韓草誌(J. Korean Grassl. Sci.) 8(2) : 68~76, 1988

牧乾草의 定量給與時 소 反芻行動의 變異性

全炳台 · 太田実*

Variability of the Rumination-Behaviour in Steers fed a Constant Amount of Hay

Byong Tae Jeon and Minoru Otha*

Summary

The variation of rumination response in steers fed a same amount of orchardgrass hay was investigated. With three steers (6, 12, 24 months) of the Japanese Black Breed, rumination behaviour was measured continuously during a 5 days period by masseter EMG telemetry system. The results are summarized as follows:

1. The average daily rumination time of respective animals were 438,447 and 433 min. with small daily variation both within and among animal. But the rumination time per DM kg of hay consumed varied from 66 to 138 min., and calf spent longer than older calf.
2. Actural chewing time showed small variation, and percentage of actural chewing time spent in rumination time was from 88 to 93% on individual average.
3. The daily number of chewing in rumination was approximately 25,000 to 30,000 with large individual differences. The chews per DM kg intake varied from 3,800 to 9,600, and calf chewed more than older calf.
4. The average rate of chewing per 100 sec. (chewing speed), there was a large difference between animals i.e. 104, 114, 131 respectively, but very little variance between days in individual.
5. No relation between day to day variations in eating time and rumination behavior, but significantly positive correlation was observed in the relation among rumination time, chewing time, No. of boluses and No. of chews.
6. Active time of day in rumination altered considerably day to day, but variation in the amount of rumination per day as expressed by the rumination time was relatively small.

Ⅰ. 緒 論

放牧家畜에 있어 가장 중요한 環境要因의 하나인 草生狀態는 放牧行動에 커다란 影響을 주어 行動과 草生狀態와는 깊은 관계가 있다고 알려져 있다. 특히 하루중 3분의 2를 차지하는 採食 및 反芻行動은 草生의 變化와는 어떤 規則性있는 관련을 가지고 있어(Hafez, 1975), 이들의 解析을 効果的인 草地管理와 家畜管理에 應用될 수 있음을 시사하고 있다.

反芻行動과 草生狀態와의 관계에 있어 Hancock (1954)는 牧草의 生育이 榮養生長期에서 開花期까지 變化하는 사이에 反芻時間은 6.0-8.2時間으로 증가했다. Low등(1981)은 草生이 良好했을때 5시간이던 反芻時間이 좋지 않은 여름철에는 8시간 이었다 했다. 또 放牧強度에 따라 차이가 있어 重放牧의 反芻時間은 弱放牧의 반 정도라는 보고도 있다.(Suzuki, 1972). 林등(1964, 1968)은 反芻速度(反

建國大學校 自然科學大學(Kon-Kuk University, College of Natural Sci., Chungju380-150, Korea)
*日本東北大學 農學部(Dept. of Agriculture, Tohoku University, Japan)
**이 論文은 靜谷 尹益錫 教授의 名譽로운 停年退任을 記念하기 爲하여 삼가 奉呈합니다.

芻時 單位時間當 咀嚼回數)에 있어 良質의 乾草일수록 빨라졌고 또한 放牧條件(野草地, 牧草地, 季節間)에 따라 그 差異가 있음을 보고했다.

이러한 資料를 토대로 筆者등은 放牧地의 狀態珍斷을 家畜側으로부터 判斷할 수는 없을까 생각했다. 따라서 本 實驗은 그 기초실험으로서 一定條件 下에서 月齡이 다른 소를 飼養하여 反芻行動을 구성하는 各 要素를 筆者등이 考案한 咬筋 EMG Telemeter를 利用 細密히 記錄 各 要素別로 日內, 日間 受動, 個體差에 대하여 檢討하고자 했다.

Ⅱ. 實驗方法

供試牛는 黑毛和種去勢牛 3頭를 1개월간 제류하여 순치시킨후 이용했다. 年齡 및 體重은 308호가 6개월령, 200kg, 267호가 12개월령 255kg, 232호가 24개월령 394kg이었다. 供試乾草는 同一採草地에서 수확한 orchardgrass 一番草로 細切등 처리하지 않고 使用했으며 乾物當 化學成分은 조단백질 6.6%, 조회분 5.0%, ADF 40.0%, NDF 67.0%였다. 實驗期間은 12일간으로 7일간은 豫備飼養期로 했으며 나중 5일간 採食 및 反芻行動을 연속적으로 기록했다. 본 실험기간중 乾草給與量은 예비기간중 各牛의 飽食量의 110%에 해당되는 量을 1일 2회로(9:00-17:00) 半量씩 급여했다. 供試牛別 給與量과 실제의 攝取量은 Table 1과 같으며 물과 食塩은 자유 섭취시켰다.

