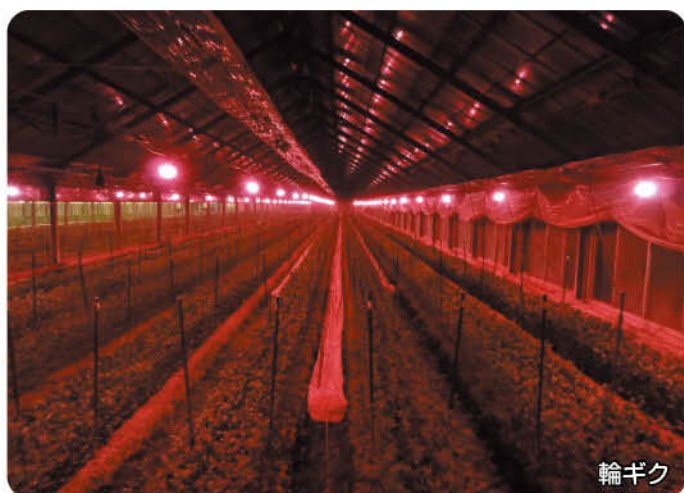


みどりの食料システム緊急対策交付金 グリーンな栽培体系への転換サポート

グリーンな栽培体系導入マニュアル

花き編



「環境にやさしい栽培技術」と「省力化に資する先端技術」を取り入れた「グリーンな栽培体系」に取り組んだ事例を紹介します。

令和6年3月

香川県西讃地区環境にやさしい農業推進協議会

1 土壌還元消毒による化学農薬使用量の低減

土壌還元消毒法は、フスマ、糖蜜などを使い、土壌病原菌やセンチュウ類などを死滅させる土壌消毒法です。この方法は、有機質資材を利用するため周辺への薬剤の飛散等がなく、作業への身体的負担が少ない環境にやさしい消毒技術です。

1. 効果の仕組み

地温30～40℃の条件で土壌にフスマや糖蜜を混和すると、これらを栄養分として土壌微生物が急激に増殖します。このとき、一時的に湛水状態にしてから透明フィルムで外気と遮断することで、微生物による酸素消費によって、土壌が還元(酸素が奪われた)状態になります。多くの土壌病害虫は、酸素を必要とするため、死滅したり増殖が抑えられます。

また有機物から生成される酢酸、酪酸などの有機酸の生成、微生物の拮抗作用、太陽熱などの複合的な要因によって防除効果が得られます。

2. 対象病害虫

花き類で土壌還元消毒法の効果が確認されている病害虫

- ①フザリウム属菌(マーガレット萎凋病など)
- ②バーティシリウム属菌(キク半身萎凋病など)
- ③ラルストニア属菌(キク青枯病など)
- ④センチュウ類(ネコブセンチュウなど)



マーガレット萎凋病

3. 必要な資材

- ①フスマ 1,000kg/10a
又は糖蜜(非加熱) 10缶(1缶24kg入)/10a
- ②透明のポリエチレンフィルム、POフィルム
- ③水 100～150t/10a
- ④灌水チューブ(砂壤土はフィルムによる被覆期間中の散水が必要)

※砂壤土の場合、灌水チューブを設置し、被覆期間中に散水できるようにしておきます。

4. 被覆期間

被覆処理を開始してから3日間晴天日が続くことが重要なので、天気予報を参考に開始日を選びます。処理中は、深さ20cmの地温が30℃以上の状態を30～40日程度確保することが望ましいです。

5. 雑草の抑制効果

有機物が嫌気発酵するときに発生する揮発性脂肪酸、硫化水素、メチルメルカプタン等により、処理中に芽を切った雑草の種子が死滅します(温度による死滅には60℃で2日間必要となります)。

