

鶏の消化に関する基礎的研究

I. 食塊の嚥下部位および筋胃運動について

大 谷 勲
(広島大学水畜産学部畜産学科)

Fundamental Studies on the Digestion in the Domestic Fowl

I. Observations on the Place of Deposition of the Bolus and the Movements of Gizzard

Isao OTANI

*Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry,
Hiroshima University
(Text-Figs. 1-2 ; Plates 1-3)*

緒 言

鶏の消化器官は他の家畜に比べて構造上、機能上に可成りの相違が認められ、消化生理に関する飼養学上の諸問題は消化器の特殊性に基づくものが多く、未解決の問題が少なくない。特に鶏では家畜と異なり歯を欠き、飼料を啄食し、食道の一部は拡張して嚥嚢を形成し、食塊を一時的に貯蔵し、また胃は腺胃・筋胃とから成り、腺胃は消化液の分泌、筋胃では食糜の磨砕が主として行なわれる。従って食塊の滞留、強力な磨砕作用等が行なわれることから消化機構の上では反芻獣の胃に比較的類似していると言えよう。

鶏が飼料を啄食する際の嚥下食塊の行方について、HENRY⁴⁾は24時間絶食せしめた鶏でX線観察により、最初の3~4食塊は直接筋胃へ進入し、その後の食塊は嚥嚢に入ると報じている。正常飼養の際、あるいは飼料の給与形態と嚥下部位、また筋胃内における食糜の磨砕に重要な役割を有する砂礫の摂食・嚥下状況等については十分に検討されていない。また食糜の混合・磨砕等の機械的消化は筋胃の厚い筋層の強力な収縮運動により行なわれるが、筋肉運動については、既に筋胃内にゴム球を挿入し、その内圧変化曲線による観察¹⁾⁴⁾⁶⁾、腹窓法による直接的観察¹¹⁾等が報告されている。然し乍ら収縮時における胃囊運動像、胃内の食糜の移動状況等についての研究は殆ど行なわれていない。

著者は鶏の消化器の特殊性に基づく消化機構を解明するための基礎的研究として、各種形態の試験飼料および砂礫等を摂食せしめ、食塊の嚥下部位を調べるとともに、筋胃運動についてゴム球法、腹窓法等によらずに自然状態で直接観察するため、X線観察法により試験を行ない、興味ある観察結果が得られたので報告する。

実 験 方 法

1) X線観察法

反芻家畜等における消化管のX線観察は、動物を正常位に起立せしめた姿勢で体の側方よりX線照射を行なえばよい²⁾³⁾。然し乍ら鶏では左あるいは右腹部を蛍光板に接して起立せしめた自然状態の姿勢におけるX線映像は、嗉嚢・腸管等の確認は容易であるが、腺胃・筋胃等は肢骨および他の臓器等の映像と重複するため判然としない。従って食塊の嚙下部位および筋胃運動の研究にX線観察法の適否について試験開始に当り検討した。

本試験に用いたX線装置は島津製作所製Y A S E型(100mAレントゲン)で、X線照射角度は固定式であった。従ってX線観察に適する最も自然状態に近い鶏の姿勢を調べるため、X線透視下で肢の位置を移動して各種の姿勢を取らせた。その結果本試験に最も適した姿勢は次の通りであった。

鶏の保定は助手2名で行ない、一名は両翼を左手で持って鶏体を吊り下げ、右手で頭部を持ち、これを前方へ引張り、他の一名は左手で尾羽を後方へ引張り、右手で両肢を揃えて持ち、これを上前方に強く押し上げた後、鶏体左側を蛍光板に接した状態でX線照射を行なった。

X線照射の条件は、透視観察は電圧60kV、電流3mA、また間接撮影では電圧57~58kV、電流50mA、時間0.2~0.3秒により35mm間接X線フィルムを用いて2秒間隔に連続撮影を行なった。

2) 供 試 鶏

本試験に用いた鶏は広島県経済農業協同組合連合会福山食肉センターに県下各地から廃鶏として集荷された白色レグホン種成鶏の中から、体型の相似した体重2kg内外のもの10羽を選別し、消化管内、特に筋胃の砂礫が完全に消失するまで無砂粒飼料を給与した。

市販の養鶏飼料中には砂粒を混じていることがX線観察により確認されたので、無砂粒飼料は、カーフミール(日本農産工業株式会社製ペレカーフ)を粉砕機で微粉となし供試した。

供試鶏は1羽ずつ鉄製ケージに収容し、無砂粒飼料を不断給餌するとともに、飲水は自由に吸飲せしめた。

3) 供試飼料

飼料の給与形態の相違による食塊の嚙下部位を観察するため、硫酸バリウムを混じた各種形態の試験飼料を調製した。すなわち糯米粉に10%の割合に硫酸バリウムを混じ、温湯を加えてよく粘り混ぜ直径5mm内外の紐状となし蒸し器にて十分に蒸した後、室温に放置し乾燥して粉碎し、タイラー標準篩で篩分けして、次の4種類を試験飼料とした。

粒 餌：A 飼 料— 5メッシュ篩を通過したものを、更に10メッシュ篩を通過する粒を除いた。

B 飼 料— 10 " , 20 "

