



あたらしい 農業技術

No.591

LED を利用した鶏舎内照明技術

平成 25 年度

— 静岡県経済産業部 —

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

飼料や原油価格が高止まり状態である中、生産現場では生産コスト低減対策が重要となっています。鶏舎では白熱灯や蛍光灯を光源に用いて照明を行っていますが、比較的安価な一般電球形発光ダイオード（LED）が製造販売されています。そこで鶏舎内の光源としてLEDを用いた場合、鶏の生産性や卵殻質、放卵時刻、行動等に及ぼす影響を検討し、LEDを卵用鶏に用いた場合の特性を調査しました。

（1）白色LEDを光源として用いた場合、白熱電球を光源として用いた区に比較して、生産性や卵質に差がなく、期間中（336日間飼育）の1羽当たり電気使用量が約90%（1,124kWh）低減し、電気料金を含めた収益では1羽当たり113円有利となります。

（2）赤色LEDを用いると、鶏の活動が抑制され、放卵時刻が遅くなるなどの行動特性が見られますが、生産性や卵質に差がなく、経済性は白色LEDと同様です。なお、赤色LEDは、鶏の活動を抑制します。

したがって、一般電球形LEDはウィンドレス鶏舎の照明用光源として利用できるとともに、開放鶏舎においても利用が可能です。

2 技術、情報の適用効果

この報告は、省エネによる鶏の生産コスト低減を目的とした飼育管理が求められる中で、農家段階で既存の白熱電球をLEDに交換するだけで簡単に実施できる内容です。

3 適用範囲

- （1）採卵鶏を飼育する農家
- （2）養鶏関係に従事する指導員、技術者

4 普及指導上の注意

- （1）LEDには調光器対応、防水、防塵等様々なタイプがあり、鶏舎の実情に合わせた導入が望ましいと思われます。
- （2）赤色LEDはヒトが作業するには不向きと考えられるので、作業の際には補助点灯として白色灯を同時に点灯すると良いと思われます。また、赤色LEDは鶏の活動を抑制するので、塵埃が発生しやすい高密度鶏舎や肉用鶏での利用が考えられます。
- （3）直管形LED（蛍光管タイプ）については未検討です。

目 次

はじめに	1
1 鶏舎内照明方法	1
2 一般電球形白色 LED の利用による生産性と経済性	1
(1) 材料及び方法	1
(2) 結果及び考察	2
ア LED の利用による卵の生産性	2
イ 白色 LED の経済性	4
3 育成期から一般電球形赤色 LED を利用した場合の生産性・経済性及び行動	5
(1) 材料及び方法	5
(2) 結果及び考察	6
ア 育成期における赤色 LED の影響	6
イ 赤色 LED の卵の生産性と経済性	6
ウ 赤色 LED が鶏の行動に及ぼす影響	7
おわりに	8
参考文献	9

はじめに

飼料価格が高騰する中、養鶏農家にとって生産コストの低減は最重要課題となっています。ウィンドウレス鶏舎ではこれまで白熱電球や蛍光灯を光源に用いて照明を行っていますが、新たな光源の一つとして、最近では比較的安価な一般電球形 LED の活用が考えられています。養鶏関係における LED 活用の取組については、肉用鶏では、電気使用量の節減(堀野ら 2006)、体重増加による生産に対する有効性(堀野ら 2008)が報告されています。また卵用鶏において、560nm、660nm、及び 880nm の 3 波長の光源を用いた場合、560nm と 660nm の波長で産卵性に差はなく、また波長に関わらず飼料消費量が 7% 低減されることが報告されています(Rozenboim ら 1998)。しかし、この白色 LED を光源として用いて長期間飼育した場合の生産性や鶏の行動等に及ぼす影響についてはまだ不明な点が多く残されています。

