

全粒玄米の混合割合及び加工形態が ウズラの産卵性及び経済性に及ぼす影響

長谷川恵実香¹⁾・小島朋子²⁾・美濃口直和¹⁾・木野勝敏³⁾・佐藤正美¹⁾

摘要：ウズラ飼養において、飼料中の玄米の適正な混合割合及び加工形態を明らかにすることを目的に産卵性及び経済性に及ぼす影響について調査した。

1 産卵率、卵重及び卵殻強度は各区間有意な差が認められなかった。また、1羽あたりの収益性は玄米20%区が最も優れたが、卵黄色は、カラーファン値の7から13までばらつきがあった。

2 産卵率、卵重及び卵殻強度は各区間有意な差は認められなかった。卵黄色のばらつきは、玄米を破砕することで、対照区、玄米粗破砕区および玄米細破砕区間では同等となった。

1羽あたりの収益性は、玄米粗破砕区のほうが玄米細破砕区と比較して優れていた。

以上の結果から、ウズラにおける生産性を損なわない飼料用玄米の飼料への適正な混合割合は20%であり、適正な加工形態は粗破砕した状態であると考えられた。

キーワード：破砕玄米、生産性、経済性、ウズラ

Effects of Feeding Diets Containing Different Amounts and Granularities of Brown Rice on the Productivity and Profitability of Laying Japanese Quails

HASEGAWA Emika, KOJIMA Tomoko, MINOGUCHI Naokazu, KINO Katsutoshi
and SATO Masami

Abstract : The aim of this study was to determine the optimum mixing ratio and processing method of brown rice for feeding laying Japanese quails.

1. No significant differences were observed in productive performance across the treatments. The productivity of the quails fed diets containing 20% brown rice was the highest of all. However, the yolk color varied in the range of 7 to 13 on the DSM Yolk Color Fan.

2. No significant differences in productive performance variables were observed across the treatments. The yolk color variations in the group fed processed rice (cracked or mashed) were minimized to the same extent as the group fed control diets. The productive performance of the quails fed diets containing cracked brown rice was higher than that of the quails fed diets containing mashed brown rice. Thus, we concluded that a commercial diet could be replaced with 20% cracked rice in the diets for laying Japanese quails without causing a reduction in their productivity.

Key Words : Broken brown rice, Productivity, Economy, Japanese quails

¹⁾畜産研究部 ²⁾畜産研究部(現中央家畜保健衛生所) ³⁾畜産研究部(退職)

緒言

ウズラは飼養戸数及び飼養羽数が全国シェア 5 割を超える本県の特産家きんである¹⁾。今般、飼料原料の価格高騰が畜産農家の経営を圧迫している。このような情勢の中、飼料自給率の向上推進のため飼料用米の生産・利用拡大が進められている。

精米の過程でできる副産物である砕精米については、卵用ウズラ及び肉用ウズラのいずれにおいても、栄養成分の過不足の調整を行えば、トウモロコシの全量代替が可能であることが報告されている^{2,3)}。しかし、飼料を原料から自家配合している養鶏農家はほとんどおらず、市販の配合飼料を利用するのが一般的である。そこで本試験では、養鶏農家が自農場で飼料用米の給与を実施することを想定し、飼料用米を混合した市販飼料をウズラに給与する方法について検討した。市販飼料の粗蛋白質(CP)含量は一般的に、原物%で 23~24%ほどに設定されているが、玄米の CP 含量は 7.5%と市販飼料に比べて低い⁴⁾。成鶏の CP 要求量は原物の単位重量あたり 22%であるが、市販飼料に玄米を混合すると CP が低下し、成鶏の要求量の CP22%を下回る可能性がある。ウズラ飼料の低 CP 化については、成鶏期において 20%までの低減が可能であることが報告されている⁵⁾。このことから、市販飼料への玄米混合において生ずる CP の不足は調整しないものとした。また、鶏における飼料用米給与は粳米が一般的であるが、ウズラに事前に粳米を給与したところ食べるのを避ける様子が確認されたため、玄米を給与することとした。以上をふまえて、本試験では、ウズラにおける玄米給与方法の確立を目的に、成鶏期での全粒玄米の市販飼料への適正な混合割合(試験 1)及び加工形態(試験 2)について検討した。

