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.164
冬
2014

特集 総合環境制御とICT利用の最新技術

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

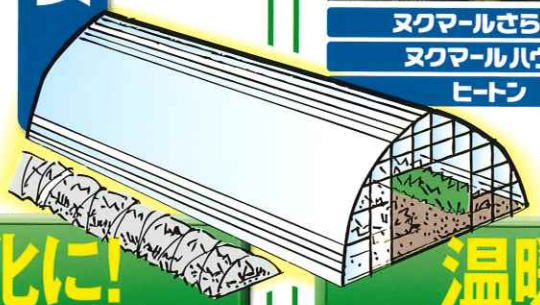
原油高対策に!

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O_2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

シーアイ化成の保温資材

暖然暖かい!

暖

高保温性農ビ

ハイホットスカイエイト8防霧

内張り専用農ビ

サラットらくらくスカイエイト8防霧

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

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	札幌営業所	(011) 281−5611
東京営業部	(03) 3535−4584	仙台営業所	(022) 221−1488
大阪支店	(06) 6444−4574	名古屋営業所	(052) 204−1394
福岡支店	(092) 271−7214	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/

施設と園芸 No.164　2014年冬

もくじ

巻頭言　データと科学的思考が新しい農業を実現する
……大阪府立大学名誉教授　池田　英男 …… 3

特集　統合環境制御とICT利用の最新技術

㈱DENSOとのProfarm事業への取組み
……トヨハシ種苗㈱ 企画開発室　三浦　慎一 …… 5

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の開発 —
……千葉大学大学院　園芸学研究科 教授　丸尾　達 …… 8

ユビキタス環境制御システム（UECS）の今と展望
……近畿大学生物理工学部 教授　星　岳彦 …… 12

UECSとICTによる震災復興施設での実証
……富士通㈱ ソーシャルクラウド ビジネス統括部　渡邊　勝吉 …… 17

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への利用
……㈱プランツ 専務取締役・㈱ひむか野菜光房 取締役　嶋本　久二 …… 28

ICTを利用した養液土耕栽培支援システム「ZeRo.agri」
……明治大学黒川農場 特任教授　小沢　聖 …… 32
㈱ルートレック・ネットワークス　佐々木伸一

モニタリングシステム“HaPPiMinder”の開発と導入事例
……㈱四国総合研究所 電子技術部　中西　美一 …… 36

ユーザーから見たオランダ型統合環境制御
……Minori Holland B.V.Director　今井　寛之 …… 40

産地・生産者情報　高知県の施設園芸におけるオランダとの交流と次世代施設園芸の構想
…… 高知県農業振興部 副部長（総括）　笹岡　貴文 …… 24

技術情報　豊橋から国産大玉トマト50t/10a採りを目指す「IGHプロジェクト」の1年間の栽培実績と課題
……豊橋市IGHプロジェクト・イシグロ農材㈱　大門　弘明 …… 53

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
……山形県庄内総合支庁農業技術普及課 産地研究室主任　古野　伸典 …… 58

海外情報　国際園芸学会専門委員会シンポジウム「GreenSys 2013」報告（開催地：韓国・済州島）
……日本施設園芸協会 会長・千葉大学 名誉教授　篠原　温 …… 64

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㈱…… 45

●連載／施設園芸の理論と実際　その2　光と光合成
……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 …… 22

●全野研若手生産者の自己紹介　神保　謙太郎（栃木県小山市）・成田　稔雄（新潟県新潟市）…… 52

●ミニ情報
（独）近畿中国四国農業研究センター …… 16
（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 …… 21
宮城県農業・園芸総合研究所 …… 31
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 …… 35
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 …… 39
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 …… 44
岐阜県農業経営課 …… 57
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／ …… 62
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

●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
……イシグロ農材㈱　河合　陽一 …… 68

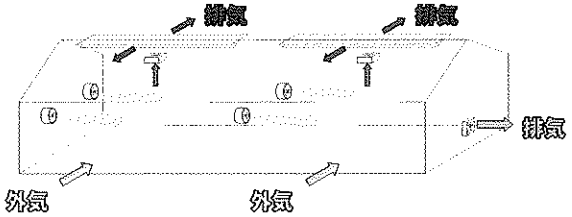
●協会ニュース …… 71

会員名簿 …… 69
編集後記 …… 72

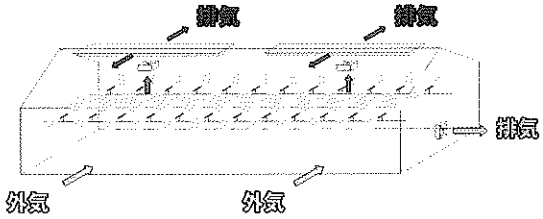
ハウスを濡らさず冷房加湿

【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

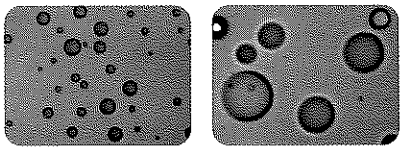


◆10～30μmの霧"微霧"で植物や地面を濡らすことなく、迅速に冷房加湿が可能。

◆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。

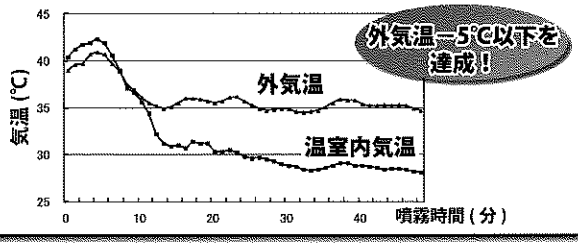
◆微霧◆　◆細霧◆

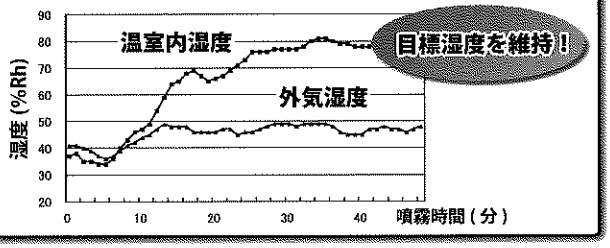


↑微霧と細霧の粒子径写真。
微霧は粒径10～30μm、細霧は粒径100～300μmの霧。微霧は非常に蒸発しやすく、濡らさないため、作物の冷房加湿に最適。

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

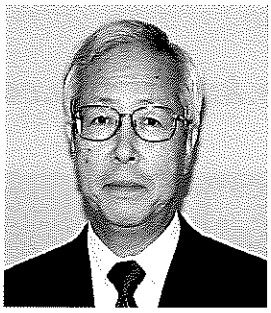




本製品に関するお問合わせ、資料請求、お見積り、システム導入している栽培施設の見学など、下記連絡先までお気軽にご用命ください。

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

巻　頭　言



データと科学的思考が新しい農業を実現する

大阪府立大学名誉教授　池田　英男

「植物工場」が話題にされるようになってかなりの時間が経過しているが、目覚ましい成果を挙げているようには思えない。その背景には、環境を整えて、植物を効率よく生育させるということが十分にはできていない可能性がある。人工環境下で効率よく栽培をするということは、それほど容易なことではないのである。

千葉大学の植物工場プロジェクトで、㈱誠和を中心としたコンソーシアムはオランダ式の栽培を取り入れて、年間トマト果実収量50ｔ/10ａを達成した。夏の暑さを考慮するなら、オランダの技術にほぼ追いついたと言えよう。その背景には、綿密なデータの収集と、それに基づいた科学的栽培・作物管理技術がある。

作物が生育するということは、いずれの場合も光合成が基本となる。光合成とは、主に葉において行われる化学反応で、CO_2と水を原料として、光のエネルギーを用いて炭水化物（糖）を合成することである。したがって、光合成を促進するためには、原料となるCO_2と水を豊富に植物体に供給して、更に植物群落として光を効率よく利用できるように管理することが必要となる。また、色や香りなどの物質の多くも糖が代謝されて形成されるので、糖を効率よく合成することは、良い色や香りの収穫物を得るためにも重要である。しかし、合成された糖のかなりの部分は呼吸によって消費されているので、呼吸を抑制することも栽培では重要である。さらに、果実を生産するような場合には、葉から果実や生長点に糖を転流させる必要があるだけでなく、栄養成長と生殖成長を同時にバランス良く進めることができなければ、高い生産性や高収量は望めない。

植物が生育している環境を構成する要素には、気温（植物体温）、光強度、湿度、CO_2濃度、空気流動、地温（根温）、培地のpHや養水分等々があるが、植物工場では、それら要素を正確には握して、植物の生育に好適となるように調整することが求められる。これら環境要素の多くはセンサで測定できるのであるから、センサを取り付けてモニタすれば状況は自動的には握できる。しかし、そのような環境において植物がどのように反応して生育しているのかという植物体に関するデータについては、現在までのところ自動的に取得できる良い方法はない。人の手による定期的な測定によっているのが実情である。これら植物体データを取る手段は、画像の利用など、新しい技術が開発されることが期待される。

「植物工場」と言われる新しい栽培技術では、植物生理学を基本として、環境応答や養水分吸収などを理解する必要がある。また、エネルギーを効率よく利用するには、環境調節の理論や技術も知らねばならない。栽培の現場では、何よりも正確なデータが基本となるのであり、データがなければ改善も、目標達成も不可能であろう。データがあって初めて、安定生産や計画生産が達成できるようになるのである。

わが国のこれまでの栽培技術で不足してきたのは、データである。栽培環境がどのような状況になっているのかを把握しなければ、改善もできない。

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

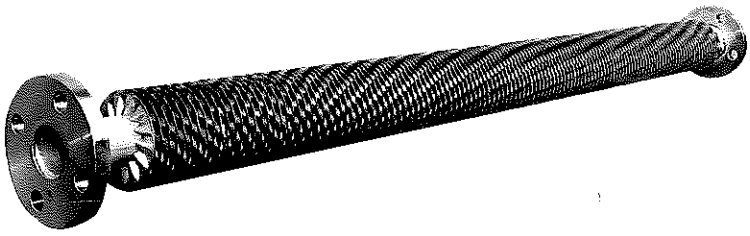
KATSUKAWA

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

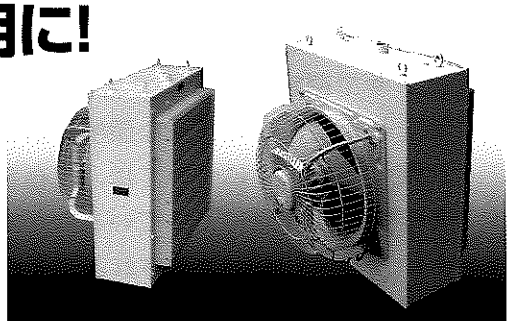
環境設備用
温水/蒸気発生器
（プール・サウナ用）
植物/農作物ハウス用
暖房用・設備配管放熱用
等

- 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

JAB QMS CM 011

JBA QS Japan Boiler Association

㈱DENSO（デンソー）とのProfarm事業への取組み

トヨハシ種苗㈱ 企画開発室　三浦　慎一

1．㈱DENSOとの取組み

㈱DENSO（以下、DENSO）は、自動車用部品の世界トップの供給メーカーであり、農業とは全く異なる分野で活動してきた。昨今、政府の後押しにより、様々な業種が農業に興味を持ち、異業種との交流も進んでいる中で、DENSOとしても自動車部品で培ってきた技術や販売網を農業に活かせないか検討していたが、栽培技術や農業の商習慣等難しい点が多く、方法を模索していた。

一方、トヨハシ種苗は、東三河を中心に東海地方に農業資材を販売してきた小売業者であるが、単に商品を販売しているのではなく、自社研究農所を持ち農家に対し栽培アドバイス等も行いながら、そのニーズに応える形でハウス建設、養液栽培システムの販売なども行い、地元の農業の発展とともに成長してきた。ここ数年は全国的に販売する商品も出てきているが、全国的に販売する体制はまだ整っておらず、現状の取組みをどの地域でも推進できるような事業体制作りが急務であった。

以上のような会社の状況において、2社で打合せをする機会があり、それぞれの強みを組み合わせることによって、施設園芸における環境制御や栽培に対して、効率化、安定化、付加価値向上に貢献できるのはないかと考えたのがこの取組みの始まりである。

2．Profarm事業とは

DENSOとトヨハシ種苗が貢献できる内容を検討する中で、農業業界で強みとして考えられる内容をそれぞれ挙げてみた(図－1)。

(1) DENSO

①自動車内の環境制御技術

過酷な自動車内の環境をカーエアコンやセンサー類、電子制御機器などによって快適な環境を作り出すトップレベルのノウハウを、農業用ハウスでも応用できる。

②工場ラインでの制御技術

産業用ロボットやライン制御機器などの先端技術を農業業界に応用できる。

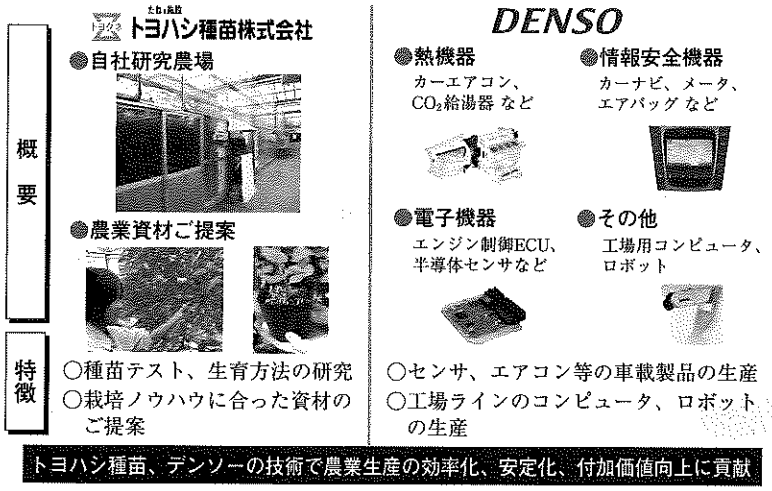
(2) トヨハシ種苗

①栽培ノウハウ

お客様を訪問して貴重な意見をいただきながら、自社研究農場や共同試験を活用して栽培ノウハウを培うことができる。

②農業資材のご提案

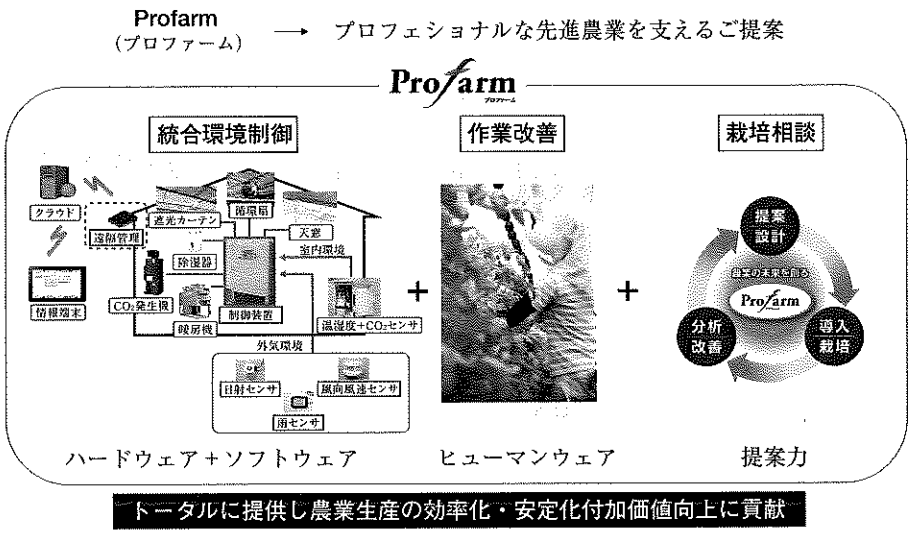
地域密着でお客様に近い立場か



図－1　農業業界での2社の強み

ら、種苗や農業資材全般を提案させていただいている。

両社の強みを活かした形として「Profarm事業」では、プロフェッショナルな先進農家を支えるご提案作りに取り組むつもりである。Profarmは効率の高い生産を目指している施設園芸生産者に、次に述べる3点を中心にご提案を行うことによって、強い生産基盤を生産者に提供できる事業である(図－2)。



図－2 「Profarm事業」の概要

(3) ハード・ソフト

トヨハシ種苗で取り組んでいる栽培ノウハウを、DENSOの自動車部品を作る技術で実現する。

(4) 人材

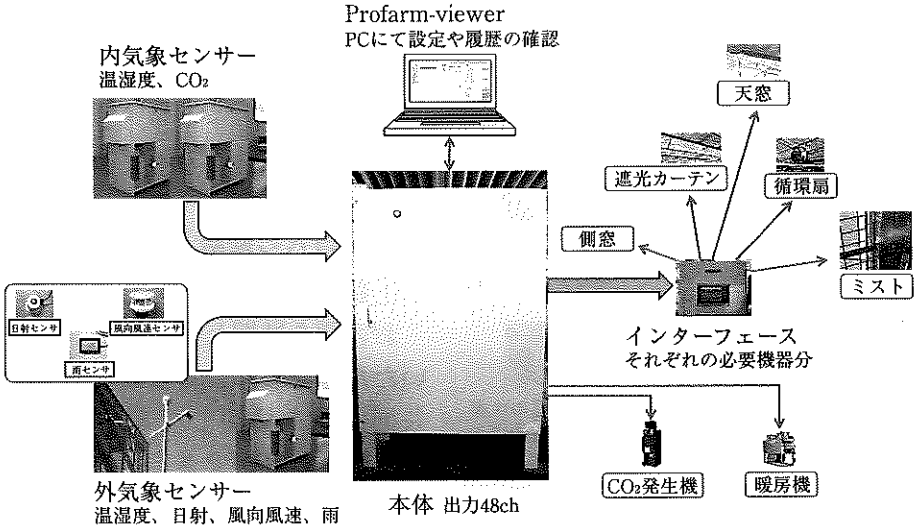
DENSOが自動車部品製造で培ってきた「カイゼン」に代表される効率的な生産方式を、農業生産の分野で、トヨハシ種苗が現場に近い立場で活用できる場面を一緒に検討する。

(5) 提案

商品やサービスを提供するだけではなく、導入後の栽培結果を分析することによって、次への改善点の検討や提案を行う。

3. 'Profarm-controller' とは

Profarm事業では最初の取組みとして、ハード・ソフトの検討の中から施設園芸の中核を担う機器 'Profarm-controller' を開発した。これはハウス内の機器を一括して管理できるのはもちろんのこと、生産者の栽培への要望を聞き取り、収穫量を増加させるためのプログラムを組み込んだ制御機器である。Profarm-controllerは本体、ハウス内センサー、外気センサー、パソコンによる制御ソフト 'Profarm-viewer' から構成され、それぞれのハウスに設置してある機器に制御信号を送ることができる(図－3)。



図－3 「Profarm-controller」の構成

Profarm-controllerは、以下のコンセプトで開発を行った。

(1) 自動車業界の品質

商品開発は農業業界の品質管理ではなく、自動車業界で培った品質管理の中から、現場に最適な形を検討する。故障時の安全性の

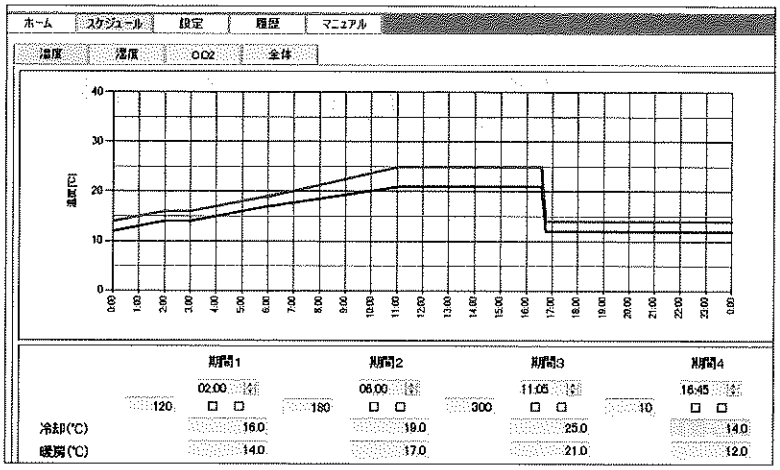
確保や、故障の発生する要素の確認など農業業界では商品企画の段階で不足している点が多い。

(2) 日本の気候に合わせたプログラム

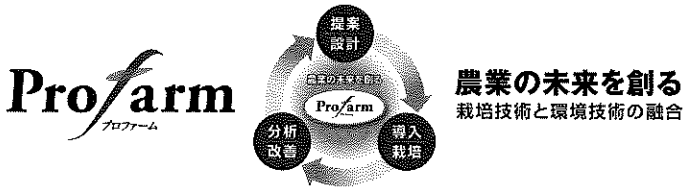
世界には、一年中暑い国や涼しい国があり、作物によって作り易い地域が異なる。しかし、日本は四季がはっきりしていて、１日の中でも気候の変動が激しく、作物を栽培するのには緻密な管理を要する。この状況の中で制御するためには、専用に開発したプログラムが必要である。

(3) 使いやすいソフト

いろいろなことができるようになるほど、ソフトの操作は複雑化してしまう。実際に現在使われている機器類はデジタル化が進むにつれて、生産者にとっては機能が把握しきれなかったり、英語表記によって理解ができないものが出てきたりする。実際に栽培を行う生産者の視点に立ったソフトや表示画面の作成が必要である。



図－４　設定画面の一例



図－５　Profarm事業の目指すもの

４．最適な環境を作り出す制御プログラム

制御プログラムはトヨハシ種苗のノウハウだけではなく、先進農家への聞き取り調査を行いながら開発を進めている。また制御の考え方の基本となる作物への影響を勘と経験からではなく、国立大学法人千葉大学との共同研究を行いながら、数値的な理論を積み重ねながらプログラムを組み立てている。

制御プログラムは、特に温度制御に関しては他の機械よりもこだわった管理ができるように、日本の温室の特性を徹底的に検討し、作物に最適な管理ができるように開発を続けている。設定画面も細かい設定ができるだけではなく、図－４の一例のように、実際に設定した内容が数値だけでなく、視覚的にも確認しやすいように作成を行っている。

プログラムに関しては、１年以上のモニターへの取組みの中から要望点をまとめ、定期的に更新を行っている。またトヨハシ種苗研究農場での実証だけでなく、デンソーとしても1,000㎡規模の実証ハウスを建設し（豊橋市内）、プログラムの実証だけにとどまらず、現場での動作確認や作物への影響を確認しながら、次に向けてのカイゼンを行っている。

