

給与粗飼料の草種が乳牛の咀嚼行動 に及ぼす影響

関川 堅・鈴木茂忠*・登内徳一郎
信州大学農学部 動物生産利用学講座・*生物資源生態学講座

Effect of Forage Species on Mastication in Dairy Cattle.

Katashi SEKIGAWA, * Shigetada SUZUKI and Tokuichiro TONOCHI

Division of Animal Science, *Division of Ecology and Bio-Resources,
Faculty of Agriculture, Shinshu University

To investigate the eating and ruminating behaviour of dairy cattle offered different species of forages, an experiment was conducted measuring forage intake, numbers of bites and time spent for eating, and numbers of boluses, numbers of bites and time spent for ruminating by Holstein milking cow and heifer. Ladino clover, orchardgrass and dent corn were offered to the cattle respectively. Activity of the *M. masseter* of the cattle were measured by electromyography for 48 hours in each trial and analyzing the electromyograms recorded, numbers of bites were estimated. chemical composition of the forages was also determined.

The results obtained were as follows:

1. Daily intake of forage was lowest when offered orchardgrass in each cattle.
2. Time spent for eating per day varied from 220 to 310 minutes and tended to be longer when offered ladino clover.
3. Numbers of bites for eating per day ranged 9,300 to 15,900 and showed highest value in cow offered ladino clover and in heifer offered orchardgrass. Lowest value was shown when offered dent corn to each cattle. In addition, bite size (intake per bite) was lower in heifer than in cow.
4. Time spent for rumination per day varied from 320 to 520 minutes, with longest in orchardgrass and shortest in ladino clover in both cattle.
5. Numbers of boluses ruminated per day varied from 425 to 630 and showed highest value when offered orchardgrass to each cattle.
6. Numbers of ruminating bites per day ranged 16,800 to 28,800 and showed

highest value in orchardgrass and lowest value in ladino clover. Numbers of bites per bolus increased gradually through rumination period.

(Jour. Fac. Agric. Shinshu Univ. 25: 73-83, 1988)

要 約

給与粗飼料の草種が乳牛の咀嚼行動に及ぼす影響を究明する目的で、ホルスタイン種泌乳牛1頭、育成牛1頭計2頭を用いて、ラジノクローバ、オーチャードグラス及び青刈りとうもろこしを刈り取り給与し、それぞれ連続48時間咬筋の筋電図を遠隔記録した。得られた筋電図をもとに供試牛の摂取及び反すう行動について検討した結果は以下の通りである。

1. 1日の生草摂取時間は約220～310分の範囲であり、ラジノクローバ給与期において長くなる傾向が認められた。
2. 1日の咀嚼数は9,300～15,900回、1嚙み当たりの有機物摂取量は青刈りとうもろこしで最も多く、次いでラジノクローバの順となり、オーチャードグラスで最も少なく、泌乳牛での値は育成牛の2倍以上となった。
3. 粗繊維の摂取量と咀嚼数の間には正の相関関係が認められた。
4. 1日の反すう時間は約320～520分で、オーチャードグラス給与期において最も長く、次いで青刈りとうもろこし給与期の順となり、ラジノクローバ給与期で最も短くなり、反すう時間についても粗繊維含量の影響が認められた。
5. 1日の総食塊数は425～630個となり、オーチャードグラス給与期の食塊数が他の2草種に比べて多かった。
6. 1日の再咀嚼数は16,000～28,800回で、オーチャードグラス給与期の再咀嚼数が多く、ラジノクローバ給与期において減少した。また、1食塊当たりの再咀嚼数は37～54回で、ラジノクローバ給与期で少なかった。

緒 論

乳牛の採食行動及び反すう行動については従来多くの報告があり、主として1日の回数、持続時間、時刻及び総時間などを指標として検討され、その詳細については鈴木が総説で述べている¹⁾。放牧時における乳牛は1日6～11時間早朝と日没前に集中して採食し、主に夜間に6～9時間の反すうを行うことが知られている。また、舎飼時における乳牛の摂取時間は給与飼料の形態及び量など飼養管理により差があるが、3～9時間、反すう時間は6～11時間と考えられている。

