

課題名：乳用牛へのファイトケミカル給与による繁殖成績及び乳生産性向上技術の開発に関する試験研究

担当部署名：飼養技術研究室

予算(期間)：国補(2017～2021年度)

## 1. 目的

ファイトケミカル的一种であるスルフォラファンは、ブロッコリーの新芽などに多く含まれ、ヒトでの試験では抗酸化能や肝機能を改善させることが報告されている。一方で、世界的なフードロス削減への取り組みにおいて、野菜カット工場などから出るブロッコリーなどの廃棄野菜の削減などが課題となっている。

本試験ではスルフォラファンを乳用牛に投与することにより、分娩前後における酸化ストレス低減効果、肝機能改善効果などの給与効果に加え、ブロッコリー及びより保存性が高いブロッコリーサイレージについての給与効果についても検討した。

## 2. 方法

〔試験1〕分娩前後におけるスルフォラファン給与試験

給与資材：スルフォラファン含有粉末(以下パウダー)

試験配置：対照群、給与群(パウダー10g/日給与)各8頭

採材計画：給与前(分娩前2週間)、分娩時、分娩1週間後、2週間後、4週間後

測定項目：肝酵素(GGT)、酸化ストレスマーカー(TBARS)、プロゲステロン

〔試験2〕ブロッコリーサイレージ(以下サイレージ)、ブロッコリー給与試験

給与資材：サイレージ、ブロッコリー

試験配置：サイレージ給与群4頭、ブロッコリー給与群8頭、対照群4頭、なお給与群はそれぞれ1kg/日を給与

採材計画：給与前、給与1週間後、2週間後

測定項目：肝酵素(GGT)、酸化ストレスマーカー(TBARS)

## 3. 研究期間を通じての成果の概要

〔試験1〕

- GGT値、TBARS値は給与群において低値で推移(図1)
- TBARS値については分娩後4週間において低値の傾向であった( $p < 0.1$ )。
- プロゲステロン値は1 ng/ml以上に回復することが分娩後の子宮修復の指標とされるが、1 ng/ml以上に回復した時期についても給与群のほうがより早期であった。

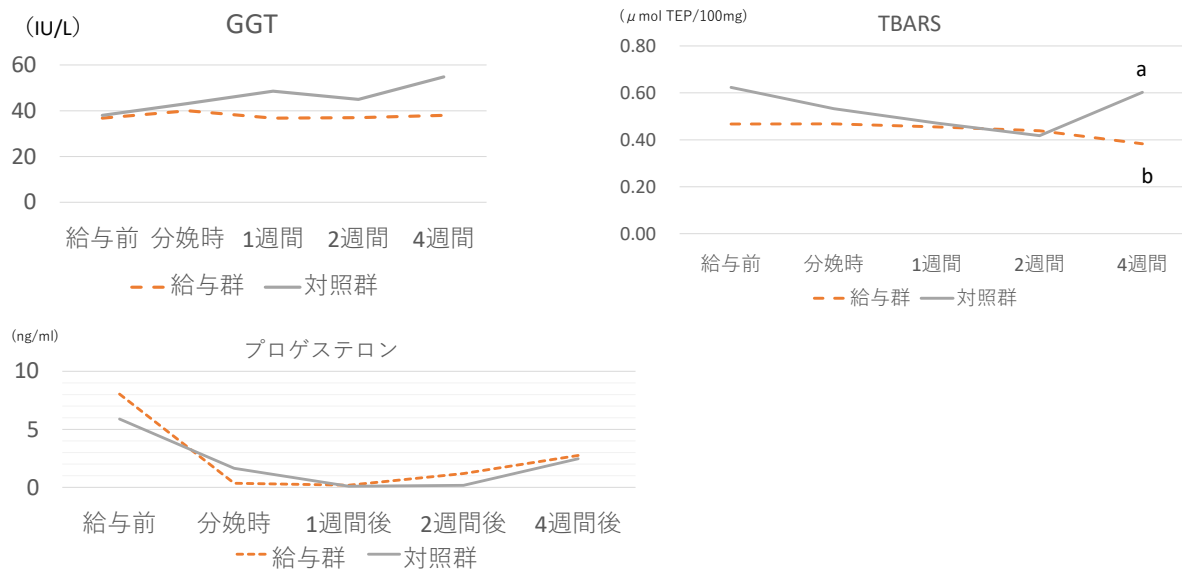


図1. 分娩前後におけるスルフォラファン給与試験での血中 GGT、TBARS、プロゲステロン値の推移 (a・b :  $p < 0.1$ )

