

乳牛夏バテ症候群の実用的早期発見技術の開発と効果的対応技術の実証(2)

誌名	徳島県立農林水産総合技術センター畜産研究所研究報告 = Bulletin of Tokushima Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Center Livestock Research Institute
ISSN	1347099X
著者名	渡辺, 裕恭 中井, 文徳 田岡, 弘文
発行元	徳島県立農林水産総合技術センター畜産研究所
巻/号	1号
掲載ページ	p. 23-28
発行年月	2001年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



乳牛夏バテ症候群の実用的早期発見技術 の開発と効果的対応技術の実証

2 牛舎の開口面積と牛舎内の温度および湿度の関係

渡辺 裕恭・中井 文徳^{*1}・田岡 弘文^{*2}

要 約

牛舎内の温熱環境の制御を目指して、必要な基礎的知見を得るため、県内の主要な酪農地域から8戸を選定し、牛舎構造、特に開口面積と牛舎内の環境との関係について調査した。その結果、次のような知見が得られた。1) 牛舎内における1日の平均気温は、牛舎側面の片方面が開口されていないか、もしくは開口面積が少ない牛舎において高い傾向がみられた。2) 牛舎内における日中の最高気温は、平均気温でみられなかった6月においても、側壁および妻壁の開口面積割合が対称でない農家で、高い傾向がみられた。3) 牛舎内における夜間の最低気温は、送風機の稼働が本格化する7月、8月において、送風機の稼働状況(台数)に応じて気温上昇の抑制効果が異なる傾向がみられた。4) 牛舎内における相対湿度については、1日の平均相対湿度、最高相対湿度および最低相対湿度のいずれについてもフリーストール構造の牛舎において高い傾向がみられた。

目 的

我々はこれまで既報^{4,10)}において、防暑対策を行わない条件下での、泌乳牛の生理あるいは生産反応に影響を及ぼす、気温、体感温度(DBT, WBT)、温湿度指数(THI)それぞれの指標における温度域を検討してきた。そして、その温度域は画一的なものではなく、個体の泌乳レベルにより異なることを明らかにしてきた⁵⁾。

加えて、既報¹¹⁾では、牛舎の立地条件、牛舎構造、牛群能力、飼養管理ならびに防暑対策方法により、乳牛の生理生産反応に与える影響が異なることを報告した。

本試験では、牛舎内環境の制御について、必要な基礎的知見を得るため、牛舎構造が牛舎内環境に及ぼす影響について調査を行い、特に開口部面積割合と牛舎内の温度および湿度との関係について調査した。

材料および方法

試験は、平成12年3月25日から11月4日まで14戸の酪農家を対象として実施した野外調査のうち、7戸の酪農家について4月1日から8月31日までの気象データを用いて検討した。

本試験の対象農家は、放射熱の影響を除去するため、野外調査の対象農家のうち、つなぎ飼ひ牛舎では、スレート葺き屋根構造の牛舎から5戸、またフリーストール牛舎では、亜鉛引鉄板(トタン)屋根構造の牛舎から2戸、計7戸を選定し、牛舎タイプで2つに大別し、月毎に調査した。

試験対象農家の牛舎の概要を表1に示した。

調査項目は次のとおりとした。

乾球温度(DBT)・相対湿度(RH)は、牛舎内のスタンション横、ストール横および牛舎内の柱に、塩化ビニル製のT型ソケット(内径200mm)を牛床より高さ2.0mの位置に取り付け、この中にデータロガーを設置し、1時間毎に記録した。牛舎内での設置は2カ所とした。

