

## リサイクル飼料利用が鶏卵の食味および 栄養成分に及ぼす影響

奥嶋佐知子\*<sup>1</sup> 柴田 圭子\*<sup>2</sup> 西村 敏英\*<sup>3</sup>

### Effect of Using Recycled Feed as Animal Food on the Palatability and Chemical Components of Chicken Eggs

OKUSHIMA Sachiko\*<sup>1</sup>, SHIBATA Keiko\*<sup>2</sup>, NISHIMURA Toshihide\*<sup>3</sup>

**Abstract:** The recycled feed has been reported to be of value from the perspectives of increase in feed self-sufficiency and reduction of feed cost. There are many reports on effect of recycled feed on weight of laying hens, egg production, and egg quality of laying hens. However, few studies have investigated the affect of such feed for laying hens on chemical components and palatability of eggs. To examine the effect of replacing a portion of the conventional feed with recycled feed on chemical components and palatability of red and white eggs, we conducted sensory evaluations and analyses of chemical components. The ratios of replacement with recycled feed in mixed feed were 0%, 10%, 15% and 20%. As a result, the replacement with recycled feed made no significant difference in chemical components except for vitamin E content and fatty acid composition between each group. The ratio of vitamin E content of white egg yolks tend to increased. The ratio of oleic acid and DHA in fatty acid composition of egg fat significantly increased and that of linoleic acid decreased by using recycled feed. Furthermore, the palatability of eggs was not affected by even the 20%-replacement with recycled feed.

### 緒 言

わが国の家畜飼料自給率は25%と低く、採卵鶏の飼料となるトウモロコシ等の飼料用穀物の多くは輸入に依存している<sup>1)</sup>。家畜飼料価格は穀物価格高騰などにより変動が大きく、2004～2008年で1.3～1.5倍に上昇しているが<sup>1)</sup>、鶏卵1kgあたりの平均価格は1989年度191円、2010年度187円と20年以上横ばい状態のため生産者の利益低下が見られる<sup>2, 3)</sup>。一方、国内で生産されている食品の約1/3となる年間2,200万トンが廃棄物となっているが<sup>4, 4, 5)</sup>、資源の有効利用、飼料自給率向上を目的として食品廃棄物を飼料原料とする動きにより、リサイクル飼料を利用し飼料費の低減を図る畜産業者も増加傾向で、2006年には250万トンが飼料化されている<sup>1)</sup>。リサイクル飼料とは、食品の製造加工および調理過程で発生するもので食用として利用しなかったもの、食品の流

通段階で発生する売れ残り食品、消費段階で発生する未利用食品などの食品残渣を飼料化したものである<sup>6)</sup>。食品残渣を有効利用することにより廃棄食品が循環資源となり飼料自給率の向上に繋がるだけでなく、配合飼料(60～80円/kg)と比較して安価なリサイクル飼料(20～40円/kg)<sup>1)</sup>の利用は、利益低下を懸念している鶏卵生産者にとってのメリットも大きい。

リサイクル飼料を給与された採卵鶏については体重、産卵性能、卵質に及ぼす影響の報告は若干あるが<sup>7-10)</sup>、鶏卵の食味や栄養成分に及ぼす影響に対する報告は僅かである<sup>10)</sup>。宮田ら<sup>7)</sup>は採卵鶏にリサイクル飼料置換率30%を給与すると産卵率の低下が有意に見られ、採卵鶏における最大無作用量は置換率20%以下と報告している。そこで、生産率低下がみられないレベルでの置換率0(対照)・10・15・20%の4給与区について、赤玉鶏および白玉鶏が30週齢と60週齢に産卵した鶏卵の食味と

\*1 調理学第一研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Cookery I, Kagawa Nutrition University

\*2 調理科学研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Cookery Science, Kagawa Nutrition University

\*3 日本獣医生命科学大学: Nippon Veterinary and Life Science University

栄養成分について検討した。また、採卵鶏用配合飼料による飼育鶏の鶏卵と官能的に同程度の評価が得られる給与レベルについて検討し、若干の知見を得たので報告する。

## 実験方法

### 1. 試料鶏卵および飼料

試料鶏卵は、独立行政法人家畜改良センター岡崎牧場（愛知県岡崎市）で飼育された赤玉交雑鶏（ロードアイランドレッド×白色プリマスロック種）および白玉鶏（白色レグホーン種）が産卵した赤玉卵と白玉卵とした。給与飼料は採卵鶏用配合飼料と飼料安全法による飼料公定規格の認定を受けているリサイクル飼料（ハマミール肉用、横浜市有機リサイクル協同組合）である（表1）。リサイクル飼料は食品残渣を蒸気間接型乾燥装置で水分が約10%になるように乾燥処理した後、脱脂したものである<sup>7)</sup>。リサイクル飼料の各栄養素変動率は粗タンパク質4.4%、粗脂肪10.1%、灰分4.8%で採卵鶏用配合飼料より低く比較的安定した飼料といえる。リサイクル飼料の配合割合は最大無作用量<sup>7)</sup>を考慮して給与飼料に対する置換率を0%（対照）・10%・15%・20%の4区とした。リサイクル飼料中の食品残渣配合割合は穀類（パン・麺・米など）20%、野菜類29%、茶類1%、果実類1%、豆類（納豆・豆腐・おから・そらまめ・あずきなど）8%、魚介類（魚・水産加工品など）1%、肉類（肉・コンビーフ・ベーコン・ハムなど）2%、卵類（卵焼き・ゆで卵・卵殻など）1%、乳類（ヨーグルト・チーズ・ホイップクリームなど）3%、調理加工品（カレー・グラタン・コロケ・ピラフ・シュウマイ・ハンバーグ・シチュー・フライなど）31%であった<sup>7)</sup>。採卵鶏は各飼料区72羽を用い、飼料給与期間は10~60週とし、採卵時期は産卵ピーク期である30週齢（2008年11月18日採

表1 飼料成分値<sup>1)</sup> (%)

