

ミルクの国とちぎ

# 乳牛の暑熱対策マニュアル

～ 令和7(2025)年度版 ～

★ポイント1	THIで暑熱ストレスを「見える化」しよう	・	・	・	1
★ポイント2	牛舎内の通気を良くしよう	・	・	・	3
★ポイント3	屋根の放射熱の減少	・	・	・	5
★ポイント4	出入り口や窓への遮光対策	・	・	・	6
★ポイント5	細霧の散布	・	・	・	7
★ポイント6	飲水量と粗飼料摂取量の確保	・	・	・	7
★ポイント7	牛体への散水	・	・	・	9
★ポイント8	害虫（サシバエ）対策	・	・	・	10
(参考)	新技術の紹介	・	・	・	11
	THI早見表	・	・	・	14
	暑熱対策のポイントチェックシート	・	・	・	15
	栃木県農作物生産における気候変動適応ガイドについて	・			16

(一社)中央酪農会議の試算によると、夏季の乳量の低下や体細胞数の増加による経済的損失は、経産牛40頭規模で100～200万円にも及ぶとされています。

夏の暑さに備え、**暑熱ストレスを軽減する7つのポイント**をチェックし、早めの対策で経営へのダメージを最小限に抑えましょう。



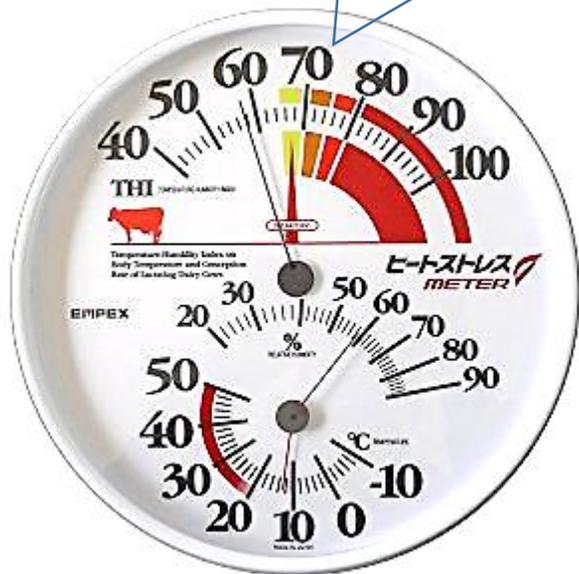


## ★ポイント1 THIで暑熱ストレスを「見える化」しよう

- 暑熱ストレスは、気温と湿度が深く関係します。
- 一般的に**温湿度指数（THI）**で示され、下の表で評価されます。  
※THI早見表（14ページ参照）
- ヒートストレスメーターまたは温度計と湿度計を牛舎内に設置して、ストレスの見える化を図り、早めに暑熱対策を行いましょう。

