

家鶏胃内における食餌の移動について

安川 正敏・長野慶一郎・奥田 高夫

Food Transfer in the Stomach of Domestic Fowl

Masatoshi YASUKAWA, Keiichiro NAGANO and Takao OKUDA

(Laboratory of Veterinary Physiology)

I 緒 言

鶏消化管における食餌通過の問題については、既に STEINMETZER⁽¹⁾, HILLERMAN *et al.*⁽²⁾ 及び 斎藤ら⁽³⁾の諸報告がある。しかしこれらはいずれも、消化管を通過するに要する時間を測定したもので、消化管例えば筋胃のなかで、食餌がどのような径路で移動してゆくかについては、しられていない。また一方において、移動の原動力たる消化管運動に関しても、ASHCRAFT⁽⁴⁾, GROEBBELS⁽⁵⁾, FEDROVSKII⁽⁶⁾らの成績にもかかわらず、実態が明らかにされている、とはいいい難い。

著者の一人、安川⁽⁷⁾は腹窓法による観察から、筋胃及び小腸の運動が、哺乳類のそれと著しく相違することを確かめた。そこでこの特殊な運動にもとづいて、胃内（嗦嚢、腺胃及び筋胃）に進入した食餌の移動過程を知りたいと考え、本実験を行つたのである。

ところで哺乳類の単腔胃における食餌移動については、諸家⁽⁸⁻¹¹⁾によつて知見が述べられている。これらの結果は、動物の種類に関係なく共通しており、食餌は採食順に重積し、決して混交することなく、層状排列を保ちつつ、十二指腸に排出されるという。我々の成績では嗦嚢における移動は、哺乳類単腔胃の類型に属するが、筋胃はこれと全く異つており、消化生理における鶏の特異な性格が、この点にも見出されるのである。

II 実験方法

白色レグホーン種及び横斑プリマスロック種の成鶏（♂，♀）を使用した。

1. 嗦嚢内の食餌分布を調べる目的で 16~21 hr 絶食させ、嗦嚢内容が空乏した時に、食用色素で着色した豆腐粕を緑、白、赤の順に各 20 gm ずつ給与し、一定時間 (10 min~2 hr) 後に溶性メチル・ヘキサピタル静注 (0.2 gm/Kg, 10%) で麻酔死に到らしめ、直ちに消化管を剔出し、これを -20°C 内外の冷凍室に 1 日間放置凍結させ、切断して観察した。一部実験例については、抜毛した皮膚面から、採食後の嗦嚢運動を観察した。

2. 筋胃における食餌の移動を追究するために、つぎの実験を行つた。筋胃運動が観察できるように、右腹部に腹窓を設置し、更に嗦嚢上部皮膚を抜毛した供試鶏を、予め小麦又は玉蜀黍だけで飼養しおき、実験当日少量の小麦又は玉蜀黍 (5~10 gm) を与え、嗦嚢内の小麦 (玉蜀黍) が消失した直後に着色豆腐粕を採食させ、採食開始後第 1 回目の嗦嚢運動が起つた後の第 1 或は第 2 回目の筋胃運動発現直後に致死、以下上記 1 と同様に処理し、着色豆腐粕の移動を追跡した。

3. 筋胃からの排出を知る目的で行つた実験方法は成績に記載する。

III 成 績

1. 嗦 嚢

採食終了後、10 min (2 例), 30 min (4 例), 1 hr (3 例), 2 hr (1 例) の時間間隔で麻酔死させたが、結果はいずれも共通しており、時間差による変動は殆んど認められない。

