

LED 照明の色, 照射期間及び照度がブロイラーの生産性に及ぼす影響

龍田 健

兵庫県立農林水産技術総合センター, 兵庫県加西市 679-0198

ブロイラーの生産性を向上させる LED 照明の色, 照射期間及び照度について検討した. ブロイラー240羽(チャンキー, 40羽×6区分)をウインドウレス鶏舎において不断給餌, 自由飲水により49日間飼育した. 各区の処理(照明色, 照射期間等)は以下のとおりであった. 1区:20日まで黄, 30日まで黄・青混色, 以降青, 2区:16日まで黄, 24日まで黄・青混色, 以降青, 3区:16日まで緑, 24日まで緑・青混色, 以降青, 4区:3日まで高照度緑, 20日まで緑, 30日まで緑・青混色, 以降青, 5区:20日まで緑, 30日まで緑・青混色, 以降青, 6(対照)区:21日まで白熱球色, 以降低照度白熱球色.

雌雄平均体重は2区が対照区に対して有意に重かった($p<0.05$). 2区, 3区及び5区は対照区に対して飼料要求率及びプロダクションスコアが優れる傾向であった. 正肉歩留まりは各区間に有意差はなかった. 2区, 3区及び5区は対照区よりも正肉100g当たり飼料費が少なかった. 3区は1万羽規模の経営において, 電気代等を除いて対照区よりも利益が約75万円/年間多いと試算された.

以上の結果から, ブロイラーにおいて16日齢時に緑色LED照明から青色LED照明に切り替える(8日間は2色混合)と収益性が大幅に向上すると考えられた.

キーワード:ブロイラー, LED, 照明色, 経済性

You can see the English abstract on the last page of this article.

緒 言

近年, 養鶏産業においても LED 照明が多く取り入れられ, 生産コスト削減の一助となりつつある. 使用される一般的な LED 照明の色は白熱電球の光色に近い電球色及び昼間のような白い光色の昼白色の2種類であるが, 用途に応じ様々な色の LED 照明が開発されており, LED の照明色とニワトリの生産性に関しては数々の試験研究結果が報告されている. Er ら(2007)は, 採卵鶏において赤色は卵重が軽く, 緑色は卵質が良いとしているが, Kim ら(2010)は赤色が産卵性に優れるとしている. また, 船井ら(2015)は緑色及び青色は産卵率を低下させると報告している. Rozenboim ら(1999)及び Cao ら(2008)は, ブロイラーにおいては青色及び緑色が発育に向いているとしているが, 堀野と鶴野(2008)は大和肉鶏においては赤色が生産性が優れていたとし, 井田ら(2013)は名古屋種においては黄色が増体性に効果があると報告している. また, ブロイラーにおいて, 緑色, 青色とも最終発育体重は白熱電球と有意差がなかったという報告もある(小林ら, 2018). このようにニワトリにおいては LED 照明の色と生産性の関係

は明確にはされておらず, 実用化のためには LED 照明の色, さらには照射期間や照度などについても詳しく調査を行なう必要があると考えられる. そこで, 本研究においては LED 照明の色, 照射期間及び照度がブロイラーの発育に及ぼす影響を調査し, それぞれの最適な条件について検討した.

材料および方法

1 試験実施場所

兵庫県立農林水産技術総合センター内の肉用鶏用ウインドウレス鶏舎を用いた.

2 試験鶏

0日齢のブロイラー(チャンキー)240羽(40羽×6区分)を用いた.

3 試験期間

2017年3月17日~2017年5月5日(0日齢~49日齢)であった.