行動의 記錄은 소의 턱이 움직일때 發生하는 咬筋의 活動電位를 咬筋上의 皮下에 부착한 電極을 통하여 誘導하고 그 信號를 送信器를 利用 無線으로 보내 受信器로 받은 다음 pen recorder와 cassette tape에 同時에 記錄하여 計測하는 咬筋筋電 Telemetry System에 의했다. 그 槪略을 Fig. 1에 나타냈다. 이 system은 市販用 機器와 自作品을이용하여 조작한 것으로 送信器와 受信器는 SANEI

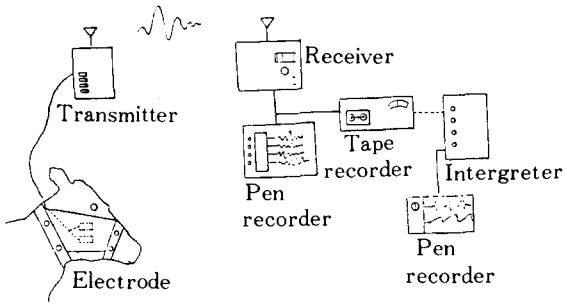

Fig. 1. Diagram of masseter EMG telemetry system

SOKKI K.K.271型 醫用 Telemeter 記錄器는 同會社의 8K 20形 熱 pen recorder와 cassette recorder(TEAK K.K., R-01, R-80)를 使用했다. 한편 電極은 銀板(0.5×7.0×9.0mm)의 한편에 被覆 lead線을 납땜한 후 腐蝕을 방지하기 위해 접착제로 塗布하여 제작했다(Fig. 2-1). 電極의 부착은 Fig. 2-2와 같이 피부를 1cm정도 小切開한 후 皮下織을(길이 약 2cm) 鈍性 핀셋트로 分割하고 電極片을 삽입했다. 그후 lead線의 兩側에 한 바늘씩, 創口의 部分에 한 곳을 피부에 봉합했으며 頸部까지의 사이 2-3곳은 접착제로 皮毛에 고정시켰다. 또 두께 2mm의 고무시트를 이용하여 製作한 頭絡을 씌워 外側으로부터 電極을 보호하기 위한 방법을 취했다(Fig. 2-3). 이러한 방법에 의해 종래의 表面, 침, 스텐레스線 電極등 보다 長期間 안정적으로 사용할 수가 있었다. 記錄例는 Fig. 3에 나타냈다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 反芻期, 反芻時間(Rumination time: RT)

平均 日當 反芻期는 308, 267, 232號 각각 15.8, 11.2, 13.4回이며 5일간의 變動率은 각각 10.1, 8.2%였다(Table 2).

Table 1. The daily amounts of hay eaten by each cattle

Cattle	Fed (DM kg)	Hay intake (DM kg)					Mean	CV(%)
		Day 1	2	3	4	5		
308	3.7	3.1	3.0	3.3	3.0	3.3	3.1	6.5
267	5.5	5.2	5.3	5.4	5.3	5.0	5.2	3.8
232	7.4	6.8	6.4	6.8	6.3	6.7	6.6	3.0

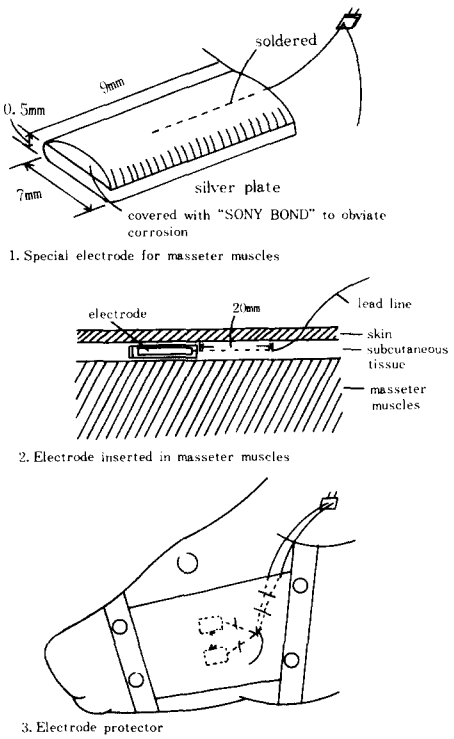

Fig. 2. Electrodes attached to cattle

Table 2. Daily rumination periods and rumination time (RT) per rumination period by cattle

Cattle	Day 1	2	3	4	5	CV (%)	Mean
Rumination periods/day							
308	18	16	16	13	16	10.1	15.8
267	10	12	11	11	12	7.1	11.2
232	13	13	15	12	14	8.2	13.4
RT (min)/Rumination period							
308	23.8	25.7	27.7	34.9	28.4	14.9	28.1
267	44.0	38.2	41.4	40.6	36.2	7.5	40.1
232	34.0	33.7	27.1	39.2	39.2	14.4	32.6

