

新しい制御装置と効果的な細霧方法による乳牛の防暑システム

愛媛県畜産試験場 戸田克史

1. 背景とねらい

四国において暑熱を原因とする乳牛の廃用は毎年150頭以上発生している。さらに、乳量の減少や繁殖成績の低下等を加えると被害は極めて大きい。また、暑熱の影響は高泌乳牛ほど大きくなる傾向にあるため、高泌乳牛の導入によって経営の高度化を図ろうとする酪農家にとって、暑熱対策は重要な課題となっている。

暑熱対策機器は一般的に作業者の判断によって運転されているが、ヒトと乳牛では暑さに対する感覚が異なるため対策が遅れがちになる。また、作業者が乳量水準や温湿度環境等の暑熱対策を行う上で重要な多くの条件を判断して、適切に対策機器を運転する事は難しい。そのため、酪農家の積極的な取り組みにも拘わらず、これらが暑熱の被害を発生させる一因となっている。

また、牛舎内全体の温度低下を目的として普及している細霧システムは、四国地域に多い開放型牛舎では、冷却された空気が舎外の空気と短時間で入れ換わるため、牛舎内の低下温度が1~2℃といわれ、舎内温度が35℃を越える日が珍しくない四国地域ではその防暑効果は十分とはいえない。

そこで、暑熱の被害防止、作業者の負担軽減を図るため、牛舎内の温湿度環境を通じて牛の暑熱ストレスの状態を監視し、対策機器を適切に運転させる制御装置(夏バテ警報装置)及び開放型牛舎において、より防暑効果の高い対策方法(ダクト細霧法)を考案し、二つの技術を組み合わせた効果的な防暑システムを開発した。

2. 研究成果の概要

1) 夏バテ警報装置

暑熱対策機器の制御装置である本装置は牛舎内の温湿度を計測するセンサー、乳牛の暑熱ストレスの程度によって送風機、細霧装置を稼働させる演算装置、



写真1 夏バテ警報装置

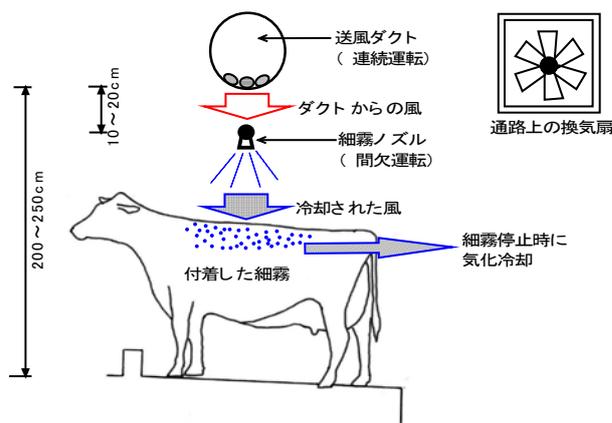


図1 ダクト細霧法の概要

対策装置の稼働条件を設定する液晶タッチパネル等で構成されている(写真1)。

(2) 操作方法はタッチパネルで対象牛あるいは対象牛群の乳量を入力するだけである。

動作は、まず乳牛が不快と感じる体感温度を超えた時間帯のみ牛体への送風を行い日中の体温上昇を抑制する。さらに気温が上昇し、1週間のうち一定の日数で送風機が稼働すると、乳牛にとっての夏が来たと判断し、24時間の送風を開始する。そして、対象牛群の乳量に影響が出始める日平均体感温度に達すれば、日中の細霧散水と24時間送風を併用し、

最大強度の暑熱対策を自動的に実施する。秋になり、気温が低下するようになると、対策強度を自動的に弱め、ランニングコストも最小になるよう稼働する。

2) ダクト細霧法

(1)ダクト細霧法を構成する機器:ダクト送風機、細霧散水装置及び換気扇である。それぞれの構成機器は市販されている製品を使用するため、酪農家が規模や牛舎構造に合わせて容易に導入できる。

