

粗飼料給与割合が山羊の反芻に及ぼす影響

谷口幸三・山谷洋二・大谷 勲

広島大学生物生産学部
1979年10月17日 受理

Rumination by Goats Consumed Diets with Varying Forage Ratio

Kohzo TANIGUCHI, Yoji YAMATANI and Isao OTANI

Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University, Fukuyama

(Figs. 1-5, Tables 1-2)

反芻家畜を飼養管理する上で、飼料中の栄養素を飼養標準に見合うように調整して給与しても、濃厚飼料単飼あるいは併給する粗飼料が少ない場合には、乳脂肪率の低下、アシドーシス、尿石症、ルーメンパラケラトシス、肝臓病などの障害が発生する¹⁻⁵⁾。このような障害を防止するためには飼養標準に示されている養分要求量以外に、粗飼料が持つある種の因子が反芻家畜の消化生理上必要とされている⁶⁾。この因子の解明は未だ十分になされていないが、粗飼料の物理的性質がその1つと考えられている⁷⁾。

元来、草食動物である反芻家畜は繊維質飼料を摂取すると反芻行動を示すのが外見的特徴である。この反芻行動は粗飼料の量⁸⁻¹¹⁾、物理的性質^{10, 12-15)}、化学的組成^{10, 16, 17)}などと密接な関連を有することが既に数多くの報告で明らかにされている。BALCH¹⁸⁾は反芻行動に関する多くの試験結果をもとに、粗飼料としての価値を表わす指標として、単位乾物当りの反芻時間と採食時間の合計値を用いることを提案した。しかしこのような指標を実用に供するには未だ不明な点が多い。また反芻行動の調査により得られたこれまでの知見は粗飼料単飼あるいは粗飼料多給段階での試験が多く⁸⁻¹¹⁾、濃厚飼料多給下における反芻行動を詳細に調べた報告が見当たらない。そこで本試験では粗飼料と濃厚飼料の給与割合を変えて山羊に給与し、粗飼料の給与割合により、反芻行動がどのように変化するかを調べ、濃厚飼料多給時の反芻行動を主にして検討した結果を報告する。

試 験 方 法

1. 供試動物：ザーネン種の雑種山羊4頭を用いた。1号、2号山羊は年令3才、5才、平均体重70.5kg、3号、4号山羊は年令1才、平均体重39.6kgであった。
2. 供試飼料：濃厚飼料として市販のペレット状肉牛用配合飼料、粗飼料は5cmに細切したイタリアンライグラス乾草を用いた。供試飼料の一般組成はTable 1に示した。
3. 試験処理：各供試山羊は代謝ケージに収容し、給与飼料中の乾草割合を10、20、30、40、60、80%とした6期について、各給与期とも予備期7日間、本試験期7日間で試験を行った。飼料給与量は乾草と濃厚飼料を合わせて体重当り1.5%になるようにした。給飼は午前9時、午後5時の2回、給与日量を等分して与えたが、最初に濃厚飼料を給与し、その30分後に乾草を給与した。なお、飲水、鉱塩は自由摂取させた。

Table 1. Chemical composition of diets.

	Moisture	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash
	%					
Concentrate	12.0	12.6	3.3	63.0	4.0	5.1
Hay	9.6	7.7	2.1	45.5	27.2	7.9

4. 測定法：採食ならびに反芻行動の測定は針電極を用いて、咬筋の筋電位変化を記録し、午前9時からの24時間を1日として、各給与期における乾草採食時間、反芻時間、再咀嚼く時間、吐出回数、反芻期回数などを測定した。記録紙の送り速度は15 mm/分とした。なお、本給与試験に先立ち、供給した濃厚飼料について7日間単飼を行い最後の2日間に反芻行動を調査した結果、反芻行動が認められなかったため、本試験で示された各給与期の反芻行動は全て摂取した乾草に由来するものとして処理した。また、再咀嚼く行動を伴わない吐出のみの偽反芻については全て反芻行動の結果から除外した。

結 果

各給与期における乾草採食時間、反芻時間、再咀嚼く時間、反芻食塊の吐出回数、反芻食塊当りの再咀嚼く時間、反芻期回数、1反芻期当りの吐出回数および乾草摂取当りの再咀嚼く時間を1日当りの4頭平均値として一括してTable 2に示した。

Table 2. Time spent in eating, ruminating and actual chewing and number of boli regurgitated in goats consumed diets of various hay ratio.

