

乳牛への全飼料配合給与が第一胃内性状, 消化率および窒素蓄積に与える影響

松 岡 栄*・乾 英二*・高橋潤一*・藤田 裕*

(受理: 1981年11月30日)

Effects of Complete Ration on Ruminal Characteristics, Digestibility and Nitrogen Retention of Cows

Sakae MATSUOKA*, Eiji INUI*, Junichi TAKAHASHI*
and Hiroshi FUJITA*

摘 要

全飼料配合 (complete ration) 給与が乳牛の栄養生理面に与える影響を検討するために、ルーメンフィステル装着牛2頭を用い、市販の乳牛用配合飼料とヘイレージを3:7の割合(乾物重量比)で混ぜて給与したとき(混合給与)の第一胃内性状(実験1)、消化率および窒素の利用率(実験2)を両飼料を別々に給与したとき(分別給与)と比較した。その結果は次のとおりである。

実験1: 1) 不断給飼の場合、第一胃内アンモニアと乳酸の濃度は飼料給与後急激に増加し、2時間目と1時間目にそれぞれ最高に達した。そのときの分別給与の値は混合給与のそれぞれ約1.5倍と5倍であった。 2) 総VFA濃度については、平均値では処理間に差はなかったが、採食後の経時的変化のパターンは異なっていた。 3) VFAモル比についてみると、混合給与のほうが全体として酢酸の割合が低く、プロピオン酸の割合が高かった。 4) pHは混合給与のほうが低かった。 5) 制限給飼の場合、VFAモル比を除いて、処理による差はないが、あった場合もその差は不断給飼のときの差よりも小さかった。

実験2: 1) 乾物、有機物、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、NFE、熱量の消化率すべてにおいて処理間に差はなかった。 2) 混合給与のときの窒素蓄積量は分別給与のときよりも多く、窒素蓄積率も高かった。

飼養頭数の増加、泌乳能力の向上に対応した飼料給与法として、従来から一般に行われている各飼料を別々に給与する方法に対して、粗飼料も含め全飼料を混合してから給与する方法が注目されるようになってきた。この全飼料配合 (complete ration) 給与法には、省力化、飼料利用の面にすぐれた点があると指摘されている^{1,2)}。また、乳牛の栄養生理に与える影響についても検討が加えられている^{1,2)}。しかし、これらの検討は実用試験の中で行われたものが多く、その影響について両給与法を厳密に比較して検討した例は少ない。

本研究では、全飼料配合給与が乳牛の栄養生理に与える影響を検討するために、濃厚飼料とヘイレージを混合してから給与したときの第一胃内性状を別々に給与したときと比較し(実験1)、さらに消化率、窒素出納についても比較した(実験2)。

実 験 方 法

供試動物

ルーメンフィステル装着成雌牛2頭を用いた。いずれも繁殖供用および泌乳活動停止中のものである。供試時

*帯広畜産大学家畜生産科学科家畜栄養学教室

*Laboratory of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, Japan.

体重は714 kgと746 kgであった。

供試飼料

濃厚飼料として市販の乳牛用配合飼料（雪印16号，ペレット）を用い，粗飼料としてはヘイレージを用いた。ヘイレージはチモシーを主体とした混播牧草を原料草として，本学附属農場の気密サイロで調製されたものである。

配合飼料とヘイレージの一般成分は第1表のとおりである。

Table 1. Chemical composition of concentrate and haylages.

	Concentrate ^a	Haylage ^b		
		A	B	C
Dry matter, %	86.5	55.2	61.7	60.3
Crude protein, % DM	18.2	16.5	11.4	11.1
Ether extract, % DM	3.8	4.2	3.0	3.1
Crude fiber, % DM	5.0	32.2	34.8	35.8
N-free extract, % DM	65.9	39.8	41.5	40.6
Crude ash, % DM	7.2	7.4	9.3	9.4
Energy, cal/g DM	4,390	4,747	4,473	4,469

a) Commercially-manufactured pelleted grain mixture.

b) A, B and C were offered during Periods 1 and 2 (at liberty) of Trial 1, during Periods 3 and 4 (at a restricted level) of Trial 1 and throughout Trial 2, respectively.

