

## めん羊の反すう行動の個体差について

春 本 直\*

Tadashi HARUMOTO

### The variation of Rumination Behaviour in Sheep

#### 緒 言

反すう行動は、反すう家畜が摂取する比較的せまい質成分の多い粗剛な飼料に対して、再そしゃくによる破碎作用や多量の唾液の混入を行いルーメン内発酵をより能率的に進めるために、消化生理上重要な意義をもつものと考えられる。一方、粗飼料の摂取量、化学的組成あるいは物理的性状の相違が、反すう行動に影響を及ぼすことは、すでに広く知られているところである。

近年、摂取飼料に対応して現われる家畜の反すう行動を指標として、放牧家畜の採食量を推定する方法や粗飼料のもつ物理的な特性を示す方法が提案されており、また粗飼料の飼料価値の差を検討する手段としても反すう行動が利用されている。しかし、反すう行動を一つの指標として用いる場合には、反すう行動の個体変異についての特徴を十分把握しておくことが必要である。

このような観点から、本試験では一定の飼料条件のもとで飼育しためん羊の採食、反すう行動に現われる個体差について検討を行ったものである。

#### 試 験 方 法

日本コリデール種めん羊11頭(めす4, おす7頭)を供試した。供試めん羊の年齢は、1~7歳(平均値±標準偏差: 3.8±1.9歳)、体重は 22~39kg (30.2±6.6kg)であった。試験期間中めん羊は、スタンション式の消化試験用ケージに繋ぎ、約 3cm に切断したチモシー主体乾草を、体重の1.8%相当量、午前9時と午後5時に等量分飼した。なお飲水およびミネラルブロックを常時与えた。

7日間の予備期に続く5日間について、連続的に採食、反すう行動の測定を行った。測定方法は、既報と同

様ストレンゲージを利用した自動記録装置を用いペン書きレコーダーに記録させた。記録紙送り速度は、測定期間中の1日のみ 6cm/min とし、他は 1cm/min で記録させ、午前9時を起点とする24時間を1日単位として集計を行った。採食、反すう行動の測定と並行して、消化率測定のための糞採取を行った。供試飼料および糞の一般成分分析は、A.O.A.C. 法に従った。

供試飼料の一般成分含量は、表1に示す通りである。

Table 1. Chemical composition of the diets

Water	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	NFE*	Crude ash
12.4 <sup>%</sup>	7.8	1.8	31.0	40.6	6.4

\* Nitrogen free extract.

#### 試 験 結 果

11頭の供試めん羊それぞれについて、1日当り採食時間、反すう時間、吐回数および反すう期数の5日間の平均値を示すと、表2の通りである。めん羊 No. は、測定された反すう時間の長さを基準にして、長い個体から順に配列した。

採食時間: めん羊 No. 1, 3, 9, および11の4個体は、若干残食があり実摂取量はそれぞれ体重当り 1.66%, 1.76%, 1.73%および1.74%であったが、これらの個体については、飼料給与後継続的な採食行動が停止した時点で採食時間の終了とした。

採食時間は、最長の個体で177分 (No. 1)、最短の個体で71分 (No. 8) とかなりの差が認められ、残食を示した個体では長くなる傾向があった。採食速度(乾物 100g 摂取当り採食時間)は、体重により摂取量の差があるために、採食時間とは必ずしも関連せず 46.8分

\* 畜産学研究室

Table 2. Eating and rumination time, number of boli and number of rumination periods per day of individual sheep

Sheep No.	Sex*	Age yr	B. W. kg	Eating time min	Rumination time min	Number of boli	Number of rumination periods
1	CM	7	24	177±5 <sup>***</sup> a (46.8)	719±22 a	617±31 a	22±4 d
2	M	3	34	103±3 bc (19.2)	580±43 b	567±38 ab	26±2 cd
3	CM	4	36	147±15 ab (25.9)	578±24 b	464±34 de	14±4 d
4	M	5	38	132±25 abc (22.0)	555±42 bc	500±36 cd	17±6 d
5	M	3	39	116±7 abc (18.9)	538±24 bcd	552±20 bc	30±4 bc
6	M	4	38	125±11 abc (20.9)	524±39 bcde	387±33 fg	30±4 bc
7	M	3	29	137±16 abc (30.0)	507±30 cde	382±17 fg	34±4 abc
8	F	1	22	71±3 bc (20.0)	488±28 def	431±25 ef	32±3 bc
9	F	2	25	134±55 abc (35.3)	464±24 ef	361±6 g	44±4 a
10	F	3	23	92±11 bc (25.3)	436±12 fg	356±7 g	24±6 cd
11	F	7	26	155±80 ab (37.8)	378±26 g	367±39 g	39±14 ab
Average				126±30	524±89	453±93	28±9

\* CM: Castrated male, M: Male, F: Female. \*\* Mean±S. D. of 5 day observations.

