

セルロース結晶化率と消化特性

竹澤 武春・野中 最子*・鎌田 八郎*

(東北農業試験場・*畜産試験場)

Relationships between Cellulose Crystallinity and Characteristics
of Fiber Fraction in Roughages

Takeharu TAKEZAWA, Itoko NONAKA* and Hachiro KAMATA*

(Tohoku National Agricultural Experiment Station・)

*National Institute of Animal Industry

1 はじめに

粗飼料の繊維成分は RVI, 咀嚼の指標, 滞留時間等に関連するとされるが, 飼料成分の表示方法としての確であるか否かは明確でない。そこで繊維成分の構成成分であるセルロースから見た繊維成分の消化特性を検討した。

2 試験方法

供試材料はイタリアンライグラス (出穂期), ローズグラス (出穂期) 及びアルファルファ 1~4 番刈り (開花初期) の 6 種類の乾草とした。消化試験は山羊 3 頭を用いた飽食による消化試験とした。一般成分は定法により分析した。NDF, ADF 及び ADL は Van Soest の方法によった。セルロースは Cross-Bevan 法の改良法¹⁾によった。結晶セルロースは 5 N-硫酸で加水分解する万木の方法²⁾によった。

3 試験結果及び考察

消化試験材料の結晶セルロース及び非結晶セルロース含量を表 1 に示した。

表 1 消化試験試料のセルロース含量 (乾物%)

	結晶セルロース		非結晶セルロース	
	飼料	糞	飼料	糞
イタリアンライグラス乾草	26.0	24.8	10.0	11.2
ローズグラス乾草	26.1	18.0	13.0	6.6
アルファルファ乾草(1番刈)	23.0	21.9	6.3	9.9
” (2番刈)	23.5	20.8	7.6	11.2
” (3番刈)	20.5	22.3	8.0	11.0
” (4番刈)	18.4	20.6	8.8	10.8

表 1 によると, イネ科草はマメ科草より結晶セルロース含量ともに高い傾向にある。アルファルファの番草が進むほど結晶セルロースが少なく, 非結晶セルロースが多くなる。また, 非結晶セルロースは糞にも含まれることが明らかとなった。非結晶セルロースは酵素法の繊維分画の Oa に相当する成分である。彼によると Oa は 100% 消化されるとするが, 今回の結果は Oa が 100% 消化されないことを示すものであり, 酵素法が飼料の栄養価評価法として適切でないことが示唆された。

表 2 に繊維成分と糞粒度との相関を示した。

表 2 繊維成分のパラメータと糞の平均粒度との相関

乾物摂取量	0.71		
NDF 摂取量	NS	NDF 含量	-0.76
ADF 摂取量	0.64	ADF 含量	0.56
粗繊維摂取量	0.62	粗繊維含量	0.62
全セルロース摂取量	NS	全セルロース含量	-0.77
結晶セルロース摂取量	NS	結晶セルロース含量	-0.52
非結晶セルロース摂取量	0.51	非結晶セルロース含量	-0.92
ADL 摂取量	0.69	ADL 含量	0.85

この表によると繊維成分の摂取量と糞の粒度とは高い相関が認められない。しかし, 繊維成分含量と糞の粒度との相関は比較的高く, 特に非結晶セルロース含量又は ADL 含量と糞の粒度とは高い相関が認められた。このことはこれらの含量は飼料の強度因子の指標として利用可能であると考えられる。

一般に各種素材の結晶セルロース並びに非結晶セルロースを比較するために, 全セルロース量に対する結晶セルロースの割合, すなわちセルロース結晶化率として表わし, 比較する。そこで, 表 3 に飼料と糞とのセルロース結晶化率の違いを示した。

この表によるとローズグラス区だけが飼料のセルロース結晶化率が高く, 糞のそれが低い。他の飼料区は逆の関係となった。

表 3 に消化試験試料のセルロース結晶化率を示した。

表 3 消化試験試料のセルロース結晶化率 (%)

	摂取飼料	糞
イタリアンライグラス	72.2±0.6	> 69.0±1.4
ローズグラス	66.9±0.3	< 73.1±1.0
アルファルファ (1番刈)	78.6±0.9	> 68.8±0.9
” (2番刈)	75.6±0.5	> 65.0±0.4
” (3番刈)	72.0±0.1	> 67.0±1.0
” (4番刈)	67.6±0.2	> 65.6±0.2

