

課題名：優良な常陸牛増産のためのゲノミック評価に関する試験研究事業
担当部署名：畜産センター・繁殖技術・ゲノム研究センター
予算(期間)：国補 (2022-2026 年度)

1. 目的

常陸牛のブランド力を向上させ、全国トップブランドの地位を確立させるためには、品質の安定化とエビデンスに基づく他銘柄との差別化が必要である。

肉質6形質（枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留、BMS）、脂肪酸（オレイン酸等）について、ゲノミック評価を実施することにより従来よりも早期に優良な常陸牛が増産可能となり、品質の安定化と改良の効率化を図る。また、赤身の旨味に着目した遺伝的改良に取り組むことで、他銘柄との差別化についても検討する。

今回、肉質6形質、脂肪酸をゲノミック評価するための SNP 配列データ蓄積及び旨味に関わるイノシン酸関連遺伝子の保有状況を調査した。

2. 方法

常陸牛の肉質、旨味の改良を行うための基礎となるゲノムデータを蓄積するとともに、それぞれの関連性を調査した。

- (1) 肉質に関する研究：肉質6形質及び脂肪酸のゲノミック評価を行うには、まずゲノム育種価を算出しなければならない。肥育牛の DNA サンプルについてマイクロアレイ及び解析ソフトを用いてゲノムデータ (SNP 型) の解析を行い、それに付随する枝肉情報データとあわせて基礎データとした。ゲノム育種価の算出にはこの基礎データを最低 5,000 頭分蓄積する必要があるため、今年度 1,000 頭を目標に解析を実施した。
- (2) 旨味に関する研究：イノシン酸関連遺伝子の県内保有状況を調査するため、繁殖雌牛及び肥育牛から採取した DNA サンプルを用いて PCR 検査を実施し、保有状況の調査を行った。

3. 結果の概要

- (1) 肉質に関する研究としては、と畜場に出荷された肥育牛の腎周囲脂肪等の DNA サンプルを用い、1,411 頭について訓練群として SNP 解析を実施した。
- (2) 旨味に関する研究としては、肥育牛から採取した DNA サンプル 240 頭分(2022 年度 94 頭、2023 年度 146 頭)についてイノシン酸関連遺伝子の PCR を実施した。遺伝子保有率は優良形質ホモ 19%、ヘテロ 52%、劣性形質ホモ 29%で優良形質ホモの保有率が低い結果となった。

4. 結果の要約

旨味に関する研究では県内肥育牛における関連遺伝子の保有状況を調査した。優良形質ホモの保有率が低い結果となり、今後繁殖による改良の余地があると考えられる。

SNP データとともに今後も引き続きデータ収集、蓄積を行う予定である。

課題名：常陸牛品質向上のための脂肪酸関連遺伝子と美味しさ成分等との関連性の解明
担当部署名：畜産センター・繁殖技術・ゲノム研究センター
予算(期間)：国補(2021～2025年度)

1. 目的

近年の研究で脂肪酸合成に関わる遺伝子が明らかになっているが、これらの遺伝子の働きと牛肉のおいしさとの関連性は不明な点が多い。遺伝子と牛肉のおいしさの関係を解明することで、おいしさをもとにした種雄牛や繁殖雌牛の選定など肉用牛の育種改良が期待される。また、モモ肉の熟成による科学的変化や条件を明らかにすることで、付加価値をつけ消費拡大を図るメリットは大きいと考えられる。そこで、遺伝子とおいしさの関連性の解明による肉用牛の育種改良と、和牛のモモ肉の熟成によるおいしさに関与する因子を探索・解明する。

2. 方法

(1) 遺伝子とおいしさの関連

試験材料

常陸牛リブローズを真空包装後、分析まで-30℃で凍結保管した。

試験方法

脂肪酸組成：Folch法で脂肪を抽出、0.5Nメタノール塩基で処理し、GCで分析した。

香気成分：Solvent Assisted Flavor Evaporator (SAFE)で蒸留後、クデルナダニッシュ濃縮装置で濃縮した。濃縮液をGCMSで分析した。

