

ブロイラーの光線管理

By: Karen Schwean-Lardner & Dr. Hank Classen

University of Saskatchewan, Canada

要約

従来、ブロイラーでは長時間点灯飼育が増体を最高にすると考えられてきた。しかし、日長時間と、コマーシャルブロイラーの種々の特性との関係を調べた最近の調査研究によると、そのことが常に正しいとは限らないことが示された。このレポートでは、日長時間に対するブロイラーの反応（生産性、歩留とウエルフェア形質）に関する最新の情報を提供する。

キーポイントは：

- ・ 日長時間に対する反応に、鶏種や性による差はない。
- ・ 23 時間照光をしてもブロイラーの生産性は最高にならず、この光線プログラムは薦められない。
- ・ 23 時間点灯することは次に悪影響を与える。
 - －増体
 - －飼料摂取量
 - －斃死率
 - －処理場成績
 - －ブロイラーのアニマルウエルフェア
- ・ ブロイラーの成績とウエルフェアは、17 から 20 時間の間の点灯をしたとき最高になる。

以下、このレポートでは
照光時間を
L と省略する。

はじめに

光線はブロイラー生産にとって重要な管理手法であり、少なくとも3つの要素、波長と照度、および照光時間とその配分から成り立つ。後者の要素はそれだけで効果があると考えられるが、相互に影響しあうことも知られている。ブロイラーの光線に関するほとんどの研究は、今まで照光時間とその配分についてなされてきた。従来、飼養管理で長い照光時間を用いることは、給餌時間が最も長くなり、その結果、最高の増体が得られると考えられてきた。エビアジェン社と Saskatchewan 大学による共同研究で、暗闇に曝すこととコマーシャルブロイラーの色々な特性との関係が調べられた。その研究のうち、ここでは、ブロイラーの生産性と歩留、ウエルフェアとトリの健康に対する、日長時間 14 (14L)、17 (17L)、20 (20L) と 23 (23L) の連続照光の影響について述べる。

材料と方法

ブロイラーの生産成績に対する、日長時間とブロイラーの性と鶏種およびそれらの相互関係の影響を調べるため、4回の試験が行われた。表1に試験で用いた出荷日齢と収容密度を要約している。これらの試験には合計 16,000羽を少し越えるブロイラーが用いられた。各試験では2つの鶏種 (Ross x Ross 308 と Ross x Ross 708) がテストされ、オスとメスは別々に飼育された。統計学的分析では、調べた項目では鶏種と光線プログラム、あるいは鶏種と性の相互作用に有意差は証明できなかった。相互作用がないことは、2つの鶏種と性は光線の変化に同じように反応することを示している。したがってこのレポートでは、主に光線の影響について焦点を当てる。

表1：試験詳細

実験番号	総羽数	出荷日齢	出荷時最高収容密度
1	5040	31 または 39 日齢	24kg/m ²
2	4464	39 または 49 日齢	30kg/m ²
3	3712	39 日齢	30kg/m ²
4	2912	48 日齢	30kg/m ²

光線プログラム処理は、日長時間と特定の生産成績の関係を明らかにするため段階的な日長時間とした。光線処理は、14 (14L)、17 (17L)、20 (20L) と 23 (23L) の連続照光の日長時間とした。すべてのトリは、試験用に餌付けされてから7日齢まで、照度 20 ルックス (2 フートキャンドル fc) で 23 時間照光に曝された。照度は照光時間短縮と同時に 8 ルックス (0.8fc) に落とされた。照度は餌付日と7日齢の光線プログラム開始時に各部屋の中央のペンの中央部でトリの高さで測定された。実験室は、光の侵入を防ぐため換気扇と入気口にはライトトラップが設置された。光源は白熱球であった。

試験は環境的に独立した8部屋で、各部屋12ペン (オス6ペン (ペン当たりオス53羽) とメス6ペン (ペン当たりメス63羽)) に分けて行われ、環境条件はコマーシャルブロイラーの設定と同様であった。各光線プログラムは各試験2部屋を用いて2反復された。ブロイラーヒナはコマーシャル孵化場で孵化したものをを用いた。試験1と2では水洗消毒を行った部屋で敷料材として麦藁が用いられたが、試験3では麦藁主体の敷料が再使用され (2回再使用)、試験

4では3回再使用された。室温は育雛温度から22℃まで徐々に下げる一般的な業界の慣例に従った。飼料（ペン当たりチューブフィーダー1個；0から24日齢－円周110cm；25日齢から出荷－円周137.5cm）と水（ルービン社製4087ニップルドリンカー、ペン当たりニップル7個）は不断給餌・給水。飼料給与量は餌付1羽当たりスターター0.5kg（クランブル）、グロワー2kg（クランブル）、そしてフィニッシャーとして残りの飼料（ペレット）。49日齢出荷群には1.6kgのフィニッシャー1が給与され、続いてフィニッシャー2が出荷まで給与された。すべての飼料は主としてトウモロコシと大豆粕ベース。試験1と2の飼料成分は表2、試験3と4は表3参照。

表2：光線試験1と2に使用した飼料の比較

原料%	スターター	グロワー	フィニッシャー1	フィニッシャー2
トウモロコシ	54.16	58.77	64.17	67.83
大豆粕	37.60	32.70	27.50	24.80
キャノーラオイル	3.25	4.00	4.00	3.35
第2リン酸カルシウム	1.92	1.72	4.62	1.40
炭酸カルシウム	4.56	1.41	1.36	1.24
食塩	0.35	0.37	0.36	0.33
ビタミンミネラルプレミックス ^{1, 2}	0.19	0.19	0.19	0.14
塩化コリン ³	0.07	0.09	0.11	0.12
DL-メチオニン	0.28	0.23	0.17	0.20
L-スレオニン	0.02	0.01	0.00	0.03
L-リジン HCL	0.17	0.11	0.11	0.15
プロボンド（エンドウ豆デンプン）	0.26	0.15	0.15	0.15
重曹	0.22	0.20	0.21	0.22
Bio-Cox 120	0.06	0.06	0.06	0.06
Rovomix E50 ⁴	0.0004	0.0004	0.0004	0
栄養成分：（%）	スターター	グロワー	フィニッシャー1	フィニッシャー2
AME(kcal/kg) ⁵	3050	3149	3200	3200
粗タンパク質	22.0	20.0	18.0	17.1
カルシウム	1.00	0.90	0.85	0.76
非フィチン態リン	0.50	0.45	0.42	0.37
ナトリウム	0.21	0.21	0.21	0.20
アルギニン	1.51	1.36	1.20	1.121
リジン	1.38	1.20	1.06	1.021
メチオニン	0.62	0.55	0.47	0.481
総含硫アミノ酸	1.030	0.920	0.840	0.760
スレオニン	0.88	0.79	0.70	0.691
トリプトファン	0.31	0.28	0.24	0.223

¹飼料1kg当たり添加量：ビタミンA, 9425 IU；ビタミンD, 3055 IU；ビタミンE, 50 IU；ビタミンK, 1.43 mg；チアミン, 1.95 mg；リボフラビン, 6.5 mg；ナイアシン, 65 mg；ピリドキシン, 3.25 mg；ビタミンB12, 0.013 mg；パントテン酸, 13.0 mg；葉酸, 1.1 mg；ビオチン, 0.163 mg；抗酸化剤, 0.081 mg。

²飼料1kg当たり添加量：鉄, 55 mg；亜鉛, 60.5 mg；マンガン, 74 mg；銅, 5.5 mg；ヨウ素, 0.72 mg；セレン, 0.3 mg。

³塩化コリンプレミックス中のコリン濃度は60%。

⁴飼料1kg当たり添加量 Rovomix のE濃度は500 IU/g。

⁵ National Research Council 1994.

表 3：光線試験 3 と 4 に使用した飼料の比較

原料%	スターター	グロワー	フィニッシャー 1	フィニッシャー 2
トウモロコシ	54.3	58.7	64.3	67.29
大豆粕	37.5	32.62	27.47	25.40
キャノーラオイル	3.3	4.15	4.10	3.35
第 2 リン酸カルシウム	1.92	1.72	1.57	1.39
炭酸カルシウム	1.58	1.40	1.39	1.24
食塩	0.361	0.368	0.346	0.330
ビタミンミネラルプレミックス ^{1, 2}	0.126	0.127	0.127	0.127
塩化コリン ³	0.018	0.086	0.098	0.119
DL-メチオニン	0.324	0.264	0.234	0.198
L-スレオニン	0.083	0.051	0.041	0.031
L-リジン HCL	0.173	0.112	0.007	0.146
プロボンド (エンドウ豆デンプン)	0.150	0.150	0.150	0.150
重曹	0.210	0.200	0.200	0.220
Rovomix E50 ⁴	0.004	0.004	0.004	0.004
栄養成分： (%)	スターター	グロワー	フィニッシャー 1	フィニッシャー 2
AME (kcal/kg) ⁵	3060	3163	3212	3200
粗タンパク質	21.7	19.7	17.6	17.0
カルシウム	1.00	0.89	0.85	0.76
非フィチン態リン	0.50	0.45	0.41	0.37
ナトリウム	0.211	0.210	0.201	0.20
アルギニン	1.511	1.358	1.200	1.121
リジン	1.380	1.200	0.980	1.021
メチオニン	0.665	0.582	0.528	0.481
総含硫アミノ酸	1.030	0.920	0.840	0.760
スレオニン	0.940	0.830	0.740	0.691
トリプトファン	0.309	0.275	0.241	0.223

¹ 飼料 1kg 当たり添加量：ビタミン A, 9425 IU; ビタミン D, 3055 IU; ビタミン E, 50 IU; ビタミン K, 1.43 mg; チアミン, 1.95 mg; リボフラビン, 6.5 mg; ナイアシン, 65 mg; ピリドキシン, 3.25 mg; ビタミン B12, 0.013 mg; パントテン酸, 13.0 mg; 葉酸, 1.1 mg; ビオチン, 0.163 mg; 抗酸化剤, 0.081 mg.

² 飼料 1kg 当たり添加量：鉄, 55 mg; 亜鉛, 60.5 mg; マンガン, 74 mg; 銅, 5.5 mg; ヨウ素, 0.72 mg; セレン, 0.3 mg.

³ 塩化コリンプレミックス中のコリン濃度は 60%.

⁴ 飼料 1kg 当たり添加量 Rovomix の E 濃度は 500 IU/g.

⁵ National Research Council 1994.

体重と残余飼料は、斃死率補正をしたものと、しないもの両方の飼料要求率を出すため 0、7、31/32、38/39 日齢と、それ以後も残る試験では 48/49 日齢で記録された。鶏群は毎日観察され、苦痛を示すトリは安楽死させられた。斃死鶏は 1 日 2 回、回収され、淘汰鶏とともに体重測定され、死亡や病気の原因を知るため剖検された。

歩留試験のため、無作為に選んだトリには翼帯が二重に掛けられ、飼料 (4 時間) と水 (追加で 2 時間給水) を切った後、個々に体重が測られた。それらのトリはその後、屠殺するためにコマーシャル処理場に送られた。屠体は処理場で回収され、歩留を調べるため、氷でパックし

て Saskatchewan 大学に送り返された。各試験（同じ日齢と同じ実験）のため、鶏種×光線処理区当たり 28 から 32 羽のオスと 28 から 32 羽のメスが解剖された。歩留試験は、ムネ肉（皮、大胸筋と小胸筋）、骨付き右腿、左腿（皮、肉、骨）、骨付き右下腿、左下腿（皮、肉、骨）、手羽、腹腔内脂肪とガラ（屠体の残り）が計測された。

この実験データの分析に用いた統計的手法としてはブロックと考えられる複数の実験を 4（日長時間）× 2（性）× 2（鶏種）の要因配置にして行った；光線処理は同室内で入れ子順に配列した。分散分析には、SAS の一般線形化モデル（Proc GLM of SAS）、平均値の差の検定には Duncan's Mean Test、回帰分析には、Regression (Proc Reg) 及び Response Surface Regression (Proc RSReg) を用いた。パーセンテージデータは分布を標準化するために、データ分析の前に、対数変換（log+1 変換）を行った。特に明記しない場合には、確率が 5% 以下の時、有意差があると判断した。

キーポイント：

- ・ ブロイラーの生産成績に対する日長時間とブロイラーの性、及び鶏種の影響を知るため 4 つの試験が行われた。
- ・ 2 つの鶏種（Ross 308 and Ross 708）がテストされ、オスとメスは別々に収容された。
- ・ 光線処理は、14 時間、17 時間、20 時間および 23 時間の日長時間で、連続点灯とした。
- ・ すべてのトリは最初の 7 日間、20 ルックス 23 時間照光とされた。
- ・ 飼料はトウモロコシ/大豆粕主体。スターターはクランブル、グロワーもクランブルそしてフィニッシャーはペレットであった。
- ・ 体重は、0、7、31/32、38/39 及び 48/49 日齢で記録された。
- ・ FCR（飼料要求率）は、斃死率補正ありとなしで計算された。
- ・ 歩留試験は、民間処理場で屠殺された後、Saskatchewan 大学で行われた。
- ・ 光線に対する反応では、2 つの鶏種や性に差はなかった。このレポートでは「平均」ブロイラー成績に対する光線の影響について焦点を当てる。

ブロイラー成績と歩留に対する日長時間の影響

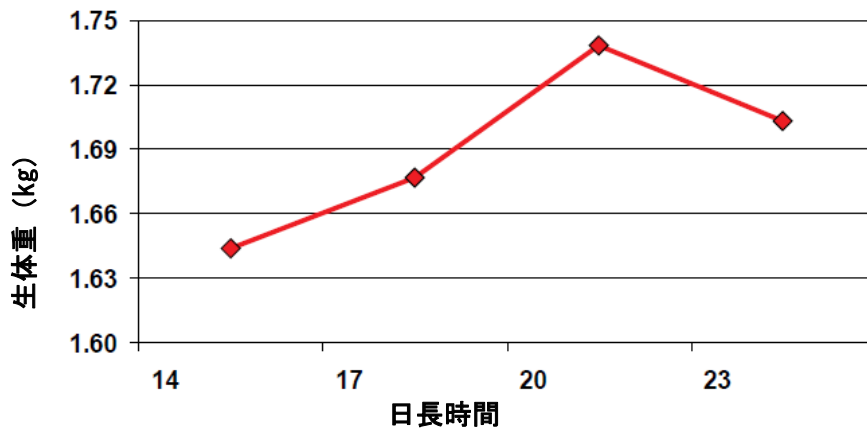
このセクションでは、生産性と歩留に対する、日長時間 14 (14L), 17 (17L), 20 (20L) および 23 (23L) 時間連続照光の影響について述べる。

