

畜産技術

LIVESTOCK TECHNOLOGY

2003.1



今年も未年！どうぞよろしく（ニュージーランド）

（撮影：（社）日本綿羊協会 八木 淳公）

優秀畜産表彰等事業 『研究開発部門』最優秀賞・優秀賞紹介 45

最優秀賞	エチレンジュコールを使用した牛凍結胚の直接移植技術の開発研究とその普及による胚移植の利用拡大	47
優秀賞	中山間地における耕作放棄地の放牧利用技術に関する総合研究	54
提言	“ビーフサロン”の開設を！	1
研究レポート1	家畜の脳・神経機能の解明と評価に関する研究	2
研究レポート2	ソルガムの新品種「葉月」による耕種的雑草防除技術	7
技術情報1	牛の定時授精技術	11
技術情報2	パーラ搾乳の北海道と北米における比較	15
研究所だより	独立行政法人農業技術研究機構動物衛生研究所	20
国内情報1	ミニブタの現状と課題	22
国内情報2	技術指針「水田ほ場を活用した自給飼料増産」の概要	28
地域の動き	地域とふれあう牧場を目指す：福井県奥越高原牧場の再整備（福井県）	32
文献情報		34
用語解説	バクテリオシン	35
海外統計	インドにおける乳生産とその消費	36
国内統計	平成14年肥育牛生産費調査結果の概要	37
会員だより	三重県畜産技術連盟	38
会員だより	全国肉牛事業協同組合	39
百舌鳥	「フェアトレード」という考え方	40
地方だより		41
協会だより		42
学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ		44
今月の表紙		31
グラビア	研究所だより／地域の動き	

盛り上げよう!!! みんなの町の地方競馬



地方競馬全国協会

地方競馬の収益金は、畜産の振興や馬に関する伝統行事の保存、街づくり、学校・病院の整備などに役立っています。



全国26場からお届けします。



動物衛生研究所正面

独立行政法人
農業技術研究機構
動物衛生研究所



ケミカルハザード対応実験室を備える安全性評価実験棟



非感染系実験牛舎



人工的な環境要因制御が可能なズートロン



動物衛生高度研究施設 (イメージ図)



電気泳動実験風景



BSE検査実験風景

地域とふれあう牧場を目指す： 福井県奥越牧場の再整備 (福井県)



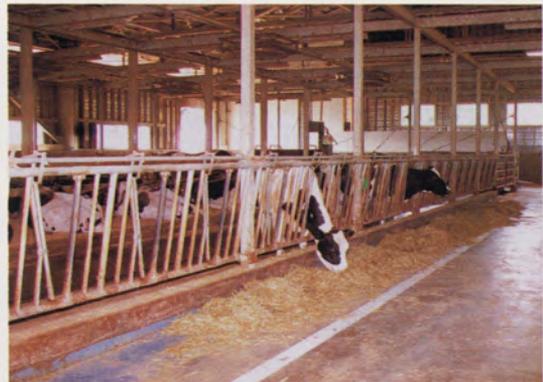
牧場の畜舎風景



育成牛の放牧



幼稚園児の育成舎見学



フリーストール成牛舎



ミルク工房 奥越前



アイスクリーム作りの体験

提 言

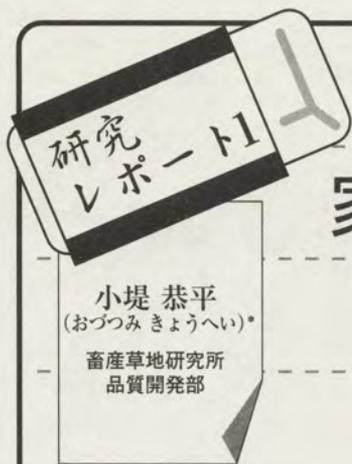
“ビーフサロン”の 開設を！



福原 利一

(ふくはら りいち)
(社)全国和牛登録協会
会長

2001年の春、縁あって社団法人全国和牛登録協会に再就職することになった。農水省の試験場や宮崎大学農学部の教官の各時代を通して、ずっと和牛にかかわってきたこともあり、本協会の活動の凡そを把握しているつもりであったが、実際に内部に入ってみると、知らない面が多々あり、日々勉強させられるところが多い。実際に勤務を始めて直ぐに、近未来における協会の運営について、幾つか思案し、予測したことがあった。しかし、予測の多くははずれ、己の先見性の無さを嘆くのが常である。その先見性の無さの一つが、本会と他の畜産関係法人や大学・学会との関係の展開である。大学を退職する数年間は、ちょうど行政改革の一環として、農水省関連機関の独立行政法人化が先行し、大学もそれに次ぐ形で独立行政法人化移行のプログラムが議論の俎上に載り、地方レベルでは大学間、大学院間、学部間等の合併・統合が水面下で活発に議論されていた。一方では、バブル崩壊に続く経済不況により、国家予算の概算要求もはっきりした社会的ニーズと確たる実績がないと配分にあずかれない状況となっていたので、産官学の名を借りた共同研究の展開が模索されていた。そこで全国和牛登録協会のような公益社団法人は、1948年の設立以来、半世紀余に亘って登録事業の基礎として登記、登録を礎として、和牛改良をコツコツ推進し、見事に役用牛から世界に誇る肉専用種に仕上げたという実績を持つばかりでなく、最近のBSE事件以降は、登録事業の原点である鼻紋採取が、実は消費者の食（牛肉）の安心・安全を担保するシステムの根幹をなすものであることを再確認されるようになったこともあり、これからは当然、先行の独立法人化団体や後発の大学関連学部、さらには消費者団体からは、以前にも増して積極的に共同事業や共同研究の事業展開の声がかかるようになり、苦しい本協会の会員農家の協会運営費用の負担を少しでも軽減してくれるようになるのではないかと期待していたのである。しかし今のところ、期待するほどの反応も見られず、わが国の肉牛関連産業や法人も、経済事情の深刻さほど、深刻な局面を迎えていないのかも知れないと首を傾げているところである。21世紀は、消費者と生産者、行政と民間等、立場の違う者同士が、それぞれの言い分に耳を傾けながら、なんとか折り合いを見つけて共存してゆくのが基本的な姿勢なのであると思うのであるが、ひつじどし未年のこの1年は、その辺の具体的な話し合いが少しでも進展すればと願うばかりである。そのために日本のビーフ生産・改良のあり方を生産者、消費者とこれを結ぶ流通や行政が、肩書き無しに気楽に話し合えるようなサロンが欲しいと思うのである。



家畜の脳・神経機能の 解明と評価に 関する研究

*共同執筆者

岡村 裕昭 (おかむら ひろあき)
農業生物資源研究所 神経内分泌研究チーム
齋藤 敏之 (さいとう としゆき)
農業生物資源研究所 動物脳神経機能研究チーム

1. はじめに

脳科学研究は多くの画期的な発見が期待できる領域であり、21世紀におけるフロンティア研究に向けて、多方面からその積極的な推進が求められている。ラット、ネコ、サルなどにおいて脳地図(脳アトラス)が作成され、脳・神経機能を研究する上での重要な知見が得られている。特に、大脳皮質が発達したヒトやサルにおいては、記憶、認識および思考という脳の高次機能についての研究が盛んに進められている。

家畜においては、外的刺激が発育、繁殖、泌乳、抗病性などに及ぼす影響について、主に内分泌学や免疫学の面から研究されている。しかし、それらの調節をつかさどる脳・神経系の役割はほとんど解明されていない。現状では採食や繁殖などの家畜の本能的行動を誘起させる脳・神経機構の研究はされていない。このような状況の中で、家畜の本能的行動や生理機能を制御する脳の低次機能の研究を飛躍的に進展させることは、畜産研究ならびに

脳科学研究の分野において非常に重要である。

そこで、「家畜の脳・神経機能の解明と評価に関する研究」が農林水産技術会議の新産業創出フロンティア研究として、平成9年度から平成12年度までの4年間、旧畜産試験場を中心として、旧家畜衛生試験場、旧北海道農業試験場のほか、大学の協力を得て実施された。本研究では、脳・神経機能の解明の基本となる脳アトラスを牛において作成するとともに、脳・神経機能の評価手法の基礎的研究を行い、家畜の感覚機能、代謝、生理、行動と脳・神経系の関係を解明することを目的として行なわれた。ここで得られた主な成果の概略を紹介する。

2. 牛脳アトラスの作成

1) 最初に牛脳アトラスを作成するために不可欠な牛脳定位固定装置の開発を行った。ホルスタイン種牛(体重60~600kg)の頭部サイズと重量を測定し、一台で子牛から成牛の頭を固定できる脳定位固定装置を製作した。また、麻酔した牛の体を支える保定枠と移動式保定枠を製作した(図1)。そして、ホルスタイン種雄牛7頭(体重150~302kg)を用いて脳定位手術法を検証した。

なお、平成11年にブートロン実験棟の一部を改修して、家畜脳神経機能解析施設を新設した。ここは牛用レントゲン撮影装置を装備した大動物手術室や中動物手術室、外界の電磁波を阻止するシールドルームなどが備えられた本格的な家畜の脳研究のための施設である（図2）。

2) 牛の脳アトラスの作成は、ホルスタイン種雌牛（体重約600kg）のホルマリン溶液で灌流固定した頭部を脳定位固定装置に取り付け、マニピレーターの座標をもとに、スパイナル針を刺し、座標軸決定用のマーカーとし、組織像およびMRI（磁気共鳴）画像から脳アトラスを作成した（図3、4）。この牛の

脳アトラスは世界で最初のもので、今後、牛の脳・神経機能解析のための重要な基礎となるものである。

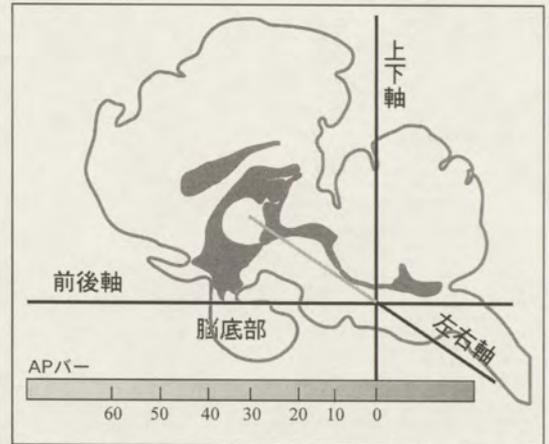


図3 脳アトラスの座標軸を示す模式図

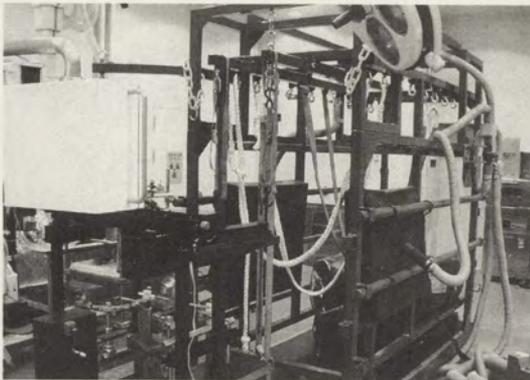


図1 牛脳定位固定装置（手前）と保定枠（奥）が設置された大動物手術室

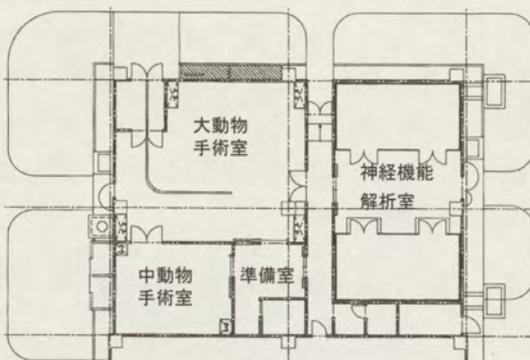


図2 家畜脳神経機能解析施設平面図

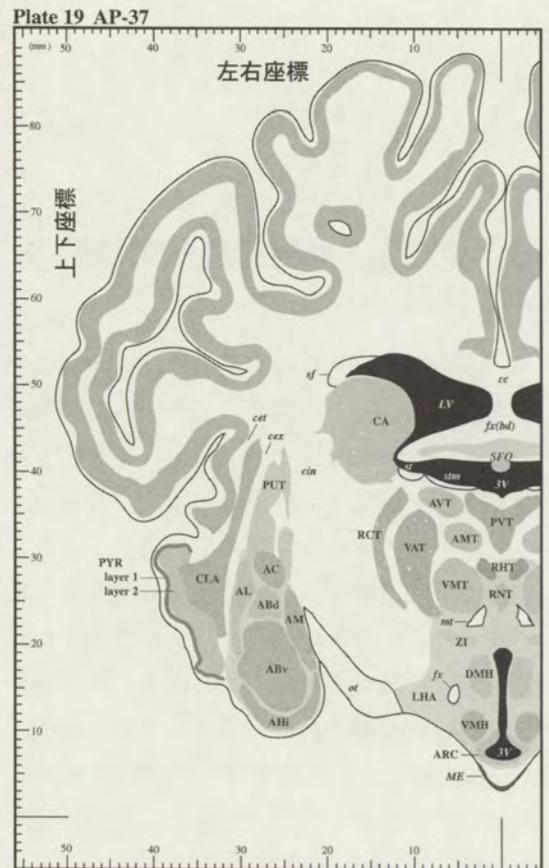
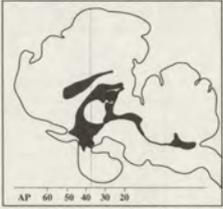


図4 脳アトラスの一例（前後軸のAP37の部位）

Plate 19 AP-37



Abbreviations

ABd	dorsal part of the basal nucleus of the amygdala
ABv	ventral part of the basal nucleus of the amygdala
AC	central nucleus of the amygdala
AHI	amygdalohippocampal area
AL	lateral nucleus of the amygdala
AM	medial nucleus of the amygdala
AMT	anteromedial thalamic nucleus
ARC	arcuate nucleus
AVT	anteroventral thalamic nucleus
BST	bed nucleus of the stria terminalis
CA	caudate nucleus
CLA	claustrum
DMH	dorsomedial hypothalamic nucleus
LHA	lateral hypothalamic area
PUT	putamen
PVT	paraventricular thalamic nucleus
PYR	
layer 1	pyriform cortex, layer 1
layer 2	pyriform cortex, layer 2
RCT	reticular complex of the thalamus
RHT	rhomboid thalamic nucleus
RNT	reuniens thalamic nucleus
VAT	ventral anterior thalamic nucleus
VMH	ventromedial hypothalamic nucleus
VMT	ventromedial thalamic nucleus
ZI	zona incerta
3V	third ventricle (ventriculus tertius)
cc	corpus callosum
cet	external capsule
cex	external capsule
cin	internal capsule
fx	fornix
fx(bd)	fornix (body)
LV	lateral ventricle (ventriculus lateralis)
ME	median eminence
mt	mammillothalamic tract
ot	optic tract
sf	subcallosal fasciculus
st	stria terminalis
stm	stria medullaris of the thalamus

図4の略語一覧

3. 牛の脳・神経機能解析技術の開発

1) 成牛の脳外科手術を長時間、安全に実施できる牛脳手術台の開発にともなって、麻酔の導入から回復処置まで一連の作業方法を検討した。その結果、成牛の頭蓋内圧の測定法や開頭手術の確立、脳手術中および手術後の変化の解明、成牛の長時間吸入麻酔を安全に実施できる麻酔管理技術の確立が図られた。

2) 摂食行動およびストレス関連神経細胞の活動を解析するために、多ニューロン発火活動 (MUA) による視床下部腹内側核の神経活動変化を計測した。その結果、約30分間隔のMUAの一過性の上昇が観察された。その頻度とエストロゲンに対する反応性から、

この神経活動は性腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) パルスジェネレーターの活動を反映していると推測された。また、正中隆起部において、乳頭の刺激に対して特異的かつ鋭敏に反応する神経活動が観察され、反応の速さから、この神経活動はオキシトシンの分泌活動を反映していると推察された。このことから視床下部の神経活動をMUAとして電気生理的に計測する技術が生理機能に密着した脳・神経機能の優れたモニターシステムとして活用できることが明らかとなった。

3) 反芻動物における嗅覚刺激物質の神経行動学的解析法を開発するため、シバヤギを用いてGnRHパルスジェネレーターが発生する視床下部測底部にMUAモニター用の電極を装着し、各種の嗅覚刺激物質を嗅がせたときのMUAの変化を連続的に記録・解析し、フェロモン活性の有無を検討した。そして、ヘッドスペース型ガスクロマトグラフィーによりフェロモン分子の候補物質を推定し、去勢山羊でジメチルジスルフィッドに生物活性がみられることを解明した。

4) 家畜の認知・行動調節に関わる中枢神経活動の計測および解析法の開発では、豚の頭部にテレメーターを装着し、摂食時や歩行時でも電気雑音の混入がほとんどない脳波導出法を考案した。この手法により摂食に伴い8 Hz、20 Hz付近にピークをもつ脳波の出現を認めた。一方、横臥状態ではこれらの波が減衰し、閉眼に伴い5 Hz以下のゆっくりした脳波が出現した。また、4チャンネルあるいは8チャンネルの脳波導出のための有線小型増幅器を試作した。

4. 牛の脳・神経機能の解析

1) ケミカルメディエーターの局在・分布を調べるために、脳内生理活性物質の形態学的

検討を行った。牛間脳領域における神経ペプチド (NPY) 陽性ニューロン線維の分布をマップとして示した。GnRHまたはエストロゲン受容体 (ER) α を持つ細胞体が分布する領域は、視索前野領域では重複がみられたが、それ以外の領域では共通していなかった。一方、GnRH線維が密に存在する領域に、ER α 陽性ニューロンが検出された。両者のシグナルは、他の動物種で報告されているのと同様に、同一細胞内には共存しなかった。ER α は細胞核内に局在する転写調節因子の一つであるが、同様のシグナルが細胞内にも顕著に検出できたことは、ER α タンパク質が核内遺伝子情報を転写することなく機能することが示唆された。

2) 脳室内への薬物注入による生体反応の解明のために、第3脳室へ副腎皮質刺激ホルモン放出因子 (CRF) とCRFアンタゴニストを投与したときの牛のストレス反応の発現機構を調べた。個別の給餌剥奪 (FD) ではFD開始前と比較して、60分で血漿中コルチゾル濃度および体温の有意な上昇が認められた。全頭に対する給餌剥奪ではこれらの反応は、認められなかった。CRFアンタゴニスト投与では、この反応は消失しなかったが、アルギニンバソプレッシン (AVP) アンタゴニスト投与では消失した。給餌剥奪では全頭に対する給餌剥奪と比較して、偽咀嚼、前掻きともに有意に増加した。この反応はAVPアンタゴニスト投与では消失しなかったが、CRFアンタゴニスト投与では消失した。牛のストレス反応発現におけるCRFの脳内における役割を調べた結果、ストレス反応における血漿中コルチゾル濃度の上昇に、CRFが関与していることが示唆された。

3) 脳室におけるケミカルメディエーターの動態を調べるために、第3脳室におけるゴナ

ドトロピン調節因子の動態を調べた。この試験によって、牛の第3脳室内へカテーテルを留置して、長期にわたり人工的に脳脊髄液 (CSF) を採取することが可能となった。発情の開始に伴ってCSF中のGnRH濃度が上昇して発情終了まで高値を示し、さらにGnRHの上昇に一致して末梢血中LH濃度も一過性に上昇するサージのあることが明らかになった。正常な発情周期を営む牛では、CSF中にGnRHがパルス状に放出され、CSF中GnRHのパルス状分泌パターンはLHと同様に発情周期により変動すると考えられた。

5. 今後の問題点

成牛の頭部を固定できる脳定位固定装置は世界に類がなく、しかも実用に供することができるので、今後の研究への貢献が期待できる。さらに、牛を用いて脳定位手術を行い、必要に応じて脳定位固定装置や保定枠の細部を改良する必要がある。牛の脳定位固定装置は、一台で子牛から成牛の頭部を固定できる装置であるが製作費が高く、一般に普及するには困難である。本装置はほかの手術機器とともに特許出願しているが、さらに、製作費を安価にする工夫をし、脳研究の道具として普及を図りたい。

当初の計画どおり、牛の脳アトラスを作成した。これは世界でも初めて、牛の脳研究の進展への貢献がおおいに期待される。脳アトラスをもとに、実際に牛の脳に針を刺し、目的的部位に入るかどうかを確認し、また、すべての牛に適用できるのかを検証する必要がある。脳アトラスをコンピュータに取り込み、他の研究者からのアクセスを可能にする必要もある。

大動物用手術台として各種の工夫がされており、長時間利用可能な牛用の脳手術法が達

成されたこととあわせて、今後の利用法の拡大が期待される。

視床下部の神経活動を解析するシステムとして、GnRHパルスによる脳解析手法を確立し、拘束ストレスについての知見が得られたが、さらに研究の深化を図る必要がある。観察されたそれぞれの神経活動について、例数を増やすとともに、行動、内分泌などの生理現象との関連をさらに詳細に検討する必要がある。

GnRHパルスによりフェロモンの効果を評価する生物検定系が確立され、数種のフェロモン物質が推定されたが、最終的なフェロモンの同定にまでは至っていない。今後はこれらの候補物質について、合成品を準備してフェロモン活性を確認する必要がある。フェロモンの効果を評価する生物検定系の確立やフェロモン物質の同定などにおいて、今後の研究がおおいに期待される。

脳の電気活動を導出するためにテレメータあるいは有線方式による脳波導出系を試作したが、テレメータの送信範囲を広げるための改良や試作した差動入力型オペアンプを用いて有線による脳波導出系を検証する必要がある。

牛脳内のER α 陽性細胞の検出に成功したが、さらに牛のホルモンに対する既存の抗体を用いた免疫組織化学的検査を行う必要がある。本試験では供試頭数の不足などから、結果が必ずしも明瞭でないので、引き続き研究の実施が望まれる。子牛用脳定位固定装置を開発し、ストレス反応におけるCRFの役割を明確にするなど、めざましい成果があったが、様々な種類のストレスに対する反応は、画一的ではなく、脳内の制御機構も異なる可能性があるため、各種の場面を想定したストレスモデル系を確立し、検討を続ける必

要がある。

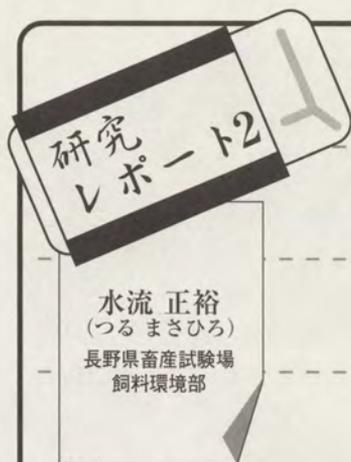
牛の第3脳室内へのカテーテルの長期留置に成功し、長期にCSFの採取が可能となり、GnRHパルスとLHとの関係を明確にするなど、めざましい成果があった。牛の脳内情報伝達物質の動態に関する知見は極めて限られており、牛の脳機能や神経内分泌機構を解明するには、さらに解析を進める必要がある。

最近、人の脳に関する研究は著しく進展しているが、脳研究は動物種により固有の特徴があり、人での研究成果を家畜に直接あてはめることは困難な場合がある。とはいっても、人の脳における各種測定法などの研究成果を取り入れることによって、家畜における脳研究が前進する。また、家畜で得られた成果も人における応用が可能であり、そのような意味では、家畜の脳研究の深化が強く望まれるところである。

