

放牧牛の生理・生態に関する研究

Ⅱ—15 舎飼時および春放牧中における和牛の エネルギー消費について[※]

加藤 正信^{※※}・春本 直^{※※}・加藤 啓介^{※※}

Masanobu KATO, Tadashi HARUMOTO and Keisuke KATO
Physiological and Ecological Studies on the Grazing Cattle

Ⅱ-15 Energy Expenditure of Japanese Black Breed
Cows in Barn and on the Spring Range

緒 言

放牧和牛の発生熱量については、DOUGLAS bag method を用い舎飼時ならびに放牧時の休息形のみについて研究し、既に2回報告した^{(a)(b)}。休息時はこの測定方法で発生熱量の測定が可能であるが、各種の動的行動や、静的行動でも反すう時には DOUGLAS bag method では測定はまず不可能である。したがって舎飼時、放牧時とも1昼夜間のエネルギー消費量測定はこの方法ではできない。

著者らは心拍数を連続的に数え得る speaker 付きの beatmeter を用いることによって、あらゆる行動中の発生熱量を測定できる間接法により、放牧開始前舎飼時、春放牧中および収牧後舎飼時のエネルギー消費量がいかに変化するかを詳細に検討する目的で本研究を行なった。

試 験 方 法

1. 牛舎および放牧地の概況：牛舎は旧式の牛房（3×4 m、単房）で、放牧地は島根県三瓶山北の原共同牧野（標高約480m、面積約300ha）であり、地勢その他については既報のとおりである。なお牛舎では1日3回野生草のみ給与し、給水は1日2回であった。

2. 供試牛：本学付属三瓶農場けい養の黒毛和種成雌牛2頭を用いた。その詳細は第1表に示したとおりである。

3. 試験期間および気象条件：1966年5月22日より7月13日の間に、放牧開始前の舎飼期は48時間連続で1回、放牧開始初期は24時間連続で1日おきに4回、以後

Table 1. Cows on experiment

Cow No.	Date of Birth	Age (yrs.)	Date of Mating	Average Body Weight
1	Apr. 1, '55	11.2	Mar. 15, '66	430kg
2	Sept. 15, '62	3.8	Mar. 28, '66	378

放牧中は10日間隔で、24時間連続1日おき各2回を4度繰り返す。収牧直後の舎飼期は48時間連続で1回の試験を行なった。どの場合も、行動調査と心拍数測定とを同時に行なった。

放牧期間中試験日の気温の最高は6月27日の26.5°Cであり、最低は5月26日の6.5°Cで、試験日の1日平均気温は13.2~21.5°Cであった。降水量の最大は6月19~20日の約72mmであった。詳細は第2表に示す。

4. 心拍数の測定および発生熱量の推定法：心拍数測定は speaker 付きの beatmeter を供試牛に装着し、原則として心拍数30を数えるに要する時間を $\frac{1}{10}$ 秒まで読みとり、1分間値に換算した。1昼夜を2時間ごとに区切り、同じ行動形についても各区分ごとに繰り返して測定して正確を期した。各区分ごとに得られた行動形別の心拍数平均値（代表心拍数）をそれぞれの区分時間内の各行動中の心拍数とみなした。代表心拍数（X）を beatmeter 用回帰式 $Y = 0.042X - 1.766$ に代入して供試牛の体重1kg1時間当りの発生熱量を各区分時間別各行動形別に算出し、各区分時間内の各行動形所要時間を乗じて合計し、体重1kg1日当りの各行動形別発生熱量とし、さらにこれらを総計して牛の体重1kg1日当りの発生熱量とした。

