

## 黒毛和種における反芻行動と血液成分の相関関係

誌名	琉球大学農学部学術報告 = The science bulletin of the College of Agriculture, University of the Ryukyus
ISSN	03704246
巻/号	42
掲載ページ	p. 39-45
発行年月	1995年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 黒毛和種における反芻行動と血液成分の相関関係

大城政一\*・中前 均\*・古田賢治\*・平川守彦\*・日越博信\*

Seiichi OSHIRO, Hitoshi NAKAMAE, Kenji FURUTA, Morihiko HIRAKAWA and Hironobu HIGOSHI : The correlation of rumination and blood compositions of Japanese Black Cattle in a barn

キーワード：反芻行動，咀嚼行動，相関関係，FFA，血糖値

**Key words** : ruminating, masticating, correlation, FFA, glucose

### Summary

The experiments were conducted to study the relationship of rumination and blood compositions under the artificial light in a barn. Ruminating behavior, masticating behavior and blood compositions of animals tested were measured and analyzed. In the feeding at 10:00 and 16:00, ruminating behavior was not changed during a day, but masticating behavior was increased at feeding of 10:00 and 16:00. The coefficient of the correlation between ruminating behavior (Number of boli and ruminating time) and free fatty acid was  $r = 0.653$  and  $0.704$  significantly ( $P < 0.05 - 0.01$ ), especially, the coefficient of correlation between number of boli and calcium was correlated ( $r = 0.655$ ,  $P < 0.05 - 0.01$ ). Masticating behavior (Number of mastication and masticating time) was correlated to glucose, phospholipids, and acetic acid, especially, number of mastication was correlated to calcium albumin and A/G rate Urea-N.

### 緒 言

反芻家畜の反芻行動は給餌時間によって影響を受けることが多くの報告<sup>5, 8, 18, 19, 20)</sup>によって認められている。本研究室においても山羊の反芻行動が給餌時間に減少することを認めている<sup>10, 12, 13, 14, 17)</sup>。他方、1日2回給餌している去勢雄牛において、給餌後血中グルコース含量が増加<sup>2)</sup>を示し、遊離脂肪酸含量は絶食後に増加<sup>2)</sup>が報告されている。また、グルコース含量<sup>2)</sup>と遊離脂肪酸含量<sup>4, 7)</sup>は採食行動と相関関係が報告されているが、反芻行動と血液成分の相関関係についての報告はなされていない。

山羊の反芻行動は、採食前に高い値を示すが、上記で述べたように、給餌直後に減少を示した<sup>12, 13)</sup>。しかし、採食行動と同様な速度で、山羊第一胃内への第一胃フィステルを通しての強制給餌においては反芻行動が増加を示した<sup>12, 13)</sup>。この強制給餌における反芻行動の増加は絶食時山羊の場合と同様の傾向を示した。採食行動の増加で反芻行動が減少するのは、単に第一胃内に粗飼料が入ることによるの

---

本報告は第88回日本畜産学会大会(1994年3月29～30日, 日本大学農獣医学部)で発表した。

\* 琉球大学農学部生物生産学科

琉球大学農学部学術報告 42: 39～45 (1995)

ではなく、採食行動（咀嚼、唾液分泌と混合、嚥下、咀嚼行動に伴う血液成分の変動等）が深く関与していると考えられた。以上のことから、反芻行動と血液成分との関係が推察された。よって本研究は黒毛和種における反芻行動と血液成分の相関関係について検討を行うため、本実験においては反芻行動、採食行動および血液成分の日内変動を測定し、反芻行動および採食行動と血液成分との相関関係について検討を行った。

