ヤギ第四胃の筋電図

岩手大学農学部 家畜外科学教室

(主任：西川春雄教授)

原 茂 雄

ELECTROMYOGRAM OF ABOMASUM OF GOATS

Shigeo HARA

Department of Veterinary Surgery, Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka

(Director: Prof. H. Nishikawa)

Electromyograms of abomasum were recorded on eleven female goats (30-40 kg in weight) by using the eight bipolar silver electrodes. The electrodes were chronically sutured on the serosa of abomasum: one in the cardia, three in the fundus and four in the pylorus. The results are summarized as follows:

1. In the area of cardia and fundus, the spike burst was repeated irregularly.
2. In the area of pylorus, the single spike followed by spike burst was repeated regularly and it was recognized that this discharge was ensured from the peristaltic movement of the pylorus.
3. It was considered that the origin of the propagatoin of the discharge from this peristaltic movement was in the pylorus and not in the fundus.

緒

言

従来反芻胃については、第一胃の消化生理、第一、第二胃の運動などの生理学的研究と、創傷性第二胃腹膜炎、鼓脹症および食滯などの疾病の研究とが主体となっていた。しかし最近、牛の第四胃の左方変位¹⁻⁴⁾ 右方変胃^{5,6)} 捻転^{4,5)} 食滯および潰瘍^{7,8)} などの疾患が重要視されるに至って、その病態生理学的研究が必要となり第三胃⁹⁻¹⁴⁾ や第四胃¹⁵⁻¹⁷⁾ の機能の研究が盛んになったが詳細はまだ解明されていない。そこでまず第四胃機能の基礎的問題として、その運動を筋電図学的に追究する目的で本実験に着手した。

動物の胃の筋電図学的研究はかなり古くから行われていたが、イヌ、ウサギなどの単胃動物に限

られ、形態的また機能的な面からみて興味のある反芻胃の筋電図学的研究¹⁸⁾ は少い。

反芻胃の構造は複雑で、腹腔の3/4を占める第一胃(溜胃 Rumen)、蜂巢胃(Reticulum)としての第二胃、葉胃(Omasum)としての第三胃および皺胃(Abomasum)としての第四胃からなっている。第一胃から第二胃までは形態的には食道の連結とみなされる前胃であって、第四胃は単胃動物の胃に相当し、噴門腺、胃底腺、幽門腺をそなえ分泌腺構造をなしている。すなわちこの複雑で興味ある第四胃筋電図を単胃動物の胃筋電図と対比することも、本研究の目的の一つである。

実験材料と方法

健康と認められたザーネン種系、体重 30~40 kg の雌成山羊 11 頭を用いた。ヤギは塩酸ケタミン (5~7mg/kg) で麻酔し、左横臥で右最後肋骨より 5cm 側にそって正中線より上方に約 10cm 切開して第四胃をひき出し電極縫着固定手術を行

った。なお手術中は塩酸ケタミン 1~3mg/kg を必要に応じ 20~30 分間隔で追加麻酔を行った。電極を装着したヤギは縫着固定後 3 日ないし 7 日目より約 4 ヶ月にわたり、筋電図観察を行った。実験動物の概要は図 1 の如くである。

NO	名称	電 極 間 距 離 (cm)	観察期間 (日)
1	46-V	5 ■ 5 ■ 5 ■ 5 ■ 1 2 ■ 3 2 ■ 1	120
2	47-A	1 ■ 5 ■ 4 ■ 4 ■ 4 ■ 2 ■ 2 ■ 2 ■ 1	30
3	47-B	2 ■ 4 ■ 4 ■ 3.5 ■ 2 ■ 2 ■ 2.5 ■ 3 ■ 1	30
4	47-E	1 ■ 4 ■ 5 ■ 5 ■ 2.5 ■ 3 ■ 2.5 ■ 2.5 ■ 1	120
5	47-H	1 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 4 ■ 3.3 ■ 2.5 ■ 2 ■ 1	120
6	47-N	1 ■ 7 ■ 9 ■ 8 ■ 3 ■ 3 ■ 3 ■ 3 ■ 1	60
7	47-M	2 ■ 5 ■ 5 ■ 5 ■ 4 ■ 2 ■ 2 ■ 2 ■ 1	60
8	48-Y	1 ■ 6 ■ 6 ■ 6 ■ 4 ■ 2 ■ 2 ■ 2 ■ 1	30
9	48-A	1 ■ 5 ■ 8 ■ 3 ■ 2 ■ 2 ■ 2 ■ 2 ■ 1.5	30
10	48-B	1 ■ 10 ■ 6.5 ■ 4 ■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 2 ■ 1	30
11	48-E	1 ■ 4 ■ 6 ■ 6 ■ 4 ■ 2.5 ■ 3 ■ 3 ■ 1	30