処理期間を長くすることで、雑草に対する効果も期待されています。

6. 施肥

土壌還元消毒に使用する有機質資材や還元化によって有機酸が生成されるので、基肥は施さず、追肥で調整してください。

7. 土壌還元消毒の手順〔施設編〕

① 土壌の準備

フスマまたは糖蜜を投入する前に灌水チューブ等により十分灌水を行い（溝に水が溜まる程度）、底水を与えておき、投入後の灌水時に灌水ムラができないようにします。

② 有機質資材の投入

フスマの場合

フスマをハウス全体に均一に散布し、ロータリーで2～3回耕うんし15～20cmの深さに混和します。地面は高低のないよう整地してください。

糖蜜の場合

土壌改良資材（バーク堆肥など）を投入して土壌混和し、高低がないように整地してください。糖蜜は、1缶（24kg）を200ℓに希釈して、動噴で土壌に散布します。

※砂壤土の場合はフスマ・糖蜜を散布する直前にも、灌水チューブで十分に散水してください。



フスマは均一に散布する



糖蜜は希釈して散布する

③ 灌水の実施



湛水した状態



灌水チューブで十分灌水する（砂壤土）

ほ場に十分灌水します。砂壤土の場合は、灌水チューブを設置し数回散水して湛水状態にします。支柱等を土に差し込み、抜いた後の穴に水が上がってくることを確認します。

④ 透明フィルムで被覆する



つなぎ目はしっかり閉じる



周囲を押さえる

フィルムと地面に空気が入ると消毒効果が落ち、雑草が生えてくるので、つなぎ目はクリップ等で隙間を防ぎ、周囲から空気が入らないようにします。フィルムは、地面と密着させ、空気が入らないようにします。

⑤ フィルム被覆

開始後の3日間に30℃以上の地温を確保することが重要なので、天気予報を参考に晴天が続く日から開始します。被覆後は、地温30℃以上を維持します。処理開始から3～4日後に嫌気発酵臭がすれば、還元反応が発生しています。

⑥消毒後

処理終了後に透明フィルムを除去しハウスを開放します。ロータリーで耕うんし、土壌を下層まで酸化(酸素を与える)状態に戻します。耕うんが不十分だと、作物に生育障害が発生することがあるので、フスマを混和した深さまで耕します。

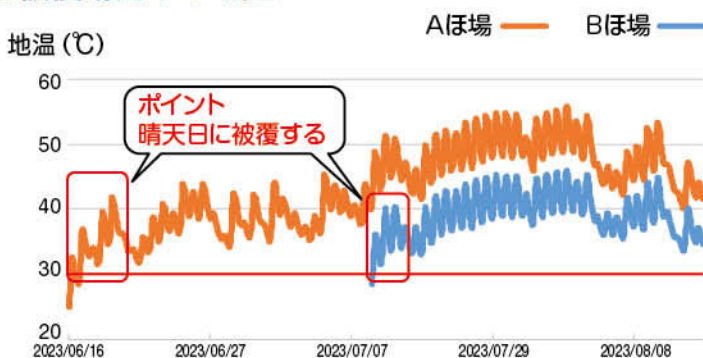
注意点

- ・土壌の保水性が高い場合は、消毒後の土壌水分が多くなるので植物の生育が旺盛になることがあります。
 - ・フスマの場合、嫌気発酵臭が発生しますので、必要に応じて周辺住民への事前周知を行うようにしましょう。
 - ・ハウスの入り口、サイド部分は水分が少なくなりやすいので効果不足になりやすいです。
- ※太陽熱、水、フスマ(糖蜜)、いずれか一つが不足しても効果が不安定になります。

8.実証結果

実証は、マーガレット、ランンキュラス、ユリ、ホワイトレースフラワーで行いました。

①被覆期間中の地温



フィルム被覆期間中の地温(マーガレット)