4 試験区分

各区の照明色, 照射期間及び照度を図1に示した. 試験区においては照明色の急激な変化による鶏への影響を考慮して, 8日間ないし10日間の混

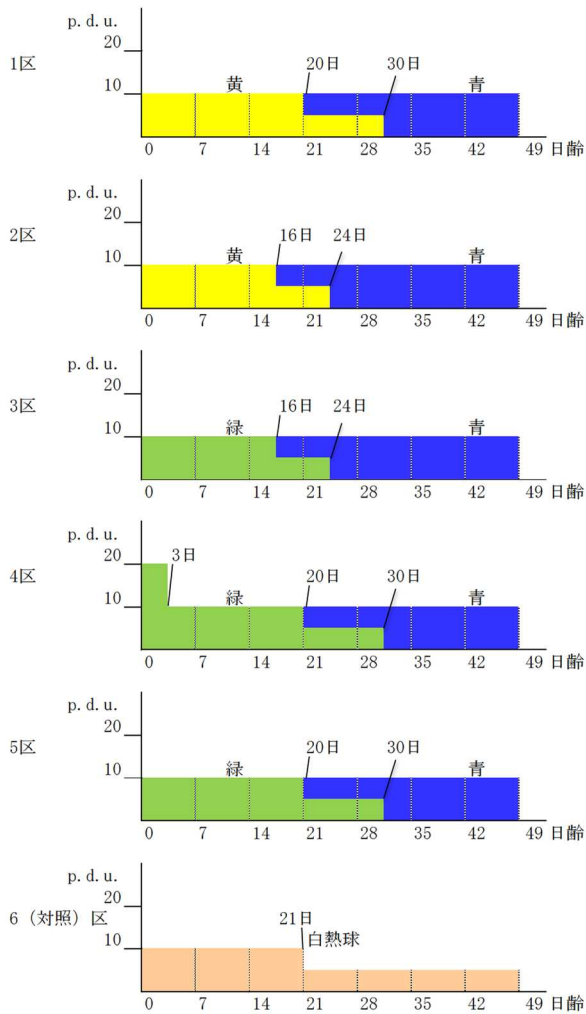


図1 試験区の構成（照明日色、照射期間及び照度）

色の期間を設けた。各区の照明日色、照射期間及び照度は以下のとおりであった（各区の照度の単位は p.d.u.とした。p.d.u.とは、procedure defined unit の略語で、一般的には任意単位を表す用語であるが、ここでは、鶏の視感度を考慮して定義した明るさの単位とした。この明るさは人間の場合に用いる照度と同等のもので、1 p.d.u.は、鶏が白熱1lxと同じ明るさを感じる強さを表す）。1区:20日まで黄、30日まで黄・青混色、以降青（いずれも10 p.d.u.）、2区:16日まで黄、24日まで黄・青混色、以降青（同）、3区:16日まで緑、24日まで緑・青混色、以降青（同）、4区:3日まで高照度緑（20 p.d.u.）、20日まで緑（10 p.d.u.）、30日まで緑・青混色（10 p.d.u.）、以降青（10 p.d.u.）、5区:20日まで緑、30日まで緑・青混色、以降青（いずれも10 p.d.u.）、6（対照）区:21日まで白熱球色（10 p.d.u.）、以降低照度白熱球色（5 p.d.u.）。いずれの区も24時間照明とした。

5 給与飼料

21日齢まで市販ブロイラー前期用飼料（CP:22%、ME:3,050cal/kg）、42日齢まで同後期用飼料（CP:18%、ME:3,150cal/kg）、以降同仕上用飼料（同）を給与した。

6 飼育方法

ウインドウレス鶏舎において1 m²当たり12.1羽の飼育密度で平飼した。飼料及び水は自由摂取とした。

7 調査項目

健康状態、育成率、体重（全羽数、3、5及び7週齢時）、飼料消費量、飼料要求率（総飼料消費重量／総増体重量）、プロダクションスコア〔出荷体重（g）×出荷率＝育成率（%）÷出荷日齢÷飼料要求率÷10〕、解体成績（雌雄各5羽）及び経済性（飼料費、収支試算）を調査した。解体成績では、もも肉、むね肉及びささみ（正肉）の重量を測定し、正肉歩留まりは生体重に対する正肉の合計重量の比率（%）とした。また、収入を体重（kg）×170円（生鳥単価）とし、支出を雛代:70円（購入価格）、光熱費等:34円（板東ら、2012）及び飼料費（実費）とし、収入から支出を引いた値を利益として、各試験区と対照区との利益の差を求め、1万羽規模（年間5回転）の経営を想定した収支試算を行なった。なお、本試験では照明に関わる費用（照明器具代、電気代等）は除いて計算した。

