

鶏胚の発育過程における血球および血清タンパク質に関する研究

誌名	鳥取大学農学部研究報告 = Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tottori University
ISSN	03720349
著者	七條, 喜一郎 大坪, 多佳子 川井, 由賀里
巻/号	41巻
掲載ページ	p. 131-138
発行年月	1988年11月

鶏胚の発育過程における血球および血清タンパク質 に関する研究

七條喜一郎*・大坪多佳子*・川井由賀里*

豊澤敬一郎*・鈴木 實*

(昭和63年5月31日受付)

Studies of Hematological Properties and Serum Proteins in Growing Chick Embryos.

Kiitirou SITIZYO*, Takako OHTUBO*, Yukari KAWAI*,
keiichirou TOYOSAWA* and Minoru SUZUKI*

In this study, chick embryos from 4 to 20 days of incubation were examined for changes of blood cell counts, hematocrit values and concentrations of serum proteins.

The erythrocytes of the embryos at 4 days of incubation consisted exclusively of primitive erythrocytes. No definitive erythrocytes were observed in this stage. The definitive erythrocytes appeared at 7 days of incubation.

The erythrocyte counts were about 780,000/mm³ on average at 7 days of incubation. The count showed a continuous increase during the development of the embryos. In the embryos at 15 and 17 days of incubation, this was about 1,900,000/mm³ on average.

The leucocyte counts increased remarkably during the period of development from 20 day embryos to 1 day chicks.

The total serum protein values showed a continuous increase during the development of the chick embryos. Components of serum pre-albumin were observed in chick embryos after 10 days of incubation. Concentrations of pre-albumin significantly increased after 15 days of incubation.

The r-globulin fraction of the embryos at 4 and 7 days of incubation consisted exclusively of γ_1 -globulin.

γ_2 -globulin fractions were observed after 15 days of incubation.

結 論

ニワトリの成長に伴う赤血球および白血球の変動については、古くから多くの研究がなされているが、胚子期

の血球に関する報告は比較的少ない^{4,5)}。HOSHINOとTORIYU⁴⁾によると胚子の血球数は成鶏およびヒナに比べて少なく、3日胚のそれは9万/mm³であり、初生ヒナにおいても223万/mm³に過ぎない。また、葛野と山田⁵⁾も胚子

* 鳥取大学農学部獣医学科家畜生理学教室

* Department of Veterinary Physiology, Faculty of Agriculture, Tottori University.

の成長過程における血球数およびHematocrit(Ht)値について検索しているが、その成績はHOSHINOとTORJUの報告値と大きく異なっている。

一方、胚子およびヒナの血清タンパク質については濾紙電気泳動法(濾紙法)^{1,5,7,21)}、Cellulose Acetate膜電気泳動法(CA膜法)^{13,14,16)}などで多くの研究がなされ、胚子の血清には成鶏血清に見られないタンパク質成分が存在することが知られている。BUTLER¹⁾は濾紙法で胚子血清に特有なPre-albumin(Pre-alb)および α -globulin(α -glob)が存在すると述べた。また、石原⁹⁾、鈴木ら¹⁰⁾はCA膜法で初生ヒナ血清のAlbが陽極側と陰極側へ幅広く分画されることを認め、ヒナ血清にもPre-albが存在することを示唆した。しかし、これらの胚子特有のタンパク質成分の化学的・物理的性質についてはいまだ明確にされていない。

また、報告者によって鶏胚の赤血球数および白血球数に差がみられるのは、供試鶏の品種および胚子の发育速度の違いによるものと考えられる。そこで、本実験ではフ卵条件を一定にして、Hyline種鶏胚の发育に伴う赤血球および白血球の変動を経時的に日齢を追って検索した。また、電気泳動法でみられる胚子血清タンパク質の特異成分についても検討した。

実験材料および方法

A 実験動物および採血方法

実験には白色レグホン種の受精卵を用い、フ卵開始後4、7、10、15、17、20日目の胚子および孵化1日目のヒナ(初生ヒナ)をそれぞれ10例ずつ供試した。

4~7日胚からの採血はHt管で作製した毛細管を心臓に穿刺し、湧出する血液を採取した。また、20日胚および初生ヒナからの採血は注射器を用いて、心臓より行った。

B 血球の測定法

赤血球数の算定はThoma-Zeiss式血球計算盤で5回ずつ算定し、その平均値を測定値とした。白血球数の算定はMay-Giemsa染色を施した血液塗抹標本の血球を5,000個数え、その中にみられる白血球数と赤血球数の比率から算出した。

