

平成15年度畜産総合研究センター機関評価調書

試験研究機関長名 松田 延儀

評価項目	説明
<p>1. 県民や社会のニーズへの対応</p>	<p>千葉県における農業産出額は平成6年以来全国順位2位で、畜産はその構成比の約1/4を占める重要な産業の一つであり、部門別には、生乳が全国第3位、豚は同4位、鶏卵は同2位を占め、首都圏への畜産物の供給が求められている。</p> <p>そこで、本県畜産の高い技術レベルを維持発展していくため、さらなる生産性の向上、安全・安心・高品質・高付加価値な畜産物の生産、環境の保全、資源の循環等の様々な課題の解決に向け、研究開発の充実、強化を図る必要がある。</p> <p>このため、当センターでは県民や社会のニーズを以下の6分類としてとらえ、19の大課題を設定し、その基で各種の試験研究を行っている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 経営体育成のための技術開発 2. 農林業の生産力を高める技術開発 3. 飼料自給率を高める技術開発 4. 消費者ニーズに適合した商品開発 5. 環境保全型農業技術及び資源循環利用システムの技術開発 6. バイオテクノロジー手法の活用に関する技術開発 <p>さらに、研究開発以外の業務として</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 種畜・種禽・種卵あるいは精液・受精卵等の配布等による家畜の改良 ・ 乳牛の受託育成、飼料分析及び受精卵の性判別等の技術提供・支援 ・ 普及センター等との協力による現地指導・普及 ・ 講習会・研修会及び海外を含む研修生の受入等による、技術者・生産者の養成 ・ 農業高校等の学校行事に対する積極的な協力による後継者の育成 <p>などに取り組んでいる。</p> <p>※添付資料1(1)図で見る千葉県の農業経済、農水省 HP (2)平成15年度試験研究課題一覧</p>
<p>2. 研究遂行に係る環境</p>	<p>組織・人員配置:センター長、技監、次長(2名)、総務課(7名)、企画調整部(7名)、生産技術部(65名)、生産環境部(17名)、市原乳牛研究所(22名)、嶺岡乳牛研究所(30名)の計152名で、うち研究員は48名である。</p> <p>平成15年度の当初予算(職員の人件費を除く):合計額 257,723 千円で、内研究費 88,409 千円、関連事業費 78,937 千円となっている。</p> <p>施設:研究棟、実験棟、畜舎、堆肥舎等の建築物、飼料ほ場、採草地、放牧地等の農地及び電子顕微鏡等の研究分析用機器を整備している。</p> <p>外部との連携について、主なものは以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 県内研究機関とのプロジェクト研究等の推進 ・ 技術指導、普及に係る普及センター、関係団体との協力 ・ 農業試験研究推進会議(関東東海北陸ブロック)を中心とした、(独)農業技術研究機構や他県の研究機関との連携 ・ 大学・民間企業等との共同研究 ・ 全国畜産関係試験研究場所長会の会長として、全国レベルの連携・調整 <p>※添付資料2(1)組織図・人員配置 (2)15年度予算</p>

<p>3. 研究成果</p>	<p>(1)環境に配慮した家畜飼養技術の確立(第 101 回日本畜産学会、他) 家畜排せつ物の環境負荷物質の低減化を目指して、乳牛及び豚において、飼料中の粗蛋白質及び重金属(銅、亜鉛等の微量成分)を調整する等により、一定の条件の下であれば産乳及び産肉成績を下げることなく、家畜排せつ物の窒素及び重金属排泄量を削減することが可能であることを明らかにした。この技術の普及を図ることで、環境の保全にも寄与できるものと考えられる。</p> <p>(2)豚胚の凍結技術の確立(第 96 回日本繁殖生物学会、第 29 回国際胚移植学会、他) 種付け後、5 日目の豚胚(後期桑実胚)の細胞質内脂肪顆粒を除去し、凍結保存した胚を雌豚に移植したところ、100%の受胎成績を得ることができた。この技術がさらに安定化すれば、豚の改良増殖の促進と経営の向上に大いに寄与できるものと考えられる。</p> <p>(3)肥育牛におけるモミ殻給与技術の確立(第 100 回日本畜産学会、他) 肉用牛肥育の主要な粗飼料源である稲ワラは、多頭飼育の進展とともにその全てを国内で調達することが困難となり、輸入依存度が高まり価格も上昇している。そこで、稲ワラの代替えとして無処理モミ殻の利用技術について検討を加え、モミ殻に少量の稲ワラを併用して濃厚飼料と混合給与することにより、一般的な粗飼料給与法と同等の肉用牛肥育が可能であることを明らかにした。この技術が普及すれば、国内未利用資源の有効利用と経営の向上に大いに貢献できるものと考えられる。</p> <p>※添付資料 3(1)泌乳前期における蛋白質の給与水準について ほか (2)飼料中の銅・亜鉛濃度と豚ふんへの排泄量の検討 (3)IMPROVED SURVIVAL OF CRYOPRESERVED PORCINE MORULAE ほか (4)交雑去勢牛に対する無処理モミ殻の給与技術 ほか</p>
<p>研究開発以外の業務</p>	<p>・イネホールクロップ普及推進業務 イネホールクロップは、安全な粗飼料の確保、自給率の向上、水田機能の維持と環境保全、耕畜連携による地域農業の活性化及び湿田地域における水田転作の推進等多くの点から、その普及・定着には大きな意義がある。</p> <p>そこで、これまでの研究成果等を踏まえ、普及センター等の関係機関との連携の上、現地における技術的な指導・支援及び発生する技術問題の解決を図ると共に、乳用牛・肉用牛に対する給与の実証展示を行うなど、イネホールクロップの生産・利用の拡大に向けた普及啓発を行っている。</p> <p>さらに、生産費用等についての調査なども同時に行っている。</p> <p>※添付資料4(1)イネホールクロップについて</p>
<p>5. 今後の研究の方向性</p>	<p>畜産業に対する社会的ニーズの多様化に対応するため、これまで生産性向上に重点が置かれていた研究開発の方向性を、食の安全・安心の確保、環境保全型畜産技術の開発・体系化、家畜排せつ物等の循環利用技術の開発等にシフトすると共に、バイオテクノロジーやIT等の先端技術を活用し、県内経済活性化に直結する実用化技術の開発を促進する必要がある。</p> <p>さらに、畜産現場で求められている問題解決に即応できる研究体制の整備も必要である。</p> <p>また、課題の設定に当たっては、効率的、効果的に推進できるよう、プロジェクト研究や民間・大学・独立行政法人等と連携した共同研究を積極的に推進する。</p> <p>※資料5 千葉県農林業の試験研究推進構想(部分)</p>
<p>6. 前回評価での指摘事項への対応状況</p>	

その他の添付資料:組織規定等(畜産総合研究センター総説)

1 県民や社会のニーズへの対応

- (1) 図で見る千葉県の農業経済 (平成15年2月、関東農政局千葉統計情報事務所)
関東農政局千葉統計・情報センター (<http://www.chiba.info.maff.go.jp/>)
- (2) 平成15年度試験研究課題一覧

2 研究遂行に係る環境

- (1) 平成15年度組織図・人員配置
- (2) 平成15年度予算

3 研究成果

- (1) 泌乳前期における蛋白質の給与水準について
- (2) 飼料中の銅・亜鉛濃度と豚ふんへの排泄量の検討
- (3) IMPROVED SURVIVAL OF CRYOPRESERVED PORCINE MORULAE.
- (4) 交雑去勢牛に対する無処理モミ殻の給与技術

4 研究開発以外の業務

- (1) イネホールクロップについて活動に係る説明資料等

5 今後の研究の方向性

- (1) 千葉県農林業の試験研究推進構想 (平成13年3月 千葉県文書館 所蔵)

その他の添付資料

組織規定等(畜産総合研究センター総説)

平成15年度試験研究課題

研究構想の基本理念と研究の推進方向

試験研究課題

地域の活力基盤となる安定した農林業生産システムの創造

経営育成のための技術開発

地域条件等を活用した畜産経営の特性と定着要因の解明

酪農経営の問題解決に向けた検定データ有効利用方法の検討
 堆肥センターの役割と運営上の課題

種牛研
 経営調査

農林業の生産力を高める技術開発

家畜家禽の飼養管理技術の向上

高能力乳用牛の初産分娩月齢早期化技術の確立
 空胎期間短縮のための繁殖管理技術の検討
 体細胞削減のための適正な搾乳技術の検討
 育成期の発育性が繁殖状況に及ぼす影響
 県内自給飼料を用いた乳牛管理についての検討
 動物性飼料を用いない高泌乳牛の栄養管理技術の確立
 黒毛和種去勢牛の肥育における澱粉水準の差が丸粒トウモロコシ・モミ殻の利用性に及ぼす影響
 澱粉の第一胃内分解性の違いが黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響

乳牛研
 乳牛研
 乳牛研
 育成研
 乳牛研
 乳牛研
 肉牛研
 肉牛研

家畜家禽の育種及び改良技術の向上

育成期の発育性の相互関係の解析
 胚移植で生産された牛の改良効果に関する実証
 家畜の胚移植等利用効率向上のための技術の改善
 乳用牛におけるアニマルモデルの適用法の検討
 育種価による県内黒毛和種の種畜評価システムの検討
 ランドレース種の系統造成に関する試験
 大ヨークシャー種の効率的利用技術の確立
 種豚の維持組み合わせ検定試験
 採卵実用鶏のブランド化の研究
 特産肉用鶏の開発
 有用素材鶏の確保と系統造成

家畜管理研
 家畜管理研
 家畜管理研
 種牛研
 肉牛研
 養豚養鶏研
 養豚養鶏研
 養豚養鶏研
 養豚養鶏研
 養豚養鶏研

家畜家禽の繁殖技術の向上

繁殖障害牛の受胎率向上
 水性2相分配法による牛精子の分離方法の検討
 低ランク胚の凍結保存による生存性の検討
 豚人工授精技術の効率的利用に関する検討

育成研
 種牛研
 育成研
 養豚養鶏研

肉質評価技術の確立

スキャンニングスコープを用いた出荷適期の高精度判定技術の検討
 品種別豚肉質特性の検討

肉牛研
 養豚養鶏研

家畜家禽の環境衛生技術の向上

採卵鶏主要銘柄経済性能比較調査
 ワクチン接種と環境ストレスの検討

養豚養鶏研
 養豚養鶏研

飼料自給率を高める技術開発

高品質畜産物の生産加工技術の開発

高付加価値鶏卵作出技術の開発
 効果的サルモネラ防除法の検討

養豚養鶏研
 養豚養鶏研

消費者ニーズに適した商品開発

環境にやさしい持続可能な農林業技術体系の創造

環境保全型農業技術及び資源循環利用システムの技術開発

家畜排せつ物の適正処理技術の確立

簡易・低コスト堆肥化施設の現地調査
 堆肥製品のビニールシート等による簡易保管方法の検討
 堆肥化施設規模算出システムの作成

環境保全研
 環境保全研
 環境保全研

家畜排せつ物の有効利用技術の開発

液肥化過程の成分変化解析及び既存施設利用による尿污水处理の検討
 供給側から見た堆肥利用側のニーズ特性に関する調査

環境保全研
 資源循環研

家畜排せつ物の環境負荷低減化技術の開発

飼料効率改善による排せつ糞量低減化の検討

養豚養鶏研

有機性資源のリサイクル技術の開発

食品残渣・製造副産物等の給与が交雑種去勢牛の産肉性に及ぼす影響
 食品製造副産物利用による豚の発育調査
 食品製造副産物における経営経済的評価
 鶏ふんと農場有機性残さとの混合物の肥料化の検討
 未利用木質資源の豚舎敷料利用の検討
 未利用木質資源の牛舎敷料利用の検討
 有機性資源の資源炭利用技術の検討
 地域副産物の利用状況および枝肉販売成績

肉牛研
 養豚養鶏研
 経営調査
 資源循環研
 資源循環研
 資源循環研
 資源循環研
 経営調査

植物残さや家畜ふん尿等の再資源化物を活用した土壌の維持管理技術の確立

減化学肥料による飼料作物生産技術

飼料研

先端技術の活用による革新的農林業技術の創造

バイオテクノロジー手法の活用に関する技術開発

家畜家禽の胚及び細胞操作などに関する技術の開発

細胞操作によるクローン牛作出に関する研究
 受精卵の利用拡大処理技術に関する研究
 実用的な豚胚移植技術の検討豚胚の保存に関する検討

生物学研
 生物学研
 生物学研

家畜の遺伝子情報の検索と解析技術の開発

性決定遺伝子の検索技術の確立
 DNAマーカーによる豚選抜技術の開発

生物学研
 生物学研

農林業の多面的機能を生かした社会との共生の創造

高品質粗飼料の安定多収生産技術の確立

北総地域における飼料作物品種選定試験
 永年牧草品種選定試験
 県南地域における飼料作物品種選定試験
 牧草地への飼料作物の導入技術の確立

飼料研
 草地管理研
 家畜管理研
 草地管理研

自給粗飼料の効率的貯蔵利用技術の確立

繊維分解酵素剤添加がサイレージ品質に与える影響
 サイレージの飼料成分の迅速測定法の開発

家畜管理研
 飼料研

水田営農確立のための飼料生産に関する新技術の確立

飼料イネの経営導入条件の解明
 飼料イネの省力的栽培・調製技術

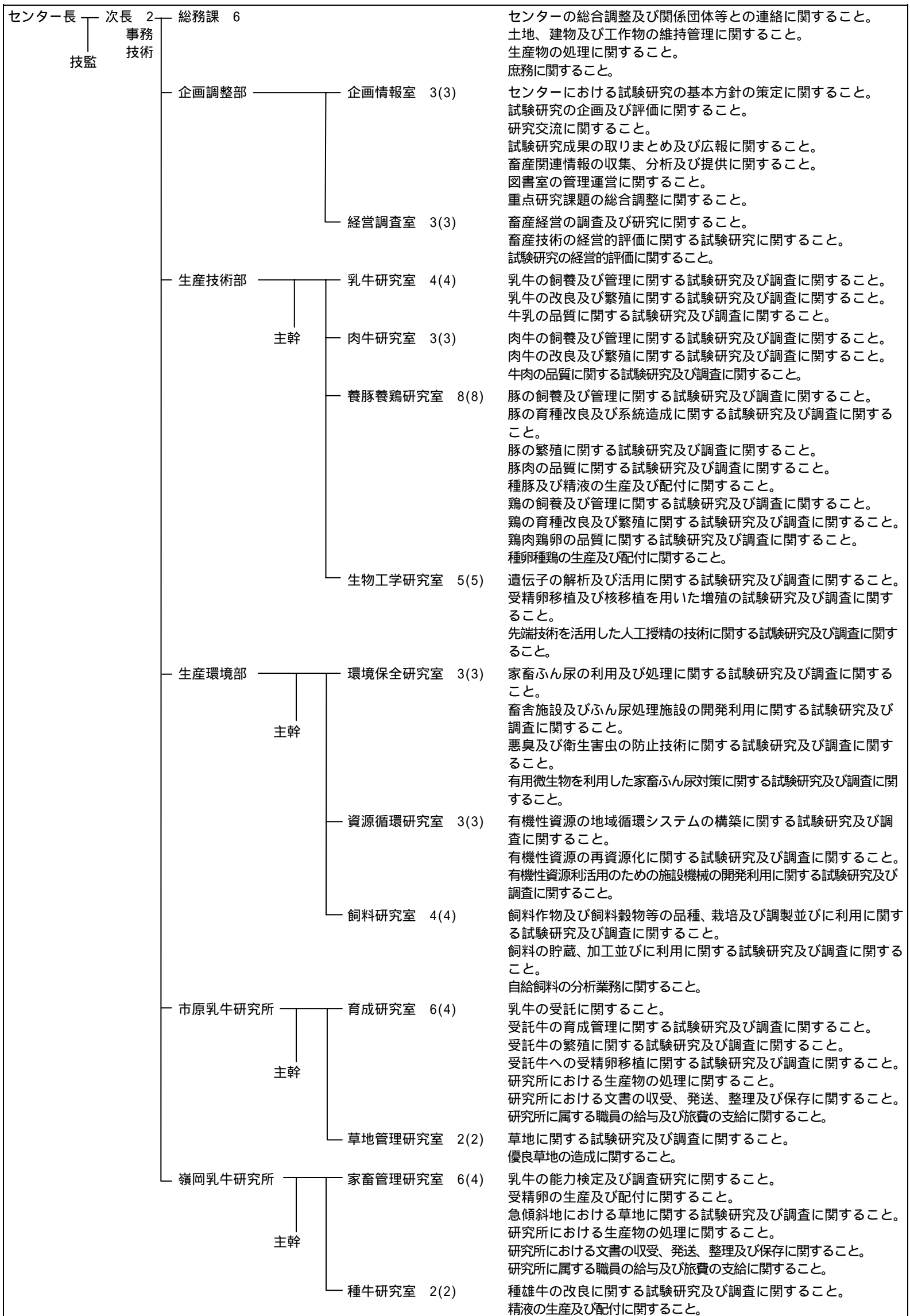
経営調査
 飼料研

中山間地における畜産の土地利用技術の確立

シバ型牧草の選定
 除草剤を利用した草地の簡易造成法

草地管理研
 家畜管理研

千葉県畜産総合研究センター 組織 図



15年度予算(千円未満切り捨て)

(単位:千円)

事業別		畜産総合研究 センター費	総務費	企画調整部	生産技術部	生産環境部	市原乳牛 研究所	嶺岡乳牛 研究所
性質別								
	1.人件費	8,561	0	0	0	0	6,486	2,075
	2.物件費	209,378	34,149	749	63,998	2,875	66,483	35,124
	3.維持補修費	7,396	6,050	0	0	0	1,346	0
	4.その他消費的経費	30,021	19,517	0	1,343	246	810	8,105
	5.投資的経費	2,367	2,367	0	0	0	0	0
	計	257,723	62,083	749	65,341	3,121	75,125	45,304
財源の内訳	国庫支出金	2,160	0	0	2,160	0	0	0
	使用料及び手数料	52,521	84	0	24	0	52,391	22
	財産収入	69,399	0	0	42,076	0	1,600	25,723
	諸収入	6,105	56	0	0	0	33	16
	一般財源	127,538	61,943	749	21,081	3,121	21,101	19,543

V29-13 飼料中の粗蛋白質および非分解性蛋白質含量が泌乳前期の乳生産に及ぼす影響1.飼料摂取量および乳生産

○井上 和典¹・坂田 雅史¹・西木 秀人¹・関 誠²・古賀 照章³・大久保 吉啓³・阿久津 和弘⁴・佐藤 精⁵・斎藤 公一⁶・石崎 重信⁶・篠原 晃⁷・倉石 照美⁸・梶川 博⁹・栗原 光規⁹
¹東京畜試・²新潟農総研・³長野畜試・⁴栃木酪試・⁵愛知農総試・⁶千葉畜総研セ・⁷群馬畜試・⁸山梨酪試・⁹畜草研

inoue@les.metro.tokyo.jp

【目的】ふん尿中への窒素排泄量の低減を図るため、飼料中の粗蛋白質(CP)および非分解性蛋白質含量(CPu)を低く設定し泌乳前期の乳生産に及ぼす影響を検討した。【方法】公立8試験場の2産以上の泌乳牛54頭を用い、分娩後13週間の飼養試験をTMRの形態で給与し実施した。試験区分は、飼料中のCPおよびCPuを17.5,7.8%とするHu区、15.9,6.4%のMu区、14.5,5.2%のLu区の3区とした。各区のCPdは9.5%前後、TDNは77%前後で同一水準とし、NDFは34~36%とした。【結果】平均で乾物摂取量/体重比は、Hu区3.84、Mu区3.89、Lu区3.81%、乳量は、40.0、41.5、42.3kg/dで各区分には有意差を認めなかった。乳成分でも、乳脂率が3.71、3.56、3.52%、乳蛋白質率が、3.13、3.09、3.05%、乳糖率が4.57、4.57、4.58%と各区分には有意差を認めなかった。しかし、MUNは、14.5、13.1、10.6mg/dlとなり、Hu・MuとLuの間に有意な差(P<0.01)が認められた。以上からCPd9.5%前後であれば、CPおよびCPuを下げても飼料摂取量および乳生産に影響が無いことが示唆された。

V29-15 高能力乳用牛の初産分娩月齢早期化技術の開発

○川嶋 賢二¹・鎌田 望¹・細井 通昭¹・井上 貢¹・上田 博美²・織部 治夫³・石井 貴茂⁴・久末 修司⁵・荒木 尚登⁵・浅田 尚登⁶・寺田 文典⁷・竹中 昭雄⁷

¹千葉畜総研セ・²富山畜試・³石川畜総セ・⁴茨城畜セ・⁵神奈川畜研・⁶愛知農総試・⁷畜草研

k.kwshm2@mc.pref.chiba.jp

【目的】初産分娩月齢の早期化のため、種付け時期までの増体速度および飼料中の粗蛋白質(CP)含量が育成牛の発育に及ぼす影響について検討した。【方法】公立6試験場で生産された雌子牛40頭に約90日齢から体重が約350kgになるまでの間、TDN含量がほぼ同様にCP含量を14%および16%程度とする2種類の飼料を作成し、目標とするDGの必要量を日本飼養標準に準じて給与した。試験区分は目標とするDGを0.75kg、CPを14%程度とするLGLP区、DGを1.0kg、CPを14%程度とするHGLP区、DGを1.0kg、CPを16%程度とするHGHP区の3区とした。【結果】体重が350kgに到達した日齢はLGLP区が356日、HGLP区が318日、HGHP区が317日となった。試験期間のDGはそれぞれ0.94kg、1.11kg、1.10kgとなった。体重350kg到達時の測尺値は体高がLGLP区125.6cm、HGLP区126.1cm、HGHP区124.9cmであり、また、他の部位においても有意な差は認められなかった。以上より、DGの違いによる体格への影響は認められず、また、DGを1.0kgを超えて発育させた場合でも、飼料中のCP含量は体重、体格に影響を及ぼさないことが示された。

