ハイデオ　サービスチップス

株式会社 ゲン・コーポレーション
〒501-1132　岐阜市折立 296-1　Tel(058)234-0666　Fax(058)234-0892
e-mail:info@ghen.co.jp　　http://www.ghen.co.jp

No. 139
平成 28 年 4 月 25 日

レイヤーにおける暑熱ストレスについて

－暑い天候時における鶏群成績改善のための飼養管理－

夏季は環境温度が高温多湿になるのが通常であり、高温多湿による暑熱ストレスは鶏群の生産性に深刻な影響を与え、環境温度が33℃を超えると減耗が増加し多大な生産の損失が直ちに現れます。

しかし、限界温度をまだ越えていない時には、成長の停滞や、ごく僅かに生産性及び卵殻質が低下する程度で、原因として暑熱ストレスは見落とされがちです。現在の飼育管理において、暑熱ストレスをより少なくすることが重要な管理項目の一つです。以下に、ハイラインインターナショナル社から発行されている暑熱ストレス対策に関する情報を紹介します。

採卵鶏の体温調節

過度な体温は図1の4つの異なる作用により取り除かれる（図1を参照）

1.対流

体温は周りのより冷たい空気に奪われる。鶏は翼を垂れ下げ広げることにより体表面積を広くする。空気の動きにより風速冷却効果が引き起こされ、対流が促される。

血管拡張 － 血流で膨張した肉髯や鶏冠の体表から体内の熱を周囲のより冷たい空気に放出する。

2.放射

電磁波によって空気を通して体熱を離れた物体に移す。体温は鶏舎内のより冷たい物体（例；壁、天井、設備）に放射される。

3.蒸発による冷却

早くて浅い開口呼吸（パンティング）は口や気道からの水分蒸発を増加させて熱損失を増やす。湿度が低ければ蒸散による冷却はより促進される。

4.伝導

体温は鶏が直接触れることでより冷たい物体（例；リター、スラット、ケージワイヤー）に移る。鶏は鶏舎内のより涼しい場所を探す。鶏はより涼しい場所を見つけるために床に横たわりリターを掘る。

図 1. 鶏の熱損失のメカニズム

放射や対流、伝導は共に顕熱損失と呼ばれている。鶏の熱的中性域は一般的に18～25℃の間である。この温度領域において顕熱損失は鶏の平熱である41℃を維持するのに最適である。熱的中性域より高い場合、顕熱損失機能は落ちてしまう。この時、鶏の熱損失機能は気道からの水分蒸発が主になる。ちなみに1gの水が蒸発すると体温の540カロリーが消散する。

熱的中性域よりも高い気温では、鶏は正常な体温の維持と代謝活性維持のためにエネルギーを消費しなければならない。また、このエネルギーは成長及び鶏卵生産から転用しており、その結果、成長及び鶏卵生産は減少する。

暑熱ストレスによる影響

↓飼料摂取量の減少	↑減耗増加
↓産卵の減少	（特に深刻な暑熱ストレス時）
↓卵重の減少	↑カンニバリズムの増加
↓卵殻質の低下	↑免疫抑制
↓卵白高の低下	↓孵化率の低下
↓成長停滞	↓オスの繁殖行動の低下

暑熱ストレスによる生産性の損失は以下の影響による

1.鶏群が晒される最高気温

2.高温の継続時間

3.温度変化割合

4.湿度

高温環境下では、鶏は気道から水分の蒸発を増やすために、パンティングと呼ばれる早くて浅い開口呼吸をし始める。パンティングによる体温調整が機能しなくなると、鶏は無気力になり、それからこん睡状態や死亡する恐れもある。

事前に高温に順応していない鶏群は、概して大きな生産性の損失と減耗を被る。逆に高温の環境に晒された若い鶏群は熱ショックタンパク質を産生するので、それ以降、熱耐性が高くなり高温に順応しやすくなると言われている。

環境温度と相対湿度の関係

暑熱ストレスとは、鶏が置かれる環境の気温と相対湿度の複合的な影響である。これは感覚温度（体感温度の一種）として知られている。どんな気温でも湿度が高くなると鶏の不快感や暑熱ストレスは増加する。生産者は、鶏がいる環境温度と相対湿度を注意深くモニターするべきである。

