

配合飼料と乾草の給与順序が去勢牛の 採食量におよぼす影響

森田 茂*・石村行弘*・西埜 進*

Effect of Feeding Order of Concentrate and Hay on
Feed Intake in Steers

Shigeru MORITA*, Yukihiro ISHIMURA*
and Susumu NISHINO*

(September, 1987)

緒 言

家畜の採食量に影響する要因はその数が極めて多く、しかもいくつかの要因が複雑に影響しあっている。Braude¹⁾は、家畜の採食量に影響する要因が飼料要因、家畜要因および管理要因に区分されると述べている。従来から管理要因と採食量の研究は、飼料要因、あるいは家畜要因と採食量の研究に比べると極めて少ない。また、管理要因のなかでも飼料の給与方法については、反すう家畜の第1胃内性状^{6,8,9)}や消化率²⁾および増体量⁹⁾などから多くの研究は行われているが、飼料の給与方法と採食量の関係を採食行動面から調べた報告は少ない。

鈴木ら^{10,12,13)}は、反すう家畜における粗飼料の採食量について、採食行動の経時的变化から解析を行っている。また、左⁴⁾はめん羊を用い、自由採食時の採食行動について、その採食パターンから検討している。さらに Duncan³⁾らは、鶏の採食パターンについて採食行動をその継続時間により分類し考察している。

そこで本報告では、飼料の給与方法のうち給与順序による採食量への影響について、採食行動およびその行動パターンから解析を行った。

材料および方法

体重約 180 kg のホルスタイン種去勢牛 8 頭を 2 頭ずつ 106.2 m² (29.5×3.6 m) のパドックに放し飼いし、試験開始時の体重が等しくなるよう両処理区に 4 頭ずつわりあて、以下

* 酪農学科，家畜管理学研究室

Department of Dairy Science (Animal Management), Rakuno Gakuen University,
Ebetsu, Hokkaido 069, Japan

の試験を実施した。試験処理区は、飼料の給与順序により乾草、配合飼料の順に給与する処理（以下、FH区とする）、および配合飼料、乾草の順に給与する処理（以下、FC区とする）の2処理区とした。

給与飼料には、市販のペレット状配合飼料および約5cmの長さに細切したイネ科主体2番刈乾草を用いた。各飼料の化学組成はTable 1のとおりである。飼料は1日2回（7:30および19:30より）去勢牛を繋留して、1回の給与時間を80分間（1飼料あたり40分間）とし、各処理区における給与順序に従い自由採食させた。給与時間終了後、残飼量を測定し採食量を求めた。試験期間は、1期7日（予備期5日、本期2日）とした。本期期間中の飼料給与時にテレビカメラとモニターテレビを用い、連続観察法により行動観察を実施した。テレビカメラによる撮影のため夜間の行動観察時には照明灯を点灯した。行動観察では採食開始時刻と採食終了時刻を記録し、採食時間および採食期回数を求めた。

両処理区の採食量、採食時間および採食速度の比較にはt検定を、採食期回数の比較にはMann-Whitneyのu検定¹¹⁾を用いた。また、採食期の長さによる採食時間の分類はKolmogorov-Smirnov^{5,11)}の一試料検定にあてはめて行った。

Table 1. Chemical composition of concentrate and hay

	DM	CP	NDF	ADF	ADL
	% of DM basis				
Conc.	87.1	16.4	16.3	5.4	1.9
Hay	87.4	11.3	47.3	29.8	4.3

Conc.: Pelleted concentrate, Hay: Chopped 2nd cut hay, DM: Dry matter, CP: Crude protein, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, ADL: Acid detergent lignin.

