

## レイヤー初生ヒナへの飼料給与開始の遅延が適温および暑熱環境下での産卵成績と卵質に及ぼす影響

興梶瑠香奈<sup>1</sup>・西木場菜央<sup>1</sup>・島元紗希<sup>1,2</sup>・上村 凌<sup>1</sup>・  
中高一喜<sup>3</sup>・多田 司<sup>4</sup>・大塚 彰<sup>1</sup>・井尻大地<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島大学農学部, 鹿児島市郡元 1-21-24, 890-0065

<sup>2</sup> 鹿児島大学大学院連合農学研究科, 鹿児島市郡元 1-21-24, 890-0065

<sup>3</sup> 農研機構畜産研究部門, つくば市池の台 2, 305-0901

<sup>4</sup> 鹿児島県立短期大学生生活科学科, 鹿児島市下伊敷 1-52-1, 890-0005

本研究では、レイヤー初生ヒナへの飼料の給与開始日齢がレイヤーの産卵開始時期、産卵成績、および卵質に及ぼす影響を調べた。また、飼料給与の開始日齢が暑熱環境下での産卵成績および卵質に及ぼす影響も併せて調べた。20羽の0日齢ジュリアライト雌ヒナを2区に分け、飼料給与を0日齢から開始した対照区と、2日齢から開始した遅延区を設定した。全個体の産卵率が安定した161日齢から1週間の産卵成績を24±1℃の適温条件下で調べた。続いて、産卵成績が同等となるように各区をさらに2群に分け、片方の群に暑熱感作(1日あたり32±1℃で8時間)を行った。その後、2週間の産卵率、産卵重量、ならびに卵質を評価し、182日齢で解体した。飼料給与の開始日齢は、育成期間中の体重に有意な影響を与えたが、産卵開始日齢および産卵開始時の体重には影響を与えなかった。飼料給与の開始日齢および暑熱感作は、産卵重量、産卵率、飼料要求率には影響しなかったが、卵形係数、卵殻厚、卵殻重量、卵殻密度を有意に低下させた。さらに、卵殻重量には飼料給与の開始日齢と暑熱感作との交互作用が認められた。また、飼料給与の開始日齢は、血漿中の25-ヒドロキシビタミンD3濃度を低下させ、大腿骨中のカルシウム含量を有意に減少させた。一方、暑熱感作は、血漿中の25-ヒドロキシビタミンD3量には影響しなかったが、大腿骨中のカルシウム含量を有意に減少させた。さらに、血漿中の25-ヒドロキシビタミンD3量には、飼料給与の開始日齢と暑熱感作との交互作用が認められた。以上の結果より、2日齢以降に飼料の給与を開始すると、血漿中の25-ヒドロキシビタミンD3濃度の低下と卵殻重量の減少が起こることが明らかとなった。

キーワード: ニワトリ, 産卵成績, 卵質, 餌付け, 暑熱

### 緒 言

我が国の鶏卵生産量は、平成26年以降増加傾向にあり、平成29年度は260万1,173トンとなった(農林水産省, 2018)。一方、レイヤーヒナを生産する孵化場の戸数は著しく減少しており、1975年の223戸から2006年には41戸となっている(日本種鶏卵協会, 2014)。孵化場数の減少は、孵化場から生産農場までのヒナの輸送時間を増加させる可能性が考えられる。

腹腔内に残存した卵黄嚢由来の栄養素は、孵化直後の初生ヒナの生命の維持に必要なエネルギー源・タンパク質源を供給するため(Sklan and Noy, 2000)、一般的に孵化場から生産農場での輸送期間中の飼料給与は必須ではない。しかしながら、ブロイラーで

は、孵化後の飼料給与開始が2日間遅れると、初期成長が著しく遅れ(Bigot *et al.*, 2003)、出荷時の骨格筋重量の減少(Halevy *et al.*, 2000)や肉色および味覚特性の変化(井尻ら, 2018)が起こる。この様に、孵化後の飼料給与の開始の遅延は、ブロイラーヒナの成長に悪影響を与えることが知られているが、レイヤーヒナの成長や産卵成績へ与える影響は不明である。