血球の大きさは塗抹標本の血球をOkular-mikrometerで計測し、Ht値はMicro-hematocrit法(12,000rpm 5分間遠心分離)で測定した。

白血球百分比は、前述の血液塗抹標本の白血球を200個数えて算出した。

C 血清タンパク質の測定法

血清総タンパク(TP)量の測定はアタゴ製タンパク屈折計で行った。血清タンパク質の分画はSeparax膜を用い、pH8.6(イオン強度0.06 μ)のVeronal緩衝液で、膜幅1cm当たり0.8mA、35分間の通電を行った。分画比の測定は泳動膜をDecarinで透明化し、Densitometer(常光産業KK, PAN型)で測定した。

実験成績

A 血球

1) 赤血球像

フ卵初期の赤血球は大型で円形を呈するが、胚子の发育に伴って楕円形を呈した。すなわちFig. 1に示したように4および7日胚の赤血球は大きな円形であるが、10日胚以後には小型化した楕円形赤血球が多くなった。そこで、赤血球の単径と長径の比率(単径/長径)変化を見ると、4日胚の赤血球は単径と長径の比率が0.8~1.1の範囲内に分布し、平均0.91であった(Fig. 2, Table 1)。その後、胚子の发育に伴ってFig. 2のヒストグラムは左方へ偏位し、楕円形赤血球が多くなった。また、赤血球の大きさはフ卵日数と共に小さくなり、4日胚の平均値では単径18.2 μ m、長径19.2 μ mであったものが、初生ヒナではそれぞれ10.3 μ m、6.7 μ mになった(Table 1)。

2) 赤血球数

7日胚の赤血球数は平均78.1万/ mm^3 であったが、胚子

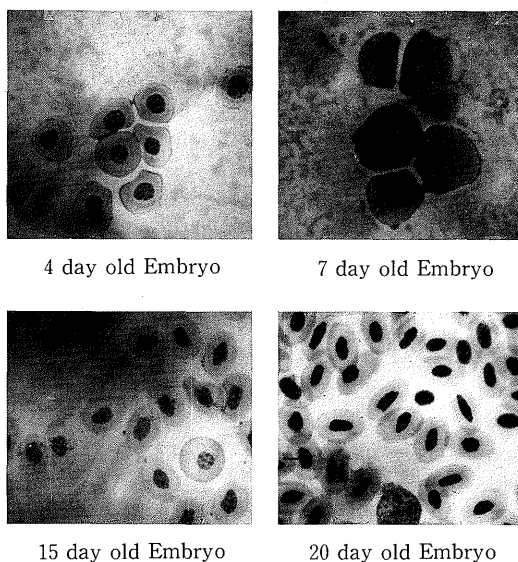


Fig. 1 Successive stages of erythrocyte development in chick embryos. ($\times 1,000$)

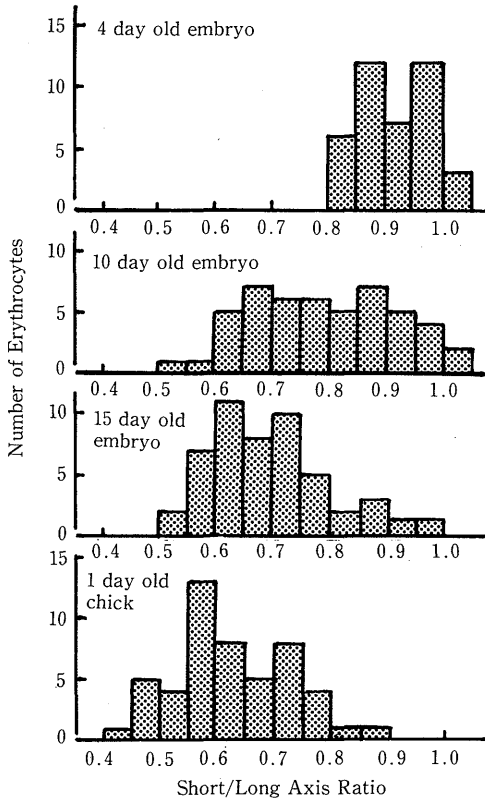


Fig. 2 Histograms of short/long axis ratios of erythrocytes in chick embryos.

