

## 5℃もしくは25℃で2週間貯蔵が鶏卵のおいしさに与える影響 —産卵3日目の卵との比較—

設樂弘之<sup>1</sup>・小泉昌子<sup>2</sup>・峯木眞知子<sup>2</sup>

<sup>1</sup> キューピー株式会社, 東京都調布市仙川町 2-5-7 仙川キューポート, 182-0002

<sup>2</sup> 東京家政大学, 東京都板橋区加賀 1-18-1, 173-8602

鶏卵の風味が鮮度の違いにより異なるのかを調べるために、25℃もしくは5℃の条件で2週間貯蔵した卵と産卵後3日以内の卵で卵料理を作成し、その風味の違いを官能評価により調べた。

鶏卵は、25℃で貯蔵した場合は産卵後3日の卵と比較してハウユニットの大幅な低下、卵白のpHや卵黄の成分に大きな変化が現れたが、5℃で貯蔵した時には産卵後3日の卵とあまり違いがなかった。

官能評価試料に使用した卵料理は卵かけご飯、ゆで卵、だし巻卵、カスタードプディングの4種で、卵の風味がわかるように単純な配合にして官能試験に供した。その結果、25℃で貯蔵した卵で作った調理品は、産卵後3日の卵と比較して卵かけご飯、ゆで卵、だし巻卵の総合評価において有意に好ましくないと評価され、カスタードプディングの総合評価は新鮮卵試料との間に有意差がみられなかった。これらの結果は、25℃貯蔵による卵のにおいの変化や物性の変化による影響によりそのような結果が出たことが示唆された。5℃で貯蔵した卵と産卵3日の卵の比較では、各項目において有意な差がみられなかった。これらのことから、25℃下2週間貯蔵した場合、卵の成分変化が起こり、その結果、においや物性に影響を及ぼすことで、新鮮な卵との風味の差を感じるようになった。一方で低温の条件で貯蔵した場合には、風味の差は少なく、違いは判別できなかった。

キーワード: 鶏卵, 貯蔵, 風味, 物理的特性, 成分分析, 官能評価

### 1. 緒 言

多くの食品は、貯蔵していく間に微生物で腐敗する以外にも、科学的な変化を起こして風味が変化することが知られている。これらの変化についての研究例は多く、各食品特有の変化があることが報告されている(津志田, 2003)。鶏卵は長期貯蔵が可能であり、貯蔵中に起こる変化については、卵白や卵黄の比率の変化や濃厚卵白の高さの変化などが報告されている(鶴飼, 1978; Silversides and Scott, 2001; 西川ら, 1972; Jones, 2007)。また、鶏卵の貯蔵状態の構造変化に着目した研究(Mineki and Kobayashi, 1998)や割卵した後の貯蔵中の機能特性について変化を調べた研究(Jones, 2007)は報告されているが、鶏卵の風味変化に関する報告はほとんどない。一般に鶏卵の風味については新鮮なほうが良いという考えが主流ではあるが、科学的に研究した報告は少ない。吉田ら(1980)は鶏卵の貯蔵による変化をゆで卵で調べ、新鮮な卵の卵白がおいしくないことを報告しているが、

他の料理については検討していない。小川(1997)は、卵の鮮度が料理のおいしさに及ぼす影響として厚焼き玉子を取り上げ、厚焼き玉子については採卵後2日目が良いとしている。その理由として、鶏卵の物性、特に卵白の粘度の違いによるものと結論しており、味については明らかな結果は得られていない(Ogawa *et al.*, 2001; Nosaka *et al.*, 2001)。そこで、本研究では、風味という点に着目し、官能検査を行った。貯蔵による鮮度の異なる卵を用いて、おいしさの違いを明らかにすることを目的として検討を行った。

### 2. 材料及び方法

#### 1) 供試卵

実験Aでは、タカハシ養鶏場人見農場で養育された白色レグホーン種鶏(269日齢)が産んだ卵を25℃で2週間貯蔵した鶏卵(以下25℃貯蔵卵)を用いた。対照試料の新鮮卵はその鶏が2週間後に産んだ鶏卵(283日齢)を4℃で3日間貯蔵したものをを用いた。貯蔵期間の設定は、賞味期限内であることを考慮し25℃2週間とした。

実験Bでは、タカハシ養鶏場深谷農場6号舎で養育された白色レグホーン種鶏(日齢292日)が産卵した卵を3日後から5℃で2週間貯蔵した鶏卵(以下5℃貯蔵卵)と、対照試料の新鮮卵は、その鶏が2週間後に産んだ卵(日齢305日)を4℃で3日間貯蔵したものをを用いた。

2019年5月22日受付, 2020年6月15日受理

連絡者: 設樂弘之

〒182-0002 東京都調布市仙川町 2-5-7 仙川キューポート キューピー株式会社

Tel: 03-5384-7758

Fax: 03-5384-7860

E-mail: hiroyuki\_shidara@kewpie.co.jp

いずれの卵も 150 ppm の次亜塩素酸で殻の表面を洗浄し、すぐに乾燥させた。露結を防止するため、貯蔵中の庫内の温度変化は最小に抑えた。

卵は同じ会社の近隣の養鶏場で飼育された、ほぼ同じ環境で同じエサで飼育された鶏が産んだものであり、卵重もほぼ同じで卵白/卵黄比も一定になる時期のものを使用した (後藤, 2011)。卵白/卵黄はおよそ 2.6 であった。

