

# ふ化における鶏卵胚中の K, Na, Ca および P の含量変化

舟 木 行 雄

## Studies on Changes of Potassium, Sodium, Calcium and Phosphorus Content of the Embryos Impregnated Chick Eggs during Incubation.

Yukio Funaki

### 緒 言

受精された卵は哺乳類（単孔類を除く）においては母体内で栄養して生育していくが、鳥類以下の卵は母体から出て独立し栄養している。また、ふ化に関する熱源は恒温動物である鳥類は親鳥の体温により、変温動物である爬虫類以下では環境の温度によることは周知のことである。

両生類や魚類（体外受精）をはじめ水中に産卵するのは環境水中の物質（主にイオン）を取り込んでふ化するが<sup>1)~4)</sup>、鳥類の場合は呼吸を除けば卵殻内の物質の変化（代謝）だけで生育していく。

鳥類のふ化に関する研究は広くおこなわれているが<sup>5)~7)</sup>、特に鶏卵のふ化に関する研究は多数報告されている<sup>8), 9)</sup>。

著者は鳥類のふ化過程において、胚の生育と共に胚中の K, Na, Ca および P の含量がどのように変化していくかを知るために鶏卵を試料として実験をおこなったのでその結果を報告する。

### 実 験

試料：表 1 に示した飼料で飼育されている同一グループの白色レグホン種の人工受精卵 200 個を入手し、各個体ごとに重量を測定し、ふ化 0 日目（入卵直前）の試料として 25 個を除いた 175 個を 38°C、絶対湿度 56% のふ卵器にあらかじめ番号を付した座に鈍端部を上にして、鉛直に対して 30~40° 傾むけて納めた。転卵（他の方向に 30~40° 傾むける）は 4 時間ごとにおこなってふ化させた。

3 日ごとに 25 個ずつ採取して鶏卵（卵殻を含む）の重量を測定した後、卵殻および卵殻膜を除いて胚と胚以外の内容物（以下残物という）の重量を測定し、胚および残物中の K, Na, Ca および P の定量の試料に供した。15 日目からの胚はふ化末期に腹腔内に入るための腹腔外に露出している卵黄嚢は切除した。21 日目の胚は hatching 前のものを試料にした。ふ化 0 日目の胚は摘出が困難で

表 1

飼料配合%：二重混合 16.67, ふすま 12.50  
配合飼料 66.67, かきがら 4.16

飼料中の K, Na, Ca および P (mg%)			
K	Na	Ca	P
296.20	103.13	903.65	476.55
水分：8.56%, 粗タンパク質：13.86%			

ありまた無機質の定量も精度が低下するものと考え、卵黄と卵白に分け、カラザは卵白に加えてそれぞれ重量を測定し、K, Na, Ca および P の定量の試料とした。

定量法：精秤された試料を HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub> で湿式灰化し、K, Na および Ca は炎光光度計（東京光電 K. K, ANA 10 L）で、P は Gomori<sup>10)</sup> 法で定量した。

### 結果・考察

I. 卵重量の変化を図 1 に示す。卵重量の減少率は代謝（呼吸）と水分の兼ね合いによるが、品種やふ化条件によっても多少の差がある<sup>11)</sup>。

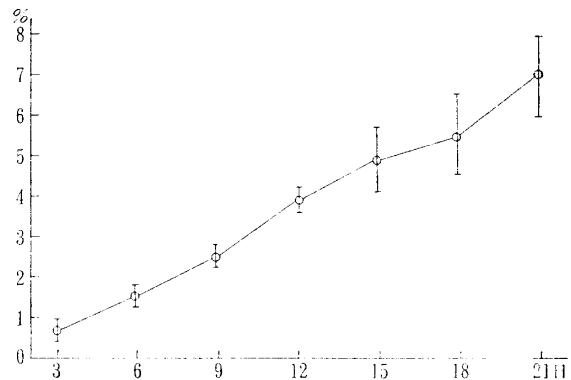


図 1 ふ化過程における鶏卵重量の減少率 n=10

II. 胚の重量変化を図 2 に示す。ふ化 3 日目の胚重量に対する 6, 9, 12, 15, 18 および 21 日目の重量倍数はそれぞれ 10, 34, 108, 192, 292 および 460 倍となり、18 日目から急に高くなっている。