8 統計処理

統計処理は、SAS GLM procedure（SAS 出版局、1993）を用い、Tukey の多重比較検定により有意性の検定を行った。

9 その他

本試験は「兵庫県立農林水産技術総合センターにおける動物実験指針」に従って実施した。

結 果

1 発育成績

発育成績を表1に示した。育成率はすべての区において90%以上であった。また、いずれの区においても健康状態は良好であった。試験終了時の雌雄平均体重はすべての試験区が対照区を上回り、2区が対照区に対して有意に重かった（ $p < 0.05$ ）。飼

表1 発育成績

項 目	1区	2区	3区	4区	5区	対照区
育成率 (%)	92.5	95.0	90.0	90.0	92.5	95.0
3週齢雌雄平均体重 (g)	812 ^c	897 ^{ab}	916 ^a	892 ^{ab}	911 ^a	845 ^{bc}
5週齢雌雄平均体重 (g)	2,278 ^b	2,372 ^a	2,299 ^{ab}	2,306 ^{ab}	2,297 ^{ab}	2,275 ^b
7週齢雌雄平均体重 (g)	3,580 ^{ab}	3,671 ^a	3,642 ^{ab}	3,586 ^{ab}	3,627 ^{ab}	3,548 ^b
飼料消費量 (g/羽)	6,169	6,276	6,052	6,137	6,121	6,072
飼料要求率 ¹	1.75	1.73	1.68	1.74	1.71	1.74
プロダクションスコア ²	387	411	397	380	400	396

1 総飼料消費重量/総増体重量

2 出荷体重 (g) × 出荷率 (%) ÷ 出荷日齢 ÷ 飼料要求率 ÷ 10

a, b, c : 異符号間に有意差あり (p<0.05)

表2 解体成績

項 目	1区	2区	3区	4区	5区	対照区
正肉歩留まり (%) ¹	45.8	45.9	46.2	45.0	45.5	45.7
正肉重量 (%) ²	1,638	1,685	1,681	1,614	1,650	1,623

1 (もも肉重+むね肉重+ささみ重) ÷ 生体重

2 もも肉重+むね肉重+ささみ重

表3 経済性 (飼料費)

項 目	1区	2区	3区	4区	5区	対照区
1羽当たり飼料費 (円)	367	371	360	364	361	360
正肉100g当たり飼料費 (円)	22.4	22.0	21.4	22.6	21.9	22.2

表4 収支試算

項 目	1区	2区	3区	4区	5区	対照区
収入：生鳥価格 (円/羽)	609	624	619	610	617	603
支出：素雛代 (円/羽)	70	70	70	70	70	70
支出：飼料費 (円/羽)	367	371	360	364	361	360
支出：光熱費等 (円/羽)	34	34	34	34	34	34
利益：収入－飼料費 (円/羽)	138	149	155	141	152	140
対照区との利益の差 (円/羽)	-1.5	9.1	15.0	1.8	12.0	0.0
50,000万羽出荷の利益の差 (円)	-75,815	454,916	749,885	88,353	600,467	0

料要求率及びプロダクションスコアは2区、3区及び5区が対照区よりも優れる傾向であった。

2 解体成績

解体成績を表2に示した。正肉歩留まりは各区間に有意差はなかった。正肉重量は、2区及び3区が重い傾向であった。

3 経済性

1羽当たり及び正肉100g当たり飼料費を表3に示した。1羽当たり飼料費は3区及び対照区が少なかったが、正肉100g当たり飼料費は2区、3区及び5区が対照区よりも少なかった。収支試算を表4に示した。1区以外は対照区よりも利益が多く、3区の利益は対照区よりも約75万円/年間多いと試算された。

考 察

すべての区において死亡鶏を除いて、健康状態は良好であった。他の報告においても特に発育に問題があったという結果はなく、青色、緑色、赤色LED照明及び白熱球下で飼育したブロイラーにおいて死亡率に有意差は認められなかったという報告(Rozenboimら, 1999)もあることから、LED照明の色はブロイラーの生体に悪影響はないと考えられた。

