

PROJECT NARCH

NATIONAL AGRICULTURAL
RESEARCH CENTER
FOR HOKKAIDO REGION (NARCH)

寒地中規模酪農における 集約放牧技術の確立

Establishment of Intensive Grazing System
for Traditional Dairy Farming
in the Cold Region of Japan



農研機構

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
北海道農業研究センター
NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER FOR HOKKAIDO REGION (NARCH)

寒地中規模酪農における 集約放牧技術の確立

Establishment of Intensive Grazing System for Traditional
Dairy Farming in the Cold Region of Japan

2008 年 11 月

序 文

この度発刊する北海道農業研究センタープロジェクト研究成果シリーズのNo.4は、当センターが中心となって実施した地域農業確立総合研究「寒地中規模酪農における集約放牧技術の確立」の成果を取りまとめたものです。本プロジェクト研究は、平成15年度から19年度までの5年間、(独)農業・食品産業技術総合研究機構の交付金プロジェクト研究として実施したものです。

北海道の基幹農業の一つである酪農は、北海道の東部・北部ではその豊富な自給飼料基盤を背景に、専門的な家族経営を主体に発展し規模拡大が図られてきました。しかしながら、近年、急速な規模拡大と乳牛の高能力化に伴い、購入濃厚飼料の増加、搾乳・飼料生産作業等による過重労働、大量の糞尿処理の問題等から、中小規模酪農経営を中心に離農が進行しており、このため、酪農経営のゆとりと持続的な安定生産を実現する放牧技術の早急な開発が求められていました。

こうした研究開発ニーズを受け、北海道農業研究センターは道立農業試験場、大学、町村、JA等と連携・協力しながら、栄養価の高い牧草の短期輪換放牧利用、すなわち集約放牧による自給飼料主体の健全な乳牛飼養体系の確立を目指して取り組んできました。このプロジェクト研究では北海道の代表的な酪農地帯である十勝、根釧、天北の3地域に適用できる栄養価の高い牧草の放牧利用技術を核として、乳牛の健康維持と健康な牛から生産される放牧牛乳の高付加価値化によって経営の安定とゆとりをもたらす集約放牧技術体系について、3地域の実証農家の協力等も得ながら経営評価を行ってきました。

このプロジェクト研究から生み出された研究成果については、その都度、できるだけ早く生産現場に実用化技術として送り出してきたところです。また昨年8月には、研究成果のより効果的な発信と普及を図るために新しく設けられた北海道地域マッチングフォーラムの第1回目に「経営のゆとりとおいしい牛乳生産を生み出す集約放牧技術」を取り上げて、集約放牧に関心を持つ酪農家に主要な研究成果を紹介したところです。また、今年3月にはプロジェクト研究の最終成果物として「集約放牧導入マニュアル」を発行しました。集約放牧を新しく始めてみようと考えている酪農家の皆さんや放牧技術のさらなる高度化を図ろうと考えている酪農家の皆さん、さらに技術指導員の皆さん方にとって分かり易くかつ利用し易い形に編集しました。

豪州における干ばつによる穀物生産の減少、世界的なバイオ燃料の増加、新興国における穀物需要の拡大等を原因とする飼料価格の高騰が畜産経営を圧迫しています。本成果シリーズ、そして「集約放牧導入マニュアル」が活用され、集約放牧の普及・定着によって飼料自給率が向上し、飼料価格の高騰にも左右されない酪農経営の体質強化が進むことを切に願っています。

最後になりましたが、このプロジェクト研究の推進に当たっては多くの関係者のご協力がありました。プロジェクト研究の推進において有益なご指摘を頂いた評価委員の先生、ご協力いただきました実証農家の方々、実証地域の各JA、改良普及センター、市町村など関係の皆様は心よりお礼を申し上げます。ここに記して深く感謝申し上げます。

平成20年10月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
北海道農業研究センター所長
鈴木 修

目 次

研究の要約	1
第1章 北海道酪農における集約放牧の導入条件の解明	
Ⅰ. 集約放牧の中小規模酪農経営への普及拡大のための条件解明	
1. 集約放牧技術導入のための経営条件の解明	23
2. 集約放牧による牛乳・乳製品の高付加価値化方策の解明	27
Ⅱ. 乳牛の動線から見た放牧地と牛舎および付属施設の立地配置条件の解明	
1. 集約放牧のためのレイアウト及び放牧計画の策定	36
2. 乳牛の健康および福祉に対する放牧の効果	46
第2章 健全な良質牛乳生産のための集約放牧技術の開発	
Ⅰ. 新品種活用による放牧草地の維持管理・利用技術の開発	
1. 土壌凍結地帯におけるメドウフェスク新品種「ハルサカエ」主体草地の 維持管理・利用技術の開発	55
2. ペレニアルライグラス新品種「ポコロ」を活用した放牧草地の維持管理 ・利用技術の開発	60
3. メドウフェスクとチモシーの組み合わせ利用による放牧草地利用技術の開発	66
Ⅱ. 集約放牧に適した生涯生産性の高い乳牛特性の解明	
1. 放牧に適合した乳牛選抜基準の開発	73
2. 季節繁殖牛群へ転換するための条件解明および手法の確率	78
Ⅲ. 食草時間計測装置活用による適正栄養管理技術の開発	
1. 放牧草の食草量及び栄養価簡易評価法の開発	87
2. 放牧草の嗜好性を左右する要因の解明と改善技術の開発	93
Ⅳ. 放牧草の特性を活かした機能性乳成分向上のための乳牛栄養管理技術の開発	
1. 放牧牛乳の機能性乳成分向上技術の開発	99
2. 放牧搾乳牛の乳成分変動要因の解明と補助飼料給与技術の開発	105
第3章 中規模酪農における集約放牧システムの確立	
Ⅰ. 集約放牧システムの体系化と経営モデルの策定	
1. 畑地型集約放牧システムの体系化と営農モデルの策定	115
2. 天北型集約放牧システムの体系化と営農モデルの策定	141
3. 根刈型集約放牧システムの体系化と営農モデルの策定	150
Ⅱ. 集約放牧技術の経営評価と地域導入シミュレーション	
1. 畑地型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明	158
2. 天北型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明	166
3. 根刈型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明	176

研究の要約

I. 研究年次・予算区分

研究年次 平成 15～19 年度
予算区分 農業技術研究機構
交付金プロジェクト

II. 主任研究者

主査：

北海道農業研究センター所長
桑原真人（平成 15 年度）
北海道農業研究センター所長
丸山清明（平成 16 年度）
北海道農業研究センター所長
八戸三千男（平成 17 年度）
北海道農業研究センター所長
鈴木 修（平成 18～19 年度）

副主査：

北海道農業研究センター総合研究部長
窪田哲夫（平成 15～16 年度）
北海道農業研究センター総合研究部長
折登一隆（平成 17 年度）
北海道農業研究センター研究管理監
富樫研治（平成 18～19 年度）

チームリーダー：

北海道農業研究センター畜産草地部長
竹下 潔（平成 15～16 年度）
北海道農業研究センター畜産草地部長
富樫研治（平成 17 年度）
北海道農業研究センター作物開発部長
山口秀和（平成 15～17 年度）
北海道農業研究センター集約放牧研究チーム長
篠田 満（平成 18～19 年度）

取りまとめ責任者：

総合研究第 3 チーム長、集約放牧研究チーム長
篠田 満（平成 15～19 年度）
家畜生理繁殖研究室主任研究官、室長
集約放牧研究チーム上席研究員
坂口 実（平成 15～19 年度）

III. 研究場所

北海道農業研究センター
北海道立上川農業試験場天北支場
（北海道立天北農業試験場）
北海道立根釧農業試験場

北海道立畜産試験場
北海道大学

IV. 研究目的

北海道の東部・北部地域では、専門的な家族経営を主体に発展してきた酪農生産は主要な農業部門として極めて重要である。

しかしながら、乳牛飼養頭数の増加や高泌乳化に伴い、濃厚飼料給与量の増加による飼料自給率の低下や平均産次数の低下、家畜ふん尿による環境負荷の顕在化、飼養管理労働時間の延長によるゆとりの減少や農家の高齢化や後継者のいない農家の増加により、中小酪農家を中心に年率 3～4% の離農進行等が問題となっている。

北海道酪農において今後とも多数を占める中規模経営の飼養方式は、高泌乳化に対応した通年舎飼技術が支配的になり、過重労働やふん尿処理の困難が大きな問題になってきた。そこで、メドウフェスク新品種「ハルサカエ」等の集約放牧技術に関わる既往研究成果を活用し、自給飼料主体の乳牛飼養による持続的安定生産システムを確立し、中規模酪農経営にふさわしい「ゆとり」ある経営モデルを作成する。

そのために、通年舎飼技術を基軸とする畑作地帯の十勝地域と、慣行放牧が一部残る草地地帯の天北地域及び根釧地域に営農試験地を設定し、技術の組み立て・体系化を行い、経営評価等を効率的に実施し、①放牧利用適性の高いメドウフェスク「ハルサカエ」等の新品種放牧草地の維持管理・利用技術、②食草時間計測装置活用による適正栄養管理技術、③機能性乳成分向上のための乳牛栄養管理技術を核とした、高栄養草地利用率の高い集約放牧システムを確立する。

V. 研究方法

第 1 章北海道酪農における集約放牧の導入条件の解明

I. 集約放牧の中小規模酪農経営への普及拡大のための条件解明

1. 北海道の主要な酪農生産地域における経営耕地面積規模階層別ならびに乳用牛飼養頭数規模階層別にみた酪農家数の動向予測を網羅的・定量的に明らかにするために、1995 年および 2000 年の農業センサス個票から動態表を作成し、この動態表にマルコフ分析を適用し、2020 年までの酪農家数を 5 年刻みで

推計する。十勝地域における事例調査等に基づいて、畑地型酪農地域における集約放牧技術の担い手類型を示すとともに、試験農家の実態を踏まえた集約放牧営農モデルに依拠して、線形計画法により畑地型酪農の経営計画モデルを策定する。放牧草単収、TDN含有率など特定の技術係数を前提とした場合の計画モデルの最適解を求めることにより、目標とする技術水準を示し、技術導入のための経営条件を明らかにする。

2. 放牧牛乳を原料とするナチュラルチーズ（以下、放牧チーズ）に焦点を当て、その高付加価値化の条件を明らかにし、小規模チーズ工房での生産・販売のあり方を提示する

II. 乳牛の動線から見た放牧地と牛舎および付属施設の立地配置条件の解明

1. 十勝地域を中心に、放牧酪農家39戸の放牧関連施設のレイアウトを現地調査し、放牧方法について聞き取り調査する。つぎに、放牧牛に装着したGPSによる位置情報から放牧牛の行動を推定し、牧区内での採食時間および歩行距離を測定する。さらに、放牧地の利用性を評価する指標として歩行距離の適否を検討し、その手法を用いて牧区の形状などレイアウト要因が放牧地の利用性に及ぼす影響を調べる。

2. 草地型酪農地帯である北海道北部の網走管内O町（酪農家戸数約100戸）において、当該地域の町および農業協同組合の協力のもとで、アンケートおよび現地調査による町内酪農家の飼養状況調査および乳検記録と共済組合における診療記録の閲覧を行い解析する。さらに、北海道東部の釧路管内H町の酪農家を対象に当該地域の農業協同組合を通じて飼養状況、生産状況および獣医疾病記録を入手し解析する。次に、北海道道央部および道北部の酪農場7箇所計590頭の搾乳牛について、歩行中の動作を10秒間（3完歩以上）デジタルビデオカメラで撮影し、画像をコンピュータに取り込み、背線の湾曲度および歩幅の変容を画像から解析し、各個体ごとにLocomotion Scoreを算出する。最後に、放牧飼養時および繋ぎ飼ひ飼養時における乳牛の起立および伏臥動作の違い、および夜間放牧されている搾乳牛における発情行動を、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター研究農場において調べる。

第2章 健全な良質牛乳生産のための集約放牧技術の開発

I. 新品種活用による放牧草地の維持管理・利用技術の開発

1. 十勝地域を対象に、メドウフェスク「ハルサカエ」の集約放牧利用技術開発の基礎となる、維持管

理法を確立するため、主に利用草丈と生産性および植生維持との関係、混播シロクローバ品種の影響、秋期の利用期間と越冬性の関係を、低草丈の模擬放牧条件において明らかにする試験を行う。また、土壌凍結地帯の放牧酪農家の放牧草地において、メドウフェスク「ハルサカエ」の追播導入試験を行う。

2. 道北地域を対象に、ペレニアルライグラス（PR）放牧地で滞牧日数の延長が放牧草の採食量および草種構成に及ぼす影響、また再採食が牧草の年間生産量に及ぼす影響を検討する。次に牧区内において採食場所が偏る要因を解析することで、数日滞牧型輪換放牧地の集約利用について検討する。なお滞牧日数が1日の輪換放牧と区別するために、滞牧日数が2～3日の輪換放牧を数日滞牧型の輪換放牧と定義した。

3. 道東・土壌凍結地帯においてメドウフェスクを集約放牧利用するために、集約放牧条件下での特性と管理、利用方法および簡易更新による導入方法、効果を明らかにする。

II. 集約放牧に適した生涯生産性の高い乳牛特性の解明

1. 北海道農業研究センターにおいて1997～2007年の疾病記録と泌乳記録から、泌乳器病発症のある個体と非発症個体との泌乳パターンの相違を求める。北海道農業研究センターにおける昼夜放牧試験牛、および、忠類村現地農家における放牧牛の、乳量、体重、BCSを測定する。北海道の乳検データで、305日乳量、100日以降の日乳量回帰係数を求める。また、供用産次数の初産、2産次の泌乳持続性に対する回帰を、北海道全体、および支庁別に求める。全国の乳検データから50頭以上の経産娘牛のデータを持ちかつ、前期（5～65日）に40点以上、後期（66～305日）に50点以上のデータを持つ種雄牛390頭を抽出し、前期、後期を別個に、乳量の後代伝達能力を推定する。

2. 1年1産を求められる季節繁殖化を達成するための要素技術として、24ヶ月齢以下での初産分娩、および歩数計による発情発見方法の確立に取り組む。また、北農研飼養の実験牛を用いて、小規模な季節繁殖牛群を設定して調査する。さらに、現地試験農家の繁殖性調査および経営調査をもとに季節繁殖化の可能性を検討し、季節繁殖化の経営効果を試算する。現地農家での季節繁殖化は不可能と判断したため、周年繁殖から季節繁殖への移行に必要な、繁殖効率について試算する。

III. 食草時間計測装置活用による適正栄養管理技術の開発

1. 喫食回数計測装置（バイトカウンタ）を作成し、新たな放牧牛採食量推定法を開発する。また、顎運動計測装置を草地評価へも応用し、農家での適用を

容易にするために、廉価な装置に改良する。放牧草の栄養特性を簡易評価するため、集約放牧草を想定してメドウフェスク（ハルサカエ）主体草地を短草多刈で管理し、生産される生草の栄養成分、消化性の季節変化を明らかにするとともに、飼料成分からの TDN 含量推定式を開発し、集約放牧実施農家におけるメドウフェスク主体放牧草の栄養特性を評価し、その変動要因を解析する。

2. 十勝南部のメドウフェスク主体の放牧酪農家の一牧区において、地形を考慮して7つのエリアに区分し、行動観察によりブロック毎に採食、横臥休息、立位休息、歩行、その他（飲水）の5区分の行動型頭数を10分間隔で記録する。また、入牧時に摘み取り法による放牧草のサンプリングとラインセンス法（1m～2m 間隔）による植生および草丈の記録を行う。サンプルは常法により試料成分を分析し、採食エリアのばらつきとの関係を検討する。道立畜産試験場内の模擬放牧草地を供試し、①標準施肥 vs 窒素施肥2倍、②標準施肥 vs 窒素施肥4倍、③中性維持区 vs 酸性促進区の牧草の嗜好性を泌乳中後期の搾乳牛5頭を供試して、一対比較法により検討する。道立畜産試験場内のチモンシロ主体放牧草地を供試し、掃除刈り後、一牧区内に刈取り残渣の持出し区と残渣区の2つを設け、採食行動を比較する。

IV. 放牧草の特性を活かした機能性乳成分向上のための乳牛栄養管理技術の開発

1. 放牧草中の共役リノール酸（CLA）の原料物質とされる多価不飽和脂肪酸含量とその変動要因、放牧時間及び放牧草摂取量と乳脂肪中の CLA 割合の関係を検討する。また、放牧草の利用が生産される生乳と乳製品の CLA や β -カロテン等の栄養・機能性成分に与える影響、さらには、生乳中 CLA に対するチーズへの加工処理の影響を検討する。

2. 十勝地方のD地区における放牧を導入した酪農家を対象に、放牧酪農家の牛群の乳量・乳成分について経年および年次変動を解析し、乳量と補助飼料給与量との関係、乳成分の季節変動パターンの特徴について、周年舎飼酪農家の牛群と比較する。また、放牧時の乳量、乳成分に対するエネルギーおよびタンパク質補助資料の影響を明らかにするため、春と秋の2回、メドウフェスク草地にホルスタイン種搾乳牛8頭を供試し、エネルギーおよびタンパク質補助飼料の種類とその給与水準を組み合わせた放牧試験を3年行い、泌乳前期・中期の搾乳牛における放牧時のエネルギーおよびタンパク質補助飼料の併給効果を解析し、放牧時の補助資料給与法を提示する。

第3章 中規模酪農における集約放牧システムの確立

I. 集約放牧システムの体系化と経営モデルの策定

1. メドウフェスク新品種「ハルサカエ」を活用した畑地型集約放牧システムを体系化し、営農モデルを構築するため、営農試験地等で技術係数の収集を行う。想定する営農モデルは放牧モデルがトウモロコシサイレージへの依存度により3体系、比較対照として、通年舎飼・トウモロコシサイレージ利用のモデルを1体系とし、乳量水準は8500、7300、6000kgの3水準とする。各モデルとも、粗飼料を最大限活用する飼料設計を行い、飼料構成割合と所要圃場面積および乳代と購入飼料費との差額により評価する。

2. 道北地域の多雪地帯における酪農経営が、より放牧を重視した経営や新たに放牧を導入した経営に移行するため現地での組み立て実証を行い、移行過程の技術変化と経営評価を明らかにする。さらに、地域の先進的酪農家の調査を合わせて集約放牧への移行マニュアルを作成する。

3. 耐寒性に比較的優れた秋の草量が多いメドウフェスク「ハルサカエ」の導入拡大のため、開発された技術を基に、ハルサカエを放牧用基幹草種とした根釧型集約放牧モデルの策定と、経済評価を行う。

II. 集約放牧技術の経営評価と地域導入シミュレーション

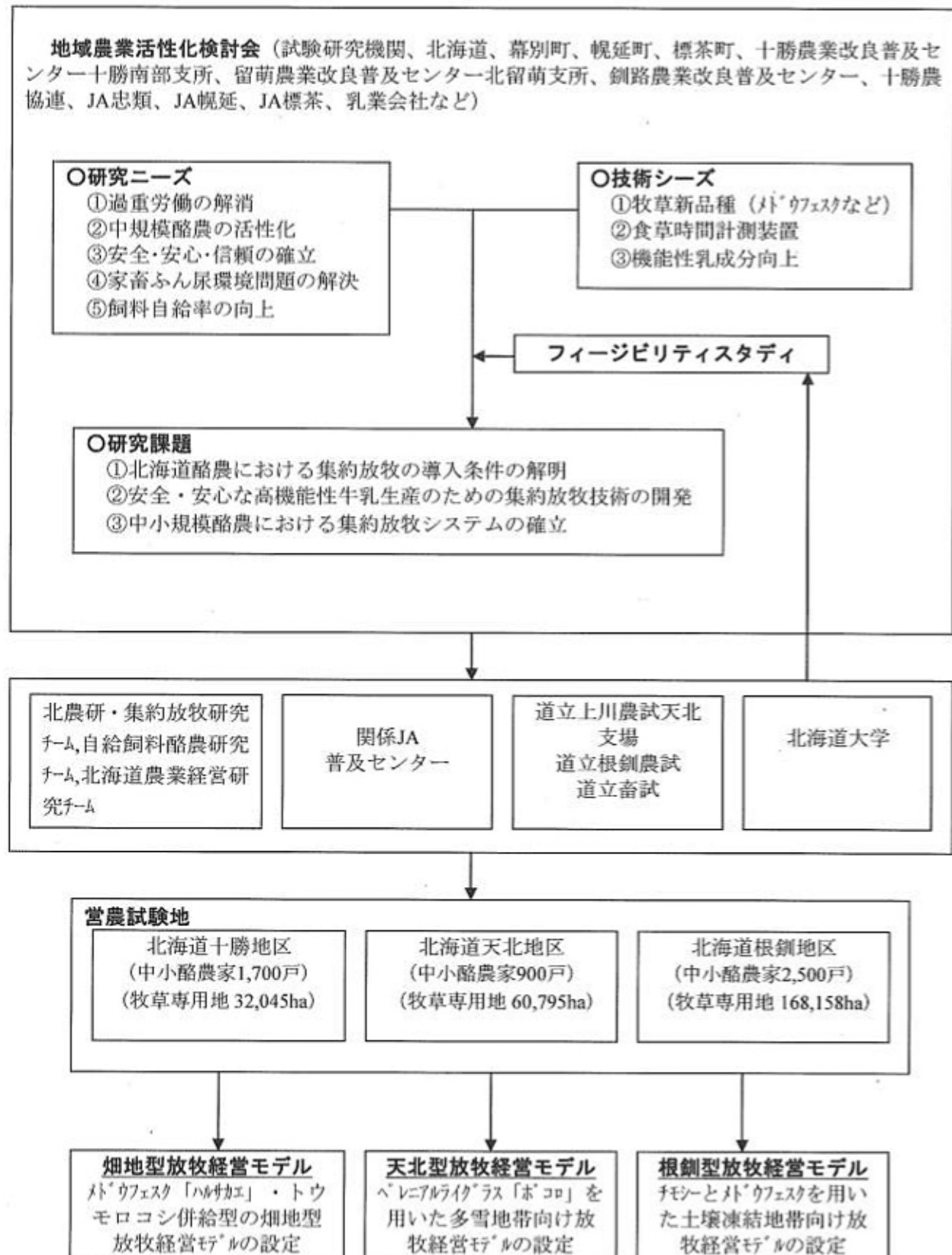
1. 集約放牧の経営的評価を経営計画モデルを用いて行う。評価の対象は畑地型酪農地帯に立地する中規模酪農経営とする。また、併給するトウモロコシサイレージについても、給与方法による飼料自給率、所得、労働時間等について試算を行う。

2. 道北地域の多雪地帯において酪農経営が新たに放牧を導入する場合や、より放牧を重視した経営を行う場合に、その移行過程の経営評価を営農条件別に明らかにする。また、集約放牧へ移行した酪農経営の状況を明らかにするとともに、これらの調査結果を基に集約放牧への移行マニュアルを作成する。

3. 根釧地域における中規模酪農の集約放牧システムを確立するため、放牧農家の実態調査により、放牧を行う目的や近年放牧に移行した目的を明らかにする。さらに現地実証農家の集約放牧の詳細な調査により放牧の実態と技術成績、経済状況を明らかにする。

寒地中規模酪農における集約放牧システムの確立

農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター



研究課題名	研究期間（平成）					担当研究機関 （ ）は協力機関
	15	16	17	18	19	
第1章 北海道酪農における集約放牧の導入条件の解明						
Ⅰ. 集約放牧の中小規模酪農経営への普及拡大のための条件解明						
1. 集約放牧技術導入のための経営条件の解明	○	○	○	○		北農研 総合研究部・動向解析研究室 北海道農業経営研究チーム
2. 集約放牧による牛乳・乳製品の高付加価値化方策の解明	○	○	○	○	○	北農研 総合研究部・農村システム研究室 北海道農業経営研究チーム
Ⅱ. 乳牛の動線から見た放牧地と牛舎および付属施設の立地配置条件の解明						
1. 集約放牧のためのレイアウト及び放牧計画の策定	○	○	○	○	○	北農研 総合研究部・総合研究第3チーム 集約放牧研究チーム
2. 乳牛の健康および福祉に対する放牧の効果	○	○	○	○	○	北大・生物資源生産学専攻・家畜生産学講座畜牧体系学分野
第2章 健全な良質牛乳生産のための集約放牧技術の開発						
Ⅰ 新品種活用による放牧草地の維持管理・利用技術の開発						
1. 土壌凍結地帯におけるメドウフェスク新品種「ハルサカエ」主体草地の維持管理・利用技術の開発	○	○	○	○	○	北農研 総合研究部・総合研究第3チーム 集約放牧研究チーム
2. ペレニアルライグラス新品種「ポコロ」を活用した放牧草地の維持管理・利用技術の開発	○	○	○	○	○	天北農試・研究部 牧草飼料科、草地環境科 上川農試天北支場・技術普及部
3. メドウフェスクとチモシーの組み合わせ利用による放牧草地利用技術の開発	○	○	○	○	○	根釧農試・研究部 作物科、草地環境科、 乳牛飼養科、経営科
Ⅱ. 集約放牧に適した生涯生産性の高い乳牛特性の解明						
1. 放牧に適合した乳牛選抜基準の開発	○	○	○	○	○	北農研 畜産草地部・家畜育種研究室 自給飼料酪農研究チーム

研究課題名	研究期間（平成）					担当研究機関 （ ）は協力機関
	15	16	17	18	19	
2. 季節繁殖牛群へ転換するための条件 解明および手法の確立	○	○	○	○	○	北農研 畜産草地部・ 家畜生理繁殖研究室 集約放牧研究チーム
Ⅲ. 食草時間計測装置活用による適正栄 養管理技術の開発 1. 放牧草の食草量及び栄養価簡易評価 法の開発	○	○	○	○	○	北農研 畜産草地部・放牧利用研究室、 飼料評価研究室 集約放牧研究チーム 自給飼料酪農研究チーム
2. 放牧草の嗜好性を左右する要因の解 明と改善技術の開発	○	○	○	○	○	道立畜試・草地環境部 草地飼料科
Ⅳ. 放牧草の特性を活かした機能性乳成 分向上のための乳牛栄養管理技術の開 発 1. 放牧牛乳の機能性乳成分向上技術の 開発	○	○	○	○	○	根釧農試・研究部 乳質生理科
2. 放牧搾乳牛の乳成分変動要因の解明 と補助飼料給与技術の開発	○	○	○	○	○	北農研 畜産草地部・上席研究官、 家畜管理研究室、 放牧利用研究室 自給飼料酪農研究チーム
第3章中規模酪農における集約放牧シ ステムの確立 1. 集約放牧システムの体系化と経営モ デルの策定 1. 畑地型集約放牧システムの体系化と 営農モデルの策定	○	○	○	○	○	北農研 総合研究部・総合研究第3チーム 集約放牧研究チーム
2. 天北型集約放牧システムの体系化と 営農モデルの策定	○	○	○	○	○	天北農試・技術体系化チーム 上川農試天北支場・技術普及部
3. 根釧型集約放牧システムの体系化と 営農モデルの策定	○	○	○	○	○	根釧農試・放牧プロジェクトチ ーム

研究課題名	研究期間（平成）					担当研究機関 （ ）は協力機関
	15	16	17	18	19	
Ⅱ. 集約放牧技術の経営評価と地域導入 シミュレーション						
1. 畑地型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明	○	○	○	○	○	北農研 総合研究部・経営管理研究室 北海道農業経営研究チーム
2. 天北型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明	○	○	○	○	○	天北農試・技術体系化チーム 上川農試天北支場・技術普及部 根釧農試
3. 根釧型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明	○	○	○	○	○	根釧農試・研究部・経営科 放牧プロチーム *北農研は 18 年度からチーム制に移行

Ⅵ. 研究結果

第1章 北海道酪農における集約放牧の導入条件の解明

Ⅰ. 集約放牧の中小規模酪農経営への普及拡大のための条件解明

1. 2020 年までの酪農家数を 5 年毎に推計，集約放牧技術の担い手と想定される中規模酪農経営（40～60ha，50～80 頭規模）の将来動向を予測したところ，中規模経営の割合は依然として高く今後とも多数を占めることが示された。また，集約放牧経営計画モデルを策定し，放牧草依存率 60%以上，自給飼料依存率 70%以上，8,500kg 乳量，季節繁殖を前提条件とした場合，経産牛頭数 58 頭，約 45ha を上限とする経営規模で，約 1,500 万円までの農業所得の確保を目標とする経営に導入可能であることを明らかにした。

2. 小規模チーズ工房での放牧チーズの生産・販売において，原料乳を外部から調達する工房では，分別集乳，小ロット・不定期配送を実現する必要がある。また物産展や土産物店を通じた販売では，流通業者に対する商品知識の習得や販売促進への動機付けが必要である。ヘビーユーザー（国産大手，外国産ナチュラルチーズの消費が多い層）は工房製チーズに対する受容価格帯が最も高く，さらに放牧チーズの購入意向も強いことから，それらをターゲットとした販売により放牧チーズの高付加価値化が期待できる。また，ヘビーユーザーはグルメ志向や健康・安全志向が高く，それらに即した製品づくり，

さらには外国産との差別化を図るために，地域性を強調した製品の展開が求められる。消費者は「贅沢したい時」や「土産物を買う時」，「物産展がある時」といった特別な状況ほど，「製法」や「原材料」を重視し，またそうした状況では工房や土産物店，物産展，デパート等を利用する傾向にあった。このことから放牧チーズの販売に当たっては，原料乳の特徴を活かした販売を実現するために，工房での直売や物産展等への出展，土産物店やデパートの活用が有効である。チーズ購入時に工房製チーズを想起するのは，商品等を実際に目にしたとき（再認）がほとんどである。また，工房製チーズの情報探索行動について，消費者は品質に対する感情的関与と安全性に対する認知的関与がはたらき，購買前，購買時に情報探索を行う。そのため，製品を想起させるための店頭露出の拡大やパブリシティ，DM 等の活用，また購買前，購買時には放牧の実施や安全性を裏付ける情報，本物・高級志向の追求や地域性を連想させる情緒的な製品情報の伝達が有効である。

Ⅱ. 乳牛の動線から見た放牧地と牛舎および付属施設の立地配置条件の解明

1. 0.5～1 日輪換で昼夜放牧もしくは日中放牧を実施している酪農家では，飲水施設および庇陰林の配置が十分な事例は少なく，また，約 3 分の 1 の事例で放牧牛に一般道路を横断させて放牧地と牛舎を往復させていた。1 頭あたりの放牧地面積は専用地で 0.24ha（0.12～0.49ha），兼用地も含めると 0.35ha

(0.12-1.28ha)であった。牛につけたGPSの位置データから「カシミール3D」を用いて計算した牛の歩行速度が0.25-0.70km/時を示す時間を放牧草採食行動とみなすことができ、放牧草採食時間の推定が可能であった。また、歩行距離とバイトカウンターによる放牧草採食量推測値には正の相関が認められ、牧区内で歩行距離が長い区分は、牛の採食行動も多いことが予想された。GPSを用いた放牧牛の歩行調査では、正方形に近い牧区では、牛の歩行場所は水槽の位置にかかわらず、水槽のある辺のうちゲート側の区分で約55-60%を占めた。一方、縦長(36m×265m, 1:7)の牧区では、防風林による日陰および水槽の位置は、放牧牛の牧区内の歩行場所に影響しなかった。緩斜面では傾斜方向に縦長に配置した牧区の高標高区分における歩行距離は少なく、歩行距離の最も長い区分に対して76%(北農研)および65%(D牧場)であった。以上よりレイアウトの要因として、平坦地における牧区の形状は、横:縦の比を従来言われている1:4から1:7程度に大きくしても問題ないこと、緩斜面では縦方向配置の牧区では歩行距離でみると高標高の区分は30%程度草地の利用性が低下するので、横方向配置の牧区が望ましいと考えられた。

2. 放牧飼養している乳牛群では、消化器・代謝関係の疾病が少なく、また歩行異常が有意に少ない。一方、放牧牛は無放牧牛に比較し、採食時間が長く反芻時間がやや短い。さらに繋ぎ飼い飼養されている乳牛の伏臥・起立動作は放牧牛より有意に長い時間をかけて行われ、自然な行動パターンが阻害されている可能性が示唆された。放牧牛では、フリーストール飼養の乳牛では発見が困難とされているスタンディングも15分に1回の割合で、より頻繁に発現することが明らかとなった。

第2章 健全な良質牛乳生産のための集約放牧技術の開発

1. 新品種活用による放牧草地の維持管理・利用技術の開発

1. メドウフェスクを秋期播種により造成する場合には、9月中旬の播種では越冬性が低下し、翌年の生産量が約40%減少する。8月下旬までの播種が望ましい。メドウフェスクは、集約放牧で想定される短草丈(草丈20cm程度)での利用において、中程度の草丈(30cm程度)と比較して遜色のない生産力を示し、草地密度の低下も見られない。新規造成で他草種との競合条件の少ない条件では、短草丈でも利用できることが明らかになった。越冬条件の厳しい土壌凍結地帯での晩秋(11月上旬)までの短草丈で

の利用においても、翌年の生産力への影響は早春期に限定され、草地密度の低下は見られないことから、問題なく活用できる。メドウフェスクは、採草・放牧兼用利用では年次の進行に伴い生産力と草地密度の低下が見られる。放牧専用地での主幹草種としての利用が望ましい。また、メドウフェスクは、放牧草地への追播による導入が可能である。特に、1回目の追播に引き続き翌年2回目の追播を行うと被度の増加が早く、年間の生産力の平準化を早く進められる可能性が高い。

2. 滞牧日数を3日間とした輪換放牧が放牧草採食量および牧草生産量に及ぼす影響を1日滞牧の輪換放牧と比較したところ、割当草量が十分ある放牧地では滞牧日数を3日として輪換放牧しても、滞牧日数1日とした場合と同程度の採食量が確保でき、ペレニアルライグラス(PR)の占める割合も同様な経年的推移を示した。また、滞牧日数の経過に伴いバイト数に変動が見られたが採食時間に大きな変化はなく採食量は低下しないと考えられた。滞牧日数を3日とし入牧時の草丈を15cmとして放牧したが、20cmで入牧した場合と採食量に大きな差はなく、PRの占める割合は同様な経年的推移を示した。PRを草丈20cmまたは15cmで刈取り、さらに5日後に再び刈り取る処理を加えても、年間乾物収量に差はなく、5日程度の滞牧期間中において生じる再採食はPRの年間収量に影響しないと考えられた。牧区内での採食場所が偏る要因について、ゲートからの距離、水槽の設置位置、植生の観点から検討したところ、比較的植生が均一な長方形の放牧地では、放牧圧の低い農家の場合、ゲート付近の牧草利用率が高く、採食場所がゲート周辺に偏っていたが、適切な放牧圧(57頭×日/tDM)の農家の場合はほぼ均一に利用した。場内の放牧地で水槽の位置と採食行動の関係をみると、水槽をゲート近くと420m地点の2箇所に設置した場合、牧区内を比較的均一に利用した。農家の放牧地で植生と採食場所との関係を見るとPR草丈が低く、PR冠部被度の高い場所を好んで利用する傾向があった。

3. メドウフェスク「ハルサカエ」は土壌凍結地帯においても高い永続性を有し、泌乳牛50頭の放牧で、チモシー放牧地に比べ、8月以降の放牧地面積を2ha少なくすることができる。地下茎型イネ科草が優占した草地でも、完全更新によらず作溝法による簡易更新でメドウフェスク優占草地に植生改善でき、適切な放牧地管理により、飼料自給率70%で8000kg程度の乳生産が期待できる。

II. 集約放牧に適した生涯生産性の高い乳牛特性の解明

1. 北海道農業研究センターの疾病記録と泌乳記録から、泌乳器病発症個体は泌乳初期の乳量の増加が大きく、初期の泌乳ストレスが泌乳器病発症に関わることが示された。北海道農業研究センターにおいても忠類村の現地農家においても、放牧開始後に体重とボディコンディションスコアが落ち込んでおり放牧開始時にエネルギーバランスのストレスがかかることが示された。北海道の乳検データにおいて、泌乳持続性の良い牛は供用産次数が長く健全な生産が可能であること、全国の乳検データから種雄牛の泌乳持続性の後代伝達能力には変異があり、泌乳持続性の改良効果が十分期待できることが示された。

2. 北農研の過去の育成牛のデータから、24ヶ月齢以下での初産分娩は十分可能と判断されたため、12ヶ月および15ヶ月授精開始の試験群を設定して調べた。その結果、12ヶ月に授精開始しても、3産までの乳生産性と繁殖性に影響しないことがわかった。また、授精開始基準となる体重を推定する器具の実用性も確認した。育成牛を用いた検討の結果、歩数による発情検出法の有効性を確認した。昼夜放牧の搾乳牛では、放牧地と搾乳施設間の移動が影響し、育成牛よりも検出能力は低かったが、現地試験農家での実証試験の結果、実用的な方法であることが検証された。試験農家の1牛群についての試算から、季節繁殖の経営効果は、約243万円と試算された。また、分娩間隔365日の季節繁殖に必要な季節繁殖率は、70%以上と試算できた。既存牛群の季節繁殖への移行を想定し、1~6月を分娩時期とした場合、季節繁殖率が70%ならば、分娩間隔を395日としても移行可能であると試算された。今後の課題として、集約放牧農家に適用できる、平均24ヶ月齢での初産を可能にする育成法の確立と普及が必要である。歩数計による発情発見では、昼夜放牧搾乳牛に適した発情判定法の再検討が必要である。また、ピーク時の乳生産量の増加への対応や、分娩時期集中への対応も必要と考えられ、経営評価についても、乳量水準を考慮した、より詳細な検討が必要であると考えられた。

III. 食草時間計測装置活用による適正栄養管理技術の開発

1. 放牧地での採食量を推定するため、喫食回数計測装置（バイトカウンタ）を作成し、新たな放牧牛採食量推定法を開発した。また、顎運動計測装置は草地評価へも応用でき、農家で容易に使用できるような市販の歩数計を利用した方法に改良した。また、短草多刈刈メドウフェスク主体生草のTDN含量は酸

性デタージェントリグニン（ADL）や低消化性繊維

（Ob）含量から精度よく推定できた。8月は集約放牧草のTDN含量が最低となる一方、CP含量が20%以上で推移するため、BUN上昇の目安とされるTDN/CPが3.0を下回ることが明らかとなった。

2. 長方形牧区（一頭当たり牧区幅<0.9m）ではゲートからの距離が長くなるほど採食を含む各行動型の時間が短くなる（放牧地の利用性が低下する）傾向を確認した。牧区内の採食エリアのばらつきには、ADFが負の、WSC+0aは正の影響を及ぼすことが示唆された。過剰な窒素を施用した牧草（メドウフェスク）は標準施肥牧草と比較してCPおよび0a含量が高く、その他の繊維およびWSC含量が低下傾向を示し、嗜好性は明らかに低下した。施肥成分量は一定とし、酸性促進型と中性維持型を想定した施肥資材の組み合わせ間で一対比較法により嗜好性を検定したが、両者に差は認められなかった。牧区内に掃除刈り残渣残置区と持ち出し区を配置し、処理後約2~3週間後に肉牛を入牧し採食行動を観察したところ、各回次においては有意差が認められなかったものの、3回の調査すべてで残置区での採食行動割合が低下した。

IV. 放牧草の特性を活かした機能性乳成分向上のための乳牛栄養管理技術の開発

1. チモシー主体放牧草の多価不飽和脂肪酸含量は乾物中1.95%と高く、その量はチモシー主体一番草あるいは二番草サイレージの0.6%前後に比較して約3倍量に達した。このため、放牧草からのTDN摂取量が大きくなるにつれて、乳脂肪中のCLA割合が増加する傾向が認められた。放牧時間との関係では、乳脂肪中のCLA割合は、十分な放牧草を準備した4時間以上の放牧時間を確保することで、放牧末実施飼養に比較して有意な増加が認められ、放牧時間が7時間程度までは、放牧時間の増加に対応した明らかな増加がみられた。しかし、これを越える放牧時間の増加においては、CLA割合の増加が緩慢でやや小さくなる傾向にあった。また、同じ放牧時間であっても併給粗飼料の給与方法によりCLA割合が異なる傾向が示唆された。放牧地を確保して放牧草を十分に摂取させた農場では、放牧期の牛乳に、他の粗飼料を利用する農場に比較して、「黄色味の強い」、

「ビタミンE（ α -トコフェロール）と β -カロテンが多い」、「乳脂肪中のCLAが多い」という特徴が付加された。とくに、乳脂肪中のCLA割合は、放牧草利用のない農場の平均値0.45%に比較して約3倍の1.4%前後と高く、この傾向は春期6月から秋期10月までの放牧期間中持続した。また、放牧を行う農家工房において製造されたチーズの乳脂肪中のCLA割

合は放牧草を摂取した期間に高く、放牧期間中の乳脂肪中のCLA含量が高いという特徴は、殺菌・製造・熟成工程を経ても維持された。

2. 昼夜放牧酪農家の搾乳牛群は、春の5月からの放牧により夏頃までは体重減少が続き、夏以降(8月)に放牧開始時体重に回復するパターンであった。他方周年舎飼いに比べて夏期の乳脂肪率の低下がやや大きくなる傾向にあった。濃厚飼料の給与が朝夕の搾乳時2回でかつ、給与量も少ない放牧飼養では、乳タンパク質および乳糖含量が放牧開始直後の5月～7月にかけて他の月間より上昇する傾向があった。しかし、周年舎飼い酪農家ではそのような変化は認められなかった。放牧酪農家の乳中尿素窒素(MUN)値は、周年舎飼い酪農家ではほぼ一定であるのに対して7～9月にピークと高い値となり、冬期の舎飼時には舎飼い酪農家より低下する変動を示した。放牧搾乳牛の高MUN値の低下には、エネルギー飼料の給与が効果的であり、多給するとより効果があった。しかし、エネルギー飼料の多給は乳脂肪率の低下を引き起こすことも明らかで、他の乾草等の粗飼料の併給も必要と推察された。一方、放牧時のタンパク質飼料の給与は、乳生産に顕著な効果はなく、多給するとMUN値の上昇があり、特に夏期は給与する必要がないと考えられた。

第3章 中規模酪農における集約放牧システムの確立

I. 集約放牧システムの体系化と経営モデルの策定

1. 現地試験等の結果から、9月の放牧地乾物重増加速度を $3.5\text{g}/\text{m}^2$ とし、年間の放牧計画を策定した。放牧期間は5月1日から11月10日、昼夜放牧期間は5月25日から10月14日までとした。1頭当たり放牧草乾物採食量を日中放牧期間中は8kg、昼夜放牧期間中は時期により15または13kgとした。乳量8500kg放牧モデルでの放牧依存率は34%、粗飼料給与率は約70%と試算された。所要圃場面積はトウモロコシサイレージへの依存度により経産牛1頭当たり64～72aであった。同乳量水準・年ベースでの比較では、いずれの放牧モデルも舎飼モデルより粗飼料給与率と収益性が高くなった。所要圃場面積は放牧導入により増加するものの、トウモロコシサイレージの利用により経産牛1頭当たり5～8a減らせることが示された。放牧モデルでは収益性が分娩月により変動し、乳量水準によりその様相を異にした。

2. 道北地域の酪農経営における集約放牧移行の組み立て実証の結果から、移行期の技術・経営等の課題を明らかにした。さらに、道北型集約放牧への移行マニュアルを提案し、飼料自給率の高い放牧経営

へのスムーズな移行を可能とした。

3. 2006年度までの技術試験を踏まえ、搾乳牛50頭に対する放牧の基幹草種をチモシー(TY)とメドウフェスク(MF)とで比較して必要牧区数と年間草地管理経費を試算した。TYでは、必要牧区数(5～7月:13牧区16.3ha、8～10月:16牧区20.0ha)、年間草地管理経費(1,718,158円)に対して、MFでは、必要牧区数(5～7月:12牧区15.0ha、8～10月:14牧区17.8ha)、年間草地管理経費(1,396,992円)と、後者の方が年間草地管理経費は低かった。搾乳牛1頭当たり放牧地面積は、前者が0.36ha、後者が0.33haであった。MFを基幹草種とした根柵型集約放牧モデルを経産牛頭数規模別に策定した。牧区数は牧草の再生能力によって決まるため、放牧専用地で12牧区、兼用地で2牧区必要であった。どの経産牛頭数規模においても、経産牛1頭当たり草地面積は1.12ha、草地維持管理費用(草地更新費用を含む。ただし、作業はすべてコントラクター等に委託した場合として試算)は15万円となった。2006年度までの技術試験の結果ではMFを簡易更新で地下茎型イネ科草優占放牧地へ導入することにより放牧地の生産力改善が可能となったことから、MF簡易更新(2回)にかかる費用と放牧地完全更新費用の比較を行った。費用は、前者が後者の約半分以下となった。MF簡易更新(2回)は、放牧地を休ませないで低コストにできることから、特にMFを基幹とした放牧地へ転換を図る初期段階において有効である。

II. 集約放牧技術の経営評価と地域導入シミュレーション

1. 集約放牧による酪農経営は、同規模、同個体乳量を前提とすると、従来の舎飼に比べて確保しなければならない経営面積は大きくなるものの、飼料自給率が高くなるため所得が高くなると同時に、労働時間が短くなることを明らかにした。また、トウモロコシサイレージを通年給与すれば、冬期間に限定して給与する場合よりも飼料自給率は上昇し、所得も増加することを明らかにした。なお、トウモロコシ作付け拡大は、播種、収穫等の作業増をもたらす、労働時間を増加させるものの、舎飼と比較すれば労働時間が少ないことには変わりない。

2. 道北地域の先進的な酪農家について、集約放牧への移行過程を調査し、移行期の技術・経営等の課題と安定期までの期間を明らかにした。さらに、実証農家2戸を含む10戸の調査結果を基に、道北型集約放牧への移行マニュアルを提案し、飼料自給率の高い放牧経営へのスムーズな移行を可能とした。

3. 10戸の様々な放牧農家調査結果から、放牧に期待する役割は、①良質低コストな自給飼料の確保、

②近年放牧を導入・再開する農家においては、乳牛の蹄病等の疾病の軽減による健康維持、発情発見率の向上による繁殖性の改善、に整理された。小牧区で集約放牧を行う農家では、搾乳牛1頭当たり放牧地面積は、0.32~0.44haであった。集約放牧事例により労働時間等を詳しく整理したところ、①労働時間では経営主は放牧期には牛舎作業は減るが、放牧地管理作業が増え、トータルでは月別には変動が少なかった。妻は草地作業をしないので放牧期には労働時間が減っていた、②経済的には経産牛36頭程度と小規模であっても1,200万円の所得を確保できていた。

VII. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 柏原裕之, 遠藤哲代, 高橋 誠, 上田宏一郎, 中辻浩喜, 近藤誠司: Lameness score による放牧およびフリーストール飼養泌乳牛の歩行動作の比較 *Animal Behaviour and Management*, 43, 58-59, 2007
- 2) Kawashima C, Sakaguchi M, Suzuki T, Sasamoto Y, Takahashi Y, Matsui M, Miyamoto A: Metabolic profiles in ovulatory and anovulatory primiparous dairy cows during the first follicular wave postpartum *Journal of Reproduction and Development*, 53 (1), 113-120, 2007
- 3) 近藤 創, 高橋 誠, 上田宏一郎, 中辻浩喜, 近藤誠司: 放牧地における発情泌乳牛の行動解析 *Animal Behaviour and Management*, 44, 116 - 117, 2008
- 4) Oshita T, Sudo K, Nonaka K, Kume S, Ochiai K: The effect of feed regimen on chewing time, digesta passage and particle size distribution in Holstein non-lactating cows fed pasture ad libitum. *Livest. Sci.*, 113, 243-250, 2008
- 5) 坂口 実, 笹本良彦, 鈴木貴博, 高橋芳幸, 山田 豊: 産次, 分娩季節, 乳量およびボディコンディションスコア低下が分娩後乳牛の繁殖性に与える影響. *北海道畜産学会報*, 45, 33-40, 2003
- 6) Sakaguchi M, Sasamoto Y, Suzuki T, Takahashi Y, Yamada Y: Postpartum ovarian follicular dynamics and estrous activity in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87 (7), 2114-2121, 2004
- 7) Sakaguchi M, Suzuki T, Sasamoto Y, Takahashi Y, Nishiura A, Aoki M: Effects of first breeding age on production and reproduction of Holstein heifers up to the third lactation. *Animal Science Journal*, 76 (5), 419-426, 2005
- 8) 坂口 実, 高橋正樹, 上田博美: ホルスタイン種育成牛における寛幅による簡易体重推定法の評価. *日本畜産学会報* 77 (1), 89-93, 2006
- 9) Sakaguchi M, Sasamoto Y, Suzuki T, Takahashi Y, Yamada Y: Fate of ovarian cystic follicles and subsequent fertility in early postpartum dairy cows. *Veterinary Record*, 159 (7), 197-201, 2006
- 10) Sakaguchi M, Fujiki R, Yabuuchi K, Takahashi Y, Aoki M: Reliability of estrus detection in Holstein heifers using a radiotelemetric pedometer located on the neck or legs under different rearing conditions. *Journal of Reproduction and Development*, 53 (4), 819-828, 2007
- 11) 須藤賢司: 搾乳牛の集約放牧技術の確立に関する研究—メドウフェスク草地を焦点として—, 北海道農業研究センター研究報告 181, 43-87, 2004
- 12) 高橋 誠, 三寄健司, 上田宏一郎, 中辻浩喜, 宿野部猛, 近藤誠司. 北海道北部草地酪農地域における放牧および非放牧乳牛の疾病発生率の違い. *日本家畜管理学会誌*, 40, 155-160, 2005
- 13) 鶴川洋樹: 北海道酪農の経営展開—土地利用型酪農の形成・展開・発展—, 総合農業研究叢書, (56), 中央農業総合研究センター・北海道農業研究センター, 151-234, 2006
- 14) 鶴川洋樹, 細山隆夫, 藤田直聡, 安武正史: 北海道酪農の経営規模階層別にみた動向予測. *北海道農業研究センター研究報告* (180), 45-161, 2004
- 15) 若林勝史: ナチュラルチーズの消費者ニーズと工房製ナチュラルチーズの戦略. *北海道農村生活研究*, 15, 28-40, 2005
- 16) 若林勝史: ナチュラルチーズの消費者購買行動と状況要因. *農業経営通信*, 230, 14-17, 2006.
- 17) 若林勝史: 工房製ナチュラルチーズに対する消費者意識と販売戦略. *消費者行動とフードシステムの新展開* (農林統計協会), 55-69, 2007

2. 学会発表

- 1) 秋山典昭, 大下友子, 青木康浩, 宮地 慎, 上田靖子: 短草多刈りメドウフェスク生草の脂肪酸含量等の季節変動, *日本草地学会誌*, 第53

- 巻 (別) p270-271, 2007
- 2) 秋山典昭, 大下友子, 青木康浩, 宮地 慎, 上田靖子, 朝隈貞樹, 田瀬和弘, 田村健一, 真田康治: 放牧草に含まれる脂肪酸含量の生育ステージと番草による変動, 日本草地学会誌, 第54巻 (別) p-, 2008
 - 3) 出口健三郎・飯田憲司・中村克己: メドウフェスク主体放牧草地における搾乳牛の採食エリアと放牧草成分含量との関係. 2008年度日本草地学会大会講演要旨集, 54 (別), 340-341, 2008
 - 4) 藤木亮介, 坂口 実, 高橋正樹, 高橋芳幸, 山田 豊: 万歩計によるタイストール飼養条件下の乳用育成牛の発情検出効率. 第60回北海道畜産学会大会講演要旨集, p37, 2004
 - 5) 藤田直聡, 須藤賢司: 酪農経営における集約放牧の経営的評価—集約放牧と従来の飼養方式の比較—, 2008年度日本農業経済学会大会報告要旨, K5, 2008
 - 6) Kondo S, Takahashi M, Mitani T, Kashiwabara, H, Ueda, K, H Nakatsuji: Differences of lying-standing action and locomotion posture between cows kept on pasture and in cowshed, Proc. 41th International Congress of the International Society of Applied Ethology (Mexico), 2007
 - 7) 牧野 司, 林 拓, 佐藤尚親: 根釧地域におけるメドウフェスク主体放牧草地の生育特性. 北海道草地研究会報 平成16年度研究発表会・シンポジウム講演要旨号, p34, 2004
 - 8) 牧野 司, 林 拓, 佐藤尚親: メドウフェスク草地における秋の利用時期と翌春収量との関係. 北海道草地研究会報 平成17年度研究発表会・シンポジウム講演要旨号, p22, 2005
 - 9) 牧野 司, 佐藤尚親, 林 拓: 根釧地域におけるメドウフェスクおよびチモシー草地の生産性と放牧地必要面積. 日本草地学会誌, 53 別, p88-89, 2007
 - 10) 松村哲夫, 須藤賢司, 篠田 満, 梅村和弘, 渡邊也恭: 土壌凍結地帯放牧地におけるメドウフェスクの追播による導入 1. 定着と植生・乾物生産量の変化. 日草誌 51 (別), p54-55, 2005
 - 11) 松村哲夫, 篠田満, 須藤賢司, 梅村和弘, 富沢雅代: 十勝中部酪農家放牧草地へのメドウフェスク追播導入による生産力の向上. 北草研報 40, p45 2006
 - 12) 松村哲夫, 須藤賢司, 篠田 満: 土壌凍結地帯でのメドウフェスクの放牧利用における利用草丈と生産力, 永続性の関係. 北草研報 41, p62, 2007
 - 13) 松村哲夫, 須藤賢司, 篠田 満: 集約放牧での利用を想定したメドウフェスク「ハルサカエ」の短草利用. 日草誌 53 (別), p246-247, 2007
 - 14) 松村哲夫, 若林勝史, 上田靖子, 朝隈貞樹, 秋山典昭, 赤部紀夫, 赤部達哉, 福田隆行, 篠田満: 集約放牧で生産された乳を原料とするナチュラルチーズの特性と試験販売による評価. 日草誌, 54 (別), p32-353, 2008
 - 15) 村井勝, 梅村和弘, 中村正人, 坂口実, 鎌田八郎, 渡辺也恭, 坂上清一, 上田靖子: 泌乳牛の昼夜放牧飼養における乳量・乳質に及ぼすタンパク質補助飼料の効果. 日本畜産学会第105回大会, P43, 2005
 - 16) 中村直樹, 新宮裕子, 吉田昌幸, 岡元英樹, 井内浩幸: ベレニアルライグラス主体放牧地における異なる中牧区方式での草地利用率および食地割合. 北海道草地研究会報 40, p41, 2006
 - 17) 中村直樹, 新宮裕子, 梅村和弘, 藤井弘毅, 吉田昌幸: 輪換放牧方式における入牧時草丈の違いが牛の採食行動に及ぼす影響. 北海道草地研究会報 41, p31, 2007
 - 18) 中村直樹, 新宮裕子, 藤井弘毅, 梅村和弘: ベレニアルライグラス主体の輪換放牧における滞牧日数の延長が牛の採食量, 採食行動に及ぼす影響. 日本草地学会誌第54巻 (別), 122-123, 2008
 - 19) 西道由紀子, 三枝俊哉, 牧野司, 松村哲夫, 須藤賢司: メドウフェスク主体草地での放牧管理が利用草量に及ぼす影響. 日本草地学会誌, 54 別, p342-343, 2008
 - 20) 大下友子, 三谷朋弘, 青木康浩, 秋山典昭: メドウフェスク生草の飼料成分並びに栄養価の季節変動. 日本草地学会誌, 第52巻 (別), p140-141, 2006
 - 21) 大下友子, 宮地 慎, 青木康浩, 秋山典昭: 短草多回刈りメドウフェスク生草のTDN含量の季節変動と飼料成分からの推定, 日本草地学会誌, 第53巻 (別), p126-127, 2007
 - 22) 大下友子, 上田靖子, 三谷朋弘, 宮地 慎, 青木康浩, 秋山典昭: 短草利用放牧草の粗タンパク質含量の季節変動と乳中尿素態窒素含量の関係, 日本草地学会誌, 第53巻 (別) p276-277, 2007
 - 23) 三枝俊哉, 西道由紀子, 大塚省吾, 須藤賢司: 養分循環に基づく乳牛放牧草地の施肥対応—北

- 海道の標準施肥量と土壌診断に基づく施肥対応—日本草地学会誌, 54 別, p320-321, 2008.
- 24) 三枝俊哉, 西道由紀子, 大塚省吾, 須藤賢司: 養分循環に基づく搾乳牛放牧草地の施肥対応, 北海道草地研究会報, 42, 2008
- 25) 坂口 実, 笹本良彦, 鈴木貴博, 高橋芳幸, 山田 豊: 分娩後乳牛の卵巣動態および発情回帰と受胎性との関係. 第 101 回日本畜産学会大会講演要旨集, p83, 2003
- 26) 坂口 実, 笹本良彦, 鈴木貴博, 高橋芳幸, 山田 豊. 分娩後の乳牛における卵巣腫形成から初回人工授精までの卵巣動態とその後の受胎性. 第 135 回日本獣医学会講演要旨集, p. 168, 2003
- 27) 坂口 実, 笹本良彦, 鈴木貴博, 高橋芳幸, 山田 豊: 分娩後乳牛の繁殖性とボディコンディションスコアおよび乳成分との関係. 第 138 回日本獣医学会講演要旨集, p141 2004
- 28) 坂口 実, 数内かおり, 藤木亮介, 高橋芳幸, 山田 豊: 万歩計を用いた放牧牛の発情検出条件の予備的検討. 第 103 回日本畜産学会大会講演要旨集, p126, 2004
- 29) 坂口 実, 数内かおり, 藤木亮介, 高橋芳幸, 山田 豊: 万歩計によるパドック飼養条件下の乳用育成牛の発情検出効率. 第 60 回北海道畜産学会大会講演要旨集, p37, 2004
- 30) 坂口 実: 高泌乳牛の卵巣機能回復と発情発現. 第 2 回畜産衛生に関する帯広ワークショップ要旨集, p6-7, 2005
- 31) 坂口 実: 集約放牧プロジェクト研究の紹介と乳牛の季節繁殖. 第 3 回畜産衛生に関する帯広ワークショップ要旨集, pIV-1-9, 2005
- 32) 坂口 実, 西浦明子, 青木真理, 山田 豊: 初産を早めた乳牛における 3 産までの繁殖性および生産性. 第 104 回日本畜産学会大会講演要旨集, p112, 2005
- 33) Sakaguchi M, Fujiki R, Yabuuchi K, Takahashi Y, Aoki M: Estrus detection in Holstein heifers using a radiotelemetric pedometer under different rearing conditions. 7th International Ruminant Reproduction Symposium p. 62 (Society for Reproduction and Fertility Vol. 64, p511), 2006
- 34) 坂口 実: 分娩後乳牛の体重減少率の推移と繁殖性. 第 144 回日本獣医学会講演要旨集, p135, 2007
- 35) 坂口 実: 乳牛繁殖性の指標としての乳量・ボディコンディションスコア・体重. 第 62 回北海道畜産学会大会講演要旨集, p37, 2007
- 36) 坂口 実: 分娩後乳牛の排卵にともなう発情発現の頻度. 第 100 回日本繁殖生物学会講演要旨集, J Reprod Dev 53 (Suppl), j89, 2007
- 37) 坂口 実, 喜多孝一, 青木真理, 上田靖子: 昼夜放牧条件下の搾乳牛における歩数計による発情発見補助. 第 107 回日本畜産学会大会講演要旨集, p94, 2007
- 38) 佐藤尚親, 牧野 司, 林 拓, 西道由紀子, 原仁, 松村哲夫, 須藤賢司, 篠田 満, 小林朋也: 北海道東部地域の地下茎型イネ科草優占草地における簡易更新によるメドウフェスキの導入効果. 日本草地学会誌, 53 別, p42-43, 2007
- 39) 新宮裕子, 中村直樹, 井内浩幸: 放牧地における給水施設の設置位置が牛の行動に及ぼす影響. 日本草地学会誌第 52 巻 (別), 316-317, 2006
- 40) 新宮裕子, 中村直樹, 吉田昌幸, 藤井弘毅: 放牧地における給水施設の設置位置および設置個数が牛の採食行動に及ぼす影響. 日本草地学会誌第 53 巻 (別), 100-101, 2007
- 41) 新宮裕子, 中村直樹, 吉田昌幸, 藤井弘毅: 酪農家の放牧地における放牧牛の採食場所の分布. 北海道草地研究会報 41, p31, 2007
- 42) 篠田 満, 松村哲夫, 梅村和弘, 須山哲男, 長尾安浩, 富沢雅代: 北海道十勝地域の集約放牧農家における放牧地, 飲水場等のレイアウト調査, 2004 年度日本草地学会大会, 50 (別) p44-145, 2004.
- 43) 篠田 満, 須藤賢司, 松村哲夫, 梅村和弘, 富沢雅代: 北海道十勝地域の集約放牧農家の圃場レイアウトの実態と問題点, 2005 年度日本草地学会大会, 51 (別), p100-101, 2005
- 44) 篠田 満, 須藤賢司, 松村哲夫, 梅村和弘: 集約放牧における搾乳牛の行動調査と水槽増設の影響, 2006 年度日本草地学会大会 52 (別 1), p314-315, 2006
- 45) 篠田 満, 須藤賢司, 松村哲夫, 梅村和弘: GPS による集約放牧牛の歩行時間からの採食行動時間の推定, 2006 年度日本草地学会, 52 (別 2), p210-211, 2006
- 46) 篠田 満, 須藤賢司・松村哲夫・村井 勝: 十勝南部地域における集約放牧農家の飼料給与事例. 平成 18 年度北海道草地研究会, p33, 2006
- 47) 篠田 満, 須藤賢司, 松村哲夫, 梅村和弘: 集約放牧における搾乳牛の日中の歩行距離. 2007 年度日本草地学会大会, 53 (別), p266-267, 2007
- 48) 篠田 満, 須藤賢司, 松村哲夫: 集約放牧における搾乳牛の放牧草採食時の平均歩行速度.

- 2008 年度日本草地学会大会, 54 (別), p344-345, 2008
- 49) 須藤賢司, 篠田 満, 松村哲夫, 梅村和弘, 村井 勝: 畑地型集約放牧酪農モデルの策定 1. 飼料構成と土地利用. 日本草地学会誌 51 (別), 102-103, 2005
 - 50) Sudo K, Ogawa Y, Umemura K: Effects of vegetation structure and plant height when grazed on persistency of meadow fescue pasture. 20th International Grassland Congress, Offered papers p.522, 2005
 - 51) 須藤賢司: 放牧酪農の可能性. 日本家畜管理学会・応用動物行動学会・北海道家畜管理研究会共催秋期シンポジウム(酪農経営における2つの方向)講演要旨, 5-9, 2005
 - 52) 須藤賢司, 篠田 満, 松村哲夫, 梅村和弘: 十勝南部の酪農経営3戸における放牧地利用実態. 北海道草地研究会報 (40), 29, 2006
 - 53) 須藤賢司, 篠田 満, 松村哲夫, 梅村和弘: 牧区の形状が草地の利用性に及ぼす影響(予備調査). 日本草地学会誌 52 (別1), 90-91, 2006
 - 54) 須藤賢司, 篠田 満, 松村哲夫, 梅村和弘: 畑地型集約放牧酪農モデルの策定 2. 放牧実態と飼養状況を反映した土地利用の試算. 日本草地学会誌 52 (別2), 66-67, 2006
 - 55) 須藤賢司, 梅村和弘, 篠田 満, 松村哲夫: 放牧酪農家搾乳牛の食草行動に草地の状態が及ぼす影響. 北海道草地研究会報 (41), 54, 2007
 - 56) 須藤賢司, 篠田 満, 松村哲夫, 梅村和弘: 畑地型集約放牧酪農モデルの策定 3. 分娩月別飼料構成と収益性. 日本草地学会誌 53 (別), 298-299, 2007
 - 57) 須藤賢司, 篠田満, 松村哲夫, 梅村和弘, 藤田直聡: とうもろこしサイレージTMRを利用した放牧酪農-昼夜放牧事例に基づく半日放牧方式の試算- , 2008 年度日本草地学会個別報告要旨, 118-119, 2008
 - 58) 高橋正樹, 坂口 実, 藤木亮介, 高橋芳幸, 山田 豊: ホルスタイン育成牛における寛幅による体重推定器具の測定精度. 第60回北海道畜産学会大会講演要旨集, p36, 2004
 - 59) 武田尚人: 主育種集団(大)と育種目標の異なる分集団(小)の分化と効率, 第2回統計遺伝育種研究会資料, 66, 2005
 - 60) 武田尚人, 西浦明子, 山崎武志: 大きさを変えずに集団を分化させた場合の改良の効率. 日本畜産学会第105回大会要旨集, 56, 2005
 - 61) 上田靖子, 鎌田八郎, 坂口 実, 秋山典昭, 村井 勝: 泌乳牛における牛乳中および血漿中のL-カルニチン含量の変化. 第107回日本畜産学会大会講演要旨集, p141, 2007
 - 62) 鶴川洋樹: 十勝酪農の動向予測と土地利用型酪農技術. 北海道草地研究会報, 40, 6-8, 2006
 - 63) 鶴川洋樹: 土地利用型酪農技術の経営的性格と発展方向. ルミナントバイオロジーの新展開(日本畜産学会主催シンポジウム), 23, 2008
 - 64) Umemura K, Wanaka T, Akiniwa T, Ueno T, Ogawa Y, Sudo K, Watanabe N, Sakanoue S, Matsumura T, Sinoda M: A WIRELESS COUNTER WITHOUT A HALTER TO RECORD JAW MOVEMENTS FOR GRAZING BEHAVIOR, Proceedings of the 39th International Congress of the ISAE p124, 2005
 - 65) 梅村和弘: 首式頸運動計測装置を用いた放牧牛の採食量推定, 日本畜産学会第107回大会講演要旨集 p94, 2007
 - 66) 梅村和弘, 義平大樹, 新名正勝: 廉価な喫食回数計測方法. 日本畜産学会第109回大会講演要旨集 p148, 2008
 - 67) 若林勝史: 状況要因がナチュラルチーズの消費者購買行動に及ぼす影響. 2007 年度日本農業経済学会大会, 2007.
 - 68) 若林勝史: チーズ消費における習慣形成効果. 第114回北海道農業経済学会例会, 2007.
 - 69) 山崎武志, 武田尚人, 西浦明子, 川田訓, 安宅 倭, 萩谷功一: 産次の異なる泌乳パターン間における遺伝的パラメータの推定. 日本畜産学会第105回大会要旨集, 56, 2005
 - 70) 山崎武志, 武田尚人, 西浦明子, 川田訓, 萩谷功一: 初産牛における泌乳パターンと体重変化との間の遺伝的関係の推定. 日本畜産学会第106回大会要旨集, 53, 2006
 - 71) Yamazaki T., Takeda H., Nishiura A., Kawata S., Hagiya k.: Genetic relationships between shapes of lactation curve and changes of body weight during lactation in Holsteins. Proc. 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 280, 2006
 - 72) 山崎武志, 武田尚人, 西浦明子, 笹井洋二, 菅原真子, 萩谷功一, 佐分淳一: ホルスタイン初産牛における泌乳パターンと疾病発症との間の関連性. 日本畜産学会第107回大会要旨集, 63, 2007
 - 73) 山崎武志, 武田尚人, 西浦明子, 笹井洋二, 菅原真子, 萩谷功一, 佐分淳一: ホルスタイン初産牛における泌乳器病発症の閾値モデルによる

- 遺伝的パラメータの推定. 日本畜産学会第108回大会要旨集, 43, 2007
- 74) 山崎武志, 武田尚人, 西浦明子, 笹井洋二, 菅原真子, 萩谷功一, 佐分淳一: 乳牛のボディコンディションスコアの変動と泌乳パターン, 疾病発症との間の関係. 日本畜産学会第109回大会要旨集, 98, 2008
3. 研究成果情報, 会議資料(成績会議等)等
- 1) 藤田直聡, 須藤賢司, 篠田満, 松村哲夫: 畑地型酪農におけるメドウフェスクを用いた集約放牧の導入効果(技術・普及). 平成19年度北海道農業研究成果情報, 2008
- 2) 藤田直聡: 集約放牧で期待される経済効果. 集約放牧移行マニュアル, 71, 2008
- 3) 北海道農業研究センター 総合研究部 農村システム研究室: 工房製ナチュラルチーズに対する消費者意識と販売戦略. 平成17年度北海道農業試験会議(成績会議)指導参考事項, 2006.
- 4) 北海道農業研究センター総合研究部 総合研究第3チーム: 事例分析から見た集約放牧のための圃場レイアウト. 平成16年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2005
- 5) 北海道農業研究センター 自給飼料酪農研究チーム他: 集約放牧向けメドウフェスク主体生草のTDN含量推定式の開発と放牧草の栄養特性評価. 平成19年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2008
- 6) 北海道農業研究センター集約放牧研究チーム: GPSを利用した放牧牛の行動調査と放牧地レイアウト. 平成19年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2008
- 7) 北海道農業研究センター 集約放牧研究チーム他: 中規模酪農における畑地型集約放牧システムの体系化と経営評価. 平成19年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2008
- 8) 北海道農業研究センター 集約放牧研究チーム: 集約放牧で生産された乳を原料とするチーズの特性と試験販売での評価. 平成19年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2008
- 9) 北海道立上川農試天北試験場技術体系化チーム: 道北地域における集約放牧システム導入と放牧移行過程の技術変化並びに経営評価(普及推進). 平成19年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2008
- 10) 北海道立上川農業試験場天北支場 技術普及部: ベレニアルライグラス放牧地における乳牛の数日滞牧型輪換放牧技術(技術・普及). 平成19年度北海道農業研究成果情報, 2008
- 11) 北海道立上川農業試験場天北支場 技術普及部: ベレニアルライグラス放牧地における乳牛の数日滞牧型輪換放牧技術. 平成19年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2008
- 12) 北海道立根釧農業試験場 研究部 乳質生理科: 放牧条件が牛乳の栄養・機能性成分に与える影響. 平成18年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2007
- 13) 北海道立根釧農業試験場 研究部 作物科他: 道東地域におけるメドウフェスクの放牧利用法. 平成18年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2007
- 14) 北海道立根釧農業試験場 研究部 草地環境科他: 養分循環に基づく乳牛放牧草地の施肥対応. 平成19年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2008
- 15) 北海道立畜産試験場 環境草地部 草地飼料科: 放牧草の嗜好性を左右する要因の検討. 平成19年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 2008
- 16) 牧野 司, 佐藤尚親, 西道由紀子, 松村哲夫: 道東地域におけるメドウフェスク「ハルサカエ」の放牧利用法. 平成18年度研究成果情報 北海道農業, p148-149, 2007
- 17) 牧野 司, 佐藤尚親, 西道由紀子, 松村哲夫: 道東地域におけるメドウフェスク「ハルサカエ」の放牧利用法. 平成18年度新しい研究成果-北海道地域-, 67-73, 2007
- 18) 松村哲夫, 上田靖子, 若林勝史, 朝隈貞樹, 秋山典昭, 篠田 満: 集約放牧で生産された乳を原料とするチーズの特性と試験販売での評価(技術・参考). 平成19年度研究成果情報・北海道農業, 2008
- 19) 松村哲夫, 上田靖子, 若林勝史, 朝隈貞樹, 秋山典昭, 篠田 満: 集約放牧で生産された乳を原料とするチーズの特性と試験販売での評価. 平成19年度新しい研究成果-北海道地域-, 64-66, 2007
- 20) 大下友子, 青木康浩, 秋山典昭, 宮地慎: 短草・多刈利用メドウフェスク生草のTDN含量の推定式(技術・参考). 平成18年度北海道農業研究成果情報, 134-135, 2007
- 21) 大下友子: 短草多刈リメドウフェスク生草のTDN含量の推定式. 平成18年度新しい研究成果-北海道地域-, 64-66, 2007
- 22) 大下友子, 青木康浩, 宮地慎, 篠田満, 秋山典昭, 須藤賢司, 松村哲夫: メドウフェスク主体集約放牧草の粗タンパク質画分の栄養特性(技術・参考). 平成19年度北海道農業研究成果情報,

- 2008
- 23) 三枝俊哉, 西道由紀子, 大塚省吾, 須藤賢司: 北海道の養分循環に基づく乳牛放牧草地の標準施肥量. 研究成果情報 平成 19 年度北海道農業, 2008
- 24) 坂口 実: 万歩計で乳牛の発情を見つける. 北海道農研 News, No. 5, p3, 2004
- 25) 坂口 実, 山田 豊, 青木真理: 高泌乳牛の分娩後卵巣機能回復と発情回帰および受胎性との関係 (科学・参考). 平成 16 年度北海道農業研究成果情報, 164-165, 2005
- 26) 坂口 実, 青木真理, 高橋芳幸, 高橋正樹: 乳牛の初産分娩月齢早期化は乳生産性と繁殖性を低下させない (技術・参考). 平成 17 年度北海道農業研究成果情報, 162-163, 2006
- 27) 坂口 実, 青木真理, 高橋芳幸, 高橋正樹: 乳牛の初産分娩月齢早期化は乳生産性と繁殖性を低下させない. 平成 17 年度新しい研究成果-北海道地域-, 78-81, 2006
- 28) 坂口 実, 山田 豊, 高橋芳幸: 泌乳初期乳牛に発生する卵胞嚢腫の転帰と繁殖性への影響 (技術・参考). 平成 18 年度北海道農業研究成果情報, 142-143, 2007
- 29) 坂口 実, 山田豊, 高橋芳幸: 歩数計による乳牛の発情検出法の条件別の最適設定 (技術・参考). 平成 19 年度北海道農業研究成果情報, 2008
- 30) 篠田 満, 梅村和弘, 須藤賢司, 松村哲夫: 事例分析から見た集約放牧レイアウト作成のための留意点 (技術・参考). 平成 16 年度北海道農業研究成果情報, 176-177, 2005
- 31) 篠田 満, 須藤賢司, 松村哲夫, 梅村和弘: GPS の位置情報で放牧搾乳牛の採食行動時間を推定する. (研究・参考) 平成 18 年度北海道農業研究成果情報, 132-133, 2007
- 32) 須藤賢司, 篠田 満, 松村哲夫, 梅村和弘, 渡辺成恭, 坂上清一: 畑地型集約放牧酪農における分娩月別の飼料構成と粗飼料依存度 (技術・参考). 平成 18 年度北海道農業研究成果情報, 140-141, 2007
- 33) 高橋雅信, 昆野大次, 西村和行, 本郷泰久: 放牧は牛乳の CLA, ビタミン E, β -カロテンを高める (技術・参考). 平成 18 年度北海道農業研究成果情報, 194-195, 2007
- 34) 高橋雅信, 昆野大次, 西村和行, 本郷泰久: 放牧は牛乳の CLA, ビタミン E, β -カロテンを高める. 平成 18 年度北海道地域新しい研究成果, 83-88, 2007
- 35) 富樫研治, CY Lin, 西浦明子, 武田尚人: 泌乳中・後期の乳量改良を最大の確率で実現する選抜指数式. 平成 15 年度北海道農業研究成果情報 (行政・普及), 134-135, 2004
- 36) 武田尚人, 西浦明子, 山崎武志, 富樫研治: 泌乳曲線平準化を目指した選抜指数による改良効果の検証. 平成 17 年度北海道農業研究成果情報 (科学・参考), 158-159, 2006
- 37) 上田靖子, 大下友子, 青木康浩, 秋山典昭, 須藤賢司, 松村哲夫, 篠田満, 鎌田八郎, 村井勝: 短草利用放牧草の粗タンパク質含量の季節変動と乳中尿素態窒素含量の関係 (研究・参考). 平成 18 年度北海道農業研究成果情報, 136-137, 2007
- 38) 鶴川洋樹, 細山隆夫, 藤田直聡: 北海道酪農の規模階層別農家数の動向予測 (行政・参考). 平成 15 年度北海道農業研究成果情報, 18-19, 2004
- 39) 梅村和弘, 渡辺也恭, 坂上清一, 須藤賢司, 松村哲夫, 篠田 満: 喫食回数による放牧搾乳牛採食量の推定法 (技術・普及). 平成 17 年度北海道農業研究成果情報, 162-163, 2006
- 40) 若林勝史, 天野哲郎: 消費者ニーズに対応した工房製ナチュラルチーズの産地ブランド形成 (技術・参考). 平成 15 年度北海道農業研究成果情報, 2005.
- 41) 若林勝史: 購買時の状況要因を踏まえた工房製ナチュラルチーズの販売方向 (技術・参考). 平成 18 年度北海道農業研究成果情報, 2007.
- 42) 若林勝史: 工房製ナチュラルチーズの販売ターゲットと効果的な販売方法. 平成 18 年度新しい研究成果-北海道地域-, 9-11, 2007.
- 43) 山崎武志, 武田尚人, 西浦明子, 富樫研治, 笹井洋二, 菅原貞子, 萩谷功一: 初産牛の泌乳パターンと泌乳中後期の泌乳器病発症および BCS 回復との関係. 平成 19 年度北海道農業研究成果情報 (研究・参考), 2008
4. 普及誌, 商業誌発表等
- 1) 近藤誠司: 肢蹄障害のシグナル, デーリィマン, 8 月号, 2007
- 2) 牧野 司: 夏以降も良く伸びるメドウフェスクの放牧利用. 根釧農試 酪農研究通信 第 16 号 2007 年 3 月, p1-2, 2007
- 3) 牧野 司: 夏以降も良く伸びるメドウフェスクの放牧利用 (その 1) 集約放牧条件下でのメドウフェスクの生育特性. J A ベつかい組合だより 2007 年 8 月号, p6, 2007
- 4) 牧野 司: 夏以降も良く伸びるメドウフェスク

- の放牧利用（その2）メドウフェスクの放牧利用
法. J Aべつかい組合だより 2007 年 9 月号, p7,
2007
- 5) 牧野 司: 道東におけるメドウフェスクの放牧
利用技術. デーリーマン 2007 年 12 月号, p46,
2007
 - 6) 松村哲夫: 土壌凍結地帯におけるメドウフェス
ク「ハルサカエ」の短草利用時の特性. ぐら一
す(社) 北海道草地協会, 52 (1), p31-34,
2007
 - 7) 三枝俊哉: 放牧草地の施肥量は乳牛が食べた草
の量と落としたふん尿の量で決まる. J Aべつか
い組合だより 2008 年 5 月号, 2008
 - 8) 坂口 実: 分娩後乳牛の繁殖性に影響する要因
～産次, 季節, 乳量, 栄養状態, 卵巣機能再開
時期との関係～. 畜産技術 (11 月号), 33-38,
2003
 - 9) 坂口 実: 分娩後乳牛の繁殖生理と受胎性の関
係. 酪農ジャーナル 2003 年度臨時増刊号「乳牛
の受胎率向上戦略」, 87-101 酪農学園大学エ
クステンションセンター, 2004
 - 10) 坂口 実: 牛の歩数で発情を見つける (前編)
～万歩計による発情発見の有効性と注意点～.
Dairy Japan (3 月号), 10-13, 2005
 - 11) 坂口 実: 牛の歩数で発情を見つける (後編)
～育成牛での使用例～. Dairy Japan (4 月号),
14-18, 2005
 - 12) 坂口 実: 最近の乳牛の繁殖性について～北海
道農業研究センターのデータから～. 家畜人工
授精, 227 号 (2005. 3 月), 11-39, 2005
 - 13) 坂口 実: リピーターブリーダー牛 (用語解説).
畜産技術 (4 月号), 62, 2005
 - 14) 坂口 実: 発情発見補助器具としての無線送信
万歩計の利用～異なる飼養条件下の乳用育成牛
を用いた予備的検討～. 畜産技術 (6 月号),
13-17, 2005
 - 15) 坂口 実: 初産分娩月齢を早めるということは
「利益をもたらす後継牛を育てるために」.
73-86, デーリィ・ジャパン社, 2005
 - 16) 坂口 実: 乳牛の初産分娩月齢早期化がその後
の乳生産性と繁殖性に及ぼす影響. 畜産技術
(11 月号), 2-6, 2006
 - 17) 坂口 実: 乳牛繁殖性の現状と将来展望. 畜
産の研究, 61 (1), 75-80, 2007
 - 18) 坂口 実: 新しい発情発見法の開発. 「新しい
畜産技術～近未来編～」. (社) 畜産技術協会,
4-55, 2007
 - 19) 坂口 実: 高泌乳牛の繁殖生理. 農業技術体系,
畜産編 (追録 26 号), 第 2 巻, 乳牛①, 基礎編,
乳牛の生理, 繁殖生理, 基 126 の 8-15, 農山
漁村文化協会, 2007
 - 20) 坂口 実: 高泌乳牛の授精適期. 農業技術体系,
畜産編 (追録 26 号), 第 2 巻, 乳牛①, 基本技術
編, 搾乳牛, 種付け, 技 154 の 2-7, 農山漁村文
化協会, 2007
 - 21) 坂口 実: 分娩後早期の泌乳牛卵巣に出現する
囊腫様卵胞の転帰と繁殖性との関係. 北農, 75
(2), 112-120, 2008
 - 22) 坂口 実: 飼料中の窒素過剰が乳牛の繁殖性に
与える影響についての最近の研究 (翻訳). 北海
道獣医師会誌, 52 (4), 15-18, 2008
 - 23) 篠田 満: 集約放牧酪農のための圃場レイアウ
ト作成の留意点. 畜産技術, 48 (8), 30-33,
2006
 - 24) 篠田 満: 搾乳牛の集約放牧の圃場レイアウト
の事例紹介と留意点. Holstein, (12), 4-7,
2006
 - 25) 篠田 満: 放牧でメリットを生むための管理方
法. デーリイマン, 156 (12), 28-29, 2006
 - 26) 篠田 満: 「酪農経営のゆとりと美味しい牛乳
生産を生み出す集約放牧技術」をテーマとした
マッチングフォーラム. 畜産技術, 49 (12),
38-41, 2007
 - 27) 篠田 満: 酪農経営にゆとりと美味しい牛乳生
産を生み出す集約放牧技術. グリーンテクノ情
報, 3 (3), 21-24, 2007
 - 28) 須藤賢司: メドウフェスク草地の集約放牧技術.
ぐら一す, 48 (1), 29-31, 2003
 - 29) 須藤賢司: 集約放牧における搾乳牛の放牧草採
食量と割り当て草量との関係. 畜産の研究, 59
(1), 145-149, 2005
 - 30) 須藤賢司: 十勝南部地域における放牧地利用実
態. ぐら一す, 51 (1), 23-28, 2006
 - 31) 須藤賢司: 搾乳牛用集約放牧草地の先行後追放
牧による利用率向上. 畜産技術, (617), 33-36,
2006
 - 32) 須藤賢司: 集約放牧の効果と留意点. 酪農ジャ
ーナル, 臨時増刊号・飼料自給最前線, 191-
203, 2008
 - 33) 須藤賢司: 集約放牧導入マニュアル. p5-7,
11-13, 31-38, 58-59, 北海道農業研究セン
ター, 2008
 - 34) 高橋雅信: 放牧飼養による特色ある生産物づく
り. デーリイマン, 57 (6), 52, 2007
 - 35) 高橋雅信: 放牧は牛乳の β -カロテン・ビタミン
E・CLA を高める・酪農ジャーナル, 60 (6),

- 20-22, 2007
- 36) 富樫研治, 安宅優, 佐藤淳子, 白井達夫, 山崎武志, 武田尚人: 泌乳ステージ乳量選抜指数による305日乳量と泌乳曲線への選抜反応. 畜産の研究, 59, 877-881, 2005
- 37) 武田尚人: 乳牛の改良方向 HOLSTEIN, 440, 4-7, 2006
- 38) 鶴川洋樹: 集約放牧の経済効果. 西部日高地域畜産飼料技術検討調査業務-室蘭開発建設部委託業務報告書-1, 北海道有機農業研究協議会, 47-56, 2004
- 39) 梅村和弘: バイトカウンター (喫食回数計測装置) による放牧搾乳牛の採食量推定法, 畜産技術, 621号p10-11, 2007
- 40) 梅村和弘: バイトカウンター (喫食回数) による放牧搾乳牛採食量の推定法, グリーンテクノ情報, Vol.2 (3), p12-13, 2007
- 41) 若林勝史: 北海道産チーズの現状. CPA 通信, 15, 6, 2006.
- 42) 若林勝史: 放牧チーズの販売ターゲットと今後の課題. グリーンテクノ情報, 2 (2), 8-12, 2006.
5. 講演, HP, その他
- 1) 出口健三郎: 牛が好んで採食する放牧地の場所と牧草. 集約放牧成果発表会 (幕別町忠類, JA 忠類), 2008年3月12日
- 2) 石田 亨: 「集約放牧経営へのスムーズな移行・転換!」. 平成19年度畜産関係新技術発表会 (札幌市, ホクレンビル), 2008年2月21日
- 3) 石田 亨: 「集約放牧経営へのスムーズな移行・転換!」. 平成19年度宗谷酪農新技術発表会 (豊富町, 町民センター), 2008年3月11日
- 4) 石田 亨: 「集約放牧経営へのスムーズな移行・転換」. 道北集約放牧発表会 (幌延町, 福祉センター), 2008年3月17日
- 5) 石田 亨: 「放牧酪農への挑戦」. 中川町放牧研修会 (中川町, JA きたはるか), 2008年3月3日
- 6) 石田 亨: 「集約放牧経営へのスムーズな移行・転換等の紹介」. 天塩町放牧の会 (天塩町, 留萌農業改良普及センター北留萌支所), 2008年3月25日
- 7) 藤田直聡・須藤賢司: 中規模酪農における畑地型集約放牧システムの体系化と経営評価. 農業新技術発表会. 研究成果ポスター紹介, 2008年2月20日
- 8) 北海道農業研究センター: 北海道のナチュラルチーズ
<http://cryo.naro.affrc.go.jp/cheese/cheese/>
- 9) 藤田直聡・須藤賢司: 中規模酪農における畑地型集約放牧システムの体系化と経営評価. 平成19年度畜産関係新技術発表会要旨集, 81-82, 2008年2月29日
- 10) 近藤誠司: 放牧時の起立・伏臥動作および歩行姿勢から見た乳牛の健康と福祉. 集約放牧成果発表会 (幕別町忠類, JA 忠類), 2008年3月12日
- 11) 牧野 司: 夏以降も良く伸びるメドウフェスクの放牧利用. 平成18年度畜産関係新技術発表会 (札幌市, 北農ビル), 2007年2月22日
- 12) 牧野 司: 道東におけるメドウフェスクの放牧利用法, メドウフェスクを中心とする放牧地での簡易更新技術. JA中春別酪農講習会 (別海町, JA中春別), 2007年4月27日
- 13) 牧野 司: 道東におけるメドウフェスクの放牧利用技術. 北海道地域マッチングフォーラム (足寄町, 足寄町民センター), 2007年8月22日
- 14) 牧野 司: 放牧地はメドウフェスク, 兼用地はチモシーで放牧地面積の1割減. 集約放牧成果発表会 (幕別町忠類, JA 忠類), 2008年3月12日
- 15) 松村哲夫: 集約放牧で生産された乳を原料とする「放牧乳チーズ」について. 北海道地域アグリビジネス創出産学官連携フェア (札幌市, 北海道グリーンテクノバンク他), 2005年11月17日
- 16) 松村哲夫: 乳牛の飼養方法の乳製品への影響. 十勝チーズリーグ研究会 (帯広, 十勝チーズリーグ事務局), 2006年6月27日
- 17) 松村哲夫: 道東・土壤凍結地帯での集約放牧技術の確立と放牧生産牛乳活用の可能性. 平成18年度北海道有機農業技術交換発表会 (札幌市, 北海道有機農業研究協議会), 2007年3月9日
- 18) 松村哲夫: 酪農経営のゆとりと美味しい牛乳を生産する集約放牧-放牧牛乳を原料とするチーズの特性と製造・販売試験. 平成19年度北海道地域マッチングフォーラム (足寄町, 北海道地域マッチングフォーラム事務局), 2007年8月22日
- 19) 松村哲夫: 放牧で生産された乳を原料とするナチュラルチーズの特性と試験製造・試験販売の取り組み-乳牛・酪農家・製造者・消費者が幸せを分かち合える酪農をめざして-. 集約放牧成果発表会 (幕別町忠類, JA 忠類), 2008年3月12日
- 20) 松村哲夫: 放牧飼養体系の導入-放牧牛乳の特徴と乳製品製造. 天北地域農業新技術発表会 (幌延町, 北海道留萌支庁), 2008年3月17日
- 21) 村井勝: 放牧飼養での乳量・乳成分の制御は可能. マッチングフォーラム ポスター発表,

- 2007年8月22日
- 22) 中村直樹：滞牧日数を延ばして楽々放牧ーペレニアルライグラス放牧地の省力的管理ー。集約放牧成果発表会（幕別町忠類），2008年3月12日
 - 23) 三枝俊哉：放牧草地の施肥量は乳牛が食べた草の量と落としたふん尿の量で決まる。平成19年度畜産関係新技術発表会（札幌市，北農ビル），2008年2月21日
 - 24) 三枝俊哉：放牧草地の施肥量は乳牛が食べた草の量と落としたふん尿の量で決まる。集約放牧成果発表会（幕別町忠類，JA忠類），2008年3月12日
 - 25) 坂口 実：最近の乳牛の繁殖性についてー北海道農業研究センターのデータからー。第33回家畜人工授精優良技術発表全国大会，特別講演（東京・JAビル），2005年2月17日
 - 26) 坂口 実：最近の乳牛の繁殖性についてー北海道農業研究センターのデータからー。南十勝放牧の会研修会（十勝南部地区普及センター），2005年3月23日
 - 27) 坂口 実：乳牛の繁殖生理と受胎性。酪農学園大学特別講義（堂地教授・演習Ⅱ，酪農学園大学），2005年6月27日
 - 28) 坂口 実：乳牛繁殖性の現状と展望ー試験研究の現場から。平成17年度受精移植技術研究会（上士幌町生涯学習センター），2005年9月29日
 - 29) 坂口 実：最近の乳牛の繁殖性についてー北海道農業研究センターのデータからー。平成17年度第3回栃木県家畜人工授精師協会那須支部講習会（那須塩原市・乃木温泉ホテル），2006年1月30日
 - 30) 坂口 実：高泌乳牛繁殖性の現状と将来展望。第62回北海道家畜人工授精技術研修大会，特別講演（釧路市，観光国際交流センター），2006年10月18日
 - 31) 坂口 実：乳牛繁殖性の改善に必要な基礎研究。平成18年度畜産草地分野研究交流会（畜産草地研究所），2007年2月13日
 - 32) 坂口 実：高泌乳牛の繁殖性（現状と今後の取り組み）。士幌町・酪友会勉強会話題提供（士幌町農協），2007年6月12日
 - 33) 坂口 実：乳牛繁殖性の現状と今後の向上技術について（考え方の整理）。平成19年度プロジェクト研修「酪農経営向上技術現地研修」（北農研），2007年8月28日
 - 34) 坂口 実：乳牛繁殖性改善に向けた研究の方向性と考え方。石井研究室ゼミ・話題提供（帯広畜産大学），2007年9月6日
 - 35) 坂口 実：乳牛繁殖性の現状と今後の向上技術について（考え方の整理）。平成19年度プロジェクト研修「酪農経営向上技術現地研修」（神奈川県畜産試験場），2007年11月21日
 - 36) 坂口 実：分娩後乳牛の繁殖機能回復ー卵巣機能を中心にー。あすか繁殖セミナー（八雲町活性化施設ファームメイド），2008年1月31日
 - 37) 坂口 実：高泌乳牛の繁殖性を考えるための視点。平成19年度関東東北陸農業試験推進会議・畜産部会ー大家畜分科会（つくば農林ホール），2008年2月8日
 - 38) 坂口 実：放牧牛の季節繁殖化に向けての課題と展望ー初産月齢早期化と歩数計による発情検出ー。集約放牧成果発表会（幕別町忠類，JA忠類），2008年3月12日
 - 39) 新宮裕子：ペレニアルライグラス放牧地における乳牛の数日滞牧型輪換放牧技術。平成19年度宗谷酪農新技術発表会（豊富町），2008年3月11日
 - 40) 新宮裕子：ペレニアルライグラスを利用した中牧区放牧技術。道北集約放牧発表会（幌延町），2008年3月17日
 - 41) 篠田 満：事例を参考にした集約放牧におけるレイアウトの留意点。北海道地域マッチングフォーラムポスター発表，2007年8月22日
 - 42) 須藤賢司：メドウフェスク集約放牧草地の特性。平成16年度地域総合「集約放牧」現地検討会（幕別町忠類，JA忠類），2004
 - 43) 須藤賢司：自給飼料を活用した酪農経営技術ー集約放牧等による利用についてー。平成17年度革新的農業技術習得研修・プロジェクト研修（札幌市，北海道農業研究センター），2005
 - 44) 須藤賢司：集約放牧等による草地利用についてー。平成18・19年度革新的農業技術習得研修・プロジェクト研修（札幌市，北海道農業研究センター），2006・2007
 - 45) Kenji Sudo：Intensive grazing. 平成18・19年度JICA 集団低投入型農業生産管理システム研修（芽室町，北海道農業研究センター），2006・2007
 - 46) 須藤賢司：優良牧草種子の普及促進 メドウフェスク草地の集約放牧技術。平成18年度公共牧場利用体制整備推進研修会（札幌市，札幌ガーデンパレス），2007
 - 47) 須藤賢司：放牧に転換する際の飼料需給計画の実際。平成19年度乳用牛集約放牧技術研修会（帯広市，東急イン），2007
 - 48) 須藤賢司，高野英一，内藤康広，大和章二：畑

- 地型酪農地帯における集約放牧導入のメリット
(幕別町忠類, JA 忠類), 2008
- 49) 須藤賢司・藤田直聡: 中規模酪農における畑地型集約放牧システムの体系化と経営評価. 平成19年度畜産関係新技術発表会要旨集, 178-181, 2008年2月21日
- 50) 高橋雅信: 放牧牛乳の乳質特性, 平成19年度北海道地域マッチングフォーラム(足寄町, 足寄町民センター), 2007年8月22日
- 51) 高橋雅信: 放牧利用で高まる牛乳・乳製品の栄養・機能性成分の含量. 集約放牧成果発表会(幕別町忠類, JA 忠類), 2008年3月12日
- 52) 武田尚人: 自給飼料利用型酪農を可能とする泌乳パターン平準化育種. 自給飼料利用研究会(畜産草地研究所那須地区), 2007年11月, 32-36
- 53) 梅村和弘: 首式頸運動計測装置を用いた放牧牛の採食量推定. 平成19年度北海道地域マッチングフォーラム, 2007年8月
- 54) 若林勝史: ナチュラルチーズの需給動向と製造ミニプラントの現状. 平成15年度地域総合「集約放牧」現地検討会, 2003.10.
- 55) 若林勝史: 工房製ナチュラルチーズに対する消費者の意識. 第16回北海道農村生活研究会シンポジウム, 2005.10.
- 56) 若林勝史: 加工食品に関する消費者ニーズ調査. 平成18年度「高度先進技術研修」(農林水産省経営局), 2006.7.
- 57) 若林勝史: 加工食品に関する消費者ニーズ調査. 平成19年度「高度先進技術研修」(農林水産省経営局), 2007.8.
- 58) 若林勝史: 放牧牛乳の特性とこれを活かした高付加価値化方策—放牧牛乳を原料とするチーズの販売ターゲット. 平成19年度北海道地域マッチングフォーラム「酪農経営のゆとりと美味しい牛乳生産を生み出す集約放牧技術」, 2007.8.

