

# 琉球大学学術リポジトリ

## 亜熱帯地域沖縄県における黒毛和種の生理的適応現象に関する研究(畜産学科)

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大城, 政一, 古謝, 瑞幸, 前当, 正範, 宮城, 盛時, Oshiro, Seiichi, Koja, Zuiko, Maeto, Masanori, Miyagi, Seiji メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/3973">http://hdl.handle.net/20.500.12000/3973</a>

## 亜熱帯地域沖縄県における黒毛和種の 生理的適応現象に関する研究

大城政一\*・古謝瑞幸\*\*・前当正範\*\*・  
宮城盛時\*\*

Seiichi OSHIRO, Zuiko KOJA, Masanori MAETO and SEIJI Miyagi: A study of the physiological responses on the adaptation to subtropical zone in Japanese Black cattle.

### Summary

The experiments on Japanese Black cattle were conducted in order to study their physiological responses in their adaptation to a subtropical environment in which the cattle were fed in a livestock barn. These physiological responses were measured by blood composition, rumen juice protozoa and some other means under the following conditions: 29°C・86% in the barn, 20°C・85% at one environment in the climate chamber and 30°C・85% at another environment in the climate chamber. The cattle were compared under the three environments of this experiment.

Rectal temperature, heart rate and respiratory rate significantly decreased from respectively  $38.60 \pm 0.16$  °C,  $70.4 \pm 2.1$  beats/min and  $19.4 \pm 4.2$  breaths/min in the barn to  $38.19 \pm 0.12$  °C,  $59.2 \pm 3.2$  beats/min and  $19.4 \pm 2.8$  breaths/min at 20°C・85% in the climate chamber ( $P < 0.01$ ), and  $38.88 \pm 0.20$  °C,  $79.0 \pm 1.9$  beats/min and  $64.2 \pm 6.1$  breaths/min at 30°C・85% in a chamber were significantly higher than those at 20°C・85% in a chamber.

There was no significantly change in the values of erythrocyte, leucocyte, hematocrit and hemoglobin or in erythrocyte sedimentation rate, plasma glucose, plasma free fatty acid, plasma albumin, plasma cholesterol, plasma thyroxine, plasma protein, urine ph, rumen juice ph and feed intake in each of three environments. However, ophryosolecidae, isotrichidae and total protozoa in rumen were significantly higher at the time 21:00 than at 9:00 in each of these three environments ( $P < 0.01$ ).

The results mentioned above suggest that animals adapt themselves

\* 琉球大学農学部畜産学科

\*\* 琉球大学農学部附属農場

to high temperatures and high relative humidity in a subtropical zone. Japanese Black cattle fed in a barn in Okinawan subtropical zone generally maintain their homeostasis and productions (growth, reproduction, and etc.) by using physiological elements that regulate body temperature.

## 緒 言

亜熱帯環境下沖縄県における家畜生産・生理に関する研究は大城<sup>15)</sup>の総記に詳細に記述してあり、高温・多湿環境が家畜の生産・生理反応にかなりのストレスとして作用していることが、山本<sup>2)</sup>の総説と岡本<sup>13)</sup>の報告によっても明らかにされてきた。日吉<sup>4)</sup>と松井<sup>9)</sup>の試験は沖縄県内で、亜熱帯環境下に適応した家畜の生理反応を測定しているものと考えられる。これらの測定値を沖縄県内で、家畜の正常値としているが、沖縄県内のこの種の報告<sup>4,9)</sup>は少なく、家畜の環境衛生学上その研究は必要であると考えられる。

上記における、家畜の亜熱帯環境下適応現象である生理諸元の反応を明らかにするために、畜舎内環境の黒毛和種の生体反応と人工気候室内の一定の環境温度・相対湿度（以下湿度と略）下条件での生理諸元の反応と比較検討を行った。

## 実験材料及び方法

供試動物は黒毛和種雌一頭（9才齢，体重 292 kg）であった。実験動物は供試前5週間前（7月1日）から畜舎内でスタンションに入れて飼育し，給餌は粗飼料（ネピアグラス）15kgと濃厚飼料（肉用牛肥育用配合飼料，琉球協同飼料社製）1.5kgをそれぞれ8：45と16：00の1日2回給餌で，自由採食とした。飲料水はウォーターカップで自由飲水とした。実験は畜舎内で一週間試験した後，あらかじめ20℃・85％に調節した人工気候室へ歩行させて移動した。その所要時間は約3分であった。人工気候室内の20℃・85％環境下で一週間，次いで30℃・85％環境下で一週間の3実験区による計3週間（8月8日～28日）の上記環境温度・湿度暴露実験を行った。

生理諸元の測定と試料採取は3実験区の第5，6及び7日の3日間に行った。生理諸元の測定は9：00，12：00，15：00，18：00及び21：00の時刻に1日5回，血液，第一胃内液及び尿の試料採取は9：00と21：00の時刻に1日2回行った。また，畜舎内人工気候室内20℃・85％-30℃・85％の3実験区の環境変化時には，実験動物へ測定機器を装着して，生理諸元の測定を経時的に連続記録を行った。