試験終了時の平均体重は、すべての試験区が対照区を上回った。Rozenboimら(1999)は34日齢のブロイラーは青色LED照明下において、後半に発育が増大し、20日齢時以降に白熱球及び赤色LED照明下よりも有意に体重が重かったと報告している。また、Caoら(2008)は、49日齢のブロイラーにおいては青色LEDが白色、赤色及び緑色LEDよりも有意に体重が重かったと報告しており、本試験と同様の傾向であった。この要因として、Rozenboimら(1999)は青色照明下では肥育後半に血漿中のアンドロゲンが増加し、それがタンパク質の合成を促進し、筋肉を増大させるためであろうと述べている。さらにXieら(2008)は、緑色及び青色照明はブロイラーの免疫活性を高め、特に青色はストレス反応を軽減させる可能性があるとして指摘している。一方、堀野と鶴野(2008)は大和肉鶏においては、赤色及び黄色LED照明が白熱球、緑色及び青色よりも18週齢の増体性が優れていたとしているほか、井田ら(2013)は、

黄色LED照明下の16週齢の肉用名古屋種の増体量は赤色とは差がないが、緑色及び青色とは有意に大きかったと報告している。本試験においては1区及び2区は初期に黄色で3区、4区及び5区は緑色の照明を使用した。試験区内においては、3週齢の体重は、3区及び5区が重く、緑色が黄色より重い傾向であり、前述の地鶏における結果とは異なっている。このことは、肥育の前期には緑色が増体性に効果があり、地鶏のような長期間の肥育には黄色が有効であることを示唆している。4区は肥育の初期に高照度で飼育したが、緑色であっても高い照度では増体性に効果はないと考えられる。また、試験区内においては、1区、4区及び5区は青色への切り替えが2区及び3区よりも6日間遅れて30日齢であったが、早期に切り替えた2区及び3区の方が他区よりも増体性が優れる傾向にあったことから、青色への切り替えは24日齢以前に行う方が望ましいと考えられる。

飼料要求率は、全体的に試験区が対照区よりも優れる傾向であった。Caoら(2008)は、49日齢のブロイラーにおいては青色LEDが白色、赤色及び緑色LEDよりも飼料要求率が優れていたと報告しているほか、Rozenboimら(1999)は34日齢のブロイラーは青色LED照明下において、白熱球照明下よりも飼料要求率が優れていたと報告しており、本試験と同様の傾向がみられる。これらのことから、青色LED照明はストレスの軽減などにより白熱球等よりも飼料効率を高める効果があると考えられる。

正肉歩留まりは各区間に有意差は認められなかった。小林ら(2018)はブロイラーにおいて白熱球を対照として、青色及び緑色LED照明下で飼育したところ、いずれの区間においても正肉歩留まりに有意差はなかったとしており、本試験と同様の結果であった。このことから、LED照明とその色は正肉歩留まりに影響を及ぼさないと考えられた。正肉重量に関しては、増体性が優れていた2区及び3区が重い傾向にあり、早期の青色照明の切り替えの効果が反映されていた。

経済性においては、1区以外の試験区の試算利益が対照区を上回り、特に3区と対照区の利益の差は約75万円と最大で、LED照明の照明色、照射期

間及び照度の生産性向上への有効性が示された。今回は、電気代や照明器具代など照明に関わる費用は考慮していないが、LED 照明の電気代は白熱電球の約 1/10 で、寿命は約 10 年間とされており、その経済効果は高い。採卵鶏における LED 照明試験において、照明器具代は白熱電球の 38 倍であったが、1 年以内に電気代の低減により利益が白熱電球よりも増加したという報告(龍田と黒枝, 2012)もあり、今後はさらに安価で性能が良い LED 照明が開発される可能性は大きく、より短期間で利益を得られることが予想される。

以上のことから、ブロイラーにおいて、16 日齢時に緑色 LED 照明から青色 LED 照明に切り替える(8 日間は 2 色混合、いずれも 10 p.d.u.)と収益性が大幅に向上すると考えられた。

