

UV-LEDを使った鶏舎光環境システムの開発

森奈津・山本光生・富久章子・和田敬宏¹・岡本雅之¹・伊藤浩¹・
 栗飯原睦美²・下畑隆明³・鈴木浩司²・安野卓²・榎本崇宏²・
 芥川正武²・上番増喬³・馬渡一諭³・木内陽介²・高橋章³

要 約

近年の国内新築鶏舎は、鳥インフルエンザ対策や大規模化の促進によりウインドレス式鶏舎が主流である。徳島県の肉用鶏生産では、未だに開放式鶏舎が主流であるが、生産者の高齢化や離農の進行に伴い、ウインドレス式鶏舎の普及が予想される。しかし、肉用鶏生産における既存照明が含まない紫外線を欠く影響は、十分に評価されていない。そこで、本研究は、ウインドレス式鶏舎において、紫外線が肉用鶏生産に及ぼす影響を調査した。

試験Ⅰとして、育成初期から出荷時まで、青白LEDのみを照射する対照区と、青白LED＋紫外線(UVA)を照射する試験区を設定し、ブロイラーにおける生産性への影響を調査した。その結果、試験区は対照区と比較して、出荷時体重、総飼料摂取量およびプロダクションスコア(PS)が低くなり、5～6週齢にかけて日増体量の低下割合が大きくなったが、すべての項目で有意な差がなかった。

試験Ⅱとして、育成初期から出荷時まで白色LEDを照射する対照区と、白色LEDに加えて3週齢以降にUVAを照射する試験区を設定し、生産性への影響を調査した。その結果、試験区は対照区と比較して、出荷時体重、総飼料摂取量およびPSが高くなり、5～6週齢時における日増体量がなだらかな低下になる傾向を示した。しかし、すべての項目で、試験区と対照区に有意差は認められなかった。

以上の結果より、ウインドレス式鶏舎における育成後期のUVA照射は、ブロイラーの出荷時育成成績を向上させると考えられた。

目 的

近年の養鶏経営は、鶏インフルエンザ対策や規模拡大の促進、効率化のため、国内新築鶏舎はウインドレス構造が主流である。ウインドレス式鶏舎は、無窓構造で鶏舎外の影響を受けにくく、光線管理や温度等の環境調整がある程度可能である¹⁾。徳島県の肉用鶏生産は、未だに開放式鶏舎が主流であるが、今後、生産者の高齢化や離農の進行に伴い、労働力軽減に資するウインドレス式鶏舎の普及が予想される。しかしながら、これまで開放式鶏舎で肉用鶏を飼養

してきた生産者がウインドレス式鶏舎を使いこなすことは、容易ではなく、ウインドレス下での生産成績が劣る²⁾との報告もある。また、ウインドレス式鶏舎における光線管理についての研究報告が多く存在する一方で、既存照明が含まない紫外線を欠く影響は十分に評価されていない。

太陽光に含まれる紫外線は、UVA(400-315nm)、UVB(315-280nm)およびUVC(280nm未満)がある。地表に到達するのはUVAおよびUVBであり、そのうち99%がUVAである。紫外線は、病原性微生物への殺菌効果やビタミン

1 日本フネン株式会社研究開発部 2 徳島大学大学院社会産業理工学研究部 3 徳島大学大学院医歯薬学研究部

ンD合成促進などの機能があり³⁾、高病原性鳥インフルエンザを含むA型インフルエンザウイルスを不活化させることが報告されている⁴⁾。

そこで、ウインドレス式鶏舎内において紫外線を照射することにより、鶏の正常な行動や生育、急激な増体を支える骨の健全化を促し、アニマルウェルフェアの向上や優れた生産性の実現が可能になると考えた。さらに、紫外線の殺菌効果が鶏舎内微生物に有効であれば、薬剤に依存しない衛生的な環境の提供が期待できる。

