

屋根材等による牛舎の断熱効果

石垣 勇 玉城政信

I 要 約

屋根材や断熱塗料の塗布が牛舎の断熱に及ぼす効果を検討したので報告する。

1. 屋根の14時の温度は竹区が36.5°Cと低く、トタン区、コンクリート区は49.9°C、55.5°Cと高かった。
2. 14時における屋根への断熱塗料の影響は、コンクリート区で18.8°C、トタン区で11.9°C上昇を迎えることができた。
3. 各屋根材区の10時から18時における地上1mの平均温度は、コンクリート区<竹区=かんれいしゃ区<トタン区の順となった。
4. 地上1mの断熱塗料の影響は、コンクリート区で0.1~0.4°C、トタン区で最大0.5°C上昇を迎えることができた。

II 緒 言

沖縄県の気象は年平均気温22.4°Cで、日最高気温が25.0°C以上の夏日が年の過半数の197日に及んでいる¹⁾。このような暑熱条件でのホルスタイン種や黒毛和種の飼養は、家畜の耐暑性の向上や飼養管理技術の改善が必要である。

家畜を取り巻く温熱環境要因には、温度、湿度、気動及び放射熱などの気象条件が相互に関係しあっている。家畜に影響する温度は気温だけでなく、太陽熱で暖められた天井と牛舎壁の温度及び家畜自身が発する熱等によって影響をうける。

暑熱環境下での家畜は、採食量の減少等による乳量、増体等の低下やホルモン分泌の変調をもたらす受胎率の低下がおけるとされている²⁾。これらの対策として耐暑性の向上は相当の年月を要する。また、環境改善技術をみると風通しをよくするために開放式牛舎にすること、屋根への断熱塗料の塗布、ひ陰樹の植栽、送風³⁾及び気化冷却⁴⁾等が報告されている。

そこで、今回は太陽熱を直接遮断する屋根の材料の違いや断熱塗料が及ぼす断熱の効果について検討したので報告する。

III 材料及び方法

1. 調査場所

沖縄県畜産試験場内の繁殖・肥育牛舎で行った。

2. 調査期間

調査は1993年7月6日から7月26日の間に実施した。

3. 供試牛舎

コンクリート製の開放式で屋根形状がモニター式の牛舎(14.1m×39.7m)南側とパドック部分の幅4.5mにトタン、竹及びかいかいれいしゃを設置して実施した。また、地上部分はいずれもコンクリートである。

調査屋根材の概要を表-1に示した。なお、断熱塗料(貝殻粉末入り)は1993年6月29日と30日に塗布した。

表-1 調査屋根材の概要

区 分	仕 様	色
コ・塗区	コンクリート140mm+スタイロフォーム30mm+仕上コンクリート60mm+断熱塗料	白
コンクリート区	コンクリート140mm+スタイロフォーム30mm+仕上コンクリート60mm	
ト・塗区	カラータタン0.35mm+断熱塗料	白
トタン区	カラータタン0.35mm	青
竹区	推定遮光率 60%	
かんれいしゃ区	遮光率 95%	黒

4. 調査カ所及び方法等

1) 調査カ所

表-1の6項目の屋根材の屋根、尾根裏、屋根下50cm、地上1m及び地表部分の合計30カ所を調査した。屋根裏の測定は高さがコンクリート部分で3.7mの地点、トタン、竹及びかんれいしゃのパドック部分は2.8m地点で調査した。

2) 調査日

調査期間中で直射日光が牛舎屋根にかかり、微風の6日間に実施した。

3) 調査時刻及び方法

10時、14時及び18時の1日3回測定し、10時は9時30分から10時30分の間に行い、14時、18時も同様に実施した。

ハンナ防水型ポータブル温度計HI9060を用い、屋根部分は温度計センサー部分の直射日光をさけて温度を測定した。

IV 結果及び考察

1. 屋根

屋根の温度を図-1及び表-2に示した。10時の屋根の温度は、コンクリート+断熱塗料区(コ・塗区)が32.5℃と最も低く、カラータタン区(トタン区)47.3℃が高かった。コ・塗区は、竹区を除いた全ての区より1%水準で有意に低かった。

