

# ヤギの採食時生理諸元に及ぼす第一胃内への各種温度の水 注入の影響

誌名	琉球大学農学部学術報告 = The science bulletin of the College of Agriculture, University of the Ryukyus
ISSN	03704246
著者	大城, 政一 金城, 清 高橋, 宏
巻/号	29号
掲載ページ	p. 209-216
発行年月	1982年12月

# ヤギの採食時生理諸元<sup>に</sup>及ぼす第一胃内への 各種温度の水注入の影響<sup>\*</sup>

209

大城政一<sup>\*\*</sup>・金城 清<sup>\*\*</sup>・高橋 宏<sup>\*\*</sup>

Seiichi OSHIRO, Kiyoshi KINJO and Hiroshi TAKAHASHI :  
Effects of the instillation of the water kept at 0, 10, 20,  
30, 40, or 50°C into the rumen on the physiological  
response of feeding goats.

## Summary

The effects of rumen temperature on the physiological response of feeding goats were examined by controlling rumen temperature with the instillation of the water whose temperature was kept at 0, 10, 20, 30, 40 or 50 °C into the rumen of the goats tested. The rectal temperature of the goats in the experiment carried out using the water kept at 0, 10, 20, 30, 40 °C were lower than that observed under the normal feeding condition over the feeding period up to 5 hours. The rectal temperature observed under the instillation of the water kept at 50 °C increased up to the value of the normal feeding until 45 minutes after the initiation of feeding, and then was lower value in comparison to the normal feeding after 45 minutes. An increase in respiratory rates observed in all of the water-instillation experiments were lower than that found in the normal feeding experiment for the initial 3 hours of feeding, and those obtained by instilling the water kept at 0, 10, 20 °C were lower than those found under the instillation of water kept at 30, 40, 50 °C over the whole period of feeding. Heart rate was quickly increased at the onset of feeding in all experiments, and was not influenced by instilling water into the rumen. Both middle and lower rumen temperature were decreased in proportion to the temperature of the water instilled immediately after pouring the water kept at 0, 10, 20, 30 °C into the rumen, and lower rumen temperature was usually colder than the middle rumen temperature. The both rumen temperatures mentioned above in the case of the introduction of the water kept at 40 °C showed similar responses as those in the normal feeding and those under the influence of the water kept at 50 °C were temporary increased just after the instillation of the water. After one hour of the feeding, however, the both rumen temperature in all water-introduction experiments were lower than those in the normal feeding experiment. The rate of feed intake (g/15min) and total amount of feed intake (kg/5 hours) were

---

\* 本論文の要旨は第 69 回日本畜産学会大会（昭和 54 年，東京）において発表した。

\*\* 琉球大学農学部畜産学科

琉球大学農学部学術報告 29 : 209 ~ 216 ( 1982 )

not influenced by all of the treatment with the water instillation carried out in this work.

## 緒 言

反芻家畜の体温調節反応としての呼吸数、心拍数、直腸温、第一胃内温およびその他生理諸元の採食による変動について、山本・梅津<sup>15,16,17)</sup>、山本・中貝<sup>19)</sup>および岡本<sup>11)</sup>はメン羊で、Dinusら<sup>7)</sup>はヤギで報告している。さらに、第一胃内発酵熱のこれらの生理諸元に与える影響を山本ら<sup>18)</sup>、山本・梅津<sup>20)</sup>、岡本<sup>12)</sup>、Dillon and Nichols<sup>6)</sup>、Nangeroni<sup>9)</sup>、およびNoffsinger<sup>10)</sup>はメン羊で、Cunninghamら<sup>4)</sup>およびDaleら<sup>5)</sup>は牛で報告している。

採食時における体温上昇が採食に伴う体内での熱発生に加えて、反芻家畜では第一胃内発酵による熱生産によって大きく影響されることは山本<sup>21)</sup>の総説にも体内の温熱的環境条件の体温調節中枢への作用として述べられているところであり、反芻家畜の体温調節における第一胃内発酵熱の意義が明らかになりつつある。一方、反芻家畜においても、体温の変動が採食量調節要因として作用し得ることも知られている。<sup>1,2,3)</sup>

