

ミストを使った高温対策技術を開発 ～夏の施設も涼しく収量アップ!～



愛知県は果菜類や花きなどの施設園芸が大変盛んで、愛知県農業の特色となっています。周年を通じて栽培が行われ、冬期は適度な日射量や温暖な気候を利用して作物の栽培に適した環境を整えることができます。しかし、夏期昼間の園芸施設は換気を行っても40℃を超えるため、作物の生育や開花が大きなダメージを受け、生産物の品質・収量が低下します。そのため、現場からその対策が強く求められていました。

農業総合試験場では、水の気化熱を利用して園芸施設の室温を降下させるドライミスト（超微粒ミスト）の効率的利用技術の開発に取り組み、トマト・バラ収量の5割アップ、花壇苗出荷時期の前進化・品質向上を達成しました。本冊子では、そのポイントを紹介します。

「農林水産省・新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」（2009～2011年度）による研究成果です。

園芸施設での高温対策の基本は昇温の抑制

施設内の温度をコントロールするには、
「換気」、「遮光」、「冷房」
の3つの方法があります。

①換気：施設内の空気を外気と入れ換えることで室温を下げます。

園芸施設の換気場所は入り口・側窓・天窗です。

内部は高温で、大規模な連棟施設ほど風通しが悪く換気効率が低下します。

「自然換気」

- ・天窗、側窓などの換気窓を開放する換気方法
- ・気温上昇抑制に有効なのは、開口部が広く窓の位置が高いこと

「強制換気」

- ・一般的には換気扇を利用する換気方法
- ・強制的に暑い空気を排出し、反対側の吸気口から外気導入

②遮光：施設内に入る太陽光線の量を減らすことで室温を下げます。

施設の外部や内部に光を反射・吸収させる被覆資材を張ります。

(遮光によって太陽光線の量が減少すると生育や品質に負の影響あり)

「被覆資材」の張り方

- ・屋根から離し上部に張る→気温上昇抑制に最も有効
- ・施設屋根に直に張る
- ・多くは施設内の屋根下に張る

注意！！ 遮光率を上げすぎないことが必要

③冷房：施設内を冷却することで室温を下げます。

「ヒートポンプ式エアコン」

- ・昼間の利用は、ランニングコストが著しく高い
- ・一般の園芸作物では経済的にあわない(資料編2を参照)

「地下水利用冷却」

- ・地下水は使用可能地域が限定される(普遍的でない)

「気化冷却」

- ・方式により安定した昇温抑制効果が得られる
- ・ランニングコストの低い昼間の冷房ができる

昼間の冷房なら

気化（蒸発）を利用した「気化冷却法」が有効

(気化冷却法の原理は資料編1を参照)

代表的な気化冷却法

方法	細霧冷房	パッド&ファン (資料編2を参照)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室内に噴霧した粒径30～100ミクロン (μm) の水滴を気化させることで冷却 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室側面に設置したパッドの表面を水で濡らし外気を吸入させて冷却
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ パット&ファンに比べて設備費が安価 ・ 設置が比較的容易で、様々な作物で利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 制御性が良い ・ 作物が濡れない
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気温が乱高下する ・ 連続噴霧できない (気化しきれない) ・ 気化できなかった細霧は植物体に付着して「濡れ」になる ・ 「濡れ」は病気を誘発 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 草丈の高い作物では空気が流れにくく利用しにくい ・ パッド側とファン側の間で温度差を生じやすい