測定項目は環境温度（サーミスター，E688-12型，飯尾電気）・湿度（湿度検出器，SH-20型，日本光電），直腸温（サーミスター，E688-12型，飯尾電気），心拍数（心電計，万能2-4現象オシロスコープ，日本光電），呼吸数（呼吸ピックアップ，SR-115S型，日本光電），赤血球数，白血球数（Thoma型血球計算板），総蛋白質量（日立蛋白計），血糖値（グルコースオキシダーゼ法，glucose-B-testwako，和光純薬社製），血漿遊離脂肪酸量（以下FFAと略，比色法，NEFA-testwako，和光純薬社製），血漿アルブミン量（BCG法，Albumin-B-testwako，和光純薬社製），血漿遊離コレステロール量（Zak-Henly法，cholesterol-testwako，和光純薬社製），血漿サイロキシニン量（以下PBIと略，カラム法，T<sub>4</sub>-testwako，和光純薬社製），ヘマトクリット値（以下Ht値と略，毛細管法，11000rpm，5分間遠心沈殿），血色素量（以下Hb量と略，シアナーメトヘモグロビン法，Hemoglobin-testwako，和光純薬社製），赤血球沈降速度（以下赤沈速度と略，WENTNER-GREN法），尿pH，第一胃内液pH（pHメーター，H-7SD型，Horiba社製），第一胃内プロトゾア数

## 大城ほか：亜熱帯地域における黒毛和種の生理的適応現象

(旋毛類, 全毛類, 自家製の計算板-厚さ0.5mm)及び採食量(自動上皿天秤, 大和理科社製)であった。

## 実験結果

図1, 2に3実験区の変化時における環境温度, 直腸温, 心拍数及び呼吸数の経時的变化を示す。

畜舎内から人工気候室内への牛の移動に約3分を要した。畜舎内から移動した直後の直腸温, 心拍数及び呼吸数はいずれも高い値を示したが, 時間と共に低下を示し, 畜舎内の値より低下する傾向を示した。また, 人工気候室内で20°Cから30°Cへ環境温度を変化させると直腸温, 心拍数及び呼吸数が増加傾向を示した。

図2に環境温度・湿度, 直腸温, 心拍数及び呼吸数を示す。

環境温度は畜舎内で1週間 $29 \pm 0.7^\circ\text{C}$ , 人工気候室内で1週間 $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ , さらに1週間 $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$ であった。温度は畜舎内で $86 \pm 2\%$ , 人工気候室内では2週間 $85 \pm 1\%$ を維持していた。

直腸温は畜舎内で $38.60 \pm 0.16^\circ\text{C}$ であったが, 人工気候室内の $20^\circ\text{C} \cdot 85\%$ 環境下で $38.19 \pm 0.12^\circ\text{C}$ と有意な低下を示した( $P < 0.01$ )。また, 人工気候室内 $30^\circ\text{C} \cdot 85\%$ の $38.88 \pm 0.20^\circ\text{C}$ は $20^\circ\text{C} \cdot 85\%$ 人工気候室内の直腸温より有意に上昇を示し( $P < 0.01$ ), 畜舎内環境においてよりも高い傾向にあった。