V29-14 飼料中の粗蛋白質および非分解性蛋白質含量が泌乳前期の乳生産に及ぼす影響2.第一胃内容液・血液性状および窒素出納

○関 誠¹・井上 和典²・坂田 雅史²・西木 秀人²・古賀 照章³・大久保 吉啓³・阿久津 和弘⁴・佐藤 精⁵・斎藤 公一⁶・石崎 重信⁶・篠原 晃⁷・倉石 照美⁸・梶川 博⁹・栗原 光規⁹
¹新潟農総研・²東京畜試・³長野畜試・⁴栃木酪試・⁵愛知農総試・⁶千葉畜総研セ・⁷群馬畜試・⁸山梨酪試・⁹畜草研

mseki@ari.pref.niigata.jp

【目的】前報に引き続き、飼料中の粗蛋白質(CP)および非分解性蛋白質含量(CPu)が泌乳前期の乳牛の第一胃内容液・血液性状および窒素出納に及ぼす影響を検討した。【方法】前報の泌乳牛54頭について、分娩後1,3,5,9,13週次の第一胃内容液・血液性状を測定するとともに、分娩後12~17週目の3日間について全糞尿採取により窒素出納試験を行った。【結果】第一胃内容液ではNH₃-Nおよび総VFA濃度がLu区に比べ、Hu区とMu区で高かった。血液性状ではBUN濃度が飼料中CP、CPu含量に比例して上昇した。また、GOTとγGTP濃度はLu区がHu区とMu区に比べ高い傾向にあり、逆にHtは低い傾向にあった。窒素出納試験の結果、飼料中CP、CPu含量に比例して尿中窒素排泄量は増加したが、糞中、乳中窒素排泄量には影響がなかった。以上からCPd9.5%前後となる今回の試験設計下では、CPを17.5から14.5%に、CPuを7.8から5.2%に下げても乳生産を低下させることなく、尿中への窒素排泄量を削減できることが示唆された。

V29-16 とうもろこしサイレージの飽食給与が泌乳牛の乳生産に及ぼす影響

○谷川 珠子・伊藤 めぐみ・大坂 郁夫・川本 哲

道立畜試

t.tanigawa@agri.pref.hokkaido.jp

【目的】泌乳牛に粗飼料としてとうもろこしサイレージ(CS)のみを1乳期給与したときの飼料摂取量、ルーメン性状および乳生産を検討した。【方法】給与飼料の粗濃比は66:34とし、粗飼料としてCSのみを給与する区(CS区)またはCSとチモシーサイレージを乾物比で44:22に分離給与する区(対照区)にホルスタイン種泌乳牛を6頭ずつ割当てた。粗飼料は飽食給与とし、配合飼料を両区で同様に、大豆粕を全飼料中CPが16%となるように併給した。【結果】1) CS区の粗飼料乾物摂取量、TDNおよびCP摂取量は13.9±1.6、15.9±1.8、3.6±0.4kg/日、対照区はそれぞれ12.9±1.0、14.5±1.1、3.2±0.2kg/日であった。CS区の初産牛で分娩後の養分充足が早い傾向にあったが、分娩後12週目頃に一時的な摂取量の低下がみられた。2) ルーメンpH、総VFA濃度およびA/P比は区間で差がなかったが、CS区で酪酸濃度が高かった(P<0.05)。3) 経産牛の乳量はCS区33.4±3.2kg/日、対照区26.9±3.2kg/日であり、乳脂率はCS区3.7%、対照区4.3%であった。初産牛では乳量、乳脂率に区間で差はなかったが、CS区で分娩後の体重回復が早い傾向にあった。FCMには区間で差がなかった。以上より、CSを飽食給与すると飼料摂取量および乳量が増加し、1乳期で約9000kgのFCM生産が期待できるが、乳脂率の低下および一時的な摂取量の低下がみられた。

泌乳前期における蛋白質の給与水準について

- 糞尿への窒素排泄量の低減化を目指して -

千葉県畜産総合研究センター生産技術部

乳牛研究室 石崎重信

乳牛の蛋白質栄養について

最近の乳牛における蛋白質栄養では、飼料蛋白質のうち第一胃内微生物によってアンモニアやアミノ酸などに分解される部分(第一胃内分解性蛋白質; CPd)と、第一胃内で分解されずに小腸でアミノ酸として吸収される部分(非分解性蛋白質; CPu)に大きく分けて考えている。飼料蛋白質の第一胃内分解性の高低は、飼料の種類など蛋白質の由来、蛋白質の構造などによって異なるほか、飼料の加工工程における加熱処理により分解性が低下する。

第一胃内微生物は、分解性蛋白質(CPd)の分解で生じた第一胃内アンモニアやアミノ酸と炭水化物の発酵で得たエネルギーを利用して微生物体蛋白質を合成する。このため、微生物の活性すなわち「飼料の消化」を促進するためには適量のアンモニアが不可欠であり、アンモニアが不足すると繊維の消化率が低下して乾物摂取量が抑制される。アンモニアの一部は第一胃から吸収され肝臓で尿素に変換され唾液を介して第一胃に窒素源として循環供給される。しかし、過剰なアンモニアは乳牛の肝臓・繁殖などに有害である。なお、微生物蛋白質は最後には小腸に流出して乳牛の蛋白質源として利用される。

高泌乳牛では、「バイパス蛋白質」ともいわれる第一胃内非分解性蛋白質(CPu)が必要とされている。CPuは供給量とそのアミノ酸組成(供給源)が泌乳に影響する。

このため、高い乳生産を確保するためには、飼料中のCPdとCPu水準、微生物にエネルギーを供給する炭水化物とのバランス、CPuから供給されるアミノ酸組成などを適性にする必要がある。最近では、飼料成分・第一胃内分解速度・摂取量・消化率などから乳生産や第一胃内発酵、微生物蛋白質の合成量、乳牛に供給されるアミノ酸組成などを推定するソフトウェアも提供されている(「CPM・Dairy」など)。

環境負荷の軽減について

畜舎、糞尿置き場、糞尿処理施設などからの悪臭やハエの発生に対する苦情が絶えない。糞尿の耕地還元能力を超えた飼養規模の拡大による糞尿のオーバーフロー、混住化の進展なども苦情増加の要因である。また、人間の健康の見地から地下水の硝酸性窒素汚染も問題視され、不適切に処理された家畜糞尿由来の窒素もその一因とされている。

そこで、栄養管理による糞尿・窒素排泄量の減量化ができれば、酪農に起因する環境負荷を低減することができる。

試験の目的

泌乳前期は、乳量が多いこと(分娩後120日間で一乳期の約50%が生産される)、代謝疾病が多く特に適切な栄養管理が必要なこと、次産に向けた繁殖の時期であることなどから、乳牛にとって重要である。また、酪農における環境負荷低減化の必要性も高まってい

るが、窒素排泄量など環境負荷の低減化に関する試験データは少ない。

そこで、泌乳前期において蛋白質以外の各栄養素を適切に給与しながら、分解性蛋白質と非分解性蛋白質の給与水準を下げ、乳生産への影響と窒素排泄量の低減化について検討した。

試験の方法

- 1) 研究組織：千葉県、愛知県、群馬県、東京都、栃木県、長野県、新潟県、山梨県の8都県の公立試験場による共同泌乳試験。
- 2) 試験実施時期
 - ・平成 12 年度試験「分解性蛋白質 CPd の最適な水準について」
平成 12 年 10 月～13 年 6 月（分娩時期：平成 12 年 11 月～12 月分娩が主体）
 - ・平成 13 年度試験「非分解性蛋白質 CPu の最適な水準について」
平成 13 年 10 月～14 年 6 月（分娩時期：平成 13 年 11 月～12 月分娩が主体）
- 3) 供試牛：各都県とも経産牛 6～9 頭を供試した。総頭数は約 60 頭。
- 4) 試験飼料：8 試験場で同一の飼料を給与。試験用配合飼料（両年度とも 3 種類）を飼料工場で調製し、各試験場に配送。一括購入した粗飼料と混合し、水分割合約 40% の混合飼料（TMR）とし、個体ごとに不断給与し、残飼料を測定した。
なお、飼料設計にはアメリカのコネル大学などが開発した飼料計算ソフト『CPM・Dairy』を用い、乳生産に影響が大きいエネルギー・繊維水準、ビタミン・ミネラル等を各区で等しくし、また乳牛への非分解性蛋白質、微生物蛋白質合成量、アミノ酸供給などを推定した。
- 5) 測定項目と測定方法：
 - ・飼料摂取量（給与量と残飼料を毎日測定）
 - ・体重（毎週測定）
 - ・乳量（毎日測定し、週次毎に集計）
 - ・乳成分（毎週測定；ミルコスキャン）
 - ・第一胃内容液（分娩後 1,3,5,9,13 週、VFA=ガスロマトグラフィ、アンモニア=比色法）
 - ・血液性状（分娩後 1,3,5,9,13 週、血液自動分析機）
 - ・飼料の消化率、糞尿排泄量（全糞尿採取法；3 日間）
 - ・咀嚼行動（ビデオ撮影；2 日間）
- 6) 繁殖管理：OVSYNCH(ホルモン処置)により行った(表 1)。1 回目の OVSYNCH を分娩後 61 日から開始し、処置 35 日後の妊娠鑑定前に発情したら人工授精を行い、不妊の場合には第 2 回目の OVSYNCH を行う。これ以降に不受胎の場合は通常的人工授精を行った。

表 1 OVSYNCH スケジュール（分娩後第 1 回目）

分娩後日数	61 日	68 日	69 日	70 日
処置時間	9:00	9:00	17:00	9:00
処置内容	GnRH 注射 コンセーブル 2ml	PGF 注射 プロルゴン 5ml	GnRH 注射 コンセーブル 2ml	人工授精

12 年度試験『泌乳前期における第一胃内分解性蛋白質 (CPd) の最適水準について』

(1) 試験の内容

給与飼料中の非分解性蛋白質含量を一定 (CPu = 6.0%) とし、CPd 水準の違いが乳生産や窒素排泄などに及ぼす影響について検討した。

表 2 飼料配合割合と成分値 (%) 【平成 12 年度試験】

		Hd 区	Md 区	Ld 区
現物配合割合	チモシー乾草	20.0	20.0	20.0
	アルファルファヘイキューブ	12.0	12.0	12.0
	圧片トウモロコシ	19.0	21.0	23.0
	大麦	5.8	6.1	6.4
	綿実	6.5	5.5	4.5
	ビートパルプ	8.0	10.0	12.0
	ユングルテンフィード	11.9	10.3	8.8
	マメ皮	---	1.0	2.0
	大豆粕	11.0	5.5	---
	加熱大豆粕	---	2.7	5.4
	魚粉	0.4	0.4	0.4
	脂肪酸カルシウム	1.3	1.4	1.5
	糖蜜	3.1	3.1	3.0
	ビタミン・ミネラル	1.0	1.0	1.0
乾物中成分値	TDN	78.4	78.3	78.2
	粗蛋白質 CP	17.5	16.0	14.7
	分解性蛋白質 CPd	11.7	10.0	8.4
	非分解性蛋白質 CPu	5.9	6.0	6.0
	NDF	34.9	35.5	36.0
	eNDF (有効 NDF)	25.9	25.9	25.9
	粗脂肪	5.0	5.1	5.2
	デンプン	17.2	18.7	20.1

表 3 分娩前の飼料給与 (kg/日) 【平成 12 年度試験】

分娩予定日の	チモシー乾草	アルファルファヘイキューブ	各区の配合飼料
21 ~ 15 日前	10.0	1.0	3.0
14 ~ 8 日前	8.5	0.5	5.0
7 日前 ~ 分娩	6.5	0.5	7.0

分娩予定日の 3 週間前から表 3 のとおりに試験飼料を給与して馴致を行った。分娩後 5 日目以降は、表 2 の試験 TMR 飼料を不断給与した。

(2) 試験結果

飼養試験の主な結果を表 4 に示した。

体重(図 1)はMd 区が重い傾向で推移したが、有意な差ではなかった。

乾物摂取量(図 2)、乳量(図 3)、乳脂率、乳糖率、体細胞数に有意な差はなかったが、摂取量と乳量はLd 区が低い傾向であった。乳蛋白質率(図 4)はMd 区が低く、乳中尿素窒素(MUN; 図 5)は飼料中の CP 及び CPd 含量に比例して有意な差があった。

第一胃内容液の pH、総揮発性脂肪酸(VFA)濃度には差がなかったが、アンモニア態窒素濃度は飼料の CP 及び CPd 含量に比例して有意な差があった。酢酸/プロピオン酸比率はLd 区が高かった。

血液成分では、血中尿素態窒素(BUN)が飼料の CP 及び CPd 含量に比例して有意な差があり、アルブミン・総蛋白質・GOT はHd 区が高かった。

試験飼料の配合割合を表 2 に示した。

CPd を多く含む綿実、コーングルテンフィード、大豆粕、CPd が比較的少ない加熱大豆粕などの配合割合を調節して、CPd 水準を調整した。

飼料乾物中の TDN = 78%、CPu = 6.0% は各区共通とし、CPd について 3 水準とした (Hd 区 = 11.7、Md 区 = 10.0、Ld 区 = 8.4%)。

【参考】TDN = 75% 程度の飼料を給与されている乳量 40kg/日の経産牛の蛋白質要求量は、

日本飼養標準(1999): CP = 15.2 ~ 15.7%、CPd = 10.3 ~ 10.8%、CPu = 4.9% 程度

NRC 飼養標準(1989): CP = 17.0%、CPd = 10.3%、CPu = 5.9%

各区の CP 割合 (CPd + CPu) は、Hd 区 = 17.5、Md 区 = 16.0、Ld 区 = 14.7% であった。

「CPM-Dairy」により給与エネルギー量から推定される乳量を各区で揃えた。

各区の供試牛頭数と平均産次は、Hd 区 = 22 頭、3.5 産、Md 区 = 19 頭、3.4 産、Ld 区 = 23 頭、2.8 産であった。

表 4 乳生産・第一胃液・血液・消化率・窒素の排泄
【平成 12 年度試験】

		H d 区	M d 区	L d 区
	供試頭数 (頭)	22	19	23
	平均産次 (産)	3.5	3.4	2.8
	体重 (15 週間平均 ; kg)	639	691	648
乳 生 産	乾物摂取量 (kg/日)	24.6	24.2	23.1
	乳量 (kg/日)	40.9	41.0	38.0
	乳脂率 (%)	3.94	3.64	3.92
	乳蛋白質率* (%)	3.12 ^a	3.00 ^b	3.10 ^a
	乳糖率 (%)	4.56	4.55	4.59
	体細胞数 (万/ml)	63	28	37
	乳中尿素窒素 (mg/dl)	12.7 ^a	10.3 ^b	7.3 ^c
第 一 胃 液	pH	6.73	6.73	6.70
	総 VFA 濃度 (mmol/dl)	9.5	9.4	9.1
	アンモニア態窒素 (mg/dl)	6.1 ^a	4.5 ^{a b}	2.1 ^b
	酢酸/プロピオン酸比*	2.36 ^a	2.43 ^a	2.59 ^b
血 液	グルコース (mg/dl)	64.3	63.1	63.8
	NEFA (mmol/l)	18.5	22.9	25.8
	尿素態窒素 (mg/dl)	16.2 ^a	12.1 ^b	7.9 ^c
	アルブミン (mg/dl)	4.1 ^a	3.8 ^b	3.7 ^b
	総蛋白 (mg/dl)	8.1 ^a	7.6 ^b	7.7 ^b
	GOT (IU/L)	97 ^a	86 ^b	82 ^b
消 化 率	乾物の消化率 (%)	66.2	68.2	65.7
	粗蛋白質の消化率 (%)	64.3	63.3	56.9
	N D F の消化率 (%)	39.6	42.8	41.4
糞 尿 量	生糞の排泄量 (kg/日)	59.5	52.7	57.8
	糞の乾物量 (kg/日)	8.2	7.4	7.7
	尿の排泄量 (kg/日)	20.6	20.0	15.9
窒 素 の 配 分	摂 取 (g/日)	673(100%)	571(100%)	512(100%)
	乳 中 (g/日)	194(29%)	176(30%)	173(34%)
	糞 中 (g/日)	238(35%)	212(38%)	218(43%)
	尿 中 (g/日)	222(34%)	191(34%)	119(24%)
	体蓄積 (g/日)	18(2.7%)	3(0.5%)	2(0.4%)

乳生産は分娩後 15 週間の平均値
第一胃内容液・血液は、分娩後 5,9,13 週の平均値
*異符号間に統計的に有意な差あり

消化試験の結果では、乾物・N D F の消化率には差が無かったが、L d 区では蛋白質の消化率が低かった。

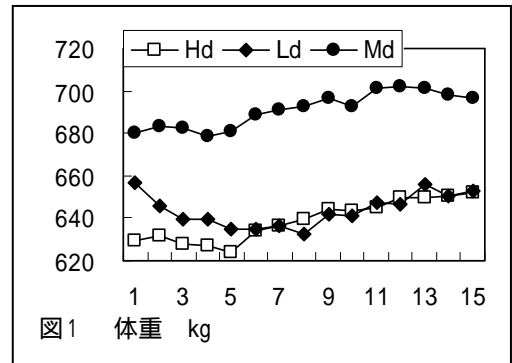


図1 体重 kg

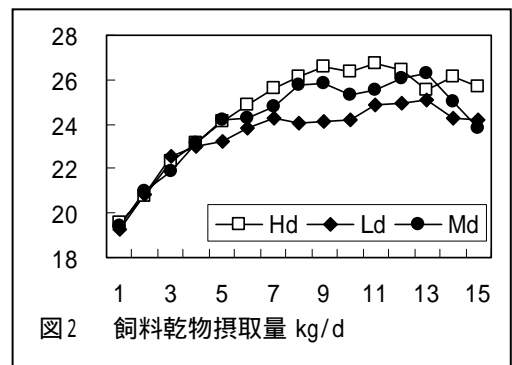


図2 飼料乾物摂取量 kg/d

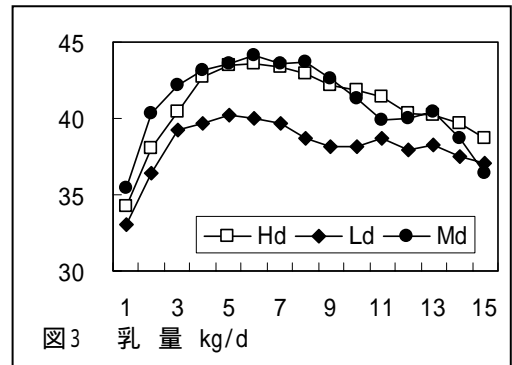


図3 乳量 kg/d

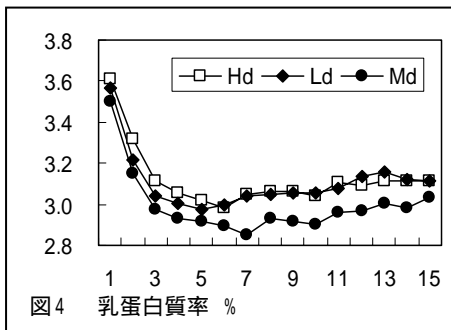


図4 乳蛋白質率 %

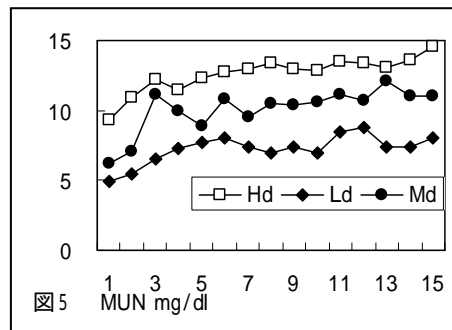


図5 MUN mg/dl

摂取した窒素の使われ方(配分)では、乳中・糞中への配分量に試験区で差はなかったが、尿中排泄量は飼料の CP 及び CPd 含量に比例し、L d 区では Hd 区の 54%、Md 区 (CP16.0%) の 62% まで窒素の排泄量が減少した。なお、L d 区では尿の排泄量が少なく

なったが、飼料中のカリウム含量の影響と思われる。

表5 繁殖成績 (OVSYNCH実施) 【平成12年度試験】

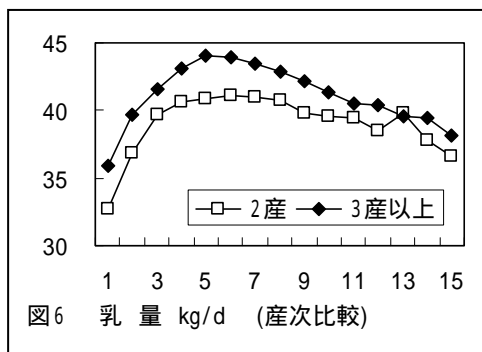
供試牛		繁殖成績 (分娩後150日までの成績)										
区	頭数	発情再帰 (日)	初回OVS	妊否 (頭)	妊鑑前AI	妊否 (頭)	第2回 OVS	妊否 (頭)		最終妊否 (頭)	総AI 回数	空胎 日数
Hd	22	平均 52.4	例数	21	例数	8	例数	8	頭数	19	3頭除外	
			受胎	4	受胎	3	受胎	3	妊娠	10	1.6	95.9
			受胎率%	19.0	受胎率%	37.5	受胎率%	37.5	妊娠率%	52.6		
Md	19	平均 43.4	例数	17	例数	9	例数	6	頭数	17	2頭除外	
			受胎	2	受胎	4	受胎	1	妊娠	7	1.7	90.9
			受胎率%	11.8	受胎率%	44.4	受胎率%	16.7	妊娠率%	41.2		
Ld	23	平均 51.5	例数	22	例数	7	例数	3	頭数	21	2頭除外	
			受胎	10	受胎	1	受胎	0	妊娠	11	1.0	70.3
			受胎率%	45.5	受胎率%	14.3	受胎率%	0.0	妊娠率%	52.4		
計	64	平均 49.2	例数	60	例数	24	例数	17	頭数	57	7頭除外	
			受胎	16	受胎	8	受胎	4	妊娠	28	1.4	84.1
			受胎率%	26.7	受胎率%	33.3	受胎率%	23.5	妊娠率%	49.1		

注:「妊鑑前AI」は第1回OVSYNCH実施後、妊娠鑑定前に発情があった場合の人工授精によるもの

繁殖成績を表5に示した。分娩後150日までの妊娠率は、Hd区 = 52.6% (10/19)、Md区 = 41.1% (7/17)、Ld区 = 52.4% (11/21頭)と全体的に低かったが、CPやCPd水準の影響はみられなかった。

以上の平成12年度試験の結果から、以下のことが示唆された。

- 経産牛の給与飼料中の蛋白質水準をLd区の水準(CPd = 8.4, CPu = 6.0, CP = 14.7%)とすることで、泌乳前期における乳生産を大きく低下させることなく、尿への窒素排泄量を減少させることができる。
- Ld区では統計的に有意ではないが「飼料乾物摂取量」と「乳量」が少ない傾向であり、第一胃内容液アンモニアやMUNも低かった。これは、
CPd不足 第一胃内容液アンモニア不足 繊維消化速度の低下
 飼料乾物摂取量の抑制 乳生産の抑制 と作用したことも考えられる。
CPd = 8.4%はやや低水準と思われる
- Ld区では平均産次が2.8産と低かった(Hd区3.5、Md区3.4産)。乳量の低さはこの影響であることも考えられた。(図6参照: 2産次牛と3産以上の牛の乳量の推移)
- なお、Ld区における尿量の減少については、尿中の主なミネラルであるカリウムの飼料中含量がLd区でやや低かったことが影響したようだ。



