

暑熱対策（施設）とアシドーシス対策 について

雪印種苗株式会社
トータルサポート室
松本啓一

1

40℃超える暑さを体感！

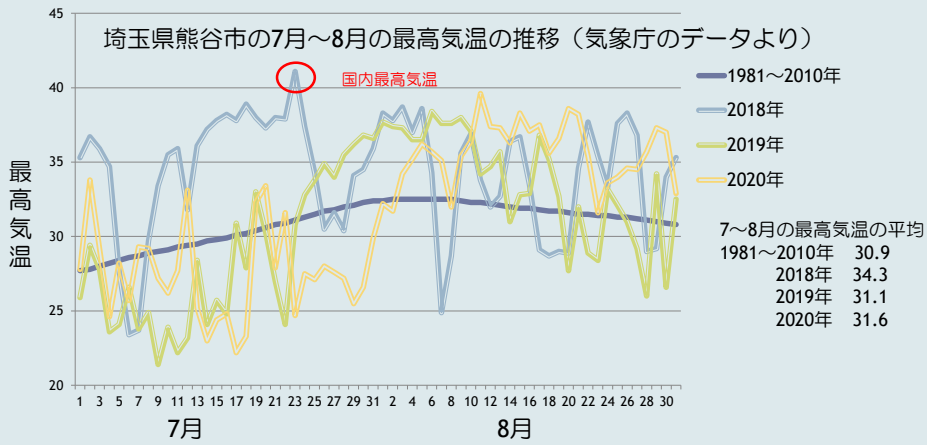
- 演者は26年間北海道で勤務した後、5年前に千葉に転勤になり、関東から東北の酪農家の飼養管理の技術サポートを行っている
- 2018年埼玉県・熊谷市で国内最高気温41.1℃を記録した
- その次の日に群馬・埼玉を巡回したが、猛暑の影響を実感した
- 平均乳量は軒並み5kg以上低下、分娩した牛が熱射病で立てなくなっていた
- 埼玉県・熊谷市では7月、8月分娩をしないように授精をコントロールする牧場が多い



暑くて、牛が犬のように舌を出していた

2

温暖化により気温が上がっている！



以前に比べ、最高気温も上がってきている

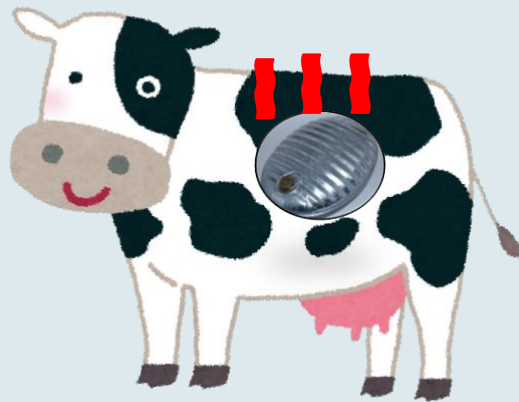
特に2018年は猛暑であった

2020年は長い梅雨の影響で7月の気温は低かったが、8月になって急激に気温が上がった

その影響で各地で乳房炎が多発した

3

牛が暑さを感じるイメージ



牛は第一胃（発酵タンク）というある意味湯たんぽを抱えた状態
わずか10頭の牛が産生する熱量は、小さな家を暖めるのに必要な暖炉の熱量とほぼ同じである

牛は非常に暑さに弱い動物である

牛舎に業務用のクーラーを2台入れたという顧客がいたが、直ぐに無駄だとわかって使わなくなった

4

乳牛の適温

- 搾乳牛の適温は5～10℃である
- 暑熱の影響を見るには、温度・湿度指数（THI）という指標がある（右表）
- 乳牛は気温25℃を超えると暑熱ストレスを受けやすくなる
- 仮に温度25℃、湿度80%だとTHIは75となる
- 特に高泌乳牛は暑熱ストレスを受けやすく、年々、高泌乳化しているのに加え、温暖化による気温が上昇しているため、より一層の暑熱対策が必要になってきている

<72	快適
73～79	やや暑い
80～89	暑い
90～98	厳しい暑さ
>98	危険

$$THI=0.8T+0.01H(T-14.3)+46.3$$

T=温度(℃) H=相対湿度(%)

