家畜の環境生理に関する二、三の問題*

山 本 禎 紀*・津 田 恒 之**

広島大学水畜産学部*

東北大学農学部家畜生理学教室**

家畜と環境の関係は、世界に広く分布する家畜についての自然の状態の下での実験と観察(生態学的・生理学的・形態学的)をもとにして論じられたものと、環境調節装置などを使用し、実験的に取りあつかわれたものからなっている^(1~3)。前者は伝統ある研究分野をなし、単純な観察結果から、理論と思想に裏づけられた結論をみちびき出していることが特色である。後者は、前者を基盤として成立し、複雑な自然環境の要因(気温、気流、気圧、湿度、輻射エネルギーなど)の各々について、あるいはそれらの要因を任意に組合わせ、再現性のある条件下で、信頼度の高い分析を行ないというのが特色となっている。以下に、環境調節装置を使用して系統的な研究

を行なっている研究所のうち、主なものを列挙してみた(表1)^(4~7)。

このうち系統的な研究は、イギリスの Hannah Dairy Res. の Climatic Laboratory⁽⁸⁾ とアメリカの Missouri State Univ. の Animal Psychroenergetic Laboratory⁽²⁾ で行なわれている。

イギリスにおける研究の特色は環境調節装置(主として温湿度)を利用して動物の体温調節機構を生理学的に解明することにある。その実験は、数頭の牛やめん羊を使用し、1日に1回畜舎から実験室に移し、短時間(1~7時間程度)の温湿度感作を与え、直腸温、血液温、皮膚温、呼吸数、換気量、呼吸気量、心拍数、蒸散量、代謝量などの測定を行ない、各々の生体反応の性質と、その調節機構を明らかにすることに主力がそそがれている。なかでも、皮膚面からの蒸散および熱性多呼吸に関する調節機構の研究は詳細をきわめている⁽⁸⁾。したがって環境調節設備は、実験の性質からしてきわめて精度の高いものであり、同時に各生体反応の観察に都合よくできている。

一方、Missouri の実験室では、一定の環境条件下で家畜(牛)を長期にわたり飼育し、通常、実験区と対照区を各6頭とし、成長、肥育、産乳(質および量)などの生産性と結びつけた観察を行なっている。測定項目は採食量、飲水量、排糞・排尿量をはじめとして、血液成分の分析(血球成分、糖、蛋白質および脂質類、ビタミン類、ミネラル類、血液ガス成分、各種酵素、ホルモン類など)、体温(直腸温、皮膚温、血液温、ルーメン内温)、心肺機能(心拍数、呼吸数、換気量、血圧、心電図)、体熱産生量(酸素消費量、炭酸ガス排泄量)、体熱放散量(皮膚および呼吸器からの蒸散量、輻射、対流、伝導熱量)におよび、ほぼ考えられるすべての生体観測が行なわれている⁽⁹⁾。このように規制された環境下で家畜を多面的に観察し、家畜の生活の状態を生理学的に裏づけることを行なっているのである。したがってこれらの結果は、自然(野外)の環境下で観測した資料を説明したり、解釈したりするのに大いに役立つもので、家畜管理学上きわめて貴重な数値を提供している。なお Missouri

表 1 主な家畜環境調節設備を有する研究機関
[ENGLAND]

Hannah Dairy Research Inst., Kirkhill, Ayr. ⁽⁶⁾

Inst. of Animal Physiology, Babraham, Cambridge
The Rowett Research Inst., Bucksburn, Aberdeen

[AUSTRALIA]

Ian Clurries Ross Animal Research Laboratory,
Parramatta

[GERMANY]

Inst. Tierzucht und Haustiergenetik der Justus
Liebig-Univ., Giessen ⁽¹⁴⁾

[UNITED STATES]

Univ. California, Davis, California ⁽¹⁵⁾

Dept. Veterinary Physiology, Purdue Univ., Lafayette

Dairy Cattle Research Branch, U.S. Dept. Agriculture,
Beltsville

Dept. Dairy Husbandry, Univ. Missouri, Columbia ⁽²⁾

[日 本]

北海道大学獣医学部

東北大学農学部 ⁽⁶⁾

農林省畜産試験場 ⁽⁷⁾ (千葉および九州)

九州大学農学部 ⁽¹⁶⁾

* Sadaki YAMAMOTO and Tsuneyuki TSUDA :
Some Aspects on the Environmental Physiology of the Domestic Animal.