13 年度試験『泌乳前期における第一胃内非分解性蛋白質(CPu)の最適水準について』

平成 12 年度試験の結果を踏まえて各区の CPd を 9.4% 一律として、飼料乾物中の第一胃内非分解性蛋白質(CPu)水準について検討した。

表 6 飼料配合割合と成分値【平成 13 年度試験】

	Hu 区	Mu 区	Lu 区	
現物配合割合	チモシー乾草	22.4	21.4	20.4
	アルファルファヘイキューブ	7.6	7.3	7.0
	圧片トウモロコシ	21.4	21.5	21.5
	大麦	9.0	9.0	9.0
	ビートパルプ	6.2	6.4	6.6
	コーングルテンフィード	3.0	4.5	6.0
	綿実	6.1	8.5	11.0
	コーングルテンフィード	3.0	4.5	6.0
	ふすま	2.0	3.6	5.2
	マメ皮	---	1.8	3.6
	大豆粕	3.5	4.2	4.9
	ビール粕	3.6	1.8	---
	加熱大豆粕	10.1	5.0	---
	魚粉	0.6	0.6	0.6
	コーングルテンミール	0.4	0.2	---
	乾物中成分値	脂肪酸カルシウム	0.7	0.8
糖蜜		2.5	2.5	2.5
ビタミン・ミネラル		0.9	0.9	0.9
TDN		77.1	77.0	76.8
粗蛋白質 CP		17.0	15.8	14.6
分解性蛋白質 CPd		9.4	9.4	9.4
非分解性蛋白質 CPu		7.5	6.4	5.2
NDF		36.0	36.7	37.3
eNDF(有効 NDF)		25.0	25.3	25.6
粗脂肪		4.6	4.8	4.9
デンプン	20.4	20.8	21.2	

表 7 分娩前の飼料給与 (kg/日)
【平成 13 年度試験】

分娩予定日の	チモシー乾草	各区の配合飼料
21 ~ 15 日前	10.0	4.0
14 ~ 8 日前	8.5	5.5
7 日前 ~ 分娩	6.5	7.0

(2) 試験結果

飼養試験の主な結果を表 8 に示した。

体重の推移(図 7)と、分娩後 1 週次体重を 100%とした体重増減(図 8)を示したが、ほぼ同様な推移であった。平均体重には差がなかった。

飼料乾物摂取量、乳量(図 9)、乳成分には試験区間に統計的に有意な差はなかったが、乳中尿素窒素(MUN; 図 11)は Lu 区が低く、CP 及び CPu 水準を反映した。乳蛋白質率(図 10)は Lu 区がやや低く推移した。

第一胃内容液の pH、総揮発性脂肪酸(VFA)濃度には差がなく、第一胃内発酵に差がないことが示唆された。アンモニア態窒素は飼料の CP 及び CPu 含量に比例した。

血液成分では、尿素態窒素が飼料の CP 及び CPd 含量に比例して区間に差があり、Lu 区では肝機能などの指標である GOT が高かった。

(1) 試験の内容

最適な CPu 水準を検討するため、飼料乾物中の分解性蛋白質(CPd)を一定(9.4%)とし、CPu 含量が 7.5%(Hu 区)、6.4%(Mu 区)、5.2%(Lu 区)の 3 区を設定した。

試験飼料の配合割合を表 6 に示したが、CPd を多く含む綿実、コーングルテンフィード・ふすま・大豆粕・マメカワ、CPu が比較的多い加熱大豆粕・乾燥ビール粕・コーングルテンミールなどの配合割合を調節して、CPu 水準を調整した。

各区の CP 含量(CPd + CPu)は、Hu 区 = 17.0、Mu 区 = 15.8、Lu 区 = 14.6%であった。

乳生産に影響の大きい、TDN(77%)、NDF(約 36%)、デンプン(約 20%)は各区でほぼ同一とした。

CPM-Dairy により給与エネルギー量から推定される乳量を各区で揃えた。

各区の供試牛の頭数と平均産次は、Hu 区 = 20 頭、3.2 産、Mu 区 = 19 頭、3.2 産、Lu 区 = 19 頭、3.4 産で、平均産次に差はなかった。

分娩予定日の 3 週間前から表 7 のとおりに試験飼料を給与して馴致を行った。分娩後 5 日目からは表 6 の試験 TMR 飼料を不断給与した。

表 8 乳生産・第一胃液・血液・消化率・窒素の排泄

【平成13年度試験】

		Hu 区	Mu 区	Lu 区
供試牛	供試頭数 (頭)	18	19	17
	平均産次 (産)	3.2	3.2	3.2
	体重 (13 週間平均 ; kg)	632	637	646
乳生産	乾物摂取量 (kg / 日)	24.0	24.5	24.5
	乳量 (kg / 日)	39.9	41.5	42.3
	乳脂率 (%)	3.70	3.54	3.51
	乳蛋白質率 (%)	3.12	3.07	3.03
	乳糖率 (%)	4.55	4.54	4.54
	体細胞数 (万 / ml)	67	78	122
	乳中尿素窒素* (mg/dl)	14.5 ^a	13.1 ^a	10.6 ^b
第一胃	pH	6.69	6.69	6.74
	総 VFA 濃度 (mmol/dl)	6.7	6.7	6.2
	アンモニア態窒素* (mg/dl)	4.0 ^a	3.5 ^a	2.6 ^b
	酢酸/プロピオン酸比	2.11	2.03	1.95
血液成分	グルコース (mg/dl)	70.6	66.5	69.8
	NEFA (mmol/l)	17.3	14.8	19.9
	尿素態窒素* (mg/dl)	17.3 ^a	14.3 ^b	11.6 ^c
	アルブミン (mg/dl)	4.0	3.9	4.0
	GOT (IU/L)	91	93	110
消化率	乾物の消化率 (%)	67.3	66.7	66.3
	粗蛋白質の消化率 (%)	68.2	65.3	64.5
	NDFの消化率 (%)	40.3	40.4	37.4
排泄量	生糞の排泄量 (kg / 日)	52.9	53.3	56.8
	糞の乾物量 (kg / 日)	8.2	8.3	9.0
	尿の排泄量 (kg / 日)	18.1	16.7	17.0
窒素の分配	摂取 (g / 日)	691(100%)	645(100%)	610(100%)
	乳中 (g / 日)	190(28%)	198(31%)	203(34%)
	糞中 (g / 日)	219(32%)	222(35%)	218(36%)
	尿中 (g / 日)	232(33%)	197(31%)	158(26%)
	体蓄積 (g / 日)	51(7%)	28(4%)	31(5%)

乳生産は分娩後 13 週間の平均値 (魚粉の使用禁止により試験期間を短縮した)

第一胃内溶液性状、血液性状は、5,9,13 週の平均値

* 異符号間に統計的に有意な差あり

消化試験の結果では、区間に差がなかった。

摂取した窒素の使い方 (配分) では、乳中と糞中への配分量に差はなかったが、尿中への窒素排泄量は飼料の CP 及び CPd 含量に比例し、Hu 区に比べて M d 区 85%、Lu 区 68%まで低減された。

尿の排泄量は、区間に差がなかった。(各区の飼料中カリウム含量にも差はなかった)

繁殖成績を表 9 に示した。分娩後 150 日までの妊娠率は、Hu 区 = 86.7% と、Mu 区 (44.4%)・Lu 区 (53.3%) に比べて高かった。

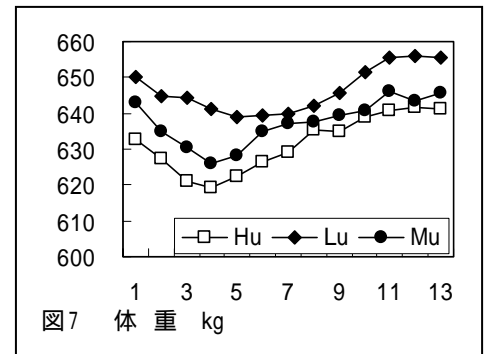


図7 体重 kg

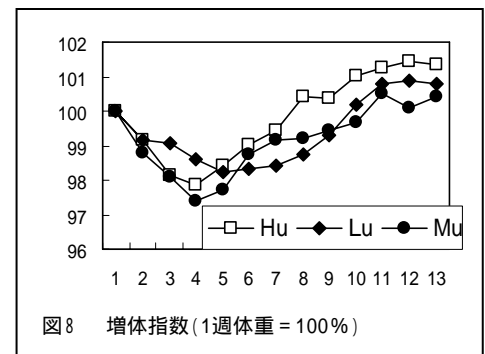


図8 増体指数 (1週体重 = 100%)

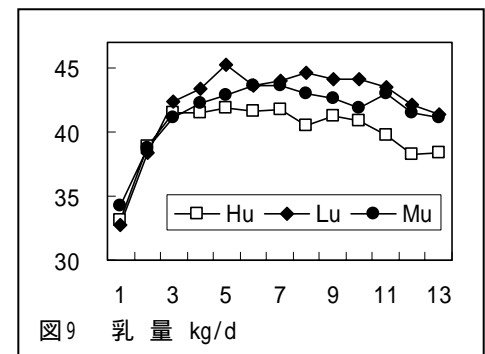


図9 乳量 kg/d

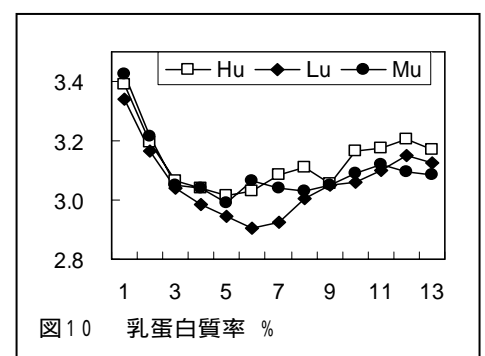


図10 乳蛋白質率 %

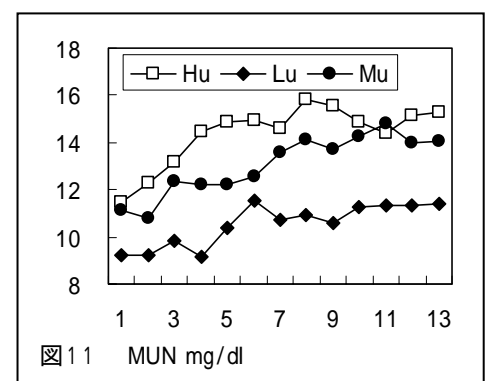


図11 MUN mg/dl

表9 繁殖成績 (OVSYNCH実施)

【平成13年度試験】

供試牛		繁殖成績 (分娩後150日までの成績)										
区	頭数	発情再帰 (日)	初回OVS	妊否 (頭)	妊鑑前AI	妊否 (頭)	第2回 OVS	妊否 (頭)		最終妊否 (頭)	総AI 回数	空胎 日数
Hu	20	平均	例数	16	例数	6	例数	4	頭数	16	4頭除外	
		35.9 (14/20)	受胎	9	受胎	2	受胎	2	妊娠	13	1.4	83
			受胎率%	56.3	受胎率%	33.3	受胎率%	50.0	妊娠率%	86.7		
Mu	19	平均	例数	15	例数	7	例数	10	頭数	18	1頭除外	
		41.8 (10/19)	受胎	2	受胎	2	受胎	4	妊娠	8	1.9	103
			受胎率%	13.3	受胎率%	28.6	受胎率%	40.0	妊娠率%	44.4		
Lu	19	平均	例数	16	例数	5	例数	5	頭数	15	4頭除外	
		37.7 (14/19)	受胎	5	受胎	1	受胎	1	妊娠	8	1.6	89
			受胎率%	31.3	受胎率%	20.0	受胎率%	20.0	妊娠率%	53.3		
計	58	平均	例数	47	例数	18	例数	19	頭数	48	10頭除外	
		49.2 (33/58)	受胎	16	受胎	5	受胎	7	妊娠	29	1.6	92
			受胎率%	34.0	受胎率%	27.8	受胎率%	36.8	妊娠率%	60.4		

注:「妊鑑前AI」は第1回OVSYNCH実施後、妊娠鑑定前に発情があった場合の人工授精によるもの

以上の平成13年度試験結果から、以下のことが示唆された。

- 経産牛の飼料乾物中のTDN=77%、CPd=9.4%とし、CPuをHu区=7.5%(CP=17.0%)、Mu区=6.3(15.8)、Lu区=5.2(14.6)の3水準として分娩後13週間の泌乳試験を行って比較したところ、乳量、乳成分など生産性には影響がみられなかった。精密な飼料設計をすれば、低蛋白質飼料(CP=14.5%)で経産牛の高い乳生産を維持できる。
- しかし、Mu区・Lu区では受胎率が低かったことから、低蛋白質飼料の評価についてはさらに検討を要する。
- 尿への窒素排泄量は、酪農家における一般的なCP水準と思われるHu区(CPd=9.4/CPu=7.5/CP=17.0%)に比べ、蛋白質の給与水準を下げること、すなわち、CPd=9.4/CPu=6.3/CP=15.8%(Mu区水準)で15%、CPd=9.4/CPu=5.2/CP=14.6%(Lu区水準)で32%減少させることができる。
- 尿の排泄量はCPuを下げても減少せず、飼料中のカリウム等のミネラル含量に影響されることが考えられる。

まとめ(2回の試験結果から)

- 1)各飼料の成分を把握し、飼料計算ソフト「CPM-Dairy」を用いた精密な飼料設計を行ってCPd、CPu水準を低めることで、乳生産に影響を与えることなく尿への窒素排泄量を低下できた。不必要な蛋白質の多給は、尿中の窒素量を増やし堆肥化処理時のアンモニア発生など環境負荷を高めることとなる。
- 2)CPdとCPuを必要最低水準とすることで、肝臓や繁殖にとって有害とされる血中のアンモニア濃度を低下させることができる(血中と乳中の尿素濃度から)
- 3)TDN78%程度の泌乳最盛期用の高エネルギー飼料では、飼料乾物中の分解性蛋白質(CPd)は9.2~9.4%が適当な水準と考えられる。これを下回ると第一胃内アンモニアの不足から、繊維消化速度が低下し乾物摂取量が減少する可能性がある。
- 4)上記のCPd含量でも、デンプン給与量が少ない場合には、第一胃内アンモニアが微生物

物合成に利用されずにアンモニア過剰となる。CPd とデンプン含量のバランスが重要であり、第一胃内アンモニアや乳中尿素窒素も推定できる「CPM-Dairy」等による精密な飼料計算が必要である。簡便には、(TDN / CP) 比を 4.5 ~ 5.0 程度とすることで、バランスをとることができる。

- 5) 日本飼養標準では、非分解性蛋白質(CPu)は 5 %程度必要とされている。CPu の不足は、泌乳最盛期において筋肉量の減少や泌乳中期以降のボディーコンディションの回復の遅れ、若い牛では成長の抑制を起こす可能性が考えられる。
- 6) 配合飼料や粗飼料の蛋白質含量は大きく変動する。特に、粗飼料では変動が大きく、千葉県自給飼料分析センターのここ数年間の分析では、乾物中の CP 含量はアルファルファ乾草で 9 ~ 22%、スーダン乾草で 4 ~ 14%、コーンサイレージで 5 ~ 10%と変動が大きい。給与飼料の蛋白質を低くして窒素排泄を低減化するには、配合飼料や粗飼料の成分値の把握と精密な飼料計算が必要である。
- 7) 飼料蛋白質を最低限にして窒素排泄量の低減化を達成するためには、
粗飼料を分析し C P 含量を把握する (CPd、CPu は、日本では分析できない)
配合飼料の成分値を飼料メーカーから入手する (教えてもらえないことも多い)
子細な飼料計算により飼料メニューを決める (「CPM-Dairy」など)
など、手順を踏むことが不可欠である。
- 7) 精密な飼料計算ができない場合には、日本飼養標準の推奨値まで蛋白質含量を落とすことで、ある程度の窒素排泄量を低減できる。
泌乳最盛期で CP = 15.8%、泌乳中期で CP = 14.5% (下表参照)

【参考】

日本飼養標準から計算すると、泌乳最盛期の初産牛(乳量 = 35kg/日)、2産牛(40kg/日)、3産牛(45kg/日)では、CPd = 10.8%、CPu = 5.0%、CP = 15.8%程度が推奨値である。

日本飼養標準における乳量・産次別の蛋白質の要求量

乳 量 (kg / 日)		25	30	35	40	45	50	
乾物摂取量の推定値 (kg / 日)	1 産	17.7	19.6	21.6	23.6			
	2 産	18.4	20.4	22.3	24.3	26.3		
	3 産		20.7	22.7	24.7	26.6	28.6	
C P 要求量 (上段) CPd 要求量 (中段) CPu 要求量 (下段) (飼料乾物中%)	1 産	C P	14.6	15.2	15.8	16.3		
		CPd	9.9	10.3	10.8	11.2		
		CPu	4.7	4.9	5.0	5.1		
	2 産	C P	13.9	14.6	15.2	15.7	16.2	
		CPd	9.4	9.9	10.3	10.8	11.2	
		CPu	4.5	4.7	4.9	4.9	5.0	
	3 産	C P		14.1	14.7	15.2	15.7	16.2
		CPd		9.4	9.9	10.3	10.8	11.2
		CPu		4.7	4.8	4.9	4.9	5.0
適正な TDN 含量 (飼料乾物中%)	1 産	75.2	77.0	78.6	80.2			
	2 産	71.7	73.8	75.7	77.4	79.0		
	3 産		70.4	72.5	74.4	76.2	77.9	

1999年版の日本飼養標準により計算 (各産次の標準的な体重、乳脂率 3.7%)

飼料中の銅・亜鉛濃度と豚ふんへの排泄量の検討

畜産総合研究センター生産技術部

養豚養鶏研究室 園原 邦治

はじめに

家畜ふん尿の最適処理方法は土壌還元であるが、現在、一部の農地においては受容能力も限界に達しておりその効率的な利用が望まれている。特に、子豚のふん中には重金属である銅が高濃度に含まれているため、作物栽培するうえで支障を来す危険性や豚ふん堆肥の円滑な土壌還元ができない等耕種農家からの指摘がなされている。

この背景には、離乳子豚の飼料へ銅を 125 ~ 250ppm の高水準で添加することにより子豚の増体が 6 ~ 10 % 程度改善される報告等から離乳子豚の飼料への銅の高水準添加が行われた経過がある。また、銅の高水準添加は、豚の成長促進、飼料効率の改善やふん性状の改善（ふんを硬くする、軟便減少、黒色化）の報告もある。

飼料製造業界では、昭和60年から豚用飼料への重金属（銅・亜鉛）の添加上限量について自主規制を行っている。平成10年には自主規制の見直しを行い、豚用飼料への銅と亜鉛の自主規制値上限添加量を、ほ乳期子豚育成用（体重30kg以下）配合飼料で銅125ppm、亜鉛125ppm に改訂している。しかしながら、銅の改正値は日本飼養標準豚（農林水産省農林水産技術会議事務局編 2002）養分要求量値（5.3ppm：10 ~ 30kg 子豚期）に比べても大きく上回っている。

今回、特に銅について、自主規制値をさらに下回る量による豚の発育試験を試みた。

材料および方法

1. 供試豚

当センターでけい養しているLWD種24頭（雌12頭去勢12頭）を用いた。

2. 試験区分

試験区分は表1の通りとした。試験開始前の授乳期から体重10kgまでをステージとし、4腹からLWD種47頭（10kgになった時点で試験豚として24頭選抜した。）について腹ごとに授乳させ、生後3週間目（21日）から体重10kg時までA飼料を与えた。母親からの離乳は生後4週間目までに行い、10kgまでは分娩ケージの中で飼育した。また10kg時から子豚育成期間をステージとし今回の試験期間とした。試験期間は試験飼料摂取期間を揃えるために6週42日間とした。試験飼料は、B飼料に重金属（銅・亜鉛）を3段階に添加したものをを用いた。試験豚は、ステージで選抜された24頭について3区に分け、1区当たり去勢および雌それぞれ4頭を1豚房当たり約14m²（3.4 × 4.2）に割り付け飼養した。なお、試験豚はその後同豚房において105kgまで豚産肉能力検定飼料により肥育しと体成績を求めた。

今回の試験の重金属の添加量については、ステージのA飼料については、重金属（銅・亜鉛）は無添加とし、ステージのB飼料については、銅の添加を1区では日本飼養標準に定められた10kgから30kg子豚における養分要求値とほぼ同値である5ppm、2区では銅の自主規制値の1/2量の62.5ppm、3区では銅の自主規制値である125ppm添加した。亜

鉛については今回の試験では統一した添加量とし各区とも日本飼養標準に準ずるよう54ppm添加した。試験飼料の成分および配合割合については表2のとおりである。

表1 試験区分

授乳～10kgまで (ステージ)
4腹 母乳 + A飼料

10kg～子豚育成期-6週-まで (ステージ)
B飼料 + 区別銅および亜鉛添加量

区分	供試頭数	添加量		計算含有	
		銅	亜鉛	銅	亜鉛
1区	8頭(4頭去4頭)	5	54	9.1	84.5
2区	8頭(4頭去4頭)	62.5	54	64.1	84.5
3区	8頭(4頭去4頭)	125	54	129.1	84.5

表2 試験飼料の成分と配合割合

授乳から10kgまで(ステージ)

A飼料	%
小麦粉(粉末)	30.00
脱脂粉乳	27.00
黄色トウモロコシ	11.62
グルコース	10.00
魚粉(65%)	7.00
濃縮大豆蛋白	6.80
粉末油脂	6.36
大豆かす	
炭酸カルシウム	0.32
食塩	0.20
ビタミンb群	0.20
ビタミンADE	0.20
ミネラル	0.20
塩酸Lリジン	0.10
リン酸2石灰	
DLメチオニン	
Lトレオニン	

CP(%)	25.20
DE(Mcal/kg)	3.70
P(%)	0.66
Ca(%)	0.80
Cu(ppm)	3.60
Zn(ppm)	38.40

10kgから子豚育成期(6週42日間)まで(ステージ)

B飼料	%
小麦粉(粉末)	23.00
脱脂粉乳	5.00
黄色トウモロコシ	47.43
グルコース	5.00
魚粉(65%)	1.50
濃縮大豆蛋白	9.00
粉末油脂	2.00
大豆かす	4.00
炭酸カルシウム	0.65
食塩	0.20
ビタミンb群	0.10
ビタミンADE	0.10
ミネラル	0.10
塩酸Lリジン	0.63
リン酸2石灰	1.00
DLメチオニン	0.10
Lトレオニン	0.19

