が極端に低くなる⁴⁾とし、より野心的に初乳製剤を使う管理技術が主流となってきた。今回は、出生時のIgG濃度値を揃えるため、生後2日齢までどの個体にも確実に給与できる上記方法に統一して

初乳製剤を給与したため、Fair (10~17.9 mg/mL) レベルにおける効果検証となったが、実際の酪農の現場で、新生子牛の血清中 IgG 濃度のレベルが Fair となった場合でも、本試験に準じた初乳の延長給与により、IgG 濃度の低下を抑制でき、疾病に罹患した際の治療回数が少なくなる可能性が示唆され、費用対効果は見込めると考えられる。

今回の結果から、初乳製剤を延長して給与することは、人工乳の摂食を促し、栄養状態の改善が見込まれ、自身の免疫を高め、疾病予防につながるものと考えられた。

4 要約

初乳製剤を1週間延長して給与し、増体と抗病性へ及ぼす効果を検証したところ、C区に比較してT区で血清中 IgG 濃度の減少が抑制され、生後早い段階から増加傾向に転じる傾向がみられた。さらに離乳までの人工乳総摂取量が有意に増加し、生後4週齢 Ht 値および Hb 値、TP 値が有意に高く栄養状態の改善が認められ、疾病発生時の治癒回数が少ない傾向であった。よって、本手法は一定の効果があり、酪農場における育成管理の一手法として有効であると推察された。

5 参考文献

- 1) Kilshaw P.J. Slade H: Milk protein immune complexes in the cow and calf、J Reprod Immunol、4、237-36(1981)
- 2) 大塚浩通：子牛の生体防御の特徴と発達、子牛の科学、家畜感染症学会 編、140-145、チクサン出版、東京 (2009)
- 3) 平山ら. 黒毛和種子牛への甘草給与が血中 濃度に与える影響 5 :233-238、(2)58、日本暖地畜産学会報
- 4) Sandra M. Godden : Colostrum Management for Dairy Calves 、Vet Clin North Am Food Anim Pract. Nov;35(3)535-556 (2019)
- 5) 家畜共済診療点数表令和 6 年 4 月、農林水産省ホームページより、<https://www.maff.go.jp/j/keiei/nogyohoken/nogyokyosai/kachiku/attach/pdf/iyakuhin-18.pdf>

6 協力研究機関

特になし

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：小宮亮太、佐々木孔亮、千葉正典

1 はじめに

これまで、本県におけるDNA情報を指標とした育種手法を確立するため、継続した黒毛和種DNAサンプルの収集を行うとともに、経済形質と連鎖するDNAマーカーの探索やゲノム情報を利用した解析を行ってきた。近年では、ゲノム塩基配列中の一塩基多型（SNP）をDNAマーカーとして利用した個体の遺伝的能力の予測・推定、いわゆるゲノム育種価推定という手法が全国的に取り組まれている。本県においても、平成26年から令和3年までの間、従来の血縁情報と枝肉情報を用いるBLUP法における分子血縁係数行列（A行列）の代わりに、SNP情報から推定したゲノム関係行列（G行列）を用いるGenomic BLUP法（GBLUP法）により推定を行なってきた。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。ssGBLUP法は、SNP情報を持たないが表型値を持つ血縁個体を用いることで、ゲノム育種価の予測精度を向上させることができるとされている¹⁾。ssGBLUP法については令和4年度にも評価精度の検証をおこなっているが、今年度はSNPデータを有する肥育牛を増やしたデータセットを作成し検証した。

2 試験方法

- 1) 肥育牛頭数と枝肉成績：各手法で使用した肥育牛の頭数を表1に、使用したデータの基本統計量を表2、表3に示した。
- 2) 評価牛：宮城県有種雄牛のうち、SNP情報を保有する75頭を対象とした。
- 3) 評価方法：ssGBLUP法、GBLUP法は両手法とも性別（2区分）、と畜年（12区分）を母数効果とし、出荷月齢（1次、2次）を共変量、個体と残差を変量効果とした。ssGBLUP法に用いる血縁情報は肥育牛から5世代（14,837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) 使用SNP：illumina GGP BovineLD-24 v4.0チップにより30,105SNPsを型判定し、ソフトウェアBeagleにより34,481SNPsへ補完後、集団内のマイナーアレル頻度0.05未満のSNPを除き、27,710SNPsを解析に使用した。
- 5) 推定精度の検証：両手法により推定された育種価と、BLUP法により推定された育種価

を相関分析することにより、推定精度を検証した。比較対象として、全国和牛登録協会（全和登）が令和5年10月にBLUP法により評価した第50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	GBLUP	ssGBLUP	
SNPデータ	A	A	A：SNPデータと表型値を有する肥育牛4,172頭
表型値	A	A+B	B：表型値のみを有する肥育牛662頭

表2. 基本統計量（GBLUP法）

		頭数	平均値	標準偏差	最大値	最小値
枝肉重量	去勢	3231	548.2	62.4	794	310
	雌	941	465.0	54.4	633.5	315.5
ロース芯面積	去勢	3231	75.1	15.6	154	40
	雌	941	71.2	12.0	120	41
BMS	去勢	3231	9.0	2.2	12	3
	雌	941	8.8	2.1	12	2

表3. 基本統計量（ssGBLUP法）

		頭数	平均値	標準偏差	最大値	最小値
枝肉重量	去勢	3674	549.9	62.4	794	310
	雌	1160	466.4	54.2	633.5	315.5
ロース芯面積	去勢	3674	75.3	15.6	154	40
	雌	1160	71.3	12.1	120	41
BMS	去勢	3674	9.1	2.2	12	3
	雌	1160	8.9	2.1	12	2

3 結果と考察

1) 遺伝的パラメータの推定

ssGBLUP法及びGBLUP法の各手法における遺伝率について、枝肉重量は0.47及び0.46、ロース芯面積は0.40及び0.40、BMS No.は0.37及び0.38と推定され、いずれの形質においても、同程度に推定された（表4）。

表4. 遺伝的パラメータ

	枝肉重量		ロース芯面積		BMS	
	GBLUP	ssGBLUP	GBLUP	ssGBLUP	GBLUP	ssGBLUP
遺伝分散	1446.8	1442.1	76.17	77.52	1.50	1.53
環境分散	1650.9	1688.7	115.50	115.01	2.51	2.51
遺伝率	0.47	0.46	0.40	0.40	0.37	0.38

2) 評価精度の検証①

評価を実施した種雄牛75頭のうち、全和登が推定した推定育種価を有する59頭を対象に比較した（表5）。ssGBLUP法及びGBLUP法の各手法における推定育種価との相関係数は、

枝肉重量で 0.66 及び 0.66、ロース芯面積で 0.73 及び 0.73、BMS No. で 0.66 及び 0.67 であり、いずれの形質においても、手法による差はみられなかった。今回は、枝肉成績のみを持つ個体が少なかったため、差が見られなかったと考えられる。

表 5. 種雄牛 59 頭の全和登推定育種価との相関係数

	枝肉重量	ロース芯面積	BMS
GBLUP	0.66	0.73	0.66
ssGBLUP	0.66	0.73	0.67

3) ssGBLUP 法による基幹種雄牛及び現場後代検定牛の評価

評価を実施した種雄牛 75 頭のうち、まだ産子が出荷されておらず、全和登による推定育種価が算出されていない第 19 回以降の現場後代検定牛 16 頭について、ssGBLUP 法により育種価を算出し、基幹種雄牛 10 頭と比較した。

基幹種雄牛及び現場後代検定牛の育種価の平均値は、枝肉重量では 10.48 及び 13.17、ロース芯面積では 1.30 及び 6.92、BMS No. では -0.05 及び 0.84 であり、すべての形質において、現場後代検定牛の平均値が高くなった。

表 6. 基幹種雄牛 10 頭の ssGBLUP 法による育種価

	頭数	平均	標準偏差	最大値	最小値
枝肉重量	10	10.48	37.12	85.97	-36.58
ロース芯面積	10	1.30	8.88	17.92	-12.88
BMS	10	-0.05	1.07	2.58	-1.46

表 7. 第 19 回以降の現場後代検定牛 17 頭の ssGBLUP 法による育種価

	頭数	平均	標準偏差	最大値	最小値
枝肉重量	16	13.17	22.61	61.97	-25.99
ロース芯面積	16	6.92	5.67	16.22	-3.97
BMS	16	0.84	0.65	1.97	-0.24

4 要約

枝肉重量、ロース芯面積及び BMS No. を対象として ssGBLUP 法と GBLUP 法を比較した結果、遺伝率及び推定精度において、手法による差はみられなかった。今後は、枝肉成績のみを持つ個体を増やして再検討する必要がある。

5 参考文献

- 1) 日本畜産学会編. "ssGBLUP 法-畜産用語辞典." Internet:
<https://animalwiki.yokendo.com/index.php?curid=1513&oldid=2231>, 2021-06-16
[2023-03-16].

6 協力研究機関

(独) 家畜改良センター、(公) 畜産技術協会

DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患との関連に関する研究(豚)

担当：松尾賢吾、庄司宙希、曾地雄一郎、高橋伸和、中條満

1 はじめに

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

免疫関連遺伝子の一つである NLRP3 は生体での様々な炎症反応に関与するパターン認識受容体であり、豚での 2906 番目のアデニンがグアニンに変化する 1 塩基多型 (A2906G) が、NLRP3 の機能を向上させ、炎症性サイトカインのインターフェロン 1 β (IL-1 β) の産生を亢進させることが明らかになっている。大ヨークシャー種において、NLRP3-A/G 個体(機能亢進型の G 型を一つ持つ個体)は NLRP3-A/A 個体(通常型の A 型しか持たない個体)よりも豚胸膜肺炎及びグレーサー病のワクチンに対する抗体応答が有意に高くなることが示されている¹⁾。また、一般農場で飼養されている三元交雑豚の集団において、機能亢進型である G 型を持つ豚は、通常型である A 型しか持たない豚と比較して、マイコプラズマ性肺炎の重篤度が低下することが示されている²⁾。

これらのことから、NLRP3 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。そのため、本研究ではランドレース種系統豚「ミヤギノ L 2」における NLRP3 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を実施した。加えて、ワクチンに対する免疫機能について検討を行った。

2 試験方法

試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部豚舎

試験材料：ランドレース種系統豚「ミヤギノ L 2」

令和 5 年 1 月～2 月に出生し、8 月までに出荷された肥育豚 64 頭
(出荷後、と畜時に全廃棄となった 1 頭の出荷成績は含まず)

調査時期：通年

調査項目：

- 1) 場内の肥育豚舎で肥育し、出荷した肥育豚 64 頭について、出生時に採材し-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 NLRP3 遺伝子型判別を行った。NLRP3 遺伝子多型に基づき、一日平均増体量、出荷日齢、枝肉重量、背脂肪厚及び内臓検査結果について、NLRP3 遺伝子多型による差の有無を調査した。
- 2) 3 腹から NLRP3 遺伝子型が AA 型、AG 型、GG 型が 4 頭ずつになるよう計 12 頭の肥育豚を供試し、4 週齢時に豚サーコウイルス 2 型不活化ワクチンを 1 回接種した。接種時及び接種 1 ヶ月後に採血を行い、抗体価 (ELISA 値) を測定し、NLRP3 遺伝子多型による差の有無を調査した。

3 結果及び考察

パターン認識受容体の一つである NLRP3 は、細胞、特にミトコンドリアの損傷を検知するとされており、カズパーゼ 1 を通じて IL-1 β を活性化することで炎症反応を引き起こす。この作用は、水酸化アルミニウムのワクチンアジュバントとしての機能の発揮に関わっていることが想定されている。豚の NLRP3 遺伝子の G 型はデュロック種以外の西洋品種で広く存在が確認されている³⁾。

調査 1 では、12 腹 64 頭（雄 36 頭、雌 28 頭）を調査対象とし、NLRP3 遺伝子多型は、AA 型 25 頭（雄 12 頭、雌 13 頭）、AG 型 33 頭（雄 23 頭、雌 10 頭）、GG 型 6 頭（雄 1 頭、雌 5 頭）だった。これらの豚の発育及び出荷成績を表 1 に示した。雄では GG 型が 1 頭のみだったため、統計解析は AA 型と AG 型のみで実施した。各項目を AG 型と AA 型で比較した結果、一日平均増体量において AG 型が AA 型に対し有意に高値となった。雌においても、一日平均増体量は GG 型>GA 型>AA 型となったが、こちらは有意差は得られなかった。また、雌で各項目を比較した結果、背脂肪厚で GG 型>GA 型>AA 型となり、GG 型は AA 型に対し有意に高値となったが、雄で同様の結果は得られなかった。と畜時の内臓検査において肺又は腸で病変が認められた頭数を表 2 に示した。肺において、病変の検出率が GG 型では 0%だったのに対し、AG 型では 3%、AA 型では 16%で病変が認められた。一方で、腸では同様の結果は得られなかった。以上のことから、NLRP3 遺伝子において G 型を持つ豚は、A 型のみを持つ豚と比較して、発育では一日平均増体量に優れ、免疫では肺の免疫力が優れる可能性が示唆された。ただし、単年度の結果では十分な検体数が得られないことから、解析結果の精度を高めるために、今後も情報の蓄積が必要である。（令和 5 年 1 月 1 日に豚枝肉取引規格が改正され出荷目標体重が 115kg から 120 kgへ変更されたため、過去の成績との積算は実施せず。）

調査 2 の豚サーコウイルス 2 型抗体測定結果（ELISA 値）を図 1 に示した。4 週齢及び 8 週齢の測定結果において、NLRP3 遺伝子型間で有意差は認められなかった。4 週齢において、ELISA 値が 10 を超える個体が 4 頭認められたが、うち 3 頭が同一母豚であり、母豚には分娩前にワクチン接種を行っていたことから、ワクチン接種前の ELISA 値の高値は母豚からの移行抗体によるものと考えられた。また、8 週齢の ELISA 値で NLRP3 遺伝子型間に差がみられなかったが、今回接種したワクチンが不活化ワクチンであり、アジュバントに軽質流動パラフィンを使用していることから、アジュバントの違いによる可能性が推察された。NLRP3 はウイルスや細菌、環境中の刺激物など様々な刺激により活性化されることから⁴⁾、水酸化アルミニウム以外のアジュバントや生ワクチンでの免疫反応を検討する必要がある。

表1 肥育豚の発育及び出荷成績

	検体数	NLRP3 遺伝子型	一日平均 増体量(g/日)	出荷日齢(日)	出荷成績	
					枝肉重量(kg)	背脂肪厚(cm)
全体	25	AA	601±58 ^b	201±17	80.0±5.1	2.1±0.4
	33	AG	643±74 ^a	194±18	82.2±5.5	2.2±0.4
	6	GG	633±42	194±15	81.6±5.8	2.4±0.3
雄のみ	12	AA	606±61 ^b	196±16	78.6±4.1	2.3±0.4
	23	AG	656±80 ^a	189±19	81.4±5.7	2.2±0.4
	1	GG	698	167	78	2.3
雌のみ	13	AA	596±56	205±16	81.2±5.9	1.8±0.3 ^b
	10	AG	614±48	205±10	83.9±4.7	2.1±0.3
	5	GG	621±31	199±9	82.3±6.2	2.4±0.3 ^a

(a-b:P<0.05, c-d:P<0.1)(平均値±標準偏差)

表2 と畜時の内臓検査結果

	検体数	NLRP3 遺伝子型	肺病変		腸病変	
			頭数	検出率	頭数	検出率
全体	25	AA	4	16%	9	36%
	33	AG	1	3%	6	18%
	6	GG	0	0%	2	33%
雄のみ	12	AA	2	17%	3	25%
	23	AG	1	4%	4	17%
	1	GG	0	0%	0	0%
雌のみ	13	AA	2	15%	6	46%
	10	AG	0	0%	2	20%
	5	GG	0	0%	2	40%

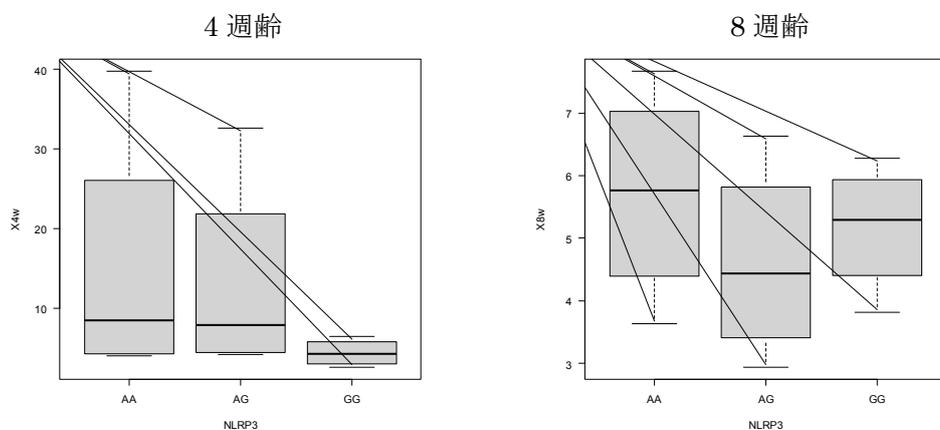


図1 豚サーコウイルス2型抗体測定結果 (ELISA 値)

4 要約

NLRP3 は炎症反応に関連するパターン認識受容体であり、多品種の豚において G 型を持つ個体は通常型の A 型のみをもつ個体に対しワクチン応答など免疫に優れることが報告されている。今回、ランドレース種系統豚「ミヤギノ L 2」を用いて NLRP3 遺伝子型と発育成績及び免疫機能との関連を調査した結果、G 型を保有する個体は A 型のみ保有する個体と比較して一日平均増体量が増加し、と畜時の肺病変検出率が低値になることが示唆された。一方で、軽質流動パラフィンのアジュバントに使用しているワクチンを用いての豚サーコウイルス 2 型ワクチン抗体については、遺伝子型間で有意差はみられなかった。

5 引用文献

- 1) Shinkai H. *et al.* 2018. Q969R polymorphism in NLRP3 is associated with immune responses to vaccination against bacterial infections in pigs. *Anim. Sci. J.* 89(8):1043-1050
- 2) Suzuki K. *et al.* 2022. Polymorphisms in Pattern Recognition Receptor Genes Are Associated with Respiratory Disease Severity in Pig Farms. *Animals* 12:3163 doi:10.3390/ani12223163
- 3) 豚の遺伝的な抗病性の改良に向けての取り組み. 上西博英. 家畜感染症学会誌. 2019 8 巻 2 号 (57-64)
- 4) インフルエンザウイルス認識機構とワクチン開発に関する研究. 一戸猛志. ウイルス. 2015 第 65 巻第 1 号(127-134)

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科

効率的な黒毛和種種雄牛造成とその活用法に関する研究

1) 「脂肪の質」等の育種価推定

担当：千葉正典、佐々木孔亮、小宮亮太

1 はじめに

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

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

2 試験材料及び方法

本県肉用牛集団における産肉形質と「脂肪の質」との遺伝的関係性を明らかにするため、第7回から第18回現場後代検定種雄牛44頭(欠測であった第11回第1次の種雄牛2頭を除く)の枝肉調査で得られた739頭の枝肉格付成績6形質(枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値及びBMS No.)ならびに近赤外線食肉脂質測定装置で測定したオレイン酸、飽和脂肪酸(SFA)及び一価不飽和脂肪酸(MUFA)、あわせて9形質の遺伝的パラメータを求めるとともに育種価を推定した。

4,924頭の血統データを用い、性2区、出荷年12区、出荷月齢9区、肥育農家13区とし、VCE6.0.2により算出した。

3 結果及び考察

各形質等の基本統計量を表1に、また、性別による脂肪の質の基本統計量を表2に示した。オレイン酸、SFA及びMUFAの平均値は、それぞれ53.6%、37.0%及び61.6%、また、オレイン酸及びMUFAはいずれも雌の方が高い値を示した。

表1. 各形質等の基本統計量

	頭数	平均値	標準偏差	最大値	最小値
枝肉重量 (kg)	739	499.7	63.8	679	347.5
ロース芯面積 (cm ²)	739	67.5	11.9	120	41
バラ厚 (cm)	739	8.8	0.9	11.8	6.3
皮下脂肪厚 (cm)	739	2.8	0.9	6.5	0.2
歩留 (%)	739	75.3	1.9	82.3	70.3
BMS No.	739	8.0	2.3	12	2
オレイン酸 (%)	739	53.6	2.7	60.3	44.2
SFA (%)	739	37.0	3.5	48.8	28.8
MUFA (%)	739	61.6	3.4	69.6	48.5

表2. 性別による脂肪酸組成の基本統計量

		頭数	平均値	標準偏差	最大値	最小値
オレイン酸(%)	去勢	433	52.9	2.6	58.9	44.2
	雌	306	54.4	2.5	60.3	45.5
SFA(%)	去勢	433	37.6	3.5	48.8	29.9
	雌	306	36.1	3.2	47.7	28.8
MUFA(%)	去勢	433	61.0	3.4	68.6	51.3
	雌	306	62.4	3.2	69.6	48.5

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0.46からロース芯面積の0.88であった。本県の黒毛和種種雄牛の産肉形質の改良においては、特に枝肉重量、ロース芯面積及びBMS No.を重視してきたが、それら3形質の遺伝相関は、枝肉重量とロース芯面積が0.54、枝肉重量とBMS No.が0.37、及びロース芯面積とBMS No.が0.80を示した。また、脂肪の質の遺伝率は、オレイン酸が0.72、SFAが0.68及びMUFAが0.66とほぼ同等の値を示した。

表3. 各形質の遺伝的パラメータ(対角: 遺伝率、右上: 遺伝相関、左下: 表型相関)

	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留	BMS No.	オレイン酸	SFA	MUFA
枝肉重量	0.46	0.54	0.52	-0.05	0.34	0.37	-0.14	0.18	-0.16
ロース芯面積	0.45	0.88	0.39	-0.42	0.92	0.80	-0.03	0.02	-0.02
バラ厚	0.56	0.40	0.50	-0.07	0.46	0.33	-0.08	0.13	-0.11
皮下脂肪厚	0.28	-0.17	0.14	0.53	-0.67	-0.05	0.17	-0.08	0.10
歩留	0.10	0.85	0.39	-0.58	0.85	0.67	-0.07	0.04	-0.04
BMS No.	0.23	0.59	0.29	-0.09	0.53	0.75	-0.04	0.01	0.00
オレイン酸	-0.04	-0.03	0.00	0.11	-0.06	0.01	0.72	-0.99	0.96
SFA	0.04	0.02	-0.01	-0.10	0.04	-0.02	-0.98	0.68	-0.98
MUFA	-0.03	-0.02	0.02	0.11	-0.04	0.03	0.96	-0.98	0.66

育種価を推定したところ、候補種雄牛44頭のオレイン酸およびMUFAの最大値は+3.22及び+2.78、最小値は-2.90及び-3.64であった。また、本年度終了した第18回現場後代検定牛4頭の育種価推定値は表4のとおりであった。新規基幹種雄牛には「絵里波」と「勝茂桜」の2頭が選抜された。「絵里波」はMUFAが+0.58と高い値を示した。また、「勝茂桜」は、枝肉重量が+50.77と種雄牛44頭中最大の値であった。

表4. 第18回産肉能力現場後代検定牛育種価推定値及び合否判定

	枝肉重量(kg)	ロース芯面積(cm ²)	バラ厚(cm)	皮下脂肪厚(cm)	歩留基準値(%)	BMS No.	オレイン酸(%)	SFA(%)	MUFA(%)	判定
洋久英	-52.02	-11.17	-0.20	0.44	-1.23	-0.45	0.05	0.14	-0.09	淘汰
柳桜	41.25	18.55	0.35	-0.68	2.77	1.71	-0.55	0.64	-0.60	淘汰
絵里波	-21.27	14.38	-0.49	-0.69	2.55	2.19	0.09	-0.49	0.58	選抜
勝茂桜	50.77	18.13	0.07	0.69	0.88	2.86	-0.77	0.49	-0.46	選抜

4 要約

現場後代検定第7回次から産肉形質とともに、近赤外線脂質測定装置を用いて脂肪の質の測定値を行ってきた。遺伝率は、産肉形質ではいずれも中程度から高い値を、脂肪の質はいずれも高い遺伝率を示していた。一方、産肉形質と MUFA の遺伝相関は-0.16 から 0.10 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

効率的な黒毛和種種雄牛造成とその活用法に関する研究

2) 畜産新技術を活用した肉用牛産肉能力検定技術の確立

担当：佐藤秀俊・及川俊徳・千葉正典・小宮亮太・佐々木孔亮

1 はじめに

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

2 試験方法

1) 体外受精胚産子による候補種雄牛の産肉能力評価

(1) 供試候補種雄牛

第18回次直接検定候補種雄牛「洋久英」号、「絵里波」号の体外受精産子の肥育が終了し、枝肉成績を調査した。第19回次直接検定候補種雄牛「雅糸波」号の肥育が終了し、枝肉成績を調査した。また、「茂勝久」号の体外受精産子6頭、第20回次直接検定候補種雄牛「華福久」号、「茂花美」号の体外受精卵産子、第21回次直接検定候補種雄牛「勝吉」号、「洋糸花」号、「咲太郎」号の体外受精卵産子は現在肥育中である。

第22回次直接検定候補種雄牛「誠平勝」「安照重」の体外受精卵を作成、移植は現在取組中である。

(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B0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B0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2,000万/mlで体外受精を実施した。体外受精後、卵丘細胞を除去し、6mg/ml牛血清アルブミン（BSA）加修正卵管合成液（mSOF）で発生培養を行い、体外受精後6～8日目の拡張胚盤胞期胚を移植に供した。

(3) 体外受精由来胚の凍結保存

(1) を用いて生産された体外受精胚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。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5年4月から令和6年3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

「茂勝久」号の体外受精産子6頭、第20回次直接検定候補種雄牛「華福久」号の体外受精卵産子7頭、「茂花美」号の体外受精卵産子14頭、第21回次直接検定候補種雄牛「勝吉」号の体外受精卵産子14頭、「洋糸花」号の体外受精卵産子4頭「咲太郎」号の体外受精卵産子6頭は現在肥育中である。

第22回次直接検定候補種雄牛「誠平勝」号、「安照重」号の体外受精卵作出、移植は現在取組中である。

(2) 体外受精由来産子の枝肉成績

枝肉成績の詳細を表1に示した。第18回次直接検定候補種雄牛「洋久英」号の体外受精産子は5頭(肥育直後の死亡除く)の肥育が終了し、枝肉重量423kg、BMS No. 9、肉質等級A4・A5率は100%であった。「絵里波」号の体外受精産子は3頭(除く育成・肥育中死亡2頭、部分廃棄で除外1頭)の肥育が終了し、枝肉重量550.5kg、BMS No. 9、肉質等級A4・A5率は100%であった。第19回次直接検定候補種雄牛「雅糸波」号の体外受精産子は4頭の肥育が終了し、枝肉重量522.9kg、BMS No. 9、肉質等級A4・A5率は100%であった。

表1 IVF 産子の枝肉成績

種雄牛名	性別	頭数	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.	肉質等級 A5・A4率 (%)	肉質等級内訳 (頭)	
										A5	A4
洋久英	♂	2	509.3	81.0	9.4	2.8	77.4	10	100	2	
	♀	3	365.5	58.7	7.6	3.3	74.6	9	100	2	1
	計・平均	5	423.0	67.6	8.3	3.1	75.7	9	100	4	1
絵里波	♂	2	529.8	68.5	8.8	2.2	75.6	8	100	1	1
	♀	1	566.0	76.0	9.1	2.4	76.1	9	100	1	
	計・平均	3	550.5	74.3	9.0	2.2	76.3	9	100	2	1
雅糸波	♂	3	549.0	65.7	8.9	3.1	74.2	8	100	2	1
	♀	1	444.5	98.0	8.5	3.5	79.2	10	100	1	
	計・平均	4	522.9	73.8	8.8	3.2	75.5	9	100	3	1

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。第 18 回次直接検定候補種雄牛である「洋久英」号、「絵里波」号、第 19 回次直接検定候補種雄牛「雅糸波」号の精液を用いた体外受精由来胚から子牛が生産され、農家において育成・肥育され、と畜された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

アグリテック活用推進事業

1) 「仙台牛」の食味向上指標の探索

担当：佐々木孔亮、小宮亮太、千葉正典、佐藤秀俊、及川俊徳

1 はじめに

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

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

今年度は、脂肪酸組成とBMS No.に焦点を当て、胸最長筋の官能評価を行い、その官能特性を明らかにした。

2 材料および方法

1) 供試試料

仙台市中央卸売市場食肉市場に上場した黒毛和種で、県内の卸売会社が競り購買した枝肉のうち左半丸リブブロスブロック（4肋骨分、7～10肋骨）を4頭用いた。第7肋骨面から1cmを理化学分析に、残りを官能評価に用いた。と畜日から16日以内に -80°C または -20°C で冷凍保管を行った。

2) 理化学分析

(1) 試料調製

左半丸リブブロスブロックから胸最長筋のみを筋膜が入らないように切り出し、マルチビーズショッカーMB1200（安井機器）を用いて、2,500rpmで30～60秒間破碎した。

(2) 粗脂肪

水分を凍結乾燥前後の重量差で算出した後、ソックスレー抽出法により測定した。

(3) 脂肪酸組成

抽出は、ナカライテスク社の脂肪酸抽出キット及び精製キットを用いた。脂肪酸分析は、ガスクロマトグラフGC-2030（島津製作所）を用いて、水素炎イオン化型検出器（FID）で各脂肪酸を検出させた。標準試料は、スペルコ37mix（シグマアルドリッチ社）を分析し、得られたリテンションタイムから、用いた脂肪酸は、ミリスチン酸（C14:0）、ミリストレイン酸（C14:1）、パルミチン酸（C16:0）、パルミトオレイン酸（C16:1）、ステアリン酸（C18:0）、オレイン酸（C18:1）、リノール酸

（C18:2）の7種を同定し、面積値で百分率（%）を算出した。MUFA（モノ不飽和脂肪酸）は、C14:1+C16:1+C18:1、SFA（飽和脂肪酸）は、C14:0+C16:0+C18:0とした。カラムは、Inert Cap Pure Wax キャピラリー（内径 $0.25\mu\text{m}$ ×長さ30m×膜厚 0.25μ

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

3) 嗜好型官能評価

脂肪酸組成の分析結果及び枝肉格付のBMS No. から①高 MUFA 高 FAT 区 ②高 MUFA 低 BMS 区 ③低 MUFA 高 BMS 区 ④低 MUFA 低 BMS 区 (以下、①高 M 高 B 区 ②高 M 低 B 区 ③低 M 高 B 区 ④低 M 低 B 区) の 4 区に区分けした。

(1) サンプル調製、調理形態

黒毛和牛肉左半丸リブロース(4肋骨分)のうち第7面から1cm後方を用い、さらにそのうちの後方を1日目、その前方を2日目に用いた。評価の前日から一晩解凍したサンプルをスライサーで5mm厚にスライスした後、直径4.5cmの型抜きを用い、ロース部位からくりぬいて成形した。

その後、180℃に加温したホットプレートにて、表45秒、裏45秒加熱した。加熱したサンプルはタッパーに入れ、70℃に設定したタオルウォーマーで提供まで保存した。

(2) パネルコントロール

サンプル番号は3桁の乱数で表示し、提示順序はラテン方格で行と列を無作為化した。カップに盛り付けをし、1サンプルずつ提供した。オールイン形式でインフォームドコンセントを実施後、回答用紙(図1)を配布。1サンプル終了する度に1分間の休憩を設けた。全サンプルの評価が終了したら、回答用紙を回収し、退室させた。

(3) 評価方法

評価は、8段階の評点による好ましさの評価とCheck-All-That-Apply(CATA)法を用いた官能特性の評価を行った。用語は佐々木ら¹⁾の用語集からスタッフで言葉出しを行い、21用語まで絞った。その後、21用語のうち1つを「仙台牛」でよく言われる言葉に修正した。

3) 統計処理

統計フリーソフトR(version4.2.2)を用いた。好ましさの評価は、評点を応答変数、評価順序、実施日及びサンプルを固定効果、パネリストをランダム効果とした一般混合モデルを作成し、Tukeyによる多重比較を行った。また、各用語の選択された数をサンプルごとに集計してコレスポンデンス分析を行った。さらに各用語の選択の有無がサンプルの好ましさに及ぼす影響を調査するため、評点を応答変数、評価順序、実施日及び各用語を固定効果、パネリストをランダム効果とした一般混合モデルを作成し、ペナルティ分析を行った。

3. 結果および考察

好ましさに関わる評点については各サンプル間で有意な差は見られなかった。しかし、図2のサンプルのプロットにおいて、各サンプルはそれぞれ離れた位置関係となった。これはそれぞれのサンプルが異なる特性を感じられたという結果を示している。また、それぞれ離れた位置関係になったものの、MUFAの値が高ければ縦軸(第2成分)において負の方向に、低ければ正の方向に振れ、BMS No.が高ければ横軸(第1成分)において負の方向に、低ければ正の方向に振れるなどサンプルの特徴の傾向が表れる形となった。用語のプロットにおいては、「やわらかい」、「香ばしい甘さ」及び「あぶらっぽい味」などの用語が近い位

置関係とあり、評価する際に感じた表現として近い意味で用いられたことが推測された。そして、サンプル及び用語のプロットのを合わせて考えると高M高B区は「油っぽい」、少し離れるが「しっとりとした」及び「かみ切りやすい」といった官能特性を持っていることが推測でき、同様に高M低B区は「こくのある味」、「脂肪の味」、「あっさりとした味」及び「じわりと舌にからまる」、低M高B区は「ほんのり甘い」、「やわらかい」及び「香ばしい甘さ」、低M低B区は「香ばしい味わい」、「うま味」及び「香ばしい」となった。図3のペナルティ分析では用語が評点にどれだけ影響を与えているのかを推測することができ、「うま味」、「かみ切りやすい」、「こくのある味」、「しっとりとした」、「香ばしい味わい」、「ほんのりと甘い」などの用語が評点に有意な正の影響を与え、有意ではないものの「まろやかな風味」、「甘い匂い」などの用語が負の影響を与えていることが示された。

図2のコレスポンデンス分析と図3のペナルティ分析を合わせて考えると、高M高B区は「しっとりとした」、「かみ切りやすい」、高M低B区は「こくのある味」、低M高B区は「ほんのり甘い」、低M低B区は「香ばしい味わい」、「うま味」とそれぞれのサンプルの近くに評点に正の影響を与えた用語がプロットされている。それぞれのサンプルに「おいしい」と感じさせる官能特性があり、このことが評点で有意な差がなかったことに関与していると推測される。つまり、MUFA含量及びBMS No.については高ければより評点上がる、好まれるというわけではなく、また、それぞれのサンプルにはそれぞれの官能特性があることが明らかになった。

本研究の残された課題としては、供試できたサンプルが各区1頭のみであったこと、区分けを粗脂肪含量ではなく、BMS No.にしたことにより、高M高B区及び低M高B区間で粗脂肪含量に差がみられたこと、パネリストを畜産関係者のみとしたことなどがあり、今後改善する必要がある。しかしながら、本研究の結果はただ優れた特定の成分を探して、伸ばして育種改良をしていくのではなく、今後の「仙台牛」をどのようなブランド牛としていくのかを考え、その目標に沿ったおいしさ指標を育種方針として掲げる必要性を認識させる結果であった。

表 1.評価に用いたサンプルの理化学分析値

	高M高B	高M低B	低M高B	低M低B
BMS No.	10	6	10	6
水分	46.8	52.2	41.2	50.3
EE含量	39.2	30.9	45.0	31.8
C14:0	2.2	2.0	2.4	2.2
C14:1	1.0	0.8	0.7	0.6
C16:0	25.0	25.4	26.2	26.3
C16:1	4.0	5.1	3.3	3.0
C18:0	9.9	8.0	12.4	14.1
C18:1	55.6	56.5	52.3	52.0
C18:2	2.4	2.2	2.8	1.7
SFA	37.1	35.5	41.0	42.7
MUFA	60.5	62.3	56.2	55.6

表 2.パネリストの内訳

	10代	20代	30代	40代	50代	60代	合計
男	2	10	2	6	5	8	33
女	4	4	0	3	1	0	12
合計	6	14	2	9	6	8	45

回答用紙 1 枚目 回答者番号
541

Q1. サンプル番号 865 の牛肉を試食して、あなた自身の基準で好ましいか、好ましくないかを判定し、回答欄のあてはまるところ1箇所に○印で回答してください。

選択肢	←好ましくない				好ましい→			
	好ましく 非常に ない	好ましく とても ない	好ましく ない	どちらか と 言え ば 好ましく ない	どちらか と 言え ば 好まし い	好ま しい	好まし い とても	好まし い 非常に
回答欄								

