山羊の第一胃第二胃の運動機構について

第I報 キモグラフィオンを用いて描画した腹圧及胃内圧曲線に示される前胃運動の考察

広瀬可恒・大谷勲

(北海道大学農学部)

Studies on the movement process of rumen and reticulum in goats

I Observations on tracing curves of abdominal pressure and forestomach inside pressure with a kymographion

YOSHITSUNE HIROSE and ISAO OTANI

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University.)

I 緒言

反芻獣の前胃の運動生理に関しては、反芻機構及び食塊の移動経路等の問題と関聯して、古くより種々の方法で研究せられて居るが、研究方法が困難な為、未解決の点が少ない。

古典的な研究業績としては、FLOURENS³⁾及びCOLIN¹⁾のものが有り、同氏等は第一胃瘻管を設けた動物に就て、胃内の照明観察或ひは瘻管より手を挿入して触診し、各胃囊の運動及び食塊の移動経路を詳細に観察して居る。WESTER⁵⁾は第一胃瘻管を設けた畜牛で、胃内に水銀を或る程度満したゴム球を挿入して、胃内圧の変化をタンブールに導き、運動曲線を描画研究して居る。

OZEPA²⁾等は硫酸バリウム澱粉粥を飲ませた山羊について、X線写真を撮影して、反芻胃の運動を研究して居る。然し以上の諸研究に於ても、その観察結果が様々で、一致しない点が少ない。

著者等は反芻獣の前胃内消化研究の一環として、第一胃及び第二胃の運動様式を正常な山羊及び瘻管手術を施した山羊について、その腹圧及び胃内圧をキモグラフィオンの煤紙に描画せしめて研究したので、その結果を報告する。

II 実験方法

(1) 供試動物： 実験に供したザーネン種山羊は、何れも満1才以上の前胃が完全に発達した個体6頭で、中2頭は北大農学部家畜外科学教室で、左腹部に第一胃永続瘻管手術(直径4cmのガラス製フイステルボタンを縫着)を施した去勢牡であり、手術後1ヶ月以降に於て供

試した。又他の1頭は第一胃及び第二胃を切開して、ゴム球を挿入縫合して実験に供した。

(2) 腹圧曲線描画法： 第17図に示した様に、山羊を檻に収容して頸を保定し、血圧測定用のゴム袋を布製腹帯中に納め、左腹臍部腹壁に当て、帯を締め、ゴム袋中に適当量の空気を送入して、肉厚ゴム管を圧入瓶中に納めた空気を入れて膨らましたゴム球と連続し、圧入瓶中の圧力の変化をマレー氏タンブールに導いて、キモグラフィオンの煤紙上に、腹圧の変化を描画せしめた。尚描画時にはクロノメーターを使用した。

(3) 第一胃内圧曲線の描画法： 第一胃永続瘻管の窓を通して、第一胃内の測定せんとする部位にゴム管づきゴム球を挿入し、瘻管に蓋栓を施し、圧入瓶中のゴム球と連結して描画する操作は前記と同様である。この際胃内に挿入するゴム球は、二連球用の直径5cm程度のもの及び肉厚のゴム風船等を使用した。何れの場合も、圧入瓶中に納めるゴム球と均質のものを使用した。

(4) 第一胃、第二胃内圧曲線の同時描画法： 1才の去勢牡の左側腹2箇所を切開し、一方より第二胃下側壁を求めて、約5cmの切開孔を作り、ゴム管を連結したゴム風船を挿入した後、緊密に縫合閉鎖し、又他方の切開口より第一胃囊背部後盲端に近い部位に、同様の術式によつて切開して、ゴム球を挿入閉鎖し、腹筋及び皮膚を夫々ゴム管を残して縫合し、手術後1晝夜以降に於て、実験に供した。

実験に当つては、先づ胃内に納めたゴム球に空気を送つて膨らませた後、夫々別箇の圧入瓶及びタンブールに導き、同時に描画した。

Ⅲ 実験結果及び考察

(1) 腹圧曲線に示された第一胃の運動 山羊の腹圧の変化を描画した結果を Fig. 1~4 に示した。Fig. 1 及び Fig. 2 は成牝山羊を抱水クロラルの静注によつて昏睡状態に陥入れ、動物の挙動及び啼鳴による腹圧の影響を全く廃除して描いたもので、描時の間隔は3秒である。Fig. 3 及び Fig. 4 は、成牝山羊の反芻時に於ける腹圧曲線で、描時間隔は3秒である。尙 Fig. 4 は呼吸曲線を出るだけ現はさぬ様に装置を調節し、第一胃の運動による腹圧の変化を主体として描いたものである。

