各種アヒル卵の成分組成と卵黄の電気泳動について

関 口 正 勝*, 松 岡 博 厚**, 笹 子 謙 治***

* 川村短期大学家政科 ** 都立立川短期大学食物科

*** 十文字学園短期大学食物栄養専攻

Comparison of Compositions of Duck Eggs and Their Yolk Electrophoretic Patterns

Masakatsu SEKIGUCHI,* Hiroatsu MATSUOKA,**

Kenji SASAGO***

* *Department of Home Economics, Kawamura College,
Toshima-ku, Tokyo*

** *Faculty of Food and Nutrition, Tachikawa College of Tokyo,
Akishima, Tokyo*

*** *Division of Food and Nutrition, Jumonji Gakuen College,
Niiza, Saitama*

Compositions of duck eggs of six breeds (Spot billed duck, Call duck, Khaki, Muscovy, Pekin and Philippine) and the electrophoretic patterns of their yolks were compared.

The ratio of yolk/white were 0.53-0.67, the highest in Muscovy and the lowest in Pekin and much higher than those of hen's eggs. The chemical composition of egg white showed no difference among six breeds, but that of Muscovy yolk was very different from the other five breeds, higher in protein and lower in lipid. Duck eggs contained more sodium and potassium in white and more calcium and phosphorus in yolk, similar to hen's egg. Magnesium and calcium content of Muscovy yolk were much higher and potassium and sodium contents in Spot billed duck and Call duck were much lower than the others. SDS-polyacrylamide gel electrophoretic patterns of these duck egg yolks showed 22 bands and Muscovy yolk showed a quite different pattern from the others.

(Received May 27, 1978)

著者らはさきに、卵の利用性に関する研究の一環として、うずら卵を用いた皮蛋の製造を試みた¹⁾。皮蛋は本来アヒル卵から製造されるものであり、その製造方法についてはいくつかの報告がある²⁾³⁾。アヒル卵については、Rhodes ら⁴⁾の卵白たん白質や Couch ら⁵⁾の脂質に関する報告、主要鳥卵の成分のなかでの山中ら⁶⁾のアヒル卵の分析⁶⁾および田名部ら⁷⁾のカーキーキャンベル種の卵の保存性に関する報告がある。しかしアヒル種間における卵の成分差異等については、ほとんど報告がない。アヒル種間の卵の成分の差異が卵の加工、利用性に影響を与えるのではないかと考え、各種アヒル卵の組成および卵黄のポリアクリルアミドゲル電気泳動パターンを比較検討した。

試料および実験方法

1. 試 料

実験に供した試料卵は、カルガモ種 (Spot billed duck)、ナキアヒル種 (Call duck)、カーキーキャンベル種 (Khaki campbell 以下カーキー I と略)、バリケン種 (Muscovy)、ペキン種 (Pekin)、ならびにフィリピン種 (Philippine) の新鮮卵を東京都畜産試験場江戸川分場より、また別に、カーキーキャンベル種 (Khaki campbell 以下カーキー II と略) 新鮮卵を群馬県北軽井沢浅間園より入手した。

2. 成分分析

卵殻表面の汚れをきれいにぬぐい、卵重を測定後割卵して卵黄と卵白に分け、分離した卵黄はガーゼの上で卵白を除いた。卵殻は卵殻膜をはがさぬように卵白を水洗して除き、乾燥後重量を測定した。卵白重量は全卵重量

* 〒171 東京都豊島区目白 2-22-3

** 〒196 東京都昭島市東町 3-6-33

*** 〒352 新座市菅沢 2-1-28

より卵黄と卵殻重量を差し引いて求め、それぞれ卵重に対する割合を求めた。成分分析試料はカーキー I、バリケン、ベキン、フィリピンおよびカーキー II は各 5 個を用い、カルガモ、ナキアヒルは入手困難のため各 2 個を用いた。これらを混合試料として各 2 回のサンプリングの分析の平均値とした。

各成分はつぎの方法により測定した。水分は湿砂、常圧乾燥法、たん白質はケルダール法、脂質はクロロホルム：メタノール (2:1) 混液を加えて抽出し、減圧にて溶剤を除いて重量法により求めた。灰分は電気炉法 (450~500°C) により求め、灰分成分は灰化試料を常法により塩酸処理して検液とし、原子吸光分光光度計 MAF-I 形 (島津製) を使用して検量線法により、カリウム、ナトリウム、カルシウムおよびマグネシウムを測定した。リンは Allen 法⁸⁾により求めた。

