

夏場のグリセリン補給による乳牛の体温上昇抑制

1 はじめに

暑熱による乳牛の生産性の低下は酪農経営における大きな損失であり、地球規模で温暖化が進む今日、暑熱対策は極めて重要な課題です。乳牛の体温を下げる暑熱対策には、熱放散の促進と、むだな熱発生の抑制の2通りの方法が考えられます(図1)。様々な方法がありますが、いずれも単独では決定的な効果を示すことはなく、複数の方法を上手に組み合わせることが大切です。このたび、高エネルギーのグリセリンを補給することで熱発生を抑え暑熱ストレスを軽減する技術を開発したので紹介します。

家畜の体温を下げる暑熱対策は、
熱放散を促進しつつ、むだな熱発生を抑制すること

「飼養環境」の改善…熱を逃がす工夫

- ・換気扇や扇風機による送風
- ・細霧装置、簡易ダクトによる冷氣送風
- ・スプリンクラー等による屋根への散水、屋根への石灰塗布
- ・植物、寒冷紗等の設置
- ・毛刈りの実施

「栄養管理」の改善…熱を出さない工夫

- ・飼料給与回数を増やす(ルーメン内発酵を安定)
- ・給与時間の工夫(夜間、早朝の給餌)
- ・冷水の十分量給与(水槽、ウォーターカップは清潔に)
- ・良質粗飼料(&切断長を短く)
- ・重曹・ミネラル等給与
- ・高エネルギー飼料補給(脂肪酸Ca・グリセリン)

粗飼料がルーメン(第一胃)内で発酵するとき、濃厚飼料よりもたくさんの熱を出します。この発酵熱を下げるため、選び喰いして粗飼料の採食量が減るのは、夏場に牛自身が行う暑熱対策です。



図1 乳牛の暑熱対策

2 グリセリンについて

- ・グリセリン(グリセロール、写真1)は、3価のアルコール。無色透明のシロップ状で、砂糖の半分の甘さがあり、牛の嗜好性は良好です。
- ・グリセリン原液が、飼料添加物として市販されています。また、グリセリンを一定量含有するペレット状あるいは液体の補助飼料としても市販されています。
- ・今回の試験では、事前にグリセリンを配合飼料と混合してから給与しました(写真2)。グリセリンは粘性がありますが、嗜好性が高くきれいになめてくれるので、単独で飼料にトッピングして給与することも可能です。
- ・ルーメン内微生物の攻撃を受けて分解しプロピオン酸が生成され、速やかにエネルギー源として利用されます。



写真1 グリセリン



写真2 配合飼料と混合して給与

- ・ルーメン pH に影響を及ぼさず、アシドーシスの心配はありません。
- ・トウモロコシを給与した場合と同程度の高いエネルギー価を持ちますが、ルーメン内での熱量増加（熱発生量）は少なくなります。
- ・分娩後のケトosis治療に利用されていたプロピレングリコールの代替として利用される機会が増えています。

3 乳牛の暑熱ストレスの兆候を「見える化」

気温とともに湿度も乳牛に影響を及ぼします。この2つを総合した温度湿度指数（THI）が、乳牛の暑熱ストレスを評価する方法として活用されます。例えば、この値が72を超えると乳牛は暑熱ストレスを受け始め、77を超えると乳量の急激な低下が発生するとされています。

温度湿度指数（THI値、temperature-humidity index）

$$【THI = 0.8 \times \text{温度} (\text{°C}) + 0.01 \times \text{湿度} (\%) \times (\text{温度} (\text{°C}) - 14.3) + 46.3】$$

乳牛の暑熱ストレスの兆候（サイン）として、図2のことが挙げられます。しかし、これらの兆候は、個体差が大きかったり、測定する手間が必要であったりと、実は明確に把握するのは困難です。また、THIを計算するのも面倒だと思います。そこで、写真のヒートストレスメーター（エンペックス気象計株式会社）等を活用して、牛が感じる暑熱ストレスを「見える化」して、毎日チェックするようにしましょう。それが、適切な暑熱対策の実施につながります。

乳牛の暑熱ストレスの兆候

- 採食量、乳量の低下（10%以上）
乳脂肪率の低下（0.2 - 0.3%以上）
- 呼吸数：80回/分まで増加し、開口呼吸をする
（夏期以外は通常15～35回/分、夏期は50～60回/分）
- 体温の上昇：直腸温度が39℃以上に
（通常は38～39℃）
- 繁殖行動の低下 → 受胎率の低下

