日本中央競馬会特別
振興資金助成事業

ＩＳＳＮ　１３４６-２４２３

２００９．１１
第２５号

飼料増産広報誌

グ ラ ス ＆ シ ー ド

特集：飼料作物の栽培・利用・調製技術の最近の動向

社団法人　日本草地畜産種子協会

目　　次

特集：飼料作物の栽培・利用・調製技術の最近の動向

Ⅰ．トウモロコシの栽培・利用技術

１．トウモロコシ栽培利用技術の最近の動向・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
（独）農業・食品産業技術総合研究機構　畜産草地研究所
飼料生産性向上研究チーム上席研究員　　佐藤節郎

２．トウモロコシの不耕起栽培・・・ 8
（独）農業・食品産業技術総合研究機構　東北農業研究センター
寒冷地飼料資源研究チーム長　　魚住　順

Ⅱ．飼料用イネの利用技術

１．稲発酵粗飼料(イネＷＣＳ)の飼料特性と乳牛への調製・給与技術・・・・・・・・・ 12
広島県立総合技術研究所畜産技術センター
飼養技術研究部長　　新出昭吾

２．稲発酵粗飼料の肉用牛への給与技術と肉質評価・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17
（独）農業・食品産業技術総合研究機構　畜産草地研究所
飼料調製給与研究チーム主任研究員　　山田知哉

３．飼料用イネの立毛放牧とイネＷＣＳの冬季利用を組み合わせた
周年放牧モデル・・・ 21
（独）農業・食品産業技術総合研究機構　中央農業総合研究センター
関東飼料イネ研究チーム上席研究員　　千田雅之

Ⅲ．草地の放牧利用技術

１．高生産放牧草地（乳牛・育成牛向け）の管理と利用・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
（独）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　　八木隆徳

２．耕作放棄地の放牧草地（繁殖牛向け）としての管理と利用・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34
（独）農業・食品産業技術総合研究機構　畜産草地研究所
放牧管理研究チーム主任研究員　　平野　清

Ⅳ．収穫機の開発

１．新開発「汎用型飼料収穫機」について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
（独）農業・食品産業技術総合研究機構
生物系特定産業技術研究支援センター
基礎技術研究部主任研究員　　志藤博克
畜産工学研究部主任研究員　　橘　保宏
畜産工学研究部研究員　　川出哲生

Ⅰ．トウモロコシの栽培・利用・調製技術
１．トウモロコシ栽培利用技術の最近の動向

（独）農業・食品産業技術総合研究機構　畜産草地研究所
飼料生産性向上研究チーム上席研究員　佐藤節郎

１．はじめに

我が国の食糧自給率の低下が指摘されて久しいが、その原因のひとつは特に低い飼料の自給率であるとされる。中でも飼料用（サイレージ用）トウモロコシ（以下、トウモロコシ）の栽培面積の減少は顕著であり、飼料自給率の低下に拍車をかけてきた。しかし、昨秋まで続いた穀物価格の高騰は自給飼料生産の重要性を再認識する契機となった。

ここでは、トウモロコシ栽培面積が減少した原因、トウモロコシを栽培する重要性を述べるとともに、栽培面積を減少させた原因に対処するために開発されている技術を紹介する。

２．低下する飼料自給率

1970 年代以降、我が国の飼料自給率は徐々に低下し、2005 年では 25%にまで低下した。濃厚飼料の自給率は常に 10%前後で推移しているので、飼料自給率の低下は、粗飼料自給率の低下の影響によるものと考えられる（図１）。

粗飼料自給率低下の原因をいくつか上げてみる。1980 年代に入り、酪農では高泌乳牛の多頭化が進み、それにともない乳牛管理に要する労力が増大し、飼料作物、特に、夏場の収穫・調製作業に労力を要するトウモロコシやソルガムなどの長大作物の栽培が敬遠されるようになった。高泌乳牛時代の到来にともない濃厚飼料の給与量が増加し、経済力をつけていた我が国の円高基調もあり濃厚飼料輸入量が増加し、同時に乾草の輸入量も増加し、飼料生産意欲はますます低下していった。

一方、1970 年代末のロールベーラの出

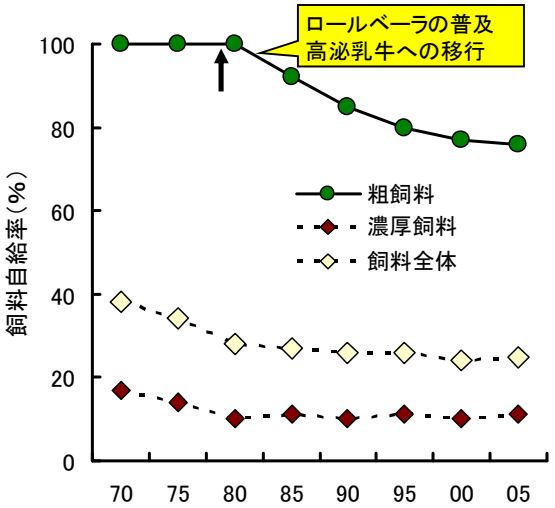


図1．我が国の飼料自給率の推移（TDNベース）

↑：1979年までは輸入飼料は濃厚飼料とみなす

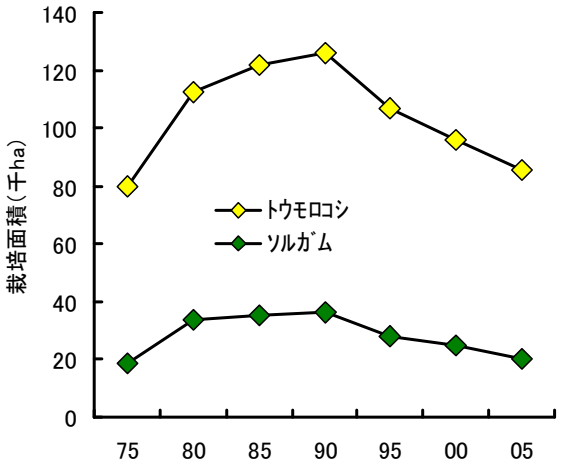


図2．我が国の長大作物栽培面積の推移

ソルガムにはスーダングラスも含まれる

現もトウモロコシ栽培面積の減少に拍車をかけた。ロールベーラによる調製技術は牧草に適したもので、ラッパーと組み合わせることにより省力的にラップサイレージを調製できるため、府県の飼料作物栽培では主に冬作イタリアンライグラスの調製を目的として急速に普及した。この省力的なロールベール体系は、夏作飼料作物にも利用されるようになり、トウモロコシの一部は、ロールベール体系が可能なスーダングラス類などの長草型グラスにとって代わられた。増加する飼養頭数を賄うには到底及ばなかったものの 1980 年代まで拡大していたトウモロコシ栽培面積は 1990 年代に入り急速に減少し始めた。トウモロコシに代わって作られていた長草型グラスへの需要は必ずしも大きく伸びることはなく、これらのグラス生産が行われなくなった後でもトウモロコシ生産は十分に回復しなかった（**図２**）。

このように、高泌乳牛の多頭化に伴う乳牛飼養の労力の増加にともない飼料生産意欲が低下し購入飼料への依存度が高まったこと、ロールベール体系の普及によりトウモロコシ栽培面積が減少したことなどが作用して、我が国の飼料自給率は大きく低下した。

３．自給飼料生産が必要な理由

昨秋までの輸入穀物価格の高騰にともなう配合飼料価格の高騰はすさまじく、廃業を余儀なくされた酪農家もみられた。この高騰の原因のひとつとして，原油価格高騰に対応するためのトウモロコシの燃料用エタノール利用への転換が上げられた。

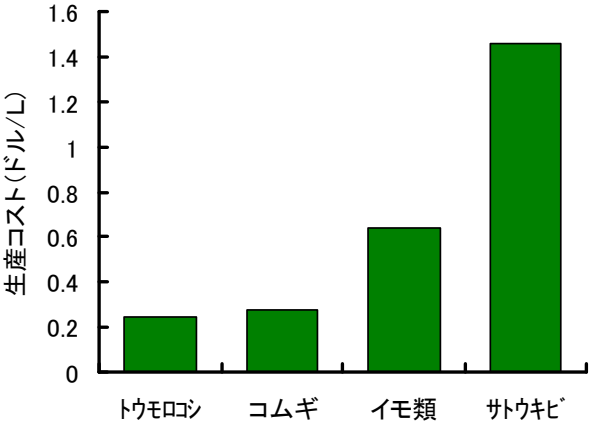


図3. 米国における作物別の燃料用エタノール生産費
小泉（2006）から筆者が作成

1973年の第１次オイルショック以来、米国では燃料用エタノール利用促進に向けての政策を継続してきたが、2000 年代に入ってから、原油輸入の中東依存からの脱却を図るため燃料用エタノール政策を加速させ始めた。現在、バイオ燃料の 90%はトウモロコシを原料として生産され、2006 年度では米国のトウモロコシのエタノール向け需要量はすでに輸出仕向け量を超えるに至っているほどである。その理由は、エタノールを生産するときのコストはトウモロコシがもっとも低いからである（**図３**）。また、米国ではトウモロコシは食用以上に家畜の飼料として位置づけられているため、抵抗なくバイオ燃料の原料に転換しやすいと考えられ、今後もエタノール生産の原料はトウモロコシに依存しやすくなる。

現在利用されている鉱脈からの原油は 2040 年にはほぼ枯渇すると予測されている。近未来的に原油が高値で推移することは確実であり、米国がトウモロコシを原料とした燃料用エタノール生産を加速させることは当然の成り行きといえる。年によって生産量

は変化するものの、米国のトウモロコシ生産量は世界全体の 40%以上を占める。米の燃料用エタノール生産は食糧安全保障に大きな影響を与え、飼料用トウモロコシの95%以上を米国からの輸入に依存している我が国への影響は避けがたく、飼料用トウモロコシの輸入価格はいつ急騰するか予断は許さない。

４．飼料生産の視点と栽培利用の動向

我が国の酪農では、優れた粗飼料でもあり濃厚飼料としての役割もあるトウモロコシを生産することはきわめて重要であるにもかかわらず、高泌乳牛の多頭化にともなう労力不足により多労なトウモロコシ生産が敬遠され、安価な輸入トウモロコシに依存してきた。一時高騰したトウモロコシ等の穀物価格は下落したものの高止まり状態にあり、やがて急騰するおそれもある。現在、酪農経営の中から飼料生産を切り離す動きがあり、コントラクタへの期待が高まっている。コントラクタは多数の圃場の飼料生産を請け負うため、収穫・調製に時間を要する「ハーベスタ収穫＋サイロ詰め」に代わる新たな収穫・調製体系を必要としている。また、世界的な原油価格の高騰が予測されるため、播種、収穫・調製の各作業はエネルギー投入量が少ないものでなくてはならない。現在、これらの要件を満たす栽培、収穫・調製技術が開発されつつある。すなわち、コントラクタに対応した、省力・低コスト、省資源を実現する技術が実用化に向けて開発されつつある。これらの技術として、今回の特集で紹介するトウモロコシの不耕起播種栽培技術、細断型ロールベーラ、汎用型飼料収穫機が、また、近年の輸入濃厚飼料価格の高騰を契機に、トウモロコシ子実の消化性を向上させる破砕処理する技術が実用化されつつある。

① 不耕起播種栽培

不耕起播種栽培とは播種に関する作業のうち土壌を撹拌する作業の一部または全部を省略する栽培法である。米国では、1900 年代前半にグレートプレーンを襲った数年にわたるダストボールと呼ばれる大干ばつが、耕耘した土壌のエロージョンを助長し、

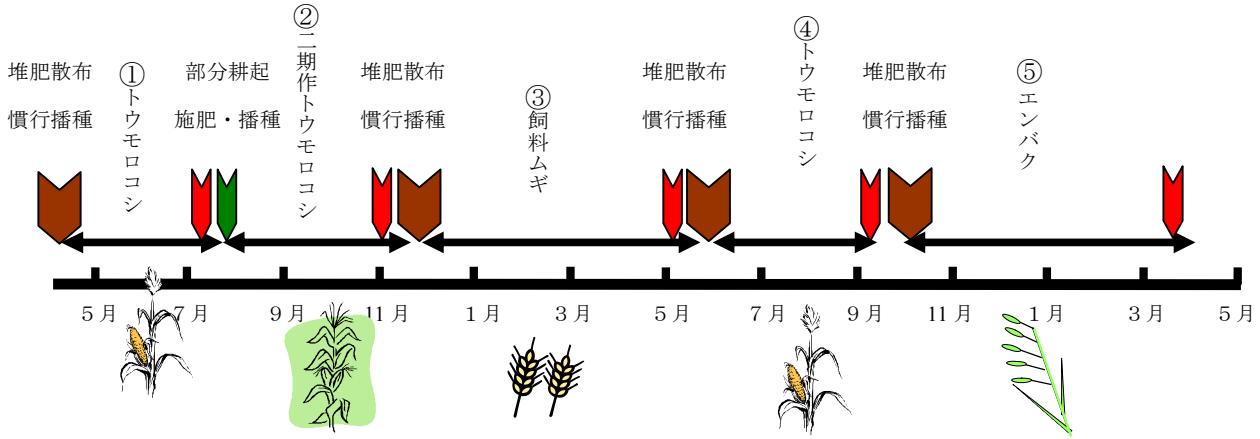


図４．暖地における二期作トウモロコシと飼料ムギを組み入れた２年５作体系のイメージ

：堆肥散布後の耕起による播種　：部分耕起・施肥・播種機による二期作トウモロコシ播種　：収　穫

表1. 二期作トウモロコシと飼料ムギを組み合わせた飼料生産体系の収量

	1年目			2年目		合計
従来の周年生産	トウモロコシ*		イタリアン***	トウモロコシ*	イタリアン***	
	2120		700	2120	700	5640
2年5作体系	トウモロコシ**	二期作トウモロコシ**	飼料ムギ***	トウモロコシ*	エンバク***	
	1940	1390	800	2120	600	6850

*「従来の周年生産」および「2年5作体系」2年目のトウモロコシの乾物収量は、委託プロジェクト「粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発」平成20年度報告の九州沖縄農研のデータを参考にして算出.

**「2年5作体系」における1年目のトウモロコシおよび二期作トウモロコシ収量も上記と同様に算出.

*** イタリアン、飼料ムギ、エンバクの乾物収量は推定値.

また、土壌養水分の枯渇をもたらしたため、不耕起播種栽培が発達した。我が国では、春のトウモロコシの不耕起播種では、出芽したトウモロコシが冬雑草や冬作物の刈り株などの前植生と競合するため、不耕起播種栽培はあまり実用化されてこなかった。しかし、大面積の栽培を担うコントラクタの発達は不耕起播種栽培導入のインセンティブを高めつつあり、全国的に不耕起播種栽培の研究が進んでいる。東北地域では、完全不耕起タイプの不耕起播種機により現地実証試験を行い、トウモロコシ収量が慣行の耕起法にくらべ遜色がないことを示している。また、熊本県菊池郡では二期作トウモロコシを中心に不耕起播種栽培が普及しつつある。

播種時間が短い不耕起播種によりトウモロコシを栽培することは、圃場の利用率を向上させる。温暖化にともない、不耕起播種を導入することで関東地方でもトウモロコシの二期作栽培が可能になるかも知れない。また、温暖地ではイタリアンライグラスよりも遅く播種できるムギ類と二期作トウモロコシの不耕起播種栽培を組み合わせて２年５作が可能である（**図４**）。おおまかではあるが、従来のトウモロコシ＋イタリアンによる周年生産体系にくらべ約 1.2 倍の乾物収量が得られると試算できる（**表１**）。

② 細断型ロールベーラ

細断型ロールベーラは、独立行政法人農研機構生研センターと農業機械メーカーが共同開発した調製機械であり、牧草の調製に利用されるロールベーラのように、コーンハーベスタで刈り取ったトウモロコシを荷受けしてロールベールに梱包するものである（**写真１**）。全国で実証試験を行った後に 2004 年に市販化された。ロールベールは直径 85 ㎝、幅 90 ㎝、重量は黄熟期に収穫したもので 330 kg 程度である。中規模の酪農家では１梱包が１日あるいは１回の給与量に相当するので、

写真1　細断型ロールベーラ（写真提供：生研センター）

二次発酵の心配がない。作業時間が大幅に短縮されるほかに、圃場での収穫ロスが少ない、高密度のサイレージが調製できるので長期間保存しても品質の低下が少ないなどの理由から、府県を中心に普及し始めた。

実際の作業は、横にコーンハーベスタを装備したトラクタの後方に細断型ロールベーラを牽引しホッパに直接に荷受けさせる方法（ワンマン作業）、圃場の隅などでローダーバケットなどから細断材料を荷受けしてロール成形を行う方法（定置作業）、細断型ロールベーラを牽引したトラクタをコーンハーベスタに併走させ、細断材料を受け取り成形する方法（伴走作業）などで行われる。このような圃場での調製の他に、バンカーサイロで調製したトウモロコシサイレージを梱包し直して、サイレージが変敗しやすい夏場に給与することも可能である。また、トウモロコシと他の材料を混合したものを梱包して発酵 TMR を調製することも検討されている。