* Faculty of Fisheries and Animal Husbandry,
Hiroshima University, Fukuyama.

** Animal Physiology Section, Faculty of Agriculture,
Tohoku University, Sendai.

の環境調節設備の特徴は、多数（12頭）の牛を長期間飼育管理しうる（多量の飼料を消費し、多量の排出物を伴う）ところにあるといえよう。このように Hannah と Missouri の家畜環境生理学の研究のアプローチは、まったく異なった面から出発している。

家畜の環境生理に関する研究は、近年著しい発展をあげつつある。その理由は主に、戦後自然環境条件の悪い未開発地域の開発に家畜の導入が計画され、国際的に力が注がれたことや、飼養管理技術面からの強い要求に負うと思われる。この研究分野における最近の進歩に対してはすぐれた総説が少なくない⁽¹⁰⁻¹³⁾。

畜産界における家畜と環境との関係を解明する最終目標は、直面する諸環境条件下で、経済的に最大の生産を達成しうる、家畜の選抜（育種）と管理方式の確立にあるとされ、この点については異論のないところであろう。しかし、実際の研究にあたっては、選抜といい、管理方式といい、もっとも有効な方法が確立されたとしてもそれらが生理学的にどのように関連するかが明らかにされない以上、次の発展はのそみえないであろう。経済的に、あるいは農民のためにという最高目標に到達することを急ぐあまり、性急に結果を求めることは時に研究の方向をあやまらせることがあると思われる。

ある環境条件に適した家畜の選抜や管理方式を確立しようとする際には、家畜の側からみた環境の評価ということが重要な点となってくるが、環境条件が生体の生理機能におよぼす影響をどう評価するか、または環境に適應する家畜の能力の判定基準を何に求めるかなどの点を明らかにすることが、研究の第一段階として必要である。

本文では上述のことについて、国の内外で行なわれている研究について著者らのえた研究結果の紹介をもまじえ、簡単に論述してみたい。なお、以下に述べる研究成果は、家畜としては主に反芻動物、環境条件としては温度、湿度を中心としたものである。

まず、家畜の環境に対応する能力の判定基準の問題にふれよう。

暑熱環境に対処する能力は、RHOAD⁽¹⁷⁾により提唱された直腸温を指標とした係数、 $H.T.C. = 100 - 10(T_R - 101.0)$ （ $H.T.C.$: heat tolerance coefficient, T_R : rectal temperature, 101.0 : 牛の標準体温）による表示方法が広く認められている。RHOAD が日陰気温 90°F のときに直射日光下に暴露した種々の牛での測定結果は、Brahman 93, Jersey 89, Santa Gertrudis 82, Hereford 73, Aberdeen Angus 56 で、これらの数値が示すように、暑熱環境に対処する品種間の体温上昇の差は明らかなものがある。しかし、この係数が家畜改良の指標や管理学上の指標として役立つかということになると、その実績からして、はなはだ疑問なのである。

一般に直腸温は深部体温をあらわし、体温の恒常性を測る指標として広く利用され、その変化は常に生理的異和（調節限界からの逸脱）と結びつけて考えられている。しかし、直腸温の変化が意味する生体の機能変化は十分に明らかとされておらず、直腸温から、家畜のもつ潜在的な能力を判定するにはなお解明されるべき根本的な問題が残っている⁽⁶⁾。直腸温は体熱の平衡状態を指示する反応と考えられ、ある時点における直腸温は、その時の体熱産生量とその放散能力との関係で決定される。かりに温湿度環境が直接体熱産生量を変化せしめないものとするれば、環境条件はほぼ物理的に体熱放散系（輻射、対流、伝導）を規制するため、体熱放散量は生体側の調節能力である蒸散能（体表面および呼吸器を通しての）と体表面積によることになる。したがって RHOAD の係数を用いることは、個体間の蒸散能の差が直腸温の変化として現われることが予想しうるのであるが、この場合、各個体の体熱産生量がほぼ同一であることを条件とする。事実、ROBINSON ら⁽¹⁸⁾、BRODY ら⁽²⁾、RIEK ら⁽¹⁹⁾、YEATES⁽²⁰⁾、BLAXTER ら⁽²¹⁾は栄養状態や採食による体熱産生量の違いが、直腸温やその他の生体反応の変化として現われることを示している。そしてこれらの実験は環境条件が一定である場合の生体反応の変化は、体熱産生量の違いを現わすものとして受取ることもできるのである。また、同じように体熱産生量と関係することであるが、生産能力の高い個体の体温は高く、能力の低い個体は体温が低いことである。生産能力の高い個体は飼料摂取量も代謝量もそれだけ高く、高体温も当然であるとされている⁽⁹⁾。畜産界においては家畜の快適な生存に重点がおかれるのでなく、むしろ生産性に改良目標がある。すなわち、高い生産能力をもつ牛の体温は高く、またよい飼料条件にすると体温が高くなったという事実は、ある高温環境下においた牛の体温が高くなるということだけで、それが牛にとって不利であり、耐暑性に劣ると速断することが危険であることを示しているのである。したがって、体温調節と生産性との関係を十分に理解することが重要な問題となるのである。