一般に、昼間は気温が高くなり相対湿度は下がる。相対湿度が低いときの最も良い冷却方法は気化冷却である（細霧器、噴霧器、クーリングパッド）。気温が下がり一般的に相対湿度が上がる夕方では、細霧器などで相対湿度をさらに上げると暑熱ストレスが増加することがある。相対湿度が高い場合、開放鶏舎では換気扇の使用により、空気の動きを増やすことで風速冷却効果が起こり、暑熱ストレスを軽減する。風速冷却効果とは空気が流れることで体感温度が下がる現象である。コマーシャル採卵鶏における暑熱ストレスの指数表が次のページの図2のように作成されており、これを参考に暑熱対策を実施する。

コマーシャル採卵鶏の気温と湿度ストレス指数（暑熱指数）

温度	湿度（%）																			
℃	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
20	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68
22	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
24	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
26	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78	79
28	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
30	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
32	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90
34	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
36	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97
38	78	79	81	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	95	86	97	98	99	100

鶏の快適帯（暑熱指数＜70）：対策は必要なし；今後の暑い天候に向けて準備する期間。

警告（暑熱指数70～75）：暑熱ストレスを軽減させる対策を始める；換気量を増やす。ファンスピードを増やし、細霧を使用する（相対湿度に基づき細霧器を稼動する）。暑熱ストレスの兆候を示す鶏の行動をモニターする。ドリンカーや換気システムが必ず適切に機能するようにする。

危険（暑熱指数76～81）：暑熱ストレスを受けている状態である；直ぐに暑熱ストレスを軽減する対策を施す。ウインドウレス鶏舎では換気量を増やし、相対湿度を見ながら気化冷却システムを使用する。開放鶏舎では送風機と噴霧器を使用する。飼料摂取量の低下に合わせて、飼料の栄養濃度を調整する。最低限1.8～2.0m/秒の風速で鶏の周辺の空気を動かす。定期的に給水ラインをフラッシュし、より冷たい水を与える。念入りに鶏群の行動をモニターする。夜の時間帯に最大限涼しくする

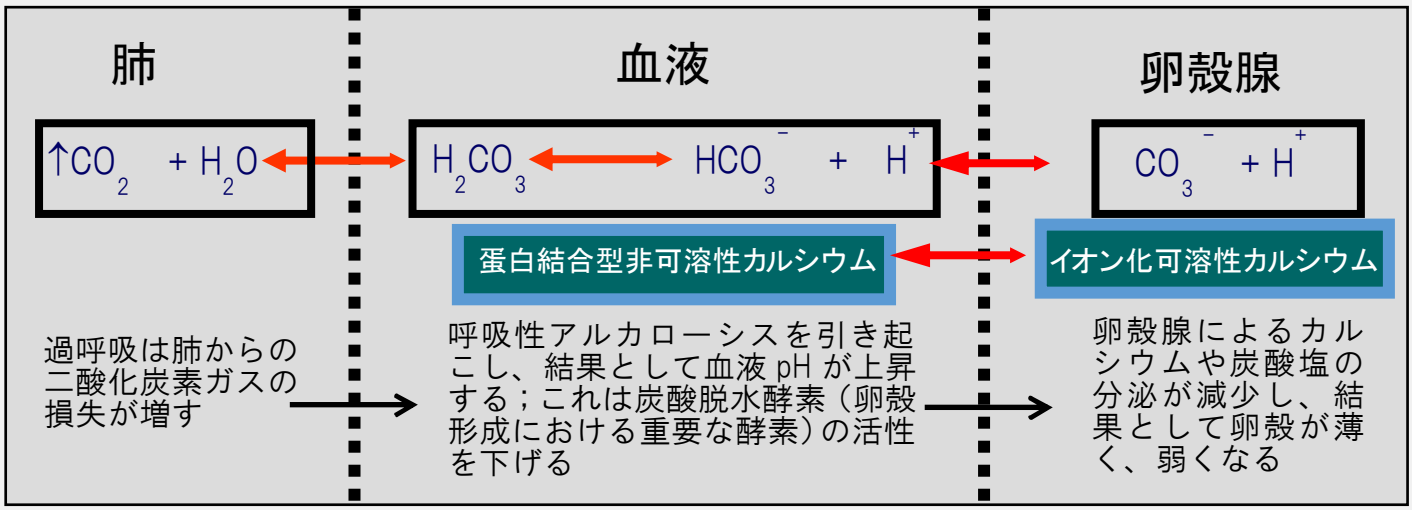
緊急事態（暑熱指数＞81）：過度の暑熱ストレスを受けている状況である；移動やワクチネーションなどの鶏を捕鳥する作業を控える。一日の最も暑い時間帯に給餌しない。鶏の活動や体の熱生産を減らすために照度を落とす。

図2.採卵鶏のための気温と湿度のストレス指数（暑熱指数）

出典：Xin, Hongwei and Harmon, Jay D.,“Livestock Industry Facilities and Environment: Heat” (1998) Agriculture and Environment Extension Publications. Book 163, Iowa State University.