細霧冷房のデメリットを解消した

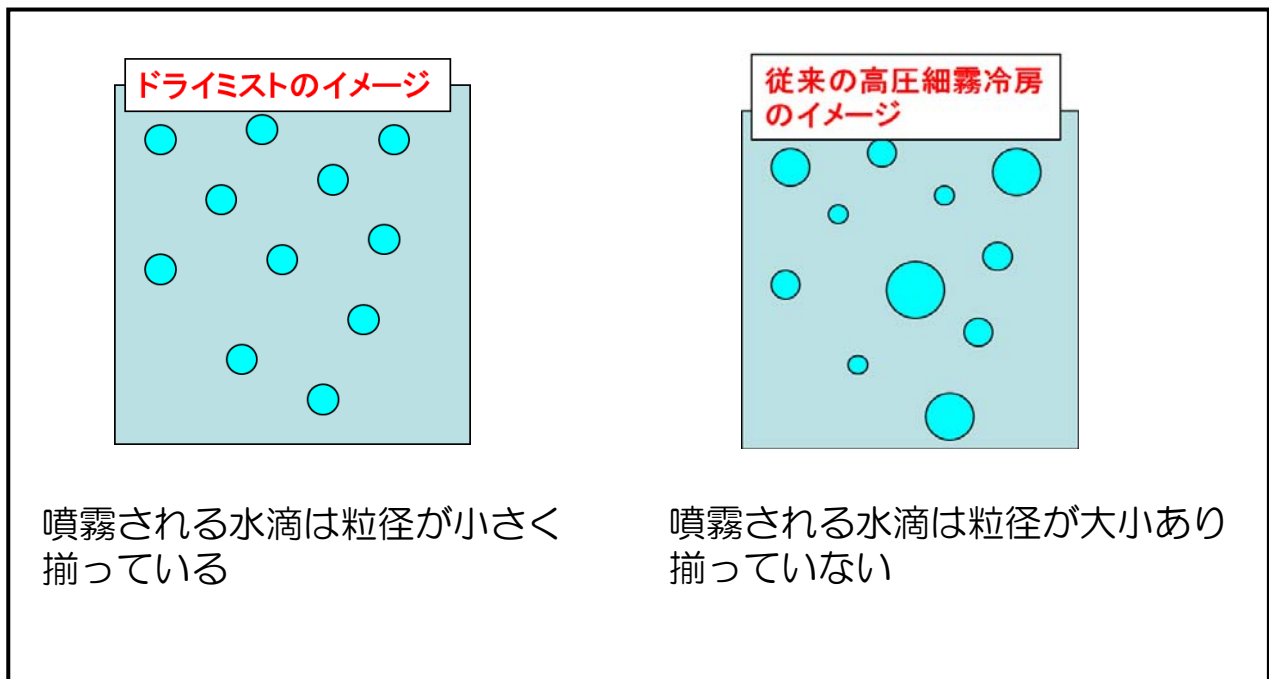
より粒径の小さい細霧を発生させる農業用のシステムが開発されました

温室など施設内でも濡れが発生しにくくなり、
粒径は十数ミクロンと小さいため
超微粒ミスト (super micro mist) 「ドライミスト」
と呼んでいます。

ドライミストの特性

◎改良したノズルを用い、高圧で噴霧を行います

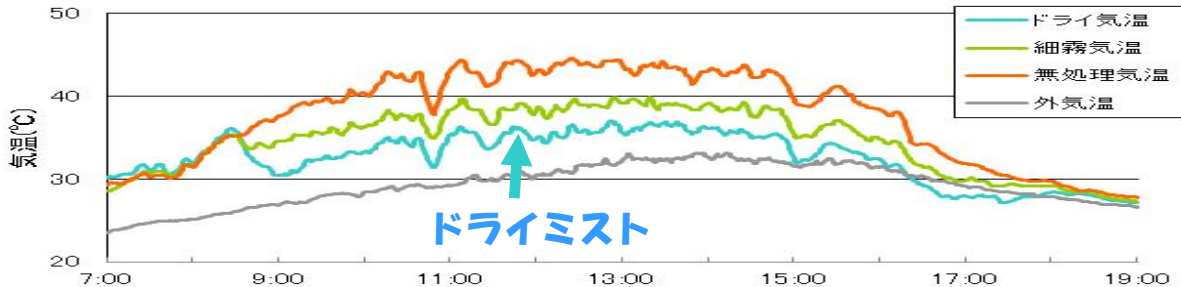
- ・ 粒径が小さく揃った霧→14～16ミクロン
- ・ 蒸発が早い→昇温抑制効果が高く濡れない
- ・ 温度と湿度が安定→病害発生心配なく、作業者も快適



- ・ 園芸施設で昼間の冷却に使用します。
- ・ 植物体や作業者が濡れません。
- ・ 冷却効果が安定しています。
- ・ 遮光率を下げて日光を有効に利用できます。
- ・ 省エネルギーで連続運転が可能です。
- ・ 植物の生育に適する気温・湿度を維持できます。