本研究は採食開始時ヤギの第一胃内に各種温度の水を注入し、第一胃内温度を人為的に変化せしめた際に生ずる採食時体温調節反応としての生理諸元の変動を観察し、採食による体熱産生と第一胃内発酵熱の直腸温およびその他の生理諸元に対する影響を検討した。このことは採食時における第一胃内発酵熱産生の意義を含め、反芻家畜の体温調節機構の一端を明らかにするものである。

## 材料および方法

実験動物は体重26.1 kg(1才6カ月)と15.1 kg(1才)の沖縄肉用ヤギ雄2頭とし、畜舎内の自家製ケージに収容、飼育した。これらの左側腹部に第一胃フィステルを装着し、フィステル装着後3カ月以上経ってから実験に供試した。

給与飼料は、ネピアグラス・パラグラス・カンショツルの生草を約10 cmに細切して、それぞれ2:2:1の割合に混合し与えた。給餌時間は12:00から17:00までの5時間であった。この給餌時間の馴致は実験開始1カ月前から行った。

実験におけるヤギへの測定機器装着は採食開始3時間前から開始し、30分以内に終了した。その後測定機器装着によるヤギの興奮を鎮めるため1時間30分の時間をおき、次いで1時間にわたって採食開始前における生理諸元の測定を行った。12:00の採食開始と同時に各種温度の水注入を1分以内で行った。この注入量は山本・梅津<sup>20)</sup>の44 ml/kg(メン羊体重)に近い50 ml/kgとした。その後、17:00まで採食を続けさせ、各測定を行った。

実験は正常採食実験(通常飼育時実験)を4日間連続して行った。次いで第一胃フィステルからの0℃水注入実験を行い、その後2日間実験を休止し、再び0℃水注入実験を行った。この間隔で0℃水注入実験を2頭で同時に4回繰り返して行った。その後、10、20、30、40、50℃の順序で、前記0℃水注入実験と同様な間隔で行った。

測定項目は畜舎内環境温度(サーミスター、E 688-12型、110 Electric Co.)と湿度(湿度検出器、SH-20型、日本光電)、第一胃内中部温・下部温(サーミスター、E 688-12型、110 Electric Co.)、直腸温(サーミスター、E 688-12型、110 Electric Co.)、呼吸数(呼吸ピックアップ、SR-115 S型、日本光電)、心拍数(心電計、万能2-4現象オシロスコープ、日本光電)、採食速度と総採食量(飼槽に設置した自動上皿天秤、12 kg型、大和理科計器)であった。各温度と湿度は自動記録計(D-2 FN 12 RPM型、110 Electric Co.)で連続記録した。各測定項目とも15分間隔で測定値を求めた。

## 結 果

本実験はすべて畜舎内環境下で行った。各実験中の環境温・湿度はFig.1に示したように、それぞれ27.0～30.5℃および69～83%の範囲にあったが、各実験における環境温・湿度は実験時間中安定した値を示していた。

第一胃内中部温・下部温の各実験における変動をFig.2に示した。

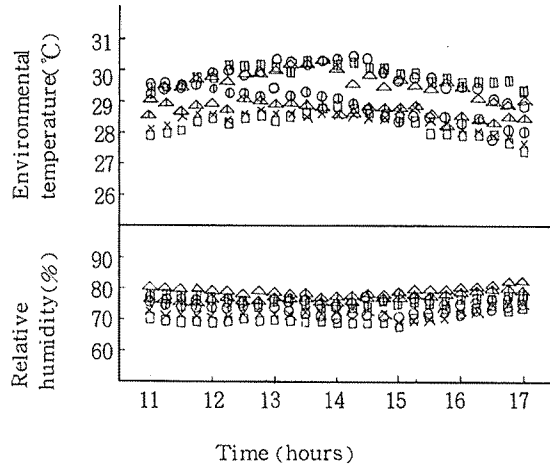


Fig.1 Environmental temperature and relative humidity during experimental period for normal feeding (x) and forced water introduction (○: 0℃, △: 10℃, □: 20℃, ○: 30℃, △: 40℃, □: 50℃), into the rumen.