一方、光の色調に関しては、平飼い飼育条件下で赤色光を光源として用いた場合、育成期では鶏の発育に影響はありませんが、成鶏期では破卵率、及び傷卵率の減少が報告されています(藤中ら 2001)。また、育成期に赤色光を光源として用いると、悪癖発生率が抑制されることが報告されています(佐々木ら 1996)。これらの報告は、市販の赤色電球あるいは白色電球に赤色を塗装処理した光源を用いたものであり、赤色 LED を光源として育成期から成鶏期まで用いた場合の悪癖発生や生産性及び鶏の行動等に及ぼす影響についての報告はありません。

そこで、(1) ウィンドウレス鶏舎内の光源として白色 LED を用いた場合の鶏の生産性及び経済性に及ぼす影響、(2) 一般電球形赤色 LED をウィンドウレス鶏舎内の光源として用いた場合の育成期における悪癖防止効果、成鶏期における生産性及び放卵時刻を検討し、行動等に白色 LED と赤色 LED でどのような差が見られるかを検討しました。

1 鶏舎内照明方法

鶏は、光の刺激によって成長や産卵に大きな影響を受けます。一般に、産卵鶏では照明時間が増加すれば産卵が促進され、短くなれば抑制されます。育成期に照明時間を長くすると、性成熟が促進されて体重が小さいうちに初産が始まり、初産卵重が小さくなります。このため、育成期に一定照明又は漸減照明を行い、その後照明時間を増やし、成鶏期に 14~17 時間の一定照明になるような照明方法が定着しています。一方、照明を連続させずに数回に分け、光の刺激効果を高めることによって産卵機能を向上させることを目的にしたものが間欠照明です。照明の総時間が短くても連続照明と同じ効果が得られることから、ウィンドウレス鶏舎の普及に伴って、省エネルギー効果のみならず、飼料要求率の改善、生存率の向上にも有効な技術として普及しています。光源には白熱電球や蛍光灯が用いられ、作業性を考慮するとウィンドウレス鶏舎内の鶏の位置で 5~10 ルクス程度の照度で管理する事例が多いようです。

2 白色 LED の利用による生産性と経済性

(1) 材料及び方法

ア 供試鶏

2010年1月26日餌付けの白色レグホーンコマーシャル(ジュリア)400羽を供試鶏として用い、表1に示したとおり照明に用いた光源ごとにLED区、白熱電球区をそれぞれ50羽4反復に区分けして、間口22.5cmケージに1羽ずつ収容しました。

表1 試験区分

区分	光源の種類	供試羽数
LED区	一般電球形LED電球	50羽 4反復
白熱電球区	40W白熱電球100v	同 上

イ 方法

使用する電球は、LED区については電球色相当の光色で、全光束(明るさ)230ルーメン、消費電力4.5W、調光器対応の一般電球形LED電球(東芝ライテック(株)製)とし、白熱電球区は40W白熱電球100V(パナソニック(株)製)としました。両区とも鶏を飼育した区画の広さは7m×8mとし、電球の使用個数は1区画当たり9個とし、鶏の位置での照度を5~10ルクスとなるように調光器で調節し、照明時間は15時間で一定としました。試験期間は127~462日齢の28日を1期とした12期間336日間とし、給餌・給水条件、は不断給餌・不断給水としました。

ウ 調査項目

調査項目は、①試験期間を通じた産卵成績、②2期ごとの卵質及び体重、③1期ごとに求めた電気使用量、④25、45、65週齢時における連続3日間の6時から17時までの放卵時刻としました。なお収益は、飼料価格、卵のサイズ別生産割合と全農たまご東京のサイズ別価格及び電気料金を基に算出しました。

(2) 結果及び考察

ア LEDの利用による卵の生産性

産卵成績の結果を表2、卵質の結果を表3に示しました。

表2 産卵成績(127~462日齢)

区分	産卵率(%)	平均卵重(g)	産卵日量(g)	飼料摂取量(g)	飼料要求率	生存率(%)
LED区	91.1	60.0	54.7	103.3	1.89	94.0
白熱電球区	91.8	59.8	54.9	102.4	1.87	93.0

表3 卵質に関する成績

区分	卵殻強度(kg/cm ²)	卵殻厚(0.01mm)	ハウユニット	卵黄色
LED区	4.1	37.0	85.2	11.5
白熱電球区	4.1	36.8	85.2	11.6