増体

これらの試験に用いたヒナは、各光線処理区とも 42g の開始平均体重であった。増体は、すべての試験で、公表されているエビアジェン社のブロイラー成績目標より有意に約 15% 良かった。

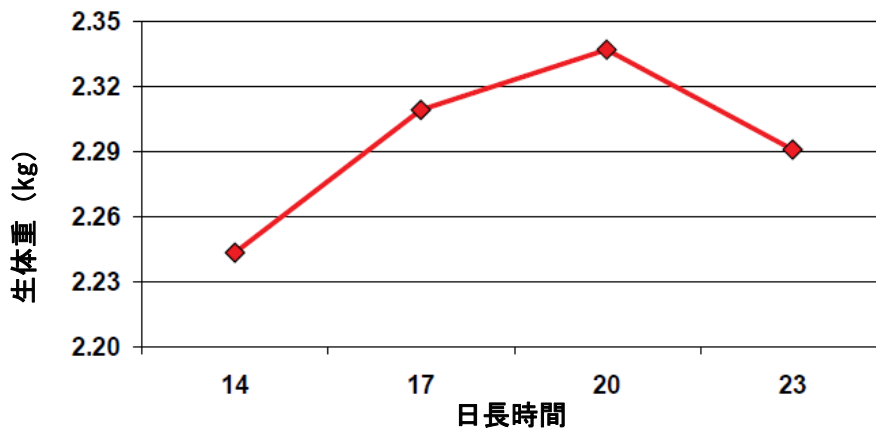
日長時間は増体に大きく影響し、その影響は出荷日齢によって異なった。31/32 日齢では、2 次方程式的に日長時間に反応し、体重は 20L が最も大きくなった（図 1）。このことは、終夜点灯あるいは終夜点灯近い照光時間が若い日齢で出荷されるブロイラーを最高の増体にするという理論的な考え方とは異なる。20L 以下に日長時間を短縮させることは体重を減少させる。しかしこの若い出荷日齢でも、17L で飼育したブロイラーは 23L と比較して増体に有意な差はなかった。

図 1 : 31/32 日齢体重に対する日長時間の影響



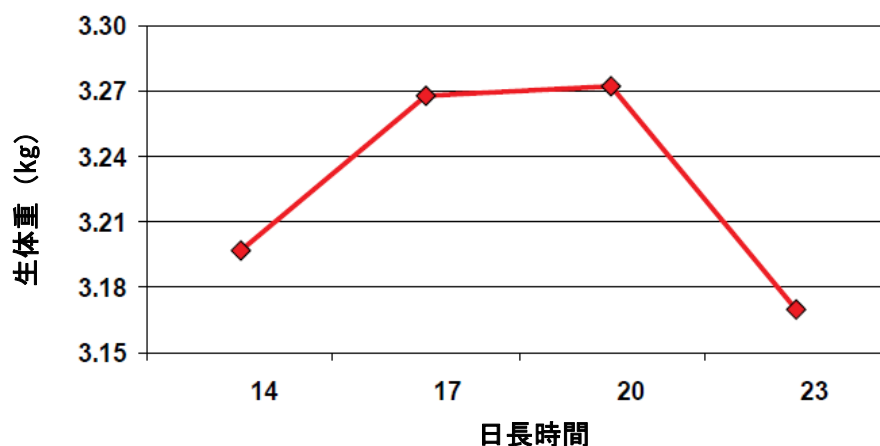
38/39 日齢まで飼育されたトリの場合も同様の傾向が見られる (図 2)。ここでも二次式的な関係が見られ、20L が最も重くなり、その時間より長くても短くても体重は軽くなった。実際には、23L 処理は数字上、17L にしたものより軽い体重になった一トリを長く飼えば、トリが順応するために十分な期間がとれ、短い日長時間と長い消灯時間を補うようにその採食行動を変化させることができる。

図 2 : 38/39 日齢体重に対する日長時間の影響



トリを大物出荷体重 (48/49 日齢で約 3.2kg) まで飼育する時、暗期の時間を延ばすことは有益である。最高の体重は 17L と 20L 処理区のブロイラーに見られた。14L で飼育されたトリは代償性発育を示し、23L で飼育されたトリの体重と同じであった (図 3)。結論として、大物出荷体重まで飼育されるブロイラーは、日長時間の短縮による飼育初期の発育抑制を補うために、より多くの時間が残っているといえる。

図 3 : 48/49 日齢体重に対する日長時間の影響



キーポイント :

- ・ 日長時間は出荷日齢によって左右されるが、増体に大きな影響を与える。
- ・ 20 時間の日長時間にされたトリが、すべての日齢で最高の増体を示す。
- ・ 日齢が大きくなると、トリは日長時間の短縮に順応することができる。短い日長時間の下では、遅い日齢で出荷されるブロイラーが若い日齢で出荷されるトリより、比較的良好な成績を上げる。
- ・ 短い日長時間（すなわち 14 時間照光）は、出荷日齢を問わず増体を減少させる。
- ・ 長い 23 時間の日長時間も増体に悪影響がある。この試験から得られたデータからは、終夜点灯に近い照光時間が最高の増体を達成するという考え方を支持することはできない。

飼料摂取量

飼料摂取量も日長時間による影響を受ける（表 4）。一般的には、飼料摂取反応は増体に対する反応と非常によく似ている。すべての出荷体重において、20L にしたブロイラーが他の処理区より飼料摂取量は多い。増体と同じように、23L と 20L の比較では、採食できる時間が多ければ常に飼料摂取量が多くなるという多くの人の発想は正しくない。ブロイラーは昼間の採食を好むから、20L より短い日長時間にされたブロイラーは少なくしかエサを食べないと予想され、そしてデータでもその通りになっている。増体で述べたように、結果は日齢が大きくなれば、ブロイラーは短い日長時間を補うように、その採食行動を変化させることも示している。多く餌を食べるトリが大きく、少ししか食べないトリが小さいという考え方は若齢出荷では証明されているけれども、出荷日齢の遅いトリの場合は必ずしもそうではない。例えば、14L で飼育されたブロイラーは 0 から 48/49 日齢まで 23L で飼育されたブロイラーと同じ体重になったが、明らかに少ない飼料しか食べなかった。同じ出荷日齢で、同じ体重であったにもかかわらず、17L のブロイラーは 20L ブロイラーよりも少ししか餌を食べなかった。この差は、昼間が短く夜が長いようにしたブロイラーの FCR が良好なことに関係している。

表 4：飼料摂取量に対する日長時間の影響 (kg/羽)

	光線プログラム				SEM
	14L:10D	17L:7D	20L:4D	23L:1D	
0-31/32 日齢	2.43 ^D	2.57 ^C	2.68 ^B	2.61 ^B	0.013
0-38/39 日齢	3.58 ^C	3.75 ^B	3.87 ^A	3.78 ^B	0.020
0-48/49 日齢	5.69 ^C	5.94 ^B	6.15 ^A	5.89 ^B	0.057

^{ABCD} 異文字間に有意差 (P<0.05)

キーポイント：

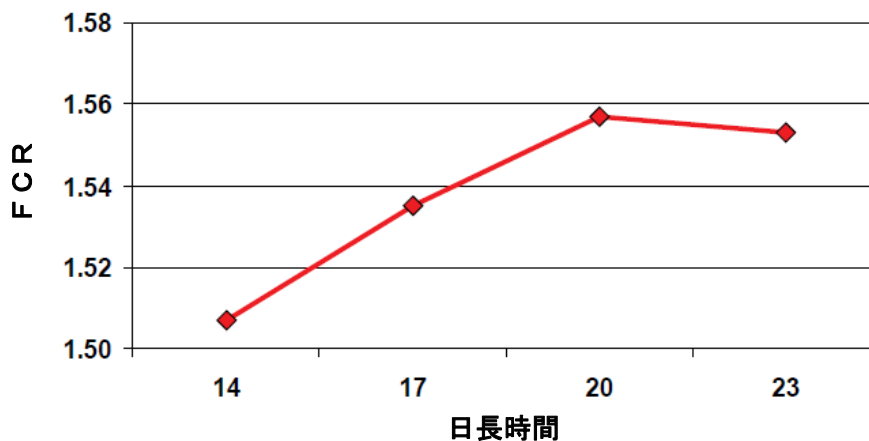
- ・ 飼料摂取量は 20 時間日長で飼育したブロイラーが最も多かった。日長時間をこの時間より増加させても減少させても、大きくかつ有意な飼料摂取量の減少が見られた。
- ・ ブロイラーは日齢が大きくなると、短い日長時間を補うように採食行動を変化させる。
- ・ 遅い日齢で出荷するトリ (48/49 日齢) の場合、飼料摂取量の差は増体と関係しないが、短い昼間と長い夜を与えた場合 (下記参照)、飼料効率を改善する結果になる。
- ・ 飼料摂取量データは、終夜点灯に近い照光時間 (23 時間日長) が給餌時間を最も長くできるので飼料摂取量を増加させる結果になるという考え方は正しくないことを示している。

飼料効率

飼料要求率

飼料要求率 (FCR) はブロイラー業界で飼料の効率を評価する一般的な方法であり、斃死率補正あるいは体重補正しない飼料要求率に対する日長時間の影響は図 4、5 と 6 に示している。0-31/32 日齢の FCR は日長時間を短縮すれば 2 次式的に改善され、その結果、最も効率的なトリは、14L の下で飼育された (図 4) ものであった。20L と 23L のトリの FCR は同じであった。

図 4：0-31/32 日齢ブロイラーの FCR に及ぼす日長時間の影響



0-38/39 日齢のデータも同様である (図 5)。反応はここでも 2 次式的で、日長時間の短縮は FCR を改善している。23L で飼育されたトリは 17L で飼育されたトリと同じ体重であったので、日長時間の影響は体重増加に関係していないが、17L は FCR に大きな改善が見られている。

図 5 : 0-38/39 日齢ブロイラーの FCR に及ぼす日長時間の影響

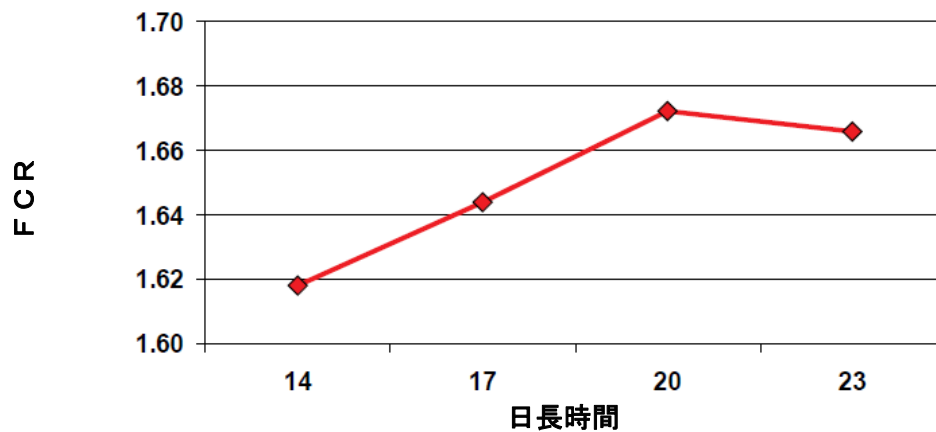
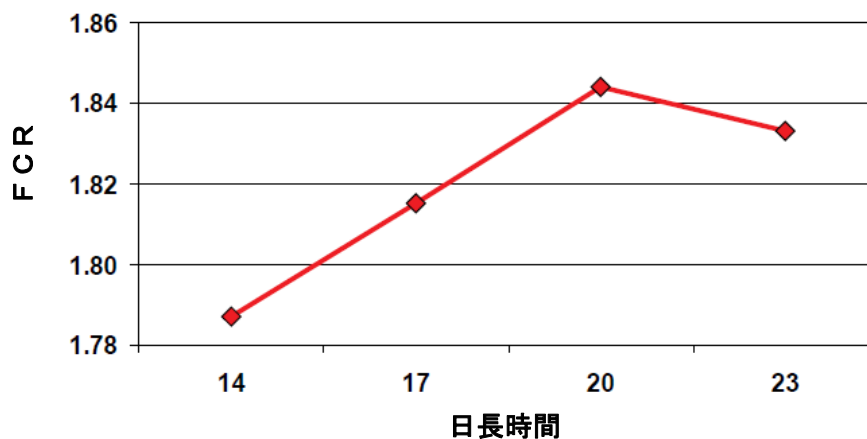


図 6 は 0-48/49 日齢出荷のデータを示している。曲線の形は他の出荷日齢と同じで、14L と 17L ブロイラーは体重が 23L ブロイラーと同じか大きいから、ここでも短い日長時間における FCR の改善は増体の違いによるものではない。

図 6 : 0-48/49 日齢ブロイラーの FCR に及ぼす日長時間の影響



この研究では、FCR に対する日長時間短縮の効果の理由を立証することはできなかったが、斃死率の影響あるいは活動に関係する維持必要量の変化や消灯時間中のトリの代謝の変化など、可能性のあるメカニズムを説明する手助けはできる。斃死率の影響は下で述べるが、FCR に対して日長時間の影響がでるのは斃死率が部分的に原因している。しかし、好影響は、結果を死亡または淘汰したトリの体重で補正した後も残っている。この試験で集めた他のデータの知見を基にすると（ウエルフェアの章参照）、効果はトリの活動性のせいではない。たとえ暗期中の調査を含んだ全体の行動調査でも、短い日長時間のトリは実際に長い日長時間のトリよりも活動的である。FCR が改善するもう一つの可能性のある理由は、暗闇の中で起こることが知られている、代謝低下に伴う維持エネルギー必要量の減少である。

