

## 高泌乳牛における自給飼料の利用拡大

誌名	畜産の研究 = Animal-husbandry
ISSN	00093874
著者	塩谷, 繁
巻/号	61巻1号
掲載ページ	p. 69-74
発行年月	2007年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 高泌乳牛における自給飼料の利用拡大

塩谷 繁\*

## はじめに

わが国で平成12年に発生した口蹄疫および13年以降に発生した牛海綿状脳症(BSE)は、自給飼料生産の重要性を改めて喚起した。このような状況下で、政府は新しい食料・農業・農村基本計画において、飼料自給率の向上を強力に推し進めることとした。一方、牛乳消費の伸び悩みからくる生産調整や乳価の低迷、取引乳質基準の厳正化など、酪農経営をとりまく情勢はますます厳しくなっている。とりわけ、購入飼料依存型の酪農経営では、輸入飼料の価格上昇により、ますます厳しい状況に追い込まれている。このように、外的にも内的にも飼料自給が強く求められる中で、現状の濃厚飼料依存型からの脱却を図るには、多くの課題を克服しなければならない。そこで、本稿では、高泌乳牛を飼養する上での自給飼料の特性や留意点について整理するとともに、高泌乳牛における利用拡大方策についての私案を述べたい。

## 自給粗飼料の特性

高泌乳牛を健全に飼養し、安定した乳生産を得るためには、①乾物摂取量が多い、②栄養価が高い、③貯蔵性に優れる、④養分バランス上で他の飼料との組み合わせに問題が少ない、⑤価格(生産費)が安い、の順に飼料を選択する必要がある。

表1に、わが国の代表的自給粗飼料であるトウモロコシサイレージとイタリアンライグラス乾草の飼料成分と価格を示した。比較のために輸入のチモシー乾草とアルファルファ乾草についても示した。上記の条件に照らすと、トウモロコシサイレージやイタリアンライグラス乾草は、①嗜好性に優れ乾物摂取量が多く、②トウモロコシではTDN、イタリアンライグラスではCPの栄養価に優れ、④養分バランスが適度で、⑤価格も安価である。③貯蔵性さえ問題なければ、自給粗飼料は、高栄養を必要とする泌乳牛にとって極めて有用といえる。

さらに、自給粗飼料には、①トレーサビリティに裏打ちされた安全・安心、②畜産から排出される有機質資源の有効活用、③さまざまなコスト低減の可能性、④自ら栽培することで可能となる多様な品質の粗飼料生産、などのメリットがある。

このように、幾多の面でメリットのある自給粗飼料であるが、漸減してきたのには、いくつかの理由が考えられる。今後、自給飼料の利用を拡大していくには、このような阻害要因をひとつひとつ解消していくことが必要である。以下では、草種や利用形態ごとに阻害要因を整理し、その解決に有効と思われる最新技術等について紹介しよう。

表1 各種粗飼料の特性

粗飼料名	TDN	CP	NDF	価格
	%	%	%	円/kg TDN
トウモロコシサイレージ	66	8	48	49
イタリアンライグラス乾草	53	11	64	48
輸入チモシー乾草	55	8	67	55
輸入アルファルファ乾草	58	19	44	43

(日本標準飼料成分表、畜産物生産費および流通飼料便覧より作表)

## 自給飼料利用の阻害要因とその対策

### 1) トウモロコシ

前述のように、泌乳牛用飼料としての価値の高いトウモロコシでも、栽培面積は年々減少傾向にある。その大きな原因の一つに、酪農家の労働力不足が挙げられる。夏季の炎天下で行われる収穫・調製は重労働であり、収穫、運搬、鎮圧などの一連の作業を行うには組作業が必要となり、近隣の農家との調整が必要となる。

こうしたトウモロコシの欠点を補うために細断型ロールベアラが開発された(志藤・山名, 2000)。この機械では、作業労力・時間を大幅に縮減できる。また、高密度に梱包、密封出来ることから、貯蔵性についても改善され、極めて良好なサイレージ調製