材料及び方法

試験 1 飼料への玄米混合割合の検討

1 ウズラ及び飼育方法

供試ウズラには、2016 年 3 月餌付けの二ホンウズラを 336 羽用いた。餌付けから 35 日齢まではウィンドレス育雛舎の育雛用ケージ(間口 25.0cm×奥行 54.0cm×高さ 15.0cm)で 20 羽ずつ育雛し、35 日齢以降は開放鶏舎に移動し、成鶏用ケージ(間口 60.0cm×奥行 40.0cm×高さ 12.0cm)に 28 羽ずつ収容した。給与飼料は、0-30 日齢時までは市販育成用飼料{粗蛋白(CP)24%、代謝エネルギー(ME)2800kcal/kg}、30 日齢以降で市販成鶏用飼料(CP24%-ME2800kcal/kg、JA 東日本くみあい飼料、群馬)を用い、全期間を通じて不断給餌とした。光線管理は、餌付けから 27 日齢時まで 24 時間点灯、28 日齢からは 18 時間点灯とした。玄米を混合した試験用飼料への切り替えは 11 週齢に実施した。

2 試験区分及び調査項目

35 日齢時に供試ウズラを無作為に 4 区に分け、1 試験区あたり 28 羽×3 反復とした。試験区は、市販成鶏用飼料を給与した①対照区に対し、原物あたりの重量比をそれぞれ 10%、15%及び 20%量を玄米混合した飼料を給与した②玄米 10%区、③玄米 15%区及び④玄米 20%区を設定した。なお、玄米は破碎せず全粒のまま用いた。供試飼料の配合割合及び栄養成分を表 1 に示した。試験期間は、11 週齢から 45 週齢までとした(2016 年 5 月から 2017 年 1 月まで)。

調査項目は、産卵性評価項目として、産卵率及び卵重、卵質評価項目として卵殻強度及び卵黄色、飼養成績評価項目として飼料摂取量、体重及び生存率とした。産卵率及び生存率は毎日、卵重、卵殻強度、卵黄色及び飼料摂取量は 4 週毎に、体重は 11、14、18、26、34、42 及び 45 週齢時に測定した。平均値は、産卵率、卵重、卵殻強度、規格卵率、飼料摂取量及び飼料要求率については各区 4 週毎に、生存率及び体重は 18 及び 45 週齢時に、卵黄色は 18 および 42 週齢時に算出した。

3 経済性評価

経済性評価は、最終的に生存した羽数を分母とした 1 羽あたりの粗利益を算定して評価した。1 羽あたりの粗利益は、試験期間中の生産額(規格卵数×3 円+規格外卵数×1 円)から飼料費(1kg あたりの飼料価格×試験期間中の飼料摂取量)を引いた金額とした。規格卵は卵重 9.5g~12.5g とした。玄米価格を 30 円/kg とし、1kg あたりの飼料価格は対照区：54 円、玄米 10%区：51.6 円、玄米 15%区：50.4 円、玄米 20%区：49.2 円として算出した。

4 統計解析

統計処理は、一元配置法による分散分析による有意差検定または、試験区間の差を Tukey-Kramer の多重比較検定で行った。

試験 2 玄米の加工形態(適正粒度)検討

1 供試ウズラ及び飼育方法

供試ウズラには、2017 年 7 月餌付けの二ホンウズラを 240 羽用いた。飼育方法は、試験 1 に準じた。玄米を混合した試験用飼料への切り替えは 10 週齢に実施した。

2 試験区分及び調査項目

28 日齢時に供試ウズラを無作為に 4 区に分け、1 試験区あたり 30 羽×2 反復とした。試験区は、市販成鶏用飼料を給与した①対照区に対し、給与飼料の原物あたりの重量比 20%量の②丸粒を混合した飼料を給与する玄米全粒区③細破碎した玄米を混合した飼料を給与する玄米細破碎区④粗破碎した玄米を混合した飼料を給与する玄米粗破碎区を設定した。玄米の破碎には、飼料用米粉砕機 SR-II(大竹製作所、愛知)を用い、玄米細破碎区についてはさらに飼料粉碎機{PULVERISETTE14(FRITSCH 社、ドイツ)}で細破碎を行い、さらにふるいにかけて 1mm 以