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

回答	項目	回答	項目	回答	項目
	肉様の匂い		ほんのり甘い		こくのある味
	しっとりとした		あっさりとした味		飲み込みやすい
	じわりと舌にからまる		香ばしい味わい		まろやかな風味
	うま味		あぶらっぽい味		脂肪の味
	油っぽい		甘い匂い		香ばしい甘さ
	こってり		香ばしい		脂臭い
	かみ切りやすい		ジューシーな		やわらかい

図 1.官能評価のアンケート用紙

表 3.各区の評点

	高M高B	高M低B	低M高B	低M低B	標準誤差
評点	5.49	5.54	5.86	5.48	0.189

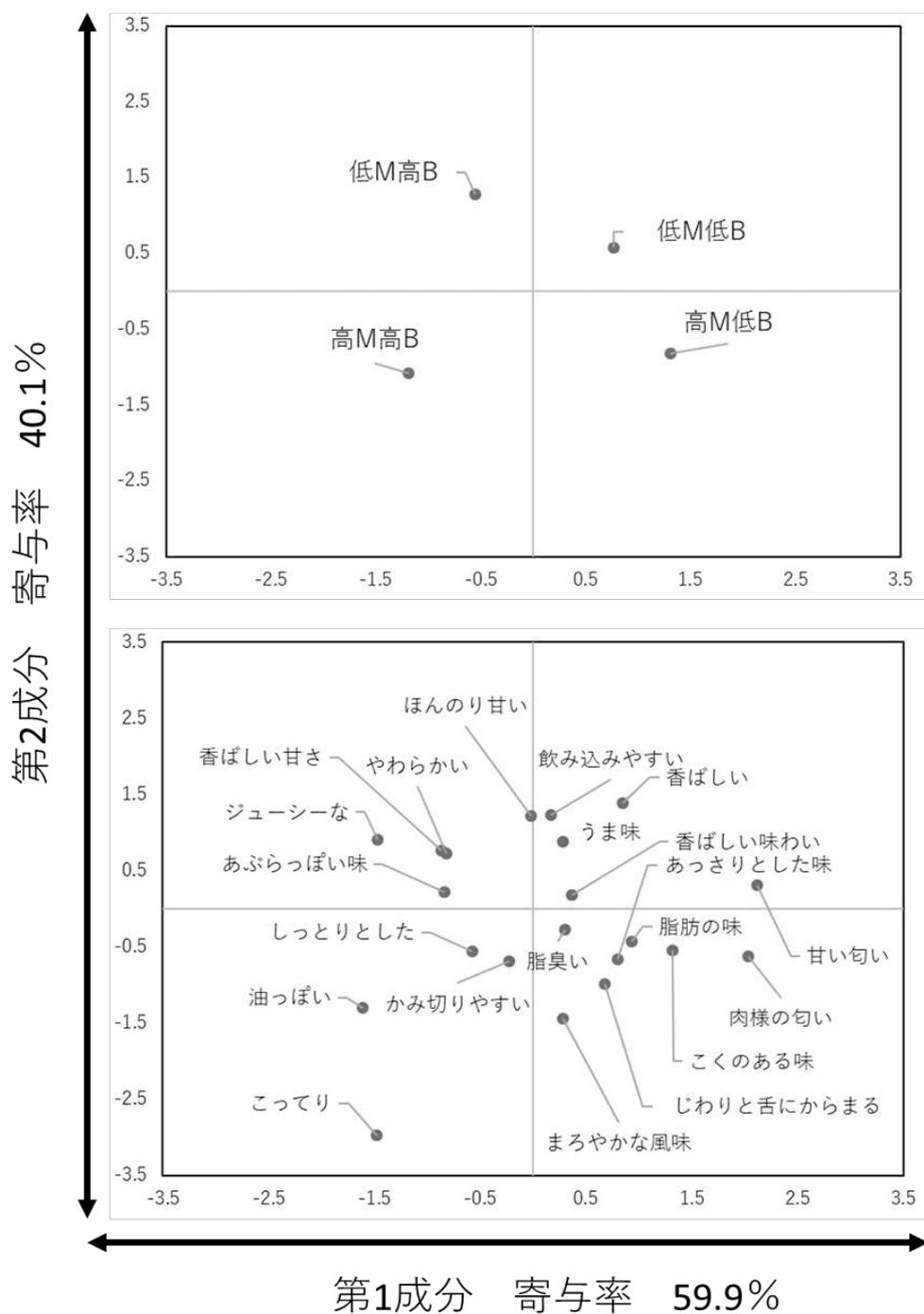
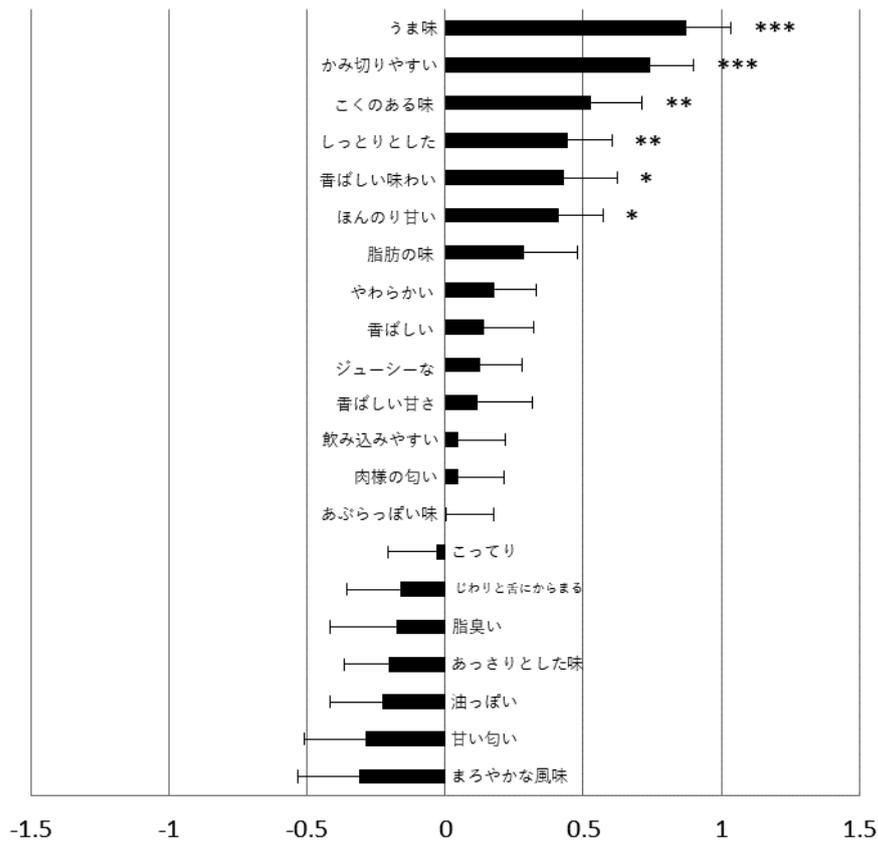


図 2. コレスポネンス分析



“***” 0.001 “**” 0.01 “*” 0.05

図 3.用語のペナルティ分析

4 要約

嗜好型官能評価を用いて①高 MUFA 高 BMS 区 ②高 MUFA 低 BMS 区 ③低 MUFA 高 BMS 区 ④低 MUFA 低 BMS 区の 4 つの試験区で比較した。それぞれの区間で有意な差は見られなかったが、それぞれの官能特性と好ましさに影響を与える用語が示された。

5 参考文献

1) 佐々木ら. 2018. 一般消費者および調理従事者を対象としたアンケートによる食肉の記述的官能評価候補用語集の作成、日本畜産学会報 89 (4)、471-488

6 協力研究機関 なし

アグリテック活用推進事業

2) ゲノミック評価による新たな形質評価の実用化

担当：小宮亮太、佐々木孔亮、千葉正典、佐藤秀俊、及川俊徳

1 はじめに

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

本課題の「ゲノミック評価による新たな形質評価の実用化」分野においては、おいしさの指標の1つともされる脂肪酸組成を対象とし、SNP情報により育種価を推定するGBLUP法と、血縁情報とSNP情報により推定するssGBLUP法との評価精度の違いを検討した。ssGBLUP法は、SNP情報を持たないが表型値を持つ血縁個体を用いることで、ゲノム育種価の予測精度を向上させることができるとされている¹⁾。ssGBLUP法については令和4年度にも評価精度の検証をおこなっているが、今年度はSNPデータを有する肥育牛を増やしたデータセットを作成し検討した。

2 試験方法

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

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

3) 評価牛：宮城県有種雄牛のうち、SNP情報を保有する75頭を対象とした。

4) 評価方法：ssGBLUP法、GBLUP法は両手法とも性別（2区分）、と畜年（12区分）を母数効果とし、出荷月齢（1次、2次）を共変量、個体と残差を変数効果とした。ssGBLUP法に用いる血縁情報は肥育牛から5世代（14,837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、変数効果、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) 使用 SNP : illumina GGP BovineLD-24 v4.0 チップにより 30,105SNPs を型判定し、ソフトウェア Beagle により 34,481SNPs へ補完後、集団内のマイナーアレル頻度 0.05 未満の SNP を除き、27,710SNPs を解析に使用した。

6) 評価精度の検証：両手法により推定された育種価と、従来の血縁情報と枝肉情報を使用する BLUP 法により推定された育種価を相関分析することにより、推定精度を検証した。比較対象として、全国和牛登録協会（全和登）が令和 5 年 12 月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	GBLUP	ssGBLUP	
SNPデータ	A	A	A : SNPデータと表型値を有する肥育牛4,172頭
表型値	A	A + B	B : 表型値のみを有する肥育牛662頭

表 2. 基本統計量 (GBLUP 法)

	頭数	平均値	標準偏差	最大値	最小値
オレイン酸 去勢	3231	53.7	2.3	61.1	42.0
雌	941	55.0	2.0	59.9	45.5
SFA 去勢	3231	37.0	3.0	50.8	29.5
雌	941	35.2	2.4	47.5	28.8
MUFA 去勢	3231	61.7	3.0	69.1	47.8
雌	941	63.3	2.4	69.6	50.7

表 3. 基本統計量 (ssGBLUP 法)

	頭数	平均値	標準偏差	最大値	最小値
オレイン酸 去勢	3674	53.7	2.3	61.1	42.0
雌	1160	55.0	2.0	59.9	45.5
SFA 去勢	3674	36.9	2.9	50.8	29.5
雌	1160	35.2	2.4	47.5	28.8
MUFA 去勢	3674	61.7	2.9	69.1	47.8
雌	1160	63.3	2.4	69.6	50.7

3 結果と考察

1) 遺伝的パラメータの推定

GBLUP 法及び ssGBLUP 法の各手法における遺伝率について、オレイン酸は 0.38 及び 0.39、飽和脂肪酸 (SFA) は 0.38 及び 0.39、一価不飽和脂肪酸 (MUFA) は 0.37 及び 0.38 と推定され、いずれの形質においても、両手法でほぼ同程度に推定された (表 4)。

表 4. 遺伝的パラメータ

	オレイン酸		SFA		MUFA	
	GBLUP	ssGBLUP	GBLUP	ssGBLUP	GBLUP	ssGBLUP
遺伝分散	1.70	1.77	2.52	2.61	2.31	2.38
環境分散	2.81	2.80	4.09	4.09	3.88	3.87
遺伝率	0.38	0.39	0.38	0.39	0.37	0.38

2) 評価精度の検証①

評価を実施した種雄牛 75 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 59 頭を比較対象とした相関解析を行った（表 5）。GBLUP 法及び ssGBLUP 法の各手法における推定育種価との相関係数は、オレイン酸は 0.53 及び 0.50、SFA は 0.51 及び 0.50、MUFA は 0.61 及び 0.61 であり、いずれの形質についても中程度の相関が得られ、手法による差はほとんどなかった。今回は、枝肉成績のみを持つ個体が少なかったために、差が見られなかったと考えられる。

表 5. 全和登推定育種価との相関係数

	オレイン酸	SFA	MUFA
GBLUP	0.54	0.51	0.61
ssGBLUP	0.53	0.50	0.61

3) ssGBLUP 法による基幹種雄牛及び現場後代検定牛の評価

評価を実施した種雄牛 75 頭のうち、まだ産子が出荷されておらず、全和登による推定育種価が算出されていない第 19 回以降の現場後代検定牛 16 頭について、ssGBLUP 法により育種価を算出し、基幹種雄牛と比較した。

基幹種雄牛及び現場後代検定牛の育種価の平均値は、オレイン酸では 0.01 及び 0.15、SFA では -0.06 及び -0.22、MUFA では 0.07 及び 0.26 であった。オレイン酸及び MUFA の形質において、現場後代検定牛の育種価の方が高く推定された。

表 6. 基幹種雄牛 10 頭の ssGBLUP 法による育種価

	頭数	平均	標準偏差	最大値	最小値
オレイン酸	10	0.01	1.61	2.78	-2.56
SFA	10	-0.06	1.83	2.83	-3.13
MUFA	10	0.07	1.72	2.95	-2.51

表 7. 第 19 回以降の現場後代検定牛 16 頭の ssGBLUP 法による育種価

	頭数	平均	標準偏差	最大値	最小値
オレイン酸	16	0.15	1.15	2.30	-2.05
SFA	16	-0.22	1.31	2.32	-2.48
MUFA	16	0.26	1.19	2.34	-1.98

4 要約

脂肪酸組成を対象として ssGBLUP 法と GBLUP 法を比較した結果、遺伝率は、いずれの形質においても両手法でほぼ同程度に推定された。BLUP 法との比較による推定精度の検証では、いずれの形質においても、手法による差が見られなかった。

5 参考文献

- 1) 日本畜産学会編. "ssGBLUP 法-畜産用語辞典." Internet:
<https://animalwiki.yokendo.com/index.php?curid=1513&oldid=2231>, 2021-06-16
[2023-03-16].

協力研究機関

特になし

アグリテック活用推進事業

3) ゲノミック評価による肉用牛改良の加速化

担当：佐藤秀俊・及川俊徳・千葉正典・小宮亮太・佐々木孔亮

1. はじめに

牛の育種改良においては、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、改良速度の向上が期待できる。さらに、高能力雌牛からの OPU-IVF 技術によって短期間で多数の胚を生産できることから、ゲノミック評価と合わせることで、子牛生産に関わる大幅なコスト削減および期間短縮による効率的な育種改良が期待できる。

これらの技術では、遺伝子評価の材料の採取が評価の要となることから、今年度も引き続き、SNP 解析が可能な品質の DNA を抽出できる条件、および残りの細胞で子牛生産が可能な移植用胚を作出する方法について検討した。

2 試験方法

1) 遺伝子評価材料の採取方法の検討

黒毛和種雌牛から OPU で採取した卵子を用いて IVF し、媒精から約 2~3 日で卵割した 8 細胞期胚を透明帯除去後に割球を分離し、サンプルに供した。分離後の 8 細胞期胚の割球、DNA 抽出、全ゲノム増幅 (WGA)、DNA 濃度測定および電気泳動による品質評価を行ない、illumina Bovine LD チップを用いた SNP 型判定を行った。

同様に、と場由来黒毛和種雌牛卵巣から採取した卵子を用いて IVF し、卵割した 4 から 6 細胞期胚を割球を分離し、サンプルに供した。分離後の品質評価等は上記と同様である。

SNP 解析細胞以外の細胞の培養の可否を調べるため、食肉処理場のウシ卵巣由来胚を 8 細胞期に割球分離して、個別培養にて胚盤胞発生率を調査した。

2) 遺伝子評価

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

3 結果および考察

1) OPU 由来 8 細胞期胚の割球で 1 細胞、2 細胞、3 細胞を用い SNP 型判定を実施。どの区も十分な DNA 量が得られ (695~1034ng/ μ L)、SNP 解析品質の指標である Call rate に細胞数による差はなかった (表 1)。

食肉処理場のウシ卵巣由来胚の 4 から 6 細胞期の細胞については分析中である。

2) 8 細胞期に割球分離して、各 4 細胞を個別培養したところ胚盤胞発生率は通常の培養の発生率と遜色なかったが、胚の品質は B から C ランクと低かった (表 2)。

3) 遺伝子評価

高い Call rate が得られた個体については SNP 解析を実施し、G-BLUP 法によるゲノム育種価を算出した。全きょうだい受精卵のゲノム育種価にはばらつきが認められ、受精

卵段階で全きょうだいの産肉能力の遺伝的能力の差異を識別できれば育種改良に有益であることを示した（図1）。

表1 解析に用いる細胞数が SNP 解析精度に与える影響（同一種雄牛）

試験区	試験条件	Call rate% (SD)
8a (n=7)	8細胞期の3細胞	78.2 (19.1)
8b (n=7)	8細胞期の2細胞	81.0 (15.7)
8c (n=6)	8細胞期の1細胞	91.0 (12.3)
4a	4~6細胞期の1細胞	分析中
参考 (n=4)	桑実胚以降バイオプシー	87.7 (20.0)

表2 SNP 解析サンプル胚の残細胞の生存率

	桑実胚 (day6)	胚盤胞 (day7、8)
n=5	4	3
	(8細胞のうち3~4細胞)	

※同一種雄牛のと場由来体外受精卵

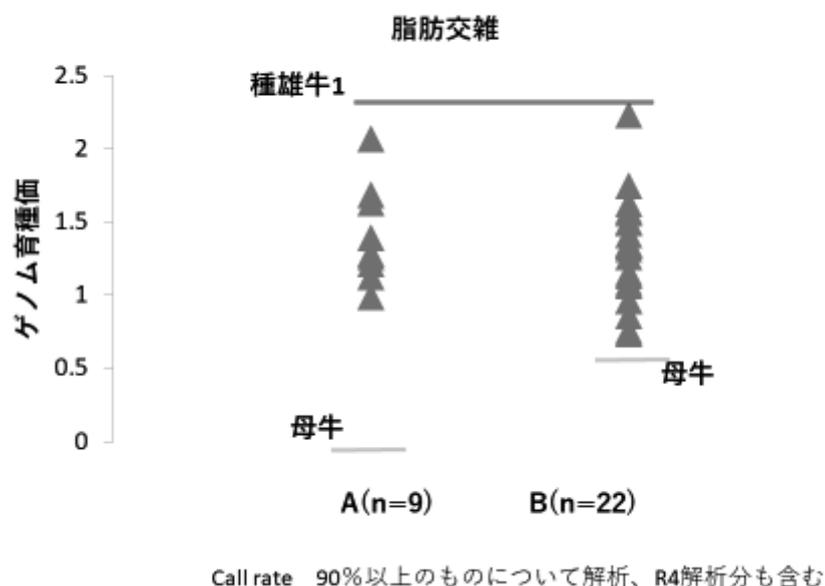


図1A 全きょうだい受精卵におけるゲノム育種価のばらつき（種雄牛1、母2頭）

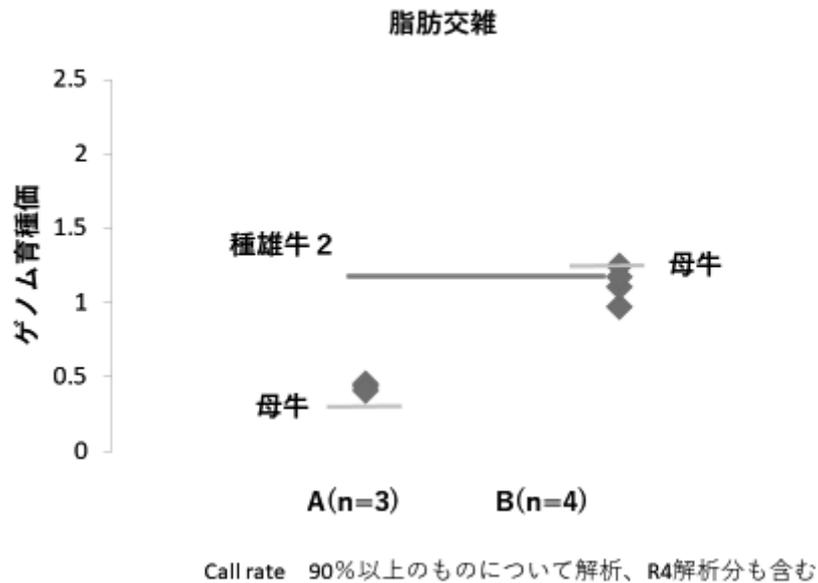


図 1B 全きょうだい受精卵におけるゲノム育種価のばらつき（種雄牛 2、母各 2 頭）

4. 要約

移植前の胚の一部を採取し、事前に確実に遺伝子評価する方法を検討した。OPU 由来 8 細胞期胚の割球では、SNP 解析品質の指標である Call rate に細胞数による差はなかった。食肉処理場のウシ卵巣由来胚の 4 から 6 細胞期の細胞については分析中である。

8 細胞期に割球分離して、各 4 細胞を個別培養したところ胚盤胞発生率は通常の培養の発生率と遜色なかったが、胚の品質は低かった。遺伝子評価では全きょうだい受精卵のゲノム育種価にはばらつきが認められ、受精卵段階で全きょうだいの産肉能力の遺伝的能力の差異を識別できれば育種改良に有益であることを示した。

5 参考文献

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

6 協力研究機関

特になし

牛の受精卵移植技術の実証

担当：及川俊徳・佐藤秀俊

1 はじめに

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

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

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

そこで先行研究において、pFSH製剤1回投与の溶媒にヒアルロン酸を添加した過剰排卵処理成績について検討し、ヒアルロン酸を溶媒に添加しても採卵が可能であったが、ヒアルロン酸の投与量を検討した結果有意な差は認められなかった。投与方法については皮下投与について検討してきたが、ホルモン測定の結果から、投与したpFSHのピークが遅い結果が得られ、そのピークを早くする目的から、昨年度は、pFSHの溶媒にヒアルロン酸を加え皮下投与すると同時にpFSHを筋肉内に単独投与する分割投与について過剰排卵処理成績を検討したが、採卵成績を向上させる成績は得られなかった。血液中のpFSHの動態から、分割投与により立ち上がりは早くなったが低下も早くなることが示唆された。

今年度はヒアルロン酸添加試験のまとめの年度として、今まで同時に検討していなかった皮下投与と筋肉内投与による採卵成績を検討した。

2 試験方法

過剰排卵処理スケジュールを図1に、試験区分を表1に示した。対照区（3区）は、発情周期の任意の時期にCIDRを膈内に挿入すると同時にPGF $_{2\alpha}$ （エストラメイト：MSDアニマルヘルス）を投与し、CIDR挿入後7日目に性腺刺激ホルモン放出ホルモン（GnRH（イトレリン：あすか製薬））を1.25ml筋肉内に投与した。CIDR挿入後10日目に生理食塩水（生食）10mlにpFSH製剤20AU（アントリン：共立製薬）溶解し皮下投与した。CIDR挿入後12日目にCIDRを除去すると同時にエストラメイトを筋肉内に投与し発情を誘起した。エストラメイト投与31時間後にイトレリンを筋肉内に投与し、その24時間後に人工授精を1回実施するスケジュールを基本とした。試験区は生食6mlにアントリン20AUを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）4ml加えたものを皮下（1区）または筋肉内（2区）に投与した。

供試牛は6頭使用し、1区-2区-3区、2区-3区-1区、3区-1区-2区の順に各2頭配置した。採卵は、暑熱時を避けて1頭あたり63日以上の間隔で実施した。調査項目は、採卵成績、

卵胞発育状況調査（CIDR 挿入日を 0 として、0、7、10、12、14 日目および採卵日に卵胞数および黄体数を超音波診断装置にて計測）、ホルモン測定のための採血（CIDR 挿入日を 0 として、10、11、12、13、14 日目）を 2 頭実施した。ホルモン測定は岩手大学農学部共同獣医学科繁殖機能制御学教室にて高橋透教授指導のもと実施した。

なお、本試験は受精卵移植普及定着化共同試験として独立行政法人家畜改良センターの指導のもと茨城・神奈川・奈良・宮崎の 4 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。1 区、2 区および 3 区の平均黄体数は 24.5 個、18.5 個および 25.2 個、平均採卵総数は 19.7 個、13.8 個および 17.0 個、平均正常胚数は 9.2 個、5.8 個および 8.0 個であり、全ての項目において有意な差は認められなかった。いずれの項目においても有意な差は認められなかったが、2 区において黄体数、採卵総数および正常胚数は他の 2 区と比較し少ない成績であった。2 区では黄体数が少ないことから卵巣反応が他の 2 区よりも良くなかったことが採卵総数等に影響を及ぼしたと思われる。その理由として 2 区は筋肉内投与であることから投与されたホルモン製剤が早く吸収され代謝されたためと考えられた。正常胚率においても有意な差は認められなかった（図 2）。卵胞数の推移を卵胞の大きさ別に図 3 に示したが、特徴的な変化は認められなかった。図 4 に投与した血液中 pFSH のホルモン測定結果を示した。ヒアルロン酸を添加した 1 区および 2 区は添加しない 3 区よりも 48 時間までの血液中濃度が高く推移する結果が得られた。また、筋肉内投与は皮下投与よりもピークの濃度が高い成績であった。これは筋肉内投与で最も吸収が早いことが原因と思われる。

以上の結果から、採卵成績に有意な差は認められなかったが、ヒアルロン酸添加の皮下投与は対照区と同様の成績であり、正常胚数も対照区よりも 1 個ほど多い成績であった。血液中の pFSH の動態から、ヒアルロン酸添加で血液中濃度は長時間維持されることが明らかとなった。

処理日	0	7	10	11	12	13	14	15	21
午前 (9:00)	CIDR 挿入 PG (3ml) エコー		pFSH (各試験区) 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)	人工 授精 エコー		
採血			○	○	○	○	○		

図 1 過剰排卵処理スケジュール

表 1 pFSH 投与試験区

区 分	投与内容
1 区	pFSH20AU/6ml 生食+ハイオネート 4ml (皮下投与)
2 区	pFSH20AU/6ml 生食+ハイオネート 4ml (筋肉内投与)
3 区	pFSH20AU/10ml 生食 (皮下投与)

pFSH：ブタ下垂体由来卵胞刺激ホルモン

生食：生理食塩水

ハイオネート：ヒアルロン酸 (10mg/1ml)

表2 ヒアルロン酸添加 pFSH 投与方法の違いが過剰排卵処理成績に及ぼす影響

試験区	黄体数	遺残卵胞数 (大卵胞)	採卵総数	正常胚数	変性卵数	未受精卵数
1区	24.5 ± 4.4	2.0 ± 0.4	19.7 ± 4.4	9.2 ± 2.8	3.2 ± 1.3	7.5 ± 2.2
2区	18.5 ± 2.1	3.2 ± 1.2	13.8 ± 2.5	5.8 ± 1.4	2.7 ± 0.8	5.5 ± 1.9
3区	25.2 ± 4.6	2.0 ± 1.0	17.0 ± 5.9	8.0 ± 3.2	4.8 ± 2.2	5.0 ± 2.7

平均値±標準誤差

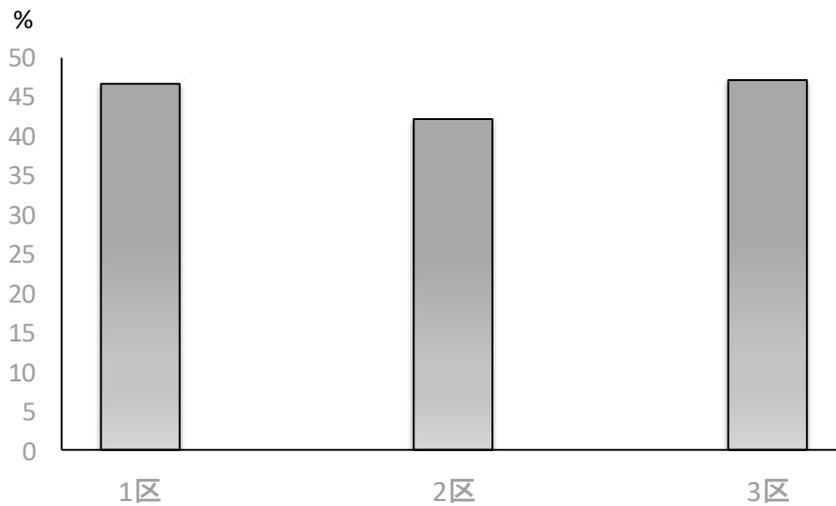


図2 正常胚率

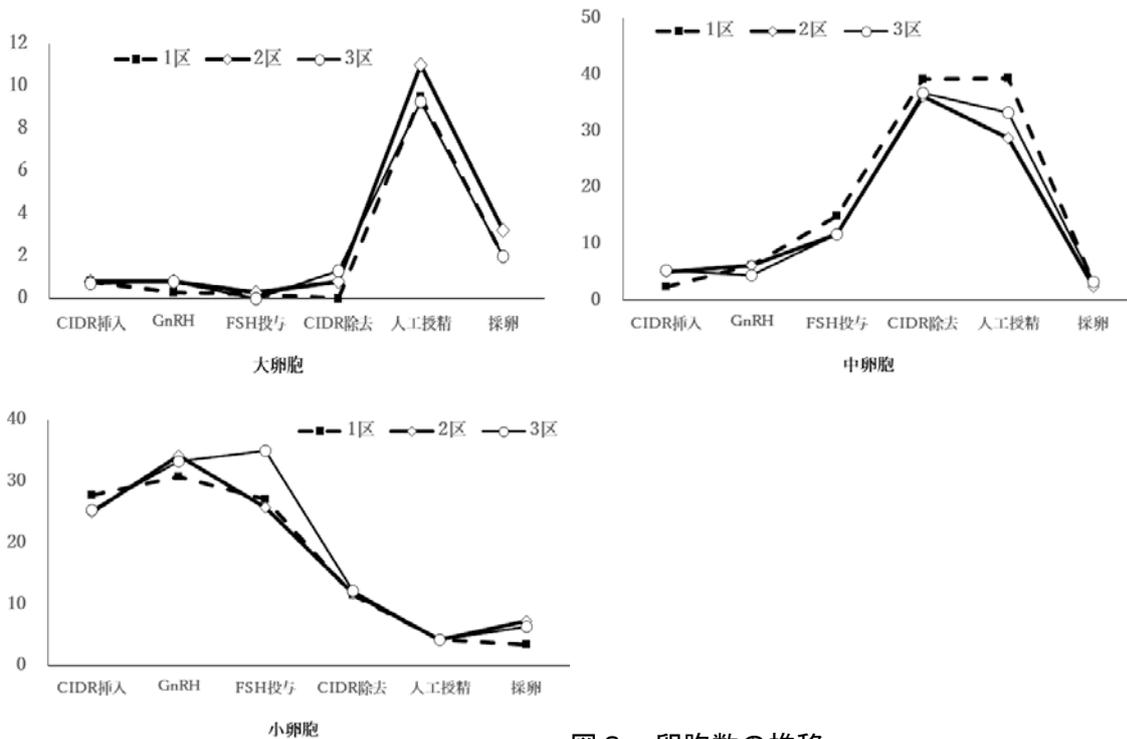


図3 卵胞数の推移

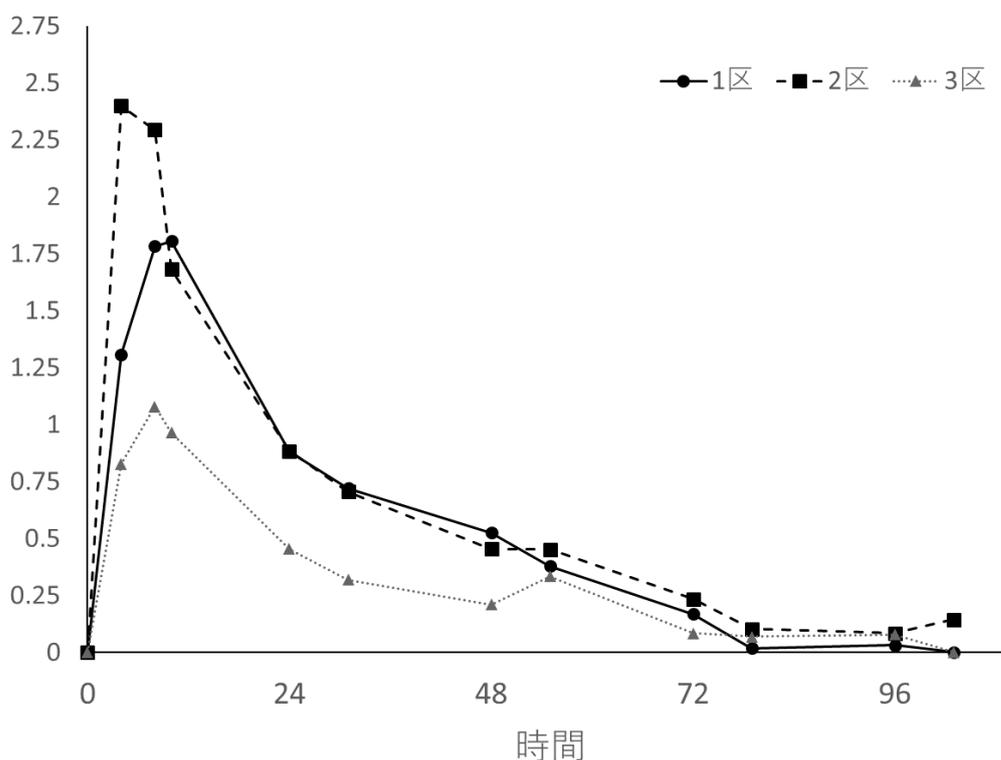


図4 血液中 pFSH 動態

4 要約

ウシ過剰排卵処理のさらなる効率化を目的として、FSH 製剤 1 回投与の溶媒にヒアルロン酸を添加した過剰排卵処理成績について、筋肉内および皮下の投与の違いを検討したが、全ての項目において有意な差は認められなかった。しかし、1 区は 3 区の対照区と同等の成績であったことから皮下投与が適していることが明らかとなった。

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, Stradaoli G. Reducing treatments in cattle superovulation protocols by combining a pituitary extract with a 0.5% hyaluronan solution: Is it able to diminish activation of the hypothalamic pituitary adrenal axis compared to the traditional protocol? *Theriogenology* 85: 914-921. 2016.
3. Prisell PT, Camber O, Hiselius J, Norstedt G. Evaluation of hyaluronan as a vehicle for peptide growth factors. *Theriogenology* 85: 51-56. 1992.
4. Esposito E, Menegatti E, Cortesi R. Hyaluronan-based microspheres as tools for drug delivery: a comparative study. *Int J Pharm* 288, 35-49. 2005.

5. Kim E, Baba D, Kimura M, Yamashita M, Kashiwabara S, Baba T. Identification of a hyaluronidase, Hyal5, involved in penetration of mouse sperm through cumulus mass. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 50: 18028-18033.2005.

