

屋根散水による施設内冷却技術マニュアル



群馬県農業技術センター
Gunma Agricultural Technology Center



栃木県農業試験場
Tochigi Prefectural Agricultural Experiment St.



農研機構
NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

目次

1	施設野菜生産における温暖化対策の現状と課題	1
2	屋根散水とは？ 冷却の原理	2
3	屋根散水の長所と短所	3
4	設置の方法（1）天窓のないハウスの場合	4
5	設置の方法（2）天窓のあるハウスの場合	7
6	効果的な冷却を行うコツ	9
7	野菜栽培試験結果（イチゴ育苗）	10
8	野菜栽培試験結果（トマト① パイプハウス）	11
9	野菜栽培試験結果（トマト② ガラスハウス）	12

1 施設野菜生産における温暖化対策の現状と課題

年平均気温は年々上昇しており、今後も続くと予想されます。このようななかで夏場の施設野菜生産はますます困難になっていくことが懸念されるため、高温対策技術が必要です。

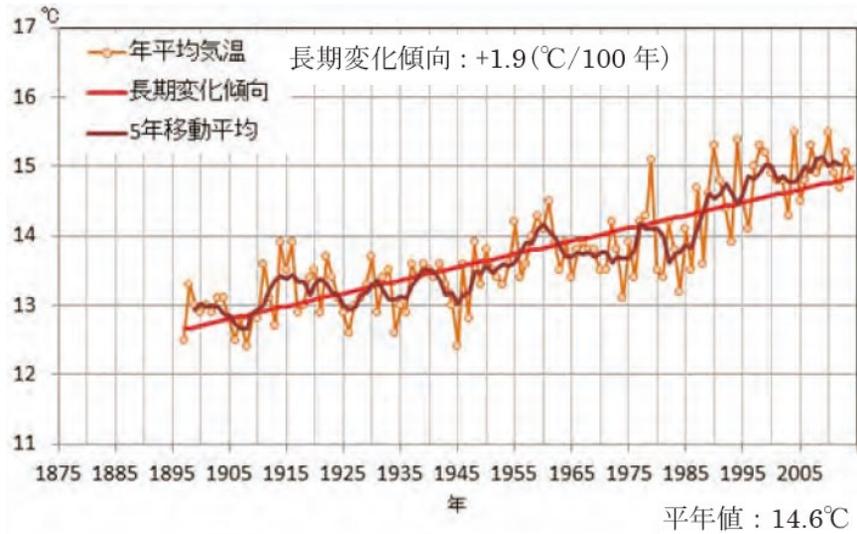


図 前橋の年平均気温の推移
(気象庁ホームページより)

●施設野菜生産における高温対策技術には何があるか？



これらの高温対策法は設置コストが高く、小規模ハウスでは過剰投資になる可能性があります。

**これから紹介する屋根散水は
低コストで自力設置ができるため小規模ハウス向きの技術です！**

2 屋根散水とは？ 冷却の原理

屋根散水とはハウスの屋根上に散水し、屋根面を冷却することでハウス内部の気温を下げる方法です。屋根面の冷却効果の90%は水が蒸発するときに奪う気化熱によるものです（水温の影響は比較的小さいです）。このため、屋根面の広い範囲で水の気化が起きるほど冷却効果は高くなります。