試験結果および考察

1. 体重1kg1日当りのエネルギー消費量

※ 1967年4月 日本畜産学会第53回大会において講演
※※ 畜産学研究室

Table 2. Meteorological data during experimental periods

Date	Weather	Air temperature			Precipitation mm
		max. °C	min. °C	av. °C	
22-24, May	rainy	19.1	12.5	15.6	29.0
25, "	fine	—	—	11.4	0
26, "	fine	20.5	6.5	14.4	0
27, "	fine	23.2	11.5	17.5	0
28, "	cloudy	21.4	14.0	17.9	0
29, "	rainy	17.3	13.1	15.1	17.8
30, "	fine	20.0	11.4	15.2	6.3
31, "	cloudy	17.5	12.5	15.0	0
1, June	cloudy	17.5	11.5	14.9	10.0
7, "	fine	19.0	8.0	14.4	0
8, "	fine	24.0	9.0	17.2	0
9, "	rainy	12.9	11.1	14.1	2.2
10, "	rainy	14.5	11.3	13.2	16.2
17, "	cloudy	19.1	11.0	17.4	0
18, "	cloudy	23.0	11.5	17.4	9.6
19, "	cloudy	23.3	16.0	19.4	0
20, "	rainy	20.5	15.5	18.2	71.2
27, "	cloudy	26.5	19.5	21.5	0
28, "	rainy	21.6	14.9	17.1	14.2
29, "	rainy	16.0	12.7	14.8	21.9
30, "	cloudy	—	—	14.3	2.5
7, July	cloudy	23.6	18.9	21.1	0
8, "	rainy	23.0	17.3	19.9	32.0
9, "	cloudy	24.0	10.7	19.9	7.2
10, "	cloudy	24.0	16.0	20.5	0.5
11-13, "	rainy	26.0	19.0	21.3	43.3

個体別、測定日別に全測定値を表示すると第3表のとおりで、これを測定日（放牧中）の天候とともに図示すれば第1図のようになる。放牧前舎飼期は平均約 12 Cal/kg/day となった。この値はかなり低い値であるが、舎飼時の休息時における心拍数をみると、1号牛は横臥時43~53佇立時50~60、2号牛は横臥時54~60佇立時57~67で一般に心拍数が少なく、とくに1号牛は老令牛のために発生熱量が少なかったと考えられる。それにしても、著者らの用いている回帰式で算出する場合、放牧中はよいが、運動量のごく少ない舎飼時などは発生熱量が低く出る傾向があり、この回帰直線のうち、心拍数の少ない側については、はたして直線でよいかそれとも concave の方がより妥当であるのか検討する必要がある。

Table 3. Heat production of cows during a day (Cal/kg/day)

Periods	Date	Cow	Cow	Average
		No. 1	No. 2	
Before Grazing (in barn)	22-23, May	10.04	11.29	10.66
	23-24, "	13.07	12.83	12.95
	Average	11.55	12.06	11.81
Early Grazing Period	25-26, May	29.41	28.80	29.10
	27-28, "	28.86	28.98	28.92
	29-30, "	28.12	35.92	32.07
	31, May-1, June	34.15	32.56	33.35
	Average	30.13	31.56	30.85
Grazing Period	7-8, June	29.78	30.91	30.34
	9-10, "	28.99	30.73	29.86
	Average	29.38	30.87	30.10
	17-18, June	31.09	33.58	32.33
	19-20, "	28.22	26.32	27.27
	Average	29.66	29.95	29.80
	27-28, June	28.58	31.67	30.12
	29-30, "	26.86	26.46	26.66
	Average	27.72	29.06	28.39
	7-8, July	26.76	28.95	27.85
9-10, "	(33.76)	(34.54)	(34.15)	
Average	(30.26)	(31.75)	(31.00)	
After Grazing (in barn)	11-12, July	16.91	21.78	19.35
	12-13, "	16.18	19.07	17.63
	Average	16.55	20.43	18.49

第1図で明らかのように、放牧を始めると発生熱量は急増して1号牛では7日目に約 34.1 Cal/kg/day となり、2号牛では5日目に約 35.9 Cal/kg/day となって、いずれも最高値となった。その後は徐々に減少したが、減少のしかたは若い2号牛のほうが激しいようである。また雨の日には両牛とも前日に比してエネルギー消費が少なくなる傾向がみられる。収牧の前日は両牛とも発生熱量が急に増大しているが、行動調査で前述したように、この日は当共同放牧場の収牧が始まり、多くの牛が連れ帰られたので供試牛は落着きを失い、彷徨が多くなったことが明らかに原因している。収牧するとエネルギー消費量は急激に少なくなり、収牧の翌日には1号牛は約 17 Cal/kg/day、2号牛は約 22 Cal/kg/day となったが、放牧開始前舎飼期の値よりはかなり高かった。