本研究は、次世代LEDによる光環境制御を取り入れた新しい養鶏スタイルを確立することを目的とし、地表に最も存在し、生産者に影響のないUVAを使用した肉用鶏生産における紫外線照射が鶏の成長に及ぼす影響を調査した。

試験Ⅰでは、常時UVA照射がブロイラーの生育に及ぼす影響を調査した。また、試験Ⅱでは、育成後期のUVA照射がブロイラーの生育に及ぼす影響を調査した。

<試験Ⅰ：常時UVA照射がブロイラーに及ぼす影響>

材料および方法

1) 試験期間

令和3年6月8日から令和3年7月20日(42日間)。

2) 供試鶏

市販コマーシャルブロイラーを368羽(雌雄184羽ずつ)を用いて、各区に92羽ずつ(雌雄46羽ずつ)分配した。

3) 試験区分

試験Ⅰの試験区分は、表1-1のとおりである。

電球配置図は、図1-1のとおりである。対照区および試験区ともに、部屋中央に青白LEDを1個設置(高さ2m)した。試験区は、青白LEDに加えて、近紫外線発光ダイオード(日本フネン製)(以下、UVA-LED)を部屋4隅に4個設置(高さ2m)した。対照区の点灯プログラムを図1-2に、試験区の点灯プログラムを図1-3に示した。対照区は、0週齢から3週齢までは、0時から6時および18時から23時まで青色LEDを、6時から18時まで白色LEDを点灯し、23時から24時を暗期とした。3週齢から5週齢は、3時から6時および18時から23時まで青色LEDを、6時から18時までを白色LEDを点灯し、23時から翌3時までを暗期とした。5週齢から出荷時まで、3時から23時まで白色LEDを点灯し、23時から翌3時を暗期とした。試験区は、対照区の点灯プログラムに加えて、育成初期から出荷時まで、24時間UVA-LEDを照射した。