\*畜産草地研究所飼料調製給与研究チーム(Shigeru Shioya)

表2 細断型ロールペールの貯蔵中の発酵品質の変化

調製後日数 (日)	48	61	76	314
乾物 (%FM)	27.1	26.5	27.7	29.9
pH	3.74	3.74	3.80	3.72
VBN/TN (%)	5.20	3.35	4.83	4.78
乳酸 (%FM)	1.57	1.44	1.60	1.60
酢酸 (%FM)	1.03	1.05	0.26	0.27
フリーク評点 (点)	73	69	100	100
V-スコア (点)	93	93	99	100

が可能となる。貯蔵中のロス、従来型 FRP サイロの15%に比べ、細断型では0.025%とほとんどない。

表2に貯蔵中の発酵品質の変化を示した(塩谷ら, 2006)。調製後80日以降で発酵品質が極めて高品位に安定し、約1年を経過しても品質の低下が認められなかった。

また、表3に生育期間を違えた3種類のトウモロコシの細断型ロールペールサイレージについて、貯蔵約2ヶ月後と約1年後での飼料特性を示した(塩谷ら, 2006)。貯蔵約2ヶ月後のTDN含量は65~69%と高く、粗蛋白質も9%程度あり、従来型でのサイレージと比較しても全く遜色のないものであ

た。また、NDF含量は生育期間の影響で変動したものの、43~49%あり、粗飼料価指数(RVI; 乾物摂取量当たりの咀嚼時間)で50分以上あり、咀嚼刺激作用も十分に有するといえる。ルーメンの発酵状態についても問題は認められなかった。また、約1年間貯蔵しても飼料特性の各項目にほとんど変化が見られなかった。また、このサイレージを主体に調製したTMR(完全混合飼料)を泌乳牛に給与すると、地下式サイロで調製したイタリアンライグラス+アルファルファのサイレージ主体TMRの給与時に比べて、乳量や乳成分の変動が少なく、安定した乳生産が得られることが示されている(図1: 塩谷ら, 2006)。

このように、細断型ロールペーラで調製されたトウモロコシホールクロップサイレージは、従来型のサイレージ調製によるものと比べて、発酵品質に優れ、貯蔵中のロスがほとんどなく、栄養価の損失もなく、嗜好性が良く、トウモロコシの持つ粗飼料としての有利性を十分に引き出してくれるものと考えられる。

次に、トウモロコシをホールクロップとして利用

表3 貯蔵期間が細断型ロールペールサイレージの飼料栄養価等に及ぼす影響

生育期間 (日)	107		118		129	
貯蔵期間 (日)	61	368	61	368	61	368
RVI (分/kgDM)	52.4	62.1	54.5	64.5	71.5	79.1
飼料成分 (%DM)						
粗蛋白質	9.0	8.3	8.9	8.5	8.7	7.7
粗脂肪	2.8	2.8	3	2.7	2.7	2.8
NDF	44.0	44.3	42.6	43.4	49.2	53.1
NFE	61.3	63.1	62.3	62.5	57.7	55.3
消化率 (%)						
乾物	68.9	69.6	69.2	70.2	65.4	64.0
粗蛋白質	57.4	58.1	51.5	51.6	53.7	55.1
粗脂肪	79.7	83.8	80.4	82.6	79.4	84.5
NDF	57.8	54.8	58.9	57.8	54.9	55.4
NFE	76.2	76.6	76.5	76.5	74.5	69.1
TDN含量 (%DM)	70.6	71.5	70.7	71.2	66.7	66.0

