[農化 第 47 巻, 第 3 号, p. 223~227, 1973]

鶏卵卵黄の貯蔵中の変化に関する再検討

伊藤 秀夫*, 佐藤 泰
(名古屋大学農学部*, 金城学院大学)

昭和 47 年 7 月 28 日 受理

Re-examination on Changes in Chicken Egg Yolk during Storage [Note]

By Hideo ITO* and Yasushi SATO
Nagoya University; *Kinjo Gakuin University

Some changes on the character of stored chicken egg yolk at 30°C were discussed by determining the amounts of the lipids and phosphorus compounds, both of which were extracted from the yolk by ether, ethanol or acetone. The results are summarized as follows.

1. Shaking conditions of the fresh and stored yolk with ether did not influence on the amounts of ether soluble lipids.
2. The amounts of ether soluble lipids and phosphorus compounds in the yolk were almost constant even after the different periods of storage and days of extraction.
3. The amounts of ether soluble phosphorus compounds of stored yolk is less than that of fresh yolk.
4. The amounts of ethanol soluble lipids of fresh yolk increases as day of extraction becomes longer.
5. The amounts of ethanol or acetone soluble lipids in stored yolk is more than that in fresh yolk.

(Received July 28, 1972)

鶏卵の貯蔵中における変化については、卵白係数の低下、濃厚卵白の割合の低下、卵黄係数の低下、卵白の pH の上昇などが知られ、それぞれ化学的な説明がなされているが、卵黄脂質の貯蔵中の化学的な変化については、あまり報告がない。

中村、佐藤⁽¹⁾は、新鮮卵黄と貯蔵卵黄の 10% 食塩水等容希釈液に 2 倍容のエーテルを加えて、エーテル可溶性脂質量を求めたところ、貯蔵卵黄と新鮮卵黄の抽出の難易に著しい差があることを認めた。そこで、この脂質抽出の難易について再度確認を行なったところ、異なる結果を得たので報告する。

実験条件について

新鮮卵としては、標準飼料として「みつびしマッシュ」(菱和飼料)を与えた白色レグホン種の採卵鶏の産卵直

後の無精卵(以下普通卵と呼ぶ)、および標準飼料の 15% を綿実粕(菱和飼料提供)あるいは 10% をカボック粕(菱和飼料提供)でおきかえた飼料を所定期間与えた白色レグホン種の採卵鶏の産卵直後の無精卵(以下それぞれ綿実卵、カボック卵と呼ぶ)を用いた。いずれも、名古屋大学農学部家畜飼養学教室において飼育採卵されたものである。

貯蔵卵としては、上記の各新鮮卵の表面をアルコールでふいた後、30°C の通風器を有する恒温室に一定期間貯蔵したものをを用いた。これらは、それぞれについて貯蔵卵と呼ぶこととする。

エーテル可溶性脂質、全脂質は、次に記載する事項を除き、中村、佐藤⁽¹⁾の報告した方法に従った。

脂質抽出における振盪条件においては、次の条件のうち、いずれかによった(振盪後は、冷蔵庫(約 5°C)に

第1表 普通卵のエーテル可溶性脂質量*と振盪条件

振盪条件 卵 黄	振盪条件 1 (1日間抽出)	振盪条件 2 (3日間抽出)
新 鮮 卵 黄	173 mg	183 mg
5 日 貯 蔵 卵 黄	151	146
10 日 貯 蔵 卵 黄	147	146
15 日 貯 蔵 卵 黄	144	144
20 日 貯 蔵 卵 黄	150	152

* エーテル層 2ml あたり。

置く)。

条件 1: 1日の内に, 1時間おきに3回, 手で10分間
ずつ振る。

条件 2: 毎日同じ時刻に1回, 手で10分間振る。

条件 3: 中村, 佐藤の方法⁽¹⁾と同じ。

エーテル可溶性脂質の定量においては, 分液漏斗で条件1あるいは条件2に従って振盪した後, エーテル層を取り, 適量の無水硫酸ナトリウムを加え, 脱水する。この一定量を取り, エーテルを蒸発させ, 100°C 加熱乾燥法で抽出された脂質量を求める。また卵黄を100mlの共栓付三角フラスコに秤り取り, この中に等重量の10%食塩水および2倍重量のエーテルを加え, 毎日条件3によって振盪する。所定の日数振盪した後, エーテル層を取り, 無水硫酸ナトリウムで脱水した後, エーテル層の一部を秤り取り, 卵黄1gあたりの脂質抽出率を求めた。

