

## 鶏の消化に関する基礎的研究

### V. 砂礫給与が筋胃の化学組成に及ぼす影響

山 谷 洋 二・大 谷 勲

(広大水畜産学部畜産学科)

## Fundamental studies on the Digestion in the Domestic Fowl.

### V. Effect of Grit on the Chemical Composition of Gizzard.

Yoji YAMATANI and Isao OTANI

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

(Fig. 1; Tables 1-5)

鶏は口腔に歯を欠くため、摂食嚥下された食塊は筋胃囊内で、その収縮運動によって共存する砂礫と攪拌されることにより磨細される。従って筋胃は食塊の機械的消化に重要な役割を果している。筋胃囊の内側は強靱な粘膜で覆われており、粘膜の外側には厚い強固な筋層が取り巻き、その収縮運動は非常に強い。砂礫の給与<sup>1-3)</sup>や繊維の給与<sup>4-5)</sup>が筋胃の発達を促進し、また筋胃の収縮圧を高めるという報告がある。著者等は既にX線観察によって砂礫給与鶏において筋胃の収縮運動が活発になること<sup>6)</sup>、筋胃の発達が顕著なこと<sup>7)</sup>、および飼料の粗繊維の消化率が向上すること<sup>8)</sup>を認めたので、今回は砂礫給与による筋胃の発達を更に屠体について確め、特に筋胃筋肉の収縮力に直接関係のあると考えられる<sup>9)</sup>ミオフィブリールの量に及ぼす砂礫給与の影響を検討したので報告する。

### 実 験 方 法

1. 供試鶏 昭和43年2月3日に孵化した市販のブロイラー兼用種(白色コーニッシュ×ニューハンブシャー♀)初生雛100羽を50羽ずつの砂礫無給与群(対照区)と砂礫給与群(砂礫給与区)とに分かれ、前者に各種の大きさの砂礫を給与したほかは全て同一の飼養条件で8週令時まで育雛を行なった。

2. 育雛方法 4週令時までは電熱式育雛器に、それ以後は中雛用育雛器に区別に収容し飼料は両区とも市販のチックフードの一定量を朝夕2回、飼料桶中に投与して不断給餌を行なった。与えた飼料の組成は水分10.2%、粗蛋白19.4%、粗脂肪3.6%、可溶無窒素物59.4%、粗繊維2.5%、粗灰分4.8%である。また水は自動給水器により自由に飲吸させた。一週間毎に体重測定を行ない、給与量と飼料桶中の残食量の差から摂食量を求めた。

3. 砂礫の給与及び糞中からの回収 供試した砂礫は川砂を各種目篩のタイラー標準篩を用いて4種類の大きさに篩分けし、週令に応じて小粒のものから1種又は3種類を混合して、飼料とは別の桶中に投与して自由に啄食せしめた。なお与えた川砂の粒度は6~8メッシュ、8~10メッシュ、10~12メッシュ及び12~14メッシュである。砂礫の給与は1週令時から始め、各週毎に給与量と残量との差から摂取量を求めた。一週間毎に排泄された糞を集めて水を加えて溶解し、沈降法を繰り返して沈降する砂礫を集め、篩分けしてからその重量を測定した。

4. 筋胃の測定 筋胃の発達の状態を検討するために4週令時及び8週令時に、対照区及び砂礫給与

区の各9羽を選別して屠殺，放血後開腹して筋胃を取り出し，筋胃筋肉重量，筋胃粘膜重量及び筋胃囊内の砂礫滞留量を測定した，なお筋胃の形態を知るために前報<sup>7)</sup>に従って筋胃の縦軸と横軸の長さおよび厚さを測定した。

5. 筋胃筋肉の分別 筋胃筋肉の分別は骨骼筋の場合を準用して大略 HELANDER の方法<sup>10)</sup>に従って行なった。予め磨細した筋胃筋肉試料に10倍容の0.025M 磷酸緩衝液 (pH. 7.4) を添加して10分間穏かに攪拌して弱イオン強度の溶媒で溶出する筋漿区分を分離する。同様の抽出を3度繰返した後遠心分離して上澄液と抽出残渣に分ける。上澄液に等容の10% トリクロル酢酸溶液を添加して生成した沈殿を遠心分離して筋漿蛋白区分とし，上澄液を非蛋白空素区分とした。一方抽出残渣には10倍容の強イオン強度の溶媒 (1.1M KI+0.1M 磷酸緩衝液, pH. 7.4) を添加，3分間強くホモゲナイズしてミオフィブリンを分離抽出する。同様の抽出を3度繰返した後，遠心分離して上澄液をミオフィブリン区分，抽出残渣を基質区分とした。各分別区分の空素はケールダール法によって定量した。