遺伝子解析：PCR-RFLP法で脂肪酸関連遺伝子の遺伝子型を判定した。

(2) モモ肉の熟成とおいしさの関連

試験材料

常陸牛外モモ肉を真空包装後、2℃で10、20、30、40、50日間熟成したものを分析まで-30℃で保管した。

試験方法

せん断力価：試験材料を1.0×1.0×5.0cmに成型後、クリープメーターを用いて、筋繊維に対し垂直にせん断した際の最大応力をせん断力価とした。

遊離糖：80%エタノールで抽出後、エバポレーターで乾固した。乾固物に蒸留水を添加し得られた可溶性画分を高速液体クロマトグラフィーで分析した。

3. 結果の概要

(1) 遺伝子とおいしさの関連

和牛香の主成分であるラクトン類と特定の脂肪酸の間に有意な相関がみられた。また、脂肪酸関連遺伝子の遺伝子型により、不飽和脂肪酸およびラクトン含量が変化した。

(2) モモ肉の熟成とおいしさの関連

熟成によりせん断力価は減少した。また、還元糖は熟成により増加した。

4. 結果の要約

遺伝子とおいしさの関連では、脂肪酸関連遺伝子と脂肪酸組成および香気成分の関係を検討した。その結果、脂肪酸関連遺伝子の遺伝子型により不飽和脂肪酸およびラクトン含量が変化した。モモ肉の熟成とおいしさの関連では、熟成によりせん断力価が減少、還元糖が増加することを明らかにした。

課 題 名：黒毛和種における抗ミュラー管ホルモンを用いた効率的な体内胚生産方法
の検討

担当部署名：畜産センター・繁殖技術・ゲノム研究センター

予算(期間)：県単（2020-2023 年度）

1. 目的

常陸牛のトップブランド化を推進するなかで、安定的なウシ体内胚生産技術の確立が急務である。抗ミュラー管ホルモン（anti-müllerian hormone：AMH）は、卵巣内の発育過程にある卵胞の顆粒膜細胞から産生される糖タンパク質である。ヒト生殖補助医療領域では、血中 AMH 値が適切な過剰排卵処置法を決定する指標の一つとして用いられる。しかしながら、黒毛和種雌ウシ体内胚生産においては、血中 AMH 値の活用報告は少ない。本研究では黒毛和種雌ウシの AMH 値と採卵成績との関連性を解析することで、AMH 値を用いた効率的な体内胚生産方法を検討した。

2. 方法

(1) 黒毛和種繁殖雌牛の AMH 値を指標とした採卵成績との関連性および受精卵生産能力に応じた採卵回数適正化の検討

供 試 牛：黒毛和種繁殖雌牛

採 血：場内採卵スケジュールに合わせて実施。

調査項目：採卵成績（回収卵数、正常卵数等）及び AMH 値

(2) 黒毛和種繁殖雌牛の AMH 値を指標とした過剰排卵処理時の適正な FSH 投与量の検討

供 試 牛：黒毛和種繁殖雌牛 11 頭（高 AMH 値、低 AMH 牛に分類）

方 法：過剰排卵処理（当センター常法：18U）と FSH を常法（当センター）より高力価（24U）投与した。

調査項目：採卵成績及び AMH 値

(3) 黒毛和種育成雌牛の AMH 値を指標とした供卵牛早期選抜方法の検討

供 試 牛：黒毛和種雌牛 13 頭

採 血：娩出後、1 カ月齢から 13 カ月齢

採 卵：初産 4 カ月後

調査項目：採卵成績及び AMH 値

3. 研究期間を通じての成果の概要

(1) 黒毛和種繁殖雌牛の AMH 値を指標とした採卵成績との関連性および受精卵生産能力に応じた採卵回数適正化の検討

採卵時における AMH 値と採卵成績の関係性について相関解析を実施したが、有意

な相関は確認されなかった。一方で、一定の日齢以下のウシの血中 AMH 値と回収胚数および正常胚数において正の相関が確認された。

(2) 黒毛和種繁殖雌牛の AMH 値を指標とした過剰排卵処理時の適正な FSH 投与量の検討

過剰排卵処理における FSH 投与量を常法より高力価で実施した場合、AMH 値が高い牛の平均回収胚数は、常法と比較して約 1.7 倍となったが、AMH 値が低い牛では、ほぼ等倍であった。一方で、AMH 値が高い牛の平均正常胚数は、常法と比較して約 1.4 倍、AMH 値が低い牛では、約 0.9 倍であった。