空乏時の嗉嚢に進入した食餌は、上部食道と下部食道を結ぶ線に対し、反対側に当る底部（大彎部）から採食順に、即ち緑→白→赤の3層をなして、積み重なっている（Fig. 1~5）。初めに進入した食餌は大彎に沿って拮がり、つぎの食餌がその上に重なり、このようにして上下両食道を結ぶ線を中心とする、同心半円状の層積が形成される。内容量に応ずる嗉嚢の拡張は、主として大彎部に起り、上下両食道を結ぶ距離は殆んど変動しない。各層の境界は、しかし不規則な波状型を呈する場合が多い。この層積状態は2 hr 後においても維持され、10 min のそれと大差がない。ただ滲透した色素によつて、中間層の白色の淡染化が進行するに過ぎない。

ところで嗉嚢の正常運動は、抜毛した皮膚面からでも容易に観察しうるが、主体的なものは口側端から尾側端へ伝播する蠕動である。収縮はかなり強く、従つて内容加圧も大きいと思われるが、内容が攪拌、均一化されるには到らない。この点は下部食道への排出口附近でも同様で、やはり明確な3層が維持されている。Fig. 1~5の各例において、層積の形状が相違するように見えるのは、主として切断方向による人為的なもので、上述の基本的原則には変りはない。

つぎに嗉嚢からの内容排出は、必ずしも採食順に従うとは限らない。実験例についてみると、緑色より先に赤色が排出する例もあるし、また下部食道への排出口に近い3層が相並んで排出する場合もある。

以上は同質飼料についての場合であるが、小麦と豆腐粕を与えた例（Fig. 6）においても層積は認められた。しかし形態的条件を異にする異質飼料間の層積は、同質の場合程明確ではなく、境界線が崩れやすい。

2. 腺 胃

この部位における食餌移動については、格別の所見はない。強いて挙げれば、嗉嚢と筋胃に食餌が充満しているにかかわらず、腺胃のそれは極めて少量であるか、もしくは皆無に近い。実例で示すと、食餌を少量でも認めたのが9例、全く認められない場合が8例であつた（筋胃実験例を含む）。

3. 筋 胃

盲嚢形態の筋胃内で食餌はどのように移動して十二指腸に排泄されるのであろうか？

a. 前項に記載した方法によつて、追究した結果をつぎに述べる。

Fig. 7 は玉蜀黍飼養鶏に着色豆腐粕（赤）を採食させた後、第1回目の嗉嚢蠕動（完全型）が起つてから（採食開始より4 min 02 sec 後）、第1回目の筋胃蠕動発現（嗉嚢蠕動から6 sec 後）直後に致死せしめた例である。筋胃蠕動発現から致死、剔出の操作に約4 min を要したが、この間嗉嚢、筋胃ともに運動は発現しなかつた。発現しないのは麻酔剤のためばかりでなく、無保定の観察から、突然強く保定したことによる交感性抑制反射も関与していると思われる。従つてこの例は、筋胃に進入した食餌が、1回の筋胃蠕動でどの部位に推進されるかを、示すものといつてよい。本稿では黑白写真のため分布が判りにくい（color film では明瞭である）、赤色豆腐粕は Anterior sacculated portion 及び胃体背側部に分布し、Posterior sacculated portion にも少量が認められた。しかし腹側には全く認められなかつた。切断面ばかりでなく内部も全く同様である。

同様な実験として（小麦と豆腐粕使用）、筋胃蠕動が2回発現の例は Fig. 8 に示される。この1例における時間 data を挙げておくと、採食開始→第1回嗉嚢蠕動（完全型）→第1回筋胃蠕動→第2回筋胃蠕動の時間は、それぞれ2 min 04 sec, 10 sec, 36 sec で結局採食開始後2 min 50 sec 後に2回目の筋胃蠕動が起つている。なお2回目の筋胃蠕動と殆んど同時に、2回目の嗉嚢蠕動が発現している。筋胃内の豆腐粕は、前食の小麦と混じて背側のみならず、腹側にも分布しており、寧ろ後者により多く認められた。

b. 上述の成績から、Anterior sacculated portion に進入した食餌は、まず胃体部背側に押しやられ、Posterior sacculated portion を経て、つぎに腹側に移動することを知った。では腹側の末端、即ち幽門附近に到達した食餌はどうか？ 可能な道は、十二指腸に排出するか、それとも再び Anterior sacculated portion に進入するか、この両者以外はありえない。我々は小粒子は前者に従うが、粗大な食餌は後者の過程をとり、筋胃内を廻転的に移動しつつ砂石 (grit) によつて破碎され、細分化して排出されるものと推定した。

