

採卵鶏への規格外大麦給与およびカニ殻添加による産卵・卵質に及ぼす影響

舟塚絹代・伊達 毅・松谷隆広

要 約 採卵鶏ポ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カニ殻を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カニ殻を0, 5%添加したものを20週間給与した。

試験1および試験2の結果より、規格外大麦代替飼料で卵殻強度が若干低く、卵黄色がやや薄くなるなどが見られたが、卵殻強度は標準の範囲以内であり、また卵黄色もカニ殻を組み合わせることにより改善が図られた。また、規格外大麦代替給与やカニ殻添加による産卵成績の低下は見られず、カニ殻添加給与による機能性成分であるアスタキサンチンの移行や規格外大麦の長期給与によるn-6/n-3比率の低下などの効果も見られ、規格外大麦やカニ殻の飼料資源としての利用性は高く、アスタキサンチンを含んだ鶏卵生産や規格外大麦代替による卵の脂肪酸組成の改善が示唆された。

血漿中の総コレステロールを検査した結果、カニ殻を5%添加給与による有意な差は認められなかった。

キーワード：規格外大麦、カニ殻、採卵鶏、アスタキサンチン

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、越前がにの産地である福井県では、毎年大量のカニ殻が民宿等から排出されており、養鶏用飼料のトウモロコシを玄米で代替することによる卵黄色の退色はカニ殻を添加することにより改善できるとしている（小林ら, 2009）。ま

た、カニ殻は、蛋白質やカルシウムが主要成分であり、鶏の飼料原料としては有効な資源である。さらに、カニ殻に含まれるキチン・キトサンにはヒトの血中コレステロール低下作用があり（鈴木ら, 2006）、カニ殻の赤い色素であるカロチノイドの一種のアスタキサンチンには、強い抗酸化作用による免疫力強化があると報告されている（鈴木ら, 2006）。また、カニ殻添加給与により、鶏卵へアスタキサンチンが移行することも明らかになっている（西井ら, 2009）。

このため、規格外大麦やカニ殻など、地域の飼料資源を活かして、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 22 年 9 月 7 日（24 週齢）から 10 月 4 日（28 週齢）の 28 日間とした。

2) 試験区分

基礎飼料は、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、それぞれの飼料にカニ殻を 0, 5, 10, 15% 添加した区（18 羽×2 反復）を設けた（表 1）。

飼料の一般成分を表 2 に、脂肪酸組成を表 3 に示した。なお、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

飼料	飼料		供試鶏
	基礎飼料	カニ殻添加	
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	粗蛋白質		粗脂肪	可溶無 窒素物	粗繊維	粗灰分
		粗蛋白質	白質				
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	
カニ殻	9.6	37.5	1.3	-	18.5	35.6	

※福井県畜産試験場における分析値

表 3 供試飼料中脂肪酸組成 (%)

	オレイン 酸	リノー ル酸	α-リ ン酸	DHA	n-6/n-3
	自家配合飼料	35.09	38.83	1.79	2.3
規格外大麦	11.39	47.94	4.96	-	9.74
カニ殻	30.45	26.87	2.04	3.31	5.61

※福井県畜産試験場における分析値

表 4 短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		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		大麦45%代替 大麦45%代替	
	±0%	±5%	±10%	±15%	±0%	±5%	±10%	±15%	±0%	±5%	±10%	±15%
二種混合	61.2	61.2	61.2	61.2	15.3	15.3	15.3	15.3	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	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	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	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	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	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	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	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	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	0.2	0.2	0.2	0.2
ビタミンB1	0.2	0.2	0.2	0.2	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	0.1	0.1	0.1	0.1
カニ殻	0.0	0.5	10.0	15.0	0.0	0.5	10.0	15.0	0.0	0.5	10.0	15.0
合計	100.0	105.0	110.0	115.0	100.0	105.0	110.0	115.0	100.0	105.0	110.0	115.0
CP(%)	15.8	17.7	19.6	21.4	16.5	18.4	20.3	22.1	16.5	18.4	20.3	22.1
ME(Kcal/kg)	2,781	2,830	2,878	2,927	2,552	2,600	2,649	2,697	2,552	2,600	2,649	2,697
Ca(%)	3.4	4.1	4.8	5.4	3.4	4.1	4.8	5.5	3.4	4.1	4.8	5.5
P(%)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.5	1.6	1.7	1.9	1.5	1.6	1.7	1.9

3) 規格外大麦とカニ殻の処理

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、挽碎機（麦つき; (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。

カニ殻は県内の民宿から週 1 回収し、ビニールハウス内の乾燥棚で自然乾燥後、同挽碎機にて 3 mm 程度に粉碎処理して配合した。

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された。飼料は不断給餌、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℃、カラム温度は145℃~240℃、キャリアガスは窒素を用い、分析を行った。

(4) 卵黄中のアスタキサンチン

試験開始4週目に、卵黄のみをアセトンで抽出し、メンブランフィルター(0.45μm)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。カラムにInertsil ODS-SP 5μm(150m×4.6mm ジーエルサイエンス社)、ガードカラムにSCR-H(SHIMAZU)を用いた。なお、標準品は、アスタキサンチン(関東化学)を使用した。