CP(%)	19.30
DE(Mcal/kg)	3.49
P(%)	0.55
Ca(%)	0.73
Cu(ppm)	4.10
Zn(ppm)	30.50

3. 飼料給与方法

飼料給与は不断給餌、飲水は自由飲水とした。

4. 肥育並びにと体成績

試験終了後引き続き同飼育条件により105kgまで肥育した後と体成績を調査するとともに調査豚の肝臓の蓄積重金属(銅・亜鉛)量を測定した。

5. 消化試験

代謝ケージを用いて、体重60kg時点における重金属(銅・亜鉛)の消化率を測定した。調査豚は試験豚の同腹豚2頭を用いて2回の繰り返し試験とした。試験方法は、全ふん採取法により12日間体重の3%制限給餌とし、採食開始時間を揃えて採食が終わった段階で残量を測り、給水は餌量の2倍程度とした。採ふんは試験開始7日目から5日間ふんを採取した。給与飼料は試験3区で使用した飼料(125ppm添加飼料)を用いた。

6. 試験期間

平成12年10月から平成13年12月まで実施した。

7. 調査項目

1日平均増体重、飼料要求率、ふん中の重金属（銅・亜鉛）含量、重金属（銅・亜鉛）の消化率（排泄率）肝臓腎臓の重金属（銅・亜鉛）含量、と体成績とした。

ふんの採取は、試験開始前日、試験開始1週（7日目）を前期、試験終了（42日目）を後期、肥育期間体重50kg時の4回について豚房ごとに全量採取し、60℃乾燥5日間行い粉砕後試験に供した。分析は、重金属（銅・亜鉛）量については湿式灰化による原子吸光法、脂肪酸組成はガスクロマトグラフィー法によった。

結果ならびに考察

今回試験に用いた試験飼料の重金属含有量についてその測定結果を表3に示した。

表3 試験飼料の重金属測定 単位 ppm

試験飼料	銅含有量		亜鉛含有量	
	計算上	測定結果	計算上	測定結果
A飼料	3.6	5.3±2.2	38.4	42.4±6.2
B飼料	4.1		30.5	
B飼料1区*	9.1	14.2±2.7	84.5	93.1±3.2
B飼料2区*	64.1	72.8±3.8	84.5	87.8±1.8
B飼料3区*	129.1	135.3±6.7	84.5	87.0±2.7
産肉能力検定		13.7±3.6		86.3±4.9

*1区添加量銅5ppm 亜鉛54ppm
2区添加量銅60ppm 亜鉛54ppm
3区添加量銅125ppm 亜鉛54ppm

体重10kgから6週（42日間）までの期間の発育は表4のとおりで、試験開始時の体重および日齢は平均9.9kg生後42日目であり、ほぼ各区性別ともに差は見られなかった。また6週42日間の最終体重は平均33kg 1日平均増体重は549.9gであるのに対して、1区では雌去勢とともに1日平均増体重において低下したが、2区と3区においては、ほぼ同値であった。また、各区とも雌が去勢より高い値を示した。飼料要求率は1区去勢において低い値を示したものの、区間並びに性間において差は認められなかった。

表4 発育成績 - 10kgから42日間（6週） -

区分	開始時 体重(kg)	日齢 (日)	終了時 体重(kg)	1日平均 増体重(g)	飼料 要求率	飼料 効率
1区雌	10.3±0.8	41	32.2±2.2	521.3±49.6	1.60	62.5
1区去勢	9.6±1.0	42	30.1±2.8	488.6±86.6	2.13	46.8
2区雌	10.3±0.3	42	35.7±1.9	577.3±76.4	1.60	62.7
2区去勢	10.8±0.9	43	33.9±2.7	576.8±89.4	1.95	51.2
3区雌	9.4±0.8	41	32.8±0.5	556.4±27.0	1.66	60.1
3区去勢	9.5±0.4	43	33.9±1.7	579.1±47.1	1.72	58.0
平均	9.9±1.0	42	33.0±2.5	549.9±68.5	1.77	56.8

ふん中の重金属量（銅・亜鉛）は、表5-1、表5-2に示したとおり、銅においては、試験前期および後期3区が最も高く2区、1区の順になり区間差が認められた。特に3区においては、試験前期（試験開始7日目）の銅量は813.7ppm 試験後期（試験終了時）839.3ppm

となり、試験開始前の同 57.6ppm および試験終了後検定飼料摂取時期である 50kg 体重時における同 90.6ppm と比較して試験期間中に急激に高くなる傾向を示した。亜鉛においては、各区間に差はなく同傾向を示したが、開始前から試験期間において減少しさらに 50kg 時で濃度が最も小さくなった。

表 5 -1 ふん中の銅濃度 ppm (DM 中)

	開始前	前期*	後期*	50kg時
1区	57.6 ±15.3	114.2 ±39.8	121.5 ±42.3	84.2 ±10.4
2区	57.6 ±15.3	437.6 ±54.5	458.1 ±62.2	86.4 ±19.8
3区	57.6 ±15.3	813.7 ±72.2	839.3 ±69.6	90.6 ±23.3

*P<0.01

表 5 -2 ふん中の亜鉛濃度 ppm (DM 中)

	開始前	前期*	後期*	50kg時
1区	396.8 ±22.2	671.7 ±22.8	565.0 ±30.2	330.6 ±29.9
2区	396.8 ±22.2	613.7 ±31.1	528.2 ±22.6	325.6 ±28.4
3区	396.8 ±22.2	537.1 ±19.7	529.5 ±17.2	346.7 ±27.5

また、銅および亜鉛の餌とふん中における濃度からその比率（ふん濃度 / 餌濃度）を、相対的濃縮率として比較した。その結果、表 6 -1 と表 6 -2 の通り、銅では 6.0 ~ 10.8 倍を亜鉛では 3.8 ~ 9.4 倍の値を示した。しかしながら、各区間においては差は見られなかった。

表 6 -1 銅の相対的濃縮率（ふん / 餌）

	開始前	前期	後期	50kg時
1区	10.8	8.0	8.6	6.2
2区	10.8	6.0	6.3	6.3
3区	10.8	6.0	6.2	6.6

表 6 -2 亜鉛の相対的濃縮率（ふん / 餌）

	開始前	前期	後期	50kg時
1区	9.4	7.2	6.1	3.8
2区	9.4	6.9	6.0	3.8
3区	9.4	6.2	6.1	3.8

重金属（銅・亜鉛）の消化率を表 7 に示した。その結果、銅においては消化率は 18.8 % となり、逆に排泄率は 81.2 % とほぼ 8 割の銅が排泄されることがわかった。ただし、今回の試験は 60 kg 時点の試験豚でありさらに子豚（10 kg から 30 kg まで）のそれぞれの時点での消化率を求める必要がある。また、亜鉛についても調査したところ銅よりも排泄率で 84.8% とやや高い値となった。

表 7 重金属（銅・亜鉛）の消化率

	1日平均		1日平均	
	給与量	ふん量	消化率	排泄率
銅	1800	205 ± 43	18.8	81.2
亜鉛	1800	205 ± 43	15.2	84.8

単位：量 (g) 率 (%)

つぎに、105kg まで肥育しと場出荷した結果について、表 8 では 105kg 到達日齢結果を、表 9 は、試験豚の肝臓の重金属（銅・亜鉛）の蓄積量を示した。

ステージ の試験終了時から 105kg までの肥育期間における到達日齢は、平均 80.9 日

と区間差は認められなかった。また、試験開始から 105kg までの 1 日平均増体重は平均 775.6g であった。特に、2 区において雌去勢とともに他区に比較して高い値を示したが、有意差は見られなかった。また、105kg 時における試験豚の肝臓の重金属（銅・亜鉛）蓄積量は、銅では平均 9.0 ~ 13.2mg 亜鉛では平均 53.7 ~ 78.2mg とばらついたものの、区間に差は見られなかった。

表8 105kg 到達日齢

区 分	肥育開始 体重(kg)	肥育期間 (日)	105kg到達 日数(日)	1日平均* 増体重(g)
1区雌	32.2 ± 2.2	84.5 ± 3.3	167.5 ± 2.3	749.0 ± 12.2
1区去勢	30.1 ± 2.8	83.7 ± 3.7	167.5 ± 4.6	759.5 ± 26.7
2区雌	35.7 ± 1.9	76.3 ± 5.5	160.0 ± 6.6	802.3 ± 38.8
2区去勢	33.9 ± 2.7	70.8 ± 9.4	155.2 ± 9.7	839.4 ± 60.6
3区雌	32.8 ± 0.5	85.5 ± 6.6	168.5 ± 7.5	751.3 ± 35.0
3区去勢	33.9 ± 1.7	85.0 ± 3.4	169.5 ± 4.1	752.0 ± 18.2
計	33.0 ± 2.5	80.9 ± 7.6	164.7 ± 7.7	775.6 ± 46.8

*試験開始から
105kgまで

表9 重金属（銅・亜鉛）の肝臓蓄積量

区 分	肝臓 重量 (g)	銅 蓄積量 (mg)	亜鉛 蓄積量 (mg)	銅 濃度 (ppm)	亜鉛 濃度 (ppm)
1区雌	1405 ± 61.3	9.0 ± 0.5	73.3 ± 23.8	7.5 ± 3.7	60.9 ± 19.3
1区去勢	1420 ± 48.9	12.1 ± 0.9	72.3 ± 12.3	10.2 ± 3.8	61.5 ± 13.2
2区雌	1368 ± 89.9	13.2 ± 1.2	78.2 ± 27.1	12.5 ± 5.5	73.4 ± 27.1
2区去勢	1550 ± 191.6	10.7 ± 1.1	77.7 ± 10.0	8.8 ± 4.4	64.6 ± 12.5
3区雌	1495 ± 156.3	12.0 ± 1.4	71.7 ± 22.4	10.1 ± 3.6	60.1 ± 16.3
3区去勢	1325 ± 71.8	12.2 ± 1.0	53.7 ± 10.8	11.5 ± 4.1	50.0 ± 10.4

肉質、特に脂肪についての分析結果は表10および表11のとおりである。背脂肪の厚さについては有意差は認められなかった。また脂肪酸組成についても区間や性差による差は見られなかった。特に、銅の添加による有害作用として脂肪の軟化等の酸化作用の報告があるが、今回の試験においては認められなかった。

	肩		背		腰		ランジリ		
	外側	内側	外側	内側	外側	内側	前	中	後
1区	0.9	2.6	0.5	1.4	0.9	1.8	2.4	1.9	2.7
2区	0.9	2.8	0.6	1.2	1.1	1.6	2.5	1.9	2.6
3区	1.0	2.7	0.6	1.3	0.7	1.7	2.3	1.7	2.6

	背脂肪(外)		背脂肪(内)		腎脂肪	
	飽和	不飽和	飽和	不飽和	飽和	不飽和
1区	43.2	57.7	45.4	54.6	51.2	48.8
2区	41.9	58.1	45.3	54.7	51.2	48.8
3区	43.4	56.6	43.7	46.3	51.3	48.7

まとめ

1 子豚育成期間の飼料への銅添加を自主規制値 1/2 量としたところ、1日平均増体重では雌では平均 1197g、去勢では 921g となり自主規制値量添加した区(3区)に比較し差は見られなかった。しかしながら、養分要求量添加区(1区)においては他区(自主規制区および自主規制 1/2 区(2区))に比べて低くなる傾向にあった。また、すべての区において雌が去勢に比べて高い値を示した。

2 試験期間中のふんへの重金属含量は、特に銅量において試験開始とともに自主規制区において顕著に増加した。

3 重金属(銅・亜鉛)の消化率を測定したところ、銅では 18.8%、亜鉛では 15.2%となり、排泄率はともに 80%以上であった。

4 105kg 到達日齢は各区間による差は見られなかった。また、肝臓の重金属蓄積量並びに脂肪酸組成において区間差は認められなかった。

IMPROVED SURVIVAL OF CRYOPRESERVED PORCINE MORULAE

H. Ushijima¹, R. Esaki², H Yoshioka^{2,3}, M. Kuwayama⁴, T. Nakane¹ and H. Nagashima²¹Chiba Prefectural Animal Experimental Station, ²Department of Animal Production, Meiji University, ³National Institute of Genetics, ⁴KATO Lady's Clinic, Japan

Towards developing an efficient cryopreservation protocol for porcine morula stage embryos, three vitrification methods were compared, i.e., the straw (ST) (Ishimori et al., 1993), gel loading tip (GLT) (Tominaga et al., 2002), and minimum volume cooling (MVC) (Kuwayama et al., 2000) methods. To improve embryo survival, embryos showing a reduction in the amount of cytoplasmic lipid droplets were vitrified by the MVC method. Morula stage embryos were collected from superovulated gilts and sows 5 d after hCG injection. Two experiments were performed. In Exp. 1, for the ST and GLT methods, a vitrification medium was used consisting of 20% ethylene glycol (EG), 20% DMSO, and 0.6 M sucrose, while in the MVC method the concentration of cryoprotectants was correspondingly reduced to 15%, 15%, and 0.5 M. Embryos were loaded into ST, GLT, and MVC plates (Cryotop, Kitazato Supply, Japan) with a vitrification media of about 10, 0.6, and < 0.05 μ l, respectively. The ST was kept in liquid N₂ vapor for 2 min before plunging into liquid N₂, whereas direct plunging for the other two. To thaw, the ST was immersed in a 37 °C water bath, whereas the GLT and MVC plates were directly placed in diluent containing 0.25 and 1 M sucrose, respectively. Cryoprotectants were removed by stepwise dilution. In Exp. 2, morulae were centrifuged with 7.5 μ g/ml cytocharasin B at 12000 x g for 20 min to polarize the cytoplasmic lipid droplets (lipid polarization). Polarized lipids were removed from some embryos by micromanipulation (delipitation). These lipid-reduced embryos and control non-manipulated embryos were vitrified by the MVC method. In both experiments, embryo survival was assessed by in vitro culture in NCSU23 + 10% FCS for 48 h. Differences were analyzed by the chi-square test, and the student's t-test was used to compare mean cell numbers of embryos. Developmental rates of vitrified embryos to blastocysts were 20% (6/30) for ST, 39% (18/46) for GLT, and 60% (26/43) for MVC, and the proportion of transferable quality blastocysts were 0, 22 and 37%, respectively. Embryo survival and transferable quality were further improved by vitrification after delipitation (95%, 35/37; 95%, 35/37) in comparison with non-manipulation vitrified embryos or lipid polarization ones, i.e. 24/42 (57%) or 29/38 (76%), P < 0.05; 21/42 (50%) or 21/38 (71%), P < 0.01. The proportion of transferable blastocysts and cell number of blastocysts (92 \pm 25) derived from delipitated vitrified-embryos were comparable to those derived from non-vitrified control embryos, i.e., 85% (34/40) and 103 \pm 31. Results demonstrate that survival of vitrified morulae is highest using the MVC method combined with delipitation.

ブタ桑実胚のガラス化保存における細胞質内脂肪顆粒除去の効果

○牛島 仁, 吉岡裕樹^{1,2}, 江崎律子¹, 高橋圭二, 中根 崇, 桑山正成³, 長嶋比呂志¹
(千葉県畜セ, ¹明大農, 現 ²国立遺伝研, ³加藤レディースクリニック)

【目的】ガラス化法の利用によって、緩慢凍結法では保存が困難であった低温感受性の高い卵子や胚の凍結保存が可能になっている。本研究では、耐凍性を向上させる細胞質脂肪顆粒除去処置 (delipation) を施したブタ桑実胚のガラス化によって、非常に高い生存性を得たので報告する。

【方法】発情後 5 日目に回収されるコンパクト桑実胚を 7.5*micro*g/ml サイトカラシン B を含む TALP 中で遠心処置 (12000xg で 15 分間) することにより、細胞質内脂肪顆粒を細胞外へ分離 (脂肪分離胚) した。一部の胚では、分離した脂肪顆粒を顕微操作によって除去した (脂肪除去胚)。これらの胚および無処置胚を 15%EG, 15%DMSO および 0.5M シュクロース液から成るガラス化液中で平衡後、Cryotop (北里サプライ) 先端部に載せて直接液体窒素中に浸漬することにより、ガラス化保存した (最少容量冷却法; Kuwayama ら 2000 年)。胚の融解は 37 の 1M シュクロースを含む希釈液中に Cryotop 先端部を投入して行った。凍害保護剤の除去は 37 の 0.5 M シュクロースを含む希釈液中で 5 分間行い、その後 10% 胎児血清添加 NCSU23 にて洗浄後、同液にて 48 時間培養し、体外での発生能を調べた。対照として非凍結胚も同時に培養した。

【結果】各区の胚の発達率、移植可能胚の割合および胚盤胞の細胞数は、無処置凍結胚: 57% (24/42), 50% (21/42), 65 ± 30; 脂肪分離凍結胚: 76% (29/38), 66% (25/38), 56 ± 26; 脂肪除去凍結胚: 95% (35/37), 95% (35/37), 92 ± 25; 非凍結胚: 85% (34/40), 85% (34/40), 103 ± 31 であった。以上より、脂肪顆粒除去操作を施したブタ胚を最少容量冷却法によりガラス化保存することにより、新鮮胚に匹敵する生存性が得られることが示された。

ブタ後期桑実胚におけるガラス化保存法の比較試験

畜産総合研究センター生産技術部

生物工学研究室 中根 崇, 牛島 仁

養豚養鶏研究室 江森 格, 高橋圭二

1. はじめに

家畜の生殖細胞(胚・精子)を凍結保存することは、系統維持に意義があるほか、地域間での輸送を容易にし、同時に動物の移動による病気の伝播を防ぐ点で意義深い。様々な家畜・実験動物において、胚の凍結保存方法が確立されつつある中で、ブタ胚は古くから凍結保存が困難であるとされてきた。しかし、近年ガラス化保存方法(Vitrification)の開発と展開により、多くの哺乳動物卵子の凍結保存が可能となり、豚の領域においても改良がなされることによって多くの凍結胚由来胚の分娩例が報じられてきている。我々も昨年度からブタ胚の操作性に適した保存方法について取り組み、最も有効な保存法を検討した。

2. 豚胚の凍結保存小史

ブタ胚は種特異的に高い低温感受性を示し[I. Wilmut, 1972], 15 以下に曝すと卵の生存率が著しく下がる [C. Polge, 1974]. これは、ブタ胚細胞質中に多くの脂肪顆粒を含んでいることが原因と考えられている。すなわち、この脂肪は発生の過程で消費され、脱出胚盤胞期前後のステージのブタ胚においては、脂肪の含有量が減少し[S. Niimura, 1980], 比較的高い耐凍性を示す[H. Nagashima, 1989]. また、ブタ胚特有のこの脂肪滴を、遠心処理により偏在させ、マイクロマニピュレーターを用いて除去することで、ブタ胚自体の耐凍性を向上させる技術が開発され、胚の生存性は飛躍的に向上した[H. Nagashima, 1995]. しかし、従来の凍結方法では凍結する胚のステージに制限があり、生存率も低いいため、実用的な凍結法として普及しなかった。

Rall and Fahy によりマウスでのガラス化法の成功が報告されて以降[W. F. Rall, G. M. Fahy, 1985], さまざまな動物種においてガラス化法が実用的な凍結保存法として応用された[J. R. Dobrinsky 1991, J. R. Dobrinsky 1990]. ガラス化法は一般的に、ガラス化状態を維持するために高濃度の凍結保護剤を含むことから、胚に対する毒性が高いとされる方法である[Dobrinsky, 1993]. しかし、胚の凍結で危険温度域とされる温度間をより速く通過できること、細胞内外に氷晶ができることによる細胞障害を防ぐこと、毒性のある凍害保護剤に浸漬する時間を短縮できる点で、先の緩慢凍結法よりも秀でており、特に、危険温度域に対する感受性が非常に高いブタ胚に適していると考えられる。ガラス化法がブタ胚に応用されたことで、胚の生存性が向上し、桑実胚や初期胚盤胞においても凍結が可能になるなど、胚のステージによる制限が解消されてきた[M. Kuwayama, 1997].

近年では、Open pulled Straw(OPS)法の開発により、ガラス化法の改良が行われ、実用段階に移せる程度の研究成果が報告されている[Dobrinsky 2002, Berthelot 2001]. さらにガラス化法で問題とされる温度下降速度をさらに上げ、凍結保護剤の濃度を下げる工夫も開発され(MVC 法(Minimum Volume Cooling); 最小容量冷却法)、ブタ胚に利用しやすい条件が整備されつつある。

3. 実験の概要

先に述べたとおり、ブタ胚の凍結保存は耐凍性が比較的高い胚盤胞以降の発達段階の胚が利用されている。しかし、この時期の胚の透明帯は希薄あるいは一部に亀裂が生じており、ウイルス感染の恐れも否定できないため、世界的な輸出入等の流通が禁止されている。実用化を目的とした豚の胚移植を展開するためには、完全な透明帯を有する発達段階の胚を用いることが必要となる。そこで、実験には桑実胚を用いた。

ブタ胚での利用を検討するため、ガラス化方法の改良と、脂肪除去方法について検討し、凍結・融解した胚を体外で培養することによって、その生存性を比較した。

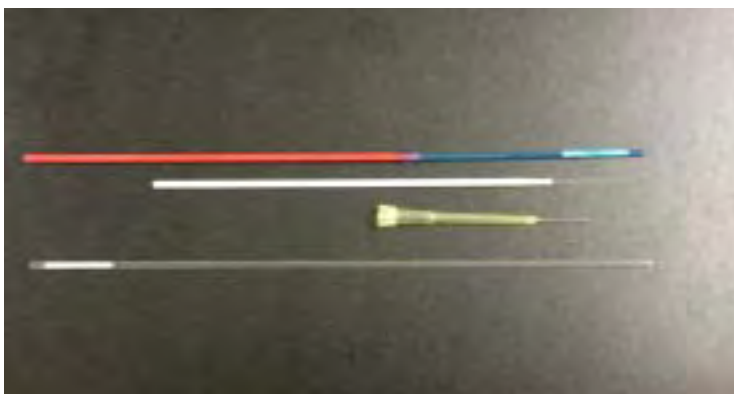
(1) ブタ生体由来胚の採取

eCG, hCG (三共株式会社) の投与により過排卵を誘起し、hCG 投与の次の日に発情を確認したものに人工授精を実施した。発情日を Day0 として Day5 に屠殺し、子宮を灌流して胚を採取した。採取された胚の中から、変性細胞を含まない後期桑実胚のみを実験に用いた。

(2) ガラス化保存方法の比較試験

牛の性判別胚の凍結方法として利用されているストロー内ガラス化保存法 (ST; Ishimori ら 1993 年) およびゲルローディングチップ法 (GLT; Tominaga ら 2002 年) と、ヒトの胚の凍結方法として実績の高い最小容量冷却法 (MVC; Kuwayama ら 2000 年) の比較試験を実施した。

ST 法・GLT 法では、20% エチレングリコール (EG), 20% DMSO および 0.6M シュクロース液から成るガラス化液 (VIT 液) を用いた。凍害保護剤で平衡後の胚を VIT 液と共にストロー中に封入 (液量 10 μ L) もしくは GLT 内に吸引 (液量約 0.6 μ L) し、液体窒素中に浸漬した。ただし、ストローの液層構成は、綿栓部側から希釈液層 10mm, 空気層 5mm, 希釈液層 100mm とし、液体窒素蒸気中にあらかじめ 2 分間保持した。MVC 法では VIT 液 (0.1 μ L 以下) の構成を 15% EG, 15% DMSO および 0.5M シュクロースとし、平衡後の胚を専用の凍結板 (Cryotop; 北里サプライ) 先端部に載せ、直接液体窒素中に投入した。融解は、ST 法ではストローを 37 $^{\circ}$ C 温浴に浸漬して、また、GLT および MVC 法では、37 $^{\circ}$ C の希釈液中に胚を直接投入して行った。凍害保護剤の除去は、37 $^{\circ}$ C のシュクロースを含む希釈液を用いて段階的に行った (ST 法; 0.5M 1 分 ~ 0.25M 5 分, GLT 法; 0.25M 1 分 ~ 0.17M 5 分, MVC 法; 1M 1 分 ~ 0.5M 5 分)。その後、胚を 10% 牛胎児血清添加 NCSU23 培養液にて 48 時間培養し、体外での発生能を調べた。対照には同ステージの非凍結胚を用いた (写真-1)。



写真上から

MVC 法; Cryotop (北里サプライ)

GLT 法; ゲルローディングチップ

ST 法; 0.25ml 精液保存用ストロー

写真-1. ガラス化保存方法比較試験器材

表-1. ガラス化保存したブタ桑実胚のin vitro生存性

ガラス化 方法	処置 胚数	生存胚数 (%)	移植可能 胚数 (%)	細胞数 (M±SD)
ST法	30	6 ^{dq} (20)	0 ^d (0)	53±14 ^c
GLT法	46	18 ^d (39)	10 ^d (22)	55±21 ^d
MVC法	43	26 ^{bp} (60)	16 ^b (37)	61±28 ^d
非凍結胚	39	34 ^a (87)	23 ^a (59)	94±32 ^a

a>b (P< 0.05), a>c (P< 0.01), a>d (P<0.001),
p>q (P< 0.01)

ガラス化保存後の 48 時間の体外での生存率および移植可能胚の割合は, ST 法 :20% (6/30), 0% (0/30); GLT 法 :39% (18/46), 22% (10/46); MVC 法 :60% (26/43), 37% (16/43) で, 胚の生存性は, より少容量の VIT 液を用いる方法ほど高い傾向を示した. 対照の非凍結胚の培養成績は 87% (34/39), 59% (23/39) であった(表-1).

