

BROILER

ROSS

ブロイラー鶏舎の
環境
コントロール

2010



目次

04	はじめに:適切な環境コントロールの経済的重要性
04	概説:環境コントロールの目的と方法
07	環境コントロールの経済的有利性
09	鶏舎と換気設計における気候要因
09	酷寒気候
10	寒冷気候
10	温和気候
11	暑熱気候
12	トリの機能はどう働き何が必要か
12	トリは熱と水分を産生する
13	トリに及ぼす温度と相対湿度の影響
18	相対湿度がどのように作用するか
20	換気の基礎
20	自然換気
22	強制換気
23	気密性の良い鶏舎の必要性
23	陰圧換気運転の種類
24	最低換気はどのように機能するか
27	過渡期換気はどのように機能するか
29	過渡期換気はどのように機能するか
31	気化冷却はどのように機能するか
33	適切な換気を行うために
36	換気扇の選択
38	統合コントロールシステム決定要因
40	入気口のデザイン考察
41	攪拌扇使用の利点
43	気化冷却:細霧かパッドか?
43	パッド気化冷却:パッドがいくら必要か?
44	バックアップと安全装置の必要性
44	鶏舎の向き
45	断熱の必要条件

46	モダントネル鶏舎の管理に重要なこと
47	どの換気モードが必要か？
48	目標温度を保つことの重要性
49	最低換気をコントロールするために必要なこと
52	過渡期換気をコントロールするために重要なこと
53	入気口のコントロールで重要なこと
56	トンネル換気をコントロールするために重要なこと
59	トンネル換気と気化冷却をコントロールするために重要なこと
61	管理はモニタリングを含む
63	換算表

謝辞

本稿の内容の多くはオーバン大学のジェームス O ドナルド教授によって書かれたものである。ドナルド教授は鶏舎と環境コントロールに関する権威者として広く認められている農業専門家であり、それらの材料の使用を許可いただいたことに感謝の意を表す。

はじめに:適切な環境コントロールの経済的重要性

肉や卵、ミルクあるいは他の畜産物生産のいずれであっても、環境状態を効果的にコントロールすることが総生産コストを引き下げるとは広く認められている。鶏肉生産事業においては、ブロイラー種鶏群から子孫のブロイラーに至るまで、生産過程のすべての部門が効果的な環境コントロールによって得をする。効果的環境コントロールの経済的有利性を考えると、マネージャーや技術者はこの問題の基本的なコンセプトを理解することが必要である。本稿には次の3つの目的がある。

- モダンブロイラーの遺伝的能力を発揮させるために、どのような環境基準と条件が必要か明らかにすること。
- 最適な環境状態を作ることができるように、モダンブロイラー鶏舎設計の最も重要な要因を概説すること。
- そのモダンブロイラー鶏舎の基本的運転方法のガイドラインを提供すること。

キーポイント

- 環境状態を効果的にコントロールすることが生産コストを下げることは広く認められている。

概説:環境コントロールの目的と方法

目的は、トリの健康を維持しながらウエルフェアに妥協することなく、最高で良くそろった増体と産肉飼料効率を達成し、最高の鶏群成績を上げられるような環境を提供することである。環境コントロールにおいて暖房システムは、特に育雛期間中重要な役割を演じる。しかし、多くの地域では育成中を通して暖房が必要なわけではない。一方、適切な換気は、冷房のためではなく空気の質を維持するために、たとえ暖房をしている時であっても育成中のすべての期間必要である。したがって、最高の鶏群成績を上げるため舎内環境コントロールにおいては、換気が最も重要なことである。

鶏舎の暖房方法は、ブルードーや温風システム、直接舎内燃焼や間接熱交換など、世界中には様々な燃料や加温方法があることから、換気方法以上にバラエティに富んでいる。個々の暖房システムの詳細を考察することは本稿の範囲を超えている。本稿では主として、最も広く応用できる舎内環境コントロールの基本について焦点を当てる。

非常に若いトリと/あるいは非常に寒い時期を除いて、温度コントロールが換気の主な目的である。図 1 に示すように、トリの各発育段階で、体の維持のために必要な量以上の余った飼料エネルギーが増体にまわる特定の温度帯がある。この幅広い「温度快適帯」の中で、トリが発育のために最も有効に飼料エネルギーを使う温度帯は、狭い温度幅(1 ないし 2°C以内)の中にある。これが最適生産温度帯である。この最適な温度を一十分な飼料と水とともに一供給することによって、トリのウエルフェアと経済性を最高にすることが保証される。

程度の差はあれトリが快適と感じる温度範囲(「快適温度帯」)は広いが、本稿では、業界で一般的なように、「快適帯」を最も快適な狭い温度幅、すなわち成績目標が達成できる最適な温度の意味で用いる。

もし温度が低すぎればトリは採食量を増加させるが、その体を温めるために、より多くの飼料エネルギーを使わなければならない。もし温度が高すぎると、トリは熱産生を抑えるため飼料摂取量を減少させる。適切な換気によって、最初は鶏舎から暖かい空気を排出し外の涼しい空気に入れ換え、そして最高に設備の整ったモダン鶏舎ではトンネル換気による効果的冷房(風冷)によって、そして更に進んで気化冷却で実際の温度を低下させることによって、熱の蓄積を防ぎ、トリをその最適温度帯の中に保つことができる。

最高のブロイラー成績を上げるため育成中の目標温度は、通常1日齢の30°Cから出荷時の20°C近くか、あるいはそれ以下まで、トリの大きさその他の要因によって、発育段階によって変化する。したがって、換気は最適温度を維持するように状況に応じて調整されなければならない。トリが感じている温度は、乾球温度と湿度によって左右される。もし相対湿度が理想的範囲である60-70%から外れていれば、舎内のトリのいるところでは温度の調整が必要である。例えば、もし相対湿度が50%程度しかなければ、1日齢ヒナに対する乾球温度は33°Cまで上げる必要があるかもしれない。すべての発育段階で、トリが適切な温度に曝されるように、トリの行動をモニターすべきである。

換気は高すぎる湿度を下げる唯一の実際的な方法である。高すぎる湿度は、最も多く見られる冬場の問題点であり、トリの健康に影響する。たとえ熱を逃がすために換気が必要ない時でも、湿気や敷料の固まり、アンモニアの問題を防ぐために少なくとも最低換気量は維持しなければならない。

呼吸によって、トリは空気中から酸素を取り込み、二酸化炭素を排出する。そのため過剰な二酸化炭素を排出し、酸素に置き換えるために、鶏舎に新鮮な空気を引き込まねばならない。新鮮な空気を供給するための換気は、暑い時期も寒い時期もすべての季節で必要である。

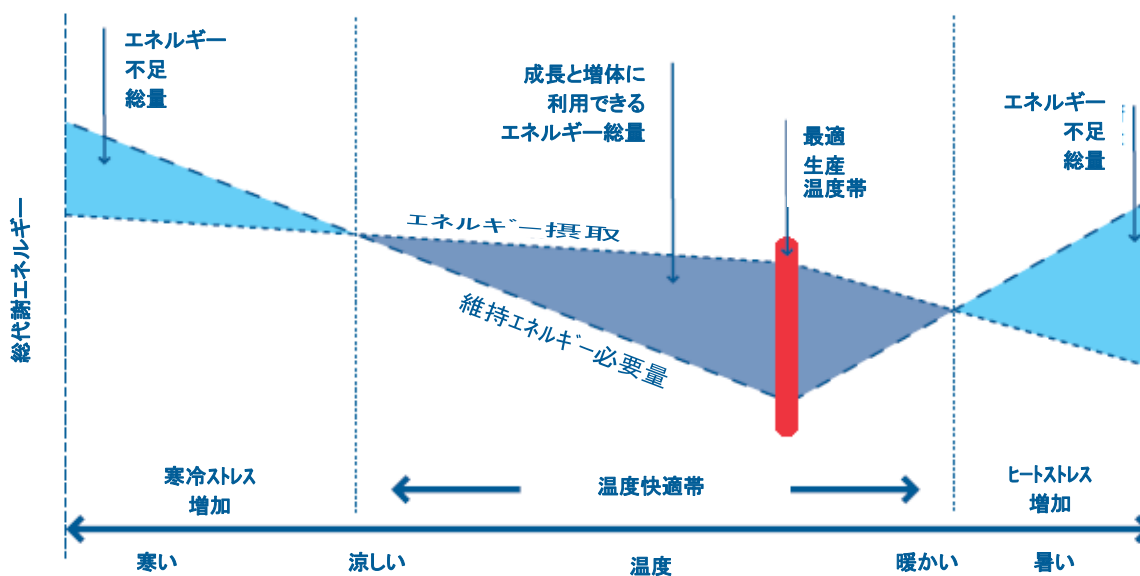
ROSS 環境コントロール:はじめに

しかし、最もよく見られる空気の問題は、湿りすぎた敷料から発生するアンモニアである。アンモニアは健康問題を引き起こし、成績を低下させる。適切な換気は、相対湿度をコントロールすることによってアンモニアの蓄積を防止する。

上記の要因のすべてが重要である。幸いにもほとんどの場合、新鮮な空気を引き込み、有毒ガスを排出することは、主に温度と湿度をコントロールすることを目的とした換気によって成し遂げられる。

重要:適切な舎内環境は鶏舎全体に均等でなければならない。澱んだ空気ポケット、すきま風、コールドスポットやホットスポットは鶏群成績を下げ、斃死の原因になることさえある。

図 1: 最適生産温度帯



トリの各発育段階において、維持エネルギーの要求量が最も少なく、トリが発育のために飼料エネルギーを最も多く使うことのできる一定の狭い温度帯がある。もし温度が最適帯からほんの数度でも外れると、寒くても暑くても、トリは飼料エネルギーの多くの割合を体の維持のために使い、発育のために用いる割合が少なくなる。

キーポイント

- 最高の鶏群成績のための舎内環境コントロールにおいて、換気が最も重要な手段である。
- トリの発育の各段階において、トリが飼料エネルギーを増体のために最も多く使うようになる一定の最適温度帯がある。
- 最高のブロイラー成績を上げるための目標温度は、育成中日々変化する。それに応じて換気を調整しなければならない。
- 舎内環境は均等でなければならない: 澱んだ空気の溜まり、すきま風、コールドスポットやホットスポットは鶏群成績を低下させる。

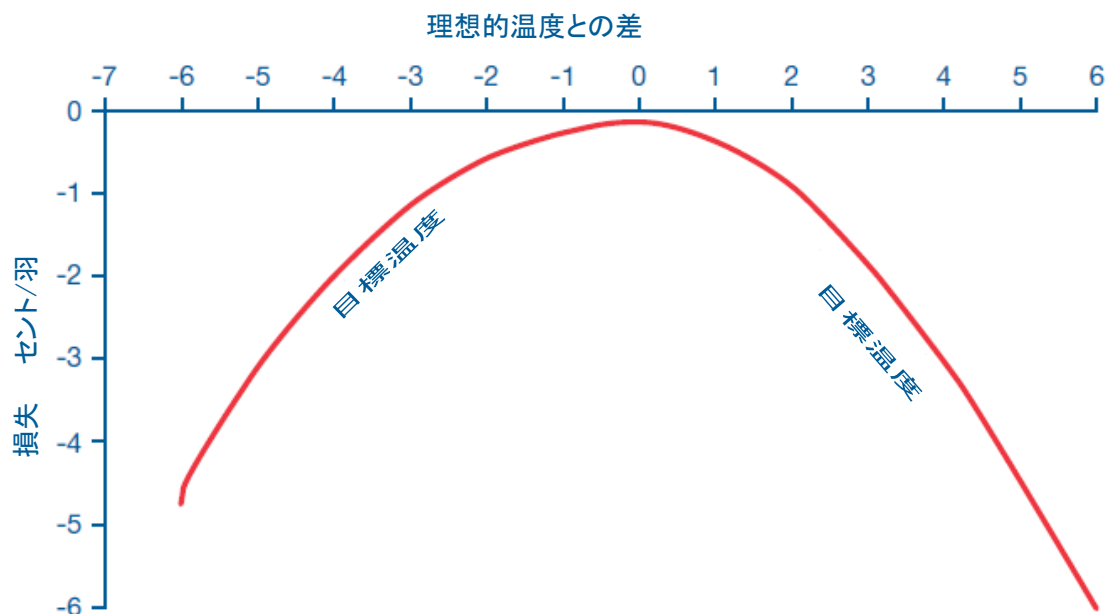
環境コントロールの経済的有利性

トリは絶えず最適な環境条件、なかでも温度が最も重要な要因であるが、が与えられた時、最も効率的に飼料を肉に変換する。少しの温度差が生産者の収益に大きく影響することがある。このことは、研究や世界中の経験から広く認められてきている。下の図 2 は、鶏群成績に及ぼす温度の影響に関するコンピュータによる研究で、目標温度通りにした場合と目標温度から外れた場合の 1 羽当たりの収益性の差をセントで示している。この研究は、育雛以後の育成期、目標温度が約 22°C で一定になった時を対象にしている。そして、ここに示した数値はその時期だけのものである。そのような状況の下では、目標温度から高い方にわずか 2.2°C 常に外れるだけで、1 羽当たり収益が 1 セント低下することを意味している。

育雛期間中、たとえ短時間の冷えであっても大きく鶏群の生産性を低下させることがある。例えば、米国の大学の研究では、初生雛をわずか 45 分間だけ 13°C の気温に曝しただけで、35 日齢体重が約 110g 低下することが示された。育雛期以後は、トリの成績は低温よりも高温によって、より急速に低下させられる。例えば、図 2 は常に 4.5°C 高くした場合に失う金額は、同じ温度だけ常に低くした時のその約 1 倍半程度であることを示している。育雛期間中に最適温度を維持することは非常に重要であるが、全育成期間中絶えず目標温度にすることによって得るものは更に大きいであろう。

コストと売価が異なることから、目標体重通りにすることによる正確な収益性(あるいは「悪くすることによる失費」)は変わるであろう。研究や野外の経験が示していることは、常に目標温度を維持することによって大きな見返りが得られるという道理である。

図 2:「悪くすることによる失費」—常に目標通りに温度コントロールをすることによるコストの有利性



育成期間中、目標温度からわずかに数度外れただけで農場収益を大きく阻害することがある。上のグラフは育雛期以後のトリを常に目標温度通りにしたものに対して目標温度通りにしなかった場合の総収益を1羽当たりセントで示している。条件: 49日齢出荷、鶏肉売価0.89ドル/kg、トリの大小による価格差なし、飼料価格スターター278ドル/トン、グロワー270ドル/トン、フィニッシャー258ドル/トン。出典: Veng, *Hot climate ventilation*.

キーポイント

- 育雛期間中、たとえ短時間の冷えでも鶏群成績を大きく低下させることがある。
- 常に目標温度を維持することが大きな収益を生み出す。

鶏舎と換気設計における気候要因

鶏舎のタイプや様式を左右する主要な要因は気候である。異なる気候条件は異なる換気および暖房戦略を要求し、可能な収容密度あるいは望ましい収容密度に影響する。一般的に、極端な条件になればなるほど、より洗練された環境コントロールのできる設備と管理が必要になる。気候に季節の変動があるところでは、鶏舎は暑い時期と寒い時期に対応する換気システムが必要である。

与えられた状況下でどのような鶏舎と換気システムを選ぶかは、次の条件に対応するためにどのような装置を設置すればどれだけ得になるかを計算した上で決めなければならない:

- 一般的な気象条件、あるいは一般的な季節的気象条件—すなわち、通常少なくとも数ヶ月以上続く状態。
- 起こるかもしれない極端な気象条件。

次に述べるのは典型的な気候と/あるいは気象条件の概要とその換気に及ぼす影響である。本稿の限られたスペースの中で特定地域用のアドバイスをすることは不可能であるので、ごく一般的な推奨案を示す。生産施設には、特定の気候だけでなく多くの気候に使える備品を設置する必要があるかもしれない。

キーポイント

- 極端な気候は、より洗練された舎内環境コントロールができる設備と管理を必要とする。

酷寒気候

生産サイクルの中でかなりの期間、極端に寒い状況でブロイラーを生産する地域では、鶏舎のデザインと運転方法に関して特別の注意をすべきである。

トリの健康と成績に対する直接的影響に関しては、極端に冷たい空気は極端に少ない水分しか含まず、そのため、この空気が暖められ舎内の空気と混ざる時、しばしば極端に乾燥し、トリの健康に影響するような状態になる可能性もある。冬場の極端に低い相対湿度は、トリは高い相対湿度の中で育つトリよりも多くの熱を逃がすから、熱損失が大きいことを意味している。しばしばこの大きな熱損失を補うために設定温度を上げなければならない。その時、マネージャーは燃料コストを節約するために、しばしば換気時間を減らす。このことは、寒冷時の不適切な換気による生産性の低下が燃料コストの増加を上回るから、大きな間違いである。

極端に寒いコンディションの場合、温和な気候のところでは普通は問題にならない鶏舎構造の問題も考慮に入れなければならない。舎外の気温が0℃よりかなり低い時、それは更に重要になり、トリに外の冷気を直接当てないようにすることがますます難しくなる。そのため、鶏舎に空気が入る前に予備加温する空間、あるいは暖房室が必要になるかもしれない。また、極端に冷たい舎外の空気は、その比較的低い水分レベルにもかかわらず、重大な結露の問題の原因になることがあり、入気ドアが凍り付く原因なることさえある。そのような問題を防止するには、可能なら入気を予備加温する空間を作るとともに、外気の舎内漏入を防ぐため密閉することと、断熱に特別な注意をすることが必要である。

キーポイント

- 極端に寒い時期、乾燥状態は、トリが熱を多く失う原因になる; 設定温度は高くする必要があるかもしれないが、最低換気は維持しなければならない。
- 極端に寒いコンディションは、鶏舎に外気が入る前にコンディションを整えるために予備加温空間の使用が必要かもしれない。

寒冷気候

温度が常に 10℃以下になる冬が長く続き、夏の温度が暑くならない標高の高いところや、北半球あるいは南半球の高緯度地域では、通常、トリを冷やすためのトンネル換気と気化冷却は必要ない。

トリを快適に保ち鶏群成績を維持するため、特に鶏舎内の水分の蓄積を防ぐためには、陰圧強制換気が必要である。鶏舎には通常、暖かい時期にトリの熱を逃がすために追加のファン(と入気口)を増設した「最低換気」セットアップが必要である。また極端に寒い時に効果が上がるように、追加補助暖房システムと断熱の強化が必要かもしれない。

キーポイント

- 寒い時期の換気は、鶏舎の過剰な水分の蓄積防止を助ける必要がある。

温和気候

温度が常に 24℃以上に上がるところでは、すべての鶏舎に強制換気が必要であろうが、小さな自然換気鶏舎で最小の収容密度のところでは必要ないであろう。温度が常に 24-30℃になるか、あるいはそれ以上になるところでは、普通はトンネル換気が薦められる。トンネル換気は舎内空気を

大量に急速に入れ換え、「風冷」効果のある高速の空気の流れを作ることができる(図 16)。そしてそれによって、トリが感じる有効温度をいくらか低くすることができる。温度が 35°C程度になると風冷効果はなくなり始めるので、空気の絶対温度を下げるために気化冷却を加えなければならない。