THIの危険度は4段階に色分けされてメーターに表示されています。

THI	危険度	色
65-69	要注意	黄色
70-74	注意	山吹色
75-79	警告	橙色
80以上	危険	赤色



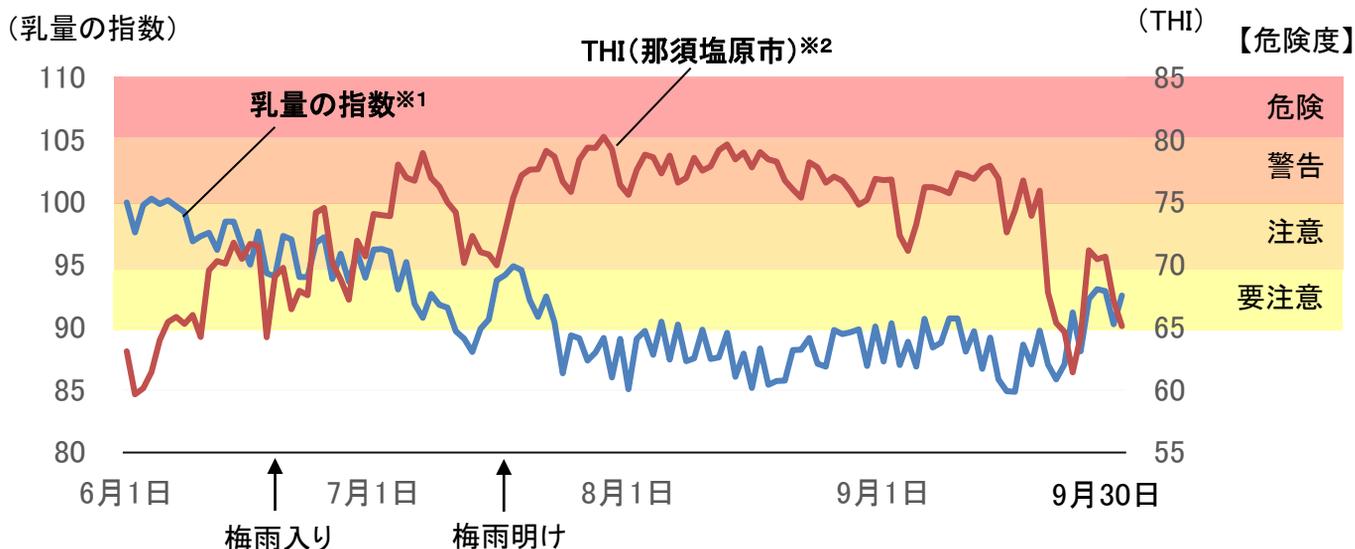
市販のヒートストレスメーター

### 【注意メモ】

- ヒートストレスメーターまたは温度計と湿度計は、牛舎内の直射日光や風の当たらない場所で、牛の肩の高さ（1.5m程度）に設置しましょう。

## 令和6（2024）年6月～9月の栃木県出荷乳量とTHIの推移

夏場はTHIの上昇に伴い乳量が低下するため、暑熱対策が重要です。

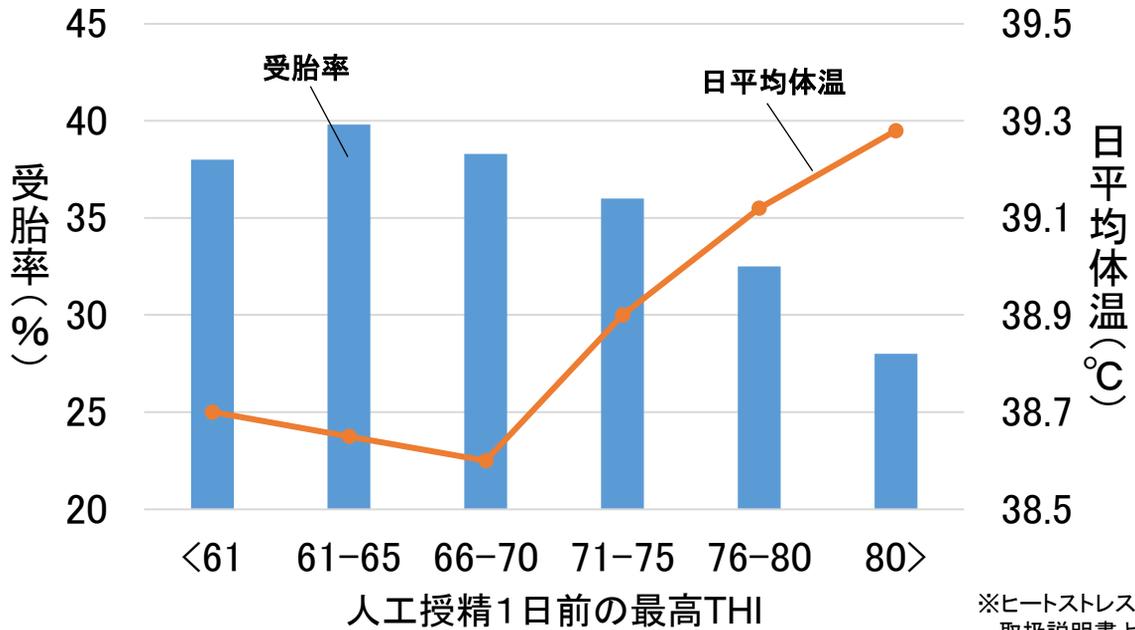


※1: 6月1日の乳量を100とした場合の指数

※2: 畜産酪農研究センター敷地内での測定値(平均気温と平均湿度)から算出

## THIと乳牛の体温・受胎率の関係について

THIが70を超えると、乳牛の体温が上昇し始め、飼料摂取量や乳量が低下します。また、ヒートショックにより受精率や初期胚の発育に悪影響を与えます。ヒートショックの回避には受精卵移植が効果的です。

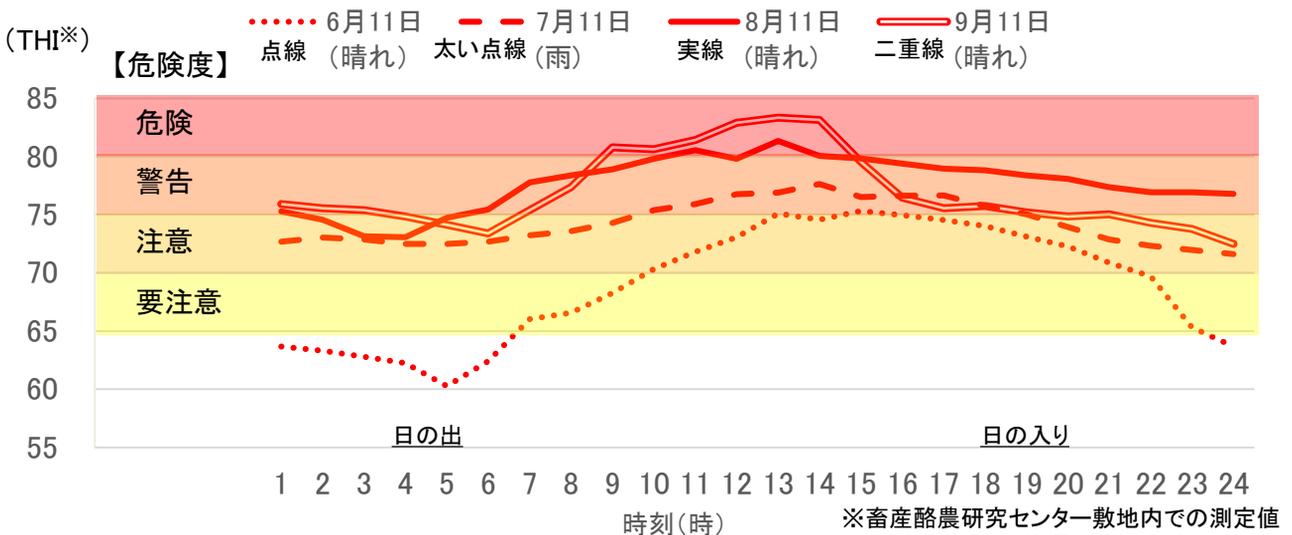


※ヒートストレスメーター取扱説明書より引用

## 夏場のTHIについて

- ・入梅前の6月の時点で、日中のTHIが警告レベル (THI 75-80) になることもあります。
- ・梅雨時期は、気温が低くなるものの湿度が高くなる為、THIも高くなることから、雨の日や曇りの日でも注意が必要です。
- ・梅雨明け後は、夜の時間帯もTHIが高く推移するため注意が必要です。
- ・特に熱帯夜などで、夜間になってもTHIが下がらず高温が続くような場合、牛が受けるストレスは非常に高くなってしまいます。

