

LED単波長光照射が採卵鶏の産卵及び卵質に及ぼす影響

船井 咲知¹, 松下 浩一¹, 河野 裕², 木島 一広², 鈴木 文晃²
(¹山梨県畜産試験場, ²山梨県工業技術センター)

The Influence of Monochromatic Light on the Egg production and quality of Laying hen

Sachi Funai¹, Koichi Matushita¹, Hiroshi Kono², Kazuhiro Kijima², Fumiaki Suzuki²

(¹Yamanashi prefectural Livestock experimental station, ²Yamanashi prefectural Industrial technology center)

要約: 本研究では、波長の違いが採卵鶏の産卵及び卵質に及ぼす効果と影響を調査した。

ウインドウレス鶏舎において産卵初期(184～267日齢)及び産卵後期(392～483日齢)のボリスブラウン種に単一波長のLEDライト青色光(457nm), 緑色光(521nm), 赤色光(631nm)および対照として白熱電球を照射し, 産卵及び卵質成績を調査した。また生体内での反応違いを調査するため血漿中のエストラジオール17β, ストレスの指標となるコルチコステロン濃度を測定した。照射時間は産卵初期では10ルクスで15時間, 産卵後期では70ルクスで16時間点灯とした。

その結果, 産卵初期において, 青色光で産卵率が有意に低下し(P<0.05), 緑色光でも低下する傾向が見られた。また産卵後期では, 青色光及び緑色光で有意に低下した(P<0.01)。卵重は, 産卵後期において青色光及び緑色光において増加する傾向を示した。卵質成績(卵殻強度, 卵殻厚, ハウユニット, 卵黄/卵重)は, 産卵初期及び後期ともに各波長で違いが認められなかった。血漿中のエストラジオール17β濃度は, 産卵初期及び産卵後期ともに白熱電球及び赤色光に比べ, 青色光, 緑色光で低下した。ストレスの指標となる血漿中のコルチコステロン濃度は, 各区で有意な差はないものの産卵初期では他の区に比べ青色光で低く, 緑色及び赤色光で高くなり, 産卵後期では緑色光及び赤色光で高くなる傾向を示した。

以上のことから, 緑色光, 青色光を照射すると白熱電球を照射した場合に比べ, 産卵率が低下し, また血漿中のエストラジオール濃度も低下することから, 産卵が抑制されることが明らかになった。

Abstract: The experiment was examined different light wavelengths affect egg production, egg quality and hormone concentration of serum. Hy-Line Brown hens from 184 to 267 day old (first stage of laying egg) and from 392 to 483 day old (second stage of laying hen) were reared under blue(457nm) and green(521nm) and red(631nm) of light-emitting diode lamps, and incandescent bulbs (White light). Brightness of all lights was the same. The lighting time was 15 hours in first stage and 16 hours in second stage. The hormones were examined concentrations of estradiol 17β and corticosterone.

The result showed that egg production was decreased in blue and green light than red and white light in first and second stage. The egg weight was increased blue and green in second stage. Egg quality was not significantly different among all wavelengths. In first stage, the concentration of estradiol 17β was significantly decreased green compared with red. However, in second stage, It was significantly decreased in green compared with white only. The concentration of corticosterone level did not differ among all light.

There result suggested that the egg production was difference by wavelengths, and the blue and green light can repress laying egg.

1. 緒言

鳥類は, 他の動物に比べ光の感受性が強いと言われていいる。鶏の産卵に最も影響を及ぼしている要因は光であり, 採卵鶏は人為的に光をコントロールできるウインドウレス鶏舎で飼育されている場合が多い。また鳥類は, 可視領域がヒトよりも広く, 紫外線領域まで見ることができ, 波長に対する感受性も強いと考えられている。波長と鶏に関する研究はこれまでも行われてきたが, 蛍光灯や白熱電球に色つきのセロハンを被せて実施する場