一方、乳牛の粗飼料摂取並びに反すう時の咀嚼行動に関する詳細な報告は少なく、1嚙み当たりの有機物量及び1食塊当たりの再咀嚼数などが報告されている^{2,3)}。

本研究は、給与粗飼料の草種及びそれらの成分が摂取及び反すうに伴う咀嚼に及ぼす影響を明らかにする目的で、異なる3草種の飼料作物を泌乳牛及び育成牛に給与した際の咬筋の筋電図を連続48時間テレメーターを用いて記録し、それらの咀嚼行動を詳細に検討したものである。

材料及び方法

1 供試乳牛及び飼料作物

供試乳牛は信州大学農学部附属農場において、飼養されているホルスタイン種乳牛群のなかから選んだ泌乳牛及び育成牛各1頭計2頭であり、それらの供試乳牛の生年月日、体重及び乳量を表1に示した。試験開始時において、泌乳牛は年齢5歳5カ月、体重630kg、3産、3産時年間乳量5,454kg、妊娠約5カ月であった。なお、試験に約3カ月を要したため、終了時には乾乳期に近づいていた。また、育成牛は14カ月齢、体重385kgであった。

Table 1 Date of birth and body weight of experimental animals.

	Date of birth	Body weight (kg)		Ave. milk yield (kg)/day	
		Initial	Final	Initial	Final
Cow	1972. 1. 16	630	687	18.0	4.4
Heifer	1976. 2. 20	385	426	—	—

供試飼料作物は開花期のラジノクローバ（生草重量比で28%の他科草が混入、草丈25cm）、出穂期のオーチャードグラス（生草重量比で約9%のマメ科牧草が混入、草丈100cm）及び乳熟期の青刈りとうもろこしの葉と子実（生草重量比で葉：子実＝5：8、草丈300cm）であり、畜舎内のスタンションに終日繋留した供試乳牛に給与した。また、補助飼料として濃厚飼料と若干の乾草を給与した。

2 試験方法

本試験前に摂取した飼料の影響を取り除くため、それぞれの供試草を7日以上給与した後本試験を2日宛行なった。

本試験における供試草の給与は午前10時から行い、飼槽中に絶えず十分量があるように補給しながら、午後4時まで自由摂取させ、残草は回収し重量を測定し摂取量を求めた。

濃厚飼料は午前9時と午後4時、乾草は午後8時に給与した。ただし、青刈りとうもろこし給与の場合、乾草は午後4時に給与した。供試草については、電子レンジにより給与時及び残草回収時の水分含量を求め、乾物摂取量を算出し、給与時に毎回その一部を採取して、乾燥、粉碎後常法に従い一般成分分析を行った。

咀嚼の指標となる咬筋の動きについては、プレート電極を用い双極誘導法により咬筋の筋電図を本試験開始時から48時間連続して記録した。行動形は生草摂取、濃厚飼料摂取、乾草摂取、反すう、休息などについて観察記録した。

結果及び考察

1 供試草の一般成分並びに摂取量

本試験に供したラジノクローバ、オーチャードグラス及び青刈りとうもろこしの乾物、粗

Table 2 Chemical composition of forages offered.

Forage offered	DM (%)	C. P. (%)	Fat (%)	E. E. (%)	C. F. (%)	Ash (%)
Ladino clover	13.6	3.0	0.5	5.4	3.2	1.5
Orchardgrass	17.0	2.7	0.8	6.0	5.8	1.7
Dent corn	19.9	2.8	0.6	10.9	4.4	1.2

Note: DM; Dry matter, C. P.; Crude protein, E. E.; Ether extract, C. F.; Crude fiber.

Table 3 Forage intakes in each animal (kg/day).

Cattle	Ladino clover		Orchardgrass		Dent corn	
	FM	OM	FM	OM	FM	OM
Cow	70.8	8.9	38.4	5.9	46.7	8.7
Heifer	32.2	3.9	20.3	3.1	25.6	4.8

Note: FM; Fresh matter, OM; Organic matter.