家畜の脳研究の応用としては、現象面でとらえていた家畜の行動などが、将来は脳機能と関連づけられて明確になり、家畜を健康で安全に飼養する方法や家畜と言葉での意志疎通が可能になることなどが期待される。

本研究をはじめとし、これまで蓄積してきた関連プロジェクト研究の成果は、家畜の脳機能の解明や家畜の飼養管理法の改善技術の開発に役立つと考えている。しかし、まだまだ家畜の脳研究は緒についたばかりで、必要とするニーズに十分に応じてはいない状態である。そこで、脳細胞の培養系、遺伝子レベルでの解析を取り入れた方向の研究を早期に推進する必要がある。

本研究の詳細については、農林水産技術会議事務局編「家畜の脳・神経機能の解明と評価に関する基礎的研究」(研究成果388、1-72、2002)を参照していただきたい。



ソルガムの新品種 「葉月」による 耕種的雑草防除技術

1. はじめに

近年、自給飼料の生産と利用の拡大が求められており、自給飼料の生産現場では省力化、品質の安定化などの観点から、ロールベール体系による収穫・調製技術が急速に普及している。一方、飼料作物栽培における雑草防除に関しては、除草剤に依存しない環境保全型の防除技術が求められている。長野県畜産試験場では、我が国で初めてbmr（褐色中肋）遺伝子を持ち、ロールベール体系への対応が可能な飼料用ソルガム「葉月」を育成した。今回、この品種を用いて、除草剤を使用しない栽培体系を開発したのでその概要を紹介する。

2. 飼料用ソルガム「葉月」の 主要特性

飼料用ソルガム「葉月」は、長野県畜産試験場で育成された早生のbmr遺伝子を持つ兼用型ソルガムの実用品種である。最大の特徴は茎葉部の消化性が良く、密植栽培下での耐倒伏性が優れていることである。通常の栽培条件では、ホールクroppサイレージ用の標準品種「スズホ」と比較して乾物収量は約10%低い。しかし、ナイロンバック法による

原料草茎葉部の第一胃における乾物消化率は、開花期が15.1%、糊熟期が12.7%と高く、消化性と嗜好性に優れ、ホールクroppサイレージの発酵品質も良好である。密植栽培下での耐倒伏性の優れることや茎葉部の消化性低下のないことから、スーダングラスに準じた高密植栽培とロールベールサイレージ利用が可能である。

3. 飼料用ソルガム「葉月」の 散播・密植栽培試験の概要

「葉月」を用いて除草剤を使用しない散播・密植栽培技術の確立のための試験を行なった（写真1）。長野県畜産試験場ほ場（黒ボク土）において、①播種時期は5月下旬と6月中旬の2水準、②除草剤は使用と無使用の2水準、③播種量は10aあたり2 kg/10a、5 kg/10a、8 kg/10aの3水準として、1区は45m²で、3回くり返して試験を行った。

播種は散粒機で行い、播種後、覆土せずにトラクターのタイヤによる鎮圧を行なった。収穫は5月下旬播種では、一番草、二番草ともに出穂期を目安に7月下旬および9月下旬に行なった。6月中旬播種では、一番草は出穂期を目安に8月中旬に、二番草は出穂期到達

前の9月下旬に収穫した(写真1)。比較品種としてスーダングラス「HSK-1ヘイスーダン」を「葉月」の8kgの播種量に相当する4kgの播種量で散播した。なお、除草剤使用区は、所定量のゲザプリム水和剤を播種後に全面土壌処理した。

1) ソルガムの生育、収量性および雑草発生状況

播種時期がソルガムの乾物収量に及ぼす影響(表1)をみると、2kg区、5kg区および8kg区のいずれの試験区ともに、6月播種は5月播種に比較して低い傾向を示した。これは5月播種に比較して6月播種では生育期間が短く、二番草が出穂期到達前に収穫期を迎えたためその収量が低かったことが原因であった。試験地(長野県準高冷地)における一般の条播および点播栽培での播種適期は平均気温が15℃となる5月下旬であるが、散播・密植栽培による年2回刈り体系の播種適期も同様の時期であった。

除草剤使用の有無がソルガムの乾物収量に及ぼす影響(表2)をみると、乾物収量は無除草剤栽培の2kg区と5kg区では除草剤を使用した栽培より低かったが、8kg区では差がなかった。このことは播種密度が低いと雑草が発生し、ソルガムの生育に影響するが、播種密度が高いと雑草の発生が軽減されることを示していた。

播種量の違いがソルガムの生育と収量性に及ぼす影響(表3)をみると、播種量の増加に伴い草丈は短く、稈は細くなった。茎数は播種量が増加すると多くなり、「葉月」8kg区と「HSK1」4kg区の茎数はほぼ一致した。乾物率には播種量の影響はなかった。乾物収量は2kg区では少ないが、5kg区と8kg区は「HSK1」と同程度であった。

播種時期および播種量の違いが雑草発生量



写真1 除草剤を使用しない栽培をした「葉月」の収穫状況

表1 播種期の違いが乾物収量(一+二番草)に及ぼす影響 (単位: kg/a)

草種	葉月 (kg/10a)			HSK1 (kg/10a)
	2	5	8	4
播種期/播種量	2	5	8	4
5月下旬	139	166 ^a	170	171
6月中旬	121 (87)	141 ^b (85)	144 (85)	148 (87)

() は5月下旬播種に対する比率、縦列異符号間に有意差 P<0.05

表2 除草剤使用の有無が乾物収量(一+二番草)に及ぼす影響 (単位: kg/a)

草種	葉月 (kg/10a)			HSK1 (kg/10a)
	2	5	8	4
除草剤/播種量	2	5	8	4
使用	141	161	155	162
使用せず	118 (84)	146 (91)	158 (102)	156 (96)

() は除草剤散布区に対する比率

表3 播種量の違いがソルガムの生育、収量に及ぼす影響

草種	播種量 kg/10a	一番草				一+二番草	
		草丈 cm	稈径 mm	茎数 本/m	乾物率 %	乾物収量 kg/a	乾物収量 kg/a
葉月 2	2	195 ^a	10.7 ^a	74 ^b	21.3 ^b	90 ^b	127 ^b
葉月 5	5	185 ^b	8.1 ^b	183 ^a	21.5 ^b	117 ^a	156 ^a
葉月 8	8	181 ^b	7.1 ^c	239 ^a	20.9 ^b	117 ^a	157 ^a
HSK1 4	4	239 ^a	5.9 ^d	238 ^a	24.8 ^a	107 ^a	159 ^a

HSK1はスーダングラス「ヘイスーダン」(比較)、異符号間に有意差あり P<0.05

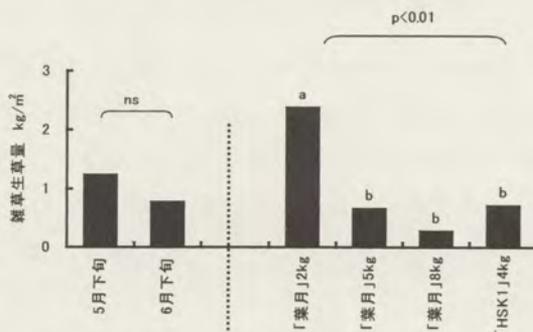


図1 播種時期と播種量の違いが雑草量に及ぼす影響 (異符号間に有意差あり P<0.05)

に及ぼす影響（図1）については、試験場ではヒユ類とアカザが優占していて、しかも5月播種は6月播種と比較してソルガムの初期生育が劣るため、雑草発生量は5月播種が多いと予想していた。しかし、5月播種での雑草発生量はやや多い傾向ではあったが、6月播種との有意差はなかった。また、2kg区の雑草発生量が一番多く、播種量の多い5kg区、8kg区および「HSK1」4kg区の3区の雑草発生量と比較すると有意差があった。

以上の結果から、「葉月」を散播栽培にする時は、播種量を増やし密植すると、ロールベールラップ処理（写真2）による収穫、調製作業に適した程の細い草型になり、雑草発生量が軽減されて除草剤を使用しないで栽培が可能となることが示された。この散播・密植栽培の乾物収量はロールベール利用の一般的なスーダングラス「HSK-1ヘイスーダン」と同等であった。

2) ソルガムの無除草剤栽培の収穫時茎数・収量・雑草発生量との関係

ソルガムの3年間にわたる無除草剤栽培試験の一番草収穫時の茎数と雑草発生量の関係（図2）をみると、茎数が少ないほど雑草発生量が多く、茎数の増加に伴い雑草量が減少した。茎数を1m²あたり200本以上にすると、雑草の発生をほぼ完全に抑制できた。

一番草収穫時の茎数と乾物収量の関係（図3）では、乾物収量は茎数の増加に伴い漸増し、茎数が1m²あたり約200本の時が最も多収であった。

以上、「葉月」の除草剤を使用しない散播栽培において、雑草の発生を最小限に抑え、最大の乾物収量を得るには、収穫期茎数を1m²あたり約200本確保すると良いことが明らかとなった。

4. ライ麦との組み合わせによる通年ロールベールラッピング利用体系

「葉月」の収穫後、冬作物に「ライ麦」を作付けると自給飼料の高位安定生産ができる。散播栽培でのライ麦の適正播種量は収穫ロスとロールベールの品質を考慮すると4～6

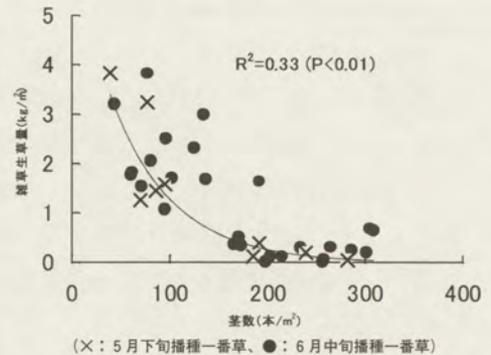


図2 一番草収穫時における「葉月」の茎数と雑草量の関係

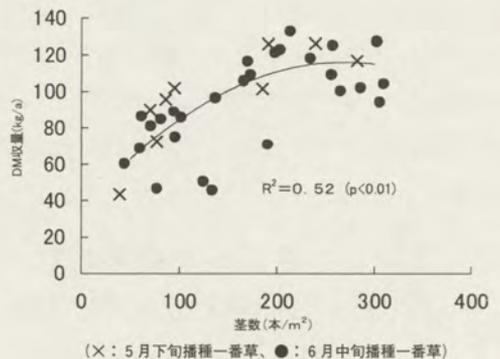


図3 一番草収穫時における「葉月」の茎数とDM収量の関係



写真2 「葉月」のラッピング処理

表4 長野県準高冷地帯における「葉月」と「ライ麦(春一番)」の組み合わせによる作付け体系

時 期	作 業
5月上旬	ライ麦「春一番」ロールベール収穫
↓	
5月下旬	「葉月」播種(5~8kg/10a:散播)
↓	
7月下旬	「葉月」1番草ロールベール収穫(出穂始)
↓	
9月下旬	「葉月」ロールベール二番草収穫(出穂始)
↓	
10月下旬	ライ麦「春一番」播種(4~6kg/10a:散播)

年間乾物生産量:2.6t/10a

kg/10aである。ライ麦は播種量を多くすると稈が細くなり、倒伏するので、ほ場でのモアール刈り取り時の収穫ロスが多くなる。播種量を少くすると稈は太く収穫ロスは少なくなるが、ロールベール重量が軽く、pHも高くなる。

試験地において、「葉月」とライ麦の「春一番」を組み合わせた作付け体系により、乾物生産量2.6t/10aを得ることができた(表4)。この作付け体系は除草剤が不要な環境保全型栽培であり、ロールベールとラッピング作業機を年3回稼働するので、機械の利用拡大にもなる。

5. 「葉月」の除草剤を使用しない散播・密植栽培法の留意点

本技術を行なう時の留意点として下記の点

★ 写真の募集

「畜産技術」誌の表紙の写真を募集しています。
 カラープリント、または、カラーライド写真でご送付ください。
 タイトルと100字程度の簡単な説明、撮影者名などをつけてください。
 編集事務局では送付された写真の中から選んで掲載したいと思います。
 掲載した場合には薄謝をさしあげます。

送り先: (社)畜産技術協会 企画情報部
 〒113-0034 東京都文京区湯島3-20-9 緬羊会館
 TEL: 03-3836-2301 FAX: 03-3836-2302
 E-メール: jlta@group.lin.go.jp

があげられる。

1) 「葉月」の無除草剤の散播・密植栽培では、播種量を8kg/10aにするとほぼ完全に雑草を防除できる。雑草発生が少ないほ場の場合および播種後に適正な覆土や鎮圧法により発芽数と定着数を確保できる場合には、播種量を約5kg/10aまで少なくできる。

2) 収穫は出穂開始から出穂期までにモアールで刈り取る。ラッピング処理は1~2回反転し水分率を約65%に調整してから行なう。

3) 「葉月」の無除草剤の散播・密植栽培における推定TDN濃度は一番草で62~64% (「HSK1」は43~45%)、二番草で58~59% (「HSK1」は43~45%) であり、密植による影響は認められない。

4) 散播・密植栽培では追肥は困難であるため、施用は全量を基肥とする。

6. おわりに

以上「葉月」の無除草剤の散播・密植栽培による雑草の耕種的防除法について述べたが、現在、より安定した栽培方法の確立のための研究を継続中である。特に、安定した発芽・定着と収穫時の十分な茎数確保のための覆土および鎮圧法について検討しているところである。



牛の定時授精技術

1. はじめに

牛において人工授精は、発情発見と授精適期の把握を個体ごとに行って、最適期に授精し、一定の受胎率をあげる技術である。発情同期化技術は、発情や排卵を短期間に集中できれば、各個体で異なる授精適期を一度に把握できるということで開発された技術である。排卵が集中して誘起されることから排卵同期化ともいう。

プロスタグランジンF_{2α} (PGF_{2α}) を用いて発情同期化が可能になり、これにより発情周期の短縮や発情発見率の改善には大きな成果があった。しかし、発情発現までの時間のバラツキが大きいことや自然交配に比べて人工授精による受胎率が低いなどの問題があった。同期化後に人工授精するときも、自然発情時の人工授精と同様に、個体ごとの発情

の観察・授精適期の判定の作業は変わらなかった。

この問題を解決する方法として、ウィスコンシン大学のPursleyらが提唱したオブシンク (OVSYNCH) が注目されている。オブシンクは卵胞発育波の理論を利用した排卵同期化のためのプログラムである。ホルモン剤の投与によってプログラムされた性周期の一定の時間に、処置した全牛に人工授精する方法で省力的な交配方式として期待されている。受胎率は基本的に通常の適期授精とほとんど変わらないとされている。

近年、このオブシンクによる定時授精に関して多くの報告があり、放牧地や大規模な繁殖経営における事例もみられる。ここでは従来の発情同期化法に触れ、そして新しい発情・排卵同期化法である定時人工授精プログラム (定時授精) による授精技術について概説する。

2. 発情の同期化技術

発情同期化の方法は、①黄体の寿命を人為的に短縮 (退行) させるPGF_{2α} による処置、②PGF_{2α} の処置に加えて性腺刺激ホルモン (hCG) および性腺刺激ホルモン放出ホルモン (Gn-RH) の併用により排卵時期を揃える方法、③卵胞の発育・成熟・発情・排卵を人為的に抑制しておき、発情同期化予定日の前に抑制を解除して卵胞の発育を促し、発情・排卵を集中させる方法 (黄体ホルモン・プロジェステロン製剤による処置) がある。

1) PGF_{2α} または同類縁物質の投与による処置

黄体期 (発情後6~16日) に、PGF_{2α} あるいはその類縁物質を投与して黄体退行・卵胞発育を誘起し、発情の発現を揃える。処置は、PGF_{2α} をジノプロストとして15~25mg、または同類縁物質500 μgを投与して、発情日

を集中させる。PGF2 α を2回投与する方法もあり、この場合1回目投与から11~14日に同じ処置をする。1回投与に比べ発情発現にバラツキが少なくなる利点がある。

2) PGF2 α または同類縁物質とGnRHの投与による処置

黄体期（発情後6~16日）に、PGF2 α あるいはその類縁物質を投与して黄体退行・卵胞発育を誘起し発情を揃え（前述の処置に同じ）、加えてGn-RHを投与して排卵時期を揃える。PGF2 α あるいは同類縁物質の投与は、1)と同じである。Gn-RHの投与は、PGF2 α 投与後48時間目に、hCGまたはLH-RHを投与して排卵時期を揃える定時授精のための処置法である。

3) プロゲステロン放出腔内挿入物による処置

黄体ホルモンを特製タンポンにしみ込ませたもの（プロゲステロン放出腔内挿入製剤）、CIDR（商品名：イーザーブリード）を牛の腔内に一定期間挿入しておき、抜去後4日以内に集中して発情を誘起させる。

発情周期の同調には、1回に1個を挿入し、12~15日間腔内に留置する。発情期を除き発情周期に関係なく処置できる。鈍性発情には、一回に1個を挿入し7日間、卵巢静止には12日間腔内に留置する。

現在、効果的な方法として推奨されるのは、留置期間を7~8日間にし、次いでPGF2 α を投与し、投与2日目にエストラジオール1mgを投与する方法である。

3. 定時人工授精技術

すでに述べたように発情発見・授精適期の把握などを行わずに、排卵時期に合わせた注入時期に人工授精をするようにプログラムされた授精には以下の方法がある。何れの方法

でも、個体ごとの適期授精に比べて一授精当たりの受胎率が劣らない成績が得られるものであれば、実用技術として評価できる。

1) PGF2 α による同期化およびGn-RH併用による定時人工授精

牛群全頭の発情同期化のために、11~12日間隔で2回、PGF2 α および同類縁物質を投与して黄体退行・卵胞発育を誘起し発情の発現を揃え、発情確認をしないで、2回目投与後69時間目と72時間目に定時人工授精をする。PGF2 α および同類縁物質とGn-RHを併用投与する方法では人工授精時にGn-RHを投与する。

2) GnRH-PGF2 α プログラム（オブシンク）による定時人工授精

Gn-RHを用いて卵胞発育ウエーブをコントロールした上で、PGF2 α を併用（GnRH-PGF2 α -GnRHを定時に投与）することによって発情と排卵を同期化し、一定時刻に人工授精をする。

この方法の理論的背景は、最初のGn-RHの投与で卵胞ウエーブがリセットされ、投与後1.5日には新たな卵胞発育が始まる。この時期には5~6日目の主席卵胞が存在している。一方、すでに存在している黄体はPGF2 α 投与により退行し、卵胞が成熟する。ここで再度Gn-RHを投与して排卵を集中させて、定時授精を行うものである。

処置は、Gn-RHとして酢酸フェルチレリン100 μ g（商品名：コンセラル他）または酢酸ブレセリン10.5 μ g（商品名：エストマール他）、PGF2 α としてジノプロスト15~25mg、またはクロプロステノール500 μ g（商品名：レジプロン他）を用いて行なう。

投与プログラムは、処置開始日にGn-RHを、その後7日目にPGF2 α 投与、さらに、48時間（9日）目にGn-RHを筋肉内投与する。

Gn-RH投与後24時間以内（10日目）に発情の有無に関わらず人工授精をする。

4. 分娩間隔短縮技術としての活用

1) 飼養管理上の課題と対応

わが国の肉用種繁殖牛の飼養では、母牛による自然哺乳を前提にしているが、この場合に泌乳量の少ない個体では繁殖機能回復が遅延することが問題視されてきた。このことは図に示す通り、子牛の哺乳による吸乳刺激（乳用種では搾乳刺激）によって脳下垂体から分泌されたオキシトシンの作用で泌乳するが、同時にストレス軽減作用を示す β -エンドルフィンが分泌される。このため脳の視床下部下垂体レベルで、性腺刺激ホルモンの一種であるLH（黄体形成ホルモン）の分泌が抑制されるため、卵巣内での卵胞発育が遅れ

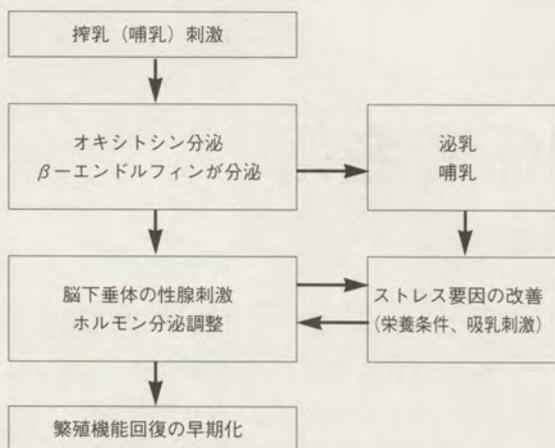


図 泌乳（哺乳）と繁殖機能回復の関係

ることから発情再帰の遅延をもたらしている。肉用牛では泌乳量の少ない場合に子牛の哺乳回数が多く、特に吸乳刺激が多くなることから卵胞発育が影響され、発情回帰遅延をもたらすことになる。

この改善技術として早期離乳、親子分離哺育などの制限哺乳技術、子牛の別飼ひ（クリープフィーディング）があり、泌乳量の少ない母牛における子牛の発育改善と母牛の繁殖機能回復促進技術として活用されてきた。

近年では、分娩後7日以内に母子を分離（超早期母子分離）して子牛を人工哺育する技術が開発されて活用されている。表に示す通り、分娩後の発情回帰が自然哺乳に比べて早く、分娩後約42日に初回授精が行われ、約53日で受胎している。この数値は、肉牛繁殖経営の技術目標である1年一産をクリアーし、11ヵ月一産を可能にするものである。

2) 分娩後の受胎促進と定時授精

分娩後の母牛では、分娩によって一旦静止した卵巣は、分娩後10日目頃から卵胞の発育が始まり、活動を開始する。発育した卵胞は、消失・退行を繰り返した後、分娩後30～40日には成熟卵胞となり、初回排卵、初回発情が再帰するのが一般的である。

表をみると母子分離では約18日で初回排卵があり、子牛による吸乳刺激がないことから卵巣の活動開始が早くなっているのが特徴である。このためすでに述べた、母子分離とオ

表 超早期母子分離後の母牛の栄養水準が繁殖に及ぼす影響

(福島ら,1999)

区分*	産次	頭数	初回排卵までの日数**	初回発情までの日数	初回授精までの日数	授精回数	空胎期間
対照区	3.2	10	31.8±6.9 ^b	55.7±35.3 ^b	79.1±27.8	1.1	91.8±35.0 ^b
80%区	7.3	14 ^{***}	19.5±7.4 ^{a,b}	30.4±11.1 ^a	40.1±10.1	1.3	48.5±16.1 ^a
100%区	4.9	16	19.0±7.7 ^{a,b}	32.0±14.4 ^{a,b}	41.5±12.4	1.3	50.3±18.3 ^a
120%区	5.3	16	18.1±6.3 ^a	28.4±13.9 ^a	43.6±15.5	1.6	59.1±26.0 ^a

a, b: 同列異符号間に有意差 (P<0.05)

*: 対照区: 母子分離を行わない区。80, 100, 120%区: 分娩後受胎確認までの期間、母牛の養分量を日本飼養標準黒毛和種成雌牛維持期の80~120%とした区

** : 対照区5頭、試験区各10頭を調査した

***: 80%区では発情が停止した不妊牛2頭を除いた

ブシクを組合わせて、分娩後の初回授精を定時授精にすることも可能である。

牛群全体として、齊一に11ヵ月一産を可能とするには、分娩後に発育した卵胞をGn-RH投与によって人為的に排卵させ、機能的な黄体の形成を促すことによって、子宮内の受胎環境を整え新たな卵胞の発育を促すことである。分娩後の子宮修復と受胎性の回復を考えると分娩後日数で40日前後を授精日と想定し、卵胞発育に合わせた繁殖プログラムを設定してオブシクによる定時授精が可能である。

また、酪農においても同様で有効な方法で

あり、現状の繁殖プログラムと定時授精との組み合わせ利用や繁殖障害牛への活用なども含めてさらに検討を重ねて、効果的な利用方法を確立する必要がある。

何れの技術も技術導入にあたっては、技術の費用負担を考慮してもなお経営的なメリットを引き出すことが可能であれば、実用技術として定着することになる。定時授精の技術も、それぞれの経営に見合った形で活用することにより、繁殖効率の向上に寄与すると考えられる。

全国畜産関係者名簿

—2003年版—

好評発売中!!