産卵成績については両区間に明らかな差は見られませんでした。飼育成績については、LED区は飼料摂取量が白熱電球区よりやや多くなり、飼料要求率がやや劣る傾向が示されました。この結果は、LED利用による飼料消費量の低減効果（Rozenboimら1998）とは異なりますが、その原因は試験期間の差に起因すると思われれます。また、卵質に関しては両区に差は見られませんでした。また、体重の推移を図1に示しますが、体重の推移においても両区に差は見られませんでした。

次に25、45、65週齢時の各3日間における放卵時刻をまとめた結果を図2に示しました。両区とも7時から10時までにはほぼ放卵があり、両区の放卵時刻に明らかな差は見られませんでした。

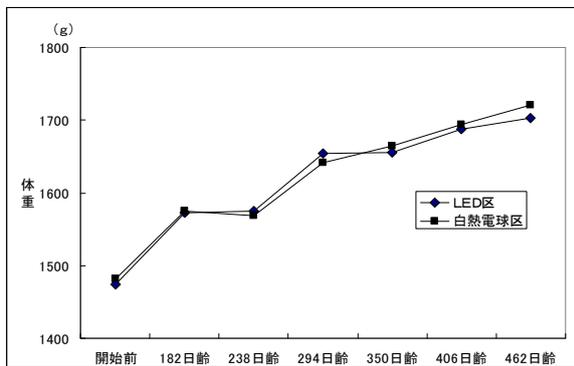


図1 体重の推移

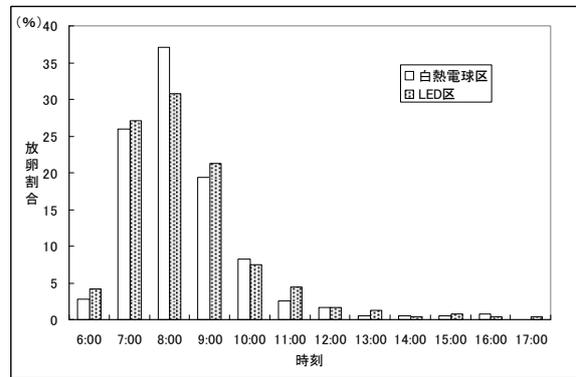


図2 放卵時刻 (25、45、65週齢合計)

1日当たり電気使用量を図3に、期間中の1羽当たり電気使用量を図4に示しました。1日当たり電気使用量はLED区が0.3~0.4kWh/日、白熱電球区では3.5~3.6kWh/日で推移し、LED区の電気使用量は白熱電球区の8~11%に低減しました。また、期間中の電気使用量はLED区が133kWh、白熱電球区では1,257kWhであり、LED区の電気使用量は白熱電球区の10.6%と大幅な低減となりました。

