

放牧牛の生理・生態に関する研究

II-13 Beatmeter 法によって測定した原野放牧和牛のエネルギー消費量の季節的变化*

加藤 正信***・春本 直***・青木 晋平****

Masanobu KATO, Tadashi HARUMOTO and Shimpei AOKI

Physiological and Ecological Studies on the Grazing Cattle

II-13 Seasonal Changes in Energy Expenditure of
Grazing Japanese Black Breed cows measured
by Beatmeter Method

Table 1. Cattle on experiment

Cow No.	Date of Birth	Age (yrs.)	Date of Mating	Original Body Weight
1	Apr. 1, '55	10	Feb. 23, '65	345kg.
2	Nov. 11, '56	8	Apr. 12, '65	391

Table 2. Meteorological data during experimental periods

Date	Weather	Air temperature		Relative humidity (Av.)
		max.	min.	
24-25, May.	cloudy	22.4	15.6	76
10-11, June	cloudy	26.5	11.0	80
14-15, July	cloudy	28.0	20.5	76
18-19, Aug.	fine	30.5	25.0	67
11-12, Sept.	fine	19.5	15.3	80
20-21, Oct.	fine	16.2	10.8	85



Fig. 1. Cows equipped with beatmeter

緒 言

著者らはこれまでに、春放牧、夏放牧および秋放牧時における和牛のエネルギー消費量について研究してきた⁽⁹⁾⁻⁽¹⁰⁾。しかし、実験の都度供試牛も牧野も異なっており、季節的にエネルギー消費量がどのように変化するかを適確につかむことができなかった。また夏放牧を行わない慣習となっている当地方において、果して夏放牧が不利な結果を招くものかどうかとも疑わしい。

同一の和牛を同じ放牧地に春から秋まで連続して終日放牧し、気象条件・野草の変化・害虫などにより、同一の和牛におけるエネルギー消費量がどのように変化するか、また原野への放牧期間は当地方では一体いつごろからいつごろまでが合理的な期間であるかを解明する目的で本研究を行なった。

試 験 方 法

1. 放牧地の概況：三瓶山北の原共同放牧場（標高約480m、面積約300ha）で、植生上ではシバ型・灌木型の両者にまたがっている。地勢その他の詳細については既に報告した⁽¹⁾。

2. 供試家畜：供試牛は本学付属三瓶農場けい養の黒毛和種成雌牛のうちから2頭を選んだ。これらの2頭は毎年放牧してきた和牛で、年令はやや進んでいるが、栄養状態よく、子付きでない妊牛で、種付月日も似ていた。供試した和牛の詳細は第1表のとおりである。

3. 試験期間および気象条件：1965年5月24日より10月21日の間に毎月1回、24時間の試験を行なった。試験

※ 1966年4月 日本畜産学会大会において講演

*** 畜産学研究室

**** 現高知大学農学部

Table 3. Representative values of heart rate of cows in grazing form (beats/min.)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	I				II				III				IV				V				VI				
No.1	77.9±2.3 ^a				81.9±5.0 ^a				77.6±1.8 ^b				76.2±2.5 ^b				83.5±4.2 ^c				80.6±3.1 ^c				
No.2	79.5±2.4 ^d				78.0±3.7 ^d				—				82.4±2.3				83.3±3.9 ^e				81.4±3.7 ^e				
No.1	I 79.9±4.2								II 76.9±2.2								III 82.9±4.0								
No.2	78.2±3.3								82.4±2.3								83.3±3.9								

* Values with the same superscript are not significantly different on the 1% level.

中の気象概況を表示すると第2表のとおりである。

4. 心拍数の測定および発生熱量の推定法：心拍数の測定は speaker 付きの beatmeter を第1図のように供試牛に装着し、原則として心拍数30を数えるに要する時間を 1/10 秒まで読みとり、1分間値に換算した。心拍数は同一和牛の同じ行動形においても、1昼夜のうちには時刻によってかなり変動するように思われるので、今回は24時間を第3表のように6期に分け、各行動形の心拍数を各期それぞれ50回ずつ（移動・彷徨・飲水形は15回ずつ）測定して平均値と標準偏差を算出した。