竹区34.9℃及びカラータタン+断熱塗料区(トタン・塗区)は35.0℃と低く、その順序は、コ・塗区<竹区<トタン・塗区<かんれいしゃ区<コンクリート区<トタン区となった。

最も気温が上昇する14時は、竹区が36.5℃と最も低く、次いでコ・塗区36.7℃でコンクリート区が55.5℃と高かった。その順序は竹区<コ・塗区<トタン・塗区<かんれいしゃ区<トタン区<コンクリート区となり、10時に比べてコンクリート区がトタン区より上昇が大きかった。このことは、コンクリート区は材料厚が230mmで、トタン区の厚さは0.35mmと薄いため風により放熱がなされやすいためと考えられる。

18時も14時とほぼ同じ傾向であったがトタン区の温度の低下が12.6℃と大きかった。

これらのことから、断熱効果の高い屋根材としては、竹及びかんれいしゃが有効と考えられるが、雨の侵入を防止することが出来ない欠点やかんれいしゃは強風に弱い欠点があるので考慮する必要がある。

コンクリート屋根の断熱塗料の影響は、14時でコ・塗区36.7℃、コンクリート区55.5℃と断熱塗料を塗布することにより18.8℃上昇を抑えることができた。また、トタン屋根の10時においても12.3℃上昇を抑制した。これらのことから、屋根への断熱塗料の塗布は屋根の温度上昇を抑制する効果が大きいと考えられる。

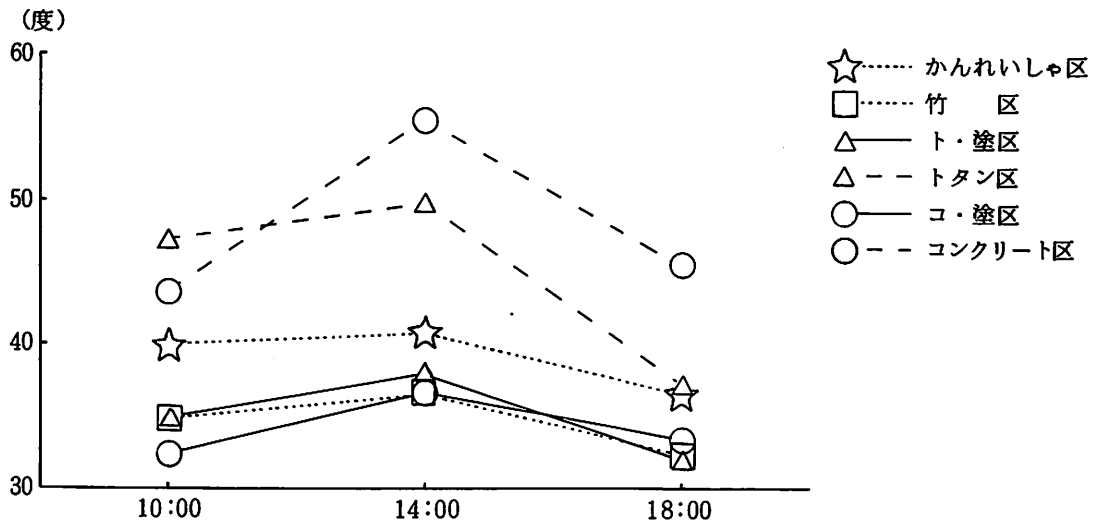


図-1 屋根の温度変化

表-2 屋根の温度 (°C)

区分	コ・塗区	コンクリート区	ト・塗区	トタン区	竹区	かんれいしゃ区
10:00	32.5 ^A (-11.1)	43.6 ^{B*} ③	35.0 ^C (-12.3)	47.3 ^{B*} ④	34.9 ^{B*} ①	39.9 ^{B*} ②
14:00	36.7 ^A (-18.8)	55.5 ^{B*} ④	38.0 ^B (-11.9)	49.9 ^{B*} ③	36.5 ^B ①	40.7 ^B ②
18:00	33.4 ^A (-12.2)	45.6 ^B ④	32.1 ^{A*} (-5.2)	37.3 ^{A*} ③	32.4 ^A ①	36.5 ^A ②

