

めん羊の反すう行動の日変異性について

春 本 直

Tadashi HARUMOTO

Variability of the Ruminating Behaviour in Sheep Fed a Constant Diet

緒 言

草食反すう動物のみが示す特異的な習性の反すう行動については、その発現機構あるいは飼料の利用性（とくに消化作用）に関連しての意義について、まだ不明の点が多い。しかし反すう行動のあらわれ方は、摂取した飼料の量や質あるいは化学的、物理的な組成の差に影響されることが明らかである。たとえば、乾草摂取量と反すう所要時間との間には、なんらかの規則性をもった関係があるといういくつかの報告がある¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。また飼料の粗せんい含量や C. W. C. 含量と反すう所要時間の間には高い相関があることが認められている⁵⁾⁶⁾⁷⁾。さらにたんぱく質飼料の添加にともない反すうが減少すること⁸⁾や、細切あるいは粉碎した粗飼料給与または濃厚飼料のみの給与の場合に、反すうが著しく減少したり全く行なわれなくなることなども認められている⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾。

そこで、反すう行動に影響を及ぼす摂取飼料の量的あるいは質的要因についての詳細な検討を行ない、その相互関連性を究明することができれば、消化生理に及ぼす反すうの意義を知り、同時に反すう行動から粗飼料の飼料的特性を判定することも可能であろう。とくに放牧条件下における反すう家畜の採食量および採食草の飼料価値などを間接的に推定する手段として利用できるものと考えられる。

本試験は摂取飼料と関係づけて、家畜の反すう行動を一つの index として利用する場合の問題点を把握するため、一定飼育条件下のめん羊について、反すう行動を構成する各要素の性質を検討し、さらにそれらの日変異性を検討する目的で行なったものである。

試 験 方 法

供試家畜は、当研究室で生産した年令 2 才（1 号めん羊）および 3 才（2 号めん羊）の 2 頭の日本コリデール

種去勢めん羊を用いた。試験開始時体重は、それぞれ 50kg および 48kg であった。供試飼料は、約 5cm に細切した良質のイタリアンライグラス乾草を用い、体重のほゞ 2% に相当する 1kg を 9 時および 18 時の 2 回に 500g ずつ分飼した。採食に要した時間は各給与時ごとに、1 号めん羊で 50~60 分、2 号めん羊で 90~110 分の範囲にあり、残食はほとんどなかった。なお、供試飼料の一般組成は第 1 表のとおりである。

第 1 表 給与乾草の一般組成 (%)

水分	粗たんぱく質	粗脂肪	粗せんい	可溶無窒素物	粗灰分
14.5	13.7	2.3	25.5	33.2	10.8

供試めん羊は、おのおの別個のスタンション式消化試験箱で飼育し、7 日間の予備飼育ののち 6 日間にわたり連続的に反すう行動の測定を実施した。測定方法は飼育箱の前面約 2m の位置に観察者がつき、反すう開始および終了時刻を分単位で記録し、また反すう行動中は各吐出ごとに、吐出からえん下までの再しゃく回数およびその所要時間をストップウォッチで 0.1 秒単位で測定記録した。測定データについては、朝の給餌時刻である午前 9 時から始まる 24 時間を 1 日単位として、各試験日ごとに集計した。

結果および考察

(1) 反すう所要時間、反すう期回数および吐出回数
6 日間の各試験日について 1 日当り反すう所要時間（以下反すう時間と記す）、反すう期回数および吐出回数を示すと第 2 表のとおりである。

反すう時間は、1 号めん羊で 370 分(6.2 時間)~507 分(8.5 時間)の範囲にあり変異幅は 137 分、6 日間平均値は 463 分、また 2 号めん羊では 370 分~459 分(7.6 時間)の範囲で変異幅は 89 分、平均値は 434 分でかなりの日に

※ 畜産学研究室

第2表 1日当り反すう時間、反すう期回数および吐出回数

試験日	1号めん羊			2号めん羊		
	反すう時間 分	反すう期 回数	吐出回数 回	反すう時間 分	反すう期 回数	吐出回数 回
1	370	30	465	443	22	470
2	505	28	629	459	23	486
3	507	19	626	449	23	462
4	464	18	583	437	19	460
5	445	19	564	370	20	402
6	487	21	581	443	20	460
平均値	463.0±51.5	22.5	574.7±59.7	433.5±32.0	21.2	456.7±28.6
C.V.(%)	11.1		10.4	7.4		6.3