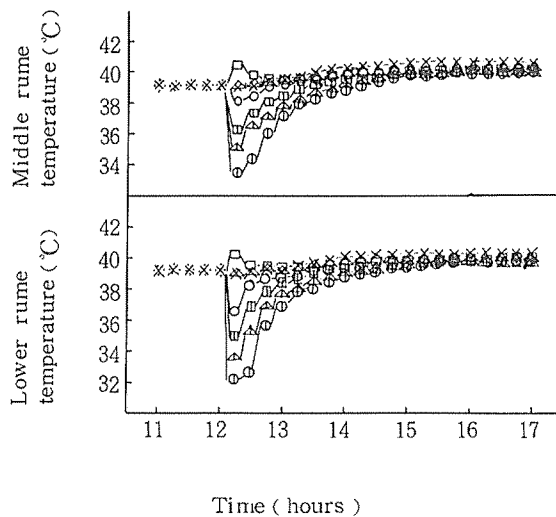


Fig.2 Effects of normal feeding (x) and forced water introduction (○: 0℃, △: 10℃, □: 20℃, ○: 30℃, △: 40℃, □: 50℃) into the rumen on middle and lower rumen temperatures.  
※: before feeding.

第一胃内中部温・下部温は0, 10, 20, 30℃水注入実験において、注入水温の低い順に従って、顕著な低下を示した( $P < 0.01$ )。これらの低下は第一胃内下部温が中部温より著しく、その差はそれぞれの実験で1.33, 1.38, 1.30, 1.60℃であった。その後両者ともに上昇を示し、約2時間後には注入前値まで回復した。40℃水注入実験では正常採食実験とはほぼ同様の変動を示した。また、50℃水注入実験では注入直後に第一胃内中部温40.01℃、下部温40.03℃のかなり高い値を示した( $P < 0.01$ )が、その後低下して、他の各種温度の水注入実験値と同様の変動を示した。

各実験における直腸温、呼吸数および心拍数の変動をFig. 3に示した。

直腸温は正常採食実験において採食開始と同時に上昇を示し、採食前の38.82℃から実験終了時の39.57℃まで、0.75℃の上昇を続けた。0, 10℃水注入実験においては直腸温の低下を示し、それぞれ1時間、45分間後に最低値37.97℃、38.16℃になり、その後上昇して、約2時間で両者とも注入前値に回復し、さらに漸次上昇を続けた。20℃水注入実験でも直腸温の低下を示し、45分後38.50℃の最低値に達した後、注入前値へ回復するまでに約1時間30分を要したが、その後は漸次上昇を続けた。30, 40℃水注入実験においては注入後45分間、注入前値より低い値にありこの間において正常採食実験値との間に有意差が認められた( $P < 0.01$ )。その後は漸次上昇を示した。50℃水注入実験では注入後45分間は正常採食実験値とはほぼ同様な上昇を示したが、その後一時低下の傾向を示した後、再び上昇し、他の各種温度の水注入実験の値に近づいた。また、正常採食実験の採食後3時間における値は50℃水注入実験を除く、各種温度の水注入実験時より高い値にあった( $P < 0.01$ )。

呼吸数は採食開始と同時に各実験で採食開始前に比して増加を示した( $P < 0.01$ )。正常採食実験値は各種温度の水注入実験値より採食開始後約3時間にわたり高い値であり( $P < 0.01$ )、最高値は2時間45分後に148回/分を記録した。0, 10, 20℃水注入実験においては採食開始により増加を示したが、その増加は正常採食実験値に比して著しく小さく、それぞれの実験で、1時間～1時間30分まで、採食開始前の29.5回/分から32.3～43.5回/分へとわずかに増加した値で一定していた。その後再び顕著な増加を示した。30, 40, 50℃水注入実験においては採食開始により増加を示し、2時間～2時間15分に、それぞれ最高値113.3, 99.5, 107.3回/分を示した。また、0, 10, 20℃水注入実験値より採食開始後3時間まで高い値であった。

