

## 要 約

照明器具の光源としてLEDを導入し、大和肉鶏の生産経費低減と品質向上に対する効果を検証した。

前報2月餌付けに続き白色LEDの7月餌付けについて調査を行った結果、生産性は対照区と同等、18週齢時体重は有意差はないものの対照区より大きく雄3613.1g、雌2568.7gであった。鶏の生育に及ぼす影響は2月餌付けと同様の傾向で良好な結果が得られたことから、餌付け時期の違いによる影響は無く白色LED照明の有効性が確認できた。

また青、赤、黄、緑色LEDを照明に使用しその効果を7月および4月餌付けで検証した結果、飼料要求率は対照区には劣ったがいずれの試験も試験区では赤が優れ、7月が0.11差で3.35、4月が0.11差で3.37であった。18週齢時体重はいずれの試験も試験区では赤が最も重く、4月餌付けでは雄3611.8g雌2469.6gで対照区より重い結果となった。

## 緒 言

近年、照明の発光ダイオード（LED）化は省電力、小型、長寿命、小発熱などの利点を生かし表示機器、家電、自動車をはじめあらゆる分野で急速に進んでいる。60年代に登場したLEDは電気機器の位置指示灯などとして利用されてきたが、近年白熱灯を凌ぐ効率に達したこと、青色LEDの発明でフルカラーの再現が可能となったこと、照明に適する白色光を得ることができるようになったことで利用分野が拡大した。一方養鶏分野において鶏舎の照明は生産性向上のため必要不可欠であり、以前は白熱灯が主であったが最近では省電力化のため蛍光灯へ移行してきている。

今回は大和肉鶏のさらなる生産経費の低減と品質向上を図るため、白色LED照明による追試験を行うと共に最適な照明色を検討するため、青、赤、黄、緑色LEDを照明に使用しその効果を検証する。

## 試験1

### 材料と方法

#### 1 供試鶏及び試験区分

平成18年7月26日餌付けの大和肉鶏360羽（90羽×2区分×2反復）

床面照度0.5lx（2週齢までは概ね1.5lx）、照明高さ1.85mに設定し、照明器具の違いで次のとおり区分。

- 試験区：白色LED※(3.6V/20mA)×12×2
- 対照区：白熱電球(20W)×2

※NSPW-515BS・・・φ5mm 光度690mcd 指向特性70度

#### 2 試験期間

平成18年7月26日～11月28日（18週齢）

#### 3 調査項目（試験2および3も同じ）

- 1)生産性 体重、餌料消費量、飼料要求率、育成率、悪癖発生率

2)と体検査 18週齢終了時に平均体重に近い各区雌雄5羽ずつを放血と殺。62℃湯浸抜羽後水道水で冷却し解体した後と体割合、正肉歩留まり、腹腔内脂肪率を測定した。

3)理化学検査 筋肉・脂肪の色調(色彩色差計 MINOLTA CR-200)

4)消費電力、経費

## 結果

### 1 生産性

#### 1)飼料消費量

5~16週齢で試験区の消費量が多く、平均でも82.8gと対照区に比べ0.9g多かった。

#### 2)増体日量

5~12週齢で試験区が大きく、平均でも

24.2gと

対照区に

比べ0.4

g多かつ

た。

#### 3)飼料要求率

12週齢までは試験区がやや優れたが17~18週齢での増体が落ちたことから、平均では差が見られなかった。

#### 4)育成率

試験区は99.4%で2.2%対照区より優れた。

#### 5)体重

体重は8週齢以降雌雄ともに試験区が大きく推移し、12、16週齢で有意な差18週齢では雄3613.1g、雌2568.7gであった。

## 2 と体検査

と体割合に差はみられず、正肉歩留まりは雄で有意に小さく雌では逆転した。腹腔内脂肪率は雌雄ともに試験区が高くなる傾向が見られ、雌で有意に高かった。

表1 生産性

		週齢	1~4	5~8	9~12	13~16	17~18	1~18
飼料消費量 (g)	試験区	23.9	58.0	99.7	126.2	131.3	82.8	
	対照区	24.6	56.2	97.2	124.5	135.0	81.9	
増体日量 (g)	試験区	13.0	26.5	34.6	25.5	18.6	24.2	
	対照区	13.1	25.4	32.4	25.7	21.1	23.8	
飼料要求率 (%)	試験区	1.80	2.20	2.90	5.00	7.20	3.40	
	対照区	1.90	2.20	3.00	4.90	6.40	3.40	
育成率 (%)	試験区	100.0	100.0	100.0	99.4	100.0	99.4	
	対照区	99.4	98.9	99.4	99.4	100.0	97.2	