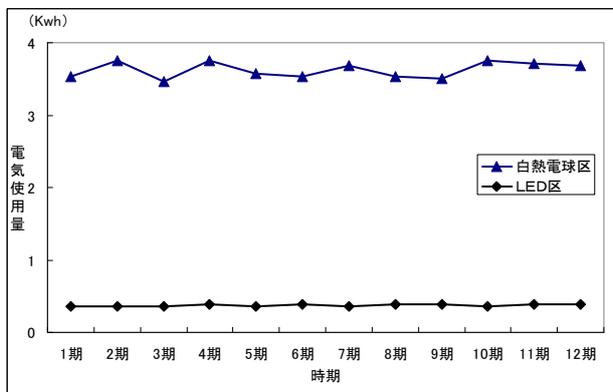


図3 1日当たり電気使用量

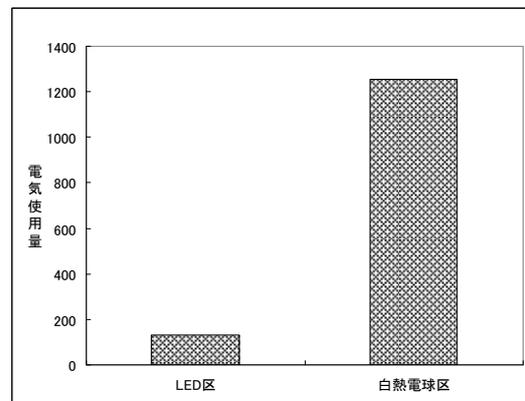


図4 期間中の電気使用量

イ 白色 LED の経済性

電気料金を含めて算出した 1 羽当たり収益を表 4 に示しました。その結果、LED 区の卵生産にかかる収益は飼料費が 17.6 円多くなった反面、電気料金が 123.7 円少なかったため、白熱電球区より 113.1 円多くなりました。

区分	卵生産額	飼料費	卵生産収益	電気料金	収益
LED区	3,358	1,991	1,447	14	1,433
白熱電球区	3,351	1,893	1,458	138	1,320
差 (LED-白熱)	7	18	-11	-124	133

飼料価格：55 円/kg、卵価：全農たまご東京のサイズ別価格で試算。

また、今回の調査において、削減された電気料金と初期投資費用の試算結果を表 5 に示しました。設備費は 59,325 円であり、削減された電気料金 24,728 円であることから 3 年目には設備費を回収できることが明らかとなりました。

表5 飼育期間中(127~472日齢)の電気料金と初期投資費用

削減された電気量	1,124 kWh
削減された電気料金	24,728円

初期投資費用

調光器工事代 (一式)	16,000円
LED電球代 (4,500円×9個)	40,500円
消費税	2,825円
計	59,325円

電気料金は 22 円/kWh として計算

今回用いた LED は電球型で、配光 (光の広がり方) は白熱電球よりやや狭いものの広範囲に広がり、かつ全光束も 230 ルーメン (ランプ単体の明るさは 20W 相当) であるため、調光器を設置して鶏の位置で 5~10 ルクスになるように明るさを下げ、電気使用料金はさらに低減し、初期投資費用は、3 年目で回収できる結果となりました。この数値は平成 22 年 4 月時点の設備費であり、LED 電球に係わる費用がその約 77% を占めています。しかし、現在では安価で高性能の LED 電球が普及しているため、初期投資費用は更に低減できるものと思われます。電気料金の削減により、CO₂ 排出量も白熱電球区より 540kg 削減されると計算され (環境省 2010)、LED を使用することによって、環境保全に貢献できると考えられました。

以上の結果より、ウィンドウレス鶏舎内における光源として白熱電球の代わりに一般電球形 LED 電球を用いた場合、卵の生産に影響なく、電気料金が節約できることで 1 羽当たりの経済性が向上することが明らかとなりました。

3 育成期から一般電球形赤色 LED を利用した場合の生産性・経済性及び行動

(1) 材料及び方法

ア 試験区分の設定

照明に用いた光源により赤色区、白色区を設定し、2011年3月1日餌付けの市販の白色レグホーンコマースシャル（ジュリア）384羽を供試鶏として、30日齢から113日齢まで、それぞれ間口90cm、奥行き60cm、高さ60cmの育成用ケージに8羽ずつ収容しました（表6）。

表6 試験区分

区 分	光源		供試羽数
	育成期	成鶏期	
赤色区	赤色LED	赤色LED	24羽 8群
白色区	白熱電球	白色LED	同 上

イ 方法

育成期の試験においては、赤色区では中心波長620nm、消費電力2.4W調光器対応の赤色LED（東西産業株式会社製）を用いました。供試鶏を114日齢時に成鶏舎に移動し、間口22.5cm、奥行き40cm、前面高さ44cm、後面高さ40cmのケージに一羽ずつ収容しました。供試羽数は両区とも一区当たり24羽で、反復は8で、各区192羽ずつとしました。同時に白色区は白熱電球から一般電球形LEDに切り替え、以後試験終了時まで点灯開始時刻は7時からとし、連続15時間の一定照明としました。白色区に用いた光源として、前述の試験と同様の一般電球形LEDを用いました。両区とも鶏を飼育した区画は7m×8mの広さで、電球の使用個数は1区画当たり9個とし、鶏の位置での照度を5～10ルクスとなるように、調光しました。成鶏期の試験期間は141～476日齢の28日を1期とした12期間336日間とし、この間の給餌・給水条件は不断給餌・不断給水としました。