### 《令和6年の夏場における1時間ごとのTHIの推移について》



## ★ポイント2 牛舎内の通気を良くしよう

風速 (m/秒)	体感温度の低下(°C)
1.0	6.0
2.0	8.5
3.0	10.4
4.0	12.0

風を直接体に当てることで、汗などの**水分の気化を促進**し、乳牛の体感温度を下げます。風速と体感温度には右表のような関係があります。

### 送風効果を高めるテクニック

#### ① 送風機の清掃



羽根に付着したほこりやクモの巣を取り除き、軽量化することで風速を改善できます。

#### ② 「つば」の取付

「つば」により風の方角を前方に向けることで30～40%の風速の向上が見込めます。



つば



つばの取付

#### 【改善効果】

項目	風速 (m/秒)	体感温度の低下(°C)	費用※
送風機の清掃	2.2 → 2.9	8.9→10.2	0円
つばの取付	3.0 → 4.0	10.0→12.0	4,000円/台

※取付工賃除く

#### 【注意メモ】

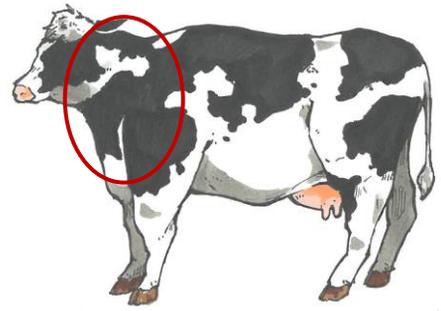
送風機の清掃は、飼料作物作業が忙しくなる前（4月頃）に毎年行う習慣をつけましょう。

### ③ 送風機の調整

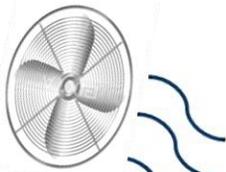
牛体において最も冷却効果が高い部分は、赤丸で囲んだ胸部です。

繋ぎ牛舎では胸元に風を向けるように調整する事で、大きな効果が見込めます。

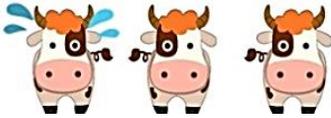
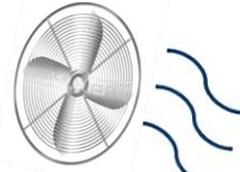
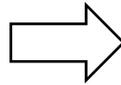
フリーストール牛舎では飼槽前やベッドに風があたるように設置することが望ましいです。



### 繋ぎ牛舎の送風改善（送風機の位置の見直し）事例



送風機の位置を  
10cm下げた



改善前	牛A	牛B	牛C
胸部に当たる風速(m/秒)	0.4	4.2	3.9
体感温度の低下(℃)	3.8	12.3	11.8

改善後	牛A	牛B	牛C
胸部に当たる風速(m/秒)	4.2	5.9	4.4
体感温度の低下(℃)	12.3	14.6	12.6

送風機の位置を10cm下げただけで、胸部に当たる風速がアップしました。

### フリーストール牛舎での風速調査事例

【風速 2 m/秒以上の牛床の割合】 ※風速 2 m/秒で体感温度約 8℃低下

A農場（直列配置）  
： 12%



B農場（牛床に向けて角度を調整）  
： 42%



フリーストール牛舎で風速調査を行った事例によると、送風機の角度や位置を工夫することで、強い風の当たる牛床の割合が多くなります。

#### 【注意メモ】

風速計を用いて風の強さを数値化すると、牛舎内や牛にあたる風の状態がわかりやすくなり、風速UPの対策につなげることができます。畜主が自ら1時間足らずで送風機の角度、位置調整を行い、暑熱対策を講じた事例もあります。