蛋白質, 粗脂肪, 可溶無窒素物, 粗繊維及び粗灰分含量を取りまとめ, 表2に示した。乾物含量は青刈りとうもろこしが19.9%と最も多く, ついでオーチャードグラスが17.0%となり, ラジノクローバが13.6%と最も少なかった。また, 供試3草種中ラジノクローバは粗蛋白質含量が最も多く, 可溶無窒素物及び粗繊維含量が最も少なく, オーチャードグラスは粗繊維含量が最も多く, 青刈りとうもろこしは可溶無窒素物含量が最も多かった。

次に, 泌乳牛及び育成牛の1日の生草及び有機物摂取量について草種別にとりまとめ表3に示した。供試草の摂取量を草種間で比較すると, 生草については, 両牛ともラジノクローバが最も多く, ついで青刈りとうもろこしの順となり, オーチャードグラスが最も少なかった。泌乳牛における1日の有機物摂取量は, ラジノクローバ及び青刈りとうもろこしがそれぞれ8.9及び8.7kgとなり, 大差は認められなかったが, オーチャードグラスが5.9kgと最も少なかった。また, 育成牛の1日の有機物摂取量は青刈りとうもろこしが4.8kg, ラジノクローバが3.9kg, オーチャードグラスが3.1kgで草種により異なったが, オーチャードグラスの摂取量が最も少なかった。

いずれの供試牛においてもオーチャードグラスの有機物摂取量が他草種より少なかったことは, オーチャードグラスの粗繊維含量が多かったため, 第一胃に長時間滞留したことが影響を及ぼしたものと推察された。

2 供試牛の行動形

供試牛は試験期間を通じて畜舎内でスタンションに繋留されていた。そこで行動については供試草の摂取, 反すう, 休息及び補助飼料摂取をとりあげ観察した。第1日及び第2日の行動については類似した型が認められたため, 第1日の行動形を示すと図1の通りである。

ラジノクローバ給与期においては, 生草給与時間の午前10時から午後4時の間は泌乳牛及び育成牛いずれも数分から約30分の休息を挟んで, ほとんどの時間が摂取行動に費やされた。

