

200

飼養管理編



260 暑熱ストレス

 261 乳牛の
暑熱ストレスと
生理的影響

乳牛の暑熱ストレスと生理的影響

乳牛は、採食した飼料を第一胃という大きな発酵槽で分解しており、それに伴う熱生産があるため多少の寒冷には強いが、暑熱に対しては非常に弱い家畜である。

乳牛の健康や乳生産に適した環境温度は4～24℃といわれており、低温時には体温維持のための熱生産が必要となり乳生産に向けられるエネルギーが振り向けられる。また、高温時には体温の上昇を防ぐために呼吸数の増加や末梢血管の拡張などによる熱放散機能の亢進が見られる。さらに、熱生産を抑制するために採食量が減少し生産性が低下する。

暑熱ストレスによる乳牛への影響は、乳量や乳成分が減少するだけでなく、抗病性を弱め各種の疾病を併発したり、発情の微弱化、受胎率の低下といった繁殖成績の悪化を招き、経済面で大きな損失を被ることになる。そのためにも、乳牛が快適に生活できる環境並びに管理の改善が必要となる。

1. 乳牛の環境温度域 (図1)

(1) 臨界高温: 発汗や呼吸量のみでは体温の恒常性を維持できなくなる温度

乳牛では 29～32℃、泌乳牛では乳生産に必要な飼料摂取量が増加するため熱生産量も多くなり 26～27℃以上といわれている。

(2) 臨界低温: 一定体温保持のため体外への熱放散防止機能が活発になる温度

健康な搾乳牛では-8℃、しかし体調不良牛や低栄養牛では寒冷ストレスを強くうけるため耐寒性は低下し7℃といわれている(Webster, 1983)。

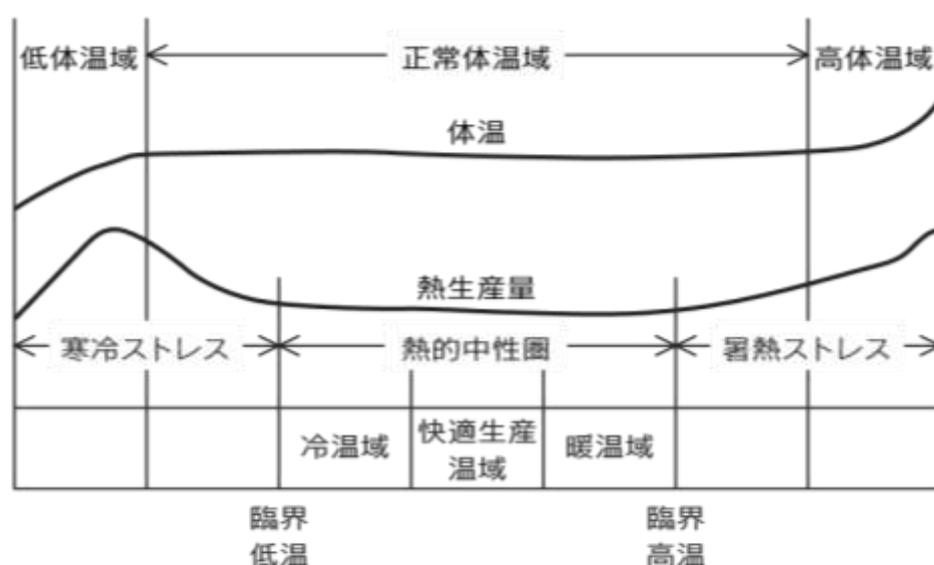


図1 環境温度と熱生産の関係

2. 乳牛の体感温度・暑熱ストレスの指標

乳牛の感じる暑さには気温だけでなく、湿度や風速が深くかかわってくる。気温と湿度、風速を考慮した指標として「体感温度」がある。

乳牛の暑熱ストレスを評価する指標には、(1) 乾湿球温度による体感温度、(2) 風速を考慮した体感温度、(3) 温湿度指数 (THI) などがある。風速計と温湿度計一体となった計測器が市販されているので、容易に測定することができる。

(1) 体感温度の求め方

① 湿度を考慮した体感温度

$$\text{体感温度}(\text{°C}) = 0.35 \times \text{乾球温度}(\text{°C}) + 0.65 \times \text{湿球温度}(\text{°C})$$

② 風速を考慮した体感温度

$$\text{体感温度}(\text{°C}) = \text{気温}(\text{°C}) - 6 \times \sqrt{\text{風速}(\text{m/秒})}$$

(2) 体感温度と呼吸数、体温の関係

① 体感温度と呼吸数

呼吸数は体感温度約 20°C までは1分間に約 34 回で安定しているが、20°C 以上になると増加し、体熱の放散を促す(図2)。

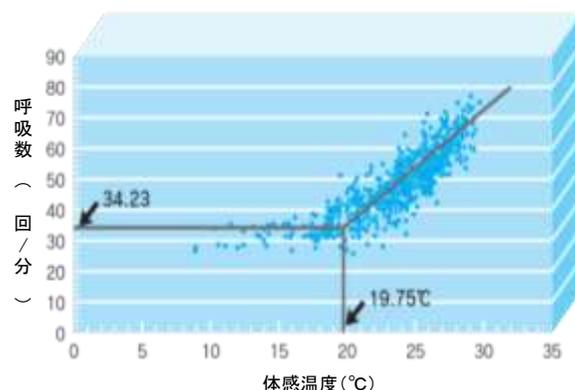


図2 体感温度と呼吸数の関係

② 体感温度と体温

体温(直腸温)は体感温度約 22°C から上昇を始めている。乳牛の体温は通常 38.5°C 前後であるが、体感温度が 25°C になると体温は 39°C を超え、ストレスを大きく受けることになる(図3)。