소의 1일 反芻期는 鈴木(1971) 13-17回, Hafez (1975), Fraser(1974) 15-20回, Freer등(1962)은 12-24回라 했다. 본 실험에서는 10-16回의 범위로 他 報告와 대략 일치하는 결과였다. 反芻期의 個體差에 관해서 Compling(1966a)은 雙胎兒의 경우 거의 類似했다는 점을 들어 遺傳的으로 이어받은 個體의 特性이라고 했다. 본 실험에서도 個體差는

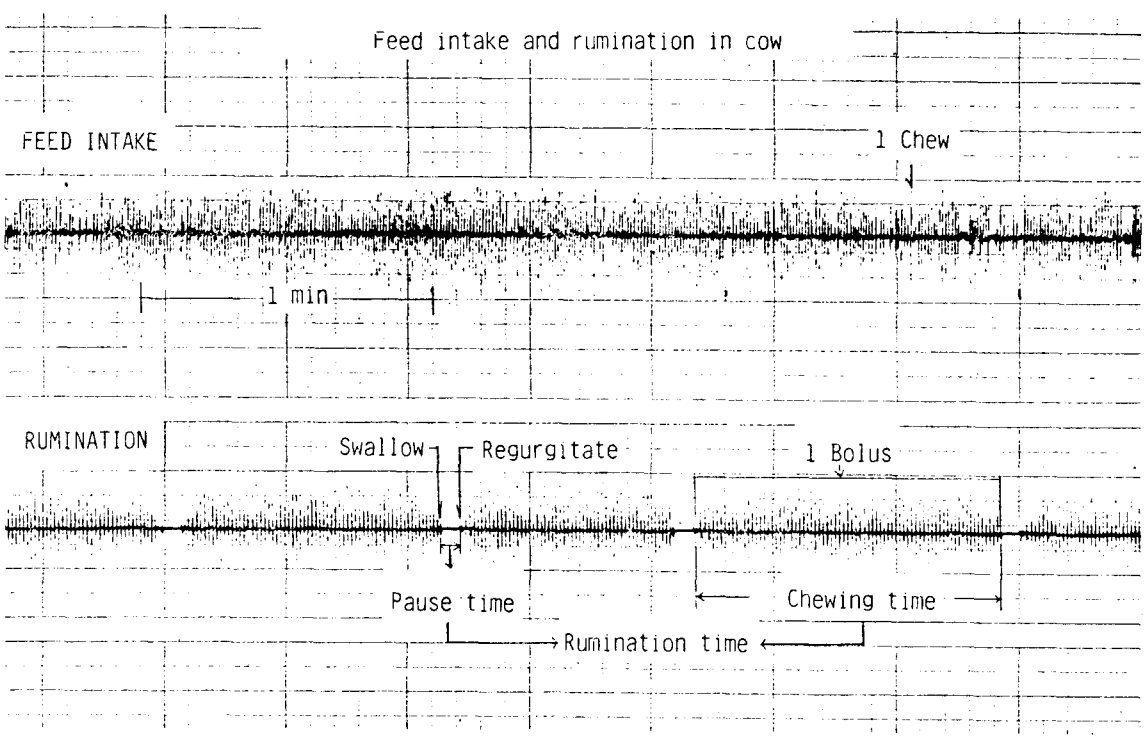

Fig. 3. Paper chart recording of ingestive behaviour by masseter EMG telemeter

컸지만 各 個體의 日變動率이 적은 것으로 보아 個體特有의 pattern으로 생각했다. 한 反芻期의 時間은 2-60분 혹은 그 이상이라고 한다(Hafez, 1975). 본 실험도 그와 비슷하여 308호가 3-57분, 267호가 14-65분, 232호가 7-57분의 범위였고 평균치는Table 2에 나타냈다.

反芻時間, 乾物攝取kg當反芻時間(RT/DM, kg)및 그 變動率을 Table 3에 나타냈다. 反芻時間에 있어 各 供試牛의 5일간 變動幅은 43.0분, 24.9분, 63.8분으로 매우 적었고 日當 平均 反芻時間은 7.2-7.5시간으로 供試牛間에 거의 差異가 없었다. 따라서 RT/DM, kg에서는 月齡이 적은 소일수록 採食量이 적은만큼 所要時間이 길어지는 결과가 되었다.

Table 3. Daily rumination time (RT) and rumination time per DM kg hay intake by cattle

Cattle	Day 1	2	3	4	5	CV (%)	Mean
			RT(min)				
308	428.5	411.1	422.5	453.5	454.1	3.7	438.0
267	440.2	458.9	455.5	446.8	434.0	2.0	447.1
232	442.0	437.8	407.0	470.8	408.5	5.5	433.2
			RT(min)/DM, kg				
308	138.2	137.0	128.0	151.2	137.6	5.0	138.4
267	84.7	86.6	84.4	84.3	86.8	1.0	85.4
232	65.0	68.4	59.9	74.7	61.0	9.0	65.8

反芻時間에 있어 鈴木(1971)는 보통의 飼養條件에서 소는 1일 6-11시간, Arnold 및 Dudzinski(19(1978)는 1.5-10.5시간의 범위이지만 대부분의 報告는 5-9시간이란 했다. 본 실험도 이의 범주에 속하는 결과였다.