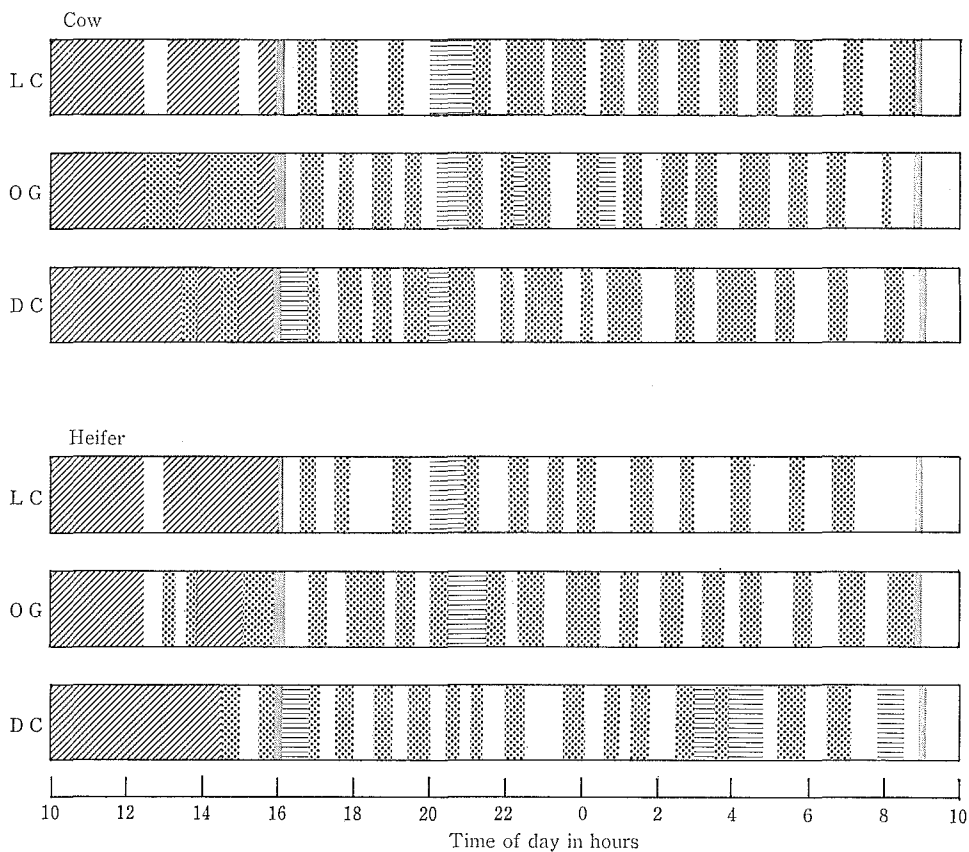


Fig. 1 Diurnal pattern of eating, ruminating and resting forms of experimental animals fed ladino clover (LC), orchardgrass (OG) and dent corn (DC). ▨ Eating form of fresh forage, ▨ Eating form of hay, ▨ Eating form of concentrate, ▨ Ruminating form and □ Resting form.

Table 4 Time spent in each behaviour form of experimental animals (min./day).

Cattle	Forage offered	Eating		Ruminating	Resting
		Forage	Supplement		
Cow	Ladino clover	250	60	400	730
	Orchardgrass	220	60	520	640
	Dent corn	260	80	420	680
Heifer	Ladino clover	310	50	320	760
	Orchardgrass	260	60	490	630
	Dent corn	220	130	410	680

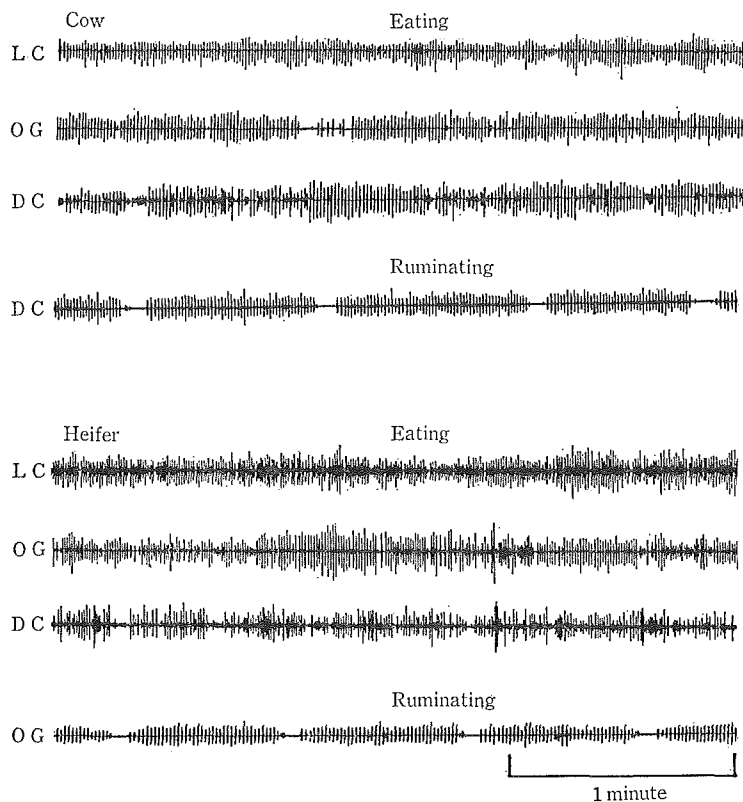


Fig. 2 Electromyogram led from the *M. masseter* of experimental animals eating fresh LC, OG and DC and ruminating OG.

一方、オーチャードグラス及び青刈りとうもろこし給与の場合、両牛は生草給与時から休まずに約3時間摂取行動を継続した後、濃厚飼料給与時まで反すうと摂取行動を繰り返した。このことは、供試草給与時間内においてラジノクローバの場合、反すうを開始するための容積に達しなかったためと推察された。次に、泌乳牛及び育成牛の1日の行動形別消費時間について草種別に表4に示した。泌乳牛における1日の生草摂取に要する時間はいずれも4時間前後であり、オーチャードグラスの場合での摂取時間が若干短かったが、草種間に大差は認められなかった。しかし、育成牛における摂取時間はラジノクローバで最も長く、ついでオーチャードグラスの順となり、青刈りとうもろこしにおいて最も短く、泌乳牛のそれと若干異なる傾向を示した。