## ★ポイント3 屋根の放射熱の減少

屋根からの熱の伝導や蓄積を、**反射資材装置**や**断熱材**、屋根上に**散水**により、牛舎内の温度上昇を防ぎます。

### ① 屋根への反射資材の設置



屋根への断熱資材（石灰）塗布作業  
⇒ 屋根裏温度 5℃以上の低下

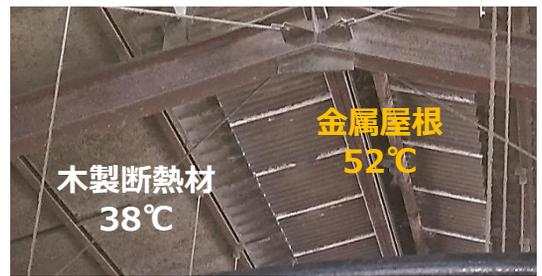


塗料の施行経費は100万円/300㎡  
（日避けの無い北側のみに塗布）

### ② 屋根裏への断熱資材の設置



屋根裏断熱材の有無による放射熱の比較



断熱材の設置により屋根裏温度が低下

#### 【注意メモ】

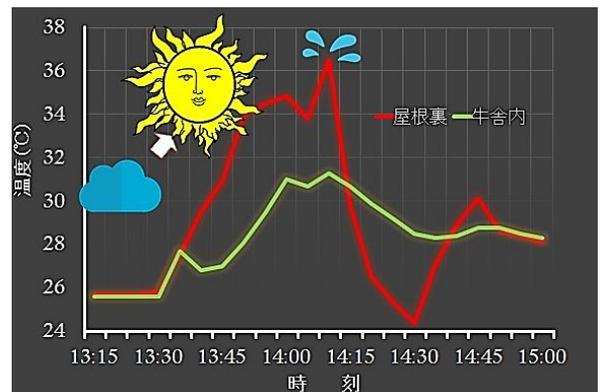
設置コスト等が発生しますが、屋根からの牛舎内への放熱をおさえることができます。牛舎周囲の環境（日照方向、日陰の有無）を考慮し、最小限の投資で、断熱の効果を得ましょう。

自力での施工は高所作業となるため十分に安全性を確保しましょう。

### ③ 屋根散水による屋根の冷却



70頭規模フリーストール牛舎で4台の sprinkler を設置した事例  
 ・ sprinkler 1台当り設置費用 11,000円  
 ・ 1日当たりの水道料金 2,100円



- ・ 13:30頃から晴天となり、14:00に散水開始
- ・ 屋根裏の温度は12℃、牛舎内は3℃低下

#### 【注意メモ】

上水道を利用した場合、水道料が発生しますが、明確に牛舎内の温度低下が感じられます。ただし、水を十分に使用できる環境でないと、水槽等への給水が制限されることがあるので、牛舎全体の条件を把握した上で対策を実施しましょう。

## ★ポイント4 出入り口や窓への遮光対策

牛舎や牛体に直接日光や反射光が入り込まないようにし、畜舎に入る風の温度を抑制します。

- ① 窓等に日除け・ひさし等の設置
- ② 風の入り口になる場所に遮光ネットやグリーンカーテン等を設置



牛舎のグリーンカーテン

### 遮光ネットの設置事例



#### フリーストール牛舎

- ・牛舎の西側の高い位置に遮光ネットを設置しました。
- ・遮光率55%のネットは18m分で約3,500円、40頭規模のフリーストール牛舎で約4,000円の設置費用（ロープ、結束バンドを使用）
- ・遮光ネットの設置前後で気温が1℃低下し、夕方には気温が下がるのが早まりました。



#### 育成牛舎

- ・換気を良くするため、上下に空間を作るよう設置しました。
- ・乾草を梱包するバンドと工業用のホッチキスで木製の柱に取り付けました。この方法は、隙間無く貼り付けることができ簡単に取り外すことも可能です。



ホッチキスでの取付

## ★ポイント5 細霧の散布

細霧散布は牛体の冷却効果が高い反面、湿度及びTHIの上昇を引き起こす可能性があるため、以下の点に注意しましょう。

- ① 噴霧ノズルの確認  
細かい霧の噴出であるため、ノズル・水圧を確認
- ② 湿度上昇の防止  
湿った空気が滞留しないよう換気をする湿度上昇を防ぐため、間欠運転等で調整

園芸用噴霧ノズル等を利用して、簡単に細霧散布することも出来ます。



## ★ポイント6 飲水量と粗飼料摂取量の確保

食欲が減少する暑熱期は、飼料や飲水のトラブルも発生しがちです。以下に注意しましょう。

- ① 飲水量の確認  
水槽の清掃、連続水槽の利用、水量、水圧の確認をしましょう。
- ② サイレージ開封時の品質確認  
高温によりサイレージの変敗が起こりやすい時期です。日が当たらないように保管し、開封後は添加剤等を使用して、サイレージの変敗を防ぎましょう。
- ③ 粗飼料をくい込ませる工夫  
食欲減退のため、嗜好性の劣る粗飼料が残りがちです。良質粗飼料に切り替えたり、切断長を短くし、無駄なく食い込ませる工夫をしましょう。



## 水回り清掃

井戸水を使用する牛舎ではウォーターカップ等の吸水口に水アカが付着し、給水スピードが遅くなることがあります。定期的な清掃で給水スピードを維持しましょう。



1年使用後

新品



毎年清掃!!

### 【注意メモ】

吸水口の清掃は、非常に手がかかる作業ですが効果は抜群です。定期的に行わないと、錆によりウォーターカップがとれなくなることも・・・

## パーティクルセパレーターを用いたTMRの粒度調査

食欲が減退する暑熱期は嗜好性の劣る粗飼料の喰い残しが増え、濃厚飼料の選択採食によりアシドーシス等の代謝病の恐れが生じます。そこで、飼料の粒度調査を行うことで選択採食の有無を推定することができます。



メッシュサイズの異なる4段篩  
【パーティクルセパレーター】  
20mm以上の粗飼料は  
最上段に残ります。

### A農場における粒度調査

調査月	>20mmの飼料割合(%)	
	給与前	給与後
7月	19	48
8月	15	28

7月末  
TMRミキサー  
の刃を研磨  
↓  
切断長が短く  
揃う

選択採食をすると給与前後で粒度の割合が大きく変わります。

A農場ではTMRミキサーの刃を研磨したことで、選択採食が減少しました。

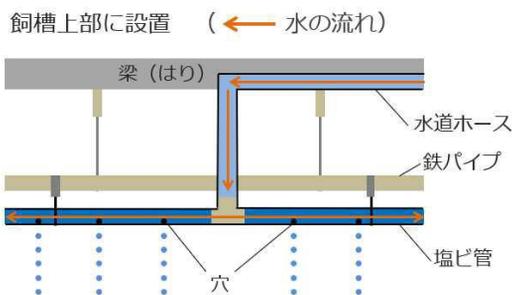
### 【注意メモ】

どのような粗飼料多給の飼料設計でも、嗜好性の良くない粗飼料の給与では、ルーメン発酵の安定に繋がりません。TMR給与では夏本番前にTMRミキサーの機器の状態を再確認し、給与飼料が適切に調製されているか確認しましょう。