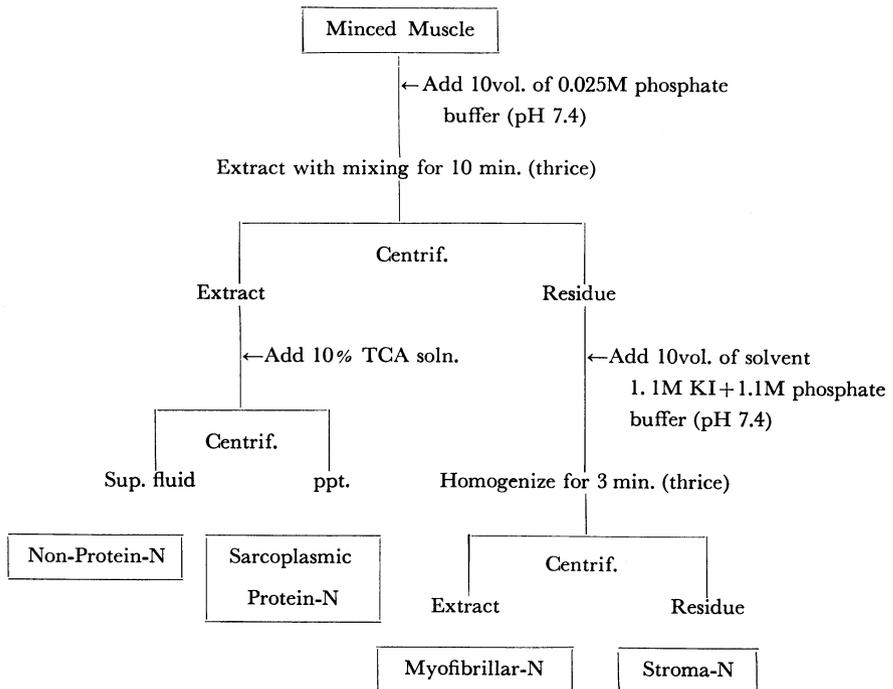


Fig. 1 Fractionation of Gizzard Muscle

### 実験結果と考察

1. 砂礫の摂取と糞中への排泄 砂礫給与区の雛1羽当たり1週間の砂礫の摂取量および排泄量を Table 1 及び Table 2 に示した。育雛の進むにつれて砂礫の摂取量は1羽当たりについても，体重100g 当たりについても増加するが6週令時をこえるといずれも減少する。又摂取される砂礫の大きさは成長につれて大きくなり HEUSER<sup>11)</sup>の結果と同様の傾向がみられた。糞中に回収された砂礫の量は摂取された砂礫の量の約80%であったが，これは糞中に排泄された砂礫の大きさが摂取された砂礫の大きさより小さい事とも伴せて，砂礫が筋胃の中で磨細され回収の際に細砂となって流失したためと考えられる。然し摂取された6~10メッシュの砂礫の約1/3がそのまま糞中に排泄された。砂礫を常時自由摂取させるとその食下量，排泄量ともに大きく，筋胃内滞留時間も短かくなり砂礫の要求量が大きくなる様と考えられる。

Table 1. Amounts of Grit Intake (g/head/week)

| Age in weeks | Size of Grit fed (mesh) |      |       |       | Total | Grit intake per 100g of Body weight |
|--------------|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------------------------------------|
|              | 6~8                     | 8~10 | 10~12 | 12~14 |       |                                     |
| 1~2          |                         |      |       | 0.6   | 0.6   | 0.41                                |
| 2~3          |                         |      | 2.5   | 1.9   | 4.4   | 0.67                                |
| 3~4          |                         | 3.1  | 2.1   | 2.4   | 7.6   | 1.90                                |
| 4~5          | 6.4                     | 11.3 |       |       | 17.7  | 3.01                                |
| 5~6          | 12.2                    | 9.8  | 10.0  |       | 32.0  | 4.26                                |
| 6~7          | 12.3                    | 11.5 | 2.1   |       | 25.9  | 2.66                                |
| 7~8          | 12.7                    | 9.2  |       |       | 21.9  | 1.84                                |
| Total        | 43.6                    | 44.9 | 16.8  | 4.9   | 110.2 |                                     |