注：平均値±標準偏差

よる変異が存在したが、平均値間に有意差はなかった。しかし両めん羊とも6日間の試験期間中、特異的に反すう時間が短くなった日が1日だけ含まれており、これが変異幅を大きくした原因になっている。すなわち、1号めん羊の試験第1日目、2号めん羊の5日目では、いずれも370分と他の試験日にくらべて極端に短い反すう時間であった。この理由として1号めん羊の場合は、かなり神経質なめん羊であり反すう測定の初日という条件が家畜に心理的な動揺を与え、不規則な反すうを行なわせたことと推定されるが、2号めん羊の5日目の短い反すうについては、外的環境要因が原因とは考えられない。これら1日の特異日を除くと、反すう時間の日変異はかなり小さく、とくに2号めん羊の変異幅はわずか22分であった。いずれの原因にしても、反すう時間が短かった次の日の反すう時間は、1号めん羊の場合は2日間にわたって若干長くなったが、2号めん羊ではこの傾向がなかったことから、反すう行動には1日単位の独立した周期性が存在するものと考えられる。

めん羊の反すうは当然飼育条件により異なるが、従来のいくつかの報告によると一般的には6～9時間の範囲であり^{8,12,13}、本試験の結果もほぼこの範囲に含まれており、また一定飼育条件下でも反すう時間にかかなり大きな日変異があらわれることが報告されている⁸。

反すう期回数は、吐出・再そしゃく、えん下という一連の反すう行動のくり返しが、2分以内の間隔で継続的に行なわれた場合を1反すう期とみなして測定した。その結果、1日当りの回数は1号めん羊で22.5回、2号めん羊で21.2回となり、1号めん羊の試験第1、2日目にやゝ多くなったほかは、18～23回のほど安定した反すう期回数であった。また、1反すう期当り平均時間および吐出回数はそれぞれ、1号めん羊で21.6分および26.8回、2号めん羊で20.5分および21.7回であったが、6日

第3表 反すう時間(分)/吐出回数 の値

試験日	1	2	3	4	5	6
1号めん羊	0.80	0.80	0.81	0.80	0.79	0.84
2号めん羊	0.94	0.94	0.97	0.95	0.92	0.96

間に観測された各反すう期の長さは、1号めん羊で1～109分、2号めん羊で2～58分の範囲に及んだ。試験日平均の最短ならびに最長反すう期を求めると、1号めん羊で2.8分(3.5回吐出)および70.3分(84.8回吐出)、2号めん羊で5.2分(5.5回吐出)および48.7分(52.2回吐出)となった。このように各反すう期の長さは、かなり幅広く分布しており、反すう期回数と反すう時間は必ずしも一定の関係を示していない。

つぎに1日当り吐出回数は、1号めん羊で465～629回、6日間平均値575回、2号めん羊で402～486回、平均値457回となり、個体間には有意の差が存在した。また吐出回数は反すう時間の長さや密接な関係があり、両者の比を求めると、第3表のとおりで反すう時間の長短にかかわらずほぼ一定の値になった。当然両者の間には高い有意の相関があり、1号めん羊で $r = 0.983$ 、2号めん羊で $r = 0.980$ となり、吐出回数(Y)と反すう時間(X)の関係は、それぞれ $Y = 1.098X + 66.83$ および $Y = 1.006X + 20.90$ で表わされる。Gordon²⁾¹⁴は吐出から次の吐出までの周期時間を反すうの“Cyclic rate”と呼び、これは第1、2胃の収縮周期と一致すると述べている。また摂取飼料の差にかかわらずこの値はほぼ一定であることも認められている⁹⁾¹⁵。本実験では、反すう中えん下から次の吐出までのいわゆる休止時間各個の測定は行なわなかったが、反すう時間と吐出回数の比は、ほぼCyclic rateに相当する数値と考え