５．今後の目指す姿

現在取り組んでいるProfarm-controllerは、Profarm事業のほんの一部に過ぎない。既に行っているトマト接ぎ木工程の作業カイゼンでは、26%の作業時間削減に成功しているなど、今までの農業業界のやり方では見出せなかった内容も次々に出てくる可能性が高い。そしてProfarm事業では周辺機器の開発などトータルソリューションサービスを組み立てることによって、お客様の声に耳を傾け、恒久的に栽培ノウハウ、作業カイゼン、省エネなどを提案し続けることが今後のProfarm事業の使命であると考えている。

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の開発―

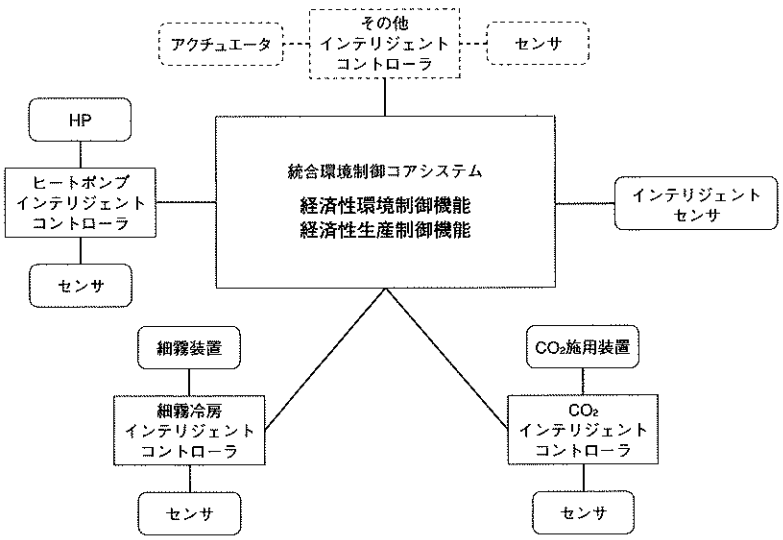
千葉大学大学院 園芸学研究科 教授　丸尾　達

はじめに

前号（「施設と園芸」163号）の技術情報の欄で、NPO植物工場研究会（古在豊樹理事長）が中心となって開発を進めている施設園芸／植物工場用の統合環境制御システムについて、その概要を掲載させて頂いた。本稿では、当該システムのうち、特にインテリジェントコントローラに関して、現在開発中のシステムを中心にその概念、構想、課題と今後の展望等についてご説明させていただく。

まず、前号でもご紹介したが、千葉大学／NPO植物工場研究会で開発を進めている統合環境制御システムの全体概念について見ると、図－１のようになる。

統合環境制御の概念は、基本的にオランダの先進的な施設園芸用統合環境制御システム（Priva社などのシステム）と同様であるが、オランダの制御システムが中央集中型のシステムであるのに対して、自律分散型であることが特徴である。この考え方は、基本的にUECSが目指すところと同じであるが、単独でも従来に比べて高度でより効率的な制御が可能なインテリジェントコントローラ（以下IC）と複数のICを合理的かつ調和的に動作させるように、それらICの制御パラメータを統合化するコアシステム（CS）の双方のハードウェアおよびソフトウェアを開発している。



図－１　開発中の制御システムの全体概念図

１．ICシステムとは

上記のように、植物工場統合環境制御システムは、統合環境制御CSと複数の個別IC（環境制御モジュール）から構成されるが、本プロジェクトにおけるCSは、データマイニング技術をベースにした環境予測機能を有した環境制御エンジンを主軸に構築している。

他方のICは、CSから通知される環境制御目標値スケジュールをもとに、各種アクチュエータの制御を行う。また、各種センサによるセンシング情報を収集し、CSへ通知する端末としても位置づけている。

今回開発中の統合環境制御システムは、単独でも施設内の環境を合理的、かつ効率的に制御することが出来るユニークなICを複数備えることが大きな特徴である。

システムの階層構造を図示すると図－2のようになる。具体的には植物工場など大規模施設では、複数のICと中央のCSを組み合わせて統合的な環境制御を実施するが、単独のICあるいは複数のICのみでも使用可能な仕様とし、比較的小規模なプラスチックハウス等でも、インテリジェントなCO_2制御や飽差制御装置の連携利用や複合利用が可能になるのが特徴である。いきなり、統合環境制御システム全体を導入するのではなく、個別のIC、例えばCO_2の制御を行うICのみを導入する生産者が多いことを想定しているのである。

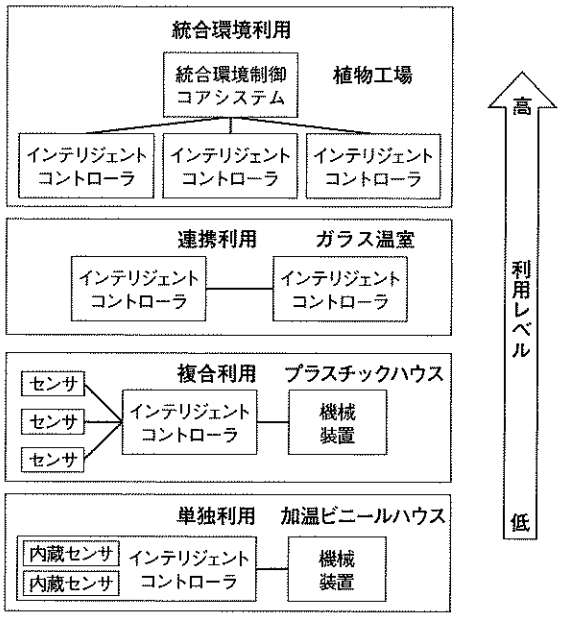
現状では、我が国の施設を大規模化・植物工場化するのにはある程度の時間が必要である。将来的には、比較的規模の大きな施設が集積する施設園芸クラスターの構想が具体化することを期待しているが、そのためにも環境制御システムの高度化や低コスト化が必須になる。小型の施設にも導入が可能であれば、ICのマーケットは飛躍的に大きくなり、量産効果による低コスト化が可能になる。

これまで、コストの関係で高度な環境制御が困難であった小規模施設においても、いくつかのICを導入するだけで、環境制御性能が大幅に向上し、収量・品質の向上が得られれば、新たなICの開発・普及・拡大につながり、さらなる高性能化と低コストが可能になることを期待している。

具体的なICとしては、昨年度から「CO_2 IC」並びに「細霧発生による気温・飽差IC」等の開発を優先的に開始している。これは、現状の我が国の施設園芸では、CO_2制御と施設内飽差制御、夏期の冷房等が最重要課題になっていると考えたからである。

さらに今年度からは、CSの開発と評価を進めるとともに、「施設園芸用ヒートポンプIC」、「培養液管理IC」の開発にも着手している。

システムに共通する通信規格としては、総合的な判断からIEEE1888を採用することとした。この際、他の機器や通信規格（具体的



図－2　統合環境制御システムの階層構成

にはUECSなど）との互換性を確保することも極めて重要になるので、専用のゲートウエイシステムを活用する方式を採用した。

今回の開発には千葉大学柏の葉キャンパスに立地する農林水産省植物工場千葉大学拠点の太陽光型植物工場の施設と施設効率分析診断システムを積極的に活用した。これまでの研究用施設と比べ相対的に大きな10～20a規模であること、高い収量レベルの実証栽培中であること、周年利用を前提とすること等の特徴を有する施設で、システム評価・データ収集を行うことが可能な点が、短期間で効率的な研究開発を支えている。また、施設効率分析診断システムでは、多数のセンサを同上の施設内に配置し、施設内環境データを収集・蓄積しているが、過去から現在の膨大なデータベースを活用できることも重要な研究開発の要素となっている。

2．開発中のIC

以下に、現在開発中のICについてその概要を示す。ここで取り上げたICはあくまでもプロジェクトの中で開発を進めているICであり、今後多くの企業・機関が同様のICを開発するための呼び水的なものである。

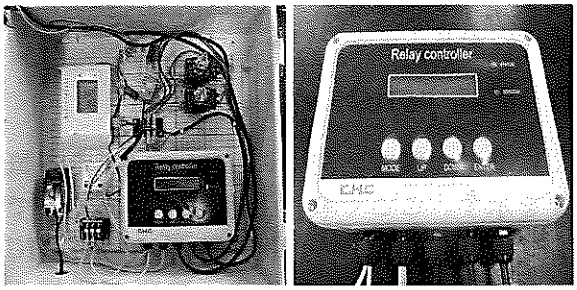
● CO_2 IC

作物の収量・品質を向上させるためには、CO_2を効率的に施用し光合成を促進させることが不可欠であることが、近年一般生産者レベルにも理解されるようになり、CO_2施用に対する期待が高まっている。

CO_2施用については、従来早朝から換気時までの期間に施設内の濃度を設定濃度まで高める方式がとられてきたが、我が国では、日射が強く、施設内気温の制御のために冬期でも比較的早い時刻から換気することが多く、実際の施用効果を実感できないことが多かった。ところが、積極的な換気が行われているような状況においても、気象環境や作物の生育状況によっては施設内CO_2濃度が外気のそれと比べ大幅に低下することがしばしば報告されており、このような状況でのCO_2施用が課題であった。施設内を外気と同じ程度のCO_2濃度になるようCO_2を施用する方法をCO_2の「ゼロ濃度差施用法」と定義しているが、現状では同制御法をサポートするシステムは市販されていなかった。そこで、本開発プロジェクトでは、ゼロ濃度差施用法に基づく制御も可能なCO_2 ICの開発を行っている。

プロトタイプの試験装置は実際に太陽光型植物工場に設置して制御特性等を評価するとともに、施設内のCO_2濃度の分布状況を可視化し、ゼロ濃度差制御を行うためのCO_2センサの適切な設置場所など、各種パラメータの最適化を短期間で行う手法等を検討した。

現在、試作機評価の段階に移っており、可能な限り早い市販に向けて、取り組んでいる。



図－3　CO_2 ICの開発プロトタイプ(左)と25年度試作イメージ(右)

● 細霧発生による気温・飽差IC

現在開発中のICは、細霧冷房と飽差制御を組み合わせたことが特徴である。

粒子径が小さい微霧（粒子径10～30μm）を用いることで、従来の細霧（粒子径100μm 以上）冷房システムの問題であった作物の濡れを解消し、蒸発効率を高めて低コストで高度環境制御を実現するとともに、ポンプ圧力をインバータ制御することで、噴霧水量を変化させながら連続的に噴霧する比例制御システムを実用化した。これには、噴霧圧力の変化に左右されずに安定した粒子径の霧を噴霧可能なノズルの選定が重要であったが、施設内環境を急激に変化させることなく、長時間最適環境を安定維持することが可能になる。また、間欠運転を前提としたシステムに比べて噴霧ノズル数を減少させることが可能になり、システム全体の低コスト化につながる。試作した気温・飽差ICのプロトタイプを規模の異なる3温室に実装し、噴霧水量を比例制御し、温室内気温と飽差をコントロールする実証試験を行ったところ、いずれも噴霧圧力の比例制御により作物を濡らすことなく温室内気温を低下させ、飽差を長時間安定的に保つことが可能であり、トマトの生育も良好であることが確認できた。

現在試作機の仕様を確定中で、早い段階の実機での試験・評価を予定している。

● 施設園芸用ヒートポンプIC

HP ICの開発目的は、小型家庭用HPの活用も含めた施設園芸用HPの多目的利用と、その効率的運用である。近年園芸施設に対するHPの導入が進んでいるが、個別制御されていることが多く、全体としての効率が若干低くなっていた。そこで、開発システムでは、HPをネットワーク化して導入した全てのHPを統合的に制御し、個別のインバータ制御に、統合的台数制御の概念を導入しようと

するものである。HPにはネットワーク対応型のものも多く、短期間の実用化が期待できる。

これは、最近のHPがインバータ制御システムが組み込まれた省エネ対応になっていることに関連している。

同システムを有したHPでは、室温が目標とする設定温度に近い状態になると、個々の機器ではインバータによりコンプレッサの回転数が抑制され出力が押さえられ、安定した温度管理と省エネ運転行われるようになっている。このとき室内に1台のみのHPであれば省エネ運転ということになるが、施設内に複数のHPが同時に設置・運転されている条件下では、全てのHPがインバータで低出力の状態で稼働していることになる。ここで問題になるのが、コンプレッサの出力とHPのCOP（成績係数）の関係である。実際には最大出力の70～80%程度の出力でCOPが最大になるように設計されているHPが多く、インバータで出力が押さえられた状態では個々のHPのCOPは低くなっていることが多い。このとき意図的に複数台あるHPの何台かのコンプレッサを停止させると、稼働中のHPの負荷が大きくなり、COPが向上する。

この様な考えから、開発ICではCOPが最大になるようHPの稼働台数を制御する「台数制御システム」をインバータ制御に加える方法を採用する。また、これまで暖房目的のHP導入が多かったが、夏期の夜間冷房、冬期の昼間冷房、除湿、送風などHPの有する全ての機能を効率的に利用するICを目指す。

● 培養液管理IC

養液栽培システムは、植物工場には欠かせない構成要素の一つになっているが、その設置コストが大きな課題になっている。中には施設の建屋価格以上の設置コストになっているシステムもあるほどである。養液栽培システムのコストを押し上げている要素が培養液希釈混合システムを含めた培養液管理システムである。そこで低コストで合理的な培養液管理が可能なICを開発することとした。

図－4　導入拡大が期待される小型家庭用HPと施設園芸用HP（上：小型家庭用HPの室内機、下：施設園芸用HPの室内機）

培養液管理ICの開発コンセプトは、汎用の培養液管理システムで、葉菜類の栽培システムやトマト低段密植栽培システムなど複数の栽培ブロックにも対応できる単純で安価な培養液濃度・組成管理システムとする。

開発システムは、培養液を安価・簡易に単肥配合・希釈・混合が可能な機能、EC制御や日射比例量制御など複数の制御モードを有する機能、さらには、システムへの給液速度（群落の吸水速度にほぼ等しい）を高精度で計測する機能を有するものを目指している。

給液速度は小型電磁流量計の採用により、1分単位の計測が可能であることが確認できた。

● 施設内環境計測記録システム

ICは、各種センサを有しているので、ネットワークに専用のデータ収集・表示・記録システムを組み込むことで簡単に有効な施設内環境計測記録システムも構築可能である。

おわりに

今後はICの完成度を高め、また種類を増やしていく活動が重要になる。

安価で効率的なICの普及が、日本だけでなくアジア地域の施設園芸産業の革新的な効率化・生産性向上につながるはずである。

ユビキタス環境制御システム（UECS）の今と展望

近畿大学生物理工学部 教授　星　岳彦

1．まえがき

自律分散型システム（DAS）を活用したユビキタス環境制御システム（UECS）の実用化研究が始まったのが、2004年4月である。間もなく10年になろうとしている。国内では部分的なものを含めて導入が進み、東アジアでの知名度もある程度上昇しつつある。机上で思いを巡らせるスピードからすれば牛歩の如くで、皆様のご期待になかなか応えられず忸怩たる思いもある。

一方で、真に役立つシステムを普及するために生産者・企業と一緒になって協調的・実践的に進めていくには、熟成にある程度の年月を要するのはやむを得ないという思いがある。ご支援して下さる皆様と共に、多くのことを学ばせていただき、ここまで進んで来た。こうして、最近、やっとブレークスルーが近いのではないかと思えるようになった。本稿では、最近のUECSに関する取り組みの現状と展望についてご紹介したい。

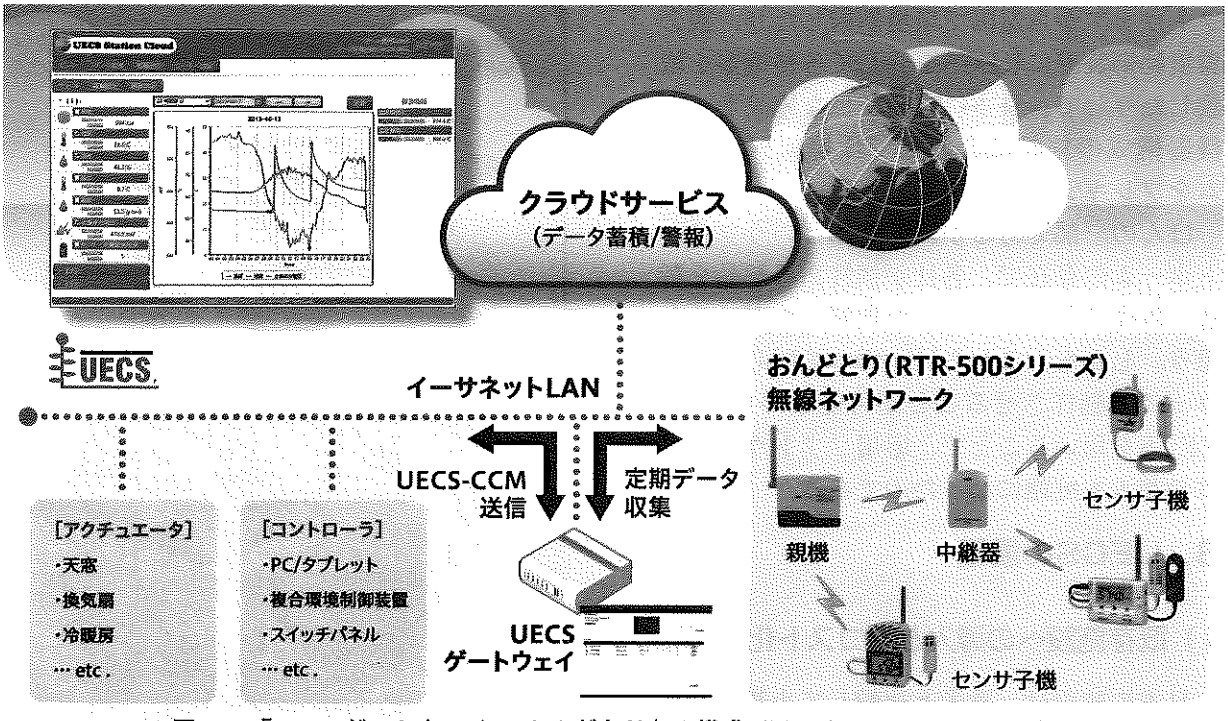
2．UECSの今

UECSの技術で最も大切なことは、相互接続性とそれを支えるオープンな情報通信規約（UECS-CCM）である。これまでの施設環境制御システムは、機器製造企業が各社競争して、一社あるいは数社のグループごとに環境制御システムの開発が閉鎖的になされてきた。今でもその方法論を標榜するところは多い。これには2つの大きな問題点がある。

まず、画期的なイノベーションが不在の中で、各社が限りある経営資源を使いながら同じようなシステムを個々に開発し、無駄が多い。そして、需要が縮小する中、各社単独の営業・サポートにも営利的に限界があり数が出ない。つまり、装置（ハードウェア）の量産効果がほとんど出ない。ハードウェア営業で息切れし、結果、高度な制御を実現する応用ソフトウェアの事業化に至らず撤退になる。

もう一つは、仮にある程度普及したとしても施設園芸業の命運がその社に握られてしまうことである。特定の会社の製品で構成したシステムを導入してしまうと、部分的に別社の製品を入れることは難しく、価格対性能で製品を生産者が選べる自由はとても少なくなる。さらに、システムの耐用年数が来て、その会社や製品が無くなっていれば、継続性のない全く別の製品を入れるしかなく、生産者がこれまで体得・蓄積したシステム利用のソフトウェアやノウハウが無駄になってしまう。

UECSでは、紆余曲折はあったが、冒頭の趣旨に賛同する産官学がオールジャパンで得意分野に参画できる仕組みを構築することができた。一つが、規約を維持管理し、研究開発の情報交換をする、研究開発コンソーシアム『UECS研究会（http://uecs.jp/）』の設置である。2006年7月18日に創設され、2013年10月末現在で63会員が加盟している。もう一つが、製品の製造、販売、導入などに対応する企業連合である、『スマートアグリコンソーシアム（http://smartagri.uecs.jp/）』である。企業参画の機運が盛り上がってきた2012年6月24日に創設され、2013年11月末



図－1 「UECSゲートウェイforおんどとり」の構成（㈱ワビットのカタログより）
※「おんどとり」は㈱ティアンドティの製品です。

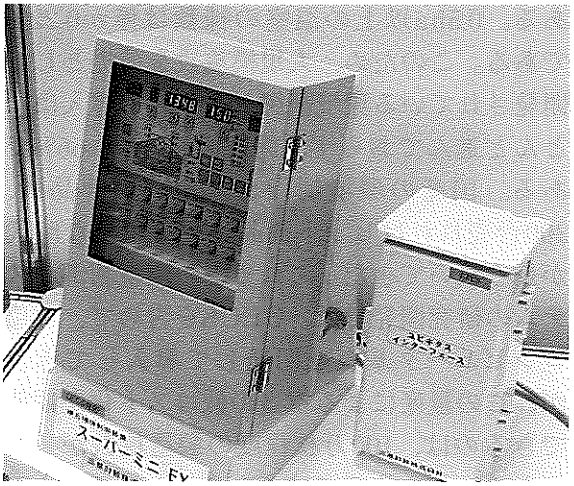
現在で77団体が加盟している。

UECSでは対応する各種製品やシステムが自由に製造され、施設園芸以外や部分的な導入もあり、そのすべてを把握しているわけではないが、私の知る限りでは、2012年末までに、約20か所に導入された。その後も、国外を含めて、徐々に導入数が増えている。

UECSでどのような製品・システムが販売されているのか、最近の展示会に出展した企業を中心に具体例をいくつか紹介したい。

まず、富士通㈱では、UECSとクラウドサーバを組み合わせて統合的な環境計測制御を行うシステム、『施設園芸クラウドAkisai』がある。詳細は、震災復興施設での実証について本号に記事があるので、そちらをご参照いただきたい。

㈱ワビットでは、低価格環境計測ユニットである㈱ティーアンドディの『おんどとり』をUECSで使用するための『UECSゲートウェイforおんどとり』がある（図－1）。低コスト多点計測システムを構築したり、UECSの気象計測ノードとして使用したりするのに、引き合いがあるようである。このほかにも、遠隔操作などを行うUECS対応の各種のAndroidアプリを現在のところ無償提供している。



図－2 UECS対応の複合環境制御装置「スーパーミニEX」（三基計装㈱製）

三基計装㈱では、複合環境制御装置である『スーパーミニEX』をUECSに組み込める『ユビキタスインターフェース』がある（図－2）。複合環境制御装置をUECSの応用ソ

フトウェアから遠隔で環境制御したり、複合環境制御装置にUECSを介して各種機器を増設したりして、日本特有の多様な施設形式と機器構成の施設に合わせて環境制御システムをフレキシブルに構成できる。