Table 1. Changes of short, long axis and short/long ratio of erythrocytes in chick embryos

Age (days)	Short axis (μm)	Long axis (μm)	S/L ratio
Embryos			
4	18.2±1.9	19.2±2.3	0.91±0.05
10	12.6±1.5	16.0±1.5	0.78±0.12
15	10.7±1.2	15.5±1.2	0.68±0.10
chicks			
1	10.3±0.9	16.7±1.8	0.62±0.10

Mean±SD, n=5,

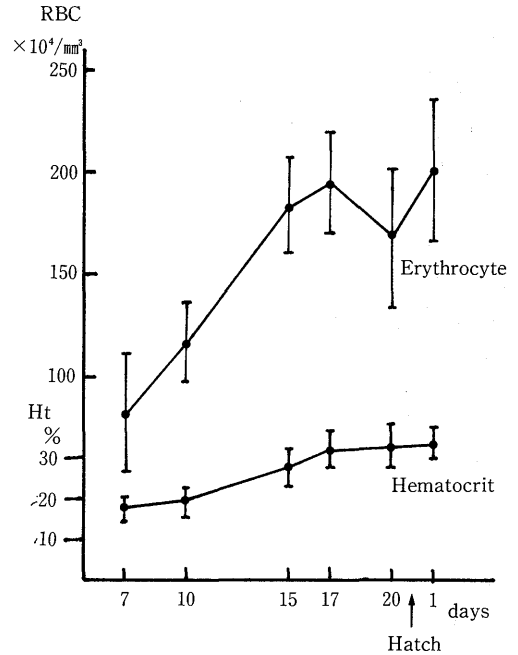


Fig. 3 Changes of erythrocyte counts and hematocrit values in chick embryos.

Table 2. Changes of erythrocyte, leucocyte counts and hematocrit values in chick embryos

Age (days)	Erythrocyte (10 ⁴ /mm ³)	Leucocyte (1/mm ³)	Hematocrit (%)
Embryos			
7	78.1±28.3	—	17.9±3.5
10	115.1±18.6	93.6±162.1	19.2±3.6
15	183.5±23.3	918.6±692.8	27.1±4.0
17	194.5±24.8	2355.2±2144.5	31.9±3.7
20	167.3±34.7	1525.5±1210.4	32.8±5.3
Chicks			
1	200.1±35.5	3719.6±1339.3	33.6±4.2

Mean±SD, n=10,

の発育に伴って増加し、17日胚では平均194万/mm³になった。その後、20日胚の赤血球数は平均値で減少する傾向を示したが、有意なものではなく(P>0.05)、初生ヒナの平均値は200万/mm³になった (Fig. 3, Table 2)。

3) Hematocrit値

胚子のHt値はFig. 3およびTable 2に示したように7日胚では平均17.9%であったが、胚子の発育に伴って増加し、初生ヒナでは平均33.6%になった。このHt値の変動は赤血球数の推移にほぼ平行して増加した。

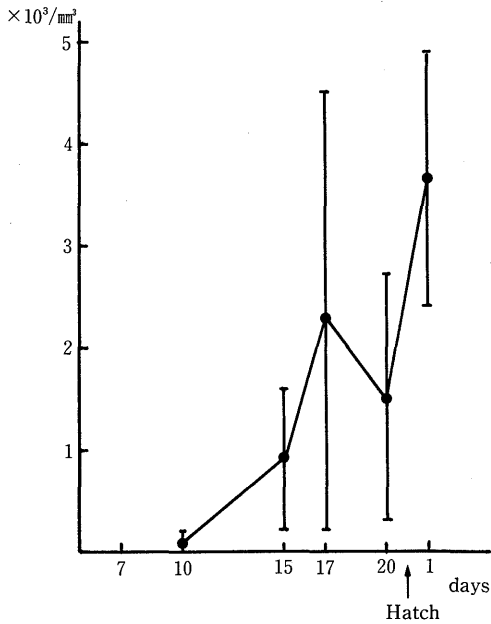


Fig. 4 Changes of leukocyte counts in chick embryos.

