琉球大学学術リポジトリ

亜熱帯野草地における黒毛和種育成牛の成長と光エネルギー利用効率(生物生産学科)

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学農学部
	公開日: 2008-02-14
	キーワード (Ja): 黒毛和種, 野草地, 光エネルギー利用効率
	キーワード (En): natural pasture, Japanese black cattle, efficiency for solar energy utilization, subtropics
	作成者: 平川, 守彦, 日越, 博信, 大城, 政一, 糸満, 裕, 平山, 一浩, Hirakawa, Morihiko, Higoshi, Hironobu, Oshiro, Seiichi, Itoman, Yutaka, Hirayama, Kazuhiro
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/3759

亜熱帯野草地における黒毛和種育成牛の成長と光エネルギー利用効率

平川守彦*・日越博信*・大城政一*・糸満裕*・平山一浩*

Morihiko HIRAKAWA, Hironobu HIGOSHI, Seiichi OSHIRO, Yutaka ITOMAN, Kazuhiro HIRAYAMA : Growth of growing Japaness black cattle and efficiency for solar energy utilization on natural pasture of the subtropics.

キーワード：黒毛和種，野草地，光エネルギー利用効率
Key words : natural pasture, Japanese black cattle, efficiency for solar energy utilization, subtropics

Summary

This study was conducted to investigate seasonal variation of the vegetation and dry matter production of natural grasses, and estimate the energy flow from solar radiant energy to retained energy of growing Japanese black cattle on natural pasture of the subtropics in Japan.

The results obtained are as follows. This natural pasture was nearly dominated by *Miscanthus sinensis* Anderss and *Bidens pilosa* L. F. *decumbens* Scheff throughout grazing periods. The herbage mass when the time steers were started grazing in this pasture without second period ranged 432g/m^2 to 564g/m^2. An average value of herbage intake by cattle was 332g/m^2 in all grazing periods. Maximum daily gain of 0.88kg was shown at second grazing period. Each efficiency for solar energy utilization in plant fixed energy, intake energy, digestible energy, metabolic energy and retained energy were 0.499%, 0.545%, 0.225%, 0.185% and 0.008%, respectively throughout the year on natural grazing pasture.

From the facts described above, we found the efficiency for solar energy utilization in digestible energy and retained energy on natural pasture was lower than on cool-season grass and warm-season grass pasture.

緒　言

南西諸島は，わが国で唯一の亜熱帯に属し，家畜の周年放牧が可能な地域である。飯泉[6]，菅沼[12]，西村ら[8]は，先島諸島の半自然草地の植生調査を行った。玉代勢ら[14]は数種暖地型イネ科牧草の草地に

*琉球大学農学部生物生産学科
琉球大学農学部学術報告　**41**：139～145（1994）

黒毛和種を放牧して植生の変遷や牧養力などから草地の適性試験を行った。しかし，亜熱帯野草地における放牧牛の成長やエネルギーフローの観点からの研究報告はなされてない。本研究は沖縄の野草地においての黒毛和種育成牛の成長と野草の乾物生産から増体蓄積エネルギーに至るまでの光エネルギー利用効率を調べる目的で行った。

実験材料および方法

琉球大学農学部附属農場の野草地A区（1.0ha），B区（1.4ha），C区（3.0ha）の3牧区に平均体重350kgの黒毛和種去勢牛3頭を輪換放牧した。調査はA区を試験区とし5月22日～6月21日（29日間），6月21日～7月7日（16日間），8月22日～9月22日（31日間），11月13日～12月15日（32日間）の計4回行った。他の牧区は予備区として放牧した。試験区は傾斜の緩やかな草地で前年の秋に暖地型牧草であるバヒアグラスを10a当たり4kg播種した。肥料は3月と12月に N，P_2O_5，K_2O をそれぞれ10a当たり2.8kg，1.5kg，2.2kgを施肥した。植生調査は入牧時に1m²のコドラートを無作為に置いて各草種の草丈と被度を調べた後，地上5cmの高さで刈取，入牧時の可食部現存量とした。また，放牧地に保護ケージ10個を設置し，退牧時にケージ内草とケージ外草（残食量）を刈取り70℃で48時間通風乾草後秤量した。採食量はLinehan[7]の提唱した式を用いて求めた。草の乾物燃焼量はカロリーメーター（島津製）で，消化率はGotoら[5]の方法に準拠して測定した。