キーポイント：

- ・ 飼料効率は日長時間短縮（長時間の夜間）で改善され、出荷日齢に関係なくブロイラーが14時間照光で飼育された時、最高の飼料効率が得られた。
- ・ この飼料効率の改善は体重増加の差によるものではないが、多分夜間に起こる代謝低下の結果として、維持エネルギー必要量が減少するためであろう。

飼料要求率（斃死率補正）

業界では飼料要求率が飼料の効率を評価する主な方法であるが、科学的には斃死や淘汰体重によって補正した飼料要求率を見るのが適切である。この方法では、死亡淘汰鶏の体重が体重増加に加えらるるので、飼料要求率評価の結果は、斃死率の影響を受けない。斃死率補正した飼料要求率のデータは図7、8と9に示すが、補正しない要求率に非常によく似ている。これらの結果は、短時間の日長時間に曝されたブロイラーは、斃死率に関係なく、飼料効率が良いことを示している。

図7：0-31/32日齢ブロイラーのFCR（斃死率補正）に対する日長時間の影響

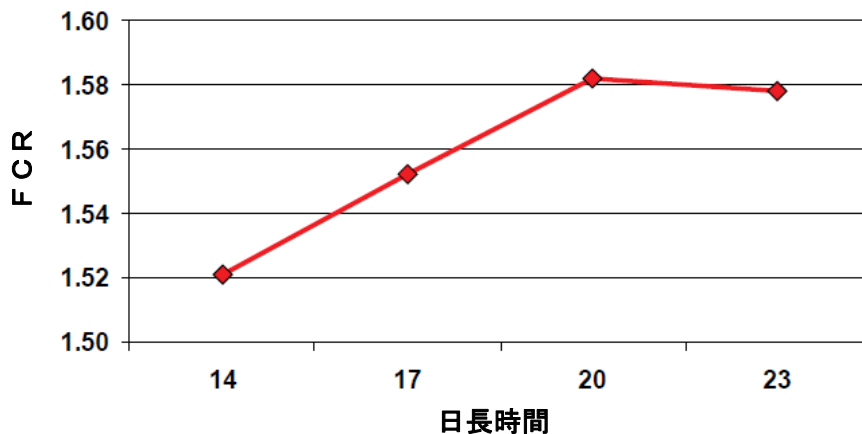


図8：0-38/39日齢ブロイラーのFCR（斃死率補正）に対する日長時間の影響

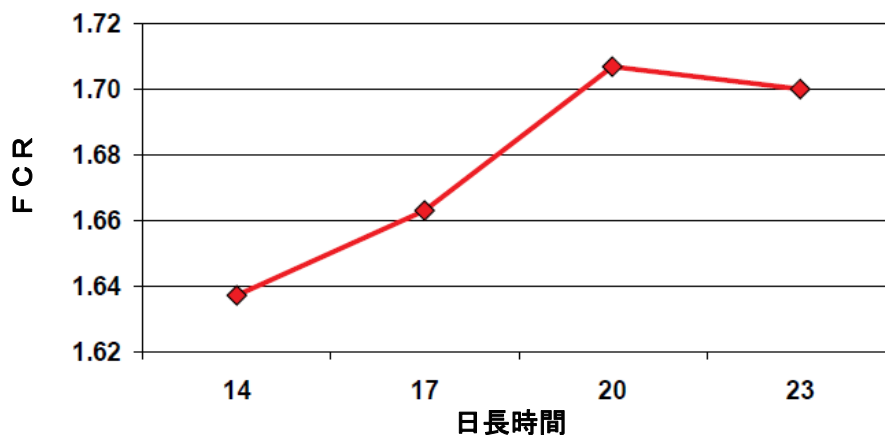
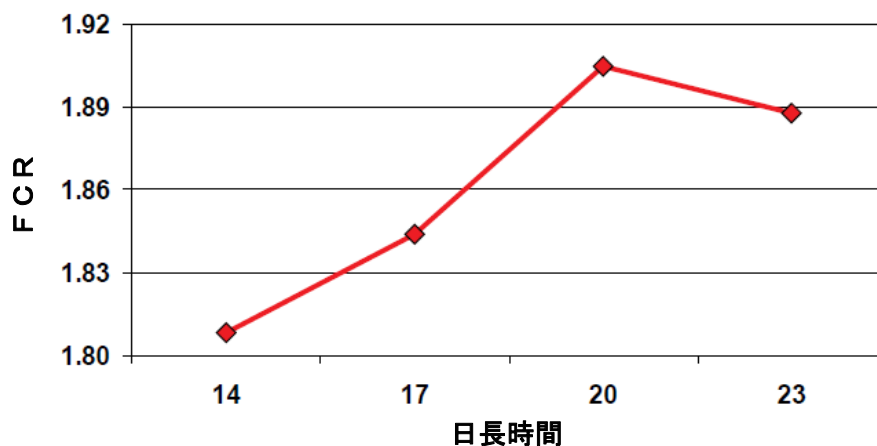


図 9 : 0-48/49 日齢ブロイラーの FCR (斃死率補正) に対する日長時間の影響



キーポイント :

- ・ 飼料要求率に対する日長時間短縮の効果は斃死率の影響を受けない。

斃死率

7 日齢から 31/32、38/39 および 48/49 日齢の斃死淘汰率に対する日長時間の影響は、図 10、11、12 に示している。データによると、日長時間は直線的にブロイラー鶏群の斃死淘汰率に影響を及ぼすことが明らかになっている。出荷日齢にかかわらず、日長時間を短くすれば斃死淘汰が少なくなる。注目すべきは、17L 以下に日長時間を短くしても、それ以上斃死率が減少しないことである。斃死率の差は、主に突然死症候群の発生、脚弱と細菌感染の程度が少ないことによる。

図 10 : 7 日齢から 31/32 日齢の斃死淘汰率 (%) に及ぼす日長時間の影響

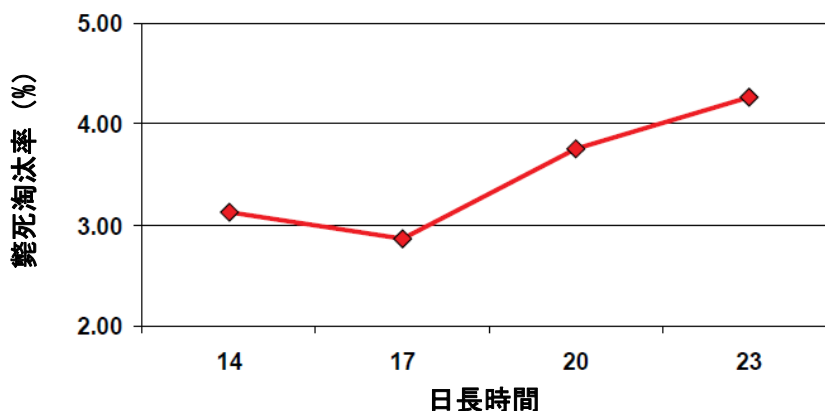


図 11 : 7 日齢から 38/39 日齢の斃死淘汰率 (%) に及ぼす日長時間の影響

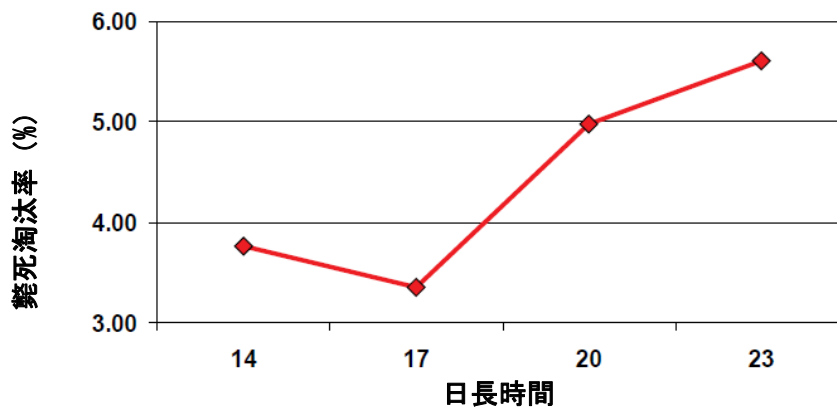
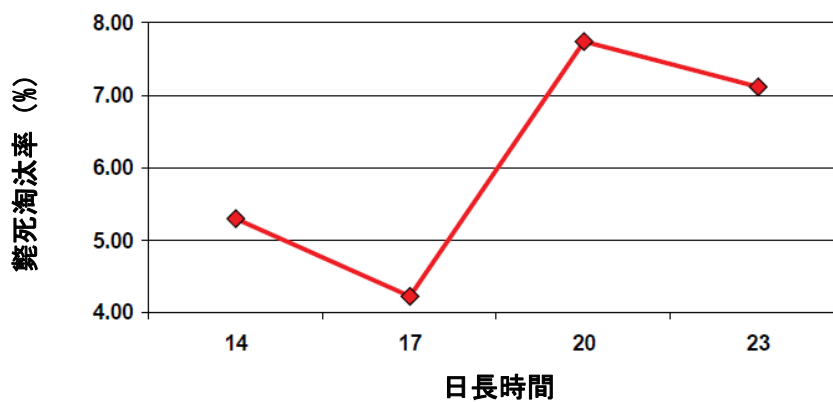


図 12 : 7 日齢から 49/49 日齢の斃死淘汰率 (%) に及ぼす日長時間の影響



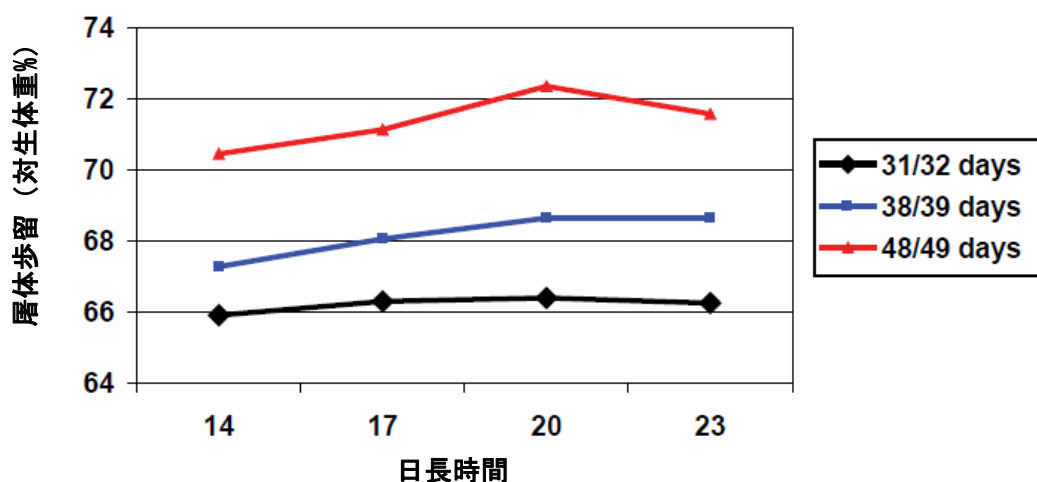
キーポイント :

- ・ 出荷日齢を問わず、日長時間の短縮は斃死率を少なくする。
- ・ しかし 17 時間以上日長時間を短縮しても斃死率を下げる効果はない。

歩留

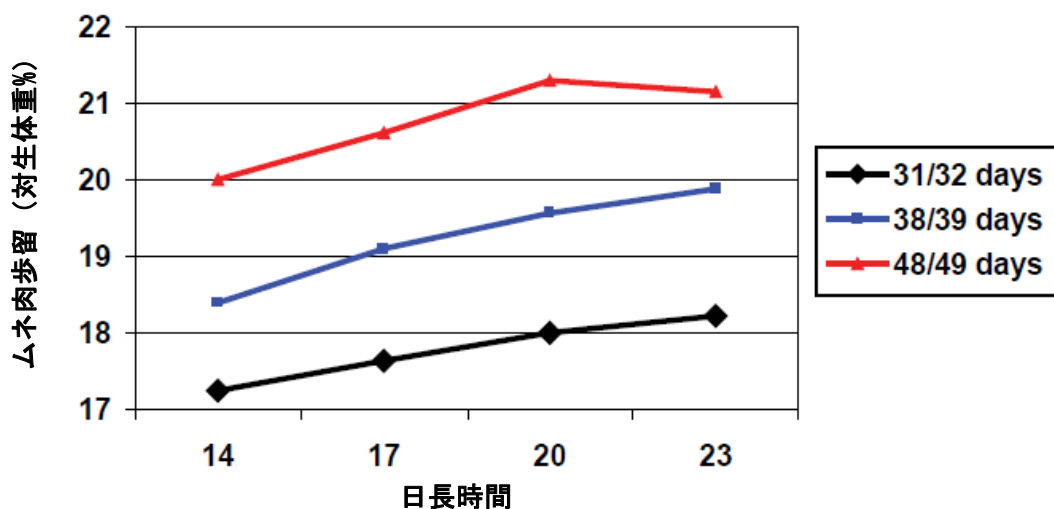
光線は出荷日齢にもよるが、歩留に大きな影響を与える。31/32 日齢では屠体歩留に影響しなかったが、日長時間を増加させると、38/39 日齢（直線的）及び 48/49 日齢（2 次式的）では屠体歩留が増加した（図 13）。データは日齢が進むと屠体歩留が増加することも明らかに示している。

