



乳牛への暑熱の影響と 飼料給与面での対策

ハードサポート株式会社

村上求



乳牛の暑熱ストレス

- ホルスタイン種は北ヨーロッパ原産で快適な温度は
+5～+15℃
- 気温20℃を上回ると暑熱の影響が出始める
- 暑熱ストレスは温度だけでなく湿度も強く影響する
(THI指数)

温度 (°C)	相対湿度 (%)																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
22.0	64	65	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72
23.0	65	65	66	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72	72	73	73
23.5	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74
24.0	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
24.5	66	67	67	68	68	69	69	69	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76
25.0	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
25.5	67	68	68	69	69	70	70	70	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78
26.0	67	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79
26.5	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	78	79	79	80
27.0	68	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81
28.0	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82
28.5	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	83
29.0	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84
29.5	70	71	72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85
30.0	71	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
30.5	71	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85	86	87
31.0	72	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88
31.5	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89
32.0	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90
33.0	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91
33.5	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92
34.0	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	85	85	86	87	88	89	90	91	92	93
34.5	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	86	86	87	88	89	90	91	92	93	94
35.0	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
35.5	75	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
36.0	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97
36.5	76	77	78	80	80	82	83	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	98

乳牛への暑熱の影響

- 乳量・乳成分の低下
 - 維持エネルギーの増加
 - 乾物摂取量の低下
 - 代謝の変化
- 免疫の低下
- 腸細胞の変化
- 繁殖成績への影響
- 蹄葉炎の発生
- 乾乳牛への影響
- 反芻量の変化



パンティング

- 牛は体表面への血流増加の他、呼吸による熱放散（パンティング）を行う
- パンティングはエネルギー消耗が大きく、維持エネルギーは7%程度増加する





乾物摂取量の低下

- 暑熱時には代謝熱の抑制の為、飼料摂取量の低下が起こる
- 平均温度が15℃から25℃に、平均湿度が50%から70%に変化すると乾物摂取量は0.4kg低下する
- 夜間の温度が20℃以上の場合にはさらに乾物摂取量の低下が大きく、1.7kgも低下する

※乾物摂取量はAMTS.Cattle.Professionalにて計算



温度・湿度による維持要求量と 乾物摂取量の変化

平均温度 (°C)	15	25	28	30
平均湿度 (%)	50	70	80	90
体維持の要求量 (Mcal)	17.2	18.5	20.1	22.2
維持要求量の変化 (%)		7.5	16.9	29.0
予測乾物摂取量 (kg)	22.8	22.4	22.1	21.7
乾物摂取量の変化 (kg)		-0.4	-0.7	-1.1

AMTS.Cattle.Proにより計算：体重675kgの場合



乾物摂取量の低下による期待乳量 の変化

平均温度 (°C)	15	25	28	30
平均湿度 (%)	50	70	80	90
予測乾物摂取量 (kg)	22.8	22.4	22.1	21.7
ME (代謝エネルギー) 期待乳量 (kg)	35.0	33.0	30.8	28.2
MP (代謝タンパク質) 期待乳量 (kg)	35.0	34.2	33.5	32.9
期待乳量の変化 (kg)		-2.0	-4.2	-6.8



夜間温度が**20℃**以上の場合はさらに
乾物摂取量が下がる

平均温度 (℃)	15	25	28	30
平均湿度 (%)	50	70	80	90
予測乾物摂取量 (kg)	22.8	21.1	19.7	18.4
乾物摂取量の変化 (kg)		-1.7	-3.1	-4.4



夜間温度が**20℃**以上の場合の期待
乳量の変化

平均温度 (℃)	15	25	28	30
平均湿度 (%)	50	70	80	90
予測乾物摂取量 (kg)	22.8	21.1	19.7	18.4
ME (代謝エネルギー) 期待乳量 (kg)	35.0	30.3	25.9	21.2
MP (代謝タンパク質) 期待乳量 (kg)	35.0	31.8	29.1	26.6
期待乳量の変化 (kg)		-4.7	-9.1	-13.8