(3) 黒毛和種育成雌牛の AMH 値を指標とした供卵牛早期選抜方法の検討

5-6 か月齢、9-10 か月齢における AMH 値と初回採胚における回収胚数および正常胚数の間には相関性は確認されなかった。一方で、12-13 か月齢における AMH 値と初回採胚における回収胚数および正常胚数の間に有意な正の相関が確認された。

4. 研究期間を通じての成果の要約

血中 AMH 値は早期段階での体内胚生産能力の評価によるウシの早期選抜、個体に応じた過剰排卵処理の製剤量の決定に一助する可能性が示された。

課題名：常陸牛増産のための抗酸化物質投与等による良質受精卵採取技術の開発に関する研究事業

担当部署名：畜産センター・繁殖技術・ゲノム研究センター

予算(期間)：国補 (2021-2024 年度)

1. 目的

本県では「常陸牛」のブランド力向上のため、受精卵移植を利用した優良雌牛の増頭及び肥育素牛の生産拡大を図っている。一方で、ウシの体内受精卵採取（採卵）成績は、個体や飼養環境等の要因により一定ではないため、効率的な採卵成績向上方法が求められている。

ヒト生殖補助医療分野では、酸化ストレスが卵質の低下等に影響すると考えられており、生体内の酸化ストレスの指標として活性酸素代謝物の測定が行われているが、ウシでは採卵成績との関連性は明らかではない。そこで、黒毛和種における採卵成績向上に係る要素を明らかにし、卵巣への酸化ストレス軽減作用が期待される抗酸化物質を用いた採卵成績向上方法を確立する。

2. 方法

(1) 血中セレン濃度の調査

供試牛：黒毛和種雌牛 10 頭

給与量：1 日あたり (QTI1000SE (有機セレンとして 1000ppm) 2.4g (/頭) のセレンを濃厚飼料に添加し、2 週間給与。

採血：セレン給与開始前、1 週目、2 週目に実施。

調査項目：血中活性酸素代謝物 (d-ROMs) 濃度、抗酸化能 (BAP) 濃度、セレン濃度

(2) セレン及びビタミン給与が採卵成績に与える影響の調査

供試牛：黒毛和種雌牛 12 頭

試験区：セレン給与区 (Se 区、n=6)、
セレン+ビタミン E 給与区 (Se+V.E.区、n=6)

給与：いずれも濃厚飼料に添加し給与

Se 区：(QTI1000SE を 2.4g/日/頭)

Se+V.E.区：(QTI1000SE を 2.4g/日/頭、ビタミン E50% 添加剤を 4 g/日/頭 (酢酸トコフェロールとして 2 g)

期間：採卵プログラム開始 1 週間前から採卵実施まで

採血：膣内留置型黄体ホルモン製剤挿入 (CIDRIN) 時、過剰排卵 (SOV) 処置開始時、人工授精 (AI) 時、採卵 (ER) 時

調査項目：採卵成績、d-ROMs 濃度及び BAP 濃度

セレン及びビタミン E 未給与時の各個体の採卵成績、d-ROMs、BAP 値の直近数値を用いた。

※試験開始前の直近数値を未給与時成績として比較した。

3. 結果の概要

(1) 血中セレン濃度の調査

表 1 より、セレン給与により、血中セレン濃度は給与前と比べて高まり、d-ROMs 濃度及び BAP 濃度は 1 週目 (W1) で高く、2 週目 (W2) で給与前と同等値となった。

