

# フリーストール牛舎における 懸垂型送風機および細霧装置による暑熱対策の事例

雪印種苗(株) 千葉研究農場

飼料研究室 室長

石田 聡 一

## 1 はじめに

夏期の暑熱ストレスによる乳牛あるいは肉牛の生産性のダウンは大きいものがあります。採食量低下による乳量、増体の減少、さらにルーメン機能の低下やホルモンバランスの変調が加わり、乳量、乳成分の低下が増幅し、あるいは受胎率の低下、免疫力の低下など生産性に直結する種々の障害が生じています。

このような現実の中、投資効果の範囲内で対策を打つことは経営者にとっては当然のことと言えます。

当農場においても、平成4年にフリーストール牛舎(乳牛、肉牛、収容頭数71頭、建築面積約1600m<sup>2</sup>、**写真1**参照)を建てて以降、いくつかの暑熱対策を試み、成果を上げてきたので報告いたします。



写真1 当牛舎 (左側はパーラー舎, 右側はフリーストール舎)

## 2 牛舎における暑熱ストレスとは

夏期、強い太陽熱の輻射熱により、牛舎内の空気の温度も上昇し、牛の体感温度、さらには体温も上がってきます。このようなストレスに対して生体は恒常性(ホメオスターシス)を保つため、種々の調整機能を発揮します。しかし、その結果、採食量の低下、維持エネルギーのアップ、免疫力の低下等の生産性の低下に直結する問題が生じてきます。そのため、経済的に見合うなかで牛舎内の空気の温度、湿度を下げ、牛の体感温度を下げる対策を取ることが必要です。

## 3 換気的重要性

牛の体感温度を下げる方法としては、牛舎の換気があります。外の新鮮な空気を牛舎に入れ、牛の体表面積の温度、湿度を下げます。そうすることで体表の汗の蒸散も進み、体感温度は下がることになります。

牛舎における換気にはもう1つ大きな役割があります。フリーストール通路上のふん尿から発生するアンモニア等の刺激物質の滞留は呼吸器障害の原因となります。これらの刺激物質の濃度を換気により低下させることは牛の健康や生産性を低下させないために大事なことです。

一般に、牛舎における換気には、風および牛舎内外の温度差を利用した自然換気と、換気扇などを利用した強制換気があります。

当フリーストール牛舎においても、設置場所および牛舎構造(軒の高さ、オープンリッジ、屋根の勾配、牛舎壁の開放等)をできるだけ自然換気

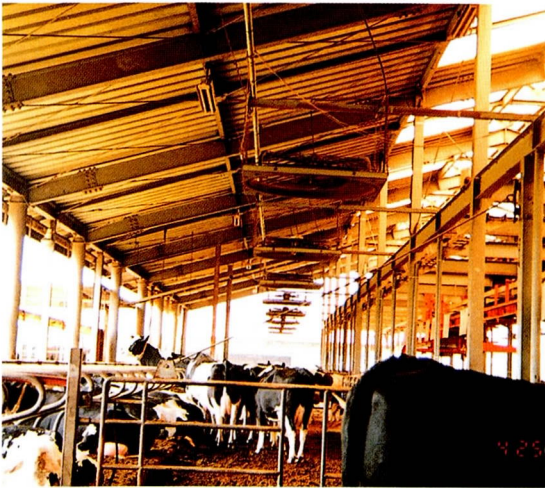


写真2 搾乳側の懸垂型送風機

が十分発揮されるよう考慮しました。

牛舎の側壁を開放した場合、確かに暑熱時には新鮮な空気が入り、換気にはいいのですが、直射日光が牛体に当たったり、厳寒期には冷たい風が入り過ぎて寒冷ストレスになります。暴風時には雨がベッドに入ったりもします。このようなマイナス面を少なくする方法として、写真2にあるような巻き上げ式のカーテンを設置しています。

平成5年には、換気、暑熱対策、ふん尿の水分調整をさらに進めるため、懸垂型送風機を導入し(写真2参照)、その効果を検証いたしました。

#### 4 懸垂型送風機の利用について

強制換気にも、牛舎の換気を重要視し、大型ファンを通路に並行に設置する方式、牛の体感温度を下げることを重点においたダクトファン、気化冷却を利用したクーラー方式の送風機、あるいはふん尿の水分蒸散を重要視した懸垂型送風機など目的に応じた種々の方式があります。