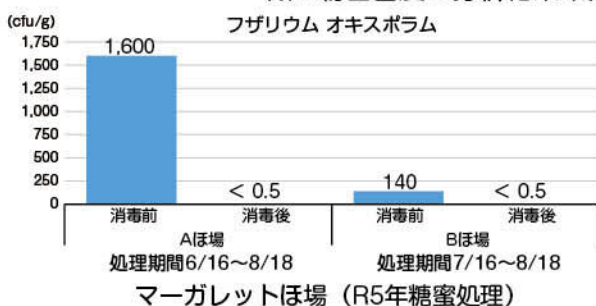
被覆期間中の深さ20cmの地温は30°C以上で推移しました。

被覆期間は、地温が十分に確保できる夏季は20日程度でも菌密度が低下しますが、効果を安定させるため30日を目安とし、日射量が少ない4~6月や10月頃は40日程度確保するのが望ましいです。

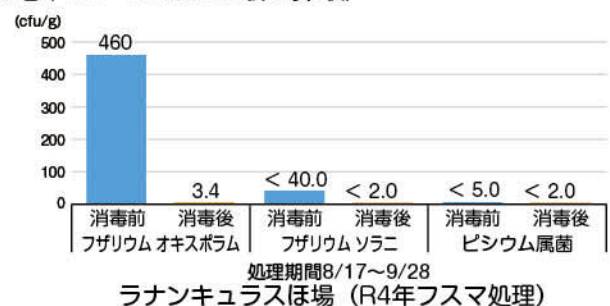
②処理の効果

土壌還元消毒の処理前後の土壌を採取し微生物の菌密度を確認したところ、菌密度が低下していることが確認されました。確認した菌は病原性のものとは限りませんが、病原性の菌密度も同様に低下していると考えられます。(ユリほ場も菌密度の低下を確認)

微生物菌密度の分析結果(希釈平板法、地下15~20cmの土壌を採取)



マーガレットほ場 (R5年糖蜜処理)



ランンキュラスほ場 (R4年フスマ処理)

③作業時間、経費

| 作業時間のめやす | (2 aあたり) |
|-------------|--------------|
| 糖蜜散布 | 3時間 (2名×1.5) |
| 灌水チューブ設置・除去 | 3時間 (2名×1.5) |
| フィルム被覆・除去 | 6時間 (2名×3) |
| 耕うん・整地(2回) | 3時間 (1名×3) |

- ・糖蜜は2缶を400ℓに希釈し動噴で散布
- ・フスマの散布は0.5時間

| 資材費のめやす | (2 aあたり) |
|---------|------------------|
| フスマ | 15kg 13袋 11,000円 |
| 糖蜜 | 24kg入り2缶 8,500円 |
| (参考) | |
| バスアミド | 5kg 8,500円 |

2 電照の省エネルギー化

管内では、開花調節や品質向上を目的に、主に白熱電球や蛍光灯を用いた電照栽培が行われてきましたが、「省エネ」や「二酸化炭素の排出量削減」が求められるなか、新しい光源である発光ダイオード(LED)が比較的低価格で購入できるようになったため、LEDを使用した実証を行いました。

1. LED電球の特徴

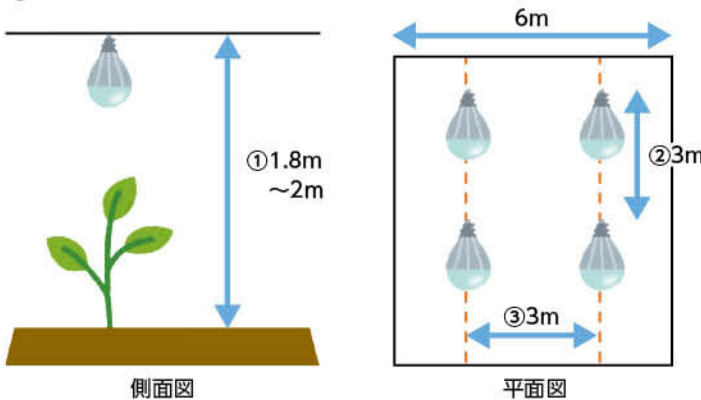
LED電球は、少ない電力で白熱電球や蛍光灯と同等の照度が得られ、定格寿命(平均寿命値)が40,000時間と長く利用できます。LED電球は照射後、徐々に明るさが低下し、約30分程度経過すると明るさが安定します。また、白熱電球や蛍光灯と比べて照射角度が小さく直線的に光が広がります。