〔試験2〕

- ・ブロッコリー、サイレージともに嗜好性は良好であった。(図2)
- ・GGT 値について、対照群と比較しサイレージ、ブロッコリー給与群において低値で推移した。
- ・TBARS 値についても給与2週間後において対照群と比較しサイレージ、ブロッコリー給与群において低値であり、特にサイレージ給与群において対照群より低値の傾向であった ( $p < 0.1$ ) 。

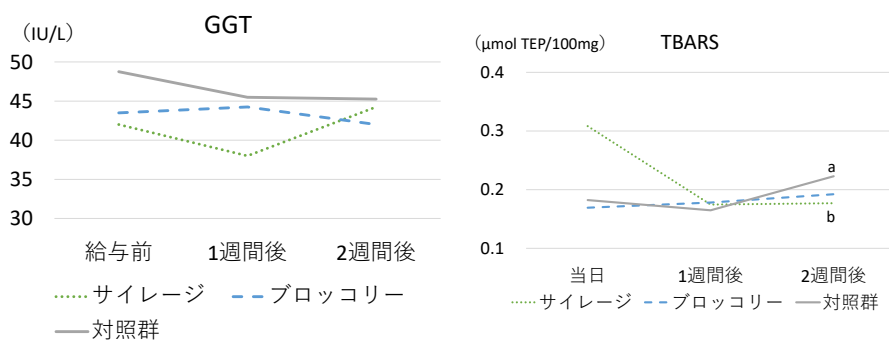


図2. サイレージ、ブロッコリー給与試験における血中 GGT、TBARS の推移 (a・b :  $p < 0.1$ )

4. 研究期間を通じての成果の要約

ブロッコリーやそのサイレージ、抽出粉末の給与により肝機能改善や酸化ストレス低減、分娩後早期回復に効果がある可能性が示唆された。また、冷凍加工工場などで残さ廃棄される予定のブロッコリーを回収、牛の飼料とすることでフードロス低減にも寄与すると考えられる。

課題名：抗ミューラー管ホルモンを指標とした効率的な体内胚生産の検討  
担当部署名：飼養技術研究室  
予算(期間)：県単（2020～2023年度）

## 1. 目的

人工授精の不受胎対策として受精卵移植が行われ、受精卵の需要が増加しているが、供卵牛の過剰排卵処理に対する卵巢の反応性や採卵成績には個体差があり、安定して受精卵を生産できない問題がある。一方、ヒトの不妊治療領域においては、抗ミューラー管ホルモン（AMH）を指標とした、過剰排卵処理方法の決定や卵巢低反応の予測などにより、効率的な受精卵の生産が行われている。しかし、ウシにおいては、AMHに関する報告は少ない。

黒毛和種雌牛の血中 AMH 濃度（AMH 値）と採卵成績との関連性を解析することで、AMH が採卵回数の適正化の指標および受精卵生産能力の高い個体の早期選抜の指標となるか検討する。さらに、AMH が過剰排卵処理時の適正な卵泡刺激ホルモン（FSH）投与量の選択指標となるか検討することで、効率的な受精卵生産技術の確立を図る。

2021 年度の試験では、黒毛和種雌牛の AMH 値を測定し、採卵成績（正常卵数）との関連性の解析を行った。また、AMH 値が採卵回数の適正化の指標として用いることができるかを調査する。

## 2. 方法

本課題では下記の3つの検討事項を元に、2020～2021 年度では1）、2）の課題、2022～2023 年度では2）、3）の課題を行う。

### 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

当センター飼養の黒毛和種繁殖雌牛について、CIDR 挿入時、過剰排卵処理前、採卵日に採血を行い、AMH 値を ELISA 法により測定した。採卵成績（反応数、回収卵数、正常卵数等）のデータを収集し、AMH 値との関連性を解析した。また、AMH 値と採卵成績との関連性から、AMH 値を採卵回数の適正化の指標として用いることができるかを検討した。

### 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

1) で得られた AMH 値と採卵成績のデータを基に、AMH 値を分類、指標化する。採卵予定牛に対して、指標により過剰排卵処理時の FSH 投与量を決定し、採卵を実施する。過剰排卵処理を常法で行った場合と指標により FSH 投与量を決定した場合で採卵成績を比較検討する。

### 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

当センター飼養の黒毛和種育成雌牛について、娩出後、1ヶ月齢から12ヶ月齢まで1ヶ月間隔で採血を行い、AMH 値を ELISA 法により測定する。初産後、4ヶ月後に採卵を実施し、採卵成績のデータを収集し、AMH 値との関連性を解析する。