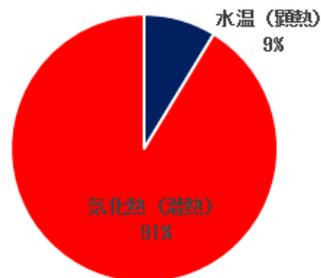
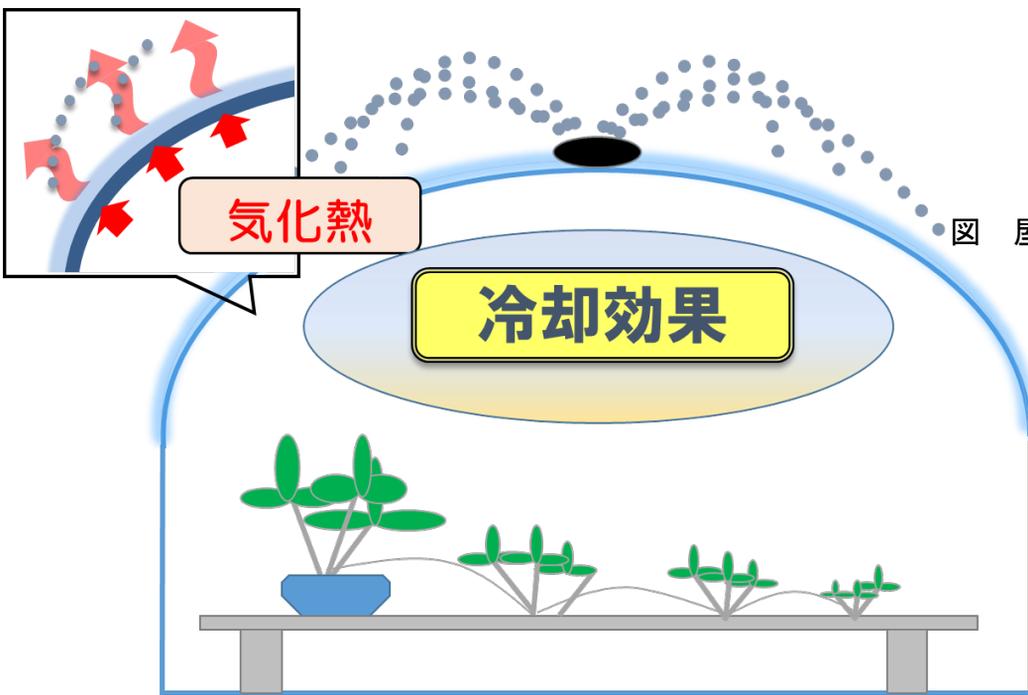


図 屋根面の冷却に寄与する熱
※2016年9月10日測定

**屋根全面を広く濡らすと気化熱をたくさん奪える
→ 冷却効果が高くなる！**

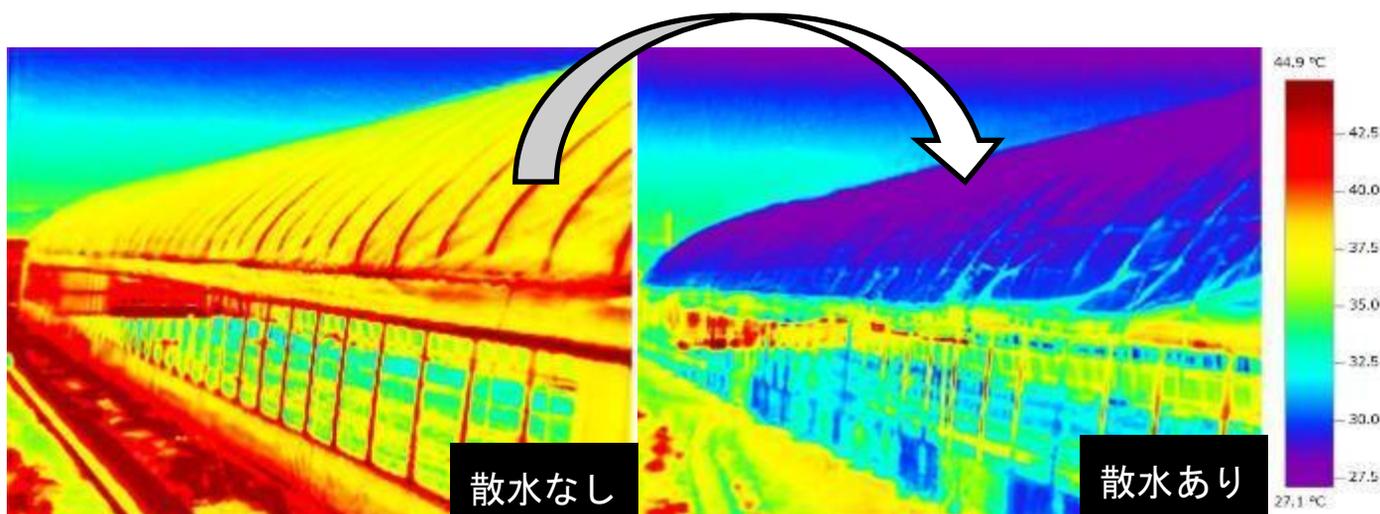


図 サーモグラフィーで撮影した画像

長所

○設置コストが安い

使用する部材（散水チューブ、支持具など）は一般に広く出回っているもので、ホームセンターなどで安価に入手できるものばかりです。

○設置・撤去作業が簡単

2~3人の労力で自力で設置することができます。冷却が必要でない時期（冬季など）には取り外しが簡単にできます。

短所

○水質の良い水が大量に必要

汚れた水を使うと散水チューブが詰まったりフィルム面が汚れたりするので、散水には水質の良い水を使う必要があります。水質のよい井水が使用できる場所ならタダですが、そうでない場合は水道水を使う必要があるため、水道代がランニングコストとしてかかります。

