初生雛腹腔内卵黄中の硫黄化合物

野 並 慶 宣 (東京教育大学農学部農芸化学科)

昭和 28 年 2 月 6 日 受理

Sulfur Compounds of Unabsorbed Yolk in Baby-Chicks.

By Yoshinobu NONAMI (Dept. of Agr. Chem., Fac.
of Agr., Tokyo Univ. of Education)

初生雛腹腔内に卵黄が存在することは一般に知られているが、その生理的意義、吸収消失の過程等については明かにされていない。これが雛の栄養給源として孵化後に利用されているか否かについては種種の説がある⁽¹⁾。この腹腔内卵黄は一般に常識的に孵化直後の雛の栄養給源とされ、育雛の場合この卵黄が吸収され消失して後に餌付けを開始すべきもので、それ以前の早期餌付は不必要或いは有害であると云われている。腹腔内卵黄の量の変化について H. E. LE MASURIER 等は母鶏孵化のものは孵化後 7 日以内に卵黄は完全に消失したに対し、孵卵器により孵化したものは 6 週間後に於いてもなお卵黄は残存し、且つ日齢 7 日以後に残留する卵黄の存在は雛の成長及び活力に極く僅か影響するか又は全く影響しないものとしている⁽²⁾。

残留卵黄の吸収される状態については、孵化後 24 時間になると卵黄嚢の血管は少くなり、卵黄は柄を通り直接腸管内に吸収され、この間適当な条件下では 1 週間給餌給水することなく雛は生存すると云われている⁽³⁾。

ここでは孵化鶏卵中の硫黄化合物の変化を追求するため孵化過程の延長とも考えられる雛腹腔内卵黄中の硫黄化合物の変化を検し他方この残留卵黄の吸収の機構とその生理的意義を明かにするため次の如き実験を行つた。

実 験 の 部

1. 残留卵黄量 腹腔内卵黄の量が時間の経過と共に如何に変化するかを知るため、白レグ拔雄初生雛を 1 群 10 羽前後、金網底の育雛箱に収容し、37~39° に保温し飼料給与の方法により、次の 3 区に分ち各区につき雛の体重及び残留卵黄乾物量を測定した。

(A) 絶食区 日齢 5 日まで飼料及び水を給与しない。

(B) 澱粉区 孵化直後より日齢 8 日まで澱粉及び水を不断給餌する。

(C) 卵黄区 孵化直後より日齢 8 日まで煮熟卵黄の砕いたものと及び水を不断給餌する。

上記の期間以後は各区共同配合飼料(穀 30, 魚粉 20, 澱粉 20, 酵母 5, かき殻 5)及び緑餌を不断給餌した。

この各区につき雛の生体重及び残留卵黄乾物量を測定した。残留卵黄は死亡或は屠殺直後出来るだけ充分放血し、雛を 90° の熱水中に 10 分間浸漬し卵黄を熱凝固せしめ、卵黄嚢のままとり出し 60~70° に乾燥し秤量した。卵黄を乾燥後切断すると内部に卵白の存在することが稀に見られ、これはその硬度の差により周囲の卵黄より容易に機械的に分離することが出来た。

雛体重、残留卵黄及び卵白乾物量測定の結果は Table 1 に示す。配合飼料を給与してから後、絶食区に於いて生存していたものは以後順調な成長をなしたものもあつた。又各区の雛に於いて、日齢 5 日以後死亡したものを検すると残留卵黄の全く認められぬもの或は日齢 10 日以後に於いても猶卵黄を残すものがあつた。

卵黄区に於いては日齢 4~5 日より大部分が下痢を起したが活力には変化が認められず、以後の發育はこれにより影響された所大であつたとは思えなかつた。澱粉区、絶食区の雛は日齢 5 日以後活力を失い、7 日以内に死亡するものが大部分であつた。

2. 残留卵黄中の遊離アミノ酸 腹腔内卵黄の分解過程を知るため絶食区、澱粉区及び脱脂粉乳区の雛各 10 羽につき、孵化直後より日齢 5 日迄の残留卵黄中の遊離アミノ酸を paper chromatography により検出した。脱脂粉乳区は孵化直後より市販脱脂粉乳及び水を不断給餌したもので、卵黄区の如く、雛が下痢を起すことなく、雛の色彩に対する嗜好が澱粉の場合と大差なく好都合であつた。

卵黄は雛を屠殺放血後、その腹部を切開して卵黄嚢のまま取り出し 1% 食塩水及水にて洗滌後表面を濾紙にて拭い嚢を破り流出せしめたもので、この卵黄に約 5 倍量の 10% 食塩水を加え充分攪拌した後エーテルにて抽出脱脂し、これに 20% 三塩化醋酸を加え除蛋白したものに付き、常法によりフェノール、ルチヂン-コリヂン混液を展開剤として paper chromatography によりアミノ酸の検出を行つた。その結果検出し得たものは

Table 1. Mean Value and Variation of Live Body Weight and Dry Matter of Unabsorbed Yolk.