なお、ふ化率は55%、受精率は不明である。

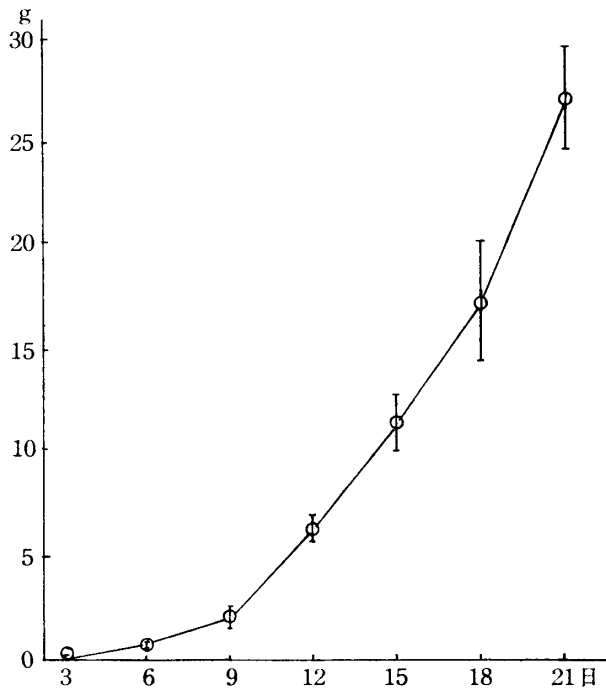


図2 ふ化過程における胚重量の変化 n=10

Ⅲ. 全卵(胚と残物を加えたもの)重量に対する胚重量の割合を図3に示す。3日目では0.12%であったが21日目には50%以上に成長し、hatching後は65%以上にも達する。

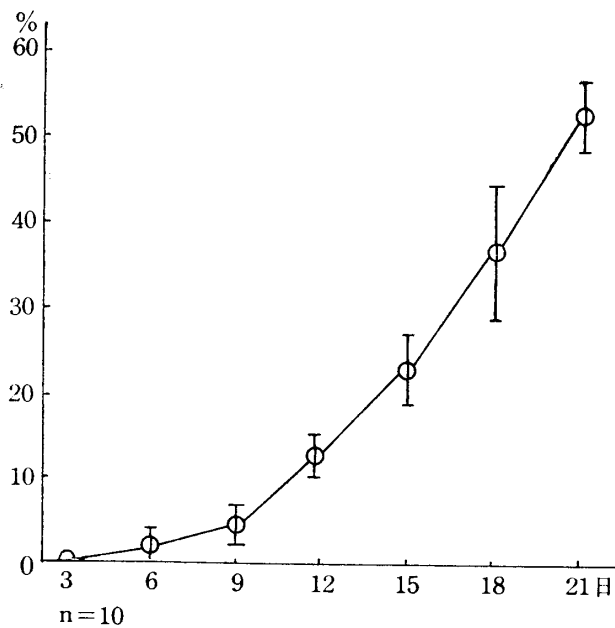


図3 ふ化過程における全卵重量に対する胚重量の割合の変化

Ⅳ. 胚1個体中のK, Na, CaおよびP含量変化を表2に示す。3日目はNaは最も高く、Pは最も低かったが、21日目にはPが最も高くCaは最も低い値を示した。

表2 ふ化過程における胚1個体中のK, Na, CaおよびP含量変化

日数	K	Na	Ca	P
3	0.06 ± 0.01	0.13 ± 0.02	0.06 ± 0.01	0.04 ± 0.00
6	0.58 ± 0.09	1.16 ± 0.15	0.31 ± 0.03	0.52 ± 0.08
9	2.03 ± 0.33	3.96 ± 0.54	0.82 ± 0.03	2.40 ± 0.19
12	5.45 ± 0.61	9.66 ± 0.69	2.81 ± 0.14	9.33 ± 0.43
15	8.31 ± 0.56	16.10 ± 2.25	4.92 ± 0.57	26.56 ± 3.40
18	11.33 ± 2.86	22.80 ± 3.22	11.74 ± 1.54	44.55 ± 4.12
21	17.33 ± 2.60	33.03 ± 2.04	15.81 ± 0.27	57.49 ± 5.92

±: S. D n=10

一般に生体中のKとNaの量はK>Naであるが<sup>12), 13)</sup>, 表3に示すように全卵中のKとNa量がNa>Kとなっている。これはふ化における胚のNaClの必要量がかなり高いためであると考えられている<sup>14)</sup>。

表3 有精卵(ふ化0日目)1個体のK, Na, CaおよびPの含量 単位: mg

	K	Na	Ca	P
卵白	24.80 ± 3.41	49.29 ± 4.86	10.21 ± 0.74	2.94 ± 0.33
卵黄	10.24 ± 0.93	7.73 ± 0.81	7.94 ± 0.87	97.40 ± 8.70

