

放牧牛の生理・生態に関する研究

II-7 放牧和牛の年齢その他によるエネルギー消費量の差異について (その2) *

加藤正信・青木晋平・藤光正昭^{***}・武田 祥 (畜産学研究室)

Masanobu KATO, Shimpei AOKI, Masaaki FUJIMITSU and Shō TAKEDA

Physiological and Ecological Studies on the Grazing Cattle

II-7 On the Differences of Energy Expenditure in
Grazing Japanese Black Breed of Cattle according
to their Ages and other Conditions (2)

緒 言

前報⁽⁶⁾において述べたように、原野に終日放牧されている和牛は体重1kg1日当り約35~38 Cal のエネルギーを消費し、この発生熱量は舎飼の場合の1.5~2.0倍であることがわかった。また、このエネルギー消費量は子付牡牛が最も多く、子の付いていない牡牛がこれに次ぎ、老齢牛が最も少ないことを知ることができた。和牛1頭1日当りに換算すると、放牧和牛は、大まかに言って、13,000~14,000 Cal を毎日原野で消費していることになる。

このように、放牧すると舎飼時と比べて、エネルギー消費がかなり大きくなるが、改良牧野に放牧した場合は自然原野に放牧した場合に比して、消費エネルギーはかなり少なくなるのではあるまいかと想像される。本研究はこの点について検討してみた。

試験方法および牧野の状況

1. 供試家畜： 供試和牛は黒毛和種成雌牛の牡牛および子付牡牛のおおの3頭、計6頭を用いた。それら供試牛の詳細は第1表の通りである。

2. 試験期間および気象条件： 試験は1961年10月25日より11月1日まで、三瓶山麓北の原における秋放牧の末期近くに行なった。本学付属三瓶農場の測定値を用いて、試験期間中の気象状況を本研究I-4⁽¹⁾の第1表で示したが、放牧地において測定した最高気温は10月29日の19.0°C、最低気温は10月31日の6.0°Cであり、較差の最大は10月31日の11.5°Cであった。なお試験期間中とくに異常な気象条件の日はなかった。

3. 発生熱量算出法： 研究者6名は2名ずつで3班を編成し、各班1頭の和牛について24時間連続的に行動の記録をとるとともに、前報⁽⁶⁾と同様の方法で各行動形

Table 1. Cattle on experiment

Lot and No. of cattle	Body weight	Date of birth	Age	Date of calving	Date of fertilization	
	No.	kg	Year. Month			
Prime cow	1	338.6	Feb. 23, '58	3.8	Jan. 10, '61	Sept. 1, '61
	2	413.0	June 8, '56	5.4	Apr. 5, '61	Aug. 1, '61
	3	302.0	May 11, '58	3.5	Feb. 9, '61	July 29, '61
Prime cow nursing	4	357.8	May '59	2.5	Sept. 30, '61	Feb. 12, '62
	5	349.8	July 12, '57	4.3	May 5, '61	Jan. 26, '62
	6	336.0	— '56	(5.0)	—	—

* 1962年4月 日本畜産学会大会において講演

*** 現在 山口県山口農業高校佐々並分校

についての代表的脈搏数を測定した。ついでそれらの脈搏数 (X) から、回帰式 $Y = 0.022X - 0.143^{(6)}$ を用い、体重 1 kg 1 時間当りの発生熱量 (Y) を各行動形別に求め、24 時間中にそれぞれの行動形に費した時間を乗じて 1 日当りの発生熱量を算出した。

4. 歩行距離の測定法： 前報⁽⁶⁾と同様に測定者の歩数によって測った。

5. 供試と牛を放牧した改良牧野： 本研究 I-4⁽⁴⁾で詳述したように、改良牧野としては最低のものと言えるが、試験時期が秋も半ばを過ぎ、原野の草生・草質とも次第に低下している折であるので、当時の自然牧野と比べると若干良好な牧野であったと言える。また放牧牛がこの牧野にかなり集まっていたのも、上述した考え方の一証左となるであろう。