## 2) 鶏卵の品質

いずれも、貯蔵した卵と新鮮卵について、それぞれ各 10 個の卵をランダムに選択し、卵重、ハウユニットや卵黄色を測定した。卵黄色は全農エッグマルチテスター (株式会社 JA 全農タマゴ EMT-5200) により測定した。

## 3) pH の測定

各試料 10 個の鶏卵を割卵後、卵黄と卵白に分離し、それぞれの pH を pH メーター (株式会社堀場製作所 F-28) により測定し、平均値を求めた。

## 4) 卵黄および卵白の成分分析

卵黄の水分含有量は、常法により行った。卵黄の脂質含量は、酸分解法により測定した。卵黄および卵白のタンパク質量は、燃焼法により測定した。卵白の水分含有量は、CEM 水分/固形分析計 (CEMcorporationSmart5W/MS) により測定した。なお、卵黄の脂質およびタンパク質量は日本分析センターにより分析を依頼した。脂質は、クロロフォルム-メタノール混液抽出法、タンパク質量はマクロ改良ケルダール法で行った。

## 5) 卵料理の風味試験

貯蔵による違いを見るために、それぞれの鶏卵を用いて、卵かけご飯、ゆで卵、だし巻卵、カスタードプディングの 4 種を調製した。

いずれも、官能評価のパネルは、官能評価試験を経験し、官能評価を勉強した T 大学管理栄養士専攻 4 年生と大学院生の計 25 名で行った。なお、官能評価を行うにあたっては、研究の趣旨に賛同したパネルのみに行い、調理に用いた食材を明らかにし、アレルギーについても説明した。これらの官能評価は、東京家政大学倫理委員会の承認を得た (大学院研究倫理委員会承認 H28-10)。

分析型官能評価は、順序効果を相殺するため、「新鮮卵→貯蔵卵」の順番で評価を行うグループおよび「貯蔵卵→新鮮卵」の順番で評価を行うグループの、2 グループに分けた。またこの際には、先に食べる試料を基準 (0) として、後に食べる試料を評価した。評価は、-2: 弱いから 2: 強いまでの 5 段階評価で行った。合わせて参考とするために、同じメンバーで嗜好型官能評価も行った。嗜好型官能評価は、-2: 好ましくないから 2: 好ましいまでの 5 段階評価で行った。いずれも、どちらでもないは 0 点とした。パネリストは、新鮮卵から作った調理品と貯蔵卵から作ったものの食べる順番が異なる 2 グループで行った。

### ① 卵かけご飯

卵かけご飯は、米 (コシヒカリ、栃木産) を用い、加水量 1.5 倍で飯を調製した。その飯 500 g に、万能こし器で 2 回裏ごしを行った全卵 250 g と全体の塩分 0.6% にあたる醤油 27 g (キッコーマン食品株式会社 こいくちしょうゆ (本醸造), 3.5%) を混合し

た。提供量は、一人 20 g を供試した。なお、卵かけご飯については非加熱食品であることを考慮して、試験の直前に割卵し、調製を行った。

分析型評価の質問項目は、におい、味の濃さの強弱を行った。

### ② ゆで卵

ゆで卵は、沸騰水に鶏卵を入れ、10 分加熱したものを急冷し、卵殻を除去した。提供量は、たて 4 つ割を 2 個、(1/2 個) とした。分析型評価は、におい、かたさ、味の濃さの強弱を行った。

### ③ だし巻卵

だし巻卵は、卵液 76.7%、だし汁 20.0%、みりん (宝酒造株式会社 タカラ本みりん) 1.6%、薄口しょうゆ (キッコーマン食品株式会社 キッコーマンうすくちしょうゆ) 1.6%、食塩 (日本精塩株式会社 特精 特納塩) 0.2% の配合で調製した。だし汁は、鰹エキス (日研フード製株式会社 カツオエキス A5914) を水で希釈したものを使用し、卵液以外の調味料は、鍋で一煮立ちさせた後、室温まで冷やしたものを混合した。フライパンに、4 等分を加えながら加熱した。1 本の仕上がりは、220 g で、一人分の提供量は 20 g とした。分析型評価は、かたさ、ジューシーさ (多汁)、味の強弱について行った。

### ④ カスタードプディング

プディングは、卵液 23%、牛乳 (森永乳業株式会社 森永牛乳成分無調整) 65%、グラニュー糖 (三井製糖株式会社 グラニュー糖) 12% の配合で調製した。材料を混合し、攪拌後加温して脱気し、口径 71 mm 高さ 42 mm 容量 95 mL のプリンカップに各 90 g を分注し、85°C、30 分加熱した。加熱後冷蔵し、翌日に官能評価に用い、パネルの提供温度は 10°C とし、提供量は一人 45 g とした。分析型評価は、香り、かたさ、なめらかさ、甘み、味の強弱について行った。