6 協力研究機関

岩手大学農学部共同獣医学科繁殖機能制御学教室

優良種豚供給体制の確立

1) 系統豚「しもふりレッド」

担当：庄司宙希・曾地雄一郎・高橋伸和・中條満

1 はじめに

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

2 試験方法

1) デュロック種系統豚「しもふりレッド」の能力の維持と増殖

- (1) 試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部豚舎
- (2) 試験区の構成・規模：「しもふりレッド」種雄豚 21 頭、種雌豚 41 頭及びその産子
- (3) 調査時期、調査項目
・調査時期：通年
・調査項目：繁殖成績、発育成績、産肉成績

2) 系統豚「しもふりレッド」における背脂肪厚低減試験

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

3 結果および考察

- 1) しもふりレッドにおける維持開始から令和 5 年度までの繁殖成績を表 1 に示した。育成率は現時点までに 76.1%となった。令和 5 年度の農家等への配布頭数は、雄 17 頭、雌 30 頭であった。また、「しもふりレッド」精液の配布本数は、6,340 本であった。維持開始から令和 5 年度までの発育成績及び産肉能力等の成績は表 2 に示したとおりである。

2) しもふりレッドにおいて、栄養価の異なる肥育後期飼料を給与し、発育及び肉質に及ぼす影響を調査した結果、背脂肪厚に有意差は認められなかったものの、格付成績では「中」以上の割合が対照区で 66.7%、試験区で 100%となった。また、対照区で格付「並」となった 2 個体の格落ち理由は背脂肪の厚さによるものだったが、試験区では脊脂肪の厚さを原因とした格落ちは確認されなかった(表 3)。一方で、試験区において一日平均増体量が有意に減少し、発育に影響する可能性が示された(表 4)。肉質成績については、表 5、6 及び 7 に示した。枝肉成績について、昨年度(対照区で 62.5%、試験区で 57.1%)に比較し試験区での格付結果が向上した。背脂肪厚【セ】は統計的に有意な差は見られなかったものの、試験区では平均値で 2.64 mm の減少が見られ、昨年度(1.19 mm)に比較しより大きな差となって現れた。これらの変化は、給餌方法を制限給餌としたことで、飼料の選り好みによる影響を低減し、飼料給与の精度が向上した結果、飼料の組成による差異として現れたと考えられる。以上より、低 TDN 高 CP 飼料の給与は上物率を向上させる可能性が考えられた。

表1 「しもふりレッド」繁殖成績の推移(系統維持開始～令和6年3月まで)

	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21
分娩頭数(頭)	91	87	73	87	79	88	73	65
平均産次数(産)	1.5	3.4	5.1	5.9	5.4	5.9	6.2	6.3
総産子数(頭)	9.9	9.4	10.1	9.0	8.6	9.5	9.2	8.3
哺乳開始頭数(頭)	9.1	8.5	8.6	8.2	7.8	8.2	8.3	7.5
離乳頭数(頭)	7.6	6.4	6.3	6.5	6.6	6.4	6.2	5.7
哺乳開始総体重(kg)	12.4	12.5	12.6	11.7	10.8	10.9	11.1	9.7
離乳総体重(kg)	38.6	35.7	28.9	32.7	29.6	27.5	27.0	24.0
育成率(%)	83.1	74.7	72.7	79.7	85.2	77.5	74.7	75.7

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
分娩頭数(頭)	56	99	84	82	77	72	69	72
平均産次数(産)	5.8	5.7	4.9	4.6	4.8	4.7	5.2	5.6
総産子数(頭)	8.1	9.6	8.3	9.5	9.0	10.1	9.4	9.6
哺乳開始頭数(頭)	7.6	8.5	7.7	8.8	8.4	8.8	7.7	8.1
離乳頭数(頭)	5.6	6.2	6.0	6.1	5.6	6.8	6.2	6.2
哺乳開始総体重(kg)	10.0	11.4	10.3	11.8	11.2	12.3	10.8	11.1
離乳総体重(kg)	22.5	26.0	23.9	21.1	21.0	29.6	29.2	28.0
育成率(%)	72.9	69.9	79.2	69.7	65.8	77.0	79.9	76.4

	H30	R1	R2	R3	R4	R5
分娩頭数(頭)	75	68	63	63	65	68
平均産次数(産)	6.4	6.8	5.2	4.6	4.3	4.5
総産子数(頭)	8.7	8.6	9.4	9.4	9.9	9.7
哺乳開始頭数(頭)	7.2	7.0	7.4	7.8	7.9	8.1
離乳頭数(頭)	5.9	5.8	6.0	6.6	6.8	6.4
哺乳開始総体重(kg)	9.7	9.5	9.4	10.0	11.0	11.5
離乳総体重(kg)	27.7	29.2	28.6	31.1	32.6	32.5
育成率(%)	82.0	82.0	82.0	84.5	83.1	79.6

表2 「しもふりレッド」 発育成績及び産肉成績の推移

区分	H14		H15		H16		H17		H18	
例数(頭)	去勢4		去勢8, 雌4		去勢2, 雌2		去勢4, 雌4		去勢4, 雌4	
期間	30~105kg									
一日平均増体量 (g)	940.2 ±	65.6	987.2 ±	91.8	1011.3 ±	51.8	950 ±	95.9	939.8 ±	65.1
背脂肪厚(cm)	2.9 ±	0.3	2.5 ±	0.4	2.57 ±	0.53	2.69 ±	0.49	3.11 ±	0.58
ロース芯断面積 (cm ²)	33.4 ±	2.6	33.4 ±	4.2	34.7 ±	4.5	38.5 ±	4	42.4 ±	5
筋肉内脂肪含量	6.3 ±	1.8	4.5 ±	1.6	4.5 ±	0.6	3.7 ±	0.7	5.2 ±	1.3
飼料要求率	4.08 ±	0.35	3.22 ±	0.36	3.22 ±	0.15	3.14 ±	0.15	3.45 ±	0.4

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

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

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

区分	R4		R5	
例数(頭)	去勢4, 雌4		去勢3, 雌3	
期間	30~115kg		30~115kg	
一日平均増体量(g/日)	992 ±	80	855 ±	33
背脂肪厚(cm)	2.47 ±	0.39	2.36 ±	0.38
ロース断面積(cm ²)	19.1 ±	5.3	20.7 ±	2.7
筋肉内脂肪含量	6.5 ±	1.79	5.3 ±	1.35
飼料要求率	2.93 ±	0.14	3.12 ±	0.1
Tenderness (kgw/cm ²)	31.8 ±	6.7	35.3 ±	9.8

※ロース断面積はH20までは5~6胸椎間、H21以降は4~5胸椎間。

※令和元年度よりTendernessの値についても記載

表3 枝肉成績

		対照区		試験区		P値
枝肉重量	kg	74.92	± 1.07	74.70	± 1.15	0.754
枝肉歩留		0.65	± 0.01	0.64	± 0.01	0.287
と体長	cm	93.08	± 2.41	93.08	± 2.50	0.998
背腰長 I	cm	76.78	± 2.02	77.00	± 2.45	0.876
背腰長 II	cm	64.97	± 1.57	65.88	± 2.64	0.493
コース長	cm	53.50	± 1.60	55.18	± 2.07	0.163
と体幅	cm	34.45	± 0.65	33.80	± 1.25	0.294
背脂肪厚【カタ】	mm	38.02	± 3.19	37.12	± 4.21	0.694
背脂肪厚【セ】	mm	23.57	± 3.84	20.93	± 2.14	0.207
背脂肪厚【コシ】	mm	33.09	± 3.56	34.53	± 1.36	0.417
格付結果		上2中2並2		上3中2		

平均値±標準偏差

表4 肥育後期 (70kg~115kg) における発育成績

		対照区		試験区		P値
飼料摂取量(kg)		159.90	± 7.67	166.10	± 12.80	0.345
飼料摂取量(kg/day)		2.93	± 0.14	2.84	± 0.10	0.220
一日平均増体量(kg)		0.82	± 0.02	0.75	± 0.05	0.007
飼料要求率		3.59	± 0.12	3.81	± 0.28	0.116

平均値±標準偏差

表5 肉質成績 (保水性、物理特性)

		対照区		試験区		P値
ドリップロス	%					
24時間後		0.93	± 0.17	0.96	± 0.46	0.889
48時間後		1.21	± 0.36	1.58	± 0.85	0.351
72時間後		1.39	± 0.30	2.22	± 1.18	0.126
Tenderness	kgw/cm ²	35.29	± 9.76	33.65	± 5.30	0.746
Pliability		1.67	± 0.08	1.56	± 0.03	0.021
Toughness	kgw/cm ² ・cm ²	7.27	± 2.22	7.05	± 1.42	0.852
Brittleness		1.49	± 0.07	1.53	± 0.06	0.379

平均値±標準偏差

表6 肉質成績 (肉色、pH)

		対照区		試験区		P値
筋肉色						
L*値		48.46	± 2.54	50.19	± 2.83	0.313
a*値		9.94	± 0.83	11.35	± 2.32	0.196
b*値		4.30	± 0.89	3.95	± 1.15	0.582
脂肪色						
L*値		78.49	± 1.58	78.48	± 1.51	0.990
a*値		2.85	± 0.94	3.68	± 1.02	0.194
b*値		0.56	± 1.68	0.72	± 0.58	0.838
コース芯 pH		5.98	± 0.20	5.91	± 0.15	0.499
筋肉内脂肪含量		5.31	± 1.35	5.67	± 2.32	0.760

平均値±標準偏差

表7 肉質成績（脂肪酸組成）

		対照区		試験区		P値
C14:0	%	1.1	± 0.1	1.1	± 0.1	0.73
C16:0	%	24.3	± 1.1	24.6	± 0.8	0.51
C16:1	%	1.4	± 0.2	1.6	± 0.2	0.31
C17:0	%	0.4	± 0.1	0.4	± 0.1	0.62
C17:1	%	0.4	± 0.1	0.4	± 0.1	0.87
C18:0	%	15.4	± 0.6	15.1	± 0.7	0.54
C18:1	%	43.1	± 0.9	44.1	± 0.9	0.17
C18:2n-6	%	8.9	± 1.1	7.9	± 0.8	0.16
C18:3n-3	%	0.4	± 0.1	0.4	± 0.0	0.09
C20:0	%	0.2	± 0.0	0.2	± 0.0	0.95
C20:1	%	0.9	± 0.1	1.0	± 0.1	0.87
C20:2n-6	%	0.4	± 0.1	0.4	± 0.0	0.27
C20:4n-6	%	0.2	± 0.0	0.1	± 0.0	0.55
SFA	%	41.4	± 1.4	41.5	± 0.9	0.84
MUFA	%	45.8	± 0.9	47.0	± 1.0	0.12
PUFA	%	10.0	± 1.3	8.8	± 0.9	0.16

4 要約

本年度のしもふりレッドの農家への配布頭数は、雄 17 頭、雌 30 頭であった。精液の配布本数は、6,340 本であった。しもふりレッドへ低 TDN 高 CP 飼料を制限給与し、厚脂肪厚低減効果を検討した結果、背脂肪厚について両区間に有意な差は認められなかったものの、試験区において優れた上物率を示し、格付成績への影響が示唆された。

5 参考文献

6 協力研究機関

特になし

優良種豚供給体制の確立

2) 系統豚「ミヤギノL2」

担当：松尾賢吾・中條満

1 はじめに

宮城県では、系統豚「ミヤギノ」の後継系統であり、繁殖性、産肉性、抗病性を改良したランドレース種系統豚「ミヤギノL2」を飼養しており、県内農家に広く利用してもらうために維持増殖を継続実施している。本研究は、農家への配布頭数増加を目的に、系統豚の検定結果を種豚の選抜に活用することで集団の能力向上を図り、高品質な種豚の生産に取り組むものである。

2 試験方法

1) 系統豚「ミヤギノL2」の能力の維持と増殖

一般社団法人日本養豚協会の豚系統に関する証明規定に準じた産肉能力調査を実施した。抗病性は、Goodwin 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：「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、産肉成績、マイコプラズマ性肺炎(MPS)肉眼病変面積スコア、繁殖成績、肢蹄評価成績

2) 系統豚「ミヤギノL2」と他品種との抗病性比較調査

(1) 試験実施場所：畜産試験場種豚家きん部豚舎

(2) 試験区の構成・規模：「ミヤギノL2」18頭、LWD種2頭、D種17頭

(3) 調査時期、調査項目 ・調査時期：通年

・調査項目：MPS肉眼病変面積スコア

3 結果および考察

1) 「ミヤギノL2」の造成時から令和5年度までの発育成績、産肉成績及びMPS肉眼病変面積スコアを表1に、繁殖成績を表2に示した。令和5年度の農家への育成雌豚の配布頭数は14頭だった。繁殖成績を昨年度と比較すると、近交係数は9.39と0.37上昇したが、一腹当たりの離乳頭数は8.51頭、離乳総体重は50.91kg、育成率は87.14%となり、令和4年よりも高値を示したことから、近交係数上昇による繁殖性への影響はみられなかった。また、肢蹄評価成績を表3に示した。農家へ配布する約1ヶ月前(約120日齢)に前肢及び後肢のつなぎの堅さについて調査した結果、もみ殻パドックで育成された豚でつなぎが「標準」と判定された個体の割合は、前肢で75.6%、後肢で91.1%であり昨年度よりも高い値であった。平成28年度以降各年度の成績は籾殻パドック非導入時と比べ、改善の傾向が継続している。

2) L種純粋豚「ミヤギノL2」、LWD種交雑豚及びD種純粋豚「しもふりレッド」の出荷豚を用いてMPS肉眼病変面積スコアを比較した結果を、平成27年度以降の結果(令和元年度はLWD種交雑豚の調査は無し)と共に表4に示した。調査の結果、今年度も「ミヤギノL2」のスコアは0.76となり、D種純粋豚より低値を維持していた。

表1 「ミヤギノL2」の発育成績、産肉成績およびMPS肉眼病変面積スコア

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

区分	H26	H27	H28	H29	H30
例数	雄4	雄9	雄3	雄6	雄4
期間	30~105kg	30~105kg	30~105kg	30~105kg	30~105kg
一日平均増体量(g/日)	966.9 ± 53.0	1065.8 ± 61.7	941.9 ± 44.2	982.2 ± 59.2	951.0 ± 56.9
背脂肪厚(cm)	1.65 ± 0.13	1.68 ± 0.20	1.67 ± 0.04	1.78 ± 0.12	1.57 ± 0.13
ロース断面積(cm ²)	38.2 ± 1.0	39.1 ± 4.1	33.4 ± 2.2	31.2 ± 2.1	31.2 ± 1.6
飼料要求量	2.86 ± 0.21	2.86 ± 0.21	2.82 ± 0.13	2.97 ± 0.19	2.62 ± 0.08
マイコプラズマ性肺病変スコア	1.00 ± 1.31	1.46 ± 1.23	2.41 ± 2.23	0.87 ± 1.41	1.17 ± 2.10

区分	R1	R2	R3	R4	R5
例数	雄5	雄5	雄6	雄8	雄7
期間	30~105kg	30~105kg	30~105kg	30~105kg	30~105kg
一日平均増体量(g/日)	965.9 ± 63.9	1014.0 ± 31.0	967.9 ± 63.0	960.3 ± 102.9	987.5 ± 56.5
背脂肪厚(cm)	1.81 ± 0.21	1.50 ± 0.16	1.69 ± 0.26	2.01 ± 0.43	1.55 ± 0.28
ロース断面積(cm ²)	30.1 ± 3.3	30.4 ± 2.0	29.8 ± 2.4	32.4 ± 2.7	34.6 ± 3.7
飼料要求量	2.86 ± 0.08	2.75 ± 0.15	2.77 ± 0.16	3.05 ± 0.50	2.69 ± 0.20
マイコプラズマ性肺病変スコア	0.70 ± 1.34	0.57 ± 1.03	0.81 ± 1.11	0.69 ± 1.61	0.76 ± 0.92

表2 「ミヤギノL2」の繁殖成績

区分	H21	H22	H23	H24	H25
近交係数	6.02	6.13	6.51	6.65	6.98
総産子数	11.07	11.59	11.78	11.29	11.35
哺乳開始頭数	10.60	10.68	10.62	10.02	10.47
離乳頭数	9.39	8.92	9.00	8.78	8.82
哺乳開始総体重(kg)	15.55	15.21	13.59	13.63	14.80
離乳総体重(kg)	56.04	48.00	44.70	49.00	52.70
育成率 (%)	88.88	83.50	81.41	87.05	84.29

区分	H26	H27	H28	H29	H30
近交係数	7.61	7.35	7.39	7.67	7.94
総産子数	11.03	11.31	10.86	11.21	10.09
哺乳開始頭数	10.25	9.83	8.71	9.11	8.06
離乳頭数	9.05	8.28	7.25	7.43	6.71
哺乳開始総体重(kg)	14.69	13.89	15.17	12.36	11.09
離乳総体重(kg)	51.82	50.01	47.50	44.73	38.29
育成率 (%)	88.26	84.21	83.20	81.57	83.21

区分	R1	R2	R3	R4	R5
近交係数	8.47	8.60	8.69	9.02	9.39
総産子数	10.06	9.50	10.56	10.88	11.26
哺乳開始頭数	8.32	8.50	9.74	9.43	9.77
離乳頭数	6.68	7.40	8.46	7.65	8.51
哺乳開始総体重(kg)	11.17	12.00	14.32	13.44	14.47
離乳総体重(kg)	39.08	41.90	47.22	44.91	50.91
育成率 (%)	80.23	87.50	86.84	81.17	87.14

表3 「ミヤギノL2」育成雌の脚の状況

年度	糲穀	調査頭数 (頭)	つなぎ「標準※1」判定個体割合(%)	
			前脚	後脚
R5	あり	45	75.6	91.1
R4	あり	41	68.3	80.5
R3	あり	63	92.1	95.2
R2	あり	55	83.6	92.7
R1	あり	54	79.6	96.2
H30	あり	47	85.1	95.7
H29	あり	40	85.0	95.0
H28	あり	12	91.7	75.0
H28	なし	12	50.0	25.0

※1 カナダ豚改良センター方式における「3.0」評価のもの

表4 「ミヤギノL2」と他品種とのMPS肉眼病変面積スコアの比較

品種	H27		H28		H29		H30		R1	
	頭数	スコア(%)	頭数	スコア(%)	頭数	スコア(%)	頭数	スコア(%)	頭数	スコア(%)
L	10	1.46±1.23	26	2.41±2.23	22	0.87±1.41	21	1.17±2.10	23	0.70±1.34
LWD	12	19.09±17.23	12	3.71±1.5	13	1.82±2.49	5	1.27±1.52	-	-
D	28	8.64±13.09	34	3.18±2.3	15	1.88±2.18	22	1.82±4.56	13	1.71±1.51

品種	R2		R3		R4		R5	
	頭数	スコア(%)	頭数	スコア(%)	頭数	スコア(%)	頭数	スコア(%)
L	35	0.57±1.03	36	0.81±1.11	21	0.69±1.61	18	0.76±0.92
LWD	7	0.78±0.76	10	1.91±1.70	6	1.06±1.22	2	0.46±0.46
D	13	1.95±1.91	12	1.52±1.63	10	1.82±3.64	17	1.12±1.34

平均値 ± 標準偏差

4 要約

本年度の「ミヤギノL2」の農家への配布頭数は雌 14 頭だった。系統維持 15 年目の今年度も「ミヤギノL2」の繁殖性は維持されるとともに、MPS 肉眼病変面積スコアは依然低値を保っていた。もみ殻床パドックで育成された「ミヤギノL2」は肢蹄が保護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

本県産系統豚の能力向上技術の確立

1) 繁殖能力向上のための育種改良手法の検討

担当：庄司宙希、曾地雄一郎、高橋伸和、松尾賢吾、中條満

1 はじめに

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

今年度は、子豚の近交度の上昇が母豚の繁殖形質に与える影響をさらに検証するため、「しもふりレッド」の造成開始から令和3年度までの血統情報及び繁殖形質の記録を用いて、母豚の世代ごとの適応度や遺伝分散の推移を調査した。

2 試験方法

(1) 材料及び飼養方法

「しもふりレッド」の系統造成期間の個体も含めた過去26年間（平成7～令和3年度）の繁殖形質（1,829産分）を用いた。

(2) 調査項目

初産母豚の総産子数、哺乳開始頭数、離乳頭数、育成率の記録から遺伝的適応度を推定し、世代経過に伴う遺伝的適応度の推移を確認した（G0～G7：造成世代、G8～G13：維持世代）。また、推定した適応度と近交係数の間で相関分析及び回帰分析を行い、近交度の上昇による遺伝的適応度への影響について検討した。さらに、死産数、総産子数、哺乳開始頭数、離乳頭数、哺乳開始総体重、離乳時総体重及び離乳時平均体重の形質について、以下の分析モデルを用いて世代経過に伴う遺伝分散の推移を確認した（G0～G7：造成世代、I0～I5：維持世代）。なお、相関分析及び回帰分析には「R」、各形質の遺伝分散の推定には「REMLF90」、近交係数の算出には「CoeFR」¹⁾を用いた。

・分析モデル

$$y=P+CY+M+u+pe+e$$

y:繁殖形質の記録 P:産次の母数効果 CY:分娩年の母数効果 M:分娩月の母数効果 u:母豚個体の育種価に関する変量効果 pe:永続的環境効果に関する変量効果 e:残差に関する変量効果

3 結果および考察

遺伝的適応度の推移について、上下はみられるものの、下降傾向が確認された（図1）。近交係数と遺伝的適応度間の相関分析及び回帰分析について、有意性は確認されず、近交度の上昇に伴う遺伝的適応度への影響は確認されなかった（図2）。遺伝分散の推移について、現在まで遺伝分散の低下傾向は確認されなかった。維持期間に対して造成期間では遺伝分散が大きく、造成期間は維持期間に比べて遺伝的多様性に優れていたことが確認された。（図3～9）。本試験では、遺伝的適応度が下降していたものの、近交度の上昇との相関が確認されず、また遺伝分散の減少による影響も確認されなかった

ことから、分子生物学的要因等について、引き続き検討を続けていく。

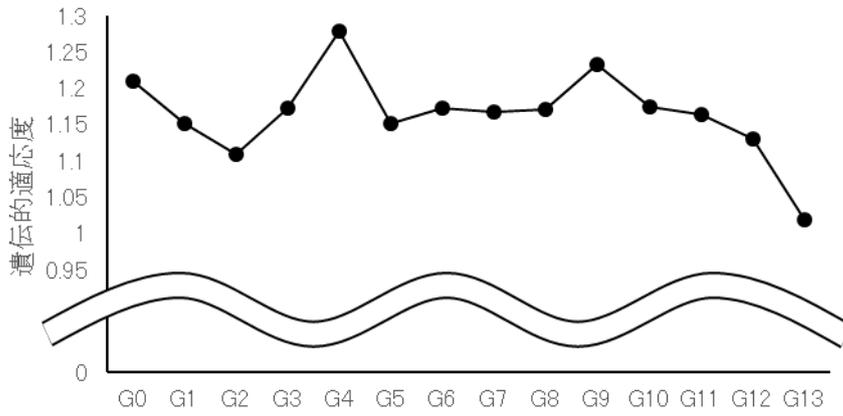


図1. 初産母豚の世代経過に伴う適応度の推移

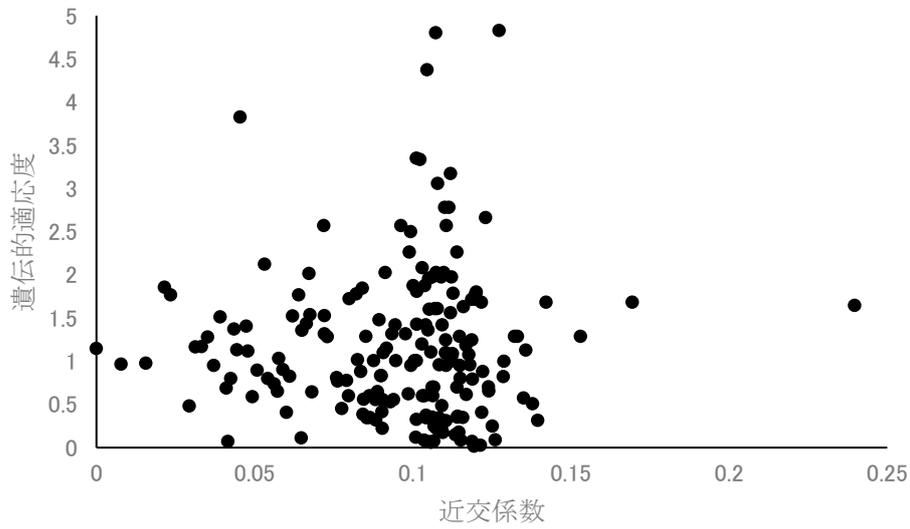


図2. 近交係数と遺伝的適応度のプロット

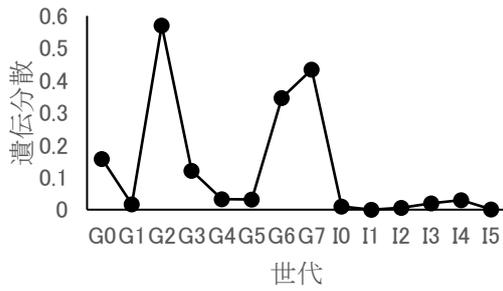


図3. 死産数の遺伝分散の推移

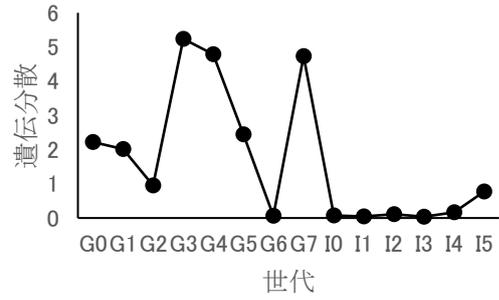


図4. 総産子数の遺伝分散の推移

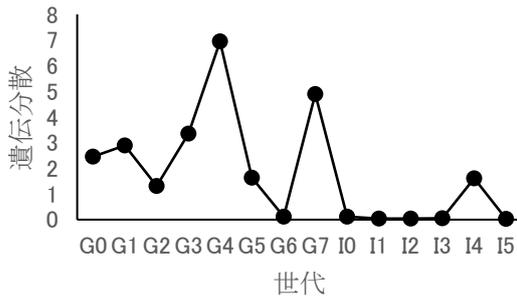


図5. 哺乳開始頭数の遺伝分散の推移

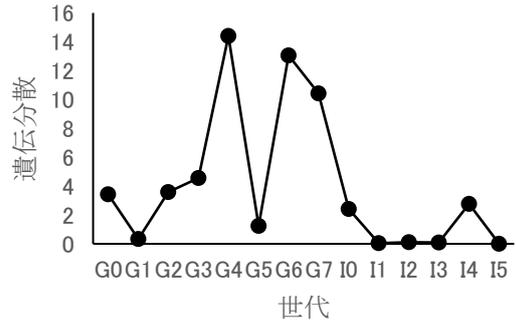


図6. 哺乳開始総体重の遺伝分散の推移

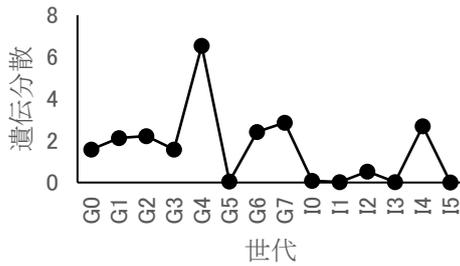


図7. 離乳頭数の遺伝分散の推移

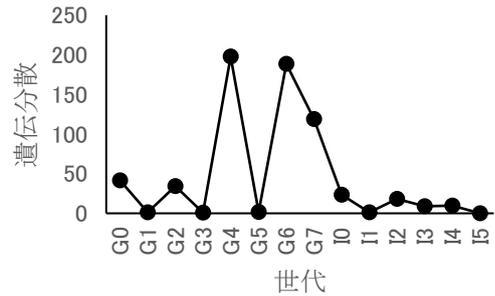


図8. 離乳時総体重の遺伝分散の推移

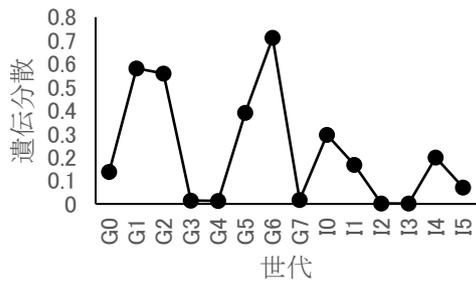


図9. 離乳時平均体重の遺伝分散の推移

4 要約

「しもふりレッド」の過去 26 年間における繁殖記録を用いて、母豚の遺伝的適応度や遺伝分散の推移について検討したところ、遺伝的適応度は世代経過に伴って低下傾向にあることが確認されたが、近交度の上昇や世代経過に伴う遺伝分散の減少に伴う遺伝的適応度への影響は確認されなかった。

5 参考文献

- 1) 佐藤正寛、大規模血統情報から近交係数を算出するプログラムの開発、日本養豚学会誌 37 巻 3 号 p.122-126、2000

6 協力研究機関

公立大学法人 宮城大学食産業学群

本県産系統豚の能力向上技術の確立

2) 繁殖能力向上のための飼養管理技術の開発

担当：曾地雄一郎、庄司宙希、高橋伸和、松尾賢吾、中條 満

1 はじめに

本県では、筋肉内脂肪含量が高く、肉質に優れたデュロック純粋種系統豚「しもふりレッド」を維持しているが、維持開始から22年が経過したことから、近交係数の上昇等による繁殖性の低下が危惧されている。繁殖性をさらに高めた種豚を県内養豚農家に配布するため、「しもふりレッド」の優れた肉質及び産肉性を維持しつつ、繁殖能力を向上させる飼養管理技術の開発を行う。

5-アミノレブリン酸(5-ALA)は、エネルギー産生へ関わるシトクロムや酸素を運搬するヘモグロビンとなるため、代謝調節機能を持つと言われている。昨年度、5-ALAを分娩前後の「しもふりレッド」の母豚へ添加給与したところ、分娩直後の母豚における鉄欠乏性貧血を改善し、哺乳中の子豚の発育を改善する可能性が示された。今年度は、離乳後の子豚へ5-ALAを添加給与することで、発育、血液成分及び腸内環境に与える影響を検証した。

2 試験方法

1) 材料及び飼養方法

試験には、令和5年6月に分娩した「しもふりレッド」子豚33頭(対照区16頭、5-ALA区17頭)を供試した。子豚には、4週齢の離乳時から8週齢の選抜時まで子豚用慣行飼料へ5-ALA製剤を50g/kg(5-ALAとして0.5g/kg)添加した飼料を、自由給餌とした。その後、成長に合わせた市販子豚用飼料を自由給餌とした。

2) 調査項目

子豚の発育成績として、体重(哺乳開始時、1、3、5、8週齢時)及び一日平均増体量(0-8週齢時、0-3週齢時、3-8週齢時)を測定した。

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

豚房内に落ちている糞便を観察し、形状でスコアリングして平均糞便スコア及びAUCを算出した。

子豚の直腸便における菌叢解析として、8週齢時に抽出し採糞し(対照区3頭、5-ALA区5頭、計8頭)糞便からDNAを抽出し、16S rRNAのアンプリコンシークエンス解析により、腸内細菌の占有率を算出した。

試験結果の統計処理については、子豚の発育成績は、産歴、性別及び哺乳開始体重の効果を考慮した一般化線形モデルを作成し、分散分析を行った。子豚の血液成分、糞便スコアおよび腸内細菌叢の占有率については、産歴及び性別を考慮した一般化線形モ

デルを作成し、分散分析を行った。なお、統計ソフトはR (version4.3.2) を用いた。

3 結果および考察

子豚の発育成績は、両区に有意差は認められなかった (表1)。

子豚の血液成分は、子豚の貧血に関する検査項目である赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値、血清鉄濃度は基準値内で推移し、これら変化量は、対照区に対して5-ALA区で有意差は認められなかったが、血清鉄濃度の変化量は、5-ALA区で高値を示した。8週齢時において、両区でTIBC、UIBCの値が基準値を超え、またヘモグロビン濃度が低い傾向にあったことから、軽微な貧血状態が示唆された。総コレステロール値は、基準値以内で推移したことから、栄養状態が良好であったと推察された。免疫に関連するIgG及びIgA濃度は基準値内で推移し、これら変化量は、対照区に対して5-ALA区で有意差は認められなかった (表2)。また、栄養状態に関する検査項目であるTG、T-Cho、HDL-C、GLUは基準値内で推移し、TGの変化量は、対照区に対して5-ALA区で有意に低かった ($P<0.05$) (表3)。

子豚の糞便スコアは、各週齢における5-ALA添加給与による有意な差は認められなかった。直腸便中における菌叢の属レベルでの占有率は、両区で有意な差は認められなかった (表4)。

本試験の結果から、離乳後の子豚への5-ALA給与は、発育及び腸内環境に影響を与えない可能性が示唆された。豚において哺乳期は、哺乳によって吸収した水分によって豚自身の血液希釈が起こりやすく、急速な発育による体内貯蔵鉄や母乳から供給される鉄の不足による鉄欠乏性貧血に陥りやすいことが知られている¹⁾。5-ALAは、ヘモグロビンの前駆物質として体内の赤血球において酸素運搬の機能を有しており、貧血予防に有効性を示すことが期待されている。今後、貧血多発時期である哺乳期の子豚に対する5-ALA給与は、貧血予防に効果を有するか検証する必要がある。

表1 5-ALA給与による子豚の発育成績への影響

	対照区 (n=16)		5-ALA区 (n=17)	
平均体重 (kg)				
哺乳開始時	1.59	± 0.08	1.56	± 0.07
1週令時	2.38	± 0.08	2.38	± 0.07
3週令時	4.76	± 0.24	4.86	± 0.22
5週令時	8.24	± 0.44	8.63	± 0.40
8週令時	19.20	± 0.95	18.80	± 0.87
一日平均増体量 (kg/day)				
0~8週令	0.32	± 0.02	0.31	± 0.02
0~3週令	0.16	± 0.01	0.15	± 0.01
3~8週令	0.42	± 0.02	0.41	± 0.02

最小二乗平均値±誤差

表2 5-ALA給与による子豚の鉄の栄養状態及び血清中免疫グロブリン濃度への影響

	対照区 (n=16)		5-ALA区 (n=17)	
赤血球数 (10 ⁴ /μL)				
4週齢	654	± 25.7	566	± 25.4
8週齢	685	± 11.7	594	± 11.5
変化量 (8週齢-4週齢)	30.7	± 24.2	27.9	± 23.9
ヘモグロビン量 (g/dL)				
4週齢	10.2	± 0.4	10.2	± 0.4
8週齢	12.1	± 0.2	10.3	± 0.2
変化量 (8週齢-4週齢)	-0.1	± 0.4	0.1	± 0.4
ヘマトクリット値 (%)				
4週齢	35.2	± 1.1	29.2	± 1.1
8週齢	35.5	± 0.6	30.0	± 0.6
変化量 (8週齢-4週齢)	0.2	± 1.1	0.8	± 1.1
血清鉄濃度 (μg/dL)				
4週齢	124.0	± 9.0	133.0	± 8.9
8週齢	114.0	± 10.4	152.0	± 10.3
変化量 (8週齢-4週齢)	-9.8	± 15.6	19.3	± 15.4
TIBC (μg/dL)				
4週齢	482	± 22.4	439	± 22.1
8週齢	647	± 16.8	623	± 16.6
変化量 (8週齢-4週齢)	165.0	± 21.4	184.0	± 21.1
UIBC (μg/dL)				
4週齢	359.0	± 20.0	306.0	± 19.8
8週齢	533.0	± 18.4	471.0	± 18.1
変化量 (8週齢-4週齢)	175.0	± 0.4	165.0	± 22.1
白血球 (10 ² /μL)				
4週齢	149	± 11.4	108	± 11.3
8週齢	188	± 9.6	188	± 9.5
変化量 (8週齢-4週齢)	38.3	± 13.4	44.0	± 13.3
IgG (mg/mL)				
4週齢	329	± 16.6	361	± 16.4
8週齢	350	± 14.0	360	± 13.8
変化量 (8週齢-4週齢)	20.9	± 15.5	-0.6	± 15.3
IgA (mg/mL)				
4週齢	4.7	± 0.3	4.1	± 0.2
8週齢	7.8	± 0.3	7.6	± 0.3
変化量 (8週齢-4週齢)	3.0	± 0.3	3.5	± 0.3

最小二乗平均値±誤差

表3 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)	
TP (g/dL)				
4週齢	4.8	± 0.1	4.4	± 0.1
8週齢	5.6	± 0.1	5.3	± 0.1
変化量 (8週齢-4週齢)	0.8	± 0.1	0.9	± 0.1
ALB (g/dL)				
4週齢	3.0	± 0.1	2.8	± 0.1
8週齢	3.8	± 0.1	3.7	± 0.1
変化量 (8週齢-4週齢)	0.8	± 0.1	0.9	± 0.1
A/G 比				
4週齢	1.6	± 0.1	1.8	± 0.1
8週齢	2.2	± 0.2	2.4	± 0.2
変化量 (8週齢-4週齢)	0.5	± 0.2	0.6	± 0.2
BUN (mg/dL)				
4週齢	13.0	± 1.1	10.5	± 1.1
8週齢	7.3	± 0.7	8.0	± 0.7
変化量 (8週齢-4週齢)	-5.7	± 1.0 ^a	-2.5	± 0.9 ^b
TG (mg/dL)				
4週齢	27.4	± 6.2	48.1	± 6.1
8週齢	32.6	± 2.9	20.8	± 2.8
変化量 (8週齢-4週齢)	5.2	± 6.6 ^a	-27.3	± 6.6 ^b
T-Cho (mg/dL)				
4週齢	71.8	± 4.1	75.0	± 4.0
8週齢	66.7	± 2.9	66.4	± 2.8
変化量 (8週齢-4週齢)	-5.1	± 4.9	-8.6	± 4.9
HDL-C (mg/dL)				
4週齢	40.9	± 1.9	42.2	± 1.9
8週齢	30.2	± 1.8	32.7	± 1.8
変化量 (8週齢-4週齢)	-9.4	± 2.6	-10.7	± 2.6
GLU (mg/L)				
4週齢	109.0	± 6.2	117.0	± 6.1
8週齢	116.0	± 3.4	114.0	± 3.4
変化量 (8週齢-4週齢)	7.3	± 8.3	-2.7	± 8.2
Ca (mg/dL)				
4週齢	9.9	± 0.2	10.4	± 0.2
8週齢	10.9	± 0.1	10.3	± 0.1
変化量 (8週齢-4週齢)	1.0	± 0.3 ^a	0.0	± 0.3 ^b
IP (mg/dL)				
4週齢	10.6	± 0.1	11.3	± 0.1
8週齢	11.3	± 0.4	12.3	± 0.4
変化量 (8週齢-4週齢)	0.7	± 0.5	1.0	± 0.5
Mg (mg/dL)				
4週齢	2.4	± 0.1	2.2	± 0.1
8週齢	2.5	± 0.1	2.4	± 0.1
変化量 (8週齢-4週齢)	0.1	± 0.1	0.2	± 0.1