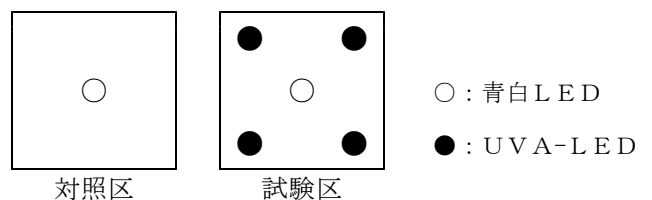


図1-1 試験Ⅰ 電球配置図

表1-1 試験Ⅰ 試験区分および羽数

区 分	照 明 処 理	供 試 羽 数
対 照	青白LED 1個のみ	92羽(雌雄46羽ずつ) × 2反復
試 験	青白LED 1個+UVA-LED 4個	〃

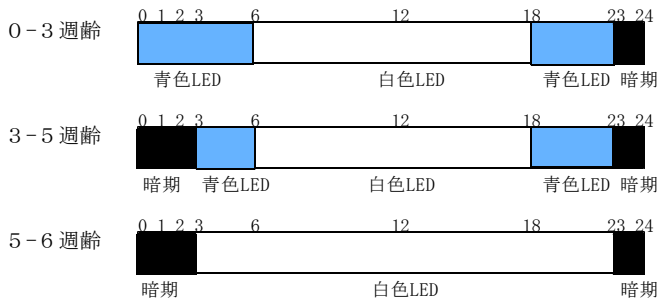


図1-2 試験 I 対照区点灯プログラム

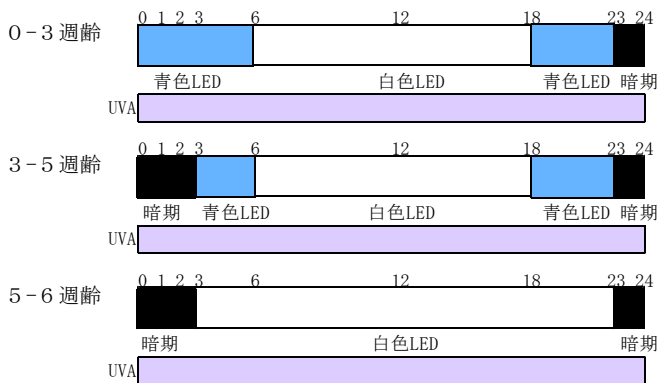


図1-3 試験 I 試験区点灯プログラム

4) 供試飼料

供試飼料を表1-2に示した。試験期間をとおして市販のブロイラー用飼料を用い、不断給餌とした。

5) 飼養管理

試験鶏舎は、平飼セミウインドレス式鶏舎を使用し、飼養密度を38.6羽/坪とした。育雛・育成とも同一場所で飼育した。温度管理は、当課の慣行に従い、パンケーキ型ガスブルーダーによる給温は2週齢時に廃した。飲水はニップルドリンカーを使用し、不断給水とした。

表1-2 試験 I 供試飼料

期 間	種 類	C P	M E
0-3 週齢	ブロイラー肥育前期用	20.0	3,150
3-5 週齢	ブロイラー肥育後期用	18.5	3,230
5-6 週齢	ブロイラー休 薬 用	18.0	3,300

C P : 粗タンパク質 (%)

M E : 代謝エネルギー(kcal/kg)

6) 衛生管理

ワクチネーションは、孵化場にてPOX, MDを接種, 初生時にIB, 2週齢時にND, 17日齢にIBD, 3週齢時にILT, 29日齢時にNDとした。

7) 調査項目

調査項目は次のとおりである。

(1) 鶏舎環境

最高最低気温および午前9時時点の気温・湿度を毎日測定し、7日間毎の平均を算出した。

各部屋の放射照度は、紫外線強度計UVR-300(コニカミノルタセンシング社製)を用いて測定した。測定箇所は、床面に測定器を置き、UVA-LED直下の合計4カ所とし、平均値を部屋の放射照度として算出した。

(2) 飼料摂取量および飼料要求率

7日間毎に残量を測定し、期間内摂取量(7日間摂取量)を算出した。1羽あたり飼料摂取量は、期間内摂取量を期間内延べ羽数で除した値で表した。

(3) 発育体重

体重は、0, 1, 3, 4, 5, 6週齢に全羽数を測定し、平均値で表した。また、この平均値を用いて、0週齢から6週齢の各週齢毎の増体性を算出した。

(4) 出荷時育成成績

育成率は、餌付け羽数および6週齢試験終了時の羽数より算出した。プロダクションスコア(PS)は、出荷時体重、育成率および飼料要求率から算出した。

8) 統計処理

各種項目について、対応のないt検定により有意性の検定を行い、危険率5%未満を有意と判定した。

結 果

1) 鶏舎環境

鶏舎気象について、各週齢における平均値は、図1-4のとおりであった。

各試験区の放射照度は、表1-3のとおりであった。

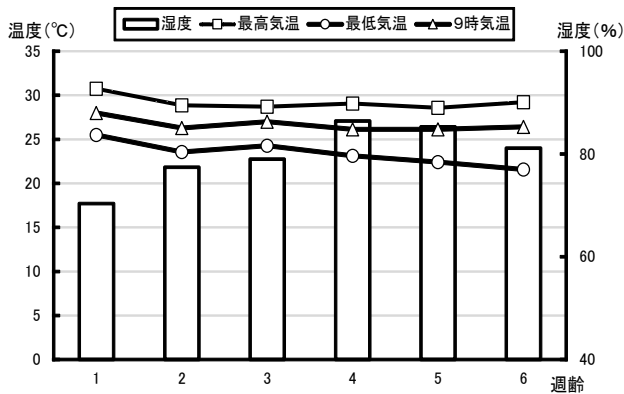


図1-4 試験I 鶏舎気象

表1-3 試験I 放射照度 (μW/cm²)