暑熱ストレスによる卵殻質への影響

暑熱ストレスを受けた採卵鶏鶏群は、パンティング（過呼吸、咽頭反射）によって血液中の酸塩基平衡に異常が起こり、卵殻が薄くなり弱くなる。体温を下げるために鶏が過呼吸になると、肺や血液から二酸化炭素ガスを過度に失う。血液中の二酸化炭素が少なくなると、血液中のpHが上昇もしくは、よりアルカリ性になる。この状態は呼吸性アルカローシスと呼ばれている。血液pHが高くなると炭酸脱水酵素の活性が低下し、結果として血中から卵殻腺（子宮部）へのカルシウムと炭酸イオンの輸送が減少する。飼料中のカルシウム量を増加させてもこの問題は解決しないだろう。薄い卵殻を助長するもう一つの要因は、飼料摂取量の低下に伴うカルシウム摂取量の減少とリンの損失の増加である。



酸塩基バランスを回復させるために

塩化カリウム、塩化アンモニウムまたは重炭酸ナトリウム（飼料1トン当り2～3kg）は、暑熱ストレスで失った電解質を元に戻し飲水量を増やす。これらの処置は酷い暑熱ストレスを受けた鶏群において、減耗を抑える有益な効果が見られる。

図 3. 暑熱ストレスによる酸塩基バランスの崩壊が引き起こされる例証

暑熱ストレス時における給水システムの管理

環境温度が高い時期は、飲水量が増加する。飲水量と飼料摂取量の割合は、21℃のとき2：1であるが、38℃の時は8：1に増加する。環境温度が高い時期の給水に関する管理ポイント以下の通りである。

- 暑熱ストレスを受けている鶏群が必要とする量の水を供給できるように常に準備する。
- ドリンカーは十分な流量があるようにする。（＞70ml/分/ニップル）
- 十分な給水スペースを供給し、給水器が適切に機能するようにする。
- 平飼いの鶏群では、給水器を追加することで飲水量が増加したときの対応に役立つ。
- 冷たい水を与えることで鶏の中核体温を下げ、暑熱ストレスによる影響を軽減する手助けになる。
- 午後に給水ラインをフラッシュして飲水を冷たくすると、暑熱ストレスを受けた鶏の飼料摂取量は増加し産卵も維持される。
- プラスチック製の給水ラインは環境温度と直ぐに等しくなるため、特に長い給水ラインのエンド部

分では、水温を気温より冷たくすることは難しい。

- 飲水を25℃以下に保つことで、飲水量を多く維持でき、それにより飼料摂取量も多く維持できる。
- 水温が30℃以上になると飲水量にマイナスの影響を与え、更に飼料摂取量にもマイナスの影響を与える。
- 尿中に排泄されたナトリウム、塩素、カリウム、重炭酸塩を補充するために飲水にビタミンや電解質の栄養添加剤を添加する。電解質サプリメントは環境温度の急激な上昇を見越して添加するのが最善である。
- 高架式の水タンクが直射日光に晒されている場合、飲水は熱くなる。このような水タンクの場合、水タンクを明るい色に塗り変えたり、断熱やカバーをして直射日光を避けたりするとよい。水タンクは鶏舎の内部もしくは地下に設置するのが理想的である。

