

卵形成時における卵殻腺液のカルシウム・カリウム・ナトリウム量の変動について

古賀, 脩
九州大学農学部

松尾, 昭雄
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/21518>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 18 (1), pp.35-40, 1960-10. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

卵形成時における卵殻腺液のカルシウム・カリウム・ナトリウム量の変動について

古賀 脩・松尾 昭雄

On the variation of calcium, potassium and sodium concentration in the shell gland fluid during egg formation in laying hens

Osamu Koga and Teruo Matsuo

鶏の卵殻腺（子宮部）shell gland から分泌されるいわゆる卵殻腺液 shell gland fluid（子宮液 uterine fluid）については詳細な知見に乏しく、特にその分泌量および組成が卵形成の時間的経過にもなつて、どのように変動するかについてはまだほとんど知られていない。

Beadle et al. (1938) はまだ卵殻が形成されていない卵の存在する卵殻腺に、ゴム製のカテーテルを挿入し、その採取液の無機成分を定量するとともに、卵白のこれらの成分は卵殻の形成前と形成後において差があることを報告している。また Hoover and Smith (1958) は卵殻腺液採取のために特別なガラス製カテーテルを考案して分泌液を採取し、液量はカテーテルの大きさによる機械的な刺激の程度と必ずしも比例していないこと、および卵管の生理的状态によつて著しく影響され、いわゆる plumping period の時最高であることを報告している。

著者等 (1959) はさきに卵形成の機構に関する研究の一部として、卵形成および日周期にもなつておこる血清カルシウム量の変動について報告したが、本報はこれにつづき産卵鶏の卵殻腺液の液量ならびにそのカルシウム・カリウム・ナトリウムの含量が、卵形成の時間的経過にもなつてどのように変動するかを追究し、さらに血清中のそれらの無機成分の変動と比較検討した結果をとりまとめたものである。

材料および方法

実験には個体別のケージに飼養している白色レグホン種の産卵鶏 25 羽を用い、飼料は市販のオールマッシュ配合飼料を常時給与し、水とともに自由に摂取させた。

卵殻腺液の採取は卵形成の時間的経過を考慮してつぎの 4 期に分けて行なつた。すなわち 1) 排卵された卵がまだ卵殻腺に達していない時期（産卵後約 0～5 時間）2) 卵は卵殻腺に達しているがカルシウムの沈着がほとんど行なわれていない membranous egg の時期（同約 5～10 時間）3) わずかにカルシウムの沈着が認められる slightly calcified egg の時期（同約 10～13 時間）4) 卵殻形成がほぼ完成した hard shell egg の時期（同約 20～24 時間）である。

卵殻腺液の採取にあたっては、Hoover and Smith (1958) の方法に準拠し、長径約 4 cm、短径約 2.5 cm の卵形ガラス製カテーテルを用いた。まず特別に作製した保定台に鶏を保定し、腔部を通じて指を卵殻腺内に入れ、その指に沿ってカテーテルを挿入した。この操作は卵殻腺に卵が存在するときにも卵を排出させないままカテーテルを挿入したので、このような場合には卵殻腺内に形成中の卵とカテーテルが同時に存在する状態となつた。カテーテル挿入後液の滴下速度がほぼ一定となつた時期（具体的には挿入後約 10 分）から始めて 1 時間滴下する液を遠沈管に受け、その量ならびに成分を定量した。

カルシウムの定量は柳沢 (1953) の方法に従い、またナトリウムとカリウムは Mosker et al. (1949) および Proehl and Nelson (1950) の方法に準じて定量した。

血液は卵殻腺液の採取後翼下静脈から 1.5~2.0cc を採取して血清を分離し、卵殻腺液と同じ方法でその成分を定量した。

なお実験に供した鶏のなかには 1 羽から数回くりかえし卵殻腺液を採取したのものもあつたが、この場合には前回のカテーテル挿入によつて攪乱された産卵状態が、正常に回復したことを確かめた上で使用した。

結果および考察

まずカテーテル挿入後分泌される液量およびその成分の経時的変動を確かめるため、分泌量の多い時期すなわち卵殻腺に membranous egg および slightly calcified egg の存在する状態の 6 例について、カテーテル挿入後 20 分ごとに区分して 2 時間にわたり分離採取し、液量およびその無機成分を定量した。その結果は第 1 表に示す通りである。

Table 1. Changes of volume and composition of shell gland fluid after catheter insertion.