5

暑熱対策（施設）

- トンネル換気
- リレー式換気
- ソーカーシステム

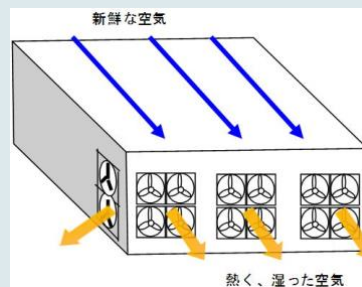
今回は府県での暑熱対策の事例を中心に紹介

6

トンネル換気

- トンネル換気が上手い
かない原因としては、
 - ①ファンの台数が少ない

$$\text{ファンの設置台数} = \frac{\text{設定する風速 (m/秒} \cdot \text{通常1m程度)} \times \text{牛舎断面積}}{\text{ファンの換気能力 (m}^3/\text{秒)}}$$
 天井は低いほうがよい
 - ②牛舎途中に障害物や入気口がある。密閉度合が低い
 - ③入気口が狭い
- トンネル換気を行うと湿度が下がるので、牛床が乾くという感想が多い



7

風量の計測

- 風量計で風速を測定出来る
- トンネル換気では牛のいるところで風速が秒速1m以上であることが望ましい
- 体感温度 = 気温 - 6 / 風速
 風速の単位はm/秒で算出される
- 秒速1mの風速は体感温度を6℃下げる
- 秒速2mになると体感気温を倍下げるわけではなく、約8℃下げることになる



風量計

8

人間が感じるちょうど良い風の強さ

- それは秒速1mと言われている
- その強さは人の体感温度で5℃下がる
- 牛舎での大型ファンを参考にして、最近、大型倉庫で大型ファンを使って熱中症対策を行っている
- 利点はエネルギーコストが低い点である
- その際に流れる風の強さは秒速1mを目安としている
- 牛はそれ以上の風速を必要としている



9

府県でのトンネル換気の普及は少ない

- 北海道では密閉型の牛舎が多く、トンネル換気を導入している牧場が多い
- 府県では開放型の牛舎が多く、トンネル換気を行っている牛舎は少ない
- また、府県では40年ほど前に建てられた牛舎が多く、構造的にトンネル換気の導入が難しい
- 最近、岩手県等で新築された牛舎はトンネル換気を導入している



岩手の新築牛舎のトンネル換気のファン

10

トンネル換気改善例

- トンネル換気の失敗事例で多いのは通路だけ風が強いというケースである
- 入気側は通路ではなく、牛のほうに風が流れるようにコンパネを立てている
- ストールの壁は風が流れるよう空けている
- 群馬県にあるこの牧場は2018年7月下旬の猛暑時に乳量は下がったが他の牧場に比べすぐに回復した



11

トンネル換気ファンの設置事例

- 既存牛舎にトンネル換気を導入する際、必要台数ファンを設置するのに苦労している
- その際、天井にファンを設置する等してファンの台数を確保している



12

タイストールでのリレー式換気

- 牛床3～5頭で一台のファンの設置を目安とする
- トンネル換気と違い天井が高くないと設置が難しい
- 右写真のように天井を開けて設置している牧場もある



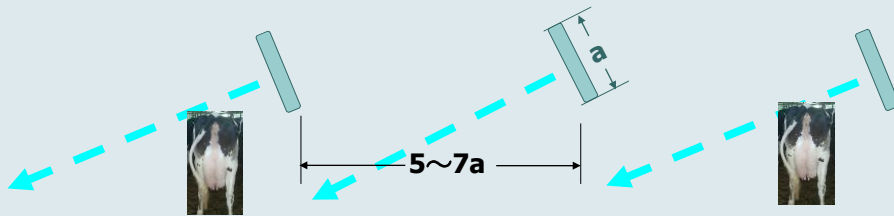
リレー式換気の改善事例

- 神奈川県にあるこの牧場はのリレー式換気は天井を抜いて牛の背中にファンの風が当たるように設置した
- ファンはミスト付である
- ストール奥は風が通るように壁を抜いた
- リレー式換気導入前の夏の平均乳量は24～25kgに下がったが、2018年は猛暑だったにも関わらず導入年は28～29kgの平均乳量で推移した
- 2020年は真夏でも平均乳量は30kgを切らなかった