\* RVI: 粗飼料価指数(総咀嚼時間/乾物摂取量)、NDF: 中性デタージェント繊維、

NFE: 可溶性無窒素物、TDN: 可消化養分総量

\* 栽培地は栃木県那須塩原市(畜産草地研究所内)で、2004年4月26日、5月7日および5月18日に播種し、3区とも9月2日に収穫した。

する場合の宿命として、熟期が進み過ぎると子実の表皮が硬くなり、消化率が低下して、糞に未消化のままに排泄されるという問題がある。そのため、黄熟期刈りが推奨されているが、収穫時の天候や大面積を収穫する場合などでは、やむを得ず完熟期で収穫しなければならない場面も多い。こうように、収穫期間が限定される点や刈り遅れの問題は、利用拡大を妨げる要因の一つと考えられる。この問題の解決のために、コーンクラッシャー（カーネルプロセッサ）が開発されている。この機械では、トウモロコシを収穫する際に、細かい溝の付いた2本のローラーで子実（カーネル）を押しつぶす（破碎）ことによって、消化性を高めることができる。破碎の効果としては、子実の消化性向上の他、茎葉や芯も破碎されることから繊維の消化性向上、可食部の増加、サイレージ詰め込み密度の増加、なども期待できる。また、子実の消化性向上のために切断長を短くすることが推奨されてきたが、本処理により細切の必要がなくなり、切断長を長くして物理性を高める効果も期待できる。

実際の効果について、谷川（2004）の結果を表4に示した。ルーメン内での消化性については、破碎することによりデンプンの消失率が20～30ポイントも増加した。とくに、完熟の子実でその効果が高いことから、熟期が進んだトウモロコシの収穫において有効であるといえる。その際、ルーメン内でのデンプンの急激な分解ではアシドーシスの懸念があるが、切断長が10mm長くなったことにより、pHの過度の低下はみられなかった。一方、NDFの消化性には差が見られないものの、CP（粗蛋白質）の消失率は増加した。このことは、処理によって子実の胚芽部分（コーングルテンミール）の消化性も高まったことを示している。

さらに、消化試験による消化率についてみると、デンプンは破碎なしでも約95%が消化され、改善の効果が5ポイント程度と少ないながら、この処理によりほぼ完全に消化されることが示された。前記のルーメン内での消化性が大幅に増加することと考え合わせると、この処理によりトウモロコシに含まれるデンプンがルーメン内の菌体合成のエネルギー

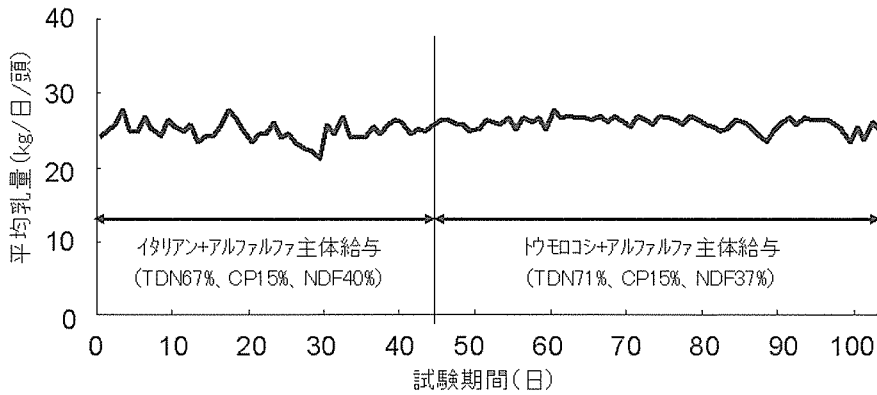


図1 細断型トウモロコシサイレージを長期給与した乳牛群の乳量の推移

注1) 試験期間中の搾乳牛頭数は20～28頭

注2) 試験期間は、イタリアン+アルファルファ主体給与が2004年9月14日～10月28日、トウモロコシ+アルファルファ主体給与が2004年10月29日～12月26日