MVC 法の原理

低濃度の細胞膜透過性の耐凍剤である平衡液(EG 7.5% + DMSO 7.5%)から VIT 液(EG 15% + DMSO 15% + 0.5M シュクロース)への投入により, 平衡液との浸透圧差を利用して細胞内自由水を脱水し, 細胞内に浸透した耐凍剤の濃度を 50%以上に濃縮して, 最少容量のガラス化液とともに胚を Cryotop 先端部のシート上にのせ, 直ちに直接液体窒素中に投入して急速に冷却する. この MVC 法により, -23,000 /分以上の超急速冷却が可能である.

また, MVC 法では, 37 の希釈液(1M シュクロース)で胚を直接融解することにより+43,000 /分の超急速な加温が可能である. なお, 融解直後の胚細胞内は冷却時同様, 強度に収縮しており, 細胞内浸透圧約 4,000mmOsmol に上昇している. 胚細胞膜は細胞体積の急激な増加による膨張に弱く, 一般にその 1.3 倍程度が細胞膜維持の限界とされている. そこで, 浸透圧緩衝剤であるシュクロースを希釈液に添加し, かつ3段階のステップワイズ(1M, 0.5M 溶液, 基礎培地)を用いることで, 細胞内への一時的な過復水を緩和し, 細胞の極度の膨張化を抑制しながら耐凍剤を希釈, 洗浄し, 等張液へと浸透圧を調整する.

(3) ガラス化保存に対する細胞質内脂肪顆粒の除去効果

先の結果を受け, 後期桑実胚を 7.5microg/ml サイトカラシン B を含む TALP 液約 1ml と共に胚を 1.5ml チューブに装填し, 遠心処置(12,000xg で 15 分間)することにより, 細胞質内脂肪顆粒を細胞外へ分離した. 一部の胚では, 分離した脂肪顆粒をマイクロマニピュレーション(顕微操作)によって除去した(脂肪除去胚). また, 脂肪除去胚は, 1 時間以上インキュベートした後, 実験に供した. その時の培養液は NCSU23, 気相条件は 38.5 / 5% CO₂ / 95% 湿度飽和で行った.

これらの胚および無処置胚を 20% 牛胎子血清添加 VIT 液中に浸漬し, ピペッティングで胚周囲の液を完全に VIT 液に置換し胚が収縮し再拡張後, 極少量の VIT 液と共に Cryotop(北里サプライ)先端部に載せて直接液体窒素中に投入し凍結することにより, ガラス化保存した.

胚の融解は、液体窒素中から Cryotop を取り出し、先端部を 37 °C の 20%牛胎子血清添加 1M シュクロースを含む培養液中に 1 分間保持した。耐凍剤の除去は 37 °C の 20%牛胎子血清添加 0.5 M シュクロースを含む培養液中で 5 分間行い、その後 10%牛胎子血清添加培養液にて洗浄後、同液にて 48 時間培養し、体外での発生能を調べた。対照として非凍結胚も同時に培養した。(図-1, 写真-2, 3, 4)。

無処置凍結胚	脂肪分離凍結胚	脂肪除去凍結胚	非凍結胚(新鮮)
	・ 遠心分離 脂肪分離	・ 遠心分離 脂肪除去	
・ ガラス化 ・ 耐凍剤除去	・ ガラス化 ・ 耐凍剤除去	・ ガラス化 ・ 耐凍剤除去	
・ 培養(48h) ・ 細胞数計測	・ 培養(48h) ・ 細胞数計測	・ 培養(48h) ・ 細胞数計測	・ 培養(48h) ・ 細胞数計測



図-1.細胞質内脂肪顆粒の除去効果試験

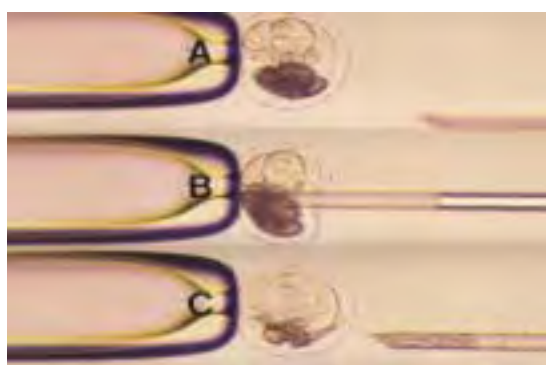


写真-2. 脂肪顆粒除去顕微操作

A: 除去前, B: 除去中, C: 除去後

脂肪除去法

生体回収由来桑実胚

遠心分離

TALP液 in 7.5 μg/mL CB 12000xgで15分間
マニピュレーターによる分離した脂肪を除去

凍結保存

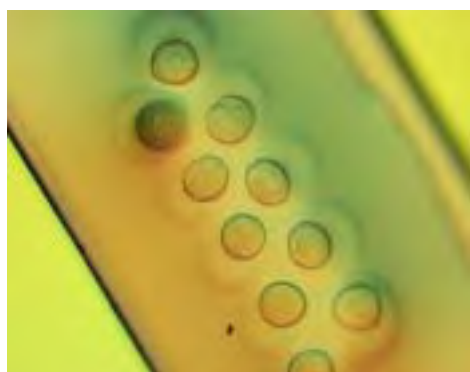


写真-3. Cryotop先端部の胚



写真-4. 48時間培養後の胚

表-2. ガラス化保存したブタ桑実胚の体外での生存性

処置	処置 胚数	生存胚数 (%)	移植可能 胚数 (%)	細胞数 (M±SD)
無処置凍結胚	42	24 ^{dq} (57)	21 ^{dq} (50)	65±30 ^d
脂肪分離凍結胚	38	29 ^b (76)	21 ^c (71)	56±26 ^d
脂肪除去凍結胚	37	35 ^a (95)	35 ^a (95)	92±25 ^a
非凍結胚 (新鮮)	40	34 ^p (85)	34 ^p (85)	103±31 ^a

a>b (P< 0.05), a>c (P< 0.01), a>d (P<0.001),
p>q (P< 0.05)

各区の胚の発達率, 移植可能胚の割合および胚盤胞の細胞数は, 無処置凍結胚: 57% (24/42), 50% (21/42), 65 ± 30; 脂肪分離凍結胚: 76% (29/38), 66% (25/38), 56 ± 26; 脂肪除去凍結胚: 95% (35/37), 95% (35/37), 92 ± 25; 非凍結胚: 85% (34/40), 85% (34/40), 103 ± 31 であった. 以上より, 脂肪顆粒除去操作を施したブタ胚を最少容量冷却法によりガラス化保存することにより, 新鮮胚に匹敵する生存性が得られることが示された (表-2).

4. まとめ

(1) ブタ胚の長期保存方法として MVC 法が最も有効であった.

MVC 法は, 凍結に用いる VIT 液の量を最小限にすることが可能であり, 更に耐凍剤の濃度を下げることによる細胞毒性の低下および凍結・融解速度 (cooling rate) を上げることによる危険温度域の感作時間の短縮が期待できた.

なお, Cryotop は, 1 度に数十個の胚の保存が可能であり, ブタ等の多胎動物胚の凍結方法の操作性を高めることが確認された.

(2) ブタ胚の長期保存方法における MVC 法と細胞質内脂肪顆粒の除去は, 相乗効果を示した.

除去法は, 20 個の胚から脂肪除去に要する時間は僅かに 4-5 分であり, 新鮮胚に匹敵する生存性が得られた.

なお, 昨年, 本法により処理した胚の移植試験を実施し受胎を確認した. 現在, 分娩待機中である.

5 . 謝辞

本研究はバイオテクノロジー等先端技術促進事業の資金援助と畜産技術応募事業により実施され、ご指導をいただいた明治大学農学部の長島比呂志博士、試験に用いた豚胚の採材に協力していただいた(株)千葉県食肉公社、光町営東陽食肉センター、東総食肉衛生検査所、南総食肉衛生検査所並びに試験豚を管理していただき当研究センター養豚施設の諸氏に深謝する。

6 . 参考文献

- 1.Ishimori et al.: Vitriification of bovine embryos in a mixture of ethyleneglycol and dimethylsulfoxide. Theriogenology 40, 427-433, 1993.
2. Wilmut I.:The low temperature preservation of mammalian embryos.
J.Reprod.Fertil. 31, 513-514, 1972
3. Nagashima H. ,Kashiwazaki N. ,Ashman R.J. ,Grupen C.G. ,Seamark R.F. ,and Nottle M.B.: Removal of cytoplasmic lipid enhances the tolerance of porcine embryos to chilling.
Biol.Reprod.51,618-622,1994
4. Nagashima H. ,Kashiwazaki N. ,Ashman R.J. ,GrupenC.G. , and Nottle M.B. :
Cryopreservation of porcine embryos.NATURE 374,416,1995
- 5.Hayashi S. ,Kobayasi K. ,Mizuno J. ,Saitoh K. ,Hirano S. : Birth of piglets from frozen embryos.Vet.Rec.125,43-44,1989
6. Kashiwazaki N. ,Ohtani S. ,Miyamoto K. ,Ogawa S. : Production of normal piglets from hatched blastocysts frozen at -196 .Vet.Rec.128,256-257,1991
7. W.F.Rall, G..M.Fahy: Ice-free cryopreservation of mouse embryos at -196 by vitrification. NATURE 313,573-575 1985
8. Vajta G. : Vitriification of the oocytes and embryos of domestic animals.
Amim.Reprod.Sci.60-61,357-364,2000
9. Kuwayama M. , Kato O.: All-round vitriification method for human oocytes and embryos.
J.Reprod.Genet.17,477,2000
10. Kurihara T. ,Kurome M. ,Wako N. ,Ochiai T. ,Mizuno K. ,Fujimura T. ,Takahagi Y. , Murakami H.,Kano K. ,Miyagawa S. ,Shirakura R. , and Nagashima H. :Developmental competence of in vitro matured porcine oocytes after electrical activation.
J.Reprod.Dev.48,271-279,2002

細胞質内脂肪顆粒除去処理後にガラス化凍結保存したブタ胚の生存性

Improved survival of vitrified porcine embryos after removed cytoplasmic lipids

牛島 仁¹・河辺敏紀¹・江崎律子²³・吉岡裕輝²⁴・山下千尋²・

中根 崇¹・桑山正成⁵・長嶋比呂志²

H. Ushijima¹, T. Kawanabe¹, R. Esaki²³, H. Yoshioka²⁴, C. Yamashita²,

T. Nakane¹, M. Kuwayama⁵ and H. Nagashima²

(¹千葉県畜総研・²明大農・⁵加藤レディース・³現・筑波大農・⁴遺伝研)

¹Chiba Prefectural Animal Experimental Station, ²Meiji University, ³Tsukuba University,

⁴National Institute of Genetics, ⁵KATO Lady's Clinic

【目的】細胞質内脂肪顆粒を除去したブタ桑実胚のガラス化保存により、胚の耐凍性を飛躍的に高め得ることを報告した(第95回本大会)。そこで、種々の細胞質内脂肪顆粒除去法がガラス化胚の生存性に与える影響を比較した。【方法】生体回収由来のコンパクト桑実胚を実験に用いた。胚のガラス化は、最小容量法(Kuwayama ら2000年)に従って行った。脂肪顆粒除去処理として、(1)胚を7.5 µg/ml サイトカラシンBを含む TALP 中で遠心処理(12000xg で15分間)し、脂肪顆粒を細胞外へ分離(遠心処理胚)、(2)顕微操作によって遠心処理胚から脂肪顆粒を除去(吸引除去胚)、遠心処理胚の凍結融解後に(3)透明帯脱出の介助を目的として、透明帯の一部を切開(脱出介助胚)、(4)0.5%プロネース液による1分間の処理で透明帯と脂肪顆粒を除去(酵素処理胚)、(5)マイクロブレードによる脂肪顆粒の切断除去(切断除去胚)を行った。対照として無処置胚のガラス化も行った。以上の胚を、10%FCS 加 NCSU23 で48時間培養し発生能を比較し、高い生存性が得られた区の胚をレシピエントに移植した。【結果】各区の成績を供試胚数、培養後の発達率、移植可能胚の割合および胚盤胞の細胞数の順に示す。無処置凍結区:34 個, 59%, 47%, 65 ± 30; 遠心処理区:32 個, 78%, 56%, 50 ± 23; 脱出介助区:30 個, 83%, 67%, 53 ± 21; 吸引除去区:30 個, 90%, 90%, 81 ± 18; 酵素処理区:30 個, 93%, 93%, 90 ± 31; 切断除去区:32 個, 93%, 91%, 88 ± 33; 非凍結区:31 個, 81%, 81%, 97 ± 28。吸引除去区と酵素処理区の胚(17-20 個/頭)を、発情後 3 日目のレシピエントの子宮角内に移植したところ、前者の5頭全てが妊娠し、これまでに2頭から合計7頭の産子が得られた。

日本畜産学会第100回大会

講演要旨

2002年3月28日～30日

II 30-17

トウモロコシの加工形態の違いが肥育去勢牛の炭水化物および窒素消化に及ぼす影響

○花田 正明¹・永田 愛子¹・岡本 明治¹・澤口 則昭²¹帯広畜大²ホクレン

hanada@obihiro.ac.jp

【目的】フレック処理とマッシュ加工したトウモロコシを肥育前期の去勢牛に給与し、炭水化物および窒素の反芻胃ならびに下部消化管での消化に及ぼす影響を調べた。【方法】給与飼料の配合割合は、トウモロコシ、大豆粕および乾草をそれぞれ70%、10%、20%とし、フレック処理とマッシュ加工したトウモロコシの混合割合が異なる3種類の飼料(混合割合、1:0(FC区)、1:1(FM区)、0:1(MC区))を用いた。反芻胃および十二指腸カニューレを装着した去勢牛6頭を2頭ずつ3群に分けて供試し、3×3のラテン方格法により試験を実施した。【結果】飼料のCPおよびADF含量は各処理ほぼ等しくそれぞれ約13%、12%であったが、デンプン含量はMC区(61%)に比べFC区(64%)で多かった。窒素の摂取量ならびに排泄量は処理間に差はみられなかったが、十二指腸への窒素移行量はFM・MC区に比べFC区で多かった。反芻胃内のデンプン消化率はFC>FM>MCの順であり、フレック処理をしたトウモロコシを給与したFC区よりもマッシュ加工したトウモロコシを給与したMC区のほうが小腸へのデンプン移行量が多かった。しかし、下部消化管でのデンプン消化量は処理間に明確な差がみられなかったため、全消化管におけるデンプン消化率はFC区で最も高かった。

II 30-19

野草放牧地および牧草放牧地における黒毛和種繁殖牛の採食量と消化率の比較

○八代田 真人¹・小林 美華¹・大谷 滋²
岐阜大農

yayo@cc.gifu-u.ac.jp

【目的】野草放牧地における黒毛和種繁殖牛の養分利用の特徴を明らかにするために、野草放牧地と牧草放牧地における黒毛和種繁殖牛の採食量および消化率を比較検討した。【方法】ネザサ優占野草放牧地およびイタリアンライグラス放牧地に黒毛和種繁殖牛6頭を1日8時間放牧した。採食量および消化率の測定は予備期7日間、本期6日間とし、5-7月に各放牧地で2回ずつ実施した。各放牧地での放牧草中の成分含量は、摘みとり法で採取した試料により分析した。採食量および消化率は、酸化クロムと放牧草中の酸不溶性灰分を利用した指示物質法により推定した。【結果】1)放牧草中CP含量は両放牧地で差がなかった。牧草放牧地に比べ野草放牧地では放牧草中SIP含量が少なく、ADIPおよびUIP含量が多かった(P<0.05)。放牧草中NDF含量は野草放牧地で多く、NFC含量は野草放牧地で少なかった(P<0.05)。2)野草放牧地での乾物採食量、CP摂取量およびNDF摂取量はいずれも牧草放牧地に比べ少なかった(P<0.05)。3)野草放牧地での乾物消化率、CP消化率およびNDF消化率はいずれも牧草放牧地に比べ低かった(P<0.05)。4)血漿中グルコース濃度およびNEFA濃度は両放牧地で差はなかった。BUN濃度は、牧草放牧地に比べ野草放牧地で低かった(P<0.05)。

II 30-18

肥育前期におけるモミ穀給与が黒毛和種去勢牛の発育・肉質等に及ぼす影響

○浅田 勉¹・木村 容子²・砂原 弘子³・矢口 勝美⁴・関 正博⁴・飯島 知一⁵・笠井 勝美⁶・櫻井 由美⁷・久利生 正邦⁷・神辺 佳弘⁸・森 知夫⁹・小林 正和¹⁰・山田 真希夫¹⁰・大久保 貞裕¹⁰・栗山 由美¹¹・南立 京子¹¹・阿部 啓之¹²¹群馬畜試²群馬家畜研³群馬中部家保⁴茨城畜セ肉研⁵茨城県南総⁶茨城畜産課⁷栃木畜試⁸栃木畜産振興課⁹千葉畜試研市原乳研¹⁰千葉畜試研¹¹畜草研¹²生資研
asada-tu@pref.gunma.jp

【目的】黒毛和種去勢牛の肥育において、モミ穀が稲ワラの代替として利用できるか検討した。【方法】11ヵ月齢の黒毛和種去勢牛48頭を供試し、試験期間を245日とし、モミ穀区(濃厚:モミ穀:稲ワラ=75:20:5)、稲ワラ区(濃厚:稲ワラ=75:25)の2試験区を設定し、無加水混合飼料を自由採食させた。肥育後期は粗飼料を稲ワラのみとし、穀類の違いによる比較検討試験に組み替え、28ヵ月齢で屠畜した。

【結果】乾物消化率、NDF消化率および丸粒トウモロコシ排出率は稲ワラ区が有意に高く(P<0.01)、CP消化率はモミ穀区が有意に高かった(P<0.05)。モミ穀区の血漿中ビタミンA濃度は稲ワラ区に比べ低レベルで推移した。1日当たり増体量、乾物摂取量、血液性状および枝肉成績等に差はなく、肥育前期において稲ワラの80%をモミ穀で代替できることが示唆された。

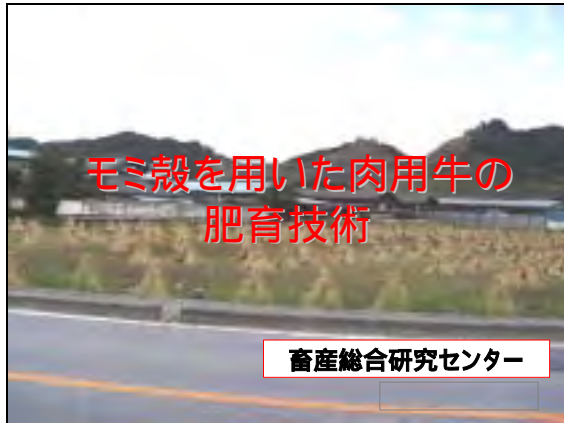
II 30-20

濃厚飼料多給時の黒毛和種牛における飼料のルーメン分解特性

○西口 靖彦¹・安藤 貞¹・早坂 貴代史²
近中四農研 畜産草地部

iamyn915@affrc.go.jp

【目的】飼料のルーメン分解特性を適切に評価し飼料設計に活用することは飼料利用性の向上や疾病防止などの面で有効である。そこで、肉用牛に広く用いられている飼料について、濃厚飼料多給飼養の黒毛和種雌牛を用いてナイロンバッグ法でルーメン分解特性を調査した。【方法】実験はルーメンカニューレ装着牛2頭を用いて実施した。これらには自家配濃厚飼料と稲ワラを乾物比で3:1に混合した飼料の日増体0.6kg期待量を、1日2回に分けて給与した。試料は圧べんトウモロコシ、圧べん大麦、大豆粕、フスマ、米ヌカ、トウワラ、ビール粕とし、0~72時間の乾物(DM)・粗タンパク質(CP)分解率を調査した。各時間のデータは「 $p=a+b(1-\exp(-ct))$ 、 $a+b \leq 100$ 」の指数回帰式にあてはめて解析した。【結果】DM・CP分解率の推移はおおむね指数回帰式にあてはまった。しかしトウモロコシのCP分解率は一次回帰式となり、他の飼料とは異なった分解性を示した。ルーメン希釈率(r)を5%/hと仮定してDM・CPの有効分解率「 $P=a+bc/(c+r)$ 」を算出すると、トウモロコシ(71、-)、大麦(74、61)、大豆粕(68、69)、フスマ(61、78)、米ヌカ(70、71)、トウワラ(56、61)、ビール粕(36、37)であった。トウモロコシCPの有効分解率は本式によって算出することはできなかった。