区	放射照度
対 照	<0.1
試 験	30.8

2) 飼料摂取量および飼料要求率

1週齢から6週齢時までの各週齢における飼料摂取量および総飼料摂取量は、表1-4のとおりであった。総飼料摂取量は、対照区が4,254.3g、試験区が4,129.0gであった。

1週齢から6週齢時までの各週齢毎の飼料要求率は、表1-5のとおりであった。対照区と試験区は、同程度で推移した。

なお、飼料摂取量および飼料要求率は、対照区と試験区に有意な差がなかった。

表1-5 試験I 飼料要求率

区 \ 週齢	1	3	4	5	6
対 照	1.03	1.10	1.21	1.27	1.37
試 験	1.10	1.14	1.22	1.28	1.37

3) 発育体重

1週齢から6週齢時の体重の推移は、表1-6および図1-5のとおりであった。出荷時体重は、対照区が3,147g、試験区が3,046gであった。対照区が試験区より101g重かった。

各週齢毎の日増体量の推移は、表1-7および図1-6のとおりであった。0週齢から5週齢における各週齢毎の日増体量は、対照区と試験区で同様の傾向を示したが、5-6週齢では、対照区が試験区より高くなる傾向を示した。

なお、体重および日増体量は、すべての期間をとおして、対照区と試験区に有意な差がなかった。

表1-4 試験I 飼料摂取量 (1~6週齢: g/羽/日, 総飼料摂取量: g/羽)

区 \ 週齢	1	2	3	4	5	6	総飼料摂取量
対 照	20.3	51.1	86.9	118.6	152.0	179.0	4,254.3
試 験	21.0	51.3	86.6	116.1	147.2	167.9	4,129.0

表 1-6 試験 I 体重の推移 (g/羽)

区	週齢	1	3	4	5	6
	対 照		180	1,049	1,647	2,403
試 験		176	1,020	1,613	2,358	3,046

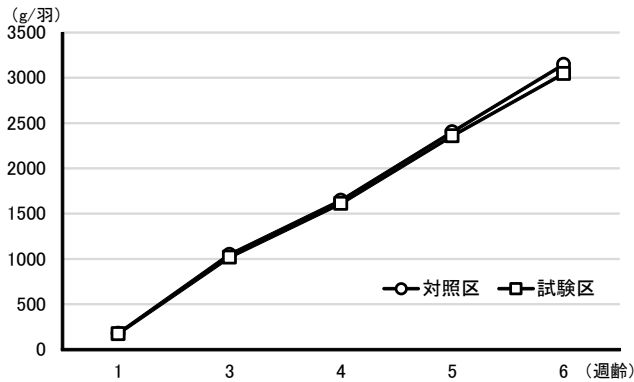


図 1-5 試験 I 体重の推移

表 1-7 試験 I 日増体量の推移 (g/羽/日)

区	週齢	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6
	対 照		19.6	62.1	85.4	107.9
試 験		19.0	60.3	84.7	106.5	98.3

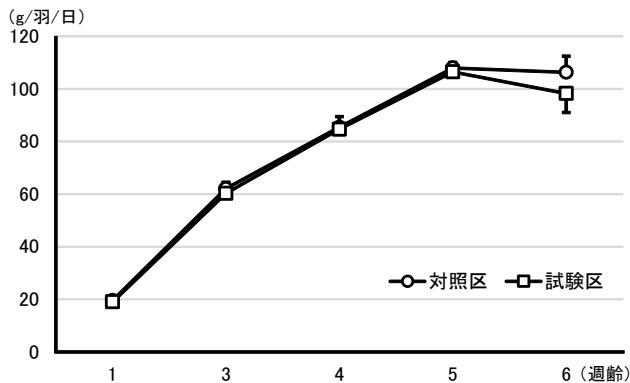


図 1-6 試験 I 日増体量の推移

表 2-1 試験 II 試験区分および羽数

区 分	照 明 処 理	供 試 羽 数
対 照	白色LED 1個のみ	92羽 (雌雄46羽ずつ) × 2 反復
試 験	白色LED 1個 + 3週齢以降UVA-LED 4個	〃

