

酪農・豆知識 第 105 号

乳用牛における最新の暑熱対策研究

1. まえがき

乳牛のような恒温動物は体内のエネルギー代謝によって常時熱を発生(熱発生)し、その熱を外界に放散すること(熱放散)で体温を一定範囲に保ち、体内代謝を安定させています。恒温動物にはこのような熱発生と放散のバランスをとる能力(体温調節機構)が備わっており、ある範囲で熱発生と熱放散が変動しても体温は一定に保たれます。

わが国の夏季のように気温や湿度が高くなると熱放散量が少なくなります。これに対して乳牛は、まず体温調節機構を働かせて呼吸を早めるなどして熱放散を高めようとします。しかしその能力を超えると体内に熱がたまり、体温が上昇し正常な体内代謝が困難になります。

この段階まで来ると、牛は第一胃内の発酵熱の発生量を抑えるか、体内のエネルギー代謝量を減らして熱の発生を抑えようとします。第一に飼料摂取量を少なくして飼料摂取に伴う第一胃内での発酵熱発生量を抑えようとします。

次に体内ではエネルギー代謝量を減らすことにはなりますが、エネルギーは、①自分の生命の維持、②胎児の成長、③自分の成長、④産乳、体脂肪蓄積および⑤繁殖の順番で使われます。従って代謝量を減らす順番はこの逆で、まず⑤の繁殖に関する臓器のエネルギー代謝量が低下します。繁殖成績が悪くなる理由の一つです。次いで④の産乳量や肥育牛の増体量が減少し、さらに暑熱環境が厳しくなると③の育成牛の増体量も減少します。

2. 乳牛の暑熱環境負荷指標

乳牛がいくつか考案されていますが、広く用いられている Davis(2003)の THI (温湿度指数)です。THIは $THI=(0.8 \times \text{温度} + (\text{相対湿度}/100) \times (\text{温度} - 14.4)) + 46.4$ で計算されます。

牛舎で温度計と湿度計を読み取り、電卓で THI を計算する、あるいは早見表を作って読み取るなどしては効率が悪いので、[酪農・豆知識第 69 号](#)で THI を一般管理に使いやすくしたヒートストレスメーターについて紹介しています。

3. 暑熱対策に関する最近の研究成果

1) 飼料摂取量を増やす

高温環境下での飼料摂取量が低下するのは、飼料摂取に伴う第一胃内での発酵熱の発生量を抑えるためです。しかし高温環境下では乳牛のエネルギー要求量(必要なエネルギー)が増加するため、エネルギー濃度を高めた飼料給与が必要となります。また、実際には乳牛の粗飼料摂取量の低下が濃厚飼料のそれを上回るため、摂取飼料は穀類を多用した飼料組成になります。穀類を多用すると、第一胃内の pH の低下が著しく、いわゆるルーメンアシドーシスの発症が懸念されることから、夏季の飼料のエネルギー源として脂肪酸カルシウムなどの油脂類が使われることもあります。

2) 栄養管理

搾乳牛は夏季高温環境下において酸化ストレスが高くなっていること。酸化ストレスは泌

乳生産性と関係が深いこと。酸化ストレスは抗酸化飼料の給与によって一定程度制御できることが示されています。酸化ストレスとは活性酸素などの生成が高まり、生体内の抗酸化成分とのバランスが崩れた状態で、生体内の細胞などが悪影響を受け機能低下を生じると考えられています。酸化ストレスの指標としては、チオバルビル酸反応物(TBARS：多価不飽和脂肪酸の過酸化物質)、スルフヒドリル酸(SH)基、活性酸素代謝産物(d-ROMs)、アスコルビン酸濃度などがあります。また、飼料として給与して効果のある抗酸化物質としてはビタミンC、ビタミンE、ポリフェノール、アスタキサンチンなどがあります。そこで、乳牛に抗酸化物質としてアスコルビン酸、エネルギー源として脂肪酸を給与し高温対策としての添加効果を検討した研究があります。その結果、乳牛へアスコルビン酸と脂肪酸を併給することで、無添加あるいはこれらを単独で添加した場合よりも乳生産性が改善することが認められています。

3) 体温調節機構の強化

乳牛の栄養管理による高温対策として体熱生産の抑制だけでなく体温の恒常性維持機能を強化する観点からの研究があります。これはセロトニンが体温調節に重要な神経伝達物質の一つであることから、脳内セロトニン量と高温時での体温維持機能について検討したものです。その結果、気温の上昇に伴う子牛の体温上昇は脳内セロトニン放出量が増加することで抑制されることが示唆されました。セロトニンの原料であるトリプトファンをルーメンバイパス処理して飼料に添加すると、脳内セロトニン含量が上昇することからルーメンバイパストリプトファンの給与により体温上昇を抑制できる可能性が認められました。今後の実用化が待たれます。

4) スポット冷房システム

ここまで体熱生産の抑制、酸化ストレスの亢進を制御するという乳牛の体内での反応を和らげる報告の技術でした。これに対して、牛体からの熱放散を高める方法もあります。THIの式から解るように温度、湿度あるいはその両方を下げることが有効です。

そのため、より効果的な暑熱対策として冷房の利用が考えられますが、開放式牛舎が多いことから、牛舎全体の冷房は効率性やコスト面で合理的ではありません。乳牛の水分蒸散量の多い部位は肩と腰周辺ですから、温・湿度指標(有効温度:ET)を用いた環境制御方法ならびに地下水を熱溜めとしたヒートポンプを用い、この部位に冷風を当てるスポット冷房システムが開発されています。また、このシステムでは電力の削減に向け、ヒートポンプのコンプレッサの電力を太陽光発電と常用電源の系統連携としています。平成23年～26年の夏季に乳牛を無処理区およびスポット冷房処理区に分け、乳量に及ぼす影響を検討した結果、スポット冷房システムを用いることで乳牛の1日あたりの乳量が4年間の平均で2.2kg増加しました。

乳価95円/kg、電気料金17円/kWhとし暑熱期間が120日で搾乳頭数を60頭と想定してスポット冷房システム導入の経済性の試算とした結果、導入しない場合に比べ1日あたり61円/頭、60頭、120日では439,200円の増収益が期待できました。この試算ではヒートポンプ2台、ブースターファン2台、配管、配電などの工事を含め設置費用が約400万円かかるとして、減価償却は約10年として試算しています。