## 6) 卵料理 (ゆで卵、だし巻卵、プディング) の物理的特性

ゆで卵の破断特性は、官能評価試料と同様に調製した試料を用い、殻をむいた状態で鋭角な方を上部にして、卵バックで固定した状態での卵白部分を用い、一嚙みのかたさをレオメーター (株式会社山電 RE-2-3305B-1) で測定した。測定条件は、ロードセル: 20N, 測定速度: 1 mm/sec, 測定歪率: 15.0%, 戻り距離: 10.0 mm, プランジャー: 3 mm とした。

だし巻卵のテクスチャー特性は、試料の大きさを約 2 cm 幅の各 20 g を用い、レオメーター (株式会社山電 RE-2-3305B-1) で、ロードセル: 20N, 測定速度: 1 mm/sec, 測定歪率: 80.0%, 戻り距離: 10.0 mm, プランジャー: 16 mm の条件で測定した。かたさ、凝集性、付着性を求めた。

プディングの破断特性は、プリンカップに入れた状態で、Texture Analyzer Ta.XT Express (Stable Micro Systems 社製) を用い、10°C で測定速度: 1 mm/sec, 測定歪率: 50.0%, プランジャー: 20 mm で破断応力を測定した。

## 7) 統計処理

官能評価のデータは、2 試料のうち、先に食べた試料を基準 (0) とした評価を行ったことから、統計解析の際には、新鮮卵を基準 (0) とした評価値に変換した。統計解析は、ダミー変数を用いて主効果および順序効果を考慮した、単回帰分析によるシェッフェの対比較 (原法) を行った (高橋, 2019)。従属変数を評価値、

説明変数をダミー変数とし、ダミー変数には、「新鮮卵→貯蔵卵」を1、「貯蔵卵→新鮮卵」を-1に割り当てた。解析には、フリーソフトウェア「R (ver. 4.0.0)」32ビット版のlm関数を用いた。物性測定データのデータは、ウエルチのt検定で行った。検定の有意水準は5%とした。

また、参考のために行った総合評価（おいしさ）を従属変数、官能評価項目を独立変数としてステップワイズ法による重回帰分析を行い、おいしさに影響した官能評価項目を調べた。解析には、IBM SPSS Statistics 25を用いた。

### 3. 結 果

#### 1) 鶏卵の基礎項目とpH

卵の卵重、ハウユニット、卵黄色、卵黄および卵白のpHの結果は表1に、卵の成分変化については表2に示す。

##### 実験 A 25℃貯蔵卵

卵重は、貯蔵によりやや低くなるが、有意差がみられなかった。ハウユニットは、92.7から34.0に減少した ( $p<0.01$ )。

卵黄色調および卵黄のpHには貯蔵による影響はみられなかったが、卵白のpHは有意に上昇した。

##### 実験 B 5℃貯蔵卵

卵重は、貯蔵によりやや低くなるが、有意差がみられなかった。ハウユニットは、97.3から86.5に減少した ( $p<0.05$ )。

卵黄の色調およびpHには、貯蔵の影響はみられなかった。しかし、卵白のpHは有意に上昇した。

#### 実験 A 25℃貯蔵卵

25℃貯蔵試験では、卵黄の水分値は、貯蔵とともに上昇し、それに伴い脂質含量は低下した。タンパク質量にはあまり変化がみられなかった。卵白の水分含有量およびタンパク質量については、貯蔵による影響はみられなかった。

#### 実験 B 5℃貯蔵卵

5℃貯蔵試験では、卵黄の水分含有量および脂質含有量、タンパク質量に変化はみられなかった。

卵白の水分含有量およびタンパク質量については、貯蔵による影響はみられなかった。

#### 2) 卵料理の官能評価

官能評価データについて、ダミー変数を用いた単回帰分析によるシェッフエの対比較（原法）の結果を、表3と4に示す。表3は、新鮮卵（283日齢）を基準（0）として25℃貯蔵卵の分析型官能評価、表4は、新鮮卵（292日齢）を基準（0）として5℃貯蔵卵の分析型官能評価を、それぞれ行った。評価方法は、パネリストの順序効果を除くため、「新鮮卵→貯蔵卵」の順で評価するグループと「貯蔵卵→新鮮卵」の順で評価するグループに分けた。なお順序効果について、25℃貯蔵卵ではすべての評価項目で有意差はなく、5℃貯蔵卵ではカスタードプディングのなめらかさおよび甘味については評価順序の影響が有意 ( $p<0.05$ ) に認められたが、それ以外の項目では差がなかった。

##### ① 卵かけご飯の官能評価

##### 実験 A 25℃貯蔵卵

表 1. 新鮮卵と貯蔵卵の卵重、ハウユニット、色調、卵黄と卵白のpH

項 目	25℃貯蔵卵		5℃貯蔵卵	
	新鮮卵	貯蔵卵	新鮮卵	貯蔵卵
卵重 (g)	56.7±1.1	56.5±2.7	62.6±3.6	61.4±1.3
ハウユニット	92.7±8.7	34.0±3.5**	97.3±6.7	86.5±5.5*
卵黄色調	12.0±0.5	13.0±0.0	12.0±1.1	12.0±0.6
卵黄のpH	5.9±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0
卵白のpH	8.6±0.1	9.5±0.0**	9.0±0.0	9.2±0.0*