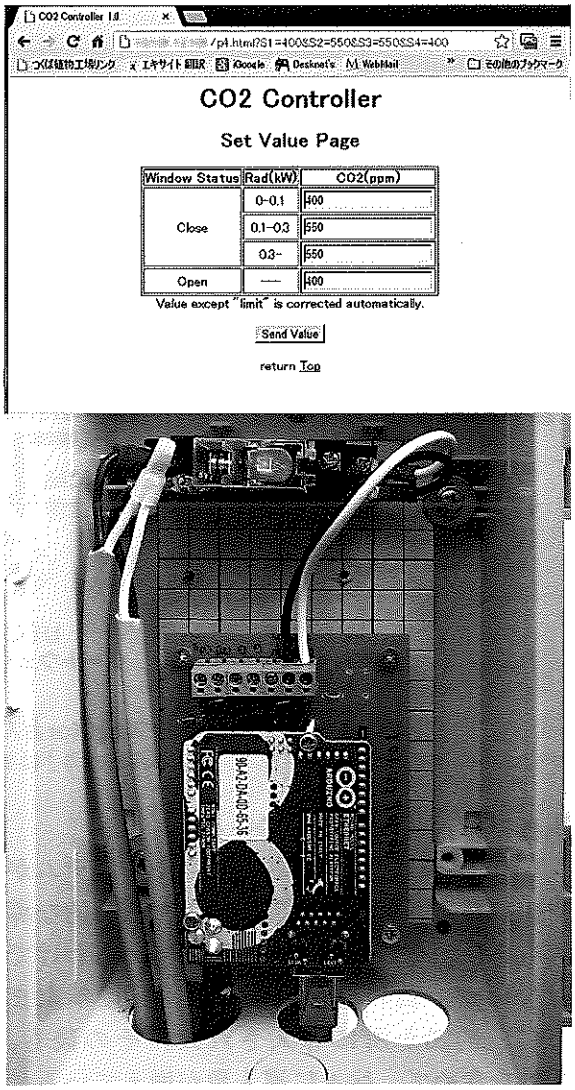
ほんの一部であるが、UECSというプラットホームの存在で、各社が個性ある製品を製造・販売できていることが理解いただけると思う。しかも、これらは、すべて同じソフトウェアで動作させることが可能なのである。UECSを用いることで、応用ソフトウェアだけの参入も可能になったのである。

3. UECSの展望

1）既存施設への導入と低コスト化

日本の施設は、欧米と比較して小規模である。2009年の統計では、温室1棟あたり平均約0.05ha、農家1戸あたり平均約0.2haである。0.5ha以上の温室の棟数は僅か0.22%である。このため、大規模施設を前提として開発されている環境制御システムの導入はほとんど進んでおらず、施設面積の約1.66%である。国産の環境制御システムの製品は、200台売れればヒット商品というような時代が長く続いてきた。これまでの環境制御システムの研究開発では、UECSを含めて、専用コンピュータ基板を開発して導入してきたが、この量産による本当の低コスト化が期待できるのは、100万枚程度の製造枚数が必要である。この状態では、システムの価格を下げるのは困難である。価格が高ければ、日本に多数ある中小施設への導入は難しく、ますます販売台数が減少してしまう。

そこで、低価格汎用の基板を使用した超低コストUECSシステムの開発を、野菜茶業研究所、岡山大学、九州大学と共同で実施している。図－3はArduinoと呼ばれるイタリア製の廉価基板を使用したUECS対応CO_2施肥制御ノード（インテリジェントな制御ユニット）である。1万円を切る部品原価で製作可

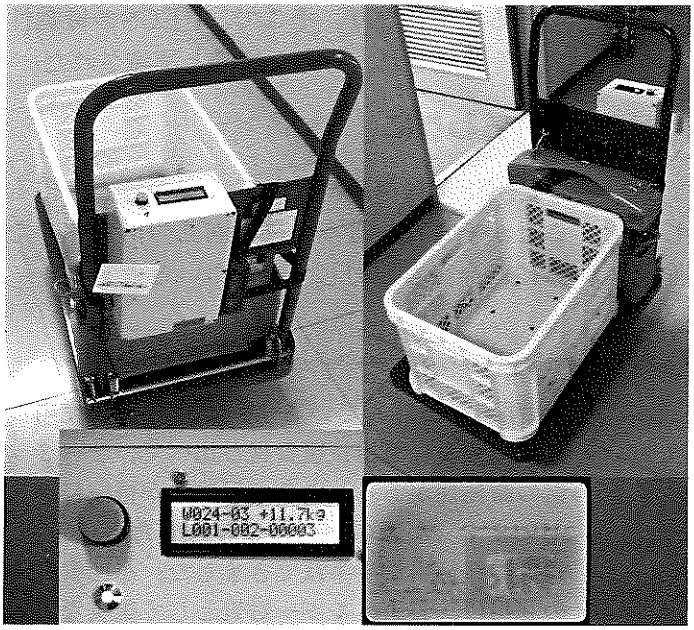


図－3　低コスト基板を使用したUECS対応CO_2施肥制御ノード（安場，2013）

能であり、光強度、窓の開閉に応じて施用濃度の設定を変え、窓が開いていても適切なCO_2の施用が可能である。現在、各種ノードの開発が進められており、その一部は生産者のDIY（do-it-yourself）が可能な製作キット販売の動きもある。

2）施設生産総合支援システム

施設に環境制御システムを導入すると、売上増による収益増加効果と省エネによる経費節減効果がどの程度得られるのか。これは、システムの償却可能性を評価し、導入を決める場合に重要な情報であるが、残念ながら、



図－4　UECS作業情報収集ノード試作機（星，2013）

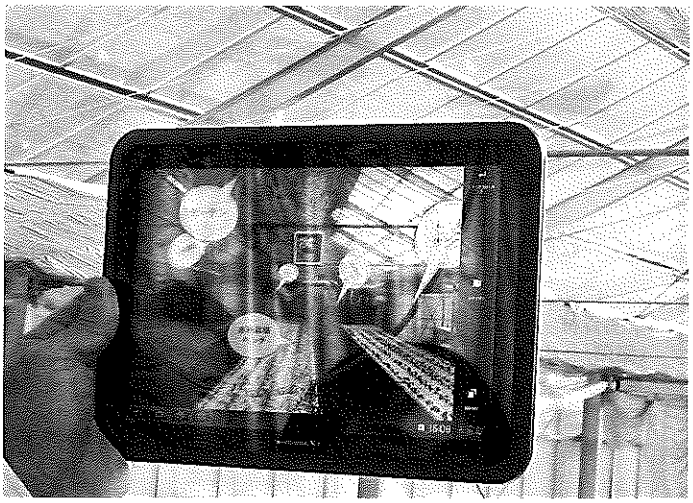
日本で販売されている環境制御システムは、それをきちんと出せる段階に達していない。

UECSのプラットホームを導入すると、環境に限らず施設の全ての管理にITの導入が容易になる。例えば、パート労働者などに労務管理システムを導入すると、人件費が2割程度節約できると聞いている。UECSでは、環境制御に限らず、労務管理、栽培管理、資材調達、集出荷計画などを一体的に行えるワンストップ型の施設生産総合支援システムへの進化を標榜している。一例として、重量測定台車にICタグリーダを設置した無線UECS作業情報収集ノード（図－4）を試作した。このノードを使って作業員が収穫作業を行えば、誰がどの通路で何分間に何kgの収穫を行ったかという情報が、環境制御システムと同一のUECS用データベースに記録できる。

ここまで範疇を拡大したIT化であれば、中小規模施設でもシステム導入に食指が動くコストパフォーマンスになると期待している。

3）M2M※化とガジェットの活用

UECSのようなDASでは、ノード間の通信回線、データベース・ヒトとの情報交換装置（ヒューマンインターフェース）選びが重要である。当初のUECSでは、前者に有線LAN、後者にパソコンを使用してきた。10年でITを取り巻く環境が変化し、これらは最善の選択とは言えなくなってきた。そこで、WiFi、モバイルネットワークなどの無線接続、クラウドサービスとスマートホン、タブレットなどの低コスト小型情報端末（ガジェット）の使用への転換を進めている。UECSの応用ソフトウェアについても、Androidアプリ化、HTML5+CSS3によるWebアプリケーション化を進めている。パソコンと比較して、ガジェットは携帯性に優れるので、生産者はいつでもどこでもUECSの状況を把握できる。図－5は、UECS設置温室でタブレットを使った拡張現実（AR）の応用例である。タブレットのカメラを施設内のバーコードに合わせると、各機器の情報が表示される。この例では名称だけであるが、センサが測定した環境データ、天窓が開いた理由は手動操作など、生産現場でタブレットをかざすだけで情報把握を可能にしようとしている。UECSのモバイル環境を活用して、利便性の高いサービスを提供できることがご理解いただけると思う。



図－5　UECS設置温室でタブレットを使ったARの応用例
（富士通㈱の沼津Akisai農場）

※「M2M」は機械と機械をつなぐ意味の「Machine to Machine」を略した表記。

4）国際化

2013年10月８日に韓国済州島で開催された国際会議で、施設園芸と植物工場に関するアジアワーキンググループ（APHPF）関係者でアジア標準コンソーシアム（ASC）を結成した。日中韓で施設園芸の情報標準規格化を推進することになり、そこで、UECSの機動性が高く評価され、有力な候補と認識された。

4．おわりに

UECSは標準規格として一定の評価を得ることができた。日本の施設園芸の活性化のために、今後も努力していきたいと考える。

ミニ情報

高保温・高強度な次世代型パイプハウスの開発

■（独）近畿中国四国農業研究センター

昨今の燃油価格の高騰は生産農家の経営を圧迫する原因となっており、施設園芸における省エネルギー対策が急務です。一方、近年、大型台風や強風によるハウスの損壊被害が頻発しており、耐風対策も課題のひとつです。

そこで筆者らは、民間企業、大学などと共同で、保温性を高めて省エネルギーを図るとともに、ダブルアーチ化による補強技術を導入するパイプハウスの開発に取り組んできました※（※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」）。

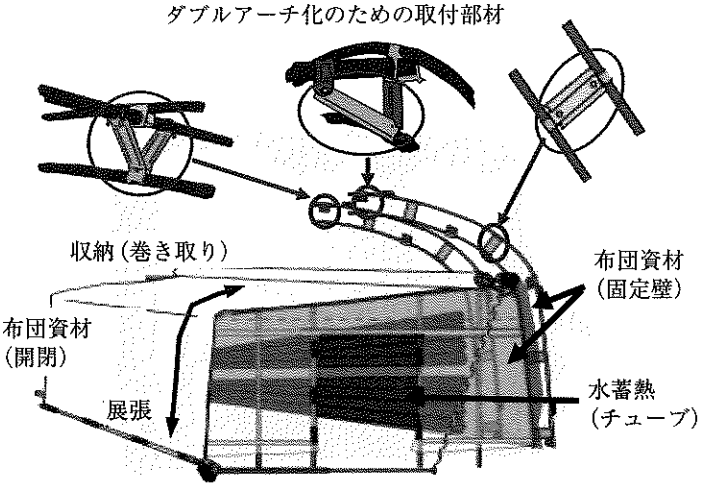
省エネルギー対策では、断熱性の高い被覆資材の導入を図りました。この資材は、ポリエステル綿などの断熱資材を不織布で挟み、ちょうど布団のような多層構造の被覆資材（布団資材と呼んでいます）です。従来使用されている保温用被覆資材と比べて、２～３倍の断熱性がありハウスの保温性が格段に向上します。実際のハウスに導入したところ、暖房燃料使用量を半減できました。布団資材の利用は、省エネルギー対策として確実な方法であり、ハウス保温の標準的な技術となることを想定して、さらに高性能・低コストで取扱性のよい布団資材の開発に取り組んでいます。有望な素材、開閉に必要な資材・技術があればご紹介下さい。

布団資材に加えて、ハウス内に設置した水に日中の太陽熱を蓄熱して夜間にその熱を利用する技術を組み合わせて、暖房燃料使用量を1/3にまで削減できました。条件によって太陽熱利用の効果は変わるので、適用条件を明らかにする必要があります。

一方、耐風対策では、アーチパイプを二重にして（ダブルアーチ化）して構造を強化するための部材を開発しました。ダブルアーチ化によって風速35m/sの強風にも耐えられます。パイプハウスを新設する場合だけではなく、既存のパイプハウスへも簡単に取り付けて補強できます。

主な成果については、ホームページ上で公開していますので是非ご覧下さい。http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/046017.html

（川嶋　浩樹）



図－１　開発ハウスの概要

UECSとICTによる震災復興施設での実証

富士通㈱ ソーシャルクラウド
ビジネス統括部　渡邊　勝吉

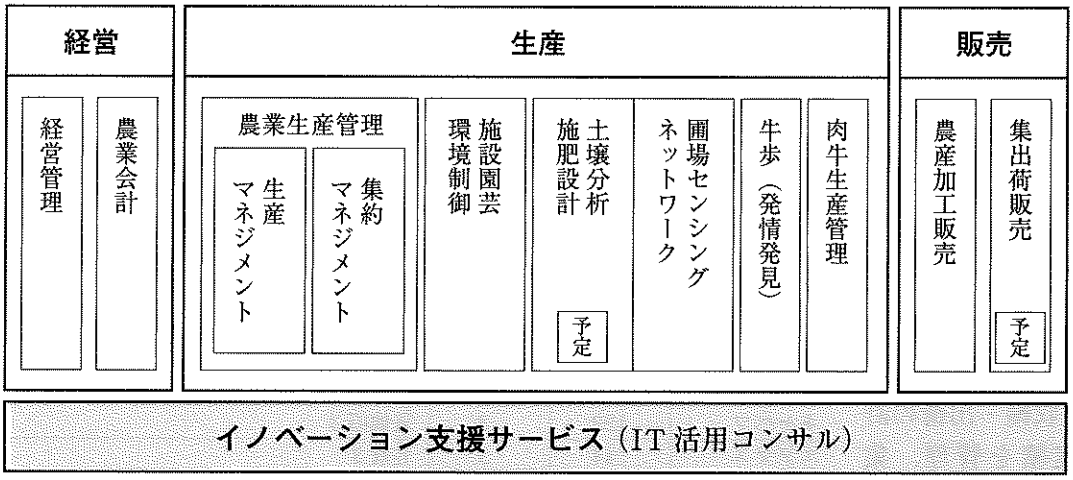
1．まえがき

東日本大震災により、我が国の農林水産業および食品産業は甚大な被害を受けた。この大震災の被災地域の復興を加速し、同地域を新たな食料生産地域として再生するためには、産学官に蓄積されている多数の先端技術を組み合わせ、最適化し、被災地域内で実証研究を行い、その普及・実用化を促進することが求められている。「東日本大震災からの復興の基本方針」（平成23年７月29日東日本大震災復興対策本部決定）、被災地域の復興計画等を踏まえて事業を推進するため、被災地域内に「農業・農村型」の研究・実証地区を設け、既に確立された技術シーズを組み合わせ、最適化するための大規模な実証研究を行い、速やかにその成果を復旧・復興に活用するとともに、最適化された技術を体系化し、成長力のある新たな農林水産業を育成するための研究事業が推進されている。その中でICTを活用した農業システムの現状と震災復興施設への導入実証事例をいくつか紹介する。

2．ICTを活用した農業の現状

1）クラウドを活用したサービス

近年のクラウド・コンピューティングの急速な進展を後押しに、ICTの活用が立ち遅れていた農業分野においても、より迅速に、容易に、そしてコストを抑えながらシステムを利用できる環境がコンピュータベンダー各社から提供され始めている。各社それぞれ特徴のあるサービスを提供しているが、ここでは当社が提供する食・農クラウド「Akisai（秋彩）」について説明する。Akisaiのサービス体系を図－１に示す。当社では、経営、生産、販売という切り口から、露地栽培、施設栽培、



図－１　食・農クラウドAkisaiのサービス体系

果樹栽培、畜産をトータルにサポートする様々なサービスを提供している。

2）施設園芸SaaSと環境制御box

Akisaiの中で、施設園芸をサポートするものとして、施設園芸SaaS（Software as a Serviceの略）と環境制御boxを用意している。施設園芸SaaSとは、温室とクラウド上にあるデータセンタをインターネットで繋ぐことにより、従来、温室やローカルエリアネットワーク内でしか対応できなかった「温室の環境設定・モニタリング・データ確認・温室コントロール」などの機能を、インターネット環境から利用可能とする仕組みである。温室側の計測、制御を行うハードウェアとしてUECS準拠の「環境制御box」を用意している。データセンタ側では、常にデータの監視を行っており、計測値の異常や通信異常があった場合には、登録している宛先に通報を行うことができ、自宅はもちろん、外出先などどこにいても瞬時に温室の情報を把握することができ、遠隔で温室をコントロールすることができるサービスである。このサービスを利用することにより、複数の温室を効率的に管理できるようになり、施設栽培のスタイルの変革や経営規模拡大を支援するものとして期待している。

3）その他のサービス概要

経営という視点では、農業法人などの経営管理（会計・税務申告等）の効率化と高度化を支援するサービスを経営形態、経営規模に合わせていくつか用意している。

生産という視点では、生産者側の生産・作業・収穫・出荷の計画と実績を管理、集計・分析し、農業の経営・生産・品質の見える化とPDCAのマネジメントを行う生産マネジメント機能や、多数の契約生産者と連携し、食品加工・卸・小売・外食などの企業向けマネジメントを行う集約マネジメント機能を農業生産管理SaaSとして提供している。これらを利用することにより、生産性向上、高品質／ブランド化対応、人材早期育成、4定（定量・定時期・定品質・定価格）調達を実現し、食のブランド強化や収益改善に貢献することを目指している。

販売という視点では、6次産業化として加工原料の調達から加工品としての販売業務を支援するサービス、大量の農産物の集出荷を効率よく行うサービスを提供予定である。

3．震災復興プロジェクトでの取組み

1）宮城県内での実験

宮城県における野菜栽培の津波被害状況を表－1に示す。亘理町・山元町の主力品目であるイチゴ栽培施設96haのうち約95%の施設が津波により被害を受けた。

このような状況の中、復興庁・農林水産省が実施する研究プロジェクト「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」（実施予定期間は平成24年度～29年度の6年間）の中で、宮城県山元町に大規模施設園芸実証研究施設（太陽光利用型植物工場）を建設し、これを拠点としてイチゴとトマトの先進的大規模生産技術の体系化と実証を行っている。こ

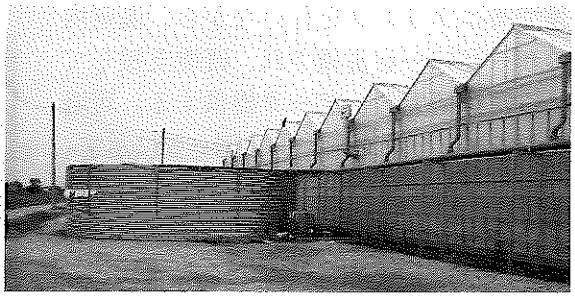
表－1　宮城県における野菜栽培の津波被害状況　（単位：ha）

品目	栽培面積	被害面積	主な被害地
イチゴ	140	95	亘理53、山本37、気仙沼2、石巻2
レタス	50	27	仙台26、名取1
キュウリ	164	17	岩沼7、石巻3、名取2、東松島2、気仙沼2
トマト	101	14	名取2、石巻4、岩沼1、七ヶ浜1、気仙沼1
タマネギ	185	12	名取4、気仙沼4、南三陸4
ホウレンソウ	102	12	気仙沼5、南三陸4、名取3
ダイコン	270	11	気仙沼5、南三陸5
ネギ	375	7	気仙沼4、南三陸2
キャベツ	123	3	気仙沼3
エダマメ	44	3	名取3

注）宮城県農産園芸環境課の調査データによる

の研究施設の外観を図－２に、栽培施設の概要を図－３に示す。

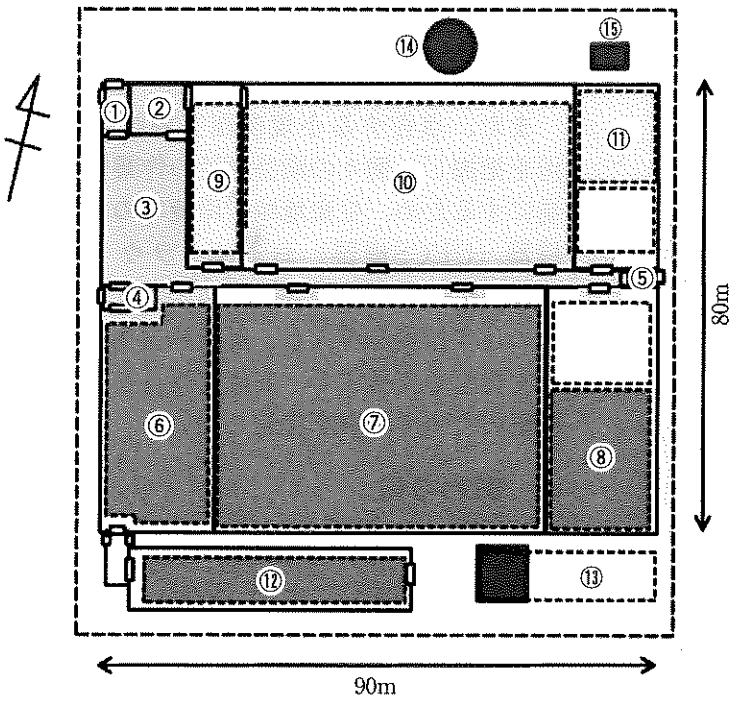
被災地域におけるイチゴやトマト等の施設生産の再生にあたっては、単なる復旧にとどまらず、全国的にも先進的な大規模生産団地として、大きく発展していくことが期待されている。このためには、大規模施設を利用して高度にシステム化し、省力・高品質・多収を安定して実現する技術が基本となる。大規模施設生産においては、環境調節技術、高品質生産技術、作業省力化技術、情報利活用技術を高度に体系化することが急務となっている。これまでのイチゴ生産は、簡易なパイプハウスでの土耕栽培が中心であったが、今後のイチゴ生産は、大型鉄骨ハウス、高設ベンチによる養液栽培、省力多収生産、高度情報利用が期待される。この実証研究の最終的な目標は、トマト・イチゴ生産において、大規模施設を対象とした各種新技術を組み合わせて、省力・高品質・多収を安定して実現できる技術を体系化し、従来の２倍の収益率を可能とする大規模先進生産システムを提示することである。これにより、被災地域の園芸生産が早期に高度なレベルで再生することを支援し、当該地域が最先端の食料生産モデル基地として大きく発展することに貢献する。