* 1: 現 県立農業大学校, * 2: 現 三加茂家保健衛生所

統計処理は、得られたデータを用いて、SAS(Statistical Analysis System) の GLM プロシージャにより 処理した^{2,3)}。

表 1 試験対象農家の牛舎概要

項 目	つなぎ飼い牛舎					フリーストール牛舎	
	A 農家	B 農家	C 農家	D 農家	E 農家	F 農家	G 農家
牛舎帳軸方向	東西	東西	東西	東西	南北	東西	東西
延べ床面積 (m ²)	479.7	507.0	377.6	549.0	368.5	607.4	447.7
けい留規模 (頭)	56	50	44	58	44	50	63
側壁面積 (m ² / 片面)	93.1	195.0	89.6	140.7	109.6	100.2	50.8
(開口面積)	93.1	124.8	11.4	66.2	35.6	100.2	24.6
(開口面積)	93.1	124.8	89.6	48.8	—	100.2	24.6
妻壁面積 (m ² / 片面)	55.6	74.8	43.9	44.3	46.6	67.8	97.0
(開口面積)	13.5	28.6	6.1	9.7	13.1	67.8	51.8
(開口面積)	—	12.5	13.7	9.4	8.6	67.8	84.6
2 階部分	有	有	—	—	有	—	—
障害物 (東)	—	—	—	有	—	有	—
(西)	有	有	—	—	—	—	有
(南)	有	有	—	有	有	—	—
(北)	—	—	有	—	—	—	—
送風装置 (最大能力)							
(台 / (290 m ³ / M))	13	14	9	9	4	17	23
(台 / (80 m ³ / M))	—	7	6	11	10	—	—
細霧装置	有	有	有	有	有	有	有

結 果

(1) 牛 舎 構 造

各農家における牛舎の側壁および妻壁の開口割合を表 2 に示した。

側壁の開口面積割合については、つなぎ飼い牛舎のうち A 農家および B 農家では、両側壁に対象に開口部が設けられていた。A 農家および E 農家では、側壁の片側が住居に面し、開口できていない状況であった。また、フリーストール牛舎では、F 農家、G 農家のいずれも両側壁に対象に開口部が設けられていた。

妻壁の開口部は、つなぎ飼い牛舎では、いずれ

表 2 牛舎の壁面積当たり開口割合 (%)

農家	側 壁		妻 壁	
	南 (東)	北 (西)	東 (南)	西 (北)
A	—	100	24	—
B	64	64	38	17
C	100	13	14	31
D	35	47	22	22
E	32	—	18	28
F	100	100	100	100
G	48	48	53	87

の牛舎においても牛舎内への通用口程度の開口面積であった。一方、フリーストール牛舎では、側壁と同様に両妻壁に対象に開口部が設けられていた。

各農家における牛舎の容積当たりの開口面積を表3に示した。

つなぎ飼い牛舎では、1頭当たりの牛舎容積は、22 m³から58 m³であり、また牛舎容積当たりの開口面積は0.04 m²から0.16 m²といずれも各農家間に違いがみられた。一方、フリーストール牛舎では、いずれも1頭当たりの牛舎容積が30 m³以上確保され、また、牛舎容積当たりの開口面積についても0.1 m²以上確保されていた。

表3 牛舎の容積当たり開口面積

農家	容 積 (m ³)	1 頭当 (m ³)	開口面積 (m ² /m ³)
A	1,245.8	22.2	0.16
B	2,915.3	58.3	0.10
C	1,404.8	31.9	0.09
D	2,077.7	35.8	0.06
E	1,547.2	35.2	0.04
F	2,156.1	34.2	0.16
G	1,950.8	39.0	0.10

(2) 牛舎内の気温

牛舎内における1日の気温（平均気温・最高気温・最低気温）について、月毎に平均値をもとめ、表4、5、6に示した。

表4 牛舎内における平均気温 単位：℃

農家	4月	5月	6月	7月	8月
A	16.9 ^a	21.5 ^a	24.0	27.7 ^{ab}	27.9 ^{bc}
B	15.9 ^{bc}	20.7 ^{ac}	23.5	27.1 ^b	27.5 ^c
C	16.5 ^{ab}	21.1 ^{ab}	23.7	27.6 ^{ab}	28.1 ^b
D	16.0 ^b	21.0 ^{ac}	23.8	27.9 ^a	28.8 ^a
E	16.0 ^{ab}	21.5 ^a	24.0	27.5 ^{ab}	28.2 ^b
F	14.5 ^d	20.0 ^c	23.2	27.5 ^{ab}	28.2 ^b
G	15.1 ^{cd}	20.1 ^{bc}	23.6	27.5 ^{ab}	28.0 ^{bc}