表2 体重 (g)

		8週齢	12週齢	16週齢	18週齢
♂	試験区	1258.1±148.9	2395.4±232.4	3293.2±321.6	3613.1±339.8
	対照区	1238.3±148.8	2331.5±242.4	3239.4±325.5	3596.9±385.9
♀	試験区	1036.3±126.1	1836.8±181.2 <sup>**</sup>	2356.8±252.1 <sup>**</sup>	2568.7±288.2
	対照区	1005.0±104.5	1727.7±169.6 <sup>**</sup>	2255.1±217.1 <sup>**</sup>	2486.3±255.1

数値は平均値±標準偏差を表す。同週齢同姓同符号間に有意差(\*\*:p<0.01)

表3 と体検査成績 (%)

		と体割合	正肉歩留まり	腹腔内脂肪率
♂	試験区	94.7±1.19	40.3±1.38 <sup>*</sup>	2.7±1.25
	対照区	93.3±1.76	41.8±1.52 <sup>*</sup>	2.5±0.93
♀	試験区	94.9±0.50	40.1±1.61	4.1±0.93 <sup>*</sup>
	対照区	94.9±1.22	39.3±1.49	2.7±1.55 <sup>*</sup>

同姓同符号間に有意差(\*:p<0.05)

表4 もも肉の色調

		L	a	b
♂	試験区	46.9±1.28	12.0±2.46	3.2±1.03
	対照区	46.6±2.16	12.2±2.16	3.0±1.90
♀	試験区	47.8±1.82	10.1±1.85	3.2±0.70
	対照区	46.8±2.52	11.1±2.66	3.8±1.14

有意差なし

表5 むね肉の色調

		L	a	b
♂	試験区	54.3±3.16	3.4±0.72	2.7±0.85
	対照区	52.8±2.65	3.7±1.48	2.7±1.33
♀	試験区	55.3±3.02	2.6±0.79	4.2±1.40
	対照区	54.3±3.07	3.1±0.90	4.5±1.53

有意差なし

### 3 筋肉と脂肪の色調

筋肉の色調に有意な差は見られなかった。腹腔内脂肪はa値において雌雄ともに試験区が低く、雌で有意な差となった。

表6 腹腔内脂肪の色調

	L	a	b	W	
♂	試験区	75.1 ± 2.94	0.3 ± 1.80	16.4 ± 2.19	70.0 ± 2.16
	対照区	72.6 ± 3.12	0.8 ± 1.59	15.1 ± 4.74	68.2 ± 1.75
♀	試験区	72.7 ± 2.93	-1.8 ± 1.71 <sup>***</sup>	14.9 ± 3.85	68.5 ± 1.55
	対照区	73.9 ± 3.88	2.0 ± 3.31 <sup>***</sup>	17.6 ± 3.60	68.2 ± 3.85

同姓同符号間に有意差(\*\*:p<0.01)

### 試験2

#### 1 供試鶏及び試験区分

平成17年7月28日餌付けの大和肉鶏600羽

試験区：青、赤、黄、緑色LED照明  
各100羽(以下B区、R区、Y区、G区)  
対照区：白熱電球(20W×2) 200羽

表7 各LEDの仕様(φ5mm)

	光度	指向性	電圧/電流
B区	3000mcd	30度	3.5V/20mA
R区	1000mcd	40度	1.9V/20mA
Y区	1000mcd	40度	1.9V/20mA
G区	8000mcd	12度	3.8V/20mA

床面照度は各区0.5 lx(2週齢までは概ね1.5 lx)に調整。

#### 2 試験期間

平成17年7月28日~11月30日(18週齢)

## 結果

#### 1 生産性

##### 1) 飼料消費量

R区が81.5gで最も少なく、対照区とB区が共に85g台で多かった。

##### 2) 増体日量

対照区が24.8gで最も多く、次いでR区24.3g、Y区24.1gであった。

表8 生産性

	飼料消費量 (g)	増体日量 (g)	飼料要求率	育成率 (%)
B区	85.4	23.6	3.62	98.0
R区	81.5	24.3	3.35	99.0
Y区	83.6	24.1	3.48	97.0
G区	82.1	23.6	3.48	100.0
対照区	85.6	24.8	3.46	97.5