図 1. 実験ヤギ第四胃における電極間距離の概要

▼ : 第三・四胃口
▲ : 幽門輪部
■ : 電 極

電極は日本光電製脳波用電極針 (直径 200 μ) を塩化ビニローゼで被覆し、極間距離 2mm の双極電極として歯科用セメントでかためた。出来あがった電極の外形の大きさは厚さ 3mm 幅 6mm 長さ 12mm とし、リード線を含めて、一昼夜フォルマリンガス消毒して用いた。

電極は図 2 の如く縫着固定した。すなわち第四胃壁側面中央線で、第三・四胃口より 1~2cm の部 (位噴門部) には電極 1, 胃体部には 5~10cm の間隔で電極 2, 3, 4, 幽門部には 2~3cm の間

図 2. 第四胃電極装着部位

隔で電極 5, 6, 7, 8 を固定した。なお、最後電極 8 と幽門輪部との間隔は 1~1.5 cm とした。しかし、第四胃の大きさにより、電極間距離に多少の差を考慮した。

活動電位の導出には前置増幅器を通して直結増幅器 (AD3-2) 及び、2 チャンネル生体用前置増

幅器 (APB-20) より直結増幅器を通してイクン書 4 素子オシログラフで 30 分~3 時間にわたり連続記録した。なお時定数は 0.03 秒を用いた。活動電位の観察は常時食間で、すべてシールド室内で行った。

実 験 成 績

11 頭のヤギを用い第四胃に 8 個の双極電極を縫着固定し、電気的变化を導出したが、おおむね手術後 7 日頃より安定した活動放電が得られ、1~4 ケ月に亘って記録することが出来た。

1. 波 形

導出した活動放電の波形は、大別して次の 2 型となった。すなわちスパイク放電が集って群をなすもの (以下スパイク群という) とスパイク群の初期またはスパイク群に先行して単発のやゝ幅の広いスパイク様放電 (以下単発性スパイクという) を認めるものがあった。個々のヤギには差はみられたが、全体的につぎの傾向が得られた。

A 噴門部 (電極 1) 第三・四胃口より 1~2 cm の部位で解剖学的には噴門腺部にあたり、手術時きわめて露出しがたく電極縫着には困難を要した。この部位において波形は粗であるがスパイク群として明瞭に認められるもの (図 3, A) と、波数は粗で断続的に長く続き、かろうじてスパイク群として認められるもの (図 3, B) とがあった。全体を通して前者が多く現われた。

B. 胃体部 (胃底腺部にあたる) (図 4) 電極 2 から導出された筋電図においては大部分は波数が密で明瞭にスパイク群として認められたが、一部には波数が粗で噴門部の筋電図に類似するものもあった。電極 3 からは波数は密で明瞭にスパイク群として認められる筋電図が導出された。電極 4 は胃体部と幽門部の境界 (以下境界部という) に最も近接した部位に固定されたものであるが、この電極からは波数は密で電極 3 に類似したスパイク群を示す筋電図が得られた、しかしスパイク群の出現頻度は小さく、またスパイクの数が少なく振巾も小さかった。

C. 幽門部 (幽門腺部にあたる) (図 5) 電極 5 は幽門部では境界部に最も近接した電極である。この部位では、波数の少ないスパイク群と、波数の密なスパイク群とが認められた。しかし詳細に観察すると、スパイク群の最初の部分に小さな単発性スパイクが認められるものと、その単発性スパイクが後続するスパイク群に含まれるものがあった。