キーポイント

- たとえ温和な気候でも、温度が常に 24-30°C程度、あるいはそれ以上になるのであれば、普通はトンネル換気が薦められる。

暑熱気候

一般的に、暑い気候は鶏舎のサイズを大きくし収容密度を上げることを難しくする。空気の入れ換えだけでは、舎内温度を舎外温度から数度以内の上昇に抑えることができるだけである。しかし、もし相対湿度が高過ぎなければ、たとえ常に暑い気候でも気化冷却のついたトンネル換気によって、普通は高い収容密度を確実に維持することができる。

熱帯あるいは亜熱帯地方で温度が常に 35-38°Cになるところでは、高収容密度飼育や開放鶏舎、自然換気鶏舎は一般的には不適である。低湿度で暑い気候(海拔高く砂漠の施設など)の場合、低湿度が腹水症や低増体の一因になったりする。

トリが余分の体熱を放散する主要な方法は、肺と気道から水分を気化させる呼吸(あるいはパンチング)を通して行われるから、高湿度と高温が組み合わさるとトリにとって特に大きな問題になる。空気の湿度が高くなればなるほど、トリ自身で体を冷やすことができなくなる。しかし、適切に設計されたトンネル換気鶏舎の場合、自然換気鶏舎よりも湿度の影響を少なくできる。

キーポイント

- たとえ非常に暑い時期であっても、気化冷却付きのトンネル換気によって、普通は確実に高収容密度を維持することができる。

トリの機能はどう働き何が必要か

幼雛は体温を調節する能力をほとんど持たないので幼雛には給温が必要である; 空気の温度は約 30°C。トリが大きくなるにつれて、その「快適帯」温度範囲は少し広がって低下し、そのため、出荷時トリは 20°C 位が最も快適に感じる。このことは、育雛初期の主要な課題は、普通はトリを十分暖かくすることであることを意味している。トリが発育するにつれて、暖かすぎるものが、それは冬でも起こることがあるが、よく起こる問題である。換気の目的はすべての育成期間中、暖かすぎず寒すぎないトリの快適帯の舎内温度に維持することである。そうするために、トリにとって熱と湿度がどのようにお互いに影響し合うか理解する必要がある。

キーポイント

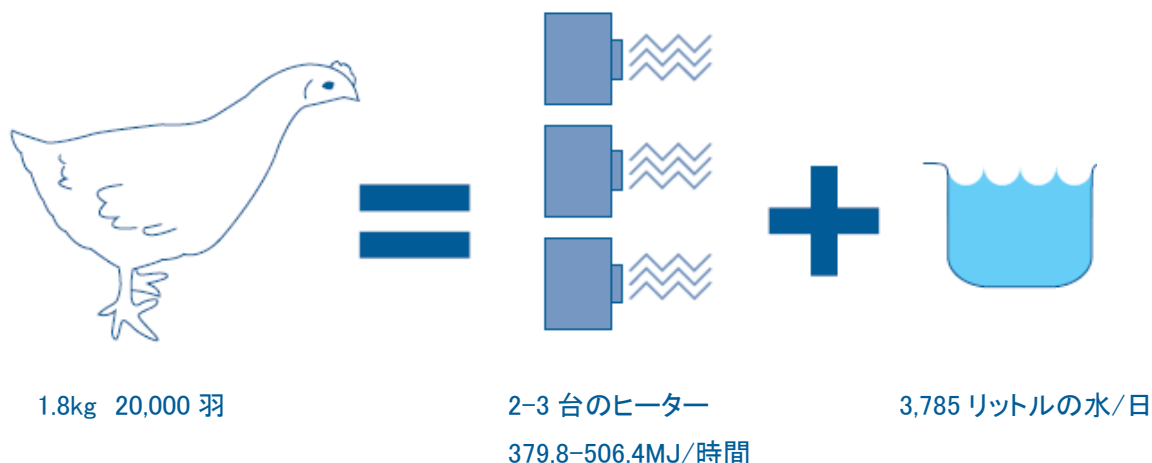
- 発育初期の主要な課題は、普通はトリを十分暖かくすることである。トリが大きくなると暖かすぎるものがよく起こる問題である。

トリは熱と水分を産生する

トリは飼料と水を体の維持(臓器と筋肉を動かし体を暖かく保つ)に使うエネルギーと、増体して発育するためのエネルギーに変換する。しかし、それは 100% 効率的ではなく、そのため、極めて多くの水分(糞便中と呼吸によって)とともに極めて多くの過剰な熱が発生する。

一般的にトリは約 11.6kJ/時間/kg の熱を産生する。このことはトリが大きき発育すればするほど多くの熱を産生することを意味している。もし、例えば 1.8kg で 20,000 羽のトリがいれば、鶏舎に約 417,600kJ/時間の熱、言い換えると連続運転する 2 台または 3 台の温風ヒーターと同じ程度の熱を放出することを意味している。もし 3.6kg で 20,000 羽のトリがいれば 835,200kJ/時間の熱を産生する。世界中で傾向は大きなトリの生産に向かっている。また産生される水分の総量は日齢によって異なる。1.8kg の同じ鶏群では温度によって異なるが、1 日当たり 3,785 リットルの水を産生する。その他のことと同様に、舎内の空気温度と湿度の両方とも発育が進むにつれて上昇する傾向がある。

図 3: 大羽数のトリは大量の熱と水分を鶏舎に放出する。発育が進むにつれて舎内の空気の温度と湿度の両方が上昇する。



育雛期間中、幼雛は補助暖房が必要である。しかし、発育が進むと、トリはだんだん自分自身で温度を維持できるようになり、トリから出る熱で鶏舎が暖かくなる。そのことは特に寒い気候の場合にはいいことである。しかし、トリが大きく成長すると、特に暑い気候の時、トリが過剰な熱を取り除き続けることができず、体温が高くなりすぎてしまう温度まで舎内温度が上昇しないように、熱を逃がすための換気が必要不可欠になる。

キーポイント

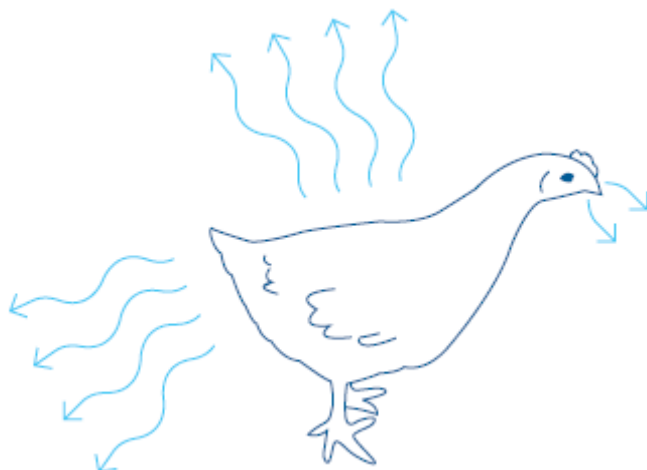
- 1.8kg20,000 羽のトリがいれば、1 時間当たり約 417,600 キロジュールの熱を舎内に放出する。
- 1.8kg20,000 羽のトリがいれば 1 日約 3,785 リットルの水を舎内に放出する。

トリに及ぼす温度と相対湿度の影響

温度と湿度はトリの快適さを決めるのに相互に作用するが、単純にするために次の段落では最初に温度について見てゆき、その次に湿度、その後それらの相互作用がトリにどのように影響するか述べる。

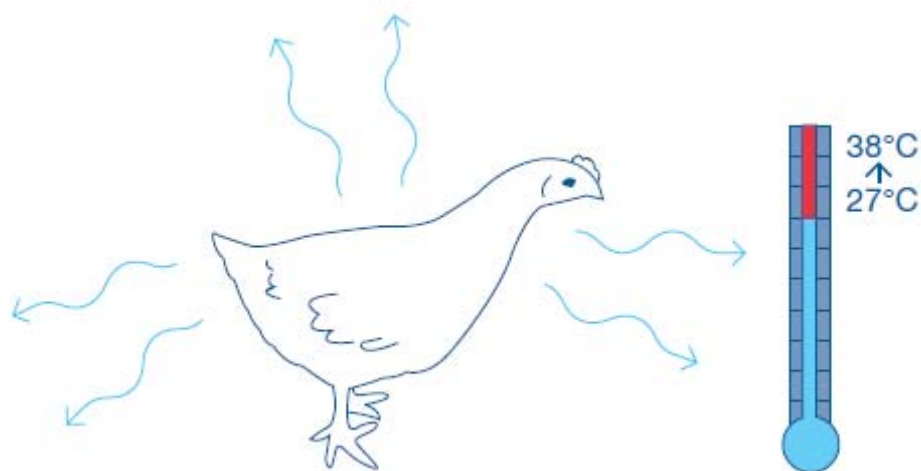
トリは基本的には空気ですでに冷やされる。すなわち、トリを覆う空気の動きがその体熱を吸収しそれを環境中に移す。トリは汗をかかないから、ほ乳動物の体に備わるこの種の気化冷却システムを享受することができない。トリは呼吸とパンチングでいくらかの冷却効果を得ている(図 4)。しかし、彼らの冷房効果は主に直接鶏体から環境への熱の移動に頼っている。もしトリが翼を持ち上げているのが見られれば、トリは暑く感じており、過剰な熱を取り除くためにその体を大きく空気に曝している。

図 4: トリは汗をかかないので、この方法では自分自身を冷やすことができない。彼らはほとんどすべての過剰な熱を直接体から空気中に移すことによって取り除いている。ヒートストレスの時、彼らは体の熱を取り除くためにパンチングを始める。



完全に羽毛の生えそろったトリの場合、快適さを保つには、通常 37.8°C 以上であるトリ自身の体温と鶏舎の気温の間にかかなりの温度差がなければならない。舎内の空気温度が高くなればなるほど、トリの熱発散メカニズムは効果がなくなる。トリの体温はその後上昇し始め、そしてトリは採食と増体が遅くなるかストップしてしまう。もしその状況がコントロールされなければ、トリはついには死亡するであろう。

図 5: 完全に羽毛の生えそろったトリの場合、空気の温度が約 27°C 以上に上昇すると、トリの熱発散能力は落ちてくる。トリがヒートストレスにかかり始めると、採食が少なくなったり、しなくなったりする。もし体に熱の蓄積が止まらなかつたら、トリはついには死んでしまうであろう。



ヒートストレスの始まり

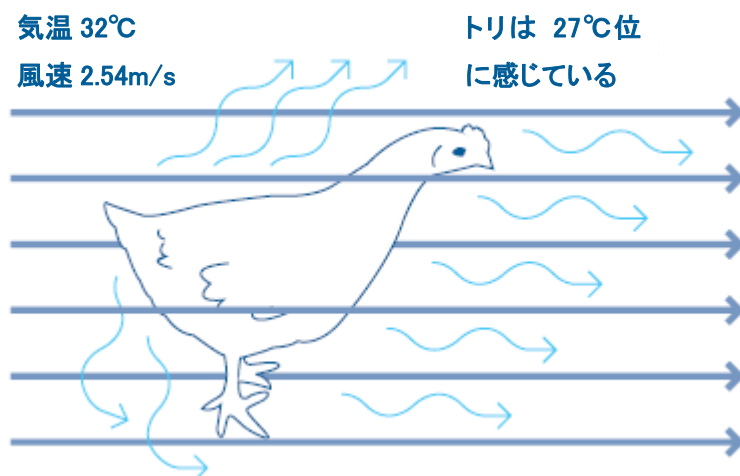
ROSS 環境コントロール: トリの機能はどう働き何が必要か

ほとんどの状況下ではトリが熱を出しても、暖かい空気を排出し舎外の冷たい空気と入れ換えることによって、鶏舎をあまりにも大きな温度上昇から守ることができる。トリは、主に周りの空気を暖めることによって過剰な熱を放出するから、空気の入れ換えが速ければ速いほど、トリはより多くの過剰な熱を放出することができる。ほとんどの鶏舎では、舎外の空気温度が約 27°C までの場合、トリの快適帯の範囲内に鶏舎全体の温度を保つために、暖かくなった舎内の空気を適切な速度で取り除くように、換気システムを働かせることができる。

単純に鶏舎の空気を入れ換えることに加え、トリに風を当てることによって、トリが高温に耐えるのを助けることができる。空気の流れによる風冷効果はトリの有効温度を下げる。例えば、舎内の空気が 32°C (普通の湿度) で風速 2.54m/s であれば、完全に羽毛が生えたトリは 27°C 位に感じているであろう。その効果は、若いトリでは冷えのストレスになるかもしれないほど更に大きい。トンネル換気は最も効果的な風冷効果を作り出す。トンネル換気のない鶏舎では、攪拌扇あるいは循環扇が役立つ。

非常に暑い気候の場合、空気中に水を気化させることによって追加の冷房をすることができる。水は非常に小さな水滴を空気中にスプレーするか、湿ったパッドを通る気流によって気化される。水が気化する時、温度が下がる。気化冷却は舎内に適切な風速を作り出す換気扇によって左右され、相対湿度が高すぎない時、最も良く機能する。

図 6: トリの上を速く流れる空気は、特に大きなトリに非常に有益な風冷効果をもたらす。しかし、若いトリは風冷効果に敏感で、冷えのストレスを受けるかもしれない。



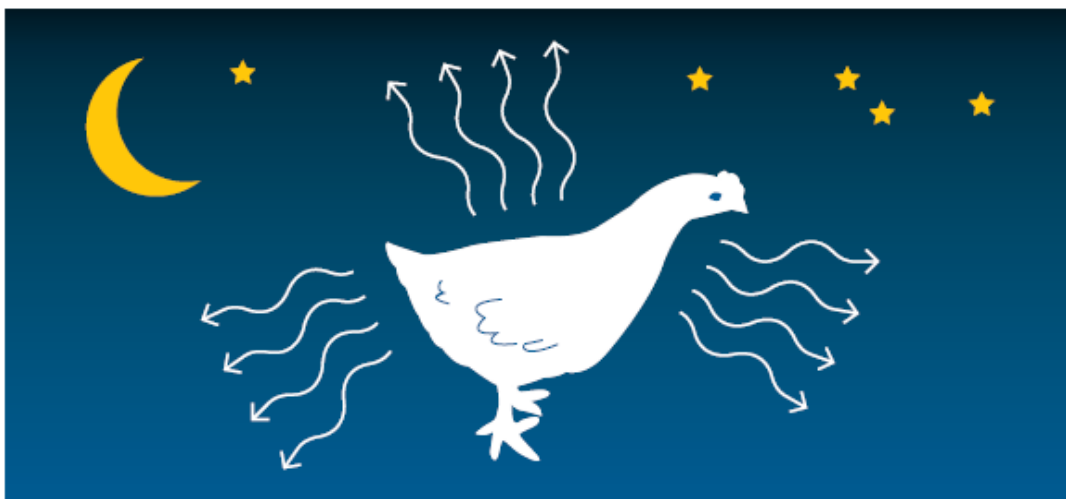
もし夜間の温度が日中の最高温度より 14°C か、それ以上下がれば、トリは日中の高温にも耐えることができる。トリは涼しい夜間に昼間蓄積した過剰な熱を発散することができる。夜間、トリの上を流れる空気の動きを作り出すファンの稼働は、「効果的な」夜間の温度低下に役立つ。たとえ

ROSS 環境コントロール: トリの機能はどう働き何が必要か

日中の温度が非常に高くとも、トリはその後、一から次の日を始めることができ、そしてそれによって成績を高く維持するのに役立ち、斃死率のリスクを減らすことができる。

またトリは呼吸を通して、いくらか熱を放出する。トリが暑く感じると、パンチングが見られるのはそのためである。それは、バックアップの冷却システムのようなもので、普通はその日齢の「快適帯」温度より約 4-6°C 高くなった時、やり始める。何が起きているかといえば、トリは気道と肺の湿った内層に空気を通すことによって得られる気化冷却効果を最高にしようとしているのである。この冷却方法は、空気が比較的乾いている時、最もよく機能する。もし空気中にすでに多くの水分が含まれていると、トリの水分を容易に気化させることはできず、気化冷却効果も同じようには働かない。

図 7: 夜間にトリを冷やすことができれば、トリは高い日中の温度に耐えることができる。その効果は、夜間に日中の最高気温より 14°C 下がった時最も大きくなる。トリの上に空気を流すため夜に換気扇を動かすことは、夜間の「効果的」温度を下げるのに役立つ。



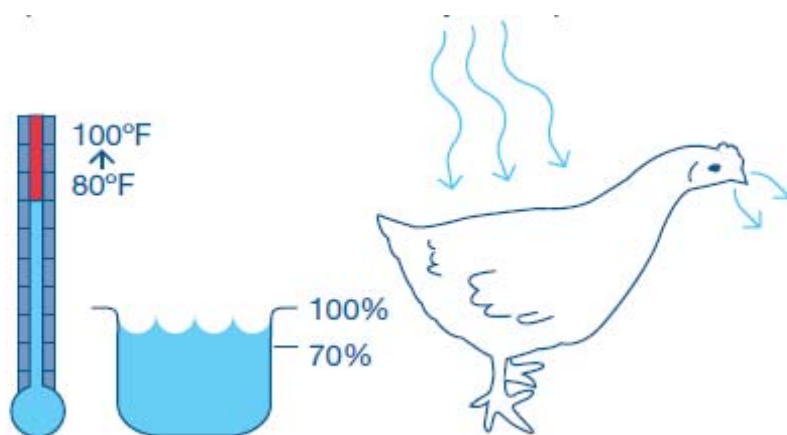
ヒートストレスに関する次のセクションはジム・ドナルド博士のヤードポンド法による報告を直接引用している。したがってヒートストレスの指標はメートル法の数値、すなわち摂氏に換算せずに計算しなければならない。

米国の多くの家禽生産者とマネージャーが使っている古い大ざっぱな指標は、トンネル換気のない従来の鶏舎の場合、もし舎内の空気の温度が華氏 80 度台かそれ以上になり、温度(華氏)と相対湿度を加えた数値が 160 かそれ以上になると、トリは過剰な熱を放散することが困難になり始めるというものである。すなわち、温度プラス湿度がヒートストレスの指標になる。例えば、空気の温度が 85° F で湿度が 70% なら (85+70=155)、トリは、まあまあ快適である。しかし、もし相対湿度が 80% に上がると (85+80=165)、オーバーヒーティングによって飼料効率は悪くなるであろう。この

原則は、空気がトリの上を流れない時、従来の開放鶏舎や寒冷時用の強制換気をしている場合だけに注意。風冷効果があるからトンネル換気鶏舎には適用できない。

寒冷時、直接燃焼ヒーターを使っているところでは、水蒸気はほとんどの燃料の燃焼産物のひとつであるから、トリからだけでなくヒーターからも鶏舎の空気の中に水分が放出される。それは、トリから出る水分と比べると少量に過ぎないが、もし換気量が非常に少ないと、その両方によって鶏舎の湿度が高くなることがある。このことは、もし温度($^{\circ}$ F) + 湿度指標が 160 以上になると、まさかと思う時に、トリがヒートストレス問題を引き起こすことがあることを意味している。湿度過剰は敷料の固まりとアンモニアの問題を引き起こす。(もし熱交換システムを用いれば、燃焼産物は鶏舎内に放出されないから、暖房しても鶏舎の空気に水分が増えることはない。)