2. 導入にあたって

キクでは、赤色の波長(630nm付近)が花芽抑制に効果が高いとされています。LED電球は、メーカーによって消費電力や色(波長)や照射範囲が異なるので、特性を確認して選びましょう。また、施設内の高温・高日射下での使用となりますので、耐候性に優れたものが適しています。既存の電照設備が使えることも確認してください。

3. 設置方法

LED電球は、重量が重い場合がありますので、既存の電線に補強が必要か確認して設置してください。



| | | |
|---------|---------|------------|
| ①設置位置 | 1.8m~2m | |
| ②電球間の距離 | 3m | (110球/10a) |
| ③列間 | 3m | |

設置の目安

設置にあたっての注意点

LED電球は他の白熱電球や蛍光灯と比べ、照射角度が小さいため、草丈が伸長した時期に電照効果が低下する可能性があります。その際は、設置位置を上げるか設置する球数を増やしてください。



4. 導入経費

白熱電球や蛍光灯からの付け替えで試算しているため、コード等の費用は含みません。

単位：円/10a


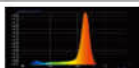
| 資材 | 単価(税込) | 数量 | 金額(税込) | 備考 |
|-------|--------|-----|---------|------------------|
| LED電球 | 1,595 | 110 | 175,450 | 令和5年度実証ほにおける購入価格 |

5. 実証結果

実証は、デルフィニウム・輪ギク・ダリアの3品目で行いました。ここでは大幅な環境負荷低減効果が確認できたデルフィニウムと輪ギクについて詳しく紹介します。

実証内容

- ・白熱電球（75w）や蛍光灯（23w）からLED電球（9w）に取り換え、消費電力の削減効果や生育・品質に与える影響を確認しました。
- ・LED電球は、生長促進効果や開花抑制効果が見込まれる赤色光と作業性のよい白色光の混合比率が異なるアグリランプシリーズの「エースピンク」と「エース白タイプ」の2種類を使用しました。（輪ギクでは「エースピンク」のみを使用）

| | | 「アグリランプ」シリーズ | |
|------|---|---|--|
| 品名 | エースピンク | エース白タイプ | |
| 型番号 | AC21 | AC22 | |
| 躯体画像 |  |  | |
| 発光面 |  |  | |
| 波長分布 |  |  | |
| W数 | 9.0W | | |
| 期待寿命 | 40,000時間 | | |
| 中心波長 | 630nm | | |

（株式会社ディーマーケットパンフレットより 一部加工）

【デルフィニウム】

令和4年度産実証ほ概要

従来の白熱電球の代わりに、2種類のLED電球を導入しました。[実証農家:5戸]

- ・電照期間：9月下旬～3月（1日2～6時間照射）
- ・栽培品種：「キャンドルIQドルフィン」など「キャンドル」シリーズ4品種、「セレーノライトブルー」

(1) LED電球導入による消費電力の削減効果

(A農家:電球設置数122球/10a)

| 電球 | W数(W) | 総電照時間 | 消費電力量 (kWh) | 削減率 |
|------------------|-------|--------|-------------|-------|
| 令和4年度 (LED電球) | 9 | 約890時間 | 1,296 | 78.2% |
| 令和3年度 (白熱電球) | 75 | | 5,937 | — |

※消費電力量には循環扇などの電力量も含まれます。

(四国電力使用実績による)

※削減率は令和3年度を基準に計算

(2) 切花への影響



左：エースピンク、右：エース白タイプ
(令和4年11月撮影)

- ・すべての品種で出荷規格に対し、十分な草丈を得ることができました。
- 従来の白熱電球や蛍光灯と同等の電照効果が確認できました。
- ・2種類のLED電球間で電照効果の差は見られませんでした。

(実証農家への聞き取り調査による)

令和5年度産実証ほ概要

前年度、LED電球の電照で十分な草丈が得られたことから、自然条件下でも草丈の伸長が見込まれる低温期の電照処理を停止し、更なる消費電力の削減を目指しました。[実証農家:1戸]