注3) 乳脂率は毎月15日に測定し、その平均値は9月4.22%、10月4.36%、11月4.46%、12月4.56%であった

表4 トウモロコシへの破碎処理が消化性に及ぼす効果

熟期	切断長	破碎	ルーメン内消失率 (DM%)			消化率とTDN (DM%)			
			CP	デンプン	NDF	CP	デンプン	NDF	TDN
黄熟	9mm	無し	52.7	75.9	44.7	69.4	94.2	48.8	72.0
完熟	9mm	無し	46.9	57.8	44.4	67.2	96.5	45.1	67.6
黄熟	19mm	有り	76.6	97.8	54.7	75.2	99.3	66.6	77.9
完熟	19mm	有り	64.1	92.6	40.7	73.6	99.6	58.5	75.0

ギー源として効率よく利用されるものと考えられる。さらに、CPとNDFの消化率も5~15ポイント増加し、その結果、TDN含量が5~10ポイントも高くなった。

このように、コーンクラッシャー処理は、トウモロコシの栄養価を高めるほか、収穫適期の幅を広げるのにも有効であるといえる。

## 2) イタリアンライグラスなど

利用量を増大するにはサイレージを大量に調製する方法が必要となるが、従来のタワーサイロでは老朽化すると維持コストが高額となり、品質低下も起きやすくなる。また、バンカーサイロは夏季に開封すると二次発酵による品質低下が起きやすい。そこで、新たな施設投資をせずに大規模調製を行える技術としてチューブバッグサイレージが導入されつつある。

本システムでは、フォレージハーベスタで細断収穫した牧草、飼料作物をチューブバグと呼ばれる専用機で圧縮しチューブ状のバグに詰め込む。チューブの形状は、直径が約2.4mで長さが30mと45mの2種類がある。実際には、詰め込み量に応じて長さを調整する。

本システムを導入・調査した岡部(1999)は、作業性について、詰め込み速度が最大120t/時もあり、詰め込みが省力的であるとしている。サイレージの品質は、詰め込み密度で1,000kg/m<sup>3</sup>(表示上)以上あり、機密性が高いことにより、良好な発酵品質が得られる。さらに、取り出しは、必要量分のチューブバグを刃物で切り開き、取り出し後はバグの口を結ぶことにより、バンカーサイロよりも空気に触れる面積が少なく、二次発酵の危険性が少なかったと報告している。

## 3) アルファルファなど

マメ科牧草のアルファルファは、①粗蛋白質含量が多い、②ミネラル、とくにCaが多い、③緩衝能が高いことからルーメン発酵を安定させる、④ルーメン内消化速度が速く採食量が多い、などの特徴があり、高泌乳牛用には必須の飼料ともいえる。しかし、乾草生産では、転草作業等により葉部が脱落して養分損失が多くなる欠点があり、新たな調製技術が求められていた。そこで開発されたのが、フォレージマットメカ(糸川ら、2002)であり、この機械では、モアコンディショナで借り倒した草を

ピックアップ装置で拾い上げ、1対のプレスローラで圧縮し、幅1.1~1.2m、厚さ5~10cmのマットを形成する。マットメカで摩砕した後は、刈り株の上に排出されて乾燥される。フォレージマットメカで摩砕すると、4~5時間で40~50%の水分まで乾燥が可能となる(西崎ら、1995)。また、予乾中の葉部の脱落は、通常のテグダ作業で20%程度あるのに対し、フォレージマットメカを使用するとほとんど脱落しなくなる(池田ら、2003)。本機を利用すると、従来の反転、集草作業が不要となり、大幅な省力化と時間の短縮ができるので、気象条件の不利な地域やコントラクター等で大面積での作付けを行う場合に有効となる。

## 4) 飼料イネ

飼料イネは、飼料基盤を拡大する上で有効活用を図るべき転作水田に適した重要な飼料作物として期待されている。しかし、良質なサイレージ調製が難しいことや給与方法が明確でなかったこと等が課題であった。そのため、専用品種の開発、湿田でもダイレクトカットで収穫できる専用機の市販化、発酵を促進する専用乳酸菌の開発(蔡、2003)などにより、栽培面積が順調に増えている。さらに、牛用飼料としての栄養価や特性が明らかとなり、乳牛および肉用牛への給与指針も提示され(塩谷ら、2005)、今後の面積拡大が期待される。