図－２　山元町の大規模施設園芸実証研究施設の外観

２）UECSの活用

山元町の研究施設には「環境制御box」を設置し、屋外計測用として風向、風速、感雨、温度、湿度、日射量のセンサを設置、屋内計測用として温度、湿度、CO_2、日射量のセンサ、Webカメラ（培地温度、培地水分は今後設置検討）によって、６区画それぞれの環境データを計測している。設置状況を図－４に示す。計測したデータは、UECSの標準通信規格によりネットワーク内で送受信され、現



図－３　実証研究施設の概要

■鉄骨ハウス
・東西 90m× 南北 80m、床面積 7,200 ㎡
・軒高 4.5m、両側天窓、側面巻き上げ式
・フッ素系フィルム被覆
・自動カーテン（二重）
・環境制御コントローラ（複合型、簡易型）

■各区画の用途（導入設備）
①出入口
②人工光育苗室
③出荷・調製スペース
④防除機室
⑤風除け室
⑥イチゴ育苗室
⑦イチゴ栽培室１
⑧イチゴ栽培室２
⑨トマト育苗室
⑩トマト栽培室１
⑪トマト栽培室２
⑫イチゴ採苗用パイプハウス
⑬イチゴ短日夜冷庫
⑭雨水タンク
⑮植物残渣コンテナ

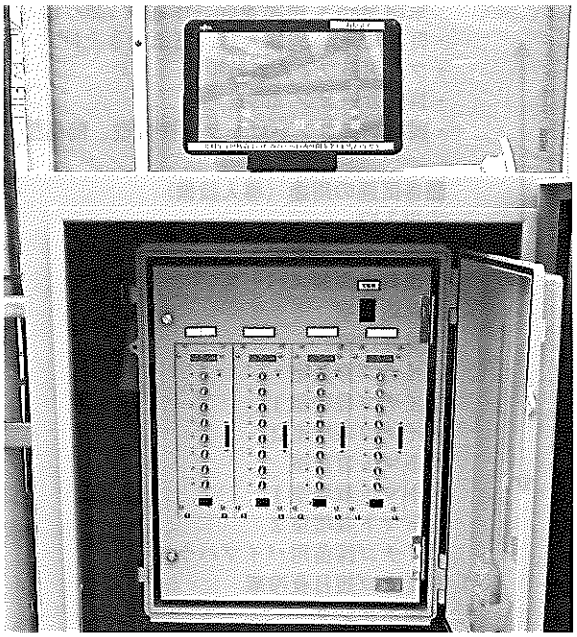
場でモニタリングを行いながら、温室内のサーバに一旦蓄積され、研究支援している関係研究者へデータ提供する。現場でのモニタリング画面例を図－５に示す。

複合環境制御として、天窓、サイド巻上、保温カーテン、遮光カーテン、循環扇、CO_2発生機、ヒートポンプ、暖房機、細霧ポンプの制御をそれぞれの栽培室毎に行う。制御の優先順位や目標値の定義、蓄積した計測データを活用した評価や最適パラメータ設定などについて、関係研究機関と協力して対応している。

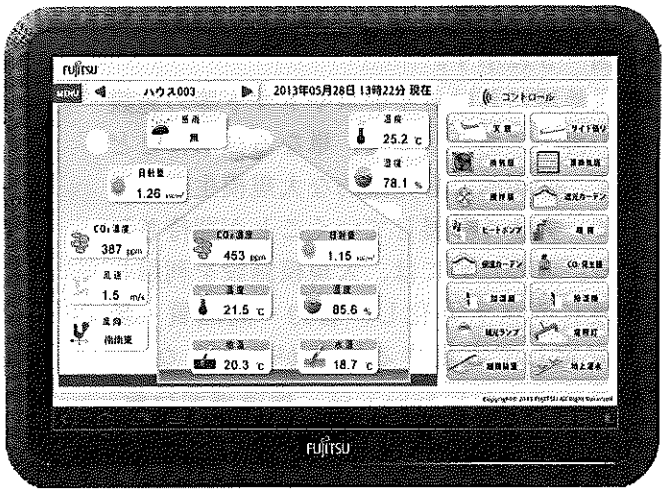
この施設には、トマト栽培用として、オランダhoogendoorn社製の制御機器が導入されている。今後は、これらのシステムとの比較を行い、より日本の環境にマッチした環境制御システムの構築を目指していく。

3）岩手県内での実験

岩手県では、狭隘な傾斜地域にあり、夏季冷涼・冬季温暖な気象特性を有する中山間地域において、果菜類の施設園芸を展開する経営体が利用可能な技術の導入実証を、平成25年度より５年間の予定で行っている。10ａ程度の小規模園芸施設を対象として、宮城県内で試験研究中の技術を参考にしながら、以下に挙げる技術等を組み合わせて導入し、生産効率の向上効果を把握するとともに、これら技術の最適な運用体系を確立することを目指している。



図－４　設置したUECS機器
（環境制御boxとモニタ画面）



図－５　リアルタイムモニタ画面例

① 収益性の高い園芸品目の栽培技術
② 傾斜地に適用性を有する低コスト耐候性ハウスの設置技術
③ 効率的養液栽培技術
④ 地域内で発生した間伐材等の木質資源を活用した熱供給技術
⑤ 簡易な環境制御技術

また、点在する小規模園芸施設の生育状況を把握し、個々の園芸施設の作業管理を容易にするため、生産地域の環境等の自動観測機器（UECS機器）およびクラウド・コンピューティング、センシング・ネットワーク等のICT技術を導入し、農業経営体の生産活動や経営を支援する、安価で簡易なシステム構築のための実験を実施している。

4．おわりに

UECSはオープンな情報通信規格である。UECSに対応することで、各社の機器が手軽に利用でき、利用者の幅もぐっと広がる。インターネットとの親和性も高く、小規模から大規模まで様々なタイプの計測や制御が実

現できる。更に、クラウド環境を活用することで、様々な情報がデータセンタ上に蓄積される。データセンタ上に蓄積された情報は、一般的にビッグデータという扱いとなる。巨大で複雑なデータ集合であり、これらを解析することで新たな価値を提供しようとする動きもある。大規模データ集合の傾向をつかむことで、「ビジネスの傾向の発見、品質決定、病害虫発生予察、効率的エネルギー活用、リアルタイム状況判断」といった相関の発見が期待されている。

今後は、様々な大学・研究機関・企業・団体等と協力して、ハードウェアの低コスト化を図ると共に、ビッグデータ解析等による新しいサービスやビジネスモデルを創出し、日本発の施設園芸を発展させていきたい。

参考文献

UECS研究会　合同新施設園芸情報技術セミナ（2013.7.26, 高市）

復興庁・農林水産省プロジェクト研究「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」パンフレット（2013.2, 農研機構）

〈ミニ情報〉

籾がらと肥効調節型肥料を利用したトマトの4段どり密植栽培

■（地独）青森県産業技術センター

トマト4段どり密植栽培の様子

当研究所では、土壌病害が発生したハウスや水稲の育苗ハウスでトマト栽培ができるように、土壌を使わない栽培技術の開発に取り組んでいます。

培地には、本県で簡単に手に入る「籾がら」をそのまま使います。これを土のう袋に肥料と一緒に入れて、そこにトマトを定植します。肥料は肥効調節型肥料を使うので追肥をする必要がなく、水だけで栽培できます。栽培方法は4段どり密植栽培で、トマト栽培の初心者でも簡単にできる栽培技術を目指しています。

平成25年度は、6月10日にセル成型苗を定植して、8月19日から9月31日まで収穫しました。可販果収量は本県の土耕栽培なみの10a当たり10.8tでした。

（農林総合研究所 施設園芸部　**齋藤　雅人**）

ハウスミカンにおけるIPM技術導入実証

■大分県東部振興局

ハウスミカン栽培において、薬剤抵抗性の問題から、常に薬剤数が不足しているミカンハダニに対する天敵製剤（商品名：スワルスキープラス）と、近年、秋季の高温が影響し加温後に被害が増加傾向にあるハマキムシ類に対する交信かく乱剤（商品名：ハマキコン－N）を組み合わせ、総合的病害虫・雑草防除管理（IPM）技術導入に向けた実証を行いました。

その結果、天敵製剤は5万頭/10aを一次生理落果期頃に放飼、交信かく乱剤は100本/10aを加温直後に設置することで、薬剤防除と遜色ない被害抑制効果が得られました。

さらに、両剤の使用で薬剤散布回数が削減し、防除の省力化につながりました。

また、IPM技術導入により懸念される薬剤でマスキングされていた他害虫の増加や生産経費の増加の問題についても、防除体系の改善により抑えることが可能となりました。

今後は、実証結果をもとに普及対象を明確化し普及をはかっていきます。

（生産流通部果樹・花き班　**髙佐　和成**）

連載 施設園芸の

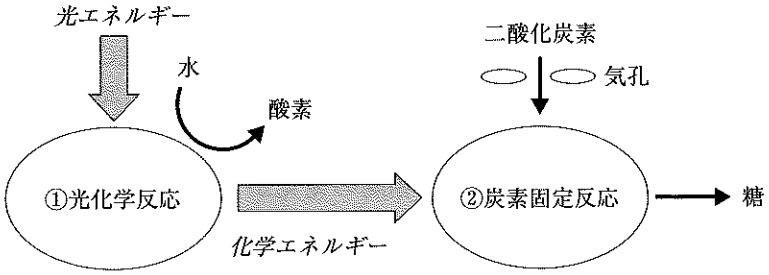
理論と実際

その2 光と光合成

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

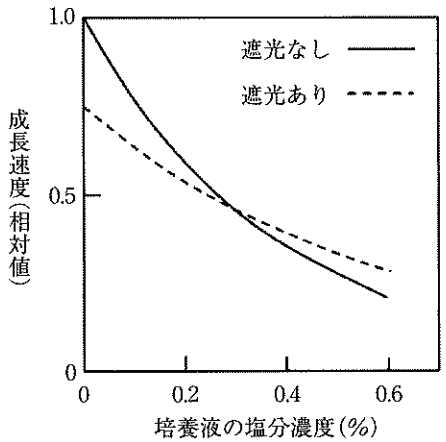
植物の光合成は光環境に大きく依存し、好適な光環境は成長を促進する。その一方で、植物に吸収された光エネルギーの多くが熱として吸収されることにも留意する必要がある。なぜなら、葉に吸収された過剰な熱は過剰な水損失をもたらしたり、葉温を過度に上昇させたりするためである。本稿では、光環境を好適に調節するための考え方を光合成の観点から述べていきたい。



図－2 光合成反応とその律速要因

遮光と植物成長

異なる塩分濃度の培養液を用いてレタスを栽培した。塩分処理と遮光処理（遮光なし、もしくは50%遮光）を組み合わせた試験区を設けて、光環境との複合影響も調べた。図－1はその結果である。どちらの光条件も培養液の塩分濃度の増大にともなって成長速度が減少しているが、「遮光あり」の方が減少率は小さい。その結果、低塩分濃度では「遮光なし」の成長速度が「遮光あり」よりも大きかったのに対して、高塩分濃度ではその傾向が逆転している。このことは、高塩分濃度では遮光が成長を促進しているとも解釈できる。このような現象が起こる理由を、光合成の仕組みにもとづいて説明したい。



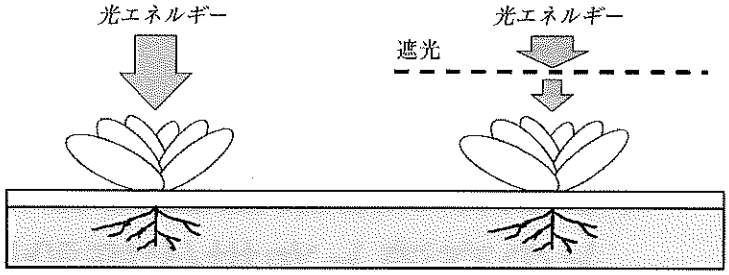
図－1 異なる塩分濃度の培養液で栽培したレタスの成長速度

大阪府立大学生命環境科学部緑地環境科学科3年生の実験データにもとづいて作成した。

光合成と限定要因

光合成は大きく分けて2つの反応段階によって行われる。ひとつは光化学反応、もうひとつは炭素固定反応である。図－2にその概要を示す。非常に大雑把な図であることをお断りしておきたい。光化学反応は、光エネルギーを利用して水を分解し、化学エネルギーを得るプロセスである。ここでの反応速度は光エネルギーに律速され、二酸化炭素濃度の影響を受けない。また、光化学反応は温度の影響をほとんど受けない。次の炭素固定反応は、光化学反応によって得られた化学エネルギーを使って、二酸化炭素を固定し、糖を生成するプロセスである。ここでの反応速度は二酸化炭素濃度に律速され、光エネルギーの

影響を受けない。また、炭素固定反応は温度の影響を大きく受ける。光合成反応を円滑に行うには、これら2つの反応が共に円滑に行われる必要があり、どちらかが滞ると、それに律速されて全体の反応が低下してしまう。このとき、反応を律速した要因を限定要因と呼ぶ。例えば、光エネルギーが少なく光学反応が滞ることで光合成が律速されれば限定要因は光であり、二酸化炭素濃度が低下して炭素固定反応が滞ることで光合成が律速されれば限定要因は二酸化炭素である。他の要因が間接的に限定要因となることもある。例えば、水ストレスによって気孔開度が低下した場合、植物の二酸化炭素の取り込みが滞り、葉内の二酸化炭素濃度が低下する。その場合は、水ストレスをもたらした要因が間接的に炭素固定反応を低下させることになる。



・光化学反応に律速されにくい。
・葉温が上昇しやすい。
→ 過度の水損失が生じやすい。
→ 気孔開度の低下によって二酸化炭素の吸収が抑制されやすい。
→ 炭素固定反応に律速されやすい。

・光化学反応に律速されやすい。
・葉温の上昇を緩和できる。
→ 蒸散による水損失を抑制できる。
→ 気孔開度を維持でき、二酸化炭素の吸収が維持できる。
→ 炭素固定反応に律速されにくい。

図－3　遮光が光合成に及ぼす影響

遮光と限定要因

図－1の実験結果は、高塩分濃度において遮光が成長を促進したかのようにもみえるが、「遮光なし」における過剰な光エネルギーが成長を抑制したと解釈するのがより正しい。光エネルギーは光合成に不可欠であるが、葉に吸収された光エネルギーのうち、光合成に利用される割合は5％程度であり、その多くが熱となる。葉に吸収された熱は、葉を温めるため、もしくは水の蒸発（すなわち蒸散）のために使われる。前号（No.163）で述べたように、葉温の上昇は葉内外における飽差の増大をもたらし、葉からの水損失を増大させる。葉からの水損失が過度に起これば、植物は気孔開度を低下させるだろう。

図－3は、遮光が光合成に及ぼす影響を簡単にまとめたものである。「遮光なし」では、光エネルギーが十分に得られるので、光化学反応に律速されにくい。しかし、葉温が上昇しやすいため、過度の水損失が生じやすく、水ストレスによって気孔開度が低下する可能性がある。そのような場合は、炭素固定反応の低下が光合成反応を低下させることになる。他方、遮光を行った場合は、光化学反応の低下によって光合成が律速される可能性があるが、葉温の上昇を緩和できるため、水ストレスを受けにくく、炭素固定反応による律速は起こりにくいことが予想される。高塩分濃度は根の吸水を抑制し、水ストレスをもたらす。「遮光なし」の植物は、強光による水損失の増大と高塩分濃度による吸水抑制の両方によって深刻な水ストレスを受け、気孔開度が低下することによって光合成反応全体が大きく低下したと考えられる。それに対して、「遮光あり」の植物は、光エネルギーの減少によって光化学反応はやや低下するものの、葉温上昇が緩和されることで深刻な水ストレスが回避され、光合成反応全体は「遮光なし」よりも維持されたのであろう。

光は直接的には光化学反応を律速し、熱的な要因によって炭素固定反応を間接的に律速する。これら直接的な影響と間接的な影響のどちらに大きく律速されているかによって、光合成に及ぼす光の影響は異なる。光合成が何によって律速されているかを考えることは、好適な光環境をつくる上でとても重要である。実際には湿度や気流、植物の生理的順化や光障害（過剰な光による光化学系の損傷）など、さまざまな要因が関与するため、生産現場における光合成の実態は複雑である。

産地・生産者情報

高知県の施設園芸におけるオランダとの交流と次世代施設園芸の構想

高知県農業振興部 副部長(総括)　笹岡　貴文

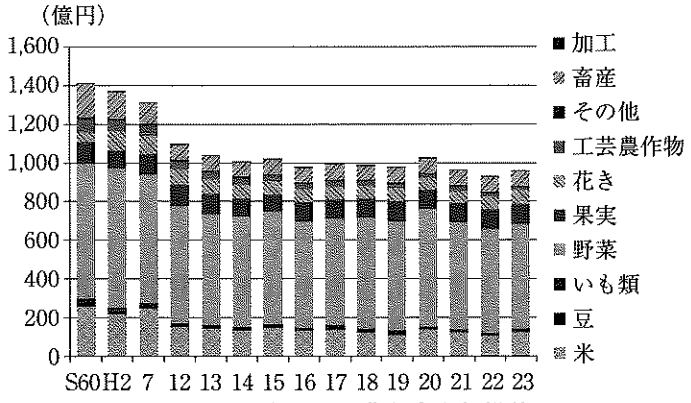
1．高知県の地域特性

高知県は四国南部に位置し、面積は7,105㎢で、全国では13番目の広さを持つ。県土の84%を森林が占め、中山間地域の割合は95%にも達している。

高知市の年平均気温は17℃、年間降水量は2,548㎜、年間日照量は2,154時間であり、夏季は高温多雨、冬季は温暖多照という気象条件である。こうした環境から、狭隘な耕地を集約的に利用する施設園芸が早くから行われ、全国有数の園芸産地として発展してきた。

2．施設園芸の特徴

高知県の農業産出額は、平成13(2001)年以降1,000億円前後で推移しており、平成23年の部門別割合では、958億円のうち野菜が56%、次いで米13%、果実11%、畜産８%、花き７%の順となっている。



図－１　高知県の農業産出額推移

品目別の産出額（平成23年）では、米125億円、ナス83億円、ニラ71億円、ショウガ70億円、ミョウガ62億円、キュウリ57億円、ピーマン31億円、ミカン29億円、ユリ29億円、シシトウ27億円である。このうちニラ、ミョウガ、ショウガ、シシトウの産出額は全国１位であり、ナスは全国２位、ユリは全国３位という園芸主体の品目構成となっている。

これらの品目の多くは10月から４月に収穫される促成栽培だが、加温が必要であるため、近年の燃油価格高騰の影響により農業経営は厳しい状況である。こうした事態に対応して、県内では農業用ヒートポンプや木質バイオマスボイラーの普及が進みつつある。

3．オランダ王国との交流のきっかけ

(1) 天敵利用技術の導入

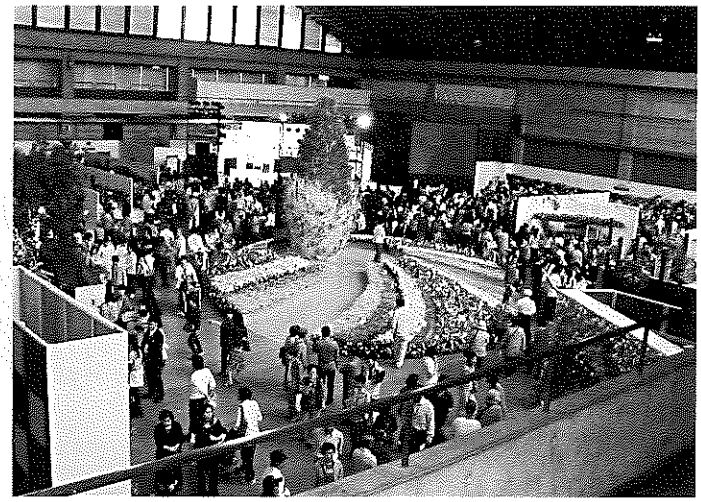
高知県では、消費者の「環境」や「食の安全・安心」へのニーズに対応し、他県に先駆けて環境保全型農業を推進してきた。

それまで、生産現場では化学合成農薬による防除を行ってきたが、薬剤抵抗性を持った病害虫の発生や、マルハナバチなどの交配昆虫の利用が増えたことがきっかけとなり、化学合成農薬の使用量を減らしていきたいという機運が高まりつつあった。

平成12年頃から、市販の天敵昆虫の種類が増え、その利用が広がり始めたため、県ではこれを積極的に導入し、でき

るだけ化学合成農薬に頼らずに病害虫を管理するIPM技術を確立し、その普及に努めてきた。さらに、土着天敵の利用へと幅を広げ、最近ではナス類94%、ピーマン類92%に導入され、省力化や薬剤費削減にもつながるなどの効果が表れてきている。

こうした取組みの中で、県の技術職員や意欲的な生産者が、研修先として、天敵利用技術の先進地であるオランダを訪れるようになり、身近な国となっていった。



写真－1　平成20年5月に開催した「ジャパンフラワーフェスティバル2008 in こうち」

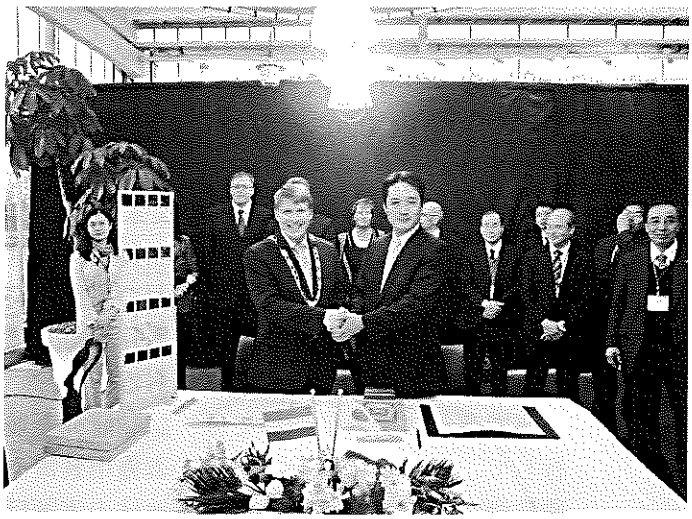
(2) ジャパンフラワーフェスティバル

高知県はユリの切り花産地であるが、その球根の多くをオランダから輸入している。

平成20年5月に花の全国的なイベント「ジャパンフラワーフェスティバル2008 in こうち」を開催したとき、オランダ大使館の農務参事官が、球根の輸出先である高知県を訪れたことがきっかけで、園芸農業や環境保全型農業がともに盛んであるという両者の共通点が改めて認識されることとなり、ウェストラント市との交流の話が進展し始めた。

