ISSN 0912-666X

最新の技術・機器資材・先進経営を紹介

施設と園芸

No.165
春
2014

特集 施設園芸における省エネルギー新技術

一般社団法人 日本施設園芸協会
http://www.jgha.com/

ハウス栽培の悩みや課題 アキレスで解決!

アキレスは、高品質農ビを基本に
農業トータルな視点から最適な商品の開発と提案で
農家の皆さまをサポートして参ります。

高品質農ビを!

汎用農ビシリーズ

最新の設備と独自の配合技術で大幅に品質を向上。

アキレス高品質農ビ

- ソラクリーン
- ノンキリーあすか
- ノンキリースペールH
- ロジトン

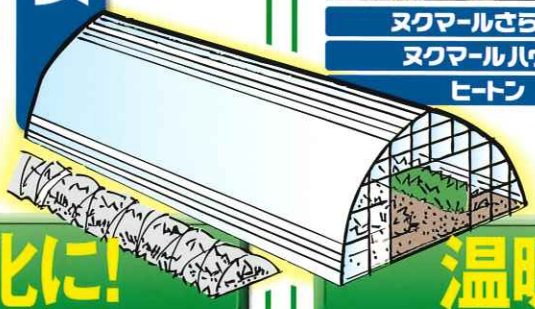
原油高対策に!

ヌクマールシリーズ

燃料費を削減! 保温性と気密性で原油高対策に威力を発揮。

アキレス保温農ビ

- ヌクマールさらりZ
- ヌクマールハウス
- ヒートン



環境・省力化に!

ビオフレックスシリーズ

撤去・回収作業が不要!
機械展張が可能な強度と柔軟性。

アキレス生分解マルチ

- ビオフレックスマルチ
- ビオフレックスマルチBP

温暖化対策に!

クールシリーズ

優れた遮熱効果!
ハウス内の温度上昇を抑制。

アキレス遮熱資材

- ファインシェード
- ハイベールクール

あなたの身近にいつも…
Achilles アキレス株式会社
農業資材販売部
本社/〒160-8885 東京都新宿区大京町22-5 TEL:03-3225-2222(直通)
ホームページ http://www.achilles.jp

耐久無滴散乱光農POフィルム

美サンラン®ダイヤスター®

■「美サンランダイヤスター」は、ハウスに入った光を非常に狭い範囲で散乱光にする新しい「微散乱光フィルム」です。
■高温期の作物栽培の品質向上が、期待できます。
■ダイヤスターと同じ,しなやかな強さを実現しました。
■独自の配合で、耐硫黄性を向上させました。

人工光・閉鎖型苗生産装置

苗テラス®

密閉された室内で、植物の生育に必要な環境を自動で制御します。季節や天候に左右されることなく簡単に、丈夫で均質な苗作りができます。

- 温度・光・水管理を自動化して簡単作業!
- 天候や季節に左右されない苗生産!
- 最高の苗質と本蒲圃での高い生産性!
- 規格苗の低コスト・省スペース計画生産!
- 無農薬育苗で環境にやさしい!

葉菜類用新方式養液栽培システム

ナッパーランド®

先進の養液栽培システムが農業経営の規模拡大に貢献します。

- 新養液栽培システム、毛管水耕とNFTの組み合わせにより、根圏部へのO2供給が豊富で、元気な野菜が育ちます。
- ブロック分け方式により病気リスクを軽減。
- 計画生産を実現(ホウレンソウの場合、年19作(苗テラス使用)(サンシャワー使用の場合年16作が標準実績)できます。
- 環境にやさしいシステムです。肥料の排出量を抑え環境負荷を低減します。

三菱樹脂アグリドリーム

本 社　〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町1-2-2 三菱樹脂ビル TEL.03-3279-3241 FAX.03-3279-6757

施設園芸・植物工場展

Greenhouse Horticulture & Plant Factory Exhibition / Conference

gpec

過去最大規模で開催！

最先端技術・情報が集結！

農業参入希望者必見！

活かそう　日本の技術力！　～ここまで来た！ 理想の栽培環境づくり～

－展示内容－

施設本体

- ハウス・太陽光利用型植物工場
- 完全人工光型植物工場

付帯設備・機器

- 施設園芸用
- 植物工場用（太陽光利用型・完全人工光型）

施設園芸・植物工場関連設備機器・資材

- 種苗、育苗資材、育苗システム
- 肥料・農薬
- 収穫、選別、運搬、包装資材、包装システム
- 各種センサー、計測システム

その他

- リース・融資、団体・書籍、その他

特設

- 流通・加工・鮮度保持

集中展示

- 太陽光発電
- 省エネ・省コスト
- 農業IT

7.23水▶25金　10:00▶17:00　東京ビッグサイト 東4ホール

主催：一般社団法人 日本施設園芸協会

後援：農林水産省、経済産業省、全国農業協同組合中央会（JA全中）、全国農業協同組合連合会（JA全農）、全国農業会議所、公益社団法人 全国農業共済協会、農林中央金庫、株式会社 日本政策金融公庫（順不同）

共催：アテックス株式会社

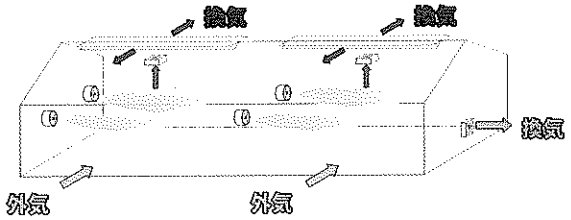
出展製品など最新情報はこちらから

www.gpec.jp

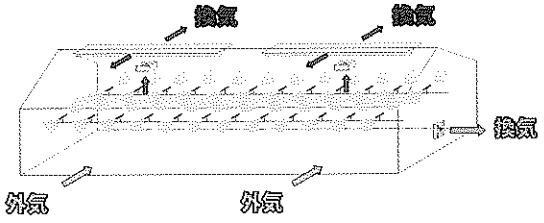
ハウスを濡らさず冷房加湿

【特許出願中】～飽差制御で最適環境～ セミドライフォグ®微霧冷房加湿システム CoolBIM®（クールビム）

システム構成 ファンタイプ



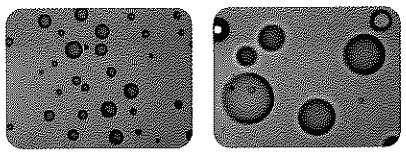
システム構成 ヘッダータイプ



◆10～30μmの霧"微霧"で植物や地面を濡らすことなく、迅速に冷房加湿が可能。

◆飽差制御でハウス内温度を**30℃以下**、**80%(Rh)以下**に抑制。光合成を向上させる。

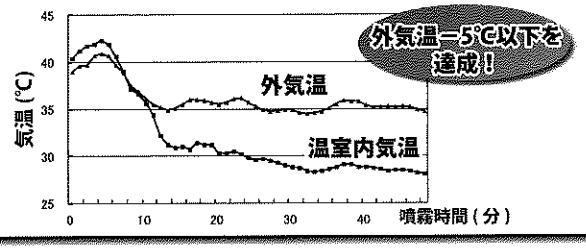
◆栽培作物や施設レイアウトに合わせ、最適なシステムを構築。

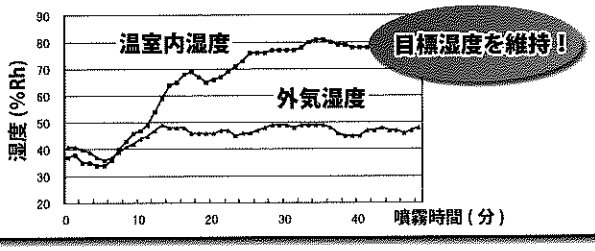


↑微霧と細霧の粒子径写真。
微霧は粒径10～30μm、細霧は粒径100～300μmの霧。微霧は非常に蒸発しやすく、濡らさないため、作物の冷房加湿に最適。

実績例：兵庫県神戸市 トマト養液土耕栽培ハウス（2,400㎡）
CoolBIM ファンタイプを導入。側窓開放、天窓および妻面から強制換気。
2011年8月31日13：05より測定温室中央部と外気を温湿度センサで測定。
噴霧制御目標は温室内気温30℃以下、温室内湿度80%。

"霧が持つ冷房加湿能力を最大限に引き出す"
各温室に合わせたレイアウトをご提案





本製品に関するお問合わせ、資料請求、お見積り、システム導入している栽培施設の見学など、下記連絡先までお気軽にご用命ください。

フォグエンジニア 霧のいけうち アグロ事業部
東日本 TEL：03-3498-0638 FAX：03-3498-0673 http://www.kirinoikeuchi.co.jp/
西日本 TEL：0795-23-2576 FAX：0795-23-6273 MAIL：agro@kirinoikeuchi.co.jp
霧のいけうち 検索

http://www.toto-vp.com/

省エネ

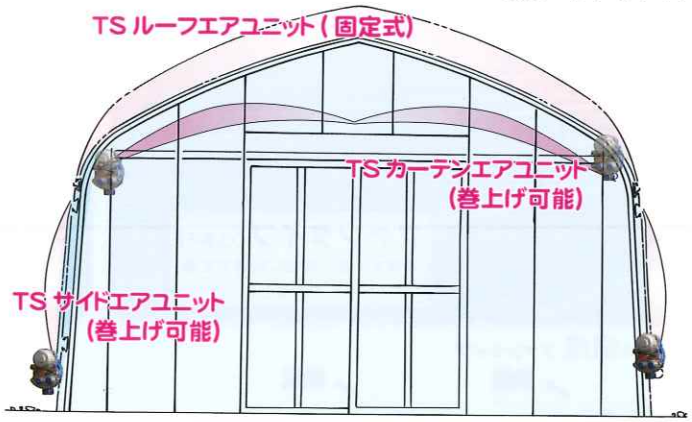
二重被覆空気膜でバシッと断熱
その断熱効果で重油節減！！

TSエアユニット®

巻上げ換気の出来る空気膜ハウスです。
※カーテンとサイド

ハウス３方向の空気膜で

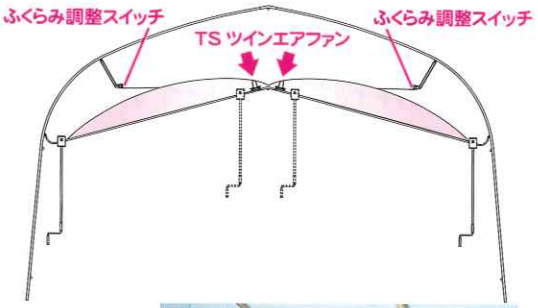
断熱



３種の
TS エアユニットを
自由に組み合わせ

TS®ツインエアファン

二つの TS エアファンが効率よく空気を送り込むためのファンセットです。カーテンに使用します。



ふくらみ調整スイッチ
TS ファンのオン／オフを制御し、適度なふくらみをキープします。

応援したい…農業が好きだから
ヒロ 東都興業株式会社
東京都中央区京橋 1-6-1　〒104-0032
☎03-3566-0210　eigyou@toto-vp.com

□◆□◆弊社製品を永くご使用いただくために◆□◆□
土壌消毒剤・農薬等には、金属の腐食を促進する成分が含まれている場合があります。
投与時には必ず用法・用量をご確認の上、投与後も十分な換気をお願い致します。

施設と園芸 No.165　2014年春

もくじ

巻頭言　「太陽を効率的に収穫する」―― それが施設園芸
…東京大学・長崎大学名誉教授、沖縄県農業研究センター招聘主任研究員　髙倉　直 …… 5

特集　施設園芸における省エネルギー新技術

燃油価格高騰緊急対策と省エネ新技術の動向
……東海大学工学部 教授　林　真紀夫 …… 6

施設園芸での地中熱ヒートポンプシステム利用
……農研機構 農村工学研究所 農地基盤工学研究領域　奥島　里美 …… 13

佐賀県の施設キュウリにおけるヒートポンプの活用
……佐賀県農業技術防除センター 専門技術員　松尾　定 …… 17

EOD-heating処理による切り花、鉢花の省エネ栽培技術
……農研機構 花き研究所 花き研究領域　道園　美弦 …… 22

「テープヒータ」によるイチゴの株元加温技術
……山口県農林総合技術センター 農業技術部 専門研究員　鶴山　浄真 …… 26

布団資材を用いた省エネ技術の開発と現地での実証や普及
……香川県農業生産流通課 野菜・花きグループ　古市　崇雄 …… 30
農研機構 近畿中国四国農業研究センター 傾斜地園芸研究領域　川嶋　浩樹

空気膜ハウスによる省エネ栽培
……宮城県農業・園芸総合研究所　相澤　正樹 …… 35

海外情報　2013ベトナム施設園芸現地研修ツアーに参加して
……農研機構 近畿中国四国農業研究センター 傾斜地園芸研究領域　畔柳　武司 …… 50

技術情報　積雪寒冷地域における空気熱源ヒートポンプと地下水熱源ヒートポンプの能力評価
…山形県庄内総合支庁農業技術普及課 産地研究室 主任専門研究員　古野　伸典 …… 58

産地・生産者情報　トマトの低段密植栽培における実証栽培と人材育成＝静岡県藤枝市
……㈱静岡アグリビジネス研究所　玉井　大悟 …… 62

●連載／ロックウール栽培における管理技術　①植物の理想状態とは
……日東紡 環境・ヘルス事業部門 グリーン事業部　吉田　征司 …… 42

園芸関連製品ガイド…イシグロ農材㈱／㈱サカタのタネ／小泉製麻㈱／エスペックミック㈱…… 45

●全野研若手生産者の自己紹介　吉久保 憲章（茨城県北茨城市）…… 48

●生産者グループの紹介　日本野菜育苗協会
……日本野菜育苗協会会長、㈲有田園芸農場 代表取締役　有田　隆則 …… 49

●連載／施設園芸の理論と実際　その3　気流とガス交換
……大阪府立大学大学院 生命環境科学研究科 准教授　渋谷　俊夫 …… 56

●ミニ情報
広島県立総合技術研究所農業技術センター …… 11
兵庫県立農林水産技術総合センター／大分県農林水産研究指導センター …… 12
秋田県園芸振興課／栃木県農業試験場いちご研究所 …… 21
秋田県農業試験場 野菜・花き部 花き担当 …… 25
東京都農林総合研究センター 園芸技術科花き研究チーム …… 44
岩手県農業研究センター／秋田県鹿角地域振興局 …… 61
福岡県経営技術支援課／愛知県農業総合試験場 …… 65
三重県農業研究所／山口県農林総合技術センター …… 67

●協会ニュース …… 71

本誌バックナンバー紹介（No.161～164）…… 66
会　員　名　簿 …… 68
刊　行　物　情　報 …… 70
編　集　後　記 …… 72

農薬を適正に使用することが、農作物の安全・農家の安全・環境の安全につながります

JAグループは、農薬の適正使用の徹底、防除日誌の記帳、農薬飛散防止など周辺環境に配慮した農薬使用などにより、安全な農作物の提供に取り組んでいます。

また、現場ニーズにこたえる農薬開発、防除技術の開発・普及に取り組むとともに、消費者に対し農薬についての正しい理解を求める活動なども行っています。

カイガラムシの特効薬 スプラサイド® 乳剤40 水和剤

成分名：DMTP

幅広いカイガラムシ類に安定した効果！

コナカイガラムシ類、ロウムシ類、難防除害虫のマルカイガラムシ類など、カイガラムシの種類を問わず安定した効果を発揮します。チャノキイロアザミウマ、ゴマダラカミキリ成虫、アブラムシ類、ナシヒメシンクイなどの幅広い害虫に登録があり、高い効果を示します。

*使用する際は、登録内容をご確認ください

防除適期の幅が広い！

生育の進んだカイガラムシにも効果が高く、防除適期にゆとりがあります。<防除適期幅は、カイガラムシの種類により差があります>

効果の発現が速い！

カイガラムシ類や、その他の各種害虫にも、素早い効果が期待できます。

速効！

難防除 SU抵抗性 雑草対策剤

成分名：テフリルトリオン（AVH－301）

SU抵抗性雑草に卓効 テフリルトリオンは、SU剤と全く異なる作用を示すため、SU抵抗性雑草にも高い効果を示します。

幅広い草種に高い効果 テフリルトリオンは、広葉剤としてイネ科以外のほとんどの主要水田雑草に高い効果を示します。

速い効果の発現（白化症状） テフリルトリオンを処理すると、雑草は速やかに白化症状を示し、その後枯死に至ります。

共同開発のジェネリック農薬

果樹・野菜向け汎用殺菌剤

作物に安心、力強く病害から守ります！

ペンコゼブ®
グリーンペンコゼブ
成分名：マンゼブ

べと・疫病剤として定評のある薬剤です。

微小害虫からチョウ目害虫まで幅広く使える殺虫剤

畑に悪さは許しませんぞ！！

ジェイエース®
成分名：アセフェート

水によく溶けて汚れが少ない水溶剤、生育期でも散布できる粒剤で愛用されています。

JA全農は「農作物・農家・環境」の三つの安全を柱に、安全防除運動を進めています。

JAグループ

全農®

®は登録商標です。

豊富な実績とノウハウ

国内および、世界各国の各種産業分野で豊富な納入実績を持ちます。

施設園芸・植物工場に

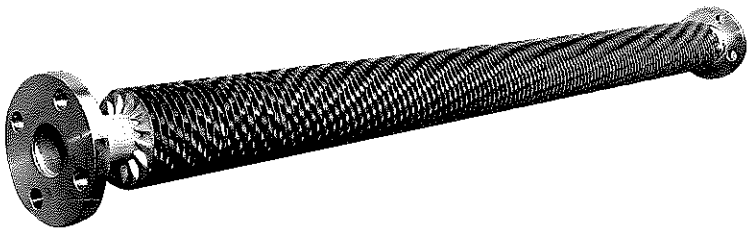
KATSUKAWA

生産設備の頼れるパートナー

http://www.katsukawa.co.jp

エロフィンチューブ（フィン付放熱管）

排温水、地熱利用、温泉水利用の放熱管として乾燥、融雪など様々な用途に活用されています。



機械装置の使用例
半導体関連装置
メッキ製品乾燥機械
化学プラント用加熱
冷却機器 等

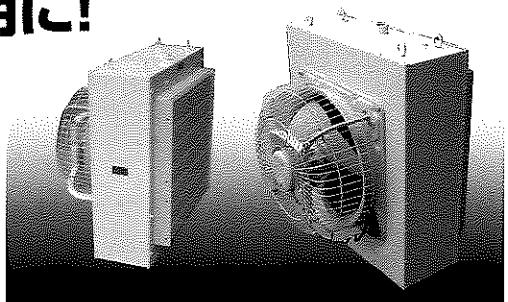
環境設備用
温水/蒸気発生器
（プール・サウナ用）
植物/農作物ハウス用
暖房用・設備配管放熱用
等

- 材質は、SS・SUS・CUの組み合わせを自由に行えます。
  規格、寸法はできる限りご希望にお応え致します。
- 弊社では長年の経験と想像力で様々な機器に対応できるような設計力を持っております。
- 効率の高いLSフィンタイプもございますので、用途・使用条件等に合わせ、最適且つ低予算でご提案させて頂きます。

蒸気/温水 利用 産業用 ユニットヒーター

工場、農場、家畜舎、きのこ栽培用に!

- 天井の低い工場の暖房や乾燥室(木材、プラスチック成形、農場、家畜舎)、スポットヒーティングに適しています。
- 天井の高いスペースの場合や段屋根型の場合等はV型ユニットヒーターとの併用で暖房効果を上げることができます。
- 熱エネルギーの有効利用に最適です。



※各種特殊モーターに対応できます。
※ステンレス材も製作できます。

産業用熱交換器専業メーカー
勝川熱工株式会社

本　　社 〒578-0911 東大阪市中新開2丁目13番46号
TEL072(966)2751(代) FAX072(966)3056
E-mail:info@katsukawa.co.jp
http://www.katsukawa.co.jp
営業部・工場 〒578-0921 大阪府東大阪市水走5丁目2番32号
TEL072(967)2255　FAX072(967)2256

MS JAB QMS CM 011
JQA QS Japan Boiler Association 登録番号 034

施設園芸専用循環扇

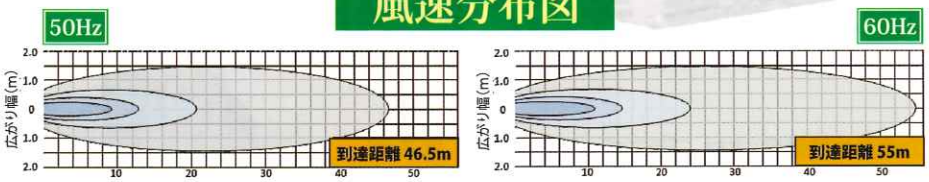
JAファン風っこ

ＪＡ全農では、ハウス内環境の
改善をはかる機器として、
新しく「ＪＡファン風っこ」の
取扱いを開始しました。
「ＪＡファン風っこ」は従来品より
風の到達距離が 10%アップし、
性能・品質に高く優れた循環扇で、
施設園芸生産技術の向上に
広く活用できます。

循環扇の導入によるメリット
- 微風効果による光合成促進
- 防虫ネット展張時の蒸れ解消
- 暖房機使用時の省エネ効果
- ヒートポンプ使用時の攪拌効果

風の到達距離　４６.５ｍ/50Hz　５５ｍ/60Hz

風速分布図

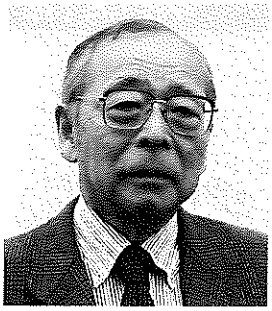


ＪＡファン風っ子の特徴

高 性 能 ：専用カバーで風の広がりを抑え、直進性微風を遠くまで送風。
　　高効率モータを採用し、優れたランニングコストを実現。
高 耐 食 ：主要部に新素材鋼板、整流翼部は高耐候性樹脂を採用。
　　ハウス設置を前提にした長寿命・防滴・防塵モータを採用。
簡単取付：各種パイプ・角パイプ・鉄筋に簡単取付。
製品仕様：羽根径３６㎝、モータ出力８０Ｗ
型　　式：ＪＡ３５１（１φ100Ｖ）／ＪＡ３５３（３φ200Ｖ）

お問い合わせは
ＪＡ全農 生産資材部 資材課
〒100－6832　東京都千代田区大手町一丁目３番１号（ＪＡビル）
TEL：03－6271－8322　FAX：03－5281－2541

巻　頭　言



「太陽を効率的に収穫する」——それが施設園芸

東京大学・長崎大学名誉教授
沖縄県農業研究センター招聘主任研究員　**髙倉　直**

ローマは１日にしてならず、である。最近よく話題になる植物工場を従来からの施設園芸と区別する人もいるが、その間には不連続な部分はなにもない。植物工場の個別技術はすべて従来からの施設園芸そのもの、あるいはその延長線上にあるといえる。オランダの施設園芸が最近また、よく話題になるが、その発展を日本のように区別する人はいない。初期のオランダ王国国費留学生として、40年以上も前に、この分野では最初に留学し、その後も継続して見てきた筆者の見解である。

被覆物や支柱などによる太陽光の１％の減少は収量の１％の減収を意味する、ということも古くからオランダで言われていることである。最近話題の垂直農場もまずこのことをよく考え、あわせて過去の失敗例を勉強すべきであろう。かって、オランダは安価な天然ガスに依存していたが、近年ＥＵ加盟を機に一層の省エネルギーを強いられている。資源に乏しい我が国はオランダ以上にこのことを忘れてはならない。太陽エネルギーを最大限に利活用することがエネルギー集約型である施設園芸の基本である。

植物からの情報をもとに制御するという考えも40年以上も前に実験室レベルで試みられ、実用規模の温室での実験もイスラエルで試みられたが、非破壊計測では純光合成だけをとらえるため、呼吸量がわからず成功したとは言えなかった。特定個体の計測もオランダの商業温室でみられるが、一般的ではない。かって、作物を直接暖める放射暖房も試験されたが、体温だけでは十分でないことがわかり、また葉温を計測して制御する動きもあったが、結局は気温に戻った。飽差制御も古くから行われているが、主として加湿による収量増と糖度の減少をどうとらえるかの問題であろう。温室での計測は経済的でかつ個体ベースの群管理という困難な側面をもっていることを忘れてはならない。

ミツバなどの地下部の加温・冷却、イチゴのクラウン冷却など、局部加温・冷却の成功例があり、これからは局部的な環境調節が主要になると思われる。すでに作物周辺部や群落内での局部的な二酸化炭素施用の試験も行われている。さらに、地中熱利用のヒートポンプのさらなる開発と効率の改善、オランダで行われ始めた群落内でのLEDによる補光の意味、養液栽培により収穫前のカリウム要素遮断による低カリウムレタスのような機能植物の開発、潜熱蓄熱材の再登場など、実用温室での新技術の展開が今後も続くものと思われる。

＜筆者の最近の著作＞

髙倉　直, 2011：―当面の課題―　施設園芸の省エネと節電. 農業及び園芸, 86, 787-789.
髙倉　直, 2012：日照―作物栽培からみた日照―. 農業及び園芸, 87, 1071-1074.
髙倉　直, 2014：相対湿度でなくなぜ飽差による制御なのか. 農業及び園芸, 89, 40-43.
Tadashi Takakura, 2014：Harvesting the sun efficiently. *Academia J. Agric. Res.*, 2 (1), 001-002.

燃油価格高騰緊急対策と省エネ新技術の動向

東海大学工学部 教授　林　真紀夫

1．燃油価格高騰緊急対策の概要

燃油価格の高騰が施設園芸農家の生産費を押し上げ、収益を圧迫している。暖房用のA重油価格は、2004年まで40円/L前後で推移したが、徐々に高騰し、今シーズンはついに100円/L台に達した。この10年で2.5倍に高騰したことになり、冬期の栽培を断念する生産者も出始めている。また、環境負荷軽減の面からも、燃油使用量の削減が求められる。

このような状況下で、平成24年度の補正予算で「燃油価格高騰緊急対策」が予算措置された。以下、農林水産省資料および（一社）日本施設園芸協会資料よりの抜粋である。

(1) 事業の主旨

近年、冬期加温に使用される燃油価格が高水準にあることにより、施設園芸農家の継続的な経営が困難な状況となっている。今後とも施設園芸農家が継続して営農できる環境を整えるとともに、中長期的な資源価格リスクへ備えるため、燃油価格の高水準による施設園芸農家の経営の悪化を緩和し、燃油価格の影響を受けにくい経営構造への転換を進める緊急対策が必要となっている。

(2) 事業内容

省エネルギー推進計画を策定し、地域ぐるみで燃油使用量の15%以上の削減に取り組む施設園芸産地や生産者に対して、以下の2つの支援を行う。

①施設園芸省エネ設備リース導入支援事業

産地ぐるみの省エネルギー化を集中的かつ計画的に推進するため、リース方式によるヒートポンプ、木質バイオマス利用加温設備等の施設園芸省エネルギー設備の導入支援を行う（省エネ設備のリース料のうち、物件購入価格の1/2以内を補助）。

②施設園芸セーフティネット構築事業

農業者と国の拠出により資金を造成し、施設園芸用の燃油価格が一定基準以上に上昇した場合に補てん金を交付する、セーフティネットの構築を支援する（A重油価格が一定の水準を超えて高騰した場合に、価格差を補填。補助率1/2）。

(3) 実施経過

本事業の資金管理と事業推進を行う全国団体として、（一社）日本施設園芸協会が選定された。平成24年度に先行実施分、平成25年度に本格実施分の計2回、公募が行われた。申請手続きは、先行実施は直接（一社）日本施設園芸協会が、本格実施は都道府県に設立された協議会（「県協議会」という。事務局の多くは道府県の園芸部局）を通じて行われた。申請内容は審査委員会により審査され、その結果を踏まえ支援対象者の省エネルギー推進計画と事業実施計画を承認し、補助金の交付決定が行われた。

(4) 交付決定額とリース設備の導入状況

2回の公募による補助金交付決定額（平成25年11月時点）は、リース導入支援事業4,768百万円、セーフィティネット事業5,871百万円、合計10,639百万円である。

リース導入支援事業による主な設備の導入数は、ヒートポンプが約7,300台、木質バイ

オマス暖房機が約50台、循環扇が約10,600台、内張多層化設備が約67ha、外張多層化設備が約５haである。この他、少数であるが地下水熱利用装置、局所加温電熱線、もみ殻ボイラーなどがある。導入数の多い設備は、実用性が高く生産現場で要望の高い設備と見なすことができる。

(5) 事業の延長

本事業は、平成26年度も継続延長されることが決定している。

2. 省エネ技術の動向

「省エネ」の用語はいろいろな意味合いに使用され、定義が曖昧である。省エネというと、単に燃油削減や暖房コスト削減と受け取られることがあるがそうではない。収量や品質を低下させないことが前提である。したがって、暖房温度を１℃下げて燃油消費量を１割削減できても、２割の減収となればこれは省エネとはいえない。逆に、燃油消費量が１割増えても、２割の増収につながればこれも省エネといえる。収量・品質の低下なしに収量当たりの投入エネルギー（コスト）を削減するという考え方が必要であろう。同時に、収量当たりのCO_2排出量の削減にも努めなければならない。

省エネ技術は、図－１に示すように、大きく３つに分類でき、それぞれ、多くの対象となる技術がある。その中で、現状で実用性があり、すぐ導入でき、費用対効果の認められる技術について主にふれる。

(1) 温室の保温性の向上

ここでは、「保温性」と「断熱性」の用語を区別する。保温性とは、少ない暖房熱量で室温を維持できる性能である。保温性を高めるためには、二つの要因がある。一つは温室の断熱性を高めることであり、被覆の多重・多層化や断熱性の高い被覆資材の利用とともに、気密性を高めることである。もう一つは昼間の床面土壌などへの太陽熱の蓄熱を促進し、夜間に室内へ供給される熱量を増やすことである。通常、換気温度を高めにするなどで、昼間の蓄熱量を多少増加させることはできるが、なんらかの蓄熱設備（蓄熱媒体：土壌、石、水、潜熱蓄熱材など）を用意しない限り、それ以上増加させることは難しい。そのため、断熱性を高める方法が保温の主体となる。断熱性向上は、どんな暖房方式においても確実に効果がでるので、省エネの基本といえ、今後も最も力を入れるべき省エネ対策と考える。

a．保温カーテンの多層化

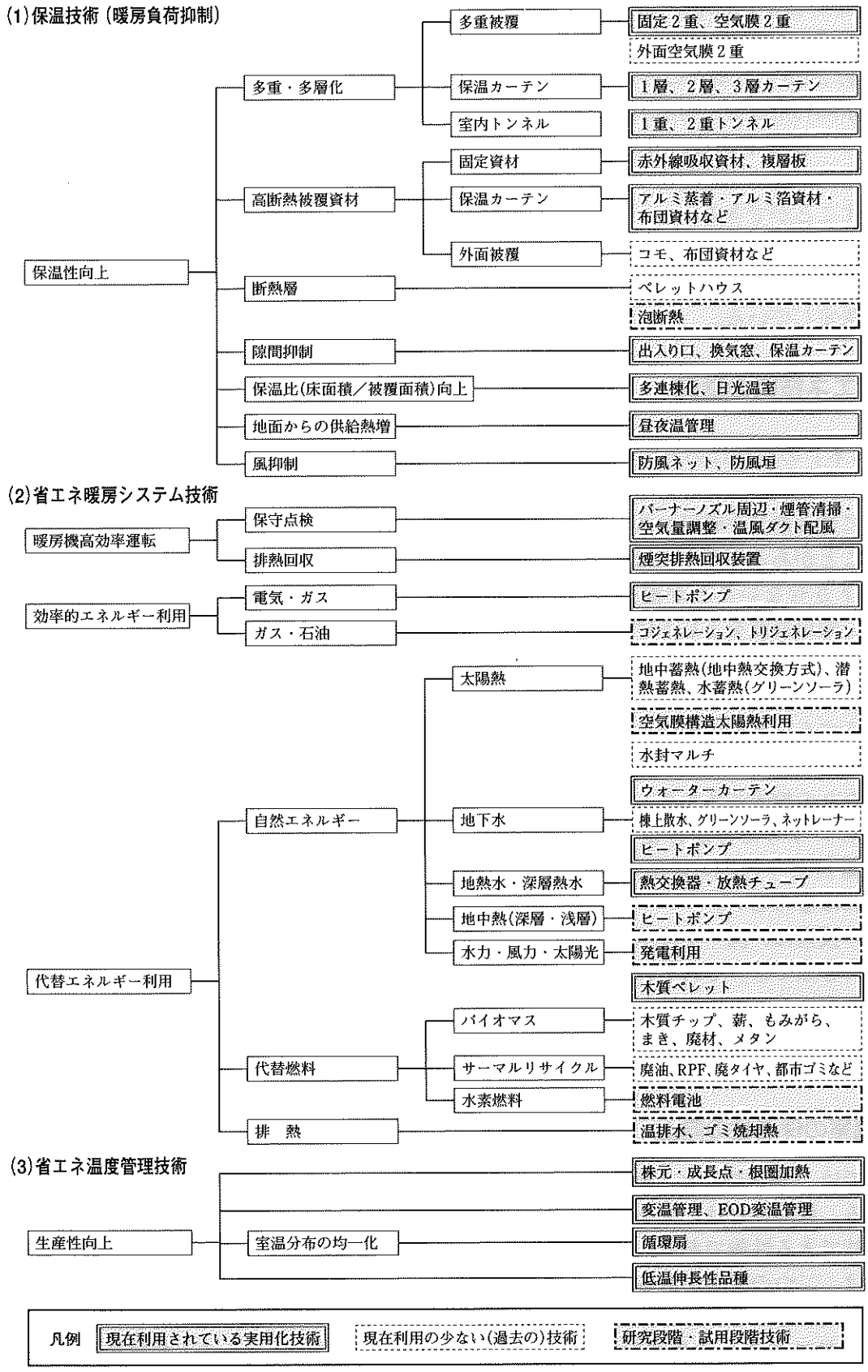
本稿では、固定資材については「重」を、カーテンには「層」の用語を用いる。既設の温室では、天井高さの制限がある場合もあるが、カーテンの多層化は有効な方法といえる。上記補助事業で、高断熱性の布団資材と呼ぶ被覆資材を使用した保温カーテンも導入されている（図－２）。布団資材は厚手の資材で、韓国では多くの温室で使われている。国内でも布団資材や開閉装置の開発が行われている。断熱性向上の効果が高いことから、今後、導入が進むものと予想する。

多層化設備を導入しても、隙間が多いと効果は半減する。現地調査をすると、例えば、谷部合わせ目が閉じていない事例なども見受けられ、目につく隙間をなくすことが不可欠である。

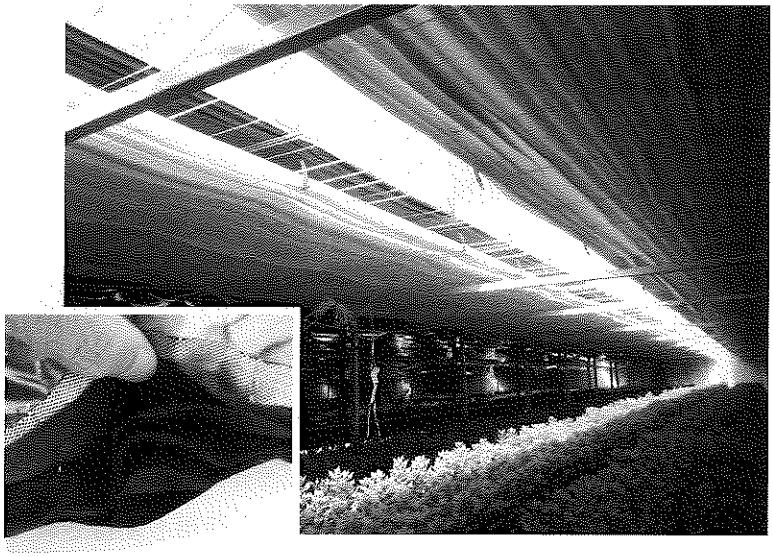
b．固定被覆の多重化

外張りの多重化も一部で導入されてきている。長期展張が可能で、汚れなどによる光線透過率の低下の少ない被覆資材が出てきたことによるといえよう。外張りの内側だけでなく、硬質フィルム（フッ素系フィルムなど）では、外側に固定する部材も用意されている。

空気膜二重温室は、簡易で建設費が比較的安いことや、固定二重よりも気密性が高い分、多少断熱性が高いなどの利点があり、多重化の一方法として今後も利用されよう。ただし、夏期の暑熱対策を考えておく必要がある。


(1)保温技術（暖房負荷抑制）
保温性向上
多重・多層化
多重被覆
固定2重、空気膜2重
外面空気膜2重
保温カーテン
1層、2層、3層カーテン
室内トンネル
1重、2重トンネル
高断熱被覆資材
固定資材
赤外線吸収資材、複層板
保温カーテン
アルミ蒸着・アルミ箔資材・布団資材など
外面被覆
コモ、布団資材など
断熱層
ペレットハウス
泡断熱
隙間抑制
出入り口、換気窓、保温カーテン
保温比(床面積／被覆面積)向上
多連棟化、日光温室
地面からの供給熱増
昼夜温管理
風抑制
防風ネット、防風垣
(2)省エネ暖房システム技術
暖房機高効率運転
保守点検
バーナーノズル周辺・煙管清掃・空気量調整・温風ダクト配風
排熱回収
煙突排熱回収装置
効率的エネルギー利用
電気・ガス
ヒートポンプ
ガス・石油
コジェネレーション、トリジェネレーション
代替エネルギー利用
自然エネルギー
太陽熱
地中蓄熱(地中熱交換方式)、潜熱蓄熱、水蓄熱(グリーンソーラ)
空気膜構造太陽熱利用
水封マルチ
地下水
ウォーターカーテン
棟上散水、グリーンソーラ、ネットレーナー
ヒートポンプ
地熱水・深層熱水
熱交換器・放熱チューブ
地中熱(深層・浅層)
ヒートポンプ
水力・風力・太陽光
発電利用
代替燃料
バイオマス
木質ペレット
木質チップ、薪、もみがら、まき、廃材、メタン
サーマルリサイクル
廃油、RPF、廃タイヤ、都市ゴミなど
水素燃料
燃料電池
排　熱
温排水、ゴミ焼却熱
(3)省エネ温度管理技術
生産性向上
室温分布の均一化
株元・成長点・根圏加熱
変温管理、EOD変温管理
循環扇
低温伸長性品種
凡例
現在利用されている実用化技術
現在利用の少ない(過去の)技術
研究段階・試用段階技術