図 13：ブロイラーの屠体歩留（対生体重%）に対する日長時間の影響



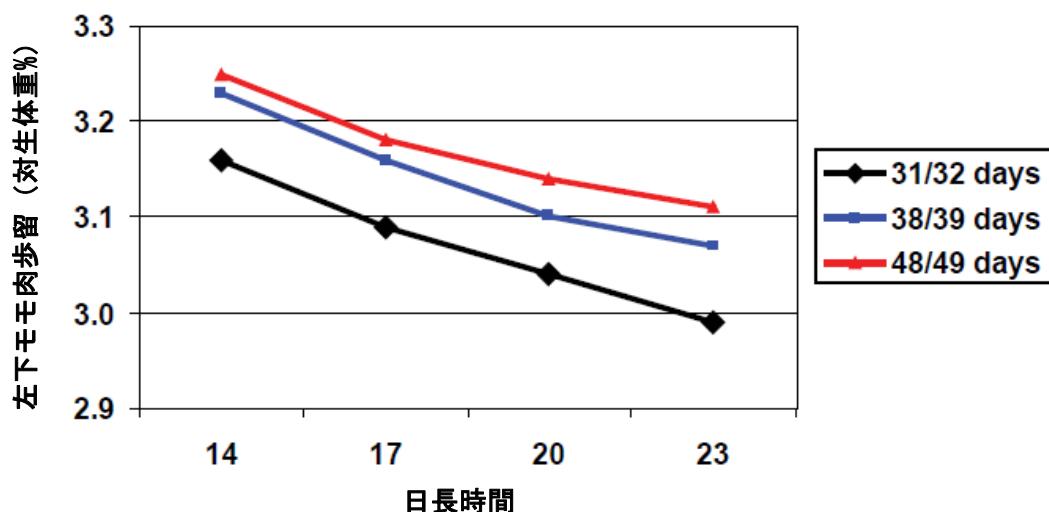
歩留に対する重要で変わることのない日長時間の影響は、ムネ肉(大胸筋、小胸筋とその合計)について見られた。試験したすべての日齢でムネ肉歩留は日長時間の増加とともに増加した(図 14)。屠体歩留と同様に、関係は日齢とともに変化した。31/32 日齢と 38/39 日齢では、その関係は直線的であったが、48/49 日齢では 20 と 23 時間の日長時間が同じ歩留まりである 2 次式的であった。ムネ肉歩留は日齢とともに増加した。

図 14：ブロイラーヒナのムネ肉歩留まり（対生鳥体重%）に及ぼす日長時間と日齢の影響



ムネ肉歩留の増加のように決定的ではないが、日長時間の増加はモモ肉の割合を下げる傾向、特に左下腿歩留まりはすべての日齢で直線的に減少する傾向であった(図 15)。

図 15 : ブロイラーヒナの左下腿肉歩留（対生鳥体重%）に及ぼす日長時間と日齢の影響



屠体の脂肪も重要な形質であるが、今回のデータでは軽々しく評価はできない。材料と方法の項で述べたように、腹腔内脂肪は処理方法によって異なるので正確な指標ではないが、他の処理成績は判断材料として用いることができる。ブロイラーに蓄積される脂肪の内いくらかは皮下脂肪であり、それは解体処理の際、大部分は皮になってしまう。したがって、大きなムネの皮は比例して、脂肪の多い屠体の指標となるはずである。ムネ皮の重量を調べたところ、メスはオスより重い。メスはオスよりも少し脂肪が多いことはよく立証されているから、この知見は予想されたことである。このことは、ムネ皮が腹腔内脂肪の代替の指標として、ある程度使えることを示唆している。日長時間はムネ皮に影響せず、したがって日長時間は屠体脂肪に大きな影響を与えないと解釈することができる。

キーポイント：

- ・ 出荷日齢の早いブロイラー（31/32 日齢）では、屠体歩留は日長時間に影響されない。出荷日齢が遅い場合（38/39 と 48/49 日齢）、日長時間の増加によって屠体歩留の増加が見られた。
- ・ ムネ肉歩留は日長時間とともに増加した。しかし、日齢の進んだブロイラー（48/49 日齢出荷）では、20 時間を超える日長時間の増加は利益がなかった。
- ・ 日長時間増加は下腿歩留を直線的に減少させた。
- ・ 日長時間は屠体脂肪量に影響しなかった。

結論—ブロイラーの生産性と歩留への日長時間の影響

光線プログラムで用いる日長時間は、ブロイラー鶏の発育と歩留に重大な影響を与える。また、日長時間を延ばすことによって死亡と淘汰鶏の発生が増えることから、ウエルフェアにも影響する。ブロイラーの成績は、どの成績項目をとっても 23 時間の日長時間では最高にならず、その日長時間を薦めることはできない。発育は若い日齢では 20 時間で最高になるが、日齢のいったブロイラーでは最高は 17 時間と 20 時間の間になると思われる。飼料効率、この研究に用いた時間の範囲内では、暗期が長いほど改善された。短い日長時間は斃死率を減らす、デー

タでは14時間日長と17時間を較べた時、改善は見られないことを示している。歩留は日長時間を短縮することによって悪影響、特に屠体歩留とムネ肉歩留に大きな悪影響がある。日長時間の影響が多岐にわたることから、ブロイラーのすべての生産形態にひとつの光線管理プログラムを採用することは不可能である。したがって生産性と歩留指標を基にした光線プログラムの選択は、決定に至る前にいくつかの要因を考慮しなければならない。

適正な光線プログラムを選択する時には、多くの要因を考慮する必要がある。出荷形態（例えば丸屠体、正肉、加工）と出荷日齢がカギとなる要因である。例えば、若齢で部分肉とするため屠殺されるブロイラーに対する光線管理の経済性への影響は、加工用に遅い出荷日齢まで飼育されるトリとはまったく異なる。飼料コストは、もう一つの重要な要因であり、日長時間は飼料効率に影響を及ぼすから高飼料コストの場合はより重要である。斃死率のレベルとコストは生産形態によって異なり、ここでも適正な日長時間を決めるには重要な役割を演じる。

また光線プログラムはその他の管理方法とお互いに影響し合うから、できればそれも合わせて考えるべきである。重要な分野は飼料摂取との関係である。日長時間は重要な生理学的影響を及ぼし、飼料摂取に影響することがあるから、飼料摂取に影響する要因も考慮する必要がある。例えば、給餌スペースが少ないとか、推奨収容密度より高いことによる飼料摂取への悪影響は、日長時間短縮を伴った時、さらに悪い結果を招く。同様に、光線プログラムを選択する時には、トリの採食に時間がかかる低エネルギー飼料やマッシュ形状の飼料も考慮に入れなければならない。また健康に及ぼす光線の影響は、栄養的に低い飼料を給与されているトリや、エビアジエン社の成績目標より増体の悪い生産システムのトリよりも、早く発育するトリにおいてより大きく作用する。

キーポイント：

- ・ 日長時間に対する反応は、鶏種や性による違いはない。
- ・ 増体と飼料摂取は 20 時間照光で最大になる。
- ・ 遅い日齢で出荷されるトリ（48/49 日齢）は短い日長時間に順応することができ、それらのブロイラーでは、増体に影響することなく 17 時間点灯まで短縮することができる。
- ・ 早い日齢（31/32 日齢）で出荷されるトリでは、短い日長時間（20 時間以内）は増体と飼料摂取に明らかな悪影響を及ぼす。
- ・ 飼料効率は短い日長時間で改善される。
- ・ 斃死率は短い日長時間で改善されるが、17 時間を越えて日長時間を短くしても効果はない。
- ・ 長い日長時間は歩留に好影響を与える。
- ・ 最終的に、すべてのブロイラー生産形態にひとつの光線プログラムを推薦することは困難であるが、この試験のデータは次のことを示している。
 - ブロイラー成績は 17 から 20 時間の日長時間の間で最高になるようだ。
 - ブロイラー成績は 23 時間照光することによって最高になることはなく、増体、飼料摂取量、斃死率と歩留に悪影響を与えるから、この光線プログラムは推奨できない。
- ・ 光線プログラムを考える時、次のことを考慮に入れる必要がある。
 - マーケット（丸屠体、カットアップ等）。
 - 出荷日齢。
 - 飼料コストと飼料効率に及ぼす日長時間の影響。
 - 飼料摂取と少ない給餌スペースや高収容密度の悪影響は短い日長時間によって更に悪くなる。
 - 飼料のタイプ—低栄養密度/マッシュ飼料は長い採食時間が必要で短い日長時間はそれを妨げ、飼料摂取量を減少させるかもしれない。

ブロイラーのウエルフェアに及ぼす日長時間の影響

この章ではブロイラーのウエルフェアに対する 14 (14L)、17 (17L)、20 (20L) と 23 (23L) の連続照光日長時間の影響について述べる。

ブロイラーのウエルフェア

動物を家畜化し、そして歴史的には最近、人間の食用のためにその生産を強化するには、ウエルフェアを満たす方法で動物を取り扱う責任が出てきている。このことは動物を生産する人たちによってだけでなく、消費者と全体として社会にも認められている。結果として、高水準の飼養管理とウエルフェアを目指した動物生産の基準とするために、それを行うための規約や政府の法律が適用されているところもある。科学的知見によって規制や法律を作るべきであることは一般的に受け入れられているが、多くの場合、その手順通りに詳細な研究が十分に行われているわけではない。他の家畜同様、集約的に飼育されるブロイラーのためには、ガイドラインも必要である。したがって、光線プログラムの使用といったブロイラー管理方法の、生産とウエルフェア両方に対する影響を理解することが重要である。この章ではブロイラーのウエルフェアに対する日長時間の影響を評価する研究結果を発表する。

「ウエルフェア」とは何を意味しているのか理解することが重要である。多くの定義があるが、ウエルフェアの評価は、しばしば次の主な3つの分野に分類することが勧められてきた。

- ・ 動物がその環境に対応できないこと
- ・ 動物の感覚
- ・ 「正常」な行動からの逸脱

動物のウエルフェアは環境やその他のストレスに、もはや対応することができなくなった時、影響を受けるといえる。対応できなくなることによって、身体の生理学的変化が現れたり、病気やストレスになったりすることがある。また行動の変化によってそれが明らかになることもある。特に、動物が行動を起こすように刺激を受けても、もはや行動を起こさなくなったり、行動の頻度が変わったりする時、それはウエルフェアに問題があることを示している。動物の苦痛、恐怖やストレスなどの感覚を測定するのは困難であるが、行動調査は動物の感覚を予想するのに有用である。最終的には、もし動物が野生の先祖が行っていたような行動を行わなければ、ウエルフェアが問題であるといえる。例えば、トリが床を引っ掻いてエサをあさらなければ、ウエルフェアに悪影響があることを暗示している。ウエルフェアの定義には大きな幅があるので、ウエルフェアの測定が困難なことは当たり前である。多くの場合、単一の指標はウエルフェアを証明するためには不十分であり、正確な評価は、生産性や生理学的項目、行動調査など複数の基準を査定したものから得られる。

このレポートの研究は、種々のウエルフェア項目の測定を用いてブロイラーのウエルフェアに対する日長時間の影響が証明できるように設計された。ブロイラーのウエルフェアに対する日長時間の影響を予測できるように現実的な段階的レベルの日長時間が選ばれた。実験で用いた日長時間は 14 (14L)、17 (17L)、20 (20L) と 23 (23L) の連続照光であった。

キーポイント：

- ・ ブロイラー管理が最適であるかどうか、ブロイラーの生産性とウエルフェア両方に対する日長時間の影響を理解することが重要である。
- ・ 研究のこの分野に関する目的は、生産性、生理学および行動要因など、種々のウエルフェア測定を用いてブロイラーのウエルフェアに及ぼす日長時間の影響を証明する手助けをすることであった。

生産性

ウエルフェアの評価は、生産性だけでは決して完全ではない。しかし、予期せず起こる生産性の低下は、最適なウエルフェアではないことを示しているかもしれない。この実験の生産性に関する情報は、**ブロイラー成績と歩留に対する日長時間の影響**とタイトルを付けた前の章で詳しく議論してきたが、ここでウエルフェアの観点から簡単に説明することは重要である。

鶏は、日長時間が非常に短いか、あるいはそれ以外の採食行動を変える原因になる、環境その他の要因がない限り、昼間に採食することを好み、暗闇の中ではエサを食べない。したがって、短い日長時間にすることによって、トリがエサと水に目で見て寄りつける時間が制限されると、通常、増体を減少させることが分かってきており、特に若い日齢では、我々のデータでもそうになっている。例えば、14時間の日長時間で飼育されたトリは、31/32日齢では他の日長時間のトリよりも体重が小さい。この状況では、増体の減少は食べる時間が少なかったことによると説明でき、おそらくウエルフェアの問題ではない。

日長時間が長ければ、ほとんど常にエサと水に寄りつけ、その結果、短い日長時間のブロイラーと比較すればブロイラーの増体が最高になるだろうと理論的に結論づけられたので、終夜点灯あるいは終夜点灯に近い照光時間がブロイラー生産に導入された。しかし我々の試験では、そうはならなかった。種々の日齢で約16,000羽のブロイラーを用いた4回の実験からデータを集めた我々の実験では、終夜点灯に近い23Lの照光時間で飼育されたトリが最も早く発育することは決してなかった（表5）。生産性と歩留の章の図1、2と3参照。トリは給餌器と給水器を見ることができ、自由に寄りつけるから、23Lで飼育されたトリが、すべての日齢で20Lのトリより、あるいは48/49日齢では17Lのトリより、増体が悪くなるとは予測できなかった。23Lの光線プログラムでは他の制限要因は明らかでなく、そのため体重の減少はウエルフェア低下を示唆しているのかもしれない。

表5：日長時間のブロイラー体重への影響（kg）

	日長時間			
	14	17	20	23
31/32	1.644 ^C	1.677 ^B	1.738 ^A	1.703 ^B
38/39	2.243 ^C	2.309 ^B	2.337 ^A	2.291 ^B
48/49	3.197 ^B	3.268 ^A	3.272 ^A	3.170 ^B

^{A B C} 日齢間で異文字は有意差あり ($P < 0.05$)

キーポイント：

- ・ 予期しない/説明できない産卵低下はウエルフェア悪化の兆候かもしれない。
- ・ 日長時間の短縮で、トリが目で見えて給餌器に寄りつけるだけの十分な時間が少なくなると、一般的には増体の低下を引き起こす。この影響は若い日齢のトリに最も顕著で、トリが食べる時間が少ないことによると説明することができる。
- ・ 日齢が進むとブロイラーは短い日長時間に順応し、日齢の進んだブロイラー（48/49 日齢）では、増体に悪影響を及ぼすことなく日長時間は 17 時間まで減少させることができる。
- ・ 終夜点灯に近い照光時間を与えて、給餌器と給水器にほとんど常に寄りつけるようにしているにもかかわらず、すべての日齢で最高の増体にはならない。
- ・ その他の制限要因はないので、23 時間照光の成績低下はウエルフェアの悪化を示していると結論づけられる。