(2) セレン及びビタミン給与が採卵成績に与える影響の調査

Se 区、Se+V.E.区において、いずれの採血時でも d-ROMs 濃度及び BAP 濃度に差は

なかった。表 2 より、採卵成績はセレン区において未給与時と比べて回収卵数が多いが有意差はみられなかった。

表 1. セレン給与時の血中セレン濃度の測定値と酸化ストレスマーカー測定値

測定項目	採血時点		
	給与前	W 1	W 2
血中セレン濃度 (ppb)	24.5±3.6 ^{ab}	69.5±6.4 ^{bc}	80.3±5.2 ^c
d-ROMs (U.CARR)	2721.9±308.8 ^{ab}	3032.1±180.2 ^{bc}	2716.2±249.8 ^{ab}
BAP (μ mol/L)	116.4±19.3 ^c	129.3±17.0 ^c	123.1±20.8 ^c

表 2. 各区における採卵成績

測定項目	採卵成績		
	給与時	未給与時	
Se 区	回収卵数	12.5 ± 9.8	2.8 ± 3.2
	正常卵数	3.3 ± 2.6	1.7 ± 2.5
	変性卵数	1.7 ± 1.5	0.5 ± 0.8
	未授精	7.3 ± 10.5	0.7 ± 1.1
Se + V.E. 区	回収卵数	10 ± 7.9	11.8 ± 7.9
	正常卵数	4 ± 3.7	5 ± 5.7
	変性卵数	4.2 ± 5.9	3 ± 2.4
	未授精	1.8 ± 1.5	3.8 ± 8.1

4. 結果の要約

黒毛和種雌牛において、血中セレン濃度はセレン給与により高まった。採卵成績、d-ROMs 濃度、BAP 濃度にセレン及びビタミン E の給与による影響はみられなかった。

課題名：牛の受精卵移植技術普及定着に関する研究
 担当部署名：畜産センター・繁殖技術・ゲノム研究センター
 予算(期間)：県単（1990年度～）

1. 目的

黒毛和種の受精卵移植技術の普及定着を図るためには、農家への安定した受精卵の供給と凍結保存受精卵の高い受胎率が必要である。そのために、受精卵の効率的な生産及び凍結・融解技術の確立を図り、本県の和牛繁殖雌牛や常陸牛の素牛生産を拡大する。

2. 方法

当センター飼養の供卵牛及び農家飼養牛（共に黒毛和種）を供試牛として、常法で過剰排卵処理を行い採卵した。凍結方法は、耐凍剤を用いた緩慢凍結法で行った。

3. 結果の概要及び要約

- (1) センター飼養供卵牛延べ 79 頭で採卵した結果は、回収卵数 647 個のうち正常卵は 224 個で、1 頭あたりの A～B ランク卵数は 2.3 個であった。過去 8 年のセンター飼養供卵牛の採卵成績は以下の表のとおり。採卵成績が落ち込む 8～10 月は採卵を避けたこと、個体に応じた過剰排卵処理プログラムを組んだこと（卵胞刺激ホルモン（FSH）投与量の変更、過剰排卵処理前の大卵胞除去処理実施）により、2020 年度に採卵成績は向上したが、2021 年度以降は供卵牛の老齢化により採卵成績が低下し、2023 年度は他の試験で FSH の投与量を変更したこと、夏季の暑さが厳しく 6 月や 11 月の採卵成績が落ち込んだことから、さらに採卵成績が低下した。

年度	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
採卵頭数（延べ）	79	80	74	72	103	117	107	59	38
回収卵数	647	645	711	707	687	927	824	638	409
正常卵数	224	301	346	385	321	406	385	210	204
A～B ランク卵数	181	224	270	313	251	343	229	103	132
1 頭当たり									
A～B ランク卵数	2.3	2.8	3.6	4.3	2.4	2.9	2.1	1.7	3.5

- (2) 農家飼養黒毛和種雌牛延べ 41 頭では、回収卵数 527 個のうち正常卵数は 293 個で、1 頭あたりの平均正常卵数は 7.15 個/頭、正常卵率は 55.6%であった。農家飼養ホルスタイン種雌牛の採卵は無かった。

- (3) センターで採卵した受精卵のうち県内農家等に譲渡したものは 180 個であった。

課題名：飼料作物品種選定試験（県単）
 高能力飼料作物優良品種選定調査（受託）
 担当部署名：茨城県畜産センター 飼養技術研究室
 予算(期間)：県単（1983年度～）、受託（2011年度～）