家畜の優れた耐暑能とは高体温に耐える能力、すなわち、たとえ高体温となっても体内の生理機構を正常に調節維持しうる能力と考えられよう。耐暑能に関する考えは、LEE⁽¹¹⁾⁽²²⁾により次のように発展せしめられている。すなわち、高温環境下では、汗腺機能の充分発達していない家畜では、呼吸器からの蒸散は呼吸数の激増と換気量の増大によるもので、常に血中 CO_2 の過度の放出、口を開いた呼吸運動にともなう唾液の流出により、呼吸性アルカローシス、酸塩基平衡の異和の危険にさらされている。耐暑能力の1つは、このアルカローシスに耐える能力であるとも考えられている。

また、他の考えは体表面積、汗腺の機能などの体熱放散面からの耐暑能力ばかりでなく、体熱産生過程、すなわち摂取飼料が生産物（肉、脂肪、乳など）に転換する生化学的機構での効率の向上により、生産量の低下をともしながらも体熱産生量を降下せしめる能力の開発をすべきであるとされている。家畜を選抜する際、能力の判定指標は、選抜の目的に応じて変わるものでなくてはならないのであるが、今後の研究には生物化学の領域から生態学の領域までの研究者の協力による研究が、当然重要となってくる。

次に温湿度環境の生理学的表示方法について触れたい。

われわれの感覚を通しての環境評価は、人の体温調節機構に基づくもので、同じ環境が家畜にとって同様の効果をもつかについては、はなはだ疑わしい。その主な根拠は、直接、環境と接する体表面の体熱放散機構が形態学的にも機能的にも、人と家畜で大変異なることにある⁽²³⁾。同様に家畜の間にも体熱放散機構に大きな違いがあり、環境を一概に表示することのむずかしさが存在している。鶏はまったく汗腺をもたず、豚の汗腺の機能はほとんど発揮されておらず⁽²⁴⁾、牛の体表からの蒸散量は体熱放散量のかなりの割合をしめるが、高温下で体温を調節するには充分でない⁽²⁵⁾。めん羊では汗腺機能は低く、それに加えて発汗された水分も密な被毛の存在により、蒸散の効果を充分発揮しうるかどうかが、はなはだ疑問である⁽²⁶⁾。羽毛や被毛は外部温湿度環境と体内の温熱環境との間に介在する独立した環境を形成するものとして考察する必要がある⁽²⁷⁾。そして羽毛や被毛は成長の段階や季節にともない変化するものではあるが、人為的制御にしようする要因でもある。

家畜に対する環境温湿度の生理学的評価は体温調節、すなわち、体熱産生 (heat production, HP と略称) と体熱放散 (heat loss, HL と略称) の balance で表示される性質のものである。したがって、さきに述べた体熱放散系と同時に体熱産生系に注目せねばならない。家畜における体熱産生の1つの特徴は、生産性と結びつくことである。成長、肥育、産乳などにともなう飼料の消費量と体熱産生量は、維持期間の家畜に比べ著しく大きい。さらに反芻動物では、大きな第一胃（ルーメン）が存在し、摂取飼料の発酵にともなう発酵熱が⁽²⁾ (27~29) 体内の産熱量を増加させている。したがって heat balance を考える上での体熱量は、飼料摂取量、生産性、採食との時間的關係および行動量などで変化する複雑な要因とみなければならない。