図－1　省エネ技術の分類



図－2　布団資材を利用した上層保温カーテン
（輪ギク、短日処理にも利用）

(2) 省エネ暖房システム

燃油暖房に代わるものとして図－1の(2)に示すように色々ある。しかし、油焚き暖房を代替する装置で、暖房コストを削減できかつ広範に利用できる装置となると、現状ではヒートポンプということになろう。木質ペレット、木質チップ、薪、もみ殻などのバイオマス燃料暖房は、カーボンニュートラルに近い（加工や運搬にエネルギーを使うので完全ではない）ことや資源の有効利用の観点から、利用促進が望まれる。今後の利用増大が見込まれるが、賦存量に限界があることから、普及面積は限定されよう。自然エネルギー利用も、可能な範囲で利用拡大を図る必要があろう。地下水を利用したウォーターカーテンは、現状でも数百haで利用されている。また、熱交換機を用いた地下水利用も、管理温度が10℃程度以下の作目では効果がでるので、今後、一部では利用されよう。太陽熱利用は、過去の石油ショックを契機にいくつかの方式が開発され（地中熱交換方式、潜熱蓄熱方式、水枕方式など）、一部で利用された方式もあるものの、その後は見かけなくなっている。暖房温度が比較的低めの作目でないと利用効果がでず、設置工事や設備コストの面での課題が残るが、今後、一部での利用は期待できる。

a．燃油暖房機の高効率維持

燃油温風暖房機利用が暖房面積の80%近くを占めていることからも、その高効率維持は重要である。新品の温風暖房機の熱効率（熱利用効率）は約90%である（日本施設園芸協会ホームページ、省エネルギー資材・設備等格付事業の格付結果参照）。すなわち、燃焼による発熱量の90%前後が温室内の暖房に利用され、残りの10%前後が煙突から屋外に放出されていることになる。缶体内への煤の付着や、燃焼空気量の過不足があれば熱効率は低下する。年1回の清掃・点検によりこの効率を維持することは、経費を必要としない対策である。生産者に尋ねると、一度も点検をしたことがないという答えが返ってくることが多い。現場での実行が望まれる。

最近、温風暖房機の熱効率を、20%あるいは30%高めるといったことをうたい文句にした付帯装置などを目にすることがある。しかし、温風暖房機の熱効率を90%に維持していれば、10%を超える熱効率向上は、理論上あり得ないことになる。

b．ヒートポンプ

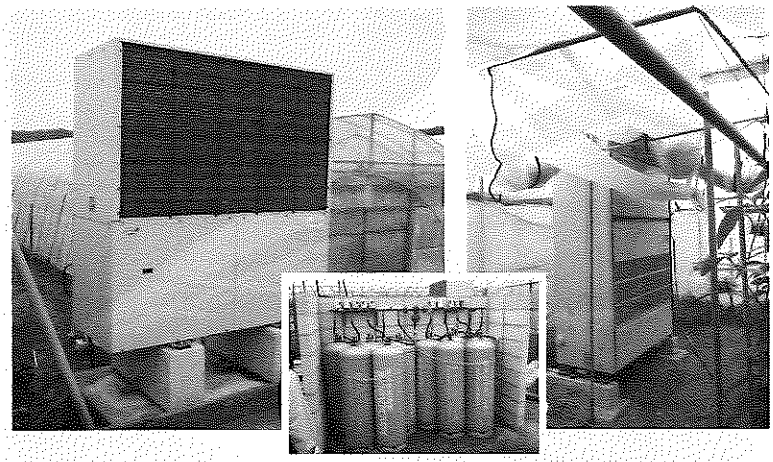
7、8年前から導入が始まり、前述のリース導入支援事業での導入を含めると、現在までの導入台数は2万台近くに達し、設置面積で1,000ha弱、加温施設面積の4～5%を占めると推定する。ヒートポンプは燃油暖房機に比べCO_2削減効果もある。

現状では、導入のほとんどが外気熱源の電気駆動ヒートポンプである。最近、ガスエンジンヒートポンプが一部で利用され始め、数十台が導入されていると推定する。そのほか、地下水や地中熱を熱源としたヒートポンプも利用試験が行われており、ごく一部では利用されている。

電気式ヒートポンプのCOP（暖房利用熱量／消費電気エネルギー）は、暖房期間の平均で3～4前後とみられる。電気ヒーターはCOPが1であるから、同じ消費電力量でヒートポンプは3～4倍の熱量を暖房に利用できる。したがって、燃油暖房機よりも暖房コストが削減できる。ただし、ヒートポンプによる暖房コスト削減効果は、利用条件によって異なることに注意すべきである。電気料金（熱量単価）には基本料金が含まれるので、年間の稼動時間が長くなるほど、kWh当たりの平均電気料金は安くなる。そのため、稼動時間が長くなる暖房温度の高い作目で、暖房コスト削減の効果が大きい。逆に、暖房温度の低い作目では、燃油暖房よりも割高になり得る。

空気熱源ヒートポンプの欠点は、外気温（湿球温度にも関係）が低下したときに、室外機に着霜し、霜取り運転（デフロスト）により暖房運転が一時的に停止することである。そのため、温暖地に比べるとその頻度が多くなる寒冷地では不利である。燃油暖房機を組み合わせたハイブリッド方式は、ヒートポンプの設置コストの削減、運転コストの削減のほかに、霜取り運転による暖房運転停止時の補完の面から適当な方式と考える。暖房だけでなく、夏期の高温時における夜間冷房や、密閉時の除湿利用によって、増収や品質向上の成果をあげれば、ヒートポンプの利用価値はさらに高まる。有効活用法の検討は、今後も引き続き必要である。

ガスエンジンヒートポンプ（図－3）は、エンジン廃熱があるため霜取り運転の問題が軽減できる。燃料のLPガスの価格は石油価格と連動した変動があり、効率のデータが見当たらないので、電気式と比較したコスト面（初期コストと運転コスト）での優劣についてここでは言及できない。外気熱源方式での霜取り運転の問題の大きい寒冷地では、熱源として、地下水や地中熱の活用も期待されている。設備コストが課題であろう。



図－3　ガスエンジンヒートポンプ（左：室外機、右：室内機）

c．木質燃料暖房機

バイオマス燃料には、木質ペレット、木質チップ、薪、もみ殻などあるが、自動運転可能な暖房装置があり、燃料供給体制も整いつつある木質ペレット利用が現状では多い。木質ペレット暖房は、焼却灰処理の手間など管理上の負担がある、燃油暖房機に比べ着火や消火に時間がかかる、暖房機の価格が燃油温風暖房機よりも高価であるなどのマイナス面があるので、燃料コスト面でのプラスが求められる。おおよそA重油1Lと木質ペレット2kgと発熱量が等しいので、kg単価がA重油のL単価の半額以下でないと、コスト面でのメリットは生まれない。燃料の供給体制が整っていて、安定的に燃油よりも安価（例えば、40円/kg以下）に入手できることが確保される地域では、活用が期待できる。運搬にコストやエネルギーを要するので、地産地消的な利用が理想といえよう。

（3）温度管理技術

生産量当たりの投入エネルギーを削減する効率的な温度管理に関する技術である。循環扇は、室内の温度むらの縮小や空気流動促進に効果的といえ、今後も導入が増えるであろう。ヒートポンプは、その送風量が少なく、また配風用のポリダクトを付けない方式がほ

とんどであることから、設置にあたっては、温度むらを抑える対策として、循環扇を設置する場合が多い。循環扇設置に関する設計基準は整っている訳ではなく、設置台数、設置位置、送風角度などについての検討の余地がまだ残されている。

局所加温は、暖房温度を下げるかわりに、株元・成長点など作物近傍の必要な個所を加温することで、収量・品質を維持しつつ暖房熱量を削減する技術である。果菜類の株元加温、生長点加温、イチゴのクラウン加温、バラの株元加温などの技術は、最近の試験成果（森山，2012；檀，2008；深山ら，2011：河崎ら，2011など）によるものであり、今後の活用成果が期待される。花き生産では、EOD（End of day）加温技術（道園ら，2010）が、到花日数の短縮効果があるとして生産現場で利用され始めている。これは日没後数時間の管理温度を恒温管理よりも高めにし、それ以降は低めにする管理であり、恒温管理に比べ燃油削減につながる。

3．おわりに

省エネ技術にはいろいろあり、有効な技術を組み合わせることで効果が増大する。また、省エネ効果を高めるには、日ごろの細かな管理・チェックの積み重ねが重要である。昨年12月に農林水産省から「施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル」と「施設園芸省エネルギーチェックシート」の改定版が発行されている。前者には管理上のポイントが示されているので、生産者や現場に携わる方々は、活用するとよいだろう。同時にチェックシートでチェックすることで、より確実に対策をとることができる。これらは、農林水産省や日本施設園芸協会のホームページの燃油価格高騰緊急対策のページから入手できる。

ミニ情報

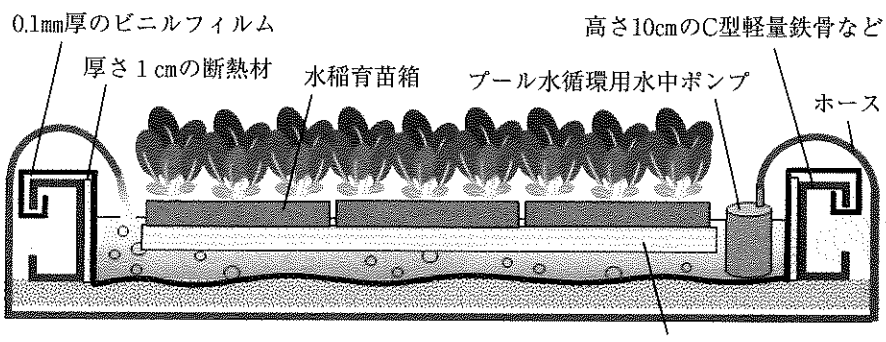
「浮き楽栽培法」による葉菜類栽培

■広島県立総合技術研究所

広島県では集落営農の法人化が進み、大型稲作体系に対応した水稲育苗技術の省力化と、育苗ハウス遊休期間を利用した園芸品目栽培技術が求められています。「浮き楽栽培法」とは、縦61×横92×厚さ2.5または3㎝の発泡スチロール製フロートに、培地を充填した水稲育苗箱3箱を搭載し、それらの自重により底面が5㎜ほど浸水した状態でプールに浮かべて管理する方法で、水稲育苗とリーフレタス等の葉菜類栽培の両方が可能です。

リーフレタス栽培では、粒状の土をベースとした培地を育苗箱に詰め、予め準備した苗を定植し、プールに浮かべて管理します。水は水中ポンプで循環させて酸素欠乏を軽減します。育苗箱底面が常時浸水した状態なので、かん水作業は不要です。春秋季は土耕栽培と同等以上の品質が得られ、夏季はプール水をこまめに入替えることにより、暑さによる抽苔が軽減されます。この技術により、水稲育苗の省力化とコスト削減に加え、育苗ハウスの有効利用による収益向上が実現できます。

（農業技術センター
栽培技術研究部
副主任研究員
柳本　裕子）



「浮き楽栽培法」による葉菜類栽培の模式図（断面）

イチゴの１条疎植栽培で管理作業を軽減

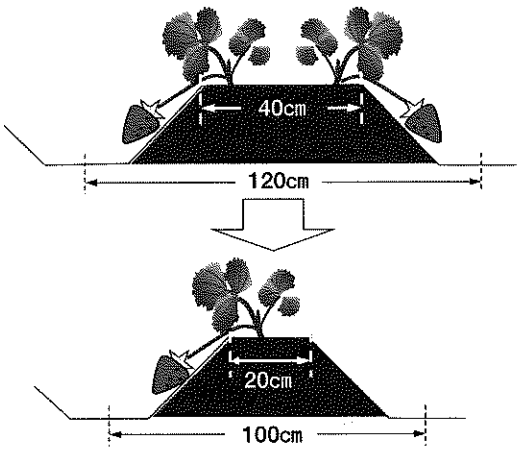
■兵庫県立農林水産技術総合センター

イチゴ栽培は、10a当たり植え付け株数が7,000本以上と多く、軽労化・省力化が大きな課題となっています。そこで、当センターでは、イチゴ土耕栽培における労力の軽減のため、１条疎植栽培法を検討してきました。

従来のうね幅120cmの２条植えに対し、うね幅100cmの１条植えにすると、株間を慣行同様の23cmとした場合、単位面積当たりの株数は40%減少します。そのため、一株一株に対して行う作業（育苗、定植、摘葉・摘果など）にかかる労力が大幅に削減されます。また、株の両側から作業できることも利点です。

一方で、これまでの試験において、１株当たり収量が増加することから、面積当たりの収量は、慣行の２条植えに比べ約85%となるという結果が得られています。

このように、慣行の２条植え栽培に比べ、収量をあまり減少させることなく、栽培管理労力が大幅に軽減可能です。今後は、収量のさらなる増加を図り、管理作業姿勢の改善を含め、総合的な労働軽減技術の開発を目指します。

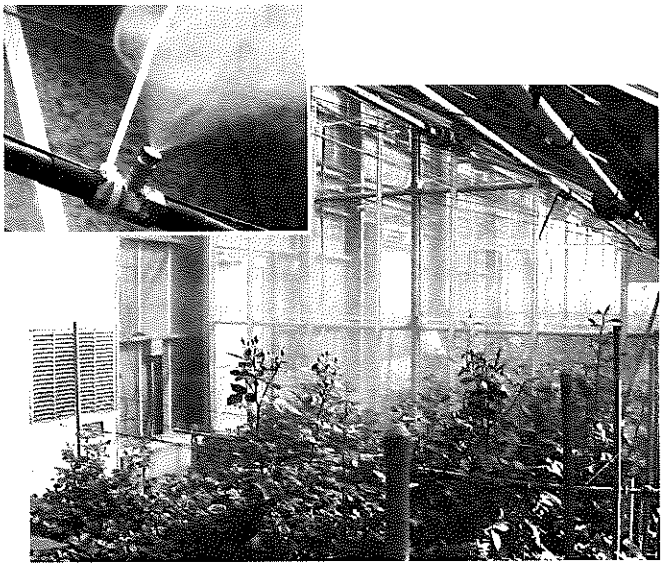


うねの形状と栽培方法の変更

（農産園芸部　**山本　晃一**）

施設環境制御によるバラの生産性向上に向けて

■大分県農林水産研究指導センター



超微粒ミスト稼働時の様子
（左上写真は超微粒ミスト噴口。
この辺りから噴霧）

当センター花きグループでは、平成25年度より施設環境制御によるバラの生産性向上を目指した試験研究に取り組んでいます。

施設内の温度、湿度、二酸化炭素濃度、日射量をモニタリングし、現在、湿度と二酸化炭素制御がバラの収量および品質に与える影響について調査を行っています。

特に湿度制御については、超微粒ミスト(㈲グリーンラボラトリー)を用いて加湿とともに夏期の施設内降温効果を狙っています。

その結果、10月の晴天時において、昼温で最大６℃、平均３℃の降温効果が確認され、相対湿度は80%程度を維持し、飽差も５g/㎥以下に抑えることができました。

今後はバラ以外の主要品目についても同様な試験を行い、県内の花き栽培の生産性向上に役立てたいと考えています。

（農業研究部花きグループ　**甲斐　克明**）

施設園芸での地中熱ヒートポンプシステム利用

農研機構 農村工学研究所
農地基盤工学研究領域　奥島　里美

1．はじめに

近年の燃油価格の高騰や地球温暖化に対し、ハウス暖房での更なる省エネの推進が喫緊の課題となっている。理想的には、ゼロエネルギー、オートノマス、地産地消といった省エネ形態が望まれ、再生可能エネルギー、自然エネルギー活用が注目されるようになってきている。しかし、これらのエネルギーは化石燃料に比べて、薄くしかも時間的場所的に偏在することが多く、ハウス暖房にとって使い勝手が良いとは言いがたい。この薄くて変動制約のある供給サイドとハウスでの熱需要サイドをいかにバランスを取りながらエネルギー利用していくかがキーポイントとなる。

最近は、比較的低温の熱源を利用してハウスの暖房・冷房・除湿が行える点から、ヒートポンプを導入する事例が多くなっている。ヒートポンプの熱源としては、空気、地下水などがあるが、現在ハウスの冷暖房に使用されているヒートポンプの熱源のほとんどは空気（外気）である。空気はどこにでもあるので、その導入のしやすさは大きなメリットである。普及台数の多い空気熱源式ヒートポンプは低気温向けなど機種も豊富である。しかし、外気温が低い地域では、空気との熱交換を行う室外機に着霜が生じると利用効率が低下するといった点が懸念される。

一方、水を熱源として利用する水熱源式のヒートポンプもある。地下水（井戸水）は年間を通して年平均気温程度の水温で安定しているので、利用効率の急激な低下がないことが最大のメリットである。日本は比較的地下水が豊富であり、地下水を利用したヒートポンプの導入が徐々に増えつつある[1)]。しかし、地下水のくみ上げが困難な地域や排水規制があるところでは利用が困難である。

別の選択肢として、どこにでもあり、かつ安定した温度の熱源として、「地中」が期待される。しかし、地中の熱を採るためには熱交換器（採熱管）を地中に埋設しなければならないので、熱交換器の資材や埋設コストが大きいといったデメリットもある。

このように、熱源の種類によって一長一短がある。どの方式を採用するか、合理的に判断するためのデータがまだ十分ではない。特に、地中熱についてはハウスでの適用事例は数えるほどしかないのが実状である。ここでは、地中を熱源とするヒートポンプシステムについて、簡単に紹介する。

2．地中熱ヒートポンプの概要

ヒートポンプは、熱源の熱を冷媒との熱交換により採熱し、その冷媒の相変化を介して、文字通り熱をポンプアップする。地中熱は空気、または水（不凍液）を介して冷媒との熱交換部位まで持ってくるのが一般的である。空気、または水を介さず、直接冷媒が地中熱を運ぶタイプもある。空気が地中熱を運ぶ場合は、空気熱源式のヒートポンプを利用することになる。多くは、水（不凍液）を用いて地中熱を運ぶタイプで、水熱源方式ヒートポンプを利用する。

ハウス暖冷房では、ポンプアップして得ら

れた熱は、送風ユニット（室内機）で温風／冷風としてハウス内に供給される。あるいは、温水／冷水として供給され、ファンコイルユニット等を経由して温風／冷風として供給される（温水／冷水のまま、加温や冷却に使われる場合もある）。

ヒートポンプ自身の能力は、性能表から知ることができる。米国では税制上の優遇措置があり、申請作業上必要なため、各機種について性能表を誰でもネット上で閲覧できる。残念ながら我が国では、ヒートポンプの性能表は、ユーザーが個別にメーカーに問い合わせなければ見ることができず、水熱源式ヒートポンプに関してはまだ性能表が示されないこともある。

3．地中からの採熱試算

どのタイプのヒートポンプを利用するにしても、熱源は薄く分布して変動するなど、制約のある自然エネルギーなので、ハウスでの需要量とのバランスを考慮して利用する必要がある。特に地中熱の場合は、無理な採熱を行えば地温の極端な低下を引き起こし、ヒートポンプの利用効率が下がる。その影響は長期間にわたって地温の低下が徐々に蓄積していく危険もある。そのため、地中熱ヒートポンプシステムにおいては、特に需要に合わせた確実な採熱設計と運転制御が重要である。

地中から熱を採るには、地中に採熱管を埋設し、採熱管内に不凍液を循環させるのが一般的である。ボアホールは、採熱管としてU字状のチューブ（パイプ）を地下数十～百mの深さに鉛直に掘削、埋設するタイプである。地下10m程度の深さに埋設するブレードパイル（鋼管杭）タイプもある[2)]。浅部埋設は地下２m程度の深さにトレンチを掘り、そこに採熱管を埋設する。採熱管の距離を稼いで、熱交換面積を大きくするため、採熱管パイプはスリンキー状（コイルを延ばした形状）にする場合もある。多数の細管を並列に並べてシート状にしたタイプもある[3)]。スリンキーやシートタイプは、トレンチ内に水平または垂直に設置される。採熱管周りには、効率よく熱交換ができるように砂を充填することが多い。

なお、地中の代わりに水中に採熱管を設置して、ため池や湖沼、河川、海から採熱（あるいは冷房時は排熱）することができる。地下水があっても、水質が極端に悪い場合は、タンク内に採熱管を設置し、地下水をタンクにかけ流しする水中採熱管方式で採熱が可能である。

これらの採熱システムがどのくらいの規模となるか、イメージしにくいのではないかと考え、簡単な試算結果を図－１に示した。ソフトウェアは、Ground Loop Design, 2012 Edition（Gaia Geothermal, LLC）を使用した。なお、想定した機器は特に推奨するものではなく、モデル例として計算に使用したものである。また、システム規模は図－１に示した条件での試算結果であり、計算条件を変更すればシステム規模も変わることに留意されたい。

熱需要側の条件として、ヒートポンプによる燃焼加温機とのハイブリッド運転で、500㎡のハウス暖房を行うことを想定し、10馬力程度のヒートポンプを導入する。すなわち、ヒートポンプ暖房能力を25kWとし、12～２月は夜間12時間ヒートポンプをフル稼働し、11月と３月は半分稼働とし、年間で36,150kWhの暖房熱量が必要と仮定した。

これだけの暖房熱量を地中から採熱するには、

①ボアホールの場合：

深さ55mのボアホール８本が必要と試算された。もし、掘削費用が１m当たり１万円とすると、１本当たり55万円×８本=440万円にもなる。

②地中浅部埋設の場合：

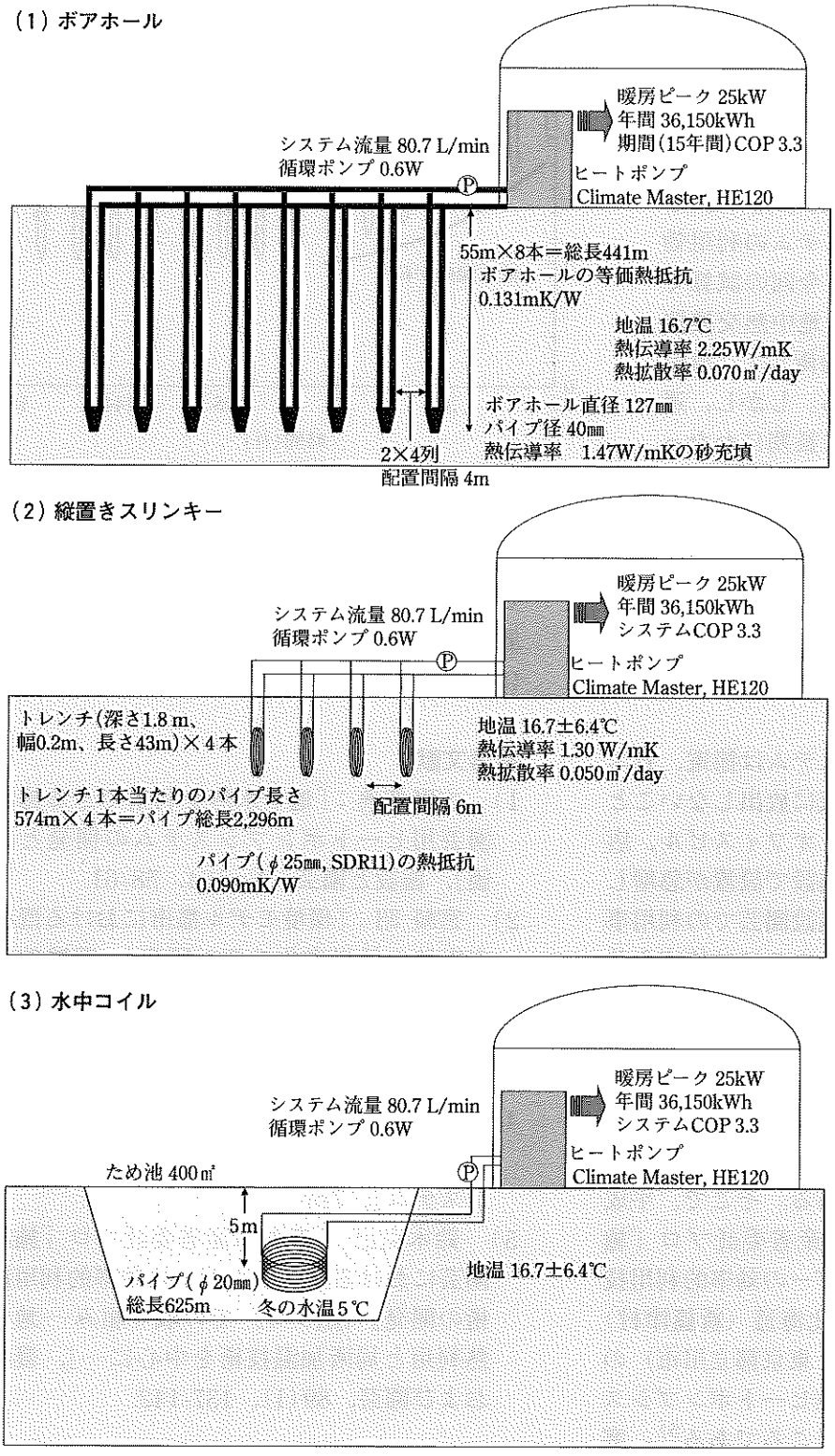
深さ1.8mにポリエチレンパイプをスリンキー状にして縦置き埋設する場合は、長さ43mのトレンチを掘って、そこに574mのパ

イプをスリンキー状にして埋設したものが4つ必要と試算された。パイプの総長は574m×4本=2,296mにもなる。もし、パイプが1m当たり1,800円とすると、1,800円×2,296m=約413万円の資材費がかかることになる。

③水中の場合：

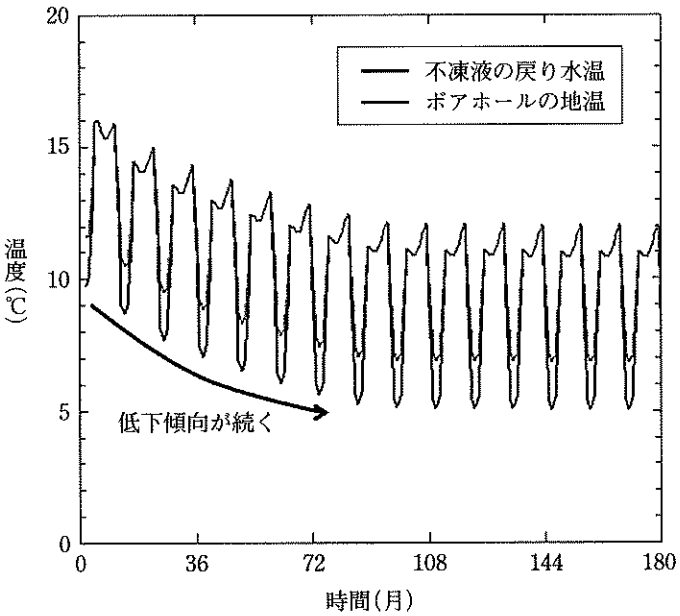
比較のため、地中埋設ではなく水中に設置した場合も試算した。水中の場合は625mのパイプ1本をコイル状にして、設置すればよい計算結果となった。土に比べて水は熱交換効率が高いので、地中浅部埋設で必要なパイプ長さ2,296mの3割程度の長さのパイプしか必要としない。もし、パイプが1m当たり1,800円とすると、1,800円×625m=約113万円である。熱交換器の設置は安く済むが、ため池や湖沼、河川といった公共の水源は水利権の調整が難しく、今のところ、利用は困難な状況である。

以上①、②に示したように、地中熱交換のための資材や埋設費用は非常に高くなる。ただし、地中にあって、紫外線の影響等を受けないため、いったん埋設すれば50年程度使用可能とされる。地中部分は、ヒートポンプのような通常の設備機器ではなく、むしろ農地基盤のようなアグリインフラと見なすべきと思われる。



図－1　暖房負荷25kW(年間36,150 kWh)に要する採熱管の規模の試算例

今回の試算では、冬期の暖房時に地中から熱を採るが、夏期の冷房運転は行わない（すなわち、夏期に地中への排熱は行わない）条件で計算した。この場合は、地中から一方的に熱を採り続けることになるので、長期の使用で、図－２のように、地温が低下していく。そのため、地温が比較的高い１年目のCOPは3.4であるが、15年間のCOPは3.3、40年間のCOPは3.2と、ヒートポンプシステムの利用効率も徐々に低下していく。今回の試算では、７年目以降は採熱量と地中熱交換器周囲の土からの熱移動が均衡して、地温が５℃付近で安定してくる。しかし、運転条件によっては、さらに長期にわたって地温の低下が継続することも危惧される。あるいは、夏期の冷房運転等で熱を地中に蓄えておいて、冬期の採熱に回すなど、地温およびヒートポンプの利用効率を低下させない運転方法の工夫も考えられる。



図－２　地中熱ヒートポンプ運転における地温の長期変化予測
（図－１（１）での条件による）

４．おわりに

地中熱ヒートポンプシステムは節電、省エネ効果があり、排熱を大気に放出しないことから、住宅のほか、特に、オフィスビル、店舗、学校、病院など共用施設で設置が急増し始めている[4)]。しかし、施設園芸での利用事例はごくわずかである。ハウスには住宅や共用施設と異なるハウス特有の使用条件や運転条件がある。例えば、加温機とのハイブリッド運転、冬期暖房と夏期夜間冷房の組み合わせ、大量の除湿、暖冷房と局所加温／冷却の併用などである。また、ハウス用にはシステムの低コスト化が必須である。そこで、平成25～27年度予定の農林水産省委託プロ「施設園芸における熱エネルギーの効率的利用技術の開発」においても、北海道（新篠津村）と関東（茨城県つくば市と東京都立川市）の３カ所のハウスにて地中熱ヒートポンプシステムの実証試験を始めたところである[5)]。寒冷地と温暖地でのデータを収集し、地中熱ヒートポンプシステムの実際の施設園芸への展開の可能性や適用方法について、近いうちに提示することを目指している。

参考文献

1）　古野伸典：「地下水熱を利用できる施設園芸用ヒートポンプシステムの開発と評価」，施設と園芸，No.164，58-61.

2）　宮崎 昭：「環境モデル都市における既存市街地の低炭素化モデル研究」，戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）平成24年度研究開発実施報告書，20-21.

3）　http://tevaenergy.com/geothermal/

4）　環境省 水・大気環境局 土壌環境課 地下水・地盤環境室：「地中熱ヒートポンプシステム」，7pp.

5）　鈴木克己：「農林水産省委託プロ「施設園芸における熱エネルギーの効率的利用技術の開発」（熱プロ）での取り組み―地中熱利用と局所加温技術を中心に―」，農業および園芸，89(1)，137-142.

佐賀県の施設キュウリにおけるヒートポンプの活用

佐賀県農業技術防除センター
専門技術員　松尾　定

佐賀県の施設キュウリ栽培におけるヒートポンプの導入状況は、A重油価格が高騰した平成20(2008)年11戸に初めて導入されて以降、現在の20戸まで少しずつ増加している。利用が始まってからまだ日が浅いが、高い技術を持つ農家では、省エネルギー対策である夜間の重油加温機との併用によるハイブリッド方式以外に、高温時期の定植となる抑制栽培では夜間の降温に、厳寒期の陽が弱い曇雨天日は日中の温度確保や除湿等と上手に使いこなし、高収量を上げている。

1．佐賀県のキュウリ栽培の現状

佐賀県における平成24年の冬春キュウリの作付面積は77ha、収穫量は8,390tで全国9位・8位、九州で2位である（表－1）。

主な作型は、促成栽培・半促成栽培・抑制栽培などで、このうち抑制栽培と半促成栽培の組み合わせが最も多い（図－1）。

ただ、これら以外にも後述の雨よけ夏秋栽培や春作も導入され、「雨よけ夏秋栽培＋促成栽培」あるいは「雨よけ夏秋栽培＋越冬栽培＋春作の年3作型」と「抑制栽培+半促成栽培」の2作型の組み合わせによる周年栽培体系が出てくるなど、作型は多様化してきた。

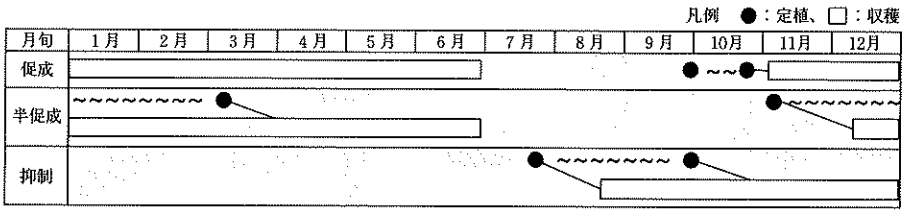
キュウリを栽培しているハウスは、多くが農ビや農POなどを外張りに使用した間口6～8mの連棟ハウスである。このタイプは、初期投資が少なくフィルムの張り替え等の管理も簡単だが、夏期の栽培は台風が襲来した場合の被害が大きく危険が大きい（図－2）。そこで、台風に強い硬質フィルムハウスの導入が近年進んできており（図－3）、それに伴い7～8月植えの雨よけ夏秋栽培や抑制栽培が増加してきた。また、燃油の高騰対策として内カーテンの2層化が徐々に進み、夜間の重油加温機の稼働時間が短くなり、ハウス内は多湿になりやすくなった。

現在の主な栽培品種は、埼玉原種育成会の‘極光607’‘ちなつ’‘千秋2号’や久留米

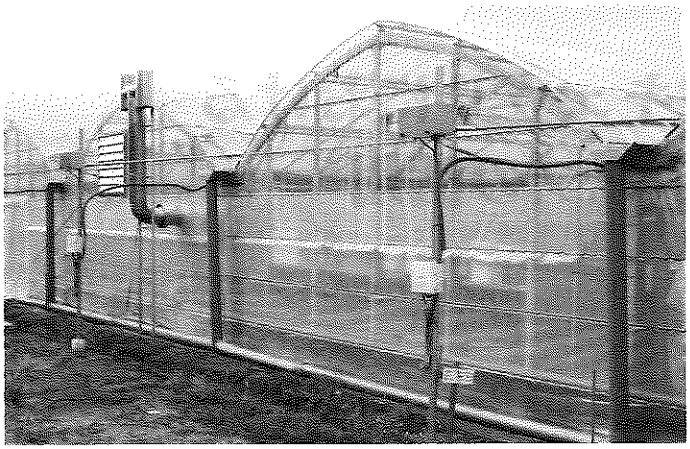
表－1　佐賀県の主要野菜の全国シェア・九州順位（平成24年）（単位：ha、t）

区分		佐賀県	全国	全国シェア	全国順位	九州順位
たまねぎ	作付面積	2,830	24,900	11.4%	2位	1位
	収穫量	122,800	1,097,000	11.2%	2位	1位
いちご	作付面積	237	5,720	4.1%	8位	4位
	収穫量	9,620	163,200	5.9%	7位	4位
アスパラガス	作付面積	126	6,030	2.1%	9位	2位
	収穫量	2,770	28,600	9.7%	2位	1位
レンコン	作付面積	320	4,000	8.0%	3位	1位
	収穫量	4,420	62,500	7.1%	3位	1位
冬春キュウリ	作付面積	77	3,040	2.5%	9位	2位
	収穫量	8,390	299,400	2.8%	8位	2位
冬春ナス	作付面積	20	1,160	1.7%	13位	3位
	収穫量	2,640	113,900	2.3%	8位	3位

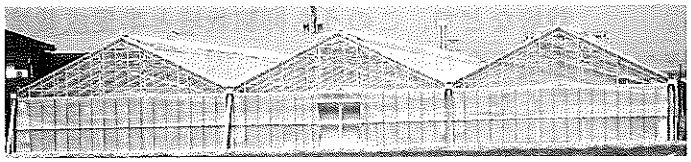
資料：佐賀県野菜関係資料（平成25年版）



図－1　佐賀県におけるキュウリの主な作型



図－2　農ビ外張り丸屋根型ハウス



図－3　硬質フィルム外張り両屋根型ハウス

原種育成会の‘輝世紀’で、褐斑病に強い品種を栽培している。台木は‘ゆうゆう一輝黒’などのブルームレス台木を利用している。整枝方法は、主枝を17～20節で摘心し主枝から発生する子づる、その子づるから発生する孫づると順につるを確保していく「摘心栽培」が主である。促成栽培では、主枝は同様に17～20節で摘心し側枝を3～4本伸ばしていき長くなったら適宜下ろしていく「つる下げ栽培」も行われている。

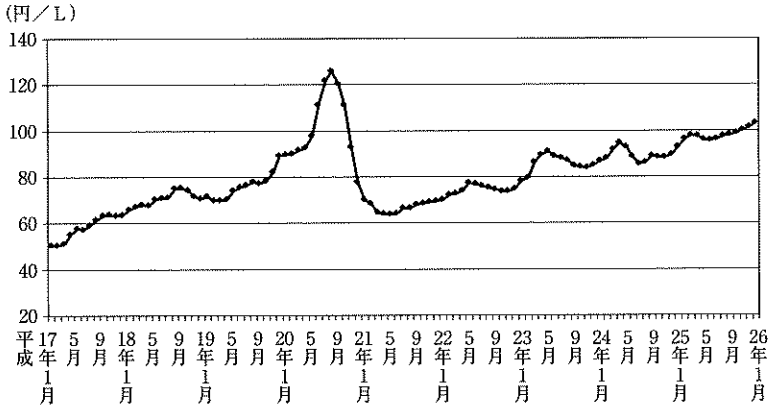
2. ヒートポンプ導入の経緯

佐賀県で使用されている加温機の主な燃料はA重油であり、その価格は10年前の平成17年1月には約50円／Lだったがその後上昇を続け、平成19年から20年にかけての冬には90円／Lを突破し農家経営を大きく圧迫した（図－4）。佐賀県のキュウリ栽培にヒートポンプが最初に導入されたのは、燃油価格が高騰した平成20年である。

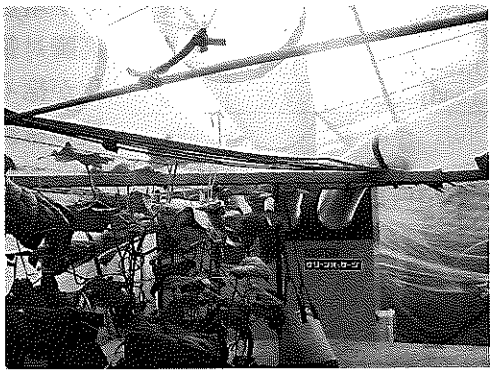
しかし、当時は施設野菜でヒートポンプを活用した事例が少なく、その特性を把握した効率的な活用法を早急に確立する必要があった。そこでまず平成20年度に、ヒートポンプを導入したすべての農家のハウス内の設定温度と実温度および湿度、光熱費の比較等の実態調査を行い、その活用方法を探った。