Ration	Age (day)	Body weight (g)	Body weight differ. between at hatch and measuring (g)	Dry matter of unabsorbed yolk (g)	Number of birds
None.	0	27.9 (27.0~30.0)	—	0.3650 (0.2107~0.6798)	16
	0	37.4 (35.5~38.8)	—	1.7721 (1.6032~1.8973)	13
	0	32.1 (27.2~35.5)	—	2.1628 (1.8166~2.6232)	5 (Contained unabs. white)
	1	32.1 (30.3~35.2)	- 0.8 (- 1.5~- 0.5)	0.8529 (0.2466~0.9365)	10
	3	23.4 (22.8~27.7)	- 8.4 (- 8.2~- 10.6)	0.2799 (0.1611~0.3893)	6
	3	21.5 (20.1~22.8)	- 12.2 (- 10.4~- 14.0)	0.5003 (0.2537~0.3469)	2 (death)
	5	21.3 (19.7~22.7)	- 11.7 (- 8.9~- 14.7)	0.2761 (0.2533~0.3567)	4 (death)
	5	29.8 (27.0~31.5)	- 3.5 (- 3.0~- 5.0)	0.0106 (0~0.0551)	8 (death)
	5	23.4 (21.3~28.0)	- 8.0 (- 3.5~- 11.0)	0.0008 (0~0.0018)	6
	1	32.8 (28.8~35.5)	- 0.3 (- 0.2~- 0.5)	0.7107 (0.6108~0.9867)	10
	3	29.9 (28.3~34.2)	- 3.9 (- 4.2~- 3.5)	0.3554 (0.3248~0.3861)	10
	5	29.1 (25.0~34.2)	- 4.0 (- 3.5~- 5.3)	0.0131 (0.0015~0.1207)	10
	1	32.8 (28.0~35.2)	- 0.9 (- 0.6~- 1.3)	0.5930 (0.2548~0.9187)	8
	3	24.8 (19.0~33.8)	- 5.6 (- 9.5~+ 0.3)	0.2764 (0.1039~0.5949)	10
Starch	5	21.5 (20.8~22.8)	- 9.9 (- 9.7~- 10.4)	0.2000 (0~0.3510)	3 (death)
	5	33.1 (28.0~38.0)	+ 1.0 (+ 1.8~+ 0.2)	0.0097 (0.0051~0.2060)	5

Table 2. Free Amino Acids in the Unabsorbed Yolk.

Age	0	1	2	5
Amino acids	Cystine	Cystine	Cystine	Cystine
	Methionine	Methionine	Methionine	Methionine
	Lysine	Lysine		
	Threonine	Threonine	Threonine	Threonine
	Tyrosine	Tyrosine		
	Alanine	Alanine		
	Histidine	Histidine	Histidine	Histidine
	Arginine	Arginine	Arginine	Arginine
	Valine	Valine	Valine	Valine
	Phenylalanine	Phenylalanine	Phenylalanine	

Table 2 に示す如きものであつて、飼料の有無及び種類による差は全くなかつた。

3. 腸内容物及び排泄物中の遊離アミノ酸 腹腔内卵黄の表面に見られる血管網は孵化後 24 時間位経過すれば著しく退化し、卵黄は直接腸管内に吸収されると思われる故、卵黄嚢より腸管内に移行し排泄される間の卵黄の分解過程を知るために、絶食せしめた雛 10 羽につき小腸内容物及び排泄物中の遊離アミノ酸を paper chromatography により検出し、更に澱粉区及び脱脂粉乳区の雛各 10 羽につき排泄物中の遊離アミノ酸を同様検出した。

小腸内容物の採取法は次の如くである。即ち屠殺放血後開腹し十二指腸上端及び小腸下端を糸にて結び切断して取出し、1%食塩水及水にて洗滌後その内容物を絞り出し、5~8 倍の 10% 食塩水を加え攪拌した後エーテルにて抽出脱脂した。この 10% 食塩水溶液につき、直接前記卵黄の場合と同様遊離アミノ酸を検出した。孵化直後の雛にあつては小腸内容物は僅かであつて充分採取出来ず、以後は黄色乳状の液が得られた。

排泄物は各区 10 羽前後の雛群より採取し、直に 60~70° にて乾燥後軽く粉碎して羽毛等を篩別し、これを細粉して供試した。これのアミノ酸検出は細粉せるもの約 0.5 g をとり水 20 cc を加え 10 分間煮沸し、1 時間

Table 3. Free Amino Acids in the Contents of Intestine and The Droppings.