合が多く, 波長を厳密に限定することができなかつたため, 波長と鶏に生産性の関係については, 明確な結果は得られていない。

しかし, 近年, LEDライトが開発され, 単一の波長を照射することが可能となった。単波長ライトは農業分野での利用において期待が高まっており, トマトなどの野菜の育苗, また花きにおいては, 花芽形成の調節などに利用され幅広い分野で取り入れられている。一方で, 養鶏業界では電気料金の低減などから白色のLEDライトが開発され, 白熱電球の代替えとして普及し始めてい

る。龍田ら¹⁾は、白色のLEDライトを22～100週齢までの採卵鶏に照射しても白熱電球と比べ、産卵性や卵質に影響はなく、利用可能であると報告している。しかし、白色LEDライトは、複数の波長が組み合わせられており、波長幅も150nmほどと単波長ライトの約20nmに比べ幅広いため、波長による効果は不明なままである。Rozenboinら²⁾は、ブロイラーに、白熱電球及びLEDライトの青色光、緑色光、赤色光を照射すると青色及び緑色光で体重が増加したと報告している。またCAO Jingら³⁾の報告によれば、雄ブロイラーに青色光を照射すると血清中のテストステロン濃度が増加するとされている。

このように波長がブロイラーの生産性及びホルモン濃度に影響を及ぼしていることがわかってきた。そのためホルモンが深く関与している採卵鶏の産卵能力においても波長が大きな影響を及ぼしている可能性が考えられる。

そこで、本研究において、波長が鶏の産卵に影響を及ぼすかについて、産卵率などの生産性及びホルモン等の生体反応の両面から調査するとともに産卵初期(試験1)及び産卵後期(試験2)の日齢の違いについても明らかにした。

2. 実験方法

2-1 産卵初期における波長の影響 (試験1)

(試験期間 H25 6.19～9.10)

試験区

白熱電球(40w)を照射した区を対照とし単波長LEDライト(株鍋清DELEDplants)の青色光、緑色光、赤色光をそれぞれ照射した。

使用したライトの波長については、表-1に示したとおりである。(山梨県工業技術センター測定値)

ライトごとの照度を同じにするため、緑色ライト及び赤色ライトにフィルム(赤ライトに装着：ポリカラー #950(透過率50%) 緑ライトに装着：ポリカラー #925(透過率25%) + ポリカラー #975(透過率75%))を被せ(図-1)、青色光と同様の照度となるようにした。白熱電球の照度は、調光器によりLEDライトの照度と同様になるよう調節した。

表1:試験区 羽数 各区20羽×4反復

電球種類	波長			
	ピーク	範囲	幅	
白熱電球			588.46	
LED電球	青色光	457.39	447.67～468.16	20.48
	緑色光	521.28	507.00～538.60	31.60
	赤色光	631.48	622.72～637.40	14.68



図1 使用ledライト (試験1)

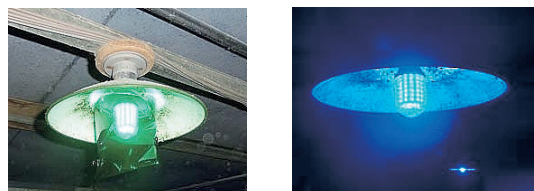


図2 照射の状況

供試鶏及び飼養条件

供試鶏は184～267日齢のボリスブラウン種を320羽使用した。(1区20羽×4区分×4反復)

試験鶏舎は開放鶏舎を改造したウインドウレス鶏舎を暗幕により4区に分け使用し、2段ケージ(一区画7.5×3寸)に単飼とした。換気等の日常管理は当場の慣行に従った。

飼料は、市販の成鶏用飼料(CP17%:ME2850kcal/kg)を給与した。

点灯管理

点灯時間は4時30分～19時30分の15時間連続点灯とし、照度はライト真下のケージ上(ライトの直下84.5センチ)が10ルクスとなるように調整した。

調査項目

生産性の調査項目は、産卵成績(産卵率・平均卵重・日産卵量・1日1羽あたりの飼料摂取量)、卵質成績(卵殻強度、卵殻厚、ハウユニット、卵黄色(ロッシュ社製のヨークカラーファン(1987年版)、卵黄重量)を調査した。産卵成績については、各区の総産卵個数と総産卵重量を毎日測定し、産卵率、平均卵重、日産卵量を算出した。1日1羽あたりの飼料摂取量については、飼料の総摂取量と総羽数及び給与期間から算出した。卵質成績については、試験期間中に3回実施し、各区M玉を採卵して、その翌日に各区10個ずつ(10個×4区分×4反復=160個)検査を行った。