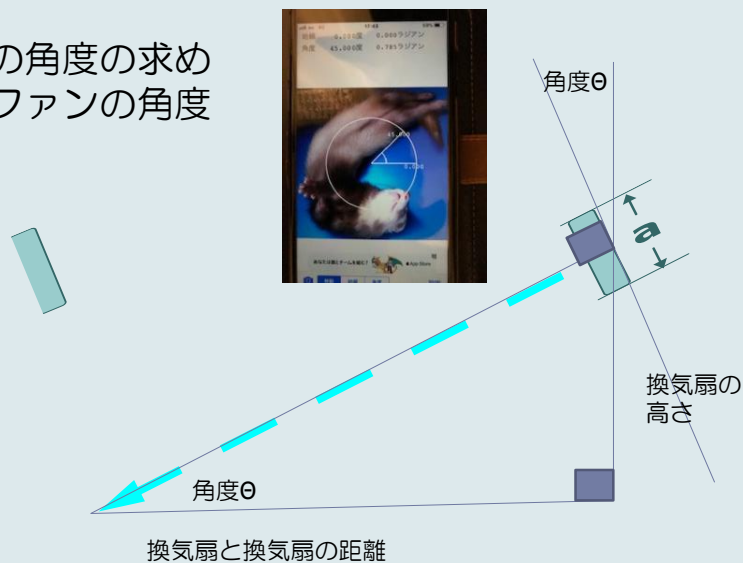


フリーストールでのリレー式換気方法

- ファンは斜め下に角度を付けて設置
 - ファンの直径の5～7倍の間隔
 - 角度は高さ2.5m長さ7mで約20度
 - 次の送風機の真下に向けて風を送る
- 送風機直径の5～7倍に1台設置
- 作業機械を妨げない程度にできるだけ低く設置する



ファンの角度の求め方と、ファンの角度の確認



角度θの求め方：下記サイトで距離、高さから角度θがわかる

<https://keisan.casio.jp/exec/system/1161228774>

ファンの角度を確認：無料アプリ（カメラ分度器）

青森県でのリレー式換気事例

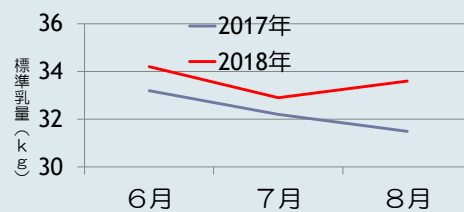
- ファンの台数を増やし、設置位置、ファン角度を調整した
- ファンの間の距離は約5mでファン角度は25度である
- 風の流れが良くなり、間口に立つと風を引き込んでいたのがわかった
- 牛に直接風は当たらないが、流れる風とリレー式換気により暑熱に対する効果があった
- ファン増加以前の夏は28kg程度の平均乳量であったが、2020年は35kg平均であった
- 但し、これは牛床の素材を砂に変えたのも貢献している



17

岩手県でのリレー式換気事例

- ファンの台数を増やしリレー式換気を強化した
- 2017年までは通路に真下に向けてファンを設置していた
- 2018年は飼槽通路、それぞれの牛床の列にリレー式換気を導入した（7月中旬）
- 2018年は岩手も暑かったが、それでも例年よりは乳量の落ち込みは少なかった
- 特にリレー式換気の効果が出始めた8月の乳量が高かった
- 跛行割合（足の悪い牛の割合）も2017年9月は16%だったのに対し、2018年9月は5%であった



18

府県では通路にファンを設置している牧場が多い

- リレー式換気は15年ほど前に普及し始めたが、それ以前のファンの利用目的は通路やフリーバーンの牛床を乾かすといったものであった
- 通路にファンを設置すると暑熱時に通路で牛が立っている時間が長くなるという欠点がある
- また、横臥時間が短くなることにより生産性が落ちる
- エサを食べている牛、ストールで寝ている牛に風を当てることがポイントである



