

## 15. ドローンを活用した屋根遮光塗料塗布による暑熱対策

西部振興局

○野原香菜・池上哲生

### 【背景および目的】

大分県西部地域は、県内における生乳生産量の過半を占める酪農地帯である。その一方で、夏季の最高気温が38℃を記録するなど全国的な猛暑地域でもある。暑さに弱い乳牛は暑熱ストレスを受けやすいことから、飼料摂取量の低下による乳量の減少や、繁殖機能の低下など、生産性に様々な悪影響を及ぼすことが知られている（図1）。

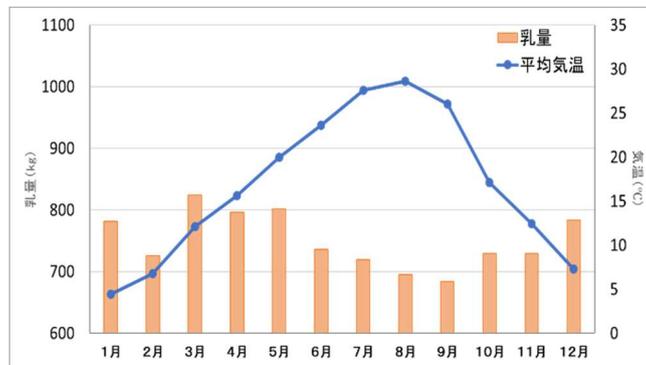


図1 日田市の平均気温と乳量の関係

牛舎内温度が上昇する原因は屋根の輻射熱の影響が最も大きいといわれており、当地域の酪農家では、これまで屋根散水（写真1、2）や、石灰およびセラミック塗料の屋根塗布（写真3、4）といった暑熱対策に取り組んできたが、これらは屋根の形状や強度、施工費用負担などが制限要因となって、実施している農場は一部に限られている現状である。こうした中、屋根の形状を選ばず、実施コストが比較的安価な暑熱対策技術の確立が解決の一つであると考え、ドローンによる屋根への遮光塗料塗布の実証を行い、効果を検証した。

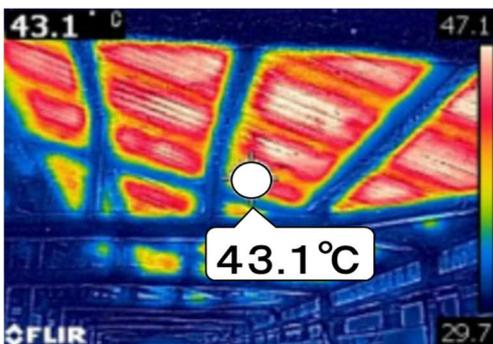


写真1 屋根散水（施工前）

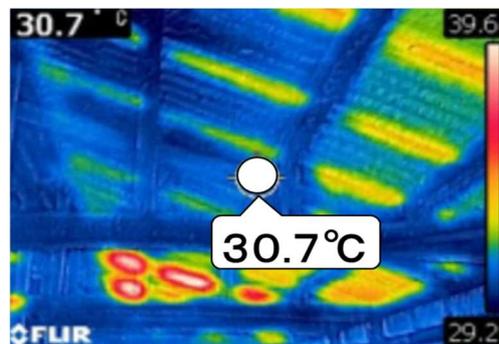


写真2 屋根散水（施工後）

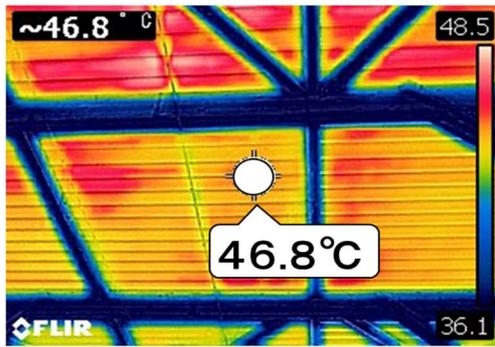


写真3 セラミック塗布（施工前）

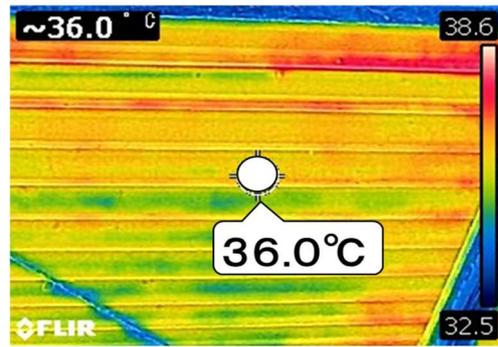


写真4 セラミック塗布（施工後）

従来の石灰およびセラミック塗布（以下「従来法」という。）とドローンを活用した塗料塗布のそれぞれのメリット、デメリットを図2に示した。前者では、屋根の補修、洗浄を行うために作業者が屋根に上らなければならないが、後者では、屋根の補修や洗浄を行わず直接塗布が可能であるため、安全性が高い。