VII. 研究担当者

第1章 北海道酪農における集約放牧の導入条件の解明

1. 集約放牧の中小規模酪農経営への普及拡大のための条件解明
- (1) 集約放牧導入のための経営条件の解明
北農研・北海道農業経営研究チーム
吉川好文* (現 九州農研)
(北農研・総合研究部・動向解析研)
鶴川洋樹 (現 東北農研)

(2) 集約放牧による牛乳・乳製品の高付加価値化方策の解明

北農研・北海道農業経営研究チーム
若林勝史*
(北農研・総合研究部・農村システム研)
天野哲郎

2. 乳牛の動線から見た放牧地と牛舎および付属施設の立地配置条件の解明

- (1) 集約放牧のためのレイアウト及び放牧計画の策定
北農研・集約放牧研究チーム
篠田 満* (現 畜草研)
須藤賢司
松村哲夫 (現 寒地飼料作物育種研究チーム)
梅村和弘
(北農研・総合研究部・総合研究第3チーム, 畜産草地部・放牧利用研)

(2) 乳牛の健康および福祉に対する放牧の効果 北大学院農学研究科・家畜生産学講座 近藤誠司*

第2章 健全な良質牛乳生産のための集約放牧技術の開発

1. 新品種活用による放牧草地の維持管理・利用技術の開発

- (1) 土壌凍結地帯におけるメドウフェスク新品種「ハルサカエ」主体草地の維持管理・利用技術の開発
北農研・集約放牧研究チーム
松村哲夫*
(現 寒地飼料作物育種研究チーム)
篠田 満 (現 畜草研)
須藤賢司
(北農研・総合研究部・総合研究第3チーム)

(2) ペレニアルライグラス新品種「ポコロ」を活用した放牧草地の維持管理・利用技術の開発 上川農試天北支場・技術普及部

新宮裕子*
中村直樹 (現 道立畜試)
吉田昌幸 (現 道立畜試)
石田 亨 (現 道立根釧農試)
藤井弘毅 (現 道立北見農試)
井内浩幸
宮崎 元
(天北農試・研究部)

(3) メドウフェスクとチモシーの組み合わせ利用
による放牧草地利用技術の開発

根釧農試・研究部

牧野 司*

佐藤尚親

西道由紀子

北農研・集約放牧研究チーム

松村哲夫 (現 寒地飼料作物育種研究チーム)

(北農研・総合研究部・総合研究第3チーム)

(北農研・畜産草地部・飼料評価利用研)

久米新一 (現 京都大学)

野中和久 (現 畜草研)

(2) 放牧草の嗜好性を左右する要因の解明と改善
技術の開発

道立畜試・環境草地部・草地飼料科

出口健三郎* (現 道立根釧農試)

中村克己

2. 集約放牧に適した生涯生産性の高い乳牛特性の
解明

(1) 放牧に適した乳牛選抜基準の開発

北農研・自給飼料酪農研究チーム

武田尚人*

西浦明子

山崎武志

富樫研治 (現 研究管理監)

(北農研・畜産草地部・家畜育種研究室)

4. 放牧草の特性を活かした機能性乳成分向上のため
の乳牛栄養管理技術の開発

(1) 放牧牛乳の機能性乳成分向上技術の開発

根釧農試・研究部・乳質生理科

高橋雅信*

昆野大次

西村和行

本郷泰久

(2) 季節繁殖牛群へ転換するための条件解明およ
び手法の確立

北農研・集約放牧研究チーム

坂口 実*

(北農研・畜産草地部・家畜生理繁殖研)

青木真理 (現 自給飼料酪農研究チーム)

山田 豊

(北農研・総合研究部・動向解析研)

古川好文 (現 九州農研)

鶴川洋樹 (現 東北農研)

(2) 放牧搾乳牛の乳成分変動要因の解明と補助飼
料給与技術の開発

北農研・自給飼料酪農研究チーム

村井 勝*

中村正斗

田鎖直澄

(北農研・畜産草地部・上席研究官、家畜生理繁
殖研)

押尾秀一 (現 国際農研)

鎌田八郎 (現 畜草研)

北農研・集約放牧研究チーム

上田靖子

梅村和弘

秋山典昭

坂上清一

渡邊也恭

篠田 満 (現 畜草研)

須藤賢司

松村哲夫 (現 寒地飼料作物育種研究チーム)

(北農研・畜産草地部・放牧利用研、総合研究
部・総合研究第3チーム)

3. 食草時間計測装置活用による適正栄養管理技術
の開発

(1) 放牧草の食草量及び栄養価簡易評価法の開発

北農研・集約放牧研究チーム

梅村和弘*

渡邊也恭

坂上清一

篠田 満 (現 畜草研)

松村哲夫 (寒地飼料作物育種研究チーム)

須藤賢司

秋山典昭

(北農研・畜産草地部・放牧利用研究室、総合研
究部・総合研究第3チーム)

北農研・自給飼料酪農研究チーム

大下友子

青木康浩 (現 畜草研)

小坂井貴晴

第3章中規模酪農における集約放牧システムの確
立

1. 集約放牧システムの体系化と経営モデルの策定

(1) 畑地型集約放牧システムの体系化と営農モデ
ルの策定

北農研・集約放牧研究チーム

須藤賢司*

篠田 満 (現 畜草研)
松村哲夫 (現 寒地飼料作物育種研究チーム)
梅村和弘
(北農研・総合研究部・総合研究第3チーム、畜
産草地部・放牧利用研)
北農研・自給飼料酪農研究チーム
村井 勝
(北農研・総合研究部・動向解析研)
鶴川洋樹 (現 東北農研)

(2) 天北型集約放牧システムの体系化と営農モデルの策定

上川農試天北支場・技術普及部
石田 亨^{*}
宮崎 元
山下一夫
宮崎隆章
新宮裕子
中村直樹
(天北農試技術体系化チーム)

道立畜試

竹田芳彦
山川政明

道立中央農試

内山誠一

網走農業改良普及センター

三浦康雄
棕本正寿

上川農試

河野迪夫

(3) 根釧型集約放牧システムの体系化と営農モデルの策定

根釧農試・研究部・経営科

原 仁^{*} (現 道立畜試)
山田輝也

根釧農試・研究部・作物科

佐藤尚親

牧野 司

根釧農試・研究部・草地環境科

三枝俊哉

根釧農試・研究部・乳牛飼養科

西道由紀子

根釧農試・研究部

三木直倫

2. 集約放牧技術の経営評価と地域導入シミュレーション

(1) 畑地型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明

北農研・北海道農業経営研究チーム

藤田直聡^{*}

相原克磨

(北農研・総合研究部・経営管理研)

(2) 天北型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明

上川農試天北支場・技術普及部

石田 亨^{*}

宮崎 元

山下一夫

宮崎隆章

(天北農試技術体系化チーム)

道立畜試

竹田芳彦

山川政明

道立中央農試

内山誠一

網走農業改良普及センター

三浦康雄

上川農試

河野迪夫

(3) 根釧型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明

根釧農試・研究部・経営科

原 仁^{*} (現 道立畜試)

山田輝也

^{*}は取りまとめ執筆

第1章 北海道酪農における集約放牧の導入条件の解明

I. 集約放牧の中小規模酪農経営への普及拡大のための条件解明

1. 集約放牧技術導入のための経営条件の解明

(1) 研究目的

集約放牧技術の主な担い手と想定される中規模酪農経営（耕地面積40～60ha、経産牛飼養頭数50～80程度）の動向解析ならびに放牧型酪農生産の担い手の実態解析と類型化を行う。さらに、畑地型酪農経営における集約放牧技術導入の意義、経営者志向等を踏まえた上で、経営計画モデルを用いた規範分析を行い、集約放牧技術の導入に必要な経営条件を明らかにする。

(2) 研究方法

1) 北海道の主要な酪農生産地域における経営耕地面積規模階層別ならびに乳用牛飼養頭数規模階層別にみた酪農家数の動向予測を網羅的・定量的に明らかにするために、1995年および2000年の農業センサス個票から動態表を作成し、この動態表にマルコフ分析を適用し、2020年までの酪農家数を5年刻みで推計する。

2) 十勝地域における事例調査等に基づいて、畑地型酪農地域における集約放牧技術の担い手類型を示すとともに、試験農家の実態を踏まえた集約放牧酪農モデルに依拠して、線形計画法により畑地型酪農の経営計画モデルを策定する。

3) 放牧草単収、TDN含有率など特定の技術係数を前提とした場合の計画モデルの最適解を求めることにより、目標とする技術水準を示し、技術導入のための経営条件を明らかにする。

(3) 結果および考察

1) 北海道全体の酪農家数は2000年の9,271戸から2020年には38%減少し5,754戸になると予測されるが、経営耕地面積規模階層別にみると60haが増減分岐点になり、60ha未満層は減少するのに対し60ha以上層は増加する。同様に、2歳以上乳用牛飼養頭数規模階層別にみると80頭が酪農家数の増減分岐点になる。その結果、60ha未満酪農家割合は2000年の77%から2020年には46%に、同様に2歳以上乳用牛飼養80頭未満酪農家割合は2000年の83%から2020年には60%に低下するが、中規模経営の農家割合は依然として高い。

2020年までの酪農家数の動向予測には地域性（支庁・市町村）がみられる。酪農家数の増減分岐点予測に基づき支庁別の規模階層変化の特徴をみると、耕地面積と乳牛頭数の両面において根室支庁の分岐点規模が最も大きい。次いで、釧路支庁と宗谷支庁、そして留萌支庁と続く。ただし、経営耕地面積の基準を乳用牛1頭あたり1haとすると、留萌支庁以外は乳牛頭数の分岐点が耕地面積のそれよりも大きく、乳牛頭数の規模拡大が耕地面積を上回っている。そして、この差が最も大きいのが十勝支庁であり、網走支庁や日高支庁、渡島支庁でもそうした傾向がみられる。また、規模階層別農家数の2020年予測から支庁別の階層分布の特徴をみると、根室支庁と釧路支庁は耕地面積、2歳以上乳用牛頭数ともに中規模と大規模に2つのピークをもつ階層構成に、宗谷支庁と留萌支庁はともに中規模に集中した階層構成になる（図1-I-1,2）。一方、十勝支庁の耕地面積は中規模に集中するのにに対し、2歳以上乳用牛頭数は大規模から中規模に分散すると予測される。多くの

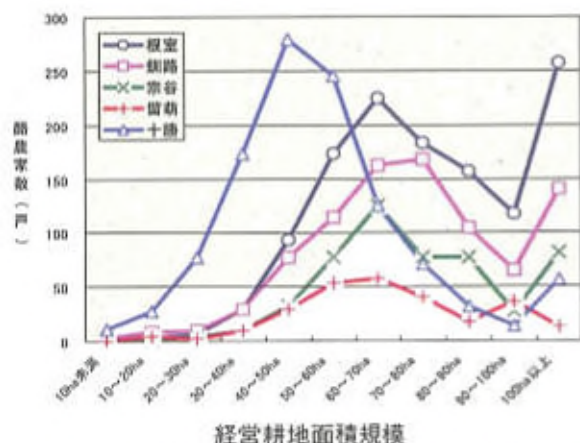


図1-I-1 支庁別にみた面積規模別農家数（2020年予測値）

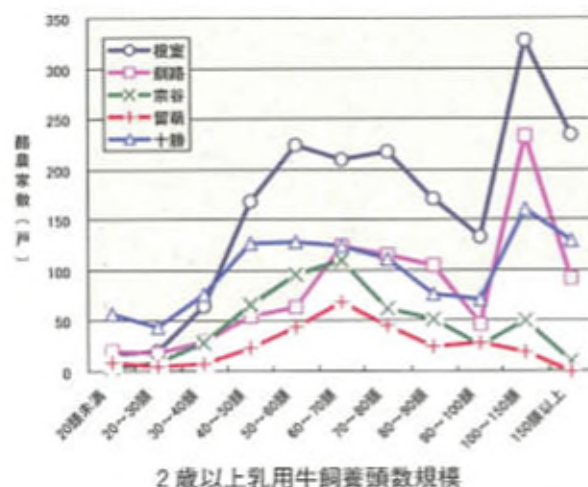


図1-I-2 支庁別にみた乳用牛頭数規模別農家数（2020年予測値）

支庁において、市町村の動向は概ね支庁平均の動向に一致するが、十勝支庁における2歳以上乳用牛頭数の予測に関しては市町村による差異が大きく、このことがピークの未形成をもたらしている。

以上の諸点から、集約放牧技術の担い手と想定される中規模酪農経営は今後とも多数を占めるが、その賦存状況には一定の地域性がみられ、その傾向は今後一層強まるものと予測される。

2) 十勝支庁管内中心部に対するその外縁部の例のように土地(利用)の制約条件に大小があることを前提に、集約放牧技術の担い手経営のタイプを、

経営規模や乳量水準、放牧依存度などの差異に基づき、相対的な規模の違いから「中規模」と「小規模」の2つのタイプに類型化した(表1-1-1)。次に、表1-1-2の前提のもと、今後とも多数を占めると想定される「中規模」タイプについて、所得最大を目的とする単体表(プロセス59、制約式132)を作成した(表1-1-3)。その際、①乳量8,500kg、②兼用地利用と昼夜放牧、昼夜放牧期以外にトウモロコシサイレージの併給、放牧地利用草高27cm、牧草再生量を3期に区分、③牧区数は放牧専用11牧区、1・2番草採草兼用地(兼用地1と略記)4牧区、1番草採草

表1-1-1 十勝畑地型酪農地域における集約放牧技術の担い手類型

タイプ	土地 制約条件	経営規模					放牧規模			飼料生産・利用			
		経営 面積	飼養 頭数	乳量 /1頭	形態	家族 労働力	方式	放牧地 /経営面積	放牧地 /1頭	コーン 作付・ 依存度	コーン 給与	牧草 作業	コーン 作業
		ha	頭	kg		人		%	ha				
中規模	小	60 ～ 50	55 ～ 45	7,500 ～ 8,500	繋ぎ /パイプ ライン	3 ～ 2	昼夜 放牧	50 ～ 35	0.55 ～ 0.35	あり・ 小	通年 or 舎飼期	個別 or 共同	個別 or 共同
		40 ～ 30	45 ～ 40	9,000 ～ 10,000	繋ぎ /パイプ ライン	2	昼夜 放牧	25 ～ 15	0.20 ～ 0.10	あり・ 大	通年 or 舎飼期	個別 or 共同	コン トラ

注) 放牧地面積＝放牧専用＋兼用/2、放牧地面積割合は経営面積に対する割合
飼養頭数、1頭あたりはいずれも経産牛

表1-1-2 泌乳ステージ・利用収量

乳期	方式	日数	日乳量 (kg)	利用収量 乾物 (kg/10a)	乳期・方式
初期	舎飼	47	32	347	放牧①期
	半日放牧①	24	32	620	放牧②期
	昼夜放牧①	30	32	408	グラスサイレージ(1番)
中期	昼夜放牧①	17	28	251	グラスサイレージ(2番)
	昼夜放牧②	83	28	1,190	トウモロコシサイレージ
後期	昼夜放牧②	13	24	40.2	配合(CP18)
	半日放牧②	27	24	56.6	大豆粕
	舎飼	65	24	28.9	ビートパルプ
乾乳前期	舎飼	38	0		
乾乳後期	舎飼	21	0		
		365	8,552		

注 1) 3月分娩、乳量8,500kg(集約放牧研究チーム策定モデルに依拠)

2) 経産牛の体重600kg、乳脂肪率4.0%(養分必要量等は省略)

育成牛は放牧期と舎飼期の2つに区分

3) 放牧期の区分は放牧地の状態による

4) 利用収量は収穫率85%を考慮した実量

購入飼料の利用収量欄は1kg当たり購入価格

表1-I-3 集約放牧経営計画モデルの単体表（抜粋）

		制約量	関係	搾乳放牧専用 地	育成放牧専用 地	兼用地1	兼用地2	採草専用 地	トウモロコシ	経産牛	育成牛	固定費	育成放牧期GS	育成放牧期放牧草
利益係数				-6.6	-6.6	-8.7	-8.7	-13.8	-17.7	420.6	130.8	-1.0	0.0	0.0
面積	総耕地面積	10a	0	<	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0					
	搾乳放牧専用面積	10a	0		1.0					-1.85				
	育成放牧専用面積	10a	0		1.0						-0.77			
	兼用地面積1	10a	0			1.0				-0.67	-0.28			
	兼用地面積2	10a	0				1.0			-1.69	-0.70			
	トウモロコシ作付面積	10a	0						1.0	-1.09				
	採草専用面積	10a	0					1.0		-0.95				
経産牛				0	<					1.00				
育成牛				0						-0.90	1.00			
自給飼料	コーンサイレージ	kg/10a	0						-1190					
	グラスサイレージ	kg/10a	0			-408	-659	-659						
	放牧①期放牧草	kg/10a	0	-347										
	放牧②期放牧草	kg/10a	0	-620		-623	-91							41
	育成牛放牧草	kg/10a	0		-838									127
養分要求量/日・粗飼料率	育成放牧期TDN	kg	0								4.57		-0.65	-0.75
	育成放牧期CP	kg	0								0.80		-0.15	-0.18
	育成放牧期DM	kg	0											1.0
	育成放牧期DM上限	kg	0								-7.28			1.0
	育成放牧期粗飼料率	kg	0											-1.0
	育成舎飼期TDN	kg	0								4.37			
	育成舎飼期CP	kg	0								0.76			
	育成舎飼期DM	kg	0											
	育成舎飼期DM上限	kg	0								-6.96			
	育成舎飼期粗飼料率	kg	0											
労働時間/旬	4月中旬	240		0.011	0.011	0.002	0.002	0.003	0.004	3.15	0.77			
	4月下旬	240		0.060	0.060	0.055	0.055	0.058	0.013	2.97	0.64			
	5月上旬	300		0.022	0.022	0.000	0.000	0.000	0.009	3.49	0.76			
	5月中旬	300		0.028	0.028	0.011	0.011	0.016	0.920	3.03	0.73			
	5月下旬	260		0.123	0.123	0.002	0.002	0.003	0.004	3.13	0.74			

※中央農研・大石氏開発のXLPを使用。

兼用地（兼用地2と略記）10牧区，④育成牛も放牧専用と採草兼用地を利用し，頭数は経産牛の0.9倍，⑤3月分娩，季節繁殖を前提とした。

3）放牧期間中の放牧草依存率（所要となるTDN量のうち，放牧草から供給される割合）60%以上，放牧期間中の自給飼料依存率（所要TDN量のうち，自給飼料から供給される割合）70%以上を前提（経営志向）として計画モデルの最適解を求めると，経産牛頭数は58頭（育成52頭），経営面積は放牧専用14.7ha（うち搾乳牛用10.7ha，育成牛用4.0ha），兼用地18.7ha，採草専用4.8ha，トウモロコシ作付面積6.3haとなり，この時の経営面積は44.6ha，農業所得は約1,500万円となる（表1-I-4，図1-I-3）。この所得を得るためには，放牧専用が14.7ha以上必要であり，面積（頭数規模）要件となる。またこの時の利用収量967kg/10a（乾物）は放牧草単収としての条件となる。

TDNの自給については，放牧期間中の放牧草依存率（搾乳牛）は61.2%，同期間中の自給飼料依存率

76.8%となる。これらはTDN含有率を乾物重の75%（放牧①期），72%（放牧②期）に設定した時の最適解であり，放牧期間中の放牧草依存率60%以上を目標とする場合のTDN含有率としての条件となる。当目標所得水準を前提に，より小面積での集約放牧技術の導入，高度利用を志向する場合は，先の単収水準と同様に放牧草TDN含有率の当水準への向上が条件となる。

（4）今後の課題
なし

（5）摘要

2020年までの酪農家数を5年毎に推計，集約放牧技術の担い手と想定される中規模酪農経営（40～60ha，50～80頭規模）の将来動向を予測したところ，中規模経営の割合は依然として高く今後とも多数を占めることが示された。また，集約放牧経営計画モデルを策定し，放牧草依存率60%以上，自給飼料依

表1-I-4 集約放牧経営計画モデルの最適解と放牧利用

区分	最適解	飼養頭数を設定した場合の 経営面積規模と農業所得水準					
利用収量(乾物) Kg/10a		967					
TDN含有率(対乾物) %		0.75(放牧①期)・0.72(放牧②期)					
農業取得 千円	14,914	14,618	14,232	13,846	13,460	13,074	12,688
経営面積計 ha	44.6	44.6	43.8	43.0	42.2	41.4	40.7
搾乳放牧専用地 ha	10.7	10.5	10.4	10.2	10.0	9.8	9.6
育成放牧専用地 ha	4.0	4.0	3.9	3.8	3.8	3.7	3.6
兼用地1 ha	5.3	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.8
兼用地2 ha	13.4	13.2	13.0	12.8	12.5	12.3	12.1
採草専用地 ha	4.8	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9
トウモロコシ ha	6.3	6.2	6.1	6.0	5.9	5.8	5.6
経産牛 頭	58	57	56	55	54	53	52
育成牛 頭	52	51	50	50	49	48	47
放牧草依存率(搾乳牛・年間) %	39.7						
自給飼料依存率(搾乳牛・年間) %	74.3						
放牧草依存率(搾乳牛・放牧期間) %	61.2						
自給飼料依存率(搾乳牛・放牧期間) %	76.8						
労働時間(4/中～11/中)	5,136						

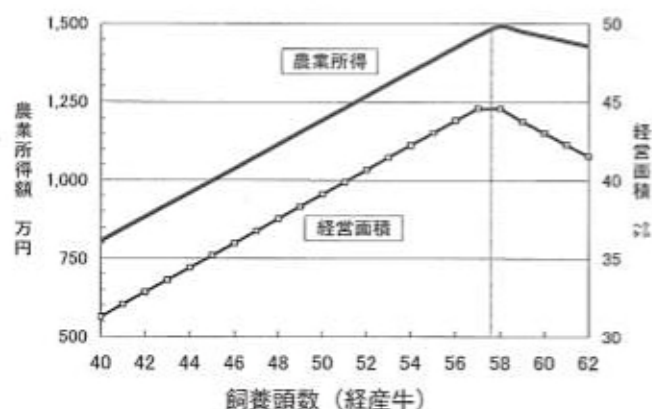


図1-I-3 集約放牧経営計画モデルにおける飼養頭数・面積規模と農業所得の関係

注) 59頭以降は前提条件(経産牛の0.9倍)の育成牛頭数は維持されない。

存率70%以上、8,500kg乳量、季節繁殖を前提条件とした場合、経産牛頭数58頭、約45haを上限とする経営規模で、約1,500万円までの農業所得の確保を目標とする経営に導入可能であることを明らかにした。

参考文献

- 1) 鶴川洋樹, 細山隆夫, 藤田直聡, 安武正史: 北海道酪農の経営規模階層別にみた動向予測. 北海道農業研究センター研究報告(180), 45-161, 2004
- 2) 鶴川洋樹: 北海道酪農の経営展開—土地利用型酪農の形成・展開・発展—, 総合農業研究叢書,

(56), 中央農業総合研究センター・北海道農業研究センター, 151-234, 2006

- 3) 鶴川洋樹: 集約放牧の経済効果. 西部日高地域畜産飼料技術検討調査業務—室蘭開発建設部委託業務報告書—, 北海道有機農業研究協議会, 47-56, 2004

(鶴川洋樹, 吉川好文)

2. 集約放牧による牛乳・乳製品の高付加価値化方 策の解明

(1) 研究目的

国内生乳需給構造はこれまで長期的な飲用乳消費の低迷による深刻な余乳問題を抱えていた。また最近では、オーストラリアの干ばつや穀物の代替エネルギー利用により濃厚飼料価格の急騰、さらには国際的な生乳需給の逼迫など、酪農経営を取り巻く環境は不安定な状況にある。

こうしたなか、北海道では所得の安定的確保を目的とする生乳販売の新たな動き、すなわち地域や農家が独自に加工を行い、付加価値の高い乳製品として販売していく取り組みが見られるようになっていく。近年注目を集めている小規模プラントによるナチュラルチーズの製造・販売は、そうした取り組みのひとつである。今回開発される集約放牧においても、その生産物の特質を活かした付加価値の高い乳製品販売が可能となれば、本技術の普及・定着に大きく寄与するものと考えられる。

こうした観点から、本課題では放牧牛乳を原料とするナチュラルチーズ（以下、放牧チーズ）に焦点を当て、その高付加価値化の条件を明らかにし、小規模チーズ工房での生産・販売のあり方を提示する。

(2) 研究方法

1) 小規模チーズ工房の生産および流通実態と問題 点の把握

i) 小規模チーズ工房の取り組み実態

先駆的事例の多く存在する十勝地域の小規模チーズ工房（農家工房2件、非農家工房2件）を対象にナチュラルチーズ生産の実態を把握する。

ii) 小規模チーズ工房における運営上の問題点

北海道における小規模チーズ工房を対象としたアンケート調査を実施し、チーズ工房の運営に関わる問題点を把握する。

iii) 流通業者での工房製チーズの取り扱い実態

札幌市の土産物小売店（A社）および卸売業者（B社）への聞き取り調査により、工房製チーズの販売実態やチーズ工房への要望を把握する。

2) 工房製、及び放牧チーズに対する消費者意識の 分析

消費者アンケート調査をもとに工房製チーズや放牧チーズに対する消費者意識を分析し、マーケティングの基本的なコンセプトである i) 消費者のセグメンテーション、ii) ターゲティング、iii) 製品のポジショニングについて検討する。具体的な分析

方法は以下のとおりである。

i) 消費者のセグメンテーション

国産大手および外国産ナチュラルチーズの消費パターンをもとに、クラスター分析を適用して消費者のセグメンテーション（グループ化）を行う。

ii) ターゲティング（標的とするセグメント）

セグメントごとに、PSM（価格感度測定法）を用いた工房製チーズの受容価格帯の把握、および放牧チーズに対する購買意向の把握により、高付加価値化の見込めるセグメントについて検討する。

iii) 製品ポジショニング

主成分分析により消費者が抱くチーズの知覚マップを作成し、競合製品（国産大手、外国産、プロセス）との関係から消費者がとらえる工房製チーズの相対的評価を分析する。また、因子分析により抽出した食ライフスタイル因子の分析を行い、各セグメントの工房製チーズに対する潜在的なニーズの把握を行う。

3) ナチュラルチーズの消費者購買行動分析

チャネルやプロモーションのあり方について検討するため、消費者アンケート調査をもとにナチュラルチーズの消費者購買行動の特性を明らかにする。

i) 状況要因と購買行動、購買先の関係

ナチュラルチーズの購買時に消費者が置かれている状況（状況要因）と購買選択要因、また状況要因と購買先の関係について、コレスポンデンス分析を適用して明らかにする。

ii) 工房製チーズに関する情報探索行動

消費者アンケート調査をもとに工房製チーズに関する情報探索行動を明らかにする。具体的には、まずチーズ購買時に工房製チーズを想起するプロセスの特徴を把握する。二つ目に、情報探索を行う要因について、消費者の製品や購買意思決定に対するこだわり（関与）の点から明らかにする。

4) 小規模チーズ工房における放牧チーズの生産・ 販売のあり方の提示

以上、1)～3)の分析結果を踏まえ、放牧チーズの高付加価値販売に向けた望ましいマーケティング戦略について検討する。

(3) 結果および考察

1) 小規模チーズ工房の生産および流通実態と問題 点

はじめにチーズ工房の事例調査やアンケート調査、流通業者へのヒアリング調査から、小規模チーズ工房の生産や販売・流通の実態、またその問題点について検討する。

表1-1-5は十勝地域のチーズ工房（農家工房A、B、

表1-I-5 小規模チーズ工場の運営実態

事例	A (酪農経営)	B (酪農経営)	C (公社)	D (公社)
製造				
従業員	2名(家族労働力のみ)	5名(うち家族労働力2名)	3名	3名
パート	0名	1名	6名	0名
うち製造担当者	1名	3名(うちパート1名)	4名(うちパート2名)	3名
年間処理量	2t	50t	80t	60t
1回当り処理量	40L	200L	1,200L	600L
製造間隔	1~1.5回/週	3~7回/週	1~2回/週	2~3回/週
製品				
種類	セミハード(2) (アイテム数)	セミハード(4)	白カビ(4) セミハード(3) フレッシュ(1)	白カビ(4)
価格設定	・輸入品価格を参考 ・製造原価	・輸入品価格を参考 ・製造原価	・製造原価を基準 (輸入品並み)	・フランス産輸入品価格を参考
直売価格 (100g当り)	400円	400~500円	500~600円(白カビ) 400円(セミハード)	500~520円
特徴	・自家産放牧牛乳を使用 ・産乳直後の生乳を使用 ・季節感のあるチーズ	・牛や畜産に配慮して生産 した自家産牛乳を使用 ・今後有機畜産の方向へ	・放牧農家の多い地元産牛 乳使用(農家選定なし)	・地域でも良質な牛乳を厳 選して使用(農家選定あり) ・特産品の利用
販売				
ターゲット	直売中心 (製造量が少ないため)	地元消費者 (対面販売を重視)	観光客 地元消費者	観光客や地元消費者 が中心
販売経路	直売・宅配	直売・宅配	直売・宅配 地元スーパー	直売・宅配
		デパート ホテル 飲食店	デパート ホテル 卸売業者	デパート ホテル 飲食店 卸売業者
	物産展(道内)	物産展	物産展	物産展
直売比率	9割	7割	3割	1割
販売ピーク	春、秋期(観光客)	7~8月(観光客) 11~2月	8月(観光客) 12月(贈答用)	8月(観光客) 12月(贈答用)

資料：チーズ工房への聞き取り調査より作成(2003年調査)

非農家工房C、D)を対象にその運営実態について整理した結果である。なお、A工房は家族労働力2名で飼養管理とチーズ製造を行っているため年間生乳処理量は2tとごくわずかである。一方、事例B、C、Dは道内でも比較的大きい規模の工房で、それぞれの年間生乳処理量はおよそ50~80t、販売額は2,000万~3,800万円となっている。

まず、製品価格についてみると、各工房とも仏、伊、スイス産といった比較的高価な外国産チーズを参考に設定している。そのため、国産大手製品や低価格の輸入品に比べ、価格競争力は低いといえる。一方、製品品質の面では、無調整や無添加、殺菌方法といった製法、さらには飼育方法や品質に特徴ある原料乳の使用といった点において他製品との差別化を狙っている。ただし、原料乳の差別化には分別集乳の仕組みを整備する必要がある(とくに非農家工房の場合に問題となる)。特定農家の生乳を使用するD工房では、既存の集乳路線を活用し、次のように原料乳の調達を行っている。まず、集乳車は原料乳供給農家の生乳を集荷し、指定された日に指定された数量をD工房へ積み下ろす。そして、その後で残りの農家を巡回し、別の乳業メーカーへ配送する。こうした分別集乳体制の構築には、地域の農協、集乳業者、農家の理解が不可欠であるが、D工房ではそれら関係者への積極的な働きかけにより実

現することが可能となった。

販売については、地元客とともに観光客が中心的な顧客となる。そのため、観光客の多い7~8月の観光シーズンに売り上げが最も伸びる。そのほか12月には贈答用向け、秋には全国各地で催される物産展向けとして販売量が増加する。各工房では、こうした季節的な販売量の変動により繁期の製造日数が閑期に比べ1.5~2.3倍と増加する。事例C、Dのような非農家工房ではこうした季節変動に合わせた柔軟な原料乳調達が必要となり、これについても農家、農協、集乳業者との連携が求められる。

次に、チーズ工場の運営課題をみてみる。表1-I-6は道内チーズ工房を対象としたアンケート調査を整理したものである。運営上の最も大きな課題としては、品質の安定化や技術習得といった製造技術に関する課題が挙げられる。チーズの品質や風味は、季節や飼料に起因する原料乳の微妙な変化に影響を受けやすい。そのため、安定した品質のチーズを生産するには、原料乳の品質に合わせ、その都度、製造工程を調整するといった熟練技術を必要とする。

そうした技術的な課題に次いで、「売上の拡大」「リピーターの確保」、「新規顧客の確保」、「販路の確保」といった売上に関する問題も重要な課題となっている。これに関しては、先にあげた製造技術の問題も影響していると考えられるが、その他に

「新製品の開発」、「営業・販売促進活動の推進」、「製品知名度の向上」といったマーケティングに関連した問題も関わっている。高付加価値を実現できる製品の開発や効果的なプロモーションの方策が求められている。

表1-I-6 小規模チーズ工房における運営上の問題点

問題点	割合	問題点	割合
品質安定	62.2%	販路の確保	35.1%
技術習得	56.8%	製品知名度の向上	35.1%
売上の拡大	56.8%	生産量確保	32.4%
リピーターの確保	51.4%	従業員確保	27.0%
新規顧客の確保	45.9%	流通業者との連携	18.9%
新製品開発	43.2%	集乳方法改善	13.5%
営業活動の推進	40.5%	特定農家から原料乳調達	13.5%

資料：2005年チーズ工房アンケート調査（市内51のチーズ工房を対象に郵送調査、回答数37）

注：太字は売上に関する課題、下線はマーケティングに関する課題を表す。

また、工房製チーズの販路に関わって、それらを取り扱う流通業者での販売実態やチーズ工房への要望について聞き取り調査を行った。表1-I-7はその結果を整理したものである。工房製チーズは、他の土産品と比較して粗利率が低く、回転率も悪い。土産物の小売店や卸売業者にとっては魅力の少ない商材となっている。そのため、卸売業者では在庫リスクを回避するために受注発注を行っている。継続的な取引のためには、それに対応できる生産・在庫管理が必要となる。

また、小売店や卸売企業では販売促進へのインセン

表1-I-7 流通業者との取引実態

	卸売業者A社	小売店B社
取扱商品	土産物全般	道産畜産加工品中心
工房製チーズの取扱状況	6社	20～30社 (時期によって変動)
販売促進	- 工房側からの要請がない限りとくに販促(パンフレット、POP等)はしない - 工房の販促機会として、小売向け展示会開催の案内を出している	- 一部の工房は直接取引 - 小規模工房は不定期仕入 - 過去に試食を提供していたが、現在は中止 - 一部の工房については、共同してPRビデオなどを流していたり、キャンペーンを行ったりする - 販売促進に関して、工房は小売店まかせ
取引上の問題 工房への要望	- 他の土産物に比べ粗利率が低い - 欠品を出さないことが条件 - 製品知名度が何よりも重要	- 他の土産物に比べ粗利率が低い - 農家工房や小規模工房では、注文に対応できないケースがある - 直接仕入れをしたいが、小ロットであるため卸売業者を利用せざるを得ない - 客の目を惹くような特徴ある製品がほしい

資料：卸売業者A社および小売店B社の聞き取り調査より作成（2006年調査）

ティブが低く、工房からの要請がない限り販売促進活動を行っていない。チーズ工房は販促物や試食品を提供するなど、小売店や卸売業者への販売促進の提案、働きかけが必要であるといえる。

2) 工房製および放牧チーズに対する消費者意識

以下では、工房製および放牧チーズに対する消費者意識の分析により、放牧チーズの販売に向けた i) 消費者のセグメンテーション、ii) ターゲッティング、iii) 製品のポジショニングについて検討する。

i) 消費者のセグメンテーション

表1-I-8は、国産大手および外国産ナチュラルチーズの消費頻度をもとにクラス分析を行い、消費者アンケートの回答サンプルを分類した結果である。クラス1は国産大手、外国産ともに消費頻度が多く、クラス2は国産大手、外国産ともに消費頻度が中程度の消費者層である。また、クラス3については国産大手の消費頻度が多いものの外国産の消費頻度は少なく、クラス4はいずれの消費頻度も少ない消費者層である。このことから、それぞれのクラスを、ヘビーユーザー、ミドルユーザー、国産中心ユーザー、そして ライトユーザーとした。

表1-I-8 小規模チーズ工房における運営上の問題点

		外国産ナチュラルチーズの消費頻度					
		週3回以上	週1回以上	月1回以上	年数回	ほとんどない	まったくなく
国産大手の消費頻度	週3回以上	81	64	94	127	151	35
	週1回以上	7	280	341	495	563	120
	月1回以上	7	44	589	963	1,124	270
	年数回	5	16	32	840	1,285	325
	ほとんどない	4	8	21	70	1,085	494
	まったくなく		2	1	2	17	512

資料：2007年アンケート調査結果（消費者意識調査の追加モニターを対象としたWeb調査、分析対象は10,074サンプル）

注1：表中の数値は回答数を表す。

注2：太字はクラス1（ヘビーユーザー）、太字線はクラス2（ミドルユーザー）、細字線はクラス3（国産中心ユーザー）、細字線はクラス4（ライトユーザー）を表す。

ii) ターゲッティング

次に、i) で分類されたグループのうちどのグループで高付加価値化が期待できるかについて検討する。

まず、工房製ナチュラルチーズに対する価格受容範囲をセグメント別に比較する。ここでは、PSM（Price Sensitivity Meter：価格感度測定法）によって各セグメントの価格受容範囲を測定した。なお、アンケートでは工房製のカマンベールチーズ（100g～125g）を想定してもらい、回答してもらった。そ

の結果（表1-I-9）、ライトユーザーの受容価格範囲は440.0～262.5円と最も低く、ヘビーユーザー（518.2～312.5円）ほど高くなる傾向にあった。

表1-I-9 工房製チーズの受容価格範囲（PMS分析結果）

セグメント	ヘビー ユーザー	ミドル ユーザー	国産中心 ユーザー	ライト ユーザー
上限価格(円)	518.2	516.7	487.5	440.0
下限価格(円)	312.5	293.9	275.7	262.5

資料：2006年アンケート調査結果（札幌・横浜・東京各500世帯を対象に郵送調査、分析サンプル302）

注1：アンケートでは、工房製カマンベール（100g～125g）を想定して回答してもらった

また、放牧チーズの購入意向について聞いた結果（表1-I-10）、ヘビーユーザーほど購入意向が強く、支払い意思額も高くなる傾向にあった。

表1-I-10 放牧チーズの購入意向

	ヘビー ユーザー	ミドル ユーザー	国産中心 ユーザー	ライト ユーザー
一般のものより高くても購入したい	51.4%	32.5%	29.7%	0.0%
一般のものと同じ価格なら購入したい	13.6%	27.8%	35.6%	0.0%
購入するかかわからないが注目する	40.5%	45.0%	48.4%	50.0%
とくに興味ない	0.0%	10.0%	5.5%	50.0%

資料：2006年アンケート調査結果（札幌・横浜各500世帯を対象に郵送調査、分析サンプル130）

以上のことから、購入に積極的で、かつ価格受容範囲も高いヘビーユーザーで、工房製ナチュラルチーズの高付加価値化が期待できると考えられる。

iii) ポジショニング

チーズ市場には国産大手や外国産ナチュラルチーズ、さらにはプロセスチーズが存在し、消費者はそれらとの相対的な比較で工房製ナチュラルチーズの購入を決定すると考えられる。そこで、主成分分析により知覚マップを作成し、セグメント毎に工房製チーズの相対的評価について比較・検討する。

チーズに関する10の評価項目について主成分分析を行った結果、3つの主成分が抽出された。ここでは寄与率の高い第1主成分と第2主成分に焦点を当てる。なお、第1主成分は、「便利・手軽である」や「身近に購入できる」といった項目と正の相関がある一方、「価格が高い」といった項目と負の相関がある。このことから「日常品（正）－嗜好品（負）」軸と解釈した。また、第2主成分は、「おいしい・風味がよい」のほか「おしゃれである」、「安心である」との相関が強く、チーズの品質や安心に関わる軸と解釈できることから「おいしさ・安心」軸とした。

セグメント別、チーズの種類別に各主成分の平均主成分得点を求め、二次元平面状にプロットしたのが図1-I-4である。工房製ナチュラルチーズは、どのセグメントにおいても、おいしく、安心で、嗜好品としてのイメージが比較的強い傾向にある。しかしながら、工房製ナチュラルチーズと他のチーズとの関係は、セグメント間で異なっている。国産中心ユーザーでは他のチーズとの類似性が低く、独自のポジションにあるが、ミドルユーザーでは国産大手ナチュラルチーズと、ヘビーユーザーでは外国産ナチュラルチーズと近い位置関係にあり、比較的類似したものとして捉えられている。すなわち、ミドルユーザーやヘビーユーザーでは、それぞれ国産大手

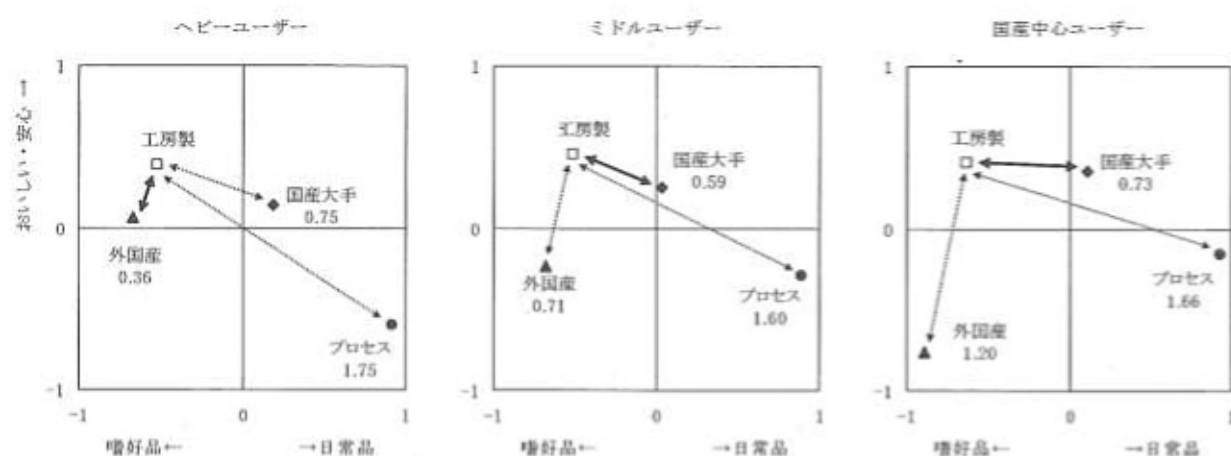


図1-I-4 セグメント別の知覚マップ

資料：表1-I-9に同じ。

注1：各チーズの評価をもとに主成分分析により作成。評価が類似するものが近くに配置される。

注2：ラベルの下の数値は工房製との類似度（ユークリッド距離）を表す。

ナチュラルチーズ、外国産ナチュラルチーズと競合する関係にあることを意味しており、工房製ナチュラルチーズを展開するにあたっては、それらとの差別化を図る必要がある。

次に、各セグメントの食ライフスタイル（食に対する価値観や行動様式）について分析した。食ライフスタイルの把握は、潜在的な消費者ニーズを顕在化し、工房製ナチュラルチーズの販売戦略を検討するうえで有効な情報を提供しうる。

ここでは食ライフスタイルの指標を、食に対する行動や考え方に関する26項目の質問から得られた回答をもとに、最尤法に基づく因子分析によって抽出した。

因子分析の結果、7つの因子が抽出でき、それぞれ因子負荷量との関係から「グルメ志向因子」、「健康志向因子」、「安全志向因子」、「価格志向因子」、「簡素志向因子」、「団欒因子」、「外食志向因子」と解釈した。各因子の特徴を端的に述べると、「グルメ志向因子」は、輸入食材や高級食材、目新しい料理に対する関心の強さを表し、「健康志向因子」は、栄養バランスやカロリーのほか規則正しい食事に気を遣う程度を表す。また、「安全志向因子」は、無添加や無農薬、有機、国産といった食材の消費頻度を表す。これら3つの因子は、食材への関心の高さを表している。「価格志向因子」は安価な食材を手に入れようとする意向の程度、「簡素志向因子」はなるべく手間を欠けずに食事を済ませようとする意向の

強さを表わし、食への消極的な志向を表している。

「団欒志向因子」は、家族揃っての食事やスローフードに対する積極的な態度を表し、「外食志向因子」は外食の消費頻度を表している。

表1-I-11は、セグメントごとに特徴的な因子の平均得点を比較したものである。7つの因子のうちセグメント間で差の確認できた5つについてのみ示した。

セグメントごとに特徴を整理すると、ヘビーユーザーでは「グルメ志向」のほか、「健康志向」、「安全志向」、「外食志向」が高い傾向にあり、食全般について関心の高いことが特徴である。ミドルユーザーは、「グルメ志向」が比較的高い傾向にあると同時に、「外食志向」や「簡素志向」が低いことから、家庭での料理を重視する傾向にあるグループといえる。国産中心ユーザーについては、「健康志向」や「安全志向」がヘビーユーザーと同程度に高く、食の栄養面や安全性に関心の高いグループである。ライトユーザーは、「グルメ志向」、「健康志向」、「安全志向」が低く、逆に「簡素志向」が高い。すなわち、料理や食事に対する関心が非常に低いことが特徴である。

このように、食ライフスタイルはセグメントによって異なっており、国産中心ユーザーには健康・安全志向、ミドルユーザーにはグルメ志向、そしてヘビーユーザーにはそれら両方を訴求するような販売戦略をとることで、製品の高付加価値化につながると考えられる。

3) ナチュラルチーズに関する消費者購買行動

i) 状況要因と購買行動の関係

高付加価値販売を実現する販売チャネルについて検討するため、ここでは消費者の状況要因に焦点を当て、ナチュラルチーズの消費者購買行動について分析する。

図1-I-5は、状況要因と購買選択要因との相関関係について分析した結果（コレスポネンシス分析結果）である。コレスポネンシス分析の結果、寄与率の高かった1次元（寄与率71.8%）についてのみ示した。

まず、状況要因に注目すると、原点より右側には「普段、家でたべるとき」や「安売りしているとき」、「料理の材料として使用するとき」、「買い置きがなくなったとき」といった「日常的な状況」といった購買状況が位置している。逆に左側には「土産を買うとき」や「物産展のあるとき」、「贅沢したいとき」、「お客をもてなすとき」、「休日など食事をゆっくりしたいとき」といった「特別な状況」が位置している。

購買選択要因のうち製品属性に関連する項目をみると、「価格の安さ」や「保存性」といった項目は

表1-I-11 セグメント別の食ライフスタイル

食ライフスタイル 因子	因子と相関の高い質問項目	セグメント別の平均因子得点			
		ヘビー	ミドル	国産中心	ライト
グルメ志向因子	スパイスやハーブなどを多く使い分ける				
	輸入食材や高級食材のある店に行くのが好き	.62	.12	-.19	-.54
	食卓を彩り良く演出するのが好き 目新しい料理を食べてみるのが好き など				
健康志向因子	栄養バランスを考えて食事を取る				
	カロリーや塩分に気をつけている	.45	-.07	.06	-.55
	食事は規則正しく取る 食事はできるだけ早く済ませたい など				
安全志向因子	天然・無添加を気にする				
	有機・無農薬表示の野菜を買う	.30	-.07	.03	-.26
	肉や魚、野菜は国産のものを買う など 冷凍食材やカット野菜などをよく利用する				
簡素志向因子	惣菜や外食で済ませることが多い	-.24	-.02	-.06	.56
	できるだけ料理は手回りにしている				
	外食には安い店を利用することが多い など				
外食志向因子	家族や友人と外食することが多い				
	友人らとよく食べ物の話題をする 外食時には雰囲気の良い店を利用する など	.31	-.04	.03	-.31

資料：表1-I-9に同じ。
注1：各因子は、食に対する価値観や行動に関する26の質問項目の回答から因子分析により抽出。
注2：セグメント間で比較した際、平均得点が正のものを赤字で示した。

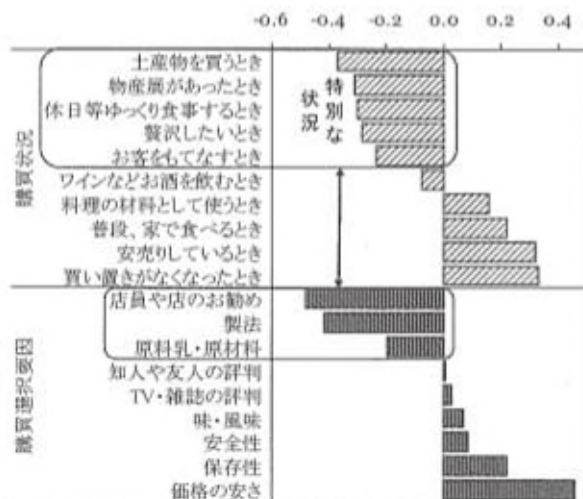


図 1-1-5 コレスポネンス分析結果
(状況要因と購買選択要因)

資料：表 1-1-10 に同じ。

注 1：各数値は購買状況と購買選択要因のクロス表からコレスポネンス分析により抽出した 1 次元（寄与率 71.8%）の得点。

注 2：得点の近い項目は相関が高いことを意味する。

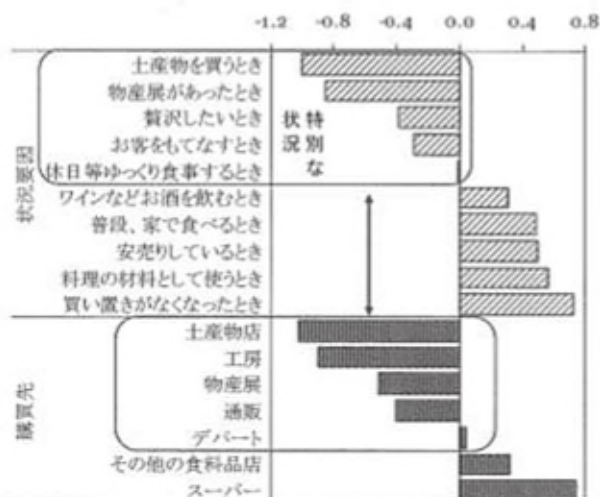


図 1-1-6 コレスポネンス分析結果
(状況要因と購買先)

資料：表 1-1-10 に同じ。

注 1：各数値は購買状況と購買先のクロス表からコレスポネンス分析により抽出した 1 次元（寄与率 90.7%）の得点。

注 2：得点の近い項目は相関が高いことを意味する。

原点よりも右側に位置し「日常的な状況」と近い位置関係にある。これは次のようなことを意味している。すなわち、「日常的」にナチュラルチーズを購入する場合、消費者は「特別な状況」よりも価格や製品の保存性といった側面を重要視するというのである。一方、左側に位置する製法や原材料・原料乳といった項目は、「土産物を買うとき」や「賛賞したいとき」といった「特別な状況」で重要視される傾向が高い。また、製品情報源に関わる項目をみると、「店員や店のお勧め」といった店頭で入手されるような情報が原点よりも左側に位置している。

これらのことから、日常的な状況をターゲットする場合や値引きなどが頻繁に行われるような売り場では、価格や保存性を訴求した製品の展開、また価格訴求型のプロモーションを積極的に図ることが有効であると考えられる。一方、工房製チーズや放牧チーズのように製法や原料乳が特徴的な製品を展開するには、消費者がそれらの点に関心を寄せる「特別な状況」をターゲットすべきであると考えられる。また、そうした場合には店頭でのプロモーションがより重要となっている。

図 1-1-6 は、状況要因と購買先に関するコレスポネンス分析の結果である。「買い置きがなくなったとき」や「普段、家で食べるとき」、「料理の材料として使用する時」、「安売りしているとき」は、「スーパー」と非常に近い位置関係にある。つまり、これらの状況のもとでナチュラルチーズを購入する

場合、消費者はスーパーを利用する傾向が他の状況に比べて相対的に高いことを表わしている。逆に、工房製チーズや放牧チーズがターゲットとすべき「特別な状況」についてみると、「工房」や「土産物店」、「物産展」、「デパート」といった販売先を選択する傾向にあると言える。工房製チーズや放牧チーズの場合、そうした販売チャネルを活用することで、製法や原料乳といった製品特性に対する消費者の関心が高まり、高付加価値販売に結びつくと考えられる。

ii) 工房製チーズに関する情報探索行動

最後に、放牧チーズのプロモーションのあり方について検討するため、消費者の情報探索行動について分析する。

まず、消費者がチーズを購入する際、工房製チーズをどのように認知（想起）するかを調査した。一般的に消費者の認知は、再生（純粋想起）と再認（助成想起）に分類される。再生とは、カテゴリ（ここで言えば、チーズ）のニーズが起きた時に、直ちに特定の商品（たとえば工房製チーズ）を思い起こすといった認知であり、再認とは、ある商品についての視覚情報などが与えられた時にその商品を思い起こすといった認知である。また再認はその生じる過程、すなわちカテゴリニーズによって引き起こされる場合とそうでない場合とに分類される。消費者アンケート調査により、工房製チーズの認知過程を調査した結果が図 1-1-7 である。ユーザー間で比較すると、ヘビーユーザーのほうが再生により認

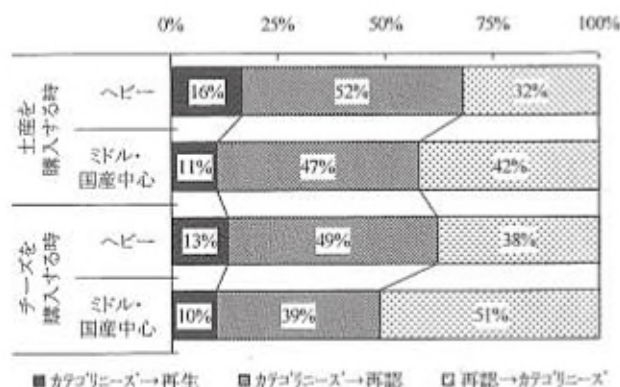


図 1-I-7 工房製チーズの認知過程

資料：2007 年アンケート調査結果（調査対象は 699 サンプル）
注 1：「カテゴリ認識」とは、広告や店頭で製品を見るまえから工房製チーズを購入しようと思うケース、「再認識」とは、チーズを買おうというときに製品を比較検討しているときに工房製チーズが目につき、購入しようと思うケース、「再認識」は、実際に工房製チーズを見たときに購入しようと思うケース。

注 2：各状況で工房製チーズを購入しない回答者は除く。

知するケースが多い。しかしながら、その差は非常に小さい。全体としてみれば、消費者が工房製チーズを認知する過程のほとんどは再認によって引き起こされていることがうかがえる。このことから、工房製チーズの販売にとっては、消費者に購買を再認してもらうよう、視覚情報への接触機会—たとえば、店頭露出や DM、メディア露出等を増やす必要がある。

表 1-I-12 購買関与が情報探索行動に及ぼす影響

注目する情報		購買関与の影響（標準化係数）			
		認知的 品質関与	感情的 品質関与	認知的 安全関与	感情的 安全関与
購買前	製品情報		.10	.35	
	原料乳情報			.30	
	イメージ情報		.08	.31	
購買時	製品情報		.16	.27	-.09
	原料乳情報			.30	
	イメージ情報		.09	.29	
購買後	製品情報				
	原料乳情報	.06			
	イメージ情報		.07		

資料：図 1-I-7 に同じ。

注 1：情報と購買関与の因果関係はパス解析により分析した。パス図は全組み合わせの中から最適情報基準（AIC）の最も小さいモデルを選択。

注 2：分析に用いた購買関与、情報は確認的因子分析により推定した尺度。
注 3：認知的関与とは品質や安全性に対する不安や疑いによって動機付けられ、製品の機能的な側面にこだわっている状態、感情的関与とは感情的・感覚的な満足を得たいという価値表現的な動機から品質や安全性にこだわりの高まっている状態を示す。

次に、消費者が求める情報の内容について、消費者のもつ関与（製品や購買意思決定に関するこだわりの強さ）との関係で分析を行った。一般的に関与は、その動機付けの性格によって認知的関与と感情

的関与に分類され、それぞれの強度によって情報探索行動が異なるとされている。認知的関与は不安や問題の解決に向けて動機付けられ、情報探索に関与が高まっている状態である。この関与が強いと、消費者は製品に関する具体的な情報、分析的な情報を収集しようとする。一方、感情的関与とは、満足や喜びといった情緒的動機に基づく関与で、この関与が強い場合にはイメージや視覚的な情報といった情動的な情報が求められる。ここでは、さらに関与の対象によって、品質関与（品質に対する関与）と安全関与（安全性に対する関与）の二つに分類した。これら関与の尺度は、10 の質問項目を元に確認的因子分析から抽出した。また購買前、購買時、購買後に収集する各情報の内容についても確認的因子分析により「製品情報」、「原料乳情報」、「イメージ（視覚的）情報」の三つに分類し、それぞれの関係をパス解析によって分析した。表 1-I-12 は、その分析結果である。まず、品質関与については、感情的関与が購買前、購買時の情報探索行動に影響している。つまり、品質に対する情緒的な満足を目指す動機から、製品情報や視覚的情報を求めているといえる。このことから、品質に関しては購買前や購買時に情動的な説明や視覚情報を伝達することが有効であると考えられる。一方、安全関与に関しては、認知的な関与に基づき、購買前や購買時に製品情報、原料乳情報、イメージ情報を収集している。すなわち、安全性に関しては漠然とした説明や情動的な説明より、具体的で説得力のある説明が求められているといえる。

4) 小規模チーズ工房における放牧チーズの生産・販売のあり方

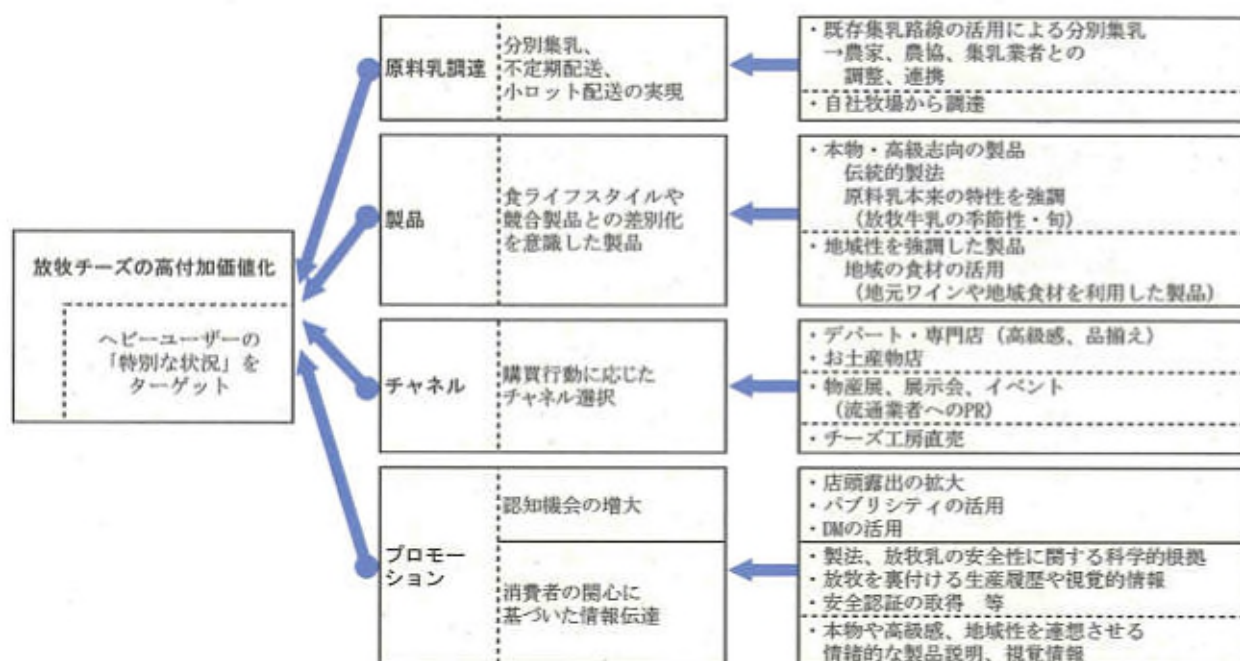
以上の分析結果から、放牧チーズの高付加価値販売に向けた生産、販売のあり方を 1-I-8 のように整理した。

まず、原料乳調達においては、放牧牛乳の分別集乳体制を整備する必要がある。農家工房の場合では自家生産した生乳を使用するため問題ないが、非農家工房の場合は、原料乳供給農家、農協、そして集乳業者といった地域との連携を構築しなければならない。工房側としては、理解、協力が得られるようそれらへのはたらきかけが必要である。

また、小規模チーズ工房での生産・販売を想定した場合、適切なマーケティング戦略を策定する必要がある。

製品戦略については、最も高付加価値化の期待できるヘビーユーザーをターゲットとして、それらのニーズに合った製品を展開する必要がある。そのひとつとして、ヘビーユーザーのグルメ志向に合わせ

図1-1-8 放牧チーズの高付加価値化に向けた生産・販売のあり方



た製品の展開が挙げられる。手づくりや伝統的な製法にこだわり、ナチュラルチーズが本来持つ熟成や季節により味わいの変化を消費者に楽しませるような本物志向の製品、また乳牛の餌や飼養方法へのこだわり、長期熟成チーズなど、目新しさや高級志向を追求した製品はそのひとつとして考えられる。二つ目として、外国産ナチュラルチーズとの明確な差別化も必要である。そのために、地域の個性を打ち出していくことは有効な方策である。たとえば、地元で生産された原料乳を活用したり、地域食材を混ぜ合わせたチーズ、地酒等を用いたウォッシュタイプのチーズなど、地域性を強調した製品の展開が考えられる。また、地元特産品に合う風味のチーズを展開したり、地域の食材と合わせた料理や食べ方の提案も、地域の風土に深く根ざした製品であることを強調するひとつの方策となるであろう。

販売チャネル戦略に関わっては、消費者が製法や原料乳に関心を寄せる「特別な状況」での購買をターゲットとし、そうした状況下で消費者が利用する物産展や工房、土産物店、またデパートのように高級感があり品揃えを豊富に取り揃えるチャネルを活用すべきである。ただし、土産物店やデパートといった外部のチャネルを利用する場合は、販売促進においてそれらとの連携を図らなければならない。現状では、それら流通業者は販売促進のインセンティブが低いため、工房側から商品情報の伝達や販促物

の提供など、積極的な提案が必要である。

プロモーション戦略に関しては、第一に消費者の工房製チーズ購入の多くが再認によって想起されていることから、消費者が商品の視覚情報に触れる機会が増えるよう、店頭露出の拡大、パブリシティの活用、DM等の発送が販売促進に効果的であると考えられる。第二に、伝達する情報内容に関連して、製品の安全情報は、購買前・購買時に具体的な情報の伝達することが有効である。具体的には、製法や放牧牛乳、原材料の安全性に関わる科学的根拠の提示、放牧を裏付ける生産履歴や視覚的情報の伝達、安全認証の取得による信頼性の付与などが考えられる。一方、品質に関しては、情緒的な情報が求められる。製品戦略と関連付けて考えれば、本物や高級感、地域性を連想させる製品説明、また視覚的な情報の伝達が求められる。

(4) 今後の課題

小規模チーズ工房では、柔軟な生産体制から放牧チーズのようなニッチ市場を狙った特徴的な製品の製造を行いやすい。しかしながら、小規模であるがゆえ、品揃えの少なさ、さらに経営資源（ヒト、モノ、情報）の脆弱さなど、販売活動の推進において限界を有している。こうした点を克服するには、工房間や他業種との連携により地域ブランド構築に取り組むことがひとつの方策となるうと考えられ

る。今後、よりいっそうの販売促進強化、ブランド価値増大に向け、地域ブランド構築のあり方を検討する必要がある。

(5) 摘要

本課題では、小規模チーズ工房での放牧チーズの生産・販売に関わって以下の点が明らかとなった。第一に、原料乳を外部から調達する工房では、分別集乳、小ロット・不定期配送を実現する必要がある。また物産展や土産物店を通じた販売では、流通業者に対する商品知識の習得や販売促進への動機付けが必要である。

第二に、ヘビーユーザー（国産大手、外国産ナチュラルチーズの消費が多い層）は工房製チーズに対する受容価格帯が最も高く、さらに放牧チーズの購入意向も強いことから、それらをターゲットとした販売により放牧チーズの高付加価値化が期待できる。また、ヘビーユーザーはグルメ志向や健康・安全志向が高く、それらに即した製品づくり、さらには外国産との差別化を図るために、地域性を強調した製品の展開が求められる。

第三に、消費者は「贅沢したい時」や「土産物を買う時」、「物産展がある時」といった特別な状況ほど、「製法」や「原材料」を重視し、またそうした状況では工房や土産物店、物産展、デパート等を利用する傾向にあった。このことから放牧チーズの販売に当たっては、原料乳の特徴を活かした販売を実現するために、工房での直売や物産展等への出展、土産物店やデパートの活用が有効である。

第四に、チーズ購入時に工房製チーズを想起するのは、商品等を実際に目にしたとき（再認）がほとんどである。また、工房製チーズの情報探索行動について、消費者は品質に対する感情的関与と安全性に対する認知的関与がはたらき、購買前、購買時に情報探索を行う。そのため、製品を想起させるための店頭露出の拡大やパブリシティ、DM等の活用、また購買前、購買時には放牧の実施や安全性を裏付ける情報、本物・高級志向の追求や地域性を連想させる情緒的な製品情報の伝達が有効である。

参考文献

- 1) 若林勝史・天野哲郎（2006）：工房製ナチュラルチーズに対する消費者意識と販売戦略。北海道農業試験会議（成績会議）資料 平成 17 年：1－52.
- 2) 若林勝史（2006）：ナチュラルチーズの消費者購買行動と状況要因。農業経営通信. 230：14－17.

- 3) 若林勝史（2007）：工房製ナチュラルチーズに対する消費者意識と販売戦略。消費者行動とフードシステムの新展開（農林統計協会）：55－69.

（若林勝史）

II. 乳牛の動線から見た放牧地と牛舎および付属施設の立地配置条件の解明

1. 集約放牧のためのレイアウト及び放牧計画の策定

(1) 研究目的

集約放牧では、搾乳牛は毎日、搾乳のため牛舎と放牧地間を往復し、また、放牧地での食草量に栄養摂取を依存することから、放牧地、通路および飲水場などの放牧施設の配置（レイアウト）は省力管理と放牧草の効率的利用に重要である。レイアウトについては、①通路は牛が円滑に牛舎に向かうように進行方向に注意する、②どの牧区でも水が飲めるように牧区が隣接している場合は牧区間に水槽を配置する、など基本的なものが提示されている。しかし、0.5～1日輪換を基本とする集約放牧では、牧区面積が一般に1～1.5haと狭く放牧牛の歩行範囲が制限されることから、水槽、通路などのレイアウトの要因の重要性は大面積の場合より小さく、酪農家の立地条件によって異なることが予想される。

放牧では牛は歩行して採食することから、牧区内での歩行調査により、採食に関する情報、さらにはレイアウトについて有効な情報が得られる。近年、global positioning system (GPS) と地図ソフトの普及により、放牧牛の歩行調査とデータ解析が容易になっている。そこで、本課題では集約放牧を行っている酪農家の実態の調査からレイアウトの問題点を把握するとともに、GPSを用いた放牧牛の歩行調査によりレイアウトの要因が放牧地の利用に及ぼす影響を検討し、レイアウト作成の留意点をとりまとめた。

(2) 研究方法

1) レイアウトの実態調査（試験1）

2003、2004年に主に十勝地域において、放牧酪農家39戸の放牧関連施設のレイアウトを調査し、放牧方法について聞き取りをした。放牧期間はおおむね5～10月で、放牧時間は昼夜放牧が31事例、日中放牧が8事例であった。牧区は固定した牧区による輪換放牧が38戸、牧区を固定していないストリップ放牧が1戸であった。地域別では十勝南部が18戸と約半分を占め、十勝地域以外は根釧地域1戸、道央地域1戸であった。また、十勝地域の2戸を除けば、放牧地はおおむね平坦であった。

牧区の配置は航空写真を利用して酪農家に確認するか、または、ハンディGPS受信機で記録した牧区の位置を、地図ソフト「カシミール3D」（杉本、2002）で、パソコン上の地図（国土地理院、数値地図25000）に写すことにより特定した。牧区の面積

はGPSで特定した牧区の形状から「カシミール3D」の面積測定機能を用いて求めたが、一部の調査事例では酪農家からの聞き取りの値を使用した。

本課題で使用したGPS受信機は、GARMIN社のeTrex（ソフトウェア・バージョン2.14）で、測地精度は公称5～15mであった。また、本課題では測位データの更新間隔をノーマルモードの1秒に設定した。

2) 放牧牛の行動調査によるレイアウト要因の検討（試験2）

試験2では放牧牛に装着したGPSによる位置情報から放牧牛の行動を推定し（i）、牧区内での採食時間および歩行距離を測定した（ii）。さらに、放牧地の利用性を評価する指標として歩行距離の適否を検討し（iii）、その手法を用いて牧区の形状などレイアウト要因が放牧地の利用性に及ぼす影響を調べた（iv）。これらは十勝地域の集約放牧酪農家A、B、C、Dおよび北農研（札幌）で実施した。

A牧場は通路は未設置でバックフェンスを閉じないストリップ放牧を行い、0.5日間隔で放牧牛を新しい牧区に入れた。B、C、D牧場では搾乳牛は通路を通行して放牧地と牛舎間を往復した。A、B、C、D牧場の1頭あたりの放牧地面積（専用地、全面積）は、順に（0.32、0.32ha）、（0.38、0.91ha）、（0.28、0.38ha）、（0.50、1.10ha）で、調査を行った放牧地はA、B、C牧場が平坦、Dが緩傾斜であった。

試験2を通してA～D牧場では、1回あたり1～3頭のホルスタイン種搾乳牛を供試し、頭部にGPSを装着して、朝の搾乳から夕方の搾乳までの日中の放牧地における位置を記録した。一部の搾乳牛については、バイトカウンターを装着し牧草採食量を測定した。北農研では黒毛和種成について歩行を調査した。

以下に本課題で用いた語句の意味を示した。

「歩行速度」：放牧牛は移動→停止→移動をくりかえして放牧草を採食し、また、次の採食場所へ移動する場合は採食時よりも早く歩行するので、牛の歩行速度は一定でない。本成績の「歩行速度」はある時間帯の平均歩行速度の意味で使用し、採食行動に伴う次の採食位置への移動、また、水槽への短い歩行も含めている。

「歩行距離」：水槽および庇陰林への長い歩行も含めた牧区内における全歩行距離。

「採食歩行距離」：次の採食場所への歩行、水槽への歩行など採食行動に伴う歩行距離。長い距離の歩行や高温時に見られる低速の歩行時の距離は除いた。

「採食行動時間」：採食行動に伴う次の採食位置への歩行、また、水槽への短い歩行を含めた採食に伴う一連の時間。厳密な採食時間ではない。

i) GPSによる歩行速度と歩行範囲の組み合わせに

よる行動パターンの推定

A, C牧場で、放牧した搾乳牛について1回あたり1頭の搾乳牛を供試して、頭部に頭絡を用いてGPSを、また首に首輪を用いてバイトカウンターを装着し、牛群で放牧した場合の朝の搾乳後から夕方の搾乳までの日中の放牧地における位置およびバイト数を記録した。

測定した事例数はA牧場が3、C牧場が5の合計8で、入牧時の草量は概ね事例1, 2, 7が130–140g/m²、事例3, 5, 8が200g/m²、事例4, 6が280g/m²であった。

得られた放牧牛のGPSの位置情報により、「カシミール3D」により供試牛の歩行経路を確認し、また、時刻と累積歩行距離のグラフをもとに牛舎から放牧地への移動のように歩行速度が速い通常歩行の時間帯、伏臥のように歩行が停止した時間帯、および牛が通路から放牧地内に入って歩行速度が低下した時間帯の3種類にわけ、放牧地内で通常の歩行よりも歩行速度が低下した時間帯を放牧草採食行動時間と推測した。また、採食行動が推測される時間帯について、GPSで求めた累積歩行距離を時間で除して平均歩行速度を計算した。

なお、本試験のGPSの測位条件では、放牧草採食時の歩行距離（2地点の差）は2–3m単位の記録例が多かったことから、放牧時の採食を想定したヒトの模擬歩行で、本GPSで測定された歩行距離と実際の歩行距離を比較し測位の精度を検討した。

ii) 歩行距離と歩行速度への牧区面積、草丈の影響

A, B, C牧場のGPSによる歩行距離のデータから、牧区面積が歩行速度および採食行動時間に及ぼす影響を検討した。また、放牧中の採食時間はいくつかの時間帯に分かれたことから、GPSの位置データから採食行動と推定される各時間帯について採食行動時間、採食歩行距離および歩行速度を算出するとともに、日中の全採食歩行距離および平均採食歩行時速を求め、調査日（96例）および草丈（92例）との関係を調べた。なお、採食時間帯が短い場合、通常の歩行が含まれると歩行速度への影響が大きいため、ここでは30分未満の時間帯の速度は除外した。

iii) 歩行距離からの採食量の推定

バイトカウンターにより採食量が推定可能な事例について、放牧地における水槽および庇陰場所への歩行も含む全歩行距離と採食量の関係を調査した。

使用したデータの調査期間および例数は、1年目が6月25日–9月10日の10例、2年目は8月15日–9月26日の24例、3年目は8月31日–9月25日の25例の計59例であった。入牧時の草丈は平均30cmで、10–20cmが3例、20–30cmが30例、30–40cmが19例、

40cm以上が5例であった。

iv) 放牧牛の牧区内での滞在場所分布とレイアウト要因

a) 牧区の縦横比、b) 水槽の位置、c, d) 緩斜面での牧区の配置方向などのレイアウト要因が、放牧地の利用性に及ぼす影響を、牛GPSデータを「カシミール3D」およびGISソフト「ArcGIS」で算出した。放牧地の各区分（縦横比が大きい縦長の場合は通路から4区分、縦横の比が小さい場合は2区分×2区分の4区分）における滞在時間および歩行距離から検討した。ここでは歩行距離には水槽等への長い歩行距離も含め、また調査1日（1牧区）あたり、a, b, d) では3頭を、c) では11頭を調査した。

a) 縦横比が大きい牧区の場合

B牧場のMF, KB, TY主体の細長い4牧区（36m×215–270m）のいずれかに放牧された2006年9月21日（最高気温21℃）、23日（23℃）、2007年9月4日（28℃）、21日（31℃）、23日（18℃）、25日（21℃）の6日間18事例（頭）について、高気温の場合と水槽位置を変えた場合の搾乳牛の歩行経路を調査した。

2007年9月23、25日では水槽が牧区の長辺の中間にあったことから、調査事例を最高気温により28、31℃の「高」と23℃以下の「低」に、また、水槽の位置により「近」と「中」にわけ、「高・近」、「低・近」、「低・中」の3区分で放牧牛の歩行距離および牧区内区分での滞在時間を算出した。牧区内の区分は、入り口に近い部分を区分1とし、遠方になるに従い2, 3, 4とした。区分4では、南側の樹高約25mの防風林により午前中日陰ができた。

b) 縦横比が小さい牧区の場合

牧区の縦横比が小さいC牧場のMF, PR, KB主体の12牧区のいずれかに放牧された2006年の4回、2007年の5回の調査例から、水槽の位置と搾乳牛の歩行について検討した。

9回の調査例は水槽の位置により4種類に分け、牧区内の各区分における歩行距離と滞在時間を集計した。区分はゲートのある区分を1、その奥を2、もうひとつの通路側を3、その奥を4とした。南側の6牧区および北側の一番西側の牧区には防風林が隣接し日陰ができた。

c) 緩斜面における牧区配置方向が歩行距離および滞在時間に及ぼす影響

斜面の放牧地で牧区を縦長に配置した場合と横長に配置した場合の牛の歩行を調査するために、2007年に北農研（札幌市）内の東向き斜面（傾斜約8度）の約100m×170mの放牧地を供試し、それぞれ牧区の半分を共有する形で縦方向（傾斜方向）

に 52m×170m の牧区を、横方向（水平方向）に 104m×85m の牧区を設置し、黒毛和種成放牧雌牛 20 頭のうち 11 頭について、GPS で入牧時の 14 時を起点に 1 日単位で 3 日間歩行経路を記録した。今回は 14 時から 12 時間分のデータ 3 回分を用いた。

放牧地の主な草種は、TF、OG、TY、ハルガヤ、WC で、縦方向試験区に隣接する牧区に 7 日間放牧後、縦方向試験区に 24 日 13 時まで 3 日間放牧し、牧区のしきりを変更したのち、横方向試験区に隣接する牧区に 5 日間放牧後、横方向試験区に 6 月 1 日 13 時まで 3 日間放牧した。ライジングプレートメータで測定した草量は縦方向試験区が 45g/m²、横方向試験区が 40g/m²であった。

入り口に近い区分を 1 とし、縦方向配置は標高が高くなる方向に 2、3、4、横方向配置は奥に向かう方向に 2、3、4 とそれぞれ 4 等分し、各区分における供試牛の歩行距離と滞在時間を算出した。

d) 傾斜方向の牧区配置が牧区内歩行距離および滞在時間に及ぼす影響

丘陵地帯にある D 牧場で得られた搾乳牛の日中の歩行経路データを用いた。放牧地は西向きで約 8 度の比較的均一な傾斜で、TY および KB 主体であった。データは 6 月 26、27 日、7 月 1 日の 0.8～0.9ha（50m×160m～180m、縦横比が 1:3.2～3.6）の 3 牧区 6 事例（最高気温 28℃が 1 頭、21℃が 5 頭）であった。草丈は 6 月 26、27 日それぞれ 24、35cm（7 月 1 日は未測定）であった。

(3) 結果および考察

1) レイアウトの実態調査（試験 I）

i) 放牧地

調査酪農家の放牧概要を表 I-II-1 に示した。

表 I-II-1 調査農家の概要（昼夜放牧 31 例、昼間放牧 8 例）

	平均	最大	最小
飼養頭数(経産牛)	58.7	143	28
(育成牛)	37.0	92	7
(放牧頭数)*	58.3	120	25
放牧地面積(ha)	19.2	55	5.5
(うち専用地)*	13.6	40.3	5
(兼用地)	5.5	30	0
採草地面積(ha)	26.3	51	3
トウモロコシ面積(ha)*	8.6	20	0
合計(ha)	49.80	87.7	17
搾乳牛専用牧区数	11.4	22	6
兼用牧区数	3.1	7	0
専用地 1 牧区あたり面積 ^a (ha)	1.13	3.08	0.61
1 頭あたり面積(専用地のみ) ha/頭	0.24	0.49	0.12
(兼用地含む) ha/頭	0.35	1.28	0.12

*搾乳牛用牧区に放牧されている頭数(乳牛・育成牛を含む、育成牛は 0.5 頭に換算)。

^a乳牛および育成牛の専用牧区は含まない

*作付農家 14 例の平均

^a大牧区と小牧区の併用利用の例は除いた 32 例の値

飼養頭数は平均で経産牛が 59 頭、育成牛が 37 頭であった。また、搾乳牛が放牧されている放牧地への放牧頭数は、育成牛を 0.5 頭に換算すると 58 頭であった。

14 戸でトウモロコシを作付けし、トウモロコシ作付酪農家の経産牛 1 頭あたりの圃場面積（放牧、採草、トウモロコシ）は 0.80ha で、トウモロコシ未作付の酪農家の 0.94ha より少なかった。

調査事例のうち 0.5～1 日輪換放牧では、専用地 1 牧区あたりの面積は 1.1ha で、内訳は 0.8ha 以下が 6 事例（19%）、0.8～1.2ha が 18 事例（56%）、1.2～1.6ha が 7 事例（22%）、2ha 以上が 2 事例（6%）であった。兼用地は 1 牧区面積が大きかった。1 頭あたりの放牧地面積は、専用地が 0.24ha（範囲で 0.12～0.49ha）で、兼用地も含めると 0.35ha（0.12～1.28ha）であった。1 頭あたり面積が 0.2～0.3ha の酪農家層で 12 事例中 9 事例で、また、0.1～0.2ha の酪農家層で 16 事例中 8 事例で放牧時間中も牧区のゲートを開放し、パドックで自由に牧草サイレージや乾草を採食させていた。

1 頭あたりの放牧地面積が 0.12～0.49ha と幅があることから放牧への依存度が異なることが予想される。須藤ら（2004）は、MF で昼夜放牧を行うためには 1 日 1 頭あたり放牧地面積を 0.0183ha、牧区数を 13（専用地）～25（兼用地）とすることを推奨している。この値を本調査の平均放牧頭数の 58 頭規模に当てはめると 1 牧区面積は 1.06ha、全放牧地面積は 26.5ha（うち専用地が 13.8ha）と試算される。表 1 から面積的には専用地がほぼ十分であるのに対し、兼用地が不足し、春期と夏～秋期では放牧時間を変えるなど異なる放牧飼養管理が必要なことがわかる。また、放牧時間内に牧区とパドックの間を放牧牛が自由に往復できる事例では、通路に負担がかかることが予想される。

ii) 一般道路の通行

牛舎と放牧地の間の移動の際に牛が一般道路を通行する事例は、全放牧期間で 14 事例（36%）、兼用地利用期間で 2 事例（5%）であった。この場合、道路横断が必要な牧区の割合は 18%（ほぼ 5 日に 1 回）から 100%（毎日）であった。

放牧地面積を拡大できない事例には、飼養頭数にみあう圃場面積が不足する場合と牛舎まわりの放牧可能面積が不足する場合がある。放牧地面積を拡大する方法の一つに、貯蔵用飼料作物の増収で節約した飼料畑を放牧地に転用する方法があろう。トウモロコシサイレージは高収量であり、本調査でもトウモロコシサイレージを利用している事例では 1 頭あたりの圃場面積が少ない傾向にあった。また、牛舎まわりの放牧地を拡大できない原因の一つに、放牧地と牛舎の間に一般道路があつて牛の移動が阻害さ

れる場合があるが、調査事例の約3分の1で放牧牛は一般道路を通行して牛舎と放牧地との間を往復し、道東地域の交通は物理的な障害としては大きくないようであった。

iii) 飲水施設と底陰林

すべての牧区で牛が飲水可能になるよう水槽を配置した事例は13事例(30%)で、日中放牧の1事例を除き、放牧頭数がおおむね70頭以上、放牧地面積がおおむね18ha以上の酪農家で各牧区で飲水可能であった。また、毎日、水槽をトラクターで牽引して牛に給水する事例数は3、水槽をパドックだけに配置した事例数が10、パドックおよび通路に2-7の複数個を配置した事例数が11であった。牧区外に飲水場がある事例では、牧区のゲートまでの距離の最大は、11-15時までの時間制限放牧の1事例で800m、昼夜放牧の1事例で500mであった。

底陰林については、39事例中1事例で防風林を活用し各牧区に底陰場所を確保していた。また、3事例で牧区のゲートを開放することで牧区外の共通の底陰林に入れる配置としていた。一方で、放牧地が南斜面となっている場合など、ほとんど底陰場所のない事例も10事例みられた。

すべての牧区で飲水と底陰が可能なレイアウトの事例は少なかった。暑熱下では十分な飲水量と底陰施設が重要である。牛は群で行動するため飲水行動が集中すると飲めない牛がでること(釧路北部地区農業改良普及センター2003)、また、肉用繁殖雌牛では水槽から330m以上離れると放牧草の利用率は低下すること(Gerrishら1999)が観察されていることから、本調査の水槽までの距離が500mの昼夜放牧の事例では、水槽の増設が必要ながうかがわれる。一方、平均気温15℃、最高気温25℃の条件では、水槽配置が牛舎1カ所の場合と牛舎と放牧地(牛舎からの距離が350-650m)の2カ所の場合とでは、搾乳牛の飲水量は差がなく1日当たり約50リットルであった(SporndlyとWredle2005)。飲水量は気温や乳量で変動するとともに、必要な飲水施設の配置の頻

度は放牧の規模で異なることが見込まれる。放牧頭数規模、自然環境、地理的条件によって飲水施設および底陰林の配置頻度は異なるであろう。小規模酪農家は大規模酪農家よりもパドックと牧区間の距離が短く、飲水時の放牧牛間の競合も少なく、水槽の整備が不十分であっても問題は少ないと考えられる。ただ、飲水のためにゲートを開放すると、牛が放牧地と水槽の間を往復する頻度が増し、通路への負担増加が懸念される。

集約放牧は短草状態の牧草を家畜に供給することを目的とする放牧方法であるが、今回の調査対象は0.5-1日間隔の輪換放牧という放牧の方法で選定し、放牧地が短草状態であるかどうかは未調査であるため、厳密には集約放牧とはいえないが、今後、放牧関連施設の整備と放牧方法の精密化により生産性の向上が期待される事例と見込まれる。また、放牧地を牧区で区切ることは、牛の行動範囲を制限し放牧地を効率的に利用できるが、反面、施肥や掃除刈りなどの管理作業の効率を低下させるので、放牧施設準備後の次の段階として、草地管理作業が省力化できるように放牧頭数、放牧地面積にみあう放牧地管理が必要である。水槽の増設、移設は容易なので、近年、牧区のゲートからの水槽の距離が放牧草利用に及ぼす影響が検討されており(新宮ら2006, 2007)、これら新知見を取り入れたレイアウトは、放牧の利用性向上に期待される。

2) 放牧牛の行動調査によるレイアウト要因の検討(試験2)

ヒトの模擬歩行で本課題で用いたGPSの精度を調査した結果、10秒/歩の低速歩行では、2-4m単位でGPSの歩行距離の測定は精度が劣り、10m単位で見るとGPSの距離積算値は実測値よりも約30%高かった。また、1mのように短い場合、および1.5m、2.5mのように0.5mの端数が生じる場合も、10m単位で見ると約30%、GPS測定の積算値が大きかった。一方、歩行速度を速めた場合10mの歩行距離は、5秒/歩ではGPSによる距離積算値が11m、2秒/歩お

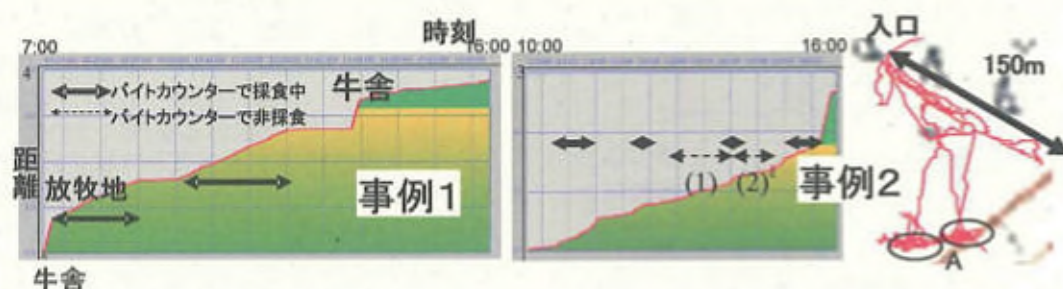


図1-II-1 GPSによる歩行距離の表示例(フリーソフト「カシミール」による。事例2の時間帯で(1)(2)で牛はAの範囲を歩行)

よび1秒/歩では10mと計測され、歩行速度が速いほど実際の距離とGPS測定値の差は小さかった。このように本課題で使用したGPSでは2mで表示される歩行距離を積算すると実際よりも過大な歩行距離を得る可能性があるが、以下に示す図1-II-1のような行動の分類は相対値で十分であり、同一GPS機種によれば比較は可能と考えられる。

i) GPSによる歩行速度と歩行範囲の組み合わせによる行動パターンの推定

GPSの位置データの「カシミール3D」による表示例を図1-II-1に示した。

放牧における行動は歩行速度により、牛舎から放牧地への歩行のように4km/時程度の時間帯、放牧地で採食のため低下した時間帯、伏臥などで停止した時間帯の3種に分かれた(図1-II-1左の事例1)。一方、夏期の高温時には放牧地内歩行速度がやや遅い場合に採食行動を伴わない例(図1-II-1右の事例2)もみられたが、この場合搾乳牛の歩行範囲は狭いことが特徴であった(図1-II-1右の位置A)。

AおよびC牧場の8事例で、バイトカウンターにより採食行動が推定された時間帯についてGPSデータから平均歩行速度を計算すると、おおむね0.25～0.70km/時であった。

以上から、GPSの位置情報と時間を地図ソフト「カシミール3D」で歩行速度に変換した図で、牛が低速(おおむね0.25～0.70km/時)で歩行している時間帯を採食行動時間とし、一方、最低値のおよそ0.25km/時の遅い歩行速度で歩行し、かつGPSによる放牧牛の歩行範囲が狭い場合は非採食時間とみなすことが可能と判断した。

ii) 放牧牛の歩行距離と歩行速度に及ぼす牧区面積、気温の影響

図1-II-2に最高気温が25℃以下と25℃以上の場合にわけて牧区面積と歩行距離の関係を示した。

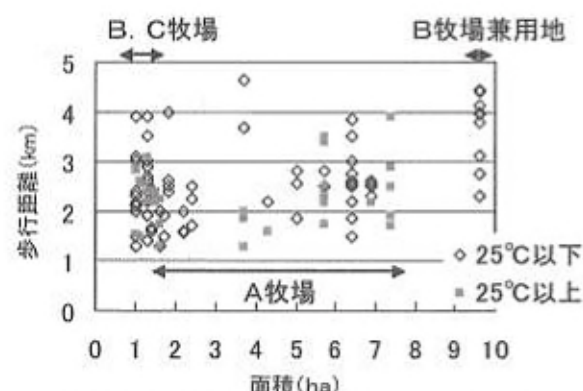


図1-II-2 牧区面積、最高気温と日中全歩行距離(各供試牛の値)

歩行距離は、B、C牧場の0.5～1日輪換の集約放牧で一般的な1～1.5haの牧区でも、また、A牧場のバックフェンスなしの集約放牧で2.0～7.6haと面積が大きくなる牧区でも、1.0～4.0kmと大きな差はなかった。一方、B牧場の9.6haの大量面積の兼用地牧区では歩行距離は2.3～4.4kmで若干大きかった。

図1-II-3に平均採食歩行速度と放牧草の草丈との関係を示した。

牧場間で、また、草丈との間に一定の傾向は認められなかった。

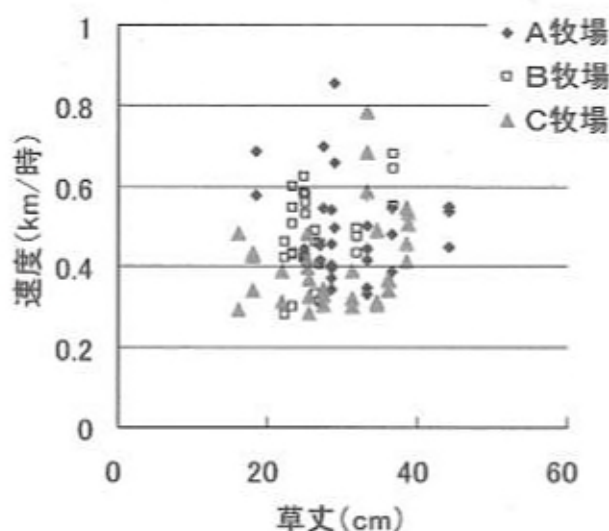


図1-II-3 草丈と採食歩行速度(各供試牛の値)

1日のうちの各採食行動時間帯の採食歩行速度について、表1-II-2に採食行動時間帯数が2～5回の事例について、それぞれ対応する1～4回目の時間帯の採食歩行速度を示した。

表1-II-2 採食行動時間帯増加にともなう速度および採食行動時間の変化

サンプル数 ¹⁾	歩行速度(km/時) ¹⁾				
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
107	0.49	0.42			
84	0.49	0.41	0.39		
37	0.50	0.41	0.40	0.38	
12	0.54	0.40	0.42	0.38	0.40

1) 採食回数が2～5回ある事例について、それぞれ、1～4回の相当する速度と時間を計算した。なお、今回は30分以内の時間は続度、時間の精度が劣るので除外した。

速度は1回目の採食行動時間帯は0.5km/時と早く、2回目以降は0.4km/時に低下し、以降は採食行

動時間帯数にかかわらず同程度の値であった。

本調査より集約放牧条件下の放牧牛の日中の歩行距離の最大はおよそ4.4kmである。歩行速度は供試牛間の変動が大きいものの、平均値では一定した値に収束したことから、牛群全体で見た場合も同様な傾向が予想される。1日輪換の集約放牧では日中の採食の進行に伴う牧草量の減少が採食歩行速度に及ぼす影響は小さい。

iii) 歩行距離からの採食量の推定

図1-II-4に示したように牧区内での歩行距離と採食量の間には、 $r=0.437$ ($P<0.01$) の正の相関が認められた。歩行距離が長くなれば採食量も多いので、牧区内各区分における放牧牛の歩行距離の測定は、その区分の利用性を判定するうえで有効と考えられる。

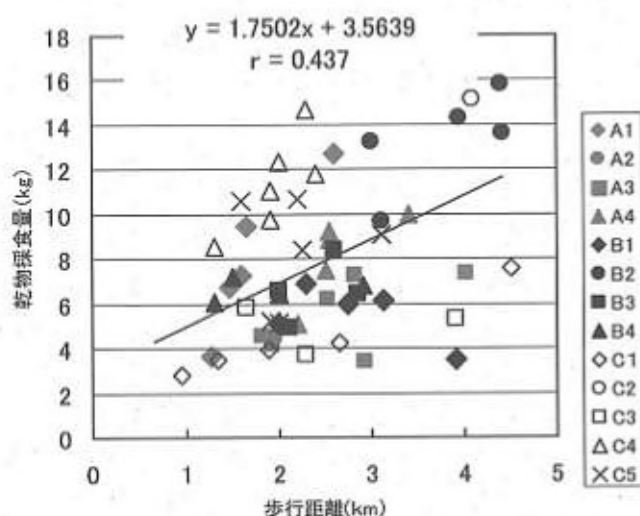


図1-II-4 日中の牧区内歩行距離と採食量の関係
(採食量はバイトカウンターで推定、A、B、Cは牧場名、1～5は牛番号)

iv) 放牧牛の牧区内滞在場所分布とレイアウト要因

a) 縦横比が大きい牧区の場合

調査当日の平均草丈は20～30cmであった。区分ごとにみると防風林近くの区分4が29cmと長く、隣接する区分3が23cmと短かった。通路側の区分1、2は、それぞれ25cm、27cmであった。

各区分における放牧牛の歩行距離を図1-II-5に2日分をあわせた6頭の平均値で示した。いずれも変動が大きい、「低・近」では比較的各区分とも等しく滞在し歩行した。「低・近」と「低・中」を比較すると、水槽を中間に移しても歩行距離が分散されることはなかった。また、「高・近」よりも「低・近」の方が日陰のできる区分4の歩行距離が長かった。また、今回の供試牛の「カシミアール3D」で得られる歩行経路で判別が困難な1事例を除いた17事例

において31回の飲水と思われる歩行があり、歩行距離は200～220mが3回、175mが1回と長い例があったが、50m以下が20回と多かった。本調査では、1ha程度の縦と横の比率が1:7の長方形の牧区では、放牧牛の歩行距離への水槽および木陰からうける影響は小さいと考えられる。

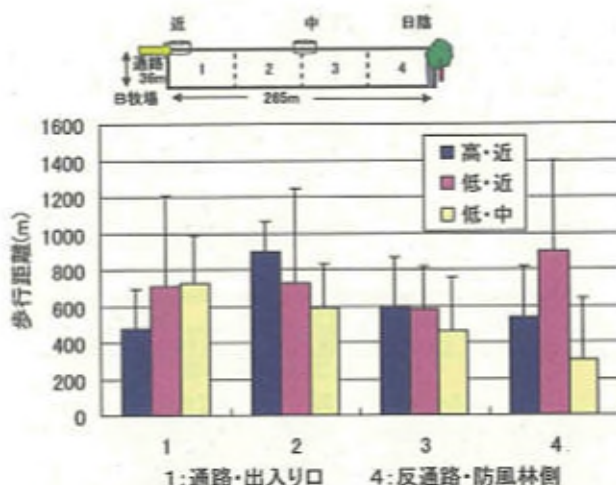


図1-II-5 縦横比が大きい牧区における搾乳牛の歩行距離に及ぼす日陰と水槽位置の影響—2牧区6頭の平均(高:最高気温28-31℃、低:最高気温18-23℃、近:水槽通路側、中:水槽中間)

b) 縦横比が小さい牧区の場合

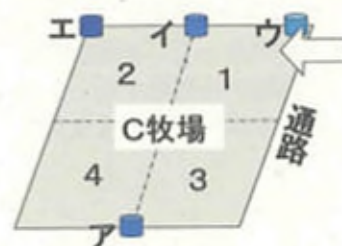
調査時の平均草丈は区分1、2、3、4の順に、39、23、28、18cmで、通路側の区分1、3、特にゲートのある区分1で高く、奥側の区分2、4で低かった。

表1-II-3に各区分における歩行距離と滞在時間を示した。

表1-II-3 縦横比の小さい牧区における水槽の位置が牧区内の歩行距離割合に及ぼす影響(1～1.5haの牧区)

水槽位置 ¹⁾	牧区内区分 ¹⁾	1	2	3	4
ア ²⁾		41.6±14.8	14.0±9.4	33.5±13.5	10.8±8.9
イ		32.5±12.5	21.9±16.0	31.7±14.3	13.8±6.8
ウ		39.9±15.9	17.2±14.2	25.9±15.7	16.9±12.6
エ		48.6±8.0	36.1±3.2	11.7±3.7	6.4±3.4

¹⁾ 左図 2)ア、イ:3頭×3牧区、ウ:3頭×2牧区、エ:3頭×1牧区



歩行距離でみると水槽のある辺のうちゲート側の区分1、区分2で概ね55～60%を占めた。また、区分4の歩行距離が共通して短かった。

1日輪換放牧では一般には、牧区の面積は1～1.5ha程度と小さい。搾乳牛は毎日、2～4回、ゲートを通るので、ゲートの要因が水槽よりも歩行に大きく影響している可能性がある。

c) 緩斜面における牧区配置方向が歩行距離および滞在時間に及ぼす影響

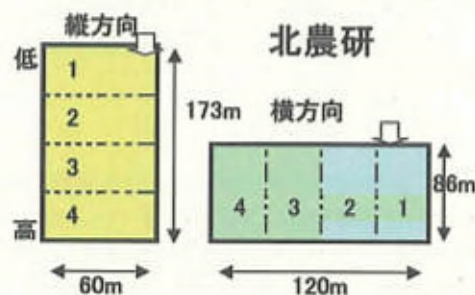
表1-II-4に各区分（北農研）における歩行距離、滞在時間および最大値の区分に対する各比率を示した。

表1-II-4 緩斜面における異なる牧区配置方向と日中歩行距離と滞在時間（北農研）

配置	牧区 内部	歩行距離 ¹⁾		滞在時間	
		(m)	対最大値	(hr)	対最大値
5/22~24(n=28)					
長辺 縦方向	1	487±307 ²⁾	92	1.7±1.1	34
	2	495±226	93	1.9±0.8	38
	3	529±189	100	3.5±0.2	70
	4	401±207	76	5.0±0.9	100
	計	1913		12.1	
5/30~31(n=28)					
長辺 横方向	1	416±56	73	1.3±0.1	23
	2	568±68	100	1.9±0.5	34
	3	528±120	93	3.2±1.5	57
	4	503±225	89	5.6±1.8	100
	計	2015		12.0	

¹⁾調査時間は午後の14時～02時の12時間、黒毛和種成雌

²⁾3日間の平均値についての値



全歩行距離は横方向配置の方が縦方向配置よりも約100m長かったが差は有意ではなかった。また、縦方向配置および横方向配置とも区分4のように入り口から最も遠い区分の滞在時間が長い傾向にあったが歩行距離は短かった。〔カシミアール3D〕で歩行経路を確認すると、この場合放牧牛は狭い範囲に長時間滞在して時間が長かった。8度の緩傾斜の斜面では放牧牛の歩行距離から判断すると、縦方向配置よりも横方向配置の方が放牧牛の採食行動には有利と考えられる。

d) 傾斜方向の牧区配置が牧区内歩行距離および滞在時間に及ぼす影響

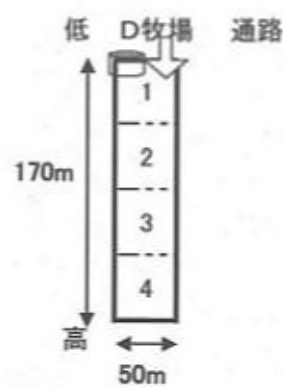
表1-II-5に6、7月に調査した0.8～0.9haの6例（D牧場）の歩行距離および滞在時間を示した。歩行距離は牧区内で低い位置にある区分1が長く、滞在時間は高い位置にある区分4が長かったが、いずれも個体間の変動が大きかった。歩行距離は最大の区分2に比べて区分4は65%であった。

表1-II-5 緩斜面の縦長牧区（0.85ha）における牛の行動（D牧場）

	歩行距離 ¹⁾		滞在時間 ¹⁾	
	(m)	対最大値	(hr)	対最大値
6/26～7/1(n=6)				
1	689±281	100	2.3±1.8	86
2	690±172	100	2.2±0.8	80
3	557±120	81	1.7±0.8	64
4	449±285	65	2.7±1.6	100
計	2385±444		9.0±0.3	

¹⁾調査は7時～16時の9時間、ホルスタイン種搾乳牛

a) のB牧場では区分4の滞在時間に木陰の影響の可能性があったが、d) のD牧場の1～4の区分では底陰林はなく日陰の影響は同一であるため、牧区内の標高および水槽の位置が各区分の歩行距離に影響した可能性がある。



試験2では、iv-c) 以外の歩行調査時間は朝と夕方の搾乳間の日中のみで、夜間および早朝の歩行が不明であるが、夜間は日中にくらべて気温（暑熱）の影響も小さいので、影響の大きい日中の歩行を主体にして牧区の利用性を判断しても問題ないと考えられる。

牧区の形状は正方形に近いほうが、牧区内各場所から水槽までの距離を短くできる利点があるが、B牧場の牧場で観察された放牧牛の歩行範囲の分布（図1-II-5）および水槽への歩行距離の事例（200～225m）から、平坦地における牧区の形状は牧区内の機械作業および水槽の管理の省力性を優先させ、横：縦の比を1:4から1:7程度にしても問題ないといえよう。ただ、400m程度に長くなると、ゲート（0m）と奥（400m）の2カ所に設置した方がよいので（新宮ら2005）、距離としては270mまでが限度かもしれない。また、斜面での牧区の配置については、縦方向に長い牧区は歩行の高低差を大きくし歩行に

伴うエネルギー必要量を増すことも見込まれるので、水槽を標高の高い牧区にも設置が可能ならば、横方向に長い牧区が放牧草利用に適する。

以上より圃場のレイアウト事例を参考にして、従来の知見も併せたレイアウトに関する留意点、表1-II-6および図1-II-6にまとめた。

本成績は集約放牧下での1日輪換放牧のように1牧区の面積が1.5ha以下と狭い場合を対象としたが、放牧頭数が多かったり、または、牧区内に数日以上滞牧する、1牧区あたりの面積が大きい場合は、歩行

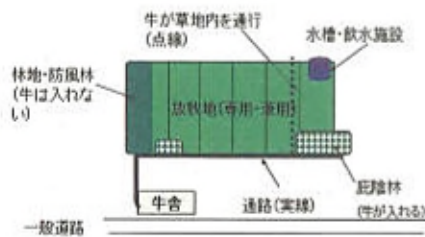
範囲が広がるので別に検討が必要である。また、区分の歩行距離から利用性を推測したが、区分の面積が狭い場合は、水槽および底陰林への移動などの採食を伴わない歩行の影響も大きくなることが予想されるので、採食量からの予測は、ある程度大きな面積の牧区で適用可能と考えられる。

(4) 今後の課題

牛舎の出入り口など牛が集中する場所、また、日陰になりやすい場所では、気候が悪い時期に泥濘化しやすいので簡易な泥濘化防止方法が必要である。

表1-II-6 集約牧場レイアウト作成の留意点 □:チェックポイント ※:選択と対応

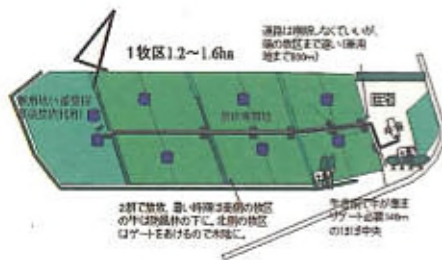
- 1) 放牧形態と牧区数の設定
 - 1頭当たり面積
 - ※a 10a/頭以下:バドック放牧
 - b 10~20a/頭:時間制限放牧、兼用地はなし、粗飼料供給必須
 - c 20~40a/頭:昼夜放牧または時間制限放牧、兼用利用を考慮
 - d 40~50a/頭:昼夜放牧、兼用利用必須
 - e 50a/頭以上:昼夜放牧、兼用利用必須、晩秋用放牧地や低投入型管理も視野に
 - 牧区数の設定 1牧区面積は2a×放牧頭数が基本(昼夜放牧)
 - ※a 牧区数過大:兼用利用もしくは採草専用地の設定
 - b 牧区数過小:
 - b1 牧区を狭め、時間制限放牧導入
 - b2 牧区数はそのまま併給粗飼料給与(植生悪化は別途対応)
- 2) 牧区の配置
 - 牧区の縦:横比は1:4以下が望ましいが、長辺が270mまでは1:7の縦長でも可
 - ※牧区の形と作業性等について
 - a 縦長1列:資材がかかるが、機械作業がしやすい(事例②の南側)
 - b 縦横差小・2列配置:北側の牧区は防風林、林地に底陰効果を期待できない(事例①、事例②の東側)
 - 緩斜面では、水槽が設置可能ならば、横方向に長い牧区が望ましい。
- 3) 通路の配置
 - 牛群の先頭と最後尾で進行方向が逆となることはないか
 - ※牧区内の場合は出入り口の増設(事例⑤、事例⑥)
 - ※通路ではやむを得ない場合適回り、先頭の牛が見えない方が望ましい、事例③、⑨、⑪)
 - ※牛舎の位置と通路
 - a放牧地中央に牛舎配置→放射状に牧区配置・通路最小(事例⑨)
 - b牛舎から2方向に通路設置→泥濘化軽減・牛群観察が容易(事例②)
 - 通路途中に日陰や窪地はないか
 - ※ある場合:
 - a対象物の伐採・撤去、窪地の砂利・火山灰による埋設、測溝設置等により排水促進
 - b通路の迂回もしくは関係箇所の閉鎖(牧柵で包囲)(事例⑩)
 - トラクタ用の通路を併設することも可(事例②)
 - 防風林の反対側に設置した方が日当たりがよい(事例①、②)
 - 配管(電気・水)の通路横断・埋設は最小限に
 - 牛舎に近い方が毎日の出入り口の閉鎖作業には便利(事例⑤)
- 4) 水槽の配置
 - 各牧区で飲水可能か(牧区間に1個でも可)
 - ※不可能な場合a通路に設置し、数牧区で共用(事例⑦、⑪、⑫、⑬)
 - b牛舎に隣らないように手前で出入り口を閉鎖(事例⑦、⑫)
 - cバドックへ配置。飲水・食草量低下、草地利用率低下、通路利用頻度増による路面状態の悪化を見込む
 - 底陰林、飼槽と重複していないか(事例⑥ではいずれも近い泥濘化)
 - 泥濘化防止を考慮しているか
 - ※通路への配置は高く日当たりのいい場所に(事例⑫)、水槽数増や固形塩設置箇所との分離による利用頻度軽減、土工(丸砂利・火山灰・固化剤投入)
 - 配管は最短か、漏水事故時に途中で止水可能なバルブが要所にあるか、終牧時に配管内排水可能か
- 5) 牛の道路の横断(道路向こう側草地の放牧利用)
 - a道路両側に牛の滞留場所を設け、一気に横断(牛舎と横断場所が近い事例②)
 - b 夜間横断を回避するため、道路向こうは昼間放牧地として使うこともある
- 6) 底陰場所
 - 各牧区にあるか
 - ※全部にはない場合:
 - a 泥濘化注意しつつ、放牧地の中に共用の底陰林を配置(事例⑫)
 - b 一部の牧区にある場合は夏季は放牧牧区の順序を変更(事例③)
 - c 南側に防風林等があれば、底陰時間・面積を確認して利用(事例①、②)
 - d ない場合、日中は牛舎に。ただし通気を良好に、ファンも利用(事例④、⑤、⑨、⑫、⑬、⑭、⑮)
- 7) バドック
 - 併給粗飼料を給与する場合、底陰林、水槽と近くないか(事例⑥では泥濘化が問題)
 - ※発情発見、道路横断前の一時的滞留場所(事例②、③)としても重要



記号の説明

①

牛舎は放牧地の端



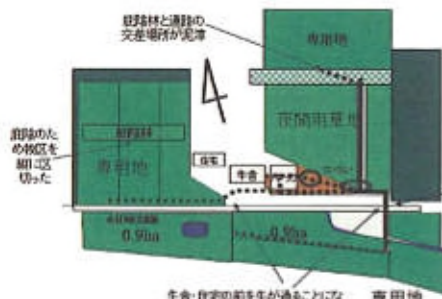
②

牛舎は放牧地の中央
道路が横断
南側平坦、北側は傾斜



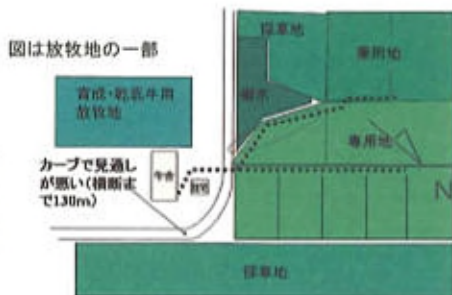
③

牛舎は放牧地の中央、道路が縦断



④

交通量が多い
えにカーブで
見通しが悪い。2
人で牛を横断さ
せる。道路の北
側は平坦

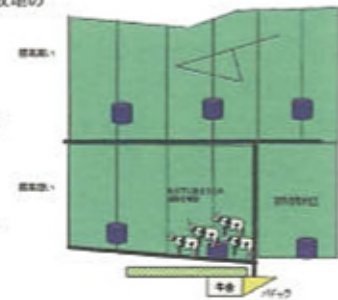


⑤

図は放牧地の一部

牛舎が細長い草地の長い
辺側の横)一牛が牛舎側に
集まるため2本目の道路を
牛舎側に配置。庇陰場所
はほとんどない

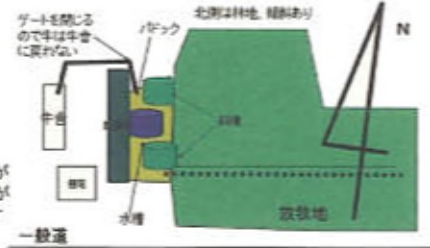
水槽は各牧区に設置、
1牧区1ha、傾斜地



⑥

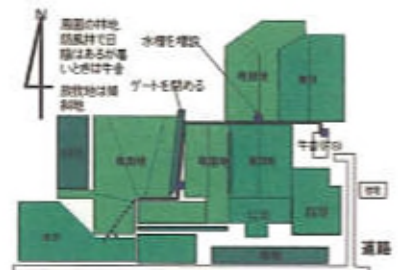
図は放牧地の一部

飼槽、水槽、庇陰林が
集中しているので牛が
集まり、泥濘化しやす
い。南北に傾斜



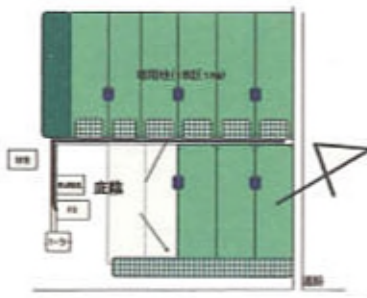
⑦

牛舎は放牧、採草
地の横、通路を途
中で閉め牧草を採
食させる。1牧区
0.8ha前後、傾斜地



⑧

防風林を区切って
庇陰林。出入り口が
日陰、ぬかるむ。



⑨

牛舎が草地の中央に、放
射上に牧区を配置、水
槽は1個

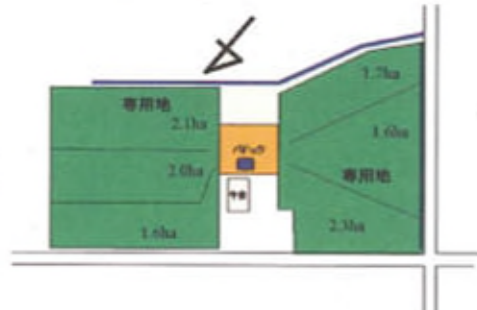


図1-II-6 放牧地のレイアウトの事例(①~⑨の番号は表1-II-6の事例に相当、⑩以下は省略)

(5) 摘要

- 1) 0.5-1日輪換で昼夜放牧もしくは日中放牧を実施している酪農家では、飲水施設および底陰林の配置が十分な事例は少なく、また、約3分の1の事例で放牧牛を一般道路を横断させて放牧地と牛舎を往復させていた。1頭あたりの放牧地面積は専用地で0.24ha (0.12-0.49ha)、兼用地も含めると0.35ha (0.12-1.28ha)であった。
- 2) 牛につけたGPSの位置データから「カシミール3D」を用いて計算した牛の歩行速度が0.25-0.70km/時を示す時間を放牧草採食行動とみなすことができ、放牧草採食時間の推定が可能であった。また、歩行距離とバイトカウンターによる放牧草採食量推測値には正の相関($r=0.437$)が認められ、牧区内で歩行距離が長い区分は、牛の採食行動も多いことが予想された。
- 3) GPSを用いた放牧牛の歩行調査では、正方形に近い牧区では、牛の歩行場所は水槽の位置にかかわらず、水槽のある辺のうちゲート側の1および2の区分で約55-60%を占めた。一方、縦長(36m×265m, 1:7)の牧区では、防風林による日陰および水槽の位置は、放牧牛の牧区内の歩行場所に影響しなかった。緩斜面では傾斜方向に縦長に配置した牧区の高標高区分における歩行距離は少なく、歩行距離の最も長い区分に対して76%(北農研)および65%(D牧場)であった。以上よりレイアウトの要因として、平坦地における牧区の形状は、横:縦の比を従来言われている1:4から1:7程度に大きくしても問題ないこと、緩斜面では縦方向配置の牧区では歩行距離でみると高標高の区分は30%程度草地の利用性が低下するので、横方向配置の牧区が望ましいと考えられた。

本試験では十勝農業改良普及センター十勝南部支所の長尾安浩氏(現胆振農業改良普及センター東胆振支所)、富沢雅代氏(現釧路農業改良普及センター釧路中西部支所)、坂本秀文氏(旧足寄開拓農協、現足寄町)に調査酪農家の選定、資料の提供等で多大なご協力を得た。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) DAN 杉本 (2006) : カシミール3D.
<http://www.kashmir3d.com/> [2005年10月25日参照]
- 2) Gerrish JR, Perterson P R, Morrow RE (1999) : Distance cattle travel to water affects pasture utilization.
<http://aes.missouri.edu/fsrc/research/afgc95h2.stm>

[2007年3月20日参照]

- 3) 釧路北部地区農業改良普及センター (2003) : 営農アドバイス, JA 摩周湖広報誌 Active J A 5:4.
- 4) 新宮裕子, 中村直樹, 井内浩幸 (2006) : 放牧地における飲水施設の設置位置が牛の行動に及ぼす影響, 日草誌 52. (別 1), 316-317.
- 5) 新宮裕子, 中村直樹, 吉田昌幸, 藤井弘樹 (2007) : 放牧地における飲水施設の設置位置および設置個数が牛の採食行動範囲に及ぼす影響, 日草誌 53 (別), 100-101.
- 6) Spornly E, Wredle E (2005) : Automatic Milking and Grazing-Effects of Location of Drinking Water on Water Intake, Milk Yield, and Cow Behavior. J. Dairy Sci. 88, 1711-1722.
- 7) 須藤賢司 (2004) : 搾乳牛の集約放牧技術の確立に関する研究—メドウフェスク草地を焦点として—, 北農研報 181, 42-86.

