

濃厚飼料の給与水準に伴う稲わらの乾物消化率と消化管内 通過速度の変化

誌名	中国農業試験場報告. B, 畜産部 = Bulletin of the Chugoku Agricultural Experiment Station. Series B
ISSN	03667464
著者	宮重, 俊一 加藤, 国雄 八幡, 林芳
巻/号	26号
掲載ページ	p. 37-42
発行年月	1982年3月

〔中国農試報 B26〕
〔37—42, (1982)〕濃厚飼料の給与水準に伴う稲わらの乾物消
化率と消化管内通過速度の変化

宮 重 俊 一・加 藤 国 雄・八 幡 林 芳

目 次

I 緒 言	37
II 材料及び方法	37
III 結果及び考察	38
IV 摘 要	40
引用文献	41
Summary	42

I 緒 言

前報⁹⁾では、濃厚飼料の給与水準の変化に伴って、稲わらと濃厚飼料を込みにした混合飼料の各成分の消化率が変わることを報告したが、この変化は、混合飼料中の濃厚飼料あるいは稲わらの割合と必ずしも平行するものではなかった。このことは、例えば、飼料中に易溶性炭水化物の量が増すと粗繊維の消化率が低下することにみられるように、給与する個々の飼料の成分の消化率が、それらの飼料の組み合わせにより相互に影響し合って変化したためであると考えられる。ところが、実際には、このような混合飼料の栄養価は、いかなる組み合わせであっても個々の飼料の成分の消化率が変わらないという仮定のもとで、それぞれから推定されることが多い。

そこで、本報告では、給与飼料中の稲わらと濃厚飼料の割合によって、稲わら自体の乾物消化率と消化管内通過速度がどのように変化するかを明らかにし、2種類以上の飼料を組み合わせる場合に、飼料成分表などに掲げられている個々の飼料の数値をそのまま一律に適用することに伴う問題点を検討した。

本稿の取りまとめに当たり、貴重な御助言及び御校

昭和56年8月10日受理

II 材料及び方法

閱をいただいた当畜産部黒肥地一郎前部長（現鹿児島大学教授）並びに岡本昌三部長に深く謝意を表する。

本報で扱った材料は、前報⁹⁾の試験1における、稲わらと濃厚飼料を込みにした混合飼料（以下では単に混合飼料とする）の乾物消化率と、それと併せて実測した稲わらの消化管内通過速度（未発表）の成績である。前報⁹⁾の試験1では、濃厚飼料の給与量を4水準設定し、各々の水準で稲わらを自由に採食させた。各水準の濃厚飼料の1日当たり給与量は0.88kg（C—A区）、1.75kg（C—B区）、2.63kg（C—C区）及び3.50kg（C—D区）であり、それぞれ日本飼養標準¹¹⁾の維持 TDN 要求量の20%、40%、60%及び80%を満たす量である。濃厚飼料の各給与水準での稲わらの1日当たり採食量はそれぞれ6.57kg、6.77kg、6.34kg及び6.40kgであった（黒毛和種成雌牛4頭の平均）。採食した飼料中の濃厚飼料の割合は乾物ベースでそれぞれ12%、20%、29%及び35%であった。

混合飼料中の稲わらの乾物消化率の推定は次の模型によった。

$$b_M X_M = b_S X_S + b_C X_C \dots \dots \dots (1)$$

すなわち、混合飼料の乾物摂取量（ X_M ）にその乾物消化率（ b_M ）を乗じた可消化乾物摂取量は、稲わらの乾物摂取量（ X_S ）にその乾物消化率（ b_S ）を乗じた稲わらからの可消化乾物摂取量と、濃厚飼料の乾物摂取量（ X_C ）にその乾物消化率（ b_C ）を乗じた濃厚飼料からの可消化乾物摂取量の和に等しくなる。粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維などの他の飼料成分については、稲わらあるいは濃厚飼料からの摂取量がどちらか一方に大きく片寄るのでこの回帰分析は試みなかった。