日射量は沖縄気象台の観測値を使用しkcal/m²で示した。植物（可食部）の蓄積エネルギーは採食量にケージ外草量を加えた値から前回退牧時草量を差し引き，その日数で除して1日当たりの乾物生産速度を求め，その値に草の乾物燃焼量をかけて表わした。摂取エネルギーは採食量に乾物燃焼量をかけたもので，さらにその値に消化率をかけたものが可消化エネルギーである。代謝エネルギーは可消化エネルギーからARC[2]飼養標準に従い，18%の尿，メタンによる損失量を差し引いた値である。また，家畜の増体蓄積エネルギーもARC[2]飼養標準の式により算出した。

結果および考察

1. 気象データ

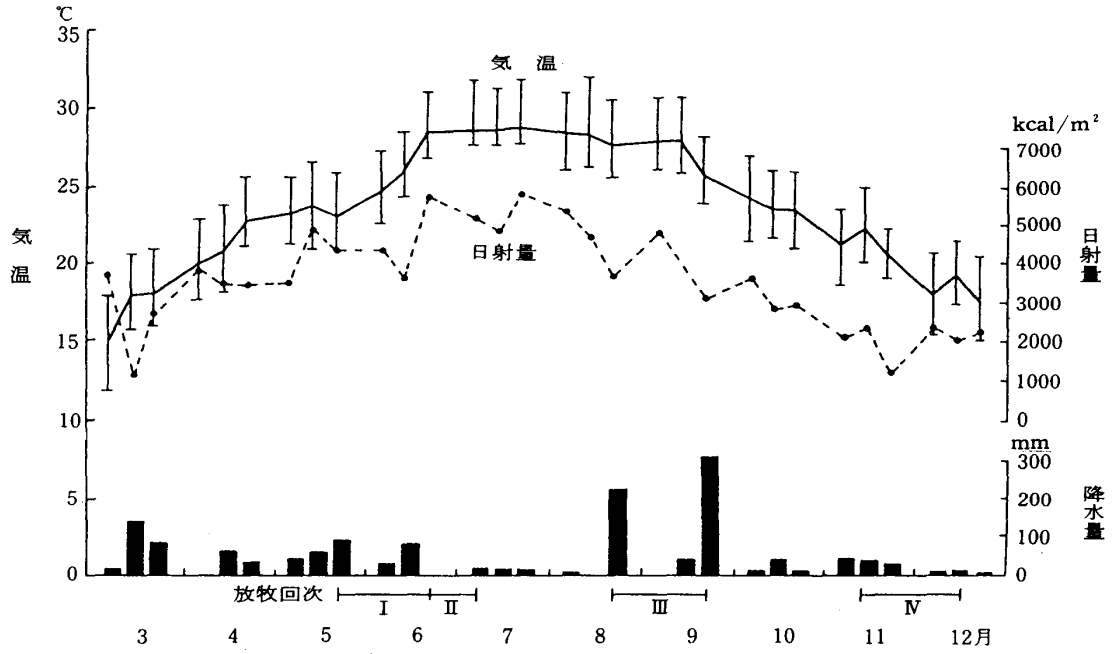

図1　試験期間中の最高・最低・平均気温，降水量および日射量

最高気温・最低気温・平均気温，日射量，雨量を図1に示した。放牧試験を開始した5月の平均気温は23℃，最低気温21℃，最高気温26℃であった。3期目の放牧はもっとも暑い時期で平均気温28℃，最高気温32℃であった。日射量は6～7月にかけて高く，11月～12月に低かった。降水量は8月，9月に著しく多く9月下旬に308mmを記録した。夏の降水量の増加は台風と関係している。

2. 野草地の積算優占度（SDR_2）

放牧期間中の野草地の積算優占度を表1に示した。この試験区ではススキとセンダングサが常に優占していることがわかる。ススキは前年の3月と7月に掃除刈取を行ったため1期目の入牧時に63%の低い値であったが，退牧時に96%と再び高い値を示した。2期目，3期目の退牧時にそれぞれ63%，69%と入牧時と比べ，著しく低い値を示したが，これは牛が頻繁に摂食したためと思われる。センダングサは各放牧期における入牧時，退牧時の値に大きな差がなく82～64%の範囲であった。また，この草は嗜好性が非常に高かった。にもかかわらず，植生調査によるとセンダングサの被度はつねに高い値を示し，入退牧時の積算優占度の差が小さかった。このことはセンダングサの生育が旺盛なことを示すものである。