Hay level (%)	10	CV*	20	CV	30	CV	40	CV	60	CV	80	CV
Time spent eating (min)	11.4 ^a (12)	9.6	18.2 ^{ab} (20)	9.3	26.3 ^{abc} (29)	9.9	31.5 ^{bc} (34)	5.1	43.3 ^c (47)	15.5	92.0 ^d (100)**	22.6
Time spent ruminating (min)	16.2 ^a (28)	39.6	22.3 ^a (38)	23.6	32.0 ^b (54)	18.4	37.6 ^b (64)	18.1	47.2 ^c (80)	15.7	59.0 ^d (100)	12.0
Actual chewing time (min)	10.4 ^a (22)	37.1	16.3 ^a (35)	17.1	23.9 ^b (51)	19.2	27.6 ^b (58)	20.3	35.9 ^c (76)	18.6	47.2 ^d (100)	15.7
Number of boli regurgitated	15.2 ^a (25)	31.3	20.7 ^a (34)	11.4	30.8 ^b (51)	9.3	35.2 ^b (58)	7.5	46.0 ^c (76)	6.7	60.8 ^d (100)	5.2
Bolus time (sec)	41.4 (89)	12.2	47.5 (103)	16.6	47.2 (102)	24.3	47.0 (102)	17.8	46.7 (101)	17.8	46.3 (100)	11.1
Number of rumination period	13.9 ^a (68)	28.2	16.8 ^{ab} (82)	6.3	21.2 ^b (103)	14.5	22.6 ^b (110)	15.8	21.3 ^b (104)	15.5	20.5 ^b (100)	10.4
Number of boli per rumination period	11.0 ^a (36)	8.9	12.5 ^{ab} (41)	17.1	15.1 ^b (50)	23.4	16.2 ^b (53)	20.3	22.4 ^c (74)	21.3	30.3 ^d (100)	13.7
Actual chewing time per hay intake (min/100g)	13.6 ^a (179)	43.8	10.4 ^{ab} (137)	25.0	10.0 ^{abc} (132)	18.6	8.7 ^{bc} (114)	19.4	7.6 ^c (100)	22.1	7.6 ^c (100)	29.1

a,b,c,d: Values having different superscripts are significantly different ($P < .05$).

* Coefficient of variation (%)

** Figures in parentheses show % values as compared with 80% hay level.

1. 乾草採食時間：全期間を通して濃厚飼料は給飼30分以内に採食した。乾草採食時間は乾草80%期平均92.0分であったが、60%期43.3分となり急激に減少し、その後60%~10%期にかけて比較的ゆるやかにかつ直線的に減少し、10%期で11.4分であった。80%期を100とした場合、60%期47%で53%の減少であったのに対し、60%~10%期では35%の減少に過ぎなかった。Fig. 1に示したように各期個体毎についてみると、特に2号山羊では80%期約120分の採食時間を示し、他の山羊に比べても非常に長かったため、80%~60%期にかけての減少割合が顕著であった。また、乾草給与割合が高い程、個体差が大きくなる傾向が認められた。