個體差에 관해서, 放牧이나 舍飼등 같은 조건이라도 個體差가 크며(Hancock, 1954) 소의 品種에 따라서도 差異가 있다는 보고도 있다(Welch, 1970;Herbel 및 Nelson, 1966;加藤 및 春本, 1976). 이와같이 反芻時間은 소의 品種, 個體에 따라 다를 수 있다. 그러나 본 실험에서는 供試牛間, 反芻時間이 거의 같았다. 이는 同一品種, 同一飼養條件에다 各 供試牛의 飼料攝取量의 日變動이 적었기 때문으로 생각된다.

한편 RT/DM, kg에 있어서(Table 3) 본 실험과 같이 乾草를 섭취시킨 Balch(1971)는 55-87분, Campling(1966b)은 58분이었다. 이 결과들은 모두 成牛에서 얻어진 것으로 본 실험의 12, 24개월령은 이들과 거의 近似値였으나 6개월령은 거의 2배에 달하는 높은 시간을 보였다. 이 결과는 個體特有의 것이라 하기 보다는 機械的인 能力(齒나 턱의 발달)과 消化生理上의 差에 의한 것으로 생각된다. 따라서 보통의 飼養條件에서는 6개월 정도이면 反芻時間은 成牛의 水準에 도달하나 反芻能力은 아직 미흡한 것으로 사료되었다.

反芻時間의 日變動이 가장 컸던 個體가 64분이었으나 同一品種牛로 乾草를 섭취시킨 春本등 (1974)의 보고에서는 2배나 큰 差를 나타낸 個體도 있었다.

이 결과와 본 실험과의 差異點으로는 行動의 測定方法과 供試乾草를 細切했다는 점을 들을 수 있다. 反芻行動은 生體內外의 條件에 따라 變化하기 쉬운 要素를 많이 포함하고 있어 소는 異常音이나 사람들의 접근으로 不安感을 느끼면 언제나 意識的으로 反芻를 정지할 수 있다 한다(松本, 1978). 이 점은 反芻行動의 調査時 종종 관찰되는 것으로 反芻行動을 記錄할 때 소 옆에서 실시하는 方法은 行動에 영향을 주지 않는다고 단언할 수 없을 것이다. 또한 粗飼料를 粉末化하거나 Pellet化하면 日變動이 증가한다고 한다. Dulpy등(1980)은 가공처리하지 않은 乾草의 경우 8.3%의 變動率이 pellet에서는 21.9%로 증가했다고 했다. 따라서 一定飼養條件下에서 乾草를 가공처리 하지 않을 경우 反芻時間의 日變動은 비교적 작은 것으로 생각된다.

2. 反芻時의 咀嚼時間(Chewing time in ruminating: CT)

RT에서는 食塊의 연하와 괴움질사이의 짧은 休止時間(pause time:PT)이 포함되어 있어 순수하게 咀嚼만을 위해 消費한 時間(CT)을 RT에서 PT를 뺀 값으로 算出했다. Table 4에 CT, PT, 反芻時間에 대한 咀嚼時間의 比率(CT/RT)을 나타냈다. 各 供試牛의 平均 CT는 386.2, 415.8, 400.5분이었으며 變動率은 각각 5.6, 2.3, 6.3%로 RT의 경우와 비슷하였다. 平均 CT/RT는 88.1, 93.0, 92.4%로 두 개체는 비슷하였으나 6개월령은 88.1%로 낮은 比率을 나타냈다. 또 그 變動率은 2.3%로서

Table 4. Daily chewing time, average of pause time and percentage of chewing time as compared with rumination time

Day	Catle	308			267			232		
		CT	APT	CT/RT	CT	APT	CT/RT	CT	APT	CT/RT
1		363.2	6.8	84.8	409.2	4.8	92.9	407.3	5.2	92.1
2		365.1	5.7	88.8	426.6	4.7	93.0	404.3	5.1	92.4
3		388.0	5.8	87.7	422.6	4.8	92.8	374.9	5.0	92.1
4		407.2	5.3	89.7	417.0	4.5	93.3	438.1	4.7	93.1
5		407.4	5.3	89.7	403.7	4.7	93.0	378.0	4.7	92.5
Mean		386.2	5.8	88.1	415.8	4.7	93.0	400.5	4.9	92.4
CV(%)		5.6	10.3	2.3	2.3	2.1	0.2	6.3	4.1	0.4

CT: Chewing time (min)
APT: Average pause time (sec.)
CT/RT: Chewing time/Rumination time (%)