C 飼 料— 20 " , 30 "

粉 餌：D 飼 料— 30メッシュ以下の微粉。

また軟質飼料の嚙下部位を観察するため、硫酸バリウムを混じたチューインガムを直径3~7mmの球状として用いた。

砂礫の給与試験では直径3~8mmのガラス球および10メッシュ篩を通過した砂礫を、更に20メッシュ篩を通過するものを篩分けして用いた。

以上の試験飼料はその儘、あるいは無砂粒飼料に混じて摂食せしめた。なお人為的に口腔内に試験飼料を挿入し、嚙下せしめると殆ど全て嗉嚢内へ落下することが観察されたので、本試験では鶏に自由に摂食せしめた。

4) 筋胃運動観察法

X線観察法により筋胃運動を観察するためには胃嚢を造影しなければならないが、本試験における造影は摂食せしめた各種の試験飼料・ガラス球・砂礫等によった。また胃嚢全体が造影されない場合に限

りX線透視下で筋胃内にカテーテルを挿入し、硫酸バリウム粥を注射筒を用いて送入した。

胃嚢が造影された鶏についてX線透視観察を行なうとともに、間接撮影を連続して50~55枚を行ない、そのフィルムから引伸した胃嚢映像について観察した。

筋胃運動観察中に筋胃の転位が疑われる程、胃嚢位置に著しい変動が認められたので、胃嚢位置の移動時における筋胃外側および筋層の運動を観察するため、筋胃外側にビニールで被覆した直径1mm・長さ10mmの銀線2本を縫い付けた。すなわち供試鶏の左腹部を胸骨後縁に沿って切開し、筋胃を露出しpl. 1, Fig. 1に示した如く、筋胃中央部より下部に直線状銀線、その下方胃底部にくの字状に曲げた銀線を縫い付け、X線観察に便ならしめた。なお手術鶏の健康状態は良好であり何等の障害も認められなかった。

実験結果および考察

1) 食塊の嚥下部位

供試前の鶏の消化管X線映像はpl. 1, Fig. 2の如く、嚥嚢部・腹腔部には局限した黒変部を認め得ない。特に筋胃部のX線透過は良好であり、従って無砂粒飼料の給与により筋胃内の砂礫は完全に消失することが確認される。

消化管内に砂礫を容れない鶏に各種試験飼料を給与し、摂食直後の代表的映像をpl. 1, Figs. 3~6に示した。

Fig. 3は試験飼料(粉餌:D飼料)2gを摂食せしめた際の映像であり、嚥嚢部は何も認められないが、筋胃内に食塊を嚥下した状態が観取される。また粒餌(A・B・C飼料)を少量(1~2g)摂食せしめた際の観察結果はFig. 3と略同一映像が認められた。Fig. 3は嚥嚢部の映像が全く認められないところから、本供試鶏は試験飼料給与前に無砂粒飼料の摂食を行なっていないと判定された。

鶏の空腹時および満腹時における食塊の嚥下部位を観察するため、24時間の絶食および無砂粒飼料を摂食せしめた後試験飼料を給与した。空腹時ではFig. 3と同一観察結果が得られ、また満腹時の映像はFig. 4の如く(B飼料10g給与)、試験飼料は嚥嚢上部および筋胃内に留まっている。本映像はFig. 3に示した観察結果および透視観察の結果から摂食当初の食塊は嚥嚢を素通りし更に腺胃から直接筋胃内へ進入し、その後の食塊は嚥嚢内に嚥下したものと断定した。なお嚥嚢内へ嚥下した食塊が更に筋胃へ移行することも考えられるが、本試験の観察においては、食塊が嚥嚢から短時間内に筋胃へ移行することはなかった。すなわちFig. 4の1時間後の映像をFig. 5に示したが、嚥嚢上部に認められた試験飼料は摂食1時間後には全て嚥嚢中央部から下部に移動しており、更にその後経時的に観察を行なった結果、時間の経過に伴って嚥嚢前側が次第に後方に縮まり、嚥嚢は細長い形態を呈するとともに、嚥嚢下部が上後方に迫るることにより下部の試験飼料が漸次移行する状況を観察した。

粒餌(A飼料)30gを摂食せしめた際の観察結果をFig. 6に示したが、試験飼料は嚥嚢および筋胃内に認められ、特に嚥嚢では粒の状態に留まっているが、筋胃では胃嚢全体が一様に造影されていることから、摂食当初筋胃に入った試験飼料は収縮運動により速かに磨砕され、飼料中の硫酸バリウムが胃嚢内に拡がった映像と判定される。多量の粒度の細かい飼料(B・C飼料)および粉餌また練餌にして摂食せしめても嚥下部位はFig. 6と殆ど変化がなかった。

軟質飼料の嚥下部位を調べるため、チューインガム球を摂食せしめた際の映像をFig. 7に示した。本供試鶏は無砂粒飼料の給与後、チューインガム球を摂食せしめたため、嚥嚢は膨満状態を呈し、その上部にチューインガム球は留まっていることが観察される。また絶食後の給与試験においても筋胃内にはチューインガム球は全く認められなかった。