図 8: 温度と湿度の組み合わせでトリにストレスがかかるかどうかの大ざっぱな指標は、湿度と温度を足した数値である。もし舎内の空気の温度が華氏 80 度以上になり、温度(華氏)と相対湿度を足した数値が 160 かそれ以上になると、トリはストレスを受けやすくなる。



温度 + 湿度 = 160 かそれ以上 = ヒートストレス

暖かい気候の時、暑い日に強い雨が降った時以外、湿度が問題になることは多くない。例えば、夏の暑い日の午後の夕立の後には、空気の温度が 90° F 以上に上がり、湿度が 90% 以上になるかもしれない。そのような時は、換気と風速を最高にしなければならない。

キーポイント

- トリは汗をかかない; トリは主として、過剰な熱を体の周囲を取り巻く空気中に放散する。
- もしトリが翼を持ち上げているのが見られたら、トリは過剰な熱を取り除くために体の表面積を大きくしようとしている。
- 空気の温度が低く 27°C程度までの場合、快適帯の範囲内にトリを保つために、普通は換気によって、舎内の暖められた空気を適切な割合で取り除くことができる。
- 暑い状態の場合、空気の動きによる風冷効果によって、トリを快適に保つことができる; 空気中に水を気化させることによって更に冷房することができる。
- 夜間にトリを涼しく保つことは、トリが日中の高温に耐えるのを助ける。
- パンチングはトリがオーバーヒートになっている兆候であり、余分の体熱を放散しようとしている。
- 温度と湿度は一緒になって作用する; 温度が比較的低くとも高い相対湿度は問題を起こすことがある。
- 鶏舎内の水分過剰は敷料の固まりとアンモニア問題の原因になる。

相対湿度がどのように作用するか

水が気化する時、水は水蒸気として空気の中に入る。それは見ることはできないが、常時、何リットルもの水が空気中に漂っている。鶏舎の場合、何が最も問題かといえば、単純に何リットルの水が空気の中にあるかではなく、飽和水蒸気にどれだけ近いか—すなわち、空気中に保持することができる水分が問題である。パーセントで表される「飽和にどれだけ近いか」の考え方は、相対湿度という用語が意味しているものである。

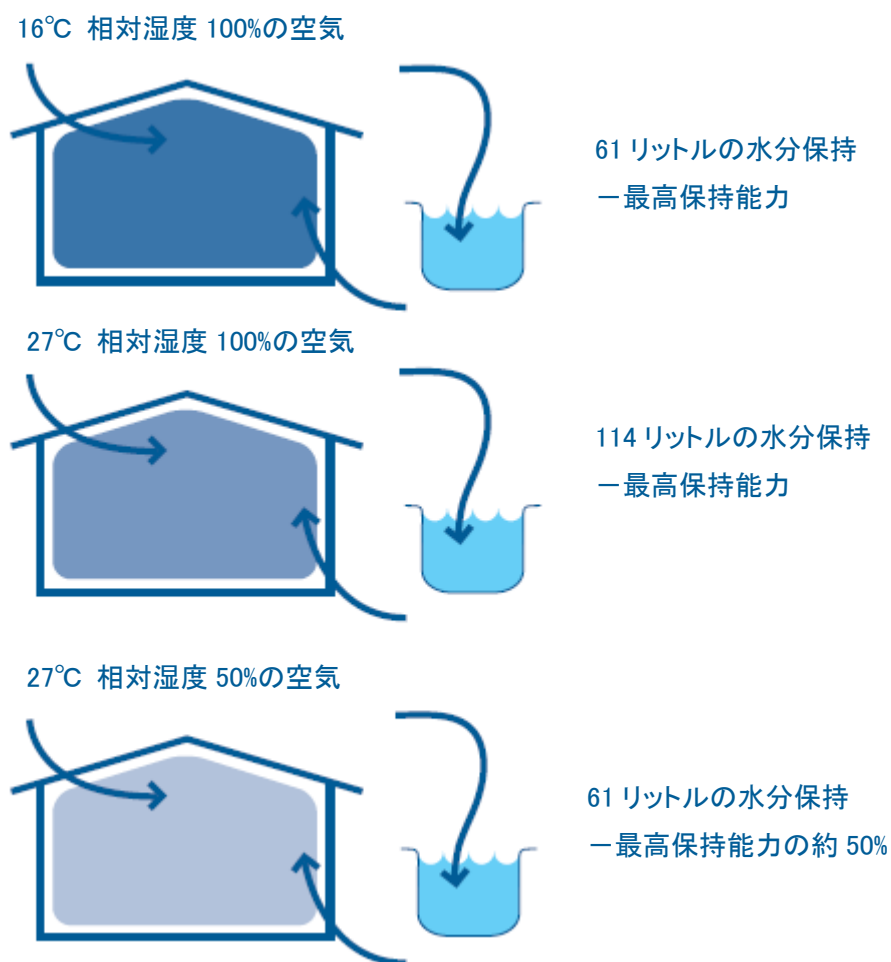
もし空気が最高水蒸気保持能力の半分を持っていれば、それが相対湿度 50%である。もし空気がその能力の 4 分の 3 を持っていれば、それは相対湿度 75%である。空気が保持できる水蒸気をすべて保持し、水蒸気で飽和した時、それが相対湿度 100%である。

知っておかねばならない重要なことは、飽和水蒸気量(空気ある立米当たりリットル)は空気の温度によって変わることである。これが相対湿度という用語を使う理由である。暖かい空気は冷たい空気よりもかなり多くの水分を保持することができる。このことは、暖かい空気は飽和に近づくことなく、冷たい空気で吸収できる水分よりトリと敷料からかなり多くの水分を吸収できることを意味している。また、高い相対湿度の冷たい空気であっても、暖めることによって、その空気は自動的に相対湿度が低くなる。このことが冬場の換気が可能になる理由である。換気システムが冷たい冬

ROSS 環境コントロール: トリの機能はどう働き何が必要か

場の空気を舎内に引き込む時、この空気は一旦舎内で暖められる。このことは、その空気の相対湿度が下がり、別の言い方をすればその水分保持能力が上がることを意味している。それによって敷料から水分を吸い取り、鶏舎の外に運び去ることができる。

図 9: 空気の温度が上がるほど、空気中に保持できる水分総量は増加する。大ざっぱな指標は、空気の温度が 11°C 上がれば相対湿度は半分になることである。すなわち、空気の温度が上がれば、空気の吸収能力も増加する。27°C の空気は吸収性が良く、16°C の同じ量の空気よりも、ほぼ 2 倍の水蒸気を保持することができる。



キーポイント

- 相対湿度は、結露が始まる前に保持できる水分の総量にその空気がどれだけ近いかを示している。
- 暖かい空気は、より多くの水分を保持できる。11°C の温度変化は空気の湿度を 2 倍(あるいは半分)にする。

換気の基礎

換気はブロイラー育成にとって、最適な舎内環境を供給するために極めて重要であるから、適切な鶏舎設計と管理のために換気の基本原則を理解することは必須である。2つの基本的な換気方法がある; 自然換気と強制換気。

自然換気

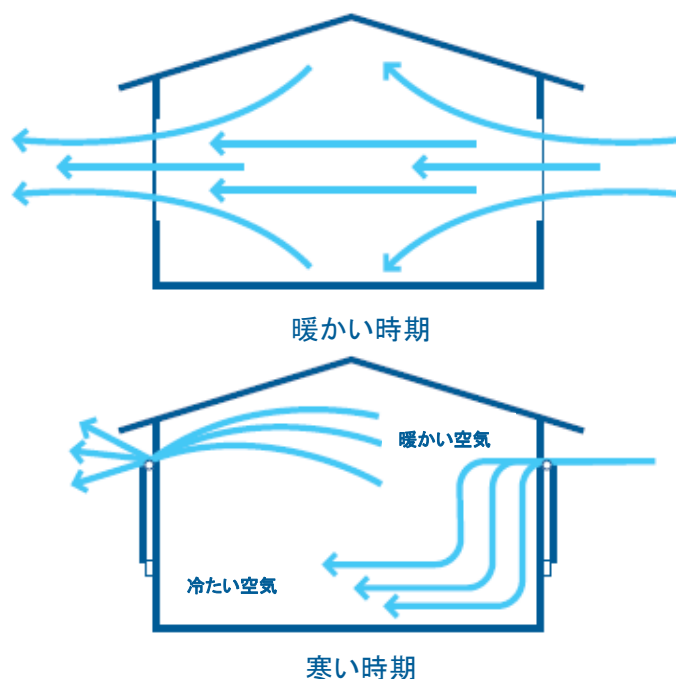
自然換気は、鶏舎の中に空気を入れ鶏舎の中を通すために、舎外の風が入り、舎内の空気の対流が起こるように、適正な広さまで鶏舎を開けることに頼っている。それはしばしば、側壁カーテンや跳ね上げ戸、ドアを下げる(あるいは上げる)ことによって行われる。側壁カーテンは最も一般的であり、自然換気はしばしば「カーテン換気」とも呼ばれる。

カーテン換気の場合、舎内が暖かくなった時、舎外の空気を取り入れるためにカーテンが開けられる; 寒くなった時、空気の流れを制限するためカーテンは閉じられる。鶏舎のカーテンを開くと、舎内と舎外のコンディションが同じになるように、大容量の舎外の空気が鶏舎の中に入ってくる。カーテン換気は、舎外の温度が目標舎内温度に近い時のみうまく働く。換気量は外の風次第である。風の少ない暖かい日から暑い日の場合、風冷効果を得るために循環扇を使用することもある。もう一つ上のレベルの冷房をするために、攪拌扇と共に細霧あるいは煙霧を用いることもできる。

もし寒い時期にカーテン換気を用いるのであれば、オンオフタイマーで頻繁に稼働でき、トリの位置に安全のためのサーモスタットが付いていて、高温になったり停電したりした場合にカーテンが落ちる装置をつけることが必要不可欠である。循環扇は冷たい入気と舎内の暖かい空気を混ぜるのに役立つ。攪拌扇や循環扇がない場合、わずかなカーテンの開口部があれば、重い外の空気がゆっくり入ってきてすぐに床の上に落ちる。そしてそのためトリを冷やし敷料を固める。同時に暖かい空気が鶏舎から逃げ、結果として大きな温度変動が起こる。しかし、たとえ温和な気候でも、日中(あるいは夜間)、温度や風速の通常の変動が起こるのでカーテン操作の頻繁な調整が必要である。自然(カーテン)換気は、常に24時間コントロールする必要がある。

システムとしての自然換気は、舎内全体の環境を完全にコントロールすることはできない。この産業が始まった頃、特に温和な気候のところでは自然換気が一般的に使われ、鶏舎は換気目的のため、主に自然の対流を促進するように設計された。最近では、換気扇による強制換気システムのためのモダン側壁カーテン鶏舎を使用するマネージャーは、舎外の気温が求める舎内温度に近く暖房(と最低換気)も冷房も必要ない時、自然換気を「中間的」選択肢として使っている。

図 10: 自然(カーテン)換気は、外気が鶏舎内で必要とされる環境に近い時にのみ、良く機能する。暑い時期には、満足できる換気を得るには強い風が必要である;寒い時期には、冷たい外気がトリの上に直接落ちやすい。



しかし、ほとんどの場合たとえ側壁カーテンがついた鶏舎でも、常時換気扇による強制換気が良好な鶏群成績と収益をもたらすことが世界中で証明されている。したがって本稿では、自然換気についてこれ以上述べない。

舎内循環扇や攪拌扇は、しばしばカーテン換気セットアップでも使われ、寒冷時、舎外と舎内の空気を攪拌し、温度が層状になると、直接風が当たることによってトリが冷えることをある程度防ぐのに役立つ。しかしこのタイプの換気扇のセットアップでは、鶏舎の中に外の空気が入り込まない。そのため、攪拌扇のついた鶏舎は強制換気鶏舎とは見なされない。

キーポイント

- 自然(カーテン)換気は、外気が鶏舎内で必要とされる環境に近い時にのみ、良く機能する。
- カーテン換気は、24 時間常にコントロールする必要がある。
- カーテン換気鶏舎の換気量は舎外の風次第である;寒冷時、外の冷たい空気がトリの上に直接落ちやすい。
- 攪拌扇はカーテン換気鶏舎のコンディションを改善するのに役立つ。

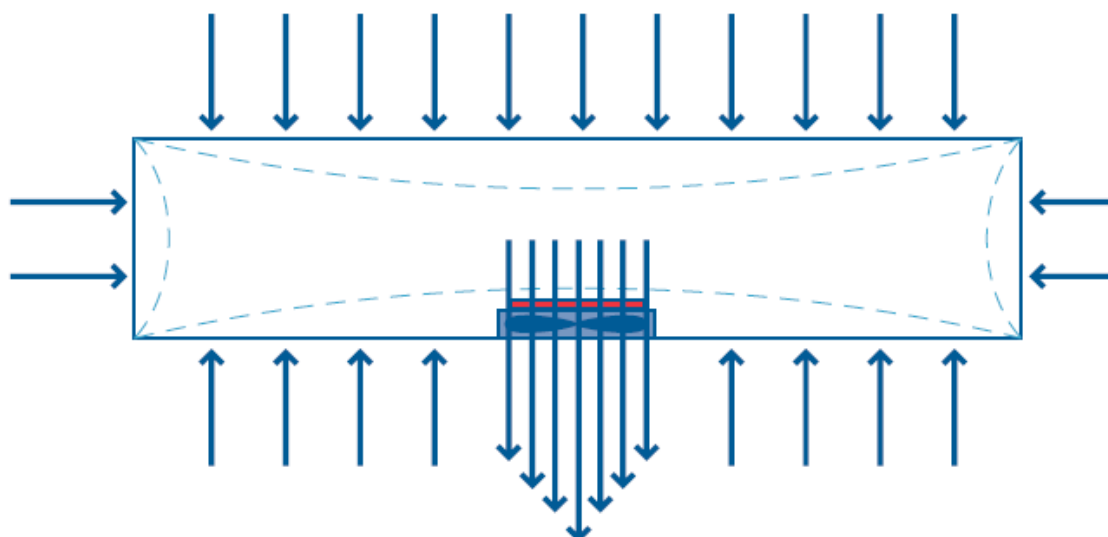
強制換気

強制換気は、鶏舎に空気を入排気するために換気扇を用いる。強制換気は、換気扇と入気口の配置と使用しているコントロールシステムのタイプにもよるが、一般的には換気量と空気の流れのパターンの両方を、よりうまくコントロールすることができる。

強制換気システムは陽圧換気か陰圧換気のいずれかを用いることができる。空気を鶏舎の中に押し込む壁に取り付けられた陽圧換気システムは、寒い気候用に使われるセットアップで最も多く見られる。しかし、現在の強制換気システムの鶏舎のほとんどは陰圧換気を用いている。このことは、換気扇は空気を舎外に押し出す排気扇であることを意味している。それは舎内に不完全な真空状態(陰圧)を作り出し、その結果、鶏舎の側壁や軒についた入気口を通して舎外の空気が舎内に引き込まれる。

換気中、舎内に不完全な真空状態を作ることによって、舎内の換気輪道をうまくコントロールでき、鶏舎全体をより均等な状態にすることができる。すなわち、空気の澱んだ場所と、暑熱あるいは寒冷スポットの両方が少なくなる。

図 11: 陰圧換気は、すべての入気口から均等に空気を引き込み、より均等な舎内環境を作る不完全な真空状態を作る。



キーポイント

- 陰圧強制換気は、換気輪道をコントロールできる不完全な真空状態を舎内に作る。

気密性の良い鶏舎の必要性

モダン陰圧換気鶏舎はきちんと密閉できなければならない。自然換気鶏舎では、密閉性は全然重要ではない。しかし陰圧換気を用いる場合、重要なことは鶏舎の中にどこからどのように空気が入るか、全体をコントロールすることである。そのため鶏舎の密閉性は最高に重要である。寒い時期に稼働中、基礎の下やドア周囲、裂け目から入ってくる空気は水分の問題を起こしたり育成中の最適な温度状態を損なったりして、トリを冷やしたり不快にしたりするだけである。トンネル換気中の空気の漏入は、鶏舎の端から端に流れる一方通行の風の通り道を破壊し、風速と風冷効果を減じる原因になる。

12×122mまたは12×152m鶏舎のために養鶏産業で長年用いられている鶏舎の密閉試験は、すべての入気口とドアを完全に密閉して、2台の高性能91cm換気扇か1台の高性能122cm換気扇を回して行われる。鶏舎内外の静圧の差の数値は、換気扇によって作られた陰圧レベルを示している。作られた陰圧が高いほど、気密性が良い。目標は最低37.5パスカル(Pa)である;新しい鶏舎の場合、静圧は50Pa以上であるべきである。

キーポイント

- 陰圧換気の場合、舎内コンディションをうまくコントロールするため、きちんと密閉できる鶏舎にすることが非常に重要である。

陰圧換気運転の種類

強制陰圧鶏舎の換気は、求める必要換気量に応じて、3つの異なるモードで、異なる換気扇と入気口のセットアップで運転される;

- 最低換気(また、ただ「強制換気」あるいは「パワーベント」と呼ばれることもある)ータイマーで作動し、寒冷時と/あるいは若齢ヒナに用いられる。
- 過渡期換気ーサーモスタットあるいは温度センサーで作動し、空冷が必要ないか望ましくない時、熱を逃がすために用いられる。
- トンネル換気ー暑い時期と/あるいは大きなトリに用いられる;サーモスタットあるいは温度センサーで作動する。

これら3つの換気モードの運転はすべて陰圧換気の基本を用いるが、異なる静圧で作動する。メ

ートル法の単位を用いる国で、パスカルで測定される静圧は、舎内と舎外の空気圧の差、あるいは舎内に作られた不完全な真空状態の程度を示している。最低換気の設定では高い静圧(強い真空)、通常 17.5 から 30 パスカルの間の静圧で運転される。トンネル換気は、パッドタイプの気化冷却装置がついているかどうか、使用している気化冷却システムのタイプにもよるが、10 から 25 パスカルの間の静圧が作られる。

鶏舎の呼び方について、時として誤解が見られることがある。例えば、「トンネル鶏舎」という場合、あたかも使用される換気は一種類あるいはひとつのモードだけに思える。しかしトンネル設定は暖かい時期から暑い時期だけに用いられるにすぎない。そして寒い時期や幼雛の「トンネル鶏舎」は、気候やトリのサイズによって、多分、取り付けられている最低換気か過度期換気のいずれかに切り換えられる。トリが大きくなったり、特に秋と春、気候が変動したりすることによってその要求が変わるので、マネージャーは必要であれば、鶏舎の換気システムをあるモードあるいはある設定から他に切り換える準備をしておかねばならない。

下記は、これらの基本的な強制換気セットアップがどのように機能するのかの簡単な説明である。システムの詳細と管理で考慮することは *モダントンネル鶏舎のコントロールに重要なこと*(46 ページ)参照。

キーポイント

- 状況によって異なる目的を達成するために、陰圧換気の場合、異なる換気扇と入気口のセットアップが用いられる。
- 異なる陰圧換気モードは特定の静圧範囲の中で働く。
- トリの必要性の変化と気候の変化は、マネージャーに必要に応じて換気モードを切り換える準備をしておくことが求められる。