試験設計

本試験は，配合飼料とヘイレージを混ぜて給与したとき（以降，混合給与とする）と別々に給与したとき（以降，分別給与とする）の第一胃内性状の比較を行った実験1と消化率および窒素利用率の比較を行った実験2とからなっている。

実験1においては，不断給飼下で混合給与（第1期）と分別給与（第2期）の比較を行うとともに，制限給飼下（不断給飼のときの摂取量の70%を給与）でも混合給与（第3期）と分別給与（第4期）の比較を行った。

各期とも7日間の期致給与の後3日間第一胃内容液を採取した。第一胃内容液は朝の飼料給与開始直前および開始後1時間おきに8時間目までの計9回採取し，pH，総VFA濃度，VFAモル比，乳酸濃度およびアンモニア濃度を測定した。飼料摂取量の計測は1時間ごとに行った。

実験2においては，混合給与時（第1期）と分別給与

時（第2期）に全糞尿採取法により消化試験および窒素出納試験を行った。

予備期を第1期で12日間，第2期で8日間とった後，両期とも7日間糞と尿を採取した。飼料は実験1の第3，4期と同量給与した。

実験1，2ともに配合飼料とヘイレージの給与割合は乾物重量比で3:7とした。混合給与のときは，給与直前に両飼料を均一に混ぜてから給与した。一方，分別給与のときは，まず所定量の配合飼料を給与し，牛がそれを食べたつづいた後にヘイレージを給与した。

飼料給与は午前8時と午後4時の2回行い，制限給与の場合は1日給与量の半量づつ給与した。水は自由摂取させたが，実験1の第3，4期の第一胃内容液採取のときだけ飼料を給与してから1時間後に給水を打ち切った。

また，全期間をとおして固型塩を常備した。

分析方法

飼料，糞の一般成分の分析は常法どおり行い，熱量は自動熱量計（島津燃研式CA-2型）を用いて測定した。尿中の窒素はケルダール法により測定した。第一胃内容液のアンモニア（VBN）はCONWAYの微量拡散法³⁾，乳酸はBARKER & SUMMERSON法⁴⁾，VFAは蔭山ら⁵⁾の方法に準じてガスクロマトグラフィーにより分析した。

実験結果

実験1

制限給飼の場合は両処理とも飼料給与後1時間以内にすべての飼料を食べつくした。

不断給飼のときの飼料給与後の採食状況（第1，2期の第一胃内容液採取日に測定した）は第1図のとおりである。

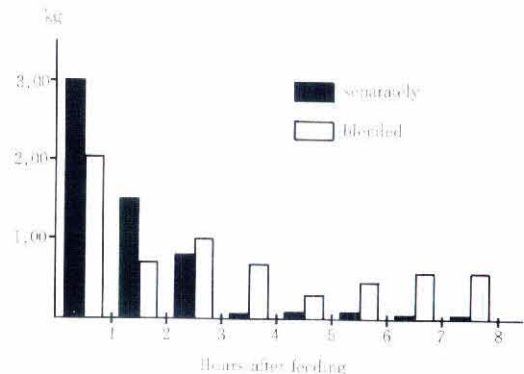


Fig. 1. Hourly dry matter intake after feeding of cows offered diet components separately or blended.