試験結果および考察

1. 各行動形に費す時間

行動形の詳細については本研究 I-4⁽⁴⁾で述べられているが、24 時間中に各行動形に費した時間を、牡牝牛・

Table 2. Time spent in each behavior

Behavior	Lot Cattle No.	Prime cow				Prime cow nursing			
		1	2	3	Average	4	5	6	Average
		min.	min.	min.	min. (%)	min.	min.	min.	min. (%)
Grazing		560	826	617	668 (46.3)	595	708	620	641 (44.5)
Ruminating	Standing	137	33	32	67 (25.0)	190	38	160	129 (29.6)
	Lying	339	262	277	293	312	316	264	297
Resting	Standing	161	85	76	107 (24.1)	101	70	43	71 (19.5)
	Lying	134	185	397	239	160	234	233	209
Migrating		24	35	15	25 (1.7)	7	5	6	6 (0.4)
Loofing		85	14	26	42 (2.9)	13	51	41	35 (2.4)
Nursing		—	—	—	—	62	16	72	50 (3.5)
Drinking		—	—	—	—	—	2	1	1 (0.1)

ると、付いている子牛の体重は減らないが、母牛の体重は明らかに減ることを COOK ら⁽⁶⁾がみており、それだけ子付の牛ではとくに採食量が多いことがわかる。しかし反すうに費す時間を原野放牧の場合と比べると、牡牝牛・子付牡牝牛とも大差がない。採食量が多くと、草が良質なためかと思われる。

休息 (Resting) 時間は原野の場合と大差なく、24 時間中の 20~24% を占めているが、子付の牛ではかなり短くなるのも原野の場合と同じ傾向である。

彷徨 (Loofing) 時間が原野の場合よりもかなり少なく、哺乳 (Nursing) 時間が平均 50 分になっているのは子牛が近くにあり、母子とも柵内の限られた範囲内で行動しているためであろう。

子付牡牝牛別に表示すると、第 2 表のようである。

牡牝牛では子付の有無にかかわらず、24 時間の約 45% が採食 (Grazing) に費されており、前報⁽⁶⁾の原野放牧の場合に比して牡牝牛で約 150 分、子付牡牝牛で約 50 分長く、百分率ではそれぞれ約 11% および 4% 大きい。この原因としては、今回は刈取り後の改良牧野のため草丈がかなり短かったので、採食に時間を要したのではあるまいか。また改良牧野のため場所を変え採食する要が少なく、それだけ長く採食できたことも考えられる。ちなみに移動 (Migrating) に要した時間をみると、今回はわずかに 5~35 分で、原野の場合の 17~127 分とはかなりの違いがある。つぎに反すう (Ruminating) の時間は今回も前回の原野の場合と同様に子付の方が長く、子付の場合にはとくに採食量が多いことがわかる。KROMANN ら⁽⁶⁾は牧草放牧地に放牧した牛の方が同じ牧草を青刈りして牛舎内で与えた牛よりも 50% 以上も多くの時間を採食に費すことをみている。これらの点から考えて、改良牧野では採食量が多いのではあるまいか。また泌乳中の母牛は草生の良好な場合は体重を維持し、草生が悪くな

2. 各行動形における脈搏数

各行動形を代表する脈搏数を一括して表示すれば第 3 表の通りで、どの行動形においても、前報⁽⁶⁾の原野放牧の場合よりいずれも低い脈搏数を示しており、これが改良牧野の場合の大きな特長と言える。

つぎに、行動形別に、最も低い脈搏数を示す横臥休息形 (Lying rest) を基準として率で図示したのが第 1 図である。最も速脈なのは移動形で、ついで採食形・彷徨形の順となり、佇立反すう形 (Standing rumination) がこれに次ぐことは前報⁽⁶⁾と全く同様である。たゞ飲水形 (Drinking) の脈搏数が今回はとりわけ高かったが、飲水場が台地の下方谷間にあって、水を飲むには急坂をおりなければならないので、飲水時の脈搏数が高くなっ

Table 3. Pulse rate in each behavior (Beats/min.)