\*\*\* Figures in parentheses show rate of eating (min/100g D. M.).

a~g Means with different superscript differ significantly (p&lt;.05).

Table 3. Measures concerned in remasticating of each bolus of individual sheep

Sheep No.	Cyclic rate of regurgitation sec	Bolus time sec	Chews per bolus	Chews per minute
1	70.0±2.2*	43.6 (62.3)**	71.2	98.0
2	61.3±2.0	47.1 (76.8)	55.5	70.7
3	75.1±5.9	58.1 (77.4)	71.7	74.1
4	66.8±6.0	56.8 (85.0)	59.2	62.7
5	58.6±1.4	44.1 (75.3)	45.1	61.4
6	81.3±1.9	66.6 (81.9)	70.0	63.1
7	79.6±3.8	54.2 (68.1)	67.8	75.0
8	67.8±1.7	51.6 (76.1)	68.3	79.6
9	77.1±4.3	60.2 (78.1)	63.8	63.7
10	73.4±1.6	56.4 (76.8)	54.5	58.1
11	62.3±4.8	46.4 (74.5)	52.4	67.9
Average	70.3±7.7	53.2±7.3	61.8±9.0	70.4±11.3

\* Mean±S. D. of 5 day observations.

\*\* Figures in parentheses show % of time spent actual chewing during rumination.

(No. 1) から18.9分 (No. 5) の範囲にあり、11頭の平均値は27.5分であった。

**反すう時間**：11頭の平均反すう時間は524分 (8.7時間) であったが、最も長い反すう時間を示したのはめん羊 No. 1 で719分、また最も短かかったのは No. 11 の378分で、この2個体は他のいずれのめん羊に対してもそれぞれ有意の差があり、特異的な反すう時間の個体と考えられる。この2頭を除外すると反すう時間は580～436分 (9.7～7.3時間) の範囲で、個体間の変異幅は144分であった。また、おすの供試めん羊 (No. 1～7) に比べてめすのめん羊 (No. 8～11) で反すう時間が短い傾向を示した。

同一個体について、測定日間の反すう時間の変動が比較的大きかったのは、めん羊 No. 2 (C.V. 7.4%)、No. 4 (7.6%)、No. 6 (7.4%) で、これらの個体の5日間に測定された最長と最短反すう時間の差は、それぞれ101分、90分および79分であった。一方日間変動の最も小さかったのは、No. 10 (C.V. 2.8%) で変異幅が32分であった。

**吐出回数**：供試各個体の1日当り吐出回数は、617回 (No. 1) から356回 (No. 10) の範囲にありかなり大きな個体差が認められた。吐出回数に対する反すう時間の比 (反すう時間/吐出回数) として吐出周期を求めたが、吐出周期も81.3～58.6秒の範囲で個体間にかなりの差があり (表3)、反すう時間の長さで吐出回数の間には必ずしも一定の関係がないことを示している。

**反すう期数**：吐食塊の嚙下から次の吐出までの間隔

が、2分未満で反すうが継続的に行われる場合を同一反すう期とみなし反すう期数を決定したが、1日当りの反すう期数は、44回 (No. 9) から14回 (No. 3) の範囲にあり、11頭の平均値は28回であった。また、短い反すう時間を示す個体の中に比較的反すう期数の多いものが見立った。

**1吐出当り再そしゃく時間・再そしゃく回数および再そしゃく速度**：これらの測定値は、反すう行動測定期間中の1日のみについて、比較的反すう行動が盛んに行われる時間帯である午後1～5時および午後9～午前1時の計8時間の測定結果によるもので、吐出周期の値と共に示すと表3の通りである。

1吐出当り再そしゃく時間は、最も長い個体が66.6秒 (No. 6)、最も短い個体が43.6秒 (No. 1) で23秒の幅があり、11頭の平均値は53.2秒であった。