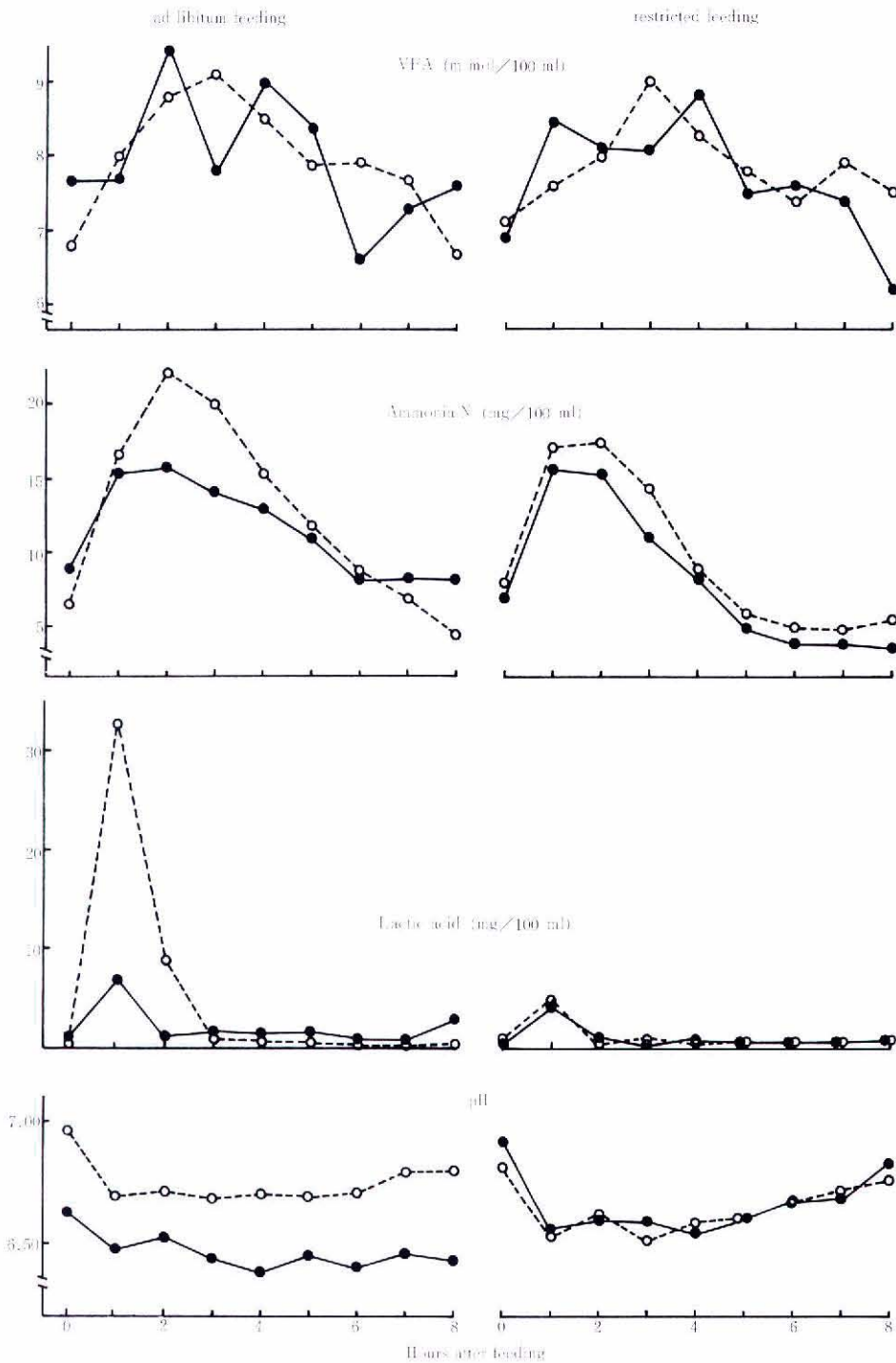


Fig. 2. Postprandial changes of VFA, ammonia and lactic acid concentration and pH value in the rumen of cows led diet components separately (○---○) or blended (●—●), ad libitum or at a restricted level.

飼料給与後8時間の総摂取量では処理間に大きな差はなかったが、1時間ごとの摂取量ではかなりの差がみられた。両処理とも飼料給与直後の摂取量は多かったが、混合給与のときは、分別給与のときに比べて、摂取量の時間的かたよりが小さかった。

第一胃内の総VFA、アンモニアおよび乳酸の濃度とpHの採食後の経時的变化は第2図のとおりである。

総VFA濃度についてみると、不断給飼の場合、分別給

与において飼料給与後3時間目まで増加し、その後減少したが、混合給与においては時間経過にともない増減し、2時間目と4時間目にピークを示した。しかし、8時間の濃度の平均値では処理間に差はなかった。制限給飼の場合、若干の変動はあったが、両処理とも飼料給与後増加し、その後減少するという傾向がみられた。