③ 汎用型飼料収穫機

細断型ロールベーラによる調製作業では、トウモロコシなどの収穫物を別途にロールベーラに荷受けさせる必要があり、収穫と調製作業が別作業として行われている。汎用型飼料収穫機は、クローラ式の走行台車の前面にフォーレージハーベスタをベースにした収穫部を装備し、台車上に細断型ベーラの成形室とホッパを搭載したもので、収穫と調製を一体的に行うことにより収穫・調製作業をより効率的に進めることができる（**写真２**）。地盤が軟弱な水田や比較的小規模の圃場でも利用可能である。独立行政法人農研機構生研センターと農機メーカーが開発した機械であり、2009 年に市販化された。本機械の大きな特徴のひとつは、飼料作物別に収穫部のアタッチメントを着脱することにより、飼料イネを含む多種類の飼料作物の収穫に対応できることである。我が国の飼料生産では生産コストの低減が急務であり、多くの飼料作物の収穫・調製作業をひとつの機械で行うことは生産コスト低減に大きく寄与するものである。また、本機械は、これまでは刈り取り、乾燥、調製の３工程を必要としていた牧草の収穫・調製作業を１工程で行うことが可能であるため、作業が天候に左右されにくいだけでなく、化石燃料の使用量を減ずることができるなどの利点があると考えられる。今後、多種の飼料作物収穫を前提としてエネルギー投入量を考慮した生産コストの算出が望まれる。

写真２　汎用型飼料収穫機（写真はオオムギの収穫）

④収穫時の破砕処理

トウモロコシは登熟が進むと子実のデンプン含有量が増えるが、子実の表皮が硬くなり消化されにくくなるので、せっかくデンプン含量の多いサイレージを摂取しても消化されずに糞中に排出されてしまう。イヤーコーンサイレージは、黄熟後期～完熟期に達したトウモロコシ雌穂（包皮、子実、コブ）を専用ヘッダで収穫しサイレージとして調製したものである。収穫した雌穂をコーンクラッシャーまたはカーネルプロセッサーと呼ばれる破砕装置のローラーを通すことで、子実のデンプンの消化性を改善してサイレージの栄養価を高めることができる。これらの技術はスケールメリットを生かすことのできる北海道の大規模なコントラクタでの実用化に向けて研究が進められている。また、コーンハーベスタに破砕装置を装着しホールクロップで細断・収穫したものをローラーで破砕処理する方法があり、一部のコントラクタですでに利用されている。

⑤その他

コントラクタが利用することを目的とした機械の開発とそれらを利用するシステムについて研究が行われている一方で、栽培面からコントラクタによる作業を支援する研究が行われてきた。点在する多数の圃場のトウモロコシをコントラクタが収穫するとき、すべての圃場で適期に刈り取ることは困難である。調査した品種例は少ないが、茎葉の緑度が長期にわたり保持されるトウモロコシ品種（緑度保持型品種(RM115 および 125 を供試)）では、同じ RM の従来型品種に比べ、絹糸抽出後 30～60 日の乾物率上昇速度や CP%低下速度が緩やかであるという試験結果が得られている。このことから、従来品種と緑度保持型品種を組み合わせて栽培することにより、地域のトウモロコシの収穫適期の幅が拡大すると考えられる。また、トウモロコシの栽培面積の約２割を占める転作田では湿害が重要な問題となる場合が多い。出芽・初期生育時に湿害を受けると栄養成長期が短い早生品種では被害が回復しにくいとされ、これまでは、湿害の出やすい圃場では被害回避のため中～晩生品種を選定することが奨められてきた。最近、ダイズ播種機を応用したトウモロコシの畝立て栽培の研究が進んでおり、本栽培法が実用化されれば、湿害の出やすい圃場でも品種を選ばずに安定的な収量が得られると思われ、その成果が期待されている。

５．おわりに

現在、水田を巡る政策的な側面から全国的に飼料イネ栽培が進んでいる。しかし、トウモロコシは粗飼料でありながら、黄熟期以降はデンプン含量が 30%近くになり、濃厚飼料的な性質をもち、しかも、容易に栽培できるもっとも優れた飼料であることを忘れてはならない。高泌乳牛の多頭飼養と輸入飼料依存の中で栽培面積が低下し続けたが、近年のコントラクタの発達、それを支える収穫機械の開発、輸入飼料価格の急騰などがトウモロコシを見直す契機となってきた。コントラクタに言及するときは機械ばかりが注目されやすいが、大面積圃場から高栄養の収穫物を得るためには、多様な品種の選定

とその栽培法を確立し、また、新たな機械で調製したサイレージの特性を明らかにしなくてはならない。これまで蓄積された研究を組み合わせ、コントラクタへの技術導入を図ることが重要である。また、近い将来には食糧危機と石油の枯渇さえ懸念される。トウモロコシを組み入れた低投入で大量の収量を得ることができる新たな飼料生産体系の確立が今後の重要な課題となる。

参考文献

平久保友美（2007）: DAIRYMAN　57(10), 47.

菅野　勉（2008）: 日本草地学会誌　54(別), 50-51.

菅野　勉（2009）: 日本草地学会誌　55(別), 158.

小泉達治（2006）: 農林水産政策研究所レビュー　21, 17-22.

野中和久（2007）: DAIRYMAN　57(7), 46-47.

大下友子（2008）: グリーンテクノバンクセミナー資料　18-19

志藤博克（2007）: 牧草と園芸　55(4), 16-20.

志藤博克ら（2008）: DAIRYMAN　58(12), 46-47.

高野信雄（2005）: 第４章－酪農.「ぜひ知っておきたい日本の畜産（平野　進編）」幸書房,　東京, p132-171.

谷川珠子（2005）: 牧草と園芸　55(2), 15-18.

魚住　順（2009）: DAIRYMAN　59(2), 32-33.

Ⅰ．トウモロコシの栽培・利用技術
２．トウモロコシの不耕起栽培

（独）農業・食品産業技術総合研究機構　東北農業研究センター
寒冷地飼料資源研究チーム長　魚住　順

１.はじめに

北米では、穀実用・サイレージ用トウモロコシの不耕起栽培が広く普及している。北米の不耕起栽培は、省力化と土壌浸食抑制への強い要望が発端となって 1930 年代に検討されはじめたもので、1960 年代には、除草剤と不耕起播種機を組み合わせた現行の栽培体系がほぼ完成している。経営規模が小さいと、不耕起栽培がもたらす労力削減や資源節約の効果が、コストの削減に結びつかないため、これまで国内に不耕起栽培が普及することはなかったが、近年はコントラクター等の普及により 100ha を超える圃場を共同で管理する経営も増えていることによって、低コスト化の切り札として国内でも注目されるようになっている。

２．不耕起栽培の雑草防除体系

耕起には、すでに生えている雑草を除去するという重要な役割があるが、不耕起栽培ではその役割を非選択性の茎葉処理剤に委ねる。外国では主として安価なパラコート系の除草剤が用いられているが、これらは国内での登録がないため、現時点では国内で登録が取れているラウンドアップマックスロードを用いることになる。施用時期はトウモロコシを播種する１～２週間前が基本である。非選択性の茎葉処理剤はあくまでも耕起が有する雑草除去効果を代替するだけであり、実生雑草を防除するための選択性の土壌処理剤（ゲザノン、エコトップ等）の播種後散布や、雑草防除が不十分な場合の選択性の茎葉処理剤（ワンホープ等）の散布は、耕起栽培と同様に行う必要がある。なお、非選択性の茎葉処理剤と選択性の土壌処理剤を播種前後に混合施用する事例もみられるが、処理剤の組合せによっては効果が減衰する場合がある。

３．不耕起播種機

トウモロコシを効率良く播種できる専用の不耕起播種機は、現時点では外国製のみである。図１に国内で入手可能なジョンディア社の JD-1750 の概要を示した。本機では、まず、コールタ１で軽く溝を切り、その中に肥料を投入する。これに追随するコールタ２は、コールタ１とオフセット配置されており、肥料投入溝の２～３ｃｍ横に新たに播種溝を強く切り開く、これによって肥料が直接種子に接触するのを避けることができる。また、コールタ２に追随するダブルディスクは、種子が所定の深さに安定して位置するように、播種溝を拡大・整形する働きをする。ダブルディスクの間には種子投入ダクトが配置されており、そこから種子が播種溝内に落とされる。最後に、播種溝の両側を２枚の鎮圧ホィールで強く抑えて、播種溝を押し潰して覆土する。作業効率はきわめて高く、2008 年の実証試験では、７ha を約５時間で播種できた。ただし、牽引式で作業長が長いため、一筆面積が狭いと効率的な播種はできない。

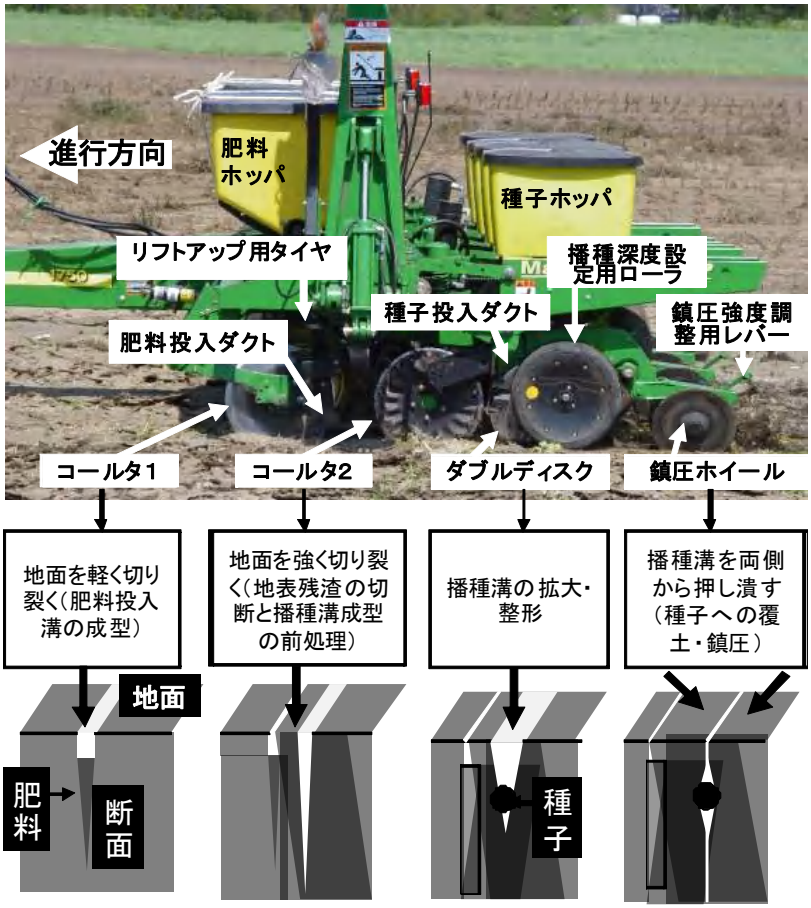


図1. 不耕起播種機(ジョンディア社製JD-1750)

国産の機種としては、大豆用に数機種が市販化されており、そのうち図２に示した「みのる産業社」製の PFLT275 はトウモロコシにも流用可能である。この機種は、まず、約４ｃｍ幅の平爪の逆転ロータリで播種溝を掘削し、そこに種子を落とす。さらに掘削時に跳ね上げた土を、覆土受け１の内側を通じて後方に運び、覆土受け２まで飛ばして、種子の上に被せる。最後に鎮圧ドラムで軽く土を抑える。本機は、大豆用な

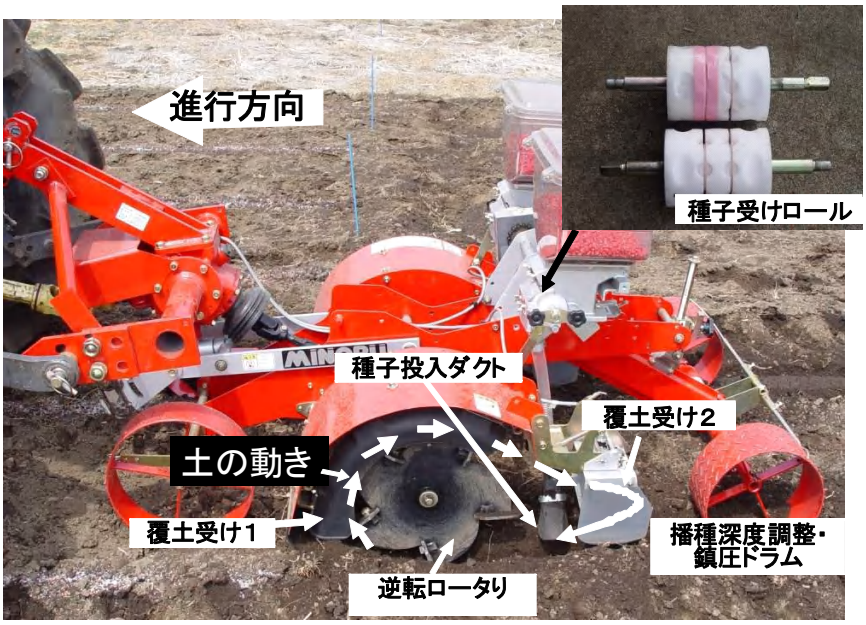


図2. 不耕起播種機(みのる産業社製PFLT275)

ののでそのまま用いると播種量が多すぎるが、種子受けロールに２列配置されている種子受け穴の１列をテープで塞ぐか、未加工のロールを購入して加工すれば、トウモロコシに適した 6,000～8,000 粒/10a の播種量に調整できる。ただし、施肥機能が無いので肥料は別途ブロードキャスタ等で表面施用する必要がある。作業速度はあまり速くはないが、転換畑のような 20～30 a の狭小な畑であれば、外国製の大型機よりも効率的である。

４．不耕起栽培の収量性

不耕起栽培の安定性は、すでに外国では多く立証されている。しかし、長年、畑を耕してきた日本の生産者に、「耕起は不要」と言っても簡単には信じてもらえない。そこで、まず不耕起栽培の収量性を国内で確認することにした。図３は、試験場内で、不耕起栽培と耕起栽培の収量性を比較した多くの試験の結果を集約したものである。土壌は全試験とも黒ボク土であるが、栽培地、栽培年次、播種期、施肥条件、品種などは種々に異なっている。図中の●が中央の斜線より上にあると不耕起栽培＞耕起栽培、下にあると耕起栽培＞不耕起栽培となるが、乾物収量、雌穂重割合ともに、不耕起栽培で低下するような傾向はみられない。また、図４は岩手県畜産研究所、青森県下北地域県民局および東北農業研究センターが共同で実施した実証栽培の結果である。この結果からも、不耕起栽培の収量性に大きな問題がないことが示されている。

不耕起栽培では地耐力が高まるため、倒伏が減少することも報告されている。2007 年に実施した青森県むつ市での実証栽培においては、その効果が明確に現れた。同年の９月７～８日に通過した台風により、耕起区（写真 1）は１ha のほぼすべてが倒伏したが、隣接する不耕起区（写真２）の１ｈａには全く倒伏が生じなかった。

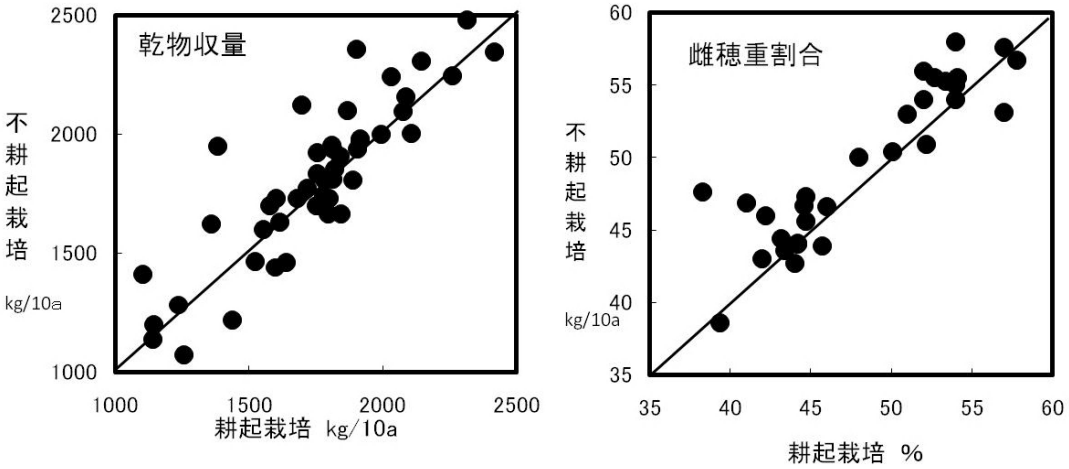


図3. 不耕起栽培と耕起栽培の収量性の比較
（東北農研と岩手畜研のデータを集約して作成）

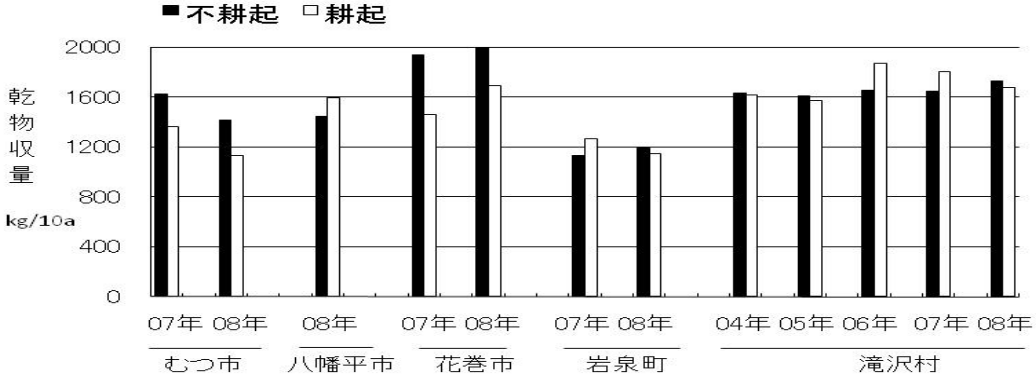


図４　不耕起栽培と耕起栽培の乾物収量の比較（実用機を使用した実証栽培）
（岩手県農業研究センター畜産研究所と東北農業研究センターの調査結果）

写真1　むつ市の実証試験圃の耕起区に発生した倒伏

写真2　むつ市の実証試験圃の不耕起区の生育状況

５．おわりに（不耕起栽培の問題点）

不耕起栽培では、種子周辺の土壌の密度が高くなるため、過乾による水不足や、過湿による酸素不足が生じやすい。この現象は特に JD-1750 のようにコールタで土壌を切り裂く完全不耕起タイプの播種機で起きやすい。コールタ圧、播種深度、鎮圧強度などを上手く調整すれば軽減できる問題ではあるが、どのような状態の時にどのようなセッティングが最適なのかは、単純にマニュアル化しにくいものがある。当面、不耕起栽培は、排水性や通気性の良い火山灰土壌や砂質土壌向けの技術として導入するのが良いと考えられる。また、完全不耕起タイプ、部分耕タイプに共通して、裏作の刈り残し残渣が多いと、上手く播種できないという欠点もある。コールタの切断力はきわめて強く、前作の刈り株などの固いものであれば難なく切り裂いて播種できるが、圃場に横たわった柔軟な繊維質の残渣は切れずに、播種溝に押し込まれる。その結果、種子が残渣に包み込まれるように埋没され、土壌への圧着不良による水分不足か、残渣の腐敗に伴う細菌感染により発芽率が大きく低下する。一方、部分耕タイプは、ロータリ部に残渣が絡みつくので、刈り残し残渣が多い圃場では全く作業できなくなる。