19

乾乳牛の暑熱対策

- 乾乳牛の暑熱対策は搾乳牛より優先順位が高い
- 乾乳牛は搾乳牛同様、リレー式換気、トンネル換気、ソーカーによって暑熱対策をする
- また、右写真のように乾乳牛舎専用のファンを設置することも有効である



乾乳用D型牛舎に首振りファンを設置



乾乳牛の休憩小屋にファンを設置

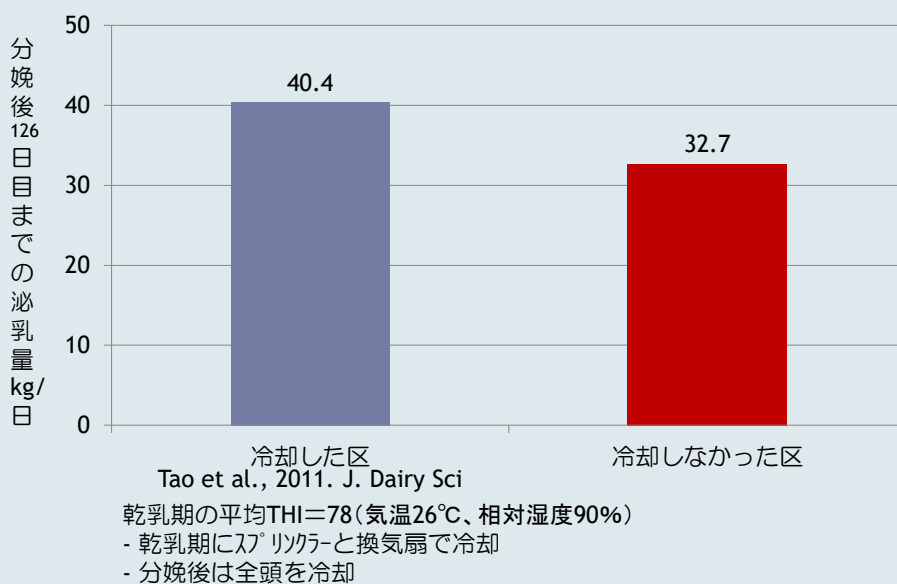
20

乾乳牛が暑熱の影響を受けると、 分娩直後乳量が低下する

- 乾乳時に暑熱の影響を受けると、乳腺の発育が阻害される
- そのため、秋以降の分娩直後の乳量やピーク乳量は低い傾向となる
- 「暑熱の影響は暑さが過ぎた頃にくる」と言う人がいるが、それは乾乳時の暑熱の影響かもしれない

21

乾乳期の冷却による影響



人間の熱中症対策

- 人間の熱中症対策でも気化熱を利用している
- 右図は熱中症対策の研究者が勧める暑さ対策である
- 濡れタオルを首に巻き、小型扇風機を当てて気化熱で首を冷やす
- 気化熱とは、液体の物質が気体になるときに周囲から吸収する熱のことである
- 子どもの時、お風呂あがりに「はやく体拭かないと風邪引くよ」と言われたが、ぬれたままでいると、どんどん体が冷えていく原因こそが気化熱である
- これを牛に応用したのが、ソーカーシステムである



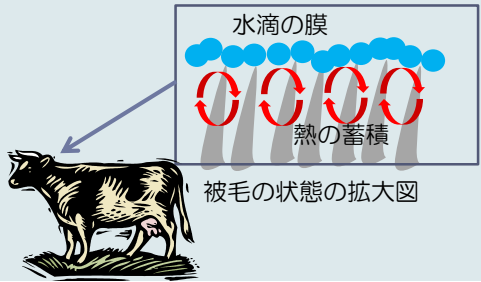
熱中症対策のイメージ図

23

タイストールソーカー

Soakとは「浸す」、「びしょびしょにする」という意味

	ミスト	ソーカー
冷やし方	気化熱で空気を冷やす 牛の被毛は濡らさない	牛の被毛と皮膚を濡らし、 換気扇の風で蒸発させる
適した地域	乾燥している地域 気化するかどうかは湿度、 換気の影響を受ける	湿度の高い地域



ミストのような小さい水滴が被毛に付着すると、膜を張って放熱を閉じ込めてしまう

輸入したもの
(Washiyama Consulting Serviceから購入)