吐出周期に対する1吐出当り再そしゃく時間の比率 (1吐出当り再そしゃく時間/吐出周期：%) は、反すう時間中に占める再そしゃく時間の割合にほぼ相当する値となる。この比率は11頭平均値では75.7%になったが、反すう時間が著しく長く、1吐出当り再そしゃく時間の最も短かかっためん羊 No. 1 では62.3%と極端に低い値になった。なお反すう食塊の嚙下から吐出までの平均間隔は17.1秒であった。

1吐出当り再そしゃく回数は、吐出当りの再そしゃく時間の長さでそしゃく速度の関係により変化するが、71.7回 (No. 3) から45.1回 (No. 5) の範囲で個体間にかなりの差が認められたが、11頭の平均値は61.8回であ

Table 4. Apparent digestibility of individual sheep

Sheep No.	Organic matter	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	N F E*
1	60	55	62	61	61
2	56	49	61	62	53
3	55	54	47	65	48
4	59	68	47	61	56
5	53	57	39	61	46
6	57	51	65	54	57
7	48	52	43	54	42
8	57	63	41	59	55
9	56	56	53	61	51
10	56	62	58	59	52
11	50	46	56	52	50
Average	55±4**	56±7	52±9	59±4	52±5

\* Nitrogen free extract.

\*\* Mean±S. D. of 11 sheep.

った。

再そしゃく速度（1分当りそしゃく回数）は、平均値で70.4回、ほとんどの個体が60～75回の範囲に含まれたが、めん羊 No. 1 は98回で、特異的にはやい速度で再そしゃくを行った。

消化率：各個体についての供試飼料の消化率は、表4に示す通りである。各成分の消化率は、いずれも個体間にかんがりの差があり、有機物60～48%、粗たんぱく質68～46%、粗脂肪65～39%、粗せんい65～52%、可溶無窒素物61～42%とそれぞれについて大きな変異の幅が存在した。

## 考 察

供試めん羊の採食時間あるいは採食速度には、かなり大きな個体差が認められたが、牛やめん羊について採食時間にはかなりの個体差のあることが報告されており、また採食時間と反すう時間の間には相互に補完関係のあることが認められている。<sup>10)</sup>しかし本試験の結果では、供試めん羊の体重差あるいは反すう時間と採食時間の間には、一定の関係を見出すことはできなかった。恐らく採食食塊を嚥下し易い状態にするための、そしゃく破碎や唾液混入の効率や嚥下が可能な食塊の大きさなどに個体差のあることが、採食時間の差としてあらわれたものと考えられる。

反すう時間の個体差について詳細な検討を行った報告はほとんど見当たらないが、著者らは成めす和牛の反すう時間に著しい個体差のあることを認めている。<sup>11)</sup>またWELCHらは、反すう家畜の種類間あるいは乳牛の品種間に反すう時間（体重あるいは代謝体重当りのC.W.C. 摂取量を単位とした反すう時間）に有意な差のあることを報告している。<sup>12)</sup>HANCOCKは、反すう行動を含め家畜が示す各種行動は個体差が大きく、この差は個体のもつ遺伝的素質が大きく関与することを明らかにしている。<sup>14)</sup>

めん羊の反すう時間は、従来の報告によると6～9時間の範囲であり、通常8～9時間を超えることはないといわれている。<sup>15～17)</sup>反すう家畜の栄養生理的な正常な機能は、1日周期で繰返される採食、反すうおよび休息の三行動のリズムと密接に関連するものと推測されるので、反すう時間の長さの上限値は自ら規制されているものと考えられる。本試験の供試めん羊11頭の平均値は8.7時間であったが、約12時間（719分）の反すう時間を示しためん羊 No. 1 は、明らかに特異的な個体とみなされる。

本試験では、供試めん羊中めす個体（No. 8～11）の反すう時間が短かったが、性の差による影響よりもむしろおす個体との体重差が原因ではないかと考えられる。

めん羊 No. 1 を除いた供試めん羊の体重と反すう時間の間には、有意な正の相関（0.75,  $P < 0.01$ ）が認められた。飼料の自由摂取量は、体重よりも代謝体重に関連があると考えられるが、体重を基礎に給与量を決定したことが、体重の小さい個体で反すう時間が短くなる傾向を示した一因ではないかと推察される。一方、乾物単位摂取量当りの反すう時間は、供試めん羊の体重との間に高い負の相関（-0.80,  $p < 0.01$ ）が認められ、この傾向はBAEらの結果と一致した。<sup>18)</sup>