不耕起栽培はまだ国内での実績が少なく、また幾つかの問題点もあるが、基本的な技術は確立されており、播種機の更新の際には選択肢として考慮しても良い優良な技術だと思う。

Ⅱ.飼料用イネの利用技術
１.イネ発酵粗飼料（ＷＣＳ）の飼料特性と乳牛への調製・給与技術

広島県立総合技術研究所畜産技術センター
飼養技術研究部長　新出昭吾

１.はじめに

平成20年度、わが国のWCS用イネの栽培面積が8,931haにまで拡大した。これらは、平成19～20年の飼料価格の高騰に後押しされたという部分もあるが、地域での耕畜連携を進め、地域で生産された粗飼料を地域で消費し、より安全で安心できる畜産物を地域に供給するという本来の方向への希求の表れと理解したい。

イネWCS）の給与についての技術開発は、平成12年から全国各地で連綿と実施されており、その牛用飼料としての利点、欠点が明らかになってきた。本稿では、イネWCSの飼料特性と地域のTMR（混合飼料）供給センターを介したイネWCS発酵TMRの給与実証の結果について報告する。

２.イネＷＣＳの飼料特性

イネWCSを飼料として用いる場合には次の点に注意して用いるとよい。なお、WCS用イネの刈取時期は、出穂後30日の「クサノホシ」を前提に実施した結果であることを最初に述べておく。

１）乳牛における刈取時期は糊熟～黄熟期とする。

従来、飼料用イネの刈取時期は出穂後30日が一つの目安とされていた。TDN収量を考えた場合、黄熟期が最大となるものの、刈取時期の遅れに伴うふん中への子実排せつの増加（子実排せつ率は糊熟期（出穂後23日）:23%、黄熟期（出穂後38日）:43%、完熟期（出穂後51日）:47%）と栄養的なロス、繊維の消化性の低下などの理由から、刈取時期は出穂後15～30日とし、刈遅れのものは泌乳前期牛への給与は控えるのが望ましい。

２）泌乳中期牛（乳量30～35kg/日程度）におけるTMRへの混合割合は26～30%とする。

TMR中のイネWCSの混合割合は、泌乳中期牛では26～30%（乾物）を最大とする。これ以上の混合割合では、乳量の抑制、乳タンパク質率や無脂固形分率の低下が生じることが多い。

３）泌乳前期牛におけるTMRへの混合割合は25%程度とする。

TMR中のイネWCS（出穂後30日刈取、切断長3cm）の乾物混合割合を25%と30%とした比較試験では、25%のTMR給与が30%の給与に比べて分娩後10週程度までの乾物摂取量、乳量を高く推移させた。一方、乾物摂取量が回復する分娩後10週以

降であれば、30%でも乾物摂取量や乳量の抑制は認められない。

4）イネ WCS の切断長は 1.5～3.0cm とする。

乾物摂取量は切断長に影響を受け、切断長の短い方が、乾物摂取量、乳量が高く推移することが明らかになっている。特に、繊維の剛性が強いイネ WCS の場合、切断長に配慮する必要がある。その切断長を 1.5cm と 4.5cm とした TMR の分娩前後における乾物摂取量の比較では、切断長 1.5cm で乾物摂取量が多く、体重増加も早く、受胎率の改善などエネルギー摂取量と関係の深い繁殖成績（発情再帰日数の短縮など）を向上できることが明らかになっている。

一方、乾物摂取量の多い高泌乳牛では、飼料の第一胃内通過速度が速く、摂取したイネ WCS 子実の 40～50%程度が糞中に排せつされる。イネ WCS の切断長が長くなると子実排せつ率は低下するが、乾物摂取量が減少するという相反の関係にある。乾物摂取量を維持し、子実排せつ量を低下する切断長は 3.0cm 程度であることが示されている。

5）TMR 中の NDF 含量は 31～33%、NFC 含量は 38～40%が望ましい。

イネ WCS はデンプンがある子実を多く含むが、飼料設計上、その混合割合が高くなると、相対的に NDF（中性デタージェント繊維）含量が低く NFC（非繊維性炭水化物）含量が高い TMR になる。これを日本飼養標準に示されている指標値の NDF 含量 35%、NFC 含量 36%前後に他の飼料を用いて調整すると、繊維量が多くなりすぎ摂取量が抑制される。また、子実排せつもあり NFC 摂取量が不足することになる。他の粗飼料と組み合わせる場合には、NDF 含量が低く、繊維形状が細かくなりやすいアルファルファ乾草や、刈取時期が早い粗飼料などを用いるなどの配慮が必要である。TMR 中の NDF 含量は乾物中 31～33%、子実排せつに伴う養分ロスを補正するために NFC 含量は乾物中 38～40%に設定する。TDN 含量も高めに飼料設計することが、イネ WCS をうまく使うポイントである。

３．イネＷＣＳを用いた発酵ＴＭＲの農家給与実証

上述の給与指標を用いながら、イネ WCS の発酵 TMR の給与実証は、搾乳牛 40 頭で 305 日平均乳量が 10,090kg の牛群検定参加農家で、５月～９月の期間に実施した。

TMR 中の乾物混合割合は、イネ WCS20.1%（切断長は 3.0cm）、アルファルファ乾草 12.2%とし、食品副産物（ビール粕、ミカンジュース粕など）と組み合わせ、30 日程度貯蔵して乳酸発酵させた発酵 TMR（イネ TMR 区）と、従来タイプの購入乾草発酵 TMR（購

表1　発酵TMRの混合割合と養分含量（乾物%）

		イネTMR	購入乾草TMR
粗飼料乾物割合		32.3	37.8
	イネWCS	20.1	
	アルファルファ乾草	12.2	
	H-TMR（スーダン乾草等）		15.3
	O-TMR（オーツ・バガス等）		22.5
DM	乾物	60.0	64.0
		----乾物中----	
CP	粗タンパク質	16.1	15.5
TDN	可消化養分総量	74.2	74.1
NDF	中性デタージェント繊維	33.4	35.9
NFC	非繊維性炭水化物	38.2	36.8

注）購入乾草TMRは、H-TMRとO-TMRの乾物給与比が1:1

入乾草 TMR 区）で比較した。各発酵 TMR の混合割合を表１に示した。

給与は、乳量 30kg の乳牛に対し発酵 TMR 原物 35kg（乾物 21kg）／日・頭で概ね養分充足するように設定した。また、養分の過不足は配合飼料（CP18%-TDN85%）と自家産のイタリアンライグラス乾草や購入エンバク乾草などで調整した。乳牛は各区 20 頭を配置した。給与実証の結果は次のとおりであり、各図中の値は、実証期間における調査項目の平均値を示している。

１）乾物摂取量

イネ TMR 区は乾物摂取量が高く推移し、期間中の平均値は 21.8kg/日であった（図１）。イネ WCS の給与は乾物摂取量が抑制されるとして給与を控える農家もあるが、本試験のように、飼料中の NDF 含量を低めに調整することで、乾物摂取量を高く推移させることができる。CP 摂取量、TDN 摂取量は、乾物摂取量に連動してイネ TMR 区が高く推移した。

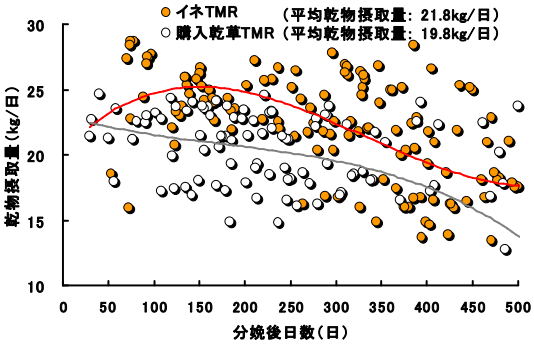


図１　乾物摂取量の推移

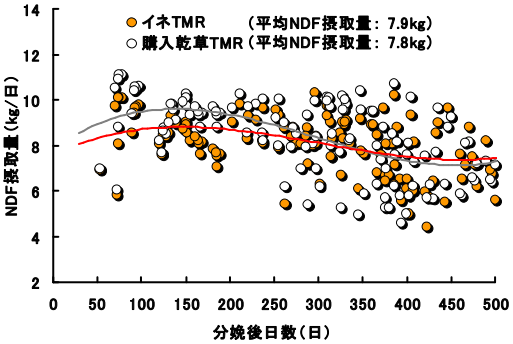


図２　NDF摂取量の推移

２）NDF、NFC 摂取量

期間中の平均 NDF 摂取量は、イネ TMR 区 7.9kg／日、購入乾草 TMR 区 7.8kg／日で両区間に差がなく、グラフから両区とも NDF 摂取量 10kg／日程度が摂取の上限であることが推察された（図２）。図３に示すように、泌乳前・中期におけるイネ TMR 区の NDF 含量が 36%以下で推移しており、このことが泌乳前期の乾物摂取量を高く維持できた要因と考えられる。イネ WCS は繊維が粗剛で物理性が強いため、NDF 含量を低く設定することが特に大切である。

また、イネ TMR 区の NFC 摂取量が高く維持されている（図４）が、排せつされる子実の栄養的損失を補うため NFC 含量を高めた結果であり、乳タンパク質などの乳成分

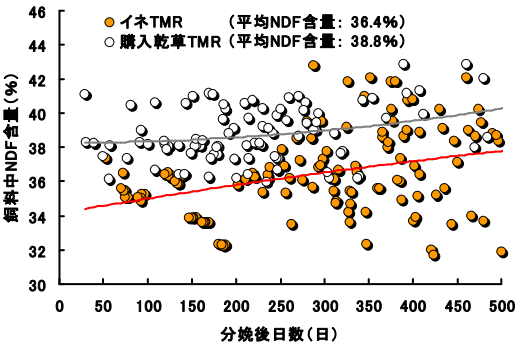


図３　飼料中NDF含量の推移

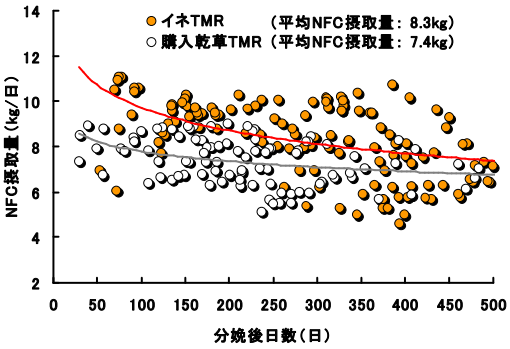


図４　NFC摂取量の推移

を向上することに貢献する。

３）乳量

305 日推定乳量は、牛群の平均日乳量から２点法で推定し、イネ TMR 区が 8,912kg、購入乾草 TMR 区が 9,030kg で、両区に差が認められなかった。一方、305 日推定 FCM（4%脂肪補正乳）量は、イネ TMR 区 8,698kg、購入乾草 TMR 区 8,488kg であり、乳脂率の差を反映しイネ TMR 区が多かった（図５）。このことは、NDF 含量と NFC 含量を調整し、TDN 含量を高めて栄養的に補えば、イネ WCS を乾物 20%混合した TMR の給与でも、問題なく乳量は確保できることを示している。

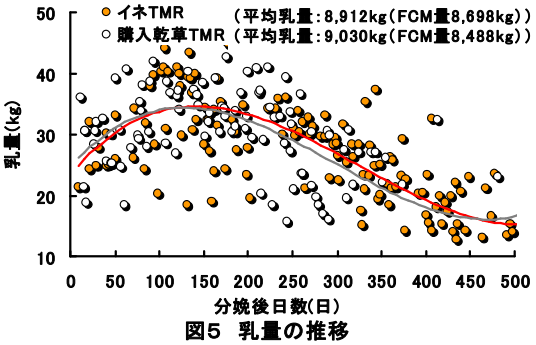


図5 乳量の推移

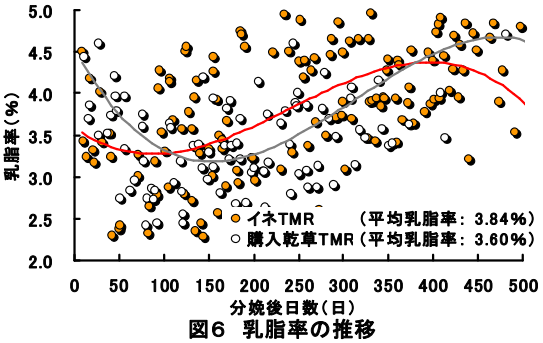


図6 乳脂率の推移

４）乳成分

乳脂率はイネ TMR 区が高かった（図６）。また、エネルギー摂取量と関係する乳タンパク質率、無脂固形分率はイネ TMR 区が高く、NFC 摂取量を高く維持した効果である（図７、８）。

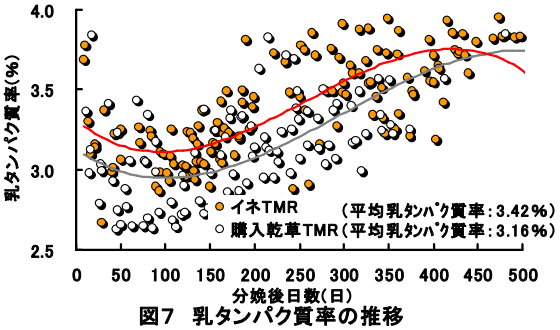


図7 乳タンパク質率の推移

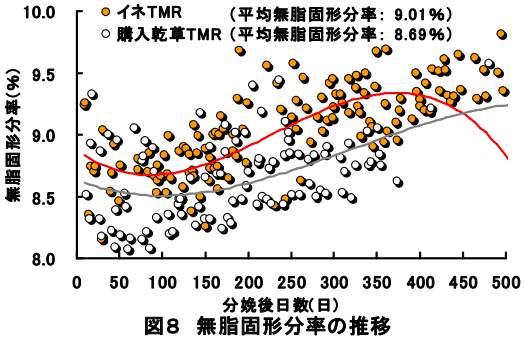


図8 無脂固形分率の推移

５）繁殖成績

暑熱期は、乾物摂取量、養分摂取量が低下し、受胎成績が悪化しやすい。調査期間は、７、８月の夏季に当たったが、受胎率（受胎頭数／授精延べ頭数）はイネ TMR 区 37.5%、購入乾草 TMR 区 11.1%であり、イネ TMR 区が優れた（表２）。このことから、イネ WCS の切断長を 1.0～3.0cm にすること、NDF 含量は 31～33%、NFC 含量は 38～40%、他の粗飼料を併給する場合には、NDF 含量の低いマメ科粗飼料や早刈の粗飼料を用いて養分摂取量を確保できれば、その他の粗飼料となんら変わることもなく、イネ WCS

を用いた発酵 TMR でも繁殖成績が維持できることを示している。

表2 給与実証期間中における繁殖成績

項目	イネTMR	購入乾草TMR
授精延べ頭数(頭)	16	27
受胎頭数/授精実頭数	6/8	3/10
受胎率(%)	37.5	11.1
授精回数(回)	2.0	2.7

受胎率(%)＝受胎頭数/授精延べ頭数

以上の結果から、イネ WCS を用いると乳量が低下するという懸念も払拭され、NDF や NFC 含量を調整したイネ WCS の発酵 TMR は、夏季に乾物摂取量が確保でき、分娩後 200 日程度まで日乳量 30～40kg 程度の乳牛の泌乳成績を維持できる栄養価値を持つことが明らかになった。また、一般に日乳量 40kg 程度の乳牛の飼料費は 1,400～1,550 円／日程度（平成 17 年時）であるが、安価なイネ WCS やビール粕等食品副産物を用いた今回の発酵 TMR では 1,100～1,200 円／日になり、1 日 1 頭当りの飼料費を 20～30%低下することが可能であった。このようなイネ WCS や食品副産物を組み合せた発酵 TMR の給与は酪農経営の安定に資すると考えられる。