以上の放牧によるエネルギー消費量の変化は両牛間に個体差はあるが、増減する様相はよく一致しているので、収牧前日の数値だけを除外して、2頭平均で各期を

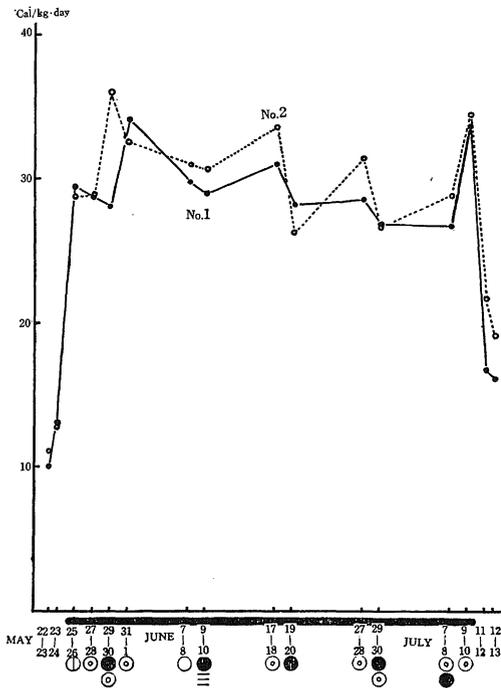


Fig. 1 Effect of grazing on energy expenditure of cows

一つの数値とし、放牧前舎飼期の平均値を1として倍率で図示すると第2図のようになる。

放牧開始直後約1週間は急激なエネルギー消費の増大があり、最高は舎飼期の約2.7倍に達する。その後は緩慢に減少するが、放牧期間中は舎飼期の2.5倍前後すなわち28~30 Cal/kg/dayで終始する。放牧初期の急上昇は牛体における生理的機能とくに代謝が急激に盛んになることを意味し、牛体に大きな変化が起ることが想像され、それだけに牛体へ一種の stress が加わる。放牧牛の疾病や事故が放牧初期に起りやすい大きな理由の一つは放牧初期におけるこの牛体への stress であろうと考える。また舎飼より急に植林地などへ放牧すると稚樹の損傷がとくに大きいことにも関連すると考えられ、第2図に示した歩行距離が初期にとくに多いことからわかる。つぎに放牧をやめて、牛を舎飼に移すとエネルギー消費量は急に少なくなるが、直ちに元の放牧前舎飼期の数値に戻ることなく約1.5倍でかなり多く、回復には若干の日数を要する。

以上の放牧による1昼夜間エネルギー消費量の変化は、著者らが DOUGLAS bag method によって休息時のみについて行なった研究の結果とよく一致している。⁽²⁾⁽³⁾ また家畜に労役を課した場合の心肺活動の変化する様相

