

研究ノート

理化学処理した小麦稈の物理性状とめん羊の自由摂取量との関係

阿部 英則・山川 政明*

北海道立滝川畜産試験場, 滝川市 073-0026

*北海道立根釧農業試験場, 中標津町 086-1153

The relationship between voluntary intake in sheep fed physico-chemical treated wheat straws and physical characteristics of straws

Hidenori ABE, Masaaki YAMAKAWA

Hokkaido Takikawa Animal Husbandry Experiment Station, Takikawa-shi 073-0026

*Hokkaido Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu-cho 086-1153

キーワード: 小麦稈, 自由摂取量, 物理性状, 理化学処理

Key words: Wheat straw, Voluntary intake, Physical characteristics, Physico-chemical treatment

要 約

理化学処理(アンモニア, 蒸煮およびこれらの複合処理)した小麦稈9点の物理性状(疎充填, 密充填かさ密度および遊星ボールミル, カuttingミルによる粉砕率)とめん羊における自由摂取量との関係を検討した。自由摂取量と有意な相関が認められたのは密充填かさ密度とCuttingミルによる粉砕率であり, これらを説明変数とし, 自由摂取量を従属変数とした重回帰式の決定係数は0.957という極めて高い値であった。また, 密充填かさ密度は反芻胃における飼料片の充満度と, Cuttingミルによる粉砕率は飼料片の粒度低下の指標と想定した場合, 本成績は粗飼料の自由摂取量が反芻胃におけるこれら2つの要因によって規制されていることを支持するものと考えられた。

緒 言

アンモニア処理や蒸煮処理によって, わら類の牛やめん羊における自由摂取乾物量(VDI)は改善される(HORTONE, 1978, 阿部ら, 1999 A)。植物体の強度を保ち, 繊維の消化を阻害するリグニンは構造的な多糖とエステル結合やエーテル結合で結びついている(川村, 1995)。アンモニア処理はこのエステル結合(KONDO *et al.*, 1992)を, また蒸煮処理はエーテル結合(須藤, 1987)を解裂するとされている。理化学処理によって, 植物体の粗剛性が低下し微細化され易くなって, 飼料

片は反芻胃に密に充填される一方, 発酵速度が高まり, そしてVDIの増加につながったものと推測される(阿部と山川, 1999 B, 阿部と山川, 2000 A)。

粗飼料のVDIは反芻胃における飼料片の充満度と粒度低下により規制をうけるとされている(左, 1979)。そこで, 理化学処理した小麦稈を取り上げ, 飼料片の充満度および粒度低下に関係すると考えられる指標として, それぞれかさ密度(疎充填, 密充填かさ密度)および遊星ボールミルとCuttingミルによる粉砕率を測定し, VDIとの関連を調べた。さらに, 理化学処理わらのVDIを真のセルラーゼによる乾物分解率(真のCe-DMD)で推定する式が提示(阿部と山川, 2000 B)されていることから, VDI推定に対する物理性状と真のCe-DMDの精度を比べた。

材料および方法

供試小麦稈は無処理3, 蒸煮処理4, アンモニア処理1, アンモニアと蒸煮処理を併用した複合処理1の計9点であり, その内容は表1に示す通りである。処理に際して小麦稈は梱包した。アンモニア処理は水分含量が約30%となるように加水しビニールシートで覆い, 乾物重当たり3%の液化アンモニアを注入するスタック方式で行った。約1カ月後に開封し, 過剰のアンモニアを揮散させてから供試した。蒸煮処理は大型の蒸煮釜を用いて行った。

採食試験はそれぞれの材料につき4頭のサフォーク去勢羊を用い, いずれも約10%の残飼がでるように自由摂取させたが, 大豆粕を体重kg当たり4g併給した。供試羊の体重は55.8~81.6 kgである。7日間の予