この4つの腹圧曲線を考察する時、左腹臓部の附近に於て触知し得る第一胃の運動は、連続4つの山波を1 series とするものと、連続2つの山波を1 series とするものとの2つの型があり、しかも2つ山波型の曲線は、4つ山波型の曲線の始めの2つ山波迄の曲線とよく一致する。従つて2つ山波型運動及び4つ山波型運動の前半をA型運動と仮称し、4つ山波型の後半の2つ山波で示されるものをB型運動とすると、4つ山波型運動はAB型運動と呼ぶのが適当である。このAB型及びA型の2様式の運動間に、一定の厳格的な関聯を見出し得ないが、著者等が多数の腹圧キモグラムを描画して観察した結果、4つ山波のAB型運動後暫時の休止期を置いて、2つ山波のA型運動が続いて起り、その後先の休止期より稍々長い休止期に移り、この運動系列を繰返す場合が多い。Fig. 3 及び Fig. 4 はこの間の関係を示して居る。しかし必ずしも常にこの順序で運動が繰返へされるとは限らない事を屢々観察した。即ち Fig. 1 の如く、A型運動して再びA型運動が起る場合、或ひはAB型に次いで再びAB型運動が起る場合等であり、Fig. 1 は麻酔の影響とも考へられるが、不規則な1例である。

第一胃の運動時間を腹圧曲線について測定すると、正常反芻時の Fig. 3 及び Fig. 4 に於ては大体一定して居り、A型運動の継続時間は平均11秒、AB型のそれは平均21秒である。麻酔時の Fig. 1 及び Fig. 2 についての平均値は、A型18秒、AB型37秒で、抱水クロラル麻酔により、第一胃運動が著しく緩慢になる事が明かである。

休止期の長さは不齊一であるが、Fig. 3 及び Fig. 4 に見る如く、一般にAB型運動とA型運動との間の休止期は短かく3~5秒であり、1系列の運動完了後の休止期は、稍々長く10~15秒である。AB型運動一短かい休止期一A型運動一稍々長い休止期を1週期と見做す時、この1週期は40~50秒で経過し、第一胃運動の頻度は10分間に12~15回である。

SOMMER⁴⁾ は各種反芻家畜について、5分間の第一胃運

動頻度を観察し、牛では平均11回、緬羊では8回、山羊では7~8回と報じて居り、著者等の観察結果と大体一致して居る。尙同氏は第一胃運動は採食後亢進し、空腹時に緩慢となる事及び給与飼料の種類によつても、幾分変化がある事を報じて居る。

次に反芻時の食塊吐出、再嚥下と第一胃運動との関聯を、Fig. 3 及び Fig. 4 の描画時に観察した処によると、食塊の吐出は必ずA型運動(A型運動のA型をも含めての意味である。)の開始直前2~3秒に於て起り、再嚥下はAB型運動の場合には、3つ目の山と4つ目の山との谷の状態の時に、然らざる場合はA型運動の後の休止時に行つて居る。(Fig. 3 に於て、描時線の上に点の印しを附したのは嚥下吐出の時期であり、AB型及びA型運動の開始直前に、呼吸曲線よりも一段と高く急上昇の小さい山波の下に点を印したのが吐出、その前の点が嚥下である。)以上の観察より推論して、吐出の場合、第一胃の収縮運動は何等関与しない。又再嚥下は少くとも第一胃の収縮段階時には、行はれない様である。

(2) 第一胃嚥管を利用して描いた第一胃内圧曲線 第一胃嚥管の窓を通して、ゴム球を第一胃嚥背部と腹部との中間部に挿入して嚥管を閉じ、第一胃収縮運動による胃内圧を描画したのが、Fig. 6 及び Fig. 7 である。Fig. 5 はゴム球を第一胃背部後盲嚥部に挿入描画したものである。

Fig. 6 ではAB型運動—AB型運動—A型運動—AB型運動—A型運動の順序であり、A型運動の収縮様式は、AB型運動の前半の収縮と同一型のものである事が観察せられ、腹圧曲線での所見とよく一致する。しかしAB型とA型運動が交互に起るのが正常のものであるか、否かについては、明確な判断が下せない。

