

乳牛用飼料における繊維の評価

千葉県畜産センター 酪農試験場

飼養技術研究室

富田 耕太郎

1 はじめに

牛をはじめとする反すう獣はルーメン(第1胃)という多量の微生物が生息する発酵タンクのような独自の消化器官を持つため、単胃動物が利用できない植物の細胞壁を形成する繊維を、エネルギー源として利用できるという大きな特徴をもちます。また一方で、ルーメンを正常に機能させるためには、一定量以上の粗飼料を給与しなければならないこと、すなわち、飼料中に一定割合の繊維を含む必要があることが古くから知られているところです。

牛に対する繊維の給与効果は、第1に前述したエネルギー源であるということ、第2に採食・反すうに伴うそしゃく(飼料をかみ砕くこと)によって唾液の分泌を促進し、その緩衝作用によりルーメン内の恒常性を保つこと、第3に反すう獣としての生理的行動として、神経的平衡を保つことがあげられます。

一方、泌乳最盛期には生産を維持しながら、牛の健康や繁殖を改善するために、養分出納が負の状態をいかに早く解消するか、すなわち、この時期の養分摂取量をいかに上げるかが生産現場における大きな課題です。

この時期の乾物摂取量の制限要因として給与飼料中の繊維の量と質があげられ、いかに生産性を維持しながら、乾物摂取量の増加を図ってゆくか、そのためにはある程度まで繊維含量を下げる必要があるため、より適切(精密?)な繊維の評価が必要であり、今もなお種々の検討が続けられています。

この「繊維の評価」という考え方について、現

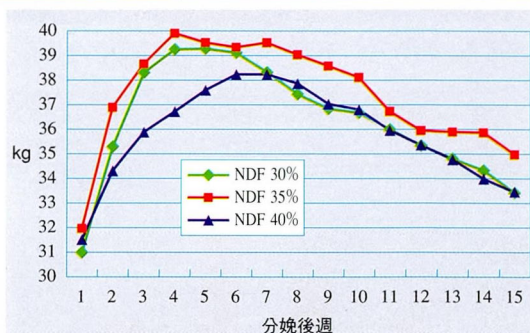


図1 NDF水準と乳量 (昭和61年千葉県ほか6都県協定研究より)

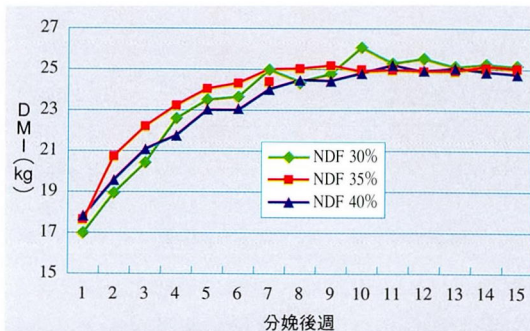


図2 NDF水準と乾物摂取量 (昭和61年千葉県ほか6都県協定研究より)

在、千葉県を含む8都県公立場所で実施している乳牛の協定研究の成果を中心に若干の私見を加え述べたいと思います。

2 NDF (中性デタージェント繊維)

今から約15年前、千葉県を含む7都県の協定研究で乳牛に対する繊維の評価法として、従来の粗繊維、あるいはADFよりも適切に繊維を表現できるNDF(中性デタージェント繊維)を指標とすべく泌乳試験を実施しました。

その結果、乳量、乳成分、飼料摂取量等から、NDFは飼料乾物中35%程度が概ね適当であると

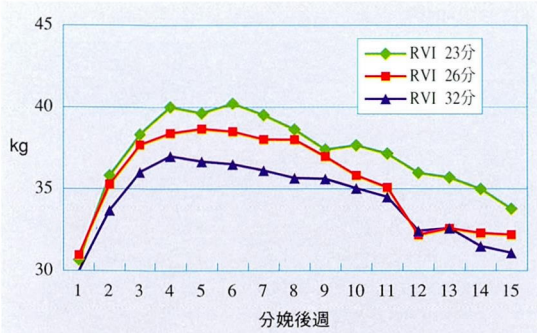


図3 RVIと乳量 (昭和62年度千葉県ほか6都県協定研究より)