↓

牛が感じる暑熱ストレスを「見える化」

- 温度湿度指数（日最高）のチェック
⇒ 77以上で

適切な暑さ対策をいち早く行う！



ヒートストレスメーター

図2 乳牛の暑熱ストレスの兆候

4 農家実証試験の結果

ルーメン内での熱発生が少なく高エネルギー飼料であるグリセリンの補給により、採食量低下によるエネルギー不足の改善と、ルーメン内での熱発生を抑制することをねらいとして、農家実証試験を行いました。昼前11時頃に試験区の牛にグリセリン300g/日を補給（対照区の牛へは補給無し）し、暑熱に対する生理的な変化や乳生産性への影響を調査しました。

（1）試験期間中の THI 値（図3）

THIは、6月中旬から高くなり始めました。7月中旬～8月中旬は昼夜を問わず THI が72を超え、乳牛はかなりの暑熱ストレスに曝されていたことが分かります。8月下旬以降、暑さは和らぎました。

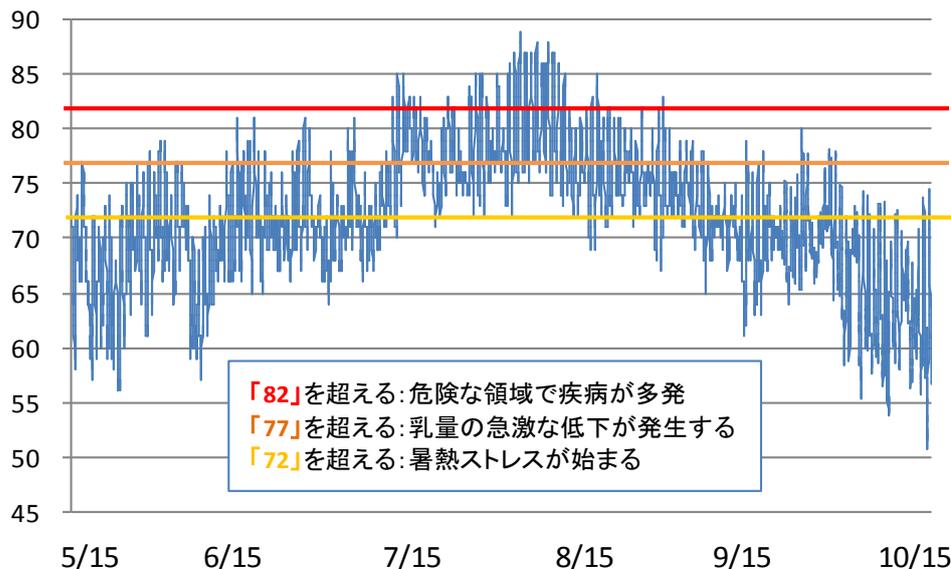
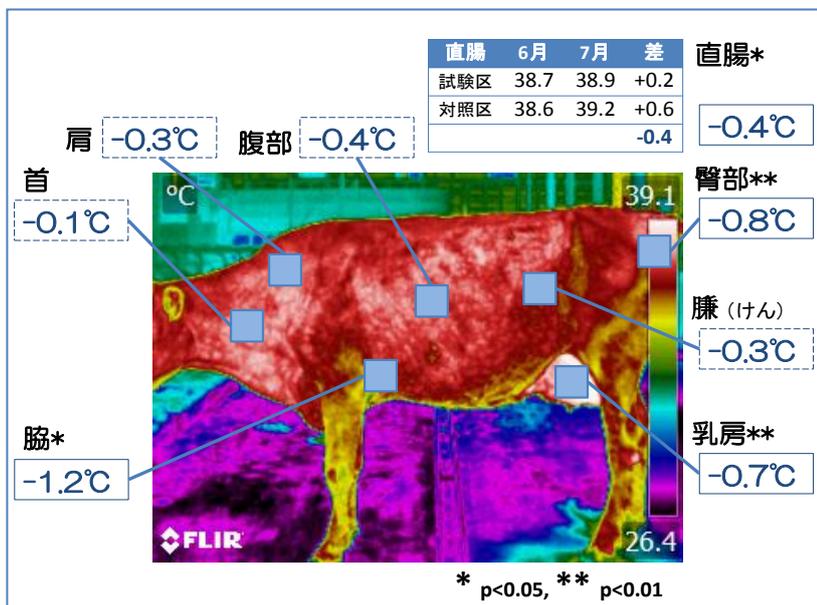


図3 試験期間中の THI 値の推移

(2) 体表面温度と直腸温度

畜舎内の温度や湿度の上昇を受け、乳牛は生理的な反応をします。身体の各部位の体表面温度と直腸温度を調べたところ、暑熱のとくに厳しかった7月には、グリセリンを補給した試験区は、対照区に比べ、臀部・乳房・脇あたりの体表面温度や、直腸温度の上昇が有意に抑制されました(図4)。



(図4の説明)

直腸温度は、試験区では6月(試験開始時)の38.7°Cから7月の38.9°Cへと0.2°C上昇しました。一方、対照区は、6月の38.6°Cから7月の39.2°Cへと0.6°C上昇しました。つまり試験区の方が0.4°C体温上昇が抑制されました。