Behavior	Cattle No.	Prime cow				Prime cow nursing			
		1	2	3	Average (%)	1	2	3	Average (%)
Grazing		70.6	72.1	70.1	70.9 (135.0)	79.7	68.0	70.9	72.9 (130.9)
Ruminating	Standing	71.7	65.5	—	68.6 (130.7)	—	67.7	64.3	66.0 (118.5)
	Lying	—	65.9	51.1	58.5 (111.4)	60.0	60.4	63.9	61.4 (110.2)
Resting	Standing	55.8	61.4	57.4	58.2 (110.9)	68.6	63.4	61.0	64.3 (115.4)
	Lying	—	60.2	44.8	52.5 (100.0)	60.4	51.4	55.2	55.7 (100.0)
Migrating		71.5	78.0	—	74.8 (142.5)	107.9	80.8	—	94.4 (169.5)
Loafing		67.3	76.6	56.9	66.9 (127.4)	81.8	—	71.5	76.7 (137.7)
Nursing		—	—	—	—	73.9	63.6	63.9	67.1 (120.5)
Drinking		—	—	—	—	—	83.6	—	83.6 (150.1)

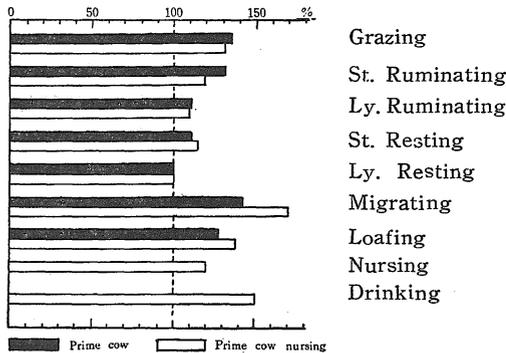


Fig. 1. Pulse rate in each behavior

たのであろう。

子付の有無による差異は各行動形とも子付の方が概して高い脈搏数を示しており、子付の牛は運動により、子付でない牛よりも急激に速脈となる傾向があることが第1図からもうかがえる。

Table 4. Heat production calculated from pulse rate in each behavior (Cal/kg/hr.)

Behavior	Prime cow	Prime cow nursing	Average (%)
Grazing	1.417	1.461	1.439(137.4)
Ruminating	Standing	1.366	1.338(127.8)
	Lying	1.144	1.176(112.3)
Resting	Standing	1.137	1.205(115.1)
	Lying	1.012	1.047(100.0)
Migrating	1.503	1.934	1.719(164.2)
Loafing	1.329	1.544	1.437(137.2)
Nursing	—	1.333	1.333(127.3)
Drinking	—	1.696	1.696(162.0)

3. 各行動形別体重1kg1時間当りの発生熱量

筆者が前報⁽⁵⁾で求めた発生熱量 (Y) と脈搏数 (X) との間の回帰式 $Y=0.022X-0.143$ を用いて、各行動形の代表脈搏数から間接的に体重1kg1時間当りの発生熱量を求め、これらを表示すると第4表のようである。

この表と前報⁽⁶⁾の第5表とを比べてみると、*飲水形以外では、すべて小さい値で、各行動形とも原野の場合より発生熱量が少ないことがわかる。しかし、最も少ない横臥休息時でも、1.01~1.08 Cal/kg·hr の発生熱量があって、牛舎内の安静値 0.6~0.8 Cal/kg·hr と比べると、その35~70%も多いことになる。

また子付の牛が子が付いていない牛より、各行動形ともかなり発生熱量が多いことは前報⁽⁶⁾と同傾向で、この原因については前報⁽⁶⁾ならびに前項1.で既述した。

4. 1昼夜間の総発生熱量

Table 5. Heat production per kg and per head in grazing cattle on pasture for 24 hrs.

Behavior	Average body weight	Lot	
		Prime cow 351.2 kg	Prime cow nursing 347.9 kg
Grazing		Cal/kg(%) 15.768(51.7)	Cal/kg(%) 15.608(48.9)
Ruminating	Standing	1.533(5.1)	2.822(8.8)
	Lying	5.580(18.3)	5.986(18.8)
Resting	Standing	2.034(6.7)	1.512(4.7)
	Lying	4.026(13.2)	3.769(11.8)
Migrating		0.618(2.0)	0.193(0.6)
Loafing		0.923(3.0)	0.901(2.8)
Nursing		—	1.111(3.5)
Drinking		—	0.028(0.1)
Total heat production per kg B. W. per 24 hrs.		30.482 (100)	31.930 (100)
Daily heat production per head		Cal 10,705.278	Cal 11,108.447

