

# 放牧牛の生理・生態に関する研究

## II-11 Beat-meter 法によって測定した放牧牛の エネルギー消費量の牧野による差異について\*

加藤正信\*\*、青木晋平\*\*、春本 直\*\*\*、武田 祥\*\*\*\*

Masanobu KATO, Shimpei AOKI, Tadashi HARUMOTO and Shō TAKEDA

### Physiological and Ecological Studies on the Grazing Cattle

#### II-11 On the Difference of Energy Expenditure measured by Beat-meter Method of Grazing Cattle in various Pasture Conditions

#### 緒 言

著者らは和牛の心拍数と発生熱量との間に直線的な高い有意の相関があるところから、回帰式を用いることにより間接的に放牧牛の発生熱量を求め、放牧牛のエネルギー消費量を推定してきた。<sup>(5)(6)(7)(8)</sup> BLAXTER <sup>(3)</sup> とも羊や牛について、心拍数と全発生熱量間に同じような直線的な関係を見だし、回帰式をえている。このように、心拍数から発生熱量を推定する方法は、とくに放牧中に各種の行動形を示す場合など、こういった間接法による以外により方法が見当らない。しかし、この方法では正確に心拍数を測ることが、まず第一に重要である。このゆえに著者らは Beat-meter <sup>(4)</sup> で正確に、かつ連続的に数多くの測定値をえ、最も正確度の高い心拍数と発生熱量間の関係式を改めて決定した。

この研究は Beat-meter を用いて、条件のかなり違った二つの放牧地での放牧牛について発生熱量を調べ、牧野による差異を比較検討したものである。なお本実験

は文部省科学研究費の一部を用いて行なったものである。

#### 試 験 方 法

##### 1. 放牧地の概況：

改良牧野——島根県大田市三瓶山西の原具有模範牧野の第2牧区で、有柵の約 12.6 ha のうち 10.4 ha は野草地と牧草地に約半々に分かれており、この外に 1.7 ha の退避林と 0.5 ha の雑木林<sup>(1)</sup> がある。草種・地形・施設の詳細は既に報告した。標高は約 525 m である。

植林地——岡山県新見市千屋の明石放牧場で、約 75 ha の傾斜の急なスギ・ヒノキの植林地と雑木林の間に、若干の原野が散在する標高約 600m の共同放牧地である。詳細は本研究 I-7 で述べている。

2. 供試家畜：供試牛は改良牧野の場合は本学付属三瓶農場けい養の成牝牛 4 頭を用い、植林地の場合は放牧中の成雌牛のうちから 4 頭を選んだ。供試牛の詳細は第 1 表のようである。

Table 1. Cattle on experiment

No. of cattle	Date of birth	Age		Body weight kg	Remarks	Resting H. R. Beats/min.
		Year.	Month			
1	May 5, '54	9.0		377.2		61.85
2	Apr. 1, '55	8.1		330.0	Nursing	75.20
3	Nov. 11, '56	6.5		340.0	Nursing	76.54
4	Aug. 1, '59	3.9		286.8		82.01
5	Mar. 29, '52	12.2		377.0		63.68
6	Sept. 14, '58	5.9		334.2		71.42
7	Feb. 6, '59	5.4		363.8	Nursing	72.97
8	Oct. 4, '60	3.8		298.0	Nursing	91.04

※ 1965年4月日本畜産学会大会において講演  
 ※※ 畜産学研究室  
 ※※※ 島根県肥飼料検査所

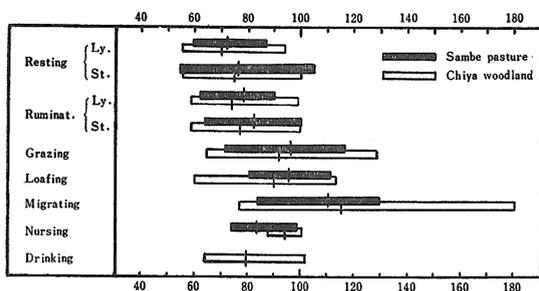


Fig. 1. Heart rate in each behavior(Beats/min.)