異符号間に有意差あり (a-b:P<0.05)

最小二乗平均値±誤差

表4 5-ALA給与による子豚の直腸便における細菌叢（属レベル）への影響

分類（属）	5-ALA区（n=5）		対照区（n=3）	
Prevotella	17.80	± 1.93	20.60	± 2.51
Lactobacillus	8.70	± 2.04	8.01	± 2.66
Streptococcus	7.40	± 1.31	9.32	± 1.71
Megasphaera	7.29	± 1.19	8.32	± 1.54
Blautia	3.08	± 0.42	2.42	± 0.55
Alloprevotella	2.00	± 0.35	1.99	± 0.46
Faecalibacterium	2.14	± 0.32	1.86	± 0.41
Muribaculaceae	1.48	± 0.46	1.37	± 0.61
Agathobacter	1.38	± 0.43	0.50	± 0.56
Terrisporobacter	1.29	± 0.26	0.86	± 0.34
Subdoligranulum	1.23	± 0.09	1.29	± 0.27
Anaerovibrio	1.19	± 0.16	1.24	± 0.20

（単位：％）最小二乗平均値±誤差

4 要約

以上の結果より、離乳後の子豚への5-ALA給与は、発育及び腸内環境に影響を与えない可能性が示唆された。豚において哺乳期は、哺乳によって吸収した水分によって豚自身の血液希釈が起こりやすく、急速な発育による体内貯蔵鉄や母乳から供給される鉄の不足による鉄欠乏性貧血に陥りやすいことが知られている¹⁾。5-ALAは、ヘモグロビンの前駆物質として体内の赤血球において酸素運搬の機能を有しており、貧血予防に有効性を示すことが期待されている²⁾。今後、貧血多発時期である哺乳期の子豚に対する5-ALA給与は、貧血予防に効果を有するか検証する必要がある。

5 参考文献

- 1) 熊谷哲夫ら：豚病学、近代出版、1987、第三版
- 2) 大倉一郎ら：機能性アミノレブリン酸の科学と医学応用、2015

6 協力研究機関

特になし

本県産系統豚の能力向上技術の確立

3) 新たな肉質評価指標の探索

担当：庄司宙希、曾地雄一郎、高橋伸和、松尾賢吾、中條満

1 はじめに

本県では、筋肉内脂肪含量を選抜形質として系統造成したデュロック純粋種系統豚「しもふりレッド」を維持している。本研究課題では、この「しもふりレッド」と国内外で生産される豚肉とのさらなる差別化を図るため、筋肉内脂肪含量以外のおいしさにつながる新たな肉質評価指標を探索する。本課題研究におけるこれまでの成果として、令和3年度に行った理化学成分分析においては、ミヤギノL2(L種)に比較しミヤギノL2としもふりレッドから作出した交雑種(LWD種)及びしもふりレッド(D種)において飽和脂肪酸割合が有意に高値であることを確認している。また、令和4年度に行った官能評価試験においては、D種は「ジューシー」、「やわらか」、「甘味」の官能特性があることが示された。今年度は、令和3年度の肥育試験で採材した「しもふりレッド」、ランドレース種及び交雑種の背脂肪内層を用いて、「しもふりレッド」の「甘味」に関連する理化学成分として、飽和脂肪酸に着目し、飽和脂肪酸が甘味として感知される作用機序について基礎的検討を行った。

2 試験方法

1) 材料及び飼養方法

マウス舌組織由来味蕾細胞の初代培養培地には、37°Cで温めたPenicillin、FBS及びD-MEMを用いた。クリーンベンチ内でD-MEM 440mlにFBS 50ml及びPenicillin 10mlを入れ、攪拌した。0.22 μ m filterにかけ分注し、-20°Cで保存した。

マウス(ICR)から舌全体を採取し、採取した舌をPBSで洗い、培地5mlにディスパーゼ25gを加えた溶液に30分間浸し、ディスパーゼ処理を行った。その後舌の表側を剥離し、PBSの中で組織を細かく単離した後、クリーンベンチ内で、単離した組織を24ウェルプレートの各ウェルに入れ培養細胞を採取した。それぞれのウェルに培地を1000 μ l程度入れ、インキュベーターで培養した。培地は3日ごとに交換した。

飽和脂肪酸(ステアリン酸およびパルミチン酸)は、これらの最終濃度が400 μ mol/Lになるよう、調整した。ステアリン酸ナトリウムおよびパルミチン酸ナトリウム1.23gをそれぞれDimethyl sulfoxide1mlに溶かした溶液を99mlの培地に混ぜ、ステアリン酸およびパルミチン酸の添加における培地とした。

令和3年6月から9月にかけて肥育した試験豚(D種、LWD種)計12頭の豚肉サンプルの脂肪部分をそれぞれ0.2g測り取り、蒸留水3mlを加えてホモジナイズし、遠心分離(3000g、4°C、15分)を行った。フィルターに通して、50mlの培地に混ぜ、D種およびLWD種の脂肪部分の添加における培地とした。対照区の培地には、99mlの培地に対しDimethyl sulfoxide1mlを加えた。

2) 調査項目

培養し増殖した細胞を、調整した添加物質入り培地で 48 時間培養した。対照区、ステアリン酸添加区、パルミチン酸添加区、D 種抽出脂肪添加区、LWD 種抽出脂肪添加区それぞれ 3 ウェルずつ培養した。培養した細胞は RNA 抽出、cDNA 合成後、リアルタイム PCR (Hold 95°C, 30 分、2stepPCR 95°C, 5 分・60°C, 30 分、dissociation 95°C, 15 分・60°C, 30 分・95°C, 15 分) で甘味味覚受容体遺伝子の発現量を確認した。

QuantiChrom Calcium Assay Kit (BioAssay Systems 社) を用いて、培地内のカルシウム (Ca) 濃度の変化を確認した。スタンダードは、0, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20mg/dL に希釈した。スタンダードおよび回収した培地サンプル各 5 μ l を 96 マイクロプレートに各ウェルに入れた。試薬 A および B を等量混ぜ、各ウェルに 200 μ l 入れた。軽くたたいて混ぜ、室温で 3 分間インキュベートした。吸光マイクロプレートリーダーで、620nm で吸光度を測定した。

3 結果および考察

味蕾細胞における味覚受容体遺伝子の発現動態について、全ての区において甘味受容体遺伝子 (T1R2 及び T1R3) の発現が確認された。また、LWD 種抽出脂肪添加区を除く全ての区において脂肪酸受容体遺伝子 (GPR120) の発現が確認された (表 1)。培養培地内相対 Ca 濃度は、対照区に対してステアリン酸添加区及び LWD 種抽出脂肪添加区において有意に高かった (図 1)。甘味受容体は G タンパク質共役型受容体 (GPCR) であり、培地内相対 Ca 濃度は GPCR の活性化指標である。GPCR は活性化により Ca 放出が誘導され、細胞内 Ca 濃度が上昇する¹⁾。本試験においては、ステアリン酸及び LWD 種抽出脂肪の添加によって GPCR が活性化されたと考えられる一方で、D 種の抽出脂肪添加区では有意な Ca 濃度の上昇が確認されなかった。飽和脂肪酸が GPCR の活性化を引き起こすと示唆されるものの、LWD 種と同様に飽和脂肪酸割合の高い D 種において GPCR の有意な活性化が確認されなかった要因については、引き続き検討していく必要がある。

表2 飽和脂肪酸や脂肪抽出液の添加が脂肪酸及び甘味受容体遺伝子発現量へ及ぼす影響

	対照区	ステアリン酸添加区	パルミチン酸添加区	D種抽出脂肪添加区	LWD種抽出脂肪添加区
T1R2	2.59 ^a	0.97 ^{ab}	0.83 ^b	1.81 ^{ab}	0.42 ^{ab}
T1R3	3.54 ^a	0.79 ^b	1.00 ^b	1.12 ^{ab}	2.03 ^a
GPR120	1.06	0.78	1.93	1.04	-

異符号間に有意差あり (P<0.05) 平均値

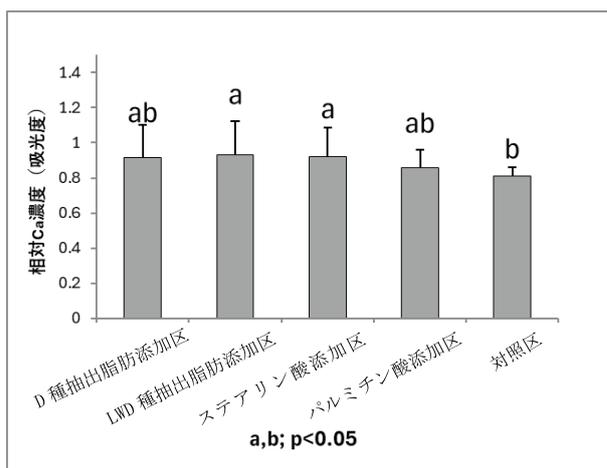


図1 培養培地内相対Ca濃度

4 要約

「しもふりレッド」と国内外で生産された豚肉の差別化につながる新たな肉質評価指標を探索するため、マウス舌組織由来味蕾細胞を飽和脂肪酸及び豚肉サンプルからの抽出脂肪の添加培地で培養したところ、味蕾細胞中には脂肪酸受容体や甘味受容体が発現しており、ステアリン酸やLWD種の脂肪抽出液による甘味受容体の活性化が示唆された。

5 参考文献

- 1) Ozdener, M.H.; Subramaniam, S.; Sundaresan, S.; Sery, O.; Hashimoto, T.; Asakawa, Y.; Besnard, P.; Abumrad, N.A., 2014, CD36- and GPR120-mediated Ca^{2+} signaling in human taste bud cells mediates differential responses to fatty acids and is altered in obese mice, *Gastroenterology* 146, 995-1005

6 協力研究機関等

公立大学法人 宮城大学食産業学群

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

担当：松尾賢吾、庄司宙希、曾地雄一郎、高橋伸和、中條満

1 はじめに

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

2 試験方法

1) 試験実施場所

畜産試験場種豚家きん部ミヤギノ L 2 分娩舎

2) 試験区の構成、規模

材 料：ランドレース種「ミヤギノ L 2」離乳子豚 計 36 頭

試験区①：抗生物質不含の飼料のみ給与 (9 頭)

試験区②：飼料にワカメ粉末のみを添加 (9 頭)

試験区③：乳酸菌培養液のみを経口給与 (9 頭)

試験区④：飼料にワカメ粉末を添加し、乳酸菌培養液を経口給与 (9 頭)

3) 試験期間

令和 5 年 7 月～10 月

4) 試験方法

各区とも群飼、不断給餌、自由飲水とし、飼料は抗菌性物質不含のものを用いた。給与試験は 4 週齢で群分け、馴致後、5 週齢から 15 週齢まで実施した後、全頭剖検した。ワカメ粉末は、ワカメ加工残渣のうち茎部を入手し、場内で乾燥後粉砕し、使用時まで -20°C で保管した。ワカメ粉末は飼料に 1 % の割合で添加し、均一に攪拌後給与した。乳酸菌は *Ligilactobacillus salivarius* の培養液 (1.35×10^8 cfu/ml) を用い、給与量は想定体重に対し 1 kg あたり 3 ml とした。試験豚への給与は、毎朝 1 回個別に経口給与した。

5) 調査項目

- (1) ワカメ粉末成分分析：水分、粗タンパク質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、NaCl、アルギン酸について一般財団法人日本食品分析センターに依頼し、分析した。
- (2) 発育成績：週 1 回の体重測定及び飼料給与量の記録より、平均体重、一日平均増体量、飼料要求率を算出した。
- (3) 糞便性状スコア：毎日豚房内に排泄された糞便を 10 か所観察し、便の性状を 0 (正常便)、1 (軟便)、2 (泥状便)、3 (水様便) の 4 段階に分け記録し、積算した

ものを各試験区のスコアとした。

- (4) A 群ロタウイルス遺伝子検査：6 週齢、10 週齢及び解剖時に糞便を採材し、PCR による A 群ロタウイルス遺伝子検査を実施した。
- (5) 一般血液検査：解剖時に血液を採材し、全自動血球計数機にて測定した。
- (6) 血中 GLP-2 濃度測定：5 週齢及び 10 週齢時に採血を行い、得られた血清を用いて、市販 ELISA キットを用いて測定した。
- (7) 糞便中 IgA 濃度測定：10 週齢及び解剖時に糞便を採材し、市販 ELISA キットを用いて測定した¹⁾。
- (8) 回腸下部の絨毛陰窩長比測定：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。
- (9) 統計解析
発育成績は、性別、母豚、TLR5 多型、NOD2 多型及び 3 週齢時体重の影響を考慮した一般化線形モデルを作成し分散分析を行った。また、免疫関連の項目では、性別、母豚、TLR5 多型及び NOD2 多型の影響を考慮した一般化線形モデルを作成し分散分析を行った。なお、統計ソフトは R (version4.3.2) を用いた。その他の分析には EZR (version1.61) を用いて、Tukey の多重比較または Steel-Dwass の多重比較を用いて分析した。

3 結果および考察

ワカメ粉末の成分値を表 1 に示した。水溶性食物繊維の一種であるアルギン酸の成分値は過去に作製した粉末と同様であった。このことから、ワカメの収穫年の違いが粉末の成分に与える影響は小さいと推察された。

各試験区の平均体重の推移を図 1 に、発育成績を表 2 に示した。試験終了時の平均体重及び一日平均増体量では、試験区間に有意差は認められなかった。群飼のため、飼料要求率の統計解析は実施しなかったが、過去 2 年でみられた④区での飼料要求率の低値は今年度では認められなかった。

糞便性状スコアの結果を図 2 に示した。試験期間中に下痢の流行によるスコアの上昇は認められなかった。また、試験開始時に全ての試験区で 1.5 以上のスコアを示したが、元気消失や体重減少はみられず、離乳による軽微な軟便と推察した。③区において、6 週齢、9 週齢及び 12 週齢で他の試験区より有意または有意傾向で低いスコアを示し、乳酸菌の給与による影響と考えられた。糞便の A 群ロタウイルス遺伝子検査結果を表 3 に、剖検時の血液の一般血液検査結果を表 4 に示した。糞便から A 群ロタウイルス遺伝子が認められたのは 1 頭のみであり、血液検査では全ての項目において値は正常範囲内にあり、かつ試験期間中に下痢症状及び呼吸器症状を示す個体がみられなかったことから、試験期間中の病原体の侵入は認められず、試験豚全頭が健康に発育したことが示された。

血中 GLP-2 濃度測定結果を表 5 に、糞便中の IgA 濃度測定結果を表 6 に示した。10 週齢の血中 GLP-2 濃度において③区が他の区と比較して高値を示したが、有意差は得られなかった。また、糞便中の IgA 濃度では、15 週齢において③区は①区に対して有意に高値を、②区に対し高値である傾向が示された。これらの結果は乳酸菌の給与による影響と考えられ、これらの結果が糞便スコアの低値につながったと考えられた。一方で④区で同様の結果

が得られなかったことから、その原因について更なる検討が必要である。

剖検時に採材した回腸下部の絨毛陰窩長比の測定結果を表 7 に示した。絨毛陰窩長比では、④区は他の全ての区に対して優位に高値を示した。一方で、③区は②区及び④区に対して有意に低値を示すとともに、①区に対して低位である傾向を示した。④区の有意な高値はこれまでの給与試験でも認められており、再現性が確認された。

本試験では、乳酸菌のみを給与した③区で、糞便性状スコアの低値、血中 GLP-2 濃度の高値及び糞便中 IgA 濃度の高値が認められた。乳酸菌は水溶性食物繊維を分解し短鎖脂肪酸を生産する²⁾が、短鎖脂肪酸は腸の上皮細胞のエネルギー源となる³⁾。また、乳酸菌は腸の免疫を刺激し賦活化することが知られている⁴⁾。よって、上記の結果は乳酸菌の給与による影響と考えられたが、一方で、同様に乳酸菌を給与した④区で同様の結果が認められず、③区の絨毛陰窩長比が低値であったことから、供試頭数を増やすなどによって更なる検討が必要である。④区では、絨毛陰窩長比の高値が今年度も確認され再現性が確認されるとともに、ワカメ粉末と乳酸菌の同時給与によって離乳時の下痢で委縮した絨毛の回復が促進される可能性が示された。

分析項目	R5	R4	R3
水分	6.2%	6.2%	9.1%
粗たんぱく質	5.5%	3.8%	6.6%
粗脂肪	0.4%	0.7%	0.9%
粗繊維	7.7%	5.9%	5.3%
粗灰分	48.4%	52.2%	49.0%
可溶無窒素物	31.8%	31.2%	29.1%
ナトリウム	3.61%	4.21%	4.27%
塩分(NaCl)	9.17%	10.7%	10.8%
アルギン酸	24.8%	21.2%	19.4%

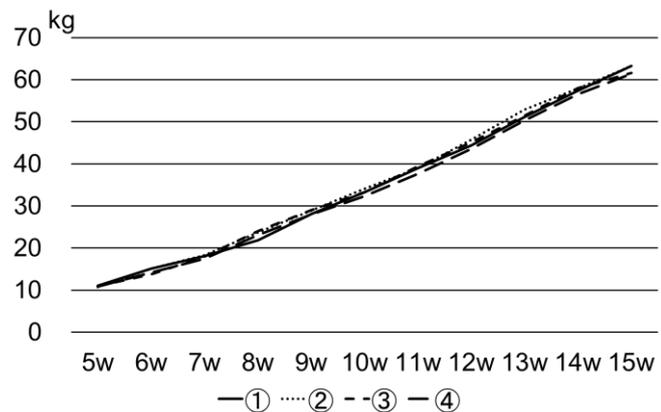


図1 各試験区の平均体重の推移

試験区	①	②	③	④
試験開始時体重(kg)	10.8±0.3	10.7±0.4	11.1±0.3	11.3±0.3
試験終了時体重(kg)	64.8±1.6	65.6±1.9	62.5±1.6	62.9±1.5
一日平均増体量(g)	782±20.7	795±25.4	745±20.8	747±19.7
総飼料給与量(kg)	1028.2	1056.9	1007.1	1018.1
飼料要求率	2.19	2.24	2.21	2.24

体重及び一日平均増体量: 最小二乗平均値±標準誤差

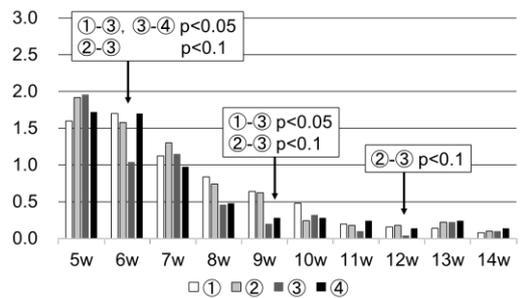


図2 糞便性状スコア

	週齢	①	②	③	④
試験開始時	5w	0% (0/9)	0% (0/9)	0% (0/9)	0% (0/9)
試験開始1w後	6w	0% (0/9)	0% (0/9)	0% (0/9)	0% (0/9)
試験開始5w後	10w	0% (0/9)	0% (0/9)	11% (1/9)	0% (0/9)
解剖日	15w	0% (0/9)	0% (0/9)	0% (0/9)	0% (0/9)

上段:陽性率 下段:陽性個体数

		①	②	③	④	P値
WBC	10 ² /uL	144.3	141.6 ^b	175.6 ^a	154.0	p<0.1
RBC	10 ⁴ /uL	722.0	719.3	702.7	691.0	
HGB	g/dL	13.1	12.7	12.7	12.4	
HCT	%	38.6	37.5	37.6	36.4	
MCV	fL	53.6	52.2	53.6	52.7	
MCH	pg	18.2	17.7	18.1	17.9	
MCHC	g/dL	34.0	33.9	33.8	34.0	
PLT	10 ⁴ /uL	23.5	26.9	22.5	27.0	

採材週	5w				10w			
試験区	①	②	③	④	①	②	③	④
GLP-2 濃度 (pg/ml)	110 ±16.6	100 ±19.7	111 ±16.2	103 ±16.0	117 ±16.3	126 ±19.5	130 ±16.0	124 ±15.7

最小二乗平均値±標準誤差

採材週	10w				15w			
試験区	①	②	③	④	①	②	③	④
IgA濃度 (ng/ml)	1,758 ±1,453	746 ±1,730	328 ±1,422	2,269 ±1,399	988 ^a ±2,360	2,723 ^c ±2,310	10,366 ^{b,d} ±2,175	6,711 ±1,875

最小二乗平均値±標準誤差、a-b:p<0.05、c-d:p<0.1

試験区	①	②	③	④
絨毛陰窩長比	2.1±0.1 ^{a,e}	2.3±0.1 ^{a,c}	1.8±0.1 ^{a,d}	2.7±0.1 ^{b,c}

最小二乗平均値±標準誤差、a-b,c-d:p<0.05、d-e:p<0.1

4 要約

離乳子豚にワカメ粉末及び乳酸菌を給与した結果、発育に影響は認められなかった。一方で、乳酸菌の給与により、糞便スコアが低値を示すとともに、糞便中のIgA濃度が高値を示したことから、乳酸菌によって腸管免疫が刺激され、離乳による下痢症状の回復が促進されたと推察された。また、ワカメ粉末及び乳酸菌の給与により、絨毛陰窩長比が有意に高値だったことから、離乳後の下痢で萎縮した絨毛の回復が促進された可能性が示された。

5 引用文献

- 1) Mizumachi K. *et al.* 2009. Effect of fermented liquid diet prepared with *Lactobacillus plantarum* LQ80 on the immune response in weaning pigs. *Animal* 3(5):670-676
- 2) 新たな臓器としての腸内細菌叢. 安藤朗. 日消誌 2015: 112: 1939-1946
- 3) 経腸栄養における食物繊維の役割について. 天江新太郎. 日重障誌 2018: 43(1): 63-69
- 4) 乳酸菌の免疫調節機能. 八村敏志. *Jpn J Lactic Acid Bact* 2007: 18(2): 54-57

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科、宮城大学食産業学群、農研機構動物衛生研究部門

第一部 単年度試験成績

Ⅱ 草地・飼料作関係

草地関係の試験は、下記の関係者により実施された。

草地飼料部

部 長 石 川 知 浩

草地飼料チーム

※副主任 研 究 員 天 野 祐 敏

研 究 員 杉 本 達 郎

環境資源チーム

※上席主任 研 究 員 荒 木 利 幸

技 師 伊 藤 裕 之

農場業務

技師（主任） 阿 部 浩

” 及 川 真 樹

” 門 間 友 和

” 及 川 孝 昭

※は、チームリーダー

飼料作物・牧草適応品種の選定

1) - 1 飼料用トウモロコシ (WCS 用)

担当：杉本達郎、天野祐敏

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3か年程度継続調査し、成績が優れた品種を選出して奨励品種選定の資料とするため、実施した。

2 試験方法

- 1) 供試品種 2品種 (表1のとおり)
- 2) 試験場所 3号ほ場 (標高：62m 土壌：黒ボク土)
- 3) 供試区の面積、配置及び反復数 1区12m² (3×4m)、3反復

表1. 供試品種

商品名	品種名	RM	早晩性	栽植本数 (本/10a)	試験 年数等	育成元 /販売元
みとりゆたか	北交94号	100	早生	7018	2(種)	機構
パイオニア106日	36B08	106			標準(種)	パイオニア

※(種)：(一社)日本草地畜産種子協会との受託契約による

3) 耕種概要

- (1) 播種期 令和5年5月12日
- (2) 収穫期 令和5年8月22日
- (3) 施肥量 N-P-K：17-17-17 100kg/10a
- (4) 土壌改良資材 牛ふん堆肥2,000kg/10a、苦土石灰100kg/10a、ようりん50kg/10a
- (5) 調査項目 飼料作物系統適応性検定試験実施要領に準じて実施
- (6) 検定方法 t検定

3 結果と考察

1) 初期生育および熟期 (表2)

良好な天気が続き、両品種で発芽が良好となった。「みとりゆたか」で初期生育に優れた。

表2. 初期生育および熟期

品種名	RM	試験 年数等	発芽日	発芽 良否 ¹⁾	初期 生育 ¹⁾	雄穂 開花期	絹糸 抽出期	収穫日
みとりゆたか	100	2(種)	5/18	9.0	8.0	7/12	7/13	8/22
パイオニア106日	106	標準(種)	5/18	9.0	6.0	7/16	7/16	8/22

1)：極不良1～極良9

2) 生育特性 (表3)

標準品種「パイオニア106日」と比較して、「みとりゆたか」で稈長が有意に高い値となった。台風・強風の影響がなく、両品種とも倒伏・折損は見られなかった。

表 3. 生育特性

品種名	RM	試験年数等	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	倒伏(%)			折損 (%)
						30度	60度	合計	
みとりゆたか	100	2(種)	262*	119	23.4	0.0	0.0	0.0	0.0
パイオニア106日	106	標準(種)	235	114	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0

*: p<0.05

3) 収量性 (表 4)

標準品種「パイオニア 106 日」と比較して、「みとりゆたか」で茎葉乾物率が有意に低い値となった。その他形質では有意差は認められなかった。

表 4. 収量性

品種名	RM	試験年数等	生重(kg/10a)			乾物率(%)			乾物重(kg/10a)			乾物雌穂重割合(%)	TDN 収量 (kg/10a) ¹⁾
			茎葉	雌穂	総体	茎葉	雌穂	総体	茎葉	雌穂	総体		
みとりゆたか	100	2(種)	4498	1809	6306	20.3*	58.4	31.2	914	1057	1970	53.7	1430
パイオニア106日	106	標準(種)	4063	1478	5541	23.6	58.7	32.9	955	866	1821	47.6	1292

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

*: p<0.05

4) 耐病性及び虫害発生程度 (表 5)

両品種で紋枯病の発生はあったが、全ての病害虫被害で有意差は認められなかった。

表 5. 病害虫程度

品種名	RM	試験年数等	ごま葉	すす	根腐病	紋枯病	赤カビ	虫害による	虫害による	虫害による
			枯病 ¹⁾	紋病 ¹⁾	(%)	(%)	病 ²⁾	折損(%)	雌穂脱落(%)	雌穂食害 ²⁾
みとりゆたか	100	2(種)	1.0	1.0	0.0	25.8	2.3	7.1	0.0	1.7
パイオニア106日	106	標準(種)	1.0	1.0	0.0	27.0	2.0	10.3	0.0	2.0

1): 無1~甚9

2): 1[0%,0%], 2(0%,5%), 3(5%,10%), 4(10%,25%), 5(25%,40%), 6(40%,55%), 7(55%,70%), 8(70%,85%), 9(85%,100%]

4 結果の要約

令和 5 年度は全反復を平均すると、TDN 収量は 1361kg/10a となった。

5 引用文献

- 1) 飼料作物系統適応性検定試験実施要領 (改訂 6 版) 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
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書

6 協力研究機関

一般社団法人 日本草地畜産種子協会

7 生育期間の気象概要

【気 温】

7月から9月にかけて非常に高い期間が続いた。

【降 水 量】

7月、8月は少なく、そのほかの期間は平年並みか平年並み以上であった。

【日 射 量】

生育期間を通じて日照時間が多く、7月、8月は特に多かった。

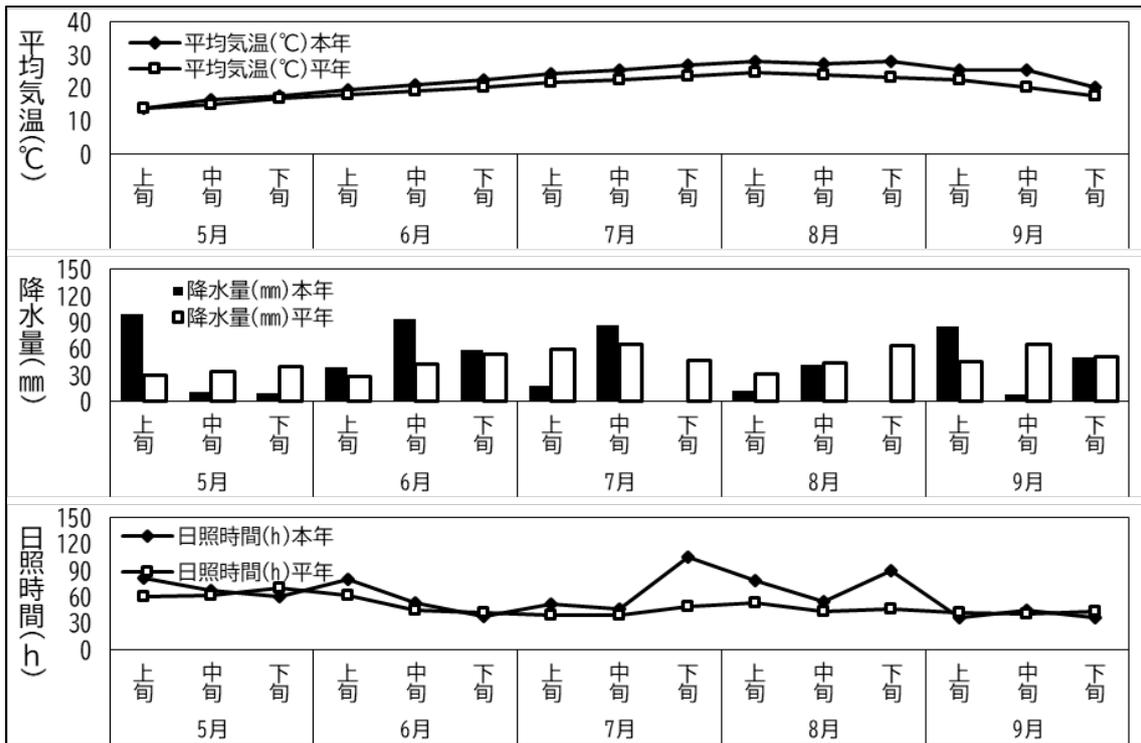


図1 生育期間の気象概要図

飼料作物・牧草適応品種の選定

1) - 2 飼料用トウモロコシ (子実用)

担当：杉本達郎、天野祐敏

1 はじめに

近年、飼料価格高騰対策や水田での新たな転作作物として、飼料用トウモロコシの実取り利用(子実トウモロコシ)に注目が集まっている。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3ヶ年程度継続調査し、成績が優れた品種を選出して奨励品種選定の資料とするため、実施する。

2 試験方法

- 1) 供試品種 8品種(表1のとおり)
- 2) 試験場所 3号ほ場(標高:62m 土壌:黒ボク土)
- 3) 供試区の面積、配置及び反復数 1区12㎡(3×4m)、3反復

表1. 供試品種

商品名	品種名	RM	早晩性	栽植本数 (本/10a)	試験 年数等	育成元 /販売元
パイオニア93日	P9027	93			1	パイオニア
プロフィ95	TH13101	95	極早生	7407	1	タキイ
ネオデントエスパス95	SL0746	95			標準	雪印
ゴールドデントKD460	DKC4444	95			2	カネコ
みとりゆたか	北交94号	100			2(種)	機構
ロブスト105	TH2176	105	早生	7018	1	タキイ
パイオニア106日	36B08	106			(種)	パイオニア
パイオニア108日	34N84	108			1	タキイ

3) 耕種概要

- (1) 播種期 令和5年5月12日
- (2) 収穫期 令和5年9月7日、8日の2日間
- (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 早晩性毎にDunnett法による多重比較検定
(対照区:極早生「ネオデントエスパス95」、早生「パイオニア106日」)

3 結果と考察

1) 初期生育および熟期(表2)

良好な天候が続き、全品種で発芽が良好であった。

【極早生】初期生育はいずれも同等程度であった。

【早生】初期生育で標準品種「パイオニア106日」と比較して、「みとりゆたか」、「パイオニア108日」で有意に高い値となり、「ロブスト105」で有意に低い値となった。

表 2. 初期生育および熟期

品種名	RM	試験年数等	発芽日	発芽良否 ¹⁾	初期生育 ¹⁾	雄穂開花期	絹糸抽出期	収穫日
パイオニア93日	93	1	5/18	9.0	6.0	7/12	7/12	9/7
プロフィ95	95	1	5/19	9.0	6.0	7/14	7/16	9/7
ネオデントエスパス95	95	標準	5/19	9.0	6.0	7/12	7/12	9/7
ゴールドデントKD460	95	2	5/19	9.0	6.0	7/12	7/14	9/7
みとりゆたか	100	2(種)	5/18	9.0	8.0**	7/12	7/13	9/8
ロブスト105	105	1	5/19	9.0	5.0**	7/17	7/17	9/8
パイオニア106日	106	(種)	5/18	9.0	6.0	7/15	7/15	9/8
パイオニア108日	108	1	5/18	9.0	7.0**	7/17	7/17	9/8

1): 極不良1~極良9

** : p<0.01

2) 生育特性 (表 3)

台風・強風の影響がなく、全品種において倒伏・折損は見られなかった。

【極早生】着雌穂高で標準品種「ネオデントエスパス 95」と比較して、「プロフィ 95」、「ゴールドデント KD460」で有意に高くなった。

【早 生】標準品種「パイオニア 106 日」と比較して、稈長で「みとりゆたか」、「ロブスト 105」が有意に高くなり、着雌穂高で「ロブスト 105」、「パイオニア 108 日」で有意に高くなった。稈径で「ロブスト 105」が有意に太くなった。

表 3. 生育特性

品種名	RM	試験年数等	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	倒伏(%)			折損 (%)
						30度	60度	合計	
パイオニア93日	93	1	222	104	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0
プロフィ95	95	1	230	120**	22.7	0.0	0.0	0.0	0.0
ネオデントエスパス95	95	標準	237	96	21.2	0.0	0.0	0.0	0.0
ゴールドデントKD460	95	2	236	109**	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0
みとりゆたか	100	2(種)	258**	114	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0
ロブスト105	105	1	250*	119*	24.3*	0.0	0.0	0.0	0.0
パイオニア106日	106	(種)	234	109	21.8	0.0	0.0	0.0	0.0
パイオニア108日	108	1	234	119*	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0

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

3) 収量性 (表 4)

【極早生】収量で大きな差は見られなかった。標準品種「ネオデントエスパス 95」と比較して、子実含水率で「パイオニア 93 日」が有意に低くなった。

【早 生】収量で大きな差はみられなかった。標準品種「パイオニア 106 日」と比較して、「パイオニア 108 日」で茎葉生重が有意に高く、総体乾物率で有意に低い値となった。

表 4. 収量性

品種名	RM	試験 年数等	生重(kg/10a)			乾物率(%)			乾物重(kg/10a)			子実乾物 重 (kg/10a)	子実含 水率(%)
			茎葉	雌穂	総体	茎葉	雌穂	総体	茎葉	雌穂	総体		
バイオニア93日	93	1	3190	1399	4589	27.5	74.0	41.7	873	1036	1909	935	22.6*
プロファイ95	95	1	3530	1406	4937	26.3	71.3	39.1	928	1002	1930	887	24.8
ネオデントエスパス95	95	標準	3246	1433	4679	25.4	70.1	39.1	823	1006	1829	879	25.9
ゴールドデントKD460	95	2	3317	1448	4765	25.7	72.3	39.8	853	1048	1900	944	23.7
みとりゆたか	100	2(種)	3156	1600	4756	30.5	67.9	43.1	963	1087	2050	965	25.4
ロブスト105	105	1	3391	1403	4794	29.1	65.3	39.7	988	916	1904	823	28.3
バイオニア106日	106	(種)	3477	1522	4999	30.3	68.4	41.9	1051	1042	2093	921	27.4
バイオニア108日	108	1	4190*	1596	5786	26.2	64.5	36.8*	1091	1027	2118	922	28.4

*: p<0.05

4) 耐病性及び虫害発生程度 (表 6)

全品種で紋枯病の発生が認められた。

【極早生】標準品種「ネオデントエスパス 95」と比較して、虫害による雌穂食害で「バイオニア 93 日」、「ゴールドデント KD460」が有意に低い値となった。

【早 生】全ての病害虫被害で有意差は認められなかった。

表 5. 病害虫程度

品種名	RM	試験 年数等	ごま葉 枯病 ¹⁾	すす 紋病 ¹⁾	根腐病 (%)	紋枯病 (%)	赤カビ 病 ²⁾	虫害による 折損(%)	虫害による 雌穂脱落(%)	虫害による 雌穂食害 ²⁾
バイオニア93日	93	1	1.0	1.0	0.0	33.3	2.0	7.2	1.1	2.0**
プロファイ95	95	1	1.0	1.0	0.0	42.8	2.7	4.5	0.4	2.7
ネオデントエスパス95	95	標準	1.0	1.0	0.0	43.6	2.7	1.5	0.4	3.0
ゴールドデントKD460	95	2	1.0	1.0	0.0	37.5	3.0	1.5	0.8	2.0**
みとりゆたか	100	2(種)	1.0	1.0	0.0	30.6	3.3	6.7	0.8	3.3
ロブスト105	105	1	1.0	1.0	0.0	39.3	3.3	0.0	0.0	3.3
バイオニア106日	106	(種)	1.0	1.0	0.0	38.9	3.0	1.2	0.0	3.0
バイオニア108日	108	1	1.0	1.0	0.0	44.0	3.3	6.3	0.0	3.3