心拍数は畜舎内で $70.4 \pm 2.1$ 回/分であったが, 人工

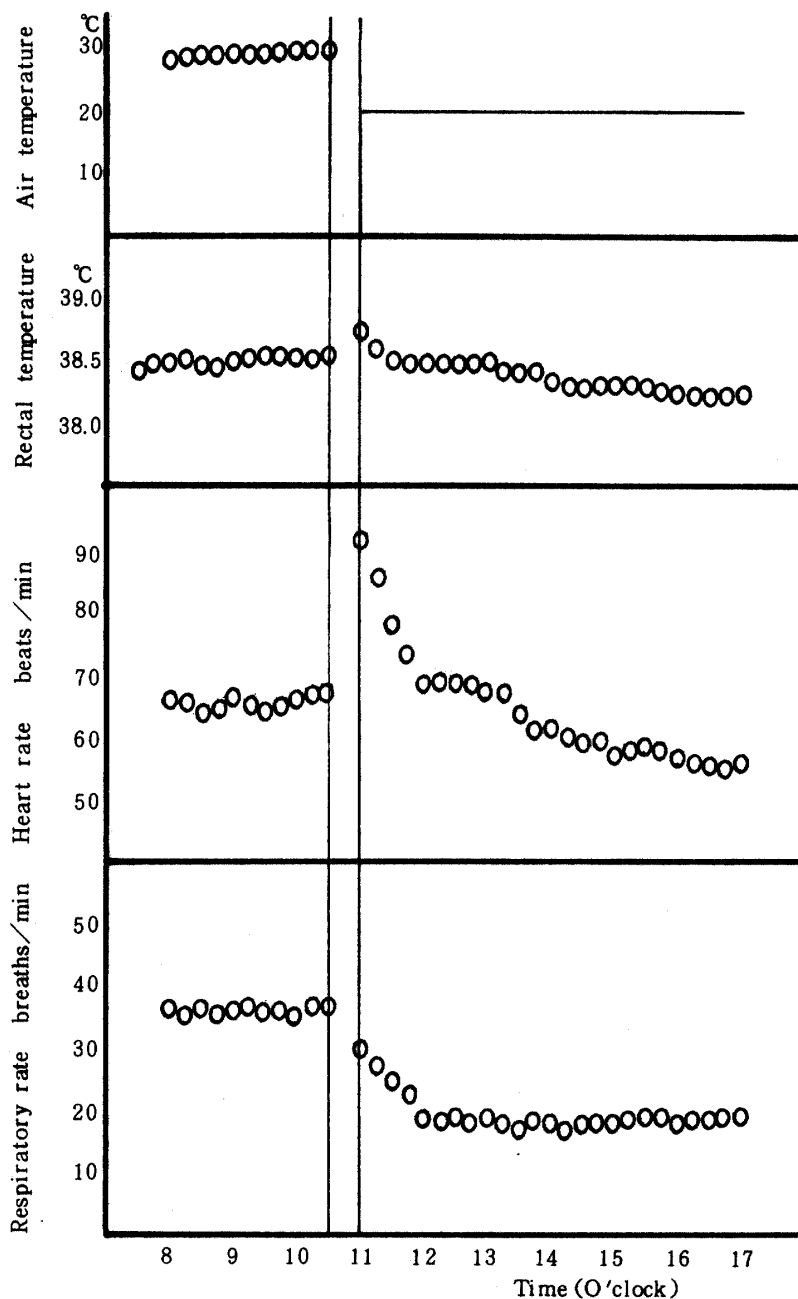


Fig. 1 Air temperature, rectal temperature, heart rate and respiratory rate during changing from barn to  $20^\circ\text{C}$  in climate chamber.

気候室内20°C・85%で59.2 ± 3.2 回/分と畜舎内の値より有意に低下した ( $P < 0.01$ )。人工気候室内30°C・85%で79.0 ± 1.9 回/分を示し、畜舎内と20°C・85%環境下の両者の値よりも有意に高い値であった ( $P < 0.05$ )。

呼吸数も畜舎内で38.7 ± 4.2 回/分であったが、人工気候室内20°C・85%で19.4 ± 2.8回/分へと減少を示した ( $P < 0.01$ )。30°C・85%人工気候室内で64.2 ± 6.1回/分と有意な上昇を示し ( $P < 0.01$ )、畜舎内と人工気候室内20°C・85%の両環境下においてより有意に高い値であった ( $P < 0.01$ )。

表1に赤血球数、白血球数、Ht値、Hb量及び赤沈速度を示す。

赤血球数と白血球数において、3実験区における9:00に低く、21:00に高い値の傾向を示した。逆に、Ht値とHb量は9:00に高い値を、21:00に低い値の傾向にあった。また、赤血球数、白血球数、Ht値及びHb量はいずれも20°C・85%人工気候室内の値が高い傾向を示した。赤沈速度は3実験区値間に有意な差はなかった。

表2に血糖値、FFA、血漿アルブミン量、血漿遊離コレステロール量、血漿サイロキシン量及び総蛋白質量を示す。

血糖値、FFA及び総蛋白質量は3実験区において、9:00に高く、21:00に低い値の傾向を示した。血漿アルブミン量は畜舎内21:00に4.45 g/dlと一番高く、20°C・85%人工気候室内9:00に4.20 g/dlの値を示し、その後30°C・85%の環境下においても、時間に関係なく低下の傾向にあった。血漿遊離コレステロール量は3実験区において、120.7 ± 11.5 g/dlの値にあった。PBIは畜舎内と人工気候室