最低換気はどのように機能するか

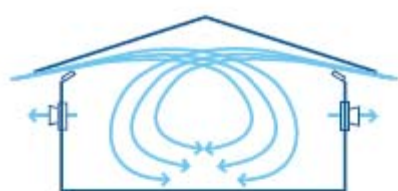
最低換気設定の目的は、寒冷時と/あるいはトリが非常に幼齢な時、トリ冷やすことなく過剰な水分とアンモニアガスを排出するために、ちょうど十分なだけの新鮮空気を引き込むことである。下に述べるようにファンと入気口の位置は様々であるが、一般的に、2 台から 6 台の 91 cmファンが用いられる。

最低換気をうまく行うために重要なことは、空気が十分なスピードで、すべての入気口から同じスピードで入ってくるように、適切な陰圧状態を作り出すことである。鶏舎の全長に沿って均等に入

気口が配置されていれば、空気の流れは鶏舎全体で均等になる。重要なことは、冷たい外の空気が直接トリの上に落ちてトリを冷やすのではなく、鶏舎の上部で舎内の暖かい空気と混ざることができるように十分な速い風速で鶏舎内に入ることである。

地域によって最低換気（および後で述べるが過渡期換気でトンネル換気をせずに熱を逃がす場合も）に用いられる陰圧換気セットアップには色々なものがある。最も一般的に見られるものを図 12 に図示している。

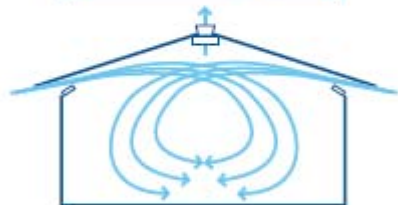
図 12: 最低換気のためのファン/入気口のセットアップの 4 つの一般的な方法



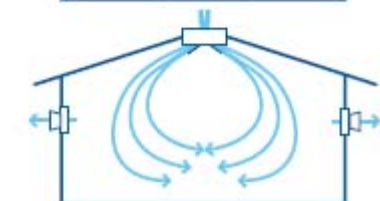
A. 側壁の排気扇と鶏舎周囲（側壁の高い位置あるいは天井）の入気口。このセットアップは寒冷時うまく作動し、トンネル換気鶏舎で過渡期モードの時、用いられる。



B. 建物の片方の側壁に排気扇と反対側の側壁に入気口。通常「クロスベンチレーション＝横断換気」と呼ばれ、このセットアップはトンネル換気が必要のない地域で最も一般的である。



C. 屋根の排気扇と両側壁の入気口。しばしば「屋根抜き」と呼ばれ、このタイプのセットアップも寒冷地で多く用いられる。



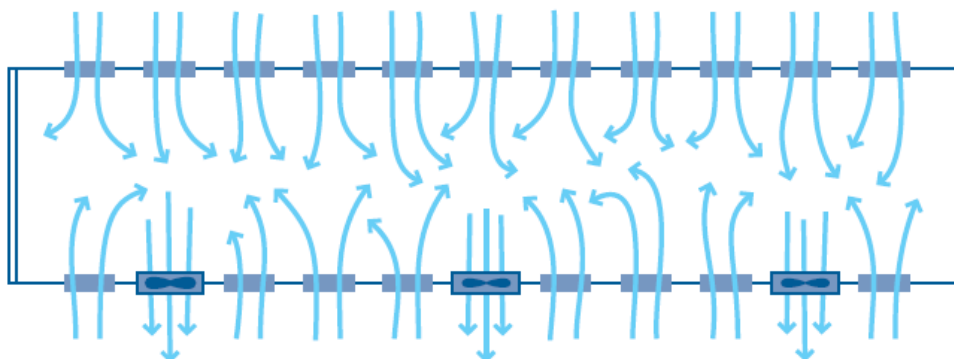
D. 側壁の排気扇と屋根の尾根に入気口。しばしば「逆流」換気と呼ばれ、このセットアップは入気口の位置を除いて、上の A と同じである。

世界中で普通に使われているから、本稿では便宜上 A（側壁の排気扇と鶏舎周囲の入気口）のセットアップを用いて説明する。陰圧換気的环境設定はその細部において世界中で大きく異なるが、上の換気扇/入気口のセットアップすべてに同じ基本原則が応用できる。そして誰もが最低換気モードで適切に動かすことができ、動かさねばならないことを読者は理解すべきである。

最低換気セットアップで作られされる気流のパターンは、図 13 に図示している。この必要な気流のパターンを作るために、入気口の面積は使用している換気扇の能力に見合っていなければならない

い。もし入気口の面積が狭すぎれば(稼働している換気扇に対して)、換気扇は高すぎる静圧に逆らって回らねばならず、必要な換気量を得ることができない。もし入気口が広く開きすぎていると、静圧が下がり過ぎ、空気は換気扇に最も近い入気口からほとんど入り、あるいはそこからだけ入り、不均一な空気の流れと、トリにとって悪コンディションを作る。静圧コントローラーによって作動する調整可能な入気口を使用すれば、寒冷時、自動的に入気口の開口を調整できる。カーテンの隙間や側壁についた板の入気口は開口部が広くなりすぎるきらいがあり、冷たい入気がトリの上に落ちる。最低換気も鶏舎の気密性を要求する; 空気の漏入は、望ましい鶏舎全体の空気の流れを損なう傾向がある。

図 13: 最低換気的目標は、この概略図に示したように、外の冷気を舎内の空気と混ぜるために、トリの位置よりも高く、鶏舎の周囲にある入気口から速い風速で均等に空気を引き込むことである。この気流のパターンが、冷たい外気がトリの上に落ちることを防ぐ。



最低換気はタイマーによって制御され、育成の初期あるいは非常に寒い時期には、なるべく短く5分間に1回30秒間だけ運転するようにセットする。トリが大きく成長し/あるいは暖かい時期になると、適切な換気量を供給するためにサーモスタットがタイマー制御を解除する。

寒冷時、鶏舎から水分を取り除く必要があるということは、たとえサーモスタットが換気を作動させない時でも、またもしその過程で舎内の熱をいくらか逃がしたとしても、最低換気を維持しなければならないことを意味していることに注意。

キーポイント

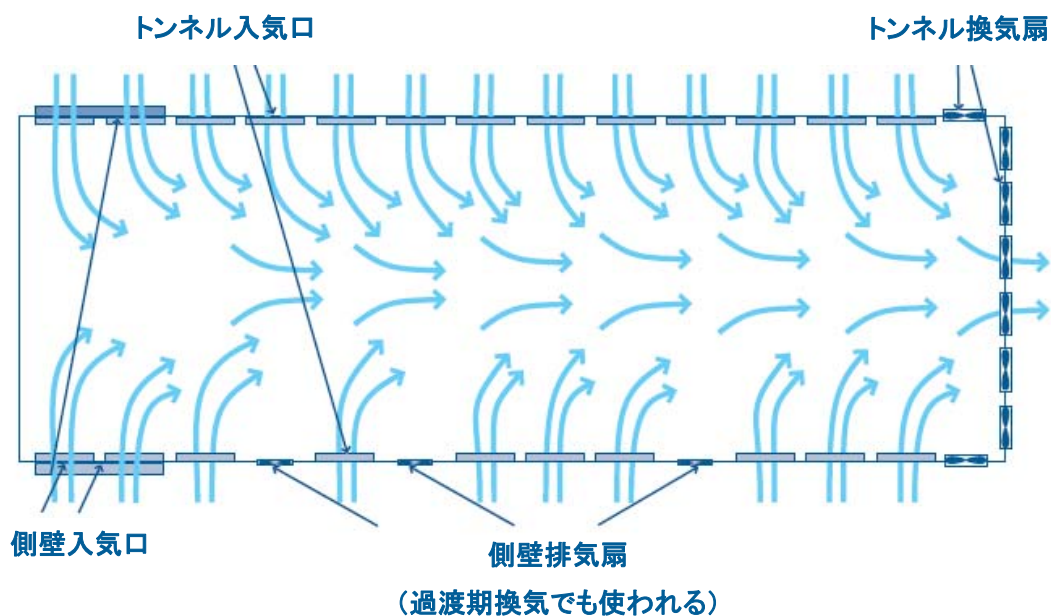
- 最低換気の目的は、寒冷時あるいは育雛時、過剰な水分とアンモニアを排出するためにちょうど十分な量の新鮮空気を引き込むことである。
- 排気扇と入気口の配置は世界中で色々あるが、そのすべてに同じ基本原則を応用する。
- すべての最低換気セットアップは、鶏群の上に直接冷気が落ちないように、鶏舎の中の高い位置から外の空気を引き込む。
- 最低換気時、必要な気流のパターンを得るために、入気口の面積は使用している換気扇の能力に見合っていないなければならない。
- 静圧コントローラーによって作動する寒冷時に調節可能な側壁入気口を使用することによって、最低換気時の最適な空気の流れが得られる。
- 最低換気はタイマー制御であり、温度制御ではない。

過渡期換気はどのように機能するか

最低換気から過渡期換気への変更は、基本的には、タイマー制御から温度制御換気への切り換えだけである。これはたとえどのような換気扇/入気口であってもあてはまる。すなわち、換気扇が回るように、最低換気タイマー制御を温度センサーあるいはサーモスタットがいつ解除しようとも、過渡期換気モードは最低換気と同じセットアップで作動する。外の温度が上がれば、稼働する側壁換気扇(と入気口)が多くなるだけである。

過渡期換気の次のステージは、**図 14** に示すように、いくつかの大型トンネル換気扇を使うが、入気は閉じたままのトンネル入気口ではなく鶏舎の周囲についた入気口を使う「ハイブリッド」セットアップである。外気が鶏舎に入り、側壁換気扇を使う陰圧換気システムとほぼ同じ方法で舎内の空気と混ざる。最低換気セットアップとの大きな違いは、換気扇の風量が増えるので大量の空気の入れ替えが可能になることである。例えば、過渡期換気のセットアップで4台のトンネル換気扇を運転すれば、トンネル換気で4台の換気扇がまわるのと同じ換気量になるが、トリに直接風を当てることはない。均一性の問題があるので、過渡期換気にはトンネル換気扇を使わないところもある。過渡期換気でトンネル換気扇を使うかどうかは、気候と入ってくる空気を混合しかき混ぜる能力によって決まる。

図 14: 過渡期換気モードは、いつでも温度センサーが最低換気のタイマー制御を解除する時から始まる。熱を放出するために最低換気のセットアップで処理できないほど多くの換気量が必要な時、「ハイブリッド」過渡期モードの図に示すように、トリに直接空気を当てることなく、鶏舎周囲の入気口から大量の空気を引き込むために何台かのトンネル換気扇を使用することができる。



最低換気の場合と同じように、過渡期間期中の入気口の面積は使用する換気扇の能力に見合っていないといけない。側壁入気口は、ハイブリッド過渡期換気モードの場合に、静圧を過度に上げずに設置されたトンネル換気扇の半分以上を回せるように設置されるべきである。最も効率的な運転のためには、入気口は最低換気の場合と同じように静圧制御によってコントロールされるべきである。

キーポイント

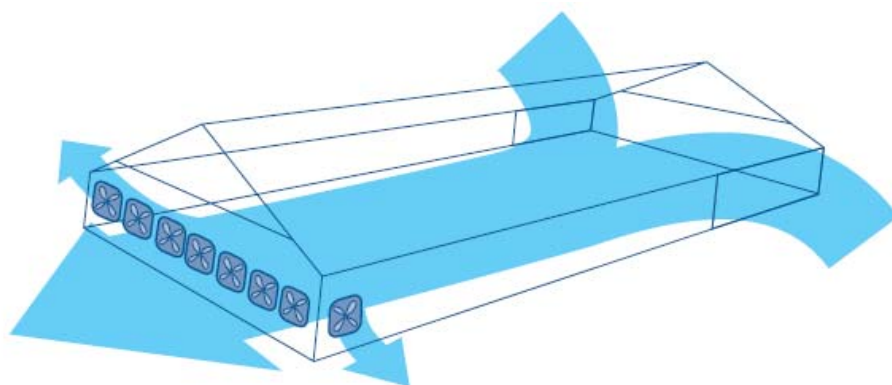
- トリに冷気を当てずに熱を逃がす必要がある時、温度制御の過渡期換気が行われる。
- 熱を排出するため最低換気セットアップで処理するよりも多い換気量が必要な時、鶏舎周囲の入気口から大量の空気を引き込むためにトンネル換気扇を使用することができる。
- 最低換気の場合と同じように、過渡期換気の入気口の面積は換気扇の能力に見合い、入気口の開口調整は自動静圧コントローラー制御によってなされるべきである。

トンネル換気はどのように機能するか

トンネル換気の方法は、高速の風による風冷効果を用いて、暖かい時期から暑い時期にトリを快適に保つことである。トンネルセットアップは、暖かい地方と大きなトリ(1.8-3.6kg)に育てるところに特に向いている。トンネルシステムは最初、暑熱時、鶏舎の過剰な熱を排出するために必要な空気の入れ換えを行い、熱を除去するための予想必要量を処理するようにデザインされる。すべての換気扇を回すフルトンネルモード運転では、1分以内で鶏舎の空気の完全な入れ換えを行う。

またトンネルセットアップは、空気がトンネルを通る風のように鶏舎を縦に通り抜けて動くので風冷効果をもたらす。最も効果的な風冷効果を得るためには少なくとも毎秒 2.54m の風速が必要である。

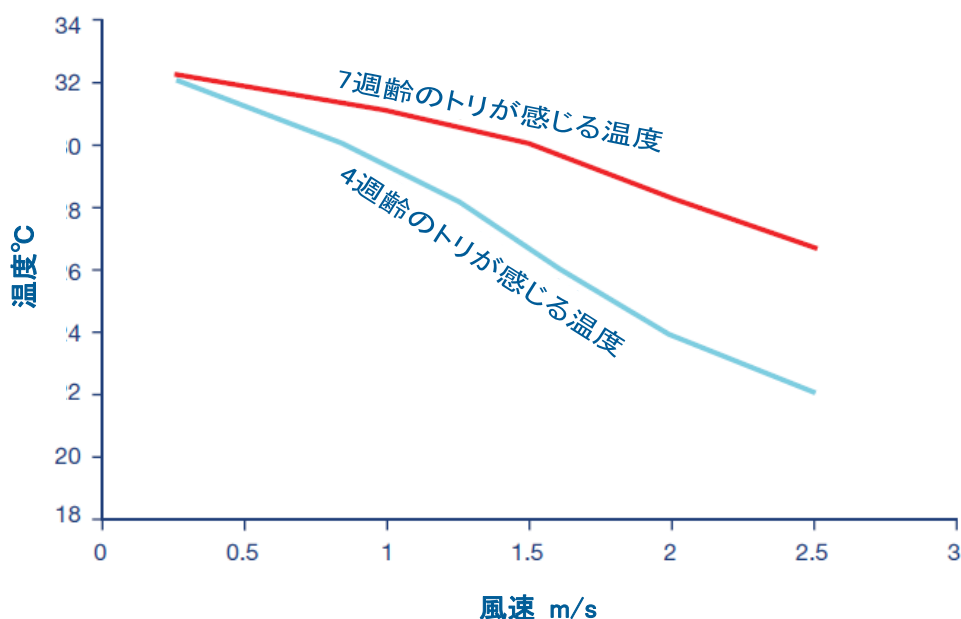
図 15:トンネル換気は、最高に熱を除去することに加え風冷効果を得るために、トリの上を大量の空気が高速で流れるように設計される。



高速の風によって作られる風冷効果は、完全に羽毛の生えそろったトリの有効温度を 5.5-7°C 程度下げることができる。図 16 は、4 週齢と 7 週齢のトリにおける異なる風速の下での推定有効温度を示している。

図 16 に示すように、若齢のトリにトンネル換気をする場合、同じ風速でも、より大きな風冷効果を感じるから注意をする必要がある。「有効」温度は推定に過ぎず、温度計の示す温度や計算から得られる温度ではない。トリを快適に保つために、風速を出し必要な換気量を得るために運転する適正な換気扇の数を決めるためには、トリの行動を指標としなければならない。

図 16: 高速の風速によって作り出される風冷効果は、若齢のトリに大きい。



トンネルセットアップの高速の空気の流れは、気化冷却を追加するのに向いている。それは舎内の細霧または入気口の外側に設置した気化冷却パッドのいずれかで行うことができる。風冷によって作られる「効果的な」冷却に加え、この入ってくる空気を本当に冷やすことによって、たとえ酷暑時でも良好なトリの成績を維持することができる。トンネル換気の風冷効果は、それだけを使用すると、温度が32°C以上に上がると顕著でなくなり始める; 38°C以上の空気はトリを冷やすのではなく逆に暖め始める。

十分なトンネル入気口の面積が必須である。パッドクーリングには広い面積が必要である(前述のように)。また、いかなる空気の漏入も望ましい空気の流れのパターンを損なうから、トンネル鶏舎は気密性が良くなければならない。

キーポイント

- トンネル換気の目的は高速の風による風冷効果によって最高の冷房効果を得ることである。
- トリの日齢/サイズと実際の温度によって異なるので、風冷効果によって作り出される「有効」温度を推定しなければならない。
- トンネル換気の風冷効果は、温度が32°C以上に上がると顕著でなくなり始める; 38°C以上の空気はトリを冷やすのではなく逆に暖め始める。

気化冷却はどのように機能するか

水が気化する時、そこにあるものは何でも冷やされる。空気中にわずか 3.8 リットルの水が気化するだけで、9,179kJ の空気中の熱が奪われる。したがって、気化冷却(以下 EC と省略)は暑熱時の家禽生産にとって有効な手段である。ブロイラーで最も簡単な EC の応用方法は、カーテン換気鶏舎の上部に固定した細霧ノズルを使用することである。しかし、最も効率的で効果的なモダンシステムはトンネル換気を補足し、協力して働くように設計されている。適切に設計作動されるトンネル鶏舎の EC システムは、トンネル換気の風冷効果に加え、いくらか実際の温度を下げることによって、酷暑時、良好なトリの成績を維持することができる。

トンネル鶏舎の EC として選択される 2 つの主なセットアップは、舎内の細霧と、トンネル入気口の外に取り付けた湿らせたパッド(スプレーまたは水の循環)である。どちらのセットアップも良い仕事をするが、水循環パッドシステムが次第に多くなってきている。これらの高効率的なシステムはあまり管理の手入れを必要とせず、トリや敷料を湿らせる危険性は少ない。

如何にうまく EC が働いているか—すなわち、どれだけ冷房しているか—一次の 3 つの要因によって異なる。

- スタート時の外の温度—他の条件が同じなら、温度が高ければ高いほどより強く冷房できる。
- 外の空気の相対湿度(RH)—低いほど良い。
- 水を気化するのにそのシステムが如何に効率的か—一般的なシステムは 50%-70%の範囲の効率。

表 1 は、開始温度とシステムの効率、相対湿度の違いによって達成される舎内の空気の温度を示している。例えば、外気 35°C、相対湿度 50%、システムの EC 効率 75%であれば、7°C冷やされ 28°Cになる。もしトンネル換気による 5.5-7°Cの風冷効果が加われば、羽毛の生えそろうたトリは、21-22.5°Cの空気中にいるように感じるであろう。