鶏群の斃死率

コマーシャル鶏群におけるウエルフェアの明白な指標は斃死率である。この試験では、日長時間が長くなればなるほど、目標体重や出荷日齢にかかわらず、全体の斃死率が直線的に増加した（生産性と歩留の章、図 10、11 と 12 参照）。したがって、長時間の点灯プログラムの場合、斃死率はウエルフェア低下の明らかな指標である。

上の生産性データと斃死率のデータを合わせると、重要な関係が分かる；最も重い体重になった鶏群が、最も高い斃死率にはなっていない。しばしば、ブロイラーの増体が斃死率増加理由の説明に用いられてきたが、これらのデータは急速な発育そのものが健康な鶏群の斃死率に影響する、ただひとつの要因ではないことを示しており、代謝要因も同様に役割を演じていることを示している。

キーポイント：

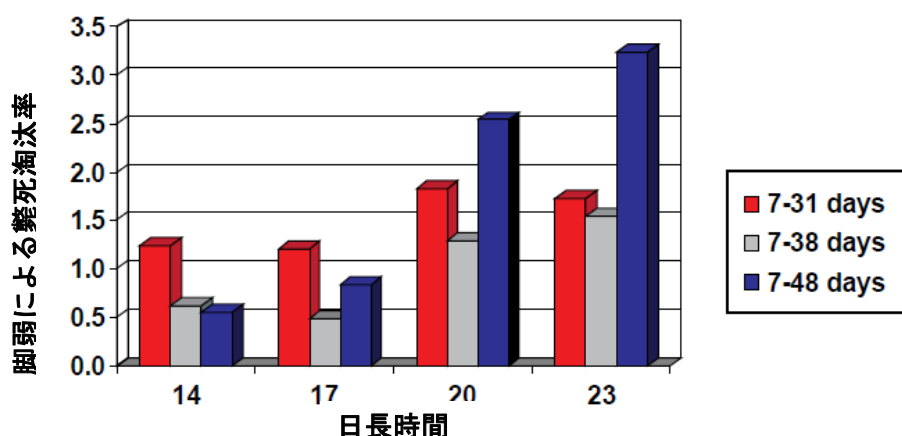
- ・ 目標体重や出荷日齢に関わらず日長時間増加によって増える斃死率は、長い日長時間がトリのウエルフェアに悪影響を及ぼすことを示している。
- ・ 最も早く発育する鶏群が、最も高い斃死率になる鶏群ではない。

脚弱

脚弱は多くの人からコマーシャルブロイラーにとって最も重要なウエルフェアの問題であると考えられており、中程度から重度の脚弱になったトリは苦痛を伴うことが認められている。脚弱はまた、採食飲水能力に影響し、そのことがウエルフェア上の問題である。

脚弱の発生率は多くの方法で推定することができる。脚の問題で淘汰されたトリあるいは鶏群の中で死亡して見つけられたトリの発生率は重要な指標である。図 16 は日長時間が延びれば直線的に増加する、脚弱による斃死と淘汰鶏の率を示している。23L の下で飼育されたトリは、最も早く発育しているわけではないが、最も高い発生率になっており、48-49 日齢のトリの場合、23L のトリは、脚弱による斃死淘汰鶏の少ない 14L のブロイラーと同じ増体であった。

図 16：脚弱による斃死淘汰の発生率（％）に及ぼす日長時間の影響



脚弱と判定するには斃死淘汰率が重要であるけれども、鶏群の中には死亡せず、あるいは淘汰されず残っているトリがいるであろうが、それらのトリは淘汰されなくとも痛みを感じている。それをモニターするために最近用いられている方法は「歩行スコア」である。それは2人で歩きながら個々のトリを見て、公表されている記載を基にトリの歩行能力をスコアリングする方法である。今回用いた歩行スコアシステムは表 6 に示している。以前の研究で、3 と 4 と 5 に分類されるトリは痛みを感じており、それゆえウエルフェア上問題であることが明らかにされている。

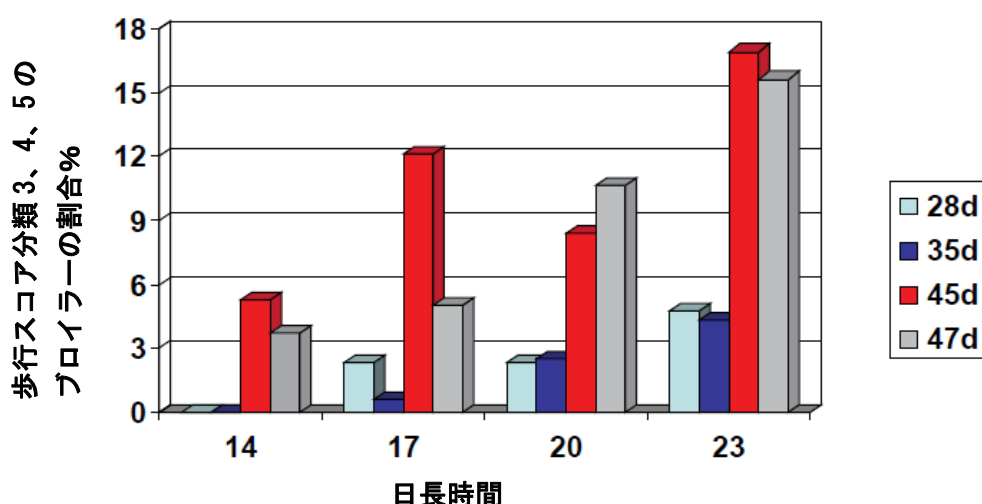
表 6：歩行スコアリングの要約

歩行スコア	状態
0	正常に歩くトリ
1	検知可能だが、異常を確認できない
2	異常が確認でき、全体の機能に少し影響
3	異常が確認でき、全体の機能に影響
4	機能が重度に悪化、しかし歩くことはできる
5	完全に脚が不自由

Garner, J.P., Falcone, C., Wakenell, P., Martin, M. and Mench, J.A. 2002. Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers. Br. Poult. Sci. 43: 355-363.

色々な日齢で合計 3200 羽のトリが観察された（図 17）。脚弱による斃死淘汰と同様に、日長時間と上位の分類（3+4+5）に入ったトリの割合の関係は直線的で、長い日長時間ほど多くのトリが痛みを感じていると解釈することができる。

図 17：歩行スコアの分類 3、4、+5 の合計と日長時間



キーポイント：

- ・ 脚弱による斃死と淘汰は日長時間が長くなるほど増える。
- ・ 23 時間照光にしたブロイラーは、最も良い増体ではなかったにもかかわらず、最も高率に脚弱になった。
- ・ また 23 時間にしたブロイラーは、短い日長時間にしたトリに較べて、高い脚弱発生率になったが、増体は同じであった。
- ・ 脚の歩行スコアは（0 から 5 段階にトリをスコアリングし、3、4 あるいは 5 のスコアのトリが痛みを感じていると考えた場合）、痛みを感じているトリの数は日長時間が延びるほど増加した。

行動

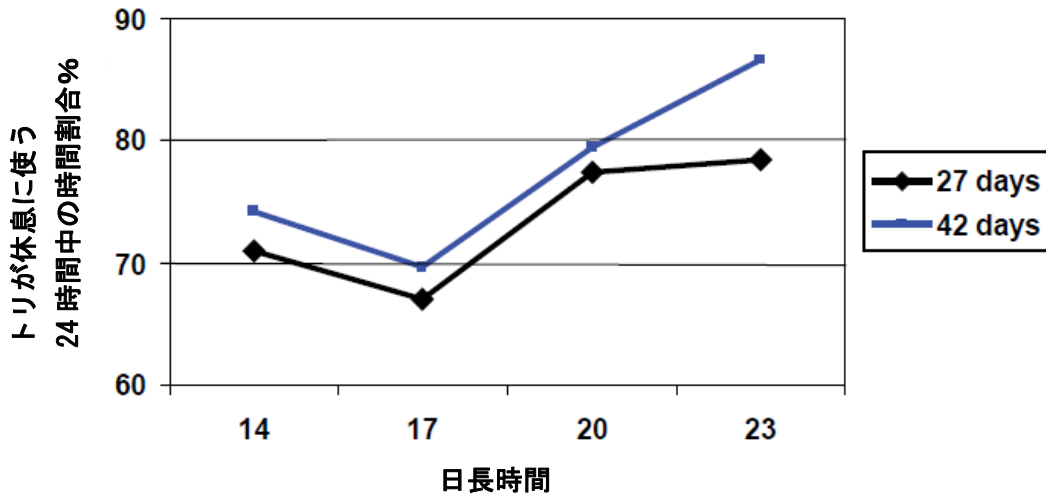
動物の行動を観察することは、どのようにそのトリが環境に対応しているか理解するために、非常に重要なツールである。この試験では、トリが 27/28 日齢で、また別の試験では 42/43 日齢に行動が観察された。赤外線カメラと赤外線光源を用いて、明期と暗期の両方で行動が観察された。下に示した図は、10 分間隔で 24 時間にわたって行動を調べて集めたデータの要約である。言い換えると、下に示したデータは全体の行動パターン（明期と暗期の合計）である。昼間だけの行動に及ぼす照光時間の影響は付録 2 に示している。

休息と睡眠

麦藁の上で横たわっているトリが休息として分類された。この分類は眠っているトリと眠っていないトリを分けることが難しいので、眠っていたトリを含んでいる。27/28 と 42/43 の両方の日齢で、日長時間はトリの休息時間に影響し、日長時間が長くなればトリが休息している時間の割合が多くなった（図 18）。42 日齢では、終夜点灯に近い（23L）トリは実際に不活発で 24 時間中 85%以上休息している。これらの知見は、暗期中はほとんどすべてのトリが休息に分類されるから、極めて意味は大きい。したがって、14L、17L と 20L における昼夜を通した観察結果は順に、トリがほとんど休息している 10、7 と 4 時間の暗期を含んでいる。17L ブロイラ

一に比べ 14L のトリの休息している時間割合が少し多くなるのは、暗期の増加と、それによる休息行動が多くなるのが原因である。

図 18：トリが休息に使う 24 時間中の時間割合への日長時間の影響



キーポイント：

- ・休息と睡眠のために使う時間は、日長時間の増加とともに増加する。
- ・1日 23 時間照光されたブロイラーは、かなり多くの時間不活発に過ごす。

移動行動

移動行動はトリの健康と良好な体調に関する重要な指標で、ブロイラー鶏の適切な発育発達のため必須である。例えば、移動は、給餌器や給水器に寄りつき、他のトリにふれあいながら、鶏舎のあちこちに動き回るために必要である。更に、研究では、移動しないことは骨の病気や脚弱になっていることを示唆している。移動行動ができるということはトリの活力のパロメータでもある。

歩いたり走ったりする時間（24 時間中の割合）も日長時間に影響され、17L のトリが最も多く、日長時間が増加すると大きく減る（図 19、20）。日齢を問わず、終夜点灯に近い照光時間にいるトリは、ごくわずかの時間しか歩くことに費やさず、走ることは観察されなかった。長い日長時間に置かれたトリが、これらの行動をとることが少なかったり、全然とらなかつたりするという発見は、ウエルフェア上問題である。しかし、なぜ長い日長時間でそうなるのか？行動調査では、動けないことと、動きたいという欲求を欠くことを区別することはできない。上に述べたように、23L で飼育されたトリは、脚弱による斃死と淘汰が多く、歩行スコアも悪い。これは歩いたり走ったりすることのいくらかの違いが原因かもしれないけれども、非常に多くの割合のトリがそれでも無難な歩行スコアをしているという事実は、動きが少ないという観察された行動は、動きたいという欲求を減らす要因が関係していることが示唆される。証明されていないが、長い日長時間で行動に影響する睡眠の役割を推測することは興味深いことである。他の動物では、睡眠させなくすると、行動の発現だけでなく生理学的及び代謝機能に影響する

ことが知られている。そこで出てくる疑問は、終夜点灯に近い照光のなかでトリが、全体としてあるいは十分長く連続して眠ることができるかどうかである。以前の研究では、商業ブロイラー環境の場合、トリの動きによって睡眠が妨げられることが明らかにされた。

図 19：日長時間と 24 時間中歩くことに費やす時間の割合

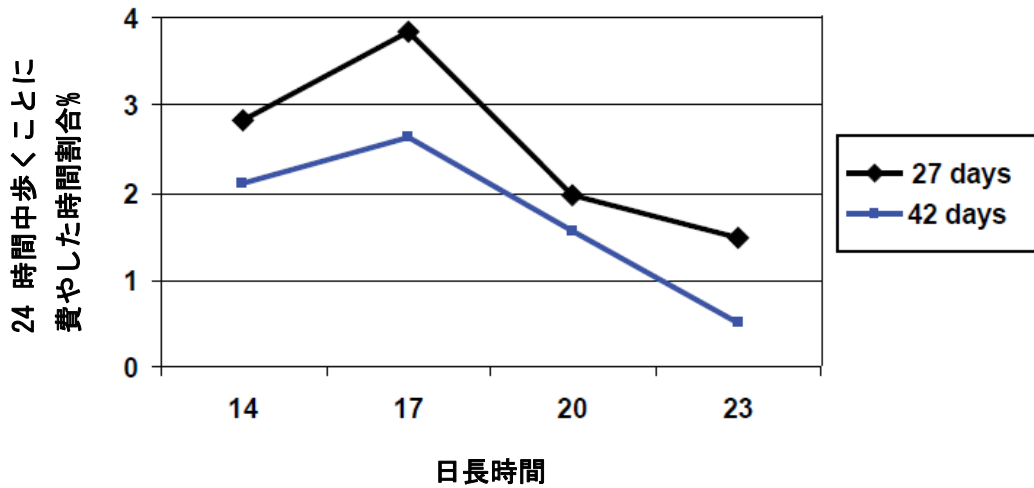
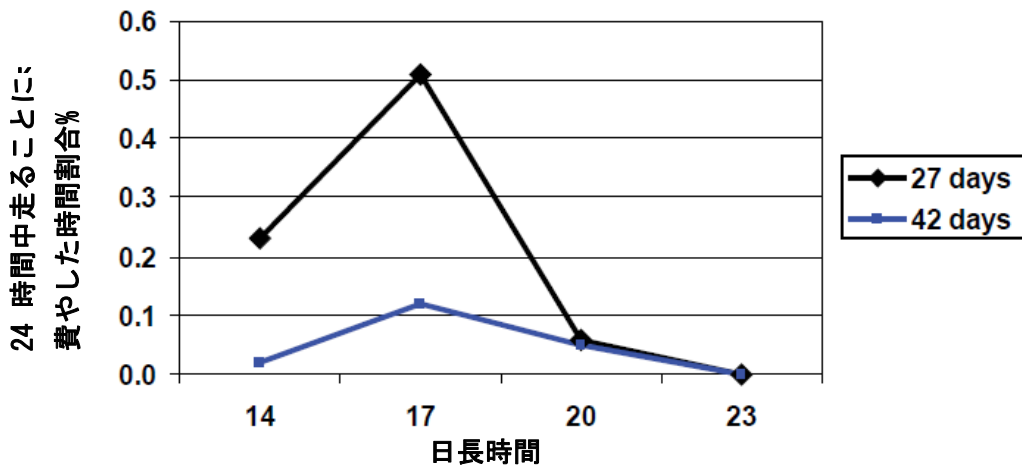