(2) 機器の設置方法:最初にダクト送風機をダクト底面が牛床から2~2.5mの高さで外気を取り込むように設置する。ダクトの送風口は直径5~8cmの穴を1頭に対して3つ程度開ける。送風口からの風は斜めに出てくるため、穴は牛床の中心よりも送風機側へ5~20cm程度ずらし、牛が起立した状態で風が肩から十字部に当たるように調節する。細霧ノズルは1頭に1個とし、ダクト送風口から10~20cm程度下に設置する。また、牛舎内の熱や水分を速やかに舎外に運び出すため、換気扇を中央通路上に設置する。既設の送風機がある場合はこれを移設して利用するとよい(図1)。

3) 設置費用及び運転経費

(1) 本防暑システムの設置に必要な費用は、牛舎の規模や導入する製品により変動するが、40頭規模で2列の繋ぎ飼牛舎の場合の目安は、ダクト送風機は2台で10~20万円、細霧散水装置(細霧ノズルや送水ポンプ等)の費用が50~80万円であり、制御装置である夏バテ警報装置が約40万円である。設置は酪農家自身が行えるが、電気工事等を依頼する場合は、工事費が数万円必要となる。

運転経費は40頭規模の場合、1頭1日あたり電気使用料は8~15円程度、水道使用料は2~3円程度が目安である。

4) 効果

(1) 本防暑システムは開放型牛舎でも従来の細霧システムと比べて牛体周辺の温度を大きく低下させることができる。舎内温度が約30℃の晴天時の開放型牛舎において調査した結果、牛体周辺の温度を4.9~5.8℃低下させた(表1)。

(2)雨天時に強制的にダクト細霧法を行った場合、表1の晴天時の低下温度と比べて1~2℃と少なく、気化しなかった水が牛床を濡らした。つまり、高湿度条件下では細霧散水が無駄であり、本防暑システ

表1 ダクト細霧法による牛体周辺の低下温度

測定時刻		13:00	18:00
牛舎内温度	℃	31.2	29.3
ダクト細霧運転時の の背上の温度	℃	25.4	24.4
温度差	℃	5.8	4.9

表2 雨天時の牛舎内温度、ダクト細霧法及びダクト送風による牛体周辺温度

	牛舎内温度 温度 ℃	ダクト 細霧法 ℃	ダクト送風 のみ ℃
7:00	25.4	24.0	25.2
13:00	26.3	24.8	26.2
18:00	26.3	23.9	26.0

表3 ダクト細霧法が搾乳牛の呼吸数及び直腸温に与える影響

		ダクト 細霧法	ダクト送風 のみ
牛舎内温度	℃		
	7:00	24.1	25.2
	10:00	29.5	26.2
	13:00	32.5	26.0
	18:00	29.5	
呼吸数	回/分		
	7:00	52.9	55.8
	10:00	43.4	62.5**
	13:00	66.8	76.3**
	18:00	55.6	67.4**
直腸温	℃		
	7:00	39.0	38.9
	10:00	38.8	39.2**
	13:00	39.3	39.7**
	18:00	39.3	39.7**

注 細霧散水及び送風は8:00に開始した

注 ** : 1%水準で有意差あり

ムの夏バテ警報装置は雨天時や早朝等の湿度の高いときには細霧散水を自動停止し無駄な運転を抑制することができる(表2)。

(3) 本防暑システムのダクト細霧法はダクト送風と細霧散水を併用することで、効率的に牛体から熱を奪うことができる。ダクト細霧法とダクト送風だけの場合を比較すると、運転開始後、ダクト細霧法は呼吸数及び直腸温がダクト送風だけの場合よりも低く推移し、細霧散水の併用により防暑効果が高くなることわかる(表3)。

(4) 本防暑システムにより自然換気の場合と比べて乾物摂取量は約15%、乳量は約10%増加した。また、乳成分は乳蛋白率及び無脂固形分率が有意に上昇した。これは乾物摂取量が増加し、エネルギー充足率が上がったためと考えられる。乳脂率には差が認められなかったが、これは調査した牛群が泌乳中

表4 ダクト細霧法が搾乳牛の乳量、乳成分及び乾物摂取量に与える影響

		ダクト細霧法	自然換気
乳量	(kg)	21.85	19.87 **
FCM	(kg)	22.19	20.16 **
乳脂率	(%)	4.16	4.15
乳蛋白率	(%)	3.56	3.46 **
SNF	(%)	9.12	9.01 **
乾物摂取量	(kg)	19.99	17.25 **