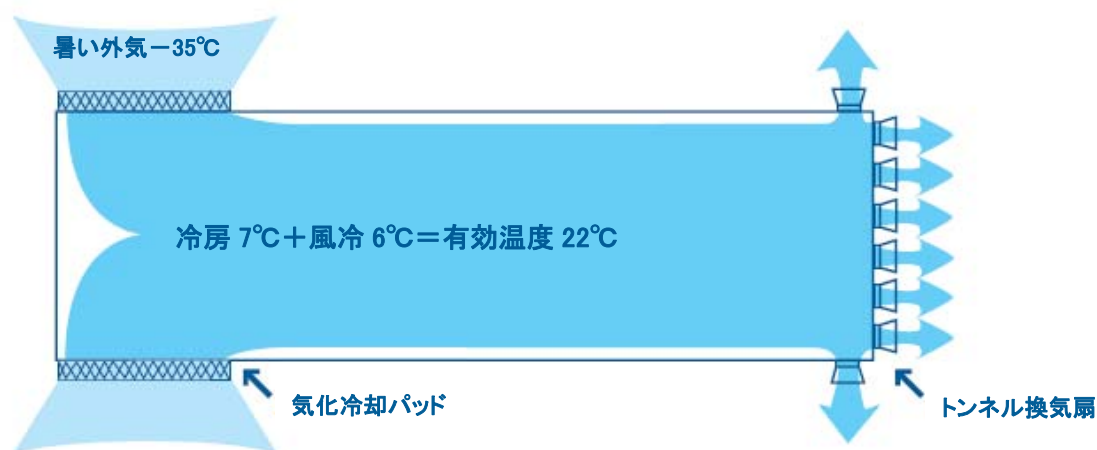
表 1:異なる状況下での気化冷却能力

開始時温度 °C	システム 効率	異なる相対湿度における実感温度(°C)		
		RH40%	RH50%	RH60%
38.7	50%	32.2	33.3	34.4
	75%	28.9	30.6	32.2
35.0	50%	29.4	30.6	31.7
	75%	26.7	28.3	29.4
32.2	50%	27.2	28.3	28.9
	75%	24.4	26.1	27.2

気化冷却は、たとえ通常非常に湿度が高いと思われる地域においても効果的な冷房をすることができる。世界中の多くの地域では、例えば、夏の夜間 RH が 90%に達するかもしれないが、通常、真昼には 50%かそれ以下に下がる。その理由は、夜の気温は通常低く 20°C位に下がり、そのため 32°Cまで 11°C上昇することによって RH が半分になるからである。大ざっぱな指標として、夜間の最低気温と昼間の最高気温の差が少なくとも平均 11°Cあれば、EC は非常に効果的である。

図 17 は、高速の風による有効温度の低下に加え気化冷却による実際の温度低下を通したトンネル鶏舎の冷房の基本原則を図示している。

図 17: トンネル換気と気化冷却の基本原則をここに示す。うまくデザインされ効率的な気化冷却と 2.54mかそれ以上の風速のトンネル換気システムで一般的に可能な結果を表している。



キーポイント

- わずか 3.8 リットルの水が空気中に気化するだけで、空気中から 9,179 キロジュールの熱を奪う。
- 気化冷却が如何にうまく機能するかどうかは、気温、相対湿度とクーリングシステムの効率による。
- 夜間の最低気温と昼間の最高気温の差が少なくとも平均 11°Cあれば、EC は非常に効果的である。

適切な換気を行うために

ブロイラーを生産する鶏舎をどのようにデザインし、どのような設備にするか決める場合、モダン換気コントロール設備の能力と、それから期待することのできる色々な利点を理解することが重要である。

図 18 は秋に米国・南東部地方でデータロガーによって記録された、カーテン換気鶏舎と環境制御鶏舎で実際にモニターした温度変動を示している。従来のカーテン換気鶏舎は、たとえてきたとしても、ごくわずかしか温度コントロールができていないが、環境コントロール鶏舎は目標温度ラインのかなり近くを通っている。育成の最初の 28 日間記録されたそれらの鶏舎の結果は特に顕著である。

育成のその後のステージと暖かい時期には、特に大きなサイズにトリを育てる時、気化冷却付きのトンネル換気によって、明らかに成績が良くなることが証明されてきている。表 2 は、従来のカーテン鶏舎と気化冷却付きトンネル換気鶏舎を比較した、米国南東部で夏場飼育のコマーシャルブロイラーによって記録された実際の野外データを示している。

暑い状況下で、異なるトンネル風速がトリの体重と飼料効率に及ぼす影響を比較した、良好な鶏群成績を上げるためにモダントンネル鶏舎の可能性を示すもう一つの研究が米国農務省の研究者によって行われた(表 3)。

ROSS 環境コントロール:適切な換気を行うために

図 18: 温度のモニタリングでは、環境制御鶏舎は目標温度近くを維持していることを示している;カーテン換気鶏舎は大きな温度変動をしている。網掛けのラインは目標温度を示している。

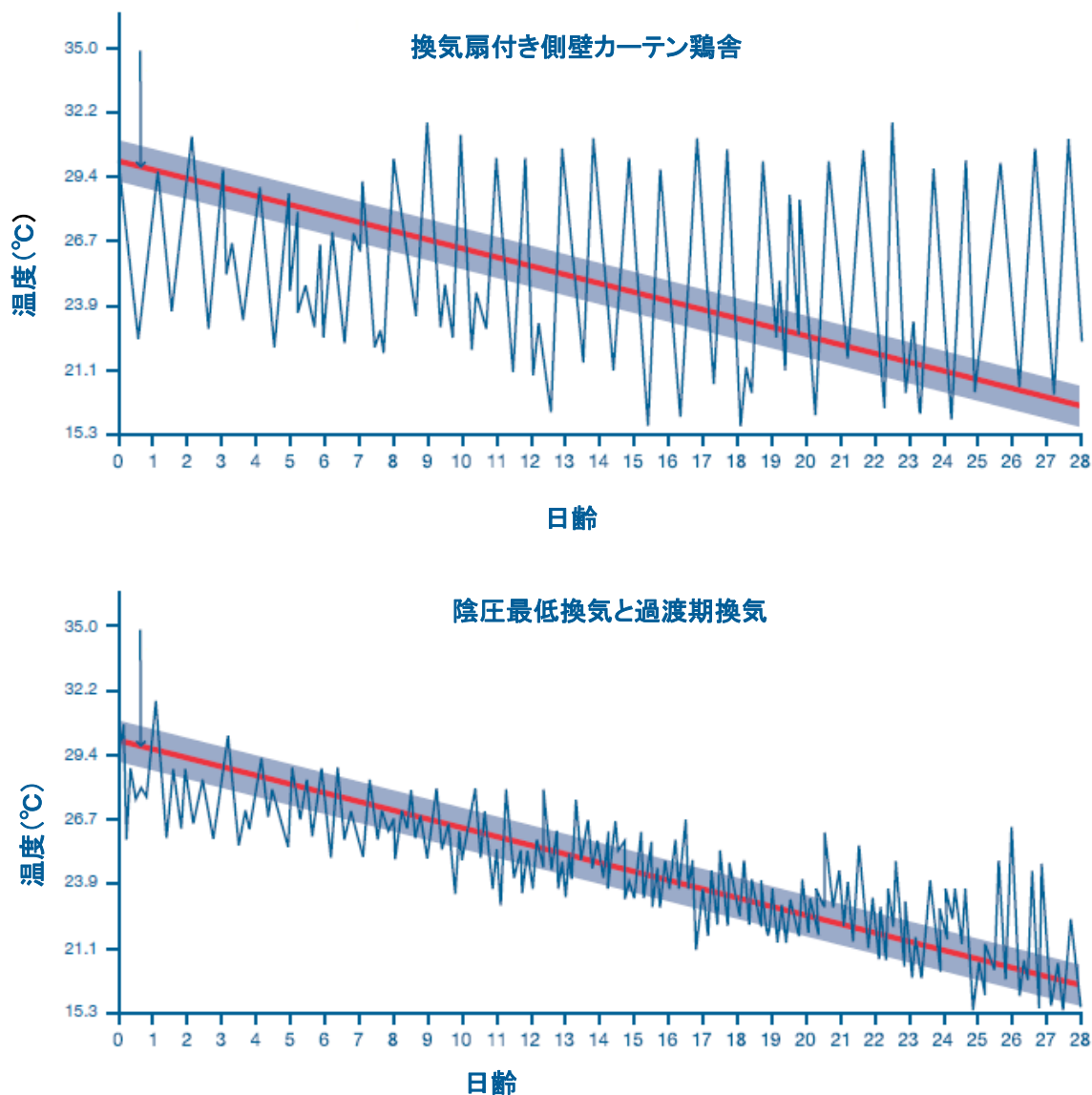


表 2: 米国南東部の夏場における EC 付きトンネル鶏舎と従来型カーテン換気鶏舎の成績比較

58 日齢 ブロイラー	体重 (kg)	飼料要求率	育成率 %	廃棄率 %	生鳥コスト (セント/kg)
EC 付き トンネル鶏舎	3.27	2.18	92.4	1.71	48.4
従来型鶏舎	3.11	2.24	88.1	1.90	50.0

表 3: 暑熱時、ブロイラーの体重と飼料効率に及ぼす異なる風速の影響に関する米国農務省の研究

風速	体重 (kg)	出荷週齢の増体 (kg)	その週の飼料要求率
第 4 週以後			
3.05 m/s	1.28	0.58	1.495
2.03 m/s	1.27	0.57	1.482
無風	1.23	0.53	1.521
第 5 週以後			
3.05 m/s	1.94	0.66	1.712
2.03 m/s	1.92	0.65	1.698
無風	1.79	0.55	1.804
第 6 週以後			
3.05 m/s	2.60	0.66	1.966
2.03 m/s	2.52	0.60	2.080
無風	2.20	0.41	2.469
第 7 週以後			
3.05 m/s	3.21	0.60	2.277
2.03 m/s	3.02	0.50	2.610
無風	2.54	0.33	3.026

換気設備への投資からの回収は、構成部品の選択に細心の注意を払い、システムが目的と設定に合うように適切にデザインされ、更に重要であるが、きちんとコントロールされた場合のみ実現できることを強調しなければならない。

キーポイント

- 調査研究と業界の経験によると、モダン環境コントロール技術は大きく成績を向上させることを示している。
- コマーシャル鶏舎での追跡調査では、環境コントロール設備は目標温度近くに保つ能力があることが立証されている。
- 夏場、米国南東部では、気化冷却付きトンネル換気が成績を改善した。
- コントロールされた状況下での研究によると、高速の風は大物出荷鶏群の成績にとって特に有利であることが示された。

次のセクションでは、最も重要な換気システムの構成要素について、重要な決定要因を概説する。

換気扇の選択

換気プログラムをうまく行うために、適正な換気扇を取り付けることは重要である。考慮すべき重要なことは能力、すなわち換気扇が排気する風量 m^3/hr (時間当たり立米)である。換気扇は換気システムの空気を動かす筋肉であり、設置する換気扇が必要風量 m^3/hr を排気できることを確認する必要がある。

換気扇の性能要因

換気扇の風量(m^3/hr)は、換気扇の運転に抵抗する静圧によって異なる。自由に動く空気の場合(攪拌扇作動時)、静圧ゼロで換気扇は最も多くの空気を動かす。陰圧換気の場合、換気扇は入気口から舎内に空気を引き込み、そしてそれを舎外に排出しなければならない、それゆえ、ある程度の抵抗、それを静圧と呼ぶが、に逆らって作動しなければならない。静圧が増すと風量は低下する。換気扇の風量比($50Pa$ 時の $m^3/hr \div 12.5Pa$ 時の m^3/hr)は、静圧が高い時、どれだけ風量が維持できるかの指標となる。風量比は約 0.65-0.09 の範囲であり、高いほど良い。

キロワット時当たりの電気料にもよるが、換気扇の効率(1 ワット当たり m^3/hr)は与えられたある m^3/hr の風量を排気するために換気扇が作動するのに、いくら金額がかかるかを教えてくれる。換気扇効率も一般的には静圧が上がれば減少する。

換気扇性能カーブは換気扇を比較し、与えられた状況でどの換気扇が最も良いか判定するために非常に役に立つ。換気扇カーブは換気扇風量あるいは換気扇効率のいずれかを示している。すなわち、静圧が増えれば換気扇の風量がどのように変化するかプロットするかグラフ化する、あるいは、異なる静圧で換気扇効率($m^3/hr/ワット$)はいくらかを教えてくれる。図 19 と 20 に示している換気扇カーブの例は、典型的なダイレクトドライブの低効率と高効率 122 cmベルト付き換気扇の性能差を示している。

換気扇の能力は普通、静圧 10 または 20Pa 時の排気量 m^3/hr で表すか評価される。これは換気設計目的のために、習慣的に用いられている規格で、典型的な稼働時静圧である。もし舎内の静圧が設計稼働範囲よりはるかに高くなれば—もしシャッターやクーリングパッドが汚れたままであったり、トンネル入気口の面積が不十分であったりすると起こるかもしれないが—換気扇は望む風量を排出しないであろう。例えば図 19 に示した高効率換気扇は、12.5Pa の静圧時 39,105 m^3/hr の空気を動かす。しかし、もし設計やコントロール、鶏舎のメンテナンスが悪いために静圧が

ROSS 環境コントロール: 適切な換気を行うために

37.5Pa まで上がれば、風量は $32,984\text{m}^3/\text{hr}$ まで落ち、16%減少する。

図 19: 換気扇風量 m^3/hr の比較

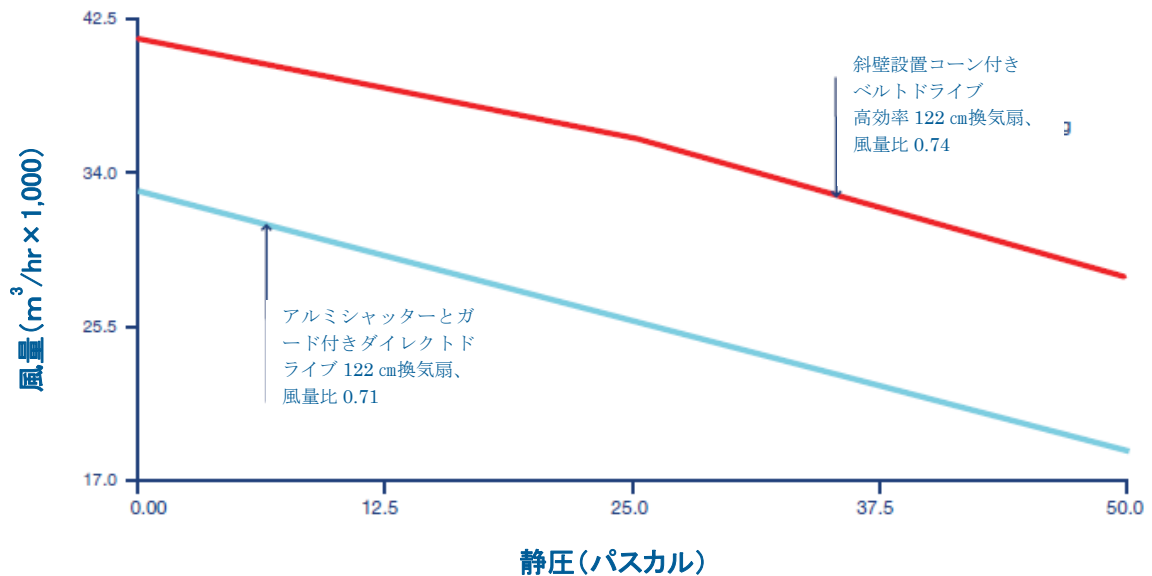
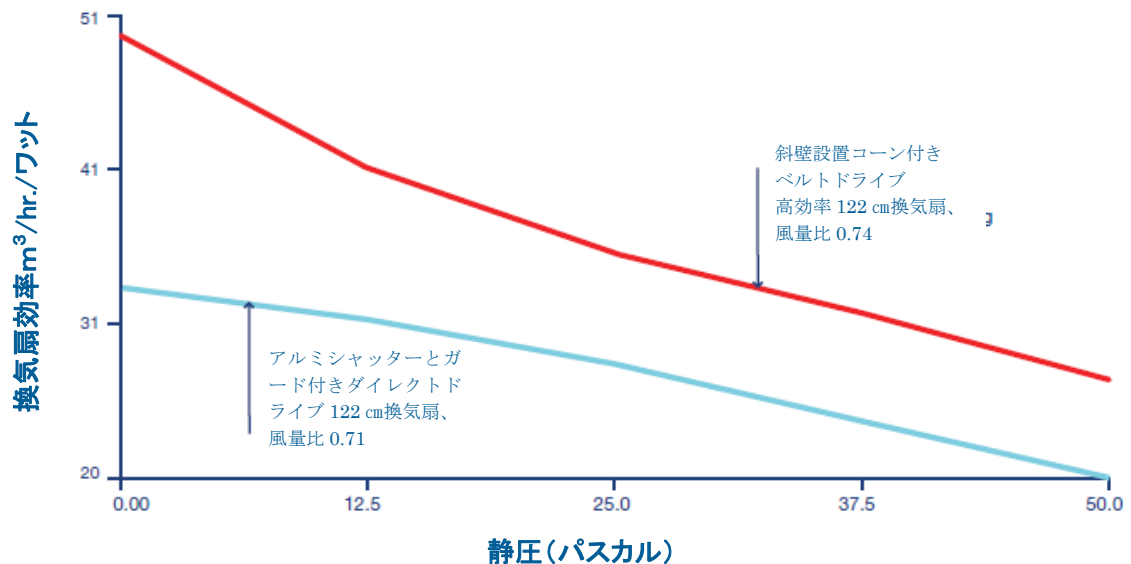


図 20: 換気扇効率 $\text{m}^3/\text{hr}/\text{ワット}$ の比較



キーポイント

- 重要な換気扇の性能要因は、静圧負荷のかかった状態での風量である。
- 「風量比(50Pa 時の $m^3/hr \div 12.5Pa$ 時の m^3/hr)」は、静圧が高い時、どれだけ風量が維持できるかの指標となり—高いほど良い。
- 換気扇の効率はワット当たりの m^3/hr で測られる。風量比の高い効率の良い換気扇は高価であるが、性能は良く長期的には電気料を節約できる。
- 使用する静圧の範囲での性能を判定し、運転コストを推定するために、換気扇の風量カーブと効率カーブを考慮に入れるべきである。

換気扇シャッター要因

シャッターは、開いている時は空気の抵抗がないか、ほとんどないが、とじている時は完全に空気の流れを遮断できなければならない。最近の研究では、122 cmトンネル換気扇について高性能で新しく綺麗なよる戸式シャッターであっても、密閉することはできないことが示された。閉じていると思われるシャッターでも、寒冷時の最低換気時に、鶏舎当たり何百ドルもの熱損失の原因になる大量の空気の漏入を起している。また更に重要なのは、空気の漏入は必要な換気輪道を乱し、それによってトリの成績が損なわれることである。

もしよる戸式シャッターを用いるのであれば、必ずクリーンに保っておく必要がある。埃が多いと、長い間にそれが積もり空気の流れを 25%悪くする。コーン換気扇や傾斜換気扇が良いひとつの理由は、シャッターが綺麗にしやすい鶏舎の中に取り付けられることである。