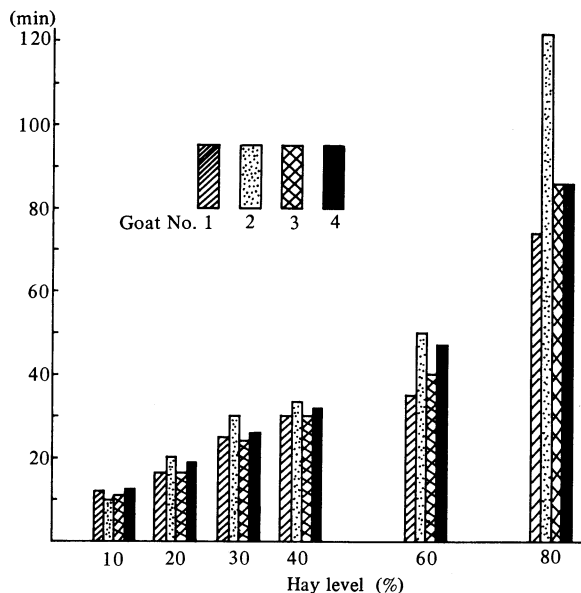


Fig. 1. Time spent in eating hay for individual goats.

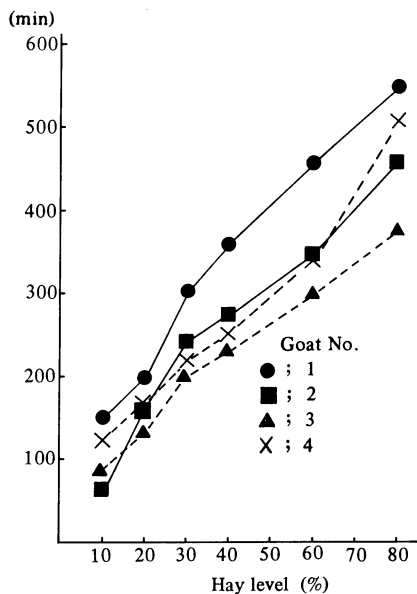


Fig. 2. Actual chewing time of individual goats given diets of various hay ratio.

2. 反芻時間, 再咀嚼く時間: 乾草給与割合が80%から10%の低率になるにつれて, 反芻時間は590分から162分へ, 再咀嚼く時間も472分から104分に短縮した。乾草80%期を100とすると, 10%期の反芻時間は28%, 再咀嚼く時間は22%に減少しており, 特に再咀嚼く時間が短縮する傾向を示した。これは反芻時間には反芻食塊のえん下から次の反芻食塊の吐出までの休止期が含まれており, 従って乾草給与割合が少なくなると, 反芻休止時間が長くなったためである。また, 反芻時間に比べて再咀嚼く時間がより実質的な反芻行動を示しているといえる。各給与期における再咀嚼く時間を個体毎に7日間の平均値としてFig.2に示した。

同一体重の1号山羊と2号山羊間, 3号山羊と4号山羊間を比較すると, 乾草80%期において再咀嚼く時間の長い1号, 4号山羊がどの給与段階でも長くなる傾向を示し, とともに全期間を通して統計的に有意差が認められた ($P < .05$)。また, 1号, 2号山羊の平均値と3号, 4号山羊の平均値について

比較した結果, 飼料給与量と同じ体重比としたにもかかわらず1号, 2号山羊の再咀嚼く時間が長かった ($P < .05$)。

乾草給与割合が80%から10%に減少するにつれて, 再咀嚼く時間の変化傾向は2号山羊に典型的に現われているように, 30%期を境に30%~10%期で比較的急に減少する傾向を示した。これは全頭平均値で示したTable 2の数値からも明らかで, 80%~30%期では乾草給与割合が10%低下すると再咀嚼く時間も10%減少したのに対し, 30%~10%期では15%減少した。反芻時間もほぼ同様な傾向を示したが, 再咀嚼く時間に比べると, 全期間を通して, より直線性を示した。

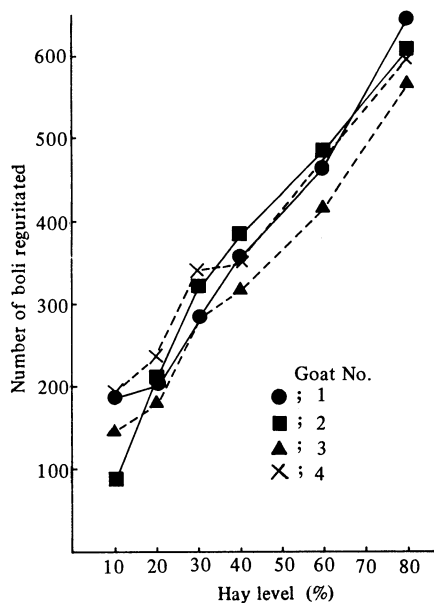


Fig. 3. The number of boli regurgitated for individual goats with varying hay ratio.