## 3. 結果の概要

- ・供試動物には、茨城県畜産センター飼養の黒毛和種繁殖雌牛 40 頭を供試した。
- ・供試牛における血液サンプルの分析の結果、同供試牛における CIDR 挿入時と採卵日の血液サンプル大きな差がなく、AI 時に数値のバラつきが観測された。このことから、AMH 値の変動を抑え、血液サンプルの採取条件をそろえるにするために、採卵成績との比較に用いるサンプルは、供試牛の採卵時のものとするに決めた。
- ・供試牛における採卵成績と AMH 値について、単回の採卵における採卵成績（回収卵数、黄体数、反応数、正常卵数）と AMH 値の間には相関が見られなかった。
- ・一方で、供試牛の生涯での採卵における平均回収卵数と AMH 値の間には正の相関が見られた。

(図1)。また、直近3回の採卵における平均回収卵数と AMH 値の間には弱い正の相関が確認された(図2)。生涯での採卵における平均回収卵数と比較して、直近3回の平均回収卵数の AMH 値との相関が弱くなることから、採卵回数を多く重ねている牛について AMH 値との相関性が弱くなっている可能性が考えられる。

・また本試験と並行し、県内農家への出張採卵時に得られた各農家の飼養牛における採卵成績について分析を行ったところ、回収卵数と AMH 値の間に正の相関が確認された(図3)。

・AMH 値が単回での採卵成績との相関が見られず、平均値での採卵成績(平均回収卵数)との相関が強いことから、回数を決定する採卵回数の適正化の指標に用いることは難しいと考えられた。一方で、AMH 値と平均回収卵数の関係をもとに期待される回収卵数と実際の採卵数を比較し、減少率を求めることで、AMH 値が受精卵生産能力の低下の指標になる可能性が示された。

