

体表の温度から、牛の体調不良のサインを読み取る

一期待される酪農へのサーモグラフィーの活用

1 サーモグラフィーの畜産での活用

昨年4月、農林水産省からサーモグラフィー装置が「一般医療機器」として承認された。これを契機に酪農や養豚など畜産現場でも、その活用が急速に広がっている。

サーモグラフィーとは、温度の違いを「色」の違いで画像化する装置である。あらゆる物質は赤外線を放出しており、その赤外線量を計測することによって温度に変換できる。装置の性能面では、赤外線感知素子の数が画素数になり、その数が多いほど鮮明な画像になる。また、温度分解の精度が高くなれば細かい温度差を表現することができる。今回は紙面に限りがあるので、サーモグラフィーの理論や装置のより詳しい解説が必要な人は、インターネット(<http://www.thermography.or.jp/>)を参考にしていただきたい。

本稿では、牛の体調管理にサーモグラフィーがどのように活用されているのかを、参考画像を交えながら紹介する。

2 一般医療機器としての効果

サーモグラフィーは厚生労働省、農林水産省とも、機器の分類としては「管理医療機器」に位置付けている。すなわち、医師・獣医師だけが使用を許される、診断のための「管理医療機器」である。

しかしながら、動物（家畜）の飼養者・飼育者の「体調不良の早期発見に活用したい」という声から、農林水産省では以下の効果に限定して「一般医療機器」としての使用を認めることになった。

（1）群内のスクリーニング

同一動物（家畜）間で、ほかと異なる温度（高温・低温）を持った個体のピックアップ。

日本赤外線サーモグラフィー協会 会員
清水 威

（2）同一部位の左右比較

同一部位における温度の比較。

（3）熱の分布（体表面上の熱のばらつき）

現時点で「動物用一般医療機器」の承認を得ている機種は、TH7800VとF30V（2機種ともNECAvio赤外線テクノロジー社製造・販売）であり、ほかのサーモグラフィーや上記の効果以外に使用することは「薬事法違反」となるので注意すべきである。

注)施設の温度管理に工業用サーモグラフィーを使用することは可能であるが、生体の観察に関しては「動物用一般医療機器」である必要がある。

3 群内のスクリーニング

それでは、畜産現場の人たちがどのようにサーモグラフィー装置を活用しているのかについて、サーモ画像を基にご覧いただきたい。

呼吸器系の不良につながる可能性のある「高温」は頸、胸、頭部などに表れるが、解剖学的にいえば気管支、肺、脳の「高温」が体表面に熱伝導してきた痕跡を観察していることになる。呼吸器以外でも、体表面に表れた「高温」は、その直下に位置する器官の熱的混乱（免疫応答による炎症）を示している（写真1）。適用個所としては呼吸器、消化器、運動器、循環器などほぼ全般にわたる。

「高温」だけでなく、「低温」の観察もサーモグラフィー活用の大きなテーマである。恒温動物は体調不全になると、生きていくための「熱」を体の中心に集める。当然、体表面上の温度は下がる。また、体表面直下の毛細血管を閉じることで「熱」が奪われるのを防ぐ生体反応も、「低温」として観察することができる（写真2）。人間でいう「悪寒」である。