○冷却効果は天候に左右される

屋根散水は水が気化しやすい条件ほど効果を発揮します。このため、冷却効果の大小はそのときの天候に大きく左右されてしまいます。曇雨天のときには冷却効果はほとんどありません。

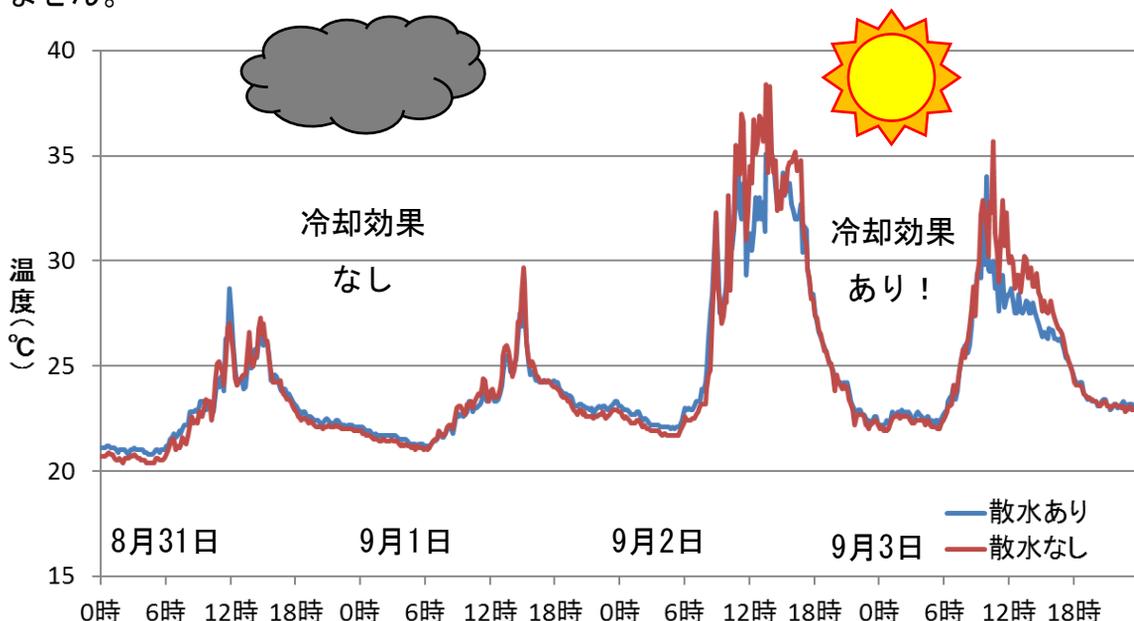


図 晴れの日の気温と曇りの日の気温

4 設置の方法（1）天窓のないハウスの場合

サイド換気のみ使用するパイプハウスや単棟ハウスの場合、サニーホースを使用した簡単な支持具を自作することで、灌水チューブをハウス上にまっすぐ、しっかりと固定することができます。

○使用資材

NO.	メーカー等	資材名	参考価格	備考
1	住化農業資材	スミサンスイR育苗	21,000円	100m巻
2	住化農業資材	チューブフィルター（R用）	245円	
3	住化農業資材	スクリュニップル	440円	
4	住化農業資材	R用ワンタッチストッパー	250円	
5	タカタ	サニーホース	3600円	40cm径、20m巻
6	石本マオラン	マイカー線	2000円	500m巻

①サニーホースを7cm幅に切り、両端にパンチ穴を開けます。



②パンチ穴にパイプハウスの屋根頂上から地面まで半周分の長さ＋縛る余裕をもたせた長さのマイカー線をとります。



③以上で支持具の完成です。これを散水チューブの長さ2mごとに1つ作ります。

④ハウスに屋根上に遮光資材を乗せます。(写真はパオパオ90)



⑤ハウスの脇にロープを置いて、その横に支持部材を通した散水チューブを置きます。



⑥支持部材をおよそ2m間隔で配置し、片方のマイカー線をロープに結びつけます。



⑦ロープをハウスの屋根上を通過させて反対側に動かします。これで散水チューブが屋根上に上がります。



⑧ロープからマイカー線を取り外し、ハウスの側面に縛って固定します。このとき、支持部材が屋根の頂上に来るように調整しながら縛ると、散水チューブが屋根の頂上にまっすぐ配置されます。