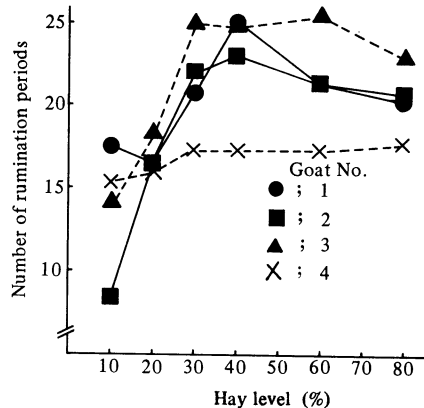


Fig. 4. Number of rumination periods of individual goats given diets of various hay ratio.

3. 反芻食塊吐出回数, 吐出当りの再咀嚼時間: 反芻食塊の吐出回数は乾草80%期で608回(100%), 30%期308回(51%), 10%期152回(25%)と反芻時間と同様な変化傾向を示した。各給与期における吐出回数を個別にFig. 3に示した。再咀嚼時間と同様, 2号山羊の乾草10%期における吐出回数の低下が顕著であった。また, 全期間を通して3号山羊と4号山羊の間に差があった(P<.05)以外は, 1号山羊と2号山羊間, あるいは体重の異なる1号, 2号山羊と3号, 4号山羊間に差は認められなかった。

1吐出当りの再咀嚼時間は乾草80%~20%期では約47回で一定していたが, 10%期に平均41回に低下した。しかしこの乾草10%期の吐出当りの再咀嚼時間と他の給与期のそれとの差は個体差が大きく統計的に有意なものとはならなかった。

4. 反芻期回数, 反芻期当りの吐出回数: 各給与期における1日当りの反芻期回数は個体毎にFig. 4に示した。

反芻期回数の個体差は著しく, 1号, 2号, 3号山羊では乾草80%~30%期に20~25回の間で若干変動し, 20%, 10%期には大きく減少する傾向を示した。これに対して, 4号山羊では乾草80%~30%期に約17回と低い値で一定しており, また20%, 10%期でも僅か減少したにとどまった。

これをTable 2に示した全頭平均値についてみると, 乾草80%~30%期では22回前後であり変化がなかったが, 20%期に16.8回, 10%期13.9回と明らかに減少した。

1反芻期当りの吐出回数は乾草給与割合が80%から10%に減少するにつれて, 30.3回から11.0回に減少した。

5. 乾草単位摂取量当りの再咀嚼時間: 各給与期における乾草単位摂取量(100g)当りの再そ

咀嚼時間は全頭平均値(Table 2)についてみると乾草80%期, 60%期ではともに76分であったが, 40%~10%期では乾草給与割合が低下するにつれて増加しており, 10%期では136分であった。また, Fig. 5に示したように個別にみると, 乾草給与割合が60%から30%になると乾草単位摂取量当りの再咀嚼時間は何れ山羊においても比較的ゆるやかに増加した。しかし乾草給与割合が20%から10%になると1号, 3号, 4号山羊では著しく増加したのに対し, 2号山羊では逆に減少した。