インスリン分泌の変化

- 暑熱時に乳量は顕著に減少するが、乾物摂取量の低下は乳量減少の35～50%しか説明していない
- 暑熱時の乳量低下の要因が他にも存在する
- 泌乳牛は通常時では乳腺への糖配分を優先的に行うためにインスリン分泌が抑えられているが、暑熱時にはインスリン分泌が高まり、乳腺への糖配分が減少し、乳糖合成量と乳量の低下を招く

脂肪動員の変化

- 乳牛は通常、エネルギー不足の際には体脂肪の分解によるNEFA（遊離脂肪酸）産生で対応するが、暑熱時は体脂肪分解とNEFA産生が抑制される
- 極度のエネルギー不足の際は筋肉を分解して糖を取り出す



免疫の低下

- 暑熱時には酸化ストレスの亢進、エネルギー不足、LPS（エンドトキシン）の吸収などにより、免疫の低下が起こる
- LPSの吸収で活性化した免疫系は多量の糖を消費する
⇒乳糖合成量の低下・乳量の低下
- 乳房炎、胎盤停滞、早産の多発

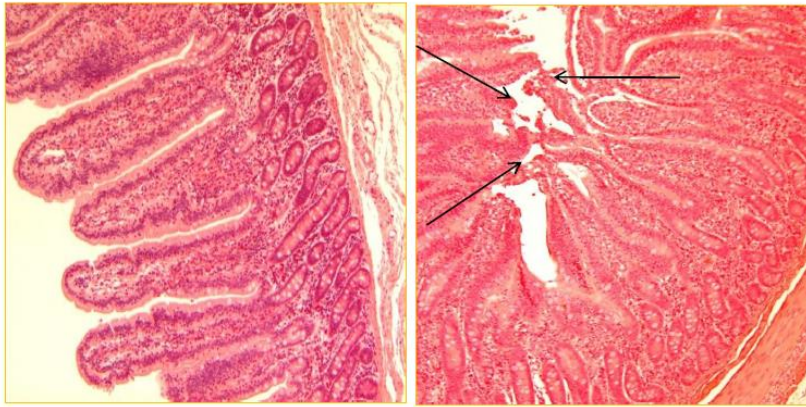


腸細胞の変化

- 暑熱ストレスの際、熱放散の為に血流は体表面、全身末端に移り、腸細胞への血流低下から栄養と酸素の不足が起こる
- 酸素不足は活性酸素の増加を招く（酸化ストレスの亢進）
- その結果、腸表皮細胞の防御機構が低下し、LPSや病原微生物が透過しやすい状況を作る
⇒リーキーガット（漏れやすい腸）



暑熱ストレスによる腸細胞の変化



常温時

ヒートストレス

Pearce et al., 2011
Private Seminar Baumgard (2017) より



繁殖成績への影響

- 体温上昇に伴う酸化ストレスの亢進は繁殖成績に悪影響を及ぼす
- エネルギー不足によるホルモン分泌の乱れ
- 発情行動の微弱化
- 酸化ストレスの影響から、受精直後の受精卵の発生が低下し胚死滅となる割合が高まる



蹄葉炎（蹄底潰瘍）

- 蹄底潰瘍は蹄の中の組織の発育不良により起こる
- 暑熱時の牛は体表面を広く保ち、熱を放散するために起立時間を増やす
- 起立時間の増加は血液の循環を妨げて蹄の中の組織の正常な形成を阻害する
- ルーメンアシドーシスの状態もヒスタミンの放出を高め、蹄の中の組織を損傷させる