6) 統計処理

基礎飼料とカニ殻添加を要因とする二元配置分散分析法で行った。なお、卵黄色については、配合飼料の45%を規格外大麦で代替した飼料を対照区とし、カニ殻添加を要因とした一元配置分散分析法を併せて実施した。

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、卵質成績および、カニ殻の機能性成分(アスタキサンチン)の卵黄中への移行はカニ殻5%で確認できた結果を基に、カニ殻添加

は5%と設定し、基礎飼料のそれぞれに、カニ殻を0.5%添加した区(23羽×2反復/区)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。

表5 長期給与試験の試験区

基礎飼料	飼料		供試鶏
	-	カニ殻	
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	
	+カニ殻0%	+カニ殻5%	+カニ殻0%	+カニ殻5%	+カニ殻0%	+カニ殻5%	+カニ殻0%	+カニ殻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				
コーングルテンミール	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B12	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				
カニ殻	0.0	0.5	0.0	0.5				
合計	100.0	105.0	100.0	105.0				
CP(%)	15.8	17.7	16.5	18.4				
ME(Kcal/kg)	2,781	2,830	2,552	2,600				
Ca(%)	3.4	4.1	3.4	4.1				
P(%)	1.5	1.6	1.5	1.6				

3) 飼養管理および規格外大麦とカニ殻の処理
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。

5) 統計処理

基礎飼料とカニ殻添加を要因とする二元配置分散分析法で行った。

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, 8, 試験 2 (以下、長期給与試験) の産卵, 卵質成績を表 9 に示した。

1) 産卵成績

短期, 長期給与試験とも, 表 4, 6 に示したとおり大麦の代替で ME が低下し, カニ殻添加割合が高まるとともに CP が高まる傾向にあった。

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, カニ殻添加間においても, 産卵成績に有意な差はなかった

2) 卵質成績

卵黄色は, 短期, 長期給与試験とも, 基礎飼料間の大麦 45% 代替給与で有意に薄くなった。

短期給与試験のカニ殻添加間の卵黄色については, 一元配置法で分析した結果, 大麦 45% 代替飼料にカニ殻を添加することで有意に色は濃くなった (表 8)。これは, 前回の小林ら (2009) の成績と同様な結果であった。なお, 規格外大麦については, 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。

卵殻強度は, 長期給与試験の基礎飼料間における大麦 45% 代替区で有意に低い値 ($P < 0.05$) を示したが, これは, 標準範囲の数値であり, 問題はないと思われる。なお, カニ殻添加の各水準間では, 短期, 長期給与試験とも有意差は認められず, 今回の試験ではカニ殻による効果は明確でなかつ

た。

表 7 短期給与試験 産卵、卵質成績 (試験開始後 4 週目)

要因	水準	産卵率 (%)	卵重 (g)	飼料要求率	卵殻強度 (kg/cm ²)	卵黄色 カラーファン	卵殻厚 (mm)	ハウユニット
基礎飼料 (大麦代替)	0%	96.2	57.9	2.21	3.63	11.1a	0.34	94.0
	45%	92.9	57.8	2.25	3.77	10.3b	0.32	93.2
カニ殻添加	0%	93.1	58.6	2.20	3.57	10.7	0.32	92.4
	5%	94.5	57.6	2.21	3.79	10.8	0.35	94.6
	10%	95.5	57.5	2.22	3.71	10.7	0.32	95.1
	15%	94.0	57.7	2.30	3.72	10.8	0.32	92.3

注) ※異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表 8 短期給与試験 卵黄色

要因	カニ殻添加水準	卵黄色 カラーファン
大麦 45	0%	9.75 ^b
〃 + カニ殻	5%	10.54 ^a
〃 + カニ殻	10%	10.38 ^a
〃 + カニ殻	15%	10.50 ^a

注) ※異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)
一元配置法による解析

表 9 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 (kg/cm ²)	卵黄色 カラーファン	卵殻厚 (mm)	ハウユニット
基礎飼料 (大麦代替)	0%	75.25	67.8	2.27	3.95 ^a	12.34 ^a	0.35	72.67
	45%	77.80	68.2	2.24	3.20 ^b	10.98 ^b	0.32	77.05
カニ殻添加	0%	77.95	68.2	2.22	3.48	11.61	0.34	75.95
	5%	75.10	67.8	2.28	3.67	11.71	0.33	73.76

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

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 10, 長期給与試験の卵黄中脂肪酸組成を表 11 に示した。脂肪酸組成 n-6/n-3 比率は, 短期給与試験では有意差は認められなかったが, 長期給与試験の基礎飼料間における大麦 45% 代替区で自家配合区よりも有意に低い値 ($P < 0.05$) を示した。藤井ら(2004)は規格外大麦でトウモロコシを 100% 代替した試験で, 試験開始後 43 週目の卵黄中の α -リノレン酸が高く, 脂肪酸組成 n-6/n-3 比率が低下したとしており, この結果と同様であった。脂肪は体内に蓄積された後, 卵に移行するため, 長期給与により, 規格外大麦中の α -リノレン酸や DHA が卵黄中に移行したと考えられる。