	リサイクル飼料	CV	採卵鶏用配合飼料	CV
粗タンパク質	19.9±0.7	4.4	20.3±2.6	12.1
粗脂肪	6.8±0.7	10.1	6.6±1.6	23.5
灰分	7.7±0.3	4.8	11.9±2.0	16.7
総繊維 (NDF) <sup>2)</sup>	9.0±1.5	16.0	16.4±2.4	14.3
水分	10.0±1.1	10.6	13.8±0.5	3.9
可消化養分総量 (TND) <sup>3)</sup>	83.9±4.0	3.7	79.9±3.0	3.5
カルシウム	1.2±0.3	21.5	3.4±0.7	22.1
リン	0.4±0.0	9.3	0.7±0.1	9.9
マグネシウム	0.1±0.0	9.1	0.2±0.0	9.6
ナトリウム	0.7±0.1	5.1	0.2±0.0	11.7

平均値±標準偏差 CV=標準偏差/平均値×100 (n=4)

- 1) リサイクル飼料利用畜産物の評価調査の成績第I編畜産物生産実証試験、社団法人配合飼料供給安定機構、97 (2010)
- 2) 総繊維 (NDF) ; Neutral Detergent Fiber
- 3) 可消化養分総量 (TND) ; Total Digestible Nutrients

卵) および産卵終了期付近である60週齢（2009年6月30日採卵）の2期とした。採卵後直ちに0~4°Cで貯蔵し、成分分析は採卵2日目、pH測定および官能評価は採卵2日目と採卵8日目の鶏卵を試料とした。

### 2. 測定項目および方法

卵重は18±2個、卵殻、卵白、卵黄重量、pHおよび色調は7±2個を測定した。成分分析試料は、全卵は4個を混合し1検体、卵黄は6個を混合し1検体として用い、実験は3回繰り返した。

#### 1) 卵重

卵重、卵殻、卵白および卵黄を測定し、卵重に対するそれぞれの構成比を算出した。

#### 2) pH

卵白をpHメーター（M7型、HORIBA）で測定した。

#### 3) 色調

卵黄の色調をデジタル測式色差計（ND-101D、日本電色株式会社）により、 $L^*a^*b^*$ 値を測定した。また、 $L^*a^*b^*$ 値から彩度 $=\sqrt{(a^*)^2+(b^*)^2}$ 、色相角度 $=\tan^{-1}(b^*/a^*)$ を算出した。

#### 4) 一般成分

全卵の水分は100°Cで2時間乾燥する減圧加熱乾燥法（乾燥助剤添加法）、粗タンパク質はセミミクロゲルダール法、粗脂肪はクロロホルム-メタノール混液抽出法（一般社団法人食肉科学技術研究所に依頼）、灰分は550°Cの電気炉で灰化する直接灰化法、炭水化物はアンスロン・硫酸法<sup>11)</sup>により定量した。

#### 5) 脂肪酸組成およびコレステロール

全卵の脂肪酸組成およびコレステロールは一般社団法人食肉科学技術研究所に測定を依頼した。

#### 6) ビタミン類

全卵のビタミンB<sub>2</sub>はルミフラビン蛍光法<sup>12)</sup>により測定した。レチノールおよびβ-カロテンは卵黄のみ用い、ピロガロール存在下のアルカリでけん化した後、酢酸エチル-n-ヘキサン混液で不けん化物を抽出し、高速液体クロマトグラフィーで定量した<sup>13)</sup>。

ビタミンEは卵黄のみ用い、ピロガロール存在下のアルカリでけん化した後、酢酸エチル-n-ヘキサン混液で不けん化物を抽出し、高速液体クロマトグラフィーで定量した<sup>13)</sup>。

### 3. 官能評価

#### 1) 試料調製（生卵）

試料は産卵2日目の鶏卵を3個体用い、割卵後卵白と卵黄に分け、攪拌し均一にしたものを卵黄約5g、卵白約10gをそれぞれ別の器に入れ試料とした。食べやすさを考慮して白飯10gを同時に提示した。

#### 2) 試料調製（ゆで卵）

産卵8日目の鶏卵を12個体使用した。産卵直後の卵

は卵殻の剥離性が悪いが、貯蔵日数の経過とともに炭酸ガスが放出することにより卵白の pH が上昇し、卵殻膜への卵白の付着が減少することを考慮した<sup>14)</sup>。加熱方法は水中のひび割れを避けるため静置蒸し加熱とした。加熱条件は表面温度が  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  の卵を蒸し器に入れ、庫内温度  $98^\circ\text{C}$  到達後 15 分加熱した。直ちに流水で 15 分冷却し、縦 2 等分に切断して試料とした。

### 3) 官能評価方法

パネルは女子栄養大学調理学および食品学系教職員 12 名により行った。評価項目は識別評価として卵黄色の濃淡（非常に薄い～非常に濃い =  $-3 \sim +3$ ）、卵黄の生臭さ、卵黄のうま味（非常に弱い～非常に強い =  $-3 \sim +3$ ）、嗜好評価として卵黄色、味の好ましさと総合的評価（非常に悪い～非常に良い =  $-3 \sim +3$ ）とした。ゆで卵については上記に加え識別評価として卵黄のなめらかさ（非常にざらつく～非常になめらか =  $-3 \sim +3$ ）テクスチャーの好ましさと総合的評価（非常に悪い～非常に良い =  $-3 \sim +3$ ）とし、すべて 7 段階評点法で行った。評価回数は採卵数の関係より生卵は 1 回、ゆで卵は 2 回とした。

## 4. 統計処理

t 検定、分散分析、相関分析について統計解析ソフト Excel 統計 2008. Ver. 1（株）社会情報サービス社）を用いて行った。

## 結 果

### 1. 卵重、卵白 pH、卵黄色

赤玉卵および白玉卵の卵重を卵種と飼料置換率を因子として週齢別に二元配置分散分析を行った結果、30 週齢の卵重は卵種の影響が最も大きい（ $p < 0.01$ ）、飼料置換率による影響もあることが認められた（ $p < 0.05$ ）。表 2 に卵重と部位別構成比を示した。赤玉卵 30 週齢の各部構成比では卵殻比率が 15% および 20% 置換区で対照区（0%）より有意に低くなっている。白玉 30 週齢でも置換率が高くなると卵重が低くなる傾向で、20% 置換区の卵重において対照区（0%）より有意に低い値を示した。赤玉卵、白玉卵とも 60 週齢では卵重、構成比とも置換率による卵重の差は無く、飼料の給与期間により影響が異なった。