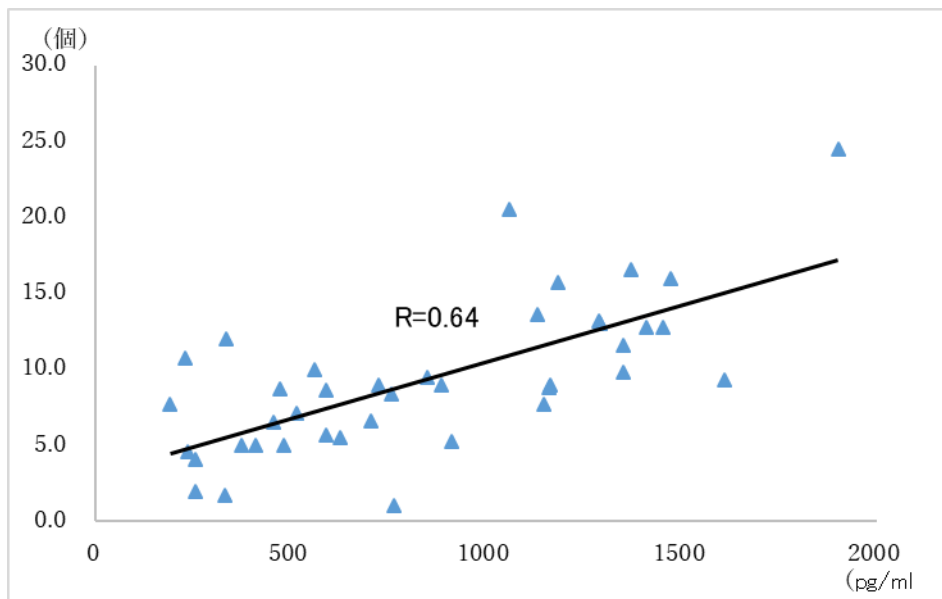


図1. 平均回収卵数と AMH 値の関係

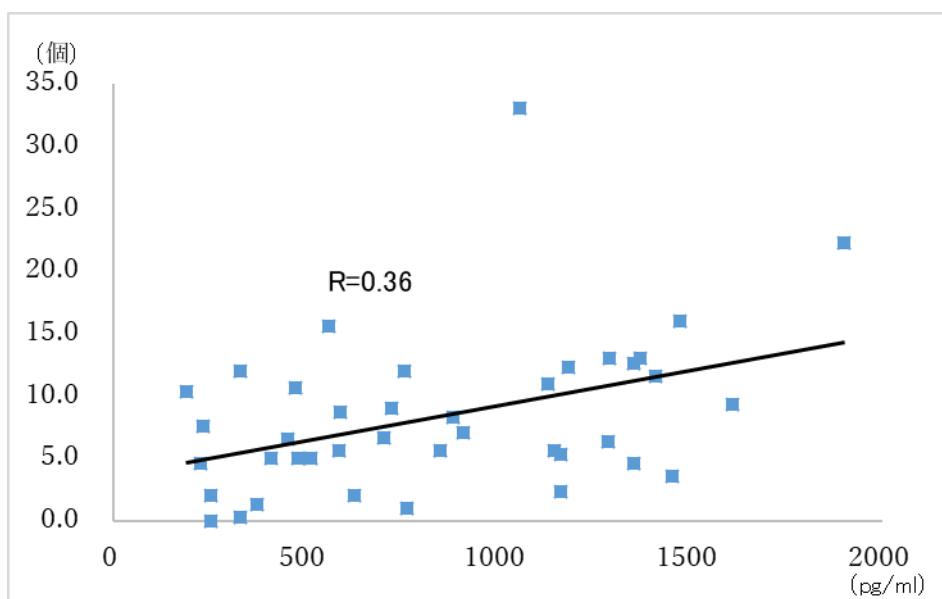


図2. 直近3回の採卵における平均回収卵数と AMH 値の関係

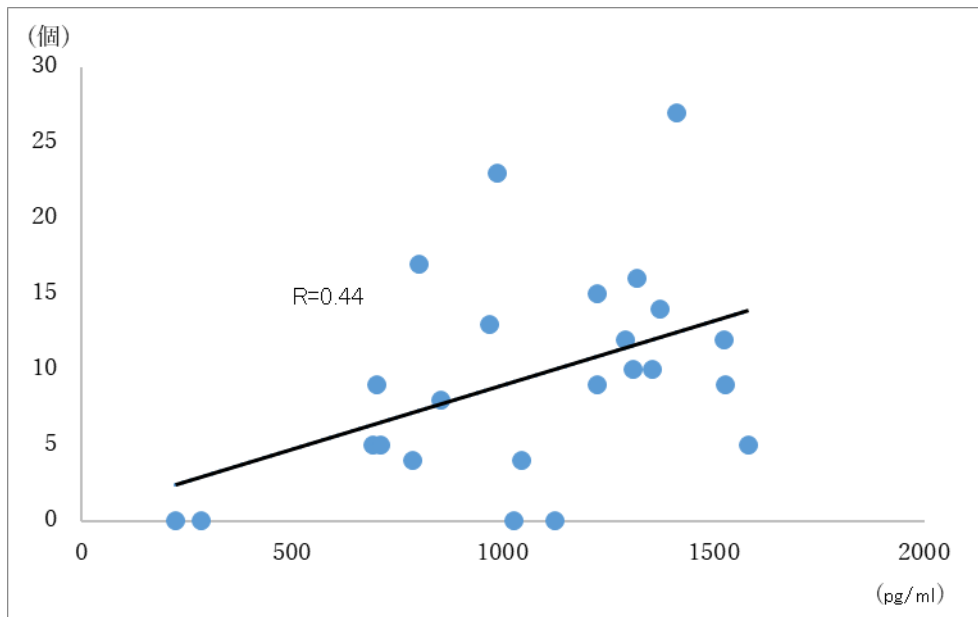


図3. 県内農家での採卵における回収卵数と AMH 値の関係

#### 4. 結果の要約

AMH 値と採卵成績について、単回での採卵成績（採卵数、黄体数、正常卵数）とは相関が見られなかったが、AMH 値と平均採卵数の間には正の相関が見られた。AMH 値は回数を決定する採卵回数の適正化の指標に用いることは難しいと考えられる。

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：飼養技術研究室・受精卵供給センター

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。

近年、ヒト生殖補助医療分野において、酸化ストレスによる卵質の低下等が考えられており、簡易かつ総合的に生体内の酸化ストレスを評価可能な活性酸素代謝物の測定が行われているが、ウシにおける採卵成績との関連性は明らかになっていない。

そこで、未解明である黒毛和種における活性酸素代謝物、個体や飼養環境等の要因と採卵成績の関連性を調査することで、採卵成績向上の要素を解明し、卵巣への酸化ストレス軽減作用があるL-カルニチン等の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

活性酸素代謝物（d-ROMs 値）及び抗酸化力（BAP 値）の動態を解明するため、当センター繋養の黒毛和種繁殖牛を一日繋ぎ飼い区で4頭、日中パドック放牧区で4頭供試し、日内において経時的に採血を実施した。その後、血中 d-ROMs 値及び BAP 値を測定し、酸化ストレス度（OSI 値：d-ROMs 値/BAP 値×100）を算出、日内動態を分析し、最適な採血時間を検討した。