3. 試験期間および気象条件：改良牧野における試験は1963年5月22日から25日までの4日間に2頭ずつ2回にわたって行ない、植林地における試験は1964年6月7日から9日までの3日間に2頭ずつ2回にわたって行なった。試験期間中の気象状況は、改良牧野試験中の最高気温は23.8°C、最低気温は8.5°Cであり、湿度は83~88%で、天候は晴または曇りであった。植林地試験中は、最高気温27.0°C、最低気温6.5°Cで、天候は晴または

Table 2. Comparison of heart rate in each behavior (Beats/min.)

	Resting		Ruminating		Grazing	Loafing	Migrating	Nursing	Drinking
	Ly.	St.	Ly.	St.					
Sambe Range <sup>a</sup>	64.7 (100)	70.6 (100)	69.9 (100)	71.6 (100)	83.2 (100)	79.1 (100)	95.6 (100)	71.3 (100)	71.5 (100)
Sambe Pasture <sup>b</sup>	70.7 (109)	73.9 (105)	76.9 (110)	78.6 (110)	92.2 (111)	94.3 (119)	107.7 (113)	84.2 (118)	—
Chiya Woodland <sup>b</sup>	70.2 (109)	74.8 (106)	74.0 (106)	76.9 (107)	91.8 (110)	89.5 (113)	114.7 (120)	94.2 (132)	79.3 (111)

<sup>a</sup>: Stethoscope method

<sup>b</sup>: Beat-meter method

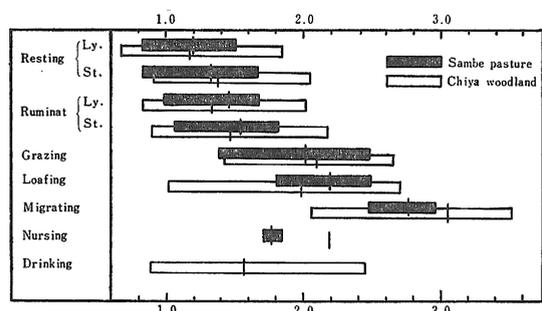


Fig. 2. Heat production in each behavior (Cal/kg/hr.)

高い値を示している。個体差、年齢差、その他条件の差が原因するにせよ、これだけの差がでる最も大きい要因は心拍数測定法そのものの違いによると考えられ、従来の測定回数も少なくして不正確をまねがれえなかった聴診器法の値に比して、今回の Beat-meter 法による各行動

曇りであった。

4. 心拍数の測定および発生熱量推定法：心拍数の測定は Beat-meter<sup>(4)</sup>法により、発生熱量の推定は回帰式  $Y = 0.042X - 1.766$ <sup>(4)</sup>を用いる間接法によった。

### 試験結果および考察

#### 1. 両放牧地における各行動形別心拍数

心拍数の全測定値について、変異の幅と平均値とを一括図示すると第1図のようになる。

各行動形とも平均心拍数については両放牧地間に大差はないが、植林地放牧の場合の方が一般に変異が大きく、とくに動的な行動形において変異の幅が大きい。これは地形上傾斜が急で、変化に富んでいるためであろう。

つぎに今回の Beat-meter を用いて測定した各行動形別心拍数の平均値を従来の聴診器法における平均値と比較して表示したのが第2表である。

第2表によると、Beat-meter 法による測定値は聴診器法による場合よりも、どの行動形についても、かなり

形を代表する心拍数はまず信頼できる数値と言える。

#### 2. 各行動形別体重1kg1時間当りの発生熱量

各行動形の代表心拍数から、回帰式  $Y = 0.042X - 1.766$ <sup>(4)</sup>を用いて、放牧牛の体重1kg1時間当りの発生熱量を各行動形別に算出し、個体による変異とともに一括図示すれば第2図のようである。

この場合も心拍数の場合と同じく、植林地の方が個体による変異が大きいことが一層明らかにあらわれ、動的行動形である徘徊形・移動形においては変異の幅は改良牧野の場合と比べて、植林地ではめだって大きい。これはやはり傾斜の多い地形によって個体差が大きいためと思われる。

つぎにこれらの数値を、従来のわれわれの得た値<sup>(6)</sup>と比較してみると、採食形・徘徊形・移動形などはかなり高いが、休息形・反すう形の値には大差が認められない。これらの結果から考えて、静的な行動に費す体重1kg