4) 出荷時育成成績

育成率およびプロダクションスコア (P S) は、表 1-8 のとおりであった。育成率は、対照区と試験区に差はみられなかった。P S は、対照区に比べて、試験区が16低かった。

なお、育成率およびP Sともに、対照区と試験区に有意な差がなかった。

表 1-8 試験 I 出荷時育成成績 (体重: g, 育成率: %)

区	6 週齢時			P S *
	体重	飼料要求率	育成率	
対 照	3,147	1.37	98.9	544
試 験	3,046	1.37	99.5	528

* P S = {(出荷時体重 × 育成率) ÷ (飼料要求率 × 出荷日齢)} × 100

<試験 II : 育成後期のUVA照射がブロイラーに及ぼす影響>

材料および方法

1) 試験期間

令和 4 年 6 月 7 日から令和 4 年 7 月 19 日 (42 日間)。

2) 供試鶏

試験 I に準じた。

3) 試験区分

試験 2 の試験区分は、表 2-1 のとおりである。

電球配置図は、図2-1のとおりである。対照区および試験区ともに、部屋中央に白色LEDを1個設置(高さ2m)した。試験区は、白色LEDに加えて、UVA-LEDを部屋4隅に4個設置(高さ1.4m)し、3週齢以降に点灯した。また、対照区と試験区の点灯プログラムを図2-2に示した。3週齢時までは、対照区および試験区ともに、0時から23時を白色LEDのみ点灯し、暗期を23時から24時に設定した。3週齢以降は、3時から23時を白色LEDを点灯し、試験区のみ同時にUVA-LEDを点灯し、暗期を23時から翌3時に設定した。

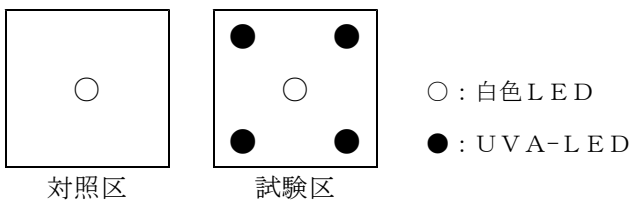


図2-1 試験II 電球配置図

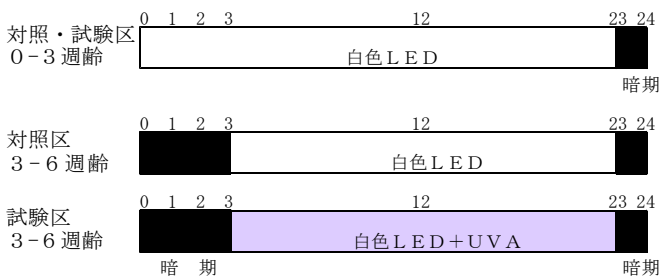


図2-2 試験II 点灯プログラム

4) その他管理

供試飼料, 飼養管理および衛生管理は、試験Iに準じた。

5) 調査項目

試験Iに準じた。

6) 統計処理

試験Iに準じた。

結 果

1) 鶏舎環境

鶏舎気象について、各週齢における平均値は、図2-3のとおりであった。

各試験区の放射照度は、表2-2のとおりであった。

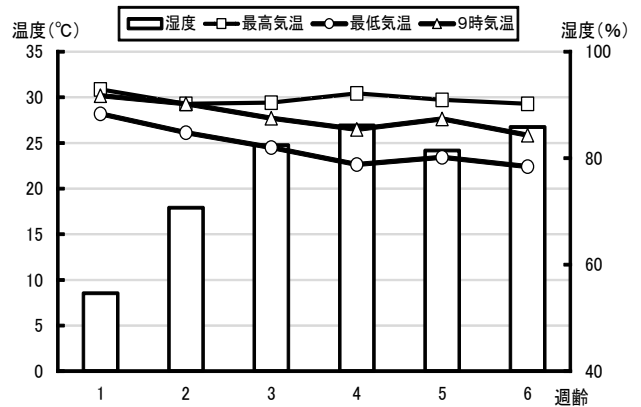


図2-3 試験II 鶏舎気象

表2-2 試験II 放射照度 (μW/cm²)