⑨継ぎ手、ストッパーをつけたら完成です！



5 設置の方法（2）天窓のあるハウスの場合

天窓があるガラスハウスで屋根散水をする場合は、散水チューブ等が天窓の開閉作動へ影響しない位置への設置が必要です。さらに、排水がハウスのサイド換気に影響しないように排水用の樋をつける等の排水対策も必要となります。

NO.	メーカー等	資材名	参考価格	備考
1	住化農業資材	ミストエースS54	21,000円	100m巻
2	住化農業資材	チューブフィルター（R用）	245円	
3	住化農業資材	スクリーニップル	440円	
4	住化農業資材	R用ワンタッチストッパー	250円	
5	住化農業資材	パッカー式吊り具 Sタイプ	3,800円	20セット
6		直管パイプ		

①パッカー式吊り具のアームの向きを変えます



②ハウスよりやや長い直管パイプにパッカー式吊り具を1m毎に取り付けます。



③パッカー式吊り具へ散水チューブを設置します。



④この支持部材ごとガラスハウスの上、天窗の下に設置します。



⑤直管パイプを固定します。ハウス側面に樋をつけたら完成です！



6 効果的な冷却を行うコツ

コツ① 外部遮光資材を使用するべし！

外部遮光資材を使用するメリットは2つあります。1つは散水チューブとハウスとの擦れによってハウスが傷つくのを防ぐことです。もう1つは外部遮光資材が水を含むことで屋根面を広く濡らすことができ、広い面積で水の気化熱が奪えることにより、冷却効果が高くなることです。

イチゴ苗のようにすでに遮光資材の使用が一般的な作物では、慣行の遮光資材の上に散水チューブを乗せればOKです。トマトのように強い光が必要な作物の場合は、べたがけで使う不織布（商品名；パオパオ、パスライトなど）をハウスの上に展張し、その上に散水チューブを乗せると、光透過性を保ちながら屋根面の水持ちを良くすることができます。

コツ② 水量の節減には間断散水が有効！

連続して散水すると水量が多くかかりますが、間断散水をするとう水の節減になります。市販のタイマーつきバルブを使用すると散水間隔を自由に設定することができます。外部遮光資材の水持ちが良いと散水間隔を広げることができます、より節水ができます。



図 市販のタイマー付きバルブ

コツ③ 屋根面から作物までの距離が重要！

屋根散水は屋根面を冷やします。したがって屋根に近い位置では冷却効果が高いですが、屋根面から遠くなるにしたがって冷却効果は薄れます。

例えばベンチ上で育苗するポット苗や立性栽培の作物では効果があらわれやすく、地面スレスレで生育する葉物野菜では効果はあらわれにくいです。また、高軒高ハウスよりも低軒高ハウスのほうが効果があらわれやすいです。

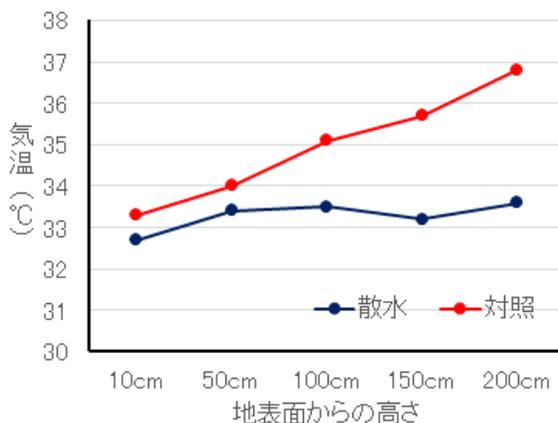


図 高さ別の温度 ※高さ250cmのパイプハウス
2015年8月22日測定

コツ④ 散水角度を低くすると風にあおられにくい！

風が強い日に上向きに散水すると、風にあおられて屋根面に水がかからなくなります。なるべく散水角度の低い（横向きに散水する）散水チューブを使用することで風にあおられるのを防ぐことができます。

