

Study on the development of intensive grazing systems utilizing timothy pasture for raising cattle

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 池田, 哲也 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001336

目次

- [第I章 緒論](#)
- [第1節 本研究の背景](#)
- [第2節 本研究の目的と構成](#)
- [1. 短期輪換放牧を主体とした集約放牧の牧草生産性および家畜生産性](#)
- [2. 頭数調整放牧を主体とした集約放牧の家畜生産性](#)
- [3. 集約放牧を利用した肥育牛生産](#)
- [第II章 短期輪換放牧を主体とした集約放牧の開発](#)
- [第1節 短期輪換放牧を主体とした集約放牧草地の牧草生産性](#)
- [第2節 短期輪換放牧したチモシー草地の家畜生産性](#)
- [第3節 放牧牛の増体に及ぼす春季余剰草サイレージの給与効果](#)
- [第III章 頭数調整放牧を主体とした集約放牧の開発](#)
- [第1節 頭数調整放牧と短期輪換放牧の家畜生産性の比較](#)
- [第2節 頭数調整放牧を主とした集約放牧の家畜生産性](#)
- [第IV章 集約放牧を育成期に組み入れた乳用種肉生産における産肉成績と枝肉評価](#)
- [第V章 総合考察](#)
- [摘要](#)
- [謝辞](#)
- [引用文献](#)
- [Summary](#)

平成18年5月12日原稿受理
畜産草地研究所 山地畜産研究チーム

[次へ進む](#)

第1章 緒論

第1節 本研究の背景

現在、我が国の畜産は、ほとんどの家畜で濃厚飼料多給型の飼養が行われている。特に酪農では、1980年代以降、乳牛の高泌乳牛化が進み、栄養要求量が増加したため、栄養濃度の高い濃厚飼料を大量に採食する必要性が高まった。これに加え急激な円高により濃厚飼料価格が低下したこともあり、自給飼料生産よりも手軽な濃厚飼料への依存度が増した。この結果、個体乳量は飛躍的に向上したが、濃厚飼料多給による様々な弊害も増している。特に、泌乳初期における栄養バランスの崩れに起因する繁殖障害などの周産期病の予防対策は、良質粗飼料の需要を高め、アルファルファなどの粗飼料の輸入も増加させ（[東京肥飼料検査所1998](#)）、飼料自給率の低下に拍車をかけている。また、このような過度の輸入飼料への依存は、家畜の疾病だけでなく、過剰に排出される糞尿の処理、還元が困難なために、環境汚染などの社会問題も引き起こしてきた。このような状況を改善する目的で、平成11年には家畜排せつ物法が制定され、糞などの固形状家畜排せつ物の貯留に、不浸透性材料（コンクリートなど）の床を持つ屋根付きの堆肥舎が必要となるなど、環境汚染対策への経営負担を余儀なくされ、安価な輸入飼料に頼ることが逆に経営を圧迫することにもつながりかねない状況になりつつある。

さらに、1990年代後半以降、口蹄疫、牛海綿状脳症（Bovine Spongiform Encephalopathy 以下BSE）の発生など、我が国の畜産物の安全性が問われる問題が起き、畜産業に大打撃を与えた。口蹄疫は、敷料として使われていた輸入稲藁が原因とされ、BSEの発症原因は、未だ不明な点が多いが、肉骨粉がその原因の一つと考えられており、代用乳の原料として輸入された飼料に肉骨粉が混入していた可能性が高いとされている。このように、輸入飼料への依存が畜産物の安全性にまで影響を及ぼすこととなり、消費者の食品の安全性に対する関心を急激に高める結果となった。このことは、その後アメリカでBSE感染牛が確認された後の輸入禁止措置に対して、消費者の多くが支持したことからも明らかである。また、消費者の関心は、畜産物の安全性だけでなく、飼料の原料となる穀物の遺伝子組み換えの有無や農薬の使用量などの飼料用穀物の栽培に関する情報や放牧の有無、繋ぎ飼いかフリーストールかなど飼養環境に関する情報にも向けられ、それらの開示が求められている。

これらを背景に、安全安心な畜産物の生産を目指す農家が増加しつつあり、酪農を中心に放牧が見直されてきている。2005年3月に閣議決定された新たな「食料・農業・農村基本計画」においても、飼料自給率の向上を図るため放牧を活用することがうたわれている。このため、北海道のような豊富な土地資源を有する地域では、これを活用した放牧酪農のための技術が、府県では耕作放棄地を利用した肉用牛放牧のための技術開発が求められている。

これまで放牧は、舎飼い飼養に比べ家畜の増体量や泌乳量が劣るとされてきた。放牧による家畜生産性が低いとされてきた原因の一つとして、寒地型牧草の季節生産性の変動が大きいことが上げられる。寒地型牧草の生育の特徴は、春季に生育速度が最大となるいわゆるスプリングフラッシュを迎え、寒地型牧草の生育適温より高くなる夏季には、牧草の生育速度が落ち、秋季に再び生育速度が高まる経過を示す（[原島・平島1989](#)）ことである。従来の放牧では、このような生育特性に合わせた放牧圧の調整が適正に行われてこなかった。このため、春の牧草生育に合わせた

放牧を行った場合、生育量が少ない夏季以降に草量不足となり、反対に夏季以降の生育に合わせた場合、春季に放牧牛の採食が牧草の生育に追いつかず、踏み倒しなどによる利用率の低下と出穂・開花により栄養価が低下する。いずれも、栄養摂取量の制限要因となり、放牧が舎飼い飼養に比べ家畜生産性が劣るという印象を与えてきたと考えられる。

一方、土地からの生産性を重視するニュージーランドなどの放牧酪農の先進国では、牧草の生育特性、栄養特性を生かした集約放牧が行われている（[落合1997](#)）。すなわち、栄養価や嗜好性に優れる草種を常に短草利用することにより高栄養状態を保つとともに、牧草の季節生産性に合わせて放牧地の面積を調節することにより、放牧期間中を通して高栄養の牧草を過不足なく供給するものである。この放牧技術では、放牧地の面積を調節するために兼用利用が不可欠であるが、兼用利用により乾草やサイレージが収穫できるため土地生産性も高めることができる。

このような放牧を可能にしたのは、放牧適性に優れた草種であるペレニアルライグラス（*Lolium perenne* L., 以下PR）の利用と高性能な電気牧柵システムにあるといえる。特に近年の電気牧柵器は、漏電し難くなり出力も向上したため大面積の放牧地でも使用できるようになった。また、太陽電池パネルを利用した電源により牛舎等から離れた場所での放牧を可能にし、細いステンレス線を編み込んだポリワイヤは、巻き取って移動することができ、集約放牧の基盤となる牧区面積の変更や兼用利用の実施を容易にした。

集約放牧は、嗜好性、栄養価に優れる草種の利用が不可欠（[落合1995](#)）なため、短草利用することにより高栄養で高密度な草地が維持できるPRがもっとも集約放牧に向いているとされている。PRは、北海道から本州の高冷地にかけての広範囲の地域で用いることができる（[吉山・藤本1989](#)）が、耐凍性や雪腐病抵抗性が劣る（[阿部1987](#)）ため草地酪農の中心地である北海道東部では生育が難しい。また、東北以南においても高標高地の厳しい気候条件下では、持続性に乏しい難がある。そこで、このような地域での集約放牧向け草種について考えてみる。PRに比べ耐凍性に優れる草種としては、オーチャードグラス（*Dactylis glomerata* L., 以下OG）、トールフェスク（*Festuca arundinacea* Schreb., 以下TF）、ケンタッキーブルーグラス（*Poa pratensis* L., 以下KB）、メドウフェスク（*Festuca pratensis* Huds., 以下MF）そしてチモシー（*Phleum pratense* L. 以下TY）が上げられる。

OGは、再生が速く環境適応性も高いため、放牧向け草種として北海道全域で用いられている。しかし、耐凍性、雪腐病抵抗性はTYより劣り（[阿部1987](#)）、1975年に道東地域で起きた大規模な冬枯れをはじめ、OGは、この地域で何年かに一度、冬枯れの被害を受けてきた。このため、OGからTYに栽培を切り替える農家が増えた。このことは、1970年頃まで種子の流通量割合がTYと同程度であったのが、その後急激に低下したことから明らかである。また、OGの消化率はPRに比べ約5%低く（[WILLIAMS 1980](#), [雑賀1987](#)）、放牧条件下で、夏季間の乾物消化率が60%以下にまで低下する品種もあり（[雑賀1981](#)）、栄養価の面で劣っている。このように、OGは、安定生産や栄養価の面で、道東地域において集約放牧を行うのは難しい草種と考えられる。

TFの耐凍性は、OGと同程度か若干劣っており、道東地域での安定栽培は、OGと同様に難しいと思われる。また、栄養価は、TFの品種の中で最も高いとされるホクリョウにおいてもOGと同程度であり、本草種もOGと同様に道東地域における集約放牧向け草種としては適していないと判断される。

KBは、短草利用に向けた草種である（[吉山・藤本1989](#)）が、栄養価は、OGに比べ若干劣る。また、集約放牧では、牧草の季節生産性に合わせて放牧地面積を調節するため兼用利用を行うが、KBは、採草利用には向かないため兼用利用は難しいと思われる。このためKBも集約放牧には適さない草種と判断される。

MFは、これまでOGやTYの補完草種として混播利用に用いられてきたが、耐凍性と雪腐病抵抗性は、TYに比べ若干劣るが、OGやPRに比べ優れている（阿部1987）ことから、道東地域における集約放牧向け草種として期待されている（成田ら1993、澤田・田村1995、須藤ら2000、2001）。しかし、OGに比べ放牧圧の増加により、個体密度が減少しやすいという報告もあり（神田ら1998）、本草種も現行の品種では、OGと同様安定栽培の面では難しく、新品種の育成が待たれる状況にある。

これに対してTYは、耐凍性、雪腐病抵抗性に優れ、嗜好性、栄養価ともに高いことから、道東地域での集約放牧が可能な草種と考えられる。しかしTYは、これまで放牧に向かない草種と考えられてきた。TYが放牧に向かないと考えられてきた理由について考察してみると、1960年代以降、収量増を期待した多収草種の多種類混播が放牧地を含め行われてきた（脇本1987）。これらの混播には、TYが含まれる例が最も多いが、年数を経た放牧地では、OGとKBが優占することが多い。これは、TYの競合力が弱いこと、競合力が強いOGあるいは他のイネ科牧草との組み合わせは不利であった（WILLIAMS 1980、LANGER 1990）。また、TYは、採草利用時のように節間伸長期に刈り取った場合、株の基部にある球茎から新しい分けつ茎を作り、そこから生育するので、他の牧草に比べ再生が遅い。これまでの粗放的な放牧では、TYの季節生産性に合わせた放牧圧の調整ができなかったため、春季の生育が旺盛な時期は、TYの多くの個体で生育が進み、採草の場合と同様に採食後の再生が遅くなり、この間に他のイネ科牧草が優占したと考えられる。さらに、生育が進んだ草地での放牧は、踏み倒しなどにより不食草が増加して利用率を低下させるとともに裸地を増加させ、KBやシバムギ（*Agropyron repens* (L.) P. Beauv.）などの地下茎型草種やエゾノギシギシ（*Rumex obtusifolius* L.）などの雑草が侵入しやすくなる。加えて、従来利用されてきたTYの多くが早生の品種であり、季節生産性の偏りが大きく、夏から秋にかけての再生量が少ないことも放牧に向かないとされた要因の一つと考えられる。

以上のように、TYはこれまで採草利用を主体に用いられてきた。しかし、前述のように飼料自給率を高め、環境に配慮した畜産を推進するためには、北海道の主要な酪農地帯である道東地域において放牧を取り入れる必要があり、そのためには、耐寒性に優れるTYの利用は欠かせない。そこで、採草・放牧兼用品種として育成され、秋の草勢ならびに多回刈り適性に優れるなど放牧に向けた特性を有している晩生品種のホクシュウ（植田ら1975）を用いた集約放牧技術の開発を考えることとした。

一方、集約放牧の対象家畜としては、搾乳牛以外にも育成牛が考えられる。特に、公共育成牧場や耕作放棄地における放牧育成では省力管理が求められ、従来の放牧より家畜生産性が高い集約放牧技術が開発できれば、補助飼料の給与量削減、あるいは無給与が期待できるため、その技術の確立と実証が望まれている。また、内臓が発達する時期である育成期は、粗飼料主体の飼養となるため、集約放牧の効果が搾乳牛より明確であり、開発する集約放牧技術を評価するのに最適な対象家畜といえる。さらに、飼料自給率が低い肉牛生産では、粗飼料を中心に自給率向上が求められたおり、現在、哺育期を除きほとんど放牧が行われていない肉牛生産においても放牧の導入が必要になると考えられる。放牧を肉生産体系に導入する時期としては、骨格および内臓が形成される育成期が最も合理的と考えられるが、これまでの放牧方法では、増体速度が遅く、出荷月齢が遅くなるため、放牧導入のメリットが生かせないと考えられてきた。このため、集約放牧により増体速度の向上が可能となれば、肉牛生産体系への放牧導入が期待でき、公共牧場の活性化や耕作放棄地放牧の普及、展開にも寄与できると考えられる。

一方、公共牧場での集約放牧を考えた場合、利用草種は、牧草生産性や家畜生産性だけでなく、管理作業の省力性や環境適応性などを考慮する必要がある。TYは、前述のように耐寒性に優れるため、関東甲信越地方の高標高地から東北地方にかけての公共牧場において最も安定して利用で

きる草種である。このため、TYを用いた集約放牧技術の確立は、北海道東部の酪農地帯以外のような地域でも望まれている技術である。

[次へ進む](#) [目次に戻る](#)

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

第1章 緒論

第2節 本研究の目的と構成

本研究では、TY（ホクシュウ）を用いた育成牛向けの集約放牧技術を開発することを第一の目的とし、二種類の集約放牧方法についてその牧草生産性、家畜生産性を検討する。さらに、開発した集約放牧技術を育成期に組み入れた肉生産方式における増体並びに肉質について検討し、集約放牧技術による放牧育成の有効性を明らかにする。

1. 短期輪換放牧を主体とした集約放牧の牧草生産性および家畜生産性

集約放牧の特徴は、家畜生産性を含む土地生産性の高さにあるといえる。そのためには、放牧牛に対し、常に高栄養な牧草を過不足なく与える必要がある。放牧草を高栄養な状態で毎日過不足なく放牧牛に供給するためには、1-2日輪換の短期輪換放牧が適当と考えられるが、TYも他の寒地型牧草と同様、春季に生産量が最大となるなど季節変動が大きいため、高栄養な短草状態を維持するためには、短期輪換放牧を行うだけでなく何らかの方法を用いてTYの季節生産性を調節する必要がある。そこで、草地の一部を放牧開始から一定期間禁牧し、春季余剰草として収穫した後、放牧地に組み込む兼用利用により放牧地の面積を調整しながら短期輪換放牧を行い、高栄養牧草の供給量を一定に保つ集約放牧方式について、(1) 牧草生産性ならびに植生を採草利用と比較検討する。(2) 放牧による家畜生産性を明確にしやすい育成牛を用いて、乾草やサイレージを含む補助飼料を一切給与せず、放牧のみの家畜生産性を明らかにする。(3) TY草地の家畜生産性を一層高め、土地生産性も高める手段として、兼用利用地で収穫調整した余剰草サイレージを放牧期間中に併給した場合の給与効果について検討する。これらにより、TYの短期輪換放牧を主体とした放牧育成向けの集約放牧方法を明らかにする。

2. 頭数調整放牧を主体とした集約放牧の家畜生産性

前述の短期輪換放牧と面積調整によって短草状態を維持する方法は、放牧頭数や牧草の生育状態によって兼用草地の面積割合が変動するため、機械収穫可能な土地の割合が高いことが必要である。しかし、育成牛の放牧が行われている公共牧場の多くは、山地傾斜地に立地しており、乗用の収穫機械の運用可能な面積が少ない。このためこのような場所における集約放牧方法として、短期輪換放牧を主体とする方法は難しく、他の放牧方法により高栄養な牧草を放牧牛に供給することを考える必要がある。牧草を高栄養な状態で利用する第2の方法として、牧草の季節生産性に合わせて放牧頭数を調整する放牧方法が考えられる。そこで、頭数調整放牧を主体とする集約放牧方法を開発するため、頭数調整放牧を行ったTY草地の家畜生産性を検討するとともに、放牧期間中に頭数調整のために退牧させた放牧牛を収容する草地に求められる牧草生産性および家畜生産性を明らかにする。

3. 集約放牧を利用した肥育牛生産

集約放牧は、高栄養の放牧草が供給できる放牧技術であり、泌乳牛だけでなく高増体が期待される後継牛や肥育もと牛の育成にも活用できる放牧技術である。特に肥育牛生産においては、これまでも低コスト生産を目指し、放牧を取り入れた生産体系が検討されてきた（[小竹森1977](#), [手島ら1985](#), [池瀧ら1987](#)）。しかし、これらの報告における放牧では、増体速度が遅いため、1.5シーズン放牧や2シーズン放牧など飼養期間が長くなり、放牧による低コスト化のメリットを生

かすことができなかった。また、肉質においても、脂肪交雑偏重の現在の肉質評価基準では、格付けを上げるためにはさらに長い期間の肥育を要することから、放牧による低コスト化の効果がさらに薄れるといえる。そこで、乳用種去勢牛肥育の育成期に集約放牧を組み入れ生産された肥育牛の増体および肉質について検討し、集約放牧が泌乳牛の飼養だけでなく、肥育もと牛の育成にも活用できることを明らかにする。

略号説明

本文及び図表中に用いた略号を以下に示した。

略号	正式名称
AL	アルファルファ Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)
BF	バースフットトレfoil Birdsfoot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i> L.)
BW	体重 Body weight
C1	対照区第1群 Control 1
C2	対照区第2群 Control 2
CD	カウデー Cow day
DCP	可消化粗タンパク質 Digestible crude protein
DM	乾物 Dry matter
FM	新鮮物 Fresh matter
F.M.P.	製造粕類 Food manufacturers' by-product
G1	放牧育成区第1期牛群 Grazing 1
G2	放牧育成区第2期牛群 Grazing 2
G3	放牧育成区第3期牛群 Grazing 3
KB	ケンタッキーブルーグラス Kentucky bluegrass (<i>Poa pratensis</i> L.)
MF	メドウフェスク Meadow fescue (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)
OG	オーチャードグラス Orchard grass (<i>Dactylis glomerata</i> L.)
PR	ペレニアルライグラス Perennial ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.)
TDN	可消化養分総量 Total digestible nutrients
TF	トールフェスク Tall fescue (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.)
TY	チモシー Timothy (<i>Phleum pratense</i> L.)
WC	シロクローバ White clover (<i>Trifolium repens</i> L.)

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

第II章 短期輪換放牧を主体とした集約放牧の開発

TYは、耐寒性に優れ、生産性、栄養価、嗜好性などの評価が高く、北海道内では最も広い栽培面積を有しており、生育環境が厳しい道東地域においても主要草種となっている。しかし、従来北海道で用いられているTYの品種の多くが採草型として育成されたため、分けつ数が少なく、秋の再生量が少ない（[小原1978](#)）といった放牧に不向きな特徴を有しており、放牧地における基幹草種として用いられることは少なかった。これに対して、晩生品種の「ホクシュウ」は、分けつ数、葉部割合が多く、季節生産性も平準化しているなど、他の品種に比べ放牧利用に適した形質を備えており（[植田ら1977](#)）、集約放牧にも適用可能と考えた。また、短い草丈で放牧利用すると、PRは高い密度で維持されるのに対して、TYは、持続性が劣るといわれており、実際に生産現場においてTYを集約的に放牧利用した事例は少なく（[家畜改良センター十勝牧場1992](#)）、TY草地を集約放牧利用した場合の牧草生産性および家畜生産性に関する研究報告はほとんどない。本章では、まず第1節において、短期輪換放牧と兼用利用を組み合わせた集約放牧方式を行ったTY草地の植生および牧草生産性について、採草利用した場合と比較検討した。次に第2節において、この放牧方式における放牧草のみによる家畜生産性について検討し、さらに、第3節において、この集約放牧方式の土地生産性をさらに高める方法として兼用利用において収穫した余剰草を放牧牛に給与した場合の家畜生産性を明らかにした。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

第II章 短期輪換放牧を主体とした集約放牧の開発

第1節 短期輪換放牧を主体とした集約放牧草地の牧草生産性

1. 材料と方法

1) 供試草地と処理区

1987年8月に北海道農業試験場（現北海道農業研究センター，札幌市）内にTY（品種ホクシューウ）とアルファルファ（*Medicago sativa* L.，品種リュテス，以下AL）の混播草地とTYとバースフットトレフォイル（*Lotus corniculatus* L.，品種レオ，以下BF）の混播草地各2.55haを造成し，このうち各2.4haを放牧利用に，残りを採草利用に供試した。播種量は，TYが両草地とも5.00kg/haで，ALは20.00kg/ha，BFは10.00kg/haであった。

供試草地の土壌は，湿性黒ボク土壌（湿性黒色火山性土）である（[富岡1985](#)）。造成時に土壌改良資材として苦土石灰を5,450kg/ha，基肥としてNを30kg/ha， P_2O_5 を220kg/ha， K_2O を80kg/ha施用した。試験期間中の追肥は，[表II-1.1](#)に示した量を放牧開始前の4月下旬，6月中旬，8月下旬から9月上旬の年3回に分施した。

供試草地には，主処理として（1）放牧期間中を通して短期輪換放牧を行った放牧区，（2）放牧開始時から禁牧して伸長させ，これを収穫した後，放牧区と一体化させて短期輪換放牧を行う兼用区を設け，（1）（2）を併せて集約放牧方式とした。（3）これらの草地とは無関係に採草専用利用した草地を採草区とし，これら3処理区を設けた（[図II-1.1](#)，[1.2](#)）。

なお，当初副処理として，TYと組み合わせるのに適したマメ科牧草を選定するため，ALあるいはBFを混播したが，両マメ科牧草ともに定着が悪く，放牧草地では利用1年目（1988年）からほとんど消滅し，実質的にはTY単播草地となったため，本章の集約放牧方式では，TY草地の2反復処理として論じることとした。また，採草区は，ALとの混播草地が，利用1年目の2番草以降AL主体の植生になったため，これを除外した。

集約放牧方式は，利用1，2年目（1988，1989年）が両反復草地ともに175m×137mの長方形の草地で，利用3，4年目（1990，1991年）は，この草地の短辺を2等分した175m×69mの草地を用いた。これらの草地は，簡易電気牧柵を用いて5m×137m（利用1，2年目）および5m×69m（利用3，4年目）の35の短冊状の小牧区に分割できるようにし，さらに小牧区間の牧柵線を巻き取ることにより，連続する2-4の小牧区を結合して1つの小牧区として利用できるようにした（[図II-1.3](#)）。

採草区は，137m×11mの草地で，集約放牧方式のように分割することなく4年間同じ利用方法を繰り返した。

2) 処理区の利用方法

各処理区の利用方法の概要は，[図II-1.1](#)，[1.3](#)に示したとおりである。集約放牧方式のうち放牧区は，全体の43%の面積（15小牧区，利用1年目のみ14小牧区）とし，残りを兼用区とした。

集約放牧方式の放牧方法は，1-2日で小牧区を転牧する短期輪換放牧で，放牧草の供給量を平準化させるために，放牧地の面積をTYの季節生産性に合わせ変えた。すなわち，放牧開始から6月下旬までは放牧区のみを用いて放牧を行い，6月下旬以降は終牧まで，兼用区を加えて集約放牧方式全体で放牧を行った。さらに，夏季以降は，TYの再生量に合わせて，前述のような方法で

小牧区の面積も調整した。

兼用区は、放牧区の放牧開始時から禁牧し、6月上旬にこれを春季の余剰草として刈取り、ロールバールラップサイレージに調製した。また、利用3、4年目は、これらのサイレージを圃場において7月下旬以降、供試牛に給与した。なお、放牧区と兼用区は、4年間場所を固定した。放牧期間は、基本的に5月上旬から10月下旬であり、利用1、2年目（1988、1989年）が168日、利用3年目（1990年）が167日であった。利用4年目（1991年）は、6月中旬から7月中旬にかけての干ばつによりTYの再生が悪かったため、十分な牧草供給量が得られるまで休牧（7月13日－8月12日）し、その間は、兼用区から収穫したサイレージを試験区外で給与した。このため、この年の放牧日数は、137日であった。なお、集約放牧方式の放牧区は、放牧期間中も終了後も一切掃除刈りを行わなかった。また、兼用区も春季の収穫時以外の刈り取りは行わなかった。

採草区は、年3回収穫し、1番草の刈取りは、兼用区の余剰草刈取りと同時に行い、2番草は7月下旬に、3番草は9月中旬に刈取った。

3) 供試牛

集約放牧区に放牧した供試牛は、利用1、2年目が、アバディーン・アングス種（以下アングス種）去勢牛と雌育成牛、利用3年目が、アングス種去勢牛、雌育成牛およびホルスタイン種去勢牛、4年目が、ホルスタイン種去勢牛で、各利用年次における放牧頭数は、6－7頭/haであった（表II-1.2）。

4) 牧草生産量の調査

本試験は、1988年から1991年にかけての4年間行い、採草区の各番草ごとの収量調査および兼用区の余剰草の収量調査は、いずれも、収穫作業の当日に行い、刈り幅1.4mのモアーで10mずつ、地上5－10cmの高さで、採草区が各5ヶ所、兼用区が各7ヶ所刈取り、全重量を測定した後、一部の試料を採取し、80℃で一昼夜通風乾燥して乾物率を求め、これを全重量に乗じて乾物収量とした。

集約放牧方式は、放牧前のTYの草丈と放牧前後の現存量調査を放牧開始から終牧まで、特定の牧区を決めずに2週間間隔で調査日を設定し、その調査日の直後に入牧する牧区で行った。TYの草丈は、毎回各調査牧区内の任意のTYを利用1年目が12点、利用2年目以降20点調査した。現存量の調査方法は、この牧区内に0.5×1mの移動枠を、利用1、2年目は20ヶ所ずつ、利用3、4年目は12ヶ所ずつ置き、枠内を高さ5cmで刈取った。刈り取った後は、採草区の収量調査と同様の方法で乾物重を求め現存量とした。

放牧草地の牧草生産量は、移動ケージ法（岩城1973）を参考に次の方法で推定した。すなわち、本試験ではケージを設置していないので、移動ケージ法におけるケージ内現存量として各調査時における放牧前現存量を用い、ケージ外現存量を放牧後の現存量とした。これらを用い、ある調査時における放牧前現存量とその前回調査時点における放牧後現存量との差から調査日間の牧草生産量とした。夏以降、枯死部割合が増加すると、このようにして求めた生産量が負の数となる場合があるので、その場合は、その調査日の前回と次回に求めた生産量の平均値を用いた。このようにして求めた期間別生産量の総和を集約放牧区における放牧草地の牧草生産量とした。また、放牧前後の現存量から、牧草利用率を求めた。

5) 乾物重量構成割合の調査

採草区の1番草および兼用区の余剰草の乾物重量構成割合（以下構成割合とする）は、収穫時に乾物収量調査用に採取した試料から100－200gFMの副試料を5から10点採取し、これを用いて

調査した。また、放牧区は、同時期（6月上旬）の放牧前現存量調査用の試料を用いて同様の調査を行った。

構成割合は、TY、造成時に混播したマメ科牧草（AL, BF）、これら以外のマメ科牧草、TY以外のイネ科牧草、その他の雑草及び枯死部に分類した。

6) 試験期間中の気象状況

各試験年における放牧試験中の気温、降水量を平年値とともに図II-1.4に示した。これらの値は、北海道農業試験場の気象観測施設により測定されたが、観測機材に故障が生じた場合は、隣接する森林総合研究所の観測施設の値を用いた（宮田1992, <http://cryo.naro.affrc.go.jp/kisyo.html>）。

利用1年目（1988）の月平均気温は、7月に平年を下回った以外は、ほぼ平年並みで推移した。また、積算降水量は、4月から6月にかけて平年より高かったが、7月は平年値の36%と低く、9月、10月も平年を下回った。利用2年目（1989）は、5、6月の月平均気温が平年を下回った。他は、気温、降水量とも平年並みであった。利用3年目（1990）は、月平均気温が常に平年より高く、特に4月から6月にかけてと10月の気温が高かった。降水量は、4月が平年より70%以上高かったが、5月以降は平年より低く、特に5月が低かった。利用4年目（1991）は、8月を除き月平均気温が平年より高かった。また、降水量は、平年を大きく下回る月が多く、干ばつ年であった。特に5月、6月は、月平均気温が平年に比べ1.8℃から3.2℃高く、降水量も平年の30から60%と低く、厳しい干ばつが続いた。このような状態は、7月9日に7.5mmの雨が降るまで続いた。

2. 結果

1) チモシー（TY）の草丈

本章試験では、短期輪換放牧に兼用利用による放牧地面積の調整を組み合わせた集約放牧によりTY草地を短草型に維持することを目的としている。集約放牧方式における各利用年次のTYの平均草丈は、23cmから32cmであった（表II-1.3）。放牧期間中は、いずれの利用年次とも5月から9月にかけて20cmから40cmの間で推移し、10月になると20cm以下に低下した（図III-1.5）。出穂期後の調査に当たった7月中旬に40cmを超えたが、最も生育が旺盛な春季においても、草丈が極端に高くなることはなく、本集約放牧方法によりTY草地を短草型に維持することができた。

2) 採草区及び集約放牧方式の牧草生産量

集約放牧は、牧草生産性が高いとされている。そこで、TY草地における集約放牧方式の牧草生産性を明らかにするため、放牧区および兼用区の放牧期間中の牧草生産量と兼用区において春期余剰草として採草した牧草収量を採草利用だけを行ったTY草地の牧草収量と比較した。