名称	価格	目的
コントローラー C-110S	\$430	温度によって水を出す 時間を決める
ノズル 50頭分	\$10×50	掛けたい場所に 大きな水滴を出す
電磁弁	\$205	水の流れを止めたり、 流したりする
パイプタップ	\$13	塩ビ管等にネジ山を作る
送料	\$115	
合計	\$1,263	当時のレートで約14万円



塩ビ管は日本でも購入できるため、酪農家に準備してもらった

タイストール牛舎でのソーカーシステムの
現地事例

- 群馬県の牧場でソーカーシステムを導入した
- 設定は気温20℃で70分休止して、60秒噴射、33℃で15分休止して、96秒噴射する設定にしている。その間の気温は自動的に計算されるようになっている（推奨よりはやや噴射間隔が長い）
- 専用ノズルでピンポイントで牛にかかるので牛床が濡れることはあまりない



コントローラー

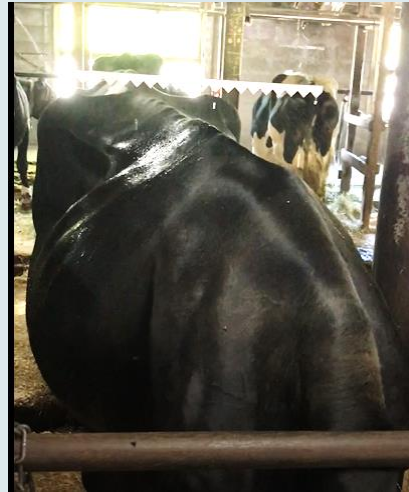


電磁弁（電気をオン、オフにすることにより、水の流れを止めたり、流したりするもの）

文字通りsoaker（びしょ濡れにする）

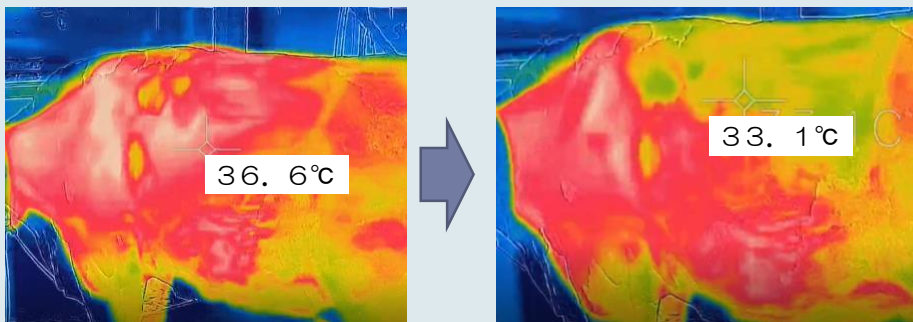


塩ビ管に専用ノズルを付け、ピンポイントで牛の背中にかかるとする



27

ソーカー噴射前後の牛体表面温度

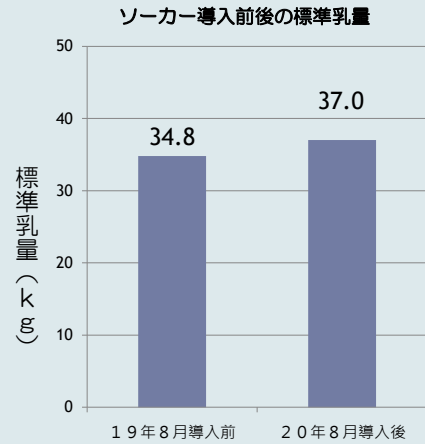


ソーカーにより散水することにより表面温度が3°C下がっている

28

ソーカー導入の効果

- ソーカー導入により夏場の乳量の落ち込みが減った
- 標準乳量で前年夏に比べ2kg以上多かった
- また、畜主曰く、導入後の夏は、暑熱による牛へのダメージ（繁殖成績、疾病）が少なかったということである



標準乳量とは、検定日乳量を基準日（北海道における4～6月分産、2産目の分産後120日目）と同じ条件で測定した乳量に変換したもので、検定日乳量の地域、季節、産次、分産後日数の効果を補正した乳量である

