

氏 名・(本籍)	やま もと さだ き 山 本 禎 紀 (大阪府)
学 位 の 種 類	農 学 博 士
学 位 記 番 号	農 博 第 3 3 号
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 4 0 年 3 月 2 5 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 専 門 課 程	東 北 大 学 大 学 院 農 学 研 究 科 (博 士 課 程) 畜 産 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	反 芻 動 物 の 生 態 反 応 に 及 ぼ す 環 境 温 度 と 採 食 と の 影 響
論 文 審 査 委 員	教 授 (主 査) 梅 津 元 昌 教 授 西 田 周 作 教 授 松 本 達 郎

論 文 内 容 要 旨

家畜の生活活動は気温、気湿、気流などの環境要素に規制され、その影響は家畜の生産性に及ぶ。そのため家畜と環境との関係を明らかにすることは、畜産学における重要な研究課題の一つであり、わが国においても最近の畜産の進展に伴い重要視されてきた研究分野である。

これまでに行われた家畜と環境との関係に対する系統的な研究は、S. BRODY, D. H. K. LEE, J. D. FINDLAYらにより、戦後開始された比較的新しい研究分野であり、すでに多くの研究成果が報告されているのであるが、なお多くの問題を残している。

著者が取上げた研究課題は、反芻動物について環境温度と生体反応との関係に、採食が如何なる影響を及ぼすかについて明らかにすることである。特に採食を取上げた理由は、反芻動物の Energy 獲得過程においては Rumen 発酵熱と終末発酵産物である揮発性脂肪酸の大きな代謝産熱があり、特異な体熱産生機構を有するとされているからである。

従来の環境温度と生体反応との関係に対する研究では、採食に伴い体熱産生量が変化するにもかかわらず、環境温度のみの影響として捉え、生理状態を重視した観点からの観察がほとんど行われていないのである。

実験は次の様に行つた。1 環境温度に対する生体反応の性質を明らかにするために、採食を規定の条件として、実験動物を低温から高温に至る種々の環境温度に感作し直腸温、呼吸数、換気量、呼吸気量及び心拍数の測定を行い、各生体反応の性質を体温調節作用と関係付けながら明らかにした。

2 生体反応に及ぼす採食の影響を調べ、飼料摂取に伴う体内変化が環境温度と生体反応の関係に如何なる影響を及ぼすかについて詳細に検討した。

3 さらに採食に伴う体内の変化を Rumen 発酵熱と揮発性脂肪酸の影響に分け、各々について解析を試みた。

以下得られた結果について、その概要を〇べる。

Ⅰ 生体反応に及ぼす環境温度の影響

綿羊の生体反応に及ぼす環境温度の影響は、呼吸数、毎分換気量及び一回呼吸気量に明瞭に現われ、直腸温と心拍数には明らかではなかつた。

すなわち、呼吸数と毎分換気量は環境温度の上昇に応じて規則的に増加し、両者ともきわめて調節的な反応であると思われた。又同時に、綿羊にとつて、呼吸器からの蒸散が、主要な体熱放散経路であることが推定された。

一回呼吸気量は呼吸数の増加に伴い減少し、浅い呼吸になる傾向にあつた。そのため、毎分換気量は呼吸数の増加につれて増大するが、両者が同じ割合で増加するものではなかつた。

直腸温は $10^{\circ} \sim 37.5^{\circ} \text{C}$ の環境温度にほとんど影響されることはなかつた。

これは呼吸器を介しての体温調節作用の効果が反映されたものと考えられ、直腸温は体温調節作用の終末の状態を示すものと考えられた。

環境温度に対する心拍数の変化は、採食に伴う変化、或いは反芻に伴う変化のように明瞭な増減関係は認められなかつた。心拍数は通常、環境温度の直接の影響を受けないものと思われる。