採草区の年間乾物収量は、利用3年目（1990年）が最も高く、8,832kgDM/ha/yearであった（表II-1.4）。利用1年目（1988年）と利用4年目（1991年）は、干ばつの影響により、2番草の再生が悪く、両年とも年間乾物収量がそれぞれ6,282kgDM/ha/year, 5,903kgDM/ha/yearと低かった。4年間の平均年間乾物収量は7,370kgDM/ha/yearであったが、干ばつの影響を除けば、本試験における採草利用によるTYの年間乾物収量は、8,500kgDM/ha/year程度と考えられる。一方、集約放牧方式の兼用区において、春季に禁牧した後、余剰草として刈取った牧区の4年間の平均乾物収量は3,173 kgDM/haで、最も乾物収量が高かった利用3年目（1990）が3,866kgDM/haであった（表II-1.5）。利用3年目までは、兼用区の余剰草の乾物収量は、採草区の1番草より低かったが4年目は高かった。兼用区の余剰草と採草区の1番草の年次変動をみ

ると、両区とも利用3年目から利用4年目にかけて乾物収量が低下したが、その低下割合は、兼用区が採草区に比べ小さかった。

集約放牧方式における放牧期間中の牧草現存量は、各利用年次ともTYの生育が旺盛な春季に2,000kg/ha以上になることがあったが、概ね1,000–2,000kg/haの範囲で推移し、平準的な季節変動を示した(図II-1.6)。各調査区への入牧前の平均牧草現存量は1,374–1,619kg/haで、次の牧区への転牧後の残存草量は806–969kg/haであった(表II-1.3)。この結果、各利用年次における平均牧草利用率は、37–42%であった。

集約放牧方式の放牧区および兼用区における放牧草の生産量は、5,619–8,548kgDM/ha、4年間の平均で7,485kgDM/haと推定された(表II-1.5)。この値は、いずれの利用年次も採草区の年間乾物収量と同程度であった。

3) 乾物構成割合

集約放牧により高い牧草生産性や家畜生産性が得られても利用年限が短ければ、その特性を生かすことができない。特にTYはこれまで放牧に向かないとされており、集約放牧により早期に衰退することが懸念される。そこで、集約放牧を続けたTY草地の乾物構成割合を調査した。

採草区における利用1年目(1988年)のTYの構成割合は、92%と高かったが、その後低下し、利用4年目が最も低く54%であった(表II-1.6)。造成時に播種したマメ科牧草(BF)は、利用1年目から構成割合が低かったのに対して、侵入したマメ科牧草の割合は年次を追って増加し、利用3年目には9%となり、利用4年目は、20%であった。また、ケンタッキーブルーグラス(KB)を主とする侵入イネ科牧草の割合も、年次を追って増加する傾向にあった。その他の雑草の構成割合は、利用4年目に11%と高まった。

兼用区におけるTYの構成割合は、利用3年目で約80%であったが、利用4年目は73%であった。また、造成時に播種したALとBFは、構成割合が利用2年目でも1%にまで急激に低下し、ほぼ消滅した。これに対し、シロクローバ(*Trifolium repens* L., 以下WC)等の侵入マメ科牧草の割合が増加し、利用4年目に10%となった。侵入イネ科牧草の割合は、利用3年目から11–13%で推移し、増加しつつあった。その他の雑草の構成割合は、6%以下で推移し、増加傾向は見られなかった。

放牧区のTYの構成割合は、利用4年目においても、80%以上で推移した。また、放牧区においても兼用区と同様に、造成時に播種したマメ科牧草の構成割合が低下し、侵入マメ科牧草の割合が徐々に増加したが、利用4年目においても2%であった。また、侵入イネ科牧草の構成割合も徐々に増加したが、利用4年目まで、10%未満であった。この他の雑草の構成割合は、試験期間中を通して低く推移した。枯死部の割合は、他の2区に比べ高い傾向があったが、2–5%であった。

主な雑草は、いずれの区もエゾノギシギシ(*Rumex obtusifolius* L.)、ヒメジョオン(*Erigeron annuus* (L.) Pers.)、セイヨウタンポポ(*Taraxacum officinale* Weber)であった。

3. 考察

1) チモシー草地の牧草生産性

北海道の農家におけるチモシーの採草利用による年間乾物収量は、全道平均で9,300kgDM/ha(竹田2000)と報告されている。採草区の年間乾物収量は4ヶ年の平均で7,370kgDM/haで、最も収量が高かった利用3年目(1990年)においても、8,832kgDM/ha/年と全道平均に比べ低かった。これは、農家調査における1番草の刈り取り時期が出穂期刈りなのに対し、本試験の採草区は、これより早い穂ばらみ期に刈り取ったことによると考えられる。

兼用区の禁牧部分の6月刈取り時における乾物収量は、採草区に比べ年次変動が少なかった。これは、兼用区のTYの構成割合が採草区より高かったためと考えられる。TYは、秋季の分けつ茎が翌春の節間伸長茎の主体をなすことが知られている（脇本1980）。兼用区のTYは、余剰草刈取後の放牧により、秋の分けつが促進され、構成割合の低下を少なくしたと思われる。このことから、兼用利用は、経年的な収量低下の速度を抑制する効果があると思われる。

集約放牧方式における放牧区と兼用区の短期輪換放牧利用による牧草生産量が4年間の平均で7,485DMkg/haと採草区の平均年間乾物収量の7,370kgDM/ha/yearと同程度であった。さらに、これに兼用区において収穫した牧草の乾物収量を面積割合を加味して加えると集約放牧方式における平均年間乾物生産量は、9,314kgDM/haとなり、採草区の年間乾物収量に比べ明らかに高く、一般的な採草利用と比較しても同程度の乾物生産量を得ることが可能と思われる。このことから、集約放牧方式の牧草生産性は、採草利用と同程度であることが示された。

2) 集約放牧を行ったチモシー草地の植生

TY草地は、高い放牧圧下では、地下茎型のイネ科雑草や広葉雑草が侵入しやすく、集約放牧には向かないとこれまで考えられてきた。しかし、本試験では、育成牛6-7頭/haの放牧圧で4年間にわたり放牧利用したが、利用期間中のTYの構成割合を、放牧区で80%以上、兼用区で70%以上と高く維持できた。TYの衰退要因について検討するため、刈り取り時の草高を30cmで、刈り高が10cm（30cm高刈り）と5cm（30cm低刈り）、刈り取り時草高が10cmで、刈り高さが5cm（10cm低刈り）の3処理設けた北海道農業試験場の試験（2001）では、TYの生産性を急激に低下させないためには、刈り取り後の残葉を確保し、刈り取り直後から旺盛な再生を可能にすることが重要であるとし、これを可能にする刈り取り管理は、10cm低刈りと30cm高刈りであるとしている。本試験では、調査牧区への入牧時の草丈が約30cmであり、この報告の刈り取り時草高30cmに相当するといえる。刈り高に相当する調査牧区からの退牧時の草丈を調査していないが、放牧期間中の平均牧草利用率が40%程度だったことから、退牧時の草丈はあまり低くなかったと考える。これらのことからTYの構成割合を高く維持できた要因の一つとして、1-2日で次の牧区に転牧していく短期輪換放牧を行うことにより、採食草高が極端に低くならず、残葉量を多く確保できたためと思われる。

集約放牧方式の植生を採草区と比較してみると、放牧区及び兼用区におけるTYの構成割合は、採草区と同様に利用年次が進むに従って低下したが、その低下速度は、採草区よりやや遅いか同等であった。これらのことから、晩生品種のホクシュウを用いることによりTY草地を集約放牧方式のような放牧方法で利用しても、採草区に比べ早く植生が悪化するとは考えられず、採草利用と同様に4年以上は、高密度のTY草地を維持できるものと思われる。

本試験で供試したマメ科牧草は、ALとBFであり、それぞれをTYと混播したが、いずれも放牧利用によって利用2年目でほぼ消滅した。この結果、供試品種であるALのリュテスとBFのレオは、競争力が弱いため集約放牧適性がないと思われる。

一方、これらの播種マメ科牧草に代わり、WCが徐々に侵入増加し、結果的にTYとWCの混生草地となった。脇本（1980）は、TYとWCの混播草地を多回刈りした場合、WCが著しく優勢になり、TYが衰退すると報告している。本試験におけるWCの構成割合は、採草区において、利用3年目以降9-20%に増加し、TYの再生を抑制する傾向にあったのに対して、放牧区は、利用4年間を通して2-3%であり、兼用区においても10%以下で推移した。これらのことから、集約放牧草地においてWCの増加に伴いTY草地が衰退する危険率は、採草地に比べ小さいと思われる。TYは、これまで放牧には向かない草種とされてきた。しかし、放牧・採草兼用型品種の「ホクシュウ」を用い、その草地を短期輪換放牧法と兼用利用法を組み合わせた集約利用方式で利用す

ることによって放牧期間を通してTYの草丈を30cm程度に維持することにより、年間10,000kgDM/ha程度の牧草生産量が4年間安定的に得られた。また、急激な植生悪化は見られず、放牧利用が可能であることが明らかとなった。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

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

第II章 短期輪換放牧を主体とした集約放牧の開発

第2節 短期輪換放牧したチモシー草地の家畜生産性

前節では、短期輪換放牧を主体とした集約放牧における牧草生産性を検討した結果、チモシー（TY）を草丈30cm程度で利用することにより、採草利用と同程度の牧草生産性が得られ、植生の急激な変化も起こらないことを明らかにした。本節では、このような集約放牧を行った場合の家畜生産性として、放牧草のみで飼養した場合の増体量について検討する。

1. 材料と方法

1) 供試草地

供試草地は、前節の集約放牧方式に用いたTY草地（2.4ha×2反復）、利用1、2年目（1988,1989年）に試験を実施した。両反復草地の形状等については、[図II-2.1](#)に記した。また、播種量、施肥量等については、前節に詳細を記したので割愛する。

2) 供試牛

(1) 利用1年目（1988年）

アンガス種去勢牛24頭（Steer 1：S 1群、Steer 2：S 2群）、育成雌牛10頭（Heifer 1：H 1群）をそれぞれ2群に分けて供試した（[表II-2.1](#)）。S 1群の去勢牛各8頭は、放牧期間中を通して供試草地に放牧し、S 2群の去勢牛各4頭は、5月24日から終牧時まで、H群の雌牛各5頭は、5月9日から7月5日まで同草地に放牧した。

(2) 利用2年目（1989年）

利用1年目と同様に、3つの牛群よりなるアンガス種去勢牛26頭（Steer 3：S 3群、Steer 4：S 4群）、育成雌牛6頭（Heifer 2：H 2群）をそれぞれ2群に分けて供試した。S 3群の去勢牛各9頭とH 2群の雌牛各3頭は、全放牧期間を通して放牧し、S 4群の去勢牛各4頭は、6月5日から7月3日までの間放牧した（[表II-2.2](#)）。

(3) 供試牛の体重測定

供試牛の体重測定は、放牧開始時が放牧開始日から連続3日間、終牧時が終了日の3日前から連続して行い、放牧期間中は2週間間隔で行った。また、放牧期間中に入退牧した牛群についても、それぞれの入退牧時に3日間連続で体重を測定した。なお、いずれの体重測定も、できるだけ9時から10時にかけての時間帯で測定した。

両試験年とも放牧期間中に供試頭数が増減しているため、本試験における日増体量の検討には、放牧期間中を通して放牧された牛群（S 1群、S 3群）の体重を用い、単位面積あたり増体量、牧養力（カウデー、CD：単位面積あたりの飼養頭数）、ハーベージアロワンス（herbage allowance、以下割当草量）の算出には、全供試牛の放牧期間中の体重を用いた。また、日増体量については、後述する理由からI期（5月から7月）、II期（8月から9月上旬）、III期（9月中旬から10月下旬）の3期に分け、それぞれの期間中の日増体量についてTukeyの多重検定（[吉田1980](#)）を行った。なお、カウデーは、放牧期間中の総体重を500kgBWで除し、さらにヘクター当たり換算した値を用いた。

3) 放牧方法

(1) 春季 (5, 6月)

放牧開始から1日ごとに牧区を順次転牧してゆき、放牧開始時の牧区における牧草量が十分再生した時点で、まだ放牧していない牧区を残して最初の牧区に戻って輪換放牧を行った(図II-2.1)。利用1年目は14番目の牧区、利用2年目は15番目の牧区まで放牧を行ってから1番目の牧区へ折り返し、2巡目の放牧を行った。2巡目は、これらの14および15個の牧区を用いて同様に輪換放牧を継続した。未放牧の牧区はそのまま禁牧し、6月上旬に刈取った。利用1年目は15-17番目の牧区を6月1日に、18-35番目の牧区を6月6日に刈取った(全牧区の60%)。利用2年目は16-35番目の牧区を6月8日に刈取った(全牧区の57%)。刈取った牧草は、両年ともロールベールサイレージに調製した。

(2) 夏~秋季 (7月から10月)

春期に刈取り利用した牧区は、刈取り後20-30日間再生させた後に、3巡目からの輪換放牧に組み入れた。これによって夏期以降は、供試草地全体を用いて輪換放牧した。短期輪換放牧では、牧区からの1日当たりの牧草供給量が十分量確保されるよう配慮した。すなわち、牧草の現存量が少ないときは2-3牧区をまとめて1牧区として、牧草供給量の不足がないよう努めた。なお、放牧期間中、いずれの牧区も掃除刈りは一切行わなかった。

(3) 補助飼料

放牧期間を通じて、濃厚飼料の給与は行わなかった。また、飲水および固形塩の摂取は、牧区外の通路上に設けた飲水場で自由に行えるようにした。両区とも試験区内や隣接地に日陰となる樹木はなく、小屋などの庇陰施設も設置しなかった。

4) 牧草現存量、牧草供給量及び放牧草の乾物消化率の測定

放牧期間中におけるTYの草丈、現存量ならびに兼用利用区における春季余剰草の乾物収量の調査法については前節に記した。また、放牧牛への牧草供給量が十分であったかを検討するため、割当草量を、現存量、小牧区の面積、滞牧日数および直近の体重測定値を用いて求めた。

放牧草の乾物消化率測定用の試料は、現存量調査時に採取し、55℃で48時間風乾した後、ウィレー型粉碎機で粉碎(1mmメッシュ)した。乾物消化率は*in vitro*法(GOERING and VAN SOEST, 1970; 鷲野・三上, 1975)により測定した。

2. 結果

放牧期間は、利用1年目(1988年)が5月9日から10月24日まで、2年目(1989年)が5月10日から10月25日までで、ともに168日間放牧を行った。各牧区の入牧回数は、放牧専用を利用した牧区が利用1年目に9回、2年目に10回であった。兼用利用した区は、同じく7回と8回であった。これらの入牧回数は、既往のTY草地における放牧試験(小原1978)や、牧草品種育成時における放牧適応性検定試験における刈取り回数(植田ら1977)より多かった。

放牧地における家畜の収容能力を示す牧養力(カウデー, CD/ha)は、利用1年目が441CD/ha、2年目が454CD/haであった(表II-2.3)。利用1年目における放牧期間中の単位面積当たり増体量は721kg/haで、2年目は614kg/haであった(表II-2.3)。試験区からの出入りがなかったS1群(利用1年目)とS3群(利用2年目)の放牧期間中の平均日増体量は、それぞれ0.75kg/dayと0.70kg/dayであった。他の牛群の日増体量は、利用1年目のS2群が0.82kg/day、H1群が0.78kg/day、利用2年目のS4群が0.60kg/day、H2群が0.67kg/dayであった(表II-2.4)。

[図II-2.2](#)にS 1群とS 3群の体重の推移を示した。放牧期間中の日増体量は、季節によって変化した。利用1年目のS 1群の日増体量の変化から放牧期間をI期（5月から7月）、II期（8月から9月上旬）、III期（9月中旬から10月下旬）の3期に分けると、両年とも日増体量は、I期が最も高く、II期に低下し、III期に再び高くなる季節変化を示した（[表II-2.4](#)）。利用1年目のS 1群におけるII期の日増体量は0.24kg/dayであり、I期およびIII期に比べて有意に低く（ $P < 0.05$ ）、夏期間の増体は著しく緩慢であった。利用2年目のS 3のII期の日増体量は、I期に比べ有意に低く（ $P < 0.05$ ）、III期に比べても低い傾向にあったが有意差はなかった。また、両群ともI期とIII期の間には有意差はなく、夏期間の増体の低下が顕著であった。他の牛群の中で放牧期間が長かった利用1年目のS 2群と利用2年目のH 2群では、S 2群がS 1群と同様にII期の日増体量が他の時期に比べ有意に低かったのに対し、H 2群は、夏期間の増体の低下が少なく、III期の日増体量がI、II期より高い傾向にあった。

[表II-2.5](#)および[表II-2.6](#)に利用1年目および利用2年目における放牧草地の草丈および体重100kg当たりの牧草供給量を示した。TYの放牧前草丈は利用1年目が19–46cmで推移し、その平均値は32cmであった。これに対して、利用2年目は7月下旬に47cmに達した以外は30cm以下で推移し、平均草丈は25cmであった。放牧牛の採食量は、放牧草の栄養価と割当草量に影響され、割当草量が5 kgDM/100kgBW以下になると放牧牛の採食の制限要因になるとされている（[JAMIESON and HODGSON 1979](#)）。本試験における割当草量は、利用2年目の6月26日を除けば、放牧期間を通して3 kgDM/100kgBW以下になることはほとんどなく、5 kgDM/100kgBW前後を維持し、生育速度が遅くなる夏期以降も1牧区の面積を広げることにより、放牧地からの牧草供給量をほぼ一定に保つことができた。

放牧草の*in vitro* 乾物消化率（以下乾物消化率）は、両年とも放牧開始時に約80%であったが、夏に向かうにしたがって徐々に低下した（[図II-2.3](#)）。利用1年目は7月中旬以降、急激に低下して9月上旬まで65%以下であったのに対して、利用2年目は夏期間70%前後で推移し、65%以下になることはなかった。9月中旬以降は両年とも再び上昇し、70–75%で推移した。

3. 考察

わが国では、アンガス種育成牛の放牧試験に関する報告は少ない。新得畜試の報告（[1988](#)）では、トールフェスク（TF）草地に放牧した14–15ヶ月齢のアンガス種去勢牛の日増体量は0.56kg/dayであった。家畜改良センター十勝牧場（[1992](#)）では、6ヶ月齢のアンガス種とヘレフォード種の雄・雌をオーチャードグラス（OG）、TF、メドウフェスク（MF）の各単播草地とこれら4草種にチモシー（TY）を加えた5草種混播草地に放牧して草種比較を行った。その結果、日増体量は0.40–0.68kg/dayであり、MF草地の増体量が最も高かったことを報告している。本節の試験では、これらの報告に比べ明らかに高い日増体量が得られた。また、石田ら（[1995](#)）はペレニアルライグラス（PR）草地において、アンガス種とヘレフォード種およびホルスタイン種の去勢牛を用いた輪換放牧を行った結果、0.89kg/dayの日増体量と659kg/haの単位面積当たり増体量が得られたことを報告している。本節試験における日増体量は、この結果に比べ若干低かったが、放牧期間中の単位面積当たりの増体量は668kg/haと同程度であった。石田ら（[1995](#)）の報告では、放牧地から収穫した余剰草を秋期に給与しているのに対し、本試験では、収穫調製した春の余剰草の給与を行っていないので、この余剰草を給与することによって得られる増体量を加算すると、本節試験における増体量はさらに高くなると推測される。したがって、放牧に向かないとされてきたTYも、放牧・採草兼用品種のホクシュウを短い草丈で放牧利用することによって、PR草地と同等の家畜生産性が得られることが明らかになった。

本節試験における家畜の増体速度は、春から夏にかけて最も高く、夏に低くなり、秋に再び高く

なる季節変化を示した。このように増体速度が季節によって変化した原因として、牧草供給量の相違、牧草の栄養価の相違が考えられる。

まず、牧草供給量についてみると、牧区の面積を拡大することにより、牧草の生育速度が低下する夏期以降の単位面積あたりの牧草供給量を5 kgDM/100kgBW以上に保つことができた。体重200kgの去勢牛が日増体量0.8kgを得るための必要乾物摂取量を日本飼養標準（[農林水産技術会議編, 1996](#)）から試算すると、放牧草のTDN含量を70%とした場合2.7kgDM/100kgBWとなる。本試験における夏期以降の割当草量はこの値より低くなることはなく、放牧草の利用率が50%程度でも放牧地からの牧草供給量は十分であったと思われる。このため、牧草供給量が低いことが夏期間における増体速度の低下の原因とは考え難い。

次に放牧草の栄養価についてみると、放牧草の乾物消化率と放牧牛の増体との関係は、夏期間に明確な傾向が見られた。すなわち利用1年目は、6月下旬から8月上旬にかけて乾物消化率が65%まで低下し、供試牛の増体は8月から9月中旬にかけて停滞した。これに対して、利用2年目は、この間の乾物消化率の低下が少なく70%近くを維持しており、日増体量の低下も少なかった。KAISERら（[1974](#)）は、トールフェスクを用いた放牧試験で、放牧牛の日増体量と放牧草の乾物消化率との間に正の相関があったことを報告している。また、菊地・田先（[1972](#)）は、若齢牛の放牧時における採食量は消化率に強く影響を受け、消化率の低い放牧草ほど採食量が低下するとしている。このことから放牧草の乾物消化率の低下が放牧牛の増体量に影響を及ぼしたと考えられ、本試験の結果は、放牧牛の高増体は放牧草の消化率を高く維持することによって得られることを改めて示したものと見える。

一方、TY草地を草丈30cm程度で放牧することによって春期と秋期は、乾物消化率を73%以上に維持することが可能であったが、夏期間は、年次によって乾物消化率に違いが見られた。この原因として、夏期間の降水量の違いが影響したと考えられる。すなわち、利用1年目の1988年において、乾物消化率が70-65%に低下した6月下旬から8月上旬までは、気温が平年並みからやや低い傾向にあったのに対し、この間の降水量は29mmと平年（137mm）に比べ極端に少なく（[表II-2.7](#)）、降水量が少ないことにより、牧草中のリグニン等の難消化性繊維や枯死部が増加し、放牧草の乾物消化率が70%以下に低下したと思われる。このように、夏期間の放牧草の消化率は、この間の降水量に影響され、放牧牛の増体速度の低下や不安定化の一因となる。そこで次節では、夏期間の栄養摂取量を高める方法の一つとして、春期余剰草から調製したサイレージを補助飼料として給与する放牧方法について検討する。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

第II章 短期輪換放牧を主体とした集約放牧の開発

第3節 放牧牛の増体に及ぼす春季余剰草サイレージの給与効果

前節では、チモシー（TY）草地の一部を春季に刈取った後、放牧利用する兼用利用と短期輪換放牧を組み合わせた利用法について検討し、ペレニアルライグラス（PR）草地と同程度の家畜生産が得られることを明らかにした。また、TY草地は、夏期間の放牧草の栄養価の低下により家畜の増体量が落ちるため、この間の栄養条件を改善すれば、さらに高い増体量が得られると指摘した。

本節では、このための改善策と土地生産性を高める方法として、春季に余剰草として刈取り、調製したサイレージを併給しながら放牧する方法について検討することとし、この方法とサイレージ無給与で放牧期間を通して短期輪換放牧を行った場合の家畜生産性について比較した。

1. 材料及び方法

1) 供試草地

前節において用いたTY（品種ホクシュウ）とアルファルファの混播草地とTYとバズフトトレフォイルの混播草地各2.4haをそれぞれ2分割して1.2ha（175m×69m）の4草地に分割し、放牧期間中にサイレージを給与する区（サイレージ給与区）と、給与しない区（サイレージ無給与区）の2処理区2反復とした（[図II-3.1](#)）。

各草地は、前節と同様に簡易電気牧柵を用いて5m×69mの短冊状の小牧区に35分割し、草量の季節変化に応じて、小牧区の面積を調節できるようにした。

2) 供試牛

アンガス種去勢牛12頭、育成雌牛8頭及びホルスタイン種去勢牛8頭を供試した。これを入牧時の体重が同程度になるように4群に分けた。両処理区における供試牛の平均入牧時体重を[表II-3.1](#)に示した。なお、各牛群とも放牧期間中の供試牛の出入りはなかった。

供試牛の体重測定は、前節と同様に放牧開始時と終了時は連続3日間行い、放牧期間中は、2週間間隔で行った。また、両処理区牛群の日増体量の差を分散分析法により検定した（[吉田1980](#)）。

3) 放牧方法

(1) サイレージ給与区（以下給与区）

5月上旬の入牧から6月中旬までは、20牧区（面積割合で57%）を禁牧し、残りの15牧区で1日1牧区滞牧の短期輪換放牧を行い、これ以降は終牧まで、牧草の現存量に合わせて1牧区的面積を調整しながら、草地全体を用いて1-2日滞牧の短期輪換放牧した。

禁牧した部分は、6月上旬に刈取り、ロールベールラップサイレージに調製した。この際、給与時の2次発酵を防ぐため、1個のロールベールを1、2日で食べきれるように、ベールの大きさを調整した。

両草地で調製したサイレージは、7月中旬からそれぞれの牛群に給与した。サイレージの給与は、週2-3個で、底陰舎内に設置した円形草架を用いて行った。給与期間は、各草地で生産されたサイレージがなくなるまでとした。サイレージの給与に用いた円形草架は、12頭が1度に採

食できるもので、1回に1個ずつのサイレージを給与し、個体別の給与は行わなかった。また、固形塩をのぞき、他の補助飼料の給与は行わなかった。

(2) サイレージ無給与区（以下無給与区）

禁牧区を設けず、放牧期間を通して牧区全体を使って放牧した。5月上旬から牧草の再生速度が低下する8月上旬まで、35の牧区を1日1牧区で輪換放牧した。8月上旬以降は、草量に応じて牧区間の仕切をとって1牧区の面積を増やし、牧草供給量が不足しないように調節した。なお、給与区と同様に固形塩を除き補助飼料の給与は行わなかった。

4) 放牧草及びサイレージからの乾物摂取量の推定

本章第1節に記した方法で各処理区における放牧草の現存量と乾物消化率を2週間間隔で測定した。また、前節と同様に、現存量、小牧区の面積、滞牧日数および直近の体重測定値を用いてハーベージアロワンス (herbage allowance, 以下割当草量) を求めた。さらに、放牧前後の現存量から求めた放牧草利用率を用いて、各調査牧区における被食量および単位体重あたりの乾物摂取量を推定した。

サイレージの給与量は、各給与時にロールベールサイレージの現物重を測定した後、試料を採取し80℃で1昼夜通風乾燥して乾物率を求め、これを現物重に乗じてサイレージ全体の乾物重とした。また、新しいサイレージを給与する前に、サイレージの残食量を測定し、各牛群のサイレージからの乾物摂取量を推定した。

2. 結果

給与区の放牧期間は、春季に禁牧した部分から生産されたサイレージをすべて給与するまで放牧を行ったため反復間で異なり、5月8日から10月17日までの162日間と、10月26日までの171日で、平均167日間であった (表II-3.2)。これに対して無給与区の放牧期間は、両反復とも5月8日から10月17日までの162日間であった。単位面積当たりの増体量と牧養力 (カウデー, 以下CD) は、それぞれ給与区が721kg/haと601CD/haで、無給与区は614kg/ha, 573CD/haであった (表II-3.2)。

放牧期間が、処理区によって異なったため、最も放牧期間が短かった無給与区の放牧期間 (162日) を用いて比較した。放牧期間を前節同様にⅠ期 (入牧から7月中旬)、Ⅱ期 (7月中旬から9月中旬)、Ⅲ期 (9月中旬から終牧) の3期に分けると、両区ともⅡ期の日増体量が最も低かった (図II-3.2)。給与区のⅡ期の日増体量は0.70kg/dayで、Ⅰ及びⅢ期よりやや低い傾向にあり、有意差はなかった (表II-3.3)。これに対して無給与区のⅡ期の日増体量は0.28kg/dayと、ⅠとⅢ期より有意に低く ($P < 0.05$)、給与区の同時期の値に比較しても有意に低かった ($P < 0.05$)。この結果、通算の日増体量は、給与区が0.81kg/day、無給与区が0.65kg/dayで、給与区が無給与区より有意に高かった (表II-3.2)。

給与区の割当草量は3.2-4.8kgDM/100kgBWで推移し、放牧期間を通してほぼ4kgDM/100kgBW程度を維持した (図II-3.3)。これに対して、無給与区は変動が大きく、2.8-7.3kgDM/100kgBWで推移した。しかし、8月下旬から9月初旬を除けば、4kgDM/100kgBW以上であった。

給与区の牧草利用率は36-62%で推移し、平均で48%であったのに対し、無給与区は、放牧開始直後は60%程度であったが、以後は低く推移し、7月3日を除いた平均牧草利用率は33%であった (表II-3.4)。無給与区の7月3日の牧草利用率は、TYの出穂期にあたり、入牧前から倒伏が激しく、放牧牛による踏み倒しも多かったため、適正な調査地点の選定できなかったため割愛した。

牧草利用率から推定した放牧草からの乾物摂取量は、両区ともⅠ期とⅢ期は2.2－2.5kgDM/100kgBWであったが、Ⅱ期は給与区が1.8kgDM/100kgBW、無給与区が1.4kgDM/100kgBWと推定された。

両区の放牧草の乾物消化率は、放牧開始時には約75%と高く、その後徐々に低下し、夏期間には70%以下となった（[図II-3.4](#)）。しかし、夏期間の低下は給与区で65%に止まったのに対し、無給与区では62%まで低下した。秋期は、両区とも回復し、70%程度で推移した。

給与区における春季余剰草の収量は、反復間で異なり、4,660kgDM/haと3,073kgDM/haで、これらを原料草として調製したロールベールサイレージの数は、それぞれ43個（66.7kgDM/roll）と27個（71.8kgDM/roll）であった。これらサイレージの平均乾物消化率は71%であった。各サイレージは、給与後2日目でほとんど採食されたため、2次発酵は起こらなかった。また、採食中にサイレージが草架外に落ちることはほとんど無く、給与したサイレージはほぼ完全に採食された。この結果、両反復区におけるサイレージの平均採食量は、1日1頭当たり3.9kgDMと3.3kgDMと推定された。