エーテル可溶成分に含まれるリン量は Allen 法⁽²⁾により求めた。

標準飼料を与えた場合の脂質抽出量の検討

1. エーテル可溶性脂質量に対する振盪条件および鶏卵貯蔵期間の影響: 第1表は振盪条件によってエーテル可溶性脂質量が異なるか, また新鮮卵黄と貯蔵卵黄とのエーテル可溶性脂質量に差があるかを見るために行なった実験の結果である。

第2表 普通卵の貯蔵日数とエーテル可溶性脂質量*

卵 黄	脂質量	卵 黄	脂質量
新 鮮 卵 黄	157 mg	4 日 貯 蔵 卵 黄	159 mg
1 日 貯 蔵 卵 黄	165	5 日 貯 蔵 卵 黄	155
2 日 貯 蔵 卵 黄	159	7 日 貯 蔵 卵 黄	164
3 日 貯 蔵 卵 黄	156	10 日 貯 蔵 卵 黄	156

* エーテル層 2ml あたり, 振盪条件1による。

この結果から, 両方法の間に明らかな差は認められず, エーテル可溶の成分は比較的短時間で抽出されるといえる。そして, 新鮮卵黄と5日間貯蔵卵黄とを比較すると, どちらの振盪条件においても, エーテル可溶性脂質量に差があるように見られた。しかし貯蔵日数5~20日間においては, 貯蔵日数による抽出脂質量には差が見られない。

前述の実験結果において, 新鮮卵黄と5日間, 30°Cで貯蔵した卵黄のエーテル可溶性脂質量が異なるように観察されたので, 貯蔵初期における貯蔵期間による影響を確認するために, 貯蔵期間を細分して行なった実験結果が第2表である。卵を短期間貯蔵するだけで変化の著しいものの一つは, 卵白の pH であるので, pH とエーテル可溶性脂質量に, なんらかの関係があるのではないかと考えて, 卵白および卵黄の pH を pH メーターで測定したが, pH と脂質量の間には関係が認められず, また新鮮卵黄と貯蔵卵黄との間にも, 明らかな差が認められなかった。従って第1表の実験結果で, 新鮮卵黄と5日以上貯蔵した卵黄とのエーテル可溶性脂質量の差は, 有意と考えられない。

2. エーテル可溶性脂質量およびリン量に対する抽出日数の影響: 第3表は, 中村らの方法⁽¹⁾と全く同じ方法(条件3)で求めた抽出率の実験結果である。

脂質量の結果から, 新鮮卵黄と貯蔵卵黄の抽出率はほぼ同じであり, 両者の間には差は認められないといえる。

第3表 普通卵のエーテル可溶性脂質量*¹およびリン量*¹と抽出日数の影響

抽出日数	エーテル可溶性脂質量		エーテル可溶性リン量	
	新 鮮 卵 黄 (全脂質量 294 mg)	貯 蔵 卵 黄* ² (全脂質量 277 mg)	新 鮮 卵 黄 (全リン量 10.75 mg)	貯 蔵 卵 黄* ² (全リン量 9.66 mg)
	抽 出 率 %* ³	抽 出 率 %* ⁴	抽 出 率 %* ⁵	抽 出 率 %* ⁶
1 日 間	99.0 (291 mg)	98.9 (274 mg)	35.3 (3.73 mg)	31.2 (3.02 mg)
3 日 間	98.6 (290)	91.7 (254)	35.4 (3.77)	30.5 (2.95)
5 日 間	96.9 (285)	94.9 (263)	36.7 (3.86)	29.0 (2.75)
7 日 間	99.7 (293)	95.3 (264)	36.4 (3.85)	28.7 (2.77)

() 内は脂質量あるいはリン量を示す。

*¹ 卵黄 1g あたり, *² 30°C, 20 日間貯蔵, *³ 誤差 ±3.4%, *⁴ 誤差 ±3.6%, *⁵ 誤差 ±4.7%, *⁶ 誤差 ±5.2% (誤差は, 範囲を脂質量で ±10 mg, リン量で ±0.5 mg として求めた)。