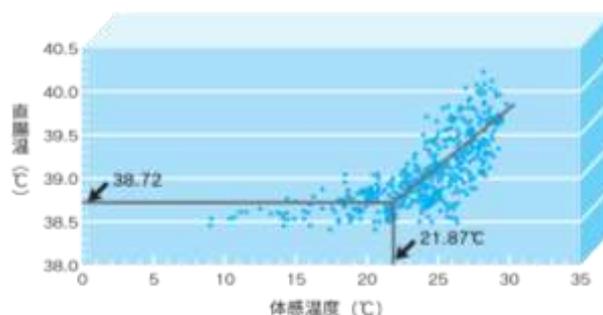


図3 体感温度と体温の関係



(3) 暑熱ストレスの指標

家畜の暑熱ストレスには、気温だけではなく湿度も大きな影響を及ぼす。温度と湿度から算出される温湿度指数(THI : temperature humidity index)が暑熱ストレスの指標として良く用いられている。

1994年に設定された際には THI=72 が暑熱ストレスの閾値であったが(Armstrong 1994、乳量 15.5kg 台)、乳牛の泌乳能力の向上に伴いこの指標は見直され、現在では、“THI=68 が暑熱ストレスの閾値”とされている(Burgos Zimbelman and Collier, 2011)。泌乳能力が向上していくと熱産生量が高くなり、暑熱によるストレスは低い温度からでも乳牛の生理機能に影響を及ぼすようになる。

THI は、 $THI=0.8 \times \text{乾球温度}(\text{°C}) + 0.01 \times \text{相対湿度}(\%) \times (\text{乾球温度}(\text{°C}) - 14.4) + 46.4$ で求められ、この式によって求められた THI チャートを図4に示す。

これによると THI による評価は、

- 軽度:68~71
 - 中度:72~79
 - 強い:80~89
 - 非常に強い:90~98
- となっている。

		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
温度(°C)	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	71	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	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	
34.5	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	92	93	
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	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
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	
37.0	76	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	98	99	
38.0	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	98	100	
38.5	77	79	80	81	82	83	84	86	87	88	89	90	92	93	94	95	96	98	99	100	101	
39.0	78	79	80	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102	
39.5	78	79	81	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	94	96	97	98	99	101	102	103	
40.0	79	80	81	83	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101	103	104	

鍋西久「2020年度酪総研シンポジウム資料」

図4 温度・湿度から求めたTHIチャート



3. 暑熱ストレスによる主な生理的影響

(1) 呼吸・循環機能と体温調節

暑熱ストレスにより体温が上昇する。そこで体熱放散を促すため、呼吸数を増加させる(パンティング)。また、発汗を促進し、血流量を増加させ熱放散を行うための飲水量の増加や心拍数の増加が起こる。熱放散が十分に行われないと熱射病となり、危機的な状態を引き起こすこともある。

(2) 内分泌機能

視床下部—下垂体系を介して甲状腺ホルモンの分泌が抑制される(Johnson and Van-Jonack 1976)。また、Na の調節のために副腎皮質から分泌されるアルドステロンの分泌が促進する。さらには、採食量の低下に由来するエネルギー不足により GnRH(性腺刺激ホルモン放出ホルモン)や LH(黄体形成ホルモン)の分泌も抑制される。

(3) 免疫機能

リンパ球機能の低下、酸化ストレスの亢進、エネルギー不足、LPS(リポポリサッカライド)の吸収などにより免疫機能は低下する。

(4) 消化・吸収機能

熱産生を抑制するために消化管の運動が低下する。腸細胞への血流量低下により活性酸素の増加を招き腸上皮細胞の防御機能が低下する(リーキーガット)。

(5) 繁殖機能

採食量の低下に伴うエネルギー不足からホルモン分泌が乱れ、発情の遅延や微弱化・早期胚芽死等の繁殖機能の低下を引き起こす。

【参考文献】

- ・壺岐修一(2001) 夏季を過ぎた乳牛の飼養管理 雪たねニュース
- ・津田恒之、柴田彰夫(1987) 新乳牛の科学 農文協
- ・村上求(2021) 2020 年度酪総研シンポジウム講演資料
- ・鍋西久(2021) 2020 年度酪総研シンポジウム講演資料
- ・松本啓一(2021) 2020 年度酪総研シンポジウム講演資料

【LPS について】

LPS(Lipopolysaccharide)は、グラム陰性細菌の細胞壁の外側に埋め込まれた形で存在し、糖と脂質が結合した構造をしている。

LPS の最もよく知られている生理活性はマクロファージの活性化である。マクロファージは自然免疫の中心的細胞で、有害物質の貪食処理により感染防御・創傷治癒・新陳代謝調節等の働きをしている。