- ・電照期間：9月下旬～11月中旬(1日5時間照射)
- ・栽培品種：「キャンドルIQドルフィン」、「ラメールブルー」

(1) LED電球導入による消費電力の削減効果

(B農家：電球設置個数78球/7a)

| 電 球 | W数(W) | 総電照時間 | 消費電力量 (kWh) | 削減率 |
|------------------|-------|--------|-------------|-------|
| 令和5年度 (LED電球) | 9 | 約250時間 | 120 | 95.4% |
| 令和4年度 (LED電球) | | 約560時間 | 405 | 84.3% |
| 令和3年度 (白熱電球) | 75 | | | 2,585 |

※消費電力量には循環扇などの電力量も含まれます。

(四国電力使用実績による)

※削減率は令和3年度を基準に計算

- ・従来は9月末～3月に電照していましたが、低温期の電照を停止したことで、LED電球導入前より消費電力を大幅に削減できました。

(2) 切花への影響



電照期間を短縮したほ場

(令和6年1月撮影)

- ・1月以降に開花する2番花の草丈が例年より短くなりましたが、今回栽培した品種では、出荷規格(60～100cm)を十分満たす草丈が確保できました。

(実証農家への聞き取り調査による)

! 品種によっては草丈が伸びにくいものもあるため、品種に適した電照期間・時間の検討が必要です。

【輪ギク】

令和5年度産実証ほ概要

白熱電球や蛍光灯の代わりにLED電球の「エースピンク」を導入しました。[実証農家:6戸]

- ・電照期間：9月上旬～10月下旬
(1日4～7時間照射、再電照を11月上旬に4日程度実施)
- ・栽培品種：「神馬」、「精興の誠」、「晃花の富士」、「精興栄山」

(1) LED電球導入による消費電力の削減効果

(C農家:電球設置個数133球/12a)

| 電 球 | W数(W) | 総電照時間 | 消費電力量 (kWh) | 削減率 |
|------------------|-------|--------|-------------|-------|
| 令和5年度 (LED電球) | 9 | 約250時間 | 1,264 | 33.1% |
| 令和4年度 (蛍光灯) | 23 | | 1,888 | — |

※消費電力量には暖房機や循環扇などの電力量も含まれます。

(四国電力使用実績による)

※削減率は令和4年度を基準に計算

(2) 切花への影響



(令和5年10月撮影)

- ・すべての品種で花芽抑制効果を確認しました。また、再電照では草姿改善効果がありました。
(実証農家への聞き取り調査による)

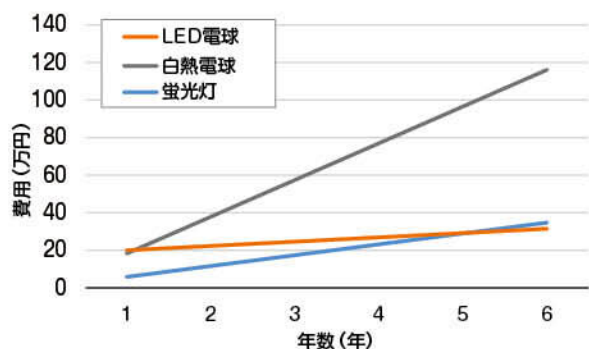
→従来の白熱電球や蛍光灯と同等の電照効果が確認できました。



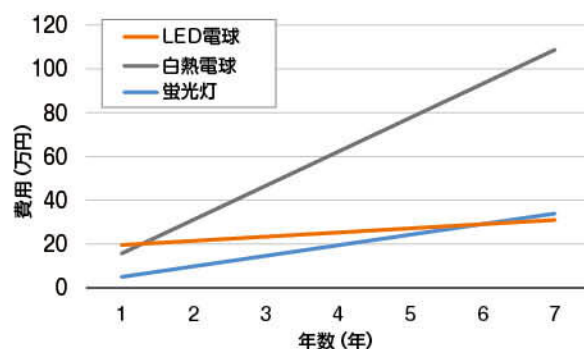
「エースピンク」は作業性の良い白色光の割合が低いため、電照中にハウス内で作業する場合、目を痛める可能性があるので注意してください。