ウ 調査項目

調査項目は、育成期においては悪癖の「つつき」の発生の有無、初産日齢、初産卵重、初産体重、成鶏期においては試験期間を通じた産卵成績、2期ごとの卵質及び体重、鶏の行動調査、25、45、65週齢時における3日間の7時から17時までの時刻別放卵割合及び1期ごとに求めた電気使用量としました。鶏の行動調査方法は、放卵のほぼ終了した13時から17時まで、1時間ごとにケージでうづくまる姿勢をとる鶏の数の目視観測としました。さらに、体重測定時にうづくまり姿勢をとる個体とそうでない個体を選定し、それぞれにマイクロミニ型アクティグラフ（米A.M.I社製）を装着し、活動値を計測しました。1羽当たりの収益については、1期ごとに2日間産卵した全ての卵重を測定し、卵のサイズ別生産割合を求め、全農たまご東京のサイズ別価格、飼料価格及び中部電力の電気料金を基に算出しました。

(2) 結果及び考察

ア 育成期における赤色 LED の影響

育成期における悪癖の発生は、両区とも見られませんでした。また、初産に関する結果を表7、育成期から成鶏期の体重の推移を図5に示しました。

表7 初産に関する成績

区分	平均初産日齢 (日)	同卵重 (g)	同体重 (g)	
赤色区	138.7	42.1	1,616	a
白色区	138.7	43.1	1,566	b

異符号間に5%水準で有意差あり

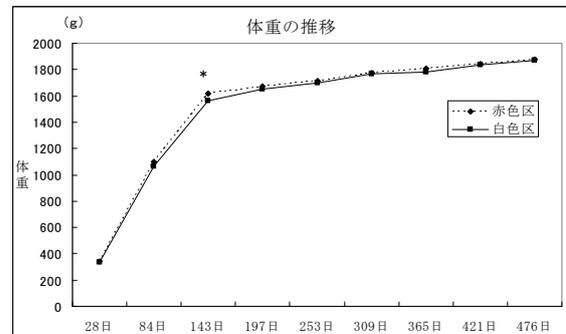


図5 体重の推移

* : 5%水準で有意差あり

平均初産日齢と平均初産卵重については、両区に差は見られませんでした。初産体重は赤色区が白色区より約50g重く、有意な差が認められました。しかし、その後はほぼ差がなく推移しました。初産体重で赤色区が白色区より大きかったことに関しては、肉用鶏で見られた体重増加の効果（堀野ら2008）が現れたものと考えられます。しかし、その差は50gであり、平均初産日齢と平均初産卵重が両区で差はみられなかったことと併せると、卵用鶏の性成熟に関して赤色LEDの影響は少ないものと考えられます。

イ 赤色 LED の卵の生産性と経済性

産卵に関する成績を表8に、卵質に関する成績を表9に示しました。

表8 産卵成績(141~476日齢)

区分	産卵率(%)	平均卵重 (g)	産卵日量 (g)	飼料摂取量 (g)	飼料要求率	生存率(%)	一羽当たり (円)		
							卵収益	電気料金	収益
赤色区	95.4	62.3	59.5	109.5	1.84	94.8	1,221	13	1,208
白色区	95.3	62.2	59	109.3	1.85	96.3	1,216	9	1,207

122

電気料金の122円は白熱電球の料金(参考値)

表9 卵質に関する成績

区分	卵殻強度 (kg/cm ²)	卵殻厚 (0.01mm)	ハウユニット	卵黄色	卵殻卵重比 (%)
赤色区	4.2	38.3	84.7	11.8	9.6
白色区	4.2	38.1	85.2	11.0	9.6