±: S. D n=10

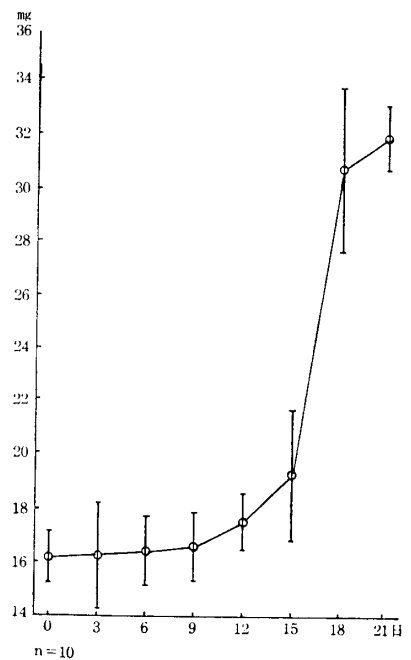


図4 ふ化過程における全卵1個体中のCa含量変化

P 含量が非常に高くなっていくことは、胚の生育期間における高度な成長に要する高エネルギーリン酸化合物の必要性を示していると思われる<sup>15),16)</sup>。

Caの吸収については、卵白、卵黄中のCaは勿論であるが卵殻からも卵殻膜を透過して吸収される。その機構はまだ不明な点が多いが、胚の血管中の calcitonin が関与していると考えられている<sup>14),17)-19)</sup>。

全卵中の K, Na および P 含量の 0 日目からの経日的変化はなかったが、図 4 に示すように Ca は増加していった。

V. 胚中の K, Na, Ca および P の濃度変化をみると、図 5 に示すように、P 濃度は高くなっていったがその他は低くなっていった。これは胚の成長速度とこれら無機質の吸収速度のちがいで生じた現象ではあるが、P 吸収の高速性が如何に高エネルギーリン酸化合物として組織の分化成長のための反応エネルギーにとって重要であるかを示している<sup>15),16)</sup>。

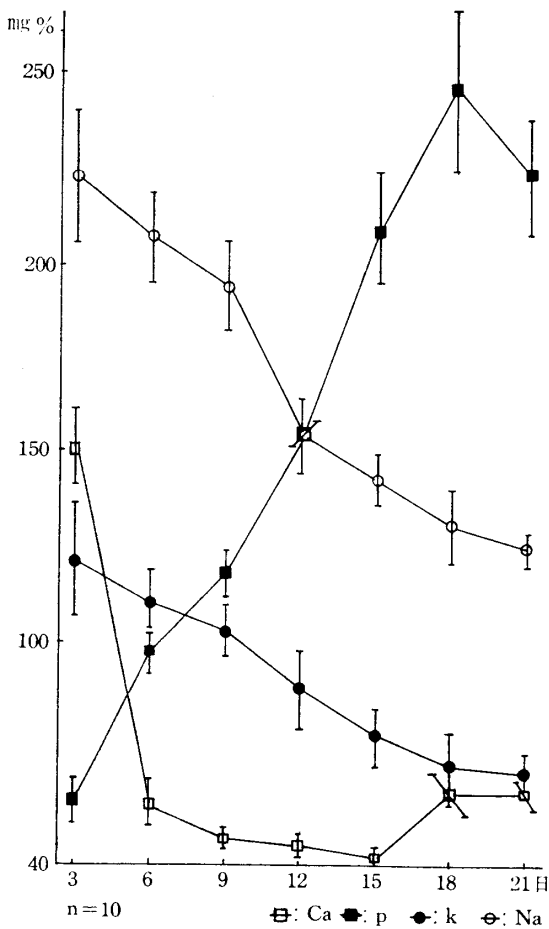


図 5 ぶ化における胚の K, Na, Ca および P の濃度変化

VI 胚中の K と Na, Ca と P の重量比の変化をみると、図 6 に示すように、K/Na 値はほとんど変化がみられなかった。このことは細胞内外液の pH と内液と外液の濃度の平衡（浸透圧）の維持のためと考えられる<sup>12)</sup>。

Ca/P 値は、ぶ化初期は急激に、その後は徐々に低下し、15日目からわずかに上昇している。このことも P の吸収の高速性によるものであるが、一方、ぶ化末期には胚の化骨が盛になるため Ca の吸収速度も高まる。