４.まとめ

イネ WCS（出穂後 30 日収穫、「クサノホシ」）のみを発酵 TMR の粗飼料として用いる場合、泌乳前期牛では 10 週まで乾物 25%、10 週以降は 30%を最大給与割合とし、さらに、乾物摂取量の維持には、切断長は 1.5～3.0cm とするのが望ましい。イネ WCS を給与する場合には、NDF の消化率が低いことから発酵 TMR 中の NDF 含量は乾物中 31～33%、また、子実排せつに伴う養分ロスを補うために NFC 含量は乾物中 38～40%に設定し、TDN 含量も高めにする。これらの指標値を用いて設計したイネ WCS を乾物で 20%混合した発酵 TMR を給与した乳牛は、夏季においても、乾物摂取量、泌乳成績が良好で、繁殖成績も優れ、イネＷＣＳの有効性が農家実証で示された。

イネ WCS を多給するためには、その栄養価の高いことが不可欠であるが、子実排せつによる栄養的損失を回避するために、光合成により合成されたデンプンや糖を茎葉中に効率的に蓄積する茎葉タイプのイネ WCS を用いての消化率や泌乳成績に及ぼす影響について検討する計画である。

注）ＮＤＦ（中性デタージェント繊維）：
飼料を化学分析した場合のリグニン、セルロース、ヘミセルロースの繊維成分を示し総繊維のこと。
ＮＦＣ（非繊維性炭水化物）：
飼料中のデンプン、可溶性糖分、ペクチンなどの炭水化物のこと。100－（粗タンパク質＋粗脂肪＋NDF＋灰分）で計算する。

Ⅱ．飼料用イネの利用技術
２．稲発酵粗飼料の肉用牛への給与技術と肉質評価

（独）農業・食品産業技術総合研究機構　畜産草地研究所
飼料調製給与研究チーム主任研究員　山田知哉

１．はじめに

稲発酵粗飼料の特徴として、稲ワラやチモシー乾草などの粗飼料に比べビタミンＥ（α-トコフェロール）が豊富に含まれていることが挙げられます。ビタミンＥは抗酸化機能を有することから、ビタミンＥが牛肉中に蓄積されることにより、肉色の退色や脂質の酸化を抑制する効果が期待されます。一方、稲発酵粗飼料にはビタミンＡの前駆体であるβ－カロテンも豊富に含まれていることから、ビタミンＡを制御した肥育が行われている現状では肉質への影響が懸念されます。そこで本項では、これまで試験研究機関で行われた肥育試験の結果をもとに、稲発酵粗飼料のビタミン類を中心に肥育牛への給与技術について御紹介したいと思います。

２．稲発酵粗飼料のビタミン類の特性

図１に示したように、良質な稲発酵粗飼料は稲ワラやチモシー乾草より豊富にビタミンＥを含んでいるのが大きな特徴です。一方、良質な稲発酵粗飼料は稲ワラよりも多くのβ―カロテンを含んでいますが、サイレージ調製の際に予乾などが行われると、β―カロテンが分解され、稲発酵粗飼料のβ―カロテン含量が稲ワラとほとんど差がなくなる場合があります。従って、ビタミンＡ制御肥育へ稲発酵粗飼料を給与するためには、給与する稲発酵粗飼料中のβ－カロテン含量の把握が大切になります。

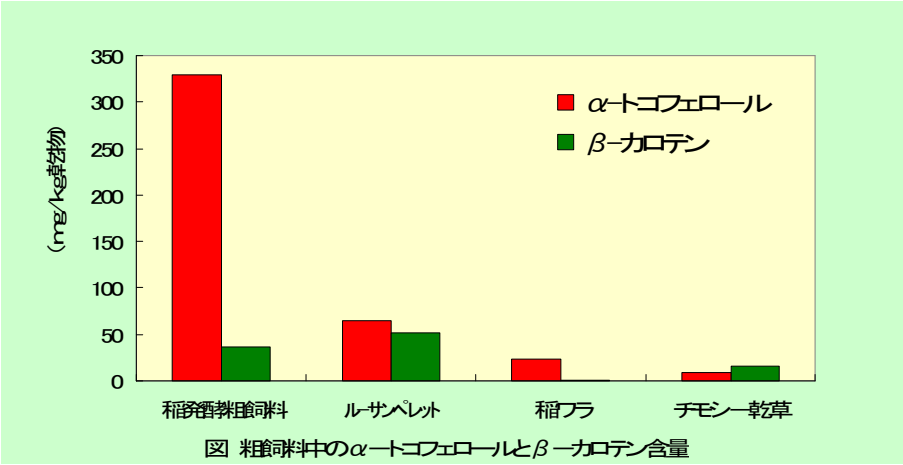


図１　粗飼料中のα－トコフェロールとβ―カロテン含量
長野県畜産試験場　井出ら（2006）

３.ビタミンＡ制御肥育における稲発酵粗飼料の給与

現在、肉用牛の肥育においては肉質向上のためビタミンＡを制御する肥育方法が広く行われています。これまで各試験研究機関で行われた研究によって、肥育中期の１５ヵ月齢から２１ヶ月齢くらいまでの血中ビタミンＡ濃度が、脂肪交雑に大きく影響するという結果が得られています。ビタミンＡは、脂肪細胞の分化を抑制する効果を有しています。稲発酵粗飼料にはビタミンＡの前駆体であるβ-カロテンが稲ワラよりも豊富に含まれているという特徴があります。このβ-カロテンは牛の体内に摂取されることによってビタミンＡに変換されます。従って稲発酵粗飼料は、ビタミンＡの影響が少ない肥育前期と肥育後期に給与し、肥育中期は血中のビタミンＡ濃度を低下させるために給与を控えた方が良いと考えられます。このように肥育の前期及び後期に稲発酵粗飼料を給与するビタミンＡ制御型肥育の場合は、肥育の前期では長期肥育に対応して良質の粗飼料を給与する必要があるので、稲発酵粗飼料を原物で６ｋｇ程度まで給与することが可能です。肥育の中期では、稲発酵粗飼料に替え稲ワラを給与し、血中のビタミンＡ濃度を低下させます。肥育の後期では再び稲発酵粗飼料を給与しますが、肥育後期では一日当たり 5,000～8,000IU 程度のビタミンＡの給与量が推奨されているので、肥育前期よりは稲発酵粗飼料の給与量は少なく原物で２ｋｇ程度の給与量になります。

これに対し、肥育の後期のみに稲発酵粗飼料を給与し、牛肉中へのビタミンＥ蓄積を目指す場合は、肥育中期までは稲ワラ給与による慣行の肥育を行います。稲発酵粗飼料は、ビタミンＡの影響が比較的少ないと考えられる肥育後期のみに給与します。これまでに行われた肥育後期の給与試験では、稲発酵粗飼料を肥育後期に原物で５ｋｇ程度給与しても増体（表１）や枝肉成績（表２）には影響しなかったという結果が得られています。

表１．　肥育後期の稲発酵粗飼料給与量が増体に及ぼす影響

	体重（kg）		DG（kg/day）	
	開始時	終了時	全期間	WCS 給与時
８kg 給与区	245.6	650.3	0.67	0.44
５kg 給与区	245.6	625.6	0.62	0.43
２kg 給与区	240.0	638.6	0.66	0.46

畜産草地研究所　山田ら（2007）

表２．　肥育後期の稲発酵粗飼料給与量が枝肉成績に及ぼす影響

	枝肉重量	ロース芯	皮下脂肪	筋間脂肪	ＢＭＳ	ＢＣＳ	ＢＦＳ
	(kg)	cm2	cm	cm	No.	No.	No.
8kg 給与区	391.2	46.0	1.6	6.8	4.3	2.6	2.6
5kg 給与区	373.6	55.4	1.8	6.7	5.3	3.3	2.3
2kg 給与区	385.6	50.2	2.1	6.8	4.0	2.6	2.3

畜産草地研究所　山田ら（2007）

４.稲発酵粗飼料を用いた牛肉の高付加価値化

ビタミンＥは抗酸化機能を有しており、牛肉中に蓄積すると脂質酸化による酸化臭の防止や貯蔵中の肉色の褐色化防止に効果があります。ビタミンＥが抗酸化作用を発揮するためには、牛肉１kg 当たり 3.5mg 程度を蓄積させることが必要とされています。そこで、ビタミンＥを豊富に含む稲発酵粗飼料を肥育牛に給与することによって、ビタミンＥを牛肉に蓄積させることができれば、牛肉に付加価値をつけることが可能になると考えられます。

黒毛和種去勢牛において、肥育後期の 22 ヵ月齢から 30 ヵ月齢までの８ヶ月間、乾物で 130mg/kg 程度のビタミンＥを含む稲発酵粗飼料を原物で８kg、５kg、２kg をそれぞれ給与した試験によると、肥育後期に稲発酵粗飼料を原物で５kg 以上給与することによって、牛肉 1kg 当たり 3.5mg 以上のビタミンＥが蓄積したという結果が得られています（図２）。この時、脂質酸化の指標である TBARS 値は、８kg 給与区及び５kg 給与区において２kg 給与区より有意に低い値となりました（図３）。従って、稲発酵粗飼料の給与により牛肉中へビタミンＥ（α-トコフェロール）が 3.5mg 程度蓄積された場合は、脂質酸化の抑制効果が発揮されることが分かりました。

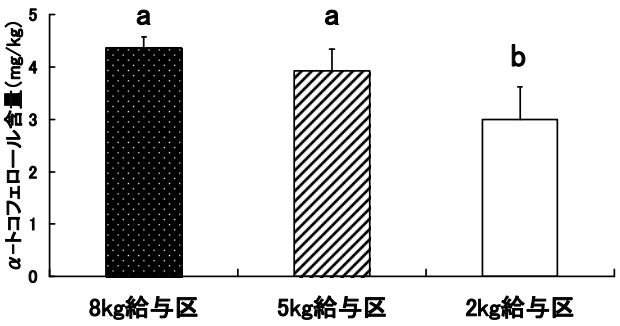


図２．　肥育後期の稲発酵粗飼料の給与量が牛肉中のビタミンＥ含量に及ぼす影響
（畜産草地研究所　山田ら,2007）

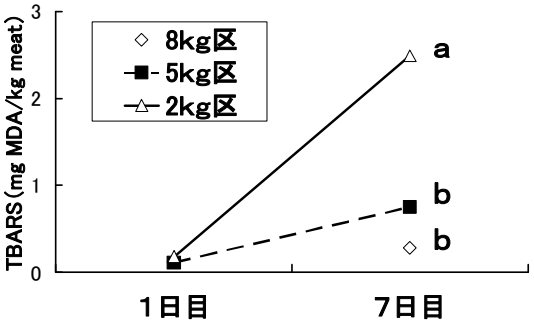


図３．　肥育後期の稲発酵粗飼料の給与量が
牛肉の TBARS 値に及ぼす影響
（畜産草地研究所　山田ら, 2007）

貯蔵中の肉色の褐色化は、牛肉の色素であるミオグロビンが酸化されてメトミオグロビンという物質に変化することによって生じます。肥育後期の稲発酵粗飼料の給与量の増加に伴い肉色の褐色化の原因となるメトミオグロビン割合の上昇が抑制されたことから（図４）、稲発酵粗飼料は牛肉の変色防止にも効果があることが示されました。

一方、稲発酵粗飼料中のビタミンＥ含量が乾物で 300mg/kg 程度と非常に高い場合は、原物で２ｋｇ程度を肥育後期のみに給与しても、牛肉中に抗酸化作用発揮に必要な量のビタミンＥが蓄積されるという事例も報告されています。従って牛肉中へビタミンＥを蓄積させて高付加価値化を図る場合は、実際に給与する稲発酵粗飼料の品質を十分に把握することが望ましいと考えられます。

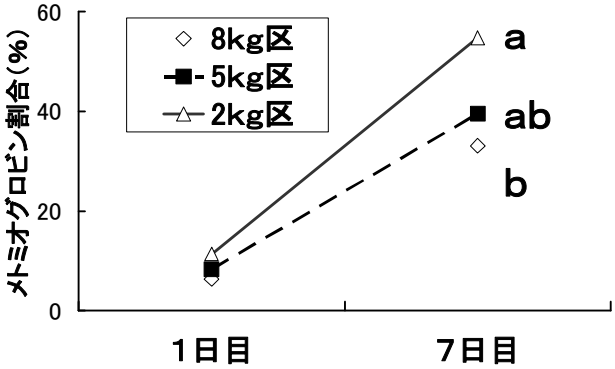


図４. 肥育後期の稲発酵粗飼料の給与量が牛肉
のメトミオグロビン割合に及ぼす影響
（畜産草地研究所　山田ら, 2007）

５．おわりに

稲発酵粗飼料は、ビタミンＡ制御型肥育への給与から、牛肉中のビタミンＥ蓄積による高付加価値化を目指した肥育まで幅広く利用可能な粗飼料です。今後、各試験研究機関での研究事例を積み重ねることによって稲発酵粗飼料の肥育現場での利用が拡大し、我が国の自給率向上に繋がることが出来ればと願っています。

Ⅱ．飼料用イネの利用技術

３．飼料用イネの立毛放牧とイネＷＣＳの冬期利用を組み合わせた周年放牧モデル

（独）農業・食品産業技術総合研究機構　中央農業総合研究センター
関東飼料イネ研究チーム上席研究員　千田雅之

１．はじめに

世界の穀物需給が逼迫するなかで、食料供給力･自給率の向上は喫緊の課題である。ところが、国内では耕作放棄地や不作付地が増加するなど、農林地資源の荒廃が社会問題となっている。そこで、農林水産省では、平成 21 年を「水田フル活用元年」と位置づけ、米の生産調整に重点をおく施策から耕作放棄地や調整水田（不作付け田）への作物の作付、裏作利用の推進施策に本腰を入れ始める。

畜産経営においても、国内の飼料資源をフルに活用し飼料自給率を高めることが経営の安定を図る上で欠かせない。このため、遊休農地等を対象に湿田でも栽培可能な飼料用イネ生産や放牧などの飼料利用が推進されている。しかし、飼料用イネ生産は、栽培経費が高いうえ生産物の稲発酵粗飼料（イネ WCS）の収穫調製や運搬、給与に掛かる経費や労働負担が大きいなどの問題を抱えている。このため、飼料用イネに限らず採草作業の負担を伴う自給飼料生産の拡大は、労働過重をもたらすなど畜産経営の改善に必ずしも結びつかない。他方、放牧は家畜飼養の省力化をもたらすが、冬期飼養の制約から放牧も規模拡大に結びついていない。

そこで、筆者は飼料用イネと放牧を組み合わせた農地管理と繁殖牛の周年放牧モデルの開発に、茨城県常総市で畜産農家（繁殖牛 93 頭飼養）、耕種農家（農林地 21.5ha 管理）とともに、2006 年から取り組んでいる。このモデルでは、写真１のように牧草と飼料用イネ、イネ WCS を利用して、放牧可能な繁殖和牛（飼養頭数の半数にあたる妊娠確認牛）を、これら飼料の生産圃場で周年放牧する。いわば飼料の地産地消であり、現地では耕種農家が飼料用イネ及び牧草の栽培、放牧牛の管理を行い、畜産農家は飼料用イネの収穫調製を行う。

本稿では、この周年放牧技術のキーテクとなる飼料用イネの立毛放牧利用とイネ WCS の冬期放牧利用技術、周年放牧に必要な面積要件、肉牛経営への効果等について紹介する。

春夏：牧草放牧(30a/頭)　　秋：飼料用イネ立毛放牧(5a/頭)　　冬：イネ WCS の放牧利用(15a/頭)

写真１　飼料の地産地消による和牛周年放牧モデル

２．飼料用イネの立毛放牧技術

１）ねらいと技術ポイント

飼料用イネの立毛放牧は、①放牧期間の拡大、②稲わら収穫や牧草播種、飼料用イネ収穫作業などに多忙な秋期の家畜飼養管理の削減、③機械による収穫・運搬作業の削減と資材や燃料の節約、こうした狙いで取り組んでいる。

技術ポイントは、①10 月～11 月に放牧利用するため、晩生品種の飼料用イネを５月下旬から６月中旬に移植する。②圃場の土壌水分が多いと放牧時にイネ株が土壌で汚染され残草が多くなる。また、イネの根の張りが弱いとイネ株が牛に引き抜かれ残草が多くなる。このため、中干しを強めに行う。③採草効率を高めるために、ストリップ(帯状)方式で放牧牛にイネを制限採食させる。このため、圃場周囲の牧柵（外柵）に加えて、立毛イネの手前に地面から約 70cm の高さに移設可能な電気牧柵（内柵）を設置し、内柵の下からイネを牛に採食させる（写真１の中）。牛がイネの株元まで食べたら、内柵を未採食の立毛イネの手前まで前進させる。

２）イネ立毛放牧の効果と留意点

①ストリップ方式の放牧により、地際から数 cm の高さまでイネを採食させることができ、圃場生産量に対する採草ロス(残草)を 10%程度に抑え、10a 当たり 100 日頭以上の高い牧養力を確保できる。②飼料用イネ専用品種は耐倒伏性に優れており、降雪前まで立毛状態のまま水田にストックできる。③飼料用イネの放牧利用コストは、機械による収穫利用の約５分の１に低減でき、天候に左右されることなく飼料用イネを牛の腹に収めることができる。

飼料用イネの立毛放牧の留意点として、①肝蛭などの汚染地域では寄生虫検査を行い、感染が確認された場合は駆虫薬を処方する。②出穂期の稲はカリ成分が高いため採食量を制限する。③タンパク成分が低下する完熟期以降は大豆粕等の補給や牧草と併用してイネの放牧利用を行う。④飼料用イネの放牧利用は、イネ WCS 生産と比べて給与実証などの助成が削減される点に留意し、費用負担等について耕種農家と畜産農家の間で十分な協議を行う必要がある。