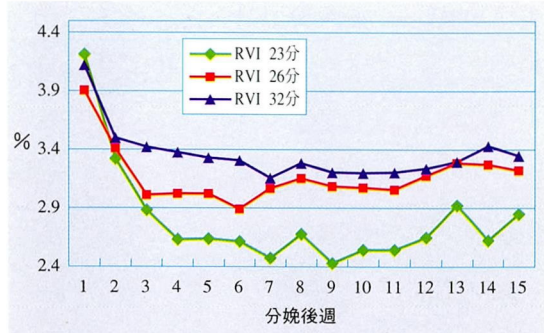


図4 RVIと乳脂率 (昭和62年度千葉県ほか6都県協定研究より)

推察されました。これが今日の都府県における繊維の最適水準の指標となっています(図1, 2)。

しかし、その後 NDF が絶対的指標ではないことが次第にわかってきました。

確かに、NDF は現在の飼料計算における繊維評価法の主流であり、粗飼料が十分に給与されるような場合は大きな問題は生じません。しかし、NDF では繊維の長さ、硬さ等の物理性は考慮されないために、乾草、ワラ類等の粗い繊維とビートパルプ、粕類等の細かい繊維が質的に同じ評価をされてしまい、その効果の違いを表現することは不可能です。この点については、粗飼料が必ずしも十分でない都府県での NDF 35% 推奨に対し、北海道における試験結果からは 30%、アメリカの飼養評準である NRC では 25~28% と推奨値が異なっていることから、あくまでもその地域の飼料構成を前提とした時に有効な基準であることがわかります。

3 RVI (粗飼料価指数) へのアプローチ

そこで、繊維の重要な給与効果である反すうを促し、唾液分泌を促進する物理性に着目し、Sudweeks 氏らが提唱している Roughage Value Index : 粗飼料価指数 (以下 RVI) について検討しました。RVI とは摂取飼料乾物 1 kg 当たりのそしゃく時間を表したもので、繊維が長くてガサのある粗飼料では大きな数字に、粒の小さい濃厚飼料や粉砕した飼料では小さな数字になります。単位は「分/kg・DMI」、そしゃく時間は採食時間と反すう時間の和で求められます。

昭和 62 年度に実施したこの試験は、チモシー乾草の一部を大豆皮で置き換えることにより水準設

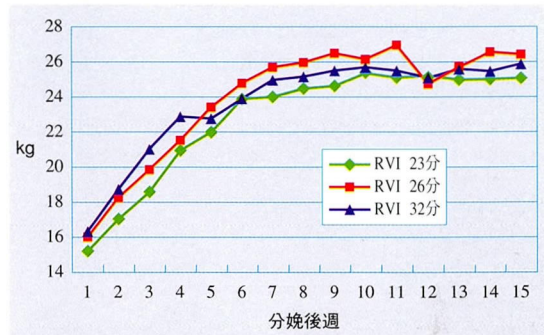


図5 RVIと乾物摂取量 (昭和62年度千葉県ほか6都県協定研究より)

定したもので、その結果は、飼料乾物中 NDF を 35% としても RVI が 32 分/kg・DMI (1 日のそしゃく時間は 735 分) を下回ると乳脂率は 3% を割り込み、更に RVI が 23 分/kg・DMI (1 日のそしゃく時間は 561 分) まで下がると、乾物摂取量が低下するというものでした。このことは、乳牛飼料の評価においては単に繊維含量のみの考え方では不十分であり、牛のそしゃく時間に反映される物理性に考慮すべきことがわかり、RVI で 32 分/kg・DMI、あるいはそれ以上確保する必要があるという結論につながりました(図3, 4, 5)。