3. 考察

1) チモシー放牧草地におけるスプリングフラッシュの抑制

前節では、TY草地を放牧・採草兼用利用し、放牧方法は短期輪換放牧とした。そのことによって、概ね30cmの低い草丈を維持しながら、割当草量もほぼ一定に保つことができることを示した。本節においても、同様の放牧方法を採用した給与区は、割当草量を4kgDM/100kgBW前後に保ちながら30－40cmの草丈を維持できた。

これに対して、兼用利用を行わずに短期輪換放牧を行った無給与区は、「ホクシュウ」の出穂期にあたる6月下旬から7月上旬にかけて、現存量、割当草量ともに高くなり、スプリングフラッシュを抑制することはできなかった。スプリングフラッシュを抑える方法として、放牧開始時期を早めることが有効であるといわれており（[農林水産省畜産局1991](#)）、これに準じて本試験の放牧開始時期は、北海道内では早い時期とした。また、供試した品種は、TYの晩生品種の「ホクシュウ」であり、出穂茎は少ないといわれている。しかし、無給与区では、スプリングフラッシュが発生し、草丈の伸張に伴う倒伏や放牧牛による踏み倒しが頻発し、再生草の生育遅延、草質の劣化が生じ、夏期間の放牧草の採食に悪影響を及ぼしたと思われる。これらのことから、スプリングフラッシュを抑制してTY放牧草地を高度利用するためには、兼用利用草地を設け、放牧地面積を調整できる給与区の利用方法が優れているものと考えられる。

2) 夏期間の日増体量と放牧草の採食量

放牧期間を3期に分けて各期の日増体量を比較してみると、両区ともⅠ>Ⅲ>Ⅱ期の順に高く、前節と同様に夏期間（Ⅱ期）に低くなる傾向にあった。また、夏期の日増体量は、無給与区および給与区でそれぞれ0.28と0.70kg/dayであり、無給与区の日増体量は給与区より著しく低かった。放牧牛の日増体量は、放牧草の乾物消化率と関係が深く（[田畑ら1979](#)）、無給与区では、放牧草の乾物消化率が夏期に低下しており、家畜に対する暑熱ストレスと相まって、採食量が減少して日増体量が著しく低下したものと思われる。

これに対して、給与区の夏期の日増体量は、他の季節より低かったものの、0.7kg/dayを維持した。これは、(1)サイレージの併給による栄養補給効果、(2)兼用利用により、放牧草を短く維持したため、放牧草のDM消化率の低下を抑制できたことの効果によると考えられる。夏期の給与区における採食量は、体重比で、サイレージから1.1%、放牧草から1.8%、合計2.9%であった。一方、無給与区では、放牧草のみを1.4%採食した。従って、放牧草の乾物消化率の低下を抑

制した効果は、放牧草の採食量が体重比で0.4%上昇したことで明らかである。しかし、放牧草採食量は、サイレージ併給量の影響を受けるのが一般的であり、給与区のサイレージ併給量を減らした場合、放牧草採食量が1.8%より上昇することが考えられる。

そこで、夏期の給与区における放牧草採食量とサイレージ併給量の関係について考察する。花田（1995）は、併給飼料を給与したときの放牧草の採食量は、放牧草のTDN含量よりも併給飼料の繊維質含量や繊維質摂取量の影響を強く受けるとしている。これに対して、給与区で用いたサイレージは、乾物消化率が70%以上と高く、繊維質含量も低かったため、サイレージの併給が放牧草の採食量に与える影響は少なかったと思われる。

一方、大竹・佐藤（1990）は、補給飼料として乾草あるいはサイレージを併給する場合、乾物で体重比2%を限度として併給量を決定する必要がある、併給量が多すぎると、放牧草の採食が極端に減少するとしている。また、安藤ら（1981）は、体重比1.2%のサイレージを併給した場合、放牧草の採食量は、体重比で1.2%であったと報告している。これに対して、給与区のサイレージ併給量は1.1%であり、必ずしも高いとはいえず、放牧草の採食への影響は少なかったものと思われる。

これらのことから、夏期の給与区における放牧草採食量は、サイレージ併給をやめても増加する可能性は低く、日増体量0.7kg/dayを維持するためには、サイレージの併給が不可欠であると考えられる。このことは、給与区と同様の放牧方法で、サイレージの併給無しに実施した前節の利用2年目の結果（夏期の日増体量は0.53kg/day）からも明らかである。

このように、給与区の放牧方法は、夏期の放牧草の乾物消化率の改善とサイレージの併給によって、夏期間の採食量の低下を抑えるのに有効な方法といえる。

3) 放牧牛の増体に及ぼすサイレージの併給効果

放牧牛の増体に及ぼすサイレージの併給効果をみると、Ⅲ期よりⅡ期で顕著であった。Ⅲ期でサイレージの給与効果が低くなった要因として、両区ともⅢ期における放牧草の乾物消化率が70%以上に回復し、放牧草採食量が増加して、放牧草だけで十分な栄養摂取量が確保できたことが考えられる。

一方、併給効果を牧養力の向上としてとらえると、給与区の放牧期間は、無給与区より長く、CDも高かった。このように春期余剰草をロールバールラップサイレージとして収穫し、これを併給することによって放牧期間の延長と牧養力の向上が実現できた。また、夏期間の増体量が改善され、ヘクタール当たりの増体量は782kg/haに向上し、牧養力も601CD/haに達し、両数値ともに既往の報告（落合ら1989、北海道立新得畜産試験場1988、家畜改良センター十勝牧場1992）より高い結果であった。

しかし、給与区においても、夏期間の日増体量はまだ高いとはいえず、日増体量改善のために、併給効果が小さいⅢ期のサイレージ併給量を減らして、夏期間に集中的に併給する方法が考えられる。このためには、放牧草の採食に影響を及ぼさないサイレージ併給量について検討を深める必要がある。また、サイレージの収穫量は、春季の天候により変わるため、収穫量に合わせて併給時期、併給量を調整し、最も効果が高いサイレージ併給方法について検討する必要がある。

小括

本章では、TY草地において、草地の一部を兼用利用して放牧地面積を調整しながら短期輪換放牧を行う放牧方法の牧草生産性と植生、ならびに家畜生産性を検討し、短期輪換放牧を主体とする集約放牧技術を開発することを目的とした。

1.

放牧地面積を調整しながら短期輪換放牧を行うことによりTYの草丈を放牧期間中を通して

30cm程度の短草型に維持できた。この放牧方法による放牧地からの牧草生産量は7,485kgDM/haで、採草利用方式における年間乾物収量の7,370kgDM/haと同程度であるが、これに兼用草地において春季に収穫した牧草を加えることによりさらに高い牧草生産量が得られ、集約放牧方式で牧草生産性が高くなることが明らかとなった。

2. 放牧地面積を調整しながら短期輪換放牧を行う放牧を4年間続けてもTYの乾物重量構成割合は、4年間採草利用を行った場合に比べ高く、集約放牧を行うことによってTY草地の植生が悪化することはないことが明らかとなった。
3. 放牧地面積を調整しながら短期輪換放牧を行う放牧方法は、放牧地面積の調整を行わずに放牧を行う方法に比べ、TYの草丈や割当草量が平準化でき、乾物消化率の季節変動の幅を小さくできることが明らかとなった。
4. 補助飼料なしで放牧地面積を調整しながら短期輪換放牧を行ったアングス種去勢牛の日増体量および単位面積当たり増体量は、それぞれ0.73kg/dayと668kg/haで、いずれも既往の報告より高く、本放牧方法により高い家畜生産が得られることが明らかとなった。しかし、夏期間の放牧牛の増体速度は春期、秋期に比べ低下する傾向があり、この原因としてTYの栄養価の低下が考えられた。
5. 夏期間の放牧牛の増体速度の低下を改善するため、面積調整に用いた兼用草地において春季に刈取り調製したサイレージを夏季以降に併給する方法を検討した結果、併給した場合の夏期間の日増体量は0.70kg/dayで、無給与の場合の0.28kg/dayに比べ高く、サイレージ併給による増体量改善効果が認められた。
6. 以上の結果、TYの放牧・採草兼用品種のホクシュウを用いて、兼用草地を利用して放牧地面積を調整しながら短期輪換放牧を行い、兼用草地で収穫した余剰草を放牧草の栄養価が低下する夏期間に併給することにより、採草利用よりも高い牧草生産性と従来の放牧方式より高い家畜生産性が得られる短期輪換放牧を主体とする集約放牧方法が開発できた。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

第III章 頭数調整放牧を主体とした集約放牧の開発

前章までに短期輪換放牧と兼用放牧を組み合わせた集約放牧は、チモシー草地を用いてもペレニアライグラス草地と同様の高い家畜生産を発揮できることを明らかにした。このような集約放牧では、牧草の季節生産性に合わせて放牧地面積を変えるため、放牧地であっても、多くが採草可能な土地条件を有する必要がある。

一方、育成牛を放牧する公共育成牧場は、高い増体量が求められるが、公共育成牧場の多くは山間部に位置し（[加納・前野1987](#)；[須山・西村1982](#)），機械作業が難しい傾斜地に多い。このため、本研究でこれまで述べてきたような形態の集約放牧の実施は難しい状況にあり、土地条件に恵まれない場所での集約放牧技術を開発する必要がある。

本章では、第1節において、牧草の季節生産性に合わせて放牧頭数を調節する放牧方法について、短期輪換放牧と兼用利用を組み合わせた放牧方法と比較検討する。第2節において、この放牧方法で途中退牧させられた牛を受け入れるための放牧地を設け、両方を組み合わせた放牧方法について家畜生産性を検討した。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

第III章 頭数調整放牧を主体とした集約放牧の開発

第1節 頭数調整放牧と短期輪換放牧の家畜生産性の比較

1. 材料と方法

1) 供試草地

前章試験に用いてきた利用4年目のTY（品種ホクシュウ）主体混播草地（以下TY草地）4.8haを用いた。TY草地の概要ならびに利用3年目までの利用方法は、前章までに記したとおりである。TY草地は、1.2haずつの4草地に分割されており、放牧頭数を増減させる放牧（頭数調整区）、ならびに短期輪換放牧と兼用利用を組み合わせた放牧（短期輪換区）の2処理区を設け、それぞれに2草地を割り当て2反復とした（[図III-1.1](#)）。TY草地の年間追肥量は、Nが100kg/ha、 P_2O_5 が900kg/ha、 K_2O が600kg/haで、放牧開始前の4月下旬と放牧期間中の6月中旬と8月下旬の3回に分けて行った。

本試験が行われた1991年は、平均気温が平年より高い月が多く、反対に降水量は、平年を大きく下回る月が多かった。特に5月、6月は、月平均気温が平年に比べ1.8℃から3.2℃高かったのに対し、降水量は平年の30から60%と低く、厳しい干ばつが7月上旬まで続いた。

2) 供試牛

放牧開始時の月齢が6ヶ月齢のホルスタイン種去勢牛28頭を供試牛として用い、後述する処理のため、これを7頭1群として4群に分けた。

3) 放牧方法

両処理区とも5月13日から10月16日までの156日間放牧した。頭数調整区は、両反復草地各7頭（平均体重250kg/head）で連続放牧を開始し、8月7日に両反復とも2頭ずつ退牧させ、その後終牧まで5頭で放牧した。なお、放牧期間中は、固形塩の給与のみ行なった。

短期輪換区は、前章と同様に5m×68mの小牧区を35牧区作り、これを用いて放牧地面積を調整しながら短期輪換放牧を行った。また、短期輪換区の供試頭数も頭数調整区に合わせて減らした。この放牧では、まず、放牧開始から6月中旬まで、草地面積の約6割を禁牧し、残りの4割を用いて短期輪換放牧を行い、禁牧した草地を6月上旬に刈取り、ロールバールラップサイレージ（以後サイレージ）に調製した。6月下旬から終牧までは、それまで禁牧していた草地を加えて草地全体を用いて行った。当初は、7月中旬以降からこれらのサイレージを併給しながら放牧する予定であったが、6月中旬から7月中旬にかけての干ばつによりTYの再生が悪かった。このため、7月13日から8月12日まで、サイレージ給与のみを行い、放牧を中断した。その後、放牧を再開し、サイレージ給与を休止したが、9月下旬頃からTYの再生量が少なくなったため、再び9月30日より給与を開始した。サイレージ給与は、64-109kgDM/rollのロールバールを、休牧期間中は1-2日間隔で、給与再開後は3-4日間隔で1個ずつ、試験区に隣接する庇陰舎内に設けた円型草架で給与した。放牧期間中は、サイレージと固形塩以外の給与は行わなかった。

4) 供試牛の体重

放牧期間中の体重測定は、原則的に2週間間隔で行い、放牧開始時と終了時は、連続3日間体重

測定を行った。また、放牧期間中に供試牛の移動があったため、本試験で用いる各牛群の平均体重ならびに平均増体量は、放牧期間中を通して移動がなかった牛の値だけを用いて算出した。これらを用いて処理間の日増体量の差を分散分析法により検定した(吉田1980)。また、単位面積当たりの増体量、牧養力(カウデー, CD)および放牧圧の算出には、各牧区の全頭の体重を用いた。なお、カウデーは、他の文献との比較を考慮して成牛(500kgBW)換算としたが、放牧圧は、育成牛の放牧を想定して250kgBW換算とした。

5) 調査方法

現存量の調査は、両処理とも2週間間隔で行い、それぞれ0.5m²ずつ12ヶ所を地上5-10cmで刈取り、前章と同様に、全重量を測定した後、一部の試料を採取し、80°Cで一昼夜通風乾燥して乾物率を求め、これを全重量に乗じて乾物現存量とした。なお、短期輪換区の調査は、前章試験と同様に各調査時における入牧直前の牧区で行った。

短期輪換区の春季禁牧部分において収穫した余剰草の収量調査は、収穫時に1m²ずつ10ヶ所を高さ5-10cmで刈取り、現存量調査と同様の方法で乾物収量を求めた。また、サイレージの採食量を推定するために、第II章3節と同様の方法で、給与時に個々のサイレージの重量と残食量を測定した。さらに、給与量と両反復牛群の総体重から、1日1頭あたりのサイレージ採食量を推定した。

これらの一連の調査で放牧草、サイレージ原料草および給与時のサイレージから採取した試料の一部を、55°Cで48時間通風乾燥した後、ウィレー型粉碎器で粉碎(1mmメッシュ)し、*in vitro*乾物消化率を鳶野・三上(1982)の測定に供した。

2. 結果

短期輪換区は、干ばつにより7月13日から8月12日までの間休牧せざるを得なかったが、この間に同じ試験区内で収穫したサイレージを給与することにより、休牧期間中も0.80kg/dayの日増体量が得られ、前章試験において干ばつ年にみられるような夏季間に日増体量が低下するようなことはなかった(図III-1.2)。このため放牧期間通算の日増体量は0.97kg/dayと、前章試験より高い値が得られた(表III-1.1)。

短期輪換区の春季余剰草の乾物収量は、2,681kgDM/haで、これを原料草としたサイレージは、乾物消化率が72%と高く、良質で高栄養なサイレージであった。また、給与量と残食量から、1日1頭あたりのサイレージの採食量は、休牧期間中が1.87kgDM/100kgBW、給与再開後が1.44kgDM/100kgBWと推定された。

頭数調整区における放牧開始時の放牧圧は、両反復平均で、5.87頭/250kgBW/haであったが、放牧頭数を減らす直前には、体重増加により7.56頭/250kgBW/haに増加した。8月7日に2頭ずつ退牧させた直後は、5.59頭/250kgBW/haまで放牧圧が低下したが、終牧時には6.47頭/250kgBW/haまで増加した。

頭数調整区の日増体量は、放牧開始から7月中旬までは1.13kg/dayと高く、同時期の短期輪換区(1.04kg/day)と同程度であった。しかし、放牧頭数を減らす直前の7月下旬から8月上旬にかけて日増体量が低下した。このため頭数調整区の放牧期前半(8月7日まで)における日増体量は短期輪換区より高かったものの0.96kg/dayに止まった(表III-1.1)。その後、放牧頭数を減らしたことにより、日増体量は回復したが、終牧までの日増体量は0.79kg/dayで、短期輪換区より有意に低かった(P<0.05)。このため頭数調整区の期間通算の日増体量が0.87kg/dayと、前章における試験成績と同程度であったが、短期輪換区に比べ低い傾向にあった。また、単位面積当たりの増体量は、頭数調整区が668kg/ha、短期輪換区が718kg/haで、両区とも前章までの試験成績より高い傾向にあった。

集約放牧は、牧草を短草型に維持することにより、できるだけ高栄養な状態を保ち、それにより高い家畜生産性を得ることができる放牧方法である。前章では、短期輪換放牧を主体とする集約放牧によりTYを短草型に維持できることが明らかとなった。本章試験では、頭数調整放牧によりTY草地を短草型に維持できるかを検討した。その結果、[図III-1.3](#)に示すように、頭数調整区におけるTYの草丈の平均は、5月中旬から8月中旬にかけて30cm前後の値を維持し、TYを短草型に維持できた。ただし、TYの出穂期に当たる6月下旬の調査では、頭数調整区の草丈は短期輪換区に比べバラツキが大きく、草丈が70cmに達する個体もみられ、本試験の連続放牧によって出穂茎を少なくすることは難しかった。また、短期輪換区は、6月下旬から7月中旬にかけてTYの草丈が20cm以下に低下し、頭数調整区より有意 ($P<0.05$) に低かったが、8月下旬以降は、短期輪換区が頭数調整区より有意に高かった。

放牧期間中の放牧草の乾物消化率は、両区とも放牧開始時に75%以上だった。しかし、季節が進むに従って低下し、6月の干ばつ期になると急激に低下し、7月上旬に最低となり、短期輪換区においても65%まで低下した ([図III-1.4](#))。この後、7月中旬以降の降雨により草勢が回復し、頭数調整を行った8月上旬以降は72-74%で推移した、頭数調整区の放牧草は、短期輪換区に比べ乾物消化率の低下が速く、最低値も低かった。

3. 考察

1) 短期輪換放牧 (短期輪換区) の家畜生産性

短期輪換区の増体成績は、TY草地の短期輪換放牧と余剰草サイレージの併給を組み合わせた集約放牧方式がきわめて有効であることを改めて示したといえる。特に、余剰草サイレージの利用は、夏季間の増体が停滞するのを回避するのに有効な方法であることが再確認された。

第II章の第3節において、体重比1%程度のサイレージの併給は、放牧草の採食量が低下する夏季に併給効果が高いので、その時期にサイレージの集中的給与を行うべきであり、そのことについて検討する必要があるとした。本試験では、約1ヶ月間の休牧期間中の給与となったため、放牧草との併給ではなかったが、余剰草サイレージを体重の2%程度の給与で、0.80kg/dayの日増体量を得ている。放牧を継続していた場合、この給与量では放牧草の採食量が減少する可能性がある ([大竹・佐藤1990](#)) が、総乾物摂取量への影響は少なく、同程度の日増体量が得られたと思われる。また、TYは高温に弱いため、夏季間の再生草量は天候に左右され不安定である。短期輪換区では、放牧草の供給量を安定させるため、放牧地面積を調整しているが、より安定した乾物摂取量を得るためには、余剰草サイレージの利用が有効であるといえる。さらに、サイレージの給与量を増やすことにより夏季間の放牧草の採食量が減少すれば、TYへの放牧圧も軽減され、TY草地の植生維持にも効果があると思われる。これらのことから、春期の余剰草をロールベールサイレージとして収穫することは、その併給により、放牧草の栄養価や現存量の変化に柔軟に対応でき、家畜生産性を高めるのに効果的であった。

2) 頭数調整放牧 (頭数調整区) の家畜生産性

頭数調整区の日増体量は、放牧期前半が0.96kg/dayだったのに対し、後半は、夏季間の増体停滞を抑止できたものの0.76kg/dayと低下し、短期輪換区より低かった。放牧期前半は、出穂期の6月下旬の草丈が若干高まったが、ほぼ30cm程度を維持したことから、この間の放牧圧は、TYを短草型に維持するという点では、面積調整しながら短期輪換放牧する方法と同程度の効果があったといえる。ただし、頭数調整区は連続放牧の結果、試験区内の草量のバラツキが大きくなり、スプリングフラッシュの残食地が観察された。このため、連続放牧でスプリングフラッシュを抑えるための放牧圧としては不十分だったと思われる。

一方、放牧期後半は、TYの生育が遅くなるため、放牧牛の頭数を減じて放牧圧を低下させたが、この間の日増体量から考えると、頭数を減らした効果が十分でなかったと考えられる。すなわち、9月以降のTYの草丈が20cm以下で推移し、低下する傾向にあったことから、牧草供給量も放牧期前半に比べ低かったと考えられる。また、放牧期前半のスプリングフラッシュに生じた残食地が放牧期後半の利用を制限したことも一因と考えられる。

3) チモシーの栄養価と採食特性

両処理とも放牧草の乾物消化率は、春から夏にかけて低下し、夏から秋にかけて再び高まった。頭数調整区は、放牧開始から7月上旬までは、短期輪換区に比べTYの草丈が高く、出穂したTYが多かった。このため春から夏にかけての乾物消化率の低下割合が短期輪換区に比べ速く、7月上旬には、出穂に加え干ばつの影響もあり65%以下にまで低下した。しかし、頭数調整区牛群の日増体量は7月下旬まで低下しなかった。このような放牧牛の日増体量の低下時期が、放牧草の乾物消化率の低下時期より遅くなる傾向は、第II章第2節および第3節の試験においても観測されている。これが放牧草の栄養価の変動が放牧牛の増体に反映されるまでの時間差によるものなのか検討が必要であるが、TYが出穂期に入っても日増体量が低下しなかったのは、TYの特性の一つと考えられる。オーチャードグラスやペレニアルライグラスでは、出穂茎がほとんど採食されず利用率が低下する。これに対しTYは、出穂茎も採食されているのが観察された。このため、TY草地では、出穂しても採食量の低下が少なかったと推察され、TYの開花茎が枯れ始めて採食されなくなるまで増体速度の低下が起こらなかった原因の一つと考えられる。出穂茎の採食性がよいことは放牧草地の省力的管理につながることから、TYは傾斜放牧地などの刈取り管理が難しい土地条件にも適した草種と考えられる。

頭数調整区の家畜生産性は、短期輪換区に比べ若干低い値であったが、頭数調整放牧によっても、短期輪換放牧を主体とした集約放牧と同様な高い家畜生産が得られる可能性が示唆された。また、頭数調整放牧は、刈取りや頻繁な転牧を行わなくても高い増体が得られたことから、管理が難しい傾斜地での放牧に適した放牧方法と考えられる。そこで次節では、頭数調整放牧の特性を生かした集約放牧技術を開発するため、放牧期間中に頭数調整のために放牧草地を入退牧する牛を収容するための調整用草地を用意し、これらを組み合わせた集約放牧方法について検討した。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

第III章 頭数調整放牧を主体とした集約放牧の開発

第2節 頭数調整放牧と短期輪換放牧の家畜生産性の比較

前節では、TYの生育に合わせて放牧牛の頭数を調整することにより、短期輪換放牧と兼用利用を組み合わせた集約放牧に匹敵する増体が得られる可能性を得た。しかし、実際の現場では、放牧期間中に退牧させるのは難しい。そのため、途中で退牧した牛を収容するための草地を設定し、途中退牧した牛も含めて高い家畜生産性が得られる放牧方法について検討した。

本研究では、TY草地を想定して研究を行ってきたが、本節で取り上げる途中退牧した牛を収容する草地をTY草地として用意できなかったため、オーチャードグラス（以下OG）とペレニアルライグラス（以下PR）が優占する草地を用い、このような草地に求められる牧草生産性と家畜生産性を明らかにすることとした。

1. 材料と方法

1) 供試草地

前章および前節で用いたTY混播草地（以下TY草地）4.8haと利用3年目のオーチャードグラス（以下OG, 品種；オカミドリ）とペレニアルライグラス（以下PR, 品種；フレンド）優占の混播草地（以下調整草地）2.3haを用いた。供試草地のうちTY草地は、試験開始時が利用5年目であり、草地の概要ならびに利用4年目までの利用方法は、前節までに記したとおりである。TY草地は、1.2haずつの4草地に分割されていたが、本試験では前節のような処理は設けず、4草地を一括してTY草地として用いた。なお、各草地の構成を図III-2.1に記した。

調整草地は、1988年秋にTY草地の隣接地に造成され、1989年と1990年の2年間は、採草利用に、1991年は放牧利用に供されていた。造成時の播種草種は、OGとPRの他、トールフェスク（品種：ホクリョウ）、アルファルファ（品種：リュテス）およびシロクロバ（品種：フィア）であったが、本試験開始時は、OGとPRが優占していた。

TY草地の年間追肥量は、Nが100kg/ha, P₂O₅が100kg/ha, K₂Oが60-100kg/haで（表III-2.1）, 両年とも放牧開始前の4月下旬, 6月中旬と8月下旬の3回に分施した。調整草地は、年間100-100-100kg/ha (N-P₂O₅-K₂O) を4月下旬, 1番草収穫後の6月中旬, 2番草収穫後の7月上旬の3回に分けて施用し、さらに秋季の草勢を見て、9月上旬にNを20-30kg/ha, P₂O₅を30kg/ha追肥した。

2) 供試牛

放牧試験は1992年と1993年の2年間行われ、いずれも放牧開始時の月齢が6ヶ月齢のホルスタイン種去勢牛を用いた。供試頭数は、1年目が39頭で、2年目は40頭で放牧を開始したが、放牧期間中に1頭が斃死したため39頭となった。

3) 放牧方法

TY草地と調整草地の利用方法を図III-2.1, 2.2に示した。放牧方法は、まず5月上旬から7月上旬まで、供試牛39-40頭（平均体重232kg）をTY草地において1区1.2haの草地4牧区による輪換放牧を行った。1区の滞牧日数は2-4日で、牧草の生育速度が速い春季は2日程度とし、夏

季から秋季にかけて4日と長くした。1年目は、7月10日に19頭をTY草地から調整草地に移牧し、さらに7月27日に4頭を移牧したが、このうち2頭は、8月18日にTY草地へ戻し、以後終牧までTY草地は18頭で輪換放牧を続けた。2年目は、7月15日と8月4日に、それぞれ20頭と4頭を調整草地に移牧し、終牧までTY草地で輪換放牧を行ったのは15頭であった。なお、TY草地では固形塩の給与以外は、サイレージを含め補助飼料の給与は行わなかった。

調整草地は、早春より全面禁牧し、6月上旬と7月上旬に1、2番草を刈取り、サイレージに調製した。7月中旬からは、TY草地から調整草地に移牧してきた牛群を定置放牧し、さらに7月下旬以降、調整草地で生産されたサイレージを、1年目が7月12日から、2年目が7月29日から、放牧地内に設置した円型草架で併給しながら終牧まで放牧した。サイレージの給与時期が夏季以降になるため、1-2日で採食できるよう1ロールの重量を小さくし、開封後の2次発酵の防止に努めた。また、サイレージ給与を受ける牛群の全頭が同時に採食できるように、2個の円型草架を用意し、1回に2個のサイレージを給与した。

4) 調査方法

放牧期間中の体重測定は、原則的に2週間間隔で行い、放牧開始時と終了時ならびにTY草地から調整草地への移牧時は、連続3日間体重測定を行った。また、放牧期間中に供試牛の移動があったため、前節と同様に各牛群の平均体重ならびに平均日増体量の検討には、放牧期間中を通してTY草地から移動しなかった牛と、最初の調整草地へ移った牛の中で終牧まで調整草地からの再移動がなかった牛の値を用いた。また、前節と同様、単位面積当たりの増体量、牧養力(カウデー、CD)および放牧圧の算出には、各牧区に放牧中の全頭の体重を用い、CDは500kgBW換算、放牧圧は250kgBW換算とした。

TY草地の現存量調査は2週間間隔で行い、調査予定週内に転入牧予定の牧区を入牧前日に、1m²ずつ20ヶ所を地上5-10cmで刈取り、放牧前現存量とした。また、調整草地は、7月上旬のTY草地からの移牧直前に1m×1mの移動ケージを20ヶ所設置し、以後終牧まで1年目(1992)は2週間間隔で、2年目(1993)は1ヶ月間隔で、ケージ内と外をそれぞれ1m²、20ヶ所ずつ高さ5-10cmで刈り取った。さらに、ケージ内外の現存量から、調整草地の放牧期間中の牧草生産量を求めた(岩城1973)。

調整草地における1、2番草の収量調査のため、各収穫時に1m²×20ヶ所を高さ5-10cm刈取った。また、サイレージの採食量を推定するために、給与時に毎回その重量と残食量を測定した。

放牧草とサイレージ(調製前後)の*in vitro*乾物消化率(以下乾物消化率)の測定(鳶野・三上1982)は、これらの一連の調査で採取した試料を用いて行った。

5) 試験期間中の気象

本試験が行われた1992年、1993年の放牧期間中の月平均気温と月積算降水量を図III-2.3に示した。1年目(1992年)は、9月の降水量が多かったのを除き、気温、降水量とも平年並みであった。2年目(1993年)は、記録的な冷害年に当たり、春から夏にかけて気温が低く、特に7月、8月の月平均気温は、平年に比べ1-2℃低かった。

2. 結果

1年目が5月12日から10月21日までの162日間、2年目が5月10日から10月20日までの163日間放牧した。

放牧開始時の放牧圧は、1年目が7.48頭/250kgBW/ha、2年目が7.82頭/250kgBW/haであった(表III-2.2)。前節と同様に体重増により放牧圧は高まったが、最初の頭数調整により、1年