1): 無1~甚9

2): 1[0%,0%], 2[0%,5%], 3[5%,10%], 4[10%,25%], 5[25%,40%], 6[40%,55%], 7[55%,70%], 8[70%,85%], 9[85%,100%]

**: p<0.01

4 結果の要約

令和 5 年度は全反復を平均すると、子実含水率は 25.8%、子実乾物重は 910kg/10a となった。

5 引用文献

- 1) 飼料作物系統適応性検定試験実施要領 (改訂 6 版) 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
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書

6 協力研究機関

一般社団法人 日本草地畜産種子協会

7 生育期間の気象概要

【気 温】

7 月から 9 月にかけて非常に高い期間が続いた。

【降 水 量】

7月、8月は少なく、そのほかの期間は平年並みか平年並み以上であった。

【日 射 量】

生育期間を通じて日照時間が多く、7月、8月は特に多かった。

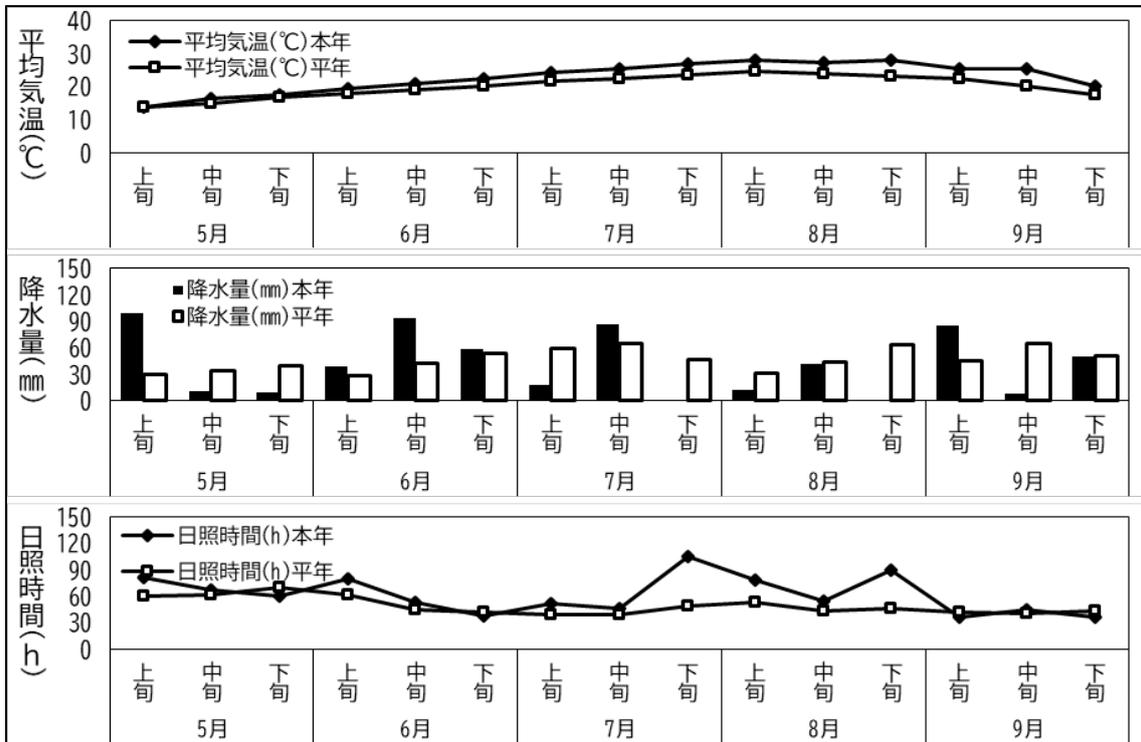


図1 生育期間の気象概要図

飼料作物・牧草適応品種の選定

2) イタリアンライグラス

担当：杉本達郎、天野祐敏

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

品種名	倍数性・早晚性	播種(kg/10a)	備考・終了年
Kyushu1	2n・	2.0	2023
さちあおば(標準)	極早生	2.0	標準

2) 試験場所 場内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4年9月16日(播種法:条播(条間30cm))

②施肥量(kg/10a) 元肥(N-P-K):10-30-10、追肥(N-P-K):12-6-12

4) 試験区面積 品種当たり1区面積:6m²(4m×1.5m)

反復数:4反復、乱塊法

5) 調査項目 飼料作物系統適応性検定試験実施要領に準じて実施

6) 検定方法 t検定

3 結果と考察

1) 試験経過の概要

令和4年9月16日に播種し、播種後に各種調査を実施。収量調査実施日(収穫日)は、表3のとおり。

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

播種後の好天により、両品種ともに発芽及び初期生育は良好に推移した。冬期に根雪期間がなかったため、越冬性に差異は見られなかった。

表2. 初期生育および越冬性

品種名	播種日	発芽日	発芽 良否 ¹⁾	定着時 草勢 ¹⁾	褐色小粒 菌核病 ²⁾	越冬性 ¹⁾
Kyushu1	2022/9/16	2022/9/21	9.0	9.0	1.8	8.5
さちあおば(標準)	2022/9/16	2022/9/21	9.0	9.0	2.5	7.3

1): 極不良1~極良9, 2): 無1~極甚9

(2) 生育特性と収量性

標準品種「さちあおば」と比較して、「Kyushu1」で2番草の草丈が有意に高かった(1番草 p<0.10)(表3)。乾物収量は、2番草及び合計収量で有意に高い値となった(1番草 p<0.10)(表4)。

表 3. 生育特性

品種名	出穂 始期	収穫調査日		出穂程度 ¹⁾		収穫時草丈(cm)		倒伏程度 ²⁾	
		1 番草	2 番草	1 番草	2 番草	1 番草	2 番草	1 番草	2 番草
Kyushu1	4/11	4/24	5/23	8.0	9.0	94	79**	1.0	1.0
さちあおば(標準)	4/11	4/24	5/23	8.0	9.0	84	71	1.0	1.0

1): 無1~極多9、2): 無1~極甚9

** : p<0.01

表 4. 収量性

品種名	生草収量(kg/10a)			乾物率(%)		乾物収量(kg/10a)			合計乾物収量 標準比(%)
	1 番草	2 番草	計	1 番草	2 番草	1 番草	2 番草	計	
Kyushu1	4403*	2633**	7037**	19.0	12.9	836	340**	1176*	133.3
さちあおば(標準)	3187	1941	5128	19.3	13.7	617	266	882	100.0

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

4 結果の要約

- ・播種後の根雪期間が発生しない条件下では、「Kyushu1」は、標準品種と比較して、草丈が高く、乾物収量に優れる。

5 引用文献

- 1) 飼料作物系統適応性検定試験実施要領(改訂6版) 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
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書

6 協力研究機関

一般社団法人 日本草地畜産種子協会

7 生育期間の気象概要

【気温】

3月、4月は平年よりやや高く、その他の期間は平年並みであった。

【降水量・降雪量】

降水量は2月、5月は平年並みであったが、その他は平年を下回る期間が続いた。降雪量は令和3年作、4年作では、12月から2月にかけて積雪が多く根雪期間が長期化した。今年作では播種後の積雪は過去2年及び平年よりも少なく、根雪期間はなかった。

【日射量】

生育期間を通じて平年並みであった。

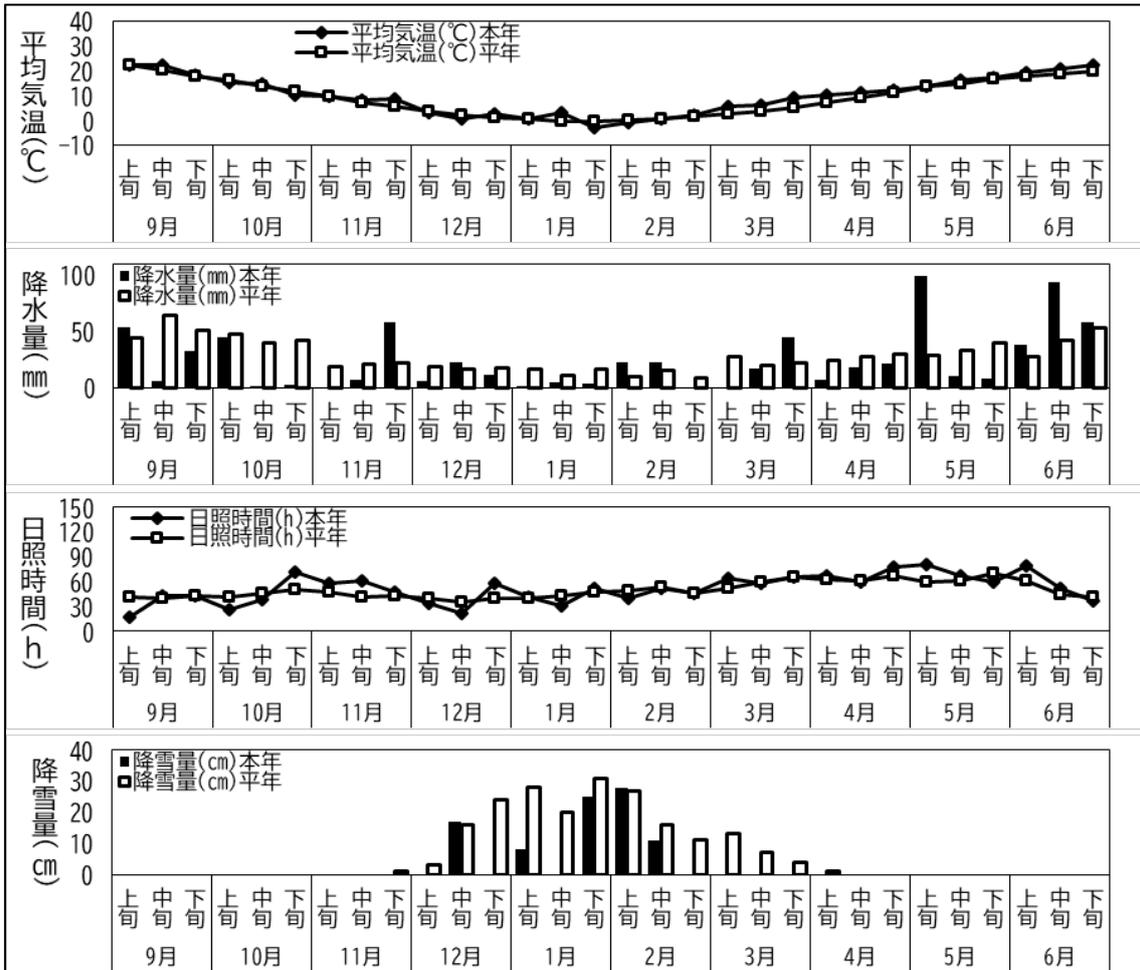


図1 生育期間の気象概要図

飼料作物・牧草適応品種の選定

3) オーチャードグラス

担当：杉本達郎、天野祐敏

1 はじめに

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

2 試験方法

1) 供試品種・系統名 表1による

表1. 供試品種および播種量

品種名	早晩性	播種量(kg/10a)	備考・終了年
まきばゆうか	極早生	2.5	2024 高越夏性品種
アキミドリII(標準)		2.0	標準
まきばたろう(標準)	中生	2.0	2025
まきばたろう(標準)		2.0	標準

2) 試験場所 場内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 【極早生】令和3年9月21日(播種法:条播(条間30cm))

【中生】令和4年9月16日(播種法:条播(条間30cm))

②施肥量(kg/10a) 元肥(N-P-K):10-30-10、追肥(N-P-K):20-10-20

4) 試験区面積 品種当たり1区面積:6㎡(4m×1.5m)

反復数:4反復、乱塊法

5) 調査項目 飼料作物系統適応性検定試験実施要領に準じて実施

6) 検定方法 早晩性毎にt検定

3 結果と考察

1) 試験経過の概要

極早生品種は令和3年9月21日に播種し、中生品種は令和4年9月16日に播種。播種後に各種調査を実施。今年度の収量調査実施日(収穫日)は、表3のとおり。

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(表2)

【極早生】両品種とも越冬性、早春の草勢は中程度であった。

【中生】両品種とも発芽良否、定着時草勢、越冬性、早春の草勢に優れた。

表2. 初期生育および越冬性

品種名	播種日	発芽日	発芽良否 ¹⁾	定着時草勢 ¹⁾	褐色小粒菌核病 ²⁾	越冬性 ¹⁾	早春草勢 ¹⁾
まきばゆうか	2021/9/21	2021/9/27	6.8	7.0	2.0	4.5	4.5
アキミドリII(標準)	2021/9/21	2021/9/27	7.8	8.3	2.0	4.5	4.5
まきばたろう(標準)	2022/9/16	2022/9/27	8.8	9.0	1.0	9.0	9.0
まきばたろう(標準)	2022/9/16	2022/9/27	9.0	9.0	1.0	9.0	9.0

1): 極不良1~極良9, 2): 無1~極甚9

※発芽良否および定着時草勢は、播種年度の調査結果

(2) 生育特性と収量性 (表 4、表 5)

【極早生】 両品種の生育特性及び収量性は同等程度であった。

【中 生】 生育特性では、「きよは」が1番草でやや倒伏を生じた。収量性では、「きよは」の乾物率が有意に低く、乾物収量(2番草、3番草、計)で有意に高い値を示した。

表 3. 生育特性

品種名	出穂 始期	収穫調査日			出穂程度 ¹⁾			収穫時草丈(cm)			倒伏程度 ²⁾		
		1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草
まきばゆうか	5/1	5/10	6/19	8/2	9.0	3.0	1.0	101	89	84	1.0	1.0	1.0
アキミドリII(標準)	4/29	5/10	6/19	8/2	9.0	2.8	1.0	102	90	83	1.0	1.0	1.0
きよは	5/8	5/10	6/19	8/2	5.0	1.0	1.0	106	94	95	4.0	2.0	1.0
まきばたろう(標準)	5/6	5/10	6/19	8/2	6.0	1.0	1.0	106	97	93	2.5	2.3	1.0

1): 無1~極多9, 2): 無1~極甚9

表 4. 収量性

品種名	生草収量(kg/10a)				乾物率(%)			乾物収量(kg/10a)				合計乾 物収量 標準比 (%)
	1番草	2番草	3番草	計	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草	計	
まきばゆうか	2636	1675	1671	5982	18.8	22.4	23.2**	493	375	386	1255	96.9
アキミドリII(標準)	2748	1542	1686	5976	19.1	22.5	25.2	523	347	424	1294	100.0
きよは	4923*	2514**	2410**	9846**	15.4*	18.3*	21.0*	756	459**	507*	1722**	111.3
まきばたろう(標準)	4204	2105	2060	8370	16.4	19.2	22.0	690	404	453	1547	100.0

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

4 結果の要約

- ・極早生品種「まきばゆうか」は、越冬性が標準品種と同等で中程度であり、生育特性・収量性も標準品種と同等程度であった。
- ・中生品種「きよは」は、初期生育、越冬性が高く標準品種と同等程度あり、収量性に優れる。

5 引用文献

- 1) 飼料作物系統適応性検定試験実施要領(改訂6版) 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
- 2) 宮城県畜産試験場試験成績書

6 協力研究機関

一般社団法人 日本草地畜産種子協会

7 生育期間の気象概要

【気 温】

3月以降は平年より高めに推移し、7月、8月は特に高温であった。

【降水量・降雪量】

降水量は平年を下回る期間が多く、8月は特に少雨であった。降雪量は平年よりも少なく、根雪期間はなかった。

【日 射 量】

生育期間を通じて平年並み以上であり、7月、8月は特に多かった。

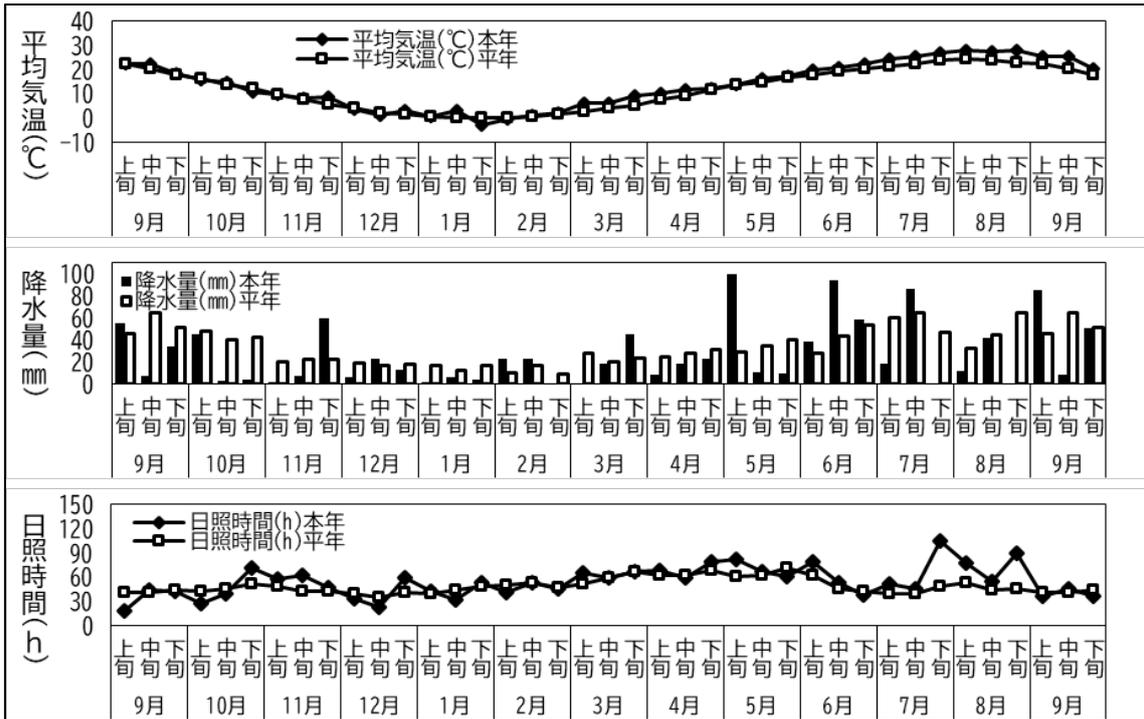


図1 生育期間の気象概要図

気象変動に対応した飼料作物の栽培

オーチャードグラスの栽培管理

担当：天野祐敏、杉本達郎、菅原賢一

1 はじめに

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

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

2 試験方法

1) フロストシーディング実証試験

(1) 試験実施場所 5 牧区ほ場、対照区：3 号ほ場（令和 4 年秋標準更新）

(2) 試験区の構成、規模

①品種 オーチャードグラス：まきばたろう

②面積 1 区 10a (50m×20m)

収量等調査は 2 m² のコドラード 4 反復により実施

③施肥量：（基肥）草地用複合肥料 121 号 100kg/10a N 量換算 1.0kg/a

苦土石灰:100kg/10a、ようりん:50kg/10a

（追肥）草地化成 212 号 38kg/10a N 量換算 0.76kg/a

→1 番草後 20kg/10a、2 番草後 10kg/10a、3 番草後 実施せず

④播種期：令和 4 年 12 月 12 日

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

収穫調査日 対照区： 5/10、6/27、9/11

フロストシーディング区：5/18、6/27、9/11

2) ワルナスビ防除試験

(1) 試験実施場所 10 号ほ場ワルナスビ発生箇所

(2) 試験区の構成、規模

①面積 試験区（除草剤散布区）3,000 m² 対照区（除草剤無散布区）1,000 m²

収穫等調査は 2 m×2 m 区 3 反復

②施肥量 草地化成 777 号 20kg/10a 追肥 10kg/10a

③播種期 令和 5 年 6 月 1 日 スーダングラス(シュガースリム) 散播 5.0kg/10a

ディスクハロー耕起、施肥播種後ディスクハローで覆土

④除草剤散布 令和 5 年 7 月 7 日 選択性除草剤 M D B A 剤

(3) 調査項目 被陰割合、草勢 収量等 刈取日 8/3 9/26

3 結果および考察

1) フロストシーディング実証試験

フロストシーディング区は早春時点でトラクタタイヤ痕のみ発芽多く、他の部分は疎であった。フロストシーディング区は1番草収穫時にはナズナが優先し被陰される状況にあり茎数も少なかった。2番草時にはヒエが優先し、オーチャードグラスが消失した場所も散見された。

春季の発芽不良もしくは水分不足による枯死により早春時点で残存個体数が少なかったこと、春季はナズナ、1番草後はヒエと競合したことにより、2番草後梅雨明け前にはオーチャードグラスはほぼ消失した(表1、2)。鎮圧の度合い、春季の降雨、雑草が定着に影響したと考えられた。

	1番草	2番草	3番草	合計	慣行比
対照区	428.3	282.6	344.7	1,055.6	100.0
フロストシーディング区	186.6	185.5	151.2	523.3	49.6
(内雑草)	152.0	仕分けせず	仕分けせず		
主な雑草種	ナズナ	ヒエ	ヒエ		
区間t検定	p<0.05	p<0.05			

※3番草はフロストシーディング区 ヒエのみのため 2反復のみ調査 検定せず

	1番草	2番草	3番草
対照区	90.5	94.5	53.9
フロストシーディング区	38.7	79.3	
区間t検定	p<0.05	p<0.05	

	1番草	2番草
対照区	1,687.5	452.1
フロストシーディング区	260.4	54.2
区間t検定	p<0.01	p<0.01

2) ワルナスビ防除試験

ワルナスビはスーダングラスとの競合により、両区ともに被圧され2番草時には地上部乾物重が減少した。除草剤の散布によりワルナスビの地上部は枯死したが再生したため収量調査時には乾物重に区間差はみられなかった。(表4、5)

表4 ワルナスビの生育

草種	草丈 (c m)		乾物量(kg/10a)			
	1 番草	2 番草	1 番草	2 番草	合計	対比(%)
対照区	96.4	62.3	15.5	4.4	19.9	
試験区 (除草剤散布区)	63.4	50.8	20.3	4.3	24.6	123.8%
区間 t 検定	—	—	—	—	—	

表5 スーダングラスの生育

草種	草丈 (c m)		乾物量(kg/10a)			
	1 番草	2 番草	1 番草	2 番草	合計	対比(%)
対照区	253.8	256.5	772.5	493.6	1,266.2	
試験区 (除草剤散布区)	214.3	259.7	894.3	639.7	1,534.0	121.2%
区間 t 検定	p < 0.05	—	—	—	—	

4 要約

フロストシーディング（オーチャードグラス）は、今回の気象・ほ場条件下では定着しなかった。

ワルナスビは選択制除草剤及びスーダングラス被陰によって、それぞれ抑制されたが秋季9月の段階で一定数生育が認められた。

5 参考文献

なし

6 協力研究機関

特になし

3 除染後の牧草地における草地管理技術の確立

1) 除染草地における超過要因解析と対策技術の開発

担当：天野祐敏、杉本達郎、菅原賢一

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：県内公共牧場（2022 年暫定許容値超過草地 102Bq/kg）

播種日：令和 4 年 9 月 26 日 草種：オーチャードグラス

土壌改良資材・施肥：苦土石灰 111kg/10a、粒状ようりん 56kg/10a

草地化成 121 133 kg/10a (N13.3kg、P26.7kg、K13.3kg)

(2) 試験区の構成：5 水準×1 区 9 m² (3×3m) × 3 反復（表 1）

	R4.9.26			追肥 資材	番草別成分施肥量									kg/10a		
	元肥(121)				早春			1番草刈取後			2番草刈取後			年間成分別 施用量		
	N	P	K		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
無施肥区	13.3	26.7	13.3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
標準区	13.3	26.7	13.3	212	10	5	10	5	2.5	5	5	2.5	5	20	10	20
ケイ酸カリ区	13.3	26.7	13.3	212 ケイ酸カリ	10	5	10							10	5	30
ゼオライト 添加区	13.3	26.7	13.3	212 ケイ酸カリ ゼオライト	10	5	10							10	5	30
ゼオライト 混和区	13.3	26.7	13.3	212 ケイ酸カリ ゼオライト	10	5	10							10	5	30

※ゼオライト添加区・混和区はゼオライトを R 4 秋播種時に施用

※早春施肥（4/6）標準区のみ刈取毎に追肥

(3) 調査項目：牧草（収量、¹³⁷Cs、Ca、Mg、K）

土壌（¹³⁷Cs、Ca⁰、Mg⁰、K₂O）

(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砕し分析に用いた。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、風乾後に粉砕し、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

牧草及び土壌はゲルマニウム半導体検出器により測定した。134Cs は減衰期が短く、検出しないものもあるため、137Cs のみ採用とした。測定値は各試料の採取日に減衰補正した。

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

3 結果および考察

1) 収量

標準区が年間を通じて高く、無施肥区は低収であった。窒素施肥量を反映していると考えられた(表2)。

2) 牧草中カリウム含量、テタニー比

1 番草では無施肥区が低く2 番草ではゼオライト添加区・混和区も低くなった。3 番草では区間の差がみられなくなった。テタニー比は1 番草では無施肥区が低かったもののすべての区で指標値である2. 2を超えた。2 番草以降はすべての区で2. 2を下回った。(表2)

表2 牧草収量・カリウム含量等

区分	草丈(cm)			乾物収量(kg/10a)			年間	牧草中K(%)			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	43.6 b	47.4 b	32.4 b	162 b	229 b	139	530 b	3.28 b	3.08 b	3.26	2.59 b	1.27 b	1.16
標準区	74.7 a	106.8 a	48.2 a	369 a	434 a	176 a	979 a	3.65 a	3.36 a	3.16	3.03	1.78 a	1.42
ケイ酸カリ区	67.0 a	65.3 b	35.3 b	393 a	295	141	830 a	3.68 a	3.20	3.19	2.99	1.54	1.18
ゼオライト添加区	65.4 a	63.4 b	36.2 b	343 a	293	127 b	764	3.73 a	3.13 b	3.28	3.10	1.81 a	1.29
ゼオライト混和区	70.2 a	54.0 b	30.2 b	406 a	306	109 b	821 a	3.69 a	3.06 b	3.23	3.22 a	1.79 a	1.35

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

3) R C s (放射性セシウム)

牧草中放射性セシウムはすべての区で10Bq/kg以下と低かった。1 番草、2 番草、3 番草と高くなっていった。土壌中の放射性セシウムは128Bq/kgから234 Bq/kgであった。移行係数は0.02-0.09であった。(表3)

4) 土壌中カリウム

土壌中のカリウムは51-97mg/乾土と高い状況であった。(表3)

表3 牧草中・土壌中RCs濃度、移行係数等

区分	牧草中RCs(Bq/kg水分80%)			土壌中RCs(Bq/kg乾土)	移行係数(牧草水分80%/乾土)			土壌中K ₂ O(mg/100g乾土)		
	1番草	2番草	3番草	1-3番草時採取土平均	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草
無施肥区	3.26	4.72	7.70	234.4	0.02	0.02	0.04	97.29	63.38	69.82
標準区	2.80	4.20	9.50	142.9	0.02	0.03	0.07	73.67	56.01	59.30
ケイ酸カリ区	2.64	4.64	7.12	136.2	0.02	0.04	0.06	79.15	51.89	67.03
ゼオライト添加区	3.46	6.44	9.51	128.5	0.03	0.06	0.09	82.09	67.01	66.96
ゼオライト混和区	3.21	6.10	7.33	165.0	0.02	0.03	0.04	80.11	65.45	78.93

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

※RCs=137Cs

5) 昨年度までの試験成績との比較と考察

昨年度までの試験に比較し、牧草中の放射性セシウム、移行係数ともに大幅に低い値となり、処理区間の差は見られなかった。土壤中のカリウム含量が20 Bq/kg 以下になった場合放射性セシウムが高くなる危険性があるとされているが今年度の試験ほ場ではカリウムの値がこれを大幅に超過していたため区間に差が表れなかったと考えられた。(表3、4)

表4 参考 前現地試験ほ場での牧草中・土壤中RCs濃度、移行係数等

区分	牧草中RCs(Bq/kg水分80%)			土壤中RCs(Bq/kg乾土)	移行係数(牧草水分80%/乾土)			土壤中K ₂ O(mg/100g乾土)		
	1番草	2番草	3番草	1-3番草時採取土平均	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草
無施肥区	22.81	37.17	38.42	147.7	0.15	0.24	0.25	4.18	3.93	4.10
標準区	21.21	34.35	30.14	121.6	0.17	0.28	0.25	4.48	5.13	4.75
ケイ酸カリ区	19.59	37.17	53.92	116.4	0.18	0.34	0.50	5.98	4.29	3.73
ゼオライト添加区	16.98	33.45	39.32	154.9	0.10	0.20	0.24	6.38	6.37	5.27
ゼオライト混和区	8.74	28.08	25.54	133.3	0.06	0.20	0.18	6.96	7.65	6.71

※前試験圃場での5カ年平均(ゼオライト混和区のみ3カ年平均)
 ※異符号間(同一列内)に有意差有り P<0.05(Tukey-Kramer)
 ※RCs=137Cs+134Cs

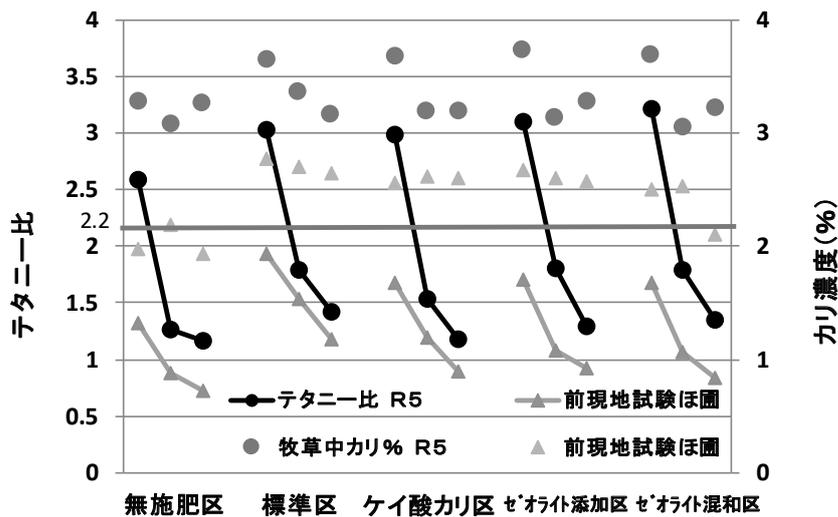


図1 牧草中のテタニー比とカリ含量(%)

※各区左から、1番草、2番草、3番草の値

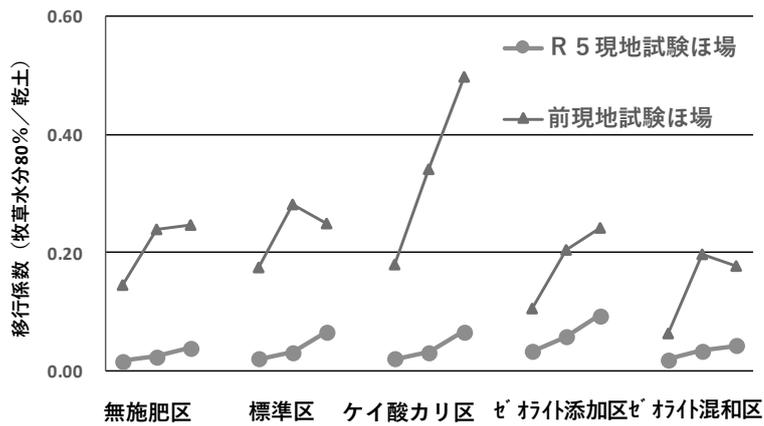


図2 移行係数の推移

※各区左から，1番草，2番草，3番草の値

4 要約

- ・土壤中カリウム含量が高く、緩効性カリ施肥やゼオライト施用による効果は確認できなかった。

5 参考文献

なし

6 協力研究機関

農研機構畜産研究部門

除染後牧草地の維持管理技術の確立

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、天野祐敏、杉本達郎、石川知浩

1 はじめに

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

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

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

肥培管理の違いによる牧草や土壌中カリ濃度などの経年変化を把握するための場内試験を行ってきたが、今年度から牧草の暫定許容値超過が散見している地域の牧草地における現地実証試験で、施肥管理の違いによる牧草中 RCs 濃度や土壌中カリ濃度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) 試験期間：令和 5 年 4 月～令和 5 年 11 月
- 2) 試験実施場所 牧草の暫定許容値超過散見している地域の放牧採草地
※試験圃場で 20 頭級の牛群を延べ 16 日放牧（7 月に 10 日、8 月に 5 日、9 月に 1 日）
- 3) 試験区の構成：4 設定×1 区 25 m²（5.0×5.0m）×3 反復
- 4) 供試品種：オーチャードグラス 3 kg/10a（平成 24 年秋播種）
- 5) 施肥：表 1 のとおり（施肥日：早春：4/6、1 回目調査後：5/17、2 回目調査後：7/14）

表 1 R5 年度試験区別施肥量（慣行区以外は各区のカリ乾物施肥量を同等量に設定）

区名	肥料名	施肥量（現物 kg/10a）				合計	年間施肥量（乾物 kg/10a）		
		晩秋	早春	1 回目 調査後	2 回目 調査後		窒素	リン酸	カリ
A 堆肥区	くりこまゆうゆう	0	1,000	0	0	1,000	10.5	25.5	18.0
B 化成区	化成 14-14-14	0	64	32	32	128	17.9	17.9	17.9
C カリ区	塩化カリ	0	15	8	8	30	0.0	0.0	18.0
D 無施肥区	無施肥	※放牧牛のふん尿のみ					-	-	-

※堆肥の成分（乾物%）水分：50.0%、T-N：2.1%、P₂O₅：5.1%、K₂O：3.6%で設定

6) 調査項目

牧草：収量、草丈、RCs 濃度、全窒素、リン酸、ミネラル（Ca・Mg・K）

土壌：RCs 濃度（最終番草刈取後のみ）、pH、EC、全窒素、リン酸、

ミネラル（Ca・Mg・K）

7) 試料の採取及び調製

牧草は各収穫調査（1 回目：5/17、2 回目：7/14、3 回目：9/22）後に通風乾燥したもの

のを粉砕し、分析に用いた。土壌は牧草収穫直後に各区2カ所（最終番草はRCs分析のため各区5カ所）から深土0～15cmで採取し、風乾後に粉砕し、2mmのふるいでルートマットを除去して分析試料とした。

8) 試料分析

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

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

土壌のpH・ECは試料1+蒸留水5の割合の抽出液で連続測定した。

3 結果及び考察

1) 管理の違いによる牧草の生育状況の変化について

植物への窒素の役割は主に葉や茎を大きく育てる時に必要で、調査時の牧草の生育は窒素の施用量が多い順に化成区、堆肥区の順に多収であった(表2)。

表2 収穫調査時草丈及び収量(n=3)

区名	草丈(cm)			乾物収量(kg/10a)			計
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	
A堆肥区	44.5	61.3ab	48.8	132	319ab	164	615ab
B化成区	52.1	72.1b	47.4	220	380b	160	759b
Cカリ区	36.1	54.2a	46.3	83	275a	140	499a
D無施肥区	37.4	57.8a	39.1	67	257a	137	461a

※Tukeyの多重比較(n=3)をし、異符号間で有意差あり 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

RCs濃度は各設定内で土壌・牧草ともバラツキが見られ、牧草中のRCs濃度は無施肥区の3回目調査で3区のうち1区で35Bq/kg(水分80%補正)の区もあったが、その他は10Bq/kg程度だった(表3)。

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RCs137 (Bq/kg・水分80%補正)			土壌中RCs137 (Bq/kg 乾土)				移行係数 (各回牧草中(水分80%補正)/平均土壌中(乾土))		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目
a堆肥区	10.0	5.7	10.8	81.5	114.3	359.8	185.2	0.07	0.04	0.08
b化成区	6.9	6.8	6.5	201.5	136.9	130.8	156.4	0.04	0.04	0.04
cカリ区	7.4	6.8	7.7	162.8	53.5	167.8	128.0	0.08	0.07	0.08
d無施肥区	10.8	8.4	17.4	66.6	125.5	56.8	83.0	0.17	0.12	0.22

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

3) 管理の違いによる土壌及び牧草成分の変化について

カリ濃度も各設定区内でバラツキはあったが、牧草は1～3回目調査で乾物あたり4%程度のカリが含まれていた。

収量が多い化成区・堆肥区で牧草収穫によるカリの持出量も増え、カリ収支では無施肥区<化成区<堆肥区の順になった。

今後特に無施肥区・化成区で土壌中カリ濃度が減少し、牧草中のRCsが増加しないか

推移を確認する必要がある(表4・5)。

堆肥の施肥によって窒素とカリの両成分が供給でき、ある程度の収量と土壌中カリが確保できることから、RCs 吸収対策と牧草の収量確保の経営面を踏まえた適切な肥培管理を勧めるためにも、堆肥の効率的活用が有効と考えられた。