卵白 pH は産卵 2 日後が  $8.54 \pm 0.25$ 、産卵 8 日後が  $9.02 \pm 0.07$  で貯蔵日数の経過とともに pH 値は上昇したが、卵種、採卵週、飼料置換率による影響は認められなかった。

卵黄色について品種、週齢、飼料置換率を因子に三元配置分散分析を行った結果、卵種（ $p < 0.01$ ）、置換率（ $p < 0.01$ ）、週齢  $\times$  置換率（ $p < 0.01$ ）が a\* 値に影響を及ぼしていた。図 1-①に示すように赤玉卵は白玉卵より a\* 値が高く、置換率では 10% および 15% 置換すると a\* 値が高くなり、20% 置換では低下した（図 1-②）。しかし、週齢では 60 週齢においてその傾向はみられなかった（図 1-③）。また、リサイクル飼料を給与され

表 2 卵重と部位別構成比

卵種	週齢	置換率 (%)	重量 (g) <sup>1)</sup>		比率 (%) <sup>2)</sup>	
			全 卵	卵 殻	卵 白	卵 黄
赤玉	30	対照 (0)	$62.0 \pm 3.5$	$12.8 \pm 0.8$	$60.2 \pm 1.6$	$24.3 \pm 1.3$
		10	$61.4 \pm 4.6$	$12.2 \pm 0.3$	$61.8 \pm 1.8$	$24.3 \pm 1.6$
		15	$60.8 \pm 3.1$	$11.8 \pm 0.5 *$	$61.1 \pm 1.3$	$24.9 \pm 1.7$
		20	$59.9 \pm 4.4$	$11.9 \pm 0.5 **$	$61.2 \pm 1.1$	$24.3 \pm 1.8$
	60	対照 (0)	$64.7 \pm 5.0$	$11.4 \pm 0.0$	$61.5 \pm 0.6$	$27.1 \pm 0.5$
		10	$62.5 \pm 3.7$	$11.4 \pm 0.1$	$61.1 \pm 1.5$	$27.5 \pm 1.4$
		15	$61.4 \pm 4.0$	$13.8 \pm 0.2 **$	$56.4 \pm 4.5$	$29.8 \pm 2.2$
		20	$63.5 \pm 4.4$	$11.5 \pm 0.6$	$60.7 \pm 2.0$	$27.8 \pm 1.4$
白玉	30	対照 (0)	$57.3 \pm 2.7$	$13.8 \pm 1.4$	$62.9 \pm 1.8$	$26.0 \pm 1.5$
		10	$57.3 \pm 3.4$	$12.9 \pm 1.0$	$63.5 \pm 1.7$	$25.3 \pm 1.1$
		15	$56.6 \pm 2.9$	$13.5 \pm 0.7$	$63.3 \pm 1.8$	$25.4 \pm 1.4$
		20	$54.3 \pm 3.9 **$	$14.2 \pm 0.7$	$62.9 \pm 2.2$	$24.6 \pm 1.0 *$
	60	対照 (0)	$63.6 \pm 3.9$	$11.7 \pm 0.7$	$61.4 \pm 1.3$	$26.9 \pm 0.6$
		10	$66.5 \pm 3.7$	$11.6 \pm 0.6$	$58.6 \pm 1.4$	$29.8 \pm 0.7$
		15	$62.4 \pm 3.5$	$12.8 \pm 0.4$	$58.9 \pm 0.2$	$28.3 \pm 0.6$
		20	$63.2 \pm 3.9$	$12.9 \pm 0.2$	$57.8 \pm 0.0$	$29.3 \pm 0.2$

品種および週齢ごとの置換率 0% と有意差あり \* :  $p < 0.05\%$  \*\* :  $p < 0.01\%$

1) 卵重 (n = 18 ± 2)

2) 構成比率 (%) = 各部位重量 / 卵重  $\times 100$  (n = 7 ± 2)

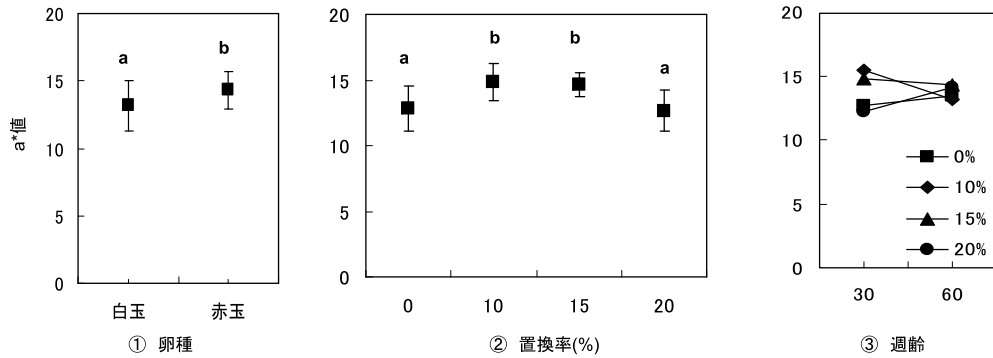


図1 a\* 値 (卵黄) の卵種・置換率・週齢別の比較

a, b 異なるアルファベットを有する数値間で有意差あり (p<0.01)  
 ① 卵種別の週齢と置換率を合わせた平均値  
 ② 置換率別の卵種と置換率を合わせた平均値  
 ③ 週齢別の卵種と置換率を合わせた平均値

表3 全卵の一般成分

(%)