II 生体反応に及ぼす採食の影響

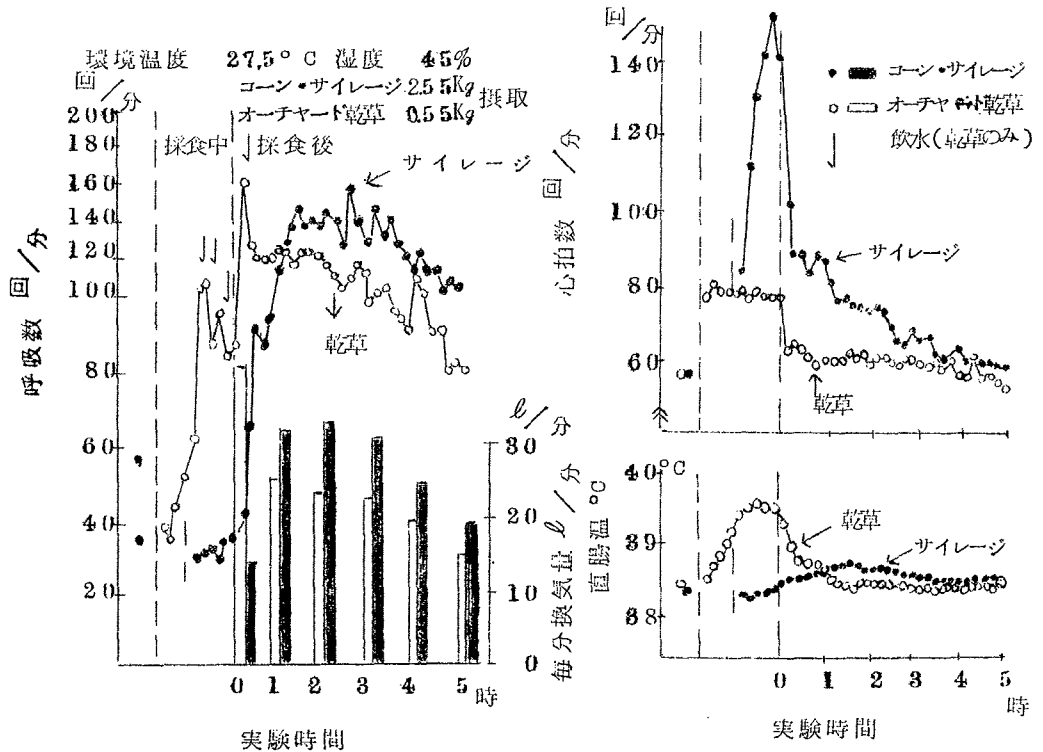
採食に伴う生体反応の一般的变化は直腸温、皮膚温及び Rumen 内温の上昇、心拍数、呼吸数、換気量及び呼吸気量の増加及び経時的回復の過程にある。

各生体反応の変化の特徴は給与飼料の種類及び給与量に影響されることにあり、給与量を増加すると、それに応じて心拍数、呼吸数、換気量及び呼吸気量の増加、直腸温の上昇などが認められ、各生体反応の変化が明らかに採食により影響されるものであることを実証するものであつた。

生体反応に及ぼす給与飼料の違いに基づく影響の相違は、Rumen 内温や心拍数の変化に認められ、主として Rumen 発酵と関係しているものと思われた。第一図に示したオーチャード乾草とコーン・サイレーヅ給与例のように飼料の性質を異にするもので比較すると、いずれの生体反応にも給与飼料による影響の違いが認められた。

第一図 コーン・サイレージとオーチャード乾草摂取に伴う生体反応の変化

(実験動物種羊)



各生体反応のうち呼吸数と換気量は、環境温度の上昇によつても、又採食によつても増加するものであつたが、両者の影響を比較すると、性質を異にすることがあつた。

その主なる相違は一回呼吸気量(呼吸の深さ)にあり、採食に伴う換気量の増加は一回呼吸気量の増加を伴い、やや深い呼吸型をとり、他方環境温度の上昇に伴う変化は、一回呼吸気量の減少を伴い、呼吸数が増加するもので、浅い、速い呼吸型であつた。したがつて採食の影響は毎分換気量の増加として、より明瞭に現われ、環境温度の影響は呼吸数の増加として、より明瞭に現われる傾向にあつた。

次に生体反応に影響する採食の要因をRumen発酵熱と発酵産物の揮発性脂肪酸とに分けて考え、この2つの要因の各々について検討を加えた。

Rumen発酵熱については、主としてRumen内に温水(0°C~50°C)

を投与する方法により、Rumen 内温との関係として、又発酵産物については、Rumen 内に酢酸、プロピオン酸、酪酸などを単独に、或いは混合して投与し、Rumen 内の揮発性脂肪酸との関係として捉え、いずれの場合も環境温度の条件を加味して調べた。

Ⅲ 生体反応に及ぼす Rumen 発酵熱の影響

Rumen 発酵熱は呼吸数と毎分換気量に影響するものであつた。すなわち Rumen 内温の上昇は、高温環境下での呼吸数の増加を助長するように作用するもので、反芻動物にみられる熱性多呼吸 (Thermal polypnoea or thermal panting) の発現温度いき値を低めている要因と考えられた。

Rumen 発酵熱の直腸温に及ぼす影響は、明瞭なものではなかつた。このことは、Rumen 内温と体温の間に、有効的な体温調節作用が介在することを示しているものと思われた。

又高い Rumen 内温により心拍数が増加することは認められなかつた。しかし低温及び常温環境下で Rumen 内に冷水 (0~20°C) を投与すると、体温は降下し、震えを伴い心拍数は著しく増加した。この冷水投与に伴う体温と心拍数の変化は採食の状態で異なり、採食前の投与例は採食後の場合より反応が著しく現われた。

この実験により Rumen 内容の存在が体温保持にきわめて有効であることを確認することができた。

Ⅳ 生体反応に及ぼす揮発性脂肪酸の影響

揮発性脂肪酸の Rumen 内投与効果は、主として心拍数の変化として観測された。しかも両者の関係は、投与量の増加につれて心拍数が増加するという量的な関係で認められた。又投与した揮発性脂肪酸を構成する酸のうち、心拍数を増加せしめる作用は酪酸が最も強く、次いでプロピオン酸、酢酸の順であつた。