表4 収穫時の土壌成分について(n=3)

区名	pH			EC(mS/cm)			CEC(meq/100g 乾土)		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
a 堆肥区	5.60b	5.00a	5.35b	0.05ab	0.04	0.04b	16.1	17.9	17.7
b 化成区	5.12a	5.18ab	5.19ab	0.06b	0.05	0.04ab	18.3	18.7	17.9
c カリ区	5.05a	5.02ab	5.08a	0.04a	0.04	0.04ab	18.0	17.7	17.8
d 無施肥区	4.99a	5.34b	5.18ab	0.04a	0.04	0.03a	16.9	18.7	17.5

区名	T-N(mg/100g 乾土)			P ₂ O ₅ (mg/100g 乾土)			K ₂ O(mg/100g 乾土)		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
a 堆肥区	149.8	150.5	154.7	5.2	4.1	7.0	68.4	30.6	64.4
b 化成区	200.4	168.3	122.9	5.7	4.3	4.0	93.6	48.9	41.1
c カリ区	224.0	147.0	147.6	4.2	3.5	5.8	102.8	72.1	69.5
d 無施肥区	152.0	173.8	128.0	3.1	3.6	3.1	53.7	73.2	34.1

区名	CaO(mg/100g 乾土)			MgO(mg/100g 乾土)		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
a 堆肥区	74.2	73.9	73.1	20.6	17.6	21.8
b 化成区	71.1	88.5	87.2	23.3	21.1	19.4
c カリ区	76.4	83.3	57.3	20.0	18.2	16.8
d 無施肥区	64.7	86.2	57.7	15.7	19.6	14.2

※Tukeyの多重比較(n=3)をし、異符号間で有意差あり P<0.05

表5 収穫時の牧草の成分等について(n=3)

区名	T-N(乾物%)			P ₂ O ₅ (乾物%)			K ₂ O(乾物%)		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
a 堆肥区	2.10ab	1.94	3.03	0.75ab	0.91	1.26	3.84ab	3.73	3.93a
b 化成区	2.63b	1.90	3.06	0.84b	0.89	1.11	4.13b	3.83	4.01a
c カリ区	1.91a	1.80	3.10	0.67a	0.93	1.21	3.70ab	3.87	4.27b
d 無施肥区	1.94a	1.98	2.92	0.64a	0.85	1.16	3.57a	3.70	3.92a

区名	CaO(乾物%)			MgO(乾物%)			テタニー比(K/(Ca+Mg))		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
a 堆肥区	0.42	0.50	0.63	0.30	0.39	0.27b	2.15	1.67	1.39a
b 化成区	0.47	0.49	0.44	0.31	0.36	0.43a	2.17	1.91	1.78b
c カリ区	0.46	0.60	0.62	0.29	0.40	0.48ab	2.05	1.61	1.57ab
d 無施肥区	0.46	0.69	0.67	0.29	0.42	0.47ab	1.95	1.44	1.39a

区名	カリ収支(kg/10a)					
	吸収 1回目	吸収 2回目	吸収 3回目	年間 吸収量A	年間 施肥量B	収支 C=B-A
a 堆肥区	5.1ab	11.9ab	6.4	23.4ab	18.0c	▲5.4bc
b 化成区	9.0b	14.6b	6.4	30.0b	17.9b	▲12.1ab
c カリ区	3.1ab	10.6a	6.0	19.7a	18.0c	▲1.7c
d 無施肥区	2.4a	9.5a	5.4	17.3a	0.0a	▲17.3a

※Tukeyの多重比較(n=3)をし、異符号間で有意差あり P<0.05

4 要約

各区でバラツキがあったが、収量が多い化成区で牧草収穫によるカリの持出量も増え、カリ収支では無施肥区<化成区<堆肥区の順になり、今後特に無施肥区・化成区で

土壤中カリ濃度が減少し、牧草中の RCs が増加しないか推移の確認が必要。窒素とカリの両成分を供給できる堆肥の効率的活用が、適切な肥培管理をすすめるために有効。

5 参考文献

なし

6 協力関係機関等

なし

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

担当：荒木利幸、伊藤裕之

1 はじめに

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

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

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

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

2 試験方法

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

(1) 原料・配合割合：表1のとおり

(2) 調査項目

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

製品含水率 乾燥機で135℃、2時間乾燥させた水分

容積重 容積測定後の約1Lの容器に入るペレット化肥料の重量

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

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

(1) 原料・配合割合：表1のとおり。

(2) 加工・製造工程

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

イ 混合のみ：攪拌機で3分間程度混合（場内の小型ミキサー）

(3) 調査項目

製品化率・製品含水率・容積重：1) - (2) と同じ

保管中の成分変化：チャック付きポリエチレン袋に混合肥料を約 200g 程度入れ、実験室内で 1～6 か月保管した後の水分、pH、EC、全窒素(ケルダール法)測定

表 1 指定混合肥料の配合割合

区名	原料堆肥	堆肥以外の肥料名	加工方法	配合割合(乾物%)		設計配合後成分量(乾物%)			
				堆肥	堆肥以外	窒素	リン酸	加里	水分
A 堆肥+セラ混合区	エコ堆くん	セラコート R スカイ 44	混合のみ	99.2	0.8	2.3	3.9	4.9	28.3
B 堆肥+硫安混合区	〃	硫安	混合のみ	98.3	1.7	2.3	3.9	4.8	28.1
C 堆肥+硫安造粒区	〃	硫安	ペレット	98.3	1.7	2.3	3.9	4.8	28.1
D 堆肥+化成肥料区	〃	212 化成	混合のみ	98.2	1.8	2.3	4.1	5.2	28.1

※エコ堆くん(加美町土づくりセンター)N-P-K (乾物%):2.0-4.0-4.9 水分:28.5%、セラコート R スカイ 44(セントラル化成(株) N-P-K:44-0-0 で設計

3) 試作肥料の植物生育試験による肥効の検討

(1) 畜産試験場内の試験区における牧草栽培試験(混合肥料の配合内容や加工法(ペレット・混合のみ)の違いを牧草の栽培試験で確認)

ア 試験設計 窒素量を合わせて配合した肥料の種類や加工法の効果を調査

表 2 のとおり混合のみ 2 区、ペレット加工 1 区と参考として慣行栽培の 212 化成 1 区の合計 4 区を設定。配合内容は表 1 と同じ

イ 試験規模 畜産試験場 3-2 圃場 4.55 平米/区(1.75m×2.6m)×3 反復×4 設定

ウ 施肥量 表 2 のとおり窒素換算で 20.0 乾物 kg/10a を早春(R5.3.22)に年間施肥量を 1 回で施肥(1～3 番草刈取後の追肥なし)

エ 供試品種 利用 2～3 年目のオーチャード採草地
まきばたろう (R2.12.9 及び R3.12.7 播種)

オ 収穫日 1 番草 5 月 19 日、2 番草 7 月 20 日、3 番草 9 月 15 日

カ 調査項目 草丈、収量

表 2 牧草栽培試験の施用量(各区に窒素換算 20kg/10a)

区	原料堆肥	堆肥以外の肥料名	加工方法	施肥量(kg/10a)
A 堆肥+セラ混合区	エコ堆くん	セラコート R スカイ 44	混合のみ	1,188
B 堆肥+硫安混合区	〃	硫安	混合のみ	1,195
C 堆肥+硫安造粒区	〃	硫安	ペレット	1,195
D 堆肥+化成肥料区	〃	212 化成	混合のみ	1,196

※各区の配合内容は表 1 のとおり

(2) 野菜の現地実証試験(JA 加美よつば管内の圃場でソラマメ等の現地実証栽培)

基肥の全部または一部に指定混合肥料を使用し、追肥以降は慣行栽培に準拠し、慣行栽培と比較

ア 試験設計

表 3～4 のとおり 5 品目で慣行体系の基肥の全部または一部を混合肥料に変え、追肥以降は慣行栽培に準拠し、ソラマメ等で慣行栽培と比較

イ 耕種概要(品種・栽培面積・定植日ほか):表 3 のとおり

ウ 調査項目 各作目で定植後 4～5 週目から 2 週間に 1 回程度、草丈・最大葉長等の生育状況を調査

表3 野菜の現地実証試験の耕種概要

品目	品種名	面積(a)		作業月日				
		試験区	慣行区	播種	基肥	定植	追肥	収穫始
ソラマメ	打越一寸	5	5	2/11	3/16・19	3/25	3/31、4/19、5/21・29	6/10
キャベツ	翠青・いろどり・みくに	25	25	3/1	3/19	3/30	5/2・6/3	6/28
長ネギ	夏扇タナ・ホワイト	20	20	4/17	5/17	6/9	6/18、7/20	11/23
加工トマト	なつのしゅん	5	5	3/18	5/12	5/14		
ハクサイ	結福 80	10	-	8/11	7/29・8/24	8/27	9/17・10/28	11/23

表4 野菜の現地実証試験の施肥量

品目	施肥窒素量(kg/10a)				供試肥料		
	試験区		慣行区		基肥		追肥
	基肥	追肥	基肥	追肥	試験区	慣行区	試験区・慣行区
ソラマメ	17.0	14.8	14.4	14.8	エコ堆くんプラス	エコレット 203	プロゲン・リット黄色
キャベツ	10.4	3.4	14.8	3.4	エコ堆くんプラス エコレット 208	エコ堆くん エコレット 208	BM480
長ネギ	8.5	4.8	★	4.8	エコ堆くんプラス	★	燐加安 S604 エコレット 208
加工トマト	36.4	16.8	★	16.8	エコ堆くんプラス CDU たまご化成	★	
ハクサイ	23.0	12.8	-		エコ堆くんプラス 高度化成 15-10-10	-	MMB 燐加安 14号 プロゲン

★：生産者からの耕種概要聞取時に肥料名・施肥量の記録が不明確だったもの

※エコ堆くんプラス：堆肥(エコ堆くん)500kg(現物)と緩効性肥料(セラコート R スカイ 44)4kg の混合肥料。設計成分(現物%)N-P-K:1.7-2.8-3.2)

3 結果および考察

1) 堆肥と化学肥料の配合内容の検討による肥料の試作

旧制度の混合堆肥複合肥料の堆肥割合上限の 50%から 90%以上にしたペレット肥料でも、製品化率が 96%、6 か月後の維持率が 99%と高かった。(表 5)

表5 指定混合肥料のペレット加工後の状況

区名	加工方法	加工後の状況			ペレット維持率(%)			
		製品化率(%)	水分(%)	容積重(kg/L)	1 か月後	2 か月後	3 か月後	6 か月後
A 堆肥+セラ混合区	混合のみ	-	27.8	0.43	-	-	-	-
B 堆肥+硫安混合区	混合のみ	-	30.0	0.45	-	-	-	-
C 堆肥+硫安造粒区	ペレット	95.8	27.8	0.71	99.3	99.1	99.4	99.8

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

※ペレット維持率：試料中 2mm のふるいを通過しない重量割合

2) 散布しやすい加工・製造工程の検討

堆肥と化学肥料を混合させ保管しておくで保管中に肥料成分が溶出して、肥料の成分が変化することを懸念されるので、肥料 A~C をポリエチレン袋に約 200g 程度入れ(各 2 反復)、実験室内で 6 カ月保存し、成分の変化を確認したが、保管中の大きな品質の劣化は見られなかった(表 6)。

肥料を土壤に埋設した際の肥料の溶出状況を確認するため、肥料 A~C5g と土 25g を不織布袋に入れ、土壤中に 16 週間埋設し肥料の窒素等成分の溶出状況を確認したが、肥

料原料・加工法の違いで溶出成分の大きな差は見られなかった（表7）。

表6 肥料保管試験における保管期間中の成分の変化

区名	水分(%)					全窒素(乾物%)				
	開始時	1月後	2月後	4月後	6月後	開始時	1月後	2月後	4月後	6月後
A 堆肥+セラ混合区	31.7 (100)	34.4 (109)	34.2 (108)	33.9 (107)	34.6 (109)	2.1 (100)	2.0 (94)	2.0 (95)	1.9 (90)	2.3 (111)
B 堆肥+硫安混合区	29.5 (100)	31.3 (106)	31.1 (106)	30.9 (105)	31.0 (105)	2.0 (100)	1.8 (90)	1.9 (94)	2.0 (100)	2.1 (105)
C 堆肥+硫安造粒区	31.3 (100)	32.1 (103)	31.5 (101)	32.4 (104)	31.2 (100)	1.9 (100)	1.8 (93)	1.9 (100)	2.2 (114)	1.8 (95)

※上段は分析値、下段の（ ）内は保管開始時を100とした場合の推移

表7 肥料溶出試験における溶出後の成分残存率(乾物%)の変化

		開始時	1週後	2週後	3週後	4週後	6週後	8週後	12週後	16週後
全窒素	A 堆肥+セラ混合区	100.0	107.9	89.3	76.2	95.5	65.0	60.6	82.7	85.9
	B 堆肥+硫安混合区	100.0	99.4	87.5	79.7	83.5	72.5	52.7	99.4	58.5
	C 堆肥+硫安造粒区	100.0	94.4	72.4	111.4	115.8	69.9	54.1	98.0	81.2
有機物	A 堆肥+セラ混合区	100.0	84.2	93.9	74.9	85.8	81.0	72.2	66.7	60.5
	B 堆肥+硫安混合区	100.0	96.1	102.2	88.7	106.5	93.7	79.8	99.1	75.2
	C 堆肥+硫安造粒区	100.0	98.6	105.2	94.6	111.1	86.1	67.2	84.7	88.8

3) 試作肥料の植物生育試験による肥効の検討

(1) 畜産試験場内の試験区における牧草栽培試験

場内における牧草栽培試験において、草丈や収量について肥料間で大きな差は見られなかった（表8）。

表8 牧草の収穫時草丈・収量

	草丈(cm)			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
A 堆肥+セラ混合区	98.4	55.2	45.4	331	150	112	593
B 堆肥+硫安混合区	93.6	54.7	45.0	278	141	128	547
C 堆肥+硫安造粒区	92.1	60.4	45.3	242	121	109	473
D 堆肥+化成肥料区	90.5	51.6	41.9	253	120	107	480

※Tukeyの多重比較をしたが、有意差はみられなかった P<0.05

(2) 野菜の現地実証試験

JA 加美よつば管内の圃場で行ったソラマメ等の現地実証栽培試験では、ソラマメ・ハクサイ・長ネギの試験区の初期の生育が慣行区に比べ小ぶりであった。

JAからは「生産者から聞き取った肥料散布時間や収量は慣行栽培と同程度だった」と報告があった。実証試験用の混合肥料は堆肥+緩効性肥料なので特に初期で生育が1週間程度遅れたと推察される(表9~13)。

表9 ソラマメの草丈(cm)の推移

	5/2	5/16	5/30	6/13	6/21
試験区	21.9	36.5	59.1	64.8	67.5
慣行区	28.1	53.6	84.3	85.0	85.0

表 10 キャベツの草高 (cm) ・最大葉長 (cm) ・最大葉幅 (cm) の推移

		5/2	5/16	5/30	6/13	6/21
草 高 (cm)	試験区	8.9	15.3	27.5	32.8	31.0
	慣行区	10.8	19.3	33.9	33.5	32.5
最大葉長 (cm)	試験区	21.0	30.3	33.1	31.5	32.5
	慣行区	23.5	35.5	36.8	36.3	36.9
最大葉幅 (cm)	試験区	8.9	17.6	25.8	30.5	30.9
	慣行区	10.8	23.0	33.6	35.3	37.6

表 11 長ネギの草丈 (cm) ・葉鞘径 (mm) の推移

		6/21	7/4	7/18	8/1	8/16	8/31	9/13	9/26	10/11	10/25	11/8	11/22
草丈 (cm)	試験区	23.9	38.3	58.6	60.1	65.3	61.3	64.6	64.0	66.3	74.1	72.9	77.0
	慣行区	24.5	54.0	57.3	61.3	59.5	57.1	58.6	56.8	61.9	61.9	63.1	64.4
葉鞘径 (mm)	試験区	4.5	8.1	12.6	15.4	17.1	16.6	17.1	17.1	18.3	22.6	25.6	27.3
	慣行区	5.0	10.5	15.4	16.0	17.4	16.6	18.8	19.6	19.8	20.8	25.3	25.1

表 12 加工用トマトの草丈 (cm) の推移

		6/21	7/4	7/5	7/18
試験区	草丈 (cm)	48.6	62.8	58.0	56.8
慣行区	草丈 (cm)	49.9	61.3	63.9	57.9

表 13 ハクサイの草丈 (cm) ・最大葉長 (cm) ・最大葉幅 (cm) の推移

		9/13	9/26	10/11	10/25	11/8	11/22	11/27
試験区	草 高 (cm)	7.8	20.5	43.5	52.1	53.1	51.6	53.5
〃	最大葉長 (cm)	11.0	29.8	44.1	48.3	49.1	52.5	53.5
〃	最大葉幅 (cm)	6.5	18.6	31.0	38.1	36.5	38.0	39.8

※試験区のみで慣行区の設定なし

JA 加美よつばで令和 5 年夏に令和 5 年出荷用の『白菜・キャベツ・大根』生産に向け混合肥料のエコ堆くんプラスをフレコン 500kg 袋限定で予約制で試験販売を行った。

令和 5 年 8 月に加美町土づくりセンターの運営主体である加美町畜産公社が届出書を東北農政局に届出し、受理され、肥料の名称「エコ堆くんプラス」として正式に販売できるようになった。

加美町土づくりセンターでは、設備投資以外にも作業者や保管場所等の負担を極力軽減させるため、当面 20kg 袋などの小袋は作らず、フレコン袋だけで、在庫をかかえないように農協の予約販売で期間を限定して製造する予定。

4 要約

混合肥料の肥料原料・加工法の違いによる保管時の品質や土壌埋設時の溶出成分、牧草の収量に大きな差はなかった。加美町で堆肥と緩効性肥料を混合した指定混合肥料が販売され、現地実証試験では慣行施肥区と比較し初期生育が劣るものも見られたが散布時間・収量は同程度であった。

5 参考文献

なし

6 協力関係機関等

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

第一部 単年度試験成績

Ⅲ その他（参考試験および調査）

肉用種雄牛の検定

1) 肉用種雄牛の産肉能力直接検定成績について

担当：千葉正典、佐々木孔亮、小宮亮太

1 はじめに

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

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

2 試験方法

1) 検定牛

直接検定は年間5回に分けて実施しており、令和4年度に開始し本年度終了したのが1回次(233回、6頭)、また本年度開始したのが4回次(第234回から第237回、計11頭)である。

2) 検定場所および検定期間

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

3) 飼料給与および管理方法

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

表1. 直接検定用配合飼料の原料成分割合(重量比%)

とうもろこし	とうもろこし	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	CP	TDN
5.7	30.0	28.0	3.7	9.6	5.0	15.0	1.0	0.5	0.03	1.38	0.09	15.5	70

4) 調査項目

(1) 体重、体尺測定

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

(2) 体型審査

検定開始時、開始後8週目および終了時に、子牛判定基準により審査した。

(3) 飼料摂取状況

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

3 結果および考察

検定成績の概要を表2に示すとともに、検定を終了したすべての牛の血統および成績を付表として示した。第233回から第237回の検定牛17頭の父牛別頭数は茂福久が11頭、安百合幸が3頭、洋糸波が1頭および阜月彰が1頭であった。

本年度検定が終了した第233回から第237回の検定牛17頭の検定成績について、1日当たりの平均増体重では、最大値が勝5の1.37kg/日、最小値が山沢11の0.77kg/日であった。365日補正体重では、最大値が美国幸の503.2kg、最小値が茂福の363.2kgであった。また、TDN余剰飼料摂取量は-63~73kg、粗飼料摂取率は51~52%を示していた。

検定成績および血統、期待育種価および発育状況を考慮し、表2のとおり選抜2頭、保留8頭および淘汰7頭と判定した。

なお、令和5年分として検定した第233回から安照重(改名後:照百合幸)、美国幸(改名後:良百合幸)を選抜し、現場後代検定を実施した。

表2. 産肉能力直接検定成績

No.	回	検定期間		名号	生年月日	血統			1日平均増体重(kg/日)	365日補正体重(kg)	TDN余剰飼料摂取量(kg)	粗飼料摂取率(%)	判定
		開始	終了			父	母父	母母父					
1	233	R5.1.17	R5.5.9	勝5	R4.5.7	花茂桜	勝忠平	安福久	1.37	478.3	-13	51	淘汰
2	"	"	"	安照重	R4.5.15	安百合幸	美津照重	百合茂	1.26	475.6	16	51	選抜
3	"	"	"	久太郎	R4.5.27	茂福久	諒太郎	安福久	1.20	478.5	11	51	淘汰
4	"	"	"	美国幸	R4.6.5	安百合幸	美国桜	勝忠平	1.27	503.2	2	51	選抜
5	"	"	"	糸百合	R4.6.9	洋糸波	百合茂	安福久	1.24	469.5	-11	52	淘汰
6	"	"	"	花福久	R4.6.25	茂福久	花之国	百合茂	1.36	448.8	-63	51	淘汰
7	234	R5.4.25	R5.8.15	百合月	R4.8.15	阜月彰	百合茂	安福久	1.04	425.0	19	52	保留
8	235	R5.6.27	R5.10.17	久栄	R4.10.17	茂福久	百合茂	北平安	0.89	390.0	-27	52	保留
9	"	"	"	好百合	R4.11.1	安百合幸	好平茂	勝忠平	0.90	414.5	11	52	保留
10	236	R5.9.5	R5.12.26	茂福	R4.12.31	茂福久	勝忠平	安福久	0.84	363.2	-2	51	淘汰
11	"	"	"	山沢11	R5.1.5	茂福久	美国桜	百合茂	0.77	438.7	73	51	保留
12	"	"	"	金福	R5.1.5	茂福久	金太郎3	平茂晴	0.81	381.1	2	51	淘汰
13	"	"	"	茂福桜勝	R4.12.24	茂福久	美国桜	茂勝	1.01	403.0	27	52	保留
14	"	"	"	桃福映	R4.12.28	茂福久	勝洋	百合茂	1.00	409.0	25	52	保留
15	"	"	"	裕福久	R5.1.13	茂福久	美津照重	茂洋	0.91	382.4	-12	51	保留
16	237	R5.11.14	R6.3.5	麻津茂福	R5.3.23	茂福久	諒太郎	北福波	0.94	427.9	-1	52	保留
17	"	"	"	良政	R5.4.7	茂福久	喜亀忠	百合茂	1.23	490.4	-9	51	淘汰
平均									1.06	434.1	2.8	51.4	

4 要約

第223回から第237回まで5回17頭の直接検定を実施し、終了した。

5 参考文献

特になし

6 協力研究機関

特になし

産肉能力検定(直接法)成績 その1

検定牛名号	勝5	子牛記号番号	2022子み黒168
生年月日	令和4年5月7日	産地	宮城県遠田郡美里町二郷字佐野十二号24-1
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年1月17日～
所有者	宮城県		令和5年5月9日(112日間)

< 血統 >

{	父	花茂桜 (黒原5393)	{	祖父	第1花国 (黒12510)	-	曾祖父	北国7の8 (黒原1530)
		祖母		とみふく (黒2137249)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)	
	母	ななひさ (黒原1631917)	{	祖父	勝忠平 (黒原3800)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
				祖母	ななこ (黒原1530144)	-	曾祖父	安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)		255	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量						
体重(kg)	生時	31.0	体高(cm)	119.6	124.7	129.8	濃厚飼料	487	濃厚飼料	-19						
	開始時	328.0	胸囲(cm)	158.0	167.0	176.0	乾草	508	粗飼料	-63						
	8週時	393.0	胸深(cm)	58.0	61.0	64.0	ワ	ラ	0	C	P	17				
	終了時	481.0	尻長(cm)	45.5	48.3	51.0	C	P	130	T	D	N	-13			
	180日補正	240.6	かん幅(cm)	42.0	44.0	46.0	T	D	N	629						
365日補正	478.3	終了時審査得点	83.6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 後軀幅 皮膚ゆとり 肋張 腿 後肢									
	後半	1.57				終了美点						前軀幅 後軀 毛質				
	全期間	1.37				開始欠点										
						終了欠点						精液検査				

検定牛名号	安照重	子牛記号番号	2022子古黒312
生年月日	令和4年5月15日	産地	宮城県大崎市岩出山上野目字冷ノ沢4-26
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年1月17日～
所有者	宮城県		令和5年5月9日(112日間)

< 血統 >

{	父	安百合幸 (黒原6106)	{	祖父	百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
		祖母		やすこ (黒高214997)	-	曾祖父	安福久 (黒原4416)	
	母	みつひこ (黒2564974)	{	祖父	美津照重 (黒高2050)	-	曾祖父	美津照 (黒・13162)
				祖母	うめひこ (黒高221517)	-	曾祖父	百合茂 (黒原4086)

開始時日齢(日)		247	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量						
体重(kg)	生時	40.0	体高(cm)	121.0	124.8	128.6	濃厚飼料	494	濃厚飼料	6						
	開始時	327.0	胸囲(cm)	156.0	168.3	180.5	乾草	522	粗飼料	-25						
	8週時	395.0	胸深(cm)	57.0	62.0	67.0	ワ	ラ	0	C	P	22				
	終了時	468.0	尻長(cm)	46.0	49.0	52.0	C	P	132	T	D	N	16			
	180日補正	251.1	かん幅(cm)	42.0	45.0	48.0	T	D	N	642						
365日補正	475.6	終了時審査得点	85.6点			粗飼料摂取率	51%									
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.21				開始美点	発育 均称 品位 蹄 やや肋張 腿 やや肩端									
	後半	1.30				終了美点						体積 均称 後軀 肩付 やや後肢 下腿部 被毛				
	全期間	1.26				開始欠点										
						終了欠点										

産肉能力検定(直接法)成績 その2

検定牛名号	久太郎	子牛記号番号	2022子古黒500
生年月日	令和4年5月27日	産地	宮城県加美郡加美町長清水北1-40
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年1月17日～
所有者	宮城県		令和5年5月9日(112日間)

< 血統 >

{	父	茂福久 (黒高2058)	{	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	りょうこ (黒原1734023)	{	祖父 諒太郎 (黒原5605)	-	曾祖父 勝忠平 (黒原3800)
					祖母 くみこ (黒高223885)	-

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(kg)	生時	31.0	体高(cm)	119.4	123.4	127.4	濃厚飼料	480	濃厚飼料	-0			
	開始時	323.0	胸囲(cm)	158.0	168.5	179.0	乾草	508	粗飼料	-29			
	8週時	377.0	胸深(cm)	57.0	61.5	66.0	ワ	ラ	0	C	P	20	
	終了時	457.0	尻長(cm)	47.0	48.5	50.0	C	P	128	T	D	N	11
	180日補正	256.7	かん幅(cm)	41.0	42.0	43.0	T	D	N	624			
365日補正	478.5	終了時審査得点	84.3点			粗飼料摂取率	51%						
1日平均増体量(kg/日)	前半	0.96				開始美点	発育体伸体深						
	後半	1.43				開始欠点	肩後前肢顔品やや肋張						
	全期間	1.20				終了美点	発育体伸資質体深						
						終了欠点	やや体上線肩肘後前つなぎ						
						精液検査							

検定牛名号	糸百合	子牛記号番号	2022子み黒351
生年月日	令和4年6月9日	産地	宮城県大崎市田尻大貫字下長根54-22
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年1月17日～
所有者	宮城県		令和5年5月9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	ふくゆり (黒原1662787)	{	祖父 百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
					祖母 うみ (黒高216437)	-

開始時日齢(日)		222	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量			
体重(kg)	生時	31.0	体高(cm)	115.8	119.8	123.8	濃厚飼料	438	濃厚飼料	-25			
	開始時	292.0	胸囲(cm)	152.0	159.5	167.0	乾草	480	粗飼料	-53			
	8週時	354.0	胸深(cm)	56.0	59.5	63.0	ワ	ラ	0	C	P	15	
	終了時	431.0	尻長(cm)	44.0	46.5	49.0	C	P	119	T	D	N	-11
	180日補正	242.6	かん幅(cm)	40.0	42.5	45.0	T	D	N	579			
365日補正	469.5	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	1.11				開始美点	発育体上線皮膚ゆとり						
	後半	1.38				開始欠点	肩端尻形肋張やや前背幅						
	全期間	1.24				終了美点	発育体伸体深皮膚ゆとり						
						終了欠点	肩付体上線尻形						
						精液検査							

産肉能力検定(直接法)成績 その3

検定牛名号	美国幸	子牛記号番号	2022子登黒855
生年月日	令和4年6月5日	産地	宮城県登米市東和町米谷字寺沢131
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年1月17日～
所有者	宮城県		令和5年5月9日(112日間)

< 血統 >

{	父	安百合幸 (黒原6106)	{	祖父 百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父 平茂勝 (黒原2441)	
				祖母 やすこ (黒高214997)	-	曾祖父 安福久 (黒原4416)	
	母	{	みきさくら (黒2477156)	{	祖父 美国桜 (黒原5204)	-	曾祖父 第1花国 (黒12510)
					祖母 みき (黒2393436)	-	曾祖父 勝忠平 (黒原3800)

開始時日齢(日)		226	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量			
体重(kg)	生時	31.0	体高(cm)	120.2	124.6	129.0	濃厚飼料	487	濃厚飼料	-6			
	開始時	327.0	胸囲(cm)	157.0	166.5	176.0	乾草	508	粗飼料	-44			
	8週時	385.0	胸深(cm)	58.0	62.0	66.0	ワ	ラ	0	C	P	20	
	終了時	469.0	尻長(cm)	48.0	49.5	51.0	C	P	130	T	D	N	2
	180日補正	266.8	かん幅(cm)	43.0	45.5	48.0	T	D	N	629			
365日補正	503.2	終了時審査得点	83.7点			粗飼料摂取率	51%						
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.04				開始美点	発育 体伸 尻幅						
						開始欠点	肩肘後 後肢 尻形						
	後半	1.50				終了美点	体伸 体深 後軀幅						
						終了欠点	肩付 尻形 やや体上線 過大						
	全期間	1.27				精液検査							

検定牛名号	花福久	子牛記号番号	2022子み黒265
生年月日	令和4年6月25日	産地	宮城県遠田郡美里町和多田沼字蛭田原3-58
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年1月17日～
所有者	宮城県		令和5年5月9日(112日間)

< 血統 >

{	父	花福久 (黒高2058)	{	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	{	つばき (黒原1685514)	{	祖父 花之国 (黒原4718)	-	曾祖父 第1花国 (黒12510)
					祖母 ゆりしげ (黒原1542359)	-	曾祖父 百合茂 (黒原4086)

開始時日齢(日)		206	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量			
体重(kg)	生時	35.0	体高(cm)	112.0	116.1	120.2	濃厚飼料	374	濃厚飼料	-66			
	開始時	233.0	胸囲(cm)	140.0	151.0	162.0	乾草	395	粗飼料	-128			
	8週時	301.0	胸深(cm)	52.0	56.0	60.0	ワ	ラ	0	C	P	3	
	終了時	385.0	尻長(cm)	43.0	45.5	48.0	C	P	100	T	D	N	-63
	180日補正	208.0	かん幅(cm)	38.0	41.0	44.0	T	D	N	486			
365日補正	448.8	終了時審査得点	82.9点			粗飼料摂取率	51%						
1日平均増体量(kg/日)	前半	1.21				開始美点	発育 体伸 骨味						
						開始欠点	肩端 肩後 腿						
	後半	1.50				終了美点	体伸 骨締まり 皮膚ゆとり						
						終了欠点	やや均称 肩付 尻形						
	全期間	1.36				精液検査							

産肉能力検定(直接法)成績 その4

検定牛名号	百合月	子牛記号番号	2022子遠黒414
生年月日	令和4年8月15日	産地	宮城県石巻市広瀬字米ヶ崎137
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年4月25日～
所有者	宮城県		令和5年8月15日(112日間)

< 血統 >

{	父	梶月彰 (黒原5840)	{	祖父 安平勝 (黒原5044)	—	曾祖父 安福(岐阜) (黒育180)	
				祖母 ふくみ (黒2343284)	—	曾祖父 茂洋 (黒高2042)	
	母	{	ゆりひめ (黒原1692521)	{	祖父 百合茂 (黒原4086)	—	曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
					祖母 ひめひめ (黒2461885)	—	曾祖父 安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)		253	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量			
体重(kg)	生時	34.0	体高(cm)	117.6	121.8	126.0	濃厚飼料	459	濃厚飼料	9			
	開始時	308.0	胸囲(cm)	154.0	163.5	173.0	乾草	494	粗飼料	-10			
	8週時	368.0	胸深(cm)	55.5	58.3	61.0	ワ	ヲ	0	C	P	6	
	終了時	425.0	尻長(cm)	46.5	48.5	50.5	C	P	109	T	D	N	19
	180日補正	228.9	かん幅(cm)	41.5	42.8	44.0	T	D	N	597			
365日補正	425.0	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	1.07				開始美点	発育 骨味 前胸 体伸 体深						
	後半	1.02				開始欠点	肋張 毛質 尻形 下腿部						
	全期間	1.04				終了美点	前幅 尻幅 体伸						
	全期間	1.04				終了欠点	肩端 肩後 資質						
						精液検査							

検定牛名号	久栄	子牛記号番号	2022子古黒1135
生年月日	令和4年10月17日	産地	宮城県大崎市古川飯川字屋敷前17
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年6月27日～
所有者	宮城県		令和5年10月17日(112日間)

< 血統 >

{	父	茂福久 (黒高2058)	{	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	{	ゆりえ (黒高224583)	{	祖父 百合茂 (黒原4086)	—	曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
					祖母 きたゆり (黒原1545491)	—	曾祖父 北平安 (黒高2040)

開始時日齢(日)		253	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量			
体重(kg)	生時	38.0	体高(cm)	116.2	119.1	122.0	濃厚飼料	395	濃厚飼料	-36			
	開始時	290.0	胸囲(cm)	154.0	164.0	174.0	乾草	423	粗飼料	-61			
	8週時	318.0	胸深(cm)	57.0	59.5	62.0	ワ	ヲ	0	C	P	4	
	終了時	390.0	尻長(cm)	46.0	47.5	49.0	C	P	101	T	D	N	-27
	180日補正	217.3	かん幅(cm)	41.0	41.5	42.0	T	D	N	512			
365日補正	390.0	終了時審査得点	82.1点			粗飼料摂取率	52%						
1日平均増体量(kg/日)	前半	0.50				開始美点	発育 体伸 体深 皮膚ゆとり						
	後半	1.29				開始欠点	下腿 毛質 やや体幅						
	全期間	0.89				終了美点	体伸 体深 肩付						
	全期間	0.89				終了欠点	発育 資質 中軀幅						
						精液検査							

産肉能力検定(直接法)成績 その5

検定牛名号	好百合	子牛記号番号	2022子古黒1184
生年月日	令和4年11月1日	産地	宮城県加美郡加美町四日市場屋敷39
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年6月27日～
所有者	宮城県		令和5年10月17日(112日間)

< 血統 >

{	父	安百合幸 (黒原6106)	{	祖父 百合茂 (黒原4086)	—	曾祖父 平茂勝 (黒原2441)	
				祖母 やすこ (黒高214997)	—	曾祖父 安福久 (黒原4416)	
	母	{	よしか (黒高223269)	{	祖父 好平茂 (黒原5151)	—	曾祖父 茂洋 (黒高2042)
					祖母 さやか (黒2309650)	—	曾祖父 勝忠平 (黒原3800)

開始時日齢(日)		238	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量			
体重(kg)	生時	31.0	体高(cm)	121.8	126.5	131.2	濃厚飼料	431	濃厚飼料	0			
	開始時	300.0	胸囲(cm)	154.0	162.5	171.0	乾草	466	粗飼料	-14			
	8週時	345.0	胸深(cm)	57.0	60.5	64.0	ワ	ラ	0	C	P	11	
	終了時	401.0	尻長(cm)	45.0	47.0	49.0	C	P	110	T	D	N	11
	180日補正	234.4	かん幅(cm)	40.5	42.3	44.0	T	D	N	561			
365日補正	414.5	終了時審査得点	82.9点			粗飼料摂取率	52%						
1日平均増体量(kg/日)	前半	0.80				開始美点	発育体伸 資質 尻幅						
	後半	1.00				開始欠点	前駆幅 外腿 肘後						
	全期間	0.90				終了美点	後駆幅 体伸 体上線 資質						
						終了欠点	前背幅 肘後 やや長脚						
				精液検査									