注 **：1%水準で有意差あり



写真2 S氏牛舎に設置したダクト細霧法

期以降の牛であったためと考えられる（表4）。

(5) 愛媛県野村町で本防暑システムを平成12年7月に設置し、実証試験を行った結果、良好な防暑効果が得られた（写真2）。

本システムの設置前と比較して呼吸数は有意に低下した。また、乳牛の正常な体温は38.0～39.0℃といわれているが、従来の送風機の対策では直腸温は38.9～39.7℃であるのに対し、本システム導入後は、牛舎内温度が32℃と高温な環境条件であったが、38.6～39.2℃とほぼ正常な体温であった（表5）。

過去3カ年と装置を設置した平成12年の乳量の推移を比較した結果、装置を設置した平成12年7月から8月における乳量の減少率が緩和し、標準泌乳曲線に近づいた。これは過去3カ年の8月の乳量に対して10～30%の増加に相当した（図2）。

聞き取り調査では設置後、飼料摂取量（特に購入乾草と稲ワラ）の改善が認められた。また、過去3カ年の8月の受胎頭数は0であったが、装置設置後6頭に人工授精を行い、4頭が受胎した。これは飼料

表5 S氏牛舎に設置したダクト細霧装置が呼吸数および直腸温に及ぼす影響

調査日	設置前 7/18	設置後 8/10	
気温	℃	32.0	32.1
湿度	%	54	59
呼吸数	回/分	76.0±11.5	53.3±15.2**
直腸温	℃	39.3±0.4	38.9±0.3 **

注 **：1%水準で有意差あり

注 ダクト細霧装置の取り付けは7月24日

注 設置前は送風機による対策を行っていた

注 測定時刻は13：00、調査頭数は22頭

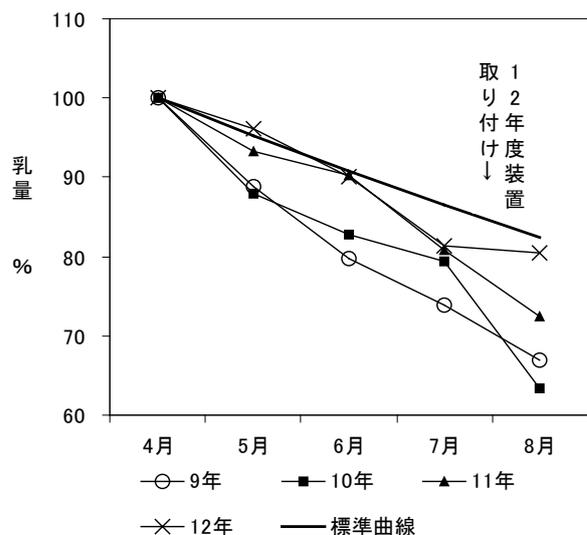


図2 各年の4月の乳量を基準とした場合の各月の乳量

摂取量の増加と正常な体温の維持による結果と考えられる。さらに、ダクト細霧法導入前は熱射病が発生し、廃用になる牛がいたが、導入後には熱射病は発生していない。

5) 利用上の留意点

(1) 対策の効果を最大限にするために乳量の多い牛にあわせて夏バテ警報装置の設定を行う。

(2) 温湿度センサーは直射日光を避け、牛舎内で最も高温となる場所に設置する。

(3) 住宅隣接地域では、ダクト送風機の音量に注意して機種選定をする。

3. 技術導入の効果

本防暑システムは従来の細霧システムとほぼ同額の100～140万円で設置できる。また、1頭1日あたりの運転費用約20円と安価であり、10～30%の乳量増加、夏期の受胎率の向上及び暑熱を原因とする

疾病，廃用牛の発生防止が図られるため，本防暑システムの経済性を含めた防暑効果は高い。また，夏バテ警報装置による自動運転により，作業負担の軽減を図り，無駄な運転を抑制することができる。

4. 参考文献

1) 相井孝允他（1989）：高温時における改良型気化冷却装置の運転が乳牛の各種生理・生産反応に与える影響. 九農試報 25, p291-316.