一方、夏季の暑熱環境下におけるレイヤーやブロイラーの生産性の低下は、養鶏産業における大きな問題点の一つである。暑熱環境下で飼育したレイヤーでは、産卵率の低下、産卵重量の減少、ならびに卵殻厚の低下が起こることが報告されている(Emery *et al.*, 1984; Muiruri and Harrison, 1991; Mahmoud *et al.*, 1996; Balnave and Muheereza, 1997)。

育成期のレイヤーにおける給餌量の制限または飼料中の栄養素の制限は、レイヤーの性成熟ならびに産卵成績に影響を及ぼすことから(Lee *et al.*, 2007)、本研究では、飼料給与の開始日齢の違いがレイヤーの産卵開始時期、産卵成績、および卵質に及ぼす影響を調べた。また、南九州地域は夏季の気温が高く、高温時間が持続すると、レイヤーの飼料摂取量、産卵率、産卵重量、ならび

2018年6月2日受付, 2018年10月5日受理

連絡者: 井尻大地

〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-24

Tel: 099-285-8652

Fax: 099-285-8654

E-mail: ijiri@chem.agrikagoshima-u.ac.jp

に卵殻厚の低下が深刻化する。そのため、暑熱環境下での産卵成績と卵質に及ぼす影響も併せて調べた。

## 材料と方法

### 1. 供試動物および動物実験

動物実験は、鹿児島大学動物実験委員会により承認され、かつ鹿児島大学における動物実験に関する規則に準拠し実施した。孵化後 24 時間以内 (0 日齢) のジュリアライト初生ヒナ 20 羽をマレイ農業協同組合より購入し、鹿児島大学附属農場内の開放式鶏舎で飼育し、供試動物として実験に用いた。導入直後に体重が均等になるように 10 羽ずつ 2 区に分けた。導入直後 (0 日齢) から市販飼料 (日和産業株式会社, 兵庫) の給与を開始した区を対照区とし、導入後に 2 日間の絶食期間を設け、同飼料の給与開始を 2 日齢まで遅らせた区を遅延区とした。対照区は、0 日齢から飼料および水を自由摂取させた。遅延区は、2 日齢までの 2 日間は水のみを給与し、2 日齢から飼料給与を開始した後は、飼料および水を自由摂取させた。また、両区ともに 1 日齢から 161 日齢までは群飼育を行い、産卵率が安定した 161 日齢以降は、個別ケージを用いて飼育を行い、 $24 \pm 1^\circ\text{C}$  の適温条件下で 1 週間の産卵成績を調べた。続いて、168 日齢で産卵成績が同等となるように各区をさらに 2 群に分け、片方の群に 1 日あたり  $32 \pm 1^\circ\text{C}$  で 8 時間 (午前 10 時～午後 6 時) の暑熱感作を行った。その後、2 週間の産卵率、産卵重量、ならびに卵質を評価した。また、体重は 4 週齢までは週に一度測定し、それ以降は 4 週間に一度測定した。飼料は、日本飼養標準・家禽に従い、4 週齢までは育雛用、4 週齢からは中雛用および大雛用、産卵開始後は産卵期用の市販の配合飼料を給与した。182 日齢で 5 時間の絶食を経て、体重を測定後、断頭により採血を行い、血漿を回収した後、大腿骨を採取した。なお、ニワトリは、飼育期間を通して終日点灯条件下で飼育した。

### 2. 卵の分析

採卵は、毎日 9～10 時にかけて行い、回収した卵は分析まで  $4^\circ\text{C}$  で保存した。卵黄および卵白重量をそれぞれ分けて計測後、卵殻の赤道面をランダムに 3 箇所選び、卵殻厚さ計 (富士平工業株式会社, 東京) によって計測し、平均値を算出し、卵殻厚とした。その後、卵殻を 24 時間乾燥させ、乾燥卵殻重量とした。ハウユニットは、卵質計 (卵白高測定器) (富士平工業株式会社, 東京) を使用して濃厚卵白の高さを計測し、Molnár *et al.* (2016) の方法により算出した。卵の長径、短径はノギスを使用して計測した。卵形係数、表面積、卵殻密度は長径、短径、卵殻重量より算出した (Guesdon *et al.*, 2006; Molnár *et al.*, 2016)。色彩色差計 (CR-400 コニカミノルタ, 東京) を用いて卵黄の明度 ( $L^*$  値)、赤色度 ( $a^*$  値)、ならびに黄色度 ( $b^*$  値) を測定した。計測は 3 反復で行った。