(篠田満, 須藤賢司, 松村哲夫)

2. 乳牛の健康および福祉に対する放牧の効果

(1) 研究目的

欧米を中心に、家畜生産体系の中で家畜の福祉が大きな問題になっている。EU 諸国ではすでに生産者レベルで福祉基準が設けられ、同時にこの基準のグローバル化が貿易自由化の観点から大きな争点になっている。これを受けた形で、OIE は 2005 年の総会で福祉に関するガイドラインの制定を議決し、現在この基準が OIE に加盟する各国にかぶせられる形になってきている。

高度に集約化された現代の家畜生産体系では、福祉は健康に関連し、最終的に効率的な生産の持続といった問題にも関与してくるだろう。こうした観点から、家畜の健康と福祉を科学的に追究することは重要である。

放牧飼養は乳牛の健康と福祉に大きな効果があると信じられており、オーストリアを中心にドイツ圏で福祉の指標とされている ANI2000 でも、放牧時間の多寡が福祉評点を大きく評価する。たしかに、乳牛を広い放牧地に一定時間放牧することは、健康の点からも、また見かけ上の福祉の観点からも、効果があるように見受けられる。しかしながら、放牧飼養が乳牛の健康と福祉に与える影響について、科学的に追究した研究はきわめて少ない。このような観点から、本研究は、放牧が乳牛の健康と福祉に及ぼす影響を明らかにする目的で行った。

現在、家畜福祉とは 5 つの自由（フリーダム）を保証することであると、世界的に認められている。すなわち、家畜が飼養される上で、(1)「飢えや栄養失調にさらされていないこと」、(2)「恐怖と苦痛にさらされていないこと」、(3)「物理的不快感にさらされていないこと」、(4)「痛み、傷害、病気などを被っていないこと」、および (5)「自然な行動パターン

を発現できる自由を持っていること」である。

そこで本研究では、これら 5 つの自由のうち、(4)「痛み、傷害、病気などを被っていない」および (5)「自然な行動パターンを発現できる自由を持っていること」の 2 点を取り上げ、(4)として放牧牛の疾病や歩行異常の発生率から放牧の健康に及ぼす影響を検討し（試験 1 および 2）、(5)として放牧牛における起立、伏臥および発情行動の発現を飼養されている牛の行動と比較して放牧環境下での自然な行動パターンの発現を検討した（試験 3）。

(2) 研究方法

1) 試験 1 獣医診療記録から見た放牧飼養牛と非放牧飼養牛の疾病罹患率の違い

i) 試験 1-1

草地型酪農地帯である北海道北部の網走管内 0 町（酪農家戸数約 100 戸）において、当該地域の町および農業協同組合の協力のもとで、アンケートおよび現地調査による町内酪農家の飼養状況調査および乳検記録と共済組合における診療記録の閲覧を行い解析した。アンケート調査の結果をもとに、町内酪農家を放牧利用の程度によって分け、これに従って、各農家の牛乳生産成績、共済組合の疾病記録を分類した。治療記録は循環器系、呼吸器系、消化器系など 19 項目に整理した。また、すべてのデータをもとに、農家 1 戸当たりの平均治療回数および経産牛 1 頭あたりの治療回数と個体乳量、放牧地面積、放牧地面積当たりの経産牛頭数に関して重相関回帰分析を行った。

ii) 試験 1-2

草地型酪農地帯である北海道東部の釧路管内 H 町の酪農家を対象に当該地域の農業協同組合を通じて飼養状況、生産状況および獣医疾病記録を入手し解析した。解析に用いたデータは 60 戸であり、その飼

表1-II-7 Locomotion score

Locomotion score	状態	評価基準
1	Normal	直立、歩行時でも牛の背筋はまっすぐである。足取りは普通である。
2	Mildly lame	直立時には背筋はまっすぐであるが、歩行時にはアーチ状になり歩行は普通である。
3	Moderately lame	直立、歩行時でも牛の背筋はアーチ状になっている。1本以上の足が小股になっている。
4	Lame	常に背筋がアーチ状となっており、足取りはゆっくりである。足に支えを好む。
5	Severely lame	上記に加え、体重を支えることが出来ない。

Sprecherら (1997)(一部改変)

養頭数により 50～60 頭 53 戸と 100 頭 7 戸の 2 群に分けた。また、全体を放牧期間と非放牧期間に分け放牧期間では昼夜放牧農家 7 戸と時間制限放牧農家 31 戸に分けた。

2) 試験 2 放牧主体飼養乳牛とフリーストール飼養乳牛における歩行異常 (Lameness, ラムネス) 発生率の違い

北海道道央部および道北部の酪農場 7 箇所計 590 頭の搾乳牛について、歩行中の動作を 10 秒間 (3 完歩以上) デジタルビデオカメラで撮影し、画像をコンピュータに取り込み、背線の湾曲度および歩幅の変容を画像から解析し、各個体ごとに Locomotion Score (表 1-II-7) を算出した。

調査地のうち、2 箇所は朝夕の搾乳時以外は放牧する昼夜放牧飼養 (Day-G, 96 頭) であり、3 箇所が日中のみ時間制限放牧を行う飼養方式 (Time-G, 193 頭)、3 戸が無放牧でフリーストール式牛舎飼養方式 (Non-G, 432 頭) であった。Day-G および Time-G では放牧草の他、サイレージ、乾草、濃厚飼料をそれぞれ給与し、Non-G では TMR 給与であった。

3. 試験 3 放牧地と牛舎内における乳牛の動作の違い

i) 試験 3-1 放牧飼養時および繋ぎ飼養時における乳牛の起立および伏臥動作の違い

6 月および 10 月に乾乳牛 4 頭を終日放牧し、期間中 4 日間について各個体 5 時間の行動を連続 VTR 撮影した。また終日スタンションに繋ぎ飼養されている泌乳牛 6 頭について 24 時間連続 VTR 撮影した。これらから、伏臥時間 1 (伏臥前に前肢を折り始めた時間から完全に伏臥するまでの時間)、伏臥時間 2 (伏臥

行動をし始めた時間から完全に伏臥するまでの時間)、伏臥継続時間、伏臥してから起立までの継続時間、起立時間 (首を前に出し、起立を開始してから完全に起立するまでの時間) を記録した。また、伏臥時の姿勢を Out stress (伏臥 a: 横臥姿勢をとる、伏臥 b: 少なくとも 1 本脚を伸ばし伏臥)、Half stress (伏臥 c: 1 本の前肢を伸ばす伏臥、伏臥 d: 2 本の前肢を伸ばす伏臥、伏臥 e: 1 本の後肢を伸ばす伏臥、伏臥 f: 2 本の後肢を伸ばす伏臥)、Narrow (伏臥 g: 伏臥中、脚を出さない) に分けて記録した。

ii) 試験 3-2 夜間放牧されている搾乳牛における発情行動

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター研究農場で 17:30 から 7:30 まで放牧飼養されているホルスタイン種搾乳牛 8 頭を計 11 日間、放牧時間中に連続行動観察した。期間中に発現した発情行動について、それぞれの動作の発現した回数および持続時間を個体ごとに記録した。なお発情は、観察された発情行動が Roelof et al., (2005) の発情行動スコアの基準 (10 ポイント) に達してから下回るまでとし、観察終了後、直腸検査で排卵を確認した。これらの結果は、無放牧でフリーストール式牛舎において飼育されている乳牛の発情行動にかんする以前の研究と比較検討した。

(3) 結果および考察

1) 試験 1 獣医診療記録から見た放牧飼養牛と非放牧飼養牛の疾病罹患率の違い

i. 試験 1-1

O 町ではアンケートには 46 戸が回答した。46 戸の平均で、乳量は 8127.2kg/305 日、経産牛頭数は 71.7

表 1-II-8 経産牛 1 頭あたりの獣医治療回数

飼養形態	戸数	呼吸器	消化器	泌尿器	生殖器	泌乳器	妊娠分娩	神経系	感覚器	代謝病	運動器	皮膚病	中毒	寄生虫	その他	合計
昼夜放牧	7	0.01	0.03	0.06	0.01	0.05	0.61	0.16	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.96
時間制限放牧	16	0.01	0.03	0.09	0.00	0.18	0.50	0.23	0.00	0.02	0.12	0.01	0.00	0.00	0.01	1.29
育成限定放牧	5	0.01	0.02	0.06	0.00	0.24	0.58	0.22	0.00	0.01	0.17	0.04	0.00	0.00	0.00	1.33
連年合計	9	0.00	0.04	0.11	0.00	0.20	0.38	0.20	0.00	0.02	0.06	0.01	0.00	0.00	0.01	1.04

表 1-II-9 重相関分析における各要因の相関係数

	経産牛頭数	個体乳量	放牧地 ha	放牧地 cow/ha	治療回数 農家当たり	治療回数 1 頭あたり
経産牛頭数	1					
個体乳量	0.004	1				
放牧地	-0.040	-0.202	1			
cow/ha	0.636 **	-0.026	-0.291	1		
治療回数、農家当たり	0.740 **	0.327*	-0.154	0.323	1	
1 頭あたり	-0.334*	0.381*	-0.247	-0.351*	0.303	1

**P<0.01, *P<0.05

頭、放牧地面積は8.6ha、年間の治療回数は1.2回／頭／年であった。

各記録が全てそろった、育成牛のみの放牧農家5戸、昼夜放牧農家7戸、時間制限放牧農家17戸、通年舎飼農家9戸を解析の対象とした。各飼養形態間で平均乳量に差はなかった。

各飼養形態における治療回数を表1-II-8に示した。昼夜放牧農家では泌乳器関係の治療回数(回／年／頭)が0.61であり、制限放牧農家の0.50回、舎飼農家の0.38回との差は有意ではなかった。運動器関係の治療回数(回／年／頭)は、昼夜放牧農家が0.04で制限放牧農家の0.12および舎飼農家の0.06回より低かったが有意な差ではなかった。妊娠分娩関係および生殖器関係の治療を合わせて繁殖関係の治療とすると、治療回数(／頭／年)は昼夜放牧農家が0.22回と、制限放牧農家の0.41および舎飼農家の0.40回より有意に少なかった($P<0.05$)。すなわち、この調査結果では、昼夜放牧を行っている酪農家においては、妊娠分娩関係や生殖器系の疾病発生が少ない傾向にあることが伺われた。

すべての結果をまとめて重回帰分析した(表1-II-9)。各経営当たりの治療回数(／農家／年)は経産牛飼養頭数が多いほど多く($r=0.74, P<0.05$)、個体乳量が高いほど多く($r=0.33, P<0.01$)、さらに1ha当たりの放牧頭数が多いほど多い傾向にあった。一方、経産牛1頭あたりの治療回数では、逆に飼養している経営の飼養頭数が多いほど少なく、1ha当たりの飼養頭数が多いほど低い($r=-0.35, P<0.05$)という結果になった。

ii) 試験1-2

全農家の1頭あたり日平均乳量は26kg程度で差はなかった。泌乳器関係の疾病は時間制限放牧農家にやや多い傾向にあり、繁殖関係では中規模舎飼農家で多い傾向にあった。代謝・消化器系の疾病は昼夜放牧農家で少ない傾向にあり、特に放牧期では他の農家に較べて有意に少なかった($P<0.05$)。放牧期間中の昼夜放牧農家では放牧草が飼料の主体であることから消化器に与える負荷が少ないことが伺えた。

試験1-1では昼夜放牧の農家で泌乳器関係の疾病が多い傾向にあったが、頭数規模ごとに分けさらに季節ごとに分けると、試験2-2ではこうした傾向は見られなかった。

2. 試験2 放牧主体飼養乳牛とフリーストール飼養乳牛における歩行異常(Lameness, ラムネス)発生率の違い

各牧場ごとのLocomotion Scoreを表1-II-10に示した。どの牧場においてもScore 1(正常)が最も多かったが、Day-GおよびTime-Gではその割合は70%以上であったのに対して、Non-Gでは60%以下であった。また、Locomotion Score4(明らかに歩行異常)である個体は、Day-GおよびTime-Gでは各牧場で0もしくは1頭であり、Score5(ひどい歩行異常)の個体は観察されなかった。一方、Non-GではLocomotion Score5を含め、Score3以上の歩行に異常が観察される個体が、常に3から16%を占めた。

各飼養方式内の牧場間に差は認められなかったの
で、飼養方式ごとにLocomotion Scoreの割合をまと

表1-II-10 調査牧場ごとのLocomotion Score(実数値)

飼養方式	調査場所	locomotion score					調査頭数
		1	2	3	4	5	
Day-G (昼夜放牧)	A牧場	28	8	3	1	0	39
	B牧場	46	8	2	1	0	57
Time-G (時間制限放牧)	C農場	17	2	0	0	0	19
	D牧場	17	3	2	0	0	22
	E牧場	50	7	2	1	0	60
Non-G (舎飼)	F牧場	53	15	12	11	1	92
	G牧場	107	47	15	11	6	186
	H牧場	61	35	20	25	13	154
	計	351	117	53	49	20	590

表1-Ⅱ-11 飼養方式ごとのLocomotion Scoreの割合

割合, %	Locomotion Score				
	1	2	3	4	5
Day-G	76.2	17.3	5.6	2.2	0.0
Time-G	83.4	11.9	4.1	0.6	0.0
Non-G	51.6	21.4	11.4	11.4	4.3

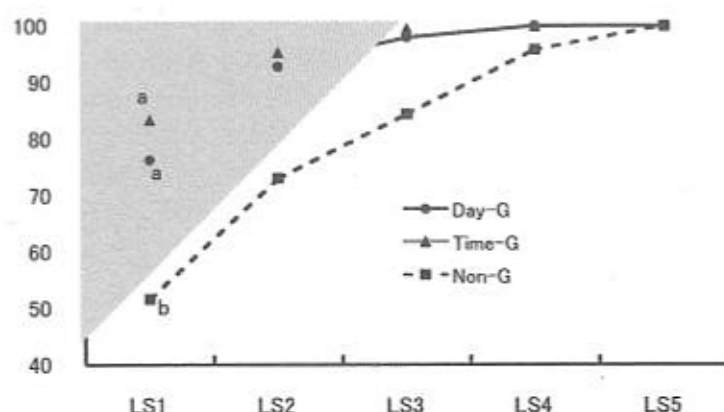


図1-Ⅱ-7 飼養方式ごとのLSの累積割合

め、表1-Ⅱ-11に示した。また図1-Ⅱ-7は同割合を累積分布で示した。コルモゴロフ・スミルノフ検定の結果、Day-GとTime-G間には差はなく、両者とNon-G間に有意な差 ($P < 0.01$) が認められた。以上から、少なくとも日中放牧する乳牛群では、歩行に異常が発生する割合が少ないことが示された。

i) 試験3-1 放牧飼養時および繋ぎ飼養時における乳牛の起立および伏臥動作の違い

結果を表1-Ⅱ-12および表1-Ⅱ-13に示した。伏臥動作では、前肢を折り初めてから伏臥が完了するまでの時間は放牧牛が9.2秒であったのに対して舎飼牛では10.7秒と有意な差がみられた ($P < 0.05$)。実際に前肢を折ってから時間は両者とも5.9秒で差はな

表1-Ⅱ-12 伏臥および起立に要した時間、伏臥持続時間

	放牧牛		タイストール牛		P
	平均	SD	平均	SD	
伏臥動作1 ¹ , 秒	9.2	2.4	10.7	2.5	0.03
伏臥動作2 ² , 秒	5.9	1.3	5.9	1.0	0.94
起立動作 ³ , 秒	6.2	1.6	8.5	1.7	<0.01
伏臥持続時間, 分	50.5	22.2	53.6	33.8	0.72

¹伏臥前に前肢を踏み始めた時間から完全に伏臥するまでの時間

²実際に前肢を折り、伏臥動作が始まった時間から完全に伏臥するまでの時間

³首を前に上げ、起立動作が始まった時間から完全に起立するまでの時間

く、舎飼牛は伏臥を開始した時点で躊躇があることが伺われた。また、起立動作については放牧牛が6.2秒であったのに対して舎飼牛では8.5秒かかっており有意な差があった ($P<0.01$)。すなわち、立ち上がり動作においても、スタンションに繋がれた舎飼牛は不自由な部分があることが伺える。放牧地における座り込みおよび立ち上がり動作が自然なパターンとすると、舎飼時の牛は統計的に有意にそれを妨げられているといえる。

一方、伏臥中の姿勢では、両者に有意な差はみられなかった。ただし、放牧地では四肢を投げ出して横に寝る横臥姿勢（伏臥a）が観察されたが舎飼時にはみられず、伏臥eの姿勢は放牧牛でやや多い傾向にあった。

ii) 試験3-2 夜間放牧されている搾乳牛における発情行動

観察期間中供試牛群8頭中、5頭の発情が確認された。これらはその後の直腸検査の結果、すべて排卵が確認された。この5頭の発情持続時間およびスタン

ディング持続時間の平均値を、2004年以降に報告されたフリーストール式牛舎で飼養されている乳牛で観察された発情持続時間およびスタンディング持続時間平均値とともに表1-II-14に示した。各報告で両持続時間共に報告したものは2例しかないが、全体に発情持続時間にはおおきな差はないものの、スタンディング持続時間ではおおきな差が見られた。すなわち、放牧飼養牛のスタンディング持続時間は14.3時間と、1990年代以前の研究報告と差はないが、2004年以降の報告におけるフリーストール飼養牛のスタンディング持続時間は6~7時間と、約1/2となっている。

発情中の個体の行動について、表1-II-15の各動作の観察頻度を表1-II-16に示した。同じ方法で各動作を報告した Kerbrat and Diesenhouse (2004) の結果と比較した。本研究では同じ行動について発情していない個体の行動頻度の観察も行っている。発情行動を受けた個体に関する頻度も、行った個体の行動頻度も、フリーストール式牛舎で飼養されている

表1-II-13 各伏臥もしくは横臥の時間および回数 (%)

	時間		回数	
	放牧牛	舎飼い牛	放牧牛	舎飼い牛
Out stress	% of total			
伏臥a	0.4	ND ¹	11.1	ND ¹
伏臥b	4.7	4.2	11.1	5.0
Half stress				
伏臥c	ND ¹	ND ¹	ND ¹	ND ¹
伏臥d	ND ¹	ND ¹	ND ¹	ND ¹
伏臥e	72.6	84.9	51.9	67.3
伏臥f	22.3	10.9	25.9	27.7
Narrow				
伏臥g	ND ¹	ND ¹	ND ¹	ND ¹

¹ND = not detect

Out stress

伏臥a：横臥姿勢をとる、伏臥b：少なくとも1本脚を伸ばし伏臥

Half stress

伏臥c：1本の前肢を伸ばす伏臥、伏臥d：2本の前肢を伸ばす伏臥、
伏臥e：1本の後肢を伸ばす伏臥、伏臥f：2本の後肢を伸ばす伏臥、

Narrow

伏臥g：伏臥中、脚を出さない

個体より4から10倍の頻度で観察された。とくにマウンティングされた個体が逃げずにスタンディングを示した頻度は放牧牛では1時間あたり4.6回であったのに対して、フリーストール飼養牛では0.6回と大きな差があった。すなわち、放牧主体飼養では、発情牛がいればおよそ15分以内に1回はスタンディングを観察できる確率が高いが、フリーストール式牛舎で飼養している乳牛群では発情牛が存在するにもかかわらず1時間観察してもスタンディングを1回も

観察できない確率が高い。

以上から、放牧を飼養管理に取り込むことにより、発情行動がより明確に発現する可能性があることが示された。

EUを中心とする家畜福祉のグローバル化の波は、0IEの家畜福祉ガイドラインの制定という形で我が国にも押し寄せようとしている。EUの家畜福祉の評価システムでは、一般的に放牧時間が長いほど評価が上がるスコア方式が多い(例:オースト

表1-II-14 発情維持時間 (E) およびスタンディング持続時間 (S)、Hr

	E	S
放牧牛	16.4	14.3
FS牛1	11.8	5.0
FS牛2	14.1	
FS牛3		6.2
FS牛4		7.1
FS牛5	33.2	6.6

FS牛1 Roelofs et al.,(2005)のデータを引用

FS牛2 Kerbrat and Disenhouse(2004)のデータを引用

FS牛3 Lopez et al.,(2004)のデータを引用

FS牛4 Dransfield et al.,(2005)のデータを引用

FS牛5 Yoshida and Nakao (2005)のデータを引用

表1-II-15 観察した行動と略号

行動	略号
頭部以外へマウントする	Mount
スタンディングを伴わないマウンティングを(する・される)	MA
スタンディングを伴うマウンティングを(する・される)	MS
頭部へマウンティングを(する・される)	MH
陰部へLicking/sniffingを(する・される)	S/LV
顎乗せを(する・される)	A
頭部と頭部をあわせる	hH
接近・後追いを(する・される)	F
顎を頭部へ(こすりつける・つけられる)	ah
顎を臀部へ(こすりつける・つけられる)	ab
顎を頭部・臀部へ(こすりつける・つけられる)	ao
顎を相手にこすりつける	Cr

表1- II-16 発情関係の行動頻度 (/hr)

行動を仕掛けた個体に関する頻度				行動を受けた個体に関する頻度			
		放牧牛				FS牛	
		発情牛	非発情牛			発情牛	
Mount	3.15	0.04	0.48	MA	0.77	0.01	0.12
MH	1.01	0.00	0.01	MS	4.63	0.00	0.6
S/LV	4.05	0.07	1.36	MH	0.26	0.01	0.12
A	8.22	0.08	2.52	S/LV	5.53	0.08	0.69
hH	8.16	0.11	0.77	A	12.09	0.06	1.42
F	10.20	0.25	0.77	hH	8.16	0.11	0.62
ah	0.00	0.00		F	6.84	0.26	0.39
ab	0.13	0.01		ah	0.00	0.00	
ao	0.03	0.00		ab	0.39	0.01	
Cr			0.76	ao	0.03	0.00	
				Cr			0.39

FS牛:フリーストール飼育牛

Kerbrat and Disenhouse(2004)のデータを引用

リアのANI2000)が、放牧が家畜福祉や健康に及ぼす影響についてはほとんど研究がない。その点で、本研究プロジェクトの成果は、科学的に放牧牛では、

(1) 消化器系・代謝系の疾病が少なく、(2) 4時間程度の放牧でも乳牛のラムレスが減少し、(3) 起立や伏臥時にその動作が妨げられず、(4) 発情持続時間も十分長く、スタンディングも頻繁であることが示された。今後、我が国で日本型家畜福祉に関する評価方法を確立する上で、重要な根拠を提出したものである。なお、成果を活用する上で、ここで対象とした乳牛群の乳量が6000~8000kg/305日程度である点に留意すべきで、いわゆる1万kg以上の乳量の高泌乳牛においては別に考える必要があるかもしれない。

(4) 今後の課題

今後、放牧を推進する上で、「家畜福祉の5つの自由」のうち、第1番目の「飢えや栄養失調」という観点から、乳量と栄養充足にかんする研究を行う必要があるだろう。また、発情行動については生理的機序からも検討する必要がある。

(5) 摘要

放牧飼養している乳牛群では、消化器・代謝関係の疾病が少なく、またラムレス(歩行異常)が有意に少ない。一方、放牧牛は無放牧牛に比較し、採食

時間が長く反芻時間がやや短い。さらに繋ぎ飼い飼養されている乳牛の伏臥・起立動作は放牧牛より有意に長い時間をかけて行われ、自然な行動パターンが阻害されている可能性が示唆された。放牧牛では、フリーストール飼養の乳牛では発見が困難とされているスタンディングも15分に1回の割合で、より頻繁に発現することが明らかとなった。

参考文献

- 1) ANIMAL NEEDS INDEX FOR CATTLE
ANI35 L/2000—Cattle, December 2000,
Bartussek, H., CH.Leeb and S.Held
(<http://www.gumpenstein.at/publikationen/igreport/ani35lc.pdf>)
- 2) Dransfield, M.B.G., Nebel, R.L.,
Pearson, R.E. and Warnick, L.D.
(1998) :Timing of insemination for dairy cows identified in estrous by a radiotelemetric estrous detection system. J. Dairy Sci., 81 : 1874 -1882.
- 3) 柏原裕之, 遠藤哲代, 高橋 誠, 上田宏一郎,
中辻浩喜, 近藤誠司 (2007) :Lameness score
による放牧およびフリーストール飼養泌乳牛の
歩行動作の比較, Animal Behaviour and
Management, 43 : 58-59.

- 4) Kerbrat, S and Disenhaus, C. (2003) :A proposition for an update behavioural characterization of the oestrous period in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 87 : 223 – 238.
- 5) 小針大助, 小迫孝美, 深澤充, 塚田英晴, 佐藤衆介 (2006) :ANI35L/2000-cattle による家畜福祉視点からの放牧飼育方式の評価の試み, *Animal Behaviour and Management*, 42 : 93-100.
- 6) 近藤 創, 高橋 誠, 上田宏一郎, 中辻浩喜, 近藤誠司 (2008) :放牧地における発情泌乳牛の行動解析 *Animal Behaviour and Management*, 44 : 116 -117.
- 7) Kondo, S., Takahashi, M., Mitani, T., Kashiwabara, H., Ueda, K., and H. Nakatsuji (2007) :Differences of lying-standing action and locomotion posture between cows kept on pasture and in cowshed, *Proc. 41th International Congress of the International Society of Applied Ethology (Mexico)*, 96.
- 8) Lopez, H., Satter, L.D. and Wiltbank, M. C. (2004) :Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, 81 : 209 – 223.
- 9) Roelofs, J.B., van Eerdenburg, F.J.C.M., Soede, N. M. and Kemp, B. (2005) : Varios behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Teriogenology* 63 : 1366-1377.
- 10) Sprecher, D.J., DHostetler, . E. and Kaneene, J.B. (1997) :A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Teriogenology* 47 : 1179 -1187.
- 11) Yoshida, C.and Nakao, T. (2003) : Some characteristics of primary and secondary oestrous signs in high-producing dairy cows, *Reprod. Dom. Anim.*, 40 : 150 – 155.

(近藤誠司)

第2章 健全な良質牛乳生産のための集約放牧技術の開発

I. 新品種活用による放牧草地の維持管理・利用技術の開発

1. 土壌凍結地帯におけるメドウフェスク新品種「ハルサカエ」主体草地の維持管理・利用技術の開発

(1) 研究目的

十勝地域を含む北海道東部地域では、冬の積雪ははじめが遅く、土壌凍結が進行する。また、寒害を受けた後積雪期間を迎えることから、イネ科牧草雪腐大粒菌核病 (*Myriosclerotinia borealis* Bub. et Vleug.) による被害が多く発生する (松本, 1989)。

そのため、集約放牧において低草丈で利用する放牧専用草地で、嗜好性や再生力に優れ、株の横張りによる草地密度を維持する特性を持つが、放牧用草種・ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) は越冬性に問題があり、主幹草種としての使用が難しい (阿部ら, 1977 ; 能代ら, 1978)。

優れた越冬性を持つチモシー (*Phleum pratense* L.) が放牧草地の主幹草種として用いられることが多いが、集約放牧での低草丈利用の際には、被採食後の再生力が緩慢であり、特に、夏期以降の再生および生産力の低下が大きいため、放牧シーズン全期を通じての安定した生産力を持つ草種が求められている。

メドウフェスク (*Festuca Pratensis* Huds.) は、ペレニアルライグラスより越冬性に優れ、再生力、家畜の嗜好性も良好なため、土壌凍結地帯の放牧地での主幹草種として期待されている。また、北海道農業研究センターで育成された新品種「ハルサカエ」は、従来の品種より優れた越冬性を持つ (高井ら, 2001) ことから、普及が期待できるが、集約放牧での主幹草種としての使用例が少なく、低草丈利用時の特性について明らかにする必要があった。

本試験では、メドウフェスク品種「ハルサカエ」の、北海道東部の土壌凍結地帯での低草丈利用時の特性を明らかにし、集約放牧で使用する放牧地の主幹草種としての普及に資することを目的とした。また、放牧酪農を行う際には、1番草または2番草まで採草利用し、その後放牧地として利用する兼用草地としての利用が考えられる。兼用利用した際のメドウフェスクの収量性並びに永続性の評価を行った。

(2) 研究方法

1) 試験1

メドウフェスク「ハルサカエ」の集約放牧利用技術開発の基礎となる、維持管理法を確立するため、

主に利用草丈と生産性および植生維持との関係、混播シロクロバ品種の影響、秋期の利用期間と越冬性の関係を、低草丈の模擬放牧条件において明らかにする試験を行った。2003年8月下旬に、北海道農業研究センター・芽室研究拠点 (河西郡芽室町) 内の試験圃場に試験区を造成した。播種期については、土壌凍結地帯での遅播の影響を明らかにするため、9月中旬播種区を設定した。供試品種はメドウフェスクが「ハルサカエ」、シロクロバは「ソーニャ」を用いた。播種量はメドウフェスク $3\text{g}/\text{m}^2$ 、シロクロバ $0.3\text{g}/\text{m}^2$ とし、ローラ付き播種機 (グラスシーダ) を用いて散播した。土壌改良材として、苦土炭酸カルシウムを $200\text{kg}/10\text{a}$ 施用し、基肥として $\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}$ を $4-25-5\text{kg}/10\text{a}$ 施用した。造成翌年以降の維持利用年次には、5月上旬、7月上旬、8月中旬、9月下旬の4回に分けて、 $\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}$ を $8-8-15\text{kg}/10\text{a}$ 施用した。造成初年度は刈取りを実施せず、翌年5月より、フロントモア型刈取り機を用いて刈取り処理を行った。刈取り時の草丈は、約20cm (短草丈区とする、図2-1-1) と、約30cm (中草丈区とする、図2-1-2) の2水準とし、刈取り後の草丈はそれぞれ約8cmおよび約15cmとした。秋の利用期間は、早期終了区 (9月末終了)、中期終了区 (10月中旬終了)、晩期終了区 (11月上旬終了) の3処理とした。

各刈取り後、メドウフェスク及びシロクロバに分け、 60°C に設定した通風乾燥機中で48時間以上乾燥させ、各乾物重を計量した。草地の永続性と植生維持程度を評価するため、晩秋期の草地密度を、評



図2-1-1 短草丈区の利用時の草丈



図2-1-2 中草丈区の利用時の草丈

点法（1:疎～9:密）により評価した。

兼用利用した際の特性を明らかにするため、1番草を採草利用し、その後低草丈管理を行った区と、2番草まで採草した後、低草丈管理を行った試験区を設置し、収量及び晩秋の草地の密度を評点法により調査した。

2) 試験2

土壤凍結地帯の放牧酪農家の放牧草地において、メドウフェスク「ハルサカエ」の追播導入試験を行った。2002年8月に、十勝地域南部・幕別町忠類地区で放牧酪農を行っている3牧場（A、B、C牧場）



図2-1-3 作溝型播種機による追播

の放牧専用草地各2haに、メドウフェスク「ハルサカエ」3kg/10aとシロクロバ「リベンデル」0.2kg/10aを、作溝型播種機（シードマチック）で播種した（図2-1-3）。播種後から慣行の放牧利用を行なった。10月上旬まで昼夜放牧、10月中旬から11月上旬まで日中放牧を行った。翌年からは、5月上

旬から5月中旬まで日中放牧、5月下旬から10月上旬までは昼夜放牧、10月中旬から11月上旬まで日中放牧を行った。C牧場では、翌年夏期（8月）に、1回目の追播と同じ条件で2回目の追播を行った。A牧場は搾乳牛頭数が試験期間を通じて45～50頭前後、B牧場は60頭前後、C牧場は70頭前後であった。各酪農家の放牧地利用頻度にあわせて、およそ2週間隔に生産量（再生量）調査を行った。草丈約8cm程度に刈り払った地点に、被食防止用のケージ（1×1m）を設置し、2週間後に草丈約8cm程度に刈取り、60℃に設定した通風乾燥機中で48時間以上乾燥させ、乾物重を計量した。

メドウフェスクの定着程度と植生維持状態を判断する目安として、草種別の冠部被度割合を調査した。各放牧地10地点を無作為に選択し、1×1mのコドラート内の草種別の冠部被度割合を評点し平均値を求めた。

(3) 結果及び考察

1) 試験1

i) 夏～秋期の播種期の検討

夏期～秋期の播種による草地造成は、雑草との競合が少なく有利であるが、播種期の遅れは越冬性の低下を招く可能性がある。土壤凍結地帯でのメドウフェスクの草地造成の際の播種期の遅れが、翌年の生産性と草種構成に与える影響を明らかにするために、9月中旬播種区を設定した。図2-1-4に、8月中旬播種区と9月中旬播種区の翌年の合計乾物収量を、また、図2-1-5にはマメ科率の推移を示した。合計乾物収量は、8月中旬播種区で約820g/m²、9月播種区では、490g/m²となり、播種期の遅れにより、約40%の減少となった。また、シロクロバ個体は越冬中に大部分が枯死し、翌年生育期を通じて、マメ科率は著しく低いまま推移した。合計乾物収量が低

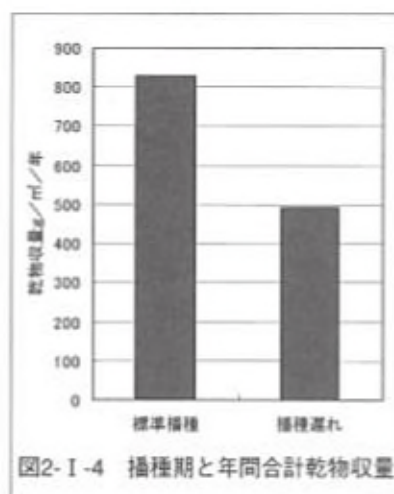


図2-1-4 播種期と年間合計乾物収量

かった要因の一つは、このマメ科率の低さにあると考えられた。

一般に、メドウフェスクはチモシーに比較して初期成育が優れているとされているが、耐寒性はチモシーよりやや劣

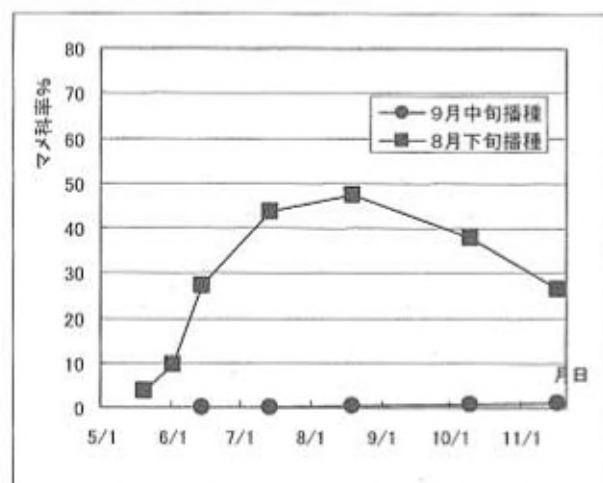


図2-I-5 播種期の違いがマメ科率に与える影響

る。メドウフェスク主幹草地では、播種期の遅れは、翌年の草地の生産性の減少と、草種構成の悪化をもたらすことがあきらかになった。

ii) 土壌凍結地帯での集約放牧利用を想定した短草丈利用の影響

図2-I-6に、利用4年目までの各年次の中草丈利用区および短草丈利用区の年間合計乾物収量を示した。年間合計乾物収量は、利用1年目および2年目では短草丈利用区が中草丈利用区を上回り、3年目、4年目では大きな差異は見られなかった。

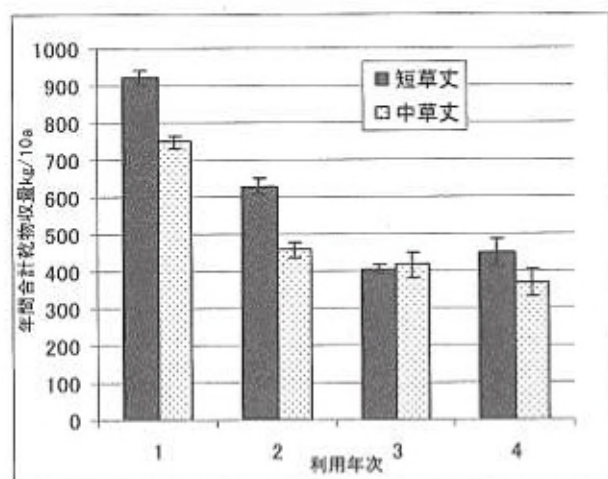


図2-I-6 利用草丈と利用4年間の乾物収量

参考として、図2-I-7に、本試験と同圃場において、メドウフェスク、チモシー、ケンタッキーブルーグラス、オーチャードグラス、ペレニアルライグラス各草種の短草丈利用での特性を調査した結果のうち、利用2年目までの年間合計乾物収量を示した(ペレニアルライグラスは、1年目越冬時に枯死した

ため、利用2年目のデータなし)。メドウフェスクの乾物収量は、チモシーより多く、ケンタッキーブルー

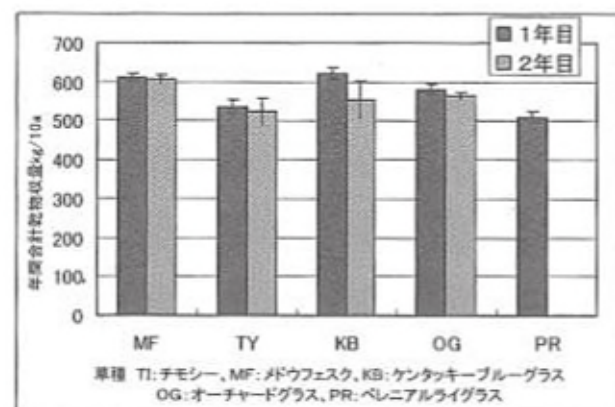


図2-I-7 短草丈利用での各草種の乾物収量

ーグラスおよびオーチャードグラスとほぼ同等であった。

メドウフェスクは、ペレニアルライグラスに比較して、やや高めの草丈での利用が、ケンタッキーブルーグラスなどとの競合のある条件下においては有利であるとされている(須藤ら, 2001)が、新規造成で他草種との競合が少ない条件下においては、集約放牧で想定される短草丈でも十分に活用できると考えられた。

iii) 秋期の利用期間が生産力と持続性に与える影響

図2-I-8に、秋期の利用終了期を3段階(E:9月下旬, M:10月中旬, L:11月上旬)とした試験区の、翌年春期の乾物収量および年間合計乾物収量(利用

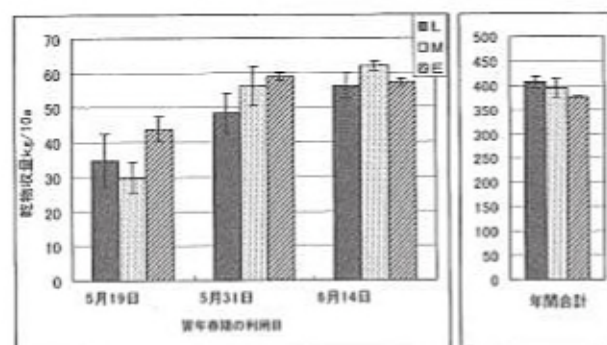


図2-I-8 秋期の利用期間と翌年春期および年間合計の収量

4年目)を示した。利用1回目および2回目までは、L区およびM区はE区に比較してやや低収傾向を示したが、6月の3回目の利用ではその傾向が消失した。年間乾物収量では、各区はほぼ同等の収量であった。図2-I-9に、各試験区の利用4年目晩秋期における草

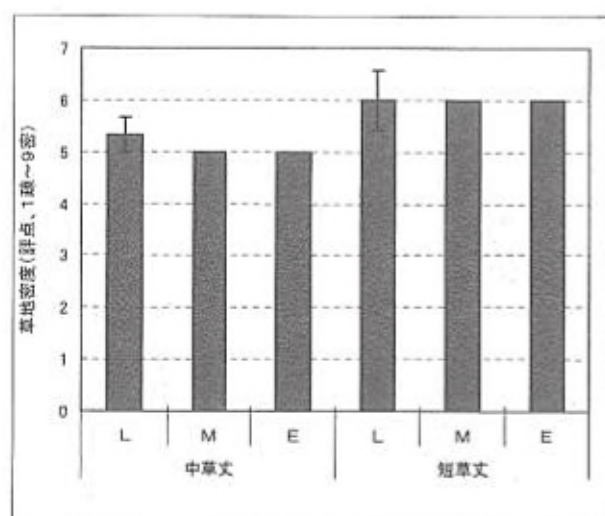


図2-I-9 利用草丈及び秋の利用期間と草地密度

草地密度の評価結果を示した。短草丈利用区は、中草丈利用区に比較して草地密度が高い傾向を示した。また、秋の利用期間の違いによる草地密度の大きな差異は見られなかった。メドウフェスクを越冬条件の厳しい土壌凍結地帯で短草条件で利用し、晩秋まで利用した場合、翌年の生産量や永続性に影響することが懸念されたが、年間総合収量および草地密度が維持されていたことから、晩秋期の影響は翌生育期の早春期に限定されると考えられた。この期間は、放牧開始期の馴致期間でもあり、多少の収量減少は大きな問題とはならないものと考えられる。また、晩秋期に利用した牧区の翌春の輪換順序を遅くする対応方法も考えられる。

iv) 兼用利用時の特性

図2-I-10に、メドウフェスク放牧地を、2年間採

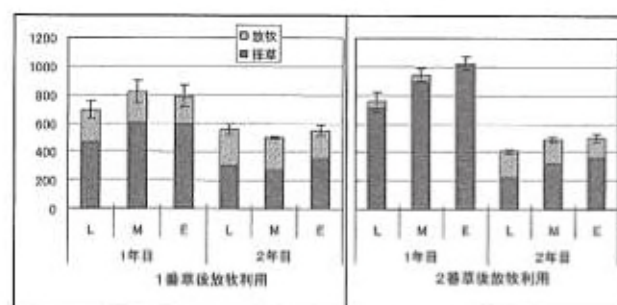


図2-I-10 採草・放牧兼用利用時野収量

草・放牧兼用草地として利用した場合の乾物収量（秋期の利用期間L, M, E別）を、また、図2-I-11には2年間兼用利用した後の晩秋期の草地密度の評価結果を示した。1番草採草後放牧利用した区、1、

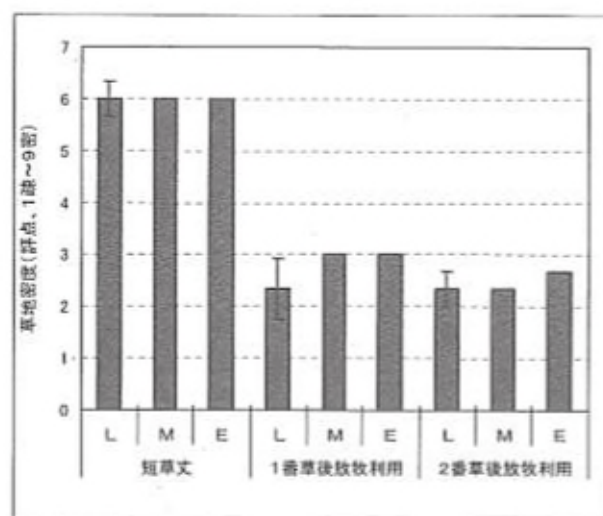


図2-I-11 採草・放牧兼用利用後の草地密度

2番草採草後放牧利用した区とも、2年目には乾物収量が大きく減少した。また、放牧専用地として利用した試験区に比較して、草地密度が大きく低下していた。採草利用時に出穂期まで伸長させることで草丈は1mを越え、その際に株化が進行することで草地の個体密度が低下していると考えられる。草地密度の低下が、収量低下の要因であり、また、密度の低下が裸地の増加を招き、雑草の侵入など、草地の荒廃につながる可能性もある。

以上より、メドウフェスクは、放牧専用地での利用が主となり、採草放牧兼用利用草地での主幹草種としての適性は高くはないものと考えられた。

2) 試験2

i) 酪農家放牧地への追播によるメドウフェスクの導入

十勝地域南部・幕別町忠類地区の放牧酪農家放牧地へのメドウフェスクの追播導入後、5年間の冠部被度の変化を調査した。試験を実施した3酪農家のうち、前植生にメドウフェスクが少なく、1回の追播によりメドウフェスクを導入したB酪農家と、1回目の追播の翌年、2回目の追播を行ったC酪農家の調査結果を表2-I-1に示した。B、C酪農家とも、前植生にシバムギ (*Elymus repens* (L.) Gould) が多かった。B牧場では、追播5年目のメドウフェスクの冠部被度が39.8%、2回の追播を行ったC牧場では53.7%まで増加した。メドウフェスク被度の増加に伴い、シバムギの被度は減少したが、2回の追播を行ったC牧場で特にシバムギの被度の低下が大きかった。既存放牧地にメドウフェスクを追播により導入する際には、1年目の追播に引き続き、翌年2回目の追播を行うことが有効であった。

表2-I-1 忠類試験地2牧場の草種別冠部被度の推移

草種*	B牧場					C牧場				
	2003	2004	2005	2006	2007	2003	2004	2005	2006	2007
MF	17.7	31.3	48.4	38.6	39.8	16.2	23.6	52.0	58.7	53.7
WC	11.5	12.5	0.0	5.5	5.3	12.4	1.7	0.8	2.0	2.8
PR	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	7.6	10.1	11.4	11.2	4.3
TI	4.2	0.9	0.0	3.6	2.5	1.9	1.7	0.8	2.5	3.4
OG	1.0	0.0	1.7	0.0	0.0	5.7	4.2	12.3	6.5	3.8
KB	0.0	0.0	0.0	6.0	6.1	3.8	6.8	8.0	4.5	12.3
RT	2.4	0.0	5.2	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
シバムギ	57.3	43.8	32.0	20.9	37.2	42.9	35.5	9.0	5.5	6.7
ギシギシ	4.2	3.6	1.8	1.1	1.0	3.8	1.2	0.8	0.0	0.0
タンポポ	1.0	7.1	10.9	4.5	6.3	4.8	15.2	5.0	3.6	0.8
オオバコ	1.0	0.9	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	5.4
その他(タデ類他)	0.0	0.0	0.0	11.5	5.5	0.0	0.0	0.0	5.5	6.0

*MF:メドウフェスク、WC:シロローバ、PR:ペレニアライグラス、TI:チモシー、OG:オーチャードグラス、KB:ケンタッキーブルーグラス、RT:レッドトップ

注) B牧場は2002年夏期に一度追播、C牧場は2002年および2003年夏期に2度追播

道央地区で行われたメドウフェスクの放牧利用試験では、年次の経過に伴いケンタッキーブルーグラスが増加する傾向が示された(須藤ら, 2001)。本試験においても、同様の傾向が見られることから、今後、メドウフェスクの導入後のケンタッキーブルーグラスの増加を抑え、メドウフェスク主幹草地の植生を維持する方法の確立が望まれる。

ii) メドウフェスク導入に伴う生産量と季節生産性への影響

B, C牧場試験放牧地の、2003年後半から2007年までの、年間合計乾物収量と、前半(8月上旬まで)および後半(8月中旬以降)の乾物収量、並びに後半の収量が年間合計乾物収量に占める割合を示した(図2-I-12:B牧場, 図2-I-13:C牧場)。合計乾物収量は年次により変動が見られるが、メドウフェスクの被度の増加程度が大きかったC牧場で後半の収量が年間合計に占める割合が増加する傾向がみられ

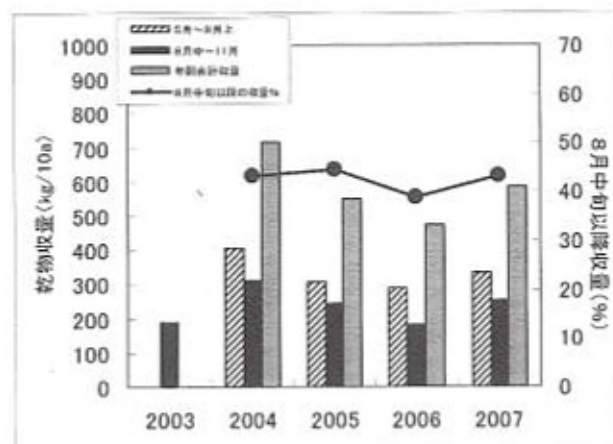


図2-I-12 B牧場試験放牧地の収量の推移

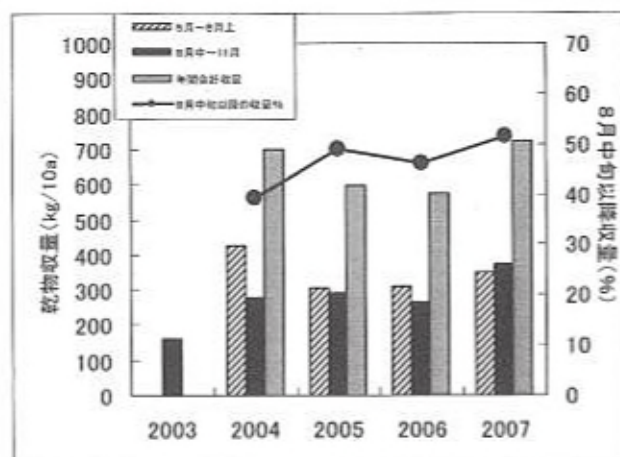


図2-I-13 C牧場試験放牧地の収量の推移

た。メドウフェスク導入の目的の一つである、年間の生産の平準化では、後半の生産量の確保が重要である。本試験の結果、メドウフェスク導入とその後の程の拡大により、平準化を進めることができる可能性が示された。

(4) 今後の課題

前植生の影響が大きい既存草地へメドウフェスクを追播により導入し、短草条件で利用する場合、ケンタッキーブルーグラスなど競合力の強い草種が増加する傾向が見られた。放牧地の利用方法等により、競合関係をコントロールし、メドウフェスクの被度を維持する方法の確立が望まれる。

(5) 摘要

1) メドウフェスクを秋期播種により造成する場合には、9月中旬の播種では越冬性が低下し、翌年の

生産量が約40%減少する。8月下旬までの播種が望ましい。

2) メドウフェスクは、集約放牧で想定される短草丈（草丈20cm程度）での利用において、中程度の草丈（30cm程度）と比較して遜色のない生産力を示し、草地密度の低下も見られない。新規造成で他草種との競合条件の少ない条件では、短草丈でも利用できることが明らかになった。

3) 越冬条件の厳しい土壌凍結地帯での晩秋（11月上旬）までの短草丈での利用においても、翌年の生産力への影響は早春期に限定され、草地密度の低下は見られないことから、問題なく活用できる。

4) メドウフェスクは、採草・放牧兼用利用では年次の進行に伴い生産力と草地密度の低下が見られる。放牧専用地での主幹草種としての利用が望ましい。

5) メドウフェスクは、放牧草地への追播による導入が可能である。特に、1回目の追播に引き続き翌年2回目の追播を行うと被度の増加が早く、年間の生産力の平準化を早く進められる可能性が高い。

参考文献

- 1) 阿部二郎（1977）：牧草の越冬性に関する諸要因。育種学最近の進歩 18, 67-75.
- 2) 須藤賢司・落合一彦・池田哲也（2001）：メドウフェスクおよびペレニアルライグラス草地の集約放牧利用による産乳性とその比較。日草誌 47, 386-392.
- 3) 高井智之・中山貞夫・寺田康道・宝示戸貞夫・大同久明・荒木 博・水野和彦・杉田紳一・伊藤公一（2001）：メドウフェスクの新品種「ハルサカエ」の育成とその特性。北農試研報 173, 47-62.
- 4) 能代昌雄・平島利昭（1978）：牧草の耐凍性に関する研究。I. 北海道根釧地方におけるイネ科牧草の凍害と雪腐大粒菌核病害。日草誌 23, 289-294.
- 5) 松本直幸（1989）：雪腐小粒病菌の種生態学的研究。北海道農試研報 152, 91-162.

（松村哲夫，須藤賢司，篠田 満）

2. ペレニアルライグラス新品種「ポコロ」を活用した放牧草地の維持管理・利用技術の開発

(1) 研究目的

従来、集約放牧として滞牧日数が1日の輪換放牧を薦めてきたが、一部の農家では放牧管理の省力化のため、牧区面積を拡大し数日間滞牧した輪換放牧が行われている。しかし、滞牧日数が延長されることで同じ植物体が数回採食される再採食の可能性があるため、牧草の勢いが弱くなり牧草の生産量が低下し採食量の減少が懸念される。また、牧区面積が拡大することで牛による牧区内の利用は不均一になり易く、放牧地が有効に利用されないことも予想される。本課題では試験1として、ペレニアルライグラス（PR）放牧地で滞牧日数の延長が放牧草の採食量および草種構成に及ぼす影響、また再採食が牧草の年間生産量に及ぼす影響を検討した。試験2では牧区内において採食場所が偏る要因を解析することで数日滞牧型輪換放牧地の集約的利用について検討した。なお、本試験では滞牧日数が1日の輪換放牧と区別するために滞牧日数が2～3日の輪換放牧を数日滞牧型の輪換放牧と定義した。

(2) 研究方法

試験1-1 滞牧日数の異なる輪換放牧地における放牧草採食量および草種構成

2003年に場内の放牧地においてPRおよびシロクローバ（WC）を播種して造成を行い、2004年～2007年まで放牧試験を行った。ホルスタイン種乾乳牛または去勢牛を5～7頭供試し、入牧時の草丈を20cmとして輪換放牧を行った。滞牧日数を1日（1日区）および3日間（3日区）として（表2-I-2）、放牧回数毎に放牧草採食量、PR、WCおよび雑草の乾物重量割合を4年間測定した。割当草量は両区ともに1日1頭（体重500kg換算値）あたり14～15kgDMとした。3日

表2-I-2 放牧条件と放牧頭数（試験1-1）

		3日区	1日区
面積	(a)	30	10
滞牧日数	(日)	3	1
入牧時PR草丈	(cm)	20	20
放牧頭数 ¹⁾	(頭)	7	7
年間放牧回数 ²⁾	(回)	8	9
割当草量 ¹⁾²⁾	(kgDM/頭/日)	17	17

注1) 体重500kg換算

注2) 2004～2007年の4年平均値

区では、供試牛1～3頭にバイトカウンターを装着し、滞牧期間中、10分おきにバイト回数を計測した。滞牧期間中の放牧草採食量は1日のバイト回数、現存草量の値を基に算出した（北海道農業研究成果情報、2005年）。

試験1-2 入牧時草丈の異なる輪換放牧における採食量および草種構成

草地造成方法および供試牛は試験1-1と同様であった。放牧試験は2005年～2007年まで行い、入牧時草丈を15cm（15cm区）および20cm（20cm区）とし、滞牧日数が3日の輪換放牧を行った（表2-I-3）。放牧

様とした。放牧前に刈り取った牧草のNDF、ADFおよびCP含量は近赤外線装置を用いて分析し、TDN含量は近赤外線装置を用いて得られた分析値を基にNRC2001の推定式で推定した。

試験1-3 再採食が牧草の生産量に及ぼす影響

2003年に散播によりPRの単播草地を造成し、2004年～2007年までプロットハーベスタによって刈取試験を行った。刈取時草丈を20cm（20cm区）および15cm（15cm区）とし、再採食を模して刈取後5日目に再刈取りを行う区（20cm+5日区、15cm+5日区）を設け、PRの年間乾物収量を測定した。試験区は1区当たり10㎡で3反復の乱塊法とした。なお15cm区は2005年から試験を開始した。

表2-I-3 放牧条件と放牧頭数（試験1-2）

		15cm区	20cm区
面積	(a)	49	30
滞牧日数	(日)	3	3
入牧時PR草丈	(cm)	15	20
放牧頭数 ¹⁾²⁾	(頭)	7	7
年間放牧回数 ²⁾	(回)	13	8
割当草量 ¹⁾²⁾	(kgDM/頭/日)	19	17

注1) 体重500kg換算

注2) 2005～2007年の3カ年平均

回次毎に放牧草採食量、PR、WCおよび雑草の乾物重量割合を3年間測定した。割当草量は試験1-1と同

試験2-1 ゲートからの距離が採食場所に及ぼす影響

宗谷管内の2農家（A農家 5.2ha 放牧頭数41頭、B農家 3.3ha 放牧頭数43頭）の長方形の牧区（図2-I-14）で毎月1回程度草地調査を行った。牧区をゲートからの距離によって100m単位でそれぞれ8、4つのブロックに分けて放牧前後の草量を測定し、各ブロックの牧草利用率を測定した。

試験2-2 水槽の設置位置が牛の採食場所に及ぼす影響

場内の長辺420mの長方形のチモシー（TY）主体放牧地（牧区1 1.3ha、牧区2 1.1ha）にホルスタイン種育成牛および乾乳牛を9～12頭、3日間終日放牧した（図2-I-14）。ウォーターカップをゲートから

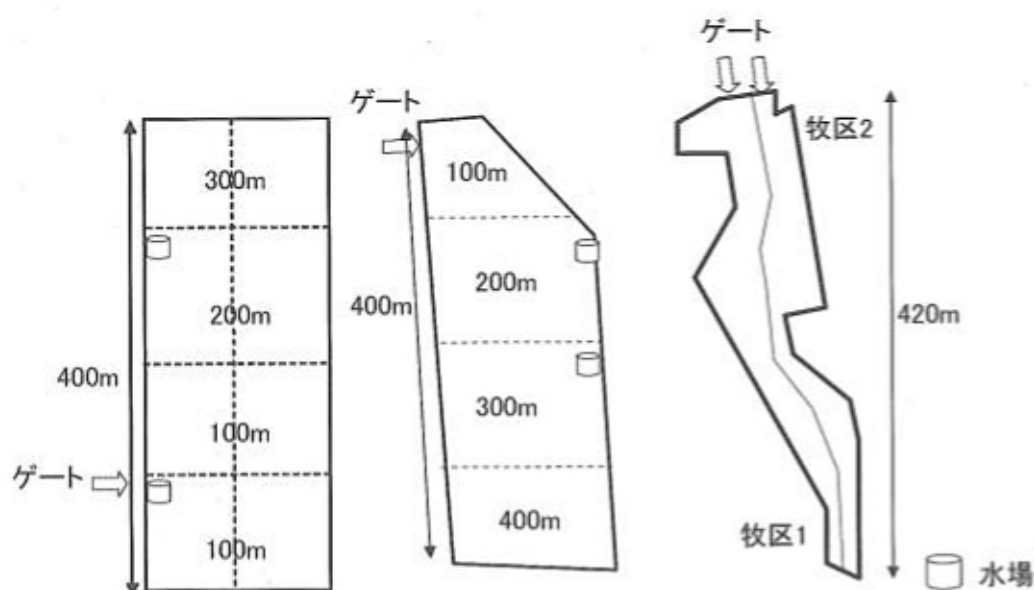


図2-I-14 放牧地の概要（左：A農家、中：B農家、右：場内の卵放牧地）（試験2-1、2-2）

0mの地点(0m区)に1台(水槽1)、400m(400m区)の地点に1台(水槽2)、0mおよび400mの地点に1台ずつ(0+400m区)設置した。試験は2006年～2007年に行い、各処理で合計2～3回試験を行った。供試牛のうち2頭を観察牛としGPS(全地球測位システム)受信機および首運動測定装置を装着し、5～6分おきに緯度経度を記録して採食時間帯の位置データを地図上に点として表した。ゲートから60m間隔でブロックを地図上に作成し、ブロック内の点数を計測し採食時の利用回数とした。各ブロックの採食時の利用割合および面積割合を用いて、選択性の指数であるIndex of Preference(Pf値)を算出した。Pf値は0.301以上で値が大きいほど好んで利用し、0.301以下で利用を避けたことを示す。

$$Pf \text{ 値} = \log(U/A + 1) \quad (\text{Duncan, 1983})$$

U:各ブロックの採食利用回数割合

A:放牧地全体に対する各ブロックの面積割合

試験2-3 植生が牧区内の採食場所に及ぼす影響

宗谷管内の2農家(C、D農家 放牧頭数約40頭)の放牧地のうち、正方形の放牧地(約0.8ha)で各農家1牧区ずつ調査を行った。牧区内を20×20mのブロックに分けて、昼の放牧時間中、15分おきにブロック毎に採食頭数を記録し、Pf値を算出した。Pf値が0.301以上のブロックを好地、0.301以下のブロックを不良地とした。放牧前後に各ブロックの草量、草丈、放牧前に各草種の冠部被度を測定した。C、D農家ともに8月上旬に掃除刈りを行った。

(3) 結果および考察

試験1-1 滞牧日数の異なる輪換放牧地における放牧草採食量および草種構成

放牧地におけるPRの乾物重量割合は、2004年から2007年まで両区ともにほぼ同程度の値で推移した(図2-I-15)。また、1頭あたりの放牧草採食量の年間平均値は3日区では7.8～11.7kgであり、1日区の8.4～10.6kgと同程度であった。3日区の滞牧日数の経過に伴う採食行動および採食量の変化を表2-I-4に示した。1日あたりバイト回数は、春では滞牧1日目比べて2、3日目に増加する傾向があったが、秋では日数が経過してもほぼ一定の値であった。1日の採食時間は春および秋ともに滞牧日数が経過しても変動は小さかった。バイト回数と現存草量を基に算出した放牧草採食量は、春において滞牧日数の経過とともに増加する傾向があったが、秋ではほぼ一定であった。

杉浦とAlexander(1992)は、育成牛を用いた試験で、滞牧日数の経過に伴い採食量が減少し、牧草の

茎部に比べ葉部を多く採食することを報告している。本試験での放牧草採食量は、コドラート法により測定した現存草量および1日のバイト回数から算出しているが、滞牧日数が経過とともに葉部割合が低下し、採食量を過大評価した可能性もある。しかし、採食時間は10～12時間の範囲内で滞牧の経過日数による差は見られず、採食量の低下は少なかったと推察された。

表2-I-4 3日区における滞牧日数の経過と採食行動および採食量の変化

季節	経過日数	バイト数 (回/日)	採食時間 (時間/日)	採食量 ¹⁾ (kgDM/頭)
春	1日目	16727	10	10.3
	2日目	25893	10	13.5
	3日目	29883	11	14.9
秋	1日目	27160	10	14.6
	2日目	30513	12	15.3
	3日目	27952	11	13.7

注) 2カ年平均値

注1) バイトカウンターを用いた推定値

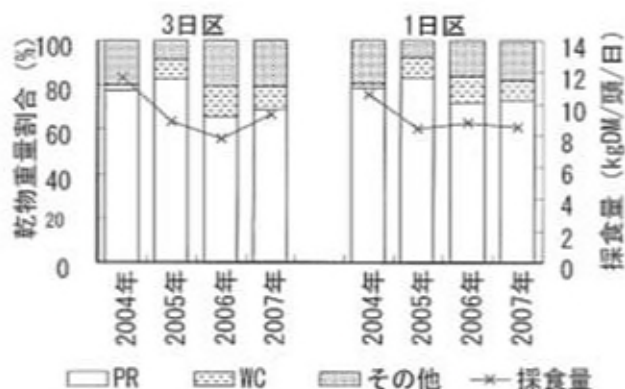


図2-I-15 滞牧日数の異なる輪換放牧地における各草種の乾物重量割合および放牧草採食量の年次推移(試験1-1)

(PR:ペレニアルライグラス, WC:シロクロヨバ)

試験1-2 入牧時草丈の異なる輪換放牧における放牧草採食量および草種構成

年間の放牧回数は15cm区が平均13回と、20cm区の8回よりも多かった(表2-I-3)。PRの乾物重量割合は15cm区では66～78%の間で推移し、20cm区と同程度であった(図2-I-16)。15cm区の年間の平均採食量は20cm区よりもやや高い傾向があったが、概

ね 8~10kg で推移し処理間に大きな差はなかった。各季節における PR の成分含量を表 2-I-5 に示した。CP, NDF, ADF, TDN とともに両区で差は無く、15cm 区と 20cm 区では牧草成分に差はないと考えられた。

入牧時草丈が異なっても採食量および牧草成分含量に大きな差はなく、PR の占める割合も同様の経年的な推移を示した。

表2-I-5 各季節におけるPRの成分含量 (%DM)
(試験1-2)

成分	処理区	2005年			2006年			2007年		
		春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
NDF	15cm区	46	58	50	39	45	43	38	54	46
	20cm区	41	58	49	35	51	43	41	54	41
ADF	15cm区	22	30	24	20	26	25	16	27	23
	20cm区	18	31	25	18	30	24	18	27	19
CP	15cm区	16	17	18	20	23	23	18	17	19
	20cm区	17	16	16	19	20	21	15	16	17
TDN	15cm区	71	63	67	75	72	73	76	68	72
	20cm区	76	63	68	76	68	73	74	68	74

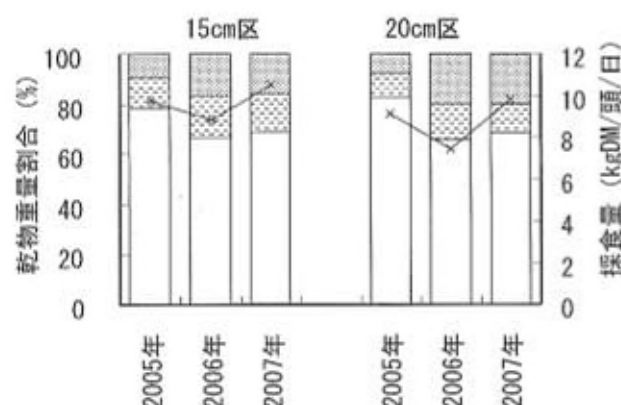


図2-I-16 入牧時草丈の異なる輪換放牧地における各草種の乾物重量割合および放牧草採食量の年次推移 (試験1-2)

(PR: ペレニアルライグラス, WC: シロクローバ)

試験 1-3 再採食が牧草の生産量に及ぼす影響

20cm 区の年間の乾物収量を 100 とし、各区の年間の乾物収量指数を表 2-I-6 に示した。年間の乾物収量指数は経年化とともに 20cm 区が 15cm 区よりも多く、20cm+5 日区が 15cm+5 日区よりも多い傾向にあったが、20cm 区と 20cm+5 日区はほぼ同程度の値であり、15cm 区と 15cm+5 日区も差は小さく、再採食による影響は少なかった。利用年数の経過に伴う

雑草の生重量割合の推移を図 2-I-17 に示した。雑草の割合は各区ともに 15%以下であり、再採食の有無と雑草の割合には関係がみられなかった。2007 年秋における PR 茎数は 20cm 区と 20cm+5 日区 (6100, 6403 本/m²) および 15cm 区と 15cm+5 日区 (5963, 5984 本/m²) で有意な差はなく、再採食があっても茎数は減少しなかった。

15~20cm 程度の草丈で放牧利用すれば、5 日程度の滞牧期間中に再採食が生じても PR の年間生産量に影響しないと考えられた。

表2-I-6 年間の乾物収量指数¹⁾ (試験1-3)

	利用年数		
	2年目	3年目	4年目
20cm区	100	100	100
20cm区+5日区	101	101	95
15cm区	102	94	87
15cm区+5日区	96	93	82

注 1) 20cm 区の年間乾物収量を 100 とした指数

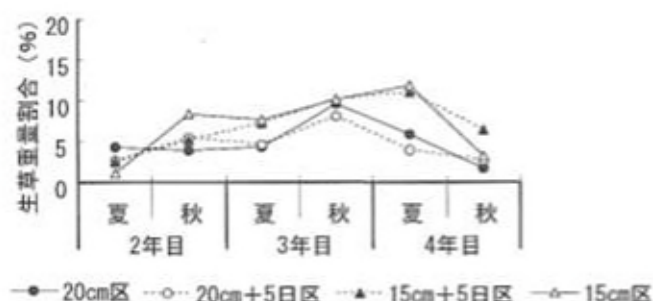


図2-I-17 利用年数の経過に伴う雑草の生重量割合の推移 (試験1-3)

試験 2-1 ゲートからの距離が採食場所に及ぼす影響

放牧王は A 農家が年平均で 57 頭×日/tDM であり、B 農家の 30 頭×日/tDM の約 2 倍であった表 2-I-7。A 農家では 5 月の放牧開始時で PR 草丈が 8cm であり、放牧期間を通じて 20cm 以下を保ち短草利用であった。一方、B 農家は 5 月の放牧開始時で PR 草丈が 18cm、放牧期間を通じて 24 から 32cm と比較的長草利用であった。

A 農家では 5 月において各ブロックの牧草利用率はほぼ同程度であり、6 月以降もブロック間に差はな

く、放牧期間を通じて比較的均一に放牧地を利用した（図2-1-18）。一方、B農家では比較的草量が均一な条件下であった放牧開始時の5月および掃除刈り直後の7月上旬で、100mブロックの牧草利用率が他のブロックよりも高かった。7月下旬、9月、10月の調査月においても100mブロックの利用率が他のブロックよりも高く、放牧期間を通じて採食場所はゲート周辺に偏っていた。

A、B農家ともに長辺が400mの長方形の牧区であり、放牧地の形状や水槽の位置はほぼ同じであったにも関わらず、B農家の牧区の利用状況に違いが生じた要因として放牧圧が考えられる。A農家は春の

表2-1-7 放牧前のPR草丈、現存草量および放牧圧（試験2-1）

	放牧頭数 (頭)	PR草丈 (cm)	現存草量 (tDM/区)	割当草量 (kgDM/頭/日)	放牧圧 (頭×日/tDM)
A農家	5月	39	8	0.4	13
	6月上	37	11	4	22
	6月中	35	—	5	30
	7月上	41	15	4	24
	7月下	43	10	3	33
	9月	46	18	5	24
	10月	46	18	5	30
	平均値	41	13	4	25
B農家	5月	42	18	3	19
	6月	40	26	6	36
	7月上	41	24	4	35
	7月下	45	32	6	44
	9月	46	30	4	35
	10月	46	25	4	57
	平均値	43	26	5	38

— 欠損値

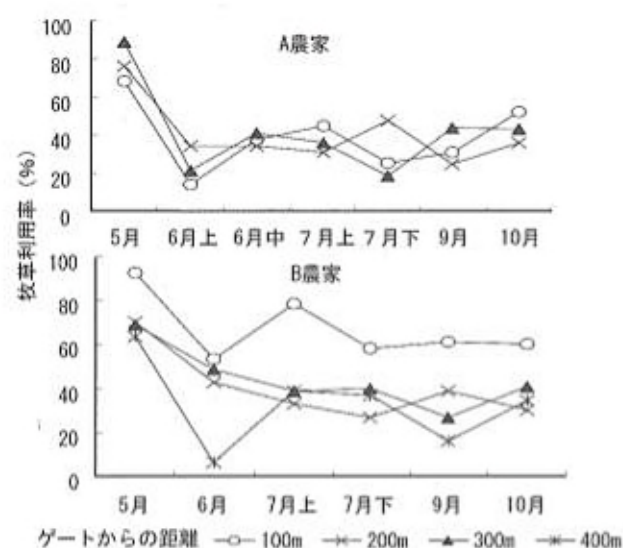


図2-1-18 ゲートからの距離の異なるブロックの牧草利用率の推移（試験2-1）

放牧開始が早く、放牧期間を通じて放牧圧を高く保っていた。しかし、B農家は春の放牧開始時の草丈が18cmと、春の放牧開始が遅く、放牧回次が進む毎に草量が増え放牧期を通じて放牧圧が低くかったため、牧区内の採食利用場所が偏ったと考えられた。

試験2-2 水槽の設置位置が牛の採食場所に及ぼす影響

放牧前の植生、飲水量および採食行動を表2-1-8に示した。3日間を平均した1日1頭あたりの飲水量は0m区の水槽1が18kg、400m区の水槽2が17kg、0+400m区が水槽1で16kg、水槽2で10kgであり、水槽がゲートから遠くにあっても飲水量が減少する傾向はなかった。

ゲートからの距離の異なるブロックと採食時のPf値との関係を図2-1-19に示した。0m区のPf値は水槽の設置してある60mブロックのPf値が最も高く、ゲートから遠くなるほど徐々に小さくなり採食時の利用頻度が低下した。400m区は、ゲートから360mの

表2-1-8 放牧前の植生、飲水量および採食行動（試験2-2）

	0m区	400m区	0+400m区
現存草量 (tDM/ha)	2.0	1.8	1.6
チモシー草丈 (cm)	35	33	31
飲水量 水槽1 ¹⁾ (kg/頭/日)	18		16
水槽2 ²⁾ (kg/頭/日)		17	10
採食時間 (分/日)	519	598	445
採食時移動距離 (km/日)	3.5	3.5	2.7
日平均気温 (°C)	19	18	18

注1) ゲート付近に置いた水槽

注2) ゲートから400m地点においた水槽

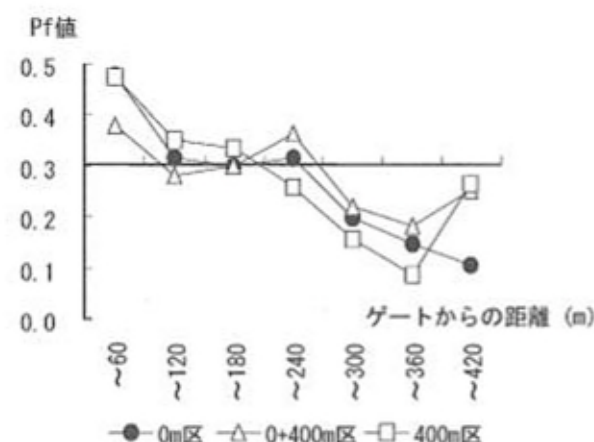


図2-1-19 ゲートからの距離の異なるブロックと採食時のPf値との関係（試験2-2）

ブロックまで0m区と同様にゲートから遠いブロックほどPF値は徐々に低下する傾向にあったが、水槽の設置してある420mブロックで値が増加しており、0m区より採食場所の分布は広がるもののゲートと水槽周辺に偏っていた。0+400m区のPF値は各ブロックで0.301前後の比較的狭い範囲内で値の増減が見られ、ゲートから遠いブロックほどPF値が低下する傾向は小さく、0m区および400m区と比べて比較的均一に採食利用した。

試験2-3 植生が牧区内の採食場所に及ぼす影響

放牧前の現存草量、草丈および冠部被度の全ブロックの平均値および変動係数(CV)を表2-1-9に示

表2-1-9 放牧前の現存草量、草丈および冠部被度 (試験2-3)

		現存草量 (tDM/ha)	割当草量 (kgDM/頭)	草丈 (cm)				冠部被度 (%)			
				PR		OG		PR		WC	
				平均	CV	平均	CV	平均	CV	平均	CV
C農家	5月	0.7	17	16	11	26	16	68	23	9	60
	6月	2.2	48	24	19	72	10	52	29	24	51
	7月	1.8	39	22	26	82	7	59	26	19	41
	8月上	0.7	16	17	14	30	16	58	30	24	49
	8月中	0.9	20	20	14	34	17	63	23	20	43
	9月	0.6	14	20	14	34	20	45	35	46	34
D農家	10月	0.5	11	18	17	32	17	54	30	31	40
	5月	1.3	25	20	11	31	9	44	62	14	60
	7月	2.1	51	39	25	61	16	44	57	12	79
	8月	1.1	22	23	14	41	11	49	51	18	67
	9月	0.8	15	22	20	36	14	44	44	28	53
	10月	0.8	14	20	21	33	15	46	38	31	53

(PR: パレニアルライグラス, OG: オーチャードグラス, WC: シロタローバ,
CV: 変動係数)

した。放牧前のPR草丈はC農家では16~24cmと比較的短草利用であったが、D農家では20~39cmと極端に草丈の高い調査月があった。また両農家ともに草丈は放牧開始時の5月で変動係数の値が小さく、掃除刈り直前の7月で最も高かった。PRの冠部被度はC農家がD農家よりも高い傾向にあった。D農家ではPRの冠部被度の変動係数がC農家よりも高く、ブロック毎のPR優占割合の変動が大きかった。

採食時における好地および不好地の草丈、冠部被度の平均値を表2-I-10に示した。C農家の6, 7, 9, 10月およびD農家の7, 9月における好地の平均PR草丈は不好地より低い傾向があり、この時の草丈の最高値と最低値の差は各調査月で10cm以上あった。PR冠部被度はC農家の6, 10月およびD農家のすべての調査月において好地が不好地よりも高い傾向があり、牧区全体のPR冠部被度が概ね5割を下回ると、よりPRの多い場所を好んで利用する傾向があった。

表2-I-10 採食時における好地および不好地の平均草丈および冠部被度 (試験2-3)

		草丈 (cm)				冠部被度 (%)			
		PR		OG		PR		WC	
		好地	不好地	好地	不好地	好地	不好地	好地	不好地
C農家	5月	16	16	27	26	68	68	10	9
	6月	22 ^a	25 ^a	71	72	59 ^a	47 ^a	24	24
	7月	20	24	81	83	60	61	21	19
	8月上	16	18	29	32	52	62	21	25
	8月中	20	20	33	34	62	64	20	19
	9月	19 ^a	22 ^a	31 ^b	38 ^a	45	46	48	42
D農家	10月	16 ^a	20 ^a	30	33	59	49	34	29
	5月	19	20	30	32	60 ^a	31 ^b	18 ^a	11 ^b
	7月	36 ^b	41 ^a	55	66	49	39	16	10
	8月	22	23	40	41	59 ^a	39 ^b	18	18
	9月	20 ^b	25 ^a	33 ^b	39 ^a	57 ^a	32 ^b	29	26
	10月	19	21	30 ^a	35 ^a	50	43	28	34

注) 異なる肩文字間に有意差あり (AB: P<0.01, ab: P<0.05)

注) ブロックのPF値が0.301以上を好地、0.301以下を不好地とした

(4) 今後の課題

本課題では、乾乳牛を用いた試験を行っており乳生産量については検討していない。そのため、滞牧日数の延長が乳生産量に及ぼす影響については今後の課題である。

(5) 摘要

試験1 放牧管理の省力化のため牧区面積を拡大し数日間滞牧する輪換放牧が一部の農家で行われているが、滞牧日数の延長により牧草の生産量や放牧草採食量の低下が懸念される。試験1では、滞牧日数を3日間とした輪換放牧が放牧草採食量および牧草生産量に及ぼす影響を1日滞牧の輪換放牧と比較した。割当草量が十分ある放牧地では滞牧日数を3日として輪換放牧しても滞牧日数1日とした場合と、同程度の採食量が確保できPRの占める割合も同様な経年的推移を示した。また、滞牧日数の経過に伴いバイト数に変動が見られたが採食時間に大きな変化はなく採食量は低下しないと考えられた。

滞牧日数を3日とし入牧時の草丈を15cmとして放牧したが、20cmで入牧した場合と採食量に大きな差はなく、PRの占める割合は同様な経年的推移を示した。

PRを草丈20cmまたは15cmで刈取り、さらに5日後に再び刈り取る処理を加えても、年間乾物収量に差はなく、5日程度の滞牧期間中において生じる再採食はPRの年間収量に影響しないと考えられた。

試験2 滞牧日数の延長により放牧地を拡大すると利用場所が偏ることが予想される。試験2では、牧

区内での採食場所が偏る要因について、ゲートからの距離、水槽の設置位置、植生の観点から検討した。比較的植生が均一な長方形の放牧地では、放牧圧の低い農家ではゲート付近の牧草利用率が高く、適切な放牧圧（57頭×日/tDM）の農家ではほぼ均一に利用した。

場内の放牧地で水槽の位置と採食行動の関係をみると、水槽をゲート近くと420m地点の2箇所に設置すると牧区内を比較的均一に利用した。

2 農家の放牧地で植生と採食場所との関係を見るとPR草丈が低く、PR冠部被度の高い場所を好んで利用する傾向があった。

参考文献

- 1) Duncan, P. (1983) : Determinants of the use of habitat by horses in a mediterranean wetland. J. Anim. Ecol., 52, 93-109.
 - 2) 杉浦俊弘, Alexander, G. L. (1992) : 輪換放牧草地の植生の維持管理に関する研究 1. 育成牛の食草に及ぼす層別の植物部位割合の影響. 日草誌 38, 1-8.
 - 3) 梅村和弘, 渡辺也恭, 坂上清一, 須藤賢司, 松村哲夫, 篠田 満 (2005) : 喫食回数による放牧搾乳牛採食量の推定法. 平成 17 年度研究成果情報・北海道農業 174-175.
- (新宮裕子, 中村直樹, 吉田昌幸, 石田 享, 藤井弘毅, 井内浩幸, 宮崎 元)

3. メドウフェスクとチモシーの組み合わせ利用による放牧草地利用技術の開発

(1) 研究目的

低コストで高い飼料自給率による牛乳生産を行う方法の一つとして集約放牧技術が注目されている。現在、北海道東部のような土壌凍結地帯では、集約放牧用の草種として越冬性、嗜好性の高さから主にチモシーが用いられている。しかし、チモシーには夏以降の生産性が低下する欠点がある。そこで、越冬性の優れたメドウフェスク「ハルサカエ」が育成されたのを機に、夏以降の生産性低下が穏やかなメドウフェスクを積極的に集約放牧へ利用しようとする動きがある。今回は道東・土壌凍結地帯においてメドウフェスクを集約放牧利用するために、集約放牧条件下での特性と管理、利用方法および簡易更新による導入方法、効果を明らかにすることを目的に試験を行った。

(2) 研究方法

1) メドウフェスク「ハルサカエ」の永続性

道東・土壌凍結地帯でのメドウフェスク「ハルサカエ」の永続性を検討する。

i) 根釧地域での永続性

別海町中西別の農家圃場で2000年に造成したメドウフェスク、シロクローバ混播草地1haを用い6年目、(播種年を1年目とする。以下同様)までの植生および生産性を調査した。品種、播種量はメドウフェスク「ハルサカエ」3.0kg/10a, シロクローバ「ソーニャ」0.5kg/10aとした。放牧方法は搾乳牛50頭、8-9時間/日、1日1牧区輪換を基本とした。調査項目は年間乾物再生草量、乾物重構成割合、草種別出現頻度とした。

ii) 十勝地域での永続性

北海道農業研究センター試験圃場(河西郡芽室町)に2003年に造成したメドウフェスク、シロクローバ混播草地を用い4年目までの植生および生産性を調査した。品種、播種量はメドウフェスク「ハルサカエ」3.0kg/10a, シロクローバ「ソーニャ」0.2kg/10aとした。草丈が20cmに達した時点で刈高7-8cmで刈取る短草丈利用区と、30cmに達した時点で刈高15-16cmで刈取る中草丈利用区を設置した。調査項目は各番草の乾物収量、4年目晩秋の裸地率とした。

2) 秋期の利用が翌年の生産性に及ぼす影響

道東・土壌凍結地帯でのメドウフェスクの利用危険帯の時期の確定と、利用危険帯の放牧利用が永続性に及ぼす影響を検討する。

i) 根釧地域での秋期の利用が翌年春の生産性に及ぼす影響

根釧農業試験場試験圃場（標津郡中標津町）に2001年に造成したメドウフェスク、シロクローバ混播草地を用いた。品種、播種量はメドウフェスク「ハルサカエ」2.5kg/10a、シロクローバ「ソーニャ」0.2kg/10aとした。刈取りは5-8月までは草丈30cmに達した時点で刈高5cmを目安に行った。9月上旬に全試験区を同日に刈取り（刈高5cm）、その後の刈取り時期で処理を設けた（表2-I-11）。調査項目は刈取り処理翌年の1番草収量、メドウフェスク茎数、メドウフェスクの冬枯れ程度とした。

表2-I-11 試験区の刈取り処理

一斉刈り	一斉刈り後の刈取り時期	処理区名
9月上旬	無刈取り	9上刈区
	9月中旬	9中刈区
	9月下旬	9下刈区
	10月上旬	10上刈区
	10月中旬	10中刈区
	10月下旬	10下刈区
	11月上旬	11上刈区

ii) 十勝地域での秋期の利用が翌年春及び年間の生産性に及ぼす影響

北海道農業研究センター試験圃場において2003年に造成したメドウフェスク、シロクローバ混播草地を用いた。品種、播種量はメドウフェスク「ハルサカエ」3.0kg/10a、シロクローバ「ソーニャ」0.2kg/10aとした。草丈が20cmに達した時点で刈高7-8cmで刈取る短草丈利用区と、30cmに達した時点で刈高15-16cmで刈取る中草丈利用区を設置し、さらに秋期の利用期間で処理を設けた（表2-I-12）。調査項目は処理翌年春期の草丈伸長、翌年春期および年間合計の乾物収量、4年目晩秋の裸地率とした。

表2-I-12 試験区の刈取り処理

秋の利用期間	処理区名
最終利用9月下旬	秋利用早期終了区
最終利用10月中旬	秋利用中期終了区
最終利用11月上旬	秋利用晚期終了区

3) メドウフェスクおよびチモシー放牧地の季節生産性および合理的配置

道東・土壤凍結地帯でメドウフェスクおよびチモシーの季節別生産速度を明らかにし、その値を用い

てメドウフェスクとチモシーを組み合わせ放牧を行う際に必要となる放牧地面積を算出する。

i) 季節生産性の把握

根釧農業試験場試験圃場において2003年に造成したメドウフェスクおよびチモシー単播草地を用いた。品種、播種量はメドウフェスク「ハルサカエ」3.0kg/10a、チモシー「ホクシユウ」2.0kg/10aとした。1年間通しての放牧利用を想定した放牧専用区、採草利用後の放牧利用を想定した兼用区をメドウフェスクおよびチモシーにそれぞれ設置した。放牧専用区は刈取りは草丈30cmに達した時点で刈高15cm、兼用区は刈取りは1番草は出穂期に達した時点で刈高5cm、2番草以降は草丈30cmに達した時点で刈高15cmを目安に行った。調査項目は刈取り時の草丈、乾物収量とし日乾物重増加速度を算出した。

ii) 合理的配置（放牧地必要面積の算出）

メドウフェスク主体草地を用いて放牧する際に必要となる草地面積を、1) 試験で得られた季節生産性のデータと次の前提条件に基づいて算出した。

1. メドウフェスク、チモシーともに入牧時草丈を30cmとする。
2. メドウフェスク、チモシーともに草丈30cmで草量は130kgDM/10aとする。
3. 利用率は40%とする。
4. 昼夜放牧（15時間放牧）の採食量を13.2kg/頭/日とする。
5. 放牧頭数は搾乳牛50頭とする。
6. メドウフェスク、チモシー主体草地ともに兼用地はチモシー主体草地とする。

4) 泌乳牛によるメドウフェスク放牧地の利用法および管理技術

チモシー牧区が主体となる放牧体系の中にメドウフェスク牧区を導入した場合において、泌乳牛による採食性が低下しないメドウフェスク牧区の利用草丈を検討し、次にメドウフェスク牧区の短草利用のための管理方法として、早期の放牧開始と掃除刈りのタイミングについて検討した。また、これらの管理をふまえ、放牧専用地にメドウフェスク、兼用地にはチモシーを導入した放牧飼養での乳生産を検討した。

i) チモシー牧区から転牧した場合のメドウフェスクの草丈と採食性

泌乳牛をチモシー主体牧区に昼夜放牧し、メドウフェスク牧区のメドウフェスク草丈がおおよそ20、30および40cmになった時点で、メドウフェスク牧区へ1日だけ転牧し1日16時間の昼夜放牧を行った。（それぞれ20cm区、30cm区、40cm区とする）。メドウフ

エスク牧区はメドウフェスク、シロクローバ混播草地（品種はそれぞれハルサカエおよびソーニャ）とした。メドウフェスク牧区の面積は割当草量が供試牛の期待摂取量の3倍となるよう、それぞれの試験区毎に設定した。供試牛は泌乳後期のホルスタイン種泌乳牛6頭とした（平均分娩後日数:206日、乳量:27.4kg、体重:525kg）。調査項目は入牧前後の草量、冠部被度、入牧前草丈と放牧草のDM、CP、NDF含量および放牧草摂取量とした。

ii) メドウフェスク牧区の放牧開始時草丈とその後
の草丈の推移および放牧草摂取量

泌乳牛をチモシー主体牧区に昼夜放牧し、メドウフェスク草丈が20、30および40cmになった時点でメドウフェスク牧区にそれぞれ1日ずつ昼夜放牧し放牧を開始した（それぞれ20cm区、30cm区、40cm区とする）。1回目の放牧以降は輪換日数を11日として放牧を行った。供試草地は1)試験と同様とした。メドウフェスク牧区の1牧区面積は40aとし、どの試験区も7月に刈高7cmで掃除刈りを実施した。供試牛は泌乳中後期のホルスタイン種泌乳牛16頭とした（平均分娩後日数:225日、乳量:22kg、体重:602kg）。調査項目は入牧前後の草丈、草量、冠部被度と放牧草のDM、CP、NDF、灰分含量および放牧草摂取量とした。

iii) メドウフェスク牧区の早期放牧開始および掃除刈り時期の検討

早期に放牧を開始して掃除刈りを実施しない区、掃除刈りを6月中旬、6月下旬および7月上旬に行う区（それぞれ早期放牧開始区、6月中旬区、6月下旬区および7月上旬区とする）を設置し泌乳牛の放牧を行った。処理を設けた牧区は1)試験と同様の草地とした。メドウフェスク牧区の1牧区面積は40aとし、メドウフェスク牧区の輪換日数は7月中旬までは10日、7月中旬以降は16-18日であった。供試牛はホルスタイン種泌乳牛14頭とした（平均分娩後日数:144日、乳量:25.8kg、体重:579kg）。調査項目は入牧前後の草丈、草量、冠部被度と掃除刈り直前

の入牧時の茎数および放牧草摂取量とした。

iv) メドウフェスク牧区を導入した放牧主体の乳生産

放牧専用地にメドウフェスク主体草地、兼用地にチモシー主体草地を用いて泌乳牛を昼夜放牧した。供試牛はホルスタイン種泌乳牛12頭で、放牧開始時の乳期は、6頭が泌乳前期（平均26日）で、残り6頭が泌乳中期（平均112日）であった。放牧時間は17時間とした。濃厚飼料の種類および給与量は分娩後日数に合わせて変更した（表2-I-13）。搾乳は9時と19時の2回とし、濃厚飼料は1日3回（7時、10時、16時）給与した。また、リン・カルシウム剤（P18%、Ca25%）100gを給与した。調査項目は入牧前後の草丈、草量、冠部被度と放牧草摂取量、メドウフェスクのTDN含量、濃厚飼料のTDN含量、供試牛の乳量、乳成分、体重、BCS、血液の生化学性状とした。

5) メドウフェスクの導入方法と植生・生産性の改善効果

作溝式播種機を利用した簡易更新技術により、放牧地を使いながらメドウフェスク優占植生へ転換する方法を確立し、さらに植生、生産性の改善効果を把握するために試験を行った。

試験は葛岡町忠類の農家圃場、標茶町虹別の農家圃場および根釧農業試験場試験圃場で行った。試験場所毎に簡易更新回数で処理を設けた（表2-I-14）。簡易更新における播種は作溝式牧草播種機（畦間18cm）を用いて行い、播種量はメドウフェスク「ハルサカエ」3.0kg/10a、シロクローバ「ソーニャ」0.2kg/10aとした。調査項目は年間乾物再生草量、冠部被度とした。

(3) 結果および考察

1) メドウフェスク「ハルサカエ」の永続性

i) 根釧地域での永続性

年間乾物再生草量とその内訳を図2-I-20に示した。メドウフェスク、シロクローバの割合は6年目でそれぞれ74、10%前後で良好な植生を維持した。

表2-I-13 濃厚飼料の種類と給与量

分娩後 日数	濃厚飼料給与量(kgDM/日)				乾物率 (%)	成分組成(%DM)					
	圧扁トウ モロコシ	大豆粕	ビート パルプ	合計		OM	CP	NDF	EE	TDN	DCP
~100日	5.4	1.3	3.3	10.0	85.9	96.1	13.5	26.1	2.4	89.2	11.0
~200日	2.6	-	-	2.6	86.5	98.8	6.6	17.2	3.1	91.9	4.1
201日~	1.7	-	-	1.7							

表2-I-14 試験場所および簡易更新施工年月

試験場所	処理区	施工年月		
		2002年8月	2003年8月	2004年8月
幕別町忠類	A牧場	1回施工	○	
	B牧場	1回施工	○	
	C牧場	2回施工	○	
標茶町虹別	D牧場	無処理区		
	D牧場	1回施工区	○	
	D牧場	2回施工区	○	○
中標津町	根釧農試	無処理区		
	根釧農試	1回施工区	○	
	根釧農試	2回施工区	○	○

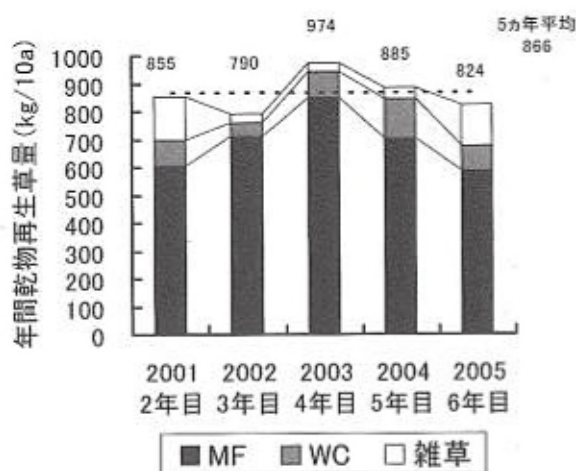


図2-I-20 2～6年目までの年間乾物再生草量の推移

また年間乾物再生草量は2～6年目平均で866kg/10a、6年目で824kg/10aと、経年化によって低下することなく高い水準を維持した。これらからメドウフェスク「ハルサカエ」は根釧地域で高い永続性を有することが確認された。

ii) 十勝地域での永続性

年間合計乾物収量の推移と4年目秋期の裸地率を図2-I-21に示した。

短草丈利用区の年間合計乾物収量は中草丈利用区のそれと比較し2年目で23%、3年目で28%上回り、4年目にもほぼ同程度であった。また4年目秋期の裸地率も短草丈利用区で低く、メドウフェスクは高い密度を保っていた。これらから短草丈利用区(20cmでの利用)でも中草丈利用区(30cmでの利用)と同等の永続性を期待できることが明らかになった。

これらから、根釧地域、十勝地域でメドウフェスク「ハルサカエ」は実際の利用上問題のない永続性を有すると判断した。

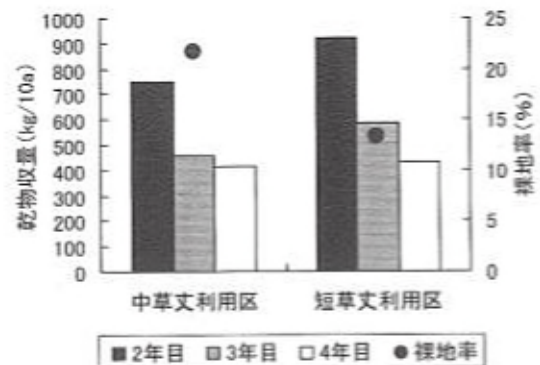


図2-I-21 4年目までの年間合計乾物収量の推移と4年目秋期の裸地率

2) 秋期の利用が翌年の生産性に及ぼす影響

i) 根釧地域での秋期の利用が翌年春の生産性に及ぼす影響

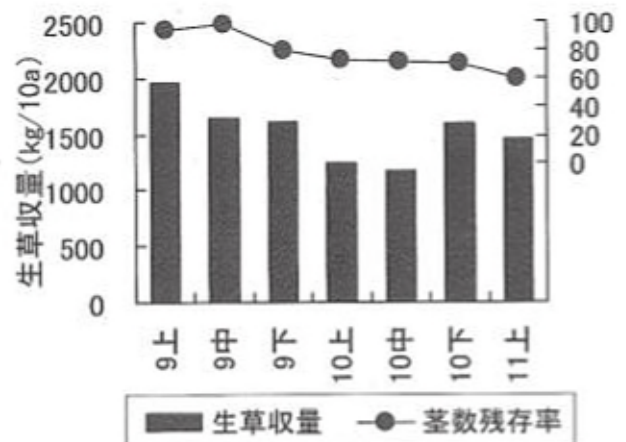


図2-I-22 秋の利用時期と翌春1番草収量および茎数残存率との関係

秋の利用時期と翌春1番草収量および茎数残存率との関係を図2-I-22に示した。10月上旬中に利用すると翌春の収量が低下した。しかし茎数は10月上旬中の利用でも減少することなく、メドウフェスクの危険帯時期における利用は植生を悪化させる程の害をもたらさないと考えられた。

ii) 十勝地域での秋期の利用が翌年春及び年間の生産性に及ぼす影響

秋期の利用時期と翌春収量との関係を図2-I-23に示した。翌春の早い時期の利用では中期終了区、晩期終了区で収量が低下したが、6月中旬の利用では秋の利用時期の差は見られなかった。また、中期終了区、晩期終了区でも裸地率の増加は認められず(図2-I-24)、晩秋の利用は翌春の収量を低下させるが植生が悪化する程ではなかった。