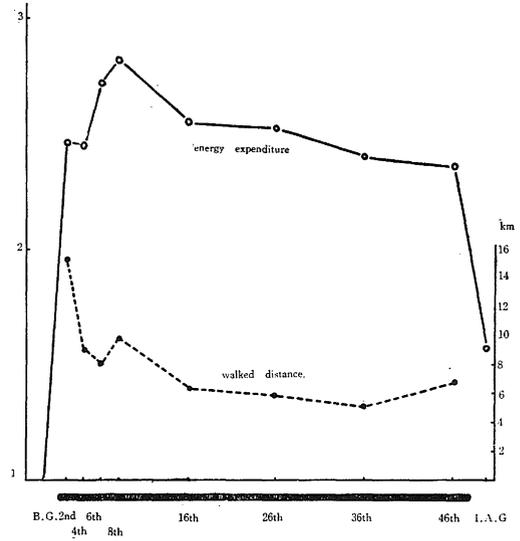


Fig. 2 Change of energy expenditure of cows on range

ともよく一致しており、放牧は牛に軽労役を課するのと同様に考えられ、それだけに放牧前舎飼期の飼育が重要であり、全放牧を行なう前の予備放牧も大きい意義がある。

2. 行動形別エネルギー消費量の変化

体重1kg1時間当りのエネルギー消費量を、採食形・徘徊および移動形・休息形・反すう形について、変化の様相を第3図に示してある。どの行動形においても、放牧中は放牧前舎飼期の約2倍のエネルギーを消費する。また収牧直後の舎飼期は放牧前舎飼期の約1.5倍となっている。動的行動形においてはエネルギー消費量が多いのはもちろんであるが、時期的に放牧中の変動がかなり目立っている。気象・地形・草生などによって変動がでると考えられる。一方静的な行動形では逆にエネルギー消費量が少なく、放牧中の変動もごく小さい。

採食形における体重1kg1時間当りのエネルギー消費量と1昼夜間の採食所要時間との関係を第3図でみると、放牧中の採食時間が長い場合は体重1kg1時間当りのエネルギー消費量が少なく、採食時間が短いとエネルギー消費量が多い傾向がある。採食時間が長い場合は緩慢に採食するし、採食時間が短い場合は激しく採食し、放牧中の採食量そのものには大きな差がないことを示していると考えられる。

3. エネルギー消費量の日周変化

エネルギー消費量の1昼夜間における時刻による推移を2時間ずつ区切って調べ図示すると第4図のようである。放牧中(Gr.)は5~9時と17~21時にエネルギー消

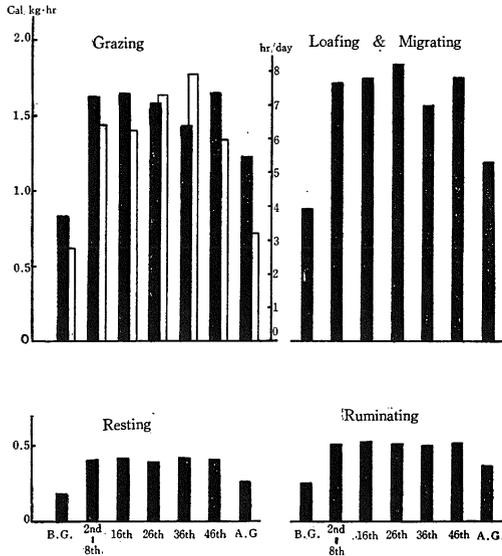


Fig. 3 Energy expenditures of cows in different behaviors

費量が多く、とくに17~21時には多い。これらの時刻と、採食行動の盛んな日の出のころおよび日没のころとはよく一致している。舎飼期をみると、収牧直後の舎飼期(A.G.)の様相は放牧中とよく類似しているが、放牧

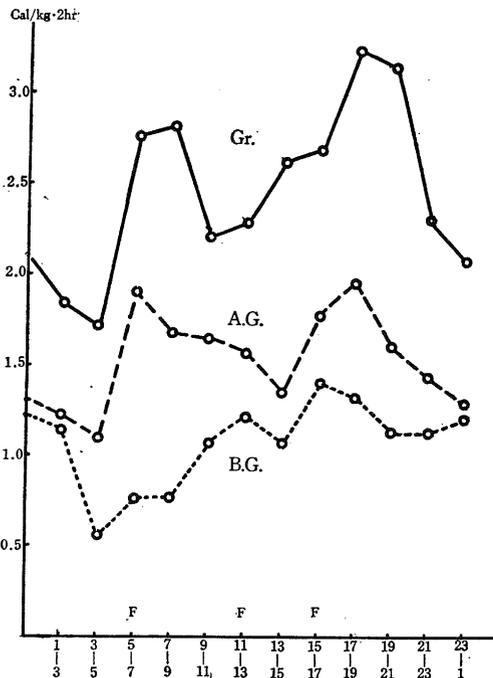


Fig. 4 Hour to hour difference of energy expenditure

開始前の舎飼期(B.G.)はかなり様相が異なっている。夕方の野生草給与時にエネルギー消費量が最も多いほか、真夜にも多く、野生草給与時と必ずしも一致していない。放牧前の舎飼期と収牧後の舎飼期とがこのように異なる点は興味深い結果ではあるが、今後さらに検討する要がある。