以上のような傾向は乾草単位摂取量当りの採食時間を再咀嚼時間に加算しても同様であった。

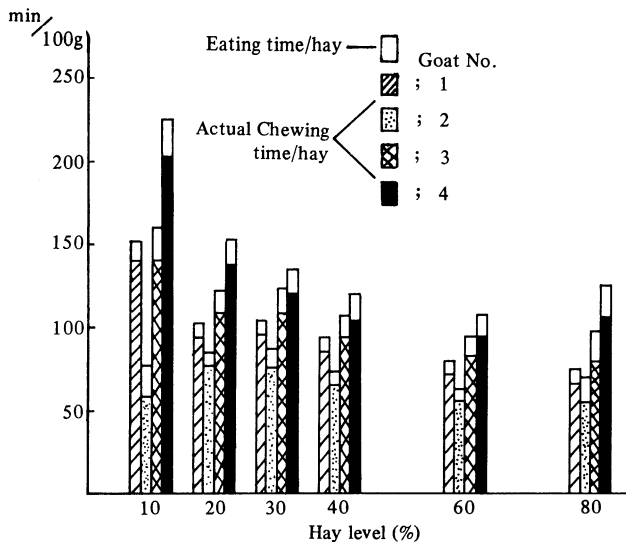


Fig. 5. Eating and actual chewing time per 100g of hay intake for individual goats given diets of various hay ratio.

考 察

乾草給与割合が10%～60%の範囲では、乾草10%増加につき5～8分乾草採食時間が長くなった。また、60%～80%では同様に4頭平均で24分長くなり、特に2号山羊では36分もの採食時間の増加を観察した。そのために乾草80%給与で、採食速度の低下が認められた。岡本¹⁰⁾は、緬羊に乾草を400gから1500gまで増給すると、800gから1000gへの段階で採食時間が大幅に増加することを見出し、本試験での傾向と一致している。飼料の採食速度に影響する要因として、FREER *et al.*¹⁹⁾は飼料の化学的、物理的性質、飼料量、個体差をあげ、飼料の給与量が少ないと反芻胃内の内容物が少なくなり、そのために採食速度が早まることを報告している。本試験での乾草給与割合80%期では、山羊は体重比で1.2%の乾草摂取となり、この程度の乾草量以上を摂取すると、反芻胃内の滞留乾草量がかなり多くなるものと推察される。

反芻時間、再咀嚼く時間、吐出回数の中で特に再咀嚼く時間は乾草30%給与を境にして、給与割合を高めると比較的ゆるやかに増加し、また乾草給与をそれより低率にすると急減し、全体として2次曲線的な変化を示している。この変化傾向は粗飼料摂取量と反芻時間の関係を調べた他の報告⁸⁻¹¹⁾とはほぼ一致しており、GORDON⁸⁾は緬羊を用いた試験結果から反芻時間は500分程度でプラトーに達すると主張している。また、岡本¹⁰⁾は600分程度と報告しており、本試験における乾草80%期、590分の反芻時間はほぼプラトーの域に達した値であると判断される。

本試験では飼料給与量は全て体重比により定められたにもかかわらず、体重の大きい1号、2号山羊が体重の小さい3号、4号山羊に比べて、再咀嚼く時間が長くなった ($P < .05$)。このことから今後、反芻時間などを調べる際、体重当りの粗飼料摂取量についてのみ基準にして検討することに問題のあることが示唆された。

乾草単位摂取量当りの再咀嚼く時間は給与割合が低率となるにつれて総体的に増加し、摂取量を変化させた他の多くの報告^{10,11,19,20)}と一致する傾向を示した。しかしこの変化傾向の中で、乾草20%～10%において、1号、3号、4号山羊の単位摂取量当りの再咀嚼く時間が急増したのに反して、2号山羊では減少した。そのために乾草10%期の変動係数も大きくなったと言える。PEARCE²¹⁾は反芻胃内容物のPH値を緩

衝剤を用いて低くすると、反芻行動がかなり不規則になり、また個体差も大きくなることを認めた。乾草給与割合が10%や20%程度では濃厚飼料の多給となり、乾草給与割合が比較的多い場合に比べて、乾草単位摂取量当りの再咀嚼く時間に不規則な個体差が生じたものであろう。