最も主要な行動形である採食形について、6月の測定値を用いて、相隣れる各期の数値間の有意差検定を行った。検定の結果、第II期と第III期、第IV期と第V期、

第VI期と第I期の間には有意差がないことがわかったので（ $P<0.01$ ）、改めて第3表下欄のように1昼夜間を3期、すなわち第I期（0～8時）、第II期（8～16時）、第III期（16～24時）に分け変え、各期別各行動形別に心拍数の平均値と標準偏差を算出し直した。ただし移動・彷徨・飲水の3行動形については3期に分けずに24時間中の心拍数全測定値から、平均値および標準偏差を算出した。

つぎに期別、行動形別に得られた必拍数の平均値（代表心拍数） X と、beatmeter用回帰式 $Y=0.042X-1.766$ ⁽³⁾とから、各期別各行動形別に供試牛の体重1kg1時間当りの発生熱量 Y を算出し、別に行なった行動調査で得た各期別の各行動形所要時間を乗じて、体重1kg1

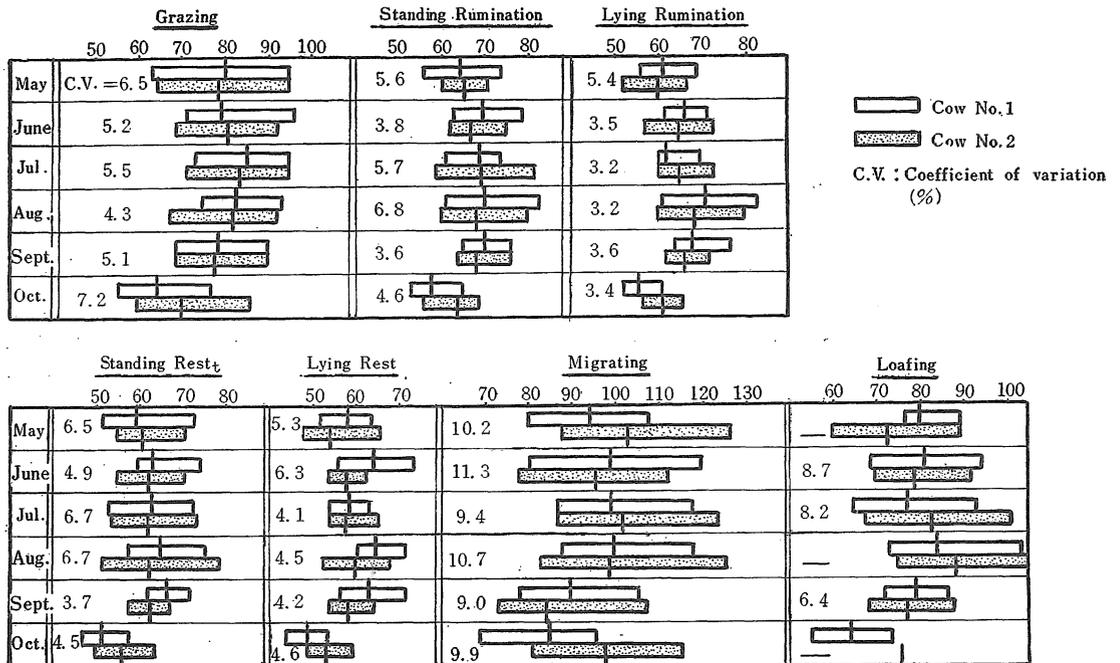


Fig. 2. Seasonal changes in heart rates of cows in each behavior

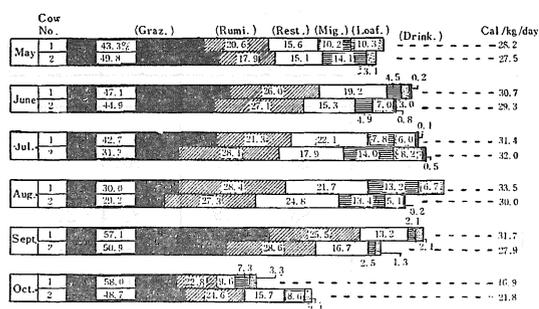


Fig. 3. Heat production of cows in each behavior during a day

Table 4. Time and energy spent for grazing and ruminaton during a day, and ruminaton to grazing ratios for time and energy