1. 目的

輸入飼料の飼料高騰等から家畜の生産コストが高まり、その大部分を占める飼料コスト低減の一助とするため、本県に適応し、収量向上に資する優良品種の利用・普及が求められている。

本2試験では、日本国内で市販されている牧草・飼料作物品種及び市販予定の新品種について品種比較試験を実施し、本県の気候・風土に適した優良品種を選定し、県奨励品種選定の基礎資料とすることにより、本県の自給飼料生産性向上を図る。

2. 方法

(1) イタリアンライグラス

供試品種 13品種（県単10品種、受託3品種）

試験方法 系統適応性検定試験実施要領に基づいた。

播種日：2022年10月27日

播種量：2倍体品種200g/a、4倍体品種300g/a、条播

区制：6.0m²（1.5m×4.0m）、4反復乱塊法

(2) 飼料用トウモロコシ

供試品種 11品種（県単6品種、受託5品種）

試験方法 系統適応性検定試験実施要領に基づいた。

播種日：2023年4月24日

栽植密度：714本/a

区制：10.5m²（3.5m×3.0m）、3反復乱塊法

3. 結果の概要

(1) イタリアンライグラス

表1 収量調査結果(極早生)

調査項目	生草収量(kg/a)			乾物収量(kg/a)			乾物率(&)	
	1番草3/27	2番草4/18	総収量	1番草3/27	2番草4/18	総収量	1番草3/27	2番草4/18
品種・系統								
さちあおば(標準)	406.8	113.0	519.8	51.0	14.9	65.9	12.6	13.2
ヤヨイワセ	405.9	138.0	543.9	49.7	18.0	67.7	12.3	13.1
Kyushu1	433.7	132.4	566.1	56.2	17.4	73.5	13.0	13.2
CV(%)	3.1	8.4	3.5	5.4	7.9	4.7	2.2	0.5

※異符号間に有意差あり(p<0.05, Tukey法)

「さちあおば」と比べて「Kyushu1」、「ヤヨイワセ」の順で生草及び乾物の総収量が高い傾向がみられた。

表2 収量調査結果(早生)

調査項目 品種・系統	生草収量(kg/a)			乾物収量(kg/a)			乾物率(%)	
	1番草4/13	2番草5/9	総収量	1番草4/13	2番草5/9	総収量	1番草4/13	2番草5/9
いなずまGT	521.5	134.3 b	655.7	86.7	19.9 b	106.6	16.6 a	14.8 a
タチマサリ	572.4	189.8 a	762.2	97.7	28.2 a	125.9	17.1 a	14.9 a
ニオウダチ	492.8	177.8 ab	670.6	77.7	25.9 ab	103.7	15.8 a	14.5 a
はたあおば(標準)	560.4	175.9 ab	736.3	91.4	25.5 ab	116.9	16.3 a	14.5 a
ライジン2	635.4	186.1 a	821.5	86.4	24.5 ab	110.8	13.6 b	13.2 b
CV(%)	8.7	11.5	8.3	7.5	11.1	7.0	7.7	4.3

※異符号間に有意差あり(p<0.05, Tukey法)

乾物総収量について、「はたあおば」と比べて「タチマサリ」で多い傾向がみられた。

表3 収量調査結果(中生・中晩生)

調査項目 品種・系統	生草収量(kg/a)			乾物収量(kg/a)			乾物率(%)	
	1番草4/17	2番草5/16	総収量	1番草4/17	2番草5/16	総収量	1番草4/17	2番草5/16
ガルフ	654.8	207.4	862.2	99.5	31.5	131.0	15.2	15.3
タチムシャ(奨励)	576.1 *	190.7	766.9 *	115.2	29.3	144.5	20.0	15.4
CV(%)	6.4	4.2	5.9	7.3	3.7	4.9	13.6	0.3
調査項目 品種・系統	生草収量(kg/a)			乾物収量(kg/a)			乾物率(%)	
	1番草4/25	2番草5/24	総収量	1番草4/25	2番草5/24	総収量	1番草4/25	2番草5/24
ヒタチヒカリ(標準)	599.3 ab	288.0	887.2	94.6 b	40.6	135.1	15.8 b	14.1 b
フウジンSR	679.8 a	258.3	938.1	120.5 a	36.8	157.3	17.7 a	14.3 ab
ピリケン(マンモスイタリアンB)	586.3 b	277.8	864.1	105.1 ab	43.2	148.3	17.9 a	15.5 a
CV(%)	6.7	4.5	3.5	10.0	6.5	6.2	5.7	4.5