図 3. 噴門部における波形

図 4. 胃体部における波形

図 5. 幽門部における波形

電極 6 からは電極 5 とほぼ同様の波形をえられたが、先行する単発性スパイクの振幅はより大きくなり、スパイク群の波数も密になった電極 7 からは電極 6 とほぼ同様の波形の筋電図を得たが、先行する単発性スパイクおよび後続するスパイク群の振幅は更に増大した。

電極 8 は幽門輪部から 1~1.5 cm の部位に固定された。この部位では電極 7 より更に先行する単発性のスパイクが明瞭となった。

2. 振 幅

個体差および同一個体においても時間差があったが、全体的にはほぼ同じような傾向がみられたのでヤギ H を例にとり説明する。なお以下述べる値はスパイク群におけるものである（表 1）。

A. 噴門部および胃体部（電極 1, 2, 3, 4）。振巾の最大は電極 2 の $216.92\mu\text{V}$ 、最小は電極 4 の $158.72\mu\text{V}$ であった。

B. 幽門部（電極 5, 6, 7, 8）。振巾の最大は電極 6 の $302.94\mu\text{V}$ で、8 個の電極中最も大きか

った。最小は電極 5 の $135.24\mu\text{V}$ で、これも 8 個中最も小さかった。

すなわち、全体的にみて、境界部をはさむ電極 4 と 5 の振幅が小さく、幽門部の電極 6, 7, 8 の振幅が大きかった。また標準偏差では、電極 7, 8 が最も小さかったので、この両電極部の放電はかなり大きく安定していたといえる。

単発性スパイクの振幅には後続するスパイク群の振幅のような増減はみられず、かなり安定していた。

3. 放電群間隔

前述の如く活動放電は群をなしていたので一つの放電群の開始から、つぎの放電群の終了迄の時間を放電間隔ということにした。

第四胃の活動放電は長時間連続記録すれば時には図 6 の如く、5~15 分にわたり消失または殆んど識別出来ない程度に減弱することがある。しかしそれ以外の時期では、多少の個体差はあるが同じような傾向が認められたので、ヤギ H を例にと

表 1. ヤギ第四胃における活動電位

電極	振巾 μV	放電間隔 sec.	持続時間 sec.	伝播速度 mm/sec
1	195.16 ± 31.51	16.02 ± 8.76	4.48 ± 3.97	
2	216.92 ± 74.29	11.34 ± 4.03	4.19 ± 1.81	
3	174.08 ± 127.5	14.97 ± 12.10	3.07 ± 2.70	
4	158.72 ± 82.72	23.89 ± 21.19	2.16 ± 1.40	
5	135.24 ± 100.50	10.07 ± 4.13	2.01 ± 0.77	
6	302.94 ± 110.84	9.46 ± 0.74	3.60 ± 0.53	$\downarrow 4.68 \pm 0.52$
7	204.10 ± 21.45	9.48 ± 0.71	4.10 ± 0.17	$\downarrow 5.76 \pm 0.22$
8	258.72 ± 19.80	9.52 ± 0.78	2.75 ± 0.28	$\downarrow 6.61 \pm 0.35$

図 6. 長時間記録における活動放電の模式図

図 7. 噴門部・胃体部における放電群インターバルダイアグラム

- A : 電極 1
- B : 電極 2
- C : 電極 3
- D : 電極 4

り説明する (表 1)。

またこれらのインターバル・ダイアグラムは図 7, 8 の通りである。

A. 噴門部および胃体部 (電極 1, 2, 3, 4)。

放電群間隔の最小は図 7. ABCD の如く電極 2 の 11.34sec で, 電極 3.1 と大きくなり, 最大は電極 4 の 23.89sec であった。標準偏差は最小は電極 2 の 4.03 で, 電極 1, 3 と大きくなり, 最大は電極 4 の 21.19 であった。

B. 幽門部 (電極 5, 6, 7, 8)。放電群間隔の最小は図 8 ABCD の如く電極 6 の 9.46sec で, 電極 7.8 と大きくなり, 最大は電極 5 の 10.07sec であったが, すべて噴門部および胃体部にける放電群間隔よりは小さかった。