稲わらの消化管内通過速度の測定は CASTLE の方法³⁾によった。ブリリアントグリーンで染色した 300～400g の稲わらを朝 9 時の飼料給与前に採食させ、その後 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 144 及び 168 時間経過までの糞をそれぞれ全量回収した。回収した糞は十分攪拌した後一定量を採取して、その中に排泄された染色細片数を数えた。染色稲わらを給与した後 168 時間（1 週間）たっても、なお、わずかながら染色細片の排泄が認められたが、通過速度の計算では、この時点までに 100% 排泄されたものとみなして、染色細片が 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 及び 95% 排泄された時間をその前後の実測値から補間法によって求め、これらを全て平均して、染色細片数が 50% 排泄された時間を稲わら細片の消化管内平均滞留時間とした。そして、この時間数で稲わらの消化管内通過速度を表わした。染色稲わら給与後 144～168 時間の間に排泄された染色細片はそれまでに排泄された総細片数の平均 2.6% にすぎなかった。

なお、稲わらのみで飼養した時の乾物消化率と消化管内通過速度は前報⁹⁾と末発表の試験成績から引用した。

III 結果及び考察

混合飼料中の稲わらの消化率を推定するために用いた回帰模型(1)は、両辺を $X_M (= X_S + X_C)$ で割って次のように変形できる。

$$b_M = b_S X_S + b_C X_C \dots\dots\dots(2)$$

X_S 及び X_C は混合飼料中の稲わら及び濃厚飼料の乾物割合である。したがって、 $X_S = 1.00 - X_C$ であるから、同式は更に次のように変形できる。

$$b_M = b_S + (b_C - b_S) X_C \dots\dots\dots(3)$$

この式は、混合飼料中の濃厚飼料の割合と混合飼料の乾物消化率との関係を示しており、 $X_C = 0$ （稲わら 100%）の時には $b_M = b_S$ となり、 $X_C = 1$ （濃厚飼料 100%）の時には $b_M = b_C$ となって、それぞれ混合飼料中の稲わら及び濃厚飼料の乾物消化率が推定できる。

CLEMENS⁴⁾ は、トウモロコシとアルファルファ乾草の比率を 0 : 100 から 100 : 0 まで 5% ずつの割合で変えて飼料成分の消化率を調べ、この両者の間に、粗繊維については直線関係が、そして粗蛋白質、エー

テル抽出物及び可溶性無窒素物については 2 次式で表わされる曲線関係が認められたことを報告している。

また、WHITE¹³⁾ は、グレイソルガムとバミューダグラスの比率を 0 : 100 から 100 : 0 まで 20% ずつの割合で変え、この割合と、飼料の乾物、有機物、エーテル抽出物及び粗エネルギーの消化率との間には直線関係が、粗繊維及び可溶性無窒素物の消化率との間には 2 次式で表わされる曲線関係が認められたことを報告している。混合飼料中の個々の飼料が体内で分解を受ける際に相互に影響しあうこと（相互作用）がなければ、混合飼料の消化率は個々の飼料の割合だけから決定される。すなわち、この両者の間には直線関係が成立する。上記の報告に認められた、混合飼料中の濃厚飼料あるいは粗飼料の割合と混合飼料のある成分の消化率との間の曲線関係は、それら飼料の間に相互作用が存在したことを示唆しているものと思われる。

ASPLUND and HARRIS¹⁾ は、飼料間の相互作用を調べる目的で、アルファルファ乾草 50% とビートパルプ 50% の混合飼料を羊に給与してその消化率を実測し、一方では、アルファルファ乾草及びビートパルプを単味で給与して求めた消化率からそれぞれを 50% ずつ混合した場合の飼料の消化率を計算して、この両者を比較した。彼らは、混合飼料の消化率の計算値は、エーテル抽出物と粗繊維については実測値よりも有意に高く、可溶性無窒素物については有意に低かったことを報告している。彼らは、また、混合飼料中のアルファルファ乾草の消化率が単味で求めた値と変らなかったと仮定して計算したビートパルプの消化率が、実測値に比べ、可溶性無窒素物と粗エネルギーで有意に高く、これとは逆に、混合飼料中のビートパルプの消化率が単味で求めた値と変らなかったと仮定して計算したアルファルファ乾草の消化率は、実測値に比べ、乾物、窒素、粗繊維、可溶性無窒素物及び粗エネルギーで有意に高かったことを報告しており、これらの結果から、混合飼料中の個々の飼料間には相互作用が認められることを結論した。

本報では、混合飼料中の稲わらと濃厚飼料の間に相互作用が存在する可能性を仮定したが、実際の回帰分析に当たっては、濃厚飼料の割合の近い C—A 区と C—B 区、C—B 区と C—C 区及び C—C 区と C—D 区の間にはそれぞれ相互作用がなく、直線関係が成立するものと仮定した。こうして、2 処理区ずつを込みにして（いずれも $n = 8$ ）、最小二乗法により推定した乾物消化率は、第 1 表に示したように、稲わらについ