区	放射照度
対 照	<0.1
試 験	34.6

2) 飼料摂取量および飼料要求率

3週齢から6週齢時までの各週齢における飼料摂取量および総飼料摂取量は、表2-3のとおりであった。総飼料摂取量は、対照区が4,294.5g、試験区が4,339.3gであった。

3週齢から6週齢時までの各週齢毎の飼料要求率は、表2-4のとおりであった。対照区と試験区は、同程度で推移した。

なお、飼料摂取量および飼料要求率は、すべての期間をとおして、対照区と試験区に有意な差がなかった。

表 2-3 試験Ⅱ 飼料摂取量
(3~6週齢: g/羽/日, 総飼料摂取量: g/羽)

区	週齢	3	4	5	6	総飼料 摂取量
対 照		82.0	122.3	160.2	179.1	4,294.5
試 験		85.2	122.5	163.2	180.3	4,339.3

表 2-4 試験Ⅱ 飼料要求率

区	週齢	3	4	5	6
対 照		1.17	1.24	1.25	1.37
試 験		1.17	1.21	1.26	1.36

3) 発育体重

3週齢から6週齢時の体重の推移は、表2-5および図2-4のとおりであった。出荷時体重は、対照区が3,186g、試験区が3,226gであった。試験区が対照区よりわずかに重かった。

3週齢から6週齢の各週齢毎における日増体量の推移は、表2-6および図2-5のとおりであった。5-6週齢における増体性は、試験区が対照区と比較して、なだらかな低下を示した。

なお、体重および日増体量は、すべての期間をとおして、対照区と試験区に有意な差がなかった。

表 2-5 試験Ⅱ 体重の推移 (g/羽)

区	週齢	3	4	5	6
対 照		950	1,593	2,466	3,186
試 験		966	1,643	2,479	3,226

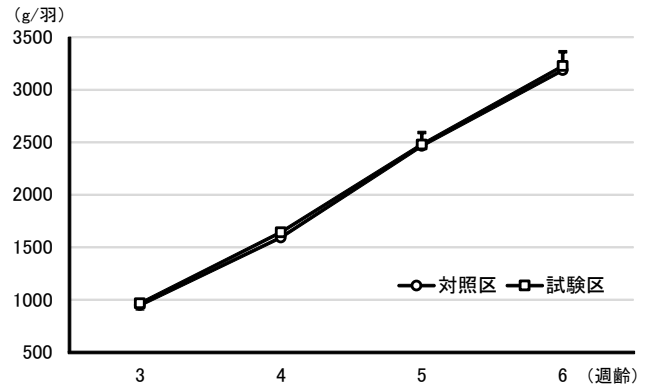


図 2-4 試験Ⅱ 体重の推移

表 2-6 試験Ⅱ 日増体量の推移 (g/羽/日)

区	週齢	3-4	4-5	5-6
対 照		91.9	124.7	102.8
試 験		96.7	119.5	106.8

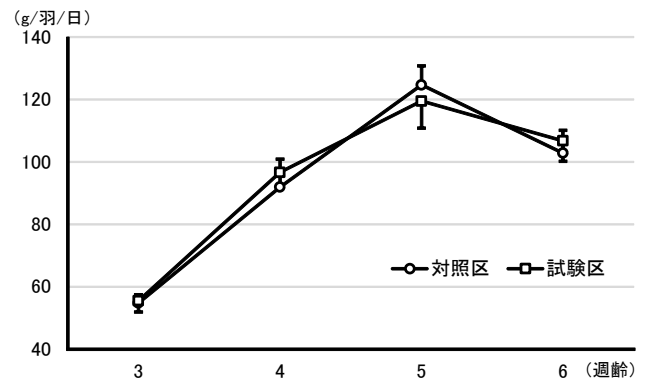


図 2-5 試験Ⅱ 日増体量の推移

4) 出荷時育成成績

育成率およびP Sは、表2-7のとおりであった。育成率は、対照区が94.7%と低かった。P Sは、対照区と比較して、試験区が32高い558であった。

なお、育成率およびP Sは、対照区と試験区に有意な差がなかった。

表 2-7 試験Ⅱ 出荷時育成成績 (体重: g, 育成率: %)