図4. 水を冷たく保つために鶏舎内に設置された水タンク

暑熱ストレスを受けている鶏群の管理・作業

- 一日の最も暑い時間帯（午後や夕方の早い時間）に鶏を騒がせない。通常作業は早朝や夜に実施するように作業スケジュールや点灯プログラムを調整する。
- ビークトリミング、鶏の移動、ワクチン接種（点眼、翼膜穿刺、注射）のような捕鳥が必要な作業は早朝の時間に実施すべきである。
- 気化冷却を増やすために、日中に細霧器や噴霧器を使用する。10分ごとに2分間細霧器を稼動させる。ただし、細霧器の稼働時間は鶏舎内の温度と湿度に基づいて調整する。
- 陰圧式換気システムではインレットからの入気に散霧することで良い冷却効果が得られる。
- 非常に温度が高い時間に屋根用のスプリンクラーで散水することで、屋根の熱が取り除かれ鶏舎内が涼しくなる。
- 1日で最も熱い時間帯には給餌機を稼動させない。
- 換気のサーモスタットを調節して、夜および早朝の時間に全ての換気扇を連続稼動するようにする。目的は穏やかな気温の時間帯を翌朝まで引き延ばして、鶏舎内の夜間冷却

図5.循送ファンや細霧器を使用して鶏舎内の風速を上げ冷却効果を作り出す。

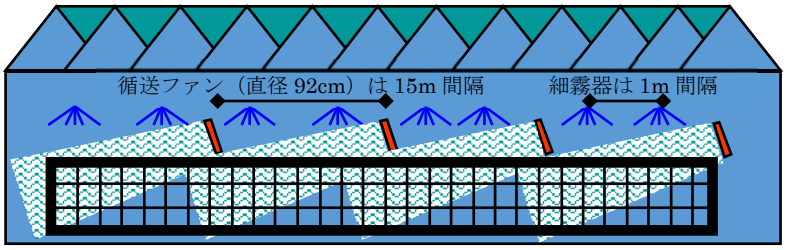


図 6.開放鶏舎での循送ファンと細霧器の配置

を最大にすることである。

- 開放鶏舎の場合、循送ファンで空気の動きを増加する。鶏がいる場所で風速1.8～2.0m/秒を最低限確保する。
- ケージ飼育の鶏はより涼しい場所を探すことが難しく、伝導による熱を逃がす機会（場所）が少ないため、暑熱ストレスの影響をより受けやすい。ケージ内の気温は通路より高くケージ内の風速を上げると、対流による熱損失を増やし鶏同士の間のよどんだ空気を取り除く。
- ケージに鶏を過剰に入れない；過密飼育密度は鶏同士の間の空気の流れを少なくし、換気効果を減少させ鶏舎内の熱量（熱負荷）を増加させる。
- 早朝や夜間に鶏を移動する。移動用ケースに詰める鶏の羽数を少なくし、移動中の換気のためのスペースを作るためにトラックに空の移動用ケースを入れる。