第1表 混合飼料及び混合飼料中の稲わら、濃厚飼料の乾物消化率

(単位：%)

項 目	C-A区	C-B区	C-C区	C-D区	稲わらのみ
濃厚飼料の給与量kg	0.88	1.75	2.63	3.50	0
混 合 飼 料	53.4 ¹⁾	53.9 ²⁾	55.8 ¹⁾	55.4 ¹⁾	
混 合 飼 料 中 の 稲 わ ら	53.1	49.9	45.1		45.8 ²⁾ , 44.3 ³⁾
濃 厚 飼 料	57.2	69.9	77.0		

注) 1) 前報⁹⁾の試験1
 2) 前報⁹⁾の試験2
 3) 未発表の試験

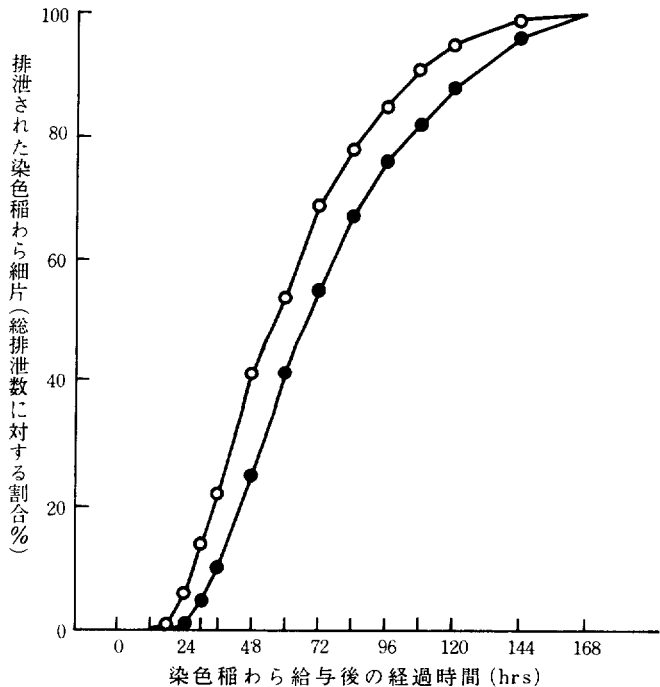
第2表 稲わらの消化管内通過速度

(単位：時間)

項 目	C-A区	C-B区	C-C区	C-D区	稲わらのみ
消化管内平均滞留時間	74.3	66.9	69.7	61.8	88.1

てはそれぞれ53.1%、49.9%及び45.1%であり、濃厚飼料についてはそれぞれ57.2%、69.9%及び77.0%であった。濃厚飼料の乾物消化率の変動が大きかったが、混合飼料中12~35%の限られた低い割合の範囲内で求めた回帰式から、濃厚飼料が100%の時の値を推定したことも一因と考えられる。また、稲わらを単一で給与した場合の乾物消化率は、前報⁹⁾の試験2では45.8%、未発表の試験では44.3%であった。

次に、前報⁹⁾の試験1におけるC-A区、C-B区、C-C区及びC-D区の稲わら細片の消化管内平均滞留時間は、第2表に示したように、それぞれ74.3時間、66.9時間、69.7時間及び61.8時間であり、処理区間に有意差が認められた ($P < 0.05$)。個々の処理区間については、C-A区とC-D区の差が有意であった ($P < 0.05$)。この両処理区の染色稲わら細片の排泄経過は第1図



第1図 染色稲わらの未消化細片の排泄
 (前報⁹⁾の試験1におけるC-A区(●)とC-D区(○))