環境を生理学的に表示するには、比較的簡単に正確に観測できる生体反応（体温、呼吸数、換気量、心拍数など）を主に利用することが有利であると思われるが、そのためには、まず各生体反応の性質、とくに、体温調節

との関係が明らかにされなければならない。

環境温湿度と生体反応との関係については、多数の文献があるので⁽²⁾ (3) (8~10) (12) (30) (31) 触れず、ここでは、heat stress の主要要因をなす温度と湿度を生理学的に1つの尺度で表わすことを試みた実験結果を2~3紹介する。

Hannah Dairy Research Institute の BIANCA⁽³²⁾は、4頭の9カ月令の Ayrshire bull calves で、下記の9つの温湿度を組み合わせた環境条件下で、5時間、直腸温の上昇を観測した。

実験番号	乾球温度(°C) (DB)	湿球温度(°C) (WB)	評価温 $DB \times 0.35 + WB \times 0.65$
1.	30.0	21.5	24.5
2.	35.0	23.0	27.2
3.	40.0	24.4	29.9
4.	45.0	25.7	32.5
5.	50.0	26.9	35.0
6.	40.0	20.4	27.3
7.	40.0	25.1	30.3
8.	40.0	29.1	32.9
9.	40.0	32.5	35.1

直腸温は実験番号2と6、3と7、4と8、5と9がほぼ等しい値となり $DB \times 0.35 + WB \times 0.65$ という見積りの式をたてた。この値は PROVINS ら⁽³³⁾ が、人で tolerance time を指標にして表わした $DB \times 0.15 + WB \times 0.85$ という評価値より、WB の見積りがかなり小さいのが特徴である。

人では WB が DB に比べて約6倍の重さを持ち、高温環境下では湿度のみではほぼ heat stress を表示しようとされるのであるが、BIANCA の示す牛の直腸温の上昇を指標とした WB は、DB の約2倍に留っている。両者の違いは高温時（約40°C）の蒸散に基づく体熱放散量とその蒸散経路の相違にあるとされている⁽²⁵⁾。人は汗として体熱産生量の2倍量を、牛では皮膚と呼吸器からの2つの蒸散経路で、ほぼ体熱産生量と同量の熱放散を行なうのである。そして呼吸器からの蒸散量は呼吸が体温において水蒸気で飽和されていることから、大気中の水蒸気圧との関係で決まる皮膚面からの蒸散量に比べて、湿度の影響を大きく受けにくいことによると考察されている。

同じく A. R. C. (Agricultural Research Council, Babraham, Cambridge) の INGRAM⁽³⁴⁾は、4頭の10~12週令の Landrace の仔豚で、次の6つの温湿度を組み合わせた環境下で、直腸温の上昇速度 (°C/5min) を観測した。

DB (°C)	WB (°C)
32	22 および 27
36	23 および 32
40	26 および 36

結果は、BIANCA が牛で表わした値の DB と WB の見積りとちょうど逆で、 $DB \times 0.65 + WB \times 0.35$ なる式を算出している。この値は INGRAM が指摘するように、豚が湿度の影響を強く受けず暑熱環境に対してすぐれた耐性を示すことを現わすものでなく、体表面からの蒸散能力がきわめて貧弱であることを証明するものなのである。さらに、この評価は環境調節室でえたものであって、自然の条件で飼育されている豚に直接あてはめられるものではないことに触れている。すなわち、豚はその気温と行動の関係が示すように、高温時には体表に泥や排泄物をぬりつける習性があり、このときは湿度が重要な役割をもつことになると考えられるからである。

BIANCA と INGRAM の DB と WB の見積りは、いずれも直腸温を指標としている。さきに触れたように、直腸温は生体の熱平衡状態を表現する 1 つの重要な指標で、環境評価の指標としてもっともすぐれたものと思われるが、若干の問題を残している。すなわち、体温の上昇は同時に体熱放散の増大をとまなうこと、わずかの体温の変動は必ずしも代謝の変動と結びつくものでなく、また体温調節能力の逸脱として生体にとって悪い状態を直ちに意味するものではないことなど、体温の変化の生理的意義が明瞭でないことによるのである。しかしながら、このように DB と WB を生理学的観点から評価を試みることは体温調節機構を考える上にきわめて有意義な試みといえよう。