第4表 再そしゃく時間と反すう時間、吐出回数との関係

試験日	1号めん羊				2号めん羊			
	再そしゃく時間 分	再そしゃく時間 反すう時間 %	えん下 吐出平均 時間 秒	再そしゃく時間 吐出回数 秒	再そしゃく時間 分	再そしゃく時間 反すう時間 %	えん下 吐出平均 時間 秒	再そしゃく時間 吐出回数 秒
1	235	63.5	18.6	30.3	359	81.0	11.3	45.8
2	354	70.1	15.1	33.8	375	81.7	10.9	46.3
3	371	73.2	13.4	35.6	363	80.9	11.8	47.2
4	361	77.8	10.9	37.1	359	82.2	10.6	46.8
5	338	76.0	11.8	35.9	308	83.2	9.7	46.0
6	354	72.7	14.3	36.5	346	78.1	13.2	45.1
平均値	335.0±51.5	72.2±11.3	14.0±2.7	34.9±2.5	351.7±23.3	81.2±1.7	11.3±1.2	46.2±0.8
C.V.(%)	15.0	15.6		7.2	6.6	2.1		1.6

注：平均値±標準偏差，えん下吐出平均時間：(反すう時間－再そしゃく時間)÷(吐出回数－反すう期回数)

られる。反すう吐出は延髄に中枢をもつ反射作用であり¹⁶⁾，第2胃収縮と密接な関連をもつことを考えると，吐出回数と反すう時間が一定の関係にあることは説明づけられる。

(2) 再そしゃく時間

反すう時間として表わされる数値には，反すう行動中のおおののえん下から次の吐出までの再そしゃく休止時間が含まれている。この間隔に変異があれば，真の反すう量を表わす指数として反すう時間は必ずしも妥当なものではない。それに対して，実際の再そしゃく時間は真の反すう量とより直接的な関係をもつ指数である。6日間の各試験日における，1日当り再そしゃく時間ならびに反すう時間，吐出回数と再そしゃく時間の関係について示すと第4表のとおりである。

その結果，各試験日の再そしゃく時間は，1号めん羊で235～371分の範囲にあり6日間平均値335分，2号めん羊では，それぞれ308～375分，352分となり平均値間に有意の個体差は存在しなかった。しかしかなりの日変異が認められ，とくに1号めん羊では反すう時間よりも大きな変動を示した。これはすでに述べたように，異常な反すう行動をしたと考えられる試験初日の再そしゃく時間が著しく短くなったことが原因であり，この日のデータを除いて検討すると，両めん羊とも日による変動は反すう時間の場合よりいくらか小さくなる傾向があった。

反すう時間中に占める再そしゃく時間の比率は，1号めん羊で72.2%，2号めん羊で81.2%となり，明らかに個体差があった。すなわち反すう行動中2号めん羊の方がより能率的にそしゃくのために時間をつかっていることが明らかである。さらに1号めん羊の場合，この比率にも63.5～77.8%と日による差が認められた。しかし両

めん羊とも反すう時間が若干短かった試験第4，5日目に，代償的に反すう時間に占める再そしゃく時間の比率が大きくなる傾向を示している。

反すう時間中に占める再そしゃく時間の比率には，遺伝的その他の要因による個体差があることや，摂取量の差により変化することが報告されているが²⁰⁾，本試験のように一定飼育条件下でも日による差があることは，反すう時間が真の反すう量を表わす指数として問題があることを示唆している。

再そしゃく時間と吐出回数の比は，1吐出当り平均再そしゃく時間に相当するが，6日間平均値は1号めん羊が34.9秒，2号めん羊が46.2秒となり有意の個体差が存在したが，これは吐出回数に存在した差に関連してあらわれた結果である。また1号めん羊では30.3～37.1秒とかなりの日変異があったが，2号めん羊ではほぼ一定の値になった。

(3) 再そしゃく回数およびそしゃく速度

各試験日における1日当り再そしゃく回数，1吐出当り再そしゃく回数ならびにそしゃく速度について示すと第5表のとおりである。

反すう行動のもつもっとも重要な作用は，摂取したせいの質飼料の粗大粒子を再そしゃくにより破砕することであると考えられる¹⁷⁾¹⁸⁾。したがって再そしゃく回数は，反すう作用の効果をj知るためのもっとも意味のある数値であろう。各試験日の再そしゃく回数は，1号めん羊で20,679～34,378回の変異幅があり，平均値は30,449回，また2号めん羊では20,926～24,992回の変異幅があり，平均値は23,838回となった。1号めん羊は2号めん羊に比べて約30%も多く再そしゃくを行なっている。やはり大きな日変異があるが，これは再そしゃく時間の変異に関連して生じた変動とみなされる。