乾乳牛への暑熱の影響

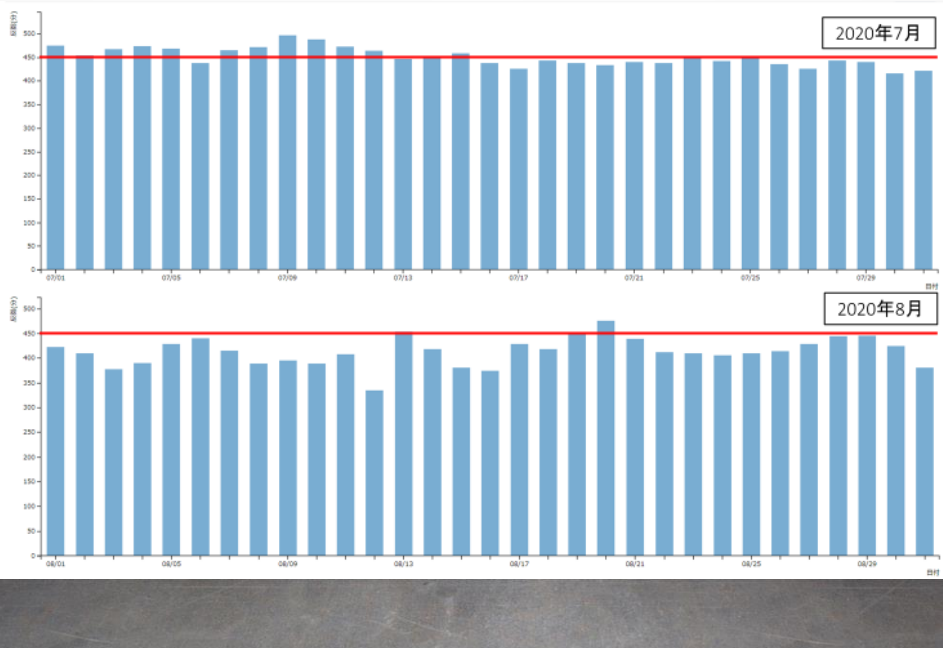
- 乾乳期に暑熱下にあると乳腺組織の発達が妨げられる
- そのため暑熱期に乾乳期間を過ごした牛は分娩後の乳量が低くなる
- 乾乳期に冷却をした牛としない牛では分娩後4カ月間の平均乳量が5kg変化したという報告も

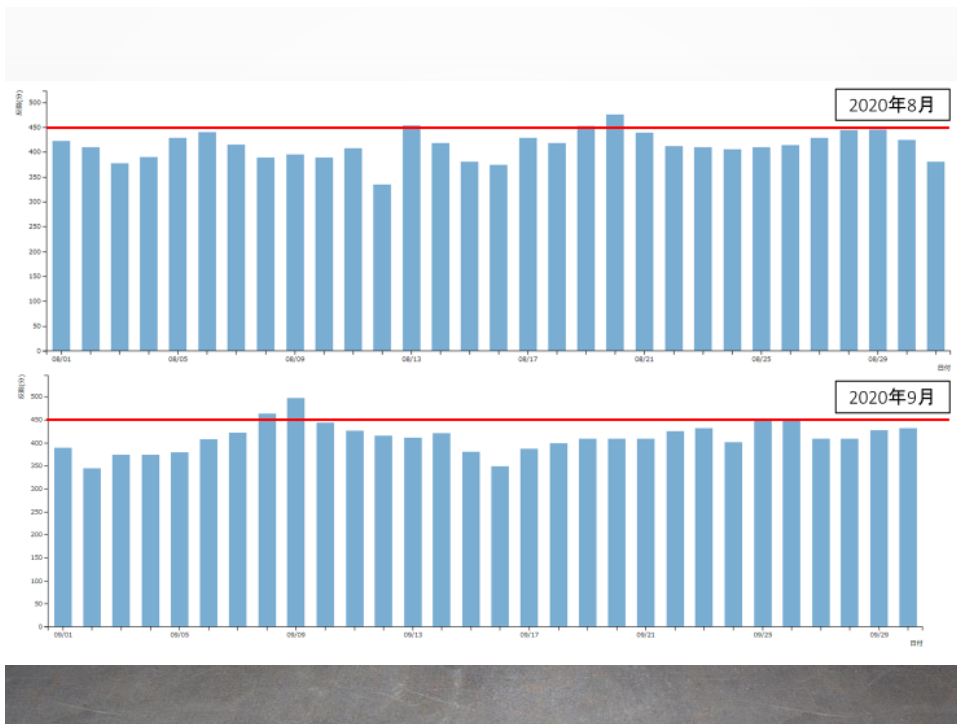


反芻量の変化

- 暑熱期には熱産生を抑えるために消化管運動が減少し、反芻も減少する
- 暑熱による横臥時間の減少も反芻の減少と関連する
- 昨年夏のある酪農場での反芻時間をモニターした結果
(北海道十勝地方)