反すう時の吐出は、通常第二胃の収縮に一致して起きることが認められており、また同一個体の吐出周期は、摂取飼料の差にかかわらずほぼ一定で、日による変異も小さいことが認められている。<sup>21～23)</sup>従って各個体の吐出回数は、反すう時間の長さとして吐出周期を変数とする函数として表わされる性格のものと考えられる。<sup>24)</sup>

1日に発現する反すう期数は、摂取飼料の条件や反すう時間の差にかかわらず、個体によりほぼ一定した回数であることが多くの報告で示されており、恐らく各個体の有する特性として反すう期数はほぼ決まっているものと思われる。

吐出周期に対する1吐出当り再そしゃく時間の比率は、前述したように反すう時間に占める実際の再そしゃく時間の割合を表わす指数である。本試験の結果では、この数値が75～78%の範囲のかなり似かよった個体が多く（11頭のうち7頭）、このことは、吐出周期と1吐出当り再そしゃく時間の間に密接な関係があることを意味している。各個体の吐出周期が1吐出当り再そしゃく時間を決定する一つの要因になっているものと推察される。<sup>10, 21～23, 25)</sup>なお本試験でえられた数値は、GORDONの示した結果とはほぼ等しかったが、著者らが成めす和牛で測定した86～92%<sup>11)</sup>に比べるとかなり低い値であった。<sup>26)</sup>

再そしゃく速度については、摂取飼料の種類により変化すると報告もあるが、<sup>15)</sup>より本質的に個体のもつ遺伝的素質の差が再そしゃく速度を支配するものと考えられる。<sup>16, 24)</sup>

吐出回数と1吐出当り再そしゃく回数から算定した1日当り総そしゃく回数は、約44,000回（No. 1）から19,000回（No. 10, 11）の範囲でかなりの個体差が認められ、反すう時間の長い個体が総そしゃく回数も多くなる傾向があった。

反すう行動は、摂取した粗大な粗飼料をそしゃく破碎し細片化するための主要な役割を果していることは明らかで、同時に反すうにより促進される唾液分泌も関与して、ルーメン内発酵にも影響を及ぼし、<sup>27, 28)</sup>摂取粗飼料の利用性と密接な関連のあることは想像できる。しかし、

本試験の供試めん羊について求めた消化率の結果からは、反すう行動に認められた個体差をとくに説明できるような、明確な関係を見出すことはできなかった。

採食時間、反すう時間、吐出回数、そしてしゃく速度さらには1日当り総再しゃく回数などには、かなり著しい個体差が認められたが、反すう行動のとくに重要な機能と考えられる摂取飼料の破砕という機械的消化作用の能力には、個体間にそれほど大きな差があるとは考えられない。恐らく、本試験のような顎の動きのみからとらえる反すう行動測定法では、把握されないしゃく効率(しゃく力)などに個体差のあることが、本試験でえられた反すう行動測定値の個体差の意味を、ある程度説明できる要因になっているのではないかと思われる。

### 要 約

11頭のめん羊を用い、1日量体重の1.8%に相当するチモシー主体の乾草を給与して5日間にわたる反すう行動の測定を実施し、採食、反すう行動にあらわれる個体差について検討を行った。結果の概要は次の通りである。

(1) 各個体について測定された1日当り平均採食時間は、71分から177分までのかなりの差があり、採食速度(分/乾物100g摂取)では、19分から47分であった。

(2) 1日当り平均反すう時間、吐出回数および反すう期数は、それぞれ378~719分、356~617回および14~44回の範囲にあり顕著な個体差が認められた。

(3) 各個体の吐出周期は59秒から81秒、1吐出当り再しゃく時間は44秒から67秒の範囲にあり、これら相互間に密接な関連のあることが示唆された。また再しゃく速度(回/分)は58回から98回の範囲で、1日当り再しゃく回数では、19,000回から44,000回となった。

(4) 各個体について測定した供試飼料の有機物消化率は、48~60%の範囲でかなりの差があったが、採食、反すう行動に認められた個体差と消化率の間の関連性は認められなかった。