下となるようにした。

破碎玄米の粒度分布については、表 2 に示した。供試飼料の混合割合及び栄養成分値については、対照区は試験 1 の対照区と同様、他の 3 つの区は試験 1 の玄米 20% 区と同様とした。試験期間は、10 週齢から 20 週齢までとした(2017 年 8 月から 2017 年 11 月まで)。

調査項目は、産卵性評価項目として、産卵率及び卵重、卵質評価項目として卵殻強度及び卵黄色、飼養成績評価項目として飼料摂取量、体重及び生存率とした。

産卵率及び生存率は毎日、卵重、卵殻強度、卵黄色、飼料摂取量及び体重は 4 週毎に測定した。平均値は、産卵率、卵重、卵殻強度、規格卵率、飼料摂取量及び飼料要求率については各区 4 週毎に、生存率及び体重は 20

週齢時に、卵黄色は 15 週齢時に算出した。

3 経済性評価

経済評価は試験 1 と同様に行い、飼料 1kg あたりの価格を対照区：54 円、玄米全粒区：49.2 円、玄米細破碎区：49.2 円、玄米粗破碎区：49.2 円とし、飼料用米粉砕機 SR-II を用いた玄米の破碎コストを 1kg あたり 10.4 円⁶⁾として算出した。

4 統計処理

統計処理は、一元配置法による分散分析による有意差検定または、試験区間の差を Tukey-Kramer の多重比較検定で行った。

表 1 供試飼料の全粒玄米の配合割合及び栄養成分 (原物%)

原料		対照区	玄米 10%区	玄米 15%区	玄米 20%区
トウモロコシ	(%)	44.4	39.96	37.74	35.52
フスマ	(%)	1.0	0.9	0.85	0.8
脱脂米ぬか	(%)	1.0	0.9	0.85	0.8
コーングルテンミール	(%)	5.5	4.95	4.68	4.40
コーングルテンフィード	(%)	1.0	0.9	0.85	0.8
大豆粕	(%)	31.5	28.35	26.78	25.20
魚粉 60%	(%)	3.0	2.7	2.55	2.4
イエローグリース	(%)	2.8	2.52	2.38	2.24
プレミックス	(%)	0.1	0.09	0.09	0.08
炭酸カルシウム	(%)	7.63	6.87	6.49	6.10
食塩	(%)	0.14	0.13	0.12	0.11
第三リン酸カルシウム	(%)	1.53	1.38	1.30	1.22
メチオニン	(%)	0.1	0.09	0.09	0.08
リジン	(%)	0.23	0.21	0.20	0.18
パプリカ	(%)	0.07	0.06	0.06	0.06
玄米	(%)	-	10.0	15.0	20.0
合計	(%)	100	100	100	100
栄養成分値	要求量 (産卵期)	対照区	玄米 10%区	玄米 15%区	玄米 20%区
粗蛋白質	(%)	23.21	21.64	20.86	20.07
代謝エネルギー	(Mcal/kg)	2.80	2.85	2.87	2.90
カルシウム	(%)	3.74	3.37	3.18	3.00
リン	(%)	0.51	0.46	0.43	0.41
リジン	(%)	1.43	1.31	1.25	1.20
メチオニン	(%)	0.51	0.48	0.47	0.45
トリプトファン	(%)	0.26	0.25	0.24	0.23
キサントフィル	(mg/kg)	3.91	3.53	3.33	3.14
価格	(円/kg)	54.0	51.6	50.4	49.2

表 2 加工玄米の粒度分布 (%)