4) 白血球数

4日胚および7日胚の血液塗抹標本の血球を5,000個数えたところ、全例において白血球は認められなかった。また、10日胚においても10例中3例に1~2個の白血球がみられただけであった。しかし15日胚以降には、全例に白血球がみられるようになり、胚子の発育に伴って増加した (Fig. 4, Table 2)。

5) 白血球百分比

前述のように17日胚以前の血液には白血球が少なく、したがってこの時期の白血球百分比は計測出来なかった。

Table 3およびFig. 5には20日胚と初生ヒナの白血球百分比およびリンパ球と偽好酸球の比率(L/H)を示した。初生ヒナの好塩基球、リンパ球および単球は20日胚のそれらより多く、分葉核偽好酸球が少ない傾向にあつた。

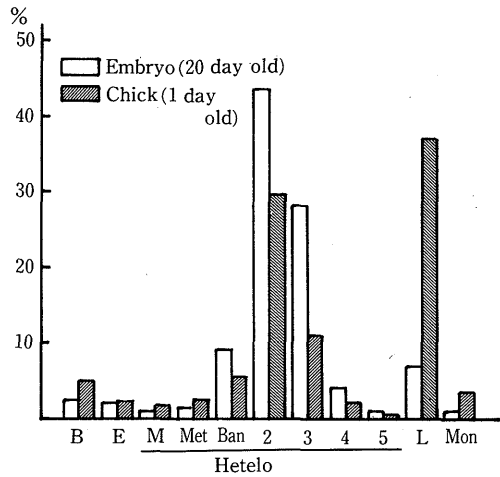


Fig. 5 Changes of percentage of leucocytes in chick embryos.

Table 3. Changes of percentage of leucocytes in 20 day old embryos and 1 day old chicks

	Baso	Eosino	Hetero					Lymph	Mono	L/H Ratio		
			Myelo	Meta	Band	2	3				4	5
20day old Embryo												
	2.6	2.0	0.7	1.4	9.3	43.2	28.1	4.0	0.7	6.9	0.7	0.07
	±1.2	±1.1	±0.6	±1.4	±3.8	±9.0	±5.4	±2.8	±1.0	±5.3	±1.4	±0.05
1day old Chick												
	4.6	2.1	1.7	2.5	5.3	29.4	11.0	2.0	0.5	36.9	3.7	0.41
	±3.4	±1.4	±2.3	±3.1	±3.2	±17.3	±8.9	±2.7	±0.8	±21.6	±2.0	±0.25

Mean±SD, n=10

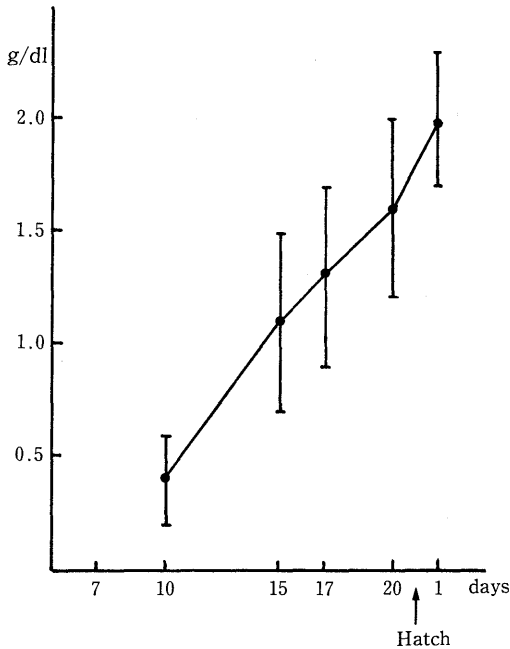


Fig. 6 Changes of total serum proteins in chick embryos.

た。そこで、L/H比をみると、20日胚の値は平均0.07と著しく低く、初生ヒナでは平均0.41になった。

B 血清タンパク質

1) 血清総タンパク質量

血清TP量は胚子の発育に伴って急速に増加した。すなわち、Fig. 6およびTable 4に示したように、10日胚で平均0.4 g/dlであったものが1日齢ヒナでは平均2.0 g/dlと約5倍に増加した。

2) 血清タンパク質分画

胚子およびヒナの血清タンパク質はいずれの日齢においても、基本的にはPre-alb, Alb, α -glob, β -glob,

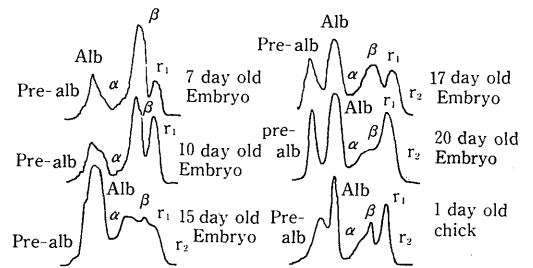


Fig. 7 Changes of electrophoretic patterns of serum proteins in chick embryos.