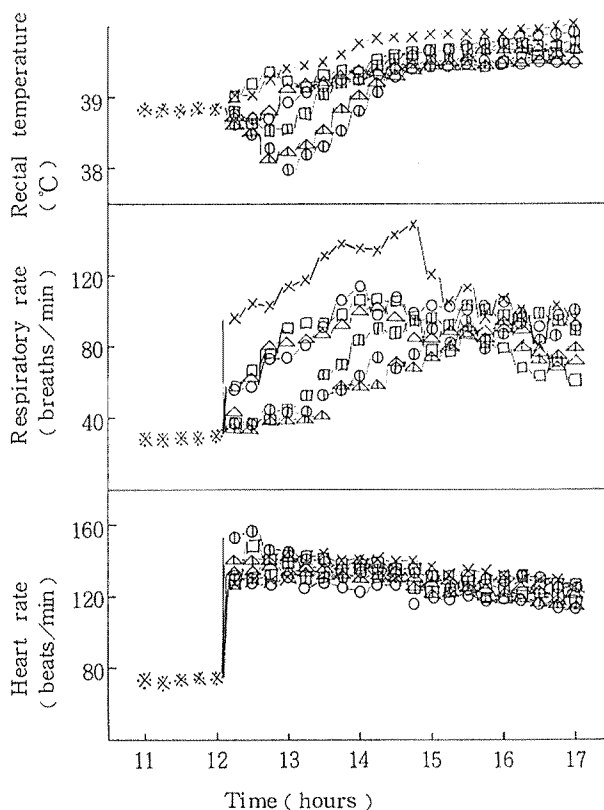


Fig. 3 Effects of normal feeding (x) and forced water introduction (⊙: 0℃, △: 10℃, □: 20℃, ○: 30℃, △: 40℃, □: 50℃) in the rumen on rectal temperature, respiratory rate and heart rate. ※: before feeding.

心拍数は採食開始により各実験において有意に増加を示した ( $P < 0.01$ )。しかし、 $0^{\circ}\text{C}$ 水注入実験で、注入直後に他の実験の増加に比して、わずかに高い値を示した以外は各実験値間において、ほとんど差異がなかった。

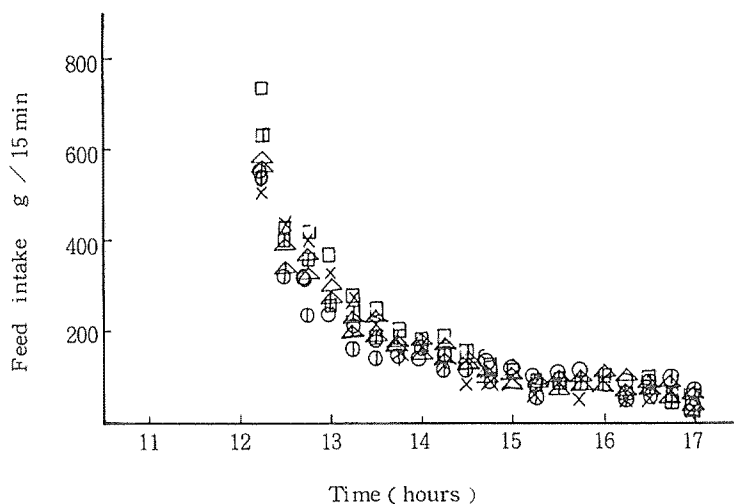
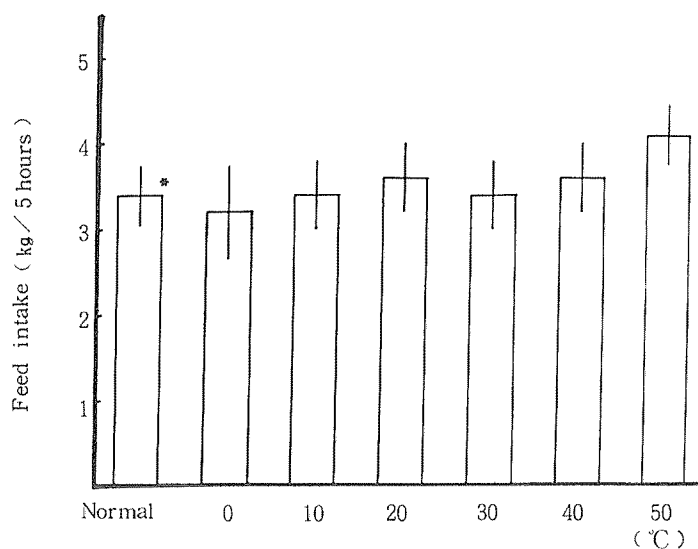


