

# 採卵鶏への規格外大麦給与およびそば殻添加による産卵・卵質に及ぼす影響

舟塚絹代・伊達 毅・松谷隆広

要 約 採卵鶏ボリスブラウンを供試鶏とし、基礎飼料として二種混合を主体とした自家配合飼料（自家配合区）と、その配合飼料の45%を規格外大麦で代替した飼料（大麦45%代替区）を設け、試験1（短期給与試験）では、基礎飼料のそれぞれにそば殻を0, 5, 10, 15%添加したものを4週間給与し、試験2（長期給与試験）では、基礎飼料のそれぞれにそば殻を0.5%添加したものを20週間給与した。

そば殻添加によるルチンおよびルテインの明確な卵黄へ移行は確認できなかった。

規格外大麦やそば殻は産卵、卵質成績には影響を与えなかったことから、飼料として使用可能であるが、本試験では、規格外大麦による卵への脂肪酸組成への効果やそば殻に含まれるルチンやルテインの卵への移行効果は認められなかった。

キーワード：規格外大麦，そば殻，採卵鶏，ルチン，ルテイン

## 緒 言

近年、消費者は健康志向の高まりから、機能性成分を含む食品への関心が増している。そのため、養鶏農家は機能性成分を含む付加価値のある鶏卵生産を求めている。

本県農業は、稲作に特化していることから、水田転作としての六条大麦の作付面積が約4,000haと多く、その選別時に発生する規格外大麦約3,000tの飼料利用が可能である。養鶏用飼料のトウモロコシを規格外大麦で代替することにより、飼料費の削減が可能であり、卵黄中の脂肪酸組成n-6/n-3比率が低くなったと報告されている（山崎ら, 2002）。また、本県で多く栽培されている越前そばは製粉する際に残滓（そば殻など）が生じ、ほとんどが廃棄されている。これらのそば殻などは、機能性成分（ルチン、ルテインなど）が多く含まれることが知られているほか、そば製粉粕の添加給与により、地鶏の育成が可能であることが明らかにされている（矢口ら, 2006）。

ルチンやルテインを多く含むそば殻には、ヒトに対して、脂肪細胞を小型化させる効果や脂質代謝調節作用がみられ、抗肥満効果、さらには糖尿病の予防改善効果を有する可能性が示唆された報告もある（新居ら, 2008）。

また、ルテインはヒトの体内では合成されない

カロチノイドの一種であり、細胞や水晶体中の主成分として、不可欠であるとともに、ビタミンEより10倍以上強力な抗酸化作用によって、肺がん、大腸がんの発生を抑制したり、ヒトの血中コレステロールの低下作用があると報告されている（飯塚と村上, 1974）。一方、卵黄脂質中には、飼料由来のルテインが含まれており、野菜に含まれるルテインより吸収されやすいことが知られている。さらに、卵黄脂質には、機能性成分としてのリン脂質や多価不飽和脂肪酸も含まれている（宮下ら, 2009）。

このため、規格外大麦やそば殻など、地域の飼料資源を活かして、規格外大麦やそば殻に付与した高付加価値卵の鶏卵生産技術について検討した。

## 材料および方法

### 1. 短期給与試験（試験1）

#### 1) 供試鶏および試験期間

供試鶏はボリスブラウン種（平成22年3月20日え付け）288羽を用いた。

試験期間は、平成23年2月23日（48週齢）から3月22日（52週齢）の28日間とした。

#### 2) 試験区分

基礎飼料として二種混合を主体とする自家配合

飼料（自家配合区）と、その配合飼料の45%を規格外大麦で代替した飼料（大麦45%代替区）とし、それぞれの飼料にそば殻を0, 5, 10, 15%添加した（18羽×2反復/区）を設けた（表1）。