4．高知県 ― オランダ王国ウェストラント市友好園芸農業協定の締結

平成21(2009)年11月、高知県はオランダ王国のなかで最も施設園芸が盛んなウェストラント市と友好園芸農業協定（以下「協定」という）を締結した。協定では、農業関係者の友好交流に留まることなく、次世代を担う意欲ある後継者の育成のため、学生同士の相互交流をはじめとし、経済、貿易、科学技術などの分野においても、生産者、企業間の交流と協力を行い、相互の繁栄と発展を促進することが謳われている。



写真－2　平成21年11月の高知県ーオランダ王国ウェストラント友好園芸農業協定の締結式（ウェストラント市）
（右：尾﨑知事　左：シャーク・ファン・デル・タック市長）

5．交流の経過

協定締結後は毎年、生産者、JA・農業関係職員及び農業高校生徒を中心とした約30名規模の訪問団をウェストラント市に派遣し、現地ではトマト等の果菜類、花き等の大規模な園芸施設をはじめ、デモクウェカライ・ウェストラント社（農業試験展示場）等を訪問している。参加者は、本県との規模の違いに驚きつつも、現地の手法や考え方をできるところから取り入れていきたいと大きな刺激を受けて帰ってきている。

一方、ウェストラント市側からも、平成22年10月に市長が高知県を訪れたのを皮切りに、平成24年にはレンティス校（農業専門学校）の副校長、平成25年には同市上級顧問とデモクウェカライ・ウェストラント社の社長が本県を

訪問するなど、交流が活発化している。また、ウェストラント市からの訪問に合わせて交流セミナーを開催し、同国の農業教育システムや施設園芸の発展と行政の関わりについての講演や、本県からの訪問団参加者による成果発表を行い、ウェストラント市と本県関係者との相互理解を深める場となっている。

さらに、県立農業大学校においては、平成22年３月にレンティス校との間で覚書を締結し、学生間の交流を行っており、同年11月には、農業大学校の学生２名のレンティス校での１ヶ月間にわたる海外留学研修が実現し、以降、毎年研修が行われている。

一方、レンティス校側からも平成24年５月に学生３名が短期留学としておよそ３週間、農業大学校に滞在し、農業大学校生と共同生活を送りながら講義や実習を体験するとともに、県内の園芸関連施設を見学した。

写真－３　オランダの技術者による現地指導
（平成25年６月 高知県芸西村）

６.「こうち新施設園芸システム」の研究開発

高知県では、こうした友好交流を足掛かりとして、オランダから学んだ栽培技術を、本県の施設園芸に積極的に活かすため、「こうち新施設園芸システム」（以下「新園芸システム」という）の研究開発をすすめている。

新園芸システムは、オランダ型の高軒高ハウスでの栽培や環境制御、ヒートポンプやLED照明の利用といった技術を、高知県の気象条件や品目、作型に合わせた高生産性技術として開発し、県内全域への普及を進めるものである。

まず、試験の設計に先立ち、平成23、24年に、農業技術センター研究員がオランダに３か月間赴き、プラクティカル・トレーニング・センター（農業実習・研修センター）やデモクウェカライ・ウェストラント社で、施設内の二酸化炭素濃度や温湿度、照度等をコントロールする環境制御技術について学んだ。

その後、農業技術センター内に軒高４ｍのハウスを建設し、既存型ハウスと高軒高ハウスの両方で、ピーマン等の主要品目について、収量50%増、コストおよび二酸化炭素排出量は、それぞれ20%、50%以上の削減を目標として、環境制御技術の確立に取り組んでいる。

さらに平成25年度からは、世界約30カ国でコンサルタント実績のあるオランダのグリーンQ社から技術アドバイザーを招聘し、セミナーや現地検討会などの場を設け、研究員だけでなく、農業関係の指導者、生産者も交えた中で技術指導を受けている。特に二酸化炭素施用技術については生産者の関心が高く、セミナーには210名もの参加者が集まった。

７.「学び教えあう場」の活用による技術の普及

高知県では、ナス、ピーマン、キュウリ、ミョウガ、ショウガ、トマト等の主要品目について、県内で205カ所の「学び教えあう場」を設置している。

「学び教えあう場」とは、篤農家のほ場に生産者が集まって、収量増や高品質化に向けた技術やノウハウを学び、技術力の平準化を図るとともに部会や産地のまとまりづくりにつなげる普及現場での取組みである。

新園芸システムについては、試験研究と並行して、普及現場でも二酸化炭素施用装置や環境測定装置を県が購入し、各地域の実証ほに設置しており、その成果を「学び教えあう場」で、関係者が共有するなど、普及に向け

た取組を進めており、生産者自らが二酸化炭素施用に関する研究会を立ち上げるといった動きも出てきている。

8．次世代施設園芸団地の構想

平成25年５月31日に林農林水産大臣がオランダを訪問し、次世代施設園芸導入加速化支援事業の計画が動き始めた。

この事業は、「攻めの農林水産業の展開」の柱の一つとして、世界第２位の農産物輸出国であるオランダ型の先進技術を導入し、大規模施設を整備することにより高収量、低コスト化を図るもので、事業の実施により、①地産地消エネルギーの利活用、②高度な環境制御技術による周年・計画生産、③出荷センターの併設による調製・出荷の効率化、④コスト削減と地域雇用の創出、の実現を目指している。

本県は、①木質バイオマスなどのエネルギーの地産地消がすでに一部で行われていること、②環境制御技術の導入に向けた取組がすでに始まっていること、③野菜を主体とした施設園芸産地であること、などの特徴があることから、この事業導入の適地であると考えている。

一方、オランダに比べ、①まだまだ収量が低い、②生産者の経営規模が小さく生産コストが高い、③化石燃料への依存度がまだかなり大きい、④担い手が減少している、などの課題を抱えている。

写真－４　林農林水産大臣が訪れたパプリカハウス
（オランダウェストラント市）

今回の事業は、こうした課題の解決につながるだけでなく、これまでのオランダとの交流の成果を活かし、新園芸システムの取組をスピードアップする絶好の機会と捉えており、現在、県中西部の四万十町の県有地での施設整備に向け、国の予算獲得に全力を挙げているところである。

また、県では本施設に隣接して、先進技術を学んだ担い手の育成と先進技術の実証、普及を目的とする担い手育成センターを一体的に整備する計画であり、先進技術が次世代を担う農業者にスピーディーに普及していくような新たな体制を目指している。

この団地を経営面からサポートしていくための体制づくりはこれからであるが、まずは、この四万十町で成功事例を作り、その後は同様な園芸団地を県下全体に広げていきたいと考えている。

そして、こうした取組みが広がっていくことで、高知県の園芸農業の未来が大きく変わっていくものと確信している。

おわりに

高知県では、平成21年に産業振興計画を策定し、年々計画のヴァージョンアップを図るとともに、具体的な数値目標などを掲げ、官民協働による取組みを進めている。

この計画に沿い、次世代施設園芸団地をはじめ、オランダ型の先進技術を県域全体に広げていくことにより、高収量、低コスト化を実現し、中山間地域が県土の大半を占める本県においても、それぞれの農業者が「地域で暮らし稼げる農業」を実現できるよう取り組んでいく。

こうした取組みが広がっていくことで、高知の園芸の展望が大きく開けるとともに、今後、高知で農業に従事しようと移住してくる方々も増えていくのではないかと考えている。

最後に、まだまだ我々がオランダから学ぶことは多い。しかし、オランダから学ぶばかりの現状を、何とかWIN-WINの関係にしたいと切に願っており、それにいかに取り組んでいくのかが、我々の今後の課題である。

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への利用

㈱プランツ 専務取締役
㈱ひむか野菜光房 取締役　嶋本　久二

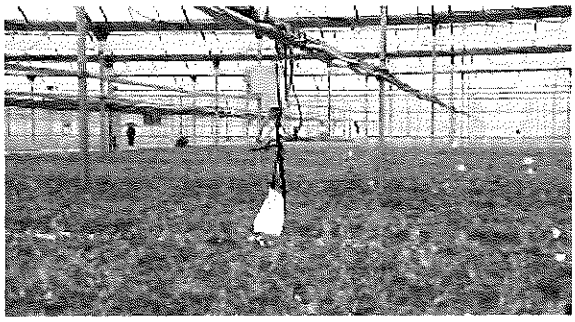
はじめに
～ひむか野菜光房の取組み～

近年、オランダの生産性に追い付くべく、ハウス内の環境制御の方式を見直し、室内の各微気象のパラメータを統合的に管理し、データ化する方式の開発・普及が、研究機関および関係企業で積極的に進められている。

そこでわが社でも、オランダに負けない和製の制御装置を実現すべく、温室内の各パラメータの測定と記録を行い、それらのデータに基づき室内微気候の制御を行うとともに、養液のpH、ECの制御と潅水または循環タイマーの制御を行う装置とソフトを開発し、普及することに成功した。

以下、本システムを導入した宮崎県門川町の「㈱ひむか野菜光房」の事例を紹介する。

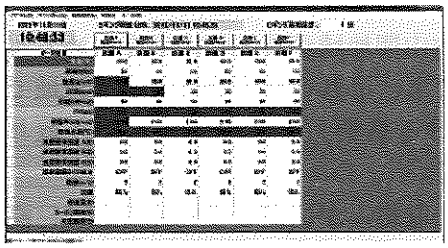
同社では、環境制御用ソフト、各センサー類は、㈱プランツと神港テクノス㈱との共同開発で進め、移動式たん液水耕システムおよび低コスト加温・冷却装置、CO_2供給装置、細霧システムは、㈱プランツから導入した。以下、これらのシステムを簡単に紹介する。



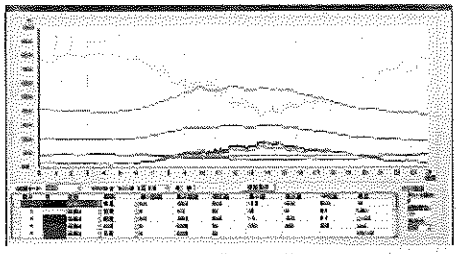
写真－1　気温、湿度、CO_2センサーのボックス
白い布の部分から植物群落内の空気を吸い込み測定している。

1．環境制御

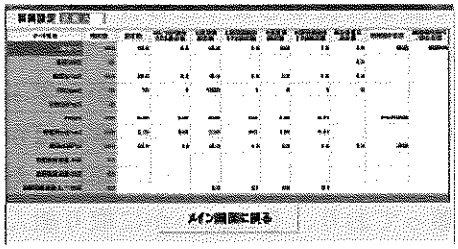
室内外気温、湿度、日射量、CO_2濃度、養液pH、EC、栽培槽内液温、室外風速・風向を測定・記録し、室内環境を制御する。なお、CO_2、気温、湿度は植物群落付近の空気を吸い取り測定することによって（写真－1）、室内環境というよりも群落環境を制御することで生育促進を図っている。図－1～4は、環境制御ソフトの画面の一部である（な



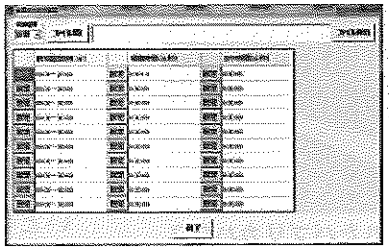
図－1　各パラメータの測定値画面



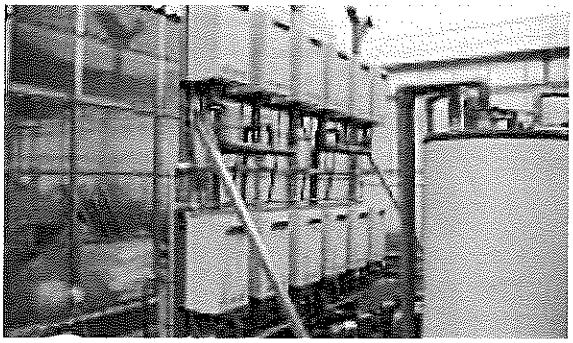
図－2　グラフ化画面



図－3　各区画の設定画面



図－4　飽差制御設定画面



写真－2　家庭用ガス湯沸かし器
1区画（約12a）当たり3台設置

お、掲載グラフの入力数値はデモ用を使用しているので、実際の栽培現場のものではない)。

(1) 天窓制御とカーテン制御

室内外の温度差および室外の風速に応じて天窓の開度を調整するとともに、感雨センサーにより天窓を強制的に閉める。カーテン制御は日射および気温の変化に対応している。冬場の夕方は天窓を少し開けた状態で加温することで、水蒸気を逃がし結露しにくい環境に制御し、病気の発生頻度を抑えている。

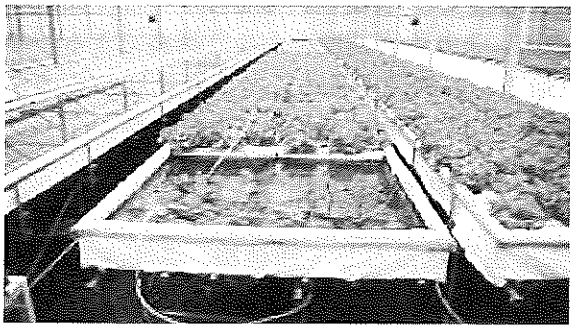
(2) 加温または冷房と栽培槽内水温

お湯または冷水を循環させるポンプを制御することで、室温や栽培槽内水温を制御する。また、温風暖房器やヒートポンプでの制御も可能である。

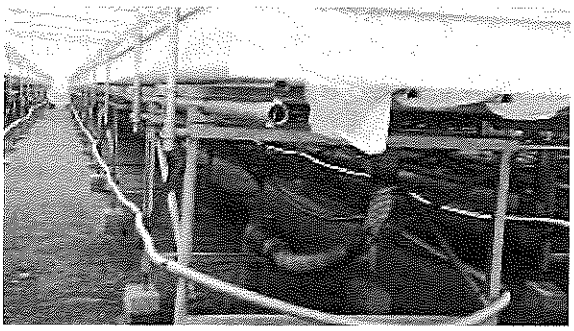
ひむか野菜光房では、家庭用のガス湯沸かし器（写真－2）を利用して温水を作り、栽培ベンチ下に張り巡らせたステンレス製のフレキシブルパイプに循環させることで室温を制御している（写真－3、4）。家庭用のガス湯沸かし器は熱効率が95%と高い上、4万kcalの機種で7万円程度と安いことと、故障が少なく量販機種のため即日修理が可能といった利点もある。さらに、温室内に設置すればCO_2の供給にもなるため、養液加温用の2台は室内に設置している。

(3) 飽差制御

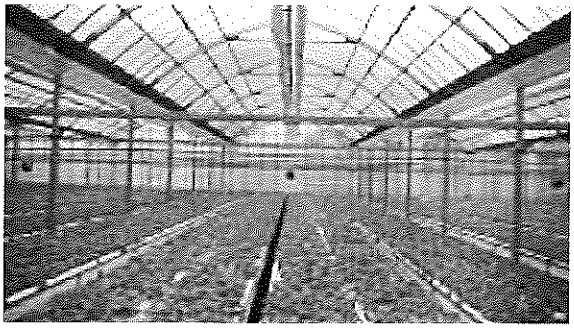
室内気温および湿度から飽差を演算し、フォグの動力噴霧器および各ブロックに振り分けられた電磁弁を制御することで、室内を適正飽差に制御する（写真－5）。フォグの運転インターバルおよび噴霧時間は、時間帯ごとに設定できるため、季節に応じて噴霧時間を調整することで、飽差をより適正値内に



写真－3　栽培槽内のステンレスフレキ管



写真－4　室内暖房用のステンレスフレキ管



写真－5　カーテン直下に細霧ノズル設置
6.4m間口、谷間換気

写真－6　液肥混入器
原液A, B液と酸の3台希釈器を駆動

制御することができる。

(4) pH、ECの制御

循環水のpH、ECを測定し、設定濃度になるよう希釈ポンプを制御する（写真－6）。pHについてはアルカリ利用か酸利用かを切り替え選択できる。レタスの生産では、硝酸態窒素の吸収が陽イオンに比べて多いため、EC制御だけではpHが低下するので、1%程度の硝酸液を測定pH値に連動して供給することで、養液内の硝酸イオン濃度を10me/L前後で安定させている。

(5) CO_2

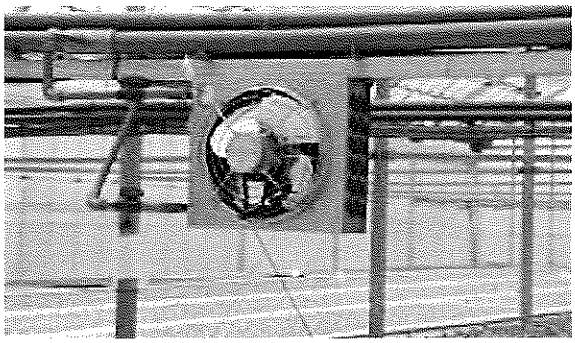
CO_2ボンベから振り分けられた各電磁弁の開閉と、ボンベからのガスを希釈して供給するシロッコファンの運転を制御することによって、CO_2濃度を制御し、植物群落付近のCO_2濃度を400ppm以下にならないようにしている。

(6) 地下水熱交換機（ラジエターファン）

地下水を利用し、冷房または暖房の補助に使用する。夏場の夜間ハウスを閉め切った状態で連続運転することで、最低夜温が外気に比べて3℃程度抑えられる。また、日射を遮った作業室では、外気温33℃の時室温を28℃程度に抑えられる。ラジエター（写真－7）に地下水を通してかけ流すため、経済的である。また、冬場の加温設定が17℃（地下水温）以下の時は、補助暖房として使え暖房費用を抑えられる。

2. 生産調整と品種特性の把握

水耕レタスの生産は、播種→移植→定植→収穫の各作業を毎日欠かさず繰り返す。最大の生産量を確保するためには、各生育段階に必要な日数を予測し生産パネルの配置を決める必要がある。生育日数は気象条件および品種特性により大きく左右される。特に夏向きの品種と冬向きの品種の切り替え時期の見極めが重要となる。まず、品種ごとに各気象データと生育速度との相関を出し、月ごとまたは旬ごとに作業計画を見直す必要がある。



写真－7　ラジエターファン

また、営業側からの受注状況と生産側からの生産状況の情報を共有できるような工夫が必須である。

初年度は気象データも生育速度も把握できないため、播種量を増やし、定植時に苗を処分することで生産調整を行い、データの蓄積とともに播種量を徐々に減少させ生産効率を上げるといった方法をとっている。また、飽差およびCO_2濃度の制御を行うことや気温の調整により生育速度をかなり調整できるので（飽差CO_2制御を止めると生育速度が急速に低下する）需要に合わせて生育調整も行う。

3. 省力化機器の開発と導入

生産用機器として播種機、スポンジ給水器、パネル洗浄機自動包装機、また、出荷用機器として結束機、製箱機を当初から導入し、平成25(2013)年6月に新たに開発した

写真－8　根切り機（左の写真の回転部にはピアノ線がセットされており、ピアノ線の回転でパネル下部の根を切断する。刃を使用していないために安全性が高い。）

根切機（写真－８）を導入した。根切り機の導入は予想以上に作業効率が向上し、作業人員が30%弱削減できた。また、平成26年３月を目途に、収穫物や苗、生産パネル等を搬送する装置を開発中で、さらに20%程度の作業効率の向上を目指している。

４．ひむか野菜光房での生産性

定植から出荷までの日数は秋から冬で約19日、春から夏は約14日で、平均17日ほどで出荷できるため、年間21.5回転である。45ａの生産温室で、定植後のパネル数は5,000パネル前後設置できるので、１枚当たり16株植えで栽培すると、年間172万株の生産が可能である。１株当たりの平均販売単価が70円でも、年間販売額が１億２千万円となり、坪当たりの粗利は8.8万円ほどとなる。設備投資に1.5億円程度かかったものの、投資金額当たりの売上高は、他の品目に比べてかなりの高効率と考えられる（30ｔ採りトマトの約３倍）。

今後、さらなる省力化が期待できるとともに、物流経費の削減や販売チャンネルの多極化、そして、販売、生産のマッチングを図ることで、より安定した企業運営を実証できるものと思われる。

５．生産・販売数量の調整

周年栽培品目であるリーフレタスの生産においては、日々の販売数に合わせて播種数、移植数、定植数、収穫数を調整することが重要となる。そのため、これらの数量を調整するソフトを開発した。さらに、これら生産状況および受注状況を、生産・販売の各担当がタブレット端末にて確認し、販売数量の調整を行うシステムを導入し運用することで、安定生産・安定供給の維持を図っている。

おわりに

ひむか野菜光房では今後、第二、第三農場の開設を進める中で、更なる生産性の向上と省力化を進め、若手農業者の育成と安心安全な低コスト野菜の供給に寄与していきたいと考えている。

紙面の関係上、詳しい経営試算表は掲載できないが、新しく農園開設を希望される方は、筆者（090-3702-5230）までお問い合わせいただければ、ご相談に応じることが可能です。

ミニ情報

ポワロジューヌ（若どりしたリーキ）栽培

■宮城県農業・園芸総合研究所

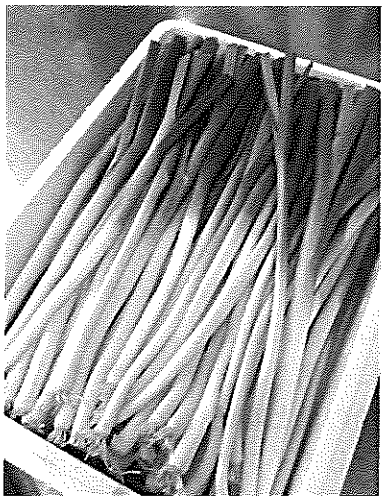
ポワロジューヌ（若どりしたリーキ）は、ヨーロッパ等で季節を感じる野菜として好まれており、火を通すと甘みが出て、スープなどの西洋料理には欠かせない食材です。