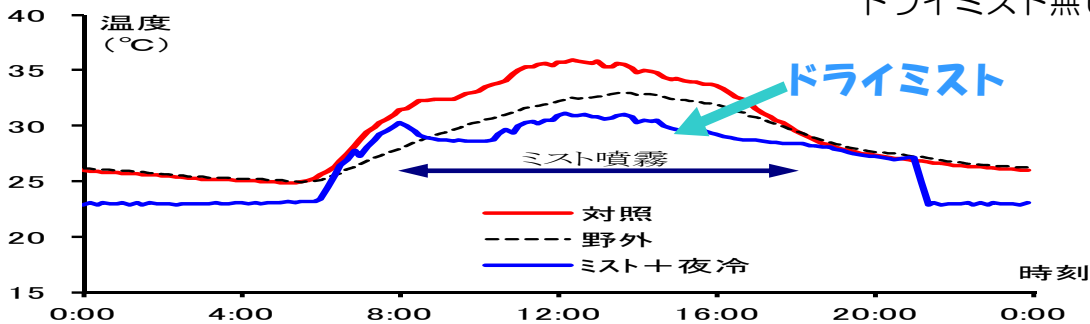
ドライミストの噴霧試験結果

1 無遮光ビニルハウス（トマト）でのドライミストの昇温抑制効果



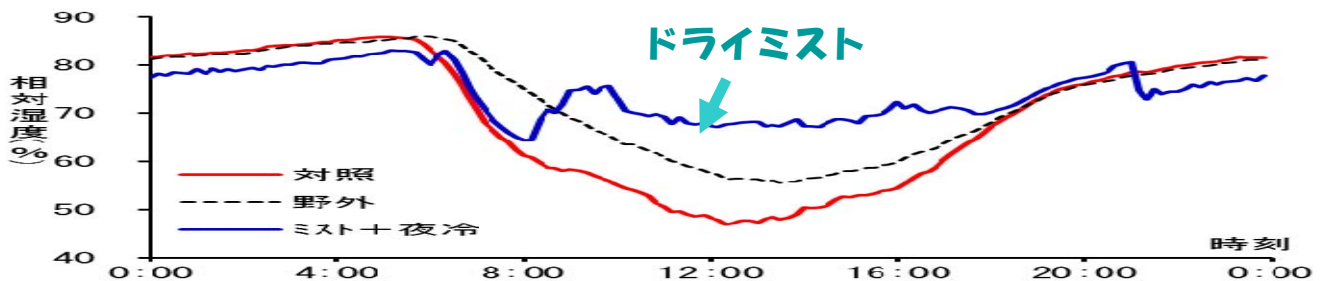
トマト：平均気温で慣行のハウスより5℃以上低くない、細霧冷房よりも冷却効率が良いです。