Table 2. Amounts of Grit recovered in feces (g/head/week)

| Age in weeks | Size of Grit recovered (mesh) |      |       |       |      | Total |
|--------------|-------------------------------|------|-------|-------|------|-------|
|              | 6~8                           | 8~10 | 10~12 | 12~14 | <14  |       |
| 1~3          |                               |      | 1.0   | 0.9   | 0.9  | 2.8   |
| 3~4          |                               | 1.8  | 1.6   | 2.0   | 1.0  | 6.4   |
| 4~5          | 2.7                           | 5.3  | 1.1   | 1.1   | 2.7  | 12.9  |
| 5~6          | 2.8                           | 6.4  | 3.7   | 2.4   | 11.0 | 26.3  |
| 6~7          | 2.4                           | 4.4  | 2.0   | 1.5   | 9.8  | 20.1  |
| 7~8          | 1.8                           | 3.5  | 1.5   | 1.3   | 9.5  | 17.6  |
| Total        | 9.7                           | 21.4 | 10.9  | 9.2   | 34.9 | 86.1  |

Table 3. Effect of grit on the growth of chick

| Age in weeks | Body weight (g) |      | Feed intake (g) in week |     | Feed efficiency |      |
|--------------|-----------------|------|-------------------------|-----|-----------------|------|
|              | A*              | B**  | A                       | B   | A               | B    |
| 0            | 38              | 38   |                         |     |                 |      |
| 1            | 69              | 69   | 44                      | 44  | 0.70            | 0.70 |
| 2            | 141             | 145  | 127                     | 126 | 0.57            | 0.60 |
| 3            | 253             | 363  | 210                     | 210 | 0.53            | 0.54 |
| 4            | 398             | 400  | 286                     | 275 | 0.51            | 0.50 |
| 5            | 582             | 588  | 278                     | 282 | 0.49            | 0.49 |
| 6            | 729             | 751  | 444                     | 444 | 0.33            | 0.37 |
| 7            | 945             | 974  | 550                     | 525 | 0.39            | 0.42 |
| 8            | 1171            | 1190 | 578                     | 556 | 0.39            | 0.39 |

\*A : Average for the birds fed with grit.

\*\*B : Average for the birds fed without grit.

2. 雛の成長 雛の生長に及ぼす砂礫給与の影響を Table 3 に示した。8週令時における平均体重は対照区では 1171 g,<sup>3)</sup> 砂礫給与区では 1190 g であって、砂礫給与による成長に若干の改善がみられたが、個体差も大きく、両区の間で増体重及び飼料効率における有意差が認められなかった。これは飼料に粉餌を用いたため前報に示したように砂礫の給与による著しい消化率の向上が行なわれなかったためと考

えられる。

3. 筋胃の発達 砂礫給与が筋胃の発達に及ぼす影響を Table 4 に示した。4 週令時には筋胃筋肉重量、筋胃粘膜重量及び筋胃の形態のいずれも対照区と砂礫給与区との間に有意の差が認められなかった。

Table 4. Effect of grit on the development of gizzard

| Age in weeks                      |                   | 4    |      | 8     |       |
|-----------------------------------|-------------------|------|------|-------|-------|
| Group                             |                   | A    | B    | A     | B     |
| Body Weight (B.W.) (g)            |                   | 398  | 400  | 1171  | 1190  |
| Gizzard Muscle Weight (GMW) (g)   |                   | 9.41 | 9.44 | 19.72 | 27.28 |
| GMW/B.W. (%)                      |                   | 2.36 | 2.36 | 1.68  | 2.30  |
| Weight of gizzard mucosa (g)      |                   | 1.01 | 1.04 | 1.77  | 2.25  |
| Amount of grit in gizzard sac (g) |                   | 0    | 2.36 | 0     | 7.40  |
| Size of gizzard (cm)              | Longitudinal axis | 4.06 | 4.02 | 4.74  | 5.20  |
|                                   | Transversal axis  | 3.58 | 3.62 | 4.01  | 4.73  |
|                                   | Width             | 2.00 | 2.02 | 2.31  | 2.65  |
|                                   | L. axis/T. axis   | 1.13 | 1.11 | 1.18  | 1.10  |