目が9.06頭/250kgBW/haから4.86頭/250kgBW/haに、2年目が9.51頭/250kgBW/haから4.75頭/250kgBW/haにそれぞれ低下した。これ以降は、1年目が3.99–5.62頭/250kgBW/ha、2年目が4.01–4.73頭/250kgBW/haで推移した。

放牧期間を通してTY草地で放牧した牛群（TY牛群）の日増体量は、1年目が0.93kg/day、2年目が0.87kg/dayであった（表III-2.3）。同様に調整草地に移牧した牛群（調整牛群）は、1年目が0.90kg/dayで、2年目が0.92kg/dayであった。この結果、牛群全体の日増体量は1年目が0.92kg/day、2年目が0.90kg/dayであり、2ヶ年間の平均日増体量は0.91kg/dayであった。放牧期間を最初の移牧日（1年目が7月10日、2年目が7月22日）で前半と後半に分けると、TY牛群の日増体量は、両年とも前半が後半より若干高く、調整牛群は、1年目が前半（TY草地での成績）より後半（調整草地での成績）の日増体量が低かったが、2年目は、反対に後半が高かった。

両草地を合わせた単位面積当たりの増体量は、1年目が817kg/ha、2年目が813kg/haであった。また、CDは、1年目が540 CD/ha、2年目が547CD/haであった。

図III-2.4に1年目(1992年)のTY草地におけるTYの草丈と調整草地のPRの草丈の推移を示した。TYの平均草丈は、15–33cmで推移し、春季に高い放牧圧で放牧したことにより、TYを短草型に維持できた。また、調整草地のPRは、放牧開始直後から20cm以下の草丈で推移した。2年目(1993年)は、草丈の調査を行わなかったが、同様の傾向が観察された。

調整草地の放牧期間中の牧草生産量は、1年目が3,033kgDM/ha、2年目が4,759kgDM/haで、2年間の平均は3,896kgDM/haであった（表III-2.4）。また、この草地で春季に採草した牧草の収量は、1、2番草合計で1年目が4,851kgDM/ha、2年目が6,129kgDM/haで、これを放牧草の生産量に加えると、調整草地の年間牧草生産量は、2年間の平均で9,236kgDM/haであった。調整草地で収穫したサイレージの乾物消化率は、早刈りを行ったため両年の1、2番草ともに71–72%と高く、高栄養なサイレージが調製できた。サイレージの総給与量は、1年目が9,708kgDM、2年目が12,702kgDMで、2年間平均で11,205kgDMであった（表III-2.5）。また、各月の体重100kg当たりのサイレージ給与量は、2年間の平均で、8月が1.39kg/100kgBW/day、9月が1.98kg/100kgBW/day、10月が2.51kg/100kgBW/dayであった。

3. 考察

前節の頭数調整区では、春期の放牧圧が、スプリングフラッシュを抑えるのには低かったと判断されたため、本節の放牧試験では、1群39頭として4牧区のTY草地を用いた輪換放牧で放牧を開始した結果、開始時の放牧圧を前節試験より高くすることができた。放牧期前半の日増体量は0.91–1.07kg/dayで、放牧圧を高めたことにより増体速度が低下するなどの影響は見られなかった。この後の頭数調整により、夏季以降の良好な増体が得られ、放牧期後半の日増体量も0.85–0.88kg/dayと前節の頭数調整区より高まった。この結果、2年間の平均で0.90kg/dayの日増体を得られ、本試験のTY草地における放牧圧の調整は、適正であったと思われる。

一方、TY草地からの余剰の放牧牛を受け入れるための調整用の草地は、放牧牛が移動してくるまでに、乾物消化率が70%程度の高栄養なサイレージをどの程度得られるかが収容能力の制限要因になると考えられる。このことは、調整牛群2年目のサイレージの給与量が1年目より高まったことにより、放牧期後半の日増体量が、1年目より高くなったことから明らかである。本試験では、7月上旬までに、2回の採草利用ができ、4,800–6,100kgDM/haの乾物収量を得ることができた。これらの収量と調整牛群の放牧期後半の日増体量から考えると、調整用草地でサイレージ給与を受けながらの放牧で日増体量0.90kg/day以上を得るためには、乾物消化率が70%以上で、5,000kgDM/ha以上の乾物収量が必要と思われる。著者らが行った試験（池田ら1995）で

は、TYのホクシュウで、乾物消化率70%以上が得られるのは札幌では6月上旬までで、その時の乾物収量は3,200kgDM/haであった。このため、調整用草地の草種としてTYの利用を考えた場合、7月上旬までに2回の刈取りで5,000kgDM/ha以上の乾物収量を得るのは難しいと思われる。しかし、6月下旬に収穫すれば乾物消化率は68%程度であるが5,000kgDM/ha以上の乾物収量が得られ、若干栄養価が低下するが1回の刈取りでこの収量が得られ、TYのホクシュウを調整草地に用いても本試験における調整草地に近い家畜生産性が得られると思われる。

本試験の結果をもとに試算すると、草地面積を10haと仮定した場合、7haをTY草地に、残りの3haを調整草地として造成し、体重250kgの育成牛57頭を本放牧方法で放牧することにより、終牧時に約400kgに増体させることが可能であり、本放牧方法は、家畜生産性が高い集約放牧技術の一つといえる。また、採草可能面積比率が低くても利用できることから、公共牧場において、育成牛の増体を高める技術として利用が期待できる。

小括

放牧頭数をTYの生育速度に合わせて調整する頭数調整放牧を主体とする集約放牧について家畜生産性を検討した。結果は以下の通りであった。

1. 頭数調整放牧と前章において開発した短期輪換放牧を主体とする集約放牧の家畜生産性を比較した。頭数調整放牧の日増体量と面積当たり増体量はそれぞれ0.87kg/day, 668kg/haで、短期輪換放牧の0.97kg/day, 718kg/haに比べ若干低い値であったが、頭数調整放牧によっても短期輪換放牧を主体とした集約放牧と同様な高い家畜生産が得られる可能性があることが示唆された。
2. 頭数調整放牧により、TY草地から退牧した牛を収容する調整草地を設け、両草地を組み合わせた頭数調整放牧を主体とする集約放牧方法を2年間実施した結果、2年間の平均日増体量0.91kg/day, 面積当たりの増体量815kg/haが得られ、短期輪換放牧を主体とした集約放牧と同程度の家畜生産性が得られた。
3. 本放牧方法は、頻繁な転牧を行わなう必要がなく、採草可能地面積比率が低くても利用できることから、管理が難しい山地傾斜地に位置する公共牧場のようなより省力管理が必要とされる条件において、育成牛の増体を高める技術として利用が期待できる。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

第Ⅵ章 集約放牧を育成期に組み入れた乳用種肉生産における産肉成績と枝肉評価

前章において、公共牧場のような採草可能面積比率が低い場所でも利用可能な集約放牧技術が開発できた。この放牧方法は、従来の放牧に比べ高増体が得られるため、公共育成牧場を雌牛の育成だけでなく、肥育もと牛の育成にも活用できると考えられる。そこで、このことを実証するため、ホルスタイン種去勢牛の肥育もと牛を集約放牧により育成し、その後肥育・仕上げする体系について、増体速度、肉質等を従来の肥育方式と比較・検討した。

本試験では、法人経営のD肥育農場（渡島支庁、鹿部町）の協力を得て、第Ⅲ章で用いた1群30-40頭の牛群を、3年間繰り返して肥育試験を行った。

1. 材料と方法

1) 供試牛

処理として、集約放牧により放牧育成を行った後肥育を行う区（放牧育成区）、従来の濃厚飼料多給型で育成・肥育を行う区（対照区）を設けた。供試品種はホルスタイン種去勢牛で、試験開始時の月齢は、5-6ヶ月齢（平均体重243kg）であった。放牧育成区は1991-1993年の春-秋期間に各1回、合計3回の放牧試験を行い、それぞれの供試頭数は、第1期牛群（以下G1）が34頭、第2期牛群（以下G2）が39頭、第3期牛群（以下G3）が39頭であった。対照区は、本試験において肥育を実施したD肥育農場にG3と同時期に入荷した牛群で、供試頭数が19頭（C1）と21頭（C2）で、平均体重は263kgであった。

2) 飼養方法

放牧育成区の供試牛は、各放牧試験実施年の4月中・下旬（放牧試験開始の18-31日前）に、北海道農業試験場（現北海道農業研究センター、札幌市）内に設けた放牧馴致用の草地に搬入し、育成用配合飼料とロールベールサイレージを給与した。配合飼料は、馴致開始時の4kg/頭/日から徐々に減らし、放牧試験開始3日前から無給与とした。また、ロールベールサイレージと放牧草は自由採食とした。

放牧試験は、5月上旬から10月下旬まで、チモシー優占草地4.8haとオーチャードグラスおよびペレニアルライグラス優占草地2.3haを用いた集約放牧により行った。第1期は、短期輪換放牧と兼用利用を組み合わせた放牧と、頭数調整放牧の2つの方法を用いて育成した。第2、3期はともに、第1期の頭数調整放牧に兼用利用を組み合わせた方法で放牧した。これらの放牧方法の詳細については前章において報告したが、放牧方法による増体速度の違いはなかったため、本章では、一括して集約放牧による放牧育成として扱った。

放牧試験終了後は、各期ともに全頭を1群にして春に放牧馴致を行った放牧地へ移し、濃厚飼料への馴致を1ヶ月間行った。濃厚飼料への馴致は、放牧草と牧草サイレージを自由採食とし、濃厚飼料給与量を2kg/頭/日から約10日毎に2kg/頭/日ずつ増加させ、最終の濃厚飼料給与量を6kg/頭/日とした。

11月下旬に濃厚飼料への馴致が終了した後、D肥育農場（茅部郡鹿部町）に移送し、全頭同一の牛房において肥育した。肥育仕上げ日数は、3群平均で325日（全飼養期間は平均545日）であった。また、肥育期間中の給与飼料は、濃厚飼料として配合飼料（TDN71.3%、DCP11.4%）と製造粕類（TDN94.8%、DCP7.7%）を、粗飼料としてケイントップを用い、対照区の飼養180日目

以降の飼料設計を基に過不足が無いように調整して給与した。さらに、肥育期間中を通し、群全体の飼料給与量を記録した。

対照区の牛群は、放牧育成区のG 3が放牧馴致を開始した時期にD肥育農場に入荷され、出荷まで同じ牛房で入れ替えなく飼養された2群（C 1, C 2）とした。育成・肥育期間中の飼料の種類ならびに給与量は、[表IV-1](#)に示したような給与設計で行い、両牛群は、放牧育成区と同様に約540日間飼養で出荷された。

3) 飼養期間中の気象

放牧期間中の月平均気温と各月毎の積算降水量の変動を[図IV-1](#)に、肥育期間中の月平均気温の変動を[図IV-2](#)に、それぞれ平年値とともに示した。なお、放牧期間中の気温と降水量の値は、北海道農業試験場内の気象観測施設を用いた。肥育期間中の気温は、D農場がある鹿部町に最も近いアメダス観測地点（大野町）のデータを用いた（気象庁電子閲覧室、<http://www.data.kishou.go.jp/>）。

G 1群の放牧期間（1991年）は、期間中を通して平年より気温が高く、特に5月から7月にかけて高かった。また、降水量は、5, 6月が少なく、7月は平年並みの値を示しているが、7月10日頃までほとんど降雨がなかった。このため第III章に記したように、チモシーの生育が停滞したため休牧を余儀なくされた。G 2群の放牧期間（1992年）は、6月の降水量が平年より低かったのを除き、気温、降水量ともに平年並みであった。G 3群の放牧期間（1993年）は、記録的な冷害年で、7, 8月の平均気温が平年より低く、特に8月は2℃も低かった。

肥育期間中の冬期間の気温は、いずれの年も平年より高めに推移した。夏期間は、G 1（1992年）で平年並みであったが、G 2（1993年）は、冷害年で気温が低く、G 3（1994年）では反対に、平年より高温で、7-9月の平均気温が平年に比べ約2℃高かった。

4) 調査方法

放牧育成区は、馴致期を含め放牧期間中に、2週間間隔で体重測定を行い、肥育期間中は、出荷時まで2回、100-150日間隔で行った。G 1は、34頭中24頭だけを肥育開始時以降同一の牛房で飼養し、同時に出荷したため、肥育期間中の体重は、これら24頭の数値を用いた。対照区は、入荷時を含め出荷時まで150-180日間隔で体重測定を行った。

仕上げ後は、両区とも姫路市場に出荷し、市場で牛枝肉取引規格による格付けを受けた。また、G 3については、内臓の一部廃棄牛の頭数も調査した。しかし、同時期に出荷した対照区については、この調査を同時に実施できなかった。このため、対照区と同様の飼養期間、出荷月齢でD肥育農場から出荷された牛群（36頭）についてこの調査を行った。

なお、両区の増体成績と枝肉成績は、ともに、各牛群を一括して取り扱った。

2. 結果

1) 増体成績

[図IV-3](#)に各牛群の肥育期（飼養180日目から出荷時まで）における体重の推移を、[表IV-2](#)に放牧育成区の飼養期間を放馴致期、放牧育成期、肥育馴致期、肥育期に分け、それぞれの期間毎の日増体量を示した。G 1群の平均体重は、放牧草への馴致期間中に若干減少した。放牧期間は、5月14日から10月28日までの167日間で、この間の日増体量は、0.93kg/dayと高く、肥育馴致期も放牧期と同程度の増体が得られた。肥育期間中の日増体量は、肥育開始直後から190日目（飼養415日目）までの日増体量が1.47kg/dayと高かった。このため、その後出荷時までの日増体量が1.00kg/dayと若干低下したが、肥育期間通算の日増体量は1.31kg/dayと高かった。この結果、通算の飼養日数は538日で、通算日増体量が1.09kg/day、出荷時の平均体重は、838kgで

あった(表IV-2, 3)。

G 2は、放牧馴致期間を通して体重の変動は少なく、平均体重の減少は見られなかった。放牧期間は5月12日から10月21日までの162日間で、期間中の日増体量は0.94kg/dayであった。肥育馴致期の日増体量は放牧期より高く、肥育期間中の日増体量も1.22kg/dayと高かった。G 2もG 1と同様に肥育開始直後の増体が良好で、肥育開始後209日目(飼養419日目)までの日増体量は、1.37kg/dayと高く、その後出荷時まで日増体量は1.00kg/dayで、出荷時の平均体重は、814kgであった。なお、G 2は、肥育期間中に2頭が弊死した。

G 3は、放牧馴致期間中に平均体重が11kg減少したが、5月10日から10月20日までの放牧期間中の日増体量は0.91kg/dayと高く、放牧期間中に増体が停滞することはなかった。肥育馴致期間中は、日増体量が0.29kg/dayと低かったが、肥育期に入ってから増体は、G 1、G 2同様高く、肥育開始日からの日増体量は、74日目(飼養285日目)までが1.50kg/day、232日目(飼養443日目)までが1.27kg/dayと高かった。しかし、これ以後日増体量は低下し、飼養443日目から出荷までの日増体量は0.79kg/dayと低かった。このため、飼養期間が562日(うち肥育期間351日)と、他の牛群より約30日肥育期間が長かったにもかかわらず、出荷時の平均体重は779kgであった。

対照区の飼養期間を、放牧育成区の放牧期間中に当たる飼養開始後6ヶ月間とそれ以降出荷までの12ヶ月間とに分け、前者を舎飼育成期、後者を舎飼肥育期とすると、舎飼育成期の日増体量はC 1が1.04kg/day、C 2が1.02kg/dayと、放牧育成区のいずれの牛群の放牧期における日増体量に比べ高かった。しかし、舎飼肥育期の日増体量はC 1が1.09kg/day、C 2が1.11kg/dayで、放牧育成区より低かった。この結果、飼養期間通算の日増体量は、両区平均で1.07kg/dayであった。

以上、放牧育成区は、放牧馴致期、肥育馴致期に増体が停滞した年もあったが、放牧期間中の日増体量は3期平均で0.92kg/dayと高く、集約放牧により高い増体量が得られた。また、舎飼肥育期の日増体量は、3期平均で1.19kg/dayと対照区より高かった。

2) 肥育成績

放牧育成区の放牧馴致から出荷までの通算飼養期間は545日で、出荷時の体重は805kgであった(表IV-3)。これに対し、対照区の飼養期間は536日間で出荷体重は835kgであった。枝肉重量は、放牧育成区が446kg、対照区が474kgで、枝肉歩留は、それぞれ55.7%と56.7%であった。放牧育成区の枝肉歩留等級は、出荷した100頭のうち68頭がB等級で、残りはC等級であった。対照区は、40頭中23頭がB等級で、他はC等級であった。乳用種牛肉において上物とされる肉質等級3以上の割合は、放牧育成区が58.0%、対照区が57.9%と差がなかった。

一方、屠場における内臓の一部廃棄牛の割合は、対照区が36頭中9頭(25%)であったのに対し、放牧育成区は39頭中3頭(8%)と極めて低かった(表IV-4)。また、両区とも肝膿瘍による廃棄が多かった。

3. 考察

北海道では、豊富な土地資源を生かした放牧が可能であるにもかかわらず、放牧を取り入れた肉生産はほとんど行われていないのが現状である。その理由として、(1)これまでの放牧方法では増体速度が低いため、仕上げまでの期間が延長され、放牧によるコスト低減効果が薄れる、

(2)放牧の効果を高めるために放牧期間を長くすると、肉質が劣り市場価格が低くなる、などが考えられる。

北海道では肉専用種に比べ濃厚飼料の依存度が高く自給飼料の割合が低い乳用種肥育の割合が府県に比べ高い。これまで、乳用種の肉生産に放牧を組み込む試みがいくつか報告されている(林

ら1974；小竹森1977；手島ら1985）。小竹森(1977)は、放牧と乾草を主体として徹底的に牧草を利用して育成し、25–30ヶ月齢出荷で目標体重590–670kgとする方式と牧草主体で450–500kg程度まで育成し、その後濃厚飼料で3–4ヶ月肥育し、22–24ヶ月齢で目標体重620kgとする方式を提唱した。また、手島ら(1985)は、1シーズンならびに2シーズン放牧を取り入れたホルスタイン去勢牛の肉生産方式を検討した結果、1年目の放牧時の日増体量は0.80kg/day程度が限度であるとしており、1シーズン放牧では、24ヶ月齢出荷で出荷時の平均体重が715kgであったことを報告している。しかし、これらの方式は、現行の肥育期間、望まれる肉質等と合致しないため、ほとんど行われなかった。これに対して、本試験では、集約放牧によって放牧育成期の増体速度が改善されたこと、肥育期間中の増体速度が濃厚飼料多給で飼養した対照区より高かったことにより、出荷時に対照区と同程度の体重が得られた。

乳用種去勢牛の全国平均の出荷月齢と出荷体重は、1993–2000年では、各々22ヶ月齢と752kgである(農林水産省統計情報部1999, 2001)。本試験の出荷月齢は、両区とも約24ヶ月齢で、全国平均に比べて長かった。しかし、放牧育成区の出荷時体重を舎飼肥育期間中の増体量から推定すると22ヶ月齢で730kgとなり、現行の肥育牛生産体系の牛と同時期に出荷できると思われる。このことから、育成期に集約放牧を組み入れた肥育牛生産体系は、従来の濃厚飼料多給型の肥育牛生産体系と同程度の飼養期間で出荷可能な飼養体系と考えられる。

放牧未経験牛を放牧馴致期間なしに放牧した場合、入牧後約1ヶ月間は環境ストレスなどにより発育が停滞することが報告されている(小林ら1975)。手島ら(1985)は、放牧未経験牛に対する放牧馴致は、春の増体だけでなく、放牧期間を通しての増体に影響を与え、放牧馴致の重要性を説いている。また、濃厚飼料多給の状態から粗飼料へ急変させても家畜に対する極端な悪影響はないが、採食量は一時的に低下するので、飼料の急変を避けるのが望ましいといわれている(押尾ら1984)。本試験では、このような考えから、サイレージ飽食状態で濃厚飼料の給与量を漸減する飼養方法で馴致を行った結果、馴致期の体重の減少を低く抑えることができ、放牧育成期に入ってからからの良好な増体につながったと思われる。

一方、放牧終了から肥育開始までの時期も、放牧馴致期と同様に飼料構成が変わり、粗飼料のみの飼養から濃厚飼料主体となるため、ルーメンアシドーシスを発症する危険性があり、飼料構成を急変させないよう馴致が必要である。本試験では、G3の増体が他の牛群に比べ低かったが、肥育期に入ってからからの増体は、先の2群と同様に良好であり、ルーメン環境の移行は適正に行われたと推察される。G3の馴致期に給与したサイレージは、乾物消化率が58%と低く、嗜好性も悪かった。このため、粗飼料からの栄養摂取量が低下し、G3の増体を低下させたと思われる。馴致期間中に嗜好性と栄養価が高い粗飼料を給与することにより、馴致期間も高い増体が維持できたと思われる。

放牧育成区は、いずれの牛群も肥育開始から100日目頃までの増体速度が1.27–1.47kg/dayと対照区の同時期に比べ高く、その後も1.00kg/day程度の増体速度が得られたため、対照区と同程度の飼養期間で出荷が可能となった。放牧育成区の肥育期間中の推定採食量を飼料給与量の90%とすると、肥育開始から100日目頃には、推定採食量が12kg程度であり、これ以降も12–13kgで推移したと推定される。日本飼養標準・肉用牛(農林水産省農林水産技術会議事務局1995)によれば、体重500kgの乳用種去勢牛が日増体量1.40kg/dayを得るためには、1日当たり10kgの乾物量が必要としていることから、肥育終了時まで乾物摂取量を高く維持できたことが放牧育成区の舎飼肥育期における増体を高めたものと思われる。

G3の肥育開始直後の増体速度は、他の2群と同程度で良好であったが、肥育期の後半は、増体速度が低下した。この理由の一つとして、この時期(1994年夏季)の高温が上げられる。1994年の7–9月の平均気温は、他の2年より0.5–4.8℃高く、平年に比べても1.1–2.4℃高かつ

た。特に、30℃以上の日数6日と、他の2年では記録されなかった高温日の影響が大きかったと思われる。ホルスタイン種より高温への耐性が優れているとされる黒毛和種においても、高温時には増体量の低下が認められ、肥育段階が進むほど大きくなるといわれている（[農林水産技術会議事務局1995](#)）ことから、G3は、夏期間の採食量が低下し、増体量も低下したと考えられる。北海道では、これまで肥育牛に対する暑熱対策は、搾乳牛ほど講じられてこなかったが、近年、気温は上昇傾向にあり、今後肥育牛においても本格的な暑熱対策について検討する必要があると思われる。

乳用種去勢牛の場合、肉質等級3以上の肉質が求められている。放牧育成区の肉質等級3以上の割合は、対照区と差はなかったが、この割合の近年（1995–2000年）における全国平均は44.5–49.7%で、これらより高かった（[農林水産省統計情報部1999, 2001](#)）。両区の出荷月齢は全国平均より高く、このことが肉質向上に影響したことも考えられるが、少なくとも本集約放牧を取り入れた肥育体系は、慣行の体系と同等以上の割合で良質な肉牛を生産できることを示したといえる。

肝膿瘍は、濃厚飼料多給に起因する肥育牛の代表的な疾病であり、北海道では、乳用種去勢牛肥育の約30%の牛において肝膿瘍が発生しているといわれている（[北海道立新得畜試2000](#)）。対照区においても内臓の一部廃棄となった9頭のうち7頭が肝膿瘍、1頭が肝炎と、濃厚飼料多給により肝臓疾患が多かったことが窺える。これに対しG3は、内臓の一部廃棄となった牛3頭はいずれも肝膿瘍であったが、その割合は大幅に低かった。乳用種去勢牛肥育で肝膿瘍が多い理由として、飼養期間が短いため、濃厚飼料の給与速度が黒毛和種肥育に比べ高いことが上げられる。放牧育成区は、対照区より肥育期間が短く、大量の濃厚飼料を短期間で採食したことになる。この結果、肝膿瘍になる危険性は、対照区より高かったと考えられるが、実際には逆の結果が得られた。放牧育成は、舎内育成に比べ、体重や増体量で表される筋肉の発達に関しては劣るが、内臓諸器官や肢骨などの骨の生長など体構成は充実しており、舎内育成とは形態学的、生理学的に相違した成長を遂げることが示唆されている（[山岸ら1989](#)）。このことから、放牧育成区の牛は、放牧期間中に内臓諸器官の発達が対照区に比べ良好だったと推察され、舎飼肥育期に入ってから的大量の濃厚飼料の摂取に耐え得ることができると考えられる。また、放牧育成により、内臓の一部廃棄を減らせることは、食肉市場における損失を軽減でき、消費者の健康志向や安全志向に応えられ、経済的メリットがさらに高まると考えられる。

近年、食の安全、安心に対する関心が高まり、牛の飼養方法への関心も高まりつつある。また、生産（飼養）履歴の開示を求める動きや、それを積極的に開示することによって付加価値を高めようとする試みも増えている。放牧は、多くの消費者に好感を持たれており、これを付加価値とすることで、放牧を取り入れた肉生産の経済的メリットも高まるものと思われる。さらに、これらの放牧育成を公共牧場が担うことにより、公共牧場の活性化にもつながることから、集約放牧の普及・利用が期待される。

小括

集約放牧により育成した後、肥育したホルスタイン去勢牛群（放牧育成区）の増体成績と肥育成績を現行の方式で肥育した牛群（対照区）と比較した。その結果は次の通りであった。

1.

放牧育成区は、放牧育成期の増体速度が対照区に比べ若干低いが、肥育期に入ってから増体が良好なため、飼養期間通算の日増体量は対照区と同程度であった。このため放牧育成区は、対照区と同程度の飼養日数で出荷できた。

2. 放牧育成区の出荷体重と枝肉重量は、対照区に比べ若干低かったが、肉質等級3以上の割合は変わらず、対照区と同程度の肉質の牛肉を生産できた。
3. 屠場における内臓の一部廃棄牛の頭数は、放牧育成区が対照区に比べ大幅に少なく、放牧育成の効果が示唆された。
4. これらの結果、集約放牧は、現行の肥育牛生産体系に取り込める可能性が高い技術であることが実証された。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

第V章 総合考察

チモシー (TY) は、明治初頭にアメリカより導入された寒地型牧草で (田辺・中嶋2002) , 耐寒性に優れ、冷涼な気象条件においても安定した生育を示し、良質な粗飼料を生産することができるなどの優れた特性を有している (江原, 1979) 。このため、TYは気象条件の厳しい道東地方を中心に北海道全域で栽培され、東北地方から中部地方の高標高地においても利用されている (吉山・藤本1989) 。

我が国では、1914年にTYを含む8種類の牧草の栽培が奨励されてから1964年頃まで多くの外国品種が導入され選定試験が行われた (増谷1982) が、1969年にチモシー農林1号「センポク」(北海道立北見農業試験場) と「北王」(雪印種苗) が育成されて以来、多くの優れた国産品種が育成され、現在ではTY草地のほとんどを国産品種が占めている。また、北海道におけるTY種子の流通量は、1966年に476 t だったのが2001年には732 t に増加し、イネ科牧草に占める割合も53%から80%へと大幅に増加し (玉置2005) , 北海道の全草地面積の70%以上で作付けされていると推定される (Ueda 1990) 。

TYの利用が増加したのは、1975年に道東地域においてオーチャードグラス (OG) に深刻な冬枯れが発生したことに加え、乳牛の高泌乳化が進んだことにより、OGに比べ嗜好性に優れ、栄養価に富むTYが、高泌乳牛向け草種として好まれたこと、サイレージの通年給与体系が確立され、OGに比べ出穂後の茎の硬化が遅く刈り取り適期幅が広いことなどからTYの採草利用が増え、OGが減少した要因と考えられる。このことは、TYが放牧に向かないと考えられてきたことにより、放牧利用の減少にもつながったと言える。

一方、飼料自給率向上の面から、放牧が見直されてきており、放牧酪農の普及拡大に向けた集約放牧技術の開発や公共育成牧場の活性化に向けた高増体の放牧育成技術の開発が望まれている。TYは耐寒性に優れるため、冬季の気象条件が厳しい根釧地域における集約放牧や甲信越地方以北の高標高地に位置する公共牧場の基幹草種とされている。本研究では、TYを用いた育成牛のための集約放牧技術の開発するため、いくつかの放牧方法について検討を行ってきた。

1. 平坦地に適した集約放牧技術

一般に寒地型牧草は、生育が進むに従って栄養価は低下する。放牧地は、採食され再生育中の牧草、採食されずにそのまま生育を続けている牧草、再生途中で再び採食される牧草など、放牧草の生育状態は様々で不均一である。このため、放牧地からの栄養摂取量も草地の状態によって変化しやすい。高栄養で嗜好性が高い放牧草を常に供給するためには、このような不均一な状態を抑え、できるだけ均一な放牧草を供給する必要がある。短期輪換放牧あるいはストリップ放牧は、1日あるいは半日放牧するために必要な広さの小牧区を多数用意し、順次放牧していく方法で (原島・平島1989) , 毎日新鮮な牧草が供給でき、入退牧時の放牧草の草丈が調節しやすいため短草型を維持しやすい。

本研究において、草地の一部を春季に刈取った後、放牧利用する兼用利用と短期輪換放牧を組み合わせた放牧方法についての放牧試験では、サイレージや乾草などの補助飼料の給与なしで、放牧期間中の日増体量、単位面積当たり増体量ともに既往の報告 (石田ら1995) より高い結果が得られ、集約的に用いたTY草地の家畜生産の高さを明らかにした。このような高い家畜生産が得られたのは、この放牧方法により、TYを短草型に維持できたことと牧草の供給量を平準化し、過不