第4表 普通卵のアルコールおよびアセトン可溶性脂質量*1と抽出日数の影響

抽出日数	アルコール可溶性脂質量		アセトン可溶性脂質量	
	新鮮卵黄 (全脂質量 295 mg)	貯蔵卵黄*2 (全脂質量 270 mg)	新鮮卵黄 (全脂質量 302 mg)	貯蔵卵黄*2 (全脂質量 274 mg)
	抽出率 %*3	抽出率 %*4	抽出率 %*3	抽出率 %*4
1 日間	29.2 (86 mg)	40.4 (109 mg)	20.4 (63 mg)	23.6 (65 mg)
3 日間	33.9 (100)	38.5 (104)	19.6 (69)	20.9 (59)
5 日間	34.6 (102)	40.4 (109)	20.4 (62)	19.2 (53)
7 日間	34.9 (103)	35.2 (95)	20.1 (61)	23.0 (63)

() 内は脂質量を示す。

*1 卵黄 1g あたり, *2 30℃, 20 日間貯蔵, *3 誤差 ±3.4%, *4 誤差 ±3.7% (誤差は, 範囲を脂質量で ±10 mg とした求めた)。

また, わずかな数値の差を考慮すれば, 日数と若干の関係を見出すことができるが, 誤差を考慮すればほとんど同じであり, 抽出日数の影響も認められないことになる。

また, リン量の結果からは, 貯蔵卵黄の抽出率の方が平均して, やや低いことがわかる。しかし抽出日数の影響は, ほとんど認められなかった。

第4表は, 新鮮卵黄と貯蔵卵黄について, アルコール可溶性脂質量あるいはアセトン可溶性脂質量に差があるかどうかを見るために行なわれた結果である。

アルコール可溶性脂質量の結果から, 貯蔵卵黄の抽出率の方が, 高い傾向が認められる。また抽出日数の影響は, 新鮮卵黄の場合には, アルコールに接する時間が長いほど, 抽出率が増す傾向として認められる。しかし貯蔵卵黄の場合には, 増減の傾向は明らかに示されなかった。

またアセトン可溶性脂質量については, 貯蔵卵黄の抽出率の方が高い傾向がある。しかし両者とも, 抽出日数の影響は明らかに示されなかった。

綿実粕あるいはカボック粕を混合した飼料を与えた場合の脂質抽出量の検討

飼料によって卵黄脂質に変化がおこるといわれている。たとえば産卵鶏に毎日 10 g のタラ肝油を与えた場合, グリヤリドおよびリン脂質の不飽和度が増加し, その増加割合は, リン脂質の方が高い⁽⁸⁾。また飼料の影響は, 投与後 5 日間くらいであらわれ, カボック粕を大量に与えたときには, 卵黄が凝固したスポンジ卵が, 綿実粕を大量に与えたときには, 卵白が桃色がかったピンクホワイト卵ができるといわれている⁽⁴⁾。

第5表は, 10 羽の鶏から得た綿実卵の卵黄のエステル可溶性脂質を定量した結果である。

表中のグループ1では, 飼料を与えてから 1~5 日後

第5表 綿実卵のエステル可溶性脂質量*1と抽出日数の影響

抽出日数	新 鮮 卵 黄		貯 蔵 卵 黄 ^{*2}		
	脂質量	抽出率	脂質量	抽出率	
グループ1	(全脂質量)	308 mg	286 mg		
	1 日 間	295	95.8% ^{*3}	267	93.4% ^{*4}
	3 日 間	293	94.8	259	90.6
	5 日 間	289	93.7	260	90.9
	7 日 間	280	90.9	268	93.7
グループ2	(全脂質量)	302	269		
	1 日 間	287	95.0% ^{*3}	267	99.3% ^{*5}
	3 日 間	292	96.7	264	98.1
	5 日 間	297	98.3	261	97.0
	7 日 間	298	98.7	264	98.1
グループ3	(全脂質量)	295	284		
	1 日 間	271	91.7% ^{*6}	268	94.4% ^{*4}
	3 日 間	285	96.6	271	95.4
	5 日 間	290	98.3	264	93.0
	7 日 間	285	96.6	270	95.1