県内の肉用牛肥育農家では、今！

- 肉用牛を取り巻く現状
 - 安価な輸入牛肉の増加 枝肉価格の低迷
 - 輸入稲ワラの増加 口蹄疫等の防疫上の不安
 - 飼料自給率の低下。
 - 牛肉の安全性に関する関心の高まり。

↓

安価な国産粗飼料の開発

↓

農場副産物等の利用

稲ワラ・乾草の代替として、モミ殻に注目！

豊富 安い

モミ殻

水田

低利用

栄養価・嗜好性が低い

問題点

給与方法が判らない

TMR

モミ殻の利点:

- 豊富に発生、安価である。
- 品質が安定。混合しやすい形状。

モミ殻の発生量と用途

モミ殻の発生量(年間) 10万4,280 t

焼却されるモミ殻 7,370 t

モミ殻の用途(千葉県: H12)

燃料	25%
くん炭	7%
マルチ	25%
畜舎敷料	11%
堆肥	8%
飼料	9%
床土代替	34%

千葉県においては、年間の発生量の約7.1% (7,370 t) が焼却されています。

↓

モミ殻の有効利用技術の開発

モミ殻は稲ワラの代替となるか？ - 試験1

千葉・茨城・栃木・群馬協定研究

試験方法

1. モミ殻区(未処理モミ殻) 11~19ヶ月齢

モミ殻20% 稲ワラ5% 濃厚飼料75%

24頭

2. 稲ワラ区

稲ワラ25% 濃厚飼料75%

24頭

結果

モミ殻は、稲ワラと同等の発育、飼料摂取量であった。

結論

未処理のモミ殻

和牛では、稲ワラの80%まで代替可能。

モミ殻だけで肥育は可能か？ - 試験2

試験方法

1. モミ殻区(未処理モミ殻) 8~24ヶ月齢

モミ殻 濃厚飼料

5頭

2. 乾草区

乾草 濃厚飼料

5頭

結果

モミ殻は、乾草区と同等の発育、肉質であった。


結論

未処理のモミ殻


交雑種の肥育ではモミ殻のみでも可能。

牛体への影響について

モミ殻区の第一胃



乾草区の第一胃




- 第一胃の状態を調査した結果、モミ殻給与による悪影響は認められません。
- その他の臓器にも、異常は認められません。

モミ殻で生産された牛肉



モミ殻区



乾草区



本研究の成果




➔



モミ殻

- ・モミ殻の利用技術：
肉牛の肥育用粗飼料として、稲ワラの代替として肥育全期間の利用が可能。
稲ワラと同等の発育・肉質が得られる。
- ・モミ殻の給与方法について：
濃厚飼料と混合(TMR)して給与する。

モミ殻は肥育に利用可能！

この技術により期待される効果


➔




- ・モミ殻の利用により、県産牛肉の低コスト生産さらに安全性の高い牛肉生産が可能になります。
- ・未利用のモミ殻が、年間**1万2,000頭分**の粗飼料として利用可能となります。
- ・**資源循環型**の肉用牛経営へ転換が図れます。

交雑種去勢牛に対する無処理モミ殻の給与技術

千葉県畜産総合研究センター生産技術部

肉牛研究室 山田 真希夫

1. はじめに

肉用牛肥育の主要な粗飼料源である稲ワラは、多頭飼育の進展とともにそのすべてを国内で調達することが困難となり、乾草とともに輸入依存度が高まってきた。しかし、防疫や安全性確保の観点から輸入粗飼料に代わる国内産粗飼料の確保が求められつつある。

一方、農場副産物であるモミ殻は主にマルチ、床土代替など農業用資材として使用されているほか、暗渠資材や畜舎敷料、堆肥生産に利用されてはいるが、一部は焼却・廃棄されている。

また、飼料としてのモミ殻は嗜好性や栄養価が低いため未利用状態にあるが、他の粗飼料に比べて安価で入手しやすく、濃厚飼料と容易に混合できるという利点もある。

そこで、飼料費の低減とともに低利用状態にある農場副産物の効果的活用を図るため、交雑種去勢牛を用いたモミ殻のみを粗飼料源とする肥育試験を実施した。

2. 材料及び方法

(1) 供試牛

交雑種去勢牛 10 頭 (すべて菊安を父とする産子)

(2) 試験期間

平成 12 年 12 月～平成 14 年 3 月 (平均月齢 9～24 ヶ月齢)

前期：平成 12 年 12 月～平成 13 年 4 月 (17 週間、～13 ヶ月齢)

中期：平成 13 年 4 月～平成 13 年 9 月 (21 週間、～18 ヶ月齢)

後期：平成 13 年 9 月～平成 14 年 3 月 (26 週間、～24 ヶ月齢)

(3) 試験区分

試験区分は対照区と試験区の二区分とし、対照区 (以下乾草区) は粗飼料源として乾草のみを使用し、試験区 (以下モミ殻区) は粗飼料源としてモミ殻のみを使用し、各々 5 頭ずつ割り当てた。

(4) 供試飼料

供試飼料は表 1 のとおりで、試験期ごとの給与計画を表 2 に示した。濃厚飼料は市販配合飼料、乾草はトールフェスクを約 3cm の長さに切断したもの、モミ殻はライスセンターから搬出された無処理のものを使用した。

(5) 供試牛の管理

供試牛は舎飼で群飼育とし、7 ヶ月齢時点で除角した。給与飼料は無加水で濃厚飼料と粗飼料を混合した後、残飼が出る程度の量を 1 日 2 回に分けて給与した。給水はウォータ

ーカップによる自由飲水とし、敷料にはオガクズを使用した。

表 1 供試飼料成分値 (%)

供試飼料	DM	DM中							原物中	
		TDN	CP	EE	NFE	CF	NDF	粗灰分	TDN	CP
市販配合飼料	87.7	83.5	14.3	3.4	71.9	5.1	18.6	3.0	73.2	12.5
モミ殻	90.5	14.0	2.2	0.70	32.3	44.0	78.6	14.1	12.7	2.0
フェスク	84.5	54.4	9.3	1.66	45.7	35.6	67.3	7.7	46.0	7.9

注：市販配合飼料は成分表示、モミ殻及びフェスクは日本標準飼料成分表(2001)による

(6) 調査項目

1) 体重

体重は2週間ごとに2日連続で測定し、その平均値をデータとして採用した。

2) 飼料摂取量

毎日、残飼量を秤量して給与した混合飼料の摂取量を算出した。

3) 第一胃内容液の採取および pH の計測

試験開始時および各試験期間の中間時と終了時の計7回、朝の飼料給与後4時間の時点で経口カテーテルを用いて第一胃内容液を採取した。採取後直ちにpHメーターを用いてpHを測定し、遠心分離後の上澄み液は分析に供するまで凍結保存した。

4) 血液の採取と成分分析

試験開始時および各試験期の中間時と終了時の計7回、朝の飼料給与後4時間の時点で頸静脈から採取した。採取後直ちに高速遠心機にかけてヘマトクリット値を測定し、遠心分離後の血漿は分析に供するまで凍結保存した。

5) 枝肉の評価

枝肉の格付けは、東京中央食肉市場において、日本食肉格付協会による格付けを受けた。

6) 採食・反すう行動調査

当场産のホルスタイン種去勢牛4頭を用い、3日間連続してVTRによる撮影を行い、採食時間および反すう時間を測定し、RVI (Roughage Value Index: 粗飼料価指数) を算出した。

7) 統計処理

統計処理は一元配置分散分析法により、試験区間の差を検定した。

表 2 飼料給与計画(各期別飼料混合割合; %)

区分	モミ殻区		乾草区	
	市販配合	モミ殻	市販配合	フェスク
前期	75.0	25.0	75.0	25.0
中期	85.0	15.0	85.0	15.0
後期	90.0	10.0	90.0	10.0

3. 結果及び考察

(1) 供試飼料の成分値

供試飼料の分析値を表3に示した。設計値との比較では、濃厚飼料においては、ほぼ設計どおりの値を示したが、モミ殻のCF及びNDF、フェスクのCP及びEEが設計値に比べやや低い値となった。試験区間ではEE、CF、NDFには差がほとんど認められなかったものの、モミ殻とフェスクの成分差を反映して、前期試験飼料のモミ殻区においてCPは0.9%、NFEは5.5%、それぞれ乾草区に比べて低く、逆に粗灰分は4.8%高い値を

示した。また、中後期試験飼料も両区間の差は小さくなったものの、同様の傾向を示した。

表 3 供試飼料分析値 (DM中; %)

区分	DM	CP	EE	NFE	CF	NDF	Cash
前期濃厚飼料	88.0	13.9	2.6	73.5	5.2	21.9	4.8
中後期濃厚飼料	88.2	14.0	2.7	72.0	5.3	21.4	6.0
モミ殻	91.2	1.9	0.3	35.3	36.2	68.9	26.3
フェスク	88.1	4.7	0.5	52.2	33.7	70.1	9.0
前期モミ殻区	88.8	10.8	2.0	63.7	13.1	33.9	10.3
前期乾草区	88.0	11.6	2.0	68.2	12.3	33.9	5.9
中期モミ殻区	88.7	12.2	2.4	66.3	10.0	28.7	9.1
中期乾草区	88.2	12.6	2.4	69.0	9.5	28.7	6.4
後期モミ殻区	88.5	12.8	2.5	68.2	8.5	26.3	8.1
後期乾草区	88.2	13.1	2.5	70.0	8.1	26.3	6.3

(2)消化率

ホルスタイン種去勢牛4頭を供試して実施した消化試験の結果を表4に示した。DM及びNDFの消化率において、モミ殻区が低い値(P<0.05)を示したが、CP

表 4 消化率 (%)

	DM	CP	EE	NDF
前期モミ殻区	57.2±1.4 a	66.9±0.5	66.5±4.2	30.8±3.6 a
前期乾草区	62.5±3.5 b	67.2±1.9	67.0±8.6	41.6±6.0 b
後期モミ殻区	65.6±2.3 a	72.8±4.8	71.9±3.3	35.5±7.2 a
後期乾草区	70.8±2.9 b	73.2±2.9	69.9±6.3	46.0±5.1 b

異符号間に有意差あり(P<0.05)

やEEにおいては差が認められなかった。したがって、DM消化率の差は粗飼料の繊維成分の消化性の差によるものと考えられる。

(3)飼料及び養分摂取量

各試験期間中の平均飼料摂取量を表5に示した。各期ともモミ殻区の摂取量が多い傾向を示した。試験期間中4週間ごとの飼料摂取量の推移をみても全期間をとおして同様の傾向が認められた。しかし、養分摂取量では表6のとおり、モミ殻区と乾草区とでほとんど差は認められなかった。

モミ殻の嗜好性については稲ワラや乾草に比較して低いと考えられていたが、ライスセンターでの機械乾燥処理によるノゲの磨耗や濃厚飼料との混合により嗜好性については改善されたものと考えられる。

表 5 飼料摂取量(DM/頭・日)(kg)

	モミ殻区	乾草区
前期	8.27	7.42
中期	8.77	8.18
後期	8.81	8.18
全期間	8.65	7.98

表 6 養分摂取量 (kg)

	モミ殻区	乾草区
前期TDN	5.47	5.60
" DCP	0.68	0.66
後期TDN	6.73	6.69
" DCP	0.93	0.87

(4)採食・反すう行動

ホルスタイン種去勢牛4頭を使用して実施した採食・反すう行動調査(14~19ヵ月齢時)の結果を表7に示した。採食時間には差が認められなかったが、反すう時間でモミ殻区が短く(P<0.01)したがって採食・反すう時間から算出したRVIについてもモミ殻区が

低い値 ($P < 0.01$) を示した。乾草区の R V I は、粗飼料源に稲ワラを使用した報告の場合と同様の数値を示したものの、モミ殻区の R V I は稲ワラを併用した報告よりもかなり低い値を示した。

(3) 増体成績

体重および 1 日当り増体量を表 8 に示した。終了時体重はモミ殻区 685kg、乾草区 661kg とモミ殻区がやや重い傾向を示したものの差は認められなかった。また、試験期間中の 1 日当り増体量はモミ殻区 0.99kg、乾草区 0.93kg と体重同様に差は認められなかった。しかし、前期および後期にはモミ殻区が乾草区に比べてかなり高い傾向を示した。これは、前期および後期にモミ殻区の養分摂取量は乾草区と同じであったが摂取養分の利用効率においては T D N 要求量にみられるように、モミ殻区がやや優れていたのではないかと推察される。

(4) 第一胃内溶液性状および血液性状

試験期間中の第一胃内溶液性状各項目の平均値を表 9 に、血液性状各項目の平均値を表 10 にそれぞれ示した。

第一胃内溶液 pH については差が認められなかったものの、モミ殻区が乾草区に比較してやや低い傾向を示した。これはモミ殻区の R V I が低かったことが要因の一つと考えられる。また、総 V F A 濃度には区間に差がなかったが、酢酸 / プロピオン酸比については、モミ殻区が乾草区に対して低い値 ($P < 0.01$) を示した。これはモミ殻の容積重が乾草の約 5 倍であったことからモミ殻区の第一胃における濃厚飼料の容積比率が乾草区に比べて高くなった結果と推察された。

表 7 採食・反すう行動 (分)

	モミ殻区 (n = 4)	乾草区 (n = 4)	
前期:			
乾物摂取量(kg)	8.4 ± 0.6	8.3 ± 0.6	ns
採食時間	12.3 ± 1.1	12.1 ± 1.1	ns
反すう時間	30.8 ± 6.5	48.3 ± 8.3	**
RVI (分・DM・kg)	43.1 ± 8.6	60.4 ± 9.2	*
後期:			
乾物摂取量(kg)	8.8 ± 0.6	9.2 ± 0.6	ns
採食時間	9.4 ± 1.8	9.7 ± 0.5	ns
反すう時間	15.1 ± 3.1	26.4 ± 2.5	**
RVI (分・DM・kg)	24.5 ± 2.0	36.2 ± 2.3	**

区間に有意差あり(**: $P < 0.01$, *: $P < 0.05$)

表 8 増体成績 (kg)

	モミ殻区	乾草区	
体重:			
開始時	245.5 ± 15.0	243.0 ± 15.2	ns
前期終了時	379.0 ± 24.7	367.4 ± 28.4	ns
中期終了時	531.4 ± 32.4	518.3 ± 50.3	ns
終了時	685.4 ± 34.8	661.4 ± 72.4	ns
出荷時	687.8 ± 34.8	667.4 ± 72.4	ns
日増体量:			
前期	1.19 ± 0.13	1.11 ± 0.18	ns
中期	0.99 ± 0.09	0.99 ± 0.16	ns
後期	0.82 ± 0.09	0.79 ± 0.16	ns
全期間	0.99 ± 0.07	0.93 ± 0.15	ns
TDN要求量前期	4.60	5.05	
" 後期	8.21	8.47	

表 9 第一胃内溶液性状 (平均値)

	モミ殻区	乾草区	
pH	6.49 ± 0.2	6.68 ± 0.16	ns
総VFA濃度 (mmol/d)	9.78 ± 1.29	9.65 ± 0.83	ns
酢酸 / プロピオン酸比	2.38 ± 0.19	3.05 ± 0.27	**

** : 区間に有意差あり ($P < 0.01$)

表 10 血液性状 (平均値) (mg/dL)

	モミ殻区	乾草区	
Ht(%)	35.3 ± 2.0	34.9 ± 1.5	ns
GLU	67.4 ± 2.5	69.0 ± 4.2	ns
TP	6.4 ± 0.6	6.6 ± 0.5	ns
ALB	3.4 ± 0.1	3.6 ± 0.2	ns
BUN	14.6 ± 2.0	14.5 ± 0.8	ns
T-CHO	103.8 ± 9.0	102.4 ± 14.8	ns
TG	28.1 ± 5.3	30.2 ± 5.5	ns
Ca	9.0 ± 0.2	9.1 ± 0.2	ns

血液性状については各項目に区間差はまったく認められなかった。

(5) 枝肉成績

日本食肉格付協会による格付結果を表 11 に示した。枝肉重量については差が認められなかったものの、モミ殻区 418.8kg、乾草区 400.7kg とややモミ殻区が重い傾向を示した。これは枝肉歩留に差がないことから、終了時体重の違いを反映したものと考えられる。

ロース芯面積、歩留基準値、BMSNO. についても同様の傾向が認められたが、他の項目にはまったく差がなかった。

	モミ殻区		乾草区		
	値	標準誤差	値	標準誤差	
枝肉重量(kg)	418.8	±33.5	400.7	±51.7	ns
枝肉歩留(%)	60.8	±1.9	59.9	±1.4	ns
ロース芯面積(cm ²)	45.6	±6.8	39.4	±3.9	ns
バラの厚さ(cm)	6.8	±0.8	7.0	±0.9	ns
皮下脂肪厚(cm)	1.9	±0.5	2.1	±0.7	ns
歩留基準値	70.8	±0.9	70.2	±0.7	ns
脂肪交雑(BMSNo.)	3.2	±1.1	2.6	±0.9	ns
肉色(BCSNo.)	4.2	±0.8	3.8	±0.5	ns
締め等級	2.4	±0.6	2.4	±0.9	ns
脂肪色(BFSNo.)	2.0	±0.0	2.0	±0.1	ns

4. まとめ

概要

粗飼料源をモミ殻のみに限定した肥育方式の可能性を探るため、同一種雄牛の 9 ヶ月齢交雑種去勢牛 10 頭を用い、乾草(トールフェスク)と対比させて 24 ヶ月齢までの肥育試験を実施した。試験は前・中・後期に分け、それぞれ粗濃比を 25 : 75、15 : 85、10 : 90 に設定した混合飼料の自由採食による給与方法で実施した。

(1) 試験期間中の飼料摂取量(乾物)はモミ殻区 8.65kg、乾草区 7.98kg、終了時体重はモミ殻区 685.4kg、乾草区 661.4kg、1 日当り増体量はモミ殻区 0.99kg、乾草区 0.93kg と有意差はないもののモミ殻区のほうが高い傾向を示した。

DM 及び NDF 消化率では差が認められ、モミ殻区が低い値を示した。

(2) 枝肉成績では、枝肉重量、ロース芯面積、歩留基準値、BMSNO. はモミ殻区のほうがやや高い傾向を示したものの差は認められなかった。また、他の肉質項目についても差は認められなかった。

以上の結果、交雑種去勢牛肥育において粗飼料源のすべてを無処理モミ殻に依存した肥育方法が可能であり、コスト低減、農場副産物の有効利用の両面から効果的な方法であることが判明した。

留意点

1. モミ殻の利用にあたっては、偏食を防ぐという点からも濃厚飼料と混合した TMR 給与方式にすることが望ましい。
2. モミ殻は β-カロテンを含んでいないため、ビタミン A コントロールをする場合は注意する必要がある。
3. 本試験は 24 ヶ月齢までの肥育試験結果であり、これ以上の長期にわたる肥育では、個体観察をこまめにし、鼓脹症や尿石症の発生予防に十分留意する必要がある。

モミ殻の給与効果について

- モミ殻給与が黒毛和種の肥育前期における発育等に及ぼす影響 -

畜産総合研究センター 生産技術部
肉牛研究室 小林 正和

1. はじめに

肉牛の肥育においては、従来より粗飼料は稲ワラが主に用いられてきたが、飼養規模の拡大に伴い自家収集による入手の困難、さらに価格の高騰等により輸入粗飼料に依存しているのが現状である。しかしながら、輸入粗飼料には防疫上の観点により不安が付きまわっており、稲ワラに代わる代替粗飼料の開発への要望が近年高まっている。

その中で古くから注目されていたのがモミ殻である。稲作の副産物であるモミ殻は、稲ワラとともに比較的豊富に得られる粗飼料資源といえるが、稲ワラに比べ粗蛋白質・粗脂肪は低く、粗繊維・粗灰分が高い。また粗灰分の大部分が珪酸であり、リグニンを多く含み、栄養価および嗜好性についても低いと考えられ家畜の飼料としてはあまり利用されていないのが現状であり、そのかなりの部分が焼却等廃棄されていると言われている。

近年、肉牛肥育においても飼料給与方法としてTMR給与を行う経営が見られるようになった。TMR給与方式は、ルーメンの恒常性を維持することから、飼料摂取量の増加、さらにその利用効率を高める効果があるといわれている。そこで、粗飼料として栄養面・嗜好性については問題があるモミ殻であるが、モミ殻の持つ物理性、さらに増量材的效果がTMR材料として利用出来るのであれば、未利用・低利用資源の有効利用として稲ワラに代わる代替粗飼料となり、さらに飼料費の低減を図ることが可能となる。

そこで、未処理のモミ殻が稲ワラの代替粗飼料としての可能性について検討するため、肥育前期の黒毛和種去勢牛48頭を用いた肥育試験し、産肉性に及ぼす影響を検討し、さらに採食・反すう行動、消化性に及ぼす影響について調査した。

なお、本研究成果は平成10年度地域重要新技術開発促進事業（現：先端技術等地域実用化研究促進事業、平成10～12年度）の国庫補助事業を受け、茨城、栃木、群馬および千葉の4県で実施した協定試験成績である。

2. 材料および方法

肥育試験の全体計画：

肥育試験計画の概要を図1に示した。

肥育試験は、肥育前期試験（生後11～19ヶ月齢：35週、245日間）および肥育後期試験（生後19～28ヶ月齢：39週、273日間）の2つに分けて実施した。肥育前期試験ではモミ殻区および稲ワラ区の2区を設定し粗飼料の試験を実施し、肥育後期試験では丸粒トウモロコシ区、挽割り大麦区、圧ぺん大麦区の3区を設定し濃厚飼料の試験を実施した。屠畜は、肥育後期試験終了後速やかに実施した。