この推定を間接的に証明するために、つぎの実験を行つた。予め小麦のみで飼養した鶏に、当日少量の小麦を給した後、嗦嚢が全く空乏した直後に、着色豆腐粕を採食させ、一定時間後 (10 min~1 hr) に殺して、全消化管について観察したのである。

成績の1例を Fig. 9 に示そう。これは小麦 5 gm, 水 2 cc を与え、4 hr 後に豆腐粕 30 gm を給与してから 1 hr 後のものである。えられた所見は (1) 嗦嚢に麦粒が存在しない (2) 筋胃内の各部位に、ほぼ原形を保持する麦粒が散在している。いいかえると幽門附近に集中しているのではない。(3) 豆腐粕は既に小腸末端近くまで移行している (4) 破碎されていない麦粒は小腸に認められない、等である。同様な実験を 5 回行つたが、結果は一致している。

IV 考 察

1. 嗦嚢内に摂取された食餌が層積を保持する事実、及び層積の形態は、哺乳類単腔胃のそれ⁽⁸⁻¹¹⁾と全く一致している。ところで実験例において、採食後嗦嚢運動が発現したかどうかは、一応問題たりえよう。これについては、採食後嗦嚢運動を測定した1例(1 hr に蠕動が 19 回発現)の層積が、非測定のものと同じであつたし、また著者の一人、安川⁽¹²⁾が嗦嚢空乏時の蠕動周期を測定した成績では、47.5~68.1 sec (470 例の平均値信頼限界, $P=0.05$) であり、この周期は採食後に食餌の種類、採食量によつて増減するとしても、本実験の成績例は、すべて運動発現下における状態と考えて誤りあるまい。

つぎに嗦嚢の内面、特に上部及び下部両食道への移行部には、多数の線状皺襞が存在しており、上部食道開口部からは、大彎に向つて放射的に走り、大彎部尾側からは、下部食道開口部に向つて求心的に集合する。この構造は大彎部からの重積と排出に対し、効果的な役割を果たすと考えられる。元来、嗦嚢の主要な生理的機能は、食餌の貯蔵、湿潤、軟化にあるとされている。このことは、ともすると採食順に排出するという推定に導きやすい。しかし必ずしも採食された順に排出するのではない。内容量にも関連すると思われるが、後から進入し、そのために最上部に積み重なつた部分が、先に排出する場合も少くない。嗦嚢内の食餌が前後的な分布ではなく、垂直的に層積することから、排出順位には種々の case が考えられるし、少数ながら我々の実験例も、十分にそれを示している。

2. 腺胃内容が少量であるか、或は全く存在しないのは、恐らくこの部位における通過速度が迅速なためであろう。

3. 我々は筋胃内に進入した食餌は、Anterior sacculated portion → 胃体背側部 → Posterior sacculated portion → 胃体腹側部 → Anterior sacculated portion → …… の如く循環的に移動すると思ふ。こう考える根拠は、既に述べた実験的事実にあるが、更に筋胃の構造自体が、それを裏付けている。蛇足的かもしれない説明を Fig. 10 について加えたい。

まず腺胃からの開口部がかなり広いのに対し、幽門は深く刻まれた groove の谷底に、狭い帯状をなして開口している。最も広いところでも 1 mm に達しない。GROEBBELS⁽¹³⁾は筋胃には幽門反射