(1) ヒートポンプ導入状況

ヒートポンプを導入した農家は11戸あったが、そのうち全面積に導入したのは7戸で、残りの4戸は5～7割の面積に導入された。作付面積に対するヒートポンプの台数は個々の農家で異なり、それらヒートポンプ1台がまかなう面積は、1,000㎡以上が3戸、800～1,000㎡が3戸、600～



図－4　A重油価格の推移（農林水産省 農業物価統計より）
注）A重油価格は全国平均農家購入価格



図－5　ヒートポンプ(HP)とダクト

図－6　HP用ダクトの設置状況

800㎡が2戸、500～600㎡が3戸だった。

また、多くのキュウリ農家がうどんこ病対策に硫黄くん蒸を行っており、ヒートポンプの部品には硫黄が付着すると腐植が進むものがあるため、納品前にヒートポンプに硫黄対策を施して導入された。

ハウス内の温度ムラをなくすためダクトを活用し（図－5）、ダクトは作業の邪魔にならないようハウスの上部で株の上を通して設置された（図－6）。

表－2　光熱費の年次毎比較（10a当たり）　（単位：円）

	平成20年産			平成19年産			比較
	A重油代	電気代	合計	A重油代	電気代	合計	H20－19
平均	311,763	252,560	564,323	650,119	66,256	716,375	△152,052
最高	654,878	261,813	916,691	1,483,493	130,893	1,614,386	△697,695
最低	434,560	176,730	611,290	556,745	55,216	611,961	△671

表－3　光熱費の種類毎年次毎比較（10a当たり）

		平成20年産	平成19年産	H19を100とした比率
A重油	使用量（L）	4,537	7,645	59%
	使用金額（円）	311,764	650,119	48%
電気	使用量（kW）	13,420	2,855	470%
	使用金額（円）	252,560	66,256	381%

(2) 10a当たり光熱費の比較

キュウリ農家はハウス毎に作型をずらして栽培しており、全ハウスで同じ作型を栽培することはない。そのため、ヒートポンプの有無を同一農家のハウスで比較することはできず、光熱費は同一農家の前年と比較した。

農家により光熱費の削減幅は大きく異なり、ほとんど減らなかった農家から最高で69万円も減った農家があり、平均すると15万円程の減少だった。使用方法によっては大幅な経費削減になることがわかった（表－2）。

また、A重油と電気それぞれの動きを見ると、ヒートポンプを導入する前と比べて電気使用量および金額が増えるのは当然であるが、A重油は使用量で59%、金額で48%と大幅削減となった（表－3）。

(3) ヒートポンプ活用方法の比較

11戸の導入農家の内3戸について活用方法を聞き取り調査した。ヒートポンプの利用では、その設定温度等だけでなく施設面積および構造、被覆資材の種類と層数、重油加温機の種類と台数（1台当たりの負荷面積）とその設定温度、循環扇の有無と台数などで、A重油と電気を合わせた光熱費がかなり異なると思われたため、それらについて聞き取った。

調査によりわかったことは以下のとおりであった。

①重油使用量はヒートポンプ1台当りの負荷面積が狭いと大きく減り、重油加温機の1台当り負荷面積はあまり影響しなかった。

②設定温度を高くした方が電気使用量は多くなるが、設定温度の差が1～2℃では電気使用量の差はそれほど大きくなかった。

③除湿運転をすると使用量は多くなり、同じ設定温度での除湿の有無による使用量の差の方が、除湿無しでの設定温度2℃差での使用量の差と比べて大きかった。

また、この調査時に農家から聞いたヒートポンプの効果と課題・要望は以下のとおりであった。

〈ヒートポンプの効果〉

①稼働時間が長いため葉が濡れにくい。

②病気が出にくくなった。

③経費削減効果はみられた。

④ダクトを上に通しているため、稼働中も作業が出来る。

〈課題・要望〉

①ダクトのより効率的な配置方法を知りたい。

②生育段階によって温度ムラが発生する。また、定植直後は作物が小さく効率が悪い。

③適正な電気契約の方法がよくわからない。

④夏期にうまく活用出来ればいい。

⑤重油の価格が安くなったので、メリットが出にくくなった（平成21年の声）。

（導入翌年の平成21年末には、A重油価格は70円／L前後まで安くなった。その後再び上昇に転じ、平成25年末には100円／Lを越えたため（図－4）、現在では導入メリットは大きくなっている。）

3．ヒートポンプの現在の活用方法

導入から４～５年が経過し、当初出てきた課題は少しずつ解決してきた。また、生育、時期、気象などに合わせた利用方法について改善され、活用方法は徐々に確立してきた。

以下に、現在の活用方法を紹介する。

(1) ハイブリッド方式による夜間の温度確保と除湿

①重油加温機よりもヒートポンプの設定温度を２～３℃高く設定し、ヒートポンプを優先的に稼働させる。

②１ハウス当りにヒートポンプを２台以上設置している場合は、同時に除霜（デフロスト）運転にならないように、それぞれの稼働タイミングがずれるように設定する。

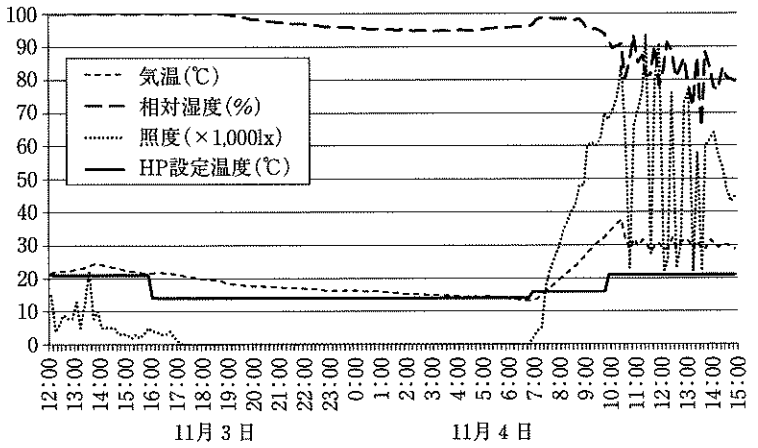
③重油加温機が稼働する厳寒期は原則として夜間の除湿運転をせず、循環扇や重油加温機の送風機能を活用して結露防止を図り病害を予防する。

但し、定植後主枝が伸長している時期の雨の日は、生育を見て、徒長しないよう除湿運転をすることもある。

定植２週間後の2013年11月３日の例では、前日夜から雨となり日中でさえハウス内湿度がほぼ100%となった。さらに、翌朝の最低気温が16℃と高い予報で徒長が心配されたため、17時30分から翌朝6時15分まで14℃設定の除湿運転を行ったところ、18時過ぎから温度・相対湿度ともに徐々に低下し、徒長を抑えることができている（図－７）。

(2) 夜間の冷房

抑制栽培では、主に７～９月にかけて定植されるため、定植後高夜温の影響で主枝の伸長が早く徒長気味に生育し、根張りや初期の草勢が十分でないまま収穫が始まることがある。その場合には、夜間ヒートポンプで温度を下げ草勢をつける。

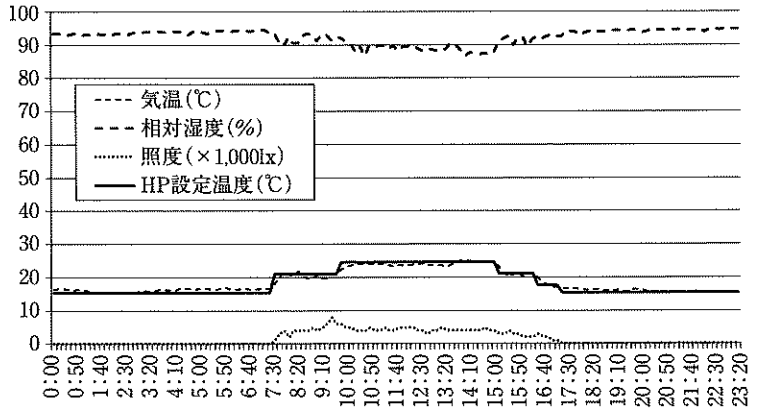


図－７　夜間除湿(2013年11月３日(雨)～４日(晴)のHP設定温度と温湿度変化)

(3) 曇雨天日の除湿

通常、厳寒期の気温が上がりにくい曇雨天日の日中は、重油加温機で温度を確保する。多くの場合は、この時相対湿度は低下する。しかし、葉面積が多く、日射量の増加とともに潅水量を増やしてくる２月上旬以降の雨天日は、重油加温機を稼働しても日中の湿度がほぼ100%と高過ぎることがある。こんな日が続くと、高湿度により蒸散が抑制され根からの吸水が少なくなり、光合成の低下や養水分の吸収不足が懸念される。このような時は、日中の温度確保と併せて除湿を行い、湿度低下を図る。

収穫最盛期をやや過ぎて草勢が低下してきた2014年２月６日の例では、葉面積が多く蒸散が多い生育ステージで、かつ前日夜から曇になり翌日も雨の予報で高湿度



図－８　曇雨天日除湿(2014年２月６日(雪一時曇)のHP設定温度と温湿度変化)

が心配された。朝7時30分から15時30分まで温度設定は時間により変えながら除湿運転を行ったところ、相対湿度は徐々に下がり昼過ぎには90%を下回るまでになり、その後の草勢回復につながった（図－8）。

なお除湿運転は、前述のとおり加温のみよりも電気使用量が多くなるので頻繁に使用するとコストの増大につながる。生育ステージや気象、着果負担等を考慮して、1～数日などスポット的に使用するように気をつける。

近年、オランダの先進的な統合環境制御技術への関心が高まり、CO_2濃度の適正化、飽差（湿度）管理の重要性が説かれるようになった。ヒートポンプの活用方法もそれらに合わせより効果的・効率的なものになるよう、今後も継続して活用技術の検討を進めていく必要がある。

参考文献・資料

佐賀県野菜関係資料
農林水産省「農業物価統計」

調査および調査協力機関

農業技術防除センター、杵島農業改良普及センター、農業試験研究センター、JAさが、九州電力総合研究所生物資源研究センター

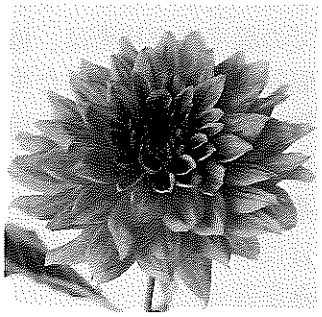
ミニ情報

秋田県オリジナルダリア 'NAMAHAGEマジック' が日本フラワー・オブ・ザ・イヤー2013を受賞!!

■秋田県園芸振興課

秋田県オリジナルダリアの一つ、NAMAHAGEマジックが、この度、ジャパンフラワーセレクションの最優秀賞「日本フラワー・オブ・ザ・イヤー2013（切花部門）」に輝きました。

NAMAHAGEマジックは市場、花店など実需者の人気投票によって選ばれたダリアで、花の中心に向かって濃い紫になるのが特徴です。



ダリア'NAMAHAGEマジック'

今までにない色合いで、デビュー直後から高い人気を博しています。

今回、同時に出品したNAMAHAGEキュート、NAMAHAGEパープルも特別賞を受賞、他3品種も入賞を果たし、NAMAHAGEダリアシリーズに対する高い評価を頂くことができました。

当県では同シリーズの充実を図りながら、ダリアの生産振興を推進してまいります。

（果樹・花き班　**太田　智**）

クラウン冷却による 'なつおとめ' の安定栽培

■栃木県農業試験場いちご研究所

栃木県におけるいちごの夏秋どり栽培は、当所で育成した四季成り性品種'なつおとめ'を用いて現在約1.2haの栽培が行われています。平地での栽培も取り組み始められていますが、高温期における不受精果、小玉果や、花芽分化抑制による秋期の収量低下が問題となっていることから、安定的に栽培するためのクラウン冷却の効果を検討しました。

冷却は、クラウン部にポリエチレンチューブを接触させ、水温19℃程度の地下水を通水させて終日かけ流しました。

試験を行った栃木市（標高58m）では8月のハウス内平均気温が28.9℃となりました。冷却により、クラウン部温度は8月では最大で6.2℃、平均で2.6℃低下しました。また、果実肥大が優れて可販果収量が増加し、10月以降の花房の発生数も増加しました。

'なつおとめ'の夏秋どり栽培において、クラウン冷却を用いることにより平地での夏秋どり栽培が可能と考えられました。

（開発研究室　**中西　達郎**）

EOD-heating処理による切り花、鉢花の省エネ栽培技術

農研機構 花き研究所
花き研究領域 道園 美弦

はじめに

植物の成長に影響を与える環境要因として、温度、日射、日長、CO_2、湿度、風、根圏養水分などが挙げられるが、その中でも温度は花きの生育および開花に大きな影響を与える環境要因である。そのため多くの花き園芸植物の施設栽培では、生育適温を保つために冬期の暖房が欠かせない。

国内の花き施設栽培は、近年、暖房に欠かせない石油価格の高騰により圧迫されており厳しい状況が続いている。花き施設栽培の中で、光熱動力費の占める割合は年々増加しており、2007年には20%に達しており、暖房にかかる光熱動力費の増加が問題となっている。また、2005年度の農林水産分野における燃料消費によるCO_2排出量は1,364万t、このうち施設園芸分野における重油由来のCO_2排出量は611万tと全体の45%を占め、1990年度比で2倍以上に増加している。これらのことから施設内での温度制御を低コストで効率的な温度管理技術の開発が望まれている（林，2007）。

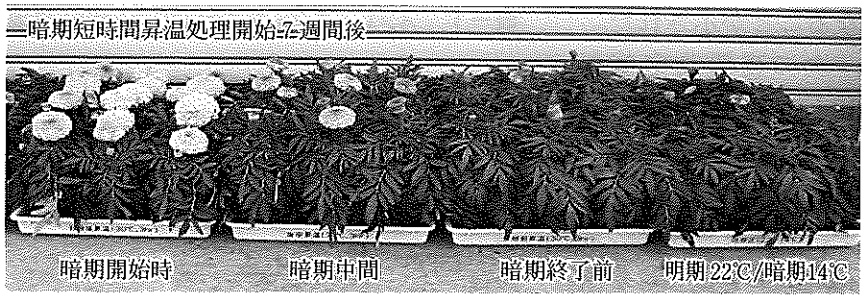
植物の生育に基づく温度管理技術として、植物の生育ステージ毎にあわせた温度制御や一日を単位として昼や夜の温度制御を行う日内変化による温度制御技術がある。植物体の生育ステージ毎にあわせた温度制御技術は、キク、カーネーション、トルコギキョウなど様々な園芸品目において、植物体の栄養成長（茎、葉）や生殖成長（花）の生育段階毎に栽培適温に制御する方法が報告されており、技術として実用化している。一方、日内変化による温度制御技術として、海外では広く利用されている昼夜温較差（DIF）による草丈制御技術がある。我が国においてもDIFは注目されたが、ゼロDIF（昼温と夜温が同じ）を基準とするため、エネルギーコスト面および四季があり寒暖の差が激しい施設内の温度制御はコスト増加が避けられず問題が大きい。このことからDIF処理よりも短時間を降温、昇温することにより植物の生育を制御する短時間変温処理という制御方法が、国内では実用性が高いと考えられる。

温度制御技術は、生育ステージおよび日内での変温管理を組み合わせて最適化していくことが重要である。しかし、生育ステージ別での温度制御技術は、施設内に多品目および周年出荷を目的とした生育ステージの違う植物体が同一施設にある場合などは困難となる場合があることから、花き類の効率的生産体系の確立を目的とし、End of Day（EOD：日没時）反応を活用した技術開発の取り組みを行った。

アフリカンマリーゴールドにおけるEOD-heating処理の効果

キク科のアフリカンマリーゴールド（*Tagetes erecta L.*）は、夏の花壇用に広く利用されているメキシコ原産のキク科の草本植物で、基本的には相対的短日性である。また、植物体がコンパクトであるので人工気象器による環境制御下での栽培が容易である。このアフリカンマリーゴールドを用いて、温度22℃/14℃

（明期/暗期）、12時間日長の環境制御下において暗期に30℃・3時間の時間帯を変えた短時間昇温処理の影響を検討した（道園美弦ら，2010）。その結果、開花反応に顕著な効果が認められた（図－1）。発蕾日数は、短時間昇温処理の時間帯が暗期開始時と終了前では大きな違いがみられ、暗期開始時の短時間昇温処理により開花反応が大きく促進した。なお、暗期終了時の短時間昇温処理は、短時間昇温処理をしない対照区と比べ開花促進効果はみられなかった。この暗期開始時の短時間昇温処理で特異的に認められたマリーゴールドの開花反応の促進は、暗期の時間帯の違いによって開花反応の違いを示す新たな温度反応とみなすことができる。



図－1　アフリカンマリーゴールドにおける暗期短時間昇温処理の時間帯の違いが開花反応に及ぼす影響

暗期開始時いわゆる日没時の処理に特異的な植物の応答反応として、これまでに日没時（End of Day：EOD）におけるキクやペチュニアなどの植物では日没時の短時間遠赤色光（FR）照射（End-of-day FR）による茎の伸長促進や開花の促進が報告されている。これは、植物の避陰反応によるもので、R/FR光受容体であるフィトクロムにより調節を受けると考えられている。この避陰反応と同様に日没の時間帯の太陽光も低R/FRの分光特性となることから、明期終了時の短時間FR照射（EOD-FR）処理することにより低R/FRの光環境と同様の伸長･開花促進などの生育反応を示す報告がある。

今回、マリーゴールドで見い出した日没時の短時間昇温処理による開花促進の現象は、光に対するものでなく温度に対する応答反応であるが、End-of-day FR同様に日没時の環境応答反応による現象であることから、End-of-day FRに習い、End-of-day（EOD）heating処理による開花促進と呼ぶことを提案している。

スプレーギクにおけるEOD-heating処理の効果

キクの生態的特性は多様性があるものの、開花には一般的に15～20℃が好適である。15℃より低い温度では、多くの品種は花芽形成が非常に遅れるか、あるいは形成されない。花房形質は、発蕾時以降の温度を下げることによって変化し、花房が乱れることが報告されている。キクは、低温で栽培すると栽培期間が長くなる上に切り花形質に関わる品質は低下する。このことから冬期の施設栽培におけるスプレーギクの温度管理は、栽培期間の延長や品質の低下を最小限にとどめながら省エネルギー化を図ることができる効率的な栽培管理技術の構築が求められている。

冬期の施設栽培（3月開花作型）において、EOD-heating処理がスプレーギクの生育および開花に及ぼす影響について検討した（道園美弦ら，2012）。その結果、最低気温13および8℃の条件下において供試したスプレーギクは、20℃・3時間のEOD-heating（日没時短時間昇温）処理を行うことにより開花促進の効果が認められた。また、最低気温8℃条件下では、短時間昇温処理による開花の遅れは18℃区と比べて著しかったが、最低気温13℃条件下でEOD-heating 20℃・3時間処理は、18℃区と比べて開花の遅れはみられなかった。これらの結果から、スプレーギクの3月開花作型における開花は、最低気温13℃程度の温度条件でEOD-heating 20℃・3時間処理により最低気温18℃条件とほぼ同等と

なることが示された。

次に夜間設定気温13℃条件下におけるEOD-heating処理（日没時20℃・3時間昇温）が、スプレーギクの開花遅延および花房形質の劣化の軽減に及ぼす影響について、2月開花作型において検討した（表－1、図－2）。その結果、スプレーギクの一般的な栽培温度を想定した18℃条件に比べて開花は若干遅れたが、昇温処理をしない13℃区と比べると5日程早くなり、EOD-heating処理により開花の遅延を軽減できた。スプレーギクの品質を左右する花房形質の中で側枝の長さや側枝の着生角度は、重要な品質構成要素であることから品質評価の指標とした。その結果、EOD-heating処理した‘セイローザ’の頂花から数えた第4側枝の長さ、第4側枝の着生角度は、18℃条件とほぼ変わらない花房形質が得られた。供試したすべての品種の花房形質は、EOD-heating処理によって13℃条件とは異なり、18℃条件と同等か18℃条件に準じる形質を示した。このことから、EOD-heating処理は、開花促進効果に加えてスプレーギクの出荷規格上、問題となる温度の低下による花房形質の劣化を軽減させることが明らかになった。

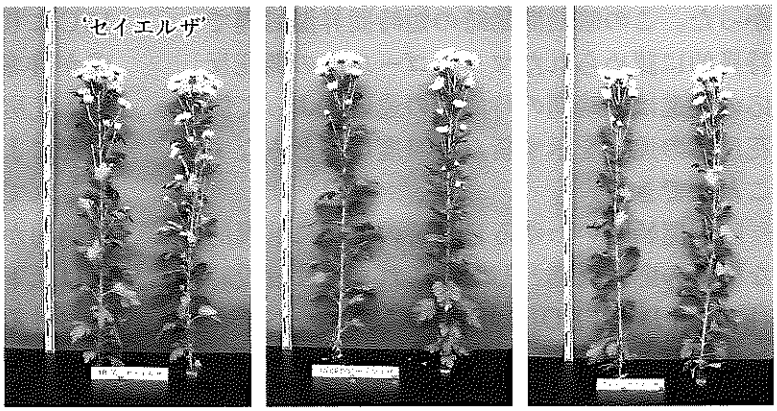
暖房コストに関する消費エネルギーは、EOD-heating処理した場合の1日当たりの消費熱量として18℃条件と比べて約20%削減できた。温度処理期間では、18℃条件と比べてEOD-heating処理は若干開花が遅れ、供試した品種により到花日数が異なっていることから、今回、供試したスプレーギクの温度処理期間の消費熱量の削減率は13～17%となった。

EOD-heating処理は、冬季のスプレーギクの切り花生産において、著しい生育不良の生じない最低気温13℃程度の温度域内で活用することにより、最低気温18℃条件と比較して開花を顕著に遅らせることはなかった。加えて、出荷規格上、重要な花房形質を劣化させることのない効率的な温度制御技術となり得ることを示している。

表－1　スプレーギクにおけるEOD-heating処理が開花および花房形質に及ぼす影響

品種	処理	到花日数	第1次側枝数	第4側枝着生角度（°）	第4側枝長（cm）
セイローザ	18℃	53.2 c z	12.4 a	41.7 a	115.7 b
	EOD-heating	55.3 b	11.4 a	40.0 a	125.4 b
	13℃	61.7 a	8.0 b	28.8 b	146.3 a
セイエルザ	18℃	53.7 c	13.2 a	42.9 a	74.9 c
	EOD-heating	55.7 b	12.8 a	42.1 a	85.6 b
	13℃	60.8 a	10.3 b	30.4 b	105.6 a
デックモナ	18℃	46.8 c	12.0 a	37.5 a	101.5 b
	EOD-heating	50.7 b	9.1 b	36.3 ab	111.9 b
	13℃	55.2 a	5.5 c	33.3 b	141.2 a
フィウォッカイエロー	18℃	46.4 c	12.4 a	40.8 a	79.2 b
	EOD-heating	50.7 b	12.2 a	40.4 a	80.2 b
	13℃	55.3 a	10.2 a	42.1 a	100.3 a

注）値は平均値±標準誤差（n＝24）
z　品種毎の同一列による異なるアルファベット文字間にTukeyの検定により5%レベルで有意差あり



図－2　スプレーギクにおけるEOD-heating処理が切り花形質に及ぼす影響

花き施設栽培におけるEOD-heating処理による温度管理方法の拡がり

今回、アフリカンマリーゴールドにおけるEOD-heating処理の実験事例およびスプ

レーギクにおけるEOD-heating処理の施設栽培での実用化に向けた実験事例について紹介した。より実用化に向けた取り組みとして和歌山県農業試験場では、スプレーギクの栄養生長期、花芽分化期および花芽発達期の各生育ステージにおけるEOD-heating処理の処理方法が詳細に検討されている（川西ら，2010）。

他の花き品目についても報告がある。東京都農林総合研究センターでは、花壇苗のペチュニアにおいて、EOD-heatingの効果を検証している。暖房を行わない無加温区（夜間のみ不織布によるべたがけ）、0℃に保つ0℃加温区、5℃に保つ5℃加温区を設け、さらに、0℃加温区にはハウス内にトンネルを設置し日没時の17：00～21：00までを小型温風機で15℃に昇温するEOD-heating区を設けた。その結果、ペチュニアの株張りなど茎葉部の生育は、0℃加温区、EOD-heating区および5℃加温区に大きな違いはみられず、到花日数はEOD-heating区が最も早く、5℃加温区より6日程度開花が促進した。燃料消費量を試算するとEOD-heating区は、5℃加温区と比べ30%以上削減できることを報告している。また、鳥取県農業総合研究所では、トルコギキョウにおけるEOD-heating処理（日没時23℃・3時間昇温し、その後朝まで13℃）により開花促進および品質の向上がみられ、この処理方法で暖房費は30%削減することが示されている。輪ギク（秋田県農業試験場）、シクラメン（島根県農業技術センター）およびカーネーション（静岡県農林技術研究所）では、EOD-heating処理により慣行栽培と同等の品質が得られ、暖房費は削減することが示されている。EOD-heating処理の実証実験は、花き品目への拡がりを見せており、今後も実用化に向けたEOD-heating処理の効果を詳細に検証していくことで、品質を劣化させない効率的な温度管理技術の実現に期待する。

参考文献

道園美弦・他（2010）植物環境工学，22：8-14.
道園美弦・他（2012）園学研，11（4）：505-513.
林 真紀夫（2007）技術と普及，44：11-15.
川西孝秀・他（2012）園学研，11（2）：241-249.

ミニ情報

移動式の太陽光発電キク電照装置

■秋田県農業試験場

当場では、地球温暖化防止対策による二酸化炭素排出量削減に向けた取り組みの一つとして、太陽光発電を活用したキクの電照栽培システムの開発を行っています。

考案した電照装置は、太陽光パネルと夜間電照用の蓄電池および電照時間の制御に用いるタイマーをセットにして一体型の架台に搭載した小型の装置です。架台の下部には車輪を取り付けて移動可能とし、さらに設置場所に合わせて、パネルの角度が調節できるようになっています。

1台当たりの最大出力は330Wと小さいため、消費電力の少ないLED電球を電照資材として用いることになりますが、電照ケーブルごとに交互に間欠電照を行うことで、2倍の個数の電球を点灯させることができるようになり、電照する面積を拡大できます。

移動式の太陽光発電キク電照装置

移動式の太陽光発電装置なので、送電線のない中山間地や水田転作畑におけるキク電照栽培での活用に期待できます。

（野菜・花き部 花き担当　**佐藤　孝夫**）

「テープヒータ」による イチゴの株元加温技術

山口県農林総合技術センター 農業技術部
園芸作物研究室 専門研究員　鶴山　浄真

1．はじめに

イチゴ生産の中心となるハウス促成作型で、冬期に安定収量を得るためには、暖房機でハウス内を8～10℃に維持することが不可欠である。しかし、イチゴの単価が伸び悩む中、燃油価格の上昇は生産コスト増大に直結し、生産農家の経営を圧迫している。暖房コストを抑えるために暖房設定温度を低くしたために、減収となる生産農家は多い。既存生産者の経営維持と新規生産者の掘り起こしには、省エネルギー（暖房コストの低減）技術の開発が急務の課題である。

中山間地域が占める土地面積の割合が7割と比較的高い山口県においては、200～400㎡規模の小型ハウスでイチゴを栽培する農家が多い（平成26年山口県調べ）。大規模なイチゴ栽培施設や高温管理となるバラ栽培施設では、省エネルギー暖房装置としてヒートポンプの導入が急速に進んでいる。ヒートポンプの導入コストは、同能力の温風暖房機に対して数倍と高くなるが、除湿機能や冷房機能も活用することで、導入メリットを発揮している。ただし、小型ハウスでの栽培が主である本県イチゴ生産農家にとって、ヒートポンプは必ずしも‘導入しやすい省エネルギー技術’とはいえない。

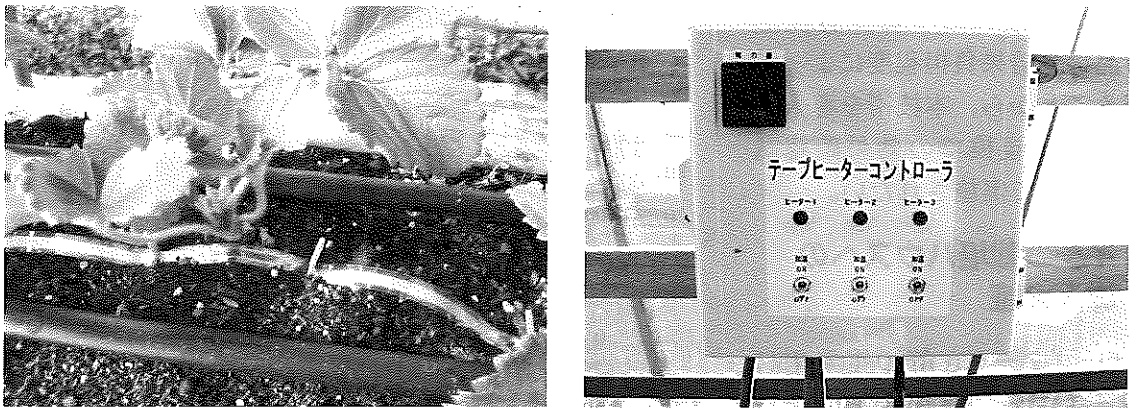
近年、イチゴ栽培における省エネルギー技術として、株元加温技術が注目されている。これは、加温対象をイチゴ植物体の温度感応性が高いとされる株元に集中し、ハウス管理温度は下げて暖房コストを低減する技術であり、農研機構 九州沖縄農業研究センターおよび福岡県農業総合試験場で先進的に技術が開発されている。ただし、本技術を農家が簡易に実施できる加温装置が開発されておらず、イチゴ生産農家への普及は限定的であった。

そこで、イチゴ栽培における株元局所加温技術の普及拡大を目指して、産学公で共同開発した「テープヒータ」について紹介する。

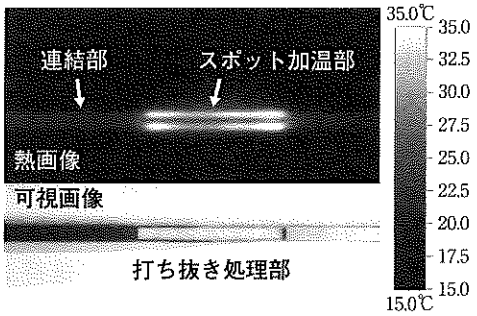
2．「テープヒータ」の概要

(1) 発熱テープ

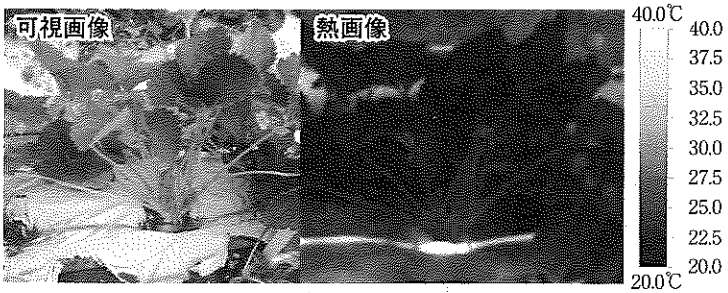
中國工業㈱（ステンレス加工業：山口県光市）が開発した発熱テープである。長尺帯状のステンレス箔（厚さ0.1㎜、幅6㎜）を樹脂で絶縁処理したテープに通電して発熱させる。この発熱テープは、絶縁性を保持しつつ形状を自由に設定できる利点と、加温するクラウン部との接触面積が大きくなる利点を有している（図－1）。更に特筆すべき特性として、一本のテープの中で任意に発熱部と発熱量を設定できる‘スポット加温特性’を持つことが挙げられる（図－2）。これは、一本のステンレス箔テープ中に打ち抜き処理等により、テープ断面積を他の部分よりも小さくする（断面積が小さくなるほど、抵抗は大きくなる）ことで、この部分の発熱量が高まる性質を用いたものである。本県イチゴ産地（株間20㎝）の場合、株間連結部14㎝の発熱テープの抵抗値1.2Ω/mに対して、株元接触部6㎝は打ち抜き処理をして抵抗値を6.0Ω/mに高め、株元をスポット加温させている



図－1 「テープヒータ」を構成する発熱テープ（左）と専用制御器（右）



図－2 スポット加温特性



図－3 イチゴの株元スポット加温状況
（株元部分を集中的に加温）

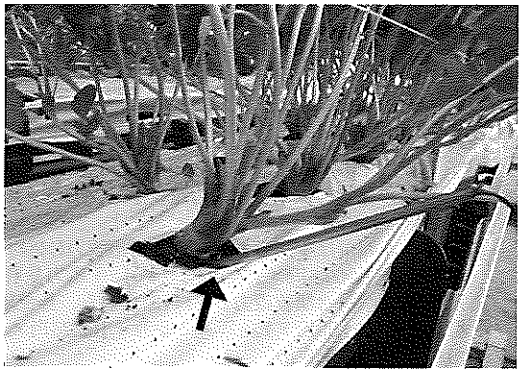
（図－3）。スポット加温は、イチゴ株間の発熱ロスを抑えることになり、打ち抜き処理無しの発熱テープに対して消費電力量を5割以上低減できる。

(2) 専用制御器

徳山工業高等専門学校が制御プログラムを開発し、新立電機㈱（システム設計製作：山口県下松市）が製造する制御器である（図－1）。電力機器使用に不慣れな生産農家が安心して使用できるように、漏電防止および過電流防止機能を備えている。また、発熱テープ脱着用の専用カプラーを設けることで、容易に設置できるよう工夫している。

(3) 設置方法と運転方法

イチゴ栽培株に沿って発熱テープを設置し、スポット加温部が株元と接触するようにランナーピン等で固定する。発熱テープの設置は、マルチ被覆の上でも良い。接触部は株の進行方向に対して、前方でも後方でも加温



図－4 株元に設置したセンサー部

効果は変わらないことを確認しているが、前方に設置すると春先に発熱テープが株元に潜り込んで撤去作業が困難となるので、後部が良い。制御器の温度センサーは株元直下に設置する（図－4）。

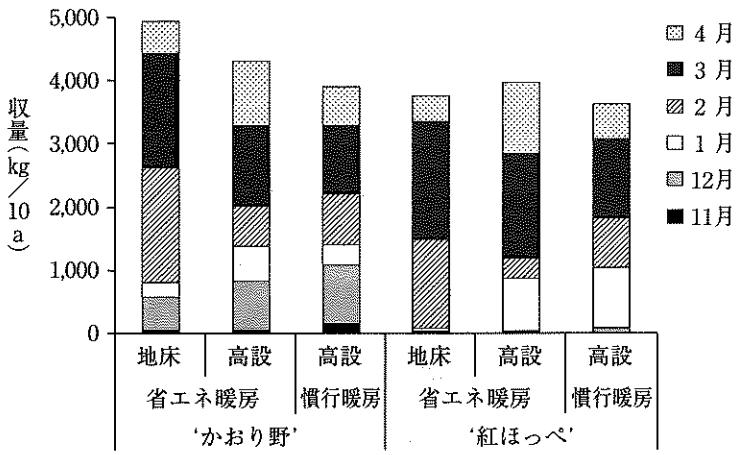
「テープヒータ」への通電は、センサーが株元直下の温度を検知して自動制御する。制御温度に関しては、九州沖縄農業研究センターおよび福岡県農業総合試験場でこれまでに得られた研究成果から、15～20℃の範囲が適温とされている。これまでの栽培試験か

ら、設定温度に対する生育反応は、品種や着果負担程度によって異なることから、本技術を導入する際は、小規模での効果確認試験を踏まえて実施されたい。

3．イチゴ栽培ハウスへの導入実証

「テープヒータ」等の電熱線によるイチゴの株元局所加温技術は、栽培方式を選ばず既存栽培ハウスに導入可能であることから、既存の地床および高設栽培のハウスに導入して省エネルギー性を実証※したので紹介する。

※平成24年度施設園芸省エネルギー新技術等開発支援事業（農林水産省所管）の採択を受けて実施



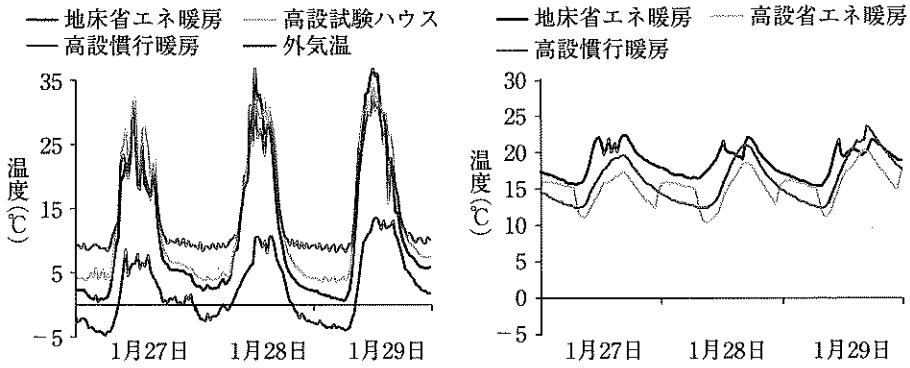
図－6　実証ハウスにおける収量

山口県農林総合技術センター内の同規模小型単棟ハウス3棟を用い、地床栽培と高設栽培のハウス2棟で「テープヒータ」を導入し省エネルギー栽培を行った。高設栽培のハウス1棟で慣行暖房（温風暖房機でハウス内気温を8℃以上に維持：平成24年11月20日より翌年3月10日まで）で栽培し比較対照とした。品種は、'かおり野'および'紅ほっぺ'を用い、施肥は県慣行基準に準じ、電照およびジベレリン処理は行わなかった。各ハウスの栽培期間中におけるイチゴの生育、果実収量および暖房に用いた燃油量と電力量を調査した。

表－1　実証ハウスの暖房に投じたエネルギー量と暖房コスト

実証ハウス	10a当たり投入エネルギー（6,400株換算）※1			暖房コスト※2（千円）
	灯油使用量（L）	電力使用量（kWh）	熱量※3（MJ）	
地床省エネ暖房（130㎡、720株）	0	24,044	86,560	412
高設省エネ暖房（130㎡、720株）	2,009	9,511	107,966	338
高設慣行暖房（180㎡、810株）	6,645	0	243,869	695

※1　実証ハウスでの実測値をもとに10a当たりに換算（株数換算）
※2　基本料金の算定に係る契約電力は、テープヒータの株当り電力消費量を2.3Wとして計算した（2.3W×6,400株＝15kW）。
地床省エネ暖房は中国電力管内の農事用電力C契約（基本料金の限定が可能）で計算した。
［基本料金（1,060.5円×15kW×4か月）＋電力量料金（12.94円×20,139kWh）］の1割増し
高設省エネ暖房は深夜電力B契約（深夜のみ、無使用月の基本料金は半額）で計算した。
［基本料金（304.50円×15kW×4か月＋152.25円×15kW×8か月）＋電力量料金（電力量料金9.62円×8,693kWh）］
灯油単価104.6円／Lで計算した（石油情報センター調べ、山口県配達灯油価格、平成25年1月）。
※3　発熱量換算値は1kWh＝36MJ、灯油1L＝36.7MJ