生体内のホルモン分析として、血漿中のエストラジオール17βおよびコルチコステロン濃度を測定した。

採血羽数は、各区10羽ずつとし、ヘパリンを注入したシリンジ及び注射針(テルモ 23G 1 1/4)を使用し、産卵6～7時間後の鶏の浅尺骨静脈と深尺骨静脈の合流部(静脈血)から採血を行った。その後、遠心分離により血漿を分離し、一旦、-20℃で保存した。保存した試料は融解後、エストラジオール17β(GWB社 Estradiol

17b EIA kit 961tests) 及びコルチコステロン (CAY社 Corticosterone, EIA kit 96tests) の濃度をエライザ法により測定した。測定方法は使用したキットに準じて行った。

2-2産卵後期における波長の影響 (試験2)

(試験期間 H24 6.20 ~ 9.18)

試験区

試験区及び使用した電球の波長は、試験1と同様である。LED単波長ライトは、DELEDplants DOWN LIGHT Series ((株) 鍋清) を使用した(図3)。

ライトごとの照度を同じにするため、緑色光ライト及び赤色光ライトにフィルター(エドモンドオプティクス 赤ライト装着フィルター 65813-L Φ50mm OD 0.5 (透過率32%に相当) 緑ライト装着フィルター 65814-L Φ50mm OD 0.6 (透過率25%に相当))を装着し(図4)、青色光と同様の照度となるようにした。白熱電球については、調光器によりLEDライトの照度と同様になるよう調節した。



図4 使用したLEDライト (試験2)
(左から赤, 緑, 青, 購入時のライト)

供試鶏及び飼養条件

供試鶏は392 ~ 483日齢のポリスブラウン種を400羽使用した。(1区25羽×4区分×4反復)

試験鶏舎及び給与飼料, その他飼養管理は試験1と同様とした。

点灯管理

点灯時間は、4時00分~20時00分の16時間連続点灯とし、照度はライト真下のケージ上(ライトの直下84.5センチ)が70ルクスとなるように調整した。

その他調査項目及び調査方法については試験1と同様に行った。

統計処理

試験1及び試験2ともに産卵成績(産卵率, 平均卵重, 日産卵量, 飼料摂取量, 飼料要求率)各区4反復とし、繰り返しのある一元配置による分散分析を行った。卵質成績については、試験期間中3回検査した結果をTukey法で検定した。血漿中ホルモン濃度については、棄却検定後、Tukey-kramer法で検定した。

3. 結果

3-1 産卵成績

産卵初期(試験1)において、産卵率は、白熱電球を照射した場合に比べ、青色光で有意に低下した(図5)。

また、有意差はないものの緑色光でも低下した(図5)。一方で赤色光と白熱電球では差は認められなかった(図5)。平均卵重及び飼料摂取量については、各区で差は認められなかった。飼料要求率は白熱電球に比べ、青色光で有意に高くなった(表3)。

産卵後期(試験2)において、産卵率は白熱電球及び赤色光に比べ、青色光及び緑色光で有意に低下した(図5)。平均卵重は、緑色光を照射した場合、白熱電球に比べ危険率1%で、赤色光に比べ危険率5%で有意に増加した(表3)。日産卵量及び飼料摂取量については各区で差がなかった。飼料要求率は、赤色光に比べて緑色光で有意に高くなった(表3)。

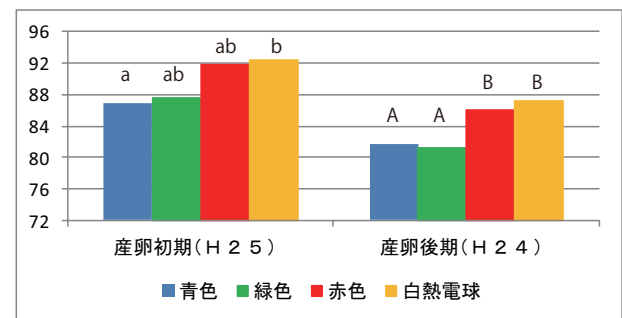


図-5.産卵率 (%)