2 無遮光ガラス室（バラ）での昇温抑制効果 注) 対照区はドライミスト無し、夜冷無し



バラ：平均気温は通常よりも4～5℃低く、葉温は約4℃低下します。

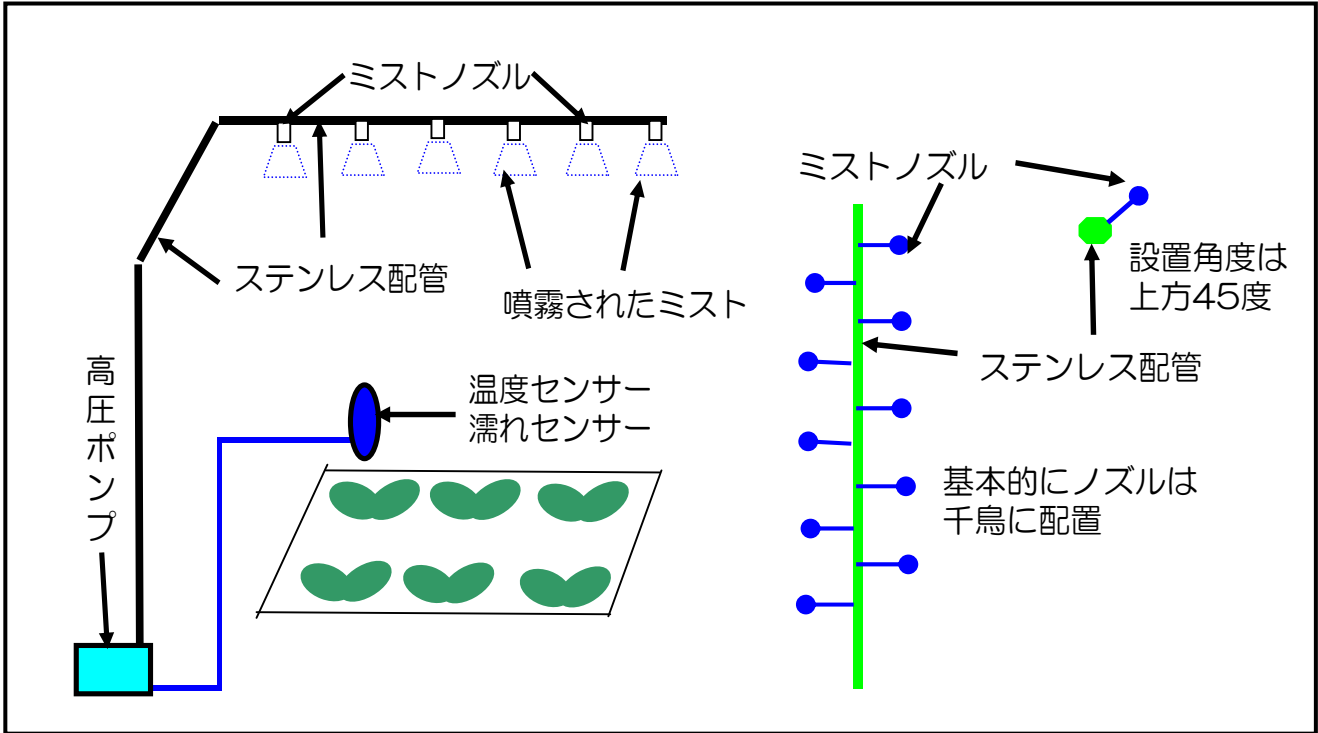
3 無遮光ガラス室（バラ）での加湿効果



バラ：適切な湿度(65～75%) に保てるので夏の強い日差しを光合成に有効に利用できます。

ドライミストのシステムと動作

1 ベーシックタイプ



基本動作の流れ

温度

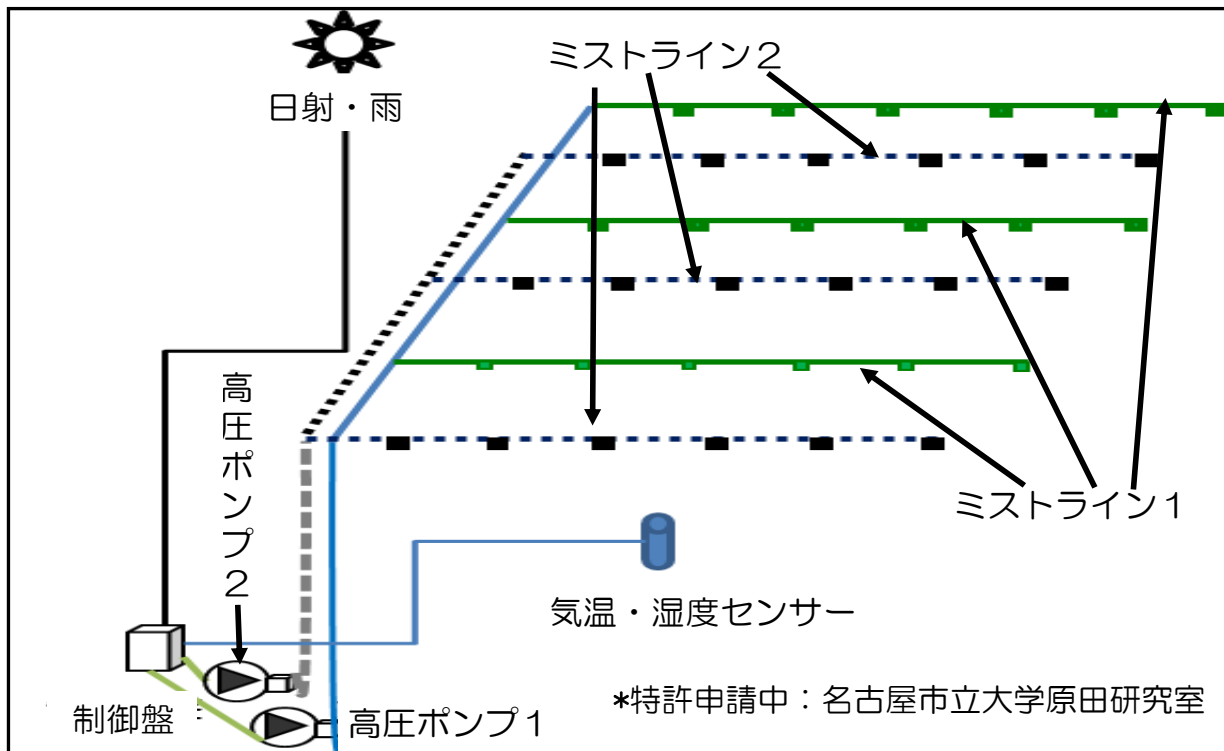
- ・温度センサーで気温を感知
- ・設定温度を越えたらミストを噴霧開始
- ・設定温度を下回ったらミストを停止