なお、飼料の一般成分を表2に、脂肪酸組成を表3に示した。また、短期給与試験の飼料配合割合を表4に示した。

表1 短期給与試験の試験区分

基礎飼料	飼料		供試鶏
	—	そば殻添加	
自家配合飼料	—	0 %	18羽×2反復
〃	—	5 %	〃
〃	—	10 %	〃
〃	—	15 %	〃
大麦45%代替	—	0 %	〃
〃	—	5 %	〃
〃	—	10 %	〃
〃	—	15 %	〃

表2 供試飼料の一般成分 (乾物中%)

飼料名	水分	粗蛋	粗脂肪	可溶無	粗繊維	粗灰分
		白質		窒素物		
自家配合飼料	10.0	17.6	6.1	50.4	3.0	12.9
規格外大麦	11.2	6.8	2.6	70.3	0.0	2.6
そば表層粉	13.0	15.0	3.6	-	7.1	3.3

※自家配合飼料、規格外大麦: 福井県畜産試験場における分析値

※そば表層粉: 日本食品標準成分表より引用

表3 供試飼料中脂肪酸組成 (%)

	オレイン酸	リノール酸	α-リノレン酸	DHA	n-6/n-3
自家配合飼料	35.09	38.83	1.79	2.3	9.78
規格外大麦	11.39	47.94	4.96	-	9.74
そば殻	32.86	28.24	4.39	-	5.72

※福井県畜産試験場における分析値

### 3) 規格外大麦とそば殻の処理

規格外大麦(六条大麦:品種ファイバースノー)は、カントリーエレベーターにて乾燥調整後に選別された全粒皮付き規格外大麦を使用した。規格外大麦は、山崎ら(2002)の報告によると、大麦を破碎せずに採卵鶏に給与したところ、飼料摂取量が50%減り、破碎して給与すると飼料摂取量が増加することから、挽砕機(麦っ子、(有)京葉機械製作所、千葉)により7割程度破碎処理して配合した。

そば殻は県内のそば精製所から回収して配合し

た。

表4 短期給与試験の飼料配合割合

飼料名	自家配合	自家配合	自家配合	自家配合	大麦45%代替 大麦45%代替 大麦45%代替 大麦45%代替			
	(大麦0%代替)	(大麦0%代替)	(大麦0%代替)	(大麦0%代替)	+そば殻0%	+そば殻5%	+そば殻10%	+そば殻15%
二種混合	61.2	61.2	61.2	61.2	15.3	15.3	15.3	15.3
規格外大麦	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9	45.9	45.9	45.9
魚粉	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
大豆粕	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
生米ぬか	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
コーンデンプン	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ソルベキ	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
カキガラ	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
炭酸カルシウム	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
食塩	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ビタミンB12	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
第2リン酸カルシウム	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
そば殻	0.0	0.5	1.0	1.5	0.0	0.5	1.0	1.5
合計	100.0	105.0	110.0	115.0	100.0	105.0	110.0	115.0
CP(%)	15.8	16.0	16.3	16.5	16.5	16.7	17.0	17.2
ME(Kcal/kg)	2,781	2,784	2,786	2,789	2,552	2,554	2,557	2,559
Ca(%)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5
P(%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

### 4) 飼養管理

試験鶏は、開放鶏舎にてヒナ段2段1羽ずつのケージ飼いとしました。飼料は不断給餌とし1日1回午前中に給与した。給水は自由飲水とした。

### 5) 調査項目および方法

#### (1) 産卵成績

産卵率、平均卵重、産卵日量、飼料摂取量、飼料要求率を調査した。

産卵率、平均卵重、産卵日量は、毎日区ごとの産卵個数および卵重を測定して算出し、1週間毎に4週目まで測定した。

#### (2) 卵質成績

1週毎に、各区16卵(1区:8卵×2反復)ずつを無作為に抽出し、卵殻強度、卵殻厚、卵黄色、ハウユニット(H.U.)を測定し、平均値とした。測定には富士平工業社製の卵質検査機器と、卵黄色はロッシュ社製のカラーファン(1989年版)を用い、平均値とした。