当フリーストール牛舎では写真2にあるように、フリーストール通路上に高さ3 m、幅5.4 mおきに床に対して90度に設置しています。

この設置により、通路のふん尿水分蒸散量は外気温や湿度により大きく異なりますが、自然換気のみが加わり、おおよそ1日1頭当たりによれば、10～30 kgは蒸散していると推定されます。

暑熱時においては、通路上で牛体に風が当たり体感温度が下がるとともに、ふん尿水分の蒸散に

よる気化冷却が働くため、送風前より牛舎内温度が下がることが推定されます。

なお、懸垂型送風機の設置角度を当牛舎のような床に対して90度にするよりは45度に傾けた方が床における気流速度の高い面積が広くなり、蒸散効果が高くなるという報告があり、目下、検討中です。

懸垂型送風機により牛の体感温度を下げるには自然換気が十分あり、舎外からの新鮮な空気が噴流として牛体、通路に当たり、滞流することなく舎外にでるような牛舎構造が必要です。軒の高さや屋根の勾配に問題があったり、牛舎の側壁が十分開放されていない場合、温度、湿度の高い空気を牛体に与えかねないことになります。

当牛舎における懸垂型送風機の設置位置は通路のふん尿の水分蒸散を重要視しているため、ストールベッドの方向に向けていないのですが、牛の暑熱対策を重要視するなら、通路だけでなく、ベッドにも送風機の風が当たるように設置角度を変えることも必要でしょう。

懸垂型送風機にインバーターを設置することで風力を調整することができ、また、電力量を節約することができます。当牛舎では、試験の場合を除いて牛舎内温度(温度センサー設置)によりインバーターで風量調整しています。

夏期では牛舎内温度が35℃以上の時、送風機の負荷量を100%とし、それ以下のときは段階的に下げ、20℃以下では60%とします。

冬期では10℃以上で負荷量を60%、それ以下では段階的に下げ、-5℃以下では30%にしています。

このような設定をした理由としては、牛舎内温度が低い場合、送風機による水分の蒸散効果が低くなることや送風によるストレスが強くなるためと判断したからです。そのため、冬期における懸垂型の送風機による水分蒸散量は夏期における蒸散量の1/3以下と推定されます。この結果、ふん尿材料を堆肥発酵しやすい水分70%以下にするには夏期に比較し3倍前後のおが屑等の水分調整材が必要となります。

#### 5 細霧装置の利用について

平成7年8月からは写真3にあるように、懸垂



型送風機の横上で通路に並行にパイプホースを配置し、1.5 m 間隔に噴射ノズルを設置し、そこからミスト（細霧）を出し、その気化冷却により牛舎内温度を下げる対策を取った次第です。

当牛舎では給餌通路を挟んで左右に乳用育成牛および肉牛用エリアと乾乳牛および搾乳牛エリアがあり、細霧装置は乾乳、搾乳牛側に設置しました。

稼働条件としては、動噴を利用し(写真4参照)、細かい細霧粒子（5ミクロン以上）を発生させ、1ノズル当たりの噴出量を通常は30 cc/分とし、1時間当たりの牛舎全体の水の噴霧量は100 ℓ前後としました。

当農場においても、当初は試行錯誤のなかで稼



写真3 細霧を噴霧中



写真4 細霧装置用に使用した動噴

働条件を検討していったわけですが、この条件を決定するポイントはあくまで気化冷却を効果的な範囲の中で行うことです。当牛舎では、天候が雨でなく、牛舎内温度が上がる日中（午前9時〜午後5時半）としました。去年は残暑が厳しかったため9月の上旬まで稼働しております。気流的には湿度が多少上がっても問題とならない30℃前後です。

この気化冷却の効率を上げるためには、設備費用はかかりますが、牛舎内の温度、湿度をセンサーとして自動制御できる方式にすれば可能となるでしょう。

この細霧装置を使用した場合、牛舎内温度を下げるメリットがありますが、湿度が上がるデメリットがあります。

去年の当農場の調査例（温度、湿度センサーを牛舎給餌通路中央部高さ3 mに設置）では、本装置設置により温度で約1℃下がり、湿度で約3%上がっています（フリーストール通路上では、さらに温度は低く、湿度は高いことが推定されます）。