湿度

- ・ミストを連続噴霧
- ・湿度が上がって濡れセンサーが濡れを感知
- ・ミストを停止

基本仕様	高圧ブランジャーポンプを6.0MPaで稼働
	専用ノズルは一流体式 ぼた落ち防止バブル付き
	ノズル設置角度は上方45°
	設置ラインの本数や位置にあわせて、ノズルはフレキシブルに配置
	ノズルは作物から1~2mの高さに設置
	濡れない連続噴霧となるようノズル数で噴霧量を決定
	制御は温度・濡れセンサー

2 多段階制御タイプ（濡れない連続噴霧のために）



「多段階制御*のドライミストシステムの構成」 (なごミスト設計有限会社)
※高圧下、長期耐久性と連続的な気温降下を得るため2系統システムを採用

多段階制御の流れ

制御

- ・ 温度と湿度の設定をかえた2つの系統を2台のポンプで別々に稼働

温度

- ・ 温度設定の低い系統1が噴霧開始
- ・ さらに温度が上昇して高い設定温度を超えると系統2で噴霧開始
- ・ 2系統の同時噴霧で気温が下がれば系統2が停止

湿度

- ・ 低い方に設定した湿度より下がれば系統1が噴霧開始
- ・ 2系統を同時に噴霧して高い方の設定湿度を越えると系統2が停止

日射量

- ・ 2系統同時に噴霧中に、日射量が低下したら設定温度を下回っていても系統2停止

効果

- ・ 1系統のみの稼働なら噴霧水量が半減して濡れない。
- ・ 気温の上下動が減り、気象変化にも対応できる。

園芸施設での使用事例

1 バラでの利用効果

(1) 無遮光栽培

無遮光栽培でも
花弁焼け・葉焼け
が発生しません。



(2) 省エネ

昼間にドライミスト

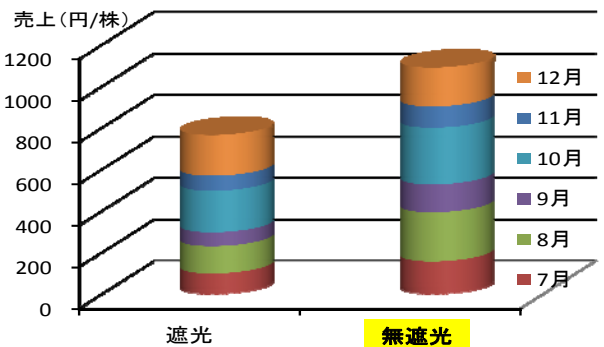
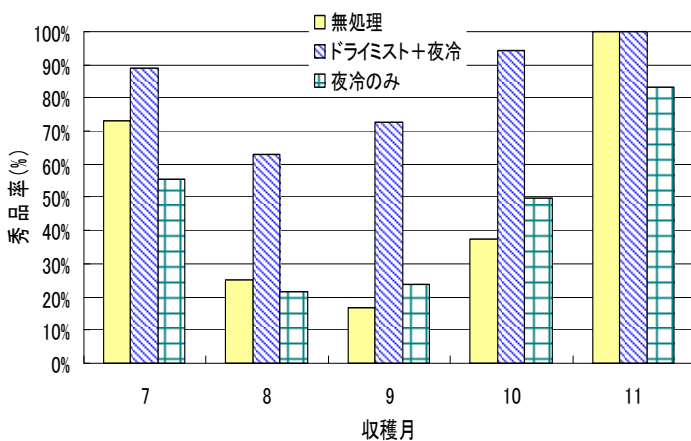
噴霧を行う場合は、ヒートポンプの夜冷設定温度は23℃でよく、慣行の20℃より夜冷にかかる電力は30%削減できます。