### 実験材料及び方法

実験動物は黒毛和種成雌4頭を供試し、平均体重は $498.7 \pm 29.5$ kgであった。実験動物は牛舎に舎飼とし、スタンションに収容した。給餌はローズグラス乾草を自由摂取とし、ローズグラス乾草の補給は10時と16時に濃厚飼料（ $1.5 - 2.0$ kg）の給餌と同時にを行った。採食量と飲水量はそれぞれ $6.7 \pm 0.9$ kg/日と $32.0 \pm 4.3$ ℓ/日であった。実験室内の環境温度と相対湿度はそれぞれ $28.3 \pm 1.3$ °Cと $76 \pm 6$ %であった。4頭の黒毛和種は実験前に給餌方法、ダミー咀嚼センサー、実験者等の環境に慣らすために4週間の慣らし期間をとった。採血は頸静脈に取り付けたカテーテルから0時、2時、4時、6時、8時、10時、12時、14時、16時、18時、20時および22時の2時間間隔で行った。測定した血液成分はヘマトクリット値（以下Ht値と略、ヘマトクリット管法、1100回転/分、5分間）、ヘモグロビン含量（以下Hb量と略、シアンメトヘモグロビン法）、カルシウム含量（以下Ca含量と略、OCPC法）、無機リン含量（モリブデンブルー法）、尿素態窒素含量（ジアセチルモノオキシム法）、総蛋白質含量（血清蛋白屈折計）、アルブミン含量（BCG法）、グロブリン含量（ビュレット法）、A/G比（アルブミン含量/グロブリン含量）、グルコース含量（血糖値、GOD法）、リン脂質含量（DAOS法）、中性脂肪含量（アセチルアセトン法）、遊離脂肪酸含量（Duncombe法）、遊離コレステロール含量（フェノール法）、および酢酸含量（ガスクロマトグラフ法）であった。

咀嚼行動は顎に取り付けた咀嚼センサー（バイ型変位計、東京測器研究所）で24時間連続自動記録した。咀嚼行動は反芻行動、採食行動および休息時間に分析された。反芻行動は反芻回数、反芻時間および休止時間に分析し、採食行動は咀嚼時間と採食時咀嚼回数に分析された。反芻行動および採食行動と測定した血液成分との相関係数を計算した。統計処理はTukeyの方法<sup>6)</sup>に従った。

### 結 果

表1に反芻行動および採食行動と各血液成分における相関係数を示す。

反芻時間と遊離脂肪酸含量の相関係数は $r = 0.70$ で、反芻回数とCa量及び遊離脂肪酸含量の相関係数はそれぞれ $r = 0.66$ 及び $r = 0.65$ であり、いずれも有意（ $P < 0.05 - 0.01$ ）であった。図1に反芻行動（反芻回数と反芻時間）と遊離脂肪酸含量との直線回帰を示した。反芻時間と遊離脂肪酸含量との直線回帰は $Y = 0.0001X + 0.481$ を、反芻回数と遊離脂肪酸含量との直線回帰は $Y = 0.0018X + 0.1783$ を示した。採食時間とアルブミン含量との相関係数は $r = 0.71$ で、血糖値との相関係数は $r = 0.71$ で、及びリン脂質含量との相関係数は $r = 0.76$ で、いずれも有意（ $P < 0.05 - 0.01$ ）であった。採食時咀嚼回数とCa含量との相関係数は $r = 0.78$ で、尿素態窒素含量との相関係数は $r = 0.68$ で、アルブミン含量との相関係数は $r = 0.64$ で、A/G比との相関係数は $r = 0.73$ で、血糖値との相関係数は $r = 0.68$ で、遊離コレステロール含量との相関係数は $r = 0.68$ で、およびリン脂質含量との相関係数は $r = 0.77$ で、いずれも有意（ $P < 0.05 - 0.01$ ）であった。表2に黒毛和種における血液成分を示してあるが、いずれも正常値の範囲にあった。

図2に反芻時間、休息時間および採食時間の経時的变化を示す。

10:00と16:00の1日2回の濃厚飼料給餌と乾草の補給下において、給餌後の黒毛和種の日内反芻行動は変化を示さなかった、しかし採食行動は10:00と16:00の給餌直後に増加を示した。

Table 1 The coefficient of the correlation between rumination or mastication behavior and plasma compositions.