標準偏差の最小は電極 7 の 0.71 で, 電極 6.8 と大きくなり, 最大は電極 5 の 4.13 であった。すなわち電極 5 を除けば, 噴門部および胃体部に比べかなり小さかった。

また電極 5 では所々に放電のブロック (放電群間隔の著しい延長が図 8, A の如くみられた。そ

図 8. 幽門部における放電群インターバルダイアグラム

- A : 電極 5
- B : 電極 6
- C : 電極 7
- D : 電極 8

図 9. 噴門部から胃体部における活動放電

れ以外の所ではほぼ電極 6 以降の放電群間隔に類似していた。

すなわち以上の結果から、噴門部および胃体部の放電群の出現は不規則で周期性に乏しいが、幽門部では規則正しく周期性が認められた。

4. 持続時間

一つの放電群の開始から終了までの時間をいう。持続時間も個体差は認められたが、ほぼ同様の結果を得られたので、ヤギ H について説明する(表 1)。

A. 噴門部および胃体部(電極 1, 2, 3, 4). 持続時間の最大は電極 1 の 4.48sec で、電極 2, 3 と小さくなり、最小は電極 4 の 2.16sec であった。標準偏差の最大は電極 1 の 3.57sec で、電極 3, 2 と減少し、最小は電極 4 の 1.40sec であった。

B. 幽門部(電極 5, 6, 7, 8). 持続時間の最大は電極 7 の 4.10sec で、電極 6, 8 と減少し、最小は電極 5 の 2.01sec であった。

標準偏差の最大は電極 5 の 0.77sec で、電極 6, 8 と減少し、最小は電極 7 の 0.17sec であった。

すなわち噴門部および胃体部と幽門部とを比較すれば、持続時間には大差はなかったが、標準偏差では明らかに後者の方が小さかった。換言すれば持続時間においても、幽門部の方がばらつきが少く規則正しかった。

5. 伝播性および伝播速度

伝播速度にはある程度の個体差はあったが、伝播性の有無については、すべてのヤギで同じ結果が得られた。

A. 噴門部および胃体部(電極 1, 2, 3, 4). 図 9 に示す如く、すべて不規則なスパイク群で、伝播性は認められなかった。

B. 幽門部(電極 5, 6, 7, 8). 図 10 に示す如く、電極 5 から 8 にかけて伝播性が認められた。しかし電極 5 では時折放電が欠けたが、その時も電極 6 から 8 にかけての伝播性は認められた。

図 10. 幽門部における活動電位

C. 境界部 図 11 の如く，電極 4 から 5 への伝播性は明らかでなかった。

電極 4 では出現がきわめて不規則で放電間隔が

長く，電極 5 では時折放電がブロックするので，この部の伝播性の実態については更に実験を重ねる必要があると考える。

考 察

1. 反芻胃の第四の形態

ウシ，ヤギ，ヒツジなどの反芻胃は単胃動物，たとえばブタ，ウサギ，イヌなどの胃と比較すると著しく異なる。反芻胃は第一胃，第二胃，第三胃および第四胃からなる。第四胃は第三胃と十二指腸との間にあり，第一胃について大きく，粘膜は軟かでラセン状のしわが沢山ある。粘膜面はすべて胃腺をそなえ，4 個の反芻胃の中ではこの第四胃のみが真正の胃と考えられ，イヌ，ウサギの胃全体もしくはウマ，ブタの腺胃部に相当する^{19,20)}。

すなわち第三，四胃口について狭い淡色の噴門腺部があり，ついで皺襞にとむ胃底腺部となり，これにつづく幽門腺部は比較的狭く幽門輪に

接続する。第四胃では単胃動物の胃と異り，胃底腺部よりも幽門腺部において粘膜が最も発達している^{19,20)}。

組織学的には外層の縦走筋と内層の輪走筋との二層に区別されるが，他の動物の内斜走筋にあたるものを欠いている。第四胃内層の輪走筋は他の家畜と同様に幽門部で殊によく発達して幽門括約筋になっている¹⁹⁾。