1) n=3, 値は平均値±標準偏差

2) 同一温度貯蔵間に有意差あり \* :  $p<0.05$  \*\* :  $p<0.01$

表 2. 新鮮卵および貯蔵卵の一般成分

部 位	成分含有量 (%)	25℃貯蔵卵		5℃貯蔵卵	
		新鮮卵	貯蔵卵	新鮮卵	貯蔵卵
卵 黄	水分 <sup>1)</sup>	47.8±0.6	51.9±1.2**	47.5±0.9	48.8±0.6
	脂質 <sup>2)</sup>	33.4	30.5	35.4	34.1
	タンパク質 <sup>2)</sup>	16.9	16.3	17.1	17.3
卵 白	水分 <sup>1)</sup>	86.89±0.72	86.49±0.09	84.03±0.46	83.73±0.60
	タンパク質 <sup>1)</sup>	12.2±0.6	12.4±0.4	12.2±0.4	12.4±0.5

1) n=3, 値は平均値±標準偏差

2) 3個を混合し、1回のみ測定（日本分析センターによる）

3) 同一温度貯蔵間に有意差あり \*\* :  $p<0.01$

表 3. 25℃ 貯蔵卵の分析型官能評価

調理品	評価項目	評価値 (平均値±標準偏差)	p 値	
			主効果	順序効果
卵かけご飯	におい	0.44±0.87	0.02*	0.75
	味	-0.32±1.03	0.15	0.49
ゆで卵	におい	1.48±0.65	0.00*	0.65
	かたさ	0.04±1.14	0.89	0.39
	味	0.12±1.01	0.57	0.87
だし巻き卵	かたさ	0.48±0.92	0.02*	0.75
	ジューシーさ	-1.20±0.87	0.00*	0.53
	味	-0.76±0.88	0.00*	0.40
カスタード	香り	0.08±0.95	0.62	0.09
	かたさ	-0.60±0.98	0.00*	0.46
プディング	なめらかさ	0.80±0.645	0.00*	0.33
	甘味	0.08±1.22	0.72	0.33

1) パネリスト=25名

2) 新鮮卵→貯蔵卵:13名, 貯蔵卵→新鮮卵:12名

3) 各新鮮卵(0点)に対する各貯蔵卵に有意差あり \*: $p<0.05$ 

表 4. 5℃ 貯蔵卵の分析型官能評価

調理品	評価用語	評価値 (平均値±標準偏差)	p 値	
			主効果	順序効果
卵かけご飯	におい	-0.04±1.10	0.83	0.37
	味	0.28±1.17	0.23	0.38
ゆで卵	におい	0.20±1.12	0.58	0.38
	かたさ	0.12±1.09	0.04*	0.50
	味	0.08±1.08	0.73	0.73
だし巻き卵	かたさ	0.20±1.26	0.74	0.54
	ジューシーさ	0.00±1.04	0.70	0.70
	味	0.24±1.05	0.47	0.47
カスタード	香り	0.20±0.96	0.32	0.57
	かたさ	0.16±1.03	0.46	0.73
プディング	なめらかさ	-0.36±1.15	0.09	0.00*
	甘味	-0.04±1.46	0.99	0.00*

1) パネリスト=25名

2) 新鮮卵→貯蔵卵:13名, 貯蔵卵→新鮮卵:12名

3) 各新鮮卵(0点)に対する各貯蔵卵に有意差あり \*: $p<0.05$ 

25℃貯蔵卵では、新鮮卵(0点)との比較において、においが0.44点で有意に強かった( $p=0.02$ )。味については-0.32点であったが、有意ではなかった(表3)。