しかし、国内供給の大部分は輸入に依存しています。ここでは、日本国内での栽培可能性を検討した結果を紹介します。

直播栽培では、４月上旬に播種すると７月上旬から収穫可能となり、播種から収穫までは90日程度必要です。また、早く太くするために、間引きが必要です。

移植栽培では、２月下旬にセルトレイに播種し、無加温ハウスで育苗した苗を５月上旬に定植すると６月下旬頃から収穫可能になり、定植から収穫までは60日程度必要です。

収穫は、実需者の聞き取り調査から、葉鞘茎10㎜程度を目安にしています。また、供試品種は「ポワロ」（タキイ種苗）です。



ポワロジューヌ

（園芸栽培部　野菜チーム　**金原　昭三**）

ICTを利用した養液土耕栽培支援システム「ZeRo.agri」

明治大学黒川農場 特任教授　小沢　聖
㈱ルートレック・ネットワークス　佐々木 伸一

はじめに

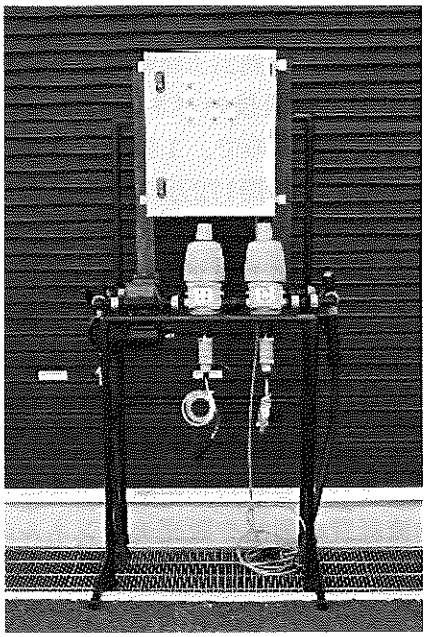
日本の農業で、後継者が少ない、規模拡大が進まない等の原因のひとつが、栽培管理を経験と勘に頼り過ぎ、数値化をおろそかにしてきたことにある。そこで、数値管理の導入が比較的容易なハウスの養液土耕栽培をターゲットにして、ICTを利用した養液土耕栽培支援システム「ZeRo.agri」を、明治大学と㈱ルートレック・ネットワークスとで共同開発した。

この研究には2012年度、川崎市産学共同研究プロジェクト「スモールスタート可能なICT利活用遠隔営農モデル開発」の支援を受けた。

ZeRo.agriの構造

図－1がZeRo.agriの制御部と駆動部で、ボックス内が制御部、ボックス外が駆動部である。センサー部は、ハウス外の日射計、ハウス内の土壌水分、土壌EC（電気伝導率）、地温を同時に測定するセンサー（図－2、ハイドロプローブⅡ）からなる。

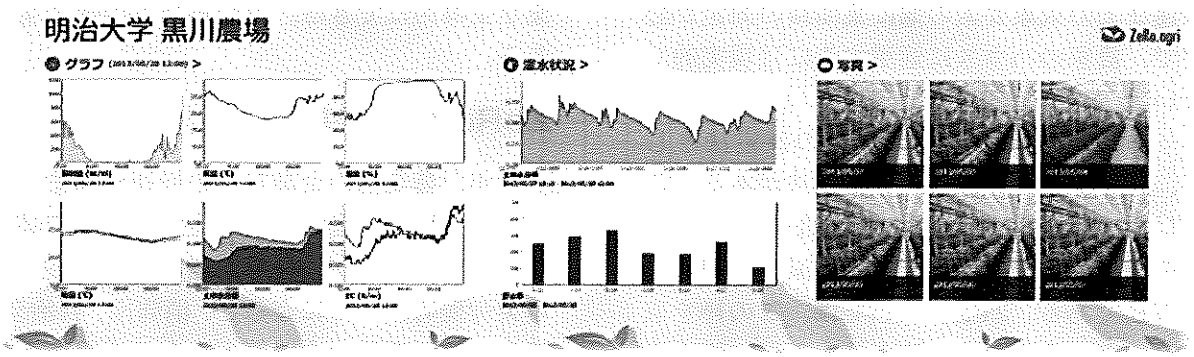
センサーで測定するデータを制御部のデータロガーに記録し、インターネットでクラウドに送信し、クラウドでデータを基に培養液供給の量と時刻を計算し、この結果を制御信号としてインターネットを介して制御部に戻し、駆動部の電磁弁を開閉して培養液供給を管理する仕組みである。農家に使いやすくするために、近い将来、日射量は購入する気象データから推定して、日射計に代替する予定である。



図－1　ZeRo.agriの外観

図－2　土壌センサー

データの閲覧、制御の変更には、タブレット端末を利用する。駆動部は、液肥混入機（ミックスライト）2台、培養液濃度調整用電磁弁2台、電子流量計1台、フィルター1



図－3　ZeRo.agriの画面

台、圧力計1台、逆流防止弁1台、培養液供給用電磁弁（最大6台）からなる。液肥混入機2台は、それぞれ酸性とアルカリ性の培養液を混入し、培養液濃度調整用電磁弁2台は、それぞれ水供給と培養液供給に対応し、これら作動時間の割合を変えることにより培養液濃度を自動調節する。電子流量計からの信号で培養液供給量を測定する。1台のZeRo.agriで、最大6系統の異なる培養液の濃度、量の供給を管理できる。

図－3に、黒川農場での表示画面の一例を示す。気温、湿度、写真はオプションである。

クラウドには測定データ、管理データが蓄積される。これに、栽培日誌として、品種、元肥、定植日、栽植距離、仕立法、病害虫の発生状況、農薬散布、生育状況、収量などを記録すると、データセットが完成する。

ZeRo.agriの制御ロジック

ZeRo.agriの培養液供給ロジックは、①日射追随制御、②土壌水分、培養液濃度の定値制御、③経験と勘による土壌水分と培養液濃度の制御、である。

①では、ハウス外で水平面日射量（Rs）を測定し、培養液供給量（Q）＝aRs＋bとして、日中、1－2時間間隔で供給する。②では、48時間圃場容水量を土壌水分の初期値とし、水耕栽培での適正培養液濃度範囲における低濃度域を培養液濃度の初期値とする。定植直後には、1個体に日量250cc程度の培養液を供給する。③では、農家が作物の生育状況をみて、「経験と勘」で、タブレット端末で目標の土壌水分と培養液濃度を調節する。土壌水分制御の目標値を変更すると、ZeRo.agriは約2日かけて土壌水分を目標値に収束させる。培養液濃度は、設定を変更すると直ぐに供給に反映する。①の制御誤差を②が補い、①＋②の制御誤差を③が補う構造である。作物係数の厄介な計算は不要である。シンプルで農家が理解しやすく、安価に構築できる制御システムを目指した。

ZeRo.agriで「経験と勘」を数値化

ZeRo.agriの制御ロジック①と②では、作物係数に準じた潜在的な作物の吸水・吸肥の要求量を供給する。これまでほとんどの農家は、制御ロジック①と②を含めて、「経験と勘」で管理してきたので、真の「経験と勘」が見極めにくかった。③で、農家がZeRo.agriを使って、作物の生育状態をみて培養液の量と濃度を調節すると、「経験と勘」として顕在化され、これをZeRo.agriが自動記録できる。

ZeRo.agriの欠点

ZeRo.agriを使いこなすには、ZeRo.agriの欠点を理解する必要がある。

これまで、多くの研究者が気象環境から作物の蒸発散量を推定することに精力を注いできた。作物の葉が繁茂した状態での蒸発散量は推定できる。しかし、葉面積が拡大している最中の推定には依然として誤差が大きい。さらに、この方法には日射量、気温、湿度、

風速などの気象要素の他に葉面積の測定が必要で、農家のハウスに適用するには現実的でない。

一方で、古典的な蒸発散量の推定法として、ライシメータ法という実測法がある。これは、土壌中に埋め込んだ有底枠の中で作物を栽培し、枠内の土壌水分の減少を測定する方法である。ZeRo.agriでは、この枠を取り除いた。そのため、培養液を下層に流亡するほど多く供給すると、自動制御において供給が暴走する欠点がある。

したがって、土壌水分の制御値を低めに管理することが肝要である。一般的な日本のハウスでは、下層土に土壌水分は十分あり、根を深く発達させることでこの利用効率を高めることができ、土壌水分を少なめに管理しても問題は生じにくい。

ZeRo.agriでMan-to-Man

ICT業界では、機械と機械をつなぐ意味の「Machine to Machine」を「M2M」と略して表記する。ZeRo.agriでは、俗人的で曖昧な「経験と勘」を数値化する機能を活かして、「Man to Man」にすることを目指す。

例えば、①経験ある親父が作物をみて、息子に助言する。息子は親父の助言にそって制御の目標値をタブレット端末で調節する。すると、親父の「経験と勘」が、数値化されて記録に残り、翌年、息子は親父に近づける。あるいは、素人が篤農家のアドバイスに従って制御目標を変更することで、篤農技術に近づける。②日射量に大差ない数10km四方の範囲では、制御信号を共有できる。「こんなもの使い切らん」という老夫婦を、地域の若者が制御信号を提供することでサポートできる。③農協のキュウリ部会のようなグループでデータを共有すると、個人差が数値化され、グループ全体でのレベルアップに活用できる。④街に住む子供がデータと写真（オプション）をみて、平日に培養液供給を管理する。休日に実家に帰ったときに、両親との作業を主導的にできる。街から村への逆兼業である。

ZeRo.agriのねらい

近年、農業への企業参入の機運が高まっている。疲弊する農村を活性化するうえで必要なことではあるが、農村が過度な企業参入で農業労働者ばかりになると、消防団、自治会、祭り、冠婚葬祭、水路管理などの非経済活動に支障をきたし、農村社会が崩壊しかねない。ZeRo.agriのねらいは、自営農家の経済活動の向上によって、農村社会をも支援することにある。

現在、ZeRo.agriは１台120万円程度で、これに通信経費、クラウド利用料として月に１万円ほどかかる。一般的に、養液土耕栽培で収量は20%ほど増えるので、20－50ａの経済的に自立した中規模ハウス農家なら、１－２年で経費は回収できるはずである。ZeRo.agriの120万円のうち70万円が制御部で、今後、この部分のコストダウンは期待できる。

先進国では、「ドリップ潅水＝養液土耕栽培」である。データはないが、近年、開発途上国にも急速に養液土耕栽培が普及している感がある。一方で、日本ではハウス栽培でチューブ潅水が導入されているにもかかわらず、養液土耕栽培の普及は遅れており、養液土耕栽培の後進国ともいえる現状である。これの理由として、過度に「経験と勘」に頼っている農業の実態が窺われる。その結果、砂漠にも匹敵する塩類集積を招いている。日本のハウスに養液土耕栽培を普及させるのが、ZeRo.agriのもうひとつの狙いである。農家には、多肥栽培が土壌を疲弊させるだけでなく、地下水、河川水を汚染している現状も忘れないでもらいたい。

ZeRo.agriで復興支援

岩手県沿岸部には施設園芸は少なく、それも狭い海岸平野と谷間に分散しており、中核農家は主に海岸平野に点在していた。東日本

大震災の津波で海岸平野が壊滅的な被害を受けたため、家族のリーダーを失った中核農家は少なくない。また、中核農家は地域のリーダーでもあったため、農家間のネットワークの多くも崩壊してしまった。

陸前高田市のSさん一家は、キュウリと水稲の生産を主とした3世代農家であった。祖父はキュウリ名人で、退職を間近にした息子と、結婚したばかりの孫が兼業していた。津波で息子が亡くなり、農地が冠水し、ハウスが全壊し、家屋の1階が破壊された。祖父の技術を継承してきた息子の死亡で、祖父が孫に技術を早急に継承しなくてはならない事態に陥った。この農家にZeRo.agriを導入し、技術継承を支援している。また、陸前高田市のMさんにもZeRo.agriを導入し、Sさんとのネットワークを実験的に構築し、ZeRo.agriを農家間のネットワーク復活の一助とする。

おわりに

近年、ICTを農業に利用する試みは多い。しかし、ほとんどが現実とかけ離れて目標倒れに終わっている感がある。少なくとも、農家にとって新しい資本投下が必要なICTの導入は、儲かる確証がある農業分野に活用することが不可欠である。このような状況をみて、ZeRo.agriでは、対象を養液土耕栽培に絞った現実的な目標を定めた。それと同時に、ZeRo.agriを養液土耕栽培のプラットホームとして活用し、ここに有益な技術を集積することを提案する。日本の農業を支えてきたのは、先人の経験と勘である。この財産を数値化して、次世代に伝えたいという思いからである。

ミニ情報

冬期の変温管理によるコチョウラン「なごり雪」の新たな栽培技術

■山梨県総合農業技術センター

本県富士北麓地域では、ミニコチョウラン「なごり雪」が生産されています。「なごり雪」は温度による開花調節が難しいことから、一般的なコチョウランとは異なり、終日18℃加温で栽培されています。しかし、加温温度が低いため、冬期に曇天日が多い年には、生育の停滞が問題となっています。加温温度を生育適温の25℃まで上げれば生育は改善しますが、暖房コストは2.5倍に増加してしまいます。

そこで、当センター・八ヶ岳試験地では、キク等で効果が認められている日没後の短時間昇温に着目し、生産コストを増やさず、生育の停滞を回避できる技術の開発に取り組みました。冬期（12月から4月）に、加温温度を15℃に下げ、日没後の3時間だけを25℃とする変温管理を行うことで、生育が終日21℃加温とした場合と同等以上に改善され、暖房コストは増加しないことを明らかにしました。

その後、最適な昇温の開始時間を調査したところ、11:00～14:00の3時間だけを25℃とする日中の短時間昇温でも、日没後と同程度の生育改善効果があること、さらに、晴天時には暖房が稼働しないことから、暖房コストを1割程度削減できることを明らかにしました。

現在、この技術は普及が図られ、生産現場での利用が始まっています。

（高冷地野菜・花き振興センター
主幹研究員・支所長　**藤木　俊也**）

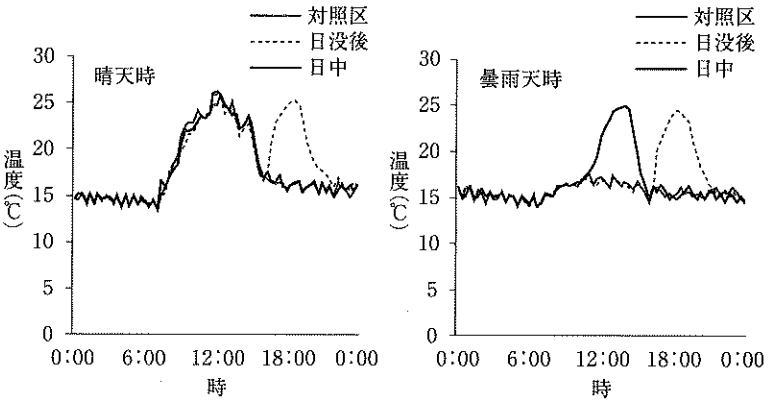


図　日没後昇温および日中昇温温室における温度の推移

モニタリングシステム “HaPPiMinder”の開発と導入事例

㈱四国総合研究所 電子技術部　中西　美一

1．はじめに

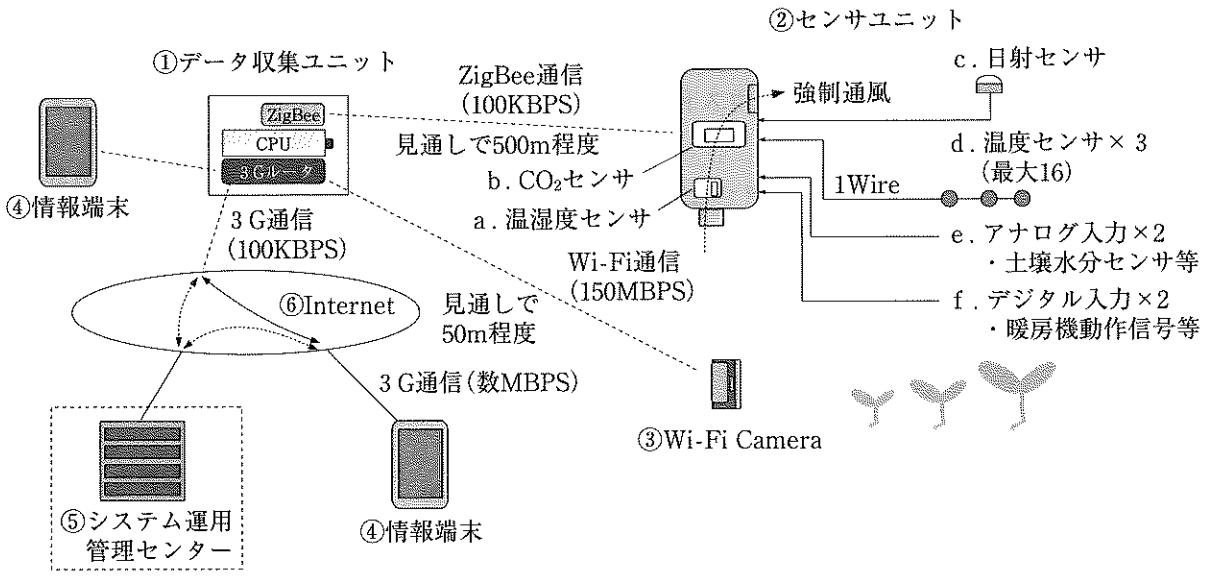
施設栽培用温室内の環境計測は古くて新しい課題である。古くは冬季における暖房のために、あるいは、昼間の過度な気温上昇を防ぐための天窓や換気ファンの制御のために、温室内に1～2個の温度センサが導入されたのが環境計測の始まりであろうと推察される。近年では、温室内の環境条件と植物の生育との関係が詳しく調べられ、温室内の気温、湿度、日射強度、CO_2濃度等を「連続的」かつ「高精度」に計測することにより、生育不良や病害の発生をある程度の確度で予測できるようになった。先進的な農家では温室内の環境条件を植物の栽培に、より適した状態に保つことで、生育のコントロールや病害の発生を抑制する試みも行われている。

温室内の環境調節方法は地域や栽培品目によってばらばらで、植物工場のように高度に自動化が進んでいる場合もあれば、前述のように1～2個の温度センサで換気と暖房の自動化を行っている程度という場合もある。しかしながら、温室内の環境条件を「連続的」かつ「高精度」に計測することが栽培管理の基本であることに異論はないであろう。

本報告で紹介する「HaPPiMinder」は、当社における25年以上の温室環境調節技術開発の経験をベースに、今一度原点に立ち返り、温室内環境計測を「連続的」かつ「高精度」に行うことにフォーカスした製品である。

2．システムの概要

システムの概要を図－1に示す。本システムは、①データ収集ユニット（1台）、②セン



図－1　システムの概要

サユニット（1～16台）、③カメラ等のWiFi通信デバイス（数台）、④情報端末、⑤システム運用管理センターおよび⑥インターネットで構成される。データ通信無線ネットワークとして、アドホック無線（ZigBee）ネットワーク（①－②間）、WiFiネットワーク（①－③④間）および3Gネットワーク（①－⑥間）を使用している。システム運用管理センター（⑤）は、データ収集ユニット（①）と定期的に通信し、その運用状態を監視する。

センサユニットの計測項目は以下の通りで、温室環境計測用として必要十分な内容となっている。

a．気温および相対湿度（気温および相対湿度計測値から絶対湿度、飽差、露点温度も算出・記録）
b．CO_2濃度
c．日射強度
d．温度×16点（センサは3個標準装備）
e．汎用アナログ電圧計測（範囲：0～3V／分解能：0.1mV）×2点
f．汎用接点ON/OFF計測×2点
※標準添付の温度センサ×2をそれぞれ、乾球、湿球として、その計測値から相対湿度を算出・記録する機能も搭載。

3．システムの主な特長

(1) 低コスト

システムの価格は、データ収集ユニット＋センサユニット×1の構成で25万円程度（増設用センサユニットの価格は15万円程度）であり、同等の機能を有する製品の中でも最も安価な部類に属し、インターネットを利用した遠隔管理を行う場合の運用コスト（3G通信費）は800円／月程度と、既存のクラウドサービスベースの製品と比較して1/3程度と安価である。また、消費電力は最小構成の場合、5W程度であり電気代に換算すると90円／月程度である。（データ収集装置としてPCを利用するシステムではシステムの消費電力は50W以上となる場合が多く、電気代はHaPPiMinderの 通信費＋電気代 以上となる。）

(2) 高精度

気温計測の精度は±0.2℃、相対湿度計測の精度は±3％（10～90%RH）と、農業用としては最高レベルの精度であり、乾湿球方式による相対湿度計測では±2％（5～100%RH）を実現している。CO_2計測の精度（実力値）は±40ppm程度と標準レベルであるが、光学および電気系のドリフトを自動補正するNDIR2ビーム方式のセンサを採用しており、農業用として使用されることの多いNDIR1ビーム方式センサのように、定期的に外気計測による手動校正を行う必要がなく運用が容易である。気温・湿度、CO_2濃度の各センサは小型ファンにより強制通風を行う樹脂ボックス内に収納している。また、汎用アナログ電圧計測の精度は0～2,500mVの範囲で±1mV以内と高く、様々なセンサの出力電圧を高精度に計測可能となっている。

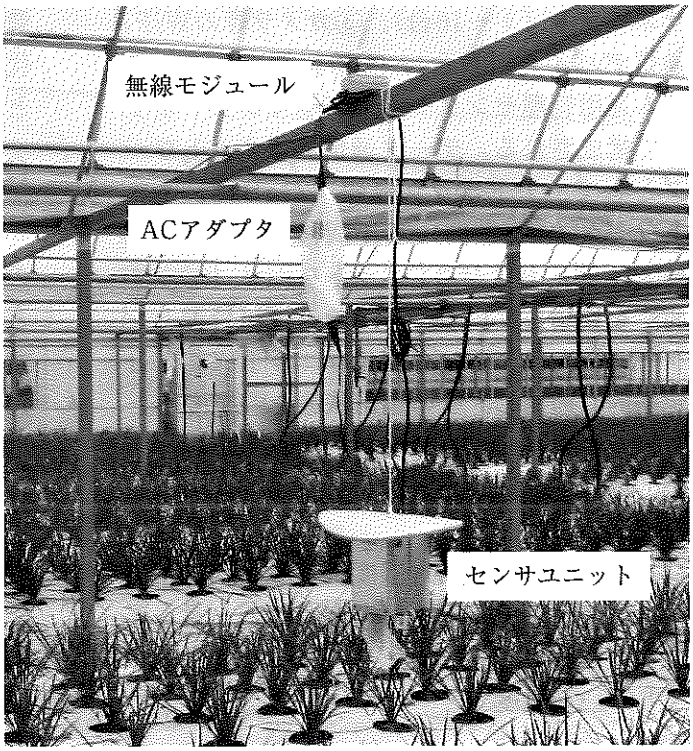
(3) 簡単施工

センサユニットとデータ収集ユニット間の通信を無線方式としているため、温室内へのセンサユニットの設置が簡単で、設置後の移設も容易である。無線通信距離は見通しの良い状態で500m以上を確保した上に、複数（最大16）のセンサユニットを設置する場合は、個々のセンサユニットが無線通信の中継装置としても働くため、敷地内に複数の温室が分散配置されている場合でも、殆どの場合、特別な工事を行うことなく設置可能である。インターネット経由での管理を行う場合は、データ収集ユニットをインターネットへ接続する必要があるが、標準パッケージに3Gルータが含まれており、SIMカードを挿入するだけで即座にインターネットに接続される（ただし、SIMカードはユーザ自身で通信プロバイダと契約し入手する必要がある）。