毎日のお仕事に
役立ちます

定価 8,400円 (消費税・送料共)

発行所(社) 畜産技術協会

〒113-0034 東京都文京区湯島3-20-9

電話(03)5817-7455 FAX(03)3836-2302

取引銀行・みずほ銀行本郷支店

普通No.504117

UFJ銀行本郷支店

当座No.112354

郵便振替・00110-6-176486

パーラ搾乳の 北海道と北米に おける比較

1. はじめに

近年の酪農においては、飼養頭数の多頭化、労働力不足にともない、省力化の流れが強くなり、フリーストール・ミルクパーラ方式を導入する農家が多くみられる。そして、フリーストール・ミルクパーラ方式での作業性の検討が重要となっている。そこで、新搾乳システム導入事業において、アプレスト、タンデム、ヘリンボーン、パラレルなどのミルクパーラにおける搾乳作業の能率調査を実施した。また、新搾乳システム導入事業の海外調査においては、米国、カナダのミルクパーラの作業状況を調査した。これらの調査成績のうち、パーラ形式と作業能率の関係、作業手順と作業能率の関係、さらに北海道と北米において導入されているパーラの形式の違いとその規模の比較調査についての成

績を紹介する。

2. 調査の方法

搾乳能率は北海道内の15酪農家を対象に調査した。調査した酪農家のパーラ形式はアプレストパーラ（2戸、改造）、タンデムパーラ（2戸）、ヘリンボーンパーラ（5戸）、パラレルパーラ（6戸のうち4戸は急速退出方式）である。

調査は現地農家の搾乳作業時に、作業員数、搾乳頭数、前処理方法および各作業（入室、前処理、ユニット装着、ユニット離脱、後処理、退室）の開始・終了時間を記帳し、総作業時間、一回あたりの搾乳時間、搾乳能率、前処理作業時間などを算出した。

前処理作業手順と搾乳能率については、前処理作業の手順とその作業時間および前処理作業時間と泌乳時間の関係を検討した。

さらに、前処理作業時間の長い農家が作業手順を変更した場合の作業手順の改善効果については、変更の前後の搾乳能率、前処理作業時間、泌乳時間を解析した。

米国、カナダでの搾乳作業調査では、農家の搾乳作業をビデオ撮影し、帰国後に国内調査に準じて解析した。

3. 搾乳方法と作業能率

1) タンデムパーラでは、2戸の4頭複列のパーラについて調査した。搾乳頭数は78頭と94頭で、作業員は2名と3名であった。前処理作業は乳房を水洗いした後に、ペーパータオルのみでの拭き取り、あるいは布タオルの拭き取り後にペーパータオルで拭き取っていた。

全体の搾乳能率は51.3頭/hと50.0頭/h、搾乳ストール1カ所あたりの作業能率は6.4頭/hと6.3頭/hで酪農家間で差はなかった。

前処理開始から搾乳開始までの待機時間は32秒と1分16秒で酪農家間に約2倍の差があった。一頭あたりの平均泌乳時間（ミルク装着時間）は搾乳待機時間の短い酪農家が6分18秒、搾乳待機時間の長い農家が5分27秒であり、搾乳待機時間の短い酪農家の乳牛の泌乳は50秒ほど長くかかった。

2)パラレルパーラについては5戸について調査した。搾乳頭数は66頭から124頭であり、作業者は1名ないし2名であった。搾乳ストールは6頭から9頭の複列であった。乳牛の搾乳ストールへの入れ換えは11回から14回行なわれていた。

全体の搾乳能率は42頭/hから60.8頭/hで、搾乳ストール1ヵ所あたりの作業能率は3.0頭/hから3.6頭/hであった。

前処理作業は①ペーパータオルのみによる拭き取り、②プレディッピングとペーパータオル清拭、③前搾り・プレディッピング・ペーパータオル清拭の3方法があった。前処理作業から搾乳開始までの待機時間は20秒から5分49秒まで、作業手順の仕方により大きく異なっていた。また、全頭一括して前処理作業をする農家と、牛群を1/2(3頭)や1/4(2頭)ずつに分けて前処理作業をする酪農家があった。牛舎の片側の乳牛をまとめて前処理作業するところは搾乳待機時間が長かった。

3)ヘリンボーンパーラは6戸について調査した。酪農家により、搾乳頭数は84頭から244頭で、作業者は1名ないし3名であった。搾乳ストール数は6頭から12頭の複列であったが、6戸のうちの4戸では急速退出方式のパーラであった。搾乳ストールへの乳牛の入れ換えは11回から22回までであった。パーラ全体の搾乳能率は47.9頭/hから77.0頭/hまでであり、搾乳ストール1ヵ所あたりの搾乳能率は

3.2頭/hから4.4頭/hであった。

前処理作業の手順は前搾り・プレディップ・ペーパータオルによる拭き取りが多く、水洗い・拭き取りやプレディッピング・拭き取りもあった。前処理から搾乳までの待機時間は2戸で調査したところ、1分41秒と1分54秒であった。

4)ミルクキングパーラの搾乳作業能率は、作業者の人数やパーラの規模、前処理の手順などにより影響を受ける。作業者数や手順は農家により異なるため、施設規模を決定する方法について搾乳ストールあたりの搾乳能率をもとに推定した。

搾乳施設規模は、次式を参考にして決定した。

$$S_1 = \text{搾乳頭数} \div N_1$$

総設置搾乳ストール数 $\geq S_1 \div$ 計画搾乳時間(h)

S_1 : 1時間で搾乳する場合に必要な搾乳ストール数

N_1 : 1搾乳ストールあたりの搾乳能率
(頭/搾乳ストール・h)

計画搾乳時間とは、一回の搾乳にかけられる時間である。

作業者が1～2名の時の1搾乳ストールあたりの搾乳能率 N_1 (頭/搾乳ストール・h)は、これまでの調査からタンデムパーラでは6.3、パラレルパーラとヘリンボーンパーラでは3.5を用いることができる。また、作業者が3名になると、ヘリンボーンパーラでは4.2を用いることができる。

搾乳頭数が100頭で、計画搾乳時間を2時間とすると、作業者が1名時のパラレルパーラの S_1 は28.6となる。これを計画搾乳時間2時間で割ると14.3となり、総設置搾乳ストールは16となり、8頭複列のパラレルパーラであれば、計画どおり100頭を2時間で搾乳できることになる。

4. 搾乳手順と作業能率

表1に示したように、タンデムパーラのよ

うに1頭ごとに出入りする方式では、1頭ごとに前処理作業をしていた。ヘリンボーンやパラレルパーラのように片側ごとに群として出入りする方式では、数頭ごとにまとめて前処理作業をしていた。前処理作業の内容は、プレディッピング、前搾り、乾布清拭が一般的で乳房の水洗浄は少なかった。また、前搾りをしない農家も見られた。

一般に、前処理開始から装着までの時間は1分以内とすることが乳牛の泌乳生理から重要であるとされている。今回の調査では20秒から5分49秒と大きなばらつきがあったが、1分から2分のところが多かった。

特に前処理作業開始から装着まで5分49秒と最も時間のかかった農家では、片側8頭を

まとめてプレディッピングした後、列の前に戻り乾布での清拭をし、再度、列の前に戻ってミルクユニットの装着をしていた。この前処理作業を片側全頭から片側半分の4頭ごとに分けて、プレディップと清拭をした後にミルクを装着する作業に変更した。そして、変更後の作業能率を再計測した。この時の作業手順の変更による搾乳時間の変化を表2に示した。

片側8頭をまとめて作業する方法から4頭ごとに作業する方法に変更すると、ディッピング開始から装着までの前処理時間は平均で139秒、清拭から装着までは103秒短縮され、それぞれ3分29秒、1分10秒となった。

泌乳時間は4分43秒から5分35秒へと52秒

表1 パーラ形式別の搾乳能率と作業状況

パーラ形式	タンデム		パラレル					ヘリンボーン (R:急速退出式)					
	4D	4D	6D	6D	8D	8D	9D	6D	8D	8DR	8DR	8DR	12DR
ストール、列数	2	3	1.5	2	1	1	2	2	2	2	3	3	1
搾乳作業者数	78	94	66	68	87	77	124	93	92	84	142	171	244
搾乳頭数	—	—	11	12	12	11	14	16	12	11	18	22	21
入れ換え回数	1.52	1.88	1.57	1.56	1.80	1.39	2.04	1.94	1.37	1.51	2.02	2.66	3.17
総作業時間(h)	7'46"	8'27"	—	12'42"	17'11"	15'15"	16'33"	—	—	13'27"	13'7"	14'50"	17'16"
1回の搾乳時間(分秒)	51.3	50.0	42.0	43.5	48.3	55.4	60.8	47.9	69.7	55.6	70.3	64.3	77.0
搾乳能率(頭/h)	6.4	6.3	3.5	3.6	3.0	3.5	3.4	4.0	4.4	3.5	4.4	4.0	3.2
搾乳頭数(頭/ストール・h)	WW・ CL・	WW・ TW・CL	PM/ W/ CL	PD/ CL/ (3)	PD/ CL/ (3)	CL/ (2)	PM/ PD/ CL/	PM・ PD/ CL	PM/PD/ /	PD/ CL/ (4)	WW/CL	PM・ PD/ CL・	PM・ PD/ CL・ (6)
前処理方法*注1	0'32"	1'16"	---	1'35"	5'49"	0'20"	3'23"	---	---	1'54"	---	---	1'41"
平均搾乳待機時間(分秒)	6'18"	5'27"	—	6'25"	4'43"	8'33"	7'13"	—	—	6'12"	5'13"	6'46"	7'16"
平均泌乳時間(分秒)													

注1: WW: 水洗い、PD: プレディップ、PM: 前搾り、CL: 清拭、TW: タオル洗浄、区切り: 一頭ごとまとめて、カッコ内は全頭一括作業ではなく、分けて前処理する場合のまとめて作業する頭数

表2 作業手順変更に伴う搾乳時間の変化

(分:秒)

項目		泌乳時間	前一装着	前2一装着	一群あたり	搾乳頭数	搾乳時間
変更前	ave	04:43	05:49	02:53	17:11	86頭	1:41:24
	max	08:47	09:49	07:16		50.9頭/h	1.690h
	min	02:00	03:01	00:41			
変更後	ave	05:35	03:29	01:10	15:59	95頭	1:33:35
	max	09:21	05:57	04:16		60.9頭/h	1.560h
	min	02:20	01:26	00:31			
差(秒)		52	-139	-103	-72	10頭/h	07:49

注 前: プレディッピング、前2: 清拭

延長した。また、片側の8頭についての作業時間は17分11秒から15分59秒になり、72秒短縮された。1時間あたりの搾乳頭数は変更前の50.9頭が変更後には60.9頭になり、10頭/hの増加になった。そして、1搾乳ストールあたりの搾乳能率は3.0頭/hから3.8頭/hに向上した。

こうしたことから、前処理時間が3分以上と長くかかる場合には、その作業手順の改善により、前処理の作業時間を短縮できる可能性がある。泌乳時間が延長する場合もあるが、全体的に作業能率が向上すると考えられる。

5. ミルキングパーラの規模

北海道とアメリカ、カナダにおけるパーラの形式別の作業能率を表3に示した。作業者数は途中で搾乳者が増えた時を1.2名や1.5名として示した。「搾乳サイクル」とはパーラの片側に1群（アプレスト、タンデムの場合には1頭）が入ってから、搾乳を終了してパー

ラから出るまでの時間である。搾乳能率は1時間あたりの搾乳頭数を示し、1搾乳ストールにおける1時間あたりの搾乳頭数をカッコ内に示した。

道内のアプレストパーラでは、いずれもつなぎ牛舎を改造した8頭規模で、作業者は2名で60頭前後を搾乳していた。

タンデムパーラは3頭複列から5頭複列までであり、米国での5頭複列ではディッピングまでが自動化されていた。作業者は道内が2名で40頭強を搾乳しているのに対し、米国では1名で70～90頭を搾乳していた。

道内のパラレルパーラは15頭単列もみられたが、多くは8頭複列から12頭複列で、75頭～170頭を作業者2名で搾乳していた。米国・カナダでは12頭複列で2名搾乳であったが、搾乳頭数は250頭と道内の事例よりも多かった。

ヘリンボーンパーラは米国・カナダのみの事例であるが、3頭複列から10頭複列規模で

表3 パーラ形式別の搾乳作業

(根拠農試、1994)

パーラ形式	作業者数	搾乳頭数	作業手順 (入室後)	搾乳サイクル (秒)	搾乳能率 (頭/時)	搾乳能率 (頭/時・ストール)
道内						
AB 8	2	58	水-拭-ブ-拭-前-装-	455	57.7	(7.2)
AB 8	2	65	ブ-拭-前-装-	449	62.3	(7.8)
TA D3	2	42	拭-前-装-	569	37.0	(6.1)
SS D8	1.5	75	前-ブ-拭-装-	886	62.4	(3.9)
SS D10	2	170	水-前-拭-装-	762	89.0	(4.5)
* SS D12	2	132	ブ-拭-前-拭-装-	845	96.6	(4.0)
SS S15	2	82	前-ブ-拭-装-	1,024	44.4	(3.0)
米国・カナダ						
TA D3	1	73	汚-ブ-拭-装-	457	45.0	(7.0)
TA D5	1	91	拭-前-装- (ディップは自動)	448	68.2	(6.8)
HW D3	1	40	汚-ブ-拭-前-装-	628	34.5	(5.8)
HW D6	1	110	ブ-前-拭-装-	1,020	43.8	(3.7)
* HW D6	1	98	ブ-拭-装-	652	57.6	(4.8)
* HR D8	1	172	ブ-拭-装-	757	78.3	(4.9)
* HW D8	1	168	ブ-拭-装-	672	87.0	(5.4)
* HR D10	1.2	175	ブ-拭-装-	739	102.3	(5.1)
* SS D12	2	250	汚-ブ-前-拭-装-	817	101.8	(4.2)

注：パーラ形式の*印は3回搾乳農家、AB：アプレスト、TA：タンデム（自動）、SS：パラレル、HW：ヘリンボーン、HR：ヘリンボーンラビッドイクジット、D：複列、S：単列作業手順：水：水洗、拭：清拭、ブ：ブレディップ、汚：汚れ落とし、前：前搾り、装：装着

40頭から175頭を搾乳していた。作業者は1名であった。

この調査例と表1の平行パーラとヘリンボンパーラの搾乳頭数規模とパーラ規模(搾乳ストール数)との関係を図に示した。

搾乳頭数が200頭を超えるとパーラ規模を示す搾乳ストール数にはあまり差は見られないが、搾乳頭数が150頭以下の場合には道内の方が搾乳ストールの数が多い。米国・カナダでは搾乳頭数と搾乳ストールの関係が高い相関で回帰できるのに対し、道内ではばらつきが大きく一定の傾向を示していない。これは、道内の調査が1994年から1998年までで、ちょうどフリーストール・ミルクングパーラ方式が急激に導入された時期であったため、パーラ規模に対応した計画飼養頭数までに増頭されていないことが影響していると推察できる。

この他にも、北海道と米国・カナダの差として次の点が挙げられる。

①搾乳作業者は国内では頭数規模にかかわらず1.5ないし2名がみられたが、米国・カナダでは基本的に1名で作業していた。そして、250頭程度の規模になると2名による搾乳がみられた。②前処理作業手順は道内では農家によりばらばらであるが、米国・カナダではほぼ統一されていた。また、作業の流れもパターン化され少人数、省力・高能率化

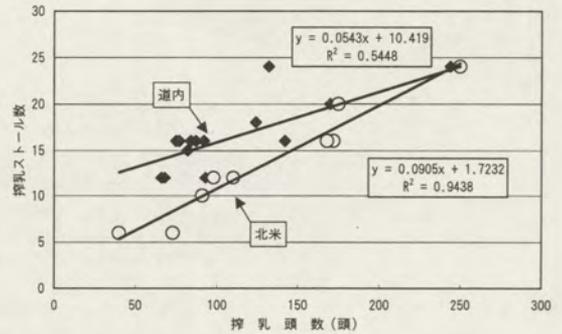


図 北海道と北米における搾乳頭数とパーラ規模

されていた。③米国・カナダでは3回搾乳が多かった。

6. まとめ

北海道内のミルクングパーラ形式別の搾乳作業能率について調査・検討して、パーラ形式別の搾乳ストールあたりの搾乳能率からパーラ規模を算出する方法を示した。

また、前処理作業と作業能率の関係について検討し、前処理作業開始からミルクユニット装着までの時間が3分以上の場合には作業手順を改善するだけで搾乳作業能率が向上することを示した。

さらに、米国とカナダのミルクングパーラでの搾乳作業能率の調査から、搾乳頭数に対するパーラ規模、搾乳作業数、前処理作業手順などに道内と北米で違いがみられた。

訂正とお詫び

「畜産技術」誌12月号(571号)に誤りがありましたので、下記の通り訂正し、深堪なるお詫びの意を表します。

頁	誤	正
22 表1	アメリカ	南アメリカ

独立行政法人
農業技術研究機構
動物衛生研究所

濱岡 隆文 (はまおか たかふみ)
動物衛生研究所 研究交流科



グラビアA頁

1. はじめに

「今から約110年を遡る明治24年、政府は東京市外の西ヶ原（現在の北区西ヶ原）の農商務省の仮試験場内に研究室を設置し、獣疫に関する調査研究を開始した。これは明治維新後の畜産奨励政策の障害となっていた牛疫などの悪性の家畜伝染病の防疫を目的としたもので、国立研究機関による家畜衛生研究の始まりであった」。

動物衛生研究所の源を遡ると上記のような説明にいってきます。当所はその後、明治43年に農務局獣疫調査所、大正10年には省内の独立機関となり、昭和22年には戦後の畜産振興を支える役目を担って、伝染病のみならず家畜衛生全般の調査試験研究を行なう家畜衛生試験場となりました。そして、平成13年に家畜衛生試験場が担ってきた責務の多くをほぼ100%を継承し、独立行政法人農業技術研究機構傘下の動物衛生研究所として新たな歩みを始めたところです。当所の組織は、その時々の畜産、家畜衛生を取り巻く情勢を踏まえて変化させてきました。最も近くでは、平成14年10月にプリオン病研究センターを発足させました。これは平成13年9月の牛海綿状脳症（BSE）発生を受け、まだまだ未解明の

部分が多いプリオン病の問題解決に向けた研究を推進するという社会的要請によるものです。

2. 組織と役割

動物衛生研究所では、茨城県つくば市の本所に疫学、感染症、免疫、生産病、安全性の5研究部、プリオン病研究センター、生物学的製剤センターおよび総合防疫研究官を置いてあります。この他に東京都小平市に海外病研究部、札幌市に北海道支所、鹿児島市に九州支所、青森県に七戸研究施設があります。平成14年10月現在で、研究職員134名、技術専門職員56名、一般職員75名が働いています。研究資源（人員、予算、施設など）を最大限活かして効率的な研究を推進するため、以下の6項目の重点研究問題を定めています。①疾病防除のための疫学研究の強化、②感染症の診断および防除技術の開発、③感染免疫機構の解明と疾病防除技術の開発、④国際重要伝染病の侵入と蔓延防止技術の開発、⑤生産病の発病機構の解明と防除技術の開発、⑥飼料および畜産物の安全性確保技術の開発、であります。これらの研究業務の他に、病性鑑定、生物学的製剤の製造配付、技術講習・研修、海外技術協力などを積極的に行なっています。

独立行政法人化以降の組織の新しい取り組みとして、先ず、研究部の構成単位として「研究室」一辺倒であった組織を改めて、疫学研究部に病性鑑定室、微生物血清管理室および疫学情報室の3室を置きました。従前の研究室の枠を越え、野外の疾病発生状況を適切に把握して研究活動に活かすためです。また、分離された病原体や血清を危機管理などに活かすためのバンク機能を充実させました。これらを活用して、調査研究成果を現場に早期にフィードバックさせるための情報解析および発信機能の強化を目指し、そして実学である疫学研究の高度化を図るためにも取り組んでいます。

もう一つは、次項で紹介するプリオン病研究センターで、動物衛生研究所、畜産草地研究所、九州沖縄農業研究センターの3研究所の研究員総勢17名（専任6名、併任11名）からなり、研究の効率的な進展のために研究所内外の研究員が有機的に連携できる組織となっています。

3. プリオン病研究センター

プリオン病研究センターには、センター長の下に以下の4研究チームがあります。①病原・感染チームはプリオンの性状解明、プリオン病の感染と発病機序の解明、診断法の高度化、②病態解明研究チームは病変分布や病変形成の病理学的解析、プリオン病の発病病理や病理診断法の高度化、③リスク要因研究

チームはプリオン病の発病要因や発生に対するリスク要因の解析などの疫学研究、④安全性技術開発研究チームは異常プリオン蛋白質などの検出技術の高度化、肥飼料の安全性確保技術に関する研究を推進します。また、BSEの病態や発病機序の解明、生前診断法の確立などには、牛を使った感染実験を安全に行なうために、国際基準（バイオセーフティーレベル3：BSL3）に沿った封じ込め施設が必要です。現在「動物衛生高度研究施設」（グラビア）の建設準備に入っており、完成後はプリオン病研究の拠点として、その活用が期待されます。

4. 終わりに

動物衛生研究所は100年以上にわたり、家畜衛生分野で唯一の国立試験研究機関として、家畜疾病に関する試験研究により、診断、予防、治療などの技術開発を行なって、日本の畜産を支えてきました。独立行政法人への移行時には日本の畜産を揺るがすような大きな家畜衛生問題が相次いで発生しました。平成12年の92年ぶりの口蹄疫発生時には旧家畜衛生試験場が一丸となって責務を全うしました。また、平成13年のBSEの発生に際しても、日本の家畜衛生技術の中心としての任務を行ないました。今後、制度・組織は変遷しても、「動物を衛り、人を衛る」をモットーに動物衛生研究を通して、日本の畜産の発展への支援を続けていきます。