グループ1: 飼料を与えてから 1 日後から 5 日後までの卵,

グループ2: " 6 日後から 10 日後までの卵,

グループ3: " 11 日後から 15 日後までの卵,

*1 卵黄 1g あたり, *2 30℃, 20 日間貯蔵, *3 誤差 ±3.3%, *4 誤差 ±3.5%, ** 誤差 ±3.8%, *6 誤差 ±3.4% (誤差は, 範囲を脂質量で ±10 mg とした求めた)。

までの綿実卵を, 実験に供するまでビニール袋に入れ, 冷蔵庫に保存し(総数 30 個), そのうち 8 個を新鮮卵とし, 残りを 30℃ で 20 日間貯蔵し, 貯蔵卵として用いた。グループ2では, 飼料を与えてから 6~10 日後までの綿実卵(総数 27 個)のうち, 8 個を新鮮卵とし, 残りを貯蔵卵として用いた。グループ3では, 飼料を与えてから 11~15 日後までの綿実卵(総数 27 個)のうち, 8 個を新鮮卵とし, 残りを貯蔵卵として用いた。この結果から各グループとも, 新鮮卵黄と貯蔵卵黄の抽出率はほとんど同じであり, またどの採卵時期の新鮮卵黄および貯蔵卵黄でも, 抽出率に対する抽出日数の影響はみられないといえる。

第6表は, 10 羽の鶏から得たカボック卵の卵黄のエー

第6表 カボック卵のエーテル可溶性脂質量^{*1}と抽出日数の影響

抽出日数	新鮮卵黄		貯蔵卵黄 ^{*2}	
	脂質量	抽出率	脂質量	抽出率
グループ1	(全脂質量)	311 mg	266 mg	
	1 日間	297	251	94.2% ^{*4}
	3 日間	293	246	92.4
	5 日間	287	241	90.6
グループ2	(全脂質量)	294	262	
	1 日間	263	245	93.5% ^{*5}
	3 日間	261	241	92.0
	5 日間	277	232	88.5
グループ3	(全脂質量)	292	260	
	1 日間	283	226	86.9% ^{*6}
	3 日間	270	232	89.2
	5 日間	273	233	89.6
	7 日間	255	229	88.1

グループ1: 飼料を与えてから1日後から5日後までの卵。

グループ2: " 6日後から10日後までの卵。

グループ3: " 11日後から15日後までの卵。

^{*1} 卵黄1gあたり, ^{*2} 30°C, 20日間貯蔵, ^{*3} 誤差±3.3%, ^{*4} 誤差±3.7%, ^{*5} 誤差±3.4%, ^{*6} 誤差±3.8% (誤差は、範囲を脂質量で±10mgとして求めた)。

テル可溶性脂質量を求めた結果である。

産卵総数は、グループ1が30個、グループ2が29個、グループ3が24個である。各グループにおいて8個を新鮮卵とし、残りを貯蔵卵として用いた。この結果からグループ1、グループ2は、新鮮卵黄の抽出率と貯蔵卵黄の抽出率はほとんど同じであるが、グループ3の場合には、貯蔵卵黄の抽出率が少し低い傾向がみられる。しかし、どの採卵時期の新鮮卵黄でも、貯蔵卵黄でも、抽出率に対する抽出日数の影響は、ほとんどみられない。

脂質抽出量に対する抽出日数の影響の総合考察

中村ら⁽¹⁾によれば、普通卵の新鮮卵黄の場合には、卵黄脂質の抽出率は、1日抽出で55%くらいになり、その後はあまり変化がなく、大体60%である。リンの抽出率は、1日抽出で8%くらいになり、7日抽出で20%くらいになる。本実験では、新鮮卵黄の場合も、貯蔵卵黄の場合も、卵黄脂質の抽出率は、1日抽出で90%以上になり、抽出日数が長くなっても、その値はほとんどかわらない(第3表)。この結果より、卵黄脂質のうちエーテルに可溶性成分は、短時間でエーテルに抽出され、抽出日数が長くなっても、抽出率はあまり変化しないといえる。従って中村ら⁽¹⁾の報告したような結果は得られなかった。しかし、①貯蔵卵黄のエーテルによるリン抽出率が、新鮮卵黄の場合より低く、抽出日数を長くして