卵種	週齢	置換率 (%)	水分	粗タンパク質	粗脂肪	炭水化物	灰分	
赤玉	30	対照 (0)	76.5 ± 0.3	13.2 ± 0.2	9.3 ± 0.1	0.1	0.1	0.1 ± 0.0
		10	76.3 ± 0.4	13.4 ± 0.1	9.3 ± 0.3	0.2	0.1	0.1 ± 0.0
		15	76.5 ± 0.3	13.2 ± 0.2	9.4 ± 0.2	0.2	0.0	0.0 ± 0.0
		20	77.0 ± 0.4	12.9 ± 0.1 *	9.1 ± 0.4	0.2	0.1	0.1 ± 0.0
	60	対照 (0)	75.9 ± 0.5	12.8 ± 0.1	10.3 ± 0.6	0.1	0.0	0.0 ± 0.0
		10	75.8 ± 0.9	13.2 ± 0.4	9.9 ± 0.7	0.1	0.1	0.1 ± 0.1
		15	76.6 ± 0.1	12.8 ± 0.1	9.6 ± 0.1	0.1	0.1	0.1 ± 0.0
		20	75.9 ± 0.3	13.1 ± 0.1 *	10.1 ± 0.3	0.1	0.0	0.0 ± 0.0
白玉	30	対照 (0)	76.5 ± 0.3	13.1 ± 0.1	9.3 ± 0.1	0.2	0.1	0.1 ± 0.0
		10	76.1 ± 0.4	13.3 ± 0.2	9.4 ± 0.2	0.3	0.1	0.1 ± 0.0
		15	75.8 ± 0.1 *	13.2 ± 0.3	9.8 ± 0.2 *	0.3	0.1	0.1 ± 0.0
		20	76.0 ± 0.2 *	13.0 ± 0.1	9.9 ± 0.2 *	0.2	0.1	0.1 ± 0.1
	60	対照 (0)	74.4 ± 0.3	13.4 ± 0.3	11.1 ± 0.2	0.2	0.1	0.1 ± 0.1
		10	74.6 ± 0.4	13.2 ± 0.7	11.2 ± 0.3	0.1	0.0	0.0 ± 0.1
		15	74.6 ± 0.4	12.7 ± 0.2 *	11.6 ± 0.2 *	0.2	0.1	0.1 ± 0.1
		20	74.9 ± 0.2 *	12.5 ± 0.3 *	11.4 ± 0.1 *	0.1	0.1	0.1 ± 0.1

平均値 ± 標準偏差 (n = 4)

品種および週齢ごとの置換率 0% と有意差あり \*: p < 0.05%

た鶏卵の卵黄色は赤玉卵、白玉卵ともに 30 週齢で 10% および 15% 置換区で色相角度が小さくなったが (対照区 78.2°, 10% 置換区 73.1°, 15% 置換区 74.8°), 20% 置換区になると対照に近い色相 (78.0°) になることが確認された。

## 2. 一般成分

全卵の一般成分値 (%) を表 3 に示した。赤玉卵 30 週齢, 60 週齢で粗タンパク質が対照区 (0%) と 20% 置換区の間で有意差がみられたが置換率による一定の傾向は認められず, 他の成分についても置換率による差はみられなかった。白玉卵では 30 週齢において置換率 15%

および 20% が対照区 (0%) より水分含有率が低くなり, 粗脂肪が増加した (p < 0.05)。60 週齢では置換率が高くなると対照区 (0%) に比べ水分, 粗脂肪が増加し, 粗タンパク質が減少する傾向であった。

## 3. 数種ビタミンおよびコレステロール量

全卵 100g 中のビタミン B<sub>2</sub> および卵黄 100g 中の β-カロテン当量, レチノール当量, ビタミン E, コレステロール値を表 4 に示した。赤玉卵は 30 週齢, 60 週齢ともにリサイクル飼料に置換したものは対照区 (0%) に比べビタミン B<sub>2</sub> が減少する傾向であった。t 検定により β-カロテン当量, レチノール当量, コレステロール値

表4 卵に含まれる数種ビタミンおよびコレステロール量

卵種	週齢	置換率 (%)	ビタミンB <sub>2</sub>	$\beta$ -カロテン当量	レチノール当量	ビタミンE	コレステロール
			mg/全卵 100g 中	$\mu$ g/卵黄 100g 中		mg/卵黄 100g 中	
赤玉	30	対照 (0)	0.38 ± 0.00	32 ± 6	354 ± 22	9.1 ± 1.2	1670 ± 165
		10	0.35 ± 0.00	25 ± 6	460 ± 72	7.1 ± 0.3	1486 ± 110
		15	0.32 ± 0.00 *	37 ± 6	499 ± 59 *	7.3 ± 1.0	1591 ± 70
		20	0.34 ± 0.00 *	31 ± 3	398 ± 11 *	7.3 ± 0.7	1365 ± 107 *
	60	対照 (0)	0.32 ± 0.00	52 ± 4	376 ± 11	6.2 ± 0.6	1506 ± 99
		10	0.27 ± 0.00 *	52 ± 5	379 ± 51	6.5 ± 1.1	1469 ± 29
		15	0.26 ± 0.00 *	41 ± 9	350 ± 55	5.9 ± 0.4	1680 ± 101
		20	0.29 ± 0.00	48 ± 13	414 ± 63	7.2 ± 0.4	2065 ± 34 *
白玉	30	対照 (0)	0.39 ± 0.00	26 ± 7	436 ± 40	4.8 ± 0.3	1276 ± 16
		10	0.37 ± 0.00	22 ± 4	438 ± 57	7.0 ± 1.2 *	1292 ± 273
		15	0.39 ± 0.00	16 ± 2 *	381 ± 40	7.2 ± 0.3 *	1643 ± 60 *
		20	0.33 ± 0.00 *	19 ± 1	394 ± 15	6.0 ± 0.7 *	1292 ± 247
	60	対照 (0)	0.30 ± 0.00	28 ± 1	372 ± 42	4.7 ± 0.2	1310 ± 130
		10	0.30 ± 0.10	30 ± 9	378 ± 49	5.4 ± 0.4	1417 ± 118
		15	0.29 ± 0.00	23 ± 3 *	372 ± 62	6.1 ± 0.9	1296 ± 207
		20	0.32 ± 0.00	24 ± 4	385 ± 39	6.2 ± 0.3 *	1136 ± 91

平均値 ± 標準偏差 (n=6)

品種および週齢ごとの置換率 0% と有意差あり \*: p<0.05%

表5 全卵脂質中の脂肪酸組成

(%)

