鶏卵の品質変化に関する研究(第3報)

貯蔵時の位置および産卵鶏の年齢による影響

尾 崎 直 臣*

鶏卵が産卵後の流過程において、コン包状態にある間は、現在では鈍端を上位にして包装されているのが一般的である。またコン包状態にある間以外の鶏卵の置き方(鈍端上位、鋭端上位、横位など、以下位置と称する)については一定の方法はとられていないようである。

鶏卵貯蔵時の位置が貯蔵後の品質に与える影響に関して、Dawson および Hall¹⁾ は、鋭端上位のものが鈍端上位のものに比べて透視検卵の結果では品質が劣るが、卵白評点法の結果では有意ではないけれども、鋭端上位のもののほうがすぐれた傾向にあることを、Orel および Musil²⁾ は、鋭端上位のものが鈍端上位のものに比べて卵白係数が低く、横位のものの低下はさらに大であり、または鋭端上位のものが透視の結果、鈍端上位のものより品質が劣ることを、さらに Goodwin ら³⁾ は最近、鋭端上位のもののほうが鈍端上位および横位のものに比べて、透視の結果とは逆に、Haugh 単位においてはまさっていることを報告している。また Brant および Sanborn⁴⁾ によると、割卵時、濃厚卵白中に占める卵黄の位置は、横位貯蔵の場合がもっとも中央に近く、鋭端上位のものがこれにつき、鈍端上位のものはもっとも中央よりはなれる傾向がある。なお Baker⁵⁾ は、鋭端上位で輸送されたものが鈍端上位で輸送されたものより内部品質が劣ることを述べている。このように、貯蔵時の位置の品質におよぼす影響に関して、過去の報告において一致した結果が得られていないし、また品質をあらわす種々の項目にわたって多岐的に検討した研究は見られない。

つぎに、産卵鶏の年齢によって新鮮時および貯蔵後の卵の品質がいかに相違するか、あるいは貯蔵中の品質低下の速さが異なるかどうかを知っておくことは、鶏卵の取扱いや利用に当って必要なことである。

そこで、本報では、コン包状態にある間をも含めた鶏卵の比較的短期間の貯蔵時の位置が、品質に対していかなる影響を与えるかについて、品質をあらわす種々の項目について検討を行なった。(包装時の位置に関しては、運搬および保管中の卵殻の耐破壊強度や、第2報⁶⁾で報告した輸送中の振動などの内部品質への影響、あるいは包装容積の効率および包装作業の能率などの問題もあるが、それらはここでは考慮外に置いた。)また同時に、産卵鶏の年齢による、鶏卵の新鮮時および貯蔵後における品質ならびに貯蔵中の品質低下の速さの相違について検討を加えた。

実験方法

1. 試料卵

東京農工大学農場で飼養中の白色レグホン種の無精卵(1962年11月上旬に産卵のもの)で、産卵後35時間以内(ただし前日産卵のものは7~8℃の地下室に保管)のものを使用した。

産卵鶏は年齢を異にするつぎの2種である。

(1) 1962年2月末フ化、1962年8月中旬~9月中旬に産卵開始のもので、したがって試料卵採取時には産卵開始後1.5~3カ月を経過している。(以下若鶏と称する)

(2) 1961年2月末フ化、1961年8月中旬~9月中旬に産卵開始のものである(ただし一部1960年2月末フ化、1960年8月中旬~9月中旬に産卵開始のものを含む)。試料卵採取時には、多くのものは1962年秋季の換羽を開始しておらず、一部は換羽を行ないながら産卵をつづけており、換羽を終了した後産卵を再開しているものは含まない。(以下便宜上2年鶏と称する)

若鶏、2年鶏とも同一系統のものであって、フ化後の育成、産卵開始後その他各過程における飼養管理は、両

* 鉄道技術研究所(東京都北多摩郡国分寺町)

Studies on the Changes of Egg Quality. Part III. Effects of storage position and age of layers. By NAOMI OZAKI.