表9 体重(g)

	8週齢	12週齢	16週齢	18週齢	
♂	B区	1340.2 ± 144.3 AF	2329.5 ± 225.9	3268.0 ± 281.8	3635.0 ± 324.7
	R区	1247.2 ± 134.6 Abc	2343.8 ± 253.1	3336.2 ± 337.4	3709.7 ± 373.9
	Y区	1322.0 ± 111.6 cH	2362.7 ± 248.9	3239.8 ± 312.3	3672.9 ± 344.3
	G区	1332.4 ± 130.0 bG	2363.6 ± 198.3	3231.9 ± 260.0	3563.5 ± 311.4b
	対照区	1241.2 ± 138.4 FGH	2317.8 ± 211.1	3269.0 ± 280.8	3747.1 ± 382.1b
♀	B区	983.0 ± 104.0 D	1642.6 ± 154.4 AB	2192.0 ± 190.0 A	2388.1 ± 216.3aC
	R区	988.0 ± 109.8 E	1694.8 ± 184.8	2250.8 ± 224.5	2495.5 ± 262.2a
	Y区	1021.6 ± 115.3	1763.6 ± 164.8 A	2247.4 ± 214.4	2471.9 ± 274.7
	G区	1066.5 ± 100.8 DEI	1741.8 ± 165.6 B	2242.1 ± 210.6 b	2461.4 ± 237.1d
	対照区	996.3 ± 118.9 I	1717.0 ± 201.9	2353.2 ± 256.9 Ab	2573.5 ± 296.1Cd

数値は平均値±標準偏差を表す。同週齢同姓同符号間に有意差(大文字:p<0.01、小文字:p<0.05)

### 3) 飼料要求率

飼料消費量の少なかったR区が対照区と0.11差の3.35で最も優れ、増体日量が少ないB区が劣った。

### 4) 育成率

いずれの区も97%以上で特に問題は見られなかった。

### 5) 体重

18週齢では雌雄共に対照区が最も重い結果となった。試験区の中では雄はR区が3709gで対照区と約40gの差、雌もR区が74g差の2495gで最も重かった。

表10 と体検査成績 (%)

	と体割合	正肉歩留まり	腹腔内脂肪率
B区	94.3 ± 1.2b	39.4 ± 0.3Ab	2.6 ± 1.5
R区	92.6 ± 1.0ab	39.6 ± 2.4	3.1 ± 0.7a
♂ Y区	94.4 ± 0.7ac	40.9 ± 1.4b	2.5 ± 0.8
	G区	93.8 ± 1.1	41.4 ± 1.0A
対照区	93.2 ± 0.7c	39.6 ± 1.9	2.1 ± 0.7
B区	94.8 ± 1.2	39.9 ± 1.0	4.4 ± 0.9bc
R区	94.2 ± 0.5	39.0 ± 2.3	3.3 ± 0.8
♀ Y区	95.0 ± 0.6	40.2 ± 1.5	3.8 ± 0.8d
	G区	94.6 ± 0.6	41.0 ± 2.1
対照区	94.8 ± 1.3	39.4 ± 2.0	2.5 ± 1.0cd

同姓同項目同符号間に有意差(大文字:p<0.01、小文字:p<0.05)

表11 もも肉の色調

	L	a	b
B区	45.0 ± 1.40	14.6 ± 2.01	3.9 ± 0.95a
R区	43.6 ± 2.29	15.6 ± 1.27AB	3.3 ± 1.12
♂ Y区	48.6 ± 7.53	13.4 ± 1.09Bd	4.8 ± 5.08
	G区	45.1 ± 2.63	13.1 ± 0.78c
対照区	45.2 ± 2.79	15.7 ± 1.81cd	3.3 ± 0.47
B区	43.5 ± 2.11b	13.8 ± 2.23	4.0 ± 1.11
R区	46.0 ± 3.48	13.4 ± 2.25	4.9 ± 1.92
♀ Y区	42.8 ± 1.42a	13.0 ± 1.24	4.0 ± 0.87
	G区	48.2 ± 3.94ab	12.1 ± 0.55e
対照区	45.6 ± 2.06	13.3 ± 1.00e	4.5 ± 0.63

同姓同項目同符号間に有意差(大文字:p<0.01、小文字:p<0.05)