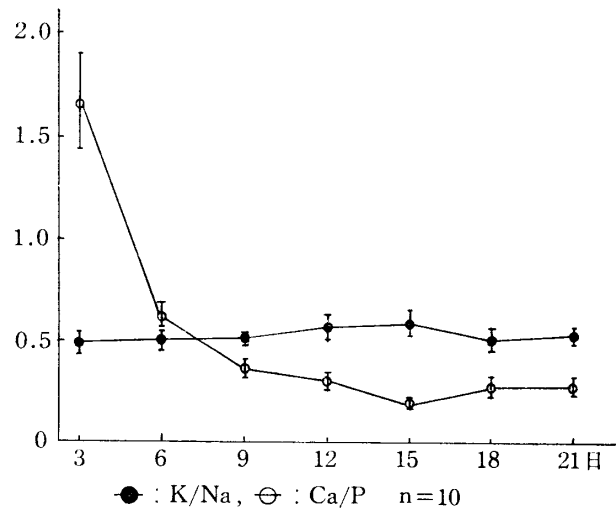


図 6 ぶ化過程における胚の K/Na 値および Ca/P 値の変化

VII. 全卵中の K, Na, Ca および P 重量に対する胚中のそれらの割合の変化を表 4 に示す。3 日目では Ca が最も高く P が最も低かったが、6 日目からは Ca が最も低くなっている。また、P は 18 日目に最も高くなっていた。

総体的にみると、図 3 に示した全卵に対する胚重量の割合の増加とこれら無機質の割合の増加とがほぼ一致している。

表 4 ぶ化過程における全卵に対する胚の K, Na, Ca および P 含量割合(%)の変化

日数	K	Na	Ca	P
3	0.18±0.01	0.22±0.01	0.34±0.02	0.04±0.00
6	2.46±0.10	2.60±0.04	1.65±0.04	0.64±0.01
9	9.15±0.14	9.01±0.21	4.42±0.13	3.07±0.06
12	20.57±0.40	22.12±0.44	14.44±0.73	11.45±0.21
15	32.01±0.62	30.71±0.65	22.56±0.64	27.66±0.41
18	42.17±0.71	44.37±0.90	36.12±3.11	45.87±0.62
21	60.09±0.82	61.96±0.68	46.91±0.52	60.72±0.84

± : S. D n=10

## 要 約

同一グループの白色レグホン種の人工受精卵をふ化させ、その過程における卵内部の K, Na, Ca および P 含量を定量した結果、

1. 鶏卵重量は徐々に減少し、21 日目には 7.2% の減少率に達した。
2. 全卵に対する胚の重量割合は 3 日目は 0.1% であったが 21 日目では 53% となった。
3. 胚の K, Na, Ca および P の含量は増加していったが、P 濃度は上昇し、他は低下した。
4. 胚の K/Na 値は 0.48~0.58 の範囲であったが、Ca/P 値は 1.7~0.19 と大きな変化があった。
5. 全卵に対する胚重量の割合と胚の K, Na, Ca および P 含量の割合がほぼ一致していた。

本研究に当り、鶏卵を提共して下さり、またふ化技術を御指導下さった東京農業大学教授平井八十一氏に感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) Alderdice, D.F. et al. : *J. Fish. Res. Canada*, 15, 229-249 (1958)
- 2) 山本時男 : 魚類の発生生理, 養賢堂 (1943)
- 3) Barth, L.J. & Barth, L.G. : *Biol. Bull.*, 146, 313 (1974)
- 4) Balsamo, J. & Lillien, J. : *Biochem.*, 14, 167 (1975)
- 5) Kimata, K. : *J. Biol. Chem.* 249, 1646 (1974)
- 6) Okayama, M. et al. : *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 73, 3224 (1976)
- 7) Hausman, R.E. & Moscona, A.A. : *Proc. Natl. Sci. USA*, 72, 916 (1975)
- 8) Wolpert, L. : *J. Theor. Biol.*, 25, 1 (1969)
- 9) 東ら : ビタミン, 43, 6 (1971)
- 10) Gomori, G. : *J. Lab. Clin. Med.*, 27, 955 (1942)
- 11) 松山ら : 農化誌, 8, 775 (1932)
- 12) 舟木行雄 : 駒沢女子短期大学研究紀要, 8, 9-15 (1974)
- 13) 舟木行雄 : 駒沢女子短期大学研究紀要, 9, 3-10 (1975)
- 14) 小田良助 : 鶏の孵化と育成, p. 49. 養賢堂 (1966)
- 15) 舟木行雄 : 駒沢女子短期大学研究紀要, 10, 9-15 (1976)
- 16) 舟木行雄 : 駒沢女子短期大学研究紀要, 11, 43-49 (1977)
- 17) 舟木行雄 : 駒沢女子短期大学研究紀要, 13, 1-10 (1979)
- 18) Gutler, G.B. Jr. et al. : *FEBS Lett.*, 38, 209 (1974)
- 19) Taylor, T.G. et al. : "Calcium Regulating Hormones." *Pro. 5th. Parathyroid Conference.* p. 116. Oxford (1974)