導入コスト回収までの試算(10aあたり)

- ・耐用年数は考慮していないため、実際は電球の買い替え等が発生します。



デルフィニウムの場合 (年間560時間照射)



輪ギクの場合 (年間450時間照射)

【ダリア】

デルフィニウムやキクと同様に、白熱電球や蛍光灯からLED電球に付け替えた結果、消費電力が削減できました。また、露芯花やブラインド花が少なく、従来の白熱電球や蛍光灯と同等の電照効果があり、2種類のLED電球間で効果の差は見られませんでした。



3 環境モニタリング装置による省エネ効果

管内の主要な品目は、多くが秋に定植し年末から春にかけて収穫を行います。そのため、施設の温度管理は細やかな換気や加温が必要となります。環境モニタリングシステムは、施設内の環境をスマートフォンで確認できるので、必要な温度の調整がリアルタイムで行えるメリットがあります。

1. 環境モニタリング装置の設置



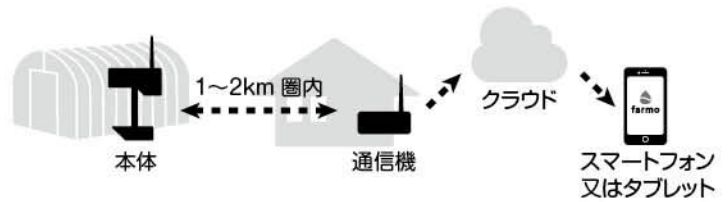
ハウスの入口付近に設置



2連棟ハウスの中心部に設置

環境モニタリング装置は、本体に温度、湿度、土壌水分計、日射量などのセンサーが付いているので、データを取得したい場所に設置します。

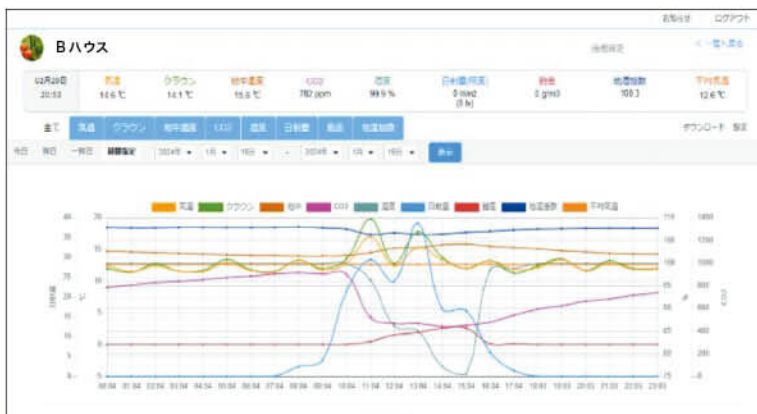
2. 環境データの確認



環境モニタリング装置は、5分ごとに取得したデータが通信機に送られ、スマートフォンで情報を見ることができます。施設から離れた場合や夜間にも状況を確認することができるので、作物に適した環境への調整がしやすくなります。

3. 環境データの活用

施設内の環境が細かく確認できるので、不要な燃油の削減につなげることができます。



取得したデータはPCで過去の記録を取得できるので、栽培管理の振り返りができます。また、複数の温室のデータを取得したり、仲間とデータを共有することもできます。離れた場所や人をつなぐことができます。

4 自動ダクト投入機による防除の省力化と化学農薬量の低減

ランキュラス栽培では、2月から3月にかけて温度が高くなってきた時に湿度が高くなると、灰色カビ病が原因の花シミが多発しやすくなるため防除に多くの労力を要しています。