実験 B 5℃貯蔵卵

5℃貯蔵卵では、においや味の濃さでは新鮮卵試料と違いがみられなかった(表4)。

② ゆで卵の官能評価

実験 A 25℃貯蔵卵

25℃貯蔵卵では、新鮮卵との比較において、においが1.48点で

有意に強く( $p=0.00$ )、かたさや味については差がなかった(表3)。

実験 B 5℃貯蔵卵

5℃貯蔵卵では、新鮮卵との比較において、いずれの項目でも違いがみられなかった(表4)。

③ だし巻卵の官能評価

だし巻き卵では、だしや調味料によって、卵臭は感じられないとしてにおいの項目を削除した。

実験 A 25℃貯蔵卵

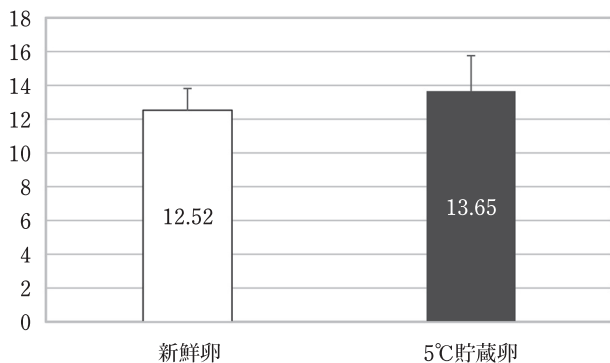
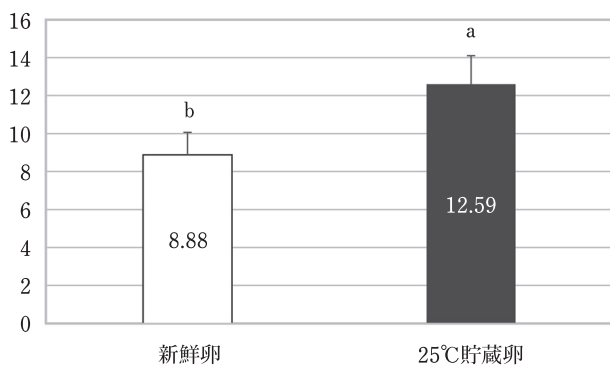


図 1. ゆで卵卵白部の破断応力 [Pa]  
1) n=5 2) a, b: 異符号間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

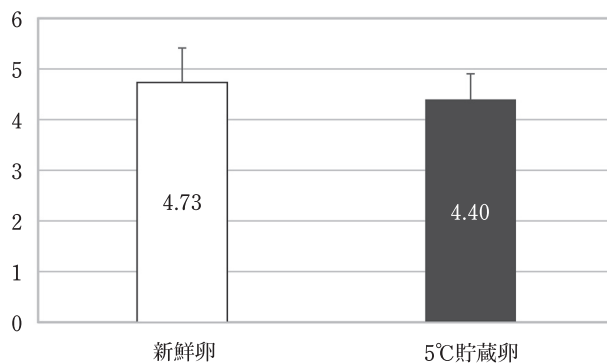
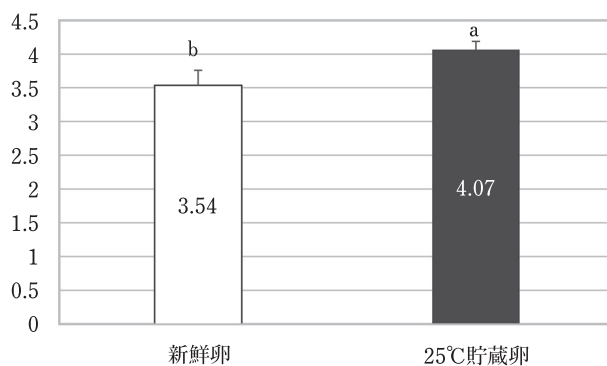


図 2. だし巻き卵の破断応力 [Pa]  
1) n=5 2) a, b: 異符号間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

25°C貯蔵卵では、新鮮卵試料の比較において、かたさが0.48点で有意に強かった ( $p=0.02$ )。ジューシーさは、 $-1.20$ 点 ( $p=0.00$ )で、味の濃さは $-0.76$ 点 ( $p=0.00$ )でいずれの項目においても新鮮卵試料より有意に低い値を示した(表3)。

#### 実験 B 5°C貯蔵卵

5°C貯蔵卵では、新鮮卵との評価に違いが少なく、いずれの項目も有意差はみられなかった(表4)。

#### ④ カスタードプディングの官能評価

##### 実験 A 25°C貯蔵卵

25°C貯蔵卵では、新鮮卵との比較において、かたさで $-0.60$ 点を示して有意にやわらかく ( $p=0.00$ )、なめらかさは $0.80$ 点 ( $p=0.00$ )で、なめらかであると有意に識別された(表3)。

##### 実験 B 5°C貯蔵卵

5°C貯蔵卵では、新鮮卵との比較において、なめらかさ・甘味に、順序効果で有意差があった。しかし、新鮮卵との評価に違いが少なく、いずれの項目も有意差はみられなかった(表4)。

### 3) 卵料理の物理的特性

#### ① ゆで卵の卵白部のかたさ

25°C貯蔵卵の卵白部のかたさは新鮮卵よりも有意に高い値を示した。

5°C貯蔵卵の卵白部のかたさは、25°C貯蔵試験の時よりいずれも高い値であったが、貯蔵による差異には違いがなかった(図1)。

#### ② だし巻き卵

25°C貯蔵卵のかたさは、新鮮卵より有意に高かった。

5°C貯蔵卵のかたさは、新鮮卵より低い値を示したが、有意差はなかった。

各試料の凝集性は、 $0.22 \sim 0.25$ の範囲で、付着性は $123 \sim 277$  ( $J/m^3$ )の範囲であり、各試料間に有意差はみられなかった(図2)。