3. 卵黄の SDS-ポリアクリルアミド電気泳動

試料は卵黄を 4 倍量の 5% 食塩水にとかしたものを 100 μ l に 50% ショ糖 200 μ l, 10% SDS 100 μ l および水 600 μ l を加えて調製し、厚さ 1mm のゲルで試料溝の長さ 12mm に、20 μ l の試料を用いた。ゲル作成および泳動用に用いた緩衝液は pH 7.4 のトリス-酢酸-EDTA 緩衝液⁹⁾で、SDS 濃度はそれぞれ 1% および 0.5% とした。ゲル濃度は 5% でアクリルアミドと *N,N'*-メチレンビスアクリルアミドの比は 30:0.8 とした。装置は東洋産業製のスラブ電気泳動 SPG-1400 およびバルサー 10 型安定電源を用いた。泳動条件は 200 V, 50 mA 約 5 時間とした。泳動を終わったゲルは 50% メタノール-10% 酢酸溶液で 2 時間以上固定し、クマシーブル染色液 (50% メタノールで 10% 酢酸溶液に 0.25%) で 30 分染色した後、30% メタノール-7% 酢酸溶液で脱色した。脱色後ゲルをコスモ製デンストメータにより、各バンドの泳動パターンの波長 597 m μ でスキャンしデンストグラムを得、各ピークの面積比を求めた。

実験結果および考察

1. 卵の構成割合

各種アヒル卵の全卵重量、卵殻、卵白および卵黄の割合を求めた結果を Table 1 に示した。

全卵重量は鳥体の小さいカルガモおよびナキアヒル卵が軽く、ベキン卵が最も重く他はその中間であった。卵殻の割合は、バリケンおよびナキアヒル卵はその他のアヒル卵に比しやや高い。アヒル卵の殻は鶏卵と比較するとかなり厚く、たとえばアヒル卵のカーキー II では 0.382~0.405 mm, 市販鶏卵では 0.282~0.378 mm であった。卵白の割合の最も低いのはバリケン卵で、最も高いのはベキン卵であった。一方卵黄の割合をみると、カルガモおよびバリケン卵が高く、ナキアヒルとベキン卵が低かった。以上の結果を利用する立場からみると、アヒル卵の構成割合は大きく卵黄型と卵白型に分けられ、前者にはバリケン卵、後者にはベキン卵が典型である。カーキー卵は中間である。アヒル卵の利用にさいしてはこのような特徴を考慮する必要があるといえる。アヒル卵における卵黄卵白比は鶏卵の 0.44~0.47⁶⁾と比較するとかなり高く、顕著な相違がみられた。それゆえ卵黄を利用するマヨネーズやアイスクリームの製造においては鶏卵に対するアヒル卵の優位性が認められる。

2. 卵白および卵黄の成分組成

各種アヒル卵の卵白および卵黄の成分組成をそれぞれ Table 2, 3 に示した。

卵白の水分量は 87.4~88.4% で種間でほとんど差がなかった。卵白の固形分中の大部分はたん白質でその含有量にはあまり差がなかった。卵白中の脂質量は鶏卵と同様きわめて少なかった。また灰分量も種間の差はほとんどなかった。卵黄の水分量は 43.6~44.7% で種間による差はほとんどなかった。たん白質量は種間で差がみられ、バリケン卵が最も高く、フィリピン卵が最も低かった。脂質量は 35.1~39.1% でフィリピン卵が最も高い値を示し、バリケン卵が最も低かった。卵黄の灰分量

Table 1. Proportions of duck eggs.

Breeds	Whole egg (g)	Shell (%)	White (%)	Yolk (%)	Yolk/White
Spot billed duck	50.2 $\pm$ 3.5	9.0	54.4	36.6	0.67
Call duck	51.5 $\pm$ 4.8	11.4	57.2	31.4	0.55
Khaki I	65.1 $\pm$ 6.9	9.4	56.3	34.3	0.61
Muscovy	75.6 $\pm$ 4.9	11.6	53.0	35.4	0.67
Pekin	95.2 $\pm$ 6.8	10.0	58.8	31.2	0.53
Khaki II	70.7 $\pm$ 3.3	9.4	56.7	33.9	0.60
Philippine	76.8 $\pm$ 0.5	9.4	57.2	33.4	0.58

Table 2. Chemical composition of duck egg white.

(%)

Breeds	Moisture	Protein	Lipid	Ash
Spot billed duck	88.0	10.0	0.1	0.9
Call duck	88.4	9.3	0.1>	0.8
Khaki I	88.0	10.4	0.1	0.8
Muscovy	87.4	10.9	0.1	0.9
Pekin	87.7	9.4	0.1>	0.8
Khaki II	88.3	10.8	0.1	0.7
Philippine	87.5	9.6	0.1	0.8

Table 3. Chemical composition of duck egg yolk.