卵種	週齢	置換率 (%)	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>20:4</sub>	C <sub>22:6</sub>
赤玉	30	対照 (0)	0.3 ± 0.0	24.7 ± 0.3	8.2 ± 0.3	2.2 ± 0.0	46.5 ± 1.0	13.6 ± 1.0	0.4 ± 0.1	1.9 ± 0.0	1.1 ± 0.1
		10	0.3 ± 0.0	24.3 ± 0.2	8.3 ± 0.3	2.1 ± 0.2	46.5 ± 0.6	13.8 ± 0.8	0.4 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.3 ± 0.1 *
		15	0.3 ± 0.0	24.3 ± 0.5	8.1 ± 0.2	2.1 ± 0.1	47.0 ± 0.4	13.8 ± 0.3	0.5 ± 0.1	1.7 ± 0.1 *	1.3 ± 0.0 *
		20	0.3 ± 0.0	24.0 ± 0.1 *	8.1 ± 0.3	2.0 ± 0.1 *	47.1 ± 0.7	13.6 ± 0.7	0.4 ± 0.1	1.6 ± 0.1 *	1.5 ± 0.0 *
	60	対照 (0)	0.3 ± 0.0	24.1 ± 0.3	8.4 ± 0.7	2.3 ± 0.1	47.1 ± 0.7	12.7 ± 0.8	0.3 ± 0.1	2.0 ± 0.3	1.2 ± 0.2
		10	0.3 ± 0.0	24.6 ± 0.5	8.7 ± 0.3	2.0 ± 0.1 *	46.7 ± 1.7	12.2 ± 1.1	0.3 ± 0.1	2.1 ± 0.2	1.5 ± 0.1 *
		15	0.3 ± 0.0	24.0 ± 0.6	8.6 ± 0.3	2.2 ± 0.2	48.3 ± 0.5 *	11.5 ± 0.8	0.4 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.4 ± 0.1
		20	0.3 ± 0.0	23.5 ± 0.9	8.1 ± 0.4	2.2 ± 0.1	49.4 ± 0.5 *	11.2 ± 0.7 *	0.4 ± 0.1	1.8 ± 0.0	1.4 ± 0.1
白玉	30	対照 (0)	0.3 ± 0.0	24.7 ± 0.5	8.6 ± 0.6	1.9 ± 0.1	44.6 ± 0.7	15.3 ± 0.8	0.4 ± 0.1	1.9 ± 0.2	1.0 ± 0.1
		10	0.3 ± 0.0	25.5 ± 0.3 *	8.9 ± 0.2	2.0 ± 0.1	45.0 ± 0.3	13.5 ± 0.2 *	0.4 ± 0.0	1.8 ± 0.1	1.1 ± 0.1
		15	0.3 ± 0.0	25.6 ± 0.4 *	9.1 ± 0.0	2.0 ± 0.1	44.7 ± 0.3	13.3 ± 0.5 *	0.4 ± 0.1	1.9 ± 0.1	1.3 ± 0.1 *
		20	0.3 ± 0.0	25.1 ± 0.4	9.2 ± 0.2	1.8 ± 0.1	45.2 ± 0.4	13.3 ± 0.5 *	0.4 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.5 ± 0.0 *
	60	対照 (0)	0.3 ± 0.0	25.5 ± 0.2	9.3 ± 0.3	2.1 ± 0.1	45.4 ± 1.3	12.2 ± 0.9	0.3 ± 0.0	2.1 ± 0.2	1.2 ± 0.2
		10	0.3 ± 0.0	25.3 ± 0.7	9.1 ± 0.7	2.1 ± 0.1	47.5 ± 0.5 *	10.8 ± 1.4	0.3 ± 0.1	1.9 ± 0.3	1.2 ± 0.2
		15	0.3 ± 0.1	26.0 ± 0.1 *	9.9 ± 0.4	2.0 ± 0.1	45.2 ± 0.7	10.9 ± 0.4 *	0.3 ± 0.0	2.2 ± 0.1	1.4 ± 0.1
		20	0.3 ± 0.0	25.5 ± 0.2	9.2 ± 0.2	2.0 ± 0.2	46.5 ± 0.4	11.4 ± 0.2	0.4 ± 0.1	1.9 ± 0.2	1.4 ± 0.1

平均値 ± 標準偏差 (n=4)

品種および週齢ごとの置換率 0% と有意差あり \*: p<0.05%

で置換区と対照区 (0%) との間に一部有意差があったが、置換率の違いによる一定の傾向は認められなかった。白玉卵においても  $\beta$ -カロテン当量, レチノール当量, コレステロール値は置換率の違いによる一定の傾向は認められなかったが、30 週齢, 60 週齢ともに置換率が高くなるとビタミン E 値が高くなる傾向であった。

#### 4. 脂肪酸組成 (全卵)

全卵脂質中の脂肪酸組成を表 5 に示した。飽和脂肪酸は赤玉卵, 白玉卵ともパルミチン酸 (C<sub>16:0</sub>) に一部有意差があったが、リサイクル飼料置換による一定の傾向は認められなかった。不飽和脂肪酸はリサイクル飼料に置換すると赤玉卵 60 週齢ではオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) が増

加する一方、リノール酸 (C<sub>18:2</sub>) が減少していた。白玉卵 30 週齢ではオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) は置換による一定の傾向は見られなかったが、リノール酸 (C<sub>18:2</sub>) が減少傾向であった。多価不飽和脂肪酸のドコサヘキサエン酸 (C<sub>22:6</sub>) は置換率増加に伴い含有率が高くなり、三元配置分散分析によりリサイクル飼料置換率の影響が大きいこと (p<0.01) が認められた。

### 5. 食味に及ぼす影響

生卵の官能評価値を表 6 に示す。卵黄色は赤玉卵、白玉卵とも 30 週齢の 10% および 15% 置換率で濃くなり、20% で対照区 (0%) と同レベルと評価される傾向で、これは a\* 測定値と一致した。生臭さおよびうま味の識別評価、味の嗜好評価、総合評価では飼料区間に有意差は無く、リサイクル飼料 20% 置換までの生卵の食味は採卵鶏用配合飼料 (0% 置換区) 給与の鶏卵と同レベルで受容可能と考えられる。

ゆで卵の官能評価値を表 7 に示す。卵黄色の識別評価と嗜好評価に若干有意差があったが、テクスチャーの嗜好、味の嗜好および総合評価ではすべての置換区において対照区 (0%) と有意差は認められなかった。生卵では置換率による卵黄色の差が認められたが、ゆで卵ではその差が小さくなった。赤玉卵、白玉卵ともリサイクル飼料 20% 置換までの鶏卵は採卵鶏用配合飼料 (0% 置換区) の鶏卵と差が無く、ゆで卵として利用可能であるといえる。

## 考 察

卵重は白玉 30 週齢において飼料の置換率の影響が認められ、置換率が高くなると卵重が低くなる傾向であった (表 2)。高タンパク質・高脂質の食品残渣飼料を 25% 給与した採卵鶏 (白玉鶏) の卵重は低下する懸念があるという報告<sup>15)</sup> と類似の結果であったが、60 週齢においては置換区間の卵重差は小さくなった。