表1　野草地における積算優占度（SDR_2）

草　種	5月22日	6月21日	7月7日	9月22日	11月12日	12月15日
ス　ス　キ	63	96	93	63	91	69
センダングサ	77	64	72	82	82	79
バヒアグラス	30	69	62	58	66	60
ツ　ル　ソ　バ	28	45	24	59	35	36
ノ　ア　サ　ガ　オ	39	30	20	—	44	39
ダ　ン　チ　ク	45	—	42	58	45	41
タイワンクズ	23	36	36	—	30	—
メ　ヒ　シ　バ	—	59	—	—	—	—

3. 可食部現存量

放牧期間中の可食部現存量の推移を図2に示した。ここで地上5cmの高さで刈取った草を可食部草量とした。入牧時の現存量は1期目488g/m²，2期目255g/m²，3期目564g/m²，4期目432g/m²で

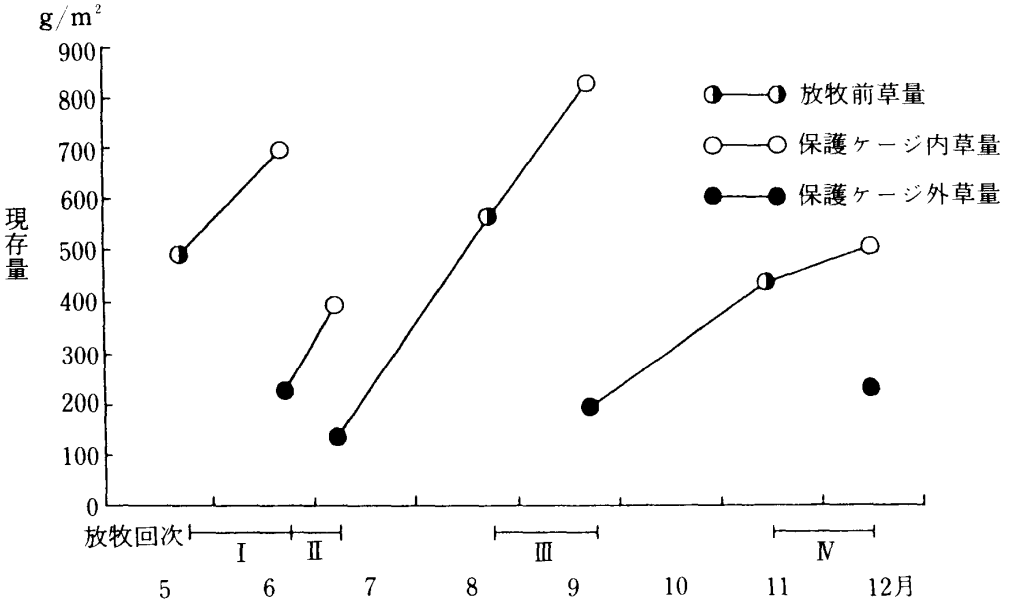

図2　各放牧期における野草の現存量

あった。2期目の低い値は同一牧区にケージの移動だけを行い連続放牧したためであり，3期目の入牧時現存量の著しく高い値は，夏季の野草の乾物増加速度が大きいことによるものと思われる。このことは，その時期の高い日射量，高温，多雨の影響もあると考えられる。残食量であるケージ外草量は136～225g/m^{2}の範囲で，特に，2期目は現存量が少なかったために牛に食べ尽くされもっとも低い値となった。4期目は入牧時現存量432g/m^{2}に対してケージ内草量は499g/m^{2}と増加量が著しく小さかった。これは日射量（2600kcal），平均気温（20℃），雨量（83mm）ともに植物にとって気象条件がよくなかったのが影響していると思われる。

4. 滞牧日数，採食量，採食利用率，消化率，日増体重

各放牧期の滞牧日数，面積当たりおよび体重1kg当たりの採食量，採食利用率，消化率，日増体重を表2に示した。滞牧日数は2期目を除き約30日であった。2期目は滞牧日数が短いため採食量は188.6gの低い値となったが，3期目は501.7gの高い値を示した。採食量は一般に体重の1.4～3％であると言われており，本試験は4期目を除き3％以上であった。

採食利用率は人工草地とほぼ同じであり，特に，3期目の放牧では72％の高い値を示した。

消化率は35～46％の範囲で退牧時に低くなる傾向を示した。これは葉身部が先に食べられ茎部が多く残ったことによるものと思われる。

各放牧期の日増体重の最高値は2期目の0.88kgで最低値は4期目の0.19kgであった。全放牧期を通しての平均日増体重は0.52kgで，この値はChaconら[3]が報告したセタリア草地での0.34kgよりも高かった。