摘 要

和牛のエネルギー消費量(発生熱量)が舎飼から昼夜放牧に移すと、いかに変化するかを詳細に検討する目的で本研究を行なった。黒毛和種成雌牛2頭を供試し、放牧開始前舎飼期・原野放牧期・収牧後舎飼期に分けて比較したが、放牧開始初期についてはとくに詳細に調べた。測定法は beatmeter 法(心拍数測定による発生熱量間接測定法)によった。結果はつぎのようである。

1) 若干の個体差はあったが、全試験期間を通じて増減の傾向はよく一致し、年齢などによる差も大きくはなかった。

2) 1昼夜間のエネルギー消費量は放牧開始前舎飼期は平均約 12Cal/kg/day であったが、放牧を開始すると急激に増加して約 1 週間で最高の 34~36 Cal/kg/day に達し、舎飼期の約 2.8 倍となった。その後は徐々に減少する傾向があり、舎飼期の約 2.5 倍(26~34 Cal/kg/day) で放牧中終了した。収牧直後 3 日間ぐらゐは放牧前舎飼期の約 1.5 倍(16~22 Cal/kg/day) でかなり多く、回復には若干の日数を要するようである。

3) 各行動形別体重 1kg 1 時間当りのエネルギー消費量は放牧中にはどの行動形でも、放牧前舎飼期の約 2 倍で、収牧後は約 1.5 倍となった。動的行動形ではエネルギー消費量もちろんだいが、気象・地形・草生などによる時期的変異が大で、静的行動形ではエネルギー消費量が少なく、変異もごく小さかった。

4) 採食形における体重 1kg 1 時間当りのエネルギー消費量は 1 昼夜間の採食時間が長い場合には少なく、採食時間の短い場合には多くなる傾向があり、採食量がほぼ一定しているように思われた。

5) エネルギー消費量の日周変化をみると、放牧中は採食の盛んな日出、日没のころに山があり、収牧直後も放牧中とよく似ていたが、放牧開始前舎飼期はかなり異なっており、この点についてはさらに検討したい。

謝辞 本実験を行なうにあたり、種々便宜をはかられた三瓶農場の職員ならびに昼夜を分たず協力された専攻学生橋本輝次、坪内武夫、上坂建、藤原 勉の諸君に深甚の謝意を表する。

引用文献

1. 青木晋平・藤光正昭・影山 誠・加藤正信・田畑一良：島根農大研報 7(A)：49-58, 1959
2. 加藤正信・青木晋平・田畑一良・藤光正昭：島根農大研報 7(A)：61-68, 1959
3. 加藤正信・青木晋平・春本 直・藤光正昭：島根農大研報 8(A)：43-51, 1960
4. 加藤正信：島根農大畜産学研究室特別報告 1：1-195, 1961
5. 春本 直・加藤正信・青木晋平・武田 祥：島根農大研報 13(A)：67-70, 1965
6. 春本 直・加藤正信・加藤啓介：島根大農研報 1：43-48, 1968

Summary

We studied on the energy expenditures of the Japanese Black Breed cows measured indirectly by the beatmeter method. Data obtained while the two cows were housed in the barn, grazed on the native grassland and housed again in the barn immediately after the grazing period.

The principal results obtained were as follows :

1. Daily energy expenditure per kilogram of body weight was about 12 Cal in average during the housing period before grazing. This value increased rapidly when the cows were put on the grassland, and reached at the maximum of about 35 Cal (280% of the initial value obtained in the barn) within the first one week. Then, the value decreased gradually to nearly 250%. After the grazing period was ended, it stayed at about 150% of the initial value, and it seemed that several days were necessary for it to recover to the initial value.

2. In any behavior the energy expenditure per kilogram per hour was about two times and one and a half times as much as the initial value in the barn, during the grazing period and immediately after it, respectively. Though the variations in energy expenditures per kilogram per hour was large in the walking forms, they were small in the resting ones.

3. When the grazing hours were the shorter, the energy expenditure per kilogram per hour were the grater ; consequently a day's total energy expenditure for the grazing form was almost constant. It indicates that the day-to-day difference in forage intake was not great.