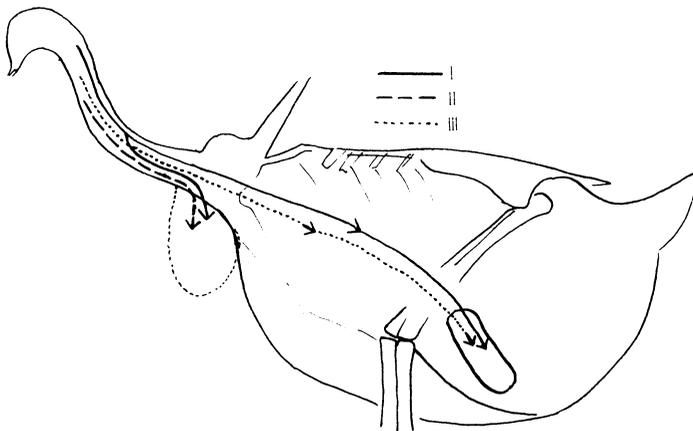
ガラス球・砂礫の摂食直後の観察結果をpl. 2, Figs. 8・9に示した。Fig. 8は空腹時の鶏にガラス球15筒を摂食せしめた映像であり、嚥嚢部には何も認められないが、筋胃嚢は黒変しており、従って嚥下し

たガラス球は筋胃に留まっている。Fig. 9は無砂粒飼料給与後、砂礫を摂食しなくなるまで飽食せしめた際の映像を示したが、この場合でも嗦囊内には砂礫の存在は全く認められない。鶏5羽についてガラス球・砂礫の給与試験を行ない、その嚥下部位を観察した結果、4羽は全て筋胃内に留まり、1羽のみがガラス球3ヶを嗦囊内に確認したに過ぎなかった。

ガラス球・砂礫の如き硬質のものは自由に摂食せしめても、その殆どを筋胃内に嚥下し、筋胃が砂礫で満たされると、それ以上の量は摂食しないことが観察された。

砂礫やガラス球にチューインガム球、または試験飼料(A・B飼料)を混じて摂食せしめると、供試鶏は最初に砂礫・ガラス球を啄食する傾向があったが、チューインガム球・試験飼料を摂食し、再び砂礫・ガラス球を摂食することもあった。何れの場合にも砂礫・ガラス球は筋胃内に直接入り、嗦囊内へ嚥下することは殆どないことが透視観察により確認された。砂礫とチューインガム球の混合給与時の観察結果はFig.10の如く、拡張した嗦囊内にはチューインガム球、筋胃内では砂礫の滞留を示しており、砂礫を選択的に筋胃へ嚥下することが観察された。

以上のX線観察結果から各種試験飼料・チューインガム球・ガラス球および砂礫を摂食せしめた際の嚥下部位を一括して図示すればText-fig. 1の通りである。



Text-fig. 1. The Place of deposition of bolus.

- I : Experimental food.
- II : Chewing-gum ball.
- III : Glass ball and grit.

給与形態の異なる4種類の試験飼料の嚥下部位は粒餌・粉餌の別なく、また粒餌では粒の大小に関係なく、摂食開始当初の食塊は嗦囊に入ることなく素通りして直接筋胃内に入り、更に摂食を継続すると嗦囊へ嚥下し、滞留する。直接筋胃に入る食塊量は、筋胃X線映像から推量すれば数gと判定される。また鶏が空腹・満腹の何れの状態においても嚥下した食塊の径路には全く相違がないことが確認された。

STEINMETZER¹⁰⁾は絶食した鶏に造影剤を混じた団子を投与してX線観察を行い、嗦囊、および一部は筋胃に入ることを指摘しており、また FEDROVSKII³⁾は七面鳥に瘻管を装着して観察し、筋胃が空乏時は直接筋胃に入り、筋胃が充満すると嗦囊に滞留し始めると報じている。本試験の観察結果では鶏が絶食時のみならず飽食時においても、摂食当初の嚥下食塊が直接筋胃に入ったことは、Fig. 6に示した如く、筋胃内の食糜は速かに磨砕され、更に磨砕された食糜は筋胃内から十二指腸へ迅速に移行するため、胃

嚢は食糜により充満していない結果と推定せられる。

軟質のチューインガム球と硬質のガラス球・砂礫では嚢下部位は全く異なり、前者は嚢室内、後者では筋胃内に入ることが確認されたが、嚢下部位の相違の要因は本試験では確認されなかった。しかしX線透視下で嚢下状況を観察した結果では、食道通過状況に相違が認められた。すなわちガラス球・砂礫では食道の蠕動運動により速かに下降したが、チューインガム球では下降が遅れる傾向があったことから嚢下物の硬軟に基づく結果と考えられる。

無砂粒飼料を給与し消化管、特に筋胃から砂礫を完全に除いた空腹状態または満腹状態の鶏にガラス球・砂礫を自由に摂食せしめても殆ど全て筋胃内に入り、嚢室内への嚢下は行なわれない。この際の筋胃X線映像は胃囊がガラス球・砂礫で充たされ、しかも強烈的な収縮運動が観察されるので、砂礫の摂取量は鶏が如何なる条件下でも筋胃機能上に必要とする量に留まるものと判断される。