ヤギ第四胃は形態学的に以上のような特徴をそなえており，また食性からすると，モルモット，ウサギ，ウマと同様に草食性であり，食肉類である犬とは異なる。これらの事実を考慮しつつ本実験の成績を考察すると次の如くである。

図 11. 胃体部と幽門部の間（境界部）における活動放電

2. 噴門、胃体部における活動放電

従来イヌ、ヒト²¹⁾では噴門部あるいは、胃上部 1/3 からは活動放電は導出されないとする報告が多いが、それより尾側では蠕動に伴う活動放電が導出される。しかし本実験の結果ヤギにおいて、噴門部では不規則で断続的なスパイク群として、胃体部では不規則で周期性のない一組のスパイク群として導出できた。

一方、他の反芻胃での研究では、ヒツジについて Dukes²²⁾ は浴槽内においたヒツジの第四胃の運動を肉眼的に観察した結果、噴門部は常に静止しているが、胃体部は頻繁に収縮と弛緩を反復していたと述べている。Ohga ら¹²⁾ は同じくヒツジにおいて balloon を用いて複胃の運動を観察した結果、第四胃では噴門部でわずかしき運動しないと述べている。また Itabisashi ら²³⁾ はヤギの複胃各部位に電極を装着したが、幽門部では周期的な電位変動を導出したけれど、その他の部位

ではいい結果を得られなかったと述べている。

市河は²⁴⁾ イヌにおいて緩かな波を導出し、荒川²⁵⁾ は、モルモットについて噴門、胃体部でスパイク放電群を、小野ら²⁶⁾ はウサギにおいて周期性のない単発性放電を導出したと述べている。

即ち、イヌ噴門部では運動は明らかには認められず、活動電位もたしかにえられたとはいえない。また、ヒツジ、ヤギでも律動性のあるあるいは明らかな運動性を否定されているとすれば、本実験の噴門部で得られた活動放電は何を意味するのか、この点については今後の研究にまづこととする。

胃体部では収縮運動をみとめたという報告もあり、本実験でも明らかなスパイク群が認められたので、何らかの胃体部運動に関係するとも考えられる。しかし、このスパイク群の現れかたは幽門部で得られたものよりは、かなり不規則であったので、必ずしも蠕動運動に関係するものとはいえ

ない。この点も今後の研究にまちたい。

3. 幽門部における活動放電

ヤギ第四胃の幽門部において、単発性のスパイク放電とそれに後続したスパイク群とが導出できた。その活動放電は噴門および胃体部の活動放電に比べ規則的で周期性を示し、また明瞭な伝播性を示した。直視下でも明らかに蠕動運動を認めた。

波形は前述の如く単発性スパイクとスパイク群よりなるが、イヌ、ヒトでは単発のスパイク²¹⁾、ウサギあるいはモルモットではスパイク群²¹⁾であるので、ヤギの活動放電はイヌとウサギの中間形とも考えられる。このような波形の相違は、食性の相違によるものか、単胃と複胃の相違によるものか不明である。しかしその解明のためには、胃の筋肉の組織学的究明と、単発性スパイクとそれに後続するスパイク群の性状の相違あるいはそれらがどの筋肉の収縮に関係あるかなどを究明する必要があると考える。

スパイク群の振幅は噴門部および胃体部に比べ、電極5を除けば幽門部は200~300 μ Vで、概して大きかった。即ちRichter²⁷⁾あるいはBozler²⁸⁾のイヌでの報告と同様な傾向を示した。しかし白鳥²⁹⁾によれば、イヌで4mV以下、ヒトで0.3~0.9mVとなり、ヤギの振幅はヒトに近いといえるが、振幅には個体差もありまた同一個体においても時間差があり、さらに電極の状態によっても差が生ずるので一概にはいえない。

放電間隔は白鳥²⁹⁾によると、一般に8~16秒間で出現していると述べている。本実験におけるヤギの幽門部では、大体9~10秒であったのでその範囲に入った。

放電の持続時間は、イヌにおいて白鳥²⁹⁾の成績では、単発性のスパイクとスパイク群にわけられているが、単発性のスパイクで0.05~0.1秒、スパイク群で2~4秒としている。ヤギの場合、その複合波をそれぞれ分離して算出しなかったが、放電群としては2.01~4.10秒であったので、イヌのスパイク群とほぼ同一といえる。