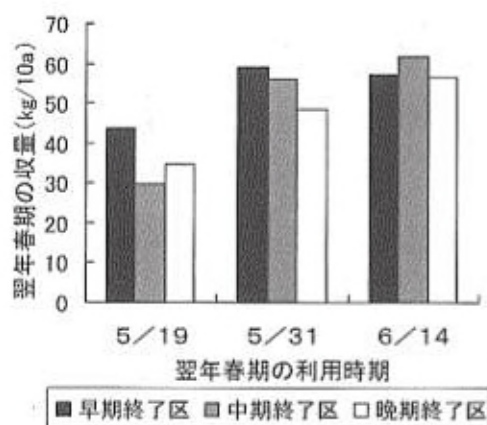


図2-I-23 秋期利用終了時期と翌年春期の収量との関係

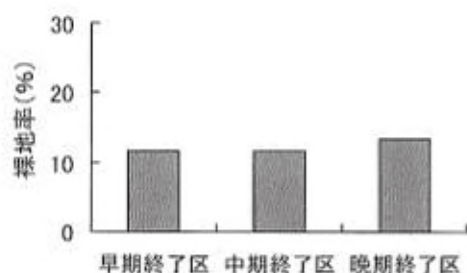


図2-I-24 短草丈利用区における秋期の利用終了時期と裸地率との関係

これらから、根釧地域では10月上旬中、十勝地域では10月中旬以降におけるメドウフェスクの利用は、植生を悪化させる程の害は認められないが、翌春の再生が遅れ収量が低下することが明らかとなった。

しかし、そのような時期に利用した牧区でも翌春の利用時期を遅らせるなどの工夫で実際の利用上問題は生じないと考えられた。

3) メドウフェスクおよびチモシー放牧地の季節生産性および合理的配置

i) 季節生産性の把握

メドウフェスクとチモシーの乾物重増加速度を表2-I-15に示した。

メドウフェスクはチモシーに比べると7月以降の日乾物重増加速度が大きいことが明らかとなった。

表2-I-15 メドウフェスクとチモシーの季節別乾物重増加速度

草種	日乾物重増加速度 (g/m ² /日)					
	5月	6月	7月	8月	9月	10月
メドウフェスク	1.39	5.29	5.24	3.47	4.65	1.77
チモシー	1.61	6.63	4.19	3.18	4.05	1.47

※草丈30cm(刈高15cm)で刈り続けた場合。

ii) 合理的配置(放牧地必要面積の算出)

メドウフェスクとチモシーの日生育量に基づく牧区数及び放牧地必要面積の試算結果を表2-I-16に示した。メドウフェスク主体放牧地では6-7月に14ha、8-9月に18.3ha(内4.3ha兼用地)、チモシー放牧地では6-7月に14ha、8-9月に20.3ha(内6.3ha兼用地)が必要で、メドウフェスク主体放牧地を用いるとチモシー主体放牧地に比べ8月以降の放牧地面積を2ha少なくできることが明らかとなった。

4) 泌乳牛によるメドウフェスク放牧地の利用法および管理技術

i) チモシー牧区から転牧した場合のメドウフェスク草丈と採食性について

入牧前草丈別の放牧草摂取量を表2-I-17に示した。割当草量が十分に準備されている放牧条件下では、メドウフェスク牧区においても草丈40cmまでは、チモシー主体放牧地同様、昼夜放牧条件下で10-15kgDM/頭/日、体重比で2%程度の放牧草摂取量が期待できることが明らかとなった。

ii) メドウフェスク牧区の放牧開始時草丈と草丈の推移および放牧草摂取量について

入牧前および退牧後のメドウフェスク草丈および草量を図2-I-25に、日放牧草乾物摂取量および利用率を図2-I-26に示した。20cm区では6月から7月の入牧前のメドウフェスク草丈は20-30cmと短く維持され、放牧草摂取量は高い傾向にあった。放牧開始から掃除刈りまでの1牧区あたりの放牧草摂取量を合計すると20cm区が756kgDM/40aで30、40cm区より多かった。これらのことから、早期の放牧開始はメド

表2-I-16 メドウフェスクとチモシーの日生産量に基づく牧区数及び必要面積の試算

放牧地 草種	時期	日生育量	休牧日数	必要牧区数	必要面積
		採食可能草量/日生育量	休牧日数	休牧日数割数値+1	1牧区面積×牧区数
		乾物kg/10a/日	日		ha
TY放牧地	6-7月	5.4	9.6	11	14.0
	8-9月	3.6	14.4	16 TY放牧地:11 TY兼用地:5	20.3 TY放牧地:14.0 TY兼用地:6.3
MF放牧地	6-7月	5.3	9.8	11	14.0
	8-9月	4.1	12.7	14 MF放牧地:11 TY兼用地:3	18.3 MF放牧地:14.0 TY兼用地*:4.3

試算条件 ①現存草量(乾物、草丈30cm利用時):13kg/a ②採食可能草量(乾物、利用率40%):5.2kg/a

③放牧草採食量(乾物、15時間放牧):13.2kg/頭/日 ④放牧草地必要面積:2.54a/日/頭 ⑤1牧区面積(50頭放牧):1.27ha/日

※MF放牧地と併用するTY兼用地の面積は、8-9月のTY日生育量3.6乾物kg/10a/日を用い、1牧区面積を1.45ha/日に修正し算出した。

表2-I-17 入牧前草丈別の放牧草摂取量

	入牧前草丈		
	20cm区	30cm区	40cm区
	—kgDM/頭/日—		
放牧草摂取量	13.6	10.3	14.7
最低	11.2	7.7	13.2
最高	16.4	14.1	16.1
	—%BW—		
放牧草摂取量	2.8	1.9	2.7
最低	2.2	1.5	2.5
最高	3.5	2.7	3.0

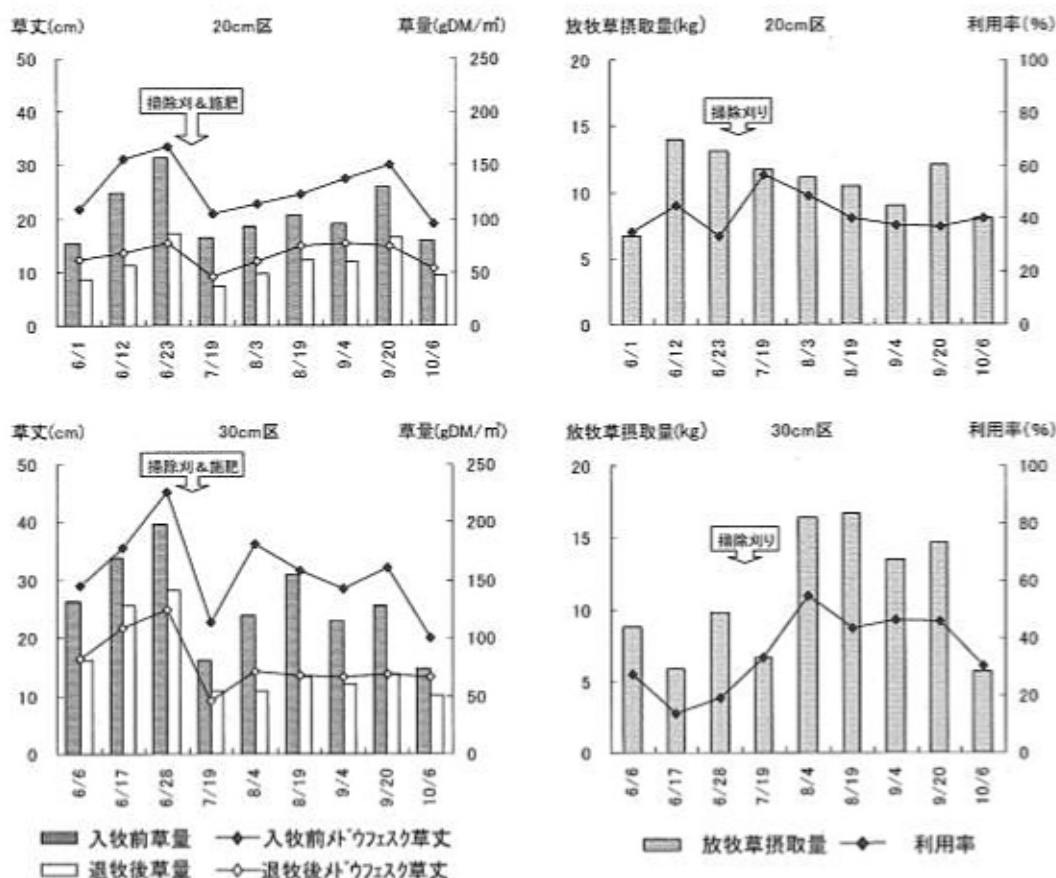


図2-I-25 入牧前および退牧後のメドウフェスク草丈および草量

図2-I-26 日放牧草乾物摂取量および利用率

ウフェスク草丈の伸びすぎを制御でき、春の放牧草摂取量を向上させると考えられた。

iii) メドウフェスク牧区の早期放牧開始および掃除刈り時期の検討

早期放牧開始または掃除刈りの時期と草丈および放牧草摂取量の関係を表2-I-18に示した。早期放牧開始は掃除刈りをせずに放牧期間を通じて短草利用ができること、草丈の伸びすぎた場合の掃除刈りは、出穂茎の出現が確認できる7月上旬に高めの刈高で行うことが望ましいと判断した。

表2-I-18 早期放牧開始または掃除刈り時期と草丈および放牧草摂取量

	早期放牧 開始	掃除刈り		
		6月中旬	6月下旬	7月上旬
掃除刈り刈高(cm)	-	7.2	4.6	10.5
掃除刈り後の草丈 伸長速度(cm/日)	-	1.5	1.2	0.9
放牧期間のメドウフェ スク草丈(cm)	23.5	22.6	21.4	26.5
放牧草摂取量 (kgDM/頭/日)	13.3	12.7	13.0	13.4

※1回目の時間制限放牧のデータを除いて放牧期間中を平均した値

iv) メドウフェスク牧区を導入した放牧主体の乳生産

放牧地にメドウフェスク、兼用地にチモシーを用いた放牧における飼料摂取量および乳生産について表2-I-19に示した。泌乳全期間平均の飼料自給率約70% (TDNベース)で8000kg程度(1乳期換算)の乳生産ができることが明らかとなった。なお、泌乳前期牛において栄養不足を呈する個体も認められ問題を残した。

表2-I-19 飼料摂取量および乳生産

	分娩後日数 ¹⁾		
	～100日	～200日	201日～
放牧草摂取量(kgDM/頭/日)	12.0	14.8	14.8
併給飼料摂取量(kgDM/頭/日)	9.9	2.6	1.7
乳量(kg/日)	32.9	25.7	20.6
乳脂肪率(%)	3.55	3.98	4.05
飼料自給率(%, TDNベース)	51	81	86

¹⁾ 供試牛の分娩後日数は25～250日

5) メドウフェスクの導入方法と植生・生産性の改善効果

簡易更新施工圃場における秋のメドウフェスク被度の推移を図2-I-27に、簡易更新施工有無と年間合計乾物再生草量との関係を図2-I-28に示した。地下茎型イネ科草優占草地でも春～夏の年1回、2年連続

の作溝播種を行うことでメドウフェスクの被度が50%以上のメドウフェスク優占草地になることが明らかとなった。また草量も30～80%程度増加した。

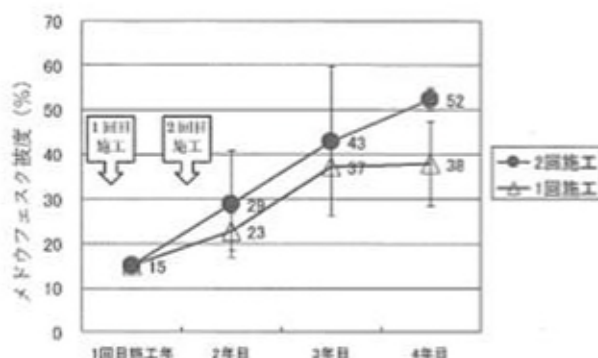


図2-I-27 秋のメドウフェスク被度の年次推移 (忠類、虹別、中標津の平均)

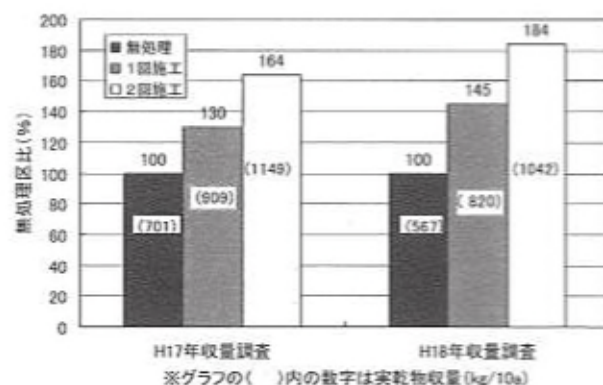


図2-I-28 年間合計乾物再生草量の無処理区比 (中標津)

以上、土壌凍結地帯におけるメドウフェスクを用いた集約放牧を行うのに必要な知見(永続性、利用危険帯、季節生産性、放牧地必要面積、管理方法、乳生産性)を明らかにした。さらに植生の悪化した放牧地に簡易更新でメドウフェスク「ハルサカエ」を導入することでメドウフェスク優占草地に転換することができ、植生および生産性を改善できることを明らかにした。

(4) 今後の課題

放牧飼養における一般的な課題であるが、分娩後日数50日までの個体によるエネルギー不足と適切な併給飼料の調節が課題である。また、リードカナリーグラス草地への簡易更新によるメドウフェスク導入については検討していないので今後の検討課題である。

(5) 摘要

メドウフェスク「ハルサカエ」は土壤凍結地帯においても高い永続性を有し、泌乳牛50頭の放牧で、チモシー放牧地に比べ、8月以降の放牧地面積を2ha少なくすることができる。地下茎型イネ科草が優占した草地でも、完全更新によらず作溝法による簡易更新でメドウフェスク優占草地に植生改善でき、適切な放牧地管理で飼料自給率70%で8000kg程度の乳生産が期待できる。

(牧野 司, 佐藤尚親, 西道由紀子, 松村哲夫)

II. 集約放牧に適した生涯生産性の高い乳牛特性の解明

1. 放牧に適合した乳牛選抜基準の開発

(1) 研究目的

我が国では乳牛を全国評価することで乳量を年当たり約100kg増加させるなど、大きな改良効果を実現している。しかし一方で、ピーク時乳量の増加により、エネルギー充当のための購入飼料の増加や、負のエネルギーバランスによる疾病多発や繁殖性低下の原因となっているとも言われている。特に放牧という環境では、一般的に舍飼に比べれば栄養管理が難しく、泌乳初期の負のエネルギーバランスの影響を受けやすいと考えられる。エネルギーバランスの乳生産性との遺伝相関は $-0.05 \sim -0.70$ (Madgwick et al., 1991, Svendsen et al., 1994, Veerkamp and Brotherstone, 1997) と負の値であり、乳生産性への改良が負のエネルギーバランスを促進することを示している。

乳期の総乳量が同じであれば、泌乳初期の乳量が低く、その分中後期乳量の減少の少ない泌乳持続型の乳牛の方が、負のエネルギーバランスによるストレスが小さいと考えられる。

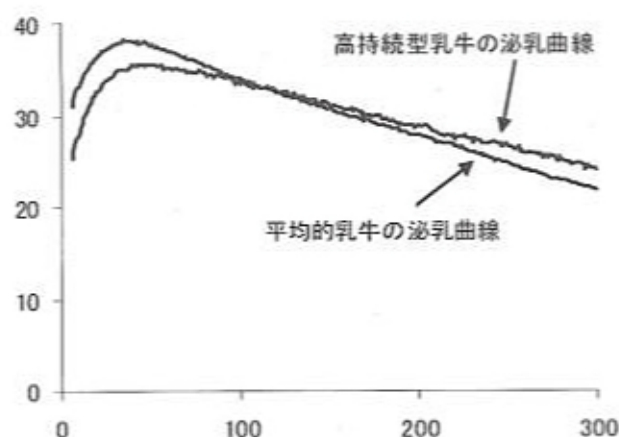


図2-II-1 高持続型乳牛の泌乳曲線

実際、高泌乳持続性の牛は、分娩前後のストレスに関係する疾病が少なく、粗飼料利用性が高い等の報告がなされている (Solkner and Fuchs, 1987, Zimmerman and Sommer, 1973)。遺伝的評価という面では、泌乳初期は乳量が曲線的にかつ大きく変化するのに対して、中後期は直線的に変化するため精度も良い。泌乳中後期で比較的高い遺伝率が報告されており (Jensen, 2001, Druet et al., 2003, Borman et al., 2003)、改良形質として考えた場合初期乳量より

も泌乳持続性の改良が現実的であろう。

本研究の目的は、1) 泌乳パターンと疾病発症の関連を調べ、泌乳初期のストレスと健全性の関連を検証する。2) 放牧時の体重、ボディーコンディショニングスコア (Edmonson et al., 1989)、乳量の変化を調べ、放牧時のストレスを検証する。3) 泌乳持続性と供用産次数の関連を求め、持続性と健全性の関連を検証する。4) 雄の後代伝達能力の変異を検証し、泌乳持続性の改良が可能であることを検証することである。

(2) 研究方法

1) 北海道農業研究センターにおいて1997-2007年の疾病記録と泌乳記録から、泌乳器病発症のある個体と非発症個体との泌乳パターンの相違を求めた。泌乳パターン形質としては、分娩後5-35日乳量の回帰係数 (前期増加①)、35-95日平均乳量と30-40日平均乳量の差 (前期増加②)、20-50日平均乳量、50-80日平均乳量を用い、発症時期は、0-30日、0-60日、61-150日、101-305日、31-305日で分類した。

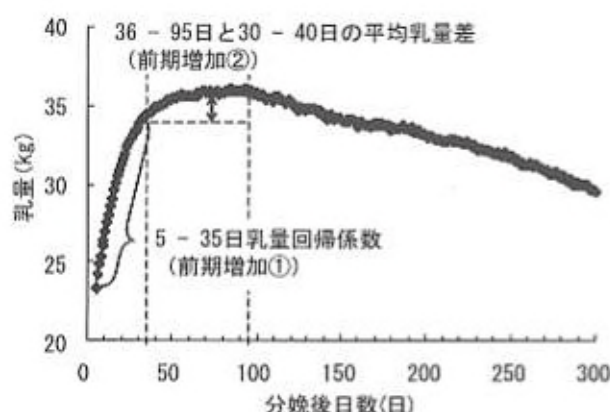


図2-II-2 泌乳パターン形質

2) 北海道農業研究センターにおいて、2006年5月25日-6月29日に昼夜放牧試験 (春放牧) を行った8頭、8月17日-9月21日に昼夜放牧試験 (秋放牧) を行った8頭 (うち3頭は春・秋ともに放牧) および、放牧試験を行わなかった19頭について、4月-11月の間乳量、体重、BCSの測定を行った。また、忠類村現地農家において5月-11月に放牧された乳牛41頭の、乳量、体重、BCSの測定を4月-11月の間行った。このうち、放牧開始時に泌乳前期 (0-60日) であった牛が10頭、泌乳中期 (61-150日) であった牛が11頭、泌乳後期 (151日以降) であった牛が10頭、放牧後

分娩した牛が10頭である。

3) 北海道の乳検データで、1994年から1998年に初産泌乳記録のある雌牛について、2005年8月までに現れる最高産次を求め、供用産次数とした。また、初産および2産それぞれ、100日以前に2件以上、100日以降に4件以上、210日以降に1件以上データが存在する個体について、305日乳量、100日以降の日乳量回帰係数 (ここでは泌乳持続性とする) を求めた。305日乳量は、最終データまではデータ間を直線で結び、最終データ以降305日までは、100日以降の日乳量回帰直線を加算して求めた。また、供用産次数の初産、2産次の泌乳持続性に対する回帰を、北海道全体、および支庁別に求めた。なお、ここで言う泌乳持続性に対する回帰とは、305日乳量を含めた重回帰における偏回帰である。

4) 2002年1月-2004年8月の全国の乳検データから50頭以上の経産娘牛のデータを持ちかつ、前期 (5-65日) に40点以上、後期 (66-305日) に50点以上のデータを持つ種雄牛390頭を抽出し、前期、後期を別個に、乳量の後代伝達能力を推定した。ここで、前期乳量については2次の回帰曲線を、後期乳量については1次の回帰直線を当てはめて推定を行った。なお、延べ記録数は前期721899、後期2486479件である。

この後代伝達能力をもとに、Togashi and Lin (2004) による泌乳曲線平準化を目指した選抜指数式

$$\text{指数 I} = -3.64G1 + G2$$

$$\text{指数 II} = -4.37G1 + G2$$

を算出した。ここで、G1は前期 (5-65日) 平均日乳量の後代伝達能力、G2は後期 (65-305日) 平均日乳量の後代伝達能力であり、指数 I は前期乳量の変化を抑えて後期乳量を改良するための指数、指数 II は前期乳量を減らして後期乳量をより大きく改良するための指数である。

(3) 結果および考察

1) 表2-II-1は、北海道農業研究センターにおける発症時期別の発症個体と非発症個体の、泌乳パターン形質の差のP値を示したものである。

表2-II-1 発症個体と非発症個体の泌乳パターン形質の差のP値

発症時期	305日乳量	前期増加 (①)	前期増加 (②)	20-50日 平均乳量	50-80日 平均乳量
0-30日	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
0-60日	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
61-150日	(0.056)	(0.054)	0.011	0.007	n.s.
101-305日	0.003	0.030	n.s.	0.001	<.0001
31-305日	0.003	0.047	n.s.	0.002	0.001

中期（61-150日）の発症個体は、乳量の前期増加①、20-50日平均乳量で、後期（101-305日）の発症個体は、乳量の前期増加①、20-50日平均乳量、50-80日平均乳量で、非発症個体よりも有意に大きな値を示している。このことから、初期に大きな泌乳ストレスを受けた個体は、その後泌乳器病が発症しやすくなると考えられる。

初期の発症個体については、すべての泌乳パターン形質において非発症個体と有意差が認められなかった。しかし、泌乳器病の発症時には乳量は落ち込むのが一般的であり、前期増加①や20-50日平均乳量では、泌乳パターン形質の測定期間と泌乳期病の発症期間が一致しており、乳量が落ち込んでいたにもかかわらず差がないという結果になっていた、すなわち本質的には、初期乳量の大きな個体が泌乳期病にかかっていた、という可能性も考えられる。このことについては、今後より大きなデータで血縁関係等も利用した分析をする必要がある。

2) 図2-II-3は北海道農業研究センターにおける、昼夜放牧試験牛と非放牧牛の乳量、体重、BCSの推移を示している。図2-II-4は、忠類村現地農家における、放牧期の乳量、体重、BCSの推移を示している。両群とも、体重、BCSは放牧後に落ち込みを示している。このことは、放牧開始時に牛に大きなストレスがかかっていると考えられる。

北海道においては、周年放牧することは不可能であり、春先に放牧を開始することになるであろう。両群とも、春の放牧開始後の乳量は、むしろ高い値を示しており、春の放牧開始時期と初期の乳量の増加時期が一致すれば、大きな泌乳ストレスと放牧開始によるストレスを同時に受けることになる。乳牛の能力として、泌乳前期の乳量増加が低い個体であれば、これらのストレスの影響が小さくなると思われる、放牧利用における一つの望ましい形質であろうと考えられる。

3) 表2-II-2は、供用産次数の初産および2産次の泌乳持続性（100日以降の日乳量回帰係数）に対する回帰係数を示している。

表2-II-2 供用産次数の泌乳持続性に対する回帰

	回帰係数	F値	p
初産	0.57	45.65	p<0.001
2産	1.15	120.58	p<0.001

初産、2産ともに泌乳持続性が高い牛の供用産次数は有意に高くなっているが、特に2産では回帰係

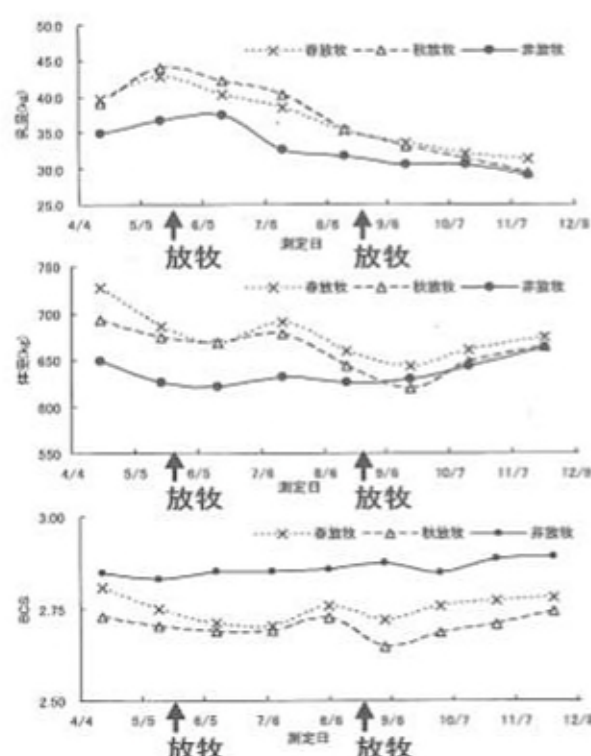


図2-II-3 北海道農業研究センターにおける放牧試験牛と非放牧牛の乳量、体重、BCSの推移

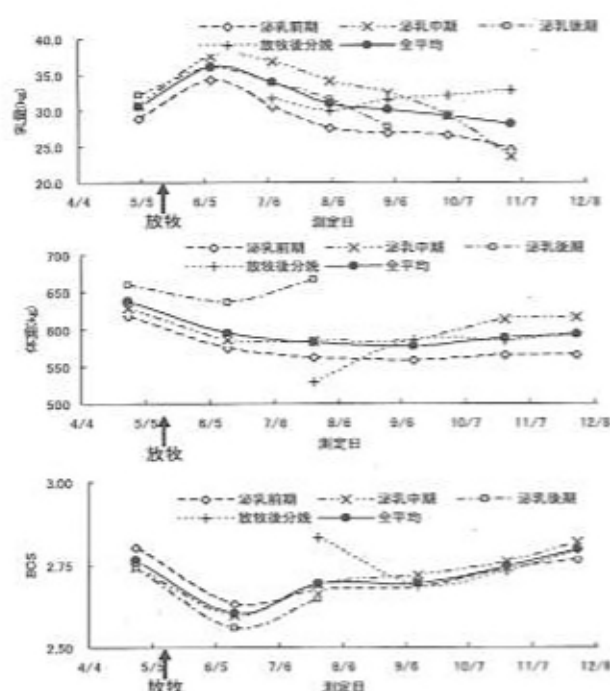


図2-II-4 忠類村現地農家における放牧期の乳量、体重、BCSの推移

数もF値も大きくなっている。初産の泌乳持続性も健全性の指標として有効であるが、2度の持続性の方がより有効な指標であると考えられる。

表2-II-3は、2産次で8000頭以上の305日乳量、100日以降の日乳量回帰係数が求めることの出来た各支庁の供用産次数、305日乳量、泌乳持続性および、供用意次数の泌乳持続性に対する回帰係数である。

表2-II-3 支庁別の供用産次数、305日乳量、泌乳持続性および、供用産次数の泌乳持続性に対する回帰

	データ数	産次	305日乳量	持続性	回帰
石狩	8656	3.56	9181	-0.075	1.12
上川	20472	3.39	8867	-0.070	1.38
十勝	98714	3.54	9037	-0.072	0.87
網走	64870	3.58	8817	-0.070	0.62
留萌	15244	3.66	8278	-0.066	0.58
釧路	43402	3.69	8022	-0.060	0.91
根室	76428	3.84	8142	-0.062	0.33
宗谷	25536	3.65	8211	-0.067	0.71
平均(計)	145366	3.76	8118	-0.063	0.82

回帰：供用意次数の泌乳持続性に対する回帰係数

比較的草地型の酪農経営が多いと言われている釧路、根室、宗谷では、305日乳量は低めだが泌乳持続性が高く、供用産次数は長い傾向があった。全ての支庁において供用産次数の泌乳持続性に対する回帰係数は有意であり、泌乳持続性の高い牛は、環境や飼養形態にかかわらず、健全な生産を可能にすると思われる。

4) 表2-II-4は、全国の乳検データから後代伝達能力を推定した種雄牛のうち、指数Iの上位および下位10頭づつの指数I、指数II、305日乳量、前期(5-65日)平均日乳量、後期(66-305日)平均日乳量、前期-後期平均日乳量差、および後期乳量の回帰係数を示している。

ここで、指数I、指数II、305日乳量の値は平均からの偏差で示している。指数により、前期と後期の乳量の差が小さく、後期の乳量の減少が少なくかつ、比較的305日乳量が高い種雄牛が上位にくる。

前期-後期平均日乳量差、後期乳量の回帰係数は、上位10頭と下位10頭の後代伝達能力に大きな差があり、泌乳持続性の遺伝的変異は大きく、遺伝的改良の余地が十分にあることが示されている。

前期-後期平均日乳量差、後期乳量の回帰係数は、上位10頭と下位10頭の後代伝達能力に大きな差があり、泌乳持続性の遺伝的変異は大きく、遺伝的改良の余地が十分にあることが示されている。

表2-II-5に指数I、指数II、305日乳量それぞれ

表2-II-4 指数Iで上位および下位の種雄牛の後代伝達能力

指数I	指数II	乳量 順位	305日 乳量	前期平均 日乳量	後期平均 日乳量	前期後期 日乳量差	後期乳 量回帰
724.3	916.9	327	-358.0	33.3	28.7	4.6	-0.030
687.3	625.5	11	1031.8	38.7	33.3	5.4	-0.063
642.2	649.7	29	611.3	37.2	31.8	5.4	-0.049
624.2	664.3	65	371.1	36.5	31.1	5.4	-0.056
551.0	598.9	97	266.6	36.4	30.7	5.7	-0.059
539.5	628.8	183	30.2	35.5	29.9	5.6	-0.041
519.9	361.0	2	1417.4	40.7	34.4	6.3	-0.069
519.2	501.9	27	616.0	37.7	31.8	6.0	-0.064
512.1	636.3	272	-222.8	34.8	29.1	5.7	-0.045
510.3	533.2	64	377.0	36.9	31.0	5.9	-0.056
497.7	507.5	52	444.3	37.2	31.2	6.0	-0.056
-512.5	-536.6	330	-376.0	37.9	27.6	10.3	-0.063
-520.0	-477.2	376	-761.9	36.5	26.3	10.2	-0.072
-527.7	-630.0	174	57.5	39.5	29.0	10.5	-0.070
-537.6	-566.7	329	-372.7	38.0	27.6	10.4	-0.085
-553.3	-490.1	384	-927.2	36.1	25.8	10.3	-0.070
-558.5	-599.5	307	-319.8	38.2	27.7	10.5	-0.088
-589.6	-550.7	379	-805.9	36.6	26.1	10.5	-0.073
-591.8	-640.0	306	-318.9	38.4	27.7	10.7	-0.083
-608.1	-685.7	247	-154.3	39.0	28.2	10.8	-0.076
-638.7	-624.9	371	-705.6	37.1	26.4	10.7	-0.099

表2-II-5 上位の種雄牛を選抜した場合の改良効果

選抜 基準	選抜 頭数	305日 乳量	前期平均 日乳量	後期平均 日乳量	前期後期 日乳量差	後期乳 量回帰
指 数	10	414.1	-0.60	1.90	-2.50	0.013
	20	442.4	-0.29	1.94	-2.23	0.010
I	30	382.9	-0.34	1.71	-2.05	0.009
指 数	10	250.3	-1.17	1.36	-2.54	0.014
	20	200.2	-1.09	1.14	-2.23	0.011
II	30	250.3	-0.80	1.28	-2.07	0.009
305 日 乳量	10	1273.3	3.70	4.34	-0.64	-0.005
	20	1041.7	2.82	3.59	-0.78	-0.002
	30	902.4	2.34	3.14	-0.79	-0.001

について、上位10頭、20頭、30頭を選抜した場合の、予測改良効果を示している。305日乳量で選抜した場合、乳量の改良量は1000Kg前後と大きい。前期平均日乳量も増加する。一方指数による選抜では、前期平均日乳量の改良量が負となり、305日乳量の改良量は少なくなるが正の値であり、前期乳量を抑えながら総乳量の改良が出来ることを示している。

(4) 今後の課題

本研究において、初期乳量が少なく泌乳持続性が高い牛は健全性が高く、舎飼いに比べれば栄養管理が難しく開始時にストレスのかかる放牧に望ましいこと、泌乳持続性を改良しつつ乳量も改良出来ることが示された。今後、泌乳持続性の改良を進める上で検討すべき課題は、集団の大きさの問題と、選抜時期の問題がある。

集団の中のごく一部の小さな集団を、主たる集団と違う方向に選抜しようとしても、選抜効率の違いのために、数世代で主たる集団に引きずられて独自

の改良が進まなくなることになる。放牧に適合した乳牛選抜という立場で泌乳持続性の改良を考えるならば、この集団の大きさによる改良効率について検討する必要がある。しかし、最近の飼料情勢から自給飼料多給型乳牛の需要は高くなっていくと考えられる。放牧に限定せずに自給飼料多給型として泌乳持続性の改良を考えるならば、主たる集団として有効な改良を進めることは、十分可能であると考えられる。

本研究でも示されたように泌乳持続性に関しては、初産よりも2産以後の方が変異も大きく、健全性に対する指標としても有効である。しかし、選抜指標として考えた場合、産次が進むほどデータの収集に時間がかかる。評価前の個体を長く飼うことはコストを増やしデータ数を減らすことにもつながる。さらに評価にかかる時間的な差がある乳量など他の形質との選抜手順も考える必要がある。このような時間的な相違も考慮した、効率的な改良手順については、今後の検討課題である。

(5) 摘要

北海道農業研究センターの疾病記録と泌乳記録から、泌乳器病発症の有無による泌乳パターンの相違を求めた。泌乳器病発症個体は泌乳初期の乳量の増加が大きく、初期の泌乳ストレスが泌乳器病発症に関わることが示された。北海道農業研究センターにおいても忠類村の現地農家においても、放牧開始後に体重とボディコンディションスコアが落ち込んでおり放牧開始時にエネルギーバランスのストレスがかかることが示された。北海道の乳検データにおいて、泌乳持続性の良い牛は供用産次数が長く健全な生産が可能であること、全国の乳検データから種雄牛の泌乳持続性の後代伝達能力には変異があり、泌乳持続性の改良効果が十分期待できることが示された。

参考文献

- 1) Borman J., Wiggans G.R., Duet T., Gengler N. (2003) : Within herd effect of age at test day and lactation stage on testday yields. J. Dairy Sci., 86, 3765-3774.
- 2) Druet T., Jaffrezic F., Boichard D., Ducrocq V. (2003) : Modeling lactation curves and estimation of genetic parameters for first lactation testday records of French Holstein cows. J. Dairy Sci., 86, 2480-2490.
- 3) Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T., Webster G. (1989) : A body condition scoring

chart for Holstein dairy cows. J. Dairy Sci., 72, 68-78.

Jensen J. (2001) : Genetic Evaluation of dairy cattle using testday models. J. Dairy Sci., 84, 2803-2812.

- 4) Madgwick P.P., Beard K.A., Goddard M.E. (1991) : Possibilities for incorporating selection for feed conversion efficiency into the national Dairy Herd Improvement Program. Proc. 9th Mtg. Assoc. Adv. Anim. Br. Gen. Australia. 45-48.
- 5) Solkner J. and Fuchs W. (1987) : A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of testday milk yields. Livest. Prod. Sci. 16, 305-319.
- 6) Svendsen M., Skipenes P., Mao I.L. (1994) : Genetic correlations in the feed conversion complex of primiparous cows at a recommended and a reduced plan of nutrition. J. Anim. Sci., 72, 1441-1449.
- 7) Togashi K., and Lin C.Y. (2004) : Development of an optimal index to improve lactation yield and persistency with the least selection intensity. J. Dairy Sci., 87, 3047-3052.
- 8) Veerkamp R.F., Brotherstone S. (1997) : Genetic correlation between linear type traits, feed intake, live weight and body condition score in Holstein Friesian dairy cattle. Anim. Sci., 64, 385-392.
- 9) Zimmerman E. and Sommer H. (1973) : Zum Laktationsverlauf von Kuehen in Hochleistungsherden und dessen Beeinflussung durch nichterbliche Faktoren. Zuchtungskunde, 45, 75-88.

(武田尚人, 山崎武志)

2. 季節繁殖牛群へ転換するための条件説明および手法の確立

(1) 研究目的

酪農における集約放牧技術導入の大きな目的の一つは、栄養価の高い放牧草を最大限に利用することにある。しかし、北海道では冬期の約半年間は放牧不能であることから、放牧期にあわせて分娩季節を調節することは、放牧草への依存度をより高めるために有効である。したがって、本課題では放牧草生産量と泌乳量を同期できる春分娩による季節繁殖を対象とした(図2-II-5)。

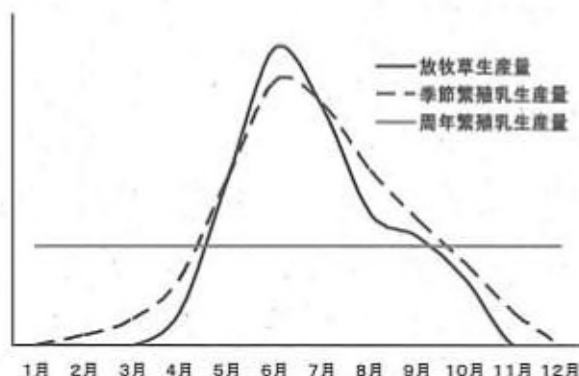


図2-II-5 春分娩による季節繁殖時の放牧草および乳生産量のイメージ

1年1産を求められる季節繁殖化を達成するための要素技術として、24ヶ月齢以下での初産分娩、および歩数計による発情発見方法の確立に取り組んだ。また、北海道農業研究センター(北農研)飼養の実験牛を用いて、小規模な季節繁殖牛群を設定して調査した。さらに、現地試験農家の繁殖性調査および経営調査をもとに季節繁殖化の可能性を検討し、季節繁殖化の経営効果を試算した。現地農家での季節繁殖化は不可能と判断したため、周年繁殖から季節繁殖への移行に必要な、繁殖効率について試算した。

(2) 研究方法

1) 初産分娩月齢の早期化

i) 初産月齢と乳生産性・繁殖性との関係

1979年から1997年までに北農研で生産されたホルスタイン種雌牛267頭に関する分娩、体重、体高、乳量および人工授精(AI)の記録を用いた。調査対象牛は当センター慣行法にしたがい飼養管理された。夏期の昼夜放牧時を除き、日本飼養標準・乳牛により、サイレージ、乾草および濃厚飼料を給与した。夏期の時間放牧期間中は、育成期、搾乳期ともに濃厚飼料の給餌量を調整した。

過去の記録から、初産時月齢、体重および乳量

(305日補正)と初回分娩後の空胎日数を抽出した。解析にあたり、牛群改良の経緯に基づいて以下の3期に分類した。

- ・改良初期：乳牛の頭数維持を主な目的として繁殖管理を行っていた1979年から1986年(83頭)
- ・改良中期：泌乳能力の向上を重視した改良を始めた1987年から1991年(83頭)
- ・改良後期：改良の結果、前期の牛群から高能力牛群に置換された1992年から1997年(101頭)

各期における平均初産時月齢、平均体重(分娩後)および平均乳量を比較し、初産時月齢と初産時乳量との相関を調べた。繁殖性については初期の記録が不完全であったため、改良中期および後期における初産時月齢と2産に向けての空胎日数との相関を調べた。

ii) 12ヶ月齢授精開始での乳生産性と繁殖性

i)と同様に育成された16頭を8頭ずつの2群に分け、授精開始を12ヶ月と15ヶ月に設定し、3産までの乳生産性および繁殖性を比較した。

iii) 体重の簡易推定器具の実用性

北農研飼養のホルスタイン種育成牛のべ211頭(0~19ヶ月齢)を用い、ヒポメーター(Hipometer, 株式会社クレシーダ、東京)による体重推定の精度を検討した。図2-II-6に示すようにヒポメーターは牛が静止していれば、一人で操作が可能な器具である。1頭の牛について、2名の測定者が交互に2回推定作業を繰り返した。なお、実測値は電子式体重計により測定し、同時に胸囲を通常の巻き尺で測定することにより、慣行法である体重推定尺(推定尺)による推定値に換算した。各推定値と実測値との差の絶対値を推定誤差とし、誤差の実測値に対する比を推定誤差率とした。

推定誤差(kg) = |(体重推定値) - (体重実測値)|

推定誤差率(%) = (推定誤差) / (体重実測値) × 100



図2-II-6 ヒポメーターによる体重推定作業

2) 歩数計による発情発見補助

i) 歩数カウントの精度

昼夜放牧およびパドック飼養の育成牛、各4および6頭の首および後肢に歩数計（牛歩、（株）コムテック、宮崎）を装着し目視により実測した歩数と、歩数計でカウントされた歩数との間の相関を調べる。

ii) 異なる飼養条件下での育成牛の発情発見

昼夜放牧4頭、パドック飼養6頭、およびタイストール（つなぎ）飼養9頭のホルスタイン種育成牛について、首および後肢に歩数計を同時に装着した。なお、つなぎ飼養では、前後肢で運動量が異なる可能性があるため、前肢にも同時に装着した。昼夜放牧およびパドック飼養では、少なくとも朝夕の2回発情行動を観察した。テイルペイント（ディテール・テイルペイント、（株）サージミヤワキ、東京）を発情の補助に用い、スタンディング行動を示した場合に発情と判定した。つなぎについては、咆哮、発情粘液の流出、陰部の腫脹などの発情徴候から発情を判定し、その後の排卵確認によって確定した。得られた、発情期および非発情期の歩数データは、システムのデータベースからテキストファイルにダウンロードし、発情と判定する歩数の増加倍率および平均値を計算する日数を変化させて発情発見の効率と精度を比較検討した。図2-II-7に示すように、効率および精度の指標として発情発見率および的中率を算出し、これらを掛け合わせたものを発情発見指数とした。すなわち、

$$\text{発見率 (\%)} = (\text{真の発情検出数}) / (\text{真の発情総数}) \times 100$$

$$\text{的中率 (\%)} = (\text{真の発情検出数}) / (\text{万歩計検出総数}) \times 100$$

$$\text{発情発見指数} = \text{発見率} \times \text{的中率} / 100$$

を求めた。

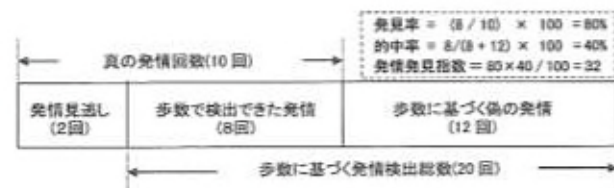


図2-II-7 発情発見率、的中率および発情発見指数

iii) 昼夜放牧した搾乳牛での発情発見

昼夜放牧したホルスタイン種搾乳牛10頭の首に歩数計を装着し、少なくとも1日2回発情を観察した。テイルペイントを補助に用い、スタンディング発情、あるいは他の発情徴候を伴うマウンティング行動が確認された場合に発情と判定した。得られた歩数デ

ータは、ii)と同様に解析した。

現地試験のA農家に歩数計システムを導入し、発情発見に使用した。

3) 季節繁殖実験牛群での繁殖性の検証

北農研飼養の13頭の育成牛を季節繁殖牛群に設定し、3産目まで追跡した。これらの試験牛は、北農研の一般管理条件で飼養された。夏期は、3~4時間の時間放牧あるいは昼夜放牧の条件で飼養した。

4) 現地試験農家の繁殖性調査

北海道乳牛検定検査協会から、集約放牧実施農家3戸及び対照として舎飼農家3戸の繁殖成績データの提供を受け、除糞時の平均産次・月齢および初産牛の繁殖性について比較した。

5) 季節繁殖化の経営効果の試算と移行法の検討

現地試験のB農家について得られた経営調査結果から、季節繁殖化した場合の経済効果を試算した。また、周年繁殖から季節繁殖に移行することを想定し、必要な季節繁殖効率を計算した。

(3) 結果および考察

1) 初産分娩月齢の早期化

i) 初産月齢と乳生産性・繁殖性との関係

北農研の過去の育成牛群では、図2-II-8に示すよ

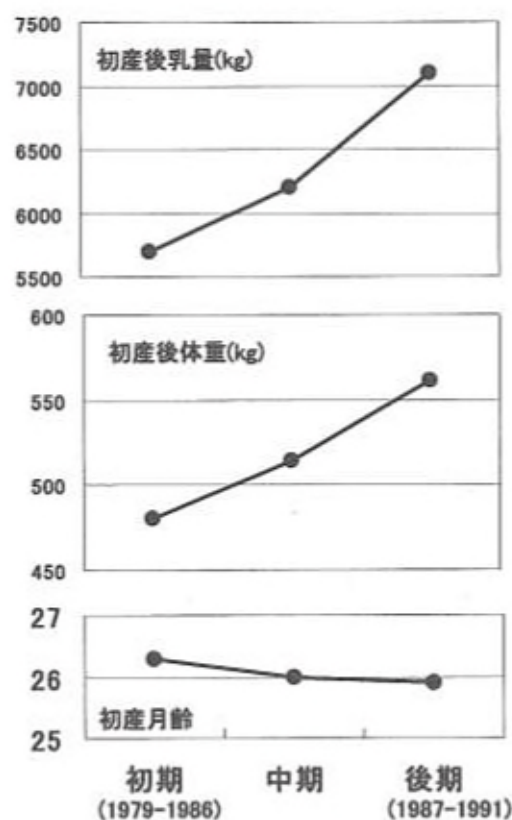


図2-II-8 改良に伴う乳量・体重・初産月齢の推移

うに初産月齢にはほとんど変化はなかったが、改良に伴い乳量と体重は増加してきた。改良初期では、初産が遅くなると初産時の乳量が増加する傾向があった（図2-II-9）。この傾向は中期になると弱まり、後期では初産月齢は乳量に影響しなくなった。したがって、初産分娩後体重で550kgを越え、初産乳量も7000kgを越える最近の乳牛では、分娩月齢を24ヶ月以降に遅らせても乳量は増加しないことがわかった。初産月齢とその後の2産に向けての空胎日数の

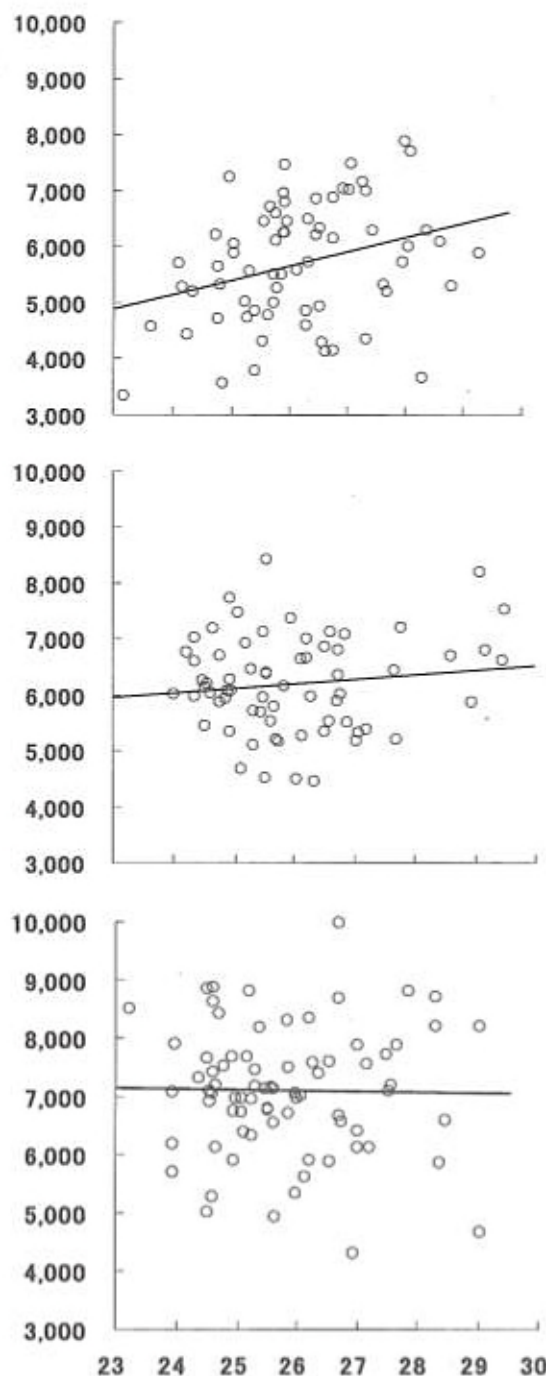


図2-II-9 初産分娩月齢と乳量の関係

関係を、データの得られた中期と後期について示す（図2-II-10）。中期では両者間に関係は認められなかったが、後期では初産が遅れると空胎日数も延長することがわかった。

以上の結果から、最近の乳牛では初産分娩月齢を24ヶ月以降にしても、乳生産性および繁殖性の向上は期待できないと考えられた。

ii) 12ヶ月齢授精開始での乳生産性と繁殖性

12ヶ月および15ヶ月授精開始の両群とも12ヶ月齢までの平均日増体量は約890gで、体重は約370kg、初産分娩月齢はそれぞれ、21.5ヶ月および25.1ヶ月であった（表2-II-6）。授精開始を12ヶ月に早めても、分娩前体重は600kgを超え、分娩後体重は560kg程度となった（図2-II-11）。また、12ヶ月群の体重は、3産終了まで15ヶ月群と比較して低いまま推移した。

授精開始を12ヶ月に早めても、3産までの産次ごとの乳量に差はなかった（図2-II-12）。3産終了時の月齢は、12ヶ月開始群で約4ヶ月早かったが、出生から3産搾乳終了までの、1日あたり平均乳量は12ヶ月開始群（n=6）で16.6kgと、15ヶ月開始群（n=5）

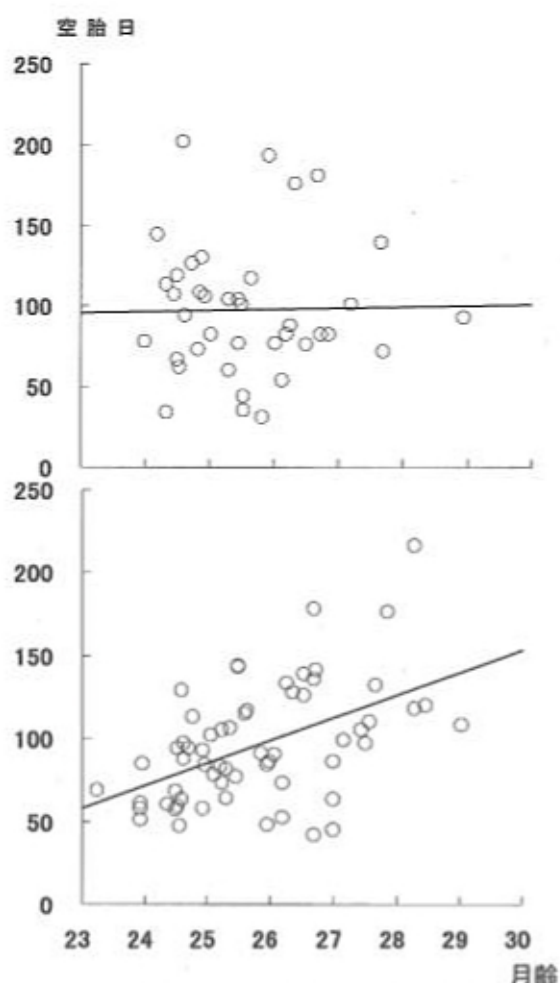


図2-II-10 初産分娩月齢と空胎日数の関係

表2-II-6 初産早期化牛の3産までの繁殖性

授精開始時期	12ヶ月	15ヶ月
初産分娩月齢	21.5	25.1
初産分娩難易度	3.0	2.6
初産後初回発情日	49	49
初産後初回授精日	68	67
授精回数	1.75	1.75
受胎頭数/授精頭数	8/8	5/8
調整した空胎日数**	83	110
分娩間隔(日)		
初産～2産	382	384
2産～3産	391	400

* スコア1(自然分娩)～スコア5(外科的処置が必要、あるいは母牛死亡)の5段階評価

** 受胎しなかった初産牛は最終授精日+21日として計算

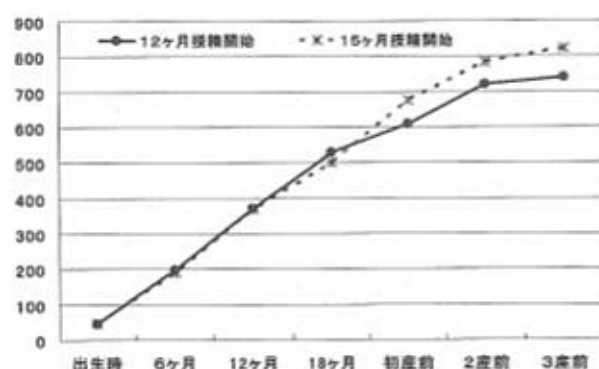


図2-II-11 初産早期化牛の3産までの体重変化

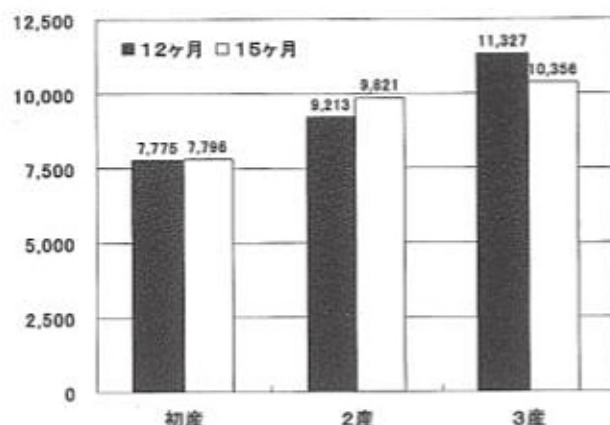


図2-II-12 初産早期化牛の3産までの乳量

よりも1.1kg多く、乳生産性に問題はなかった。

3産までの産子の体重は、表2-II-7に示したようにほぼ同様であった。また、初産時の分娩難易度も2群間に差はなく、初産後の繁殖機能回復および3産までの分娩間隔にも早期化の悪影響は認められなかった(表2-II-6)。

表2-II-7 初産早期化牛の平均産子体重(kg)

授精開始時期	産次		
	初産	2産	3産
12ヶ月	40	48	49
15ヶ月	42	45	51

以上の結果から、授精開始月齢を15ヶ月から12ヶ月に早めても、3産までの乳生産性および繁殖性に悪影響はないことがわかった。

iii) 体重の簡易推定器具の実用性

ヒポメーターは、授精開始基準体重を含む300kg以上の階層では、体重推定尺と同等の精度を有し、測定に要する時間は約半分であった(表2-II-8)。したがって、育成牛の授精適期の把握を目的とした体重推定法としての実用性は高いと考えられた。

表2-II-8 ヒポメーターによる体重推定法の実用性

体重層	頭数	推定誤差(kg) ¹ [誤差率(%)] ²	
		ヒポメーター	体重推定尺
		—	—
200～299kg	4	25.4±2.5 [10.2±1.0 ^{ab}]	14.6±1.8 [5.8±0.7 ^a]
300～399kg	4	19.3±2.5 [5.6±0.8 ^{bc}]	14.6±1.7 [4.2±0.5]
400kg以上	6	23.8±2.4 [5.2±0.5 ^c]	19.9±1.8 [4.3±0.4]
所要時間(秒/頭)	1 18	4.24±0.04	8.81±0.08*

平均±標準誤差

1) (推定値)-(実測値)

2) (推定誤差)/(実測値)×100

abc 異符号間に有意差あり(P<0.05)

*ヒポメーターとの間に有意差あり(P<0.01)

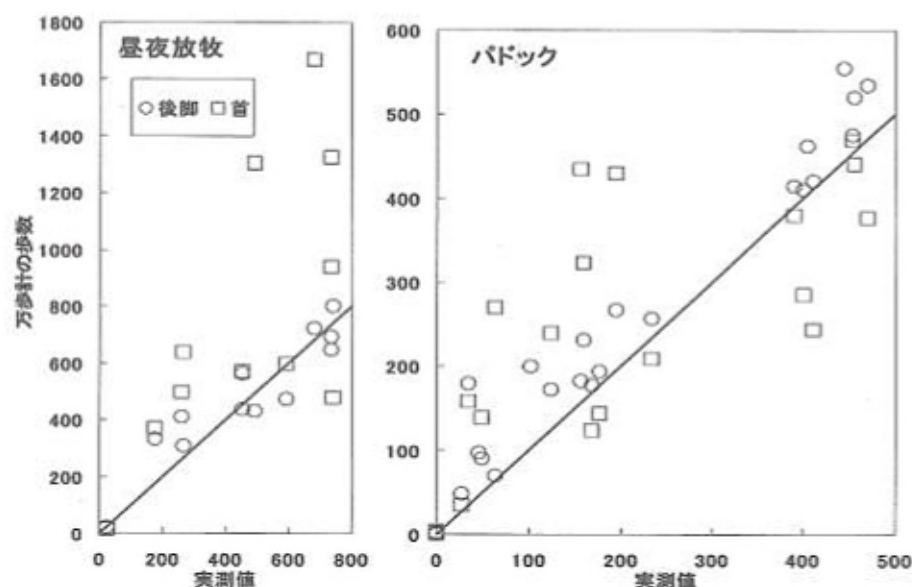


図2-II-13 実測歩数と後肢または首に装着した歩数計による計測値との相関

2) 歩数計による発情発見補助

i) 歩数カウントの精度

首および後肢に装着された歩数計による計測値と、目視による実測歩数との関係を、昼夜放牧またはパドック飼養条件下の育成牛で見ると、後肢では飼養条件にかかわらず実測値と高い相関を示したが、首では放牧条件下で相関が低かった(表2-II-13)。

ii) 異なる飼養条件下での育成牛の発情発見

搾乳作業のない育成牛における、飼養条件および装着部位別の最適設定とそのときの発見率と的中率を表2-II-9に示した。発見指数を用いた3つの飼養条

件間の比較では、パドック飼養で最も効率が高く、つなぎで最も低かった(図2-II-14)。装着部位別では、飼養条件にかかわらず、後肢の効率が高く、首への装着はパドック条件でのみ実用的なレベルであった。また、前・後肢両方に装着したつなぎ条件下では、前肢の効率が若干良く、また着脱も比較的容易で、糞尿による歩数計の汚れも少なかった。

表2-II-9 育成牛での最適条件と発情発見率および的中率

飼養 条件	装着 部位	最適条件		発見 率	的中 率
		倍率	参照日 数		
昼夜 放牧	首	1.3	5	100%	32%
	後肢	1.4	7	100%	83%
パド ック	首	1.3	7	92%	65%
	後肢	1.6 - 1.7	7	92%	100%
つ な ぎ	首	1.2	3	91%	34%
	後肢	1.4	4, 6	74%	81%
	前肢	1.4	7	87%	83%

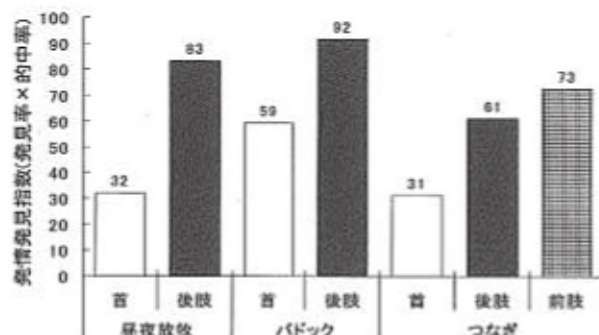


図2-II-14 育成牛における飼養条件・装着部位別の最適条件での発情発見指数

iii) 昼夜放牧した搾乳牛での発情発見

昼夜放牧条件下の搾乳牛では、搾乳前後の放牧地-牛舎間の移動や牧区の変更の影響がみられ(図2-II-15, 16)、発情発見指数の最高値は54(1.5倍, 9-11日)と、育成牛の昼夜放牧条件下、後肢装着での最高値である83(図2-II-14)よりも低かった(表2-II-10)。

iv) 現地農家での歩数計使用結果

総計233(含飼期:110,放牧期:123)回の発情が検出され、放牧期では、歩数、あるいは観察のみで発情の検出された頻度が高かった(図2-II-17)。

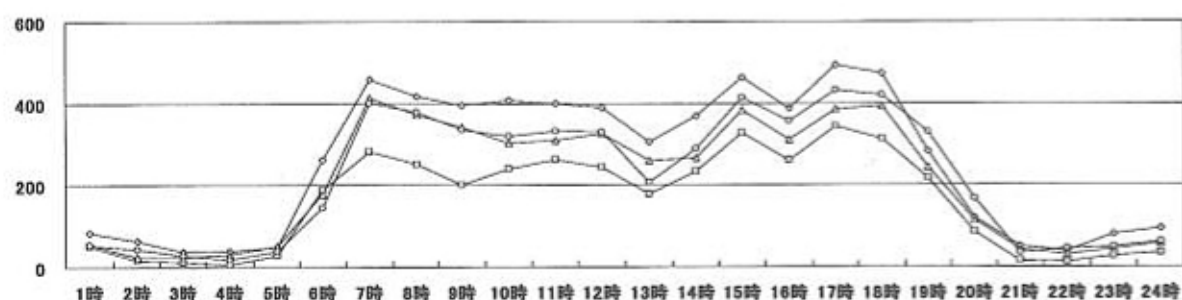


図2-II-15 昼夜放牧育成牛の1日の平均歩数変化（4頭、非発情期）

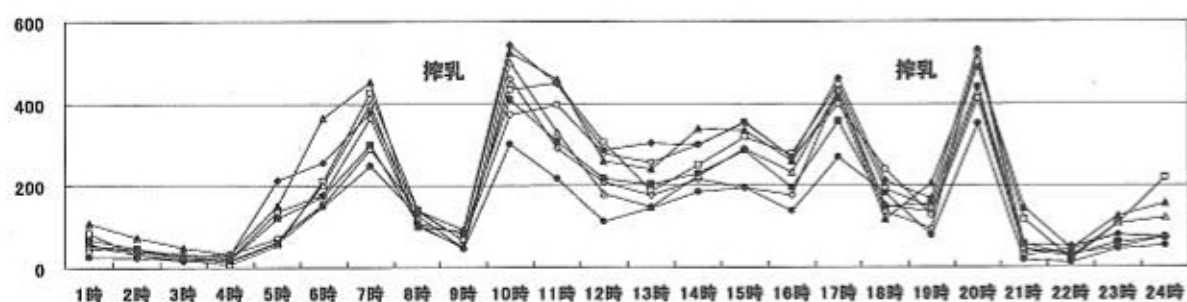


図2-II-16 昼夜放牧搾乳牛の1日の平均歩数変化（3産牛、8頭、非発情期）

表2-II-10 昼夜放牧搾乳での発情発見効率
（歩数計前肢装着）

最適条件		発見率	的中率	発見指数
倍率	参照日数			
1.3	11	78%	46%	36
1.4	11	69%	69%	47
1.5	9-11	63%	87%	54
1.6	10	53%	94%	50
1.7	4	47%	94%	44

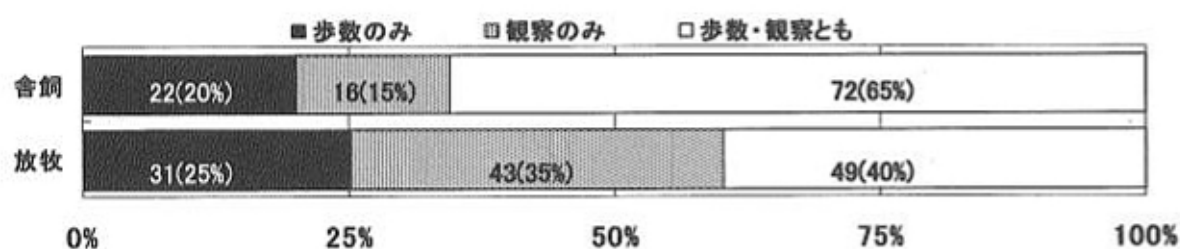


図2-II-17 試験農家での歩数計による発情発見

v) 歩数計による発情発見法の留意点

直近 24 時間の平均歩数をそれ以前の指定した日数の平均と比較して倍率を算出し、指定した倍率を超えた場合に発情と判断するシステムにおいて、条件設定する際の参考となる。発情判定のための最適設定は、飼養条件や歩数計の装着場所以外の条件に影響されるため、導入した牛群の状況に合わせた微調整が必要である。

また、搾乳牛では搾乳に伴う牛の移動が、歩数変化に大きく影響することに注意が必要である。特に放牧条件下では、牧区の変更が歩数の急激な上昇あるいは減少とならないように、転牧順序を工夫する必要がある。これに関連して、昼夜放牧条件下では、歩数では検出できず観察のみで見つかる発情も多い（図 2-II-17）ので、可能な限り発情観察することが望ましい。

3) 季節繁殖実験牛群での繁殖性の検証と試験農家の繁殖性調査

所内季節繁殖牛群では、初産から 2 産にかけて、85%の達成率で季節繁殖できたが、2 産後の空胎日数の平均は 107 日となり、3 産に向けての季節繁殖率は 44%であった。所内試験牛の乳量水準（初産：8,000kg、経産 10,000kg 程度）での季節繁殖はかなり困難であることがわかった（表 2-II-11）。

集約放牧試験農家 3 戸について、1995 年以降の乳

表 2-II-11 所内季節繁殖牛群および集約放牧農家の繁殖性と乳量

	所内試験(産次)			集約放牧 農家平均
	初 産	2 産	3 産	
頭 数	13	11	9	
初回発情	49	74	49	-
初回授精	74	87	85	89 - 106
授精回数	1.27	1.90	1.00	1.38 - 1.58
空胎日数	80	107	87	108 - 118
季節繁殖率	85%	82%	44%	
同 頭数	11	9	4	(71% - 82%)
乳量(kg)				
100 日平均	31.4	42.5	45.7	-
305 日補正	818	983	10259	7000 - 8700

検データを解析し、舎飼農家と比較した。平均の空胎日数は 137 から 159 日で、平均分娩間隔は 413~430 日と、舎飼農家との間に大きな違いはなかった。空胎日数 180 日以内の牛の割合は 71~82%で、平均空胎日数は 108~118 日、分娩間隔は 387~398 日であった（表 2-II-11）。初回授精日は 89~106 日であることから、平均授精回数に変化がないと仮定した場合、季節繁殖（分娩間隔 365 日）を達成するための平均目標初回授精日は、67~71 日と、現在よりも 22~33 日早める必要がある。したがって、乳量水準 7,000 - 8700 kg の農家レベルでも、現状での季節繁殖化は困難であると判断した。

さらに、集約放牧試験農家 3 戸の育成牛の繁殖性の平均値を、舎飼農家の平均とともに表 2-II-12 に示した。季節繁殖化の必要条件である、平均 24 ヶ月齢での初産分娩には、2 ヶ月以上の短縮が必要であり、この点からも現地での季節繁殖化は不可能と判断した。

表 2-II-12 試験農家初産牛の繁殖性

平 均	放牧(3戸)	舎飼(3戸)
頭 数	153	219
初回授精月齢	16.6	16.6
受胎月齢	17.3	17.3
授精回数	1.59	1.65
初産月齢	26.5	27.0

4) 季節繁殖化の経営効果の試算と移行法の検討

集約放牧を実施している酪農経営が周年繁殖から季節繁殖に転換した場合の経済効果を、試験農家（B 牧場）を対象に、いくつかの前提条件を想定して試算した。季節繁殖の前提条件として、2~4 月分娩率 80%、残りの 20%は販売、平均産次数を 5 産、搾乳牛あたり乳量は同一とした（表 2-II-13）。その結果、季節繁殖に転換すると、個体販売額は増加、購入飼料費は減少し、経済効果の合計は 243 万円になると試算される。このとき、採草地および兼用地の面積は 18%減少し、放牧地は 52%増加する。また、育成牛頭数は 36%増加することになる。なお、この試算では草地管理や牛舎施設などに関する条件は検討していない。

自家育成を前提に分娩間隔 365 日で 50 頭牛群を維持するのに必要な初産牛頭数を、打ち切り産次別に試算したところ、産次にかかわらず 70%の季節繁殖率が必要であることがわかった（図 2-II-18）。また繁殖季節を 6 ヶ月に拡張し分娩間隔も可変とした場

合、50頭の牛群規模で自家育成を前提に、10頭の初産牛から移行することを想定し、可能な分娩回数を試算した。自家育成での更新に必要な、年間30回以上の分娩を確保するためには、分娩間隔395日以内、季節繁殖率70%以上の繁殖性が必要と考えられた(図2-II-19)。

表2-II-13 季節繁殖モデルの前提条件と試算結果

条件および試算項目		季節繁殖	周年繁殖
前提条件	分娩間隔(日)	365	420
	乾乳日数(日)	60	60
	搾乳日数(日)	305	360
	繁殖季節	5~7月	周年
	分娩季節	2~4月	周年
	季節繁殖率(%)	80	-
	平均産次数(産)	5	4
	初産分娩月齢(月)	24	26
	乳用牛飼養頭数(頭)		
試算結果	搾乳牛	44	44
	乾乳牛 ¹⁾	29	5
	育成牛	34	25
	牧草地面積(ha)		
	放牧地	19.7	13.0
	兼用地	19.3	23.5
	採草地	11.2	13.7
	費用・収益(千円)		
	乳代	29,569	29,569
	個体販売	4,513	3,155
	購入飼料費	4,025	5,100
	経済効果(千円)	2,434	-

¹⁾季節繁殖は60日間の頭数、周年繁殖は通年の頭数

(4) 今後の課題

1) 初産分娩月齢の早期化

自家育成牛による季節繁殖牛群維持の前提となる、平均24ヶ月齢での初産分娩については、北農研の実験牛群では実現可能であることを示した。しかし、現地試験農家の平均初産分娩月齢の実績は、全国平均と同等の平均26~27ヶ月齢であることから、集約放牧農家で初産分娩月齢の短縮を可能にする育成方法を確立し、普及させる必要がある。

初産牛頭数

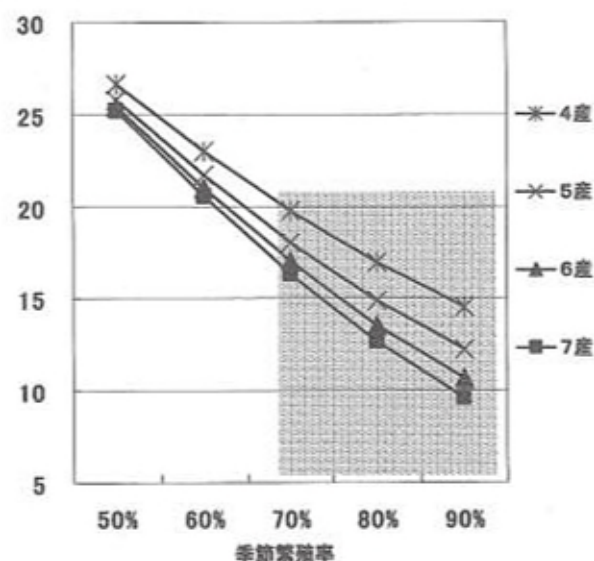


図2-II-18 365日の分娩間隔で50頭牛群を維持するのに必要な打ち切り産次別初産牛頭数

分娩回数

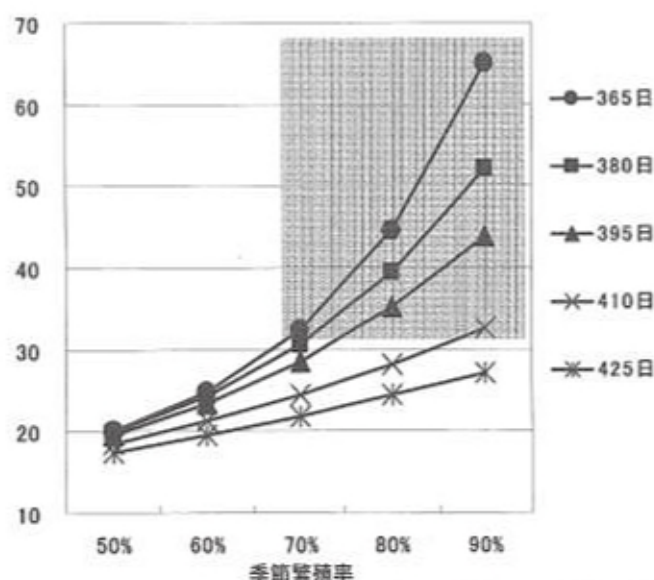


図2-II-19 10頭初産牛から季節繁殖に移行する場合の分娩間隔別の年間分娩可能回数

2) 歩数計による発情発見技術

昼夜放牧条件下の搾乳牛では、転牧に伴う搾乳施設と放牧地との間の距離の変化が、発情発見の精度および効率に大きく影響することがわかった。すなわち、牧区変更により移動距離が長くなった場合(近くの牧区から遠くの牧区へ移動)は、平均歩数が増加して誤報のもととなる。逆に短くなった場合、

発情で歩数が増加しても、過去の24時間歩数の平均が高いために発情を見逃す可能性が高くなる。本システムを導入した試験農家においても、移動距離の変化がなるべく小さくなるような転牧順序をお願いしたが、歩数では発見できずに、観察のみで発情発見できた頻度は、冬期の舎飼（つなぎ）条件よりも高くなった。

この問題には、発情判定に用いる基準が、24時間の平均歩数を用いていることも影響しているため、対応策としては、判定基準に用いる平均歩数を24時間よりも短くすることが考えられる。例えば、直近8時間の平均歩数を、過去の同一時間帯の平均歩数と比較することにより、少なくとも放牧地一搾乳施設間の移動時刻を含まない時間帯では、移動距離の変化の影響を受けないようにすることができる。このように、判定基準を変えることによる発情発見精度の向上については、今回得られたデータを再度分析することにより、検討してゆく予定である。

3) 季節繁殖化に必要な他の条件等

i) 出荷乳量の季節による偏り

分娩時期が集中する季節繁殖では、牛群の乳量ピークも重なるため、年間の生産乳量の日変動が大きくなる。春分娩の場合は、初夏に乳量ピークを迎えることになり、バルククーラーの容量不足や、集乳間隔の短縮が必要になる可能性が高い。この点については、事前に準備する必要がある。

ii) 分娩および授精時期の集中

ピーク乳量だけでなく、分娩も集中する。これに対応できる、労力および仔牛の育成スペースが確保されなければならない。過度の集中を避けるため、分娩時期を2ヶ月ではなく、3~4ヶ月などに延長することも考えられる。分娩時期の拡大は、同時に繁殖季節の延長ともなるため、季節繁殖率の向上につながるが、放牧草を最大限に利用する、という目的には反する。

分娩時期を3~4月に設定した場合、授精時期は概ね6~7月となる。歩数計等を活用して、発情発見の精度と効率を高め、適期授精を徹底することはもちろんであるが、7月中旬以降は、暑熱による繁殖性の低下にも注意が必要である。暑熱の影響が避けられない場合には、分娩時期を早めることも必要であろう。

iii) 乳量水準と季節繁殖化の経営効果

今回の結果および、国を挙げて季節繁殖を実行しているニュージーランドやアイルランドの実情を考えあわせると、季節繁殖が可能な乳量水準は、6,000kg~6,500kgが限界と考えられる。したがって、

集約放牧プロジェクトの対象として当初設定した、8,500kg程度の乳量水準での季節繁殖化には、現実性がない。今後、季節繁殖に取り組んでゆく前提として、乳量水準を下げた場合の経営効果についても詳しく検討する必要がある。

また、最後に頭数を試算したように、乳量水準を7,000g~8,000kg程度とし、平均分娩間隔380日、あるいは395日で1~6月を分娩時期とするような方式についても検討が必要である。この方式では、初産牛の分娩は1~2月に設定し、2産、3産と分娩時期は順次遅れてゆき、6月以降の分娩となった時点で牛を淘汰してゆくことになる。既存の牛群を季節繁殖に移行することを想定した場合、こうした方式における放牧草利用率や経営効果を試算することも必要になってくる。

(5) 摘要

1) 初産分娩月齢

自家育成牛による季節繁殖牛群維持の前提である、24ヶ月齢以下での初産分娩について検討した。北農研の過去の育成牛のデータから、24ヶ月齢以下での初産分娩は十分可能と判断されたため、12ヶ月および15ヶ月授精開始の試験群を設定して調べた。その結果、12ヶ月に授精開始しても、3産までの乳生産性と繁殖性に影響しないことがわかった。また、授精開始基準となる体重を推定する器具の実用性も確認した。

2) 発情発見

決められた繁殖時期に受胎させるためには、効率的かつ正確な発情発見法が求められる。そこで、歩数による発情発見方法の、効率および精度と、昼夜放牧搾乳牛における実用性を検討した。育成牛を用いた検討の結果、歩数による発情検出法の有効性を確認した。昼夜放牧の搾乳牛では、放牧地と搾乳施設間の移動が影響し、育成牛よりも検出能力は低かったが、現地試験農家での実証試験の結果、実用的な方法であることが検証された。

3) 季節繁殖の経営評価

試験農家の1牛群についての試算から、季節繁殖の経営効果は、約243万円と試算された。また、分娩間隔365日の季節繁殖に必要な季節繁殖率は、70%以上と試算できた。既存牛群の季節繁殖への移行を想定し、1~6月を分娩時期とした場合、季節繁殖率が70%ならば、分娩間隔を395日としても移行可能であると試算された。

4) 今後の課題

集約放牧農家に適用できる、平均24ヶ月齢での初産を可能にする育成法の確立と普及が必要である。

歩数計による発情発見では、昼夜放牧搾乳牛に適した発情判定法の再検討が必要である。また、ピーク時の乳生産量の増加への対応や、分娩時期集中への対応も必要と考えられ、経営評価についても、乳量水準を考慮したより詳細な検討が必要であると考えられた。

参考文献

- 1) 坂口実 (2005) : 牛の歩数で発情を見つける (前編) ~ 万歩計による発情発見の有効性と注意点 ~. Dairy Japan, 3月号, 10-13., (後編) ~ 育成牛での使用例 ~, Dairy Japan, 4月号, 14-18.
- 2) Sakaguchi, M. et al. (2005) : Effects of first breeding age on production and reproduction of Holstein heifers up to the third lactation. Anim. Sci. J. 76 (5), 419-426.
- 3) 坂口実 (2005) : 初産月齢を早めるということは、利益をもたらす後継牛を育てるために, P. 73-86, デーリー・ジャパン社, 東京.
- 4) 坂口実 (2005) : 発情発見補助器具としての無線送信万歩計の利用 ~ 異なる飼養条件下の乳用育成牛を用いた予備的検討 ~. 畜産技術, 6月号, 13-17.
- 5) 坂口実ら (2006) : ホルスタイン種育成牛における寛幅による簡易体重推定法の評価. 日畜会報 77 (1), 89-93.
- 6) 坂口実 (2006) : 乳牛の初産分娩月齢早期化がその後の乳生産性と繁殖性に及ぼす影響. 畜産技術, 11月号, 2-6.
- 7) 坂口実 (2007) : 乳牛繁殖性の現状と将来展望. 畜産の研究, 61 (1), 75-80.
- 8) 坂口実 (2007) : 新しい発情発見法の開発. 「新しい畜産技術—近未来編—」, 54-55. (社) 畜産技術協会, 東京.
- 9) Sakaguchi, M. et al. (2007) : Reliability of estrus detection in Holstein heifers using a radiotelemetric pedometer located on the neck or legs under different rearing conditions. J. Reprod. Dev., 53 (4), 819-828.

(坂口 実・青木真理・山田 豊・吉川好文・鶴川洋樹)

Ⅲ. 食草時間計測装置活用による適正栄養管理技術の開発

1. 放牧草の食草量及び栄養価簡易評価法の開発

①食草量簡易評価法の開発

(1) 研究目的

酪農において放牧搾乳牛の適切な栄養管理を行うためには、放牧地での採食量の推定が必要である。そこで、喫食回数計測装置 (バイトカウンタ) を作成し、新たな放牧牛採食量推定法を開発する。また、顎運動計測装置を草地評価へも応用する。さらに農家での適用を容易にするために、廉価な装置に改良する。

(2) 研究方法

1) 頭絡を用いずに採食時の顎運動回数を計測できるバイトカウンタを農家の昼夜放牧搾乳牛に装着し計測を試みる。

2) メドフェスク (MF) 草地で草残存量の推定に草の支持力により草量を推定する方法 (RPM 法) を用い、放牧前後差法による採食量の推定精度を向上させ、喫食回数から放牧乳牛 1 個体の採食量を推定するための実用精度の回帰直線の式を作成する。また、草高による草現存量の推定を試みる。

3) 廉価な装置として 2 次元センサーを使用した市販の万歩計を防水ケースに内蔵したものを製作し、実際の顎運動との相関を見る。また、実際に農家で使用し、耐久性をみる。

(3) 結果および考察

1) バイトカウンタに改修を行った結果、農家の牛を用いて 1 日の顎運動回数の変化を図 2-Ⅲ-1 の様に表すことができ、スタンションでの飼養でも耐久性などに問題は認められなかった。

2) カウンター計測値は喫食回数に変換でき、採食量の草現存量に応じた回帰線の式は、草現存量が 100gDM/m²用 (DM: 乾物重量) と 200gDM/m²用の 2 本あり (図 2-Ⅲ-2)。草現存量に応じて使い分け採食量を推定することが可能となった。

3) 草現存量の推定は草高により可能である。

4) 農家搾乳牛の食草時顎運動の日間変動 (図 2-Ⅲ-3) から、ある特定の牧区で顎運動回数が増加していることが明らかとなった (図中の◆は同じ牧区)。この牧区では草現存量が小さい可能性があり、食草量も減少していることが推測される。

5) 2 次元センサーを用いた市販の万歩計の計測値は、実際の喫食回数とよく一致し、その間には固有の係数がある (図 2-Ⅲ-4)。農家での使用に対する耐久性に問題はなく使いやすさも良好で、顎運動回数の日内変動もうまく計測できた。

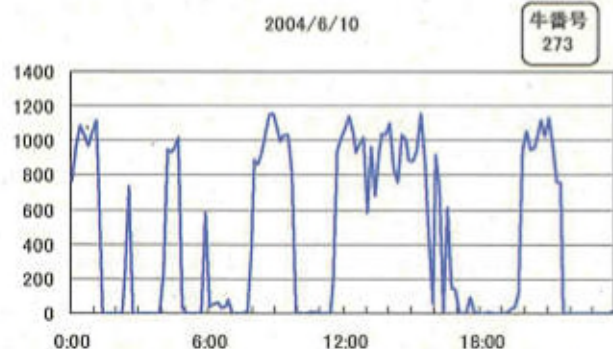


図2-Ⅲ-1 T農家搾乳牛の食草に伴う顎運動の日内変化

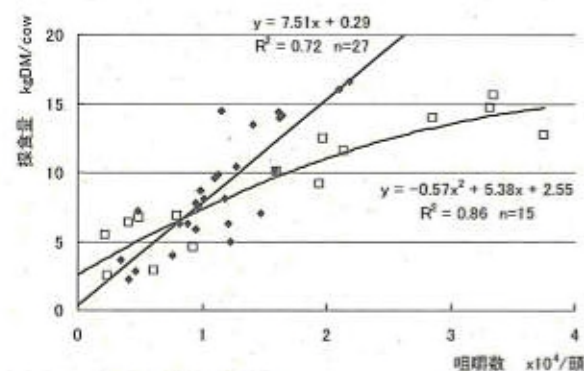


図2-Ⅲ-2 咀嚼数と採食量

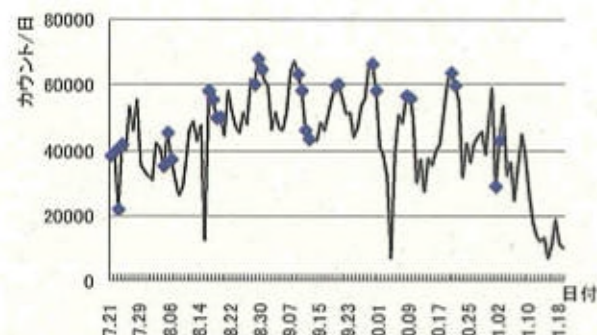


図2-Ⅲ-3 T農家の搾乳牛Aの食草に伴う顎運動

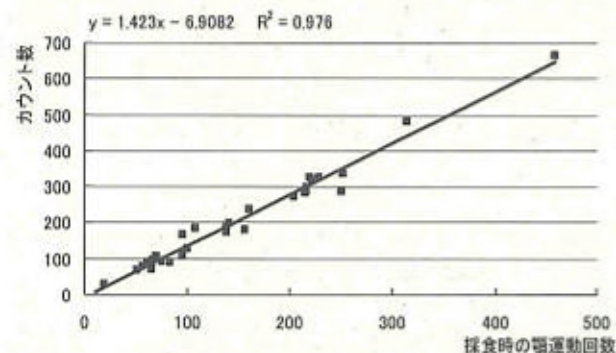


図2-Ⅲ-4 目視による採食時顎運動回数と市販歩数計測値

(4) 今後の課題

市販万歩計では機種ごとに異なった回帰直線が得られることから、利用前にその機器の計測値と喫食回数の検量線を作る必要がある。

パイトカウンタや市販歩数計を用いた喫食回数計測方法はその原理から TMR の採食状況調査にも利用でき、今後も基盤研究として継続する。

(5) 摘要

放牧地での採食量を推定するため、喫食回数計測装置（パイトカウンタ）を作成し、新たな放牧牛採食量推定法を開発した。また、顎運動計測装置は草地評価へも応用でき、農家で容易に使用できるよう市販の歩数計を利用した方法に改良した。

参考文献

A WIRELESS COUNTER WITHOUT A HALTER TO RECORD JAW MOVEMENTS FOR GRAZING BEHAVIOR (頸輪を用いない放牧時顎運動の無線計測) Proceedings of the 39th International Congress of the ISAE p124 第39回国際家畜行動学会講演要旨集

(梅村和弘)

②放牧草の栄養価簡易評価法の開発

(1) 研究目的

集約放牧は、放牧地を短草で維持管理し頻回利用するため、放牧期間を通じ、常時栄養価の高い牧草を乳牛に供給でき、サイレージや乾草といった貯蔵粗飼料を給与している舎飼時に比べ、濃厚飼料給与量の削減が可能になる技術として期待されている。一方で、放牧時には、乳量、乳成分の変動が舎飼時に比べ大きいことや放牧時には血中尿素態窒素(BUN)含量が上昇しやすいことが指摘されている。このような放牧飼養上の問題点を解決するためには、放牧牛の栄養摂取量を簡易に精度よく推定し、不足する栄養素を補助飼料として無駄なく効率的に放牧牛に給与することが不可欠であるが、そのためには食草量の把握のみならず、季節によって変動する放牧草の栄養価を簡易かつ正確に評価することが重要である。本研究では、放牧草の栄養特性を簡易評価するため、集約放牧草を想定してメドウフェスク(MF;品種ハルサカエ)主体草地を短草多回刈で管理し、生産される生草の栄養成分、消化性の季節変化を明らかにするとともに、飼料成分からのTDN含量推定式を開発し、集約放牧実施農家におけるMF主体放牧草の栄養特性を評価し、その変動要因を解析した。

(2) 研究方法

1) 供試圃場および刈取管理

北海道農業研究センター(札幌)内のメドウフェスク(*Festuca elatior* L.;品種:ハルサカエ)主体草地を2006年5月8日より3-4日間隔でプロットハーベスタで収穫し、10月23日の10番草まで54回収穫した。1試験区の刈取り間隔は14-19日であった。4月30日、7月10日、8月21日に施肥を行った。収穫した生草は4℃の低温庫に貯蔵し、去勢ヒツジによる消化試験に供した。

2) 動物試験

収穫した生草の消化率および可消化養分総量(TDN)は、コリデール種去勢雄ヒツジ(平均体重72kg)による全養採取法による消化試験から査定した。生草給与後1週間を馴致期間として、以後毎週月～金曜日の4日間を全養採取期間とし、金～月曜日を予備期間とし、延べ24回の消化試験を実施した。去勢ヒツジは1試験期につき6頭を供した。飼料は生草単独で、体重の1.8%(DM)を1日朝夕2回給与した。水とミネラルはそれぞれ自由摂取させた。

3) 測定項目

収穫時の草丈を測定するとともに、化学分析用サンプルとして生草は収穫直後に、糞は消化試験本期間中毎日採取した。糞および生草の試料は、55℃で48時間通風乾燥した後、1mmのスクリーンのウィリーミルで粉碎し、化学分析に供した。乾物(DM)、粗脂肪(EE)、粗タンパク質(CP)、中性デタージェント繊維(NDF)、酸性デタージェント繊維(ADF)、酸性デタージェントリグニン(ADL)、中性デタージェント不溶粗タンパク質(NDICP)、酸性デタージェント不溶粗タンパク質(ADICP)、総繊維(OCW)、高消化性繊維(Ob)、低消化性繊維(Oa)については粗飼料の品質評価ガイドブック2)の方法で分析した。

4) 現行の推定式の検証並びに短草多回生草用のTDN推定式の作成

過去2年間のMF主体生草の消化試験結果(n=28)から、現在利用されているTDN推定式について妥当性を検証した。表2-III-1に示した可消化成分の加算によるアメリカの乳牛飼養標準2001版³⁾の推定式(NRC式)あるいは酵素分析画分に基づく推定式(OCW式)の2種類に推定式について検証した。また、生草の飼料成分とTDN含量の関係を検討し、飼料成分からのTDN含量の推定式を作成した。

表2-III-1 検証した2種類のTDN推定式

NRC式	$TDN_m = tdNFC + tdCP + (tdFA \times 2.25) + tdNDF - 7$ $tdNFC = 0.98 \times \{100 - [(NDF - NDICP) + CP + EE + Ash]\}$ $tdCP = CP \times \exp(-1.2 \times ADICP / CP)$ $tdFA = (EE - 1) \text{ ただし } EE < 1 \text{ のとき, } FA = 0$ $tdNDF = 0.75 \times [(NDF - NDICP) - ADL] \times \{1 - [ADL / (NDF - NDICP)]^{0.667}\}$ $td: \text{truly digestible} \quad m: \text{maintenance}$
OCW式	$TDN_m = -5.45 + 0.89 \times (OCW + Oa) + 0.45 \times OCW$
NFC:非構造性炭水化合物、CP:粗タンパク質、NDF:中性デタージェント繊維、FA:脂肪酸、NDICP:中性デタージェント不溶粗タンパク質、ADICP:酸性デタージェント不溶粗タンパク質、EE:粗脂肪、Ash:粗灰分、OCW:細胞壁物質、Oa:高消化性繊維、OCC:細胞内容物質の有機物部分	

5) 集約放牧実施農家におけるMF主体放牧草の栄養特性評価

集約放牧を実施している十勝地方の農家3軒のMF主体草地から約2週間おきに経時的に採取した放牧草サンプル(n=132)のTDN含量を今回開発した推定式より推定し、その変動要因を検討した。併せて、粗タンパク質(CP)含量も測定し、その変動要因を解析した。

(3) 結果および考察

1) 短草多刈生草に対する現行のTDN推定式の検証

消化試験に供試したMF主体生草のマメ科率、MF率、草丈および飼料成分組成を表2-III-2に示した。試験に供した草地のマメ科率は、平均28.0%（生重割合）で、MF率は42.0-71.6%の範囲であり、また、平均草丈は30.1%であり、ほぼ集約放牧を模した草地管理が行うことができたと考えられた。供試した生草のCP含量は20.9-30.2%、NDF含量は34.1-47.8%の範囲にあった。In vivoの消化試験結果から、本試験に供したMF主体生草のTDN実測値は67-80%の範囲にあり、5月に最高値を示し、8月下旬に最低値を示した。図2-III-5に、TDN実測値とNRC式および

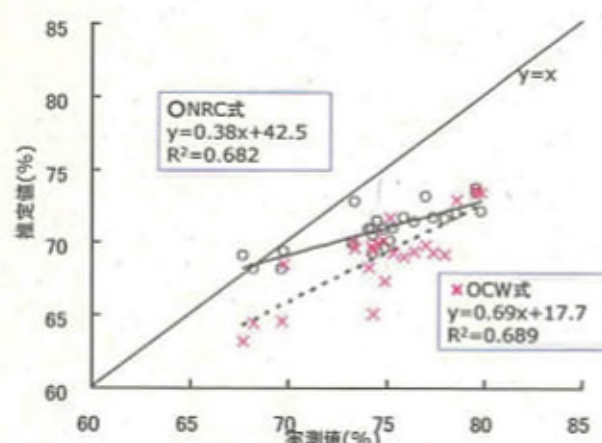


図2-III-5 メドウフェスク主体生草のTDN含量の実測値と推定値の関係

を示した。NRC式では、CPやEEの可消化量は実測の可消化量よりも高く推定するのに対して、NDFの可消化量は10%以上低く推定することが明らかとなった。短草多刈の生草は、採草利用のサイレージや乾草に比べ刈取り頻度が高いため、繊維含量が同程度であっても、組織が若くリグニン等の消化阻害の影響が小さいことが示唆された。

表2-III-2 短草多刈メドウフェスク主体生草の草丈、成分含量の範囲

	平均値	最小値(月日)	最大値(月日)
メドウフェスク率 %FM	57.3	42.0 (10/12)	71.6 (7/20)
マメ科率 %FM	28.0	16.7 (7/20)	43.9 (10/12)
草丈 cm	30.1	15.0 (5/8)	45.8 (6/5)
水分 %	81.8	73.6 (8/18)	88.3 (5/24)
粗タンパク質(CP) %DM	25.3	20.1 (7/3)	33.1 (5/8)
溶解性タンパク質(SIP) %DM	6.9	4.8 (6/15)	11.0 (5/12)
粗脂肪(EE) %DM	4.5	2.4 (10/19)	6.8 (7/5)
中性デタージェント繊維(NDF) %DM	39.6	31.9 (5/12)	47.5 (8/14)
酸性デタージェント繊維(ADF) %DM	22.4	15.7 (5/12)	27.2 (6/19)
酸性デタージェントリグニン(ADL) %DM	2.0	1.0 (5/12)	3.4 (8/25)

OCW式からの推定値との関係を示した。NRC式からの推定値と実測値には有意な正の相関が認められたものの、TDN含量が68%以上の場合、NRC式から推定すると過小評価することが明らかとなった。一方、OCW式からの推定も実測値と有意な正の相関が認められたものの、いずれの場合も過小評価することが明らかとなった。

過小評価の一因としては、生草の繊維成分の消化性を低く見積もることが考えられる。表2-III-3に、可消化養分量の実測値とNRC式からの推定値の比較

2) 短草多刈生草のTDN含量と飼料成分含量および成分消化率との関係

メドウフェスク主体生草のTDN含量は酸性デタージェントリグニン(ADL)含量や低消化性繊維(Ob)含量または(細胞内容物質の有機物部分(OCC)+高消化性繊維(Oa))含量との相関が高かったが、粗脂肪(EE)や粗タンパク質(CP)含量との相関は低かった(表2-III-4)。また、各成分消化率との関係では、繊維成分(NDF, ADF, セルロース)消化率やCP消化率と高い相関が認められたが、EE消化率との相関は認められなかった(表2-III-4)

表2-III-3 可消化養分量の実測値と推定値の比較

	実測値(x)	NRC式の推定値(y)	差(x-y)	実測値(x)と推定式(y)の回帰式
CP	20.3±2.3 ¹⁾	23.4±2.2	-3.1	y=0.93X+4.48 (R²=0.97)
EE	2.3±0.9	3.5±0.9	-1.2	y=1.02X-1.12 (R²=0.96)
NDF	30.8±2.5	19.6±2.5	11.2	y=0.78X-4.46 (R²=0.60)

1) 平均値±標準偏差

表2-Ⅲ-4 TDN含量と飼料成分含量および成分消化率との相関係数

成分	含量(%)	消化率(%)
粗脂肪	0.25	0.25
粗タンパク質	0.20	0.85***
NDF	-0.65**	-0.93***
ADF	-0.56**	-0.93***
ADL	-0.91***	
セルロース	-0.37*	-0.94***
OCW	-0.66**	
Oa	0.64**	
Ob	-0.88***	
OCC	0.57	
OCC+Oa	0.88***	

NDF;中性デタージェント繊維、ADF;酸性デタージェント繊維、ADL;酸性デタージェントリグニン、OCW;細胞壁物質、Oa;高消化性繊維、Ob;低消化性繊維、OCC;細胞内容物質
* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

3) 短草多刈メドウフェスク生草のTDN含量の推定式

短草多刈りしたメドウフェスク生草のTDN含量は、ADL含量やOb含量と高い有意な相関が認められたことから、これらの成分から、生草のTDN含量を推定できると考えられた。ADLおよびOb含量とTDN実測値の関係を図2-Ⅲ-6および図2-Ⅲ-7に示した。ADL、Ob含量と実測値間には $R^2=0.82$ (ADL), 0.78 (Ob) の極めて高い相関が認められ、 $TDN=-6.1ADL+87.3$ (ADL含量の範囲:1.2-3.4%), あるいは、 $TDN=-0.7Ob+92.3$ (Ob含量の範囲:16.7-33.5%) から推定が可能であることが明らかとなった。いずれの成分からの推定式も、NRC式あるいはOCW式よりも決定係数が高く、より実測値に近い値には推定できるといえる。また、酵素分析で分画した細胞内容物 (OCC) + 高消化性繊維 (Oa) 含量とも高い性の相関が認められ、 $TDN=0.7(OCC+Oa)+26.3$ ($R^2=0.77$, $OCC+Oa:57.1\sim72.4\%$) 式から推定が可能と判断された。デタージェント分析あるいは酵素分析からADL、Obあるいは $OCC+Oa$ 含量を測定すれば、短草多刈生草のTDN含量を精緻に推定できると判断された。

4) 集約放牧下のMF主体放牧草の栄養特性

4年にわたる集約放牧を実施しているMF主体放牧草について、本試験で開発したTDN含量推定式を用いて推定したTDN含量の季節推移を図2-Ⅲ-8に示した。春先は80%程度あったものが、季節が進むにつれて、70%以下まで低下した後、秋以降に回復するパターンを示した。

放牧草CP含量は概ね20%以上で推移し、屈折点2

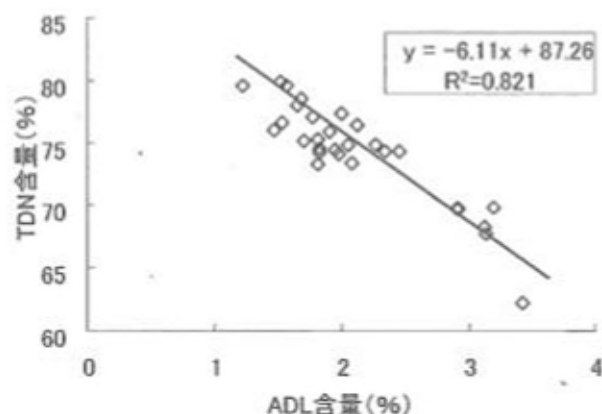


図2-Ⅲ-6 メドウフェスク生草のADL含量とTDN含量の関係

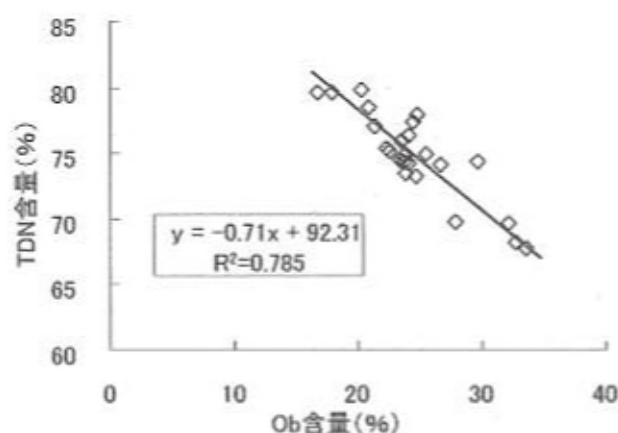


図2-Ⅲ-7 メドウフェスク生草のOb含量とTDN含量の関係

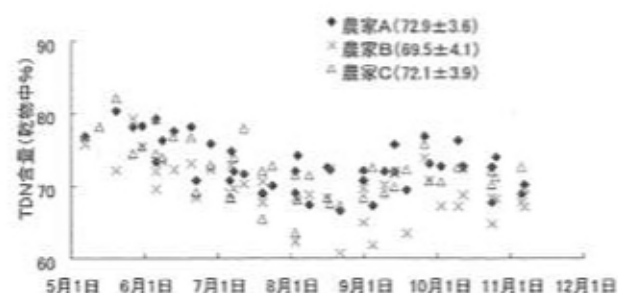


図2-Ⅲ-8 MF放牧草のTDN含量推定値の季節推移(4カ年)
※ () 内は平均値±標準偏差

つと3つの直線で表現でき(図2-Ⅲ-9)、要因解析の結果、屈折点のCP含量は農家によって異なり、屈折点の位置は年次によって影響されることが明らかとなった(表2-Ⅲ-5)。農家によってCP含量が異なることは、草地の植生あるいは施肥管理が影響している

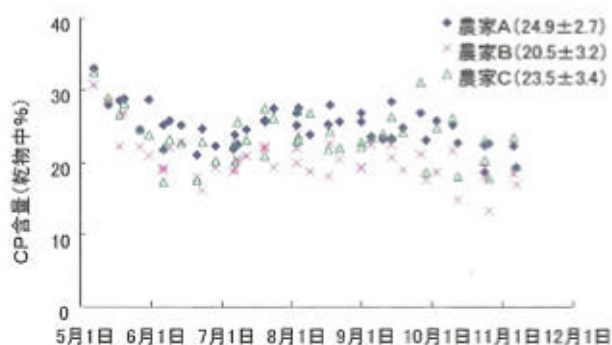


図2-Ⅲ-9 MF放牧草のCP含量の季節推移（4カ年）

※（ ）内は平均値±標準偏差

表2-Ⅲ-5 放牧草のCP含量の季節的推移に及ぼす農家および年次の影響

	農家			年次			標準誤差	効果(P<)	
	A	B	C	2003	2004	2005		農家	年次
断折点1(月)	6.8	6.6	6.5	6.3*	6.9*	6.6*	0.12	0.14	0.01
断折点2(月)	8.8	9.1	9.0	8.6*	9.9*	8.4*	0.53	0.79	0.04
断折点1の時のCP値(%)	21.5	17.5	18.7	17.8	21.5	18.4	1.53	0.07	0.08
断折点2の時のCP値(%)	27.7*	23.0*	26.4*	25.7	25.8	25.6	1.39	0.03	0.99
直線1の切片	67.7	81.8	87.9	103*	49*	85*	8.52	0.10	0.01
直線1の傾き	-7.0	-9.9	-10.7	-13.4*	-4.1*	-10.0*	1.50	0.08	0.01

*#異符号間に有意差あり(P<0.05)

と考えられた。

以上の結果から、短草利用しているMF主体集約放牧草のTDN含量は夏に最も低い値を示す一方、CP含量は春先（5月初旬）から6月中旬にかけて低下した後再び上昇するため、夏場には、乳中尿素態窒素に影響を及ぼすとされるTDN/CPが3.0を下回るので、TDN/CP比の高い補助飼料の給与が必要であると考えられた。

（4）今後の課題

本研究では、今後集約放牧での利用が拡大すると思われるメドウフェスク主体草地の短草多回刈り生草を基にTDN含量推定式の作成を行った。一方、北海道において主に放牧利用されている草種であるチモシーおよびペレニアルライグラスについては本推定式が適用できるかについては、未検討であり、今後の課題とされる。また、放牧下における乳牛では、採食時間が長く、通過速度が速いことが報告されている4)ことから、放牧草の栄養成分の放牧牛における利用効率を明らかにすることが、集約放牧時の精密栄養管理を行う上で、今後、必要と考えられた。

（5）摘要

短草多回刈メドウフェスク主体生草のTDN含量は

酸性デタージェントリグニン（ADL）や低消化性繊維（0b）含量から精度よく推定できた。8月は集約放牧草のTDN含量が最低となる一方、CP含量が20%以上で推移するため、BUN上昇の目安とされるTDN/CPが3.0を下回ることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 北海道農業試験研究推進会議（1995）：集約放牧マニュアル。
- 2) 自給飼料品質評価研究会（2000）：改訂粗飼料の品質評価ガイドブック。日本草地畜産種子協会。東京。
- 3) National Research Council（2001）：Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Ed. National Academy Press, Washington DC.
- 4) Oshita, T., Sudo, K., Nonaka, K., Kume, S., Ochiai, K.（2008）：The effect of feed regimen on chewing time, digesta passage rate and particle distribution in Holstein non-lactating cows fed pasture ad libitum. Livest. Sci. 113, 243-250.