### 2 と体検査

と体割合はY区、B区、G区の雄が対照区より高く、正肉歩留まりはG区、Y区の雄雌とB区の雌が高かった。腹腔内脂肪率はG区雄が対照区より低かった以外は全て試験区が高い結果となった。

### 3 筋肉と脂肪の色調

もも肉はR区がやや濃い傾向が見られ、Y区雄、G区雌でやや薄い結果となった。

むね肉はY区雄でやや薄い結果となった。

腹腔内脂肪はR区雄で白色度がやや高い結果となった。

全般的には、一部の区間において有意差が見られたが傾向として読み取れるものではなかった。

表12 むね肉の色調

	L	a	b
B区	50.4 ± 2.80	4.4 ± 1.17	3.1 ± 0.50
R区	51.2 ± 2.37	3.1 ± 0.69ac	2.9 ± 0.83
♂ Y区	48.4 ± 2.37	3.8 ± 1.09	2.7 ± 0.84
	G区	50.7 ± 2.51	4.2 ± 0.63a
対照区	50.8 ± 1.63	4.6 ± 1.06c	3.2 ± 0.75
B区	49.4 ± 2.44	3.2 ± 0.49b	4.8 ± 0.95
R区	52.9 ± 5.01	3.8 ± 1.21	5.0 ± 1.38
♀ Y区	51.8 ± 3.47	4.3 ± 0.84b	5.8 ± 2.05
	G区	50.6 ± 3.75	3.5 ± 0.90
対照区	50.1 ± 0.89	3.9 ± 0.81	4.5 ± 2.58

同姓同項目同符号間に有意差(小文字:p<0.05)

### 4 消費電力

消費電力は0.78~2.00Wで、白色LEDの1.5~4倍であった。

表 13 腹腔内脂肪の色調

		L	a		b		W
♂	B区	72.7±3.32	3.5±4.29	18.1±3.35	66.6±1.47		
	R区	70.1±2.59	1.1±1.48	13.3±3.71A	67.1±2.01		
	Y区	72.5±4.83	3.0±1.65	18.0±3.82	66.6±2.39		
	G区	72.8±1.96	4.5±3.54	19.9±1.88A	65.8±1.52		
	対照区	71.6±1.01	2.3±1.63	17.5±4.77	66.3±2.28		
♀	B区	71.0±2.75	0.8±1.98	17.0±2.97	66.2±1.29		
	R区	72.1±1.25	2.2±2.09	17.2±3.55	66.9±0.90		
	Y区	70.7±3.44	2.0±3.08	18.1±2.85	65.3±1.87		
	G区	69.5±4.05	1.2±2.06	15.9±3.89	65.2±1.61		
	対照区	74.1±2.63	2.4±1.54	18.6±1.10	67.9±1.84		

同姓同項目同符号間に有意差(大文字:p<0.01)

表 14 消費電力(W)

B区	1.63
R区	1.83
Y区	2.00
G区	0.78
対照区	16.00
ACアダプター、調光器含	

### 試験 3

#### 1 供試鶏及び試験区分

平成 18 年 4 月 7 日餌付けの大和肉鶏 600 羽

床面照度 0.5 lx (2 週齢までは概ね 1.5 lx)、照明高さ 1.85m に設定し、照明器具の違いで次のとおり区分。

- 試験区：青、赤、黄、緑色 LED 照明 各 100 羽(以下 B 区、R 区、Y 区、G 区)
- 対照区：白熱電球 (20W×2) 200 羽

#### 2 試験期間

平成 18 年 4 月 7 日～平成 18 年 8 月 10 日 (18 週齢)

### 結果

#### 1 生産性

##### 1) 飼料消費量

対照区が 75.3 g で最も少なく、試験区では B 区、G 区、R 区が約 80 g で少なかった。

表 15 生産性

	飼料消費量 (g)	増体日量 (g)	飼料要求率	育成率 (%)
B区	79.4	23.1	3.43	97.0
R区	80.4	23.8	3.37	93.9
Y区	83.0	23.7	3.51	96.0
G区	79.6	23.3	3.41	100.0
対照区	75.3	23.1	3.26	99.5

表 16 体重 (g)