３．イネＷＣＳの冬期放牧利用

１）ねらいと技術ポイント

高水分のイネ WCS の運搬・給与および家畜排せつ物処理、堆肥の運搬散布作業の削減、家畜の冬期屋外飼養による増頭をはかることを目的として、イネ WCS の収穫圃場または周囲の放牧地でイネ WCS を利用した冬期放牧飼養に取り組んだ。

放牧牛へのイネ WCS 給与の技術ポイントは次のとおりである。①圃場に移設の容易な電気牧柵を設置し繁殖牛を放牧する。１群の放牧頭数はイネ WCS１個を２～３日以内に食べきれる頭数以上とする。②排水不良で泥濘化が予想される圃場で収穫したイネ WCS は、排水条件の良い圃場に移して給与する。その際、収穫梱包した飼料用イネを、給与する圃場に運んでラップし、放牧牛の採食に無理が生じないように間隔を空けて置く。カラスによるフィルム破損が予想されるときには、並べたイネ WCS の上方に釣り糸を張り鳥害を防ぐ。未開封のイネ WCS の周囲には電気牧柵を張り、

放牧牛が近づいて盗食できないようにする。③牛同士の争いやイネ WCS へのふん尿排せつによる残食を削減するため、電気牧柵や草架、可動式の給餌柵を用いてイネ WCS の採食行動を制限する（写真１の右）。放牧牛の採食行動を制限しない場合、イネＷＣＳ上への排せつが増えるため、食べ残しは 20％～30％にもなる。また、食べ残されたイネ WCS は牧草の生長を妨げる。電気牧柵などを使いイネ WCS への採食行動を制限すると、食べ残しを 10％以下に抑えることができる。④イネ WCS だけではタンパク成分が不足するので、圃場に牧草等を栽培して補助飼料として放牧牛に採食させる。牧草地が確保できない場合は、里山のササやカシなどの常緑樹の葉や大豆粕や醤油粕を給与する。

２）イネ WCS の放牧給与の効果

①収穫調製したイネ WCS を、圃場から 13km 離れた畜産農家の牛舎へ運搬して繁殖牛に給与し、その堆肥を圃場に運搬散布する経費は、イネ WCS100 ロール（１ha 相当）あたり約 357 千円になる。これは飼料用イネの生産と利用に関わる全経費の約 32％にあたる。また、保管場所の確保が必要になり、運搬時のフィルムの破損や空気の侵入による品質低下のリスクが高くなる。これに対して、イネ WCS を収穫した圃場で、そのままイネ WCS を放牧牛に給与した場合の経費は約 178 千円であり、牛舎へ運搬して給与したときに比べて 50％減少する。

②畜産農家ではイネ WCS を利用した冬期放牧により、新規放牧牛の放牧馴致が円滑にはかれるとともに、家畜飼養の省力化がはかれる。また、備蓄飼料（イネ WCS）を放牧地に置くことにより、早春など牧草の少ない時期、里山など飼料の少ない場所の放牧利用が円滑に行え、放牧期間の拡大や未利用資源の活用を図ることができる。

４．飼料用イネを活用した周年放牧の効果

１）放牧実績

2009 年３月末までに延べ約 25 千日頭、2008 年１年間では延べ約 13 千日頭の繁殖牛を放牧している（図１、表１）。放牧飼料の内訳は、牧草･その他 6,557 日頭（50.6％）、飼料用イネ 2,519 日頭（19.4％）、イネ WCS 3,888 日頭（30％）であり、飼料用イネの活用により通常行われている牧草主体の 2 倍以上の放牧頭数を実現している。

表１　放牧飼料の内訳（2008年営農試験地の実績）

	牧草	飼料用イネ	イネWCS	その他	計
面積（a）	1067	200	487		1,754
放牧延べ頭数（日頭）	5,600	2,519	3,888	957	12,964
同上割合（%）	43.2	19.4	30.0	7.4	100.0
同上（日頭/10a）	52	126	80		
放牧に必要な面積（a/頭）					
4月～9月	34.9				年間必要面積　50a/頭
10月～11月		4.8			
12月～3月			15.2		

注：その他は、耕作放棄地の野草、圃場の畦畔や法面の野草、圃場周囲の農道や里山、5a未満の小耕地の野草、食用米収穫後のひこばえなどによる放牧頭数。1頭あたり年間必要面積は、その他を圃場に付随する土地と考え、圃場面積÷（放牧延べ頭数÷365日）として計算した。

10a 当たり放牧頭数(牧養力)は、牧草放牧 52 日頭、飼料用イネ立毛放牧 126 日頭、イネ WCS を利用した放牧 80 日頭であり、周年放牧に必要な 1 頭当たり農地面積は、牧草地 35a(4 月～9 月放牧用)、飼料用イネ栽培面積 5 a（10 月～11 月放牧用)、イネ WCS 面積 15a（12 月～3 月放牧用）となる。圃場周囲の農道や里山の野草等の利用を含むと営農試験地では 1 頭当たり 50a の農地を牧草と飼料用イネに計画的に作付けすることにより周年放牧が可能である。

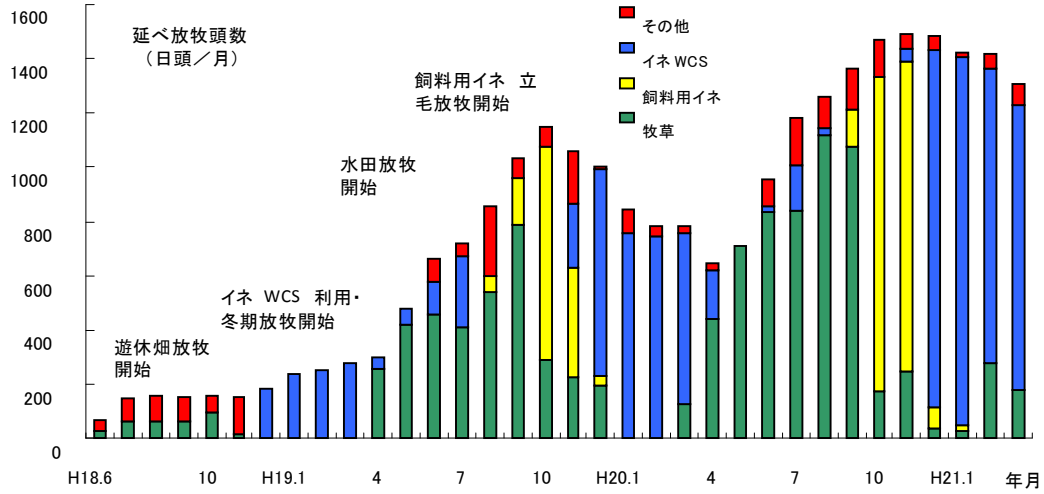


図１　飼料別の放牧頭数の推移（常総市大生郷地区）

注:その他は、耕作放棄地の野草、圃場の畦畔や法面の野草、圃場周囲の農道や里山、 5a 未満の小耕地の野草、食用米収穫後のひこばえなどによる放牧頭数。

２）畜産経営の改善

図２に、2008 年３月、６月、９月に入牧した繁殖牛の放牧開始時からの体重の推移を示す。季節により程度の差はあるものの、入牧１ヶ月後の体重は減少し、２か月後に入牧時の体重に回復し、その後、増加を続けることがわかる。

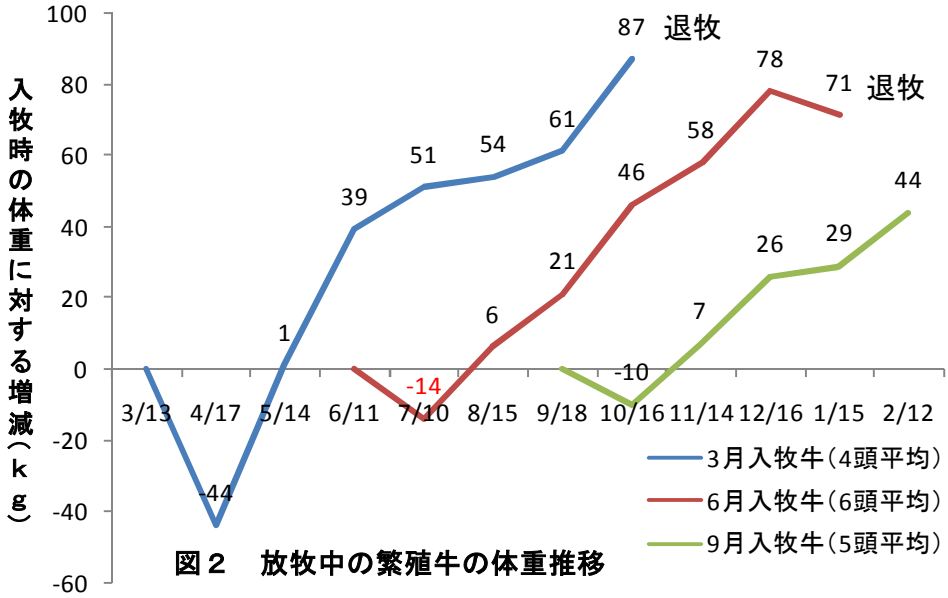


図２　放牧中の繁殖牛の体重推移

放牧中の補助飼料は、餌付け用に１週間に１回程度、醤油粕を与えるだけであるが、退牧時の体重は入牧時より 70kg 以上も増加している。

ただし、飼料用イネやイネ WCS 中心の飼養を続けた後、12 月から１月にかけて体重の低下する個体が見られた。イネは熟期が進むにつれて、タンパク成分が減少し黄熟期以降、乾物当たり４%程度に低下する。１月の体重測定時の放牧牛の血液性状を見ると BUN（尿素窒素）値が 3.5mg/dl と低く、タンパク成分不足の状態にあることが確認された。このため、今後、飼料用イネの栄養持性を踏まえた飼料設計を行う必要がある。

しかし、営農試験地でこれまで放牧を終えた 97 頭の繁殖牛の分娩結果を見ると、93 頭が正常に分娩し、１組の双子を含め 94 頭の子牛が生まれた。子牛の生時体重は 33kg であった。分娩後に種付けし、次の受胎が確認されている 65 頭の分娩予定日までの分娩間隔は 356 日であり、繁殖成績は良好である。

畜産農家では、繁殖牛の半分にあたる妊娠牛の放牧とその放牧管理を耕種農家が担うことにより、最も労力を要する繁殖牛の給餌、家畜排せつ物処理作業が軽減され、飼料生産を含め１頭あたり労働時間は 78 時間から 42 時間に減少した。また、周年放牧により、牛舎施設にも周年ゆとりが生じた結果、繁殖牛を 2005 年の 51 頭から 2008 年の 93 頭まで増加することができた。さらに、舎飼頭数が減少する一方、飼料基盤が拡大したため、繁殖牛の飼料自給率は 63.1%から 80.7%に向上した。また、牛舎で飼養する繁殖牛に必要な牧草やイネ WCS の必要量が少なくなりそれらを子牛に給与することにより、子牛の飼料自給率も向上した。

３）農林地管理の拡大

牧草放牧は飼料用イネ生産と比べて労力や経費を要しないため、耕種農家の農地管理面積は、飼料用イネ栽培のみを行っていた 2005 年よりも約 12ha も増加した（表２）。また、放牧の活用により収穫や運搬負担の大きい飼料用イネの効率的な利用が可能になった。さらに、耕作放棄地や里山 8.2ha が活用され始めた。このほかに、圃場周囲にある畦畔や農道の野草、作閑期の畑の野草などの除草作業が放牧により軽減されるとともに、里山の野草やひこばえなどの未利用飼料資源の活用が可能になった。前掲図２のその他は、これらの飼料資源により飼養された繁殖牛頭数であり、１年間に延べ 960 頭が飼養されている。牛舎で繁殖牛を飼養すると飼料代と畜舎等の減価償却費、労賃あわせて１日頭あたり 500 円の経費を要するため、未利用資源の利用により 48 万円の経費削減が図れる計算になる。さらに、飼料用イネ生産では通常、耕種農家と畜産農家あわせて 10a あたり 8 万円以上の助成金が交付されているが、営農試験地では放牧の導入により 10a あたり 4 万円の助成金で 21.5ha の農林地管理を実現しており、財政状況の厳しい中で転作面積の拡大や遊休農地解消の方策としても注目される。

今後、畜産農家に限らず、米麦生産主体の水田作農家や飼料用イネや牧草の収穫受託組織等における和牛と放牧技術の導入は、様々な土地の草資源を有効に活用し、農村景観を保全し、後作の地力確保をはかる点からも有効な手法と考えられる。たとえば、飼料用イネ及びイネ WCS を利用した秋冬期技術は、中山間地域で春夏放牧を行

っている肉用牛繁殖農家と平場地域で飼料用イネ生産を行う耕種農家との牛の移動を介した連携による、畜産経営及び水田作経営の発展等に応用できると考えられる。併せて、農林地資源のフル活用を推進するためには、平成 21 年度開始の水田等有効活用促進事業や耕作放棄地再生利用推進事業において、飼料用イネや裏作の牧草など様々な草資源の放牧利用を想定した弾力的な施策の運営要領の策定が望まれる。

表２　常総市大生郷地区の農林地利用の変化　（単位：a）

	イネWCS	水田放牧		転作田面積		耕作放棄畑放牧	里山放牧	農林地管理面積合計	助成金総額(万円)	10aあたり(千円)
		牧草放牧	飼料用イネ放牧		うち元耕作放棄地					
2005年	950			950				950	760	80
2006年	950			950		200		1,150	760	66
2007年	750	420	100	1,270	96	240		1,510	752	50
2008年	788	807	145	1,740	415	260	150	2,150	862	40

注：表掲のほか、畦畔や農道、ひこばえも放牧利用している。助成金総額は、転作田の飼料利用に関わる耕種及び畜産農家に交付される産地づくり交付金、耕畜連携推進助成、給与実証助成等であり、畑や里山の放牧利用に対する助成はない。また、放牧利用の産地づくり交付金単価はイネWCSの2分の1である。

Ⅲ. 草地の放牧利用技術
１．高生産放牧草地（搾乳牛・育成牛向け）の管理と利用

（独）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　八木隆徳

１．はじめに

飼料・燃料価格の高騰に伴う生産管理費の低減、貯蔵飼料調製やふん尿処理のための労働軽減、家畜福祉の観点などから放牧が見直されています。

ここでは、栄養要求量の高い乳牛や育成牛を対象とする放牧草地の管理・利用技術について、基本の確認と近年開発された関連技術・新品種を紹介します。

２．集約的な放牧技術の基本

搾乳牛や育成牛を放牧する際のポイントを図１に示しました。以下に解説します。

１）高栄養草種の利用

搾乳牛や育成牛は栄養要求量が高いので、栄養価の高い草を準備する必要があります。それには高栄養草種を短草利用するのが鉄則です。各地域に対応する主な放牧用草種について表１に示しました。

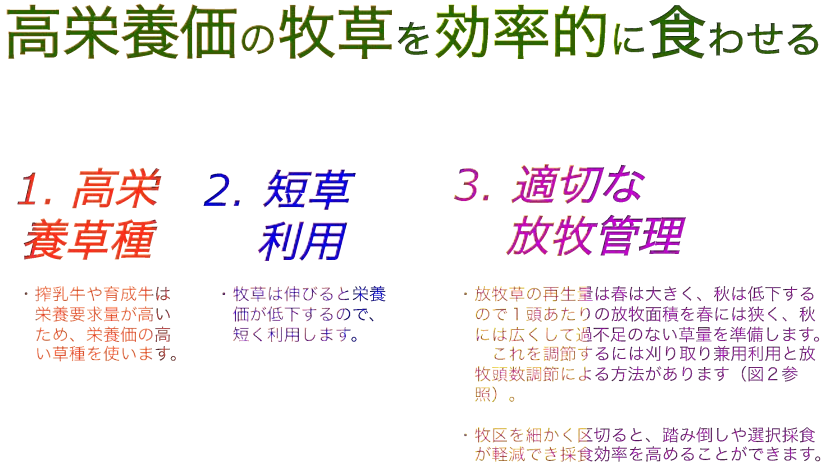
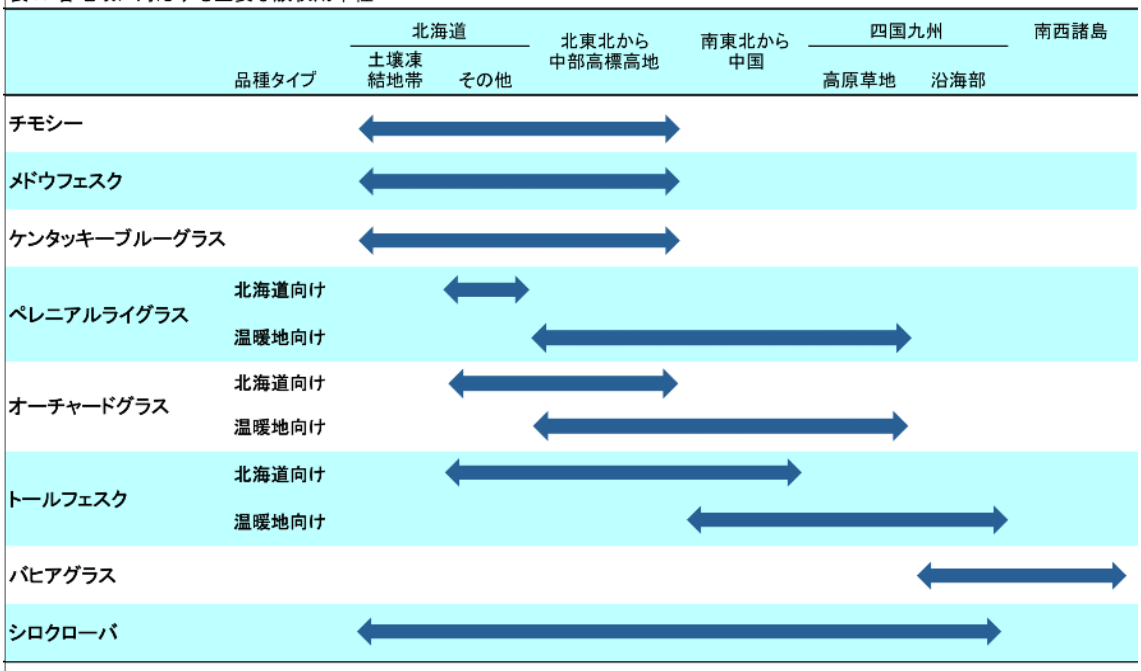


図１．搾乳牛・育成牛放牧のポイント

現在、国内で栽培されている寒地型牧草のうち、再生力と嗜好性に優れ集約的な放牧に最も適しているのがペレニアルライグラスです。しかし、耐乾・耐暑性が高くないため本州では高冷地や準高冷地以外での安定的な利用が困難な場合が多いです。また、越冬性もあまり高くないので、北海道東部など土壌が凍結する地域での栽培には向きません。

土壌凍結地域ではペレニアルライグラスの代わりに越冬性に優れるチモシーやメドウフェスクが適しています。チモシーは春の生産割合が高く採草との兼用利用に適しますが、夏期以降には再生量が落ち、草種間の競合力が弱いので組み合わせる草種・品種には注意が必要です。メドウフェスクはチモシーに比べ小型で短草状態を維持し易い特徴があります。採草利用を行うと

表1. 各地域に対応する主要な放牧用草種



注）シバ、ススキ等の野草類は除外した.