足なく放牧牛へ供給できたことによると思われる。

集約放牧では、牧草を短草利用することにより、高栄養な状態で放牧家畜に供給することで高い家畜生産が得られるとされている（[落合1995](#)）。本研究において収集したTY放牧草地におけるTYの草丈と*in vitro*乾物消化率（乾物消化率）との関係では、草丈が高くなるに従って乾物消化率が低下する傾向が見られた（[図V-1](#)）。放牧草の多くは再生草であり、生育時期の温度や降水量などの種々の条件によって同じ草丈であっても乾物消化率は異なるといえるが、高栄養な牧草を供給するためにはより短い草丈で利用する必要があることを示したといえる。搾乳牛あるいは育成牛の放牧を考えた場合、放牧草の栄養価は、できるだけ高いものが求められる。本研究では、乾物消化率が65%まで低下すると増体速度が落ちることが示されている（第II章、第2節）。そこで乾物消化率が70%以上を高栄養とすると、TY草地において乾物消化率が70%以上の放牧草を得るためには40cm以下の草丈で利用する必要があると考えられる。本研究において短期輪換放牧を行ったTYの草丈は、夏期間の一時期を除き放牧期間中を通し20cmから40cmの範囲に入っており、この放牧方法は、高栄養な牧草を供給するという点から考えると適当であったと思われる。

一方、放牧期間を3期に分けて各期の日増体量を比較してみると、いずれの試験年も春季>秋季>夏季の順に高く、夏季間に低くなる傾向にあり、夏季間の増体を高めることによりさらに高い家畜生産性が期待できることが示唆された。放牧牛の日増体量は、放牧草の乾物消化率と関係が深く（[田畑ら1979](#)）、本研究においても夏季間は乾物消化率が低下したことが影響したと思われる。特に、夏季の高温、低降水量条件では短草利用を行っても放牧草の乾物消化率が著しく低下するため、採食量も減少し家畜生産量への影響も大きいと考えられる、このように夏季間の放牧草の乾物消化率は、この時期の家畜生産量を不安定化させる要因となり、夏季間の栄養摂取量を安定化させる方策が必要と考えた。

次に、兼用草地において春季に余剰草として収穫調製したサイレージの夏季以降の併給効果を検討した。サイレージの給与量は、放牧草の採食への影響を少なくするため体重の1%程度の給与量に抑えたものであったが、夏季間の育成牛の増体に効果が見られた。秋季は、放牧草だけで十分な栄養摂取量が確保できるためサイレージの給与効果が低い。このため、夏季間の日増体量をさらに高める方法として、併給効果が小さい秋期のサイレージ併給量を減らして、夏季間に集中的に併給することが考えられる。本研究では、休牧期間中の給与となったため、このような目的でサイレージの集中的給与はできなかったが、余剰草サイレージを体重の2%程度の給与で、0.80kg/dayの日増体量を得ており、サイレージの集中給与は、家畜の増体をさらに高める効果も明らかとなった。

サイレージの併給は、夏季間の増体量が改善されることや、放牧期間が延長できることなどから、牧養力の向上にも効果がある。また、サイレージの給与量を増やすことにより夏季間の放牧草の採食量が減少すれば、TYへの放牧圧も軽減され、TY草地の植生維持にも効果があると思われる。さらに、TYは高温に弱いため、夏季間の再生草量は天候に左右され不安定なことから、春季の余剰草を収穫して併給することは、放牧草の栄養価や現存量の変化に柔軟に対応でき、家畜生産性を高めるのに効果的であった。

一方、TYは再生速度が遅く、集約放牧には向かないとこれまで考えられてきた（[JOHN 1992](#)）。しかし、600CD/ha以上の高い放牧強度で4年間にわたり放牧利用しても高い構成割合でTYを維持でき、採草利用に比較しても、利用年次の進行による低下は同程度であった。このことから、晩生品種のホクシュウを用いることによりTY草地を短期輪換放牧による集約放牧方式で利用しても、採草利用と同様なTY草地を維持できることが明らかとなった。

このように、短期輪換放牧と放牧地面積の調整により放牧草を短草利用して高栄養状態に保ち、

さらに兼用利用で得た余剰草サイレージを給与する集約放牧方法は、高栄養牧草を安定的に摂取できる優れた放牧技術である。この放牧方法は、毎日の転牧作業、兼用利用区の収穫、サイレージの給与など、作業集約度が高い放牧方法といえる。また、機械作業が可能で兼用利用できる草地が全草地面積の6割程度必要なことなどから、本放牧方法の利用場面としては、公共育成牧場を想定した場合、限られており、北海道東部のような平坦部が多い土地を有する酪農家での利用が期待できる技術といえる。

2. 山地傾斜地に適した集約放牧技術

育成牛を放牧する公共育成牧場は、高い増体量が求められるため、高増体が得られる集約放牧の利用が期待されるが、公共育成牧場の多くは山間部に位置し（[加納・前野1987](#)；[須山・西村1982](#)）、機械作業が難しい傾斜地に多い。また、公共牧場は、入牧料を低く抑えているため、管理者の人数も少なく、短期輪換放牧のような毎日の転牧作業は多くの労力を要する放牧技術の採用は難しいと思われる。このため、土地条件や労働力条件などに恵まれない場所での集約放牧技術として検討したのが頭数調整放牧を主体とする集約放牧である。

この放牧方法においても、高い家畜生産性を得るためには、TYの短草利用による高栄養牧草の供給が必要がある。本研究では、通常の輪換放牧や連続放牧を行っても、牧草の生育速度に合わせて放牧頭数を調整することにより、放牧期間を通してほぼ30cm前後で推移させることができ、TY草地において乾物消化率が70%以上の放牧草を得るため必要とされるTYの草丈40cm以下での利用が可能であった。本研究では、前述のようにTYは、草丈の伸長に伴う乾物消化率の低下の割合が低く、OG等に比べ草丈が高い場合でも栄養価を高く保て、嗜好性も落ちにくいいため、短期輪換放牧に比べ1頭あたりの草地面積が広く、牧草生育にバラツキがでやすい連続放牧や輪換放牧でも均等に採食され、短い草丈を維持できたものと思われる。また、TYはOGに比べ晩生であり、特にホクシュウは、その中でも晩生に位置するため出穂期が遅く、出穂前に幼穂が採食され易いこと、ホクシュウがもともと出穂茎が少ないこともスプリングフラッシュを抑制するのに有利に働いたと考えられる。このようなことから、TYは、山地傾斜地のように集約的な草地管理が難しい場所での利用に適した草種であり、特にホクシュウの利用が望ましいと考えられる。TYの生育に合わせて放牧牛の頭数を調整する放牧は、短期輪換放牧と同様にTYの草丈を短草状態に保ち、牧草供給量を平準化でき、それによって高い増体量が得られることを明らかとなった。しかし、実際の現場では、放牧期間中に退牧させるのは難しい。そのため、途中で退牧した牛を収容するための草地を設定する必要がある。このための草地は、夏から秋にかけての利用になるため、補助飼料の給与が基本となる。補助飼料を同一草地からの収穫物で確保することを考えると、採草利用が可能な草地が必要である。本研究の結果から、1番草あるいは1、2番草合わせて5,000kgDM/ha以上で、乾物消化率が68–70%のサイレージが収穫できれば、調整草地の面積割合は、草地全体の3割程度ですむと考えられる。一方、調整草地の放牧期間中の草丈は、20cm程度であったが、TYをこのような草丈で放牧利用した場合、維持年限が短くなる可能性がある。このため、調整草地もTY草地と同様に輪換放牧を行う必要があるが、調整草地は、機械作業が可能なことから、草地の状態が悪化した場合、必要に応じて完全更新や簡易更新ができる利点を持っている。また、面積的にも更新面積が3割程度ですむため、コストの低下にもつながる。このように傾斜草地が多い公共牧場においても、機械作業が可能な場所だけを集約的に用いることによって、省力的な集約放牧が可能と思われる。さらに、採草可能草地が3割に満たない牧場においても、近年各地で展開されつつある、耕作放棄地を利用した放牧（[畜産草地研究所2002](#)，[進藤・手島2003](#)，[小山ら2004](#)）を活用し、耕作放棄地等を調整草地として利用することが考えられる。耕作放棄地が多い東北地方や甲信地域では、公共牧場が立地する山岳部は、気象

条件が北海道に類似しており、耐寒性に優れるTYの利用が不可欠である。しかし、耕作放棄地等がある里地は、公共牧場に比べ気象条件が穏やかであり、本研究に用いたようなペレニアルライグラスを主体とした草地も利用可能な場合が多く、それぞれの特性を生かして配置、利用することが考えられる。また、耕作放棄地は、本来耕地だった所であるから、機械を用いた草地の造成・管理および収穫調製が可能である。このように、耕作放棄地を調整草地として利用することにより、公共牧場の放牧圧の調整が可能となるだけでなく、地域の土地資源の有効活用にもつながると考えられる。現在、耕作放棄地放牧は、肉用繁殖牛の放牧が主に行われているが、本研究における調整草地のような利用方法を含め放牧育成のための放牧方法を検討する必要がある。本研究の結果をもとに頭数調整放牧による家畜生産を試算すると、草地面積を10haと仮定した場合、7haをTY草地に、残りの3haを調整草地として造成し、体重250kgの育成牛57頭を本放牧方法で放牧することにより、終牧時に約400kgに増体させることが可能となる。労力的にも転牧間隔は長くなり、採草面積も狭くなるため、短期輪換放牧を主体とした集約放牧に比べコストを抑えることができると思われる。このように本放牧方法は、採草可能面積比率が低くても利用できる家畜生産性が高い集約放牧技術といえ、公共牧場において、育成牛の増体を高める技術として利用が期待できる。

3. 集約放牧の活用

近年、食の安全、安心に対する関心が高まり、牛の飼養方法への関心も高まりつつある。また、生産（飼養）履歴の開示を求める動きや、それを積極的に開示することによって付加価値を高めようとする試みも増えている。放牧は、多くの消費者に好感を持たれており、これを付加価値とすることで、放牧を取り入れた肉生産の経済的メリットも高まるものと思われる。さらに、これらの放牧育成を公共牧場が担うことにより、公共牧場の活性化にもつながることから、集約放牧の普及・利用が期待される。本研究では、肥育牛生産大系の中に集約放牧を組み込むことが可能か検討した結果、現行の肥育牛生産と同様の肉生産が可能なが示せた。放牧を取り入れたことにより、給与飼料費を抑えることができただけでなく、内蔵の一部廃棄となった牛の割合が低下し、放牧飼養が、家畜の健康にも好影響を及ぼすことができることが明らかとなった。このことを消費者に啓蒙することにより、牛肉生産に放牧を取り入れる機会が増え、自給率向上に貢献できるものと思われる。

4. 結論

冬季間の気象条件が厳しく、集約放牧に適する草種であるPRの利用が難しい北海道東部地域や本州中部以北の高冷地における集約放牧技術として、耐寒性に優れるTYの放牧・採草兼用品種「ホクシュウ」を用い、2種類の集約放牧技術を開発した。第1の方法は、兼用草地を広く設け、放牧地面積を調整しながら短期輪換放牧を行う方法で、第2の方法は、機械作業が難しい傾斜草地で頭数調整放牧を行うTY草地と、頭数調整により移牧させる牛を収容する機械作業可能地に設けた調整草地を組み合わせる方法である。両者とも高い家畜生産性が得られ、前者は、機械作業可能な草地面積割合が高い土地条件が必要であるため、比較的平坦地が多い育成牧場か、北海道の酪農家での利用が期待できる放牧技術といえる。後者は機械作業可能面積割合が低く、省力的な放牧管理が必要な山地傾斜地にも活用できる放牧技術といえる。また、両集約放牧方式を育成期にとり入れた肉生産により現行の肉生産体系と変わらぬ飼養期間で出荷でき、同等の肉質の牛肉が得られることが実証できたことにより、今後、放牧を取り入れた肉生産体系の確立に寄与できるものと期待される。

摘要

本研究は、気象条件が厳しく集約放牧に適した草種であるペレニアルライグラス（以下PR）の栽培が難しい北海道東部や本州中部以北の高冷地を対象とし、このような地域で安定栽培が可能な耐寒性に優れ、放牧適性が高いチモシー（以下TY）の晩生品種ホクシュウを用いた育成牛のための集約放牧技術を確立することを目的とした。そこで、季節生産性の変動が大きいTY草地において放牧牛への牧草供給量を一定に保つ方法として、牧草の季節生産性に合わせて放牧地面積を調整する方法と放牧牛の頭数を調整する方法について、それぞれ牧草生産性と家畜生産性を明らかにした。また、実際の飼養体系への集約放牧の導入の可能性について、ホルスタイン種去勢牛の肥育牛生産体系に集約放牧を組み込んだ場合の産肉性を明らかにした。

1.

TY草地を35の小牧区に分割し、5月上旬の放牧開始から6月中旬までは、15牧区を使い短期輪換放牧を行い、残りの20牧区は、6月上旬まで禁牧した後、サイレージとして収穫し、6月中旬から全牧区を用いて短期輪換放牧を行う集約放牧方式を4年間繰り返して行った。この放牧方式により放牧地面積を調整しながら利用した結果、TYの草丈を放牧期間中を通して30cm程度の短草型に維持できた。また、放牧地からの牧草生産量7,485kgDM/haは、年3回刈り取り利用した採草利用方式における年間乾物収量の7,370kgDM/haと同程度であったが、これに兼用草地において春季に収穫した牧草を加えることによりさらに高い牧草生産量が得られ、本集約放牧方式に牧草生産性の高さが明らかとなった。さらに、このような放牧を4年間行っても、TYの乾物重量構成割合は、採草利用したTY草地より高く維持でき、集約放牧を行うことによってTY草地の植生が悪化することはないことが明らかとなった。

2.

1に示した集約放牧方式を行ったアングス種去勢牛の日増体量および単位面積当たり増体量は、それぞれ0.73kg/dayと668kg/haで、いずれも既往の報告より高く、本放牧方法により高い家畜生産が得られることが明らかとなった。しかし、夏季間の放牧牛の増体速度は春季、秋季に比べ低下する傾向があり、この原因としてTYの栄養価の低下が考えられた。そこで、夏季間の放牧牛の増体速度の低下を改善するため、面積調整に用いた兼用草地において春季に刈取り調製したサイレージを夏季以降に併給する方法を検討した結果、併給した場合の夏季間の日増体量は0.70kg/dayで、無給与の場合の0.28kg/dayに比べ高く、サイレージ併給による増体量改善効果が認められた。

3.

これらの結果、TYの放牧・採草兼用品種のホクシュウを用いて、兼用草地を利用して放牧地面積を調整しながら短期輪換放牧を行い、兼用草地で収穫した余剰草を放牧草の栄養価が低下する夏期間に併給することにより、採草利用よりも高い牧草生産性と従来の放牧方式よりも高い家畜生産性が得られる短期輪換放牧を主体とする集約放牧方法が開発できた。なお、本放牧方式は、兼用利用可能な草地が6割以上確保できる平坦地での利用が適している。

4.

頭数調整放牧と3において開発した短期輪換放牧を主体とする集約放牧の家畜生産性を比

較した。頭数調整放牧の日増体量と面積当たり増体量は、それぞれ0.87kg/day, 668kg/haで、短期輪換放牧の0.97kg/day, 718kg/haに比べ若干低い値であったが、頭数調整放牧によっても短期輪換放牧を主体とした集約放牧と同様な高い家畜生産が得られる可能性があることが示唆された。

5.

頭数調整放牧により、TY草地から退牧した牛を收容する調整草地を設け、両草地を組み合わせた放牧方法により2年間実施した。この放牧方法は、(1) 5月上旬から7月上旬まで、放牧牛全をTY草地で輪換放牧し、7月上旬以降、このうちの一部を調整草地に移して頭数調整を行う、(2) 調整草地は、春季にロールベールサイレージを収穫し、夏季以降、TY草地から移牧してきた牛群にこのサイレージを併給しながら連続放牧を行う方法である。なお、調整草地は、春季に乾物消化率70%程度で500kgDM/10a以上の牧草収穫が必要と考えられた。

6.

TY草地と調整草地を組み合わせて利用した結果、2年間の牛群全体の平均日増体量は0.91kg/dayで、草地全体の面積当たりの増体量は815kg/haが得られ、短期輪換放牧を主体とした集約放牧と同程度の家畜生産性が得られた。

7.

これらの結果、頭数調整放牧を主体とする集約放牧方法が開発できた。本放牧方法は、頻繁な転牧を行わなう必要がなく、採草可能地面積比率が低くても利用できることから、管理が難しい山地傾斜地に位置する公共牧場のようなより省力管理が必要とされる条件において、育成牛の増体を高める技術として利用が期待できる。

8.

6ヶ月齢から6ヶ月間集約放牧により育成した後、約12ヶ月間肥育したホルスタイン去勢牛群の放牧試験期間中の平均日増体量は、現行の方式で6ヶ月齢で導入され放牧は行わずに約18ヶ月間肥育した牛群の同時期の値に比べ低かったが、肥育期間中の日増体量は高く、その結果、飼養期間通算の日増体量は対照区と同程度となり、平均飼養日数もそれぞれ545日と536日であった。また、肉質等級3以上の割合に差はなかった。この結果、集約放牧を行うことにより、現行の肥育体系と同様の期間で同程度の肉質の牛肉の出荷が可能なることを明らかにした。さらに、屠場における内臓の一部廃棄牛の頭数は、放牧育成区が対照区より少なく、放牧育成の効果が窺えた。

以上の結果から、これまで放牧に適さないとされてきたTYを用いて、短期輪換放牧を主体とした集約放牧と頭数調整放牧を主体とした集約放牧の2つの集約放牧方法が提示できた。また、これらの集約放牧を肥育牛生産体系の育成期に取り入れることにより、現行の濃厚飼料多給型の肥育牛生産体系と同様の肉生産が可能であることが明らかとなり、集約放牧の家畜生産性の高さが実証された。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

謝辞

本論文作成にあたり、ご多忙中にもかかわらず終始懇切なるご指導とご校閲を賜りました岩手大学連合大学院連合農学研究科教授雑賀 優農学博士，同教授橋爪 力農学博士ならびに帯広畜産大学教授岡本明治農学博士に深甚なる謝意を表します。

本研究は，農林水産省北海道農業試験場草地部（現，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）において実施したもので，本研究の緒を与えていただき，終始心温まる激励を賜りました三田村 強元放牧利用研究室長（現，日本草地畜産種子協会主幹）に深謝の意を表します。本研究の遂行に当たり，適切なるご助言をいただいた落合一彦元放牧利用研究室長（現，日本草地畜産種子協会）ならびに，とりまとめに際して多大なご教示とご激励をいただいた小川恭男元草地管理・地力研究室長に対し心より御礼申し上げます。また，宮下昭光元放牧利用研究室主任研究官，山崎昭夫元放牧利用研究室主任研究官，須藤賢司元放牧利用研究室主任研究官（現，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集約放牧研究チーム主任研究員）をはじめとする北海道農業試験場の諸先輩、同僚ならびに道内関係機関の方々からも多くのご協力とご教示をいただいた。さらに，鈴木昇氏（鈴木牧場），黒田明氏（道南ファーム社長）には，研究へのご理解をいただき，斉一な供試牛の貸与ならびに肥育試験の実施等により多大なるご支援とご協力をいただいた。ここに記して心より感謝の意を表します。

研究業務の遂行に際しては，供試牛ならびに草地の管理を担当していただいた花久一則氏，松下登氏，本間毅郎氏をはじめとする北海道農業試験場企画連絡室業務第1科ならびに第3科（現，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研究支援センター業務第1科）の諸氏には，絶大なるご理解，ご支援，ご協力をいただいた。また，試料の採取，処理及び分析等の研究業務に対して，千葉房枝女史，高山昭子女史をはじめとする臨時職員諸氏のご協力をいただいた。ここに記して心より御礼申し上げます。

最後に，論文のとりまとめに際し，岩手大学連合大学院への社会人入学を許可くださった横内園生元独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構理事，柴田正貴同畜産研究所長（現，独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構理事）ならびに小山信明同研究所山地畜産研究部長（現，研究管理監），盛岡等での受講期間中の業務の代行をお願いした同部山地畜産研究チームの手島茂樹主任研究官（現，同チーム主任研究員）ならびに進藤和政主任研究官（現，同チーム主任研究員）に感謝の意を表します。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

引用文献

- GOERING, H.K. and P.J. VAN SOEST (1970) Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications) . *In Agriculture Handbook No.379*. U.S.D.A..Washington,D.C., pp 1 -20.
- JAMIESON W. S. and J. HODGSON (1979) The effect daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Sci.* 34: 261-271.
- JOHN Frame (1992) Characteristics of grasses and legumes. *In Improved Grassland Management*. Farming Press Ltd., Ipswich, U.K., pp13-14.
- KAISER, C.J., A.G. MATECHERS and F.A. MARTZ (1974) Seasonal trends of in vitro dry matter digestibility and animal performance from grazed tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) pastures. *Proc. 12th Intl. Grassld. Congr.*, 226-236.
- LANGER R.H.M. (1990) Pasture Plant. *In PASTURE their ecology and management* (edited by R.H.M. Langer) . Oxford Univ. Press, Oxford, U.K.,pp39-74.
- UEDA Seiich (1990) Timothy breeding in Japan. *JARQ24*: 195-201.
- WILLIAMS T.E. (1980) Herbage production: grasses and leguminous forage crop. *In GRASS its production* (edited by W.Holms) .. Blackwell Science Publications, Oxford, UK, pp 6 -69.
- 阿部二郎 (1987) 寒地型牧草の越冬性. 草地の生産生態 (後藤寛治編) . 文永堂, 東京, pp236-252.
- 安藤文桜・両角清一・富井光一・円通茂喜 (1981) 山地傾斜草地における育成牛の周年飼養技術の確立に関する研究. 草地試験報19 : 76-119.
- 板東 健・佐竹芳世・石田 亨・中村克己 (1998) 天北地域における放牧導入割合別経営モデルの策定と経営経済的評価. 道立農試集報, 75 : 31-36.
- 板東 健・佐竹芳世・石田 亨・中村克己 (1998) ペレニアルライグラスの乾草利用の検討. 道立農試集報, 75 : 37-40.
- 江原 薫 (1979) チモシー. 飼料作物大要 (江原薫著) . 養賢堂. 東京, pp191-196.
- 花田正明 (1995) 泌乳牛の放牧飼養時における併給飼料の給与法に関する研究. 道立農試研報85 : 1-66.
- 原島徳一・平島利昭 (1989) 草地の生態・造成・利用・管理－草地の利用と維持管理－. 粗飼料・草地ハンドブック (高野信雄・佳山良正・川鍋祐夫監修) . 養賢堂. 東京. pp250-324.
- 林 兼六・照屋善吉・伊沢 健 (1974) 去勢牛の育成肥育における代償生発育の生育期別検討. 日畜会報45 : 618-624.
- 池田哲也・三田村強・宮下昭光 (1995) チモシー型草地における育成牛の短期輪換放牧に関する研究 第6報 放牧牛への春期余剰草の併給効果. 日草誌41 (別) : 273-274
- 池田哲也・三田村強・宮下昭光 (1999) チモシー (*Phelum pratense* L.) 草地における集約放牧技術の開発 1. 短期輪換放牧したチモシー草地の家畜生産性. 日草誌44 : 342-346.

- 池田哲也・三田村強・宮下昭光（2000）チモシー（*Phelum pratense* L.）草地における集約放牧技術の確立 2. 放牧牛の増体に及ぼす春期余剰草サイレージの併給効果. 日草誌 46：143-147.
- 池田哲也・三田村強（2003）チモシー（*Phelum pratense* L.）草地における集約放牧技術の確立 3. 集約放牧草地の植生と牧草生産性. 日草誌49：243-247.
- 池滝 孝・齊藤博明・黒沢はるみ・長谷川信美・岡本明治・佐藤基佳・太田三郎・吉田則人（1987）放牧草地の利用に関する研究 2. 放牧育成とドライロット育成の比較. 北草研報 21：198-202.
- 石田 亨・寒河江洋一郎・川崎 勉・板東 健・裏 悦次（1995）ペレニアルライグラス放牧草地の集約利用技術. 北海道立農試集報68：51-60.
- 岩城英夫（1973）ケージ法による放牧草地の生産量測定. 生態学講座 6 陸上植物群落の物質生産II—草原—. 共立出版. 東京. pp86-87.
- 菅野 勉（1995）集約放牧条件下における暖地型牧草および寒地型牧草の生産生態と利用に関する研究. 草地試研報52：21-109.
- 加納春平・前野休明（1987）公共育成牧場の立地特性と実態解析. 草地試験報37：1-16.
- 菊地正武・田先威和夫（1972）乳牛の集約放牧について. 第3報 乳用育成牛の放牧時における採食量と増体. 日草誌18：166-171.
- 小林春雄・田畑一良・阿見艶子・押尾秀一・磯 政男（1975）放牧経験の有無が放牧牛の採食量と増体に及ぼす影響. 草地試研報 6：105-110.
- 小林春雄・塩谷 繁・阿見艶子・梶村恭子・落合一彦・佐藤健次・原島徳一・菊田智子・梨木 守（1989）スーパー放牧による生産性向上技術の開発 3. 家畜生産性. 日草誌 35（別）：111-112.
- 神田征寛・Parhat Mutellip・花田正明・岡本明治（1998）異なる放牧条件下における牧草の個体数密度と牧草生産量の季節変動. 北草研報32：51.
- 小竹森訓央（1977）牧草を主体とした乳用種去勢牛の育成・肥育に関する研究. 北大農学部付属農場研報 8：1-83.
- 小山信明・谷本保幸・千田雅之（2004）中国中山間地域における耕作放棄地の放牧利用. 近中四農研研報 3：47-55.
- 李 奎成・田先威和夫・菊池正武（1974）放牧牛の養分摂取量と増体との関係. 日畜会報45：603-608.
- 増谷哲雄（1982）チモシー. 北海道農業技術研究史1966～1980（北海道農業試験場・北海道立農業試験場編）. pp542-545.
- 宮田 明（1992）羊ヶ丘の気象. 北海道農業試験場気象観測資料（1966-1990）. 北農試研究資料44：1-219.
- 成田大展・岡本明治・左 久・池滝 孝・湯桶健次（1993）ホルスタイン去勢牛の育成における放牧草地の利用. 北草研報27：105-108.
- 小原 勉（1978）放牧地の草種の違いが肉用牛の増体に及ぼす影響. 滝川畜試研報15：43-46.
- 落合一彦（1995）「集約放牧」とは？. 集約放牧マニュアル（集約放牧マニュアル策定委員会編）, 北海道農業改良普及協会, 札幌, pp11-12.
- 落合一彦（1997）世界の中の日本の酪農を考える. 未来を拓く酪農経営 放牧のすすめ. 酪総研, 札幌. 17-27.
- 落合一彦・塩谷 繁・梶村恭子・小林春雄・原島徳一・佐藤健次・梨木 守・菊田智子

(1989) 超集約放牧 (スーパー放牧) による家畜生産性の飛躍的向上. 関東草飼研誌13: 22-27.

- 落合一彦・塩谷 繁・梶村恭子・小林春雄・原島徳一・佐藤健次・西田智子 (1989) 集約放牧における去勢牛の採食量と増体量. 草地試研報48: 69-76.
- 落合一彦・塩谷 繁・梶村恭子・原島徳一・佐藤健次・西田智子 (1991) スーパー放牧による黒毛和種育成牛のha当たり1000kg増体の実現. 日草誌37 (別): 321-322.
- 大竹浩二・佐藤 博 (1990) 乾草等の補給放牧による肥育素牛の増体量確保技術 (農林水産技術会議事務局編). 研究成果241: 93-96.
- 押尾秀一・大森昭一郎 (1984) 飼料による消化機能の適応. 北海道の酪農技術 (大森昭一郎編監修) 農業技術普及協会, 江別市, pp78-82.
- 小関忠雄・酒井 治・扇 勉 (1995) 根釧地域における乳牛の集約放牧技術. 平成6年度新しい研究成果-北海道地域- (北海道農業試験場編). 55-61.
- 寒河江洋一郎・川崎 勉 (1985) トールフェスク・シロクローバ混播草地の牧養力. 北草研報19: 176-179.
- 雑賀 優 (1981) オーチャードグラスの品質改良に関する育種学的研究. 北農試研報129: 25-92.
- 雑賀 優 (1987) オーチャードグラスの消化率. 草地の生産生態 (後藤寛治編), 文永堂, 東京, pp82-103.
- 澤田嘉昭・田村 忠 (1995) 肉牛放牧におけるメドウフェスク放牧草地の牧養力. 北草研報29: 103.
- 進藤和政・手島茂樹 (2003) 遊休農地に造成した寒地型牧草地における肉用繁殖牛放牧の生産性. 畜産の研究57: 957-960.
- 須藤賢司・落合一彦・梅村和弘 (2000) メドウフェスク集約放牧地植生の経年変化. 北草研報34: 77.
- 須藤賢司・落合一彦・池田哲也 (2001) メドウフェスク (*Festuca pratensis* Huds.) およびペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) 草地の集約放牧による産乳性とその比較. 日草誌47: 386-392.
- 須山哲男・西村 格 (1982) 公共牧場の分布と自然立地条件. 草地試研報23: 1-231.
- 田畑一良・押尾秀一・阿見艶子・小林春雄 (1979) 放牧条件下における乳用育成牛の採食量と増体量の推定. 草地試研報15: 134-140.
- 竹田芳彦 (2000) 持続的な草地生産 北海道における草地生産の現状と草地更新. 日草誌50: 75-82.
- 玉置宏之 (2005) チモシー主要形質の効率的育種法の構築. 北海道立農試報告107.
- 田辺安一・中嶋 博 (2002) 北海道の牧草導入経過の再考. 北草研報36: 64.
- 手島道明・楢山忠士・高橋 俊 (1985) ホルスタイン種去勢牛の1シーズンおよび2シーズン放牧を取り入れた肉生産方式. 北農試研報143: 187-200.
- 鳶野 保・三上 昇 (1975) 人工ルーメンおよび中性デタージェント抽出処理による粗飼料の乾物および細胞壁構成物質の消化率測定法. 北農試研報110: 71-80.
- 富岡悦郎 (1985) 土壌分類の方法. 北海道の土壌 (北海道農業試験場編). pp15-23.
- 植田精一・増谷哲雄・古谷政道・樋口誠一郎・筒井佐喜雄 (1977) チモシー新品種「ホクシュウ」の育成について. 道立農試集報38: 47-61.
- 脇本 隆 (1980) 混播牧草の草種構成に関する研究. 道立農試場報31: 4-12.
- 脇本 隆 (1987) 草種構成のあり方. 草地の生産生態 (後藤寛治編). 文永堂, 東

京, pp273-280.