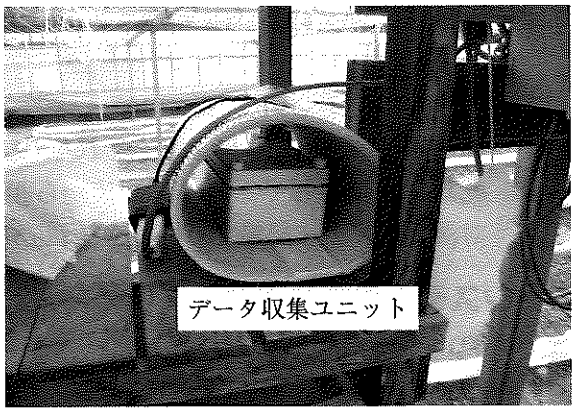
(4) 簡単操作

データ収集ユニット内には大容量のuSDメモリを搭載しており、センサユニットを4台接続した場合でも40年間のデータを蓄積できるため、定期的にデータを回収したり、不要なデータを削除する必要がない。

操作は全て、データ収集ユニットとインターネットまたはWi-Fiで接続された情報端末のWEBブラウザで行うようになっており、PC、スマートフォン、タブレット端末等を自由に利用できる。温室内の環境管理に特有の様々なデータ処理機能を標準装備しており、二次的に表計算ソフト等を利用することなく、必要なデータを簡単な操作でリアルタイムに閲覧できるようになっている。また、各センサ計測値に正常範囲を設定し、その範囲を逸脱した場合には、電子メールによる通報を行う機能を搭載しており、トラブルを早期に発見し、必要な対策を行う手助けとなってくれるのも大きな特長である。



図－2－1　温室への設置例① センサユニット等



図－2－2　温室への設置例② データ収集ユニット

4．導入事例

HaPPiMinderは2013年6月から出荷しており、現在、約100セットが稼動中である。特に高知県では、同県が進める「こうち新施設園芸システム構築プロジェクト」の一環として、本システムが30セット導入され、農業生産者の温室におけるフィールド試験の標準温室環境計測ツールとして活用されている。同プロジェクトでは、試験温室が高知県内全域に分散しており、温室環境計測データを定期的に回収評価する作業の効率化が望まれていた。また、環境計測データを関係する農業生産者間でリアルタイムに共有し、より良い栽培管理方法を模索するという目的もあったため、インターネットを利用した遠隔管理機能が不可欠であった。さらに、農業生産者の温室での試験であることから、温室内での工事を可能な限り少なくする施工方法が必要とされていた。そして何より、限られた予算でできるだけ多くのデータを収集するために、低コストであることが重要であった。

HaPPiMinderは同プロジェクトの推進に必要であった、①低コスト、②高い計測精度、③インターネットによる遠隔管理機能、④優れた施工性と操作性、これら全ての要求を満足する唯一のシステムであるとの評価を受け、採用に至ったものである。

温室への設置例を、図－2に示す。センサ

ユニットは温室の中央付近に、その吸気口が植物の生長点付近になるように吊り下げて設置している。電源はAC100Vを使用しているが、AC電源の確保できない場合は、太陽電池電源ユニットも利用可能となっている。データ収集ユニットはやや耐熱性が低いため、温室に隣接する作業室等への設置を推奨しているが、周囲の気温が40℃を超えない場合は、図のように温室内への設置も可能である。さらに、センサユニットとデータ収集ユニット間は無線通信で接続されるため、通信配線工事は不要である。

5．まとめ

温室施設栽培の生産性と品質を高めるために何が一番重要かと問われれば、迷うことなく温室内の環境計測であると答えたい。温室内の環境は植物の生育を支配する。その環境を正確に把握することなく、生産性と品質の向上を図るのは難しい。温室内環境を正確に把握することができれば、それぞれの生産者が採り得る手段でそれを改善し、計画的かつ着実に生産性と品質の向上を図ることができるものと考える。本報告で紹介したHaPPiMinderが温室内環境の正確な把握に多少なりとも役立てば幸いである。

参考文献

1）中西美一：「農業におけるオンデマンド・モニタリングシステムの活用」,雑誌OHM，平成23年4月号，pp24-27
2）Yoshikazu Nakanishi, Rika Kudo：「Development of a monitoring system technology suitable for production process monitoring in small scale protected horticulture」, The 1st International Conference on Sensing Technologies for Biomaterial, Food and Agriculture 2013.
3）中西美一：「高性能かつ安価な温室モニタリングシステム（HaPPiMinder）の開発」，平成25年電気学会C部門大会講演論文集

ミニ情報

大果で食味の良い施設栽培向きビワ新品種‘はるたより’

■長崎県農林技術開発センター

ハウスビワは、露地ビワに比べて高単価で生産も安定していますが、栽培品種は‘長崎早生’に偏重しています。ビワは、収穫期に労力が集中することから、単一品種の栽培では経営規模を拡大することが困難です。

そこで、長崎県農林技術開発センター果樹研究部門では、‘長崎早生’と熟期が異なる、施設栽培向き新品種‘はるたより’を育成しました。

育成地（長崎県大村市）における‘はるたより’の施設栽培での熟期は4月中旬で、‘長崎早生’よりやや遅く成熟します。果実重は55～60ｇで‘長崎早生’よりも大果です。果肉は比較的軟らかく、糖度が高く、食味が優れています。‘長崎早生’で発生の多い高温による果皮障害が少なく、日持ち性も優れています。樹勢は強いのですが、着花性が良好で豊産性です。「ビワがんしゅ病」のすべての菌に抵抗性で、がんしゅ病はほとんど発生しません。平成25年2月1日に品種登録出願公表されました。

ビワ新品種‘はるたより’

（果樹研究部門ビワ・落葉果樹研究室
主任研究員　**稗圃　直史**）

ユーザーから見たオランダ型統合環境制御

Minori Holland B.V.
Director
今井　寛之

オランダ施設園芸生産者の常識

私が現在、拠点を置いているオランダの施設園芸を見ると、「大規模温室」「最新機器」「オートメーション」など最先端の技術が目につきます。産業のクラスター化や施設園芸振興地域の集約が進み、安価なイニシャルコストなどにより、大規模化や自動化やハイテク設備の導入などが進んでいます。

生産性が高く高収量を実現しているオランダの施設園芸の発展は、このような設備の発展だけに頼ったものではありません。農業経営者が栽培品種の特性を十分に理解し、刻々と変化する環境状況に応じて植物の生育をコントロールする「環境制御技術」のノウハウの蓄積と大学や研究機関と生産者、企業との情報共有のネットワーク化や販売など、流通企業間との明確な分業体制が大きく寄与しています。

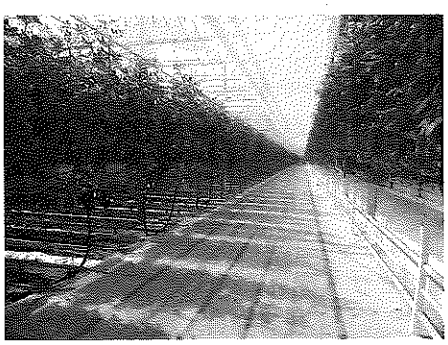
オランダの生産者は生産技術に関して品目は様々ですが共通認識として、「植物生理」に応じた栽培（環境）管理が最も重要であると理解しています。生産者は、研究機関や種苗会社、農業系企業とともに植物の環境に対する反応について様々な側面から研究開発や調査を行っています。

一般的に植物がストレスを感じると、植物の生産において最も重要な項目である光合成能力は低下するため、収量や品質を高めるにはストレスの原因となっている阻害因子を特定し、生育に最も適した環境条件に整える必要があります。このため温度、湿度、CO_2濃度、給液管理などを効率的に制御するための様々な設備が開発・発展してきました。オランダのような生産性が高く、高収量、高品質な農業を日本で実現するためには、高性能な設備を導入するだけでなく、これらの設備を使いこなすための植物生理や地域の気象に対応した管理技術が非常に重要となります。

オランダ農業との出会いと現在

私がオランダの農業に初めて出会ったのは約20年前、高校生の時です。野菜専攻の授業の中でオランダの施設園芸の手法についての文献を読んだことがきっかけで施設園芸最先端のオランダで学びたいと考えていました。

2000年に初めてオランダに単身で渡り、現地の経営者と交渉をしてインターンとして研修を行いながら、当時の経営者のはからいでオランダワーヘニンヘン大学で行われていたSPAを利用した温


オランダの標準的なトマト生産温室

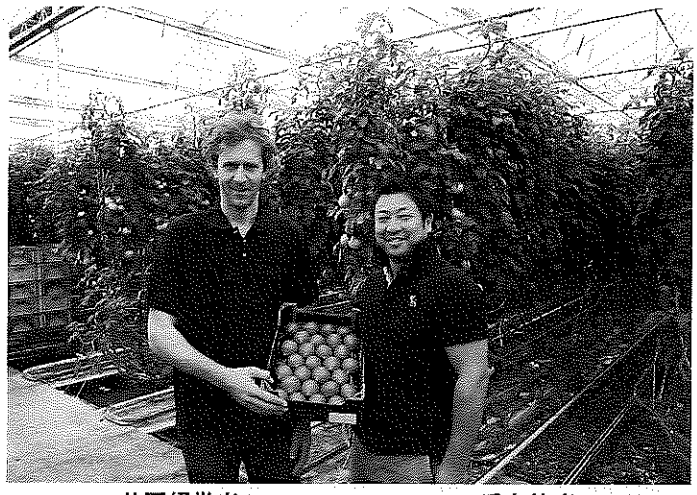
ポットプラント生産農場

室環境制御に関する産官学連携プロジェクトの研究員としてグローアーという立場で参加させていただきました。

90年台～00年当時のオランダはEUへの加盟を目前に控えていたこともあり、各地で産業関連のインフラ整備を大規模に行っていました。農業分野でも輸出産業として、またヨーロッパにおける流通のハブとなるために空港や市場の整備、コールドチェーンの整備を進めました。現在ではコンサルティングや先端研究で有名なGreenQやワーヘニンヘン大学リサーチセンターなどは2000年ポルダーモデル*地域にあります。

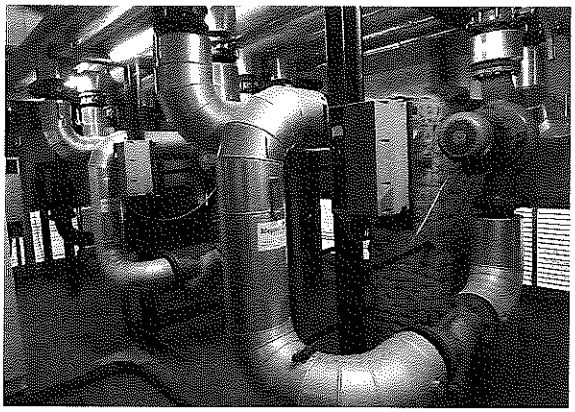
*年代・地域ごとによってインフラ整備や住環境整備を行っています。

私どものオランダの農場では、5haのガラス温室において、青果用の大玉トマトと日本品種を用いたフルーツトマトを周年生産しています。基本的な栽培管理は現地の担当者が管理をしていますが、環境や生産状況は常にコンピュータから確認して、定期的にミーティングを行い状況をシェアしています。私どもの施設では従来CHP（Combined Heat and Power）で加温を行っていましたが、エネルギー価格の高騰や資源枯渇対策のために、2005年から地下資源でもある温泉を利用した加温設備を利用しています。また、CO_2を工業地帯からのパイプラインで供給されるものを利用し、地域内での効率的な資源利用に努めています。



共同経営者 Bart van den Bosch氏と筆者

温室外観



温泉熱のヒートエクスチェンジャー施設

オランダ型統合環境制御とは

オランダの施設園芸経営者の基本的な認識として、アグリビジネスを展開する上で最も重要なファクターとして、以下のことが挙げられます。

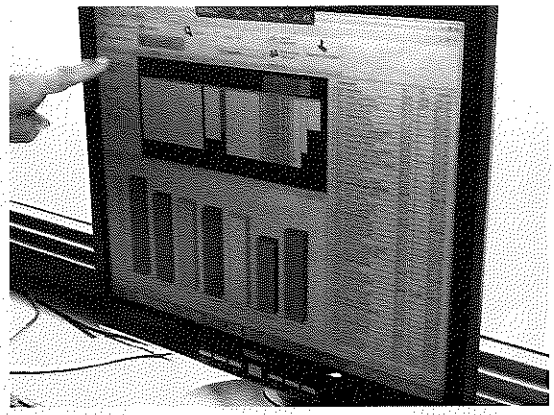
○　マーケティング（品目／品質／収量／食味／市場ニーズなど）

○　資金調達・投資回収

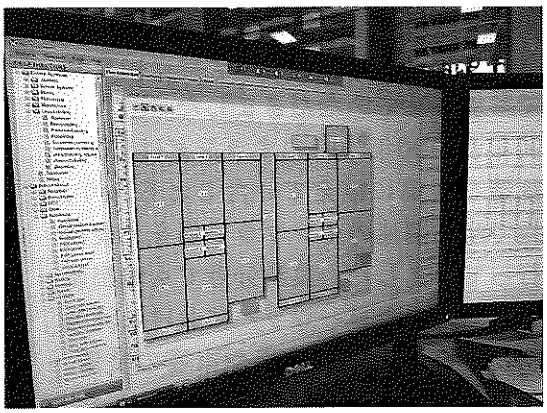
○　施設設計／エネルギー効率

上記のファクターを総合的に判断して、経営適正規模や投資規模を決定しています。

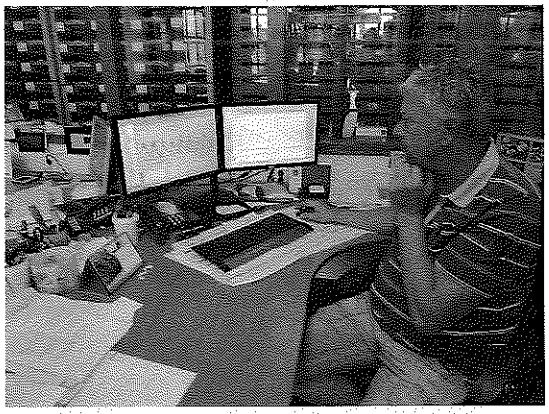
多くの経営者が大規模な温室を建設する場



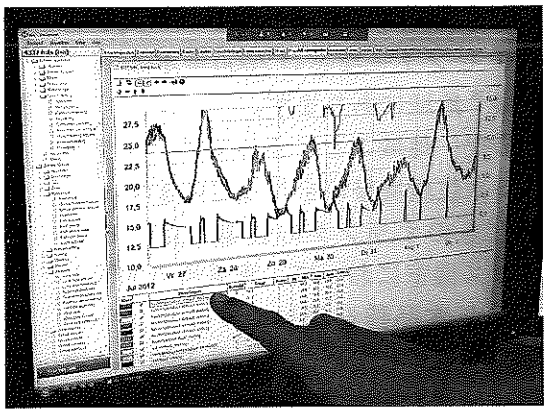
労務管理システムの画面



各コンパートメントレイアウト



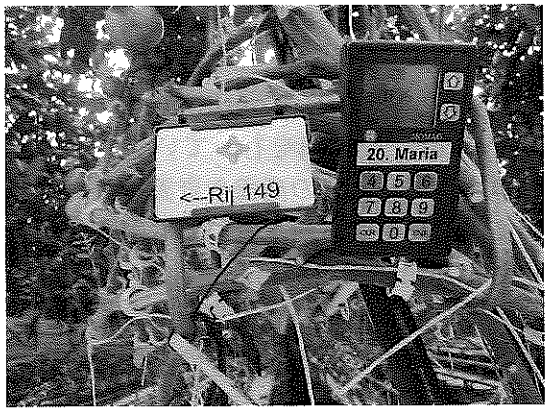
コンピュータシステム



環境データの確認

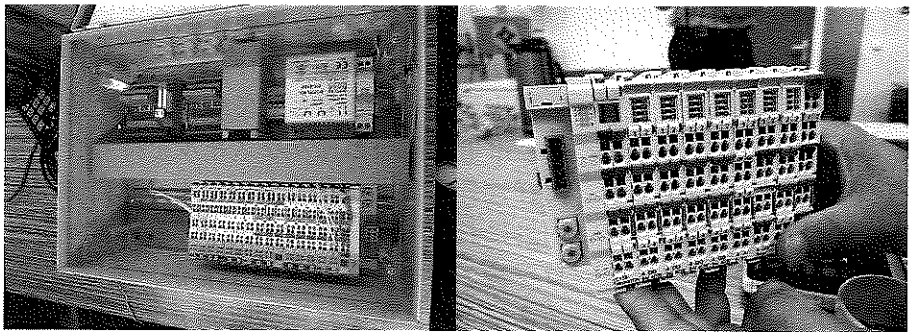
合、もしくは規模拡張する場合には設計や計画に関する専門のアドバイザーが関わります。彼らは投資回収見込みや資金調達先の確保などトータルなかたちで関わります。

上記の条件を元に、品目や品種、例えば食味や成分などを想定して施設の設計がなされます。ターゲットとなる品目によって必要とされる環境制御項目が異なるため、施設設計と環境制御コンピュータの選定は重要な項目になります。温室の環境制御は、温度・湿度・飽差・CO_2・日射量・風速・風向・潅水・肥料などすべての変数が相互に影響し合い、温室内の環境を作り出しています。最新のシステムでは気象データもリアルタイムに入手し、自動的に制御装置の設定変更も可能になりました。また、植物体の生体情報も近年では計測が始まり、光合成速度や蒸散量などもリアルタイムで計測されています。これらの生体情報のフィードバックを元に、さらに環境の「適正制御」が可能になりつつあります。



労務管理システムの端末

植物のポテンシャルを最大限に引き出し、生産性を高めるためにはすべての項目を理想値に近づける必要があります。リアルタイムで変化する環境条件に対して、相互のバランスの改善が、オランダにおけるクライメートコントロールの基本的な考え方なのです。



Hoogendoorn社 iisiのデータポイント、工業規格を利用しているため拡張性が高い

リアルタイムで経営状況把握

温室環境のコントロールと関連して、エネルギー利用効率の改善についても、施設園芸の経営者は重要だと考えています。最小限のエネルギー投入によって、最大限の生産性を確保するために、コンピュータシステムは無くてはならないものとなっています。また、エネルギーと同様に、肥料や資材、労働力の投入も効率化を図る必要があります。

現在、オランダのほとんどの生産農場はクライメートコンピュータと労務管理、生産量管理は統合され一元管理されています。これは温室内環境と生育状況、生産管理工程がすべて統合されて管理されているためで、㎡当たりコスト、生産量、生産効率をリアルタイムで確認することが出来ます。

私達が現地で他の生産者との勉強会を行う場合や栽培コンサルタントのとミーティングを行う場合、基準としてすべて㎡当たりの数値を用いて状況を判断しあうことができるのです。具体的には温度設定だけでも関連する加温や冷却など、CO_2投入量、設定移行の幅やタイミングなどの時間、電照の量やタイミング、潅水量、廃液開始時間やEC、pHなど多くの項目が温度管理に関係していますし、エネルギー投入量や人件費、生産量など同じ基準でデータの共有を行うことで経営の把握と改善や環境の改善を図っているのです。

日本での多くのやりとりは単純に温度設定は何℃、暖房は何℃、収穫量は一日何kgなど単純な値だけの判断が多いと思います。ICTの活用は単純に環境の計測やデータの集積としての役割だけではなく、リアルタイムでの経営状況の把握のために使われる必要があります。

日本ではオランダの生産性や単位面積当たりの収量について議論されていますが、オランダの現地の生産者はいかに単位面積当たりの収益を伸ばすかということが重要であり、アグリビジネスを運営する経営的なスタンスの違いも、農業関連産業の違いに現れているのだと思います。

日本の施設園芸発展の鍵は人材育成

日本における統合環境制御の普及について、すでに国内においてhaを超える大規模な生産温室では導入が進んでいますが、このクライメートコンピュータの普及はまだまだ一部にすぎません。国内でも多くの企業がこの分野に参入してきていますが、実際にはオランダのシステムのように普及していないのが現状です。

工業的なアプローチや空調管理のシステムメーカーがパッケージとして販売をしていますが、これまでの生産温室のデータや環境管理のノウハウが少ないため、導入する生産者がシステムの利用を十分に理解していないと無駄な投資となってしまいます。また、それぞれのシステムに相互性が無いため、システムの切り替えやアップデートなどに課題があります。国内市場は急速に縮小していますが、既存の生産者の生産性を向上させるためにより安価で互換性が高く、導入しやすいシステムが求められます。

オランダは過去30年間の短期間において施設園芸を急速に発展させてきました、それはオランダの厳しい環境条件と自由市場という極めて厳しい産業だからこそ生産性の追求と

コスト管理、エネルギー管理を行った結果、今のオランダの施設園芸があります。今後、日本においても施設園芸における環境制御やオートメーションは発展してゆく可能性を秘めていますが、反面、国内の現状ではその多くの生産者はパイプハウスや加温設備のない施設が中心で、ローコスト・ローリターンな状況に置かれています。また、環境データや植物生体情報のデータ化も一般化していません。より高度な施設園芸を国内で展開するには、生産者自身のスキルの向上とその産業を支える技術者やコンサルタントの存在が鍵になると言えます。単純に統合環境制御の技術が高ければ産業が発展するのではなく、農業生産者の経営者としてのスキルと生産技術、市場動向など様々なスキルを持ち合わせた経営者の育成が必要なのです。私自身、国内外においてコンサルタントとして様々なプロジェクトを担当していますが、施設設計、エネルギー、生産技術、販売（マーケティング）資金調達など、をトータルでマネージメント出来る人材の育成が今後の日本の施設園芸の発展に寄与するものだと私は考えます。

ミニ情報

夏秋トマトの省力・軽労化技術および高温対策技術の確立と普及

■青森県農林水産政策課

青森県の夏秋トマトは、４月下旬～５月上旬に定植し、６月下旬～11月上旬まで収穫する長期どりで、整枝方法は、ひもを利用した「つる下げ誘引」が主流ですが、つる下げ作業は重労働であるほか、トマトに与えるストレスが強く、減収の要因ともなっています。

そこで、県内の主産地である中南および西北地域においてつる下げ労力が軽減され、トマトへのストレスが少ない「Ｕターン誘引」について現地実証するとともに、県域での検討会等により、普及拡大を図っています。

また、本県では、夏季冷涼な気象を活かして夏秋トマトの産地化を進めてきましたが、ここ数年は夏季の異常高温による花落ちや果実の小玉化が顕著で、９～10月の収穫量が減少しており、高温対策技術の確立が必要不可欠となっています。

このため、遮熱資材等の効果を現地で確認・実証するとともに、暖地の先進事例を調査し、高温対策技術の確立を目指しています。

（農業改良普及グループ　野呂　幸男）

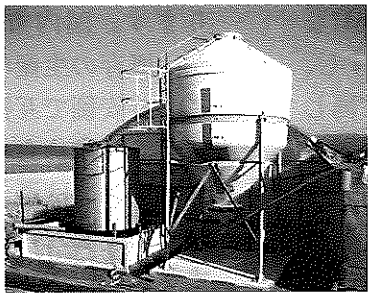
トマトにおける燃油削減対策技術の導入

■熊本県八代地域振興局

熊本県八代地域は温暖な気候を利用した施設園芸が盛んな地域です。中でも冬春トマトは全国一の生産量を誇っています。ここ数年はトマトの需要も高まり、生産量は増加傾向にありますが、加温が必要な作型であるため、燃油価格の高騰が農業経営を圧迫する要因となっています。

そのため、重油の価格変動の影響を受けず、地域資源を有効に使用できる木質ペレットを燃料とした加温機について平成24年度に試験導入を行い、重油の使用量の削減について検討しています。八代地域では、施設の面積が約30ａで、試験導入している10万kcalの暖房機１台では賄いきれないので、重油加温機との併用運転を進めており、木質ペレット加温機が主に稼動し、施設に温度ムラが生じないダクトの配置について検討しています。

そのほかにも、既存のハウスに内張２層カーテン、循環扇、多段サーモの導入といった燃油削減効果がある設備について、燃油価格高騰緊急対策事業などを活用しながら導入を進め、コスト削減を進めています。



◀木質ペレットタンク（左側はＡ重油タンク）

（農業普及・振興課　竹下　佐和子）

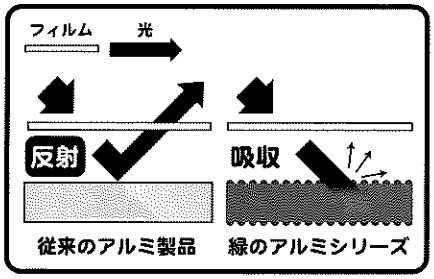
緑のアルミって?