キーポイント

- 換気扇シャッターは、空気の漏入を防ぐためしっかり閉じていなければならない。また決まった風量を維持するために綺麗に保たれていなければならない。

統合コントロールシステム決定要因

統合電子コントロールシステムは舎内環境を毎日 24 時間コントロールすることができる。そのようなシステムはかなりのコストがかかるが、より狭い温度幅に維持でき最適目標温度に対する上下の温度変動が少なくなるため、トリの成績が改善することによって回収できる。図 21 に示すように、典型的な機械式サーモスタットがプラスマイナス $3-4^{\circ}C$ のコントロールしかできないところでも、

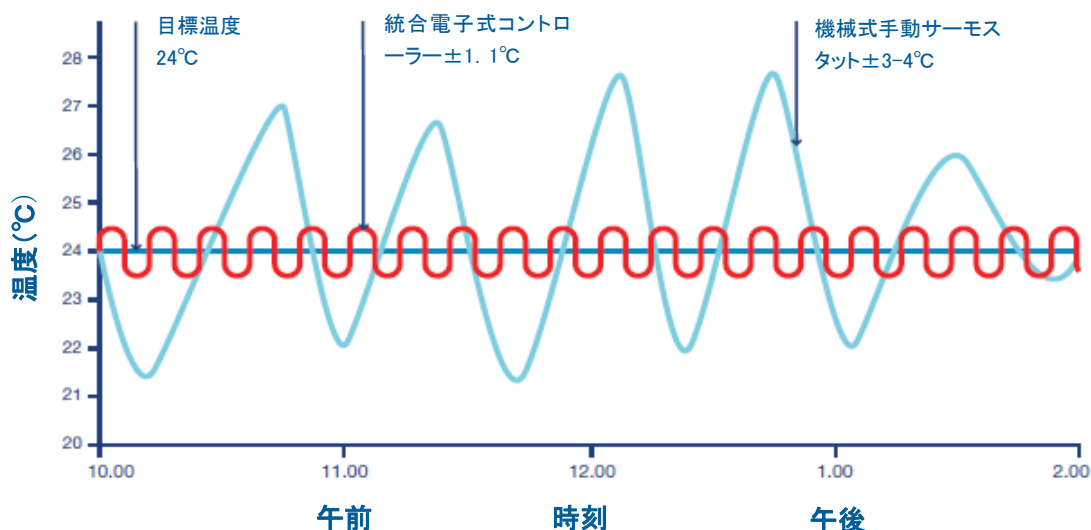
ROSS 環境コントロール:適切な換気を行うために

電子コントローラーはプラスマイナス 1.1°Cでコントロールができる。また統合コントローラーは、サーモスタットのように別々のコントロールをするために個々の設定を変更する労力がいらぬ。しかし、それでも統合コントロールシステムを監視し動かすためには有能な人間のマネージャーが必要である。

良いシステムには、通常、画面がついておりメニューを見て操作できるので、学ぶのは簡単である。それは暖房と換気がお互いに競合しないようにできていて、自動的に暖房から最低換気、過渡期換気、トンネル換気それに気化冷却(その逆も)に鶏舎を移す。また、それは多くの情報伝達経路を持っており、そのため余分な接触装置を付け加える必要はない。良い統合コントローラーにとって重要なことは、電圧の急低下や急上昇に対して十分な防御装置が組み込まれていることである。

また、良いコントロールシステムには、マネージャーが鶏舎の各所にセンサーを置き、異なる環境にするため異なるセンサーが使えるようにコントローラーを設定できる、鶏舎内の場所によって環境条件を変えられる機能がついている。例えば、鶏舎の半分を育雛に使うのであれば、コントローラーは育雛初期最低換気のために育雛域にあるセンサーだけを働かすが、暑い時期トンネル換気のためには換気扇側の鶏舎の端のセンサーだけを働かす。

図 21: 記録された温度グラフに示すように、統合電子コントローラーはサーモスタット運転システムよりもはるかに優れた舎内温度コントロールができる。コントローラーのコストは、通常、鶏群の成績改善によって十分に補える。



更に優れたコントローラーは、データの保存とデータの画面表示ができるようになっている。それによって、マネージャーは、例えば過去 24 時間あるいは育成全期間の舎内温度を色々な間隔で

見ることができる。この機能はトラブルシューティングに非常に役に立つ。通常パソコンでネットワークを通して行われる遠隔監視とリモートコントロールは、マネージャーやオーナーが離れた事務所や家でチェックでき、問題が起こった時それに対応できるのでコントローラーに付けられる価値あるオプションである。

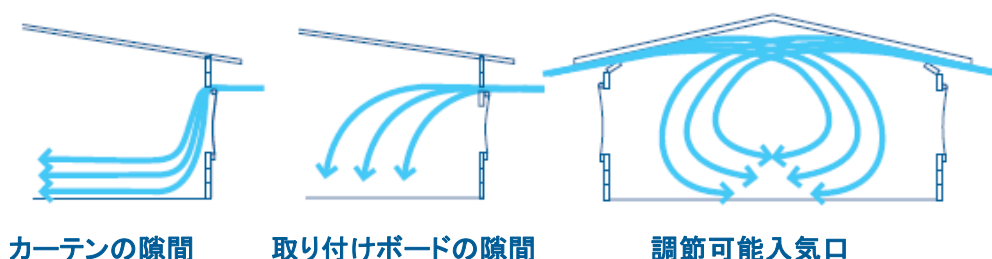
キーポイント

- モダン電子コントローラーは、サーモスタットのリセットといった、多くの管理に費やす時間を省くことができる。
- 良いコントローラーは多くの機能を持っている—オペレーターに優しいことは必須。
- 良いコントローラーは、舎内温度を目標のプラスマイナス 1.1°C に保つことができる。
- データの保存と画面表示のできるコントローラーは、トラブルシューティングと管理方法の改善に非常に役に立つ。

入気口のデザイン考察

最低換気と過渡期換気に用いられる入気口のデザインは、外の冷気を直接トリに当てず、冷たい入気と暖かい舎内の空気をよく混ぜるために非常に重要である。前に述べたように、それらの目的を成し遂げるために、換気扇と入気口の配置には色々なタイプがある; 基本原則は高いところから高速で空気を引き込むことである。鶏舎周囲の高い位置に取り付けられた、開口調整可能な蝶番付きはね上げ戸タイプの入気口(側壁または天井の開口部についた)は、必要な換気輪道を作るのに優れていることが分かってきている。図 22 はカーテン換気入気口と比較して、調整可能な側壁入気口によって作られる望ましい換気輪道を示している。

図 22: 最低換気あるいは過渡期換気中、外の冷たい外気が鶏群の上に直接当たることを避けることが重要である。鶏舎の側壁の高い位置に調整可能な入気口があれば、この目的が成し遂げられる。調整可能な入気口は、鶏舎に入ってくる空気をトリから離れた方向に向け、それによって冷気がトリに接触する前に舎内の暖かい空気と混ざる。



開口部の大きさは非常に重要であり、稼働している換気扇の数と静圧の変化によって変えなければならない。それらの入気口を常時手動で調整すれば適切な空気の流れが維持できる。しかし、それはほとんど不可能である。静圧センサーによって作動する寒冷時用入気口は自動的に適切な調整ができ、トリにとって他ではできないような良い状態を提供できる。詳細は 53 ページの入気口のコントロールで重要なこと参照。

キーポイント

- 鶏舎周囲に取り付けられた、開口調整可能な蝶番付きはね上げ戸式の入気口は、必要な換気輪道を作るのに優れていることが分かってきている。

攪拌扇使用の利点

最低換気中に空気の混ざりを良くするために、調節可能な入気口を最適にコントロールしたとしても、最低換気用換気扇は間欠的に稼働するだけである。換気扇が回っていない時、鶏舎の上の方で冷たい空気と混ざった暖かい空気が床に向かうことはない。舎内に取り付けられた攪拌扇扇（あるいは循環扇）は、温度が層状になるのを防ぐのに役立ち、そして若齢ヒナを暖かく保ち、敷料から水分を除去するのに役立つ。

ますます重要になる攪拌扇を使うことのもう一つの効果は、暖房のための燃料コストを節約できることである。断熱が良く、調節可能な入気口のついたコントロールしやすい鶏舎は、経験的に 15% から 20% 燃料が節約できることが分かってきている。古い鶏舎は、コントロールしやすい断熱の効いたモダン鶏舎よりもトータルの燃料コストは多分高いであろうが、しばしば大きく燃料コストを節約できる。対流式暖房鶏舎と/あるいは天井の高い鶏舎の場合、時には大きく 40% 程度の燃料の節約を経験できるかもしれない。天井扇（カサブランカ・タイプ）と軸流ファンは両方とも効果的であることが分かってきている。天井扇は上向きモードが最も良く機能する。軸流ファンは鶏舎のセンターラインに沿って取り付けられ、水平に空気を吹き出す。作られる空気攪拌パターンと設置の詳細（米国南東部で典型的な）は図 23 と 24 に示す。

図 23: 12m × 152m の鶏舎における典型的な設置の詳細と軸流ファンによって作られる空気の攪拌パターン

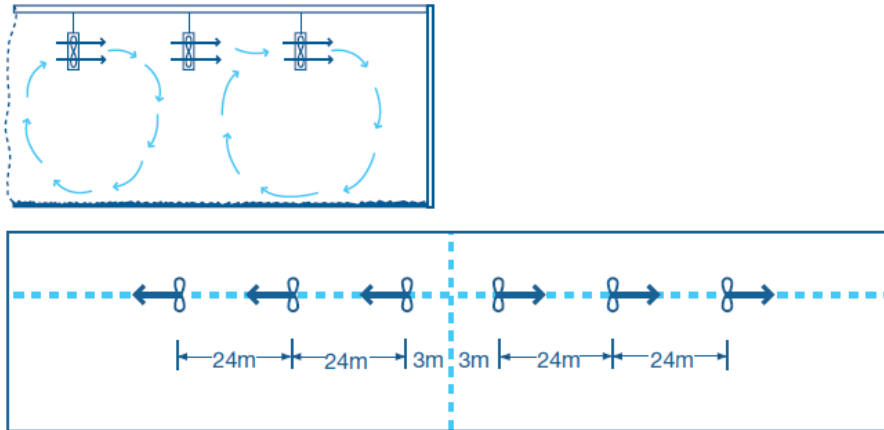
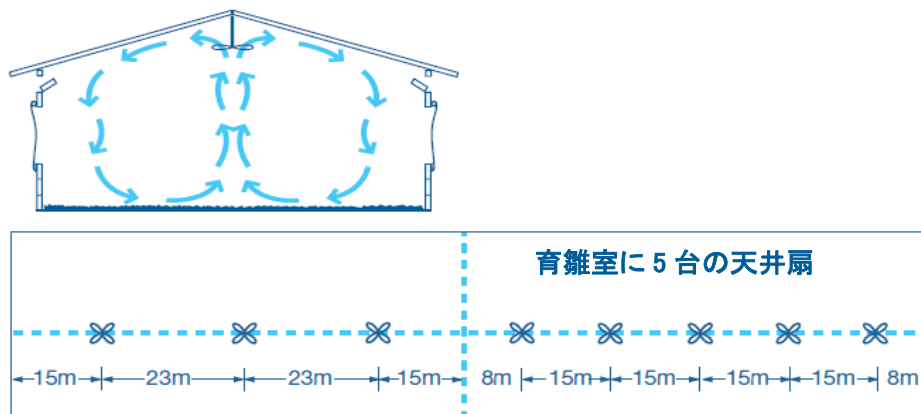


図 24: 12m × 152m の鶏舎における典型的な設置の詳細と天井攪拌扇によって作られる空気の攪拌パターン



キーポイント

- 舎内の循環扇や攪拌扇は最低換気中の温度の層化を少なくし、暖房用燃料費を節約するのに役立つ。
- 軸流ファンと天井扇(カサブランカ)タイプの攪拌扇の両方とも舎内の温度層を混ぜるのに役立つことが証明されている。天井扇は上に向ける方式が最も良く機能する。

気化冷却:細霧かパッドか？

パッドシステムの方が、管理が簡単で鶏舎を湿らせるリスクが少ないので、パッド冷房が舎内の細霧よりも一般的になってきている。またパッド気化システムの方が冷却能力も高い。しかし、適切にデザインされた細霧システムは、もしトンネル換気と同時にあるいは同時にではなくとも適切に運転すれば、気候によっては非常に効果的である。

舎内細霧の難しさは、もし空気が吸収できるよりも多くの水が空気中に撒かれれば、水滴がトリと敷料の上に落ちることである。細霧システムは、最高の冷却効果は得られるが鶏舎が湿るといふ弊害が起きないように、ちょうど適正な量の水を空気中に細霧するように管理されなければならない。それは非常に難しく、絶えず注意のできる有能なマネージャーが必要である。またノズルの詰まりも良く起こるので頻繁なチェックが必要である。水質も問題になることがあり、細霧システムに供給する水は必ずフィルターを通さなければならない。

キーポイント

- 循環式のパッド気化冷却システムが細霧システムよりも強く冷房することができ、管理が容易で鶏舎を湿らせるリスクが少ない。

パッド気化冷却:パッドがいくら必要か？

理にかなった目標は、最も少ない必要パッド面積で、そしてその面積でも鶏舎の静圧が25Pa以上に上がることがないように保ちながら求める冷却効果を達成することである。パッド気化冷却システムで最も普通におかす間違いは、設置したパッドの総面積が十分でないことである。そのため静圧が高くなり過ぎ、換気扇の排出量が計算した風量 m^3/hr よりも少なくなる。また十分なパッド面積がないことは、パッドを通る風速が速くなりすぎるため、冷却効率が低下することを意味する。パッドを通る風速が遅いほど、冷房効果は高くなる。

クーリングパッドを通る風速は、鶏舎を通る風速あるいはトンネル入気口を通る風速と同じではないことに注意。鶏舎に入ってから風速を決めるのは鶏舎の断面積である。十分な冷却効果を得るためにはパッドを通る遅い風速が必要であるから、パッド面積はほとんどの場合、鶏舎の横断面積よりも大きくなければならない。設置した換気扇の風量とパッドを通る設計必要風速が分かっていると仮定して、パッド面積を求める式は次の通り。

必要パッド面積 (m^2) = 設置トンネル換気扇風量 (m^3/hr) \div 推奨パッド通過風速 (m/s)

メーカーはテストデータから得られた最適なパッド通過風速を推奨している。

キーポイント

- 換気扇の負荷が過剰にならず効果的なパッド気化冷却を達成するのに決定的な要因は、十分なパッド面積を持つことである。

バックアップと安全装置の必要性

コントロールの故障による壊滅的な損失を防ぐために、鶏舎は環境制御ができればできるだけほどバックアップあるいは安全装置を持つ必要が出てくる。カーテン換気鶏舎の場合、もし温度が上がりすぎれば、カーテンが落ちる落下装置につながったサーモスタットをつけるべきである。また換気扇付きのカーテン鶏舎の場合も、停電時にはカーテンを落とさなければならない。モダン鶏舎にはバックアップ用発電機が必須である。それは壊滅的打撃を防ぐだけでなく、停電時にもシステムが稼働し続ける成績を維持する。また統合コントロールシステムは、独立したコントローラーでバックアップされなければならない。そのバックアップシステムは、通常プラスマイナス 5.5°Cの危険でない状態の「枠」内だけでメインシステムが運転されるようにする。バックアップのコントロールは、普通は鶏舎の中央に、それ専用の独立したセンサーを持たねばならない。

警報は、温度や電源、水ポンプの運転といった種々の機能の異常を伝えるために必要である。鶏舎内の警報に加え、電話やポケットベル転送などによる遠隔通信機能は有用性が高い。ひとつの非常に効果的な警報は、入気口を動かす静圧コントローラーに組み込まれている。それは静圧の変動を感知し信号を送り、そしてメインコントローラーから独立しているから、メインシステムの見張り役的な働きをする。すべてのバックアップや安全装置は、なるだけ独立しているべきである；すなわち、故障した他のシステムによってコントロールされないように。

キーポイント

- コントロールの故障による壊滅的な損失を防ぐために、鶏舎は環境制御ができればできるだけほどバックアップあるいは安全装置が、より必要になる。
- すべてのバックアップや安全装置は、なるだけ独立しているべきである；すなわち、故障した他のシステムによってコントロールされないように。

鶏舎の向き

太陽の角度との関係で地上に鶏舎をどのように配置するかは重要である。最適な舎内環境のために最適な鶏舎の向きは、少なくとも屋根の尾根（鶏舎の長軸）がおおむね東西に向くことである。それによって冬場、日中の低い太陽が南側の側壁に当たるようになり、鶏舎暖房に寄与す

る。夏場、熱の蓄積を少なくしたい時、日中の太陽は空高く登り、そのため一日のほとんどは、屋根から突き出た庇が南側の側壁の太陽の直射を遮る。日中の太陽は、通常最も断熱の効いた部分である鶏舎の屋根だけに当たる。東西方向から 10-15 度以上ずれた鶏舎は、冬場燃料を多く使い、夏は換気量が多く必要で、よりきめの細かい換気コントロールが必要である。

キーポイント

- 最適な舎内環境にするための最善な鶏舎の向きは、少なくとも屋根の尾根（鶏舎の長軸）がおむね東西に向くことである。

断熱の必要条件

温和及び寒冷な気象条件で、暖房用燃料コストを節約する断熱の価値は広く認められている。天井の上に屋根裏スペースのある鶏舎は、天井の上の断熱を少なくとも $U=0.053\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ (R-19) にすべきである。屋根裏スペースのないオープントラス鶏舎は、屋根の下の断熱を少なくとも $U = 0.125 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (R-8) にすべきである。そしてその断熱は 38 mm の発泡ポリウレタンボードあるいは 50 mm のポリスチレンブレッドボードで作ることができる。金属箔タイプの反射断熱材と屋根の反射コーティングのいずれも、それ単独で充填断熱や吹き込み断熱なしで鶏舎に使用した時、十分であることは証明されていない。むき出しの断熱材は、定期的な水洗消毒とトリに傷つけられることに耐えるだけ十分強くなければならない。断熱材の中に水を吸収しないように特別の注意を払わなければならない。

暖かい地方では、マネージャーは時々、断熱材は不必要で経済的でないと思っている。はっきり理解しなければならないことは、地域に関係なく、暖かい季節には断熱のない屋根からの太陽熱の放射からトリを守らなければならないことである。これは米国南東部における、屋根の下の断熱の有無以外は同一の換気扇換気オープントラスブロイラー鶏舎での研究によって確かめられている。外気が 33°C の場合、断熱ありの鶏舎ではわずかな斃死でおよそ 33.3°C で推移した。断熱なしの鶏舎では、舎内温度は 37°C、斃死率 14% で推移した。

断熱のない屋根や天井から放射される熱は、6 週齢の鶏群全体から産生される熱よりも多いことがある。たとえ気化冷却がついていても、換気システムにそのような追加の熱負荷の処理を期待することはできない。放射熱は、舎内の空気を直接暖めることなく、直接トリに当たるから特に危険である。鶏舎の空気の温度が上昇し始め、問題が明らかになるのは、トリがすでにこの余分の熱負荷を吸収してしまった後からだけである。もし他の断熱材の代わりに金属箔タイプの反射断熱材あるいは反射屋根コーティングが放射熱にいくらかの効果があるかもしれない。

キーポイント

- 暖房燃料を節約するため断熱は必須である;充填断熱、ボード断熱と吹き込み断熱が優れている。
- 暖かい気象条件では、鶏群の上に太陽熱の放射を防ぐため、屋根の下あるいは天井の上の断熱が必須である。