が存在しないという。幽門反射があるにせよないにせよ、この狭少な幽門は grit のみならず、麦粒のような粗大食餌の通過に大きな抵抗をもつであろう。生体内で tonus をもつ状態であれば尙更である。つぎに角質膜の多数の groove は、循環的移動を促進するように走っている。殊に胃体腹側末端の groove は Anterior sacculated portion のそれに、滑らかに接続している。

さて最後に、食餌移動の直接原動力たる、筋胃の正常運動について吟味してみよう。安川⁽⁷⁾が既に報告した通り、筋胃の運動はまず Anterior sacculated portion の収縮に始まり、これが背側 *M. lateralis* に伝えられ、この部の蠕動波として後端 (Post. sacc. portion) に進行する。同様に Posterior sacculated portion の収縮から、腹側 *M. lateralis* の蠕動波が起り前端 (幽門部、及びこれに接続する Ant. sacc. portion) に進行するのである。ここで注意すべきことは、幽門は蠕動波進行方向の線上ではなく、それとほぼ直角的に交叉して、開口していることである。即ちここにも幽門への排出を困難ならしめる一条件が見出されるのである。従つて内容の循環と運動の間には、なんらの矛盾も考えられない。というよりも、筋胃運動のこの特異性こそ、この実験を試みるに至つた出発点なのである。

以上の間接的であるにせよ、あらゆる角度からの吟味の結果は、筋胃内の循環的移動を疑いえないものとしている。

V 結 語

家鶏の胃内において、食餌がどのように移動するかを追究し、つぎの成績をえた。

1. 嚙嚢内の食餌は底部から、採食順に層積し、層積したままで排出される。
2. 嚙嚢からの排出は、採食順に従うとは限らない。
3. 筋胃に進入した食餌は、まず筋胃背側に推進し、つぎに腹側に移動する。
4. 粗大な食餌は、上述 3 の移動を循環的に反復しつつ、grit で破碎された後に、逐次排出する。

本実験の要旨は第 41 回日本獣医学会 (1956) において報告した。

文 献

- 1) STEINMETZER, K. : *Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol.*, **206**, 500 (1924).
- 2) HILLERMAN, J. P., KRATZER, F. H. and WILSON, W. O. : *Poultry Sci.*, **32**, 332 (1953).
- 3) 齊藤道雄, 木部久衛, 小川長恒 : 日畜会報, **26**, 別号 1, 19 (1955).
- 4) ASHCRAFT, O. W. : *Amer. J. Physiol.*, **93**, 105 (1928).
- 5) GROEBBELS, F. : *Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol.*, **224**, 687 (1930).
- 6) FEDROVSKII, N. P. : *Biol. Abst.*, **25**, 2684 (1951).
- 7) 安川正敏 : 日獣医誌, **18**, 11 (1956).
- 8) SCHEUNERT, A. : *Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol.*, **114**, 64 (1906).
- 9) SCHEUNERT, A. : *Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol.*, **169**, 201 (1917).
- 10) SCHEUNERT, A. u. KIOK, F. : *Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol.*, **193**, 16 (1922).
- 11) 川崎元一 : 日生理誌, **4**, 193 (1939).
- 12) 安川正敏 : 畜産の研究, **10**, 1187 (1956)

R é s u m é

The present investigation was undertaken to find the process of food transfer in the crop and stomach of domestic fowl.

1. The food entering the crop is piled up from the ventral side in the regular order of deglutition, while it does not always leave the crop in the feeding order.

2. The food entering the gizzard proceeds to the dorsal side through the anterior sacculated portion, then transfers to the ventral side across the posterior sacculated portion.

3. The comparatively large sized, and hard grains go round the above mentioned course repeatedly.

During the circulation they are gradually broken up to the small particles by the grits, and passed out into the duodenum.