* 異符号間で有意差あり

牛舎内における1日の平均気温では、4月において、A農家、C農家およびE農家が有意に高く、5月以降においても高い傾向がみられた。

牛舎内の最高気温では、平均気温では差がみられなかった6月においても各農家間に有意な差がみられた。

また、7月以降からは、各農家間における差が大きくなる傾向にあった。

表5 牛舎内における最高気温 単位：℃

農家	4月	5月	6月	7月	8月
A	20.7 ^{ab}	25.2 ^{ab}	26.7 ^{ab}	30.9 ^b	31.5 ^d
B	20.0 ^{ab}	25.0 ^{ab}	26.7 ^{ab}	30.7 ^b	31.2 ^d
C	21.0 ^a	26.3 ^a	27.5 ^a	31.9 ^a	32.2 ^c
D	20.6 ^a	25.9 ^{ab}	27.5 ^a	32.6 ^a	33.7 ^a
E	20.3 ^{abc}	25.0 ^{abc}	26.7 ^{ab}	30.7 ^b	31.7 ^{cd}
F	19.3 ^{bc}	24.5 ^{bc}	26.5 ^{ab}	31.9 ^a	33.1 ^b
G	18.8 ^c	23.6 ^c	26.2 ^b	30.4 ^b	31.3 ^d

* 異符号間で有意差あり

牛舎内における最低気温では、側壁の片面が住居に面していたA農家およびE農家において高くなる傾向にあった。また、B農家においては、7月に他の農家に比べ、最低気温の上昇が抑えられている傾向がみられた。

一方、フリーストール牛舎のG農家では、他の農家に比べ、6月以降の最低気温の上昇が抑えられていない傾向がみられた。

表6 牛舎内における最低気温 単位：℃

農家	4月	5月	6月	7月	8月
A	12.7 ^a	17.9 ^{ab}	21.6 ^a	24.9 ^a	24.2 ^{bc}
B	11.7 ^{ab}	16.6 ^{bc}	20.7 ^{abc}	24.1 ^{bc}	24.2 ^{bc}
C	12.1 ^a	16.2 ^c	20.3 ^{ab}	24.3 ^{abc}	24.5 ^{abc}
D	10.9 ^{bc}	16.2 ^c	20.4 ^{abc}	24.3 ^{abc}	24.4 ^{abc}
E	12.7 ^a	17.9 ^a	21.5 ^{ab}	24.9 ^{abc}	25.0 ^a
F	10.0 ^c	15.9 ^c	20.1 ^c	24.1 ^c	24.2 ^{bc}
G	10.7 ^{bc}	15.5 ^c	20.7 ^{abc}	24.8 ^{ab}	24.3 ^{abc}

* 異符号間で有意差あり

牛舎内における最高気温と最低気温の差（日較差）について、各月毎に平均値をもとめ、表 7 に示した。

牛舎内の気温の日較差は、最低気温でみられたように、側壁の片面が住居に面していた A 農家および E 農家において少ない傾向にあった。

また、D 農家においては、最高気温の上昇は抑えられていないものの、最低気温の上昇が抑えられている傾向がみられ、フリーストール牛舎の農家よりも日較差が少なくなった。

表 7 牛舎内気温の日較差 単位：℃

農家	4月	5月	6月	7月	8月
A	8.0 ^{bc}	7.3 ^c	5.2 ^d	5.9 ^{bc}	7.3 ^{bc}
B	8.3 ^{abc}	8.4 ^{bcd}	6.1 ^{abcd}	6.6 ^b	7.1 ^{bc}
C	8.9 ^{abc}	10.1 ^a	7.2 ^{abc}	7.6 ^a	7.7 ^b
D	9.7 ^a	9.7 ^{ab}	7.1 ^{abc}	8.4 ^a	9.3 ^a
E	7.6 ^c	7.1 ^d	5.2 ^d	5.8 ^{bc}	6.7 ^c
F	9.3 ^{abc}	8.7 ^{abc}	6.5 ^{abc}	7.9 ^a	8.8 ^a
G	8.9 ^{abc}	8.0	5.5 ^{cd}	5.6 ^c	7.0 ^{bc}

