

ウズラにおける個体別茶玉発生の経時的推移

美濃口直和¹⁾・佐藤正美¹⁾・木野勝敏²⁾

摘要：茶玉は異常卵に分類され、多くの場合破卵を伴うことから廃棄され、経済的損失も大きい。本研究では、ウズラにおける茶玉の発生を理解することを目的に、個体別の経時的な茶玉発生状況を通常飼育時(試験1)及び絶食ストレス負荷時(試験2)において検討した。

- 1 茶玉は、通常飼育時では主に26週齢前後の産卵中期以降に多く発生する傾向であった(試験1)。
- 2 茶玉発生個体は、ほぼ限定的でその多くは産卵率の低い個体であった。通常飼育時における茶玉発生個体の割合は25%であった(試験1)。
- 3 絶食ストレス負荷により、茶玉は通常飼育時に発生が認められた個体以外の個体にも多く確認された(試験2)。
- 4 絶食ストレス負荷時における茶玉発生個体の割合は39%で、ストレス負荷前と比べて14ポイント増加した(試験2)。

以上のことから、茶玉は通常飼育時では産卵中期以降に発生する傾向で、発生個体はほぼ限定的であるが、ストレス(絶食)の負荷により増加することから、茶玉の発生を低減させるためには、育種学的な手法と共に飼養管理面からのストレスの緩和が重要と考えられた。

キーワード：茶玉、絶食ストレス、ウズラ

緒言

ウズラ卵の生産過程において認められる白玉、茶玉、無斑卵及び軟卵等の異常卵は、生卵として出荷することができず、多く発生すれば経済的損失も大きい(写真1)。特に、茶玉は加齢に伴って増加する傾向にあり¹⁾、さらに、ほとんどの場合卵殻質が薄弱であることから破卵として廃棄される。

近年、生産農家を取り巻く環境は、飼料費の高値安定、生産卵(生卵及び加工卵)の買い取り価格の据え置き等厳しい状況である。生産農家の経営基盤を少しでも安定化させるため、生産卵の買い取り価格の上昇とともに飼料費の低減や茶玉等の廃棄卵を低減させることは重要な課題となっている。

茶玉については、これまで当場における群飼育での試験成績から加齢に伴い増加すること¹⁾及び飼育密度等ストレスの負荷により発生を助長することが報告されている^{1,2)}。しかし、その発生メカニズムや低減に向けた対策は明らかとなっていない。そこで、本研究ではウズ

ラにおける茶玉の発生を理解することを目的に、個体別の経時的な茶玉発生状況を通常飼育時(試験1)及び絶食ストレス負荷時(試験2)において検討した。

材料及び方法

試験1

1 供試ウズラ及び飼育方法

供試ウズラは、民間ふ化場から購入したニホンウズラ雌で、2001年9月25日餌付けの20羽を用いた。飼育方法は表1に示したとおり、初生から10日齢までの幼すう期は5段バッテリー(間口90cm、奥行き60cm、高さ12cm)、11日齢から25日齢までの中大すう期は6段木箱(間口60cm、奥行き30cm、高さ10cm)、26日齢以降は3段ケージ(間口60cm、奥行き40cm、高さ12cm)を4区画に区分して1羽飼いで飼育した。飼育室内は、室温が15℃以下にならないように、冬季には温水循環ポンプを用いて加温した。光線管理は、0日齢から23日齢までは24時間照明、24日齢から45日齢までは10時間照明、46日齢以降は18時

¹⁾畜産研究部 ²⁾畜産研究部(退職)

間照明とした。また、照度は5から10ルクスの範囲内とした。給与飼料は、4週齢まで市販育成用飼料（CP24%、ME2800kcal/kg）、5週齢以降は市販成鶏用飼料（CP24%、ME2800kcal/kg）を不断給餌した。

2 試験方法及び調査項目

試験 1 は、個体毎の産卵した卵の状態（正常卵、茶玉、白玉及び軟卵）を調べるため、1羽飼いのニホンウズラ雌 20羽を用いた。試験期間は、11週齢から50週齢までとした。