Month	Time spent for grazing (G. T.)	Time spent for ruminaton (R. T.)	R. T. / G. T.	Energy spent for grazing (G. E.)	Energy spent for ruminaton (R. E.)	R. E. / G. E.
	min.	min.	%	Cal/kg	Cal/kg	%
May	510	390	76.5	13.0	5.4	41.5
June	512	465	90.8	13.8	8.0	57.6
July	389	442	113.6	11.7	7.9	67.0
Aug.	328	447	136.3	9.4	9.9	104.8
Sept.	641	438	68.3	16.2	8.1	49.8
Oct.	634	386	60.9	10.2	4.5	44.4

に変異が大きく、移動形における心拍数は最高約127、最低約70で、変異係数は9.0~11.3%と最も大きい。彷徨形は心拍数55~104で、変異係数6.4~8.7%でこれに次ぎ、採食形も心拍数55~96、変異係数4.3~7.2%と大きい。これに対して横臥している行動形は心拍数の変動はせいぜい50であり、変異係数も反すう時で3.2~5.4% 休息時では4.1~6.3%と小さい。

つぎに季節による変化をみると、各行動形とも5月から9月に至るまでには大した変化は認められないが、夏季には心拍数がやや高くなる傾向があり、秋季とくに10月下旬になると、どの行動形においても、心拍数が急減しているのが目立っている。これらにはサシバエ・アブなどの害虫、草生の急激な悪化、運動強度の差などがおもに原因しているものと考えられる。またどの行動形においても、筆者らが植林地放牧和牛で得た測定値⁽¹⁰⁾よりも若干低い心拍数を示しているが、供試牛が老令で放牧経験にとんでいることと、地形が植林地ほど険しくないためと考える。

なお、1昼夜間の期別心拍数は各行動形とも、またどの月でも、第I期(0~8時)の深夜から早朝にかけてが低く、第III期(16~24時)の夕方から深夜にかけて高い傾向が認められたが、これは生理的にみて当然と考え

日当りの各行動形別発生熱量を求め、これらを総計して放牧和牛の体重1kg1日当りの発生熱量と考えた。

試験結果および考察

1. 各行動別心拍数

各行動形の心拍数測定値(移動・彷徨・飲水形以外の主要行動形については、いずれも100回測定した)の平均値と1昼夜間の変動範囲を月別、個体別に一括して図示すると第2図のようになる。測定数の少なかった飲水形は図示せず、また彷徨形でも測定数の少ない場合は変異係数を算出しなかった。第2図によると、各行動形とも心拍数にはかなりの変異があり、動的行動形ではとく

られる。

2. 体重1kg1時間当りの発生熱量

各行動形別、個体別、月別、期別にみると、採食形では1号牛10月第1期の0.82 Calが最小で、2号牛7月第III期の1.87 Calが最大であり、9月・10月を除けば1.7~1.8 Calが普通のようなのである。立反すう形では1号牛10月第I期の0.52 Calが最小で、同牛8月第III期の1.38 Calが最大であり、とくに小さい10月を除けば普通1.1~1.3 Calである。横臥反すう形では最小は1号牛10月第I期の0.54 Cal,最大は同牛8月第III期の1.2 Calで、とくに小さい10月を除けば普通0.8~1.0 Calである。立立休息形の最小も1号牛10月第I期の0.4 Calで最大も同牛8月第III期の1.3 Calであり、0.8~1.0 Calが普通である。最も静かな横臥休息形では1号牛10月第1期の0.4 Calが最小、同牛9月第III期の1.1 Calが最大で、普通0.7~0.9 Calが多い。移動形では1.8~2.6 Calと変異が大きいが、2.2~2.4 Calが普通のように思われる。彷徨形も0.8~1.9 Calと変異の幅が大きいが、1.6~1.8 Calが多い。飲水形は1.6~2.3 Calの範囲である。

3. 1kg1日当りの発生熱量

体重1kg1時間当りの発生熱量に、それぞれの行動時間を乗じて、月別・個体別に一括図示したのが第3図

である。また1昼夜間における採食時間、反すう時間、 $\frac{\text{反すう時間}}{\text{採食時間}}$ 、採食に要したエネルギー、反すうに要したエネルギー、ならびに両者の比を2頭平均で表示したのが第4表である。体重1kg1日当りの発生熱量は第3図に示すように、5月の約28Calからしだいに増加し、1号牛では8月に約34Cal、2号牛では7月に32Calとなって最高を示し、両牛とも以後しだいに減少して10月下旬には激減し、1号牛では約17Cal、2号牛では約22Calというとくに低い値を示した。これらの数値は従来から筆者らが三瓶原野で得た28～38Calという測定値⁽⁶⁾⁽⁷⁾と比べて若干低いが、今回の供試牛はとくに放牧経験の長い老令牛を5カ月間以上連続して昼夜放牧したため、かなりの慣れがでているものと考えられる。