#### ③ カスタードプディングのかたさ

25°C貯蔵卵のかたさは、新鮮卵を用いた試料に比べて有意に低かった。

5°C貯蔵卵のかたさは、新鮮卵を用いた試料と同等のかたさで有意差はみられなかった(図3)。

## 4. 考 察

新鮮な卵は平たい皿の上などで割ると、卵黄がこんもりと盛り上がっており、卵白も薄く広がらずにしっかりと形態を保っている。また、卵黄膜が強く、つまむことができる。一般にはこれがおいしさの指標として語られることが多い。見た目はおいしさを感じるための重要な因子であるが、実際に卵はそのまま食べることは少なく、卵黄と卵白を混ぜ合わせて食べることから、形態の違いが食べる時の味に直接影響を及ぼしているとは考えにくい。卵を貯蔵した時の変化については新鮮な卵と貯蔵したもので味に変化があるのかを知るために、25°Cと5°Cで2週間貯蔵した卵と産卵3日目の卵との味の比較をそれぞれに行った。

#### 1) 鶏卵の基礎項目の変化

25°Cで貯蔵した場合は、ハウユニットの大幅な低下、卵白の

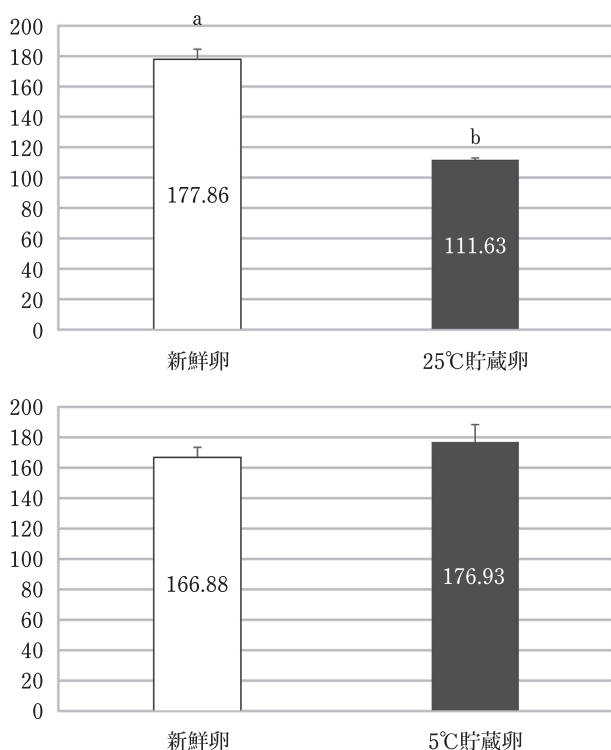


図 3. カスタードプディングのかたさ [g]  
1) n=5 2) a, b: 異符号間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

pH や卵黄の水分量の上昇や卵黄の脂質含有量・タンパク質量の低下が認められた。これらの変化は、卵白中に溶存されている炭酸ガスが抜けることにより、卵白の pH が高くなり、それによって濃厚卵白の粘度低下や卵黄膜の弱体化が起こったことによるものと考えられた。これらには貯蔵温度による影響が大きいことが知られている (田名部, 1989a)。25°C 2 週間の賞味期限内でもこれらの現象が起こることがわかった。

5°C で貯蔵した場合には、大きな変化はみられなかった。

## 2) 鶏卵の成分の変化

卵には遊離アミノ酸や脂肪酸などの呈味成分が少ないことが知られており、また、貯蔵してもプロテアーゼなどで分解されないことが知られている (Wouters *et al.*, 1985)。本研究でも水分含有量以外に貯蔵による違いはみられなかった。貯蔵による卵黄水分量の上昇は、卵白から卵黄への水分の移行である (峯木と小林, 1999) と報告されている。

### 1) 官能評価と物理的特性

本研究のような官能評価では食べる順番に影響を受けやすい (平島, 2011)。本研究で順序効果がほとんどみられなかったのは、官能評価に慣れたパネリストであったことが影響していると考えられる。

#### ① 卵かけご飯

生に最も近い卵料理である卵かけご飯では、25°C 貯蔵卵試料のにおいが新鮮卵試料に比較して強いと判断された。同人数で行った、25°C 貯蔵卵の嗜好型評価の総合評価 (平均値±標準偏差:

$-0.88 \pm 0.88$ ) では、新鮮卵試料より有意に好ましくないという傾向がみられたことから 25°C の貯蔵による変化が好ましくない傾向にあることが推察された。また、5°C 貯蔵の嗜好型評価の総合評価 (平均値±標準偏差:  $-0.36 \pm 1.15$ ) については違いが認められず、嗜好性でも新鮮卵と差がないという結果になったと思われる。

#### ② ゆで卵

卵を加熱するだけの料理であるゆで卵については、25°C 貯蔵卵試料でにおいが強いと判断された。嗜好型評価の総合評価 (平均値±標準偏差:  $-0.76 \pm 1.05$ ) でも有意に好ましくないと判断された。さらに、5°C 貯蔵の総合評価 (平均値±標準偏差:  $0.22 \pm 1.14$ ) では差がなかったことから、25°C 貯蔵によりゆで卵は好まれにくいにおいが強くなるが、5°C で貯蔵すればそれを防ぐことがわかった。