結果および考察

1. 飼料給与順序と採食量、採食時間および採食速度

両処理区における乾草および配合飼料の採食量をTable 2に示した。乾草の採食量は、乾草から給与したFH区での約1.3kg/日に対して、配合飼料から給与したFC区では約1.0kg/日となり、FH区の方がFC区に比べ有意($P < 0.05$)に多かった。配合飼料の採食量はFH区が約4.8kg/日となり、FC区の4.6kg/日に比べやや多くなる傾向を示したが、両処理区の差は有意でなかった。また、体重1kg当りの採食量も同様の傾向を示し、乾草のみに給与順序の影響がみられた。

両処理区における乾草、配合飼料の採食時間および採食速度をTable 3に示した。乾草

Table 2. Daily feed intake in steers fed by different feeding orders

	FH	FC
	g/day	
Hay	1334±315 ^a	1020±238 ^b
Conc.	4817±804	4563±661
	g/day·kg	
Hay	7.3±1.4 ^a	5.6±1.3 ^b
Conc.	26.6±2.7	24.8±3.8

Mean±S.D.

FH: Hay fed before concentrate

FC: Hay fed after concentrate

a, b: Significant difference between

a and b (P<0.05)

Table 3. Total eating duration and rate of eating in steers fed by different feeding orders

	FH	FC
	min/day	
Total eating duration		
Hay	68±8 ^a	57±5 ^b
Conc.	56±7	58±6
	g/min	
Rate of eating		
Hay	20±5	18±5
Conc.	84±15	83±18

Mean±S.D.

FH: Hay fed before concentrate

FC: Hay fed after concentrate

a, b: Significant difference between

a and b (P<0.05)

の採食時間はFH区で68分/日となり、FC区の57分/日に比べ有意 (P<0.05) に長くなった。これに対し、配合飼料の採食時間は両処理区ともほぼ等しい値になった (FH区56分/日、FC区58分/日)。また、給与順序による採食速度は、乾草を後から給与した場合は前に給与した場合に比べやや遅くなる傾向はあったが、両者の差は有意ではなく、乾草の採食速度は約20g/分となった。また配合飼料の採食速度は、両処理区とも約80g/分でほぼ等しかった。

以上のように、飼料給与順序の採食量への影響は配合飼料ではみられず、乾草でのみ認められた。また、乾草での給与順序による採食量の変化は、採食速度よりも採食時間による影響の方が大きかった。

2. 飼料給与順序と採食回数

両処理区における各飼料給与時の採食期回数を Table 4 に示した。両処理区とも前に給与した飼料 (FH 区: 乾草, FC 区: 配合飼料) の採食期回数は, 約 6 回でほぼ等しかった。一方, 後に給与した飼料 (FH 区: 配合飼料, FC 区: 乾草) の採食期回数は, FH 区 7 回, FC 区 9 回であった。両処理区とも後で給与した飼料の採食期回数は, 前に給与した飼料に比べ有意 ($P < 0.05$) に多かった。また, その増加回数は後に配合飼料を給与した FH 区よりも乾草を給与した FC 区で多かった。

Table 4. Number of eating durations in steers fed by different feeding orders

	FH	FC
	Number of durations/meal	
Feedings order		
First fed	Hay	Conc.
	5.7±1.2 ^a	5.8±1.5 ^a
Second fed	Conc.	Hay
	7.1±1.6 ^b	8.5±2.3 ^b

Mean±S.D.

FH: Hay fed before concentrate

FC: Hay fed after concentrate

a, b: Significant difference between a and b ($P < 0.05$)

本試験で 40 分間飼料を自由採食させた後, 別の飼料を給与すると採食行動は再び活発となることから, 飼料の給与が採食行動の誘因になったと考えられた。すでに採食行動が飼料を再給与することにより再び活発となる¹³⁾ことは知られている。一方, 同一処理区内における前後の給与飼料間で採食期回数を比較すると, いずれの処理区においても採食期回数は, 後で給与した飼料の方が前に給与した飼料に比べ多くなった。すなわち, 採食期回数からみれば再給与後の採食行動は, 前の飼料給与時における採食行動とは異なり, 比較的短い時間の採食行動が数多く行われる傾向が示された。しかも, その傾向は配合飼料の後に乾草を給与した場合に顕著となった。

3. 飼料給与順序と採食パターン

本報告では, 採食行動を確率論の概念を利用してその持続時間により分類^{3,5)}し, 給与順序による採食パターンへの影響を検討した。ある行動から別の行動への瞬間でも一定の確率で移行する場合に, その行動の持続時間の理論分布は, 全体を 1 とすれば $1 - e^{-bt}$ となる (t は行動の持続時間, b の推定値は持続時間の平均値の逆数⁵⁾)。これを採食行動に