(%)

Breeds	Moisture	Protein	Lipid	Ash
Spot billed duck	43.6	17.9	36.3	1.9
Call duck	44.0	17.9	35.5	1.6
Khaki I	44.7	15.8	36.8	1.7
Muscovy	44.5	18.2	35.1	1.8
Pekin	44.2	16.3	36.4	1.9
Khaki II	44.1	17.2	36.4	1.8
Philippine	44.3	14.3	39.1	1.4

Table 4. Mineral content of duck egg white.

(mg%)

Breeds	Magnesium	Calcium	Sodium	Potassium	Phosphorus
Spot billed duck	9.4	10.8	221.0	149.6	17.2
Call duck	9.3	4.2	237.0	124.5	13.4
Khaki I	10.0	14.6	226.9	51.0	15.4
Muscovy	8.8	16.5	187.8	178.3	16.9
Pekin	10.5	19.1	214.2	175.8	16.6
Khaki II	23.6	28.0	265.3	352.5	21.8
Philippine	14.5	13.4	216.1	125.9	10.8

は卵白のほぼ2倍以上含まれ、1.4~1.9% でフィリピン卵が最も低かった。パリケン卵の卵白および卵黄の成分組成は山中ら⁹⁾の分析値と同じ結果であり、またカーキーキャンベル卵については田名部ら⁷⁾の値とほぼ同じであった。

3. 灰分の成分組成

卵白および卵黄の灰分組成についての結果をそれぞれ Table 4 および Table 5 に示した。

卵白の灰分組成はナトリウムおよびカリウム量が高くマグネシウム、カルシウムおよびリンの量は低い。一方卵黄においては卵白にくらべ、カルシウムとリン量が著しく高い。この傾向は鶏卵の灰分組成¹⁰⁾とほぼ同じである。卵白においてはとくに灰分組成に種による差はみられないが、卵黄では種による相違がみられる。カルガモとナキアヒル卵ではカリウムおよびナトリウム量が低く、またパリケン卵ではマグネシウムとカルシウムの2

Table 5. Mineral content of duck egg yolk.

(mg%)

Breeds	Magnesium	Calcium	Sodium	Potassium	Phosphorus
Spot billed duck	24.8	156.0	92.9	98.7	505.4
Call duck	23.4	142.8	89.9	51.7	384.9
Khaki I	18.0	156.8	183.0	206.0	466.8
Muscovy	41.3	237.6	243.9	117.6	530.3
Pekin	23.7	175.6	154.2	132.9	537.6
Khaki II	20.9	150.6	203.6	210.6	510.1
Philippine	11.9	110.5	137.0	120.9	404.5

Fig. 1. SDS-polyacrylamide gel electrophoretic pattern of duck egg yolk.

1. Spot billed duck, 2. Call duck, 3. Khaki I, 4. Muscovy, 5. Pekin, 6. Khaki II, 7. Phillipine, 8. Hen

価イオンが他のアヒル卵にくらべ、著しく高い値を示している。このような2価イオンが卵黄たん白質の乳化安定性や凝固性に影響を与える¹⁰⁾可能性があるので、アヒル卵を利用するさいにはこの点を検討する必要がある。カーキーIとIIの灰分組成は、卵黄ではほぼ同じであるが、卵白ではカリウム量に著しい相違がみられる。この相違は飼育条件の違いによるのではないと思われる。

4. 卵黄の SDS-ポリアクリルアミド電気泳動

SDS-ポリアクリルアミド電気泳動の結果は Fig. 1 お

Fig. 2. Densitograms of electrophoretic pattern of duck egg yolk.

よび2のとおりである。

デンストメーターパターン (Fig. 2) には1から20までの番号をつけてあるが、泳動ゲルを肉眼的にみると19と20の間に淡く広い2本のバンドが認められるから、全部で22本のバンドが認められたことになる。バンド1, 2および3はアヒルの種類により違いが認められるが、同じアヒル卵試料でもバンド1があるときと、