## 自給粗飼料を上手に使う方策

### 1) コントラクターなど

一般に、泌乳牛用飼料の養分組成は、炭水化物が75%、蛋白質が16%、脂肪が4%程度である。炭水化物は、繊維と糖・デンプンに大きく分けられるが、乳牛はもともと繊維だけでも十分に飼養できる。しかし、1980年代以降、輸入のデンプンの比率を高めてきた。安価で高エネルギーなデンプンをより多く使うために、繊維は第一胃発酵の安定に必要な最小限に制限されてきた。そのため、日本飼養標準においては飼料中のNDFの割合として35%が推奨されている。このような状況で、自給粗飼料の割合を高めていくにはどうしたらよいだろうか。自給粗飼料を増やしてNDFを40~50%にすると、その分デンプンの割合が減少する。その際、エネルギーの不足を生じさせないために、繊維の消化率は65%以上が求められる。そのため、牧草では出穂期前後の刈り

取りが必要となる。また、トウモロコシや飼料イネなどのホールクロップサイレージは、デンプンを含むので、好適な作物といえる。

このように高栄養価の状態では飼料作物を調製するには、適期収穫が基本となる。さらに、大量に調製すると、労働力の少ない個人経営では限界がある。また、個別経営を基本とした分散・小面積圃場主体の収穫作業では効率が悪い。そこで、今後必要となるのは、コントラクター等の組織である。求められる姿は、単に作業の受託だけではなく、土地を集団化し、効率的な作業により高栄養の粗飼料を調製する機能的集団であろう。

2) TMRセンター

自給粗飼料を使い難くしている要因の一つに、飼料成分のばらつきがあげられる。とくに、ロールベールサイレージでは、個々のロールで発酵品質や飼料成分が異なり、採食量の日間変動を大きくする原因にもなっている。そこで、期待したいのは、TMRセンターにおける一括大量調製である。数戸分の大量の飼料を調製することで、個々の農家で混合するよりも成分変動の少ないTMRに調製することが可能となる。また、飼料設計においては、全ての飼料の成分を分析しておく必要があるが、個々の農家が行うよりも負担を軽減できる。さらに、食品副産物などの利用も図れ、コスト低減や地域の環境保全にも貢献できる。

3) 発酵TMRの利用

自給粗飼料の利用において、TMR 給与方式は、利便性の向上、栄養バランスの改善および副産物利

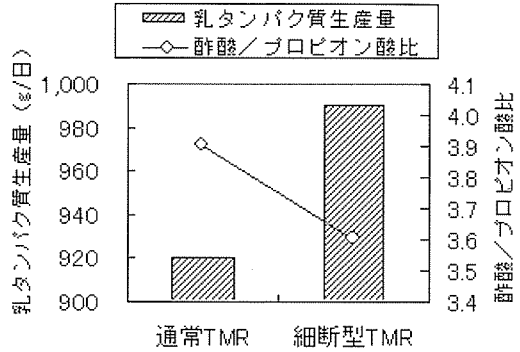


図3 発酵TMRの乳生産性

用による低コスト化が図られるなど大きなメリットがある。しかし、従来の生のTMRでは、保存期間が限られてしまうことから、ほぼ毎日の配送が必要となる。そこで、できたTMRを密封し、発酵させて貯蔵する方法(発酵TMR)が開発されつつあり、今後のTMRセンター向けの技術として期待されている。山本ら(2005)は、稲発酵粗飼料を主な粗飼料としたTMRを細断型ロールベラで発酵TMRに調製し、その飼料特性や乳生産性を調べている。図2に示したように、この方式で調製された発酵TMRは、乳酸含量が高くpHが低いことから、長期保存が可能になるだけでなく、開封後1日たっても温度の上昇、変敗がみられなかった。さらに、夏季に行った飼養試験の結果では、通常のTMRに比べて嗜好性が良好で、第一胃内のプロピオン酸生成量が増加し、乳蛋白質生産量が増加するなど、飼料価値を高める効果も期待できる(図3)。ただし、乳酸が過剰に生成されると、ルーメン内で乳酸からプロピオン酸が生成されるためルーメン内の酢酸/プロピオン酸比(A/P比)が低下し、乳脂率の低下等に結びつく可能性がある。サイレージ発酵やルーメン発酵において適度な乳酸含量にするための発酵制御技術などが今後の検討課題である。