者同様の条件で行なわれた。

試料卵の重量は、若鶏のものが45～58 g、2年鶏のものが47～61 gであって、後に述べるように平均重量に明らかな差がある。

2. 試験条件

試料卵の処理は貯蔵日数0日すなわち新鮮時のものと25°C 5日貯蔵のもの2種とし、25°C 5日貯蔵のものについては、これを貯蔵時の位置すなわち置き方によって鈍端上位、鋭端上位および横位（長軸水平）の3種に分け、さらにいずれも産卵鶏の年齢によって若鶏の卵と2年鶏の卵とに分けて、第1表に見られるような8試験区を設けた。若鶏、2年鶏のそれぞれにおいて、各区に重量がかたよらないように各12個の試料卵を無作為に割当てた。

25°C 5日貯蔵の各区の試料卵は、ガラス製の環状架に1個ずつ、試験区に応じて、それぞれ鈍端上位、鋭端上位および横位になるように載せ、これを電気フ卵器（25°C±0.5°C、関係湿度65～75%）内に5日間保管後、測定に供した。

3. 測定項目および測定方法

(1) 重量および重量の変化

0日および25°C 5日貯蔵後における重量を測定した。また貯蔵による重量の変化は、0日における重量に対する重量減%として算出した。

(2) 卵殻の厚さ

卵の表面積はMUELLERおよびSCOTT⁷⁾によると次式で表わされる。

$$A = 4.67 \times W^{2/3}$$

ここでAは卵の表面積（cm²）、Wは卵（新鮮時）の重量（g）である。したがって単位表面積当りの卵殻の重量（Z）は、卵殻の重量をSとすると、 $Z = S / (4.67 W^{2/3})$ で表わすことができる。単位表面積当りの卵殻重量が卵殻の厚さを表わすのに非常に適正な手段の1つであることは、TAYLORおよびLERNER⁸⁾、TYLERおよびGEAKE⁹⁾、ならびにHURWITZおよびGRIMINGER¹⁰⁾によって報告されている。その場合、卵殻の重量の代りに卵殻と卵殻膜の合計重量をもってしても同様に適当であって、直接測定した卵殻の厚さとの間に+0.986の相関係数が得られている⁹⁾。

そこで著者の実験では、卵殻と卵殻膜の合計重量（mg）を $W(g)^{2/3}$ で除した値をもって相対的な卵殻の厚さ（以下簡単に卵殻の厚さと称する）とした。なお卵殻と卵殻膜の合計重量は、割卵して内容物を取り出したのち、よく水洗して残余の卵白を除き、25°Cのフ卵器中で約4日

間乾燥して秤量を行なった。

- (3) 気室の高さ
- (4) 卵黄係数
- (5) Haugh単位
- (6) 濃厚卵白直径
- (7) 水様卵白直径
- (8) pH（水様卵白）
- (9) VBN（揮発性塩基窒素）（卵黄）

測定方法は、特記したもの以外は、第1報¹¹⁾の場合と同様である。

実験結果および考察

貯蔵日数別、貯蔵時の位置別、産卵鶏の年齢別の各測定項目における平均値は第1表のとおりである。

1. 産卵鶏の年齢による卵重量および卵殻の厚さの相違

全試料について、若鶏と2年鶏の間の卵重量および卵殻の厚さの平均値の差の検定を行なった結果は、卵重量では $t_0 = 7.38^{**}$ 、卵殻の厚さでは $t_0 = 3.43^{**}$ で、いずれも高度の有意差が認められ、卵重量は2年鶏のほうが大であり、卵殻の厚さは若鶏のほうが大である。この点については多くの報告^{10)12)~17)}と一致している。

2. 産卵鶏の年齢による新鮮卵の品質の相違

新鮮卵（0日）の品質が産卵鶏の年齢によっていかなる相違を示すかを知るために、1.において検討した卵重量および卵殻の厚さ以外の各測定項目について、平均値の差の検定（t検定）を行なった結果を第2表に示す。

第2表に見られるように、若鶏と2年鶏の間に、卵黄係数、水様卵白直径、pHおよびVBNには有意差が認められないが、気室の高さ、Haugh単位および濃厚卵白直径に高度の有意差が認められ、若鶏のほうが2年鶏に比べて気室の高さおよび濃厚卵白直径が小であり、Haugh単位が大であることがわかる。既述のように若鶏の卵は2年鶏の卵より小さいこと、および若鶏よりも2年鶏のほうが、卵重量に対する濃厚卵白の割合が大であるという報告¹²⁾もあることから、気室の高さおよび濃厚卵白直径が小であることをもって、直ちに品質の優秀性を論ずることは適当でないが、しかし第1表に見られるように、それらの差は卵重量の差と比べるとその割合がかなり大であるし、またHaugh単位が大であることは、さきの卵殻が厚いということとともに、若鶏の卵のほうが2年鶏の卵より品質的にすぐれていることを示している。鶏の年齢による新鮮卵のHaugh単位の相違に関しては、多くの研究がなされており、本結果と同様に