図－5　栽培期間中のハウス内気温（左）と株元培地温（右）
（平成25年1月27日から1月29日まで）

（1）地床栽培ハウスへの「テープヒータ」導入効果

地床栽培ハウスでの省エネルギー暖房は、温風暖房機を稼働させずに、株元温度が20℃を下回った場合に「テープヒータ」に通電（平

成24年11月30日より翌年３月10日まで）する方法とした。外気温が零下となる日に、ハウス内温度が0℃近くまで低下したが、株元温度は15℃以上を維持していた。慣行暖房方法の対照ハウス高設栽培システムの株元温度は12℃まで下がった（図－５）。

省エネルギー暖房の地床栽培ハウスでは、両品種とも生育は同程度に推移し（新生第３葉葉長を調査：データ略）、総収量は対照ハウスと同程度以上となった（図－６）。対照ハウスと比較して、暖房に投じたエネルギー量は熱量換算値で６割以上削減し、暖房コスト（基本料金＋電力使用料金：電気契約内容は表－１を参照）を約４割削減できた。

ただし、省エネルギー暖房ではハウス内気温が低く推移するため、果実成熟期間が長くなったことが影響し、１月までの初期収量が対照ハウスよりも少なくなった。本課題の解決方法として、日中ハウス内温度管理の見直しや温風暖房機と「テープヒータ」のハイブリッド暖房を検討している。

(2) 高設栽培ハウスへの「テープヒータ」導入効果

高設栽培ハウスでの省エネルギー暖房は、温風暖房機によるハウス内気温の維持温度を４℃に下げて、深夜電力時間帯に株元温度が20℃を下回った場合に「テープヒータ」に通電（期間は地床と同じ）するハイブリッド暖房方法とした。これは、果実が中空で成熟する高設栽培では、ハウス内温度が低下した際に果実凍結の危険性が高いと判断したためである。省エネルギー暖房ハウスの株元温度は、「テープヒータ」に通電しない時間帯には10℃近くまで低下するが、深夜電力時間帯には速やかに上昇し、15℃以上を維持できた。

省エネルギー暖房の高設栽培ハウスでは、両品種とも生育は同程度に推移し（データ略）、対照ハウスと同程度の初期収量を確保した上で、総収量が対照ハウスと同程度以上となった（図－６）。対照ハウスと比較して、暖房に投じたエネルギー量は熱量換算値で６割以上削減し、暖房コスト（燃料コスト＋基本料金＋電力使用料金：電気契約内容は表－１を参照）を約５割削減できた。

4．普及展開と展望

(1) 普及展開

イチゴ栽培における「テープヒータ」を活用した省エネルギー暖房技術確立の見込みが得られたことから、現在、株元局所加温装置としての製品化と普及に向けた取り組みを展開している。これに先立ち、地域の気象や品種への適応性確認用の小型品（50㎡までの対応）を製品化し、平成25年度より県内生産者へ株元局所加温技術を紹介している。

現在のイチゴ栽培における暖房コストは、10ａ当たり約60万円（燃油使用量約6,000L×灯油単価約100円）まで増加している。株元局所加温による省エネルギー暖房技術の普及を進める「テープヒータ」の製品化にあたっては、約５割の暖房コスト削減効果を踏まえて、５年以内で回収可能となるよう導入コストの低減に取り組んでいる。また、ハウスに必要容量の電源設備がある場合、「テープヒータ」の設置は生産者で実施可能であるが、ハウスに電源設置が必要な場合は専門業者による施工が必要となるため、農業資材を取り扱う業者や電気設備工事を行う業者への技術紹介を進めている。

(2) 更なる省エネルギーを目指して

イチゴ栽培の更なる省エネルギーと脱石油依存を目指し、平成25年度農林水産省委託プロジェクト研究「地域資源を活用した再生可能エネルギーの生産・利用のためのプロジェクト」に参画し、採光性と断熱性に優れる「次世代型パイプハウス（近畿中国四国農業研究センター等が開発）」との組み合わせ効果の検証に取り組んでいる。

布団資材を用いた省エネ技術の開発と現地での実証や普及

香川県農業生産流通課 野菜・花きグループ　古市　崇雄
農研機構 近畿中国四国農業研究センター 傾斜地園芸研究領域　川嶋　浩樹

はじめに

近年の原油高による暖房コストの上昇は施設園芸農家の経営を大きく圧迫しており、施設園芸分野における省エネルギー対策が不可欠な状況となっている。施設園芸における省エネルギー対策として有効な方法はハウスの保温性能を高めることであり、断熱性や密閉性を確保して温室内の熱を逃がさないようにすることが効率的な省エネルギーを達成する上での基本となる。具体的には、内張カーテンの二重化ないしは三重化、断熱性の高い（伝熱抵抗の大きい）被覆資材の利用、被覆資材の破れの補修、内張の裾や出入り口、側窓等の隙間の目張りで気密性を高めることが挙げられる。

ハウスの保温性能を向上させる技術としては、被覆資材の多層・多重化、２重に展張した被覆資材の間に空気層を形成させる空気膜２重構造ハウス（岩崎，2008；島地，2011）等がある。また、２重被覆の間に発泡ポリスチレンのペレットを充てんしたペレットハウスは、熱貫流率がきわめて小さく保温性に優れた構造である（宮川，1974）が、換気が難しくまた設備費が高いこと等があり普及は進んでいない。

これに対して、中国の日光温室は、普及面積が80万ha以上といわれている省エネルギー型の栽培施設である（陳ら，2000）。日光温室は、東西棟で設置されたハウスの透光面（南面）を除く三方がレンガや土の厚い壁でできており、断熱と蓄熱の役割を担う構造体を形成している。ハウス自身の集熱機能を利用して日中に蓄熱し、夜間にその熱を還流利用している。また、透光面（南面）は「わらごも」や布団状の保温資材を展張した外面被覆を夜間に巻き下ろすことで保温を図り、寒冷地においても無暖房で内外温度差20℃以上を保つことができ、外気温が氷点下でも無暖房で葉菜類の栽培が可能である（陳ら，2000；山口，2011）。しかし、①施設構造（耐風・耐雪・耐震）、②壁構造による日陰の影響を避けるための空間が必要、③保温時の高湿度化、④夏季高温条件下での利用・環境制御等、わが国で普及させるには実用上の問題がある。

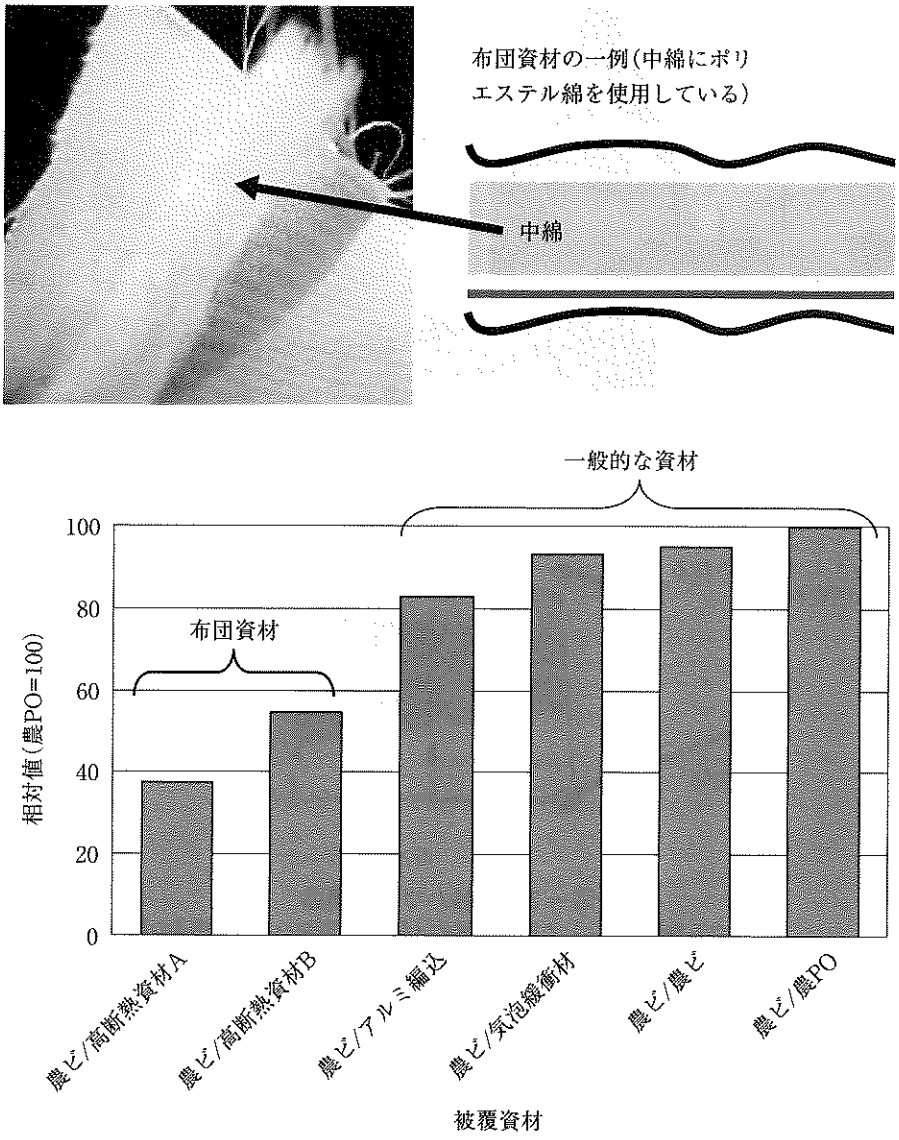
一方、韓国のハウスでは、多層構造の保温被覆資材が内張の保温カーテンや外部被覆として使われている（丸尾，2009）が、このような被覆資材がわが国で使用されている例はほとんどない。本資材は、不織布の間にポリエステル綿などの中綿があり、我々は「布団資材」と通称している（川嶋ら，2013ａ）。布団資材は、「わらごも」のように空気層を含むことから、わが国で使用されている従来の保温用被覆資材と比較して断熱性が高いと考えられる（林ら，2011ｂ）。

そこで、多層断熱被覆資材の利用がハウスにおける保温性能と暖房負荷に及ぼす影響について検討した結果を述べるとともに生産現場における適用事例を紹介する。

１．布団資材の断熱性

布団資材の一例および布団資材の断熱性能をわが国で一般的に使用されている保温用

被覆資材と比較・評価した例（林ら，2011ａ）を図－１に示す。布団資材は、ポリエステル綿などの中綿を織布で挟んだ多層構造の断熱資材である。被覆資材の断熱性は、熱貫流率測定装置（林ら，2011ａ）を用いて被覆資材の熱貫流率を測定することにより評価できる。従来、ハウスで使用される条件（放射冷却等を考慮した条件）において被覆資材間で熱貫流率を相互比較することは困難あったが、本装置は熱貫流率を同一条件下で客観的に評価することができる。熱貫流率は熱の通りやすさを示す指標であり、値が小さいほど熱が通りにくく被覆資材の断熱性が大きいことを示す。布団資材の熱貫流率は、わが国で一般的に使用されている軟質プラスチックフィルムをはじめとする一般的な保温用被覆資材の熱貫流率と比較して、布団資材の熱貫流率は1/2～1/3と小さく、布団資材が高い断熱性を有するといえる（林ら，2011ｂ）。



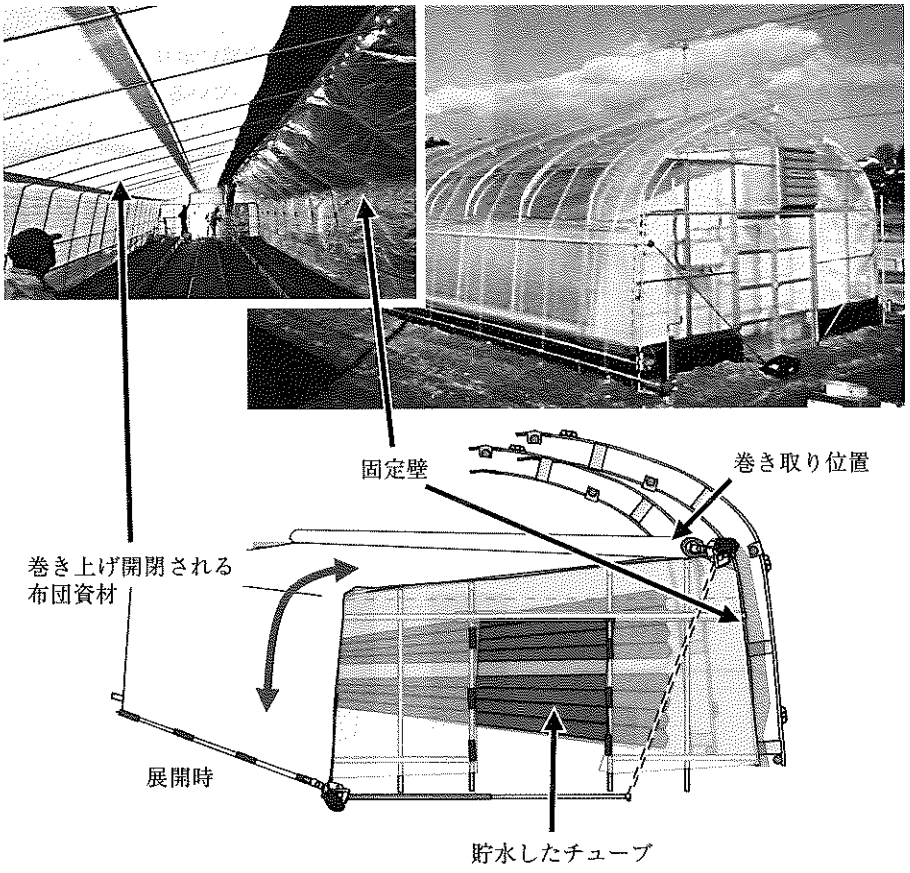
図－１　布団資材の構造と保温用被覆資材の熱貫流率の比較

注）２重被覆条件（外張りを農ビで統一）で、晴天夜間を模擬（冷却板温度－20℃）し、ハウス内気温15℃、外気温０℃、結露なしの場合を想定して測定。農ビと農POは厚さ0.1mm。布団資材は２種類を供試した。熱貫流率は農ビ/農POを100とした相対値で示した。（林ら，2011より作成）

布団資材は、中綿の厚さが厚いほど断熱性が大きいこと、通気を遮断する資材を入れた方がよいこと等、今後の布団資材の開発に必要な条件が明らかにされている（滝澤ら，2012）。中綿の厚さについては、厚みが増すほど省エネ効果が大きくなるものの柔軟性が乏しくなるため、巻き取り式あるいはカーテン式による利用が難しくなる。また、資材を開けた時の収束性が悪く、日中には資材の影が大きくなる等の弊害が生じることになる。保温性能を落とさずできるだけ薄くかつ低コストな資材の開発が求められる。

２．布団資材がハウスの保温性能に及ぼす影響

布団資材を使用することにより、パイプハウスの保温性能が大きく向上すると考えられる。そこで、実際に布団資材を装備したハウ



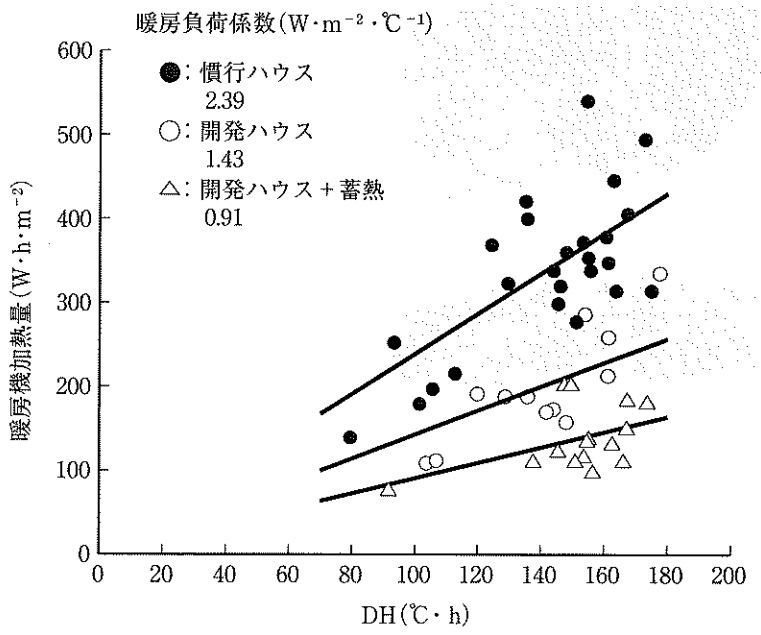
図－2　試験ハウスの構造

注）ハウス外観（右上）と内部の様子（左上）、開発ハウスの構造の概略（下）：北側面に布団資材で固定壁を設け、水蓄熱用のチューブを設置した状態。透光面の布団資材を自動開閉する。

ス（以下、開発ハウスという）を設置して実証試験を実施した。開発ハウスは、東西棟とした北側の側面を布団資材による固定張りとした。透光面にあたる南側から天面にはスリークォーター状の内張り骨組みを形成し、その上に布団資材を展張した（図－2）。減速機を使用した巻き上げ方式でその布団資材を自動開閉させて、日中は巻き上げておき夜間は展張して保温を図る構造とした。隣接して設置した同規模のパイプハウスを慣行ハウス（内張りは0.075㎜農POによる固定張り）として、それぞれのハウスにおいて暖房機設定温度12℃でミニトマトを栽培しながらハウス内環境、暖房燃料使用量等を測定した。

布団資材を使用した開発ハウスにおける暖房期間中の暖房燃料使用量は、慣行ハウスと比べて40%以上削減された。暖房デグリーアワーに対する被覆面積当たりの暖房機加熱量との関係を図－3に示す。両者が比例関係にあるときの比例定数が暖房負荷係数である。両ハウスにおける暖房負荷係数は、慣行ハウスと開発ハウスでそれぞれ2.39W・m^{-2}・$℃^{-1}$と1.43W・m^{-2}・$℃^{-1}$であり、開発ハウスの方が40%程度小さく、布団資材を装備することでパイプハウスの保温性能が向上することが確認された（川嶋ら，2013ａ）。

さらなる省エネを図るために、布団資材に加えて水蓄熱体を開発ハウスに設置した。水蓄熱体は、布団資材で固定壁としたハウス北側面のダブルアーチ構造の間隙に塩化ビニル製のチューブを積み重ねて設置し、その中へ貯水（ハウス床面積120㎡に対して約2,244Lを封入）したものである（図－2）。日中は蓄熱体となる水に蓄熱され、夜間にはその熱が自然還流されることで暖房負荷を軽減する効果が得られ、前述と同様に計算した暖房負荷係数は0.91W・m^{-2}・$℃^{-1}$と慣行ハウスより約60%小さく、保温性能が大きく向上することが明らかとなった（図－3）。また、実際の暖房燃料使用量は、慣行ハウスと比べて約70%削減される結果となり省エネ効果が大きかった。なお、水蓄熱体による暖房負荷軽減効果は、ハウス内の管理温度によって異なり、設定温度が低いほど暖房負荷軽減効果が大きく、設定温度が高いほどその効果は小さくなる（川嶋ら，2013ｂ）。また、水蓄熱は、太陽



図－3　暖房デグリーアワー（DH）と暖房機加熱量との関係
（川嶋ら，2013ａより作成）

熱を利用する以上、天候等の影響を受けることになるため、適用できる地域や管理温度条件等を明らかにする必要がある。

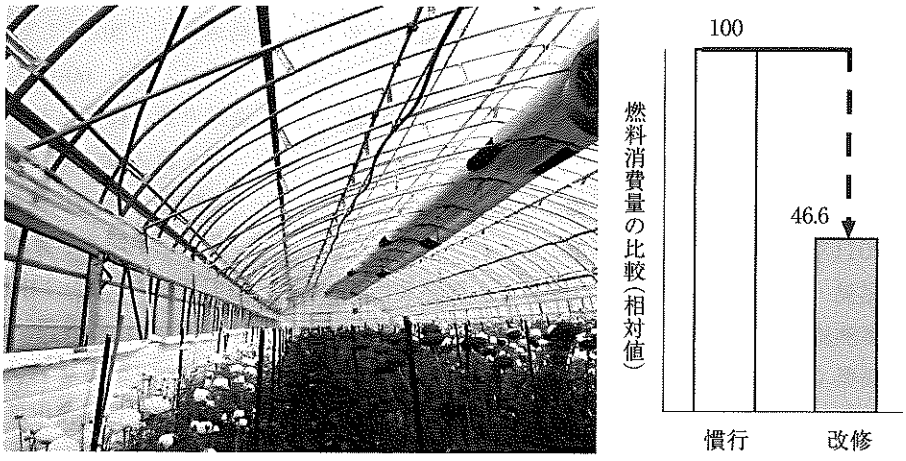
3．普及に向けた取り組みと課題

実際の生産現場において、既設ハウスに対して布団資材を適用する実証試験を行った。既存の内張り骨組み（傾斜張り・巻き上げ方式）をそのまま利用して布団資材を設置したところ、暖房燃料使用量を50％以上削減する効果が得られた（図－4）。既設ハウスに対する布団資材の適用は比較的容易であったが、このケースにおいて布団資材とその関連資材の導入にかかった資材コストは約2,100円・m^{-2}であった。管理温度が高いほど、また同じ管理温度であれば寒冷地ほど、暖房燃料経費の削減額が大きくなるため投資回収期間は短くなる（実用技術開発事業22046コンソーシアム，2013）。一方、札幌市郊外の生産法人における実証試験では、布団資材を付加することで暖房燃料使用量を60％以上削減した試験結果が得られている（図－5、川嶋・直木，2012）。

このように、布団資材の利用はハウスにおける保温性向上に有効な資材といえる。しかし、現在のところ、布団資材は輸入品であり国内ではほとんど流通しておらず、すぐに手に入るとはいえない状況である。布団資材の普及に向けた課題としては、例えば、断熱性評価に供試した布団資材は200～900g・m^{-2}と重量物であり取扱性の改善等を図る必要があること等があげられる。そこで、布団資材の利用を進めるために、現在、国内の繊維・素材メーカーの協力を得ながら問題点の改善、新たな資材の開発と試作を進めている（滝澤ら，2012）。

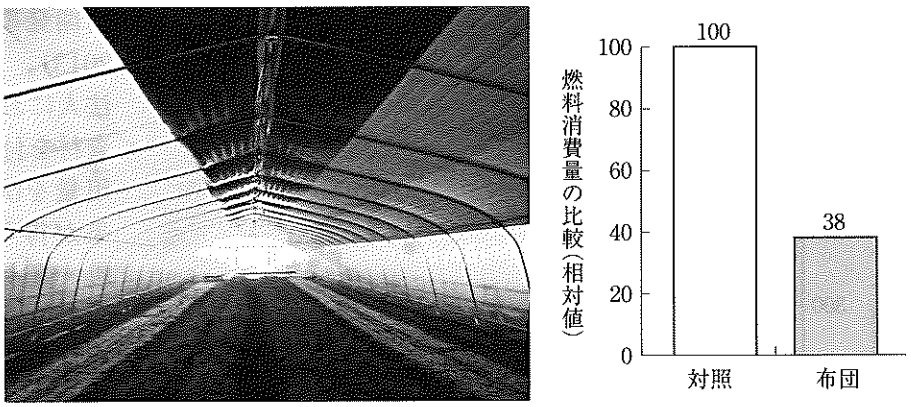
おわりに

ハウスの保温性能を向上させる技術は、わが国でも古くから使われている。保温性能の向上だけを考えれば「わらごも」による「こもがけ」は非常に優れた方法である。紹介した



図－4　既存ハウスにおける布団資材の適用（左）と暖房燃料使用量（右）
香川県三豊市の花き生産者圃場における実証試験例

布団資材も、韓国や中国では利用が進んでおり革新的な技術ではないが、今後の省エネルギー対策を行う上で、わが国においても保温用被覆資材の主役となるべき資材であると考えている。生産現場においても布団資材が導入される事例も増えつつあり、取扱性の良い資材の開発とともに既存ハウスへの施工方法の改善が求められる。なお、本成果の一部は、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」で採択された課題「高保温性能で暖房燃料使用量を大幅に削減する次世代型パイプハウスの開発（2010～2012年度）」において実施した成果である。研究成果集（実用技術開発事業22046コンソーシアム，2013）がホームページ（http://www.naro.affrc.go.jp/warc/original_contents/tech/index.html）で公開されている。



図－5　寒冷地における布団資材の適用（左）と暖房燃料使用量（右）
札幌市における実証試験例（布団資材は開閉動作中）

参考文献

陳青雲・山口智治・畔柳武司（2000）：中国の省エネルギー園芸施設「日光温室」について、農業施設，31(2)，113-118。

林真紀夫・大原基広・清水美智・山元隆義（2011a）：温室用被覆資材の熱貫流率測定装置の開発．農業施設．41(4)．163-169.

林真紀夫・曽我部篤志・杉浦聡・近藤翔太郎・川嶋浩樹・岡田益己（2011b）：熱貫流率測定装置を用いた被覆資材の断熱性評価，日本農業気象学会2011年全国大会講演要旨，46.

平尾晃・船越建明・後俊孝（1985）：太陽熱利用水蓄熱施設の周年利用技術の確立に関する研究，広島県立農業試験場報告，50，95-105．岩崎泰永（2008）：空気膜二重構造ハウスによるキュウリ栽培における暖房用燃料消費量の削減効果，東北農業研究，61，147-148.

川嶋浩樹・直木武之介（2012）：Q&A北海道で実施されている省エネパイプハウスの開発について教えてください．ニューカントリー．59(7)，96-98.

川嶋浩樹・古市崇雄・宮内樹代史・直木武之介・長崎裕司（2013a）：多層保温被覆資材と水蓄熱体の利用がパイプハウスの暖房負荷に及ぼす影響、農業施設、44(2)、73-82.

川嶋浩樹・古市崇雄・直木武之介宮内樹代史・林真紀夫（2013b）日本型日光温室の開発－水蓄熱による暖房負荷の軽減効果、2013年度農業施設学会大会講演要旨、1-2.

丸尾達（2009）：躍進する韓国の最新施設園芸事情，施設と園芸，146，51-57.

宮川逸平（1974）：ペレットハウスの構造と効果，農業気象学会創立30周年記念出版編集委員会著、農業気象の実用技術（第2版），養賢堂，55-66.

島地英夫（2011）：空気膜ハウスの活用法，施設と園芸，154，60-65.

瀧澤直希・林真紀夫・黒田翔太・川嶋浩樹・長崎裕司・直木武之介・遠藤薫・山中康弘・山口智治（2012）：布団状被覆資材国内試作品の断熱性能．農業工学関連学会2012年合同大会．O201.

山口智治（2011）：中国の超省エネ日光温室の現状（2011年）と展望，施設と園芸，153，36-41．実用技術22046コンソーシアム（2013）：高保温性能で暖房燃料使用量を大幅に削減する次世代型パイプハウスの開発成果集．1-26.

空気膜ハウスによる省エネ栽培

宮城県農業・園芸総合研究所　相澤　正樹

1．空気膜ハウスの概要

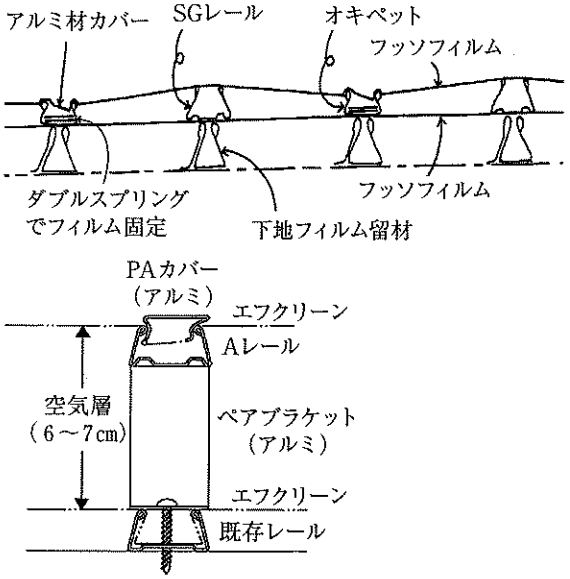
(1) 定義

ハウスの屋根面等にフィルムを二重に展張して空気の断熱層を形成したハウスを「空気膜二重構造ハウス」あるいは単に「空気膜ハウス」と呼ぶ。空気は断熱効果が高いので2枚のフィルム間の伝熱が遮断されることによってハウスの保温性向上を狙ったものである。保温被覆の分類では、固定式内張カーテンや複層板などと同じ「固定被覆」の一種とされている。「空気膜ハウス」は北米やヨーロッパを中心に広く普及しているが、日本国内ではこれまで栽培現場ではあまり利用されてはこなかった。しかし、平成17(2005)年末頃から燃油価格高騰による暖房用燃料コストの上昇に対応するため、あるいは二酸化炭素排出による環境負荷を軽減するため、暖房用燃料の消費量を削減する技術や方法についての関心が高まり、農POフィルムの普及とあいまって、空気膜ハウスについての研究が実施され、各地での導入が増加した。

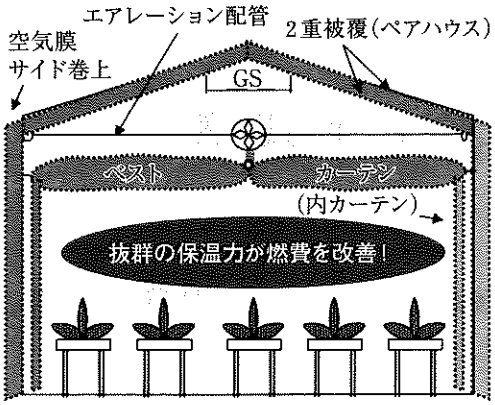
(2) 構造と被覆方法

空気膜を形成する方法には、ハウスの種類や設置する部位によっていくつかの方式・種類がある。これまでは海外から輸入した鉄骨ハウスなど（例えばリッシェルハウス）で、屋根面を空気膜二重構造とするものがみられ

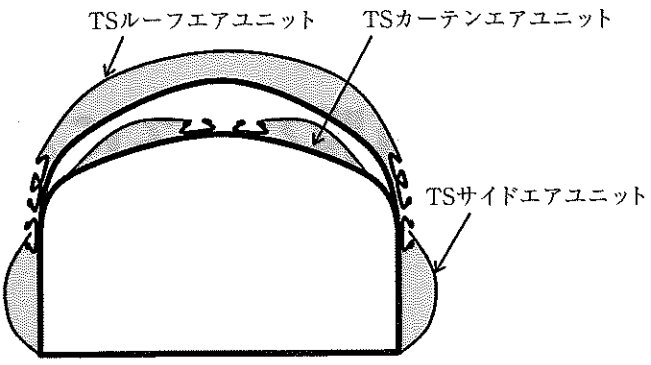
図－1　空気膜二重構造専用フィルム「ふくら－夢」のパンフレット
（出典：東罐興産㈱ホームページ）



図－2　「ペアハウス」の主な被覆工法
（上図の方法が現在主流）
（出典：㈱グリーンシステムホームページ）



図－3　「ペアハウス」＋内張カーテン（空気膜二重構造）（製品名ベストカップルハウス）の概要
（出典：㈱グリーンシステムホームページ）



図－4　開閉作業が容易な内張カーテンや側面の空気膜二重構造（製品名TSエアユニット「TSルーフエアユニット/TSサイドエアユニット/TSカーテンエアユニット」）の概要
（出典：東都興業㈱ホームページ）

る程度であった。最近はパイプハウスにも空気膜二重構造が応用されつつあり、設置が容易なことや省エネ対策の重要性から、導入面積が増加している。

単棟パイプハウスでは、ブロアーで空気を吹き込むことによって空気膜を形成する方式が用いられ（空気膜二重構造専用フィルムの例を図－1に示した）、鉄骨ハウスではなんらかのスペーサーを用いて空気の断熱層を形成する方法が多く用いられている（「ペアハウス」と呼ばれるもの、主な被覆工法を図－2に示した）。また、屋根面だけでなく側面や妻面、さらに内張カーテンに空気膜二重構造を用いて、さらに保温性を高めた施設の導入も進んでいる（製品名「ベストカップルハウス」の例を図－3に示した）。

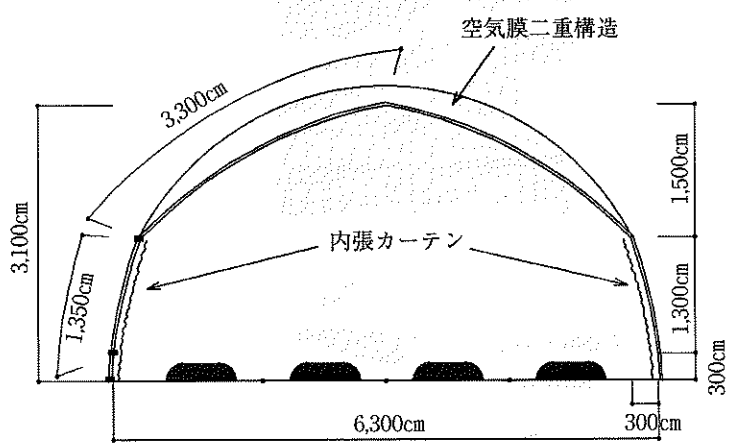
屋根面に空気膜を形成する場合には、フィルムが一枚追加されることによる日射透過量の減少が問題となる場合があるが、これを避けるため、内張カーテンを空気膜二重構造として夜間は空気を送り込み、日中は空気を抜いて開閉操作できるようにしているものもある。また、送風を止めるとすぐに開閉作業が容易にできる内張カーテンや側面用の空気膜二重構造に便利な製品も市販されている（製品名「TSエアユニット」の例を、図－4に示した）。

一例として、屋根面を空気膜二重構造としたパイプハウス（以下、空気膜ハウスとする）の模式図を、図－5（屋根面を空気膜二重構造とするパイプハウスの基本構造の例）に示した。

(3) 設置方法

空気膜二重構造パイプハウスの設置は、概ね以下のように行う。

ハウスの屋根面に農POフィルムを二重に展張する。フィルムはハウスの軒部分と妻部分に固定用のレールとスプリング（「ビニペット」など）を用いて、2枚のフィルムを一緒



図－5　屋根面を空気膜二重構造とするパイプハウスの基本構造の例
（間口6.3m，棟高3.1m の場合）

に固定する。このとき、フィルムは１枚の場合と同様にしわが入らないように固定する。膨らみを持たせるために外側のフィルムに余裕を持たせる必要は特にない。固定用レールにとじ込むフィルムの枚数が通常よりも多くなるので、レールは溝の深いものを用いる方がよい。フィルム間にブロアーで24時間連続的に空気を送り込む。送り込む空気はハウスの内部、外気のどちらから取り込んでも保温性に大差はないが、外気から取り込んだ方が２重フィルム間の結露が少ない。ブロアーからの空気をフィルムに導入する部分に隙間ができやすいので注意する。

ブロアーの大きさは40～50Wの小型のもので、100 坪程度まで対応可能である。展張時における空気膜二重構造のフィルムとフィルムの間隔はハウスの天頂部分で20～30cm程度となるように調節する。膨らみが不足すると、フィルムを固定しているハウスの肩部分付近のフィルムに空気の層が形成されにくくなる。逆に、フィルムが膨らみすぎる場合は、ブロアーの空気取り入れ部分の径を絞るなどして調節する。低温期以外は、ブロアーを止めてフィルム内の空気を抜く（ブロアーを止めると数時間で自然にぬける）。

妻面および側面も空気膜二重構造とすることによって、さらに保温性が向上する。その場合、側面開閉作業が容易な製品を選択すると作業性がよくなる。ただし、側面については、開閉操作によって、フィルムを抑えているマイカー線とフィルムがこすれて損傷し、空気がもれやすくなる欠点がある。

保温性の向上以外にも、空気膜二重構造は以下のような特徴が確認されている。

①　台風などの強風に強い。強風時は空気膜を膨らませた状態の方が損傷を受けにくい。強風などによって外部からハウスに力がかかった場合に、空気膜二重構造ではフィルムと骨材が一体化して力が分散するためハウスの強度が向上するとされている。

②　積雪に強い。上面のフィルムが揺れて雪が滑落しやすいので、耐雪性も優れているとされている。

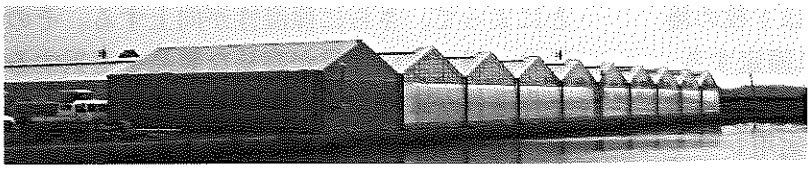
③　フィルムが長持ちする。フィルム間に空気の層が形成されることによって、内側のフィルムは風によるずれがほとんどないので、骨材とのこすれがほとんどなく、また、外側のフィルムは骨材と全く接しないために、温度上昇やこすれによる劣化が少ない。その結果、慣行ハウスよりもフィルムは長期間使用できる。

④　空気の断熱層があるため、ハウス内面

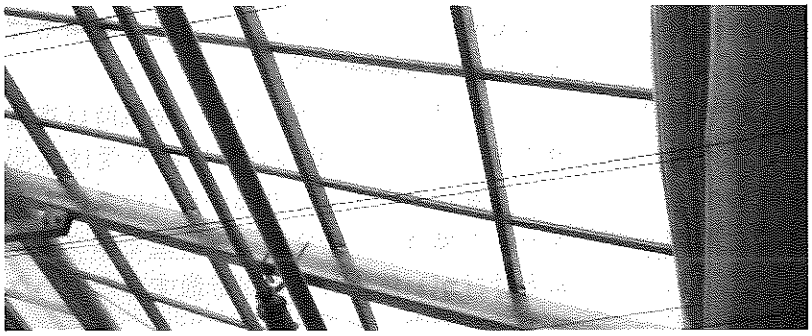
表－１　空気膜ハウスの設置状況

メーカー等	名　称	棟数（棟）	面積（千㎡）	仕様、導入状況等
1　㈱グリーンシステム	ペアハウス、ベストカーテン、ベストカップルハウス（ペアハウス+ベストカーテン）	297	265.4	43%がペアハウス、33%がベストカーテン、19%がベストカップルハウス
2　東都興業㈱	TSルーフ、TSサイド、TSカーテン、TSツインエア	149	159.9	25%が単棟ハウス、75%が連棟ハウス
3　東罐興産㈱	ふくら一夢	450	—	95%が北海道の単棟パイプハウス、東北での導入は２%程度
4　イシグロ農材㈱	複層ハウス	53	76.7	75%が鉄骨プラスチックフィルムハウス、25%がガラスハウス
5　渡辺パイプ㈱	省エネハウス（空気膜二重構造）	14	2.3	「ふくら一夢」使用面積分のみ
	計	963	504.3	
	推計値含む面積		639	東罐興産㈱の「ふくら一夢」を100坪/棟として面積換算した推定面積