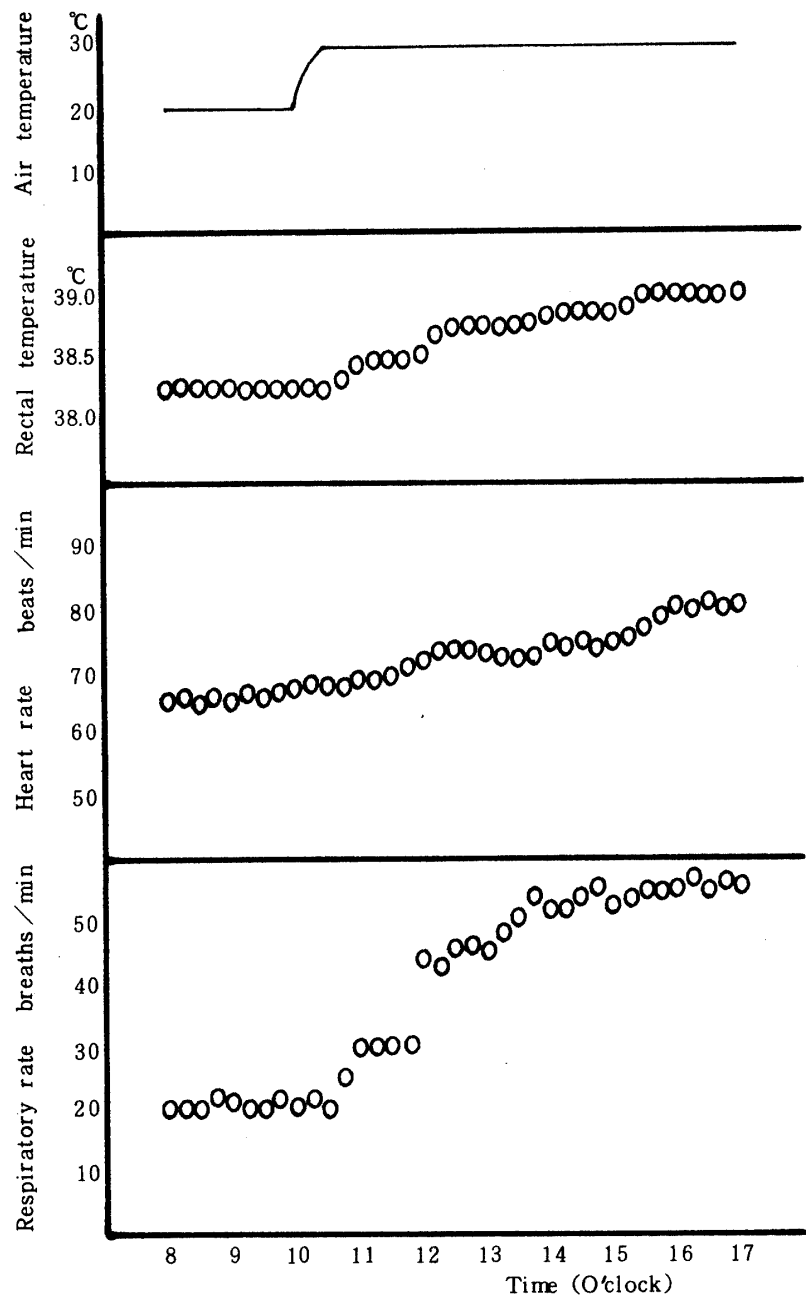


Fig. 2 Air temperature, rectal temperature, heart rate and respiratory rate during changing from 20°C to 30°C in climate chamber.

## 大城ほか：亜熱帯地域における黒毛和種の生理的適応現象

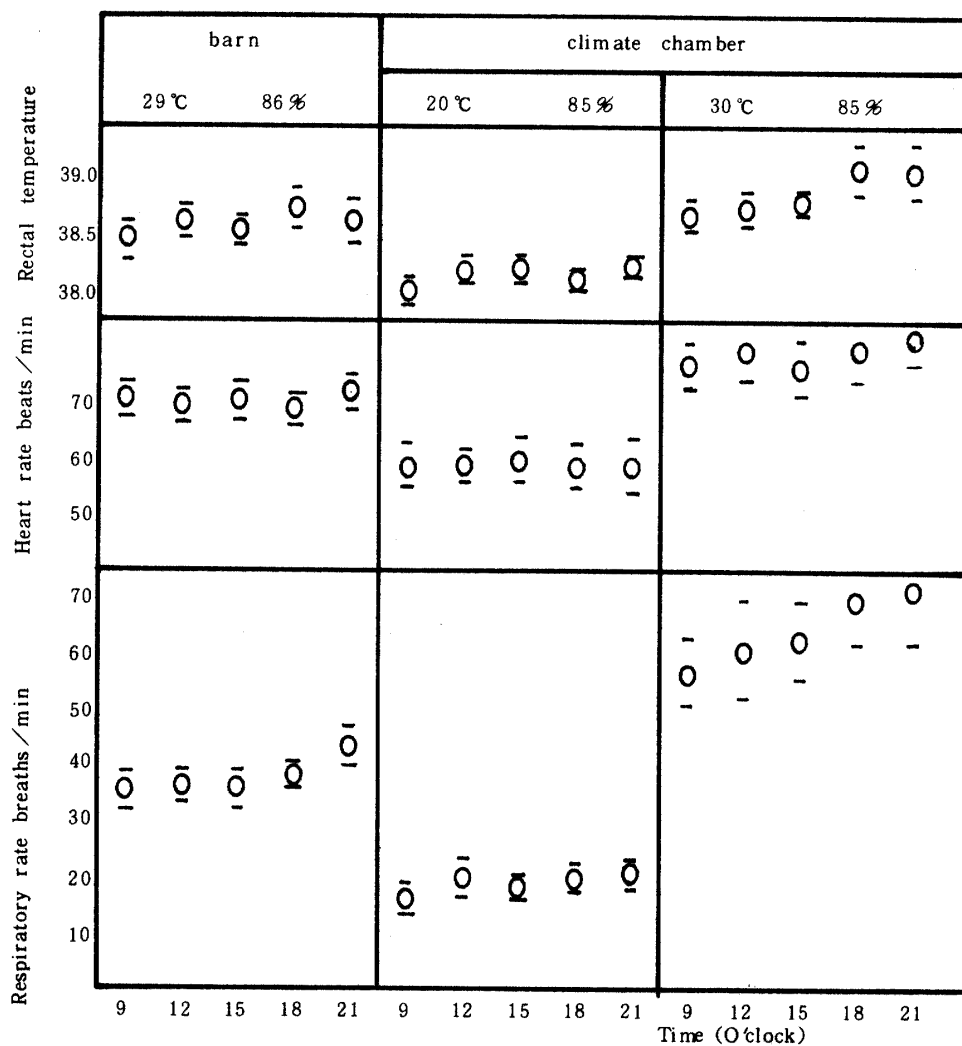


Fig. 3 Rectal temperature, heart rate and respiratory rate in barn and climate chamber.