この結果は採食に伴う心拍数の経時的変化が、主として Rumen 発酵により産生される揮発性脂肪酸と関係深いことを立証するものと考えられた。

その他の揮発性脂肪酸投与の影響は直腸温のわずかな上昇と呼吸数及び一回呼吸気量の変化として観測された。直腸温の上昇は、投与後、徐々に現われかつ投与量に応じた変化で、代謝に伴う産熱の効果と考えられるものであつた。呼吸数の影響は、投与後一時、呼吸数の増加を抑制し、その間の一回呼吸気量を増大せしめるものであつた。その後呼吸数は増加し、呼吸気量は正常に回復したが、この変化は採食に伴う呼吸の経時的変化と類似した反応であつた。

採食に伴う各生体反応の変化はRumen発酵熱と産生された揮発性脂肪酸との相互作用に負うところが大きいと考えられる。

以上の実験から生体反応に及ぼす環境温度の影響は、単に環境温度のみとの関係で成立しているものでなく、生体側の生理状態に支配されることが明らかになつた。しかも生体側の生理状態とは反芻動物の採食という、通常的生活過程と関係するものであり注目すべきものと思われる。

又、直腸温、呼吸数、心拍数のごとき簡単に、しかも正確に測定しえる生体反応の性質を明らかにしたことは、生体反応を観測することにより生体自身を解析することができ、又同時に環境条件を生理学的立場で評価することに役立つものであり、今後の研究の基礎として、又飼養管理の面から利用しうるものと思われる。

第一表 綿羊の生体反応に及ぼす環境温度と採食との影響

生体反応		直腸温	心拍数	呼吸数	換気量	呼吸気量
		極高温	+	+	++	++
環境温度	高温	0	0	+	+	-
	常温	0	0	0	0	0
	低温	0	0	-	0	+
	極低温	-	+	-	0	+
飼料摂取		+	++	+	+	+
Rumen発酵熱		+	0	+	+	0
揮発性脂肪酸		+	++	0	0	+

++ : 上昇又は増加

0 : 特に増減の変化なし

- : 減少又は降下

審査結果の要旨

著者は家畜の環境生理学の一課題である環境温度の生体におよぼす影響を加味したりえて検討を行つた。特に採食の影響を取上げた理由はルーメン内での発酵熱と発酵産物が少なからず温熱的に生体に影響を及ぼすからである(序章)。

実験にあたり、著者はまず環境調節室(メートロン)の操作について練熟し、かつ動物の生理機能の測定について習達したのちこの実験を行つている。

生体反応に及ぼす環境温度の影響は、採食の条件を厳密に規定した条件で調べている。その結果呼吸数と毎分換気量が環境温度に応じて反応することを明らかにした(第一章)。

採食の影響については給与飼料の種類、採食量、絶食と飽食及びルーメン内容除去の4つの問題について調べ、その結果採食したときは体温、ルーメン内温、皮膚温の上昇を伴い、呼吸数、換気量、呼吸気量及び心拍数の増加を伴うものであつた。そして、それぞれの反応は摂取飼料の種類及び量と関係するものであり、かつ、採食後の経時的変化に特徴が現われることを示している。又この際、種々の環境温度の下で検討しており、環境温度と生体反応の関係に及ぼす採食の影響も明らかにしている(第二章)。

次にルーメン内容の影響をルーメン発酵熱と主要発酵産物である揮発性脂肪酸の作用に別けて解析している。

発酵産物の作用については環境温度とルーメン内温を変化せしめることにより行い、その結果ルーメン発酵熱は呼吸数と換気量に影響するものであり、心拍数には全く関与しないことを明らかとした。

すなわち、採食に伴うルーメン内温の上昇は、高温環境に対する生体の感受性を高めることであり、特に高温時に観察される熱性多呼吸の発現温度いき値を低めている要因であるとし、又低温環境下では、ルーメン発酵の存在が体温保持に重要であることを実験的に証明している(第三章)。

揮発性脂肪酸の作用については、ルーメン内に揮発性脂肪酸を投与して調べている。

その結果、心拍数の増加、直腸温の上昇及び一回呼吸気量の増加を認めている。特に心拍数は、環境温度及びルーメン内温に影響されておらず、ルーメン内揮発性脂肪酸濃度或いはその組成に影響されることを明らかにしたことは極めて興味深い(第四章)。

これらの実験結果から、著者は生体反応に及ぼす環境温度の影響は、単に環境温度のみとの関係で成立しているものではなく、採食による生体側の生理状態の変化に少なからず支配されていることを実証したとしている。

このことは反芻動物の環境生理学においては新知見であり、家畜の管理面に対してもなんらかの指針を与えるものであろう。

著者の研究は環境温度と家畜の生理状態との間に法則的な関係の存在を示唆し、その一端を実証している。この種の研究は本邦では最初のものであり、今後発展すべき研究分野と思われる。

本研究は家畜生理学及び家畜管理学上から高く評価することができるものであり、農学博士の称号を与えることができると結論した。