牧草密度が大きく低下する欠点があり、兼用利用はあまりお勧めできません。

温暖地では高標高地ではオーチャードグラス、低標高地ではトールフェスクが主体となりますが永続性や嗜好性の点で問題があり、これらを克服する草種や品種の開発が望まれています。

マメ科牧草であるシロクローバは空気中の窒素を固定するので窒素肥料の節減に有用であると同時に、イネ科で不足するミネラルの補填や採食性を改善するのに役立ちます。放牧には中葉型や小葉型品種が用いられます。品種により競合力に違いがあるので、イネ科草種との組み合わせには注意が必要です。

２）短草利用

牧草は伸びるにつれて難消化性成分が増えて栄養価が低下するので短草利用します。ただし、食わせ込みすぎると可食草量が減少したり、雑草が増えたりします。目安として、ペレニアルライグラスは20cm、チモシーは30cm と長めに、メドウフェスクは20-30cm 伸びたら放牧します。また、草をどの程度食わせるかは草種、牛の種類や泌乳ステージによって異なります。ペレニアルライグラスの場合、育成牛では60%、泌乳牛では35-50%（前期-中後期）程度食わせます。

なお、放牧開始が遅れたりして草が伸びすぎた場合は栄養価が低下するだけでなく採食性も悪化するので、掃除刈りする必要があります。

３）適切な放牧管理

家畜の採食量に比べ、放牧草の再生量は季節により大きく変動します（図２）。一般的に寒地型牧草の再生量は春に最大となり（スプリングフラッシュ）、夏や秋は低下します。したがって、１頭あたりの放牧面積は春には狭く、秋には広くする必要があります。これを調節するには採草との兼用利用と放牧頭数調節による方法があります。兼用利用は１番草、あるいは１番草と２番草を採草利用し、その後放牧する利用方式です。したがって、採草作業に伴う機械作業が可能な

立地に向きます。機械作業が困難な立地や条件においてはスプリングフラッシュの頃までは放牧頭数を多くし、その後、草の伸びが落ち着いた頃に頭数を減らして、牧草を短く保ちます。

牧区を細かく区切り、ひとつの牧区に滞在する期間を短くすれば（半日から数日）、踏み倒しや選択採食が軽減でき採食効率を高めることができます（短期輪換放牧）。この際、設置と撤去が容易な電気牧柵を使うと効率的に作業できます。

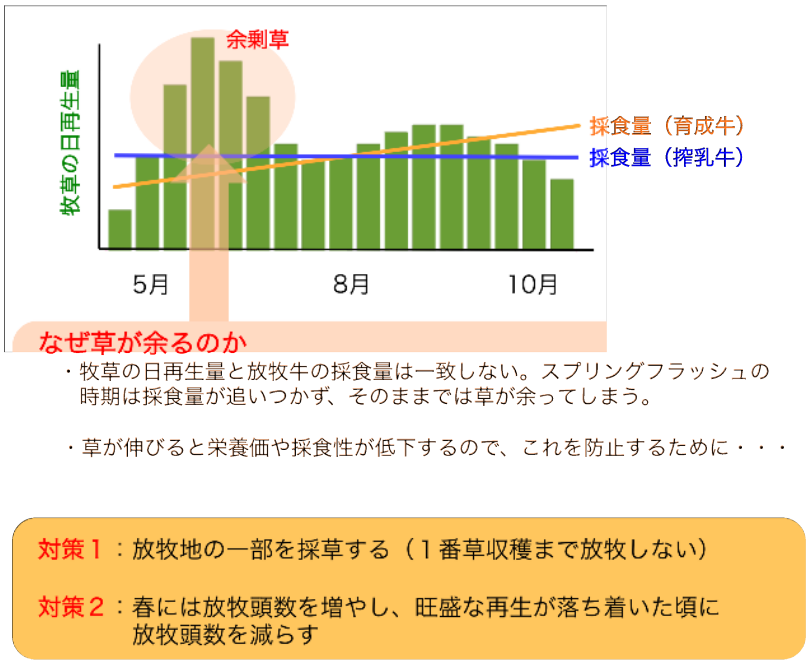


図２．余剰草の発生理由と対策

放牧地面積が不足する場合は１日の放牧時間を短くしたり、サイレージや配合飼料等の補助飼料の給与量を増やすことで対応できます。

３．近年の成果

１）公的機関で育成された放牧用（採草兼用利用も含む）品種

北海道向けでは放牧利用に適したペレニアルライグラス晩生品種「ポコロ」に続き、季節生産性を調整するための採草・放牧兼用地向けの品種として、採草後の放牧開始を早められる中生品種「チニタ」（吉田ら, 2008）が育成されました。オーチャードグラス「はるねみどり」（眞田ら, 2006）は早生品種で採草と放牧の両方に利用できます。チモシーでは晩生品種の「なつさかり」（吉澤ら, 2004）が昨年から販売されるようになりました。主に採草利用に適していますが兼用や放牧にも利用可能です。メドウフェスクでは「マキバサカエ」（北農研, 2009）が育成され、これは土壌凍結地帯において「ハルサカエ」より放牧特性がやや優れる放牧利用に向く品種です。ペレニアルライグラス「チニタ」、メドウフェスク「マキバサカエ」ともにまだ市販はされていませんが、２－３年後には流通する見込みです。

本州向けの新品種では、ペレニアルライグラス中生種「ヤツカゼ２」（山田ら, 1999）は夏から秋にかけての収量性に優れ、本州の高冷地、準高冷地で採草・放牧兼用利用ができます。オーチャードグラス中生品種「まきばたろう」（荒川ら, 2008）は採草・放牧のいずれにも利用できます。トールフェスク中生品種「ウシブエ」（我有ら, 2005）は暖地での越夏性・永続性や採食性に優れ

るため、放牧に最適な品種です。

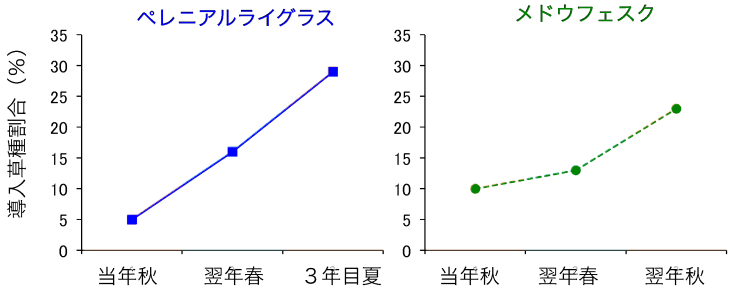


図３．作溝型播種機による植生改善効果（佐藤ら 2005を改変）
注）平均値で示した．ペレニアルライグラス割合は当年秋、３年目夏は被度、翌年春は乾物割合、メドウフェスクは当年秋は被度、翌年春と翌年秋は乾物割合．

２）植生改善

放牧地に高栄養草種が少ない場合は導入する必要があります。完全更新は植生改善効果は高いものの、当年の利用ができないので草地面積に余裕がある場合に限られます。面積に余裕がない場合や機械作業が困難な傾斜地においては簡易更新がおすすめです。

簡易更新法について北海道で実証的な試験が行われた結果、放牧を続けながらペレニアルライグラスやメドウフェスク等の初期生育の早い牧草を作溝法（草地表面に溝を切り、そこに播種する方法です。作業機は各種市販されています。）で追播することで、シバムギなどの地下茎型イネ科草が優占した草地の植生を徐々に改善できることが分かりました（佐藤ら, 2005：図３）。作溝法によるペレニアルライグラスやメドウフェスクの１回の追播で、１年半～２年後に、それぞれ２～３割程度の割合にまで増加することが期待できます。

３）施肥管理

放牧を続けると草地から家畜の生産や維持に使われた養分が減少するので、この減少分を施肥で補います。養分の減少量は地域、草種、土壌の違いによらず、被食量（牛がその牧区で年間に食べた面積あたりの草量）によって決まります。北海道における乳牛放牧地の年間平均被食量は 450kg/10a ですので、この考えに基づき設定した年間標準施肥量を表２に示しました。

なお、標準施肥量を施肥し続けても土壌中の養分含量は変化します。定期的に土壌診断を行って施肥量を調節することが大事です。

表2. 北海道における養分循環に基づく乳牛放牧草地の標準施肥量（三枝ら 2008）

地帯	土壌	マメ科率（%）	目標被食量（kg/10a）	標準年間施肥量（kg/10a）		
				N	P_2O_5	K_2O
全道	全土壌	15-50	400-600	4 ± 2	4 ± 1	5 ± 1
		15% 未満		8 ± 2	4 ± 1	5 ± 1

注1）施肥配分は、早春、6月下旬、8月下旬の年3回均等分施を基本とする．
2）代表値±幅で示した．初年目には代表値の施肥量を施用し、草量の過不足、土壌養分の増減が確認されたら±幅で示された範囲を目安に調整し、安定した時の値がその牧区の標準施肥量とする．

４）家畜の生産性向上に向けた放牧管理技術

（１）搾乳牛

①畜産草地研究所（栃木県北部）で 1.1ha に３頭の弱放牧区あるいは 0.65ha に３頭の強放牧区を設定し、短期輪換放牧した結果、必要栄養分量のうち前者では約 80%、後者では約 50%

が草地から得られ、濃厚飼料や購入粗飼料からのTDN量を差し引いた草地由来の産乳量はヘクタール当り１万kgを達成しました（栂村ら,1997）。
②土壌凍結地帯ではペレニアルライグラスの越冬は難しいので、これに代わる集約放牧用草種としてメドウフェスクの性能を比較検討したところ、牧草の収量と栄養価、乳牛による嗜好性、産乳量はペレニアルライグラスと同等であることが確かめられました（須藤ら,2001）。ヘクタール当り産乳量は最大8,700kg（FCM換算）となりました。
③毎日転牧するのは意外と手間がかかる作業です。省力化のため牧区面積を拡大し滞牧日数を延長する試みがあります。ペレニアルライグラス放牧地において割当草量を確保し（500kg 換算の牛１頭あたり 14-15kgDM/日）、草丈15-20cmで利用すれば、滞牧日数を3日程度に延長しても一日で転牧する場合と比べて放牧草採食量に大きな変化はなく植生を維持できることが分かりました（新宮ら,2008）。また、一日輪換放牧と定置放牧（牧区を細かく区切らず、ひとつの大きな牧区だけで行う放牧）の比較も行われ、定置放牧では年間牧草生産量および利用草量は差がないものの、夏以降の牧草再生量が低く、利用草量が低いことが分かってきました（遠藤ら,2008）。どちらも北海道での試験です。
④十分な土地の確保の難しい地域においても、時間を制限して短期輪換放牧を導入することにより高蛋白質の放牧草が供給されることから、草地面積10a/頭程度の時間制限放牧でも平均的乳量水準の乳牛群であれば、購入飼料から供給される蛋白質量を2割程度節減できることが分かりました（的場ら,2006）。

（２）育成牛（表３）

表3. 放牧による育成牛の家畜生産性

草　種	試験牛の種類	日増体量（kg/頭/日）	ヘクタールあたり増体量（kg/ha）	試験地	備　考
ペレニアルライグラス	ホルスタイン種雌	0.94	-	岩手県	乾草併給
ペレニアルライグラス	黒毛和種去勢	0.67	1,052	栃木県	春の余剰草を夏秋に併給
ペレニアルライグラス	ホルスタイン種去勢	0.85	1,083	栃木県	春の余剰草を夏秋に併給
ペレニアルライグラス	ホルスタイン種雌	0.70	900	栃木県	春の余剰草を夏秋に併給
ペレニアルライグラス	ジャージー種雌	0.35-0.67	-	山梨県	-
チモシー、ペレニアルライグラス	ホルスタイン種去勢	0.91	815	北海道	各草種別草地の組み合わせ利用
ケンタッキーブルーグラス、シロクローバ	ホルスタイン種去勢	0.86	858	北海道	併給飼料なし
バヒアグラス	黒毛和種子牛	0.84	-	熊本県	親子放牧時の離乳までの増体

①ペレニアルライグラス草地でホルスタイン種育成牛をロール乾草を併給しながら短期輪換放牧を行い、日増体 0.94kg/頭の良好な発育が得られました。初回授精の目安とされる体重 350kg へは12ヶ月齢で、体高125cmへは11．5ヶ月齢で到達しました（岩手県畜産研究所,2004）。
②栃木県北部の畜産草地研究所でペレニアルライグラス草地で短期輪換放牧を行った結果、日増体量は黒毛和種去勢牛で0.67kg、ホルスタイン去勢牛で0.85kg、同種雌牛で0.7kgの増体が得られ、ヘクタールあたり増体量は1,000kg/ha前後の成績が得られました（草地試験場,1999）。
③ペレニアルライグラスの中では越夏性に優れる品種「ヤツナミ」の草地でジャージー種育成雌牛を短期輪換放牧を行った結果、夏期の雑草混入割合が少なく安定したクローバ率の植生を維持

することができ、0.35-0.67 kg/頭の日増体量が得られました（山田ら, 1999：山梨県での試験）。
④北海道でチモシー「ホクシュウ」を主体として用い、放牧頭数を増減する方法と兼用利用法を組み合わせた方法により、６ヵ月齢のホルスタイン種去勢牛を約６ヵ月間輪換放牧により育成したところ、日増体量は0.91kg で、ヘクタールあたり増体量は815kg/ha の成績が得られました（池田ら, 2005）。
⑤寒地の放牧条件下で植生が安定するケンタッキーブルーグラスを利用した成果が北海道で報告されました。ケンタッキーブルーグラスはペレニアルライグラスやチモシーと比較して栄養価が劣りますが、栄養価の高いシロクローバと混播することでその欠点を補い、季節生産性に応じて放牧頭数を調節することで短草条件を維持した結果、転牧しない連続放牧条件でホルスタイン去勢牛の牧養力は559 頭・日/ha、ヘクタール当たり増体量858kg/ha、日増体量0.86kg の成績が得られました（三枝ら, 2006）。
⑥暖地型牧草主体の草地における搾乳牛や育成牛の放牧成績は、寒地型牧草のものほど多くありませんが、関連成果がいくつか報告されています。バヒアグラスの４倍体品種「ナンオウ」は従来の２倍体品種に較べ草質が良好で、黒毛和種の親子放牧において、放牧子牛は日増体量 0.8kg 以上の良好な発育を示し、母牛は連産可能な良好な繁殖成績を示しました（中西ら, 2007）。この他に、栄養価や採食性が改良されたギニアグラス「ナツコマキ」（平野ら, 2004）を用いた放牧試験で良好な増体成績が報告されています。

４．おわりに

放牧は総合技術で、要素技術が互いに影響しあう複雑な系です。また、気候、土地条件、面積や飼養頭数が個々の経営により異なりますので、基本技術をアレンジしながらの対応が求められます。今回、乳牛・育成牛を対象とした放牧技術に関する成果のほんの一部しか紹介できませんでしたが、上で紹介した分野以外にも栄養管理、繁殖管理、行動管理や家畜福祉等、様々な観点で研究が進められていますので、それらの情報を入手し役立てて下さることを期待します。

参考資料

荒川ら. 2007. 九州沖縄農業研究成果情報. 平成 18 年度.
遠藤ら. 2008. 日本草地学会誌. 54（別）.
我有ら. 2005. 九州沖縄農業研究成果情報. 平成 16 年度.
平野ら. 2004. 日本草地学会九州支部会報. 34.
池田ら. 2005. 日本草地学会誌. 51.
的場ら. 2006. 草地試験場成果情報. 平成 17 年度.
中西ら. 2007. 九州沖縄農業研究成果情報. 平成 18 年度.
三枝ら. 2008. 北海道農業研究成果情報. 平成 19 年度.
三枝ら. 2006. 日本草地学会誌. 51.
眞田ら. 2006. 北海道農業研究センター研究報告. No. 185.
佐藤ら. 2005. 北海道農業研究成果情報. 平成 16 年度.
新宮ら. 2008. 北海道農業研究成果情報. 平成 19 年度.
須藤ら. 2001. 日本草地学会誌. 47.
栂村ら. 1997. 関東草地飼料作物研究会誌. 21.
上山.　2004. グラス＆シード13.　日本草地畜産種子協会.