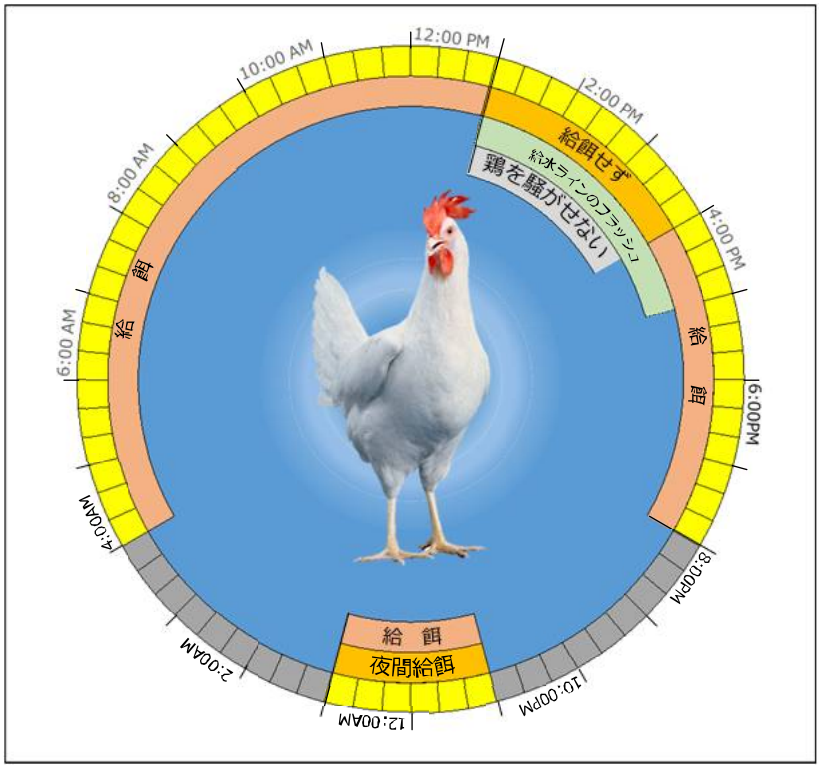


図7. 暑熱ストレスを受けている期間の管理スケジュール例

環境温度（℃）	換気量（m^3/時間/1000羽）											
	1週令		3週令		6週令		12週令		18週令		19週令以降	
	マリア	ボリス	マリア	ボリス	マリア	ボリス	マリア	ボリス	マリア	ボリス	マリア	ボリス
32	340	360	510	540	1020	1250	2550	3000	5950	7140	4650-9350	9340-12000
21	170	180	255	270	510	630	1275	1500	2550	3050	4250-5100	5100-6800
10	120	130	170	180	340	420	680	800	1870	2240	2550-3400	3060-4250

図8. コマーシャル鶏の要求換気量（ハイラインマリアとボリスブラウン）

Dr. Hongwei Xin, Professor, Department of Agriculture and Biosystems Engineering and Department of Animal Science, Iowa State University, Ames, Iowa, USA.

暑熱ストレスを受けている鶏群の点灯プログラム

- 日中の時間でより涼しい時間に飼料摂取量を促すために、午前中の点灯時間を長くする（午後の点灯時間をより短くする）ように点灯プログラムを調整する。
- 暑熱時の飼料摂取量を促進することを目的として、夜の涼しい時間に飼料摂取する時間を追加するために1～1.5時間の夜間給餌を行う。（ハイデオインフォメーションNo.58を参照）

- 過度の暑熱ストレス下では鶏の活動を減少させるために、日中の最も暑い時間帯の照度を下げる。

暑熱ストレスを受けている鶏群の栄養管理

暑い天候での飼料消費量を詳細にモニターする。成鶏期において鶏の栄養要求量や実際の飼料摂取量に従って、他の重要な栄養、特にアミノ酸、カルシウム、ナトリウム、リンに対して飼料の再調整をすることは重要である。アミノ酸の摂取不足は、暑熱時における生産性低下の第一要因である

気温が上昇しないような管理をしたり、飼料摂取量を高いまま維持できるようにいろいろな対策を講じる。

- 日中の暑い時間帯の給餌を避け、早朝や夕方に出来る限りより多く摂取させるように促す。
- 通常最大1時間餌樋を空にすることが推奨されるが、36℃以上の気温の時は3時間に拡大する。
- 1～1.5時間の夜間給餌の追加を検討する。
- 粒度を大きくしたり、クランブル飼料にするなど、飼料の粒度サイズを変更する。採卵鶏群へのクランブル飼料には、粗目の石灰石の給与を推奨する。

暑い気候下での飼料を設計する際の考慮ポイント

- 特にタンパク源について、可消化率の高い原料を使用して飼料を設計する。過剰なタンパク質による代謝作用は、鶏にとって大きな熱負荷が掛かり、イオンのバランスを更に悪化させる。消化しやすいアミノ酸ベースによる飼料設計を実施して、設計において高濃度の粗タンパク質を避け、粗蛋白質は必要最小限度にする。合成アミノ酸は、アミノ酸レベルを制限することなく飼料中の粗タンパク質を減少することができる。
- エネルギー源は、炭水化物やタンパク質よりも、より消化しやすい脂質の割合を増やすことで、消化による体内での熱産生を減らす。食餌性脂肪の消化による熱量増加が最も低い。
- 暑熱ストレスを受けているとリンの要求量は増加する。暑熱ストレス状況下では、5%までの増加が適当である。
- 目標とする約250mEg/kgの飼料電解質バランス（Na^{+}＋K^{+}－Cl^{-}のモル濃度に同等）において、暑い気候条件での飼料中のナトリウムに対する塩素の割合は、1：1から1.1：1の間にすべきである。暑い気候では電解質損失が増加するため、ナトリウムの要求量が高くなる（暑熱ストレスのない状況下より0.02～0.03%高い）。飲水からは十分なレベルの塩素は供給されないことも注意すべきである。
- 飼料摂取量が減少するため、ビタミンや微量ミネラルの摂取量も減少する。これら多くの微量の栄養、特にビタミンB群や抗酸化物質は、暑熱ストレス状況下では鶏にとって有益である。産卵性の改善のために、200～300mEq/kgのビタミンCを飼料に添加してもよい。
- 亜鉛は炭酸脱水酵素の無機要素の鍵となるので、有機亜鉛は炭酸脱水酵素の活性を補助し卵殻質を改善する。
- 有機銅は、消化中の無機銅と亜鉛の供給源の間で負の拮抗作用を減少させるため、卵殻質を改善させる。
- ナイカルバジン（抗コクシジウム剤）は、暑熱ストレスによる減耗を誘発するので暑い天候中では使用しない。