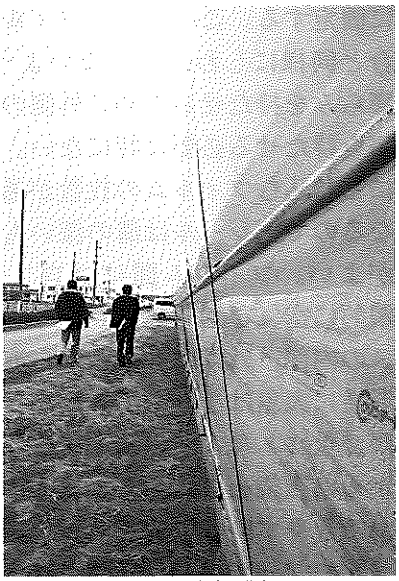
＊主なハウスメーカー担当者から、2014年３月現在の状況を聞き取り、集計したもの。
＊導入状況等の割合は、設置棟数割合である。



施設全景

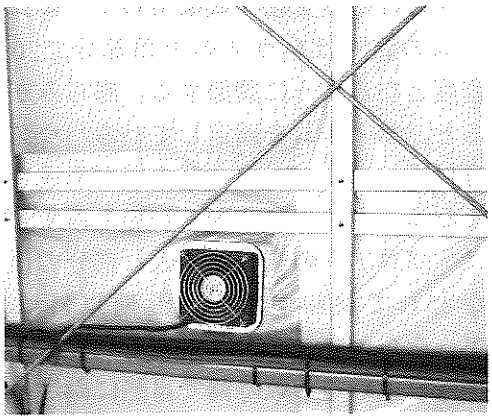


「ペアハウス」の屋根部分



サイドの空気膜部分

キュウリ栽培状況



サイド空気膜部分の送風ファン

図－6 「ペアハウス＋TSサイド」空気膜施設

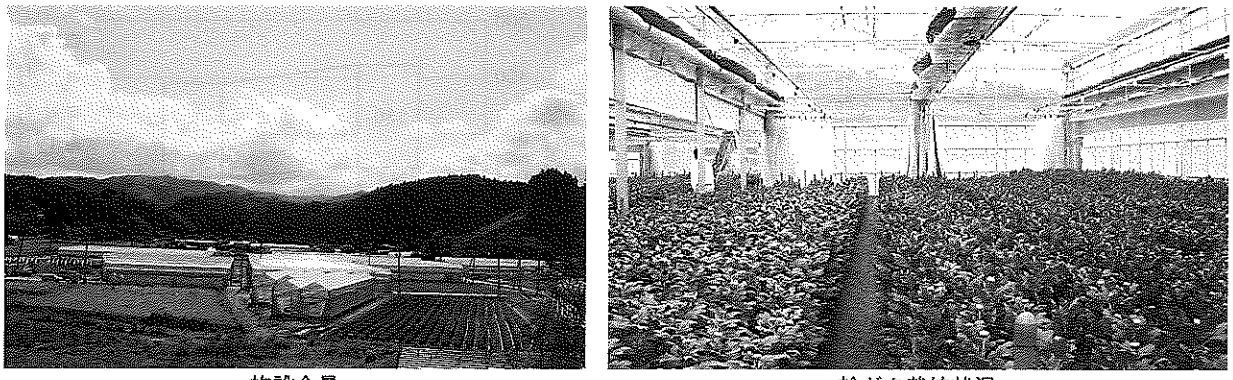
のフィルムの結露も少なく、作物への水滴の落下を防ぐ効果もある。

2．空気膜ハウスの設置状況と導入事例

(1) 設置状況

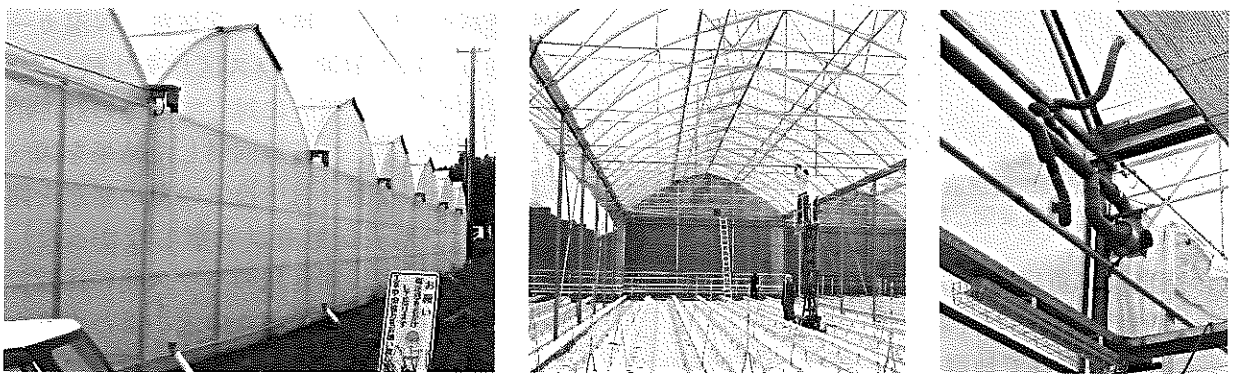
国内の空気膜ハウスの設置状況について、主な取扱メーカーからの聞き取り結果を表－1に示した（平成26年３月現在）。設置棟数は963棟、設置面積は約64ha（一部推計値を含む）となっており、全国の施設面積全体に占める割合は約0.1％と推定される。今後、省エネの観点から、ますます施設の保温性向上が重要になるので、施設のフィルム張り替えのタイミングで、これら技術導入の検討が必要である。

一方、宮城県内では全国に比べて比較的空気膜ハウスの導入が進んでいる。平成18年度までは10棟、約２haの設置であったものが、平成19年度以降25年度までに23棟、約５haで導入された。そのうち、東日本大震災による津波被害等で10棟余りが減少したものの、現在鉄骨ハウスを中心に22棟、約6.2haで設置され、県内の施設面積約800haに占める普及率は0.8％程度となっている。宮城県内においても施設の保温性向上のために、今後ともこれらの技術導入が進むものと考えられる。



施設全景　　輪ギク栽培状況

図－7　「ペアハウス（フェンローハウス）」空気膜施設



図－8　空気膜二重構造ハウス（リッシェルハウス）施設
（右端写真は、ブロワーとフィルム間への送風ダクト部分）

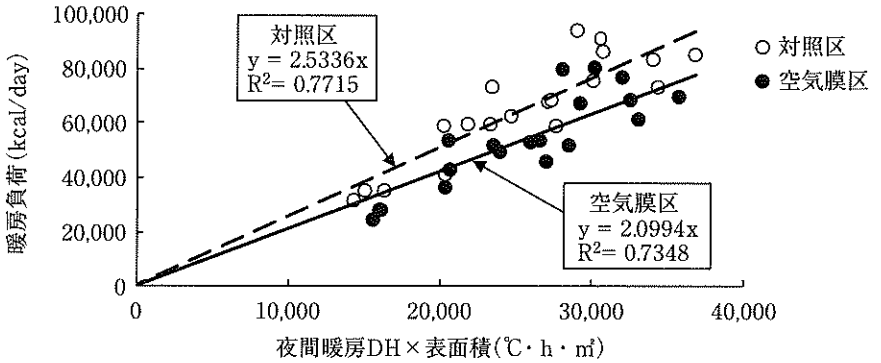
(2)　宮城県内の最近の導入事例

①「ペアハウス＋TSサイド」
（宮城県Ｉ市、2012年竣工）

東日本大震災後、沿岸部で大きな被害を受けた地域で新たに設立された法人が経営する施設。面積102ａの鉄骨ハウスで、トマト、キュウリを栽培している（図－6）。その後、経営面積と品目を拡大し、イチゴ栽培用にさらに20ａの「ペアハウス」を建設した。

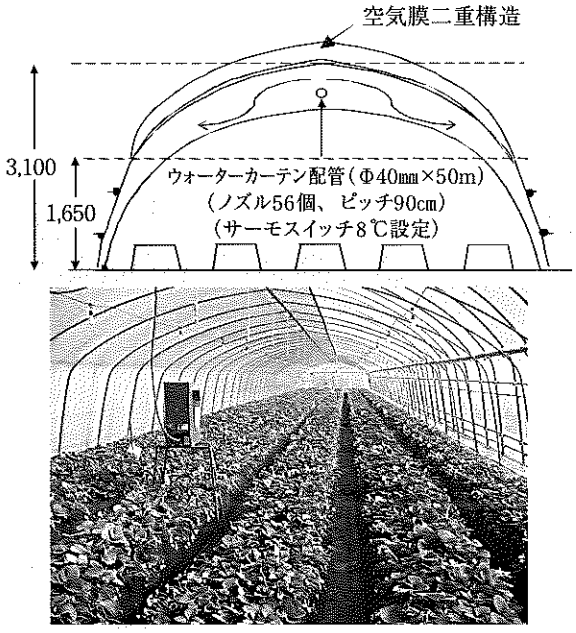
②「ペアハウス（フェンローハウス）」
（宮城県M町、2012年竣工）

東日本大震災後、沿岸部で大きな被害を受けた地域で、新たに設立された組合が経営する施設。面積147ａの鉄骨ハウスで輪ギクを栽培している（図－7）。



図－9　夜間暖房デグリアワーと暖房負荷の関係（2008/3/22～4/14）

注）同型のパイプハウス（間口6.3m、奥行き10.8m、棟高3.3m、南北棟）を2棟供試して、一方は、被覆資材として厚さ0.15㎜の農POフィルムを張り、内部には一般的な1層可動式（開閉式）のカーテン（フィルム厚0.05㎜のポリエチレンフィルム）を取り付けた。もう一方は屋根面に厚さ0.15㎜のフィルムを二重に展張して空気膜二重構造（空気膜ハウス）とし、内部には一般的な1層可動式（開閉式）のカーテン（フィルム厚0.05㎜のポリエチレンフィルム）を取り付けた。フィルムは2棟とも2007年12月に新しく展張した。暖房機はKA-205（ネポン製、23.3kW）を用い、暖房機の設定温度は15℃としてキュウリを栽培した。



図－10　空気膜二重構造＋ウォーターカーテン併用ハウス概要図と栽培状況

③ 空気膜二重構造ハウス（リッシェルハウス）

（宮城県K市、2013年竣工）

東日本大震災で地震被害を受けた内陸部の法人が経営する施設。面積５ａの鉄骨ハウスでパプリカを栽培している（図－８）。同法人では、３棟の施設で栽培を行っており、既存施設２カ所（120ａ、１ａ）も同仕様の空気膜二重構造ハウスになっている。

３．空気膜ハウスの栽培試験データ等

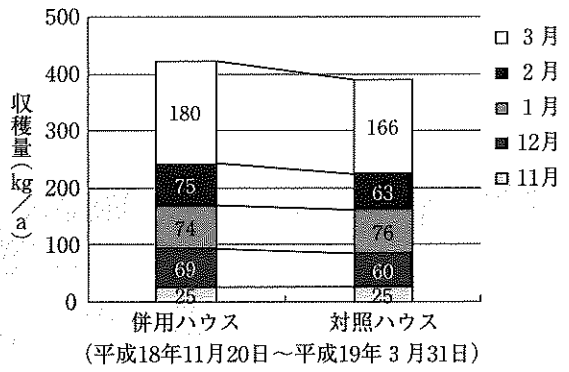
①キュウリの加温栽培における空気膜と開閉式の保温カーテンの組み合わせ

空気膜二重被覆（保温カーテン有り、以下空気膜ハウス区）と慣行一重被覆（保温カーテン有り、以下対照ハウス区）を比較した。夜間暖房デグリアワーに対して日毎の灯油消費量をプロットして直線回帰した結果を図－９に示した（なお、日中換気のため側窓を開閉したので地表伝熱量は考慮しなかった）。本実験では同型、同面積のハウス間の比較であるため、回帰直線の傾きの大小はハウスからの放熱しやすさを示しており、対照ハウスは2.5、空気膜ハウスでは2.1となった。暖房用燃料（灯油）消費量は平均で84%（=2.1/2.5×100）、実測値で比較すると、対照ハウスの68～93%となった。

表－２　夜間のハウス内外気温差と地温　（単位：℃）

		11/13～12/1	12/1～12/21	12/21～1/16	1/16～2/14	2/14～3/9	3/9～3/26
ハウス内外気温差	併用ハウス	+5.6	+7.8	+8.2	+8.1	+8.3	+8.0
	対照ハウス	+4.7	+7.2	+7.5	+7.7	+7.9	+7.8
気温	併用ハウス	10.7	10.5	9.9	9.9	9.7	9.2
	対照ハウス	9.9	9.9	9.2	9.5	9.3	9.0
地温	併用ハウス	15.7	14.6	14.2	15.4	15.7	15.6
	対照ハウス	15.1	13.8	13.2	14.6	15.5	15.0
外気温	夜間	5.2	2.7	1.7	1.7	1.4	1.2

＊夜間は、18：00～6：00である。
＊月日の重なりがあるのは、当日の０～６時と18～24時に分けて集計しているためである



（平成18年11月20日～平成19年３月31日）

図－11　空気膜二重構造＋ウォーターカーテン併用ハウスと対照ハウスの月別イチゴ収穫量

②ウォーターカーテン利用イチゴ促成栽培における低温期の生育促進・収穫量増加

ウォーターカーテン＋空気膜二重構造（以下併用ハウス）とウォーターカーテン＋慣行被覆（以下対照ハウス）を比較した。

施設の概要を図－10に示した。併用ハウス内の気温と地温は、対照ハウスより0.2～１℃高くなる（表－２）。併用ハウスの11～３月のイチゴ収穫時期は前進化し、同時期の収穫量は、対照ハウスより４～８％（平成18～20年の２か年調査結果）増加した（図－11）。

③空気膜二重構造による暖房用燃油消費量の削減効果

最近では空気膜二重構造を活用した研究事例が多数発表されてお

表－3　空気膜二重構造の適用部位と燃料削減率

被覆	部位	対照	空気膜二重構造の適用部位				
外張り被覆	天井	一重	空気膜	空気膜	空気膜		一重
	側面	一重	一重	空気膜	一重		一重
	妻面	一重	一重	一重	一重		一重
内張りカーテン	天井	一重	なし	一重	一重		空気膜
	側面	一重	一重	一重	一重		空気膜
燃料削減率		—	4－25%	34%	25－30%	10－30%	30%

			宮城県	長野県	岡山県	宮崎県	熊本県
試験規模			75.6㎡	97.2㎡	159.3㎡	75.6㎡	144㎡
外張り被覆	空気膜区		0.1×1 0.075×1	0.1×2	0.1×1 0.075×1	0.15×2	0.15×1
	対照区		0.1×1	0.1×1	0.1×1	0.15×1	0.15×1
内張りカーテン	空気膜		なし			0.05×1	0.05×1 0.075×1
	対照		0.05×1			0.05×1	0.075×1
燃料削減率			4～25%	34%	25%	32%	30%
暖房機機種			KA-203	KA-203	KA-203	KA-205	
暖房機出力			23.3kW	23.3kW	23.3kW	23.3kW	
設定温度			15℃	15℃	8℃	15℃	12℃
品　目			トマト	トルコギキョウ	イチゴ	キュウリ	トマト

出典）長野県野菜花き試験場　普及に移した技術「パイプハウスの空気膜化は、冬季の暖房燃料使用量の削減に有効である」
熊本県農業研究センター　成果情報「空気膜２重フィルムによるハウス省エネ対策」
岡山県農業総合センター　施設園芸等における省エネルギー技術対策資料

り、インターネットで「空気膜」、「省エネ」で検索すると、様々な研究データを入手することができる。それらを総括すると、概ね以下のようになる。１層の内張カーテンを有するパイプハウスを対照（100）とした場合の暖房用燃油使用量の削減率について要約すると、屋根面の空気膜のみ（内張カーテンなし）では数%～20%でほぼ同等、屋根面空気膜＋内張カーテンで25～30%、屋根面・側面・妻面空気膜＋内張カーテンで30%以上となる。内張カーテンにホワイトシルバーなどの反射性フィルムを用いると削減率は大きくなる。一方、内張カーテンだけを空気膜二重構造とする試みが行われており、この場合も同程度の削減率が得られるとしている（表－３）。

参考文献

・空気膜ハウスの構造および導入事例（2009），相澤正樹・岩崎泰永，㈳日本施設園芸協会，空気膜の省エネ技術と導入法，1-8
・肩換気と空気膜二重構造による夏期の昇温抑制と冬期の保温効果（2003），岩崎泰永・植野耕造，園芸学会東北支部会平成15年度大会発表要旨，69-70
・空気膜ハウスの簡易試作例とその特徴（1983），岡田益己・林勇，農業および園芸，58：57-60
・空気膜構造による太陽エネルギー利用ハウスの開発（2003），島地英夫・道園美弦・牛尾亜由子，関東の農業気象，29：6-10
・空気膜二重ハウスの保温性について（2004），仁科広重・中村尚樹，農業工学関連４学会2004年度合同大会要旨，p51
・空気膜二重構造によるパイプハウスの保温性向上（1）設置方法と特徴について（2006），漆山喜信，吉田千恵，岩崎泰永，農業および園芸，81：824-828
・東罐興産㈱ホームページ，
http://www.tokan.co.jp/tokankousan/
・㈱グリーンシステムホームページ，
http://www.greensistem.com/index.htm
・東都興業㈱ホームページ，
http://www.toto-vp.com/

連　載

ロックウール栽培における管理技術

❶ 植物の理想状態とは

吉田　征司　［日東紡 環境・ヘルス事業部門 グリーン事業部］

ロックウール（RW）栽培は、トマト栽培において、今や誰もが知る栽培方法となった。数十年経っても、施設園芸においてトマトのロックウール栽培は主要な栽培方法として広く普及している。ロックウールは、玄武岩やスラグなどを主成分とした人工の無機繊維である。工業製品であるため、仕様が一定の均一性の高い培地となる。一言でロックウール培地といっても、多種多様なものが存在しており、栽培者は自分の栽培状況に合った製品を選択することが可能である。また、ロックウールの性能は、数十年前と比べると格段に進化している。しかしながら、ロックウール栽培が日本に導入されてから30年以上経つにもかかわらず、栽培手法そのものは導入当時のまま変わらずに実施されている場合も見られる。施設園芸の盛んなオランダではトマト栽培の主流はロックウール栽培であり、製品の性能向上に応じて管理手法も改定しているのが実情である。そこで、ロックウールの製造・販売を行っているグロダンの技術情報をもとに、最新のロックウール栽培の栽培管理方法について解説していきたい。また、これまで日東紡ではロックウール栽培を実施している生産者に対して直接的に技術サポートを実施しており、収量UPを実現した生産者を目の当たりしてきた。収量UPのポイントを解説し、ロックウールを使用している生産者にとって少しでも有益な情報が発信できたら幸いである。

第1回目の今回は、栽培管理の基本的な考え方を述べたい。これはロックウール栽培に限ったことではない。栽培そのものを成立させるためには、ロックウールの使用方法だけでなく、栽培そのものを理解する必要がある。私たちが全国各地で勉強会を開催した際に、最初に質問することがある。それは「トマトを栽培する上で、最も重要な管理は何だろうか？」である。栽培管理と言っても、生産者は多くの管理を実施しなければならない。温度管理・湿度管理・CO_2管理・作業管理・病害虫管理・水分管理・出荷管理など挙げれば多くの管理すべき項目が並んでくるだろう。私たちとしてこの問いに関して、一つの答えをいつも用意している。この問いに明確に答えた生産者は非常に少ない。私たちの考える栽培管理とは、「そこで栽培している植物（トマト）そのものを管理すること」である。植物そのものの状態を定量的に計測し、その状況を知ることが最も重要であると考えている。

生産者の方々から、温度は何度が良いでしょうか？　ECは2.5にすると良いと聞いたのだが本当か？　など温度や潅水などの設定値の問い合わせを受けることが多い。私たちはその際には、植物の今の状況を教えてもらえないと回答できないと答える。ここに大きな考え方の違いがあることを理解してもらいたい。私たちが考える栽培管理は温度や潅水を設定通りに管理することではなく、そこにある植物状態を理想の状態にすることにある。温度や潅水ECなどはあくまで植物状態を管理するための手段でしかないのである。環境制御技術が発達し、温度管理などの手法を知ることは重要ではあるが、手段を目的化してはならない。温度管理・水分管理・作業管理等を駆使して、植物状態を理想の状態に近づけることが、栽培管理の王道であり、高収量性の実現への近道である。

それでは、植物の理想状態とは、どのような状態だろうか。トマトは栄養器官と生殖器官が同時に発達する。収穫量を上げるためには‘植物の樹勢と栄養成長・生殖成長のバランスを図る’ことが重要である。日本農業の従来の考え方には、栄養成長＝樹勢が強

い、生殖成長＝樹勢が弱い、という考え方があるが、これは全てに当てはまるわけではない。顧客を訪問する中で、樹勢とバランスについて教えてほしいとの声が数多くあるため、樹勢とバランスについて解説したい。

(1) 樹勢（強い・弱い）

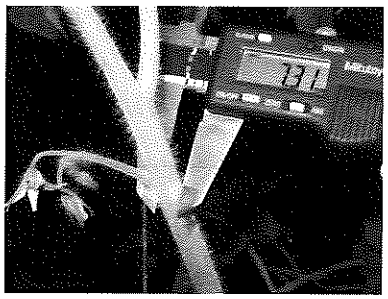
＜樹勢が強いとは＞

植物がエネルギーを多く蓄えている状態。着果負荷が少ない時や温度が低く生育速度が遅い時などにこの状態になりやすい。判断基準は、成長点近傍の茎径が太いなど(図－1)。

図－1　樹勢が強い植物

＜樹勢が弱いとは＞

植物のエネルギーが不足している状態。着果負荷が大きい時や温度が高く生育速度が速い時などにこの状態になりやすい。判断基準は、成長点近傍の茎径が細いなど(図－2)。



図－2　樹勢が弱い植物

(2) バランス（栄養成長・生殖成長）

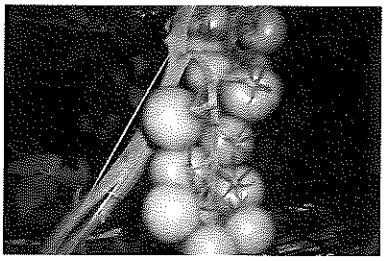
＜栄養成長とは＞

エネルギーが栄養器官（葉・茎・根）に、より多く利用されている状態。高い水分率や、低いECなどストレスが少ない時になることが多い。判断基準は、開花花房の位置が低い（開花花房から成長点までの距離が長い）、長くまっすぐな細い花梗、遅い着果など（図－3）。

図－3　栄養成長に傾いた植物

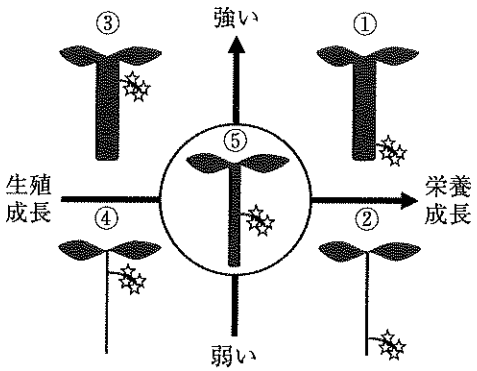
＜生殖成長とは＞

エネルギーが生殖器官（花・果実）に、より多く利用されている状態。低い水分率や、高いECなどストレスが大きい時になることが多い。判断基準は、開花花房の位置が高い（開花花房から成長点までの距離が短い）、短く太い花梗、早い着果など（図－4）。



図－4　生殖成長に傾いた植物

上述のように、樹勢の強弱とバランスを理解することが重要となる。この樹勢とバランスの考え方を成長点近傍の状態を示したバランスシートで説明する(図－5)。まず植物状態は4種類に大別することができる。植物は、強くて栄養成長(図－5－①)や弱くて生殖成長(図－5－④)だけでなく、強くて生殖成長(図－5－③)、弱くて栄養成長(図－5－②)にもなり得る。植物は日々の環境変動の中で刻々と状態が変化する。安定的な生産および高収量性等を目指すためには植物状態の変化を見極め、常に理想な状態(図－5－⑤)を保つ必要がある。理想状態とは、樹勢が強すぎでも弱すぎでもなく(茎径が適正)、栄養成長と生殖成長のバランスが良い状態(開花花房の位置が適正)である。



図－5　バランスシート

樹勢が強い：茎径が太くなる
樹勢が弱い：茎径が細くなる
栄養成長に傾く：開花花房の高さが低い
生殖成長に傾く：開花花房の高さが高い

先述のように、植物の理想状態を把握するためには植物の成長点近傍を計測することが必須となる。計測の方法は様々あるが、日東紡で実施している方法を紹介する。

■測定株の選定

10株を測定する。各区画の中心近くの柱がない通路を選び、その左右のガターから5株ずつ測定株とする。

■測定日

週一度、同じ曜日の同じ時間帯に実施する。各種測定は週単位で管理する。日東紡の場合、月曜日に実施して、前週の生育状態を評価している。一週間とは、月曜日の日の出から翌週月曜日の日の出までとする。

■伸長量

毎回、誘引ヒモに成長点の位置をマジックで印をつけ、前回の成長点の高さ（誘引ヒモの印の位置）から成長点までの距離を測定する。もし前回の成長点の高さの位置が葉などの節にある場合は、それより下の測定できる部分で測定する。測定はcm単位で小数点1桁まで記録する。

■開花花房高

成長点から一番上の開花花房の茎との付け根までの長さを測定する。測定はcm単位で小数点1桁まで記録する。

■茎径

前週の成長点の高さの位置の茎径を測定する。茎の切断面が円形ではないため、直径が一番太くなる位置をノギスで測定する。測定は㎜単位で小数点1桁まで記録する。

上述のような測定方法により、週単位で植物の生育データを管理する。現状の植物状態を理想状態に近づけるために、現在の植物状況を環境データと照合し、植物を操作しなければならない。それでは、実際に植物を理想状態に近づけるためにはどのように操作すべきだろうか。この操作方法は3つに大別でき、

①気候管理（温度、湿度、CO_2など）
②根域管理（水分量・EC・pH）
③作業管理（葉かき、摘果などの作業）

を用いて実施する。今後、これらの3つの操作を用いて植物状態の適正化を実現する方法を本誌で解説していきたい。収量が伸び悩んでいる方、これから栽培を開始する方は、まずは、植物の現状を客観的・定量的に把握することから始めることをお勧めする。

ミニ情報

ポインセチアの日没時昇温処理（EOD-heating）による省エネ効果

■東京都農林総合研究センター

都内で生産量の多いポインセチアに対し、暖房費削減技術として有望なEOD-heating効果を検証しましたので、ご紹介します。

ポインセチアは、生産者から導入した「ジェスター（4寸鉢）」を用いました。加温は、対照区を18℃一定とし、EOD区は17：00～21：00を24℃、それ以外の時間は10℃とし、2013年11月14日～12月3日までの20日間処理しました。

ハウス内外差から試験期間中の燃料消費量を試算したところ、対照区の581.9Lに対しEOD区で476.6Lとなり（温室表面積200㎡あたり）、燃料消費量を18.1%削減することが可能でした。この条件下では、株高だけが対照区と比べEOD区で有意に小さく、徒長せず株の締まった草姿となりました。開花日はEOD区で1日遅れましたが、花の形状等に違いは認められませんでした。苞葉着色部を色差色彩計で測定したところ、L^*やa^*値などには違いがありませんでしたが、ΔE^*ab値は1.3～1.6で、EOD区で、明らかに発色が良く濃赤色となることが、肉眼で認識できました。

このように、EOD-heatingはポインセチアに対し実用性の高い技術でした。

（園芸技術科花き研究チーム　**岡澤　立夫**）

EOD-heatingがポインセチアの生育に及ぼす影響

試験区	株張(cm)	株高(cm)	茎径(㎜)	最大側枝			最大葉		開花日(月日)
				側枝長(cm)	葉数(枚)	茎径(㎜)	葉身長(cm)	葉幅長(cm)	
EOD区	41.4	36.4	8.9	21.8	29.0	5.7	12.4	8.0	12月3日
対照区	41.0	41.2	9.3	23.1	29.8	6.3	13.3	8.5	12月2日
t-検定[a]	n.s.	＊＊	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	＊＊

a）＊＊：1%水準で有意差あり，n.s.：有意差なし

画期的！頭上灌水ノズルの登場です ▼ ノズルだってSATOHが作るから面白い ▼

タレナイノズル

特許製品

TALENT

NOZZLE REVOLUTION

タレント

材質	ポリカーボネート
タップ	M11（1ピッチ）
吐出量	9．0L／min
吐出圧	0．1Mpa
取付間隔	2mピッチ
給水管	口径30→40m未満
	口径40→40m以上
作物	葉物野菜、観葉植物
	育苗など作物全般

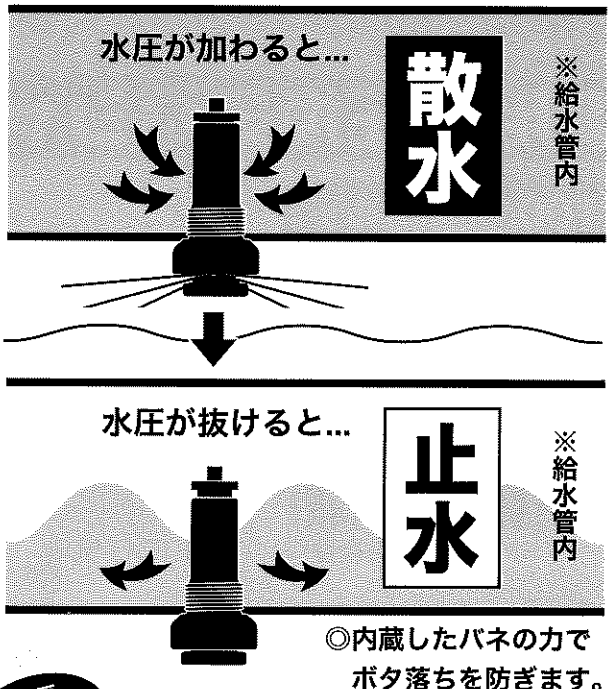
佐藤産業株式会社

☎ 092-932-5431

✉ info@satohnet.co.jp

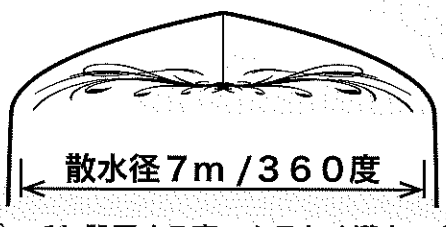
〒811-2126 福岡県糟屋郡宇美町障子岳南3-1-26

特長その❶ 作物にやさしいボタ落ち防止機能



◎内蔵したバネの力で
ボタ落ちを防ぎます。

特長その❷ 広い散水径なのにムラが少ない



2mピッチに設置する事でムラなく灌水できます

某ノズルメーカー、某有名種苗会社、佐藤産業の3社で共同開発

ハウス栽培のサポートアイテム

オールシーズンで活躍！

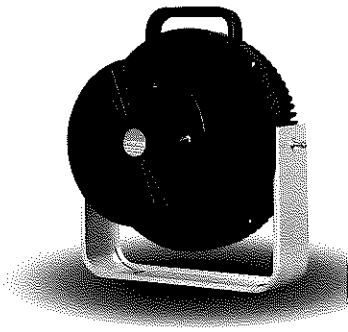
ストレートパワーファン〈循環扇〉

好評発売中！

25cmタイプ

到達距離20mのやさしい風がハウス内を循環

◉新開発の羽根・モータにより
省エネ・低騒音を実現！

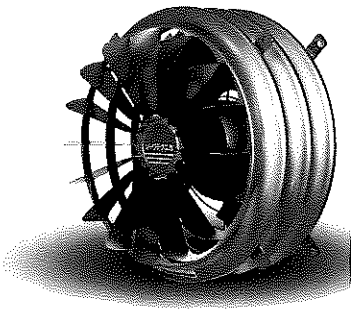


30・35cmタイプ

独自構造で最大到達距離40m※を実現！

◉独自構造のインジェクターリングと
エアガイドの相乗効果で遠距離送風を実現！

※35cmタイプ、60Hz:0.5m/sec



農事用有圧換気扇シャッター一体形

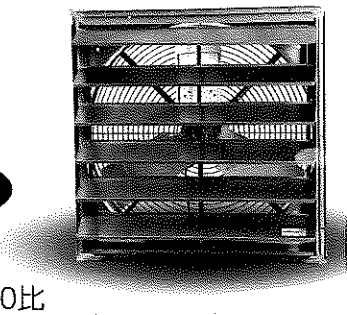
好評発売中！

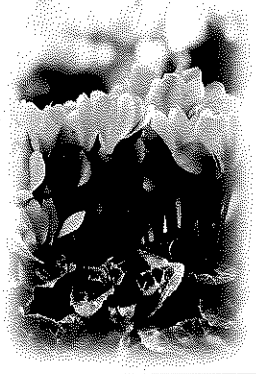
80・100cm直結タイプ

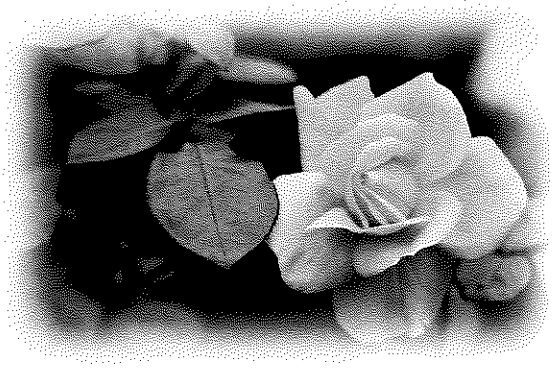
シャッターブレードの密閉度UP！
100cm(400W)タイプの消費電力をさらに削減！

◉従来機種に比べ50Hz **15%**※1 / 60Hz **8%**※2
消費電力削減！

※1 当社従来機種KH-S100ETDG-50比　※2 当社従来機種KH-S100ETDG-60比







詳細お問い合せ
カタログのご請求は..

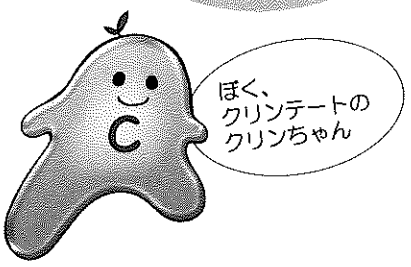
三菱電機グループ
株式会社**ソーワテクニカ**

〒509-9132 岐阜県中津川市茄子川中垣外 1646-45
TEL:0573（78）0302　FAX:0573（78）0307
ホームページアドレス :http://www.sowanet.co.jp
ーーーー営業部までお問い合せくださいーーーー

農POのトップブランド

すべてに高機能、バランスのとれた高品質ブランド

Cleantate
クリンテート



1981年の発売以来、クリンテートは軽くて耐久性のある農PO資材として常に施設園芸農家の皆様に、一番選ばれて参りました。近年はさらに優れた機能と品質、環境にやさしい資材としてますます、その価値が認められております。

軽くて長持ち、うすくて丈夫

クリンテート® Cleantate EX エクストラ

クリンテートEXは、新プラストマー配合の農POだから、しなやかで強靭。
高強度、高透明、高保温、超耐久、長期流滴
長期展張フィルムの決定版。

汎用塗布型フィルム

クリンテート® Cleantate FX エフエックス

クリンテートFXは、今まで培った技術を基に耐傷付性を向上。
優れた流滴性はそのままに汎用塗布型として低価格を実現。

全農 JA|JA全農グループ

SanTerra サンテーラ株式会社

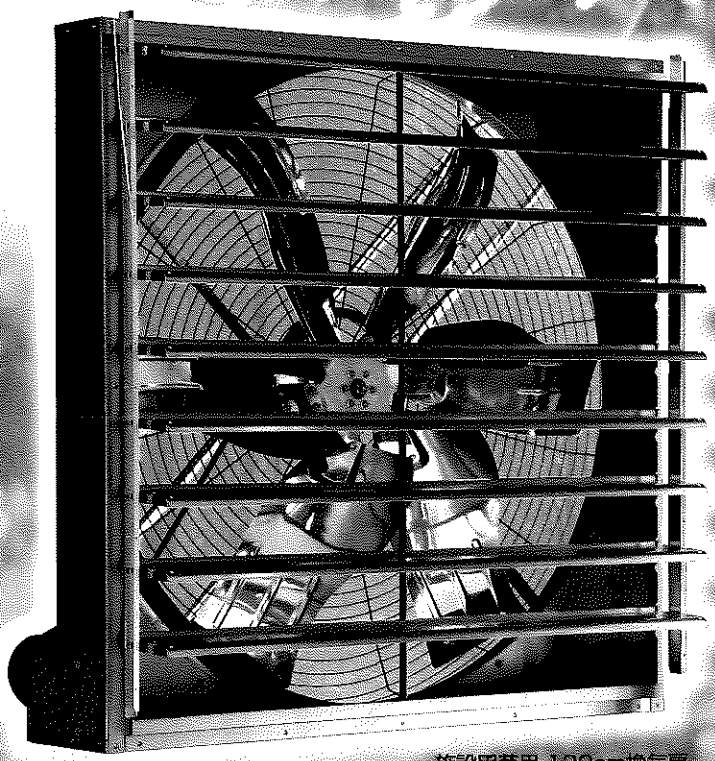
本　　社 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町1-8茅場町高木ビル4階
(東京営業所) TEL：03-6837-9030 FAX：03-6837-9031
営　業　所 北海道・中部・西日本・九州

栽培環境の改善で、より良い、作物を育てる、手助けに!!

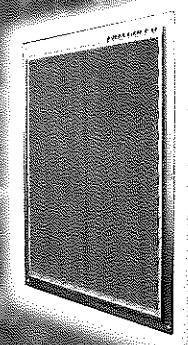
FULTA フルタ施設園芸用システム

FULTA AGRO SYSTEMS

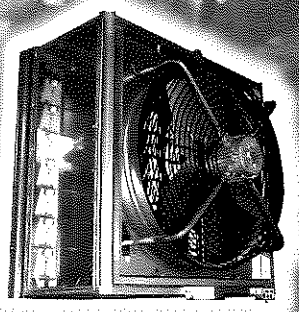
植物工場の環境制御は、フルタにおまかせ!