## 牛への散水効果に関する試験（畜産酪農研究センター）

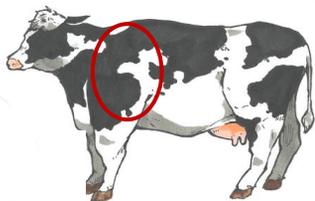
暑熱期における牛体への散水効果を検証するために搾乳牛での飼養試験を実施しました。

- ① 設置コスト  
ホームセンター等で購入できる材料（ホース、設置金具等）で自作しました。設置コストは、60頭のフリーストール牛舎で、6万円程度でした。（3年間不具合無く利用）
- ② 散水量と湿度  
今回は、60頭のフリーストール牛舎で1分あたり25リットルの散水を15分間、1日2回実施しましたが、牛舎内の湿度には影響しませんでした。しかしながら、散水の際は十分に送風と換気を行い、水分を気化させることが重要です。
- ③ 体表温度の変化  
15分間の散水で、体表温度は1～2℃低下しました。また、散水終了後も10分程度は体表温度は低く推移しました。
- ④ 乳成分への影響  
散水しなかった群は散水した群と比較して体細胞数が上昇しており、暑熱ストレスの影響を大きく受けていると推察しました。



- 牛舎内のシャワーで牛を直接冷却！
- 安価な資材費で冷却効果抜群！

## （その他）毛刈りに関する試験



- ・全身毛刈、胸部のみ毛刈、毛刈無しで比較
- ・全身毛刈により、直腸温度の低下を確認
- ・胸部のみの毛刈りでも効果を確認

- 毛刈りだけでも十分な効果がみられます。
- 導入牛におすすめ！

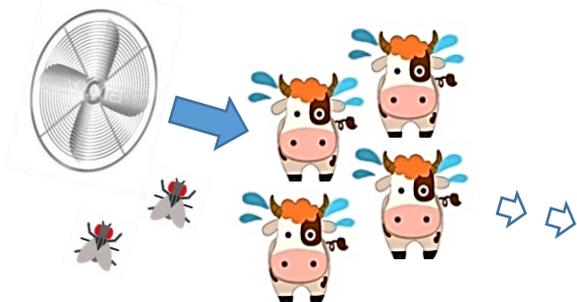
## ★ポイント8 害虫（サシバエ）対策

### サシバエの発生により、暑熱対策の効果が軽減されてしまいます

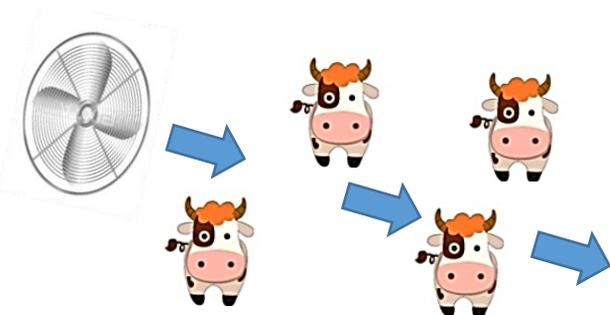
サシバエに刺されると牛も痛みを感じます。刺されることを防ぐため、牛は身を寄せ合って、一か所に集まります。これでは、送風機等の暑熱対策も効果が軽減されてしまいます。

【サシバエ数：多い】

【サシバエ数：少ない】



牛が密集し、風通りが悪い



牛が密集せず、風が通る

### サシバエ対策



成虫

2～28日間生存（平均15日）

- ・ 1回で100～200個産卵
- ・ 十分に水分を含んだ有機物に産卵



さなぎ

- ・ 約8日で羽化する

サシバエの

ライフサイクル（約35日）



卵

- ・ 約2日でふ化



幼虫

- ・ 約10日でさなぎになる

### ○対策は本格的に発生する前（春のうち）から実施

- ① 発生源対策（幼虫対策）⇒成虫はハエ全体の20%程度、発生源対策が重要
  - ・ こまめな除ふん・清掃（地味だが1番の対策、壁際や柱の根本まで行うこと）
  - ・ 薬剤の使用（IGR剤など）
- ② 成虫対策
  - ・ 毒餌の使用
  - ・ 粘着シート、粘着スプレーの使用