#### ③ だし巻き卵

だし巻き卵は、やわらかく、ジューシーなのが好まれるといわれているが、本研究で 25°C 貯蔵卵試料はハウユニットが低下し、卵液が混じりやすいため、出来上がりが新鮮卵試料と比較して、かたさ、ジューシーさが有意に低くなった。物理的特性においても 25°C 貯蔵卵試料のかたさは有意に高く、官能評価の結果と同様の結果であった。嗜好型評価の総合評価 (平均値±標準偏差:  $-0.96 \pm 1.02$ ) も有意に評価が悪かったことから一般に言われていることを裏付ける結果になった。しかし、5°C 貯蔵ではかたさや、ジューシーさに差が認められず、嗜好型評価の総合評価 (平均値±標準偏差:  $-0.12 \pm 1.07$ ) でも差がなかった。これは小川と結果が異なるが、軽く卵液を混ぜて作る厚焼き卵と卵液をしっかり混ぜて作るだし巻き卵で物性の現れ方に違いが出たものと考えた。

#### ④ カスタードプディング

プディングにおいては 25°C 貯蔵卵試料が新鮮卵試料よりやわらかく、なめらかであると識別され、物理的特性においても 25°C 貯蔵卵試料の方が有意にやわらかく、官能評価の結果と同様であった。ゲルの主体は卵白中のオボアルブミンであるが、オボアルブミンは高い温度で貯蔵した場合 S 化し熱に対して安定化することが知られている。プリンがやわらかくなったのも、このオボアルブミンの熱に対する安定化が影響し、それがなめらかさにつながって、好ましいという結果になったと考える (堀, 2008)。しかし、嗜好型評価の総合評価 (25°C 貯蔵卵試料:  $0.32 \pm 1.11$ , 5°C 貯蔵卵試料:  $-0.36 \pm 1.18$ ) には違いがみられなかったことから、食感以外の要因が総合評価に影響を及ぼしたと考える。そこで参考とした嗜好型官能評価のおいしさを従属変数、香りの強さ・かたさの強さ・なめらかさの強さ・甘味の強さを独立変数として、重回帰分析を行った。なめらかさおよび香りの強さがかたさの強さ・甘味の強さよりも総合評価に影響することがわかった (調整済み  $R^2 = 0.338$ )。なめらかさの回帰係数  $\beta$  は 0.455, 香りの強さの回帰係数  $\beta$  は 0.381, 定数は、 $-0.130$  となり、1% 水準で統計的に有意であった。この結果より、食感以外の要因は香りである可能性が高い。

以上のことから、卵を貯蔵するときの温度条件で卵白の pH が

上昇し、ハウユニットの低下や卵白タンパク質の変化が卵料理の出来上がりや食感に影響し、その結果、おいしさにも影響している可能性がみられた。また、卵かけご飯やゆで卵で25℃貯蔵卵試料のにおいが新鮮卵より有意に強いことが識別された。このにおいの強さは、卵かけご飯では醤油の使用によりにおいの影響がみられなかったと考える。しかし加熱だけのゆで卵では、においの好みにも影響し、味、総合評価も有意に好まれない傾向が認められた。古い卵では加熱した際に硫化第一鉄の緑黒色が出やすくなる。卵白を長時間加熱すると、卵白タンパク質の2次構造形成に関与していたジスルフィド結合が還元され、硫化水素が発生する。その発生量は「産み立て」の卵で少なく、貯蔵変化の始まった卵で多くなることが報告されている(田名部, 1989b)。25℃の卵のゆで卵では、この硫化水素の発生量の違いが官能評価に影響した可能性があり、においの強さに影響したと考える。卵かけご飯の官能評価において、においの強さが識別されていることから、加熱しない場合でも硫化水素によるにおいが強くなることが考えられる。

5℃貯蔵卵試料は、官能評価において新鮮卵試料との間に違いが少なく、どの調理でも有意差がみられなかった。また、調製した卵調理の物理的特性においても新鮮卵試料との間に有意な違いはみられなかった。

従って、5℃2週間の貯蔵では、産卵3日目の卵と同程度の風味を保つことが明らかになった。

現在、食品の鮮度は重要視され、消費者は新鮮なものから食品を選択するため、賞味期限内であっても古くなると廃棄されるようなことが起こっている。卵についても同様な考えを持つ消費者が多く存在する。本研究により、貯蔵期間が長くなっても貯蔵温度を低温に保つことで新鮮なものと同様に差がなく食べることができることが判明した。本実験の結果が一般的になれば、卵においては廃棄ロスを少なくすることができ、社会的に有効な情報と考えられる。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、試料調製にご協力いただいた、キユーピー株式会社研究開発本部 有満和人氏 原進氏、田中亮治氏、池上由香氏に深く感謝申し上げます。また、官能試験にご協力いただいた、元東京家政大学助教島村綾先生および東京家政大学の皆様に厚くお礼申し上げます。統計処理についてご指導いただいた、元日本官能評価学会会長市原茂氏に深く感謝いたします。

The authors would like to thank Enago (www.enago.jp) for the

English language review.

