

防 暑 対 策 の 進 め 方

広島県立畜産試験場 古 本 史

防暑対策に関連した多くの論文や解説が紹介されているが、いまだに酪農家の頭を悩ます問題となっている。防暑について検討するためには、なぜこの問題がいまだに解決していないか、その理由について考えなければならない。屋根の塗装を行ったり、冷水を飲ませたり、飼料添加剤を与える酪農家は多い。しかし、その効果について明確な判定は避けられており、疑問が残されているまま有効性について検討されようとしている。もちろん、提起された防暑対策の大半は有効なのであろうが、過大に評価されたり、適用に問題がある例も少なくない。いわく、昼間涼しく感じる牛舎が良い、涼しくなる夜間に飼料を与えよ、機序は不明のまま添加物により乳成分の改善を試みる。

防暑には環境改善の技術だけでなく、飼養管理技術のすべてが関与しなければならないと考えられている。したがって、この問題を解決する糸口は、夏期における牛舎内の環境を理解すると同時に、乳牛について情報を整理することにある。また、効果判定の基準を人の感覚に求めるのではなく、乳牛が示す生理的な反応から推察することが正しいと考えている。

それでは、防暑対策の基本となる情報を示しながら、防暑対策について具体的に検討してみよう。

1 人が乳牛を暑さに弱い家畜にしているのだ

ビアンカが示した乳牛における環境温度と熱産生量の関係の模式図を図1に示した。快適温度域から高温域に変わると、体温調節がうまく行かなくなり体温は上昇する。飼料摂取量と養分摂取量が低下するため、また消化性などが変わるため乳量や乳成分の低下が生じる。このことから、

防暑が問題となるのは環境温度が20℃以上になってからであり、温熱環境からの回避が防暑対策の中心技術とされてきた。

しかし、これだけでは最近の防暑問題を理解することはできない。従来、防暑問題に無縁の地域と思われてきた比較的涼やかな地域において、夏期に乳量と乳成分の低下が問題となってきたからである。ビアンカが提示した快適温度域が変わり、快適温度域の上限にあった温度域が乳生産性に障害になる温度域に変わったように思える。当然ではあるが、環境条件が以前と変わったわけではなく、新たな要因が作用した結果と推察できる。

では、どのような要因が新たに生じたのであろうか。最近の防暑問題の特徴は、高泌乳牛が問題の中心となっていることである。

高泌乳牛の飼養では、増加した必要養分量の充足が重要な技術となる。このため、高エネルギーの飼料が多給されるようになった。給与飼料の選

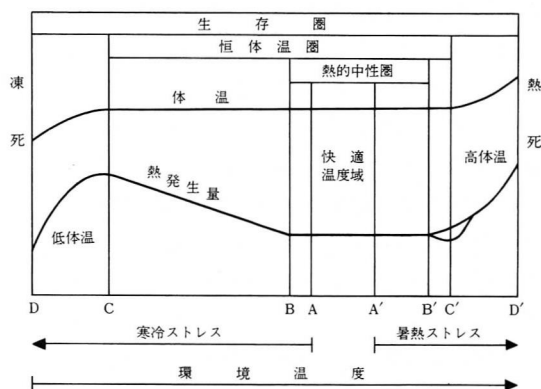


図1 環境温度と体温、熱発生量の関係(模式図)

A'.....およそ15℃前後 (ビアンカ 1968)
 B'..... " 20℃ "
 C'..... " 25℃ " (古本, 注)

択から給与量の決定まで、合理的な飼料給与の実現に努力されているところである。

だが、高エネルギーの飼料の多給は、夏期の乳量と乳成分の低下に大きく作用しているようだ。養分摂取量の増加は体熱の発生増加を伴い、体熱の放散が増えなければ体熱の蓄積量の増加、すなわち体温上昇が起こる。

高エネルギー飼料の多給は、粗飼料的な性質に富む飼料の摂取量を下げたため、第一胃における低級脂肪酸の生産に影響する。濃厚飼料の多給は、乳脂肪率の低下を招くことはよく知られている。