山田ら. 1999. 草地試験場研究成果情報. 平成 10 年度.
山田ら. 1999. 草地試験場成果情報. 平成 10 年度.
吉田ら. 2008. 北海道農業研究成果情報. 平成 19 年度.
吉澤ら. 2004. 平成15年度「新しい研究成果-北海道地域-」. 北海道農業研究センター.
北海道農業研究センター. 2008. 集約放牧導入マニュアル*.
岩手県畜産研究所. 2004. 平成15年度試験研究成果書.
草地試験場. 1999. 放牧の手引き -集約放牧を中心として-.
天北・放牧の手引き. 2002.

*集約放牧導入マニュアルは北海道農業研究センターホームページ からダウンロードできます（http://cryo.naro.affrc.go.jp/kankobutu/syuyakumanyuaru/syuyaku.pdf）。 また、冊子体が（社）北海道農業改良普及協会から販売されています。集約放牧技術の基本について分かりやすく書かれていますので、一読されることをおすすめします。

Ⅲ．草地の放牧利用技術
２.耕作放棄地の放牧草地（繁殖牛向け）としての管理と利用

（独）農業・食品産業技術総合研究機構　畜産草地研究所
放牧管理研究チーム主任研究員　平野　清

１.はじめに

耕作放棄地等における牛の放牧利用は、未利用の草資源を活用した畜産を行うと同時に、農村景観等の環境保全・維持に役立つ。また、このような輸入穀物飼料に頼らない畜産体系は食料安全保障上重要であり、今後の発展が望まれる。肉用繁殖牛は肥育牛、泌乳牛、育成牛より養分要求量が少なく、様々な草資源を用いつつ濃厚飼料等をほとんど与えず放牧出来ることから、耕作放棄地等を活用した省力的な放牧に適する。

繁殖牛を用いて耕作放棄地等を放牧利用する上での技術的課題とその対応を明らかにするため、本稿では耕作放棄地等の状況に適した放牧草地を３つに分類し、その分類のために２つの設問を設定した（図 1)。その３つの分類は、１)野草地・林地、２)シバ型草地、３)牧草地であり、これらを分類するための２つの設問は、１)土地条件はどうか？、２)管理に多少の手間はかけられるか？である。以降、これら放牧草地の利用技術の概要と活用上の留意点について述べる。

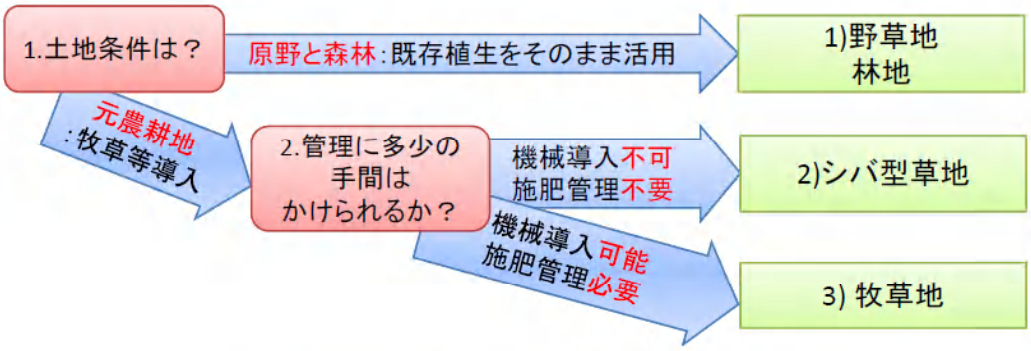


図1. 耕作放棄地等の状況に適した放牧草地

２．放牧草地としての利用技術の概要

１）野草地・林地

放牧利用する土地条件が原野や林地である場合、既存植生をそのまま活用した野草地放牧・林間放牧が適する。例えば九州の阿蘇・久住地域におけるススキ草地では千年以上の長期にわたり牛の放牧が実施されている(写真１)。ネザサ草地も飛騨高山地方等で放牧利用されている。また、秋田県鹿角地域においては、無牧柵林間放牧が行われていた(写真２)。このような放牧体系は、長年日本の気候風土で培われてきた

在来植生による持続的畜産体系として極めて重要である。

写真１．.阿蘇久住地域のススキ草地
（写真提供：山本嘉人）

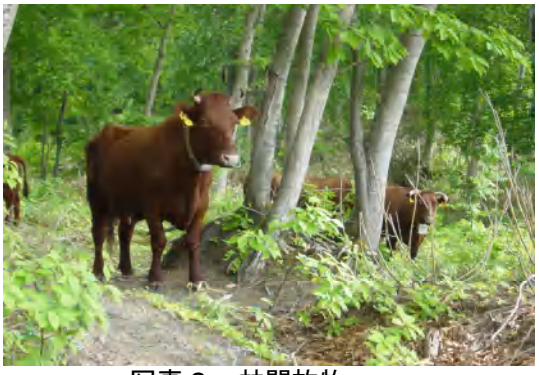


写真２．林間放牧
（写真提供：山本嘉人）

２）シバ型草地

耕作放棄地・未利用地等が元農耕地である場合、最初は１）と同様に既存の植生で放牧できるが、通常放牧可能な面積に対し放牧頭数が多く、既存植生が衰退し可食草が無くなるため、牧草等を導入する必要がある。その際、どのような牧草種を導入するかの判断基準として、草地の維持管理に多少の手間はかけられるか（耕作放棄地にトラクター等の農業機械が利用できるか、施肥ができるか等）があげられる。

写真３．急傾斜地におけるノシバ放牧草地
（写真提供：山本嘉人）

急傾斜地など農業機械が入らない、または労力の面で施肥管理が困難な条件の場合には、シバ型草地の造成管理が適する（写真３）。シバ型草種としてノシバ、センチピードグラス、カーペットグラス等があり、北関東における被覆速度はセンチピードグラス＞ノシバであり、カーペットグラスは衰退するため、もう少し南の地域で利用することが望ましい。シバ型草種の造成は、基本的には放牧等により前植生を押さえた後、種子散布または苗の植付により行う。その後、前植生を衰退させシバ型草種が生長するよう草高約 10cm 以下になるよう管理する（写真４）。具体的な管理方法として、草地を速く造成する点でシバ型草種を痛めない「人力による掃除刈り」が優れるが、労力削減の点から「牛による掃除刈り」も検討する。その場合、シバ型草種植物体へのダメージが最も少な

写真４．ノシバ造成と草高との関係
（写真提供：北川美弥）

くなる方法を選ぶため、前植生の生育がどの程度旺盛か（旺盛な場合は、手による掃除刈り・刈草持出しは労力的に適当でなく、放牧が適する）、土地条件はどのようなところか（土地が比較的平坦で堅めで放牧圧が高すぎなければ定置放牧が適するが、急傾斜地で放牧圧が高く、定置放牧では斜面が崩れる恐れがある場合には、時々、短期間除草のために放牧する）について考慮する。このようにして造成されたシバ型草地は基本的に無施肥で長期に渡り定置放牧による維持管理と利用が可能である。

シバ型草地利用の注意点として、草高が低いことから家畜飼養者が「草がほとんど無くて牛が満足に食べられないのではないか」と心配される場合があるが、実際にはシバは茎葉密度が高く、牛は十分な量の草を採食している。著者の試験では、センチピードグラス草地 60a で平均体重 510kg の繁殖牛（妊娠牛）２頭を 4 月末から 10 月末まで放牧飼養したところ、D.G.は 0.44kg であり、その後無事出産した。

写真５．ｾﾝﾁﾋﾟｰﾄﾞｸﾞﾗｽ草地での繁殖牛放牧
舐めるようにシバ型牧草を食す。乾草等無給与でも牛は増体する。
（写真は放牧開始約 4 ヶ月後(2008/08/12)

地域、土地条件やシバ型草種の被覆程度等にもよるが２頭/ha 程度であれば、放牧期間中は乾草などの補助飼料は必要ないと考えられる（放牧期間の牛の体つきの変化を見ていると、乾草給与は不要なことが理解できると思われる）（写真５）。

シバ草地の造成には、コストと労力がかかるシバ苗の植え付けや、種子価格が高い播種法があるが、近年低コストで労力の少ない糞上移植法が開発された（写真６）。これはシバ苗を牛糞の上に置き、足で踏み付け放牧しながらシバ型草種を広げる方法である。これは牛が糞をいやがるため、糞上のシバ苗の引き抜きがほとんど無いことから、シバ苗の移植と異なり放牧しながら造成することが出来る点も特徴である。

写真 6. 糞上移植法の手法。左：シバ草地から切り出した苗、中：生糞の上に苗を乗せ、苗ごと足で踏む、右：苗を踏んだ（糞上移植した）後の様子。このまま放牧を継続すると、牛にシバ苗を引き抜かれず広がっていく。（写真提供:北川美弥）

３）牧草地

耕作放棄地の草地管理のためトラクターの使用や施肥管理が可能等、ある程度の手間がかけられる場合には、高栄養で生産性の高い各種牧草を導入することが適する（写真７）。地域に応じ、適草種（品種）の選定・造成方法・土壌診断・施肥管理・放牧管理を選ぶ必要があり、それは各種草地管理指標（草地の維持管理編、草地の土壌管理及び施肥編、放牧利用編-放牧牛の管理編）が参考になる。また本号の八木隆徳氏、千田雅之氏の稿も、それぞれ近年の高栄養牧草および飼料イネ立毛放牧について参考となる。

放牧草地の維持管理・利用の要点として、土・草・家畜を適切な状態に維持するよう心がける事があげられる。

写真 7. 暖地型高栄養牧草ｷﾞﾆｱｸﾞﾗｽ放牧

写真 8.　水田跡放牧草地における明渠。左側の斜面から雨水が草地へ流れ込むのを防ぐ。

土壌の維持管理について、土壌診断に基づき、肥料や苦土石灰等の土壌改良資材を適切に投入することが基本となる。家畜糞堆肥の施用は、肥料成分、土壌の透水性改善効果、および畜産の土-草-家畜の物質循環上重要な役割を果たすが、化成肥料と同様に多量施用は控えることと、完熟堆肥を用いること（堆肥中の雑草種子等が堆肥化過程の温度上昇により死滅している）に留意する。また、耕作放棄水田では、水はけが悪くて土壌泥濘化による草地衰退の可能性があるため、明渠などによる排水対策を施すことが重要である（写真８）。

牧草の維持管理について、一般に高栄養牧草種では季節による変動が大きいので、生育が旺盛な時期（寒地型牧草では春先のスプリングフラッシュ時）には、同じ放牧圧では草が余り草高が高くなる。草高が高くなると放牧牛による牧草の押倒しが増え、後の牧草再生が悪くなり、草地が衰退する場合がある。このため、草高が高くなる前の対応として①放牧頭数を増やすか、②放牧地面積を減少させ適切な放牧圧とすると共に、余剰部分を刈取り乾草調製し、放牧草が不足する時期にその乾草を給与するか、③先と同様に放牧地面積を減少させると共に、禁牧部分の牧草を刈り取らず生育させた状態で備蓄し、他の放牧地で放牧草が不足する時期に禁牧部分を解放して放牧飼養する等を行う。また牧草の草高が高くなってしまった場合、ストリップ放牧または輪

換放牧すると、牧草の押し倒しが少なくなるため、牧草の採食率向上と牧草再生に優れる。

草種（品種）はその気候と土壌に適したものを選ぶことが肝要である。排水性の悪い水田跡地では、耐湿性の高いミレットやイタリアンライグラスなどの草種を用いる。

放牧牛の維持管理について、高栄養牧草は放牧利用により、採草利用と比較し栄養価が高くなる（図２）。これは、放牧を上手く活用することにより濃厚飼料の給与量を

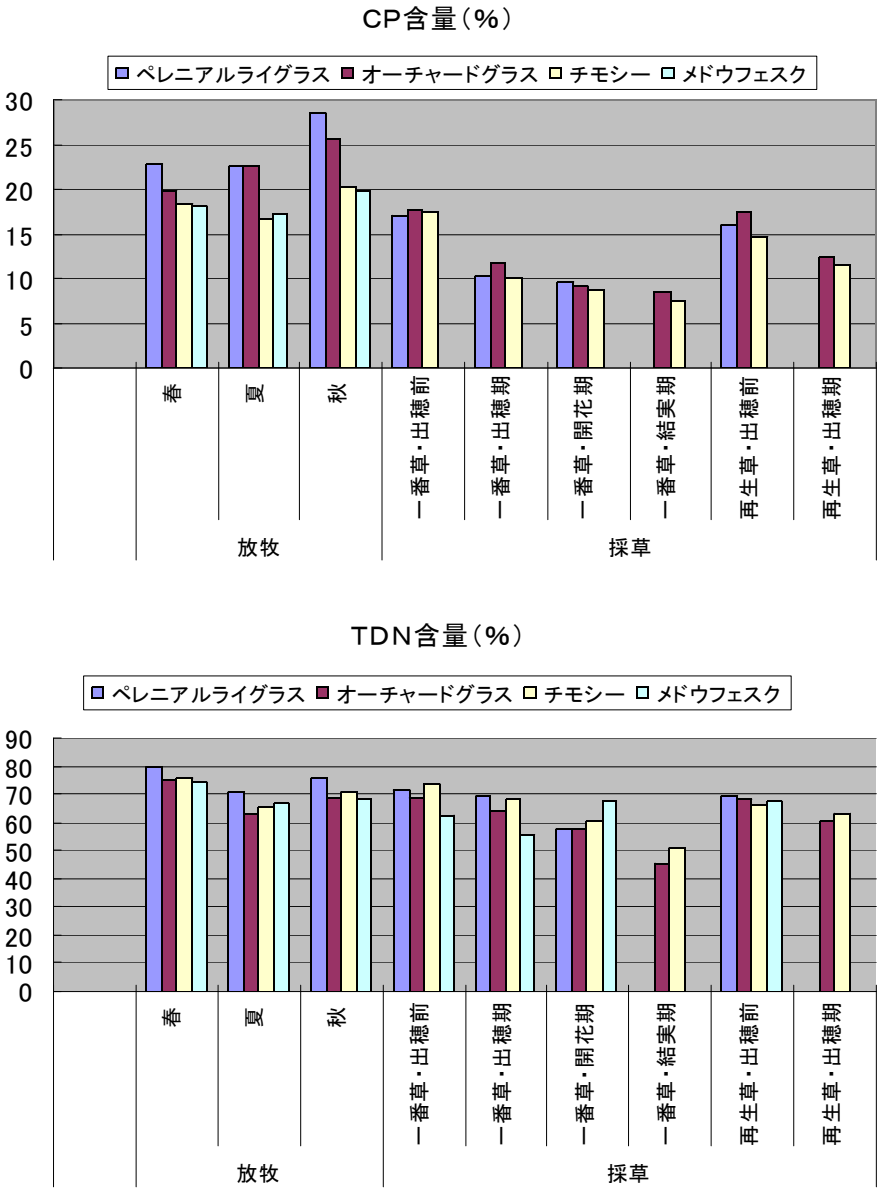


図２．放牧草と採草のＣＰ含量とＴＤＮ含量

（成分値について、採草は日本標準飼料成分表（２００１年版）より、
放牧は日本飼養標準・乳牛（２００６年版）より記載）

削減できる可能性を示すが、一方で放牧時期や採食状況によっては、牧草の栄養価が繁殖牛にとっては高くなる可能性もある。牛の状態に即して乾草等を補助飼料として与えることや、他の草種の放牧地へのアクセスを可能とする等の配慮が必要であろう。

４）寒地型牧草による冬季放牧

１)～３)までは夏季(春～秋)放牧について説明したが、比較的温暖で冬季の積雪がほとんど無い地帯では寒地型牧草を活用した冬季（秋～春）放牧が可能である(写真９)。冬季放牧草地造成利用の留意点としては基本的に３)で記載した部分と同一である。草種としてはイタリアンライグラスの利用が多く、九州では輪換放牧で２～４頭/ha(春季は４～６頭/ha)の繁殖牛放牧が可能である。また、イタリアンライグラスより冬季の生育の優れるライムギや、年内生産量の多いエンバク等が現在検討されている。

写真 9. 冬季ｲﾀﾘｱﾝﾗｲｸﾞﾗｽ放牧

３．おわりに（条件を組み合わせた取り組み）

１）地域の耕作放棄地・農地を広く取り込む

ここまで、放牧草地と利用方法を２で説明したが、現実には個々の地域における耕作放棄地の状況に応じて、地域に隣接して１)～３)が混在する場面がある。その場合には適地適作に徹し、それらを上手く組み合わせ活用することが望ましい(写真 10)。例えば、林地に隣接した耕作放棄水田の場合、水田跡は３)の牧草導入ができるが、法面や通路などは２)のシバ型草種が適し、隣接した林地は１)としての利用する方法がある。

写真 10. 隣接する 2 つの放牧地：水田跡放牧地（手前）と林間放牧地（後ろ）

加えて、耕作放棄地以外の周辺農地でも放牧利用出来る場合がある。例えば、放牧利用する耕作放棄地の周辺の水田で、イネの収穫後に４)の冬季放牧草地を造成し放牧利用出来る。このように、地域の土地資源の配置や特徴を捉えて放牧草種を選ぶと同時に、利用可能な土地を広く取り込み放牧活用することが重要である。