それが、直腸のところのマイナス0.4°Cを表しています。ほかの部位も同様にしています。

図4 体温上昇の抑制(6-7月間)

- ・直腸温度は腔内温度と高い相関があることから、グリセリン補給により、人工授精後に卵管内で発生を継続している初期胚への暑熱の影響が緩和され、受胎率向上につながることを期待されます。
- ・また、乳牛の部位の中でも、比較的汗腺が発達しているといわれる首や肩部、ルーメンに近い胸腹部では体温上昇の抑制は認められませんでした。これは、送風機の風が直接あたっていることが影響したと考えられます。

- ・ルーメン内で発生した熱は血流によって運ばれ、最終的には体表面から体外へ放出されます。試験区では、ルーメン内での熱発生が少なかったと推察されました。

(3) 呼吸数

体温が高くなると、熱放散を高めるため呼吸数が増加します。夏期以外は通常15～35回/分ですが、夏期は50～60回/分、さらに厳しい暑熱環境となると80～100回/分を超えるまで増加し、開口呼吸するようになります。

昼夜を問わずTHI値が72を超えた時期（7月）には、グリセリンを補給した試験区で呼吸数の増加が抑制されました（図4）。試験区では、体温（体表面温度や直腸温度）の上昇が抑制され、呼吸数を増やす必要がなかったと考えられます。

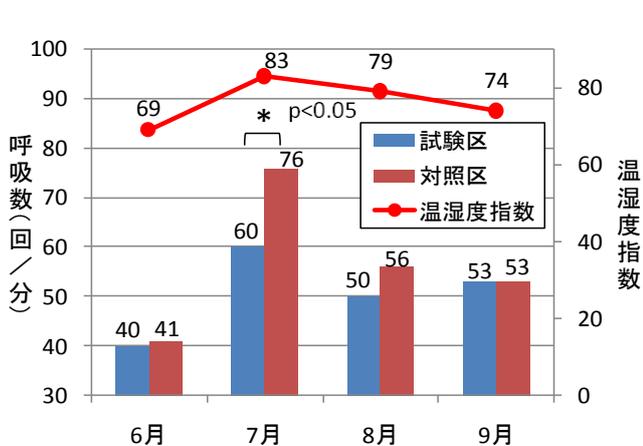


図4 温度湿度指数と呼吸数

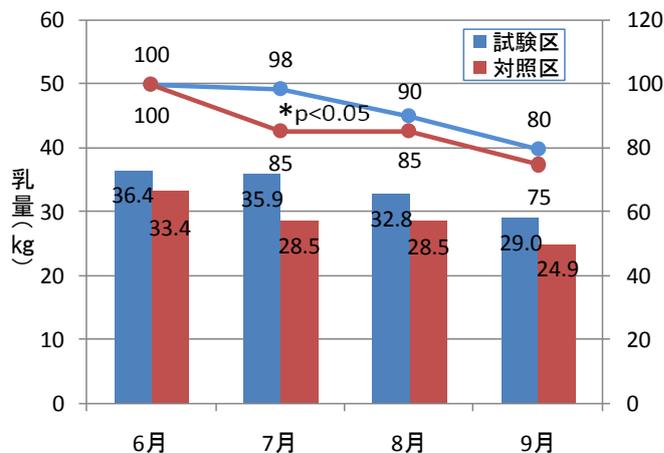


図5 乳量の推移

折れ線グラフは6月の乳量を100とした時の相対値

(4) 乳生産性：夏場の乳量減少が抑制

6月の試験開始時点で両区の乳量（棒グラフ）に差があったので、6月の乳量を100とした相対値（折れ線グラフ）で比較しました（図5）。乳量の推移を比較すると、対照区では暑熱の影響も受け乳量が大きく減少していたのに対し（搾乳牛は、泌乳ステージが進むにつれ乳量は漸減する）、試験区では乳量の減少が抑制されていたことが分かります。そして、両区の乳量が同程度だとすると、暑熱期間（6～9月）の乳量は試験区の方が7%多くなりました。また、標準乳量の推移を比較してみると、試験区の方が十分な暑熱対策ができていたと考えられます（表2）。なお、乳脂肪率や乳蛋白質率などの乳成分や体細胞数については、両区で差は見られませんでした。

表2 標準乳量の推移

	6月	7月	8月	9月
試験区	36.1 (100)	37.5 (104)	36.1 (100)	34.6 (96)
対照区	32.5 (100)	29.6 (91)	32.5 (100)	29.6 (91)