第1表 貯蔵日数別、貯蔵時の位置別、産卵鶏の年齢別の各測定項目における平均値

測定項目			重量減	気室の高さ	卵黄	Haugh	濃厚卵	水様卵	pH	VBN	測定項目 區別	卵重量 (0日) (g)	卵殻の 厚さ
貯蔵日数	位置	年齢	(%)	(mm)	係数	単位	白直径 (mm)	白直径 (mm)	(水様 卵白)	(卵黄) (mg%)			
0日 (新鮮時)	—	若鶏	—	1.83	0.469	82.8	71.9	136.8	8.41	2.56	若鶏	50.9	343.7
		2年鶏	—	2.17	0.453	66.8	87.2	135.2	8.38	2.38			
25°C 5日	鈍端 上位	若鶏	1.43	3.00	0.396	53.2	95.0	155.2	9.14	3.47	2年鶏	55.9	319.8
		2年鶏	1.67	3.46	0.382	34.8	122.2	174.2	9.12	3.64			
	鋭端 上位	若鶏	1.55	3.21	0.408	61.6	92.0	148.7	9.12	3.32			
		2年鶏	1.57	3.54	0.386	42.6	113.3	165.3	9.14	3.73			
	横位	若鶏	1.49	3.00	0.390	55.7	97.7	145.0	9.12	3.39			
		2年鶏	1.98	3.58	0.372	33.8	124.6	176.0	9.18	3.25			

注：(1) それぞれ12個の試料の平均値。ただし VBN のみは、0日の若鶏と2年鶏ならびに25°C 5日の若鶏はそれぞれ4個の試料、25°C 5日の2年鶏はそれぞれ3個の資料の平均値。

(2) 卵重量および卵殻の厚さは実験に用いた全試料、すなわち若鶏、2年鶏各48個の試料の平均値であり、卵重量は新鮮時における値である。

第2表 産卵鶏の年齢を異にする新鮮卵の各測定項目における平均値の差の検定結果

測定項目	気室の高さ	卵黄係数	Haugh 単位	濃厚卵白直径	水様卵白直径	pH	VBN
t_0	2.83**	1.58	3.80**	5.12**	0.20	0.49	1.30

注：(1) 試料数は若鶏、2年鶏それぞれ12個、VBN のみはそれぞれ4個。

(2) ** に $\alpha=0.01$ において有意であることを示す。

若鶏のほうが2年鶏より大であることが報告されている^{12)~14)16)18)19)}。卵黄係数に対する産卵鶏の年齢の影響があまりないことは、JONES ら²⁰⁾によっても報告されている。

3. 貯蔵後の品質におよぼす貯蔵時の位置および産卵鶏の年齢の影響

貯蔵時の位置および産卵鶏の年齢によって、貯蔵後の卵の品質がいかに相違するかを知るために、25°C 5日貯蔵後の各項目の測定結果に対して、位置と年齢を要因とした分散分析を行なった。結果は第3表のとおりである。

第3表に見られるように、貯蔵時の位置に関しては、代表的な品質指標である Haugh 単位において有意差が認められた。区間推定を行なった結果、鈍端上位および横位のものに比べて鋭端上位のものが Haugh 単位が有意に大である。鋭端上位のものが鈍端上位および横位のものより Haugh 単位が大であることは、はじめに挙げた Goodwin ら³⁾の場合と一致している。

鶏の年齢に関しては pH および VBN を除くすべての項目において高度の有意差が認められ、若鶏のほうが2年鶏に対して、重量減%、気室の高さ、濃厚卵白直径および水様卵白直径が小であり、卵黄係数および Haugh

単位が大である。すなわち貯蔵後の品質も明らかに若鶏の卵の方がすぐれているといえる。

位置と年齢との2因子交互作用は、いずれの項目にも見られなかった。

4. 貯蔵中の品質低下速度におよぼす産卵鶏の年齢の影響

貯蔵中の品質低下の速度が、産卵鶏の年齢を異にする卵において相違するかどうかを知るために、貯蔵日数(0日、5日貯蔵)と産卵鶏の年齢とを要因として分散分析を行なった(ただし貯蔵後のものについては鈍端上位のものの測定値のみを使用した)。第4表にその結果を示す。

ここで見られるように、交互作用は重量減%において有意であり、2年鶏の卵のほうが若鶏の卵よりも貯蔵中の重量減%の増え方が急であるが、その他の項目においては2因子交互作用は認められなかった。2年鶏の卵のほうが重量減%の増加速度が大であることは、3.において貯蔵後における2年鶏の卵の、重量減%が若鶏のそれより高度の有意性をもって大であることから、当然推測されることである。