Table 1. Blood compositions in barn and climatic chamber.

Sampling time	Barn		Climatic chamber				
	29°C, 86%		20°C, 85%		30°C, 85%		
	9	21	9	21	9	21	
Erythrocyte (10000 /mm <sup>3</sup> )	505	578	575	631	538	586	
Leucocyte (1000 /mm <sup>3</sup> )	2.8	3.9	3.4	3.8	3.5	4.0	
Ht Value (%)	28	27	30	30	30	29	
Hb Value (mg/dl)	9.9	9.4	11.1	10.6	10.5	9.8	
Erythrocyte sedimentation rate	(0 : 30)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	(1 : 00)	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4
	(2 : 00)	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8
	(24 : 00)	10.5	11.5	8.8	10.0	9.2	9.8

Table 2. Plasma composition in barn and climatic chamber

Sampling time		Barn		Climatic chamber			
		29°C, 86%		20°C, 85%		30°C, 85%	
		9	21	9	21	9	21
Glucose	(mg/dl)	64.2	54.9	66.7	61.8	65.5	56.7
FFA	(mEq/l)	0.33	0.28	0.21	0.18	0.23	0.21
Albumin	(g/dl)	4.07	4.45	4.20	3.93	3.90	3.80
Cholesterol	(mg/dl)	139	111	123	123	106	122
Thyroxine	( $\mu$ g/dl)	4.17	3.80	4.20	3.17	4.50	4.77
Protein	(%)	8.07	7.93	8.77	8.27	8.23	8.13

内20°C・85%の9:00の値より21:00の値が低い傾向にあった。しかし、30°C・85%の環境下においては9:00と21:00で高い値を示し、高温環境下において高い傾向にあった。

表3に尿pH, 第一胃内液pH, 第一胃内プロトゾア(旋毛類, 全毛類)数及び総採食量を示した。

Table 3. Urine ph, rumen ph, and rumen protozoa in barn and climatic chamber.

Sampling time		Barn		Climatic chamber			
		29°C, 86%		20°C, 85%		30°C, 85%	
		9	21	9	21	9	21
Urine ph		8.42	8.29	8.29	8.07	8.20	8.07
Rumen ph		7.49	8.00	7.59	7.16	7.18	7.30
rumen pro- tozoa (10000/ml)	oph	22.7 <sup>a</sup>	9.7 <sup>b</sup>	20.7 <sup>a</sup>	8.6 <sup>b</sup>	27.7 <sup>c</sup>	10.3 <sup>b</sup>
	Isot.	3.7 <sup>a</sup>	1.3 <sup>b</sup>	2.7 <sup>a</sup>	1.0 <sup>b</sup>	3.7 <sup>a</sup>	1.0 <sup>b</sup>
	Total	26.4 <sup>a</sup>	11.0 <sup>b</sup>	23.4 <sup>a</sup>	9.6 <sup>b</sup>	31.4 <sup>a</sup>	11.3 <sup>b</sup>

\* oph : ophryosolecidae, Isot : irotrichidae

a, b, c : Means on the same line having different superscripts differ significantly ( $P < 0.01$ )

尿pHは3実験区において、9:00に高く、21:00に低い値を示す傾向にあった。第一胃内液pHは畜舎内と人工気候室内30°C・85%で、9:00に低く、21:00に高い傾向を示したが、逆に、人工気候室内20°C・85%では9:00に高く、21:00に低い傾向を示した。第一胃内プロトゾアの旋毛類は3実験区において、9:00に高く、21:00に低い値を示した( $P < 0.01$ )。これは全毛類においても同様に9:00と21:00の値に有意な差があった( $P < 0.01$ )。両者の総プロトゾア数も9:00に高く、21:00に低い値を示し、有意な差があった( $P < 0.01$ )。総採取量は畜舎内で22±3kg/日、人工気候室内20°C・85%で19±1kg/日であった。人工気候室内30°C・85%では17±3kg/日と、前の両者より低い傾向を示したが、3者間に有意な差はなかった。