そこで温風暖房機の送風ダクトに薬剤の自動ダクト投入機（きつつき君）を取り付け、薬剤を施設内に拡散し、防除時間の短縮と化学合成農薬の使用量削減の実証を行いました。

1. 自動ダクト投入機の特徴

温風暖房機と連動して薬剤をダクト内に自動で投入できる自動投入機です。

投入開始の時刻は24時間タイマーで設定でき、投入量は1回0.1gを300回/日まで設定が可能です。使用できる薬剤は微生物農薬(ボトキラー水和剤)です。

投入機には薬剤を1kg投入できるので、1回の充填で長期間の連続運転が可能です。温風暖房機のファンと連動して投入するため、ダクト内での薬剤の滞留や飛び散りを防止します。

2. 実証内容

品 目：ランキュラス

栽培面積：3 a

栽培概要：養液土耕栽培(点滴灌水)

10月4日定植

収穫期間：11月上旬から4月上旬頃

施設環境：加温栽培 5℃設定

加温期間 12月～3月

自動ダクト投入機：きつつき君（SA-200）

3g/日 薬剤を投入



投入機

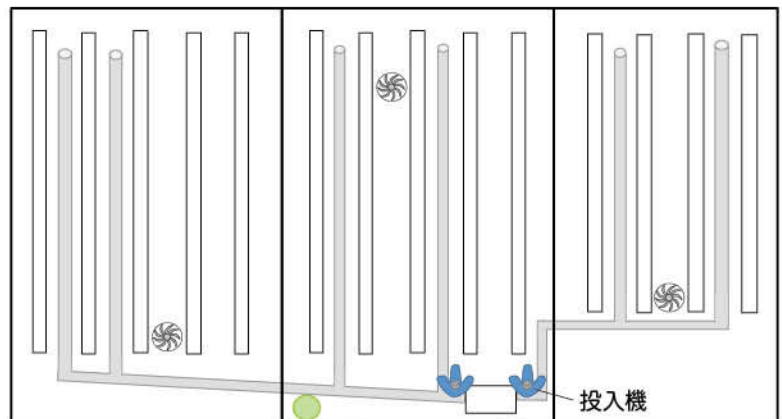


制御盤

3. 設置のポイント

自動ダクト投入機は、温風暖房機の使用開始に合わせて設置し、運転時に稼働するようセットし、薬剤を1日1回（1回あたり30回分）ダクトに投入するよう設定しました。

灰色カビ病の発生は湿度が高くなることが大きな要因なので、空気が停滞しないようできるだけ換気を行ったり、循環扇で施設内の空気を攪拌するなどの対策が重要です。



(例) 温風ダクトへの取り付け

4. 実証結果(令和4年)

化学合成農薬の使用量削減（灰色カビ病防除 3回 → 1回）（12月～3月）

作業時間の短縮（散布作業の軽減 1時間/10a → 5分/10a）

5 循環扇による燃油使用量の削減

施設の暖房の節減対策として、循環扇を利用して施設内に大きな空気の流れをつくり、温度ムラを改善することにより省エネ効果が期待されます。

1. 設置方法

循環扇は施設内に水平方向の流れ（強制対流）をつくることによって、暖房時の自然対流による温度ムラを改善するタイプのものを利用します。自然対流よりも強い強制対流が得られる配置とします。

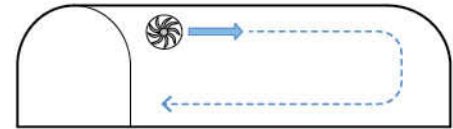
循環扇で対流を作ると強い風が吹くため、栽培作物に風が直接当たらないような位置（作物の最頂部と施設の天井部の間）に設置します。



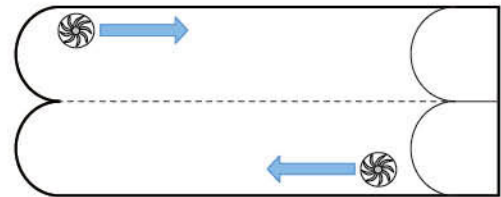
循環扇で空気の流れをつくる

2. 配置にあたっての注意点

- 風の到達距離を目安に循環扇の設置間隔を設定しましょう。
- 単棟ハウスなど間口の狭い施設の場合には、同一方向に送風して施設の下層部で戻りの気流が形成されるように設置しましょう。
- 連棟ハウスなど間口の広い施設の場合には、複数の対流の渦が形成されるように設置しましょう。