7 野菜栽培試験結果（イチゴ育苗）

試験概要

試験場所：パイプハウス（間口4.5m、奥行き20m、高さ2.5m）

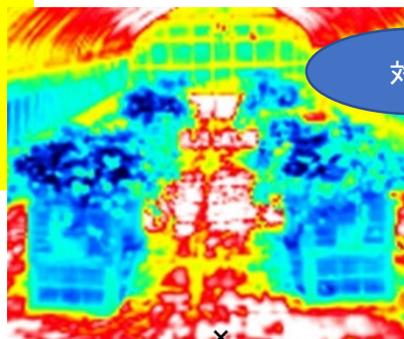
遮光資材：ふわふわSL40（遮光率40%）

散水方法：7月20日～9月20日。晴天時の9時～16時に散水。

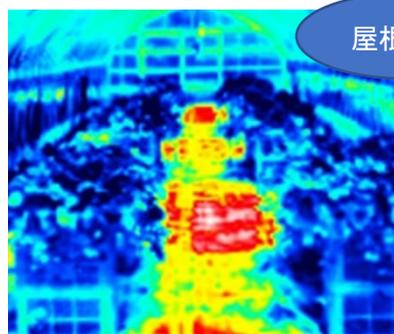
品種：やよいひめ



育苗風景



対照



屋根散水

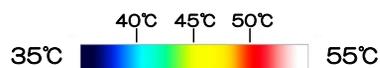
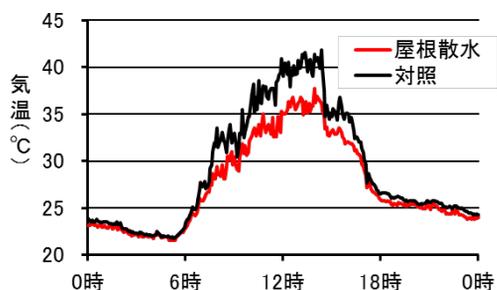


図 サーモグラフィー画像と温度変化

表 イチゴの収穫時期と年内収量

試験実施年	処理	開花始め	収穫始め	年内収量 (kg/10a)
2013年 (25.9°C)	屋根散水区	11月9日	12月14日	190
	対照区	11月17日	12月21日	28 *
2014年 (24.1°C)	屋根散水区	10月31日	12月21日	298
	対照区	11月2日	12月16日	247 ns
2015年 (23.2°C)	屋根散水区	10月28日	12月11日	303
	対照区	10月26日	12月3日	301 ns
2016年 (26.5°C)	屋根散水区	11月10日	12月10日	672
	対照区	11月13日	12月16日	525 *

※カッコ内の数値は8月下旬～9月上旬の平均気温(伊勢崎アメダス、平年値25.9°C)

イチゴの花芽分化期の気温が高い年では、屋根散水をすることで花芽分化が促進され、開花が早くなり、年内収量が増加しました。

【本試験条件での費用対効果の試算】

	金額 (10aあたり)	内訳
収益増加	185,616円	試験実施4年平均、kg単価2051円 (12月、都中央5か年平均)
費用増加	12,148円	散水資材 (耐用年数3年)
差し引き	173,468円	

8 野菜栽培試験結果（トマト① パイプハウス）

試験概要

試験場所：パイプハウス（間口4.5m、奥行き20m、高さ2.5m）

遮光資材：パオパオ90（遮光率10%）

散水方法：晴天日の9時～16時に10分間隔で4分散水

品種：CF桃太郎ヨーク（8月上旬定植）

光を通しつつ水持ちを良くするために不織布（パオパオ90）を展張した。



節水のためタイマー付きバルブを使用し間断散水を行った。

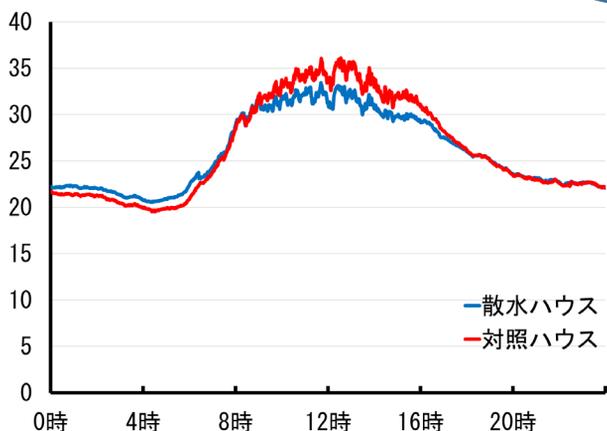


図 ハウス内の温度変化

屋根散水を行うことで裂果の割合が低くなり、可販果収量が高くなりました。



表 トマトの収量

試験実施年 (定植日)	処理区名	総収量 (g/株)	上物収量 (g/株)	上物率 (%)	障害果発生率(%)			
					空洞	乱形	チャック	裂果
平成29年 (8/8)	散水区	1,496	905	60.5	2	0	4	34
	対照区	1,424	782	54.9	1	2	4	43
平成30年 (8/9)	散水区	1,627	1043	64.1	3	0	3	28
	対照区	1,612	956	59.3	3	0	4	34