産卵成績については両区間に差は見られませんでした。電気使用量を含めた1羽当たり収益でも、ほとんど差が見られませんでした。また、卵質に関しても両区に差が見られませんでした。したがって、卵の生産性に関して赤色LEDの影響はないものと考えられます。

次に25、45、65週齢時の各3日間における時刻別放卵割合を図6、7、8に、それから求めた平均放卵時刻を表10に示しました。平均放卵時刻は赤色区が白色区より、いずれの調査時期においても約30分遅くなりました。放卵時刻については色調が関与しているものと思われませんが、赤色区が白色区より約30分遅くなったこと及び45週齢の調査時点においてのみ放卵時刻が両区とも約20分早まったことの原因は、明らかにはできませんでした。

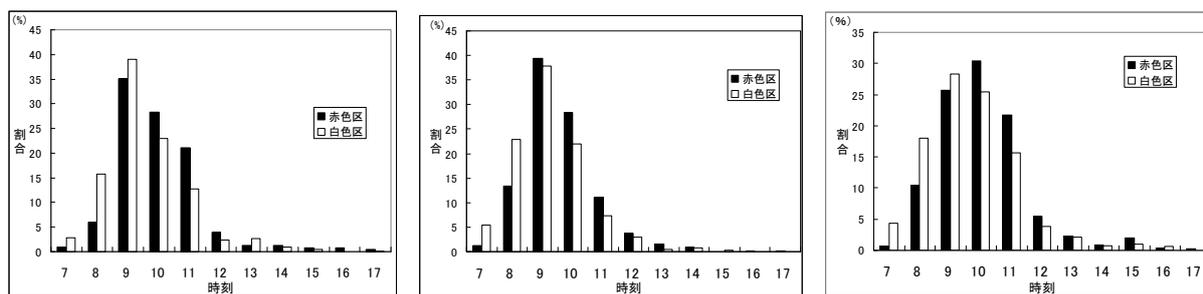


図6 時刻別放卵割合(25週) 図7 時刻別放卵割合(45週) 図8 時刻別放卵割合(65週)

ウ 赤色LEDが鶏の行動に及ぼす影響

鶏の行動調査に関して、午後における1区(24羽)1時間当たりの休憩羽数の調査結果を図9に示しました。赤色区の休憩羽数は白色区より多く見られたことから、赤色区では、午後に休憩の姿勢を取っている鶏が多いことが明らかとなりました。また、鶏の活動値を測定した結果を図10に示しました。体重測定の捕獲時の、うずくまり姿勢の有無に関係なく、赤色区では鶏の活動が抑制されることが示されました。このことに関しては放卵時刻の変化と同様に、色調が関与しているものと考えられますが、その原因については明らかではありません。行動が抑制されることは、ウィンドウレス鶏舎においては、塵埃の発生抑制効果が期待できますが、赤色LEDの光は鶏舎内で従事する作業員の環境面の問題もあり、補助照明として白色灯を同時に点灯する等の対策が必要と思われます。赤色LEDは高度にシステム化され、高密度多羽数飼育をしている鶏舎や、体重の増加と塵埃の発生抑制が期待できる肉用鶏飼育に利用するのが得策と考えられます。