暑熱ストレス下でのワクチン接種の考慮すべきポイント

- 暑い天候下では鶏群の飲水量が増加するため、それに合わせて飲水ワクチンに使用する薬品と水の量を調整する。
- 暑い天候下での飲水ワクチンは、1時間以内に実施することが理想的である。
- 暑い天候下でスプレーワクチンを実施する際は注意を払う。暑熱ストレスのために呼吸が亢進している鶏は、ニューカッスル（ND）や伝染性気管支炎（IB）のワクチンリアクションが起きることがある。
- 暑い天候下でのワクチンを飲水投与する際は注意を払う。暑い天候下では断水をしない。朝の点灯直後に飲水投与するのが一番良い。
- 暑熱ストレス期間のワクチン接種は可能ならば延期する。暑熱ストレスを受けている鶏は、免疫機能が低下しておりワクチン反応が鈍いことがある。
- 生ワクチンは高温に晒された時、急速に劣化する。ワクチン接種するまで生ワクチンは冷暗所にて保存する。伝染性気管支炎（IB）や鶏脳脊髄炎（AE）は特に熱に弱く力価が直ぐに低下する。

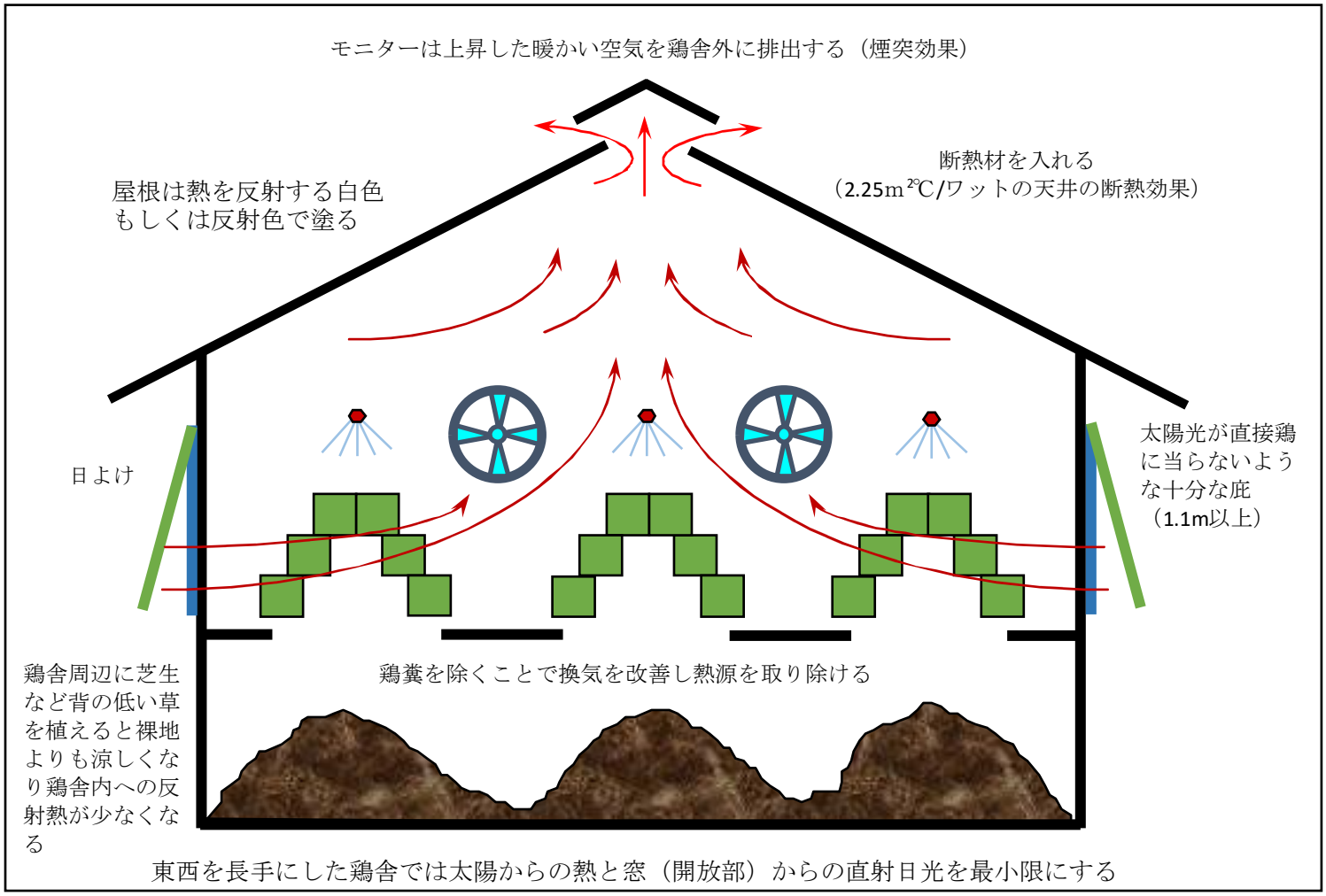


図 9. 開放鶏舎における暑熱ストレスを軽減するためのデザイン

図10. 太陽光は直接鶏に当てない。太陽光を遮断するために十分な庇(ひさし)もしくは日よけを用いる。

図11. 寒冷紗は鶏舎に入ってくる直射日光を遮り通気性も良い。

暑熱ストレス下における鶏舎の考慮すべき事項

暑い季節の到来の前に、換気システムが効率的に稼動するかチェックすべきである。

- ファンのルーバーを清掃し、機能を確実にする。ファンベルトはピンと張っているべきであり、高い気温の期間にベルトのスリップや破損をしないように交換をすべきである。インレットは、温暖な天候下で鶏舎を換気するのに必要な気流を十分供給できなければならない。インレットスペースが不十分だとファンが抑圧され、風量が減少する。インレットはきれいに維持し入気を制限しないようにする。入気が鶏の方に直接流れるように邪魔板を使用する。
- サーモスタットは精度を確認すべきである。暑い天候下での停電に備え、補助電力システム（発電機）を配置しなければならない。