Fig.4 Effects of normal feeding(x) and forced water introduction ( $\odot$ :  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $\triangle$ :  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $\square$ :  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $\circ$ :  $30^{\circ}\text{C}$ ,  $\triangle$ :  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $\square$ :  $50^{\circ}\text{C}$ ) into the rumen on the rate of feed intake.



feeding      Temperature of introduction water into the rumen

Fig.5 Effects of normal feeding and forced water introduction (0, 10, 20, 30, 40,  $50^{\circ}\text{C}$ ) into the rumen on the amount of feed intake. \* : Mean  $\pm$  S. E.

採食速度はFig. 4に示してあるように、採食開始後15分時に各実験とも最も高く、正常採食実験値(500 g/15分)と50℃水注入実験値(750 g/15分)との間に有意差があった( $P < 0.05$ )。各実験の総採食量は3.2—4.1 kg/日の間にあり、各実験値間に有意差はなかった(Fig. 5)。

## 考 察

環境温・湿度は各実験時において若干の変動はあったが、直腸温、呼吸数、心拍数は著者ら<sup>13)</sup>のヤギにおける非採食時実験において実験時間中終始変動がなかったことと日吉ら<sup>8)</sup>はホルスタイン種乳牛を供試して、30℃下畜舎で直腸温38.77℃、呼吸数50.9回/分、心拍数64.9回/分の結果を報告していることから、本実験中の生理諸元に対する環境温・湿度の影響はなかったものと考えられる。

総採食量は、本実験における水の注入量と温度の範囲ではほとんど影響を受けないことが明らかとなった。しかし、採食開始後15分時における50℃水注入実験の採食速度値は有意に高い値を示し、また、他の15分時の温水注入実験の採食速度も正常採食実験値より高い値であった。このことは水注入の際の水温の影響でなく、水を注入することの影響が大きいと考えられるが、詳細はさらに検討が必要であると考える。

また、およそ29℃環境下で行われた正常採食実験における直腸温、呼吸数、心拍数の変動はメン羊における32.5℃下での山本・中貝の結果と30℃下の山本・梅津<sup>16,17)</sup>の結果と採食開始後増加することにおいてはほぼ同様であった。

第一胃内温変動の直腸温への影響については報告が多いが、本実験の第一胃内温の最低値と直腸温の最低値の出現には0, 10, 20℃水注入において、それぞれ45分, 30分, 30分の時間的なずれがあり、採食時、ヤギの体熱と第一胃内発酵熱の間には熱移動があることが示唆された。また、著者ら<sup>13)</sup>の報告した非採食時ヤギへの低温水(0, 10, 20, 30℃)注入において、第一胃内中部温、下部温、直腸温はそれぞれ0℃で15.9, 7.2, 30.75℃、10℃で25.5, 26.9, 32.95℃、20℃で28.7, 29.2, 36.70℃の最低値を示し、本実験におけるそれぞれの最低値は0℃で33.0, 32.0, 37.97℃、10℃で33.0, 32.0, 37.97℃、20℃で34.6, 33.6, 38.16℃、35.8, 35.0, 38.5℃と、本実験の採食時の方がその低下において、かなり小さく、低温水注入による第一胃内温と体温に与える水の温度の影響は採食開始による体熱産生増加と第一胃内の発酵の活発化によってかなり緩和されていると考えられる。40℃水注入において、第一胃内中部温・下部温の変動は認められなかった。しかし、直腸温は正常採食実験より明らかに低かった。このことは40℃水注入が第一胃内温に影響しないが、第一胃内への水分増量で微生物の働きが抑えられ、それが第一胃内発酵の抑制となり、採食開始後の直腸温の上昇をかなり緩和しているものと考えられた。50℃水注入において、第一胃内中部温・下部温は注入後15分後に最高値を示した。これは山本・梅津<sup>14)</sup>の結果と同様に注入水温による一時的なものであった。