著者らは、めん羊について生体反応におよぼす環境温度と採食の影響を調べた結果⁽²⁹⁾ から、呼吸数を指標として、温湿度 (DB と WB) の見積りを試みた。

まず呼吸数を指標として取あげた経過から述べてみよう。

毛の長いめん羊で、採食量と採食時間を一定とし、採食後 2.5 時間目の呼吸数を環境温度 (10~37.5°C) との関係で図 1 に示した⁽³⁵⁾。

なお、この際の環境の絶対湿度はほぼ同様であった。呼吸数と環境温度との関係は、ほぼ直線的で一義的な関係にある。すなわち体表をかこむ環境温度が体表からの物理的体熱放散 (主として輻射による) を量的に規制し、その結果が heat load (量的に) となり、呼吸数の変化として現われたものと解釈しうる。ここで気温と皮膚面からの蒸散との関係を考えねばならないが、ここでは呼吸数増加が温度と単純な一次的関係にあり、環境温度表示の指標となりうる可能性を示すことに止めたい。

図 2 は、30°C の環境温度下で、1 回の採食にとまなう

図 1 めん羊の呼吸数と環境温度の関係

めん羊 (♂, BW 37 kg, 12 cm 毛長)
コーンサイレージ (2.5 kg) 採食後 2~3 時間目の値。

図 2 恒温環境 (30°C) 下でのめん羊の呼吸数に及ぼす採食の影響

(コーン・サイレージ 2.5 kg 採食) 測定は 5 分ごと
● 採食時 ○ 非採食時の値

呼吸数の経時的变化を示したものである。環境温度が一定であるから、体温に変化がないとすれば、体表と環境との物理的な熱交換は測定期間を通じてほぼ一定であったと考えられる。したがって呼吸数の増加→減少の経時的变化は飼料摂取に基づく体熱産生の増加→減少と一致して表われたとみることができる。このことは呼吸数が体熱産生量とその放散量との balance を動的に忠実に表わすことを示しているといえよう。

このように体温調節状況をあらわすのに呼吸数を指標に利用するには (くりかえし実験動物を使用する場合)、できるだけ毎回、動物の条件を同じにすること (採食量、採食時間、測定時刻など)、実験動物が測定中、鳴いたり、体を動かしたりして、自らの体熱量を変化せしめないように充分注意しなければならない。

以上のように呼吸数の性質を調べたうえで *DB* と *WB* の見積りを行なった⁽⁸⁶⁾。

設定した環境温湿度条件は次のとおりである。

乾球温度 (°C) <i>DB</i>	湿球温度 (°C) <i>WB</i>			
20°		14.5° (○)		19° (●)
25°		19° (○)		23° (●)
30°		23° (○)	25.5° (●)	27.5° (●)
35°	25° (◎)	27.5° (○)	29.5° (●)	31.5° (●)
相対湿度 (%)	45	50	70	80

図 3 めん羊の呼吸数におよぼす温湿度の影響

A. 実験温度を $WB \times 0 + DB \times 1$ とした。

B. 実験温度を $WB \times 0.9 + DB \times 0.1$ として表わした。

各条件下で3時間、おのおのくりかえし3回観測し、最後の50分間の平均呼吸数(5分ごとに測定)を図3に示した。図1の呼吸数におよぼす温度の影響と同様、湿度の影響も明瞭に現われている。BIANCAやINGRAMと同じように、*DB*と*WB*を見積ると図3Bに示すように、ほぼ $DB \times 0.1 + WB \times 0.9$ となる。したがって環境温度25~35°Cでめん羊の呼吸数を指標として*DB*と*WB*を1つの尺度で表示すると、主として湿球温の効果として示すことができる。