に示したとおりである。給与後12~24時間から染色細片が糞中に認められた。また、稲わらを単一で給与

した場合の稲わら細片の消化管内平均滞留時間は88.1時間であった。

第1表及び第2表から明らかなように、稲わらの乾物消化率並びに消化管内平均滞留時間は濃厚飼料の給与水準に伴いかなり変化した。稲わらを単一で給与した場合には、無機物やビタミンの不足がなくても、その採食量は少なく、成雌牛は体重を維持することができなかった(未発表)。この時の稲わらの消化管内平均滞留時間は極めて長く、乾物消化率が低かった。稲わらだけでは、反芻胃内の微生物の活動に必要な蛋白質が不足するためであろう。稲わらとともに多少の濃厚飼料を給与すると稲わらの消化管内平均滞留時間が著しく短くなり、乾物消化率が急激に高くなった。これは、反芻胃内の消化機能が充分に活発になったことを示している。しかし、更に濃厚飼料の給与量が増えると、逆に、稲わらの乾物消化率が低下しはじめた。濃厚飼料の増加に伴い、稲わらの消化管内平均滞留時間が短くなったためと考えられる。この試験では、濃厚飼料の給与量が増えるに伴い乾物摂取量も増加しており、このことが消化率を下げる一因になったとも考えられるが、C—D区の乾物摂取量はC—A区の132%にすぎず、したがって、それほど大きな影響はないものと思われる^{2,7,12)}。このように、稲わらの消化管内通過速度や乾物消化率が、濃厚飼料の給与水準に伴って変わることは、また、稲わら自体の栄養価、すなわち、TDN含量や可消化エネルギー含量も同じように変化することを示しており、濃厚飼料を多給するほど稲わらの栄養価は低くなるものと考えられる。このことは、飼料成分表の数値を一律に適用すれば、稲わらの栄養価を過大に評価することにもなることを示唆していると言えよう。

KROMANN^{5,6)}は、LOFGREEN and OTAGAKI⁹⁾が基礎飼料に10%、25%及び40%の割合で混合した糖蜜のエネルギー価を、それぞれ基礎飼料のエネルギー価が一定であると仮定して求めた成績に、両飼料のエネルギー価を未知数とする連立方程式をあてはめ、基礎飼料及び糖蜜の可消化エネルギー含量あるいは正味エネルギー含量がそれぞれの割合に応じて、ともに変化している可能性を示唆した。また、ASPLUND and HARRIS¹⁾は、アルファルファ乾草及びビートパルプの消化率が、上記のように、実測値と計算値で異なった結果、それぞれのTDN含量についても、実測値が計算値より有意に低かったことを報告している。一方、CLEMENS⁴⁾及びMOE¹⁰⁾は、混合飼料中の穀類あるいは乾草の割合とその可消化エネルギー含量あるいはTDN含量との間に直線関係を得、個々の飼料間の相互作用は認め

られなかったと報告している。

本試験の結果は、混合飼料中の稲わらと濃厚飼料の間に相互作用が存在したことを示唆していると考えられる。稲わらの消化管内通過速度の変化は、明らかにこの相互作用の一結果であり、消化率と密接に関連しているものと思われる。

IV 摘 要

濃厚飼料の給与量により、採食した稲わらの乾物消化率や消化管内通過速度、したがって、その栄養価も変わるものと考えられ、この点を明らかにするために、濃厚飼料の給与水準を変えて稲わらの採食量を求めた前報の試験から得られた成績を検討した。濃厚飼料の1日当たり給与量は0.88, 1.75, 2.63及び3.50kgの4水準であって、それぞれA, B, C及びD区とする。各区の稲わらの1日当たり採食量はそれぞれ6.57, 6.77, 6.34及び6.40kgであった。

混合飼料中の稲わらの乾物消化率は、混合飼料中の濃厚飼料の割合と混合飼料の乾物消化率の関係から推定した。この際、AとB区、BとC区及びCとD区の各2処理区の間には相互作用がないものと仮定して、それぞれについて回帰分析をおこなった。得られた稲わらの乾物消化率はそれぞれ53.1, 49.9および45.1%であった。また、稲わら単一給与での乾物消化率は45.1%であった。

染色稲わら細片の消化管内平均滞留時間(未消化染色稲わら細片が50%排泄される時間)はA, B, C及びD区でそれぞれ74.3, 66.9, 69.7及び61.8時間であった。また、稲わら単一給与での消化管内平均滞留時間は88.1時間であった。

稲わらのみでは、消化管内平均滞留時間は長く、乾物消化率が低かった。多少の濃厚飼料を給与すると、消化機能が活発になって、消化管内平均滞留時間は短くなり、乾物消化率は急速に高くなった。しかし、更に濃厚飼料が増えると、稲わらの消化管内平均滞留時間が一層短くなって、乾物消化率は再び低下した。このように、濃厚飼料の給与水準に伴い、稲わらの乾物消化率や消化管内通過速度が変わることは、また、稲わらの栄養価も同様に変化することを示すものであり、濃厚飼料の多給のもとでは、飼料成分表の適用は、稲わらの栄養価を実際よりも高く評価することにもなると思われた。