調査項目は、正常卵、茶玉及びその他の異常卵（白玉及び軟卵）で、試験期間中毎日個体毎の産卵した卵の状態を調べ、週齢毎に集計した。

試験2

1 供試ウズラ及び飼育方法

試験 1 に準じた。

2 試験方法及び調査項目

試験 2 は、試験 1 と同じニホンウズラ雌 18羽（ストレス負荷後死亡した 2羽を除く）を用いた。試験期間は、51週齢から58週齢までで、57週齢時に3日間の絶食を行い、ストレスを負荷した。

調査項目は、試験1に準じた。

結 果

1 試験 1

試験 1 の成績を表 2 に示した。茶玉は、通常飼育時では主に 26 週齢前後の産卵中期以降に多く発生する傾向であった（表 2）。発生個体は、ほぼ限定的で 5 個体であり、その内 3 個体は産卵数の低い個体であった（表 2）。茶玉発生個体の割合は、全個体の 25%（5/20）であった。また、今回併せて調査を行った白玉や軟卵等のその他の異常卵についても、20羽中6羽で確認され、その内3羽は茶玉発生個体であった。

2 試験 2

試験 2 の成績を表 3 に示した。絶食ストレスの負荷に



茶玉 正常卵

写真1 茶玉及び正常卵

より、通常飼育時に茶玉の発生が認められた個体以外にも茶玉の発生が認められた個体が5個体確認された。茶玉発生個体の割合は、通常飼育時では 25%（5/20）であったが、絶食ストレス負荷時では 39%（7/18）へ増加した。また、茶玉以外のその他の異常卵については、18羽中4羽で確認され、その内2羽は茶玉発生個体であった。

考 察

ウズラにおける茶玉の発生メカニズムやその対策について記述した文献はこれまで報告されていない。茶玉は、ウズラの生産現場では古くから問題となっており、多く発生すれば経済的損失も大きい。しかし、産卵期のウズラは一般的に30羽前後を一つのケージで飼う群飼育のため、茶玉はある個体に限定的に発生するの否か、或いは発生個体がどのような特徴を有するのかなど明らかになっていなかった。今回、茶玉の発生を理解することを目的に、初めて個体毎の茶玉の発生状況を経時的に調査した。その結果、ケージ飼いで不断給餌を行う通常飼育下では、産卵中期以降に茶玉が発生する傾向にあり、発生個体はほぼ限定的で、その多くは産卵数の少ない個体であることが確認された。また、茶玉発生個体がほぼ限定的であったことから、茶玉の発生は週齢の経過よりも個体の違いによる影響が大きいと考えられた。

さらに絶食のストレスの負荷により、通常飼育下で茶玉の発生が確認された個体以外の個体でも発生することから、ストレスが茶玉の発生を助長する可能性があることが示唆された。また、併せて調査した茶玉以外の異常卵についても、その発生個体は、茶玉発生個体と同一である場合が多かった。

今回、茶玉発生個体は絶食ストレスにより助長する傾向が確認されたものの、通常飼育下では産卵数の少ない同一個体に限定される傾向であったことから、その発生要因は通常飼育下では、飼養管理的側面よりも遺伝的側面の方が高いものと推察された。今後、茶玉の発生を低減させる上で、総産卵数の少ない鶉群を淘汰する等育種学的なアプローチは大変重要と考えられた。また、今回茶玉と共にその他の異常卵（白玉及び軟卵）についても併せて調査したが、その他の異常卵発生個体の内、茶玉発生個体も多く確認されたことから、茶玉の低減対策を実施することにより、同時にその他の異常卵についても低減することが可能と考えられた。

表 1 飼育方法

区分/日齢	0～10日齢	11～25日齢	26日齢以降
温度	38～32℃	32～28℃	15℃以上
飼育形態	5段バタリー	6段木箱	3段ケージ
ケージの大きさ	90×60×12cm	60×30×10cm	60×40×12cm
飼育面積	30.0cm ² /羽	50.0cm ² /羽	600cm ² /羽
飲水方法	丸型飲水器	ウォーターカップ	ニップルドリンク