Item	Ruminating behavior		Masticating behavior	
	Number of boli	ruminating time	Number of mastication	masticating time
Hematocrit value (%)	0.337	-0.032	-0.140	-0.307
Hemoglobin (g/dl)	0.260	0.207	-0.026	-0.142
Calucium (mg/dl)	0.655*	-0.090	0.778*	0.012
Inorganic phosphorus (mg/dl)	-0.318	-0.478	-0.094	0.012
Urea-N (mg/dl)	-0.546	-0.217	0.684*	0.213
Protein (%)	-0.387	0.387	0.217	0.092
Albumin (g/dl)	-0.211	0.069	0.637*	0.709*
Globulin (g/dl)	0.179	0.137	-0.262	-0.126
A/G rate	0.200	-0.057	0.733*	0.280
Glucose (mg/dl)	-0.213	-0.292	0.676*	0.716*
Phospholipids (mg/dl)	0.682	-0.482	0.767*	0.759*
Triglycerides (mg/dl)	0.251	0.227	0.105	-0.173
Free fatty acid (mEq/dl)	0.653*	0.704*	0.325	0.025
Free cholestrol (mg/dl)	-0.185	-0.214	0.679	0.246
Acetic acid (mmole/l)	-0.367	-0.231	0.644*	0.651*

\* :  $P < 0.05 - 0.01$ 

Table 2 Mean values of blood compositions during experiments.

Item	
Hematocrit value (%)	34.0 ± 0.7*
Hemoglobin (g/dl)	11.1 ± 0.4
Calucium (mg/dl)	7.7 ± 0.4
Inorganic phosphorus (mg/dl)	9.06 ± 1.51
Urea-N (mg/dl)	9.3 ± 1.1
Protein (%)	9.32 ± 0.09
Albumin (g/dl)	3.91 ± 0.05
Globulin (g/dl)	4.32 ± 0.11
A/G rate	0.91 ± 0.03
Glucose (mg/dl)	53.5 ± 6.8
Phospholipids (mg/dl)	130.4 ± 2.9
Triglycerides (mg/dl)	43.0 ± 3.8
Free fatty acid (mEq/dl)	0.26 ± 0.02
Fee cholestrol (mg/dl)	21.5 ± 0.8
Acetic acid (mmole/l)	1.31 ± 0.34

\* : Mean ± S.D.