注) 異符号間に1%水準で有意差、○番号は低い順序 ()は断熱塗料をしてない区との差

2. 屋根裏

屋根裏の温度を図-2及び表-3に示した。最も気温が上昇する14時の屋根裏の温度は、コ・塗区が30.4°Cと最も低く、次いで竹区の33.0°Cで、トタン区が48.8°Cと高かった。その順序はコ・塗区<コンクリート区<竹区<トタン・塗区<かんれいしゃ区<トタン区となった。コンクリート区が31.4°Cと他の区より低いのは、その内部に断熱材のスタイロフォームが設置されているためと考えられる。

18時も屋根の温度同様に14時とほぼ同じ傾向であった。

これらのことから、スタイロフォームを設置したコンクリートの屋根は屋根裏への熱の移動が少なく、断熱効果の高い屋根材と考えられた。

コンクリート屋根の断熱塗料の影響は、18時でコ・塗区30.0°C、コンクリート区31.9°Cと断熱塗料を塗布することにより1.9°C上昇を抑えることができた。また、トタン屋根の10時においても14.6°C上昇を抑制した。これらのことから、屋根への断熱塗料の塗布は屋根裏の温度上昇を抑制する効果が大きいと考えられる。

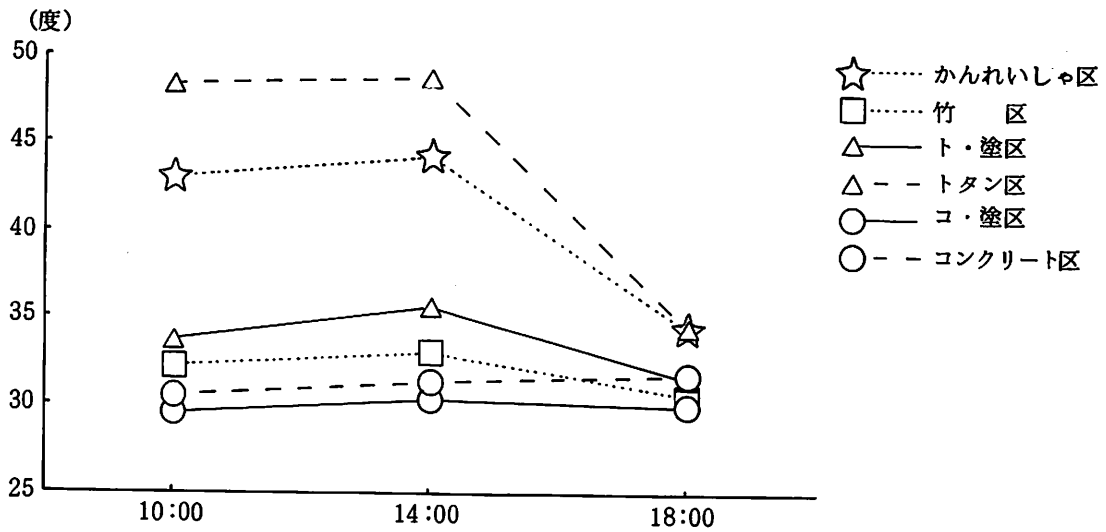


図-2 屋根裏の温度変化

表-3 屋根裏の温度 (°C)

区 分	コ・塗区	コンクリート区	ト・塗区	トタン区	竹 区	かんれいしゃ区
10:00	29.6 ^A (-0.9)	30.5 ^A ①	33.8 ^{B^a} (-14.6)	48.4 ^{B^bγ} ④	32.3 ^{B^d} ②	43.1 ^{B^bγ} ③
14:00	30.4 ^A (-1.0)	31.4 ^{B^a} ①	35.7 ^{B^b} (-13.1)	48.8 ^{B^cγ} ④	33.0 ^{B^d} ②	44.3 ^{B^cγ} ③
18:00	30.0 ^A (-1.9)	31.9 ^B ②	31.5 ^{B^a} (-3.1)	34.6 ^{C^bγ} ④	30.7 ^d ①	34.5 ^{C^bγ} ③

注) 異符号間に1%水準で有意差、○番号は低い順序 ()は断熱塗料をしてない区との差

3. 屋根下50cm

大型送風機の設置場所を想定して屋根下50cmの温度を測定し、その結果を図-3及び表-4に示した。屋根下50cmの温度は、いずれの測定時刻でもコンクリート区が低く、次いで竹区、かんれいしゃ区、トタン区の順となり屋根裏とほぼ同じであった。しかし屋根裏の10時のコンクリート区とトタン区の差が17.9°Cであったのに対し、屋根下50cmの同時刻の温度差は2.9°Cと少なくなった。