★ 「学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ」記事の募集

本誌の「学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ」に畜産・獣医技術に関する学会・シンポジウムなどの催し物の予定を6カ月前から掲載し、畜産関係者の便に供しております。

もしご予定がありましたら、行事名、日時、会場、連絡先を編集事務局宛に、随時、お送り下さい。

送り先：（社）畜産技術協会 企画情報部

〒113-0034 東京都文京区湯島3-20-9 緬羊会館

TEL：03-3836-2301 FAX：03-3836-2302

E-メール：jita@group.lin.go.jp

中西 喜彦
(なかにし よしひこ)
鹿児島大学名誉教授

辻 隆之
(つじたかゆき)
東京大学大学院
新領域創成科学科教授

ミニブタの 現状と課題

本稿は(社)日本実験動物協会の機関誌である「LABIO21」の10月号の記事として掲載されたものですが、ミニブタをめぐる現状と課題につきわかりやすく、かつ、コンパクトにまとめられた貴重な内容でありますので、同協会および著者の中西鹿児島大学名誉教授のお許しを得て、ここに再掲載したものであります。(編集委員会)

はじめに

現在、ミニブタに注目が集まっている。その理由としては、大別して以下の三つの社会的背景が挙げられよう。すなわち、第一に、ヒトの病気が感染症から脳疾患や動脈硬化症、悪性新生物などに移り、これらの治療法を研究するには、出来るだけ人に近い性質(サイズ、代謝、食性など)を持った実験動物の必要性である。第二に、医薬品、食品、科学物質などの安全性や毒性をチェックするためには胎児をはじめいろいろな月齢や年齢の実験

動物に外挿して調べる必要がある。第三に、我が国では臓器移植に対して臓器提供者が極めて少なく、異種移植研究の必要性などがミニブタに期待されている。また、21世紀の医療をになうと期待されている再生医療においても医療用材料として、必要性が増している。

一方、ミニブタは実験動物として、注目されてから既に久しい。しかし、未だに1年間に全国で使用されるミニブタ頭数は500頭以下で、この40年の間殆ど変化がない。筆者らはその原因がミニブタの需要・供給体制の不備にあると考えて、まず、生産基盤整備のために関係各方面の理解を得て来た。また、需要側と供給側の相互理解の場所として、医用ミニブタ研究会を平成12年11月に設立することが出来た。次に、平成13年10月にジャパンファームクラウン研究所(鹿児島県菱刈町)が設立され、クラウン系ミニブタの本格的生産が開始された。さらに、平成14年4月には鹿児島大学生命科学資源開発研究センターが設置され、その中に学内共同遺伝子実験分野、医学部動物実験分野とともに、我が国で最初の医用ミニブタ研究分野の設置が認められた。

これらの一連の動きの中には過去何度かのミニブタを巡る動きとは異なるものを含んでいる。一つは、実験動物から医用動物(医療用材料も含む)へというミニブタ利用に対する考え方の広がりである。もう一つは、医用ミニブタの繁殖育成に、専門の養豚業者が参入したことである。この点について文部科学省でもミニブタに対して、異種移植用ドナー研究の切り札として、鹿児島を中心とした動きと、米国の異種移植会社「Immerge Biotelaphotics」の研究成果などを念頭に、前述のように鹿児島大学に医用ミニブタ研究分野を設置してこの方面の研究の進展を期待

しているのである。

しかしながら、これらの動向はまだ、やっとミニブタ産業の芽が出たばかりの状態である。本稿ではこれらの現状と今後どのような課題が考えられるかを述べて、ご参考に供したい。

1. ミニブタについて

ミニブタは、一般に言う食用ブタとの違いはサイズが違うだけで、性周期、妊娠期間、泌乳期、さらに、寿命などの生理的な特徴は殆ど違いがない。ブタの中の小型のものを大学や研究所などでかなりの年月をかけて研究を目的に固定したものである。我が国で入手可能なものとしては、国内で産出されたものとしてクラウン系、オーミニ系、NIBS系があり、外国産のものとしてはゲッチングン系やメキシカンヘアレス系がある。輸入して使用されているものとしてはユカタンマイクロ系がある。これらの現状については実験動物協会の調査に詳しい¹⁾。しかし、いずれの系統も繁殖用種ブタ集団のサイズが小さく、注文してもすぐに入手できない状況にある。また、輸入の場合は検疫の手間や費用で導入が容易ではない。

ミニブタの紹介や再生医療での利用などについては筆者らの報告をご参照頂きたい^{2,3)}。ミニブタの実験動物としての遺伝的特徴は、サイズや毛色程度で米国やヨーロッパで使用されているユカタンマイクロ系やゲッチングン系でもこれ以上の違いを明らかにすることが出来ない。唯一ハーバード大学移植外科のD.H.Sachs博士が作出したMGH純系ミニブタだけが、ブタ主要組織適合遺伝子複合体(SLA)のハプロタイプがはっきり明示されており、移植免疫研究の貴重なミニブタとなっている⁴⁾。

我が国におけるミニブタへの要望は、薬効試験や食品・化学薬品の安全性試験の他に、多岐にわたっている。新しい医療器具・器材の装着試験や医療機器の使用トレーニングなどでの使用も増えてきている。一方、我が国に飼育されている系統別ミニブタは種畜のような状態であり、サイズの違いだけでもそれぞれ貴重な存在である。

2. ミニブタを巡る最近の動き

平成になってからのミニブタを巡る国内の動きを知り得た範囲で概略すると、日本実験動物協会が農林水産省家畜改良センター茨城牧場(当時)に委嘱して行なった日本に存在する系統別ミニブタの性能調査が挙げられる¹⁾。次にミニブタの特徴を生かすべく、SLAの性質を調べる研究(旧農水省家畜衛生試験場)やSLA純系ミニブタの作出(鹿児島県と国立佐倉病院)⁵⁾が挙げられる。さらに、遺伝子組み替えミニブタ作出が生研機構と中外製薬、武田製薬、三共製薬の出資で設立されたエス・エル・エー研究所で行なわれた。

以上の動きは平成年代初期の頃計画立案され実行されてきたものである。これらの特徴は優れた実験動物としてのミニブタを探索したり、作出したりしようというもので、それなりの成果を挙げたものといえる。しかし、研究成果として報告されても、実際に、これらのミニブタを使用しようとするとなかなか使用できない状態であった。

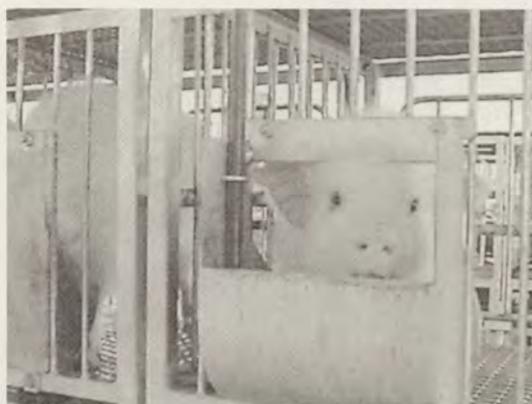
平成9年9月に辻 隆之(当時国立循環器病センター研究所実験治療開発部長)が、厚生省循環器病委託公募研究「遺伝子組み換えミニブタ作出の基礎的研究」班の班長として、中西喜彦(当時鹿児島大学農学教授)を鹿児島大学に訪問し、今後のミニブタを用いた異

種移植研究の必要性と、ミニブタ生産状況について意見交換を行なった。その結果、今後ミニブタ利用を実験動物としてだけでなく、ミニブタの臓器や組織・細胞を利用する医療用材料動物としても位置付けることが必要であるとの考えで、実験動物に加えて、医用ミニブタと位置付けることにした。当時鹿児島県でも畜産県として、ミニブタを利用したバイオテックによる新しい産業を期待しており、前述のようなSLA純系ミニブタ作出事業を推進中であった。丁度これらの事業をいよいよ民間に展開する時期になっていたが、新しい施設建設地で環境汚染を理由に地元住民の猛反対に遭遇していた。しかし、実験動物から医用動物への目的意識の拡大は、従来の養豚産業の延長でないことを示すことができ、その後の事業の展開を容易にした。

一方、生産基地とユーザーの相互理解の場として、平成12年11月に第一回日本医用ミニブタ研究会大会（大会会長中西喜彦）を鹿児島大学医学部鶴稜会館で開催することができた。さらに、第二回大会を平成13年11月に同じく鹿児島市で開催出来た。これらを通じて生産地の関係者に、我が国におけるミニブタ生産施設の実情や、異種移植研究の先進地、米国における移植免疫研究におけるSLA純系ミニブタの必要性などを、紹介することが出来た。第三回は、平成14年11月9日に東京大学山上会館で、辻 隆之大会会長によって開催された。

3. 実験用動物から医用動物へ

ミニブタの使用目的は今後実験用から医用までの可能性が認められている。特にミニブタは後者についてサイズがヒトに近いことと、遺伝的に均一であることから注目されている。さらに、医療技術やバイオテクノロジーなど



育成豚

の進歩により、ブタの細胞、組織又は臓器をヒトに移植する可能性が注目されるようになった。この場合もっとも留意されるのが、ヒトに対するブタ由来の感染症の発生および伝播が起こらないことである。現在指摘されているのはブタ内在性レトロウイルスがあり、これについては、従来の養豚分野でのSPFブタの作出法や管理では対応出来ない。

しかしながら、これらの監視や除去法については、日米のウイルス研究者から提案されている^{6,7)}。筆者らとしては遺伝子操作や収容施設など、コストの問題として捉えた方が良く考えている。また、現在クラウン系で造成中のSLA純系ミニブタが有力なツールになるのではないかと期待している。従って、実験動物としてみた場合と医用動物としてみた場合では、ミニブタの価格設定が全く違うものとなる。遺伝子レベルでドナー動物の固体管理とスクリーニングにはインテリジェント飼育施設で無人化まで視野に入れた対応が必要である。一方ミニブタにおいてもブタであることには変わりなく、飼育管理、糞尿処理などは頭数増加とともに費用が増大するものと考えられる。また、生き物としてみると、長期間にわたって飼育する繁殖用集団と移植用材料として用いる個体では、色々な意味で

の分別が必要である。

4. 今後の課題

当面の課題としては、ユーザーに安定供給できる体制の確立とそれを利用出来る施設の設置が急務である。一方でミニブタを遺伝的に、より特色あるものに系統造成していく必要がある。

1) 飼養規模の安定化

まず、ミニブタを安定して供給し、かつ経済ベースにのせるためには2000頭の子ブタを生産する体制が必要である。食用の肥育ブタについて農林水産省の生産費調査をみると生産費を100とすると、飼料費65.3%、衛生費5.0%、建物費4.0%、労働力18.4%、その他（もと畜代、敷き料代、光熱水道費）7.3%となっている。ここでいえることは、養豚では飼料費が圧倒的比率を占め、ついで労働力となっており、この二つで83.7%以上を占めるわけである。これをミニブタの場合と比較すると、飼料費の割合は二分の一以下で良いが、現状では労働力に問題がある。食用ブタでは一人あたりのブタの取扱い頭数が300頭であるのに対して、ミニブタでは30頭程度である。従って、労働力のところが10倍に跳ね上がる。しかも、肉用ブタを市場に出



育成舎 離乳ペン

荷するようにオールインオールアウトの体制がとれず、価格設定が非常に難しい。極論すれば100頭飼育しても2000頭飼養しても労働力は変わらないということがある。この供給頭数をクリアしているのは、アメリカのユカタンマイクロ系とデンマークのゲッチングン系だけである。しかし、両者とも2000頭以上の供給体制を維持しているものの増産体制を加速している訳ではない。両系統とも800ドル前後で販売されており、欧米においても、そう簡単に使える値段ではない事情がある。我が国の系統別生産施設の供給頭数は200頭が2カ所、100頭が1カ所しかなく、経済性から見ると値段はあるようでないに等しい。

2) ミニブタ収容施設の開発と設置

ミニブタ収容施設としては今までの繁殖棟と育成棟の他に次のようなものが必要である。①遺伝子組み換え専門研究施設（遺伝子組み換えミニブタ・クローンミニブタの作出と維持）、②医薬品や医療器具器材の急性・慢性試験研究用施設（急性実験、薬物治療プロトコルの標準化）および③高度医用ミニブタ・インテリジェント飼育施設（省力化・無人化・エコロジー対応型、無菌化；医療材料用ミニブタの飼育）などの設置が必要である。その具体案については設置機関や場所も考慮しながら、今後の検討を待たねばならない。しかし、ミニブタとはいえブタであり、家畜伝染病予防法（移動の制限）、水質汚濁防止法の規制を厳しく受ける。例えば、浄化装置での糞尿処理負担量は1頭当たりヒトの2倍ぐらいに相当する。これらを考慮して上述の施設を設置する必要がある。

3) 遺伝子制御ミニブタの作出

ミニブタの究極の利用価値を高めるためには、SLA純系ミニブタの系統作出と遺伝子

組み換えミニブタの作出が必須である。前者については、クラウン系では起源が雄1頭と雌2頭から出発している⁸⁾。近年の遺伝子解析法の進歩により、ミニブタにおいてもSLAの分析が可能になりつつある⁹⁾。個体では両親から1対のSLA遺伝子を受け継いでいるとすると、クラウン系の繁殖集団のハプロタイプでは6タイプに分類される可能性がある。現在継代的に系統造成をにらみながらモニター中である。一方、遺伝子組み換えミニブタ作出に関しては今や効率化の時代である。一連の畜産ハイテク技術とセンサー、ロボットなどの精密工学系の技術を組み合わせることにより、名人芸的なものから大量生産体制に持ち込むべきである。

おわりに

我が国のミニブタ開発に関する動きを紹介した。過去のプロジェクト例では、多く時間や経費をかけて折角目的のミニブタが作出されても、増殖施設不足や研究期間終了などで動物の維持や増産が出来なかった例が多い。筆者らは研究成果発表用も大切であるが、実際にミニブタの研究開発と現場利用のリンクが必要と考え、その仕組みを作ることを目的

に、この5年間ほど関係者の理解を得るよう努めてきた。一方、各分野の実情を知れば知るほど、制約が多く難問が多い。

しかし、今こそ、ミニブタによる「異種移植用臓器ドナー作成」という目的を、はっきりさせる必要があると考える。ミニブタの遺伝的均一性やヒトに近いサイズから上述した一連の動きを加速することがゴールへの早道と考える次第である。我が国では国民皆医療保険加入体制にあり、平等に先端医療を受ける権利がある。そのような中でこの研究開発は大切であり、我が国においてこそ達成されるべきだと考えられる。基盤整備にかかるコストから見て、実験動物としてのミニブタの



繁殖舎

ミニブタ利用をとりまく状況

1. ミニブタの用途

A. 実験動物

- 1) 臓器移植
- 2) 動脈硬化症 (人工高脂血症、アテローム硬化症)
- 3) 脳疾患 (パーキンソン病)
- 4) 皮膚中毒
- 5) 腎臓疾患 (腎機能)
- 6) 薬効試験 (肝機能、毒性、薬物速度論)
- 7) 慢性中毒 (繁殖機能、催奇形)
- 8) 歯科領域

B. 医療用器具操作トレーニングや異なった医療用器材の安全性試験

C. 代用臓器

- 1) 細胞移植、ハイブリッド人工臓器、凍結組織 (血管、心臓弁など)

2) 臓器移植 (肝臓、腎臓、心臓)

D. 動物工場

各種蛋白製剤 (ホルモン、生理活性物質) の生産

2. 監督官庁との関連とマウス、イヌ、サルにかわる動物の要求 (ミニブタへの期待)

1. 医薬品毒性規定テスト標準動物
 - 新化学物質、異なった生産物の安全性試験
2. FDA (US Food and Drug Administration)
 - 食品添加物の安全性、重金属類の蓄積、有機不純物の安全性、シアン化合物の安全性
3. OECDテストガイドライン指針発展と動物種の選択、化学薬品テストのためのOECDガイドラインは29の国で行なわれている。今後動物の確保が重要

開発もこのプロジェクトの中で当然解決した方が良いと考えられる。

参考文献

1. (社)日本実験動物協会：実験用小型ブタ導入・性能調査事業報告書「実験用小型ブタの開発」、(平成12年)
2. 中西喜彦：我が国におけるミニブタの開発と現状，アニテックス，11 (1)，3-11 (1999)
3. 辻 隆之・中西喜彦：組織，細胞供給源としてミニブタの再生医療に果たす役割，バイオインダストリー，17 (1)，35-41 (2000)
4. 丸野弘幸：SLA固定化ミニブタコロニーの維持，アニテックス11 (1)，26-29 (1999)
5. D.H.Sachs：MHC-Homozygous Miniature Swine in Swine as Models in Biomedical Research, M.Micheal Swindle, ed., Iowa State Univ. Press, 3-15 (1992)
6. 仮屋 知・屋敷伸信 他；異種移植とブタ内在性ウイルス，アニテックス，14 (2)，83-90 (2002)
7. Patience C. et al：Infection of human cells by endogenous retrovirus of pig, Nature Medicine, 3, 282-286 (1997)
8. 中西喜彦・小川清彦 他：近交系クラウンミニブタの体尺測定値とその特徴について，日本養豚会誌，281，26-132 (1991)
9. Ando, A. et al.: cDNA cloning and genetic polymorphism of the swine major histocompatibility complex (SLA) class II DNA gene., Animal Genetics, 32, 73-77 (2001)

書名 「和英・英和畜産用語集2002」

<内 容>

畜産に係わる和英及び英和用語を網羅、五十音及びアルファベット列記、見出し語として約11,000語を掲載

A 5 版 378ページ

このほか下記の付図・付表及び参考

付図・付表

1. 家畜の年齢、状態などによる英語の呼称
2. 家畜の外貌他の名称

参考

1. 関係法令・行政・貿易用語及び国際協力用語
2. 関係法令名
3. 関係行政機関、組織等の名称
4. 関係国際機関等の名称

定価4,000円 (本体価格+消費税)、送料200円

発行所 (社)畜産技術協会



技術指針「水田ほ場 を活用した自給 飼料増産」の概要



「水田ほ場を活用した自給飼料増産」の表紙

1. はじめに

本書は畜産草地研究所技術レポート第3号として、平成14年3月に発行されたものである(畜産草地研究所ホームページでも公開中)。全143頁からなり、内容は次の三部構成になっている。①食料自給率の向上に向け、畜産分野が官民一体となって推進している「自給飼料増産戦略」の最近の情勢、②飼料増産にあたって技術的な指針となる「自給飼料生産の技術解説」、および③過去10数年にわたって実施されてきた一連の転作プロジェクト研究の成果のなかから「自給飼料生産に役立つ技術情報」をピックアップした集録である。なお、本書では飼料イネについては触れていない(飼料イネは畜産草地研究所平成13年資料参照)。以下、順を追って概要を紹介する。

2. 自給飼料増産戦略の概要および地域の推進状況

「食料・農業・農村基本計画」を受けて策定された「飼料増産計画」(平成12年4月)の推進に向けて、全国的に展開されている飼料増産運動の最近の情勢を概括している。自給飼料の増産にあたって、国土資源の有効利用、転作田の活用、飼料生産の技術開発の方向などを示すとともに、具体的な増産目標や生産指標を例示し、それを実現する手だてとして生産基盤の強化、生産技術の高度化、生産の組織化、地域資源の活用などに触れている。

①北海道地域では地域版増産計画の達成に向けて、多収・高栄養品種の開発、粗飼料評価法を重要な技術開発として指摘し、現地対応として飼料自給率向上促進事業の実施状況などを紹介している。東北地域では、地域に存在する公共牧場の利活用、平場・中山間での粗飼料増産方策が重要であること、それらの利活用のための技術開発、集団営農やコン

トラクターの育成、域内流通システムの確立などが不可欠なことを指摘している。関東・東海・北陸地域では、気候により北関東・南関東・甲信・東海・日本海側の5つに細分し、それぞれの地域における飼料生産の特徴と技術開発の方向を例示している。近畿・中国・四国地域では、近畿地域と中国四国地域に分け、近畿では放牧、採草利用の促進、未利用資源の活用などが重要であり、中国四国では飼料作物の作付け体系の開発と放牧が重要なことを示している。九州・沖縄地域では、自給飼料生産の機械化体系の確立、簡易更新、放牧利用、コントラクターについての情報交換や新技術開発の重要性を指摘している。

3. 自給飼料生産の技術解説

本項の編成順に標題とその要約を以下に紹介する。

1) 飼料作物の耐湿性の草種・品種間差

(執筆：東北農研センター・魚住 順)

水田転換畑で問題となる湿害について、その発生機構と症状、過湿に対する作物の適応などを解説している。湛水は、根の呼吸障害や有害還元物質の生成により、飼料作物の生育を阻害する。そのほか、エチレンや炭酸ガス濃度の増加、肥料の流亡、団粒構造の破壊、土壌空隙の消失など、土壌環境全体を悪化させて湿害を発生させる。湿害の兆候としては、葉の萎れと黄化、アントシアンの発現、下葉の枯れ上がりなどがあげられる。これら症状の生理的要因として、好氣的呼吸の制限によるエネルギーの不足、嫌気下で生じるエタノールの害作用、ホルモンバランスの不均衡、養分溶脱による栄養不良、有害還元物質の害作用などがあげられる。耐湿性の強いイタリアンライグラス、オオクサキビ、カラードギ

ニアグラス、ハトムギ、栽培ヒエなどは、湛水条件下で根中の通気組織や表層根を発達させ、嫌気状態に耐える能力に優れることを紹介している。

2) 水田ほ場を活用した飼料作物の栽培

(執筆：畜産草地研究所・吉村義則)

水田を利用した飼料作物栽培では、気象条件を考慮し、排水条件に合った作物を選択して、作付けの団地化などにより圃場条件を確保することが大切である。飼料作物には多年生牧草類、1年生夏作飼料作物(サイレージ用トウモロコシ、ソルガム類など)および冬作飼料作物(イタリアンライグラス、飼料用ムギ類など)がある。飼料畑は基本的には年2作体系がとられ、暖かい地域では年3作などの作付体系がとられる。飼料作物の栽培では、施肥・家畜ふん尿の適正利用、適切な品種選択と播種作業、雑草の防除、適期収穫が重要なことを指摘している。

3) 堆肥などを利用した飼料作物の栽培と品質

(執筆：畜産草地研究所・畠中哲哉)

飼料作物の栽培にあたって、まず転換畑土壌の理化学的特徴と肥培管理のあり方について触れている。次に転換畑で堆肥を利用する上での施用の考え方、適正な施用量とその算出法、土壌・環境への影響などについて述べている。さらに、堆肥などの施用、とりわけ多量施用に伴う過剰の肥料成分が飼料作物の品質や家畜の生産性に及ぼす影響について述べている。安全で良質な飼料作物生産の具体的対策(例えば、適正施用量と標準施肥量の遵守、草種や品種選択による硝酸態窒素濃度の低減化、乾物収量の多い新作付体系の導入)を明示している。

4) サイレージの調製貯蔵技術と品質管理

(執筆：畜産草地研究所・村井 勝)