※2倍体: *に有意差あり(p<0.05, t検定), 4倍体: 異符号間に有意差あり(p<0.05, Tukey法)

中生品種について、乾物総収量は「タチムシャ」が多い傾向がみられた。

中晩生品種について、乾物総収量は「ヒタチヒカリ」と比べて「フウジン SR」と「ピリケン(マンモスイタリアンB)」で多い傾向がみられた。

(2) 飼料用トウモロコシ

表4 生育・収量調査結果

早晩性	受託 品種	相対熟度 RM	倒伏30 (%)	倒伏60 (%)	折損(普通) (%)	熟度	生収量(kg/a)			乾物収量(kg/a)			乾物率(%)				
							茎葉重	雌穂重	総収量	茎葉重	雌穂重	総収量	茎葉	雌穂	総体		
早生	タリス	95	26.7	10.8	8.3	黄熟中期	166	160 a	326	54	83	137	32.6	52.0	42.1		
	○ DKC5144	105	18.8	23.3	7.5	黄熟後期	189	109 b	299	54	61	115	28.5	56.8	38.8		
	○ TH2176	105	15.0	4.2	5.4	黄熟中期	218	131 ab	349	61	73	134	27.9	55.9	38.4		
	TX1235	105	5.4	2.1	7.1	黄熟初期	260	149 a	409	68	77	146	26.0	51.9	35.5		
	○ 36B08	106	14.2	20.0	1.7	黄熟中期	247	141 ab	388	68	77	144	27.5	54.4	37.2		
	CV(%)		43.1	69.6	39.4		16.2	12.6	11.3	10.7	9.8	8.2	7.7	3.7	5.6		
中生	○ SH9702	120	28.3	8.3	1.3	黄熟中期	291	b	171	462	81 b	101	182	ab	27.7	59.1 a	39.4
	TX1162	120	16.3	10.0	2.1	黄熟中期	313	ab	174	472	84 b	90	175	ab	27.1	51.7 c	37.3
	○ KD731(標準)	123	21.3	7.9	2.5	黄熟中期	315	ab	140	456	91 ab	75	166	b	28.8	53.5 abc	36.3
	KD125	125	16.7	2.1	0.8	黄熟後期	359	ab	165	522	98 ab	87	185	ab	27.3	52.6 bc	35.4
	SM6343	126	7.9	0.0	2.5	黄熟中期	418	a	167	585	125 a	98	223	a	30.0	58.7 ab	38.2
	NS129S	129	7.1	0.8	2.1	黄熟中期	384	ab	168	552	114 ab	95	209	ab	29.8	56.4 abc	37.9
CV(%)		45.3	82.0	33.3		12.8	6.7	9.5	16.0	9.6	10.5	4.0	5.3	3.4			

※異符号間に有意差あり(p<0.05, Tukey法)

6月下旬の風雨により倒伏が多く発生した。早生品種では「TX1235」、中生品種では「SM6343」と「NS129S」で低い傾向がみられた。また、乾物総収量では、早生品種では「TX1235」と「36B08」、中生品種では「SM6343」で多い傾向がみられた。

4. 結果の要約

イタリアンライグラスでは、極早生「Kyushu1」、早生「タチマサリ」、中生「タチムシャ」、中晩生「フウジンSR」で乾物総収量が高い傾向がみられた。

飼料用トウモロコシでは、6月下旬の風雨による倒伏率が低かった。乾物総収量が高い傾向がみられた。

また、早生「TX1235」、中生「SM6343」および「NS129S」で乾物総収量が高い傾向がみられた。