モダントネル鶏舎の管理で重要なこと

トンネル換気は、暖かい乃至暑い気象条件でトリの採食と体重増加を保つために考案された。その方式は非常にポピュラーになってきており、一年の一時期だけトンネルモードで運転されるに過ぎないが、このセットアップのついた鶏舎は通常「トンネル換気鶏舎」と呼ばれているように、そのセットアップは他と明確に区別できる。トンネル換気はすべての地方に必要なわけではないが、多くの養鶏産地で広く使われている。換気モードがどのように機能するか基本は24-32ページ参照。

実際には、ほとんどの「トンネル」鶏舎で使われる3つの基本的な換気モードがある。それらの換気モードの違いを表すために使用する用語は;本稿では便宜上、寒冷時及び若齢鶏(育雛)用の最低換気モード、熱の排出が必要な時、温暖時及び中間サイズのトリ用の過渡期換気モードと、暑熱時更に冷却するためのトンネル換気モードと記載する。

年間を通して最高の鶏群成績を(そして十分な投資効果を)上げるためにモダントネル鶏舎をマネジメントするには、何よりもまず、いかなる時でも、現在どの換気モードがトリにとって最も良いのか判断できなければならない;そして、それから温度とその他の空気の質要因をできるだけ最適状態に近くなるように微調整を行うことである。統合電子コントロールシステムは自動的にモードを切り換え、環境状態が変われば換気量を調整することができるから、今ではマネジメントの仕事は簡単にできる。しかし、最も精密で高感度なコントローラーでも、絶対に正しいことはないから、必ずモニターしなければならない。更に重要なことは、コントローラーの設定そのものが人間の知識によって決められる必要があることである。鶏舎の中に頻繁に入りトリを見て、最高の成績とウエルフェアのためにトリが必要としているようにコントロール調整を行う有能な養鶏管理者の代わりができるものはない。

キーポイント

- モダンコントローラーはマネージメント労働時間を軽減するが、有能なマネージャーの必要がなくなるわけではない。

どの換気モードが必要か？

適正な換気モードを決定するために重要なことは、もし鶏舎から熱を取り除く必要があるのなら、どれだけ熱を取り除き、外の空気をトリの上に当てても良いかどうか知ることである。基本は：

最低換気

- 鶏舎から熱を取り除く必要はなく、外気をトリに直接当ててはならない。トリが小さすぎるか/そして外の空気が冷たすぎるかのいずれか。
- 換気扇はサーモスタットではなくタイマーによって作動し、換気の目的は水分の蓄積を防ぎ新鮮な空気を供給することである。
- この方法でトリを快適に保つことが可能であれば、できるだけ長く最低換気にしておく。

キーポイント

- 鶏舎から熱を排出する必要が起こるまで最低換気を保つ。

過渡期換気

- トリが大きくなり/あるいは外の空気が暖かくなり、舎内の空気の温度が上がリ、鶏舎から過剰な熱を排出する必要が出てきた時始める。空気の入換えは多く必要であるが、引き続き、外の空気をトリに直接接触させてはならない。
- 過渡期換気の最初の段階は、しばしば単純に最低換気用換気扇を動かすタイマーを温度センサー制御に置き換えるだけであり、そして同じシステムで動かす換気扇(トンネル換気扇ではない)と入気口の数を追加で増やす。

更なる熱の除去は、側壁入気口から空気を入れるがトンネル換気扇を使う(ハイブリッド過渡期モード)ことによって成し遂げることができる。

- この方法で鶏舎から十分に熱を除去できれば、できるだけ長く過渡期モードを維持するべきである。

キーポイント

- 過渡期モードは過剰な熱を除去するが、トリに冷たい空気を当てない。

注意

最低換気と過渡期換気をひとまとめにした、ひとつの一般的な代替りの表現は、「強制換気」という用語である。一方ではタイマー制御と温度制御換気の区別と、他方では風冷によらない熱除去と空冷の区別は非常に重要であり、ここで使用した用語は違いが分かるようになっている。

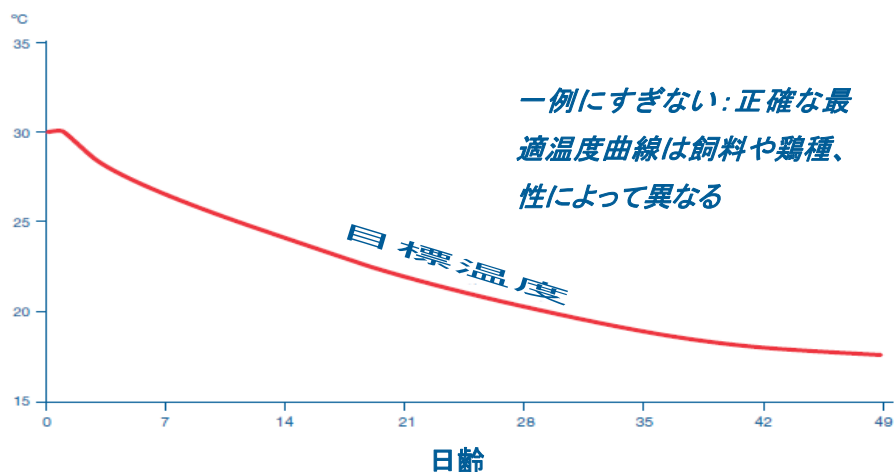
トンネル換気

- もはや空気の入れ換えではトリの快適帯を越える温度上昇を抑えられず、トリに冷房が必要になった時に始める。
- 過渡期セットアップを使用しても、もはやトリを快適に保つことができなくなった時にのみトンネルモードに切り換える。すなわち、トンネル換気による風冷効果でトリを冷やす必要がある。
- トリが4週齢以下の時、トリはより大きな風冷効果を感じ突然の有効温度の低下によってストレスを受けるかもしれないので、過渡期からトンネルモードへの切り換えは、非常に注意しなければならない。
- トリを快適帯の範囲内に置くため風冷が必要になった時のみにトンネルモードにする。

目標温度を保つことの重要性

育成中の各日齢で、オペレーターはその日の目標温度が何度であるか知る必要があり、その温度を保つように換気システムをコントロールしなければならない。育成初期においては最適温度に維持することが最も重要である。若齢時の成績の損失は後で取り返すことはできない。毎日コントローラーの目標温度を壁に貼っておくことは良い考えである。ブロイラーにとって、最適温度は通常、32℃近くからスタートし6週齢で約21℃まで徐々に低下する(図25)。誰かが育成中毎日、定期的間隔で実際の温度と目標温度を比較し、必要に応じて調整を行うべきである。

図 25: 最高の増体を得るためにトリが最も有効に飼料を利用する温度は、1 日齢の 32°Cに始まり、7 週齢の育成の最後に向けて約 21°Cまで低下するが、マネージャーは最高の鶏群成績のために、有効風冷温度が問題であるトンネル換気が始まるまで、実際の舎内温度を目標と 0.5-1.0°Cの差以内に維持するように努力すべきである。



問題は、トリが感じている環境で、マネージャーが感じている環境でもなければ、特にトリから 1m 上に設置されたひとつの温度計が示している環境でもない。すべての温度計、温度センサーあるいはサーモスタットはトリの位置での温度を感知する必要がある。また、鶏舎がトンネル換気モードに切り変わった時、トリが感じている温度は、温度計の示す温度ではない。トンネルモードの場合、管理の目標は目標温度に相当する温度に保つことである。もしトリが風冷効果によって涼しく感じていれば、温度計の温度を目標まで下げる必要もないし、下げたくもない。これは特に育雛初期に忘れないことが重要である。風冷ストレスは、完全に羽毛の生えそろうたトリよりも高い温度にする必要のある若齢鶏に大失敗を起こすことがある。

キーポイント

- トンネル換気中、目標は有効温度を目標に保つことである—トリが感じている温度であって温度計が示している温度ではない。
- もしトリが風冷効果によって涼しく感じていれば、温度計の温度を目標まで下げなくてもよい。

最低換気をコントロールするために重要なこと

最低換気の目標は、鶏舎から熱を排出する必要のない時でも常に空気の質を維持することである。これは、十分な酸素を供給し、水分の蓄積とアンモニア問題を防ぐためにちょうど十分なだけの新鮮空気を引き込むことを意味している。

1-外の気象条件がどうであっても、また鶏舎から熱を除去する必要がない時でも、少なくともいくつかの時間、トリが換気状態に置かれるのは避けられない。

適切な最低換気を行う間に鶏舎から失われる熱量は、トリの生産性が良くなって得られる利益に比べればわずかなものである。たとえアンモニアの問題がない時(新しい敷料のため)でも、適切な新鮮空気を供給し、舎内の空気の層化をなくすことに失敗すれば、トリの健康と成績の面で非常に損失が大きくなることもある。例えば、米国におけるある研究によって、1日齢のたった12時間の中程度からわずかの酸素不足がかなりの腹水症(「水腹」)の増加をもたらし、出荷時の増体を減少させることが分かった。

また、最低換気中鶏舎に入ってくる水分に関しては、心配する必要がないことをはっきり理解することが重要である。冷たい空気は、最初多くの水分を保持することができず、舎内の空気と混ぜられて暖かくなると、その相対湿度は大きく低下する。そのことは換気によって鶏舎を出入りする空気の流れが、過剰な水分を吸収し排出することを可能にする。たとえ外で一日中雨が降っていても、最低換気を動かすことはできるし、必ず動かさなければならない。

キーポイント

- たとえ熱除去が必要ない時でも、空気の質を維持するために換気は必須である。
- 最低換気中の鶏舎の熱損失は、得られる利益と比較するとわずかである。

2-暖房用燃料を節約するために空気の質を犠牲にしてはならないが、同時に若齢鶏を冷えから守ることが極めて重要である。

たとえ育雛中のわずかな冷えでも、体重減少と、飼料要求率とワクチンのリアクション、斃死率の増加をもたらす。温度計をモニターし、サーモスタットはトリのレベルに置かなければならない。そして冷たい外気を直接トリの上に流してならない。

キーポイント

- 若齢鶏は特に、暖かく保たねばならない; 餌付け前に予め鶏舎と敷料を暖め、温度をトリのレベルでモニターする。

3-ヒナの餌付け前に、鶏舎と敷料を予備加温することは決定的に重要である

冷たい敷料の上にヒナを餌付すると成績を損なうであろう。良いおおざっぱな指針として、餌付時

敷料は理想的には少なくとも 30°C にすべきである。このことはブルーダーを餌付けの 24 時間前に点火することによってのみ達成できる。もし対流式のヒーターが唯一の育雛熱源であれば、餌付け 48 時間前に点火すべきである。予備加温しないことによる失費はある養鶏会社の研究によって示されている。それによると初期斃死の少ない上位 10 群は 0.7% であり、推奨温度の敷料の上にヒナは餌付けされた。平均 22.5°C の敷料に餌付けされた下位 10 群は 7 日齢斃死率が 4.0% であった。

4ー最低換気は5分タイマーで作動させるべきである。トリが大きくなり、より多くの水分と熱を外に出さなければならない時は、必要に応じてシステムの稼働時間と/あるいは換気扇の数を増やす。

5 分タイマーを使用することは短い時間で(頻繁に)オンオフを繰り返すことになる。そしてそれは、鶏舎のコンディションを変動なく均一に保つためにはより良い結果をもたらす。10 分あるいはそれ以上に長いサイクルを用いると、最高と最低の間で鶏舎の温度と空気の質が大きく変動する。平均のコンディションは 5 分タイマーと同じであるけれども、トリは常に最適なコンディションに曝されているわけではない。タイマーの設定を決めるための大ざっぱな指針は、外の気温にもよるけれども、餌付け時のヒナに必要な最低換気量が 1,000 羽当たり約 0.047-0.094m³/s である。トリの行動とともに舎内の相対湿度と敷料水分が最低換気量を設定するガイドになる。

キーポイント

- 5 分タイマーによる最低換気運転は、温度と RH の変動を少なくし、より良い育成環境を提供する。

5ー最低換気をうまく行うための決定的要因は、入ってくる冷たい外気がトリに接触する前に舎内の空気と均等に混ざり、それによって暖められるようにすることである。

静圧感知コントローラーによって動く調整可能な鶏舎周囲の入気口は、一貫した継続的ペースでそれを成し遂げるのに最高の設備である。もし入気口の面積が使用している換気扇風量 m³/hr によって適切に調整されなければ、換気量が必要量以下に抑えられるか、冷たい入気がトリに直接落ち寒冷ストレスを与えるかのいずれかになる(図 26)。

6ー過渡期換気への切り換えは、トリが最低換気用換気扇で処理できるよりも多くの熱を産生するようになった時に行う。

外の空気が冷たくトリが若いほど、最低換気から過渡期換気モードに換気を切り換えなければならない時期は遅くなる。外気が暖かくトリが若いほど、早く切り換える必要がある。

キーポイント

- 過渡期換気への切り換えは熱の除去が必要になり、最低換気ではトリを快適に保つことができなくなった時にのみ行う。

過渡期換気をコントロールするために重要なこと

過渡期換気の目標は、鶏舎の温度をトリの快適帯の範囲内に保つように必要なだけの熱を排出することであるが、同時に外気がトリの上に直接流れ落ちないようにすることである。

1ー過渡期換気をうまく行うためには、静圧コントローラーで動く側壁入気口を付けることが必要不可欠である。

適切な静圧を保つために、稼働している換気扇の数に応じて入気口の開口を手動で調節することは、困難あるいは不可能である。

2ー過渡期換気モードでトリを快適に保てる間は、決してトンネル換気モードに切り換えてはならない。

トリが大きくなり体重 kg 当たり多くの熱を発するようになればなるほど、あるいは外の気候が暖かくなればなるほど、鶏舎からますます多く熱を取り除かねばならない。良く設計された鶏舎にいる大きなトリの場合、もし舎外温度が舎内目標温度よりも 5.5°C 以上冷たければ、その時は過渡期換気で目標温度を維持することができるはずである。トンネル換気は用いるべきではない。もしトリが小さければ、舎外と舎内温度の差がたとえ 5.5°C よりも少ない時でも、過度期換気で目標温度を保つことができるはずである。また、あまりにも早くトンネルモードに切り換えることは、鶏舎の一方の端から他の端まで、多分大きな温度差を作り出すであろう。そしてその温度差は鶏群成績を低下させる。

キーポイント

- あまりにも早くトンネルモードに切り換えると、トリの成績を大きく損なうことがある。

3ーコンディションが変化した時、ある換気モードから、他の最低や過渡期あるいはトンネルモードに切り換えることは問題ない。

ROSS 環境コントロール: モダントンネル鶏舎の管理で重要なこと

鶏群は夜間と早朝は過渡期換気、しかし一日のうち暑い時にはいくらかトンネル換気が必要であるかもしれない。問題は何がトリを最も快適に保つかである。

4-トンネル換気に切り換える時期と必要性を判断する場合、風冷効果を心にとめておかねばならない。

もし最高の過渡期換気能力を使っていて、一例えば、4 台のトンネル換気扇を稼働させながらトンネル換気に切り換えたとすれば、トリは「実効」あるいは「有効」温度の低下を感じるであろう。そしてそれは温度計の数値よりもかなり低いかもしれない。トリが若く風冷に感受性が高い時、有効温度の低下に対処することが難しいかもしれない。

側壁入気口のコントロールで重要なこと

最低換気と過渡期換気はどちらも、鶏舎周囲の入気口から入る適切な空気の流れを作ることが必須である。入気口は風向きをコントロールし、鶏舎に入る空気の風速、したがって空気の攪拌に影響する。入気口は寒冷時、燃料を節約し正確な温度を維持するために、冷たい外気と暖かい舎内の空気の混合を助ける道具である。入気口の適切なコントロールは、すべての暖かい空気が鶏舎の上部に溜まるのを防ぐ。入気口のコントロールが悪い場合、8-11°C程度床と天井の温度差が見られる。適切な入気口のコントロールを行えばこの温度差を 3°Cに保つことができる。

キーポイント

- 寒冷時、鶏舎周囲の入気口は冷たい外気と暖かい舎内の空気の混合を助ける道具である。

適切な入気口のマネージメントは燃料も節約する。空気の攪拌の悪い鶏舎は 20-25%燃料を多く使うであろう。加えて、1 日齢からの温度と空気の質のコンビネーションは、多分ブロイラー鶏群の成績に関係する最も重要な要因である。特に育雛期間中の極端な温度は成績を低下させる。寒すぎるコンディションは、十分な飼料と水を摂取する若齢鶏の能力に大きく影響し、もし初期発育が遅れると、出荷までの間には成績の損失を取り戻すことはできない。必要な温度と空気の質をトリに供給するために、適切な入気口のコントロールをすることは絶対に必要不可欠である。

キーポイント

- 適切な鶏舎周囲の入気口のコントロールは、20%程度暖房用燃料費をカットすることができる。

1-入気口のコントロールは、入気口の風速を失わせるドア周囲、カーテン、断熱材の裂け目等から空気の漏入がないように鶏舎の気密性の確保から始まる。

2-次のステップは、入気口を適切に開かせることである。入気口の開口部の広さは、望ましい静圧と必要な「投げ込むような」風速が得られるように設定しなければならない。

鶏舎周囲の入気口の場合、風が適切に流れるように、側壁入気口では最低 5-7.5 cm、天井入気口では 2.5-4 cm、開けなければならない。「全開放」ポジション以上に開口した入気口(板の先端が入気口の口と同じように開いている)は、風速を増加させない。板を開けすぎると、トリに直接風を落とす傾向がある。適正な空気の流れは適正な入気口の開口によってのみ作れる。

キーポイント

- 適正な風速を作るには、側壁入気口は少なくとも 5-7.5 cm、天井入気口は 2.5-4 cm開けるべきである。

3-入気口を動かすために静圧制御のコントローラーを用いる。

手動で入気口をコントロールすることはほとんど不可能な仕事である。換気扇がオンになったりオフになったりする度に、入気口の開口調整をする必要がある。静圧制御は舎内の静圧を感知し、望ましい静圧を作る適切な開口になるように開いたり閉じたりして望ましい換気輪道を作る。これらの機械は非常に良く機能し、我々の産業に大きな利益をもたらしている。

4-稼働する入気口の数は、使用する総換気扇能力に見合っていないなければならない。

設置された入気口のうち実際に何台を使うか決めるのは、手動で行う必要のある入気口管理のひとつの仕事である。通常のブロイラー鶏舎は、設置した総換気扇能力の半分を動かすために十分な入気口が設置されているが、育成期のようにたった1台か2台の換気扇しか動いていない時には、開く入気口の数をカットする必要もある。その理由は、もし稼働している換気扇に対してあまりにも多くの入気口が動いていれば、静圧コントローラーは静圧を維持するために入気口の開口をあまりにも抑え、必要な「投げ込むような」空気の流れを作ることができないからである。

すべての入気口を使う場合、1台だけの 122 cm換気扇の運転では静圧コントローラーはおよそ 0.5-1.5 cmだけを開ける結果になり、入気口のところから空気がかろうじて漏れて入るだけで、その後床に落ちてしまう。このような状況では、いくらかの風速のある本当の空気の流れができないので、空気の攪拌はうまくできない。それは敷料の湿り、高湿度、高アンモニア、燃料消費増加と空気の質の悪化を招く。重要なことは、日齢や育成段階によって変わる使用する換気扇の風量に応じて、使用する入気口の数をマッチさせることである。