#### (3) 卵黄中および飼料中の脂肪酸組成

試験開始4週目に、各区6卵(1区:3卵×2

反復) ずつを無作為に抽出して卵黄を混合した後に、また供試飼料は粉碎処理した後に脂肪を抽出し、メチルエステル化してガスクロマトグラフィー (GC-2010plus; 島津製作所, 京都) にて分析した。カラムは, SUPELCO SPTM-2560 キャピラリーカラム (100m×0.25mm×0.2μm) を用い, 測定条件は注入口温度 250°C, カラム温度は 145°C~240°C, キャリアガスは窒素を用い, 分析を行った。

#### (4) 卵黄中のルチン

卵黄中のルチン (フラボノイド配糖体) は, 試験 1 で, 試験開始 4 週目に, 卵黄のみにメタノールを加え, 80°C60 分間加熱還流抽出し, メンブランフィルター (0.45 μm) で濾過後, 高速液体クロマトグラフ (LC-20; 島津製作所, 京都) を用い分析した。なお, 標準品は, ルチン (ナカライテスク (株)) を使用した。

#### 6) 統計処理

基礎飼料とそば殻添加を要因とする二元配置分散分析法で行った。

## 2. 長期給与試験 (試験 2)

### 1) 供試鶏および試験期間

供試鶏はボリスブラウン種 (平成 22 年 3 月 10 日え付け) 184 羽を用いた。

試験期間は, 平成 23 年 7 月 27 日 (68 週齢) から 12 月 26 日 (88 週日齢) の 140 日間とした。

### 2) 試験区分

試験 1 の産卵, 卵質成績や採卵鶏のそば殻摂取状況を基に, そば殻添加は 5% と設定し, 基礎飼料のそれぞれに, そば殻を 0, 5% 添加した区 (23 羽×2 反復) を設けた (表 5)。

なお, 長期給与試験の飼料配合割合を表 6 に示した。

### 3) 飼養管理および規格外大麦とそば殻の処理

試験 1 と同様とした。

### 4) 調査項目および方法

試験 1 の項目に加え, 血液生化学検査, 卵黄中のルテイン (カロチノイド) の測定を実施した。

また, 産卵率, 平均卵重, 産卵日量は, 4 週毎に 20 週目まで測定した。その他は, 試験 1 と同様とした。

血液生化学検査は, 試験開始 10 週目に, 各区 8 羽 (1 区: 4 羽×2 反復) ずつを無作為に抽出して翼下静脈より採血し, 遠心分離した後, 血漿中の総コレステロール (T-cho) を DRI-CHEM7000V

(富士フィルム, 東京) を用い測定した。

卵黄中のルテインは, 試験開始 16 週目に, 卵黄のみをメタノールで抽出し, メンブランフィルター (0.45 μm) で濾過後, 高速液体クロマトグラフ (LC-20; 島津製作所, 京都) を用い分析した。なお, 標準品は, ルテイン (SIGMA) を使用した。

#### 5) 統計処理

基礎飼料とそば殻添加を要因とする二元配置分散分析法で行った。

表 5 長期給与試験の試験区分

基礎飼料	飼料		供試鶏
	—	そば殻添加	
自家配合飼料	—	0 %	23羽×2反復
〃	—	5 %	〃
大麦45%代替	—	0 %	〃
〃	—	5 %	〃

表 6 長期給与試験の飼料配合割合

飼料名	自家配合 (大麦0%代替)	自家配合 (大麦0%代替)	大麦45%代替	大麦45%代替
	+そば殻0%	+そば殻5%	+そば殻0%	+そば殻5%
二種混合	61.2	61.2	15.3	15.3
規格以外大麦	15.3	15.3	45.9	45.9
魚粉	6.0	6.0	6.0	6.0
大豆粕	5.3	5.3	5.3	5.3
生米ぬか	10.0	10.0	10.0	10.0
コーン <sup>o</sup> ルテインミール	4.5	4.5	4.5	4.5
アルファミール	2.5	2.5	2.5	2.5
カキガラ	4.0	4.0	4.0	4.0
炭酸カルシウム	6.0	6.0	6.0	6.0
食塩	0.2	0.2	0.2	0.2
ビタミンミネラル	0.2	0.2	0.2	0.2
第 2 リン酸カルシウム	0.1	0.1	0.1	0.1
そば殻	0.0	0.5	0.0	0.5
合計	100.0	105.0	100.0	105.0
C P (%)	15.8	16.0	16.5	16.7
ME(Kcal/kg)	2,781	2,784	2,552	2,554
C a (%)	3.4	3.4	3.4	3.4
P (%)	1.5	1.5	1.5	1.5