アンモニア濃度についてみると、不断給飼の場合、両処理とも飼料給与後増加して2時間目に最高となり、そ

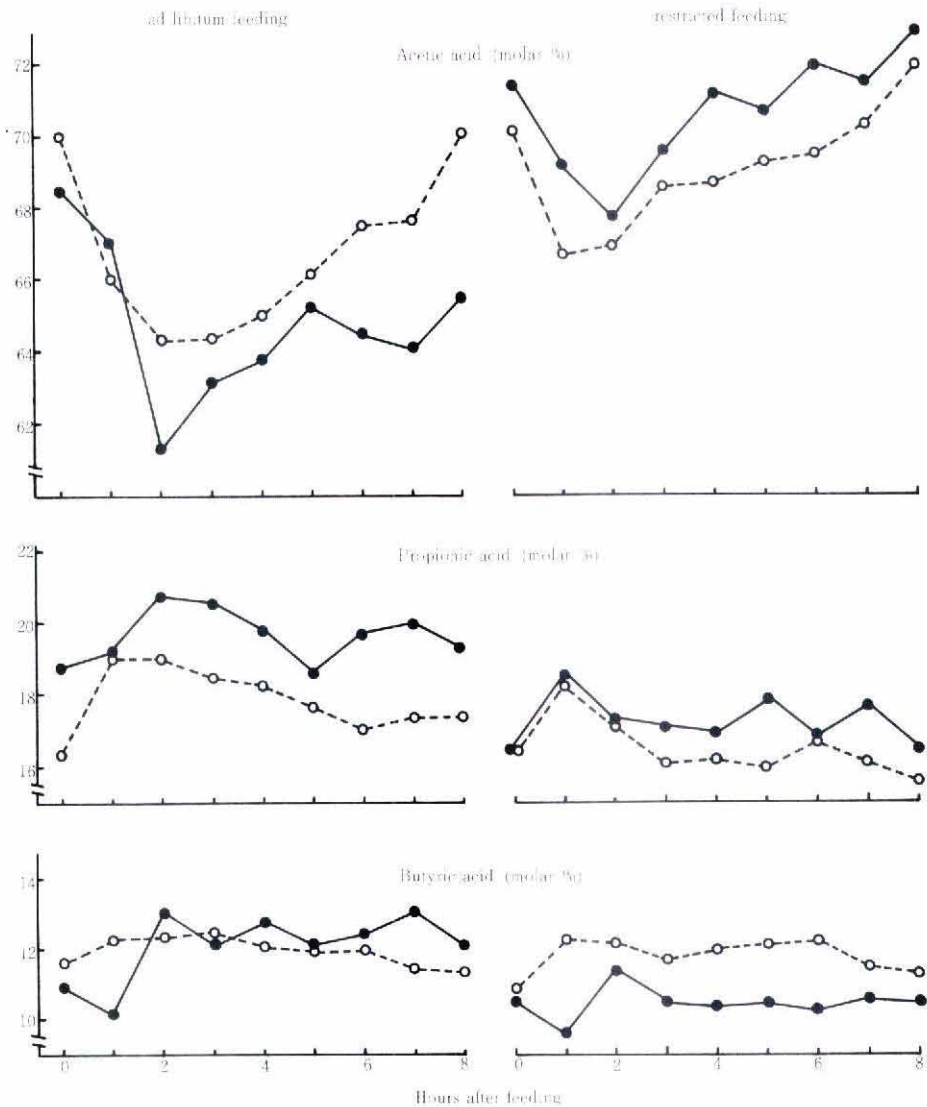


Fig. 3. Postprandial changes of VFA ratio in the rumen of cows fed diet components separately (○—○) or blended (●—●) ad libitum or at a restricted level

の後徐々に減少した。ピーク時の値を比較してみると、分別給与のときの値は混合給与のときの約1.5倍であった。制限給与の場合も同様な経時的变化を示したが、ピーク時の値の処理による差は不断給与の場合の差ほど大きくなかった。