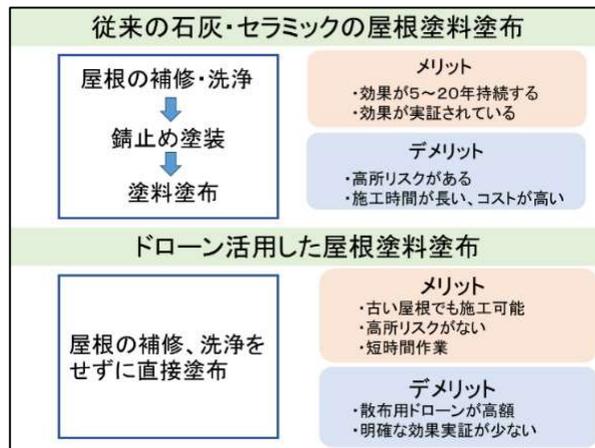


図2 従来法とドローン塗布の比較

### 【取組内容】

一般的に酪農家で普及しているスレートその他、一般的に肉用牛農家で普及している畜産波板（硬質塩化ビニル）と小規模な肉用牛農家で普及しているビニールハウスの異なる3つの牛舎屋根素材に対して、事前に屋根の洗浄を実施せずに遮光塗料（ファインシェードスカイ）を産業用ドローンを用いて直接吹きつけ、それぞれの屋根の裏面の温度を測定したほか、作業時間や費用および個体乳量についても調査した。

### 【結果】

#### （1）牛舎屋根の素材別の裏面温度

##### ① スレート屋根

施工箇所の裏面の温度は平均 43.1°C、無施工箇所の裏面の温度は平均 51.3°Cとなり、遮光塗料塗布により、8.2°C低くなった（写真5、6（2024年7月31日測定））。

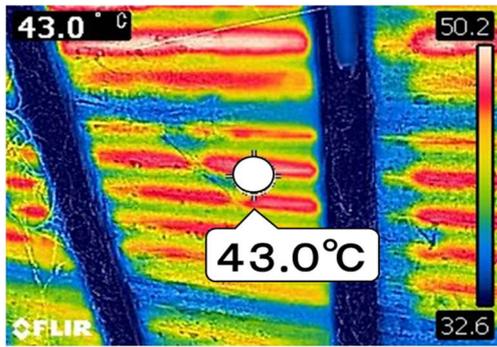


写真5 遮光塗料あり

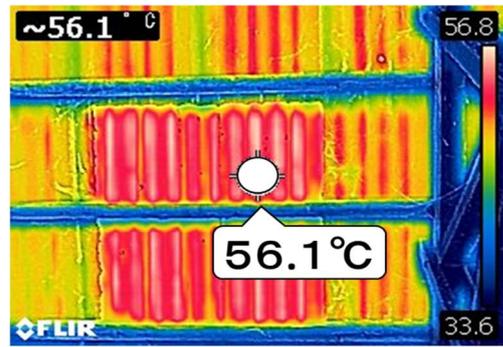


写真6 遮光塗料なし

② 畜産波板屋根(硬質塩化ビニル)

施工箇所の裏面の温度は 33.3°C、無施工箇所の裏面の温度は 39.0°C となり、遮光塗料塗布により、5.7°C 低くなった (写真7、8 (2024年8月21日測定))。

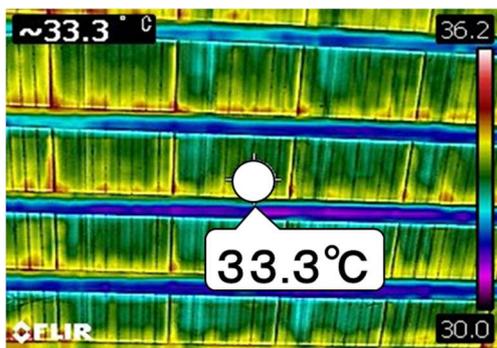


写真7 遮光塗料あり

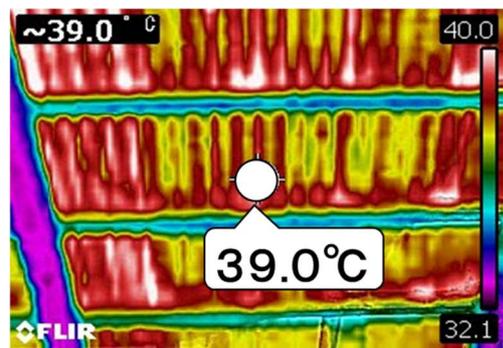


写真8 遮光塗料なし

③ ビニールハウス

施工箇所(遮光カーテンなし)の裏面の温度は 39.8°C、無施工箇所(遮光カーテンあり)の裏面の温度は 51.3°C となり、11.5°C の差があった (写真9、10 (2024年8月27日測定))。