Age	1	2	3
Free amino acids in intestine	Cystine	Cystine	Cystine
	Methionine	Methionine	Methionine
	Lysine	Lysine	Lysine
	Threonine	Threonine	Threonine
	Histidine	Histidine	Histidine
	Arginine	Arginine	Arginine
	Valine	Valine	Valine
	Serine	Serine	Serine
Free amino acids in dropping	Unidentified spot	Unidentified spot	
	Cystine	Cystine	Cystine
	Methionine	Methionine	Methionine
	Lysine	Lysine	Lysine
	Threonine	Threonine	Threonine
	Histidine	Histidine	Histidine
	Arginine	Arginine	Arginine
	Valine	Valine	Valine
	Serine	Serine	Serine

放冷した後 20% 三塩化醋酸を加え除蛋白したものにつき行つた。

以上の結果検出した遊離アミノ酸は Table 3 に示す如くで、排泄物中のアミノ酸は各区共同一であつた。

4. 残留卵黄中の硫黄及び窒素含有量 絶食区の雛より前述と同様な方法にて卵黄囊内容物を取り出し、直にこれにつき全窒素は KJELDAHL 氏法により、全硫黄は BENEDICT 氏試薬により試料を酸化分解し、生ずる硫酸を BaSO_4 となしこれを秤量することにより定量した。又水分、粗脂肪は常法により定量した。

又卵黄囊内容物約 3 g を秤量しこれに 10% 食塩水 20 cc を加えエーテルにて脱脂後 20% 三塩化醋酸 2 cc を滴下し、遠心分離して上澄液を濾紙にて濾過し、残渣を三塩化醋酸 1 % を含む 10% 食塩水にて洗滌して濾液及び洗滌液を合せて 50 cc となし、これにつき全窒素、及び全硫黄を上述の方法にて定量しそれぞれ非蛋白態窒素及び同硫黄とし、又この 50 cc 中より 10~20 cc をとり dil. HCl 2~4 cc を加え数分間煮沸して後 10% $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を加え、生ずる BaSO_4 を重量法により定量して硫酸態硫黄を求めた。

以上の結果は Table 4 に示す如くである。

Table 4. Nitrogen and Sulfur Content of Fresh Unabsorbed Yolk

Age (day)	H_2O (%)	Total N (%)	Total S (%)	Crude fat (%)	Non-protein fraction			The ratio of	
					Total N (%)	Total S (%)	Sulfate S (%)	non-protein N to total N	non-protein S to total S
0	40.56	3.84	0.85	32.74	0.43	0.14	0.03	0.11	0.16
1	53.50	5.28	0.99	13.31	0.53	0.25	0.06	0.10	0.25
2	53.48	4.10	1.09	10.13	0.51	0.32	0.08	0.12	0.29
3	65.31	2.41	0.97	31.99	0.55	0.94	0.17	0.23	0.97

5. 小腸内容物及び排泄物中の硫黄及び窒素含有量 小腸内容物は絶食区の雛より上述と同様方法にて小腸を取り出し、内容物を 10% 食塩水にて洗い出し、これにつき全窒素及び全硫黄を定量し、又この食塩水溶液をエーテルにて脱脂したものを、三塩化醋酸にて上記卵黄の場合と同様除蛋白したものにつき、全窒素及び全硫黄を定量してそれぞれ非蛋白態窒素及び硫黄となし、更に硫酸態硫黄を定量した。この結果窒素及び硫黄の全量に対する非蛋白部のそれ等含量の比は Table 5 に示す如きものとなる。

Table 5. Non-protein N and S in Contents of Intestine.

Age (day)	The ratio of		
	non-protein N to total N	non-protein S to total S	Sulfate S to total S
1	0.95	0.88	0.08
2	1.02	0.80	0.13
3	0.62	1.03	0.00

排泄物は各区の雛につき、前述と同様方法にて採取乾燥して後細粉となし、全窒素及び全硫黄を定量した。又細粉せるもの約 0.5 g を秤量し水 20 cc を加え、10 分間煮沸後 1 時間放冷し、これにつき前記卵黄の場合と同様除蛋白したものにつき、非蛋白態窒素及び硫黄並に硫酸態硫黄を定量した。この場合澱粉区日齢 4, 5 日のものは澱粉含有量多く濾過がやや困難