サイレージ調製貯蔵における利点・問題点

などを整理している。まず、サイレージ材料として飼料作物の収穫適期の判断基準、各作物種ごとに収穫時期の目安を提示し、次にサイレージ調製技術の基本事項について技術的に解説している。代表的飼料作物種については、サイレージ調製作業の特徴・留意点、栄養価について述べている。また、牧草のサイレージ調製において、普及しているロールベールラップサイレージ調製技術の特徴と調製のポイントも詳しく解説し、最近の動向を紹介している。さらに、サイレージ添加剤、サイロの種類とその利用法についても紹介し、最後にサイレージについてその品質管理と飼料評価を解説している。

5) 自給飼料の調製利用と流通技術

(執筆者：畜産草地研究所・市戸万丈)

乾草とサイレージ調製の特質・基本に始まり、旧草地試験場が開発した先進的な全自動TMR調製給飼装置まで、すなわち、圃場から牛の口までの飼料調製・貯蔵・給与の流れを総合的に解説している。この記載は著者21年間の研究の集大成といえる。やや辛口に記述されている嫌いがあるが、旧草地試験場の看板である「飼料生産利用」という課題に貢献した研究の一部紹介の意味もある。その研究の流れの中で稲わら利用、飼料稲、コントラクターにも触れている。流通については輸送費問題について、今後の展開方向を示している。また、自給飼料の本質を「物量」として解析したコラムも必読である。

6) 飼料生産作業体系

(執筆者：畜産草地研究所・澤村 篤)

飼料作物の一般的な生産作業体系を概説している。トウモロコシ（長大型飼料作物）についてはマニユアスプレッダ、不耕起播種機、フォレンジハーベスタの最新市販機の特徴、性能を解説している。さらに、牧草について

は自走式マニユアスプレッダ、角形ビッグベアラ、歩行型収穫機、また、飼料イネについては収穫機械における、それぞれの最新市販機の特徴、性能を解説している。マニユアスプレッダのように作物に限定されない機械については、大型機種ではトウモロコシ体系で示し、小型機種では牧草体系で示している。また、コラムでは、わが国の飼料用機械は多数の種類が少数生産されているため、価格が割高になっているとの考えを示している。

7) トウモロコシ用ロールベール収穫技術 (執筆者：生研機構・山名伸樹他)

トウモロコシ用ロールベアラの開発過程と機械の概要を紹介している。青刈とうもろこしの収穫作業の省人化・軽労化のために、細断収穫・梱包が可能なロールベアラ（細断型ロールベアラ）が開発され、さらに、細断型ロールベアラで成形されたベールを拾い上げて密封するまでの作業を効率的に行うベールラップも開発された。細断型ロールベアラの成形方式はパーチェーン式にベルトを組み合わせた成形室直径90cmの定径式で、ベール幅よりも幅広のネットを使って結束する。ほ場試験の結果、2名で刈取から密封調製までロスが少なく省力的に作業できる。ベールの乾物密度は高く、高品質で均質なサイレージ調製が可能なことを紹介している。

8) 酪農経営における自給飼料生産の経営的評価

(執筆者：畜産草地研究所・青木寿美男)

酪農経営における全国の飼料自給率はTDNベースで30%強である。都府県では20%以下になっており、この低下傾向は止まらない。それは、野草や農場残さなどの地域にある飼料資源利用の中止、飼料作物を栽培しない酪農家の増加、飼料作物の作付け面積の減少としてみられる。その要因は①多頭化

による乳牛飼養労働の増大、②飼料作物収穫時における適期作業労働力確保の困難性、③高能力牛を飼養しているので飼料給餌技術の高度化—個体能力を最大限引き出す栄養管理が必要で、これには自給飼料は扱いにくい、④購入飼料の利便性と割安感などである。しかし、乳価の低下や地域環境と深く関わる家畜ふん尿処理・利用などの社会的要因を考慮すれば、飼料作物の生産拡大への展望が開けることを紹介している。

4. 自給飼料生産に役立つ技術情報

本項では、既刊の草地飼料作研究成果最新情報から生産現場に役立つ有効な情報を抜粋し、分野別に掲載している。各課題ともA4版で2頁の構成である。

1) 品種・草種：トウモロコシ品種についての2課題の他、ソルガム1品種、カラードギニアグラス1品種、アルファルファ1品種の

新品種情報を紹介している。

2) 生理生態・栽培：①牧草飼料作物の耐湿性の機作、②耐湿性の検定法、③作付け体系と窒素吸収量、④スーダングラスの作型、⑤部分耕による省力栽培法を紹介している。

3) 土壌肥料・肥培管理：①トウモロコシの肥培管理、②トウモロコシなどの硝酸態窒素低減、③有機物還元容量の増大、④スーダングラスの肥培管理ほか1課題を紹介している。

4) 調製・加工・品質：①サイレージの発酵品質、②ソルガム新品種のロールベールサイレージ、③スーダングラスの飼料価値ほか2課題を紹介している。

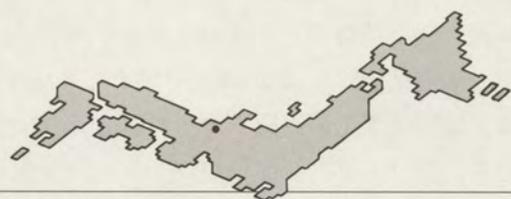
5) 機械作業：①長大作物用細断型ロールベアラ、②多条型スラリーインジェクタほか1課題を紹介している。

6) 経営・技術評価：①酪農経営とふん尿処理利用、②乾草生産の経営経済性の2課題を紹介している。

今月の表紙

南半球のニュージーランドの季節は日本と反対です。ティマル郊外の広い牧場にはニュージーランドロムニー種の緬羊が放牧されていました。間もなく純毛のコートを脱がされるでしょう。

((社)日本緬羊協会 八木 淳公)



福井県

地域とふれあう 牧場を目指す： 福井県奥越高原 牧場の再整備

河部 恭一（かわべ きょういち）
福井県農林水産部畜産課

グラビアB頁

1. はじめに

福井県奥越高原牧場は、昭和46年4月に大野市の北東にある経ヶ岳山麓の高原台地に開牧した乳牛の公共育成牧場です。

当牧場では、夏期は放牧、冬期は舎飼いによる集団育成と受精卵移植技術を活用した乳牛の改良を行ない、県内酪農家へ優良初妊牛を譲渡しています。さらに、「ふれあい牧場」として牧場の持つ牧歌的な緑資源の涵養やレクリエーション機能を提供することも重要な業務となっています。

当牧場のある奥越高原は、多数の希少な湿原植物が群生する県立自然公園で、ミニ動物園、福井県自然保護センター、福井県奥越高原青少年自然の家、スキー場などがあり、一帯が県民の憩いのスポットとして、多くの県民に親しまれています。近年は、観光客が減少しているため地元振興会にとって、観光客の増加に結びつく地域活性化対策は重要であり、観光機能の強化を目指した再編整備には地域も期待しています。今回、その整備内容を紹介します。

2. 整備の内容

当牧場の施設は、大変老朽化していましたので、平成4年度から13年度まで公社営畜産基地建設事業により、全面的な整備に取り組みました。

1) 畜舎の整備

畜舎は、60頭規模の哺育牛舎1棟、130頭規模の前期育成舎1棟、150頭規模の後期育成舎1棟に加え、60頭規模のフリーストール・パーラ方式の成牛舎1棟を新築しました。すべて、給餌や除ふん作業を機械化した省力型の畜舎であり、豪雪地域に対応した軒の高い構造です。さらに、景観を重視したスイス

風の外観構造と畜舎配置になっています。

哺育牛舎と前期育成舎は、小学生などが集団で作業の体験ができるように広いスペースにしてあります。

成牛舎は地域酪農家のモデルとなるフリーストール・パーラ方式、TMR給餌システムを導入した人と家畜に優しい畜舎となっており、2階から搾乳作業を見学できる構造になっています。

2) 放牧地の集合柵や草地の整備

約160haの放牧地を15の牧区に分け、5月から10月まで約150頭の育成牛を約50頭1群として移動させながら昼夜連続放牧をしています。11月から4月までは畜舎内で飼養します。粗飼料は、30haの採草地とスプリングフラッシュ時のみ採草する兼用地60haから自給しています。

今回、放牧管理を効率良く行なうため、集合柵の新設および雑草侵入や裸地化の著しい草地の改良整備をしました。

3) 草地管理機械および牧草収納舎の整備

奥越地域の夏期は雨の日が多く、短期間に草地管理作業をする必要があるため、草地管理の効率化を主眼に整備をしました。ロールベラなどの牧草生産作業機械、傾斜角度を改善するための掘削機、玄武岩類の石レキを除去するためのストーンピッカ、急傾斜草地での安全作業を確保するためのテラトラックなどを導入しました。牧草収納庫はスイス風の外観となっていて、床面積は600㎡で、直径110cmのロールバールサイレージを積み上げると当牧場で必要な粗飼料の半年分は収容できます。

4) 堆肥舎の整備

奥越高原では伏流水が各所に点在する沢から河川を通して地元集落の給水源になっています。このため、家畜糞尿などの処理対策の

ために堆肥舎の整備を最優先で行ないました。床面積は1,547㎡あり、30mの発酵レーン4列を移動式スクープで攪拌するマニアプラントで、年間処理能力は2,500tです。約1ヵ月間の一次発酵後、ストックヤードに集積し、春と秋に散布します。家庭菜園用として地元住民からも多くの要望があり、これを通じて住民とのコミュニケーションの機会も増えています。

5) 地域活性化施設の新設

当牧場内に地元の振興会が運営するスキー場があります。近年、スキー客が減少しているので、スキー客増加のための施策が重要課題となっています。この状況を踏まえ、牧場の「ふれあい機能」の一環として、乳製品加工体験などの施設を整備しました。家畜や畜産物に対して理解を深め、もって畜産振興と地域の活性化に資することを目的としています。

この施設は、木造一部2階建、延べ772㎡であり、アイスクリームやヨーグルトなどの加工体験および乳製品の製造と展示PRを行っています。「ミルク工房 奥越前」の呼称で親しまれ、今年の春にオープンしましたが、予想以上に多くの利用者がいます。

3. おわりに

今回、公社営畜産基地建設事業により福井県奥越高原牧場の再編整備を実施しました。

公共育成牧場として畜産農家からの期待はもとより、ふれあい体験を通して、多くの県民の畜産に対する理解が一層深まると期待されています。

獣医繁殖学マニュアル

獣医繁殖学教育協議会編
文永堂出版、東京(2002)

近年、繁殖学研究は基礎分野および関連境界領域分野の研究の進展と相まって急速な発展を続けている。20世紀末には生命活動の根源をなす遺伝情報を有するゲノムに関する研究、さらに、生体を構成する各種蛋白質、あるいは生命活動を担う化学的メディエーターの機能の解明が著しく進展した。そして、医療をはじめとする種々の分野の新しい生物学的技術の開発に向けて精力的な研究が続けられている。繁殖工学分野においては、胚移植、胚や遺伝子の操作などの研究が著しく進展している。繁殖に関連する家畜診療についても、超音波診断技術の開発・普及やホルモン測定法の簡易化、繁殖障害治療に対する直腸検査法の改善、ボディコンディションスコアなどの栄養学的視点の導入、周産期異常に対する対応、染色体・DNA検査など、広範な分野で著しい進展がみられる。

繁殖学の基礎分野の研究、それに関連した境界領域分野の研究および繁殖に関連する診療の

進展は、写真やビデオなどの映像媒体、情報通信機器や図書などによって、獣医・畜産教育に取り込まれている。しかし、教育のなかでも実習に関しては、実習用材料の入手の難易性、教育機関の地域性、そして教員の得意とする専門などの差から、大学間のバラツキがあり、教育上の隘路となっている。これらの点を克服するために、今般、獣医繁殖学教育協議会の編集による「獣医繁殖学マニュアル」が上梓された。

本書は先般改訂された「獣医繁殖学 第2版」の姉妹書として企画されたもので、多くの内容が相互に補完されている。内容は繁殖学の実習における基本的事項はもとより、実験室内での器材による実習、大動物をはじめ中動物さらにコンパニオンアニマルを用いての実習、農場・農家などの学外の畜産現場における産業動物の実習など広範に及んでいる。さらに、動物実習に対する心構え、動物倫理の問題、実習器機取り扱い上

の注意事項と事故防止、防疫上の問題点、カルテの書き方なども詳細に説明されている。動物種は牛、馬、豚、犬および猫と広範に及び、それぞれの動物種に特有な内容が記述されている。

編集は全国16大学の繁殖学担当の教員で構成された獣医繁殖学教育協議会で、各担当者の総力を結集して作成されたものである。したがって、内容が豊富であるとともに、それらが簡潔にまとめられている。

本書は獣医学科の学生の実習に有用なだけでなく、繁殖に関連する畜産関係者にも役立つ実用的内容になっている。また、巻末付録としては繁殖学関連の各種データのほか、家畜改良増殖法、獣医畜産六法抜粋などの家畜の繁殖に関係する法律も掲載されている。

((社)畜産技術協会 森 純一)

バクテリオシン

岡本 隆史 (おかもと たかし)

畜産草地研究所 品質開発部

今日までに報告された抗生物質の数は4,000とも5,000ともいわれており、その構造、または生物活性の特性により群別されている。

バクテリオシンはペプチド性抗菌物質の一部と考えることができ、そのなかでもバクテリオシンは類縁の細菌に対して抗菌的に作用するタンパク質性物質と定義されている。大腸菌が生産するコリシンをはじめ、グラム陰性菌およびグラム陽性菌の両方にバクテリオシンを生産する細菌が広く認められている。

乳酸菌は、食品の腐敗防止や発酵食品中で安定したマイクロフローラの形成などに積極的に関与していることが知られている。このことは、乳酸菌が作る有機酸などの増殖阻害物質の効果だけではなく、乳酸菌が生産するきわめて特異的な構造を持つバクテリオシンの関与によることが近年明らかとなってきた。

乳酸菌が生産するバクテリオシンは、構造的特徴、感受性菌への増殖阻害作用の機序および遺伝子の解析によってクラスⅠからクラスⅣまでの4つのグループに分類されている。クラスⅠのグループは、特殊なアミノ酸残基および分子内に架橋した環状構造を持つ低分子ペプチドであり、分子内の架橋構造によりバクテリオシンの立体構造が安定化して高い耐熱性を有している。このグループの代表的なバクテリオシンとしてナイシンがある。クラスⅡのグループは、特殊な構造を持たない単純低分子ペプチドであるが、クラスⅠと同じく耐熱性を有する。クラスⅢのグループは熱抵抗性のない高分子タンパク質、クラスⅣのグループはタンパク質以外に糖質や脂質

などと複合体を形成しているバクテリオシンであるが、クラスⅢとⅣのグループのバクテリオシンは報告例が少ない。

乳酸菌のバクテリオシンの多くが耐熱性を有し、酸性域で安定であるなど食品加工において都合のよい性質を持つほか、多くのものがタンパク質分解酵素によって分解・失活するので安全性が高いと考えられている。これまでに抗菌力、抗菌スペクトル、物理化学的性質などの詳細な検討により、ナイシンが食品保存料として実用化されるに至っている。ナイシンは、チーズ、ハム、ソーセージ、缶詰などの腐敗細菌であるバチルス属の菌、クロストリジウム属の菌、ブドウ球菌の生育抑制に効果的であり、現在および世界50ヵ国以上で食品への添加が認められている(近々日本においても承認される見込み)。乳酸菌のバクテリオシンは、過度の加熱とか化学合成保存料に代わり、「長年にわたり食品としてまたは食品とともに食べてきた微生物、あるいはそれらが生産する物質を利用した保存法」(バイオプリザベーション)として実用面でも期待されている。さらに、プロバイオティクス(腸内微生物のバランスを改善することによって宿主に有益に働く微生物添加剤)という概念が広く注目されるような現在において、乳酸菌のバクテリオシンはその生体防御的役割にも着目されている。



インドにおける 乳生産とその消費

インドの国土は東端と西端および南端と北端のそれぞれの地域の気候あるいは地理的条件が正反対であるという特徴がある。東端が世界で最も多雨地域であるのに対し、西端は極端な乾燥地域である。また、北端は世界の最標高地であるのに対し、南端は海拔ゼロである。

インドには約2億頭の牛と約8千万頭の水牛があり、それぞれの乳生産量は、1996年で3,300万トンと3,200万トンである。このように水牛乳のウエイトが大きい。

インドでは2億5千万人へのぼる中層階級の所得が増加した結果、生乳や乳製品の需要が世界で最も急速に増加している。最近の約20年間における乳生産量

の年増加率は約5%である。そして1998年から1999年までの1年間の乳生産量は7,690万トンに達し、アメリカを抜いて世界一になっている。

1人当たり乳消費量は1979年から1980年の1年間は127gであったのが、1998から1999年の1年間には214gに増加している。爆発的な人口増加を考慮しても、これは大変な伸びである。

インドでは、酪農は畜産部門の生産額の6割強を占めている重要な部門である。さらに、乳牛の改良や飼養管理の改善を通じ、生産量は増加傾向にある。インドのGNPは年間5%以上成長しているが、酪農はこの成長に貢献している。

このように酪農の成長は著しいが、1頭あたりの年間泌乳量は低く、1997年において1,015kgである。世界最高であるアメリカの年間泌乳量7,688kgであり、これには速く及ばない。

インドの牛と水牛は、長い年月をかけて行なわれた選抜により、耐暑性、耐病性、飼料利用性に優れている。さらに、インドの多様な気候条件下での産乳能力の向上とその発揮が必要である。産乳能力向上のためには、選抜による優良種畜の作出はもとより、泌乳成績を記録し評価する体制作りが重要な課題である。
(家畜改良センター 海外協力課 古賀 政男)

表 ミルクの生産量と1人当たり消費量

年	生産量(百万トン)	1人当たり消費量(グラム)	年	生産量(百万トン)	1人当たり消費量(グラム)
1950-51	17.0	124	1990-91	53.9	176
1955-56	19.0	124	1991-92	55.7	178
1960-61	20.0	124	1992-93	58.0	182
1968-69	21.2	112	1993-94	60.6	187
1973-74	23.2	112	1994-95	63.8	194
1979-80	30.4	127	1995-96	66.2	197
1980-81	31.6	128	1996-97	69.1	202
1981-82	34.3	136	1997-98	70.8	204
1982-83	35.8	139	1998-99	76.9	214.28
1983-84	38.8	147	1999-00	80.6	219.85
1984-85	41.5	154	2000-01	84.5	225.57
1985-86	44.0	160	2001-02	88.6	231.44
1986-87	46.1	164	2002-03	92.8	237.46
1987-88	46.7	163	2003-04	97.3	243.64
1988-89	48.4	166	2004-05	101.9	249.98
1989-90	51.4	173	2005-06	106.9	256.49

資料：インド畜産統計

注1 1995-96～1997-98は速報値

注2 1998-99以降は目標値



平成14年肥育牛生産費調査の概要

1. 肥育牛（去勢若齢肥育）

1頭当たり生産費(副産物価額差引)は、対前年比2.8%増の74万6,394円となった。これに支払利子、支払地代（自己資本利子、自作地地代を含む）を加えた全算入生産費は、2.9%増の77万6,073円となった。これは、もと畜費や飼料費の増加などによる。

また、生産費の内訳を見ると、①物財費は、3.1%増の67万9,295円となった。②労働費は、2.2%減の8万3,232円となった。

一方、所得は和牛市場価格の大

幅な低下による粗収益の減少から、約6万7千円の赤字となった。

2. 乳用おす肥育牛

生産費は、7.3%増の33万9,874円となった。全算入生産費は、6.9%増の35万1,983円となった。これは、もと畜費や飼料費の増加などによる。

また、生産費の内訳を見ると、①物財費は、7.8%増の31万2,790円となった。②労働費は、0.6%増の3万4,230円となった。

一方、所得は乳用種市場価格の大幅な低下による粗収益の減少

から、約6万3千円の赤字となった。

3. 交雑種肥育牛

生産費は、2.0%増の43万533円となった。全算入生産費は、2.1%増の44万8,016円となった。これは、飼料費の増加などによる。

また、生産費の内訳を見ると、①物財費は、2.6%増の39万6,266円となった。②労働費は、1.9%減の4万2,275円となった。

一方、所得は交雑種市場価格の大幅な低下による粗収益の減少から、約1万8千円の赤字となった。

○肥育牛生体100kg当たり生産費

(単位：円)

区分		物 財 費					労働費	費用合計	生産費 (副産物 価額差引)	全算入生産費	
		畜費	飼	料 費		1頭当たり				生体100kg 当たり	
				流通 飼料費	牧草・放牧 ・採草費						
去勢若 齢肥育	14年	679,295	429,837	193,222	190,455	2,767	83,232	762,527	746,394	776,073	111,438
	13	658,627	415,671	187,526	184,483	3,043	85,074	743,701	725,778	754,423	110,001
乳用お す肥育	14年	312,790	100,621	176,829	175,617	1,212	34,230	347,020	339,874	351,983	46,613
	13	290,072	84,522	170,010	168,885	1,125	34,035	324,107	316,813	329,321	43,785
交雑種 肥育	14年	396,266	156,909	196,431	195,524	907	42,275	438,541	430,533	448,016	62,730
	13	386,164	158,782	185,460	184,596	864	43,082	429,246	421,999	438,770	61,788

○収益性

(単位：円)

区分	1頭当たり 粗収益	所 得		家族労働報酬		
		1頭当たり	1日当たり	1頭当たり	1日当たり	
		去勢若 齢肥育	14年	627,740	△66,899	—
13	732,500	59,466	8,669	43,257	6,306	—
乳用お す肥育	14年	255,368	△63,161	—	△70,609	—
	13	346,973	51,592	20,730	43,288	17,393
交雑種 肥育	14年	386,509	△18,341	—	△29,469	—
	13	495,585	101,034	33,208	90,311	29,683

○生産概況など

(単位：kg、月、時間)

区分		肥育牛1頭当たり			
		販売時 生体重	販売時 月 齢	肥育 期間	労働 時間
去勢若 齢肥育	14年	696.4	30.1	20.5	56.29
	13	685.8	29.7	20.2	57.27
乳用お す肥育	14年	758.4	22.6	15.6	21.39
	13	752.1	22.1	15.3	20.89
交雑種 肥育	14年	714.2	26.7	18.8	26.84
	13	710.1	26.5	18.5	26.68

資料：農林水産省「平成14年肥育牛(去勢若齢肥育)・乳用おす肥育牛・交雑種肥育牛生産費」

三重県畜産技術連盟

○モウ〜絶好調

松阪牛の東京食肉市場（東京都港区）における取引価格の高騰が続いており、平成14年9月9日には史上最高値のキロ当たり7,846円を記録しました。BSE発生以前の平成13年8月の平均2,691円の3倍の値であり、東京相場に合わせて地元の取引価格も上昇しました。これは松阪牛個体識別管理システムが順調に稼動し、消費者の安全に対する信頼度が高まったことが一因と考えられます。関係者は品薄になるのではないかとうれしい悲鳴を上げていると地元の新聞が報じていました。そこで、この松阪牛個体識別管理システムについて紹介します。

このシステムは、松阪牛の関係団体から委託を受けた㈱松阪食肉公社（社長：松阪市長）が管理をしています。平成14年8月19日から本格的に稼動し始め、ホームページ（http://www.mie_msk.co.jp/）でも情報公開しています。このシステムの目的は、松阪牛の生産地が自信を持って提供する松阪肉が間違いなく消費者の手に届くように一元的に管理され、また、消費者の目で牛や肥育農家などを確認できて、安心して松阪肉を食べていただけるようにすることです。