乳酸濃度についてみると、不断給与の場合、両処理とも飼料給与後1時間目まで急激に増加し、3時間目にはほぼ給与前の値まで減少した。分別給与のピーク時の値は混合給与の約5倍であった。制限給与の場合も同様な経時的变化を示したが、ピーク時の値は不断給与の場合よりも低く、処理間の差は非常に小さかった。

pHについてみると、不断給与の場合、両処理とも飼料給与後1時間目まで低下し、その後は大きな変化はなかった。処理間で比較すると、混合給与のときのほうが低く推移した。制限給与の場合も飼料給与後1時間目まで低下したが、その後徐々に上昇する傾向にあった。処理間に差はみられなかった。

VFA モル比の採食後の経時的变化は第3図のとおりである。なお、iso-バレイリアン酸、n-バレイリアン酸についても測定したが、いずれもその割合が3%以下と小さく、処理による差もみられなかったので図には示さなかった。

不断給与の場合、両処理とも酢酸の割合は飼料給与後2時間目まで低下し、その後は上昇したが、プロピオン酸の割合は逆の経時的变化を示した。酪酸の割合は時間経過にともなう変化はあまり大きくなかった。処理間で比較してみると、混合給与のほうが全般に酢酸の割合は低く、プロピオン酸の割合は高く推移した。制限給与の場合、経時的变化はほぼ同様であったが、混合給与のほうが酢酸とプロピオン酸の割合が高く、酪酸の割合は低く推移した。

実験2

消化試験の結果は第2表のとおりである。

Table 2. Digestibility coefficients of diets (%).

	Feeding method	
	Separately	Blended
Dry matter	66.3	66.1
Organic matter	68.0	68.0
Crude protein	59.9	60.0
Ether extract	71.5	71.3
Crude fiber	71.5	71.3
N-free extract	68.0	68.0
Energy	65.1	65.1

乾物、有機物、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、可溶無窒素物、熱量の消化率すべてにおいて、処理間にほとんど差はなかった。

窒素出納試験の結果は第3表のとおりである。

Table 3. Nitrogen balance in cows fed diet components separately or blended.

	Feeding method	
	Separately	Blended
N intake (g/day)	180.7	180.7
N in feces (g/day)	72.5	72.0
N in urine (g/day)	86.2	73.8
N digested (g/day)	108.2	108.7
N retained (g/day)	22.0	34.9
as % of intake	12.2	19.3
as % of digested	20.5	32.1

摂取窒素量は設定どおり同量であった。糞中への窒素の排泄量は処理間にはほとんど差はなかったが、尿中への排泄量は混合給与のほうが少なく、そのために、窒素蓄積量が多くなり、蓄積率も高かった。

考 察

実験1では、配合飼料とヘイレージを混ぜて給与したときの第一胃内性状を別々に給与したときと比較した。その結果、飽食量の70%量を給与した制限給与下では両給与処理間に大きな差はみられなかったが、不断給与の場合、アンモニアと乳酸の濃度に著しい差があらわれた。すなわち、分別給与のときの最高濃度は、混合給与のときに比べて、アンモニアで約1.5倍、乳酸で約5倍であった。このことは、分別給与は混合給与に比べて第一胃内性状に急激な変化を与えることを示すものである。これは短時間内に摂取した配合飼料の影響と思われる。この点、混合給与の場合は配合飼料がヘイレージに混ぜ合わせられることによりその影響が薄められたのであろう。また、混合給与しても給与直後の摂取量は多かったが、全体としてみるならば、分別給与に比較して摂取量の時間的かたまりが小さかった。このことも混合給与のときの第一胃内性状の変化を小さくした一つの原因と思われる。一方、総VFA濃度についてみると、分別給与のときは採食後2~3時間目まで増加し、その後減少するという一般的パターンを示したが、混合給与のときは時間経過にと

もない増減した。これも時間帯による飼料摂取量の違いが反映したためと思われる。

本実験においては、分別給与のときに乳酸のピーク時の濃度が正常値⁹⁾よりやや高かった。その他の諸測定値はすべて正常値⁹⁾の範囲内にあった。しかし、高泌乳牛の飼養に際しては、本実験より多量に、そして高い割合で濃厚飼料を給与するものと思われるから、給与処理による差はさらに広がるであろうし、とくに乳酸とアンモニア濃度に正常値の範囲を越える高い値の出現が予想される。この点の検討が必要であろう。