試験区	1mm 未満	1~2mm	2mm より大きい
玄米全粒区	0	0	100
玄米破碎区(細)	100	0	0
玄米破碎区(粗)	49	39	12

試験結果

試験 1 市販飼料への玄米混合割合の検討

試験 1 の産卵成績を表 3 及び表 4 に示した。11～18 週までの体重について、玄米 10% 区が対照区及び玄米 15% 区に対し有意に大きかった。卵黄色は、18 週齢時には玄米への混合率が上がるほど有意に卵黄色が低下し、42 週齢時には玄米を混合した 3 つの区は対照区と比較して有意に低かった。玄米 15% 区及び玄米 20% 区は対照区より色のばらつきが大きかった。その他産卵成績については、各区有意差は認められなかった。1 羽あたりの粗利益は、試験期間全体で玄米 20% 区、玄米 15% 区、玄米 10% 区、対照区の順に大きかった。玄米を混合した 3 つの区の死亡個体の筋胃を解剖したところ、米粒の滞留が認められた (図 1)。

試験 2 玄米の適正粒度の検討

試験 2 の産卵成績を表 5 に示した。産卵率成績は各区で有意差は認められなかったが、卵重については、玄米粗破砕区及び玄米細破砕区は対照区に比べて小さい傾向にあった (それぞれ $p=0.0883$, $p=0.0896$)。卵黄色については、玄米を混合した 3 つの区で対照区に比べて有意に低かった。卵黄色については、破砕した 2 つの区では玄米全粒区と比較してばらつきが小さく抑えられ、玄米粗破砕区及び玄米細破砕区は同等であった。1 羽あたりの粗利益は、玄米全粒区、玄米粗破砕区、対照区、玄米細破砕区の順に大きかった。

考察

試験 1 では、成鶏期での全粒玄米の飼料への混合割合が産卵性等に及ぼす影響を検討するため、市販成鶏用飼

表 3 飼料中の玄米混合割合がウズラの産卵性及び飼養成績に及ぼす影響 (11～18 週齢)

試験区		対照区	玄米 10% 区	玄米 15% 区	玄米 20% 区
項目					
産卵率	(%)	95.3±2.0	93.5±1.0	92.7±2.7	93.8±1.5
平均卵重	(g)	10.5±0.2	10.6±0.1	10.5±0.2	10.6±0.3
規格卵率	(%)	93.2±6.4	92.4±3.1	86.2±6.8	88.7±6.9
飼料摂取量	(g/日)	21.6±1.3	21.3±1.2	22.3±0.5	21.7±0.6
飼料要求率		2.16±0.14	2.16±0.10	2.29±0.12	2.22±0.08
18 週齢生存率	(%)	96.4±2.9	92.9±5.1	95.2±4.5	95.2±4.5
18 週齢体重	(g)	151.8±1.6 ^a	156.0±0.9 ^b	151.6±0.9 ^a	153.0±1.7 ^{ab}
卵殻強度	(kg/cm ²)	1.24±0.06	1.20±0.05	1.23±0.05	1.21±0.07
18 週齢卵黄色	カラーファン	10.8±0.8 ^{Bb}	10.5±0.8 ^{ABb}	10.2±1.2 ^{Ab}	10.0±1.1 ^{Aa}
1 羽あたり粗利益	(円)	78.6±5.2	76.2±2.2	68.7±5.5	81.0±3.4

数字は平均値±標準偏差 各行の異符号間に有意差あり (Tukey-kramer 法: A, B $p < 0.01$, a, b $p < 0.05$)

表 4 飼料中の玄米混合割合がウズラの産卵性及び飼養成績に及ぼす影響 (19～45 週齢)

試験区		対照区	玄米 10% 区	玄米 15% 区	玄米 20% 区
項目					
産卵率	(%)	82.4±11.7	85.1±7.4	84.7±7.0	84.9±8.1
平均卵重	(g)	10.8±0.4	10.7±0.4	10.9±0.5	10.8±0.5
規格卵率	(%)	88.3±8.0	87.8±8.5	89.0±7.6	87.9±8.0
飼料摂取量	(g/日)	24.9±2.3	26.2±3.6	25.6±3.1	27.1±3.7
飼料要求率		2.88±0.66	2.88±0.40	2.89±0.41	3.00±0.58
45 週齢生存率	(%)	90.5±3.4	83.3±8.4	88.1±4.5	84.5±7.3
45 週齢体重	(g)	158.0±5.0	163.8±0.3	159.5±0.8	160.6±0.5
卵殻強度	(kg/cm ²)	1.22±0.08	1.24±0.11	1.24±0.07	1.24±0.09
42 週齢卵黄色	カラーファン	11.1±0.7 ^B	10.9±0.9 ^A	11.0±1.1 ^A	10.7±1.5 ^A
1 羽あたり粗利益	(円)	184.2±30.2	191.4±33.5	202.2±1.5	196.0±47.4