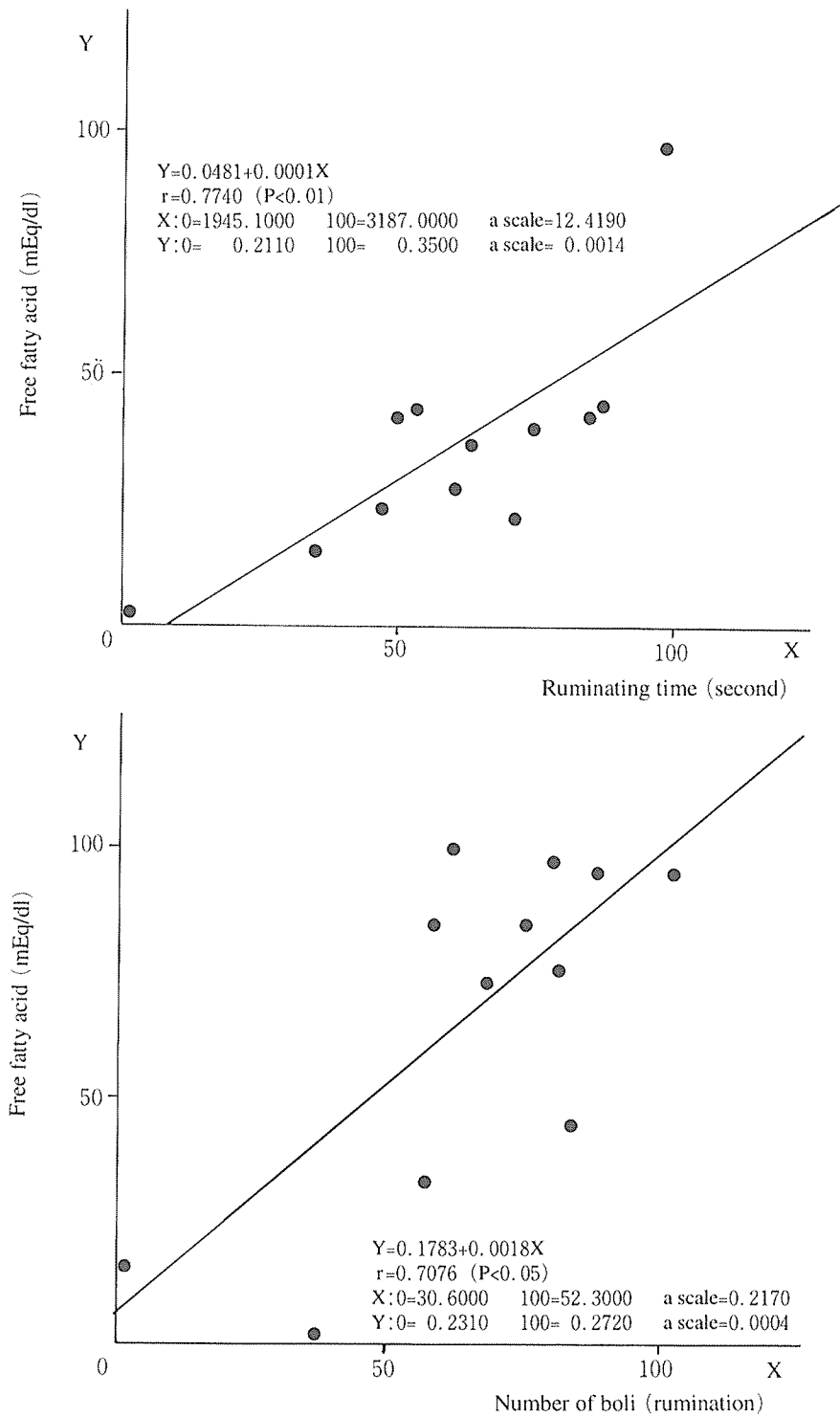


Fig. 1 Linear regression between free fatty acid and ruminating time (upper figure) or number of boli (lower figure).