イヌ胃の伝播速度について、Richter²⁷⁾は6~

12mm/sec, Bozler²⁸⁾は1.5~3.0mm/sec といっている。また白鳥²⁹⁾は胃体部では2~6mm/sec 幽門洞部で4.5~11.5mm/sec と述べている。ヤギでは幽門輪に近づくと速度を増し、4.67~6.61mm/sec であったのではと同一といえる。

以上の諸性状からして、この部の活動放電は蠕動運動に伴うものと考えられる。

4. 境界前後の活動放電

境界部とは胃体部(胃底腺部)と幽門部(幽門腺部)の移行部をいうが、幽門部は胃体部に比べ肉眼的には、その漿膜面の血管分布が密なること、横径がせばまること、触診的には筋層が厚いこと、内面に粘膜のひだを認めることなどにより識別した。

本実験においては、胃体部の最後と思われる部位に電極4を、幽門部の始めと思われる部位に電極5を縫着し、その間隔は1~4cmであったが、その両電極で胃体部と幽門部を境界していた。その結果電極5が電極6に近づき電極4との間隔の広い場合には、規則正しい放電群が多く現われ、電極6, 7, 8へと伝播したが、電極4との間隔がせばまると電極5の放電にブロックが多くなった。いづれにしても、幽門部の伝播は電極5から8のものと、電極6から8のものと二様式がみられた。しかし電極4では8個の電極の中で放電間隔は最も長く、電極5との間にはかなりの差があった。即ち放電の出現は電極5よりかなり乏しいので、両者の間に幽門部でみられるような伝播性はないと考える。換言すれば、ヤギ第四胃の蠕動運動に伴う活動放電の始発部位は幽門部にあると考えられ、胃体部からは出現していないといえる。

一方、イヌでは蠕動の始発部位は白鳥²⁹⁾、守谷³⁰⁾、小野²⁶⁾によると胃の上部1/3と報告し、大井³¹⁾は胃体部中央と報告しているので、ヤギ第四胃の場合と異なる。イヌとヤギにおいて何故このような差が生じたかについては、解剖学的、生理学的相違によると考えられるが、今後の研究にまちたい。

結

論

11頭のヤギの第四胃漿膜面に8個の双極銀針電極を縫着固定し、筋電図を導出したところ、次

の如き結果をえた。

1. 手術後7日頃から記録可能となり、1~4ケ

月に亘って観察出来た。

2. 噴門部および胃体部からはスパイク群が導出したが、出現は不規則で周期性は認められず、また伝播性もなかった。

3. 幽門部からは単発性スパイクとこれに続くスパイス群が導出し得た。これらはかなり規則正しく、ほぼ 9~10sec の周期性を示し、幽門口側より尾側にむけ伝播した。その速度は 4.67~6.61mm/sec であった。即ちこの部では明かに蠕

動に伴う活動放電が得られた。

稿を終るに臨みご懇篤なご指導とご校閲を賜った奈良医科大学白鳥常男教授、東京大学野村晋一教授ならびに本学西川春雄教授に深く謝意を表するとともに、御指導をいただいた菅野弘助教授、ご協力いただいた教室の各位に感謝します。