表10 短期給与試験 卵黄中の脂肪酸組成 (試験開始後4週目)

要因	水準	オレイン酸	リノール酸	α -リノレン酸	DHA	n-6/n-3
基礎飼料 (大麦代替)	0%	40.1	14.7	0.57	3.3	4.45
	45%	38.9	13.0	0.58	3.2	3.99
カニ殻添加	0%	39.7	12.6	0.55	3.1	4.11
	5%	41.7	14.7	0.73	3.6	3.97
	10%	38.6	14.2	0.55	3.3	4.25
	15%	38.7	14.1	0.48	3.1	4.54

注) ※異符号間に有意差あり (P<0.05)

表11 長期給与試験 卵黄中の脂肪酸組成 (%)

要因	水準	れん酸	リノ酸	α -リノレン酸	DHA	n-6/n-3
基礎飼料 (大麦代替)	0%	44.63	13.43	0.15	0.86	15.92 ^a
	45%	43.67	15.20	0.18	1.75	10.67 ^b
カニ殻添加	0%	44.70	14.53	0.17	1.05	14.15
	5%	43.57	14.10	0.16	1.56	12.45

注) ※異符号間に有意差あり (P<0.05)

3 卵黄中のアスタキサンチン含量

卵黄中のアスタキサンチン含量を表 12 に示した。カニ殻添加給与により、卵黄中にアスタキサンチンが移行することが確認された。西井ら(2009)の試験結果と同様な結果が得られた。カニ殻中の機能性成分であるアスタキサンチンは色素カロチノイドの一種であり、卵黄中に移行したと考えられる。

表12 卵黄中のアスタキサンチン含量

区	mg/卵黄 100 g
自家配合飼料	n.d
〃+カニ殻5	0.02
〃+カニ殻10	0.02
〃+カニ殻15	0.03
大麦45	n.d
〃+カニ殻5	0.02
〃+カニ殻10	0.02
〃+カニ殻15	0.03

注) n. d : 非検出

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。キチン・キトサンはコレステロールを低下する(鈴木ら,2006)としているが、基礎飼料およびカニ殻添加間に差はなく、カニ殻添加給与による有意な差は認められなかった。これは、西井ら(2009)が鶏に 4 週間カニ殻を 20%まで給与した試験でもコレステロール値には差はなかったとする結果と同様であった。

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 (大麦代替)	0%	114.6
	45%	108.7
カニ殻添加	0%	112.9
	5%	110.0

以上、試験 1 および試験 2 の結果より、規格外大麦代替飼料の長期給与で卵殻強度が若干低く、卵黄色がやや薄くなるなどが見られたが、卵殻強度は標準の範囲以内であり、また卵黄色もカニ殻を組み合わせることにより改善が図れる。また、規格外大麦代替給与やカニ殻添加による産卵成績の低下は見られず、カニ殻添加給与による機能性成分であるアスタキサンチンの移行や規格外大麦の長期給与による n-6/n-3 比率の低下などの効果も見られ、規格外大麦やカニ殻の飼料資源としての利用性は高く、アスタキサンチンを含んだ鶏卵生産や規格外大麦代替による卵の脂肪酸組成の改善が示唆された。

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

- 小林直樹ら. 玄米(飼料米等)を利用した生産技術の検討. 北信越畜産学会報. No99 : 21.2009
- 鈴木敬子ら. 養殖サケ・マス類中のカロチノイド系色素及び酸化防止剤の分析. 東京都健康安全研究センター研究年報第 57 号. 219-222. 2006
- 西井真理ら. カニ殻が産卵鶏の自然免疫機能を活性化と生産性及び卵質に与える影響. 京都府畜産技術センター試験研究報告. 6:63-66. 2009
- 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

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

Effects of the sub-standard size of Barley Replaced Feed and Crab husk 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 crab husk 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 basal diet and supplemented with 0,5% of the crab husk respectively for Boris Brown layers served as basal feed for 140 days.

In the study, the egg shell strength was more week significantly and the yellowness of egg yolk was significantly decrease in the group fed the barley replaced feed compared to that of control diet significantly ($P < 0.05$). Astaxanthine that exist in feed might be transferred into the yolk in eggs. The ratio of the fatty acid of n-6 group and n-3 group was significantly decrease in the group fed the barley replaced feed compared to that of control diet group significantly ($P < 0.05$).

These results suggested that feeding 45% replaced of the barley replaced feed and supplemented with 5% of the crab husk might be able to feed to laying hens. Moreover, the egg that might be transferred of astaxanthine and the fatty acid compositions of egg yolks might improve.

The blood cholesterol content were no significant differences among treatments.

Key word: sub-standard size of barley, crab husk, laying hen, astaxanthine