表 2 通常飼育時における個体別茶玉発生の経時的推移(試験 1)

週齢\個体No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	6	5	6	6	5	5	5	6	5	2	6	5	6	6	5	6	6	6	4	6
12	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
13	6	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
14	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	4	3	3			3	3
15	5	4	5	5	5	5	5	4	6	4	5	4	5	6	6	5	3	7	3	6
16		6	7	6	7	7	7	3	7	7	7	7	5	7	7	6	6	6	5	7
17	3	5	6	7	7	7	7	5	7	6	7	6	6	7	7	7	6	7	4	7
18		6	7	7	7	7	7	6	7	7	7	4	7	7	7	7	5	2	7	7
19		2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	4	2	3	2	7	1	2
20	6	5	6	6	6	6	4	6	7	2	4	7	7	7	7	6	7	7	3	7
21	7	7	7	7	5	7	7	7	6	7	7	7	5	7	6	2	7	7	5	7
22	6	5	7	6	7	7	6	7	7	7	6	5	7	7	7	4	4	7	3	6
23	5	7	7	7	7	7	4	7	6	7	6	6	7	7	7	6	5	7	3	6
24	7	7	7	7	7	7	4	6							7	7	6	6	7	7
25	6	6	6	5	5	6	6	7	5	6	6	5	6	6	5	6	5	7		6
26	6	5 ^②	7	7	6	7	6 ^①	6	7	7	7	7	7	7	②	7	7	6	①	7
27	7	6	6	6		7	5	6	6	7	6	7	7	7			6	5	1 ^①	7
28	5	5	5	5	6	5	5 ^①	4	6	5	6	4	6	5		4	5	6	1	5
29	7	6	6	7	6	7	①	7	6	7	6	6	6	6		6	6	6		6
30	6	7	7	7	6	6	3 ^{②①}	7	7	6	6	6	2	7		7	5	5	1	7
31	6	6	6	6	7	7	2 ^{①①}	5	6	6	6	7	5	7		6	7			7
32	6	7	7	7	6	7	2 ^{①①}	7	7	7	7	7	7	7		3	4	6	①	5
33	3	3	3	3	2	3	5	2	3	3	3	3	3	3		3	2	3		3
34	6	7	7	7	7	7	3	7	7	7	7	7	7	7		4	2	7		7
35	4	5	5	6	7	6	6	7	6	7	6	7	6	7		6	①	6		6
36	6	7	1	5	7	6	3 ^{①①}	7	6	7	5	7	7	7		7	①	7		6
37	7	7	7	7	7	7	3	7	7	7	7	7	7	4 ^②		1		7		6
38	4	6	6	6	7	6	3	7	6	6	6	5	6	6		5		5		5
39	6	5	6	6	5	6	4	6	5	6	5	4	6	7		6		4		5
40	6	7	6	6	7	7	5	7	7	6	7	7	7	6		3		7		4
41	6	6	6	5	5	5	3	5	5	6	5	5	6	5		5		5	①	5
42	7	2	7	7	7	7	1 ^{②①}	7	7	7	7	7	7	7		5	1 ^{①①}	7		6
43	6	2	6	4	1	6	2	7	7	6	6	4	7	7		5	1	6		4
44	6	3	7	4	5	5	3	5	5	5	6	4	5	6		4	1	5		5
45	5	2	5	3	5	5	2	4	6	5	5	4	6	4		6	1	6		6
46	5		5	5	5	4	5 ^①	4	5	4	5	4	4	5		6		5		7
47	7		3	3	5	7	1 ^{②①}	7	7	7	7	7	7	6		4		7	①	3
48	5		7	7	7	7	4	7	7	7	7	6	7	7		7		7		7
49	7		7	7	7	7	4	7	7	7	7	7	7	7		6		7	1	7
50	5		6	5	5	6	3	5	5	5	5	4	6	1		2		5		5
合計産卵数	208	184	231	225	214	238	178	228	229	220	224	213	227	235	89	196	128	226	67	228
合計茶玉数	0	0	0	0	0	0	13	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	4	0
合計異常卵数	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	1	0