貯蔵中の重量の減少は、卵殻を通しての水分の損失によるが、卵殻の透過性は卵殻の多孔性ということをも無視

第3表 25°C 5日貯蔵卵における貯蔵時の位置と産卵鶏の年齢に関する分散分析の結果

要因	自由度	重量減 %		気室の高さ		卵黄係数		Haugh 単位		濃厚卵白直径		水様卵白直径		pH		VBN	
		不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比
位置	2	0.26341	2.24	0.1285	1.12	0.001520	2.55	489.22	3.19*	457.39	2.08	358.46	0.92	0.0025	0.30	0.08410	0.66
年齢	1	1.12750	9.58**	3.7813	32.82	0.005778	9.69**	7038.91	45.93**	11355.25	51.57**	8884.44	22.83**	0.0078	0.94	0.10896	0.85
位置×年齢	2	0.33964	2.89	0.0937	0.81	0.000100	0.17	22.41	0.15	67.17	0.31	356.41	0.92	0.0095	1.14	0.13052	1.02
誤差	66	0.11771		0.1152		0.000596		153.25		220.20		399.15		0.0083		0.12838	

注：* は $\alpha=0.05$ において有意，** は $\alpha=0.01$ において有意であることを示す。

第4表 貯蔵日数（0日，25°C 5日）と産卵鶏の年齢に関する分散分析の結果

要因	自由度	重量減 %		気室の高さ		卵黄係数		Haugh 単位		濃厚卵白直径		水様卵白直径		pH		VBN	
		不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比	不偏分散	分散比
貯蔵日数	1	28.79901	939.61**	18.1302	223.83**	0.061920	98.91*	11426.84	67.35**	10135.55	53.73**	9913.00	21.03**	6.4167	534.73**	4.68365	33.65**
年齢	1	0.18502	6.04**	1.8802	23.21**	0.002700	4.31*	3550.08	20.92**	5412.38	28.69**	915.25	1.94	0.0063	0.53	0.00003	0.00
貯蔵日数×年齢	1	0.18501	6.04*	0.0469	0.58	0.000019	0.03	17.04	0.10	429.01	2.27	1281.33	2.72	0.0001	0.01	0.12192	0.88
誤差	44	0.03065		0.0810		0.000626		169.66		188.64		471.47		0.0120		0.13919	

注：(1) 25°C 5日貯蔵のものは鈍端上位の試料についての測定値のみを使用した。

(2) * は $\alpha=0.05$ において有意，** は $\alpha=0.01$ において有意であることを示す。

しては、必ずしも卵殻の厚さと直接関連して考えることはできない。しかし第4報²¹⁾に示すように、著者の実験から得られた卵殻の厚さと重量減%との間の相関係数から見ると、卵殻の厚さと透過性との間に多少の関連は認めてもよいのではなかろうか。（ここでもし、第4報²¹⁾にも論ずるように、単位卵重量当りの表面積が重量減%に影響するものとするならば、卵重量が小さい若鶏の卵のほうが単位卵重量当りの表面積が大であるから、むしろ若鶏の卵のほうが重量減%は大となるわけである。したがって2年鶏の卵のほうが、重量減%が大であるという本実験の結果からすると、単位卵重量当りの表面積は重量減%に影響していないか、または影響しているとしても、それ以上に卵殻の厚さないしその他の因子が重量減%に関係しているものと考えられる。）

つぎに、同様に卵殻の透過性と関連があると考えられる pH, Haugh 単位、濃厚卵白直径および水様卵白直径については、若鶏と2年鶏において貯蔵中の変化速度に差を認めることができなかったことは、第4表に見られるとおりである。この点に関して、Haugh 単位について実験を行なった SNYDER および ORR¹⁹⁾の結果は、貯蔵中の Haugh 単位の低下が産卵鶏の年齢にかかわらず同じ割合で起ることを示している。なお、MAY ら²²⁾の報告によると、系統を異にする産卵鶏の卵の貯蔵中の Haugh 単位の低下は系統によって差があり、新鮮時の Haugh 単位の大きなものほど

貯蔵中の低下速度も大きい。また MUELLER²³⁾によれば、同じ若鶏の間でも新鮮時の Haugh 単位が大なる卵が貯蔵中の低下速度が大である。

要 約

(1) 鶏卵貯蔵時の位置が貯蔵後の品質におよぼす影響、ならびに産卵鶏の年齢による、鶏卵の新鮮時および貯蔵後における品質の相違を、卵重量、卵殻の厚さ、重量減%, 気室の高さ、卵黄係数、Haugh 単位、濃厚卵白直径、水様卵白直径、pH および揮発性塩基窒素について測定、統計学的に比較検討を行なった。