## 結果および考察

### 1 産卵成績, 卵質成績

試験 1 (以下, 短期給与試験) の産卵, 卵質成績を表 7, 試験 2 (以下, 長期給与試験) の産卵, 卵質成績を表 8 に示した。

#### 1) 産卵成績

短期, 長期給与試験とも, 表 4, 6 に示したと

おり規格外大麦の代替により ME が低下する傾向にあった。この規格外大麦については、藤井ら(2004)や山崎(2002)が、トウモロコシの代替飼料として長期給与しているが、卵重、飼料要求率、産卵率、ハウユニットは試験区間の有意差は認められなかったと報告している。今回の短期、長期両給与試験においても、基礎飼料の水準間に差はなく、規格外大麦 45%代替給与による有意な差は認められなかった。またそば殻添加間にも差は認められなかった。

## 2) 卵質成績

両試験とも、基礎飼料およびそば殻添加の各水準間で、卵殻強度、卵殻厚に差は認められなかった。

しかし、卵黄色については、両試験とも、大麦 45%代替給与区は自家配合区と比べ有意 ( $P < 0.05$ ) に薄くなった。規格外大麦により、卵黄色の色素のキサントフィルなどを含むトウモロコシが少なくなったことにより、卵黄色に影響を及ぼしたと考えられる。

また、長期給与試験においては、大麦を 45%代替給与区は自家配合区より H.U.が有意に高くなった。一方、そば殻添加給与すると、有意に低くなった ( $P < 0.05$ ) が、その値は標準的範囲であった。なお、本試験での H.U.に及ぼす具体的な要因についてはよく解らなかつた。

表7 短期給与試験 産卵、卵質成績

要因	水準	産卵率 (%)	卵重 (g)	飼料要求率	卵殻強度	卵黄色 (カラージュ)	卵殻厚 (mm)	ハウユニット
基礎飼料 (大麦代替)	0%	96.1	61.6	2.12	3.62	11.5 <sup>a</sup>	0.33	78.93
	45%	94.5	61.6	2.21	3.76	10.5 <sup>b</sup>	0.34	77.73
そば殻添加	0%	94.5	62.2	2.10	3.64	10.8	0.33	80.35
	5%	96.2	61.6	2.14	3.89	11.1	0.35	79.20
	10%	95.5	61.2	2.20	3.60	11.5	0.34	75.90
	15%	95.1	61.4	2.22	3.65	10.8	0.34	77.85

注) ※異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )、試験開始28日目

表8 長期給与試験 産卵、卵質成績

要因	水準	産卵率 (%)	卵重 (g)	飼料要求率	卵殻強度	卵黄色 (カラージュ)	卵殻厚 (mm)	ハウユニット
基礎飼料 (大麦代替)	0%	78.10	67.66	2.22	3.46	12.3 <sup>a</sup>	0.33	71.51 <sup>b</sup>
	45%	77.30	67.15	2.31	3.35	11.0 <sup>b</sup>	0.34	75.62 <sup>a</sup>
そば殻添加	0%	77.95	68.18	2.22	3.48	11.6	0.34	75.95 <sup>a</sup>
	5%	77.45	66.64	2.30	3.34	11.8	0.34	71.19 <sup>b</sup>

注) ※異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )、産卵成績は0~20週齢の平均値、卵質成績は20週目の平均値