【本試験条件での費用対効果の試算】

	金額（10aあたり）	内訳
収益増加	119,963円	試験実施2年平均、kg単価457円（9～11月、都中央5か年平均）
費用増加	57,990円	パイプハウス4棟として試算 散水資材（耐用年数3年）、不織布（耐用年数2年） タイマー付きバルブ4台（耐用年数5年）
差し引き	61,973円	

9 野菜栽培試験結果（トマト② ガラスハウス）

試験概要

試験場所：ガラスハウス（間口5m、奥行き10m、軒高3m、棟高4.3m）

遮光資材：なし

夜間冷房：スポットクーラー（ナカトミ）

散水方法：7月23日～10月3日。晴天時の日中に散水。

品種：麗容、麗妃（7月23日定植）



図 屋根散水の実施状況とサーモグラフィによる温度変化（手前：屋根散水ハウス、奥：対照）

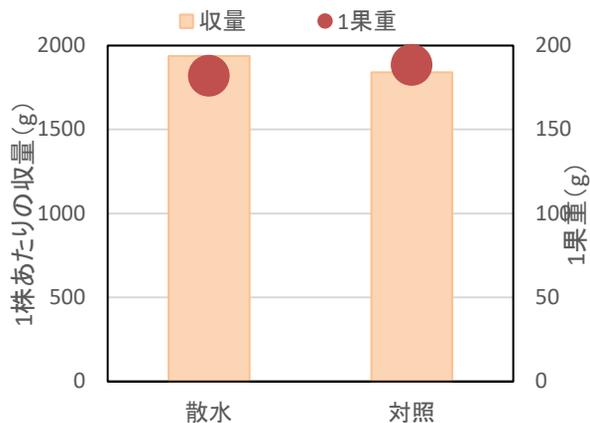
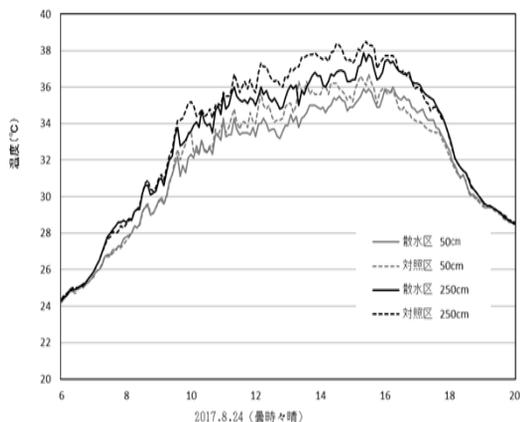


図 ハウス内の温度

図 屋根散水が収量及び1果重に及ぼす影響

トマトの促成長期どり栽培（8月上旬定植）において、屋根散水で最大2°C温度低下しました。生育や収量に大きな差は見られませんでした。他の暑さ対策技術（スポットクーラー）と組み合わせることで、低段花房の収量は向上しました。

【本試験条件での費用対効果の試算】

	金額（10aあたり）	内訳
収益増加	80,229円	kg単価457円（9～11月、都中央5か年平均）
費用増加	30,553円	5m間口×50m長さ4連棟として試算 散水資材（耐用年数3年）、スポットクーラー（耐用年数5年）
差し引き	49,676円	

屋根散水による施設内冷却技術マニュアル

令和2年3月発行

担当研究機関： 群馬県農業技術センター
栃木県農業試験場
農研機構 野菜花き研究部門

本マニュアルは、農林水産省委託プロジェクト研究「温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発」により実施した研究成果に基づき作成しました。

本資料は「私的利用」または「引用」など著作権法上認められた場合を除き、無断で転載、複製、放送、販売などの利用をすることはできません。

編集・発行
群馬県農業技術センター
〒379-2224 伊勢崎市西小保方町493
栃木県農業試験場
〒320-0002 宇都宮市瓦谷町1080
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
〒305-8666 茨城県つくば市観音台3-1-1

問い合わせ先
TEL. 029-838-8988（農研機構本部広報部広報課）