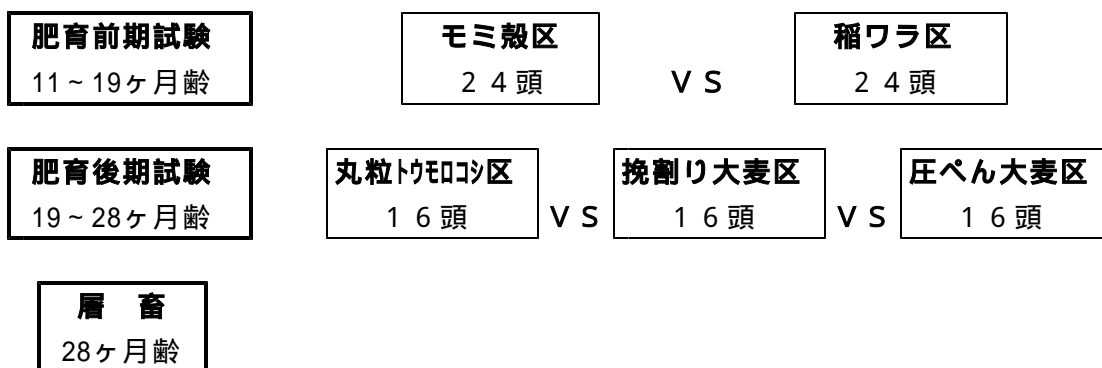


図 1 肥育試験全体計画

前期肥育試験成績：

1) 肥育試験実施場所

- 茨城県畜産センター肉用牛研究所
- 栃木県畜産試験場
- 群馬県畜産試験場
- 千葉県畜産総合研究センター

2) 供試頭数・試験実施年月・供試牛の産地および血統

供試牛の概要および試験実施年月を表 1 に示した。供試牛は生後11ヶ月齢前後の黒毛和種去勢牛とし、各県毎に同一種雄牛の産子を12頭の計48頭を用いた。供試牛の血統は茨城県が美幸福、栃木県が勝美、群馬および千葉県が福桜を種雄牛とした産子である。肥育試験の実施年月は平成11年5月～平成12年4月である。

表 1 供試頭数・試験実施年月・供試牛の産地・血統

県名	頭数	試験実施年月	産地	供試牛の父牛
茨城県	12	H11.7～H12.3	茨城	美幸福
栃木県	12	H11.6～H12.2	鹿児島	勝美
群馬県	12	H11.8～H12.4	宮崎	福桜
千葉県	12	H11.5～H12.1	宮崎	福桜

3) 試験区分および供試飼料

試験区分および供試飼料の概要について、表 2 に示した。

試験区はモミ殻給与区（以下、モミ殻区：n=24）、稲ワラ給与区（以下、稲ワラ区：n=24）の2試験区を設定し、試験期間は肥育前期（生後11～19ヶ月齢）の35週（245日間）とした。

試験期間中の濃厚飼料（丸粒トウモロコシ30%配合）と粗飼料の給与比率は75:25とし、稲ワラ区は粗飼料全量を稲ワラとしたのに対し、モミ殻区は25%のうち20%を未処理モミ殻、残り5%を稲ワラとし、濃厚飼料との無加水混合飼料（以下、TMR）として給与した。肥育後期は、穀類に関する肥育試験に組み替えをおこない、粗飼料は稲ワ

ラのみとし、濃厚飼料と粗飼料の比率を92：8とし、28ヶ月齢で屠畜し、内臓および枝肉について調査した。

供試飼料は、濃厚飼料については4県共に同一原料を同一工場において調製したものを給与した。モミ殻区は未処理モミ殻とし、稲ワラは国産稲ワラを2cm程度に切断したものをを用いたが、濃厚飼料と同様に同一原料を同一業者が調製したものをを用いた。なお、試験期間中に使用した濃厚飼料にはビタミンA等は添加しなかったが、試験終了後の肥育後期に用いた濃厚飼料には、ビタミンA(1,920 IU/kg)を添加した。また、尿石予防を目的に固形塩(尿石予防剤含む)を常設した。

4) 飼料給与方法および飼養管理

供試牛は群飼育とし、飼料給与は自動開閉ドア(カランプロードバンドドア)による個体識別給与(群馬県のみ繋ぎ飼育)とした。飼料は1日2回、0.5~1.0kg残餌がでる程度に給与し、毎日残餌量を秤量して飼料摂取量を算出した。敷料はオガクズを使用し、飲水はウォーターカップでの自由飲水とした。なお、除角は試験開始前に実施した。

5) 調査項目

表2 供試飼料の配合割合と成分 (%)

飼料名	モミ殻区	稲ワラ区
丸粒トウモロコシ	30.0	30.0
濃厚飼料 圧ぺん大麦	25.0	25.0
粉砕大麦	5.0	5.0
一般フスマ	19.0	19.0
大豆粕	2.0	2.0
(原物) 大豆皮	18.0	18.0
炭カル・他	1.0	1.0
濃厚飼料混合割合 (%)	75	75
モミ殻混合割合 (%)	20	0
稲ワラ混合割合 (%)	5	25
DM	88.4	87.8
TMR 成分 TDN	64.5	70.3
CP	11.4	12.0
CF	18.0	15.6
分 NDF	37.7	34.6
値 デンプン	31.0	31.0
NCWFE	41.2	42.3
(乾物) Ca	0.49	0.53
P	0.37	0.38
RVI (分/kgDMI)	28.5	38.3

TMR成分値は設計値

- (1) 体重および体格測定
- (2) 飼料摂取量
- (3) 第一胃液の採取およびpHの計測
- (4) 血液の採取と成分分析
- (5) 枝肉の評価
- (6) 枝肉の理化学分析

- (7) 消化試験
- (8) 採食・反すう行動調査

3. 結果および考察

1) 供試飼料の成分値

供試飼料の分析値を表3に示した。試験区間では、CP、EE、デンプンで差はほとんど認められないものの、NFEで3%程度モミ殻区が低く、逆にCF、ADFで稲ワラ区が低い値を示した。これはモミ殻と稲ワラの成分の差と考えられる。また設計値との比較では、粗灰分が設計値に比べ10%程度高く、NFE、デンプン、NDFが低い値となった。

	DM	CP	EE	NFE	CF	NDF	ADF	デンプン	Cash
モミ殻区	89.6	9.1	2.5	43.7	16.0	31.6	20.0	25.6	17.8
稲ワラ区	89.8	9.5	2.7	46.6	14.1	30.0	17.6	25.7	16.6
濃厚飼料	89.9	11.3	3.1	51.5	9.7	21.4	12.5	34.0	13.9
モミ殻	88.3	2.0	0.6	17.2	36.7	64.0	45.0	0.4	30.5
稲ワラ	89.5	4.1	1.5	31.8	27.5	55.8	32.8	0.7	24.6

モミ殻区は濃厚飼料75%+モミ殻20%+稲ワラ5%、稲ワラ区は濃厚飼料75%+稲ワラ25%

2) 消化率およびトウモロコシ排出率

千葉および群馬県で実施した消化試験の結果を、表4に示した。DMおよびNDFでは稲ワラ区が有意に高い($P < 0.01$)値を示したものの、CPおよびデンプンでは有意な差はないもののモミ殻区が高い傾向を示した。

トウモロコシ排出率とは、未消化で糞中に排出された丸粒トウモロコシの給与量に対する割合であるが、モミ殻区は稲ワラ区に対して有意に低い($P < 0.01$)排出率であった。以上のことは、モミ殻給与が飼料の消化率、丸粒トウモロコシの利用性に影響を及ぼすことを示唆しているものと考えられる。

	(n)	モミ殻区	稲ワラ区	Prob.
DM	(24)	61.4A	65.1B	0.00
CP	(12)	70.4a	67.2b	0.04
デンプン	(12)	89.6	87.1	0.09
NDF	(12)	40.8A	54.6B	0.00
トウモロコシ排出率	(24)	12.2A	17.4B	0.00

異符号間に有意差あり(大文字: $P < 0.01$)

”(小文字: $P < 0.05$)

県間との間に交互作用あり

3) 飼料摂取量

試験期間中の平均飼料摂取量を表5に示した。濃厚飼料および粗飼料、さらに合計についても試験区間に有意な差は認められなかった。しかし、試験期間中の4週間ごとの飼料摂取量について比較してみると、試験開始から8週まではモミ殻区が稲ワラ区より高い摂取量を示し、特に開始時～4週目では有意な差 ($P < 0.01$) が認められた。8週以降の飼料摂取量については、試験区間に差はなく、同じような摂取量で推移した。一般にモミ殻の嗜好性については、稲ワラと比較して低いと考えられていたが、本試験と同様にTMRとして混合給与することにより、稲ワラのみと同等の摂取量が可能であることが示唆された。

	モミ殻区 (n=24)	稲ワラ区 (n=24)	Prob.
全試験期間 (平均):			
濃厚飼料	6.5	6.3	0.24
粗飼料	2.2	2.1	0.24
合計	8.7	8.5	0.24

4) 採食・反すう行動調査

千葉および群馬で肥育試験牛を用いた実施した採食・反すう行動調査の結果を表6に示した。採食時間ではモミ殻区がやや短い傾向がみられたものの、反すう時間、咀嚼時間、乾物摂取量ともに有意な差は認められなかった。採食・反すう行動調査より算出したRVIについては、ややモミ殻区が低い傾向はあるものの有意な差は認められなかった。稲ワラのRVIは108.7分/DM・kg、モミ殻は60.0分/DM・kgと言われており、モミ殻給与ではRVIが低くなるのが当初懸念されたが、稲ワラをある程度併用することにより、稲ワラ区と同等RVIが確保できることが示された。

	モミ殻区 (n=12)	稲ワラ区 (n=12)	Prob.
採食時間	132.3	153.8	0.12
反すう時間	314.8	312.7	0.89
咀嚼時間	447.2	466.6	0.41
乾物摂取量(kg)	7.4	7.1	0.11
RVI(分/DM・kg)	61.4	66.7	0.12

5) 増体成績

体重および増体日量を表7に示した。

終了時体重はモミ殻区 524kg、稲ワラ区 526kgで、試験区間に有意差はなかった。また試験期間中の1日増体量では、モミ殻区 0.85kg、稲ワラ区 0.87kgであり体重と同様に差は認められなかった。しかし、開始から10週までの増体日量では、有意差はないもののモミ殻区がやや高く、特に試験開始～4週間においては、モミ殻区が有意に高い値を示した。これは、モミ殻区が試験開始直後から飼料摂取量が高く、それらが影響したものと考えられる。

	モミ殻区 (n=24)	稲ワラ区 (n=24)	Prob.
体重：			
開始時	317	313	
10週時	397	388	0.43
20週時	451	450	0.17
終了時	524	526	0.90
1日増体量：			
開始～10週	1.14	1.08	0.07
開始～20週	0.96	0.98	0.67
全期間	0.85	0.87	0.44

6) 第一胃内容液 pH および血液性状

試験期間中の第一胃内容液 pH の推移について表 8 に、さらに血液性状について表 9 に示した。

第一胃内容液 pH では、開始時および 1 ヶ月後については差は認められないものの、中間時 ($P < 0.01$) および終了時 ($P < 0.05$) にモミ殻区が有意に低くなり、平均値についても有意に低い値 ($P < 0.01$) を示した。中間時および終了時においては、飼料摂取量には試験区間に差は認められなかったものの、モミ殻区の飼料の R V I がやや低い傾向であった。今回の原因としては、これらの影響が第一胃内容液 pH の低下の要因の一つと推察された。

血液性状については、Mg において有意な差が認められたものの、他の成分については差は認められなかった。

表 8 第一胃内容液 pH (分)

	モミ殻区 (n=12)	稲ワラ区 (n=12)	Prob.
開始時	6.3	6.4	0.25
1 ヶ月後	6.4	6.5	0.31
中間時	6.6A	6.8B	0.00
終了時	6.6a	6.8b	0.05
平均値	6.6A	6.7B	0.01

異符号間に有意差あり (大文字: $P < 0.01$)

” (小文字: $P < 0.05$)

表 9 血液性状 (平均値)

	モミ殻区 (n=20)	稲ワラ区 (n=22)	Prob.
ヘマトクリット (%)	35.5	36.2	0.67
GOT (IU/L)	49.4	53.7	0.12
-GTP (IU/L)	19.3	17.1	0.79
T-CHO (mg/dl)	117.3	122.3	0.52
BUN (mg/dl)	13.6	14.4	0.37
GLU (mg/dl)	74.6	77.4	0.27
Ca (mg/dl)	9.2	9.4	0.26
Mg (mg/dl)	2.3a	2.5b	0.04
IP (mg/dl)	6.8	7.3	0.06

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

7) 枝肉成績

日本食肉格付協会による格付結果を、表 10 に示した。

枝肉重量、ロース芯面積、ハラの厚さには試験区間の差は認められないものの、皮下脂肪の厚さには稲ワラ区が有意に厚い値 ($P < 0.05$) を示した。また、肉色について稲ワラ区が濃い ($P < 0.05$) 傾向が認められたが、他の項目については差は認められなかった。

表10 枝肉成績(日格協、格付)

	モミ殻区 (n=20)	稲ワラ区 (n=22)	Prob.
枝肉重量(kg)	445.2	458.3	0.27
ロース芯面積(cm ²)	52.3	51.5	0.72
バラの厚さ(cm)	7.9	7.7	0.23
皮下脂肪厚(cm)	2.3a	2.6b	0.03
歩留基準値	73.9	73.2	0.08
脂肪交雑(BMS)	6.7	6.3	0.61
肉色(BCS)	3.9a	4.2b	0.05
締り・き等級	3.8	3.6	0.65
脂肪色(BFS)	3.0	3.0	1.00
肉質等級	3.8	3.6	0.83

異符号間に有意差あり(P<0.05)

8) 肉質分析

肉質分析結果を表11に、さらに脂肪酸分析結果を表12に示した。

肉色では、格付成績とは逆にモミ殻区のL値(明度)が高い(P<0.05)値を示したものの、他の項目については差は認められなかった。

脂肪酸については、皮下脂肪の18:2および筋肉内脂肪の16:0において有意な差が認められたが、総飽和・総不飽和の割合等には差は認められなかった。

表11 肉質分析

	モミ殻区 (n=20)	稲ワラ区 (n=22)	Prob.
水分(%)	51.6	52.1	0.67
粗蛋白(%)	15.7	16.0	0.46
粗脂肪(%)	31.8	29.8	0.31
水分抽出率(%)	19.8	20.8	0.27
水分抽出率(LB/cm ²)	5.2	5.9	0.18
脂肪融点()			
皮下	20.6	20.3	0.37
腎臓	40.8	40.3	0.79
pH	5.9	5.9	0.12
総色素量(mg)	335.1	342.7	0.39
肉色(胸最長筋)			
L値	49.9a	47.7b	0.02
a値	26.5	27.2	0.32
b値	15.5	15.8	0.44
脂肪色			
L値	81.5	81.3	0.68
a値	3.6	3.9	0.73
b値	6.3	6.4	0.71

異符号間に有意差あり(P<0.05)

表12 肉質分析(脂肪酸組成)(%)

	モミ殻区 (n=20)	稲ワラ区 (n=22)	Prob.
皮下脂肪:			
14:0	2.5	2.5	0.60
14:1	1.8	1.7	0.29
16:0	25.4	25.8	0.48
16:1	7.4	6.8	0.08
18:0	7.4	7.6	0.26
18:1	53.7	53.6	0.79
18:2	1.8a	2.0b	0.05
総飽和	35.2	35.9	0.31
総不飽和	64.8	64.1	0.31
筋肉内脂肪(胸最長筋):			
14:0	2.3	2.3	0.10
14:1	0.7	0.7	0.48
16:0	27.7a	27.1b	0.05
16:1	4.0	4.1	0.65
18:0	12.3	12.5	0.38
18:1	51.3	51.7	0.14
18:2	1.6	1.5	0.77
総飽和	42.3	42.0	0.16
総不飽和	57.7	58.0	0.16

異符号間に有意差あり(P<0.05)

4.まとめ

概要

供試牛は、11ヶ月齢の黒毛和種去勢牛で、各県が各々同一種雄牛の産子を12頭、計48頭を供試した。試験期間は肥育前期35週（11～19ヶ月齢）とし、試験区はモミ殻給与区（以下：モミ殻区）、稲ワラ給与区（以下：稲ワラ区）の2試験区を設定した。試験期間中の濃厚飼料（丸粒トウモロコシ30%配合）と粗飼料の給与比率は75:25とし、稲ワラ区は粗飼料全量を切断稲ワラとしたのに対し、モミ殻区は粗飼料割合25%のうち20%を未処理モミ殻、残り5%を切断稲ワラとし、濃厚飼料との混合飼料（以下、TMR）として給与した。肥育後期は、粗飼料は切断稲ワラのみとし濃厚飼料と粗飼料の比率を92:8とし、28ヶ月齢で屠畜した。

1. 試験期間中の飼料摂取量では、モミ殻区が8.7kg、稲ワラ区が8.5kgであり有意差は認められなかった。しかし、試験開始後4週時の飼料摂取量では、モミ殻区は稲ワラ区に比較して有意に高い値を示していた。CP、澱粉の消化率ではモミ殻区で高い傾向を示し、CPの消化率では有意な差が認められた。また、未消化で丸粒のまま排出されたトウモロコシの割合は、モミ殻区が有意に低い値を示した。
2. 体重では有意な差は認められなかったものの、開始後4週間の1日増体量ではモミ殻区が有意に高い値を示した。
3. 枝肉成績では、枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さについては試験区間に差は認められなかったものの、皮下脂肪の厚さについてはモミ殻区が2.3cmと有意に薄かった（ $P < 0.05$ ）。肉色についてモミ殻区がやや低い傾向が認められたものの、他の肉質項目については差は認められなかった。

以上の結果、黒毛和種去勢牛の肥育前期において、未処理モミ殻は稲ワラの代替として80%（原物重量比）まで代替が可能である。

成果の活用面

1. 稲ワラの不足している地域においては稲ワラの代替として利用価値がある。またモミ殻利用により飼料費のコスト低減が期待できる。

留意点

1. モミ殻の利用にあたっては、肥育前期において本試験と同様に代替率を80%程度とし、残り20%は稲ワラを併用する。また、飼料の給与方法は濃厚飼料と混合したTMR給与とする。
2. モミ殻給与では鼓張症・尿石症等の発生が報告されている。利用にあたっては馴致期間を十分とり、個体観察をしっかりと実施する。

「イネホールクropp」について

活動に係る説明資料

活動地域	活 動 内 容
県下全域	<p>本県は、平成12年度、2町において試験的に1、3haのイネホールクroppサイレージに取り組んだ。</p> <p>平成13年度は、14市町において一気に39haを実施することとなった。収穫機械の性能、サイレージの発酵品質の良否、貯蔵中のカビ発生の有無等、限られた期間内での大面積への対応や、販売し流通させる上での問題点等、未経験の分野が多かったことから、地元市町村、生産農家、普及センター及び県等が連携を図りながら、円滑に進むよう各地域で検討を重ねた。</p> <p>このような状況下、当畜産総合研究センターは、技術的なバックアップを行った。特に、稲作農家が飼料を作ることは未経験であったことから、その点の指導を、また、畜産農家に流通・販売することから、その品質の確保と貯蔵性の保持についての技術支援を、先進事例や試験研究成果等の情報を収集し、それらをこの状況下で使えるかを判断しながら行った。</p> <p>さらに、流通先の畜産農家での取り扱いの指導、品質への疑問が発生した場合の対応、サイレージの発酵品質や飼料分析の実施及び給与指導等を行った。これは、イネホールクroppサイレージへの評価を決めるものであることから、積極的に対応した。</p> <p>また、普及センター及び専門技術員とともに、地域に適應するイネの品種について、収量性、耐倒伏性、早晚性及びサイレージの発酵品質等の点から、現地で実証的に検討した。</p> <p>当年度での問題点への対応とともに、次年度以降の普及・定着・拡大に向けて、技術的支援活動を行った。</p> <p>平成14年度は、17市町村で79、4haとなった。新たに取り組む市町村もあったことから、引き続き、生産に係る現地及び畜産農家の指導や畜産農家での製品への問題発生への対応を、前年の試験成果や現地での結果等の反省点を踏まえて行った。</p> <p>さらに、現地における適應品種の検討も引き続き実施した。</p> <p>また、稲作農家や畜産農家への利用拡大に向けた講習会等へ出席し、推進を図るとともに、15年度に向けての計画立案等にも参画した。</p> <p>飼料自給率の向上、水田の活用、安全・安心な国産飼料の確保等に向け、イネホールクroppについての各地の各種の情報を収集するとともに、それを取捨選択し、かつ自前の試験結果も使い、技術的支援活動を行ってきた。</p>

ホールクroppサイレーヅ用イネ作付面積

単位：ha

市町村名	12年度	13年度	14年度
干潟町	1.0	19.4	43.05
岬町	0.3		
佐倉市		6.6	12.34
栗源町		4.7	4.6
袖ヶ浦市		2.0	3.9
大原町		1.4	
佐原市		1.3	3.53
松尾町		1.0	
下総町		0.9	1.41
野栄町		0.5	0.59
多古町		0.44	
栄町		0.25	0.25
小見川町		0.22	0.2
山田町		0.2	0.32
鋸南町		0.1	
印旛村			4.1
一宮町			1.7
光町			1.4
千葉市			0.85
大網白里町			0.75
白子町			0.3
八日市場市			0.12
合計	1.3	39.01	79.41

試験研究成果普及情報

部門	飼料作物及び草地	対象	普及
課題名：イネの低水分化および尿素液の添加によるイネホールクロップサイレージの高品質化技術			
[要約] 尿素液を現物重量当り2～4%添加することで、サイレージ中の酪酸含量を無添加区に比べ約半減できる。また、イネ水分含量を53%以下に低下させて調製することで、サイレージ中の酪酸発酵を抑制した、高品質のイネホールクロップサイレージの調製が可能である。			
キーワード（専門区分）動物栄養 （フリーワード）イネ サイレージ 尿素 予乾 発酵品質 ホールクロップサイレージ		（研究対象）牧草類 - 他のイネ科牧草	
実施機関名（主査） 畜産総合研究センター生産環境部飼料研究室 （協力機関） 長生農業改良普及センター 君津農業改良普及センター （実施期間） 2001～2002年度			

[目的及び背景] イネホールクロップサイレージ（イネ WCS）の生産現場において、発酵品質の安定化を目的に尿素液の添加が行われている。しかしイネ水分含量と尿素液添加量の違いが、どのように発酵品質に影響するか、まだ解明されていない点が多い。そこで、イネの水分含量と尿素液の添加水準の違いが、イネ WCS の発酵品質におよぼす影響について検討を行った。

[成果内容] イネ水分水準と尿素液添加水準の異なる試験区を設定し（表1,2）、発酵品質について調査した。試験に用いたイネは全て県内で飼料用に栽培されたものを用い、長さ6cmに細断し尿素液添加後、簡易サイロに詰め込み62日間以上貯蔵。その後開封し、以下の結果を得た。

1. 尿素液の添加により、サイレージ中の酪酸含量が低下傾向を示し、尿素液 2%添加区が 0.18%、尿素液 4%添加区が 0.16%で、無添加区の 0.33%に比べ約半減となったが、完全に酪酸発酵を防止するまでには至らなかった。（表3）
2. イネの水分含量を低下させることで、サイレージ中の酪酸含量が低下傾向を示し、また V スコアについては高くなる傾向にあり、特に水分含量を 53%以下に低下させることで、サイレージ中の酪酸含量は 0.03%以下と極わずかとなり、良質の発酵品質となった。（表4）

[留意事項]