## 2 卵黄中脂肪酸組成

短期給与試験の卵黄中脂肪酸組成を表9に、長期給与試験の卵黄中脂肪酸組成を表10に示した。

短期給与試験では、卵黄中の脂肪酸組成に基礎飼料、そば殻添加の各水準間に有意な差はなかった。長期給与試験においては、大麦 45%代替やそば殻添加により n-6/n-3 比率が低くなったものの、有意な差はみられなかった。

飼料は、卵の脂肪の質に影響を及ぼすことが知られている(小嶋ら,2000)が、規格外大麦およびそば殻による卵黄中への影響は見られなかった。

表9 短期給与試験 卵黄中の脂肪酸組成 (%)

要因	水準	レリ酸	リノール酸	$\alpha$ -リノール酸	DHA	n-6/n-3
基礎飼料 (大麦代替)	0%	41.5	14.5	0.52	0.55	4.79
	45%	42.2	14.4	0.69	0.55	4.25
そば殻添加	0%	41.7	14.3	0.46	0.45	4.86
	5%	41.0	15.2	0.33	0.35	4.90
	10%	41.9	14.5	1.00	0.75	3.85
	15%	42.8	13.6	0.62	0.65	4.48

注) ※異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )、試験開始28日目

表10 長期給与試験 卵黄中の脂肪酸組成 (%)

要因	水準	レリ酸	リノール酸	$\alpha$ -リノール酸	DHA	n-6/n-3
基礎飼料 (大麦代替)	0%	43.44	14.44	0.17	1.03	14.78
	45%	43.37	14.68	0.13	1.33	12.03
そば殻添加	0%	44.73	14.53	0.17	1.05	14.15
	5%	42.08	14.59	0.13	1.31	12.66

注) 試験開始140日目

## 3 卵黄中のルチン含量

短期給与試験における卵黄中のルチン含量を表11に示した。そば殻添加給与による、卵黄中のルチンの移行は見られなかった。これは、同じフラボノイド配糖体であるいちょう葉に含まれるケルセチンが卵黄に移行しなかったこと(須藤ら,2000)や、玉葱外皮に含まれるケルセチンが卵黄中への移行しなかった結果(細國ら,2007)と同様であった。また、宮澤らは、経口摂取したカテキン類をはじめとするポリフェノール類の小腸上皮細胞等の消化器からの吸収率について、カテキン類で5%程度であることを報告しており(宮澤ら,2000)、同様にポリフェノールの一種であるルチンもほとんど吸収されていないものと推測される。

卵黄中のルチン含量は長期給与試験のみ分析

したが、その結果を表 12 に示した。ルテインはキサントフィルの一種で、体内で代謝されにくいいため、飼料からの蓄積効果が高いとされているが、そば殻 5% 添加給与におけるルテインの移行量（卵黄中 100g 中）の増加はみられなかった。

表 1 1 卵黄中のルチン含量

区	mg/卵黄 100g
自家配合飼料	n.d
// + そば殻 5	n.d
// + そば殻 10	n.d
// + そば殻 15	n.d
大麦 45	n.d
// + そば殻 5	n.d
// + そば殻 10	n.d
// + そば殻 15	n.d

注) n.d : 非検出

表 1 2 卵黄中のルテイン含量

区	mg/卵黄 100 g
自家配合飼料	3.02
// + そば殻 5	3.28
大麦 45	2.97
// + そば殻 5	3.01

#### 4 血漿中の総コレステロール値

試験開始後 10 週目の血漿中の総コレステロール値を表 13 に示した。そば殻に含まれるルテインにはコレステロールの低下作用があると報告されている（飯塚と村上,1974）が、本試験のそば殻添加給与による血漿中の総コレステロールには差はみられなかった。給与期間中の推移を測定していないため、さらに定期的に測定しておくことも必要と思われる。