このように、乳生産性の追求を効率よく行なった「つけ」が乳牛を暑さに弱い家畜にしている。

2 効果的な防暑対策とは

尾根を白色に塗装したり積極的な換気により乳量や乳成分が改善された、このような情報が見受けられる。しかし、詳細に検討するといくつか疑問が残る。高泌乳牛が問題の中心で、乳牛が示す体熱放散反応の激しさを考えると、簡単に解決できるとは思えない。むしろ、いまだに防暑対策が定着していないのは、人の感覚をもとに防暑対策技術を判定したり、乳量と乳成分の変化だけから効果を考えてきたためではないだろうか。

1) 飼料給与の改善が防暑対策の第一段階である

過剰に飼料添加物が酪農家で利用されている。その酪農家で1頭1頭の乳量と飼料給与量を質問すると面白い。意外にも、両方分からないことが多く、なかには乳量が分からない酪農家さえ存在する。これは、飼料給与が搾乳作業と通常同時に別々の人により行われているためであろう。防暑対策の盲点は飼料給与のようだ。周知のように、飼料の選択と給与量の決定は乳量や乳成分に大きく影響する。飼料給与が不完全であれば、いくら防暑対策を実施しても期待された効果は得られない。ホルスタインの大半が高泌乳牛と考えてもよい時代に、これでよいのだろうか？

① 飼料の給与と設計を指導機関に依頼する

優れたコンピュータソフトがあれば、1年分の飼料給与設計は1時間で作れるので、普及所などの利用を勧める。

② 乳量を把握する

乳量を知るため、検定事業に参加することは有益だ。さらに、分娩直後の牛では、1か月に2回以上乳量を測定して、飼槽の上にも乳量か飼料給与量が記入できればよい。

③ 飼料給与量の調整

牛の状態と乳期を考慮して、残飼に注意しながら給与量を調整する。これが、防暑対策の第一段階。

2) 熱生産量の推移と体温の関係

体熱を飼料給与量の抑制によって下げようとする試みは、乳量や乳成分を強制的に下げ、さらに、体重の減少、疾病の発生および繁殖成績の悪化を招く。このため、合理的な技術とは考えられない。高泌乳牛における合理的で実施可能な防暑対策は熱生産量の増加を抑えることではなく、生産される体熱を効率よく放散させ、乳生産性を低下させないことである。

乾乳牛群、中程度の乳量牛群および高乳量群に乳量に見合った養分を給与したときの熱生産量を図2に示した。熱生産量は養分摂取量の増加につれて高乳量牛、中乳量牛、乾乳牛の順に多くなることが図から明確に認められる。

さらに、熱生産量は朝に低く、夕方から夜間に高くなり、深夜から早朝にかけて低下する日内リズムが存在することが明らかになった。朝から昼間にかけての時間帯では、養分摂取量の違いは熱生産量に大きく影響していないようであり、夕方から夜間にかけて養分摂取量の違いが強く影響している。これは、防暑対策の適用時間帯を決定するうえで大切なことである。

今まで、我々は昼間から夕方にかけての環境温度制御が防暑対策と考えてきた。しかし、この結

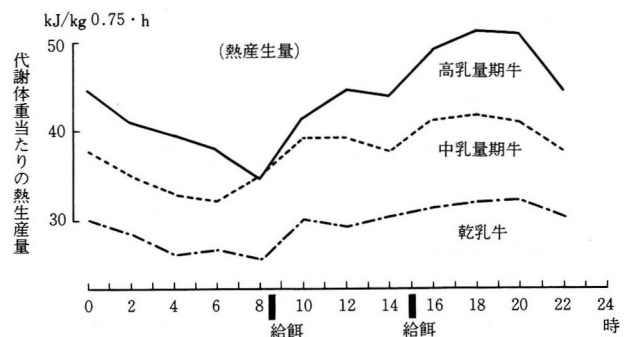


図2 乳量を異にした牛群における体熱生産量の日内変化 (古本・山本, 1988)

果から今までの防暑対策に問題があったと推察される。様々な防暑対策の試みが成功しない原因の一つは、適用時間帯について検討が不十分であったためかも知れない。昼間だけでなく夕方から夜間にかけて、体熱の放散を促すよう積極的に防暑対策を行うことが重要と理解される。