図 20：日長時間と 24 時間中走ることに費やす時間の割合



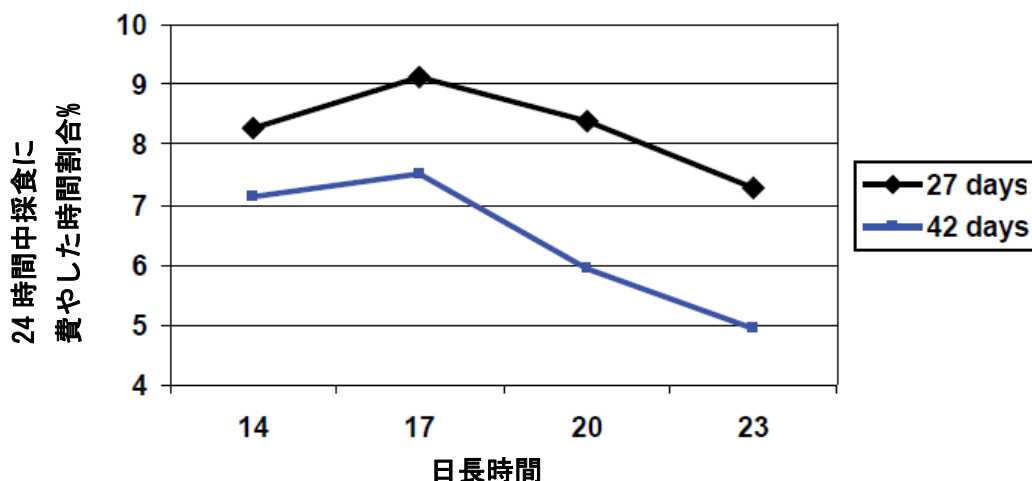
キーポイント

- ・ 歩いたり走ったりする活動は 17 時間照光ブロイラーで最も多かった。
- ・ 17 時間を超えて日長時間を増加させると、歩いたり走ったりする活動は大きく減少し、23 時間照光ブロイラーでの、歩いたり走ったりする活動は最低になった。
- ・ データでは、この動きがないのは、動けない（脚弱）というより、動きたいという「欲求」がないことに関係していることが示唆される。

摂取行動

摂取行動とは採食と飲水行動のことであり、生命のために必須の栄養素を得るために重要であることから、トリには強い欲求がある。この欲求は増体が早くなるように選抜されてきたブロイラーの場合特に強く、栄養に対する強い要求がある。日長時間は採食のために費やす時間に影響し、17L 処理で最も長く、日長時間が増加すると直線的に減少する（図 21）。14L のブロイラーの採食時間は 17L 処理区よりも短い、ここでも暗期の時間が長くなるためであると説明できる。興味あることに、採食時間の長さは食べた飼料の量に比例しなかった。17L で飼育されたブロイラーは、20L と 23L よりも少ない飼料しか食べなかった。このことは、行動観察では給餌器のそばで過ごした時間を計っているが、食べた飼料の量は量っていない。採食に費やした時間の差の原因は何か、理解することは興味深いことである。日長時間の長いブロイラーは給餌器まで動きにくく、そのためその度に多くエサを食べるのか？あるいは、短い日長時間で飼育されたブロイラーは、より探索好きであることを示しているのか、あるいは採食に必要と思われる時間以上に長く給餌器のそばで過ごすような行動をとるのか？両方の疑問は、ウエルフェアにとって良いのは短い日長時間で飼われたトリであることを示唆している。加えて、長い日長時間が最も長時間、目で見て給餌器へ寄りつけるが、それでも給餌器のそばで過ごす時間の割合が減る結果になるという事実が、問題であることをよく示している。

図 21：日長時間と 24 時間中に採食に費やす時間の割合



キーポイント：

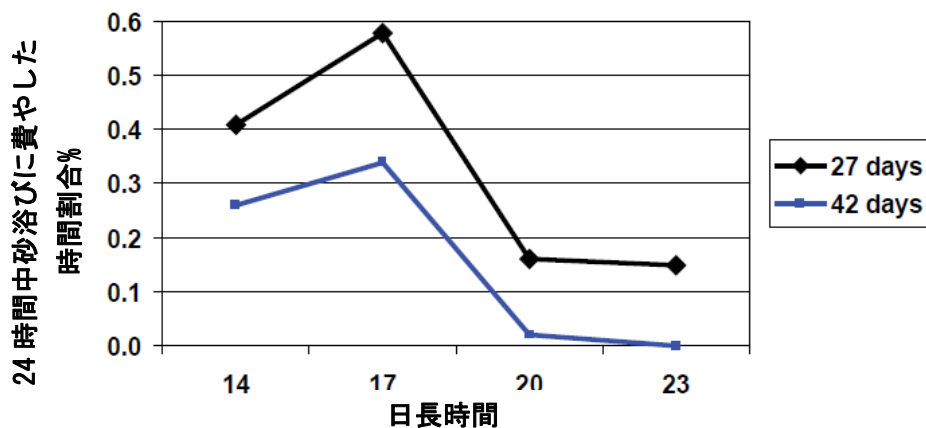
- ・ 採食に費やした時間の長さは飼料摂取量と比例しなかった。例えば、17 時間日長にされたブロイラーは、20 時間や 23 時間照光にされたブロイラーより食べる量は少なかったが、給餌器のそばで、より多くの時間を過ごした。
- ・ 採食に費やした時間が最も長いのは 17 時間照光のトリであった。
- ・ 17 時間を超えて日長時間を延ばすことは、採食時間を大きく減少させた。
- ・ データは、摂取/採食行動の観点から短い日長時間がウエルフェアのためには良いことを示している。

快適（慰め）行動とその他の行動

快適行動はウエルフェアの観点から、中でもより重要であると考えられる。その重要性は、それらの行動が通常、その他の要求が満たされているとき行われ、そのため採食や飲水といった必須の行動よりも頻繁に変わりやすいという事実があるからである。快適行動は通常、ストレスを受けず苦痛がないとき、そして基本的要求が満たされているときに現れる。快適行動には、砂浴び、身震い、羽繕い、脚や翼を伸ばすことや翼をバタバタさせることなどがある。

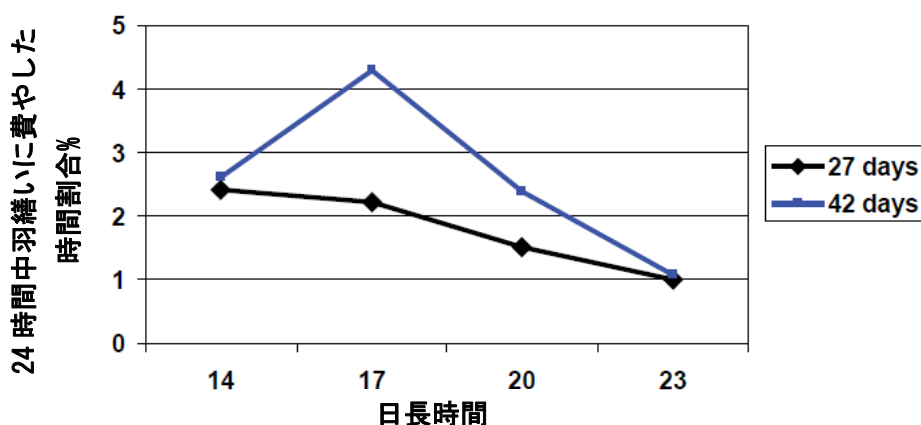
砂浴びは快適行動であるが、その誘発要因は今でも完全には分かっていない。科学者は、それは内部から誘発される（体内から出てくる）行動か、あるいは外部から誘発される（環境の何かによって引き金が弾かれる）行動かどうか議論している。両方とも役割を演じるが、トリが光によって調整される日々のリズムで砂浴びするという非常に強い証拠がある。これは強力な誘因になると思われる。日長時間は砂浴びに影響し、17L 処理で最も多く、20L と 23L ではほとんど見られなくなるまで少なくなる（図 22）。この行動がほとんど見られなくなるのはウエルフェア上問題である。

図 22：日長時間と 24 時間中砂浴びに費やす時間の割合



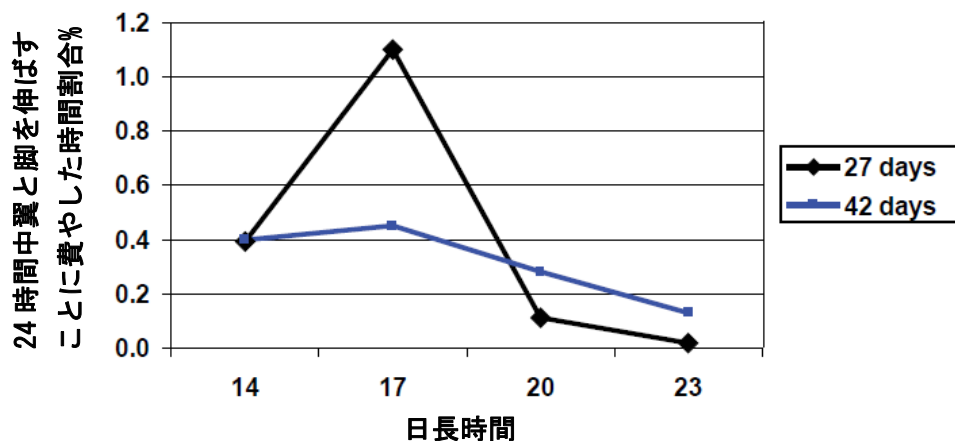
羽繕いは、羽毛のメンテを助ける生理学的機能もある快適行動である。日長時間は羽繕いに影響する。日長時間が長くなると、27 日齢では羽繕いに費やす時間は直線的に少なくなり、42 日齢では 2 次式的に少なくなる（図 23）。

図 23：日長時間と 24 時間中羽繕いに費やす時間の割合



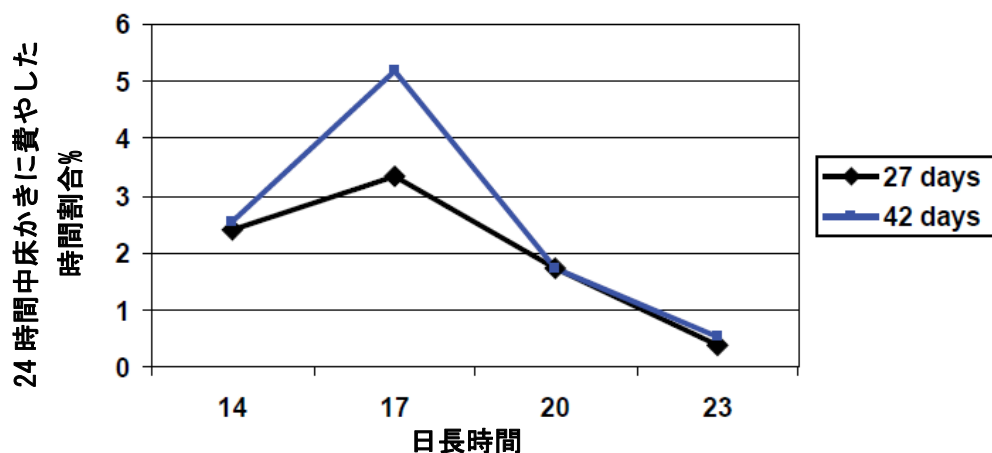
脚や翼を伸ばすことは、その他の「快適」行動である（図 24）。今まで議論したことと同様に、これらの行動に割り当てられる時間も日長時間が長くなると少なくなり、23 時間の日長時間では非常に少なくしか見られなかった。

図 24：日長時間と 24 時間中翼と脚を伸ばすことに費やす時間の割合



床を引っかくことは、家禽の先祖が採食時のテクニックとして行っていた行動であり、一般に、かつて重要であった行動は、現在の家畜家禽にも未だに見られている。床を引っかいたり敷料をついばんだりすることも、日長時間によって左右される（図 25）。パターンは快適行動と非常によく似ており、23 時間日長で飼育したブロイラーではほとんど見られなくなる。ここでも、長い日長時間ではウエルフェア上の問題が示唆される