- 山岸規昭・浅野昭三・安藤 哲 (1989) 乳用子牛の放牧育成がその後の生産に及ぼす影響 (農林水産技術会議事務局編) 研究成果213: 110-116.
- 吉田 実 (1980) 基本的実験計画. 畜産を中心とする実験計画法 (吉田実著). 養賢堂, 東京, pp. 1-219.
- 吉山武敏・藤本文弘 (1989) 飼料作物・野草の種類・育種・採取ーイネ科牧草ー. 粗飼料・草地ハンドブック (高野信雄・佳山良正・川鍋祐夫監修). 養賢堂. 東京. pp. 35-79.
- 畜産草地研究所山地畜産研究部山地畜産研究チーム (2002) 小規模移動放牧マニュアル. 畜産草地研究所技術レポート 2.
- 北海道農業試験場草地部草地管理・地力研究室 (2001) ケンタッキーブルーグラスを基幹とする放牧草地の造成法. 平成12年度北海道農業試験研究会議 (成績会議) 資料.
- 北海道立新得畜産試験場 (1988) 肉牛用放牧地におけるトールフェスクの有効利用法に関する試験. 昭和62年度道立新得畜試年報, 47-49.
- 北海道立新得畜産試験場生産技術部衛生科・家畜部肉牛飼養科 (2000) 乳用雄肥育牛における肝膿瘍の発生要因解析. 平成11年度北海道農業試験研究会議 (成績会議) 資料.
- 農林水産省統計情報部 (1999) ポケット畜産統計 (平成10年度版), pp41-82.
- 農林水産省統計情報部 (2001) ポケット畜産統計 (平成12年度版), pp33-55.
- 農林水産省家畜改良センター十勝牧場 (1992) 肉用牛の放牧に適した草種選定調査. 低コスト肉用牛生産のための草地開発管理技術調査報告書. pp. 7-72.
- 農林水産省畜産局 (1991) 草地管理指標ー草地の放牧利用編ー. 日本草地協会. 東京. pp13-23.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1996) 日本飼養標準 肉用牛 (1995年版). 中央畜産会. 東京. pp. 1-194.
- 農林水産省東京肥飼料検査所 (1998) 乾牧草等の流通状況. 輸入乾牧草図鑑, pp27-32.

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

Study on the development of intensive grazing systems utilizing timothy pasture
for raising cattle
Tetsuya IKEDA

Summary

Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) is a superior grass species for intensive grazing. However, it has low tolerance to cold and snow mold (*Scyrelotinia Borealis*). Therefore, it is difficult to cultivate in regions where the soil freezes in winter, as it does in eastern Hokkaido. On the other hand, timothy (*Phleum pratense* L.) is cultivated mainly in Hokkaido and in low-temperature area of Tohoku district, and partly in mountainous areas of the central region of Japan; timothy is an extremely winter-hardy grass among major grass species. Although timothy is used for hay and silage production in general, the characteristics of timothy under conditions of intensive grazing have not been clarified. This study is intended to develop an intensive grazing system for raising cattle using timothy pasture in regions where perennial ryegrass has difficulty surviving through. Two intensive grazing systems were investigated in this study. Moreover, meat productivity was shown for the intensive grazing systems developed in this study.

1. Short time rotational grazing with adjustment grazing area and a silage supplement system
Herbage and animal performance were investigated under intensive grazing conditions on timothy (cv. Hokushu) swards, which used 2.4 ha/plot in the first year and second year and 1.2 ha/plot in the third year and fourth year. Each experiment sward was divided into 35 paddocks, and grazed rotationally from May to October. During May to mid June, 14 or 15 paddocks were used for grazing one paddock a day. The other paddocks (20 or 21 paddocks) were used to harvest forage for ensiling in early June. During mid June to October, all paddocks were used for rotational grazing by joining several paddocks to adjust productivity. The number of grazing animals per unit land area was six or seven heads per hectare in each experiment year.

1) Vegetation and yield changes in timothy pasture over four years in this intensive grazing system were compared with those of a timothy meadow that was managed by cutting three times annually. The averages grass lengths of timothy were maintained around 30 cm by moving cattle into a new paddock through the grazing season in every experiment years. Although timothy has been considered better suited to cutting than grazing, the percentage of timothy in botanical composition in the intensive grazing system was higher than that in meadow management at spring in the fourth year. Annual herbage production in the intensive grazing system was estimated as 7,485 kgDM/ha by pasture and 3,173 kg/ha by cutting at early June in the cutting and grazing plot. The total yield in the intensive grazing system was higher than that by cutting meadow management, which was 7,370 kg/ha.

2) This study investigated animal performance of steers and heifers (Aberdeen Angus) grazed under this intensive grazing without supplement. The average daily gains of steers (0.78 kg/day) and cumulative body weight gains per unit land area over grazing season (668 kg/ha)

were higher than those of previous reports. The timothy grass length was kept short; thereby, the *in vitro* dry matter digestibility of timothy was maintained over 70% in major part of grazing season. However, this value at dry summer was under 65%. The daily gains of animals during summer were very low.

3) Silage processed with forage harvested from the sward at early June was supplied to grazing animals to improve animal performance at summer in this intensive grazing system. Therefore, the decrease in the daily gain of this herd was low through the summer. The daily gain and cumulative gain per unit land area over the grazing season were 0.81 kg/day and 721 kg/ha, respectively. These values were higher than those without silage supply.

4) An intensive grazing system was developed using rotational grazing with silage from the sward. Because this intensive grazing system necessitates a broad cutting area, this is adaptable to flat locations such as those in Hokkaido.

2. Put-and-take stocking with an adjustment sward system

Animal performance of Holstein steers under the intensive grazing system with put-and-take stocking was investigated to develop an intensive grazing system that is suitable for the regions where area is limited.

1) The put-and-take stocking herd, which consisted of seven heads in each plot (1.2 ha × 2 replications), were grazed continuously on timothy swards without supplement from May to October. After early August, two heads of each herd were excluded from the put-and-take stocking plots. The short time rotational grazing herd was grazed rotationally on a timothy sward (1.2ha × 2 replications) with adjustment grazing area. Furthermore, silage processed with forage harvested from the same sward was supplied to this herd after summer. The average daily gain of the put-and-take stocking herd and the short time rotational grazing herd were 0.87 kg/day and 0.97 kg/day, respectively. The average cumulative body weight gain of these were 668 kg/ha and 718 kg/ha, respectively.

2) On the timothy plot (1.2 ha × 4 paddocks), 39 steers were grazed rotationally from May to early July. After early July, 21 - 24 heads of this herd were transferred to the adjustment plot (2.3 ha) to adjust the grazing pressure. The other steers continued to graze rotationally on the timothy plot until the end of the grazing season. The herd on the adjustment plot was grazed continuously with silage that was made from this sward. The average daily gain of all steers in this intensive grazing system was 0.91 kg/day. The cumulative body weight gain of the steers over the grazing season was 815 kg/ha of grazed pasture, which was higher than those of the short-time rotational grazing described above.

3) An intensive grazing system was developed: it was a put-and-take stocking combined adjustment sward. Results indicate that high animal performance was obtained from this system; results resembled those of the intensive grazing system by short-time rotational grazing. Because this system requires no wide cutting area, it is thought to be suitable to public pasture for raising cattle in north-eastern and central mountainous region.

3. Meat production system with intensive grazing through the raising period

Animal performance and carcass quality of Holstein steers grazed on a farm 5-12 months prior to fattening periods (Grazing herd: G herd), were compared with those fattened using a conventional system (Control herd: C herd). The G herds, replicated three times during 3 years,

comprised of 34-39 Holstein steers (Average mean body weight 243 kg). Grazing of G herds was conducted intensively through the raising period. The respective feeding periods of G herds including grazing periods and C herds were 545 days and 536 days, respectively. Average daily gain of the G herd through the grazing period (0.93 kg/day) was lower than that of the C herd during the same period (1.01 kg/day). However, the daily gain of the fattening period of the G herd was higher than that of the C herd. Therefore, the body weights at the end of respective fattening periods of the G and C herds were 805 kg/head and 835 kg/head. Furthermore the percentages of carcasses over grade 3 of the Japanese beef carcass grading standards were 58% and 59%, respectively, in the G and C herds, and condemned viscous cows in G herd (3/39 heads) were fewer than these in C herd (9/36 head). These results showed that animal performance and meat quality of this system were sufficiently good for practical use.

Conclusion

Two types of intensive grazing methods using Hokushu timothy swards were developed in this study. One is a short-time rotational grazing system that includes adjustment grazing area and silage supply; another is the put-and-take stocking system combined with an adjustment sward. The former was suitable for a broad and flat area; the latter was suitable for mountainous locations. This meat production system using intensive grazing systems is applicable to a Holstein steer raising system.

[前に戻る](#) [目次に戻る](#)

Table II –1.1. Amount of top-dressing during experiment (kg/ha/year)

Experiment year	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 (1988)	100	120	150
2 (1989)	100	120	120
3 (1990)	100	80	80
4 (1991)	100	100	60

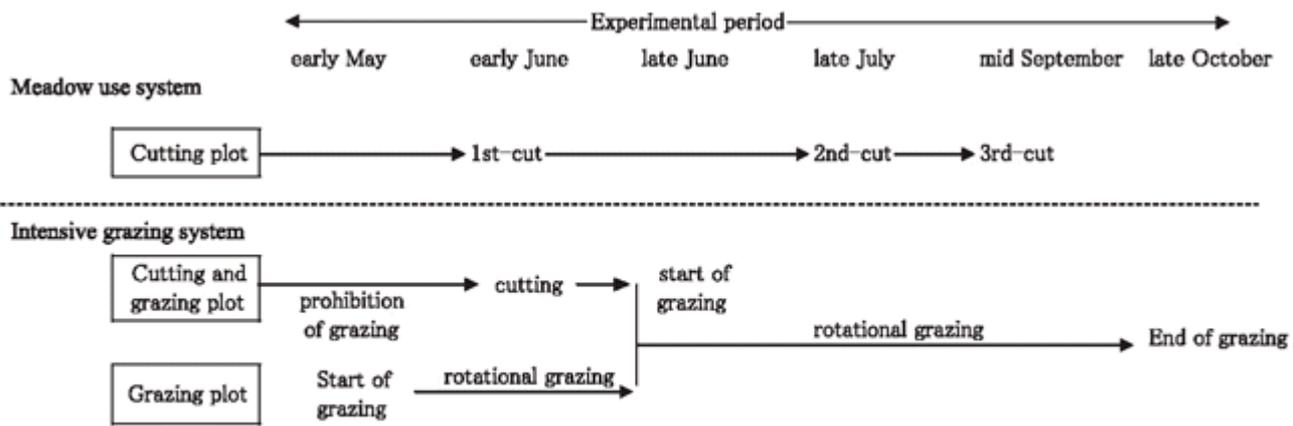


Fig. II -1.1. Grassland management of meadow use system and intensive grazing system.

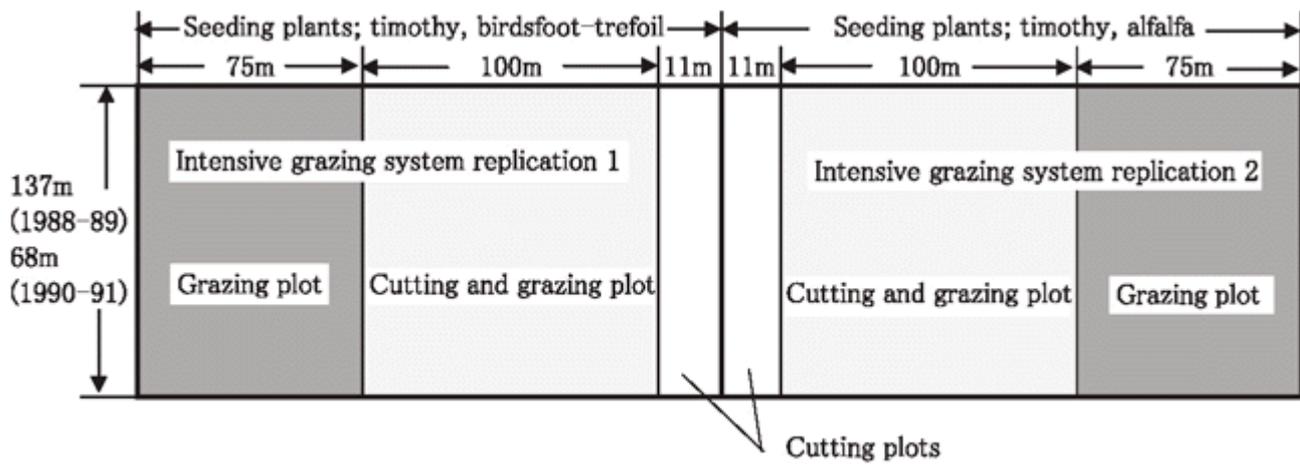
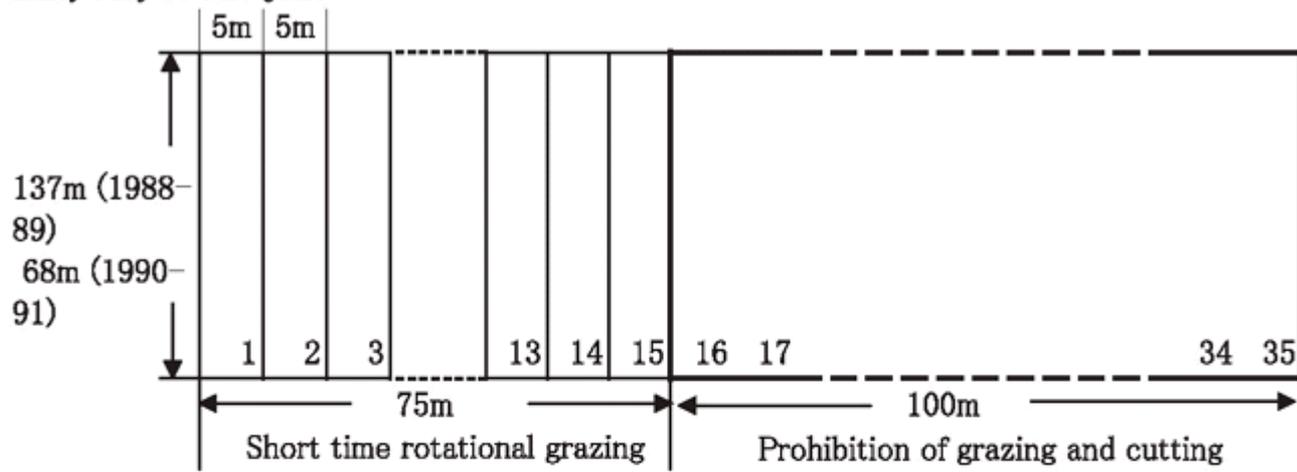


Fig. II -1.2. Design of utilizing timothy swards in this experiment.

Early May to Mid June



Mid June to late October

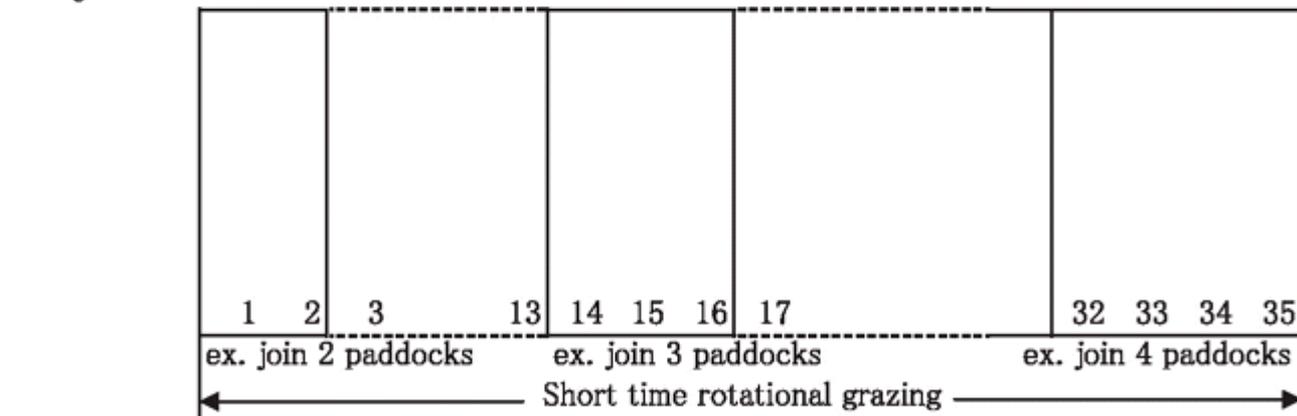


Fig. II -1.3. Grazing method of intensive grazing in the experiment described in Chapter II .

An electric fence divided this sward into 35 paddocks.
From early May to mid June, 15 paddocks were used for grazing with a one-day one-paddock rotation.
Other paddocks were reserved from grazing and cutting for ensiling in early June.
All paddocks were used for grazing from mid June to the end of the grazing season.
Continuous paddocks (2-4 paddocks) were joined for adjustment of the grazing area.

Table II —1.2. Breed and number of animals allotted to one plot during the experiment (heads/ha)

Experiment year	Aberdeen Angus		Holstein	Total
	Steer	Heifer	Steer	
1 (1988)	5	2	0	7
2 (1989)	5	1	0	6
3 (1990)	3	2	2	7
4 (1991)	0	0	6	6

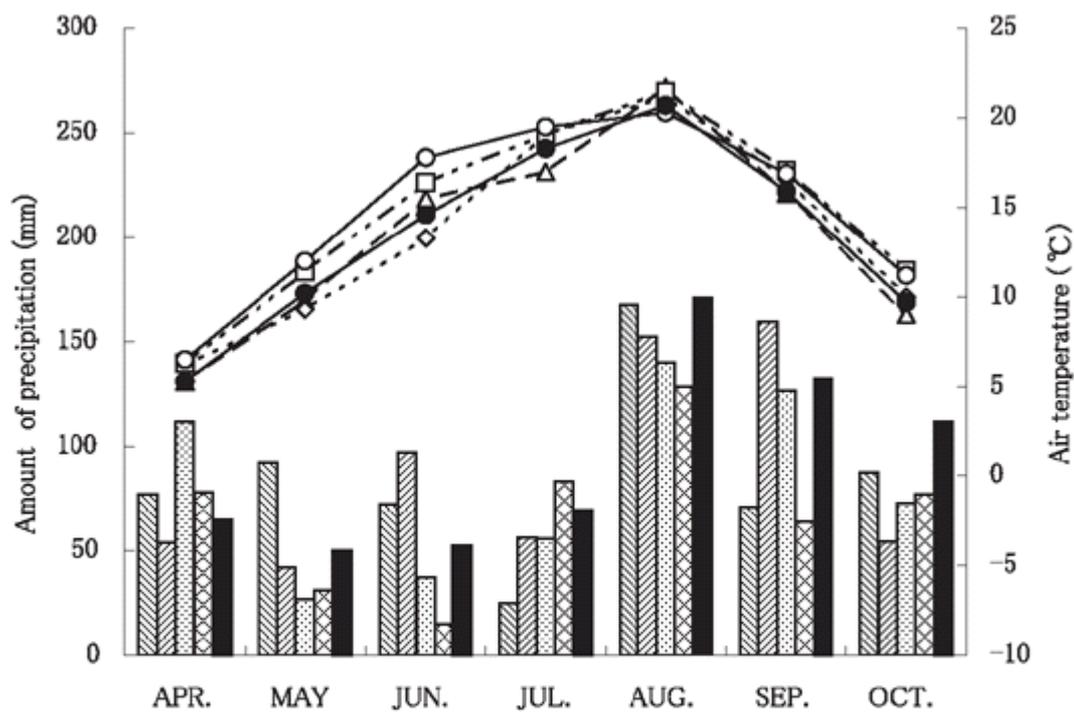


Fig. II-1.4. Monthly means of mean daily air temperature and amount of precipitation during the grazing season in 1988-1991 (study of Chapter II) and normal year at Iiitsujigaoka, Sapporo.

Precipitations:  1988  1989  1990  1991  normal
 Temperature:  1988  1989  1990  1991  normal

羊ヶ丘の気象観測データ

北海道農業研究センター気象観測露場（札幌市豊平区羊ヶ丘1番地）で得られた観測データです。

データの使用に先立ち、[「羊ヶ丘の気象観測の解説」](#)を参照下さい。

[日別データファイル（1966年～）](#)

[時別データファイル（2000年11月～）](#)

[平年値気象表（1981～2000年）](#)

[担当研究チーム（寒地温暖化研究チーム）のページへ](#)

「寒地における気象要素の評価・予測手法を開発し、作物の気象反応を解明する」ための研究を実施しています。

関連リンク

[気象庁ホームページ](#)

[札幌管区気象台のホームページ](#)

[トップページへ戻る](#)

Table II—1.3. Swards conditions and utilization in the intensive grazing system through the grazing season

Experiment year	Grass length of timothy (cm)	Herbage mass (kgDM / ha)		Percentage of grass use (%)
		into paddock	out paddock	
1 (1988)	32 ± 10	1,405 ± 356	895 ± 337	37 ± 17
2 (1989)	23 ± 9	1,374 ± 469	846 ± 366	38 ± 16
3 (1990)	31 ± 13	1,458 ± 546	806 ± 333	42 ± 20
4 (1991)	27 ± 11	1,619 ± 494	969 ± 358	42 ± 15

Value were expressed as means and standard deviations of eleven investigation times.

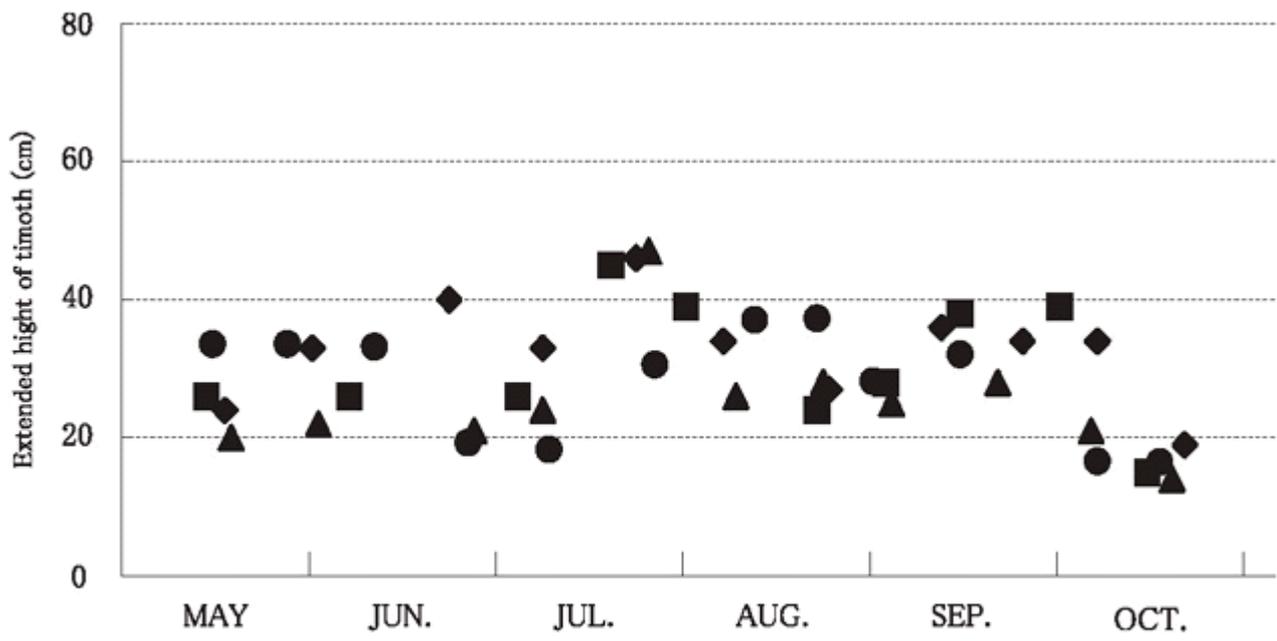


Fig. II -1.5. Seasonal changes in extended height of timothy in the intensive grazing system.

◆ 1st year ▲ 2nd year ■ 3rd year ● 4th year

Table II—1.4. Cutting yields in the meadow system (kgDM/ha)

Experiment year	1st. Cutting	2nd. Cutting	3rd. Cutting	Total yields
1 (1988)	3,205	1,992	1,085	6,282
2 (1989)	3,472	2,758	2,232	8,462
3 (1990)	4,431	2,594	1,807	8,832
4 (1991)	2,360	1,599	1,973	5,903
Average	3,367	2,236	1,767	7,370

First cutting; early June, second cutting; late July, third cutting; early September.

Table II—1.5. Herbage production in respective treatments (kgDM/ha)

Experiment year	Intensive grazing system		Meadow system ³⁾
	Cutting ¹⁾	Pasture ²⁾	
1 (1988)	2,831	7,598	6,282
2 (1989)	3,315	8,548	8,462
3 (1990)	3,866	8,173	8,832
4 (1991)	2,681	5,619	5,903
Average	3,173	7,485	7,370

1) Surplus cutting at early June.

2) Sum of herbage production on the grazing plot and the cutting and grazing plot through the grazing season.

3) Three times cutting at early June, late July and early September.

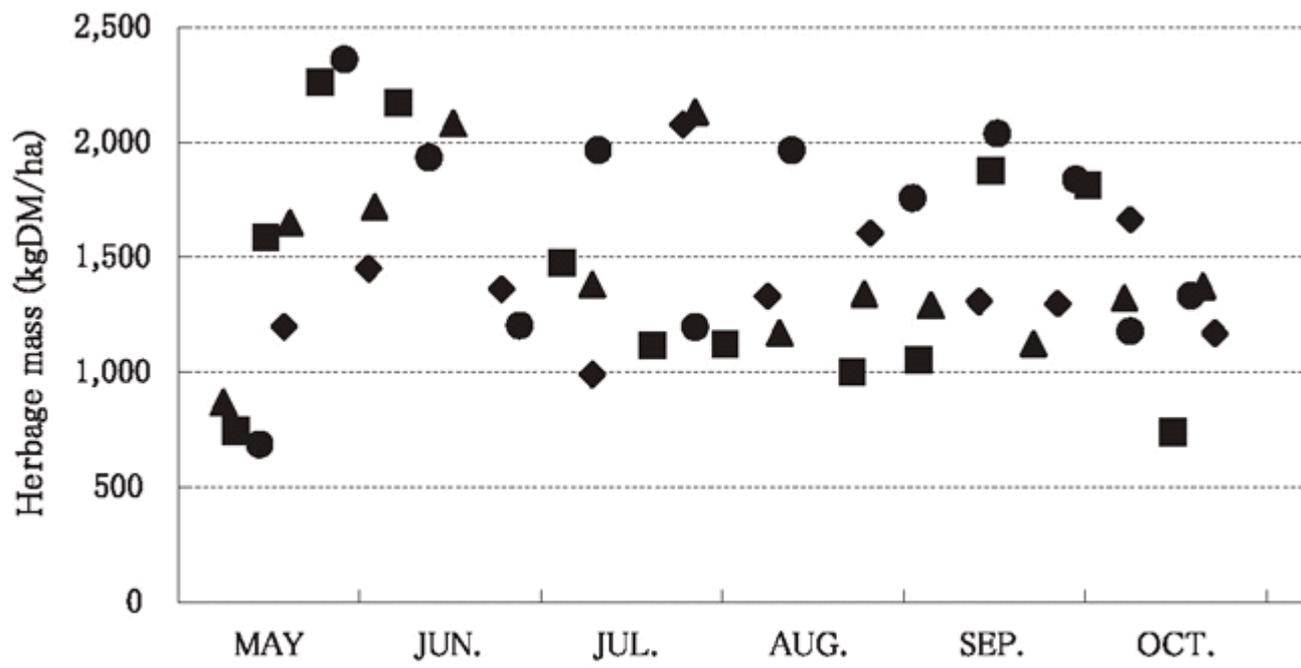


Fig. II —1.6. Seasonal changes in herbage mass in the intensive grazing system.

◆ 1st year ▲ 2nd year ■ 3rd year ● 4th year

Table II—1.6. Changes in botanical composition at early June for each treatment during the experiment (%DM)

Treatment	Experiment year	Timothy	AL or BF ¹⁾	Other grasses	Other legume	Weeds	Dead material
Meadow use system							
Cutting plot	1 (1988)	92	8	0	0	0	0
	2 (1989)	92	2	2	2	1	0
	3 (1990)	76	tr. ²⁾	7	9	6	1
	4 (1991)	54	2	11	21	11	0
Intensive grazing system							
Cutting and grazing plot	1	92	8	0	0	0	0
	2	83	7	2	4	5	0
	3	79	tr.	13	4	2	1
	4	73	1	11	10	6	0
Grazing plot	1	90	10	0	0	0	0
	2	92	1	1	1	3	2
	3	84	tr.	8	3	1	5
	4	84	tr.	7	2	2	5

1) AL: Alfalfa, BF: Birdsfoot trefoil. 2) tr.: trace amount.