施設園芸用 130cm換気扇
(FGX1373)



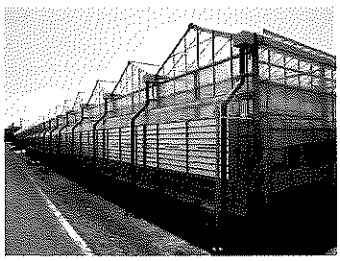
クーリング
パッドシステム



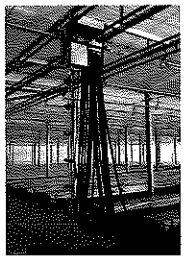
吸排気ファン
循環扇(KL1)

細霧冷房ファン
(AC403)

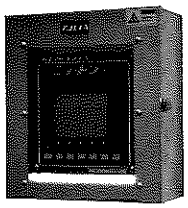
エアビーム(AB27)



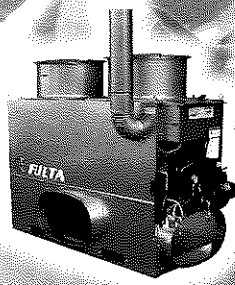
施設園芸用 130cm換気扇 設置例
(FGX1373)



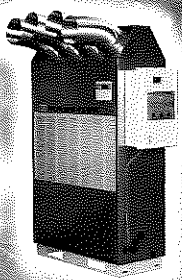
自動防除システム
(プログレス)



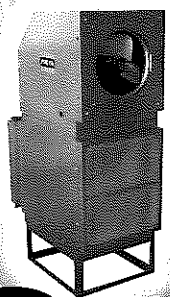
Coming soon 制御盤
(ニュートン)



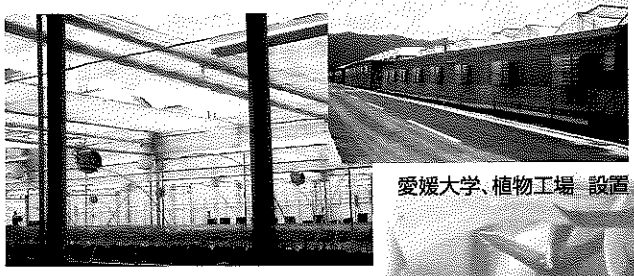
省エネ認定取得
ハウスヒータ(FES)



施設園芸用ハイブリッド
ヒートポンプシステム
エコ&ヒーポン(HPS)



Coming soon 除湿ファン



愛媛大学、植物工場 設置

施設園芸の発展をサポートする

FULTA フルタ電機株式会社

●ハウス状況に応じた設計ができます。お気軽にご相談下さい。

本　社　名古屋市瑞穂区堀田通7-9　〒467-0862

☎〈052〉872-4111(代)　FAX〈052〉872-4112

営業所・サービスステーション

北東北(営) TEL〈0178〉70-7740(代)
仙　台(営) TEL〈022〉788-3861(代)
北関東(営) TEL〈0276〉75-3831(代)
品　川(営) TEL〈03〉3768-2298(代)
長　野(営) TEL〈0263〉53-1115(代)
静岡牧之原(営) TEL〈0547〉47-3311(代)
豊　橋(営) TEL〈0532〉65-7222(代)
名古屋(営) TEL〈052〉872-4113(代)
大　阪(営) TEL〈072〉968-0991(代)
高　松(営) TEL〈087〉845-2011(代)
松　山(営) TEL〈089〉946-7530(代)
福　岡(営) TEL〈0942〉44-4411(代)
佐　賀(営) TEL〈0952〉23-5511(代)
熊本南(営) TEL〈0966〉38-4561(代)
宮　崎(営) TEL〈0985〉39-8911(代)
鹿児島(営) TEL〈099〉269-4711(代)
フルタエンネッ(株) TEL〈053〉436-4321(代)
フルタ熱機(株) TEL〈0985〉75-1501(代)

会員の皆様からの施設園芸関連の製品情報をお待ちしております。

園芸関連製品ガイド

「施設と園芸」編集部　E-mail：engei@agripress.co.jp　FAX：03(3233)3666

生産性と作業性をバランスよくまとめた

イシグロ農材　養液隔離栽培システム

イシグロ農材㈱は、農産物の安定生産をサポートするため、様々な提案をしております。その一つ、生産性と作業性をバランスよくまとめた養液隔離栽培システムを紹介します。

＜オリジナル発泡スチロール架台＞

山型の形状はバッグの排水を左右均等に振り分け、培地内水分の偏りを低減します。一方、排水溝は片勾配になっており排水用のトイは左右どちらか一方で済みます。

■お客様のハウスに合わせて、２つの設置方法から選べます。

＜ベンチアップ＞

バッグを発泡スチロール架台ごと直管パイプに乗せた構成です。バックが地面より離れることで、土壌病害のリスクが低減します。収穫位置が高くなり、収穫作業の効率がアップします。ベンチ下に暖房などのダクトを設置できるように設計されています。レール式台車などの効率的な栽培作業システムと相性抜群です。

＜床置き＞

発泡スチロール架台を床に直置きする方法です。栽培のための高さが十分に取れない場合にお奨めしています。またベンチアップタイプに比べて施工・部品が少ないため、イニシャルコストを低く抑えたい場合に有効です。

■お客様のご要望に合わせて、２つの培地から選べます。

＜イシグロオリジナル ココ(ヤシガラ)培地 ベーシックプラス／ユーロプラス(ファンデルクナープ社)＞

従来品のヤシガラ培地に比べて保水性と排水性のバランスに優れており、毛細根が出やすい傾向があります。圧縮前に水洗いされているため、圃場でのアク抜きの洗浄回数を減らせます。バッグの「定植用切り込み」や「ドリッパー用の穴」の位置や数は要望に応じて加工できます。

＜グロダン　ロックウール＞

排水性、通気性に優れており、培地内水分やECの管理が容易に行えます。他の培地（土壌やヤシガラ）に比べて、培地内水分を作物に有効に使えます。工業製品レベルの安定した品質を有し、培地の個体差による生育ムラを低減します。ロックウールの課題だった低水分管理時後の水の通り道の発生を低減しています。

＜問い合わせ先＞

イシグロ農材㈱　営業企画部 営業企画課
〒441-8123　愛知県豊橋市若松町字若松146
TEL：0532-25-7621
URL：http://www.ishiguro.co.jp/

発泡スチロール架台

〈ベンチアップ方式〉

サカタのタネ　高機能ケイ酸剤 バリカタ！／夏専用トンネル栽培資材 モヒカンネット

＜バリカタ！＞

「バリカタ！」に含まれる水溶性ケイ酸は植物に吸収されるとケイ化細胞を形成して過蒸散を抑え、組織の物理的強化により病害虫や倒伏の被害を軽減します。また、土壌散布により、根をしっかり張らせる効果もあります。配合した機能性糖類（マルトトリオース）は吸収促進、植物の持ち、耐凍性向上を期待できる新素材です。

「バリカタ！」

[成分]

ケイ酸20%　※pH3.0　低温時に固化（ゲル化）する場合があります。

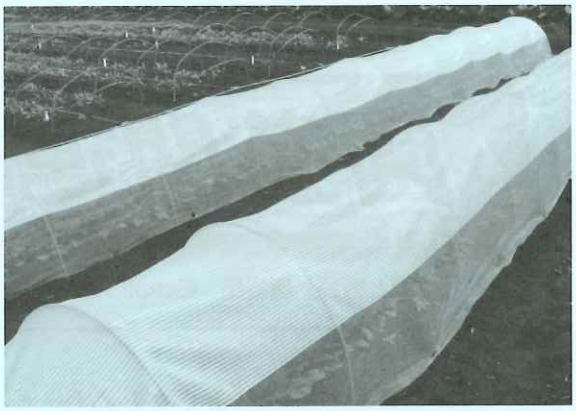
[容量]　1kg、10kg

[施用のめやす]

1,000倍で7～10日おきに葉面／灌水散布します。

＜モヒカンネット＞

「モヒカンネット」は、夏場のホウレンソウをはじめとする軟弱野菜用のトンネル栽培資材です。約50%の遮光効果を発揮する天井部は適度な雨よけ効果を併せ持ち、両サイドは網目の大きいネットになっているため通気性に優れ、植物にとって良好な環境を保ちます。遮光・雨よけ・通気の3つの機能を1枚に集約した画期的な商品です。


「モヒカンネット」

[材料]

天井部：ポリオレフィン系樹脂
ネット部：ポリエチレン系樹脂

[規格]

幅：約2.2m　　長さ：約50m

＜問い合わせ先＞

㈱サカタのタネ　資材統括部
〒224-0041　横浜市都筑区仲町台2-7-1
TEL：045-945-8806　FAX：045-945-8807

ありそうで無かった防草シート補修テープ

小泉製麻　ルンルンシート補修テープ

小泉製麻㈱は、これまで防草シート（「ルンルンシート」）を販売してきましたが、補修に関する問い合わせが増えてきましたので、補修テープを販売することになりました。

＜補修テープの特長＞

●手で切れるテープ

織物のテープなので、ハサミを必要とせず、手で切ることが出来ます。

●接着力アップ

織物であるルンルンシートでの使用を考え、織りの隙間に浸透し易い接着剤を使用することで、時間の経過と共に接着力が上がります。

＜補修テープの使用例＞

●傷や劣化の補修・補強

防草シートに出来た傷や、通路部分などの劣化し易い箇所を補修テープで補修・補強して頂けます。

●防草シートの浮きを抑える

「ルンルンシート補修テープ」

防草シートの重ね合わせ箇所の浮きを補修テープで抑えることで、防草シートに引っ掛かりにくくします。

●目串を打つ前に貼る

防草シートに目串を打ち込む際に補修テープの上から打ち込んで頂くと、目串箇所からの裂けを起こりにくくします。

＜ルンルンシート補修テープの仕様＞

色　　：黒色
規格　：8㎝ × 10m
素材　：ポリエチレン
接着剤：アクリル系

＜白いルンルンシート＞

小泉製麻㈱は、白色のルンルンシートを限定して販売していました。ハウスの中が明るくなると好評です。白色なので、従来の防草シートよりも太陽光の反射率も上がり、作物の色づきが良くなります。

＜問い合わせ先＞

小泉製麻㈱　施設園芸事業部
〒657-0864　兵庫県神戸市灘区新在家南町1-2-1
TEL：078-841-9345　FAX：078-841-9349
URL：http://www.koizumiseima.co.jp

光の波長測定をより簡易的に より低コストで

エスペックミック　簡易CMOSセンサ分光器

エスペックミック㈱の「簡易CMOSセンサ分光器PLS-1」は、蛍光灯やLEDの光源波長を簡易的に確認するための製品です。

本製品には1,350本/㎜相当の回折格子と、CMOSイメージセンサ搭載Webカメラ（赤外線カットフィルタ除去済み）が内蔵されており、380umから900umまでの範囲の波長を、5nmから10nmの精度で測定できます。

研究用で広く使用されているフリー解析ソフト（ImageJ）を利用して波長グラフに変換し、CSV形式でExcelに保存できます。専用ソフトを使わないため、製品自体を低価格でご提供できます。

※ご注意：水銀輝線の5点で近似補正をしているため、JISの測光装置の一般型の精度から外れています。あくまでも参考計測用としてお使いください。

＜問い合わせ先＞

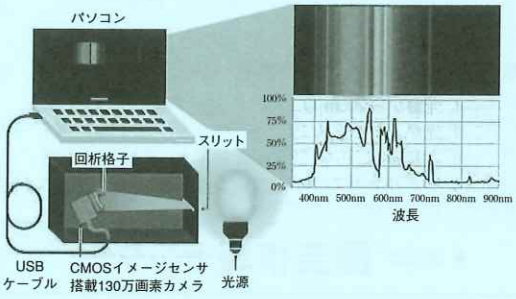
エスペックミック㈱ 大阪オフィス
環境モニタリング事業部
〒572-0039　大阪府寝屋川市池田3-11-17
TEL：072-801-7805　FAX：072-801-7806
URL：http://www.especmic.co.jp

測定原理

1．光源の光は、スリットを通じて入射されます。
2．回析格子で光は回析し、波長ごとに異なる角度で強め合います。
3．CMOSイメージセンサ搭載カメラに、分光画像が映ります。
4．パソコンのソフトで画像を解析し、データ変換・グラフ化します。

製品構成

・簡易CMOSセンサ分光器
・Winパソコン：
　静止画撮影ソフト必要(画像サイズ1024ピクセル)
　画像解析ソフトImageJ必要(フリーダウンロード)



全野研 全国野菜園芸技術研究会 若手生産者の自己紹介

吉久保 憲章　茨城県北茨城市

作物：トマト（ごほうび）
面積：35ａ（16ａ＋12ａ＋７ａ）
所属：全野研青年部
　　JA茨城ひたち北茨城トマト部会

●経営の概要

東京農業大学卒業後、すぐに就農。

大玉トマト（ごほうび）を越冬促成で栽培しており、独自のブランド、レッドカルチャー、高糖度のものをレッドパワーとして、首都圏の百貨店やスーパーを中心に地元スーパーや直売所にも販売しております。

労働力は自分と両親、パート２～４名雇用。

●栽培の特徴

養液土耕栽培で、８月下旬にプラグ苗購入、育苗後、９月中旬に定植、11月下旬から翌年７月下旬までの８カ月間収穫を行います。

品質を維持しながら、収量を伸ばしていきたいと考えており、日本の管理技術を基本に、ヨーロッパの技術も積極的に取り入れて、日々勉強しながら栽培に取り組んでおります。

●全野研での活動

第１回トマト・キュウリサミットから、実行委員として企画・運営に携わっています。

●私のメッセージ

私の地元には、トマトを栽培している農家が少なく、情報が入ってこないので情報が不足してしまいます。そんな中で、全国大会やサミットを通じて得られる情報交換は大変貴重なものです。全国大会やサミットには、多くの方に参加いただき、情報交換や交流をしていきたいと考えています。よろしくお願いします。

最新の園芸用被覆資材の種類とノウハウを網羅！

新訂 園芸用被覆資材

A5判／180頁／本体価格2,857円+税（送料別）

日本施設園芸協会・21世紀施設園芸研究会 監修 ／ 園芸情報センター 発行

機能性フィルム、長期展張用フィルム、生分解性プラスチックなど、被覆資材の種類・利用場面も広まっている状況に鑑み、既刊『最新 施設園芸用被覆資材』の内容を見直し、新しい被覆資材の製品・技術情報を網羅し刊行。

本書の内容

第1章 被覆資材の発達と種類・特性
1．被覆資材の発達
2．被覆資材の種類と特性
　農業用塩化ビニルフィルム（農ビ）／農業用ポリオレフィン系フィルム／農業用ポリエステルフィルム／農業用フッ素フィルム／硬質板／ガラス／通気・透湿性資材（不織布・寒冷沙）／遮光・防虫・防鳥ネット
3．被覆資材取扱上の留意点
　施工上の留意点／保管管理上の留意点／被覆資材の止め具・止め方
4．使用済み被覆資材のリサイクル・処理

第2章 被覆資材を利用した作物栽培
1．野菜栽培と被覆資材
　被覆の目的／被覆による野菜の生育反応／今後の被覆資材に求められる機能
2．花き栽培と被覆資材
　光質に対する花きの反応／遮光／短日処理／断熱被覆資材／散光性資材／反射フィルムなどの利用
3．果樹栽培と被覆資材
　生育環境条件／二期作による施設の有効利用と周年栽培

第3章 新しい被覆資材の開発と利用
1．光環境調節資材
　遮熱資材／赤外線反射透明資材／赤外線吸収資材／クロミックフィルム／生育調節資材／R/FR比調節資材
2．湿度環境調節資材
　透湿性資材／吸湿性資材／防霧性資材
3．病害虫忌避資材
　総合防除の方法／UVC(紫外線除去)フィルム／その他の資材
4．生分解性プラスチック
　特徴と種類／主な生分解性樹脂の特性／生分解性プラスチック資材の利活用方法／利用拡大に向けて
5．今後の被覆資材の課題と展望

付：園芸用被覆資材のメーカー別製品一覧

◆ 注文は 園芸情報センター
〒101-0048　東京都千代田区神田司町2-21　光和ビル
TEL：03(3233)3634／FAX：03(3233)3666
URL：http://www.agripress.co.jp/engei/

生産者グループの紹介

苗の品質向上、安定供給を目指す

日本野菜育苗協会

紹介者：有田　隆則
日本野菜育苗協会 会長
㈲有田園芸農場 代表取締役

はじめに本年２月に発生した関東甲信越を中心とした豪雪による施設園芸関連施設への被害について、関係者の皆様へのお見舞いを申し上げます。私たち日本野菜育苗協会会員は営利栽培農家向けや、量販店への野菜苗の生産と販売をしておりますが、お客様の施設の被害はもとより、私たち会員の施設でも少なからぬ被害があり、お客様への苗の供給について、関係機関の方々のご協力や会員間の連絡調整により対応してまいったところです。

本会の成り立ちは、全国の育苗農家が日本農業法人協会の会合で出会い、育苗の課題、問題点などを話し合う中で、健全な苗の安定供給をしよう、そのためには育苗農家の中で苗の過不足情報を共有し供給不足を解消していこうと全国組織を結成しました。平成10(1998)年11月に農林水産省の助言を受け日本野菜育苗研修会として発足し、10年後に改称して現在の協会として活動しています。会員数は現在157社（正会員109社、賛助会員48社）となっており、全国の野菜購入苗の多くを会員が供給し、施設園芸の一翼を担うまでになっています。現在では苗の過不足情報の交換だけでなく経営者の資質向上、労務管理、栽培技術、病害虫防除の勉強会、農場見学などを定期的に実施しています。

日本野菜育苗協会　役員名簿（平成26年度）

役職名	氏　名	会　社　名	所在地
会　長	有田　隆則	㈲有田園芸農場	広島県
副会長	篠原　英子	㈱ハルディン	千葉県
副会長	白井　啓功	豊川苗組合	愛知県
副会長	綿貫　雅夫	㈱綿貫園芸	千葉県
副会長	秋田　実	㈲秋田農園	鳥取県
会　計	竹内　勝	㈲竹内園芸	徳島県
理　事	工藤　安彦	㈲タクミ産業	千葉県
理　事	山口　一彦	ベルグアース㈱	愛媛県
理　事	藤村　幸二	藤村種苗園	京都府
理　事	安栗　嘉雄	(農事)三国バイオ農場	福井県
理　事	野口　栄一	㈲野口ナーセリー	群馬県
理　事	山開　博俊	㈱山開産商	長崎県
理　事	空閑　正樹	㈲空閑園芸	福岡県
理　事	長岡　良重	大和長岡農場	奈良県
理　事	小池　守	小池園芸	和歌山県
理　事	浦川　浩幸	㈲シードリング浦川	三重県
理　事	近藤　敏雄	㈲鈴木農園	新潟県
理　事	田中丸土男	㈲田中丸ガーデン	佐賀県
監　査	井上　文彦	井上育苗園	京都府
監　査	安達　大三	安達農園	岡山県
顧　問	板木　利隆	板木技術士事務所	神奈川県

また、家庭菜園のために育てやすく、おいしい品種を協会として推奨しようと、全国の消費者に野菜苗を無料配布、モニターとなっていただきアンケートを実施、推奨品種を選定いたしました。また協会オリジナル商品とすべく賛助会員の種苗メーカーさんにもご協力いただいております。このような中で、５年前に、経営者の二代目や若手経営者などで「次世代の会」を組織し、異業種との交流、セミナーなどを通じ、新しい経営感覚を身につけようと活動しています。

事務局体制も皆様のおかげで充実してまいりました。ネットによる苗の過不足情報、連絡伝達なども行えるようになりました。今後も当協会のシンボルマークの活用、推奨品種の推進、ブランド品種の企画など、また園芸業界との連携をより深めて、品質向上、安定供給に努めるべく活動してまいります。

私たちの活動をご支援、協力していただいています賛助会員様と一緒に、園芸業界発展のため今後も尽力致します。皆様とのご縁がいただければ幸いです。

本会の総会の模様（円内は有田会長）

会員団体のハウス視察風景（総会時）

2013ベトナム施設園芸現地研修ツアーに参加して

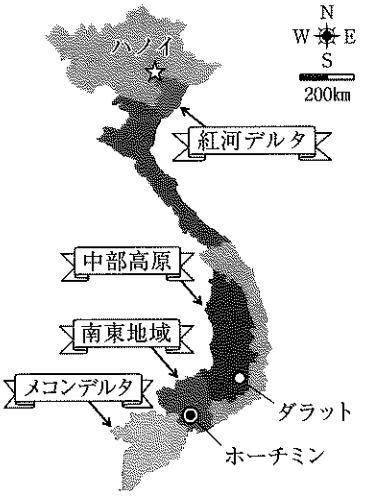
農研機構 近畿中国四国農業研究センター
傾斜地園芸研究領域 研究員
畔柳　武司

（一社）日本施設園芸協会主催で、2013年11月18～24日の日程で、ベトナム施設園芸現地研修ツアーが行われた。今回の研修では、大都市近郊の野菜産地であるハノイ市、ホーチミン市、さらに国内消費と輸出用野菜・花きの主産地であるラムドン省ダラットにおいて、行政・研究機関、施設園芸団地、生産農家を訪問した。参加者数は大学、研究機関、民間企業から27名であった。ここでは、（一社）日本施設園芸協会による実施報告書を元に、ベトナムにおける園芸生産と主な訪問先の概況を報告する。

1．ベトナム農業と園芸生産

1）概要

ベトナムの人口は約9,000万人でその約７割が農村部に住み、農業人口は2,500万人ほどである。主要産業の１つは農林水産業であり、農産物の主な輸出品目はコメ、天然ゴム、コーヒー豆、カシューナッツ、こしょうで、これら５品目で農業輸出額の86.8%を占める（農林水産省，2010年）。ベトナムの野菜生産量は中国、インドに次ぐ世界３位であるが（FAOSTAT, 2012）、トマト、キャベツなどの国内産品が品薄になる時期には中国から輸入もしている（FAVRI, 2010）。一方、野菜等の輸出は、アメリカ、ロシア、中国、日本など約40カ国を対象としており、日本向けには、ホウレンソウ、ピーマン、カボチャ等の冷凍品やコチョウラン、キク、トルコギキョウ、バラ等の切花を輸出している（植物防疫所，2012）。



図－1　ベトナムの農業区分（南ベトナム農業科学研究所の資料を改変）

ベトナムの農業生産は、小規模な家族経営が主体である。農産物の流通は小売業者、卸売業者、仲介業者（Middlemen/Collectors）等を介して行われるが、契約栽培を行う野菜・果実生産者は全体の16%程度である（FAVRI, 2010）。地域によるものの、生産物の流通、資金あるいは資材調達を前述の仲介業者に依存せざるを得ない場合が多いため、価格決定や投資に対する制約が生じ、生産性の向上や収益改善の足かせとなっているとの指摘がある（Huong et al., 2013）。

農業地域区分は７つに分類される（図－１）。園芸生産の観点でみると、紅河デルタ、メコンデルタ・南東地域はそれぞれハノイ、ホーチミンといった大都市への野菜生産基地、中部高原はダラットを中心として大都市への野菜供給と国内外に向けた花きの生産地といった特徴がある。2009年の野菜生産面積はベトナム全土で73.5万ha、地域別の野菜生産量は、メコンデルタ、紅河デルタ、中部高原の順であり、面積当たり収量は中部高原が最も高い（FAVRI, 2010）。

2）紅河デルタ、メコンデルタ・南東地域

ハノイ、ホーチミンを近郊に抱えるこれらの地域は、稲作が盛んである一方で、都市部への野菜供給産地としても発展し、紅河デルタとメコンデルタを合わせた野菜生産面積と生産量は、それぞれベトナム全土の47.9%、53.8%に達している(FAVRI, 2010)。Everaartsら(2008)によると、ハノイの1年間に消費される野菜の約53%が近郊50km圏内（紅河デルタ）から供給されている。ただし、近郊から野菜が供給される時期は冬季に集中しており、それ以外の期間は中部高原のダラット（ハノイより1,400km）や中華人民共和国雲南省（同550km）等からの供給に頼っている。

ベトナム国内では近代的なパッキング工業とコールドチェーンのインフラ整備は確立しているとは言えないため（稲津ら，2008)、ハノイやホーチミン等の都市近郊での野菜の周年生産は、高原地域に対する輸送コストの優位性等から、米作との輪作と比べ、高収益をもたらす可能性がある（Huongら，2013)。一方で、虫害や豪雨等のリスクも抱えている。虫害を抑えるために化学農薬が使用されているが、最近までその管理・使用は適切に行われていなかった（稲津ら，2008)。また、豪雨はときには作物を物理的に破壊するほどであり、2008年10月の記録的な豪雨は洪水を併発し、甚大な被害をもたらした。トンネル、スクリーンハウス、プラスチックハウスは、豪雨と病虫害を軽減し、生産性の向上につながると認識されているが、本格的な普及には至っていない（Huongら，2013)。しかし、数年後にはスクリーンハウスが現在の5倍程度に増加するとの期待も聞かれる。

3）中部高原（ダラット、ラムドン省）

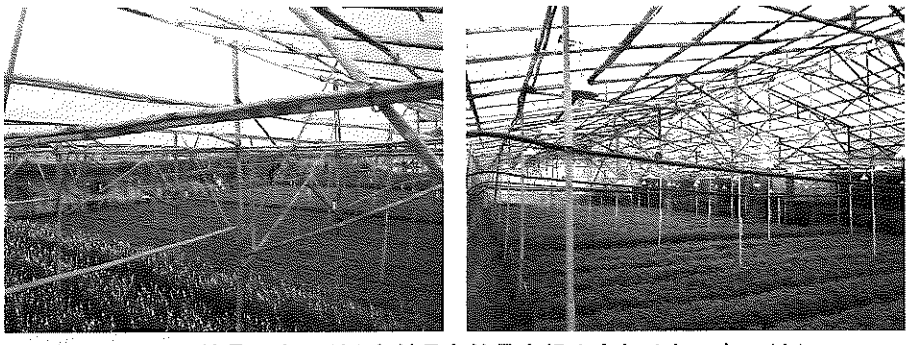
ラムドン省の平均海抜高度は1,000m以上であり、比較的冷涼な気候を活かした園芸作物の周年生産が可能であり、ベトナム国内で唯一の施設園芸産地である（図－2)。ラムドン省の省都ダラットはブランドネームとしても確立されており、幾つかの生産法人はグローバルGAPの認証を取得している。国内外への野菜あるいは花きの供給産地であり、国内ではホーチミンや中南部の各省を中心に、また国外へは台湾、シンガポール、韓国、日本へ輸出している。ホーチミン市へ供給される野菜の7割がラムドン省からのものである（FAVRI, 2010)。ラムドン省では、野菜の生産規模は約5万haの面積で生産量は170万t/年（内10～15%は輸出用)、花きは約5千haの面積で19億本/年の切り花を生産しており、ラムドン省の中でもダラットの農業生産額は46%を占める。一方で、トマトの種子等の大部分を国外産に依存している側面もあることから、国内外の企業に投資を呼び掛け、優良品種・資材等の導入を積極的に推進している。

図－2　ラムドン省ダラットのプラスチックハウス群

4）「安全野菜」認証

1995年にメコンデルタ地域で野菜を原因食材として発生した大規模食中毒が、安全野菜プログラムを推進する契機となったとされる（稲津ら，2008)。安全野菜プログラムは、農薬や肥料、農業用水等の適正な使用方法等に関する生産者への教育プログラムである(Huongら，2013)。FAVRI（2010）によると、安全野菜の生産面積はベトナム全土の野菜生産面積の8.5%であり、安全野菜の流通はまだ限られているが、ベトナム政府は安全野菜の推進に積極的である。農業農村開発省が発行している安全野菜の生産手順は7品目（キャベツ、キュウリ、トマト、サヤイン

ゲン、ササゲ等）であるが、各省からは様々な野菜について数百の生産手順が発行されている。安全野菜の栽培方法の選択肢には、養液栽培やトンネルやスクリーンハウス等の園芸施設の活用も含まれている（FAVRI，2010）。



図－3　竹骨ハウス（左）と鉄骨と竹骨を組み合わせたハウス（右）

2．ベトナムの施設園芸の状況

1）施設面積

公的な統計がないため、正確な数字は不明である。政府機関や地方行政局での聞き取り結果は次の通りである。

① ベトナム全土には、約3,000～3,200haのプラスチックハウスが存在すると考えられる。その内の約2割は鉄骨、約8割は竹骨と考えられる（ベトナム政府農業農村開発省）。

② ハノイ近郊には、250haのスクリーンハウスが存在する（ベトナム政府農業農村開発省）。

③ ホーチミン市には、20～30haのプラスチックハウス、150～160haのスクリーンハウスが存在する（ホーチミン市農業農村開発局）。

④ ラムドン省には、2,700ha（野菜用1,500ha、花き用1,200ha）のプラスチックハウス、1200haのスクリーンハウスが存在する。ベトナム全土のプラスチックハウスの内、50%以上がラムドン省に存在すると思われる（ラムドン省農業農村開発局）。

以上から、プラスチックハウスの施設面積は4,000～4,500ha程度、その内8割の3,200～3,600haが竹骨構造ではないかと推計される。スクリーンハウスの施設面積は、ハノイ、ホーチミン、ラムドン省で合計1,500ha以上あると推計されるが、普及を進めようとする行政姿勢を考慮すると、実際は更に多いと考えられる。

2）ハウス構造・設備と建設費

ダラットで目にした温室はいずれもプラスチックハウスで、オランダ資本の農業生産販売法人Dalat Hasfarmを除くと、竹骨のみ、あるいは鉄骨と竹骨を組み合わせたプラスチックハウス（図－3）がほとんどを占めると見受けられた。ダラットの気候は穏やかであり、風速も最大で17m/s程度で台風も来ず、雪も降らないため、強度はそれほど必要とされていない。竹骨同士は針金のようなもので結ばれているだけであり、フィルムは釘や鋲のようなもので竹骨に固定されている。ベトナム資本の農業生産販売法人Dalat GAPによると、温室を建設できる企業は4社あり、オランダ、イスラエル、スペイン、ポルトガルの技術を導入することはできるが、外国製は高額な初期投資が必要であるため、ベトナムに見合った簡易で安価な構造の温室が導入されているそうである。

ハウスの建設には国からの特別の補助はなく、銀行も担保となる資産の少ない一般の農家には融資をしないので、農家は価格の高い鉄骨のプラスチックハウスを導入しようとはせず、自前で資材を手当できる竹骨ハウスを作ることが一般的である（ラムドン省農業農村開発局）。

Dalat GAPによると、建設費は、鉄パイプハウスが14～18億VND/ha、竹骨ハウスが10～14億VND/ha、竹と鉄を組み合わせたハウスが14億VND/haである。ただし、竹材はカンボジアからの輸入品であり、将来的には価格上昇の可能性があるとのことである（表）。

表　ハウス建設費（ラムドン省農業農村開発局への聞き取りを元に作成）

種　類	建　設　費
オランダ製	50～60億VND/ha（240～288万円/10a、坪8,700円前後）
ポルトガル製	30～40億VND/ha（144～192万円/10a、坪5,500円前後）
鉄製（ベトナム製）	14～20億VND/ha（67～96万円/10a、坪2,700円前後）
竹骨（自家施工）	10～14億VND/ha（48～67万円/10a、坪1,900円前後）

注）VND：ベトナムドン、関連レートは1億VND＝48万円（2014年3月時点）

フィルムには、イスラエルや韓国との合弁会社の製品もあるが、安価なベトナムの製品が好まれている。一方、ベトナム製フィルムは品質が悪く、多くのハウスで2年目からフィルムが徐々に茶色に変色し、3年目以降は遮光率も50%程度にもなるそうである。これは赤土が舞い上がってハウスの屋根に付着することが原因とも言われているが、フィルムの品質も関係しているかもしれない。暖房機は、Dalat Hasfarmの温室を除くと導入されていない。

3. 主な訪問先の概要

1）スクリーンハウス野菜団地（ハノイ近郊）

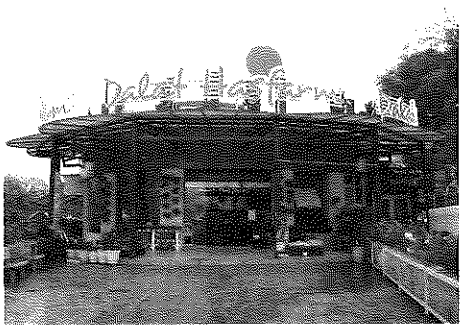
19戸の生産者が共同して安全野菜を生産しているスクリーンハウスで、規模は3ha、作物は約10種類の葉菜類が中心であり、年8作の周年生産をしている（図－4）。ハノイ近郊にはこのようなスクリーンハウスが10か所ある。スクリーンハウスは、過度の日射や豪雨、害虫による被害を緩和する。多少の保温効果もあるせいか生育も早く、露地栽培より収量が20%増加し、衛生面や品質も良くなるとのことである。構造は、コンクリート製の支柱の上に鋼線を渡し、そこへ直接スクリーンを固定した簡単なものである。スクリーンハウスは政府の全額補助で設置されたが、スクリーンの更新は農家の自己負担であり、4年毎に張り替えられる。種子はタイ、中国、日本等から輸入し、肥料は家畜糞尿、もみ殻を混ぜて作った堆肥を使用している。収穫物の予冷は行われていない。技術指導、講習会等による政府支援の他、2010年にはシンジェンタによってソフト・ハードの両面から支援が行われた。

図－4　ハノイ市郊外のスクリーンハウス

2）DALAT GAP（ラムドン省ダラット）

1997年設立の農業生産販売法人。従業員数は46人、生産面積は11ha（施設栽培7ha、露地栽培4ha）。施設の内訳は、竹骨ハウスが5ha、鉄骨ハウスが2ha。年間売上は12～18億ドン/ha（58～86万円/10a）。同社のウェブサイトによると、取扱はトマト、キュウリやトウガラシ等の果菜類、ホウレンソウ、キャベツやレタス等の葉菜類など20品目前後であり、その内12品目についてグローバルGAPの認証を取得している。農産品の加工出荷はHACCPに基づいて管理されており、Control Union（オランダ）の認証を取得している。病害虫管理はIPMに基づいて行われている。施設栽培の品目は、トマト、キュウリ、トウガラシ、ホウレンソウ等の10品目前後である。今回訪問した施設では、1棟の中でトマト、トウガラシ、パプリカが同時に栽培されていた。トウガラシ、パプリカは養液土耕、トマトはもみ殻とヤシ殻の混合培地を用いた養液栽培であり（図－5）、培地は基本的には再利用していない。液肥はイスラエル製品であり、1系統でトウガラシ、トマトに養液を給液している。受粉作業はしておらず、野生のミツバチに依存しているようである。トマトは20段程度の長段栽培であり、収量は24t/10a、収穫は定植後2カ月半ほどから始まり、6か月間続くとのことである。

図－5　Dalat GAPのトマト栽培



図－6　Dalat Hasfarmの直営販売店

図－8　Dalat Hasfarmの委託生産温室

行っている（図－7中央）。二酸化炭素施用は行っていない。敷地内に選花場を有し、オートメーション選花と手作業による出荷調製（図－7右）が行われる。選果場には、大型の予冷庫を備えている。

3）Dalat Hasfarmとその委託生産温室（ラムドン省ダラット）

1994年設立の外資系（オランダ）の花き生産および販売法人。従業員数は設立当初の6人から、現在は約2,000人まで拡大した。聞き取りによると、生産温室として合計で約300haを有しているほか、約100戸の農家に委託生産をしている。ただし、同社のウェブサイトによると、生産温室の面積は70haとある。取扱商品は、切り花、鉢物、種子等であり、70%は輸出しているという。主な輸出先は日本、オーストラリア、シンガポール、香港、台湾であり、種子は主にヨーロッパ向けに輸出している。ベトナム国内の販売チャンネルは、スーパーマーケット、卸売業者のほか、直営店での店頭販売も手掛けている（図－6）。

Dalat Hasfarmの温室は、フランスのリッシェル社のプラスチックハウスであり、自然換気、暖房、内部スクリーン開閉等の制御は自動化されている。屋根の清掃は手作業であり、従業員が2カ月に1回の頻度で行っている（図－7左）。フィルムは3年に1度更新される。バラの栽培温室では、株元と生長点付近に金属製の温湯管を配置して局所暖房をする。

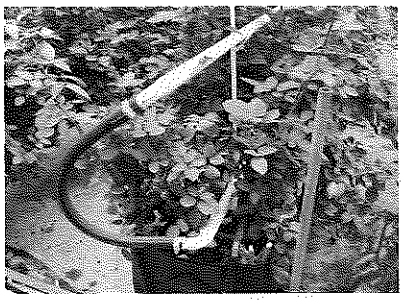
通訳のフン氏の計らいで視察したDalat Hasfarmのカーネーションの委託生産を請け負う温室（図－8）は、支柱や梁にL字鋼、所々に竹材を使用したプラスチックハウスであった。屋根を棟部分で段違いに配置することで、天窓のような開口部分が設けてある他、遮光カーテン、スプリンクラーを等間隔に配置している。カーネーションは土耕栽培であり、マルチ代わりにもみ殻が敷かれており、株間に配置したチューブで潅水が行われる。

4）ホーチミン市農業ハイテクパーク（ホーチミン市郊外）

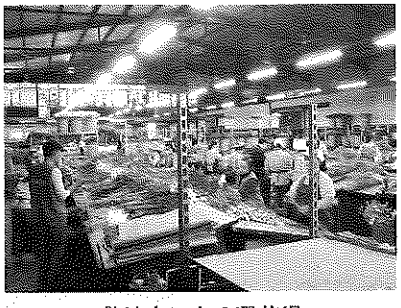
2004年のホーチミン市の決議に基づき、ホーチミン市及び政府の投資によって設立された。敷地面積は88haであり、そのうち56haに国内外の企業の投資を受け入れて研究開発を行っている。現在14のプロジェクトが実施あるいは計画されており、それらを実施する企業は種苗や肥料関連であり、日系の1社を除き、全てベトナム企業である。

農業ハイテクパークの組織としては、研究開発センターとビジネスインキュベーションセンターに大別される。研究開発センターで

屋根の清掃（2カ月に1回）



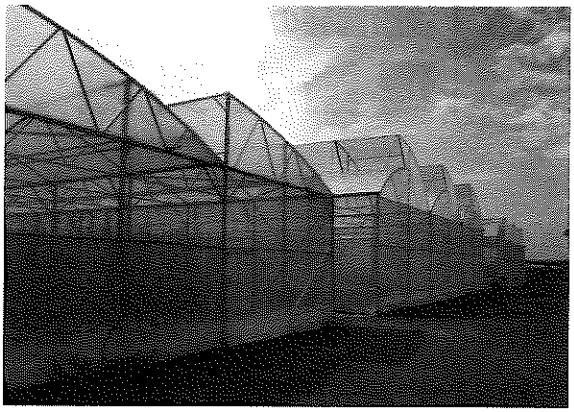
バラ栽培温室での局所暖房



敷地内にある選花場

図－7　Dalat Hasfarmの施設

図－9　ハイテクパークのメロン栽培



図－10　ホーチミンの気候に合わせた温室の改良試験（天窓仕様が異なる）

は、主に品種開発を手掛けている。例えば、メロンについては日本や台湾等の30品種を比較し、3品種を選抜した。年4作で100～120t/haの収量を確保できるそうである（図－9）。ビジネスインキュベーションセンターでは、中小企業や生産者がハイテクパークの施設と国の予算を使用して、1～3年間で商品開発や研究を行い、成功すれば対価を支払う仕組みのようである。その場合、開発商品はハイテクパークの土地を借りて生産する。

敷地内にはイスラエル製のプラスチックハウス群が整備されている。ホーチミン市の気候に合わせた改良を行っており（図－10）、自然換気を促すために軒高を4.0mから4.5mと高くする、天窓を広くとる、防虫ネットの目あいを48/inch（0.5㎜）から32/inch（0.8㎜）に大きくする、等の改良を進めている。

おわりに

ベトナムの施設園芸は発展途上の段階にある。一方で、ラムドン省ダラットには、Dalat Hasfarm以外にも外資系の生産法人が進出しており、日系企業によるキク、イチゴ、レタス生産も行われており、最先端の園芸生産も既に存在している。また、ベトナム国内の生産者をみると、安全野菜からグローバルGAPの認証取得、ベトナムの気候に適した品種開発等を通じ、園芸作を輸出産業として振興していこうとする意識を強く持っている。コールドチェーンの未整備や国産の種苗不足のような課題はあるものの、暖房や耐風構造を必要としない低投入型の施設園芸を強みとして、輸出にも意欲的な生産者を目の当たりにし、研修ツアーの参加者からは危機感をもった声も聞かれた。

今回の研修ツアーを企画して頂いた（一社）日本施設園芸協会の皆様、見学先の調整をして下さったJICA専門家の管谷様に感謝申し上げます。

引用文献

Everaarts, A.P., Hoi, P.V., van Wijk, M.S. 2008. Regional year-round supply of vegetable in North Vietnam. Acta Horticulturae, 794:115-120.