最適な採血時間を検討後、当センター繋養牛の黒毛和種繁殖雌牛を8頭供試し、過剰排卵処理開始時（膣内留置型プロジェステロン挿入時）から採卵日において、各ステージで採血を実施した。その後、血中 d-ROMs 値及び BAP 値を測定し、OSI 値を算出、過剰排卵処理時の動態を分析し、採卵成績の関連性を解明するうえで最適な採血時期を検討した。

## 3. 結果の概要

日内の血中 d-ROMs 値及び BAP 値を測定し、OSI 値を算出、動態を分析した結果、一日繋ぎ飼い区及び日中パドック放牧区いずれにおいても、血中 d-ROMs 値、BAP 値及び OSI 値は日内変動が少なく、日内で採血時間を選択しなくて良いことが明らかとなった。

過剰排卵処理中の血中 d-ROMs 値及び BAP 値を測定し、OSI 値を算出、動態を分析した結果、血中 d-ROMs 値、BAP 値及び OSI 値は過剰排卵処理（SOV）開始後半から人工授精（AI）にかけて上昇しているようにみえたが、8個体に共通した動態はみられず、過剰排卵処理中で値がばらつくことが明らかとなった。この結果より、今後は活性酸素代謝物と採卵成績の関連性の解明において、膣内留置型プロジェステロン挿入時、SOV 開始時、膣内留置型プロジェステロン抜去時、AI 時、採卵時の全ステージで採血を実施し、採卵成績との関連性を解析することとした。