図 25：日長時間と 24 時間中床を引っ掻くことに費やす時間の割合



キーポイント：

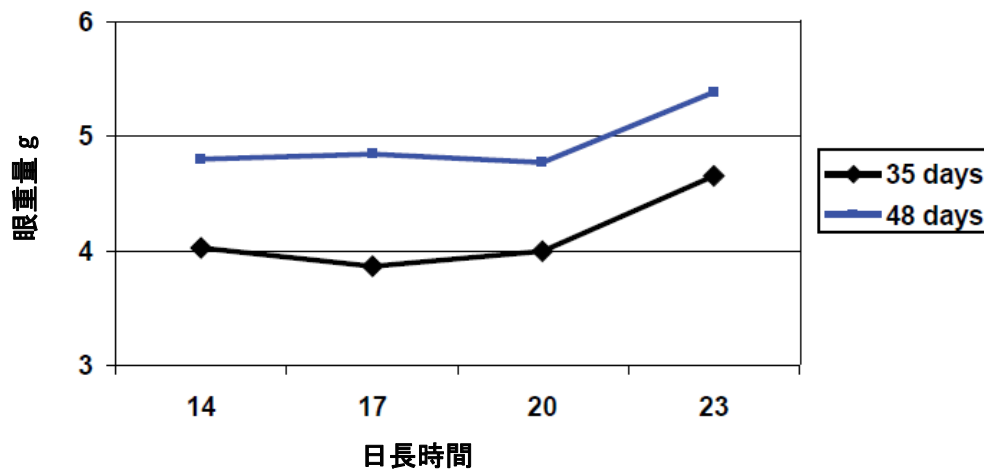
- ・ 砂浴び、身震い、羽繕い、脚や翼を伸ばすことや翼をバタバタさせることなどといった快適行動は通常、ストレスを受けず苦痛がない時、そしてその他の基本的要求が満たされているときに現れる。したがってそれらはウエルフェアにとって重要な指標であると考えられる。
- ・ 17 時間を超えて日長時間が長くなると、すべての快適行動は減少する。多くの場合、23 時間照光で飼育されたトリでは、快適行動がほとんどなくなる。

眼の発育

眼は明期に発育し、暗期に発育が止まるという日周パターンのもとで発育する。「正常な」発育のために必要な暗期の時間は明らかではないが、以前の実験で終夜照光は大きな眼になることが証明された。人の場合、この種の腫大は視神経に圧力がかかり、そして痛みがあり緑内障になることがある。

眼重量に対する日長時間の影響は図 26 に示す。14、17 あるいは 20 時間日長の下での眼重量は同じであり、正常な日周発育パターンを引き起こすためには 4 時間程度の少ない暗期で十分であることを示している。しかし、23 時間の照光を受けたトリの平均眼重量は、その他のいずれの光線プログラムのトリよりも重かった。ブロイラーヒナで大きくなった眼のウエルフェアへの影響は証明されていないが、この知見は問題で、日長時間によるウエルフェアの影響が証明されている他の証拠と合わせて検討される必要がある。

図 26 : 眼重量への日長時間の影響



キーポイント :

- ・ 眼は昼間だけ発育する。そのため照光時間を延ばすと過剰な眼の発育を招き、ウエルフェアの問題を起こす可能性がある。終夜点灯は痛みを起こす腫大した眼になることが証明されてきている。
- ・ この影響が鶏に見られるかどうかは知られていないが、この試験から得られたデータは 23 時間照光にされたブロイラーの眼は、他の短い日長時間にされたトリの眼よりも大きかった。

メラトニン

メラトニンは体内で自然に作られるホルモンである。そのホルモン産生には日周リズムがあり、暗期に多く、明期に少なくなる。メラトニンは、体機能を最適にする生理的変化を起こさせるという重要な役割を演じる。これらの機能には、繁殖、免疫機能、飼料摂取、学習や心理状態などがある。したがってメラトニンレベルの日周パターンは、快適に過ごすために重要な

ことであると考えられ、この研究のテーマでもあった。

21 日齢ブロイラーからメラトニン分析のために、24 時間にわたって血液サンプルが採取された。夜間に多く昼間に少ないという予想されたメラトニンレベルの日周パターンは 14、17 及び 20 時間照光にしたブロイラーに見られた。23 時間日長にしたブロイラーは日周パターンを示さず、調べた 24 時間中ずっと、ほぼ同じレベルを示した。したがって、これらのトリで日周パターンがないことは、広範な生理学的影響が出ている可能性があり問題である。

キーポイント

- ・ メラトニンは繁殖と免疫状態など、多くの生理学的機能のために重要である。その産生は通常、日周パターンがある。
- ・ 23 時間照光にされたトリは日周パターンを示さない。これは広範な生理学的悪影響を引き起こすかもしれない。

結論—ブロイラーのウエルフェアと健康に及ぼす日長時間の影響

照光時間がブロイラーのウエルフェアに影響するか？この研究の目的は、明確な回答を出せるように、ウエルフェア評価の色々な方法を査定することであった。この研究におけるウエルフェア評価の結果の要約を基にすれば、答えはイエスである（表 7）。表 7 には、ウエルフェアの各項目に対する日長時間の影響のスコアを示している。「0」はウエルフェアの観点から最も有利と思われる日長時間、「3」はウエルフェアに最も悪いと思われる日長時間、「1」と「2」はその中間の反応を引き起こす日長時間を示している。次にポイントは主な評価方法毎（生産性、健康、行動と生理機能）に平均し、トータルウエルフェアスコアとしてトータルの平均が出された。トータルで最も高いスコアの日長時間が最悪のウエルフェアで、最も低いスコアの日長時間が最高のウエルフェアであることを示している。ポイントの割り振りには議論の余地もあろうが、ウエルフェアの全体としての評価を得る方法としては有用である。

データは、終夜点灯に近い照光時間は、他のいずれの日長時間よりトータルのスコアが高いため、ウエルフェアの観点から受け入れられないことを強く示している。加えて、評価方法（生産性、健康、行動と生理機能）にかかわらず、ブロイラーのウエルフェアに悪影響を及ぼすことは変わりがない。終夜点灯に近い照光は、トリの体内に予期できない増体の低下や飼料摂取量の低下、眼発育の変化及び日周リズムとメラトニン生産が正常にできないなどの生理学的変化を引き起こすと思われる。また、昏睡状態が増え、運動や栄養摂取行動などの快適行動が減るなど、行動の変化も引き起こす。トリはまた普段行う普通の行動もしなくなった。したがって、終夜点灯や終夜点灯に近い照光時間はブロイラー生産に使うべきではないと思う。

少しの時間、暗期を加えることは（20L）、すべてのテストしたウエルフェア項目を改善する結果となった。加えて、増体は出荷日齢にかかわらず、この日長時間が良い。そのため、トリが目で見ても給餌器や給水器に寄りつくのは少ないが、増体は改善した。通常、全体の斃死率と脚弱（淘汰率と歩行スコア）が少ないことが見られるので、健康はこの 3 時間の暗期を加えることで改善する。行動にも改善が見られる。20L の下のトリは、23L の日長時間で飼育されたトリ

より、より多くの運動行動、より多くの快適行動と探索行動を行う。全体として、光線プログラムに合計3時間の暗期を加えた方が、終夜点灯に近い光線プログラムと比較すると、ブロイラーのウェルフェアを改善する。

表7：ブロイラーのウェルフェアに対する日長時間の影響

	日長時間			
	14	17	20	23
増体	0	0	0	3
健康				
斃死率	1	0	2	3
脚の異常－淘汰	0	1	2	3
歩行スコア	0	1	2	3
平均健康スコア	0.33	0.67	2.00	3
行動				
休息	1	0	2	3
歩く	1	0	2	3
走る	1	0	2	3
採食	0	0	3	3
羽繕い	1	0	2	3
脚/翼伸ばし	1	0	2	3
砂浴び	0	0	3	3
床引っ掻き	1	0	2	3
平均行動スコア	0.75	0	2.25	3
生理学				
眼発育	0	0	0	3
メラトニンサイクル	0	0	0	3
平均生理学スコア	0	0	0	3
総ウェルフェアスコア	1.08	0.67	4.25	12.00

ブロイラーのウェルフェアに関して14時間と17時間の日長時間は、少しの差しかないことが示された。増体は14Lにしたブロイラーで少なかったが、これは暗期が飼料摂取量を減少させたからであると考えられるべきである。2つの光線管理で斃死率は同じであったが、14Lで脚の異常による淘汰の率は少なく、歩行スコアは改善した（差は少ないが）。運動と快適行動、探索行動は14Lよりも17Lが実際に多い。良好のプログラムとも、日周パターンのメラトニンサイクルと眼発育は同じである。ブロイラー鶏には17時間の日長時間より14時間を用いることの有利性はほとんどないと思われる。

結論として、このデータは、ブロイラーのウェルフェアを考慮した時、終夜点灯や終夜点灯に近い照光時間は受け入れられないことを明らかに示している。またさらに、生産性に関してもこれらのプログラムが良好ではないことも示している。トリに暗期が与えられた時、ウェルフェアが最高になり、17時間の日長時間がウェルフェアの観点から最適に近いと思われる。

キーポイント

- ・ 日長時間はブロイラーのウエルフェアに対して明らかに影響する。
- ・ この研究から得られたデータは、終夜点灯に近い照光時間はトリのウエルフェアの低下を引き起こし、次の結果を招くことが強く示唆される。
 - 説明できない増体と飼料摂取量の低下、眼発育の変化と日周リズムとメラトニン産生の崩壊を引き起こすトリ体内の生理的変化
 - 昏睡状態の増加、快適、運動及び採食飲水行動の減少。
 - トリは普段行う行動をしなくなる。
- ・ たった3時間だけ暗期を増加させるだけで(23Lから20Lに)トリのウエルフェアに大きな改善が見られるが、14時間と17時間の間の照光が与えられた時、トリのウエルフェアは最高になる。しかし、17時間照光と比較すると、14時間照光を用いることでブロイラーのウエルフェアに追加の有利さがあるわけではない。
- ・ ブロイラーの生産性に対する光線の影響を見たデータでは、14時間と17時間の間の照光が与えられたブロイラーで最高の生産性が上がることが示された。
- ・ ブロイラーの生産性とウエルフェアの両方の情報を考えると、ブロイラーにとって最適な日長時間は、17と20時間の間であると思われる。

付録1. 歩留に対する日長時間、性と鶏種の影響

歩留に関するデータは31/32、38/39及び48/49日齢の順に次の3つの表に示している。データは生体重に対する割合として表し、日長時間、トリの性と鶏種(Ross x Ross 308; Ross x Ross 708)の実験による主な影響を示している。屠体歩留は38/39日齢の性だけに影響が見られ、メスがオスよりも高い歩留であった。予想したとおり、Ross x Ross 708ブロイラーはRoss x Ross 308ブロイラーに較べて優れた歩留をしていた。メスはオスと比較すると38/39日齢と48/49日齢ではムネ肉が有意に多いことが証明されたが、31日齢では小胸筋だけが有意であった。Ross x Ross 708ブロイラーはRoss x Ross 308ブロイラーよりも、すべての日齢でムネ肉歩留が優れていた。性はモモ肉の割合に大きく一貫した影響があった。オスの上モモ肉、上モモの骨、骨付き下モモ、下モモ肉と下モモ骨の割合は大きかった。性の影響は一貫していなかった。Ross x Ross 708ブロイラーはRoss x Ross 308ブロイラーと比較すると、少なくとも脚の部分は同じで、下モモと上モモの骨は少なかった。肉をとった残りの屠体の割合は38/39日齢のRoss x Ross 708ブロイラーで少なかった。脚の骨と残りの屠体の差は、Ross x Ross 708ブロイラーが比例して小さい骨格であることを示している。ムネの皮(屠体脂肪の指標)は鶏種によって差はなかった。

31/32 日齢ブロイラーの歩留（対生鳥%）に対する日長時間、性と鶏種の影響。

	日長時間					性			鶏種		
	14	17	20	23	P	オス	メス	P	308	708	P
屠体	65.90	66.27	66.38	66.25	NS	65.91	66.48	0.0730	66.05	66.35	NS
大胸筋	14.11B	14.48AB	14.74A	14.94A	0.0424	14.62	14.52	NS	14.12B	150.02A	0.0001
小胸筋	3.13B	3.16B	3.25A	3.27A	0.0164	3.09B	3.32A	0.0001	3.14B	3.27A	0.0009
胸合計	17.24C	17.64B	17.99AB	18.21A	0.0183	17.71	17.83	NS	17.26B	18.28A	0.0001
胸皮	2.81	2.82	2.83	2.79	NS	2.70B	2.93A	0.0002	2.84	2.79	NS
総右腿	6.35	6.30	6.39	6.29	NS	6.32	6.34	NS	6.32	6.34	NS
左腿肉	4.4	4.37	4.45	4.32	NS	4.42A	4.35B	0.0125	4.39	4.38	NS
左腿皮	0.94	0.96	0.96	0.93	NS	0.87B	1.03A	0.0001	0.97	0.93	0.0898
左腿骨	0.85	0.84	0.85	0.85	NS	0.88A	0.82B	0.0013	0.86	0.84	NS
総右下腿	4.76	4.71	4.68	4.59	NS	4.76A	4.61B	0.0001	4.69	4.67	NS
左下腿肉	3.16A	3.09AB	3.04A	2.99B	0.0454	3.12A	3.01B	0.0014	3.06	3.07	NS
左下腿皮	0.52	0.52	0.51	0.51	NS	0.52	0.51	NS	0.52	0.51	NS
左下腿骨	1.19	1.21	1.20	1.23	NS	1.24A	1.18B	0.0051	1.22	1.19	0.0619
手羽	7.48	7.52	7.49	7.46	NS	7.47	7.51	NS	7.49	7.49	NS
ガラ	15.36	15.50	15.16	15.26	NS	15.15B	15.49A	0.0491	15.42	15.21	NS