FAVRI (Fruit and Vegetable Research Institute). 2010. Vegetable market research in Vietnam. Report prepared under the STDF project "Strengthening Vietnamese SPS Capacities for Trade -Improving safety and quality of fresh vegetables through the value chain approach" (STDF/PG/259).

Huong, P. T.T., Everaarts, A.P., Neeteson, J.J., Struik, P.C. 2013a. Vegetable production in the Red River Delta of Vietnam. I. Opportunities and constraints. Wageningen Journal of Life Sciences, 67：27-36.

稲津康弘、中村宣貴、椎名武夫、川本伸一(2008)ベトナムにおける食品安全性確保のための取組み、食品総合研究所報告、72：93-106.

農林水産省(2014)ベトナムの農林水産省概況、農林水産物貿易の概要 http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_gaikyo/vie.html

植物防疫所(2012)植物防疫統計 http://www.maff.go.jp/pps/j/tokei/

連載 | 施設園芸の

理論と実際

その3 気流とガス交換

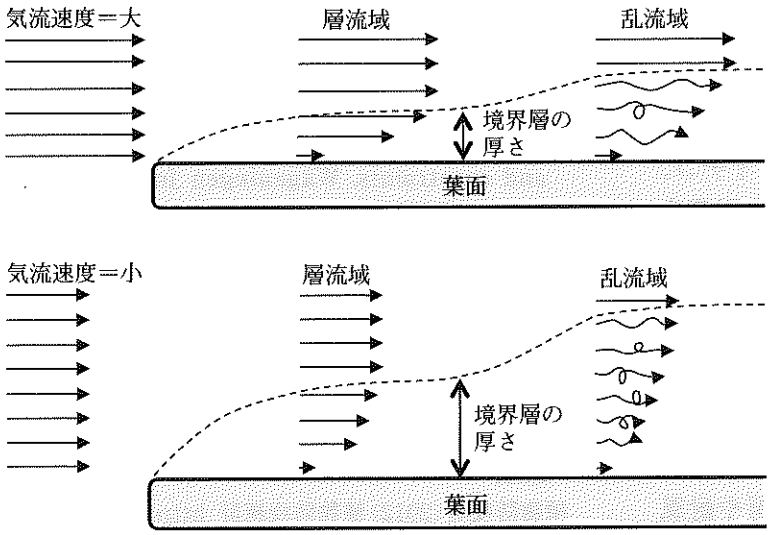
大阪府立大学大学院
生命環境科学研究科 准教授 渋谷 俊夫

はじめに

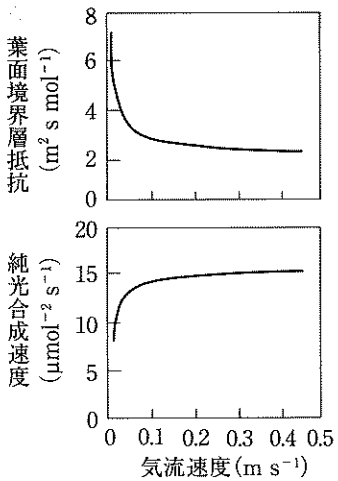
園芸施設内の空気の流れは、気温や相対湿度など微気象要素の分布に大きく影響すると共に、植物体と周辺との間の熱やガスの交換に直接的に作用する。本稿では、気流がガス交換に及ぼす影響について、理論的な部分を中心に解説したい。

葉面境界層とガス交換

ある物体面に向かって空気が流れるとき、表面近傍の空気の流れは粘性によってその速度が減少する。このとき、物体表面の影響によって気流速度が低下した層を境界層という。葉面上に形成された境界層は葉面境界層抵抗と呼ばれ、葉面境界層の厚さはガス拡散抵抗としてガス交換に対し支配的に作用する。図－1に境界層の発達の様子を示す。気流速度が小さいほど葉面境界層は厚くなる。本連載第1回「湿度と蒸散」において、「葉内外の水蒸気交換は、気孔内外における水蒸気密度の差に比例して、気孔抵抗に反比例する」と説明したが、葉面境界層を含めると、「…気孔抵抗と葉面境界層抵抗を合わせた抵抗に反比例する」となる。気流速度を増大させることで葉面境界層抵抗を減少させれば、葉内外の水蒸気交換（すなわち蒸散）は促進される。これは二酸化炭素についても同様であり、気流速度の小さな条件では、葉内外の二酸化炭素の交換（すなわち光合成）は抑制されることになる。



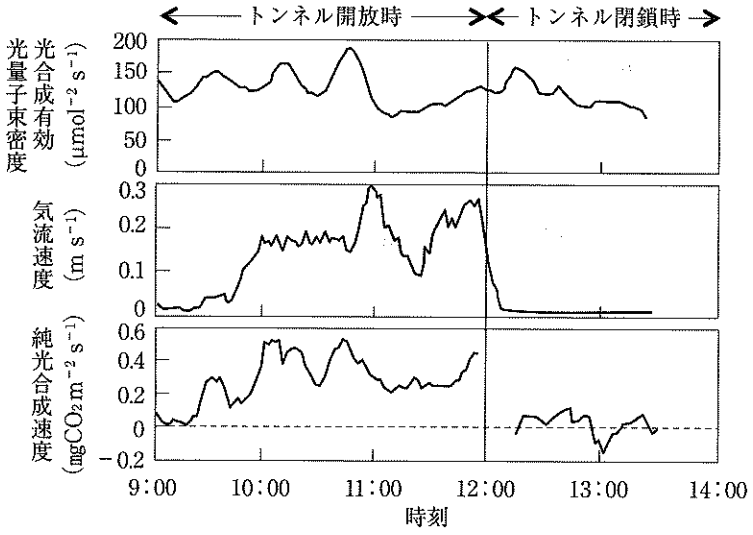
図－1 葉面境界層抵抗の発達 Jones (2013) を参考に作図



図－2 気流速度がサツマイモ個葉の葉面境界層抵抗および純光合成速度に及ぼす影響
Kitaya et al. (2003) を一部改変

気流と光合成

図－2に、植物個葉における葉面境界層抵抗および純光合成速度の計測事例 (Kitaya et al., 2003) を示す。この図から、気流速度が0.1 m s^{-1}を下回ると葉面境界層抵抗が急に大きくなり、それにともなって光合成が大きく抑制されていることが分かる。この実験における気流速度は葉面のごく近傍で計測されたものである。実際の生産現場のように植物が個体群を形



図－3　トンネル開放時および閉鎖時におけるトマト接ぎ木苗の純光合成速度　渋谷ら(2003)を一部改変

成している場合は、葉面近傍の気流速度が低下しやすいため、植物周辺の気流速度が0.5 m s^{-1}以上であっても、葉面近傍は0.1 m s^{-1}以下になることは十分あり得る。

次に施設園芸における計測事例を紹介したい。図－3は、接ぎ木順化中にトマト苗の純光合成速度を計測した結果（渋谷ら，2003）である。トンネル開放時には苗個体群の純光合成速度は気流速度の増大にともなって増大し、トンネルの閉鎖時には苗周辺の気流速度が、0 m s^{-1}付近となることで、純光合成速度がゼロ付近にまで減少していることが分かる。閉鎖された空間では空気流動が極端に小さくなりやすく、葉面上の空気流動が植物の光合成の律速要因になることがあるため、植物のガス交換を好適に制御するためには気流環境に留意する必要がある[注)]。

他の要素との複合影響

葉面境界層抵抗と気孔抵抗は直列抵抗として作用するため、大気から葉内への二酸化炭素の拡散速度は、それら抵抗のより大きな方に支配されやすい。Yabuki(2004)がまとめたデータによると、気流速度が小さいときの葉面境界層抵抗は気孔が開いているときの気孔抵抗と同等である。したがって、気孔抵抗が小さいとき、すなわち気孔が開いているときには、葉面境界層を小さくすることはガス交換の促進に有効である。しかしながら、気孔がほぼ閉じているときは気孔抵抗がガス交換に対してより支配的に作用することから、葉面境界層抵抗の影響は相対的に小さくなる。気流は蒸散にも影響することを忘れてはならない。気流速度を大きくして葉面境界層を小さくすればガス交換は促進されるが、その結果として過度の水分損失が生じてしまえば気孔開度は低下する。そのような場合、気流速度の増大は気孔抵抗の増大を介して光合成の低下を招くことになる。水分損失の程度は湿度によって異なることから、気流が植物成育に及ぼす影響を考えるときには湿度影響も考慮する必要がある。このように気流は他の要素と複合的に作用することから、その現象の解釈はやや複雑である。

引用文献

Jones, H. G., 2013. Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology. 3rd Ed. Cambridge University Press.

Kitaya, Y., Tsuruyama, J. Shibuya, T., Yoshioda, M., Kiyota, M., 2003. Effects of air current speed on gas exchange in plant leaves and plant canopies. Adv. Space Res.：31, 177-182.

渋谷俊夫・川口真也・清家 孝・清田 信，2003，順化期間中におけるトンネルの開閉が微気象およびトマト接ぎ木苗のガス交換におよぼす影響，生物環境調節41：301-306.

Yabuki, K., 2004. Photosynthetic rate and dynamic environment. Kluwer Academic.

注）一般に、気流速度の影響は光合成が二酸化炭素に律速されているときに顕著になる。この研究事例において、比較的弱光条件にもかかわらず気流が光合成を律速した理由については十分解明できていない。

積雪寒冷地域における空気熱源ヒートポンプと地下水熱源ヒートポンプの能力評価

技術情報

山形県庄内総合支庁農業技術普及課
産地研究室 主任専門研究員　古野　伸典

1．はじめに

北海道・東北地域などの積雪寒冷地域でも暖房設備を有する園芸用施設が拡大している。農林水産省の統計[1]によれば、1999年から2009年までの10年間で北海道・東北地域において暖房設備を有する園芸用施設の面積は約20%増加しており、現在も拡大傾向にあると考えられる。しかし、近年の原油価格高騰に伴い、施設園芸の経営環境は厳しさを増している。このため、比較的ランニングコストが安価とされるヒートポンプシステム（以下、HP）が、関東以西の温暖な地域だけでなく積雪寒冷地においても導入されている。しかし、現在、生産現場に導入されているHPのほとんどが外気を熱源とする空気熱源HPである。

一般的に、空気を熱源としたHPは外気温が低いほど*COP*（Coefficient of Performance、成績係数）が低下する。また、積雪地帯では屋外の気温が低いだけでなく、湿度が高いため、室外機への霜などの付着を防ぐための除霜運転（デフロースト運転）が頻発し、*COP*の低下が顕著であると考えられる。しかし、空気熱源HPは、生産現場での*COP*の計測が困難であるため、計測事例は極めて少ない。

一方で、本誌前号（2014年冬号）で紹介したような地下水や地中熱を熱源としたHPは、屋外気象条件の影響を受けにくく、積雪寒冷地域でも安定した能力を発揮することが期待される。

そこで、本稿では筆者らが開発した地下水熱源HPと、一般的に普及している空気熱源HPについて、積雪寒冷地域における能力評価を行ったのでその結果を報告する。

なお、本研究の一部は新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「低炭素時代にむけた自然エネルギー利用率を最大限に高める施設栽培用ヒートポンプシステムの開発（21058）」により実施した。

2．空気熱源HPと地下水熱源HPの能力比較

（1）実験施設の概要

実験には、山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室（酒田市浜中）の試験場内に建設した2棟の試験ハウスを用いた。2棟のハウスは、いずれも間口7.2m×奥行11mのまったく同じ形状で、屋根フィルム等の被覆条件も同じである。一方のハウスには、前号で紹介した地下水熱源HPを設置し、暖房設定室温を14℃として運転した。地下水熱源HPの詳細は前号を参照されたい。

もう一方のハウスには、園芸施設用として市販されているD社製の空気熱源HP（SFYP224A）を設置し、こちらも暖房設定室温を14℃として運転した。熱源となる室外機（コンプレッサーユニット）はハウス南側妻面の外側に設置した。なお、実験に供試した地下水熱源HPと空気熱源HPは、ともにコンプレッサーがインバーター制御で、出力8馬力タイプの機種を用いた。また、室内機（送風ユニット）は両者ともにヒートポンプシステムとしては一般的な送風ユニットの上

部から、送風ダクト等を接続せずに直接温風送風する方式である。

2棟ともに、ハウス内ではオリエンタル系ハイブリッドユリの栽培を行い、2010年11月1日から2011年3月11日までHPのみで暖房した。

(2) 暖房出力とSystem-*COP*の測定

地下水熱源HPの暖房出力(Q_{ugw}、W m^{-2})は次式で求められる。

$$Q_{ugw} = (C_{inlet} - C_{outlet}) \cdot V_{co} \cdot Cp_{co} \cdot A^{-1} + W_{ugw}$$

ここで、C_{inlet}：不凍液の流入温度(℃)、C_{outlet}：不凍液の流出温度(℃)、V_{co}：不凍液の流量(L s^{-1})、Cp_{co}：不凍液の比熱(J L^{-1} ℃$^{-1}$)、A：ハウスの床面積(㎡)、W_{ugw}：地下水熱源HPの床面積当たり消費電力(W m^{-2})である。

また、地下水熱源HPの*COP*(COP_{ugw})は次式で示される。

$$COP_{ugw} = \frac{Q_{ugw}}{W_{ugw}}$$

なお、本稿で示す*COP*は、コンプレッサーだけでなく、室内機(送風ユニット)や、地下水熱源HPの不凍液用循環ポンプの消費電力も含めて計算するSystem-*COP*である。

一般的に、生産現場で利用されているような屋外の条件で空気熱源HPの暖房出力や*COP*を求めることは難しい。しかし、本実験では、同一敷地内に設置した同じ形状、同じ被覆条件の2棟のハウスを用いているため、両者の放熱係数は一致すると仮定できる。放熱係数(H_{ugw}およびH_{air})は次式で示される。

$$H_{ugw} = \frac{Q_{ugw}}{(T_{ugw} - T_{out})S} = H_{air}$$

ここで、T_{ugw}：地下水熱源HPを設置したハウスのハウス内気温(℃)、S：ハウスの表面積(㎡)である。

したがって、空気熱源ヒートポンプシステムの暖房出力(Q_{air}、W m^{-2})と*COP*(COP_{air})は次式で示される。

$$Q_{air} = H_{air}(T_{air} - T_{out})S$$

$$COP_{air} = \frac{Q_{air}}{W_{air}}$$

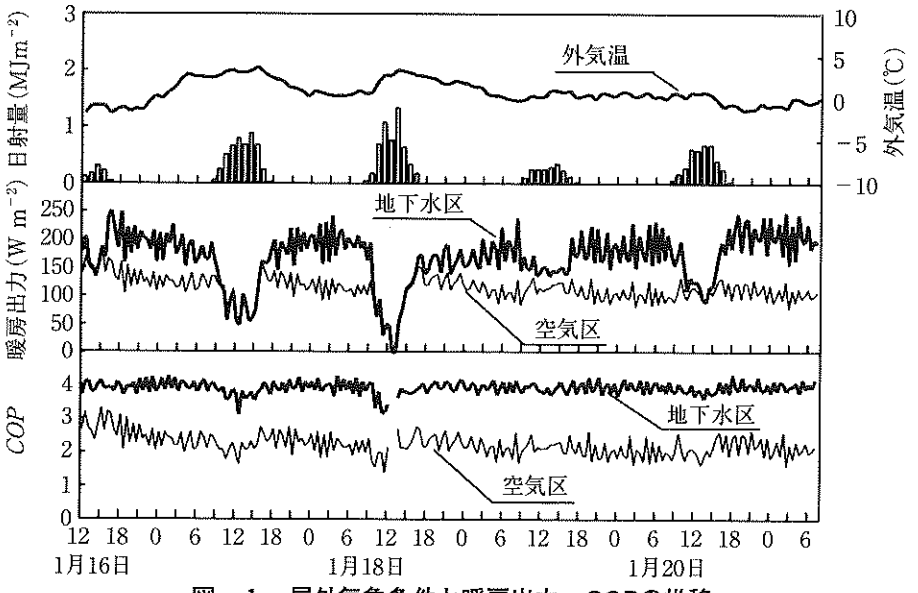
ここで、T_{air}：空気熱源HPを設置したハウスのハウス内気温(℃)、W_{air}：空気熱源HPの消費電力(W m^{-2})である。

なお、後述の参考文献[2]に地中熱源HPの計算方法について詳細に記載してある。本稿で記載の地下水熱源HPも計算方法は同じ方法であるので参照されたい。

(3) 実験結果

①暖房出力とSystem-*COP*

燃油式暖房機は、屋外の気象条件に関わらず、概ねカタログ等に示された定格の暖房能力を示す。一方、HPは熱を移動させることで暖房を行うため、熱源側と出力側の温度条件によって暖房能力が大きく変化する。空気熱源HPのカタログには定格出力が記されているが、これはJIS規格(JIS B8615-1)で定められた条件(室内側のDB20℃、WB15℃。室外側のDB7℃、WB6℃。)における能力である。本実験では、



図－1　屋外気象条件と暖房出力、*COP*の推移

地下水熱源HP、空気熱源HPともにコンプレッサーの出力が8馬力タイプで比較したが、両者の暖房出力には大きな違いがみられた。

データ解析を行った2011年1月16日12:00から21日7:00までの屋外気象条件、暖房出力、*COP*の推移を図－1に示す。日射等の影響でハウス内気温が上昇し、暖房出力が一時的に低下する時間帯はあるものの、空気熱源HPでは120W m^{-2}前後で推移した。このため、本実験を行った条件での空気熱源HPの暖房能力は120W m^{-2}前後が上限と考えられた。一方、地下水熱源HPでは200～230W m^{-2}の範囲で推移した。この変動は運転制御によるものと考えられ、暖房能力の上限としては230W m^{-2}は見込まれると考えられた。

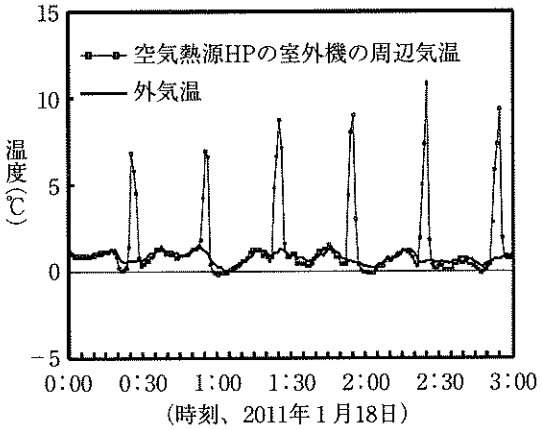
地下水熱源HPの*COP*は、調査期間を通して約4.0と安定して推移したのに対して、空気熱源HPの*COP*は、概ね1.8～2.5の範囲で推移した。グラフに示した期間中の平均は、地下水熱源HPが3.9、空気熱源HPが2.1と大きな違いがみられた。

②熱源側の温度推移とデフロースト運転

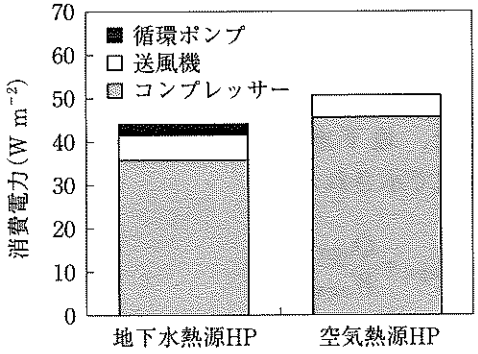
データ解析を行った期間中、空気熱源HPの室外機へ霜や氷は付着しなかったが、概ね30分に1回の割合でデフロースト運転が確認された。代表的なデータとして2011年1月18日0:00から3:00までの空気熱源HPの室外機の周辺温度と外気温を図－2に示す。室外機の周辺温度は、ほとんどの時間帯で外気温とほぼ同様に推移するものの、デフロースト運転によると考えられる温度上昇が30分に1回の割合で4分程度あり、最大で約10℃高くなった。一方、地下水熱源HPの地下水の流入温度は、屋外気象条件にかかわらず、約14℃と安定していた（データ省略）。

③ユニット別の消費電力

ユニット別の消費電力を、図－3に示す。地下水熱源HPのコンプレッサーユニットの消費電力は35.7W m^{-2}となり、空気熱源HPに比べて20%以上少なかった。一方、送風機の消費電力はほぼ同等であった。地下水熱源HPは、コンプレッサーユニットと送風機だけでなく、不凍液の循環ポンプを運転する



図－2　空気熱源ヒートポンプシステムの室外機の周辺温度と外気温の推移



図－3　機器別消費電力量

電力も必要であるが、これらすべての消費電力を積算しても44.0W m^{-2}となり、空気熱源HPよりも13%少なかった。

3. おわりに

以上の実験結果から、地下水熱源HPは屋外気象条件に関わらず、安定した能力が得られるとともに、外気温が低い条件では同じコンプレッサー出力の空気熱源HPよりも暖房能力が高いことが明らかになった。山形県内でもバラ栽培温室を対象に、地下水熱源HPの導入が始まっており、今後のさらなる普及拡大が期待される。

一方、空気熱源HPは外気温が0℃前後の条件ではカタログ値に比べて*COP*や暖房出力が低いことが示された。積雪寒冷地域におけるHPの運転環境はさらに低い外気温であることも多く、こうした条件ではさらに暖房出力が低下する可能性も考えられる。一方で、外気温が比較的高い秋期や春期も含めた

暖房期間を通した能力評価も重要である。しかし、現状では生産現場での実態把握が十分とはいえない。また、HPは従来の燃油式温風暖房機と温風送風方式が違うため、温室からの放熱条件が異なることも予測される。今後は、これらの点も含めて積雪寒冷地域におけるHPの運転特性について詳細な検討を行う必要があると考えられる。

参考文献

1） 農林水産省、園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査(H11～21、H26.3現在で最新版)

2） 古野伸典ら(2012)：寒冷地域の施設園芸における地中熱源ヒートポンプシステムと空気熱源ヒートポンプシステムの暖房時運転特性の比較、農業施設、43(4)、131-137.

(ミニ情報)

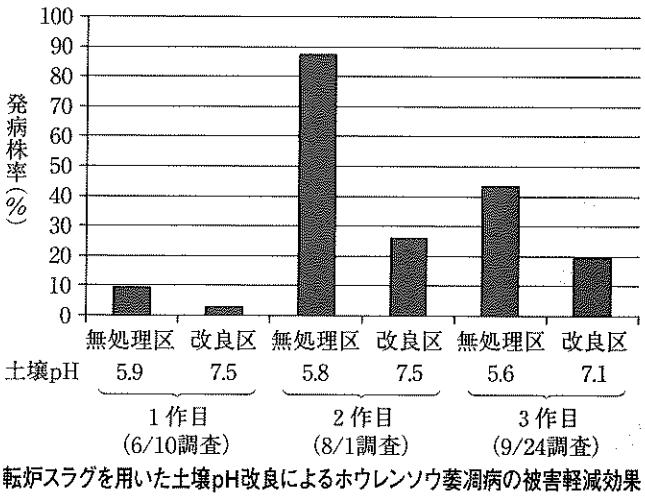
転炉スラグを用いた土壌pH改良でホウレンソウ萎凋病の被害を軽減

■岩手県農業研究センター

岩手県で栽培の盛んな夏どりホウレンソウの雨よけ栽培では、萎凋病の発生が問題となっています。ホウレンソウ萎凋病は土壌pHが高まるにつれて発病が減少することが知られています。しかし、土壌pHを7以上に高めた場合、鉄やマンガン等の微量要素欠乏症状の発生が懸念されるため、この特性を活用した防除法は普及していませんでした。

そこで、鉄やマンガン等の微量要素を豊富に含み、多量に施用してもこれらの欠乏症状が発生しにくい転炉スラグ（商品名：てんろ石灰）を用いた土壌pH改良技術によって、本病の被害軽減が可能か検討しました。

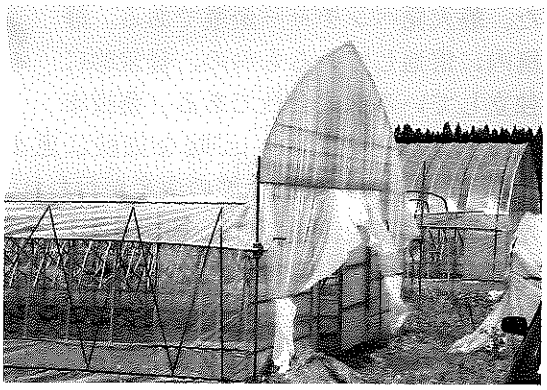
その結果、転炉スラグを処理し、土壌pHを改良することで本病の被害を軽減できました。なお、土壌pHが8を越えると微量要素欠乏症状が発生しやすくなるので、目標pHは7.5が適当です。転炉スラグ処理量は、土壌緩衝能曲線を作成した上で決定します。この作業は生産者個人での実施は難しいので、普及センターやJAの指導の下に実施することが大事です。　（環境部　**岩舘　康哉**）



転炉スラグを用いた土壌pH改良によるホウレンソウ萎凋病の被害軽減効果

遮熱資材を利用した夏秋トマトのハウス内温度の抑制

■秋田県鹿角地域振興局



手前が遮熱資材のハウス

近年、7月から9月の高温推移は、トマトの生育停滞と品質低下への影響が大きいことから、遮熱資材（供試資材名：ハイベールクール）を利用したハウス内の温度抑制効果を検討しました。

ハウス内温度は8月に最大5℃程度抑制され、不着果回避と軟化玉抑制につながりました。収穫調査では遮熱資材使用による熟度不足（赤色調不足）は見られませんでした。

今後は、定植直後からストレスのない生育確保等、高温に負けない安定生産技術の確立を進めていくことにしています。

（農業振興普及課　**小野寺　徹**）

産地・生産者情報

トマトの低段密植栽培における実証栽培と人材育成＝静岡県藤枝市

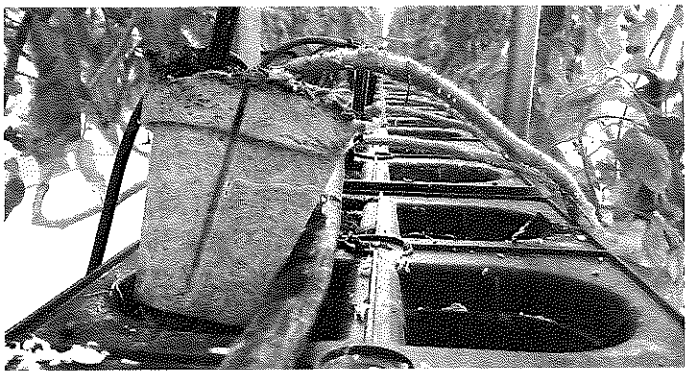
静岡県藤枝市
㈱静岡アグリビジネス研究所　玉井　大悟

1．㈱静岡アグリビジネス研究所の概要

弊社は、静岡大学農学部附属フィールド科学研究センター藤枝フィールド（藤枝市仮宿）内に温室を借り受け、糠谷明教授を代表として2009年10月に設立された、静大発ベンチャー企業である。静大構内に借地しているものの、経営的には独立している株式会社である。藤枝市は、降雪がほとんどない温暖な気候に恵まれ、茶、ミカン、シイタケ等の生産が行われ、また、隣接する焼津市では、全国ブランドの高糖度トマトの生産も行われている。

弊社は大学機関で培った教育・研究機能、技術ノウハウを生かし、地域・社会生活に貢献することを理念としている。主な業務内容は①Dトレイによるトマトの生産と販売（図－1）、②新参入企業、新規就農者に対するDトレイ栽培の技術指導である。

図－1　「Dトレイ」によるトマト栽培の様子



図－2　「Dトレイ」とトマトの根

2．㈱静岡アグリビジネス研究所のトマト低段密植栽培

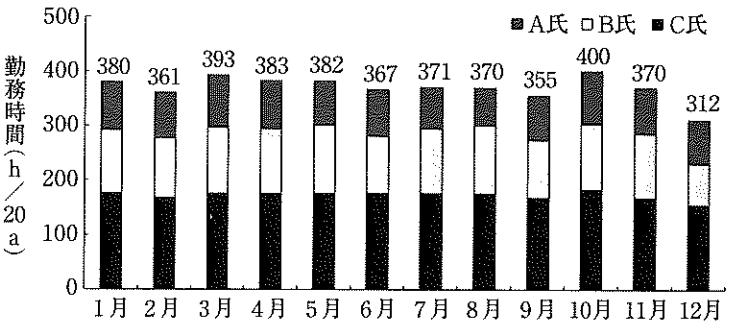
1）Dトレイ栽培とは

Dトレイ栽培とは、250mlのD形状のポットで果菜類を生産する栽培方式である（図－2）。Dトレイはオランダでイチゴの育苗用ポットとして開発されたものであり、イチゴ生産者の三倉直己氏（菊川市）と静岡大学農学部との共同研究により開発されたのが、Dトレイによるトマトの低段密植栽培である。Dトレイは1枚に10ポットが連結されていて、内部にスリットが入っているため苗の抜き取りと運搬が容易である。また、根域を制限しているため、M玉で糖度6％前後の高品質なトマトの生産が容易に行える。

2）栽培体系

5aの温室2棟、10aの温室1棟の合計20aの温室を4ブロックに分割し、低

段密植栽培（3.6株/㎡）によりトマトの周年生産を行っている。育苗は「苗テラス」を用いて行うため、播種から２次育苗までは21日、２次育苗開始（本葉５枚程度）から定植（第１花房開花直前）までは約10～21日、定植後の栽培期間は４段摘心栽培で約90～130日であり、１ブロックあたり年間3.3作の栽培が可能である。これを20ａ（４ブロック）で行うと、約３週間ごとに播種を行うことになる。



図－４　月別勤務時間の推移

３）品種

低段密植栽培は栽培時期に適した品種を選定できることが特徴の一つとして挙げられる。これまでに栽培を行った数品種から早生、多収、高品質の３要素のバランスが取れ、Ｄトレイ栽培に適した品種を栽培時期別に選定した。４～８月播種作では‘桃太郎ヨーク’が、９～翌３月播種作では‘冠美’が適していると思われる。また、５～７月播種作では、高温による収量低下や裂果の多発により収量が低下するため、裂果耐性の‘スーパー優美’を用いて２段で栽培する作型を開発中である。

４）コンテナ出荷

生産したトマトはほとんどを地元のスーパーに直接出荷している。Ｄトレイ栽培トマトは、果肉が締まっていて、ストレスをかけなくても平均糖度が６％前後と高く、グルタミン酸含有率が高いためおいしさを備えている。また、樹上完熟でも日持ちが良いために、一年を通して収穫は週３日（月・水・金）しか行わない。午前中に収穫したトマトは、裂果等で果汁が出ないものであれば形やサイズに関係なく、６kg/コンテナになるように調整し出荷する。このコンテナ出荷（図－３）により、出荷経費の低減、労働時間の短縮が図られる。スーパーにとっては、品質の高い新鮮なトマトを仕入れることができるため、コンテナ出荷は双方のメリットが大きい。

図－３　コンテナ出荷

５）年間労働時間

弊社では、常勤職員１名、パート職員２名の合計３名で20ａすべての栽培管理を行っている。2012年の合計勤務時間は、4,444時間/20ａ・年であった（図－４）。この合計勤務時間には直接的な栽培管理以外の温室周囲の草取りや側溝清掃、温室修理などの作業も含まれている。また、３名の栽培管理者以外に、栽培技術指導者を１名雇用している。

６）項目別作業時間

１作あたりの項目別作業時間と構成比を表－１に示した。作業時間の内、最も多いのは選果・調整の151.2時間で、全体の25％を占めている。次に収穫の121.6時間が20％を占めている。収穫量が多いためコンテナ出荷を導入しているにもかかわらず、収穫、選果・調整が全体の45％を占めている。低段密植栽培は、播種～定植および片付けの回数の増加がデメリットとして指摘されているが、Ｄトレイ栽培では播種～定植が81.6時間、片付けが25.6時間となり、これらの合計は全体の作業時間合計のわずか18％にすぎない。これは、Ｄトレイによる２次育苗の運搬性の良さ、定植の作業性の良さを示すものである。さらに、計画的防除暦の活用による予防的薬

表－1　1作あたりの項目別作業時間（10a当たり）

作業項目	作業時間（h/10a）	構成比（%）
播種	5.0	1
2次育苗	28.2	5
本圃定植	48.4	8
芽かき（5回）	49.4	8
誘引（5回）	50.6	8
摘果（4回）	30.2	5
開花終了	2.2	1
下葉掻き	19.6	3
摘心	10.2	2
摘心後芽かき	6.0	1
片付け	25.6	4
収穫	121.6	20
選果・調整	151.2	25
振動受粉	32.0	5
病害虫防除（6回）	20.6	3
合計（h）	600.8	100

注）播種12/25、定植2/6、収穫開始4/10、収穫終了5/29

剤散布を行うため、病害虫防除は1作あたり6回（作業時間は20.6時間）で、全体の作業時間合計の3％に抑えられる。1作あたりの作業時間の合計は600時間であり、年間に換算すると1,980時間/10aとなる。

3．栽培技術指導と人材育成

1）栽培技術指導

弊社は、トマトのDトレイ栽培が経営的に成り立つことを証明するために設立された株式会社であり、特に制約を設けずに視察者を受け入れている。その中で、Dトレイ栽培に興味を持ち導入に至るケースが多い。Dトレイ栽培の根域が250ml/株と極少量であるために肥料の濃度や量に敏感に反応するが、培養液の管理が比較的マニュアル化しやすく、初心者にも管理が容易にできる。また、作付回数の増加によりリスクの回避が可能である。さらに、軽労働が中心で作業姿勢が楽なため、安定した雇用が確保できる。これらの利点が異業種から参入する企業にDトレイ栽培の評価が高い理由である。

栽培指導は作型計画、培養液の管理、植物体管理、環境制御、病害虫防除などを現地で1件につき月1～3回程度実施している。トマト栽培の経験がない場合には研修を受入、栽培開始前の人材育成も行っている。現在、栽培指導を行っている企業数は6社（契約予定を含む）である。そのうち半数の3社は農外からの一般企業の参入である。オートバイの部品を製造するA社は、2012年8月より約4aで試験栽培を開始し、翌年2013年には栽培規模を約17aまで拡張した。同社は4段摘心、栽植密度は4.3株/㎡とし、ストレス負荷が容易に行えるDトレイ栽培の特徴を生かし、高糖度トマトの生産を安定的に行っている。販売は糖度別に販売単価を設定することで消費者のニーズに対応している。樹上完熟させても果肉がしっかりしており、旨味の多いことが地元の消費者に好評を得ている理由である。

2）技術の習得

Dトレイ栽培では、4段で摘心の場合年間の作付回数は3.3作である。さらに、4ブロックで栽培時期をずらしているため、年間を通じて全体で12～13作の栽培が行われる。これにより、栽培管理者は年1作の栽培方法と比較して12倍以上もの経験をすることができる。

3）作業のマニュアル化

Dトレイ栽培では、周年を通して植物体の管理項目および内容に大きな差はない。そのため、播種～片付けまでの一連のサイクルを繰り返し行うためのマニュアルが整備されている。現在、弊社では独自のマニュアルを作成し、①作業をやって見せる、②マニュアルを使用し説明する、③作業をやらせてみる、という流れで研修を行っている。研修を行っていない場合においても、同様に現地でこの流れを指導している。

4）給液管理

Dトレイ栽培では栽培途中に根の状態を簡単に確認できるため、日中のしおれ症状を発見した場合の原因究明が、経験の少ない人で

も容易に行える。さらに、根域が極少量のため、培養液濃度の影響が顕著に植物体に現れ、すこし葉色が薄くても培養液濃度を高めることで2日後には改善される。反対に、樹勢が強い場合は培養液濃度を薄めれば樹が暴れることなく栽培ができる。これらの栽培管理は経験的なものであるが、通常、培養液の濃度管理、施用量管理はECメーターによるECの測定および硝酸イオンメーターによる硝酸イオン濃度の測定、給液量に対する排液量の排液率の測定により管理をマニュアル化して行っている。これにより「見える化」が実現し、初心者でも管理をより容易にできる体制を整えている。