Table 1 Physico-chemical treatment of wheat straw

	n	Abbreviation
Untreated	3	Untreated
Ammoniated with 3% anhydrous ammonia in dry weight of straw	1	3%NH ₃
Steam pressured at 12kg/cm ² for 5min.	2	12kg · 5min.
Steam pressured at 12kg/cm ² for 10min.	2	12kg · 10min.
3%NH ₃ after 12kg · 5min.	1	12kg · 5min. → 3%NH ₃

備期ののち、本期7日間における小麦稈のVDIを求めた。

物理性状として疎充填、密充填かさ密度および遊星ボールミルとカッティングミルによる粉砕率（それぞれGRBM, GRCM）を測定した。供試試料は全て風乾して測定した。かさ密度の測定に際しては飼料を2mmの目皿を用いたワイヤー粉砕器で粉砕した。疎充填かさ密度は一定容積(210ml)の筒状容器を用い、飼料をとくに力を加えずに詰め、その重量から求めた。密充填かさ密度は密充填かさ密度測定器（筒井理化学器械VBD-80）を用い、5分間振動後の容積と重量から求めた。GRBMの測定は3cmの切断長で細切した試料10gを遊星ボールミル（Retsch S1000）で1分間粉砕し、反芻胃からの飼料片流出の境界値とされる（POPPI *et al.*, 1980）1.18mmの篩を通った量の全量に占める割合とした。GRCMの測定は試料10gをカッティングミル（Retsch SM2000）で30秒間粉砕し、1mmの目皿を通った量の全量に占める割合とした。測定は全て2反復した。

Ce-DMDの測定は試料0.5gに0.5%セルラーゼ（ONOZUKA FA：ヤクルト）を含む酢酸緩衝液40mlを加え、浸盪培養器中で40℃に保ちながら24時間後の乾物量の減少率を求めた。このみかけのCe-DMDから酢酸緩衝液の溶解率を差し引いて真のCe-DMDとした。

結果および考察

小麦稈のVDIと物理性状、真のCe-DMDを表2に示した。無処理の小麦稈は産出年が異なり、これを受けるかたちで理化学処理した場合のVDI、物理性状、真のCe-DMDも異なっていたが、処理によって、VDI、疎充填かさ密度を除く物理性状、真のCe-DMDは高まった。

小麦稈のVDIと物理性状、真のCe-DMDとの相関を表3に示した。小麦稈のVDIと密充填かさ密度、GRCMおよび真のCe-DMD間に有意な正の相関がみられた。密充填かさ密度は飼料のかさばりの程度を現わすものであり、かさ密度が高いと、反芻胃に密に

Table 2 VDI and physical characteristics, true Ce-DMD of wheat straw

	Year ¹⁾	VDI (g/kgBW/day)	Bulk density(g/ml×10 ⁻¹)		GRBM (%)	GRCM (%)	True Ce-DMD(%)
			Sparse	Dense			
12kg · 5min. → 3%NH ₃	'91	19.9	1.59	2.04	26.1	56	17.1
Untreated	'92	13.5	1.71	2.06	14.1	39	9.0
3%NH ₃	'92	15.5	1.66	2.01	17.5	40	17.2
12kg · 5min.	'92	21.1	1.69	2.17	20.3	49	18.2
12kg · 10min.	'92	25.3	1.75	2.24	24.5	56	18.6
Untreated	'93	15.3	1.57	1.89	22.6	46	10.9
12kg · 5min.	'93	16.2	1.55	1.92	24.6	53	18.6
12kg · 10min.	'93	22.1	1.41	1.95	40.4	66	19.0
Untreated	'95	10.4	1.41	1.67	18.0	45	11.1

VDI: Voluntary dry matter intake

GRBM: Grinding ratio of planet ball mill

GRCM: Grinding ratio of cutting mill

Ce-DMD: Dry matter degradability with cellulase

¹⁾: Year of which straw was produced.