注) 数字のみ: 正常卵数(正常卵のみ確認)、●数字: 茶玉数、○数字: 異常卵(白玉又は軟卵)数

表 3 絶食ストレス負荷時における個体別茶玉発生の経時的推移(試験 2)

週齢	経過後日数\個体No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
55		⑤		⑥	⑤	④	⑦	④	⑦	⑦	④	⑤	④	⑥	④		③	①	⑤	②	④
56		⑤		⑤	④	⑤	⑥	④	⑥	⑦	③	⑤	⑤	④		③	②	⑥	②	⑤	
57	1(絶食)	○	死亡	○	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○
	2(絶食)	○		○	○	●	●	○	▲	○	●		●	○	●	死亡	▲		○		▲
	3(絶食)	○		○		●	●	●	●	○	●		●								
	4												○								
	5																				
	6													○					○		○
	7																				
58	8	○			○		○	●	○						○				○		○
	9	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○		○		○	○		○
	10	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○		○		○	○		○
	11	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○		○		○	○		○
	12	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○		○		○	○		○
	13	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○		○		○	○		○
合計産卵数(57~58 週齢)		9	0	8	8	7	8	7	7	7	7	5	8	8	6	0	7	1	8	1	9
合計茶玉数(57~58 週齢)		0	0	0	0	2	2	2	1	0	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
合計異常卵数(57~58 週齢)		0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

注 1) 個体 No. の網掛け: 通常飼育下で茶玉が確認された個体

注 2) ○数字: 正常卵のみ確認、○: 正常卵、●: 茶玉、▲: 異常卵(白玉又は軟卵)

茶玉の特有な卵殻色について、一般的に茶玉は、特有な黒色の斑紋のある正常卵と比べて、卵殻表面が様に茶色を呈しており(写真1)、赤玉鶏が産卵する褐色卵の色が薄くなったものと似ている。ウズラ卵の卵殻表

面に認められる特有な斑紋やアロウカナが産む青緑卵の青緑色は、いずれも卵殻色素であるプロトポルフィリン及びビリベルジンに由来している^{3,4)}。両卵殻色素は、いずれも卵管の卵殻腺部で合成及び分泌されて卵殻表面

に沈着される⁵⁾。卵殻色素の沈着メカニズムは、まずビリベルジンと炭酸カルシウムが同時に卵殻腺部の粘膜上皮細胞より分泌され、卵殻が形成された後に、その表面のクチクラ層にプロトポルフィリン及びビリベルジンが分泌される(ビリベルジン/プロトポルフィリン=0.8)⁵⁾。すなわち、卵殻の下地の色はビリベルジンで、表面の色と斑紋はプロトポルフィリン及びビリベルジンである。對馬ら⁶⁾はニホンウズラを始め25種類の鳥類(家きんも含む)の卵殻1gあたりの卵殻色素量を測定した結果、ニホンウズラではプロトポルフィリンが292.5±67.5µg、ビリベルジンが158.2±57.8µgであった。さらに、赤玉鶏(ボリスブラウン)の褐色卵ではプロトポルフィリンが71.0±16.1µgであったが、ビリベルジンは検出されなかったと報告している。茶玉の卵殻色素と含有量については、今回測定していないため不明ではあるが、對馬ら⁶⁾の分析結果を基に推測して見ると、茶玉は卵殻表面に黒色斑点模様が無く、表面が一様に茶色を呈していること、卵殻表面の卵殻色素の構成と含有量は比較的赤玉鶏の褐色卵に近い様に見えることから、卵殻表面のクチクラ層の卵殻色素はプロトポルフィリンのみでかつ含有量も正常卵と比べてかなり少ない可能性が高いのではと考えられた。