つぎに各月における各行動形別エネルギー消費を第3図によって比較してみると、採食に費すエネルギーは8月と10月に少ないことが目立つ。しかし、第4表で明らかかなように採食時間は7、8月がとくに短かく、9、10月はとくに長い。一方反すう時間には各月とも大きな差はみられず、5月と10月がやや短い程度であるが、反すうに費すエネルギーは8月が最も多く10月が最も少ない。これらの結果から考えて、夏季とくに8月は短時間に激しく採食し、採食量がかなり多いことがわかる。また逆に秋季とくに10月は長時間採食するが、緩慢な採食であり、採食量がかなり少ないのではないかと考えられる。これは草生の状況と草質とに原因するものと考えられる。また休息は夏に多く、移動も夏および5月に多く、秋にはとくに移動することが少ない。

なお、採食時間に対する反すう時間の割合 $\left(\frac{R. T.}{G. T.}\right)$ が小さいことは草質の良好なことを意味すると HANCOCK⁽⁸⁾は述べており、草の T. D. N. が高いことをあらわすという LOGGREEN⁽¹¹⁾の報告もある。しかし今回用いた放牧地の野草の分析結果⁽⁴⁾と考え合せると、 $\frac{R. T.}{G. T.}$ の値の大小は草生・草質とある程度関連はあるにせよ、直接には結び付くものではなく、この比の値の大小は草生や草質以外の関係要因がかなりあるものと考えられる。またエネルギーの面から、採食に要するエネルギーに対する反すうに要するエネルギーの割合 $\left(\frac{R. E.}{G. E.}\right)$ を第4表に示したが、この比の値の方がむしろ草生・草質との関連がより深いようにも見られ、これらの比の値と草生・草質あるいは採食量との関係についてはさらに詳細に検討する必要がある。

4. エネルギー消費量（発生熱量）の季節的变化と各種要因の変化との関係

放牧牛の体重1kg1日当りのエネルギー消費量の各月における値(2頭平均)を、同時に測定した体重・歩行距離・生草生産量⁽⁴⁾・可食草のエネルギー生産量⁽⁴⁾と

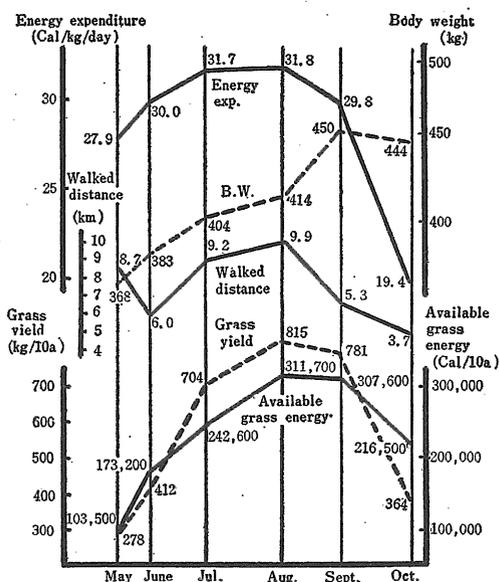


Fig. 4. Seasonal changes in energy expenditure, body weight, walked distance, available grass energy and green grass yield

ともに図示すると第4図のようになる。10a当りの生草生産量は牧草地と異なり5月下旬の278kgよりしだいに増し、8月中旬には最高の815kgに達し、以後減少するが、10月下旬になると激減して364kgとなる。可食草のエネルギー生産量も同様に变化する。供試牛の平均体重は5月下旬の368kgから順調に増加し、気温が25～30°Cとなった夏季にも、若干増体率は落ちるが、体重は増して9月中旬には最高の450kgに達した。以後減少して10月下旬には444kgとなった。供試牛は2頭とも秋には妊娠後期にはいっているので、9月から以後も同様な増体で経過するのが正常であり、草量の激減および気温の低下ならびにエネルギー消費量の正常と思われぬ急激な低減、また歩行距離の減少などと考え合せると、10月下旬までの全放牧は和牛にかなりの悪影響を及ぼしていることは確かである。