29

園芸散水用のホースを利用

- 群馬県のこの牧場のソーカーシステムは、塩ビ管の代わりに園芸散水用のホースを利用している
- その理由は①水圧が弱かったことと、②壊れても安価に交換出来るためである



30

フリーストールでのソーカー実施例

1. 飼槽通路

- 一番効果が高いが、通路が濡れるという欠点があるのでスラリー処理であることや傾斜が無いと厳しい

2. ホールディングエリア

- 搾乳時以外は牛を連れていかなくてはならない
- 排水処理が必要

3. パーラ

- 排水処理の心配はいらない
- 水で濡らした直後にファンで乾かすことが難しい



静岡でホールディングエリア内ソーカーを実施している牧場
搾乳時と昼、合計1日3回実施していた
ソーカー実施後は暑熱の影響はほとんど無くなった

31

市販のスプリンクラーを利用

- 芝生用スプリンクラーを待機室に設置して搾乳時にソーカーを行う
- 1頭当たり4ℓの水をかけるのが目安で、そうするには約10分間放水する必要があった
- 待機室にはファンが設置されている



32

パーラー内でのソーカー

- パーラー内で水をかけている牧場があり、これだと排水の心配がない
- しかし、牛体を乾かす必要があるのでファンの設置は必要である



33

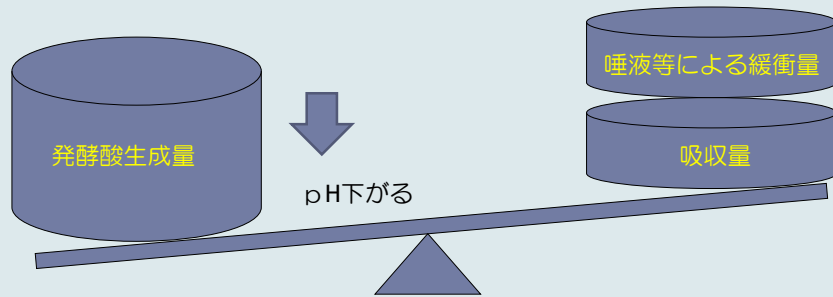
暑熱対策（施設）のまとめ

- 換気が重要！
- 適度な風を当てて、牛の体感温度を下げる
- 水で濡らしファンで乾かすことにより、気化熱を利用して牛の体温を下げる

34

ルーメンアシドーシスとは？

第一胃（ルーメン）で生成された発酵酸が、ルーメンからの吸収量と、唾液などによる緩衝量を超えpHが下がった状態になる



35

夏場はアシドーシスが発生しやすい

- ①よだれを出すことにより唾液が失われる
- ②尿中への重炭酸塩の流出※
- ③反芻回数が減る

ルーメン内のpH低下

アシドーシス



※呼吸数の増加は呼気中の二酸化炭素（ CO_2 ）排出も高め、呼吸性アルカローシスを引き起こす
この血中 CO_2 低下に腎臓が応答して、重炭酸イオン（ HCO_3^- ）の尿中排泄を増加させ、アルカローシス状態を正常に戻そうとする

36

夏場に乳房炎が増える原因

- 広島大学の磯部准教授はリポポリサッカライド（LPS）の増加によって乳房炎が発生するという試験結果を報告している
- 夏場に乳房炎が発生する原因は幾つかあるが、アシドーシス発生によるLPS増加が一因の可能性はある
- また、暑熱時はリーキーガットの発生により毒素を吸収しやすくなる