また、乳牛のそしゃく時間には上限があり、押尾氏らが確認している 1 日に 13 時間程度が限界であると考え合わせると、RVI はその飼料の乾物摂取量の上限も推定できる指標であることがわかります。

給与飼料について牛のそしゃく時間を直接測定して得られる RVI のデータは、繊維の物理性評価の面では NDF よりも優れ、実用的な栄養管理指標であるといえます。

しかし、RVI を実用化するには、測定データが必ずしも十分ではなく(表 1)、その測定も実際に

表1 飼料のそしゃく時間（採食・反すう時間-RVI）

飼料名	RVI (分/乾物 kg)
アルファルファ乾草（キューブ）	44.3
（ペレット）	36.9
バーミューダグラス乾草（良品質）	87.1
（ペレット）	13.1
オーチャードグラス乾草（早刈り）	74.0
（遅刈り）	90.0
輸入アルファルファ乾草	46.6
輸入チモシー乾草	79.4
輸入スーダングラス乾草	77.1
エンバクワラ	160.0
アルファルファサイレージ（中間細切）	26.0
トウモロコシサイレージ（中間細切）	59.6
牧草サイレージ	99-120
ソルガムサイレージ	67.3
小麦サイレージ	68.9
大麦（粉碎）	15.0
トウモロコシ（粉碎）	5.1
マイロ（粉碎）	11.0
エンバク（粉碎）	12.0
小麦（粉碎）	10.0
油粕類	6.0
綿実	40.0
ミカンジュース粕	30.9
コーンコブペレット	15.0
モミガラ	16.0
大豆皮	8.4
バガスペレット	18.0

（日本飼養標準乳牛1999年版より）

牛に給与しそしゃく時間を計測する方法によるため、データベースが充実し生産現場で利用されるにはまだ少し時間がかかりそうです。

また、表1の値を用いて泌乳牛の各飼料のRVIを予測するわけですが、実測値は設計値と一致せず1割程度下がることを経験的に認めています。これは、泌乳牛のように摂取量が多くなると消化管の通過速度が早くなるためと考えられます。

3 有効NDF (eNDF) について

繊維の評価法としてRVIのように直接的ではないものの、簡便で、しかも物理性の評価も考慮した「有効NDF（以下eNDF）」という考え方がMertens氏によって報告され、アメリカの新しい飼料計算システム等に取り入れられています。これは、飼料を一定サイズのふるいで分け、そのサイズ以上のNDFが反すう促進に有効な繊維である

表2 CNCPSにおける飼料中のNDFとeNDF

飼料名	NDF	有効率	eNDF
	DM %	NDF %	DM %
アルファルファ乾草（開花始）	42	92	39
（ミール CP 17）	45	6	3
スーダングラス乾草	66	98	65
チモシー乾草（開花始）	61	98	60
エンバク乾草（オーツヘイ）	66	98	65
エンバクワラ	70	98	69
コーンサイレージ 25%穀実	52	81	42
ソルガムサイレージ（糊熟期）	64	81	52
小麦サイレージ	52	61	32
大麦	19	34	6
トウモロコシ圧扁	9	48	4
マイロ圧扁	23	34	8
大豆粕 CP 49	8	23	2
綿実	40	100	40
ビートパルプ	54	33	18
大豆皮	67	2	1

（CNCPSver 3.0-Feedbank より抜粋）

という考え方に基づくものです。これならば、粒度の小さなペレットや粕類の繊維を過大評価せずにすむので現実的であり、なおかつ、簡便に測定できるためRVIよりもデータ集積が容易なことが、採用されてきつつある理由です。例として、アメリカの飼料計算システムの一つであるCornel University Net Carbohydrate and Protein System：コーネル大学正味炭水化物蛋白質システム（以下CNCPS）の一部データを表2に示しました。