		8 週齢	12 週齢	16 週齢	18 週齢
♂	B区	1396.6±168.3	2345.6±269.8 B	3174.2±294.0 b	3426.0±356.9 b
	R区	1425.8±144.9 c	2535.9±188.0 Abcd	3312.0±298.4 abc	3611.8±295.8 Ab
	Y区	1425.6±156.7 d	2426.7±239.1 c	3227.6±317.7	3542.7±363.0
	G区	1374.8±125.8	2431.5±167.6 d	3180.6±256.0 c	3505.3±301.0
	対照区	1340.8±167.8 cd	2374.1±280.1 A	3147.3±381.7 a	3455.9±383.6 A
♀	B区	1102.0±130.1 E	1757.1±169.2	2265.8±224.0	2478.4±254.6
	R区	1103.3±136.6 F	1783.1±226.7	2286.1±260.5	2469.6±314.4
	Y区	1104.4±128.7 G	1815.1±212.9	2279.4±256.3	2500.5±291.5
	G区	1106.7±93.1 H	1753.5±137.3	2205.9±205.5	2449.7±243.1
	対照区	1013.8±133.5 EFGH	1751.8±181.3	2251.2±230.1	2446.2±230.3

数値は平均値±標準偏差を表す。同週齢同姓同符号間に有意差(大文字:p<0.01、小文字:p<0.05)

2) 増体日量

全て 23 g 台で大差はなく、R 区が 23.8 g で最大であった。

3) 飼料要求率

飼料消費量が少ない対照区が 3.26 で最も優れ、試験区では増体日量の多い R 区が対照区と 0.11 差の 3.37 と優れた。

4) 育成率

R 区が 93.9% でやや低かったが、他は 96% 以上で良好であった。

5) 体重

18 週齢では雌雄共に全ての試験区が対照区より重く、雄は R 区が 3611 g で対照区との間に有意差、雌は B 区が 2478 g、R 区が 2469 g で重かった。

2 と体検査

と体割合は雌の全試験区が対照区に対し有意に高く、正肉歩留まりは G 区、Y 区の雌が対照区に対し有意に低かった。腹腔内脂肪率に有意差は認められなかった。

3 筋肉と脂肪の色調

もも肉の色調に有意な差は見られなかった。

むね肉は、a 値において雄の全試験区が対照区より高く R 区、G 区で有意な差、雌の B 区が対照区に対し有意に低かった。b 値では雄の試験区が高く G 区、B 区で有意な差となった。

腹腔内脂肪はいずれも有意な差は見られなかった。

考 察

白色 LED による 2 月餌付けの大和肉鶏飼養試験<sup>1)</sup>では、生産性及び肉質に問題はなく照明に係る消費電力を約 1/30 に出来たことから、7 月餌付けについて調査を行った結果、照明の発光スペクトルの違いや指向性の違いが鶏の生育に及ぼす影響は生産性、歩留まり、

表 17 と体検査成績 (%)

	と体割合	正肉歩留まり	腹腔内脂肪率
B 区	94.7 ± 1.66	41.8 ± 1.69	1.6 ± 1.54
R 区	95.0 ± 1.21	39.9 ± 1.39	2.4 ± 0.87
♂ Y 区	95.1 ± 0.76	40.5 ± 0.87	1.4 ± 1.55
G 区	94.6 ± 1.11	40.5 ± 0.81	2.1 ± 1.03
対照区	95.2 ± 0.65	39.9 ± 1.52	1.4 ± 0.60
B 区	95.5 ± 0.53b	39.7 ± 2.18	3.8 ± 1.50
R 区	95.4 ± 1.00c	39.9 ± 2.08	3.7 ± 0.88
♀ Y 区	95.5 ± 0.84d	39.1 ± 1.14b	3.8 ± 1.03
G 区	95.4 ± 1.09e	38.3 ± 1.05A	4.0 ± 1.45
対照区	93.8 ± 1.00bcde	40.9 ± 1.29Ab	2.7 ± 0.86

同姓同項目同符号間に有意差(大文字: p<0.01、小文字: p<0.05)

表 18 もも肉の色調

	L	a	b
B 区	46.9 ± 2.69	13.5 ± 1.50	3.2 ± 0.70
R 区	48.8 ± 1.83	11.5 ± 1.90	2.9 ± 1.51
♂ Y 区	46.4 ± 1.97	13.2 ± 1.67	2.4 ± 1.20
G 区	48.7 ± 2.21	12.8 ± 0.61	2.5 ± 0.48
対照区	47.4 ± 4.43	11.4 ± 2.80	2.1 ± 1.00
B 区	50.1 ± 2.59	9.9 ± 2.63	4.7 ± 0.69
R 区	48.9 ± 1.78	13.4 ± 2.38	4.1 ± 0.70
♀ Y 区	49.7 ± 1.27	10.8 ± 2.12	4.0 ± 1.42
G 区	49.3 ± 2.87	11.6 ± 1.90	3.5 ± 1.15
対照区	47.9 ± 2.72	10.7 ± 2.04	3.7 ± 0.77