産卵周期におけるニホンウズラの卵殻腺部でのプロトポルフィリン生成量の経時的推移について、大森ら⁷⁾は卵殻腺部におけるプロトポルフィリン生成量は、放卵後20時間までの間に大量に蓄積(放卵後6時間と比べ生成量は2.4倍)され、放卵後20から23時間までに急速に減少(放卵後20時間時と比べて23時間時はその4割程度に減少)すると報告している。今回、茶玉が認められた個体の大部分は産卵数が少なく、その多くは休産する直前ないしは休産明けに多いことが確認された。その原因については不明であるが、現時点で一つ考えられることとして、産卵数の少ない個体は、一般に産卵周期が不規則な場合が多く卵殻質も悪い傾向にある。何らかの原因により卵管狭部及び卵殻腺部におけるプロトポルフィリン生成量が低下し、蓄積が少なくなることにより、卵殻腺部から卵殻表面へのプロトポルフィリンの分泌量が少なくなるためと推測するが、今後解明に向けて確認していきたい。

ニワトリは種々のストレスの負荷に対して、ストレスから生命を維持するための生理反応(適応症候)を示す。具体的な適応症候として、産卵鶏では初産日齢、産卵数及び卵重等の生産機能が低下することが知られているが⁷⁾、恐らくウズラにおいても同様な適応症候が認められると考えられる。今回、絶食ストレスの負荷により、産卵の停止とともに、茶玉の発生が助長されることを、初めて個体レベルで確認することができた。生産現場レベルで茶玉の発生を低減させるためにも、今後はストレスの種類ごとの茶玉の発生割合を明らかにし、最も発生割合の高いストレスを緩和させることが現実的な対策として有効と考えられた。

今後茶玉発生の低減化に向けた対策を確立するため、残された課題としては、第一に茶玉発生のメカニズムを解明することが重要な課題と考えられた。すなわち、(1)茶玉の卵殻色素の定量、(2)茶玉発生に伴う組織学的レベルでの差異(産卵数の少ない個体とストレス負荷個体)、(3)ストレスの違いによる茶玉発生割合への影響などについて明らかにする必要がある。次に、茶玉の発生は遺伝的側面が高いと推察されたことから、育種的な手法を用いた低減についても今後検討することが重要と考えられた。

以上のことから、茶玉は産卵中期以降に発生する傾向があり、発生個体はほぼ限定的であるが、絶食ストレスの負荷により増加することから、茶玉の発生を低減させるためには、育種学的なアプローチと共に飼養管理面からのストレスの緩和が重要と考えられた。

引用文献

1. 美濃口直和, 大口秀司, 山本るみ子, 木野勝敏. ウズラにおける飼育面積の違いが生産性及び経済性に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 47, 159-162(2015)
2. 伊藤裕和, 近藤一, 野田賢治. ニホンウズラの異常卵を減らすには60cm²/羽以上の飼育面積が必要. 平成19年度「関東東海北陸農業 畜産草地部会」研究成果情報.
3. Mikšik, I. Holáň, V. and Deyl, Z. Avian eggshell Pigments and their variability. Comp. Biochem. Physiol. 113B. 607-612(1996)
4. Zhao, R. Xu, G. Y. Liu, Z. Z. Li, J. Y. and Yang, N. A study on eggshell pigmentation: biliverdin in blue-shelled chickens. Poult. Sci. 85, 546-549(2006)
5. 岡崎登志夫, 宮井紗弥香. ニワトリとウズラ卵殻のプロトポルフィリンとビリベルジン分布. 生物試料分析. 40(3), 168-175(2017)
6. 對馬宣道, 前田亮輔, 大森聖, 菊池萌, 栗田明日香, 鈴木波, 向後克哉, 坂本誠, 太田能之, 吉田達行, 中尾暢宏, 田中実. 鶏の卵殻色に関する研究(6)鳥類の卵殻色素に関する比較研究. 畜産の研究. 68(2), 247-252(2014)
7. 大森聖, 對馬宣道, 栗田明日香, 菊池萌, 鈴木波, 前田亮輔, 太田能之, 吉田達行, 中尾暢宏, 田中実. ウズラの卵殻色に関する研究(2)日本ウズラ卵殻腺部におけるプロトポルフィリンの*in vitro*合成能ならびに産卵周期に伴う日本ウズラ卵殻腺部のプロトポルフィリン量の経時的変化. 畜産の研究. 68(10), 1002-1010(2014)
8. 岡本正幹. ストレスと鶏. 鶏病研究会報. 7, 58-66(1971)