### 3. 大腿骨中の成分測定

大腿骨は、骨格筋組織と腱を完全に取り除き、恒量インキュベーター (NDO-400W 型 東京理化工業株式会社, 東京) を用いて  $100^\circ\text{C}$ 、24 時間乾燥し、骨重量を測定した。続いて、大腿骨を、製粉機 (T-351 型 東京ユニコム, 東京) を用いて粉碎した。恒量測定したるつばに粉碎した大腿骨を 0.5 g ずつ秤量し、 $110^\circ\text{C}$  で 3 時間乾燥させた。デシケーター中で 30 分間の放冷後、乾燥重量を

測定し、乾物含量を算出した。るつばをさらに  $600^\circ\text{C}$  で 2 時間加熱し、デシケーター中で 30 分間の放冷後、乾燥重量を測定し、灰分含量を算出した。その後、るつばに少量の  $\text{ddH}_2\text{O}$  を添加し、さらに 6N HCl を 1 ml 添加した。その後、 $\text{ddH}_2\text{O}$  で 50 ml にメスアップし、カルシウム E-テストワコー (和光純薬工業株式会社, 東京) を用いてカルシウム含量を測定した。

### 4. 血漿中のカルシウムおよび 25-ヒドロキシビタミン D3 濃度の分析

血漿中のカルシウム濃度は、カルシウム E-テストワコー (和光純薬工業株式会社, 東京) を用いて測定した。血漿中の 25-ヒドロキシビタミン D3 の測定は、COSMOSIL Cholesterol Packed Column (4.6ID×150 mm ナカライテック株式会社, 京都) を用いて高速液体クロマトグラフィー (LC-2000Plus 型 日本分光, 東京) により測定した。

### 5. 統計学的解析

結果は、平均±標準誤差で表した。データは、Student の t 検定または二元配置分散分析を用いて解析した。分散分析で交互作用に有意差が認められた場合には、Tukey の方法により多重比較検定を行った。 $P < 0.05$  を統計学的な差として表した。

## 結果および考察

飼料給与の開始日齢は、体重に有意な影響を及ぼしたが、飼料給与開始日齢と週齢との間には交互作用は認められなかった (図 1)。また、飼料給与の開始日齢は、産卵初期の産卵成績 (初産日齢、初産時体重、産卵重量、および産卵率) に影響しなかった (表 1)。また、本研究における初産日齢は、対照区が 145 日齢、遅延区が 146 日齢となり、ジュリアライトの標準初産日齢である 145

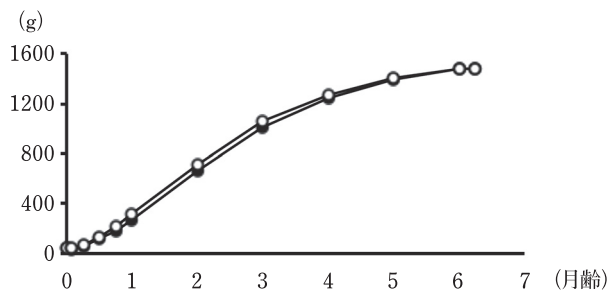


図 1. 飼料給与の開始日齢がレイヤーの体重に及ぼす影響。平均値±標準誤差 (n=10)。白色は対照区を示し、黒色は遅延区を示す。

表 1. 飼料給与の開始日齢が産卵初期の産卵成績に及ぼす影響

	対照区	遅延区
初産日齢 (日)	144.8±3.2	145.6±2.7
初産時体重 (g)	1455.5±37.2	1427.6±29.6
産卵重量 (g)	53.0±1.0	53.4±0.9
産卵率 (%)	85.7±2.6	88.3±2.7
平均値±標準誤差 (n=10)		

表 2. 飼料給与の開始日齢と暑熱感作が産卵成績および飼養成績に及ぼす影響

	対照区		遅延区		遅延	暑熱	交互作用
	適温	暑熱	適温	暑熱			
産卵重量 (g)	55.0±2.2	52.6±1.3	54.5±1.4	53.9±0.6	NS	NS	NS
産卵率 (%)	93.8±3.8	92.7±2.7	98.8±1.4	90.6±2.9	NS	NS	NS
飼料摂取量 (g)	1635.6±140.2	1242.6±75.0	1577.7±159.9	1444.5±166.4	<0.05	NS	NS
飼料要求率	2.0±0.2	1.6±0.1	1.8±0.2	1.9±0.2	NS	<0.05	NS

平均値±標準誤差 (n=5). NS, not significant.