1. ダイレクトカット体系ではイネの水分含量のコントロールが難しいが、登熟の進行や高刈りにより、極力イネの低水分化に努める必要がある。
2. 尿素液の利用は、サイレージの発酵品質改善よりも、カビ発生防止等の品質保持としての使用が望ましい。
3. イネ水分含量を低下させてサイレージ化しても、保管を適正に行わないと、品質低下を招く可能性がある。ロールの保管は水はけの良い場所に、縦置き 2 段積みまでとする。またラップフィルムの破損を防ぐために、ロールの運搬移動時の物理的衝撃に注意し、さらに鳥害防除のためネットやテグスをかける必要がある。

[普及対象地域]

県下全域

[行政上の措置]

[普及状況]

[成果の概要]

表1 試験区分 (試験1)

区分	品種	イネ水分 (%)	貯蔵日数	イネ現物当尿素液添加割合 (%)				
				0%区	0.2%区	0.4%区	2.0%区	4.0%区
71%区	ハマサリ	71.1	169	0.0	0.2	0.4	2.0	4.0
	ハマサリ	70.2	199	0.0	0.2	0.4	2.0	4.0
64%区	中国147号	64.0	167	0.0	0.2	0.4	2.0	4.0
	関東飼206号	63.9	168	0.0	0.2	0.4	2.0	4.0
	カケハシ	63.2	95	0.0	0.2	0.4	2.0	4.0
58%区	コシヒカリ	58.4	62	0.0	0.2	0.4	2.0	4.0
	中国146号	58.1	172	0.0	0.2	0.4	2.0	4.0
	フサオトメ	57.9	85	0.0	0.2	0.4	2.0	4.0

表2 試験区分 (試験2)

区分	品種	イネ水分 (%)	予乾の有無	貯蔵日数	イネ乾物当尿素液添加割合 (%)					
					0%区	1%区	1.5%区	2%区	2.5%区	3%区
67%区		67.1	無予乾	63	0.0	1.1	1.6	2.1	2.6	3.2
63%区	コシヒカリ	63.3	予乾	63	0.0	1.1	1.6	2.1	2.6	3.2
60%区		59.6	無予乾	64	0.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
53%区	フサオトメ	52.5	予乾	64	0.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
45%区		45.0	強予乾	64	0.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0

表3 イネWCSの発酵品質 (試験1)

水準	pH	有機酸含量 (%/FM)				VBN (%)	VBN/TN (%)	Vスコア	
		乳酸	酪酸	酢酸	プロピオン酸				
水分	70%	5.53 b	0.11 b	0.35 a	0.93 a	0.07 a	0.20 b	35.6	25 b
水分	64%	6.19 a	0.18 b	0.20 b	0.81 b	0.06 a	0.30 a	38.4	35 a
水分	58%	6.10 a	0.28 a	0.23 b	0.52 c	0.03 b	0.32 a	43.5	41 a
尿素液	0%	4.98 c	0.14 b	0.33 a	0.46 c	0.04 c	0.04 c	11.4 c	55 a
尿素液	0.2%	4.98 c	0.27 a	0.31 a	0.47 c	0.05 ac	0.06 c	17.0 c	37 b
尿素液	0.4%	5.11 c	0.31 a	0.26 ab	0.56 c	0.07 ab	0.13 c	29.1 b	27 c
水分	2.0%	6.63 b	0.16 b	0.18 bc	1.01 b	0.06 ac	0.45 b	66.4 a	27 bc
水分	4.0%	8.24 a	0.11 b	0.16 c	1.16 a	0.03 cd	0.74 a	74.1 a	29 bc
水分	*	**	**	**	**	*	NS	**	
尿素液	*	**	**	**	*	**	**	**	**
水分×尿素液	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

縦列異符号間に有意差あり (P < 0.05)

NS = 有意差なし * = P < 0.05 ** = P < 0.01

表4 イネWCSの発酵品質 (試験2)

水準	pH	有機酸含量 (%/FM)				VBN (%)	VBN/TN (%)	Vスコア	
		乳酸	酪酸	酢酸	プロピオン酸				
水分	67%	5.46 e	0.07 e	0.29 a	0.87 a	0.06	0.15 c	28.6 c	22 e
水分	63%	5.85 d	0.10 d	0.23 b	0.75 b	0.03	0.17 b	28.0 c	27 d
水分	60%	5.33 c	0.29 c	0.17 c	0.40 c	0.03	0.21 a	40.2 a	42 c
水分	53%	5.55 b	0.48 a	0.03 d	0.24 d	0.01	0.20 a	31.5 b	59 b
水分	45%	6.15 a	0.40 b	0.01 d	0.16 e	0.00	0.10 d	15.8 d	67 a
尿素液	0%	5.28 d	0.17 c	0.15	0.34 e	0.02	0.04 f	9.1 d	71 a
尿素液	1.0%	5.40 c	0.29 b	0.15	0.40 d	0.02	0.10 e	21.0 c	46 b
尿素液	1.5%	5.57 c	0.29 b	0.14	0.47 c	0.02	0.12 d	23.5 c	39 c
水分	2.0%	5.77 b	0.29 b	0.15	0.50 c	0.02	0.21 c	36.7 b	35 d
水分	2.5%	5.93 b	0.26 b	0.15	0.56 b	0.03	0.24 b	38.2 b	34 d
水分	3.0%	6.06 a	0.32 a	0.14	0.62 a	0.03	0.28 a	44.4 a	34 d
水分	**	**	**	**	**	**	**	**	**
尿素液	**	**	NS	**	**	**	**	**	**
水分×尿素液	**	**	NS	NS	**	**	**	**	**

縦列異符号間に有意差あり (P < 0.05)

NS = 有意差なし * = P < 0.05 ** = P < 0.01

[発表および関連文献]

平成 14 年度 試験研究成果発表会資料 新しい農林業技術 (酪農・肉牛)

飼料イネの経営導入条件の解明

企画調整部 経営調査室

事例調査の結果、牧草汎用ロールベール体系における 10a 当たり労働時間は 22.1～107.7 分、乾物 1kg 当たり生産費は 18.3～30.1 円であった。飼料イネ用ロールベール体系は、同じく 68.9～131.6 分、14.0 円であった。

スーダングラスの乾草と価格面で同等の評価が得られ、代替も可能である。

【背景】

飼料イネは、粗飼料の安全性や量的な確保の面、あるいは水田の有効活用のための転作作物として注目され、栽培面積が増加傾向にあります。今後、飼料イネがイネホールクロップサイレージ（WCS）として畜産農家の購入粗飼料と代替えられるためには、経済的条件を明らかにする必要があります。

【目的】

イネホールクロップサイレージの刈取調製にかかる労働時間及び生産費用について事例調査し、当面想定される前提条件を設定して生産費の試算等により定着条件を明らかにする。

【成果】

県内において 2002 年に収穫調製された 5 事例（牧草汎用ロールベール体系 3 事例、飼料イネロールベール体系 2 事例）を調査し、以下の結果が得られた。

- 1 イネ WCS の収穫調製に必要な農機具の取得合計額は 27,000～37,000 千円であった。
- 2 10a 当たり刈り取り、集草、形成、梱包作業の合計時間は、牧草汎用ロールベール体系が 8.7～45.5 分、飼料イネロールベール体系が 21 分及び 31 分であった。
- 3 収穫調製したロールベールの運搬に要する時間は、距離 10km 当たり約 25 分であった。
- 4 イネ WCS の 10a 当たり生産費は、牧草汎用ロールベール体系が 14,600～39,500 円、飼料イネロールベール体系が 21,700～27,000 円であった。
- 5 乾物 1kg 当たりの生産費は、草汎用ロールベール体系が 18.3～30.1 円、飼料イネロールベール体系が 14.0 円であった。

表1 体系別収穫・調製作業労働時間(分：10a 当たり)

事例名	牧草汎用ロールベール体系			飼料イネ用ロールベール体系	
	S-Y	S-O	H-予乾	H-K	I-Y
形成本数	1.91	2.91	14.45	9.29	12.21
刈取	3.7	5.0	11.3	21	31
集草	1.8	6.1	12.4		
形成・梱包	3.2	5.1	21.8		
圃場内運搬・積込	3.9	12.5	21.8	21.4	30.5
密封	4.8	4.6	15.9	10.2	26.9
密封前後作業	4.8	11.7	24.6	15.8	43.6
小計	22.1	45.0	107.7	68.9	131.6
運搬	23.5	58.3	73.2	46.7	109.5
その他	6.5	14.5	90.1	21.3	52.6
合計	52.0	117.9	270.9	136.9	293.7
収穫面積(a)	371	372	53.3	169	47.5

表2 体系別イネWCS生産費(円：10a 当たり)

事例名	牧草汎用ロールベール体系			飼料イネ用ロールベール体系	
	S-Y	S-O	H-予乾	H-K	I-Y
形成本数	1.91	2.91	14.45	9.29	12.21
労働費	1,733	3,931	9,031	4,564	9,787
減価償却費(農機具費)	13,027	4,118	11,999	5,048	4,160
修理費	5,991	2,617	4,291	3,783	2,245
資本利子・租税公課・保険料	1,437	549	1,104	737	636
燃料・潤滑油	973	1,469	3,198	1,278	2,786
消耗品費	1,782	1,937	9,853	6,331	7,314
合計	24,942	14,621	39,476	21,742	26,927
10a 乾物重量(kg)	828	797	1,748	1,548	
乾物1kg 当たり生産費(円)	30.1	18.3	22.6	14.0	
刈取品種	コシカ	コシカ	ハマカ	ドントコ	コシカ
収穫面積(a)	371	372	53.3	169	47.5

総 説

1. 沿革

【千葉県嶺岡乳牛試験場】

慶長 19 年 里見氏の軍馬育成場として再興。徳川時代に幕府直轄の軍馬放牧地「嶺岡牧」となる。
享保 13 年 徳川吉宗がインド産白牛 3 頭を放牧

明治維新による新政府の所管を経て千葉県が払い下げを受け、「嶺岡畜産株式会社」に運営させる。

明治 44 年 現丸山町に「千葉県種畜場嶺岡分場」として発足
大正 2 年 「千葉県種畜場」
昭和 2 年 「千葉県嶺岡種畜場」
昭和 38 年 「千葉県嶺岡乳牛試験場」
「日本酪農発祥の地」として千葉県史跡指定

【千葉県畜産センター】

明治 39 年 「千葉県種畜場」(現千葉市)
大正 2 年 「千葉県種畜場分場」
大正 11 年 農事試験場へ合併、「千葉県農事試験場畜産部」
昭和 2 年 「千葉県佐倉種畜場」(現佐倉市)発足
昭和 24 年 富里村(現富里市)に移転、「千葉県総合種畜場」に改称
昭和 38 年 試験研究機関として位置づけ「千葉県畜産試験場」に改称
昭和 44 年 八街市に移転 酪農・養豚・養鶏の 3 試験場に分離
昭和 51 年 3 試験場を統合し「千葉県畜産センター」として発足

【千葉県乳牛育成牧場】

昭和 47 年 市原市に「千葉県乳牛育成牧場」設置

【千葉県畜産総合研究センター】

平成 13 年 研究資源の効率的・効果的配置、先端技術を活用した研究の充実、環境と調和した畜産の確立を目的として上記 3 機関を統合して「千葉県畜産総合研究センター」と称する。

あわせて、旧畜産センター組織を総務課、企画調整部、生産技術部、生産環境部に、旧嶺岡乳牛試験場を「同センター嶺岡乳牛研究所」、旧乳牛育成牧場を「同センター市原乳牛研究所」に再編し、1 課、3 部、2 所の体制となる。

2. 位置及び交通

千葉県畜産総合研究センター	〒289-1113 八街市八街へ1-16 1	TEL 043-445-4511 FAX 043-445-5447
---------------	---------------------------	--------------------------------------

房総半島基部のほぼ中央に位置し、千葉市から東へ約20kmの八街市滝台にある。

交通 JR 千葉駅又は京成千葉中央駅からちばフラワーバス成東行きで丘山小学校下車徒歩約30分。自動車の場合、千葉より国道126号線下り約30分、山田局前左折約5分

千葉県畜産総合研究センター 市原乳牛研究所	〒290-0531 市原市国本 602	TEL 0436-96-1231 FAX 0436-96-0956
--------------------------	------------------------	--------------------------------------

市原市養老川上流を遡り、養老渓谷温泉手前に位置する。

交通 JR 内房線五井駅から小湊鉄道上総大久保駅下車約25分。自動車の場合、千葉より国道16号線下り約25分、八幡宿より国道297号線約40分、牛久駅より県道約25分

千葉県畜産総合研究センター 嶺岡乳牛研究所	〒299-3011 安房郡丸山町大井 686	TEL 0470-46-3011 FAX 0470-46-3012
--------------------------	---------------------------	--------------------------------------

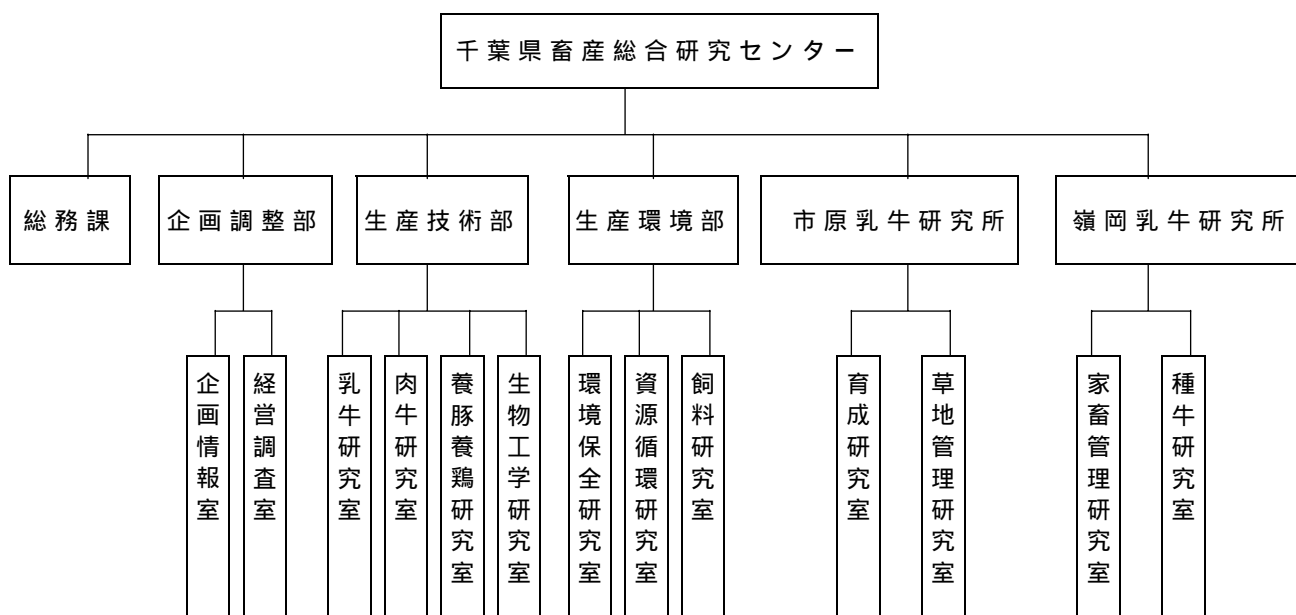
清澄山系の愛宕山（海拔408m）の中腹に位置（海拔180m）する。交通不便地で特地に指定されている機関である。

交通 JR 外房線安房鴨川駅から自動車約30分（約14km）又はJR内房線館山駅から自動車約30分（約22km）

3. 組織機構と組織規程（千葉県組織規程抜粋）

【機構】

当畜産総合研究センターは、千葉県の畜産業の振興に寄与することを目的として、畜産に係わる試験研究及び調査に関する事項を行うため、下記の組織が構成されている。



【 組織規程 】

(千葉県組織規程より抜粋)

第22款 畜産総合研究センター

(業 務)

第 106 条 畜産総合研究センターは、畜産業の振興に寄与するため、畜産に係る試験研究及び調査に関する事務をつかさどる。

(名称及び位置)

第 107 条 畜産総合研究センターの名称及び位置は、次のとおりとする。

名 称	位 置
千葉県畜産総合研究センター	八 街 市

(内部組織及び分掌事務)

第 108 条 畜産総合研究センターに総務課、企画調整部、生産技術部、生産環境部、市原乳牛研究所及び嶺岡乳牛研究所を置く。

2 企画調整部、生産技術部、生産環境部、市原乳牛研究所及び嶺岡乳牛研究所にそれぞれ当該下欄に掲げる室を置く。

企画調整部	企画情報室、経営調査室
生産技術部	乳牛研究室、肉牛研究室、養豚養鶏研究室、生物工学研究室
生産環境部	環境保全研究室、資源循環研究室、飼料研究室
市原乳牛研究所	育成研究室、草地管理研究室
嶺岡乳牛研究所	家畜管理研究室、種牛研究室

3 第 1 項の規定による課、部及び所の分掌事務は、次のとおりとする。

総務課

- 1 センターの総合調整及び関係団体等との連絡に関すること。
- 2 土地、建物及び工作物の維持管理に関すること。
- 3 生産物の処理に関すること（市原乳牛研究所及び嶺岡乳牛研究所（以下この項において「研究所」という。）において所掌するものを除く。）
- 4 庶務に関すること（研究所において所掌するものを除く。）

企画調整部

- 1 センターにおける試験研究の基本方針の策定及び企画並びに評価に関すること。
- 2 畜産経営の調査及び研究並びに畜産技術の評価に関すること。

生産技術部

- 1 牛、豚及び鶏に係る試験研究及び調査に関すること。
- 2 生物工学（バイオテクノロジー）を活用した家畜の改良増殖に関すること。

生産環境部

- 1 家畜ふん尿の利用及び処理に関する試験研究及び調査に関すること。
- 2 有機性資源の地域循環システムの研究に関すること。
- 3 家畜飼料に関する試験研究及び調査に関すること。

市原乳牛研究所

- 1 乳牛育成牧場に関すること。
- 2 受託牛の育成管理に関する試験研究及び調査に関すること。
- 3 草地に関する試験研究及び調査に関すること。

嶺岡乳牛研究所

- 1 乳牛の能力検定及び調査研究に関すること。
- 2 種雄牛の改良に関する試験研究及び調査に関すること。
- 3 急傾斜地における草地に関する試験研究及び調査に関すること。
- 4 第2項の規定による企画調整部の各室の分掌事務は、次のとおりとする。

企画情報室

- 1 センターにおける試験研究の基本方針の策定に関すること。
- 2 試験研究の企画及び評価に関すること。
- 3 研究交流に関すること。
- 4 試験研究成果の取りまとめ及び広報に関すること。
- 5 畜産関連情報の収集、分析及び提供に関すること。
- 6 図書室の管理運営に関すること。
- 7 重点研究課題の総合調整に関すること。

経営調査室

- 1 畜産経営の調査及び研究に関すること。
- 2 畜産技術の経営的評価に関する試験研究に関すること。
- 3 試験研究の経営的評価に関すること。
- 5 第2項の規定による生産技術部の各室の分掌事務は、次のとおりとする。

乳牛研究室

- 1 乳牛の飼養及び管理に関する試験研究及び調査に関すること。
- 2 乳牛の改良及び繁殖に関する試験研究及び調査に関すること。
- 3 牛乳の品質に関する試験研究及び調査に関すること。

肉牛研究室

- 1 肉牛の飼養及び管理に関する試験研究及び調査に関すること。
- 2 肉牛の改良及び繁殖に関する試験研究及び調査に関すること。
- 3 牛肉の品質に関する試験研究及び調査に関すること。

養豚養鶏研究室

- 1 豚の飼養及び管理に関する試験研究及び調査に関すること。
- 2 豚の育種改良及び系統造成に関する試験研究及び調査に関すること。
- 3 豚の繁殖に関する試験研究及び調査に関すること。
- 4 豚肉の品質に関する試験研究及び調査に関すること。
- 5 種豚及び精液の生産及び配付に関すること。
- 6 鶏の飼養及び管理に関する試験研究及び調査に関すること。
- 7 鶏の育種改良及び繁殖に関する試験研究及び調査に関すること。
- 8 鶏肉鶏卵の品質に関する試験研究及び調査に関すること。
- 9 種卵種鶏の生産及び配付に関すること。

生物工学研究室

- 1 遺伝子の解析及び活用に関する試験研究及び調査に関すること。
- 2 受精卵移植及び核移植を用いた増殖の試験研究及び調査に関すること。
- 3 先端技術を活用した人工授精の技術に関する試験研究及び調査に関すること。
- 6 第2項の規定による生産環境部の各室の分掌事務は、次のとおりとする。

環境保全研究室

- 1 家畜ふん尿の利用及び処理に関する試験研究及び調査に関すること。
- 2 畜舎施設及びふん尿処理施設の開発利用に関する試験研究及び調査に関すること。
- 3 悪臭及び衛生害虫の防止技術に関する試験研究及び調査に関すること。
- 4 有用微生物を利用した家畜ふん尿対策に関する試験研究及び調査に関すること。

資源循環研究室

- 1 有機性資源の地域循環システムの構築に関する試験研究及び調査に関すること。
- 2 有機性資源の再資源化に関する試験研究及び調査に関すること。
- 3 有機性資源利活用のための施設機械の開発利用に関する試験研究及び調査に関すること。

飼料研究室

- 1 飼料作物及び飼料穀物等の品種、栽培及び調製並びに利用に関する試験研究及び調査に関すること。
 - 2 飼料の貯蔵、加工並びに利用に関する試験研究及び調査に関すること。
 - 3 自給飼料の分析業務に関すること。
- 7 第 2 項の規定による市原乳牛研究所（以下この項において「研究所」という。）の各室の分掌事務は、次のとおりとする。

育成研究室

- 1 乳牛の受託に関すること。
- 2 受託牛の育成管理に関する試験研究及び調査に関すること。
- 3 受託牛の繁殖に関する試験研究及び調査に関すること。
- 4 受託牛への受精卵移植に関する試験研究及び調査に関すること。
- 5 研究所における生産物の処理に関すること。
- 6 研究所における文書の収受、発送、整理及び保存に関すること。
- 7 研究所に属する職員の給与及び旅費の支給に関すること。

草地管理研究室

- 1 草地に関する試験研究及び調査に関すること。
 - 2 優良草地の造成に関すること。
- 8 第 2 項の規定による嶺岡乳牛研究所（以下この項において「研究所」という。）の各室の分掌事務は、次のとおりとする。

家畜管理研究室

- 1 乳牛の能力検定及び調査に関すること。
- 2 受精卵の生産及び配付に関すること。
- 3 急傾斜地における草地に関する試験研究及び調査に関すること。
- 4 研究所における生産物の処理に関すること。
- 5 研究所における文書の収受、発送、整理及び保存に関すること。
- 6 研究所に属する職員の給与及び旅費の支給に関すること。

種牛研究室

- 1 種雄牛の改良に関する試験研究及び調査に関すること。
- 2 精液の生産及び配付に関すること。