一方、1日の反すう時間は、ラジノクローバ給与期（泌乳牛6時間40分、育成牛5時間20分）が最も短く、オーチャードグラス給与期（泌乳牛8時間40分、育成牛8時間10分）が最も長くなり、両草種間に2時間以上の差が認められた。

3 咬筋の筋電図

ラジノクローバ、オーチャードグラス及び青刈りとうもろこし給与期における乳牛の咬筋の典型的な筋電図を図2に示した。また、反すう行動の筋電図は草種間に差が認められな

Table 5 Numbers of eating bites, ruminating bites and total bites in 24 hours.

Cattle	Forage offered	Eating bites		ruminating bites	Total bites
		Forage	Supplement		
Cow	Ladino clover	12,400	3,300	20,900	36,600
	Orchardgrass	10,300	2,600	26,500	39,400
	Dent corn	9,700	2,600	21,000	33,300
Heifer	Ladino clover	15,100	2,200	16,800	34,100
	Orchardgrass	15,900	3,200	28,800	47,900
	Dent corn	9,300	4,500	23,300	37,100

Table 6 Rate of eating and bite size.

Cattle	Forage offered	Rate of eating (kg/min.)		Bite size (g)
		Fresh M.	Organic M.	Organic M.
Cow	Ladino clover	0.29	0.036	0.8
	Orchardgrass	0.18	0.027	0.6
	Dent corn	0.17	0.034	0.9
Heifer	Ladino clover	0.10	0.013	0.3
	Orchardgrass	0.08	0.012	0.2
	Dent corn	0.11	0.021	0.4

ったのでオーチャードグラス給与期の反すう行動の筋電図も併せて掲げた。

生草摂取時の筋電図は供試牛間には差が認められなかった。しかし、草種間には若干の差異が認められ、ラジノクローバ給与期の咀嚼については連続した不規則な振幅のきょく波が出現した。また、オーチャードグラス及び青刈りとうもろこしの摂取時には連続したきょく波の間に短時間の休止期が不規則に出現した。ラジノクローバを摂取する場合、連続して嚙下するため休止期が明確に出現しなかった。

一方、オーチャードグラス及び青刈りとうもろこし摂取の場合には、摂取草を頭を上げ咀嚼して嚙下した後、頭を下げて生草をくわえる行動を繰り返した。以上のことから比較的短く、粗繊維含量の少ないラジノクローバの摂取行動と、長く粗繊維含量の多いオーチャードグラス及び青刈りとうもろこしを摂取する時の行動の差が筋電図に現れたものと推察された。

また、反すう行動における筋電図パターンは吐き戻し、再咀嚼、嚙下及び休止が規則的に現れたが、草種間には差が認められなかった。

4 供試草摂取時における咀嚼行動

1日の供試草摂取時の咀嚼回数と反すう時の再咀嚼回数を供試草別に取りまとめ表5に示した。

泌乳牛における供試草摂取時の1日の咀嚼回数はラジノクローバ給与期が12,400回で最も多く、次いでオーチャードグラス給与期が10,300回となり、青刈りとうもろこし給与期が9,700回とラジノクローバの場合と比較してイネ科草で少なかった。また、育成牛において

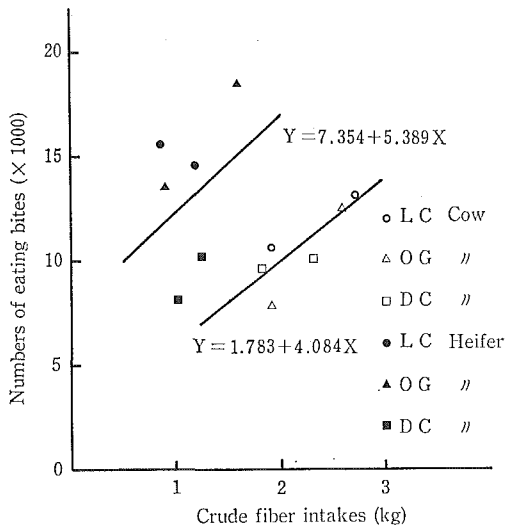


Fig. 3 Relationship between crude fiber intakes and numbers of eating bites.