引用文献

- 板東成治・富久章子・吉岡正二・松長辰司・笠原猛(2012):ブロイラー産肉能力に関する試験[第 36 報]銘柄比較試験. 徳島県畜産試験場研究報告 11,29-33
- Cao J, Liu W, Wang Z, Xie D, Jia L, Chen Y (2008): Green and blue monochromatic lights promote growth and development of broilers via stimulating testosterone secretion and myofiber growth. *The Journal of Applied Poultry Research* 17, 211-218
- Er D, Wang Z, Cao J, Chen Y (2007): Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research* 16, 605-612,
- 船井咲知・松下浩一・河野 裕・木島一広・鈴木文晃(2015):LED 単波長光照射が採卵鶏の産卵及び卵質に及ぼす影響. 山梨県総合理工学研究機構研究報告書 10, 25-30
- 堀野善久・鶴野保(2008):発光ダイオードの養鶏分野への応用(2). 奈良県畜産技術センター研究報告 34, 19-25
- 井田雄三・渡邊久子・中村明弘・大口秀司・内田正起(2013):LED 照明が肉用名古屋種の生産性に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告 45, 121-127
- Kim M J, Choi H C, Suh O S, Chae H S, Na J C, Bang H T, Kim D W, Kang H K, Park S B (2010): A study of different sources and wavelengths of light on laying egg characteristics in laying hens. *Korean Journal of Poultry Science* 4, 383-388
- 小林那美香(2018):LED 単波長照射がブロイラーの生産性に及ぼす影響. 鶏の研究(株式会社木香書房. 東京)93, 42-46
- Rozenboim I, Biran I, Uni Z, U, Robinson B, Halevy O (1999): The effect of monochromatic light on broiler growth and development. *Poultry Science* 78, 135-138
- SAS 出版局(1993):SAS/STAT ソフトウェアユーザーズガイド Version 6 First Edition(株式会社サスティンチュートジャパン. 東京)569-666
- 龍田 健・黒枝浩二(2012):LED 照明が採卵鶏の産卵性及び経済性に及ぼす影響. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告(畜産編) 48, 23-27
- Xie D, Wang Z X, Dong Y L, Cao J, Wang J F, Chen J L, Chen Y X (2008): Effects of monochromatic light on immune response of broilers. *Poultry Science*. 87, 1535-1539

Effects of color, irradiation period, and intensity of LED illumination on production performance of broiler chickens

Ken Tatsuda

Hyogo Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries, Kasai 679-0198

Corresponding: Ken TATSUDA (fax:+81(0)790-47-2430,e-mail:Ken_Tatsuda@pref.hyogo.lg.jp)

The objective of this study was to evaluate the effect of color, irradiation period, and intensity of LED illumination on production performance of broiler chickens.

Two hundred and forty day-old chunky chicks were divided into six groups (A, B, C, D, E, and F) of forty birds each. The birds were housed in a windowless hen house until 49 days of age. During the experimental period, feed and water were provided ad libitum. The birds of groups A, B, C, D, and E were reared under LED illumination, and the birds of group F (control) were reared under incandescent bulb illumination. Birds were fed a starter feed for broilers until 21 days, a grower feed for broilers until 42 days, and finally a finisher feed for broilers. Treatments of each group (illumination color, irradiation period, and intensity) were as follows: A group: yellow until 20 days, yellow and blue until 30 days, and then blue; B group: yellow until 16 days, yellow and blue until 24 days, and then blue; C group: green until 16 days, green and blue until 24 days, and then blue; D group: high intensity green until 3 days, green until 20 days, green and blue until 30 days, and then blue; E group: green until 20 days, green and blue until 30 days, and then blue; and F group: incandescent color until 21 days and then low incandescent color. Health status, body weight, feed intake, meat yield, meat quality (levels of amino acid and fatty acid composition in thigh meat), and economy (feed cost and budget estimates) were evaluated.

The health status of all groups was good. There were no problems in growth performance in any group. Average body weight for the B group (3,671 g) was significantly higher than that of the F group (3,548 g) ($P < 0.05$). Feed conversion rate and production score tended to increase more for the B, C and E group than for the F group. Meat yield (%) did not differ among the groups. Feed cost per 100 g of meat was lower for the B, C and E group than for the F group. It was estimated that the annual benefit of the C group is 750,000 yen higher than that of F group, for a 10,000-birds scale operation, except for electricity charges.

The color switching of green to blue during the former period of fattening was suggested to improve production performance of broiler chickens.

Key Words : broiler, LED illumination, production performance