ないときがある。鶏卵にはプロテアーゼの存在も知られており¹²⁾、また中村らは卵黄の超低密度リポたん白質の調製中にプロテアーゼが作用して、分子量の大きなたん白質が低分子に分解されることを示唆¹³⁾しており、これらのバンドの差がアヒルの品種間の差によるとはいいたい。泳動パターンに明瞭な差が認められるのはバリケン卵と他のアヒル卵の間である。すなわち Fig. 2 のチャート中に矢印で図示したように、バリケン卵ではバンド7がはっきり2本に分かれ、バンド10および19は他の種より泳動度がおそく、また11, 12のところは3本になっている。これらのバンドがどの卵黄たん白質に相当するか同定していないが、7, 10 および 19 に相当する鶏卵黄のバンドは高密度リポたん白質画分に属しており、バリケン卵はおもにこの画分が他のアヒル卵と異なっていると考えられる。またアヒル卵は鶏卵とくらべ、バンド20の位置が異なっている。しかし鶏卵の場合にもアヒル卵のバンド20の位置に弱いバンドが認められることもある、各アヒル卵黄の電気泳動上のバンド組成を、デンスitométerパターンの面積比から計算すると、たん白質組成に大きな差は認められず、バンド7と20が主要なたん白質で、それぞれ31~40% および13~21% であった。

バリケン卵においては卵黄の割合が高く、卵黄の成分組成においてはたん白質比率が高く、灰分組成ではマグネシウム、カルシウムの2価イオンが多い。また卵黄の電気泳動の結果ではバンド7, 10 および 19 の画分が他のアヒル卵とは異なっている。試料卵を得たアヒルはいずれも一般にアヒルとして分類されている。しかし動物学的分類¹⁴⁾では、Family (ガン科) はすべて同じであるが、Genus はバリケン属はバリケン属、他のアヒルはカモ属に属している。またバリケン属の属間雑種の F₁ は繁殖能力がない¹⁵⁾¹⁶⁾といわれる。バリケン卵と他のアヒル卵との間に種々の差がみられたのは、このような属の相違等によると思われる。今後卵黄脂質の分析等により、種類間の差および利用性についてさらに検討を加えたい。

要 約

6種類のアヒル卵について、成分組成および各卵黄の電気泳動パターンの比較を行ないつぎの結果を得た。

バリケン卵は卵黄の割合が高く、ペキン卵は卵白の割合が高く、カーキーキャンベル卵はその中間であった。

アヒル卵における卵黄卵白比は 0.53~0.67 で鶏卵におけるより高い値を示した。

卵白成分においては種間にはほとんど相違が認められなかったが、卵黄成分ではバリケン卵は脂質量が低く、たん白質量が高かった。灰分組成は卵白ではカリウム、ナトリウム量が高く、卵黄ではカルシウムおよびリン量が著しく高かった。また卵黄の灰分組成では、カルガモおよびナキアヒル卵はカリウム、ナトリウム量が著しく低く、バリケン卵ではマグネシウムおよびカルシウム量が高い値を示した。

卵黄の SDS-ポリアクリルアミド電気泳動パターンでは22のバンドが認められ、バリケン卵では他のアヒル卵と異なった泳動パターンを示した。

最後にこの研究にあたり、試料入手にご協力いただきました東京都畜産試験場江戸川分場の田中実氏、測定にさいし協力くださいました十文字学園短期大学 石井紀衣氏および都立立川短期大学 福家洋子氏に感謝いたします。

文 献

- 1) 関口正勝, 松岡博厚, 笹子謙治: 食品工誌, **19**, (18), 376 (1972)
- 2) 何 慶民: 農業研究, **3** (4), 55 (1952)
- 3) 田中 実: ニューフードインダストリー, **11**(19), 49 (1969)
- 4) Rhodes, M.B., Adams, J.L., Bennet, N. and Feeney, R.E.: *J. Biol. Chem.*, **235**, 2307 (1960)
- 5) Couch, J.R. and Saloma, A.E.: *Lipids*, **8**, 385 (1973)
- 6) 山中良忠, 古川 徳: 家禽会誌, **12**, 114 (1975)
- 7) 田名部尚子, 小川宣子: 家禽会誌, **15** (1), 18 (1978)
- 8) 神立 誠: 最新食品分析法, p.114 (1964), 同文書院
- 9) Fairbanks, G. Steck, T.L. and Wallach, D.F.H.: *Biochemistry*, **10**, 2606 (1971)
- 10) 佐藤 泰: 食の科学, No. 16, 34 (1974)
- 11) 遠藤健一, 笹子謙治, 山内邦男: 食品工誌, **21** (9), 431 (1974)
- 12) 細田達雄, 森 純一, 阿部恒夫: 家禽会誌, **3**, 139 (1966)
- 13) Nakamura, R., Hayakawa, M. and Sato, Y.: *Poult. Sci.*, **56**, 1148 (1977)
- 14) 佐々木清綱編: 畜産大辞典, p.990 (1964), 養賢堂
- 15) 大西靖彦: 家禽ハンドブック, p. 29 (1955), 産業図書
- 16) 西田周作: 家禽, p.213 (1951), 朝倉書店

(昭和 53 年 5 月 27 日受理)