（大下友子・宮地慎・三谷朋弘・青木康浩・秋山典昭）

2. 放牧草の嗜好性を左右する要因の解明と改善技術の開発

(1) 研究目的

放牧地における牛の嗜好性を左右する要因を解析し、適切な放牧地管理についての情報を得ることを目的とする。

(2) 研究方法

1) 放牧実施農家圃場における調査

十勝南部のメドウフェスク主体の放牧酪農家の一牧区（面積1ha、放牧頭数：ホルスタイン種42～49頭、日中のみの放牧で一日一牧区輪換）において、地形を考慮して7つのエリアに区分し（図2-III-10）、2004年から2007年にかけて6回の行動観察によりブロック毎に採食、横臥休息、立位休息、歩行、その他（飲水）の5区分の行動型頭数を10分間隔で記録した。また、入牧時に摘み取り法による放牧草

（MFのみ）のサンプリングとラインセンス法（1m～2m間隔）による植生および草丈の記録を行った。サンプルは常法により飼料成分を分析し、採食エリアのばらつきとの関係を検討した。各エリアに存在した採食行動型頭数は単位面積あたりに換算後、牧区全体に対する割合で示し採食頭数割合とした。また、各ブロックの成分値については牧区平均を100とする指数（成分比）に変換して比較に用いた。

2) 窒素施肥量および施肥資材の違いが嗜好性に及ぼす影響

道立畜産試験場内の模擬放牧草地を供試し、①標準施肥（S区）vs 窒素施肥2倍（2N区）、②標準施肥（S区）vs 窒素施肥4倍（4N区）、③中性維持区（中性区）vs 酸性促進区（酸性区）の牧草の嗜好性を泌乳中後期の搾乳牛5頭を供試して、一対比較法により検討した。一対比較法では各試料原物で5kgから10kgをコンテナに入れて比較する試料と対で同時に給与し、30分から1時間後に回収し、採食量を比較検討した。

3) 掃除刈残草が嗜好性に及ぼす影響の確認

道立畜産試験場内のチモシー主体放牧草地を供試

し、掃除刈り後、一牧区内に刈取り残渣の持出し区と残置区の2つを設け、採食行動を比較した。供試家畜には黒毛和種育成牛8～9頭を用いた。

(3) 結果及び考察

1) 放牧実施農家圃場における調査

調査時の草丈は30cmから40cmであり、面積当たりの放牧頭数、放牧時間が日中に限定されていること、極端な高温条件ではなかったこと、および採食行動型の割合が常に60%以上で安定していたことから、十分な割当草量が確保されており、その他の顕著なストレスのない条件であったと考えられた（表2-III-6）。また牧区内はどのエリアもおおむねMFが60%以上で主体性を維持していた（表2-III-7）。

採食頭数割合はゲートから遠いエリアほど低くなる傾向が認められた（図2-III-11）。ゲートからの距離の影響を排除するため、各エリアにおける採食頭数割合と成分および草丈との関係を調査回次間で検討した（表2-III-8）。採食頭数割合との間にADF、Ob、ADF×Ob/OCWで負の、0a、WSCおよび0a+WSCで正の関係が示唆されたが、有意差はなかった。そこで、各調査回次データをコンポジットにして40組のデータセットとし、採食頭数割合と、各エリアのゲートからの順列（1～7）および成分比との相関を検討した（表2-III-9）。採食行動割合と有意な相関の認められた項目はゲートからの順列とADFの2つであり、0a+WSCでは $r=0.31$ となり、有意な相関は認められなかった。さらに、これらの項目を説明変数とする回帰推定式により採食頭数割合との関連を検討したところ、表2-III-10のような係数を得た。すなわち、説明変数としてゲートからの順列の他にADFあるいは0a+WSCを加えることで寄与率（ R^2 ）が有意に向上したが、両者を同時に加えた重回帰式ではそれ以上の有意な精度の向上は認められなかった。以上のことから今回調査した牧区においてはゲートからの順番、繊維含量（ADF）および0a+WSCが採食エリアの選択に影響を及ぼしていることが示唆された。

図2-III-10

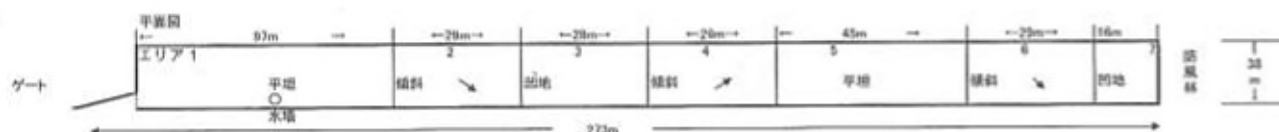


表2-Ⅲ-6 行動観察日および放牧時条件の概略

調査回 次No.	調査日時		日最高 ¹⁾ 気温 ℃	天候	平均 ¹⁾ 風速 m/s	草丈 ³⁾ cm	行動型割合 ⁴⁾				
	西暦/月/日	時間帯(h-h)					採食	歩行	立位 休息	横臥 休息	飲水
1	2004/6/20	8-16	26.5	曇り	1.0	43	79	1	7	13	1
2	2005/7/7	8-16	10.9	小雨	1.1	80	65	3	20	11	0
3	2006/6/19	8-16	20.4	曇り時々雨	1.2	29	65	3	4	27	1
4	2006/10/11	8-12	22.8	晴れ	1.0	26	66	3	1	29	1
5	2007/6/25	12-16 ²⁾	16.8	曇り	1.7	40	61	1	7	31	0
6	2007/7/14	9-15	13.3	曇り	1.5	25	66	4	6	23	1
平均	-	-	18.5	-	-	33	67	3	8	22	0

1) 近隣アメダス、2) 放牧開始は8時から 3) 第2回の調査次は出穂茎を含めた値。平均からは除外した。

4) 10分インターバルで各行動型の頭数を記録。のべ観察頭数に対する百分率で示した。

表2-Ⅲ-7 入牧時における調査牧区内各エリアの植生¹⁾ (6回次平均,%)

エリア	cm	MF	KB	TY	WC	その他		裸地
						イネ科	広葉	
1	40	64	23	3	5	3	1	1
2	39	64	15	9	6	4	2	1
3	46	71	15	4	2	5	1	2
4	37	66	18	7	6	1	1	0
5	39	60	22	9	6	2	1	0
6	39	63	21	6	6	0	2	2
7	46	66	7	1	5	0	15	6
平均	41	65	17	6	5	2	3	2

1) 1mまたは2m間隔のライン法により、カウントされた優占草種の数を割合で示した。草種略号は以下の通り。

MF: ムドウフェスク、KB: ケンタッキーブルーグラス、TY: チモシー、その他イネ科はオーチャードグラス、ペレニアルライグラス、シバムギ、その他広葉はギンギンなど

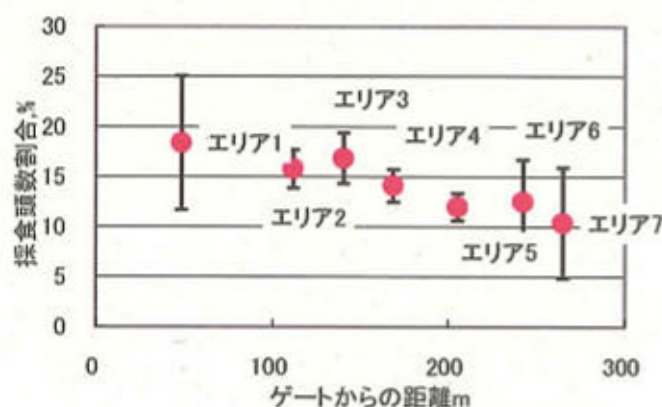


図2-Ⅲ-11 ゲートからの平均距離と採食行動割合の関係

表2-Ⅲ-8 放牧草の飼料成分および草丈の牧区平均比と採食頭数割合の相関 (n=6)¹⁾

成分項目	エリア						
	1	2	3	4	5	6	7 ²⁾
草丈	0.44	-0.32	-0.05	-0.04	-0.48	-0.26	0.52
CP	-0.01	-0.27	-0.42	0.53	-0.54	0.53	0.14
ADF	-0.24	-0.70	-0.56	-0.34	-0.61	-0.71	0.17
OCW	0.04	-0.90	-0.52	-0.64	0.04	-0.44	0.10
Oa	0.40	-0.14	0.28	0.36	0.42	0.19	-0.12
Ob	-0.36	-0.70	-0.45	-0.55	-0.01	-0.31	0.06
ADF×OB/OCW ²	-0.39	-0.78	-0.47	-0.40	-0.44	-0.50	0.10
WSC	0.46	0.46	0.55	-0.41	0.50	-0.39	0.39

1) 各ブロックについて6回の調査データを標本(n=6)として計算した。

2) ブロック7は日陰で最低地にあり、条件が他と大きく異なるため、検討から除外した。

表2-Ⅲ-9 採食頭数割合¹⁾、エリアのゲートからの順位²⁾ および成分³⁾ についての相関表

項目	採食頭数割合	ゲートからの順位	CP	ADF	OCW	Oa	Ob	ADF×OB/OCW	WSC
ゲートからの順位	-0.54 **								
CP	0.21	-0.10							
ADF	-0.43 *	0.33	-0.56 **						
OCW	-0.24	0.01	-0.73 **	0.74 **					
Oa	0.14	0.13	0.51 **	-0.50 **	-0.64 **				
Ob	-0.21	-0.06	-0.68 **	0.69 **	0.93 **	-0.88 **			
ADF×OB/OCW	-0.33	0.10	-0.63 **	0.87 **	0.85 **	-0.85 **	0.93 **		
WSC	0.18	-0.20	-0.67 **	0.10	0.32	-0.49 *	0.42 *	0.32	
Oa+WSC	0.31	-0.03	-0.15	-0.40 *	-0.31	0.54 **	-0.47 *	-0.54 **	0.46 *

1) 各エリアで採食行動を行った頭数を単位面積あたりに換算し、牧区合計に対する割合(%)で示した。

表2-Ⅲ-10 採食頭数の回帰推定における標準偏回帰係数および決定係数

説明変数の数	説明変数の標準偏回帰係数			R ² 2)	有意性
	ゲートからの	ADF ¹⁾	Oa+WSC ¹⁾		
1	-0.54			0.28 a	P<0.01
2	-0.45	-0.28		0.33 b	P<0.01
2	-0.53		0.29	0.35 b	P<0.01
3	-0.47	-0.19	0.22	0.36 b	P<0.01

平均含量を100とする比

2) 窒素施肥量および施肥資材の違いが嗜好性に及ぼす影響

各処理区の施肥成分量および資材名を表2-III-11に示した。

表2-III-11 一対比較法各処理区の施肥成分量¹⁾および使用資材名

処理区	N-P-K-Mg, kg/10a	施肥資材
標準(S)区	15.3-9.0-19.8-3.6	化成肥料
窒素施肥2倍(2N)区	25.4-9.0-19.8-3.6	化成+尿素
窒素施肥4倍(4N)区	35.5-9.0-19.8-3.6	化成+尿素
中性維持区	16.6-8.3-18.1-4.5	尿素, 硫加, 過リン酸石灰, 硫酸苦土
酸性促進区	16.6-8.3-18.1-4.5	硫安, 塩加, 過リン酸石灰, 硫酸苦土

1) 模擬放牧条件のため実用相当量も化学肥料から供給した。年間3回分施とし、5月上旬、7月上旬および8月下旬に施用した。

各試験の結果は以下の通り。

2N区 vs S区 (表2-III-12)

S区と比較して、3回の試験で2N区を選択した牛は

1頭のみで、2N区での嗜好性低下が明確であった。飼料成分は2N区では常にCPが高く、ADF×Ob/OCWが低くなったが、他の成分は判然としなかった。また変化幅はCPで最も大きかった。

4N区 vs S区 (表2-III-13)

S区と比較して、3回の試験で4N区を選択した牛はおらず、4N区での嗜好性低下が明確であった。飼料成分は、4N区では常にCPとOaが高く、Oaを除く繊維分画、WSCおよびOa+WSCが低くなった。変化幅はCPで最も大きく(平均比24%)、ついでWSC(23%)、Ob(12%)およびADF×Ob/OCW(12%)、Oa+WSC(3%)の順であった。

酸性区 vs 中性区 (表2-III-14)

両区間の嗜好性の差は判然としなかった。飼料成分についても差は明確ではなかった。短期的にはほとんど嗜好性に影響はないと考えられた。

表2-III-12 施肥水準の違いが嗜好性に及ぼす影響の検討(標準(S)区 vs 窒素施肥2倍(2N)区、一対比較法による¹⁾)

試験区 ¹⁾	給与量 FM, kg/頭	選択頭数 (/5頭)	DM摂取量 kg/頭 /30min	草丈 cm	乾物率 %	成分含量(NDM)							
						CP	ADF	OCW	Oa	Ob	ADF×Ob /OCW	WSC	Oa+WSC
3回平均 ²⁾													
S区	7.3	4.7	0.93	38	16.4	21.1	26.2	48.3	15.8	32.5	17.5	11.5	27.3
2N区	7.3	0.3	0.46	39	15.9	23.6	25.7	48.2	16.9	31.2	16.5	11.0	27.9
区間差(2N-S)		-4.3	-0.46	1	-0.5	2.5	-0.4	-0.2	1.1	-1.3	-1.0	-0.5	0.6
回上平均比(%)		173	67	3	3.0	11	2	0	7	4	6	5	2

1) ホルスタイン種泌乳中後期経産牛5頭一群を供試。

2) 試験は2007年6月7日、7月31日および8月23日に行った。

表2-III-13 施肥水準の違いが嗜好性に及ぼす影響の検討(標準(S)区 vs 窒素施肥4倍(4N)区、一対比較法による¹⁾)

試験区 ¹⁾	給与量 FM, kg/頭	選択頭数 (/5頭)	DM摂取量 kg/頭 /30min	草丈 cm	乾物率 %	成分含量(NDM)							
						CP	ADF	OCW	Oa	Ob	ADF×Ob /OCW	WSC	Oa+WSC
3回平均 ²⁾													
S区	6.0	5	1.02	35	18.4	20.0	27.4	49.4	15.5	33.9	18.8	11.5	27.0
4N区	6.0	0	0.62	41	16.9	25.5	26.1	46.9	17.0	29.9	16.6	9.1	26.1
区間差(4N-S)		-5	-0.40	6	-1.4	5.5	-1.3	-2.5	1.5	-4.0	-2.2	-2.3	-0.8
表7-9		200	49	17	8.1	24	5	5	9	12	12	23	3

1) ホルスタイン種泌乳中後期経産牛5頭一群を供試。

2) 試験は2007年6月8日、8月2日および8月24日に行った。

表2-III-14 施肥資材の違いが嗜好性に及ぼす影響の検討(酸性促進型 vs 中性維持型、一対比較法による¹⁾)

試験区 ¹⁾	給与量 FM, kg/頭	選択頭数 (/5頭)	DM摂取量 kg/頭 /30min	草丈 cm	乾物率 %	成分含量(NDM)							
						CP	ADF	OCW	Oa	Ob	ADF×Ob /OCW	WSC	Oa+WSC
2回平均													
中性維持区	7.0	3	0.65	44	18.4	19.1	26.8	47.2	15.1	32.1	18.1	13.3	28.4
酸性促進区	7.0	2	0.71	43	17.3	18.8	27.4	47.4	16.2	31.2	18.0	13.2	29.4
区間差(酸性-中性区)		-1	0.07	-1	-1.2	-0.3	0.6	0.3	1.1	-0.8	-0.1	-0.1	1.0
回上平均比(%)		40	10	3	6.7	2	2	1	7	3	1	1	3

1) ホルスタイン種泌乳中後期経産牛5頭一群を供試。

2) 試験は2007年6月11日および6月7日に行った。

3) 掃除刈残渣が嗜好性に及ぼす影響の確認

試験実施日を表2-III-15に、入牧時の草丈を表2-III-16、草丈利用率を表2-III-17、処理後の行動観察の結果を表2-III-18に示した。各調査回次のいずれの項目においても処理間に有意な差は認められなかった。

しかし、持ち出し区では第1回から第3回まで草丈利用率および採食行動割合は総じて高い数値となった。

また、退牧時の草丈の分布は、被食部の草丈のビ

ーク範囲は処理区間で差がないが、残置区で被食部のピーク頻度が低く、逆に不食部位の頻度が高かった(図2-III-12~14)。残置区の放牧草残渣は上からの観察では処理間差を確認できないほど地際に沈み込んでおり、喫食草高を高くして残渣を避けることは容易であると推測された。しかし、前述のように被食部の草高に処理区間で差がなかったことから、牛は残渣そのものの混食を避けるのではなく、残渣のあるエリアを避けていると推測された。

表2-III-15 掃除刈残渣が嗜好性に及ぼす影響の確認試験実施日

項目	第1回	第2回	第3回
実施年	2006年	2006年	2007年
処理前行動観察	7/11	-	6/27
掃除刈り処理日	7/24	8/30	7/3
行動観察実施日	8/23	9/15	7/25

表2-III-16 入牧時草丈, cm

処理区 ²⁾	2006年			2007年 ³⁾	
	第1回処理前 ¹⁾	第1回	第2回	第3回処理前	第3回
持ち出し区	85	48	29	45	35
残置区	88	51	26	43	35
有意差	NS	NS	NS	NS	NS
調査月日	7/11	8/23	9/15	6/27	7/25

1) 第1回処理前の行動観察後、さらに放牧を続け、十分に草量が減少してから処理を行った。

2) 持ち出し区は掃除刈り後に残渣を持ち出し、残置区は残渣を区内に均等に拡散して残した。

3) 2006年と2007年では処理区の配置を反転している。

表2-III-17 草丈利用率, %

処理区 ²⁾	2006年			2007年 ³⁾	
	第1回処理前 ¹⁾	第1回	第2回	第3回処理前	第3回
持ち出し区	-	47	29	32	43
残置区	-	39	15	31	33
有意差	NS	NS	NS	NS	NS
調査月日					

1) 2) 3) 表11に同じ

表2-III-18 採食行動割合, %

処理区 ²⁾	2006年			2007年 ³⁾	
	第1回処理前 ¹⁾	第1回	第2回	第3回処理前	第3回
持ち出し区	12	14	15	13	15
残置区	13	11	10	12	10
有意差	NS	NS	NS	NS	NS
調査月日	7/11	8/23	9/15	6/27	7/25

1) 2) 3) 表11に同じ

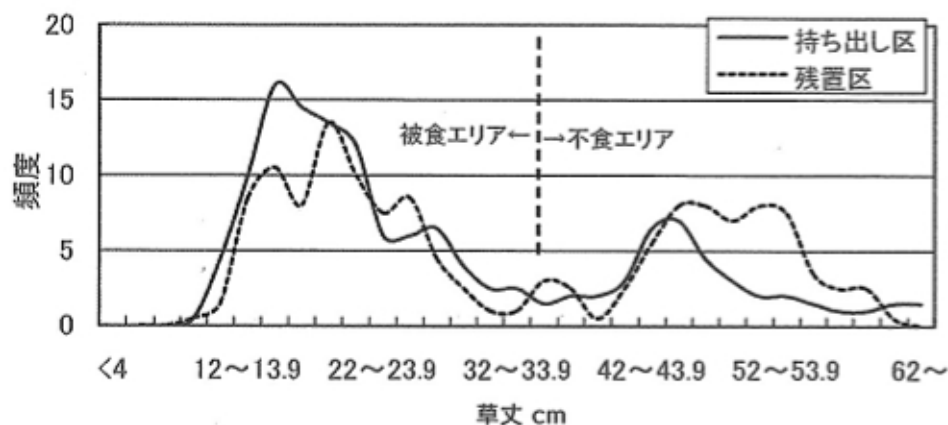


図2-Ⅲ-12 退牧時草丈の頻度分布（処理後1回目2006/8/23）
隣接する2つのデータ区間の移動平均により示した。

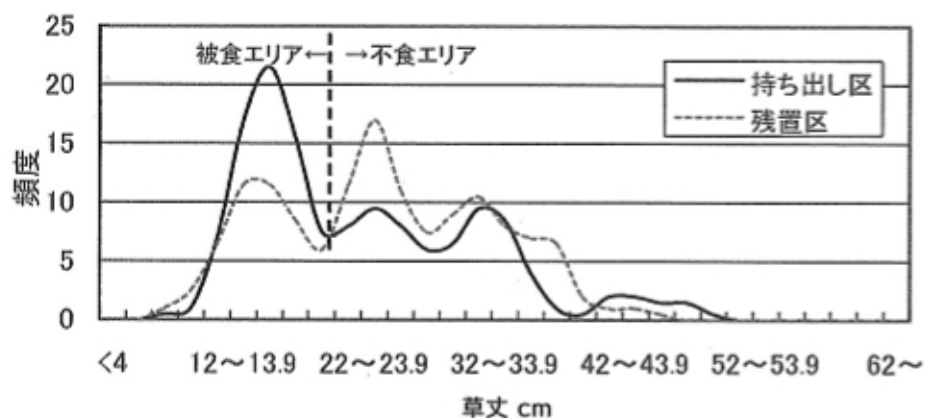


図2-Ⅲ-13 退牧時草丈の頻度分布（処理後2回目2006/9/15）
隣接する2つのデータ区間の移動平均により示した。

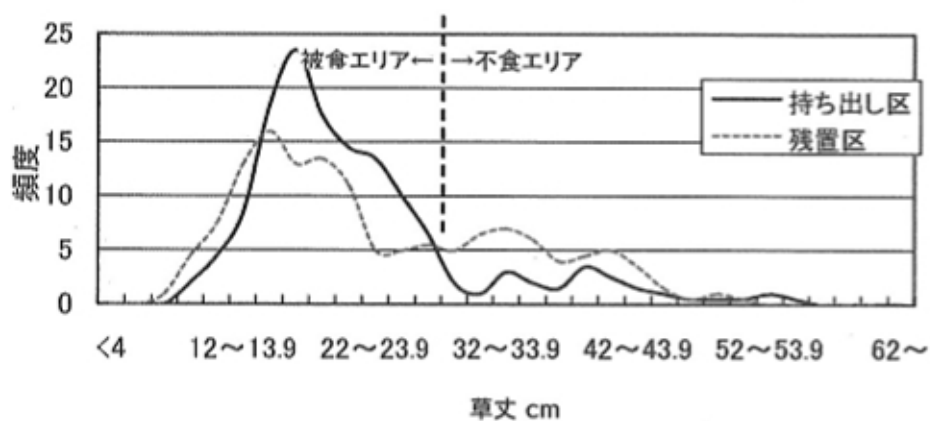


図2-Ⅲ-14 退牧時草丈の頻度分布（処理後3回目2007/7/25）
隣接する2つのデータ区間の移動平均により示した。

(4) 今後の問題点

嗜好性の改善方法の実証と施肥管理による放牧草成分含量のコントロール方法が未検討である。

(5) 摘要

1) 長方形牧区（一頭当たり牧区幅0.9m）ではゲートからの距離が長くなるほど採食を含む各行動型の時間が短くなる（放牧地の利用性が低下する）傾向を確認した。

2) 牧区内の採食エリアのばらつきには、ADFが負の、WSC+0aは正の影響を及ぼすことが示唆された。

3) 過剰な窒素を施用した牧草（メドウフェスク）は標準施肥牧草と比較してCPおよび0a含量が高く、その他の繊維およびWSC含量が低下傾向を示し、嗜好性は明らかに低下した。施肥成分量は一定とし、酸性促進型と中性維持型を想定した施肥資材の組み合わせ間で一対比較法により嗜好性を検定したが、両者に差は認められなかった。

4) 牧区内に掃除刈り残渣残置区と持ち出し区を配置し、処理後約2～3週間後に肉牛を入牧し採食行動を観察した。各回次においては有意差が認められなかったものの、3回の調査すべてで残置区での採食行動割合が低下した。

（出口健三郎）

IV. 放牧草の特性を活かした機能性乳成分向上のための乳牛栄養管理技術の開発

1. 放牧牛乳の機能性乳成分向上技術の開発

(1) 研究目的

放牧草の利用が牛乳中のCLA（共役リノール酸）を増加させることが注目されている。しかし、放牧草の品質、放牧時間等の管理条件、併給飼料給与方式との関連は明らかでない。そこで、放牧草中のCLAの原料物質とされる多価不飽和脂肪酸含量とその変動要因、放牧時間及び放牧草摂取量と乳脂肪中のCLA割合の関係を検討した。また、放牧草の利用が生産される生乳と乳製品のCLAやβ-カロテン等の栄養・機能性成分に与える影響、さらには、生乳中CLAに対するチーズへの加工処理の影響を検討した。

(2) 研究方法

1) 放牧草中の多価不飽和脂肪酸含量とその変動要因

放牧草等の粗飼料試料は根釧農業試験場内で採取した。採取後の試料は、すみやかに細切して電子レンジを使用してマイクロ波乾燥した後、調理用ミルで粉碎し分析時まで脱酸素剤とともに密封し、冷凍保存した。

粗飼料からの脂質の抽出・回収は、乾燥試料にメタノールとヘキサンを加えて時々攪拌しながら18時間浸漬して脂肪を抽出し、抽出液に飽和食塩水を加えて脂肪分画をヘキサン層に転溶・回収した。脂肪酸組成は、ヘキサン層に回収した抽出脂肪から、ナトリウムメトオキシドを用いた直接ケン化法により脂肪酸メチルエステルを調製し、007カラム（カドレックス社）を用いたガスクロマトグラフ法により測定した。脂肪酸の同定・定量には穀類用の19種FAMEミックス（スベルコ社）を使用し、乾物中の総脂肪酸量は試料にC11:0脂肪酸メチルエステルを内部標準として加えて、その希釈率から推定した。

脂肪酸及び多価不飽和脂肪酸含量及びその構成割合について、生草においては草種や生育時期との関係、粗飼料においては種類別の傾向を解析した。

2) 放牧草摂取量が乳脂肪中のCLA割合に与える影響

個体における放牧草摂取量と乳脂肪中CLA割合の関係については、根釧農業試験場内の飼養試験における個体データから、乾物摂取量が同水準となるよう1日当たり乳量が25kgから35kg水準の併給粗飼料給与のない昼夜放牧条件で得られた延べ181頭と、放牧草を利用していない牧草サイレージ主体飼養条件で得られた延べ22頭の合わせて203頭の泌乳試験

データを使用した。

現地農場における1日当たりの放牧時間および併給飼料給与方式と乳脂肪中のCLA割合との関係については、根室地域20農場のバルク乳を月別に採取した。

乳脂肪の抽出・回収と脂肪酸メチルエステルの調製は生乳を直接試料として試験1と同様に行ない、PAGカラム（スベルコ社）を用いたガスクロマトグラフ法で分析・定量した。脂肪酸の同定・定量には食品用の37種FAMEミックス（スベルコ社）を使用した。牛乳の色彩については分光式色差計を用いて黄色みの指標b*値を測定した。現地農場におけるそれぞれの要因と乳脂肪中CLA割合との関係解析は、CLA割合の実数値の他、放牧期のCLA割合値から農場毎の舎飼期の値を除いて算出したCLA%値の増加ポイントを用いて行なった。また、色彩値のb*値についても同様に解析を行なった。

3) 放牧草の利用が生乳およびチーズの栄養・機能性成分に与える影響

北海道内の放牧飼養を実施する農場（6農場）と放牧未実施の対照農場（7農場）から、一年間にわたって月1回の頻度でバルク生乳および農場で自家生産された牛乳・乳製品を採取した。

牛乳の色彩値と牛乳及び乳製品中の脂肪酸組成は、試験2と同様の方法で分析した。また、牛乳中のβ-カロテンとα-トコフェロール（ビタミンE）、レチノール（ビタミンA）は生乳試料を遮光したピログロール存在条件のもとでKOHメタノール溶液による直接ケン化処理を行い蒸留水を加え、不ケン化物をヘキサン層に転溶・回収した後、窒素を吹き付けて濃縮し液体クロマトグラフ法で分析・定量した。

農場バルク生乳中の成分については、農場における生産方式や飼料利用形態との関連を解析した。乳製品中の成分については農場バルク乳と比較・解析した。

(3) 結果および考察

1) 放牧草中の多価不飽和脂肪酸含量とその変動要因

i) イネ科牧草の脂肪酸含量と組成（表2-IV-1）

オーチャードグラスおよびチモシーのいずれの草種でも、生育期による乾物中の脂肪酸含量に変化がみられ、脂肪酸含量は葉身部割合の少ない出穂期前後の時期に最も低い値を示した。脂肪酸組成は生育期による変化が小さく、葉身部割合の少ない出穂期前後の時期にリノール酸（C18：2n6）割合がやや多くなりα-リノレン酸（C18：3n3）割合がやや少なくなるものの、多価不飽和脂肪酸割合（リノール酸（C18：2n6）+α-リノレン酸（C18：3n3））は数ポイント低下する程度で、他の生育期と大差のない70%程度の高い値を示した。

ii) 粗飼料中の脂肪酸含量と組成（表2-IV-2）

生草中の乾物中総脂肪酸含量は、イネ科牧草に比較してマメ科牧草で高い傾向にあった。イネ科牧草では、短草利用する放牧草が伸長・出穂を待って利用する一番草に比較して高い値であった。さらに、再生草では、チモシーに比較して、葉身部割合の大きなオーチャードグラスでは脂肪酸含量が高い傾向を示した。メドウフェスク放牧草の脂肪酸含量は3.3%と高い値を示し、試料数が5点と少なく植生や葉身部割合等の偏りを否定できないものの、草種としての特性がチモシーやオーチャードグラスと異なる可能性が示唆された。

表2-IV-1 イネ科牧草の生育期と乾物中脂肪酸の含量および組成

		オーチャードグラス			チモシー		
		節間伸長期	出穂期前後	再生期	節間伸長期	出穂期前後	再生期
全体							
葉身部割合	%	64	28	62	61	27	41
乾物中脂肪酸含量	%	2.4	1.5	2.2	2.1	1.3	1.8
同組成A：C18-2n6	%	17.4	23.8	17.5	20.9	24.8	22.5
B：C18-3n3	%	58.0	49.3	57.9	53.5	46.9	50.6
A+B	%	75.4	73.1	75.4	74.4	71.7	73.1
茎+葉鞘							
乾物中脂肪酸含量	%	1.4	1.1	1.3	1.3	1.0	1.0
同組成A：C18-2n6	%	26.4	28.2	26.5	31.0	29.4	27.6
B：C18-3n3	%	44.3	43.4	44.9	37.7	40.6	43.0
A+B	%	70.8	71.6	71.4	68.7	69.9	70.6
葉身							
乾物中脂肪酸含量	%	3.0	2.5	2.7	2.5	2.4	2.8
同組成A：C18-2n6	%	12.4	13.5	11.7	14.5	12.3	15.1
B：C18-3n3	%	65.5	63.1	66.2	63.5	64.4	61.7
A+B	%	77.9	76.6	77.9	78.0	76.7	76.8
試料数		1	3	4	2	4	2

牧草サイレージについては、一番草サイレージの乾物中総脂肪酸含量は、原料草である一番草に比較して低く、発酵等による損失の結果と推察された。生草における脂肪酸組成は、リノール酸+ α -リノレン酸の値が74%~77%と高値であるのに対して、サイレージでは α -リノレン酸割合の低下によりリノール酸+ α -リノレン酸割合が59%~66%とやや低い値を示した。

チモシー主体粗飼料の乾物中総脂肪酸含量は、一番草サイレージで $0.9 \pm 0.2\%$ 、二番草サイレージ $1.1 \pm 0.3\%$ 、一番草生草で $1.7 \pm 0.4\%$ 、二番草生草で $1.9 \pm 0.4\%$ 、放牧草で $2.5 \pm 0.4\%$ で、放牧草の脂肪酸含量が最も高くサイレージの2倍以上の値を示した。また、放牧草乾物中の多価不飽和脂肪酸含量は1.95%と高く、一番草サイレージの0.61%や二番草サイレージ0.62%と比較して約3倍の量であった。

iii) チモシー主体放牧草の脂肪酸含量と組成の季節変動 (表2-IV-3)

雑草と枯れ草を除去した放牧草の乾物中の脂肪酸含量は、早春5月に3.2%と高い値を示し、その後は6月から9月までの期間、2.5%前後の値で推移した。また、脂肪酸組成は多価不飽和脂肪酸が75~80%と高い割合でほぼ安定して推移した。この結果、放牧草の乾物中の多価不飽和脂肪酸含量は、早春5月に2.5%と高い値を示し、年により8月にわずかながら

低い値を示したものの、6月以降はほぼ2.0%程度の値で概ね安定した推移を示した。

2) 放牧草摂取量が乳脂肪中のCLA割合に与える影響

i) 個体乳における放牧草摂取量と乳脂肪中のCLA割合 (図2-IV-1)

放牧草摂取量あるいは放牧草からのTDN摂取量が大きくなるにつれて、乳脂肪中のCLA割合が増加する傾向が認められた。放牧草乾物摂取量でみると、放牧草利用のない場合のCLA割合0.45%に比較して、放牧草摂取量が5kg~9kg水準でCLA割合は0.55%と明らかな上昇がみられ、放牧草摂取量が15kgを超える状況では乳脂肪のCLA割合の平均値は0.7%を超えた。また、図2-IV-1に示したとおり、放牧草からのTDN摂取量でみると、放牧草TDN摂取量が3.5kg~7kgの水準でCLA割合は0.55%と明らかな上昇がみられ、放牧草TDN摂取量が11.5kgを超える状況では乳脂肪のCLA割合の平均値は0.8%を超えた。

ii) 放牧地面積と乳脂肪中のCLA割合 (図2-IV-2)

現地調査における、季節推移からみた放牧草利用農場の乳脂肪中のCLA増加ポイントは、放牧草を使用せずに牧草サイレージ主体の飼養を行っている農場に比較して高く、搾乳牛1頭当たりの放牧地の割当面積が大きいほどこの傾向が強く見られた。とくに、十分な放牧地を確保した農場のCLA増加ポイン

表2-IV-2 粗飼料の乾物中脂肪酸含量および多価不飽和脂肪酸割合

		チモシー				
		1番草サイレージ	2番草サイレージ	1番草	再生草	放牧草 (5-9月)
乾物中脂肪酸含量	%	0.92 ± 0.18	1.06 ± 0.30	1.65 ± 0.40	1.89 ± 0.37	2.52 ± 0.39
同組成 A : C18-2n6	%	19.8 ± 2.2	18.7 ± 1.6	22.1 ± 3.3	18.9 ± 2.1	17.0 ± 2.1
B : C18-3n3	%	46.6 ± 4.2	39.9 ± 5.2	51.6 ± 5.6	56.4 ± 3.7	60.0 ± 3.6
A + B	%	66.3 ± 4.3	58.6 ± 5.4	73.7 ± 2.6	75.2 ± 1.8	77.0 ± 1.9
A + B 脂肪酸含量	%	0.61	0.62	1.22	1.42	1.95
試料数		28	5	7	5	59
		オーチャードグラス		赤クローバ	白クローバ	メドウフェスク
		1番草	再生草	1, 2番草	生草 (5-9月)	放牧草 (5-9月)
乾物中脂肪酸含量	%	1.82 ± 0.53	2.31 ± 0.64	2.73 ± 0.64	3.35 ± 0.26	3.30 ± 0.48
同組成 A : C18-2n6	%	21.2 ± 3.5	16.8 ± 2.35	21.8 ± 3.6	16.7 ± 2.3	12.4 ± 1.1
B : C18-3n3	%	52.9 ± 5.0	59.2 ± 3.8	53.7 ± 5.5	59.8 ± 5.6	66.3 ± 3.4
A + B	%	74.2 ± 1.7	75.9 ± 1.6	75.5 ± 2.1	76.5 ± 3.5	78.7 ± 2.8
A + B 脂肪酸含量	%	1.35	1.75	2.06	2.56	2.60
試料数		5	6	7	7	5

表2-IV-3 チモシー主体放牧草の乾物中脂肪酸含量および多価不飽和脂肪酸割合

		生産月 (暦月)					
脂肪酸含量及び組成		5月	6月	7月	8月	9月	平均
乾物中脂肪酸含量	%	3.21	2.45	2.60	2.26	2.61	2.52
同組成 A : C18-2n6	%	14.02	17.07	17.47	18.24	15.22	17.00
B : C18-3n3	%	65.96	59.97	58.93	57.00	62.00	60.00
A + B	%	79.98	77.03	76.40	75.24	77.22	77.00
A + B 脂肪酸含量	%	2.57	1.89	1.99	1.70	2.02	1.95
試料数		5	20	15	13	6	59

トは、放牧草利用のない農場の平均値 0.4% に比較して 0.6 ポイント高く、この傾向は春期だけでなく秋期 9 月の放牧終了前まで持続した。季節別にみた単位放牧地面積に対する CLA 増加ポイント (図 2-IV-3) は、6 月から 7 月期に大きく 10 月期には小さい値を示し、季節的要因による放牧地の生産性や利用率の変化の影響を強く受けていることが示唆された。このことから、乳脂肪中の CLA 割合を高く安定的に維持するためには、季節生産性や利用率を考慮した十分な放牧地面積の確保が必要と推察された。

iii) 放牧時間・併給飼料給与方式と乳脂肪中の CLA 割合 (図 2-IV-4)

放牧時間と CLA 増加ポイントには明らかな関係が認められ、放牧時間の増加に伴い CLA 増加ポイントが増加する傾向があった。CLA 増加ポイントは、4

時間程度の放牧時間を確保した農場では、放牧未実施飼養に比較して有意な上昇が認められた (中央値の U 検定, $p < 0.01$)。また、放牧時間が 18 時間で最も CLA 増加ポイントの大きな値が得られた。

CLA 増加ポイントに対する放牧時間の影響は、放牧時間が 7 時間程度までは、放牧時間の増加に対するポイント増加量が明らかで大きい傾向がみられたが、これを越える放牧時間の増加においては、ポイント増加量にバラツキが多く増加が緩慢でやや小さくなる傾向にあった。

3) 放牧草の利用が生乳およびチーズの栄養・機能性成分に与える影響

放牧草の利用が生乳の色や栄養・機能性成分に及ぼす影響は表 2-IV-4 に示した。

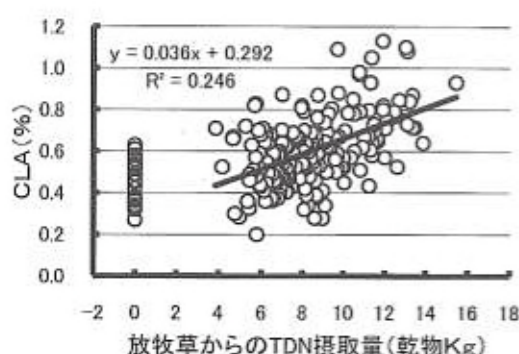


図2-IV-1 放牧草TDN摂取量と乳脂肪中のCLA割合との関係

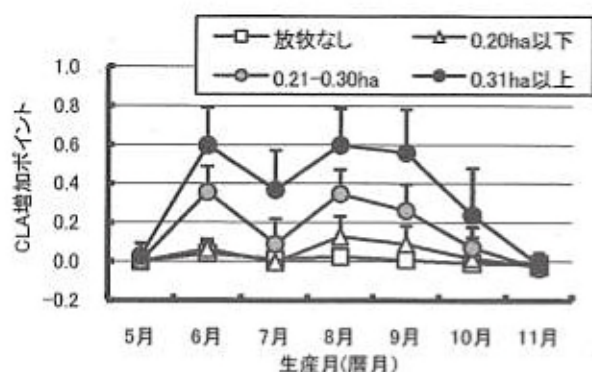
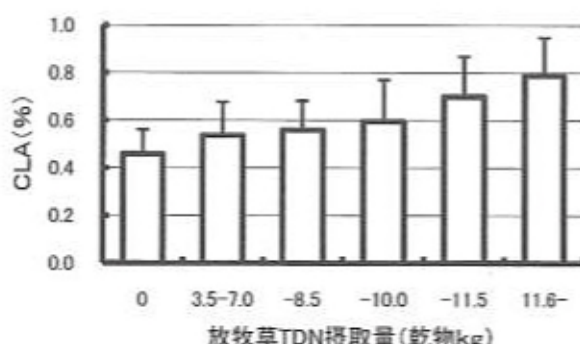


図2-IV-2 放牧面積 (専用+兼用×0.5) / 搾乳牛と乳脂肪中CLA割合増加ポイント (5月基準) の季節推移

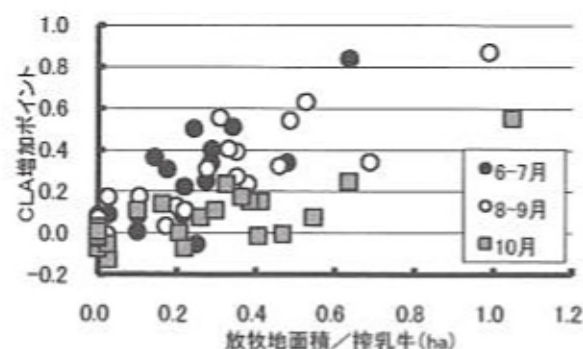


図2-IV-3 季節別の放牧面積 / 搾乳牛と乳脂肪中CLA割合増加ポイント (5月基準)

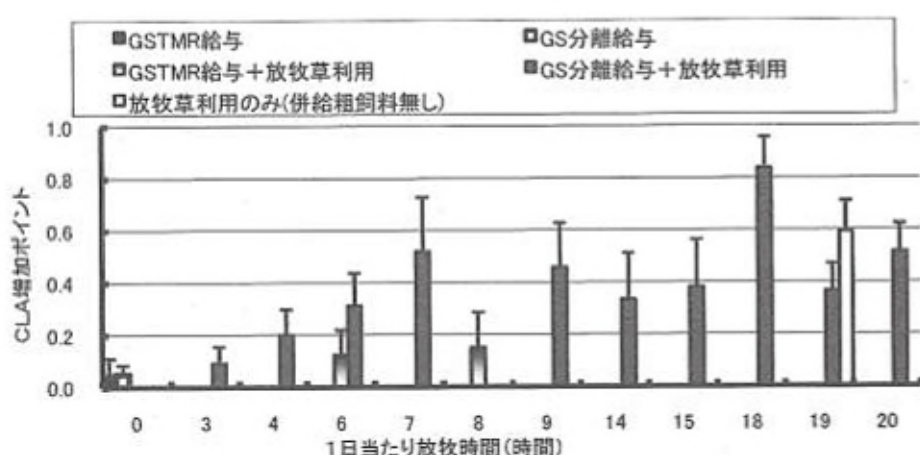


図2-IV-4 併給粗飼料給与方式別の放牧時間と乳脂肪中CLA増加ポイントの関係

i) 牛乳の黄色み

調査農場における牛乳の黄色み（b^{*}）は、放牧を実施する放牧実施農場や高水分牧草サイレージを利用するTMR給与農場で黄色みが強く、とうもろこしサイレージ主体の農場や濃厚飼料給与量の多い農場で黄色みが弱い傾向にあった。とくに、夏の期間は、放牧草を利用する放牧実施農場で牛乳がもっとも黄色くなり、高水分牧草サイレージを利用するTMR給与農場がこれに続いた。とうもろこしサイレージ多給や配合飼料多給農場の生乳の色は、年間を通じて黄色みが弱く季節的な変化も小さく推移した。

ii) β-カロテン

牛乳中のβ-カロテンは、放牧を実施する放牧実施農場や高水分牧草サイレージを利用するTMR給与農場でやや多く、とうもろこしサイレージ主体の農場や濃厚飼料給与量の多い農場で少ない傾向にあった。とくに、牛乳中のβ-カロテンに対する放牧の効果は顕著で、夏季の期間においては、放牧を実施する放牧実施農場のβ-カロテンは、放牧を実施していないとうもろこしサイレージや濃厚飼料給与量の多い農場群に比較して約4～5倍の高い値で推移した。

iii) α-トコフェロール含量

調査農場における牛乳中のα-トコフェロールは、放牧を実施する放牧実施農場で高く、高水分牧草サイレージやとうもろこしサイレージ主体の農場群がこれに続き、濃厚飼料給与量の多い農場で少ない傾向にあった。牛乳中のα-トコフェロールに対する放牧の効果は顕著で、夏季の期間においては、放牧を実施する放牧実施農場のα-トコフェロールは、放牧を実施していない濃厚飼料給与量の多い農場群に比較して約2倍ほどの高い値で推移した。放牧実施農場を除くその他の調査農場群で牛乳中のα-トコフェロールが秋から初冬の時期（舎飼時期）

にやや上昇する傾向がみられたが、これは当年産の新しい貯蔵茎葉飼料の利用が始まるためと推察された。

iv) レチノール含量

調査農場における牛乳中のレチノールの推移には、放牧利用を含めた乳牛の飼養形態の違いによる差異は少なく、時期によって一時的な若干の低値や高値がみられたものの、ほぼ同様の値と推移を示した（データ省略）。

v) 乳脂肪中のCLAとパクセン酸の割合

調査農場の乳脂肪中のCLA割合は、放牧草の利用の有無により明らかな差がみられた。放牧草を利用しない飼料利用形態をとる高水分牧草サイレージ多給、とうもろこしサイレージ多給および配合飼料多給農場や冬季時期の放牧実施農場における乳脂肪中のCLA割合は、いずれも0.3～0.5%程度と少ない値であった。一方で、放牧を実施している時期の放牧実施農場の乳脂肪中CLA割合は、冬季やその他の農場群における0.4%前後の値に比較して約3倍の1.4%前後に上昇し、概ね放牧期間を通じて高い値で維持された。放牧草利用の要因を除いた比較では、配合飼料多給の農場群でわずかにCLA割合が多い傾向がみられた。これは、配合飼料に含まれる穀実飼料等の油脂成分が乳脂肪中のCLA割合に影響を与えたものと推察された。

牛体内でのCLAの生成経路上の物質であるパクセン酸についても、乳脂肪中の割合の推移はCLAとほぼ同様の傾向を示した。

vi) 農家チーズの乳脂肪中のCLAとパクセン酸の割合

農家チーズを製造している2つの調査農場では、ウォッシュタイプとモッツアレラタイプ、あるいは、カマンベールタイプと半硬質白カビタイプなど、時

表2-IV-4 放牧草利用と牛乳の脂溶性栄養成分及びCLA・パクセン酸割合との関係

	脂溶性栄養成分量 ($\mu\text{g}/100\text{ml}$)		乳脂肪中の脂肪酸割合 (%)		L*a*b* 色彩値
	ビタミンE (α -トコフェロール)	β -カロテン	CLA	パルチン酸	
放牧時期 (6月から9月)					
放牧飼養農場	105 $\pm$ 21	15.6 $\pm$ 2.3	1.41 $\pm$ 0.39	3.74 $\pm$ 0.96	10.7 $\pm$ 0.7
放牧なし-GS多給農場	69 $\pm$ 13	8.9 $\pm$ 2.1	0.39 $\pm$ 0.16	1.12 $\pm$ 0.49	9.1 $\pm$ 1.0
放牧なし-CS多給農場	53 $\pm$ 9	4.1 $\pm$ 0.9	0.41 $\pm$ 0.07	1.07 $\pm$ 0.15	7.4 $\pm$ 0.6
放牧なし-配合多給農場	45 $\pm$ 7	3.3 $\pm$ 0.9	0.51 $\pm$ 0.06	1.61 $\pm$ 0.25	7.1 $\pm$ 0.4
舎飼時期 (11月から3月)					
放牧飼養農場	78 $\pm$ 21	9.7 $\pm$ 4.6	0.50 $\pm$ 0.13	1.17 $\pm$ 0.28	9.6 $\pm$ 1.41
放牧なし-GS多給農場	61 $\pm$ 26	8.0 $\pm$ 1.7	0.36 $\pm$ 0.06	0.88 $\pm$ 0.18	9.9 $\pm$ 0.9
放牧なし-CS多給農場	68 $\pm$ 11	5.6 $\pm$ 0.8	0.41 $\pm$ 0.09	1.23 $\pm$ 0.20	8.0 $\pm$ 0.6
放牧なし-配合多給農場	46 $\pm$ 14	3.6 $\pm$ 1.5	0.49 $\pm$ 0.05	1.45 $\pm$ 0.22	7.2 $\pm$ 0.6

GS: 牧草サイレージ, CS: とうもろこしサイレージ

色彩値b*のプラス値は黄色みを表す指標、値が大きいくほど黄色みがつよい

期によりそれぞれ複数タイプのチーズを製造していた。しかし、チーズタイプにかかわらず、チーズ中の乳脂肪酸に占めるCLA割合とパクセン酸割合には、放牧草利用の有無に起因する明らかな季節的な傾向がみられた。すなわち、チーズ乳脂肪中に占めるCLAの割合は、農家チーズ製造農場の原料生乳の乳脂肪中に占めるCLAの割合とほぼ同じ推移と値を示し、図2-IV-5に示すように、放牧を実施している6月から9月期に製造されたチーズの乳脂肪中のCLA割合は、11月から4月期の冬季あるいは放牧利用のない時期に製造されたチーズの0.5%前後に比較して、約3倍の値の1.5%前後に上昇し維持された。

このことから、充分な放牧草を摂取した乳牛の、乳脂肪中に占めるCLA含量が高いという特徴は、低温殺菌工程を経て製造され、数週間から数ヶ月間熟成される農家チーズにおいても維持されることが示された。また、チーズにおける乳脂肪中に占めるパクセン酸割合も、同様に、農家チーズ製造農場の生乳の乳脂肪中に占める割合とほぼ同じ推移と値を示した。

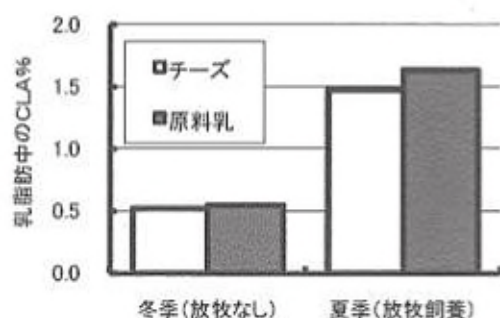


図2-IV-5 放牧利用農家工房における原料乳とチーズの乳脂肪中CLA割合の関係

(4) 今後の課題

放牧草を利用して生産された生乳の特色は、地域特産牛乳・乳製品の特徴付けに利用できることが示された。しかし、放牧草利用が乳製品の物性や風味等の品質に与える影響の解明については十分ではない。また、特産物としての放牧乳製品を定義する上では、放牧地の利用時間や併給飼料給与方法と放牧草の摂取量、さらには、これらと乳製品の品質と関係をもより定量的に明らかにする必要がある。

(5) 摘要

チモシー主体放牧草の多価不飽和脂肪酸含量は乾物中1.95%と高く、その量はチモシー主体一番草あるいは二番草サイレージの0.6%前後に比較して約3倍量に達した。このため、放牧草からのTDN摂取量が大きくなるにつれて、乳脂肪中のCLA割合が増加する傾向が認められた。放牧時間との関係では、乳脂肪中のCLA割合は、十分な放牧草を準備した4時間以上の放牧時間を確保することで、放牧末実施飼養と比較して有意な増加が認められ、放牧時間が7時間程度までは、放牧時間の増加に対応した明らかな増加がみられた。しかし、これを越える放牧時間の増加においては、CLA割合の増加が緩慢でやや小さくなる傾向にあった。また、同じ放牧時間であっても併給粗飼料の給与方法によりCLA割合が異なる傾向が示唆された。放牧地を確保して放牧草を十分に摂取させた農場では、放牧期の牛乳に、他の粗飼料を利用する農場に比較して、[黄色味の強い]、「ビタミンE (α -トコフェロール) と β -カロテンが多い」、「乳脂肪中のCLAが多い」という特徴が付加された。とくに、乳脂肪中のCLA割合は、放牧草利用のない農場の平均値0.45%に比較して約3倍の1.4%前後と高く、この傾向は春期6月から秋期10月

までの放牧期間中持続した。また、放牧を行う農家工房において製造されたチーズの乳脂肪中の CLA 割合は放牧草を摂取した期間に高く、放牧期間中の乳脂肪中の CLA 含量が高いという特徴は、殺菌・製造・熟成工程を経ても維持された。

研究担当者名

(高橋雅信・昆野大次・西村和行・本郷泰久)

2. 放牧搾乳牛の乳成分変動要因の解明と補助飼料給与技術の開発

(1) 研究目的

搾乳牛の放牧は舎飼い飼養管理と比較して、飼養管理の省力性や放牧草の利用による飼料費や自給飼料生産費の大幅削減、あるいは家畜の健康増進が期待されるとして、普及拡大が図られている。しかし、わずかな飼養環境の変化も乳生産を大きく上下させる搾乳牛を放牧することは、舎飼い飼養時と異なると複雑多様な飼養条件となることであり、放牧特有の問題が出てくる。第一には放牧草が季節によってあるいは一日一日と生長し栄養価も日々変わる「飼料」であること、またその放牧草が他の草で解析されているように特有の飼料特性を有すること、家畜自体も放牧という条件への生理的な馴致が必要であること、補助飼料の給与も放牧地に出ている時間帯は実際上困難で、ルーメン発酵や代謝の恒常性の維持には周年舎飼いと異なる工夫が必要であること等々、放牧自体は必ずしも乳生産性を高める方向に働くものではない。特に、放牧搾乳牛の生理的恒常性を保持して高い乳量や乳成分を適切な水準で維持するためには、放牧草の栄養成分の偏重を補助飼料によって補正・矯正する必要がある。そこで、放牧搾乳牛の乳量・乳成分に変動を与える要因を解明し、放牧搾乳牛の生理的恒常性を保って乳量・乳成分を適切な水準に保つために、要求量に応じた補助飼料の給与法を考えて、泌乳効率を良好にする必要がある。本研究では、放牧時のタンパク質およびエネルギー補助飼料と乳生産との関係を明らかにする。一方、実際の放牧酪農家牛群の乳成分の変動パターンについて検討するとともに、放牧酪農家の乳量と補助飼料給与量の関係、放牧酪農家における乳成分の季節変動パターンの特徴や、放牧時の補助飼料と乳生産・乳成分との関係を明らかにして、乳量や放牧牛乳成分の変動を抑制し安定化させるための補助飼料給与技術を開発する。

(2) 研究方法

1) 十勝 D 地区の放牧酪農家を対象にした現地調査
十勝地方の D 地区における放牧を導入した酪農家を抽出し、放牧導入前後 (1988~2002 年) における牛群検定データを元に、個体乳量の年平均と補助飼料給与量の経年的な変化を解析した。また、D 地域の 78~93 戸の酪農家の時期別乳成分データから、放牧酪農家と舎飼酪農家で乳成分の違いを比較した。さらに、上記の酪農家群の中で、5 月~10 月の間昼夜放牧している酪農家 3 戸については、放牧期間中の搾乳牛の体重変化も調査した。また、D 村全体の

酪農家の時期別乳成分データについて、舎飼い酪農家と放牧を取り入れている酪農家における乳質の相違について、過去5年間に遡ってパルク乳データを中心に解析・比較した。

2) 昼夜放牧における乳生産に及ぼす補助飼料の種類および給与水準の影響

i) エネルギー補助飼料試験1 (2003年) : 放牧時の乳量、乳成分に対するエネルギー補助飼料の種類の影響を明らかにするため、春 (5月中旬-6月中旬) と秋 (8月下旬-9月下旬) の2回、ペレニアルライグラス主体草地及びメドウフェスク草地にホルスタイン種搾乳牛8頭を4頭ずつ2群に分け、補助飼料給与水準と割り当て草量を組み合わせて放牧試験を行った。試験条件は、割り当て草量 (体重100kg当たり) を6kgと4.5kgとした2水準を設け、第一胃分解性の異なるエネルギー飼料 (トウモロコシと大麦) を交互に2週間ずつ4kg、8kgの2水準を給与し、補助飼料摂取量および乳量の測定、乳成分の分析等を行った。

エネルギー補助飼料試験2 (2005年) : 割り当て草量 (体重100kg当たり) は5kg以上として、朝・夜の搾乳時にそれぞれ2時間、1.5時間牛舎に収容する以外は、終日放牧地で飼養した。補助エネルギー飼料の給与試験 (供試牛はホルスタイン種、2-3産目) は、圧扁トウモロコシ (co) と規格外のジャガイモデンプン (po) を供試し、交互に3週間ずつ2水準 (高 (H) 区は補助飼料10.5kg、低 (S) 区は補助飼料7kg) の給与量について反転給与し、乳量・乳成分等に及ぼす影響を解析した。なお、補助タンパク質飼料はコーングルテンミールとし、各試験牛の乳期は泌乳前期～中期であった。

ii) タンパク質補助飼料試験 (2004年) : 放牧時の乳量、乳成分に対するタンパク質補助飼料の影響を明らかにするため、春 (5月上旬-6月下旬) と秋 (8月下旬-9月下旬) の2回、メドウフェスク草地にホルスタイン種搾乳牛8頭を4頭ずつ2群に分け、タンパク質補助飼料の種類とその給与水準を組み合わせた放牧試験を行った。試験条件は、割り当て草量 (体重100kg当たり) を5kg以上として、朝・夜の搾乳時にそれぞれ2時間、1.5時間牛舎に収容する以外は、昼夜放牧とした。2群の試験区は、第一胃分解性の異なるタンパク質飼料 (大豆粕とコーングルテンミール (CGM)) を交互に馴致期を含め3週間ずつ日本飼養標準の1.2倍 (低区) および1.5倍 (高区) のCP摂取となるように想定して給与し、補助飼料摂取量および乳量・乳成分等を測定、分析した。

なお、ルーメン液と血液は、朝の補助飼料給与2.5時間後に採取し、分析に供した。乳成分分析は、MLNを除きミルコスキャンで行った。

(3) 結果および考察

1) 放牧導入前後における飼養および乳生産の違い (事例)

昼夜放牧導入前 (1992年) の2戸の酪農家では、個体当たり平均日乳量は29~32kg、平均濃厚飼料摂取量/日は約11kgであった。放牧導入は1993年および1994年からで、その後徐々に濃厚飼料給与量は減少し、2002年では約6kg/日前後の給与量まで低下した (図2-IV-7, 9)。日乳量もそれに伴って24kg前後に落ち着く傾向にあった (図2-IV-6, 8)。1996年以降は、概ね濃厚飼料の給与量は同一水準で推移し

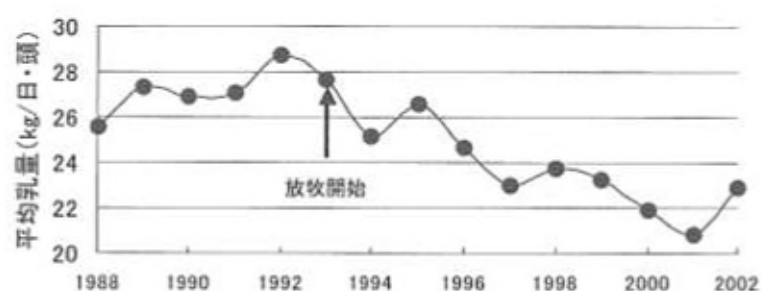


図2-IV-6 A農家における乳量の年次変動

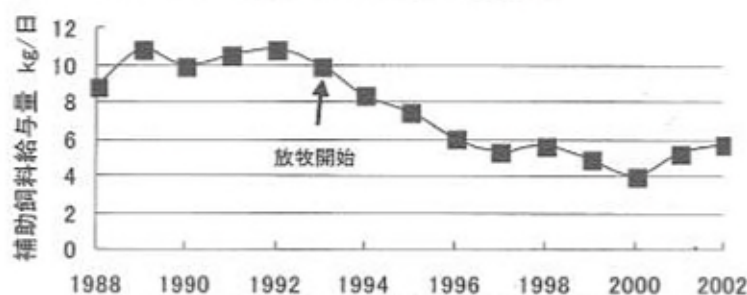


図2-IV-7 A農家における補助飼料給与量の推移

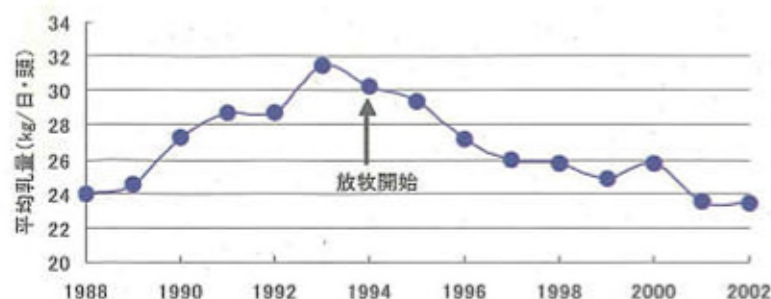


図2-IV-8 B農家における乳量の年次変動

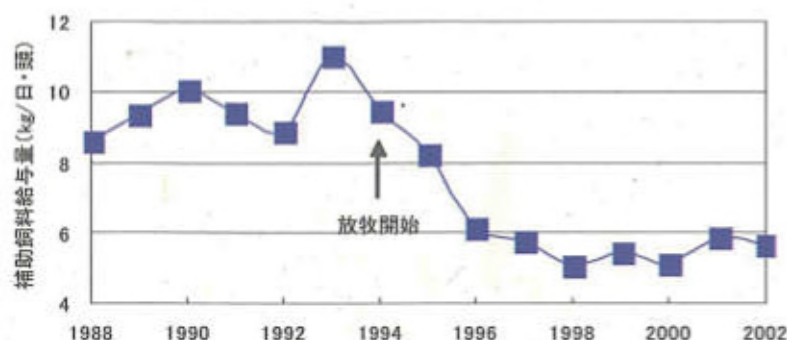


図2-IV-9 B農家における補助飼料給与量の推移

たが、B農家の乳量についてはこの期間もやや低下気味にあった。これらの年次変化から、放牧用の牧区設定、放牧の方法、放牧草地の管理、家畜の馴致、補助飼料の給与法あるいは気候の年次変化等々が複雑に絡み、放牧飼養に切り替えてから乳生産量が安定するまでには、3～5年程度かかることが示唆された。

なお最近のA、B両酪農家は、既に放牧導入から10年以上経過しており、年次的な変動はあるものの乳量は25kg前後、濃厚飼料給与量も7kg前後とそれぞれほぼ安定した数値で推移している。なお、乳生産量については、放牧のない冬季分も含まれている。冬季においても通常の舎飼い酪農家より濃厚飼料給与量が少ないことから、冬季の乳生産量は舎飼い酪農家

より明らかに少なくなることも乳生産量に影響していると考えられる。図2-IV-10は、A放牧酪農家の2002年の月別乳量の変動を示したが、放牧時の5、6月、9、10月に乳量が高く、同じ放牧でも気温の高い7、8月の夏季は乳量が低下するという年次変化をした。夏季の乳量低下は、舎飼いでも現れる変化であり、放牧特有の変化ではない。この夏季の乳量の落ち込みを除くと、放牧時の乳量は冬季の舎飼いに比べて平均5kg/頭・日程度多くなることが示された。

図2-IV-11はD地区での昼夜放牧の搾乳牛の体重変化を示した。測定した個体間の体重差が大きかったので、放牧開始時の体重を100としてその指数の変化で表したが、放牧開始時の5月上旬からでは6月、

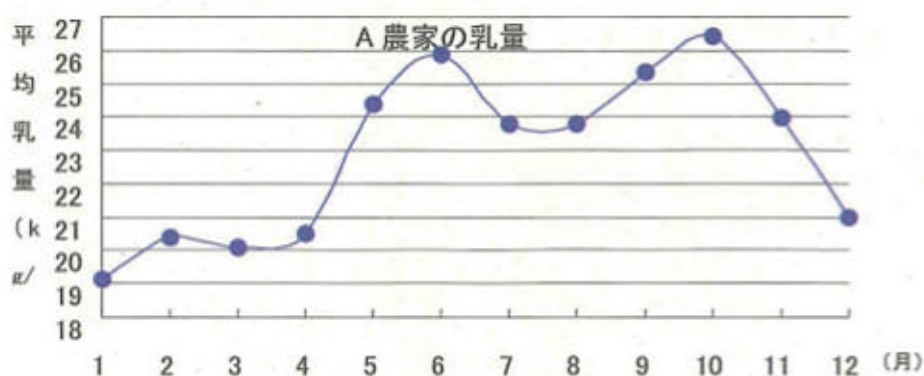


図2-IV-10 A農家の月別乳量の推移 (2002年)

7月の体重減少があった。体重測定牛は概ね前年の放牧経験牛であったが、放牧開始後の体重減少は避けられなく、15～50kgの体重減少が認められた。体重の回復は、暑い夏が過ぎた9月頃からであり、以後終牧までは体重増があり、例年ほぼ同様の経過であった。この傾向は北農研の所内の放牧草地で、同じ補助飼料給与条件の放牧試験でも同じ様な傾向があり、春放牧では体重の減少が大きいのに対し、秋放牧での体重変化は小さかった(図2-IV-12、13)。

2) 放牧酪農家群と非放牧酪農家群における乳成分の比較

十勝D地区の酪農家の大半を調査対象とし、年次により参加戸数は73～92戸と変動したが、各酪農家のバルク乳について毎月3回(上・中・下旬)採取して乳成分を測定した。放牧酪農家群は、放牧を導入している酪農家であるが、昼夜放牧、日中放牧、さらに日中の時間制限放牧と放牧の程度が異なっていたが、これらを放牧酪農家群として他方の非放牧酪農家(舎飼い酪農家)群と比較した。この時の放牧酪農家戸数は、12～14戸であった。乳脂肪率は冬季の舎飼時には放牧酪農家群が舎飼い酪農家群を上回る年次もあり、年間を通じて両群間にほとんど差がなく、ほぼ舎飼い酪農家群と同じ季節パターンの変動であった。ただし、6～7月にかけて舎飼い酪農家群より放牧酪農家群で大きく低下する年次もあった(図2-IV-14)。この結果は、当地区でもっとも放牧時間が長い昼夜放牧を行っている農家においても、搾

乳のために牛舎に戻ってきた時には乾草を含む補助粗飼料が自由に採食出来ており、繊維源は放牧草だけではないことや、また濃厚飼料の給与量も多くないことから、大きな乳脂肪率の低下がないものと推察された。なお、放牧酪農家群での6月での一時的な大きな乳脂肪率低下は、春先のエネルギー価の高い放牧草の採食量が一気に増えたためと推測された。乳タンパク質率は、冬季の舎飼時でも舎飼い酪農家群より放牧酪農家群でやや低い傾向にあり、放牧時期においては8月の値の低下が大きかった(図2-IV-15)。しかし、乳脂肪率とは逆に6月の乳タンパク質率は、8月の底値に向けて徐々に低下する舎飼い飼養とは異なり一時的に数値低下が止まり、その後夏期を迎えて舎飼い酪農家群より大きく低下すると言う変動を例年繰り返していた。このような放牧酪農家群における乳タンパク質率の変動を誘因しているのは、補助飼料の種類や給与量に大きな変動がないことから、春先の高い栄養価の放牧草の多量摂取による栄養摂取量が高まったことによるものと推測された。他方、9、10月期の乳タンパク質率も、各年で両群間の差が縮小あるいはなくなる傾向にあった。この秋期の傾向については、夏の放牧草よりは秋の放牧草の栄養価は高く、なおかつ外気温も下がって採食量が多くなったことも要因の1つとは考えられるが、さらに解析が必要である。全体としては、放牧酪農家群の乳タンパク質率は、舎飼い酪農家群より若干低くなる傾向にあった(図2-IV-15)。

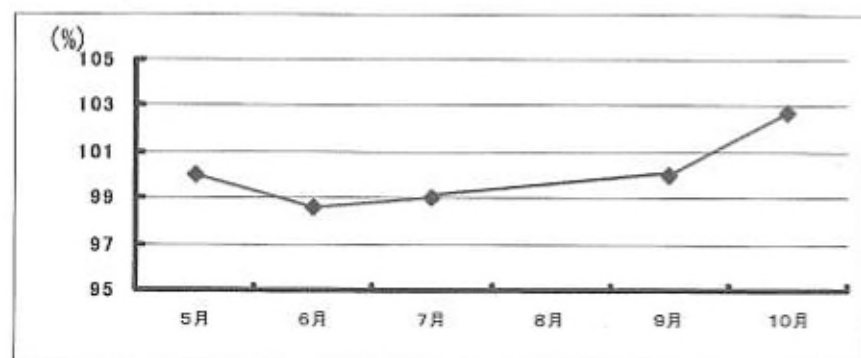


図2-IV-11 D村の昼夜放牧牛群における体重回復の季節的推移

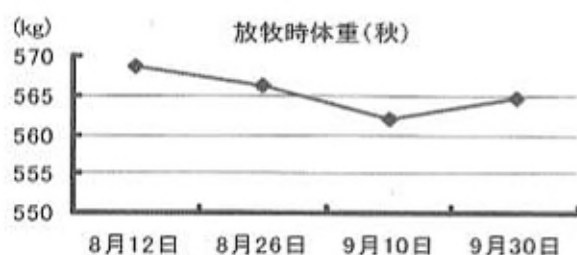


図2-IV-12 秋放牧時の体重の推移

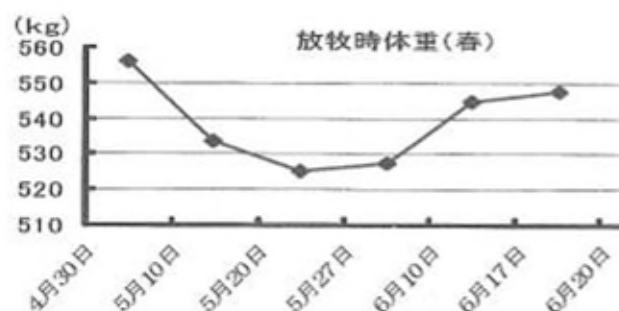


図2-IV-13 春放牧時の体重の推移

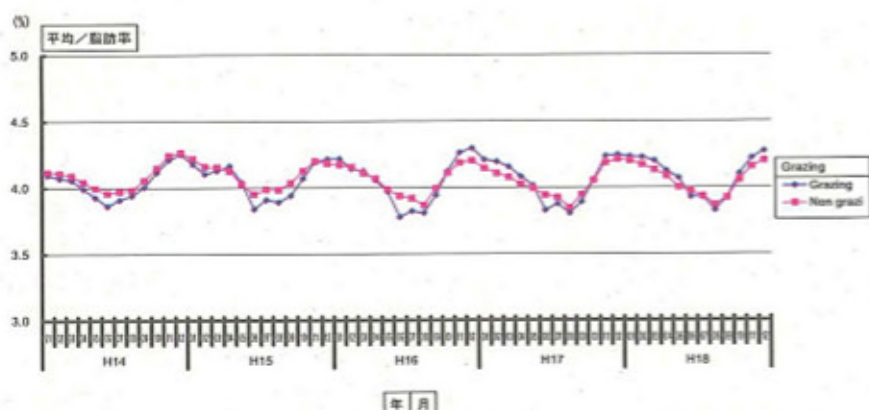


図2-IV-14 放牧酪農家及び周年舎飼い酪農家牛群における乳脂肪率の経年変化

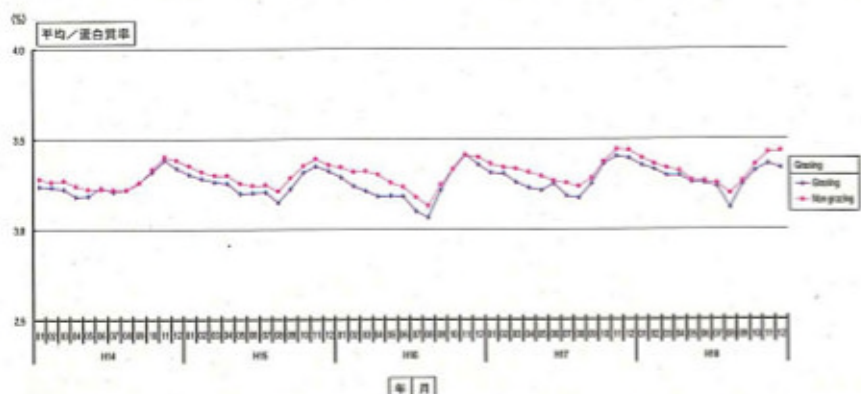


図2-IV-15 放牧酪農家及び周年舎飼い酪農家牛群における乳タンパク質率の経年変化

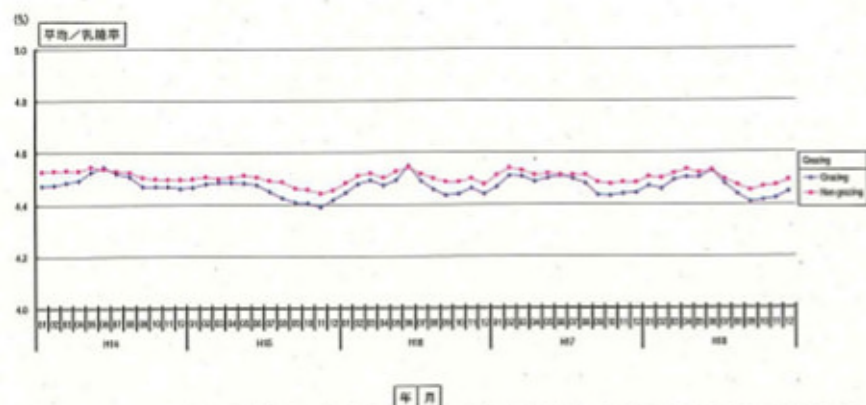


図2-IV-16 放牧酪農家及び周年舎飼い酪農家牛群における乳糖率の経年変化

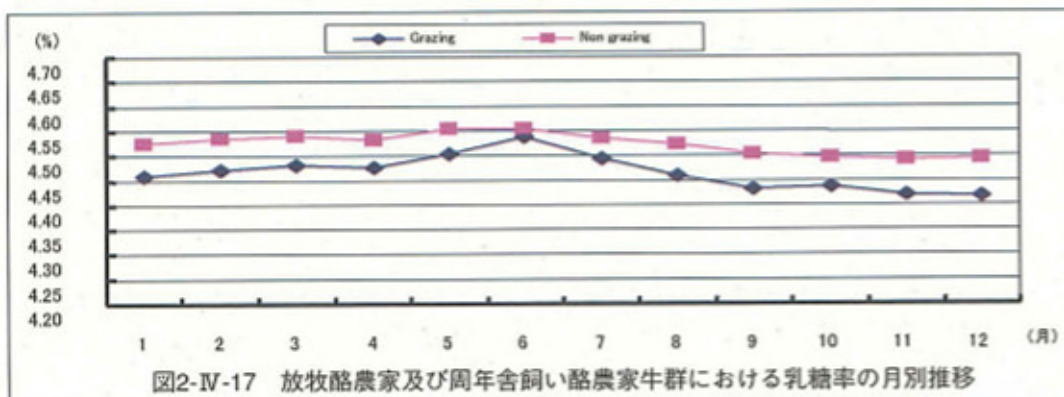


図2-IV-17 放牧酪農家及び周年舎飼い酪農家牛群における乳糖率の月別推移

図2-IV-16に乳糖率の変化を示した。放牧酪農家群では全期間平均4.47%と舍飼酪農家群4.51%よりやや低い傾向で推移することが示された。ただし、他の乳成分と同様に、6月期の乳糖値だけは両者間に全く差がない。さらに詳しく比較するものとして、図2-IV-17に昼夜放牧酪農家3戸と舍飼酪農家群についての年内変動を表した。明らかに昼夜放牧酪農家では、6月にピーク値に達する年内変化を示し、乳糖率値も他の乳成分のように春先の放牧草の高栄養高エネルギー価やその摂取量が多いことが影響しているものと示唆された。無脂固形分率は、乳タンパク質・乳糖率の変動パターンをほぼそのまま示し、周年舍飼酪農家群が若干高い傾向で推移することとなった。一方、乳中尿素態窒素(MUN)含量は、舍飼酪農家群ではほぼ周年同じような数値で推移するのに対し、放牧酪農家群では8月を頂点とする年内変動することが示された(図2-IV-18)。両群の全期間平均MUN値は、放牧酪農家群11.7mg/dl、舍飼酪農家群11.4/dlと全く差はなく、放牧酪農家の舍飼時(冬期)は、逆に周年舍飼酪農家群より明らかに低かった。放牧開始からの前期(5~6月)には放牧草の摂取量も多いと考えられるが、MUN値は舍飼酪農家群と同水準にあり、この時期の放牧草ではCP含量のみがMUN濃度に影響しているものではないことを示唆された。今回の放牧酪農家には、時間制限放牧(日中の3~5数時間程度の放牧時間)の酪農家も含まれており、舍飼酪農家との比較においては、多少その相違が希薄になった可能性も考えられた。しかし、5年に亘るデータを比較しており、年次間の変動を除いた傾向が捉えられたと考えられる。例えば、舍飼酪農家群に比べて放牧酪農家群では補助飼料給与において濃厚飼料量が少なく、そのことが舍飼酪農家より低い乳成分数値の傾向を誘発していると推測された。また、補助飼料として放牧草以外の乾草やサイレージが給与されており、乳脂肪率の大きな低下も生じなかったと

推測された。6月の放牧草は、各乳成分の数値を高める飼料であり、反対に気温の高い時期の夏の放牧草ではMUN値を急速に上げ、他の乳成分値を下げる飼料であると推測された。これらの事から、濃厚飼料の給与量が少ない放牧酪農家では、その濃厚飼料の中身を放牧の程度(放牧草の推定摂取量)で、放牧の時期(季節)により、特に夏期のMUN値が高くなる時期には、エネルギー飼料比率を大きく高めた補助飼料を給与する必要があると推察された。

3) 補助エネルギー飼料の種類や給与量が放牧搾乳牛の生産性に及ぼす影響

i) エネルギー補助飼料試験1(2003年): 表2-IV-5にエネルギー補助飼料としてトウモロコシおよび大麦を供試した春と秋の放牧試験の結果をまとめた。5月中旬から6月中旬までの春の放牧試験では、エネルギー補助飼料給与水準を2水準に設定した。割り当て草量が少ない(体重当たり4.5%)処理区に7.9kg給与を設定したが、実際の試験飼料の摂取量は補助飼料を残す個体が多く、割り当て草量が多い(体重当たり6.0%)処理区の4.9kg給与区と差なかった。乳量や乳成分において、補助飼料の種類による違いは明確ではなかった。一方、8月下旬から9月下旬までの秋の放牧試験では、補助飼料の種類、給与量に関わりなくほぼ設定通り採食した。乳量および乳成分ともに給与水準による明らかな違いが認められた。しかし、大麦とトウモロコシ間では、有意差は認められなかった。本試験では、春の放牧試験については、試験牛の馴致が不十分であったことから、明確な傾向が得られなかった。しかし、秋の試験結果では、補助飼料が多い区(約8kg/日)で乳量(約32kg/日)が多く乳糖率も高くなったのに対し、少ない区(約4kg/日)では乳量は約26.3kg/日であったが乳脂肪率や乳タンパク質率は有意に高かった($p<0.05$)。この結果は、エネルギー飼料の多給による効果と考えられるものであった。

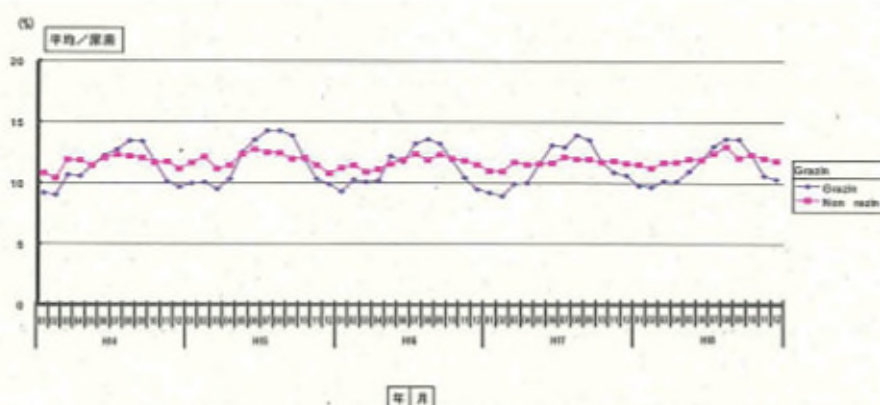


図2-IV-18 放牧酪農家及び周年舍飼酪農家牛群における乳中尿素態窒素(MUN)の経年変化

表2-IV-5 補助飼料の給与量と種類の違いが乳量、乳成分に及ぼす影響

季節	春				秋			
給与水準 kg・DM/日	4.9		7.9		4.3		8.2	
割り当て草量 DM体重%	6		4.5		6		4.5	
補助飼料種類	B	C	B	C	B	C	B	C
補助飼料摂取量 kg/日	4.23	4.32	4.93	5.31	3.99b	4.14b	8.05a	7.92a
乳量 kg/日	32.3	33.1	30.6	32.0	26.5b	26.2b	32.2a	32.0a
乳脂率 %	4.09	4.14	3.85	3.67	4.56a	4.67a	3.91b	3.75b
乳蛋白質率 %	3.40	3.37	3.39	3.21	3.44a	3.47a	3.28b	3.30b
乳糖 %	4.65	4.52	4.58	4.68	4.41b	4.40b	4.54a	4.53a

B:大麦主体 C:トウモロコシ主体

ii) エネルギー補助飼料試験2 (2005年): 5月開始の春の放牧試験では放牧草の生長が早く、草丈が30cm以上での放牧となり、結果的にはCP含量の低い放牧草を採食することとなった。なお、秋の放牧草のCP含量は17.5%以上であり、概ね22%前後で推移した (表2-IV-6)。

表2-IV-6 春と秋放牧草の飼料成分(2005年) (DM中%)

	CP	NDF	ADF	C-Fat	C-Ash
春	14.4 ~18.4	50.0 ~53.8	24.6 ~31.4	3.1 ~3.4	8.0 ~9.6
秋	17.5 ~24.1	40.6 ~48.4	21.7 ~27.4	3.6 ~4.1	8.8 ~9.8

放牧搾乳牛の体重減少は、春には大きく秋は試験開始後わずかに低下したに止まった (図2-IV-12, 13)。供試牛は2産以上の経産牛でもあり、補助飼料の給与により個体によっては泌乳量が50kg/日以上に達した。各エネルギー飼料における乳量には、高(H)・低(S)区の2水準ともに差はなく、舎飼い慣行飼養とほぼ同等量の濃厚飼料給与量であったH区のSCM(補正乳量)は39kg、S区は35kgであった。乳成分では、乳糖率はH区、乳脂肪率、乳タンパク質率はS区が高い傾向にあった。なお、乳脂肪含量

は、特にH区での低下が著しかった (表2-IV-7)。

本試験で給与したエネルギー飼料は、トウモロコシとルーメンでの分解が早い粉末性のジャガイモデンプンであった。トウモロコシ区とジャガイモデンプン区間でも、乳量、乳成分において差はなく、2003年度に行ったトウモロコシと大麦の比較試験においても差がなかったことから、現行の中で入手し易いエネルギー飼料では、ルーメン内での分解性の違いによって乳量や乳成分に影響することはないものと推測された。しかし、給与水準により乳糖率はH区で有意に高く、2003年度の秋の成績でも同様の結果が得られており、乳糖率はエネルギー飼料の摂取量に依っていることが確かめられた。一方、乳脂肪、乳タンパク含量はS区が有意に高く、この傾向も2003年秋の成績と同様であった。本試験の乳量は2003年試験より10~20kg多く、高乳量もあって乳脂肪率の数値は低かったと考えられるが、粗飼料としては放牧草のみという条件からも、エネルギー飼料多給が乳脂肪率の低下を促したと推測された。一方、MUN値は、春・秋の試験ともにトウモロコシ区がジャガイモデンプン区よりやや高い傾向を示すとともに、給与量の多いH区がS区より低くなる傾向にあった。また、春と秋の放牧試験間で比べると、ジャガイモデンプンの多給区では、春・秋いずれも同じ水準に低下するのに対し、トウモロコシでは秋の試験

表2-IV-7 乳成分に及ぼすエネルギー飼料の影響

	乳量 kg	Casein %	Protein %	Fat %	TS %	SNF %	Lactose %	MUN mg/dl
co-H	45.0	2.73	3.23	2.95	11.93	8.91	4.62	15.6
po-H	43.3	2.71	3.18	3.24	12.10	8.80	4.60	13.2
co-S	36.8	2.87	3.42	3.57	12.64	8.99	4.47	19.6
po-S	35.7	2.85	3.39	3.65	12.65	8.91	4.44	18.2

においては春より高い数値となった（図2-IV-19）。放牧草のCP含量が高かった秋の放牧試験では、MUN値の上昇を抑制する効果が、ジャガイモデンプンより小さかったと推測された。しかし、給与量が少ないS区では、H区のような飼料間の相違は明らかでなかった（図2-IV-19）。表2-IV-8に、MUN値にも関係すると思われるルーメン液中のアンモニアおよびVFA濃度を示した。

放牧地から下牧させた後に補助飼料を給与した2.5時間後の値であるが、ジャガイモデンプン区よりト

表2-IV-8 ルーメン内アンモニア及びVEA濃度に基づきエネルギー飼料の補給の影響

	NH ₃ -N mg/dl	T-VFA mM
co-H	4.0±3.1	100.7±23.9
po-H	1.8±0.6	115.5±24.7
co-S	5.8±3.5	114.0±23.2
po-S	3.0±2.0	123.6±26.2
サイレージ主体	6.6±1.9	99.3±25.5

8頭の平均値

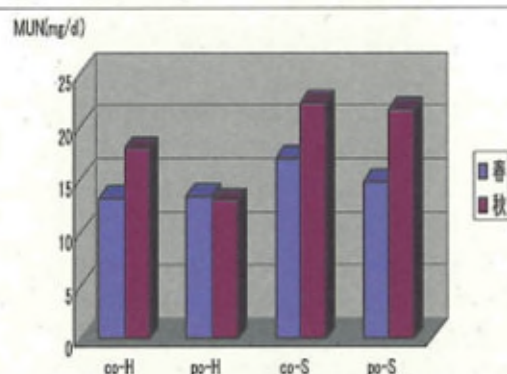


図2-IV-19 エネルギー飼料の補給によるMUN値への効果

ウモロコシ区でルーメン内アンモニア濃度がやや高い傾向がH区およびS区で示された。この値は、放牧草を採食している時間帯の値ではないので、MUN値の傾向を直接裏付けるものではないが、両エネルギー飼料採食直後の傾向を示しているものと考えられる。なお、MUN値に関係深いと考えられるBUN値は、サイレージ主体飼養時と大きな違いはなかった（図2-IV-20）。

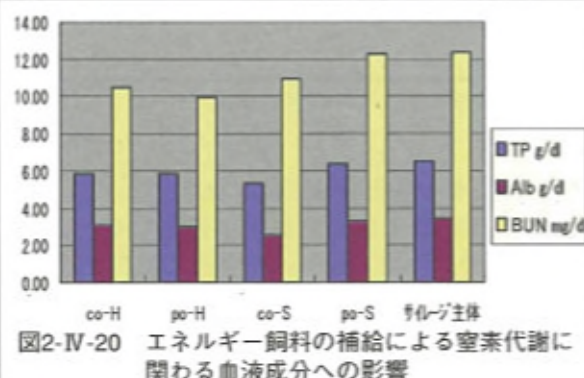


図2-IV-20 エネルギー飼料の補給による窒素代謝に関わる血液成分への影響

図2-IV-21にルーメン液のVFA組成を示した。牧草サイレージ主体飼養で、乳量に応じて濃厚飼料主体に補助飼料を8～11kg給与している一般飼養区に比べると、トウモロコシ、ジャガイモデンプン補給の両区とも、プロピオン酸比が高まる傾向にあり、特に給与量が多いH区で明らかであった。

これらの試験成績から、昼夜放牧時にはMUN値が高くなり、その上昇を抑制する方法として、エネルギー飼料を主体とした補助飼料を朝夕2回の給与することでも低下させることが確かめられた。しかし、本試験でも明らかになったように、泌乳最盛期では舍飼飼養と変わらない給与量（概ね10kg以上）でMUN値の低下が現れ、6.7kg程度の給与量では、若

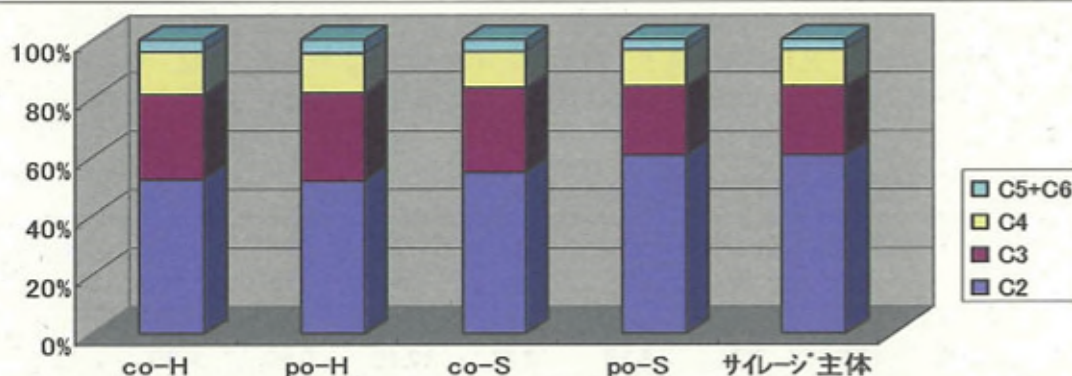


図2-IV-21 放牧搾乳牛のルーメン液モル比に基づきエネルギー飼料補給の効果

干の MUN値の低下に止まると推測された。従って、昼夜放牧においてはわずか2回の給与回数で、濃厚飼料であるエネルギー飼料の10kg以上の給与は、泌乳牛の消化生理上の負荷が大きすぎると考えられ、現実的な方法ではないと考えられた。実際の昼夜放牧酪農を实践している農家においても、濃厚飼料の給与量は6~8kg程度であった。

本試験の補助エネルギー飼料7kg給与においても、やや MUN値は高いことが認められ、夏期に MUNが高くなる放牧酪農家の調査結果からも、この時期は放牧時間を短縮、補助粗飼料や補助飼料の給与量を多くする等で、エネルギー飼料の過大な多量給与をしない方法で MUN値の上昇を抑制する必要があると考えられた。

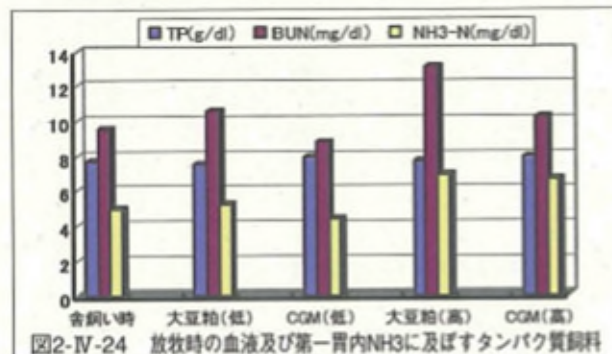
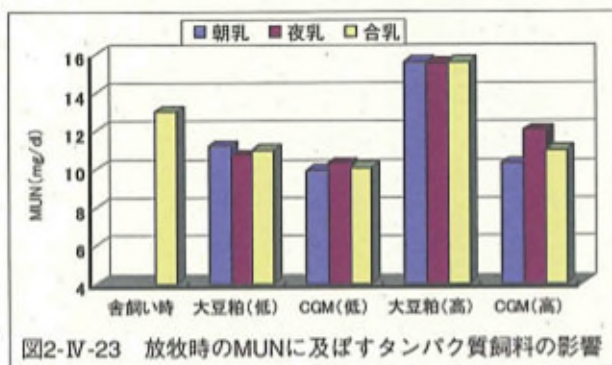
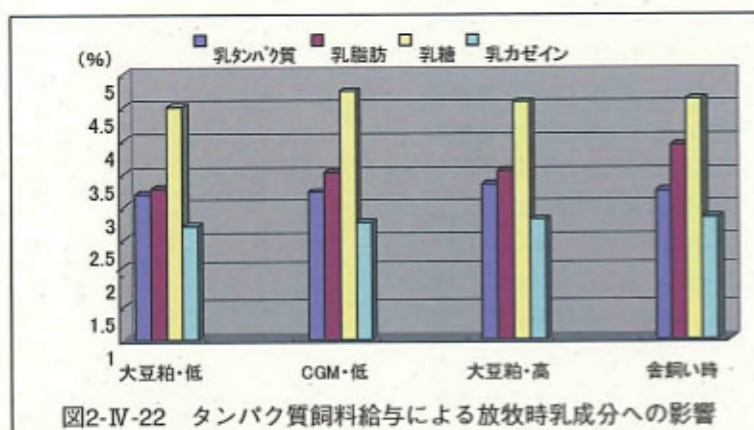
4) 補助タンパク質飼料の種類や給与量が放牧搾乳牛の生産性に及ぼす影響

大豆および CGM飼料の給与量は、標準区(低区)8kg/日、多量区(高区)10kgであったが、CGMの多区の摂取量は少区と大差なかった。乳量は、試験区間で差はなく、平均31kg/日であった。乳成分においては、乳タンパク質率・乳糖率・カゼイン率については、試験区間に差はなかった。しかし、乳脂肪率は、舍飼いの牧草サイレージ+濃厚飼料10kgの

慣行飼養に比べて、有意に低下が認められた(図2-IV-22)。試験区では、粗飼料源としては放牧草のみであることから、前述のエネルギー補助試験同様、第一胃内VFA組成のプロピオン酸比の上昇によるものと推測された。

一方、MUN値は、タンパク質飼料間で差はなかったが、大豆粕飼料では低区より高区で有意に高かった(図2-IV-23)。なお、CGMの高区も示したが、摂取量が低区と大差ない結果で、摂取量を反映した結果と考えられた。大豆粕の結果から、補助飼料からのCP摂取量が、MUN値に影響する事が認められ、他の乳成分には多給の効果が見られないことから、タンパク質飼料の補助給与量については少なくとも良いと判断されるが、放牧草のCP含量との関係もあり、さらに検討が必要である。なお、朝・夕の搾乳での違いがあるかどうかを解析したが、図2-IV-23に示したように MUN値には明らかな違いはなかった。

タンパク質代謝に関係する血液成分について、図2-IV-24に示したが、総タンパク質(TP)は試験区間で差はなかった。大豆粕(高)区のBUNは、他試験区より有意に高かった。この傾向は、MUNと同じ様な結果を示しており、従来のBUNとMUNの変動は相関しているとの報告どおりの結果であった。今回、



第一胃内分解速度が異なるタンパク質飼料を比較したが、上記の結果等から考えると、放牧時のタンパク質飼料の補給効果は小さいものと推測された。

(4) 今後の課題

1) 朝夕搾乳時にエネルギー飼料を主体にした補助飼料を給与する方法で、高い MUN値を低下させられることを示したが、そのための実用的な飼料メニュー作成が必要である。ただし、4%近い乳脂肪率を望むなら、ホルスタイン種乳牛の場合には放牧草摂取量を抑え、他の粗飼料摂取を多くした飼料組み合わせが必要となる。

2) 自給飼料主体を目指すには、高エネルギー自給飼料としてトウモロコシサイレーズ等を併給する放牧飼養技術が重要で、その給与法の提示が求められる。

3) 補助飼料の給与量をより少なくした条件での MUN濃度と放牧との関係について、乳量・乳成分の変化を参考にして飼料組み合わせが求められる。

(5) 摘要

1) 昼夜放牧酪農家の搾乳牛群は、春の5月からの放牧により夏頃までは体重減少が続き、夏以降(8月)に放牧開始時体重に回復するパターンであった。他方周年舎飼いの牛群に比べて夏期の乳脂肪率の低下が大きくなる傾向にあった。

2) 濃厚飼料の給与が朝夕の搾乳時2回であり、給与量も少ない放牧飼養の搾乳では、乳タンパク質および乳糖含量が放牧開始直後の5月～7月にかけて他の月間より上昇する傾向があるのに対し、周年舎飼いの搾乳ではそのような変化は認められなかった。放牧飼養の搾乳の MUN(乳中尿素窒素)値は、周年舎飼いの搾乳ではほぼ一定であるのに対して7～9月にピークと高い値となり、冬期の舎飼時には周年舎飼いの搾乳より低下する変動を示した。

3) 放牧搾乳牛の高 MUN値の低下には、エネルギー飼料の給与が効果的であり、多給するとより効果があった。しかし、エネルギー飼料の多給は乳脂肪率の低下を引き起こすことも明らかで、他の乾草等の粗飼料の併給が必要と推察された。

4) 放牧時のタンパク質飼料の給与は、乳生産に顕著な効果はなく、多給すると MUN値の上昇があり、特に夏期は給与する必要はないと考えられた。

参考文献

- ①北海道宗谷支庁(天北農試):「天北・放牧の手引き」, 2002.
- ②花田正明: 泌乳牛の放牧飼養における併給飼料の

給与法に関する研究」, 北海道立農試報告, 85号, 1-65 (1995).

③根釧農試:「チモシー基幹草地の集約放牧技術と牛乳の栄養成分」, 平成9年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, (1998).

④根釧農試・天北農試:「草地酪農における飼料自給率70%の放牧技術」, 平成14年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, (2003).

⑤農業・食品産業技術総合研究機構編:「日本飼養標準・乳牛(2006年版)」, (2007).

⑥須藤賢司:「搾乳牛の集約放牧技術の確立に関する研究—メドフェスク草地を焦点として—」, 北海道農研報, 181, 43-87(2004).

⑦梅村燕子・落合一彦・大槻和夫・安藤 貞・須藤まどか・的場和弘: 集約放牧における放牧草の栄養特性, 栄養生理研究会報, 49(2), 49-57, 2005.