表 13 血漿中の総コレステロール値

要因	水準	TCHO (mg/dL)
基礎飼料	0%	114.6
(大麦代替)	45%	108.7
そば殻添加	0%	112.9
	5%	110.0

以上の結果より、規格外大麦やそば殻は産卵、卵質成績には影響を与えなかったことから、飼料として使用可能であるが、本試験では、規格外大麦による卵の脂肪酸組成への効果やそば殻に含まれるルチンやルテインの卵への移行効果は認められなかったことから、今後さらに検討を要すると考えられた。

#### 謝 辞

本研究の機能性成分の分析の実施にあたり、福井県立大学生物資源学部 分子機能科学研究領域 機能食品学分野の大東 肇教授、研究室の関係者に多大なご協力をいただきましたので、ここに深謝いたします。

#### 参考文献

- 新居住孝ら. 地域食材の抗肥満効果の評価と食品開発. 徳島県立工業技術センター 開発事業 2008
- 飯塚,村上. そば粉とコレステロール代謝: そば粉の血清,肝コレステロールの低下作用の機構について 近畿大学農学部紀要 7,35-40,1974-03-15.1974
- 小嶋禎夫ら. 産卵後期における産卵鶏への緑茶葉粉末給与の影響. 東京農林総合研究センター 研究報告 第 1 号 1:27-34.2006
- 須藤正巳ら. 機能性卵に関する試験 (アルファアルファミールの給与が採卵鶏に及ぼす影響について) 茨城県畜産センター研究報告 2000
- 藤井麻衣ら. 規格外米または大麦を利用した機能性鶏卵の生産. 福井県畜産試験場研究報告. 第 18 号. 13-20.2004
- 細國一忠ら. 地域天然未利用資源を活用した健康な鶏づくり及び特色ある卵づくり試験 (第 1 報). 海苔給与による採卵鶏の免疫増強と付加価値鶏卵の作出. 佐賀県畜産試験場研究報告 83-96. 2007
- 山崎俊雄ら. 規格外米・大麦の採卵鶏における飼料価値. 福井県畜産試験場研究報告. 16 : 12-16. 2002
- 宮澤陽夫ら, 天然抗酸化物質の吸収と代謝. 化学と生物,39(2),104.2000
- 宮下和夫. 卵黄カロテノイドの栄養機能性. (財) 旗影会 研究報告書 <http://www.nakashima-foundation.org/kielikai/pdf/21/43.pdf> 2009
- 矢口弘子ら. 地鶏の生産流通に関する試験 (2) 会津地鶏・ふくしま赤しゃもの効率的生産マニュアルの作成に関する試験④ソバ製粉粕の給与が会津地鶏の育成成績および肉質に及ぼす影響 (第 1 報) (第 2 報) 福島県畜産試験場研究報告 33.29-33 .34-36 2006

# **Effects of the sub-standard size of Barley Replaced Feed and Buckwheat-flour Milling By-product Supplementation in to the Diet on Laying Performance and Egg Quality in Laying Hens**

Kinuyo FUNAZUKA, Tsuyoshi DATE and Takahiro, MATSUTANI  
Fukui Prefectural Livestock Experiment Station

## **Abstract**

The experiment 1: This experiment was carried out to evaluate the effects of feeding the diet replaced of 45% of basal diet with the sub-standard size of the barley and supplemented with 0.5, 10, 15% of the buckwheat-flour milling respectively for Boris Brown layers served as basal feed for 28 days. The experiment 2: The experiment was conducted with a factorial arrangement of 45% of the replaced of feed and supplemented with 0.5% of the buckwheat-flour milling respectively for Boris Brown layers served as basal feed for 140 days.

In the study, there were no significant differences among treatment in egg production rate, egg weight, feed conversion ratio or egg shell strength. However the fatty acid compositions of egg yolks were no significant differences among treatments. Rutin that exist in feed was not transferred into the yolk in eggs. Lutein that exists in feed might not be transferred into the yolk in eggs clearly.

These results suggested that feeding 45% replaced of the barley replaced feed and supplemented with 5% of the buckwheat-flour milling might be able to feed to laying hens.

**Key word:** sub-standard size of barley, buckwheat-flour milling, laying hen, rutin, lutein