| Time after insertion (minutes) | Volume (cc) M ± S.E.* | Calcium (mg/100cc) M ± S.E.* | Potassium (mg/100cc) M ± S.E.* | Sodium (mg/100cc) M ± S.E.* |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 0 - 20 | 2.3 ± 0.8 | 5.1 ± 0.5 | 48.3 ± 4.7 | 303 ± 8.3 |
| 20 - 40 | 2.0 ± 0.4 | 6.2 ± 0.5 | 50.0 ± 4.7 | 320 ± 9.6 |
| 40 - 60 | 1.8 ± 0.4 | 5.4 ± 0.6 | 47.5 ± 3.9 | 319 ± 9.3 |
| 60 - 80 | 1.8 ± 0.4 | 5.6 ± 0.5 | 47.2 ± 3.5 | 323 ± 4.3 |
| 80 - 100 | 1.6 ± 0.3 | 5.1 ± 1.2 | 47.7 ± 3.7 | 312 ± 3.7 |
| 100 - 120 | 1.6 ± 0.3 | 5.1 ± 1.0 | 50.2 ± 3.4 | 313 ± 6.3 |

* Mean ± Standard error

これによると採取量は最初の 20 分が 2.3 cc で、その後しだいに減少して 1.6 cc にまで低下した。分散分析法により検定したところ時間的経過によつて分泌量には差があると認められ ($P < 0.01$)、Hoover and Smith (1958) が分泌速度は 2~3 時間では常に一定であると述べているのと異なつた結果が得られた。

もつとも成分の含有量については、カルシウム・カリウム・ナトリウムのいずれにも採取時間を通じて差は認められなかつた。

つぎに卵形成の時間的経過にともなつて、卵殻腺液の液量ならびに各成分がどのように変動するかを見るために、さきに述べた卵形成の4時期に得られた液について測定した結果を、それぞれの時期における血清成分の測定値と比較対照すると第2表の通りである。

Table 2. Ionic composition of serum and shell gland fluid in laying hens.

| | State of egg in shell gland | Volume (cc/hr.) | | Calcium (mg/100cc) | | Potassium (mg/100cc) | | Sodium (mg/100cc) | |
|-------------------|-----------------------------|-----------------|---------|--------------------|----------|----------------------|------------|-------------------|------------|
| | | No. of samples | M±S.E.* | No. of samples | M±S.E.* | No. of samples | M±S.E.* | No. of samples | M±S.E.* |
| Serum | Membranous egg | | | 15 | 22.2±1.2 | 11 | 18.3±1.3 | 12 | 360.3±7.0 |
| | Slightly calcified egg | | | 5 | 22.5±2.7 | 5 | 16.6±1.8 | 5 | 322.2±6.7 |
| | Hard shell egg | | | 10 | 19.5±1.6 | 10 | 16.2±0.9 | 10 | 354.1±8.8 |
| | No egg | | | 14 | 22.1±1.5 | 11 | 16.5±0.7 | 10 | 342.7±5.7 |
| Shell gland fluid | Membranous egg | 16 | 4.9±0.7 | 15 | 4.3±0.4 | 14 | 57.2±4.4 | 13 | 320.5±4.0 |
| | Slightly calcified egg | 5 | 7.2±1.3 | 4 | 15.4±3.7 | 5 | 61.1±12.4 | 5 | 281.4±31.6 |
| | Hard shell egg | 10 | 4.0±0.5 | 10 | 18.1±2.2 | 6 | 230.3±10.6 | 9 | 185.6±16.7 |
| | No egg | 14 | 1.0±0.1 | 14 | 18.9±2.8 | 10 | 220.8±17.4 | 11 | 183.1±21.1 |

* Mean ± Standard error

第2表に示すように、分泌液量は卵が卵殻腺に達してまだカルシウムの沈着が十分に行なわれていない頃が多く、1時間当り5～7ccの液が得られるが、産卵後は著しく減少することが認められた。この場合、卵殻腺に卵が存在する時と存在しない時とでは、卵殻腺に対する機械的な刺激の大きさが異なるので、このままただちに結論を出すことはできないが、傾向としては分泌量は卵管の卵形成にともなう生理的な状態によつて影響されるとする Hoover and Smith (1958) の結果と一致しているものと考えられる。

つぎにカルシウム量は血清では各時期別による差は見出されなかつた。しかしさきに報告した(古賀・松尾, 1959)ように、血清カルシウム量が最も低下する時期は、slightly calcified egg と hard shell egg の時期の中間に当たつているので、本実験では採血の時間的關係から差が見られなかつたものと推察される。

これに対し卵殻腺液中のカルシウムは、membranous egg の時期に少なく、カルシウムの沈着が行なわれている時期および産卵後に著しく多いという結果が得られた。Burmes-ter (1940), Bradfield (1951) 等によれば、卵が卵殻腺に達して最初の数時間は、水分の付加により卵の容積が増加し、カルシウムの沈着速度がきわめてゆるやかな時期であるとされている。このことは本実験で得られた membranous egg の時期の卵殻腺液にはカル