あてはめた場合、得られた結果が理論分布に適合すれば、採食を終了する確率は飼料給与時間中常に一定であると言える。

両処理区における各飼料給与時の採食期の長さを用いた理論分布と観測値を Fig. 1 に示した。いずれの場合においても採食期の長さは理論分布と有意 ($P < 0.05$) に適合しな

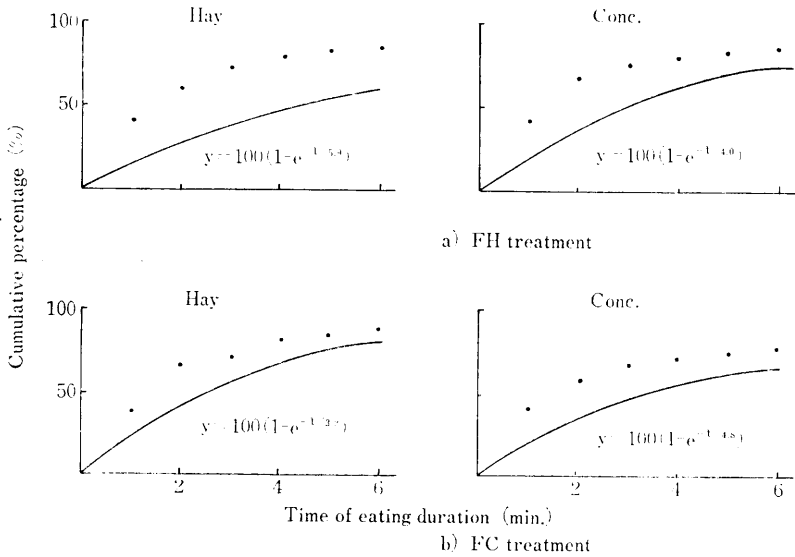


Fig. 1. Cumulative percentage of time of eating durations in each. The curve and equation represent the theoretical cumulative distribution. All data are used.

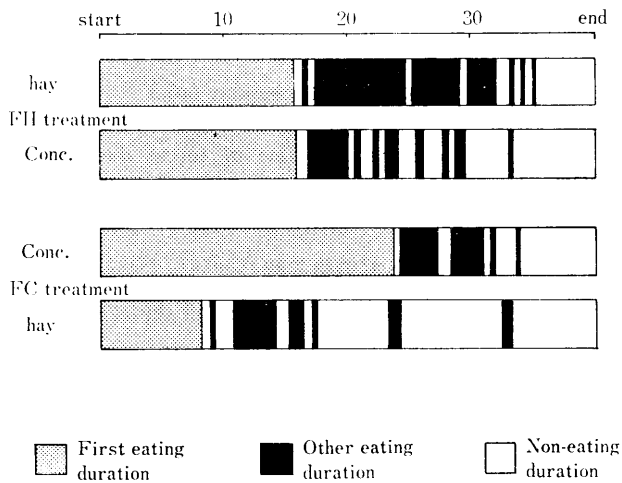


Fig. 2. Example of eating pattern in steers fed by different feeding order.

った。このことは40分間の飼料給与時間内における採食行動が、その終了する確率からいくつかのグループに分類されることを示している。Fig. 2のように、飼料給与後の採食行動は給与直後から始まる比較的長い採食期（以後、初回採食期とする）と、それ以降に繰り返される比較的短い採食期（以後、2回目以降の採食期とする）に大別され、また2回目以降の採食期にはさまざまな長さの採食期が含まれていた。このような採食パターンにおいて、採食期は継続時間の長さによりいくつかのグループに分類されることから、初回の採食期と2回目以降の採食期に分けて上述の確率分布にあてはめた。初回採食時間の理論分布と観測値を Fig. 3 に、2回目以降の採食期の理論分布と観測値を Fig. 4 に示した。いずれの場合においても、観測値は理論分布と適合していた。すなわち、採食行動は行動の持続時間からみれば初回の採食と2回目以降の採食に分類できることが確認された。