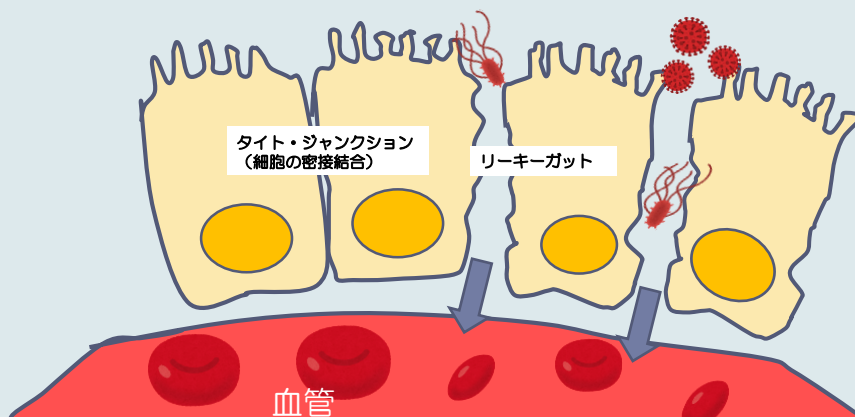
37

リーキー・ガット（訳：漏れやすい腸）

正常な腸管の細胞はタイト・ジャンクションという構造で細胞同士が結合し、栄養以外の侵入を防いでいる

リーキー・ガットは結合部位が損傷し細胞間に隙間がある状態である
こうなると細菌、ウイルス、毒素が侵入しやすくなる

暑熱ストレスはリーキーガットの原因となる



38

リーキー・ガットで何が起きる

- 食欲の低下
- エネルギーの消費
 - 細菌、ウイルスの異物が入ってくると、免疫システムの作動にエネルギーが使われる
 - 乳生産の低下につながる
- 乳房炎の発生

39

亜鉛の不足がリーキー・ガットを起こしやすくする

- 暑熱ストレスによりリーキー・ガットが起きやすくなる
- それを防ぐには十分な暑熱対策が必要である
- 亜鉛不足は細胞の密接結合が破壊されやすくなる
- 有機亜鉛の給与は暑熱ストレス下でのリーキー・ガットを防ぐ

40

夏場にアシドーシスを防ぐため

- 環境対策
- 高いデンプン濃度の飼料給与を避ける
 - 分離給与では一回に給与する濃厚飼料の給与量を多くしすぎない
- 分娩前後の濃厚飼料給与量を徐々に増やしていく
- 重曹の給与
- 選び食い、固め食いを無くす

41

重曹の給与

- 重曹は唾液のように第一胃を中和する働きがある
- 一日一頭当たり飼料乾物中1%、給与量にすると約200g給与することが有効である
- アシドーシスの時は糞に黒い塊が出てくるが、重曹給与によってそれが少なくなる
- この写真牧場は重曹200g給与するようになってから、乳脂率が3.5%から3.7%まで上がった



42

選び食いを防ぐには

- TMRを選び食いする時は右写真のように穴を掘り濃厚飼料部分を食べようとする
- この理由として、粗飼料の切断長が長い、粗飼料の品質が悪い、水分不足等があげられる
- この対策として、①パーティクルセパレーターで測定し、適切な粒度にする
- ②特に夏場は嗜好性の低い粗飼料の給与、混合を避ける
- ③TMRの水分は55%を目安に加水利、それでも選び食いをするようであれば、更に加水する
- 加水する場合は、二次発酵に気をつける

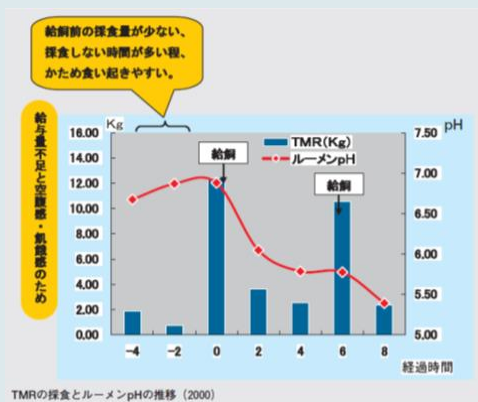


パーティクルセパレーター

43

固め食いすると第一胃のpHが下がる！

- 右調査例ではTMR量を概ね1頭当り設定量に制限し、1日2回（給与間隔は6時間程度）給与した場合によるものである
- TMR給与の場合、給与後1～2時間の間に大半を採食するような状態は、固め食いが生じていることを意味している
- アシドーシスとされるpH 5.5を下回っている
- pH6.0を下回ると繊維分解菌が減少⇒乳脂率の低下



44

まとめ

- 暑熱時期はアシドーシスが発生しやすい
- 環境対策に加え、飼料給与メニュー、飼料給与方法により対策を行う
- アシドーシスによって発生した毒素を吸収しないためにも健全な腸を維持することが重要である

45

ご清聴ありがとうございました



静岡県の酪農地帯である富士宮市から見た富士山

46