## 引用文献

- 平島 円・寺内佑佳・磯部由香. 鶏卵のおいしさの要因. 三重大学教育学部研究紀要, 62 : 19-24. 2011.
- 堀 俊郎. 卵白タンパク質の性質. 食卵の化学と機能(渡邊乾二編). 第1版. 45-46頁. アイ・ケイコーポレーション. 東京. 2008.
- 後藤美津夫. 鶏の経済能力検定(第46回). Bulletin of the Gunma Animal Husbandry Experiment Station 18 : 27-36. 2011.
- Jones DR. Egg functionality and quality during long-term storage. International Journal of Poultry Science, 6 : 157-162. 2007.
- Mineki M and Kobayashi M. Microstructural changes in stored hen egg yolk. Japanese Poultry Science, 35 : 285-294. 1998.
- 峯山真知子・小林正彦. 貯蔵および加熱による卵黄球の微細構造の変化. 日本調理科学会誌, 32 : 219-225. 1999.
- 西川邦夫・田名部雄一・中村孝雄・高橋敏夫. 食卵の長期保存に関する研究. 日本家禽学会誌, 9 : 221-224. 1972.
- Nosaka C, Hisatsuka T, Watanabe K and Ogawa N. Effects of storage and sodium chloride in heating water on rheological properties of egg yolk gels from heated shell egg. Journal of Cookery Science of Japan, 34 : 17-24. 2001.
- 小川宣子. 卵を調理する一厚焼き卵. 日本調理科学会誌, 30 : 191-195. 1997.
- Ogawa N, Hisatsuka T and Watanabe K. Rheological and microstructural studies on heat-induced gels of thick and thin egg whites from fresh and stored shell eggs. Journal of Cookery Science of Japan, 35 : 148-155. 2002.
- Silversides FG and Scott TA. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. Poultry Science, 80 : 1240-1245. 2001.
- 高橋伸彰. 順序効果を考慮した官能評価—単回帰分析によるシェッフェの一対比較(原法)データの解析に関する考察—. 日本調理科学会誌, 52 : 210-217. 2019.
- 田名部尚子. 卵白の鮮度保持効果と貯蔵法. 卵の調理と健康の科学(佐藤泰・田名部尚子・中村良・渡辺乾二編). 第1版. 88-89頁. 弘学出版. 川崎. 1989a.
- 田名部尚子. 卵白と卵黄の同時加熱調理. 卵の調理と健康の科学(佐藤泰・田名部尚子・中村良・渡辺乾二編). 第1版. 110-113頁. 弘学出版. 川崎. 1989b.
- 津志田藤二郎. 食品と劣化. 109-204. 光琳. 東京. 2003.
- Wouters J, Goethals M and Stockx J. Acid proteases from the yolk and the yolk-sac of the hen's egg. Purification, properties, and identification as cathepsin D. International Journal of Biochemistry, 17 : 405-413. 1985.
- 吉田 実・星井 博・森地敏樹・小宮山鐵朗. ゆで卵・卵白の風味におよぼす貯蔵条件の影響について. 日本家禽学会誌, 17 : 358-363. 1980.

## Effect of Storage for 2 Weeks at 5°C or 25°C on the Taste of Chicken Eggs —Comparison with Eggs on the Third Day of Egg Laying—

Hiroyuki Shidara<sup>1</sup>, Akiko Koizumi<sup>2</sup> and Machiko Mineki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kewpie Corporation 2-5-7 Sengawa Kewport, Sengawa, Chofu, Tokyo, Japan, 182-0002

<sup>2</sup>Tokyo Kasei University 1-18-1, Kaga, Itabashi, Tokyo, Japan, 173-8602

The purpose of this study was to investigate whether hen eggs have different flavors based on their freshness. Dishes were prepared from eggs stored for 2 weeks at either 25°C or 5°C and those that were laid 3 days before. The difference in their tastes and flavors were examined using sensory evaluation. Hen eggs that were stored at 25°C showed a significant decrease in Haugh Units ; these units and other change were lesser in eggs stored at 5°C. “Tamagokakegohan”, boiled egg, “dashimakitamago”, and custard pudding were used as samples of the prepared egg dishes for sensory evaluation. “Tamagokakegohan”, boiled egg, and “dashimakitamago” prepared with eggs stored at 25°C were significantly more unfavorable in overall sensory evaluation, but the evaluation if the custard pudding from the same group was not significantly different from that of the pudding prepared using fresh eggs. It was suggested that this result was due to the change in the odor and physical properties of the eggs stored at 25°C ; however, no significant differences were found in the dishes prepared from eggs stored at 5°C. According to this study, eggs stored at 25°C for 2 weeks are safe to be eaten raw, but their odor and physical properties change after being cooked. The taste of the fresh eggs was different from that of the eggs stored at 25°C for 2 weeks. In contrast, when eggs were stored at low temperature to prevent such a changes, the difference in taste was minimal and could not be clearly perceived.

*(Japanese Journal of Poultry Science, 57 : J45-J52, 2020)*

**Key words** : hen egg, storage, taste and flavor, physical properties, component analysis, sensory characteristics