検定牛名号	茂福桜勝	子牛記号番号	2022子栗黒1428
生年月日	令和4年12月24日	産地	宮城県栗原市栗駒稲屋敷山岸31
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年9月5日～
所有者	宮城県		令和5年12月26日(112日間)

< 血統 >

{	父	茂福久 (黒高2058)	{	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	{	みくに (黒原1647935)	{	祖父 美国桜 (黒原5204)	—	曾祖父 第1花国 (黒12510)
					祖母 ひらかつ (黒原1276212)	—	曾祖父 茂勝 (黒高989)

開始時日齢(日)		255	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量			
体重(kg)	生時	30.0	体高(cm)	116.2	120.7	125.2	濃厚飼料	445	濃厚飼料	12			
	開始時	292.0	胸囲(cm)	155.0	165.0	175.0	乾草	480	粗飼料	-7			
	8週時	344.0	胸深(cm)	54.0	58.0	62.0	ワ	ラ	0	C	P	13	
	終了時	405.0	尻長(cm)	44.0	47.0	50.0	C	P	113	T	D	N	27
	180日補正	214.9	かん幅(cm)	38.0	40.5	43.0	T	D	N	584			
365日補正	403.0	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	0.93				開始美点	発育体伸 皮膚ゆとり						
	後半	1.09				開始欠点	肩後 やや体上線 背腰幅						
	全期間	1.01				終了美点	前駆幅 体伸 皮膚ゆとり						
						終了欠点	下腿 体締め 肋張						
				精液検査									

産肉能力検定(直接法)成績 その6

検定牛名号	桃福映	子牛記号番号	2022子遠黒637
生年月日	令和4年12月28日	産地	宮城県石巻市桃生町中津山字四軒53
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年9月5日～
所有者	宮城県		令和5年12月26日(112日間)

< 血統 >

{	父	茂福久 (黒高2058)	{	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	{	ももゆり3 (黒原1731267)	{	祖父 勝洋 (黒原5261)	-	曾祖父 茂洋 (黒高2042)
					祖母 ももゆり (黒2224802)	-	曾祖父 百合茂 (黒原4086)

開始時日齢(日)		251	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量		
体重(kg)	生時	35.0	体高(cm)	116.8	120.7	124.6	濃厚飼料	445	濃厚飼料	10		
	開始時	295.0	胸囲(cm)	151.0	161.0	171.0	乾草	480	粗飼料	-8		
	8週時	342.0	胸深(cm)	55.0	58.5	62.0	ワ	0	C	P		
	終了時	407.0	尻長(cm)	43.0	46.0	49.0	C	P	113	T	D	N
	180日補正	221.5	かん幅(cm)	40.0	42.0	44.0	T	D	N	584		
365日補正	409.0	終了時審査得点	83.1点			粗飼料摂取率	52%					
1日平均増体量(kg/日)	前半	0.84				開始美点	発育 体伸 皮膚ゆとり					
	後半	1.16				開始欠点	前駆幅 肩端 前つなぎ 腿					
	全期間	1.00				終了美点	体伸 体深 内腿					
						終了欠点	皮膚ゆとり やや姿勢 肋張					
						精液検査						

検定牛名号	茂福	子牛記号番号	2022子栗黒1516
生年月日	令和4年12月31日	産地	宮城県栗原市栗駒文字字上向76-10
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年9月5日～
所有者	宮城県		令和5年12月26日(112日間)

< 血統 >

{	父	茂福久 (黒高2058)	{	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	{	かつぺい (黒原1677982)	{	祖父 勝忠平 (黒原3800)	-	曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
					祖母 ひさぺい (黒原1593407)	-	曾祖父 安福久 (黒原4416)

開始時日齢(日)		248	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量		
体重(kg)	生時	31.0	体高(cm)	116.6	121.0	125.4	濃厚飼料	388	濃厚飼料	-15		
	開始時	265.0	胸囲(cm)	151.0	160.5	170.0	乾草	409	粗飼料	-42		
	8週時	306.0	胸深(cm)	55.0	58.0	61.0	ワ	0	C	P		
	終了時	359.0	尻長(cm)	44.0	47.0	50.0	C	P	97	T	D	N
	180日補正	200.8	かん幅(cm)	38.0	39.5	41.0	T	D	N	504		
365日補正	363.2	終了時審査得点	82.2点			粗飼料摂取率	51%					
1日平均増体量(kg/日)	前半	0.73				開始美点	発育 体上線 資質					
	後半	0.95				開始欠点	体幅 後駆 後肢 頭と体のつりあい					
	全期間	0.84				終了美点	発育 体上線 毛質					
						終了欠点	体幅 後駆 皮膚ゆとり 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	金福	子牛記号番号	2022子登黒2615
生年月日	令和5年1月5日	産地	宮城県登米市中田町上沼字大泉新門畑5
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年9月5日～
所有者	宮城県		令和5年12月26日(112日間)

< 血統 >

{	父	茂福久 (黒高2058)	{	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	{	るみ (黒高225335)	{	祖父 金太郎3 (黒原5271)	-	曾祖父 平茂勝 (黒原2441)
					祖母 はるみ (黒原1551524)	-	曾祖父 平茂晴 (黒原3712)

開始時日齢(日)		243	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量		
体重(kg)	生時	31.0	体高(cm)	117.2	122.8	128.4	濃厚飼料	402	濃厚飼料	-11		
	開始時	282.0	胸囲(cm)	150.0	159.5	169.0	乾草	423	粗飼料	-34		
	8週時	319.0	胸深(cm)	56.0	59.0	62.0	ワ	ラ	0	C	P	8
	終了時	373.0	尻長(cm)	45.0	48.0	51.0	C	P	101	T	D	N
	180日補正	216.9	かん幅(cm)	40.0	42.3	44.5	T	D	N	521		
	365日補正	381.1	終了時審査得点	82.5点			粗飼料摂取率	51%				
1日平均増体量(kg/日)	前半	0.66				開始美点	発育 体伸 体上線					
						開始欠点	尻形 姿勢 体幅					
	後半	0.96				終了美点	後軀幅 体伸 体上線					
						終了欠点	過大 肩端 前軀幅 姿勢					
	全期間	0.81				精液検査						

検定牛名号	山沢11	子牛記号番号	2022子栗黒1661
生年月日	令和5年1月5日	産地	宮城県栗原市一迫山沢16
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年9月5日～
所有者	宮城県		令和5年12月26日(112日間)

< 血統 >

{	父	茂福久 (黒高2058)	{	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	{	はつえ (黒原1641910)	{	祖父 美国桜 (黒原5204)	-	曾祖父 第1花国 (黒12510)
					祖母 ゆりこ (黒原1557535)	-	曾祖父 百合茂 (黒原4086)

開始時日齢(日)		243	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量		
体重(kg)	生時	31.0	体高(cm)	120.0	124.7	129.4	濃厚飼料	501	濃厚飼料	58		
	開始時	345.0	胸囲(cm)	164.0	174.0	184.0	乾草	522	粗飼料	53		
	8週時	382.0	胸深(cm)	58.0	61.5	65.0	ワ	ラ	0	C	P	22
	終了時	431.0	尻長(cm)	46.0	48.5	51.0	C	P	125	T	D	N
	180日補正	263.6	かん幅(cm)	41.0	43.0	45.0	T	D	N	647		
	365日補正	438.7	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	0.66				開始美点	前軀幅 体深 体上線 皮膚ゆとり					
						開始欠点	姿勢 尻形 下腿					
	後半	0.88				終了美点	体積 皮膚ゆとり 均称					
						終了欠点	過大 後肢 やや頭頸					
	全期間	0.77				精液検査						

産肉能力検定(直接法)成績 その8

検定牛名号	裕福久	子牛記号番号	2022子栗黒1675
生年月日	令和5年1月13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5年9月5日～
所有者	宮城県		令和5年12月26日(112日間)

< 血統 >

{	父	茂福久 (黒高2058)	{	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	ひろさくら (黒高223846)	{	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)		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(kg)	生時	31.0	体高(cm)	115.2	119.6	124.0	濃厚飼料	388	濃厚飼料	-23			
	開始時	264.0	胸囲(cm)	150.0	160.5	171.0	乾草	409	粗飼料	-55			
	8週時	310.0	胸深(cm)	55.0	58.0	61.0	ワ	ラ	0	C	P	4	
	終了時	366.0	尻長(cm)	40.0	44.0	48.0	C	P	97	T	D	N	-12
	180日補正	209.5	かん幅(cm)	36.0	39.0	42.0	T	D	N	504			
365日補正	382.4	終了時審査得点	82.9点			粗飼料摂取率	51%						
1日平均増体量(kg/日)	前半	0.82				開始美点	発育 体深 体上線						
	後半	1.00				開始欠点	肩端 肘後 やや体伸						
	全期間	0.91				終了美点	前軀幅 体上線 皮膚ゆとり 肩付						
						終了欠点	下腿 後肢 顔品						
				精液検査									

検定牛名号	麻津茂福	子牛記号番号	2023子古黒75
生年月日	令和5年3月23日	産地	宮城県加美郡色麻町志津字木下29
検定場所	宮城県岩出山牧場	検定期間	令和5年11月14日～
所有者	宮城県		令和6年3月5日(112日間)

< 血統 >

{	父	茂福久 (黒高2058)	{	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	りょうこ (黒原1728674)	{	祖父	諒太郎 (黒原5605)	-	曾祖父	勝忠平 (黒原3800)
				祖母	さくら (黒原1631878)	-	曾祖父	北福波 (黒高2030)

開始時日齢(日)		236	発育開始時			8週齢	終了時	飼料摂取量(kg)		余剰飼料摂取量			
体重(kg)	生時	40.0	体高(cm)	118.0	122.0	127.8	濃厚飼料	445	濃厚飼料	6			
	開始時	307.0	胸囲(cm)	157.0	164.5	172.0	乾草	480	粗飼料	-8			
	8週時	350.0	胸深(cm)	57.5	60.0	62.5	ワ	ラ	0	C	P	21	
	終了時	412.0	尻長(cm)	45.5	47.8	50.0	C	P	122	T	D	N	-1
	180日補正	243.6	かん幅(cm)	41.0	43.5	46.0	T	D	N	561			
365日補正	427.9	終了時審査得点	83.9点			粗飼料摂取率	52%						
1日平均増体量(kg/日)	前半	0.77				開始美点	発育 後軀幅 体深 皮膚ゆとり						
	後半	1.11				開始欠点	やや中軀幅 腿の側望 下腿						
	全期間	0.94				終了美点	発育 体伸 尻幅 資質 肢勢						
						終了欠点	肋張 下腿部 前胸						
				精液検査									

検定牛名号 良政
 生年月日 令和5年4月7日
 検定場所 宮城県岩出山牧場
 所有者 宮城県

子牛記号番号
 産地
 検定期間

2023子古黒185
 宮城県加美郡色麻町大字上本町46
 令和5年11月14日 ~
 令和6年3月5日 (112日間)

< 血統 >



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			
体	生時	46.0	体高(cm)	115.4	119.8	124.2	濃厚飼料	480	濃厚飼料	6		
	開始時	313.0	胸囲(cm)	158.0	168.5	179.0	乾草	508	粗飼料	-27		
重	8週時	377.0	胸深(cm)	56.0	59.0	62.0	ワ	0	C	P	22	
	終了時	451.0	尻長(cm)	44.0	47.0	50.0	C	P	130	T	D	N
(kg)	180日補正	265.5	かん幅(cm)	40.0	42.3	44.5	T	D	N	600		
	365日補正	490.4	終了時審査得点	83.4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 後躯 皮膚ゆとり				
						欠点	肩付 骨味 体締まり やや体上線					
	後半	1.32				終了	美点	発育 体幅 資質				
						欠点	肩付 体締まり 顔品					
	全期間	1.23				精液検査						

肉用種雄牛の検定

2) 肉用種雄牛の産肉能力現場後代検定成績

担当：千葉正典、佐々木孔亮、小宮亮太

1 はじめに

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

2 試験方法

1) 検定種雄牛

第18回現場後代検定は、柳桜、洋久英、絵里波および勝茂桜の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18回産肉能力現場後代検定牛の概要

名号	登録番号	生年月日	血統			1日平均増 体量(kg/日)	産地
			父	母方祖父	母方曾祖父		
洋久英	黒原6280	H29.8.10	勝洋	安福久	第2波茂	1.04	大崎市
柳桜	黒原6281	H29.9.21	勝早桜5	百合茂	安福久	1.30	栗原市
絵里波	黒原6282	H30.4.20	洋糸波	百合茂	安福久	1.17	栗原市
勝茂桜	黒原6283	H29.11.20	勝早桜5	茂洋	勝忠平	1.38	登米市

2) 検定調査牛

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

3) 検定方法

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

4) 検定頭数及び検定期間

検定頭数および検定期間は表2に示した。

表2. 検定頭数および検定期間

名号	去勢	雌	合計	検定期間
洋久英	12	7	19	令和3年4月23日～令和5年2月6日
柳桜	9	12	21	令和3年4月23日～令和5年2月6日
絵里波	11	11	22	令和3年6月22日～令和5年4月17日
勝茂桜	11	7	18	令和3年6月22日～令和5年4月17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：2017年から2023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74,446頭のデータ及びそれに関連した167,525頭の血統データを利用した。

b. 分析方法：分析形質は枝肉重量(CW)、ロース芯断面積(EM)、BMSナンバー(BMS)とし、遺伝的パラメータの算出はVCE6.02を用い、予測育種価の算出はPEST4.0を用いて行った。

分析モデルは性(雌、去勢：2区)、食肉市場(東京、仙台、その他：3区)、出荷年(2017～2023：7区、ただし、第18回次の出荷年は2022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区)を母数効果とし、検定実施農場13区を変量効果とした。

c. 総合育種価について

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

(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。)

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

$$Pb = R G a$$

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

$$a = (R G)^{-1} P b \quad (2)$$

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

a：経済重要度 P：表型分散共分散行列 G：遺伝分散共分散行列 R：血縁係数

b：重み付け係数 Q：希望改良量

3 結果および考察

1) 検定調査牛の検定成績

検定調査牛の枝肉成績の概要は表3に、各検定牛の推定育種価は表4に示した。

表3. 第18回産肉能力現場後代検定成績・全頭(平均値)

名号	性別	頭数	出荷月齢	枝肉重量 (kg)	ロース芯 面積(cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪 厚(cm)	歩留 基準値	BMS No.	肉質等級 4・5率(%)
洋久英	去勢	12	29.6	519.9	62.3	8.8	3.0	74.3	7.8	92%
	雌	6	29.6	439.7	58.7	8.6	3.6	74.0	7.3	83%
	計	18	29.6	493.1	61.1	8.7	3.2	74.2	7.7	89%
柳桜	去勢	7	29.9	586.2	77.6	9.3	2.7	76.0	9.4	100%
	雌	10	29.7	513.0	83.0	8.9	2.5	77.5	9.5	100%
	計	17	29.8	543.1	80.8	9.0	2.6	76.9	9.5	100%
絵里波	去勢	11	30.5	533.5	75.9	8.4	2.4	76.0	9.5	100%
	雌	11	30.1	470.9	76.7	8.6	2.8	76.8	9.4	100%
	計	22	30.3	502.2	76.3	8.5	2.6	76.4	9.5	100%
勝茂桜	去勢	11	30.2	605.2	82.8	9.2	3.6	75.6	10.5	100%
	雌	6	29.9	486.4	70.3	8.5	3.3	75.2	9.0	100%
	計	17	30.1	563.3	78.4	8.9	3.5	75.4	9.9	100%

表4. 第18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
洋久英	-39.1	-0.7	1.3	-10.3	18
柳桜	79.0	25.4	4.0	66.9	18
絵里波	11.3	22.0	4.0	44.2	22
勝茂桜	71.6	21.8	4.6	58.9	17
基幹種雄牛 平均値※	32.6	14.3	3.2	35.2	

※令和4年5月時点の10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絵里波および勝茂桜を選抜した。

4 要約

現場後代検定を4頭で実施し、基幹種雄牛として絵里波および勝茂桜を選抜した。

5 参考文献

特になし

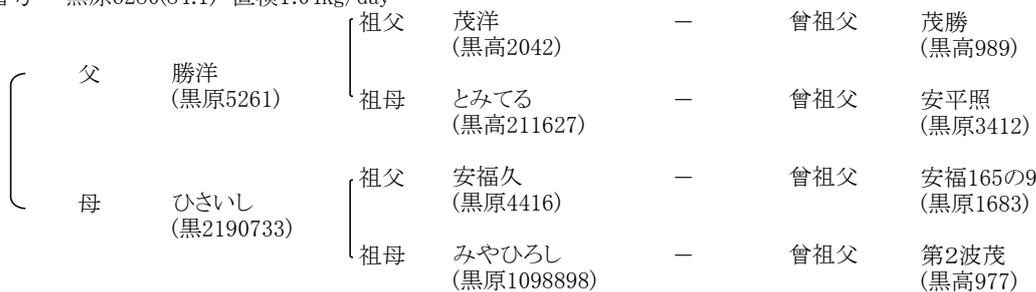
6 協力研究機関

特になし

第18回1次現場後代検定 その1

検定種雄牛 名号「洋久英」
 生年月日 平成29年8月10日
 登録番号 黒原6280(84.1) 直検1.04kg/day

検定期間 令和3年4月23日～令和5年2月6日



調査牛番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
生年月日	R2.7.15	R2.7.16	R2.7.24	R2.8.5	R2.8.13	R2.8.19	R2.8.25	R2.8.29	R2.9.4	R2.9.6	R2.9.9
子牛登記 記号番号	2020子登黒 1346	2020子登黒 1347	2020子登黒 1205	2020子栗黒 1004	2020子登黒 1617	2020子栗黒 1075	2020子登黒 1767	2020子登黒 1953	2020子登黒 1664	2020子登黒 1737	2020子登黒 1867
問合番号	2921597160006	2912657345001	2912528300004	2912500751003	2921688016003	2921789534001	2921515118009	2912380675009	2921741441002	2921707460003	2921484984010
母牛名号	まさと	えみ	ももか	あき	ひめはな	ゆりしげしげ	かつかつくに	せつただ	たかゆり	あおい	あいちゃん
登録番号	2921597160	2912657345	2912528300	2912500751	2921688016	2921789534	2921515118	2912380675	2921741441	2921707460	2921484984
開始年月日	R3.4.23										
開始時日齢	282	281	273	261	253	247	241	237	231	229	226
終了日日齢	929	928	920	908	900	894	888	884	878	876	873
終了年月日	R5.1.30										
と殺年月日	R5.1.31										
枝肉重量	566.5	519.0	464.5	499.0	575.0	536.0	528.0	520.5	540.0	493.5	534.5
左半丸重量	283.0	257.5	228.5	247.0	286.5	267.5	264.5	261.0	269.5	246.5	268.5
ロース芯面積	67.0	52.0	58.0	63.0	74.0	79.0	45.0	74.0	63.0	64	65
バラの厚さ	9.6	8.5	8.7	8.4	9.7	8.4	9	8.6	9.1	7.6	9.4
皮下脂肪厚	3.2	2.8	2.5	3.7	2.9	3.0	4.1	2.6	3.1	2.5	2.5
推定歩留	74.6	72.9	74.8	73.7	75.7	75.9	71	75.9	74.2	74.4	75.2
筋間脂肪厚											
脂肪交雑	2.33	1.67	2	2	2.33	2.67	2	4	3	2	3
肉の色光沢	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5
きめしまり	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5
脂肪の光沢質	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
格付	A5	A4	A4	A4	A5	A5	B4	A5	A5	A4	A5

調査牛番号	12	13	14	15	16	17	18	19
生年月日	R2.8.1	R2.8.4	R2.8.10	R2.8.10	R2.8.21	R2.8.21	R2.9.7	R2.8.8
子牛登記 記号番号	2020子栗黒 868	2020子遠黒 712	2020子登黒 1540	2020子南黒 519	2020子古黒 696	2020子登黒 1440	2020子登黒 1703	2020子南黒 588
問合番号	2921530178009	2921677936003	2921515062009	2921641855006	2921609732005	2921637761006	2921649340005	2921619120005
母牛名号	きくふく	おひめさま	たたいとひさ	よしはる	ゆりこ	ひばり	きみか	とみひら
登録番号	2921530178	2921677936	2921515062	2921641855	2921609732	2921637761	2921649340	2921619120
開始年月日	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.6.15
開始時日齢	265	262	256	256	245	245	228	311
終了日日齢	919	909	903	903		892	875	905
終了年月日	R5.2.6	R5.1.30	R5.1.30	R5.1.30	検定除外	R5.1.30	R5.1.30	R5.1.30
と殺年月日	R5.2.7	R5.1.31	R5.1.31	R5.1.31		R5.1.31	R5.1.31	R5.1.31
枝肉重量	470	409	424	519.5		448.5	367	462
左半丸重量	236	204.5	211	260		222.5	182.5	231.5
ロース芯面積	67	58	59	64		63	41	44
バラの厚さ	9.2	7.7	8	10.7		8.3	7.5	9
皮下脂肪厚	3.7	3.2	3.8	4		3.5	3.5	2.5
推定歩留	75.1	74.1	73.7	74.8		74.4	72.1	73.1
筋間脂肪厚								
脂肪交雑	2.67	2.33	2.33	2.67		2	0.67	1
肉の色光沢	5	5	4	5		4	3	4
きめしまり	5	5	5	5		4	2	4
脂肪の光沢質	5	5	5	5		5	5	5
格付	A5	A5	A4	A5		A4	A2	A3

第18回1次現場後代検定 その2

検定種雄牛 名号「柳桜」

生年月日 平成29年9月21日

検定期間 令和3年4月23日～令和5年2月6日

登録番号 黒原6281(84.4) 直検1.30kg/day

父	勝早桜5 (黒高2047)	祖父	勝忠平 (黒原3800)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)	
		祖母	なつ (黒原1070376)	-	曾祖父	安平 (黒原2208)	
	母	かおり (黒2430669)	祖父	百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
			祖母	あきな (黒高2385272)	-	曾祖父	安福久 (黒原4416)

調査牛番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
生年月日	R2.7.8	R2.7.21	R2.7.24	R2.7.25	R2.7.26	R2.7.27	R2.7.30	R2.8.5	R2.8.22	R2.7.20	R2.7.21
子牛登記 記号番号	2020子栗黒 783	2020子古黒 657	2020子栗黒 889	2020子遠黒 776	2020子登黒 1507	2020子遠黒 835	2020子遠黒 1026	2020子南黒 496	2020子遠黒 1027	2020子登黒 1190	2020子栗黒 700
問合番号	2912567603003	2921659057004	2921692559004	2912395135008	2921722584003	2921527030008	2921669236005	2921748459002	2921715434003	2921653762005	2912567601003
母牛名号	かつみゆき	いわ25の28	こう194	ゆき	のぶひめ	ふぐうちゆり	さゆり	かすみ	ゆみこ	ひろただ	ひろげはる
登録番号	2912567603	2921659057	2921692559	2912395135	2921722584	2921527030	2921669236	2921748459	2921715434	2921653762	2912567601
開始年月日	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23
開始時日齢	289	276	273	272	271	270	267	261	244	277	276
終了日日齢		923	920	919	861	917	914	908		924	
終了年月日	検定除外	R5.1.30	R5.1.30	R5.1.30	R4.12.4	R5.1.30	R5.1.30	R5.1.30	検定除外	R5.1.30	検定除外
と殺年月日		R5.1.31	R5.1.31	R5.1.31	R4.12.5	R5.1.31	R5.1.31	R5.1.31		R5.1.31	
枝肉重量		576.5	593.5	639.0	535.5	610.0	585.5	563.5		450.0	
左半丸重量		288.5	297.0	317.5	265.0	308.5	291.0	282.0		226.0	
ロース芯面積		81	80.0	82.0	97.0	68.0	81.0	54.0		81.0	
バラの厚さ		9	10	10.3	8.6	8.3	9.2	9.4		8.5	
皮下脂肪厚		1.8	3.30	4.00	2.40	2.20	2.60	2.30		2.00	
推定歩留		77.1	76.1	75.4	79	74.1	76.5	73.6		78.2	
筋間脂肪厚											
脂肪交雑		2	2.33	5	3	3	5	2		5	
肉の色光沢		4	5	5	5	5	5	5		5	
きめしまり		4	5	5	5	5	5	5		5	
脂肪の光沢質		5	5	5	5	5	5	5		5	
格付		A4	A5	A5	A5	A5	A5	A4		A5	

調査牛番号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
生年月日	R2.7.25	R2.7.27	R2.7.28	R2.7.28	R2.7.31	R2.8.13	R2.8.20	R2.9.2	R2.9.6	R2.7.15
子牛登記 記号番号	2020子古黒 536	2020子遠黒 969	2020子栗黒 602	2020子栗黒 655	2020子栗黒 590	2020子登黒 1501	2020子遠黒 961	2020子栗黒 784	2020子南黒 526	2020子栗黒 678
問合番号	2921553994008	2921682053003	2921696773003	2921707418002	2921611974005	2912331153009	2921517938007	2921797361001	2921609712007	2921609796007
母牛名号	ゆかひら	みほ	まりあ	はなよし	てるくに	えりこ	かつただしげ	きこいとなみ	ひろこ	まさひろ
登録番号	2921553994	2921682053	2921696773	2921707418	2921611974	2912331153	2921517938	2921797361	2921609712	2921609796
開始年月日	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.23	R3.4.13
開始時日齢	272	270	269	269	266	253	246	233	229	272
終了日日齢	919	917	916		920	900	893	880	876	887
終了年月日	R5.1.30	R5.1.30	R5.1.30	検定除外	R5.2.6	R5.1.30	R5.1.30	R5.1.30	R5.1.30	R4.12.19
と殺年月日	R5.1.31	R5.1.31	44957		R5.2.7	R5.1.31	R5.1.31	R5.1.31	R5.1.31	R4.12.20
枝肉重量	571.5	575	495.5		504.5	580.5	401	512	503.5	536
左半丸重量	284.0	286.5	246		253.5	289.5	200.5	255.5	252.5	270
ロース芯面積	76.0	100	90		65	86	76	79	98	79
バラの厚さ	9.2	10	8.7		8	9.1	7.4	8.8	9.6	9.4
皮下脂肪厚	2.5	3	2.7		2.4	2.1	1.7	2.9	2.6	3
推定歩留	76.1	79.2	78.4		74.7	77.5	77.7	76.6	79.9	76.5
筋間脂肪厚										
脂肪交雑	2.67	4	5		1.67	4	3	1.67	4	2
肉の色光沢	5	5	5		4	5	5	4	5	4
きめしまり	5	5	5		4	5	5	4	5	4
脂肪の光沢質	5	5	5		5	5	5	5	5	5
格付	A5	A5	A5		A4	A5	A5	A4	A5	A4

第18回2次現場後代検定 その1

検定種雄牛 名号「絵里波」

生年月日 平成30年4月20日

登録番号 黒原6282(83.8) 直検1.17kg/day

検定期間 令和3年6月22日～令和5年4月17日

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	えりこ (黒原1618119)	祖父	百合茂 (黒原4086)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
		祖母	えりな (黒原1547766)	-	曾祖父	安福久 (黒原4416)

調査牛番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
生年月日	R2.9.13	R2.9.17	R2.9.18	R2.9.21	R2.9.22	R2.9.30	R2.10.1	R2.10.8	R2.10.12	R2.10.26	R2.10.28
子牛登記 記号番号	2020子遠黒 1173	2020子栗黒 1058	2020子南黒 747	2020子栗黒 1067	2020子栗黒 1061	2020子登黒 1944	2020子古黒 1187	2020子遠黒 1353	2020子栗黒 1206	2020子南黒 792	2020子栗黒 1110
問合番号	2912283465011	2921369243012	2921607028007	2921440364010	2921666988004	2921644056006	2921449298011	2921685501003	2921753277002	2921722451003	2912531655003
母牛名号	ゆめさかえ	さかえ	ゆりひろ	あやめ25	ゆりはれ	かざこ	なおしげ	まつこ	ひろはな	はれ	ふじざくら
登録番号	2912283465	2921369243	2921607028	2921440364	2921666988	2921644056	2921449298	2921685501	2921753277	2921722451	2912531655
開始年月日	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22
開始時日齢	282	278	277	274	273	265	264	257	253	239	237
終了日日齢	946	942	941	938	937	929	928	921	917	903	901
終了年月日	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17
と殺年月日	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18
枝肉重量	444	509.0	509.5	575.5	519.0	479.0	514.5	652.0	581.5	536.0	549
左半丸重量	222	256.0	256.0	288.5	259.0	240.0	255.0	325.0	292.0	260.5	274
ロース芯面積	70	75	71	78	73	67	66	95.0	70.0	74.0	96
バラの厚さ	7.6	8.8	7.6	8.8	7.5	8	9.1	9.2	8.6	8.6	8.3
皮下脂肪厚	2.8	1.4	3.4	1.8	2.1	1.9	2.8	2.60	3.60	2.20	2.2
推定歩留	75.5	77.4	74.3	76.6	75.6	75.8	75.2	77.5	73.7	76.3	78.6
筋間脂肪厚											
脂肪交雑	2.33	2.67	3	4	3	3	2	2.67	3	3	4
肉の色光沢	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
きめしまり	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
脂肪の光沢質	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
格付	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A4	A5	A5	A5	A5

調査牛番号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
生年月日	R2.9.15	R2.9.24	R2.9.26	R2.9.30	R2.9.30	R2.10.1	R2.10.2	R2.10.12	R2.10.26	R2.10.26	R2.11.5
子牛登記 記号番号	2020子栗黒 928	2020子栗黒 926	2020子登黒 1624	2020子栗黒 1168	2020子栗黒 925	2020子栗黒 845	2020子登黒 1865	2020子栗黒 1063	2020子栗黒 1016	2020子栗黒 1042	2020子遠黒 1407
問合番号	2912411919007	2921555159008	2921490181011	2921793633001	2921461936005	29212325373012	2921762966002	2921626542006	2921744347002	2912321899009	2921563329008
母牛名号	みちひめ8764	しげざくら	ゆりもん	よしふく	ほのゆり	ひらはな	まちこはな	さちえ361	さつき26	きみの2	ひばり
登録番号	2912411919	2921555159	2921490181	2921793633	2921461936	29212325373	2921762966	2921626542	2921744347	2912321899	2921563329
開始年月日	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22
開始時日齢	280	271	269	265	265	264	263	253	239	239	229
終了日日齢	944	935	933	839	929	928	927	917	903	903	893
終了年月日	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.1.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17
と殺年月日	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.1.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18
枝肉重量	447.5	521	553	360	474.5	506.5	487	438.5	421	490.5	480.5
左半丸重量	224.0	259.5	275.5	180.5	236	255	244	217.5	211.5	242.5	240
ロース芯面積	67.0	120	87	65	58	99	75	80	62	66	65
バラの厚さ	8.1	9	9.3	7.8	9.2	9.7	8.5	7.7	8.3	8.7	8.8
皮下脂肪厚	4.1	2.5	2.7	1.7	4	2.7	2.7	1.8	3.3	3.3	2.0
推定歩留	74.3	82.3	77.6	77	73.6	80	76.3	77.9	74.8	74.8	75.9
筋間脂肪厚											
脂肪交雑	1.67	5	4	4	3	4	2	2.67	3	2.33	2.33
肉の色光沢	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
きめしまり	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
脂肪の光沢質	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
格付	A4	A5	A5	A5	A5	A5	A4	A5	A5	A5	A5

第18回2次現場後代検定 その2

検定種雄牛 名号「勝茂桜」

生年月日 平成29年11月20日

検定期間 令和3年6月22日～令和5年4月17日

登録番号 黒原6283(83.4) 直検1.38g/day

{	父	勝早桜5 (黒高2047)	祖父	勝忠平 (黒原3800)	-	曾祖父	平茂勝 (黒原2441)
			祖母	なつ (黒原1070376)	-	曾祖父	安平 (黒原2208)
	母	かまふく (黒高222157)	祖父	茂洋 (黒高2042)	-	曾祖父	茂勝 (黒高989)
			祖母	ふくこ (黒原1321615)	-	曾祖父	勝忠平 (黒原3800)

調査牛番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
生年月日	R2.9.13	R2.9.21	R2.9.21	R2.9.26	R2.10.5	R2.10.10	R2.10.11	R2.10.12	R2.10.19	R2.10.28
子牛登記 記号番号	2020子遠黒 1096	2020子古黒 1081	2020子登黒 1809	2020子遠黒 1204	2020子古黒 1162	2020子古黒 1112	2020子登黒 2117	2020子古黒 1335	2020子登黒 1945	2020子遠黒 1357
問合番号	291280327011	2912609720008	2912662868005	2912731267003	2912582843008	2912582721002	2912692594004	2912694721006	2912534252004	2912579265006
母牛名号	さちひら	かめかつ	さゆみ	ももゆり3	かつただ	くりよし	はなね	いわ27の14	ゆか	とまと
登録番号	291280327	2912609720	2912662868	2912731267	2912582843	2912582721	2912692594	2912694721	2912534252	2912579265
開始年月日	R3.6.22									
開始時日齢	282	274	274	269	260	255	254	253	246	237
終了日日齢	946	938	938	933	924	919	918	917	910	901
終了年月日	R5.4.17									
と殺年月日	R5.4.18									
枝肉重量	668	570.5	653.5	615.0	619.0	526.5	637.0	595.5	625.0	567.5
左半丸重量	337.5	284.5	324.5	311.0	311.0	264.5	320.0	298.0	314.0	283.5
ロース芯面積	81	83	76.0	88.0	98.0	96.0	81.0	86.0	74.0	76.0
バラの厚さ	9.2	8.8	9.1	10.2	9.2	9.1	9.3	8.7	9.6	9.1
皮下脂肪厚	2.9	3.2	5.80	4.40	6.50	2.90	3.20	2.10	3.60	2.00
推定歩留	75	76.1	72.1	75.9	74.7	78.8	75.3	77.1	74.4	76.5
筋間脂肪厚										
脂肪交雑	3	2.67	2.67	4	4	5	5	4	2.33	5
肉の色光沢	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
きめしまり	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
脂肪の光沢質	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
格付	A5									

調査牛番号	11	12	13	14	15	16	17	18
生年月日	R2.12.11	R2.9.12	R2.9.23	R2.9.25	R2.10.8	R2.10.9	R2.10.19	R2.11.1
子牛登記 記号番号	2020子登黒 2497	2020子登黒 1636	2020子登黒 1792	2020子古黒 948	2020子南黒 614	2020子登黒 1955	2020子登黒 1783	2020子登黒 2125
問合番号	2912470949006	2912211189014	2912671684005	2912728632002	2912517896010	2912662897005	2912609831006	2912641966006
母牛名号	かなこ	りょうめぐ	ゆりひらしげ	いわ28の14	ゆりふく	なつこ	ひらかわひろ	まえぞの39
登録番号	2912470949	2912211189	2912671684	2912728632	2912517896	2912662897	2912609831	2912641966
開始年月日	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22	R3.6.22
開始時日齢	193	283	272	270	257	256	246	233
終了日日齢	857	864		934	921	920	910	897
終了年月日	R5.4.17	R5.1.24	検定除外	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17	R5.4.17
と殺年月日	R5.4.18	R5.1.25		R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18	R5.4.18
枝肉重量	580.0	417		501	555	481.5	474	490
左半丸重量	288.0	207.5		248.5	276.5	240	237.5	244.5
ロース芯面積	72.0	61		78	80	71	66	66
バラの厚さ	9.1	8.8		8.2	9.4	8.4	7.6	8.3
皮下脂肪厚	2.6	3		4.8	3.1	2.7	3.2	3.2
推定歩留	75.3	75.3		74.5	76.4	75.8	74.3	74.6
筋間脂肪厚								
脂肪交雑	3.00	2.33		2.33	4	3	2.67	2.33
肉の色光沢	5	5		5	5	5	5	5
きめしまり	5	5		5	5	5	5	5
脂肪の光沢質	5	5		5	5	5	5	5
格付	A5	A5		A5	A5	A5	A5	A5

第二部 完了試験成績

第二部
完了試験成績

市販培地を活用したウシ体外受精卵作出技術の検討Ⅱ

担当：及川俊徳，佐藤秀俊

1 はじめに

近年、経膈採卵（OPU）は畜産現場でも実施される機会が増えてきており、民間の実施機関が増えたことが一因である。畜産技術協会主催による技術研修もここ数年各地で開催されさらに加速することが予想される。

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

昨年度は市販されている体外受精培地を用い胚発生成績、受精卵の耐凍性、受精卵移植の受胎性について検討したところ、市販培地で作出した胚の耐凍性が低いことが認められた。そこで、発生培地を一部改良することで耐凍性を確保しつつ胚発生成績も良好で凍結胚の受胎率も遜色ない体外受精卵の作出が可能であることを明らかにした。しかし、自作培地と比較した場合市販培地の卵割率は低いことが改善点として認められた。