は青刈りとうもろこし給与期を除いては咀嚼数が泌乳牛の場合よりも多くなる傾向が認められた。本試験における1日の生草摂取に要する咀嚼数は HAFEZ らが報告している放牧時の24,400回と比べてかなり低い値を示した²⁾。

次に、1日当たりの生草及び有機物摂取量と咀嚼数から摂取速度及び1噛み当たりの有機物量を算出し表6に示した。生草の摂取速度については、泌乳牛の場合、草種により異なり、マメ科草(ラジノクロバ 0.2 kg/分)とイネ科草(オーチャードグラス 0.18 kg/分)との間で差が認められた。しかし、育成牛については特定の傾向は認められなかった。有機物の摂取速度

については泌乳牛、育成牛いずれの場合も草種間に差が認められ、オーチャードグラスが最も小さい値を示した。全般的には生草、有機物のいずれについても育成牛と比較し泌乳牛において摂取速度は大きくなることが認められた。

次に、1噛み当たりの有機物摂取量(Bite size)について述べると、ラジノクロバ、オーチャードグラス及び青刈りとうもろこしの1噛み当たりの有機物摂取量は、泌乳牛がそれぞれ0.8、0.6及び0.9g/1噛み、育成牛が0.3、0.2及び0.4g/1噛みとなり、オーチャードグラスの1噛み当たりの摂取量が少なくなる傾向が認められた。なお、いずれの草種の場合も1噛み当たりの有機物摂取量は泌乳牛が育成牛に比較して2倍以上の値となった。

本試験の結果から、年齢の進んだ泌乳牛は育成牛より速く、より多量の供試草を効率的に摂取していることが推察された。また、育成牛は口腔の容積が小さいにもかかわらず、供試草は泌乳牛の場合と同一長のものを給与したため、嚥下するための食塊に要する咀嚼数が多くなったことの影響を受け、摂取速度及び1噛みあたりの有機物摂取量が少なくなったものと推察された。

次に、粗繊維摂取量と咀嚼数との関係について検討した。まず、本研究で得られたすべての1日の粗繊維摂取量と咀嚼数から、泌乳牛と育成牛について、それらの相関係数及び回帰直線を算出し、図3に示した。図3から明らかなように、粗繊維摂取量と咀嚼数との間には正の相関関係(泌乳牛 $r=0.753$, 育成牛 $r=0.387$)が認められた。

鈴木らは、採食速度は給餌直後に最も速く、以後漸減すると報告している^{4,5)}。

STOBBS は、1日における採食のための可能咀嚼数は36,000回以下であり、体重400 kgの乳牛の1日必要量を摂取するためには1噛み当たりの有機物量が0.30 g以上必要であると報告している³⁾。本試験の場合、1日の咀嚼数は泌乳牛が9,700~12,000回、育成牛が9,300~15,900回と放牧管理条件下の報告と比較して約1/3の値となった。しかし、有機物

摂取量については泌乳牛で0.6~0.9, 育成牛で0.2~0.4の範囲にあり, 粗飼料の摂取必要量には不足はなかったものと考えられる。

なお, 生草摂取に要する咀嚼数と摂取時間との関係については, 水分含量が増加すると摂取時間が長くなり, 咀嚼数も増加する傾向が認められ, 粗繊維含量が増加すると咀嚼数も多くなる傾向が示された。また, 育成牛は泌乳牛に比較して1日の咀嚼数が多くなる傾向が認められた。

5 反すう時における咀嚼行動

一日の反すう時間, 再咀嚼数, 反すう期数, 食塊数並びに1食塊当たりの消費時間及び再咀嚼数を表7に示した。1日の反すう時間は320分から520分, 反すう期は13回から19回の範囲であり, HAFEZ らの報告²⁾と類似の値となった。

Table 7 Ruminating behaviour of experimental animals in 24 hours.

Forage offered	Cow			Heifer		
	LC	OG	DC	LC	OG	DC
Rumination time (min.)	400	520	420	320	490	410
Numbers of ruminating periods	17	19	18	13	16	16
Numbers of boluses	570	630	480	425	620	500
Numbers of ruminating bites	20,900	26,500	21,000	16,800	28,800	23,300
Time spent per bolus (sec.)	42	49	54	45	47	49
Numbers of ruminating bites per bolus	37	42	44	40	47	47

Note: LC; Ladino clover, OG; Orchardgrass, DC; Dent corn.