## 考 察

亜熱帯地域沖縄県における家畜の生産・生理現象に関する研究は大城<sup>15)</sup>の総説において、採食量、増

## 大城ほか：亜熱帯地域における黒毛和種の生理的適応現象

体重<sup>23,24)</sup>、受胎率<sup>14)</sup>及び泌乳量<sup>10)</sup>などの生産について述べているが、その研究はまだ、沖縄県において未開の分野を多く残していると考ええる。これらの生産活動において、家畜は亜熱帯環境に適応しながら、さらに生産維持を保っていると考える。本実験において、以下その家畜の生理的適応現象を明らかにするため考察を行った。

本実験における黒毛和種の直腸温、心拍数及び呼吸数が3実験区で成書<sup>5,28)</sup>の値の範囲にあったが、畜舎内29°C・86%と人工気候室内30°C・85%における直腸温は近い値にあり、畜舎内飼育動物が高温環境下で適応している生理現象と認めることができる。しかし、直腸温、心拍数及び呼吸数は畜舎内より30°C・85%人工気候室内環境下の方が高い値を示した。また、総採食量も有意差はないが、低い値であった。これらは30°C・85%環境下で牛が高温ストレスを受けているものと考えられる。人工気候室内20°C・85%環境下から30°C・85%へ環境温度を急に上昇させたため、20°C・85%環境適応現象からの脱適応現象も若干あったと考えられる。このことは大城ら<sup>16)</sup>とSASAKIら<sup>21)</sup>の報告でも認めている。

また、心拍数が7-8月に高くなることについて、石井<sup>6)</sup>は、THOMASら<sup>26)</sup>その他の報じるように、脈博後の季節的变化には多分に栄養的な要因が関係すると考えられるが、7、8月の両月における給与飼料には量的、質的に大差があるとは考えられない。また、脈博数増加の経過からみると、高温に対する一種の順化を示しているとも推察されることとしてから、本実験の畜舎内29°C環境下の高い心拍数は夏季に適応した生理反応で、20°C・85%人工気候室内で減少した心拍数は30°C・85%人工気候室内において、畜舎内環境下の心拍数値に回復したものと考えられる。SANOら<sup>22)</sup>も急性高温環境下で心拍数の増加を報告していて、本実験の結果と一致していた。他方、SASAKIら<sup>13)</sup>はメン羊で、TERUIら<sup>25)</sup>は牛で急性高温環境下で変化しないと報告し、また、岡本ら<sup>12)</sup>も脈博数は気温の影響に支配されない。多少気温の影響を受けているとしても、第二義的なものとしている。

畜舎内から人工気候室内への牛の移動による生理諸元の変動について、大城ら<sup>18)</sup>のメン羊での報告があり、本実験においての牛の移動前後における直腸温、心拍数及び呼吸数の変動傾向は同様であった。また、20°Cから30°Cへの人工気候室内気温上昇による牛の生理諸元の変動もSASAKIら<sup>21)</sup>の報告に一致していた。

赤血球数とHt値は成書<sup>1,5,28)</sup>の正常値の範囲にあり、岡本ら<sup>13)</sup>とRUSOFFら<sup>20)</sup>の報告と同様の値であった。

白血球数はRUSOFFら<sup>20)</sup>は27°C以上の気温で増加するとしているが、岡本ら<sup>13)</sup>は気温による変化はないとしている。本実験においても、成書<sup>1,5,28)</sup>の正常値の範囲にあり、3実験値間に差はなかった。TERUIら<sup>25)</sup>も牛で急性高温環境下による変化はないと報告している。

Hb量において、岡本ら<sup>13)</sup>は7-12月のHb量増加が体温と関係があるとし、RUSOFFら<sup>20)</sup>も気温27°C以上で有意な増加があると報告している。しかし、TERUIらは牛で急性高温環境下で変化しないことを報告し、本実験の結果と同様であった。

赤沈速度は3実験区とも成書<sup>1,5,28)</sup>の値に近く、環境温度の影響は受けていないものと考ええる。

血糖値について、岡本(昌)ら<sup>13)</sup>と岡本(正)ら<sup>11)</sup>は夏に高いとの季節変化を報告している、本実験と血糖値の測定法が異なっているが、大城ら<sup>17)</sup>の急性高温環境下メン羊で変化しないとの報告に一致していた。また、本実験の3実験区の値は成書<sup>1,5,8,28)</sup>の値に近かった。

FFAにおいて、本実験の3実験区の値は成書<sup>1,5,8,28)</sup>の値に近く、大城ら<sup>17)</sup>の急性高温環境下メン羊で変化しないとの報告に一致していた。

血漿アルブミン量において、TERUIら<sup>25)</sup>は牛において急性高温(36°Cと33°C)環境下で減少傾向にあると報告しているが、本実験でも人工気候室内30°C環境下で減少傾向にあった。

総蛋白質量における本実験の結果は岡本ら<sup>13)</sup>の高温環境下で変化しないとの報告に一致した。本実験の黒毛和種は3実験区の環境温度の変化に対して、生体の物理的生体恒常性維持作用で、十分に生体の生理機序の恒常性が保たれていて、生体の血液諸成分の恒常性を乱すほどのものではなかったと考える。