このシステムに登録の申し込みをして会員になった農家について、公社職員が牛舎での牛の確認（10桁耳標、鼻紋照合、牛面写真、農家写真、子牛登録証、導入確認書類、餌確認など）を行ない、その後、6ヵ月ごとに1回の中間確認をします。出荷の報告があると、松阪食肉公社と畜場で生体を確認します。これらの確認時に入力したデータに基づき、

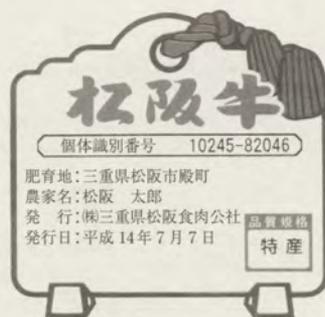
「松阪牛シール」と「松阪牛証明書」が発行されます。

データとしては、基礎的な個体情報（個体識別番号、性別、品種、生年月日などに加え、牛の写真、肥育日数、農家情報（農家写真、氏名、住所など）、飼料給与情報（飼料名、種類、原材料名など）が入力されています。これらの情報を店頭での松阪肉に添付される「松阪牛シール」の個体識別番号から検索することができます。

松阪牛シールは100枚単位（最低100枚、発行上限1200枚）で発行され、一枚50円です（このシールの購入は任意）。「松阪牛シール」を貼ってある牛肉はシールに示された個体番号と同一個体であることがDNA鑑定で確認できるように、出荷前に各牛からDNA検体（片耳、尾部毛根）を採取して保存してあります。

商いの基本は信用であり、高級ブランドとして全国民に認知されている「松阪牛ブランド」の信頼を裏切らないために、確実な情報発信を期しています。

（三重県家畜衛生グループ 片桐 誠二）



松阪牛シール

全国肉牛事業協同組合

1. 組合設立の背景

当組合は、「中小企業等協同組合法」に基づく事業協同組合として、平成元年3月に設立されました。当時、牛肉の輸入自由化を目前に控えるなかで、徹底した経営の合理化を進めつつ、肉牛飼養を拡大していこうとする意欲ある生産者が全国には数多く存在し、これらの畜産農家の組織化を図り、共同事業による諸活動を助長することによって、生産性向上と経営体質の改善を推進し、わが国の肉用牛生産の維持拡大の一翼を担うことを目的として設立されました。組合員は設立当初には150名でしたが、現在では約500名になっています。

2. 組合事業の概要

1) 共同購買・助成事業など：当組合の基幹事業は生産資材の共同購買事業であり、外国産肥育素牛（アングス種など）の導入斡旋、自家配原料の関税割当制度によるとうもろこし・政府操作飼料の大麦（丸粒・加工）の購入斡旋、牧草類などの購入斡旋、そして、最近では車輛類の斡旋も行っています。また、助成事業としては、組合が肥育素牛を購入し、組合員に預託する「素牛流通円滑化対策事業」が中核的事业となっており、本年度からは口蹄疫侵入阻止の重点対策として推進されている「国産稲わら等確保促進事業」にも取り組んでおります。

2) 特別委員会としての諸活動：当組合ではその時々の課題解決などに対処するための特別委員会を組織し、研修会の開催・先進牧場の視察などにより組合員の自己研鑽に努めて

おります。特に組合員は肥育コスト・肉質の両面から交雑種の飼養に極めて熱心であり、平成5年設立の「和牛F1特別委員会」は共進会の開催などを通じ、交雑種の肉質改善面で大きな成果を上げてきました。また、本年6月には、肥育経営の中に酪農部門を導入、ET技術の活用などにより良質肥育素牛を確保し、肥育経営の安定にも資することをねらいとする「乳肉複合経営専門委員会」が発足しました。このほか、外国産牛・和牛の各専門委員会も組織しています。

3. おわりに

BSE発生以降一年半が経過し、この間FAXなどによる情報提供量は膨大なものになりましたが、当初パニック状態にあった組合員に対し、国の対策などの情報を正確かつ迅速に提供していくことが如何に重要であるかを痛感しました。また、近年、組合員の世代交代が進みつつあることから、本年9月には青年部が誕生、組合活性化のためのこれからの活動に期待をしているところです。

厳しい生産環境の中にありながらも、低コスト、さらに、安全・安心な牛肉を如何に安定的に供給していくかが組合にとって大きな課題であると思っております。今後とも皆様のご指導・ご支援をよろしく申し上げます。

（常務理事 武内 敏男）



「フェアトレード」という考え方

私の住んでいるところは小さな町だが活気がある。地元資本のスーパーが何グループもあり、お互いに競争しながら、共存している。あるチェーン店は価格の安さを売り物にし、別のグループの店は高級食材を中心に据えている。全国展開をしているスーパーよりも、そのような地元資本によるスーパーのほうが人気があるように見受けられる。また、生産者の手による農産物直売場にも多くの消費者が訪れている。小さな町の農村地帯にある直売場なのに、休日はもちろん、平日でも9時の開店前には行列ができ、目当ての生産者の農産物を買っている。

店や商品を選ぶ基準は多様である。価格は選択基準として最も重要であるが、おいしさや新鮮さも必要である。最近の消費者ニーズは、安全性、生産者の顔が見える農産物、地産地消、減農薬、有機栽培、珍しい品種、機能的食品などであろうか。環境に優しい商品はエコマークを付けて、ひとつの売りになっているが、農産物ではあまりセールスポイントになっていないようだ。

ヨーロッパでは「フェアトレード」を謳うチェーン店が売り上げを伸ばしており、わが国でもフェアトレード団体が増加しているという。フェアトレードとは、貧しい国の生産者に正当な賃金を支払うことによって成立する「公正貿易」のことであり、現地の人々の雇用につながり、経済的な自立と貧困問題の改善を目指している。製作・栽培されたものを適正な価格で買い取ること、製品の注文は無理のない持続可能

な数量であること、生産者の生活環境、文化を壊さないこと、なども念頭においているようだ。その精神は共存共栄による多様性の維持といえる。

わが国の畜産物の流通においては、同じ品質のものであれば、環境や家畜に配慮して生産した畜産物も、生産効率を第一に生産したものと区別されることなく扱われる。最終産物が評価の全てであり、生産過程はあまり問題にされない。本来ならば、家畜の健康や環境への配慮が望ましいとわかっていても、生産物の価格へ反映されないとすると、一般流通にのせる生産者は進んで取り組むことができない。生協などの産直においてすら、価格面での締め付けが厳しいと聞く。

最近、有機畜産への関心が高まってきた。「有機」の基準にあったエサと飼い方をクリアし、「有機」の付加価値を付けることによって、高く売ることができる。有機畜産物がそうでないものに比べ、その成分や機能においてどれほどの違いがあるのかはこれからの課題であろう。しかし、それらに差がないとしても、あるべき姿を追求した生産物に対しては、消費者にも応分の負担をしてもらってよいのではないであろうか。ゼロサム社会で共存共栄するための社会モデルとして、フェアトレードの考え方は価値があると思う。そのような考え方を知ってもらうためには、畜産関係者からの情報発信が重要である。

(洋頭苦肉)



地方だより

神奈川県

○神奈川県食肉センター竣工：新たな食肉流通拠点として期待

平成14年10月6日に、多くの人々の期待を担った「神奈川県食肉センター」の竣工式が行われました。本食肉センターは同年3月に完成し、4月から稼動していました。今回、三つの食肉センターの統廃合により新たに整備されて、高度な衛生処理機能を備えた基幹的な食肉流通施設になりました。本食肉センターは東名高速の厚木ICの近くで、生産地と首都圏の消費地を結ぶのには恵まれた場所にあります。

家畜の搬入から食肉の搬出までの全工程で、コンピューターシステム導入による個体管理、汚染防止に効果のある解体ロボットや自動搬送システム、交差汚染防止のための作業ゾーンの区分などにより、品質管理と衛生管理を

徹底しています。施設は斬新な7階建てで、見学コースやセミナー室が設けられ、信頼される食肉流通の拠点として、また食肉文化の創造と情報発信の場として大きな期待が寄せられています。

(神奈川県畜産課 古性 亮彦)



新たな食肉拠点として期待される「神奈川県食肉センター」

高知県

○“よさこい高知国体”馬術競技大会開催!!

昨年秋に第57回国民体育大会、通称“よさこい高知国体”が開催された。今大会は国体史上初めての試みとして、三期に分散して開催された。9月の夏季大会に11競技（うち1競技は公開競技）、10月21日から24日まで陸上競技の単独開催、10月26日から31日まで馬術競技を含めた27競技が行なわれた。馬術競技大会では、畜産課、家畜保健衛生所、畜産試験場、地元町役場の職員など、延べ634名が馬事衛生業務に従事し、その運営には関係者から高い評価を得た。全国47都道府県から174頭の馬が参集して競い合った。本県の馬術競技の成績は総合5位で、これまでにない

好成績であった。今回の貴重な経験や技術のノウハウが次回開催にも生かされることを願っている。

(高知県畜産課 長崎 浩)



成年女子ダービー競技

協会だより

研究開発第1部

- 事業名：肉用牛資源活用体制整備事業：家畜用CTスキャン技術改良及び飼養管理手法開発事業
会議名：平成14年度「第1回家畜生体情報技術検討委員会」
日時：平成14年11月8日
場所：東京ガーデンパレス
出席者：浅利昌男（麻布大学）、桑原幹典（北海道大学）、田浦保穂（山口大学）、西村亮平（東京大学）、新山正隆・藤田和久・撫年浩（家畜改良センター）、松川正（畜産技術協会）、青井誠一郎（農林水産省）
内容：①平成14年度上半期の子牛撮影実証試験の結果、②頭部断面図撮影試験（平成14年9月10日実施）の結果（中間報告）および③今後の撮影試験計画について検討した。

海外技術交流部

- 事業名：国際防疫及び畜産技術協力推進事業
題名：家畜衛生部門カンボジア現地調査
日時：平成14年11月17日～27日
場所：カンボジア
出席者：安田侃也（畜産技術協会）、志村亀夫（農業技術研究機構）、鈴木清示（愛知県東三河家畜保健衛生所）、村上隆宏（岩手県盛岡家畜保健衛生所）
内容：カンボジアにおける畜産事情、家畜衛生に関する

- 現地調査を行なった。
○事業名：国際防疫及び畜産技術協力推進事業
題名：牛の護蹄技術マニュアル作成委員会（第2回）
日時：平成14年11月19日
場所：畜産技術協会会議室
出席者：緒方宗雄（畜産技術協会）、中川秀次、青木修（日本装締師会）、松田修一（家畜改良センター）

内容：発展途上国に効果的な技術移転が実現できるよう、牛の護蹄に関するマニュアル作成について打合せた。

- 事業名：畜産技術協力総合支援事業
題名：国別援助計画基礎資料作成委員会（第2回）

- 日時：平成14年11月28日
場所：畜産技術協会会議室
出席者：緒方宗雄（畜産技術協会）、鹿熊俊明（元茨城県畜産試験場長）、岩崎美佐子（元NGO日本国際ボランティア・カンボジア担当）、坪田邦夫（アジア生産性機構）、中島一平、青井誠一郎（農林水産省）

内容：我が国が畜産分野の援助計画を策定するにあたって必要とする基礎資料を作成するための検討会（第2回）を行なった。

- 事業名：国際防疫及び畜産技術協力推進事業
題名：生産・畜産環境・飼料部門ラオス国現地調査報告会
日時：平成14年12月3日
場所：ラオス
出席者：松川正（畜産技術協

- 会附属動物遺伝研究所）、仁熊益美（日本草地畜産種子協会）、岩元周二（畜産環境整備機構）、原田光久（家畜改良センター宮崎牧場）、加藤史子（畜産技術協会）、中島一平、青井誠一郎、三浦秀夫（農林水産省）
内容：平成14年10月20日～31日に実施した現地調査の帰国報告会を行なった。



《お知らせ》

畜産技術協会 自動搾乳システム実用化 平成14年度 中央専門家研修会の開催

わが国に適した自動搾乳（搾乳ロボット）システムの実用化と普及を促進するため、都道府県段階において自動搾乳システムの実用化を担う技術者（行政・試験研究・普及機関、団体等）および中央団体等の関係者を対象として研修会を開催します。

〈日 時〉平成15年3月25日（火曜日）14時～17時（13時開場）

〈会 場〉東京都文京区湯島3丁目6番1号 全国家電会館 5階講堂

〈開催テーマ〉「わが国に導入された自動搾乳（搾乳ロボット）システムの経営的評価と技術的問題点について」
座長：野附 巖氏（全国酪農業協同組合連合会 技術顧問）

〈内 容〉わが国の酪農経営における搾乳ロボットの経営・経済的評価を中心とした基調講演のほか、この事業による自動搾乳システム導入経営の経営経済的効果、ゆとり創出、技術的問題点等について報告し、総合討議を行ないます。

〈演題と講師〉1. 基調講演「わが国の酪農経営におけるロボット導入の経営経済的評価」

関澤 啓朗氏（農業技術研究機構 中央農業総合研究センター 畜産経営研究室長）

酪農経営におけるロボット導入の経営・経済的評価についての基本的な考え方について、この事業等での経営調査成績を交えて解説します。

2. 「北海道の酪農経営における自動搾乳システム導入効果」

須藤 純一氏（北海道酪農畜産協会 総括畜産コンサルタント）

この事業の施設整備により導入された2牧場の3年間の経営・経済的効果の調査成績を中心に、自動搾乳システム導入の効果と技術的問題点等を紹介し、併せて導入上の課題や支援体制についても触れます。

3. 「自動搾乳システムの導入が家族酪農経営にどのような“ゆとり”をもたらしたか」

辻村 幸子氏（西尾市酪農組合）

山田 誠範氏（愛知県畜産会 畜産コンサルタント）

この事業の施設整備で家族酪農経営に導入された自動搾乳システムが、この経営の主婦の“ゆとり”にどのような効果をもたらしたかについて紹介します。

4. 総合討議

〈参加受け付け〉2月末日までに各都道府県畜産主務課経由または畜産技術協会へ直接お申し込み下さい（出席予定者の所属、職名、氏名をFAXでお知らせください）。定員でメ切ります。

〈お申し込み、お問合せ等〉畜産技術協会 研究開発第1部 針生

電 話：03-3836-2301 F A X：03-3836-2302

お詫び：この研修会開催について畜技協第498号（平成14年11月27日付）で関係各方面にお送りした文書の開催日時について、平成15年3月25日（火曜日）とすべきところを、平成14年3月25日（火曜日）と過って記入いたしました。訂正すると共にお詫び申し上げます。

学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ

○平成14年度学会年次大会（日本産業動物
獣医学会・日本小動物獣医学会・日本獣医
公衆衛生学会）

日 時：平成15年2月7～9日
会 場：沖縄コンベンションセンター（宜野湾市）
連絡先：（社）日本獣医師会内三学会事務局
TEL:03-3475-1601 FAX:03-3475-1604

○めん羊技術者育成先進地域研修

日 時：平成15年2月16日～22日
会 場：小岩井農場（岩手県雫石町）
連絡先：（社）日本緬羊協会 羽鳥・八木
TEL:03-3831-3195 FAX:03-3831-3197

○第79回日本養豚学会大会

日 時：平成15年3月24日～25日
会 場：東京農工大学農学部（東京都府中市）
連絡先：日本養豚学会事務局 祐森・栗原
TEL:046-270-6586・6584
FAX:046-270-6585

○2003年度日本草地学会大会

日 時：平成14年3月24日～27日
会 場：農林水産技術会議事務局筑波事務所
共同利用施設及び文部科学省研究交
流センター
連絡先：畜産草地研究所内 2003年度日本草
地学会大会事務局
TEL:0298-38-8667 FAX:0298-38-8606
E-mail: jsgs2003@naro.affrc.go.jp

○日本畜産学会第101回大会

国土に根ざした循環型畜産の展開をめざして
日 時：平成15年3月27～29日
会 場：つくば国際会議場「エポカルつくば」・
文部科学省研究交流センター（つく
ば市）
連絡先：畜産草地研究所内 日本畜産学会
第101回大会 実行委員会事務局
TEL:0298-38-8600（代表）
FAX:0298-38-8606
E-mail: nittiku@naro.affrc.go.jp
ホームページ：
<http://nilgs.naro.affrc.go.jp/JSAS/>

シンポジウム：

I. 国際シンポジウム：クローン家畜とその
安全性

日 時：平成15年3月27日
会 場：つくば国際会議場「エポカルつくば」
連絡先：畜産草地研究所 家畜育種繁殖部
FAX:0298-38-8630
（社）畜産技術協会
FAX:03-3836-2302
E-mail: jlta@oregano.ocn.ne.jp

II. 第3回畜産環境国際シンポジウム

日 時：平成15年3月27日～28日
会 場：つくば国際会議場「エポカルつくば」
参加料：1,000円
連絡先：（財）畜産環境整備機構 シンポジウム係
TEL:03-3459-6300 FAX:03-3459-6315

III. 日本畜産学会・日本草地学会合同シンポ
ジウム

日 時：平成15年3月27日
会 場：文部科学省研究交流センター（つくば市）

IV. 第4回日中韓（CJK）畜産学協議会シン
ポジウム

日 時：平成15年3月27日
会 場：文部科学省研究交流センター（つくば市）

○第135回日本獣医学会学術集会

日 時：平成15年3月30日～4月1日
会 場：東京大学農学部
連絡先：（社）日本獣医学会
TEL&FAX:03-3379-0636
ホームページ：
<http://www.vma.u-tokyo.ac.jp/yakuri/135/>

○第44回日本哺乳動物卵子学会

日 時：平成15年5月17日～18日
会 場：都市センターホテル
連絡先：日本大学生物資源科学部
佐藤嘉兵
TEL:0466-84-3699

「畜産大賞」研究開発部門における 平成14年度最優秀賞・優秀賞の紹介

◆(社)中央畜産会では、平成10年度から13年度までの4カ年、日本中央競馬会の畜産振興事業として、(財)全国競馬・畜産振興会の助成を受けて基金を設け、我が国の畜産経営及び技術開発の各分野において全国の模範となる事例について表彰するとともに、これらの事例について情報提供等により普及啓発を行い、畜産全体のレベルアップを図ることを目的とした表彰事業を実施いたしました。

これに引き続いて、平成14年度からは、畜産経営及び畜産技術の向上等を図るための表彰等支援基金が造成され、畜産経営、指導支援、地域振興、研究開発の4部門から各部門毎の最優秀賞・優秀賞を選考するとともに、これら最優秀賞の中から畜産大賞の選考を行う畜産の経営・技術等向上推進のための表彰等支援事業が実施されることとなり、このうち、研究開発部門については、(社)畜産技術協会が、引き続き表彰事例の選考を受託して実施いたしております。過日実施された「中央全体審査委員会」において、各部門における最優秀賞及び優秀賞が選定されたので、このうち「研究開発部門」の受賞事例の概要についてご紹介いたします。

なお、同賞の業績発表・表彰式（主催：(社)中央畜産会）は、平成15年1月20日（月）13時30分（予定）に虎ノ門パストラル（東京都港区虎ノ門）で開催されます。

「畜産大賞」 研究開発部門

最優秀賞

エチレングリコールを使用した牛凍結胚の直接移植技術の
開発研究とその普及による胚移植の利用拡大

家畜改良センター胚移植研究グループ

優秀賞

中山間地における耕作放棄地の放牧利用技術に
関する総合研究

耕作放棄地の放牧利用技術開発チーム

最優秀賞

エチレングリコールを使用した牛凍結胚の直接移植技術の 開発研究とその普及による胚移植の利用拡大

家畜改良センター胚移植研究グループ

1. 技術開発の背景

我が国において、畜産物は安全・安心はもちろんのこと、さらに、高品質化が消費者の大きな関心事になっている。これに応えるにはその生産物の元である家畜の遺伝的能力の向上と優良家畜の増殖が重要である。牛の胚移植技術は雄側のみならず、雌側からの改良増殖も可能にする技術であるが、これを生産現場に広く普及・定着させるためには、簡易に移植に使用できる胚の凍結保存技術の確立が不可欠である。

従来、牛胚の凍結保存には主として1.4モルのグリセロールが凍結保護物質として広く用いられてきた。これは胚にグリセロールを低濃度から1.4モルの濃度まで段階的に添加したのち、プログラムフリーザーで冷却して凍結する方法であった。やがて、グリセロールを段階的に添加せず、一段階で最終濃度の1.4モルグリセロールを添加しても胚の生存性に影響しないことが明らかになり、グリセロール添加の簡易化が図られた。しかし、グリセロールを用いて凍結・融解した胚を等張液や子宮内に直接移すと、ほとんどの胚は浸透圧障害により生存性が損なわれてしまう。そのため、融解後、胚からグリセロールを段階的に希釈・除去しなければ移植に供することができない。凍結・融解胚からのグリセロールの希釈・除去操作は、実験室において顕

微鏡などの機械・器具や各種溶液を準備した上で、一旦ストローから胚を取り出して行わなければならなかった。そこで、凍結保存胚を広く生産現場で利用するためには、より移植が簡易に実施できる凍結方法の確立が必要であった。簡易に移植ができる方法として、1980年代にストロー内でショ糖を用いてグリセロールを希釈・除去する、いわゆるワンステップ・ストロー法が開発され、我が国においても積極的に移植試験が試みられた。しかし、希釈・除去操作が煩雑で熟練を要することから、期待したような受胎率を得ることができず、生産現場に広く普及するには至らなかった。そのため、より簡易な凍結方法の開発が求められた。その方法は、凍結精液と同様に農家の庭先で融解し、凍結保護物質を希釈・除去せず、受胎牛に直接移植できる凍結方法である。

2. 技術開発の概要

本研究グループは、最初に旧日高種畜牧場において凍結・融解後、凍結保護物質を希釈・除去しなくても、受胎牛に直接移植できる牛胚の凍結方法を検討した。凍結保護物質を希釈・除去しないで、融解胚を受胎牛に移植する直接移植法で重要なことは、子宮内に移植された胚が浸透圧障害によって生存性を損なわないような条件で胚を凍結することである。子宮内に移植された凍結・融解胚が受

ける浸透圧障害は、凍結保護物質が胚細胞から流出するより早く、水が胚細胞に流入して、胚細胞が過度に膨張するために起こると考えられる。このような浸透圧障害は、細胞膜透過性の低い凍結保護物質を用いて胚を凍結した場合に起こりやすいので、細胞膜透過性の低いグリセロールを用いて凍結した胚移植の受胎率は極めて低いことが確認されている。そのため、凍結胚を凍結保護物質の希釈・除去を行わずに直接移植する場合、細胞膜透過性の高い凍結保護物質を用いて凍結する必要がある。

エチレングリコールの哺乳動物胚の凍結保護物質としての有効性は1977年に京都大学グループが初めて明らかにした。また、エチレングリコールのマウス、ヒツジおよび牛胚への細胞膜透過性はグリセロールより高いことが報告されている。本研究グループは、エチレングリコールの牛胚への細胞膜透過性の高いことに注目して、直接移植法におけるエチレングリコールの凍結保護物質としての有効性について検討した。