表3 産卵成績 (試験1)

区分	平均卵重 (g)	日産卵量 (g)	飼料摂取量 (g/日・羽)	飼料要求率
白熱電球	59.82	55.40	93.41	1.72a
青LED	60.92	52.91	96.45	1.85b
緑LED	60.81	53.25	91.94	1.79ab
赤LED	60.21	55.25	94.67	1.79ab

区分	平均卵重 (g)	日産卵量 (g)	飼料摂取量 (g/日・羽)	飼料要求率
白熱電球	61.12A	53.24	99.61	1.92ab
青LED	63.03ab	51.48	100.16	2.01a
緑LED	64.23Bb	52.20	102.33	1.92ab
赤LED	61.75a	53.18	99.07	1.84b

- ・大文字異符号間に有意差あり (P<0.01)
- ・小文字異符号間に有意差あり (P<0.05)
- ・統計処理は、Tukey法で検定した。

3-2 卵質成績

産卵初期(試験1)及び産卵後期(試験2)において、卵殻強度及び卵殻厚、ハウユニット(HU)、卵黄重量、卵黄/卵重に差は認められなかった(表4)。

表4 卵質成績(試験1)

区分	卵殻強度(kg)	卵殻厚(0.01mm)	HU	卵黄重量(g)	卵黄/卵重
白熱電球	3.46	36.31	96.72	14.34	23.68
青LED	3.76	36.34	95.56	14.88	24.60
緑LED	3.67	36.85	94.79	14.90	24.29
赤LED	3.65	36.41	96.09	14.38	23.69

(試験2)

区分	卵殻強度(kg)	卵殻厚(0.01mm)	HU	卵黄重量(g)	卵黄/卵重
白熱電球	3.41	36.67	89.18	16.10	26.21
青LED	3.42	36.49	89.95	16.21	25.96
緑LED	3.49	37.30	89.21	16.20	25.74
赤LED	3.42	36.60	89.24	16.19	26.12

・有意差なし

3-3 血漿中のホルモン濃度

(エストラジオール17β濃度)

血漿中のエストラジオール17βを測定した結果、217日齢及び260日齢ともに、緑色光で最も低くなり、またその次に青色光で低くなる傾向が認められた。産卵後期の421日齢においては、白熱電球と比べLEDライトを照射した区で低く、特に緑色光で有意に低い値となった(表-5)。

表5 血漿中のエストラジオール濃度

区分	エストラジオール17β (pg/ml)			
	産卵初期		産卵後期	
	217日齢	260日齢	計	421日齢
白熱電球	518.05	453.05	466.98ab	419.63A
青LED	411.28	414.27	412.86ab	372.78AB
緑LED	396.76	393.64	395.30a	315.67B
赤LED	465.39	498.46	498.54b	380.45AB

・大文字異符号間に有意差あり (P<0.01)

・小文字異符号間に有意差あり (P<0.05)

・統計処理は、棄却検定後、Tukey-kramer法で検定した。

(コルチコステロン濃度)

血漿中のコルチコステロン濃度を測定した結果、各区で有意な差は認められなかったが、産卵初期の260日齢において、青色光で最も低くなった。産卵後期の421日齢においては、白熱電球に比べLED電球照射で高くなり特に緑色光及び赤色光で高くなる傾向が認められた(表6)。

表6 血漿中のコルチコステロン濃度

区分	コルチコステロン濃度 (pg/ml)	
	260日齢	421日齢
白熱電球	106.29	256.96
青LED	77.48	307.09
緑LED	112.29	617.67
赤LED	121.45	491.18

・有意差なし

4. 考察

近年LEDライトは、生産及び普及が進み、農業及び畜産分野等で取り入れられてきている。LEDライトの特徴は、節電効果に加え、単一波長の照射が可能であるという点である。そのため波長の違いが動植物へ与える効果を明らかにすることができ、それ活用することでより効率的な生産が可能であると考えられる。特に農業分野では、単一波長のLEDを使った研究は進んでおり、ナスは青色光下では茎の伸長が促進されるのに対して、リーフレタスでは逆に顕著に抑制されるなど種によって波長への反応が異なることまで明らかとなっている。