Table 4. Changes of concentration of serum protein fractions in chick embryos

Age (days)	TP (g/dl)	%					g/dl				
		Pre-alb	Alb	α -glob	β -glob	γ -glob	Pre-alb	Alb	α -glob	β -glob	γ -glob
Embryos											
7	0.4	2.8	27.1	5.9	50.5	13.1					
	± 0.2	± 1.1	± 2.9	± 2.1	± 5.4	± 4.4					
10	1.1	12.0	17.8	7.6	39.2	22.9	0.045	0.078	0.030	0.167	0.084
	± 0.4	± 3.3	± 4.5	± 3.3	± 6.6	± 9.6	± 0.018	± 0.057	± 0.020	± 0.102	± 0.033
15	1.1	6.9	38.6	8.2	32.6	13.3	0.083	0.463	0.093	0.383	0.153
	± 0.4	± 1.6	± 5.2	± 4.1	± 6.2	± 8.9	± 0.040	± 0.212	± 0.048	± 0.150	± 0.095
17	1.3	15.8	35.6	11.3	18.4	18.5	0.201	0.470	0.151	0.236	0.235
	± 0.4	± 3.0	± 5.9	± 2.8	± 3.9	± 4.4	± 0.070	± 0.188	± 0.077	± 0.090	± 0.086
20	1.6	14.6	41.8	7.1	14.0	21.0	0.248	0.680	0.122	0.246	0.346
	± 0.4	± 9.2	± 8.3	± 2.5	± 5.8	± 5.5	± 0.198	± 0.210	± 0.070	± 0.126	± 0.140
Chicks											
	2.0	20.9	31.5	9.7	13.5	23.9	0.422	0.628	0.195	0.267	0.480
	± 0.3	± 5.4	± 4.2	± 1.7	± 2.3	± 5.3	± 0.132	± 0.119	± 0.047	± 0.053	± 0.146

Mean \pm SD, n=10,

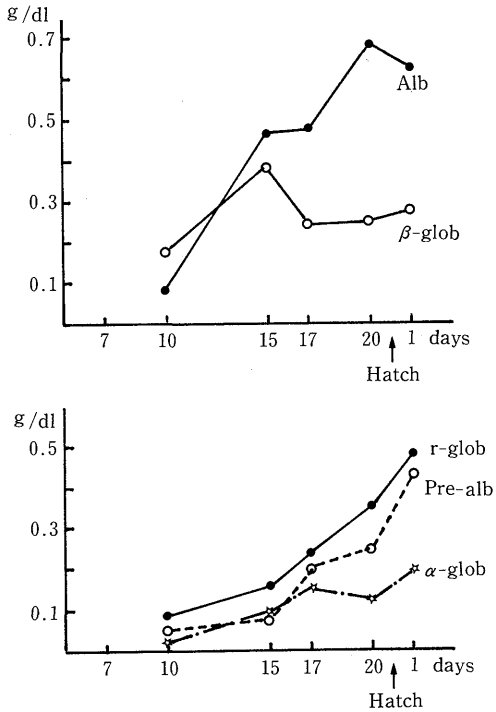


Fig. 8 Changes of concentration of serum proteins in chick embryos.

γ -globに分離された (Fig.7).7日胚と10日胚の分画像はほぼ同様なパターンを示し、Pre-albとAlbの境界が不明瞭で、 β -globが最も高いピークを示した。また、 γ -globは γ_1 -globだけで γ_2 -globが欠如していた。15日胚になるとPre-albがやや明確に分離されるようになり、 β -globのピークが小さく、わずかながら γ -globがみられた。17日胚からフ化1日齢にかけてPre-albが明瞭なピークとして分画され、その増量が伺われた。

胚子の発育に伴う血清タンパク質分画値の変動を見ると、Fig.8およびTable4に示したように、フ卵10日目以降Pre-alb、Alb、 γ_1 -globが急速に増加した。また、 α -globも胚子の発育に伴って増量する傾向にあった。しかし、 β -globは15日目まで増量した後ほぼ一定の値で推移した。