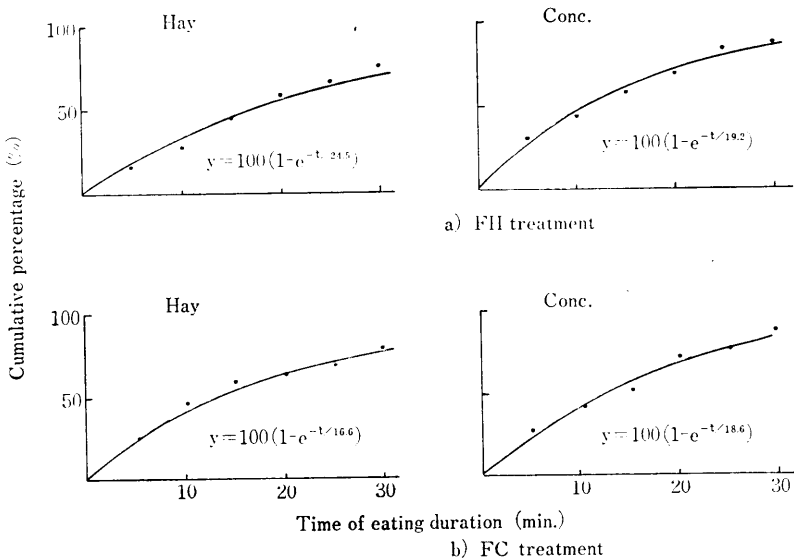


Fig. 3. Cumulative percentage of time of eating durations in each. The curve and equation represent the theoretical cumulative distribution. First eating durations are used.

Table 5 には、両処理区における各飼料給与時の初回採食時間と2回目以降の採食時間を示した。配合飼料では両処理区とも初回採食時間が19分、2回目以降の採食時間は10～12分となり、初回および2回目以降の採食時間に給与順序による影響は認められなかった。一方、乾草では2回目以降の採食時間は両処理区間で差はみられなかった（FH区8分、FC区10分）が、初回採食時間は前に給与したFH区で24分なのに対し、後で給与したFC区では17分とFH区で有意 ($P < 0.05$) に長くなった。すなわち、乾草における採食時間への給与順序の影響は初回採食時間にみられ、2回目以降の採食時間では認められな

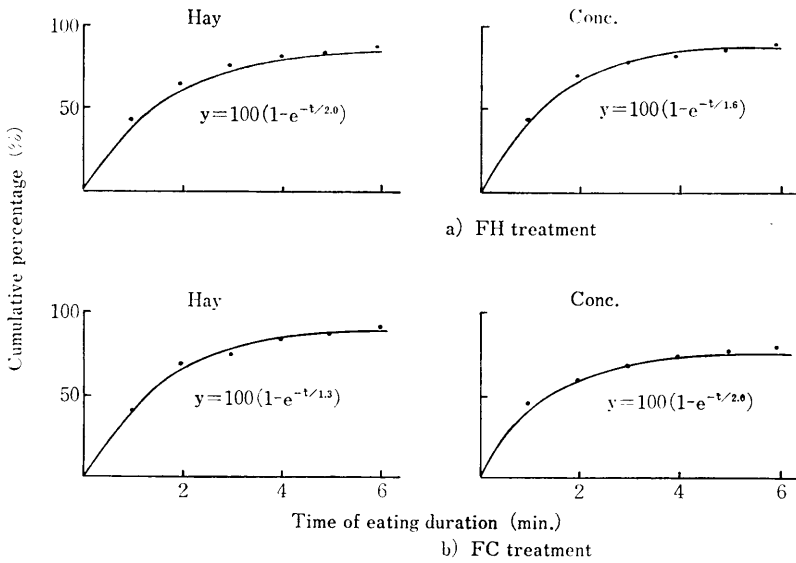


Fig. 4. Cumulative percentage of time of eating durations in each. The curve and equation represent the theoretical cumulative distribution. First eating durations are excluded from the data.