卵黄色は卵の商品価値を決める因子の一つとされており<sup>14)</sup>、本実験においても官能評価項目の卵黄色の濃さと卵黄色の嗜好は相関が認められた (生卵 r=0.546, p<0.05, ゆで卵 r=0.774, p<0.01)。卵黄色を形成する重要な成分であるカロテノイドは、鶏の体内で合成されないためすべて飼料に由来しており<sup>10)</sup> 市販の採卵鶏用配合飼料の主な原料のトウモロコシが卵黄色への関与が大きい。キサントフィルを含まない玄米を採卵鶏に給与した鶏卵は有意に卵黄色が低下するため<sup>16)</sup>、飼料へのパブリカ抽出物添加により卵黄色の低下を防ぐことができるという報告もなされている<sup>17)</sup>。図 1-②に示したとおり 20% 置換では a\* 値が低下したが、生卵、ゆで卵とも総合評価の影響は認められなかった (表 6, 7)。リサイクル飼料はトウモロコシ含有量が少ないために卵黄色 a\* 値の低下が懸念されたが、20% 置換までは許容されることが確認できた。

鶏卵の一般成分は赤玉卵ではリサイクル飼料置換による影響は認められなかった (表 3)。ビタミンは、白玉卵ではリサイクル飼料置換によりビタミン E が増加す

表 6 生卵の官能評価値

卵種	週齢	置換率 (%)	卵黄色 (濃淡)	卵黄色 (嗜好)	卵黄の生臭さ (強弱)	卵黄のうま味 (強弱)	全卵の味 (嗜好)	生卵としての総合評価 (嗜好)
赤玉	30	対照 (0)	1.08 ± 0.76	0.55 ± 0.78	0.25 ± 0.83	0.92 ± 0.76	0.17 ± 0.80	0.17 ± 0.80
		10	1.17 ± 0.69	0.33 ± 0.85	0.33 ± 0.75	0.55 ± 0.89	0.08 ± 0.95	0.17 ± 0.99
		15	0.83 ± 0.80	0.58 ± 0.64	0.17 ± 0.99	0.50 ± 1.19	0.25 ± 0.83	0.33 ± 0.94
		20	-0.17 ± 0.80 **	0.33 ± 0.75	0.00 ± 1.08	0.33 ± 0.94	0.42 ± 0.49	0.50 ± 0.50
	60	対照 (0)	1.42 ± 0.64	1.08 ± 0.64	1.08 ± 1.32	0.75 ± 0.83	-0.17 ± 1.14	-0.25 ± 1.23
		10	0.58 ± 1.04 *	0.67 ± 0.85	-0.08 ± 1.04 *	0.33 ± 0.94	0.08 ± 0.64	0.08 ± 0.64
		15	0.25 ± 0.83 **	0.33 ± 0.85 *	0.33 ± 1.31	0.50 ± 1.12	-0.42 ± 0.95	-0.50 ± 1.12
		20	0.67 ± 0.85 *	0.58 ± 0.64	0.50 ± 0.87	0.33 ± 0.75	0.08 ± 0.76	0.08 ± 0.95
白玉	30	対照 (0)	0.17 ± 0.80	0.25 ± 0.72	0.33 ± 1.11	0.50 ± 1.12	0.17 ± 0.80	0.17 ± 0.80
		10	0.83 ± 0.69	0.50 ± 0.76	0.50 ± 0.50	0.58 ± 0.86	0.17 ± 0.90	0.08 ± 0.86
		15	1.08 ± 0.86 **	0.17 ± 0.69	0.50 ± 0.76	1.00 ± 0.82	0.17 ± 0.99	0.25 ± 0.92
		20	0.33 ± 0.75	0.17 ± 0.37	0.67 ± 0.94	0.50 ± 1.04	-0.25 ± 1.01	-0.33 ± 1.11
	60	対照 (0)	0.58 ± 0.76	0.17 ± 0.69	0.42 ± 0.49	0.75 ± 0.72	0.00 ± 0.58	0.08 ± 0.64
		10	1.08 ± 0.64	0.58 ± 0.86	0.50 ± 0.65	0.75 ± 0.60	0.00 ± 0.58	0.08 ± 0.64
		15	0.17 ± 0.69	0.17 ± 0.80	0.33 ± 0.85	0.33 ± 0.75	0.08 ± 0.64	0.08 ± 0.64
		20	0.67 ± 0.94	0.17 ± 0.90	0.33 ± 0.75	0.50 ± 0.96	0.00 ± 0.82	0.00 ± 0.82

平均値 ± 標準偏差 (n = 12)