7月は450分/日前後の反芻時間だが、暑熱の厳しい8～9月には大きな低下が見られる





飼養管理面での対策

- 夕方から朝方の涼しい時間帯でTMRを給与する
- 給与回数、エサ寄せの回数を増やす
- プロピオン酸製剤やギ酸の添加による飼料の変敗防止



飼料給与面での対策

～乳量を高めるべきなのか？

- 飼料給与面の対策で乳量向上を狙うべきなのか？
- 乾物摂取量の低下のインパクトは、栄養成分の調整をはるかに凌駕する
- 暑熱による悪影響をどれだけ緩和できるかが重要



飼料給与面での対策

- エネルギー供給を高める
 - ⇒消化率の良い粗飼料の給与
 - ⇒糖分の給与
 - 糖は消化率の高いエネルギー、デンプンに比べ
 - アシドーシスリスクが少ない
 - ⇒バイパス油脂の給与
 - 高エネルギーで発酵熱を生まないバイパス油脂は暑熱時期に向いたエネルギー源
 - パルミチン酸主体でないものが望ましい？

輸入粗飼料のセンイ消化率

	ルーサン	チモンシー	オーツ	クレイン	麦稈	バミューダ ストロー	ドライ デント コーン①	ドライ デント コーン②
NDF% (センイ分)	39.3	66.9	53.2	65.1	72.3	65.5	40.6	37.6
NDF30時間消化率%	42.6	53.2	59.4	65.1	43.0	40.1	59.6	53.7
NDF120時間消化率%	48.4	67.6	74.8	73.0	63.2	53.2	74.3	68.1
NDF240時間消化率%	49.3	69.4	75.2	75.6	65.9	54.8	75.8	71.1

飼料給与面での対策

- アシドーシスの抑制
 - ⇒粗飼料割合と有効センイの確保
 - 少なすぎるセンイ量はアシドーシスリスクを助長する
 - ⇒抑えめのデンプン濃度
 - ルーメン、大腸でのLPSの産生を抑える
 - ⇒重曹の添加
- 添加剤の使用

物理的に有効なものとそうでないもの



重曹の添加

- 重炭酸ナトリウム（重曹）は唾液の主成分
- 重曹の添加は唾液の分泌低下や涎による損失を補う
- 通常時の推奨添加レベルは130～250g
暑熱時はさらに150g程度を追加？



抗酸化剤等の添加

- 体温上昇は体内の活性酸素を増大させる（酸化ストレスの亢進）
- 活性酸素の除去には抗酸化剤等の添加が有効
 - ビタミンE
 - セレン
 - ビタミンA
 - ペプチドミネラル（亜鉛・銅・マンガン）



バイパスナイアシン

- ルーメンバイパスナイアシンは血管拡張作用を持ち、体表面からの熱放散・発汗を促進する
- バイパスナイアシン入り飼料「ヒートダウン」（NYS社）
 - 効果：体温低下・乳生産増
 - 添加コスト：81円/頭/日（参考価格）



ベタイン

- ベタインは細胞の保水性を維持し脱水を緩和する
- 脱水は乳量低下、代謝低下に関与する
- ベタイン入り飼料「アイス」（フィードワン社）

効果：体温低下・乳量増

添加コスト：49.5円/頭/日（参考価格）



まとめ

- 乾物摂取量の低下が暑熱の影響のすべてではない
- 高温そのものにより、多くの代謝の変化が起こる
- 飼料給与面での対策はその根本を改善しない
- やはり環境面での対策が最重要

もはやクーラーもあり ???