## スマート酪農牛舎における環境制御技術（畜産酪農研究センター）

整備した環境制御システムは、外気を取り込む自然換気と温湿度センサーによる自動制御のビッグファンとメンブランカーテンによる機械換気を組み合わせたものになります。

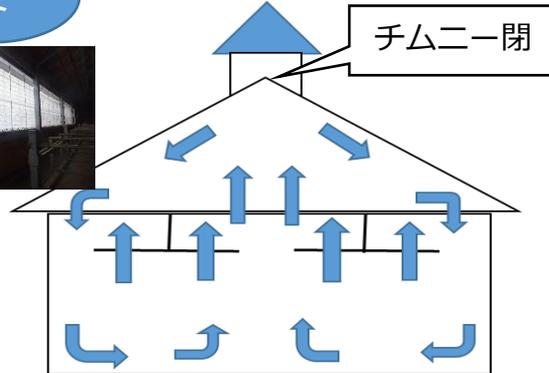
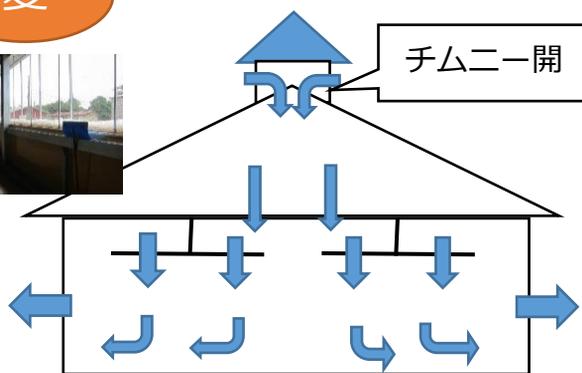


### ・夏期

カーテンを開放し、外気を取り込みつつ、ビッグファンの風を上から下、そして外に流し空気を入れ換えて牛舎内温度を維持します。

### ・冬期

カーテンを閉め切り、外部からの冷気を遮断するとともにファンの風の向きを下から上にするこことで、空気を循環入れ替えし、また牛の発する熱を利用し牛舎内温度を上昇、維持します。

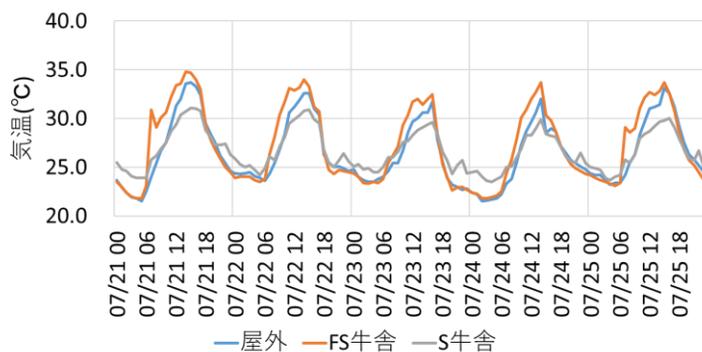


## スマート酪農牛舎内環境の調査に関する試験

・スマート酪農牛舎の1日の最高気温と最低気温の差が小さい(気温変動が小さい)

・整備した環境制御システムは、牛舎内の温度変動を小さくすることから、暑熱（寒冷）対策に利用できる可能性がある。

気温推移



フリーストール牛舎：FS牛舎、スマート酪農牛舎：S牛舎

## 大型送風機

大型の送風機は牛舎全体に風の流れを作ることができ、暑熱の影響の低減が期待されます。通常の送風機の倍近い直径があり、1台で広い面積に風を送ることができます。九州では導入が進んでおり、栃木県においても関心が高まっています。

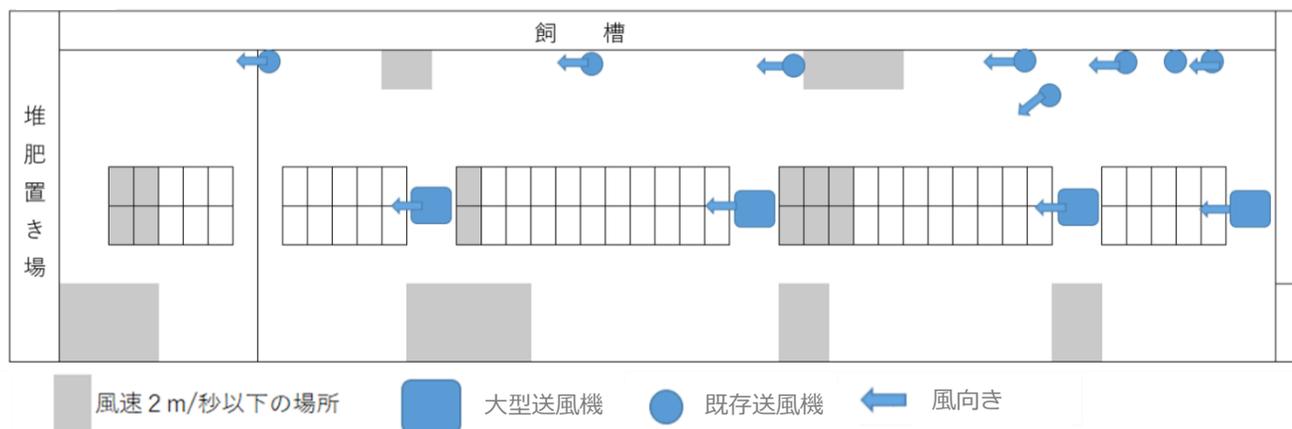


### 【現地調査の紹介】

R3年度に大型送風機の効果を検証するため、新たに本機を導入した酪農家の牛舎で現地調査を行ったので、その結果を紹介します。

74床のフリーストール牛舎で4台の大型扇風機が稼働したときの風量を測定。

- ・測定の結果、牛舎内のほぼ全域で暑熱の低減効果が期待できる風速2.0m以上の風量を観測。
- ・風速2.0mに達していないのは、下の図で灰色で示したわずかな範囲であった。