カッコ内の数値は、それぞれ6月の乳量に対する相対値

標準乳量は、異なる条件下にある牛の乳量を同じ土俵で比較できるように補正した乳量です（北海道の2産、4～6月分娩、搾乳日数120日を基準）。年間を通じて安定していなければならず、夏季に低い場合は、主に暑熱対策が十分でなかったことを意味します。（牛群検定を実施されている農家は、一度、ご自身の牛群を確認してみてください。）

(5) 血液生化学性状・血中暑熱ストレス指標

乳牛では暑熱による呼吸数の増加などによって活性酸素が増加し、活性酸素は細胞の生体膜を損傷して細胞の機能を損やいます。このため、活性酸素によって生じた代謝産物（reactive oxygen metabolites、d-ROMs）やチオバルビツール酸反応性物質（TBARS、脂質過酸化分解生成物の一つ）は、暑熱（酸化）ストレスの指標とされます。暑熱ストレスの指標とされる血中の d-ROMs や TBARS を測定しましたが、両区で有意な差は認められませんでした（図6）。

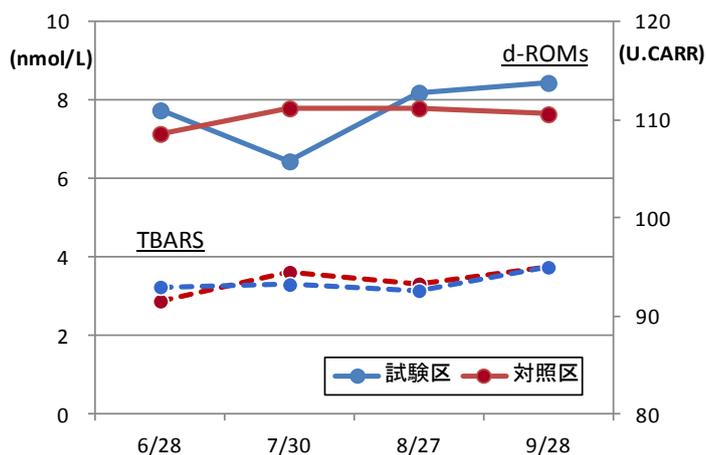


図6 暑熱ストレス指標の推移

表3 コストの比較

項目	試験区	対照区	両区之差
乳量(kg/頭・日)	30.7	28.8	1.9 (+7%)
収入(円/頭・日)	3,597	3,373	224
支出(円/頭・日)	156	0	156
収益(円/頭・日)	3,441	3,373	68

注: 両区の乳量が同程度であったとして試算。

乳価=117円/kgとした。支出はグリセリン300gの価格。

5 技術の効果およびコスト

- ・厳しい暑熱条件下 (THI > 82) での補給が効果的であったことから、日常的に THI に注意し、朝晩になっても THI が 72 を下回らなくなった場合にグリセリンの補給を開始して下さい。グリセリン補給の効果が出るまで、3～4日ほどかかります。
- ・また、分娩や泌乳の開始に伴う生理的なストレスの大きい分娩前後3週間の移行期や、受胎率低下を防止するため人工授精後の3～4日間に、期間限定で重点的に使うこともできます。
- ・乳量減少が抑制されたことによる増収分と、グリセリンの資材費を加味した収益は、試験区の方が1日1頭当たり68円増加しました（表3）。搾乳牛30頭規模で試算すると、暑熱期間中の増収は約25万円（30頭×約70円/頭・日×4ヶ月間）になります。
- ・乳生産性の改善による増収に加え、暑熱ストレス軽減が乳牛の健康や繁殖に及ぼす効果を含めると、さらに経営安定につながると考えられます。

（畜試 酪農G 和田）

[その他]

研究課題名：夏場の体温上昇抑制による乳牛の生産性改善技術の確立

研究期間：2014～2015年

研究担当者：和田卓也、西村友佑、二本木俊英

(参考資料)

- 生田健太郎・岡田啓司・佐藤繁・安田準. 暑熱が泌乳牛の血液成分値に及ぼす影響. 産業動物臨床医誌, 1(4):190 - 196. 2010
- 大井澄雄・岡部利雄. 家畜の皮膚表面温度に関する研究 II 牛の皮膚温について. 日畜会報, 29(3):151-156. 1958
- (独) 農業・食品産業技術総合研究機構編, 日本飼養標準乳牛 2006 年版.
- 日産合成株式会社 ニッサン情報 第27号 グリセリン飼料「グリセナージ」(その1) ~第31号グリセリン飼料「グリセナージ」(その5)
- 福井陽士・新井鐘蔵・榊原伸一・澤田浩. 赤外線サーモグラフィを用いた健康牛における体表各部の表面温度解析及び左右差の検討. 日獣会誌, 67:249-254. 2014
- 古川修. 暑熱期の栄養ならびに飼料給与管理—暑熱ストレス緩和にむけた養分補給を—, 牧草と園芸, 56(4):8-12, 2008