Table 5. Daily number of chews and number of chews per DM kg intake by cattle

Cattle	Day 1	2	3	4	5	CV(%)	Mean
			Chews/day				
308	29,813	28,618	30,134	31,065	31,411	3.7	30,208
267	27,860	28,965	29,411	28,703	27,307	3.0	28,499
232	25,830	25,034	23,474	26,885	23,880	5.6	25,021
			Chews/DM kg				
308	9,617	9,539	9,132	10,355	9,518	4.6	9,632
267	5,358	5,465	5,446	5,416	5,461	0.8	5,429
232	3,799	3,912	3,452	4,267	3,564	8.4	3,799

두 個體에 비해 相對的으로 높은 値를 보였으나 첫째날의 84.8%를 제외하면 1.1%로서 各 個體 모두 日變動은 매우 작은 것으로 생각된다. 各 供試牛의 平均 PT는 5.8, 4.7, 4.9秒로 6개월령이 약간 길었으나 Ruckebusch 및 Bueno(1978)가 보고한 4-5.5秒와 거의 一致하는 결과였다.

3. 反芻時의 咀嚼回數(咀嚼回數 : Chews)

咀嚼回數의 평균치는 308, 267, 232號 각각 30,208, 28,499, 25,021로 月齡이 적을수록 적어지는 경향이었고 日變動率은 각각 3.7, 3.0, 5.6%로서 CT의 경우와 같이 매우 작은 値를 보였다(Table 5).

乾物攝取kg當 咀嚼回數(Chews/DM, kg)의 平均値는 308, 267, 232號 각각 3,600, 5,461, 9,600回로 매우 큰 差異를 보였으며 各牛의 平均 變動率은 0.8-8.4%로 비교적 작았다(Table 5). chews/DM, kg의 현저한 個體差는 RT/DM, kg의 경우와 같은 결과로 해석이 가능하겠다.

4. 單位反芻時間當 咀嚼回數(咀嚼速度)

反芻時間 혹은 咀嚼時間當 咀嚼回數를 ① 日當咀嚼回數÷日當反芻時間(秒)×100=咀嚼速度(1), ② 日當咀嚼回數÷日當咀嚼時間(秒)×100=咀嚼速度(2)로 表現하여 그 결과를 Table 6에 나타냈다. 咀嚼速度(1)(2) 모두 6>12>24개월령 소의 順으로 빠른 속도를 보였으며 이는 송아지가 成牛보다 더 빨랐다는 Dwyer(1961)의 보고와 같은 결과였다. 日變動率은 1-3%의 범위로 咀嚼速度(1), (2) 모두 매우 근소하였다. 또 咀嚼速度의 日內變動을 검토하기 위해 1일을 4시간씩 6期로 나눠 5日間의 各 期別 咀嚼速度의 平均値 및 標準偏差를 Fig. 4에 나

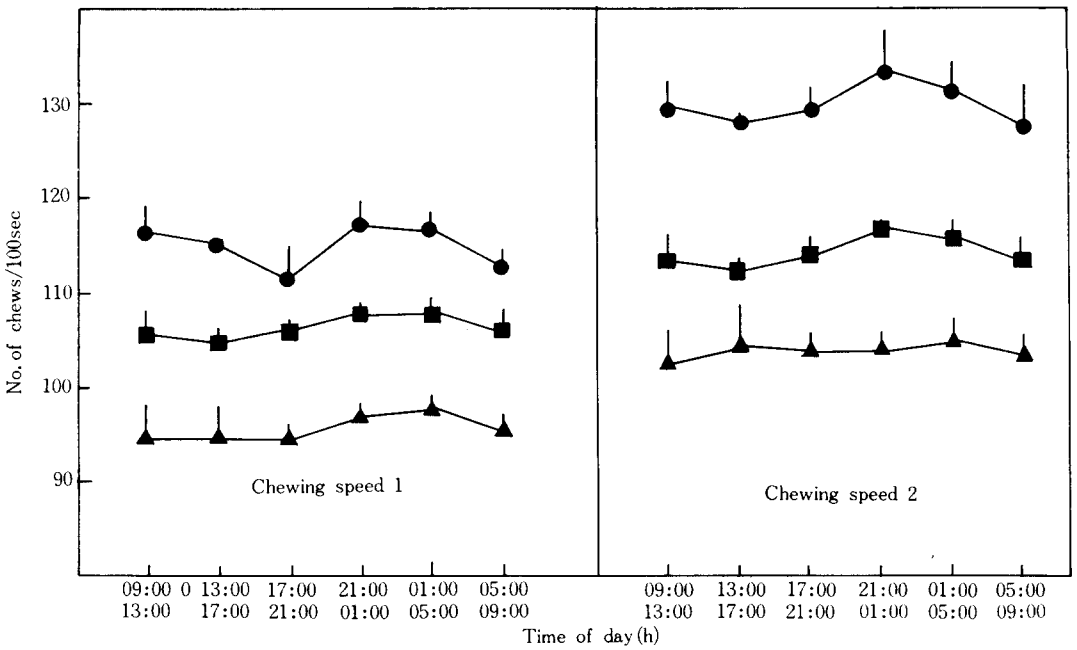

Fig. 4. Circadian change of chewing speed in rumination, in 4-hr subperiods under conditions of twice daily feeding (09: 00 and 17: 00). Vertical lines represent the standard deviations from 5 days results ●, Cattle 308. ■, Cattle 267. ▲, Cattle 232.