第5表 1日当り再そしゃく回数, 吐当りそしゃく回数およびそしゃく速度

試験日	1号めん羊			2号めん羊		
	再そしゃく回数	吐当り平均そしゃく回数	そしゃく速度	再そしゃく回数	吐当り平均そしゃく回数	そしゃく速度
1	20,679	44.5±9.1	88.1±6.3	24,154	51.4±7.6	68.1±3.9
2	32,051	51.0±9.2	90.3±8.2	24,992	51.4±7.0	66.9±3.9
3	34,378	54.9±10.1	92.6±5.4	24,643	53.3±8.1	68.0±3.7
4	33,124	56.8±10.5	91.8±6.9	24,846	54.0±8.1	69.2±3.4
5	30,650	54.3±10.1	90.9±8.0	20,926	52.1±9.5	68.1±4.3
6	31,812	54.8±8.9	90.0±5.8	23,469	51.0±8.2	67.8±3.4
平均値	30,449±4,950	52.7±4.4	90.6±1.6	23,838±1,530	52.2±1.2	68.0±0.7
C.V. (%)	16.3	8.3	1.7	6.4	2.3	1.1

注: 平均値±標準偏差

1吐当り再そしゃく回数は, 平均値で52.7回および52.2回となり個体間に全く差がなかったが, 1号めん羊で44.5~56.8回とかなりの日変異があり, 同一試験日内においてもかなりの幅の変動がある性格の数値であることが明らかである。

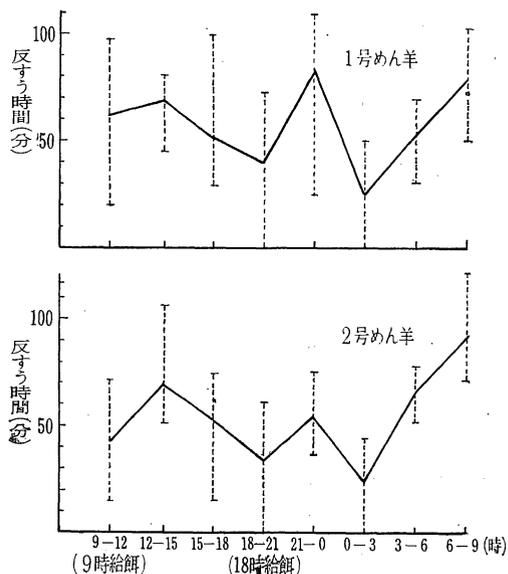
再そしゃく速度には顕著な個体差があり, 1号めん羊の90.6回/分に対して2号めん羊では68.0回/分であった。しかし, 同一個体については試験日間に有意の差はなく, 毎日ほぼ一定した速度でそしゃくを行なっている。

再そしゃく速度は, 摂取した飼料の種類によって変化することが認められているが⁸⁾, より本質的に各個体の遺伝的素質に支配されるところが大きいと考えられる¹⁹⁾。本試験の2頭のめん羊の再そしゃく回数に著しい個体差があらわれた原因は, 恐らく再そしゃく速度の差に起因するものと推察できる。飼育条件や体重がほぼ一定のめん羊では, 再そしゃくの回数や速度に差があっても, 反すう作用による機械的消化能力にはそれほど個体差があるとは考えられない。したがってそしゃく効率(そしゃく力)の相違が, 再そしゃく回数の差として表われたと考えるのが妥当である。そしゃく効率は, 門歯の大きさや形状, 口腔内の構造, そしゃくに関係する各種筋肉の機能的な差異などが相互的に関与しているもので, そしゃく力の程度を正確に把握することは困難な問題である。その点, 外部的に測定が容易なそしゃく速度のもつ意味についてはさらに検討の余地がある。

(4) 日周期性について

9時から始まる各試験日24時間を, 3時間ごとに8期に区分して, 各期別反すう時間の日周分布状況は図に示すとおりである。

その結果, 各期の反すう時間には若干の日変異があったが, 1日の反すう分布は両めん羊とも非常によく似た



第1図 反すう行動の日周期

注: 点線は6日間における測定値の分布幅を示す。

傾向を示した。いずれも12~15時, 21~0時および6~9時の3期にピークがあり, かなりはっきりした日周期性をもつ反すう発現のPatternが存在することが明らかである。また1日のうちでもっとも盛んに反すうが行なわれた時間帯は, 1号めん羊では21~0時, これについて6~9時, 2号めん羊では6~9時, ついで12~15時となり, 一方真夜中の0~3時の間は, 両めん羊とも最低の反すう時間であった。