シウムが少量しか含まれていないという結果とよく一致している。一方産卵後もなお依然としてカルシウムが高い値を示す理由については、産卵後物理的な刺激が除去された後でもなおある程度まではひき続き分泌が続けられることによるものか、あるいは卵殻形成時に分泌された余剰のカルシウムが吸収されないまま残っていることによるものかのいずれかであろうと推察されるがその詳細は明らかでない。つぎに血清のカリウムは各時期ともほとんど一定の値を示しているが、卵殻腺液のカリウムは membranous egg と slightly calcified egg の時期でも血清の約3倍、hard shell egg と産卵後の時期では約14倍と非常に多量に含まれていることが認められた。また血清のナトリウムも各時期を通じてほぼ一定しているが、卵殻腺液では membranous egg と slightly calcified egg の時期に高く、hard shell egg と産卵後には低い値を示した。

このように卵殻腺液のカリウムとナトリウムの量には卵形成の時期と関連して大きい変動が見られ、その増減はちょうど逆の関係にあることが認められた。Beadle et al. (1938) は卵殻腺に到達直後の形成中の卵の卵白と、産卵後の卵の卵白とについてその無機成分量を比較し、後者ではカリウムが著しく増加し、またナトリウムも僅かではあるが増加するという結果を得ている。そしてこのことから卵殻腺で卵に水分が付加される時、同時にカリウム・ナトリウム等の無機塩類が卵殻膜を通して移動すると推論している。本実験で得られた値からも同様に卵殻腺液と卵白との間で、これらの成分がお互いに平衡に達するまで移動していることが考えられるが、その詳細については今後の検討が必要である。

一方カルシウム・カリウム・ナトリウム共に、血清および卵殻腺液の成分の変動にはお互いに直接的な関係は見られなかつたが、このことは卵殻腺によつて血清中の成分が、選択的に卵殻腺液中にとり入れられることを暗示しているようにも思われ、卵殻腺の機能を解明する上に興味ある問題であろう。

つぎに卵殻腺液を採取するためカテーテルを挿入した鶏の約半数で、その後の産卵状態が攪乱されるのが観察されたので、正常に回復するに要した日数によつてその結果をとりまとめて表示すれば第3表の通りである。

Table 3. Disturbance of egg laying after the insertion of glass catheter.

| State of egg in shell gland | Frequency of disturbed hens | Number of hens showing abnormal laying | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|--|-----------|------------|--------------|
| | | Duration of disturbance | | | |
| | | 1-5 days | 6-10 days | 11-20 days | over 21 days |
| Membranous egg | 9/16 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| Slightly calcified egg | 3/5 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| Hard shell egg | 8/10 | 2+2* | 2 | 0 | 2 |
| No egg | 4/14 | 0 | 1 | 1 | 2 |

* Number of hens died.

すなわちカテーテルを挿入した45例中21例は正常な産卵を持続したが、残り24例ではその後の産卵状態が異常となり、その中には21日以上も回復しない鶏が7例もあつた。ここで観察された異常としては、まったく産卵を中止したもの、卵殻がほとんど形成されない membranous egg のまま産出したもの、またはカテーテル挿入時に存在していた卵がそのまま長期間卵殻腺中に貯留したものなどがあつた。さらに hard shell egg の時期に挿入した例中2羽の鶏が斃死したが、剖検の結果いずれも腹腔中に卵黄の変性したと思われる物質が多量に存在し、腹膜炎様症状を呈しているのが認められた。

つぎに産卵に及ぼすカテーテル挿入の影響の程度は、卵殻腺に hard shell egg が存在するときがもつとも大きく、産卵後すなわち卵殻腺に卵が存在しないときがもつとも小さいことが見られた。本実験では卵殻腺中に卵が存在するときにもこれを排除せず、そのままカテーテルを挿入したのであるから、産卵の異常の程度はおそらく卵殻腺が受ける機械的刺激の大小によつて影響されるのであろうと推察される。

このような異常産卵の原因としては、卵管の受けた機械的な不快刺激が自律神経系を攪乱させたことによるものか、あるいは後葉ホルモンの放出に異常をおこさせたことによるものかは明らかでない。Weiss and Sturkie (1952) は acetylcholine の注射後 soft-shell のまま卵が産出され、また ephedrine の注射によつて産卵が遅延することから、卵殻腺には cholinergic および adrenergic な神経線維が分布し、この両者がともに卵管の正常な運動に関与しているのであろうと述べている。