数字は平均値±標準偏差 42 週齢卵黄色の異符号間に有意差あり (Tukey-kramer 法: A, B $p < 0.01$)

表 5 飼料中の混合玄米の加工形態がウズラの産卵性及び飼養成績に及ぼす影響 (10~19 週齢)

項目	試験区			
	対照区	玄米全粒区	玄米粗破砕区	玄米細破砕区
産卵率 (%)	89.0±1.1	91.1±1.1	90.0±0.9	88.8±1.7
平均卵重 (g)	10.5±0.3	10.1±0.3	10.0±0.4	10.0±0.4
規格卵率 (%)	89.1±5.2	80.5±10.9	72.8±17.0	74.2±19.6
飼料摂取量 (g/日)	22.6±1.4	20.9±1.8	20.6±1.8	20.9±2.2
飼料要求率	2.38±0.09	2.26±0.11	2.29±0.14	2.33±0.20
20 週齢生存率 (%)	96.7±3.6	100.0	100.0	100.0
20 週齢体重 (g)	256.8±3.2	252.7±2.3	254.3±2.5	251.5±0.3
卵殻強度 (kg/cm ²)	1.35±0.12	1.36±0.04	1.34±0.06	1.36±0.12
15 週齢卵黄色 カラーファン	10.0±0.9 ^B	8.5±1.3 ^A	8.6±0.6 ^A	8.5±0.8 ^A
1 羽あたり粗利益 (円)	82.3±3.2	92.6±0	83.3±4.1	81.2±13.5

数字は平均値±標準偏差 15 週齢卵黄色の異符号間に有意差あり (Tukey-kramer 法: A, B $p < 0.01$)



図 1 全粒玄米を給与したウズラの筋胃内腔

料の重量比 10%量、15%量あるいは 20%量の全粒玄米を混合した飼料を給与した区を設定した。ウズラへの米の利用は、トウモロコシを混合することが一般的だが、今回、生産者段階で実施することを想定し、市販飼料に混合することとした。今回、市販飼料に全粒玄米を混合した 3 つの区の CP は、成鶏期の要求量 22%を下回った (表 1)。ウズラにおける飼料の低 CP 化は、20%までの低減化は産卵率低下を引き起こすものの規格卵割合が増加するため収益性が増すとの報告がある⁵⁾。一方で、CP 含量の低下により卵重が低下する事例⁹⁾も報告されており、今回卵重低下の懸念もあったが、特段アミノ酸の調整等は行わなかった。

表 3 より、産卵率や卵重などの産卵成績について、各区有意差は認められなかった。18 週齢時の体重については、玄米 10%区で対照区に比べて有意に大きかった。玄米を配合した区の死亡個体において、筋胃内腔に米粒の滞留が認められたことから (図 1)、全粒玄米の大きさに対応できなかった小さい個体が淘汰され、大きい個体が生き残った結果、体重の平均値が高くなった可能性が考えられた。

42 週齢卵黄色は、玄米を混合した 3 つの区が対照区と比較して有意に低かった (表 4)。米を混合した飼料をウ

ズラに給与することによる同様の報告はこれまでもあり^{2,3,7)}、これは米が配合されたことによりキサントフィル含有量が低下したためと考えられる。卵黄色低下による経済的な影響については、加工卵の流通が多い鶏卵では鶏卵に比べ流通段階で卵黄色の濃さは重視されず、影響は少ないと考えられる。一方で、玄米を混合した 3 つの区は、対照区に比べて卵黄色のばらつきが大きかった。この色のばらつきについては、均一性が好まれる市場において望ましくなく、改善の必要があると考えられる。このばらつきは、無破砕の全粒玄米の場合、個体により選び食いする個体と、そうでない個体が生じたことによるものと考えられた。粗利益については、飼料コスト低下により玄米 20%混合区が最も良い成績となった。