Table 6. Chewing speed in rumination by cattle

Cattle	Day 1	2	3	4	5	CV (%)	Mean
Chewing speed 1							
308	116.0	116.0	113.5	114.1	115.2	1.0	115.0
267	105.5	105.2	107.6	107.1	104.9	1.1	106.1
232	97.4	95.3	96.1	95.2	97.4	1.0	96.3
Chewing speed 2							
308	136.8	130.6	129.7	127.2	128.4	2.8	130.5
267	113.5	113.2	116.0	114.7	112.7	1.1	114.0
232	105.7	103.2	104.4	102.3	105.3	1.3	104.2

No. of chews per 100sec.

타냈다. 供試牛 모두 4 - 5期(21 : 00 - 05 : 00) 에 咀嚼速度가 약간 빨라지는 경향이 있었으나 各 期 사이의 差는 매우 적어 가장 변동이 컸던 308號도 2.1% (咀嚼速度(1)) 에 불과했다. 따라서 咀嚼速度의 측정에 있어서는 反芻行動을 구성하는 다른 要素와는 달리 꼭 24시간 연속조사는 필요가 없고 1일 4시간 정도로 충분히 代表値를 얻을 수 있을 것으로 생각했다.

5. 괴움질 食塊

各 供試牛의 日當 괴움질數를 Table 7에 나타냈다. 日平均 괴움질數는 553.4, 405.4, 410.8로 308號는 다른 2두에 비해 150정도나 많았다. 日變動은 反芻時間과 같이 매우 작아 3.1 - 6.6%였다.

Table 7. Daily number of boluses and number of chew per 1 bolus in rumination by cattle

Cattle	Day 1	2	3	4	5	CV (%)	Mean
Boluses/day							
308	596	503	580	538	550	6.6	553.4
267	398	424	421	401	383	4.2	405.4
232	416	408	398	430	402	3.1	410.8
Chew/Bolus							
308	50.0	56.9	52.0	57.7	57.1	6.4	54.7
267	70.0	68.3	69.9	71.6	71.3	1.9	70.2
232	62.1	61.4	59.0	62.5	59.4	2.6	60.9

Table 8. Correlations among eating time, rumination time, chewing time in rumination, number of of boluses and number of chews in rumination

	ET RT	ET CT	ET NOB	ET NOC	RT CT	RT NOB	RT NOC	CT NOB	CT NOC	NOB NOC
6 Months	0.111	−0.162	0.661	0.363	0.859	0.088	0.949*	−0.084	0.902*	0.274
12 Months	−0.842	−0.861	−0.817	−0.962**	0.996***	0.985**	0.938*	0.967**	0.939*	0.918*
24 Months	−0.567	0.567	−0.398	−0.419	0.999***	0.972**	0.985**	0.976**	0.981**	0.983**

ET;Eating time RT;Rumination time CT;Chewing time in rumination NOB;No. of boluses
NOC;No. of chews in rumination
*$p<0.05$ **$p<0.01$ ***$p<0.001$

1일의 괴움질數는 하루의 反芻量을 나타내는 指標로서 反芻時間과 함께 가장 일반적으로 使用되고 있으며 反芻時時間과는 밀접한 관계가 있다고 한다(春本, 1973). 이에 관해서 본 실험의 결과로는 Table 8에 나타낸대로 267, 232號 2두에 대해서는 매우 높은 相關關係가 인정되었지만 308號는 그렇지 못했다.

한편 1食塊當저작회수는 54.7−70.2回로 (Table 7) 個體差는 컸으나 各 個體의 日變動은 매우 적었다. 다만 6개월령 소는 괴움질 食塊가 많은데 비해 食塊當 咀嚼回數는 적다. 따라서 仔牛는 괴움질 食塊의 크기가 작은 것은 아닌가 推察되었다.