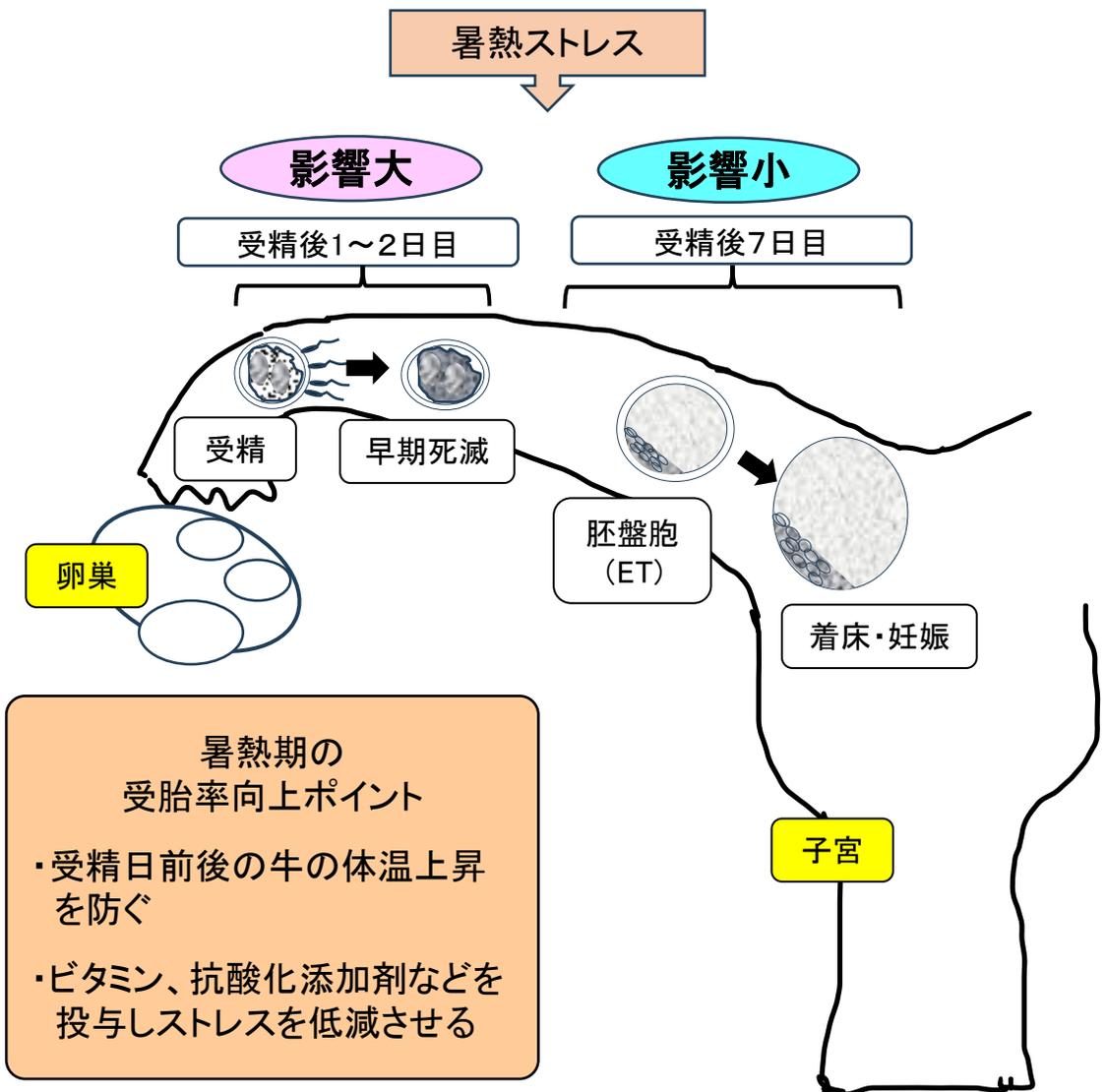
## 受精卵移植の活用

通常、牛の体温は38～39℃程度の範囲で一定に保たれています。しかし、暑熱期の高温にさらされると、体温の調節が効かなくなり、40℃近くまで上昇してしまうこともあります。

人工授精をした前後で、牛がこのような高温下でのストレスにさらされると、体内での卵子の成熟や授精・発生に支障が生じます。特に、授精してから1～2日目の受精卵は高温の影響を受けやすく、受胎率が低下してしまいます。一方、受精卵移植(ET)は、授精後7日目まで发育した受精卵を母体に移植するため、比較的暑熱の影響を受けにくいことが明らかとなっています。

このように、胚盤胞まで发育した受精卵を移植することで、授精時の高温による影響を回避することが出来るので、暑熱期の受胎率を向上させる技術として有効です。

### 〔暑熱ストレスによる受精・妊娠への影響〕



# 【参考】 THI (温湿度指数) 早見表

		湿度 (%)																
		35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90					
温度 (°C)	20	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	67	67	67	67	67
	21	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	22	67	67	67	68	68	68	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
	23	68	68	69	69	70	70	70	70	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	24	69	69	70	70	71	71	71	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
	25	70	71	71	72	72	73	73	73	74	74	74	74	74	74	74	74	74
	26	71	72	72	73	74	74	74	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	27	72	73	74	74	75	76	76	76	77	77	77	77	77	77	77	77	77
	28	74	74	75	76	76	77	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
	29	75	75	76	77	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
	30	76	77	77	78	79	80	80	80	81	81	81	81	81	81	81	81	81
	31	77	78	79	80	80	81	81	81	82	82	82	82	82	82	82	82	82
	32	78	79	80	81	82	83	83	83	84	84	84	84	84	84	84	84	84
	33	79	80	81	82	83	84	84	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
	34	80	81	82	83	84	85	85	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
	35	82	83	84	85	86	87	87	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88