4．Dトレイ研究会

現在、静岡県を中心に全国で30名（社）以上の生産者がDトレイを採用してトマト、イチゴを栽培しており、その設置面積は3.5haに達している。生産者と弊社を含む研究機関との連携を密にするために、2013年に「Dトレイ研究会」を発足させた。

研究機関としては静岡大学農学部野菜園芸学研究室、植物工場千葉大学拠点大仙コンソーシアム、三重県農業研究所が参画しており、トマトのDトレイ栽培のさらなる技術向上を目的として情報の共有を行い、課題の解決を図っている。

《ミニ情報》

「地域で実践できるコスト低減技術350の提案」を作成

■福岡県経営技術支援課

農業現場では、コスト低減に役立つアイデアや技術が、個人や地域で数多く実践されています。福岡県は、こうした現場の知恵や技術を、普及指導センター職員が収集し、試験研究機関が開発した技術などと合わせて「地域で実践できるコスト低減技術350の提案」を作成しました。

提案集は、生産性向上や作業の省力化、農薬を削減することで人と環境にやさしい農産物の生産につながるヒントや、ちょっとした工夫で実践できるものが多く含まれ、施設園芸部門では、ナスの株元加温、イチゴ秋期ランナーの管理方法、キュウリ台車の工夫等を紹介しています。

提案集は、福岡県のホームページアドレス：http://www.pref.fukuoka.lg.jp/d05/cost.html】でも公開し、各部門別に印刷できるようにしております。皆さんの参考になれば幸いです。　（経営企画係　**花田　由理子**）

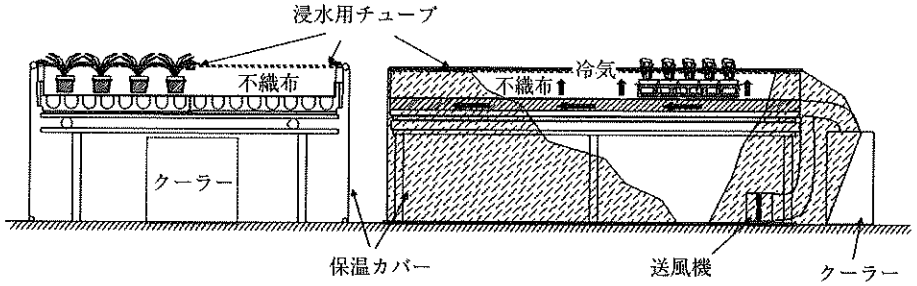
局所冷房によるコチョウランの低コスト花茎発生技術の開発

■愛知県農業総合試験場

コチョウランは周年生産が可能で、最も生産量の多い洋ランである。コチョウランを開花させるためには、昼間25℃以下、夜間18～21℃に温度を保つ必要があるが、4月から9月の気温の高い時期は温室を冷房する必要がある。温室全体を冷房するには多大な冷房費がかかり経営を大きく圧迫している。

そこで、コチョウランの花成に必要な温度を調査し、花芽ができるためには腋芽のある株基部の温度が重要であることを見いだしたので、株基部と根圏のみを冷房する局所冷房装置を考案し、東海物産㈱と共同で実用的な局所冷房装置を開発し、特許を取得した。

（園芸研究部花き研究室　**平野　哲司**）



コチョウランの腋芽のある株基部と根圏のみを冷却する局所冷房装置

■「施設と園芸」バックナンバー（No.161～164）

※肩書き・会社名は執筆当時

項目＼号数	No.164（2014冬）72頁	No.163（2013秋）68頁	No.162（2013夏）74頁	No.161（2013春）62頁
巻頭言	データと科学的思考が新しい農業を実現する 池田 英男（大阪府立大学名誉教授）	施設園芸の大規模化と経営課題 梅本 雅（中央農業総合研究センター企画管理部長）	日本施設園芸協会が果たすべき役割 篠原 温（(一社)日本施設園芸協会 会長）	大学教育と人材育成 小沢 聖（明治大学農学部黒川農場 特任教授）
論説・解説	―	―	（全野研corner）将来に夢の持てる野菜栽培をめざして 大山 寛（全国野菜園芸技術研究会 会長）	平24補正・25年度農水省施設園芸・植物工場関連予算 堀川 昌昭（前農水省花き産業・施設園芸振興室課長補佐）
特集	統合環境制御とICT利用の最新技術	施設園芸における大規模経営の展開	トマト栽培の新しい流れ	宮城県の震災復興と施設園芸・植物工場
	★㈱DENSOとのProfarm事業／三浦 慎一（トヨハシ種苗）★ユビキタス環境制御システム（UECS）の今と展望／星 岳彦（近畿大学教授）★UECSとICTによる震災復興施設での実証／渡邊 勝吉（富士通㈱ソーシャルクラウド ビジネス統括部）★植物工場統合環境制御システム－インテリジェントコントローラ開発／丸尾 達（千葉大教授）★統合環境制御システムの開発と太陽光利用型植物工場での葉菜類栽培／嶋本 久二（㈱ブランツ 専務取締役）★ICT利用養液土耕栽培支援システム「ZeRo.agri」／小沢 聖・佐々木 伸一（明大特任教授・㈱ルートレック・ネットワークス）★モニタリングシステム"HaPPiMinder"の開発と導入事例／中西 美一（㈱四国総合研究所 電子技術部）★ユーザーから見たオランダ型統合環境制御／今井 寛之（Minori Holland B.V.Director）	★いわき小名浜菜園＝国内最大規模のトマト施設栽培／那須野 崇之（いわき小名浜菜園㈱ 代表取締役） ★堀越園芸＝快適でゆとりある大規模キュウリ経営＝前橋／川島 正俊（群馬県中部農業事務所 普及指導課） ★パプリカの大規模経営＝リッチフィールド／栗原・由布・美浦／守屋 佑亮（リッチフィールド㈱ 営業部） ★アグリセゾンの葉菜類大規模経営＝山口県下関市＝／福永 彰（代表取締役）・廣林 祐一（下関農林事務所） ★メルヘンローズのバラ大規模経営＝大分県玖珠町＝／小畑 和敏（㈲メルヘンローズ 代表取締役）	★大規模トマト栽培を中心とした石巻周辺の震災復興／舟山 和宏（宮城県石巻農業改良普及センター） ★統合環境制御によるトマト多収栽培技術／斉藤 章（㈱誠和。営業本部 主幹研究員） ★消費者の求めるトマトの食味と成分／阪下 利久（オイシックス㈱ 商品本部技術開発チームリーダー） ★最近のトマト品種・育種の動向／松永 啓（野菜茶業研究所野菜育種・ゲノム研究領域） ★トマト苗生産の最近の技術開発と需要動向／清水 耕一（ベルグアース㈱ 取締役営業本部長） ★トマト施設栽培における最近の総合防除（IPM）／本多 健一郎（中央農業総合研究センター病害虫研究領域長）	★震災復興と野菜茶業研究所の取組み／高市 益行（野茶研 野菜生産技術研究領域長） ★宮城県亘理町、山元町における震災復興の取組み／漆山 喜信（前 亘理農業改良普及センター 技師） ★民間における震災復興の取組み／伊藤 保（㈱三菱総合研究所 主任研究員）
技術情報	豊橋から国産トマト50ｔ／10ａ採り目指す「IGHプロジェクト」 大門 弘明（豊橋市IGHプロジェクト・イシグロ農材㈱） 地下水熱利用施設園芸ヒートポンプシステムの開発・評価 古野 伸典（山形県庄内総合支庁農業技術普及課主任）	植物工場統合型環境制御システムの開発実証と今後 丸尾 達（千葉大学大学院 園芸学研究科 教授） ハウス日射透過率の評価方法と実測 関山 哲雄（NPO 植物工場研究会） トマト生体情報計測と環境制御 高山 弘太郎（愛媛大学農学部・同植物工場研究センター）	高知県における環境制御・省エネ技術開発の取組み 宮内 樹代史（高知大学 教育研究部 農学部門准教授）	低濃度エタノールを用いた土壌還元消毒法 大木 浩（千葉県農林総合研究センター 主席研究員） 光合成を最大化する環境制御装置の実用化 狩野 敦（ダブルエム研究所 代表・千葉大学 特任教授）
海外情報	国際園芸学会専門委員会シンポ「GreenSys 2013」報告 篠原 温（日本施設園芸協会 会長・千葉大学 名誉教授）	イスラエルの農業技術－その発展の秘密－ 田川 不二夫（ネタフィムジャパン㈱ アグロノミスト）	連載／北米の園芸－3－米大学農学部の普及教育事情 久保田 智恵利（アリゾナ大学 農学生命科学部 教授）	連載／北米の園芸－2－米国における施設園芸事情 久保田 智恵利（アリゾナ大学 農学生命科学部 教授）
産地・生産者情報	高知県施設園芸でのオランダとの交流と次世代施設園芸の構想 笹岡 貴文（高知県農業振興部 副部長（総括））	―	久留米市・㈲コスモファームの高糖度トマト生産 稲吉 慶介（代表取締役）・坂井 佑輔（久留米普及指導センター）	愛知県田原市のトマト生産と環境制御への取組み 齋藤 俊久（東三河農水事務所田原農業改良普及課）
ミニ情報	（独）近畿中国四国農業研究センター／（地独）青森県産業技術センター 農林総合研究所／大分県東部振興局／宮城県農業・園芸総合研究所／山梨県総合農業技術センター 高冷地野菜・花き振興センター／長崎県農林技術開発センター 果樹研究部門ビワ・落葉果樹研究室／青森県農林水産政策課 農業改良普及グループ／熊本県八代地域振興局／岐阜県農業経営課／福島県農業総合センター／神奈川県農業技術センター／高知県農業技術センター／佐賀県農業試験研究センター／鹿児島県農業開発総合センター 花き部	茨城県農業総合センター園芸研究所 野菜研究室／三重県（農業研究所）／愛知県農業総合試験場 野菜研究室／福岡県農業総合試験場／香川県農業試験場野菜・花き部門／千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所／兵庫県立農林水産技術総合センター／北海道農産振興課／群馬県農業技術センター／埼玉県生産振興課／島根県農業技術センター／徳島県立農林水産総合技術支援センター	（地独）大阪府環境農林水産総合研究所／宮崎県総合農業試験場果樹部／宮崎県総合農業試験場生物工学部／青森県農産園芸課／石川県農林総合研究センター農業試験場／鳥取県農林水産研究所／長崎県農林技術開発センター／鹿児島県南薩地域振興局 農政普及課／岐阜県飛騨農林事務所 農業普及課／静岡県農林技術研究所／栃木県農業試験場いちご研究所／新潟県経営普及課／奈良県農業総合センター／山口県農業振興課／鹿児島県農業開発総合センター果樹部／福島県農業総合センター／富山県農林水産総合技術センター 園芸研究所／三重県中央農業改良普及センター	群馬県農業技術センター／東京都農林総合研究センター／岩手県農業研究センター／三重県農畜産課 園芸特産振興グループ／茨城県農業総合センター 園芸研究所／福岡県園芸振興課 花き係／神奈川県農業技術センター 普及指導部／大分県農林水産研究指導センター 農業研究部 花き担当／兵庫県立農林水産技術総合センター 農産園芸部／山梨県総合農業技術センター 八ヶ岳試験地／愛知県農業総合試験場／北海道農産振興課 園芸グループ
全野研若手生産者	神保 謙太郎（栃木県小山市） 成田 稔雄（新潟県新潟市）	長嶋 智久（栃木県宇都宮市） 西山 賢一（神奈川県厚木市）	嶺岸 雄二（宮城県仙台市） 金井 和夫（埼玉県熊谷市）	―
生産者グループの紹介	―	「オリザ」「ミエル」等地域間・地域内農業者連携の取組 浅井 雄一郎（浅井農園代表取締役・オリザ取締役CEO）	栃木養液栽培研究会 櫛毛 隆行（栃木県真岡市生産者）	
施設園芸技術指導士の（フィールドノート）	施設園芸発展のため今私達に出来ること 河合 陽一（イシグロ農材）	施設園芸の発展に向けて 市村 拓野（三菱樹脂）	植物工場・施設園芸の発展のための新たな展開 坂井 義明（井関農機㈱施設技術部・愛媛大学助教）	
会員のページ	園芸関連製品ガイド◆ネポン／ネタフィムジャパン／三菱樹脂アグリドリーム／誠和。／カネコ種苗／ユニチカ／日東紡／ヤンマー	園芸関連製品ガイド◆三秀工業／佐藤産業／渡辺採種場／近江度量衡／ダイオ化成／GTスパイラル／サンキンB&G／シーアイ化成／東都興業／東雛興産／東海物産	園芸関連製品ガイド◆日本合成化学工業・東京インキ／イーズ／みのる産業／アキレス／サンホープ／エスペックミック／トキタ種苗	園芸関連製品ガイド◆サカタのタネ／イシグロ農材／ネポン／みかど協和／渡辺パイプ
その他	連載／施設園芸の理論と実際＝その2 光と光合成 渋谷 俊夫（大阪府立大大学院 生命環境科学研究科准教授）	連載／施設園芸の理論と実際＝その1 湿度と蒸散 渋谷 俊夫（大阪府立大大学院 生命環境科学研究科准教授）		海外情報2／スペイン・オランダ施設園芸研修ツアー報告 木下 貴文（前 近畿中国四国農業研究センター 研究員）

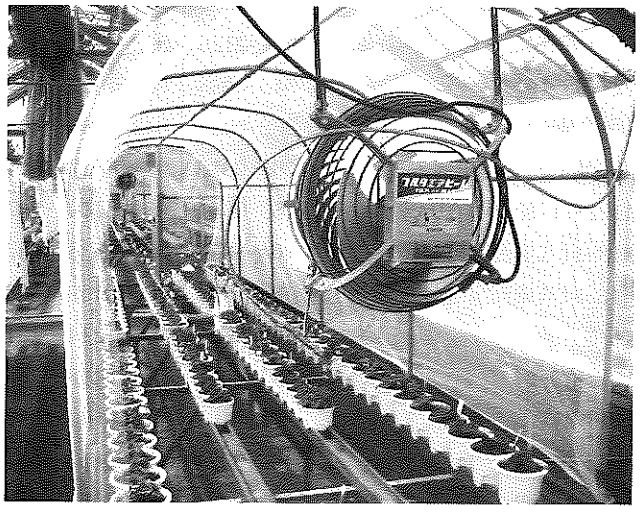
ドライミストによるシクラメンの夏期高温対策

■三重県農業研究所

シクラメンは夏期の高温で生育が抑制されやすいので、温度が上がらないように遮光率の高い75%程度の寒冷紗を用いた栽培が一般的に行われています。しかし、遮光によって秋以降の葉数増加が妨げられ、年内出荷率の低下をまねいています。

そこで、省電力かつ、濡れにくいミストであるドライミストで冷却する技術の開発を行いました。ベンチ上の小さいトンネルの中に循環扇を用いて、送風によりドライミストを噴霧します。遮光率30%程度の明るい寒冷紗でトンネルを覆うため、通常より2倍程度の日射量が確保できます。梅雨明け後の7月中旬～9月下旬までの噴霧期間中の日中平均気温は、噴霧量1,200ml/分での噴霧で約2.5℃気温低下（75%遮光比）します。葉数および着蕾数が増加し高品質化が図れ、また、開花が促進されることから、年内出荷率の向上に繋がりました。本技術を試験的に導入した生産者の評価も高く、今後、さらなる改良を行いながら普及を図っていきます。

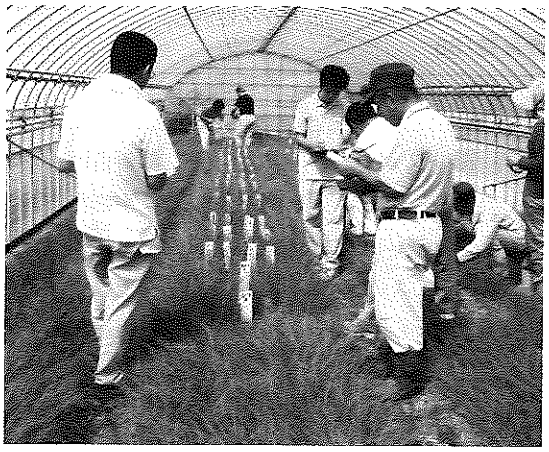
（花植木研究課主幹研究員　**長谷川　治基**）



シクラメン栽培ベンチ上へのドライミスト噴霧の様子

生産者と共同で葉色の濃い夏用小ネギ品種を育成！

■山口県農林総合技術センター



育成系統の選抜風景

小ネギは、夏期に薬味としての需要が多く、単価が高いのですが、高温が原因で、生産が不安定で出荷量が少ない状況です。葉色が薄くなり、1株重が軽く収量がとれず、葉先枯れ等の発生で規格外品の発生が多いためです。

そこで、山口県農林総合技術センターでは、小ネギ主要産地である下関市安岡地区の生産者とJAと共同で、夏用小ネギ品種の育成に取り組みました。育種素材として現地の在来ネギを収集し、当センターが交配と育成系統の調査およびデータ解析を担当し、生産者はその育成系統の栽培を担当しました。また、育成系統の選抜は、センターと生産者およびJAの関係者で行いました。

選抜と交配を繰り返した結果、葉色が極めて濃く、葉がまっすぐで草姿が美しく、暑さに強い夏用小ネギが誕生しました。この小ネギは「YSG1号（Yamaguchi Sumer Green onion 1号の略）と名付けて、品種登録出願を行いました。JA下関で種子の増殖に取り組んでおり、今年の夏にはデビューする予定です。

（園芸作物研究室　**藤井　宏栄**）

一般社団法人 日本施設園芸協会

会 員 名 簿

（2014年4月1日現在）

（会員数）68

名　　称	所　在　地	郵便番号	電話番号
アキレス株式会社	東京都新宿区大京町22	160-0015	03－3225－2155
株式会社アシストジャパン	栃木県宇都宮市滝の原2-4-42	320-0846	028－635－8718
有光工業株式会社	東京都千代田区岩本町2-15-10（N.Bビル7階）	101-0032	03－5835－3974
株式会社イーエス・ウォーターネット	東京都多摩市諏訪4-24-1	206-0024	042－355－7701
株式会社イーズ	東京都港区新橋4-7-2（第6東洋海事ビル6階）	105-0004	03－5777－1345
株式会社いけうち	東京都渋谷区東2-22-14（ロゼ氷川ビル）	150-0011	03－3498－0636
イシグロ農材株式会社	愛知県田原市神戸町北山16-2	441-3427	0531－23－2711
井関農機株式会社	東京都荒川区西日暮里5-3-14（FSビル）	116-8541	03－5604－7638
AGCグリーンテック株式会社	東京都千代田区岩本町3-5-8（岩本町シティプラザビル9階）	101-0032	03－5833－5451
株式会社エコールランド	東京都中央区新川1-21-5（茅場町タワービル1階）	104-0033	03－5542－0006
エスペックミック株式会社	大阪府寝屋川市池田3-11-17	572-0072	072－801－7805
近江度量衡株式会社	滋賀県草津市東矢倉3-11-70	525-0054	077－562－7111
大塚アグリテクノ株式会社	徳島県鳴門市大麻町姫田字下久保12-1	779-0301	088－685－2890
オカモト株式会社	東京都文京区本郷3-27-12	113-8710	03－3817－4171
カネコ種苗株式会社	群馬県前橋市古市町1-50-12	371-8503	027－251－1615
キユーピー株式会社	福島県白河市表郷小松字西町1	961-0405	0248－31－1217
クボタアグリサービス株式会社	大阪府大阪市浪速区敷津東1-2-47	556-8601	06－6648－2151
小泉製麻株式会社	兵庫県神戸市灘区新在家南町1-2-1	657-0864	078－841－9345
株式会社サカタのタネ	神奈川県横浜市都筑区仲町台2-7-1	224-0041	045－945－8806
株式会社サタケ	東京都千代田区外神田4-7-2	101-0021	03－3253－3156
佐藤産業株式会社	福岡県粕屋郡宇美町障子岳南3-1-26	811-2126	092－932－5431
サンキンB&G株式会社	埼玉県羽生市小松台2-705-19	348-0038	048－561－5200
三秀工業株式会社	千葉県千葉市花見川区千種町236-24	262-0012	043－286－4666
サンテーラ株式会社	東京都中央区日本橋小網町1-8（茅場町髙木ビル4階）	103-0016	03－6837－9030
株式会社サンホープ	東京都目黒区中目黒1-1-71（KN代官山4階）	153-0061	03－3710－5675
シーアイ化成株式会社	東京都中央区京橋1-18-1（八重洲宝町ビル）	104-8321	03－3535－4571
シーアイマテックス株式会社	東京都中央区京橋1-18-1（八重洲宝町ビル）	104-0031	03－5159－3768
株式会社GTスパイラル	熊本県熊本市本山1-6-3	860-0821	096－211－1517
JA三井リース株式会社	東京都品川区東五反田2-10-2	141-0022	03－3448－3808
ジャパンドームハウス株式会社	石川県加賀市新保町口3-17	922-0401	0761－44－2525
新日鐵住金株式会社	東京都千代田区丸の内2-6-1	100-8071	03－6867－5323
住友電気工業株式会社	大阪府大阪市此花区島屋1-1-3	554-0024	06－6466－5679
株式会社誠和。	栃木県下野市柴262-10	329-0412	0285－44－1751
全国農業協同組合連合会	東京都千代田区大手町1-3-1（JAビル）	100-6832	03－6271－8322
ダイオ化成株式会社	東京都中央区明石町8-1（聖路加タワー）	104-0044	03－6830－3010

名　　称	所　在　地	郵便番号	電話番号
株式会社　大　　仙	愛知県豊橋市下地町字柳目8	440-8521	0532－54－6521
株式会社 多田ビニール工業所	千葉県市原市山田橋1-11-3	290-0021	0436－43－3040
東海物産株式会社	三重県四日市市高角町2997	512-0923	059－326－3931
東罐興産株式会社	東京都港区浜松町1-2-14(ユーデンビル)	105-0013	03－5472－5111
東京インキ株式会社	東京都北区王子1-12-4(TIC王子ビル)	114-0002	03－5902－7628
東都興業株式会社	東京都中央区京橋1-6-1(三井住友海上テプロビル3階)	104-0031	03－3566－0210
トキタ種苗株式会社	埼玉県さいたま市見沼区中川1069	337-8532	048－683－3434
トミタテクノロジー株式会社	神奈川県横浜市金沢区福浦1-1(テクノタワー16階)	236-0004	045－783－6161
トヨハシ種苗株式会社	愛知県豊橋市向草間町字北新切12-1	441-8517	0532－46－3600
日東紡績株式会社	東京都千代田区麹町2-4-1(麹町大通ビル)	102-8489	03－4582－5260
日本合成化学工業株式会社	東京都港区芝浦3-9-1(芝浦ルネサイトタワー)	108-0023	03－6436－2816
日本農民新聞社	東京都千代田区神田司町2-21(光和ビル)	101-0048	03－3233－3634
日本ロックウール株式会社	東京都中央区入船2-1-1(住友入船ビル3階)	104-0042	03－4413－1223
ネタフィムジャパン株式会社	東京都中央区日本橋中州5-10	103-0008	03－3663－6510
ネポン株式会社	神奈川県厚木市上古沢411	243-0215	046－247－3269
ハウスのイシイ農材株式会社	群馬県前橋市粕川町深津1878-2	371-0215	027－285－6140
長谷川興業株式会社	千葉県旭市米込1299	289-0516	0479－68－1066
パナソニックES産機システム株式会社	東京都墨田区押上1-1-2(東京スカイツリーイーストタワー22階)	110-8534	03－6364－3446
平林物産株式会社	千葉県夷隅郡大多喜町森宮138	298-0295	0470－82－2611
福井シード株式会社	福井県福井市問屋町2-66	918-8231	0776－22－0212
フルタ電機株式会社	愛知県名古屋市瑞穂区堀田通7-9	467-0862	052－872－4120
株式会社　丸昇農材	高知県須崎市西町2-9-26	785-0009	0889－42－0513
三菱樹脂アグリドリーム株式会社	東京都中央区日本橋本石町1-2-2(三菱樹脂ビル3階)	103-0021	03－3279－4763
三菱農機株式会社	埼玉県久喜市桜田2-133-4	340-0203	0480－58－9514
みのる産業株式会社	岡山県赤磐市下市447	709-0892	0869－55－1121
株式会社　柳川採種研究会	茨城県小美玉市羽鳥256	319-0123	02994－6－0311
株式会社　山本産業	静岡県磐田市弥藤太島532	438-0833	0538－32－9211
八女カイセー株式会社	福岡県八女郡広川町大字太田1024	834-0114	0943－32－1148
ヤンマー株式会社	東京都中央区八重洲2-1-1	104-0028	03－3275－4955
ユニチカ株式会社	東京都中央区日本橋宝町3-4-4	103-8321	03－3246－7564
株式会社　ユニック	東京都港区虎ノ門1-4-9	105-0001	03－3519－6084
株式会社　渡辺採種場	宮城県遠田郡美里町南小牛田字町屋敷109	987-8607	0229－32－2221
渡辺パイプ株式会社	東京都中央区築地5-6-10	104-0045	03－3549－3079

刊行物情報

一般社団法人 日本施設園芸協会
〒103-0004 東京都中央区東日本橋3-6-17
山一ビル4階
TEL(03)3667-1631　FAX(03)3667-1632

（代金先払い　郵便振込 00150-4-724663
送料 300円　2冊以上は実費）

◆日本施設園芸協会発行

園芸用施設安全構造基準（暫定基準）平成9年版　定価 2,160円

鉄骨補強パイプハウス安全構造指針　定価 1,080円

地中押し込み式パイプハウス安全構造指針　定価 1,080円

五訂6刷　施設園芸ハンドブック　定価 6,480円

園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査
（旧資料名：園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況）　定価 1,080円

◆日本施設園芸協会編・監修

〈誠文堂新光社発行〉

養液栽培のすべて
―植物工場を支える基本技術―　定価 4,104円

〈園芸情報センター発行〉

新訂　園芸用被覆資材　定価 3,085円

協会ニュース

1．豪雪被害と国の対策

今冬の豪雪による被災を受けられた農業者の皆様には、心からお見舞い申し上げます。今回の豪雪ではハウスが大きな被害を受け、３月７日の農水省の公表ではハウスの損壊は25,287件で31都道府県に及んでいます。当協会では豪雪被害が発生した直後の２月18日付けで、今後のハウス資材の供給不足の懸念に対応して、その供給確保に向けた協力要請を会員に周知するとともに、農水省による被災農業者への支援対策等について、順次、会員の皆様へ情報提供して参りました。農水省による支援対策（３月３日付け「今冬の豪雪による被災農業者への支援対策について」）の概要は以下のとおりです。

(1) 被災農業者向け経営体育成支援事業：

① 支援対象は、平成25年11月以降の大雪により被災した農業者であること。

② ハウスの再建・修繕に係る被災農業者向け経営体育成支援事業の補助率は1/2であり、補助残についても地方公共団体が支援しやすいように特別交付税処置を講ずることにより農家の負担は最小限となる。

③ 撤去については、自力撤去の場合も含め、定額補助を行う。

④ 再建・修繕の際、ハウスの強度を補強する場合は、強度の向上部分の経費は自己負担となる（なお、低コスト耐候性ハウス等への立て替えを考える場合は、強い農業づくり交付金が活用できる。）。

⑤ 撤去については、市町村が実施する環境省の災害廃棄物処理事業の対象となるが、速やかに行う場合は、被災農業者向け経営体育成支援事業の利用が可能である。

(2) 災害関連資金の融資事業：貸し付け利子を当初５年間は無利子とする。

この他、協会としては、農水省がハウス用資材（骨材）の円滑な供給の要請のために開催したパイプの主要鋼管メーカー等による会議に出席し情報共有等を行うとともに、同省が行う豪雪被災地の損壊ハウスの調査に専門家として職員が参加する等の対応を行っています。会員の皆様には、扱われている資材の供給の今後の見通し、農家等の現場の声など豪雪対策の参考になる情報の提供についてご協力をお願いするとともに、被災地の一刻も早い復旧と被災された農業者の皆様の経営が少しでも早く回復できるよう祈念します。

2．「次世代施設園芸導入加速化支援事業（全国推進事業）」の実施

農林水産省では、25年度補正予算及び26年度予算により次世代施設園芸施設の設備に対するハードの補助事業である次世代施設園芸導入加速化支援事業を実施することとなり、２月25日に25年度補正予算による実施地区が公表されたところです。

同事業の関連施策として、事業の実施地区や応募を検討している地区へのソフト面での支援等を行う全国推進事業が行われます。当協会では、農林水産省による同事業の実施主体の公募に応募し事業実施主体として採択されたことから、全国推進事業を実施することとなりました。本事業の主な内容は以下のとおりです。

次世代施設園芸の事業計画の策定等の支援、次世代施設園芸関連情報の発信、高度環境制御技術に係る研修の実施、高度環境制御技術導入に係る全国実態調査及び優良事例調査、高度環境制御施設農産物販路拡大のための実需者とのマッチング、施設・設備の標準化等の検討。

3．燃油価格高騰緊急対策の26事業年度への延長

本事業は、平成25年度末（26年３月末日）を

もって終了する予定でしたが、燃油価格が高い水準で推移している状況を踏まえて、今般、平成26事業年度（26年５月～27年４月）まで延長されることとなりました。26事業年度は、リース事業（26年度新規分）、セーフティネット事業（継続分の数量設定及び26年度新規分）及び推進事業（26年度新規分）について、26年３月20日から６月９日まで公募を行っています。この間、県協議会で事業実施計画等の審査を行って頂き、その後、当協会での審査を経て、７月中下旬には実施地区が決まる予定です。

4.『第3回施設園芸技術指導士資格試験』の合格者

平成25年12月20日に開催されました「施設園芸技術者研修及び資格認定委員会」において、11月7日に実施しました第３回施設園芸技術指導士資格試験の結果に基づく資格審査の結果、次の15名の方々が合格されましたのでお知らせします（敬称略）。

櫛田悠（イシグロ農材）、飯田孝俊（佐藤産業）、中村尚司（中村農園）、井村亮介（福井シード）、與那覇耕伸・高柳尚史・木戸康晴（東京インキ）、竹内紀雄（全農）、大呂肇（大信産業）、中村知由（中村商事）、深川大志（住友電気工業）、呉徳・岩瀬裕雅・武藤剛（三菱樹脂アグリドリーム）、金澤克則（トヨハシ種苗）

5.『第35回 施設園芸総合セミナー・機器資材展』の開催結果

２月20日㈭～21日㈮の２日間、晴海客船ターミナルホールにおいて標記のイベントを開催し、２日間で800名近い来場者があり、併設の機器資材展共々盛況のもとに終了しました。第１部は次世代の施設園芸を支える新技術の講演が、２日目の第２部は、「トマト高収益施設園芸の実現を目指して」をテーマに、多収に結びつく新技術の講演、および先進的な生産者の方々の発表があり、講演者・発表者・農林水産省担当官によるパネルディスカッションを行いました。

6.『施設園芸展・植物工場展2014』（GPEC）の開催

～GPECの勢い加速！過去最大規模で開催へ～

７月に開催されるGPECの出展者が出揃い、業種・国籍を超えて、約200社の企業・団体が出展、新規出展も30社を超すなど、これまで以上の盛り上がりを見せています。多数の皆様のご来場をお待ちしています。

開催概要は以下の通りです。

会期：2014年７月23日㈬～25日㈮、会場：東京ビッグサイト東４ホール、主催：日本施設園芸協会、後援：農林水産省他７団体、協賛：オランダ王国大使館他40団体、共催：アテックス㈱、来場者目標：38,000名（前回 37,622名）。併催行事（予定）は下記の通りです。

(1) セミナー（全セッション聴講無料）

・特別講演：農林水産省（次世代施設園芸セミナー）、経済産業省
・特別セミナー：生産者向けに各テーマ別に新技術や優良事例等の紹介
・海外講演：オランダ・韓国・中国・イスラエル・台湾（海外先進国の第一人者による講演）
・出展者プレゼンテーション

(2) 生産者相談コーナー：経営上の課題、栽培における悩みや疑問を政府関係者や研究者、業界の第一人者に相談可能（相談無料）。

(3) 主催者展示

次世代施設園芸拠点の取組（各実施地区コンソーシアムの紹介）、政府告知コーナー（農林水産省、経済産業省等）、最新の統合環境制御技術（研究が進む統合環境制御技術を紹介）、先進的植物工場施設の展示（人工光型植物工場）、東日本大震災からの復興（復興庁）。

※GPEC2014の来場登録やセミナー申込み等は、www.gpec.jp

編集後記

本号より「ロックウール栽培における管理技術」を新規連載致します。データにもとづく栽培管理や増収のための技術をご紹介する予定です。次号では、概要が明らかになった次世代施設園芸導入加速化支援事業の実施地区についてご紹介する予定です。（土屋）

独立気泡構造農業用POフィルム

スカイコート5エアプラス

長年ご好評頂いているスカイコート5に、エア（独立気泡）をプラスした、新規開発製品です。

※「内張りサイド」としての使用例

特　長

1 保温性&エアをプラス

スカイコート5にエア（独立気泡）をプラスし、保温性を格段にアップしました。

- ●夜間外気温に対し4.3℃改善
- ●一般透明農POに比べ夜間保温性が1.1℃改善
  （当社試験場ハウス内温度測定）

※加温ハウスの場合は、暖房費削減効果が期待できます。

2 光質をプラス

太陽光線をソフトな散乱光線として、ハウスの中に取り込みますので急激な温度変化を抑制することができます。

3 防滴性をプラス

スカイコート5の防滴性を受け継いでいますので優れた防滴&防霧効果が持続します。

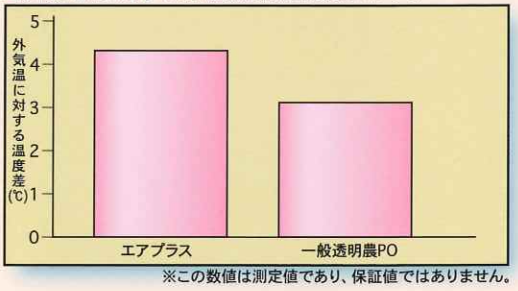
4 エコをプラス

軽量のため、展張時作業の省力化が期待できます。

■規格

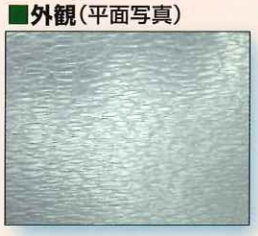
幅 (cm)				長さ (m)
230	270	300	400	100

■外気温に対する保温効果（無加温ハウス）

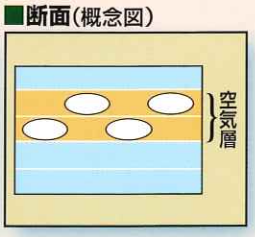


※この数値は測定値であり、保証値ではありません。

■外観（平面写真）



■断面（概念図）



人と地球と未来にやさしいものづくり

シーアイ化成

本社　〒104-8321 東京都中央区京橋一丁目18番1号（八重洲宝町ビル）
本　　社（03）3535−4571　大 阪 支 店（06）6444−4574　札幌営業所（011）281−5611　名古屋営業所（052）204−1394
東京営業部（03）3535−4584　福 岡 支 店（092）271−7214　仙台営業所（022）221−1488　四国事務所（088）852−0545
シーアイ化成ホームページアドレス　URL:http://www.cik.co.jp/

NEPON

ネポン ハイブリッド環境システム

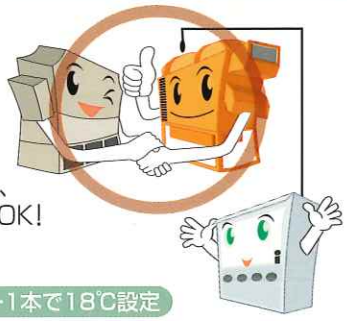
「ハイブリッド環境システム」は、「グリーンパッケージ」を優先して暖房を開始し、
暖房能力が不足したら「ハウスカオンキ」が補完して暖房を行うシステムです。
その制御は「省エネハイブリッド制御盤」におまかせください。

暖房設定温度18℃のときの運転イメージ

従来の温度管理　センサー2本で個別設定

- ヒートポンプを優先して使用するには設定を高くしなければならず不経済
- 設定変更が面倒

ハイブリッド環境システム利用時



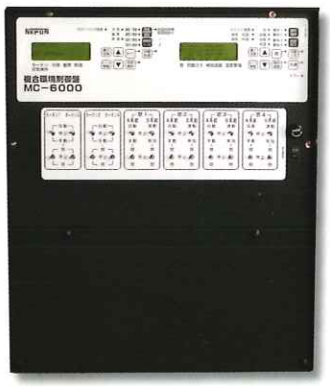
- 従来の問題を一発解消!
- グリーンパッケージが優先、ハウスカオンキでサポートOK!
- 室温安定
- 省コスト実現
- らくらく管理

センサー1本で18℃設定

ネポンヒートポンプシリーズ

施設園芸用ヒートポンプ
グリーンパッケージ

施設園芸用ヒートポンプ
誰でもヒーポン



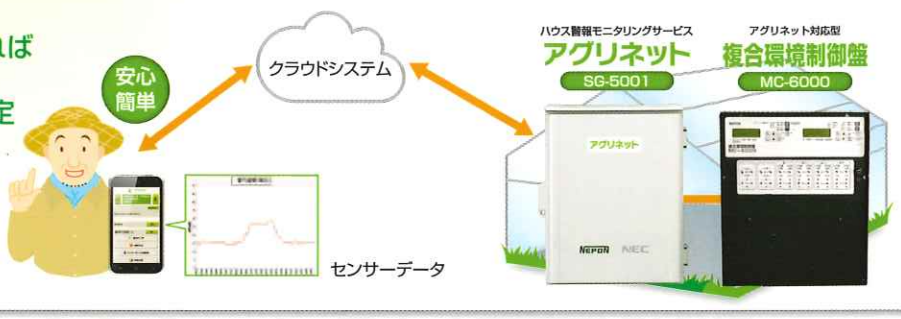
ハイブリッドシステム搭載 複合環境制御盤
MC-6000

新発売

ヒートポンプはもちろん ハウス内の設備を複合的に制御できます

アグリネット®を利用すれば
いつでもどこでも
各種データの確認や設定
の変更ができます。

※アグリネットは弊社が提供する「ハウス警報モニタリングサービス」の名称です。



ネポン株式会社 営業部
http://www.nepon.co.jp
〒243-0215　神奈川県厚木市上古沢411
TEL 046-247-3269　FAX 046-248-6317

■制作・販売　日本農民新聞社　東京都千代田区神田司町二ノ二一　光和ビル　〒一〇一―〇〇四八　TEL〇三(三二三三)三六二四
■定価　八三円(税込)、送料一〇五円