本試験に用いた造影飼料は餅を十分に乾燥した後、砕いて調製したものであり、従って石の様に硬く、また形態・色沢ともに砂礫に類似したが、試験飼料の給与の際には多量を摂食して嚢室内に貯留したのに反し、ガラス球・砂礫では筋胃内に留る量以上の摂取を行なわないことは飼養学上興味ある問題と考えられる。

飼料と砂礫の嚢下部位の相違はどの部位で何により支配されて選択的嚢下がなされるかについては、今後検討の必要があろう。

2) 筋胃囊運動

生体内における筋胃囊形態および位置を確認するため、カテーテルを筋胃内に挿入し硫酸バリウム粥を胃囊が完全に造影せられるまで送入した際の観察結果を Pl. 2, Fig. 11 に、また造影飼料を自由に摂食せしめた自然状態における観察結果を Fig. 12 に示した。

X線映像に見られる筋胃囊は図に示した如く供試鶏により、その形態・大きさに可成りの相違が認められ、また同一鶏においても胃囊形態は収縮運動の経過中に顕著な変化が観察された。多数の連続間接撮影映像から胃囊形態の変化が少なく、略同一形態の映像が連続して認められたものを、運動の休止期と認定したが、その映像は Figs. 11・12の如き状態であった。

筋胃囊は腹腔中央より前側に位置し、何れも円柱状を呈し、胸骨に対し $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ の角度で前方に傾斜して存在する。X線映像に見られる胃囊形態は解剖所見と一致しないが、生体と死後とでは何等かの差異があるものと推定される。

筋胃囊運動を連続間接撮影を行った映像中から主要な段階的映像を運動の順に Pl. 2, Figs. 13~18に示した。

Fig. 13 は運動休止期の映像であり、運動開始に伴って前方に傾斜して位置した胃囊は次第に垂直に起きた状態 (Fig. 14) から胃囊中央部を軸として下部が前方に張り出した状態 (Fig. 15) を経て、胃囊は転位したかの如く後方に傾斜し、胸骨に対し約 $100^{\circ}\sim 110^{\circ}$ の角度となり、休止期と全く逆方向に位置が移動することを観察した (Fig. 16)。本映像は胃囊の長さには著しい変化はないが、胃囊は前後に圧迫された様相を呈し、原型の約 $\frac{1}{2}$ に縮小した。続いて急速に経過する収縮が起り、球形映像 (Fig. 17) が観察された後、直ちに Fig. 18 を経て原型に復し、比較的長い休止期に入った。一運動周期は約 20 秒であった。

筋胃に銀線を縫い付けた供試鶏の胃囊運動観察結果を Pl. 3, Figs. 19~23 に示した。なお本供試鶏の筋胃囊の造影は胃内における食糜の混合・攪拌等の状況を観察するため、各種大きさのガラス球 20 箇を自由に摂食せしめ、硫酸バリウムの投与は行なわなかった。

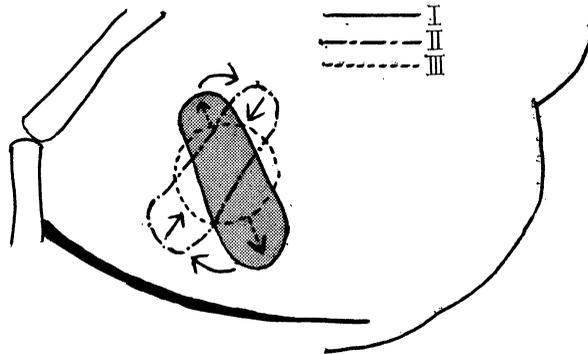
Fig. 19 は運動休止期の映像であるが、胃囊輪郭は摂取せしめたガラス球が少量のためか鮮明でない。しかしその大要は判別し得られ、特にガラス球は胃囊上部から下部に互って畧一様に拡がっている状態

が観取される。また筋胃に縫着した銀線は胃囊背側中央部より下部にかけて確認され、直線状銀線は胃囊と畧平行に、曲線状銀線は胃囊と畧直角に存在し、2本の銀線は恰も矢印の如き形をなしている。

Fig. 20 は休止期から運動開始 2 秒後の映像であり、胃囊背側が前方へ押出され、胃囊は垂直状態を呈するとともに上下方向に僅かに圧縮され、これに伴って胃内のガラス球は集合する状況が観察される。更に運動は連続して経過し胃囊は次第に後方へ傾斜し、6～8 秒後には Fig. 21 の如く、休止期の胃囊位置と反転した。本映像は Figs. 19・20 に比べて胃囊輪郭は鮮明となるところから、筋胃収縮によってガラス球は更に集合する状況を示している。Fig. 21 の直後に Fig. 22 に示した如く、胃囊は上下方向の強烈的な収縮が起り、完全に収縮して球型を呈し、直ちに原型に復した (Fig. 23)。胃囊球型収縮期 (Fig. 22) におけるガラス球の状態は、全ガラス球が胃囊の中心部に前後左右から一時に集合するが如き様相を呈したが、急速な弛緩期 (Fig. 23) に移ると、集合したガラス球は拡張した胃囊内へ速かにばらまかれる状況が観察された。本運動経過は Figs. 13～18 の映像と同様であり、また他の供試鶏においても収縮運動に強弱が認められたが畧同一経過による運動を観察した。なお多量の造影剤の筋胃内投与および自由摂取量以上のガラス球・砂礫を投与した際の筋胃運動は微弱であり、特に胃囊反転・球型収縮映像は全く観察されなかった。