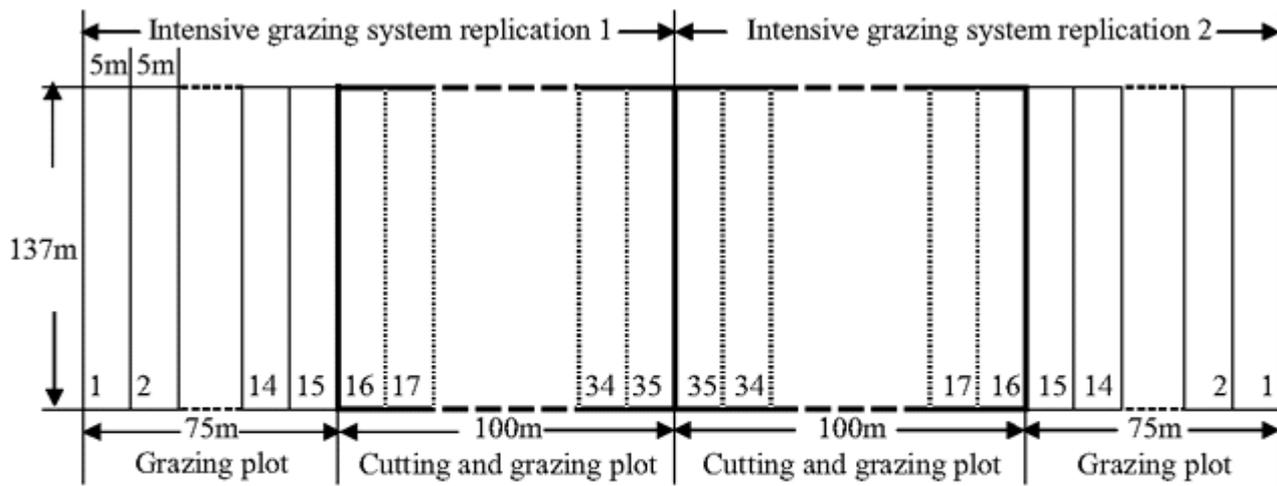


Fig. II -2.1. Design of sward use and grazing method in this experiment.

These sward could be divided 35 paddocks by electric fence, respectively.
 From early May to mid June 15 paddocks were used for grazing with one day one paddock rotation.
 Other paddocks were reserved from grazing and cutting for ensiling in early June.
 All paddocks were used for grazing from mid June to the end of the grazing season.
 Continuous paddocks (2-4 paddocks) were joined for adjustment of grazing area.

Table II – 2.1. Number of animals allotted to each replication plot in the first year (1988)

Herds	Number of animals (heads)			Grazing periods (days)
	May9 - May23	May24 - Jul.5	Jul.6 - Oct.24	
Steer 1 (S1)	8	8	8	168
Steer 2 (S2)	0	4	4	153
Heifer 1 (H1)	5	5	0	57
Total	13	17	12	

Table II —2.2. Number of animals allotted to each replication plot in the second year (1989)

Herds	Number of animals (heads)			Grazing periods (days)
	May10 - Jun.4	Jun.5 - Jul.3	Jul.4 - Oct.25	
Steer 3 (S3)	9	9	9	168
Steer 4 (S4)	0	4	0	28
Heifer 2 (H2)	3	3	3	168
Total	12	16	12	

Table II –2.3. Average value of animal performance between the replications

Year	Cow day ^{a)} (CD/ha)	Cumulative body weight gain (kg/ha)	Daily gain ^{b)} (kg/day/head)
1st (1988)	441	721	0.75
2nd (1989)	454	614	0.70
Average	448	668	0.73

a) On a basis of 500kgBW.

b) The average daily gains of steers that grazed through the grazing season.

Table II—2.4. Seasonal changes in daily gain (kg/day/head, means \pm S.E.)

Periods ¹⁾	First year (1988)			Second year (1989)		
	Steer 1 (n=16)	Steer 2 (n=8)	Heifer 1 (n=10)	Steer 3 (n=18)	Steer 4 (n=8)	Heifer 2 (n=6)
Period I	0.95 \pm 0.02 ^{a2)}	1.14 \pm 0.04 ^a	0.78 \pm 0.06	0.80 \pm 0.05 ^{ab}	0.60 \pm 0.11	0.67 \pm 0.07 ^a
Period II	0.24 \pm 0.04 ^b	0.04 \pm 0.07 ^b	-	0.53 \pm 0.03 ^c	-	0.62 \pm 0.05 ^a
Period III	0.88 \pm 0.10 ^a	1.12 \pm 0.07 ^a	-	0.70 \pm 0.07 ^{bc}	-	0.72 \pm 0.12 ^a
All season	0.75 \pm 0.03	0.82 \pm 0.04	-	0.70 \pm 0.03	-	0.67 \pm 0.05

1) Period I : May to July, Period II : August to mid September, Period III : mid September to October.

2) Values in the same column, except all seasons with different superscript letters, are significantly different (P < 0.05).

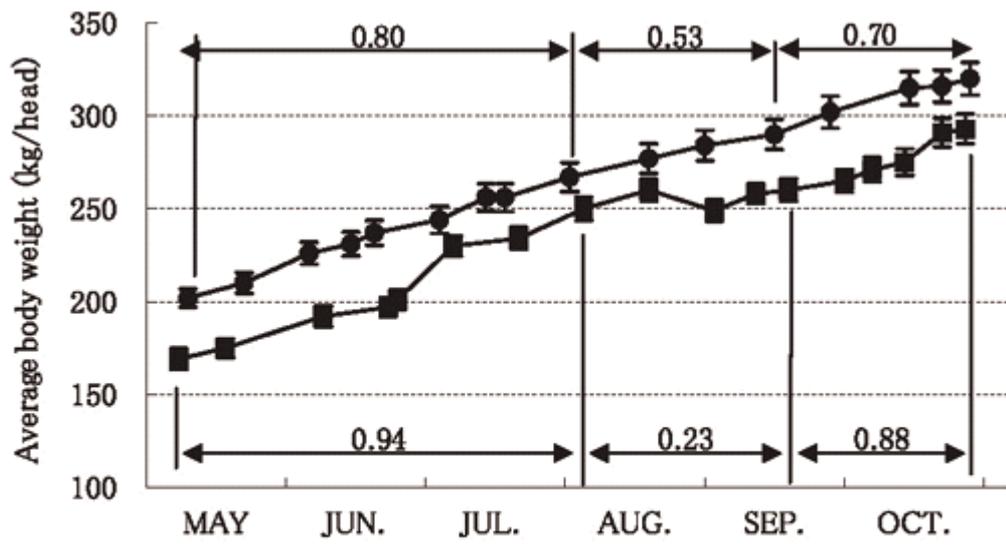


Fig. II -2.2 Changes in average body weight and daily gain of the Steer1 herd (■) in 1988 and the Steer3 herd (●) in 1989.

Values are expressed as means \pm S.E. for sixteen animals (Steer1) and eighteen animals (Steer3). Values on the arrow are expressed as daily gain (kg/day).

Table II —2.5. Seasonal changes in sward conditions in the first year

Item	Date										
	May 17	May 31	Jun. 7	Jun. 22	Jul. 22	Aug. 5	Aug. 22	Sep. 9	Sep. 22	Oct. 4	Oct. 18
Grass length of timothy (cm)	24	33	40	33	46	34	27	36	34	34	19
Herbage allowance (kgDM/100kgBW)	4.1	3.5	3.0	4.0	5.4	5.7	7.6	7.1	6.2	7.2	12.7

Table II—2.6. Seasonal changes in sward conditions in the second year

Item	Date										
	May 18	Jun. 1	Jun. 26	Jul. 7	Jul. 24	Aug. 7	Aug. 21	Sep. 1	Sep. 18	Oct. 3	Oct. 16
Grass length of timothy (cm)	20	22	21	24	47	26	28	25	28	21	14
Herbage allowance (kgDM/100kgBW)	3.6	3.1	2.0	3.5	9.7	5.1	5.7	5.4	4.5	5.1	7.7

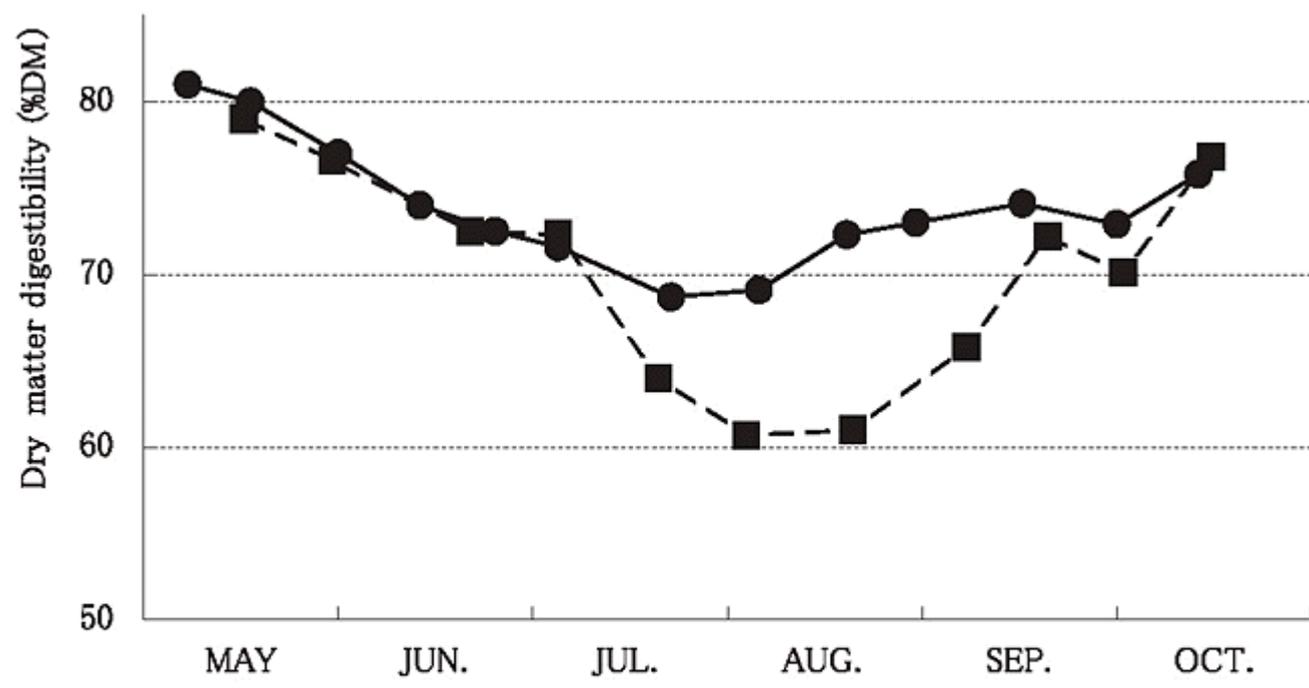


Fig. II -2.3. Seasonal changes in in vitro dry matter digestibility of timothy.

—■— First year (1988) —●— Second year (1989)

Table II—2.7. Air temperatures and amounts of precipitations of ten-day values in the summer

Month	Term	Air temperature (°C)			Amount of precipitations (mm)		
		1988	1989	normal ¹⁾	1988	1989	normal ¹⁾
June	early	14.8	11.9	13.6	39.5	10.0	22.8
	mid	12.9	13.1	14.4	32.5	11.5	14.9
	late	17.3	14.7	15.9	0.0	76.0	14.8
July	early	16.8	15.8	17.0	16.5	1.0	22.6
	mid	15.7	18.0	17.9	8.5	54.0	27.0
	late	16.6	21.8	19.8	0.0	12.0	19.5
August	early	22.2	22.6	21.3	4.0	8.5	52.9
	mid	19.9	20.3	20.6	43.5	54.0	38.9
	late	21.2	20.3	20.0	120.0	90.0	79.0

1) Normal representsthe means for 1981-1992.

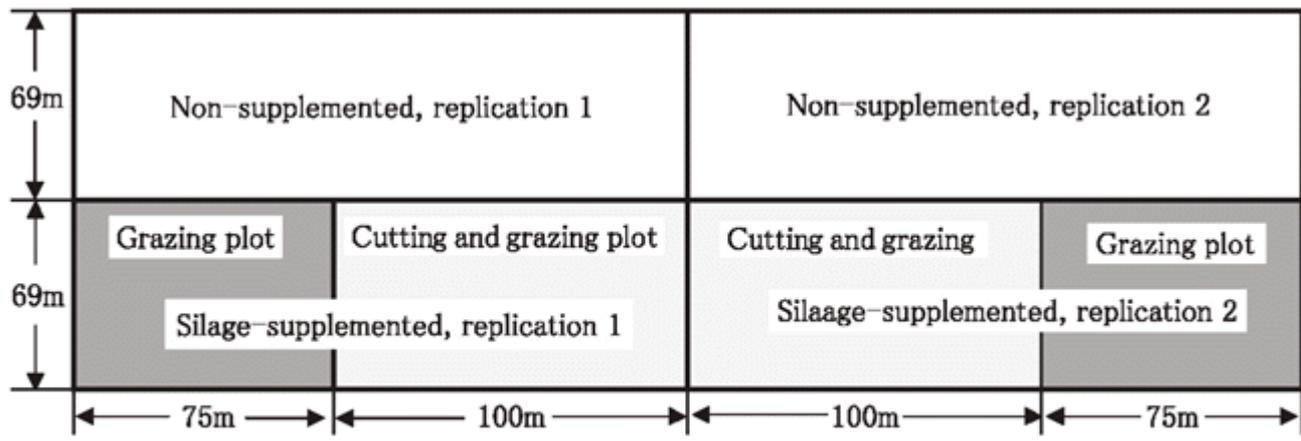


Fig. II -3.1. Design of utilizing timothy swards in this experiment.

Table II — 3.1. Number of animals allotted to each treatment plot

Breed	sex	Silage-supplemented		Non-supplemented	
		Number of animals	Average body weight (kg)	Number of animals	Average body weight (kg)
Angus	steer	3	219	3	233
Angus	heifer	2	204	2	177
Holstein	steer	2	139	2	137

Angus; Aberdeen Angus

Table II –3.2. Carrying capacity and animal performance

Treatment	Grazing periods (days)	Cow day ¹⁾ (CD/ha)	Cumulative body weight gain (kg/ha)	Daily gain ²⁾ (kg/day)
Silage-supplemented	167	510	782	0.81 ± 0.04 ^a
Non-supplemented	162	477	614	0.65 ± 0.03 ^b

1) On a basis of 500kg body weight.

2) Daily gains were calculated at 162 days of grazing periods.

a, b: Values with different superscript letters are significantly different ($P < 0.05$).
Each value represents the means and standard error for fourteen animals.

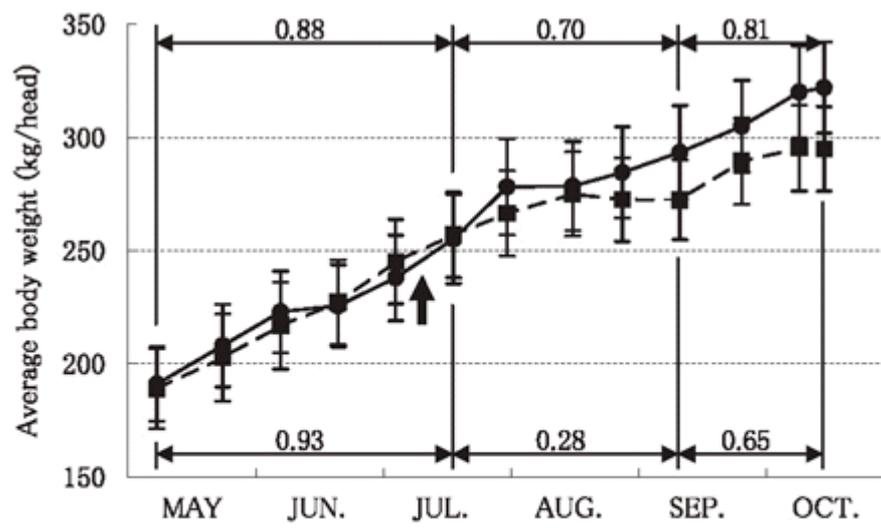


Fig. II —3.2. Changes in average body weight and daily gain of the silage-supplemented herds (●) and the non-supplemented herds (■).

Each value are expressed as mean \pm S.E. for 14 animals.

Values on the horizontal arrows are expressed as daily gain (kg/day).

Vertical arrow at mid July indicate the start of silage supply for the silage supplemented herd.

Table II—3.3. Average daily gains for the grazing season divided into the three periods (kgDM/day)

Treatment	Period I (May 8-Jul.19)	Period II (Jul.19-Sep.12)	Period III (Sep.12-Oct.17)
Silage-Supplemented	0.88±0.07 ^{ab}	0.70±0.04 ^{bc}	0.82±0.064 ^{abc}
Non-supplemented	0.93±0.03 ^a	0.28±0.05 ^d	0.64±0.07 ^c

Values with different superscript letters are significantly different ($P < 0.05$)

Values represent the mean and standard error for 14 animals.

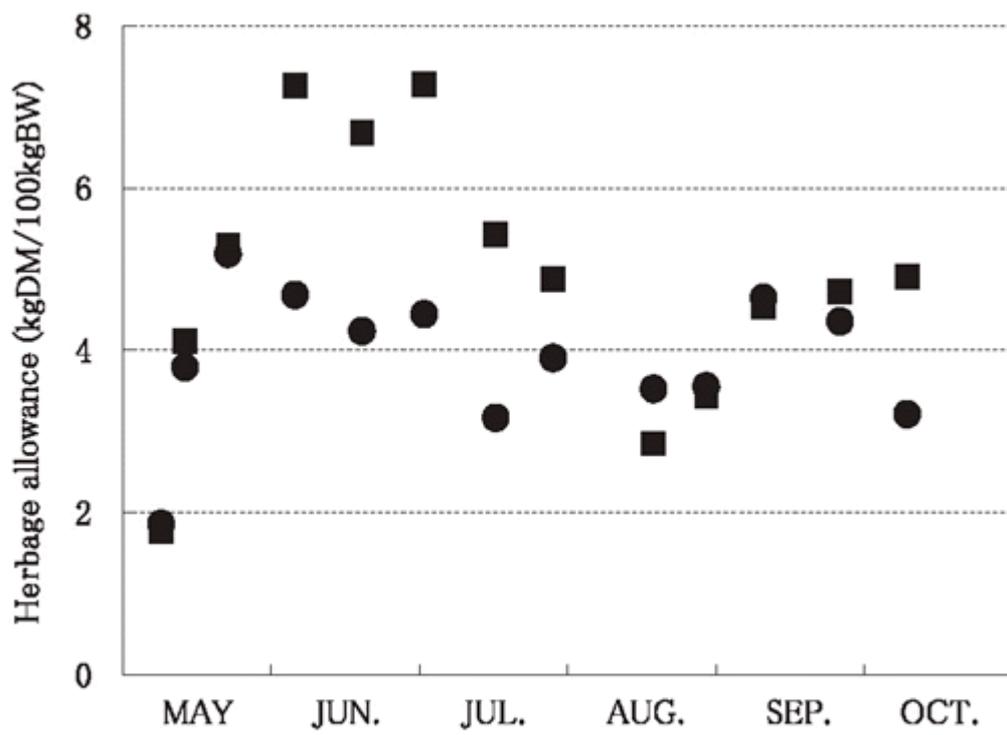


Fig. II —3.3. Seasonal changes in herbage allowance of the silage supplemented plot (●) and non-supplemented plot (■).

Table II —3.4. Seasonal changes in sward conditions

Item	Treatment	Date									
		May 14	Jun. 6	Jul. 3 ¹⁾	Jul. 13	Jul. 30	Aug. 20	Aug. 31	Sep. 12	Sep. 28	Oct. 12 ²⁾
Grass length of Timothy (cm)	Silage-supplemented	26	38	26	45	39	24	28	38	39	15
	Non-supplemented	24	53	49	62	54	29	35	42	37	14
Herbage mass (kgDM/ha)	Silage-supplemented	1,586	2,173	1,477	1,117	1,122	1,000	1,053	1,874	1,811	739
	Non-supplemented	1,642	3,214	3,646	2,846	2,650	1,600	1,434	1,890	1,394	592
Herbage consumption ratio (%)	Silage-supplemented	62	48	48	36	55	35	38	69	46	-
	Non-supplemented	59	27	-	31	19	33	18	61	44	-

1) The herbage consumption ratios at July 3 for non-silage-supplemented plots could not be estimated because the herbage mass after grazing was greater before grazing.

2) At 12 October, the herbage consumption ratio could not be estimated for either treatment.

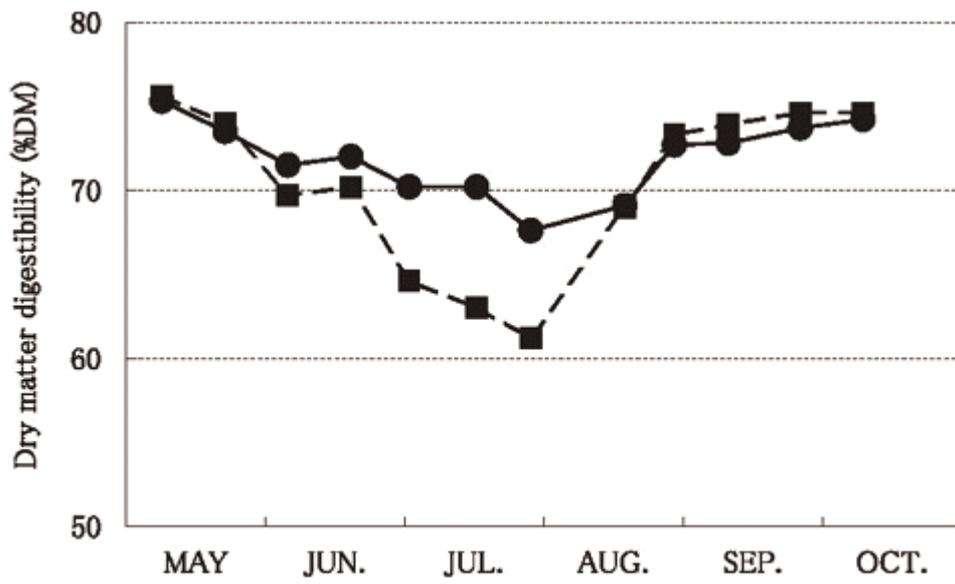


Fig. II —3.4. Seasonal changes in in vitro dry matter digestibility of the silage-supplemented plots (●) and non-supplemented plots (■).

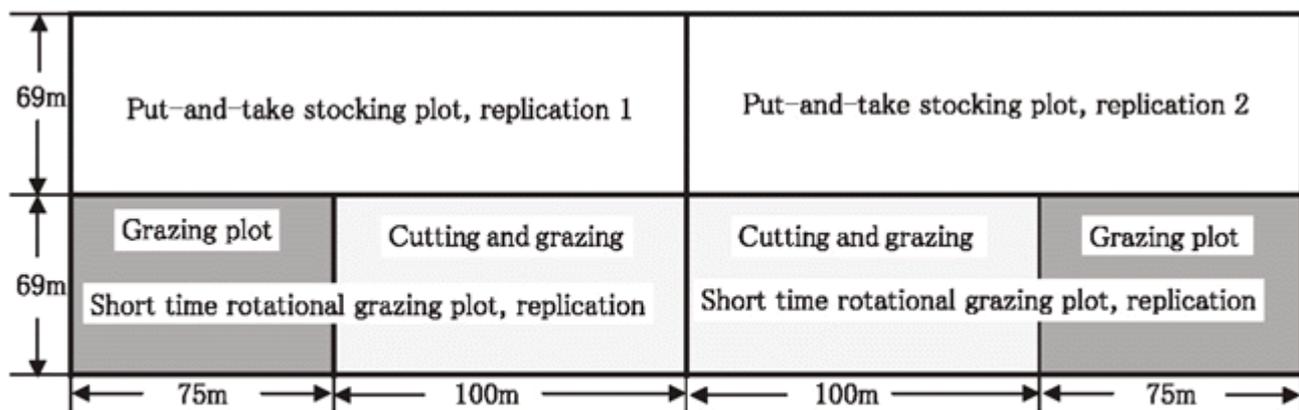


Fig. III-1.1. Design of utilizing timothy swards in this experiment.

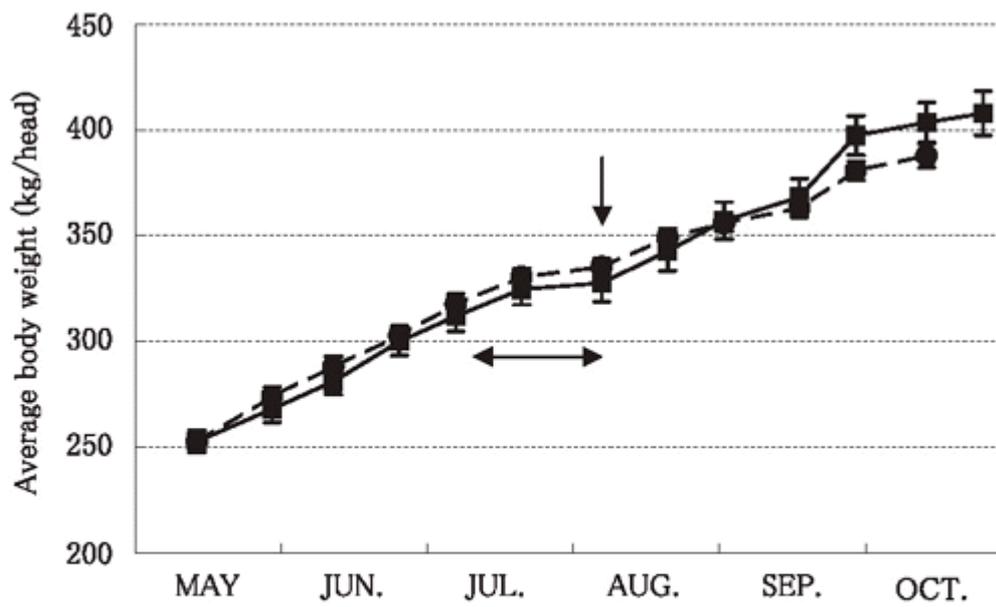


Fig. III-1.2. Seasonal changes in average body weight of put-and-take stocking herds (●) and short time grazing herds (■).

Each value represents the means \pm S.E. for 10 animals.

Horizontal arrow is expressed as non-grazing period.

Vertical arrow at early August is expressed as adjustment grazing pressure.

Table III-1.1. Body weight gain of put-and-take stocking herds and short time rotational grazing herds

Treatment	Daily gain (kg/day.)			Cumulative body weight gain (kg/ha)
	Before ¹⁾	After ¹⁾	All scason	
Put-and-take stocking	0.98±0.05 ^{a2)}	0.74±0.07 ^a	0.87±0.03 ^a	668
Short time rotational	0.88±0.06 ^a	1.09±0.06 ^b	0.97±0.04 ^a	718

1) Daily gains were separated before and after reducing animal number on 7 August.

2) Values in the same column with different superscript letters are significantly different (P < 0.05) Value represents the mean and standard error for 10 animals.

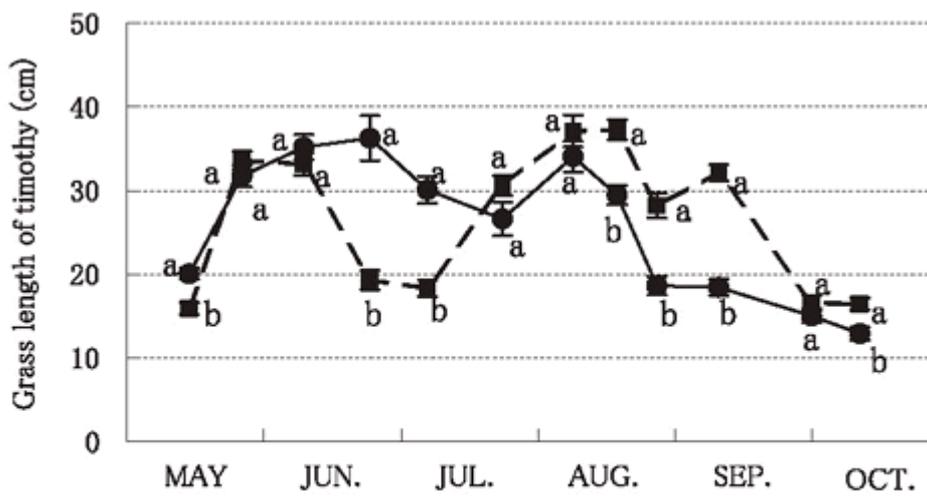


Fig. III-1.3. Seasonal changes in grass length of timothy on put-and-take stocking plots (●) and short time rotational grazing plots (■).