ところが放牧牛に悪影響があるうえ、可食草も少なくなるなどの理由で慣習的に休牧していた夏季は、放牧牛にはかえって好結果をもたらすことは明らかで、可食草もじゅうぶんあることから、三瓶周辺の自然野草放牧地では、野草を維持する意味からも現行の5月からの放牧開始は時期的に早過ぎ、11月上旬の収牧は遅すぎて、和牛に大きな悪影響を及ぼしている。この試験結果から考えて、最も合理的で有利な放牧期間は6月から開始し、夏期も連続して放牧し、せいぜい9月中旬か、遅くとも10月上旬には収牧するように改めたい。10月以後の放牧が必要な場合には補充飼料を給与するか、和牛を牧草放

牧地へ移すとか、いずれかの策を考える必要がある。

摘 要

黒毛和種成雌牛2頭(8才, 10才)を1965年5月下旬から10月下旬の間、島根県三瓶山北の原原野に連続して終日放牧し、毎月1回行動形を調べるとともに speaker 付きの beatmeter を2頭の放牧和牛に装着して間接的に発生熱量(エネルギー消費量)を測定し、その季節による変動を検討して大略つぎの結果を得た。

1) 体重1kg1日当りの発生熱量は5月約28Calであったが、以後徐々に高まり、6~9月の間は30Calを上下したが夏季が最も高く、最高約34Calとなった。10月下旬には急激に低下して約19Calとなった。一般に従来の測定値より低かったのは、供試牛の年齢が高く、長年の放牧経験による慣れのためと考える。

2) 体重1kg1日当り採食に費すエネルギーは8月に最も少なく9月に最も多く、一方、反すうに費すエネルギーは8月に最も多く、10月に最も少なく、次いで5月が少なかった。夏季には採食が短時間であるが食い込みが多く、10月下旬になると草量も少なく草質が悪化し、採食量が少なくなると考えられる。休息・移動に費すエネルギーが夏季にとくに多かったが、採食・休息場所の変更がかなり行なわれたことと、サシバエその他の害虫の影響があったと考える。

3) 供試牛は5月から9月の間は順調に増体したが、10月になると体重の減少をきたした。上述のエネルギー消費量の変化する状況と、草地の維持とを考えを合わせて、三瓶山周辺における原野放牧は6月上旬より始めて、夏季も連続放牧し、おそくとも10月上旬に収牧する

のが最も合理的であると考え。

謝辞 本実験の実施にあたり、種々便宜をはかられた本学三瓶農場の職員および専攻学生蓮尾大秋、清水愛章、寺岡洋二、多田浩二、岡垣真弘の諸君の協力に對し、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. HANCOCK, J. : N. Z. J. Sci. Tech. 32(4) : 522, 1950
3. 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
4. 春本 直・加藤正信・青木晋平：島根農大研報 15(A) : 81—84, 1967
5. 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
6. 加藤正信・青木晋平・春本 直・藤光正昭：京都大学農学部畜産学研究室創設25年記念論文集：39—46, 1961
7. 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
8. 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
9. 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
10. 加藤正信・青木晋平・春本 直・武田 祥：島根農大研報 14(A) : 51—54, 1965
11. LOFGREEN, G. P., MEYER, J. H. and HULL, J. L. : J. Animal Sci. 16(4) : 773—780, 1957

Summary

The seasonal changes in energy expenditure of grazing cows were studied on Sambe native grassland in Shimane Prefecture from May to October, 1965. Two dry Japanese Black Breed cows, 8 and 10 years old, were used in this study.

The energy expenditure was indirectly measured by the beatmeter method.

The principal results obtained were as follows :

1. Daily heat production per kilogram of body weight was about 28 Cal. in late May, and it increased gradually until late summer. The maximum heat production (about 34 Cal.) was reached in the middle of August, and this value decreased a little in the middle of September. Late in October, the heat production decreased to an abnormally low value of about 20 Cal. The energy expenditure obtained in this experiment was somewhat lower than our data already reported, perhaps because the cows used in this experiment were rather old and were well experienced in grazing.

2. The ratio of rumination energy to grazing energy was the highest in August and the lowest in May and October. It suggested that the forage intake was large in August and small in May and October.

3. Cows gained body weight satisfactorily until September, but lost their weights in October. Considering the loss in body weight and abnormal decrement in energy expenditure in October, and for the conservation of grassland, we take a view that the most desirable grazing period in this district is from early June to early October.