* 異符号間で有意差あり

(3) 牛舎内の相対湿度

牛舎内における 1 日の湿度（平均値・最高値・最低値）について、月毎に平均値をもとめ、表 8、9、10 に示した。

牛舎内における平均相対湿度は、フリーストール

表 8 牛舎内における平均相対湿度 単位：%

農家	4月	5月	6月	7月	8月
A	57.5 ^b	66.6 ^c	79.1 ^c	77.6 ^{bc}	74.6 ^{bc}
B	61.3 ^{ab}	70.6 ^{abc}	82.4 ^{abc}	81.4 ^a	70.7 ^a
C	57.5 ^b	67.7 ^{bc}	79.6 ^c	77.3 ^{bc}	74.1 ^c
D	60.1 ^b	68.7 ^{bc}	79.9 ^c	76.4 ^c	72.7 ^c
E	60.2 ^b	69.2 ^{abc}	80.9 ^{bc}	80.3 ^{ab}	77.3 ^b
F	62.7 ^{ab}	72.5 ^{ab}	83.8 ^{ab}	77.9 ^{bc}	75.3 ^{bc}
G	66.9 ^a	75.0 ^a	85.4 ^a	82.3 ^a	80.6 ^a

* 異符号間で有意差あり

ル牛舎およびつなぎ飼い牛舎のうち B 農家において高い傾向にあった。一方、側壁の片面が住居に面していた A 農家および E 農家では低い傾向がみられた。

牛舎内における最高湿度では、平均湿度と同様にフリーストール牛舎および B 農家において高い傾向がみられた。加えて B 農家では、7 月以降になるとフリーストール牛舎よりも高くなる傾向がみられた。また、側壁の片面が住居に面していた A 農家および E 農家では、平均湿度と同様に低い傾向がみられた。

表 9 牛舎内における最高相対湿度 単位：%

農家	4月	5月	6月	7月	8月
A	75.2 ^c	82.1 ^d	90.3 ^d	90.6 ^c	87.9 ^e
B	80.1 ^{bc}	88.5 ^{ab}	95.1 ^{ab}	94.7 ^a	94.5 ^{ab}
C	75.7 ^c	87.1 ^{bc}	94.2 ^{bc}	92.4 ^{abc}	89.6 ^{de}
D	80.8 ^{bc}	89.1 ^{ab}	94.9 ^{ab}	93.5 ^{ab}	91.7 ^c
E	77.8 ^c	84.1 ^{cd}	92.4 ^{cd}	92.2 ^{bc}	91.2 ^{cd}
F	86.1 ^{ab}	91.3 ^a	96.6 ^a	93.8 ^{ab}	93.1 ^{bc}
G	86.9 ^a	90.9 ^a	96.1 ^{ab}	94.6 ^{ab}	95.3 ^a

* 異符号間で有意差あり

牛舎内における最低湿度についても、平均湿度および最高湿度と同様にフリーストール牛舎において高い傾向がみられた。

E 農家においては、平均湿度や最高湿度では、低い傾向がみられたものの、最低湿度は、高い傾

表 10 牛舎内における最低相対湿度 単位：%

農家	4月	5月	6月	7月	8月
A	40.2 ^{ab}	49.5 ^{ab}	64.7 ^b	62.1 ^{bc}	59.5 ^b
B	42.3 ^{ab}	49.6 ^{ab}	65.1 ^{ab}	64.3 ^{ab}	63.4 ^a
C	37.7 ^b	46.1 ^b	61.6 ^b	58.9	56.7 ^b
D	39.0 ^{ab}	47.2 ^b	62.3 ^b	56.1 ^d	51.4 ^c
E	42.0 ^{ab}	51.9 ^{ab}	67.1 ^{ab}	65.3 ^{ab}	59.1 ^b
F	38.4 ^b	49.8 ^{ab}	65.2 ^{ab}	56.6 ^d	52.1 ^c
G	45.8 ^a	55.4 ^a	71.5 ^a	67.1 ^a	63.3 ^a

* 異符号間で有意差あり

向がみられた。

C農家およびD農家では、低い傾向がみられ、特にC農家では、平均湿度、最高湿度、最低湿度のいずれも低い傾向がみられた。

考 察

(1) 牛舎内における温度

本試験では、最高気温では、平均気温で差がみられなかった6月においても、5月と同様の傾向で各農家間に有意な差がみられた。このことから、この頃が一部の農家における日中の防暑対策の開始時期であると推察され、各農家において、人の感覚により防暑対策が開始される様子が垣間見られたものと考えられる。