1時間当りのエネルギーは牧野の違いによって大きく変ることはないように思う。

3. 体重1kg1日当りの発生熱量：各牛の各行動形別体重1kg1時間当りの発生熱量に、各牛のそれぞれの行動形に費した時間を乗じて、各牛ごとに体重1kg1日当りの各行動形別発生熱量を算出し、改良牧野と植林地別にそれぞれ4頭平均で一括図示したのが第3図である。第3図が示すように、静的な行動形の休息形と反すう形とに費すエネルギーは植林地よりも改良牧野における方が大きく、これら静的行動形においては、改良牧野では横臥時のエネルギー消費が大であるのとは逆に植林地では佇立時のエネルギー消費の方が大である。これらの傾向はそれぞれの行動形に費す時間の長短におもに原因している。すなわち、改良牧野では横臥時間が1昼夜間に約9時間あるのに、植林地では4時間半にも足りない。動的な行動形である採食・彷徨・移動形では植林地における方が1日当りのエネルギー消費が大であった。第1, 第2図に示したように行動形の代表心拍数にも、体重1kg1時間当りの発生熱量にも両牧野間には大差はみられないので、1昼夜間にこれらの行動形に費した時間が長いことにおもに原因していると考えられ、歩行距離が植林地では5.6~12.1km、平均7.70kmであったのに比し、改良牧野では4.4~6.1km、平均4.98kmに過ぎなかったこともこれを裏づけている。

つぎに体重1kg1日当りの総発生熱量は改良牧野では40.46 Cal, 植林地では42.00 Calとなり、植林地の場合の方が約4%エネルギー消費が大となった。これらの値は従来の聴診器法による三瓶山北の原原野における35.2~38.3 Calという値や、新潟県笹ヶ峯原野における33.7 Calよりも若干大きい。心拍数測定法の違うことが原因と考えられるが、正確度の高い今回の約40.5~42.0 Calという数値は放牧和牛の体重1kg1日当りの総発生熱量として妥当な数値と考えてよい。

4. 放牧和牛1頭1日当りの総発生熱量：第3表に示す通り供試牛の平均体重は改良牧野の場合は333.5kgであ

Table 3. Daily energy expenditure per kg B. W. and per head

	Sambe pasture	Chiya woodland
Cal/kg/day	40.460 (100%)	41.995 (103.8%)
Av. B. W.	333.5 kg	343.3 kg
Cal/head/day	13,493.4 (100%)	14,416.9 (106.8%)

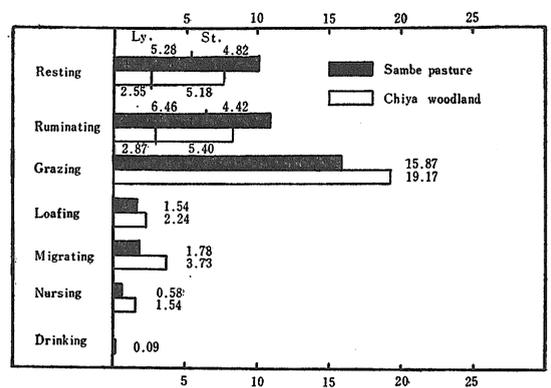


Fig. 3. Heat production in each behavior (Cal/kg/day)

り、植林地の場合は343.3kgであって大差がない。これらの体重を用いて、1頭1昼夜間の総発生熱量を概算すると、改良牧野では約13,493 Calとなり、植林地では約7%大きくなって約14,417 Calとなる。これらの値はいずれも従来の12,000~15,000 Calの範囲にあり、従来の方法による推定値は妥当な値であることを確かめたと考える。

### 摘 要

島根県三瓶山西の原にある県有模範牧野第2牧区(野草地と牧草地が相半ばする改良牧野、面積約12.6 ha、標高約525 m)と、岡山県新見市千屋にある明石放牧場(スギ・ヒノキの植林地で、一部雑木自生地および原野があり、傾斜の急なところが多く、面積約75 ha、標高約600 m)の両牧野に春放牧中の黒毛和種成雌牛のおの4頭(うち2頭は哺乳中の子牛付き)を用いて、Beat-meter法により、放牧中の発生熱量を間接的に測定して大略つぎの結果を得た。