おわりに

食料・農業・農村基本計画(農林水産省, 2005)における飼料自給率10%増加の目標をとうもろこしで達成しようとするならば、約25万haもの作付け面積拡大が必要となる。当然、他の飼料作物も増やさなければならぬので、25万haはオーバーと

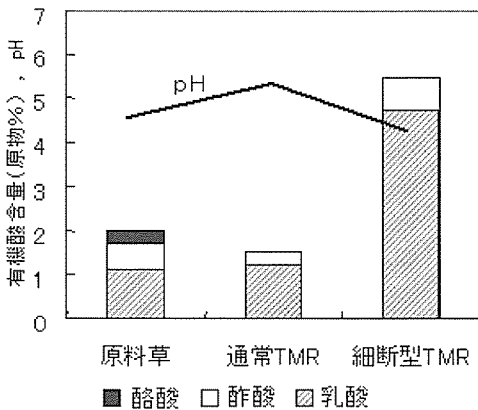


図2 発酵TMRの発酵特性

しても、現状の8.7万haから過去の最大作付け面積12万ha程度まで、約3万haは増やす必要があると言える。

一方、このような飼料作付けの担い手として期待されるコントラクターは、全国に317組織あり、約9万haの飼料作物の収穫等に携わっている。1組織当たりの請負い面積は、平均で約280haになるが、これは北海道を含めた場合であり、都府県の場合には約1万haの面積を195の組織が行っており、請負い面積の平均は約50ha/組織となる。この割合で、とうもろこしの作付け面積の増加をコントラクターが請け負うとすると、新たに約600のコントラクターを設立しなければならない。そうなると、都府県平均で現状4の組織を12まで増やす必要があるということになる。それと並行して、TMRセンターの増設も必要である。

これまで記してきたように、高泌乳牛向けに自給粗飼料を安定的に供給するためのコントラクターやTMRセンターに有効な技術が続々と開発さ

れつつある。また、施策としてもこれらの組織化を推進している。後は、これを支援し、実行する人の育成、定着が望まれる。本稿がそのような新たな動きの呼び水として、少しでも役立つことを祈念する。

#### 引用文献

- 池田哲也ら(2003)アルファルファ単播草地を利用した高品質飼料生産. 畜産草地研究成果情報2, 145-146
- 糸川信弘ら(2002)新しいアルファルファの栽培・利用技術(2) フォレージマットメーカを軸とした収穫調製作業. 畜産の研究 56, 263-268
- 岡部昌博(1999)チューブバッグサイレージシステムについて. 家畜改良センターだより 32, 2-7
- 蔡義民(2003)飼料イネサイレージ調製用乳酸菌の開発. 畜産の研究 57, 861-866
- 塩谷 繁・新出昭吾・関 誠・篠原 晃・山本泰也・吉田宣夫(2005)飼料イネの利用拡大に向けた研究 家畜栄養生理研究会報 49(1), 55-63.
- 志藤博克・山名伸樹(2000)トウモロコシ収穫用カッティングロールペーラの開発. 農機誌 62(3), 157-159
- 谷川珠子(2004)破砕(クラッシャー)処理でとうもろこしサイレージの栄養成分はどう変わる?. サイレージ. デーリィ・ジャパン社 146-151
- 西崎邦夫ら(1995)フォレージマットメーカ. 平成9年度草地飼料作研究成果最新情報 13, 59-60
- 山本泰也ら(2005)ラップサイロに調製した稲発酵粗飼料主体TMRの乳牛における栄養価および窒素利用性. 日本草地学会誌 51(別), 126-127