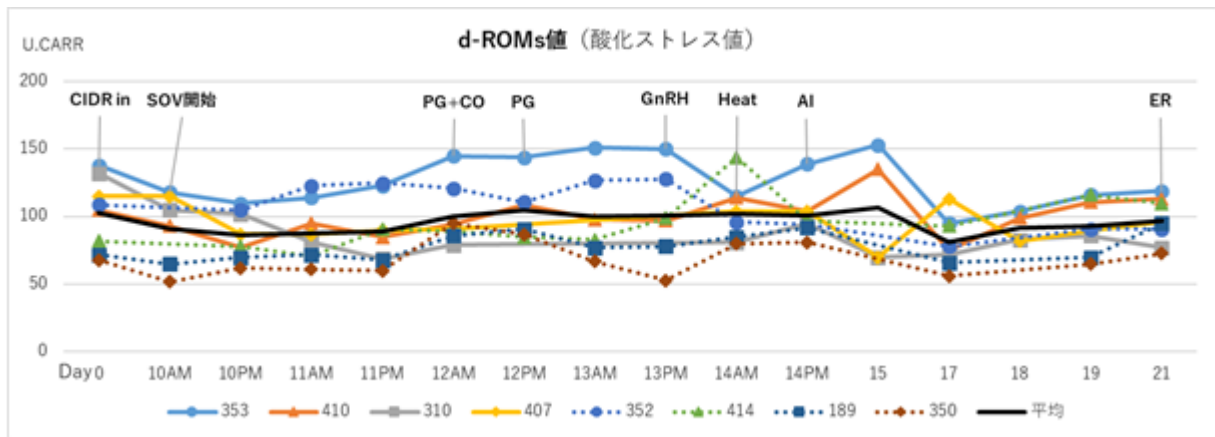


図 1 . 過剰排卵処理中の血中 d-ROMs 値の動態

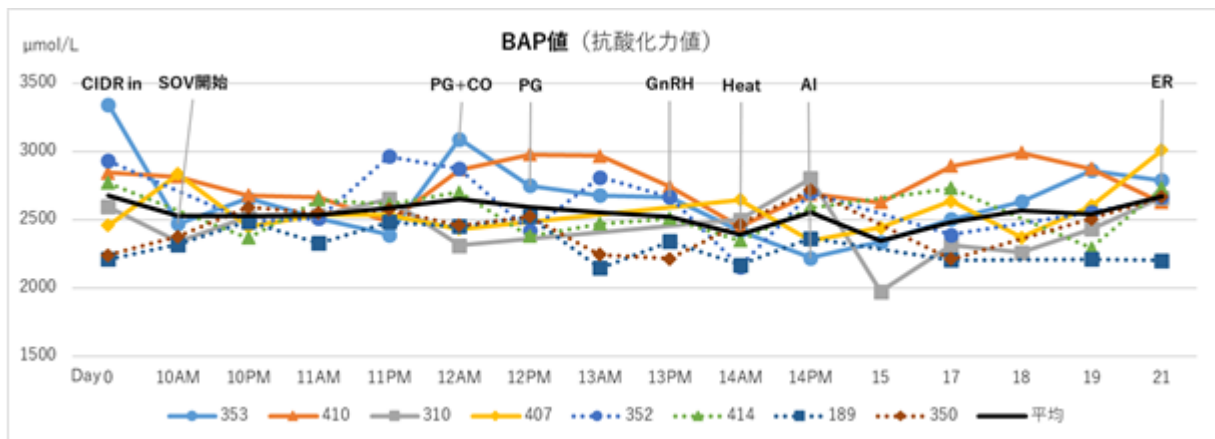


図 2 . 過剰排卵処理中の血中 BAP 値の動態

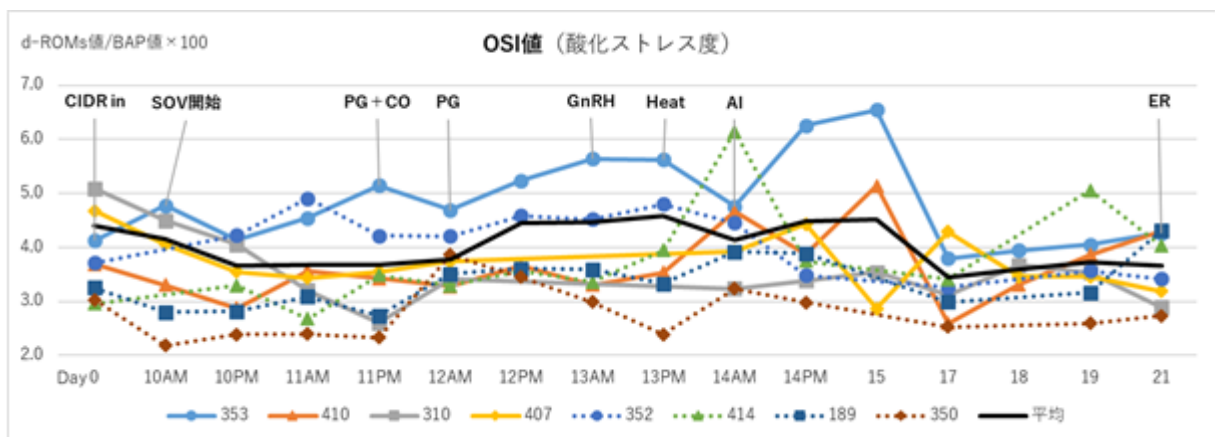


図 3 . 過剰排卵処理中の血中 OSI 値の動態

#### 4. 結果の要約

- ・黒毛和種繁殖雌牛において、血中 d-ROMs 値、BAP 値及び OSI 値は日内変動が少なく、日内で採血時間を選択しなくて良いことが明らかとなった。
- ・黒毛和種繁殖雌牛において、血中 d-ROMs 値、BAP 値及び OSI 値は過剰排卵処理中で共通した動態はみられなかった。

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：飼養技術研究室・受精卵供センター  
 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74頭で採卵した結果は、回収卵数711個のうち正常卵は270個で、1頭あたりのA～Bランク卵数は3.6個であった。過去7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（FSH投与量の変更、過剰排卵処理前の大卵胞除去処理）を行ったことにより、2020年度に採卵成績は向上したが、2021年度は供卵牛の老齢化により採卵成績が低下したと思われる。

年度	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
採卵頭数（延べ）	74	72	103	117	107	59	38
回収卵数	711	707	687	927	824	638	409
正常卵数	346	385	321	406	385	210	204
A～Bランク卵数	270	313	251	343	229	103	132
1頭あたりのA～Bランク卵数	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54頭では、回収卵数520個のうち正常卵数は240個で、1頭あたりの平均正常卵数は4.4個/頭、正常卵率は46.1%であった。農家飼養ホルスタイン種雌牛延べ3頭では、回収卵数14個のうち正常卵数は5個で、1頭あたりの平均正常卵数は1.7個/頭、正常卵率は35.7%であった。

- 3) センターで採卵した受精卵のうち県内農家等への譲渡したものは349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

輸入飼料の飼料費高騰等から、生産コストの低下が求められており、大部分を占める飼料コスト低減のため、本県に適応した単収向上に資する優良品種の利用・普及が必要とされている。

そのため、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 15 品種（県単 9 品種、受託 6 品種）