Explanation of Plates

1. Fig. 1~5 : The longitudinal section of the crop and the gizzard.
 Fig. 1 : 10 minutes after the feeding. Fig. 2 : 30 minutes after the feeding. Fig. 3~4 : 1 hour after the feeding. Fig. 5 : 2 hours after the feeding.
 1 : The first portion of esophagus. 2 : The second portion of esophagus. 3 : The opening of first portion of esophagus into the crop. 4 : The crop. 5 : The opening of the crop into the second portion of esophagus. 6 : The proventriculus. 7 : The gizzard. 8 : The junction of the proventriculus and the gizzard (Fundus). 9 : The anterior sacculated portion. 10 : The posterior sacculated portion. 11 : *M. lateralis dorsalis*. 12 : *M. lateralis ventralis*, 13 : The pyloric opening. 14 : The duodenum. 15 : The end part of the small intestine. G : Green colored food. W : White colored food. R : Red colored food. Wh : Wheat. C : Corn. Gr : Grit.
2. Fig. 6 : 30 minutes after the feeding of the red colored food following a meal of wheat.
3. Fig. 7 : View of the gizzard immediately after the first peristalsis, following the first peristalsis of the crop after a meal (red colored food).
 Fig. 8 : View of the gizzard immediately after the second peristalsis, following the first peristalsis of the crop after a meal (red colored food).
4. Fig. 9 : The fowl had been fed on wheat beforehand, and 4 hours later was provided with the colored food. One hour after the meal the fowl was sacrificed.
5. Fig. 10 : The hornified epithelial grooves of the gizzard.



Fig. 1.

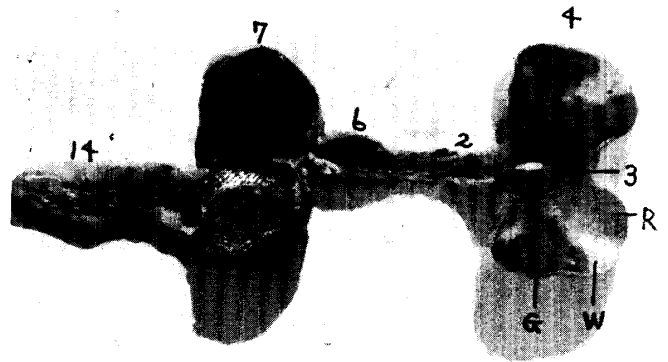


Fig. 2.



Fig. 3.

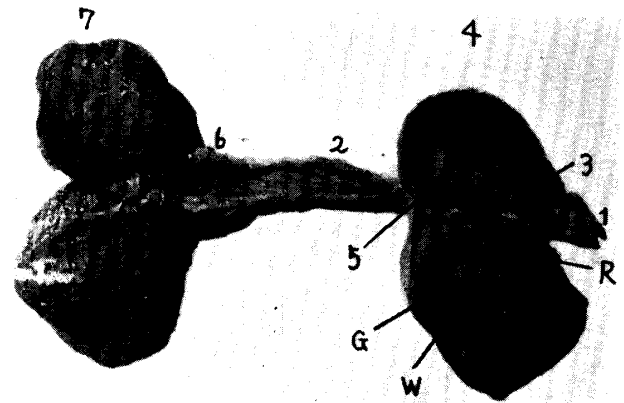


Fig. 4.

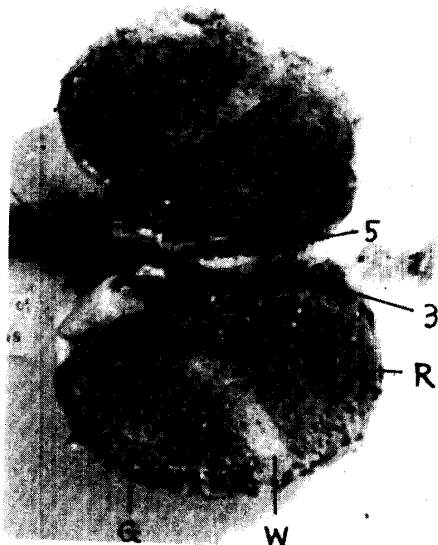


Fig. 5.