1) 各行動形の代表心拍数はBeat-meter法によると、従来の聴診器法に比して、正確ではあるが若干高くする傾向がある。各行動形における平均心拍数には改良牧野と植林地間に大差はないが、とくに動的な行動形においては植林地の方が変異が大きい。

2) 体重1kg1時間当りの発生熱量は植林地の動的行動形において、とくに変異が大であり、従来の聴診器法で測定した数値と比べると、採食形・彷徨形・移動形などではかなり高い値であるが、休息形・反すう形の測定値には大差はなく、静的な行動形に費す体重1kg1時間当りのエネルギーは牧野の違いによって大きく変ることはない。

3) 体重1kg1日当りの発生熱量は静的行動形では改良牧野の方が植林地におけるより大きく、改良牧野で

は横臥時のエネルギー消費が多いのとは逆に、植林地では行立時のエネルギー消費が大きい。動的な行動形では植林地の方がエネルギー消費が大である。

体重 1 kg 当り 1 昼夜間の総発生熱量は改良牧野の平均 40.46 Cal に対して、植林地では平均 42.00 Cal で、約 4 % エネルギー消費が多い。

4) 放牧和牛 1 頭 1 日当りの発生熱量は改良牧野では約 13,500 Cal, 植林地では約 14,400 Cal となり、従来の聴診器法によって得た 12,000~15,000 Cal の範囲内において、従来の推定値はまず妥当な数値であることを確かめた。

### 謝 辞

本実験の実施にあたって、種々便宜を提供された島根県家畜衛生試験場三瓶分場職員各位および岡山県和牛試験場職員各位ならびに本学畜産学専攻学生の協力に対し、深甚の謝意を表する。

### 引用文献

1. 青木晋平・加藤正信・春本 直・武田 祥：島根農大研報 13(A)：58~62, 1965
2. 青木晋平・加藤正信・春本 直・武田 祥：島根農大研報 14(A)：55~59, 1965
3. BLAXTER K. L. : J. Agr. Sci. 38 : 207~215, 1948
4. 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
5. 加藤正信・青木晋平・春本 直・藤光正昭：京大畜産学研究室創設25年記念論文集：32~38, 1961
6. 加藤正信・青木晋平・武田 祥・藤光正昭：島根農大研報 10(A)：57~63, 1962
7. 加藤正信・青木晋平・藤光正昭・武田 祥：島根農大研報 11(A)：40~44, 1963
8. 加藤正信・青木晋平・春本 直・武田 祥：島根農大研報 13(A)：63~66, 1965

### Summary

The energy expenditure measured indirectly by Beat-meter method was studied in early summer in 1963 and 1964 on the different conditioned pastures (improved pasture at Sambe in Shimane prefecture and woodland at Chiya in Okayama prefecture). Four cows (Japanese Black Breed of Cattle) were used in each experiment.

The results obtained are summarized as follows :

1. Although the representative value of heart rate in each behavior measured by Beat-meter method was a little higher than that by Stethoscope method that we had used up to this time, we believed that the most accurate heart rate was able to secure in this experiment. And the range of variation of heart rate in active behavior was especially wide as the cattle were grazed on woodland.
2. On the woodland, the heat production per kilogram per hour was obviously high in active behaviors. However, in static behaviors, it was much the same as on improved pasture.
3. The daily energy expenditure per kilogram of body weight in pasture grazing was more than in woodland grazing in static behaviors, and less in active ones.

The daily energy expenditure of lying form was more on pasture than on woodland, but that of standing form was less on pasture than on woodland. The heat production per kilogram of body weight for 24 hours was 40.46 Cal in average on pasture, and 42.00 Cal in average on woodland. It seems that about 4 per cent higher energy is consumed in woodland grazing than in pasture grazing.

4. The heat production per head per day of grazing cattle was about 13,500 Cal on pasture and 14,400 Cal on woodland, and these values were nearly same as the values previously reported by us with the aid of Stethoscope method.

From these points of view, we have been driven to conclude that the heat production of the grazing cow is in the range of 12,000—15,000 Cal per head per day.