考 察

A 血球動態

鶏胚の赤血球発生は比較的早く、3日胚の血液中にその存在が認められ、胚子の発育に伴って増加することが

知られている。

成鶏の赤血球は楕円形であるが、胚子の赤血球は成鶏のそれに比べて大きく円形である。HOSHINOとTORUYU⁴⁾は胚子の赤血球を原始赤血球 (Primitive erythrocyte) と成熟赤血球 (Definitive erythrocyte) の2種類に分類して、それらの発育に伴う変化を観察した。この報告における原始赤血球および成熟赤血球は、本実験の大型円形赤血球ならびに楕円形赤血球にそれぞれ相当するものと考えられる。彼らは3日胚および4日胚の赤血球は全て原始赤血球であり、5~6日胚で原始赤血球から成熟赤血球への転換が始まり、19日胚で全て成熟赤血球になると述べている。本実験においても、4~7日胚の赤血球はほとんどが大型の円形を呈し、成熟赤血球と思われる楕円形赤血球が10日胚以後にみられ、HOSHINOとTURYU⁴⁾の報告にほぼ一致した。しかし、初生ヒナでは円形赤血球が多数認められ、彼らの報告と異なっていた。鶏胚の発育過程における各日齢の赤血球数は報告者によってわずかながら差がみられる。葛野と山田⁸⁾は15日胚の赤血球数が177万/mm³、7日胚は221万/mm³であると報告した。しかし、HOSHINOとTORUYU³⁾は15日胚の赤血球数は230万/mm³、17日胚では290万/mm³であり、葛野と山田⁸⁾よりいずれも高い値を報告している。

本実験における7日胚および10日胚の赤血球数は78万/mm³、115万/mm³でHOSHINOとTORUYUの値(78万/mm³、112万/mm³)にほぼ一致しており、15日胚以降の赤血球数は葛野と山田の成績に一致するものであった。

フ卵後期に赤血球数が一過性に減少すると報告されており⁴⁾本実験でも10日胚の平均赤血球数に減少がみられた。同様の現象はウシ¹⁷⁾、ブタ¹⁵⁾、イヌ¹⁸⁾などの哺乳動物の新生子でも認められており、新生子の急速な発育に造血機能が一時的についていけないためと考えられる。

Ht値は赤血球数と密接な関係にあり、赤血球の変化に伴って変動すると報告されている²⁾本実験においても、赤血球数の増加に伴ってHt値が増加する傾向にあった。しかし、20日胚では平均赤血球数が減少したにもかかわらず、平均Ht値には減少がみられなかった。この20日胚の赤血球数とHt値の変動の違いは、フ卵後期の赤血球の大きさおよび血球数が個体によって異なるためと考えられる。

HOSHINOとTORUYU⁴⁾によると、鶏胚の白血球はその出現が遅く、赤血球が3日胚で認められるのに対して、白血球は9日胚以降にみられるようになり、10日胚の白血球数は300/mm³、15日胚は1500/mm³、17日胚は2499/mm³、20日胚は2600/mm³、初生ヒナでは2300/mm³になることが知られて

いる。しかし、葛野と山田⁷⁾は15日胚の白血球数は3925/mm³、17日胚は5131/mm³、20日胚は5644/mm³、初生ヒナで11520/mm³と、いずれの日齢においてもHOSHINOとTORYUの約2倍以上の値を報告している。これらの報告と本実験の成績を比較すると、いずれの日齢においても本実験の成績はHOSHINOとTORYUのそれに近似していた。

白血球百分比の変動をみると、13日胚までの白血球は偽好酸球のみであるが、14日胚で好酸球および好塩基球が出現し、15日胚でリンパ球が見られるようになることが知られている⁸⁾。その後、リンパ球が増加し、フ化後2日から5日の間に偽好酸球とリンパ球の比率が逆転し、成鶏ではリンパ球が主体(60~70%)を占め、偽好酸球が20~30%になる⁹⁾。

本実験において、胚子の白血球は極めて少なく、その多くは偽好酸球であった。リンパ球は15日胚頃より形成されはじめ、フ化後急速に増加した。この15日胚以降のリンパ球の増加はMATSUZAWA¹⁰⁾三浦と勝野¹²⁾らの報告による胸腺およびFabricius囊の推移に一致するものであり、ヒナの免疫産生能と密接な関係があるものと思われた。