しかし一方 Huston and Nalbandov (1953) は、産卵鶏の卵白分泌部 magnum に糸の輪のような刺激物 irritant が存在するとその後の排卵が抑制されることを観察し、これは排卵を起させるに十分な量の LH の分泌が妨げられるためであらうと述べている。Van Tienhoven (1953) はこのような排卵の抑制は卵殻腺に糸の輪をおいた時にも見られることを報告している。また Harris and Shaffner (1957)、五斗・岡本 (1959) は産卵鶏に progesterone を注射すると、産卵が遅延し卵殻腺中に卵がながく留まつていることを認めている。従つて本実験において見られたカテーテル挿入後の産卵異常の真の原因が、何によるものであるかを直ちに解析することは現在のところ困難であるが、おそらく上に述べた内分泌系・神経系の複雑な支配機構が相互に作用して誘起されたものであろうと考えられる。これらの点に関しても今後十分な検討が必要であらう。

要 約

産卵鶏の卵殻腺液の液量ならびにその無機成分が、卵形成の時間的経過にともなつてどのように変動するかを追究するため、卵殻腺中の卵が“membranous”, “slightly calcified”, “hard shell” の状態にある時期および産卵後に、卵殻腺にガラス製のカテーテルを挿入して液を採取し、その液量ならびにカルシウム・カリウム・ナトリウムを定量した。

その結果、分泌液量は membranous egg の時期が多く以後減少していく傾向が見られた。卵殻腺液のカルシウムは membranous egg の時期にもつとも低く、卵殻の形成が行なわれている時高い値を示すが、この値は産卵後もなお持続された。またカリウムは hard shell egg の時期と産卵後において血清に比較して特に著しく多く含まれているが、ナト

リウムはこれと逆にこれらの時期には少なく, membranous egg と slightly calcified egg の時期に高い値が見られた. なおいずれの成分においても, 血清成分の変動との間に直接的な関係は認められなかつた. また卵殻腺にカテーテルを挿入した鶏の約半数には, その後の産卵状態が著しく攪乱されるという現象が観察された.

本実験は岡本正幹教授の指導の下に行なわれた. ここに同教授に対して深甚なる感謝の意を表する.

文 献

- 1) Beadle, B. W., R. M. Conrad and H. M. Scott, 1938. Poultry Sci., **17**: 498.
- 2) Bradfield, J. R. G., 1951. J. Exp. Biol., **28**: 125.
- 3) Burmester, B. R., 1940. J. Exp. Zool., **84**: 445.
- 4) 五斗一郎・岡本正幹, 1959. 日畜公報, **30**: 305.
- 5) Harris, P. C. and C. S. Shaffner, 1957. Poultry Sci., **36**: 1186.
- 6) Hoover, G. N. and A. H. Smith, 1958. Poultry Sci., **37**: 467.
- 7) Huston, T. M. and A. V. Nalbandov, 1953. Endocrinology, **52**: 149.
- 8) 古賀 脩・松尾昭雄, 1959. 九大農芸誌, **17**: 307.
- 9) Mosker, R. E., A. J. Boyle, E. J. Bird, S. D. Jacobson, T. M. Batckelor, L. T. Iseri and G. B. Myers, 1949. Am. J. Clin. Pathol., **19**: 461.
- 10) Proehl, E. C. and W. P. Nelson, 1950. Am. J. Clin. Pathol., **20**: 806.
- 11) Van Tienhoven, A., 1953. Anat. Rec., **115**: 374.
- 12) Weiss, H. S. and P. D. Sturkie, 1952. Poultry Sci., **31**: 227.
- 13) 柳沢文正, 1953. 標準生化学実験. 1. 文光堂. 東京.

Résumé

The present study was undertaken to investigate the variation of calcium, potassium and sodium concentration in the shell gland fluid during egg formation in the laying hen. The fluid was collected by a glass catheter inserted into the shell gland following the stages of egg formation, i. e., the periods of "membranous", "slightly calcified" and "hard shell" of the forming egg and the period of "no egg" after the oviposition.

The rate of fluid secretion seemed to be highest during the period of membranous egg. Calcium concentration in the fluid was lowest in the period of membranous egg, and then increased during the progressing shell deposition. Potassium concentration was considerably high in both periods of hard shell egg and after oviposition, while it was low in the period of membranous egg, but every levels were higher as compared with those in the serum of laying hens. The direction of the variation of sodium concentration might be reversely related to that of potassium.

No direct relationship was estimated in the ionic concentration between the fluid and the serum.

The insertion of glass catheter into the shell gland caused some detrimental disturbance of the egg laying, such as cessation of laying, delayed oviposition or premature expulsion.

Laboratory of Animal Breeding,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University