Table 3 Correlation coefficients between VDI of physico-chemical treated wheat straw and those physical characteristics, true Ce-DMD

Sparse stuffed bulk density	Dense stuffed bulk density	GRBM	GRCM	True Ce-DMD
0.329	0.764*	0.596	0.722*	0.697*

*: significant at 5% level

詰め込まれて VDI の多さにつながるものと考えられる。VDI と GRCM 間に有意な正の相関がみられたが、GRBM との間にはみられなかった。なお、密充填かさ密度と GRCM との間には有意な相関は認められていない ($r=0.156$)。泊ら (1995) は乾草の乾式かさ密度や遊星ボールミル、カッティングミルに対する抵抗性と VDI との関連を検討し、乾式かさ密度やカッティングミル抵抗性と相関が高いとしている。本結果はこの報告を裏付けるものであろう。

VDI との間に最も相関が高かったのは密充填かさ密度であったが、決定係数は 0.584 であり、次いで相関が高かった GRCM の決定係数は 0.521 であった。真の Ce-DMD のそれは 0.486 であった。このように、測定した物理性状の決定係数は真の Ce-DMD を上回ったものの、物理性状は単独では VDI の変動を 52~58% しか説明できない。しかし、密充填かさ密度と GRCM を説明変数とすると、重回帰式 $VDI=18.90 \times \text{密充填かさ密度} + 0.336 \times \text{GRCM} - 36.79$ が得られ、その決定係数は 0.957 と極めて高くなった。このことから、密充填かさ密度と GRCM とを組み合わせることにより、無処理を含む理化学処理小麦稈の VDI を精度よく推定することが可能と思われた。

以上より、理化学処理した小麦稈の VDI の推定精度が高まるとともに、粗飼料の VDI は反芻胃における飼料片の充満度と粒度低下により規制されていることを支持する結果が得られたと考えられる。

文 献

- 阿部英則・山川政明・岡本全弘 (1999 A) 蒸煮、アンモニア処理およびこれらを複合処理した稲わらの自由摂取量と消化率。日草誌, **44**: 378-380.
- 阿部英則・山川政明 (1999 B) アンモニア処理した稲わらおよびスイートバーナルグラス (*Anthoxanthum odoratum* L.) 乾草の反芻胃内滞留時間と全消化管内充満度。日草誌, **44**: 381-383.
- 阿部英則・山川政明 (2000 A) 蒸煮処理した小麦稈の自由摂取量, 消化率および反芻胃内滞留時間, 全消化管内充満度。日草誌, 投稿中
- 阿部英則・山川政明 (2000 B) 理化学処理した稲わら, 小麦稈の理化学性状, *in vitro* 消化率とめん羊の自由摂取量, 乾物消化率との関係。北畜会報, **42**: 86-89.
- 左 久 (1979) 反芻動物の採食行動と第一胃内容物の動態。日畜会報, **50**: 835-844.
- HORTONE G.M.J. (1978) The intake and digestibility of ammoniated cereal straws by cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, **58**: 471-478.
- 川村 修 (1995) 牧草のルーメン内消化に影響を及ぼす植物細胞壁の性状について。ルーメン研究会報, **6**: 7-18.
- KONDO T, T.OHSHITA, T. KYUMA (1992) Comparison of characteristics of soluble lignins from untreated and ammonia-treated wheat straw. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, **39**: 253-263.
- POPPI D.P., B.W.NORTON, D.J.MINSON, R.E.HENDRICKSEN (1980) The validity of the critical theory for particle leaving the rumen. *J. Agric. Sci., Camb.*, **94**: 275-280.
- 須藤賢一 (1987) 蒸煮・爆砕リグニンの性状。バイオマス変換計画研究報告, **4**: 68-79.
- 泊 徹・H.E.M.カメル・金 海・大浦良三・関根純二郎 (1995) 乾草の粗蛋白質, 中性アタージェント繊維, かさ密度および破碎抵抗特性がめん羊の飼料摂取量に及ぼす影響。日緬研会誌, **32**: 7-13.