表 3. 飼料給与の開始日齢と暑熱感作が卵の形態、成分、および卵黄の色に及ぼす影響

	対照区		遅延区		遅延	暑熱	交互作用
	適温	暑熱	適温	暑熱			
長径 (mm)	52.9±0.6	52.8±0.3	53.8±0.3	53.6±0.3	NS	NS	NS
短径 (mm)	40.7±0.3	39.5±0.3	40.2±0.3	39.8±0.2	NS	<0.05	NS
ハウユニット	89.0±1.4	85.2±1.8	87.4±1.5	89.1±0.8	NS	NS	NS
卵白重量 (g)	33.6±1.3	31.9±0.8	34.5±0.9	33.4±0.5	NS	NS	NS
卵黄重量 (g)	13.6±0.1	13.5±0.1	13.6±0.3	13.2±0.3	NS	NS	NS
卵黄の色値							
L*	56.6±1.3	55.8±1.3	56.2±1.2	58.0±0.9	NS	NS	NS
a*	8.1±0.3	7.6±0.3	8.1±0.6	7.4±0.4	NS	NS	NS
b*	51.0±1.3	49.1±1.4	50.5±1.7	51.2±1.3	NS	NS	NS
表面積 (cm <sup>2</sup> )	69.2±1.0	66.5±0.7	68.5±0.5	67.8±0.4	NS	<0.05	NS
卵形係数	76.9±0.6	74.7±0.4	74.7±0.5	74.4±0.6	<0.05	<0.05	NS
卵殻厚 (μm)	43.8±0.7	40.3±0.6	42.0±0.6	39.8±0.4	<0.05	<0.05	NS
乾燥卵殻重量 (g)	6.3±0.1 <sup>a</sup>	5.5±0.1 <sup>c</sup>	5.9±0.1 <sup>b</sup>	5.5±0.1 <sup>c</sup>	<0.05	<0.05	<0.05
卵殻密度 (g/100cm <sup>2</sup> )	9.1±0.1	8.2±0.1	8.7±0.1	8.2±0.1	<0.05	<0.05	NS

平均値±標準誤差 (n=5). 異なる文字間で有意差あり (P<0.05). NS, not significant.

日齢とはほぼ同等であった。これらの結果より、飼料給与の開始日齢は、レイヤーの体重増加を遅らせるが、産卵開始の日齢や産卵成績には影響しないことが示唆された。

35℃の恒温暑熱環境下に2週間曝露した実験において、レイヤーの飼料摂取量、産卵率、ならびに産卵重量が減少することが報告されている (Emery *et al.*, 1984; Muiruri and Harrison, 1991)。本研究では、168日齢で対照区と遅延区をさらに2群に分け、片方の群に暑熱感作 (32±1℃, 1日あたり8時間) を行った。その結果、暑熱感作は、産卵重量と飼料要求率を有意に減少させたが (表2)、産卵率と飼料摂取量に影響を与えなかった。その理由として、本試験の暑熱感作条件が先行研究と比較して緩やかな条件だったことが考えられる。一方、飼料給与の開始日齢は、産卵重量、産卵率、ならびに飼料要求率には影響しなかったが、飼料摂取量を有意に低下させた (表2)。しかしながら、本実験では、産卵重量、産卵率、飼料摂取量、ならびに飼料要求率に飼料給与の開始日齢と暑熱感作との交互作用は認められなかった。

飼料給与の開始日齢は、卵の長径、短径、ハウユニット、卵白および卵黄重量、卵黄の色値に影響を与えなかったが、卵形係数、卵殻厚、乾燥卵殻重量、ならびに卵殻密度を有意に減少させた