(村井勝・上田靖子・鎌田八郎・田鎖直澄・梅村和弘・中村正斗・篠田満・須藤賢司・松村哲夫・押尾秀一・秋山典昭・坂上清一・渡辺也恭・)

第3章 中規模酪農における集約放牧システムの確立

1. 集約放牧システムの体系化と経営モデルの策定

1. 畑地型集約放牧システムの体系化と営農モデルの策定

(1) 研究目的

北海道では放牧酪農が徐々に見直されつつある。牛舎内で給与する粗飼料の刈り取り・収穫・運搬・給与と糞尿の搬出に関わる労働、および関連する機械・肥料費が放牧により軽減される効果は、放牧を使いこなす酪農家の多くが口にする。しかし、草地面積と放牧頭数のバランスや牧草再生量の季節変動に配慮せず、ただ単に草地に牛を放し飼いにするだけでは、乳牛の泌乳能力を十分に発揮させることは難しい。放牧期間中に草量の過不足が生じて牧草栄養価の変動も大きくなり、牛の栄養摂取量が不安定になるからである。集約放牧はこのような問題を解決する総合的な技術である。集約放牧草の栄養価は高く、その利用上のポイントは安定的に家畜に食べ込ますことにある。しかし、放牧草は完全飼料ではなく、相対的にエネルギーよりもタンパク質に偏った飼料といえる。一方、トウモロコシサイレージは放牧草とは栄養的に逆の特性を持ち、両者を組み合わせ利用することは栄養的なバランスを取りやすく、濃厚飼料の節減にも繋がる。また、トウモロコシの収量とサイレージのTDN含量は牧草のそれらよりも高く、トウモロコシの栽培は、特に農地価格が高い畑地帯でその特性を発揮しやすいと考えられる。

以上の背景から、本課題では、メドウフェスク新品種「ハルサカエ」等の集約放牧技術に関わる研究成果を活用し、自給飼料主体の乳牛飼養による持続的安定的家畜生産システムを体系化し、中規模酪農経営にふさわしい営農モデルを作成する。このため、通年舎飼技術を基軸とする畑地帯の十勝地域に営農試験地を設定し、技術の組み立てを行い、放牧利用適性の高いメドウフェスク新品種「ハルサカエ」放牧草地の維持管理・利用技術、食草時間計測装置活用による適正栄養管理技術等を核とした高栄養草

地の効率的利用による集約放牧システムを確立する。具体的には、畑地型集約放牧に関わる個別技術を裏付けのある数値に基づき相互に関連づけ、放牧草を最優先に粗飼料を最大限活用した営農モデルを乳量水準別、トウモロコシサイレージへの依存度別に数種類作成する。さらに、各モデルについて飼料自給率や所用面積等を試算・比較し、本飼養方式が適用可能な条件を提示する。また、この営農モデルは、線形計画法による経営評価を行う際に、基本的な考え方と技術係数を提供可能なものとする。

(2) 研究方法

畑地型集約放牧技術の体系化に必要なデータを営農試験地、北海道農業研究センター芽室研究拠点内に設けたメドウフェスク主体模擬放牧草地および帯広市内酪農家メドウフェスク主体放牧地から得た。調査では得られなかったデータについては、北海道農業生産技術体系第3版(2005)に記載された値等、既知の知見を準用した。

1) 試験地の概況

営農試験地は十勝支庁管内旧忠類村(現幕別町忠類地区)に設定した。最寄りのアメダス地点(更別)のデータによると、2003～2006年の年平均気温と年平均降水量はそれぞれ5.7℃、1061mmであった。営農試験実施にあたり、放牧酪農経営3戸(以下A～C牧場とする)に試験へのご協力をいただいた。経営概況は表3-I-1のとおりである。経産牛頭数は47～68頭、飼料作面積は54～58ha、年間出荷乳量は322～532tであった。搾乳牛舎は3牧場とも50頭規模の対尻式スタンション牛舎であり、搾乳はパイプラインミルクカーによる。グラスサイレージはロールをバドックの草架に置かず、牛舎でほぐして給与された。トウモロコシサイレージは3牧場で2牧場(A、C牧場)で利用され、給与期間はA牧場(タワーサイロ主体でスタックサイロ併用)では概ね通年、C牧場(パンカーサイロ)では概ね舎飼期間中のみであった。

表3-I-1 営農試験牧場の経営概況

牧場名	経産牛 頭数	育成牛 頭数	出荷 乳量 t/年	経産牛1頭 当たり乳量 kg(乳検)	放牧専用地 面積 ha	兼用地 面積 ha	採草専用地 面積 ha	トウモロコシ畑 面積 ha
A	50	28	352	9349	16.1	0.0	31.4*	6.0
B	47	25	322	7507	18.1	18.4	21.7	0.0
C	68	47	532	7920	19.1	5.4	20.5	10.9

* 別途飼養する肉牛用を含む

北海道農業研究センター芽室研究拠点内の模擬放牧地は、草丈20cmおよび30cmでの放牧利用を想定したものであり、刈高は前者が7~8cm、後者が15~16cmとした。利用実態に即し、春期にはやや長め、秋期にはやや短めの草丈で刈り取りを行った。ここで得たデータは、メドウフェスク主体草地の生産量や時期別日乾物重増加速度を算定する際に参考とした。最寄りのアメダス地点（芽室）のデータによると、2003~2006年の年平均気温と年平均降水量はそれぞれ6.2℃、895mmであった。

帯広市内酪農家のメドウフェスク主体放牧地には移動ケージを設置し、概ね月1回の頻度で刈り取り調査を行い、時期別日乾物重増加速度を算出するとともに、牧草栄養価・成分分析用サンプルとした。当該草地は2001年に耕起造成し、2001年秋から2006年秋までは輪換放牧、以後は定置放牧が行われた。最寄りのアメダス地点（芽室）のデータによると、2001~2006年の年平均気温と年平均降水量はそれぞれ6.1℃、911mmであった。

2) 営農試験地における調査項目

調査期間は2003~2007年とし、主に2004~2007年に得たデータを技術の体系化に用いた。

i) 放牧期間、放牧方式、利用牧区、放牧時刻、放牧頭数

A~C牧場主に記帳を依頼するとともに、訪問時に聞き取りを行い、必要に応じて現地を確認した。

ii) 牧区面積

携帯型GPS (GARMIN社製 etrex) により現地で得たデータを、解析ソフト・カシミール3Dにダウンロードした地図画像 (国土地理院数値地図) 上にプロットし、ソフトの機能を利用して面積を簡易測量した。

iii) 放牧地の草丈と草量

放牧期間中毎週1回、放牧予定の牧区の草丈と草量を測定した。草量の測定にはライジングプレートメータを使用した。2005年のみ、退牧後の草丈と草屋も測定した。

iv) 放牧地牧草生産量

2002年夏に作溝型播種機 (シードマチック) によりメドウフェスクを追播した放牧地のうち、特定の牧区に移動ケージを設置し、放牧期間中2週間毎にケージ内の草丈と刈り取りによる草量の調査を行った。

v) 放牧草の栄養価と成分

2006年と2007年の放牧期間中、概ね2週間毎に放牧予定牧区の放牧草を採取し、十勝農協連産化学研究所への委託分析により栄養価と成分値を得た。

vi) 放牧草採食量

各牧場2~3頭の搾乳牛に食草時間計測装置 (首スバイトカウンター) を装着し、推定式 (梅村ら、2006) により放牧草採食量を求めた。

vii) 乳検情報

調査対象の3牧場から情報の提供を受けた。

viii) 放牧草以外の給与飼料と給与量および栄養価

舎飼期間中を含め毎月1回、牛舎およびパドックでの飼料給与量を実測と聞き取りにより調査した。粗飼料の栄養価と成分値を放牧草同様委託分析により得た。濃厚飼料の栄養価と成分値は聞き取りおよび日本標準飼料成分表2001年版 (2002) によった。

ix) 経産牛体重

各牧場とも食草時間計測装置装着牛を含む10頭程度の搾乳牛を特定し、朝の搾乳後に体重を測定した。測定回数は舎飼期である春の放牧開始前と秋の放牧終了後に1回ずつ、放牧期間中に4回とした。

(3) 結果および考察

1) 営農試験地で得られた結果

i) 放牧期間、放牧方式、利用牧区、放牧時刻、放牧頭数

各牧場の放牧期間を表3-I-2に示した。放牧期間は最長で4月下旬から11月中旬までであった。昼夜放牧期間は最長で5月中旬から10月下旬までであった。しかし、草量が少ない時期にパドックでグラスサイレージを自由採食させるC牧場の実質的な昼夜

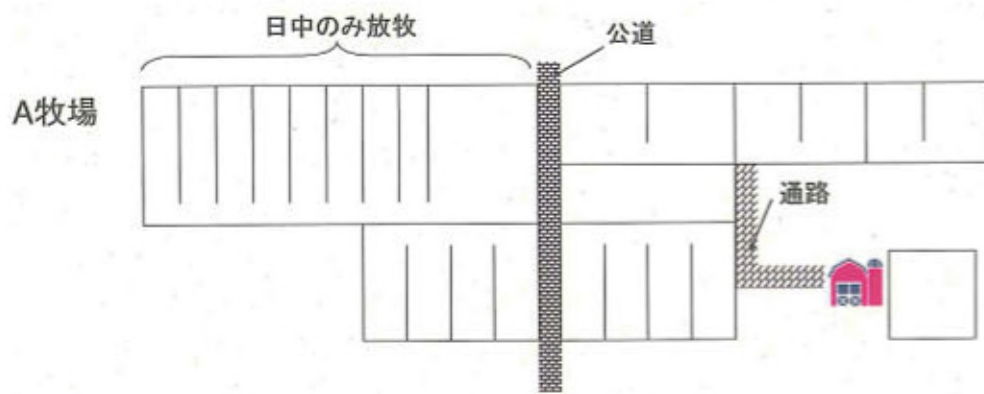
表3-I-2 各牧場の放牧期間

	牧場/年	2004	2005	2006	2007
放牧期間	A	5/2-11/3	5/9-11/11	5/8-11/4	5/9-11/9
	B	5/1-11/10	5/5-11/16	5/12-11/12	5/5-11/15
	C (主牛群)	4/30-11/17	4/30-11/12	5/7-11/4	5/7-11/14
	C (従牛群)	5/12-11/17	5/18-11/12	5/9-5/29	5/9-10/12
昼夜放牧期間	A	5/24-9/5	6/1-10/6	5/27-10/1	5/28-8/28
	B	6/6-9/30	5/30-10/14	6/1-9/26	6/1-10/12
	C (主牛群)	6/9-10/8	5/25-10/29	5/25-10/20	5/21-10/14
	C (従牛群)	5/12-10/21	5/20-10/30	5/21-5/29	5/20-10/12

放牧期間は、5月下旬から10月中旬までと考えられた。

各牧場の牧区配置を図3-I-1に示した。主たる放牧方式は滞牧日数が半日～1日の輪換放牧であった。A牧場では2ha程度の牧区をさらに0.5ha程度の牧区に区切り、バッククフェンスを閉じない放牧方式を採ることがあり、この場合、手前の牧区と奥の牧区と

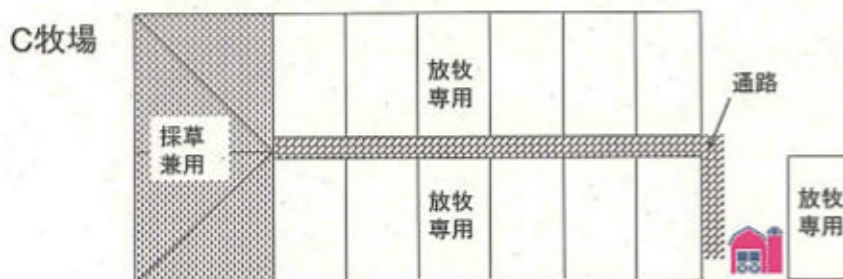
では実質的な放牧強度が異なった。A,B牧場の所有地は公道により二分され、日没後の道路横断を避ける観点から夜間放牧しない牧区があるため、昼夜放牧中も滞牧時間が半日単位となる場合が多かった。B,C牧場は放牧採草兼用草地を有し、主たるイネ科草種はB牧場ではチモシー、C牧場ではオーチャードグラスであった。B,C牧場の1番草採草後の兼用地



放牧専用地 25牧区 0.6ha/牧区 (半日滞牧)
採草兼用地 なし
放牧頭数 36-53



放牧専用地 16牧区 1.1ha/牧区 (半日滞牧)
採草兼用地 5牧区 5.0ha/牧区 (日中のみ数日滞牧)
放牧頭数 39-50



放牧専用地 13牧区 1.5ha/牧区 (先行牛・後追牛1日ずつ滞牧)
採草兼用地 4牧区 1.3ha/牧区 (先行牛・後追牛1日ずつ滞牧)
放牧頭数 50-70頭

図3-I-1 営農試験牧場の牧区配置

牧場	用途	a	小計 a	総計 a
A	専用	51		
	専用	50		
	専用	50		
	専用	49	200	
	専用	60		
	専用	40		
	専用	79		
	専用	59	239	
	専用	217		
	専用	56		
	専用	88		
	専用	63		
	専用	67		
	専用	65		
	専用	70		
	専用	50		
	専用	53	729	
	専用	77		
	専用	45	122	
	専用	33		
	専用	51		
	専用	72		
	専用	52	208	
	専用	44		
	専用	69	113	1611

牧場	用途	a	小計 a	総計 a
B	専用	150		
	専用	230		
	専用	106		
	専用	99		
	専用	100		
	専用	125		
	専用	140		
	専用	107		
	専用	92		
	専用	89		
	専用	89		
	専用	94		
	専用	104		
	専用	106		
	専用	85		
	専用	96	1812	
	兼用	197		
	兼用	204		
	兼用	345		
	兼用	611		
	兼用	477	1835	3647

牧場	用途	a	小計 a	総計 a
C	専用	132		
	専用	129		
	専用	156		
	専用	140		
	専用	168		
	専用	158		
	専用	98		
	専用	140		
	専用	167		
	専用	178		
	専用	163		
	専用	148		
	専用	136	1913	
	兼用	131		
	兼用	134		
	兼用	138		
	兼用	134	537	2450

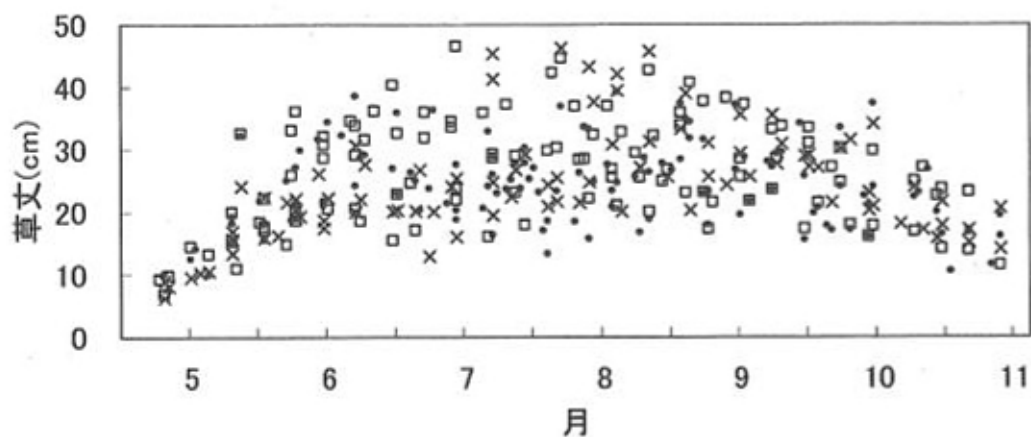


図3-I-2 放牧期間中の草丈の推移 □: A牧場 ●: B牧場 ×: C牧場

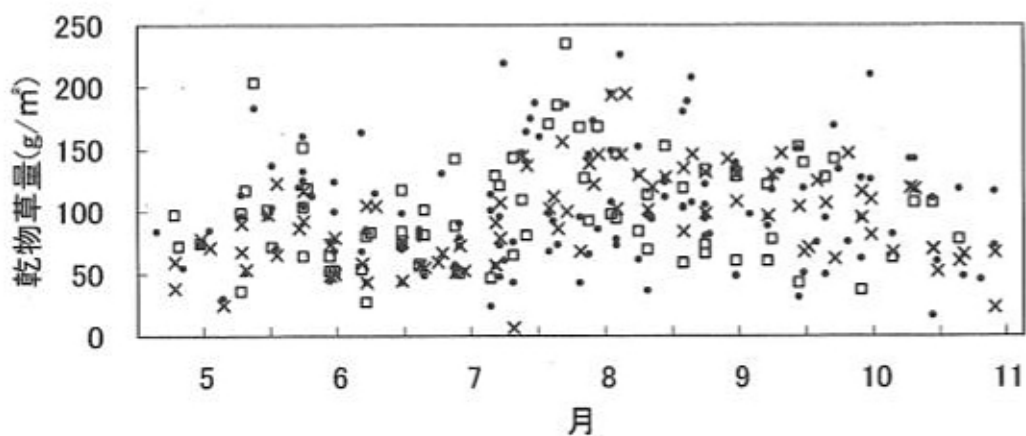


図3-I-3 放牧期間中の乾物草量の推移 □: A牧場 ●: B牧場 ×: C牧場

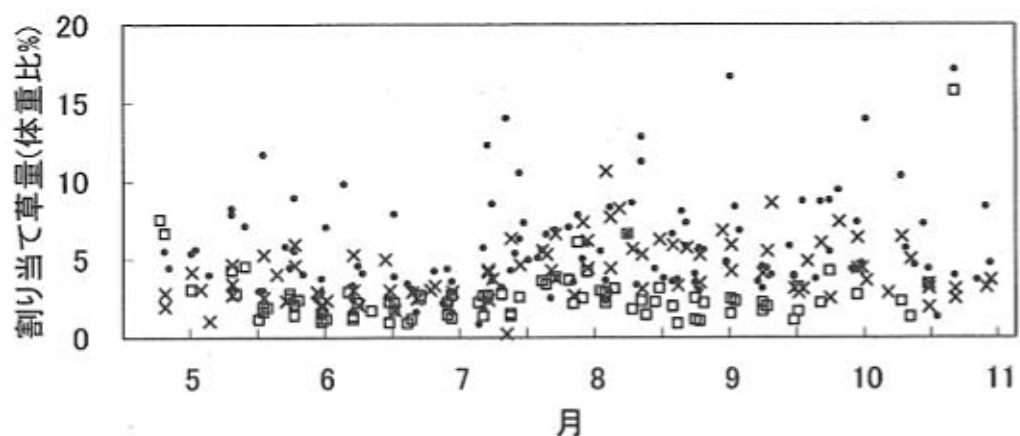


図3-I-4 割り当て草量の推移 □: A牧場 ●: B牧場 ×: C牧場

在時間を補正していないため、滞牧日数が2日であれば2倍の数値として示される。このため、面積の広い放牧採草兼用草地を有するB牧場では突出した高い値が認められる。また、先行後追放牧実施期間中のC牧場の値は先行牛に対する値である。A牧場の割り当て草量は他の2牧場よりも低い値で推移した。

利用率（退牧後草量／入牧前草量（%））はB牧場で38%、C牧場で40%であった。

iv) 放牧地牧草生産量

日乾物重増加速度の推移を、4調査年分まとめて図3-I-5に示した。9月においても、集約放牧マニュアル（2005）に示される $2.5\text{g}/\text{m}^2$ を上回る $3\sim 5\text{g}/\text{m}^2$ を示す例が少なくなく、メドウフェスク導入の効果と考えられた。

v) 放牧草の栄養価と成分

放牧草のTDN、CP、NDF含量を図3-I-6～8に示した。3牧場こみの平均値は順に、72.0、22.5、46.0%であった。6月中旬から7月中旬および終牧間際で枯死部割合が高い期間を除き、放牧草の平均草丈が35cm以下の場合に、放牧草のTDN含量は70%以上に維持された（図3-I-9）。

vi) 放牧草採食量

放牧草採食量は個体間や日間の変動が大きかった。放牧期間中の推移を各牧場の平均値（乾物）により図3-I-10に示した。日中放牧期間中（5月中と10月以降）は10kg以下を示した。昼夜放牧開始後に増加し、6月上旬から7月上旬にピーク（B牧場で約15kg）を示した後に8月上旬にかけて低下し、盆以降にやや回復（B牧場で約13kg）した。

7～8月に採食量が低下した原因の一つとして、暑

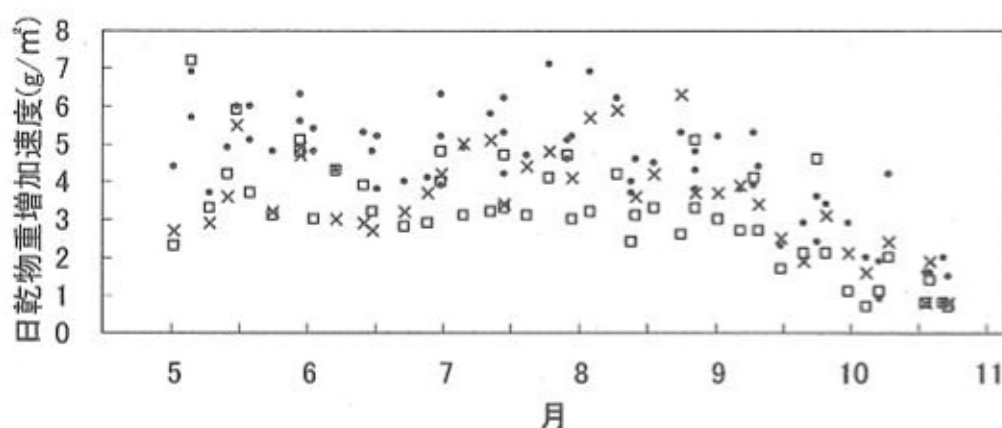


図3-I-5 日乾物重増加速度の推移 □：A牧場 ●：B牧場 ×：C牧場

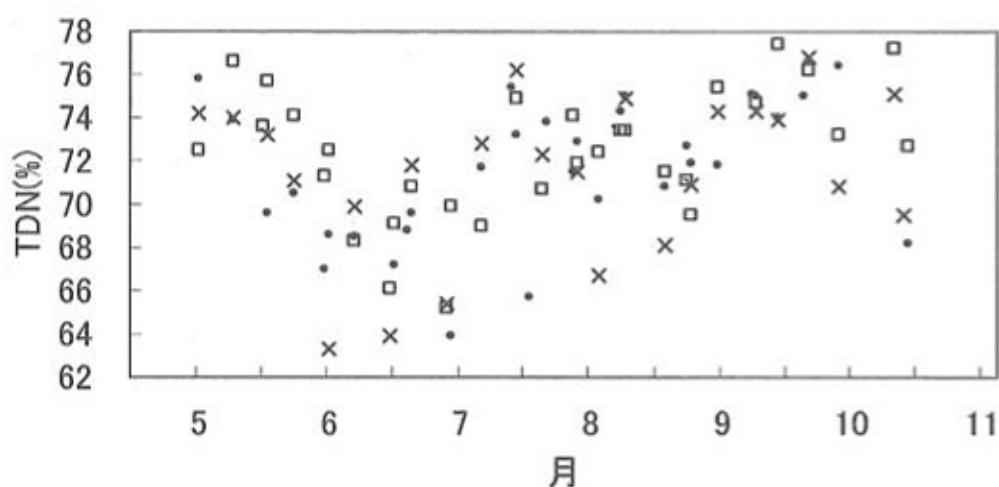


図3-I-6 放牧草のTDN含量の推移 □：A牧場 ●：B牧場 ×：C牧場

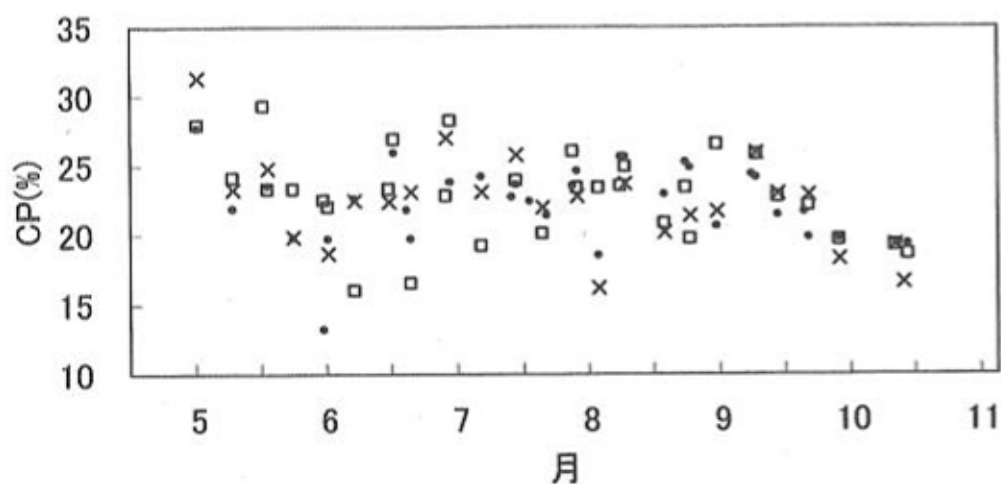


図3-I-7 放牧草のCP含量の推移 □: A牧場 ●: B牧場 ×: C牧場

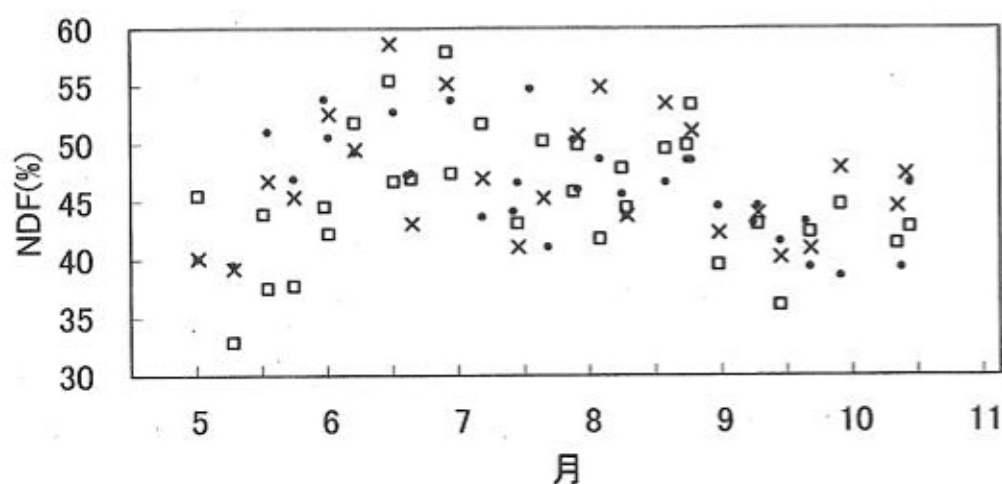


図3-I-8 放牧草のNDF含量の推移 □: A牧場 ●: B牧場 ×: C牧場

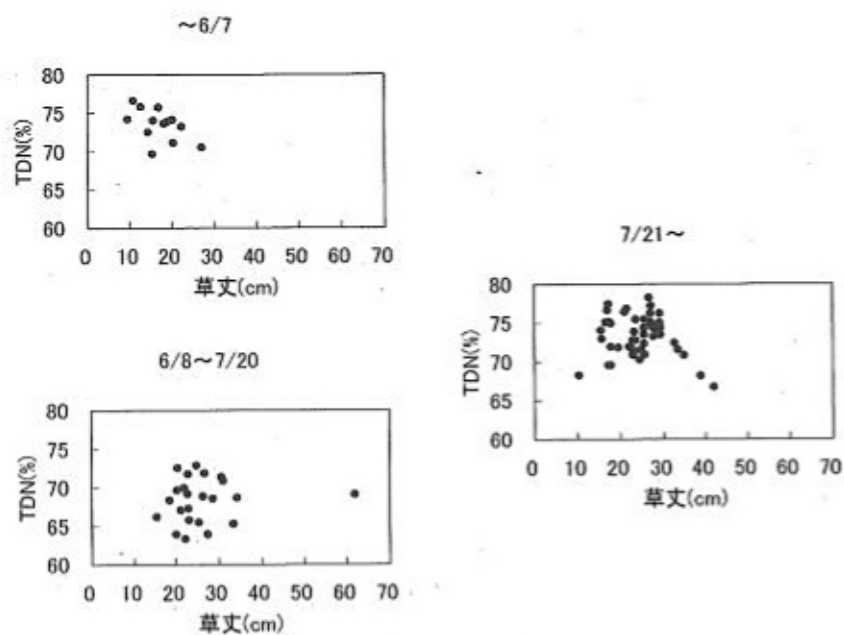


図3-I-9 時期別の草丈とTDN含量との関係

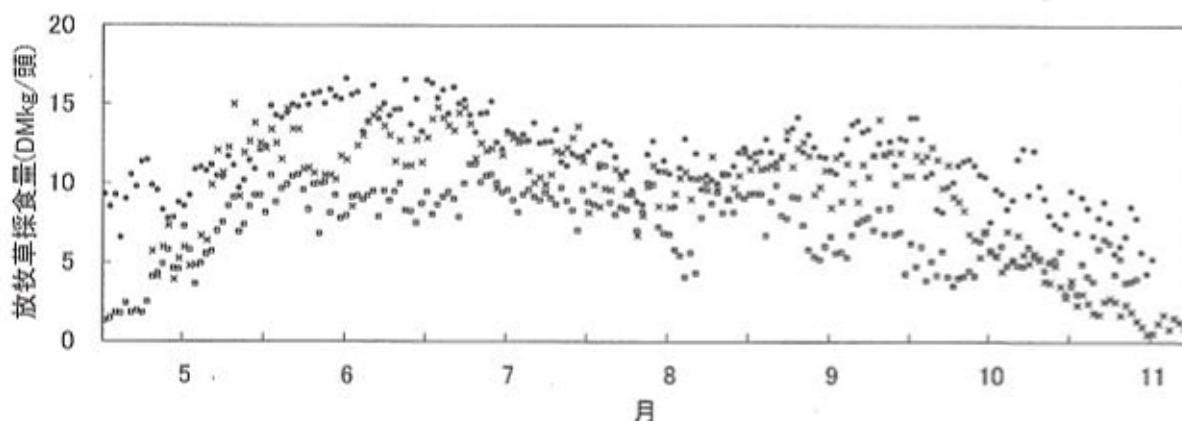


図3-I-10 放牧草採食量の推移（牧場毎の平均値） □：A牧場 ●：B牧場 ×：C牧場

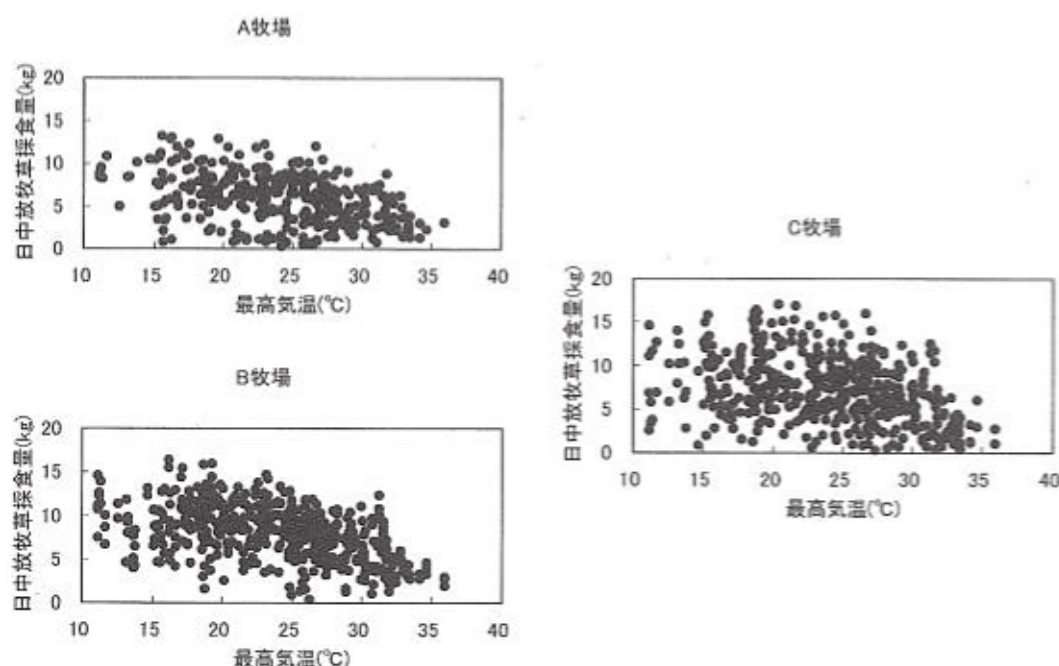


図3-I-11 最高気温と日中の放牧草採食量との関係（7・8月データのみ）

熱の影響が考えられた。図3-I-11に7・8月の日最高気温と日中放牧期間中の放牧草採食量との関係を示した。気温のみで放牧草採食量への影響を説明することは困難であるが、最高気温が32℃以上の日の日中には高い放牧草採食量は得られなかった。

日中（朝の搾乳後から夕方の搾乳前まで）と夜間（夕方の搾乳後から朝の搾乳前まで）を比較すると、暑熱期を除き、日中の採食量が多く、その場合、夜間の採食量は日中の約半分であった（図3-I-12）。このため、日中放牧する牧区と夜間放牧する牧区が固定される場合、両者の牧区面積を同じとすると、草量の過不足が生じる可能性が示唆された。

Vii) 乳検情報

放牧と舎飼の割合が拮抗する5月と10月を除く2004年6月から2007年8月までの各牧場の乳検情報値を図3-I-13に示した。平均日FCM（4%脂肪補正乳量）はA、B、C牧場の順に31、25、26kgであった。乳量は舎飼期よりも放牧期に概して高めに推移した。乳脂率に特段の問題は生じなかった。トウモロコシサイレージを利用しないB牧場と、昼夜放牧期間中はトウモロコシサイレージを給与しないC牧場では、放牧期間中にMLNが17mg/dl以上を示す場合が認められた。2007年9～10月の情報を表3-I-6に示した。

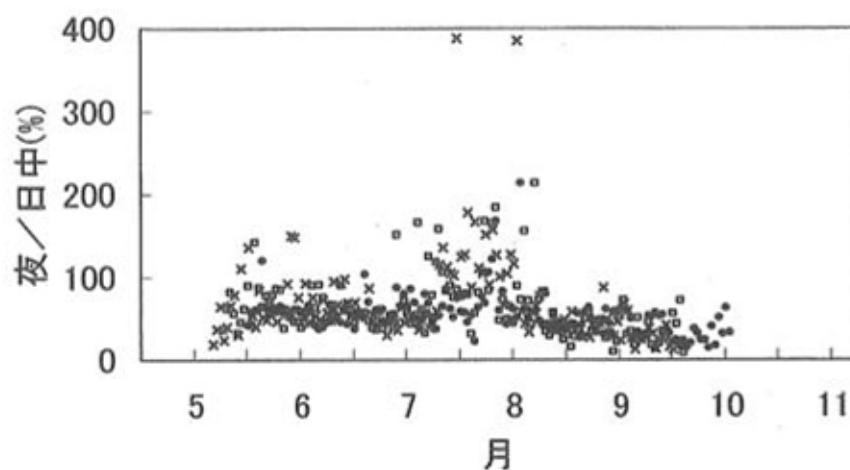


図3-1-12 日中の放牧草採食量に対する夜間の放牧草採食量の割合 □：A牧場 ●：B牧場 ×：C牧場

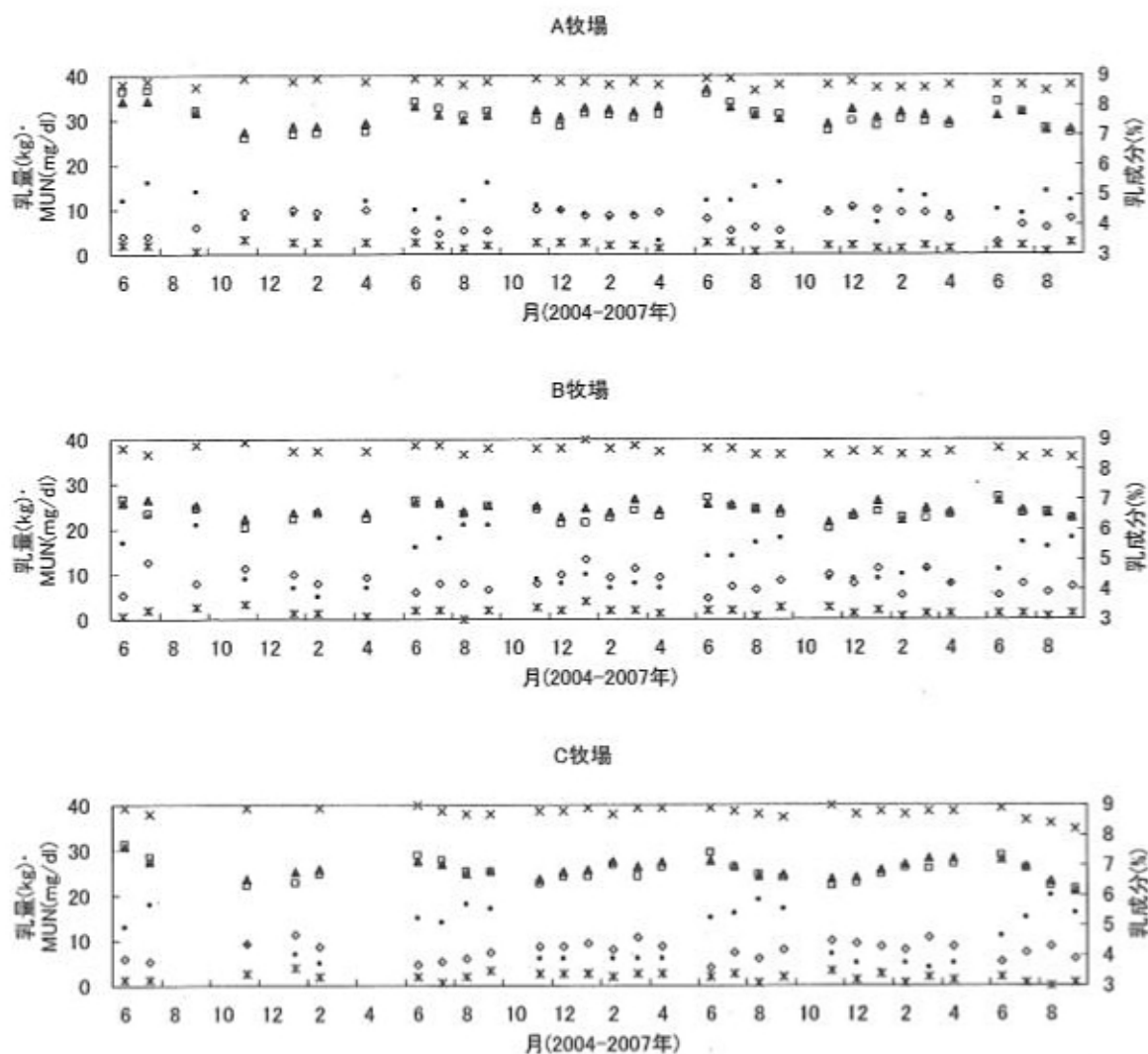


図3-1-13 乳量、乳成分、MUN値の推移 (6-9月は放牧期、11-4月は舎飼期)
□：乳量 ▲：FCM ●：MUN ◇：乳脂率 ＊：乳タンパク ×：SNF

表3-I-6 各牧場の乳検成績

項目／牧場	A	B	C
平均産次	2.7	2.8	2.9
体細胞(×1000/ml)	227	91	245
初回授精日数	85	104	90
授精回数	2.2	1.6	2.6
空胎日数	130	130	152
分娩間隔(ヶ月)	13.4	13.4	14.2
初回受胎率(%)	42	67	34
初産分娩月齢(経産・ヶ月)	25.0	25.7	26.1
除籍頭数(%)	23	26	33
死亡廃用除籍(%)	4	2	6

viii)放牧草以外の給与飼料と給与量および栄養価

牛舎での給与飼料は比較的単純な構成であった(表3-I-7)。グラスサイレージは低水分のものが多く利用され、1番草を主体に2番草も給与された。ルーサンペレットはA牧場でごく短期間、B牧場では舎飼期に給与された。圧片小麦はB、C牧場で給与されていたが、入手が困難になり、今後給与を中止す

る可能性がある。ビートパルプペレットはA、B牧場では水にふやかして、C牧場ではそのまま給与された。ミカンジュース粕はA牧場でのみ給与された。

調査結果から粗飼料給与率(TDNベース)を算出し、直近の日FCM(乳検データ)と対応させた(図3-I-14)。FCMが高いA牧場では粗飼料給与率が相対的に低かった。また、A、B牧場では、乳量水準が同程度の場合でも、舎飼期よりも放牧期に粗飼料給与率が高かった。この関係は、舎飼期にトウモロコシサイレージを給与するC牧場では不明瞭であった。

飼料給与量を図3-I-15、飼料構成を図3-I-16に、いずれもTDNベースで示した。放牧草からのTDN給与量は、要求量から牛舎でのTDN給与量を差し引いて求めた。乳量水準の高いA牧場の粗飼料給与率と放牧依存率は相対的に低いものの、粗飼料給与率は放牧期に60%以上、舎飼期に50%以上に維持される場合が多かった。トウモロコシサイレージへの依存率は通年で10~20%であった。B牧場の粗飼料給与

表3-I-7 各牧場の放牧草以外の給与飼料と栄養価・成分(乾物%・平均値)

飼料名／牧場	A	B	C	乾物率	TDN	CP	NDF
グラスサイレージ	○	○	○	65.0	61.7	12.9	65.8
トウモロコシサイレージ	○		○	29.3	71.3	9.0	44.6
配合飼料	○	○	○	92.0	81.9	15.9	18.6
圧片小麦		○	○	88.5	89.0	13.7	11.5
ビートパルプペレット	○	○	○	86.6	74.6	12.6	50.0
ルーサンペレット	○	○		90.6	55.5	17.5	41.8
ミカンジュース粕	○			90.3	71.7	6.8	12.1

○:給与

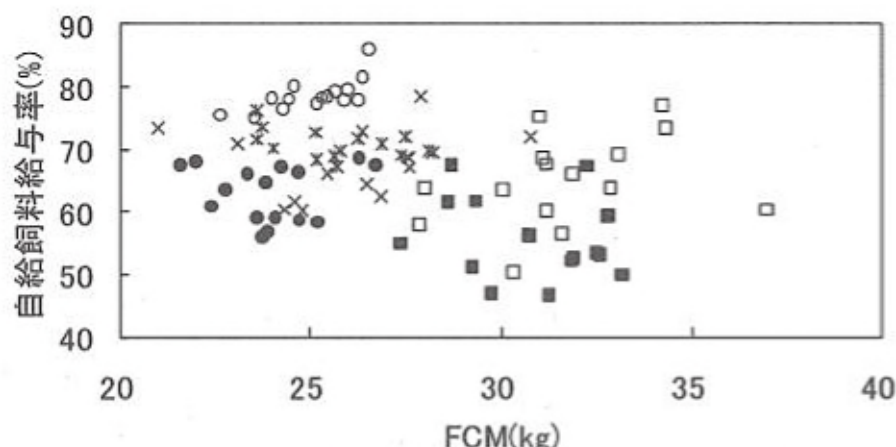


図3-I-14 乳量と粗飼料給与率(TDNベース)との関係

□: A牧場放牧期 ■: A牧場舎飼期
○: B牧場放牧期 ●: B牧場舎飼期
×: C牧場放牧期 *: C牧場舎飼期

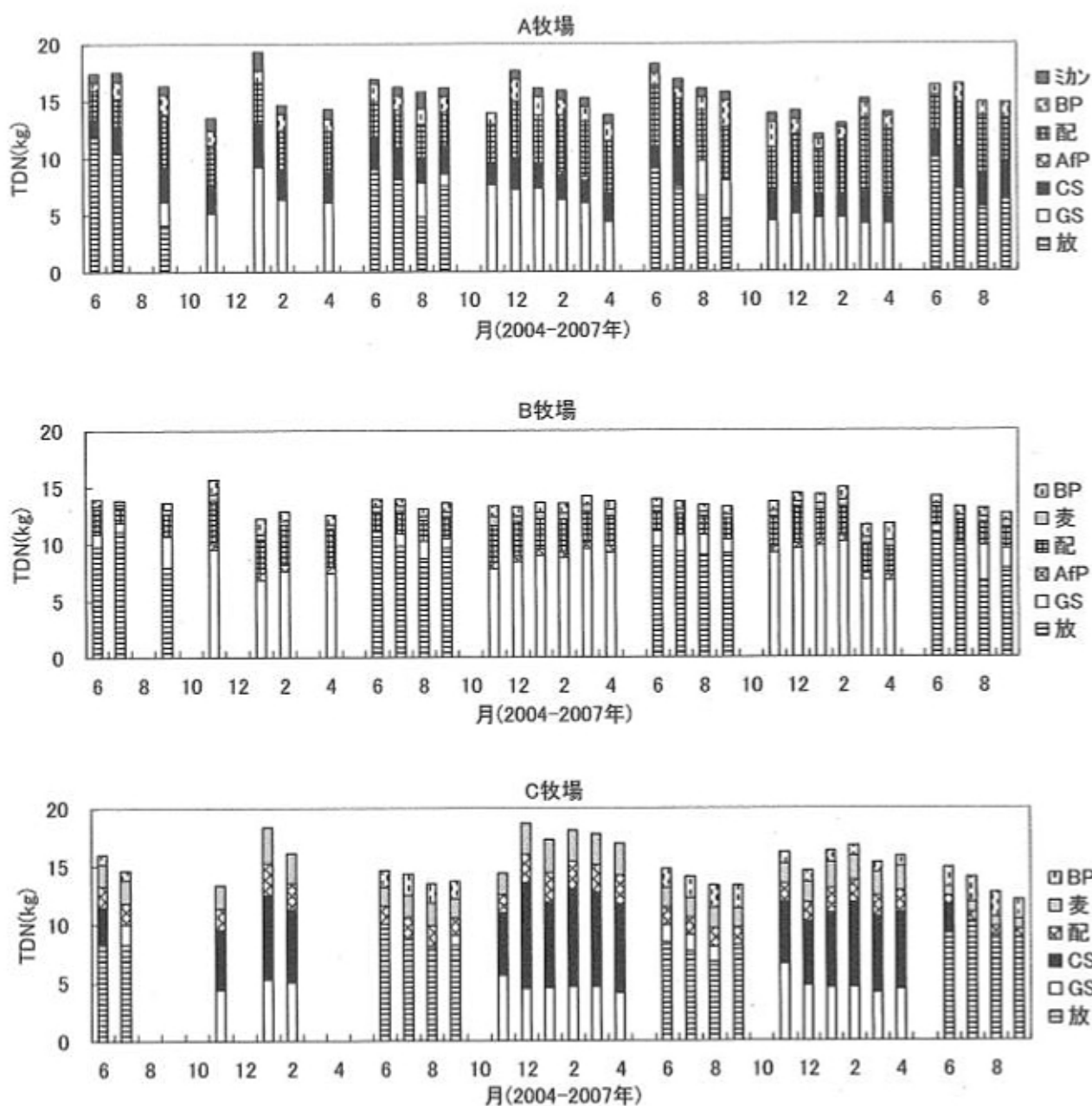


図3-I-15 各牧場の飼料給与量 (TDNベース)

放：放牧草 GS：グラスサイレージ CS：トウモロコシサイレージ A/P：ルーサンペレット
配：配合飼料 麦：圧片小麦 BP：ビートパルプペレット ミカン：ミカンジュース粕

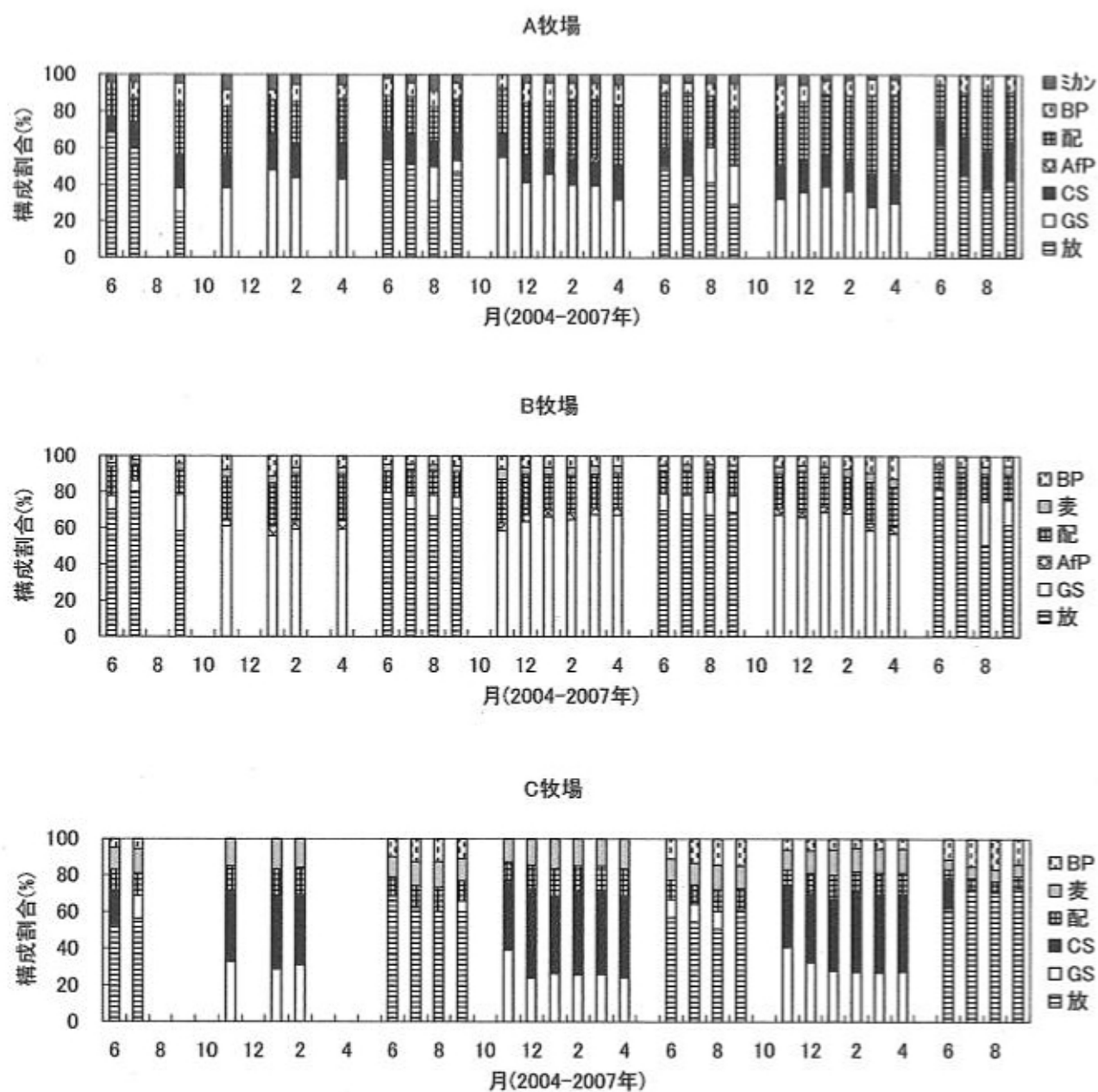


図3-I-16 各牧場の飼料構成割合 (TDNベース)

放：放牧草 GS：グラスサイレージ CS：トウモロコシサイレージ AfP：ルーサンペレット
配：配合飼料 麦：圧片小麦 BP：ビートパルプペレット ミカン：ミカンジュース粕

率は放牧期と舎飼期との差が大きく、舎飼期には60%前後であるのに対し、放牧期には80%に達する場合も認められた。また、TDN給与量は他牧場よりも低い傾向にあり、かつ、安定していた。C牧場では、労力軽減のため、放牧期間中の粗飼料給与量を最小限としており、給与しない場合も多かった。舎飼期のトウモロコシサイレージへの依存率は40%程度であった。粗飼料給与率は放牧期よりも舎飼期に高い場合が認められ60～70%であった。放牧期の放牧依存率は50～60%であったが、乳量がやや低下した2007年には70%前後と高い値を示した。

ix) 経産牛体重

体重は約600kgで、放牧期間中よりも舎飼期間中の方がやや高い傾向にあった(表3-I-8)。

表3-I-8 経産牛の体重

年	牧場	放牧期	舎飼期
2004	A	606	627
	B	556	601
	C	615	642
2005	A	613	634
	B	570	594
	C	577	599
2006	A	596	623
	B	590	624
	C	601	638
2007	A	627	638
	B	585	605
	C	594	625
平均		594	621

2) 営農試験地以外で得られた結果

i) 放牧採草兼用利用時の採草乾物収量(北海道農業研究センター芽室研究拠点)

1番草311.5kg/10a, 1・2番草399.0kg/10aであった。

ii) 放牧地牧草生産量の季節変化(帯広酪農家)

2002～2007年の日乾物重増加速度を図3-I-17に示した。6月に8g/㎡を示した後に徐々に減少し、7～8月に5kg/㎡程度、9月に3g/㎡程度であった。

iii) 放牧草の栄養価・成分(帯広酪農家)

2002～2007年のTDN, CP, NDF含量値を図3-I-18～20に示した。平均値は順に、71.5%, 20.9%, 43.4%であった。2004年を除き、TDN含量は概ね70%以上に維持された。NDF含量は春と秋に40%以下を示す場合があった。

iv) 草丈、草高、草量の関係(帯広酪農家)

図3-I-21に草丈および草高と草量との関係を示した。草丈25cmの場合、乾物草量は約100g/㎡であった。草高で表示する場合を考慮し、図3-I-22に草丈と草高との関係を示した。

3) 営農モデル策定にあたって採用した技術係数

表3-I-9～13に採用した技術係数を示した。

i) 放牧期間、放牧時間、放牧草採食量、放牧草のTDN含量

営農試験地での実績(表3-I-2)と早期開牧の重要性を踏まえ、放牧期間は5月1日から11月10までの194日間、昼夜放牧期間は5月25日から10月14日までの143日間とした。放牧草採食量(乾物)は3牧場の中で最も高い水準にあったB牧場の値(図3-I-10)

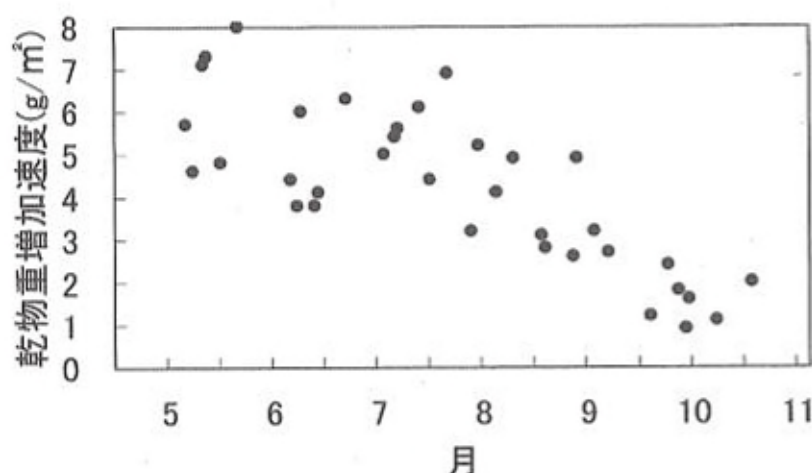


図3-I-17 日乾物重増加速度の推移(帯広)

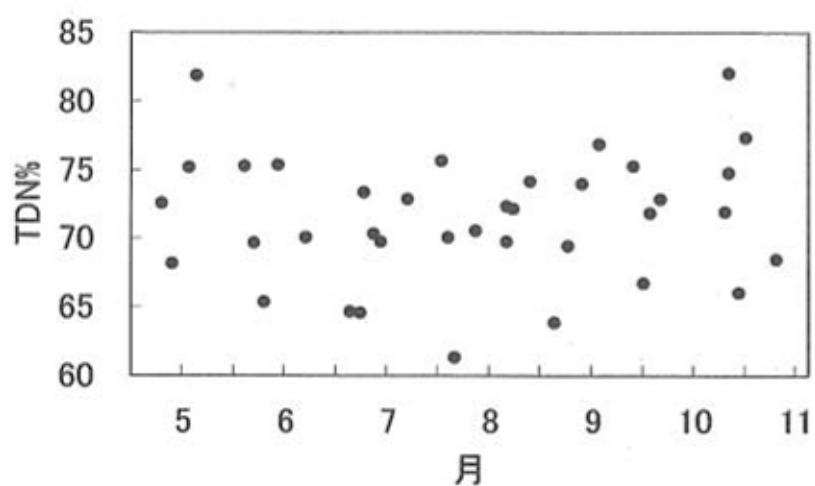


図3-I-18 放牧草のTDN含量の推移（帯広）

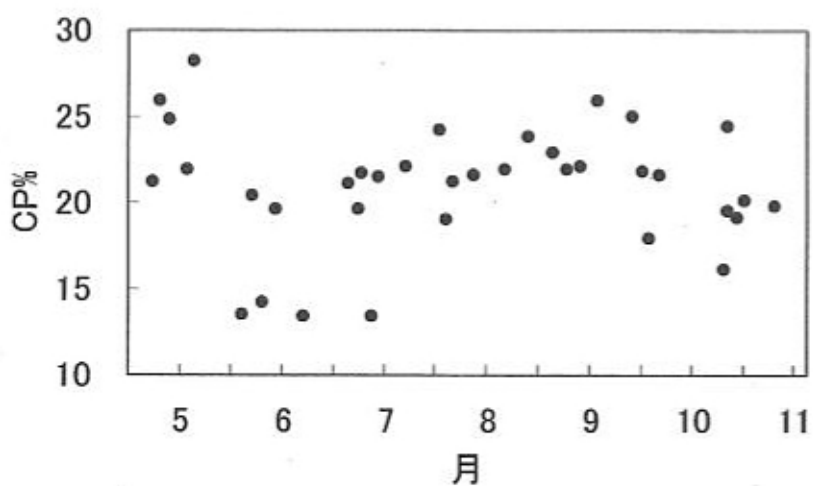


図3-I-19 放牧草のCP含量の推移（帯広）

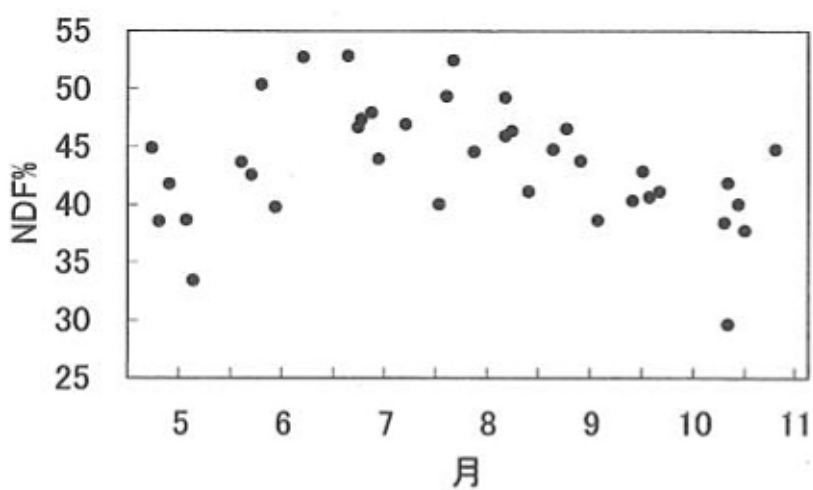
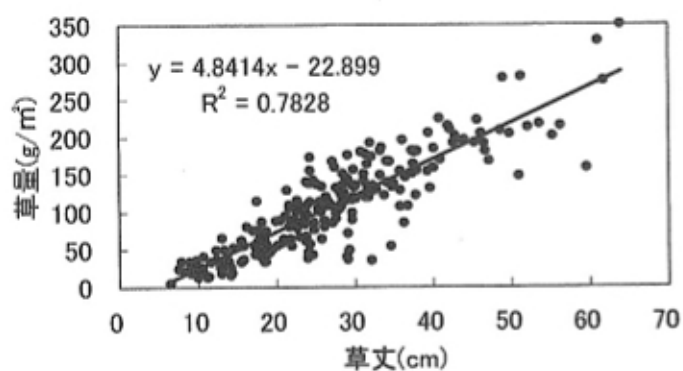
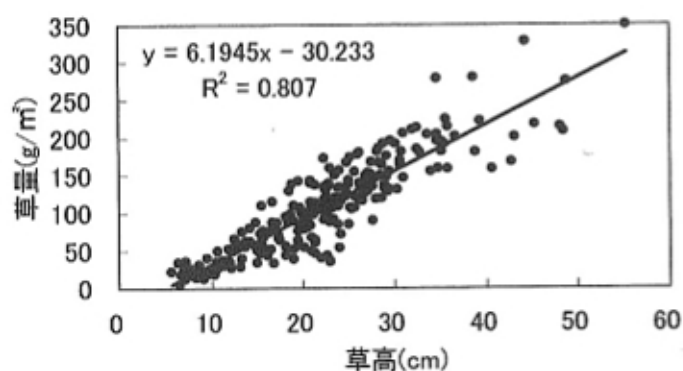


図3-I-20 放牧草のNDF含量の推移（帯広）

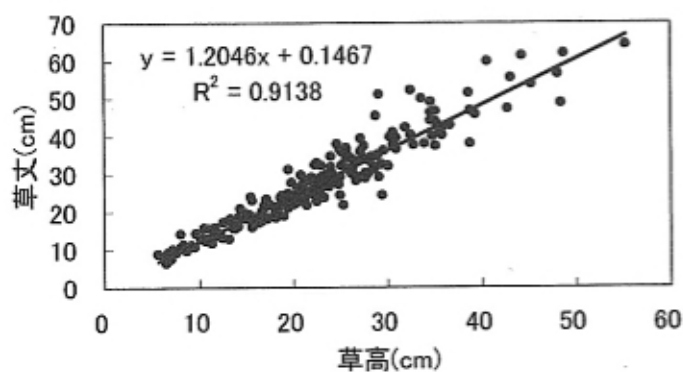


草丈cm	草量DMg/m²
10	26
15	50
20	74
25	98
30	122
35	147
40	171
45	195
50	219

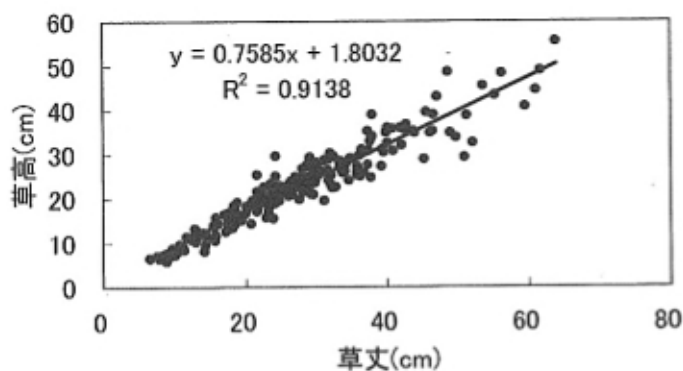


草高cm	草量DMg/m²
10	32
15	63
20	94
25	125
30	156
35	187
40	218
45	249
50	279

図3- I -21 草丈・草高と草量との関係



草高cm	草丈cm
10	12
15	18
20	24
25	30
30	36
35	42
40	48
45	54
50	60



草丈cm	草高cm
10	9
15	13
20	17
25	21
30	25
35	28
40	32
45	36
50	40

図3- I -22 草丈と草高との関係

表3- I -9 放牧期の区分

区分	期間	放牧時間	放牧草乾物採食量	TDN(乾物)	CP(乾物)	NDF(乾物)
A	5/1-5/24	日中	8kg	75%	20%	45%
B	5/25-7/10	昼夜	15kg	75%	20%	45%
C	7/11-10/14	昼夜	13kg	72%	20%	48%
D	10/15-11/10	日中	8kg	72%	20%	48%

表3- I -10 飼料設計関係の技術係数

体重・産次	600kg・3産以上
日乳量 (8500kg)	前-中-後期 32-28-24kg(乳脂率4%)
日乳量 (7300kg)	前-中-後期 28-24-20kg(乳脂率4%)
日乳量 (6000kg)	前-中-後期 26-18-15kg(乳脂率4%)
充足率	TDN100%・CP100%以上
放牧による維持要求量増加	15%(昼夜放牧)・10%(日中放牧)
飼料中NDF%・TDN/CP比の目安(放牧・泌乳中)	40%以上・4以上

表3- I -11 放牧計画

時期	乾物重増加速度 (g/m ² /日)	放牧 牧区数	採草 牧区数	必要放牧地 面積(a/頭)	採草 面積(a/頭)
5・6月	7.0	7	6	21.6	18.6
7・8月	5.0	10	3	29.0	11.1
9月以降	3.5	13	0	40.2	0
放牧時草丈、草量、利用率	25cm 100g/m ² 43%				
放牧草採食量	13kg/頭				
1日1頭当たり面積	302m ²				

表3- I -12 飼料費関係の技術係数

	乾物収量(kg/10a)	乾物回収率(%)
採草専用地	775	83
トウモロコシ畑	1361	86
兼用地1番採草	312	83
兼用地1・2番採草	399	83
	(円/kg)	
乳代	70.0	
配合飼料	54.8	
ビートパルプ・ヘレット	29.0	
圧片トウモロコシ	53.4	
大豆粕	83.5	

表3- I -13 給与飼料の栄養価と成分(乾物%)

	TDN	CP	NDF
グラスサイレージ	63	15	60
トウモロコシサイレージ	67	9	51
配合飼料	82	20	19
ビートパルプ・ヘレット	75	13	50
圧片トウモロコシ	92	9	11
大豆粕	87	52	14

を参考に、日中放牧期間中は8kg、5月25日から7月10日までは15kg、7月11日から10月14日までは13kgとした。放牧草のTDN含量は、営農試験地で得られた放牧草採食量の推移、ならびに利用時の草高を一定として管理放牧を行った試験事例（須藤ら、2002）を参考に、放牧開始から7月10日までは75%、以後は72%とした。

ii) 体重と産次

営農試験地での実績（表3-I-8）を踏まえ、600kgとした。産次は試算の簡便化を図るため、維持要求量に増体分を考慮しないですむ3産以上とした。

iii) 各乳期の日乳量

1乳期乳量は8500、7300、6000kgの3水準を想定した。泌乳前期－中期－後期の日FCMを、8500kgモデルでは32－28－24kg、7300kgモデルでは28－24－20kg、6000kgモデルでは26－18－15kgとした。

iv) 放牧時草丈と草量および利用率

松村ら（2007）は、条件次第では十勝地域で、草丈20cmでのメドウフェスク主体草地の永続的な利用が可能であることを示した。また、根釧地域では草丈30cm利用での永続性が確認された（根釧農試・北農研2007）。以上の結果を踏まえ、本モデルでは利用草丈を25cmとした。その際の乾物草量は図3-I-21から100g/㎡とした。利用率は、2005年の調査結果において、B牧場とC牧場での利用率が約40%であったこと、および割り当て草量を体重比

5%とすることを勘案の上、若干の利用率向上を見込み43%とした。

v) 放牧草地の乾物重増加速度

営農試験地および帯広市内酪農家放牧地での結果を踏まえ、5－6月は7.0g/㎡、7－8月は5.0g/㎡、9月以降は3.5g/㎡とした。

vi) 放牧計画（時期別放牧地面積、牧区数、1牧区面積）

放牧草採食量13kg/頭、放牧時草量100g/㎡、利用率43%を前提に試算すると、1日1頭当たり必要面積は302㎡となる。1牧区面積は1日1頭当たり必要面積に放牧頭数を乗じて求める。また、日乾物重増加速度と必要牧区数、1頭当たり必要放牧地面積との関係は図3-I-23のとおりとなる。時期別の乾物重増加速度を前項のとおりとすると、必要牧区数と1頭当たり必要放牧地面積は、5－6月に7牧区・21.6a、7－8月に10牧区・29.0a、9月以降は13牧区・40.2aとなる。したがって、放牧採草兼用利用の際に採草する牧区数と面積（1頭当たり）は、1番草で6牧区・18.6a、2番草で3牧区・11.1aとなる。ここで、

$$1日1頭当たり面積 = \frac{\text{放牧草採食量}}{(\text{利用時草量} \times \text{利用率})}$$

$$\text{必要牧区数} = \frac{(\text{利用時草量} \times \text{利用率})}{\text{日乾物重増加速度} + 1}$$

$$\text{必要放牧地面積} = 1日1頭当たり面積 \times \text{必要牧区数}$$

である。以上の式はいずれも考え方を示したもので

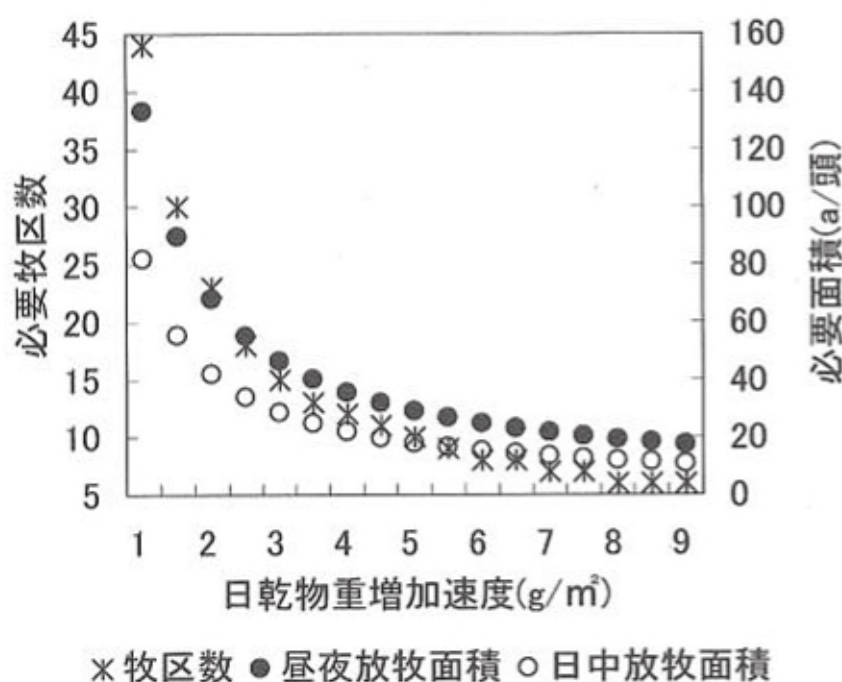


図3-I-23 放牧地の生産力と必要牧区数ならびに必要放牧地面積とば関係

あり、実用上は単位を揃える計算をし、牧区数は整数とする。

なお、以上の前提条件下では、9月の日乾物重増加速度が $2.5\text{g}/\text{m}^2$ から $3.5\text{g}/\text{m}^2$ に向上することにより、1頭当たり放牧地面積は 14.9a 削減される。また、1頭当たり放牧地面積を 40.2a に設定したので、図3-1-23から、日乾物重増加速度が $2.0\sim 3.5\text{g}/\text{m}^2$ の期間が昼夜放牧と日中放牧との切り換え時期であること、日乾物重増加速度が $2.0\text{g}/\text{m}^2$ 未満では日中放牧でも放牧地が不足するため補助粗飼料の増給が必要なが読みとれる。

vii) 採草専用地と放牧採草兼用地の採草収量、乾物回収率、グラスサイレージ TDN 含量

放牧採草兼用利用による採草収量には芽室研究拠点で得られた数値を用い、1番草 $312\text{kg}/10\text{a}$ 、1・2番草合計 $399\text{kg}/10\text{a}$ とした。採草専用地収量と乾物回収率は北海道農業生産技術体系第3版に示された値を準用し、それぞれ $775\text{kg}/10\text{a}$ 、 83% とした。グラスサイレージの TDN 含量は、日本標準飼料成分表2001年版に示されたチモシー主体草サイレージの値を参考に、現場実態上の上限と考えられる 63% とした。

viii) トウモロコシ畑収量、乾物回収率、トウモロコシサイレージ TDN 含量

収量と乾物回収率は北海道農業生産技術体系第3版に示された値を準用し、それぞれ $1361\text{kg}/10\text{a}$ 、 86% とした。TDN 含量は日本標準飼料成分表(2001年版)に従い、 67% とした。

ix) 購入飼料の TDN 含量(乾物)

TDN 75% -CP 18% の配合飼料、ビートパルプペレット、圧片トウモロコシ、大豆粕の利用を想定した。日本標準飼料成分表2001年版により、乾物当たりの TDN 含量は、順に 82 、 75 、 92 、 87% とした。

x) 飼料設計

ここまで示したデータを用い、日本飼養標準・乳牛1999年版(1999)に従い、乳期(泌乳前-中-後期、乾乳前-後期)と放牧期別に飼料設計を行った。

・栄養充足率

TDN は 100% 、CP は 100% 以上とした。

・給与飼料の選択と乾物給与量

前述のとおり、放牧草採食量は放牧期間により一定値とし、放牧草以外の飼料給与量は全飼料給与量が乾物摂取量の範囲内となるように設定した。その上で、粗飼料給与量を最大とすることを方針に飼料設計した。濃厚飼料は配合飼料での給与を基本とした。ビートパルプは、乳量 32kg および含飼で乳量 28kg の時のみ、原物で 1.5kg 給与することとした。ま

た、配合飼料のみでは CP 充足率を満たせない場合には大豆粕を、後述する TDN/CP 比が4未満となる場合に圧片トウモロコシを併用することとした。

・放牧による維持要求量増加

昼夜放牧期間中は 15% を見込んだ。日中放牧期間中は、昼夜放牧時に日中の放牧草採食量が夜間放牧時の約2倍であったこと(図3-1-12)を踏まえ、暫定的に 10% とした。

・泌乳期放牧中の全飼料中 NDF 含量と TDN/CP 比

前者は 40% 以上、後者は4以上を目安に設計した。しかし、乳量水準が低く、放牧草のみで飼養可能な場合など、一部の条件下では基準を満たせない例が少数ながらあった。

・乳代、購入飼料費

乳代は $70\text{円}/\text{kg}$ とした。購入飼料費は原物 1kg 当たり、配合飼料 54.8円 、ビートパルプ 29.0円 、大豆粕 83.5円 、圧片トウモロコシ 53.4円 とした。

4) 営農モデルから得られた結果

i) 1乳期乳量 8500kg モデル

乳量 8500kg を前提に、営農モデルを4体系構築した。すなわち、トウモロコシサイレージを通年給与する放牧モデル(GT)、昼夜放牧期間中はトウモロコシサイレージを給与しない放牧モデル(GL)、トウモロコシサイレージを一切利用しない放牧モデル(G)、トウモロコシサイレージを通年給与する含飼モデル(H)である(表3-1-14)。それぞれのモデルについて飼料設計を行い、1年間単位で、飼料構成や所要となる粗飼料を供給するために必要な圃場面積を算定し、相互に比較した。乳期と放牧期区分(表3-1-9)、トウモロコシサイレージの有無と給与期間の違いの組み合わせにより、飼料設計パターンは40とおりとなった(表3-1-15)。放牧モデルでは分娩時期により乳期と放牧期区分との対応関係が変化するため(表3-1-16)、各月とも15日分娩とし、平均値を求めた。

モデル別に TDN ベースの飼料構成を図3-1-24に示した。維持要求量の増加により、放牧モデルでの所要 TDN 量は含飼モデルよりも2%増加した。放牧モデルでの放牧依存率は 34% 、粗飼料給与率は、GTとGLではともに 74% 、Gでは 69% 、Hでは 66% であ

表3-1-14 想定した営農モデル

飼養体系	トウモロコシサイレージ	略号
放牧	通年給与	GT
放牧	昼夜放牧期間以外給与	GL
放牧	無給与	G
含飼	通年給与*	H

* 乳量 6000kg モデルでは無給与

表3-I-15 乳量8500kgモデルでの飼料設計パターン

乳期	放牧期区分	CS	日FCM kg	放牧草 DMkg	GS DMkg	CS DMkg	配合 DMkg	大豆粕 FMkg	ビートパル FMkg	圧片コーン FMkg	放牧依存率 %	粗飼料給与率 %	CP充足率 %	NDF含有率 %	TDN/CP
前	A	有	32	8.0	1.5	4.8	6.5	1.5			37	64	113	40.4	4.5
前	B	有	32	15.0		1.9	3.8	1.5			69	77	126	41.7	4.1
前	C	有	32	13.0		1.1	6.0	1.5		0.8	58	62	127	39.8	4.1
前	D	有	32	8.0		5.5	7.4	1.5			36	59	113	39.8	4.5
前	舎飼	有	32		3.0	10.0	7.0	1.0	1.5		0	55	101	41.1	4.9
中	A	有	28	8.0		9.0	3.2				42	83	105	43.8	4.9
中	B	有	28	15.0		4.4	0.6				77	97	124	45.6	4.2
中	C	有	28	13.0		2.5	4.8				64	75	131	41.8	4.0
中	D	有	28	8.0		7.5	4.9				40	75	111	42.5	4.6
中	舎飼	有	28		6.8	6.5	5.7	0.2	1.5		0	62	102	45.2	4.9
後	A	有	24	8.0		10.3					46	100	101	48.4	5.2
後	B	有	24	15.0		2.8					86	100	132	45.9	4.1
後	C	有	24	13.0		3.8	1.6				71	91	131	46.3	4.1
後	D	有	24	8.0		6.7	2.2				45	87	114	46.8	4.6
後	舎飼	有	24		7.3	7.3	4.1				0	76	100	47.9	5.1
前	A	無	32	8.0	5.5		7.4	1.5			37	59	125	40.8	4.1
前	B	無	32	15.0	1.8		3.3	1.5	0.5		69	78	129	42.1	4.0
前	C	無	32	13.0	1.3		5.2	1.5	1.5		58	63	127	40.1	4.0
前	D	無	32	8.0	4.5		8.1	1.5	0.5		36	53	125	39.7	4.1
前	舎飼	無	32		10.5		10.7	1.5			0	42	117	40.6	4.2
中	A	無	28	8.0	7.0		5.4				42	72	130	43.7	4.0
中	B	無	28	15.0	3.7				1.3		77	93	131	45.8	4.0
中	C	無	28	13.0	3.3		1.8		2.5		64	78	128	43.8	4.1
中	D	無	28	8.0	6.3		5.2		1.0		40	67	128	43.1	4.0
中	舎飼	無	28		12.1		8.5				0	55	121	43.8	4.1
後	A	無	24	8.0	8.3		1.2		1.0		46	87	128	48.6	4.1
後	B	無	24	15.0	1.4				1.2		86	93	135	44.2	4.0
後	C	無	24	13.0	3.6				1.9		71	88	134	47.0	4.0
後	D	無	24	8.0	7.2		2.4		1.0		45	80	131	47.4	4.0
後	舎飼	無	24		13.2		5.6				0	67	123	48.4	4.1
乾前	A	無	0	4.8	4.0						59	100	183	51.8	3.9
乾前	B	無	0	8.5							100	100	197	45.0	3.8
乾前	C	無	0	8.8							100	100	205	48.0	3.8
乾前	D	無	0	5.0	4.0						59	100	188	53.3	3.8
乾前	舎飼	無	0		9.1						0	100	161	60.0	4.1
乾後	A	無	0	5.5	4.0						62	100	178	51.3	3.9
乾後	B	無	0	9.1							100	100	190	45.0	3.8
乾後	C	無	0	9.5							100	100	198	48.0	3.6
乾後	D	無	0	5.7	4.0						62	100	183	53.0	3.8
乾後	舎飼	無	0		9.8						0	100	157	60.0	4.1

CS:トウモロコシサイレージ GS:グラスサイレージ ビートパル:ビートパル 圧片コーン:圧片トウモロコシ

放牧期区分は表3-I-9参照

乾前:分娩前9~4週 乾後:分娩前3週以降

表3-I-16 放牧モデルにおける、分娩月による乳期と放牧期区分の対応関係の変化
(年間の日数割合(%)で表示)

乳期/放牧期区分/分娩月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
泌乳前期 A		7	7	7	3							
泌乳前期 B		1	8		13	7						
泌乳前期 C				4	12	21	25	17	8			
泌乳前期 D							2	7	7	7		
泌乳前期 舎飼	28	21	13	4				4	12	20	28	28
泌乳中期 A		7								1	7	7
泌乳中期 B	13	12	5								3	11
泌乳中期 C	7	15	23	22	14	6						
泌乳中期 D				5	7	7	5					
泌乳中期 舎飼	1				6	14	22	27	27	27	18	10
泌乳後期 A							4	7	7	6		
泌乳後期 B								6	13	13	10	2
泌乳後期 C	20	11	4						2	10	19	26
泌乳後期 D	7	7	7	2								1
泌乳後期 舎飼	2	10	18	26	29	29	24	16	7			
乾乳前期 A						7	2					
乾乳前期 B							8	7				
乾乳前期 C								4	10	10	8	
乾乳前期 D											3	7
乾乳前期 舎飼	10	10	10	10	10	4						4
乾乳後期 A					4	6						
乾乳後期 B							5					
乾乳後期 C							1			6		
乾乳後期 D								6	6		5	
乾乳後期 舎飼	6	6	6	6	2						1	6

放牧期区分:AとDは日中放牧、BとCは昼夜放牧(詳細は表3-I-9参照)

った。

モデル別の所要圃場面積を図3-I-25に示した。1頭当たり所要圃場面積はGで相対的に多く72aであった。このモデルにトウモロコシサイレージを導入することにより所要面積は64~66aとなり、GTでは8a、GLでは6a、圃場面積を削減できる。Hの所要圃場面積は56aと試算された。

乳代から購入飼料費を差し引いた差額を年1頭当たりで図3-I-26に示した。12ヶ月平均額は、GTで51.21万円、GLで51.16万円、Gで49.41万円、Hで48.66万円であり、トウモロコシサイレージ利用の有無に関わらず、放牧モデルは舎飼モデルよりも収益上有利であった。また、放牧の効果はトウモロコシサイレージの利用によりさらに高められたが、放牧

モデル間での比較に限れば、GTとGL間の差額の違いは小さかった。放牧モデルでは、12~5月分娩での差額が相対的に高かった。7~11月分娩に限れば、Gの差額はHと同程度であった。

ii) 1乳期乳量7300kgモデル

乳量7300kgを前提に、8500kgの場合と同様な方法により営農モデルを4体系構築し、比較した。

飼料設計パターンを表3-I-17に、モデル別の飼料構成を図3-I-27に示した。維持要求量の増加により、放牧モデルの所要TDN量は舎飼モデルよりも3%増加した。放牧モデルの放牧依存率は38%、粗飼料給与率はGTとGLではともに85%、Gでは79%、Hでは78%であった。

モデル別の所要圃場面積を図3-I-28に示した。1

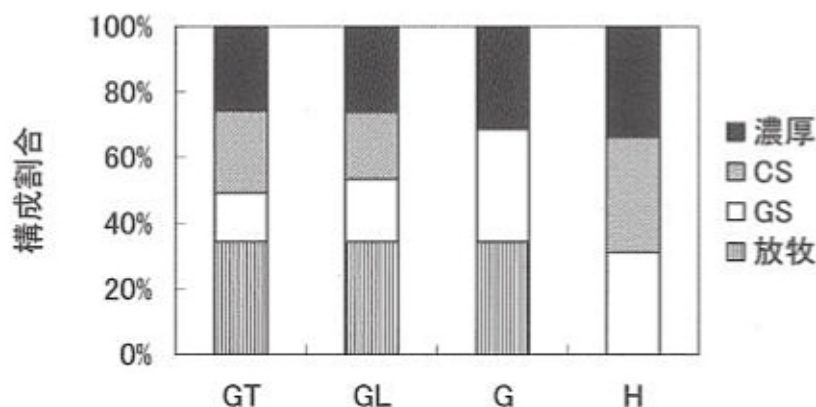


図3-I-24 営農モデル別の年間飼料構成 (TDNベース、乳量8500kg)

GT: 放牧十年間CS給与 GL: 放牧十昼夜放牧期間以外CS給与
 G: 放牧 (CS無給与) H: 舎飼十通年CS給与 放牧: 放牧草
 GS: グラスサイレージ CS: トウモロコシサイレージ 濃厚: 濃厚飼料

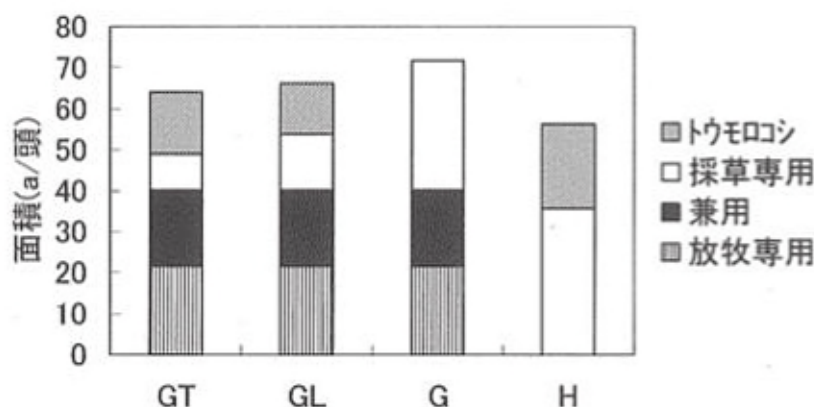


図3-I-25 営農モデル別の所要圃場面積 (乳量8500kg)

GT: 放牧十年間CS給与 GL: 放牧十昼夜放牧期間以外CS給与
 G: 放牧 (CS無給与) H: 舎飼十通年CS給与

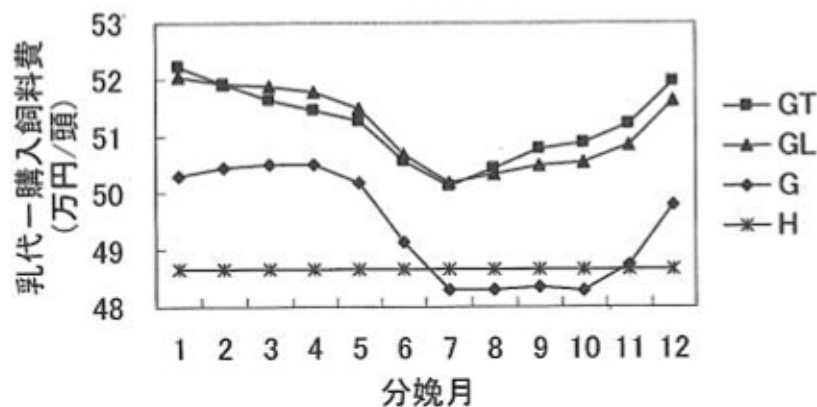


図3-I-26 各営農モデルの分悦月別の乳代と購入飼料費との差額（乳量8500kg）

GT：放牧十年間CS給与 GL：放牧十昼夜放牧期間以外CS給与
G：放牧（CS無給与） H：舎飼十通年CS給与

表3-I-17 乳量7300kgモデルでの飼料設計パターン

乳期	放牧期区分	CS	日FCM kg	放牧草 DMkg	GS DMkg	CS DMkg	配合 FMkg	大豆粕 FMkg	ビーバル FMkg	圧片コン FMkg	放牧依存率 %	粗飼料給与率 %	CP充足率 %	NDF含有率 %	TDN/CP
前前	A	有	28	8.0		9.0	3.2				42	83	105	43.8	4.9
	B	有	28	15.0		4.4	0.6				77	97	124	45.6	4.2
	C	有	28	13.0		2.5	4.8				64	75	131	41.8	4.0
	D	有	28	8.0		7.5	4.9				40	75	111	42.5	4.6
前中	舎飼	有	28		6.8	6.5	5.7	0.2	1.5		0	62	102	45.2	4.9
	A	有	24	8.0		10.3					46	100	101	48.4	5.2
	B	有	24	15.0		2.8					86	100	132	45.9	4.1
	C	有	24	13.0		3.8	1.6				71	91	131	46.3	4.1
中中	D	有	24	8.0	1.5	6.7	2.2				45	87	114	46.8	4.6
	舎飼	有	24		7.3	7.3	4.1				0	76	100	47.9	5.1
後後	A	有	20	8.0		8.0					53	100	107	48.0	5.0
	B	有	20	15.0		0.5					97	100	143	45.2	3.8
	C	有	20	13.0		3.3					81	100	136	48.6	4.0
	D	有	20	8.0		8.4					51	100	109	49.5	4.9
後後	舎飼	有	20		8.9	6.8	1.1				0	93	100	53.9	5.1
	A	無	28	8.0		7.0	5.4				42	72	130	43.7	4.0
	B	無	28	15.0		3.7				1.3	77	93	131	45.8	4.0
	C	無	28	13.0		3.3	1.6			2.5	64	78	128	43.8	4.1
前中	D	無	28	8.0		6.3	5.2			1.0	40	67	128	43.1	4.0
	舎飼	無	28		12.1		6.5				0	55	121	43.8	4.1
中中	A	無	24	8.0		8.3		1.2		1.0	46	87	128	48.6	4.1
	B	無	24	15.0		1.4				1.2	86	93	135	44.2	4.0
	C	無	24	13.0		3.6				1.9	71	88	134	47.0	4.0
	D	無	24	8.0		7.5	2.2			1.0	45	81	131	47.9	4.0
中中	舎飼	無	24		13.2		5.6				0	67	123	48.4	4.1
	A	無	20	8.0		8.5				0.1	53	99	137	52.5	3.9
	B	無	20	15.0		0.6					97	100	145	45.5	3.8
	C	無	20	13.0		3.8					81	100	148	50.6	3.7
後後	D	無	20	8.0		7.8				0.9	51	94	135	51.9	4.0
	舎飼	無	20		13.9		3.0				0	80	125	53.1	4.1
乾前	A	無	0	4.8		4.0					59	100	183	51.8	3.9
	B	無	0	8.5							100	100	197	45.0	3.8
	C	無	0	8.8							100	100	205	48.0	3.8
	D	無	0	5.0		4.0					59	100	188	53.3	3.8
乾前	舎飼	無	0		9.1						0	100	161	60.0	4.1
	A	無	0	5.5		4.0					62	100	178	51.3	3.9
	B	無	0	9.1							100	100	190	45.0	3.8
	C	無	0	9.5							100	100	198	48.0	3.8
乾後	D	無	0	5.7		4.0					62	100	183	53.0	3.8
	舎飼	無	0		9.8						0	100	157	60.0	4.1

CS：イモロシサレージ GS：グラスサレージ ビーバル：ビーバル 圧片コン：圧片イモロシ
放牧期区分は表3-I-9参照
乾前：分娩前3週～4週 乾後：分娩前3週以降

頭当たり所要圃場面積はGで75aを要した。このモデルにトウモロコシサイレージを導入することにより所要面積は68～70aとなり、GTで7a、GLで5a削減できる。Hの所要圃場面積は63aと試算された。

乳代から購入飼料費を差し引いた差額を年1頭当たりで図3-I-29に示した。GTでは46.81万円、GLでは46.76万円、Gでは46.62万円、Hでは44.69万円であった。いずれの放牧モデルも舎飼モデルの差額を同年で上回った。一方、放牧モデル間では、8500kgモデルよりもトウモロコシサイレージの有無による差は縮小した。放牧モデルにおいて差額が最大となる

分娩月は3月、最小となる月は10月で、8500kgモデルとは分娩月による変化の様相を異にした。

iii) 1乳期乳量6000kgモデル

季節繁殖方式への移行を念頭においた、トウモロコシサイレージを利用しない乳量6000kgモデルを構築し、放牧(G)と舎飼(H)を比較した。

飼料設計パターンを表3-I-18に、モデル別の飼料構成を図3-I-30に示した。放牧による所要TDN量の増加は4%であった。Gの放牧依存率は43%、粗飼料給与率はGで88%、Hで82%であった。乳量水準の低下に伴い、放牧依存率と粗飼料給与率は上昇した。

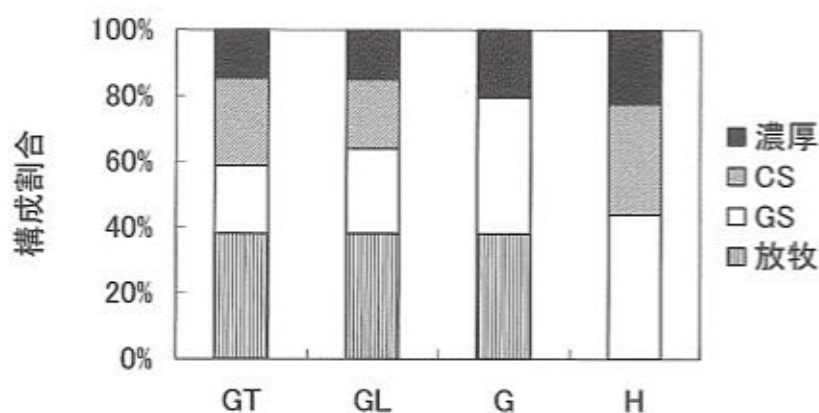


図3-I-27 営農モデル別の年間飼料構成 (TDNベース、乳量7300kg)

GT: 放牧十年間CS給与 GL: 放牧十昼夜放牧期間以外CS給与
 G: 放牧 (CS無給与) H: 舎飼十通年CS給与 放牧: 放牧草
 GS: グラスサイレージ CS: トウモロコシサイレージ 濃厚: 濃厚飼料

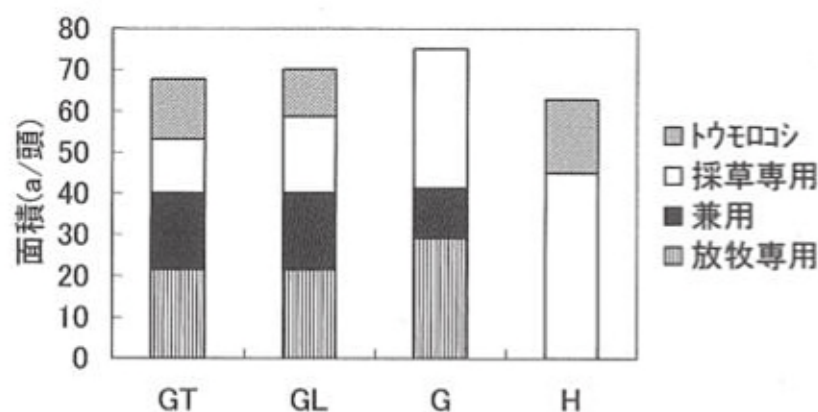


図3-I-28 営農モデル別の所要圃場面積 (乳量7300kg)

GT: 放牧十年間CS給与 GL: 放牧十昼夜放牧期間以外CS給与
 G: 放牧 (CS無給与) H: 舎飼十通年CS給与

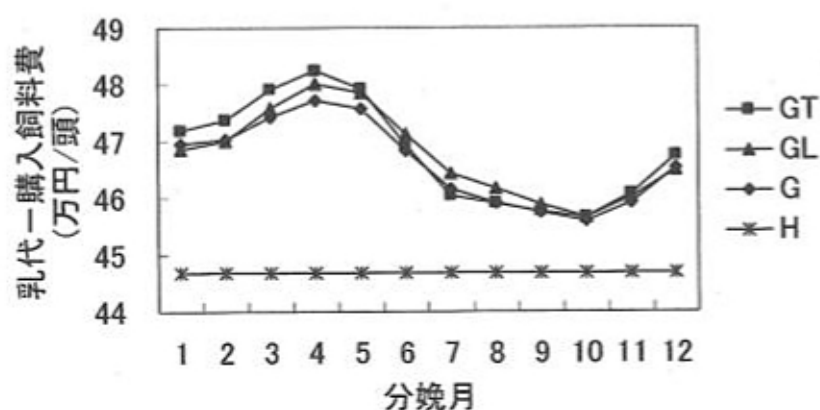


図3-I-29 各営農モデルの分娩月別の乳代と購入飼料費との差額（乳量7300kg）

GT：放牧十年間CS給与 GL：放牧十昼夜放牧期間以外CS給与

G：放牧（CS無給与） H：舎飼十通年CS給与

表3-I-18 乳量6000kgモデルでの飼料設計パターン

乳期	放牧期区分	日FCM kg	放牧草 DMkg	GS DMkg	配合 FMkg	圧片コーン FMkg	放牧依存率 %	粗飼料給与率 %	CP充足率 %	NDF含有率 %	TDN/CP
前	A	26.0	8.0	7.9	2.5	1.0	44	80	127	46.4	4.1
前	B	26.0	15.0	3.5		0.5	81	97	136	47.0	3.9
前	C	26.0	13.0	3.9		2.6	67	85	129	46.0	4.1
前	D	26.0	8.0	6.7	3.9	1.0	42	73	129	45.0	4.0
前	舎飼	26.0		12.4	7.3		0	59	122	45.5	4.1
中	A	18.0	8.0	7.1		0.3	56	98	138	51.5	3.9
中	B	18.0	15.0			0.5	97	97	155	44.0	3.8
中	C	18.0	13.0	1.8		0.5	86	96	148	48.3	3.7
中	D	18.0	8.0	7.5		0.3	54	98	141	53.2	3.9
中	舎飼	18.0		14.5	1.5		0	89	127	56.4	4.1
後	A	15.0	8.0	5.3		0.3	63	98	142	50.4	3.9
後	B	15.0	15.0			0.5	97	97	177	44.0	3.8
後	C	15.0	13.0			0.5	96	96	154	46.8	3.7
後	D	15.0	8.0	5.7		0.3	60	98	145	52.3	3.8
後	舎飼	15.0		14.5			0	100	130	60.0	4.1
乾前	A	0.0	4.8	4.0			59	100	183	51.8	3.9
乾前	B	0.0	8.5				100	100	197	45.0	3.8
乾前	C	0.0	8.8				100	100	205	48.0	3.6
乾前	D	0.0	5.0	4.0			59	100	188	53.3	3.8
乾前	舎飼	0.0	0.0	9.1			0	100	161	60.0	4.1
乾後	A	0.0	5.5	4.0			62	100	178	51.3	3.9
乾後	B	0.0	9.1				100	100	190	45.0	3.8
乾後	C	0.0	9.5				100	100	198	48.0	3.6
乾後	D	0.0	5.7	4.0			62	100	183	53.0	3.8
乾後	舎飼	0.0	0.0	9.8			0	100	157	60.0	4.1

GS:グラスサイレージ ビーハル:ビーハル 圧片コーン:圧片トウモロコシ

放牧期区分は表3-I-9参照

乾前:分娩前9~4週 乾後:分娩前3週以降

モデル別の所要圃場面積を図3-I-31に示した。G、Hとも74aであった。

乳代から購入飼料費を差し引いた差額を年1頭当たりで図3-I-32に示した。Gでは5月に最大値、11月に最小値を示し、他の乳量モデルよりも分娩月による差額の変動幅が大きかった。

iv) 放牧モデルにおける乳代と購入飼料費の差額の変動要因

放牧モデルにおいて分娩月により乳代と購入飼料

費との差額が変動する基本的な原因は、分娩月毎に年間の放牧依存率と粗飼料給与率とが異なるためである。この関係をさらに検討するため、乳期別舎飼期日数の割合が分娩月により変動する様子を図3-I-33に示した。

8500kgモデルのGTとGLの変化パターンは、乾乳期の舎飼期日数割合の変化パターンに似ており、泌乳期が放牧期にあたる日数が多いほど差額が大きくなるものと考えられた。

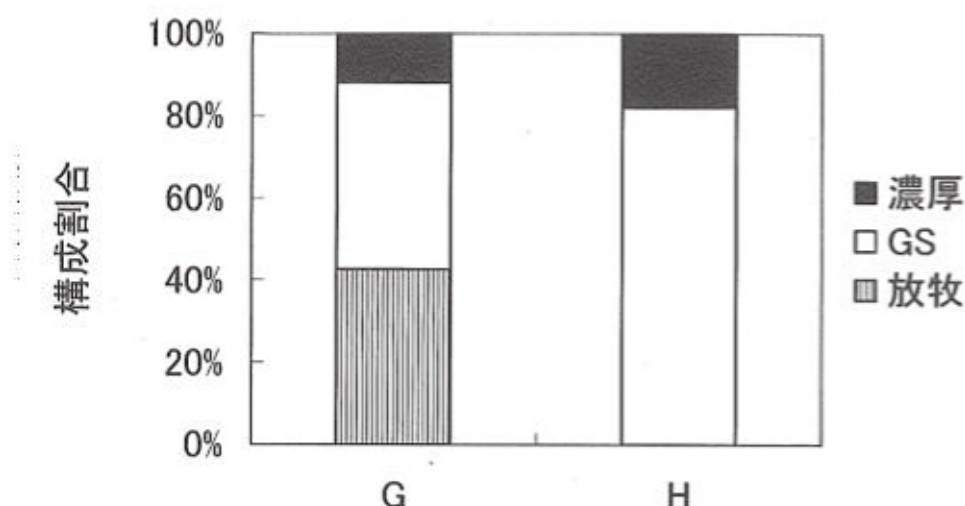


図3-I-30 営農モデル別の年間飼料構成 (TDNベース, 乳量6000kg)

G: 放牧 (CS無給与) H: 舎飼 (CS無給与)

放牧: 放牧草 GS: グラスサイレージ 濃厚: 濃厚飼料

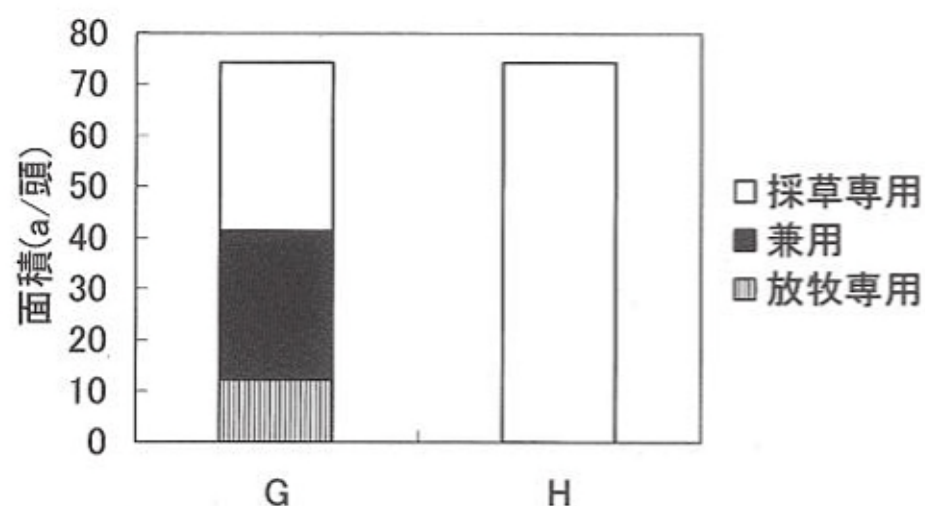


図3-I-31 営農モデル別の所要圃場面積 (乳量6000kg)

G: 放牧 (CS無給与) H: 舎飼 (CS無給与)

放牧: 放牧草 GS: グラスサイレージ 濃厚: 濃厚飼料

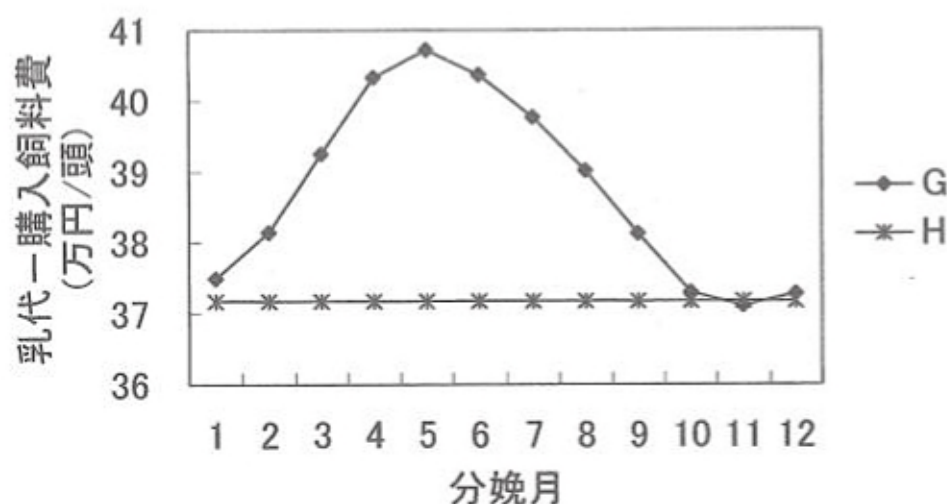


図3-1-32 各営農モデルの分娩月別の乳代と購入飼料費との差額（乳量6000kg）

G：放牧（CS無給与） H：舎飼（CS無給与）

放牧：放牧草 GS：グラスサイレージ 濃厚：濃厚飼料

8500kgモデルのGおよび7300kgモデルの変化パターンは、泌乳中期の舎飼期日数の変化パターンと逆の関係に似ており、泌乳中期（8500kgモデルGでは日FCM28kg、7300kgモデルでは日FCM24kg）が放牧期にあたる日数が多いほど差額が大きくなるものと考えられた。

6000kgモデルのGの変化パターンは、泌乳前期の舎飼期日数割合の変化パターンと逆の関係および泌乳後期の舎飼期日数割合の変化パターンに似ており、泌乳前期（日FCM26kg）が放牧期にあたる日数

が多いほど差額が大きくなるものと考えられた。

6000kgモデルでは泌乳後期の日FCMが15kgと低く、舎飼でも粗飼料給与率を高く設定できるため、このような結果になったものと考えられる。

以上のように、差額の変動要因の検討に際し、単に泌乳期が放牧期にあたる日数で評価するだけでは不十分な飼養方式があり、泌乳ステージと乳量水準についても考慮する必要が認められた。

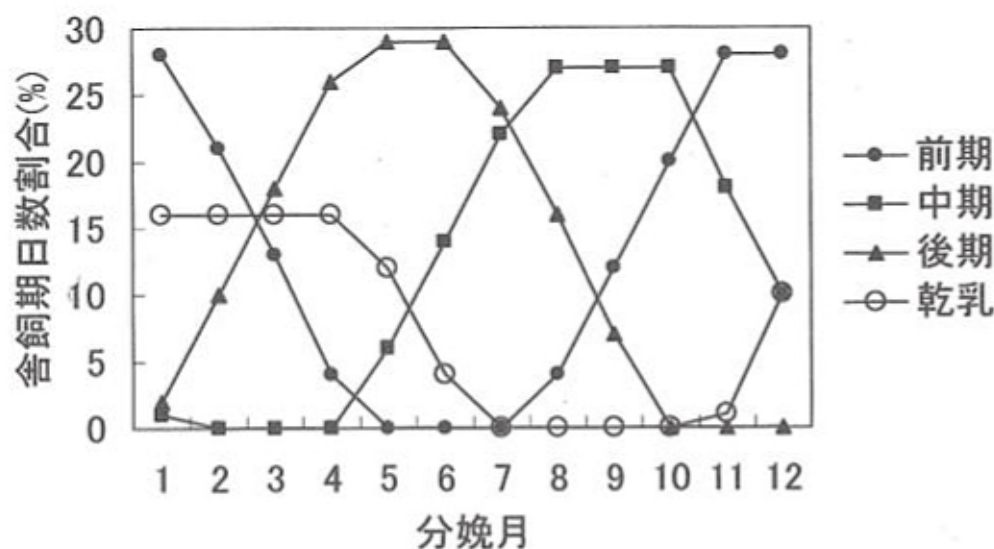


図3-1-33 放牧モデルにおける乳期別舎飼期日数割合の分娩月による変化

(4) 今後の課題

営農モデル構築に際し、技術係数には放牧、舎飼ともほぼ最適値を採用したため、両者の比較等はそれぞれの飼養方式が最良の条件下での結果である。このため、個々の経営条件に適用するためには技術係数の修正を要する。また、社会経済条件や技術開発によっても技術係数は変動するため、随時の見直しが必要である。

放牧期を通じて時間制限放牧を行う飼養体系については未検討であり、別途検討する必要がある。

(5) 摘要

メドウフェスク新品種「ハルサカエ」を活用した畑地型集約放牧システムを体系化し、営農モデルを構築するため、営農試験地等で技術係数の収集を行った。

現地試験等の結果から、9月の放牧地乾物重増加速度を3.5g/m²とし、年間の放牧計画を策定した。放牧期間は5月1日から11月10日、昼夜放牧期間は5月25日から10月14日までとした。1頭当たり放牧草乾物採食量を日中放牧期間中は8kg、昼夜放牧期間中は時期により15または13kgとした。想定する営農モデルは放牧モデルがトウモロコシサイレージへの依存度により3体系、比較対照として、舎通年飼・トウモロコシサイレージ利用のモデルを1体系とし、乳量水準は8500、7300、6000kgの3水準とした。各モデルとも、粗飼料を最大限活用する飼料設計を行い、飼料構成割合と所要圃場面積および乳代と購入飼料費との差額により評価した。

その結果、乳量8500kg放牧モデルでの放牧依存率は34%、粗飼料給与率は約70%と試算された。所要圃場面積はトウモロコシサイレージへの依存度により経産牛1頭当たり64～72aであった。同乳量水準・年ベースでの比較では、いずれの放牧モデルも舎飼モデルより粗飼料給与率と差額が高くなった。所要圃場面積は放牧導入により増加するものの、トウモロコシサイレージの利用により経産牛1頭当たり5～8a減らせることが示された。放牧モデルでは差額が分岐月により変動し、乳量水準によりその様相を異にした。

参考文献

- 1) 独立行政法人農業技術研究機構 (2002) : 日本標準飼料成分表 2001年版, 中央畜産会, 東京。
- 2) 北海道農政部編 (2005) : 北海道農業生産技術体系第3版, P. 307-342. 北海道農業改良普及協会, 札幌。
- 3) 根釧農業試験場, 北海道農業研究センター

(2007) : 道東地域におけるメドウフェスクの放牧利用法. 北海道農業試験会議 (成績会議) 資料。

- 4) 松村哲夫, 須藤賢司, 篠田 満 (2007) : 集約放牧での利用を想定したメドウフェスク「ハルサカエ」の短草利用時の特性. 日本草地学会誌. 53 (別), 246-247.
- 5) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1999) : 日本飼養標準・乳牛1999年版, 中央畜産会, 東京。
- 6) 須藤賢司, 落合一彦, 池田哲也, 梅村和弘 (2002) : メドウフェスク (*Festuca pratensis* Huds.) 集約放牧草地の収量, 栄養価, 持続性に管理方法が及ぼす影響. 日本草地学会誌. 48 (5), 421-427.
- 7) 集約放牧マニュアル (2005) : 道東地方における放牧計画の立て方, P. 71-72. 北海道農業試験研究推進会議, 札幌。
- 8) 梅村和弘, 渡辺也恭, 坂上清一, 須藤賢司, 松村哲夫, 篠田 満 (2006) : 喫食回数による放牧搾乳牛採食量の推定法. 平成17年度研究成果情報北海道農業. 174-175.