注. 不等号は有意差 (p<0.05) を示す。

一般に非結晶セルロースは結晶セルロースより反応性が高く, 速やかに消化されるため, 糞の結晶セルロース含量が多くなる。即ち, 糞のセルロース結晶化率は飼料のそれよりも高くなるはずである。このことは理論的にも証明さ

れている。しかし、実験の結果は上記のこととは異なった。この矛盾を説明するためには、摂取飼料の結晶セルロースは咀嚼で破壊され、非結晶セルロースとなり、セルロース結晶化率が低下する。そして、その後の消化によってセルロース結晶化率が向上したとする必要がある。

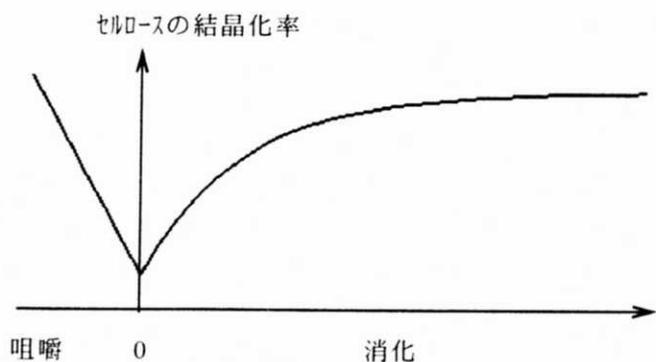


図 採食・消化に伴うセルロース結晶化率の変化

即ち、上図に示したようにセルロースの結晶化率は、咀嚼で低下し、消化の進行とともに向上すると想定する必要がある。

ただし、ローズグラス区は採食量が少ないため、飼料の滞留時間が長く、セルロースの消化がより進行した結果、飼料のセルロース結晶化率よりも糞のそれが高くなったと考えられる。その他の飼料区は反対に、飼料摂取量が多いため、飼料の滞留時間が短く、セルロースの消化が十分に進行しなかった結果、糞のセルロース結晶化率より飼料のそれが高くなったと考えられる。ちなみに、ローズグラス区の乾物摂取量は供試動物の体重当たり2.53%であったのに対し、その他の飼料区は3.11~3.74%であった。

表4に材料のセルロース結晶化率によって繊維成分の分析法がセルロースの回収率に影響することを示した。

表4 セルロース結晶化率の異なる口紙での繊維成分分析法での回収率 (%)

セルロース結晶化率	粗繊維分析法	ADF 分析法	NDF 分析法
86.7%	81.7 ^d	97.8 ^b	100.0 ^a
67.6%	77.7 ^e	96.3 ^{bc}	100.0 ^a
55.3%	71.4 ^f	95.9 ^c	99.8 ^a

注. 異符号間は有意差 (p<0.05) を示す。

No.5 A の口紙を0.55mm篩い装着の粉碎器で1回、2回若しくは4回粉碎処理した。粉碎回数が多くなるほど材料のセルロース結晶化率は86.7%から55.3%に低下した。このことは結晶セルロースは物理的にも破壊され、非結晶セルロースに変化することを意味している。即ち、先に述べたように、咀嚼によっても結晶セルロースは破壊されることを示唆している。

それらの材料を粗繊維、ADF 若しくは NDF 分析法を施し、セルロースの回収率を見た。粗繊維及び ADF 分析法では材料のセルロース結晶化率が低下するほどセルロースの回収率が低下した。しかし、NDF 分析法でその回収率に影響がなかった。表3にも見られるように、セルロース結晶化率は飼料の種類及び飼料と糞とでも異なるから、それら材料に粗繊維及び ADF 分析法を処理した場合、セルロースの回収率が異なることを示すものである。したがって、粗繊維及び ADF はセルロースの結晶化率によって、セルロース回収率の異なる繊維成分を比較することになり、飼料成分及び消化率の比較指標にならないことを意味している。

4 ま と め

- (1) 酵素法による Oa の消化率は100%でないので、飼料栄養価の評価方法として酵素法は適切でないことが明らかとなった。
- (2) 非結晶セルロース含量及び ADL 含量は飼料の強度因子の指標として利用可能であることが示唆された。
- (3) 粗繊維及び ADF は繊維成分の比較指標として適切でないことが明らかとなった。

引 用 文 献

- 1) 竹澤武春, 滝沢静夫, 宮重俊一. 1990. セルロース結晶化率測定法. 西日本畜産学会報告. 54-56.
- 2) 万木 正. 1951. 繊維素微細構造の化学的観察法. 織工試報 19: 1-35.