呼吸数の増加は採食による熱産生増加による体温上昇を抑えるための熱放散増加反応と考えられるが、各種温度の水注入実験において、注入水の温度に依存して、呼吸数の増加は正常採食実験時よりかなり低く抑制されることが明らかとなった。しかし、40, 50℃水注入において、正常採食実験時より呼吸数が減少していることについては直腸温の上昇が小さいので、呼吸による熱放散が少ないことによるものと考えられる。また、呼吸数は0, 10, 20℃水注入実験において、30, 40, 50℃水注入実験の値より明らかに低い値に抑制されており、この呼吸数増加の抑制は熱放散を少なくし、低下した直腸温の回復に寄与しているものと考えられる。

0, 10, 20, 30℃水注入により低下した第一胃内中部温・下部温は第一胃内への体熱の移動と採食した飼料の発酵熱によって、漸次温水注入前の値に回復しているものと考えられるが、さらに呼吸数の変動からして呼吸を介しての熱放散防止等も体温調節機構を通して、第一胃内温の回復にかなり役立っていることが示唆された。

心拍数は採食終了時まで高い水準で維持され、かつ各種温度の水注入による影響はほとんど受けていなかった。特に、0, 10, 20℃水注入による直腸温の低下は生体への低温刺激となり、心拍数の増加を伴うものと予測したが、正常採食実験値以上の有意な増加は認められなかった。このことは心拍数増加がほとんど採食運動によって惹起されているもので、採食中のヤギの低温水注入による体温低下による心拍数増加刺激効果はなかったか、または弱いものであると考えられる。

以上のことから採食開始直後の低温水注入による第一胃内温と直腸温の低下は非採食時において、かなり著しく、両者とも同時に最低値を示すが、採食時には第一胃内温の最低値と直腸温の最低値になるまでの時間的なずれを生じている。これは第一胃内温恒常性と体温恒常性の維持において、低下した第一胃内発酵熱と採食に伴う熱生産を含む体熱との間に相互の恒常性維持における熱交換がなされていることを示唆しているものと考えられる。また、非採食実験<sup>13)</sup>からして、採食開始直後の体熱生産がかなり大きいものであることが示唆された。

### 摘 要

ヤギの採食時生理諸元に及ぼす第一胃内温変化の影響を、採食開始と同時に第一胃内へ各種温度の水を注入することによって、第一胃内温を変動させて検討した。その結果、直腸温は0, 10, 20, 30, 40℃水注入実験で正常採食実験より採食開始後から実験終了まで低かった。また、50℃水注入では45分まで正常採食実験と同様の上昇を示したが、その後は正常採食実験より低い値であった。呼吸数は各種温度の水注入実験において、正常採食実験より採食開始後3時間にわたって低い値を示し、それらのうちで0, 10, 20℃水注入実験では30, 40, 50℃水注入実験よりさらに低い値を示した。心拍数は採食開始と同時にすべての実験において著増し、各種温度の水注入の影響は認められなかった。第一胃内中部温・下部温はともに0, 10, 20, 30℃水注入後に注入水の温度に依存して低下した。いずれの実験においても第一胃内下部温が中部温より著しい低下を示した。40℃水注入においては正常採食実験値と同様の変動を示した。50℃水注入では第一胃内中部温・下部温ともに注入直後に一時上昇を示した。しかし、採食開始1時間以後の各種温度の水注入実験の第一胃内中部温・下部温は正常採食実験より低い値であった。総採食量は各種温度の水注入によってほとんど変化しなかったが、採食速度は採食開始後15分時の正常採食実験値より50℃水注入実験値は有意( $P < 0.01$ )に高い値を示した。