実験2においては、混合給与したときの消化率と窒素の利用度を分別給与したときと比較した。その結果、飼料の消化率については給与処理による差はなかった。VILLAVICENCIO⁸⁾、HOLTER⁹⁾、吉田・岡本¹⁰⁾も同様な結果を報告している。窒素出納についてみると、分別給与したときは混合給与に比べて尿中への排泄量が多くなり、蓄積量が減少し、蓄積率も低下した。尿中への排泄量が多くなった原因として、第一胃内アンモニア濃度が高かったことも一部関与しているものと思われる。しかしながら、本実験とほぼ同様な条件下で試験を行った吉田・岡本¹⁰⁾は、給与処理間に差はなかったと報告している。また、HOLTER⁹⁾は、濃厚飼料を本実験の約2倍の割合で泌乳牛に与えた実験において、給与処理による差はみられなかったと報じている。

現在のところ、本実験の結果も含めて、飼料の消化率には給与処理間に差がなかったとする報告が多いようである。しかし、窒素の利用率については、報告例が少ないのでさらにデータを集積する必要があると思われる。

本研究は昭和55年度科学研究費補助金研究(試験研究)：「乳牛の全飼料配合給与方式に関する研究」(課題番号：486060、研究代表者：鈴木省三)の一環として行った。

引用文献

- 1) OWEN, J. B., Complete Diets for Cattle and Sheep, 1st ed. 13-28. Farming Press Limited, Suffolk, 1979.
- 2) GILL, M., Grass and Forage Science, **34**: 155-161, 1979.
- 3) 大山嘉信, 動物栄養試験法(森本 宏監修), 第1版, 320-322, 413-416, 養賢堂, 東京, 1971.
- 4) 藤山勝弘・森 治夫・佐藤勝郎, 日畜会報, **44**: 465

-469, 1973.

- 5) 津田恒之, 乳牛の科学(梅津元昌編), 第3版, 90-111, 農文協, 東京, 1966.
- 6) 柴田章夫, 乳牛の科学(梅津元昌編), 第3版, 277-291, 農文協, 東京, 1966.
- 7) 梅津元昌, 畜産大事典(佐々木清綱監修)第1版, 572-594, 養賢堂, 東京, 1964.
- 8) VILLAVICENCIO, E., L. L. RUSOFF, R. E. GIROUARD and W. H. WATERS, J. Dairy Sci., **51**: 1633-1638, 1968.
- 9) HOLTER, J. B., W. E. URBAN, H. H. HAYES and H. A. DAVIS, J. Dairy Sci., **60**: 1288-1293, 1977.
- 10) 吉田則人・岡本明治, 昭和55年度科学研究費補助金(試験研究)研究成果報告書, 1981.

Summary

In an attempt to examine the effects of complete ration on ruminal characteristics, digestibility and nitrogen retention, rumen fluid sampling in Trial 1, and digestion and nitrogen balance study in Trial 2 were conducted with two rumen-fistulated cows. They were fed concentrate and haylage separately (Treatment I) and blended (Treatment II). Concentrate and haylage were offered in a ratio of 3:7 of dry matter basis. The results obtained were as follows.

Trial 1: 1) When diets were offered ad libitum, lactic acid and ammonia concentrations in the rumen rapidly increased to reach a peak at 1 and 2 hours after feeding, respectively. These peak values for Treatment I were about 5 and 1.5 times as high as those for II, respectively. 2) VFA level for Treatment I showed a general pattern of variation after feeding, but that for II was variable. However, there was no difference in average concentration for 8 hours after feeding between treatments. 3) The molar proportion of acetic acid was lower, but that of propionic acid was higher for Treatment II than for I. 4) pH for Treatment II was lower than that for I. 5) When diets were offered at a restricted level (70% of intake ad libitum), ammonia concentration was slightly lower for Treatment II than for I. But, differences in lactic acid and VFA concentrations and

pH were small or negligible.

Trial 2: 1) Digestibility of dry matter, energy, crude protein and other diet nutrients was similar

between treatments. 2) The cows on Treatment II retained more nitrogen than those on I.