Table 5. First and other eating durations in steers fed by different feeding orders

	min/meal	
	FH	FC
Hay		
First	24±8 ^a	17±8 ^b
Other	8±5	10±6
Concentrate		
First	19±5	19±8
Other	10±6	12±5

Mean±S.D.

FH: Hay fed before concentrate

FC: Hay fed after concentrate

a, b: Significant difference between

a and b (P<0.05)

かった。

一般に採食行動は、飼料給与直後が最も活発であり、給与時間の経過とともに中断時間が長くなり、ついには採食が中止する⁷⁾とされている。また、再給与の心理的刺激により採食行動は活発となるが、その後の採食行動は、初回給与の場合と同様に徐々に不活発

になる¹³⁾と考えられている。本試験では、各飼料とも飼料給与順序に関係なく、延べ128回の行動観察のほとんどで、飼料給与直後から始まる初回採食期が最も長い採食期であった。また、2回目以降はさまざまな長さの採食期の繰り返しであった。しかも、継続時間の長さから初回採食期と2回目以降の採食期に分類された。これらのことから、本試験で行った飼料給与時間内においても、給与直後の採食が活発な時期とそれ以後の不活発な時期がみられたものと考えた。

鈴木ら^{10,13)}の報告では、飼料給与後の採食速度の変化は、初回給与、再給与であっても飼料給与直後に採食速度のピークがみられその後漸減している。本試験では、採食中の経過時間に伴う採食速度の変化については調べていないが、鈴木ら^{10,13)}の報告と同様に、飼料給与直後の採食速度は速く以後漸減していたとすれば、乾草でみられた初回採食時間の差は単に採食時間の差ということではなく、採食速度の影響もこれに関与しており、両者によって採食量の差を生じたものと考えられる。

一方、本試験での採食速度は、給与順序により初回採食時間の異なる乾草の場合において、初回採食時間の短い場合に全体の採食速度はやや遅くなる傾向を示したが、その差は有意ではなかった。初回採食期と2回目以降の採食期で採食速度が異なれば、初回採食時間が短く、2回目以降の採食時間の長さがほぼ等しい場合には、全体の採食速度に差が現れると考えられる。しかしながら、初回採食時間は全体の採食時間の60~70%程度であることから、全体の採食速度に影響するほどの変化として現れなかったのかもしれない。

本試験の結果から、初回採食期と2回目以降の採食期を採食時間の長さから分類することができた。しかし、直接両者の採食速度の違いとは結びつかなかった。採食量を決定する要因としては、採食時間とともに採食速度も重要であり、今後、飼料給与後の経時的な採食速度の変化という面からも各採食期の分類を行い、給与順序による採食行動と採食量の関係について検討する必要があると考えられた。

要 約

飼料の給与順序が去勢牛の採食量、採食時間および採食速度に及ぼす影響を検討した。供試牛にはホルスタイン種去勢牛8頭を用いた。給与した飼料は市販のペレット状配合飼料および細切2番刈乾草であり、配合飼料と乾草の給与順序により2つの処理区(乾草、配合飼料の順に給与したFH区、FH区と逆の順序で給与したFC区)を設けた。得られた結果は以下の通りである。

1. 採食量への給与順序の影響は乾草でのみ認められ、乾草を配合飼料の前に給与した場合に有意 ($P < 0.05$) に採食量は多くなった。しかし、配合飼料では給与順序による採食

量への影響は認められなかった。

2. 乾草の採食時間は、乾草を配合飼料の前に給与することにより有意 ($P < 0.05$) に長くなったが、配合飼料では給与順序の影響を受けず両処理区ではほぼ等しかった。

3. 乾草の採食速度は、後に給与した場合にやや低下する傾向を示すが、有意な差はみられなかった。また、配合飼料の採食速度に給与順序による差は認められなかった。

4. 採食期の回数はいずれの処理区においても、前に給与した飼料に比べ後で給与した飼料を採食する場合に有意 ($P < 0.05$) に多くなった。その増加回数は、乾草を後から給与した場合の方が、配合飼料を後から給与した場合に比べ多かった。