夏期における乳牛の体温を調査した成績から、さらにいくつかの情報が得られた。環境温度が20℃以下を維持すると、体温に経時的な変化は大きく認められない。しかし、熱帯夜の翌日、朝から熱性呼吸（あえぎ）を続けている乳牛がいる。そのような牛は、おおむね乳量が高い。飼料摂取量の増加により、昼間から夕方にかけて上昇した体温は体熱の放散が伴わなければ、深夜も高体温を維持し、翌日の朝に継続して高体温を示すことが明らかになっている。この現象は『高体温の持ち越し現象』と名付けられ、飼料摂取量を下げることとされている。図3の模式図に、この現象を示した。

3) 乳牛を取り巻く環境の改善

夏期における舎内乾球温度の変化を図4に示し

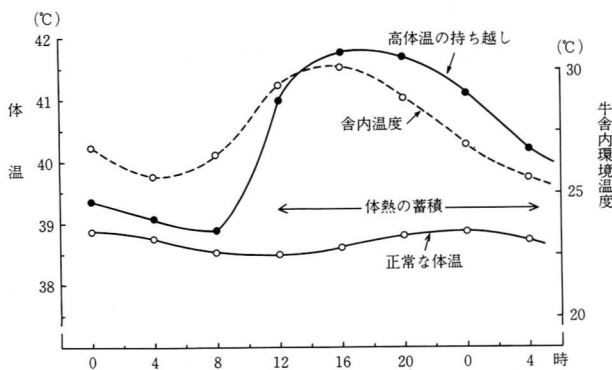


図3 高体温の持ち越し現象（古本原因図）

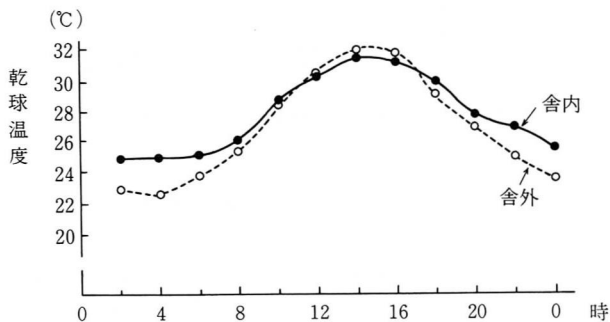


図4 牛舎内、外の環境温度(1985, 8. 12)

た。牛舎の換気があまり良くないため、舎外の温度と比較し舎内の温度には変化が少ないと気づくわけである。この調査では牛舎の窓や出入口を開放して換気を図ったが、牛舎の換気は容易でない。さらに、牛舎内の温度が牛舎外の温度よりも高い時間帯があることに注目したい。環境の改善のため、積極的な換気が必要だ。

夏涼しい地域では防寒を考えて牛舎が建設されており、開放的な構造でない。そのような牛舎で高泌乳牛を飼えば、換気の悪さから人工的な温熱環境が加わり、夏期に乳量や乳成分の低下が起きやすくなっている。東北、北海道の防暑問題がこれに該当しているのではないかと。

穴戸らにより、人工気象室を利用して環境温度の日内較差の作用が調査されている。継続して29℃の環境温度にさらした牛に比べ、平均温度は同じであっても最高温度と最低温度の差を14℃に設定して環境温度に日内リズムを作った結果、乳量と乳成分の低下が少ないことが明らかになった。蓄積された体熱を積極的に放散させるため、涼しくなる時間帯に防暑対策を行い、日内較差を大きく設定することの重要性が指摘される。

では、牛舎内の環境をどのようにして改善すればよいのであろうか。実例を示しながら効果的な牛舎内環境の改善策を考えてみよう。

① 送風

送風は防暑対策として最もよく普及している技術であるが、その適用に一定した基準が示されておらず、必ずしも有効な対策とはなっていない。

送風の効果は、呼吸数の変化を基準に体感温度の変化として、山本らが(1982)測定して、次の数式により示している。

$$\text{体感温度 (}^\circ\text{C)} = \text{乾球温度 (}^\circ\text{C)} - 9.9 \times \sqrt{\text{空気の流れ (m/秒)}}$$

乾球温度が25℃の状態ですら毎秒1mの風が牛に当たると、体感温度は9.9℃も下がるわけである。毎秒4mの風では19.8℃下がることになる。呼吸数の増減を体感温度の変化として示しているため、必ずしも体感温度がこれほどまで減少するわけではないが、送風には体感温度を効率よく下げる効果が期待できる。