同姓同項目同符号間に有意差(小文字: p<0.05)

表 19 むね肉の色調

	L	a	b
B 区	54.4 ± 2.77	5.4 ± 3.16	4.0 ± 1.22b
R 区	54.2 ± 1.99	4.8 ± 0.67A	3.5 ± 1.19
♂ Y 区	55.2 ± 0.95	4.5 ± 1.50	3.3 ± 1.41
G 区	56.4 ± 1.66	4.8 ± 1.27b	4.1 ± 0.71A
対照区	54.9 ± 2.15	3.2 ± 0.57Ab	2.0 ± 0.81Ab
B 区	50.4 ± 6.99	1.9 ± 0.29CD	3.1 ± 1.50
R 区	54.8 ± 2.21	2.5 ± 0.75	3.9 ± 1.24
♀ Y 区	55.0 ± 4.20	2.7 ± 1.09	3.5 ± 0.74
G 区	57.6 ± 1.91	3.6 ± 0.67C	5.6 ± 1.89
対照区	54.5 ± 1.59	3.4 ± 0.69D	4.2 ± 1.28

同姓同項目同符号間に有意差(大文字: p<0.01、小文字: p<0.05)

肉色、悪癖による損耗など2月餌付けと同様良好な結果が得られたことから、餌付け時期の違いによる影響は無く白色LED照明の有効性が確認できた。

照明色の違いによる生産性への影響については、採卵鶏において赤色光照明で悪癖発生率が低減するとされており<sup>2)3)</sup>、経済

性も赤色光照明は白熱灯と同程度である<sup>3)</sup>とされている。増体日量は赤、黄が対照区と同等の水準にあったが、飼料消費量を考慮すると実用的な照明色としては赤となる。大和肉鶏の生産で重要なポイントは悪癖の防止と生産費の低減であり、悪癖については飼養密度と照度を下げることで発生を抑えているのが現況である。本試験では試験区の照度設定を対照区と同じにしたため悪癖の発生はいずれの試験でも発生は見られず、着色光による悪影響も見られなかった。この設定照度が最大の生産性を発揮できているのかまた肉質においてもより良い照度があるのか不詳であり、今後照度を変えることでより生産性を上げる可能性について検討が必要である。

表 20 腹腔内脂肪の色調

	L	a	b	W
B区	67.0±5.94	3.3±4.55	18.4±5.02	61.4±3.32
R区	65.4±3.14	0.6±1.47	18.0±4.84	60.7±3.57
♂ Y区	68.2±3.13	1.2±3.54	19.2±6.19	62.3±2.89
G区	66.7±4.80	1.9±2.59	17.5±3.42	62.1±3.48
対照区	68.6±1.45	2.0±1.93	21.3±4.48	61.9±2.87
B区	63.6±4.32	-1.0±1.44	13.0±4.70	61.0±3.43
R区	66.9±5.60	0.5±1.57	15.2±5.67	62.9±2.14
♀ Y区	65.0±5.58	-0.8±0.93	17.8±6.87	59.9±2.77
G区	66.2±4.98	-1.7±0.90	15.6±5.22	62.2±2.70
対照区	65.7±4.52	0.0±3.77	14.3±4.26	62.4±3.45

有意差なし

## 参考文献

- 1) 堀野善久ら：発光ダイオードの養鶏分野への応用（1） 奈畜研報 Vol.32 P35-40 (2006)
- 2) 佐々木健二ら：赤色照明及び鶏舎内構造物の赤色塗装による採卵鶏の悪癖防止 三重農技セ研報 Vol.26 P31-35 (1999)
- 3) 藤中邦則ら：ウィンドウレス鶏舎における照明色が産卵鶏の育成及び産卵能力に及ぼす影響 兵庫農技研報 Vol.36 P23-26 (2000)
- 4) 藤中邦則ら：赤色照明下における採卵鶏の育成期飼育密度と制限給仕及び産卵期の間欠照明の検討 兵庫農技研報 Vol.37 P10-13 (2001)
- 5) (社)照明学会：光をはかる (1987)
- 6) (財)日本規格協会：照明をはかる (1989)