(須藤賢司・篠田 満・松村哲夫・梅村和弘・村井勝・鶴川洋樹)

2. 天北型集約放牧の体系化と営農モデルの策定

(1) 研究目的

道北地域の多雪地帯における酪農経営が、より放牧を重視した経営や新たに放牧を導入した経営に移行するため現地での組み立て実証を行い、移行過程の技術変化と経営評価を明らかにする。さらに、地域の先進的酪農家の調査を合わせて集約放牧への移行マニュアルを作成する。

(2) 研究方法

1) 組み立て実証農家における経営の状況を調査し、放牧を重視する経営に移行するための条件を検討する。

a) 実証農家の選定

実証農家は、道北地域の酪農家2戸(E, G農場)とした。経営形態は、E農場が既存の放牧(繋留方式)経営、G農場は舎飼(フリーストール方式)経営であった。経営概要は、E農場が飼養頭数120頭(うち経産牛65頭)、出荷乳量525t、草地面積73.8ha(うち放牧地19.9ha、兼用地0ha)、G農場は飼養頭数116頭(うち経産牛61頭)、出荷乳量502t、草地面積108.3ha(うち放牧地0.8ha、兼用地9.7ha)であった。放牧は、E農場が粗飼料を併給しながら昼夜放牧を実施し、G農場は約10年ぶりに舎飼いから兼用地を用いた日中放牧を開始したばかりであった。

b) 集約放牧移行時の導入技術

導入技術は、E農場が放牧地の植生改善を溝型播種機利用による簡易更新法により行い、ペレニアルライグラス(PRと略す)とマメ科牧草を2カ年(更新率41%)で播種し、牧柵の新設・改修を3カ年(延べ4,210m)、併給粗飼料給与量の削減を2~4カ年、放牧育成(5~11月齢)を開始当年からと計画した。G農場は、搾乳牛の日中放牧を目指して採草用から放牧用への植生改善を同じ簡易更新法で4カ年(更新率88%)、牧柵の新設・改修を4カ年(延べ5,570m)、併給粗飼料給与量の削減を4カ年、放牧育成(5~11月齢)を2年目からと計画した。

c) 調査項目

調査項目は以下の通りとした。

生産技術は草地利用形態、放牧地植生、放牧草採食量及び飼養・繁殖管理等の変化で、経営内容は放牧導入による初期投資及び収益性等の変化とした。導入・転換の評価は、粗飼料自給率向上、省力化及び低コスト化等とした。

(3) 結果及び考察

1) 実証農家の概要と導入技術

実証農家の経営概況及び牛乳生産技術の推移は、

E農場が土地利用面積では移行前と大差ないが、兼用利用面積比率を高めていた。育成牛頭数は若干減少しており経産牛比率が高まった。出荷乳量は、集約放牧導入年の2003年に前年比109%と大きく伸びたが、2004年の猛暑による授精時期の遅れがその後2カ年に影響し出荷乳量を低下させた。さらに経産牛1頭当たり乳量は、2003年(1年目)をピークに減少を続けている。

G農場は、2004年に採草地を11.8ha購入して120.1haとし、成牛換算1頭当たり1.4haと土地利用にゆとりが生じた。乳牛総頭数など放牧転換による経営基盤に変化は少なかったが、育成牛の減少により経産牛比率が高まる傾向が見られた。出荷乳量は放牧へ転換し始めた1年目に前年比97%に減少したが、2004年以降の出荷乳量では、経産牛頭数や1頭当たり乳量の増減が影響して年度によるバラツキが見られ安定しなかった。

放牧移行過程の導入技術は、E農場が兼用地利用を開始し、高張力線電牧への切替を2カ年、簡易及び耕起更新による放牧地の植生改善を4カ年で実施した。放牧転換したG農場は、電気牧柵の設置を2カ年で終了し昼夜放牧の実施を可能とし、3カ年で簡易更新主体に植生改善を行った。放牧育成は、両農場とも公共牧場を利用しており、自前での放牧育成を計画したが実施出来なかった。

2) 移行過程の技術変化

a) 給与体系の変化

両農場とも放牧依存度の向上により濃厚飼料の粗蛋白質含量を低下させ、エネルギー含量を高める技術改善を行っていた。また、放牧期の併給粗飼料給与量を導入前と2006年(4年目)を比較すると、E農場が5.0kg/頭・日から4.6kgと変化なく、G農場は8.2kg/頭・日から3.3kgに削減された(表3-I-19)。

b) 放牧地利用形態の変化

E農場は集約放牧の導入時に兼用地を新たに設置し、経過年数とともに兼用地比率を高めた。2006年(4年目)は放牧専用牧地が5牧区5.6haと最も減少し、早春の輪換間隔も5日と短く、放牧牛1頭当たりの放牧地面積(兼用地は1/2~1/4換算)は0.26haと昼夜放牧(PR主体放牧地で0.4~0.5ha/頭必要)としては不足した(図3-I-34)。全体的に放牧地面積がやや不足しており、併給粗飼料の給与が常に必要であった。

G農場は2002年(導入前)に本格的な放牧転換を前にして9月から兼用地で制限放牧を開始した。転換後は簡易更新による植生改善と牧柵の新設・改修により放牧専用牧地・兼用地とも拡大させた結果、2年目の2004年には1頭当たり0.36haとほぼ昼夜放牧を実施できた。その後も兼用地を拡大したため、1頭

表3-I-19 放牧草採食量と飼料給与量の推移 (2002～2006年)

農家名	年	項目 經過年	粗飼料(DMkg/頭・日)		濃厚飼料(DMkg/頭・日)		全飼料(DMkg/頭・日)		
			放牧期		舎飼期		放牧期	舎飼期	
			放牧草	貯蔵飼料	貯蔵飼料				
E農場	2002	導入前	7.0	5.0	15.4	6.2	7.1	18.2	22.5
	2003	1年目	6.7	4.9	15.6	7.2	7.2	18.8	22.8
	2004	2年目	7.9	5.3	15.0	7.7	7.3	20.9	22.3
	2005	3年目	9.4	4.8	13.7	6.3	7.1	20.5	20.8
	2006	4年目	9.7	4.6	12.1	6.1	6.8	20.4	18.9
G農場	2002	導入前	2.9	8.2	10.3	7.9	9.3	19.0	19.6
	2003	1年目	7.6	6.1	7.8	6.7	9.9	20.4	17.7
	2004	2年目	13.6	4.3	9.6	7.5	10.0	25.4	19.6
	2005	3年目	11.6	4.6	12.6	7.3	9.3	23.5	21.9
	2006	4年目	13.9	3.3	9.6	8.4	9.4	25.6	19.0

注1)放牧期は5-10月、舎飼期は1-4月、11-12月とする。

注2)貯蔵飼料はサイレージ・乾草の合計、濃厚飼料は泌乳牛用各種飼料の合計。

注3)放牧草採食量は早春と晩秋の馴致・移行期分を日数で補正し、G農場は秋口に制限放牧実施。

当たり 0.49ha と十分な放牧地を確保したが、放牧地の利用率低下が見られた。

c) 放牧地の植生改善

簡易更新は作溝型播種機(機種: シードマチック)を用いて、E農場が放牧専用地に2003年5月1日、G農場が放牧専用地に2003年5月1-2日、兼用地には2004年7月下旬にそれぞれ行った。播種量はPR(品種: ポコロ等) 2.5kg/10a、マメ科草(以後WCと略す、品種: ソーニャ) 0.3kg/10a とし、播種時の施肥は行わなかった。

2003年は、播種後の降雨不足により出芽は遅れてWCの定着が殆ど見られなかった。PRの定着は、既存のPR混播放牧地へ播種したE農場では、草地密度が高く前植生も比較的良好なため、G農場に比較して放牧専用地での冠部被度の急激な増加は見られなかったものの、植生が若干改善された。採草地跡に播種したG農場のPR定着は、春と翌年夏のいずれの播種時期ともほぼ良好で、特に専用地では播種2年目にPR冠部被度が35%に達し植生改善の効果が見られた(図3-I-35)。しかし、播種時期が遅かった兼用地は、翌春の採草利用のため弱小個体のPRが抑制されたことにより、同様の効果が見られたのは1年遅れの3年目秋であった。また、簡易更新と短草多回利用は、播種したPRが増加し相対的にリードカナリーグラス(RCG)の植生比率を低下させる効果も認められた。

これらの結果から、初期生育の早いPR草種を作溝型播種機を用いて播種する簡易更新法は、放牧利用を継続しながら2-3年目で十分な植生改善が見られ、良好な放牧への転換を容易にする有効な方法で

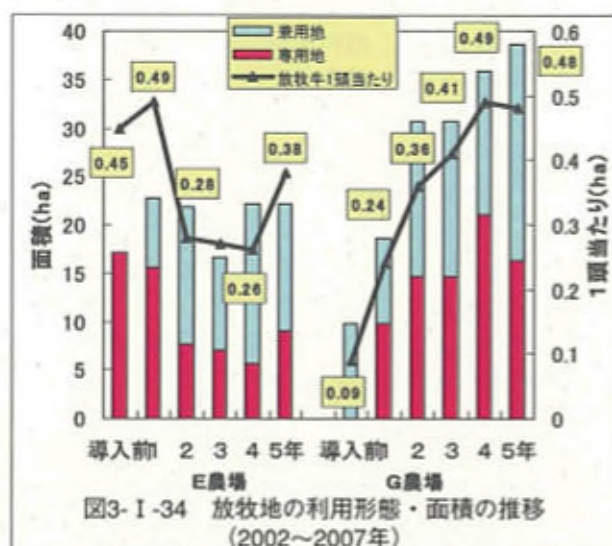


図3-I-34 放牧地の利用形態・面積の推移 (2002～2007年)

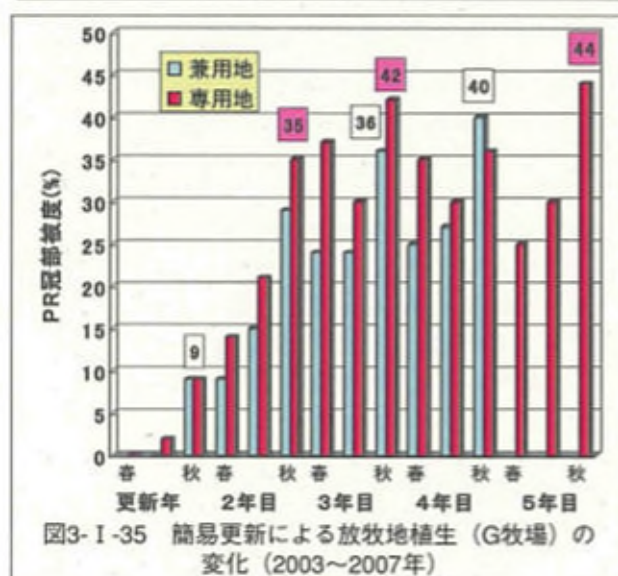


図3-I-35 簡易更新による放牧地植生(G農場)の変化 (2003～2007年)

あった。

d) 放牧草の栄養価と採食量の推移

両農場とも集約放牧を導入し短草多回利用を行った結果、入牧時PR草丈が20cm以下、TDN含量は年次間差があるものの平均67～69%と高く、放牧草の利用率が5ヵ年平均でE農場52%、G農場48%と高く維持できた。放牧草採食量は、E農場で平均11.3kg/頭・日と導入開始年に比較して若干の増加しか見られなかった。一方、G農場は転換2年目より昼夜放牧を実施した事と放牧草地面積が拡大して秋季の放牧草量の確保が可能となり、特に夏季から秋季での採食量の向上が見られた(表3-I-20)。

簡易更新による放牧地の植生改善効果を見るた

め、既存PR混播草地に播種したE農場は1牧区(②-2)、採草跡地にPRを新たに播種したG農場は2牧区平均(①、②-2)についての放牧草採食量と栄養価の経年変化を調査した。

放牧草採食量(年平均)は、G農場が放牧転換1年目で日中放牧のため少なかったが、2年目以降は昼夜放牧への拡大とPR植生の増加に合わせて採食量も増加した。E農場は、既存PR混播草地に播種したため植生改善の効果も小さく、また常に併給粗飼料を給与しており採食量の顕著な増加は見られなかった(図3-I-36)。しかし、放牧草の栄養価(TDN)は、簡易更新により高栄養のPRが増加することで高まる傾向が認められた(図3-I-37)。

表3-I-20 放牧草採食量の年次推移(2003～2007年)

農家名	年	経過年	採食量(DMkg/頭・日)				放牧草利用率(%)			
			春(5-6月)	夏(7-8月)	秋(9-10月)	平均	春(5-6月)	夏(7-8月)	秋(9-10月)	平均
E農場	2003	1年目	10.3	11.0	9.6	10.3	41	59	51	50
	2004	2年目	11.8	12.8	11.3	11.9	47	52	49	49
	2005	3年目	10.6	13.3	11.8	11.9	66	48	45	53
	2006	4年目	9.8	14.1	8.7	10.9	79	46	37	54
	2007	5年目	11.7	13.1	9.3	11.3	71	48	40	53
	(平均)		10.8	12.9	10.1	11.3	61	51	44	52
G農場	2003	1年目	10.8	7.9	6.6	8.4	51	48	38	46
	2004	2年目	12.6	15.3	16.1	14.7	69	44	37	50
	2005	3年目	12.4	11.6	15.9	13.3	66	34	33	44
	2006	4年目	15.7	15.5	14.9	15.3	70	55	38	54
	2007	5年目	16.0	-	-	-	67	-	-	-
	(平均)		13.5	12.6	13.4	12.9	65	45	36	48

注1)調査牧区は、E農場②-1,2の2牧区、G農場①、②-2,③,⑦,⑧の5牧区。

注2)放牧草採食量は、坪刈草量(5cm高)・採食面積・喫食高からの残草補正值から算出。

注3)放牧草利用率は、採食草量/供給草量で算出。

9

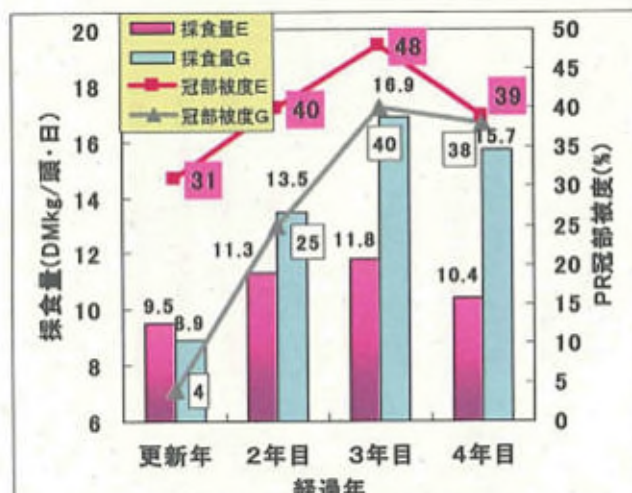


図3-I-36 放牧地の植生改善が放牧草採食量に及ぼす影響(2003～2006年)

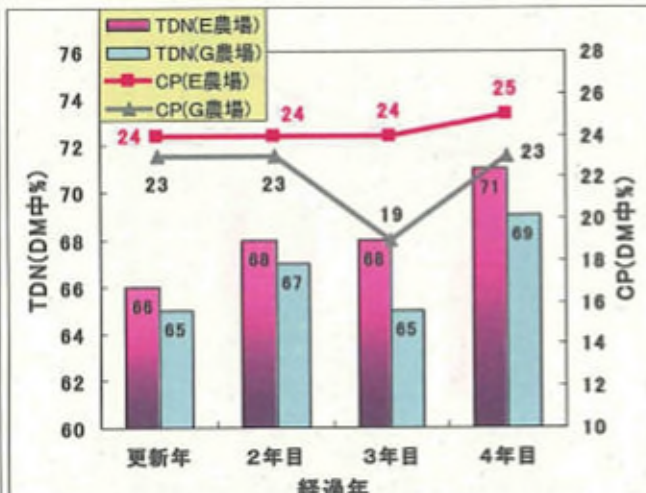


図3-I-37 放牧地の植生改善が放牧草栄養価に及ぼす影響(2003～2006年)

これらの結果から、簡易更新によるし好性の高いPR草種の導入は、放牧草採食量と栄養価向上に有効な方法と考えられた。

e) 乳生産と飼料自給率の推移

放牧依存率は、TDN必要量（維持＋泌乳）に対する放牧草からのTDN供給量の割合で算出した。放牧時のTDN必要量は、日本飼養標準の乳牛1999年版を用いて維持TDN量に2産次、放牧＋15%をそれぞれ加算して求めた。放牧牛比率は経産牛のうち放牧を実施した牛の割合とした。

E農場は、対尻式繋留方式で中央通路が狭く滑りやすいため一部乳牛の放牧を行わず、導入前は放牧牛比率が70%程度であった。集約放牧の導入により、電気牧柵や牛道を整備したことで経年的に放牧牛比率が増加し、放牧依存率も35%から49%に高まった。G農場は舎飼いからの放牧転換であり、2002年秋の予備放牧開始後、翌年にはほぼ全頭の放牧を実施しており、フリーストール方式のためスムーズな放牧移行が出来たと考えられた。放牧依存率は、ほぼ昼夜放牧が実施できた転換2年目に70%に達し、その後も高水準を維持していた（図3-I-38）。

天北支場では、これまでに「天北地域における集約放牧技術の現地実証と経営成果（2002年）」の放牧モデルを設定し、放牧依存度（TDNベース）を放牧期で依存度「大」が53%、季節放牧で58%と設定し、季節繁殖経営で約51%の高い農家事例を報告して来た。今回のG農場は、経産牛乳量が7,400～7,800kgとモデルの8,200kgより少ない事などを考慮しても放牧依存度の高い経営に移行できたと考えられた。

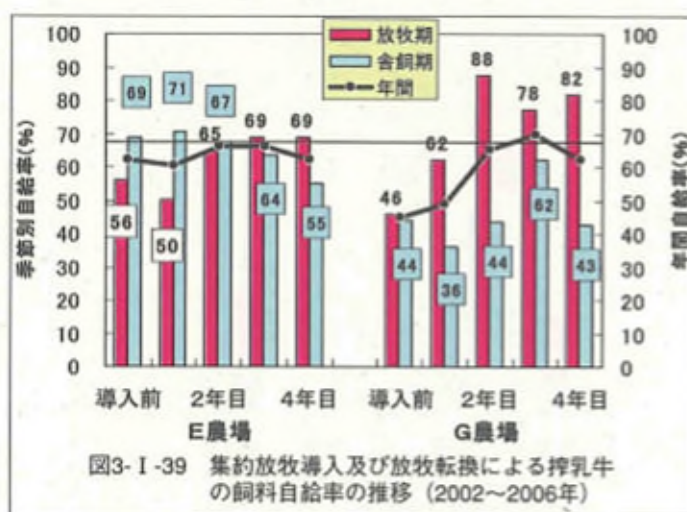
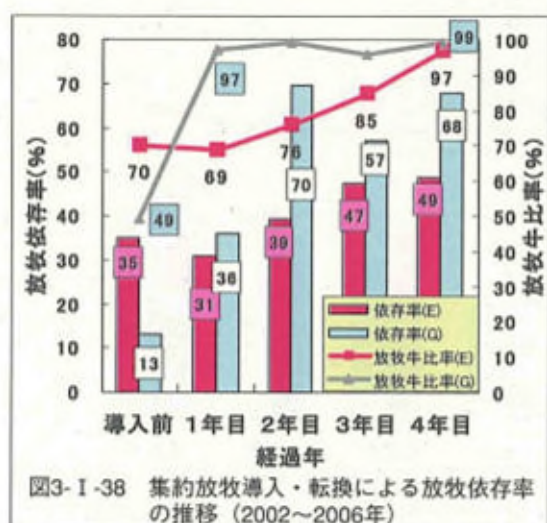
牧草サイレージは、E農場が1番草を主に4年目ま

でタワーサイロに詰め込み、5年目はロールサイレージ体系に変更し、G農場は1～2番草をスタックサイロでそれぞれ調製した。サイレージ水分は、E農場がほぼ60%の中水分で安定していたが、G農場は45～75%と年次によるバラツキが見られた。

しかし、CP含量とTDN含量は、G農場がそれぞれ13.3、60.1%とE農場の11.5、57.4%より若干高い傾向が認められた。

飼料自給率は、搾乳牛について放牧草と全貯蔵粗飼料を合わせたものを放牧期と舎飼期に分けて検討した（図3-I-39）。E農場の放牧期飼料自給率は、集約放牧導入による放牧依存度の増加とロールサイレージ等の併給により、2年目以降は65%以上の高い水準を維持できた。しかし、舎飼期飼料自給率は低下傾向が続き、年間の飼料自給率は60～66%の範囲で推移した。G農場の放牧期飼料自給率は、本格的に放牧へ転換した1年目に60%を超えその後も高い水準を維持できた。一方、舎飼期では転換3年目（2005年）の62%を除いて40%台と低く、貯蔵粗飼料の品質や飼養管理の改善が必要と考えられた。年間の飼料自給率は昼夜放牧への転換により62～70%を維持できた。

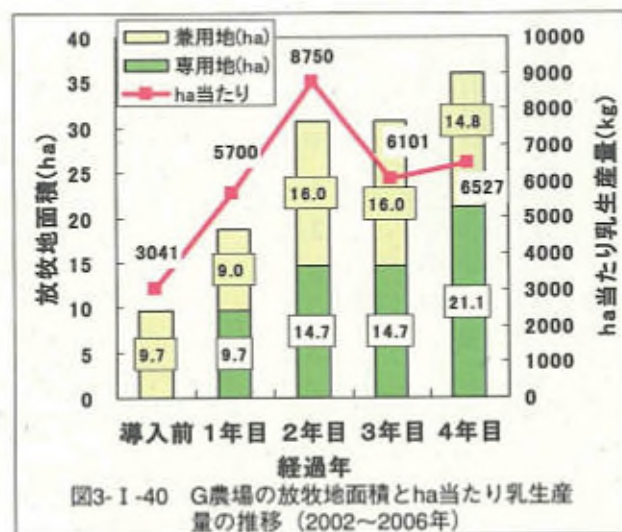
北海道は、経営内自給率をTDNベースで2003年（H15）の56%から2010年（H22）に67%までの向上を目標とした「自然循環型酪農（放牧）」を目指している。両農場はいずれも集約放牧導入や放牧転換により放牧依存率を高め、搾乳牛で年間60%以上の高い飼料自給率の維持ができた。さらに、乾乳牛や育成牛を含めた経営内自給率は、それより高いと推測でき北海道の目標を達成した酪農経営と考えられた。



放牧地 1ha 当たり乳生産量は、両農場とも集約放牧導入及び放牧転換により年々増加する傾向が見られた。E 農場では 2 年目以降に 8,000kg 以上、G 農場でもバラツキが見られるものの 3 年目以降で 6,000kg 以上を維持できた(図 3-I-40)。この要因は、E 農場が兼用地を新設し専用地との使い分けにより春期の余剰草を少なくし、夏季以降の草量を確保したことで放牧草利用率を高めていたこと、また G 農場では簡易更新による放牧地植生の改善と 5 月初め頃からの早春放牧が放牧期間全体の放牧草利用率を向上させた結果である。

天北支場は、これまで多くの集約放牧の成果を報告してきた。その中で PR 主体放牧草地を利用した集約放牧の結果から試算して放牧強度 1.9 頭/ha で放牧地からの乳生産量 7,838kg/ha、また管内の集約放牧実施農家の優良事例調査から放牧依存率 42~51% の農家の場合 3,502~5,065kg/ha と報告していた。

これらの結果から、実証農家 2 戸は集約放牧導入や放牧転換により積極的に放牧草地の植生改善や利用拡大等を行ったことから、放牧地からの乳生産を高めた効率的な放牧地利用を達成したと評価された。



f) 疾病事故と繁殖性の推移

E 農場は集約放牧導入前からの放牧経営であり、死産事故率が 2% 台、病傷事故率では導入年に若干増加したがほぼ 60% 台といずれも疾病等に関しては良好な実績を維持していた(表 3-I-21)。G 農場は放牧転換前の舎飼飼養では死産事故率が 6~11%、病傷事故率は 70~80% と留萌管内(2002~2006 年)の死産事故 6.0~7.1% や病傷事故率 94~103% に比較して同程度かやや低い状況であった。しかし、放牧

転換により死産事故率は年によりバラツキがあるが、病傷事故率が着実に減少し放牧による改善効果が見られた。共済の評価基準である危険段階は、E 農場が最大(良好)の 27 へ、G 農場は 5 から 15 へと大幅に改善され共済費の減少に繋がっていた。

乳牛の BCS 値の変化を見ると E 農場は、集約放牧導入年の放牧前(4 月下旬)に搾乳牛が平均で 3.15、標準偏差 ±0.29 とやや牛群内でバラツキが見られた。その後は放牧・舎飼期とも平均値でほぼ 3.00 前後で安定的に推移した。G 農場は、日中放牧程度の転換年では大きな変化が無く、昼夜放牧を開始した 2 年目で平均値が 3.00 前後で安定した。3 年目舎飼期に 2.88 と低下した原因は、2004 年産の貯蔵粗飼料の品質低下が影響したと考えられた。4 年目の放牧開始前から放牧終了後(12 月下旬)にかけて搾乳牛は、BCS 値の上昇傾向と牛群内のバラツキも大きくなり、乾乳牛ではやや太り過ぎの傾向で乾乳期管理に問題が残された。

放牧転換した G 農家の分娩間隔は、放牧転換により一時短縮(432 日)する傾向が見られたが、3 年目から再び延伸した。この年は、繁殖管理板を導入し発情発見に努めた結果、授精回数が増加した。さらに、長期不受胎牛の受胎も加わり分娩間隔は最大 514 日まで延伸した。このことから、G 農場では乾乳期管理も含めた改善対策の実施が必要であった。

季節別の放牧草採食量と乳中尿素窒素(MUN)濃度の関係を見ると、両農場とも放牧依存度が年々高まり採食量が増加した結果、特に夏以降の MUN 濃度が非常に高まった(図 3-I-41)。

G 農場は、放牧転換 3 年目(2005 年)の秋に給与する濃厚飼料の粗蛋白質含量を低下させた結果、MUN 濃度の抑制効果が若干見られた。しかし、4 年目では濃厚飼料(CP16%)と圧片トウモロコシを 50:50 に設定して給与したが、秋の上昇を抑制出来なかった。E 農場は、濃厚飼料(CP16%)と混合飼料(大麦+ビートパルプ)を給与したが、夏以降の上昇を抑制する効果は認められなかった。G 農場は、放牧転換により舎飼時より発情が見つけづらくなり、繁殖管理板の利用等で適期授精を試みたが受胎成績の改善には至らなかった。この原因の一つには、高い MUN 濃度の影響も考えられた。

MUN 濃度は、これまでに「乳中尿素窒素の暫定基準値(根釧農試 1997.1)」で昼夜放牧が平均 16.9mg/dl(12.8~21.0)、昼夜放牧を除いて平均 13.6mg/dl(9.7~17.5)、「MUN で牛のシグナルを読みとろう(北見管内乳質改善協議会 1998.11)」ではバルク乳が 10~14mg/dl、個体乳は 8~16mg/dl の範囲がそれぞれ推奨されている。また、「集約放牧における乳

表3-I-21 E・G農場における成牛の死廃・病傷事故および共済費の推移 (2001～2006年)

		E農場						G農場					
		-2年	導入前	1年目	2年目	3年目	4年目	-2年	導入前	1年目	2年目	3年目	4年目
事故率	死廃事故(%)	3.6	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	11.4	6.5	5.7	2.3	0.0	7.0
	病傷事故(%)	69.2	64.8	81.2	49.4	61.9	66.5	69.4	81.6	65.4	37.1	34.4	52.4
	危険段階	20	24	20	21	24	27	5	5	5	5	12	15
病傷事故総数(頭)		57	63	78	46	57	58	61	75	57	33	29	45
主な疾病	乳房炎	25	7	20	15	23	27	5	1	0	1	0	0
	卵巣疾患	12	36	32	15	16	13	40	61	46	18	22	30
	蹄疾患	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	第四胃変位	1	0	1	0	1	0	4	0	0	0	0	0
	乳熱	2	9	4	4	5	4	1	2	4	7	3	2
	ケトージス	0	1	0	0	0	2	1	0	0	1	1	0
	その他	17	10	21	12	12	11	10	11	7	6	3	13
共済費(指数)		100	100	126	112	107	91	101	100	101	97	79	72

注1)成牛は13カ月以上の牛。

注2)共済費は2002年(導入前)を100とした指数。

注3)危険段階は「劣1～良27」に区分。

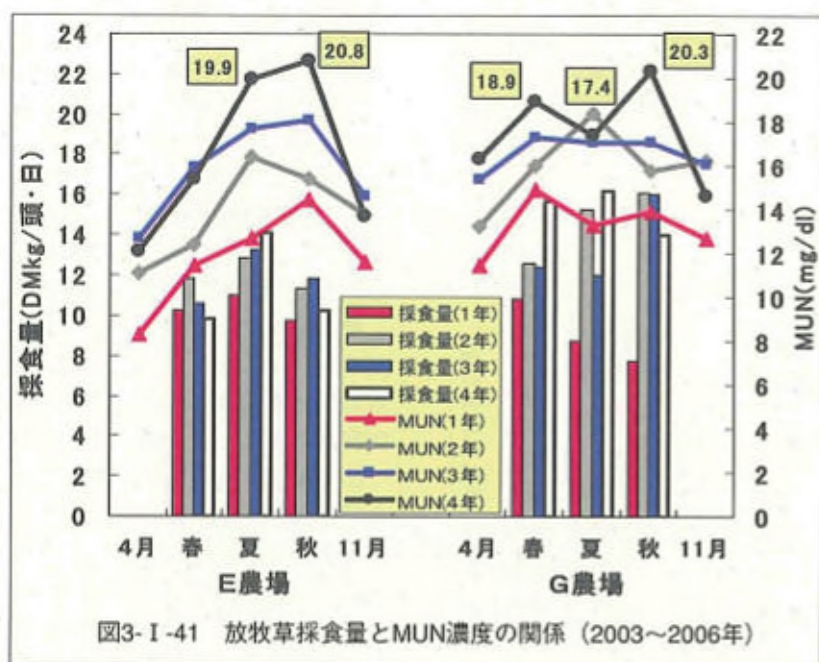


図3-I-41 放牧草採食量とMUN濃度の関係 (2003～2006年)

牛の繁殖性及び健康維持へのMUN濃度の利用」では、エネルギーが充足されていれば個体乳のMUN濃度が20mg/dl程度までなら繁殖性及び健康維持に大きな支障が無いと指摘している。しかし、実証農家2戸のMUN濃度はバルク乳の値であり、個体乳ではこの値以上の個体も存在すると推測されることから、MUN濃度の低下又は上昇を抑制する飼養管理の改善が必要と考えられた。

これらの結果から、集約放牧の導入及び放牧転換により病傷事故率の低下など乳牛の健康が改善された。またBCS値も搾乳牛全体で3.00前後と泌乳初期～中期の目標値とされる3.00～3.25の範囲に入り、

十分な放牧効果が認められた。しかし、放牧依存度の増加はバルク乳のMUN濃度を高めていることから、MUN濃度の上昇を抑制する放牧時の併給飼料給与技術の解明が必要と考えられた。

3) 移行過程の労働時間と経営収支の変化

a) 労働時間の推移

総労働時間は、集約放牧を導入したE農場で導入年(2003年)の7,910時間(3人体制)から4年目で6,871時間まで削減された。舎飼から放牧へ転換したG農場は導入前(2002年)の6,250時間(3人体制)から4人体制に移行した3年目に一時的に6,935時間に増加したが、翌年には5,805時間まで削減できた(表

3-I-22)。

作業内容別に労働時間の変化を見ると、粗飼料生産(粗飼料調製・施肥)は、放牧へ転換したG農場で1,280時間から629時間へ半減したが、E農場では殆ど削減効果が認められなかった。飼養管理(搾乳・給与・除ふん・育成管理)では、E農場が育成管理時間が増加した反面、放牧する乳牛の比率が年々増加し給与・除ふん作業の削減が大きく全体で約950時間短縮された。G農場では給与・除ふん作業が若干加算され増加した。放牧地管理のうち牧柵の新・増設は、雇用等の労働力を含めて年間100時間程度、特に放牧転換のG農場では2ヵ年とも100時間以上を必要としていた。牛移動の作業時間は、両農場の牛舎構造で大きな違いが見られた。E農場は対尻式繫留方式のため1日2回の牛舎入れに3人が必要で680～900時間と多く、G農場はフリーストール方式のため作業時間は少なかったが、兼用地の利用が拡大して乳牛の道路横断(道道)に人手に係るようになり470時間程度まで増加した。

これらの結果から、集約放牧導入による放牧依存度の増加が飼養管理時間を減少させ、放牧転換は粗飼料生産に必要な作業時間の削減を可能とし、いずれも年間の総労働時間を削減する効果が認められた。

b) 農業収支の推移

放牧移行による経営全体の収入や農業所得は、E農場とG農場とも同様の変化が見られた(表3-I-23)。農業収入は、両農場とも移行後2年目程度までは多少増加したが、3年目以降は生乳代金の減少に連動して減少した。乳牛・肉牛販売代金は年度により変動が大きい、個体販売代金が導入前に比較してやや増加していた。牛群構成は、経産牛頭数に変化が見られない反面、育成牛頭数の減少が見られたことは、放牧転換等により事故率が低下し保有頭数を削減し得た結果と考えられた。農業経営費は、移行後2年目までは放牧関連施設や簡易更新等による初期投資が加わりやや増加したが3～4年目には減少する傾向が見られた。

G農場の農業所得は、放牧転換1年目まで減少が続いた。2年目以降は、年次によるバラツキも見られるが、昼夜放牧を実施でき、死産・病傷事故率が大幅に減少した事で増加の兆しが見られた。

E農場の出荷乳量は、集約放牧導入後の1年目に前年の525tから570tへと大幅に増加し、生乳代金も増加したことから、農業所得は前年比134%に高まった。これは、4～5月の分娩頭数比率が29%と高く、放牧最盛期である6月以降の月別生乳出荷量の増加にも現れており、分娩時期と放牧との相乗効果と考

表3-I-22 集約放牧導入・転換による労働時間の変化(2002～2006年)

項目	作業内容 (時間)	E農場				G農場				
		1年目	2年目	3年目	4年目	導入前	1年目	2年目	3年目	4年目
粗飼料生産	粗飼料調製・施肥	381	363	236	334	870	765	834	584	414
		105	126	115	110	410	469	337	153	215
放牧管理	放牧地管理	125	73	54	29	10	173	143	58	61
	牛移動	728	680	900	724	117	215	459	470	471
	搾乳	2614	2279	2436	2668	3085	2917	2402	3687	2468
飼養管理	給与・除糞	2679	2478	2200	1138	763	914	883	730	1076
	育成管理	1278	1320	915	1868	995	911	1183	1095	903
	その他	0	0	0	0	0	0	0	158	197
総労働時間		7910	7319	6856	6871	6250	6364	6241	6935	5805
専従者数(人)		3	3	3	3	3	3	3	4	4

注1)1年目(2003年)は集約放牧導入及び放牧転換年を示す。

表3-I-23 集約放牧導入及び放牧転換にともなう収益性の推移(2000～2006年)

項目	E農場								G農場							
	-3年	-2年	導入前	1年目	2年目	3年目	4年目		-3年	-2年	導入前	1年目	2年目	3年目	4年目	
農業収入	98	95	100	116	106	98	96		103	98	100	101	108	91	97	
生乳代金	94	92	100	111	103	94	88		100	98	100	102	106	90	93	
乳牛・肉牛販売	176	121	100	222	163	157	211		102	136	100	163	192	238	190	
農業経営費	101	93	100	108	105	100	95		94	93	100	102	104	90	91	
農業所得	93	100	100	134	108	93	96		150	121	100	98	126	93	125	
農業所得率(%)	29.8	33.2	31.6	36.4	32.2	30.2	31.8		32.8	26.8	20.5	19.7	24.8	21.1	28.4	

注1)導入前を100とした場合の比率、農業所得率は実数。

えられた。しかし、2年目以降の放牧期出荷乳量は、経年ごとに減少した。分娩間隔は410日前後と管内435日や全道425日の成績と比較しても短かったが、分娩のピークは毎年1～2ヵ月後半にズレており、2年目夏季（2004年）の高温による受胎遅れの影響も加算され、出荷乳量が低下したものと考えられた。なお、経営主による分娩の季節調整は行われていなかった。

これらの結果から、放牧経営への移行時には生乳代金と農業経営費の両方の減少が見られ、分娩ピークが生産乳量に大きく影響することから、農業所得を高めるには、分娩間隔の短縮や計画的な経産牛の更新等で分娩ピークを調整し出荷乳量の減少を小さくし、飼料費や疾病の減少による経費節減を図ることがポイントと考えられた。

放牧移行に伴う経営費の変化を経産牛1頭当たりで見ると、農業経営費の合計は、両農場とも集約放牧導入及び放牧転換から3年目に減少した（表3-I-24）。導入前に比較して大きく増加した費用は、生産諸資材費と修理費の2項目で、放牧施設整備に係わるものは主に生産諸材料費であり、舎飼から放牧転換したG農場は2年目まで増加しその割合も大きかった。

減少できた費用は、飼料費と農業関係共済の2項目であった。飼料費は経営費削減の主たる要素であり、両農場とも減少した。E農場は、集約放牧導入後にサイレージ品質の低下により一時的に増加した。G農場では放牧転換した1年目から大幅に減少させた結果、出荷乳量で約13t減少し、経産牛個体乳量は8,172kgから7,677kgへ495kgも低下した。これは、まだ放牧地面積が少なく放牧地の植生改善も進んでいなかった事と搾乳牛自体が放牧に不慣れであったため、放牧草採食量が期待したほど増加しなかった

事が影響したと考えられた。

両農場は、いずれも飼料の内容を放牧草の品質向上と放牧依存度の増加に合わせて変更し、粗蛋白質含量を下げたり配合飼料とミネラルを減少させエネルギーの高い単味飼料を増加させた。乳飼比はE農場で大きな変化はなかったが、G農場では放牧転換により低下が認められた。農業関係共済の経費は疾病の減少により経年的に大幅に減少している。

肥料・農薬費は、E農場では生産性の向上を目指し施用量を多くし、G農場では放牧地への施肥を石灰資材主体に限定し、し好性の高い放牧草の生産を目指して施用量を少なくしていた。

放牧関連施設の資材費は、移行後4年間の合計が既存の放牧経営であるE農場に比較して放牧転換したG農場が約2倍の3,158千円であった（表3-I-25）。新たに放牧を実施する場合、電気牧柵、水槽の順に費用が高むが、採食量と放牧利用率を高める水槽整備を最優先に実施する必要がある、さらに簡易更新による放牧地の植生改善には2～3年を必要とするため、早い時期からの計画的な投資が大切であった。

生産原価の推移を見ると、生乳1kg当たり生産原価（自家労賃及び育成牛評価を含まない）は、E農場で大きな変化はなかったが、G農場では放牧転換により2年目から低下した（表3-I-26）。E農場で低下しなかった原因は、経産牛1頭当たり乳量の減少が大きく影響したと考えられた。G農場は、経産牛1頭当たり乳量の減少以上に購入飼料費を削減させた影響が大きかったと考えられた。

資金的支出は、両農場ともいずれも集約放牧移行や転換直後から牛舎施設や収穫機械などの整備を行っており、移行に伴う初期投資が農場全体の施設整備を延期させる要因とはならなかった。

これらの結果から、放牧転換に伴う初期投資は最

表3-I-24 経産牛1頭当たり経営費及びha当たり肥料・農薬費の推移（2000～2006年）

項 目	E農場					G農場				
	導入前3カ 年平均	経過年				導入前3カ 年平均	経過年			
		1年目	2年目	3年目	4年目		1年目	2年目	3年目	4年目
経産牛1頭あたり経営費										
飼料費	137.9千円	104	111	94	89	210.8千円	69	78	69	68
減価償却費	70.7千円	69	72	86	91	75.4千円	91	79	90	89
修理費	40.6千円	135	75	88	85	54.2千円	134	124	51	95
生産諸資材費	34.4千円	108	92	103	108	38.6千円	172	151	94	92
農業関係共済	22.2千円	93	89	84	78	29.3千円	107	97	85	77
肥料・農薬費	18.6千円	88	83	109	141	16.7千円	119	101	128	68
農業経営費計	486.1千円	100	99	94	92	589.1千円	103	100	90	91
haあたり経費										
肥料・農薬費	15.7千円	97	92	121	153	9.5千円	123	99	122	64

注1)1～4年目の数値は、導入前3カ年平均値(100)に対する指数。

表3-I-25 放牧関連施設の資材費（2003～2006年）

農家名	年	経過年	資材費(消費税込、円)					備考
			電気牧槽	水槽	牛道	種子代	その他	
E 農場	2003	1年目	611,225	58,211	107,100	152,675	7,518	936,729 簡易更新H15(4.8ha)
	2004	2年目	226,359		71,337		1,995	H15,16年でコーナースト63本,269,115円
	2005	3年目	96,064		27,090			123,154
	2006	4年目	213,496				5,680	219,176 牛道の牧槽整備
	合計		1,147,144	58,211	205,527	152,675	15,193	1,578,750
G 農場	2003	1年目	841,868	230,863	146,475	296,735	105,665	1,621,606 牛道に岩盤を投入して整備
	2004	2年目	667,841	408,795		174,535		1,251,171 H15,16年でコーナースト107本,454,755円
	2005	3年目	58,736	65,310		108,150	9,831	242,027 H15,16年で水槽7基設置
	2006	4年目	23,184	20,086				43,270 簡易更新H15(9.7ha)H16(6.5ha)H17(5.0ha)
	合計		1,591,629	725,054	146,475	579,420	115,496	3,158,074

注1)G農場1年目のその他資材費には施工費94,374円(総延長642m)を含む。

表3-I-26 生乳生産原価の推移（2000～2006年）

項目	E農場								G農場							
	—3年	—2年	導入前	1年目	2年目	3年目	4年目		—3年	—2年	導入前	1年目	2年目	3年目	4年目	
生産原価(自家労賃含まない)	108	100	100	99	103	104	103		90	93	100	99	95	93	89	
生産原価(自家労賃含む)	108	102	100	97	100	101	101		91	95	100	99	95	96	90	
経産牛1頭当たり乳量(21ヵ月)	7,925	7,830	7,939	8,269	7,768	7,313	7,264		8,033	7,785	7,855	7,747	7,790	7,150	7,506	

注1)生産原価の計算には、育成牛評価を含まない。

注2)生産原価は導入前を100とした指数で示した。

初の1～2年で約300万円程度であり、農場全体の施設整備等を延期させるほどの影響は認められず、経営費全体の削減効果は、飼料費や農業関係共済の経費減少により3年目頃から認められた。

4) 移行マニュアルの作成

本課題と「中規模酪農における集約放牧システムの確立、II 集約放牧技術の経営評価と地域導入シミュレーション 2. 天北型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明」の課題から集約放牧への移行マニュアルを作成した。

移行マニュアルは、「道北型集約放牧への移行マニュアル」とし、構成は以下の通りで課題II 2.で報告する。

- a) 集約放牧への移行に必要な生産技術と初期投資
 - ・営農条件別の類型
 - ・移行に必要な主な生産技術
 - ・移行に必要な期間（年数）
 - ・移行に必要な初期投資
 - ・放牧地レイアウトの事例
- b) タイプ別移行マニュアル
- c) ちょっと便利な放牧技術

(4) 今後の課題

1) 本成果の活用地域は、PRの栽培が可能な道北・道央・道南に限定される。そのため、メドウフェスクの利用で集約放牧が可能な道東での同様な集約放

牧移行マニュアルの提案が必要である。

2) 集約放牧導入の結果、放牧草採食量の増加による蛋白質とエネルギーバランスの変動が乳牛に及ぼす影響とMLN濃度上昇を抑制する放牧期の併給飼料給与法の検討が必要となる。

(5) 摘要

1) 道北地域の酪農経営における集約放牧移行の組み立て実証の結果から、移行期の技術・経営等の課題を明らかにした。

2) さらに、道北型集約放牧への移行マニュアルを提案し、飼料自給率の高い放牧経営へのスムーズな移行を可能とした。

参考文献

- ・北見管内乳質改善協議会資料・北見管内乳質改善協議会・平成10年(1998)・MLNで牛のシグナルを読みとろう
- ・北海道農業試験会議(成績会議)資料・根釧農試・平成9年(1997)・乳中尿素窒素の暫定基準値
- ・北海道農業試験会議(成績会議)資料・根釧農試・平成13年(2002)・集約放牧における乳牛の繁殖性及び健康維持へのMLN濃度の利用
- ・北海道農業試験会議(成績会議)資料・天北農試・平成5年(1994)・ペレニアルライグラス放牧草地の集約利用技術
- ・北海道農業試験会議(成績会議)資料・天北農

試・平成9年(1998)・天北地域における放牧導
人割合別経営モデルの経営経済的評価
・北海道農業試験会議(成績会議)資料・天北農
試・平成13年(2002)・天北地域における集約放
牧技術の現地実証と経営成果

(石田 亨・宮崎 元・山下一夫・宮崎隆章・新宮
裕子・中村直樹・竹田芳彦・山川政明・内山誠一・
三浦康雄・椋本正寿・河野迪夫)

3. 根釧型集約放牧システムの体系化と営農モデル の策定

(1) 研究目的

寒地・土壌凍結地帯に位置する根釧農試は、夏季
の冷涼湿潤な気象条件の下、これまでこの地帯の適
応草種であるチモシー(以下、TYとする)を基幹と
した放牧地の集約的・持続的利用法や放牧時の併給
飼料の給与法、泌乳初期の飼養法など基礎的な放牧
技術の開発を行ってきた。2003年に1乳期換算
8,200kgでTDN自給率70%を目指した根釧型放牧モ
デルを作成した。しかし、基幹草種となるTYは夏期以
降の生産性が劣ることが欠点であり、放牧利用の安
定性に問題があった。

このことから、耐寒性に比較的優れ秋の草量が多い
メドウフェスク「ハルサカエ」(以下、MFとする)
の導入拡大のため、地域農業確立総合研究「寒地中
規模酪農における集約放牧技術の確立」で開発され
た技術を基に、MFを放牧用基幹草種とした根釧型
集約放牧モデルの策定と、経済評価を行う。

(2) 研究方法

- 1) 実証農家の放牧地の生産および利用状況(標茶
町A, B, C農家)
- 2) 地下茎型イネ科草優占放牧地へのMFの簡易更
新による導入

(3) 結果および考察

根釧地域の放牧経営の草地利用を表3-I-27とし、
以下で検討を行う。

表3-I-27 根釧地域の放牧経営の草地利用

	放牧地	兼用地	採草地
これまで	チモシー	チモシー	チモシー
これから	メドウフェスク	チモシー	チモシー

1) 根釧型集約放牧技術の営農モデルの技術的根拠

i) 根釧地域でのMFの永続性

(実証地：別海町)

【乾物重構成割合からみた植生の推移】

図3-I-42に2005年(6年目)までの乾物重構成割
合を示した。乾物重構成割合は季節により変動はあ
るものの5年目までMFが85%、シロクローバが11%、
雑草が4%前後で推移した。6年目に入り若干MFが
低下し雑草が増加し、MF74%、シロクローバ10%
前後であった。しかし6年目でもMF、シロクローバ
合わせて90%ほどの乾物重構成割合でありメドウフ
ェスク主体草地が維持された。

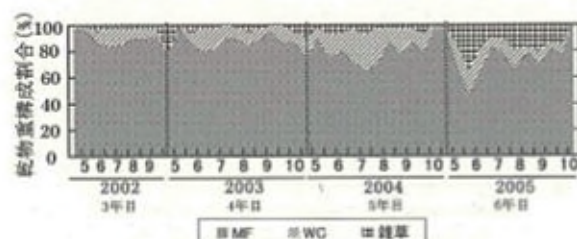


図3-I-42 6年目までの乾物重構成割合の推移

出所：「道東地域におけるメドウフェスクの放牧利用法」
(2007 根釧農試、北農研) P.4 図1-4

【収量性】

図3-I-43に2001～2005年の5年間(6年目まで)の年間乾物再生草量を示した。年間乾物再生草量は790～974kgDM/10aで推移し、5ヵ年平均で866kgDM/10aであった。また、経年変化によって年間乾物再生草量が減少することなく6年目でも高い水準を維持した。なお、本MF草地は、2006年、2007年(8年目)も放牧地として利用したが、植生が良好なため、引き続き2008年(9年目)も放牧地として利用予定である。

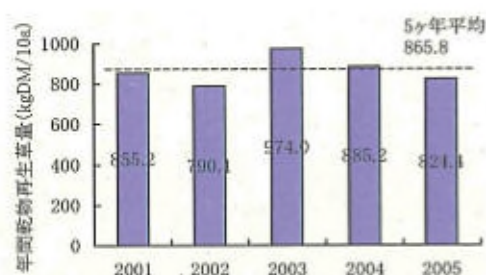


図3-I-43 6年目までの年間乾物再生草量の推移

出所：「道東地域におけるメドウフェスクの放牧利用法」
(2007 根釧農試、北農研) P.4 図1-5

ii) 根釧地域でのMFの季節生産性

(根釧農試場内試験)

模擬放牧条件でMFおよびTY草地の季節生産性を調査し、MF主体およびTY主体草地で泌乳牛50頭を放牧飼養するのに必要な面積を試算した。表3-I-28

～31の基礎数値をもとに、必要面積の試算結果を表3-I-32に示した。

その結果、MF主体草地では6～7月に14ha、8～9月に18.3ha(内4.3ha兼用地)が必要であった。またTY主体草地では6～7月に14ha、8～9月に20.3ha(内6.3ha兼用地)が必要であった。泌乳牛50頭を放牧飼養する場合、MF主体草地を用いるとTY主体草地に比べ放牧地面積を2ha少なくすることができる。

iii) 産乳性

MF主体放牧地における日乳量は、TYを用いた飼料自給率70%、8000kgの飼料設計と比較しても遜色ない結果が得られた(表3-I-33)。

以上の技術試験の結果から、MFの特徴として以下の3点をあげることができる。

- ①MFは、土壌凍結地帯においても実利用上問題なく、高い永続性(植生維持、収量性)を有する。
- ②放牧専用地のMFの季節生産性はTYと比較して、生育速度は5、6月は遅いが、7月以降は速い。
- ③産乳性はTYと比較しても、同等程度である。

2) 根釧型集約放牧モデルの策定と経済評価

根釧農試で開発した技術をもとに実証農家(A、B、C農家)、現地情勢を参考にし、集約放牧モデルを策定する。

i) 放牧地に係る必要牧区数と年間草地管理経費

【前提条件】

- 放牧地の利用は、小牧区集約放牧(1日1牧区輪換放牧)とする。
- 適用技術は、「道東地域におけるメドウフェスクの放牧利用法」(2007 根釧農試、北農研)に従う。
- 放牧草および採草の生産作業は、すべてコントラクターを利用したとして試算する。(表3-I-34)
- 放牧地および採草地の年間草地管理経費を表3-I-35のとおりとする。

【試算結果】

表3-I-29～32、34、35より放牧地に係る必要牧区数と年間草地管理経費を試算した(表3-I-36)。試算にあたっては、TY主体放牧地の更新期間を6.5

表3-I-28 放牧専用区の日乾物重増加速度(月平均)

利用形態	処理No	草種	処理(1回目→2回目) (刈取時草丈/刈取り高)		日乾物重増加速度(g/m ² /日)					
					5月	6月	7月	8月	9月	10月
放牧専用	⑥	MF	30/15→30/15	2004	2.76	7.01	5.11	3.15	4.41	2.00
				2005	0.52	4.56	4.93	4.15	5.34	1.83
				2006	0.90	4.31	5.67	3.10	4.18	1.49
				平均	1.39	5.29	5.24	3.47	4.64	1.77
	⑧	TY	30/15→30/15	2004	2.56	7.24	4.31	3.95	4.27	1.53
				2005	0.88	7.08	4.34	3.59	4.51	1.49
				2006	1.39	5.56	3.92	2.00	3.36	1.38
				平均	1.61	6.63	4.19	3.18	4.05	1.47

出所：「道東地域におけるメドウフェスクの放牧利用法」(2007 根釧農試、北農研)P26 表3-7より抜粋

表3- I -29 1牧区の必要面積計算

現存草量	採食可能草量	放牧草 採草量	日放牧草地 必要面積	対象頭数	1牧区 面積
a	b:(a/10×利用率)	c	d:(c/b)	e	g:(d×e/100)
乾物kg/10a	kg/10a	kg/頭/日	a/日/頭	頭	ha/日
130	5.2	13.2	2.5	50	1.27
草丈30cm	利用率40%	15時間放牧			

出所:「道東地域におけるメドウフェスタの放牧利用法」(2007 根拠農試、北農研)P.19 表3-10

表3- I -30 必要牧区数の計算

	日生育量	休牧日数	牧区数
	h	i:(b/h)	j:(i+1)
	乾物kg/10a/日	日	
TY	6-7月	5.4	9.6
	8-9月	3.6	14.4
MF	6-7月	5.3	9.8
	8-9月	4.1	12.7
		14	MF:11 TY:3

出所:「道東地域におけるメドウフェスタの放牧利用法」(2007 根拠農試、北農研)P.19 表3-11

表3- I -31 チモシー兼用地の1牧区面積修正

	日生育量	再生量 =採食可能草量	日放牧草地 必要面積	対象頭数	1牧区面積
	h	k:(h×休牧日数/10)	l:(c/k)	e	f:(l×e/100)
	kg/10a/日	kg/a	a/日/頭	頭	ha/日
8-9月	3.6	4.6	2.9	50	1.45
		休牧日数=i			

出所:「道東地域におけるメドウフェスタの放牧利用法」(2007 根拠農試、北農研)P.20 表3-12

表3- I -32 放牧地・兼用地の必要面積計算

		必要面積 (gまたはa×)	
	ha		
TY	6-7月	14.0	
	8-9月	20.3	TY放牧地 14.0 TY兼用地 6.3
MF	6-7月	14.0	
	8-9月	18.3	MF放牧地 14.0 TY兼用地 4.3

出所:「道東地域におけるメドウフェスタの放牧利用法」(2007 根拠農試、北農研)P.20 表3-13

表3- I -33 分娩後日数別の飼料摂取量、養分摂取量および乳生産

		分娩後日数 ¹⁾ (MF)			TDN自給率70%のための飼料設計 ²⁾ (TY)		
		～100日	～200日	201日～	～100日	～200日	201日～
体重	(kg)	553	588	598	650	650	650
放牧草摂取量	(kgDM/頭/日)	12.0	14.8	14.8	12.0	15.0	14.0
併給飼料摂取量	(kgDM/頭/日)	9.9	2.6	1.7	10.0	2.6	1.7
総飼料摂取量	(kgDM/頭/日)	21.9	17.3	16.6	22.0	17.6	15.7
飼料中TDN含量	(%DM)	77.7	73.6	69.7	78.0	74.6	73.7
飼料中CP含量	(%DM)	17.8	19.1	19.5	17.2	18.3	18.8
乳量	(kg/日)	32.9	25.7	20.6	37.0	24.0	20.0
乳脂肪率	(%)	3.55	3.98	4.05	3.15	3.95	4.00
乳蛋白質率	(%)	3.0	3.1	3.4	-	-	-
乳糖率	(%)	4.1	4.4	4.3	-	-	-
SNF率	(%)	8.3	8.4	8.5	-	-	-
FCM量	(kg/日)	29.2	25.6	20.9	29.1	23.7	20.0
TDN充足率	(%)	104	94	98	102	100	103
TDN/CP比		4.4	3.9	3.6	4.5	4.1	3.9
TDN自給率	(%)	51	81	86	50	82	87

出所:「道東地域におけるメドウフェスタの放牧利用法」(2007 根拠農試、北農研)P.40 表4-18

注1) 供試牛の分娩後日数は25-250日

注2) 2002年の成績から参照。一部改変。

表3-I-34 作業料金（燃料代込み）

作業名	価格(円/ha)
牧草施肥	2,350
掃除刈り	6,700
堆肥散布	17,500
耕起	15,200
砕土・整地	9,400
鎮圧	6,600
土壌改良剤散布	9,440
播種	11,300
除草剤散布	10,880
収穫1番草サイレージ	41,015
収穫2番草サイレージ	35,150

表3-I-35 放牧地および採草地の年間草地管理経費

【放牧地維持】

作業名	回数	作業料金 円/ha	所要資材 資材名 数量/ha 単位	費用 円/ha
施肥	3	7,050	肥料(200×3)	600 kg 41,340
掃除刈り	1	6,700		
堆肥散布	1	17,500		
計		31,250		41,340

【放牧地更新(春更新夏以降放牧利用)】

作業名	回数	作業料金 円/ha	所要資材 資材名 数量/ha 単位	費用 円/ha
除草剤散布	2	21,760	除草剤(8,5)	13 L 15,928
堆肥散布	1	17,500		
耕起	1	15,200		
砕土・整地	2	18,800		
土改剤散布	1	9,440	タンカル ヨウリン	3,000 kg 46,800 400 kg 20,485
砕土・整地	2	18,800		
鎮圧	1	6,600		
施肥	1	2,350	肥料	400 kg 27,560
播種(TY主体)	1	11,300	TY 白クローバ	18 kg 26,460 2 kg 4,840
播種(MF主体)	1	11,300	MF 白クローバ	30 kg 45,000 2 kg 4,840
播種(TY主体) 計		121,750		142,073
播種(MF主体) 計		121,750		160,613

【兼用放牧地維持】

作業名	回数	作業料金 円/ha	所要資材 資材名 数量/ha 単位	費用 円/ha
施肥	1	2,350	肥料	200 kg 13,780
計		2,350		13,780

【採草地維持】

作業名	回数	作業料金 円/ha	所要資材 資材名 数量/ha 単位	費用 円/ha
牧草施肥	2	4,700	肥料	200 kg 13,500
収穫1番	1	41,015	肥料	300 kg 16,140
収穫2番	1	35,150		
堆肥散布	1	17,500		
計		98,365		29,640

【採草地更新(夏更新)】

作業名	回数	作業料金 円/ha	所要資材 資材名 数量/ha 単位	費用 円/ha
除草剤散布	2	21,760	除草剤(8,5)	13 L 15,928
堆肥散布	1	17,500		
耕起	1	15,200		
砕土・整地	2	18,800		
土改剤散布	1	9,440	タンカル ヨウリン	3,000 kg 46,800 400 kg 20,485
砕土・整地	2	18,800		
鎮圧	1	6,600		
施肥	1	2,350	肥料	400 kg 27,560
播種(TY主体)	1	11,300	TY 白クローバ	18 kg 26,460 2 kg 4,840
施肥(翌春)	1	2,350	肥料	200 kg 13,500
収穫1番(翌春)	1	35,150		
計		159,250		155,573

注) 収穫1番(翌春)は収穫量を平均程度とし、収穫2番の作業料金を同とした。

【兼用採草地維持】

作業名	回数	作業料金 円/ha	所要資材 資材名 数量/ha 単位	費用 円/ha
施肥	1	2,350	肥料	200 kg 13,500
収穫1番草	1	41,015		
堆肥散布	1	17,500		
計		60,865		13,500

注) 兼用地の堆肥散布(秋)は翌春の放草のためとして算出

ケ年とした。MF主体放牧地の更新期間は、MFの永續性を考慮し12ケ年とした。

TYでは、必要牧区数は5～7月で13牧区16.3ha、8～10月で16牧区20.0ha、年間草地管理経費は1,718,158円に対して、MFでは、必要牧区数5～7月で12牧区15.0ha、8～10月で14牧区17.8ha、年間草地管理経費1,396,992円と、後者の方が必要牧区数と年間草地管理経費は低かった。搾乳牛1頭当たり放牧地面積は、前者が0.36ha、後者が0.33haであった。

仮に、MF主体放牧地の更新期間がTY主体放牧地

と同様に、6.5ケ年とした場合は、下記参考の通りとなり、前者は後者に比較して放牧地面積の節約にはなるが、年間草地管理経費は、ほぼ同等の値となる。

ii) 根釧型集約放牧モデルの策定

MFを放牧用基幹草種とした根釧型集約放牧モデルを経産牛頭数規模別に策定する。

【前提条件】

○2) - i) の前提条件、試算結果を引き継ぐ。

○経産牛頭数規模は、現地実態を踏まえ、40頭、50頭、60頭とした。

表3-I-36 放牧地に係る年間草地利用と年間草地管理経費（搾乳牛50頭）

【チモシーを基幹草種とした放牧管理】

放牧期間 (5~7月)	1牧区 面積 (ha)	牧区数 (牧区)	放牧地 面積 (ha)	放牧期間 (8~10月)	1牧区 面積 (ha)	牧区数 (牧区)	放牧地 面積 (ha)	年間草地 管理経費 (円)
A 放牧地TY	1.25	11	13.8	放牧地TY	1.25	11	13.8	998,113
B 更新用TY	1.25	2	2.5	放牧地TY	1.25	2	2.5	659,558
C				兼用地TY	1.25	3	3.8	60,488
計		13	16.3			16	20.0	1,718,158
更新率	15.4 (%)		更新期間	6.5 (年)			搾乳牛1頭当放牧地面積	0.36

【メドウフェスクを基幹草種とした放牧管理】

放牧期間 (5~7月)	1牧区 面積 (ha)	牧区数 (牧区)	放牧地 面積 (ha)	放牧期間 (8~10月)	1牧区 面積 (ha)	牧区数 (牧区)	放牧地 面積 (ha)	年間草地 管理経費 (円)
A 放牧地MF	1.25	11	13.8	放牧地MF	1.25	11	13.8	998,113
B 更新用MF	1.25	1	1.3	放牧地MF	1.25	1	1.3	352,954
C				兼用地TY	1.42	2	2.8	45,926
計		12	15.0			14	17.8	1,396,992
更新率	8.3 (%)		更新期間	12.0 (年)			搾乳牛1頭当放牧地面積	0.33

参考)【メドウフェスクを基幹草種とした放牧管理】

放牧期間 (5~7月)	1牧区 面積 (ha)	牧区数 (牧区)	放牧地 面積 (ha)	放牧期間 (8~10月)	1牧区 面積 (ha)	牧区数 (牧区)	放牧地 面積 (ha)	年間草地 管理経費 (円)
A 放牧地MF	1.25	11	13.8	放牧地MF	1.25	11	13.8	998,113
B 更新用MF	1.25	2	1.3	放牧地MF	1.25	2	2.5	705,908
C				兼用地TY	1.42	1	1.4	22,963
計		13	15.0			14	17.7	1,726,983
更新率	15.4 (%)		更新期間	6.5 (年)			搾乳牛1頭当放牧地面積	0.34

注1) 年間草地管理経費には、牧場修繕費は含まず、作業全てにコントラクターに委託したとして試算した。

注2) 更新用放牧地は春更新であり、放牧地としての利用は8月以降とした。

草種による更新用牧区数の違いは系統性であり、8~10月の牧区数の違いは草量である。

○繁殖管理に係わる技術水準と飼養頭数内訳は、表3-I-37の通りとする。

○乳牛の飼養に伴う必要原材料は、表3-I-38の通りとする。

実際の放牧期間は、163日前後であるが、5月、10月に放牧草が不足する事を想定し、試算上では、放牧期間を30日分減じて、その分を牧草サイレージで補うとし、採草地面積を増加する。

○経産牛頭数規模別の採草地必要面積と年間草地管理経費は、表3-I-39の通りとする。

【試算結果】

MFを基幹草種とした根創型集約放牧モデルを経産牛頭数規模別に策定した(表3-I-40)。牧区数は

牧草の再生能力によって決まるため、放牧専用で12牧区、兼用地で2牧区必要であった。どの経産牛頭数規模においても、経産牛1頭当たり草地面積は1.12ha、草地維持管理費用(草地更新費用を含む。ただし、作業はすべてコントラクター等に委託した場合として試算)は15万円となった。

iii) MF簡易更新による植生改善

新規就農農家に良くみられることであるが、放牧地に余裕がない上に地下茎イネ科草が優先し、放牧草量が少ない事例がある。C農家(小牧区集約放牧)の場合もそうであった(表3-I-41)。C農家は、放牧地の草地更新を考えていたが、放牧草量に余裕がなく、また新規就農間もないこともあって費用的にも

表3-I-37 繁殖管理に係わる技術水準と飼養頭数内訳

経産牛 頭数 (頭)	技術水準			飼養頭数内訳			
	平均分 娩間隔 (月)	初産分 娩月齢 (月)	乳牛平 均産次 (年)	常時搾 乳頭数 (頭)	常時乾 乳頭数 (頭)	年間分 娩頭数 (頭)	育成牛 頭数 (頭)
40	13	25	4	33.8	6.2	36.9	21.9
50	13	25	4	42.3	7.7	46.2	27.3
60	13	25	4	50.8	9.2	55.4	32.8

注) 泌乳能力は経産牛が1乳期間に産出する乳量とする。

常時搾乳牛頭数=経産牛頭数×(分娩間隔-乾乳期間)÷分娩間隔

常時乾乳牛頭数=経産牛頭数-常時搾乳牛頭数

年間分娩頭数=経産牛頭数×12÷分娩間隔

育成牛頭数=経産牛頭数÷乳牛平均産次×初産分月齢÷12×(1+子牛事故率)

ただし、乾乳期間を2ヶ月、子牛事故率5%とし、試算した。

必要牧区数（5～7月：13牧区16.3ha、8～10月：16牧区20.0ha）、年間草地管理経費（1,718,158円）に対して、MFでは、必要牧区数（5～7月：12牧区15.0ha、8～10月：14牧区17.8ha）、年間草地管理経費（1,396,992円）と、後者の方が年間草地管理経費は低かった。搾乳牛1頭当たり放牧地面積は、前者が0.36ha、後者が0.33haであった。

2) MFを基幹草種とした根釧型集約放牧モデルを経産牛頭数規模別に策定した。牧区数は牧草の再生能力によって決まるため、放牧専用地で12牧区、兼用地で2牧区必要であった。どの経産牛頭数規模においても、経産牛1頭当たり草地面積は1.12ha、草地維持管理費用（草地更新費用を含む。ただし、作業はすべてコントラクター等に委託した場合として試算）は15万円となった。

3) 2006年度までの技術試験の結果ではMFを簡易更新で地下茎型イネ科草優占放牧地へ導入することにより放牧地の生産力改善が可能となったことから、MF簡易更新（2回）にかかる費用と放牧地完全更新費用の比較を行った。費用は、前者が後者の約半分以下となった。MF簡易更新（2回）は、放牧地を休ませないで低コストにできることから、特にMFを期間とした放牧地へ転換を図る初期段階において有効である。

（原 仁・山田輝也・佐藤尚親・牧野 司・三枝俊哉・西道由紀子・三木直倫）

II. 集約放牧技術の経営評価と地域導入シミュレーション

1. 畑地型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明

(1) 研究目的

「地域総合」研究で開発された集約放牧技術は酪農経営に対して省力化や収益性の向上、飼料自給率の向上等の効果を持つと考えられる。ここでは、「地域総合」研究で得られた試験結果や現地実証農家の調査結果をもとに、畑地型酪農地帯の中規模酪農経営を対象とした集約放牧の経営計画モデルを構築し、線形計画法を援用したシミュレーションによって集約放牧技術の経営評価を行う。手順は以下の通りである。

第一に、実証試験で明らかになったデータ等を整理して前提条件を設定する。第二に、集約放牧と含飼の経営計画モデル（線形計画法）を策定し、双方の所得、労働時間、飼料自給率等の試算結果を比較して、集約放牧の導入効果を明らかにする。第三に、併給するトウモロコシサイレージの給与方法による所得、労働時間、飼料自給率等への影響について、シミュレーションを行い考察する。

(2) 研究方法

1) 集約放牧の技術的前提条件の設定

本研究で開発された集約放牧は、越冬性と再生力に優れるメドウフェスク品種「ハルサカエ」の混播草地に、5月上旬から11月中旬まで草地生産力に応じて、放牧地面積を変えて一日輪換放牧するものである。この技術の特徴は以下の通りである。

放牧草採食量を確保することにより、1頭当たり年間乳量は8,500kgと含飼と同等の乳量水準を維持できる。飼養管理に関しては、飼料給与、ふん尿処理作業が省力化されるため、1頭当たり年間飼養管理労働時間は、農家実証によれば含飼の103.4時間から9.2時間少ない94.2時間に短縮できる。また、適切な追播によりメドウフェスクの割合を高める（被度60%）ことにより、放牧専用地で865kg/10aの乾物収量を5年間継続的に維持できる（表3-II-1）。

2) 経営計画モデルの概要

畑地型集約放牧を経営的に評価するために、集約放牧の技術的前提条件を踏まえた経営計画モデルを策定する。その概要は以下の通りである。

プロセスとして、経営耕地に開けては、搾乳放牧専用地、育成放牧専用地、兼用地1、兼用地2、採草専用地、トウモロコシを設定した。なお、一番草収穫後に放牧を行う耕地を兼用地1、一番草のみならず二番草まで収穫してから放牧する耕地を兼用地2

表3-Ⅱ-1 集約放牧技術の概要

時期別所要 放牧地面積 (a/頭)	5-6月 7-8月 9-11月中旬	21.6 29.0 40.2
時期別 放牧草採食 量 (乾物kg)	5月上旬-5月下旬(日中放牧) 6月上旬-7月上旬(昼夜放牧) 7月中旬-10月上旬(昼夜放牧) 10月中旬-11月中旬(日中放牧)	8.0 15.0 13.0 8.0
年間飼養管 理労働時間 (時間/頭)	集約放牧 舎飼 差(舎飼-集約放牧)	94.2 103.4 9.2

注1:放牧期間中は補助飼料としてグラスサイレージ、トウモロコシサイレージ、配合飼料、ビートパルプ、圧片トウモロコシを給与。
2:放牧専用地の10a当たり乾物収量は865kgであり、5年間は草地が維持されることが確認されている。
3:一日輪換放牧を行っている。

とする。乳牛飼養に関しては、経産牛、育成牛、飼料給与に関して、経産牛は放牧草、牧草サイレージ、トウモロコシサイレージ、配合飼料、ビートパルプ、大豆粕、圧片トウモロコシ、乾物摂取量とし、乳期別(初期、中期、後期、乾乳)に分けた。育成牛については、トウモロコシサイレージ、放牧草、配合をプロセスとした。

制約式としては、耕地面積、労働、飼養頭数、ふん尿バランス、自給飼料の需給バランス、栄養バランス、1日当たり飼料給与量を設定した。自給飼料の需給バランスとは、放牧地、採草地等の収量と乳牛が1年間に採食する放牧草、サイレージの量との関係、栄養バランスとは乳牛が個体維持および泌乳に必要な栄養分と採食する飼料に含まれる栄養分との関係を示す。後者に関しては、TDN、CP、乾物摂

取量で示した。また、労働については、月別に分け、とりわけ放牧が行われる4月～11月の期間は上旬、中旬、下旬に分割した。

舎飼の経営計画モデルは、集約放牧モデルより放牧に関するプロセス、制約式を除外して策定した。すなわち、プロセスに関しては、放牧専用、兼用地、それぞれの乳期の放牧草、制約式に関しては、放牧専用地面積、兼用地面積、放牧草の栄養価、搾乳初期～後期、乾乳期、育成の放牧草給与量を除いた。

以上より、経営計画モデルは、表3-Ⅱ-2～3で示したように集約放牧がプロセス45列、制約式99行、舎飼がプロセス36列、制約式86行となった。

3)試算対象とする経営体と経営内容の前提条件

経営計画モデルを試算するに当たり、以下の事項を前提条件とする。

ここでは表3-Ⅱ-4で示したように、集約放牧、舎飼ともに経産牛飼養頭数60頭の中規模酪農経営を想定し、農業従事者数は3人とした。個体乳量は年間8,500kg(305日搾乳)、周年繁殖を行うものとした(注1)。乳牛養分要求量に関しては、搾乳初期、中期、後期、乾乳期に分け、それぞれ必要TDN量、CP量、乾物摂取量を日本飼養標準に掲げている公式に準拠して試算して設定した。ただし、搾乳前期、中期、後期、乾乳の日数は、それぞれ101日、100日、105日、59日とした。放牧専用、兼用地は、メドウフェスク追播による草地改良が進んだ草地を利用するものとした。放牧草の10a当たり乾物収量は、実証農家における放牧地の観測結果より、放牧専用は865kg、兼用地1は611kg、兼用地2は217kgと設定した(注2)。労働制約に関しては、農閑期

表3-Ⅱ-2 集約放牧及び舎飼の経営計画モデルの概要

(プロセス)		
	集約放牧	舎飼
列数	45	36
経営耕地	放牧地(搾乳牛、育成牛)、兼用地、採草地、トウモロコシ	採草地、トウモロコシ
乳牛飼養	経産牛、育成牛	経産牛、育成牛
1日当たり飼料給与量	育成牛: GS、放牧草、配合、DM 搾乳初期: CS、GS、放牧草、BP、大豆、圧片、配合、DM 搾乳中期: CS、GS、放牧草、BP、大豆、圧片、配合、DM 搾乳後期: CS、GS、放牧草、BP、大豆、圧片、配合、DM 乾乳期: CS、GS、放牧草、BP、大豆、圧片、配合、DM	育成牛: GS、配合、DM 搾乳初期: CS、GS、BP、大豆、圧片、配合、DM 搾乳中期: CS、GS、BP、大豆、圧片、配合、DM 搾乳後期: CS、GS、BP、大豆、圧片、配合、DM 乾乳期: CS、GS、BP、大豆、圧片、配合、DM
その他	固定費	固定費

注1)CSはコーンサイレージ、GSは牧草サイレージ、BPはビートパルプ、圧片は圧片トウモロコシ、DMは乾物を指す。

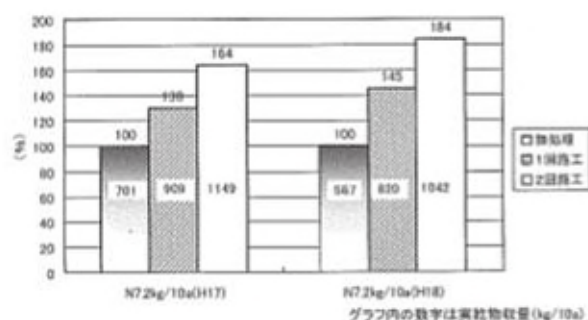


図3-I-45 簡易更新によるMF導入が年間合計乾物再生草量に及ぼす影響 (標準)

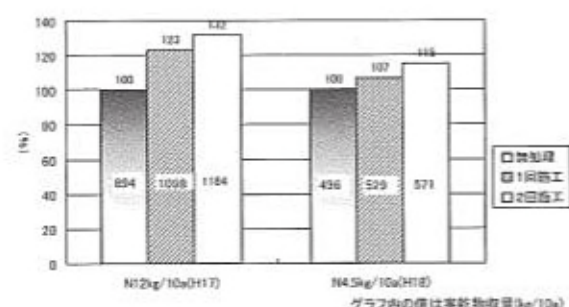


図3-I-46 簡易更新によるMF導入が年間合計乾物再生草量に及ぼす影響 (中標準)

表3-I-42 MFの簡易更新による導入が季節生産に及ぼす影響

	乾物再生草量(kg/10a)			(%)
	年計	春-8月上旬	8月中旬-秋	
	(1)	(2)	(3)	(3)/(1)
2回施工	982.5	631.4	351	36
1回施工	834.7	545.6	289.1	35
無処理区	662	422.4	239.6	36

注) 2005-2006年、紅羽・中標準の施工結果。

また、C農家の放牧草量の確保状況を小牧区集約放牧農家である他実証農家のA農家 (TY主体、一部MF導入)、B農家 (TY主体) と比較した。比較に当たっては、年次間差が大きいことから、B農家を基準 (B=100として) にした (表3-I-43、44)。

C農家において施工効果が現れる2004年以降、入

表3-I-43 入牧時の準備草量の推移

	年平均乾物収量 (放牧1回当たり: kg/10a)				B=100とした場合の値		
	A	B	C	平均	A	B	C
2003年度	155.0	189.7	90.8	145.2	81.7	100.0	47.8
2004年度	204.4	225.7	146.4	192.2	90.6	100.0	64.9
2005年度	100.9	132.6	94.2	109.2	76.1	100.0	71.1
2006年度	108.2	113.5	77.0	99.6	95.3	100.0	67.8
2007年度	116.5	133.6	103.9	118.0	87.2	100.0	77.8

表3-I-44 季節生産性 (8月以降の牧草生産性) の推移

	年平均乾物収量 (放牧1回当たり: kg/10a)				B=100とした場合の値		
	A	B	C	平均	A	B	C
2003年度	155.0	189.7	90.8	145.2	81.7	100.0	47.8
2004年度	204.4	225.7	146.4	192.2	90.6	100.0	64.9
2005年度	100.9	132.6	94.2	109.2	76.1	100.0	71.1
2006年度	108.2	113.5	77.0	99.6	95.3	100.0	67.8
2007年度	116.5	133.6	103.9	118.0	87.2	100.0	77.8

牧時の準備草量は増加しており、季節生産性も高い傾向にある。こうした結果を踏まえ、C農家は、放牧草量の確保に目処が立ったことから、完全草地更新の対象を採草地とし、細断サイレージの総量確保に努めている。

C農家のように、放牧地で地下茎イネ科草が優占し、放牧草量が不足しているとみられる農家は多いが、草地を完全更新するだけの余裕がない場合は、今回、技術開発されたMFの簡易更新による導入技術は、放牧地を休ませないで利用することができ、現場での導入が期待される。そこで、MF簡易更新 (2回) にかかる費用と放牧地完全更新費用の比較を行った (表3-I-45)。

試算の結果、費用は、前者が後者の約半以下と

表3-I-45 メドウフェスク追播 (2回) にかかる費用と放牧地完全更新費用の比較

項目	簡易更新 (2回)	放牧地完全更新
資材費 (千円)	99.7	160.6
作業費 (千円)	22.6	121.8
計	122.3	282.4

注) 簡易更新は1年1回ずつ2年開行い、資材費は種子代のみでの対応である

なった。MF簡易更新 (2回) による放牧地維持管理技術は効果の継続程度に関しては未解明な部分もあるものの、経営的な有利点は放牧地を休ませないで使用することであり、MF簡易更新の草地維持期間が完全更新の半分以上であれば、経済的にも導入の可能性が高まる。

(4) 今後の課題

- 1) メドウフェスク追播による放牧地維持管理方法の開発
- 2) 経産牛頭数100頭規模の放牧技術の開発

(5) 摘要

1) 2006年度までの技術試験を踏まえ、搾乳牛50頭に対する放牧の基幹草種をTYとMFとて比較して必要牧区数と年間草地管理経費を試算した。TYでは、

必要牧区数（5～7月：13牧区16.3ha，8～10月：16牧区20.0ha），年間草地管理経費（1,718,158円）に対して，MFでは，必要牧区数（5～7月：12牧区15.0ha，8～10月：14牧区17.8ha），年間草地管理経費（1,396,992円）と，後者の方が年間草地管理経費は低かった。搾乳牛1頭当たり放牧地面積は，前者が0.36ha，後者が0.33haであった。

2）MFを基幹草種とした根釧型集約放牧モデルを経産牛頭数規模別に策定した。牧区数は牧草の再生能力によって決まるため，放牧専用地で12牧区，兼用地で2牧区必要であった。どの経産牛頭数規模においても，経産牛1頭当たり草地面積は1.12ha，草地維持管理費用（草地更新費用を含む。ただし，作業はすべてコントラクター等に委託した場合として試算）は15万円となった。

3）2006年度までの技術試験の結果ではMFを簡易更新で地下茎型イネ科草優占放牧地へ導入することにより放牧地の生産力改善が可能となったことから，MF簡易更新（2回）にかかる費用と放牧地完全更新費用の比較を行った。費用は，前者が後者の約半分以下となった。MF簡易更新（2回）は，放牧地を休ませないで低コストにできることから，特にMFを期間とした放牧地へ転換を図る初期段階において有効である。

（原 仁・山田輝也・佐藤尚親・牧野 司・三枝俊哉・西道由紀子・三木直倫）

Ⅱ. 集約放牧技術の経営評価と地域導入シミュレーション

1. 畑地型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明

（1）研究目的

「地域総合」研究で開発された集約放牧技術は酪農経営に対して省力化や収益性の向上，飼料自給率の向上等の効果を持つと考えられる。ここでは，「地域総合」研究で得られた試験結果や現地実証農家の調査結果をもとに，畑地型酪農地帯の中規模酪農経営を対象とした集約放牧の経営計画モデルを構築し，線形計画法を援用したシミュレーションによって集約放牧技術の経営評価を行う。手順は以下の通りである。

第一に，実証試験で明らかになったデータ等を整理して前提条件を設定する。第二に，集約放牧と舍飼の経営計画モデル（線形計画法）を策定し，双方の所得，労働時間，飼料自給率等の試算結果を比較して，集約放牧の導入効果を明らかにする。第三に，併給するトウモロコシサイレージの給与方法による所得，労働時間，飼料自給率等への影響について，シミュレーションを行い考察する。

（2）研究方法

1）集約放牧の技術的前提条件の設定

本研究で開発された集約放牧は，越冬性と再生力に優れるメドウフェスク品種「ハルサカエ」の混播草地に，5月上旬から11月中旬まで草地生産力に応じて，放牧地面積を変えて一日輪換放牧するものである。この技術の特徴は以下の通りである。

放牧草採食量を確保することにより，1頭当たり年間乳量は8,500kgと舍飼と同等の乳量水準を維持できる。飼養管理に関しては，飼料給与，ふん尿処理作業が省力化されるため，1頭当たり年間飼養管理労働時間は，農家実証によれば舍飼の103.4時間から9.2時間少ない94.2時間に短縮できる。また，適切な追播によりメドウフェスクの割合を高める（被度60%）ことにより，放牧専用地で865kg/10aの乾物収量を5年間継続的に維持できる（表3-II-1）。

2）経営計画モデルの概要

畑地型集約放牧を経営的に評価するために，集約放牧の技術的前提条件を踏まえた経営計画モデルを策定する。その概要は以下の通りである。

プロセスとして，経営耕地に開けては，搾乳放牧専用地，育成放牧専用地，兼用地1，兼用地2，採草専用地，トウモロコシを設定した。なお，一番草収穫後に放牧を行う耕地を兼用地1，一番草のみならず二番草まで収穫してから放牧する耕地を兼用地2

表3-II-1 集約放牧技術の概要

時期別所要 放牧地面積 (a/頭)	5-6月 7-8月 9-11月中旬	21.6 29.0 40.2
時期別 放牧草採食 量 (乾物kg)	5月上旬-5月下旬(日中放牧) 6月上旬-7月上旬(昼夜放牧) 7月中旬-10月上旬(昼夜放牧) 10月中旬-11月中旬(日中放牧)	8.0 15.0 13.0 8.0
年間飼養管 理労働時間 (時間/頭)	集約放牧 舎飼 差(舎飼-集約放牧)	94.2 103.4 9.2

注1:放牧期間中は補助飼料としてグラスサイレージ、トウモロコシサイレージ、配合飼料、ビートパルプ、圧片トウモロコシを給与。
2:放牧専用地の10a当たり乾物収量は865kgであり、5年間は草地が維持されることが確認されている。
3:一日輪換放牧を行っている。

とする。乳牛飼養に関しては、経産牛、育成牛、飼料給与に関して、経産牛は放牧草、牧草サイレージ、トウモロコシサイレージ、配合飼料、ビートパルプ、大豆粕、圧片トウモロコシ、乾物摂取量とし、乳期別(初期、中期、後期、乾乳)に分けた。育成牛については、トウモロコシサイレージ、放牧草、配合をプロセスとした。

制約式としては、耕地面積、労働、飼養頭数、ふん尿バランス、自給飼料の需給バランス、栄養バランス、1日当たり飼料給与量を設定した。自給飼料の需給バランスとは、放牧地、採草地等の収量と乳牛が1年間に採食する放牧草、サイレージの量との関係、栄養バランスとは乳牛が個体維持および泌乳に必要な栄養分と採食する飼料に含まれる栄養分との関係を示す。後者に関しては、TDN、CP、乾物摂

取量で示した。また、労働については、月別に分け、とりわけ放牧が行われる4月～11月の期間は上旬、中旬、下旬に分割した。

舎飼の経営計画モデルは、集約放牧モデルより放牧に関するプロセス、制約式を除外して策定した。すなわち、プロセスに関しては、放牧専用、兼用地、それぞれの乳期の放牧草、制約式に関しては、放牧専用地面積、兼用地面積、放牧草の栄養価、搾乳初期～後期、乾乳期、育成の放牧草給与量を除いた。

以上より、経営計画モデルは、表3-II-2～3で示したように集約放牧がプロセス45列、制約式99行、舎飼がプロセス36列、制約式86行となった。

3)試算対象とする経営体と経営内容の前提条件

経営計画モデルを試算するに当たり、以下の事項を前提条件とする。

ここでは表3-II-4で示したように、集約放牧、舎飼ともに経産牛飼養頭数60頭の中規模酪農経営を想定し、農業従事者数は3人とした。個体乳量は年間8,500kg(305日搾乳)、周年繁殖を行うものとした(注1)。乳牛養分要求量に関しては、搾乳初期、中期、後期、乾乳期に分け、それぞれ必要TDN量、CP量、乾物摂取量を日本飼養標準に掲げている公式に準拠して試算して設定した。ただし、搾乳前期、中期、後期、乾乳の日数は、それぞれ101日、100日、105日、59日とした。放牧専用、兼用地は、メドウフェスク追播による草地改良が進んだ草地を利用するものとした。放牧草の10a当たり乾物収量は、実証農家における放牧地の観測結果より、放牧専用は865kg、兼用地1は611kg、兼用地2は217kgと設定した(注2)。労働制約に関しては、農閑期

表3-II-2 集約放牧及び舎飼の経営計画モデルの概要

(プロセス)		
	集約放牧	舎飼
列数	45	36
経営耕地	放牧地(搾乳牛、育成牛)、兼用地、採草地、トウモロコシ	採草地、トウモロコシ
乳牛飼養	経産牛、育成牛	経産牛、育成牛
1日当たり飼料給与量	育成牛: GS、放牧草、配合、DM 搾乳初期: CS、GS、放牧草、BP、大豆、圧片、配合、DM 搾乳中期: CS、GS、放牧草、BP、大豆、圧片、配合、DM 搾乳後期: CS、GS、放牧草、BP、大豆、圧片、配合、DM 乾乳期: CS、GS、放牧草、BP、大豆、圧片、配合、DM	育成牛: GS、配合、DM 搾乳初期: CS、GS、BP、大豆、圧片、配合、DM 搾乳中期: CS、GS、BP、大豆、圧片、配合、DM 搾乳後期: CS、GS、BP、大豆、圧片、配合、DM 乾乳期: CS、GS、BP、大豆、圧片、配合、DM
その他	固定費	固定費

注1)CSはコーンサイレージ、GSは牧草サイレージ、BPはビートパルプ、圧片は圧片トウモロコシ、DMは乾物を指す。

表3-Ⅱ-3 集約放牧および舎飼の経営計画モデルの概要
(制約条件)

	集約放牧			舎飼		
行数	99			86		
耕地面積	総耕地、搾乳放牧専用地 育成放牧専用地、兼用地1、兼用地2 トウモロコシ、採草専用地			総耕地、トウモロコシ、採草専用地		
乳牛飼養	経産牛、育成牛			経産牛、育成牛		
労働制約	1月～12月			1月～12月		
収量および 給与日数	CS、GS、搾乳牛放牧草 育成牛放牧草			CS、GS		
養分要求量	TDN、CP	育成		TDN、CP	育成	
	DM、DM上限	搾乳前期		DM、DM上限	搾乳前期	
	粗飼料率	搾乳中期		粗飼料率	搾乳中期	
		搾乳後期			搾乳後期	
		乾乳期			乾乳期	
1日1頭当たり 飼料給与量	CS	搾乳	初期 中期 後期	CS	搾乳	初期 中期 後期
		乾乳			乾乳	
	GS	搾乳	初期 中期 後期 乾乳	GS	搾乳	初期 中期 後期 乾乳
		育成			育成	
	放牧草	搾乳	初期 中期 後期 乾乳			
		育成				
	配合飼料	搾乳	初期 中期 後期 乾乳	配合飼料	搾乳	初期 中期 後期 乾乳
		育成			育成	
	BP	搾乳	初期 中期 後期 乾乳	BP	搾乳	初期 中期 後期 乾乳
	大豆	搾乳	初期 中期 後期 乾乳	大豆	搾乳	初期 中期 後期 乾乳
	圧片	搾乳	初期 中期 後期 乾乳	圧片	搾乳	初期 中期 後期 乾乳
その他	固定費、ふん尿			固定費、ふん尿		

注1: CSはトウモロコシサイレージ、GSは牧草サイレージ、BPはビートパルプ、圧片は圧片トウモロコシを指す。
2: 労働制約について、4月～11月は旬別に分けた。

表3-II-4 経営計画モデルの前提条件

		単位	数値	
農業従事者数		人	3	
経産牛飼養頭数		頭	60	
個体乳量		kg／頭	8,500	
乳牛養分要求量	放牧草の乾物収量	放牧専用 地兼用地1	乾物kg ／10a	587
		兼用地2		387
				134
	TDN	前期	kg／ 頭・日	15.6
		中期		14.0
		後期		12.1
		乾乳期		6.2
	CP	前期	kg／ 頭・日	3.1
		中期		2.8
		後期		2.5
		乾乳期		1.0
	乾物 摂取 量	前期	kg／ 頭・日	22.3
		中期		20.5
後期		18.8		
乾乳期		8.3		
労働制約	農閑期	時間／	8	
	農繁期	人・日	11	

註1: TDNは可消化養分総量, CPは粗タンパク質を意味する。

2: 数値は、実証農家における北海道農業研究センター集約放牧研究チームの観測結果を集計したもの。メドウフェスクの被度は60%。

3: 乳牛の養分要求量については、経産牛の体重600kg、個体乳量8,500kg(前期:32kg/日, 中期:28kg/日, 後期:24kg/日), 乳脂肪率4.0%を前提としている。

は1日1人当たり8時間、農閑期は11時間とした。経産牛、育成牛、放牧専用地、兼用地1、兼用地2、採草専用地、トウモロコシにかかる労働時間については、実証農家の作業調査データに基づき、表3-II-5のように示した。

飼料給与について、放牧草、牧草サイレーズ、トウモロコシサイレーズ、配合飼料、ビートパルプ、大豆粕、圧片トウモロコシを想定した。トウモロコシサイレーズは、舎飼では通年給与するものとし、集約放牧では通年給与する場合と舎飼期(冬期間)のみ給与する場合を想定した。前者を通年給与、後者を限定給与とし、1日当たり飼料給与の上限を表3-II-6のように設定した。栄養価に関して、放牧草は北海道農業研究センター集約放牧研究チームの試験結果(注3)、他の飼料は日本飼料標準より引用した(表3-II-7)。

各プロセスの利益係数に関しては、実証農家の実

表3-II-5 経営計画モデルの前提条件

	経産牛		搾乳放牧 専用地	兼用地1	兼用地2	採草 専用地	トウモ ロコシ
	集約 放牧	舎飼					
	時間／頭						
	時間／10a						
1月	8.78	8.78					
2月	7.93	7.93					
3月	8.78	8.78					
4月上旬	2.83	2.83					
4月中旬	2.83	2.83					
4月下旬	2.83	2.83	0.07	0.06	0.06	0.06	0.02
5月	7.23	8.78	0.17	0.01	0.01	0.02	0.93
6月	7.00	8.50	0.15	0.71	0.71	0.73	0.49
7月	7.23	8.78	0.15	0.19	0.28	0.30	0.07
8月	7.23	8.78	0.23	0.23	0.40	0.40	0.14
9月	7.00	8.50	0.14	0.14	0.32	0.32	1.17
10月	7.23	8.78	0.09	0.09	0.09	0.03	0.03
11月上旬	2.83	2.83	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00
11月中旬	2.83	2.83	0.03	0.03	0.03	0.08	0.06
11月下旬	2.83	2.83					
12月	8.78	8.78					
合計	94.22	103.41	1.06	1.48	1.92	1.94	2.91

註: 実証農家の作業日誌より作成

績値に基づき、次のように設定した(表3-II-8~9)。経産牛については、乳代、廃用牛販売収入の合計より、購入飼料費を除く経営費を差し引き、経産牛1頭当たりに換算した。購入飼料費に関しては、別途プロセスを設定しているため、ここでは計上しなかった。なお、舎飼の場合、集約放牧に比べて家畜診療費・薬品代および農業共済掛金が1,550円高い(注4)、さらにこの値を差し引いた。放牧専用地、兼用地、採草地、トウモロコシについては、種苗費、肥料費、農薬費、軽油代等を合計し、10a当りに換算した(注5)。

表3-II-6 1日1頭当たり飼料給与量と上限の前提条件
(トウモロコシサイレーズ通年給与と限定給与)

	単位	数値	
		通年 給与	限定 給与
1日1頭当たり放牧草 飼料給与量の 上限	採乳 前期	kg/頭・日	6.4
	中期	kg/頭・日	6.5
	後期	kg/頭・日	6.5
	乾乳期	kg/頭・日	9.5
牧草サイ レーズ	採乳 前期	kg/頭・日	2.1
	中期	kg/頭・日	4.5
	後期	kg/頭・日	4.6
	乾乳期	kg/頭・日	4.9
トウモロコシ サイレーズ	採乳 前期	kg/頭・日	6.0
	中期	kg/頭・日	5.4
	後期	kg/頭・日	5.9
	乾乳期	kg/頭・日	0
配合飼料	採乳 前期	kg/頭・日	6.1
	中期	kg/頭・日	3.6
	後期	kg/頭・日	2.1
	乾乳期	kg/頭・日	0
ビート パルプ	採乳 前期	kg/頭・日	1.5
	中期	kg/頭・日	1.5
	後期	kg/頭・日	0
	乾乳期	kg/頭・日	0
大豆	採乳 前期	kg/頭・日	1.0
	中期	kg/頭・日	0.2
	後期	kg/頭・日	0
	乾乳期	kg/頭・日	0
圧片トウ モロコシ	採乳 前期	kg/頭・日	0.8
	中期	kg/頭・日	2.5
	後期	kg/頭・日	1.9
	乾乳期	kg/頭・日	0

注: 1日1頭当たり飼料給与量の上限は試験結果より作成した。

表3-II-7 経営計画モデルの前提条件

(飼料の栄養)

単位:乾物%

	TDN	CP	引用
放牧草	0.750	0.200	試験結果
牧草サイレージ	0.630	0.150	日本飼養標準
トウモロコシサイレージ	0.672	0.085	日本飼養標準
配合飼料	0.820	0.200	聞き取り
ビートパルプ	0.750	0.130	日本飼養標準
大豆粕	0.870	0.520	日本飼養標準
圧片トウモロコシ	0.920	0.090	日本飼養標準

注1:放牧草は栄養価は、メドウフェスクの「導入」と「改良」との間に差は見られない。

表3-II-8 経営計画モデルの前提条件

(乳牛および経営耕地の利益係数)

	単位	数値
経産牛 集約放牧	千円	519.4
舎飼	/頭	517.9
放牧専用地		-3.7
兼用地	千円	-7.5
採草専用地	/10a	-6.5
トウモロコシ		-17.6

注1:数値は実証農家の経済データによる。

2:舎飼の場合、集約放牧に比べて家畜診療費・薬品代および農業共済掛金が1,550円高い(実績値による)。よって、舎飼の経産牛頭数の利益係数は、集約放牧のものからこの値を差し引いた。

購入飼料のプロセスの利益係数については、飼料価格に給与日数を乗じて設定した。価格は2007年7月31日現在のものを用いた。

以上の前提条件をふまえ、表3-II-10~11のような経営計画モデル(単体表)を作成した。

(注1) 季節繁殖については考えなかった。なぜならば、個体乳量8,500kgの場合は季節繁殖が困難であるからである。乳量が高いほど発情が遅く、分娩期間が長くなる傾向にある。ニュージーランド等では、集約放牧で季節繁殖が行われているが、個体乳量は5,000kg台と言われている。

(注2) 放牧地におけるメドウフェスクの被度に関して、実証農家の観測結果によれば「導入」が約40%、「改良」が約60%であった。

(注3) 北海道農業研究センター集約放牧研究チームでは、放牧草を短草で利用すれば、メドウフェスク追播による草地改良が進んだ放牧草も進んでいないものも大きな差はないとしている。

(注4) 平成18年度畜産物生産費調査報告に掲載されている「獣医医療および医薬品費」と、実証

表3-II-9 経営計画モデルの前提条件

(購入飼料の利益係数)

	利益係数 (千円/kg)・日	価格 円/kg	給与日数 日
搾 配合飼料	-5.5	54.8	101
乳 ビートパルプ	-2.9	29.0	101
前 大豆粕	-8.4	83.5	101
期 圧片トウモロコシ	-5.4	53.4	101
搾 配合飼料	-5.5	54.8	100
乳 ビートパルプ	-2.9	29.0	100
中 大豆粕	-8.4	83.5	100
期 圧片トウモロコシ	-5.3	53.4	100
搾 配合飼料	-5.7	54.8	105
乳 ビートパルプ	-3.0	29.0	105
後 大豆粕	-8.8	83.5	105
期 圧片トウモロコシ	-5.6	53.4	105
乾 配合飼料	-3.2	54.8	59
乳 ビートパルプ	-1.7	29.0	59
期 大豆粕	-4.9	83.5	59
期 圧片トウモロコシ	-3.2	53.4	59

注1:利益係数=-(価格×給与日数)/1000

2:購入飼料価格は聞き取り調査による。

農家の経済データの中で該当する項目(「家畜診療費・薬品代」,「農業共済掛金」の合計)を比較すると、後者の方が1頭当たり1,550円下回っていた。すなわち、「獣医医療および医薬品費」については、舎飼の方がこの値だけ高くなっているため、利益係数に反映させた。

(注5) ここでは、放牧地管理、牧草サイレージおよびトウモロコシサイレージ生産に用いられている施設、機械等の減価償却費は含んでいない。トラクターのように汎用しているものが多数含まれているからである。これらの費用に関しては、固定費として別途プロセスを設けた。

(3) 結果および考察

1) 集約放牧と舎飼の比較

前節で策定した集約放牧と舎飼の経営計画モデルをシミュレーションした結果、以下の通りになった。

第一に、飼料給与について見ると、集約放牧では舎飼と比較して、配合飼料、大豆粕は経産牛年間1頭当たりでそれぞれ87kg、365kg減らすことができる。これは、放牧草のタンパク含有量の多さから来るものを考えられる。その一方で、配合飼料の給与減によってエネルギーが不足するため、圧片トウモロコシの追加給与が必要となる。とはいえ、価格が比較的高い大豆粕、配合飼料の給与を減らすことができるため、経営全体の購入飼料費は1,695千円節減できると試算できる(表3-II-12)。

飼料 番号		プロセス番号			1	...	6	7	8	9	...	14	15	16	17	18	19	20	21	...
		初約 量	単位	関係	搾乳放 牧専用	...	採草専 用放	経産牛	育成牛	固定費	...	搾乳初 期CS	搾乳初 期GS	搾乳初 期放牧	搾乳初 期SP	搾乳初 期大ロ	搾乳初 期配合	搾乳初 期休片	搾乳初 期DM	...
	利益係数				-4.100	...	-6.500	519.40	78.32	-1.00	...	0.00	0.00	0.00	-2.93	-8.43	-5.53	-5.29	0.00	...
	単位				千円/10a	...	千円/10a	千円/頭	千円/頭	千円					頭1	頭1	頭1	頭1		
1	面積	総耕地面積	0	10a	<		1.00	1.00												
2	面積	搾乳放牧専用放	0	10a	<		1.00	-2.16												
...		...																		
7		採草専用放	0	10a	=		1.00	-1.86												
8	経産牛		60	頭	=		1.00													
9	育成牛		0	頭	=		-0.44	1.00												
10	労働	1月	744	時間	=		8.78	3.10												
...	材料	...	...	...	...		...	...												
37	材料	12月	744	時間	=		8.78	3.10												
38	固定費		8,185	千円	=				1.00											
39	小入屋		0	トン	=		-4.00	-4.00	23.47	8.98										
40	収量	CS	0	kg/10a	=							101								
41	収量	GS	0	kg/10a	=			-775					101							
42	与日数	搾乳牛放牧草	0	kg/10a	=		-865						101							
43	与日数	育成牛放牧草	0	kg/10a	=									101						
44	養分	搾乳初期TDN	0	kg	=			16.77				-0.67	-0.63	-0.75	-0.75	-0.87	-0.82	-0.92		
45	養分	搾乳初期CP	0	kg	=			3.41				-0.09	-0.15	-0.28	-0.13	-0.52	-0.20	-0.89		
46	要求	搾乳初期DM	0	kg	=							1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	
47	要求	搾乳初期DM上限	0	kg	=			-22.29				1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
48	量	搾乳初期粗飼料率	0	kg	=							-1.00	-1.00	-1.00					0.20	
...		...	...	...	...			...												
69	一	搾乳初期放牧草	0	kg	=			-6.40						1.00						
70	日	搾乳中期放牧草	0	kg	=			-6.52												
71	当	搾乳後期放牧草	0	kg	=			-6.49												
72	た	乾乳放牧草	0	kg	=			-9.50												
...	り	...	...	...	...															
93	飼	搾乳初期配合飼料	0	kg	=			-5.98									1.00			
94	料	搾乳中期配合飼料	0	kg	=			-5.40												
95	給	搾乳後期配合飼料	0	kg	=			-5.93												
96	量	乾草配合飼料	0	kg	=			0.00												

[illegible]

制約番号		プロセス番号			1	2	3	4	5	...	9	10	11	12	13	14	15	...	36
		制約量	単位	関係	乾草専用 地	トウモロコシ	経産牛	育成牛	固定費	...	搾乳初期 CS	搾乳初 期GS	搾乳初期 DM	搾乳初 期大豆	搾乳初 期苜蓿	搾乳初 期配合	搾乳初期 DM	...	乾乳DM
1	経産牛数		単位		-6.47	-17.62	519.4	78.3	-1.00	...	0.00	0.00	-2.93	-8.43	-5.39	-5.53	0.00	...	0.00
					千羽/1ha	千羽/10ha	千羽/ha	千羽/ha	千羽					注1	注1	注1			
1	面積	総面積	0	10a	△	1.00	1.00												
2	面積	乾草専用 地	0	10a	△	1.00													
3	面積	トウモロコシ	0	10a	△		1.00												
4	経産牛		60	頭	△			1.00											
5	育成牛		0	頭	△			-0.44	1.00										
...	労働制約	1月	744	時間	△			8.78	3.10										
33	労働制約	12月	744	時間	△			8.78	3.10										
34	固定費		8,185	千円	△				1.00										
35	コスト		0	トン	△	-4.00	-6.00	23.47	9.00										
36	収量	CS	0	kg/10a	△		-4361				101								
37	給年日数	CS	0	kg/10a	△	-775					101								
38	黄分	搾乳初期TDN	0	kg	△			36.77			-0.67	-0.63	-0.75	-0.87	-0.82	-0.92			
39	黄分	搾乳初期CP	0	kg	△			3.41			-0.09	-0.15	-0.13	-0.23	-0.20	-0.09			
40	黄分	搾乳初期DM	0	kg	△						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00		
41	黄分	搾乳初期DM上限	0	kg	△			-23.88			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
42	黄分	搾乳初期粗飼料率	0	kg	△						-1.00	-1.00					0.20		
...	...	...	...	...	...			...											
63	日当	搾乳初期GS	0	kg	△			-3.00				1.00							
64	日当	搾乳中期GS	0	kg	△			-7.00											
65	日当	搾乳後期GS	0	kg	△			-8.00											
66	日当	乾乳CS	0	kg	△			-9.50											
67	日当	搾乳初期CS	0	kg	△			-6.00			1.00								
68	日当	搾乳中期CS	0	kg	△			-6.50											
69	日当	搾乳後期CS	0	kg	△			-8.00											
70	日当	乾乳CS	0	kg	△			0.00											
...	...	...																	