表2　各放牧期における滞牧日数・採食量・採食利用率・消化率・日増体重

放牧回次	I	II	III	IV
放牧期間	5/22～6/21	6/21～7/7	8/22～9/22	11/12～12/15
滞牧日数	29	16	31	32
採食量(g/m^2)	383.1	188.6	501.7	253.4
採食量(g/BWkg/day)	34.6	30.0	38.8	17.6
採食利用率(%)	62.9	58.0	72.1	53.0
消化率(%)	43　－	－　35	46　43	43　38
日増体重(kg/day)	0.31	0.88	0.68	0.19

5. 太陽エネルギーから増体蓄積エネルギーまでの流れ

放牧草地において植物は太陽エネルギーを利用して生産を行い，その生産物を家畜が食べて乳や肉を生産している。これらの過程を各放牧期の1日，1m^{2}当たりおよび年間のエネルギーの流れで示したのが図3である。太陽エネルギーは2期目と3期目に著しく高く，それぞれ4865kcal/m^2，4851kcal/m^{2}であった。逆に，4期目の11月～12月は2631kcal/m^{2}の低い値であった。植物蓄積エネルギーは日射量の多い7月上旬から9月下旬にかけて高く31kcalであった。摂取エネルギーは3期日に高く4期目は低かった。可消化エネルギーは摂取エネルギーの約1/4の量となった。特に，2期目と4期目は著しく少なく，それぞれ19kcal，13kcalであった。増体蓄積エネルギーは2期目と3期目に高かったが，1期目と4期目はそれらの1/2以下であった。2期目の可消化エネルギーは3期目と比べ36％少なかったが増体蓄積エネルギーでは逆に28％上回っていた。年間の場合，太陽エネルギー1015438kcalから増体蓄積エネルギー81kcalの値であった。

単位：kcal

放牧期間	I 5/22－6/21	II 6/21－7/7	III 8/22－9/22	IV 11/12－12/15	年　間
太陽エネルギー	3955	4865	4851	2631	1015438
植物蓄積エネルギー（可食部）	13.05	25.96	31.11	14.43	5067.22
摂取エネルギー	55.09	49.15	67.49	33.02	5532.84
可消化エネルギー	21.54	19.22	30.03	13.21	2285.83
代謝エネルギー	17.66	15.76	24.63	10.83	1874.39
増体蓄積エネルギー	0.509	1.408	1.101	0.302	81.084

図3　太陽エネルギーから増体蓄積エネルギーまでの流れ（kcal/m^2）

6. 光エネルギー利用効率

図3のエネルギーの実測値で太陽エネルギーを100とした場合の光エネルギー利用効率を図4に示した。可食部の植物蓄積エネルギーの光利用効率は夏に高かった。摂取エネルギーの段階では1.01～1.39％の範囲であった。可消化エネルギーは摂取エネルギーの2/3に減少した。そして，増体蓄積エネルギーでは，0.011～0.029％の範囲であった。年間の光利用効率は植物蓄積エネルギー0.499％，摂取エネルギー0.545％，可消化エネルギー0.225％，代謝エネルギー0.185％，増体蓄積エネルギー0.008％であった。

放牧期間	I 5/22－6/21	II 6/21－7/7	III 8/22－9/22	IV 11/12－12/15	年　間
太陽エネルギー	100	100	100	100	100
植物蓄積エネルギー（可食部）	0.33	0.53	0.64	0.55	0.499
摂取エネルギー	1.39	1.01	1.39	1.26	0.545
可消化エネルギー	0.54	0.40	0.62	0.50	0.225
代謝エネルギー	0.45	0.32	0.51	0.41	0.185
増体蓄積エネルギー	0.013	0.029	0.023	0.011	0.008