品種および週齢ごとの置換率 0% と有意差あり \*: p<0.05% \*\*: p<0.01%

識別項目 (強弱) - 3 = 非常に弱い, 0 = 普通, 3 = 非常に強い

識別項目 (濃淡) - 3 = 非常にうすい, 0 = 普通, 3 = 非常に濃い

嗜好項目 - 3 = 非常に悪い, 0 = 普通, 3 = 非常に良い

表7 ゆで卵の官能評価値

卵種	週齢	置換率 (%)	卵黄色 (濃淡)	卵黄色 (嗜好)	卵黄のなめらかさ	全卵のテクスチャー (嗜好)	卵黄の生臭さ (強弱)	卵黄のうま味 (強弱)	全卵の味 (嗜好)	ゆで卵としての総合評価 (嗜好)
赤玉	30	対照 (0)	0.13 ± 0.78	0.08 ± 0.76	0.00 ± 1.12	-0.22 ± 0.83	-0.13 ± 0.60	0.17 ± 0.69	0.21 ± 0.76	-0.17 ± 0.90
		10	0.71 ± 0.79 *	0.58 ± 0.91 *	0.25 ± 1.09	0.00 ± 0.93	0.08 ± 0.64	0.21 ± 0.76	0.13 ± 0.68	0.08 ± 0.81
		15	0.42 ± 0.95	0.50 ± 0.82	0.29 ± 1.21	0.04 ± 1.04	0.21 ± 0.82	0.17 ± 0.99	0.00 ± 1.04	-0.09 ± 1.06
		20	-0.38 ± 0.95	0.25 ± 0.60	-0.04 ± 1.21	-0.18 ± 1.19	0.13 ± 0.80	0.13 ± 0.97	-0.04 ± 0.89	-0.25 ± 0.92
	60	対照 (0)	0.55 ± 0.74	0.50 ± 0.81	-0.05 ± 1.16	-0.05 ± 0.74	0.30 ± 0.64	0.20 ± 1.08	-0.20 ± 0.75	-0.15 ± 0.85
		10	0.50 ± 0.50	0.40 ± 0.58	-0.05 ± 1.07	0.00 ± 0.84	0.00 ± 0.77	-0.25 ± 0.83	-0.30 ± 0.64	-0.25 ± 0.77
		15	0.45 ± 0.74	0.25 ± 0.54	-0.30 ± 1.10	-0.35 ± 0.96	0.15 ± 0.91	-0.30 ± 0.71	-0.04 ± 0.79	-0.45 ± 0.80
		20	-0.05 ± 0.67 *	0.00 ± 0.55 *	-0.30 ± 1.14	-0.55 ± 0.92	0.55 ± 0.67	0.10 ± 0.77	-0.65 ± 0.73	-0.65 ± 0.73
白玉	30	対照 (0)	0.00 ± 0.65	-0.08 ± 0.57	0.04 ± 0.84	-0.29 ± 0.79	0.13 ± 0.83	0.29 ± 0.54	0.13 ± 0.73	0.00 ± 0.71
		10	0.08 ± 0.95	0.21 ± 0.64	0.04 ± 1.06	-0.38 ± 0.95	0.25 ± 0.66	0.25 ± 0.92	0.08 ± 0.70	-0.13 ± 0.88
		15	0.38 ± 0.70	0.33 ± 0.47 *	-0.04 ± 1.02	-0.25 ± 0.78	0.17 ± 0.69	0.29 ± 0.73	0.00 ± 0.87	-0.25 ± 0.72
		20	-0.29 ± 0.68	-0.04 ± 0.79	0.33 ± 1.07	-0.13 ± 0.73	0.25 ± 0.78	0.17 ± 0.85	-0.25 ± 0.72	-0.21 ± 0.76
	60	対照 (0)	0.10 ± 0.89	0.45 ± 0.67	-0.25 ± 0.83	-0.10 ± 0.62	0.15 ± 0.73	-0.05 ± 0.92	0.05 ± 0.67	-0.05 ± 0.74
		10	0.50 ± 0.81	0.50 ± 0.81	0.00 ± 1.05	-0.30 ± 0.78	0.20 ± 0.75	0.20 ± 0.87	-0.25 ± 0.89	-0.30 ± 0.95
		15	0.35 ± 0.65	0.30 ± 0.64	-0.15 ± 1.19	-0.40 ± 0.66	0.15 ± 0.79	0.15 ± 0.73	-0.35 ± 0.73	-0.55 ± 0.67
		20	0.15 ± 0.73	0.20 ± 0.60	-0.20 ± 0.98	-0.05 ± 0.86	0.10 ± 0.70	0.00 ± 0.77	0.00 ± 0.77	-0.05 ± 0.67

平均値 ± 標準偏差 (n = 24)

品種および週齢ごとの置換率 0% と有意差あり \*: p < 0.05% \*\*: p < 0.01%

識別項目 (濃淡) - 3 = 非常にうすい, 0 = 普通, 3 = 非常に濃い

識別項目 (強弱) - 3 = 非常に弱い, 0 = 普通, 3 = 非常に強い

識別項目 (なめらかさ) - 3 = 非常にザラついている, 0 = 普通, 3 = 非常になめらか

嗜好項目 - 3 = 非常に悪い, 0 = 普通, 3 = 非常に良い

る傾向である (表 4)。近年は栄養強化卵としてビタミン E 強化卵が市場に流通し、ビタミン E 添加鶏卵の特性、卵黄中ビタミン E 構成比に関する研究もなされていることから<sup>18, 19)</sup>、リサイクル飼料置換によるビタミン E 含有量増加は白玉卵に付加価値をつけるという意味でも有効であるといえる。

脂肪酸組成はリサイクル飼料置換による飽和脂肪酸含有率の影響は小さかった。不飽和脂肪酸は鶏肉においてリサイクル飼料給与によるリノール酸 (C<sub>18:2</sub>) の減少およびオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) の増加が報告されており<sup>20, 21)</sup>、鶏卵においても同様の傾向であることが確認された。HDL コレステロールの減少に関与し過剰摂取が懸念されているリノール酸含有率の減少および、心筋梗塞発症率低下に関与するオレイン酸含有率の増加は鶏卵の付加価値のひとつとなり得る。さらに、n-3 脂肪酸であるドコサヘキサエン酸 (C<sub>22:6</sub>) はリサイクル飼料置換により含有率が増加する傾向であった。健康上の理由から鶏卵中の n-3 脂肪酸を増加させるための飼料研究もなされており<sup>22)</sup>、リサイクル飼料置換によるドコサヘキサエン酸 (C<sub>22:6</sub>) の増加は消費者にとってのメリットもある。しかしながら、ドコサヘキサエン酸 (C<sub>22:6</sub>) の含有量は官能評価に相関があり (r = -0.598, p < 0.05)、ゆで卵においてはドコサヘキサエン酸 (C<sub>22:6</sub>) の増加が味の低下に関与することが示唆された (図 2)。リサイクル飼料置換率を上げると食味への負の影響も考えられ、鶏卵の脂肪酸組成と食味の関係については今後さらに検

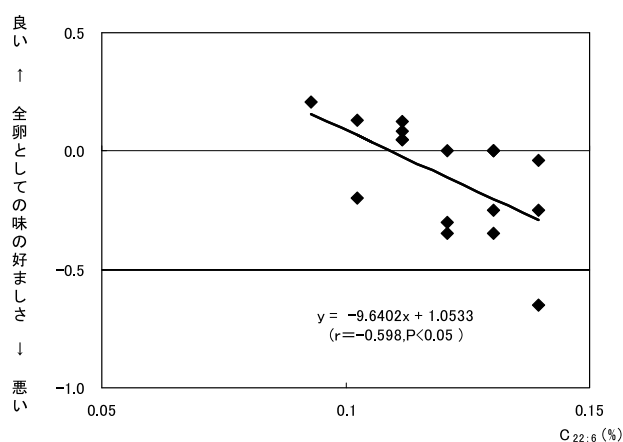


図2 官能評価 (ゆで卵) と C<sub>18:2</sub> 含有量の相関

討が必要である。

リサイクル飼料を一部配合飼料に置換することにより、廃棄食品が循環資源となるとともに飼料自給率の向上に繋がる。さらに、鶏卵生産業者の利益向上が期待できるが、食味と栄養的付加価値の両者を鑑みるとリサイクル飼料の 20% 置換までは受容できることが確認できた。