(3) 生育がよい

ドライミストと夜冷を組み合わせた栽培では、切り花長が長く、重くなり、葉も大きい。葉の気孔が良く開き、葉内のガス交換が行われて、光合成が盛んになると考えられます。

(4) 高品質化による増収

光量が増えるため切り花が高品質化し、品種により30~58%増収となります。



施設 1,000 m²当たりの売上 (ローテローゼ2年生株)
無遮光で、切り花23,600本 (58%) 増収; 163万円 (42%) 増益となる

ドライミスト・夜冷の組合せで切り花が高品質化
(品種: ローテローゼ, 無遮光)

無遮光は遮光(遮光率50%)より58%増収
いずれも「ドライミスト+夜冷23℃」条件

切り花が高品質化、さらには光量の増加で30~58%増収!

2 花壇苗での利用効果

(1)出荷率アップ

超微粒ミストを6月から9月末まで利用すると、枯死や品質低下が回避でき、出荷率がアップします（3号ポットに定植後で出荷までの枯死率5%未満）。

(2)生産量の増加

生育や開花が促進され、1作分多く出荷できる栽培体系が構築できます。

(3)栽培期間の拡大

パンジー、シロタエギク、カレンジュラ、プリムラ・ジュリアンの5品目では、高温期のセル育苗が可能です。

(4)多段階制御の実用化

多段階制御（ライン2系統）を行った場合、室温は平均2~3℃、最大4~5℃低下し、連続噴霧しても濡れは発生しません。作業者も快適です。

パンジー

・慣行よりも約1ヶ月早い9月下旬から出荷できます



シロタエギク

・7月から栽培ができます
・10月出荷作型が完成しました