10. *Journal of the American Statistical Association*, 93(463), 1089-1092.

収穫作業、トウモロコシの播種、防除、収穫作業等)の削減によるものである。また、飼料自給率(TDN換算)は65.4%から72.9%と7.5ポイント上昇し、農業所得も、14,551千円から2,134千円増えて16,684千円となる。その一方で、経営耕地面積は37.2haから47.4haと10.2ha拡大が必要となる。中でも牛舎周りに

表3-II-12 経産牛1頭当たり年間飼料給与量と経営全体の購入飼料費

		1頭当たり年間給与量			経営全体の購入飼料費		
		集約放牧 kg/頭	舎飼 kg/頭	差 kg/頭	集約放牧 千円	舎飼 千円	差 千円
自給飼料	放牧草	2,472	0	2,472	—	—	—
	牧草サイレージ	1,148	2,340	-1,192	—	—	—
	トウモロコシサイレージ	1,446	2,427	-981	—	—	—
購入飼料	配合飼料	1,054	1,140	-87	3,465	3,749	-284
	ビートパルプ	302	302	0	525	525	0
	大豆粕	0	365	-365	0	1,827	-1,827
	圧片トウモロコシ	351	221	130	1,125	708	416
	合計	—	—	—	5,114	6,809	-1,695

注1:数値は経営計画モデルの試算結果。中央農業総合研究センターで開発したXLPを使用した。
 2:1頭当たり年間給与量は乾燥物換算。
 3:購入飼料の価格は、1kg当たり配合飼料5.8円、ビートパルプ29.0円、大豆83.4円、圧片トウモロコシ63.4円としている。
 4:試算結果より、飼料給与量に関しては、放牧地の改良による差は見られなかった。

表3-II-13 集約放牧と舎飼の土地利用、労働時間、所得比較

	単位	集約放牧	舎飼	差
経営耕地面積	ha	47.4	37.2	10.2
放牧地	ha	27.8	—	—
採草専用地	ha	11.1	26.5	-15.3
トウモロコシ	ha	6.4	10.7	-4.3
従事者1人当たり労働時間 (放牧期間)	時間	1,438	1,675	-237
飼料自給率(TDN換算)	%	72.9	65.4	7.5
所得	千円	16,684	14,551	2,134

注1:経産牛頭数60頭、個体乳量8,500kg、従事者3人とした所得最大化経営計画モデルにより、集約放牧の導入効果を分析した。
 2:舎飼との差は「集約放牧-舎飼」の値。
 3:数値は経営計画モデルの試算結果。中央農業総合研究センターで開発したXLPを使用した。

団地化が必要な放牧地は27.8haとなる。

以上より、集約放牧は舎飼に比べて広大な耕地面積を必要とするものの、それが確保できたならば、労働時間の短縮、飼料自給率の上昇による購入飼料費の節約、所得の向上を見込むことができるといえる。

2) トウモロコシサイレージの給与別に見た比較

ここでは、集約放牧を行うに当たり、トウモロコシサイレージ通年給与の場合と、限定給与についてシミュレーションする。結果は以下の通りである。

第一に、飼料給与について見ると、トウモロコシサイレージ通年給与では限定給与に比べて、配合飼料、圧片トウモロコシは1頭当たりそれぞれ50kg、270kg減らすことができる。さらに、限定給与においてはエネルギー不足のため追加給与せざるを得なかった圧片トウモロコシに関しても、通年給与を行えば舎飼に比べて1頭当たり130kg少なく済むようになる。その結果、経営全体の購入飼料費は、トウモロコシサイレージの通年給与を行えば、限定給与、舎飼に比べて、それぞれ1,030千円、2,725千円節減できると試算できる(表3-II-14)。

第二に、経営について見ると、表3-II-15で示しているように通年給与は限定給与に比べて、放牧期間における従事者1人当たり労働時間は1,438時間から1,452時間と14時間増加する。これは、トウモロコシの作付拡大により、耕起、播種、収穫等の圃場作業が増加したことによる。とはいえ、放牧期における飼料給与作業、ふん尿処理作業等の飼養管理労働時間等は削減されるため、舎飼に比べて224時間少ない。また、飼料自給率(TDN換算)は72.9%から78.1%と5.2ポイント上昇し、農業所得も16,684千円から500千円増えて17,185千円となる。舎飼と比較しても飼料自給率は12.7ポイントと大幅に上昇し、所得も2,634千円増加と、購入飼料費の節減とほぼ同等となる。

以上より、集約放牧においてトウモロコシサイレージ通年給与を行えば、飼料自給率の上昇による購入飼料費の節約、所得の向上を見込むことができる。労働時間に関しては、限定給与に比べるとトウモロコシの作付拡大により労働時間は増加するものの、舎飼より少ないことには変わらない。

(4) 今後の課題

集約放牧を実際に導入するにあたり、牛舎隣接地の放牧地の確保、放牧草量の的確な把握、放牧摂取にあわせた併給飼料の給与、牧草の季節生産性にあわせた分娩、省力的な牛の出し入れが課題となる。特に放牧草量の的確な把握および放牧摂取にあわせた併給飼料の給与を検討する上においては、放牧に適した草地への改良過程、すなわちメドウフェスクの導入から追播による改良までの草地生産力の経年変化を示すデータが必要となる。これらの点をふまえて、舎飼から集約放牧への移行をどのように支援するかが、今後の課題として残された。

(5) 摘要

本研究では、集約放牧の経営的評価に関して経営計画モデルを用いて行った。評価の対象は畑地型酪農地帯に立地する中規模酪農経営とした。その結果、同規模、同個体乳量のもとでは、従来の舎飼に比べて確保しなければならない経営面積は大きくなるものの、飼料自給率が高くなるため所得が高くなると同時に、労働時間が短くなることが明らかになった。

また、併給するトウモロコシサイレージについても、給与方法による飼料自給率、所得、労働時間等についても試算を行った。その結果、トウモロコシサイレージを通年給与すれば、冬期間に限定して給与する場合よりも飼料自給率は上昇し、所得も増加することが明らかになった。トウモロコシ作付拡大

表3-II-14 トウモロコシサイレーズ給与別に見た経産牛1頭当たり年間飼料給与量と購入飼料費用

		1頭当たり年間給与量					
		集約放牧 トウモロコシ			舎飼 kg/頭	舎飼との差 トウモロコシ	
		通年給与 kg/頭	限定給与 kg/頭	差 kg/頭		通年給与 kg/頭	限定給与 kg/頭
自給飼料	放牧草	2,472	2,472	0	0	2,472	2,472
	牧草サイレーズ	1,147	1,148	-1	2,340	-1,192	-1,192
	トウモロコシサイレーズ	1,767	1,446	321	2,427	-660	-981
購入飼料	配合飼料	1,004	1,054	-50	1,140	-136	-87
	ビートパルプ	302	302	0	302	0	0
	大豆粕	0	0	0	365	-365	-365
	圧片トウモロコシ	81	351	-270	221	-140	130
合 計		—	—	—	—	—	—

		経営全体の購入飼料費					
		集約放牧 トウモロコシ			舎飼 kg/頭	舎飼との差 トウモロコシ	
		通年給与 kg/頭	限定給与 kg/頭	差 kg/頭		通年給与 kg/頭	限定給与 kg/頭
購入飼料	配合飼料	3,301	3,465	-164	3,749	-449	-284
	ビートパルプ	525	525	0	525	0	0
	大豆粕	0	0	0	1,827	-1,827	-1,827
	圧片トウモロコシ	259	1,125	-866	708	-450	416
合 計		4,084	5,114	-1,030	6,809	-2,725	-1,695

注1: 数値は経営計画モデルの試算結果。中央農業総合研究センターで開発したXLPを使用した。

2: 「限定給与」とは放牧を行わない冬期間のみトウモロコシサイレーズを給与する場合を指す。

3: 1頭当たり年間給与量は乾物換算。

4: 購入飼料の価格は、1kg当たり配合飼料54.8円、ビートパルプ29.0円、大豆粕83.4円、圧片トウモロコシ53.4円としている。

表3-II-15 トウモロコシサイレーズ給与別に見た集約放牧と舎飼の比較

	単位	集約放牧 トウモロコシサイレーズ		舎飼	舎飼との差 トウモロコシサイレーズ		給与別に見た差
		通年給与	限定給与		通年給与	限定給与	
経営耕地面積	ha	48.8	47.4	37.2	11.6	10.2	-1.4
放牧地	ha	27.8	27.8	—	—	—	0.0
採草専用地	ha	11.1	11.1	26.5	-15.4	-15.3	0.0
トウモロコシ	ha	7.8	6.4	10.7	-2.9	-4.3	-1.4
従事者1人当たり労働時間 (放牧期間)	時間	1,452	1,438	1,675	-224	-237	14
飼料自給率(TDN換算)	%	78.1	72.9	65.4	12.7	7.5	5.2
購入飼料費	千円	4,084	5,114	6,809	-2,725	-1,695	-1,030
所得	千円	17,185	16,684	14,551	2,634	2,134	500

注1: 経産牛頭数60頭、個体乳量8,500kg、従事者3人とした所得最大化経営計画モデルにより、トウモロコシサイレーズ給与別に、集約放牧の導入効果を分析した。

2: 舎飼との差は「集約放牧－舎飼」、給与別に見た差は「通年給与－限定給与」の値。

3: 放牧地は搾乳放牧専用地、兼用地1、兼用地2の合計。

4: 試算において、中央農業総合研究センター経営計画部で開発したソフトXLPを使用した。

により、播種、収穫等の作業増により労働時間は増加するものの、舎飼と比較すれば労働時間が少ないことには変わらない。

今後、北海道酪農においてメガファームと称される超大規模酪農経営が増加するといえども、大多数は中規模酪農経営であると見込まれる。こうした中規模酪農経営の存続の可否は、北海道酪農に大きな影響を与えるものと考えられる。

近年、トウモロコシのバイオエタノール化による飼料価格の高騰という厳しい条件の中で、このような中規模酪農経営が経営を成り立たせるためには、飼料自給率を向上させることが有効であろう。そのためには、自給飼料を生かした酪農経営の展開が必要となるが、放牧の導入はその選択肢の一つとなろう。その中でも、放牧草に依存しながらも個体乳量8,500kgの搾乳牛を飼養する集約放牧の導入が有効であると考えられる。従来の舎飼から集約放牧への移行における課題は残されているが、今後、北海道酪農の存続、発展において集約放牧の位置づけは大きくなるものと考えられる。

参考文献

- (1) 相原克磨 (2005) 「十勝南部酪農地域における放牧酪農に関する農家意向の現状」北海道農業研究センター農業経営研究第 87 号, pp33-45.
- (2) 荒木和秋 (2003) 「介護酪農からゆとり酪農への転換—国の小規模放牧事業で飛躍的な所得拡大—」農林統計調査 2003. 6, pp56-61.
- (3) 荒木和秋 (2003) 「集約放牧の経営構造と意義」農林統計調査 2003. 8, pp44-53
- (4) 須藤純一 (2003) 「放牧を経営にどう生かすか」酪農総研特別選書 NO. 76『放牧で牛乳生産を—北海道での放牧成功の条件—』, 酪農総合研究所 pp87-100.
- (5) 鶴川洋樹 (1998) 「北海道酪農の収益構造と経営展開」農業経済研究第 70 巻第 1 号, pp1-9.
- (6) 鶴川洋樹 (2002) 「畑地型酪農経営における集約放牧技術の導入条件」北海道農業研究センター研究報告第 174 号, pp25-46.
- (7) 鶴川洋樹・細山隆夫・藤田直聡・安武正史 (2004) 「北海道酪農の経営規模別に見た動向予測」北海道農業研究センター研究報告第 180 号 PP45-161.

(藤田直聡・相原克磨)

2. 天北型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明

(1) 研究目的

道北地域の多雪地帯において酪農経営が新たに放牧を導入したり、より放牧を重視した経営を行う時の移行過程の経営評価を営農条件別に明らかにする。また、集約放牧へ移行した酪農経営の状況を明らかにするとともに、これらの調査結果を基に集約放牧への移行マニュアルを作成する。

(2) 研究方法

1) 集約的な放牧酪農経営の特徴と集約放牧技術の導入過程における技術・経営の変化とその評価を行う。

a) 調査農家の選定

道北地域の中規模な先進的酪農家 8 戸と実証農家 2 戸の合計 10 戸を選定した。営農条件別では、既存の放牧経営からの移行 5 戸、通年舎飼管理からの集約放牧へ転換した 2 戸及び新規就農と同時に集約放牧を取り入れた 3 戸とした。

b) 調査項目

10 戸の酪農家について集約放牧移行パターンを類型化し、以下の調査を行った。また、調査農家は道北地域のフリーストール経営と新規参入を含めて選んだ。

生産技術は、移行過程の放牧施設、草地整備及び放牧管理技術等の変化を追跡調査した。経営評価は、移行過程と安定期の経営概要、農業収支及び生産技術の推移等で行った。地域への波及効果は、アンケート調査と事例調査から解析した。

c) 移行マニュアルの作成

2 戸の現地組み立て実証農場及び地域の先進的な放牧経営 8 戸の集約放牧導入や転換事例を基に移行マニュアルを作成した。

(3) 結果及び考察

1) 集約放牧移行パターンの類型化

a) 移行タイプの分類

調査農家は、集約放牧の移行前の飼養管理等の経営状況から次ぎの 3 タイプに分類した (表 3-II-16)。

表3-II-16 移行タイプの分類

タイプ		特 徴	事例数
I	放牧拡充型	以前から放牧を実施していたが、放牧を集約放牧に変更積極的に経営に取り入れた	5
II	放牧転換型	通年舎飼管理から集約放牧に転換した	2
III	新規参入型	新規就農と同時に集約放牧を取り入れた	3

b) タイプの特徴と集約放牧移行の動機

放牧移行において特に多かった動機は、タイプⅠとⅡでは濃厚飼料多給による高泌乳経営を指向していたが、乳牛の事故が多く経営収支も思わしくなかったことから、経産牛の事故率軽減と粗飼料の活用を目標に移行している。タイプⅢは、放牧酪農を求めて参入した農家もいたが、就農時の初期投資を軽減するために放牧を選択した事例も見られた（表3-Ⅱ-17）。

集約放牧に取り組んだ契機は、先進農家の事例や各種研修会参加などが多かった。また自ら集約放牧を小規模で試行し、効果を確認してから本格的に移行している農場が多く見られた。

2) 集約放牧移行経営における放牧技術の変遷及び経営展開とその評価

a) タイプ別の移行方法

集約放牧への移行過程の調査に当たって便宜的に

牧区の利用方法を小牧区（1日輪換）、中牧区（2～3日滞牧型輪換）及び大牧区（定置放牧）の3つ、放牧時間は制限放牧（2～3時間）、日中放牧（8時間程度）及び昼夜放牧の3つに区分した。

タイプⅠは集約放牧導入前が全て大牧区利用であり、ほとんどが小牧区に移行した（図3-Ⅱ-1）。その後中牧区に移行した農場もあった。タイプⅡは小牧区から開始し、放牧地の面積を徐々に拡大した。タイプⅢは、放牧酪農を継承した農場以外の2戸が大牧区から中牧区に3年以内で移行していた。

b) 放牧施設整備と草地整備

既存施設の状況により若干異なったが、牧区の増加に伴う電気牧柵や飲水施設の整備時期には大きな違いは見られなかった。また、施設整備を集中的に実施する農場や毎年継続的に実施する農場も見られた。特に注目される点は、全戸において草地の簡易

表3-Ⅱ-17 集約放牧移行の動機

タイプⅠ（放牧拡充型）	
①低品質粗飼料と濃厚飼料の多給により事故牛が多発。	
②規模拡大と高泌乳経営を目指し放牧から通年サイレージ給与体系に移行し、濃厚飼料の多給を行ったが、個体乳量の低迷により経営収支が悪化。	
③大牧区利用だったが、放牧地の草生産量に乳量が左右され個体乳量が低迷。	
④電牧を導入したが、放牧方法や乳牛の飼養管理を改善しなかったため、経営改善に結びつかなかった。	
⑤半日放牧であったが、バラ線によるケガもあった。	
タイプⅡ（放牧転換型）	
①濃厚飼料多給飼養により廃用牛が多発した。	
②夏場の給餌や除糞が労力的に限界であり、特に牧草収穫時の負担を軽減したかった。	
タイプⅢ（新規参入型）	
①フリーストール飼養を志していたが、入植時の投資を抑えるために、前経営者が実施していた放牧酪農をそのまま引き継いだ。	
②放牧にこだわりなく、自給粗飼料を最大限利用し愛情を持って牛の世話をしたかった。	
③自給粗飼料を最大限利用する放牧酪農を目指し、就農前から放牧経営の修得に努めていた。	

図3-Ⅱ-1 移行後の放牧方式の変化

農家名	導入前	集約放牧への移行後年数									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	△				◎						
B	△	○					(1日2牧区)				
C	△	○	(1日2牧区)			(1牧区1～2日)				◎	
D	△	○									
E	△	○				継続予定					
F		○	(1日2～3時間)						◎		
G		○				継続予定					
H		○				◎					
I	△			◎				継続予定			
J	△	◎					継続予定				

注1)○:小牧区、◎:中牧区、△:大牧区。

注2)日中放牧 昼夜放牧

注3)継続予定は、調査時点で未到達。

更新や完全更新による植生改善が実施され、しかもPRの導入が初年目から継続的に実施されていた。

c) 放牧管理技術の変化

事例調査から集約放牧導入や放牧転換及び新規参入時の管理技術について整理した。

濃厚飼料給与では、タイプ別の特徴は見られなかったが、昼夜放牧のため搾乳時だけの給与となり上限を7kg程度に制限していた。給与量は、飼料効果を目安に判断する農場もあり、放牧地からの採食量の向上に伴い減少させていた。特に濃厚飼料の粗蛋白質含量を低下させた農場が多く見られた。

放牧草採食量の判断は、牛舎内での粗飼料と濃厚飼料の給与及び転牧作業に重要な技術である。全てのタイプで移行時に分からなかったと回答していたが、既存の放牧経営であったタイプⅠでは判断に困る農場は少なかった。牛の採食量状況は、牛体の観察、行動観察、採食行動、産乳量等で判断していた。さらに、採食状況を把握して牧区ごとに入牧頭数と日数を決めていた。

併給飼料給与の判断と方法は、移行時はどの農場においても、放牧地での採食量不足を補うため牛舎やパドックでの粗飼料補給が実施されていた。しかし、放牧地での採食量の低下や産乳に効果が確認できないことから、粗飼料は、放牧時間帯での給与を中止し搾乳時だけの給与に変更する農場が多かった。また放牧時間帯での給与を、放牧開始時期や放牧草の減少する時だけ実施している農場も見られた。

多くの農場における放牧時の乾物摂取量は、粗飼料の併給ではなく放牧地の植生と入牧方法の改善により放牧草を十分採食させることで対応していた。

繁殖管理については、放牧飼養により牛の観察時間が減少するため、発情兆候の発見にさまざまな工夫がされていた。牛の出し入れ時や搾乳時の観察だけでは不十分であり、繁殖管理板やメモ用のホワイトボードの利用、繁殖カレンダーの利用、チョーク等の利用、牛道や放牧地における行動の詳細な観察、携帯電話のアドレス帳に個体データを入力する方法等が実施されていた。さらに、放牧の利点を生かすため、12月から5月にかけて分娩が集中するように、雌牛の売却や淘汰を実施している農場も見られた。

牛の出し入れは、毎日の作業であるため苦労も多く、初産牛の扱いや牛舎への誘導は、牛の行動をよく観察しながら工夫が施されていた。特に通年舎飼管理から放牧転換したタイプⅡは、工夫や改善が多く見られた。牛の出し入れによる混乱は、馴れない初産牛によることが多く馴致に1ヵ月かかっていた。頭数を分けて出し入れしたり、放牧開始時期などは

馴れていない初産牛を放牧しないなどの対応がとられていた。

乾乳牛の放牧は、放牧地に余裕があれば放牧したい希望が多く、放牧地をパドック的に利用している農場もあった。また、乾乳前期と後期を分けて管理している農場が多かった。放牧地での分娩は、放牧によりお産が軽くなり事故は無いとの声が多かった。

育成牛の放牧はタイプに関係なく、公共牧場の利用を含めるとほとんどが実施していた。施設の整備に伴いパドック的な利用から放牧育成へ移行し、放牧月齢も若くなって来ていた。

その他の工夫では、不食過繁草の発生は管理作業の増加になるため対策が取られており、放牧移行後の安定期には発生がほぼ抑えられていた。採食意欲の向上は重要な改善対策として位置づけられ、粗飼料の併給方法や石灰施用、草地更新など熱心な取り組みが行われていた。乳房炎対策としては、牛舎の出入り口の泥濘化対策を行っていた。

d) 集約放牧への移行期間

事例調査からの移行期間は、生産技術面では初期投資の完了と技術の普遍化、経営面では農業所得率30%を目安に改善傾向が見られるまでに必要な年数とした。その結果、放牧地の生産性や乳牛の採食性、放牧牛や管理する農場の馴れなどには、4～5年程度が必要である事が認められた(表3-Ⅱ-18)。また、施設の整備状況は農場やタイプ毎に特徴が見られた。

タイプⅠでは、既存の放牧経営のため放牧技術等に通じ熟知しており、2～3年と比較的に短い期間で移行期を乗り切っていた。タイプⅡでは、通年舎飼管理からの放牧転換であり放牧技術の習得や草地等の整備に時間がかかり、4年以上必要であった。タイプⅢは、放牧経営を継承したH農場が比較的短期間に移行できたが、通常の新規参入ではリース事業等を利用した就農が多く、リース期間5年を目安に経営基盤の整備を行っており、4年以上が必要であった。

集約放牧移行時の施設整備では、牧区の増加に伴う電気牧柵や飲水施設等でのタイプにおいても同程度の期間をかけて行われていた。しかし、放牧管理ではタイプⅡとⅢがタイプⅠより採食量の判断や牛の出し入れなどの乳牛の管理に多くの工夫や改善が行われていた。

これらのことから、集約放牧への移行期間は、施設整備と放牧技術、経営収支の点からみて、タイプⅠでは2～3年、タイプⅡ・Ⅲでは4～5年必要であると考えられた。

e) 経営の展開

集約放牧移行前後の農家概要では、経産牛頭数は、導入前のデータが揃っていた4戸全てが増頭を行っていた(表3-II-19)。移行期から安定期にかけては、タイプI・IIでは増頭と現状維持がほぼ同数であった。タイプIIIのI農場は近年の減産政策でBタイプ(10%減産)を選定し頭数削減を行った。

出荷乳量は、移行時に変動が見られたが、安定期ではほぼ現状維持であった。

放牧地面積は、タイプIで3戸(B, C, D農場)に大きな変化がなく、1戸(E農場)が放牧専用地を減らし兼用地を増やしていた(表3-II-20)。タイプII・IIIは、全ての農場で放牧専用地が増加し、F農場を除いて兼用地が整備されていた。兼用地面積は、安定期に多くの農場で専用地と同規模かそれより多い傾向が見られた。

農業収入は、A農場以外で導入前に比べ移行期及び安定期で同等かそれ以上を確保し、安定期で導入前対比で146%と大幅に増加した農場も見られた。

農業経営費は、ほとんどの農場の移行期と安定期において農業収入が増加するとやや増加し、農業収入が減少するとそれ以上に減少していた(表3-II-21)。しかし、ほとんどの農場で農業所得率は、移行期から安定期にかけて増加していた。農業所得も増加しており、導入前対比で200%以上の農場も3戸見られた。

経産牛1頭当たりの農業収入は、農場により導入前対比で90~126%の範囲で違いが見られた(表3-II-22)。また、経産牛1頭当たり農業所得ではE農場以外で増加しており、調査農家群における農業所得額の最低値が導入前に96千円であったが、安定期において203千円になり大きな底上げがされていた。

表3-II-18 調査農家の集約放牧移行年と移行期間

タイプ	農家名	移行年	移行期間年数	備考	タイプ別移行年
I	A	1989	2	施設整備と管理方法だけを調査	2~3年
	B	1990	3		
	C	1997	3		
	D	1990	-		
	E	2004	2		
II	F	1996	4	移行4年経過	4~5年
	G	2004	移行中		
III	H	1998	3	H8年9月新規参入(放牧経営を継承)	4~5年
	I	2003	4	H13年12月新規参入	
	J	2004	移行中	H14年4月新規参入(移行4年経過)	

注1)移行期間は、生産技術面が初期投資の完了と技術の普遍化、経営面では農業所得率30%を目安に改善傾向が見られるまでとした。

表3-II-19 集約放牧農家の概要

タイプ	農家名	経産牛頭数(頭)			年間出荷乳量(t)		
		導入前	移行期	安定期	導入前	移行時	安定期
I	A			49			371
	B		37	37		269	292
	C	34	38	40	253	312	345
	D			36			309
	E	63	68	67	499	551	490
II	F	29	31	36	181	217	267
	G	61	65	(64)	492	491	(476)
III	H		49	44		373	362
	I		39	34		345	297
	J		41	(43)		320	(353)

注1)G, J農場は現在移行期間中のため、()は2006年データ。

表3-II-20 集約放牧農家の草地面積の変化

タイプ	農家名	放牧地専用地(ha)			兼用地(ha)			採草地(ha)			草地合計(ha)		
		導入前	移行期1年目	安定期1年目	導入前	移行期1年目	安定期1年目	導入前	移行期1年目	安定期1年目	導入前	移行期1年目	安定期1年目
I	A	14.6		21.2	0.0	0.0	0.0			44.3			65.5
	B		9.7	9.7		4.0	4.0		23.9	23.9		37.6	37.6
	C	11.2	11.2	11.2	9.3	9.3	9.3	7.9	7.9	24.5	28.4	28.4	45.0
	D		11.5	11.5		27.3	27.3	0.0	12.3	12.3		51.1	51.1
	E	19.9	18.3	7.6	0.0	7.3	14.3	53.9	48.2	50.5	73.8	73.8	72.4
II	F	1.2	1.4	12.0	0.0	0.0	0.0	25.2	25.1	21.1	26.4	26.5	33.1
	G	0.8	10.5	(21.1)	9.7	16.0	(14.8)	97.8	88.8	(84.2)	108.3	115.3	(120.1)
III	H	8.9	8.9	11.8	7.0	7.0	5.6	38.4	38.4	38.4	54.3	54.3	55.8
	I	0.0	7.4	17.9	0.0	0.0	15.8	38.7	31.3	10.5	38.7	38.7	44.2
	J		5.8	(17.8)		3.0	(12.5)		19.3	(18.5)		28.1	(48.8)

注1)G・J農場は安定期に達していないので2006年現在のデータ。

注2)導入前は、移行の前年のデータ。

表3-II-21 集約放牧農家の農業収支の推移

タイプ	農家名	農業収入			農業経営費			農業所得			農業所得率(%)		
		導入前	移行期	安定期	導入前	移行期	安定期	導入前	移行期	安定期	導入前	移行期	安定期
I	A	100	93	91	100	89	81	100	99	110	36.0	37.9	42.6
	B		100	99		100	94		100	110		30.3	33.6
	C	100	131	146	100	124	127	100	151	207	24.0	27.4	33.6
	D												22.2
	E	100	114	99	100	109	99	100	124	98	32.0	34.3	31.2
II	F	100	116	127	100	103	102	100	196	268	15.0	24.9	31.4
	G	100	99		100	101		100	89		21.0	19.0	
III	H		100	119		100	103		100	163		27.4	37.5
	I		100	108		100	84		100	263		13.1	33.1
	J											7.5	

注1)農業収入、経営費及び所得は、導入前(数年平均)又は移行期を100とした指数で表示。

表3-II-22 集約の放牧農家の経産牛1頭当たり農業所得等の推移

タイプ	農家名	農業収入			農業所得			購入飼料費			乳飼比(%)		
		導入前	移行期	安定期	導入前	移行期	安定期	導入前	移行期	安定期	導入前	移行期	安定期
I	A										37.6	39.4	20.5
	B		100	100		100	111		100	84		28.2	23.2
	C	100	116	121	100	134	171	100	140	112	25.4	31.3	23.0
	D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33.7
	E	100	104	93	100	113	92	100	108	92	23.4	24.6	23.9
II	F	100	108	100	100	182	212	100	99	85	28.9	25.1	21.8
	G	100	93		100	84		100	71		35.0	26.8	
III	H		100	90		100	124		100	77		18.0	16.9
	I		100	126		100	414		100	187		27.0	25.2
	J											32.0	
最低 (千円)		601	617	617	96	59	203	129	23	42	23	18	17
最高 (千円)		746	738	777	224	254	245	211	181	194	38	39	34

注1)農業収入、所得、飼料費は、導入前(数年平均)又は移行期を100とした指数で表示。

表3-II-23 集約放牧農家の生産技術の推移

タイプ	農家名	経産牛1頭当たり出荷乳量(kg)			分娩間隔(日)			平均産次(産)		
		導入前	移行期	安定期	導入前	移行期	安定期	導入前	移行期	安定期
I	B	7,389	7,977	7,938	—	388	382			2.9
	C	7,555	8,283	8,548	420	414	411	3.9	3.0	3.8
	E	7,965	8,050	7,342	407	408	409	3.0	2.5	3.1
II	F	6,296	7,019	7,333	381	392	386		2.9	3.0
	G	8,026	7,573	(7,416)	468	472	(514)	2.4	2.6	(2.6)
III	H	7,241	7,908	8,304	378	389	400		2.8	2.9
	I	7,833	9,090	8,735	375	389	405		2.3	3.7
	J	6,106	8,480	(8,813)	380	399	(417)		2.7	(3.2)

注1)タイプIIIの導入前は、新規参入のため移行1年目のデータ。

注2)分娩間隔と平均産次は乳検成績より。

注3)G、J農場の()は移行期のため2006年現在のデータ。

経産牛1頭当たり購入飼料費は、安定期で減少している農場が多く、乳飼比も低下していた。安定期で乳飼比が低下した農場のほとんどが所得を増加させていた。

生産技術の推移を見るため、農業収入に大きく影響する経産牛1頭当たり乳量及び放牧により改善が期待できる繁殖成績と経産牛の連産性について検討した。経産牛1頭当たり乳量は、導入前から移行期にかけて増加した農場は6戸、変わらない農場はE農場、減少した農場はG農場であった。移行期から安定期では、増加している農場は4戸、変わらない農場はB農場、減少した農場はE農場であった(表3-II-23)。

乳量増加の理由は、簡易更新でPR播種を行い放牧地の植生が改善された事と疾病の減少であった。

分娩間隔は、集約放牧の導入による変化は見られなかった。その要因としては、放牧により繁殖性の向上が考えられるが、一方で発情発見率の低下と放牧期間の栄養管理が影響していることが考えられた。平均産次は、安定期において全道の乳検データ平均2.7度より良くなっていた。

このことから、集約放牧への移行により乳飼比の低下と農業所得率の向上が見られ、農業所得の増加が期待できることが認められた。これは、放牧を有効に活用して乳飼比を下げたことが、農業所得の増加の要因の一つとして影響したと考えられた。

f) タイプ別の移行過程事例

[タイプ I] C農場の概要

濃厚飼料の多給による高泌乳生産を目指したが、乳房炎や繁殖障害などにより出荷乳量は伸びず経済性が悪化した。集約放牧に移行する7年前に電気牧柵を導入したが、放牧方法や乳牛の飼養管理はそれまでと同様であり経営改善に結びつかなかった。[移行初年目～4年目]

集約放牧移行過程では、放牧研修会参加を契機に、1日2牧区を利用する小牧区・昼夜放牧に変更し、「放牧で搾る」方針に転換した(表3-II-24)。放牧地面積は現在も変化しないが、簡易更新によるPR播種など4～5年掛けて放牧地の草種を変えた(図3-II-2)。濃厚飼料は飼料効果3.6を目安とした結果、乳房炎やその他の疾病の減少、放牧地の収量・採食性の向上により出荷乳量が大幅に増加した(図3-II-3)。

この間の経営収支は、移行直前に比べて農業経費の増加が見られるが、農業収入の増加も大きく、所得率が高まった(図3-II-4)。当初の乳飼比上昇は、成牛換算頭数1頭当たりの草地面積が0.5haと少ないためと考えられ、採草地が増加して貯蔵粗飼料が十分確保されたため、その後は減少した。

飼養管理は、放牧で採食量は十分という認識のままで、さらに台帳だけの繁殖管理など課題が残った。

表3-Ⅱ-24 C農場の放牧移行過程

項目	移行前	初年目	5年目	6年目	8年目	10年目	
経営展開期	粗放放牧期	集約放牧移行期	集約放牧安定期				
放牧方法	大牧区、昼夜放牧	小牧区、昼夜放牧 (朝・晩移動)	中牧区放牧				
放牧管理技術	・電気牧柵の導入	・放牧を考える会の設立参加 ・簡易更新PR播種 ・放牧地の施肥管理を試行錯誤	・草地改良(炭カル投入) ・水槽設置6か所 ・借地面積拡大	・育成牛舎増築	・採食量に て移動		
飼養管理	濃厚飼料給与量	濃厚飼料多給 飼料効果2.0、乳飼比 49%	飼料効果3.6 乳飼比18%	飼料効果3.4 乳飼比16%			
	放牧草量 判断方法	・放牧していることで十分採食していると判断	・放牧地に出たときの牛の散らばり 方	・採食量増加			
	供給飼料給与量	・ロールベール乾草を搾乳時間に採食できる量を給与					
	繁殖管理	主に台帳でのみで管理		・テールペイントと繁殖管理板を使用、冬期舎 飼期は分娩後月数妊娠可否で並び換え			
	生育の出し入れ	・指定席、牛を入れる前に配合飼料を飼槽に置いておく ・育成妊娠牛と同厩させている。分娩前1～2週間前	・搾乳牛と同厩させ放牧する				
	乾乳牛	・授精対象牛群牧区に運動スタンションを設置し、6～ 12ヵ月齢、授精対象、妊娠の3群に分けて放牧。 ・電牧馴致は牛舎周辺のパドックで、運動スタンション の馴致は育成牛舎で行っている。 ・発育、繁殖性向上し、正常な蹄の形状も維持できた。					
育成牛	・妊娠鑑定後に放牧						

〔5年目以降～〕

5年目は水槽設置(6カ所)を行い施設整備がほぼ完了した。その後、炭カル施用に重点を置き、年間肥料費に占める割合は50%前後になった。

乳牛の観察は、放牧地での採食状況等の把握と粗飼料や濃厚飼料の給与量調整のため強化を図っており、小牧区放牧を継続している。濃厚飼料給与は飼料効果3を目安とし、粗蛋白質含量はMUN濃度をモニターして調整した。発情発見率向上のためのテールペイントと授精対象牛を的確に把握するための繁殖管理板を利用し、冬期間は乳牛の繋留を分娩した順に並べる方式を採用した。

育成牛の放牧は、放牧地に連動スタンション付き飼槽を設置し、授精対象牛の捕獲を容易にした。この対策により生後6ヶ月齢より放牧することが可能となった。電気牧柵への馴致は、パドックに電牧を設置して行った。

こうした改善により経産牛1頭当たり乳量は増加し、分娩間隔が406日から364日に短縮された結果、経産牛頭数をほぼ一定に保ちながら出荷乳量を50〜60t増加させ、購入飼料費の削減により農業所得を増加させた。

〔タイプⅡ〕 F農場の概要

放牧開始3年前の冬期間に7頭が事故で廃用となり、このため主に健康維持を目的とした日中放牧を再開した。それ以降は、放牧への依存度を高め放牧技術を向上させて来た。

〔移行初年目から4年目〕

集約放牧への移行は、小牧区・日中放牧から開始した。簡易更新によるPR播種で植生改善と電気牧柵

の整備を行った。4年目にPR草地を増やして本格的な放牧実施の足固めを行った。

この間、濃厚飼料給与量を減少させ放牧依存度を高めることにより経産牛1頭当たり乳量が向上し、農業所得も大幅に増加した。給与量は朝夕2回、1回3.5kgの給与上限を守った。しかし、放牧地が少なく放牧草量の絶対量が不足していたため、ロールベールサイレージを畜舎内で給与したが、乳量増には結びつかなかった。繁殖管理は、当初から繁殖管理板を利用し発情の見逃しを最小限とした。牛舎は指定席で呼び餌を置いて入れる方式を採用した。

〔5年目以降～〕

放牧地を拡大し、同時に既存放牧地に簡易更新でPRを播種し、採食性の高い放牧地を増やすことで絶対量が不足していた放牧草を充足させた。その結果、1頭当たり乳量が増加し、乳飼比が減少した。

放牧地の草量や採食量の判断は、牧区ゲートへの集まり具合や繋いだ時の牛と牛の間隔の変化、搾乳までの反芻状況等を基に行い、供給飼料の給与や牧区の移動に役立てた。牛舎への出し入れは、夫婦二人でスムーズに出来る様に牛道と牧区の出入り口を設置したり、畜舎出入り口の泥濘化対策や牛道を整備した。繋留時は、5〜6頭ずつ制限して畜舎内での混乱を防いだ。呼び餌は給与してないが、慣れない初産牛は無理して放牧しない等の工夫をした。

こうした取り組みにより出荷乳量は増加し、購入飼料費などの農業経費が減少し、農業所得は毎年増加した。特に、中牧区放牧に転換した8年目以降は大きく増加した(図3-Ⅱ-5)。

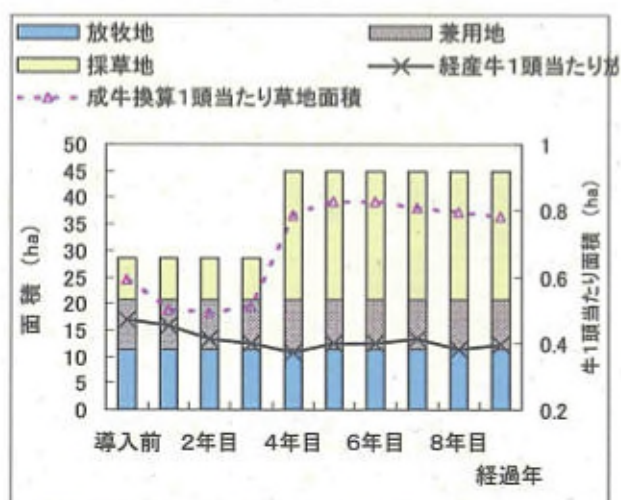


図3-II-2 草地面積の推移 (C農場)

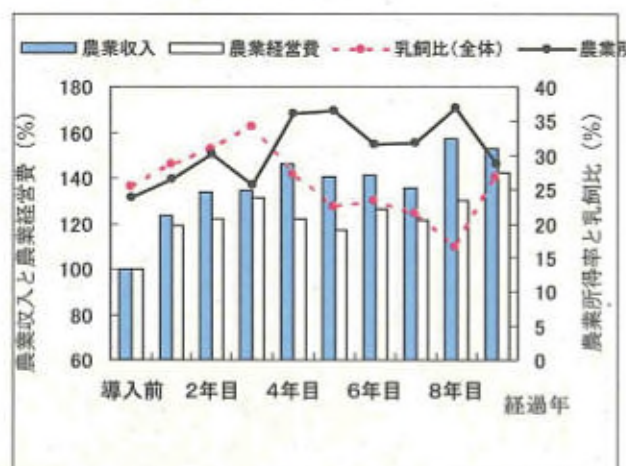


図3-II-4 経営収支の推移 (C農場)

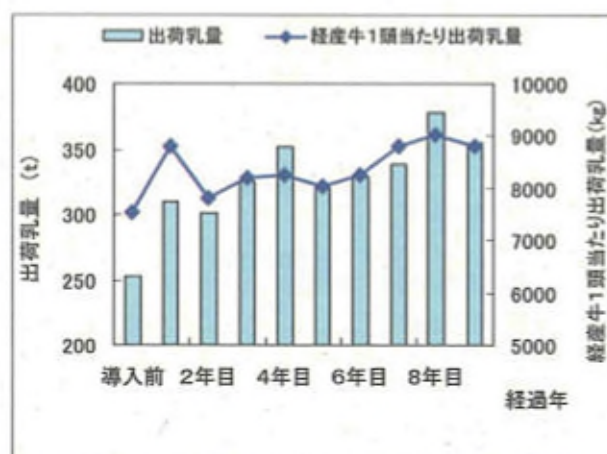


図3-II-3 生乳出荷量と経産牛1頭当たり乳量の推移 (C農場)

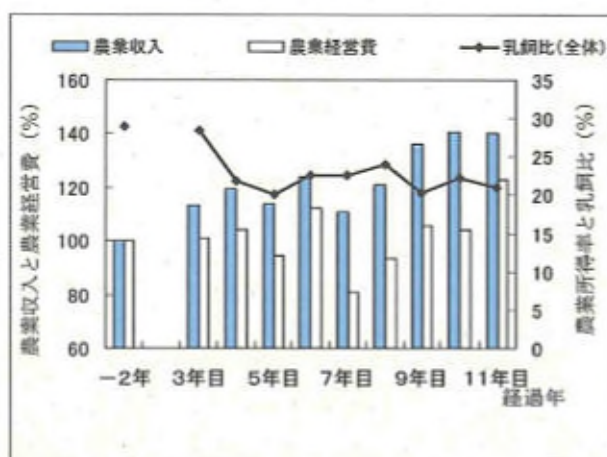


図3-II-5 経営収支の推移 (F農場) (2年前を基準とした割合)

[タイプⅢ] Ⅰ農場の概要

家族労働力は夫婦2人、牛舎はスタンション形式で、就農前には自給粗飼料の有効活用を考えて放牧酪農を選び、実習中から放牧農家の視察を行った。

[移行初年目～2年目]

就農2年目に、放牧専用利用7.4haと2番草刈り取り後の兼用地20.8haの大きな1牧区に常時日中放牧する方法を開始した。その後、関係機関の指導や先輩農家の助言を受けながら土壌改良資材の投入やふん尿の散布、簡易更新によるPR播種など放牧地の改良を実施した。

[移行3年目～]

パラ線の整備や電気牧柵を導入し、放牧専用利用10.5ha増やし合計17.9haとした。牧区は大きく3区分し、内側を電線で仕切り1牧区を2～3日で輪換する数日滞牧型の中牧区方式と昼夜放牧を実施した。

生産技術の推移と特徴は、経産牛頭数40頭でスタートし、2006年からBタイプの減産型を選択したた

め34頭と減少し、牛乳生産量も388tをピークに減少した。経産牛1頭当たり乳量は2003年(H15)の9,740kgをピークにその後は9,000kgをやや下回り、牛に無理のかからない経営を目指している。

放牧地は5年間で全ての放牧専用利用・兼用地を完全更新と簡易更新により造成し、乳飼比と飼料効果は良好に推移して粗飼料を主体とした飼養成果が確認できた。施設整備には、5年間で約2,500千円程度の投資を実施した。

g) 地域への波及

これまで、集約放牧の導入や放牧転換を現地で実証展示して来た。このことが地域の酪農家の放牧への関心や集約放牧技術の導入等に繋がったかどうかを評価するため、当該地域酪農家101戸に対しアンケート調査を実施し38戸から回答を得た。

集約放牧への移行の可能性を見ると、放牧に期待する効果は労働の軽減、コスト削減、ふん尿処理軽減が上げられて、日中放牧を行っていたが放牧依存

率が高くない農場が多かった。しかし、先進的な事例では、大牧区放牧から昼夜放牧を取り入れた集約放牧に移行し、労働の軽減とコスト（生乳1kg当たり経営費）の削減、所得の増加が確認されている。ふん尿処理は、昼夜放牧により処理量の大幅な減少と負担の軽減が可能で、集約放牧により期待する効果が得られると考えられた。

放牧実施の動機は、「近隣の農家を見て」が3戸、「前に実施していた」が1戸と少なかった。しかし、事例調査では先進農場を参考に試し放牧を行い、それから本格的に取り組んだ事例が多く見られた。このことから、地域で集約放牧を波及するには、先進的な実証展示と自らの放牧経験が伴う事が大切であると考えられた。

放牧移行時の課題は、「乳牛管理に不安」とした回答数が27%と「放牧地に不安」や「設備投資の負担」に比較して多かった。乳牛管理の内容では、「乳牛の出し入れと誘導」や「初産牛が牛床を覚え混乱」、「出入り口の泥濘化」、「道路横断」などがあつた。また、「不良植生と採食ムラなどによる採食量の不安」や「水槽整備の必要性」などが指摘されていた。

一方、放牧を実施しない理由は、「自動給餌等の省力化施設が整備されている」、「放牧に要する時間が無い」、「フリーストール」との回答もあった。

近年、放牧に取り入れた新技術は、集約放牧の基本となる短草利用、春の馴致を兼ねた早い放牧開始や植生改善、電気牧柵の導入などであった。これらは地域での実証展示や各種放牧研修会等により触発されたと考えられた。事例調査からは、集約放牧により労働時間が減少し、さらにフリーストール方式が繁留方式よりも放牧移行が容易である事などが再確認されたが、それらが情報として正しく伝わっていないことも明らかになった。このため、今後の放牧推進には、集約放牧へ移行するための技術マニュアルの活用が重要である。

事例調査とアンケート結果から集約放牧移行への必要条件是、施設と草地の整備、新たな放牧技術の習得、放牧経営の管理の3点であり、移行期間では放牧技術のレベルアップと情報収集である（図3-II-6）。

整備面では、既存の施設や規模と立地条件が放牧移行に容易であるかを確認する。技術の修得には、経験と同時に効率良く目的を達成するために先進地視察などの情報収集が必要である。経営管理では、施設整備に係わる投資を安価に押さえる計画的な実行が必要である。また、放牧による改善を経営成果に反映させるには、乳飼比を下げたり無駄な投資の抑制など経費の削減を図る必要がある。

事例を見ると集約放牧移行後の安定期においても放牧管理の改善が継続され、各種研究会や先進事例を参考にした取り組みやグループ活動も活発に行われていた。現在も省力化に向けて中牧区放牧への移行も進められている。小牧区の利点を引き継ぎ中牧区の欠点を押さえる管理技術が必要であり、継続した放牧技術のレベルアップが必要である。そのためには研修会参加や仲間を通じて情報の収集と改善実行が大切と考えられた（図3-II-7）。

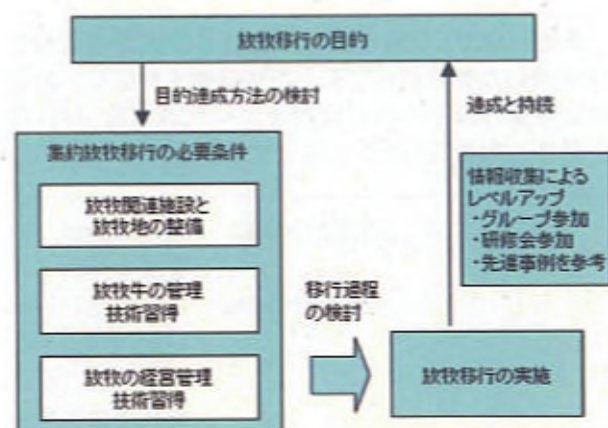


図3-II-6 集約放牧への移行と定着に必要な条件と放牧技術のレベルアップ

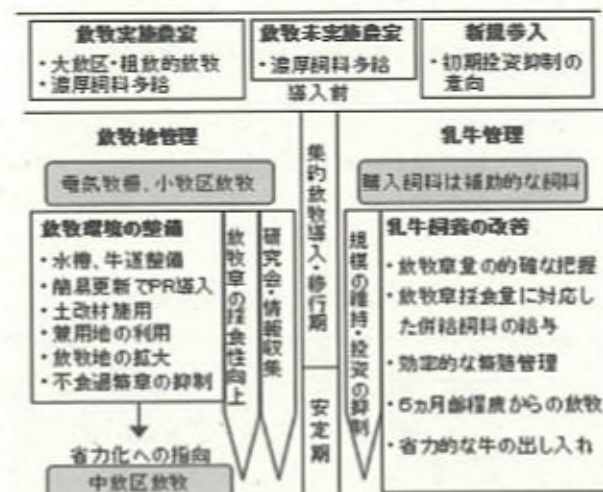


図3-II-7 集約放牧への移行期と安定技術変化

以上のことから、アンケートに寄せられた放牧への期待は、調査農場の移行状況から判断すると、集約的な放牧方法に移行することにより達成された。さらに、今後の波及には、先進的な実証展示と放牧の実体験、放牧技術のマニュアル化が効果的と考えられる。放牧移行への条件は、放牧関連施設と放牧地の整備、放牧牛の管理技術の習得、放牧の経営技術取得の3点であり、集約放牧はこれらの条件を満

たす農場において定着するものと考えられた。

3) 道北型集約放牧への移行マニュアルの作成

a) 集約放牧への移行に必要な生産技術と初期投資

移行マニュアルは、営農条件別の類型（タイプⅠ：放牧拡充型、タイプⅡ：放牧転換型、タイプⅢ：新規参入型）についてそれぞれ提案した。

移行に必要な主な生産技術として、草地管理、家畜管理及び技術習得の3項目について解説した。道北地域で対象となる中規模酪農の規模は、以下の通りである。

草地管理は、放牧を継続しながら作溝型播種機とPRを用いた簡易更新による植生改善を提案し、放牧地は高張力線型の電気牧柵を2～3牧区単位で外周2段張り・内柵1段張りで施工する。家畜管理は、放

牧地や放牧方法の改善による放牧草採食量の増加に対して、濃厚飼料の粗蛋白質含量の低下や併給粗飼料の給与量削減を提案した。また、採食量に影響する水槽の新・増設と繁殖管理板やチョーク等を利用した発情発見の強化策を示した。さらに、全体的な技術習得では、収益性確保のための初期投資の検討と先進地視察や意見交換等による積極的な技術・考え方を取り入れる必要性を示した。

放牧技術を導入して経営が安定するまでに数年必要となる。この期間を移行期とし、生産技術面では初期投資の完了と技術の普遍化、経営面では農業所得率30%を目安に改善傾向が見られるまでの期間とする。以下にタイプ別の移行期・安定期を示す。

タイプⅠ・Ⅱ：飼養頭数96頭…経産牛57頭（搾乳牛49頭、乾乳牛8頭）
育成牛39頭（うち子牛20頭）
草地面積65.7ha…搾乳牛1頭当たり放牧地面積
（昼夜放牧0.5ha、日中放牧0.33ha）
搾乳牛用の放牧専用地と兼用地比率（55：45）
乾乳牛放牧地1.0ha、子牛用1.3ha、育成用3.4ha（後追い放牧）
1日当たり必要面積…昼夜放牧3.0a～5.0a、日中放牧2.0a～4.0a

タイプⅢ：飼養頭数40頭…初任牛40頭で新規参入（リース事業）

草地面積46.1ha…設定条件は同上

放牧移行マニュアルで扱う中規模酪農経営の規模は、北海道酪農・畜産関係資料（2006年度版）の全道の経産牛飼養頭数、牧草作付け面積及び調査事例から設定した。

タイプⅠ：移行期2～3年、安定期4年目以降

タイプⅡ：移行期4～5年、安定期6年目以降

タイプⅢ：移行期4～5年、安定期6年目以降

移行に必要な初期投資についてタイプ別に試算値を示す（表3-Ⅱ-25）。

表3-Ⅱ-25 初期投資額の目安（資材費のみ）

タイプ	施設	1年目			2年目			3年目			総計		
		面積(ha)	基数	金額	面積(ha)	基数	金額	面積(ha)	基数	金額	面積(ha)	基数	金額
Ⅰ	電牧	専用地(3.4ha):22.4万円/区、兼用地(7.1ha):28.6万円/区、電牧器セット9.2万円									16.2		99万円
	(牧区単位)	乾乳牛(1.0ha):12.2万円/区、育成牛(3.4ha):22.4万円/区、子牛(1.3ha):13.6万円/区									(電牧器セット)		9万円
	水槽	専用地(3.4ha):6.2万円/区、兼用地(7.1ha):9.8万円/区									16.2	6	31万円
	(牧区単位)	乾乳牛(1.0ha):3.8万円/区、育成牛(3.4ha):6.2万円/区、子牛(1.3ha):5.0万円/区											
	簡易更新	専用地(3.4ha):14.4万円/区、兼用地(7.1ha):30.0万円/区									16.2		68万円
Ⅱ	(牧区単位)	乾乳牛(1.0ha):4.2万円/区、育成牛(3.4ha):14.4万円/区、子牛(1.3ha):5.5万円/区											
	牛道	10万円											10万円
	(牧区計)	217万円(専、兼用各1牧区と乾乳牛・育成牛・子牛の3牧区の合計)											217万円
	電牧	22.1		152万円	15.0		92万円				37.1		244万円
	水槽		9	45万円		5	27万円					14	72万円
Ⅲ	簡易更新	22.1		93万円	15.0		63万円				37.1		156万円
	牛道			10万円			5万円						15万円
	(年計)			300万円			187万円						487万円
	電牧	17.1		79万円	14.3		95万円				31.4		174万円
	水槽		6	26万円		6	27万円					12	53万円
	簡易更新	12.4		52万円	10.9		46万円	8.1		34万円	31.4		132万円
	牛道			10万円			5万円						15万円
	(年計)			167万円			173万円			34万円			374万円

注1)金額はいずれも資材費のみで、設置費用、播種機リース料及び消費税を含まない。

注2)電牧は高張力型方式とし、1年目に電牧器(1セット)92,000円を購入する。

注3)簡易更新は、作溝型播種機を用いてPR25kg/haとWC3kg/haを播種し、リン酸25kg/haのみ追肥。

注4)牛道は岩盤等を投入して簡易に整地した程度。

注5)タイプⅠは、電牧器(1セット)92,000円と専用、兼用、乾乳、育成、子牛の各1牧区分の費用。

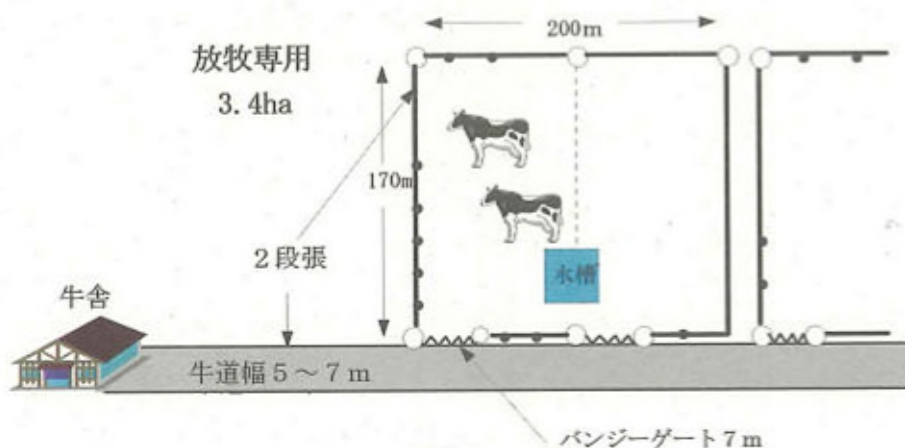


図3-II-8 放牧専用地

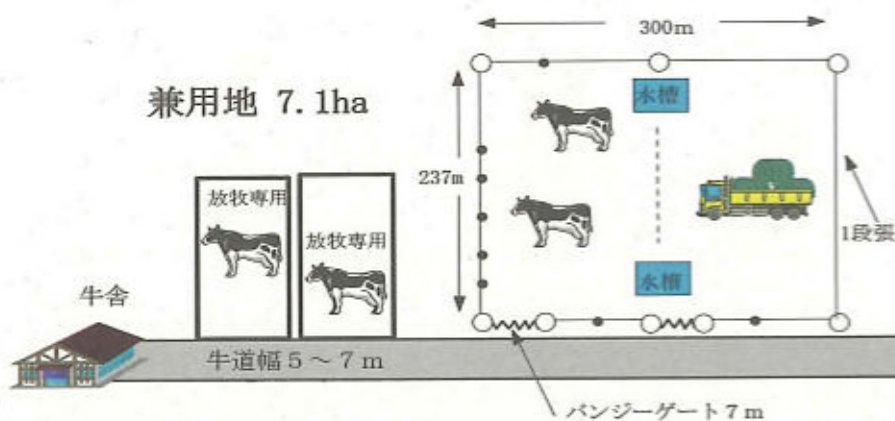


図3-II-9 兼用地

表3-II-26 タイプI (放牧拡充型) の移行マニュアル

項目	作業	改善技術	目標	導入前	経過年					導入効果
					1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	
経営形態	経営展開	放牧経営	放牧重視	一般放牧	移行期	移行期	移行期	安定期	安定期	集約放牧
	放牧形態	放牧形態	集約放牧	日中～昼夜放牧	昼夜放牧	昼夜放牧	昼夜放牧	昼夜放牧	昼夜放牧	集約放牧
草地整備	草地確保	放牧専用(0ha)	面積確保	25.5	23.1	専・兼用比率調節	専・兼用比率調節	専・兼用比率調節	専・兼用比率調節	牧区再編(中牧区)
	草地整備	兼用地(0ha)	面積確保	0	14.2	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4
飼養技術	畜生改善	簡易更新	PR草種導入	CP18%, 6kg/日	CP16-14%, 6kg/日	削減開始	削減開始	削減開始	削減開始	3-5kg/日
	放牧施設	牧槽	高張力電牧	ハズ線、電牧等	専2段、兼1段張り	新・増設	新・増設	新・増設	新・増設	2-4kg/日
家畜管理	牛群管理	放牧誘導	省力化	幅5m	5~7mに拡張	随時補修	随時補修	随時補修	随時補修	牧区再編
	繁殖管理	群分け	放牧育成	搾乳・乾乳牛放牧	子牛・育成放牧	(4群放牧)	(4群放牧)	(4群放牧)	(4群放牧)	放牧重視
経営管理	繁殖管理	繁殖管理	繁殖管理	目視観察	繁殖管理板・F&Q等	繁殖管理板・F&Q等	繁殖管理板・F&Q等	繁殖管理板・F&Q等	繁殖管理板・F&Q等	繁殖良好
	MUN対策	エネルギー補給	エネルギー補給	CP含量調節	エネルギー・飼料増給	エネルギー・飼料増給	エネルギー・飼料増給	エネルギー・飼料増給	エネルギー・飼料増給	MUN低下
技術習得	投資計画	低コスト化	低コスト化	先進地視察	投資効果検討	投資効果検討	投資効果検討	投資効果検討	投資効果検討	低コスト
	放牧技術	放牧利用	体系化	先進地視察	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	情報交換・支援
技術習得	放牧技術	放牧利用	体系化	研修会参加	適正管理技術習得	適正管理技術習得	適正管理技術習得	適正管理技術習得	適正管理技術習得	低コスト・効率化
	放牧技術	放牧利用	体系化	土壌分析	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	情報交換・支援
技術習得	放牧技術	放牧利用	体系化	生産計画作成	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	情報交換・支援
	放牧技術	放牧利用	体系化	先進事例研修	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	移行マニュアル活用	情報交換・支援

注1)放牧専用地には、乾乳用1.0ha(導入前)、子牛用1.3ha(1年目)、育成用3.4ha(1年目)の面積を含んで算出。
 注2)飼養技術の各給与量は、放牧期における乾物給与量。
 注3)図中の矢印は、重点(太線)、継続(実線)、随時(点線)をそれぞれ示す。

放牧地レイアウトの事例では、牧区面積の設定方法として昼夜放牧1回に必要な面積（最小）を3a/頭×49頭=1.5haとし、日中放牧では同様に2a/頭×49頭=1.0haとし、季節による搾乳頭数の変動や天候等による放牧草量の変動を加味して必要面積に若干の余裕を持たせて設定した（図3-II-8, 9）。

放牧専用は高張力線を外周2段張り、兼用地は1段張りとし2牧区単位に区分し、水槽は奥行きが200m以上の場合2箇所とした。

b) タイプ別移行マニュアル

移行マニュアルをタイプ別に提案した（表3-II-26）。

c) ちょっと便利な放牧技術

放牧地の改良が進むに従い放牧草の採食量の増加や放牧草栄養価の向上など乳牛の飼養技術を変化させる必要が出てきます。放牧時の乳牛管理のポイントを整理しました。

（4）今後の課題

1) 本成果の活用地域は、PRの栽培が可能な道北・道央・道南に限定される。そのため、メドウフェスクの利用で集約放牧が可能な道東での同様な集約放牧移行マニュアルの提案が必要である。

（5）摘要

1) 道北地域の先進的な酪農家について、集約放牧への移行過程を調査し、移行期の技術・経営等の課題と安定期までの期間を明らかにした。

2) さらに、実証農家2戸を含む10戸の調査結果を基に、道北型集約放牧への移行マニュアルを提案し、飼料自給率の高い放牧経営へのスムーズな移行を可能とした。

参考文献

- ・北海道農業試験会議（成績会議）資料・天北農試・平成9年（1998）・天北地域における放牧導入割合別経営モデルの経営経済的評価
- ・北海道農業試験会議（成績会議）資料・天北農試・平成13年（2002）・天北地域における集約放牧技術の現地実証と経営成果

（石田 亨・宮崎 元・山下一夫・宮崎隆章・竹田芳彦・山川政明・内山誠一・三浦康雄・河野迪夫）

3. 根拠型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明

（1）研究目的

根拠地域における中規模酪農の集約放牧システムを確立するため、放牧農家の実態調査により、放牧を行う目的や近年放牧に移行した目的を明らかにする。

さらに、現地実証農家の集約放牧の詳細な調査により放牧の実態と技術成績、経済状況を明らかにする。

（2）研究方法

- 1) 放牧農家の放牧実態調査（標茶町8戸（内実証農家3戸）、中標津町2戸）
- 2) 実証農家の放牧地の生産および利用状況（標茶町A, B, C農家）

（3）結果および考察

1) 多様な放牧経営における集約放牧の位置づけ

i) 全道の放牧実態

2006年度から実施された酪農飼料基盤拡大推進事業の基礎部分参加農家において、加算部分で放牧を選択した割合は、全道では50%を越え、釧路管内、根室管内はともに70%を越える（図3-II-10）。こうした中、事業を契機として2006年度から新たに放牧を始める農家も各農協において数戸ずつみられる。標茶町では酪農家380戸中208戸（54.7%）が放牧を選択し、2006年度から4戸が新たに放牧を始めている。

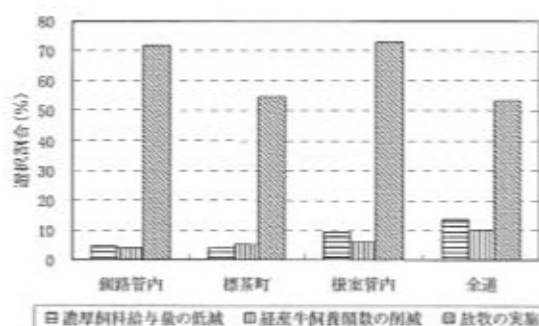


図3-II-10 酪農飼料基盤拡大推進事業の加算部分の選択割合

ii) 多様な放牧経営における集約放牧の位置づけ

多様な放牧経営の中で、集約放牧を行っている経営の特徴を明らかにするため、標茶町内8戸、中標津町内2戸の放牧経営の調査を行った。その結果を表3-II-25に示した。

①小牧区放牧農家の放牧実態と特徴

A, B, C農家は、地域農業確立総合研究「寒地中

表3-Ⅱ-25 多様な放牧農家の特徴

農家 No	放牧導入経緯	放牧 役割	放牧 形態	放牧 時間	労働 力(人)	飼養頭数 経産 (頭)	搾乳 (頭)
A	既存放牧	A	小牧区	昼夜	2	68	58
B	既存放牧(中一小)	A	小牧区	昼夜	2	35	30
C	新規就農(中一小)	A	小牧区	昼夜	2	46	40
D	既存放牧	A、B	中牧区	昼夜	2	115	99
E	新規就農	A	中牧区	昼夜	2	80	69
F	新規就農(畜一園)	B	固定放牧	昼夜	2	45	39
G	放牧再開(畜一園)	A	固定放牧	昼夜	2	45	39
H	放牧再開(畜一園)	A	固定放牧	日中	2	65	56
I	放牧再開(畜一園)	B	固定放牧	日中	2	90	77
J	放牧再開(畜一園)	B	固定放牧	日中	2	120	103

農家 No	草地面積						草地 /経産 (ha/頭)	放牧 /搾乳 (ha/頭)	牧区 数1 (頭)	牧区 数2 (頭)
	計 (ha)	採草 (ha)	放牧 (ha)	兼用 (ha)	乾草 (ha)	放牧率 (%)				
A	60.2	32.2	10.0	6.0	6.0	41.5	0.89	0.32	17	18
B	52.1	36.4	7.2	8.5	4.0	22.0	1.49	0.38	10	14
C	50.5	30.0	14.5	6.0	—	34.7	1.10	0.44	11	8
D	85.0	60.0	15.0	10.0	—	23.5	0.74	0.29	4	7
E	60.0	12.0	40.0	8.0	—	73.3	0.75	0.64	3	4
F	50.0	45.0	5.0	—	—	10.0	1.11	0.13	1	1
G	50.0	38.0	12.0	—	—	24.0	1.11	0.31	1	1
H	65.0	57.0	8.0	—	—	12.3	1.00	0.14	3	3
I	71.0	65.0	6.0	—	—	8.5	0.79	0.08	1	1
J	70.0	64.0	6.0	—	—	8.6	0.58	0.06	1	1

注1) 放牧の役割はAは良質乾草・飼料の確保、Bは乳牛の健康維持または繁殖改善。

注2) 放牧導入経緯は「中」は中牧区、「小」は小牧区。

「畜」は畜園、「園」は園畜放牧、「中」は中牧区。

注3) 搾乳牛頭数＝経産牛×0.86とした。

注4) 放牧率＝(放牧地＋兼用地×0.5÷乾草・育成用放牧地)÷草地面積とした。

注5) 牧区数1は1番草刈後、牧区数2は2番草刈後。

規模酪農における集約放牧技術の確立」の標茶町内の実証農家である。

【A 農場の放牧実態と特徴】

標茶町酪農家の中では、早くから小牧区集約放牧(1日1牧区輪換放牧)を実践しており、経産牛1頭当たり乳量は9,000kgを越える高泌乳を達成している。省力化のため、2004年から繫飼+パイプライン方式からフリーストール+パーラー方式に変更したが引き続き集約放牧を行っている。

a. 放牧開始時期は、毎年5月上旬を目途にしており、11月中旬の放牧終了までの放牧日数は180日前後で、慣らし放牧期間(1～2週間)以外は昼夜放牧を行っている。1牧区の面積は1haで搾乳牛用の放牧専用牧地は16牧区(16ha)と兼用地(6ha)の合計22.0haで、それ以外に乾乳と育成牛用の2牧区(6ha)がある。年間利用回数は10～15回。

b. 放牧地の植生は、短草利用のため、チモシーの割合が低下しケンタッキーブルーグラスが優占している。また、イネ科雑草で嗜好性の劣るシバムギの侵入が多くなってきている。

c. 放牧地の管理は、早春の施肥は4月下旬～5月上旬に行い、不食過繁草の状況を見ながら7月上旬～中旬に掃除刈りを実施、その後に追肥する。放牧地の更新は植生を見ながら完全更新と簡易更新(追播)を実施している。追播専用機(シードマチック)は地域の酪農家7戸で2005年に共同で導入している。

【B 農場の放牧実態と特徴】

少頭数規模(成牛40頭)で営農できるように心掛けている。2002年からは中牧区放牧から小牧区集約放牧(1日1牧区輪換放牧)に取り組み、経産牛1頭当たり乳量を伸ばしている(9,200kg)。

a. 放牧開始時期は、2000年6月上旬、2001年6月2日、2002年5月14日、2003年5月19日で、2002年から放牧時期を早めている。10月中～下旬の放牧終了までの放牧日数は150～160日前後であり、慣らし放牧期間(1～2週間)以外は昼夜放牧を行っている。1牧区の面積は1haで、牧区数は最大で14牧区。搾乳牛用の放牧地面積は専用牧地7.2ha、兼用地8.5ha。年間利用回数は専用牧地8～15回、兼用地6～12回である。

b. 放牧地の植生は、放牧地も計画的に更新しておりチモシーやシロクロバの割合は高いが、短草利用のため徐々にケンタッキーブルーグラスが優占してきている。

c. 放牧地の管理は、早春の施肥を5月上旬に行い、不食過繁草の状況を見ながら7月上旬～中旬に掃除刈りを実施、その後に追肥する。放牧地は経過年数と植生を見ながら計画的に完全更新を実施している。

【C 農場の放牧実態と特徴】

新規就農で、2000年から生乳生産を開始し、2001年までは中牧区放牧であったが、2002年から小牧区集約放牧(1日1牧区輪換放牧)に取り組んでいる。草地在古くシバムギが優占し、生産性が低いため、乳量は伸び悩んでいる(7,500kg)。

a. 放牧開始時期は、2000年6月9日、2001年5月19日、2002年5月13日、2003年5月16日と年々早めている。10月下旬～11月上旬の放牧終了までの放牧日数は160日前後であり、慣らし放牧期間(1～2週間)以外は昼夜放牧を行っている。1牧区の面積は1haで、牧区数は最大で11牧区。放牧地面積は専用牧地14.5ha、兼用地6ha。年間利用回数は専用牧地15回、兼用地9～13回である。

b. 放牧地の植生は、更新後の経過年数は不明であるが草量の少ない古い草地が多い。短草利用のため、チモシーの割合が低下しケンタッキーブルーグラスとイネ科雑草のシバムギが優先している。2003年より植生を見ながら簡易更新を実施した。

c. 放牧地の管理は、早春の施肥を一回り放牧してから5月下旬～6月上旬に実施、不食過繁草の状況を見ながら7月下旬～8月上旬に掃除刈りを実施、その後に追肥を行っている。

②中牧区放牧農家の放牧実態と特徴

【D 農場の放牧実態と特徴】

大規模化(フリーストール牛舎：経産牛120頭規模)を図りながらも放牧を続けており、経産牛1頭当たり

乳量は約7,900kgである。牧区形式は中牧区である。

a. 放牧期間は5月上旬～11月中旬の180日前後で昼夜放牧を行っている。牧区数と滞牧日数は1番草収穫前が4牧区15ha、1牧区2～3日で、1番草収穫後は7牧区25ha、滞牧日数は草の状態をみて判断する。搾乳牛1頭当たり放牧地面積は実証農家(A-C)と比較すると少ない。

b. 月別日乳量は、放牧初期の6月にピークとなるが年間を通して変動は少ない。

c. 哺育牛飼養は哺育ロボット(1日4回で4kg、50日齢まで)と発酵乳(60日齢まで)が特徴となっている。

d. 現在の課題は、搾乳時にTMRを十分給与しているので、放牧草があまり有効に利用されず乳飼率がやや高いことである。

【E 農場の放牧実態と特徴】

経営主は、高校生の時、牛肉の自由化のニュースをみて、ビジネスチャンスと感じ、酪農を目指す。大学卒業後、コントラクターがあり、大きな町から1時間以内ということで、2003年に現在地に入植した。

労働力は、家族労働力2名で、出荷乳量521t(2004年)、乳牛頭数は経産牛80頭のみである。

a. 放牧期間は、通年である(牛舎がない)。牧区数は4月～1番草収穫前は、3牧区40haで1牧区4～6日放牧する。1番草収穫後～11月は、4牧区48haで草の状態を見て輪換する。12月～3月は、2牧区20haで牛舎び運動場として利用する。

b. 就農開始時から旧牛舎を搾乳施設に改造し、牛舎は持たない。2004年に搾乳施設を移動し、新しい場所で、家畜管理舎(住宅+搾乳施設)、パドック、バンカーを設置した。

c. 無畜舎で乳牛飼養を行っているので、冬期間は分娩しないように人工授精を調整している。当初は育成牛も飼養していたが、現在は労働力の関係から育成牛は持たない。

d. コントラクターを利用していることから、所有する機械は、トラクタ、リノベータ、パスチャロー、ブロードキャスタ、牛追用バキータと少ない。採草は3番まで収穫する。

③固定牧農家の放牧実態と特徴

【F 農場の放牧実態と特徴】

H町での5年間酪農ヘルパーを経験し1997年に新規就農した。2000年までは舎飼で2001年から昼間固定牧。2002年までは小頭数高泌乳(経産牛頭数30頭、経産牛1頭当たり乳量10,000kg以上)を実践したが、疾病が多くなりかつ飼養管理に時間がかかるため、2003年より経産牛頭数を増頭し、経産牛1頭当たり乳量を下げ昼夜放牧に転換している。放牧するよう

になり足の疾病は減少した。

a. 放牧期間は5月上旬～11月中旬の180日前後で昼夜放牧を行っている。放牧地は年間を通して5ha1牧区である。

b. 月別日乳量は、放牧期間で高く、舎飼期間で低くなっている。貯蔵飼料に課題がある。

c. 牛群成績では、繁殖成績がやや悪く、体細胞数もやや高い。

d. 2004年は糞尿処理施設を建設し、今後、機械更新、育成舎・乾乳舎の建設を予定しているが、新規就農時借入金資金の返済が始まっており資金繰りは厳しい状況にある。

e. 現在、自分に合った乳牛飼養方法を模索中であり、今後、放牧のやり方も検討していく予定である。

【G 農場の放牧実態と特徴】

舎飼でやっていたが、貯蔵飼料製造のための機械費用が多いことに疑問を感じ、10年くらい前から放牧を始め、5年前から現在の放牧規模になる。乳牛頭数は経産牛45頭、育成牛25頭の総頭数70頭である。労働力は家族労働力2人で出荷乳量は190tである。経営形態は小規模経営+ファームインである。

a. 放牧期間は、5月中旬～11月上旬(昼間放牧)で、牧区数は1牧区12haである。

b. 高校の修学旅行を受け入れるようになって、改めて酪農、地域の良さを感じ2001年からファームインを始める。7～9月の利用が多い。予約はメールでの予約が多い。ホームページを設置しており、今後は日々の状況を情報提供したり、消費者との情報交換を図るため、掲示板をつくりたい。宿泊されるお客さんに簡単な食事を提供できるようにするため、2005年に食事できる施設を建設。将来は、チーズ製造も希望している。

c. 放牧向け牛群をつくるため、人工授精でブラウンスイスを導入している。

【2006年に放牧を再開した農家(H,I,J)の放牧導入の動機と、放牧導入の効果と今後の対応】

a. 放牧導入の動機

標茶町H農家は両親の引退による労働過重の軽減と所得維持のため、貯蔵飼料の減量と低コスト化を目指し放牧を導入した。

中標津町I農家は2000年から放牧を止めて通年舎飼にしたが、発情発見がうまくいかず徐々に繁殖成績が悪くなってきたので、事業を契機に繁殖改善のため試験的に1番草収穫後から放牧を再開した。

中標津町J農家は、以前は放牧を行っていたが、2001年に「フリーストール牛舎+TMR給与」体系に移行後、疾病が多発したため放牧を中止した。その後頭数規模拡大と高乳量化を図ってきたが、購入飼

料費が経営を圧迫するようになってきた。購入飼料の低価格安定供給に対して将来的な不安があるため、事業を契機に、低コスト化に向けて再度放牧を検討するため試験的に1番草収穫後から放牧を再開した。

b. 放牧導入の効果と今後の対応

標茶町H農家は、昨年まで搾乳牛を午前中パドックに出していたので、放牧を始めたことで乳牛の出入時間や疾病、繁殖の状況については変化がないとしているが、2007年に農地交換分合により牛舎隣接地が20haとなるので、本格的に放牧を導入し低コスト化を目指す予定である。

中標津町I農家は放牧導入効果として、発情発見が容易になった、牛舎がきれいになったことをあげている。今後は草地改良と適期放牧で現状の低乳量を打開したいが、牛舎隣接地の放牧地の確保が課題。

中標津町J農家は放牧導入効果として、発情発見が容易になったことをあげている。今後は草地維持管理の上から制限放牧とするが、「フリーストール牛舎+TMR給与」体系移行後の疾病の多発理由が今になってわかってきたので、再度、放牧を検討していく。としている。

iii) 小括

放牧は、改めて良質低コストな自給飼料の提供という機能のほかに、乳牛の健康維持、発情発見の容易性という機能も期待できることが現地の情勢から伺い知れる。

最近の放牧情勢としては、購入飼料価格の価格上昇による影響を少なくする方法（→本格的な放牧の導入）と、繁殖成績の悪化を改善する方法（→健康管理、繁殖改善のための制限放牧）として、酪農飼料基盤拡大推進事業を契機として放牧が見直される可能性がある。

このように放牧には、多様な目的と多様な方法があるが、小牧区集約放牧（1日1牧区輪換放牧）の放牧地利用上の特徴は、①放牧開始時期が5月上中旬と早く、慣らし放牧期間（1～2週間）以外は昼夜放牧であること、②牧区数が10牧区以上と多く、年間利用回数も10回以上と多いこと、③搾乳牛1頭当たり放牧地面積が0.32～0.44ha/頭程度確保されていることである。

2) 小牧区集約放牧農家の放牧・経営実態

チモシー主体放牧地で小牧区集約放牧であるB農家の放牧・経営実態は以下のとおりである。

i) 放牧地の利用方法

牧区の配置図を図3-II-11に示した。搾乳牛の放牧専用牧地は、牧区①、②、④、⑤（牧柵+バラ線）を電気牧柵で2～3つに区切り、1牧区0.6ha～1haの計11牧区である。兼用牧地は牧区③、⑥、⑦で、③は2つに区切って利用する年が多いが、⑦は草勢に応じて区切る場合と区切らない場合がある。⑧は1番草あるいは2番草収穫後の利用である。搾乳牛1頭当たりの放牧地面積は0.38haである。乾乳牛は3牧区3ha、育成牛はパドック1haで飼養する。育成牛は公共牧場も利用している。

放牧地の利用状況を表3-II-26に示した。放牧専用牧地は、5月中旬に日中放牧を開始し、草の状態を見ながら1～2週間で昼夜放牧に移行する。放牧は10月中下旬まで行われるが10月中旬を過ぎると1つの大きい牧区に連続して放牧することもある。放牧地の利用回数は放牧専用牧地は年間8～15回程度で、兼用牧地は③は8～10回程度、⑥、⑦、⑧は秋に利用が多くなることから11～17回程度である（2004年からは兼用牧地⑧を追加し、⑥、⑦の利用回数の軽減を図っている）。



図3-II-11 放牧地の牧区および水槽の配置図

表3-Ⅱ-26 放牧地の牧区毎の利用回数

ha→	1			2			3(兼用②)		4			5		6	7(兼用③)			8	1日当たり 平均頭数 (頭)
	a	b	c	a	b	c	a	b	a	b	c	a	b	(兼①)	a	b	(兼④)		
	0.67	0.67	0.67	1	1	1	1	1	0.67	0.67	0.67	0.6	0.6	1.5	1.85	1.85	4		
2003年 5月	2	1	1	2	1	1			1	1	1	2	2						33.7
2003年 6月	3	3	3	2.5	2	2			3	3	3	2.5	2.5						29.4
2003年 7月	3	3	3	4.5	3	3			2	2	2	2.5	2.5	3					28.0
2003年 8月	3	2	0	1	1	1	4	4	2	2	2	2	2	4	4	4			29.9
2003年 9月	1	1		3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4			30.3
2003年 10月	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1				14	13	13			30.4
計	15	13	9	15	11	11	7	8	12	12	11	12	12	25	21	21	0		30.3
2004年 5月	1	1	1	2	2	1			1	1	1	1	1						32.5
2004年 6月	2	2	3	3	3	4			3	3	3	2	2						33.2
2004年 7月	3	3	3	3	3	3	1	0	1	1	1	2	1	3	3	4			32.1
2004年 8月	0	0	0	1	1	1	4	6	6	6	6	3	3	3	0	0	6		32.6
2004年 9月	2	2	0	2	2	2	1	1	0	4	0	3	0	3	1	1	5		31.7
2004年 10月	2	2	0	2	2	2	4	3	1	1	1	0	0	3	7	7	6		32.9
計	10	10	7	13	13	13	10	10	12	16	12	11	7	12	11	12	17		32.5
2005年 5月	1	1	1	2	1	1			1	1	1	2							30.3
2005年 6月	3	3	3	2	3	3			3	3	3	2	2						29.6
2005年 7月	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		3		3	4			31.3
2005年 8月	1	1	0	2	2	2	2	2	0	1	0	3	1	6	4	4	0		31.2
2005年 9月	1	3	0	2	2	2	2	2	1	1	0	2	0	2	6	4	0		31.0
2005年 10月	1	1	0	1	2	2	2	2	1	1	0	1	0	4	1	3	12		28.3
計	9	11	6	11	12	12	8	8	8	8	6	10	6	12	14	15	12		30.3

放牧地の管理は、5月上旬に施肥を行い、その後5月末までに、水槽設置、バラ線修理、7月中下旬に放牧専用地の草勢を見ながら掃除刈り、刈り取った草をロール搬出、ロール搬出後に追肥を行う。兼用地は7月下旬頃から使い始め9月上旬に追肥を行う。パドック整備は秋に行う。放牧期間を通して、バラ線修理、牧柵修理、電牧修理、牛道整備を行う。

ii) 労働の状況

表3-Ⅱ-27は、2003～2005年3ヶ年平均の月別の労働時間の状況を示したものである。経営主の年間労働時間は3,829時間で、内訳は牛舎内作業3,281時間(85.7%)、牛舎外作業510時間(13.3%)、経営管理37時間(1.0%)である。妻の年間労働時間は2,244時間で、内訳は牛舎内作業2,055時間(91.6%)、牛舎外作業19時間(0.8%)、経営管理170時間(7.6%)である。牛舎内作業は夫婦2人で行い、経営主は搾乳、飼料給与、糞尿処理、牛舎清掃等を担当し、妻は搾乳、哺育育成牛管理等を担当する。牛舎外作業は経営主、経営管理は妻が主として担当する。放牧期と舎飼期の月平均労働時間の状況を比較すると、経営主の放牧期は舎飼期と比較して、牛舎外作業が約52時間増加するが、放牧により牛舎内作業で飼料給与、糞尿処理、牛舎清掃等で省力化が図られ、牛舎内作業は約53時間減少するので月計では約320時間と大きな変動はみられない。妻は放牧期の牛舎清掃等で省力化が図られ牛舎内作業は約11時間減少する。

次に、放牧地の管理に係る延日数と延時間を表3-

Ⅱ-28に示した。放牧地管理に係る時間は年によって異なるが、3ヶ年平均でみると、放牧施設の管理に係る時間が延日数22日、延時間50時間で、放牧地の生育管理に係る時間が延日数20.7日、延時間57.7時間であった。放牧施設の管理では、バラ線修理、電気牧柵修理に係る時間が多く、放牧地の生育管理では、掃除刈り+ロール乾草づくり、追肥に係る時間が多い。なお、B経営の搾乳牛の放牧地への出入時間は、1日の出入時間(0.75時間/日)×放牧日数(161日)=121時間である。

iii) 乳生産の状況

2003～2005年の生乳生産の状況を図3-Ⅱ-12～17に示した。また、放牧期および舎飼期の状況を表3-Ⅱ-29に示した。乳検日の管理乳量の月別推移をみると、放牧期は舎飼期よりもやや低く、逆に検定日乳量はやや高い。乳成分は放牧期になると下がり始め、8月に最低位になり、9月から上がり始め、舎飼期はほぼ一定となる。濃厚飼料給与量は放牧を始めるとともに徐々に給与量を減らし始め、放牧最盛期の6、7月に最も少なくなり、それから徐々に増加させ、翌年の3、4月に最大量となる。

iv) 経済性

2003～2005年の経営収支状況をみた(表3-Ⅱ-30)。この期間は、草地面積52.1ha、経産牛36頭、出荷乳量330t、経産牛1頭当たり乳量9,100kgと乳生産体制は安定している。乳価は低下の傾向を示している。乳飼比は年によって差があるが概ね30%である。収入は約3,300万円で、その内、乳代+補給金+奨励金

表3-Ⅱ-27 月別にみた労働時間の実態

月	経営主				妻				合 計
	牛舎内作業	牛舎外作業	経営管理	計	牛舎内作業	牛舎外作業	経営管理	計	
1月	318.5	20.0	5.5	344.0	175.5	0.0	38.0	213.5	557.5
2月	281.5	15.8	7.8	305.2	161.2	0.0	24.2	185.3	490.5
3月	311.2	14.0	0.7	325.8	181.5	0.0	7.5	189.0	514.8
4月	301.7	12.8	1.0	315.5	168.3	0.7	3.7	172.7	488.2
5月	289.3	54.5	2.7	346.5	190.0	0.7	10.0	200.7	547.2
6月	240.7	84.3	4.0	329.0	157.2	6.7	16.2	180.0	509.0
7月	245.2	85.8	1.5	332.5	149.8	1.0	7.7	158.5	491.0
8月	245.2	79.3	0.3	324.8	167.0	2.0	10.7	179.7	504.5
9月	225.7	55.7	4.7	286.0	170.2	0.0	9.5	179.7	465.7
10月	235.5	50.3	1.0	286.8	159.5	5.0	6.7	171.2	458.0
11月	272.8	26.0	5.0	303.8	190.5	2.3	17.2	210.0	513.8
12月	314.0	11.5	3.0	328.5	184.7	0.7	18.8	204.2	532.7
計	3,281.2	510.2	37.2	3,828.5	2,055.3	19.0	170.0	2,244.3	6,072.8
構成比	85.7	13.3	1.0	100.0	91.6	0.8	7.6	100.0	
放牧期*1	246.9	68.3	2.4	317.6	165.6	2.6	10.1	178.3	495.9
舎飼期*2	299.9	16.7	3.8	320.5	176.9	0.6	18.2	195.8	516.3

注) 2003～2005年の平均値である。牛舎内作業は搾乳、飼料給与、糞尿処理、牛舎清掃、放牧期の

牛の出入等とした。牛舎外作業は放牧地および採草地の管理とした。

ただし、1番草刈断サイレーン収穫機と堆肥散布は町内コントラクターを利用している。

放牧期*1は、5月～10月の月平均値である。舎飼期*2は、11月～4月の月平均値である。

表3-Ⅱ-28 放牧地の管理に係わる延日数と延時間

	2003年		2004年		2005年		3ヶ年平均	
	延日数	延時間	延日数	延時間	延日数	延時間	延日数	延時間
放牧施設の管理	18	49	30	57	18	44	22.0	50.0
水槽設置・管理	3	7.5	3	6	1	3	2.3	5.5
バラ線修理	7	25	8	16	13	33.5	9.3	24.8
牧柵修理	3	6	1	1	2	2.5	2.0	3.2
電牧修理	3	6	16	28	1	3	6.7	12.3
牛道整備	2	4.5	2	6	1	2	1.7	4.2
放牧地の生育管理	24	65	21	66.5	17	41.5	20.7	57.7
肥料播き(放牧地)	2	6	2	6	2	6	2.0	6.0
追肥(追肥)	5	11	7	12.5	6	12.5	6.0	12.0
土壌改良材散布	6	15	0	0	1	2.5	2.3	5.8
掃除刈り+乾草	6	21	11	47	8	20.5	8.3	29.5
掃除刈り	5	12	1	1	0	0	2.0	4.3
パドック整備(育成・乾乳)	2	4	5	15.5	4	12	3.7	10.5
計	44	118	56	139	39	97.5	46.3	118.2

注) 各年5月～11月作業日誌から集計した。

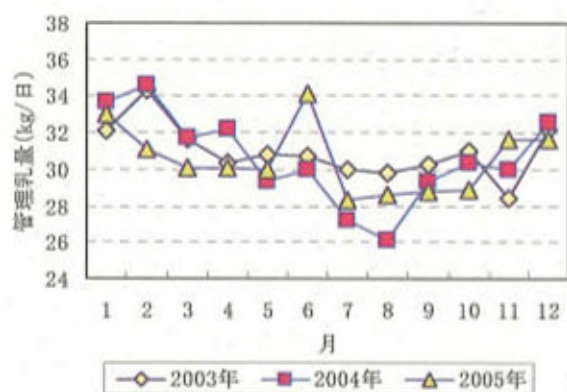


図3-II-12 管理乳量の月別推移

注) 乳検資料により作成

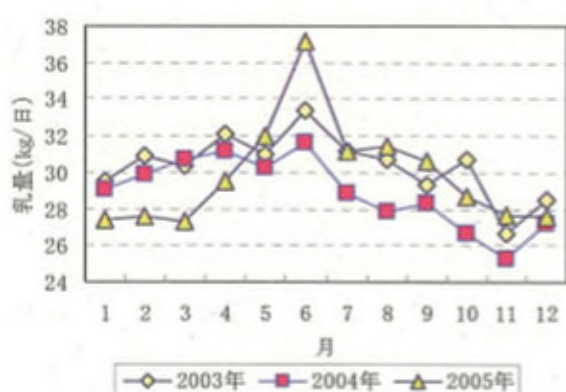


図3-II-13 乳量の月別推移

注) 乳検資料により作成

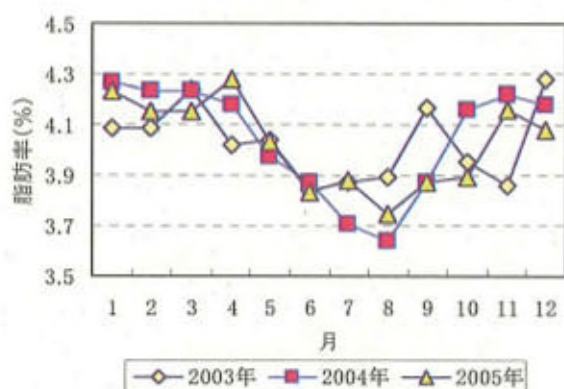


図3-II-14 脂肪率の月別推移

注) 乳検資料により作成

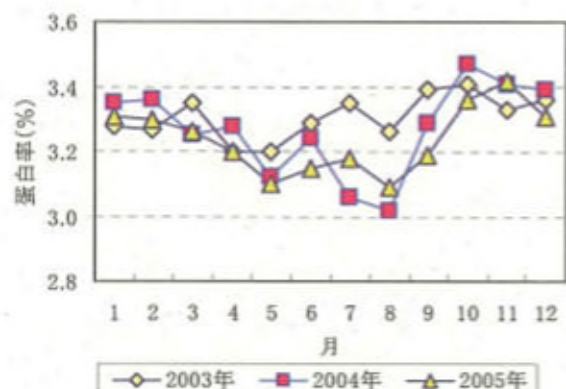


図3-II-15 蛋白率の月別推移

注) 乳検資料により作成

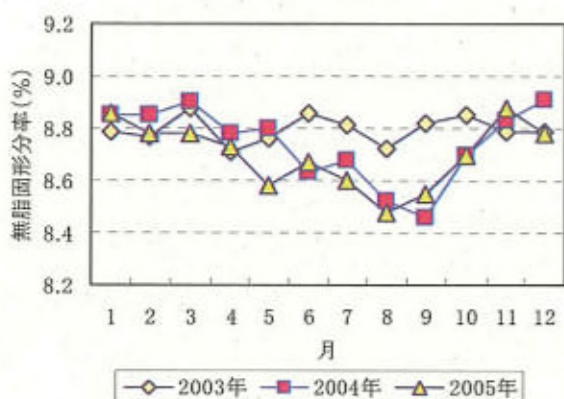


図3-II-16 無脂固形分率の月別推移

注) 乳検資料により作成

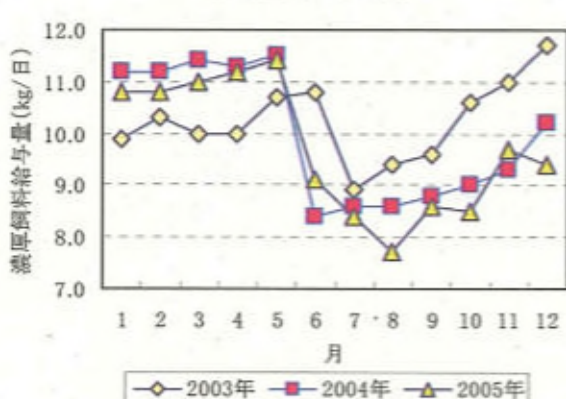


図3-II-17 濃厚飼料給与量の月別推移

注) 乳検資料により作成

表3-II-29 放牧期と舎飼期の乳生産の状況

	管理乳量 (kg)	乳量 (kg)	脂肪率 (%)	蛋白率 (%)	無脂固形分率 (%)	濃厚飼料給与量 (kg)
放牧期	29.6	30.5	3.88	3.25	8.67	9.0
舎飼期	31.5	29.1	4.14	3.29	8.80	10.7

注) 放牧期は各年6～10月の乳検データ平均値、舎飼期の放牧期以外の平均値
5月の乳検日は各年5月上旬(舎飼期)のため、舎飼期として扱った。

表3-Ⅱ-30 放牧経営の経済性

項 目	単位	2003年	2004年	2005年	平均	
農地面積	ha	52.1	52.1	52.1	52.1	
平均経産牛頭数	頭	36.2	36.3	36.8	36.4	
出荷乳量	t	332.7	323.8	341.8	332.8	
経産牛1頭当たり乳量	kg	9,191	8,920	9,289	9,133	
乳価	円/kg	76.7	74.1	72.6	74.5	
乳飼比	%	30.4	32.3	28.4	30.4	
【収入分門】						
項 目	単位	2003年	2004年	2005年	平均	構成比
乳代	万円	2,375	2,236	2,318	2,310	70
補助金	万円	177	165	165	169	5
奨励金	万円	134	139	126	133	4
個体販売	万円	503	450	483	479	15
受取共済金	万円	39	39	83	54	2
雑収入	万円	195	139	113	149	5
農外収入	万円	4	3	3	3	0
収入計	万円	3,427	3,171	3,292	3,296	100
【支出分門】						
項 目	単位	2003年	2004年	2005年	平均	構成比
肥料	万円	180	139	132	151	7
種苗・農薬	万円	8	5	18	10	0
草地改良	万円	31	23	57	37	2
生産資材費	万円	88	77	141	102	5
水道光熱費	万円	113	114	129	119	6
飼料費	万円	722	722	658	701	33
養畜費	万円	285	278	232	265	13
農業共済	万円	37	34	40	37	2
賃料料金	万円	249	305	274	276	13
修理費	万円	100	75	116	97	5
支払利息	万円	28	24	20	24	1
減価償却費	万円	317	177	120	205	10
その他	万円	84	100	98	94	4
支出計	万円	2,242	2,073	2,037	2,117	100
所 得	万円	1,185	1,098	1,375	1,219	
経産牛1頭所得	万円	32.7	30.2	37.4	33.5	

注) 減価償却費に乳牛は含まれない、乳価は生乳1kg当たり(乳代+補助金)

乳飼比=飼料費÷乳代×100

で80%を占め、個体販売は15%を占める。支出は2,100万円、その内、飼料費が33%を占め、次いで養畜費、賃料料金が13%を占める。

B経営は、経産牛36頭という小規模な放牧経営であるが、所得を1千円以上、経産牛1頭当たり所得30万円以上あげるなど、優秀な経営である。

v) 小活

労働時間では、経営主は放牧期には牛舎作業は減るが、放牧地管理作業が増え、トータルでは月別には変動が少なかった。妻は草地作業をしないので放牧期には労働時間が減っていた。乳生産では放牧期に乳成分が低下しており一般に言われているとおりの結果であった。

経産牛1頭当たり所得は33.5万、一般的には20-25万であるため収益性は高く、経産牛36頭程度と小規模であっても1,200万円の所得を確保できていた。

(4) 今後の課題

- 1) 経産牛頭数100頭規模の経営における放牧導入に係る技術選択行動と経済性の解析

(5) 摘要

1) 10戸の様々な放牧農家調査結果から、放牧に期待する役割は、①良質低コストな自給飼料の確保、②近年放牧を導入・再開する農家においては、乳牛の蹄病等の疾病の軽減による健康維持、発情発見率の向上による繁殖性の改善、に整理された。小牧区で集約放牧を行う農家では、搾乳牛1頭当たり放牧地面積は、0.32~0.44haであった。

2) 集約放牧事例により労働時間等を詳しく整理したところ、①労働時間では経営主は放牧期には牛舎作業は減るが、放牧地管理作業が増え、トータルでは月別には変動が少なかった。妻は草地作業をしないので放牧期には労働時間が減っていた、②経済的には経産牛36頭程度と小規模であっても1,200万円の所得を確保できていた。

(原 仁・山田輝也)

北海道農研プロジェクト研究成果シリーズ No. 4

平成 20 年 11 月 17 日印刷
平成 20 年 11 月 21 日発行

農 研 機 構 北 海 道 農 業 研 究 セ ン タ ー
062-8555 札幌市豊平区羊ケ丘 1 番地 電話 (011) 851-9141

本研究成果から転載・複製する場合は、北海道農業研究センターの許可を得て下さい。