謝辞 本試験の実施にあたり、種々協力をいただいた畜産学専攻学生華房拓郎君に謝意を表す。

### 引用文献

- 1) 春本直・加藤正信：日草誌，24：232~238，1978.
- 2) BALCH, C. C.: Brit. J. Nutr., 26: 383~392, 1971.
- 3) FUJIHARA, T.: J. Agric. Sci. Camb., 97: 485~488, 1981.
- 4) FUJIHARA, T.: J. Agric. Sci. Camb., 98: 237~240, 1982.
- 5) FUJIHARA, T. and T. NAKAO: Jap. Zotech. Sci., 55: 434~438, 1984.
- 6) 春本直・加藤正信：日畜会報，50：155~160，1979.
- 7) Association of Official Agricultural Chemists: Official Methods of Analysis 9th ed. p. 283~288, Washington D. C., 1960.
- 8) GILL, J., R. C. CAMPLING and D. W. WESTGARTH: Brit. J. Nutr., 20: 13~23, 1966.
- 9) 春本直・加藤正信：島大農研報，12：20~25，1978.
- 10) FREER, M and R. C. CAMPLING: Brit. J. Nutr., 19: 195~207, 1965.
- 11) 春本直・加藤正信：島大農研報，8：15~21，1974.
- 12) WELCH, J. G.: J. Anim. Sci., 54: 885~894, 1982.
- 13) WELCH, J. G., A. M. SMITH and K. S. GIBSON: J. Dairy Sci., 53: 89~91, 1970.
- 14) HANCOCK, J.: Anim. Breed. Abst., 21: 1~13, 1953.
- 15) GORDON, J. G.: J. Agric. Sci., 50: 34~42, 1958.
- 16) GORDON, J. G.: J. Agric. Res., 51: 78~80, 1958.
- 17) WELCH, J. G. and A. M. SMITH: J. Anim. Sci., 27: 1734~1737, 1968.
- 18) BAE, D. H., J. G. WELCH and B. E. GILMAN: J. Dairy Sci., 66: 2137~2141, 1983.
- 19) SCHALK, A. F. and R. S. AMADON: Bull. N. Dak. Agric. Exp. Sta., No. 216, 1928.
- 20) BALCH, C. C.: Brit. J. Nutr., 6: 366~375, 1952.
- 21) KICK, C. H., P. GERLAUGH, A. F. SCHALK and E. A. SILVER: J. Agric. Res., 55: 587~597, 1937.
- 22) CAMPLING, R. C.: J. Brit. Grassld. Soc., 21: 41~48, 1966.
- 23) 春本直・加藤正信：島大農研報，10：21~26，1976.
- 24) 春本直・加藤正信：島大農研報，7：55~59，1973.
- 25) CAMPLING, R. C.: Brit. J. Nutr., 20: 25~39, 1966.
- 26) GORDON, J. G.: J. Agric. Sci., 64: 151~155, 1965.
- 27) PEARCE, G. R. and R. J. MOIR: Aust. J. Agric. Res., 15: 635~644, 1964.
- 28) WELCH, J. G.: J. Anim. Sci., 26: 849~854, 1967.
- 29) SANTINI, F. J., A. R. HARDIE, N. A. JORGENSEN and M. F. FINNER: J. Dairy Sci., 66: 811~820, 1983.

### Summary

The variations in eating and rumination behaviour occurred among sheep under a constant feeding condition were investigated. Eleven Japanese Corriedale sheep (5 male sheep, 2 wethers and 4 female sheep), ranging in weight 22-39 kg and in age 1-9 yr. old, were used. Each sheep was given a timothy hay diet of 1.8% of body weight per day. During the 5 day period, record of jaw movement of each animal was measured daily, by using a pen-writing recorder joined with strain gauge amplifier and wire strain gauge held under the jaw of sheep.

Among individual animals great variations in eating and rumination time during 24 hr. were found. Range of values for individual sheep were 71-177 min. for eating and 378-719 min. for rumination, and larger animals have a tendency to show longer rumination time. Number of boli regurgitated daily and rumination periods were also variable for animals, ranging 356-617 and 14-44, respectively. The regions for some values measured on each bolus were 59-81 sec. for cyclic rate of regurgitation, 44-67 sec. for bolus time and 45-71 for chews per bolus. Chews per minute of cud also varied for individual animals from 58 to 98.

It was difficult to find a certain relation between eating or ruminating behaviour and apparent digestibility of experiment diet measured for each animal.