暑熱環境では、牛舎側壁のうち1/2以上を開口面積として確保する必要があるとされている⁹⁾。

また、防暑のための畜舎の方位は夏季の太陽の軌跡からみて、一般に畜舎の長軸方位を東西にとる東西棟がよいとされている⁹⁾。

E農家では、側壁の片面が開口されていないことに加え、長軸方位が南北であったことから、本試験において最も環境の悪い牛舎構造であると考えられる。このことは、細霧散水を利用した本格的に防暑対策が開始され始めた7月および8月において相対湿度が他の牛舎に比べ高い傾向がみられたことから推察される。

側面の開口面積が対称でなく、通風率が悪い牛舎における通風の改善策としては、棟部の開放による新たな換気口の設置する方法がある¹⁾。

A農家およびE農家では棟部を開放していないことから、棟部の開放による通風の改善効果が期待できるものと考えられる。なお、棟部の開口による換気は、側面の開口面積割合が1/2以上確保されている場合には、新たな防暑効果は望めないとされている¹⁾。

本試験の対象農家のうち、つなぎ飼い牛舎はいずれも一般的に開放型と呼ばれる牛舎であり、換気方法は自然換気とされている⁹⁾。自然換気は、

牛舎内外の圧力差と温度差で生じる気流による換気である。しかしながら、いずれの牛舎においても牛舎構造に併設および隣接して障害物があり、自然換気の効果は得られないものと考えられ、開口面積割合に加えて、送風機の設置台数の違いにより換気量に差がみられたものと考えられる。

(2) 牛舎内における相対湿度

相対湿度の低下、すなわち空気中の水蒸気を除去することは、呼吸や発汗による潜熱放散を促進させる⁹⁾。本試験では、フリーストール牛舎において相対湿度が高い傾向にあった。本試験の調査対象農家は、フリーストール牛舎内に戻し堆肥を導入している農家でもあり、戻し堆肥の水分蒸散によって湿度が上昇したものと推察されることから、夏季には、戻し堆肥の交換頻度を高めることで、牛舎内の相対湿度を抑制することができるものと考えられた。

B農家については、早期からの細霧の実施によるもの考えらえる。また、7月以降では最高相対湿度も高く、夜間の細霧も実施しているものと推察される。

一般に乳牛では80%を越えると発汗による体熱放散が抑制されるとされているものの、B農家においては、相対湿度が高いにも関わらず、既報¹⁰⁾のとおり暑熱の影響が少なかった。このことは、細霧散水量が多いことに加え、送風機の設置台数が多いことから、風の冷風化の効果があつたものと考えられる。

また、本試験では、最低気温7月以降では、いずれの牛舎においても夜間の対策を実施しても開口面積割合に関わらず効果が少なく、夜間の防暑対策の抜本的な対策の必要性が示唆された。

文 献

- 1) 佐藤義和. 近代酪農, 1987(5);30-33. 1987.
- 2) SAS; SAS/STAT ユーザーズガイド. 6.04 版. SAS 出版社. 東京. 1996.

- 3) SAS ; SAS/ETS ソフトウェアユーザーズガイド. SAS 出版社. 東京. 1996.
- 4) 中井文徳・渡辺裕恭・井内民師. 徳島県畜産試験場研究報告, 39 ; 9-22. 1998.
- 5) 中井文徳. 畜産技術. 8 ; 15-18. 2000.
- 6) 野附巖. 家畜診療, 第 362 号 ; 15-23. 1991.
- 7) 農林水産省北海道農業試験場編. 環境ストレス低減化による高品質乳生産マニュアル ; 85-105. 農林水産省北海道農業試験場. 平成 9 年.
- 8) 北海道農業施設研究会編. 酪農施設・設備ハンドブック. MWP-S・第 4 版. 38-54. 1989.
- 9) 蓑輪雅好. 日本家畜管理研究会誌, 27 (別号); 50-57. 1991.
- 10) 渡辺裕恭・中井文徳・井内民師. 徳島県畜産試験場研究報告. 40 : 5-14. 1999.
- 11) 渡辺裕恭・中井文徳・田岡弘文. 徳島県畜産試験場研究報告. 41 : 23-32. 2000.