- 気流を適切かつ均一にするために、陰圧や陽圧の換気システムの静圧設定をチェックする。（12.5～30パスカルまたは0.05～0.12インチ水柱≒1.28～3.06 mm水柱）
- 気化冷却システムが備え付けられた鶏舎では、パッドが目詰まりしていたらパッドを掃除もしくは交換すべきである。パッドを流れる水は乾いている箇所がないよう均一にすべきである。乾いた箇所は抵抗が少ないので、空気はそこを優先的に流れてしまう。
- 水のフィルターをチェックし必要なら交換する。目詰まりした水のフィルターは鶏舎内への新鮮な水の流れを制限する。
- 鶏舎内の換気を改善するために、窓の金網に付いた蜘蛛の巣やホコリを頻繁に取り除く。
- もし実施可能ならば、暑い季節の前に鶏舎から鶏糞を取り除く。鶏糞発酵により生産される熱は鶏舎内の熱負荷を助長する（熱量を増やす）。鶏糞ピットの浅い鶏舎内やケージ下に

図12. 鶏糞が堆積するとケージ内の換気が妨げられる。

大量の鶏糞があると、空気の動きを制限する。

- 環境温度が高い地域では、環境コントロールできる鶏舎やカーテン閉めることで、トンネル換気に切り替えが出来る鶏舎が理想的である。開放鶏舎は循送ファンと細霧システムを使用すべきである。
- 断熱屋根は、太陽熱が屋根から鶏舎内へ放射及び伝導するのを減少させる。
- 細霧や気化冷却システムに必要な水量や鶏の飲水量増加に対応する給水システムを設備する。
- 開放鶏舎内に熱を放射しないために、鶏舎周辺から不必要な金属製のもの（例えば、機械類、車両、ネストボックス、ガラクタ）を取り除く。

最後に

様々な暑熱ストレスに対する対策について紹介したが、鶏が既に暑熱ストレスを受けてから対策を実施したのでは遅すぎる。暑熱ストレスの影響を最小限にするポイントは、気温が高くなる期間を**予測**し、気温が高くなる前から適切な**管理**と**栄養**対策を実行することである。

出典：

Technical Update 2015 （Hy-Line International）

“UNDERSTANDING HEAT STRESS IN LAYERS：Management Tips to Improve Hot Weather Flock Performance”