本稿をまとめるにあたり、御助言と御校閲をいただいた津田恒之・東北大学教授および本論文への多大な御助言をいただいた山本禎紀・広島大学教授に深く感謝いたします。

### 引 用 文 献

- 1 Anderson, A. and Larsson, B., 1961. Influence of local temperature changes in the pre-optic area and rostral hypothalamus on the regulation of food and water intake. *Acta. Physiol. Scand.* 52: 75-89.
- 2 Balle, C. A. and Mayer, J., 1968. Hypothalamic temperature and the regulation of feed intake in goats. *Am. J. Physiol.*, 214: 677-684.
- 3 Brobeck, J. R., 1960. Food and temperature. *Recent. Prog. Horm. Res.*, 16: 439-466.
- 4 Cunningham, M. D., Marty, F. A. and Merilan, C. P., 1964. Effect of drinking-water temperature upon ruminant digestion, intraruminal temperature, and water consumption of nonlactating dairy cows. *J. Animal Sci.*, 41: 382-385.
- 5 Dale, E. H., Stewart and Brody, S., 1954. Rumen temperature. I. Temperature gradi-



- ents during feeding and fasting. *Cornell. Vet.*, 44:368-374.
- 6 Dillon, R. D. and Nichols, R. E. 1955. Changes in temperature of reticulo-ruminal content following the drinking of water. *Am. J. Vet. Res.*, 16:69-70.
  - 7 Dinius, D. A., Kavanaugh, J. F. and Baumgardt, B. R., 1968. Regulation of food intake in ruminants, 7. Interrelations between food intake and body temperature. *J. Dairy Sci.*, 53:438-445.
  - 8 日吉文樹・古謝瑞幸・仲田 正・渡嘉敷緩宝・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, 呼吸数および脈拍数の変動, 琉大農学報, 28:187-195.
  - 9 Nangeroni, L. L., 1954. Variation in intraruminal temperatures of sheep during normal and abnormal conditions. *Cornell. Vet.*, 44:403-416.
  - 10 Noffinger, T. L., Otagaki, K. K. and Furukawa, C. T., 1961. Effect of feed and water intake on rumen and body temperature of sheep under subtropical conditions. *J. Animal Sci.*, 20:718-722.
  - 11 岡本全弘, 1973, 低温・凍結サイレージの給与がめん羊の採食速度, 第一胃内温ならびに第一胃内発酵に及ぼす影響, 日畜会報, 44:440-446
  - 12 ———, 1974. 飲水後の第一胃内温の変化と飲水量の影響, 新得畜試研究報告, 6:24-33
  - 13 大城政一・高橋 宏, 1981. 非採食時ヤギ第一胃内への各種温度の水注入による生理諸元の変動, 琉大農学報, 28:227-233
  - 14 山本禎紀・梅津元昌, 1965. 反芻動物の生体反応に及ぼす環境温度と採食との影響. 酪農事情, 7:109-158
  - 15 ———・———, 1965. ————— I. コーン・サイレージを給与した際の綿羊の生体反応と環境温度の関係. 日畜会報, 36:137-144.
  - 16 ———・———, 1965. ————— II. 牧乾草を給与した際の綿羊の生体反応と環境温度の関係. 日畜会報, 36:368-375.
  - 17 ———・———, 1966. ————— III. 採食前および採食後の環境温度に対する生体反応の相違, 日畜会報, 37:71-176.
  - 18 ———・芳賀 仁・藤沢昭男・荒 智・大友 泰・津田恒之・梅津元昌, 1968, ————— IV. 環境温度と生体反応の関係におよぼす第一胃内容物の意義. 日畜会報, 39:456-461. —————
  - 19 ———・中貝恒信, 1969, 高温条件下のめん羊の生体反応におよぼす一回採食量の影響. 日本綿羊研究会 6:1-7.
  - 20 ———・梅津元昌, 1969. 反芻動物の生体反応におよぼす環境温度と採食との影響. V. 環境温度と生体反応の関係におよぼす第一胃内温の影響について. 日畜会報, 40:327-333.
  - 21 ———, 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.