Fig. 5 には第一胃腹部嚥の収縮運動の反応が示されて居ないが、第一胃背部嚥の、A型収縮とB型収縮の様式が異なる事が示唆せられる。

次に第一胃嚥の運動を更に分析的に考察する為に、2つのゴム球を使用し、その1つを第一胃背部後盲嚥部に、他を腹部後盲嚥部に挿入して、同時にその内圧変化を描画したのが Fig. 8, 9, 10, 11, 12 である。描時間隔は何れも3秒で、上の曲線は背部嚥、下の曲線は腹部嚥のものである。挿入ゴム球が胃内内容物の移動と共に、次第に位置が変化して来る為、曲線の状態が一様でないが、最も典型的な曲線は Fig. 9 である。これについて考察すると、上下両曲線上に同時に小さな山があらわれて居るのは、第二胃収縮による反応であり、第二胃収縮後約3秒で第一胃背部嚥の収縮が5~6秒で経過し、次で弛緩拡張すると同時に、腹部嚥の収縮弛緩が15秒位続き、暫時両嚥が休止した後、次には第二胃の収縮を伴は

ず再び背部嚢の収縮が起り、その弛緩と相呼応して腹部嚢の収縮が起り、後10秒位の休止期に移る。(A型運動) 然る後再び第二胃の収縮運動に接続して、背部嚢・腹部嚢の交替的収縮弛緩がなされた後、(A型運動) 24~30秒間の長い休止期に移行し、この系列の運動が繰返へされてゐる。これを要約すると次の通りである。第二胃収縮弛緩—第一胃背部嚢—腹部嚢—背部嚢—腹部嚢の交替的収縮弛緩(以上A型運動)—短かい全嚢休止期—第二胃収縮弛緩—第一胃背部嚢—腹部嚢の交替的収縮弛緩(A型運動)—長い全嚢休止期—B型運動は収縮様式の点でA型のそれと、幾分異なるが、第一胃の背部嚢、腹部嚢の交替的収縮運動である点ではA型運動と等しく、又B型運動は第二胃収縮を伴はず、常にA型運動に続いて起り、こゝにAB型運動を構成してゐる。

(3) 第一胃・第二胃内圧又は第二胃内圧と腹圧の同時描画曲線 第一胃・第二胃を切開してゴム風船を挿入縫合した動物について、手術後1晝夜目に第二胃内圧及び腹圧を同時描画したのがFig. 16であり、Fig. 15は2晝夜後に同様に描画したものである。何れも上の曲線が第二胃内圧の変化で、下の曲線は左腹臍部に於ける腹圧であり、描時間隔は3秒である。Fig. 16は第二胃の運動曲線が明瞭であるが、腹圧の変化に現れた第一胃運動は非常に微弱である。手術後2晝夜目のFig. 15では第一胃運動の恢復が示され、腹圧曲線はFig. 4のと略等しく、第二胃運動と第一胃運動との間に、Fig. 9について考察したと同様な関係が明示されて居る。

第二胃の収縮運動は比較的迅速に経過する2拍子運動で、始めの収縮後瞬時休止した後、直ぐ続いて強力な第2の収縮が起きる。第二胃が最大に収縮し、弛緩を開始すると同時に第一胃のA型或ひはB型運動が続いて、起きて居る。

Fig 13, 14は手術後4晝夜目に第二胃及び第一胃背部嚢へ挿入したゴム球により、両胃内圧の変化を同時描画したもので、上の曲線は第二胃、下の曲線は第一胃背部嚢の内圧を示す。両図共Fig. 15について考察したと同様な第二胃と第一胃との運動関係が一層明瞭に、規則正しく示されて居る。尚B型運動の第一胃背部嚢収縮の際、その反応が第二胃中に挿入したゴム球に小さな山波となつて示されて居り、この現象は第一胃内容物が、この背部嚢収縮の際に、第二胃中に圧入せられる事を示すものである。

IV 総括及び結論

(1) 山羊の第一胃・第二胃の運動様式を、キモグラフィオンの煤紙上に、正常成山羊については腹圧曲線とし

て、第一胃及び第二胃嚢管を設けた山羊については、各胃内圧曲線として描画研究した。

(2) 第二胃の収縮弛緩運動は、比較的迅速に経過する強力な2拍子運動であり、第二胃運動に直ぐ続いて、第一胃の背部嚢と腹部嚢との交替的収縮が必ず附随して起る。

(3) 第一胃の収縮弛緩運動には、2つの様式のものがある。即ち第二胃運動に続いて第一胃背部、腹部両嚢の交替的収縮弛緩が唯1回行はれて休止期に移るA型運動と、A型運動後一旦休止期に移る事なく、又第二胃収縮を伴はずに、更にもう1回第一胃背、腹部内両嚢が交代収縮弛緩を行ふB型運動とで、B型運動はその収縮様式がA型運動と本質的に異なる型のものであると推察せられる。尚B型運動は常にA型運動に続いて起るものであるから、これをAB型運動としてA型運動と区別するのが適當である。