このことは、開放式牛舎により風通しがよく、暖まった屋根裏の暖気が移動したためと考えられる。

コンクリート屋根へ断熱塗料を塗布することにより屋根下50cmの温度は0.9~1.9°C上昇を抑えることができた。また、トタン屋根においても0.7~2.4°C上昇を抑制した。

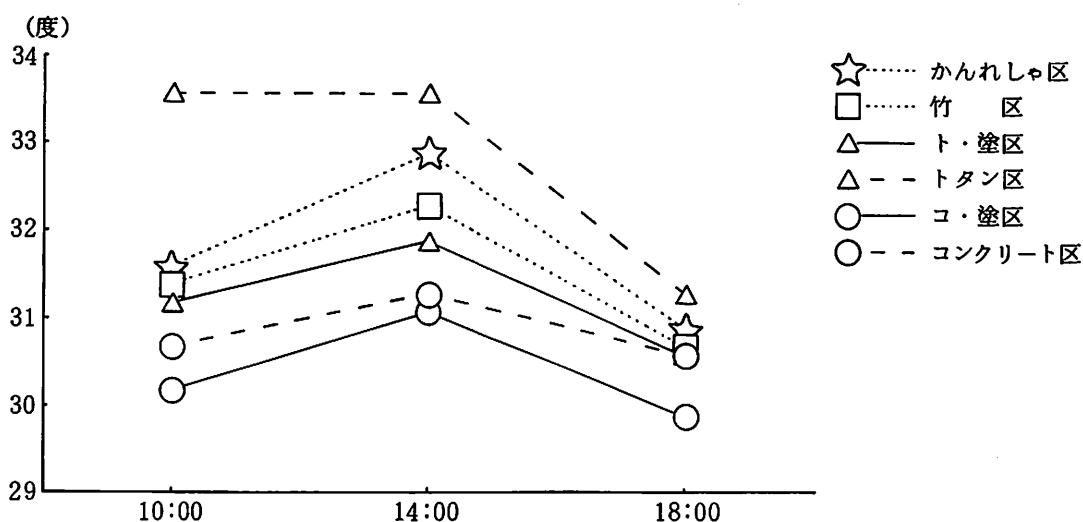


図-3 屋根裏50cmの温度変化

表-4 屋根下50cmの温度 (°C)

区 分	コ・塗区	コンクリート区	ト・塗区	トタン区	竹 区	かんれいしゃ区
10:00	30.2 ^A (-0.5)	30.7 ^A ①	31.2 ^B ^A (-2.4)	33.6 ^B ^B ^A ④	31.4 ^A ②	31.6 ^B ^A ③
14:00	31.1 ^A (-0.2)	31.3 ^A ①	31.9 ^A (-1.7)	33.6 ^B ^B ④	32.3 ^B ②	32.9 ^B ③
18:00	29.9 ^A (-0.7)	30.6 ①	30.6 (-0.7)	31.3 ^B ④	30.7 ②	30.9 ③

注) 異符号間に1%水準で有意差、○番号は低い順序 () は断熱塗料をしてない区との差

4. 地上 1 m

牛と接する位置を想定して地上1mの温度を測定し、その結果を図-4及び表-5に示した。

地上1mの温度は、10時及び14時の測定時刻でコンクリート区が他の区より低かった。なお、屋根裏及び屋根下で最も温度の高かったトタン区の14時の温度は31.5°Cで、竹区やかんれいしゃ区より低かった。このことは、竹やかんれいしゃは遮光率がトタンより低いため直射日光が入ってくるためとも考えられるが要因は特定できなかった。

18時の温度は断熱塗料を塗布していない全ての区で30.3°Cであった。このことは、直射日光が弱くなりなおかつ風通しが良いためと考えられた。

10時から18時までの各屋根材の平均温度では、コンクリート区が30.7°Cで最も低く、トタン区の31.1°Cが最も高かった。

コンクリート屋根へ断熱塗料を塗布することにより地上1mの温度は0.1~0.4°Cの上昇を抑えることができた。また、トタン屋根においても最大で0.5°Cの上昇を抑制した。