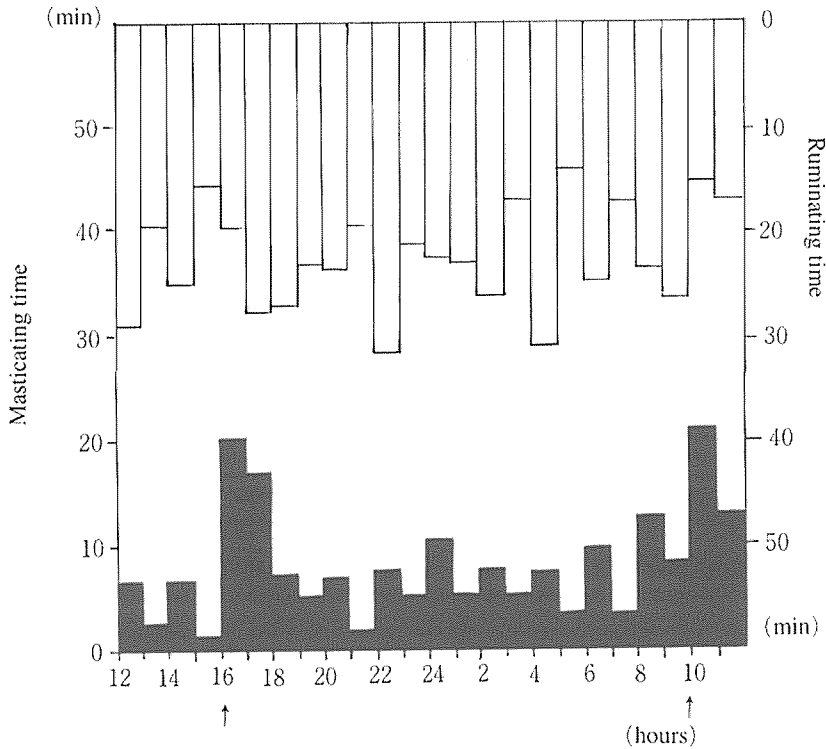


Fig. 2 Cumulative histograms of ruminating, resting and masticating time during 24 hours.

↑ : Feeding times arrowed. □ : Ruminating time, ■ : Masticating time.

## 考 察

反芻家畜における反芻行動は第一胃内に摂取した粗飼料による第1胃内壁および第2胃内壁等への刺激によって引き起こされることはよく知られている。しかし、1日1回給餌実験の山羊<sup>11,14)</sup>および1日2回給餌実験の黒毛和種<sup>16)</sup>は給餌前に高い反芻行動を示し、また、山羊の絶食後1-3日内の反芻行動(反芻回数)がかなり高い反芻回数または通常採食時の反芻回数と変わらない<sup>15)</sup>ことなどからして、反芻行動が必ずしも第一胃内容の粗飼料の量によって制御されるものではなく、他の要因として、特に血液成分との関連が推測された。

血液成分において、血糖値は反芻行動と負の相関であったが、採食行動とは正の相関を示した。このことは給餌による採食行動の増加で血糖値が上昇して、その血糖値の上昇が反芻行動の減少に関与している可能性が示唆された。

また、特に遊離脂肪酸含量は反芻行動と正の相関を示したが、採食行動では負の相関を示した。このことは絶食時に増加する遊離脂肪酸含量<sup>7)</sup>と、および前報の山羊において、絶食後に増加する反芻行動<sup>15)</sup>との両者についてと、さらに、本実験の反芻行動と遊離脂肪酸含量との有意な相関係数からして、遊離脂肪酸含量が絶食時反芻動物の反芻行動増加に対しての関与が示唆された。このことについては今後さらに詳細な検討が必要であると考えられる。

前報の報告<sup>5,8,18,19,20)</sup>において、反芻行動への給餌による減少効果は粗飼料給餌のときに認められたが、本実験における粗飼料と配合飼料の同時給餌においては認められなかった。このことは黒毛和種が

粗飼料と濃厚飼料を同時に給餌すると濃厚飼料を先に摂取して、その後に粗飼料を摂取することから、濃厚飼料を給餌したことの違いによるものと考えられたが、詳細は明らかでなかった。

以上の結果から反芻動物において、絶食後に反芻行動の増加<sup>15)</sup>を示すが、このことは第一胃内容とは関係なく、絶食によって増加する遊離脂肪酸含量が関与していることが示唆された。また、黒毛和種において血糖値は採食行動と正の相関関係を示し、反芻行動とは負の相関関係を示した。

## 要 約

本実験は牛舎内環境下黒毛和種における、反芻行動と血液成分の相関関係について検討を行った。実験動物は頸静脈カテーテルを装着した黒毛和種成雌4頭を供試した、実験動物は牛舎内スタンションに繋養し、反芻行動、採食(咀嚼)行動および血液成分を測定し、反芻行動および採食行動と血液成分の相関係数を検討した。

反芻行動は10:00と16:00の給餌刺激による影響を認めなかったが、採食行動は10:00と16:00に増加を示した。反芻行動は遊離脂肪酸含量と有意な正の相関を示し、特に反芻回数はCa含量と有意な正の相関を示した。採食行動はグルコース含量、中性脂肪含量、および酢酸含量と正の相関を示し、特に咀嚼回数はCa含量、尿素態窒素含量、アルグミン含量およびA/G比とも有意な正の相関を示した。