PBIについて、低温環境下または冬季に増加する<sup>7,27)</sup>と言われているが、畜舎内29°C環境下から人工気候内20°C環境下へと牛を移動しても、PBIの増加はなく、低温環境下の生体反応はなかったことが示唆された。直腸温、心拍数及び呼吸数からして、20°C・85%人工気候室内の牛は快適環境条件下にあったものとする。また、PBIは夏季に低下する<sup>13,27)</sup>と報告しているが、本実験の畜舎内環境下では比較的低位、人工気候室内30°C・85%環境下では高い傾向を示していた。

尿pHと第一胃内液pHは成書<sup>5,8,28)</sup>の値の範囲内にあり、正常値を保っていたと考える。

第一胃内プロトゾア数は高温環境下で減少するとKELLEYら<sup>3)</sup>は報告しているが、本実験においても、同様に畜舎内29°Cと人工気候室内30°C環境下で、人工気候室内20°C環境下より9:00と21:00に有意差はないが、増加の傾向を示した。第一胃内プロトゾアの旋毛類、全毛類及び両者の総数は9:00より21:00に低い値を示しているが、これは給餌による影響があったものとする。9:00の高い値は8:45の給餌後に第一胃内液採取をしたことによるものと考えられる。21:00の試料採取は16:00の給餌後5時間の時間が経過しており、第一胃内の発酵が不活発化しているため、少ないプロトゾア数であったと考えられる。採食後に第一胃内プロトゾア数が増加して、その後採食前値まで減少していくことが報告さ<sup>2,19,20,31)</sup>れていて、本実験の結果もこれらの報告に一致するものであった。

以上のことから、亜熱帯地域沖縄県下における畜舎内飼育黒毛和種の各生理諸元において、生体内恒常性の化学的調節の指標としての血液成分の顕著な変動は認められず、物理的調節の指標としての呼吸数と心拍数が多大に働いていることが示唆された。これは熱放散作用を増大させ、高温環境下体温調節の維持に寄与しているものと考えられる。第一胃内プロトゾア数の変動についてはさらに検討が必要であると考える。

## 摘 要

亜熱帯環境下飼育黒毛和種の生理的適応現象を明らかにするため、黒毛和種を供試し、畜舎-人工気候室内(20°C・85%-30°C・85%)の実験における3環境条件区の生理諸元、血液及び第一胃内液等を測定し、比較検討した。

畜舎内29°C・85%-人工気候室内20°C・85%-30°C・85%の3実験区における、直腸温、心拍数及び呼吸数において、畜舎内でそれぞれ $38.60 \pm 0.16$ °C、 $70.4 \pm 2.1$ 回/分及び $38.7 \pm 4.2$ 回/分であったが、人工気候室内20°C・85%で $38.19 \pm 0.12$ °C、 $59.2 \pm 3.2$ 回/分及び $19.4 \pm 2.8$ 回/分と有意に減少した( $P < 0.01$ )。また、人工気候室内30°C・85%で $38.88 \pm 0.20$ °C、 $79.0 \pm 1.9$ 回/分及び $64.2 \pm 6.1$ 回/分と有意に上昇を示した( $P < 0.01$ )。

赤血球数、白血球数、Ht値、Hb量、赤沈速度、血糖値、FFA、血漿アルブミン量、血漿遊離コレステロール量、血漿サイロキシン量、総蛋白質量、尿pH、第一胃内液pH及び採食量において、3実験区間に有意な差異はなかった。

第一胃内プロトゾア数は旋毛類、全毛類及び両者の総数において、3実験区共に9:00の値より21:00の値の方が有意に高かった( $P < 0.01$ )。

以上のことから、亜熱帯地域沖縄県下で畜舎内飼育黒毛和種は主に心拍数、呼吸数及びその他の物理的調節作用によって、生体恒常性の維持を保って、高温・多湿環境(8月)下に適応していることが示唆された。

本実験の遂行に当り、琉球大学農学部研究生修了(昭和59年3月)雨宮俊郎君、本学部卒業生(昭和59年3月)上松宏君、及び琉球大学大学院生片山武彦君の御協力に感謝する。