引用文献

- 1) ASPLUND, J. M. and HARRIS, L. E. : Associative effects on the digestibility of energy and the utilization of nitrogen in sheep fed simplified rations. *J. Animal Sci.* 32, 152-156, 1971.
- 2) BROWN, L. D. : Influence of intake on feed utilization. *J. Dairy Sci.* 49, 223-230, 1966.
- 3) CASTLE, E. J. : The rate of passage of foodstuffs through the alimentary tract of the goat. *Br. J. Nutr.* 10, 15-23, 1956.
- 4) CLEMENS, E. T. : Energy values as related to the ration composition. M. S. thesis, New Mexico State University, Las Cruces, 1968.
- 5) KROMANN, R. P. : A mathematical determination of energy values of ration ingredients. *J. Animal Sci.* 26, 1131-1134, 1967.
- 6) KROMANN, R. P. : Evaluation of net energy systems. *J. Animal Sci.* 37, 200-212, 1973.
- 7) LEAVER, J. D., CAMPLING, R. C. and HOLMES, W. : The effect of level of feeding on the digestibility of diets for sheep and cattle. *Anim. Prod.* 11, 11-18, 1969.
- 8) LOFGREEN, G. P. and OTAGAKI, K. K. : The net energy of blackstrap molasses for fattening steers as determined by a comparative slaughter technique. *J. Animal Sci.* 19, 392-403, 1960.
- 9) 宮重俊一・加藤国雄・八幡林芳：濃厚飼料の給与水準が細切および成形稲わらの採食量に及ぼす影響について。中国農試報 B26, 25-36, 1981.
- 10) MOE, P. W. : Effects of level of intake on the utilization of diets by dairy cows. Ph. d. thesis, Cornell University, Ithaca N Y, 1965.
- 11) 農林水産技術会議事務局：日本飼養標準 肉用牛 (1975年版). 101p. 中央畜産会, 東京, 1975.
- 12) TYRREL, H. F. and MOE, P. W. : Production efficiency in the high producing cow. Effect of intake on digestive efficiency. *J. Dairy Sci.* 58, 1151-1163, 1975.
- 13) WHITE, T. W., HEMBRY, F. G. and REYNOLDS, W. L. : Influence of level of dehydrated co-astal bermudagrass or rice straw on digestibility. *J. Animal Sci.* 38, 844-849, 1974.

Rate of Passage through Alimentary Canal and Dry Matter Digestibility of Rice Straw in a Mixed Diet

Toshikazu MIYASHIGE, Kunio KATO
and Shigefusa YAHATA

Summary

To clarify the utilization of rice straw in a mixed diet with concentrate in Japanese Black cows, its rate of passage through alimentary canal and dry matter digestibility were studied. The data used were obtained in the previous experiment, in which the voluntary intake of rice straw was measured with four levels of concentrate, 0.88 kg (A), 1.75 kg (B), 2.63 kg (C) and 3.50 kg (D) per day. The rice straw intakes were 6.57 kg, 6.77 kg, 6.34 kg and 6.40 kg per day for the treatments of A, B, C and D, respectively.

Dry matter digestibility of rice straw in a mixed diet was estimated by regression of dry matter digestibility of the diet on percentage of concentrate. The regressions were applied for every two treatments of A and B, B and C, and C and D, respectively, assuming no associative effects between the two treatments. The estimates of the dry matter digestibilities of rice straw were 53.1%, 49.9% and 45.1%, respectively. The dry matter digestibility, when rice straw was offered alone *ad libitum*, was also estimated at 45.1%.

The mean retention times of stained rice straw particles in the alimentary canal were 74.3 hrs, 66.9 hrs, 69.7hrs and 61.8 hrs for the treatments of A, B, C and D, respectively, and 88.1 hrs when rice straw was offered alone.

These results showed that the nutritive values of rice straw changed with the feeding levels of concentrate. Feeding of rice straw alone resulted in long retention time and low dry matter digestibility. Giving a small amount of concentrate seemed to bring about an active digestion in the rumen and resulted in shorter retention time and higher dry matter digestibility of rice straw. However, further increase of concentrate in a mixed diet shortened the retention time and reduced the dry matter digestibility. Therefore, on feeding of a large amount of concentrate, the nutritive value of rice straw may be overestimated when the value of the table of feed composition is applied.