測定箇所が高いためか温度差がないようですが、フリーストール通路上での牛の体感温度は明らかに下がっていることは、実際、通路やベッドに立ってみて実感する次第です。湿度は確かに上がっていますが、体感温度に影響するようなものではありません。

細霧の噴霧による通路のふん尿水分の影響については、表1に示されるように、噴霧前よりも水分は上昇していますが、暑熱時の懸垂型送風機の水分蒸散効果は非常に高く、噴霧後の水分でも65%以下です。これは、堆肥発酵に良好な水分であり、前述の稼働条件でやる限り問題はないと判断

表1 細霧噴霧による通路ふん尿水分への影響

除  ふ ん 時 の 水 分			
日時	稼働前	日時	稼働後
7/28	55.3%	8/4	65.0%
8/1	56.2%	8/7	63.7%
平均	55.8%	平均	64.4%

注) 1日1頭当たりおが屑1.5kg、戻し堆肥9.6kgを水分調整材として使用。

します。

## 6 懸垂型送風機と細霧装置併用による経済的メリットについて

搾乳牛において、暑熱時の採食量の低下は経済的に大きなダメージとなります。

当農場において、表2に示されるように、生理的に採食量の変動の少ない分娩後60日以上の子牛7頭の稼働直前と直後のDM採食量を調査しましたが、平均1頭当たり0.6kgの差があり、乳量的にも泌乳中・後期の牛が多いにもかかわらず、乳量の減少は見られませんでした。併用効果による長期的な好影響については、比較する対照がないため正確な判断はできませんが、8月中の2回の体重測定(8/8及び8/22)では体重が増加する傾向が見られています。

懸垂型送風機による水分蒸散は、一般的に敷料単独でふん尿の水分調整をするよりは経済的に有利であることが知られています。経費的には成牛100頭規模のフリーストール牛舎では、懸垂型送風機20台及び制御盤1台で180万円前後、電気料は送風機の負荷量にもよりますが、年間30万円前後です。償却費を含めた年間の経費(耐用年数を10年として)を試算すると50万円前後、1日1頭当たり換算すれば15円前後になります。当牛舎の実際の調査でも同様の結果となっております。しかも、換気、暑熱対策の経済効果がプラスされます。

細霧装置設置の経費は、おおよそ300坪(成牛100頭規模)のフリーストール牛舎であれば、動噴、

表2 細霧噴霧による乾物摂取量、乳量への影響

	稼働前3日間 (7/30~8/1)	稼働後3日間 (8/3~8/5)
DM摂取量 (kg)	18.0±1.5	18.6±1.9
乳量 (kg)	27.5±4.4	27.5±3.6
外気温 (°C)	28.8	28.2
湿度 (%)	74	74

注) 調査対象牛は分娩後60日以上(平均分娩後日数179±94日)の子牛7頭、当場TMR飼料を飽食。

ホース、ノズル等一式で70万円以下(設置費を除く)で済むこととなります。ランニングコストとしては、動噴を8時間程度稼働させる電気代(ガソリン代)及び水道代等がかかりますが、1日1頭当たりの経費にすればわずかであり、償却費(耐用年数10年として)を含めた経費の合計でも1日1頭当たりの経費は15円以下(1シーズン9万円以下)と試算されます。

経済的効果は地域、年で変わるわけですが、既に換気扇あるいは懸垂型送風機を設置している方はそれらとうまく組み合わせることで、当農場の調査例にあるような乾物0.5kg以上の採食量のアップがあれば、毎年襲ってくる暑熱時の乳成分、乳量、体重の減少あるいは受胎率の低下を弱めることができます。

経済的に判断しても、経費以上の投資効果があることは容易に試算できます。

## 7 おわりに

懸垂型送風機と細霧装置の併用による方式がすべてのフリーストール牛舎に有効であると確認できませんが、牛舎を建てた場所、構造を十分解析して設置の判断をしていただければと思います。

また、もちろん暑熱対策は、前述のような施設や装置等のハード面だけではありません。暑熱ストレスに耐えられるように牛の体力、健康が保たれているとともに、ルーメンの発酵熱やミネラル代謝を考慮した給与プログラムの検討も必要です。

当農場においても、これまでの暑熱時の飼料給与と牛舎環境の研究成果を生かし、この夏を乗り越えようと準備をしています。気軽にご来場いただければ幸いです。