乾草単位摂取量当りの再咀嚼く時間や反芻時間に影響する要因の1つに採食行動が考えられる。

FREER *et al.*¹⁹⁾ は牛に乾草を給与した試験で、乾草給与量が少ない場合、単位摂取量当りの採食時間が短くなるが、代償的に反芻時間が長くなるので、そのため単位乾物摂取量当りの採食時間と反芻時間の和は常に一定になると報告している。本試験の結果ではFig. 5に示したように、単位摂取量当りの再咀嚼く時間と採食時間の和として表わしたが、採食時間の著しい変化があった乾草60%~80%給与において、FREER *et al.*の見解と一致する傾向であった。しかし、60%より少ない乾草を給与すると、その割合が低くなるにつれて、単位摂取量当りの採食時間と再咀嚼く時間の合計値は増加し、FREER *et al.*¹⁹⁾ の見解と合致しなかった。これは粗飼料の給与量が比較的小さい場合には単位摂取量当りの全咀嚼く時間に影響する程、採食速度に差がないためと考えられる。

反芻食塊当りの再咀嚼く時間は乾草10%を給与すると、20%以上の給与に比べて低くなった。綿羊を絶食させると、反芻食塊当りの再咀嚼く時間は約1/2に減少する²²⁾ことから、乾草給与割合が非常に少なくなると、反芻食塊当りの再咀嚼く時間も短くなると考えられる。

1日当りの反芻期回数は個体によりほぼ一定した回数で、摂取した飼料の量や質にあまり影響を受けないと考えられている^{19,22)}。本試験での乾草30%~80%の給与の反芻期回数はほぼ一定した傾向を示した。しかし10%、20%給与では明らかに減少した。これは前述したように、濃厚飼料多給下では反芻家畜が本来有している反芻行動のリズムが変調する程、反芻胃内容物の性状が著しく変化したためかもしれない。

以上の結果から、飼料中の乾草給与割合が30%以上では乾草摂取量に応じて、正常な反芻の活性を示すが、10%、20%の低率になると反芻行動が著しく低下、あるいは不規則となり、また個体差も顕著になることが明らかである。

乳牛の濃厚飼料多給限界に関する試験結果から飼料中の粗飼料割合が10%、20%の段階では低脂肪乳を産生しやすく、また各種の消化器病、代謝病が多発することが報告され⁴⁾、乳牛の飼養標準⁷⁾では粗飼料給与の指標の1つとして、飼料中の粗繊維含量を13%とし、このためには給与飼料中30%の粗飼料を給与することが提唱されている。また、比較的小さい粗飼料給与量の少ない肥育牛においても粗繊維含量6~8%、粗飼料割合15%が最低必要量とされている⁶⁾。しかし粗飼料は種類や質によっても異なり、例えば粗飼料を粉砕して給与すると、粗繊維含量が必要量を満たしていても障害防止の効果が少ないことから、粗飼料をある程度かさのある状態で給与することが必要である¹⁾と言われている。この粗飼料の量と質は本試験結果の反芻行動の面から考えると、200~300分以上の反芻時間のものとなるが、今後さらに反芻胃内容物の性状、家畜の生理状態などと反芻行動との関連を調べる必要がある。

要 約

反芻家畜における濃厚飼料多給時の反芻行動を調べるため、山羊4頭を供試し、飼料中の乾草を10%、20%、30%、40%、60%、80%とした給与割合の異なる6種の飼料を給与し、反芻時間、再咀嚼く時間、吐出回数、反芻期回数などを測定し検討した結果は次の通りである。

1. 乾草割合が増加するにつれて反芻時間は162分(乾草10%給与)~590分(乾草80%給与)に増加した。同様に再咀嚼く時間は104分~472分、吐出回数は152回~608回に増加した。しかしこれらの増加割合はいずれも30%を境として異なる傾向が認められた。
2. 反芻期回数は乾草30%~80%給与ではほぼ一定であったが、乾草10%、20%給与では減少した。
3. 乾草単位摂取量当りの再咀嚼く時間は乾草給与割合が低率になるにつれて増加の傾向があったが、特に10%給与では急増する傾向が認められた。
4. 各反芻行動に供試山羊の個体差が認められ、特に乾草10%給与では顕著であった。