6. 採食時間 및 反芻行動의 各 構成要素間의 相關關係

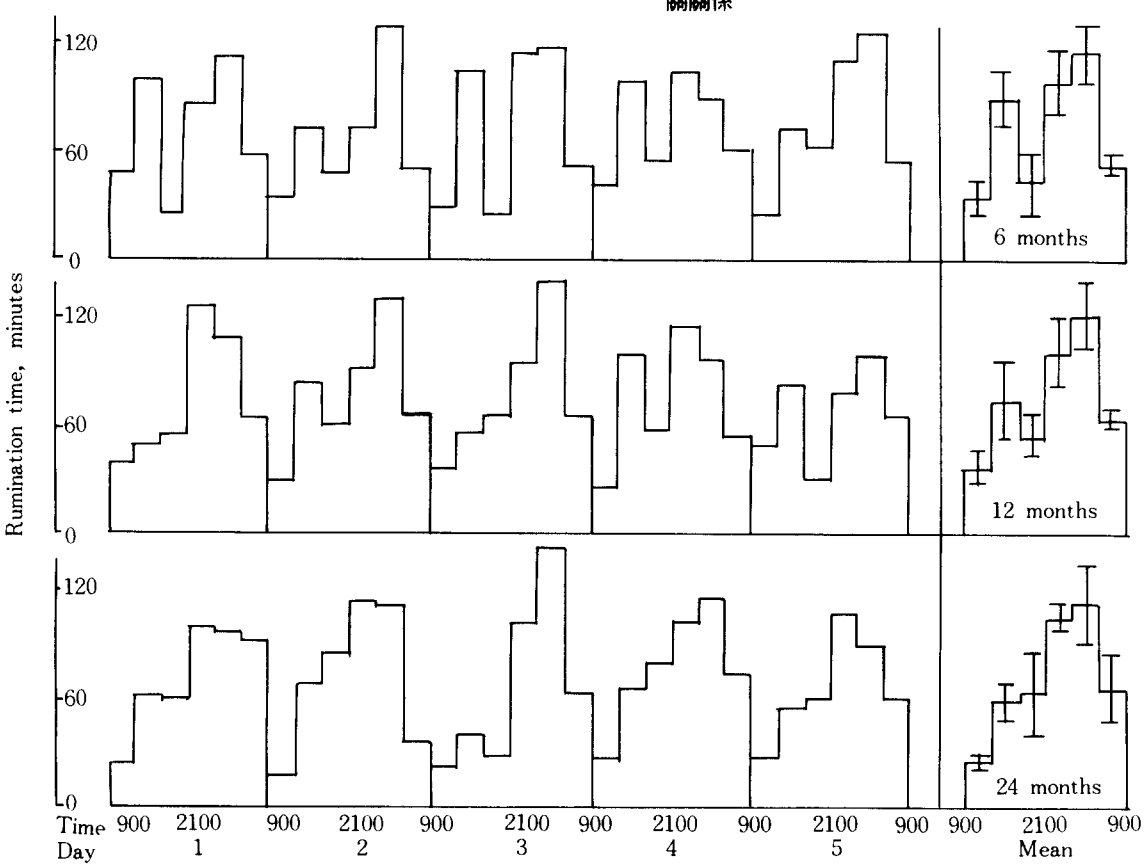

Fig. 5. Circadian distributions of rumination time, in 4-hr subperiods, under conditions of twice feeding a day (am 9:00 and pm 5:00)

採食時間과 反芻量을 나타내는 指標로서의 反芻時間, 咀嚼時間, 食塊數, 咀嚼回數에 대한 相關關係를 Table 8에 나타냈다. 그 결과 採食時間과 反芻行動과의 사이에는 有意相關을 거의 인정할 수 없었으나 반면 反芻量을 나타내는 指標, 즉 反芻時間, 咀嚼時間, 食塊數, 咀嚼回數 사이에서는 6개월령인 308호를 제외하고는 다른 2두에서는 모두 높은 相關이 인정되었다. 따라서 成牛에 있어서는 이들 간에 서로 밀접한 관계를 갖고 變化하는 것을 알 수 있었다.

7. 反芻時間의 日周變化

1日을(朝 9시부터 翌9시까지) 6期로 區分하여 反芻時間의 日內分布를 Fig. 5에 나타냈다. 反芻時間의 日變動率은 3.7-5.5%였던 것에 대해 같은 時間帶에 일어나는 反芻에는 供試牛間에 차이가 컸으며, 그 時間帶에 있어서도 6% 이상의 變動率을 보였다. 換言하면 一定飼養條件下에서 날에 따라 反芻時間의 변화는 적지만 日中 反芻가 發現되는 時間帶는 차이가 큰 것을 의미한다. 따라서 하루의 特定한 時間帶의 記錄으로 1日의 反芻時間을 구하는 것은 커다란 誤差를 일으킬 위험성이 있다고 생각한다.

Ⅳ. 摘 要

家畜側으로부터 草生狀態의 判斷을 위한 基礎實驗으로서, 一定量의 乾草를 給與한 3頭의 去勢牛에 관해서 5일간의 反芻行動을 咬筋筋電 Telemeter로 記錄하여 反芻行動을 構成하는 各 要素別로 日間變動, 日內變動, 個體差등을 상세히 檢討한바 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 日當平均反芻時間은 7.2-7.5시간으로 供試牛間에 差異가 없었으며, 日 變動도 2.0-5.5%로 매우 적었다. 乾物 kg攝取當 反芻時間은 66-138분으로 個體間에 매우 큰 差異로 月齡이 적은 소일수록 많은 時間을 消費했다.