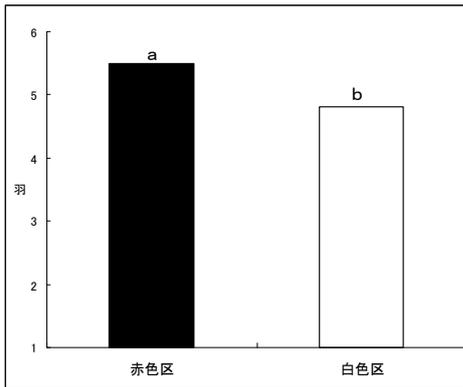


図9 1区1時間当たり休憩羽数に及ぼす赤色LEDの影響
13~17時：3日間測定

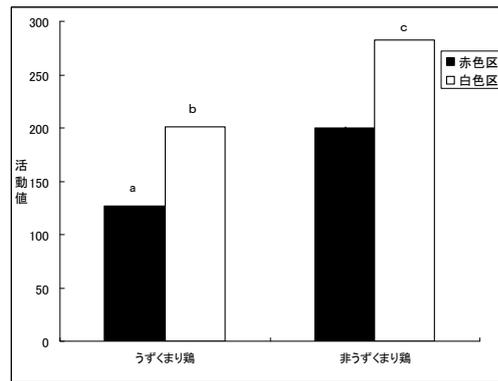


図10 鶏の活動に及ぼす赤色LEDの影響
各3羽、3日間測定

以上の結果から、ウィンドウレス鶏舎内における光源として白熱電球の代わりに赤色LEDを用いると、鶏の活動が抑制され、放卵時刻が遅くなるなどの行動特性が見られますが、卵の生産に影響なく、白熱電球と比較して電気料金が節約でき、1羽当たりの経済性も有利になることが明らかとなりました。

おわりに

生産費の低減対策は、養鶏経営者にとって常に脳裏から消えることのない課題です。中でも電気料金は、今後上昇する可能性があり、ウィンドウレス鶏舎のみならず開放鶏舎においても、省エネ効果の高いLEDの導入は、簡単に電気料金の節約に大きく寄与できる方法であると思います。なお、LEDの導入については、安易に価格のみで判断せず、自分の鶏舎の実情に合わせて調光タイプ、防塵タイプ、防水タイプを勘案して選定するのが良いと思われます。

参考文献

- 1) 平成 21 年度の電気事業者別二酸化炭素排出係数の公表について. 環境省 HP.
- 2) 堀野善久・鶴野 保. 2006. 発光ダイオードの養鶏分野への応用(1). 奈良畜技セ研報, 32:35-40.
- 3) 同. 2008. 発光ダイオードの養鶏分野への応用(2). 奈良畜技セ研報, 34:19-25.
- 4) Rozenboim I, Eilberman E, Gvoryahu G. 1998. New Monochromatic light source for laying hens. Poultry Science, 77:1695-1698.
- 5) 藤中邦則・龍田 健・山崎宗延. 2001. 赤色照明下における採卵鶏の育成期飼育密度と制限給餌及び産卵期の間欠点灯の検討. 兵庫県農業技術研究センター研究報告(畜産), 37:10-13.
- 6) 福田憲和・西尾祐介・上野呈一. 1987. 採卵鶏のウィンドウレス鶏舎における光線管理第 4 報. 成鶏期における低照度点灯の影響. 福岡県農業総合試験場研究報告, C-6:51-56.
- 7) 佐々木健二・坂倉 元・今西禎雄. 1996. 卵用鶏における悪癖防止による生産性の向上. 三重県農業技術センター試験成績報告書(畜産), 13:56-58.
- 8) 池谷守司・松井繁幸. 2011. ウィンドウレス鶏舎内における LED による照明が卵の生産と経済性に及ぼす影響. 静岡県畜技研究所中小家畜研究センター研究報告, 5:20-23.
- 9) 池谷守司・松井繁幸. 2013. 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. 静岡県畜技研究所中小家畜研究センター研究報告, 6:19-23.
- 10) LED ランプの選び方・使い方. 一般社団法人 日本照明工業会 HP.

用語解説

1) LED (発光ダイオード Light Emitting Diode の略)

(ア) 寿命が長く(蛍光灯の 4 倍の 4 万時間) 取り替えの手間がかからない、(イ) 消費電力が白熱電球の 10 分の 1 で電気代が安く省エネ(低コスト) かつ低発熱である、(ウ) 紫外線や赤外線放射がほとんど無いため、虫を寄せ付けず街灯に適する等の特徴があり、その特徴を生かして家庭の照明器具、自動車の照明や交通機関、植物工場、集魚灯などで幅広く使われている。

中小家畜研究センター 養豚・養鶏科 科長 柴田昌弘
養豚・養鶏科 研究員 中川佳美

発行年月：平成26年3月
編集発行：静岡県経済産業部振興局研究調整課

〒420-8601
静岡市葵区追手町9番6号
TEL 054-221-2676

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>