２）周年放牧による飼養コスト低減

夏季放牧と冬季放牧とを組み合わせることにより、周年放牧が可能となる。夏季放

牧・冬季放牧期間中は、それぞれ採草・調製保存・給餌と糞尿処理に関わる各種労力が軽減できる利点があるが、周年放牧ではそれが一年中適用される。加えて、牛舎等の施設の維持管理に要する経費が最小限で済む。そのため、周年放牧のコスト低減効果は大きい(表１)。

牧草の生長には季節を通じて変動があり(図３)、牧草余剰時の対応は先の３)で述べたとおりであるが、不足する時期については、余剰備蓄草の放牧給与や、適時乾草ロール等の補助飼料を給与する方法により対応する。

表1. 子牛1頭あたり生産原価(熊本県)

飼養方式	生産原価(円)	コスト低減率(%)
舎飼	213,322	−
夏山冬里	182,853	14.3
夏山冬(水田・畑)放牧	141,421	33.7
周年放牧	92,683	56.6

平成10年度試算、労働費除く、コスト低減率は舎飼に対するもの

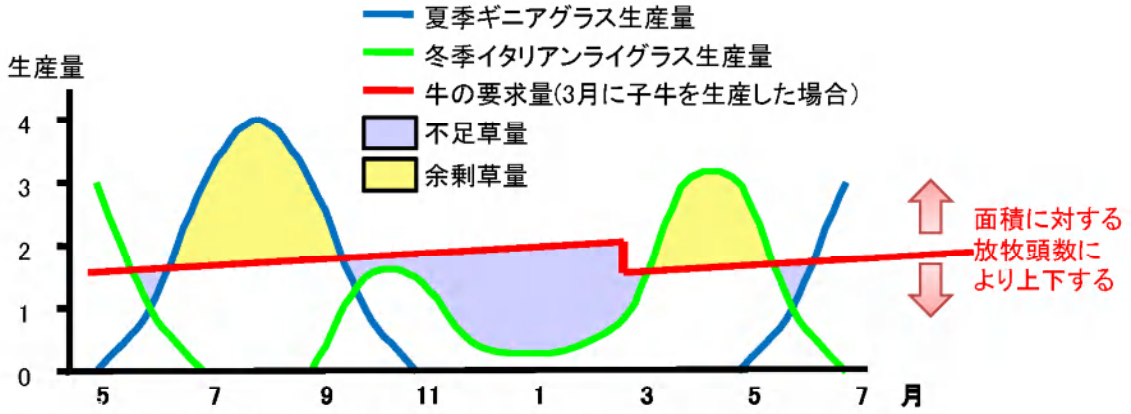


図3. 周年放牧(夏季ギニアグラスおよび冬季イタリアンライグラス)の季節推移にともなう生長量と牛の要求量(模式図)

このように、耕作放棄地を含む各地域資源の配置や利用状況に即した様々な放牧草地・放牧体系を、畜産物の生産コストや労力が最小限になるよう上手く組み合わせ、土・草・家畜の適切な維持管理に配慮しつつ活用することが重要である。

Ⅳ. 収穫機の開発
１. 新開発「汎用型飼料収穫機」について

（独）農業・食品産業技術総合研究機構　生物系特定産業技術研究支援センター
基礎技術研究部主任研究員　　志藤博克
畜産工学研究部主任研究員　　橘　保宏
畜産工学研究部研究員　　川出哲生

１．はじめに

飼料用穀物価格の世界的な高騰の中で、飼料自給の重要性が益々クローズアップされているが、経営規模が小さく飼料生産用機械の新規導入や更新が困難な農家、あるいは経営規模が大きくても飼養管理で手一杯の農家にとっては、自給飼料生産がままならない状況にある。そこで、新たな担い手として注目されているのがコントラクターで、その数は、平成９年度の 122 から平成 18 年度では 447 に増加している（平成 20 年農林水産省畜産振興課調べ）。一見、順調にコントラクターが普及してきているように見えるが、地域別に見ると北海道と九州といった大規模生産地域が全体の約３分の２を占めており、他の府県での伸びはまだこれからと言った状況である。その要因を考えると、第一に圃場一筆の面積が小さく、分散しているために大型機械の導入が困難で、能率的な作業ができないことが挙げられる。また、府県の自給飼料作付面積の約３分の１を占めるのが転作水田や水田裏作であり、降雨後の圃場条件の回復が遅く、作業スケジュールが遅延しがちになる。さらに、コントラクターでは利用農家から要望される多様な飼料作物の収穫に対応するために、トウモロコシならばコーンハーベスタ体系、牧草ならばロールベーラ体系、飼料用イネならば専用収穫機体系、と多くの機械を揃えなければならず、組織設立時の機械投資額が大きな負担となる問題もある。

そこで生研センターでは、府県のコントラクターを対象として、地盤が軟弱な水田基盤や狭い圃場でも機動性が高く、１台でトウモロコシ、牧草、飼料用イネ等の多様な飼料作物に対応することができる「汎用型飼料収穫機」を農機メーカーと共同開発した。

２．汎用型飼料収穫機の概要

汎用型飼料収穫機は、収穫部、ホッパ、成形室、ネット結束装置、走行台車から構成される（図１、表１）。収穫部は、シリンダ型カッタヘッドを有するハーベスタ本体とアタッチメントからなる。ハーベスタ本体では、トウモロコシでは１cm、牧草と飼料用イネでは 3cm に切断長の設定を変えることができる。アタッチ

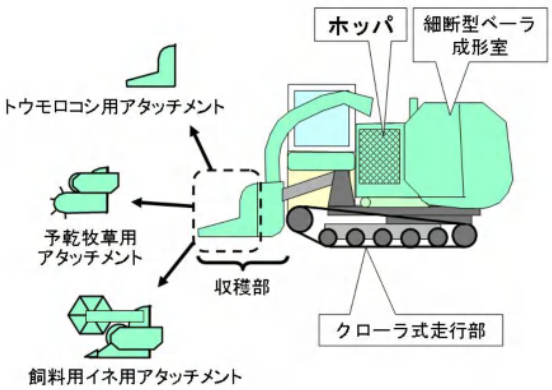


図１　汎用型飼料収穫機の概念

メントは、トウモロコシ用、牧草用、飼料用イネ用の３種類があり、工具なしで５分程度で容易に着脱することができる。成形室の呼び直径は 1m、幅は 0.85mである。開発機は、ベールをネットで結束している最中およびベールを放出する間も、細断した材料をホッパに一時貯留できるため、ノンストップで収穫作業ができる。

表１　汎用型飼料収穫機の主要諸元

			トウモロコシ収穫時	予乾牧草収穫時	飼料用イネ収穫時
機体の大きさ	全　長	(mm)	6,500	6,180	6,810
	全　幅	(mm)	2,000	2,000	2,340
	全　高	(mm)	3,460	3,460	3,460
	質　量	(kg)	4,990	4,920	5,220
収穫部	作業幅	(m)	1.5	1.6	2.0
走行部	クローラ接地圧(kPa)		26.4	26.0	27.6
成形室	形　式		特殊バーチェーン式		
	直径×内幅	(mm)	φ1,000×850		
ホッパ容量		(m^3)	1		
機関出力		(kW)	72.1		

３．開発機による収穫作業

１）トウモロコシ収穫時の性能

トウモロコシ用アタッチメントは２条刈であり、中割作業ができるので手作業による枕地処理はほとんど不要となる。また、その場での旋回ができるため、転換畑などの小区画圃場でも手際良く作業することができる。100×30m区画の圃場で、収量 5.6t/10a、材料含水率 70%の条件で行った収穫試験では、枕地開けも含めた作業を 42a/h の作業能率でできることを確認した。枕地開けでは、手刈りによる作業は一切行わなかった。この時に作られたロールベールの重さは平均 458kg であった。開発機によるトウモロコシ収穫作業風景を写真１に示す。なお、条播したソルガムもこのアタッチメントで収穫することができる。

写真１　トウモロコシ収穫作業風景

２）予乾牧草収穫時の作業性能

牧草収穫作業は、従来の牧草用機械体系で刈取り・転草・集草を行った後、拾い上げ・細断・ロール成形を開発機で行う。牧草用アタッチメントは、拾い上げ幅 1.6m のピックアップ式であり、府県で主に普及している作業幅 3～4m クラスのレーキで集草したウインドローに対応できる。100×30m区画の圃場で、収量 5.6t/10a のイタリアンライグラス１番草を、平均含水率 52%に予乾して集草した条件（集草列間隔約 5m）

で行った収穫試験では、作業能率が 89a/h であった。ただし、開発機の能力を引き出すには、材料含水率が 70%未満になるまで予乾する必要がある。

ロールベールの重量は、含水率 55%では平均 416kg であった。イタリアンライグラスの収穫作業風景を写真２に示す。

なお、本開発機の予乾牧草収穫機能は、転換畑における冬作牧草や水田裏作を対象としており、永年草地での牧草収穫は目的としていない。また、集草列に石などの夾雑物が多く含まれることが予想される河川敷では、ハーベスタを損傷する恐れがあるため、本機の使用には適さない。

写真２　牧草収穫作業風景

３）飼料用イネ収穫時の作業性能

飼料用イネ用アタッチメントは、作業幅 2m（６条刈り）のリール式であり、刈り落としたイネでも着実に拾い上げることができる。本開発機は飼料用イネ用アタッチメントを装着した時に機体全長と重量が最大となるが、3～5a の小規模圃場でも平均 14a/h の能率で作業可能であり、人が長靴を捕られながらもやっと歩ける状態の軟弱圃場（円錐貫入抵抗値 0.36MPa）でも十分に作業できることをこれまでの試験で確認した。25a 圃場での作業能率は約 30a/h であった。草丈が 160cm 程度の長稈品種の飼料用イネや飼料用ムギも収穫可能である。ただし、降雨や朝露で材料草に表面水が付着している状態や草丈が 170cm を超える飼料用イネでは、アタッチメントの掻き寄せオーガの部分で詰まりが生じ易くなる。なお、含水率 48～72%の条件で調製したロールベールの平均重量は 314kg であった。収穫作業風景を写真３に示す。

写真３　飼料用イネ収穫作業風景

４．開発機によるサイレージの品質

開発機で調製したロールベール（以下、細断ベール）は、垂直型サイロに４～６ｍ詰込んだ時の底部の密度に相当する 170～250kg/m^3 という高い乾物密度になる。従って、サイレージの発酵品質は高く、１年間貯蔵した後でも品質の低下がほとんど無かった。また、二次発酵等によって生じるロスも、８カ月貯蔵したトウモロコシサイレージを 50 日間毎日１個ずつ給与した時にピンホールによるカビで廃棄した割合が 0.03%と

極めて少なかった。従って、収穫適期に適切な条件で収穫されていれば、畑から牛の口までに生じるロスが極めて少なく、飼料生産費の低減に寄与できる上、これまで発酵品質の向上や安定化を図るために必要とされていた添加剤が必ずしも必要ではなくなる。例としてトウモロコシサイレージの発酵品質の推移を図２に、イタリアンライグラス及び飼料用イネのサイレージ発酵品質事例を表２に示す。

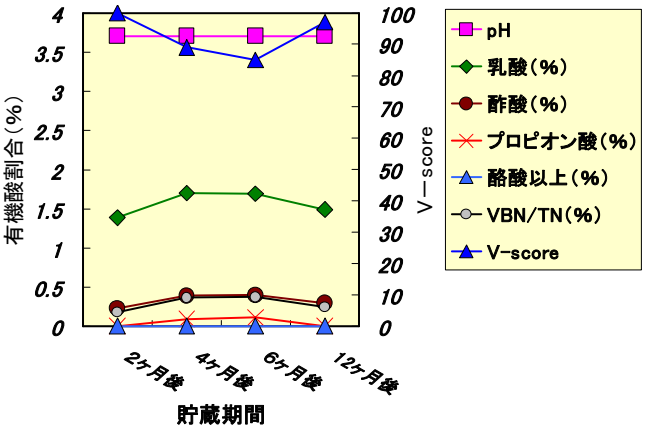


図２　トウモロコシサイレージの発酵品質事例

表２　開発機による牧草と飼料用イネサイレージの発酵品質事例

	含水率(%)	pH	現物割合（FM%）			VBN/TN（%）	V-score
			乳酸	酢酸	酪酸		
イタリアンライグラス*1	54	5.09	1.31	0.26	0.00	8.00	93.5
飼料用イネ*2	59	4.01	1.16	0.26	0.00	1.96	99.5

＊ 1　調製７カ月後の発酵品質

＊ 2　調製 12 カ月後の発酵品質

５．開発機の利用が想定される場面と導入の目安

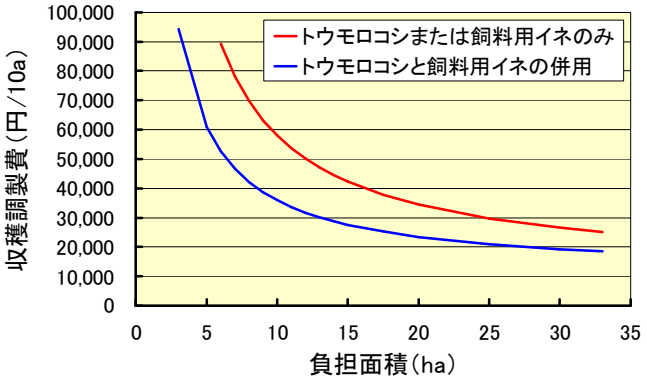
酪農畜産農家を母体とする府県のコントラクターは、特にトウモロコシや牧草収穫においてトラクタを基軸とする機械体系で作業している場合がほとんどである。例えば、転換畑で夏作にトウモロコシ、冬作にイタリアンライグラスの二毛作を行っている地域では、開発機を導入することによってコーンハーベスタとそのためのトラクタ、ロールベーラを省略することが可能となる。また、専用収穫機を購入しなくても飼料イネ収穫への受託範囲拡大が可能となる。

稲作農家を母体とするコントラクターでも、開発機の導入によって、多大な機械コストを抱えずに自給飼料生産に本格的に参入することが可能となり、コントラクターの経営効率化にも寄与することが期待される。

開発機は、コントラクターとの連携によりＴＭＲに自給粗飼料を積極的に取り入れている、自給飼料基盤に立脚したＴＭＲセンターやこれから自給飼料の利用を計画しているＴＭＲセンターにも大きく貢献できるものと思われる。長期保存性に優れたサイレージは、ＴＭＲの形態がフレッシュタイプであれ発酵タイプであれ、年間を通して安定した品質のＴＭＲの生産・供給を可能にできる。ＴＭＲ調製作業では、牧草サ

イレージでも予め細断されているため給与前に再切断する手間が省け、ミキサでの混合時間が短縮でき、切断機能がないＴＭＲミキサでも開発機によるロールベールならば利用することができる。また、近年、集落営農法人が増加しつつあるが、稲作における転作だけでなく、野菜や根菜作でも連作障害回避のためのクリーニングクロップとして様々な飼料作物が取り入れられ、ブロックローテーションが組まれている。こうした集落営農法人とコントラクターが連携を図ることにより、あるいは集落営農法人自体が自給飼料生産も手がけることにより、自給飼料の生産と利用が一層活性化することが期待できる。もちろん、農家による共同作業体系や酪農組合等においての利用も十分に考えられる。

開発機の導入を判断する上では収穫調製費が重要な指標となる。ここでは、開発機と自走式ベールラッパによる作業体系の現地実証試験で行った収穫調製費調査から、圃場が分散し、一筆面積が平均 11a と比較的小さい条件下でトウモロコシと飼料イネを対象とした事例を紹介する。なお、補助事業による費用の圧縮はなしとした。収穫調製費は、負担面積の増加に従って低減し、また、単一の作物だけに利用する場合よりも、複数の作物に併用する場合の方が低くなる（図３）。例えば、飼料イネとトウモロコシの収穫調製作業を受託するコントラクターが導入する場合で、収穫から密封までの作業受託料金を 10a あたり３万円と想定すると、トウモロコシと飼料イネをそれぞれ約 13ha、合計約 26ha 以上請負うことで利益が生じることになる。収穫調製費は、作物条件、圃場条件、作業条件、単価等によって変わるので、各地域で想定される数値で試算し、検討する必要がある。



収穫調製費
＝（減価償却費＋修繕費）／負担面積
＋10a あたり資材費＋同動力光熱費＋同労働費＋同機械運搬費

・償却期間５年、残存なし
・修繕費は機械価格の４％
・ネット代 34,650 円/本、フィルム代 11,550 円/本
・軽油単価 123 円/L、ガソリン単価 145 円/L
・賃金単価 1,000 円/h
・平均圃場面積：トウモロコシ 11.4a、飼料用イネ 11.6a
・平均乾物収量：トウモロコシ 1.4t/10a、飼料用イネ 1.1t/10a
・一日あたり作業面積：トウモロコシ 1.02ha、飼料用イネ 0.76ha
・最大負担可能面積：トウモロコシ 33.8ha、飼料用イネ 25.6ha
・機械運搬方法：8t トラック（中古）、2t トラック、片道移動距離 10km

図３　負担面積と収穫調製費の関係の一例

６．まとめ

１台で多様な飼料作物に対応できる汎用型飼料収穫機は、機械導入コストを抑え、軟弱圃場や小区画圃場においても能率的な作業が可能となる。開発機の導入により、府県のコントラクターの普及や飼料生産を行っている組合組織の一層の活性化に寄与することが期待される。本機は平成 21 年度から市販され、コントラクターや農業生産法人等への導入が始まっている。