(2) 卵重量は2年鶏のほうが大であり、卵殻の厚さは若鶏のほうが大であった。

(3) 新鮮時においては、若鶏の卵のほうが2年鶏の卵に比べて気室の高さおよび濃厚卵白直径が小であり、Haugh 単位が大であった。

(4) 貯蔵後においては、鋭端上位で貯蔵したものが、鈍端上位および横位のものより Haugh 単位が大であった。また、若鶏の卵が2年鶏の卵に比べて、重量減%, 気室の高さ、濃厚卵白直径および水様卵白直径が小であり、卵黄係数および Haugh 単位が大であった。貯蔵時の位置と年齢との交互作用はいずれの項目にも認められなかった。

(5) 貯蔵中における品質低下の速度は、重量減%において2年鶏のほうが大であるほかは、若鶏と2年鶏との間に差を認めることができなかった。

(6) 以上の諸結果に対して種々の考察を行なった。

(7) (2)~(4)から一般に若鶏の卵のほうが2年鶏の卵よりも、新鮮時、貯蔵後ともに品質がすぐれていると考えられる。また鋭端上位で貯蔵したものが、その他の位置で貯蔵したものよりも貯蔵後の品質がすぐれていると考えられる。

本研究に際し、新潟大学野並慶宣教授より御助言と御鞭撻を賜った。試料卵については東京農工大学小林恒夫教授および同農場の関係各位の御配慮をいただいた。統計学的処理に関し鉄道技術研究所卜部舜一博士より御教

示を願った。また同研究所の長谷川良雄室長より種々御配慮をいただいた。以上記して厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) DAWSON, L.E. and HALL, C.W.: *Poultry Sci.*, **33**, 624 (1954).
- 2) OREL, V. and MUSIL, F.: *Poultry Sci.*, **35**, 1381 (1956).
- 3) GOODWIN, T.L., WILSON, M.L. and STADELMAN, W.J.: *Poultry Sci.*, **41**, 840 (1962).
- 4) BRANT, A.W. and SANBORN, L.D.: *Poultry Sci.*, **42**, 227 (1963).
- 5) BAKER, R.L.: *Poultry Sci.*, **32**, 1090 (1953).
- 6) 尾崎直臣: 食品工誌, **10**, 16 (1963).
- 7) MUELLER, C.D. and SCOTT, H.M.: *Poultry Sci.*, **19**, 163 (1940).
- 8) TAYLOR, L.W. and LERNER, I.M.: *J. Agr. Research*, **58**, 383 (1939).
- 9) TYLER, C. and GEAKE, F.H.: *J. Sci. Food Agr.*, **12**, 281 (1961).
- 10) HURWITZ, S. and GRIMINGER, P.: *Poultry Sci.*, **41**, 499 (1962).
- 11) 尾崎直臣: 食品工誌, **9**, 228 (1962).
- 12) FRONING, G.W. and FUNK, E.M.: *Poultry Sci.*, **37**, 215 (1958).
- 13) CUNNINGHAM, F.E., COTTERILL, O.J. and FUNK, E.M.: *Poultry Sci.*, **39**, 289 (1960).
- 14) MUELLER, W.J., MAW, A.J.G. and BUSS, E.G.: *Poultry Sci.*, **39**, 854 (1960).
- 15) TYLER, C. and GEAKE, F.H.: *J. Sci. Food Agr.*, **11**, 535 (1960).
- 16) FROST, R.E.: *Poultry Sci.*, **39**, 1284 (1960).
- 17) MARBLE, D.R.: *Poultry Sci.*, **41**, 1662 (1962).
- 18) YAO, K.T.S.: *Poultry Sci.*, **37**, 1254 (1958).
- 19) SNYDER, E.S. and ORR, H.L.: *Poultry Sci.*, **39**, 1297 (1960).
- 20) JONES, K.B., HOUSTON, T.W. and HARRIES, J.M.: *J. Sci. Food Agr.*, **12**, 381 (1961).
- 21) 尾崎直臣: 食品工誌, **10**, 379 (1963).
- 22) MAY, K.N., SCHNIDT, F.J. and STADELMAN, W.J.: *Poultry Sci.*, **36**, 1376 (1957).
- 23) MUELLER, W.J.: *Poultry Sci.*, **38**, 843 (1959).

(1963年5月6日受理)