そこで、今年度は、卵割率改善による胚発生成績の向上を目的として自作培地と市販培地を組み合わせることが胚発生成績に及ぼす影響について検討した。

2 材料および方法

1) 食肉処理場由来卵子の採取

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

2) 卵子の体外成熟（IVM）

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

3) 体外受精 (IVF)

精液は宮城県畜産試験場繋用の黒毛和種雄牛 1 頭の同一ロットの凍結精液を用いた。凍結精液を 38℃の温湯中で融解しスピッツ管に移した。当場の常法は[1]、融解した精液に 20mM カフェイン (Sigma-Aldrich) 添加 mTALP 液を加え 500G×5 分間、2 回洗浄した。精子濃度 2,000 万/ml となるように 20mM カフェイン添加 mTALP 液で懸濁し精子浮遊液を作成した。体外成熟卵子は、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、最終精子濃度 1,000 万/ml で IVF を実施した。

4) 体外発生培養 (IVC)

当場の常法[1]では、修正卵管合成液 (mSOF) に 20 μ l/ml の必須アミノ酸液 (×50、Gibco BRL)、10 μ l/ml 非必須アミノ酸 (×100、Gibco BRL)、1mM グリシン (ナカライ)、2mM タウリン (Sigma-Aldrich)、ITS supplement (最終濃度 5 μ g/ml インスリン、5 μ g/ml トランスフェリン、5ng/ml セレン、Sigma-Aldrich)、6mg/ml BSA (fatty acid-free、Sigma-Aldrich) を添加した培地を用いた。媒精から約 6 時間後にピペッティングにより卵丘細胞を除去し、mSOF に移して発生培養を行った。胚の観察は媒精開始から 72 および 192 時間後に行った。

5) 受精卵の凍結

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

6) 受精卵移植

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

7) 統計処理

パーセンテージのデータは χ 二乗検定または Fisher の正確確率検定により実施した。統計的な有意差判定に用いた P 値は 5%未満を有意差ありとした。

8) 実験計画

自作および市販培地の内容については表 1 に示した。試験区における培地の配置を表 2 に示した。市販培地は A 社製のもので体外発生培地には昨年度検討した培養液 2 種 (DMEM および RPMI1640) を添加し供試した。試験に供試した卵子数は 1 区 81 個、2 区 118 個、3 区 129 個、4 区 104 個であった。

表1 自作および市販の体外受精培地

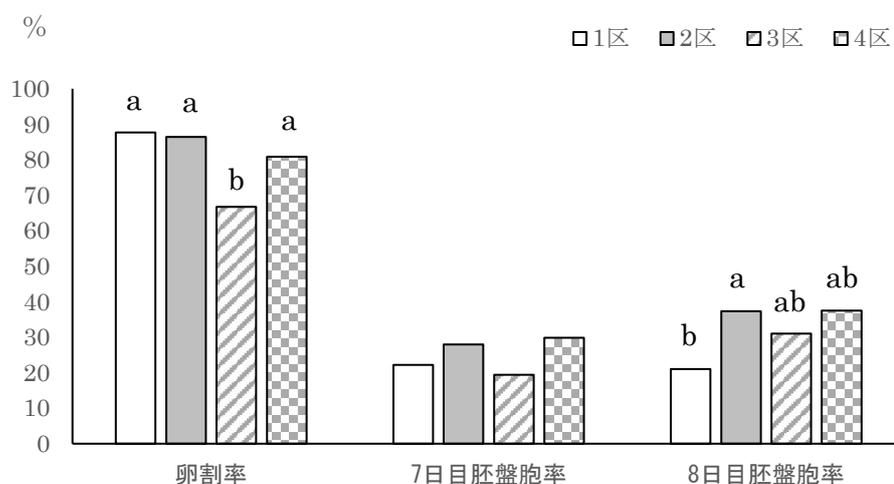
区分	成熟培地	体外受精	体外発生
自作培地	5%FBSM199+EGF+FSH+Py	BFM+Caffein +Heparin	mSOF
市販培地	BO-IVM	BO-IVF	BO-IVC (+RPMI+DMEM)

表2 試験区における培地の配置

試験区分	成熟培地	体外受精	体外発生
1区	自作	自作	市販
2区	自作	市販	市販
3区	市販	市販	市販
4区	自作	自作	自作

3 結果と考察

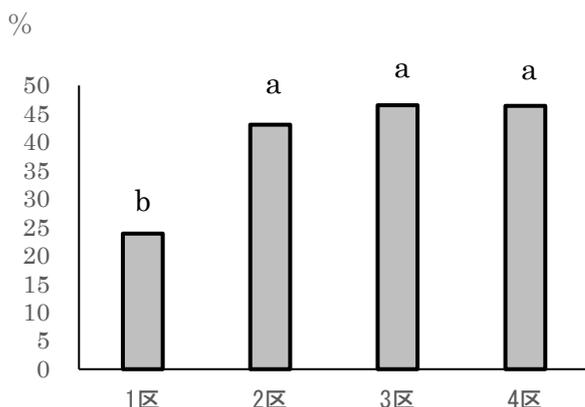
図1には体外受精成績を示した。卵割率は3区で66.7%と他の区と比較し有意に低く、8日目の胚盤胞率では2区37.3%は1区21.0%よりも有意に高い成績であった。3区と4区には有意な差は認められなかった。



異符号間に有意差あり, $P < 0.05$

図1 体外受精成績

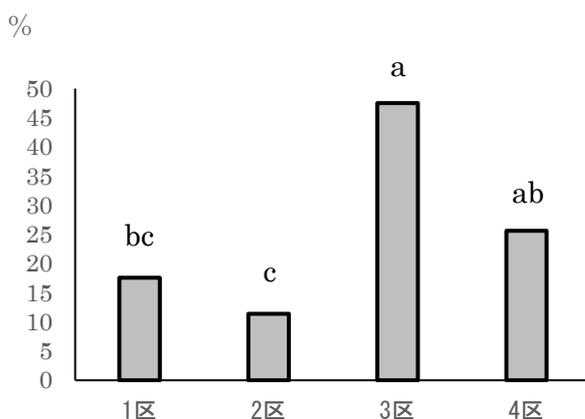
卵割した卵子が胚盤胞に発生した成績を図2に示した。1区23.9%は他の区と比較して有意に低い成績であった。



異符号間に有意差あり, $P < 0.05$

図2 卵割した卵子から発生した胚盤胞率

発生した胚盤胞のうち凍結保存した胚の成績を図3に示した。3区47.5%は1区17.6%および2区11.4%よりも有意に高い成績であり生産された胚盤胞の約半分が凍結可能であった。胚盤胞に発生したのものうち1区3個、2区5個、3区19個、4区10個を凍結保存した。



異符号間に有意差あり, $P < 0.05$

図3 発生した胚盤胞中の凍結胚率

表3には凍結保存した体外受精卵の移植成績を示した。1区、2区および3区はすべての凍結胚を移植していないことから現時点での受胎率の比較はできないが、3区において5頭受胎と最も多い成績であった。また、すべての区で受胎が確認できた。

表3 凍結体外受精卵移植成績

試験区分	凍結胚数	移植胚数	受胎数	鑑定待ち
1区	3	2	1	0
2区	5	1	1	0
3区	19	15	5	3
4区	10	10	1	0

今回、卵割率向上を目的として体外成熟を自作培地に変更することがその後の胚発生成績に及ぼす影響を検討した。確かに体外成熟を自作培地に変更すれば卵割率は80%以上となるが、体外受精や体外発生を市販培地で行うと、すべてを市販培地で行った場合と同じあるいはそれ以下の胚盤胞率となることが明らかとなった。市販培地は、卵割率は低くなるものの、その後の胚発生成績は良好であることが示唆された。凍結可能な胚盤胞に着目すると、市販培地のみで作出した胚盤胞の約半数が凍結可能であり質の良い胚盤胞を生産できることが明らかとなった。

凍結した体外受精卵の移植試験では、すべてを市販培地で作出した胚盤胞で最も多い受胎が得られたが、凍結した受精卵全てを移植していないことから現時点での受胎率は比較できない。

以上の結果から、卵割率向上を目的に市販培地と自作培地の最適な組み合わせを検討したが、使用する培地には相性がありそれを間違えると胚発生率や凍結可能胚生産の低下につながるということが分かった。

4 要約

ウシ体外受精に用いる培地作成の省力化を目的として、令和4年度は市販されている体外受精培地での胚発生成績、耐凍結性、受胎性について検討したところ、卵割率が低いことが明らかとなった。そこで、今年度は卵割率改善による胚発生成績の向上を目的として、自作培地と市販培地を組み合わせることが、胚発生成績に及ぼす影響について検討した。体外成熟を自作培地に変更すると卵割率は80%以上となるが、胚盤胞率は市販培地で行った場合と同程度となることが明らかとなった。凍結可能な胚盤胞は、市販培地のみで作出した場合、約半数が凍結可能であり質の良い胚盤胞を生産できることが明らかとなった。

以上の結果から、卵割率向上を目的に市販培地と自作培地の最適な組み合わせを検討したが、使用する培地には相性があり、それを間違えると胚発生率や凍結可能胚生産の低下につながるということが分かった。

5 参考文献

1. Oikawa T, Itahashi T, Numabe T. Improved embryo development in Japanese black cattle by in vitro fertilization using ovu7m pick up plus intracytoplasmic sperm injection with dithiothreitol. *J Reprod Dev* 2016; 38: 11-16.

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

担当：松尾賢吾、庄司宙希、曾地雄一郎、高橋伸和、中條満

1 はじめに

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

2 試験方法

1) 試験実施場所

畜産試験場種豚家きん部ミヤギノL2分娩舎

2) 試験区の構成、規模

材料：ランドレース種「ミヤギノL2」離乳子豚（去勢、雌）

試験区及び頭数：各年度とも、雄雌比及び3週齢時の体重を用いた各試験区の平均体重が同等になるよう群分けを行い、1週間の馴致の後試験に供した。試験区の設計について表1に示した。

表1 試験区の設計及び供試頭数

		R3	R4	R5
A区	対照区	8	8	9
B区	ワカメ区	8	8	9
C区	乳酸菌区 (S株)			9
D区	ワカメ+乳酸菌区 (S株)	8	8(7)	9
E区	(P株)	8(7)		
F区	(D株)		8	
合計		32(31)	32(31)	36

R3及びR4年度は発育不良により1頭解析時に除外

3) 試験期間

令和3年～5年の7月～10月

4) 試験方法

各区とも群飼、不断給餌、自由飲水とし、飼料は抗菌性物質不含のものを用いた。給与試験は4週齢で群分け、馴致後、5週齢から15週齢または16週齢まで実施した後、全頭剖検した。ワカメ粉末は、ワカメ加工残渣のうち茎部を入手し、場内で乾燥後粉砕し、使用時まで-20℃で保管した。ワカメ粉末は飼料に1%の割合で添加し、均一に攪拌後給与した。乳酸菌の給与量は想定体重に対し1kgあたり3mlとした。試験豚への給与

は、毎朝 1 回個別に経口給与した。

5) 調査項目

- (1) ワカメ粉末成分分析：水分、粗タンパク質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、NaCl、アルギン酸について一般財団法人日本食品分析センターに依頼し、分析した。
- (2) 発育成績：週 1 回の体重測定及び飼料給与量の記録より、平均体重、一日平均増体量、飼料要求率を算出した。
- (3) 糞便性状スコア：毎日豚房内に排泄された糞便を 10 か所観察し、便の性状を 0（正常便）、1（軟便）、2（泥状便）、3（水様便）の 4 段階に分け記録し、積算したものを各試験区のスコアとした。
- (4) 血中 GLP-2 濃度測定：10 週齢時に採血を行い、得られた血清を用いて、市販 ELISA キットを用いて測定した。
- (5) 回腸下部の絨毛陰窩長比測定：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。
- (9) 統計解析
発育成績は、性別、母豚、TLR5 多型、NOD2 多型、3 週齢時体重及び試験年の影響を考慮した一般化線形モデルを作成し分散分析を行った。糞便性状は、試験年の影響を考慮した一般化線形モデルを作成し分散分析を行った。また、その他の項目では、性別、母豚、TLR5 多型、NOD2 多型及び試験年の影響を考慮した一般化線形モデルを作成し分散分析を行った。なお、統計ソフトは R (version 4.3.2) を用いた。

3 結果および考察

ワカメ粉末の成分値を表 2 に示した。水溶性食物繊維の一種であるアルギン酸の成分値は過去に作製した粉末と同様であった。このことから、ワカメの収穫年の違いが粉末の成分に与える影響は小さいと推察された。また、給与した乳酸菌の株名および濃度は表 3 に示した。各年度に給与した乳酸菌の濃度は $3.6 \times 10^7 \sim 1.4 \times 10^8$ であり、10 倍以内だったことから、濃度の差が試験に与える影響は少ないと考えられた。

各試験区の発育成績を表 4 に示した。8 週齢-11 週齢の一日平均増体量で、試験区間に有意差がみられたものの、体重、全期間での一日平均増体量及び飼料要求率では、試験区間に有意差は認められなかった。また、有意差は得られなかったものの、乳酸菌を給与した C 区～F 区で飼料要求率が対照区より低値を示し、特にワカメと乳酸菌を給与した D 区及び E 区で低値を示した。C 区と D 区は同じ乳酸菌給与していることから、ワカメ粉末を添加した影響と考えられた。また、これらの結果から、乳酸菌を給与したとしても、株によって離乳子豚に与える効果が異なることが示された。

糞便性状スコアの結果を図 1 に示した。全ての年度で試験期間中に下痢の流行によるスコアの上昇は認められなかった。また、試験開始時に全ての試験区で 1.5 以上のスコアを示したが、供試豚に元気消失や体重減少はみられず、離乳による軽微な軟便と推察した。6 週齢において、C 区が B 区、D 区及び F 区に対し優位に低値を示したが、それ以外でスコアに有意差は得られなかった。全ての年度で下痢の流行や呼吸器症状及び下痢症状が認められなかったことから、供試豚は健康に発育し、免疫にストレスが与えられなかった結果、試験区間に差が生じなかったと考えられた。

血中 GLP-2 濃度測定結果を表 5 に示した。10 週齢の糞便において A 区が B 区と比較して有意に、F 区と比較して有意傾向で低値を示した。次に、回腸下部の絨毛陰窩長比の測定結果を表 6 に示した。絨毛陰窩長比では、A 区はと比較して D 区～F 区は優位に高値を示した。GLP-2 は腸の上皮細胞の分裂を促進するが、GLP-2 の結果と絨毛陰窩長比の結果が一致しないことから、GLP-2 が離乳時に委縮した腸管の回復に与える影響は小さい可能性が考えられた。また、絨毛陰窩長比ではワカメと乳酸菌を同時給与した D 区～F 区全てで有意な高値を示し、ワカメと乳酸菌の同時給与の効果が示されるとともに、全ての年度で同様の結果がみられたことから、ワカメ粉末と乳酸菌の同時給与によって離乳時の下痢で委縮した絨毛の回復促進効果の再現性が確認された。また、F 区が最も高値を示し、絨毛陰窩長比においても給与する株によって結果に差が出ることを示された。今回の結果では、飼料要求率では D 区及び E 区が良い結果を示したが、絨毛陰窩長比では F 区が最も良い結果を示した。

乳酸菌は水溶性食物繊維を分解し短鎖脂肪酸を生産する¹⁾が、短鎖脂肪酸は腸の上皮細胞のエネルギー源となる²⁾。また、乳酸菌は腸の免疫を刺激し賦活化することが知られている³⁾。よって、上記の結果はワカメと乳酸菌を同時に給与した結果と考えられた。一方で、給与した乳酸菌によって結果が異なることから、株の選択が重要であり、本試験では、飼料要求率の低値と絨毛陰窩長比の高値を示した、D 区及び E 区で用いた *L. salivarius* 及び *L. palantarum* が有用であると考えられた。

表2 ワカメ加工残渣の成分値

分析項目	R5	R4	R3
水分	6.2%	6.2%	9.1%
粗たんぱく質	5.5%	3.8%	6.6%
粗脂肪	0.4%	0.7%	0.9%
粗繊維	7.7%	5.9%	5.3%
粗灰分	48.4%	52.2%	49.0%
可溶無窒素物	31.8%	31.2%	29.1%
ナトリウム	3.61%	4.21%	4.27%
塩分(NaCl)	9.17%	10.7%	10.8%
アルギン酸	24.8%	21.2%	19.4%

表3 供試乳酸菌の株名および濃度

乳酸菌株	給与年	濃度(CFU/ml)
S株 <i>Ligilactobacillus salivarius</i>	R3	1.0×10 ⁸
	R4	4.6×10 ⁷
	R5	1.4×10 ⁸
P株 <i>Lactiplantibacillus palantarum</i>	R3	3.6×10 ⁷
D株 <i>Lactobacillus delbrueckii</i>	R4	4.7×10 ⁷

表4 発育成績結果

体重(kg)	A	B	C	D	E	F
5週齡	10.0	9.9	10.2	10.3	10.7	10.6
8週齡	22.6	23.0	23.2	23.1	22.8	22.9
11週齡	40.8	39.1	39.8	39.6	39.8	40.1
15週齡	66.6	63.9	63.3	65.6	65.3	65.1
一日平均増体量(g)	A	B	C	D	E	F
5週齡 - 8週齡	601	622	623	607	573	585
8週齡 - 11週齡	863 ^a	770 ^b	790	788 ^b	813	823
11週齡 - 15週齡	942	896	860	957	928	938
全期間	816	775	769	802	787	799
飼料要求率	A	B	C	D	E	F
5週齡 - 8週齡	1.62	1.62	1.58	1.59	1.67	1.66
8週齡 - 11週齡	2.01	2.10	2.13	2.06	1.89	2.03
11週齡 - 15週齡	2.81	2.80	2.76	2.63	2.66	2.65
全期間	2.30	2.31	2.27	2.23	2.19	2.26

最小二乗平均値、a-b:p<0.05

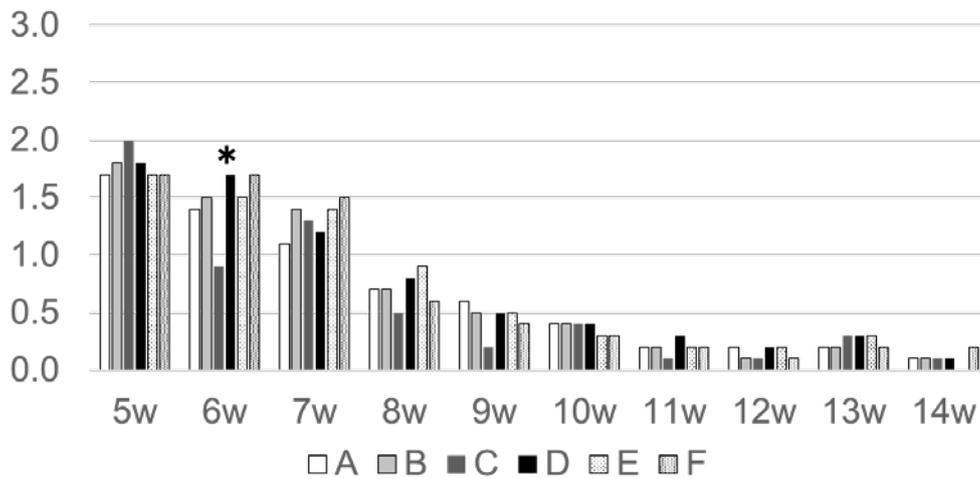


図1 糞便スコア成績

表5 血中GLP-2濃度測定結果

採材週	10w				
試験区	A	B	C	D	F
GLP-2濃度 (pg/ml)	494 ^{a,c}	692 ^b	566	554	727 ^d

a-b:p<0.05, c-d:p<0.1

表6 回腸下部の絨毛陰窩長比

試験区	A	B	C	D	E	F
絨毛陰窩長比	2.0 ^a	2.1	1.6	2.3 ^b	2.4 ^b	2.7 ^b

最小二乗平均値、a-b:p<0.05

4 要約

離乳子豚にワカメ粉末及び乳酸菌を給与した結果、発育成績では試験区間に差は認められなかった。一方で、ワカメ粉末及び乳酸菌の給与により、飼料要求率が低い値となり絨毛陰窩長比が高い値を示したことから、離乳によって損傷した絨毛の回復促進効果が認められた。また、給与する乳酸菌の株によって結果が異なり、今回の試験結果では *L. salivarius* 及び *L. palantarum* が有用であると考えられた。

5 引用文献

- 1) 新たな臓器としての腸内細菌叢. 安藤朗. 日消誌 2015 : 112 : 1939—1946
- 2) 経腸栄養における食物繊維の役割について. 天江新太郎. 日重障誌 2018 : 43(1) : 63-69
- 3) 乳酸菌の免疫調節機能. 八村敏志. Jpn J Lactic Acid Bact 2007 : 18(2) : 54-57

6 協力研究機関

東北大学大学院農学研究科、宮城大学食産業学群、農研機構動物衛生研究部門

子実用トウモロコシの水田における栽培技術の確立

担当：杉本達郎、天野祐敏

1 はじめに

水田や畑における輪作体系での地力低下や連作障害対策として、子実用トウモロコシを導入し、濃厚飼料原料としての取り組みを支援するため、水田における栽培技術を確立する。

宮城県の転作田では、大豆作付面積は約10,000haあり、北海道に次いで多い。県内では、大豆用の播種機や汎用コンバインの所有が多いので、これを活用することにより、コストをかけずに子実用トウモロコシを輪作体系に組み入れることが可能となる。

2 試験方法

1) 試験 1. 緩効性肥料施肥試験（令和4年度試験）

試験区の構成：緩効性肥料施肥区 硫安65kg/10a+緩効性肥料（60日S型）10kg/10a
対照区 硫安75kg/10a ※両区ともN-P-K=15-0-0程度

2) 試験 2. 播種作業体系比較試験（令和4年度試験）

試験区の構成：播種前鎮圧区 全層施肥+播種前に整地
側条施肥区 全層施肥+側条施肥

3) 試験 3. 殺虫剤散布試験（令和5年度試験）

試験区の構成：殺虫剤1回散布区 クロラントラニリプロール水和剤1回散布
（品種：KD106）
殺虫剤2回散布区 クロラントラニリプロール水和剤2回散布
（品種：KD106）
対照区 殺虫剤散布なし（品種：P9027）

4) 試験 4. 排水対策試験（令和5年度試験）

圃場条件：本暗渠なし、排水不良（令和4年作の収量は著しく低い）
排水対策：補助モミ殻暗渠施工（スガノ農機、モミサブロー）
試験区の構成：ほ場中部（中区）
ほ場下部（下区）

5) 作業時間・経営収支の評価

試験協力経営体の標準的な圃場における作業時間、経営収支を評価した。
・経営体の子実用トウモロコシ作付面積は40ha規模。
・子実用トウモロコシの他に、水稻、麦、大豆を作付け。

3 結果と考察

1) 試験 1. 緩効性肥料施肥試験（表1）

- ・両区において発芽停滞が生じ、その後アレチウリ等の雑草が繁茂した。
- ・緩効性肥料区が対照区と比較して、子実収量15%多収となった（有意差なし）。

表1. 試験1（緩効性肥料施肥試験）結果

試験区	供試品種	RM	発芽良否	子実含水率 (%)	乾物子実重 (kg/10a)
緩効性肥料区	SL0746	95	2.2	28.4	1174
慣行区	SL0746	95	1.8	27.3	1015

2) 試験 2. 播種機械作業体系比較試験 (表 2)

- ・側条施肥区で、株間のバラツキが大きかったが、鎮圧区では精度が一定に保たれた。ただし、異なる播種機を用いたため、播種機の性能差を含むことに留意が必要である。
- ・鎮圧区で稈長、稈径が有意に高い値を示した。子実収量も側条施肥区と比較して53%となった。ただし、側条施肥区で鎮圧区より湿害が強かったことが想定されることに留意が必要である。

表2. 試験2 (播種機械作業体系比較試験) 結果

試験区	供試品種	RM	株間 (cm)	株間 標準偏差	稈長 (cm)	稈径 (mm)	子実含水率 (%)	乾物子実重 (kg/10a)
鎮圧区	P9027	95	18.8	3.3	209 ^a	23.8 ^a	32.5	882 ^a
側条施肥区	P9027	95	19.7	12.9	191 ^b	17.1 ^b	32.8	575 ^b

a-b : p<0.05

3) 試験 3. 殺虫剤散布試験 (表 3)

- ・殺虫剤散布により、赤カビ、虫害による折損・雌穂脱落・雌穂食害が低減された。殺虫剤1回と殺虫剤2回では差異は認められなかった。
- ・収量性では、殺虫剤散布区が多収の傾向で、子実含水率が有意に高い値となったが、品種の特性による可能性が否定できない。

表3. 試験3 (殺虫剤散布試験) 結果

試験区	品種	RM	赤カビ (%)	虫害			子実 含水率 (%)	子実 乾物重 (kg/10a)	子実中 フモニシン 濃度(ppm)
				折損 (%)	雌穂 脱落 (%)	雌穂 食害 (%)			
殺虫剤なし	P9027	93	14.3 ^b	11.1 ^b	27.8 ^b	9.3 ^b	15.5 ^a	929	11.9
殺虫剤1回	KD106	106	6.8 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	5.8 ^{ab}	21.1 ^b	1143	5.2
殺虫剤2回	KD106	106	4.7 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	2.2 ^a	20.9 ^b	1116	1.5

a-b : p<0.05

4) 試験 4. 排水対策試験 (表 4)

- ・不良条件の圃場であったが、発芽も良好であり順調に発育し、収量は排水良好圃場と比較して低いものの、一定収量を確保できた。
- ・有意な差は認められなかったが、排水の比較的良好な中区で稈長、稈径、子実乾物重で高い値を示した。

表4. 試験4 (排水対策試験) 結果

試験区	品種	RM	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	子実含水率 (%)	子実乾物重 (kg/10a)
中区	P9027	93	236	103	24.2	17.9	559
下区	P9027	93	226	95	23.5	17.4	508

5) 作業時間・経営収支の評価（表5～表6）

- ・作業時間は10aあたり2.71時間となり、他の作物（主食用米22時間、小麦5時間、大豆7時間）より短い作業時間となった。播種から収穫までの間は、特に時間がかからないことが確認できた。
- ・平均収量を約500kg/10aと仮定すると、収益性は10aあたり27,246円となり、40ha規模での作付けで収益が確保できるモデルが確認できた。

表7. 作業時間集計 (単位: 時間/10a)

作業	作業時間	作業人数	延作業時間
排水対策	0.67	1	0.67
堆肥散布	0.25	1	0.25
肥料散布	0.17	1	0.17
耕起	0.33	1	0.33
整地	0.08	1	0.08
播種	0.22	1	0.22
鎮圧	0.08	1	0.08
土壌処理剤散布	0.06	1	0.06
茎葉処理剤散布	0.08	1	0.08
殺虫剤散布	0.03	2	0.06
収穫作業	0.40	1	0.40
残穢処理	0.31	1	0.31
		合計	2.71

表8. 収支試算表 (単位: 円/10a)

	項目	金額
経費	種 苗 費	4,000
	肥 料 費	9,375
	農業薬剤費	4,401
	光熱動力費	3,208
	地 代	15,000
	水 利 費	9,000
	労 働 費	4,065
	小計A	49,049
	減価償却費	16,705
	小計B	16,705
経費合計(A+B)C		65,754
収入	品 代	18,000
	交 付 金	75,000
	収入合計D	93,000
所得	所得(D-C)	27,246

4 要約

- ・慣行性肥料により多収傾向が見られたが、発芽遅延、雑草繁茂もあり効果は判然としなかった。
- ・播種作業体系では、機械の違い、圃場条件の違いがあり、効果は判然としなかった。
- ・殺虫剤散布により、雌穂への食害、赤カビ被害が低減された。
- ・排水対策では、前年作と比較すれば改善が見られたが、同一圃場内で比較した場合は、比較的排水の良い箇所での発育、収量が高い値を示した。
- ・作業時間、収支については、作業時間が短く、所得を確保できるモデルが確認できた。

5 引用文献

なし

6 研究協力機関

なし

附 録

- I 令和6年度試験研究課題
- II 令和6年度新規試験研究課題の紹介
- III 宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程・
宮城県畜産試験場試験成績書執筆要領

I 令和6年度試験研究課題

課 題 名	対象区分	専門部門	試験期間	試験場所	担当部
1 乳用牛のベストパフォーマンス発揮に向けた飼養管理手法の確立	乳用牛	生理・栄養	令 5～令 9	場内	酪農肉牛部
2 肉用種雄牛の検定	肉用牛	育種・繁殖	昭 55～	〃	酪農肉牛部
3 DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患等との関連に関する研究（牛）	肉用牛	育種・繁殖	平 11～	〃	酪農肉牛部
4 効率的な黒毛和種種雄牛造成とその活用法に関する研究	肉用牛	育種・繁殖	平 15～	〃	酪農肉牛部
5 アグリテック活用推進事業	肉用牛	育種・繁殖	令 3～令 6	〃	酪農肉牛部
6 牛の受精卵移植技術の実証	乳肉用牛	育種・繁殖	昭 58～	〃	酪農肉牛部
7 哺乳動物細胞の乾眠に関する基礎的研究	乳肉用牛	育種・繁殖	令 5～令 7	〃	酪農肉牛部
8 運動良好精子選別によるウシ顕微授精技術の検討	乳肉用牛	育種・繁殖	令 6	〃	酪農肉牛部
9 優良種豚供給体制の確立	豚	育種・繁殖	平 21～	〃	種豚家きん部
10 DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患との関連に関する研究（豚）	豚	育種・繁殖	平 8～	〃	種豚家きん部
11 本県産系統豚の能力向上技術の確立	豚	生理・栄養	令 2～令 6	〃	種豚家きん部
12 薬剤削減のための豚腸-肺免疫連関実証事業	豚	生理・栄養	令 6～令 8	〃	種豚家きん部
13 飼料作物・牧草適応品種の選定	草地飼料作	草地生産管理	昭 57～	〃	草地飼料部
14 子実用トウモロコシを導入した高収益・低投入型ブロックローテーション体系の構築	草地飼料作	草地生産管理	令 5～令 7	場内	草地飼料部
15 気象変動に適応した飼料作物の栽培管理	草地飼料作	草地生産管理	令 3～令 7	〃	草地飼料部
16 除染後の牧草地における草地管理技術の確立	草地飼料作	草地生産管理 放射能関連	平 31～令 7	現地	草地飼料部
17 堆肥の利用拡大に向けた「特殊肥料等入り指定混合肥料」の製造及び利用方法の検討	草地飼料作	草地生産管理	令 4～令 6	場内	草地飼料部

Ⅱ 令和6年度新規試験研究課題の紹介

1. 運動良好精子選別によるウシ顕微授精技術の検討
2. 薬剤削減のための豚腸-肺免疫連関実証事業

試験研究計画設計書 (2024 年 7 月作成)

東北 > 畜産草地 > 家畜育種・繁殖 > 豚 > 宮城畜試

課 題 名 : 薬剤削減のための豚腸-肺免疫連関実証事業

担当部署名 : 宮城畜試・種豚家きん部・養豚家きんチーム、原種豚チーム

担 当 者 名 : 今井勇志、小林朋生、庄司宙希、曾地雄一郎、高橋伸和、武田正寛

協 力 分 担 : 東北大学大学院農学研究科

予算(期間) : 受託 (2024 年-2026 年)

1. 背景・目的並びに期待される成果

1) 背景・目的

我が国の養豚産業において、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り、子豚の斃死や、成長過程での損耗、飼料効率の低下のみならず、生産物としての豚肉の品質にも影響を及ぼす。感染症への対策として、各種の病原体に対応したワクチンの開発が行われてきたが、大腸菌症やサルモネラ症のように原因となる細菌の血清型が多岐にわたりワクチン開発による制御が困難な感染症も多い。

また、最近になって、豚の慢性感染症や下痢等の腸管感染症において、宿主の腸内細菌叢や乳酸菌等のプロバイオティクスが種々の感染症発症や制御に大きく関わることや、豚の抗病性が品種改良により向上する可能性が示唆されている。

本研究では抗菌剤不含飼料を給与した試験豚にワカメ残渣粉末および乳酸菌溶液を給餌し、肺の病変調査および絨毛陰窩長比の測定を行い、イムノシンバイオティクスの豚腸-肺免疫連関に対する効果を検証する

2) 期待される成果、普及性

- ・イムノシンバイオティクスが豚腸および肺の免疫に与える効果の実証
- ・未利用資源であるワカメ残渣の有効活用

2. 既往の関連成果

- ・イムノシンバイオティクスと DNA マーカによる豚の腸内環境改善を介する抗病原性向上手法の開発事業 (2021-2023)

3. 本年度のねらいと目標

NLRP3 遺伝子多型を揃えた試験豚群に抗菌剤不含飼料+ワカメ残渣とワカメ資化性乳酸菌溶液を給与し、豚の腸および肺の免疫に与える効果を検証する。

4. 試験研究方法

1) 試験実施場所 : 畜産試験場種豚家きん部原種豚チーム豚舎

2) 試験区の構成、規模 : ミヤギノ L 2 3 6 頭

3) 調査時期、調査項目

調査時期 : 令和 6 年-令和 8 年

調査項目 : 発育成績 : 体重、飼料給与量、一日平均増体量、飼料要求率

糞便成績 : 豚舎内に落ちている 10 個の糞便を 4 段階のスコアで評価

その他 : 血中 GLP-2 濃度測定、糞便、血清、鼻腔液および唾液の IgA 濃度、回腸下部の絨毛陰窩長比測定

5. 本年度成果による研究課題全体に対する進捗割合 (想定)

30 %

Ⅲ 宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程・宮城県畜産試験場試験成績書執筆要領

宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程

宮城県畜産試験場で行った研究の成果は、次の刊行物により発表する。

宮城県畜産試験場試験成績書（以下「試験成績書」という）

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

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

付則、この規程は令和4年5月26日より施行する。

宮城県畜産試験場試験成績書執筆要領

宮城県畜産試験場試験成績書刊行規程に基づき、次のように定める。

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

なお、一つの表(図)を分割した場合は、表1-1(図1-1)のようにする。

- 6) 「4. 要約」は、目的、方法、結果、結論の要点を簡潔、明瞭に記す。
- 7) 引用文献リストの書き方は、次のとおりとする。
 - (1) 雑誌 番号) 著者名*. 西暦発行年. 標題. 誌名 巻(号)** ; 引用ページ (各項目の後のピリオドは必ず付ける。) **通巻ページのものには"号"を入れない。
 - (2) 単行書 番号) 著者名(編・訳者名). 西暦発行年. 書名. 版次(初版以外の場合). 発行地(東京以外の場合). 発行所. 引用ページ*
 - (3) 著者名
著者名は姓、名の順に記載する。2名以上の場合は、カンマ(,)で、区切り、列記する。
 - (4) 記載例
 - 6) 古池寿夫.1978.機械的手段による雑草防除.雑草研究 23:49-54
 - 7) 永田雅輝,御手洗正文.1975.小型トラクタ用ウィードに関する研究.第5報.甘しよ.ラッカセイ.ナタネ.ダイズに対する適用性.農機誌 37;171-178
 - 29) 渡辺兵力.1978.村落の理解(渡辺兵力編著,農業集落論) 竜溪書舎.p.21
 - 5) Nielsen.R.L. 1977. Response of soybean Cultivars to narrow rows andplanting rates under weed-free conditins. Agron.J.69:89-92
 - 3) Bakos.K.;Nilsson.A.1969. Respons of soybean plant to planting patterns. Agron. J.61:290-293

5. 原稿の作成は以下を参考にする。

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

なお、1~6の項目はMSゴシック体、太文字、10.5ポイントとする。
 - 2) 本文の項目およびこれを細分する項目に見出し番号を付ける場合は次の順序とする。
 1. (MSゴシック体、太文字、10.5ポイント)
 - 1) (以下、MS明朝 10.5ポイント)
 - (1)
 - a
 - a)
 - (a)
- 3) 本文の最初の行は、1文字下げとする。
- 4) 数字は原則としてアラビア数字を用いて半角で入力する。ただし、次のような場合は漢数字を用いる。
 - ① ひと(つ)、ふた(つ)のように読む場合 例:3本一組、二つ目
 - ② 数の概念が薄い場合 例:一般
 - ③ 概数を表すような場合 例:十数倍
 - ④ アラビア数字と併用し、大きな数字を表すとき 例:2万回
 - ⑤ 慣用となっていると認められる場合 例:一酸化炭素、二乗
- 5) 学術用語は各学会の用語集に従う。専門用語は各分野の使用法に従う。

正誤表は原則として発行しない。

付則) この要領は令和4年5月26日より施行する。

編 集 委 員

福 田 純 子 高 橋 弘 晃

及 川 俊 徳 曾 地 雄 一 郎

天 野 祐 敏

宮城県畜産試験場試験成績書（令和5年度）

令和6年8月発行

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