であつた。以上の排泄物についての分析結果を Table 6 に示す。

この場合雛排泄物は毎朝採取し 1 昼夜の総排泄量を秤量し、これより 1 日 1 羽当りの各区に於ける全窒素、全硫黄、非蛋白態窒素及び硫黄の平均排泄量を算出すると Table 7 の如くなる。飼料は 1 日 4 回 各 10 分間宛給与

し、1日1羽当りの平均摂取量を求めた。なお絶食区以外は水は不断に与えたものである。

Table 6. Nitrogen and Sulfur Content of Dried Chick Droppings

Ration	Age (day)	Total N (%)	Total S (%)	Non-protein fraction			The ratio of		
				N (%)	S (%)	Sulfate S (%)	Non-protein N to total N	Non-protein S to total S	Sulfate S to non-protein S
None	1	23.18	2.31	3.33	1.91	0.91	0.14	0.83	0.48
	2	26.04	3.08	2.16	2.30	0.89	0.08	0.75	0.38
	3	23.14	2.26	2.62	1.43	1.21	0.11	0.63	0.85
	4	22.76	2.41	2.80	1.58	0.84	0.12	0.66	0.53
	5	23.59	2.30	2.23	1.78	1.13	0.09	0.77	0.64
Skim milk	1	18.00	2.30	2.84	1.63	1.47	0.21	0.71	0.90
	2	15.33	1.90	3.38	1.71	1.45	0.22	0.90	0.85
	3	14.07	1.64	2.96	1.50	0.64	0.21	0.91	0.43
	4	14.20	2.93	3.22	1.42	0.26	0.23	0.48	0.18
	5	12.95	2.14	1.42	1.07	0.17	0.11	0.50	0.16
Starch	1	12.32	3.16	2.09	2.90	0.21	0.17	0.92	0.07
	2	6.59	2.38	2.77	1.25	0.15	0.42	0.53	0.12
	3	4.88	1.42	0.69	0.54	0.17	0.14	0.38	0.31
	4	4.97	1.42	1.05	0.75	0.17	0.21	0.53	0.23
	5	3.15	1.84	1.29	1.17	0.44	0.41	0.64	0.38

Table 7. Average Amount of Chick Excretion of Nitrogen and Sulfur.
(per bird per day)

Ration	Age (days)	Av. wt. of taken diet (g)	Av. wt. of dried drop- pings (g)	Total N (mg)	Total S (mg)	Non-protein		Sulfate S(mg)
						N (mg)	S (mg)	
None	1	—	0.18	41.7	4.1	6.0	3.4	1.6
	2	—	0.20	52.1	6.1	4.3	4.6	1.8
	3	—	0.13	30.1	2.9	3.4	1.8	1.6
	4	—	0.14	31.9	3.4	3.9	2.2	1.8
	5	—	0.19	44.8	4.4	4.2	3.4	2.1
	Total	—	0.84	200.6	20.9	21.8	15.4	8.3
Skim- milk	1	0.43	0.10	18.0	2.3	3.8	1.6	1.5
	2	0.82	0.10	15.3	1.9	3.4	1.7	1.5
	3	0.53	0.24	33.7	3.9	7.1	2.1	1.5
	4	2.80	0.24	34.1	7.0	7.7	3.4	0.6
	5	1.81	0.33	42.7	7.1	4.7	3.5	0.7
	Total	5.76	1.01	143.8	22.2	26.7	12.3	5.8
Starch	1	0.59	0.07	8.6	2.0	1.5	2.0	0.1
	2	1.16	0.23	15.2	5.5	6.4	2.9	0.3
	3	0.55	0.50	24.4	7.0	3.5	2.7	0.9
	4	1.62	0.86	42.7	12.2	9.0	6.5	1.5
	5	1.10	0.76	23.9	14.0	9.8	8.9	3.3
	Total	5.02	2.42	114.8	42.7	30.2	23.0	6.1

考 察

以上の実験結果より先ず雛腹腔内残留卵黄量を見ると孵化時に於ける卵黄量は新鮮卵の 25~35% が卵黄囊中に収容され、孵化後雛に利用されとも云われている⁽⁴⁾が、孵化時に於ける卵黄残留量、雛体重及び雛活力の間には明かな関係は認められない。又従来卵白は孵化過程に於いて完全に利用し尽され、孵化 16 日頃迄に大部分の場合完全に消失するとされているが、卵黄と共に雛腹腔内に存在することもあることは明かである。

絶食せしめた雛に於て、日齢 5 日以後に死亡したものにつき見ると、卵黄を消失したもの、多量の卵黄を残留しているものがあり、他の例より見るも腹腔内卵黄は常に雛により利用されるものとは云い得ない。