図4　光エネルギーの利用効率

沖縄県の気温は図1に示すように最高・最低の温度差が非常に小さく年間を通じて高温期の長いのが特徴である。また，日射量は夏に著しく多いため熱帯性の植物にとっては好適な環境である。調査地ではススキとセンダングサが優占種となっており，その中でもセンダングサは放牧牛に対する嗜好性や栄養価，消化率の点で暖地型牧草に劣らない有用な野草である。しかし，蹄傷や再生力，生産構造については今後，詳しく調べる必要がある。放牧草地におけるエネルギーの流れに関する研究は大久保[9,10]，秋山[1]，福山[4]，Snaydon ら[13]が報告しているが野草地のそれに関する報告は殆どない。本研究での太陽エネルギーから増体蓄積エネルギーまでの光エネルギーの利用効率を Okubo ら[11]が報告したオーチャードグラスおよびバヒアグラス放牧草地の結果と比較すると野草地，オーチャードグラス草地，バヒアグラス草地での植物蓄積エネルギーで，それぞれ0.50，0.53，0.99，摂取エネルギーで0.55，0.43，0.73，可消化エネルギーで0.23，0.34，0.36，代謝エネルギーで0.19，0.28，0.29，増体蓄積エネルギーの段階で0.01，0.05，0.02であった。これらの結果から，野草地での摂取エネルギーはオーチャードグラス草地より高かったが，可消化エネルギーの段階で著しく減少し逆転した。増体蓄積エネルギーにおいても両放牧草地よりも効率が低かった。可消化エネルギーの効率が低いのはススキによる消化率の低さが原因となっており，ススキを抑圧してセンダングサやその他の野草が優占するような放牧管理の方法を考えるべきであり，そうすることによって，増体蓄積エネルギーも暖地型牧草と同程度までの効率に引き上げることができるものと思われる。

摘　要

本研究は亜熱帯地域の野草地における植生の季節的変化や乾物生産および太陽エネルギーから放牧牛の増体蓄積エネルギーまでのエネルギーの流れを調べるために行った。

その結果，野草地ではどの時期においてもススキ（*Miscanthus sinensis* Anderss）とセンダングサ（*Bidens pilosa* L.F. *decumbens* Scherff）が優占し，入牧時の現存量は2期目を除き432～564g/m^{2}の範囲であった。放牧期間中の採食量は平均して332g/m^{2}であり，日増体重は2期目に最高値0.88kgを示した。野草地における年間の光エネルギー利用効率は植物蓄積エネルギーで0.499%，摂取エネルギーで0.545%，可消化エネルギーで0.225%，代謝エネルギーで0.185%，増体蓄積エネルギーで0.008%であった。

以上のことから可消化エネルギーと増体蓄積エネルギーの段階において光エネルギーの利用効率が寒地型牧草や暖地型牧草の放牧草地と比べ低いことがわかった。

引用文献

1．秋山侃・塩見正衛・高橋繁男・萬田富治・村井勝・畠中哲哉　1984　耕地および採草地の飼料生産過程におけるエネルギー利用効率　日草誌，30(1)49～58

2．Agricultural Research Council 1980 The nutrient requierments of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough

3．Chacon, E. A., Stobbs, T. H., and Dale, M. B. (1978). Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures.Aust. J. Agric. Res., **29**, 89－102.

4．福山正隆・嶋村匡俊・牛山正昭・及川棟雄・富井光一　1983　放牧草地における物質生産とエネルギー効率　日草誌　**28**(4)，383～394

5．Goto, I., and Minson, D. J. (1977). Prediction of the dry matter digestibility of tropical grasses using a pepsin－cellulase assay. Animal Feed Science and Technology, **2**, 247－253

6．飯泉茂　1975　文部省科学研究総合研究A　石垣島およびその周辺諸島の草地生態に関する研究
7．Linehan, P. A., Lowe, J. and Stewart, R. H. 1947 The output of pasture and its measurement. PartII, J. Brit. Agr. Soc. **2**：145－168
8．西村格・阿部二朗・庄司舜一・斎藤吉満　1984　先島諸島における半自然草地の植生とマメ科植物について　日草誌　**30**(1)29～39
9．大久保忠旦　1986　臨床獣医 **4**：6, 17～27
10．大久保忠旦　1987システム農学 **3**：1, 14～28
11．Okubo, T., Hirakawa, M., Okajima, T., and Kayama,R. (1985). Energy efficiency of primary and secondary production in grazed pasture of *Dactylis glomerata* as compared with those of *Paspalum notatum*. In XV IGC, 736－738
12．菅沼孝之　1976　文部省科学研究総合研究A　南西諸島南部（先島諸島）の草地生態に関する研究
13．Snaydon, R. W. 1981 "The ecology of grazed pastures" in world animal science, Elsevier Scientific Publishing Company.
14．玉代勢秀正・前川勇・伊佐真太郎・森山高広・仲宗根一哉・庄子一成・大城真栄　1987　暖地型イネ科牧草の放牧適性試験　沖畜試研報73～80