いずれの供試牛においても, オーチャードグラス給与期の反すう時間が最も長く, 次いで青刈りとうもろこしの順となり, ラジノクローバが最も短くなる傾向が認められた。

HANCOCK は, 反すう時間の長短は乾物摂取量が主に影響すると報告し⁶⁾, WELCH らは反すう時間と粗繊維含量との間に高い正の相関 ($r=0.99$) が認められたと報告している⁷⁾。本試験においては, オーチャードグラスの乾物摂取量が最も少ないにもかかわらず反すう時間が最も長くなったのは, オーチャードグラスの粗繊維含量の多いことが影響したものと考えられた。

1日の再咀嚼数については泌乳牛が20,900~26,500回, 育成牛が16,800~28,800回の範囲であり, オーチャードグラス給与の再咀嚼数が最も多かった。大橋らは, 再咀嚼数は飼料の性状に影響され, 量による影響は少ないと報告している⁹⁾。本研究の場合, オーチャードグラスでの再咀嚼数が最も多く, ラジノクローバでのそれが最も少なかったのは, 両草の粗繊維含量が大きく影響したものと推察された。

次に, 泌乳牛における1日の食塊数は480~630個, 育成牛のそれは425~620個となり, いずれの供試牛においてもオーチャードグラス給与期の食塊数が最も多かった。また, 泌乳牛及び育成牛における1食塊当たりの消費時間は青刈りとうもろこし給与期がそれぞれ54及び

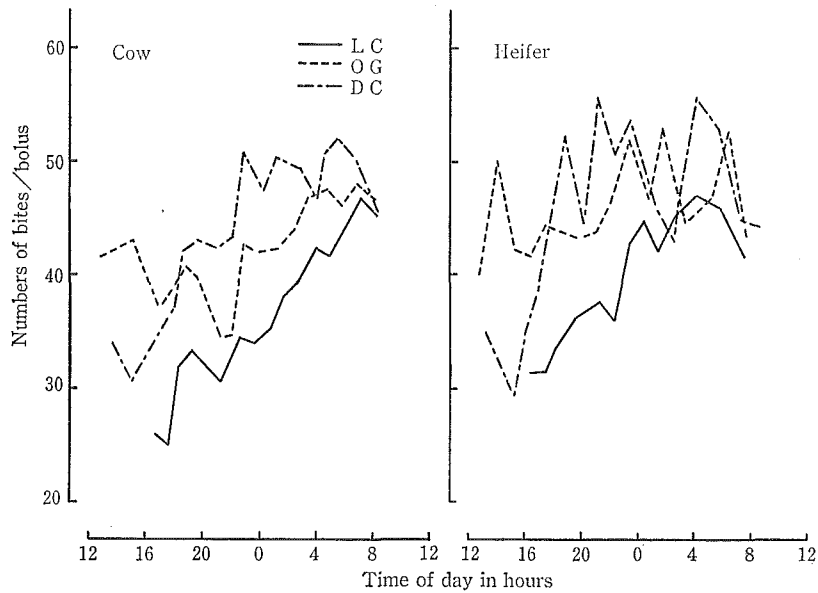


Fig. 4 Diurnal variation of numbers of bites per bolus in 4 hours period of rumination by experimental animals fed LC, OG and DC.

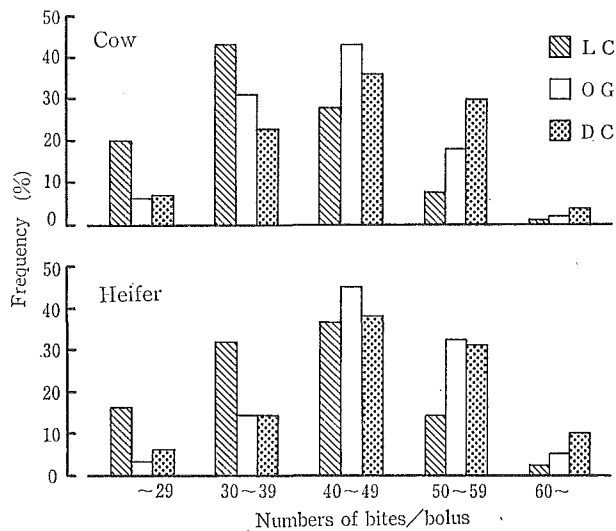


Fig. 5 Frequency distribution of bites per bolus in experimental animals fed LC, OG and DC.