B 血清タンパク質の変動

1) 血清総タンパク量

鶏胚のTP量は胚子の発育に伴って増加し、7日胚で1.0 g/dlであったものが、2週目には2.0 g/dl、初生ヒナでは3.0~4.0 g/dlになると報告されている⁵⁾。本実験においても、15日胚以後胚子の成長に伴ってTP量の増加がみられた。この15日胚以降のTP量の増加は石垣と野見山⁹⁾が報告した遺残卵黄減少の推移に一致するものであった。また、胚子は卵黄タンパクを分解することなく腸管から吸収することが知られており⁶⁾、15日胚以降のTP量の増加は胚子の旺盛な卵黄吸収による変化であろうと考えられる。

2) 血清タンパク質分画

ニワトリのヒナおよび成鶏血清のタンパク質を電気泳動法で分画した報告は多い^{6,13,16,19)}。しかし、鶏胚タンパク質についての研究は比較的少ない。SINGH¹⁴⁾はヒナ血清を免疫交叉電気泳動法で検索し、30~40本の沈降線を検出して、その内20種類のタンパク質を同定している。また、島田¹⁵⁾、TORRES-MEDINAら¹⁹⁾および鈴木ら¹⁶⁾はヒナおよび成鶏血清をCA法で分画し、ヒナ血清には成鶏血清にみられないPre-albが存在すると報告した。このPre-albは胚子血清にもみられ、ヒナが成長するのに伴って消失することから、胚子特有のタンパク質であろうと考えられている¹⁶⁾。

WELLER²¹⁾は胚子の発育に伴う血清タンパク質の変動を濾紙法で検索し、10日胚の血清タンパク質はPre-albが3.4%、Albが13.9%、 α -glob(胚子タンパク質)が40.6%、 β + γ -globが23.1%であるが、フ卵直前の21日胚ではPre-albおよび α -globがみられなくなり、Albおよび γ -globが増加したと報告した。しかし、石垣と野見山⁹⁾は胚子血清にPre-albを認めておらず、フ卵初期の胚子血清はSI(ヒト血清のAlbよりやや陰極)、SII(α -と β -globの間)およびSIII(β -と γ -globの間)に分画されるが、フ化直前の血清ではSIb(SIの陰極側)とSIIb(SIIの陰極側)がみられたと述べている。本実験における7~10日胚の血清にはWELLERが述べたと同様なPre-albがみられ、Alb、 α -glob、 β -glob、 γ -globに分画され、 γ_2 -globはみられなかった。また、15日胚以降、Pre-albが増加し γ_2 -globも出現した。鶏胚血清のPre-albの特異性について、MARSHALLとDEUTSCH¹⁰⁾はこの分画にリン脂質が多量に含まれることを報告し、TUREEN²⁰⁾らは胚子性の卵黄タンパク質であろうと述べた。したがって、胚子血清にみられるPre-albは胚子期特有の卵黄由来のリポタンパク質であろうと思われるが、このことについては更に検討する必要がある。

また本実験において、 γ_2 -globがフ卵15日目以降に急速に増量したことは、胚子が卵黄を吸収しはじめる時期に一致していることから、卵黄に含まれる移行抗体の影響であろうと考えられる。しかし、この γ_2 -globの増加する時期は本実験のリンパ球の増加時期およびGLICK⁹⁾が報告した胸腺・Fabricius囊の発達時期に一致しており、胚子自身の抗体産生による影響もあるものと考えられる。

要 約

鶏胚の発育に伴う血球および血清タンパク質の変動を検索する目的で、白色レグホン種の4、7、10、15、17、20日胚および初生ヒナをそれぞれ10例ずつ供試した。

1) 血球動態

4日胚の赤血球は大型の円形を呈したが、胚子の発育に伴って楕円形化し、初生ヒナではほとんどが楕円赤血球になった。

赤血球数およびHt値は胚子の発育に伴って増加した。白血球数は4~7日胚の血液中にはみられず、10日胚で始めてみられるようになり、以後成長に伴って増加した。胚子(20日胚)の白血球は偽好酸球が主体を占め、リンパ球は極めてわずかであった。しかし、初生ヒナではリンパ球が増加して約37%になった。

2) 血清タンパク質

血清TP量は胚子の発育に伴って増加した。胚子の血清タンパク質分画像は成長に伴って変化し、Pre-albは10日胚以前はAlbとの境界が不明瞭であるが、17日胚以後増加して、明瞭な分離像を示した。また、フ卵初期の γ -globは γ_1 -globだけであったが、15日胚以後微量の γ_2 -globがみられるようになり、その後増量した。Albおよび α -globも胚子の成長に伴って増量したが、 β -globには増加がみられなかった。