筋胃運動中における銀線位置の移動状況を連続間接撮影を行なったフィルムを強拡大し、胸骨を基準として銀線までの距離、銀線間の距離、方向等を測定して調べた。その結果、収縮運動に伴い胃囊形態に顕著な変動が観察された映像においても、銀線位置は殆ど変化がなかった。

以上の観察結果から、筋胃運動中における胃囊形態の変化を図示すれば Text-fig. 2 の通りである。



Text-fig. 2. The Movements of gizzard sac.

- I : Resting pause.
- II : Reverse shape.
- III : Round shape.

筋胃が運動を開始すると胃囊は次第に後傾し反転の形をとる。この期に至るまでは比較的緩慢な速度で進行し多くの場合 8～10 秒を要したが、胃囊反転期から球型収縮期を経て休止期に至る運動は急速に経過し、この間 2～3 秒であった。

筋胃運動経過中における胃囊形態から筋胃囊運動は、休止期から胃囊反転期に至る間の収縮は比較的弱く、胃囊位置の移動を伴う運動を主とし、続いて短時間に経過する強烈的な収縮・弛緩を伴う運動が規則的に反復して行なわれることが確認された。

筋胃運動をゴム球法により、MANGOLD⁶⁾ は 2 峰性の圧力曲線を観察し、筋胃の間筋および主筋の収縮によるものと報じ、また ASHCROFT¹⁾、HENRY⁴⁾ 等も同様な圧力曲線を観察している。筋胃内に挿入したゴム球の筋胃収縮による内圧の変化曲線は第 1 峰に比べて第 2 峰が高いところから、胃囊 X 線観察結果と一致しており、また曲線に対応する胃囊収縮映像が確認された。

筋胃は蠕動的収縮運動を行なうとしており⁹⁾、安川¹¹⁾は腹窓法により筋胃の収縮は *sacculated portion* (anterior) から、続いて *sacculated portion* (posterior) に起り、この両部位の収縮は *M. lateralis* を蠕動波として伝播する蠕動運動を観察したと報じた。筋胃に銀線を縫着した鶏の胃囊収縮運動の観察結果は、胃囊形態の顕著な変化に比べて銀線位置は運動中も変化が殆ど認められない。このことは収縮に際して筋胃外側と胃囊の運動には可成りの相違があり、筋層の僅かな収縮によっても、胃囊は顕著な収縮運動を行なうものと思われる。従って筋胃外側で観察される蠕動運動は、X線映像から見た胃囊運動では、急速に経過する強烈な収縮弛緩を伴うため蠕動的運動でなく、むしろ反芻獣の第2胃⁵⁾に類似した運動であると判断される。

筋胃内における食糜の機械的作用は胃囊形態およびガラス球の集合状況から検討すると、運動開始から胃囊反転期までは食糜の混合・攪拌に留まり、磨砕作用は主として胃囊球形収縮期において行なわれると判定される。胃内の食糜は収縮運動に伴って次第に圧縮され、更に強力な収縮により磨砕され、その状況を例示すれば飼料と砂礫を握り拳中に入れ、拳を軽く圧縮し更に瞬間的に強く握り縮めると同時に拳を緩めるが如き運動を反復して行なうものと解される。またX線映像から判断して、筋胃内への食糜の進入は休止期の直前、十二指腸への移行は磨砕された食糜が球形収縮期に筋胃から絞り出されるが如き状態で行なわれるものと推定される。

中沢⁷⁾はX線観察により、筋胃は噴幽門部・主室部・胃底憩室部の3部分に分かれ、食糜の主流は主室部で回転運動をなし、その分流は他の2部室に及んでおり、3部室は各々単独な作用を持ちながら互に協調して食糜の消化作用を円滑に行なっていると報じているが、本試験においては確認されず、その見解とは根本的に相違した。

本試験に用いた鶏は体重、体型の略同じのものであったが、筋胃囊の大きさには可成りの差違が認められ、また収縮状態にも強弱が観察された。従って筋胃運動を検討する場合、収縮頻度と同時に収縮状態をも考慮する必要があると思われる。

総 括

成鶏10羽について、無砂粒飼料を給与して消化管内から砂礫を完全に消失せしめた後、硫酸バリウムを混じた4種類の試験飼料・チュウインガム球およびガラス球・砂礫等を摂食せしめ、X線透視および間接撮影法により食塊の嚥下部位を検討するとともに筋胃囊を造影し、また筋胃に銀線を縫い付けた後、X線観察によって筋胃運動を研究した。その結果は次の通りである。