本論文の要旨は第 73 回日本獣医学会ならびに第 14 回日本平滑学会に発表した。

文 献

- 1) 幡谷正明：牛の第四胃 左方変位。日獣会誌, **21**, 371~378, 1968.
- 2) Albert, A., Gabel, D. & Heath, R.B.: Correction and right-sided omentopexy in treatment of left-sided displacement of the abomasum in dairy cattle. J.A.V.M.A., **155**, 632-641, 1969.
- 3) Hosseinion, M. & Jordan, W.J.: The surgical correction of displacement of the abomasum without suturing. Vet. Rec., **87**, 69-70, 1970.
- 4) Gbbons, W.J., Catcott, E.J. & Smithcors, J.F.: *Bovine medicine and surgery*, 1st ed., pp. 417-435, American Veterinary Publications, Illinois, 1970.
- 5) Neal, P.A. & Pinsent, P.J.N.: Dilation and torsion of the bovine abomasum. Vet. Rec., **72**, 175-180, 1960.
- 6) 幡谷正明ら：牛の第四胃右方変位9例について。日獣会誌, **22**, 471~476, 1969.
- 7) Tasker, J.B. et al.: Abomasal ulcers in cattle—Recovery of one cow after surgery. J.A.V.M.A., **132**, 365-368, 1958.
- 8) Begg, T.B.: Perforation of the omasum and ulceration of the abomasum in a cow. Vet. Rec., **74**, 1039-1040, 1962.
- 9) Becker, R.B., Marshall, S.P. & Arnold, P. T.D.: Anatomy, development and functions of the bovine omasum. J. Dairy Sci., **46**, 835-839, 1963.
- 10) Stevens, G.E., Sellers, A.F. & Spurrell, F.A.: Function of the bovine omasum in ingesta transfer. Am. J. Physiol., **198**, 449-455, 1960.
- 11) Albert, T.F. & Raurery, D.B.: Bovine omasal impaction. J.A.V.M.A., **147**, 617-619, 1965.
- 12) Ohga, A., Ota, Y. & Nakazato, T.: The movement of the stomach of sheep with special reference to the omasal movement. Jap. J. Vet. Sci., **27**, 151-160, 1965.
- 13) Albert, T.F. & Ramey, D.B.: Bovine omasal impaction. J.A.V.M.A., **147**, 617-619, 1965.
- 14) 工後幸司ら：山羊の第三胃の筋電図学的研究。日本平滑筋誌, **9**, 46, 1973.
- 15) Phillipson, A.T.: The movement of the pouches of the stomach of sheep. Quart. J. exp. Physiol., **29**, 395-415, 1939.
- 16) Benzie, D. & Phillipson, A.T.: *The alimentary tract of the ruminant*. 1st ed., Oliver and Boyd, Edinburgh, 1957.
- 17) Neal, P.A. & Edwards, G.B.: Vagus indigestion in cattle. Vet. Rec., **82**, 396-402, 1968.
- 18) Rucebusch, Y. & Kay, R.N.B.: Étude critique de la motricité gastrique chez les bovins. Ann. Rech. vétér., **2**, 99-136, 1971.
- 19) 加藤嘉太郎：家畜比較解剖学図説, 上巻, 1版 200~209 頁, 養賢堂, 東京, 1957.
- 20) 加藤嘉太郎：家畜の解剖と生理, 1版, 47-69 頁, 養賢堂, 東京, 1961.
- 21) 根 哲夫, 鈴木泰三：平滑筋筋電図の基礎と臨床, 1版, 140~152 頁, 金原出版, 東京, 1966.
- 22) Dukes, H.H.: The physiology of domestic animal. 7th ed., Somstock Publishers Assoc., Ithaca, N.Y., 1955.
- 23) Itabisashi, T. & Matsumoto, H.: Electrophysiological studies on the movement of the ruminant stomach. Nat. Inst. Anim.

- Hlth. Quart., **6**, 43-55, 1966.
- 24) 市河三太 : 胃の働作電流. 総合医学, **11**, 559, 1956.
- 25) 荒川広太郎 : 吸引電極法による消化管平滑筋々電図の実験的研究. 日消会誌, **59**, 181, 1962.
- 26) 小野慶一ら : 人体消化管活動電位の導出について. 最新医学, **19**, 1562~1571, 1964.
- 27) Richter, C.P.: Action currents from the stomach. Am. J. Physiol., **67**, 612, 1923.
- 28) Bozler, E.: The action potentials of the stomach. Am. J. Physiol., **144**, 693, 1945.
- 29) 白鳥常男 : 胃の筋電図学的研究. 東北医誌, **60**, 885, 1959.
- 30) 守谷 明 : 胃の筋電図学的研究. 東北医誌, **62**, 70~82, 1960.
- 31) 大井 実 : 胃運動機能に関する筋電図学的研究. 外科, **25**, 1, 1963.

(1973年12月22日受付)