(表3)。一方、暑熱感作は、卵の短径、卵形係数、卵殻厚、乾燥卵殻重量、ならびに卵殻密度を有意に減少させた。また、乾燥卵殻重量には、飼料給与の開始日齢および暑熱感作の交互作用が認められた。ニワトリを暑熱感作すると、深部体温の上昇を抑えるため、皮膚の血管が拡張し、血流が増える。その結果、皮膚面の温度が上がり、放射や対流により体内の熱が放出される (Wolfenson *et al.*, 1981)。一方で、卵巣や卵管への血流量は変化しないため (Arad *et al.*, 1993)、卵殻形成が起こる卵殻腺部付近のカルシウム濃度やCO<sub>2</sub>濃度は相対的に低下する (Arad *et al.*, 1993; Usayran *et al.*, 2001)。また、暑熱感作によりニワトリ体内では、呼吸性アルカローシスが引き起こされる (Mahmoud *et al.*, 1996)。その結果、卵殻形成時の血中の重炭酸イオンが減少し、卵殻形成に必要な重炭酸カルシウムレベルの低下が起こる (Anjum *et al.*, 2014)。本研究においても暑熱感作による卵殻厚や卵殻重量の低下が認められたことから、卵殻の形成機構が障害されている可能性が考えられる。

飼料給与の開始日齢は、血漿中のカルシウム濃度には影響しなかったが、血漿中の25-ヒドロキシビタミンD3濃度を有意に低下させた (表4)。活性型ビタミンD3は、消化管におけるカルシ

表 4. 飼料給与の開始日齢と暑熱感作が血漿中のカルシウムおよび 25 ヒドロキシビタミン D3 濃度に及ぼす影響

	対照区		遅延区		遅延	暑熱	交互作用
	適温	暑熱	適温	暑熱			
カルシウム (mg/dL)	12.7±0.8	10.8±0.9	11.7±1.9	11.5±1.6	NS	NS	NS
25 ヒドロキシビタミン D3 (ng/mL)	20.8±0.5 <sup>a</sup>	17.9±1.2 <sup>ab</sup>	17.7±0.5 <sup>b</sup>	17.9±0.8 <sup>ab</sup>	<0.05	NS	<0.05

平均値±標準誤差 (n=5). 異なる文字間で有意差あり (P<0.05). NS, not significant.

表 5. 飼料給与の開始日齢と暑熱感作が大腿骨の形態と成分に及ぼす影響

	対照区		遅延区		遅延	暑熱	交互作用
	適温	暑熱	適温	暑熱			
骨幅 (mm)	0.7±0.0	0.6±0.0	0.6±0.0	0.6±0.0	NS	NS	NS
骨長 (mm)	7.3±0.1	7.5±0.1	7.6±0.1	7.5±0.1	NS	NS	NS
骨重量 (g)	3.9±0.2	3.7±0.2	3.4±0.1	3.2±0.0	<0.05	NS	NS
灰分 (%)	52.5±0.7	51.0±1.6	49.1±1.8	47.0±1.3	<0.05	NS	NS
カルシウム含量 (mg/大腿骨)	526.1±23.1	470.1±22.9	444.8±24.8	399.0±12.6	<0.05	<0.05	NS

平均値±標準誤差 (n=5). 異なる文字間で有意差あり (P<0.05). NS, not significant.

ウムの吸収, 骨髄骨, および卵殻の石灰化に関与しており, レイヤーにおいて不足すると卵殻質が低下することが報告されている (堀河ら, 1989)。これらの結果より遅延区では, 消化管でのカルシウム吸収および卵殻の形成が不十分となっていたことが示唆される。一方, 暑熱感作は, 血漿中のカルシウム濃度ならびに 25-ヒドロキシビタミン D3 濃度のどちらにも影響しなかったが, 血漿中の 25-ヒドロキシビタミン D3 濃度には, 飼料給与の開始日齢と暑熱感作との交互作用が認められた。