以上のことから、産卵成績に着目すれば市販成鶏飼料の重量比 20%までの玄米の混合が可能であるが、筋胃における米粒の滞留及び卵黄色のばらつきの原因となる選び食いを避けるため、全粒の破砕が必要と考えられた。

試験 2 では、玄米の加工形態を検討するため、市販成鶏用飼料の重量比 20%量を破砕粒度の異なる玄米を混合した飼料を給与した区を設定した。試験は暑熱期とウズラの産卵開始時期が重なる 8 月を試験開始時期に設定し、暑熱環境下での産卵性への影響を検討した。表 5 より、産卵率については、各区有意差は認められなかった。しかし卵重については、有意差はないものの玄米粗破砕区及び玄米細破砕区で対照区に比べて小さい傾向にあった。これは、玄米を混合することによる CP 低下に加え、飼料摂取量が試験 1 の同時期より下回ったことにより、玄米混合区では十分なタンパク質の吸収ができず卵重低下が起きたことが示唆された。卵黄色のばらつきについては、表 5 のとおり玄米全粒区では試験 1 と同様、対照区と比較して色のばらつきが大きかったが、玄米を破砕した 2 つの区と対照区では同等となった。また、玄米粗破砕区及び玄米細破砕区間も同等であった。試験期間全体での 1 羽あたりの粗利益については、玄米全粒区、次

いで玄米粗破碎区の順に良い成績であった。

以上のことから、市販成鶏用飼料の重量比 20%までの玄米の混合が可能であり、卵黄色のばらつきを抑えるため玄米は破碎することが望ましいと考えられる。粗利益の点で優れていたことから、破碎の程度は粗めでよいと考えられた。

しかし、暑熱期など飼料摂取量が低下する時期に飼料用米を配合することにより、卵重の低下を招くおそれがあることに注意する必要がある。今回、アミノ酸等の栄養成分の調整は行わなかったが、飼料中にメチオニンを添加することで、卵重を増加させる効果があることが鶏^{8,9)}やアヒル^{10,11)}で報告されている。今後、メチオニン添加も含め飼料用米給与による卵重への影響及び経済性を検討する必要があると考えられる。

引用文献

1. 農林水産省消費・安全局. 家畜の飼養に係る衛生管理の状況等の公表について. 平成 30 年度都道府県別版. (2018).
https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/katiku_yobo/k_shiyoubu/attach/pdf/index-85.pdf
2. Adriana Aparecida Pereira and Leandro Pereira Oliveira. Broken rice in feeds for laying Japanese quails. *Semina Ciências Agrárias*. 37(4), 2831-2838(2016)
3. Filgueira TMB and Oliveira AN de. Corn replacement by broken rice in meat-type quail diets. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 16(4), 345-350(2014)
4. 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構. 日本飼料標準・家禽(2011年版). 中央畜産会. p1-130(2011)
5. 美濃口直和, 大口秀司, 山本るみ子, 花木義秀. ウズラにおける飼料の低蛋白質化及び排泄窒素量の低減化. *愛知農試研報*. 33, 319-324(2001)
6. 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構. 飼料用米の生産・給与技術マニュアル(2016年度版). P120-121(2016)
7. B.K.Swain and S.B.Barbuddhe. Feeding value of broken rice for Japanese quail layers. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 23(3), 193-195(2005)
8. Chaiyapoom Bunchasak and Taweesak Silapasorn. Effects of adding methionine in low-protein diet on production performance, reproductive organs and chemical liver composition of laying hens under tropical conditions. *International Journal of Poultry Science*. 4(5), 301-308(2005)
9. Jerzy Koreleski and Sylwester Swiatkiewicz. Effect of methionine and energy level in high protein organic diets fed to laying hens. *Annals of Animal Science*. 10(1), 83-91(2010)
10. A.M.FOUAD and Y.Li. Effects of dietary methionine on performance, egg quality and glutathione redox system in egg-laying ducks. *British Poultry Science*. 57(6), 818-823(2016)
11. Dong Ruan and Chuntian Zheng. Effects of dietary methionine on productivity, reproductive performance, antioxidant capacity, ovalbumin and antioxidant-related gene expression in laying duck breeders. *British Journal of Nutrition*. 119(2), 121-130(2018)