Each value represents the mean \pm S.E. for 20 samples.
 Value with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

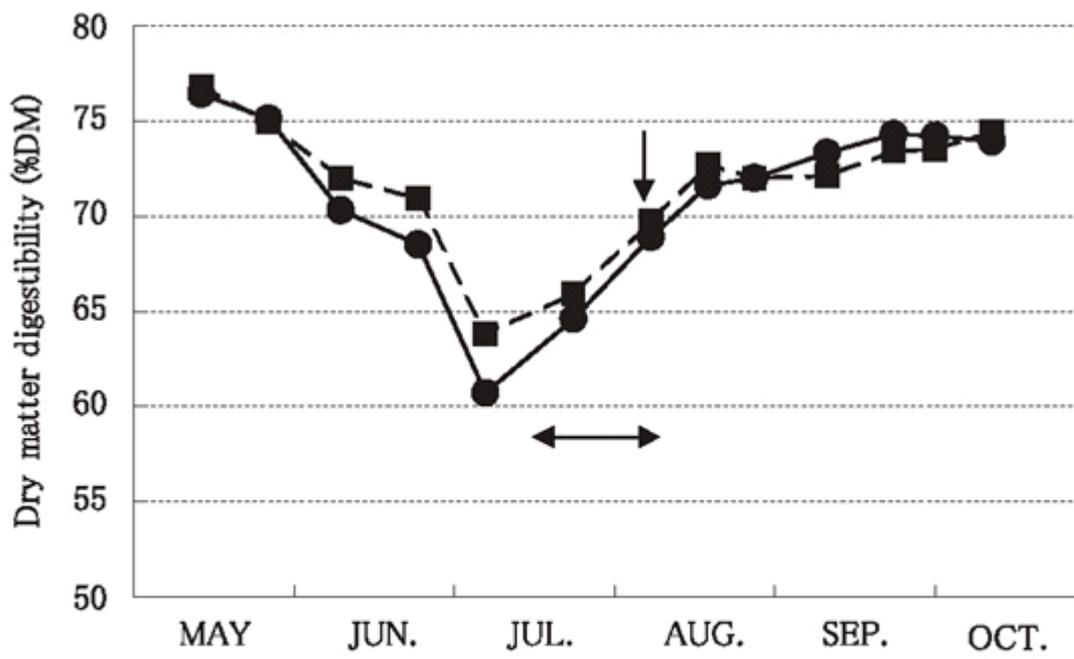
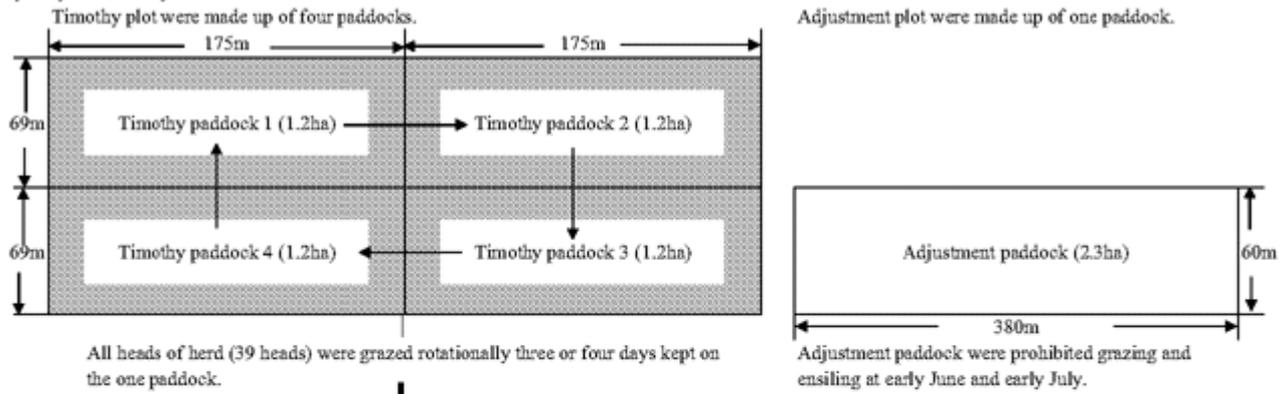


Fig. III-1.4. Seasonal changes in in vitro dry matter digestibility in put-and-take stocking plots (●) and short time rotational grazing plots (■).

Horizontal arrow is expressed as non-grazing periods.

Vertical arrow at early August is expressed as adjustment grazing pressure.

Early May to Mid July



Mid July to late October

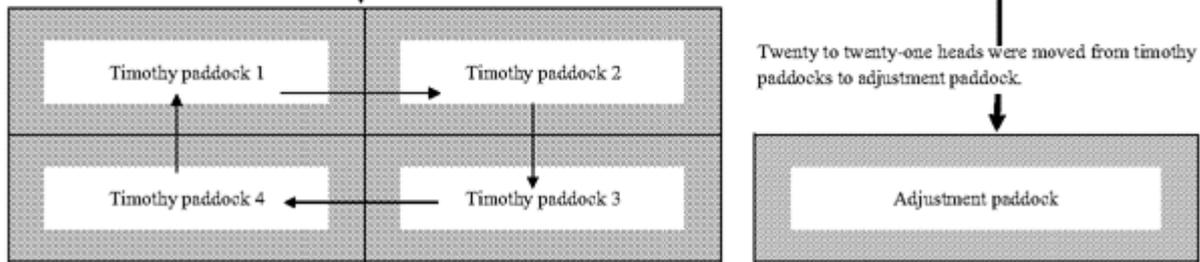


Fig. III—2.1. Design of utilizing timothy plot and adjustment plot in this experiment.

Table III–2.1. Amount of top-dressing during experiment (kg/ha/year)

Swards	Year	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Timothy plot	1st (1992)	100	100	60
	2nd (1993)	100	100	100
Adjustment plot	1st (1992)	130	130	100
	2nd (1993)	120	100	100

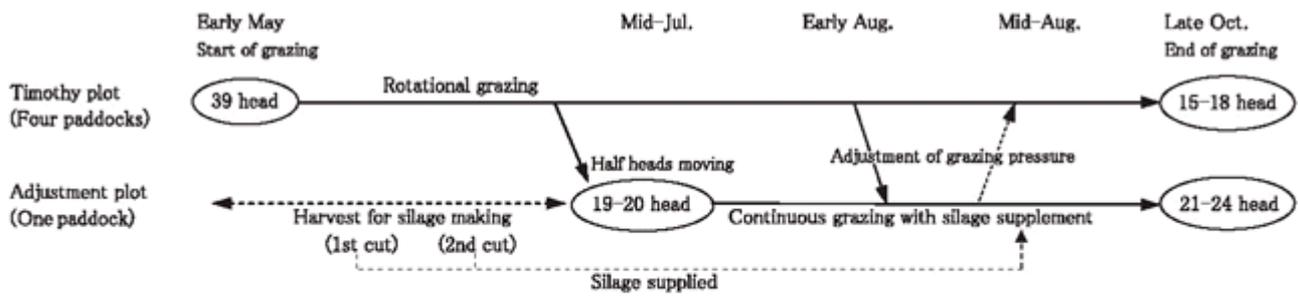


Fig. III-2.2. Swards using this system and the numbers of grazing animals in the timothy plot and the adjustment plot.

Two to four steers were transferred between the timothy plot and the adjustment plot to adjust grazing pressure.

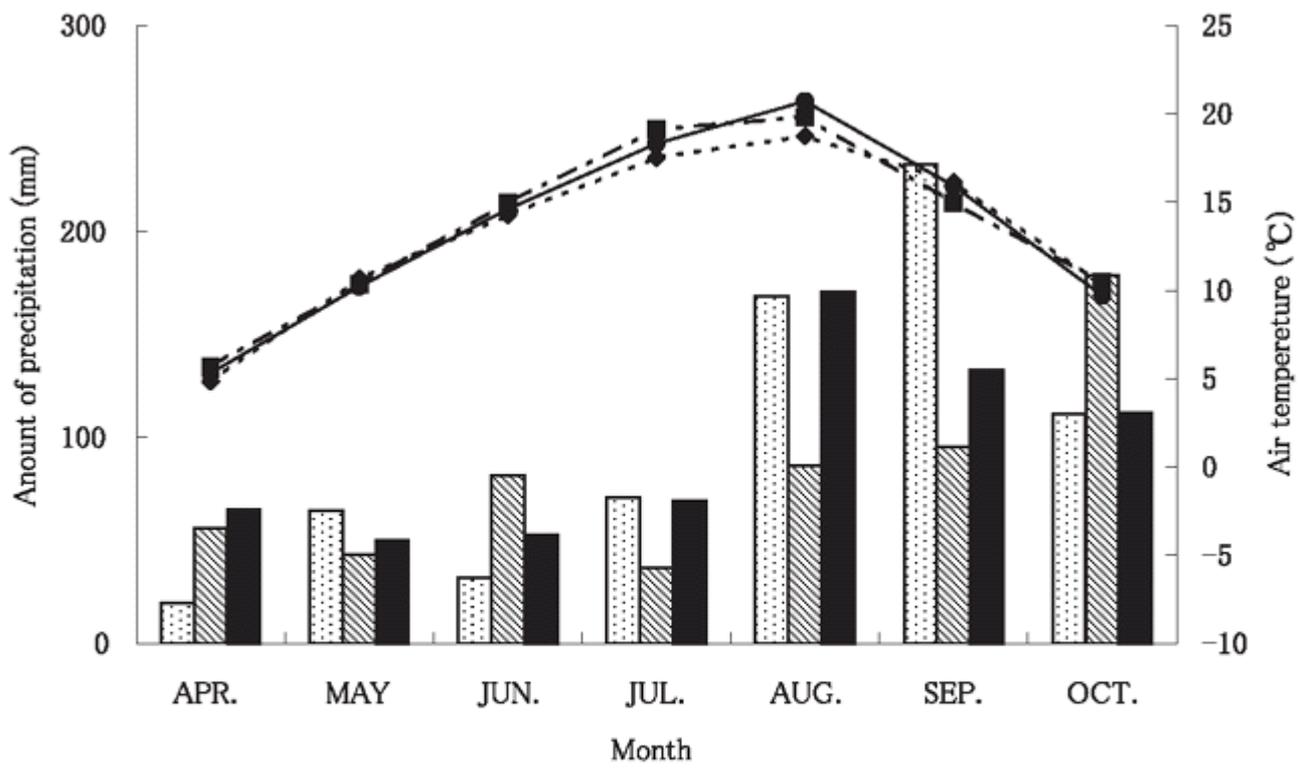


Fig. III-2.3 Monthly means of mean daily air temperature and amount of precipitations during grazing season in 1992-1993 and normal year at Hitsujigaoka Sapporo.

Precipitations	1992	1993	normal
Air temperature	1992	1993	normal

Table III—2.2. Seasonal changes in grazing pressure on the timothy plot (heads/250kgBW/ha)

Year	Start of grazing	Before moving ¹⁾	Moving ²⁾			End of grazing
			1st.	2nd.	3rd	
1st. (1992)	7.48	9.06	4.86	3.99	4.46 ³⁾	5.62
2nd. (1993)	7.82	9.51	4.75	4.01	-	4.73

1) At mid July before first moving.

2) First: mid July, 2nd: early August, 3rd: mid August.

3) Two heads were returned to the timothy plot from the adjustment plot.

Table III—2.3. Daily gains before and after moving and during the grazing season

Experiment year	Herd	Number of steers (heads)	Daily gain (kg/day/head)		
			before ¹⁾	after ¹⁾	All season
First (1992)	Timothy	16 ²⁾	1.01±0.03	0.89±0.02	0.93±0.02
	Adjustment	19 ³⁾	0.94±0.05 ⁴⁾	0.89±0.03	0.90±0.03 ⁴⁾
	All steers	40			0.92±0.01
Second (1993)	Timothy	15 ²⁾	0.91±0.03	0.85±0.03	0.87±0.02
	Adjustment	19 ³⁾	0.88±0.03 ⁴⁾	0.95±0.04	0.92±0.01 ⁴⁾
	All steers	39			0.91±0.05

1) Daily gain were separated into those before and after first moving (mid July).

2) Number of steers grazed on the timothy sward throughout the grazing periods.

3) Number of steers moved to the adjustment plot at first moving.

4) Daily gain of the adjustment herd before first moving are expressed as values on the timothy plot.

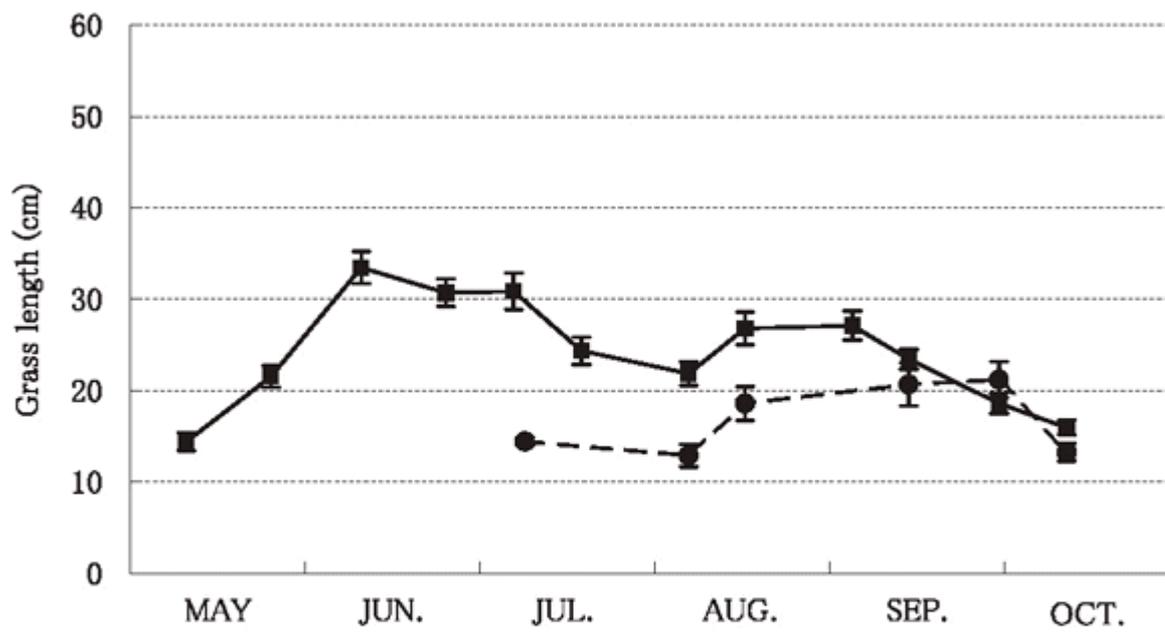


Fig. III-2.4 Seasonal changes in grass length of timothy in the timothy paddocks and perennial ryegrass in the adjustment paddock in first experiment year (1992).

Each value represents the means \pm S.E. for twenty samples.

—■— Timothy paddocks - - ● - - adjustment paddock

Table III—2.4. Herbage yields in the adjustment plot (kgDM/ha)

Experiment year	Cutting ¹⁾		Pasture ²⁾	Total
	1st.	2nd.		
1st. (1992)	2,852	1,999	3,033	7,884
2nd. (1993)	3,543	2,285	4,759	10,587
Average	3,198	2,142	3,896	9,236

1) 1st cutting: early June, 2nd cutting: early July.

2) Grazing periods after the 2nd cutting.

Table III—2.5. Amount of silage supplied to adjustment herds

Experiment year	Total amount (kgDM)	Daily amount (kgDM/100kgBW/day)			
		July	August	September	October
1st. (1992)	9,708	1.04	1.68	1.96	2.04
2nd. (1993)	12,702	-	1.32	2.00	2.98
Average	11,205		1.50	1.98	2.51

Table IV—1. Feed amounts supplied to the herds in control plot (kg/head/day)

Feed stuff	Feeding period (days)				
	1-30	31-90	91-180	181-300	301-540
Formula feed ¹⁾	4.5	5	6	6.5	7.0
F.M.P. ²⁾	2.5	3.6	4.2	4.8	5.4
Cane-top	1.8	1.8	1.8	1.0	0.9

1) TDN: 71.3%, DCP: 11.4%.

2) F.M.P.; food manufacturers' by-product, TDN: 94.8%, DCP: 7.7%.

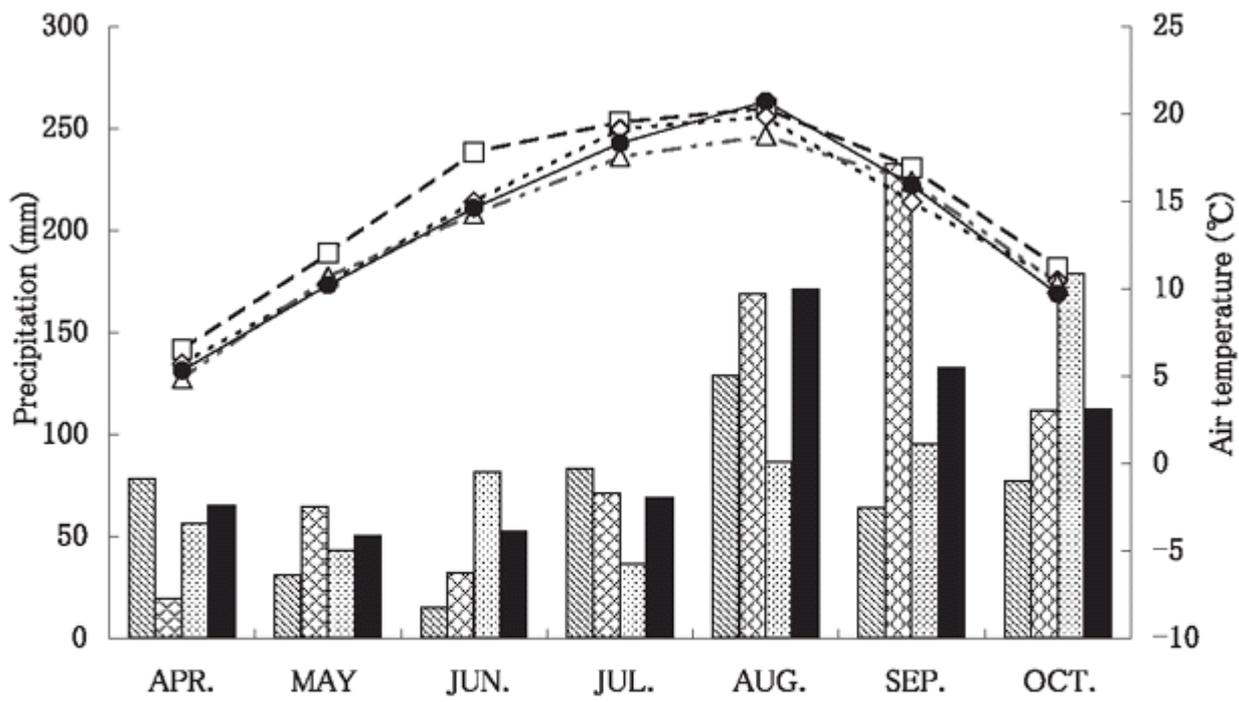


Fig. IV-1. Monthly means of mean daily air temperature and amount of precipitations during grazing season in 1991-1993 and normal year at Hitsujigaoka Sapporo.

Precipitations ▨ 1991 ▩ 1992 ▤ 1993 ■ normal
 Air temperature -□- 1991 -◇- 1992 -△- 1993 -●- normal

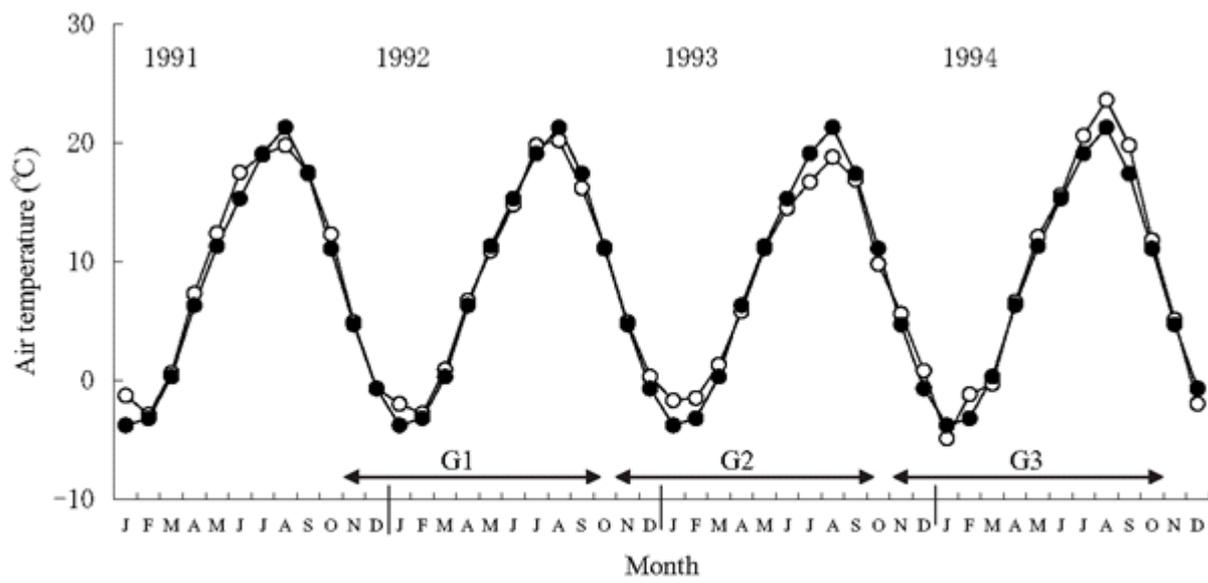


Fig. IV-2. Monthly means of mean daily air temperature during fattening periods in 1991-1994 and during normal year in southern Hokkaido (Ono-chou).

Horizontal arrows respectively indicate fattening periods of G1, G2 and G3 herds.

○— experiment year ●— normal year (1979-2000)

ホーム	防災気象情報	気象統計情報	気象等の知識	気象庁について	案内・申請・リンク
-----	--------	--------	--------	---------	-----------

「海洋の情報」の移転のお知らせ

「海洋の情報」は、「海洋の健康診断表（海洋の総合情報）」に移転しました。ブラウザでお気に入りなどに登録している場合は、下記URLに変更をお願いします。

[./shindan/](http://www.jma.go.jp/shindan/)

「海洋の情報」に掲載していた各種情報は、「海洋の健康診断表（海洋の総合情報）」のページの「海洋のデータバンク」のコーナーから閲覧できます。



The screenshot shows the JMA website interface. At the top, there is a navigation menu with 'ホーム', '防災気象情報', '気象統計情報', '気象等の知識', and '気象庁について'. Below the menu, the page title is '海洋の健康診断表(海洋の総合情報)'. There is a '新着情報' section with a link to a report from 2006. A '定期診断表' section contains a search box and a list of topics under '地球温暖化に関わる海洋の長期変化(十年~百年程度の変化)', including '海水温・海面水位・海水の長期変化傾向' and '海洋の温室効果ガスの長期変化傾向'. Below this is a '海洋のデータバンク' section with a list of data categories such as '海水温・海流のデータ', '波浪のデータ', '潮汐・海面水位のデータ', '海水のデータ', '海上気象のデータ', '海洋気象観測船による定期海洋観測結果', '海洋の二酸化炭素のデータ', '海洋汚染のデータ', and '日本近海のデータ' (with sub-links for '北海道周辺・日本東方海域のデータ', '日本海のデータ', '日本南方海域のデータ', and '九州・沖縄海域のデータ').

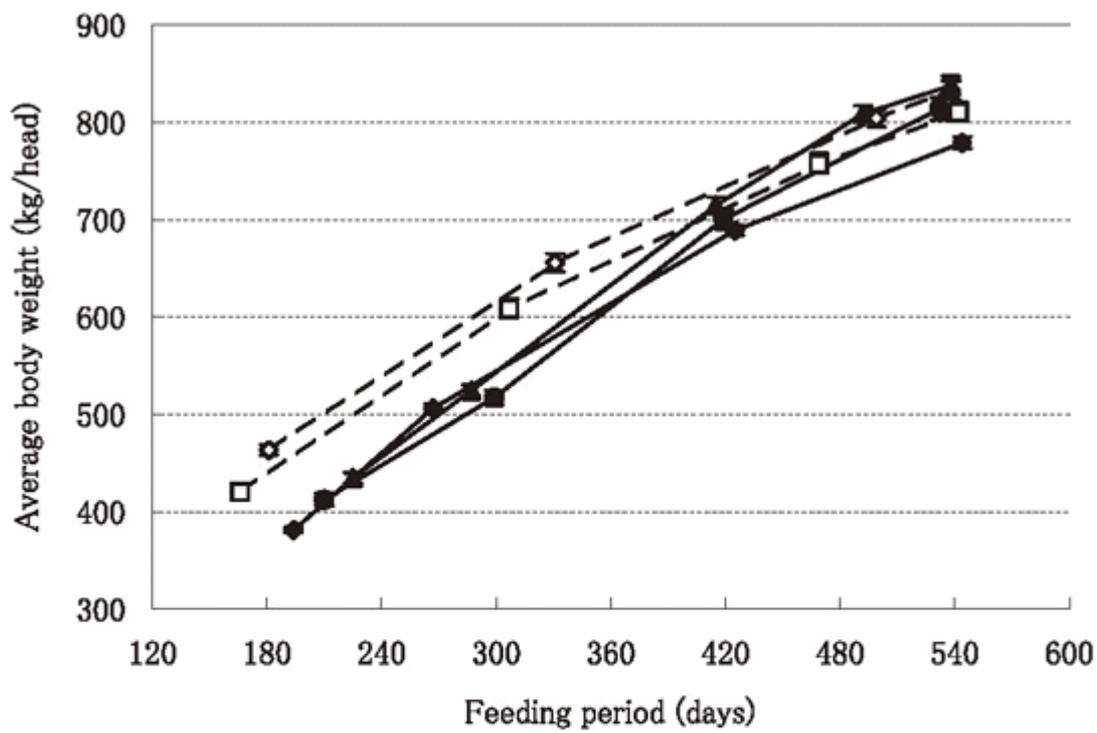


Fig. IV—3. Comparison of body weights changes through the fattening periods between grazing herds and control herds.

Each value represents the means \pm S.E.

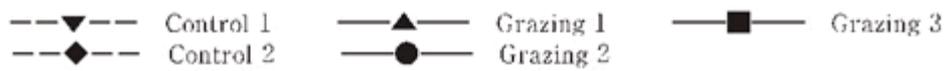


Table IV—2. Changes in dairy gain in each herds (kg/day; means \pm S.E.)

Treatment	Herd	Number of steers (heads)	Raising periods ¹⁾			Fattening period	Whole period
			Period 1 ²⁾	Period 2 ³⁾	Period 3 ⁴⁾		
Grazing	G1	24	-0.30 \pm 0.05	0.93 \pm 0.03	0.95 \pm 0.06	1.29 \pm 0.02	1.11 \pm 0.03
	G2	37	0.13 \pm 0.05	0.94 \pm 0.02	1.04 \pm 0.04	1.24 \pm 0.02	1.10 \pm 0.02
	G3	39	-0.62 \pm 0.03	0.91 \pm 0.01	0.39 \pm 0.01	1.10 \pm 0.01	0.95 \pm 0.01
	Average		-0.26 \pm 0.05	0.92 \pm 0.01	0.77 \pm 0.04	1.19 \pm 0.01	1.04 \pm 0.01
Control	C1	18		1.04 \pm 0.03		1.09 \pm 0.03	1.07 \pm 0.03
	C2	21		1.02 \pm 0.03		1.11 \pm 0.04	1.08 \pm 0.03
	Average			1.03 \pm 0.02		1.10 \pm 0.02	1.07 \pm 0.02

1) About 260 days from introduction.

2) Period 1: Period of accustoming to grazing in the grazing treatment.

3) Period 2: Grazing experiment period in the grazing treatment.

4) Period 3: Period of accustoming to fattening in the grazing treatment.

Table IV—3. Feeding periods, body weight and carcass quality in each herds

Treatment	Herds	Number of steers (heads)	Periods of feeding ¹⁾ (days)	Live body weight (kg)		Carcass weight ¹⁾ (kg)	Over grading ³⁾ (%)
				Introduction ¹⁾	Finished ¹⁾		
Grazing	G1	24	536	260±3	837±9	465±6	54
	G2	37	533	227±5	814±11	451±8	62
	G3	39	562	247±3	779±6	430±4	56
	Average		545±14	242±3	806±6	446±4	58
Control	C1	18	537±11	276.8	843±11	488±7	53
	C2	21	529±7	251±2	821±13	462±9	62
	Average		534±6	263±4	835±7	474±6	59

1) means ± S.E.

2) The grading of meat quality by Japanese meat standards (high; 5 to low; 1).

Table IV—4. Number of condemned viscus cows in each treatment.

Treatment	Investigation number (heads)	Number of condemned viscus (heads)		
		Liver abscess	Hapatitis	Others ¹⁾
Grazing	39	3	0	0
Control	36	7	1	1

1) Others; inflammation of the reticulum, inflammation of epicardium abomastis, etc.

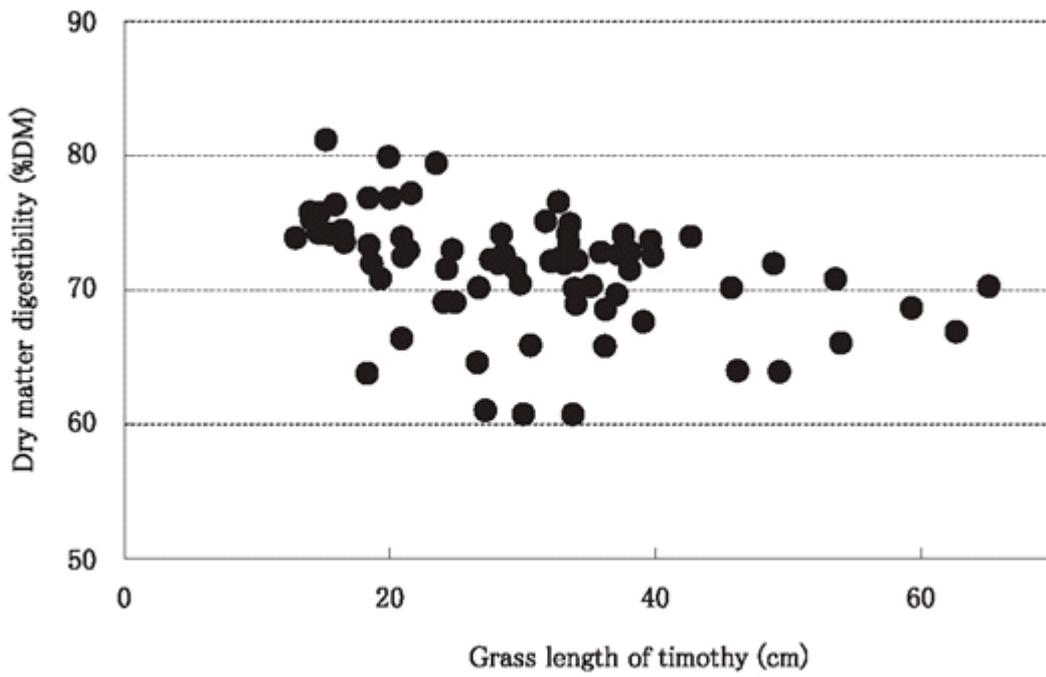


Fig. V-1. Relationship in vitro digestibility and grass length on timothy pasture in this experiment.