## 引用文献

- 1 ARCHER, K. K. and L. B. JEFFCOTT 1977 Comparative clinical haematology, P-215-269, Great Britain, Blackwell
- 2 CLIFTON, C. P. 1965 Diurnal variation in the number of rumen ciliate protozoa in cattle, N. Z. J. Agric. Res. 8 : 1-9
- 3 Kelley, R. O., F. A. Martz and H. D. Johnson 1967 Effect of environmental temperature on ruminal volatile fatty acid levels with controlled feed intake, J. dairy Sci., 50 : 531-533
- 4 日吉文樹, 古謝瑞幸, 仲田正, 渡嘉敷綏宝, 山内修 1981 沖縄における暑熱環境下のホルスタイン雌牛の体温, 呼吸数および脈博数の変動, 琉大農学報, 28 : 187-195
- 5 星冬四郎 1974 島村家畜生理学 (第17版), P 1-125 東京, 養賢堂
- 6 石井尚一 1964 高温時におけるホルスタイン雌牛の体温, 脈博数および呼吸数の変動に関する研究, 九州農試彙集, 9 : 399-491
- 7 伊藤真次 1980 適応のしくみ P 145-176, 札幌市, 北海道大学図書刊行会
- 8 久保周一郎, 伊沢久夫, 戸尾祺明彦 1983 家畜臨床生化学 (第3版), P 875-880 東京近代出版
- 9 松井孝, 大城清昌 1983 ダクト送風が繁殖豚の生理反応に及ぼす影響について, 日本養豚研究会, 第40回大会号 : 6
- 10 松田祐一 1964 沖縄における乳牛の泌乳量について, 琉球大学農家政工学部学術報告, 11 : 45-51
- 11 岡本正幹, 小川清彦, 大坪孝雄 1956 家畜の耐暑性に関する研究 (第4報), 乳牛の血清乳酸量, 血糖量及び血中炭酸量に対する気温の影響, 鹿大農学術報告, 5 : 1-3
- 12 ———, ———, 小山田巽, 増満洲市郎 1956 家畜の耐暑性に関する研究 (第11報), ホルスタイン及びジャージーの体温, 呼吸数及び脈博数の特に気温との関連について, 鹿大農学術報告, 5 : 29-32
- 13 岡本昌三, 石井尚一, 向居彰夫, 犬童幸人 1965 乳牛の生理機能におよぼす暑熱の影響, 九州農試彙集, 11 : 183-243
- 14 大城喜光, 石川清流, 中村昌元 1971 沖縄における乳牛の繁殖状況について, 沖縄県畜産試験場試験研究報告, 10 : 1-12
- 15 大城政一 1979 反芻家畜の体温調節, 琉球大学農学部附属農場報, 1 : 68-77
- 16 ———, 佐々木康之, 浜崎正雄, 津田恒之 1978 環境温度の変化にともなうメン羊の一般生理諸元と尿中カテコールアミン排泄量の変動, 日畜会報, 49 : 473-479
- 17 ———, ———, ———, ——— 1980 20°Cおよび35°C下のメン羊の生理反応に及ぼすカテコールアミン静脈注入の影響, 日畜会報, 52 : 97-103
- 18 ———, ———, 津田恒之 1980 メン羊のノルアドレナリンおよびアドレナリンの尿中排泄量に及ぼす飼育場移動の影響, 琉大農学報, 27 : 309-314
- 19 PURSER, D. B. and R. J. MOIR 1959 Ruminal flora studies in the sheep, Austr. J. Agr. Res. 10 : 555-564
- 20 RUSOFF, L. L., J. E. JOHNSTON and Gell BRANTON 1954 Blood studies of breeding dairy bulls, I. Hematocrit, Hemoglobin, Plasma calcium, Plasma inorganic phosphorus, Alkaline phosphatase value, Erythrocyte count, and Leucocyte count. J. Dairy Sci., 37 : 30-36

- 21 SASAKI, Y., S. OSHIRO, M. MIURA and T. TSUDA 1973 Effects of heat exposure on urinary excretion of noradrenaline and adrenaline in sheep, *Jpn. J. Zootech.* **44** : 248-257
- 22 SANO, H., K. TAKAHASHI, M. FUJITA, K. AMBO and T. TSUDA 1979 Effect of environmental heat exposure on physiological response, blood metabolism in sheep, *Tohoku J. Agri. Res.* **30** : 76-85
- 23 玉城雄一, 大山代士男 1968 肉用牛の肥育試験, 沖縄県畜産試験場試験研究報告, **3** : 8-21
- 24 ———, ——— 1971 去勢牛の若令肥育試験, 沖縄県畜産試験場試験研究報告, **8** : 1-7
- 25 TERUI, S., S. ISHINO, K. MATSUDA, Y. SHOJI, K. AMBO and T. TSUDA 1979 Effect of experimental high environmental temperature and humidity on steers, *Tohoku J. Agri. Res.* **30** : 95-109
- 26 THOMAS, J. W. and L. A. MOORE 1951 Variations in heart rate of dairy cows, *J. Dairy Sci.*, **34** : 321-328
- 27 津田恒之 1980 動物における品種・系統の分化と熱帯・温帯相互馴化に関する研究(昭和54年文部省科学研究費特定研究: 温帯・熱帯地域における生物生産の比較農学的研究報告), P25-32
- 28 ——— 1981 家畜生理学(第一版), P 28-224, 東京, 養賢堂
- 29 梅津元昌 1967 乳牛の科学, P 23-24, P 429-430, 東京, 農文協
- 30 WARNER, A. C. I. 1966 Periodic changes in the concentrations of microorganism in the rumen of a sheep fed a limited ration every three hours, *J. Gen. Microbiol.*, **45** : 237-241
- 31 WANER, A. C. I. 1966 Diurnal changes in the concentrations of microorganism in the rumens of sheep fed to appetite in pens or at pasture, *J. Gen. Microbiol.*, **45** : 243-251
- 32 山本禎紀 1971 家畜環境生理学における温熱的環境の評価の問題, *日獣会誌*, **24** : 477-483