大腿骨の重量, 大腿骨中の灰分含量ならびにカルシウム含量は, 飼料給与の遅延により有意に減少した (表 5)。一方, 暑熱感作は, 大腿骨中のカルシウム含量を有意に減少させた。ニワトリでは, 6 週齢から 12 週齢 (3 か月齢) までの間に骨格の約 95% が形成されることが知られている。骨格形成完了後から産卵開始までの期間では, 卵殻形成で要求されるカルシウムの貯蔵器官として特殊化された骨髄骨の発達がおこる (Bloom *et al.*, 1941; Taylor and Moore, 1953)。それ故, 対照区と比較して体格の形成が遅れた遅延区では, 骨髄骨へのカルシウム蓄積が十分でないまま産卵を開始し, 骨髄骨である大腿骨中のカルシウム含量および, 灰分含量が減少したと考えられる。これまでに暑熱の影響によるレイヤーの卵殻質の低下は知られており, 現場での対策も行われていたが, 孵化場から生産農場までのヒナの輸送により生じる飼料給与開始の遅れに対して焦点が当てられていなかった。卵殻質の低下による破卵率の増加は, 生産者にとって大きな経済的損失となる。今回, 遅延区で卵殻質の低下が見られたことから, 早期の餌付けは, レイヤーの骨中のカルシウム蓄積量や卵殻質を正常に保つために重要であることが示唆された。本研究では, 連続照明条件下で飼料摂取の開始日齢がレイヤーの産卵開始時期, 産卵成績, および卵質に及ぼす影響を調べた。白色レグホーンの若雌の産卵率および産卵重量には, 連続照明と明暗周期 (明期 14

時間: 暗期 10 時間) の光条件下との間に差が認められないことが報告されているが (Morris, 1973), 今後, 明期 14 時間: 暗期 10 時間の光線管理条件下においてもレイヤーに対する飼料給与開始の遅れと産卵成績との関連性について検討する必要がある。

本研究の結果より, レイヤーにおける 2 日間の飼料給与開始の遅れは, 血漿中の 25-ヒドロキシビタミン D3 濃度ならびに大腿骨中のカルシウム含量を減少させ, 卵殻質 (卵形係数, 卵殻厚, 乾燥卵殻重量, および卵殻密度) を低下させることが明らかとなった。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり, 鹿児島大学農学部生物資源化学科の上村めい美氏には, 供試動物の飼養管理および試料分析においてご支援, ご協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

## 引用文献

- Anjum MS, Sandhu MA, Mukhtar N, Rahman ZU. Upgrade of egg quality through different heat-combating systems during high environmental temperature. *Tropical Animal Health and Production*, 46 : 1135-1140. 2014.
- Arad Z, El-Sayed MS, Brachenbury JH. Effect of acute heat exposure on blood flow and its distribution in the unrestrained laying fowl (*Gallus domesticus*). *British Poultry Science*, 34 : 559-568. 1993.
- Balnave D, Muheereza SK. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. *Poultry Science*, 76 : 588-593. 1997.
- Bigot K, Mignon-Grasteau S, Picard M, Tesseraud S. Effects of delayed feed intake on body, intestine, and muscle development in neonate broilers. *Poultry Science*, 82 : 781-788. 2003.
- Bloom W, Bloom MA, McLean FC. Calcification and ossification.