## 謝 辞

本研究の一部は平成6年度科学研究費補助金(一般C, 06806030)によって実施されたものである。

## 文 献

1. ARDUINI, A. and M. G. ARDUINI, 1954. Effect of drugs and metabolic alteration on brain stem arousal mechanism, *J. Pharm. Exp. Therap.*, 110: 76-85.
2. ARMENTANO, L. E., S. E. MILL, G. DEBORE and J. W. TOUNG, 1984. Effects of feeding frequency on glucose concentration, glucose turnover, and insulin concentration in steers. *J. Dairy Sci.*, 67: 1445-1451.
3. ANDERSON, B., 1951. The effects and localisation of electrical stimulation of certain parts of the brain stem in sheep and goats. *Acta. Physiol. Scand.*, 23: 7-23.
4. DEBORE, G., TRENKLE, A. and J. W. YOUNG, 1985. Glucagon, insulin, growth energy restriction ketonemia of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 68: 326-337.
5. GORDON, J. G. and I. K. McALLISTER, 1970. The circadian rhythm of rumination, *J. Agric. Sci. Camb.*, 74: 291-297.
6. 畑村又好・奥野忠一・津村善郎共訳, 1983. 統計学的方法 (Statistical Methods, 6th edition), p131-165. 岩波書店, 東京
7. McVEIGN, J. M. and P. V. TARRANT, 1982. Glycogen content and replenition rate in beef muscle, effect of feeding and fasting. *J. Nutr.*, 112: 1306-1314.
8. METZ, J. H. M., 1975. Time patterns of feeding and rumination in domestic cattle. *Meded. Land-dowhogeschool Wageningen*. 75-12: 1-66.
9. 大城政一, 1992. 人工的明(12時)～暗(12時)環境下ヤギにおける反芻行動の日内変化. *日畜会報*, 63: 66-71.
10. ———, 1991. 自然光環境下ヤギにおける反芻行動の日内変動に及ぼす給餌の影響. 62: 465-469.

11. OSHIRO, S., 1989. Effects of light-dark (1L-1D, 2L-2D, 3L-3D) cycles on ruminating and masticating behavior of goats. *AJAS* 2: 154-155.
12. 大城政一, 1985. ヤギの第一胃内の強制給餌が種々の生理反応に及ぼす影響, 特に反芻行動を中心として。日畜会報, 56: 312-317.
13. ———, 1985. ヤギ第一胃内への強制給餌が採食行動, 反芻行動および生理諸元に及ぼす影響。日畜会報, 56: 866-871.
14. ———・片山武彦, 1986. ヤギの給餌方法による採食行動, 反芻行動および他の生理諸元の日内変動の相違。西畜会報, 30: 30-36.
15. ———・及川卓郎・平川守彦, 1992. 絶食下のヤギにおける反芻行動の変化。日畜会報, 63: 645-648.
16. ———・古謝瑞幸, 1987. 黒毛和種における給与飼料形態の採食行動と反芻行動に及ぼす影響。琉大農学報, 34: 59-65.
17. OSHIRO, S., T. OIKAWA and T. KATAYAMA, 1988. Effects of light, dark and feeding method on the circadian rhythm of ruminating and masticating behavior in goats. *west Jpn. J. Anim. Sci.*, 31: 23-31.
18. PEARCE, G. R., 1965. Rumination in sheep, II The circadian pattern of rumination. *Aust. J. Agric. Res.* 16: 635-648.
19. RUCKBUSCH, Y. and P. THIVEND, 1980. Digestive physiology and metabolism in ruminants. 103-122. *AVI. Connecticut*.
20. 鈴木省三・藤田哲夫・柏村文郎, 1979. 梱包乾草および細切乾草給与時の乳牛の採食行動。日畜会報, 50: 131-137.