腹腔内卵黄中には遊離の methionine, cystine が存在し、遊離アミノ酸全体につき、これを新鮮卵黄の場合と比較すれば、著者は新鮮卵黄中に遊離の threonine phenylalanine, methionine 及判定し得ぬ黄色斑点 1 を認め、L. F. LA COUR 及 R. DREW⁽⁵⁾ は 2 種或はそれ以上の遊離アミノ酸を認めたとしている故、腹腔内卵黄は新鮮卵黄より遊離アミノ酸が多く、それだけ分解が進みつつあることは明かで、又日齢によりその程度が異なるものと考えられる。

更に各区の雛につき残留卵黄、小腸内容物及び排泄物中の遊離アミノ酸を比較すれば、残留卵黄の分解は既に卵黄囊中にて行われ、腸内に於いて日齢 3 日以後卵黄は大した変化を受けることなく排泄されると思われる。

残留卵黄中の非蛋白態N及びSの全N及びSに対する割合を比較すると、卵黄の分解は日齢2日迄は大体同様であるが、日齢5日に到ると著しく進むものであることが明である。

排泄物についての分析値を見ると、絶食区の雛は給餌したものに比し、より多くの窒素を大部分蛋白態として排泄し、且その窒素及硫黄の1日の排泄量並にその含有割合は日齢による変化が少く、澱粉区、粉乳区に於いては、日齢3日迄とそれ以後に於ける排泄量及排泄物の組成の差は飼料摂取量に大差がないのに拘らず著しい。又澱粉区に於いては硫黄化合物排泄の状態が他の区に比して著しい差を示す。

硫酸態Sは残留卵黄及び小腸内容物中に僅か認められるのみであるが、これが絶食区の排泄物中に毎日大体一定量見られることは、これが尿に由来するものと考えられ、日齢3日迄絶食区、粉乳区に於けるこの排泄量が大体等しいのに反し、澱粉区に於いてその量が著しく減少していることは澱粉区の雛に於ける硫黄化合物の代謝が異つていることを示す。

以上の事実を総合すると腹腔内卵黄は孵化過程に於いて利用せられた残渣であつた雛の栄養給源として大きな意義を有するものとは考えられない。而してこの卵黄の分解、吸収及び排泄の過程は日齢3日迄とそれ以後とに於いては差異があり、雛が栄養給源として腹腔内卵黄を利用するのは日齢2日迄で、それ以後は体内の異物として排泄するものと考えられる。

実際の育雛に於いて餌付けの時期は消化管機能の発達と関連して考慮されるべきであるが、一般に云われる如く、腹腔内卵黄は雛の栄養を完全に保つ故、これの存在する間は飼料は不要であるとするのは早計である。

要 約

初生雛腹腔内に残留する卵黄の生理的意義、及びその分解過程を知るために、残留卵黄、小腸内容物及び総排泄物につき、全窒素及び硫黄、非蛋白態窒素及び硫黄並に遊離アミノ酸につき分析し、その窒素及び硫黄化合物の分解過程を検した結果、腹腔内卵黄は完全に孵化後の雛の栄養給源として利用されるものでなく、日齢2日以後は体内に於ける異物として排泄されるものと考えられる。

猶本研究は恩師佐々木林治郎先生、並に津郷友吉先生の御指導の下に行つた。その費用の一部を文部省科学研究費により補つて行つたもので、此処に感謝の意を表する次第である。

(1) G. F. HENSER : <i>Feeding Poultry</i> , p. 320 (1948), John Wiley and Sons Inc., New York.	(3) 西田周作 : 家禽, p. 267 (1950) 朝倉書店.
(2) H. E. LE MASURIER <i>et al</i> : <i>Poultry Sci.</i> , 25, 300 (1946).	(4) 山田行雄 : 畜産の研究, 7, 98 (1953).
	(5) L. F. LA COUR and R. DREW : <i>Nature</i> , 159, 307 (1947).

Summary

Studies were undertaken to determine the nutritive significance of the unabsorbed yolk in day-old male chicks of White Leghorn and to trace the process of its decomposition. The used chicks were divided into 3 groups and the first group was fed nothing, the second and the third was fed only skim-milk and starch respectively, immediately after hatching.

The unabsorbed yolk, the contents of intestine and the total droppings of chicks were analysed and their total N, total S, non-protein N and S were determined. Their free amino acid were also detected by means of paper chromatography.

The results revealed that after hatching, chicks could not utilize all unabsorbed yolk through as their nutritive resources and after about 2 days old they excreted the yolk through intestine.