一方、畜産分野においては、電気代を減らす目的で白色LEDライトが養鶏業界で取り入れられつつある。しかし、単一波長のLEDを照射した場合の効果や影響についての報告は少なく、養鶏分野で飼養を目的とした養鶏用単波長LEDライトはない。そこで本試験では、単一波長が及ぼす採卵鶏への影響及び効果を明らかにし、単波長LEDライトを取り入れた新たな飼養方法について検討した。

採卵鶏のウインドウレス鶏舎で一般的に使用されている白熱電球を対照に、単波長LEDライトの青色光、緑色光、赤色光をポリスブラウン種に照射し、産卵成績及び卵質成績を調査した。さらに生体反応への影響を調査するために血漿中のエストラジオール17β及びコルチコステロン濃度を測定した。

産卵成績の結果、産卵前期及び後期に関係なく、青色光及び緑色光を照射すると産卵率が低下した。D.Erら⁴⁾は、ハイラインブラウン種に白熱電球および青、緑、赤色光のLEDライトを照射すると19～37週齢において白熱電球、赤色及び緑色LEDに比べて青色LEDで産卵率が有意に向上し、38～52週齢では、赤色LEDに比べ青色及び緑色LEDで有意に低下すると報告している。本試験でも、産卵後期では、青色及び緑色LEDで産卵が低下した。このことは、上記報告と一致する。しかし産卵初期においては、D.Erら⁴⁾とは異なる結果となった。このことは、点灯時間が関係していると考えられる。D.Erら⁴⁾の報告では、19週齢で13時間試験の点灯を開始し、その後25週齢までに16時間点灯となるように段階的に点灯時間を増やしたとしている。本試験では、184日齢(26

週)から267日齢(38週)の間15時間点灯を行った。本試験で産卵が低下した青色LEDライトは、自律神経を刺激する作用があることから、早朝浴びると体内を覚醒する働きがあるが、深夜に浴びると体内時計が狂い自律神経失調症になることがヒトにおいて知られている。採卵鶏にとって短い点灯時間では、青色光は有効に働くが、15～16時間と長時間点灯すると夜に照射する時間が増え、悪影響を及ぼす可能性がある。また照射する日齢が関係していることも考えられることから、今後検討していく必要がある。一方で、本試験において赤色LEDと白熱電球では、大きな差が見られなかった。このことはD.Erら⁴⁾の報告とも一致する。池谷ら⁵⁾は、ジュリア種に30日齢から赤色LEDライト及び白熱電球を照射した場合、産卵成績及び卵質成績に差はなかったと報告している。このことから、赤色LEDライトは、白熱電球と同等の生産性が得られと考える。

本試験においては、産卵率に影響する波長は、日齢と関係なく同じであったが、その程度を見てみると産卵後期の方が顕著であった。R.Pyizakら⁶⁾の報告によると、50週齢までの産卵1年鶏及び強換後の産卵2年鶏に異なる波長を照射したところ、産卵1年鶏より産卵2年鶏の方が、波長に対する感受性が高いとされており、本試験においても波長ごとの産卵率が産卵1年鶏より2年鶏のほうが顕著に影響していることからR.Pyizakら⁶⁾の結果と一致する。このことから、産卵後期の方が波長に対する影響が強いと考える。

平均卵重は、産卵初期では各波長で違いが見られなかったが、産卵後期では白熱電球及び赤色LEDに比べ緑色LEDで大きくなった。D.Erら⁴⁾の報告では、卵重は白熱電球に比べ赤色LEDで低下したと報告している。一方でKim.M.J⁷⁾らは、緑と赤の間の波長である黄色LEDで卵重が大きくなると報告している。さらにR.Pyizakら⁶⁾は、青色及び緑色波長で卵重が大きく、赤色波長で小さくなると報告している。R.Pyizakら⁶⁾の報告は、本試験の結果と一致するが、卵重と波長の関係についての報告は、様々であり、卵重に影響を及ぼす波長は、鶏の品種や日齢、または照度等の点灯条件などで大きく異なるのではないかと考える。