気温の上昇につれて呼吸数が増加することは、体表か

らの蒸散能力の低いことをあらわすものと考えられ、かつ呼吸数の変化の度合は *heat load* に対する体温調節状況のあらわれの一つとみなされるものである。空気中の水分の増加は呼吸気道からの蒸散を制限する要因であり、呼吸が増加するのは当然の帰結と考えることができる。これは高温下では体熱放散を主として発汗にたよる人が、湿度に強く影響されるとする考えと同じことにあたるものと考えられるのである。めん羊は体表からの蒸散機能を有するが、高温環境下で呼吸数が増加することからわかるように、その機能のみで体温を調節しえないことを示すものである。直腸温を指標に *DB*と*WB*を見積った牛と豚での結果は、体表面からの蒸散能が低いため、*DB*の見積りに重みがかかると説明された。しかしこの点に関しては体温上昇の生理学的意義(効果)がよく知られていないこと、すなわち、体温の上昇は体熱放散の増加および代謝促進とのバランスに関係すると思われることなどから、単純に体熱放散の量的制限に基づくものとするのは危険であると考えられる。同様に呼吸数で環境温湿度を評価するについても呼吸数は数の変化につれて呼吸型もかわり、呼吸数が必ずしも体熱のバランスの量的関係を指示するものでなく、なお問題を残しているのである。

体温や呼吸数のごとき生体反応を、環境温湿度条件と関連させて調べれば、それは体温調節状態を知る指標として役立つものであるが畜産界で要求する生産性との関係を直ちに解決するものではない。家畜の環境生理学の1つの重要な問題は生体反応と生産性との関係を明らかにすることにあるとしても過言ではない。

各種の生産反応は、種個有の能力におよぼす複雑な環境作用の集積の結果としてあらわれるものであり、作用要因の分析はきわめて困難である。要因分析の一部は、実験環境調節設備で行ないえても、人工環境調節設備の性質から解析しうる範囲はおのずと制限されてくることはいうまでもない。

近年、松本⁽⁸⁷⁾や野村⁽⁸⁸⁾⁽⁸⁹⁾らによる泌乳量の変動要因としての環境因子の時系列的解析法は、環境と生産性の複雑な因果関係の解決への1つのアプローチであり、同時に環境生理学への新たな問題の提起を行なうものである。

環境生理学の発展は環境調節設備の拡充と新しい解析方法や観察方法に立脚した研究におうている、といっ

む す び

家畜の環境生理学でもっとも重視される家畜の環境に対する耐性と、環境を生理的に表示する方法について考察し、あわせて実験設備の役割に触れた。わが国におけ

る家畜の環境生理学は、これから新たに始められる分野とみることができる。これに必要な環境調節設備は莫大な建設費用と維持費を必要とするため、どこにでも設置できる事情にない。したがって慎重に研究のビジョンを打立て、その目標にそった充分な装置をもうけ、同時に研究を進めることのできる研究体制をきずくよう努力すべきであろう。

文 献

- (1) WRIGHT, N. C. 1954 Progress in the Physiology of Farm Animals 1: 195, Butterworths Sci. Pub., Lond.
- (2) BRODY, S. 1948 Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. No. 423.
- (3) FINDLAY, J. D. and W. R. BEAKLEY 1954 Progress in the Physiology of Farm Animals Butterworths 1: 252, Sci. Pub., Lond.
- (4) HENSCHER, A. 1964 Handbook of Physiology Sect. 4: Chap. 18: 323.
- (5) 梅津元昌・山本禎紀 1963 空気調和衛生工学 37: 38.
- (6) FINDLAY, J. D., J. A. McLEAN and R. D. BENNET 1959 Heat Vent. Engr. 33: 95.
- (7) 橋爪徳三 1965 生物環境調節 3: 46.
- (8) 報告は主として J. physiol., J. Agric. Sci., Res. Vet. Sci., Brit. J. Nutr. にある。
- (9) 報告は主として Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. に Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic animals として現在までに I~LXVI におよぶ。
- (10) LEE, D. H. K. and R. W. PHILLIPS 1948 J. Anim. Sci., 7: 391.
- (11) LEE, D. H. K. 1959 Anim. Breed. Abst. 27: 1.
- (12) KRÜGER, L. und E. STEPHAN 1960 Zeit. Tierzucht. Züchtungsbiologie. 74: 361.
- (13) 三村 耕 1960 日畜会報 31: 161.
- (14) KRÜGER, L. und E. STEPHAN 1963 Zeit. Tierzucht. Zücht. 78: 253.
- (15) HEITMAN, H. Jr., C. F. KELLY and E. H. HUGHES