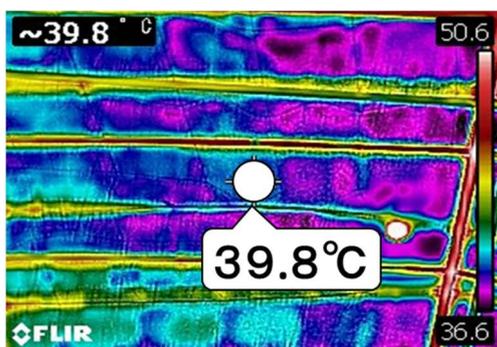


写真9 遮光塗料あり

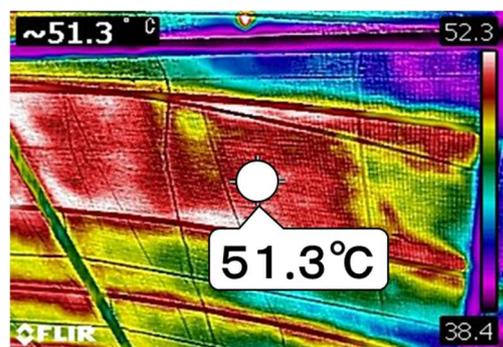


写真10 遮光カーテン

以上の結果より、いずれの異なる素材の牛舎屋根で効果が認められた。

(2) 作業時間

今回の実証試験では、500 m<sup>2</sup>の塗布作業に対して製品1個（8割）を原液のまま使用したが、飛行回数は1回で済み、塗布に要した飛行時間は約5分であった。塗布面積が500 m<sup>2</sup>を超える場合には塗料液の補充やバッテリー交換が必要となるが、その時間を考慮しても、500 m<sup>2</sup>当たりおよそ15分で作業可能である。

### （3）作業費用

今回の塗布に要した経費を500 m<sup>2</sup>施工した場合に換算すると102円/m<sup>2</sup>であった。これは従来の石灰塗布（2,000円/m<sup>2</sup>）やセラミック塗布（4,500円/m<sup>2</sup>）よりも安価である。

### （4）個体乳量

8月の1頭当たり1日の個体乳量は、実証試験を行った前年の2023年が36.4kgであるのに対して2024年は36.6kgと大きな差は認められない。しかしながら、8月の猛暑日数（35℃以上を観測した日数）は、2023年が2日であるのに対して2024年は18日と格段に増加しており、こうした中であって乳量の減少を抑える効果があったものと推察できる（図3）。

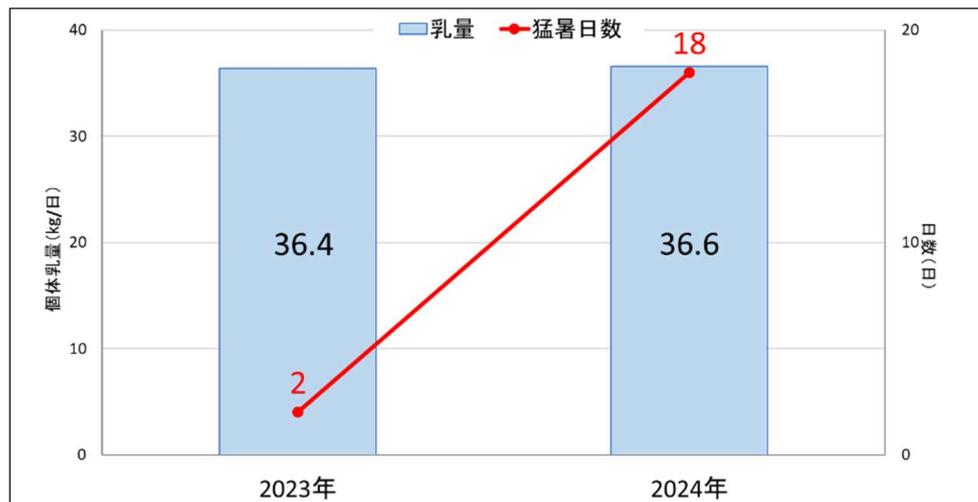


図3 個体乳量と猛暑日数の関係

### 【まとめ】

今回の実証試験により、従来法よりも安全かつ省力、低コストで暑熱対策を行えることが実証できた（図4）。ただし、連日35℃を超える近年の異常な夏季の外気温に加え、家畜自体の熱放散でさらに高温になる牛舎内の温度を下げる技術としては不十分と考えられ、送風や噴霧、散水といった従来の対策と組み合わせて複合的に行うことが前提と考えるべきである。

	石灰塗布	セラミック塗布	ドローン塗布	屋根散水
m <sup>2</sup> 単価(円)	△	△	◎	○
持続性	○	◎	△	△
作業時間	△	△	◎	○
作業人数	△	△	◎	○
取組みやすさ	○ (形状・コスト)	○ (形状・コスト)	◎	△ (高所作業)

\* 本実証試験は低コスト、簡素化を目的としたものであり、慣行型の塗布剤効果等を否定するものではありません。ビニールハウスや老朽化の進んだ屋根材等、高所作業が困難な物件に対する実証試験として実施しております。

図4 屋根暑熱対策の比較

#### 【今後の展望】

現状では塗料塗布を行うドローン事業者が少ないことが課題であるが、今回の実証試験に協力していただいた当地域のドローン作業受託組織と継続して調査実証を行いながら協力体制を強化し、組織における事業の柱へと確立していきたいと考えている。

また、今回の検証では、ビニールハウスにおいても高い効果が確認できたことから、園芸分野における活用はもとより、遊休化した園芸ハウスを低コスト牛舎へと活用する場面における活用も想定される。