(例) 単棟ハウスでの循環扇の設置



(例) 連棟ハウスでの循環扇の設置

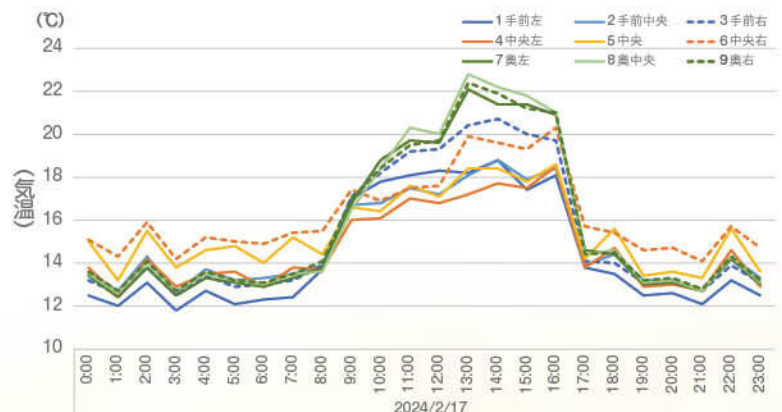
3. 期待される効果

- 循環扇で空気を流動させることで施設内の温度ムラが減り、生育が均一になります。温度ムラが解消されることで、10%程度の省エネ効果が期待できます。
- 結露の発生軽減による病害の抑制効果やCO₂濃度の均一化による光合成の促進効果も期待できます。

4. 実証結果(令和4年)

2連棟ハウスに循環扇を2台設置し、24時間稼働にして、空気を流動させて温度ムラの改善を行いました。

暖房機の燃油使用量 10.7%削減



循環扇を設置した施設の気温(晴天日)

グリーンな栽培体系

～品目にあった栽培技術を取り入れ環境負荷の少ない栽培へ～

栽培体系モデル①〔マーガレット、ランタンキュラス、ホワイトレース、ユリ〕

| | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 |
|------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| 生育ステージ | | | | | ○ | — | — | — | — | — | — | — |
| 土壌還元消毒 | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 環境モニタリング装置 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 循環扇 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 自動ダクト投入機 | | | | | | | | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ |
| 薬剤防除（動噴） | | | | | | | | ◆ | ◆ | | | |

栽培体系モデル②〔デルフィニウム、ダリア〕

| | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 |
|------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| 生育ステージ | | | | | ○ | — | — | — | — | — | — | — |
| 電照（LED電球） | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 土壌還元消毒 | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 環境モニタリング装置 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 循環扇 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

※電照は、12月以降は栽培品目・品種により時間を調整すること

栽培体系モデル③〔輪ギク〕

| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|
| 生育ステージ | ○ | — | — | □ | — | ○ | — | — | □ | | | |
| 電照（LED電球） | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 環境モニタリング装置 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 循環扇 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

※適切な電照期間や電照時間は栽培品種によって異なります。

土壌還元消毒による
化学農薬の使用低減

LED電球による
消費電力の削減

自動ダクト投入機に
よる防除の省力化

循環扇や環境モニタリング装置
による燃油使用量の削減

現行の栽培体系モデル〔管内の主な品目〕

| | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 |
|--------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| 生育ステージ | | | | | | ○ | — | — | — | — | — | — |
| 電照（白熱電球・蛍光灯） | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 土壌消毒（化学農薬） | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 薬剤防除（動噴） | | | | | | | | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ |

○ 定植 □ 収穫 ◆ 化学農薬 ◇ 微生物農薬

内容についてのお問い合わせ先

香川県西讃農業改良普及センター

〒769-1503 香川県三豊市豊中町笠田竹田438-1 TEL:0875-62-3075 FAX:0875-62-5353