- medullary bone changes in the reproductive cycle of female pigeon. *The Anatomical Record*, 81 : 443-475. 1941.
- Emery DA, Vohra P, Ernst RA, Morrison SR. The effect of cyclic and constant ambient temperatures on feed consumption, egg production, egg weight, and shell thickness of hens. *Poultry Science*, 63 : 2027-2035. 1984.
- Guesdon V, Ahmed AM, Mallet S, Faure JM, Nys Y. Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality. *British Poultry Science*, 47 : 1-12. 2006.
- Halevy O, Geyra A, Barak M, Uni Z, Sklan D. Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks. *Journal of Nutrition*, 130 : 858-864. 2000.
- 堀河 博・渡辺恵美子・石橋 晃. 産卵鶏におけるカルシウム代謝と卵殻質. *栄養生理研究会報*, 33 : 15-34. 1989.
- 井尻大地・宝蔵直樹・島元紗希・川口真奈・古川愛理・多田 司・友永省三・中島一喜・大塚 彰. プロイラー初生ヒナへの飼料給与の開始日齢が鶏肉の脂質過酸化, ドリップ量, 肉色, 低分子代謝産物濃度, および味認識装置により測定された味覚特性に及ぼす影響. *日本畜産学会報*, 89 : 191-198. 2018.
- Lee PJW, Gulliver AL, Morris TR. A quantitative analysis of the literature concerning the restricted feeding of growing pullets. *British Poultry Science*, 12 : 413-437. 2007.
- Mahmoud KZ, Beck MM, Scheideler SE, Forman MF, Anderson KP, Kachman SD. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationship in the hen. *Poultry Science*, 75 : 1555-1562. 1996.
- Molnár A, Maertens L, Ampe B, Buyse J, Kempen I, Zoons J, Delezie E. Changes in egg quality traits during the last phase of production : is there potential for an extended laying cycle? *British Poultry Science*, 57 : 842-847. 2016.
- Morris TR. The effects of ahemeral light and dark cycles on egg production in the fowl. *Poultry Science*, 52 : 423-445. 1973.
- Muiruri HK, Harrison PC. Effect of roost temperature on performance of chickens in hot ambient environments. *Poultry Science*, 70 : 2253-2258. 1991.
- 日本種鶏孵卵協会. 平成 18 年度 種鶏孵卵関係資料. 2014. [homepage on the Internet]. 一般社団法人日本種鶏孵卵協会, 東京.; [cited 22 May 2018]. Available from URL : [http://www.syukeifuran.or.jp/official/data\\_files/view/2/mode:inline](http://www.syukeifuran.or.jp/official/data_files/view/2/mode:inline)
- 農林水産省. 鶏卵流通統計調査 (平成 29 年). 2018. [homepage on the Internet]. 農林水産省, 東京 ; [cited 21 May 2018]. Available from URL : [http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan\\_ryutu/attach/pdf/index-40.pdf](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan_ryutu/attach/pdf/index-40.pdf)
- Sklan D, Noy Y. Hydrolysis and absorption in the small intestines of posthatch chicks. *Poultry Science*, 79 : 1306-1310. 2000.
- Taylor TG, Moore JH. Avian Medullary Bone. *Nature*, 172 : 504-505. 1953.
- Usayran N, Farran MT, Awadallah HH, Al-Hawi IR, Asmar RJ, Ashkarian VM. Effects of added dietary fat and phosphorus on the performance and egg quality of laying hens subjected to a constant high environmental temperature. *Poultry Science*, 80 : 1695-1701. 2001.
- Wolfenson D, Frei YF, Snapir N, Berman A. Heat stress effects on capillary blood flow and its redistribution in the laying hen. *Pflugers Arch*, 390 : 86-93. 1981.

## Effects of Delayed Feeding on the Performance of Laying Hens Raised under Thermoneutral and High Ambient Temperature Conditions

Rukana Kohrog<sup>1</sup>, Nao Nishikoba<sup>1</sup>, Saki Shimamoto<sup>1,2</sup>, Ryo Kamimura<sup>1</sup>,  
Kazuki Nakashima<sup>3</sup>, Osamu Tada<sup>4</sup>, Akira Ohtsuka<sup>1</sup> and Daichi Ijiri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biochemical Science and Technology, Kagoshima University, 1-21-24 Korimoto, Kagoshima 890-0065

<sup>2</sup>The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University, 1-21-24 Korimoto, Kagoshima 890-0065

<sup>3</sup>Division of Animal Metabolism and Nutrition, Institute of Livestock and Grassland Science, NARO, 2 Ikenodai, Tsukuba, 305-0901

<sup>4</sup>Department of Life and Environmental Science, Kagoshima Prefectural College, 1-52-1 Shimoishiki, Kagoshima, 890-0005

The aim of this study was to evaluate the effects of delayed feeding for 2 days post hatching period on the performance of laying hens raised under thermoneutral ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ) or practical high ambient temperature ( $35 \pm 1^\circ\text{C}$  for 8 h per day) conditions. Twenty newly 0-day-old chicks (Lohman) were randomly divided into 2 groups (control and delayed feeding group). The control group of chicks was fed ad libitum from 0 day of age, while the delayed feeding group of chicks was fed ad libitum from 2 days of age after fasting for 2 days post hatching. At 161 days of age, the laying performance of the control and delayed feeding group were examined for 7 days, and then these 2 groups of the laying hens were additionally divided into two groups, respectively (thermo-neutral and heat ambient temperature). Both the delayed feeding and the heat ambient temperature significantly decreased eggshell weight, while they did not affect egg weight, egg-laying rate, and feed conversion ratio. In addition, the delayed feeding significantly decreased plasma 25-Hydroxyvitamin D3 concentration, while the heat ambient temperature did not affect it. These results suggest that delayed feeding for 2 days post hatching period decreased eggshell weight accompanied by decreased plasma 25-Hydroxyvitamin D3 concentration in laying hens.

*(Japanese Journal of Poultry Science, 56 : J1-J6, 2019)*

**Key words** : chicken, delayed feeding, heat stress, layer