これによると乾草類、ワラ類、綿実のNDFは90%以上の有効性を持ち、中水分のサイレージは60~80%、穀類、油粕類、ビートパルプは20~30%、粉碎した乾草、大豆皮はほとんど有効性はないという評価がされています。この考え方ならば、粒度が加味されているため、牛の反すう時間も考慮できるのです。NDFを用いるよりもそしゃく時間やルーメン液pHなど牛の反応をより正確に予測することができます。また、eNDFを利用した給与飼料のガイドラインも発表されており、梶川氏によれば飼料乾物中25%以上を推奨しており、Sniffen氏によれば泌乳牛のeNDF摂取量は体重当たり1.2~1.3%程度が適当であるとしています。

しかし、このeNDFもふるいに残るサイズ以上では、切断長の差による影響が無視されること、

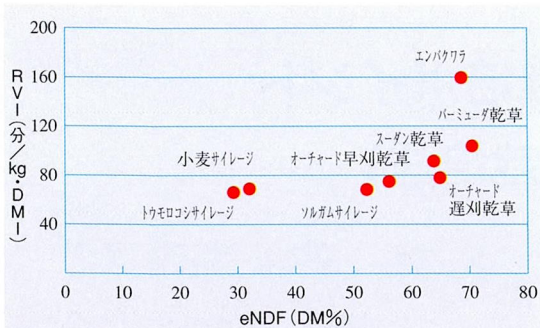


図6 粗飼料におけるeNDFとRVIの関係

また、NDFの質、特に粗剛性と消化速度は反映されず、多くの粗飼料研究者がこだわる点が考慮されていないといった弱点が見え隠れするのです。

図6に粗飼料についてeNDFとRVIの関係を示してみました。例数は少ないのですが、両者の関係は直線的ではなく、これがeNDFの限界であると感じています。

4 RVIへの帰結

ここまで、繊維の評価法としてのNDF、RVI、eNDFについて述べてきました。

今のところ生産性を追及しながら乳牛を安全に飼うための繊維の指標としては、データベースの充実からeNDFが適当であるようです。しかし、繊維の量、質及び切断長等が考慮されたRVIを最終的な繊維の評価として目指すべきであると考え

ます。

データが十分でない現段階でのRVIを利用した飼料設計の簡易的な指針を以下に紹介します。

- ① 牛におけるRVIの最低ラインは31とする。
- ② 1日当たりの(そしゃく時間) = (給与飼料のRVI) × (給与乾物量) は700を超えないような設計をする。

更に計算に当たってRVI未知飼料については、粗飼料はNDF値、ビートパルプ、製造粕類はNDF値の3割程度、濃厚飼料は一律RVIを10として計算します。こうすると、粗飼料の多い北海道のような飼料構成では、NDFは30~35%に、粕類の多い都府県のような飼料構成ではNDFが35~40%と、牛にとって最適といわれているレベルに落ちることが確認できます。

5 おわりに

乳牛飼料の繊維の評価としてRVIが一つの理想型であるのは前述しました。しかし、これについても実用化には今一步で課題は多いようです。

乳牛における繊維の評価については、本稿で網羅しきれない幾多の試みがなされています。この問題はそれだけ重要で、今後も検討されなければならないことであるといえるでしょう。

現在、当場においても粗飼料を中心としたRVIのデータ集積に取り組んでいるところです。

草地創造主チモシー

雪印種田育成チモシー！
ホクセイ
 (北海道優良品種、農林水産省登録品種登録番号：第5730号)
 ● 耐倒伏性と多収性を兼ね備えた品種
 ● 一番草刈りの再生力がアップ
 良好草地を維持できる



中生品種はこれがスタンダード
ホクエイ
 (北海道優良品種、農林水産省登録品種登録番号：第5729号)
 ● センが太く、ガサがとれる
 ● 初期生育・刈取り後の再生力が改善された極多収品種
 (ホクセンより10%以上多収)