49回と最も多く、ラジノクロバ給与期が最低値となった。1食塊当たりの再咀嚼数も消費時間と同じ傾向が認められ、ラジノクロバ給与期が最も少なかった。

次に、各反すう期別に1食塊当たりの再咀嚼数を求め、経時的変動を図4に示した。

1食塊当たりの再咀嚼数の日内変動は泌乳牛と育成牛で同様な傾向を示した。図4から明らかなように、反すうを本格的に開始する16時頃における1食塊当たりの咀嚼数は比較的少なく、時間の経過と共に増加し、夜明け前後に最も多くなる傾向が認められた。草種別に比較検討すると、オーチャードグラス給与期における1食塊当たりの再咀嚼数は反すう開始時から約40回と多いが、その後の増加する程度は他の2草種に比較して少なかった。また、1食塊当たりの再咀嚼数はラジノクローバ給与期が最低値で推移した。

次に、1食塊当たりの再咀嚼数を29回以下、30～39、40～49、50～59回及び60回以上の5段階に分けその度数分布を図5に示した。

泌乳牛については、ラジノクローバ給与期の1食塊当たりの再咀嚼数の頻度は30～39回が44%と最も高かった。一方、オーチャードグラス給与期及び青刈りとうもろこし給与期では40～49回の頻度が高くなった。育成牛においては、いずれの給与期においても40～49回の頻度が高かった。また、育成牛のラジノクローバ給与期の30～39回の頻度は32%となり、オーチャードグラス及び青刈りとうもろこし給与期の15%と比較してかなり高い頻度を示した。

マメ科草のラジノクローバは草の刈り取り長さが短く、水分含量が多く、粗繊維含量が少なく、少ない再咀嚼数で食塊を十分磨砕することが可能であったため、イネ科草のオーチャードグラス、青刈りとうもろこしと比較して1日の再咀嚼数、1食塊当たりの再咀嚼数も少なくなったものと考えられる。また、ラジノクローバの摂取量がオーチャードグラスの摂取量に比べて多かったにもかかわらず、1日の食塊数が少なくなったことは、ラジノクローバの第一胃内滞留時間が短かったことが推察された。オーチャードグラスは草長も長く、粗繊維含量も多かったため、第三胃に送られる小片になるまでに何回も再咀嚼され、1日の食塊及び再咀嚼数も多くなったものと考えられた。大橋らは、1食塊当たりの再咀嚼数は飼料の種類や状態によって影響されると報告している⁸⁾。

本研究の結果からも草種により再咀嚼数は異なることが認められ、粗繊維含量が影響をおよぼしている要因の一つであると考えられた。

文 献

- 1) 鈴木省三, 日畜会報. 42: 363-370. 1971.
- 2) HAFEZ, E.S.E. and M.F. BOUISSOU, The Behaviour of Domestic Animals, 3rd ed. 204-245. HAFEZ, E.S.E. ed. Bailliere, Tindall & Cox, (London) 1975.
- 3) STOBBS, T.H., Aust. J. agric. Res., 24: 809-819. 1973.
- 4) SUZUKI, S., H. FUJITA and Y. SHINDE, Anim. Prod., 11: 29-41. 1969.
- 5) SUZUKI, S., Y. SHINDE and H. HIDARI, Jap. J. Zootech. Sci., 44: 181-187. 1973.
- 6) HANCOCK, J., Animal Breeding Abstract, 21: 1-13. 1953.
- 7) WELCH, J.G. and A.M. SMITH, J. Anim. Sci., 28: 813-818. 1969.
- 8) 大橋 淳・五島 孝, 日畜会報, 39: 386-388. 1968.