卵質成績は、産卵前期(試験1)及び産卵後期(試験2)ともに、卵殻強度、卵殻厚、ハウユニット、卵黄重量、卵黄重/卵重に差は認められなかった。D.Erら⁴⁾緑色LEDで卵殻強度が良くなり、一方、Kim.M.J⁷⁾は赤色LEDで良くなると報告している。卵重に加え卵殻強度についても再度検討していく必要がある。

本試験では鶏の体内での反応も同時に調査した。エストラジオール17βは、ステロイドホルモンの一つで、エストロゲン(卵胞ホルモン)に分類される。エストロゲンは女性ホルモンであり、排卵や卵巣、卵胞などの発育に関わっている。鶏では卵白の形成及び肝臓での卵黄脂

質の生成、また骨を介した卵殻形成に関与していることが知られており、産卵及び卵形成に広く関与しているホルモンである。エストロゲンや黄体形成ホルモンなどの産卵に関するホルモンの濃度は、排卵のサイクルである24～25時間周期に応じて体内で変動することが知られている。エストラジオールは排卵の4～5時間前にピークとなる。ピーク時におけるエストラジオール17β濃度は、個体間での差が大きいため、本試験では、比較的低濃度で安定している時間の濃度を測定することとした。また産卵サイクルの同じ鶏で調査する必要があるため、採血は産卵時刻を基準とし産卵約7時間後に行った。

産卵初期の217日齢及び260日齢の血漿中のエストラジオール17βの濃度は、有意差はないものの緑色LEDで最も低く、次に青色LEDで低くなった。2つの日齢の合計では、赤色LEDと比較して緑色LEDで有意に低下した。また産卵後期においては、白熱電球において緑色LEDで有意に低下した。産卵率が低下した青色LED及び緑色LEDでエストラジオール17βの濃度も低かったことから、青色及び緑色波長で産卵が抑制されていると考える。

コルチコステロンは、副腎皮質ホルモンでグルココルチコイドの一種である。このホルモンは、ストレスを感じると産出され、リンパ球の活性が低下し、免疫力が低下することが知られている。本試験においても、波長が及ぼす鶏へのストレスを調査するため血漿中のコルチコステロン濃度を測定することとした。

コルチコステロン濃度を測定した結果、産卵初期においては、有意差はないものの青色LEDで低くなる傾向を示し、産卵後期においては、緑色LED、赤色LEDで高くなった。

D.Xieら⁸⁾は、プロイラーに青、緑、赤、白のLEDライトを7週間照射した結果、赤及び白色LEDに比べて青色LEDで血清中のIL-1βの濃度が低下したことを報告している。IL-1βは脳視床下部に働き、コルチコステロン放出ホルモンの分泌を促進することから青色光はストレスを緩和する作用があることを示唆している。本試験においても青色LEDは、産卵初期で最も低く、産卵後期においてもLEDライトのなかで最も低くなったことから、青色LEDライトは、ストレス緩和する可能性が期待できる。

鶏舎内の明るさ(照度)は、白熱電球の場合、5ルクス以上であれば生産性に影響はないといわれており、電気代を考慮し、5～10ルクスで飼養されている場合が多い。LEDライトの場合、照度が鶏に及ぼす影響について、明らかにされていないが、照度により生産性が変化する可能性も十分に考えられることから、各波長での照度を同じにすることとした。本試験では、最も照度が低い青色光ライトの照度に揃えることとし、ライトにフィルムまたはフィルターを装着して各ライトで照度が同じに

なるようにした。このように単波長LEDには、調光機能が備わっているものがなく、今後、養鶏業界に単波長を取り入れていくためにはさらなる改良が必要である。本試験では、産卵初期での試験(試験1)の照度は10ルクス、産卵後期の試験(試験2)の照度が70ルクスと照度を変えて試験を実施した。その結果、産卵率等の生産性は、照度の違いに関係なく同様の結果となったことから、LEDライトを使用する場合、10ルクス以上あれば照度による産卵率への影響は少ないと考える。