1) 給与形態の異なる試験飼料の嚥下食塊は、摂食当初は嚥嚥内に入ることなく直接筋胃へ到達したが、爾後の食塊は嚥嚥内へ嚥下して滞留する。

直接筋胃に入る食塊量は数gと推定された。

2) 試験飼料は粒餌、粉餌の別なく、また粒餌では粒の大小に関係なく、食塊は同一径路により嚥下される。また鶏が空腹、満腹の何れの条件下でも、食塊の嚥下部位には差違がない。

3) 軟質のチュウインガム球は嚥嚥内へ、ガラス球・砂礫では筋胃内へ殆ど全て嚥下した。

4) ガラス球・砂礫を飽食せしめても、嚥嚥内へ嚥下して滞留することは殆どない。

砂礫の摂取は筋胃機能に必要なとする量に留まると判断される。

5) 運動休止期の筋胃囊は腹腔中央部より前側に位置し、円柱状を呈し、前方に傾斜して存在する。

6) 筋胃運動の開始とともに胃囊は次第に後方へ傾き、遂には休止期の位置に対して反転した形態の後球形となり、直ちに弛緩して休止期に移る運動を反復する。

7) 運動開始から胃囊反転に至る運動は、比較的緩慢な速度で進行し、収縮は顕著でなく、胃囊位置の移動を伴う運動を主とし、その直後に起る胃囊球形収縮は短時間に経過する強烈な収縮弛緩運動である。

8) 筋胃外側に縫着した銀線の位置は、収縮運動中に胃囊形態に著変があったにも拘わらず変化が殆ど認められない。

筋胃囊の運動は蠕動的でなく、むしろ反芻獣の第2胃運動に類似した強力な収縮運動であると判定された。

9) 筋胃における食糜の機械的作用は、特に胃囊球形収縮期に行なわれるものと判定され、また食塊の筋胃への進入は休止期の直前、十二指腸への移行は球形収縮期に行なわれることが示唆された。

引用文献

- 1) ASHCROFT, D.W. 1930. The correlative activities of the alimentary canal of the fowl. *Am. J. Physiol.*, **93** : 105-110.
- 2) BENZIE, D. & PHILLIPSON, A.T. 1957. The alimentary tract of ruminant. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- 3) FEDROVSKII, N.P. 1951. Zobnoei zhelusochnoe pischevarenie in deek. *Sovet. Zootekh.*, **I** : 50-58. (cit. Crop and stomach digestion of hen turkeys. *Biol. Abst.*, **25** : 2684)
- 4) HENRY, K.M., MACDONALD, A.T. & MAGEE, H.E. 1933. Observations on the alimentary canal in fowls. *J. Exp. Biol.*, **10** : 153-171.
- 5) 広瀬可恒, 大谷勲. 1952. 山羊の第1胃第2胃の運動機構について 第II報 X線透視及び間接撮影法による研究. *日畜会報* **23** : 85-90.
- 6) MANGOLD, E. 1929. *Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. II* : 8-107. Julius Springer, Berlin.
- 7) 中沢和彦. 1964. 鶏の筋胃の機構と食糜の運動. *畜産の研究*, **18** : 1587~1588, 1707~1708.
- 8) 大谷勲. 1962. 反芻胃の栄養生理学的研究. *広大水畜紀要*, **4** : 211~314.
- 9) 島村虎猪, 星冬四郎. 1960. 島村家畜生理学, 81. 金原出版.
- 10) STEINMETZER, K. 1924. Die zeitlichen verhältnisse beim Durchwandern von Futter durch den Magendarmkanal des Huhnes. *Pflügers Archiv ges. Physiol.*, **206** : 500-505.
- 11) 安川正敏. 1956. 家鶏の筋胃及び小腸の運動. *日獣会誌*, **18** : 11~17.

SUMMARY

These experiments were conducted with 10 hens raised on a gritless ration. After the disappearance of grit from the digestive tract (Fig. 2), 4 kinds of experimental food (5-10, 10-20, 20-30 mesh size grain, mash) and chewing-gum ball (3-7mm in diameter) containing BaSO₄, glass ball (3-8mm in diameter) and grit (10-20 mesh size) were given to them for the investigation of the place of deposition of the bolus as well as the movements of the gizzard by X-ray observations. And the movements was also observed from the changes of position of the silver wire attached to the outside of the gizzard (Fig. 1).

The results are as follows :

- 1) On feeding different types of food, the first boluses were swallowed directly into the gizzard,

but the remainder lodged in the crop (Text-fig. 1). The directly swallowed amounts into the gizzard seemed to be few grams.

2) The place of deposition of the bolus was the same in any case of grain or mash feeding. And also the place was the same in any state of being hungry or full-fed (Figs. 3, 4, 5, 6).

3) Chewing-gum ball entered the crop (Fig. 7), glass ball and grit passed directly across the dorsal portion of the crop into the gizzard (Figs. 8, 9).

4) Almost all of the glass ball and grit never lodge into the crop even if in the full-fed state. The amount of grit intake is deemed just as much as necessary for the gizzard functions.