次に、送風方法を具体的に検討してみよう。

ア) 扇風機、送風機の利用

扇風機は安価なためよく利用されているが、牛に風が当たっていないことが多い。また、大型送風機を通路上部に設置して換気を図る試みがあるが、牛舎内の空気をいたずらにかくはんするだけで、大きな効果は期待できない。

イ) 送風ダクト

安価で大きな効果が期待できるため、送風ダクトの利用は更に普及することが望ましい。

送風ダクトの風速は、ダクトの出口では毎秒10m以上であるが、0.8m下の牛の背では2~3mに減り、効果は小さくなっている。さらに、送風範囲は直径1m程度にすぎず、体感温度の大幅な低下は期待しにくい。ダクト吹き出し口に支管を付けるなど工夫が必要と思われる。

ウ) 吸引式ダクト

牛舎を気密状態に近づけて吸引式大型ファンを設置し、反対側に開放口を設けることにより、ファンに向けて通風を図る技術が普及し始めている。人が涼しく感じるところから人気が高いが、繋留の方向は通風の方向に並行していないため、風が牛に強く当たっていない。牛舎内の暖かい空気を換気しているにすぎないようである。

② 冷気の送風

各地でスポットエアコンを利用して牛体に冷風を送ることが試みられている。湿度の少ない冷風により体温上昇防止効果が期待される。しかし、送風と同じく、牛の体に冷風が当たる割合は小さくなく、効果に疑問が持たれる。冷風を確実に牛の体に当てるよう改善が必要である。

③ 細霧の利用

水を霧状にして送風して、気化冷却により体感温度を下げる技術がある。昼間の体感温度を下げるには有効と思われる。しかし、防暑対策技術は夕方から朝にかけても実施できることが必要なため、この方法だけでは不十分であろう。

相井ら(1988)はこれと送風技術を組み合わせで好成績を得ており、安価な防暑対策技術として推奨できる。図5に概略を示した。

送風の時間帯を検討する。昼間から夜間、場合によっては朝まで継続して送風することにより、

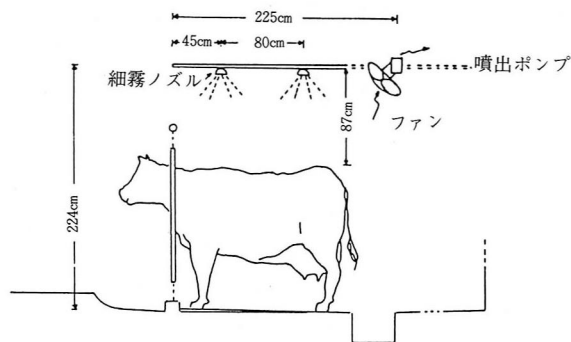


図5 細霧と送風の組合せ(相井ら, 1988)

体感温度に日内較差を大きく取ることが必要と考えられる。さらに、熱帯夜では朝まで送風して、上昇した体温を正常範囲に下げる努力が大切になる。

④ 庇陰樹と屋根の塗装

防暑対策として、消石灰をスレート屋根に塗布したり、庇陰樹を植えることが勧められている。舎内温度が昼間低くなることから、有効な防暑対策技術として紹介されているが、高泌乳牛の防暑対策としては、補助的な技術と考えるのが妥当ではないか。

⑤ 夜間放牧

風と放射冷却を高体温の抑制に応用するため、夜間放牧の再評価が必要であろう。環境の汚染防止あるいは管理方式の全面的な変化が必要なことに留意しなければならない。

⑥ 防暑対策を重視した牛舎

環境改善には、牛舎の構造も検討しなければならない。ここでは新設される牛舎が備えるべき条件を簡単に列記する。

- 1) 夜間の通風がよい地点に建設する。
- 2) 牛舎の配置を工夫して西日をさえぎる。
- 3) 側面が開放できる。

3 残された問題、防暑技術の組合せ

高泌乳牛では単一の技術だけでは効果が不十分なため、飼料給与を除く防暑対策技術について、組合せの検討がある。舎内の温度上昇を防ぐための換気の技術と体熱の放散を促進して体温の上昇を防ぐ技術とを組み合わせることが必要である。

この分野の研究は少ないため、この問題は課題として残されている。今後の研究に期待したい。