## 要 約

採卵鶏用配合飼料をリサイクル飼料に置換した飼料を給与した赤玉鶏および白玉鶏が産卵した鶏卵の成分と食味について検討し、採卵鶏用配合飼料を給与された採卵

鶏卵と官能的に同程度の評価が得られるかを検討した。試料は赤玉鶏と白玉鶏が30週齢および60週齢に産卵したものとした。栄養成分では、リサイクル飼料置換率により白玉卵のビタミンEが増加傾向であること、リノール酸の減少およびオレイン酸とドコサヘキサエン酸の増加傾向を除き、栄養成分にほとんど差は認められなかった。官能評価においては生卵、ゆで卵の食味はリサイクル飼料置換による影響は認められず、20%置換までは有用性が認められた。リサイクル飼料を一部配合飼料に置換することにより、廃棄食品が循環資源となるとともに飼料自給率の向上に繋がることが期待できると考えられる。

### 謝 辞

本研究は、リサイクル飼料利用畜産物の評価調査事業の一環により行われました。ご支援をいただきました財団法人日本食肉消費総合センターおよび同センターの古賀南加子氏に厚く御礼申し上げます。また、試料鶏卵をご提供くださいました独立行政法人家畜改良センター岡崎牧場様に厚く御礼申し上げます。

### 参 考 文 献

- 森豊浩基：エコフィード化による食品リサイクルへの取り組み～食料価格高騰の中で注目される動き～. 中央三井トラスト・ホールディングス調査レポート, 中央三井トラスト・ホールディングス, **63**, 19-27 (2008)
- 社団法人日本養鶏協会：鶏卵価格の年次別月別推移, <http://www.jpa.or.jp/index2.asp> (2011年3月3日)
- 日本政策金融公庫農林水産事業：担い手農業者の(法人)の平成19年度経営動向分析, [http://www.afc.jfc.go.jp/information/investigate/pdf/h20-2-SL.pdf#search=\\*3](http://www.afc.jfc.go.jp/information/investigate/pdf/h20-2-SL.pdf#search=*3) (2011年3月3日)
- 入江正和：エコフィード給与畜産物の特性. 畜産技術, **10**, 2-7 (2007)
- 丹羽美次：エコフィードの現状と今後 食品残渣飼料の特徴とその栄養価. 養豚の友, **11**, 27-31 (2008)
- 社団法人配合飼料供給安定機構：食品残渣の飼料化(エコフィード)をめざして, 3-10 (2008)
- 宮田 透, 稲生 哲, 長野和敏：エコフィードを利用した鶏卵試験. リサイクル飼料利用畜産物の評価調査の成績 第I編畜産物生産実証評価, 90-113 (2010)
- 村野多可子, 青木大輔：高タンパク質, 高脂質エコフィードの採卵鶏への代替利用. 千葉県畜産総合研究センター研究報告, **9**, 9-12 (2009)
- 村野多可子, 青木大輔：高タンパク質, 高脂質エコフィードと低タンパク低脂質エコフィードの大すう期への給与. 千葉県畜産総合研究センター研究報告, **9**, 13-17 (2009)
- 村野多可子, 青木大輔：高タンパク質, 高脂質エコフィードの採卵鶏への利用. 千葉県畜産総合研究センター研究報告, **8**, 35-39 (2008)
- 文部科学省, 科学技術・学術審議会, 資源調査分科会食品成分委員会 編：五訂増補日本食品標準成分分析マニュアル, 独立行政法人国立印刷局, 東京, 26-28 (2005)
- 日本食品工業学会 食品分析法編集委員会 編：食品分析法, 455, 光琳, 東京, (1992)
- 文部科学省, 科学技術・学術審議会, 資源調査分科会食品成分委員会 編, 五訂増補日本食品標準成分分析マニュアル, 独立行政法人国立印刷局, 東京, 56-65 (2005)
- 中村 良：卵の科学. 朝倉書店, **29**, 106-107 (1998)
- 村野多可子：高タンパク・高脂質エコフィードの採卵鶏への利用. 畜産技術, **12**, 16-18 (2010)
- 京都府畜産技術センター：採卵鶏における地域の未利用資源を有効活用した飼料米給与技術, 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター畜産草地推進部会, [http://www.cgk.affrc.go.jp/seika/seika\\_nendo/h20/08\\_chikusan/p7/index.html](http://www.cgk.affrc.go.jp/seika/seika_nendo/h20/08_chikusan/p7/index.html) (2011年3月16日)
- 脇 雅之, 村野多可子：飼料米の採卵鶏への利用. 千葉県畜産総合研究センター研究報告, **9**, 5-8 (2009)
- 平島 円, 寺内佑佳, 磯部由香, 奥村元彦：栄養添加鶏飼料が鶏卵の特性に及ぼす影響. 三重大学社会連携研究センター研究報告書, **17**, 23-28 (2009)
- 前田恵助, 味村妃紗, 筒井視有, 築野卓夫, 入江和正：採卵鶏へのライストリエノールの飼料添加濃度の違いが卵黄中のビタミンE構成および過酸化脂質に与える影響. 日本畜産学会報, **80**(2), 179-188 (2009)
- 柴田圭子, 奥嶋佐知子, 西村敏英：鶏肉の食味および成分に及ぼすバイオマス利用飼料(リサイクル飼料)の影響. 女子栄養大学栄養科学研究年報, **17** (2011), 印刷中
- 村野多可子：エコフィード給与鶏肉の特性. 畜産技術, **10**, 16-19 (2007)
- 堀口恵子, 戸塚耕二, 高橋正也：健康問題に特別に関心のある消費者のための鶏肉・鶏卵中の脂肪酸組成の操作(抄訳). 明和女子短期大学紀要, **13**, 185-196 (1996)