一方筋胃内の砂礫滞留量が1羽当たり平均 7.4g であった8 週令時の砂礫給与区では、筋胃筋肉重及び筋胃粘膜重が対照区と比べて著しく増加し、体重に対する筋胃筋肉重の割合も対照区の 1.68 に比べて砂礫給与区では 2.30 であって著しく大きい。更に筋胃の形態も砂礫給与区では対照区に比べて横軸の伸長が著しく丸味を帯びて張りがあり、著しい筋胃の発達が認められた。

4. 筋胃筋肉成分の変化 次に砂礫給与鶏の筋胃の収縮運動が活発になる原因を調べるために筋胃筋肉の分別を行なった。筋胃筋肉は心筋様の構造をしているが、骨骼筋の場合を準用して大略 HELANDER<sup>10)</sup>の方法に従って分別した結果を Table 5 に示した。4 週令時における筋胃筋肉の各分別区分の全Nに占める割合は砂礫給与区と対照区との間で殆んど差がないが、8 週令時には両区の間には僅かの差が認められた。

Table 5. Effect of grit on the gizzard muscle composition

| Age in weeks                                |                        | 4    |      | 8    |      |
|---|------------------------|------|------|------|------|
| Group                                       |                        | A    | B    | A    | B    |
| Total N (mg) in whole gizzard muscle        |                        | 675  | 670  | 1435 | 2060 |
| Total N (%) in fresh muscle                 |                        | 7.16 | 7.10 | 7.28 | 7.55 |
| percentage in total N                       | non-Protein-N          | 6.6  | 6.5  | 6.6  | 6.9  |
|   | Sarcoplasmic Protein-N | 25.3 | 25.0 | 24.7 | 24.6 |
|   | Myofibrillar-N         | 35.4 | 36.0 | 34.7 | 35.8 |
|   | Stroma-N               | 32.7 | 32.6 | 33.9 | 32.8 |
| Myofibrillar-N (mg) in whole gizzard muscle |                        | 239  | 241  | 502  | 737  |

筋胃筋肉の全 N に占めるミオフィブリン態Nの割合は4 週令時には、砂礫給与区では 36.3 %、対照区では 35.4%、8 週令時には、砂礫給与区では 35.8%、対照区では 34.9%となって、両区共に4 週令時の方が僅かに高い。8 週令時の砂礫給与区のミオフィブリン態Nの割合は対照区よりも僅かに高いが、差は有意ではなく、砂礫給与が発育中の雛の筋胃筋肉のミオフィブリン態の割合に

著しい影響を与えるとは認められなかった。

一方砂礫給与区の筋胃の発達が非常に著しいことを考慮すれば、筋胃筋肉のミオフィブリールの含量は砂礫給与区では 737 mg となり、対照区の 502 mg と較べて非常に増加している (Table 5)。GOLDSPINK は筋肉の収縮力が筋繊維のミオフィブリール含量に直接的な関係のあることを認めているから<sup>9)</sup>、上述の結果から、砂礫給与鶏において筋胃の収縮運動が活発化する一因は、筋胃筋肉のミオフィブリール含量の著しい増加によるものと考えられる。

## 要 約

砂礫給与鶏において筋胃の収縮運動が活発になる原因を調べるために、砂礫給与が筋胃の発達および化学組成、特に筋胃の収縮力に関係のあるミオフィブリールの量に及ぼす影響を検討した。

1) ブロイラー兼用種の雛 100 羽を砂礫給与区および砂礫無給与区に分ち、砂礫給与の有無以外は同一の飼養条件で 8 週間飼育した。

2) 育雛につれて摂取される砂礫の量および大きさが大きくなるが、6 週令時を越えると摂取量が低下する。糞中に排泄される砂礫の大きさは摂取された砂礫よりも小さい傾向があるがかなり大きいものも認められた。