5) The gizzard sac at the relaxation pause present a cylinder shape inclining forward in the center of the abdominal cavity (Figs. 11, 12).

6) The gizzard sac was observed to present three waves (Text-fig. 2), namely two kinds of contractions and one relaxation. Firstly, the sac gradually began to incline backward and finally formed a reverse shape to the resting state (Figs. 14-16, 20-21). Secondly, it presented a round shape (Figs. 17,22), which occurred rapidly and powerfully, and then followed the relaxation of resting pause (Figs. 18, 23). Mean cycle of movement occurred at intervals of 20 sec.

7) The contraction of forming a reverse shape took longer interval than that of a round shape. The former occupied 8-10 sec. and the latter, 2-3 sec.

8) The silver wire attached to the outside of gizzard was not obviously influenced by the change in the shape and position of the gizzard throughout the contractions (Figs. 19-23). These facts suggest that the pattern of motility of the gizzard sac would not be peristaltic like the intestine, but they would be powerful contractions similar to those of the reticulum of ruminants.

9) It is very probable that the grinding action of the bolus in the gizzard would be carried out mainly at the stage of the round-shape contraction. And it is also suggested that the boluses would enter the gizzard just before the relaxation and pass into the duodenum at the round-shape contraction.

EXPLANATION OF PLATES 1-3.

Plate 1

- Fig. 1. The silver wire (1 mm in diameter, 10 mm in length) attached to the outside of gizzard.
A : straight B : curved

Following X-ray photographs show the place of deposition of the swallowed bolus, chewing-gum ball, glass ball and grit (Figs. 2-7, Plate 2, Figs. 8-10). These were taken indirectly from the left side of the fowl.

- Fig. 2. Before feeding experiments (after disappearance of grit from the digestive tract).
Fig. 3. Fed 2 g of mash at fasting state.
Fig. 4. Fed 10 g of grain (10-20 mesh size) at full fed state.
Fig. 5. 1 hour after feeding of Fig. 4.
Fig. 6. Fed 30 g of grain (5-10 mesh size) at fasting state.
Fig. 7. Fed chewing-gum balls (20 balls) at full fed state.

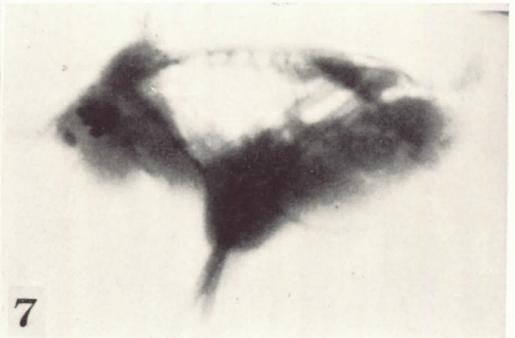
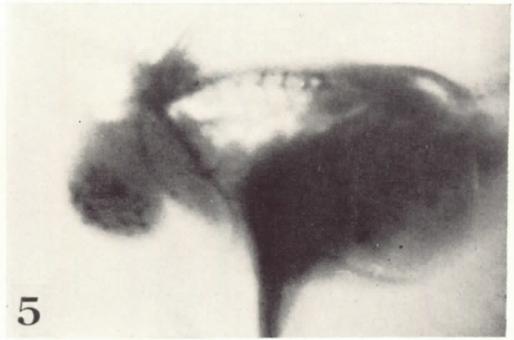
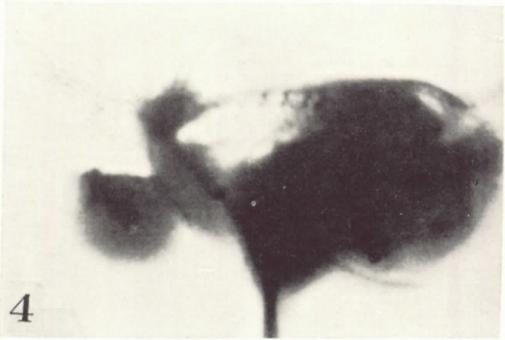
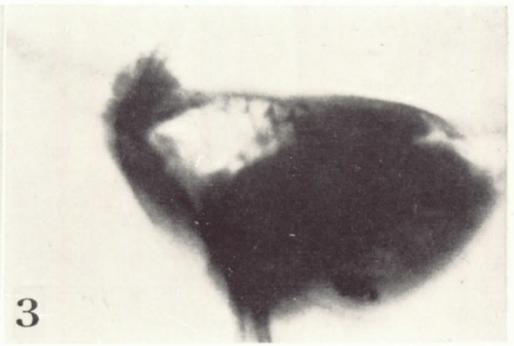
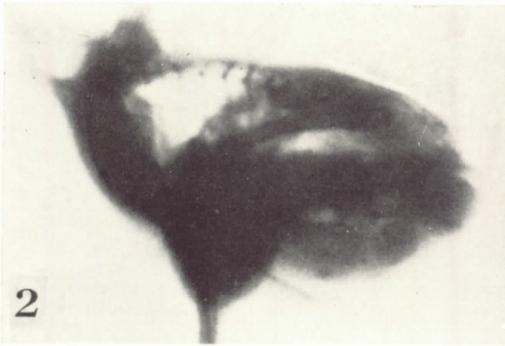
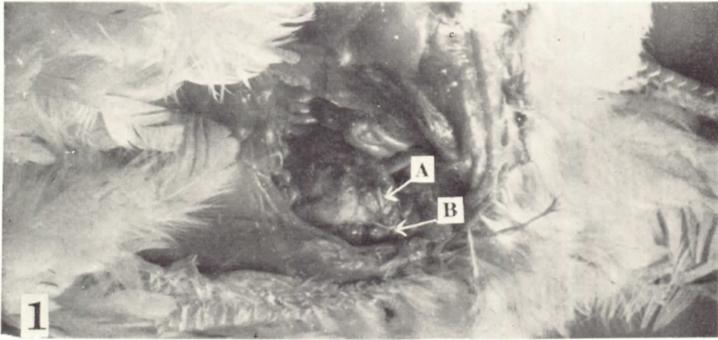