カレンジュラ



プリムラ・ジュリアン



3 トマトでの利用効果

(1) 無遮光トマト栽培技術の確立

濡れにくく連続運転ができます。高い昇温抑制効果があるため無遮光栽培ができます。

(2) 生育良好

茎が太く、葉が大きくなり、高温による草勢低下が防止できます。

(3) 収量アップ

花房あたりの着花数が多く、裂果の発生率が下がり、販売可能収量（可販果収量）が上がります。

(4) 早期出荷

収穫開始が1週間ほど早まり、抑制作型において年内収量が30~50%増加します。

(5) 収益の増加

9~12月の平均単価は、約350円/kg（22年度名古屋市場）で他の時期よりも高いため、一層の収益向上が期待できます。

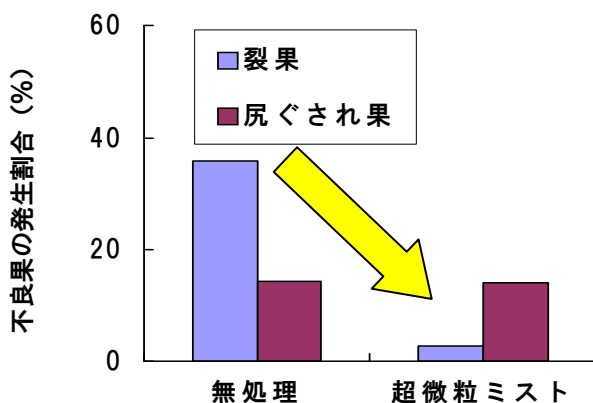


トマトの障害果（左：裂果、右：尻腐れ果）

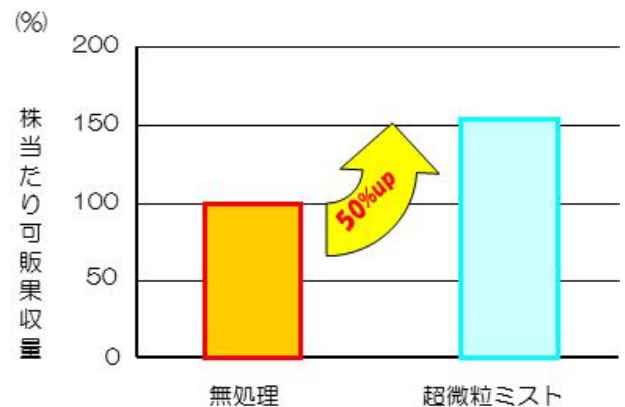


ミストファンの断続運転による濡れ

無遮光下、超微粒ミストの連続噴霧



超微粒ミストによる裂果の減少



第6果房までのトマト可販果収量の比較

資料編 1

気化冷却法の原理

気化冷却法では、噴霧する水滴が小さい（表面積が大きい）ほどスムーズに蒸発（気化）し、気温が下がりやすくなります。

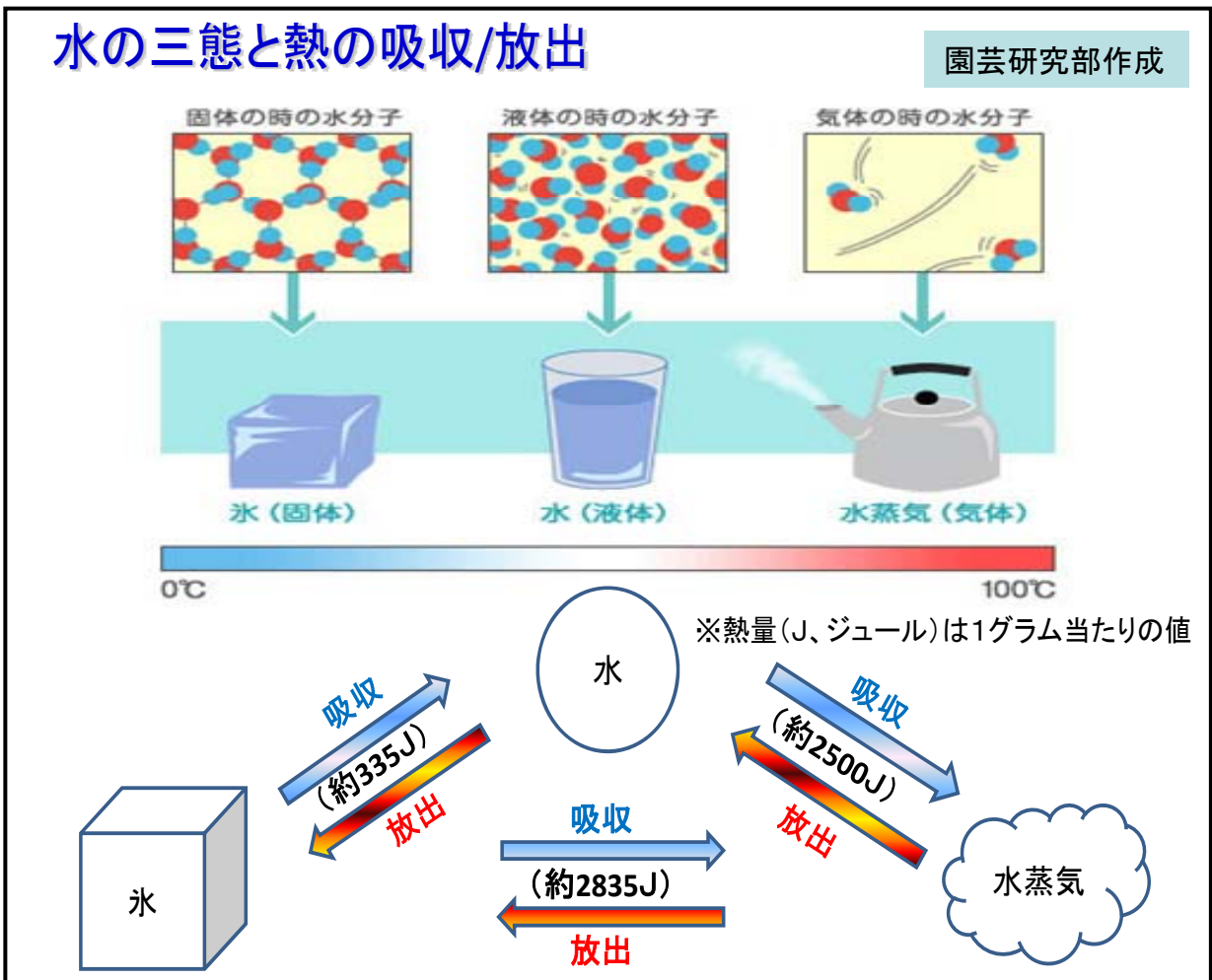
一方、気温低下と同時に空気中の水蒸気量が増えるため、相対湿度は上昇します。相対湿度が上昇すると水滴は蒸発しなくなってくるので、換気により湿度の上がった空気を室外に排出させます。