5. 以上の結果から正常な反芻行動を起こさせるためには、粗飼料として30%以上必要なことが示唆された。

文 献

- 1) 宮崎 昭・川島良治：日草近中支報，7(2)，16-27 (1979)。
- 2) 玉手英夫：栄養生理研究会報，16(2)，35-46 (1972)。
- 3) LATHAM, M.J., SUTTON, J. D., and SHARPE, M. E. : *J. Dairy Sci.*, **57**, 803-810 (1974).
- 4) 江藤哲雄・津吉 焔・大森昭一郎：栄養生理研究会報，19(1)，16-26 (1975)。
- 5) WISE, M.B., HARVEY, R.W., HASKINS, B.R., and BARRIK, E.R. : *J. Anim. Sci.*, **27**, 1449-1461 (1968).
- 6) 農林省農林水産技術会議事務局：日本飼養標準，肉牛，1975年版，P.52，中央畜産会，東京 (1975)。
- 7) 同 上：日本飼養標準，乳牛，1974年版，P.29-30，中央畜産会，東京 (1974)。
- 8) GORDON, J.G. : *J. Agric. Sci.*, **64**, 151-155 (1965).
- 9) WELCH, J. G. and SMITH, A. M. : *J. Anim. Sci.*, **28**, 827-830 (1969).
- 10) 岡本全弘：北海道立農業試験場報告，第30号，1-72 (1979)。
- 11) 春本直・加藤正信：日畜会報，50，131-137 (1979)。
- 12) GORDON J.G. : *J. Agric. Sci.*, **50**, 34-42 (1958).
- 13) OLTJEN, R.R., SIRNY, R.J., and TILLMAN, A.D. : *J. Anim.Sci.*, **21**, 277-283 (1962).
- 14) WELCH, J.G. and SMITH, A.M. : *J. Anim. Sci.*, **33**, 1118-1123 (1971).
- 15) WILKINS, R.J., LONSDALE, C.R., TETLOW R.M., and FORREST T.J. : *Anim. Prod.*, **14**, 177-188 (1972).
- 16) WELCK, J.G. and SMITH, A.M. : *J. Anim. Sci.*, **28**, 813-818 (1969).
- 17) *ibid.* : *J. Dairy Sci.*, **53**, 797-800 (1970).
- 18) BALCH, C.C. : *Brit. J. Nutr.*, **26**, 383-392 (1971).
- 19) FREER, M. and CAMPLING, R.C. : *Brit. J. Nutr.*, **19**, 195-207 (1965).
- 20) HANCOCK, J. : *J. Agric. Sci.*, **44**, 420-433 (1954).
- 21) PEARCE, G. R. : *Aust. J. agric. Res.*, **16**, 837-853 (1965).
- 22) 春本 直・加藤正信・島根大農研究報告，第10号，21-26 (1976)。

SUMMARY

A detailed analysis was made of the rumination behavior of four goats on six different combinations of diets, containing 10%, 20%, 30%, 40%, 60% and 80% of hay.

1. By increase of the hay level from 10% to 80%, the time spent in ruminating increased also from 162 to 590 min, the actual chewing time from 104 to 472 min, and the number of boli regurgitated from 152 to 608. The rate of increase in these values was larger below 30% of hay than that up from 30% to 80% hay.
2. The number of the rumination periods was fairly constant in the diets containing from 30% to 80% hay, but they were much lesser in the case of 10% and 20% hay diets.

3. By decreasing the ratio of hay in diets from 80% to 30%, the actual chewing time per 100g hay intake gradually increased, and it remarkably increased in cases from 20% to 10% of hay.
4. In receiving a diet of 10% hay, the figures showed a great variation among the animals for their various rumination behaviors.
5. It was suggested that, for their normal rumination activity, goats need more than 30% forage in their diet.

(Received October 17, 1979)