1) 牛凍結胚の直接移植法におけるエチレングリコールの有効性の検討

1990年3月、1.8モルエチレングリコールを凍結保護物質に用いて、供胚牛より回収した胚を凍結・融解したのち、エチレングリコールを希釈・除去せず受胚牛に移植する試験を行った。その結果、受胚牛23頭に移植して16頭(69.6%)で受胎に成功した(表1)。そして、同年11月にはエチレングリコールを用いた直接移植法による、最初の産子を得ることに成功し、エチレングリコールが直接移植法の凍結保護物質として有効であることを確認した。これらの研究成果は、1991年の第84回日本畜産学会大会において、エチレングリコールが直接移植法の凍結保護物質として有

表1 凍害防止剤を希釈・除去せず直接移植したウシ凍結・融解胚の受胎成績

項目	凍害防止剤 ^a		
	EG	EG+SUC	GLY+SUC
液体窒素への投入温度			
-25℃	71.4 (5/7) ^b	50.0 (7/14)	60.0 (15/25)
-30℃	68.2 (15/22)	54.5 (6/11)	—
受胎率	69.0 (20/29)	52.0 (13/25)	60.0 (15/25)

^a EG: 1.8M エチレングリコール, EG+SUC: 1.8M エチレングリコール+0.25M ショ糖, GLY+SUC: 1.4M グリセロール+0.25M ショ糖

^b 受胎率(受胎頭数/移植頭数)

効であることを世界に先駆けて発表した。

さらに、エチレングリコール濃度が直接移植後の受胎率に及ぼす影響について、1.0、1.5、1.8および2.0モルのエチレングリコールを用いて移植試験を行って検討した。その結果、牛の体内受精胚の凍結におけるエチレングリコールの至適濃度は1.5~1.8モルの間にあることが明らかになった。

2) エチレングリコールで凍結した牛胚の等張液を用いた一段階希釈法の検討

生産現場において凍結胚を直接移植する場合には、胚の生死を確認しないで移植するので、受胎率低下の心配がある。そこで、エチレングリコールを用いて凍結した胚の直接移植後の受胎率を体外培養により予測するには、融解胚を等張液(保存液)に直接浸漬して、エチレングリコールを一段階で希釈する必要がある。最近、実験室レベルではエチレングリコールを用いて凍結・融解した胚を等張液に直接浸漬して、一段階希釈する方法が多用されるようになってきた。しかし、生産現場で保存液を用いてエチレングリコールを一段階希釈する場合、希釈時の温度や希釈に用いる保存液の量などの条件が一定しない可能性があり、その条件によっては生存性が損なわれる危険性がある。そこで、本研究グループは1.8モルエチレングリコールを用いて凍結した胚の一段階希釈法の条件について検討した。その結果、希釈に用いる保存液

表2 1.8Mエチレングリコールで凍結したウシ胚の一段階希釈における希釈温度が生存率に及ぼす影響

希釈・除去方法	温度(°C)	胚の品質		
		優および良	可	合計
一段階希釈	22	7/27 (25.9) ^{ab}	5/19 (26.3)	12/46 (26.1) ^b
	38.5	14/21 (66.7) ^c	8/23 (34.8)	22/44 (50.0) ^c
3段階希釈	22	17/29 (58.6) ^c	5/15 (33.3)	22/44 (50.0) ^c

^a 生存胚数/凍結胚数

^{bc} 異符号間に有意差あり (P<0.05)

(20%子牛血清を添加した修正ダルベッコリン酸緩衝液)の温度が高い場合(38.5°C)の生存率は、温度が低い場合(22°C)に比べて有意に高く、希釈温度が生存率に影響することが明らかになった(表2)。また、希釈時の保存液の量(希釈倍率:6~51倍)は、生存率に影響しないことも明らかになった。これらの結果より、1.8モルエチレングリコールで凍結した胚を38.5°Cに加温した保存液に直接浸漬してエチレングリコールを希釈・除去したのちに体外培養を行えば、直接移植後の受胎率を予測できることが示された。

3) 体外受精由来胚の直接移植が可能な凍結方法の検討

体外受精由来胚は体内受精由来胚に比べて耐凍性が低いので、凍結・融解した体外受精由来胚の受胎率は体内受精由来胚に比べ低くなっている。したがって、体外受精胚の凍結・融解後の生存率向上には、培養液の組成および凍結条件の検討が必要である。本研究グループは、リノール酸アルブミンを添加した培養液を用いて発育した体外受精由来胚は凍結・融解後の生存率が高いことを明らかにした。さらに、体外受精由来胚に直接移植法を応用するため、1.5および1.8モルエチレングリコールに0.1モルショ糖を添加して、その効果を検討した。これらの凍結保護物質を用いて凍結・融解した胚を保存液に直接浸漬して、凍結保護物質の希釈・除去を行い、体外培養して生存性を比較した。その結果、

表3 エチレングリコールおよびショ糖を用いて凍結・融解した体外受精由来胚の生存率

凍害防止剤	凍結胚数	生存胚数(%)	脱出胚盤胞(%)
1.5M EG	59	43 (72.9) ^b	32 (54.2) ^d
1.5M EG+0.1M SUC	51	47 (92.2) ^a	39 (76.5) ^c
1.8M EG	50	33 (66.0) ^b	24 (48.0) ^d
1.8M EG+0.1M SUC	50	44 (88.0) ^a	43 (86.0) ^c

EG:エチレングリコール, SUC:ショ糖

a,b ; c,d : P<0.05

0.1モルショ糖を添加した1.5および1.8モルのエチレングリコールを用いて凍結・融解した胚の生存率は、エチレングリコール単独の場合に比べて有意に高かった。また、0.1モルショ糖を添加した1.5および1.8モルの生存率の間に差が認められなかった(表3)。さらに、0.1モルショ糖を添加した1.5モルエチレングリコールを用いて、凍結した体外受精由来胚を受胎牛に直接移植した結果、58.8%(10/17)の受胎率が得られ、新鮮胚(1または2個)移植時の受胎成績60.9%(14/23)と同等であった。これらの結果から、体外受精由来胚を凍結して直接移植する場合の凍結保護物質として、0.1モルショ糖を添加した1.5~1.8モルエチレングリコールが有効であることが確認された。

3. 開発技術の普及活動

エチレングリコールを用いた直接移植法は、本研究グループが指導的役割を果たして実施された、農水省畜産局(現畜産部)の受精卵移植等実用化確立事業「凍結・融解技術の簡易化・安定化共同試験」の中で11道府県(北海道、秋田県、埼玉県、福井県、富山県、愛知県、京都府、兵庫県、岡山県、熊本県および鹿児島県)の移植の大規模な野外試験によって有効性が確認された。

この移植試験の中では、1.8モルエチレングリコールおよび1.6モルプロピレングリコールを用いた直接移植法と1.4モルグリセロ

ールを用いた段階的希釈法およびシヨ糖を用いたストロー内希釈法（ワンステップ・ストロー法）の受胎率および受胎率に影響を及ぼ

表4 プロピレングリコール、エチレングリコールおよびグリセリンを用いて凍結したウシ胚の移植における受胎率(%)の最小自乗平均値および標準誤差

要因	有意水準	移植頭数 (受胎頭数)	最小自乗 平均値	標準誤差
全体平均		1273 (545)	33.3	2.39
凍害防止剤 ^a	P<0.05			
プロピレングリコール		400 (144)	27.2 ^b	3.09
エチレングリコール		418 (187)	34.5 ^a	3.14
グリセリン-I		177 (86)	33.5 ^{ab}	4.52
グリセリン-II		278 (128)	37.7 ^a	3.80
地域	P<0.0001			
A		324 (137)	34.8 ^{bc}	3.78
B		228 (112)	42.8 ^{ab}	4.05
C		298 (164)	46.7 ^a	3.89
D		194 (50)	10.4 ^d	4.59
E		229 (82)	31.6 ^{cd}	4.00
発育ステージ	P<0.001			
後期桑実胚		278 (131)	40.8 ^a	3.42
初期胚盤胞		377 (187)	38.8 ^a	3.15
胚盤胞		425 (160)	28.3 ^b	3.08
拡張胚盤胞		425 (160)	25.1 ^b	4.28
産歴	P<0.0001			
未経産		791 (355)	46.2 ^a	2.14
初産		207 (83)	33.6 ^b	3.72
2産		139 (47)	23.8 ^b	4.47
3産以上		136 (60)	29.4 ^b	4.60
黄体の形態	P<0.01			
優		477 (219)	36.3 ^a	2.73
良		509 (222)	36.9 ^a	2.53
可		176 (50)	22.8 ^b	4.15
不良		111 (54)	36.9 ^a	5.78

a, b, c, d 異符号間で有意差あり (P<0.05)

^aプロピレングリコールおよびエチレングリコールは直接移植、グリセリン-Iは段階的希釈・除去、グリセリン-IIはストロー内希釈

表5 プロピレングリコール、エチレングリコールおよびグリセリンを用いて凍結したウシ胚の移植における分娩成績

凍結保護物質	受胎頭数	流産頭数 (%) ^b	転売		正常 子牛頭数 (%) ^d
			および 死亡頭数	(%) ^c	
PG	144	14 (9.7)	1	2 (1.6)	127 (88.8)
EG	187	18 (9.6)	3	5 (3.0)	161 (87.5)
GLY-I	86	11 (12.8)	1	2 (2.7)	72 (84.7)
GLY-II	128	17 (13.3)	2	3 (2.8)	106 (84.1)

^aPG: プロピレングリコール, EG: エチレングリコール, GLY-I: グリセリンの段階的希釈・除去, GLY-II: グリセリンのストロー内希釈

^b流産頭数/受胎頭数

^c死産頭数/(受胎頭数-流産頭数-転売および死亡頭数)

^d正常子牛頭数/(受胎頭数-転売および死亡頭数)

す要因について検討した。合計1,273頭の移植を行い、545頭 (42.8%) が受胎した。方法別の受胎率は、エチレングリコールが42.6% (373/876)、プロピレングリコールが38.8% (207/533)、グリセロールの段階希釈法が48.6% (86/177) およびグリセロールのストロー内希釈法が46.0% (128/278) であった。1.8モルエチレングリコールを用いた直接移植法の受胎率は、グリセロールを用いた段階希釈法およびシヨ糖を用いたストロー内希釈法とは差がなく、プロピレングリコールよりは高いことが示された (表4)。また、流産率および死産率に方法間の差はなく、奇形などの異常な子牛の分娩は見られなかった (表5)。これらの結果から、エチレングリコールを用いた直接移植法の受胎率はグリセロールを用いた従来法と差がなく、野外における実用性が高いことが明らかになった。

4. 開発技術の学術的評価

本研究グループの研究は、それまで牛胚の凍結保護物質としてほとんど利用されていなかったエチレングリコールに着目した。エチレングリコールを用いて牛胚を凍結・融解し、受胎牛に直接移植すると良好な受胎率が得られることを明らかにした点に大きな意義がある。これらの研究成果は Animal Reproduction Scienceをはじめ、国内外の学術雑誌、学会に公表されており、学術的に高い評価を受けている。

5. 開発技術の産業への貢献

本研究グループは、それまで融解後、凍結保護物質の希釈・除去などの熟練技術と煩雑な操作を必要としていた凍結胚移植を人工授精と同様に農家の庭先で簡単、かつ容易に移植できる技術を確立・実証した。この開発さ



写真1 酪農家での胚回収風景
高能力牛に過剰排卵誘起処理を行ない胚を回収する

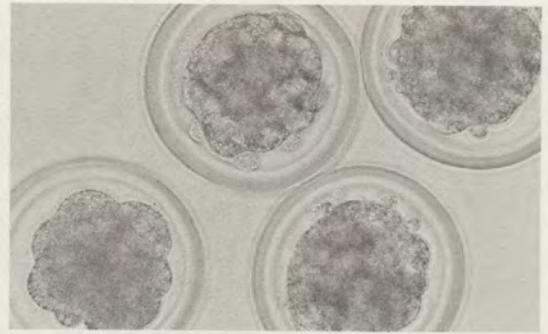


写真4 発情後7日目に回収された胚
凍結可能な高品質胚



写真2 胚の検索、凍結処理
回収液から胚を探し出し、品質判定し凍結処理を行なう

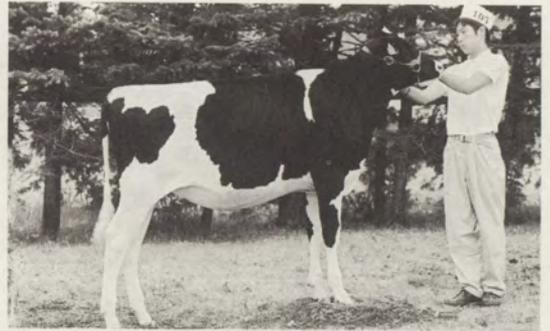


写真5 直接移植法により誕生した雄牛

(北海道江別市中田和孝氏所有) エチレングリコールを用いて凍結した胚を直接移植して誕生したホルスタイン種の育成牛。2002年北海道総合畜産共進会ジュニアカーフ1等賞1席受賞。



写真3 胚移植の風景：直接移植による凍結胚の移植は、人工授精と同じように融解後、直ちに移植する

れた直接移植法は、凍結胚の融解に必要な専用施設、機械・器具、試薬を必要しないことから、その整備・準備にかかるコストおよび人件費の大幅な低減が可能になった。また、本研究グループの指導・普及活動により、受胎牛の頭数が少なく凍結胚の占める割合が大きくならざるを得ない我が国において、エチ

レングリコールを用いた凍結胚の直接移植法は広く普及し、生産現場における胚移植技術の利用拡大に大きく寄与した。

発表論文

(学術雑誌)

1. 堂地 修, 今井 敬, 高倉宏輔: ウシ凍結胚の Direct Transfer法による移植, 北海道牛受精卵移植研究会報, 10, 45-49 (1991)
2. Dochi, O., K.Imai and H.Takakura: Birth of calves after direct transfer of thawed bovine embryos stored frozen in ethylene glycol, Anim. Reprod. Sci., 38, 179-185 (1995)
3. Dochi,O., Y.Yamamoto, H.Saga, N.Yoshiba, N.Kano, J.Maeda, K.Miyata, A.Yamauchi, K.Tominaga,

- Y.Oda, T. Nakashima and S.Inohae : Direct transfer of bovine embryos frozen-thawed in the presence of propylene glycol or ethylene glycol under on-farm conditions in an integrated embryo transfer program, *Theriogenology*, 49, 1051-1058 (1998)
4. 堂地 修, 今井 敬 : ウシ凍結胚の直接移植法, *日本胚移植学雑誌*, 21, 28-34 (1999)
 5. Dochi,O., K.Imai, Y.Goto, I.Shimohira : Effect of one-step dilution procedures on the viability of bovine embryos frozen-thawed in ethylene glycol, *Rakuno Gakuen Univ.*, 25, 53-58 (2000)
 6. 堂地 修, 今井 敬 : リノール酸アルブミンがウシ体外受精由来切断分離胚の凍結・融解後の生存性に及ぼす影響, *Rakuno Gakuen Univ.*, 26, 51-56 (2001)
- (一般雑誌)
1. 堂地 修 : 牛凍結胚のダイレクトトランスファー法, *家畜人工授精*, 53, 28-33 (1992)
 2. 堂地 修 : ウシ受精卵の凍結(超低温)保存技術(Ⅲ), *畜産技術*, 440, 19-23 (1992)
 3. 堂地 修, 山本裕介, 嵯峨久光, 吉羽宣明, 加納直人, 前田淳一, 宮田幸路, 山内 昭, 富永敬一郎, 小田頼政, 中島達彦, 猪八重悟 : ダイレクト・トランスファー法によるウシ凍結胚の移植試験, *畜産技術*, 497, 2-11 (1996)
 4. 堂地 修 : 牛胚の凍結保存, *家畜人工授精師講習会テキスト(家畜受精卵移植編)第V章2*, 181-202 (1996)
- (学会・研究会)
1. 堂地 修, 今井 敬, 高倉宏輔 : Ethylene glycolを用いて凍結したウシ胚のDirect Transfer法による移植, 第84回日本畜産学会大会講演要旨, P61 (1991)
 2. Kocoski, L.J., O.Douchi, H.Chan, A.B.del So, K.Ali Shah, R.R.Velasquez, L.E.Sapalli, K. Popovski : The effect of different cryopreservation method on the survival in bovine embryos, *Proc. 7th Sci. Meeting Europ. Embryo Transfer Association*, p154 (1991)
 3. 堂地 修, 下平乙夫, 佐藤淳子, 岡田真人, 後藤裕司, 今井 敬 : Ethylene glycolを用いて凍結したウシ胚のPBSへの直接投入後の生存性, 第80回家畜繁殖学会大会, P59 (1991)
 4. 宮田幸路, 堂地 修, 久生正邦, 下平乙夫, 岡田真人, 後藤裕司, 今井 敬, 奥地弘明, 富澤宗高 : Ethylene glycol及びPropanediolを用いたウシ胚凍結における冷却速度の検討, 第7回東日本家畜受精卵移植技術研究会大会, 70-71 (1992)
 5. 堂地 修, 古関次夫, 渡邊一博, 安田幸治, 下平乙夫 : ウシ胚のDirect Transfer法におけるEthylene glycol濃度の検討, 第86回日本畜産学会大会, P40 (1992)
 6. 堂地 修, 斉藤政宏, 後藤裕司, 岡田真人, 今井 敬, 奥地弘明, 富澤宗高, 下平乙夫 : Ethylene glycolを用いて凍結したウシ胚の希釈除去方法が生存率に及ぼす影響, 第82回家畜繁殖学会大会, P52 (1992)
 7. 堂地 修, 斉藤政宏, 奥地弘明, 富沢宗高, 今井 敬, 後藤裕司, 下平乙夫 : エチレングリコールを用いて凍結したウシ胚のPBSへの直接投入時の温度が生存性に及ぼす影響, 第84回家畜繁殖学会大会, P60 (1993)
 8. 堂地 修 : 牛凍結胚の直接移植法の概要と現状, 第9回東日本家畜受精卵移植技術研究会大会(シンポジウム : 牛凍結胚の直接移植法), P8-9 (1994)
 9. 今井 敬, 富澤宗高, 小林修司, 的場理子, 後藤裕司, 下平乙夫, 奥地弘明, 堂地 修 : リノール酸アルブミン添加がウシ体外受精由来胚盤胞の耐凍性に与える影響, 第10回東日本家畜受精卵移植技術研究会大会, p41-42 (1995)
 10. 今井 敬, 富沢宗高, 的場理子, 小林修司, 後藤裕司, 奥地弘明, 堂地 修, 下平乙夫 : ウシ

体外受精胚の発生及び耐凍性に及ぼす各種添加物質の影響, 第36回哺乳動物卵子学会大会, pS36 (1995)

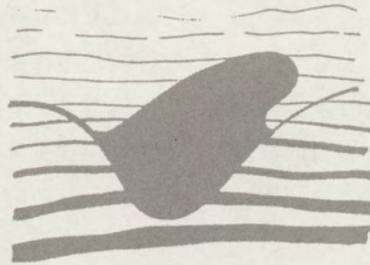
11. 今井 敬, 小林修司, 後藤裕司, 堂地 修, 宮澤 彰, 高橋博人: 培養液及び凍結保存液へのリノール酸アルブミン添加がウシ体外受精胚の凍結融解後の生存性に及ぼす影響, 第91回日本畜産学会大会, P237 (1996)

12. Imai, K., S.Kobayashi, Y.Goto, O.Dochi, and I.Shimohira: Cryopreservation of bovine embryos obtained by in-vitro culture of IVM-IVF oocytes in the presence of linoleic acid

albumin, Theriogenology (1997 International embryo transfer society annual meeting), 47, p347 (1997)

13. 堂地 修: ウシ凍結胚の直接移植法, 第5回日本胚移植研究会および第17回北海道牛受精卵移植研究会合同大会 (シンポジウム: 受精卵移植の現状と将来展望), p13-15 (1998)

- ・家畜改良センター胚移植研究グループ (代表: 堂地 修、現酪農学園大学) 今井 敬、的場理子、後藤裕司、高倉宏輔、下平乙夫、小島敏之、齊藤則夫



中山間地域における耕作放棄地の放牧利用技術に関する総合研究

耕作放棄地の放牧利用技術開発チーム

1. 技術開発の背景と目的

我が国の耕作放棄地は平成12年度には約21万haであり、耕地面積の5.1%にも及んでいる。これまでの5年間に耕作放棄地は約30%も増加し、今後も中山間地域を中心に増加するとみこまれている。こうした地域では高齢化が進み土地の管理が困難になりつつあり、また、地形が悪く、土地区画も狭いことから土地の集積が困難である。そして、耕作放棄地から既耕地へ雑草や病害虫が拡散したり、野生鳥獣が侵入したりする被害が出ている。さらに、農地景観の破壊による集落共同体への圧迫感などの問題も生じている。そして、耕作放棄地のさらなる拡大によって、集落の放棄などの社会問題へ発展することも懸念される。このような悪循環を断ち切り、農地を保全するためには、耕作放棄地の省力的な活用が重要である。肉用牛の放牧は広い範囲の耕作放棄地を省力的に活用でき、しかも、飼料自給率の向上にも寄与できるので、畜産の拡大と耕作放棄地対策の両面で有力な手段になり、その推進のための技術開発が求められている。

東日本では、中山間地域を中心に小規模な水田や桑園の放棄地がある。高齢化のため経営をやめる繁殖農家もある一方で、経営拡大を望む農家でも、土地集積のための有効手段がない状況であり、その対策が望まれている。

西日本では、中国中山間地域などに多い棚

田の耕作放棄地における法面崩壊の防護、温暖地域で維持年限が短い寒地型牧草の代替としての暖地型牧草の導入などが必要な状況である。

このように、東日本と西日本の中山間地域では、気象や地形をはじめ、放牧に関する種々の条件が異なっていることから、本研究は東日本グループと西日本グループに分かれて、両グループが連携を取りながら推進した。

2. 技術開発の概要

1) 東日本グループの取り組み

東日本では、中山間地域を中心に20aから60aの小区画の水田や桑園の耕作放棄地を対象として試験を進めた。そこで、これらの耕作放棄地に寒地型牧草を植えて小規模の放牧地にして、各放牧地間の移牧を頻繁に繰り返す「小規模移動放牧」の技術を開発した。そして、移牧時に1人でも牛の捕獲と移動を容易に行なうための家畜運搬車と牛を長期間にわたって放牧地で養うための補助飼料を給与する移動給餌車を開発した。また、耕作放棄地の水系の管理を基本として、地形を修復して法面を保護する技術を開発した。さらに、高張力鋼と電気牧柵を活用した脱柵防止技術、給水・給塩設備の低コスト化技術も開発した。これらの技術をもちいて、中山間地域の耕作放棄地における放牧牛においても、舎飼の飼養牛と同等の子牛生産が可能なことを実証し、これらの成果に基づいてマニュアルを作成した。