文 献

- 1) Butler, E. J. : Plasma protein. in *Physiology and biochemistry of domestic fowl*, Vol. 2, Edited by Bell, D. J. and Freeman, B. M. Academic Press, London and New York (1977) pp. 933-961
- 2) Fredrickson, T. W. and Chute, H. L. : Further studies of chicken blood tests and their application. *Avian Dis.*, 2 241-249 (1958)
- 3) Glick, B. : The thymus and bursa of fablicius, endocrine organs. in *Avian endocrinology*. Academic Press, London and New York (1980) pp. 209-229
- 4) Hosino, T. and Toryu, Y. : Observation on the differential blood cell counts in the circulating blood of the chick embryo. *Tohoku. J. Agr. Res.*, 11 319-327 (1960)
- 5) 石垣房治・野見山一生 : フ卵日数よりみた鶏卵内各種体液の蛋白分層の消長, I. 鶏胎児血清の蛋白分層. *日畜会報*, 28 335-341 (1958)
- 6) 石原勝也 : 鶏の血清蛋白質とくにリポ蛋白質の変動に関する血清学的研究. *岐阜大農研報*, 37 1-44 (1974)
- 7) Jenkins, K. J., Hidiroglov, M. and Ryan, J. F. : Intravascular transport of selenium by chick serum proteins. *Can. J. Physiol. Phatm.*, 47 459-467 (1969)
- 8) 葛野 浩・山田民雄 : 家鶏の成長発育期に於ける血液の生理学的研究 (I) 血球数及び血色素量に就いて. *岐阜大農研報*, 5 140-149 (1955)
- 9) 葛野 浩・山田民雄 : 家鶏の成長発育期に於ける血液の生理学的研究 (II) 白血球像及び紡錘細胞に就いて. *岐阜大農研報*, 6 192-200 (1956)
- 10) Marshall, M. E. and Deutsch, H. F. : Some protein changes in fluids of the developing chicken embryo. *J. Biol. Chem.*, 185 155-161 (1950)
- 11) Matsuzawa, T. : Changes in blood components and organ weights in growing white leghorn chicks. *Growth*, 45 188-179 (1981)
- 12) 三浦克洋・勝野正則 : ニワトリにおけるファブリシウス囊の成長と自然抗体および免疫抗体産生との関係. *成長*, 15 17-23 (1976)
- 13) 島田保昭 : セルローズアセテート膜電気泳動法によるにわとり血清タンパクの分析について. *日獣会誌*, 27 293-296 (1974)
- 14) Singh, G. : The serum protein pattern of chickens during the early growing period crossed immunoelectrophoresis. *Poult. Sci.*, 60 647-678 (1981)
- 15) 鈴木 實・豊澤敬一郎・七條喜一郎・榊原隆夫 : プタの成長過程における血球動態及び血清タンパクに関する研究. *鳥大農研報*, 30 51-59 (1978)
- 16) 鈴木 實・豊澤敬一郎・七條喜一郎・吉田好正 : ニワトリの成長過程における血球動態及び血清タンパクに関する研究, II. 血清タンパクの変動について. *鳥大農研報*, 30 66-72 (1978)
- 17) 鈴木 實・豊澤敬一郎・七條喜一郎・林 茂 : ウシの成長過程における血球動態及び血清無機物質に関する研究. *鳥大農研報*, 31 118-124 (1979)
- 18) 鈴木實・豊澤敬一郎・七條喜一郎 : イヌの成長過程における血球動態. *鳥大農研報*, 32 23-29 (1980)
- 19) Torres-Medina, A., Rhodes, M. B. and Mussman, H. C. : Chicken serum proteins, A comparison of electrophoretic techniquis and localization of transferrin. *Poult. Sci.*, 50 1115-1121 (1971)
- 20) Tureen, L. L., Warecka, K. and Young, P. A. : Immunophoretic evaluation of blood serum proteins in chickens. I. Changing protein patterns in chickens according to age. *Proc. Soc. Exp. Med.*, 122 729-737 (1966)
- 21) Weller, E. M. : Comparative development of pheasant and chick embryo sera. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 122 264-268 (1966)