その他の反すう行動要素について検討した結果, 早朝3~9時における1吐当り再そしゃく回数は, 他の時間帯よりも減少する傾向があり, さらに15~21時および3~9時において再そしゃく速度がやゝゆるやかになる傾向が認められた。

要 約

同一条件で飼育した2頭の去勢めん羊の反すう行動を6日間にわたり直接観察法で測定し、反すう行動にあらわれる日変動について検討を行なった。結果の要約は次のとおりである。

(1) 1日当り反すう時間ならびに再そしゃく時間は、特異的に短くなる日があり、かなり大きな日変異の幅を示したが、平均値間には個体差が存在しなかった。また反すう時間に対する再そしゃく時間の割合には、若干の日変異が認められ、明らかな個体差があった。

(2) 再そしゃく速度は、個体により顕著な差が存在した。その結果1日当り再そしゃく回数にもかなり大きな個体差が認められ、そしゃく効率の差があることが示唆された。

(3) 1日当り吐出回数には、明らかな個体差があったが、吐出回数は反すう時間と密接な関係があることがわかった。また1吐出当り平均再そしゃく回数は、両個体はほぼ一致した値を示した。

(4) 1日の反すう発現分布には、かなり一定した日周期性が認められた。

引 用 文 献

1. FREER, M., CAMPLING, R. C. and BALCH, C. C. : Brit. J. Nutri. **16** : 279-295, 1962.
2. GORDON, J. G. : J. Agric. Sci. **64** : 151-155, 1965.
3. HANCOCK, J. : J. Agric. Sci. **44** : 420-433, 1954.
4. WELCH, J. G. and SMITH, A. M. : J. Animal Sci. **28** : 827-830, 1969.
5. WELCH, J. G. and SMITH, A. M. : J. Animal Sci. **28** : 813-818, 1969.
6. WELCH, J. G. and SMITH, A. M. : J. Dairy Sci. **53** : 797-800, 1970.
7. PEARCE, G. R. : Aust. J. Agric. Res. **16** : 635-648, 1965.
8. GORDON, J. G. : J. Agric. Sci. **50** : 34-42, 1958.
9. KICK, C. H., GERLAUGH, P., SCHALK, A. F. and SILVER, E. A. : J. Agric. Res. **55** : 587-597, 1937.
10. WESTON, R. H. and HOGAN, J. P. : Aust. J. Agric. Res. **18** : 789-801, 1967.
11. GORDON, J. G. : J. Agric. Res. **51** : 78-80, 1958.
12. GORDON, J. G. : J. Agric. Res. **51** : 81-83, 1958.
13. WELCH, J. G. and SMITH, A. M. : J. Animal Sci. **27** : 1734-1737, 1968.
14. GORDON, J. G. : Animal Behav. **9** : 16-19, 1961.
15. CAMPLING, R. C. : J. Brit. Grassld. Soc. **21** : 41-48, 1966.
16. CLARK, C. H. : Ameri. J. Vet. Res. **14** : 376-384, 1953.
17. PEARCE, G. R. and MOIR, R. T. : Aust. J. Agric. Res. **15** : 635-644, 1964.
18. WELCH, J. G. : J. Animal Sci. **26** : 849-854, 1964.
19. HANCOCK, J. : Animal Breed. Abst. **21** : 1-13, 1953.

Summary

The variations of ruminating activity on a constant feeding condition were investigated. With two adult sheep fed the same amount of good-quality Italian-ryegrass hay, the rumination behaviour was observed continuously during a 6-days period.

The activity of rumination in terms of time spent ruminating was not constant from day to day, ranging from 370 min. to 507 min. and 370 min. to 459 min. daily in each sheep. Although percent of time actually spent in chewing among ruminating time was not constant in one sheep, there was a significant difference between the average in each sheep, as 72% compared with 81%. The average daily number of chews in rumination was approximately 30,000 and 24,000 respectively. The number of boulduses regurgitated daily was highly correlated to the time spent ruminating, with significant difference between sheep, but the number of chews per boulus tended to be same in both sheep and was constant on every day. In the average rate of chewing per minute, there was a large difference between sheep, i. e. 90.6 and 68.0 respectively, but little variance between days. The marked diurnal pattern in rumination was observed.