以上より、採卵鶏に青色LED、緑色LED、赤色LED及び白熱電球を照射すると日齢に関係なく、青色及び緑色LED照射で産卵率が低下し、血漿中のエストロジオール 17β の濃度も低くなることから、産卵が抑制され、赤色LEDは、白熱電球とほぼ同等の生産性が得られることが明らかとなった。産卵を低下させる青色及び緑色波長は、産卵を人為的に停止させる強制換羽及び誘導換羽に利用できる可能性がある。産卵後期の鶏は秋にかけて古い羽毛が脱落し、新しい羽毛となる。これを自然換羽というが、これを絶食や絶水により人為的に引き起こしたものが強制換羽である。

これにより、加齢による産卵率の低下、及び卵質の劣化を改善でき飼養期間の延長を図ることができることから多くの生産現場で取り入れられている。しかし、絶食による強制換羽は、鶏にストレスが過大にかかることから、近年では、飼料の栄養分を低下させる誘導換羽法が注目されている。また換羽期は、エストロゲンの濃度が低下することが知られている。強制換羽技術に産卵を抑制させる効果がある青色及び緑色光を利用することにより、換羽期間の短縮や換羽を誘導するための飼料制限の低減を図ることが可能となれば、鶏へのストレス軽減につながると考える。さらに従来、人為的に引き起こす換羽は、飼料の栄養調節でのみ行われてきたが、光調節によることが可能となれば新しい飼養技術となる。今後、青ライト及び緑ライトを利用した新たな換羽法について検討することが必要であろう。

5. 結 言

波長の違いが鶏の産卵に及ぼす影響については不明な点が多い。本試験では、青色、緑色、赤色の単波長LEDライト及び白熱電球を採卵鶏に照射し、産卵及び卵質への影響を調査した。その結果、産卵日齢に関係なく、青色及び緑色LEDで産卵が抑制されることが明らかになった。また、一方で赤色LEDは、白熱電球と同等の生産性を得られることを明らかにした。今後、産卵を抑制する効果がある青色及び緑色LEDを強制換羽及び誘導換羽に活用していく方法について明らかにすることが普及のためには不可欠であると思われる。

参考文献

- 1) 龍田 健, 黒枝 浩二: LED照明が採卵鶏の産卵性及び経済性に及ぼす影響兵庫県農林水産技術総合センター研報Vol 48, P.23-27, (2012)
- 2) Israel Rozenboim, Issak Biran, Zehava Uni, Boaz Robinzon, Orna Halevy: The Effect of Monochromatic Light on Broiler Growth and Development, Poultry Science 78, P.135-138, (1999)
- 3) J.Cao, W.Liu, Z.Wang, D.Xie, L.Jia, Y.Cen: Green and Blue Monochromatic Light Promote Via Stimulating Testosterone, secretion and myofiber growth., J.Appl.Poult.Ros.17, P.211-218, (2008)
- 4) D.Er, Z.Wang, J.Cao, Y.Chen: Effect of Monochromatic Light on the Egg Quality of Laying Hen, J.Appl.Poult.Ros.16, P.605-612, (2007)
- 5) 池谷 守司, 松井 繁幸: ウィンドウレス鶏舎内における赤色LEDによる照明が卵の生産と経済性に及ぼす影響, 静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター研報6, P19-23, (2013)
- 6) R.Pyrzak, N.Snapir, G.Goodman, M.perek: The effect of light wavelength on the production and quality of eggs of the domestic hen, theriogenology, vol 28, P.947-960, (1987)
- 7) Kim.M.J, Choi.H.C, Suh.O.S, Chae.H.S, Na.J.C:A: Study of Different Sources and Wavelengths of Light on Laying Egg Characteristics in laying Hen, Korean Journal of Poultry Science vol37, P383-388, (2010)
- 8) D.Xie, Z.X.Wang, Y.L.Dong, J.Cao, J.F.Wang, J.L.Chen, Y.X.Chen: Effects of Monochromatic Light on Immune Response of Broilers, Poultry Science 87, P.1535-1539, (2008)