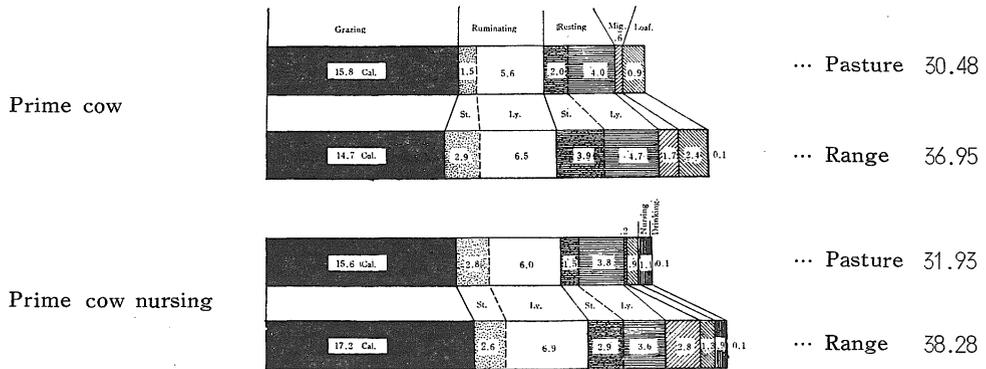


Fig. 2. Heat production in grazing cattle per 1 kg. B.W. for 24 hours

第2表と第4表とを用いて1昼夜間における各行動形別の発生熱量を求め、これらを合計して、体重1kg当り1日間の総発生熱量を算出し、さらに供試牛の平均体重から、1頭1日当りの総発生熱量を概算すると第5表のようになる。なお今回の改良牧野の場合を原野の場合⁶⁾と比較するため、子付の有無それぞれについて両者を図示したものが第2図である。

第5表および第2図によれば、改良牧野においては、体重1kg1日当り約30Cal/kgのエネルギーを消費するが、原野放牧の場合の37~38Cal/kgと比べると、相当少なくなっている。また第5表中の平均体重を用いて算出した1頭1日当りのエネルギー消費量は子付の有無に関係なく約11,000Cal/headで、原野の13,000~14,000Cal/head⁶⁾に比してその約80%となった。放牧地が有柵で行動範囲が限られており、草生と草種が比較的一定していたためであろうと考えられる。

つぎに行動形別にみても、採食には約15Cal/kg・dayのエネルギー消費があり、全体の49~52%を占めていて、原野の場合より若干大である。また子付の有無による差も認められない。反すうには7~9Cal/kg・dayで全体の23~28%に当り、子付の方が多い。休息には5~6Cal/kg・dayを消費し、全体の17~20%に当る。こ

れら三つの行動形に1日の消費エネルギーの大部分を当てていることは原野の場合⁶⁾と同様である。

第2図より明らかなように、改良牧野では採食に費すエネルギーは原野の場合と大差ないが、草質がよいためか、反すうに費すエネルギーがかなり少なく、休息・移動・彷徨に費すエネルギーも少なくて済み、これらが全体のエネルギー消費の節減に大きく影響するように思われる。

5. 歩行距離

比較を便にするため、今回の改良牧野の場合と前報⁴⁾の原野の場合とを並べて第6表に示した。

今回も前回同様に個体差はかなりあったが、牡牛は1日約2.1~3.7km、子付牡牛はそれより大で1日2.5~4.5km歩行した。原野の3.2~11.2kmおよび5.9~13.2kmと比較すると半分以下といえる。有柵であったせいもあるが、改良牧野の場合にはかなり歩行距離は少なくなり、したがってエネルギー消費量が節減されることは確かである。しかしCRESSWELLら⁹⁾はめん羊の場合に1日1.6km以内の日が多いというが、和牛は改良牧野でさえ、めん羊の2倍以上は歩くようである。これは体の大きさと活動力ならびに心肺機能の遺伝的差異に基づくものと考えられる。

Table 6. Distance walked for 24 hrs. (km)

Lot	Prime cow				Prime cow nursing			
	No. 4	No. 5	No. 6	Average	No. 7	No. 8	No. 9	Average
Grazing on range	5.95	11.19	3.22	6.79	6.45	13.17	5.93	8.51
	No. 1	No. 2	No. 3	Average	No. 4	No. 5	No. 6	Average
Grazing on pasture	3.67	3.65	2.09	3.14	4.46	3.23	2.45	3.38