- 1949 J. Anim. Sci. 8: 459.
- (16) 岡本正幹 1961 畜産学の進展 162 養賢堂、東京。
- (17) RHOAD, A. O. 1942 J. Anim. Sci. 1: 85.
- (18) ROBINSON, K. W. and D. H. K. LEE 1947 J. Anim. Sci. 6: 182.
- (19) RIEK, R. F., M. H. HARDY, D. H. K. LEE and H. B. CARTER 1950 Aust. J. Agric. Res. 1: 217.
- (20) YEATES, N. T. M. 1956 Nature (Lond.) 178: 702.
- (21) BLAXTER, K. L., N. McC GRAHAM, F. W. WAINMAN and D. G. ARMSTRONG 1959 J. Agric. Sci. 54: 25.
- (22) LEE, D. H. K. 1961 Ann. N. Y. Acad. Sci. 91: 608.
- (23) DUKES, H. H. 1960 The Physiol of Domestic Animals fourth printing. 507.
- (24) INGRAM, D. L. 1964 Res. Vet. Sci. 5: 357.
- (25) BRODY, S. 1956 J. Dairy Sci. 39: 715.
- (26) 朝日田康司・三村 耕 1965 日畜会報 36: 431.
- (27) BLAXTER, K. L. 1962 The energy metabolism of ruminants 116 Hutchinson Sci. & Technical Lond.
- (28) ANNISON, E. F. and D. LEWIS 1959 Metabolism in the Rumen 142 Methuen & Co., Ltd., Lond.
- (29) 山本禎紀・梅津元昌 1965 栄養生理研究会報 9: 109.
- (30) FINDLAY, J. D. 1958 Proc. Nutr. Soc. 17: 186.
- (31) HUTCHINSON, J. C. D. and M. W. TOMASREWSKA 1961 Anim. Breed. Abst. 29: 1.
- (32) BIANCA, W. 1962 Nature (Lond.). 195: 251.
- (33) 32. より引用。
- (34) INGRAM, D. L. 1965 Res. Vet. Sci. 6: 9.
- (35) 山本禎紀・梅津元昌 1965 日畜会報 36: 137.
- (36) 山本禎紀・津田恒之 1966 日畜会報 37 別号: 17.
- (37) 松本英人 1960 栄養障害研究会報 5(1): 21.
- (38) 加納・本好・野村 1963 日獣学会誌 25: 515.
- (39) 野村・兼松・野村・石塚 1965 第 59 回日本獣医学学会講演要旨. 69.

新 刊 雑 誌

化 学 と 生 物

Vol. 4, No. 9 (1966 年 9 月発行)

編集/日本農芸化学会
月刊, B5判 64頁, 190円

《主 要 目 次》

- 〈解説〉 マツタケの生活・小川 真/食品衛生の転機・宮本高明
- 〈講座〉 溶液中の蛋白質の高次構造の研究・今堀和友
- 〈研究の進歩〉 蛍光抗体法・須藤恒二/細菌細胞壁の多糖類・松橋通生
- 〈今日の話題〉 笹の葉の抗腫瘍性物質・酒井純雄/SPF 動物・波岡茂郎/抗キニン剤・島本多喜雄/大豆の少糖類・川村信一郎
- 〈座談会〉 食品と低温/桜井芳人他
- 〈化学の窓〉 RAL 〈生物コーナー〉 海藻とバクテリア
- 〈技術ニュース〉 〈用語解説〉 〈海外だより〉

植 物 の 化 学 調 節

Vol. 1, No. 2 (1966 年 9 月発行)

編集/植物化学調節研究会
B5判, 102頁, 500円

《主 要 目 次》

- 〈総説〉 フィトクロームと植物の生長、分化・古谷雅樹/植物成分の生合成・柴田承二/オーキシンの作用機作に関する研究・増田芳雄/水稻の生育調節・長田明夫/針葉樹の花芽分化、花性分化のケミカルレギュレーション・橋詰隼人/最近の除草剤とその生理、生化学的研究・福永一夫
- 〈研究ノート〉 フィコビリ色素系の適応的变化と共合成活性・藤田善彦/タケ亜科植物のジベレリンの同一性・加藤次郎/アカローバーのいや地に関する研究・熊井清雄/温州ミカンの着花数調整に対する一考察・大垣智昭/ジベレリンの稲萎縮病に及ぼす影響・西沢正洋
- 〈技術ノート〉 ^{14}C を用いたトレーサー技術・森 敏

東京都文京区本郷 東大構内 発売 東京大学出版会 振替 東京 59964 電話 811-8814