5. 初回採食時間は、乾草採食の場合に FH 区の方が FC 区に比べ有意 ($P < 0.05$) に長かったが、乾草における 2 回目以降の採食時間、配合飼料の初回および 2 回目以降の採食時間には処理間で差はみられなかった。以上のように、飼料の給与順序は、給与直後に始まる初回採食時間の変化により乾草の採食量に影響を与えた。

参 考 文 献

- 1) Braude, R., 1967. The effect of changes in feeding patterns on the performance of pigs. Proc. Nutr. Soc., **26**: 163-181.
- 2) Campbell, J. R. and C. P. Merilan, 1961. Effect of frequency of feeding on production characteristics and feed utilization in dairy cows. J. Dairy Sci., **44**: 664-671.
- 3) Duncan, I. J. H., A. R. Horne, B. O. Hughes and D. G. M. Wood-Gush, 1970. The pattern of food intake in female Brown Leghorn fowls as recorded in a Skinner box. Anim. Behav., **18**: 245-255.
- 4) 左 久, 1976. めん羊の自由採食時の採食行動. 日畜会報, **47**: 283-291.
- 5) 粕谷英一・藤田和幸, 1984. 動物行動学のための統計学. 伊藤嘉昭監修, 74-83, 東海大学出版会, 東京.
- 6) McCullough, M. E. and W. W. G. Smart, Jr., 1968. Influence of feeding schedule, type of forage, and ratio of flaked cornforage on rumen fermentation. J. Dairy Sci., **51**: 385-391.
- 7) Morgenson, G. J., 1981. 神経生物学から見た動機づけ行動. 渡辺 格・勝木元也・猪子英俊共訳, 培風館, 東京.
- 8) 中嶋芳也・菊池修二, 1975. メン羊の第一胃内発酵におよぼす給飼回数の影響. 日畜会報, **46**: 477-486.
- 9) Putnam, P. A., J. Gutierrez and R. E. Davis, 1961. Effect of frequency of feeding upon rumen volatile acids, protozoal population and weight gains in Angus heifer calves. J. Dairy Sci., **44**: 1364-1365.
- 10) S. Suzuki, H. Fujita and Y. Shinde, 1969. Change in the rate of eating during a meal and the effect of the interval between meals on the rate at which cows eat roughages. Anim. Prod., **11**: 29-41.
- 11) Siegel, S., 1983. ノンパラメトリック統計学. 藤本 熙監訳, 37-164, マグロウヒルブック, 東京.
- 12) 鈴木省三・新出陽三・左 久, 1970. 給飼時間の変更が乳牛の乾草採食速度と採食量におよぼす影響. 日畜会報, **41**: 423-429.

- 13) 鈴木省三・新出陽三・左 久, 1973. 粗飼料の分割給与が乳牛の採食速度におよぼす影響. 日畜会報, 44: 181-187.

Summary

To study the effect of feeding order on feed intake, the following experiment was conducted using 8 Holstein steers. The steers were fed pelleted concentrate and chopped 2nd cut hay; feeding was started at 7:30 and 19:30, feeding period was 80 minutes (concentrate and hay fed 40 minutes each). According to feeding order, two treatments (FH and FC treatment) were prepared; the steers in the FH treatment were first fed hay, then concentrate, and in the FC treatment the feeding was reversed. The results are summarized as follows. 1) Amount of hay intake was significantly greater in the FH treatment than the FC treatment ($P < 0.05$), but there were no difference in concentrate intake. 2) Total eating duration of hay was significantly longer in the FH treatment than the FC treatment ($P < 0.05$). But there was no difference in concentrate. 3) In the rate of eating, there were no differences between the FH and FC treatments. 4) Number of eating durations significantly increased from first fed to second fed ration in both treatments ($P < 0.05$). And the extent of this increment was greater in the FC treatment than FH treatment. 5) When fed hay, First eating duration was significantly longer in FH treatment than the FC treatment ($P < 0.05$). And in other than first eating duration of hay was no difference between FH and FC treatment. There were no differences in first and other eating durations of concentrate.