どの恒温動物でも、常態のときの熱の発生速度と最適環境温度時の熱の放出速度は、おおよそ一致す

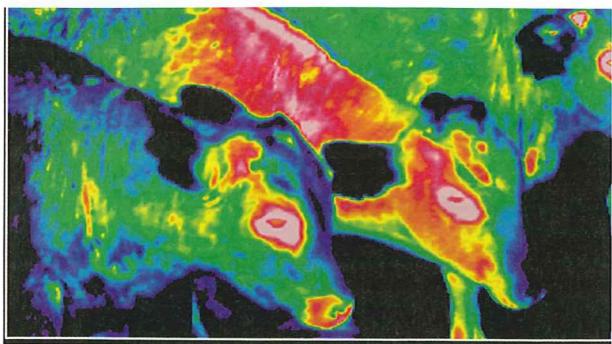


写真1 中央の子牛は、ほかの子牛より頸に高い温度を持っている

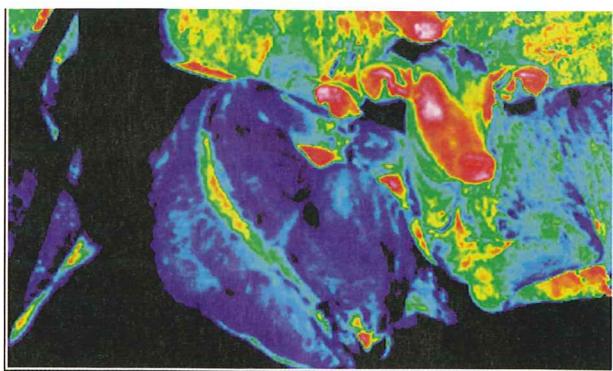


写真2 左の子牛は明らかに「低温」の状態である

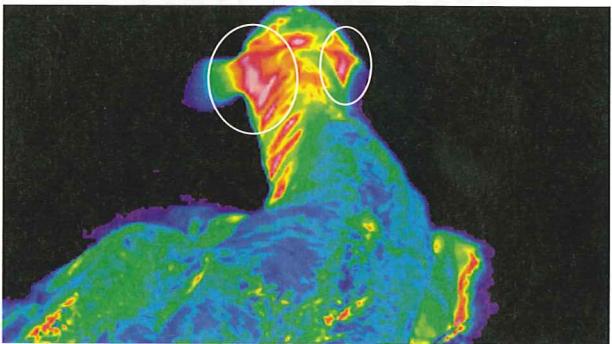


写真3 耳の裏側に「高温」を観察できる子牛。耳が垂れる1週間以上前から観察できる

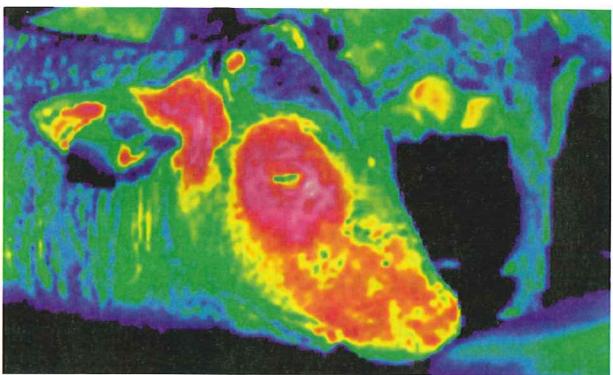


写真4 脳の「高温」が眼窩を通して出てきた

るようになっている。仮に、寒冷動物であるホルスタインの最適温度が10°Cで、基礎体温が39°Cなら、その時に発生する熱と放出する熱のバランスは均衡するようになっている。また、自律性体温調節（発汗など）、行動性体温調節（頻呼吸など）でバランスを調整する仕組みが備わっているが、不具合が起り、調整しきれない場合は熱的混乱が生じる。

注) 皮膚の温度を「体表温」と呼ぶが、牛の場合、画像に映し出される温度は、被毛（体毛）の温度である。

被毛はケラチンの充満によって死亡した皮膚細胞でできているので、硫黄の原子間で架橋があるものの、同一の材料であるため、熱伝導は速やかに行われる。

群内において「高温」「低温」をチェックすることは、注意すべき個体を早期に発見できるだけでなく、不幸にも外部から侵入した微生物が増殖し、ほかの個体にまん延することを防ぐという大きな効果がある。群内で既往症があったり、病弱であったりする個体を、サーモグラフィーで注意深く観察することは、群全体の体調管理には不可欠な飼養技術といえる（写真3、写真4）。

4 同一部位の左右比較

最も一般的なサーモグラフィーの観察術は、同一部位の左右比較である。牛の場合、肢（蹄を含む、写真5）および乳房（左右・上下）になる。

肢、蹄、乳房の観察方法は比較的簡単であり、初心者でも機器の設定（後述）さえ間違えなければ、左右の温度差を観察するだけなのですぐに見つけることができるであろう。また、これらは炎症性疾患であるので、サーモグラフィーは必ず「高温」として画像上に示してくれる。しかし、蹄病、乳房炎の診断は、一般医療機器の効能効果の範囲を超えるため、実際に行うことができないし、発見できたとしても有効な対応策がない。

そこで予防的な観点からのアプローチが、飼養者の間で新たに試みられようになった。蹄では副蹄間、蹄冠、つめの間の「高温」が、どのような疾患をもたらす可能性があるのかを兆候として読み取ろうとするものである。また、競走馬の装蹄師のテクニックを応用したものであるが、ゴムマットの上を歩かせ、熱の痕跡を観察することによって、内外蹄の荷重バランスをチェックするものである。最近では削蹄師との連携により、護蹄の試みが始まつつある。乳房に関する、乳頭の血行不全（低温）に注目した研究が始まろうとしている。

注) サーモグラフィーの観察テクニックで大切なことは、スパンとレベルの設定である。スパンとは色分けされたスケールを縮小させ、細かい温度差を色の違いで分かることである。レベルとは観察したい温度差をスケール内にある色の境目にスライドさせるこ

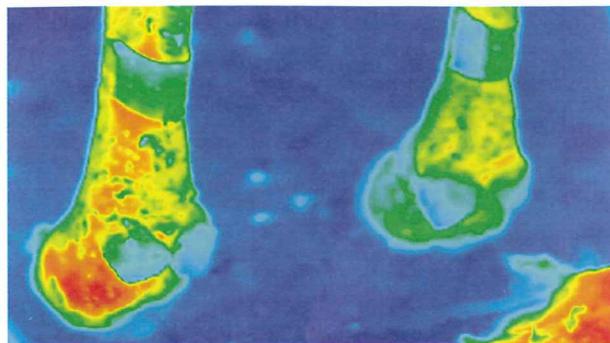


写真5 左の蹄内に「高温」がある。1カ月以上前に副蹄の間に「高温」が観察できた

とである。テクニック習得には、専門のサーモグラファーの現地指導を受ける必要があるが、3~4回の現地指導を受けければ使いこなすことができる。

5 体表面の熱の分布

体表面全体が観察できるサーモグラフィー画像でなければ分からぬ体調不良のサインが、この熱のばらつきである。生体は何らかの機能不全に陥ると、循環器（血行）不全も伴うようである。皮膚直下の毛細血管叢^{そう}がどのようにになっているのか、何らかの血管の梗塞^{こうそく}によるものなのか、まだ未解明の部分もあるが、多くの現場のサーモグラフィー使用者から「体調不良の際にこの画像が表れる」という報告が寄せられている。