区	6週齢時			P S
	体重	飼料要求率	育成率	
対 照	3,186	1.37	94.7	526
試 験	3,226	1.36	98.9	558

考 察

本研究は、肉用鶏生産において、UVA-L ED照射が鶏の成長に及ぼす影響を調査した。

試験Ⅰでは、育成初期から出荷（6週齢）時までUVAを照射すると、5週齢時までの平均体重、日増体量および飼料摂取量は、非照射区と同程度で推移した。しかし、5-6週齢にかけて、UVA照射区の平均体重、日増体量および飼料摂取量すべての項目が低下したことから、UVAの常時照射は、ブロイラーの5週齢以降の生産性を低下させると考えられた。平本らは、ブロイラー生産において、夜間に青色LED照明を点灯すると、ストレスの指標であるコルチコステロン濃度の低下が認められなかったことを報告している⁵⁾。また、鶏の視覚は、ヒトには見えない紫外線を受感することが報告されている⁶⁻⁸⁾ことから、育成初期から出荷時まで常時UVAに暴露されることにより、鶏はストレスを感じ、飼料摂取量が低下し、出荷時育成成績が低下したと考えられた。

試験Ⅰの結果より、UVA常時照射は、非照射区と比較して、有意な差はみられなかったものの、育成成績が低下する傾向がみられた。当課は、先行研究において、育成初期の光照度が15ルクス以下の青色LED、育成後期が30ルクス以上の白色LEDで光の照度を調整することにより、ブロイラーの発育成績が向上することを報告しており、平成29年に特許を取得している（特許第6098010号 家禽飼育方法）。また、鳥類の視覚は、紫外線を受感していることから、「明るさ」として認識している可能性も考えられた。

そこで、試験Ⅱでは、育成初期から遷移期、育成後期の順に光照度を明るくすると発育成績が向上することから、育成後期にUVAを照射し、光照度を明るくして飼育した。この結果、

非照射区と比較して、5-6週齢の平均体重および飼料摂取量がわずかに高くなり、日増体量もなだらかな低下になる傾向がみられた。さらに、育成率も高い傾向がみられ、育成後期の育成成績の低下が改善された。

以上の結果から、ウインドレス式鶏舎における育成後期のUVA照射は、ブロイラーの出荷時育成成績を向上させると考えられた。

文 献

- 1) 細谷実. 鶏の研究. 1987
- 2) 千葉靖雄, 長内治夫, 菅原好秋, 菊池正, 菊池雄, 千葉健市. 鶏病研究会報. 23(3):158-162 1987
- 3) 環境省. 紫外線環境保健マニュアル. 2020
- 4) Risa.N.N, Kazuaki M, Tomomi Y, Mizuki K, Takaaki S, Takashi U, Mutsumi N, Takahiro E, Masatake A, Yohsuke K, Takahiro W, Masayuki O, Hiroshi I, Ken-ichi Y, Tomo D, Takaaki N, Akira T. Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology. 189:193-200 2018
- 5) 平本大地, 本田和久, 近藤真, 實安隆興, 上曾山博. 日本家禽学会誌. 54(2):37-43 2017
- 6) Hart N.S, Partridge J.C, Cuthill I.C. Vision Research. 39:3321-3328 1999
- 7) Rowe M.P. Palaeonthologia Electronica. 3:3-43 2000
- 8) 杉田昭栄. バイオメカニズム学会誌. 31(3):143-149 2007