2. 反芻時間中 咀嚼時間의 比率은 88-93%로 日 變動은 매우 적었다.

3. 日當咀嚼回數는 25,000-30,000回, 乾物攝取當咀嚼回數는 3,800-9,600回로 月齡이 적은 소일수록 咀嚼回數가 많았다.

4. 100秒당 咀嚼速度는 104, 114, 131로 個體差는 컸으나 個體別 日 變動은 매우 적었다.

5. 日當괴움질食塊數는 410-553, 1食塊當 咀嚼數는 55-70回로 個體差는 컸으나 各 個體의 日變動은 적었다.

6. 採食時間과 反芻行動과는 相關關係를 인정할 수 없었으나 反芻行動을 構成하는 各 要素間에서는 (反芻時間, 咀嚼時間, 食塊數, 咀嚼數) 高度의 正의 相關關係를 보였다.

7. 反芻가 發現되는 時間的 分布에는 날에 따라 變動이 크다. 따라서 어느 特定 時間帶의 記錄으로 하루의 反芻量을 測定하는 것은 위험성이 높다고 생각했다.

Ⅴ. 引用文獻

1. Arnold, G.W. and M.L. Dudzinski. 1978. The Ethology of Free-Ranging Domestic animals. Elsevier. Amsterdam. 25-26.
2. Balch, C.C. 1971. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. Brit. J. Nutr. 26:383-391.
3. Campling, R.C. 1966a. A Preliminary study of the effect of pregnancy and of lactation on the voluntary intake of food by cows. Brit. J. Nutr. 20:25-39.
4. Campling, R.C. 1966b. The intake of hay and silage by cows. Brit. J. Nutr. 21:41-48.
5. Dulphy, J.P., B. Remond and M. Theriez. 1980. Digestive physiology and metabolism in ruminants (ed. Ruckebusch, Y. and Thivend, P.) Lencaster. UK. MTP press. 103-122.
6. Dwyer, D.D. 1961. Activities and grazing preferences of cows with claves in Northern Osage Country, oklahoma. Bull. Okla Agric. Exp. Stn. B-588:61.
7. Frazer, A.F. 1974. Farm animal behaviour. Bailliere Tindall. London. 52-53.
8. Freer, M., R.C. Campling and C.C. Balch. 1962. Factor affecting the voluntary intake of food by cows. 4. The behaviour and reticular motility of cows receiving diets of hay, oat straw and

oat straw urea. Drit. J. Nutr. 16:279-295.

9. Hafez, E.S.E. 1975. The behaviour of Domestic Animals. 3rd. ed. Bailliere Tindall. London. 203-211.
10. Hancock, J. 1954. Studies of grazing behaviour in relation to grassland management. I. Variations in grazing habits of dairy cattle. J. Agric. Sci. 44:420-433.
11. Herbel, C.H. and A.B. Nelson. 1966. Activities of Hereford and Santa Gertrudis cattle on a Southern New Mexico range. J. Range Manage. 19: 173-176.
12. Low, W.A., R.L. Tweedie, C.B.H. Edwards, R.M. Hodder, K.W. Malafant and R.B. Cunningham. 1981. Applied Animal Ethology. 7:27-38.
13. Ruckebusch, Y. and L. Bueno. 1978. An analysis of ingestive behaviour and active of cattle under field conditions. Appl. Anim. Ethol. 4:301-313.
14. Suzuki, S., N. Takano and Y. Yamashita. 1972. Behaviour and periodical oivesweight changes of heifers under rotational grazing. J. Jap. Grassl. Sci. 18;103-113.
15. Welch, J.G., A.M. Smith and K.S. Gibson. 1970. Rumination time in four breeds of dairy cattle. J. Dai. Sci. 53(1):89-91.
16. 加藤正信，春本 直．1976．牧草地におけるヘレフォード種子付成雌牛の放牧行動について．島根大學農學部研究報告 10：14－20.
17. 松本英人．1978．乳牛の科學．梅津元昌 著．養賢堂．東京 64－79.
18. 鈴木 省三．1971．乳牛の行動．日畜會報 42(8)：363－370.
19. 春本 直．1973．めん羊の反すう行動の日變異性について．島根大學農學部研究報告 7：55－59.
20. 春本 直，加藤正信．1974．一定量の乾草を攝取している和牛反すう行動の變異性について．島根大學農學部研究報告 8：15－21.　働
21. 林 兼六，大田 実．1964．牛の採食行動に 關する研究．Ⅰ．給與草の草質が採食行動に及ぼす影響．日畜東北支部會報 14(2)：52.
22. 林兼六，大田 実，二瓶 章．1968．牛の放牧による肉生産に關する研究．7．放牧條件が 牛の行動に及ぼす影響．日畜會報 39：361－367.