(4) AB型運動とA型運動との間に、規則正しい關聯を断定する事は出来ないが、多くの場合、第二胃運動—第一胃のAB型運動—短かい休止期—第二胃運動—第一胃のA型運動長い休止期の順序で繰返へされる。これを1運動週期と見做す時、1週期は40~50秒である。

(5) 反芻時の吐出は第二胃の収縮運動によりなされ、第一胃の運動は直接関係しない。又B型運動の際、第一胃より第二胃へ内容物が圧入せられるものと推察せられる。

本研究は文部省科学研究費の補助を受けて行なつたものである。尚供試山羊の嚢管手術を快よく執刀せられた北大教授黒沢亮助博士及び津村嚴助手に厚く謝意を呈する次第である。(1952. 3. 5. 受付)

文 獻

- 1) COLIN, G. (1886) : Traite de physiologie, comp. des Animaux, 3. Aufl. 1. Paris.
- 2) CZEPA, A. u. STIGLER, R. (1926) ; Pflüger's Archiv für Physiologie, 212:300.
- 3) FLOURENS, P. (1833) : Mem. l' Acad. roy. Sci. de l'inst. de France, Tome 12.
- 4) SOMMER, S. (1913) : Untersuchungen über den Einfluss der Verschiedenen Fütterungsarten auf die physikalischen Funktionen der Wiederkäuermägen. Dissert., Giessen.
- 5) WESTER, J. (1926) ; Die Physiologie und Pathologie der Vormägen beim Rinde. Rich. SCHÖTZ, Berlin.

Résumé

In this paper the movements of the rumen and the reticulum in ruminants were investigated, the tracing curves of abdominal pressure and stomach inside pressure in six adult goats being the basis of the remarks.

The abdominal pressure curves (Figs. 1—4) were recorded on the smoked paper of a kymographion by a tambour which was connected to a gum-sack fixed to the left flank of unoperated normal goats. Figs. 1 and 2 show the curves recorded from the anaesthetized one. Figs. 3 and 4 show the curves recorded from untreated does during their ruminant time. Figs. 5—7 show the inside pressure curves of rumen which were recorded with a gum-balloon inserted into the median region of rumen through the fistula of the operated bucks. Figs.

8—12 show the inside pressure curves of both the superior and the inferior region of rumen recorded at the same time with two gum-balloons inserted into each region. The upper curve of each figure shows pressure change in the superior-region and the lower in the inferior. A yearling buck was operated to enclose two gum-balloons into its reticulum and rumen superior region, then Figs. 13—16 were recorded between the next day and the fourth day after the operation. Figs. 13 and 14 show the simultaneously recorded curves of reticulum (the upper curves) and rumen inside pressure (the lower curves). Figs. 15 and 16 show the curves of reticu-

lum inside pressure (the upper) and abdominal pressure (the lower).

From these figures, the following observations are induced:

(1) The contraction of reticulum is a double movement which is finished in a short time and is followed by the alternative contractions of superior and inferior pouches of the rumen.

(2) There are two modes of contraction process in the rumen movement; one is the always occurring immediately after the reticulum contraction (A type movement), the other is the twice continuously alternative contractions of both rumen pouches (A B type movement) of which the first half is the same as the A type movement but the second half is of different mode.

(3) It is impossible to point out the regular relation of the order between A B type and A type movements, but in many cases the repetition of the movements of the following order is observed:

Contraction and relaxation of reticulum — A B type movement of rumen — short time pause — contraction and relaxation of reticulum — A type movement of rumen — long time pause. If the above order is regarded as a normal cycle, the cyclic period is 40—50 seconds, that is, the frequency of rumen movement is 12—15 times per ten minutes.

(4) It is clear that the rejection of food at the time of the second mastication is caused by the reticulum contraction, and the rumen contraction does not participate in it.

Fig. 1 *Fig. 2.* *Fig. 3* *Fig. 4* *Fig. 5* *Fig. 6* *Fig. 7* *Fig. 8* *Fig. 9* *Fig. 10* *Fig. 11* *Fig. 12*

Fig. 13 *Fig. 14* *Fig. 15* *Fig. 16* *Fig. 17*