試験方法 系統適応性検定試験実施要領に基づいた。  
 施肥等は茨城県飼料作物栽培基準を準用した。

播種日：2020年10月21日

播種量：2倍体品種 200g/a、4倍体品種 300g/a、条播

区制：6.0m<sup>2</sup> (1.5m × 4.0m)、4反復乱塊法

#### 2) 飼料用トウモロコシ

供試品種 18 品種（県単 12 品種、受託 6 品種）

試験方法 系統適応性検定試験実施要領に基づいた。  
 施肥等は茨城県飼料作物栽培基準を準用した。

播種日：2021年4月23日

栽植密度：714本/a

区制：10.5m<sup>2</sup> (3.5m × 3.0m)、3反復乱塊法

### 3. 結果の概要

表1 イタリアンライグラス収量調査結果【極早生】

調査項目	倒伏程度	生草収量			乾物収量		
	1番草3/31	1番草3/31	2番草4/23	合計	1番草3/31	2番草4/23	合計
品種・系統	9:甚	(kg/a)			(kg/a)		
★さちあおば	1.0	363.0	117.6	480.6	48.5	17.3	65.9
ヤヨイワセ	1.0	356.9	135.2	492.1	48.1	19.9	68.0
Kyushu1	1.0	389.8	137.0	526.9	53.8	20.5	74.3
CV(%)	0.0	3.9	6.7	3.9	5.1	7.2	5.2

※異符号間に有意差あり (p<0.05, Tukey法)

※★は標準品種

- ・生草収量、乾物収量ともに有意差はみられなかったが、「Kyushu1」の収量が多い傾向が見られた。

表2 イタリアンライグラス収量調査結果【早生】

調査項目	倒伏程度		生草収量			乾物収量		
	1番草4/12	1番草4/12	2番草5/11	合計	1番草4/12	2番草5/11	合計	
品種・系統	9:甚		(kg/a)			(kg/a)		
はたあおば★	1.0	452.8	191.7	644.4	76.6	28.5	105.1	
タチワセ	受託	1.0	497.2	210.2	707.4	71.6	28.0	99.6
KAIR-E1803 (すくすくダッシュ)	1.0	473.1	180.6	653.7	85.7	25.7	111.4	
CV(%)	0	3.8	6.3	4.2	7.5	4.4	4.6	
はたあおば★	1.3 b	429.6	190.7	620.4	75.3	26.8	102.1	
ハルユタカ	1.0 b	445.4	186.1	631.5	79.2	27.1	106.3	
ワセロール	県単	3.8 a	447.2	176.9	624.1	74.0	24.4	98.3
タチマサリ	1.3 b	454.6	190.7	645.4	72.6	26.7	99.4	
ニオウダチ	1.0 b	468.5	196.3	664.8	80.7	27.4	108.1	
CV(%)	64.0	2.8	3.5	2.5	4.0	4.1	3.7	

※異符号間に有意差あり (p<0.05, Tukey法)

※★は標準品種

- ・受託早生では、収量等で有意差はみられなかった。生草収量では標準品種「はたあおば」と比べ奨励品種「タチワセ」が最も多い傾向がみられたが、乾物収量では最も少なかった。
- ・受託早生の乾物収量では、「KAIR-E1803 (すくすくダッシュ)」で多い傾向がみられた。
- ・県単早生では特に「ワセロール」で、有意に倒伏が多い結果となった。
- ・生草収量と乾物収量では有意差は見られなかったものの、「ニオウダチ」で最も多い傾向がみられた。

表3 イタリアンライグラス収量調査結果【中生】

調査項目	倒伏程度		生草収量			乾物収量		
	1番草4/12	1番草4/26	2番草5/28	合計	1番草4/26	2番草5/28	合計	
品種・系統	9:甚		(kg/a)			(kg/a)		
ナガハヒカリ★	4.0 bc	640.7 a	273.1 a	913.9 a	115.0	41.4 a	156.4	
KAIR-12M (さつきばれEX)	1.0 d	575.9 abc	204.6 c	780.6 b	115.4	34.1 b	149.5	
ガルフ	9.0 a	613.0 ab	130.6 d	743.5 b	113.0	22.5 c	135.6	
リチェリー(スプリングロール)	5.8 b	524.1 c	222.2 bc	746.3 b	105.9	39.0 ab	144.9	
ピリケン (マンモスイタリアンB)	3.5 c	527.8 bc	248.1 ab	775.9 b	95.7	36.9 ab	132.6	
CV(%)	57.10	8.0	22.5	7.9	6.9	18.9	6.1	

※異符号間に有意差あり (p<0.05, Tukey法)