も変化がないこと(第3表)、②新鮮卵のアルコールによる脂質抽出率は、抽出日数が長くなると増加すること(第4表)、③新鮮卵黄より貯蔵卵黄の分が、アルコールあるいはアセトンによる脂質抽出率がやや高いこと(第4表)。以上の3点において、貯蔵の影響が考えられる。

エーテル抽出量について、中村らの報告⁽¹⁾と本報告の結果が異なる理由は全く不明であるが、中村らの用いた卵を産んだ鶏の飼料(昭和34年頃)と、本報告で用いた卵を産んだ鶏の飼料が異なっていたことが、一つの理由としてあげられるかもしれない。しかし、飼料の極端な質的变化の例として、綿実卵あるいはカボック卵の両者とも、新鮮卵黄と貯蔵卵黄の脂質抽出率はほぼ同じであり、抽出日数が長くなっても、その値はあまり変化しない。また普通卵の値と比較しても、その抽出率はほぼ同じである。従って、中村らの結果と本報告の結果との相違は、前記飼料投与によるものといえないと考えられる。

なお本報告の普通卵のエーテル可溶性脂質の抽出率は90%以上であり、中村らの抽出率は60%強である⁽¹⁾。

卵黄全脂質のうちエーテルに可溶性脂質は、卵黄タンパク質組成の文献値⁽⁵⁻⁸⁾を参照し、それぞれの脂質含量から計算すると約85%になるから、本報告の抽出率が90%以上になるのは、エーテルに脂質以外の成分(蛋白質)がごく少量溶けることと、エーテルが実験中に少量蒸発することによると考えられる。また中村らの値が低いのは、本実験においては、三角フラスコを非常に激しく振盪したのに比し、中村らの場合には、その振盪を穏やかに行なったためと考えられる。

この点についてさらに確かめるために、最も穏やかな条件と考えられる液体ソックスレー抽出器を使用して卵黄脂質を抽出、定量したところ、新鮮卵黄の脂質抽出率は86.8%、30°Cで20日間貯蔵した卵の卵黄のそれは83.2%となり、実験誤差を考慮すると両者の間には、差がないと考えられる。従って本実験で用いた鶏卵の場合、貯蔵卵黄および新鮮卵黄とも、抽出日数によって抽出率が変化しなかったのは、振盪条件によるものとはいえない。もし両報告の差の要因を考えるとすれば、鶏の品種の差か、特別な飼料成分の差を考えるほかはない。

なお、中村らの実験方法⁽¹⁾では、0°Cでエーテル抽出し、エーテル層の一部を定容として分析しているが、本報告では約5°Cでエーテル抽出し、抽出液の一部について分析した。エーテル可溶性脂質量は、0°Cで抽出しても、約5°Cで抽出しても同じ値になり、また抽出液の分

析についても、その一部を定容するかどうかについては、本質的な差はなく、たとえエーテルの蒸発による誤差の大小があったとしても、新鮮卵黄と貯蔵卵黄について同一の方法を採用したので、両者の差があれば認められるはずである。従って実験条件の違いは、両報告の差の要因とはならないと考えられる。

-
- (1) 中村 良, 佐藤 泰: 農化, **33**, 1108 (1959).
 - (2) 名古屋大学農学部農芸化学教室: 農芸化学基礎実験, 養賢堂, 1966, p. 105.
 - (3) D. N. Rhodes: *Biochem. J.*, **68**, 380 (1958).

- (4) F. S. Shenstone and J. R. Vickery: *Poultry Sci.*, **38**, 1055 (1959).
- (5) G. Alderton and H. L. Fevold: *Archs Biochem.*, **8**, 415 (1945).
- (6) G. Bernardi and W. H. Cook: *Biochim. Biophys. Acta*, **44**, 86 (1960).
- (7) A. Saari, W. D. Powrie and O. Fennema: *Fd. Res.*, **29**, 307 (1964).
- (8) W. H. Cook and W. G. Martin: "Structural and Functional Aspects of Lipoproteins in Living Systems," ed. by E. Tria and A. M. Scanu, Academic Press, London and New York, 1969, p. 579.