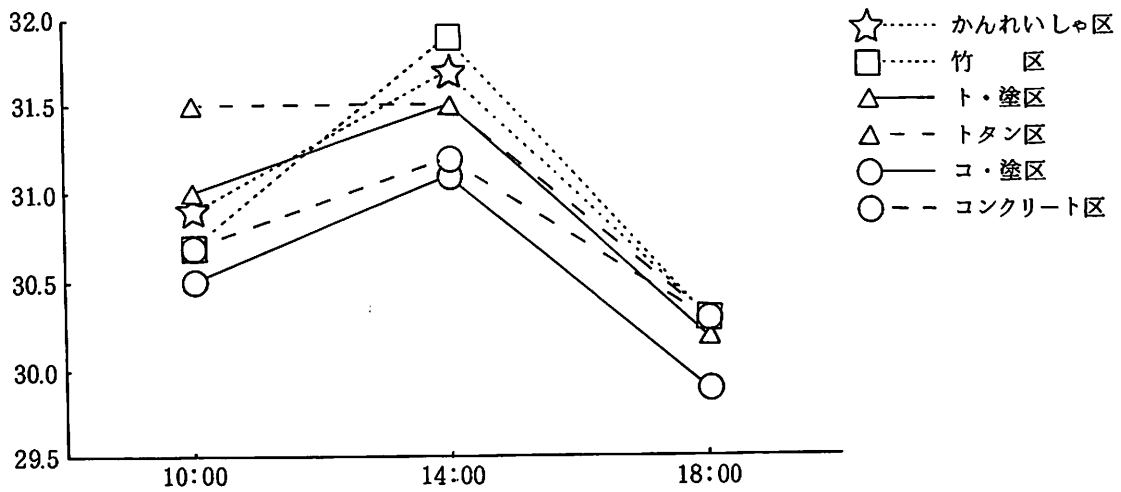


図-4 地表1mの温度変化

表-5 地上1mの温度

(°C)

区分	コ・塗区	コンクリート区	ト・塗区	トタン区	竹区	かんれいしゃ区
10:00	30.5 (-0.2)	30.7 ①	31.0 (-0.5)	31.5 ④	30.7 ②	30.9 ③
14:00	31.1 ^A (-0.1)	31.2 ^A ①	31.5 (0.0)	31.5 ②	31.9 ^B ④	31.7 ③
18:00	29.9 (-0.4)	30.3	30.2 (-0.1)	30.3	30.3	30.3

注) 異符号間に1%水準で有意差、○番号は低い順序 () は断熱塗料をしてない区との差

5. 地 表

地表の温度を表-6に示した。トタン区の18時の測定は、西日がトタン区の殆どを占めて測定ができなかった。

地表の温度は、コンクリート区が29.9~30.2°Cとすべての測定時刻で他の区より低かった。

コンクリート屋根へ断熱塗料を塗布することにより地表の温度は0.2~0.8°Cの上昇を抑えることができた。また、トタン屋根においても0.4~0.8°Cの上昇を抑制した。

表-6 地表の温度

(°C)

区分	コ・塗区	コンクリート区	ト・塗区	トタン区	竹区	かんれいしゃ区
10:00	29.4 ^A (-0.8)	30.2 ^A ①	30.9 ^B (-0.8)	31.7 ^B ③	31.4 ^B ②	31.7 ^{Bb} ③
14:00	30.2 ^A (-0.2)	30.4 ^A ①	31.6 ^B (-0.4)	32.0 ^{Bb} ②	32.7 ^{Bb} ③	33.0 ^{Bb} ④
18:00	29.6 ^A (-0.3)	29.9 ^A ①	31.6 ^B	-	32.1 ^B ②	33.0 ^B ③

注) 異符号間に1%水準で有意差、○番号は低い順序 () は断熱塗料をしてない区との差

V 引用文献

- 1) 国立天文台編、1993、理科年表、269、丸善株式会社
- 2) 野附 巖・山本禎紀、1991、家畜の管理、33～45、分永堂出版
- 3) 石垣 勇 外 2 名、乳牛における送風の経済効果、1990、沖縄畜試研報、28、27～35
- 4) 相井孝允 外 2 名、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、九州農試報告、25、291～316

研究補助：玉城照夫