まず、全身が「高温」を示す（写真6）。その後、雪の結晶のような「高温」の模様が表れる（写真7）。この模様を「低温」が囲み、徐々に全体が「低温」になっていく（写真8）。この流れが、数時間で起きることもあれば、数カ月の間で進行することもある。

牛の全身性炎症反応症候群、代償性抗炎症反応症候群、播種性血液凝固線溶反応に対する基準作りが進めば、このような熱の分布がなぜ表れるのかが解明されるだろう。研究が待たれるところである。

6 牛は体表温度でサインを発信

牛の体調管理の重要性は何度も指摘されてきた。しかし、長年の経験で培う「見抜く目」は短期間に育たないものである。また、目で見て分かる状態は、既に症状が出ているものを発見しているにすぎず、やや遅きに失するといえるかもしれない。注意すべき兆候を示した個体をいち早く発見し、早期対応策を施す体調管理技術こそ、これから時代に望まれる体調管理法であろう。牛は体表の温度で「体調不良のサイン」を飼養者に訴えているのである。

本稿では取り上げることができなかつたが、その

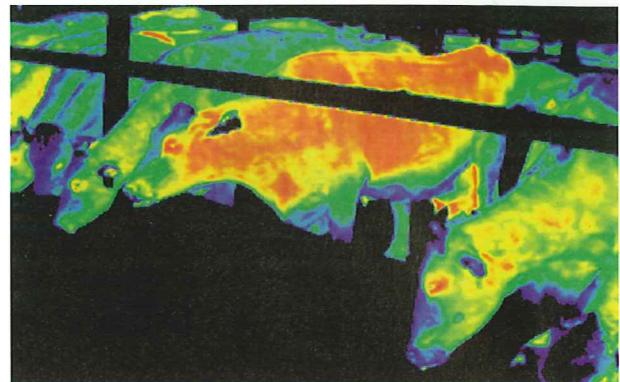


写真6 鬱熱の状態。脂肪細胞に熱がたまると熱放射できず、暑熱ストレスを抱える

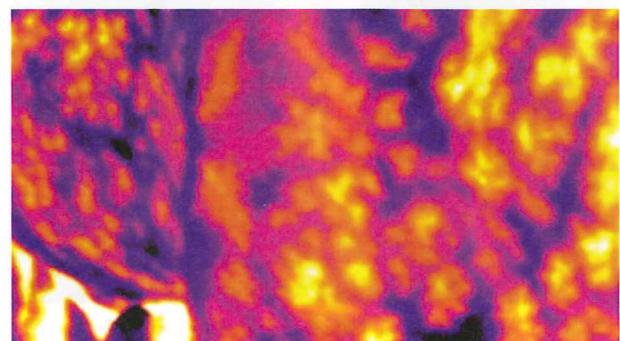


写真7 鬱熱が続くと徐々に体調が悪化し、最終的には熱のばらつきが体表面上に表れる

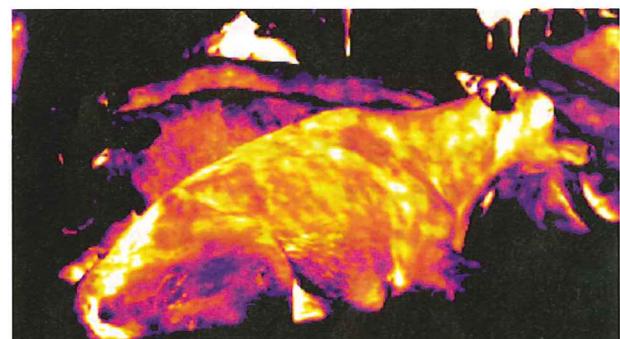


写真8 このような熱のばらつきはさまざまな体調不良の際にも表れる

ほかの活用例を以下に列記しておく。

・分娩日の予測

分娩前日、体表温度は著しく「低温」を示す。逆に乳頭がほかの個体と比較して「高温」になる

・分娩前・分娩後の体調管理

分娩前の栄養の欠如、分娩後の体調不良が肢、腰部、臀部の「低温」として観察できる

・ルーメン評価

ルーメンの発酵が良好であれば、左の体表面に「高温」が観察できる

そのほか、多くのアプローチが試みられている。

※「発情発見に活用できる」との意見もあるが、外陰部周辺の熱はしっぽによる摩擦熱もあり、目安・気付きの参考程度にとどめるべきである。