※★は標準品種

- ・中生品種では、倒伏程度において有意差がみられ、標準品種「ナガハヒカリ」と比べ「ガルフ」で最も倒伏が多かった。対して「KAIR-12M (さつきばれ EX)」が有意に低い結果となった。
- ・生草収量では、標準品種「ナガハヒカリ」が1番草、2番草で最も多い傾向があり、合計収量では、他の品種と比べて有意に高い結果となった。
- ・2番草乾物収量で有意差がみられ、標準品種「ナガハヒカリ」が最も多い結果となった。また、有意差はみられなかったが、「ナガハヒカリ」で合計の収量が多い傾向がみられ、その次に「KAIR-12M (さつきばれ EX)」、「リチェリー (スプリングロール)」で収量が多い傾向がみられた。

表4 飼料用トウモロコシ生育・収量調査結果

早晚性	受託	品種	折損 (%)	生収量 (kg/a)			乾物収量 (kg/a)			
				茎葉重	雌穂重	総重量	茎葉重	雌穂重	総重量	
早生		タラニス	13.1	220.9	121.5	342.4	61.6	67.5	129.1	
		SL0746	23.8	246.1	120.9	367.0	76.1	73.8	149.9	
		P9400	17.5	394.5	164.1	558.6	94.4	98.7	193.1	
	○	北交65号	36.9	274.8	131.1	405.8	70.7	71.5	142.2	
	○	DKC5144	18.8	246.7	138.6	385.4	56.3	77.2	133.5	
	○	36B08	24.4	135.5	91.7	227.1	40.6	49.9	90.5	
	○	★34N84	11.3	208.4	134.8	343.2	57.4	67.6	125.0	
	○	LG30500	25.0	281.1	155.2	436.3	78.1	86.1	164.2	
	○	P1204	34.4	368.8	166.7	535.4	89.1	87.2	176.3	
		タカネスター	31.3	379.2	140.5	519.8	97.3	81.9	179.2	
	TX1334	38.8	333.6	144.4	478.0	92.5	81.0	173.5		
	CV (%)	35.9	27.5	14.9	22.7	23.83	16.0	19.08		
中生の早		KD671	36.7	372.6	154.5	527.1	88.2	85.8	174.0	
		P2088	26.7	327.8	171.9	499.7	84.4	94.0	178.3	
		SH5702	20.6	286.8	160.8	447.6	72.6	83.8	156.4	
		CV (%)	23.6	10.6	4.4	6.7	8.1	5.0	5.6	
中生		TX1162	32.5 b	308.5	ab	131.8	440.2	95.3	86.0	181.3
		ゆめそだち	55.0 a	233.1	b	130.1	363.2	80.0	84.6	164.6
		ZX9280	13.8 bc	507.9	a	128.3	636.2	126.4	74.1	200.5
		NS129S	11.7 c	434.8	ab	132.8	567.6	130.0	72.6	202.6
		CV (%)	61.8	28.8	1.3	21.2	19.5	7.6	8.3	

※異符号間に有意差あり (p<0.05、Tukey法)

※★は標準品種

※早生、中生の早は、鳥害により2区となった品種があるため統計処理をしない。

- ・7月にかけて強風、雨の日が多く、折損する個体が多くみられた。全品種の中でも、中生「ゆめそだち」は、折損率が有意に高かった。
- ・生収量では、早生の茎葉重において標準品種「34N84」と比べ、「P9400」で高い傾向がみられ、総重量においても高い傾向がみられた。
- ・中生の早では、生の総重量では「KD671」で高い傾向がみられた。
- ・中生では、「ZX9280」の生の茎葉重が有意に高く、有意差はみられなかったものの総重量においても高い傾向がみられた。
- ・早生の乾物収量では、茎葉重で標準品種「34N84」と比べ「P9400」、「タカネスター」、「TX1334」で、総重量では「P9400」で高い傾向がみられた。
- ・乾物の総重量では、中生の早で「P2088」と「KD671」、中生では「NS129S」と「ZX9280」で高い傾向がみられた。

#### 4. 結果の要約

- ・中生イタリアンライグラス品種「KAIR-12M (さつきばれ EX)」及び「ナガハヒカリ」は乾物収量が高く、3年間奨励品種「タチムシャ」と同程度の収量性があるため、今後奨励品種候補としていく予定である。
- ・早生トウモロコシでは乾物収量において「P9400」で高い傾向がみられた。

- ・ 乾物の総重量では、中生の早で「P2088」と「KD671」、中生では「NS129S」と「ZX9280」で高い傾向がみられた。