気化冷却法は、水の蒸発と換気の組み合わせがポイントです。

水の蒸発熱と気温低下

- ・空気の密度=1.024 kg/m³
(920 hP、37°C、相対湿度50%RH)
- ・空気の定圧比熱=1,007 J/kg・°C
(920 hP、37°C)
- ・空気1m³・1°Cの変温に必要な熱量
 $1.024 \times 1,007 = 1,031.168 \text{ J}$

・水1g (25°C)蒸発 → 熱量2,444 Jを吸収
水 1g で、
空気 1m³ が 2.424°C低下



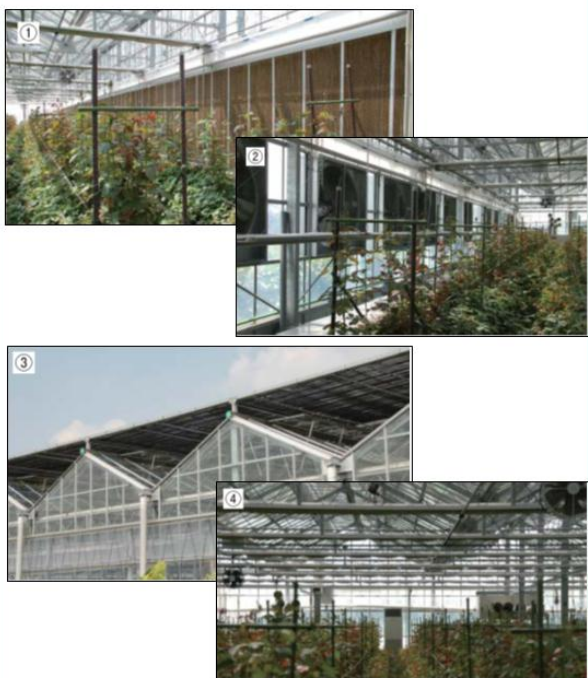
資料編2

冷房方法の種類と導入事例・経費の比較

冷房方法の種類	導入事例	導入費用	運転費用
ヒートポンプ式 エアコン	花茎誘導や開花（コショウラン） 花芽誘導を目的とする夜冷育苗（イチゴ） 接ぎ木苗等の養成 品質向上を目的とする夜冷栽培（バラ）	△	△
気化冷却法	細霧冷房（トマト、その他） パッドアンドファン（バラ、苗物） 超微粒ミスト	○～△	◎
地下水利用 （利用地域は限定）	花芽誘導を目的とする夜冷育苗（イチゴ） 地下水かけ流し栽培（湿地性カラー）	○	◎

注：費用については、◎：安価、○：比較的安価、△：高価とした。

パッド&ファンとは



- ①施設西側面のパッド（水が流れる）
- ②施設東側面のファン（空気を排出する）
- ③冷房効果を高めるため、外部遮光を行う
- ④施設内部の様子

編集・発行

愛知県農業総合試験場

〒480-1193 愛知県長久手市岩作三ヶ峯1-1

TEL 0561-62-0085 内線323（企画普及部）

FAX 0561-63-0815 <http://www.pref.aichi.jp/nososi>

問い合わせ 園芸研究部花き研究室 TEL 0561-62-0085 内線542