結論として、かなり悪い改良牧野でも原野放牧地に比べて、放牧和牛が消費するエネルギーを20%以上節減し得る。草からのエネルギー摂取面と、放牧牛のエネルギー消費面との両面から考えて、放牧地の草生・草質を改良することにより、1頭当りの牧野所要面積は少なくとも半分以下で済み、Stocking rateを相当に高め得ることになり、この点からも多頭化・省力化の実現が可能となる。たとえば三瓶地区原野放牧地では現在の1頭当り約2haの所要面積も草生改良により、1頭当り1ha以下、さらに0.5haぐらいにすることもさほど困難とは思われない。

摘 要

1961年10月下旬、三瓶山麓の改良牧野で終日放牧中の黒毛和種成雌中のうち、牡齢牛(5~7才)および子付牡齢牛おのおの3頭ずつを用い、各行動形を代表する脈搏数を測定し、間接法によってエネルギー消費量を算出し、前報既報の原野放牧の場合と比較検討したところ、大要つぎの結果を得た。

(1) 各行動形に費す時間は、24時間の約45%が採食で、改良牧野の方が原野の場合より若干大きく、移動に費す時間がとくに小であった。子付の牛はとくに採食量が多いようで、哺乳する時間も原野の場合より長かった。

(2) 脈搏数はどの行動形においても、原野放牧の場合より少なかった。子付の牛は子の付いていない牛よりも速脈となる傾向がみられた。

(3) 体重1kg1時間当りの発生熱量は各行動形とも原野放牧の場合より少なく、子付牛が子付でない牛より多くの熱を発生した。

(4) 改良牧野の放牧和牛は体重1kg1日当り約30Cal

のエネルギーを消費し、原野放牧の37~38Calより5Cal以上少なかった。1頭1日当りでは約11,000Calで原野放牧牛における13,000~14,000Calの約80%であった。

(5) 子付の有無によるエネルギー消費量の差は原野の場合と同じく、子付牛の方が大であったが、原野の場合ほどその差は大きくなかった。

(6) 改良牧野では和牛は1日に2.1~4.5km歩行し、一般に子付牛の方が歩行距離が大であったが、原野放牧の場合の半分以下しか歩かないようである。

(7) 放牧地の草生を改良すれば、かなり悪い改良牧野でさえ、放牧牛のエネルギー消費を20%以上節減し得ることを実証することができた。

引用文献

1. 青木晋平・加藤正信・藤光正昭・武田 祥：島根農大研報 11(A)：35-39, 1963
2. COOK, C. W. and STOODART L. A.: J. Animal Sci. 20(1)：36-41, 1961
3. CRESSWELL, E. and HARRIS L. E.: J. Animal Sci. 18(4)：1447-1451, 1959
4. 羽部義孝・上坂章次・福島豊一・八幡策郎：京大食研報告 9：8-15, 1952
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・藤光正昭・武田 祥：島根農大研報 10(A)：57-63, 1962
7. KROMANN, R. P., MEYER J. H. and HULL J. L.: J. Animal Sci. 20(3)：450-453, 1961
8. 吉田武紀・野附 巖：中国農試報告 3(2)：523-533, 1957

Summary

The differences of energy expenditure between cattle grazing on pasture and on native range were studied by Japanese Black Breed of Cattle. Three dry cows in prime age and the same number of lactating cows were used in these experiments.

The heat production was estimated by the indirect method previously reported by the authors. The principal results obtained were as follows:

1. Heat production of the cows grazing on the pasture was less than that on the range in all grazing behaviors. The lactating prime cow produced more heat than the dry cow.

2. The energy expenditure during 24 hours by grazing cow on pasture was found to be 30 Cal. per kg. B. W. or 11,000 Cal. per head in round numbers. These values on pasture were about 20% less than those on range.

3. The distance walked by the cow in 24 hrs. on pasture varied from 2.1 km to 4.5 km, but it was nearly one half of the range cow previously studied.

4. It is suggested from these data that the energy expenditure of grazing cattle might have a possibly to decrease considerably by the improvement of quality and quantity of grass on the range or pasture.