育成初期、鶏舎半分の育雛で1台だけの122 cm換気扇(あるいは2台の91 cm換気扇)を使っている時、良い空気の流れを得るためには、育雛室のひとつおきの入気口を(そして使用していない鶏舎の入気口すべてを)ロックする必要がある。それによって、育雛室に15個均等に配置された入気口が入気コントローラーに反応するようになる。もし追加の換気扇を稼働させる必要があれば、育雛室だけはより多くの入気口のロックを外す。鶏舎全体に広げた後、多くの換気扇を使うようになってから、後から使う鶏舎半分の入気口のロックをはずす。

トンネル鶏舎の良い大ざっぱな指標として、育成のその時期あるいは一般的な気象条件の時には、空気を引き込む122 cm換気扇毎に約15の入気口を動かすことである。

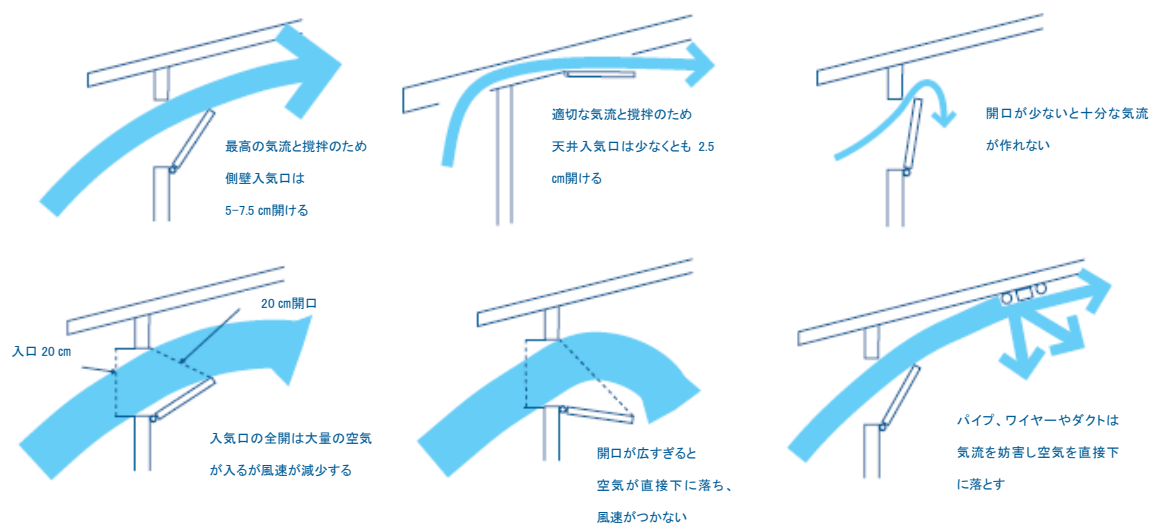
キーポイント

- 作動させる入気口の数稼働する総換気扇能力にマッチさせなければならない。
- 大ざっぱな指標は、使用する122 cm換気扇毎に15の鶏舎周囲の入気口を作動させることである。

5-入気口からの空気の流れに直接当たる障害物を置くことは避ける。

水道管と電気のコンジット(何本もの電線が入った管)は、しばしば入気口からの適切な空気の進路の途中で天井にくくりつけられる。空気の流れがそれらの障害物に当たった時、流れが分かれ下に向けて吹き流される。これは、鶏舎の中央まで天井に沿って流れる高速の空気の流れをつくるという目的を妨害する。

図 26:適正な入気口の開口と不適切な開口



トンネル換気をコントロールするために重要なこと

トンネル換気の目的は冷房である。鶏舎から熱を除去することでは、もはやトリを快適に保つことができなくなった時のみ、トンネルモードを使用する。

それには風冷効果が必要である;そして暑熱時、気化冷却による真の温度低下が必要である。

1-トンネル換気のコントロールが成功するかどうかは、風冷効果によって作り出される有効あるいは実効温度が理解できるかどうかによる。

トリの有効温度を測定するためには、舎内の温度計の示度を測り、トリが感じていると予想される風冷効果の度数を引く。実効温度を決めるのは厳密な科学ではない。感じている温度はトリの日齢(すなわち、羽毛の発育状態とトリの大きさ)と風速によって大きく影響される。その他のことが同じであれば、有効温度は次のように低下する:

- 若いトリほど大きく、古いトリほど少ない。
- 低温ほど大きく、高温ほど少ない。

風冷効果は 35°Cに近づけば減少し、38°Cに近づけば全くなくなる。

キーポイント

- 風冷効果は、なかでもトリの日齢と風速によって最も異なる。

2ー若齢ヒナをトンネル換気する時は、特別の注意を払うべきである。

4 週齢のトリに対する風冷効果は 7 週齢のその倍である。生産者は気候が寒すぎる時に若齢トリにトンネル換気を試みる時、しばしばトラブルを起こす。しかし、特に暑い条件の時には、初生雛に 2 台か 3 台のトンネル換気扇を用いて換気をする必要があるかもしれない。

3ー与えられた状況下で風冷効果を測定するために、トリが寒すぎたり暑すぎたりする兆候を見つけるためにトリの行動を観察しなければならない。

風冷効果がどれくらいになるか、正確に予測したり計算したりする方法はない。トリの快適さを見る重要なサインは:

- 暖かすぎる時、トリは涼しいところや空気の流れの強いところに集まり、羽毛を体に密着させ、風冷効果を得るため翼を下げたり持ち上げたりし、水を多く飲み、エサを少ししか食べない。もしトリが餌を食べるのをやめパンチングを始め、特に、もし正常なピンクの皮膚の部分が暗赤色に変われば、トリは完全にオーバーヒートになっている。
- 寒すぎる時、トリは冷たい空気の流れを避けようとするため、平らな低いところに行く傾向があり、空気の動く方向から離れ、お互いに密集し断熱効果を高めるため羽毛を「けば立」たせる。

4ー状況と経験を基にして、トンネル換気を使用するためのガイドラインを作ることは非常に有用である。

次はトンネル換気にするか、過渡期換気モードにするか判断するためのガイドラインのいくつかの例である。これらは一般的なガイドラインに過ぎず、トリの行動を見てチェックしなければならない。

- もし外の温度が 21°C 以下でトリが 4 週齢以下なら過渡期換気モードのままにしておく。
- もし外の温度が 18°C でトリが 5 週齢と 8 週齢の間なら過渡期換気モードのままにしておく。
- もし外の温度が 15.5°C かそれ以下でトリが 8 週齢なら過渡期換気モードのままにしておく。現実には、外が寒過ぎれば、トンネル換気は有益よりも有害である。

- 完全に羽毛の生えそろったトリで普通の状態の場合、設置したトンネル換気扇の半分より少ない台数を運転してトンネルモードを稼働させることを考えてはならない。それは、特に温度の斉一性という面で、いいことよりも悪いことの方が多い。もし半分以下の換気扇で換気を行うのであれば、過渡期換気のままにしておく。

キーポイント

- 外が寒ければ、トンネル換気は有益よりも有害である;トリの日齢が決定要因である。

5-鶏舎の入気口側の端と換気扇がついている側の端の温度差をモニターする。それは状況によって、2つの異なることを示している。

- 暑熱時にトンネル換気中、3°C(通常)より大きい温度差は空気の流れが不十分であるか、鶏舎に入ってくる暑い空気の漏入があることを示している。そのような状況の場合は、風速をチェックし、換気扇やシャッターと/あるいはパッドが汚れていないか、ドアが開いていないか、あるいは他から空気の漏入がないか見る。
- 寒冷時小さなトリの場合、トンネル換気中に鶏舎の端からもう一方の端で温度が 3°C以上上昇すれば、トンネル換気でなく過渡期換気にするべきであることを示している。そのような状況下で、温度が鶏舎の一方の端から他方の端までの間に上昇するという事は、鶏舎入気が冷たすぎ、鶏舎を通る間に必要以上の熱を吸い上げていることを教えている。過渡期換気では、鶏舎周囲全体に取り付けた入気口から空気が均等に入ってくるので、そのようなことは起こらない。

キーポイント

- 鶏舎の端と端の温度差は空気の流れが悪いか、あるいはトンネル換気でなく過渡期換気にする必要があることを示している。

6-育雛仕様から全鶏舎換気に移せばなるべく早く、移動防止用フェンスを設置すべきである。

冷房のためトンネル換気を使用する時、トリは舎内の涼しい場所である入気側の端に移動し、群がる傾向がある。移動防止用フェンスはトリが分散したままの状態を保つであろう。トリを均等に拡がった状態に保つことによって、鶏舎のどこでも発育のためのコンディションを同じにできる。適切に設置されたフェンスはトンネル鶏舎の適切な運転のために不可欠である。フェンスはトリの周

囲の空気の流れを良くするために、45-60 cmの高さで、それを通して空気が流れることができるように作られなければならない。

キーポイント

- 移動防止フェンスを使用すれば、トリが分散した状態を保つことができ、発育するためのコンディションが鶏舎のどこでも同じになる。

7ートネル換気をフルに動かして(かつシステムが適切に動いて)もトリが少しでも暑がる様子を見せれば、その時が気化冷却に切り換える時である。しかし、温度が少なくとも 32°C程度に上がると予想される時はいつの日も、すべての換気扇が動くようになる時点より前に気化冷却を始める方がよい。

この問題に関する更なる説明は次のセクション参照。

キーポイント

- トリがヒートストレスを感じ始める前、そしてトンネル換気のフル運転(すべてに換気扇稼働)になる前に気化冷却を始める。

トンネル換気と気化冷却をコントロールするために重要なこと

モダントネルブロイラー鶏舎の気化冷却の目的は、トリを快適あるいは快適近くに保つために、風冷と組み合わせて働かせることである。気化冷却は、トリから最高の成績を得ることのできるコンディションの幅を拡げる。気化冷却システムは、実際の目標温度まで温度計の示度を下げの必要はない—トンネル換気の空気の流れが作り出すであろう有効温度の低下を加えてその範囲に収めるだけでよい。

例えば、もし外気が 35°Cで、システムによって 7°Cの気化冷却を得ることができれば、鶏舎の中に入ってくる実際の温度は 28°Cである。2.54m/sの風速による風冷効果が 6°C加わるので、トリが感じている有効温度は 22°Cになるであろう—羽毛の完全に生えそろったトリにとって最適温度に非常に近い。

キーポイント

- 気化冷却は、風冷効果によってトリを快適に保つことができる範囲まで、温度計示度を下げる必要があるだけである。

1- 気化冷却は、トリが暑くて不快に感じ始める前に開始するか、開始するようにプログラムが組まれるべきである。

完全に羽毛の生えそろったトリにとって、それは 27-29°Cの空気温度範囲である。鶏舎に熱の蓄積が進み過ぎてから熱量を下げるよりも、熱が蓄積する前の状態を保つ方が容易でより好ましい。

2- 気化冷却は、フル・トンネル換気になり、すべての換気扇が稼働するまで遅れてはならない。

気化冷却をオンにして、例えば8台中6台の換気扇を稼働すれば、空冷に感受性のより強い若いトリに特に利益をもたらすことができる。遅い風速で稼働する時、少ない換気扇を使えば風速が落ち、気化冷却がより効率的である。そのため、同じ冷房効果を低コストで得ることができる。

キーポイント

- すべての換気扇を回さずに気化冷却を始めることは、経済的で若いトリのために良い。

3- 良い大ざっぱな指標として、相対湿度が 80%以上の時、それは多くのところでは暗くなってからか、午前9時以前であるが、気化冷却システムは使用すべきではない。

夜間の温度は、普通はかなり下がり、そして多くのところでは夏場、夜間の湿度はほとんど冷房が効かないほど非常に高い。一方、夏の日ほとんどのところで、適切に計画された細霧やパッドを切らなければならないほど相対湿度が高くなりすぎることは滅多にない。気化冷却は、もし相対湿度が 80%より高ければほとんど効かない。しかし、暖かい日に時間が経過し気温が上昇すれば、気化冷却によって得られる冷房効果も上がる。

キーポイント

- 大まかな指標: 暗くなってからと午前9時より前に気化冷却を動かさない。

4- パッドクーリングシステムは、すべての入気が完全に湿った(そして綺麗な)パッドを通して入ってきた時のみ正常に働く-そしてそれはシステムと鶏舎を適切にメンテナンスし、モニターすることが特に重要であることを意味している。ドアは開けっ放しにしてはならないし、空気の漏入をさせてもいけない。側壁カーテンは鶏舎にきちんと取り付けなければならない。ポンプの水量は適正にして、詰まらせてはならない。オンオフサイクルの時間を短くすれば、夜間にはパッドを完全に乾かすことができ、水は止まっても換気扇は回り続けることができる。

キーポイント

- 適切なメンテナンスは気化冷却をうまく行うために特に重要である。

管理はモニタリングを含む

多分、換気を正しく行うために最も難しいことは、空気の流れを普通は見ることができないことである。トリの行動が、最初のそして最も重要なモニターすべき項目である。もしトリが普通通りに採食・飲水をして、鶏舎全体に分散していれば、それは OK である。もしそうでなければ、調査すべき問題点がある。また他のカギとなる兆候を監視することも重要である。温度や空気の流れ、相対湿度と静圧をモニターすることは、気づいていなかった貴重な問題点を見つけることができ、それらが起こる前に問題を阻止するのに役立つ。観察の仕方は次の通り。

キーポイント

- モニタリング作業1:トリの行動を観察。

温度

多くの鶏舎でよく見られる大きなダイヤル式温度計は便利であるが不正確である。水銀最高最低温度計は正確で、長時間の温度の上がり下がりを見ることが出来る。温度と湿度記録計(「データロガー」)は非常に価値のある舎内の温湿度の変動をプリントアウトすることができる。

- どれだけ空気/温度層があるか知るため、鶏舎の高いところと低いところに温度計を設置する。重要なのはトリがいるところの温度である。トリの位置で少なくとも3つの温度計が必要である: 鶏舎の手前、中央部と奥。
- 携帯用デジタル複合温湿度計はそれほど高価ではなく、反応が早く水銀温度計を補正するために用いることができる。
- 赤外線温度計は空気の温度ではなく、どこでも当てた表面の温度を知ることができる。高価であるが、知らなければ見逃してしまうような、天井の断熱の傷み、冷えた床、オーバーヒートしているモーターやブレーカー回路などといった価値ある問題点をあばくことができる。

キーポイント

- 温度は極めて重要である:良い温度計を購入し適正な場所に設置する。
- 赤外線温度計は、多くの異なるタイプの問題点にスポットを当てるのに役立つ。

空気の動き

- 今日では使うのが簡単で、正確で購入しやすい風速計が入手できる。これらの電子式備品はあまり高価ではなく、使うには十分正確である。温度計を内蔵した携帯モデルは、舎内コンディションを調査するのに特に役に立つ。
- 軽くて長いリボンで測量士の旗のように戦略的に付ければ、空気の流れの良い標識になる。通常、天井に沿った空気の流れとトリの位置での空気の流れを知る必要がある。リボンのはためきは、その場所の空気の流れが完璧に OK であると告げているのではなく、いくらか空気の流れがあることを教えているだけである。はためかなければならない時に、リボンがぶら下がったままになっているのは、明らかに問題がある合図である。

キーポイント

- 風速計とリボンは換気コントロールの中から多くのことを推測する仕事を受け持っている。

相対湿度

- 相対湿度のモニタリングにもいくらか器具が必要である。もしそれが続けば、トリの成績低下を招くことがある相対湿度の違いを「感じる」方法はない。相対湿度が上がる傾向なのか下がる傾向なのか簡単にチェックするためには、精度が約±5%の安価なデジタル相対湿度計を使用する。高精度のデジタル湿度計は高価であるが、精度は±2%である。ここでもトリの位置でどれくらいか知りたいから、チェックするときにはトリの位置までかがむ。

静圧

- 与えられた環境下で常時静圧をモニターすることは、空気の漏入、シャッターが完全に開いていない、換気扇能力の低下、といった問題点を発見するために非常に役立つ。使いやすい安価な携帯式あるいは壁掛け型マノメーターが利用できる。マグネヘリックタイプのメーターは少し高価であるが精度は高い。

キーポイント

- 静圧計は空気の漏入、シャッターの故障、換気扇能力の低下やその他の問題点を発見するのに役立つ。
- 誰でも良いので専門家の助けを請う。メーカーのサービスマン、コンサルタントあるいは大学の専門家(可能などころでは)は良いモニター機器を持っているか、入手することができるであろう。彼らはアドバイスをくれ、鶏舎を定期的にチェックする手助けをしてくれ、そしてすべて自分でするためにどうするかを示してくれる。

換算表

次の表は、鶏舎の環境コントロールを議論する時によく用いられる寸法や単位のヤードポンド法(英国式)からメートル法へと、メートル法からヤードポンド法(英国式)への換算の概略である。

風速	毎分フィート ÷ 197 = 毎秒m 毎秒m × 197 = 毎分フィート
面積	平方フィート ÷ 10.76 = 平方メートル 平方メートル × 10.76 = 平方フィート
風量	毎分立方フィート ÷ 2119 = 毎秒平方メートル 毎秒平方メートル × 2119 = 毎分立方フィート
静圧	水圧インチ × 249 = パスカル パスカル ÷ 249 = 水圧インチ
容量	米ガロン × 3.785 = リットル リットル ÷ 3.785 = 米ガロン
熱量	BTU(英国熱単位) × 1.055 = キロカロリー キロカロリー ÷ 1.055 = BTU(英国熱単位)
熱損失	BTU/時間/ポンド × 2.323 = キロジュール/時間/kg キロジュール/時間/kg ÷ 2.323 = BTU/時間/ポンド
長さ	インチ × 2.54 = センチメートル センチメートル ÷ 2.54 = インチ フィート × 0.305 = メートル メートル ÷ 0.305 = フィート
重量	ポンド ÷ 2.2 = キログラム キログラム × 2.2 = ポンド
照度	ルクス ÷ 0.093 = フットキャンドル フットキャンドル × 10.764 = ルクス

ROSS 環境コントロール:換算表

華氏から摂氏へ $(^{\circ}F - 32) \div 1.8$	
$^{\circ}F$	$^{\circ}C$
105	40.56
100	37.78
95	35.00
90	32.22
85	29.44
80	26.67
75	23.89
70	21.11
65	18.33
60	15.56
55	12.78
50	10.00
45	7.22
40	4.44
35	1.67
30	1.12
25	-3.90
20	-6.68

摂氏から華氏へ $1.8^{\circ}C + 32$	
$^{\circ}C$	$^{\circ}F$
40	104
35	95
30	86
25	77
20	68
15	59
10	50
5	41
0	32
-5	23
-10	14

注意

温度差を変換する場合は 32° のプラスマイナスはしない。例えば $15^{\circ}F$ の差は $8.3^{\circ}C$ の差である： $15(F) \div 1.8 = 8.333(C)$



ここに示した情報の正確性と妥当性については万全の注意を払っております。
しかし、エビアジェン社と日本チャンキーは、この情報を鶏の飼養管理にお使いいただいた結果に
まで責任を負うものではありません。
更に詳しい情報については、日本チャンキーの技術スタッフにお尋ねください。

www.aviagen.com

www.chunky.co.jp/