THI	評価
65-69	要注意
70-74	注意
75-79	警告
80以上	危険

★温度計と湿度計は直射日光や風の当たらない場所で、牛の肩の高さ(1.5m程度)に設置しましょう。

★牛舎内等に掲示して活用してください。

$$THI = (0.8 \times \text{気温} + (\text{相対湿度} / 100) \times (\text{気温} - 14.4)) + 46.4$$

# 【参考】暑熱対策のポイントチェックシート

項目	ポイント	☑	
飼養管理における対策	畜体を冷やす	送風機で畜体に直接風を当てている ⇒合わせて細霧の散布や牛体への散水も効果的ですが、湿度の上昇に注意が必要です	<input type="checkbox"/>
		送風機が汚れている場合、掃除を実施している ⇒清掃と合わせて送風機に「つば」を取付ると効果が改善されます	<input type="checkbox"/>
		毛刈りを実施している ⇒胸部のみでも効果的です	<input type="checkbox"/>
	飲水量を確保する	採食時などの多量飲水に対応した吐出量が確保されている	<input type="checkbox"/>
		ウォーターカップなど給水設備はこまめに清掃を行っている	<input type="checkbox"/>
	体力・繁殖機能の回復に努める	β-カロテンの多い良質粗飼料を給与するようにしている	<input type="checkbox"/>
		ストレスにより消失するビタミンA・Eを補給している	<input type="checkbox"/>
	採食量を落とさせない・選択採食をさせないように努める	涼しい時間帯に粗飼料を給与している	<input type="checkbox"/>
		給与回数を増やしている	<input type="checkbox"/>
		消化性繊維に富み、嗜好性の優れた粗飼料を給与している ⇒長ものの粗飼料は2cm程度に細断すると消化が良くなります また、細断・混合することで選択採食を抑えられます	<input type="checkbox"/>
		重曹などルーメンpH緩衝剤を給与し、異常発酵に備えている	<input type="checkbox"/>
	腐敗に注意する	飼料給与前にしっかりと飼槽の清掃を行っている	<input type="checkbox"/>
飼槽が傷んだ場合は修繕をしている		<input type="checkbox"/>	
サイレージを給与する前にカビや変敗の有無を確認している		<input type="checkbox"/>	
畜舎における対策	牛舎内の温湿度を把握する	牛舎内に温湿度計を設置しており、毎日チェックしている	<input type="checkbox"/>
		屋根からの熱の進入を防ぐ	屋根に石灰や専用塗料を塗布している
	天井に断熱材を設置している		<input type="checkbox"/>
	屋根散水を実施している ⇒上水道の場合、水道料がかかります また、湿度の上昇に注意が必要です		<input type="checkbox"/>
	牛舎内の排熱・排湿に努める	送風機を利用し、換気を行っている	<input type="checkbox"/>
		牛舎内に余計なものを置いていない（自然風の流れを遮るものがない）	<input type="checkbox"/>
	直射日光・反射光を入れない	窓等には日除け・ひさし等を設置している	<input type="checkbox"/>
		風の入り口になる場所には遮光ネットやグリーンカーテン等を設置している	<input type="checkbox"/>
	その他	衛生害虫の駆除を行っている	<input type="checkbox"/>
		こまめな除ふん・清掃を行っている ⇒こまめな除ふん・清掃は衛生害虫発生低減にもつながります	<input type="checkbox"/>
その他	作業者の健康に留意する	<input type="checkbox"/>	
	こまめな休憩や水分補給を行い、熱中症にならないよう気を付けている	<input type="checkbox"/>	

チェックが付かなかったところを中心に対策を進めましょう。

畜舎の構造や飼養形態などで、実施が困難な場合もありますが、表中の方法を参考に、実施可能なことを工夫して取り組んでみましょう。

# 栃木県農作物生産における気候変動適応ガイド(第1版)について

## ☆栃木県農作物生産における気候変動適応ガイドとは

気候変動が進行している状況において持続的に農業生産に取り組めるよう、適応するための技術対策や営農方式をまとめたものです。

栃木県の主要な農作物8品目について、現時点で生じている気候変動の影響と必要な技術対策とともに、20年後を見越したリスクへの対策を示しています。

## ○掲載8品目 栃木県の主要作物や農家へのアンケートを基に選定

				主要作物
水稻	いちご	トマト	ほうれんそう	
				アンケート結果
その他の野菜	果樹	花き	飼料作物	

## 影響や技術対策について掲載

### 飼料作物

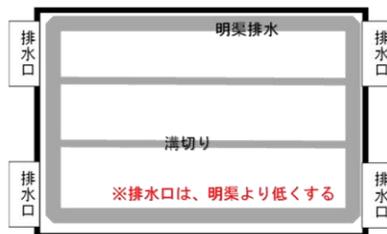
#### 明渠排水（地表排水） —湿害対策—

対象：飼料用トウモロコシ  
牧草

実施時期：  
前作終了後～作前



明渠が施工されたほ場



明渠排水施工のイメージ

ガイド全般および概要版は下記ホームページアドレスに掲載しています。

<https://www.pref.tochigi.lg.jp/g04/kikoguide/top.html>





### 【お問い合わせ先】

栃木県畜産酪農研究センター	TEL 0287-36-0428	FAX 0287-36-0516
栃木県農政部経営技術課	TEL 028-623-2321	FAX 028-623-2315
栃木県農政部畜産振興課	TEL 028-623-2346	FAX 028-623-2353

本マニュアルをダウンロードする場合は次のURLにアクセスしてください。

<http://www.pref.tochigi.lg.jp/g06/nyugyusyonetu.html>