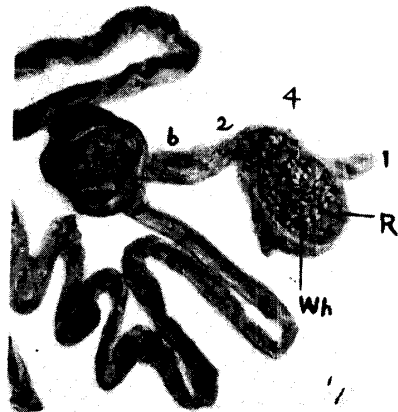


Fig. 6.

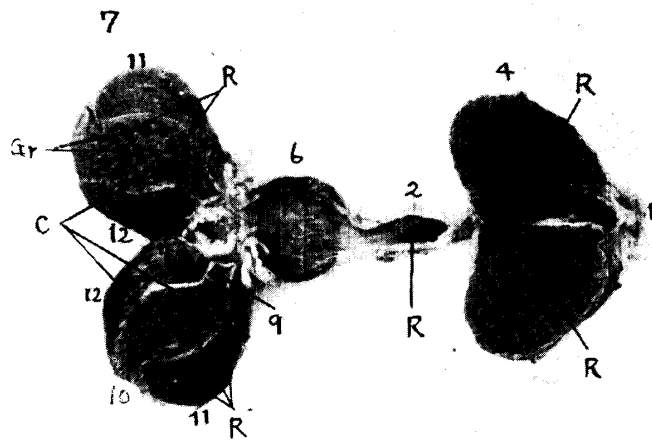


Fig. 7.

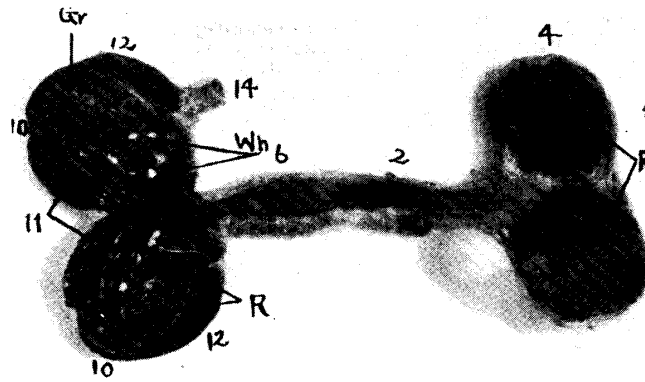


Fig. 8.

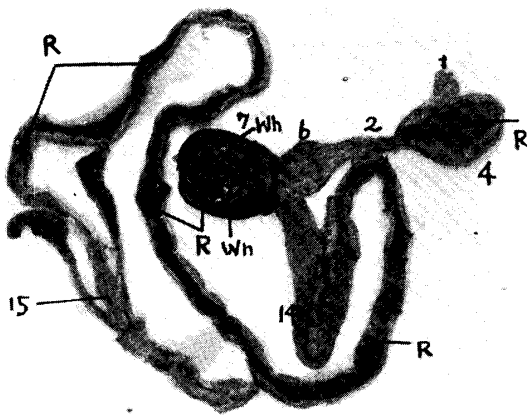


Fig. 9.

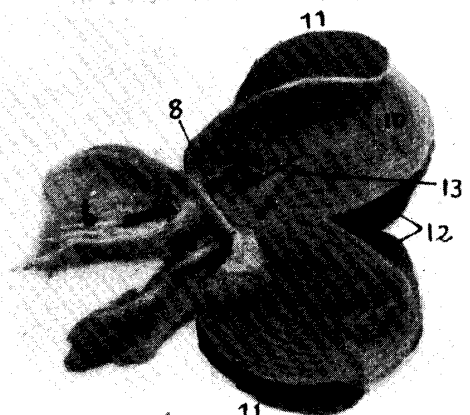


Fig. 10.