3) 砂礫給与区における増体重および飼料効率の改善は殆ど認められなかった。

4) 砂礫給与区では 8 週令時において筋胃の発達が著しかった。即ち、砂礫無給与区の筋胃筋肉重が 19.7 g、粘膜重が 1.77 g、筋胃の縦軸が 4.74 cm、横軸が 4.01 cm、厚さが 2.31 cm、筋胃筋肉の全窒素量が 1.44 g であるのに対し、砂礫給与区ではそれぞれ、27.3 g, 2.25 g, 5.20 cm, 4.73 cm, 2.65 cm, 2.06 g であった。尚筋胃内の砂礫の滞留量は 4 週令時においては 2.36 g, 8 週令時においては 7.40 g であった。

5) 筋胃の全窒素に占めるミオフィブリール態窒素の割合は、4 週令時においては、砂礫給与区では 36.3%、無給与区では 35.4%、8 週令時においては、砂礫給与区では 35.8%、無給与区では 34.9% となつて、いずれも砂礫給与区の方が僅かに高く、両区共に 4 週令時の方が僅かに高い。しかし差はいずれも有意ではなく、砂礫給与が发育中の雛の筋胃筋肉のミオフィブリールの割合に著しい影響を与えるとは認められなかった。一方、砂礫給与区の筋胃の発達は非常に著しく、筋肉の収縮力に直接的な関係があるとされているミオフィブリールの絶対量は非常に増加していることになるから、砂礫給与鶏において筋胃の収縮運動が活発になる一因は、筋胃筋肉のミオフィブリール含量の著しい増加によるものと考えられる。

## 文 献

- 1) BIRD, M. R. OLSON, E. R., ELVEBEW, C. A., and HART, E. B.: Poultry Sci., **16**, 238-242 (1937).
- 2) SCOTT, M. L., and HEUSER, G. F.: Poultry Sci., **36**, 276-283 (1957).
- 3) SPENCER, J. E., and JENKINS, N. F.: Brit., Poultry Sci., **4**, 147-159 (1963).
- 4) HILL, J. E., and JENKINS, N. F.: Poultry Sci., **33**, 195-198 (1954).
- 5) 木部久衛, 田先威和夫, 齊藤道雄: 日畜会報, **35**, 159-166 (1954).
- 6) 大谷 勲: 広大水畜紀要, **6**, 457-468 (1966).
- 7) 大谷 勲: 広大水畜紀要, **7**, 119-129 (1967).
- 8) 大谷 勲, 山谷洋二, 佐々木正雄: 広大水畜紀要, **7**, 281-289 (1968).
- 9) GOLDSPINK, G.: Am. J. Physiol., **209**, 100-104 (1965).
- 10) HELANDER, E. A. S.: Biochem. J. **78**, 478-482 (1961).
- 11) HEUSER, G. F.: Feedstuff, March, **29**, 948 (1958).

## SUMMARY

In order to elucidate the cause of the active gizzard movement of chick fed with grit, the effects of grit feeding on the development of chick gizzard and the myofibril content of the gizzard muscle were studied.

After feeding two groups of 50 male broiler day-old chicks, one group with and another without grit, for 8 weeks, the birds were killed and their gizzard removed for examination.

1) An improvement was hardly observed on the body weight gain and the feed efficiency with grit feeding.

2) The development of gizzard was largely improved with grit feeding. The fresh muscle weight, mucosa weight, size and muscle total N content of the gizzard from chicks fed with grit were all larger than those from chicks fed without grit.

3) The percentage of myofibrillar N in the total N content of the gizzard muscle from chicks fed with grit was 35.8% at 8 weeks old, whereas that from chicks fed without grit was 34.9%. Although the difference was not significant between these two values, absolute content of myofibrillar N should be largely increased with grit feeding, since the total N content of the gizzard muscle from chicks fed with grit was remarkably large compared with those from chicks fed without grit.

As the contractile tension of a muscle is thought to be directly related to the myofibril content of muscle fibers, the increased myofibril content with grit feeding must be considered as a cause of active gizzard movement.