^{A B C} 日長時間、性と鶏種間で異文字間に有意差（ $P < 0.05$ ）

NS=有意差なし（ $P < 0.10$ ）。0.05 から 0.1 までの P 値は有意ではないが、記入した。

38/39 日齢ブロイラーの歩留（対生鳥%）に対する日長時間、性と鶏種の影響。

	日長時間					性			鶏種		
	14	17	20	23	P	オス	メス	P	308	708	P
屠体	67.25C	68.04B	68.63A	68.68A	0.0003	67.91B	68.36A	0.0015	67.55B	68.72A	0.0001
大胸筋	14.92D	15.51	15.93B	16.19	0.0001	15.54B	15.74A	0.0053	14.99B	16.28A	0.0001
小胸筋	3.47C	3.58	3.63AB	3.70A	0.0185	3.45B	3.73A	0.0001	3.51B	3.67A	0.0001
胸合計	18.39D	19.09	19.56B	19.89A	0.0001	18.98B	19.47A	0.0001	18.51B	19.96A	0.0001
胸皮	2.99	3.12	3.07	3.05	0.0907	2.97B	3.14A	0.0001	3.06	3.05	NS
総右腿	6.23	6.34	6.29	6.23	0.0521	6.23	6.29	0.0705	6.27	6.27	NS
左腿肉	4.43	4.48	4.43	4.38	0.0618	4.48A	4.37B	0.0001	4.40B	4.46A	0.0289
左腿皮	0.86	0.90	0.91	0.88	NS	0.82B	0.95A	0.0001	0.90A	0.87B	0.0344
左腿骨	0.79	0.78	0.79	0.79	NS	0.81A	0.77B	0.0001	0.80A	0.78B	0.0012
総右下腿	4.97	4.80	4.75	4.70	0.0506	4.87A	4.74B	0.0016	4.86	4.75	0.0548
左下腿肉	3.23A	3.16	3.10C	3.07C	0.0002	3.20A	3.09B	0.0001	3.14B	3.15A	0.0001
左下腿皮	0.52	0.50	0.52	0.52	NS	0.51B	0.53A	0.0101	0.52	0.51	NS
左下腿骨	1.20	1.22	1.20	1.20	NS	1.25A	1.16B	0.0001	1.22A	1.19B	0.0001
手羽	7.58	7.59	7.59	7.63	NS	7.55B	7.64A	0.0009	7.59	7.60	NS
ガラ	16.24	16.31	16.47	16.36	NS	16.36	16.35	NS	16.44A	16.25B	0.0046

^{A B C} 日長時間、性と鶏種間で異文字間に有意差（ $P < 0.05$ ）

NS=有意差なし（ $P < 0.10$ ）。0.05 から 0.1 までの P 値は有意ではないが、記入した。

38/39 日齢ブロイラーの歩留（対生鳥%）に対する日長時間、性と鶏種の影響。

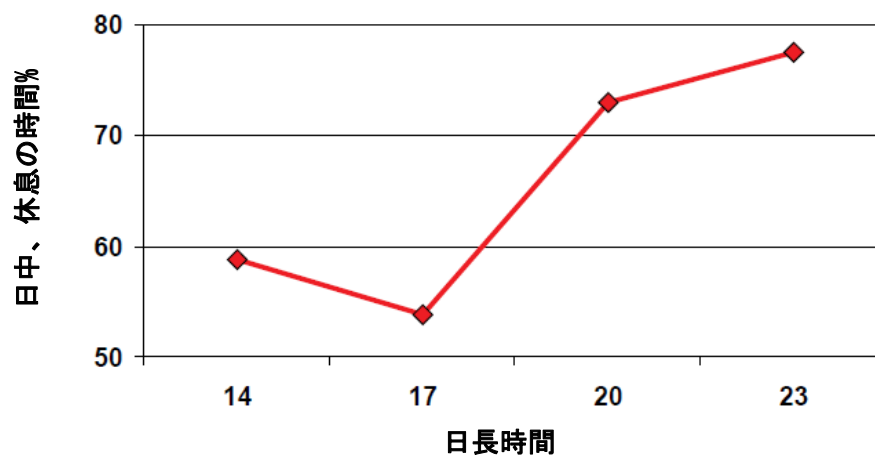
	日長時間				P	性		P	鶏種		
	14	17	20	23		オス	メス		308	708	P
屠体	70.42C	71.14BC	72.34A	71.58AB	0.0040	71.26	71.48	NS	70.97B	71.76A	0.0144
大胸筋	16.19C	16.81B	17.44AB	17.18AB	0.0003	16.79B	17.02A	0.0457	16.27B	17.54A	0.0001
小胸筋	3.80B	3.81B	3.85AB	3.96A	0.0420	3.68	4.03A	0.0001	3.79B	3.92A	0.0034
胸合計	19.99C	20.62B	21.29A	21.14A	0.0001	20.47B	21.05A	0.0001	20.06B	21.46A	0.0001
胸皮	3.03	3.02	3.10	2.97	NS	2.90	3.16A	0.0001	3.03	3.03	NS
総右腿	6.52	6.47	6.57	6.49	NS	6.50	6.53	NS	6.55	6.48	0.0742
左腿肉	4.58	4.56	4.53	4.42	NS	4.62A	4.43B	0.0001	4.52	4.52	NS
左腿皮	0.96B	0.97B	1.02A	0.94B	0.0069	0.88B	1.06A	0.0001	1.00A	0.95B	0.0085
左腿骨	0.76	0.74	0.74	0.75	NS	0.79A	0.71B	0.0001	0.76A	0.74B	0.0014
総右下腿	4.92	4.86	4.85	4.48	NS	5.00A	4.73B	0.0001	4.93A	4.81B	0.0001
左下腿肉	3.25A	3.18B	3.14B	3.11B	0.0108	3.25A	3.09B	0.0001	3.19A	3.15B	0.0475
左下腿皮	0.57	0.56	0.58	0.58	NS	0.56	0.58	NS	0.57	0.57	NS
左下腿骨	1.13	1.15	1.17	1.17	NS	1.23A	1.08B	0.0001	1.18A	1.14B	0.0006
手羽	7.53	7.58	7.72	7.67	NS	7.65	7.60	NS	7.65	7.6	NS
ガラ	17.27B	17.57A	17.72A	17.67A	0.0356	17.63	17.49	NS	17.65	17.46	NS

^{A B C} 日長時間、性と鶏種間で異文字間に有意差（ $P < 0.05$ ）

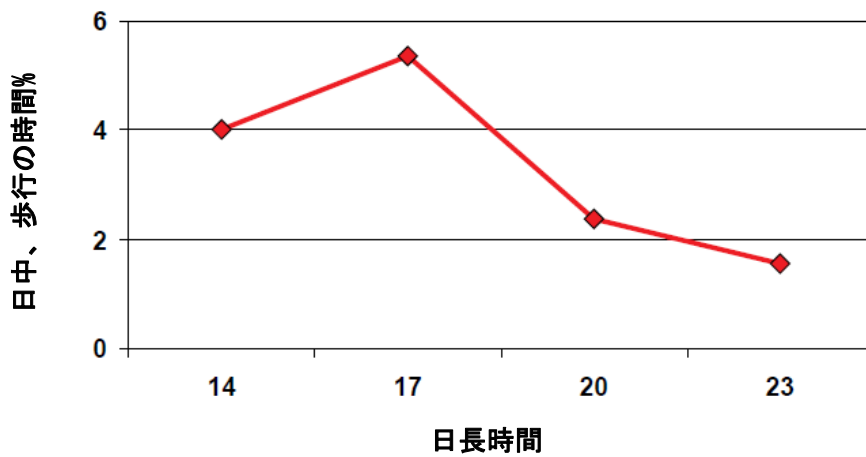
NS=有意差なし（ $P < 0.10$ ）。0.05 から 0.1 までの P 値は有意ではないが、記入した。

付録 2. 夜間を除くトリの行動に及ぼす日長時間の影響

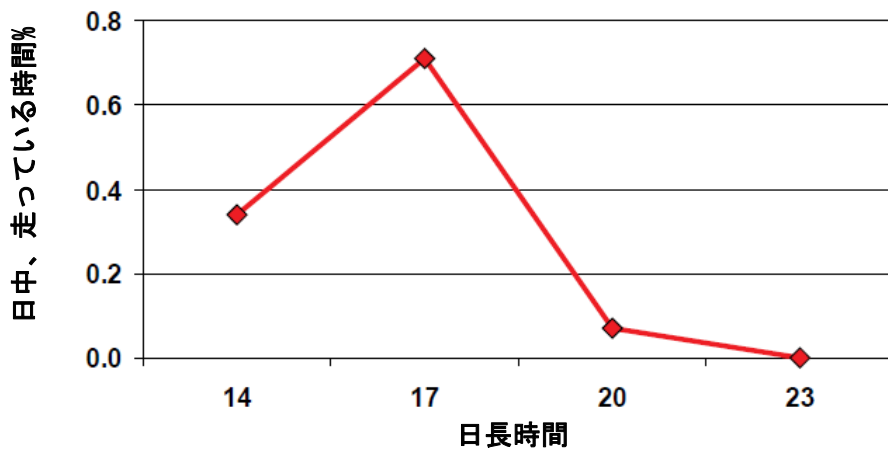
夜を除き日中に休息している時間割合%に対する日長時間の影響



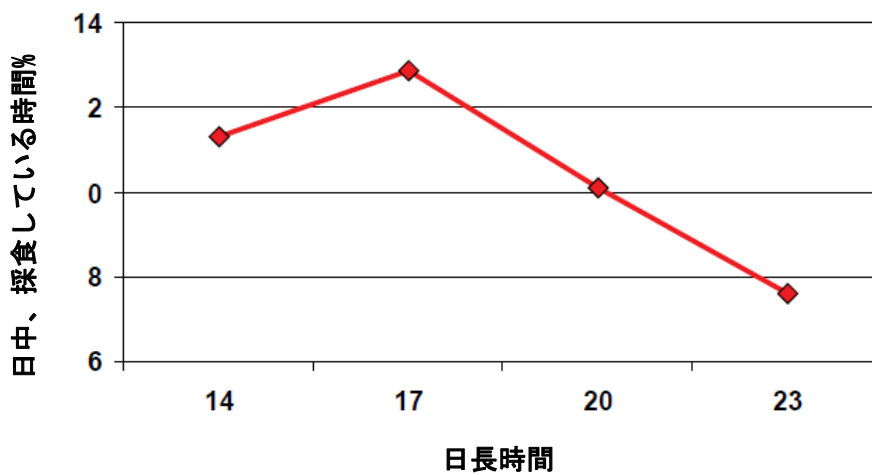
夜を除き日中に歩いている時間割合%に対する日長時間の影響



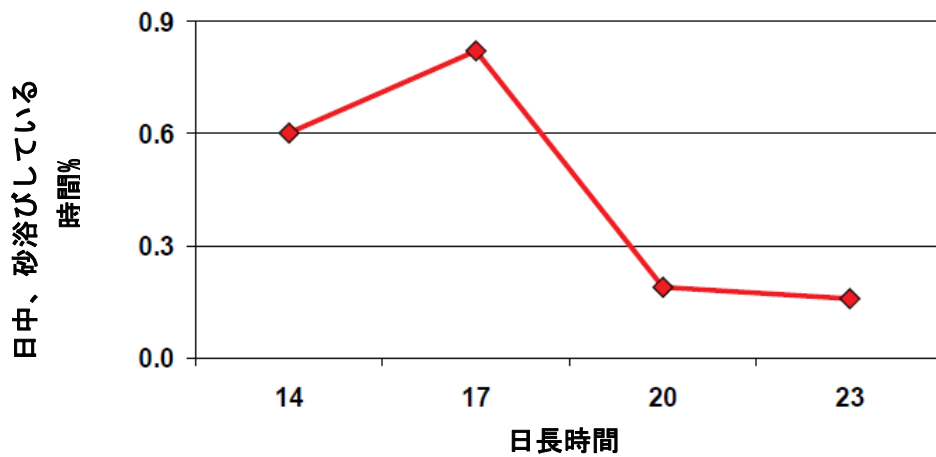
夜を除き日中に走っている時間割合%に対する日長時間の影響



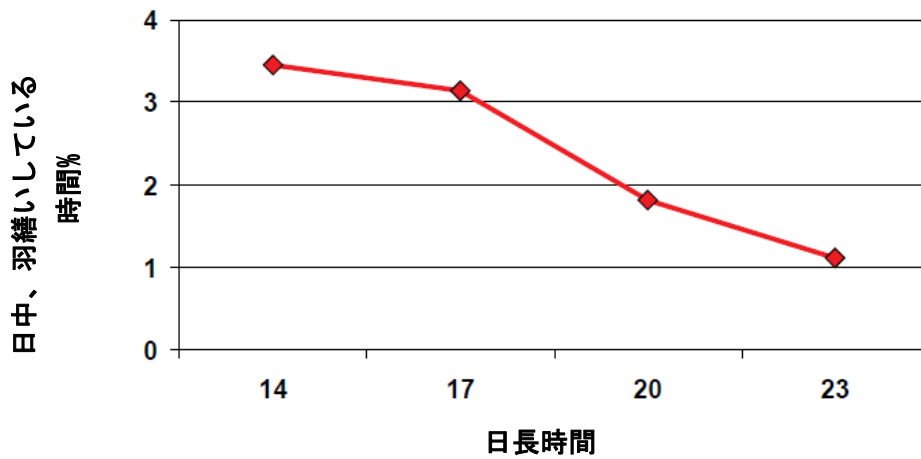
夜を除き日中に採食している時間割合%に対する日長時間の影響



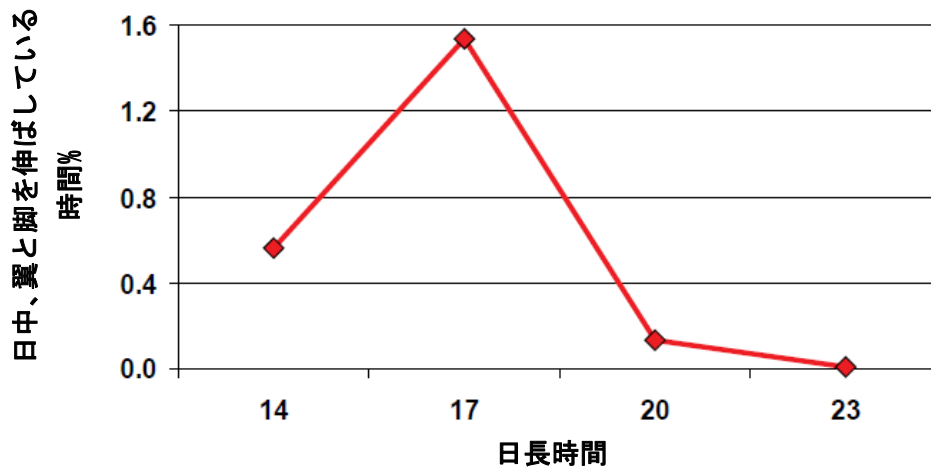
夜を除き日中に砂浴びしている時間割合%に対する日長時間の影響



夜を除き日中に羽繕いをしている時間割合%に対する日長時間の影響



夜を除き日中に翼と脚を伸ばしている時間割合%に対する日長時間の影響



夜を除き日中に床を掻いている時間割合%に対する日長時間の影響