(1) 小規模移動放牧の概念：多くの耕作放棄された水田や畑地、休耕田、休耕畑は傾斜が強かったり、地形が悪かったり、あるいは区画が狭いなどの不利な条件のところである。このようなところは、規模の拡大や土地の集積が難しいので、小区画の圃場として分散している。畜産に利用する場合においても、平場に比べると圧倒的に不利であるが、これを解消する方法の一つに放牧がある。すなわち、小区画で分散しているそれぞれの土地に家畜を移動しながら放牧して、土地を有効利用する「小規模移動放牧」である(図1)。未利用な林地や休耕田、荒廃畑地なども「小規模移動放牧」の対象地にできる。労力をかけずに「小規模移動放牧」を行なうには、家畜を集めたり、移動したりすることができる家畜運搬車が必要である。また、家畜の移動先の放牧地に適合できるようなフレキシブルな放牧用機材なども必要である。

(2) 家畜運搬車や給餌車などの開発：分散している小区画の放牧地間で家畜を移動するための家畜運搬車を作製した(図2、3)。これは小型トラクタで牽引でき、荷台外側には折りたたみ式の柵が仮設されている。この仮設柵と放牧地にある外柵や電牧線を組み合わせて誘導柵にできる。これをもちいると一人でも集畜と運搬ができる。家畜運搬車の荷台にベニヤ板を張ると子牛も積むことができ、また、発情牛を種付け場所まで運ぶ時にも利用できる。

放牧のみでは、牧草の生産量を家畜の飼料要求量にあわせることは困難である。そこで、飼料量の不足分を調整するための補助飼料を機動的に給与するための給餌車を開発した(図4)。

なお、「小規模移動放牧」には電気柵や給水設備が必要であるが、放牧場所などの状況

により、簡易施設あるいは恒久施設を設けた。

(3) 小規模移動方式の実証試験：長野県御代

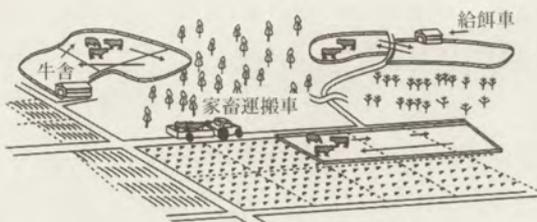


図1 小規模移動放牧のイメージ
牛舎周辺の放牧地の他に、雑木林、荒廃地、転作田などの未利用地も利用し、数頭ずつ移動しながら放牧する。

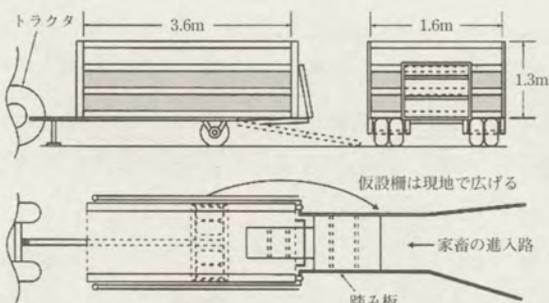


図2 放牧農家用家畜運搬車

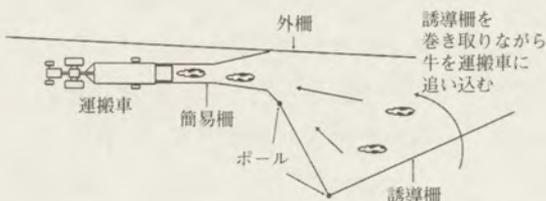


図3 家畜運搬車を用いた捕獲作業の進め方
牛を直接捕まえることなく一人で追い込むことができる。



図4 開発した移動式給餌車

田町（標高900～950m）の水田、野菜畑および樹園地の放棄地において「小規模移動放牧」の実証試験を行なった。6頭（全期間継続は4頭）の黒毛和種の繁殖牛を5月上旬から11月上旬まで放牧した。仔牛が無看護分娩で生まれ、母牛とともに放牧を行なったところ、雄子牛が $0.9\text{kg}/\text{日}$ 、雌子牛が $0.7\text{kg}/\text{日}$ の高い増体量を示した。

2) 西日本グループの取り組み

棚田の耕作放棄地における崩れた法面を張りシバ法で修復する技術や泥濘化防止技術を開発するとともに、簡易電気牧柵の導入を行なった。また、放牧により耕作放棄地の野草が急激に減少して牧養力が低下するのを防ぐために、放牧しながら暖地型牧草を生育させる牧草地造成法を開発した。そして、暖地型牧草地と野草地を組み合わせた放牧地利用技術を開発した。これらの技術の導入により、肉用牛経営の改善、飼料自給率の向上および農用地の活用を図ることができた。

(1) 棚田放牧地の法面崩壊防止技術：棚田の耕作放棄地を放牧地に転用した時に、法面崩壊と泥濘化が問題となる。これには牧柵の設置場所、過放牧および排水不良が関係している（図5）。すなわち、法面の法縁に牧柵を設置すると、牛は牧柵から首を出して柵外の野草を採食する際に、蹄で法面を崩す（牧柵の設置場所）。また、単位面積当たりの放牧頭数が多いと、法面を歩行する回数が多くなるので法面が崩れる（過放牧）。飲水器からあふれた水が棚田に流れ込んで滞水し、泥濘化を起し、田面の可食草量が不足すると、法面で牛が野草を採食する回数が増し、蹄によって法面が崩される（排水不良）。

そこで、法面崩壊と泥濘化の対策技術を開発するために、鳥根県大田市内の法面が崩れて泥濘化した棚田放牧地（図6、7）で、法面

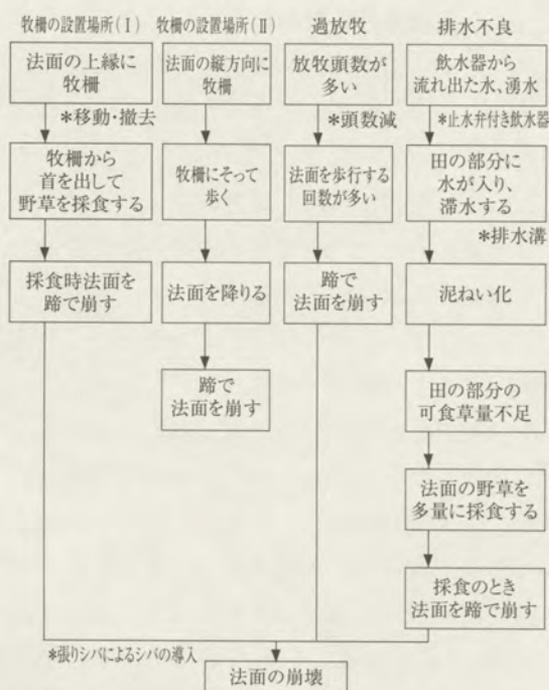


図5 放牧牛が棚田放牧地の法面を崩す要因と対策（*は対策）



図6 牧柵を法面の法縁に設置したために牛によって崩され裸地化した



図7 飲水器があふれた水が泥濘化を引き起こしていた

のシバ草地化と乾田化の試験を行なった。先ず、法面上縁の内柵を撤去し、放牧頭数を6頭/haから3頭/haに減じた。さらに、裸地化法面に接着力のある牛糞で崩壊防止効果の高い市販シバ苗を直接貼りつけた。その結果、



図8 法面に牛糞（接着力が強い）を利用してシバ苗を貼り付けた



図9 法面に貼り付けたシバ苗からランナーが伸び始め、シバが優先する植生になった



図10 止水弁付飲水器に変えて泥浄化を防ぎ乾田化した

次年度にはシバのランナーが伸びて法面の植生はシバが優占した（強力張りシバ法、図8、9）。また、飲水器を水があふれ出ないような止水弁付きに交換したことにより、乾田化に成功した（図10）。

(2) 放牧条件下における暖地型牧草地の不耕起造成：一般的な耕作放棄地では、ススキが繁茂しているが、放牧を行なうと衰退する。そして、放牧を4~5年行なうと、放牧地からの野草の乾物生産量は放牧開始時の約6割に減少する（表1）。そこで、放牧地の牧養力を高めるために、牧草の導入が必要になる。中国地方の低標高の中山間地域では、温暖化の影響もあり、寒地型牧草の維持年限が非常に短く、寒地型牧草にとっては適地ではなくなってきている。また、農家は牧草地造成に費やす労力や時間が無い。そこで、播種直後から放牧を行ない、牧草地の掃除刈りなしに、暖地型牧草地を造成する技術を開発した。

島根県大田市のススキが株化して、その株間が裸地化した土地を試験地とした。そこに、センチピードグラスとバヒアグラスを不耕起播種し、播種後直ちに放牧した。掃除刈りと禁牧は行なわなかったが、造成2年目には両草種ともに草地化ができた。両草種における乾物収量は野草よりはるかに多く（表2）、

表1 A放牧地の野草生産量の経年変化

草種	利用2年目	3年目	4年目	5年目
ススキ	193	156	41	28
イネ科野草	80	176	112	157
その他	60	85	21	57
合計野草生産量	332	416	174	241

注) イネ科野草はススキを除くイネ科の野草

表2 暖地型牧草地の乾物生産量 (kg/10a・年)

牧草地	暖地型牧草	野草	合計
センチピードグラス	902.4	28.7	931.1
バヒアグラス	818.4	99.4	917.8

注) 施肥量：窒素-磷酸-加里：10-10-6.6kg/10a/年

粗蛋白質量とリン含有率はススキより高かった。この省力的な牧草地造成法による暖地型牧草地と野草地を組み合わせた放牧地では、牧養力が維持でき、さらに牧養力を向上させることも可能であった。

(3) 放牧導入の経営経済的効果：繁殖牛5頭を周年にわたって舎飼していた農家を対象に放牧導入の経営経済的効果を調査した。繁殖牛5頭を150 aの放牧地に約5ヵ月間放牧した時の飼養に関する1頭あたりの作業時間は、舎飼時に400時間であったのが、放牧時には229時間に減少した。家畜生産に係わる1頭あたりの費用も、放牧により約26千円が節減された。飼料自給率も舎飼時に69.8%であったが、放牧時には75.2%に向上した。このように、放牧の導入により、肉用牛経営が改善し、飼料自給率も向上することが示された。これは中山間地域の農用地を放牧に利用した場合の土地純収益は、稲作の場合より高いことを示していた。

3. 技術開発の学術的評価

「小規模移動放牧」に関する技術開発では他の学問分野の知識・技術も取り入れて、総合的に行なわれ、家畜運搬車や給餌車などを開発し、耕作放棄地における実用的な放牧に結びつけたことが高く評価され、マニュアルとしても公表されている。

棚田放牧地の法面崩壊の原因と対策の研究はこれまでに報告されていなかった。今回の研究成果である法面の崩壊防止技術は高く評価され、近畿中国地域における新技術第34号(1999年)に選ばれ、さらに、島根型放牧の手引き(島根県農林水産部畜産振興課)にも採用されている。そして、今後の中山間地域の棚田や段畑の保全的放牧利用の指針となるものである。

中国中山間地域を対象とした放牧条件下における暖地型牧草地の不耕起造成法に関しては極めて僅かな研究しかなかった。本研究の成果である暖地型牧草地の造成技術は高く評価され、この技術を用いた草地造成は島根県隠岐島においてすでに取り組みされている。この暖地型草地造成技術は温暖地域における耕作放棄地の牧養力の維持・向上に寄与するものである。

4. 技術開発の産業への貢献

今回の研究成果は畜産業のみならず、農業全体の発展に大きく貢献することが期待される。すなわち、中山間地域の耕作放棄地が肉用牛生産資源として活用でき、それにより、肉用牛生産の省力化、低コスト化に貢献できる。また、この成果により、無畜の耕種農家にも畜産が取り入れられ、放牧による農地保全が可能になり、さらに、樹園地放牧や桑園放棄地放牧にも発展しつつある。さらに、小規模放牧が行なわれている耕作放棄地では景観が回復し、鳥獣害も防止できるなどの効果も評価されている。

本研究は現地農家の耕作放棄された水田、棚田、段畑、桑園、山林などを試験地として行なったので、その成果がそのまま農家で利用できるというメリットがある。現在、本研究成果による耕作放棄地における放牧は多くの地域で受け入れられている。

東日本グループが試験地とした栃木県の農家では、採草地、転作水田、畑荒廃地の計8.7haで小規模移動放牧に取り組み、3年後には13.6haまでに拡張した(図11, 12)。その結果、景観が良くなり、周辺農家からも小規模移動放牧導入の希望が出ている。また、長野県では遊休農地の対策として小規模移動放牧に着目し、今後の展開が期待されている。

西日本グループが試験地とした島根県大田市では、5年間で約30の農家が耕作放棄地や保全管理農地に放牧している。貸出牛によるレンタル放牧を行なう肉用牛農家および無畜農家の耕作放棄地や保全管理農地に出前放牧を行う肉用牛繁殖農家も出現した。最近は無畜農家から放牧希望の問い合わせもある。さらに、栗園や甘夏園の除草の除草管理に樹園地放牧が行われ、この樹園地放牧は景観保全や獣害防止に高い効果があり、多くの地域で取り組まれるようになった。

最後に、本研究の成果はNHKおはよう日本(2002.5.17)「牛が守る山の田畑」、日本農業新聞(1999.11.11)「里山放牧：和牛+稲作で労力を軽減」、現代農業(2002.9)「中山間地域の悩みを牛が解決：むらごと放牧で荒地が減った、イノシシ害がなくなった」などメディア、新聞雑誌などでも取り上げられ、また、中央畜産研修会(2001)でも話題提供がされたことを紹介しておきたい。

発表論文等

1. 瀬川敬, 井出保行, 小山信明, 千田雅之, 玉城勝彦, 飯島渡: 傾斜小規模放牧における牧柵設置に伴う崩壊と崩壊防止技術, 草地飼料作研究成果最新情報, 14, 137-138 (1999)
2. 瀬川敬, 飯島渡: 小区画分散地を対象とした小規模移動放牧技術, 草地飼料作研究成果最新情報, 15, 107-108 (2000)
3. 瀬川敬: 未利用地での小規模移動放牧, 農業技術体系追録, 農村文化協会, 21(3), 技192, 20-24 (2002)
4. 瀬川敬: 耕作放棄地等の畜産的利用-その実践と普及にむけてのポイント, 畜産コンサルタント

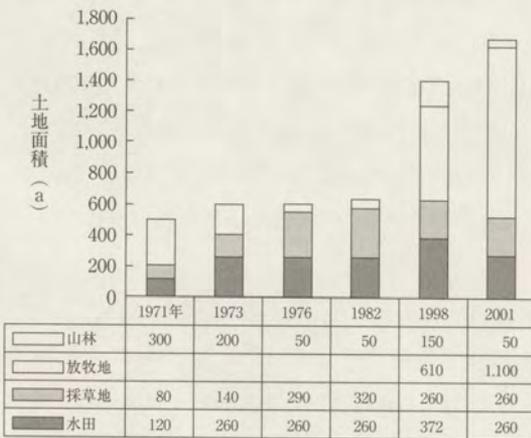


図11 N牧场(栃木県大田原市)の土地利用面積の拡大

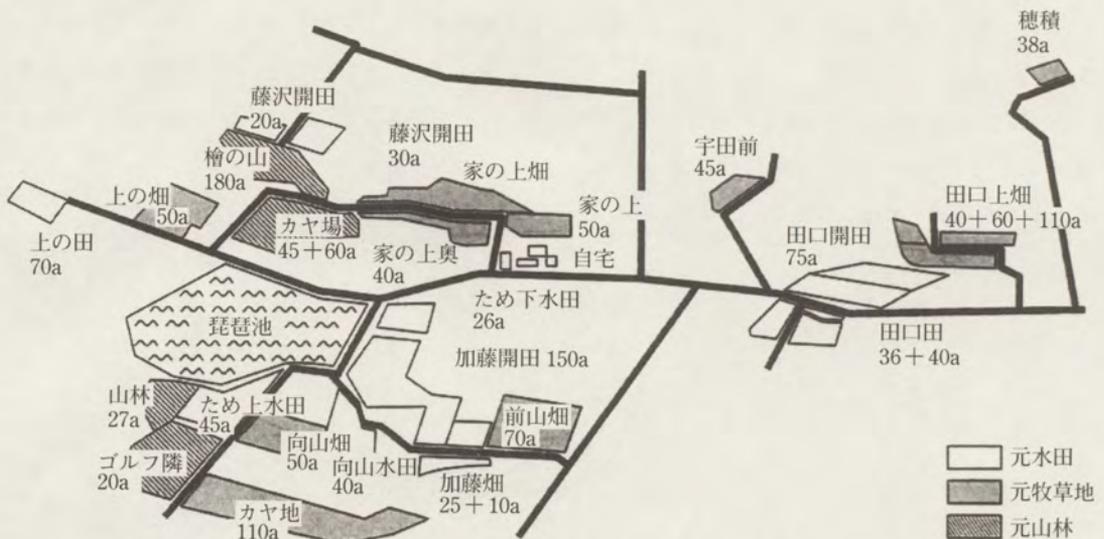


図12 N牧场(栃木県大田原市)の放牧地の配置

- ト, 9, 35-38 (2002)
5. 瀬川敬：中山間地における小規模草地整備と放牧, 中央畜産研修資料, 115 (2001)
 6. 瀬川敬：中山間地における放牧利用の新技术, 中央畜産研修資料, 155 (2001)
 7. 瀬川敬：荒廃未利用地における小規模移動放牧, 日本の肉牛, 33(2), 13-23 (2000)
 8. 畜産草地研究所：小規模移動放牧マニュアル－放牧による肉生産と既耕地の再利用のために, 技術レポート2号 (2002)
 9. 小山信明, 井出保行, 瀬川敬, 千田雅之, 谷本保幸：放牧の導入による棚田跡地の保全的利用, 2. 棚田放牧地の法面崩壊及び泥濘化を引き起こす要因と対策, 日草誌, 47(別), 80-81 (2001)
 10. 井出保行, 小山信明, 佐藤節郎, 高橋佳孝, 斉藤誠司, 瀬川敬：放牧の導入による棚田跡地の保全的利用, 1. 放牧の導入に伴う畦畔法面の植生変化, 日草誌, 44(別), 212-213 (1998)
 11. 井出保行, 小山信明, 佐藤節郎, 高橋佳孝：放牧の導入による棚田跡地の保全的利用, 4. 生牛糞を用いた張りしば法による畦畔法面の裸地修復, 日草誌, 47(別), 8-85 (2001)
 12. 小山信明, 谷本保幸, 千田雅之：中山間地域における耕作放棄地の放牧利用, 2. 放牧条件下における暖地型牧草地の造成, 日草誌, 48(別), 172-173 (2002)
 13. 千田雅之・小山信明・谷本保幸：肉用牛繁殖経営における農作業時間と里山放牧による変化, 中国農試農業経営研究, 128, 47-78 (2000)
 14. 小山信明, 井出保行, 瀬川敬, 千田雅之, 谷本保幸：放牧の導入による棚田跡地の保全的利用, 2. 棚田放牧地の法面崩壊及び泥濘化を引き起こす要因と対策, 日草誌, 47(別), 80-81 (2001)
 15. 井出保行, 小山信明, 佐藤節郎, 高橋佳孝：放牧の導入による棚田跡地の保全的利用, 3. 畦畔法面の保護と牛道, 日草誌, 47(別), 82-83 (2001)
 16. 千田雅之, 小山信明, 谷本保幸：肉用牛繁殖経営における農作業時間と里山放牧による変化, 中国農試農業経営研究, 128, 47-78 (2000)
 17. 小規模和牛放牧繁殖の飼養管理, 養牛の友, 日本畜産振興会, 掲載予定, (2002.10)
 18. 進藤和政：小規模移動放牧技術マニュアルの紹介, 畜産技術, 571, 51-54 (2002)
 19. 小規模移動放牧技術－放牧地の造成と管理, 養牛の友, 掲載予定, 日本畜産振興会 (2002.11)
 20. 小規模移動放牧技術－飼養と繁殖管理, 養牛の友, 掲載予定, 日本畜産振興会 (2000.12)
- ・東日本グループ (代表：瀬川 敬・市戸万丈)：畜産草地研究所 (瀬川敬、市戸万丈、飯島渡、玉城勝彦、齋藤吉満、手島茂樹、進藤和政、佐藤義和、梨木守、大谷一郎、小林真、大槻和夫、井村毅)
 - ・西日本グループ (代表：小山信明)：近畿中国四国農業研究センター (小山信明、井出保行、千田雅之、谷本保幸、佐藤節郎) (所属はいずれも研究担当時)



バイオ機器、試薬の専門商社

PCR System

PCRの成功の鍵を握る、
信頼のサーマルサイクラー

GeneAmp® PCR System 9700シリーズ

- ◆ 加熱・冷却新方式により、サイズを小型化しました。
- ◆ Peltier一体化型サンプルブロックは、交換可能です。
インストール時には、サンプルブロックを搭載しています。
 - ・GeneAmp PCR System 9700 0.2ml,96サンプル
本タイプのサンプルブロックには、ゴールドコーティングシルバー
シルバーおよびアルミニウムがあります。
 - ・Dual 384-Well GeneAmp PCR System 9700
0.02ml,2×384サンプル
本タイプのサンプルブロックには、ヒートカバーが電動開閉
するタイプもあります。
 - ・0.5ml GeneAmp PCR System 9700 0.5ml,60サンプル
- ◆ バックライト方式のグラフィカルインターフェイスの採用により、
プログラミングや反応のモニタリングが容易です。



NucleoSpin® Blood QuickPure

血液、その他体液からのゲノムDNAの精製

対象サンプル

- 全血（ヒトあるいは動物の血液）
- クエン酸やEDTA、ヘパリンで抗凝固処理した全血
- 血清、血漿、パフィーコート、血小板、体液（例：羊膜液）
- 10⁷個までのリンパ球
- 培養細胞

特徴

- ・精製方式：シリカメンブレンを用いた遠心ろ過法
- ・PCR阻害物質を完全に除去できます。
- ・そのまま使用できるDNAを20分以内に精製できます。
- ・サンプル量：≤200μl 一般的な回収量：4~6μg DNA
- ・容量：25~50μl
- ・洗浄ステップと乾燥ステップを統合しました。
- ・遠心ろ過法と吸引ろ過法の両方の操作が可能です。

極めて迅速な

操作方法！

操作時間<10分



フロンティア株式会社

代表取締役 前田 雅広

本社

〒333-0861 埼玉県川口市柳崎4-24-1-403
TEL:048-268-5578 (代) FAX:048-264-3600
E-mail: frontix@green.ocn.ne.jp

東関東営業所

〒277-0827 千葉県柏市松葉町2-28-3
TEL:0471-37-1663 FAX:0471-37-1668
E-mail: frontix@green.odn.ne.jp

細胞融合装置ET3 悟空

Embryonic Cell Fusion System GOKU

- ・ 正確な時間制御：高性能電源部・パルス発生部を新開発
正確なパルス発生制御、安定したパルス波の発生。
- ・ 即時に融合条件を把握：融合液のインピーダンスをリアルタイムに測定。
- ・ 高性能波形モニターを用意。
- ・ 優れた操作性と、国産機としてのきめ細かいサポート体制安心して使用出来ます。



FHK

富士平工業株式会社

〒113-0033 東京都文京区本郷6丁目11番6号
電話 東京(03)3812-2271 ファクシミリ(03)3812-3663

北海道富士平工業株式会社

本社：〒001-0027 札幌市北区北27条西9丁目5番22号
電話(011)726-6576(代表) ファクシミリ(011)717-4406
支店：〒080-0802 帯広市東2条南3丁目7 十勝館ビル
電話(0155)22-5322(代表) ファクシミリ(0155)22-5339