サイクロンファン



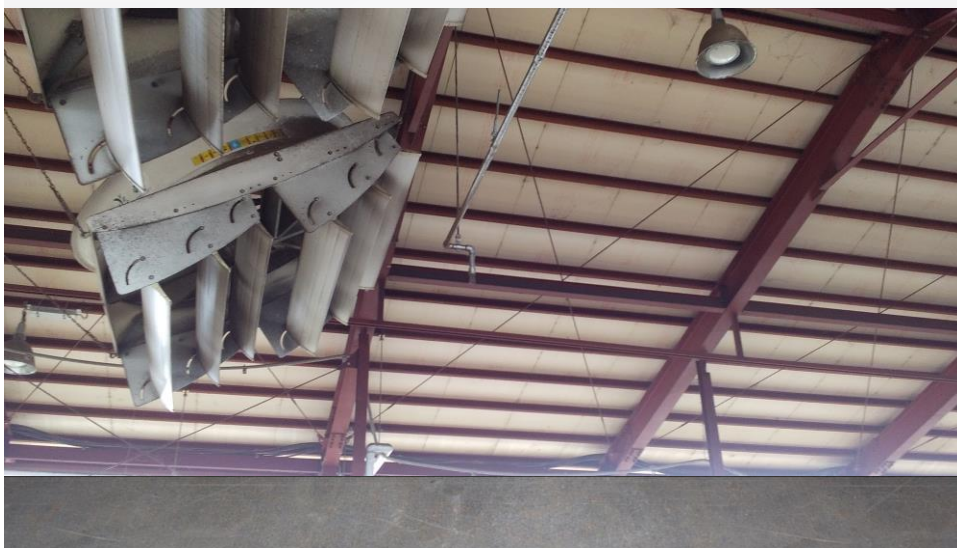
ホールディングエリアの冷却



////////////////////
ホールディングエリアのスプリンクラー



////////////////////
ホールディングエリアのスプリンクラー





乾乳牛舎の冷却



ソーカー





ソーカー

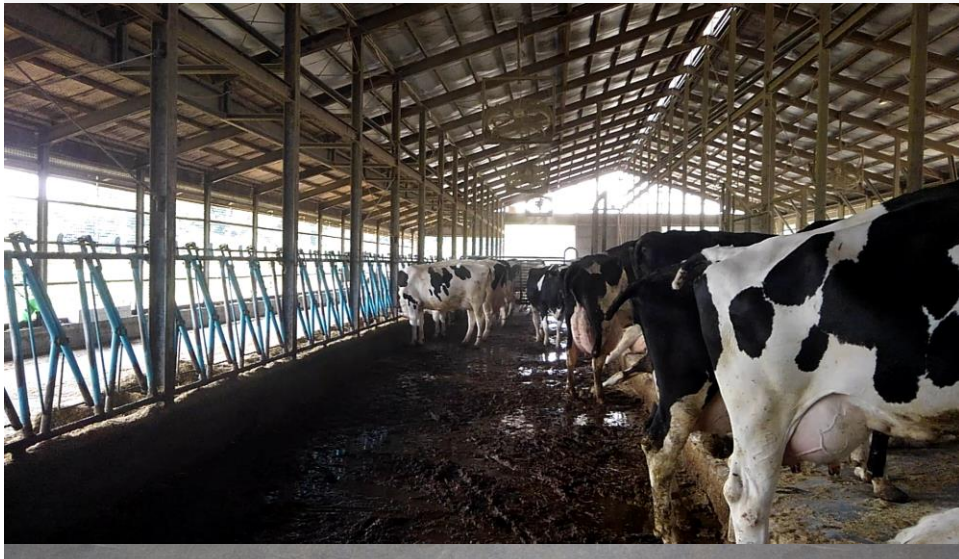


ミスト





ミスト



ミスト (つなぎ牛舎)





水槽に集まる



きれいな水槽





ご清聴ありがとうございました

<http://herdsupport.com/>