Plate 2

- Fig. 8. Fed glass ball (15 balls) at fasting state.
- Fig. 9. Fed full amount of grit at full fed state.
- Fig. 10. Fed chewing-gum ball and grit at full fed stata.
- Fig. 11. The gizzard sac. in which 25ml of barium gruel meal was administered through a catheter.
- Fig. 12. The gizzard sac filled with experimental food.

Following photographs show the changes in the shape and position of gizzard sac with the contractions (Figs. 12-15, plate 3, Figs. 16-18).

- Fig. 13. Relaxation of resting pause.
- Fig. 14. 2 second after the begining of contraction.
- Fig. 15. Reverse shape.

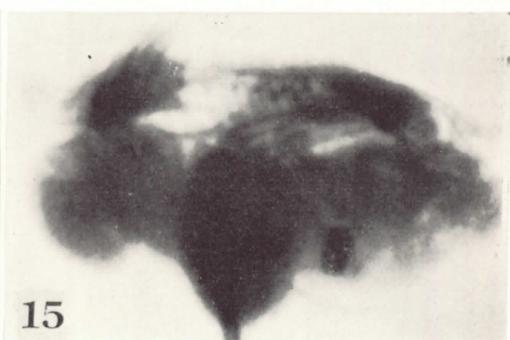
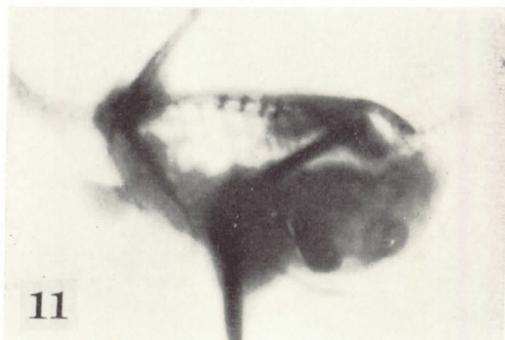
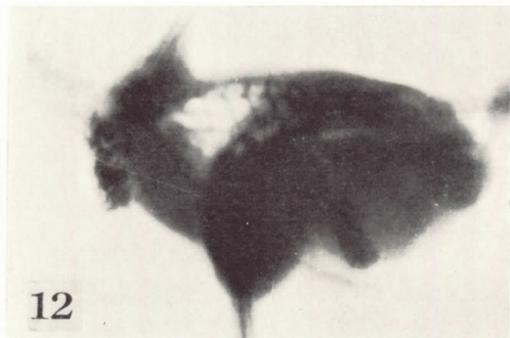
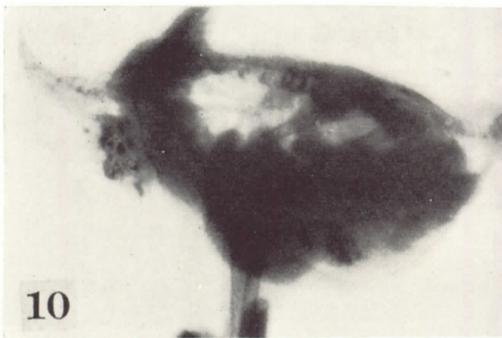
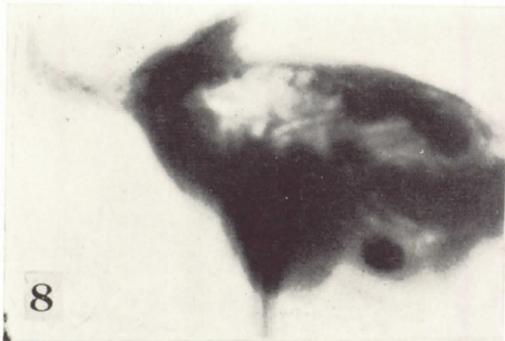


Plate 3

- Fig. 16. Reverse shape.
Fig. 17. Round shape-contraction.
Fig. 18. Just before resting pause.

Following X-ray photographs show the movements of the gizzard to which the silver wire set.

A : straight B : curved

- Fig. 19. Resting pause.
Fig. 20. Beginning of contraction.
Fig. 21. Reverse shape.
Fig. 22. Round shape-contraction.
Fig. 23. Resting pause.