アルミの表面に
粉末を焼付け塗装
したものです。

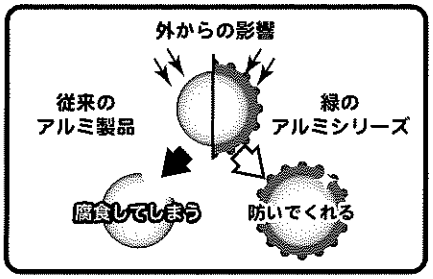
2012年 特許取得

このような効果があります!

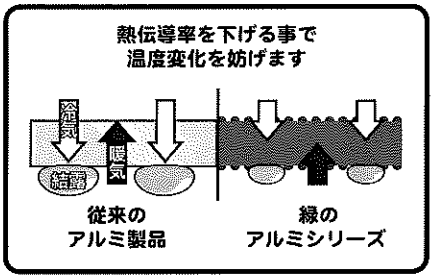
1.フィルム焼け軽減



2.腐食防止効果



3.結露軽減&省エネ断熱効果



このような場所に最適です!

- 従来のアルミ製品を取り付けている場所
- 錆びやすい海岸沿いや腐食が起こる牛舎・堆肥舎など

お問い合わせ
TEL 092-932-5431
FAX 092-932-5440

佐藤産業株式会社
〒811-2126
福岡県粕屋郡宇美町障子岳南3丁目1番26号

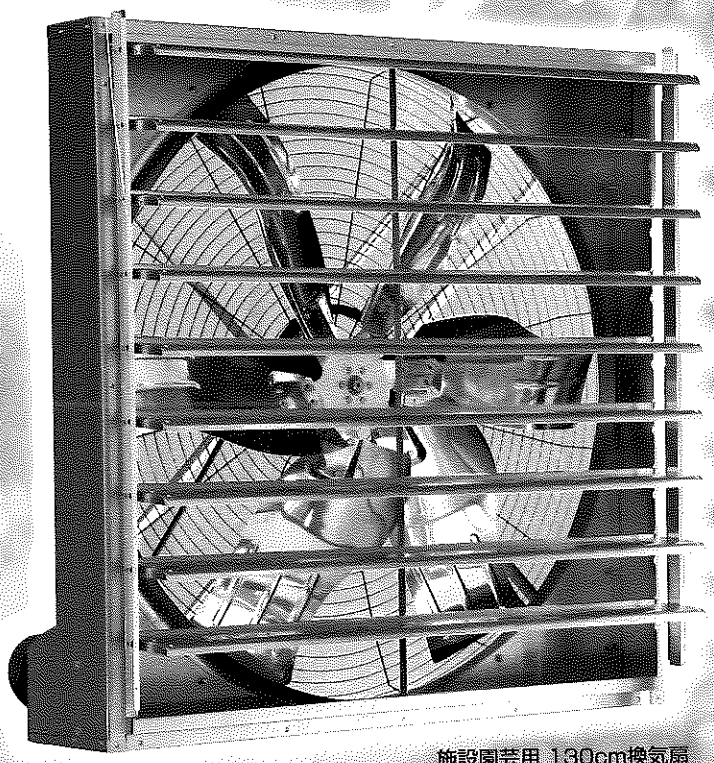
ホームページ
www.satohnet.co.jp
太陽温室ブログ
太陽温室 検索

栽培環境の改善で、より良い、作物を育てる、手助けに!!

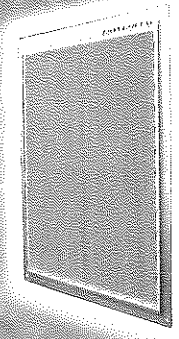
FULTA AGRO SYSTEMS

フルタ施設園芸用システム

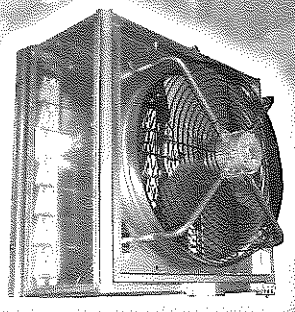
植物工場の環境制御は、フルタにおまかせ!



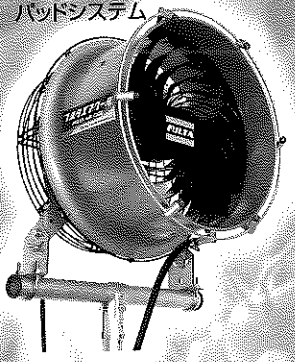
施設園芸用 130cm換気扇
(FGX1373)



クーリング
パッドシステム

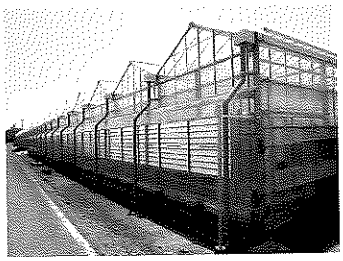


吸排気ファン
環境扇(KL1)

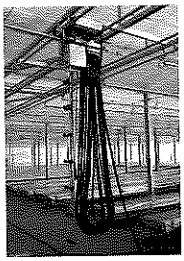


細霧冷房ファン
(AC403)

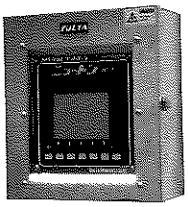
エアビーム(AB27)



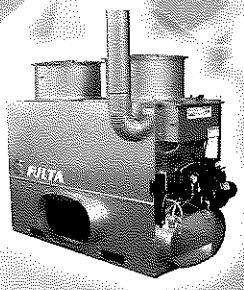
施設園芸用 130cm換気扇 設置例
(FGX1373)



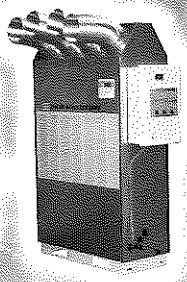
自動防除システム
(プログレス)



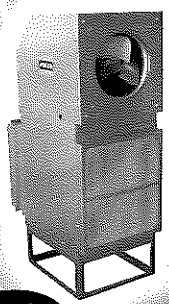
Coming soon 制御盤
(ニュートン)



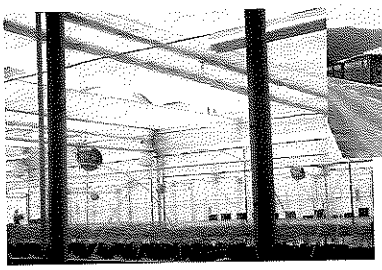
省エネ認定取得
ハウスヒータ(FES)



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

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)
フルタエンネッツ(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

ハウス内環境の「遠隔制御」を可能に

ネポン　農業用ICTクラウドサービス　アグリネット

スマートフォンなどで手軽にハウス内の「見える化」、設備異常や温度異常に対しての「異常警報」、グループ間のやりとりを円滑、簡素化させる「情報配信＆コミュニケーション」など、クラウド型サービスを展開する“アグリネット”に2014年春、新たなサービス「遠隔制御」サービス※1が登場します。

■遠隔制御サービス

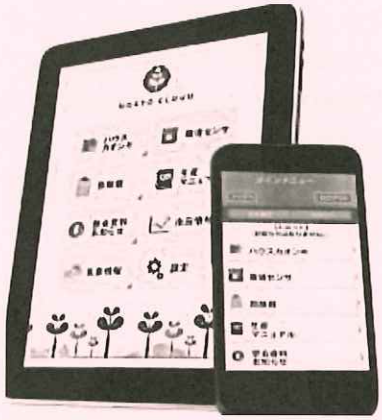
複合環境制御盤「MCシリーズ（遠隔制御対応型）」を、アグリネット設備と組み合わせることで、「見える化」された様々な環境データを複合的に活用し、最適な環境づくりをサポートします。さらに複合環境制御盤の各種設定は、自宅や外出先などハウスから離れた場所からいつでも確認や変更を行うことができるため、細かな管理を可能とするとともに、厳寒期などのハウス見回りなどの作業負担を低減することも可能です。

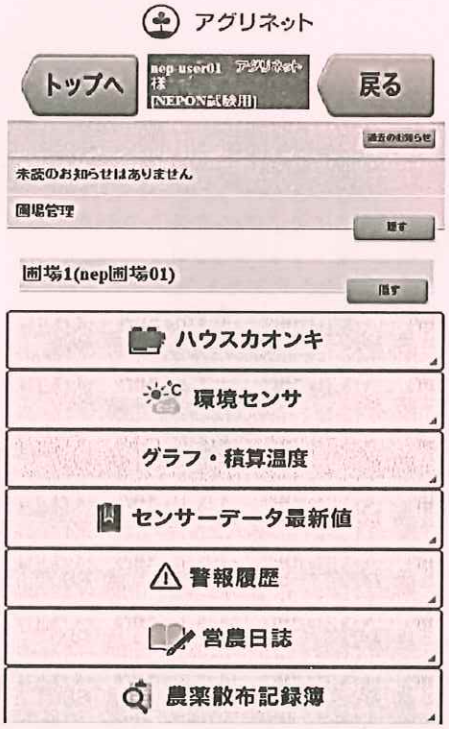
また、グループや家族など複数の方※2による同ハウスのモニタリングや遠隔制御も可能なため、自分一人では気付くことのできない作業の改善点や新たな管理方法の発見にもつながります。

益々便利になる「アグリネット」へ今後もご注目下さい。

※1　遠隔制御サービス利用料が別途必要となります。

※2　圃場管理者以外の方が使用するためには管理者の認証およびセキュリティシステムのパスワードが必要となります。





スマートフォン表示画面

＜問い合わせ先＞

ネポン㈱　営業部農用グループ
〒243-0215　神奈川県厚木市上古沢411
TEL：046-247-3269　FAX：046-248-6317
URL：www.nepon.co.jp

先進の養液混入装置と複合環境制御装置による施設環境の統合制御

ネタフィムジャパン　ネタフレックス3G

御好評を頂いておりますネタフィムの養液混入装置シリーズに、大規模面積の施設潅水に対応する先進の養液混入装置「ネタフレックス3G」が登場しました。

ネタフレックス3Gはオープンミキサーシステム（養液希釈混合タンク付システム）を持ち、大規模施設における区画毎の正確で安定した養液供給が可能となります。ポンプ仕様の変更により、様々な規模での利用に対応します。養液混入部分はベンチュリー方式を採用し、シンプルかつコンパクト、コストパフォーマンスに優れた設計となっております（写真－１）。

写真－１「ネタフレックス3G」（本体）

写真－２　NMCプロ環境制御

＜実際の使用場面では＞

●ネタフレックス3GはネタフィムNMCプロまたはプリバ社システム等の潅水コントローラーによって制御されます（写真－２）。

●日射センサー、EC/pHセンサーその他のデバイスの利用により、環境に応じた効率的な潅水が可能です。

●別途NMCプロ環境制御と接続することで、潅水制御に加え、①天窓、②カーテン、③暖房、④細霧、⑤パッド＆ファン、⑥循環扇、⑦炭酸ガス施用、⑧作物保護、⑨補光のプログラムを制御出来、施設環境を統合的にコントロールすることが可能になります。

＜問い合わせ先＞

ネタフィムジャパン㈱
〒103-0008　東京都中央区日本橋中洲5-10
第16シグマ日本橋ビル
TEL：03-3663-6510　FAX：03-3663-6320
URL：http://www.netafim.jp

苗生産の常識を変えた！

三菱樹脂アグリドリーム　人工光・閉鎖型苗生産装置　苗テラス®

三菱樹脂アグリドリーム㈱の苗テラスは、「いつでも、どこでも、誰にでも」をコンセプトに開発された21世紀型の苗生産装置です。自然環境に左右されずに無農薬で良質苗を安定生産できる画期的なシステムで、育苗経験の少ない方やベテランの方まで、誰にでも簡単に均質な健苗を作ることができます。

＜特徴＞

●天候や季節に左右されない苗生産

季節や天候による栽培期間の変動がないために、年間を通じて一定の品質の苗を、一定の日数で計画的に生産することができます。

●最高の苗質と本圃での高い生産性！

最適な環境で育成された苗は胚軸が太く、

葉肉が厚く、ガッシリした苗質になるため、定植後も良好な生育が期待できます。

●規格苗の低コスト・省スペース計画生産！

一定の大きさ、葉数の苗を一定の日数で生育させる苗の規格化と、高密度育苗による低コスト・省スペース化を実現しました。

●無農薬育苗で環境にやさしい！

「苗テラス®」は閉鎖型であるため、病害虫が入りにくく、無農薬栽培を可能にします。環境にやさしく、経費の節減にもなります。

●温度・光・水管理を自動化して簡単作業

育苗室内の光や温度・潅水・CO_2濃度の管理はすべて自動で制御されるため、誰でも簡単に良質な苗を生産することができます。

＜仕様＞

気温制御：20～30℃（設定可能範囲16～32℃）
照明：ON／OFF制御
潅水：自動底面給水
栽培面平均光強度：200～250 μmol/㎡ s
CO_2施用：～2,000ppm
光源：三波長型白色蛍光灯

＜導入事例＞

「苗テラス®」の内部

・大規模苗生産企業（ベルグアース㈱様他数社）
・JA育苗センター（全農とちぎ種苗センター様他数箇所）
・大規模農業生産法人（アメーラ倶楽部様他多数）
・大学及び試験研究機関（千葉大学様他多数）
・その他アグリビジネス参入企業他多数（ナッパーランドとの組み合わせ）

＜問い合わせ先＞

三菱樹脂アグリドリーム㈱　営業部
〒103-0021 東京都中央区東日本橋本石町1-2-2
TEL：03-3279-6200　FAX：03-3279-6599
URL：www.napperland.net

栽培に必要な環境要素の測定ができる

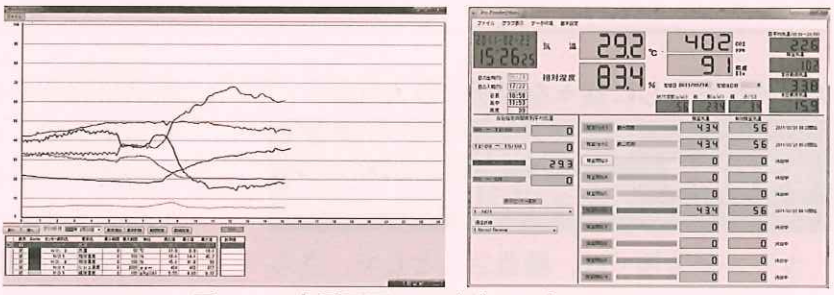
誠和。 プロファインダー プロファインダー友の会（会員サービス）

～ 統合環境制御で収量向上を狙う “生産者のみなさま”を応援します ～

「農産物の高生産性を実現するインテグレーターとして農業の魅力を高めていく」ことを理念に掲げ、施設園芸における生産性向上のための商品開発をする㈱誠和は、作物栽培に必要な環境要素を測定できる装置「プロファインダー」を販売、それに伴いプロファインダーで測定した環境データを活用できる会員専用Webサイトを運営しています。

＜背景・趣旨＞

施設園芸では生産性を高める手段として、作物の収量向上は有効な策の一つであり、そ



図－1　表示画面およびグラフ表示画面

のためのハウス内環境制御の重要性が再認識されています。そして収量向上のためには光合成を高める必要があり、光、温度、湿度、CO_2など様々な環境因子をより高い次元から制御する‘統合環境制御’の考え方が重要です。

こうした動きに対応すべく、生産者の皆様に、ハウス内環境の問題点を把握することで多くのヒントや課題を見つけていただくために、特に施設栽培において植物の生育に影響する各種環境要因の単位をデータとして収集することができる「プロファインダー」を開発し、生産者の皆のサポートをしています。

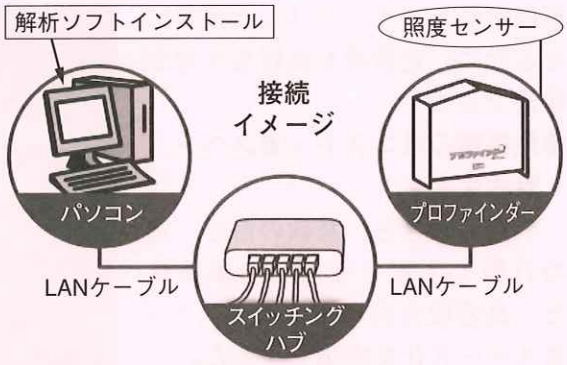
現状のハウス内環境におけるヒントや課題発見により、創りたいハウス内環境を明確にすることで、機器の動作設定改善の目安になるため、光合成を促進させ収量向上が可能なハウス内環境づくりの近道になります。

また、測定したハウス内環境データをもとに各種機器を制御して、理想的なハウス内環境をつくるとき、環境データと共に照らし合わせる必要がある生育データもあわせて活用できる会員専用Webサイトを運営しています。

＜商品およびサービス概要＞

①プロファインダー

プロファインダーは、センサーで測定した各種測定値を解析ソフトを利用することで、植物の生育に必要な単位に変換しグラフで表示できるようにしました（図－1）。構成は、測定センサー本体、照度センサー、解析ソフトおよびそれをインストールするパソコン（対応OS：WindowsXP以上）とデータ通信ツール（LANケーブル、ハブ）です（接続のイメージは図－2）。本体内に設置されたセンサーおよび接続した照度センサーから計測した測定データは設定した任意の間隔（1分～）でパソコン上の解析ソフトに記録され、その変化を逐次グラフで表示することができます。



図－2　プロファインダー本体とパソコンの接続のイメージ

【解析ソフトで表示可能な項目】
温度：気温、最高・最低気温、日平均気温、時間帯別平均気温、積算気温、有効積算気温
湿度：相対湿度、絶対湿度、飽差、露点
CO_2、照度（lx）、日の出・日の入時刻

②プロファインダー友の会（会員サービス）

※会員専用Webサイトを利用したサービスはインターネットをお使いいただける環境をご用意ください。

A－会員専用Webサイト

環境データと生育データを照らし合わせて活用できる会員専用Webサイト

＊デジタル栽培野帳、グラフの比較、環境アラート機能、病害虫の発生予測など

B－その他のサービス

＊修理サポート、ソフトウエアバージョンアップ（無償）、メルマガ配信、その他

解析ソフトや会員むけサービスにつきましては、今後ユーザー様の要望をお聞きし改良、拡充していきたいと考えております。

＜問い合わせ先＞

㈱誠和。販売企画課　知久・高田
TEL：0285-44-1751　FAX：0285-40-8976
E-mail：㈱誠和。（info@seiwa-ltd.jp）

周囲の影響なしに様々な場所に導入可能

カネコ種苗　人工光照射多段微噴霧式 完全制御型植物工場

カネコ種苗㈱では、種苗会社として、さらに養液栽培プラントメーカーとして培った野菜栽培技術をベースに、外部と切り離された閉鎖空間で、太陽光を利用せず、人工光のみで野菜を栽培する完全制御型植物工場を販売しています。

完全制御型植物工場は、地域の気象や周囲の都市環境等の影響を受けず、設置スペース

が確保できれば様々な場所で導入が可能です。気候条件の厳しい場所でも野菜の栽培が可能となり、地産地消、地域・高齢者・障がい者雇用の創出、遊休施設の有効利用など幅広い社会的要請に対応出来る技術です。

＜カネコ種苗植物工場の特長＞

○人工光による立体多段式ベンチのため、限られた設備面積から最大の収穫量を得ることが出来ます
○微噴霧水耕：養液を微粒子にして根に噴霧することで、側毛が増え、根の先端での植物ホルモン生成が促進され、野菜の生育が促進されます
○微噴霧水耕による健全な根の発達と、特殊な肥培管理により、低硝酸野菜を生産できます
○周年を通し、気象条件に左右されない安定生産が可能なため、企業的経営に最適です
○外部と切り離された閉鎖環境のため、無農薬栽培を実現します
○食品工場の衛生管理手法を導入することにより、低細菌の野菜を生産することが出来ます
○適温に保たれた清潔な室内での作業のため、高齢者や障がい者でも働くことが出来ます
○トレーサビリティが容易になることから、安全・安心な野菜の生産が可能です

カネコ種苗の完全制御型植物工場の内部

＜問い合わせ先＞

カネコ種苗㈱　システム販売部
〒371-0844　群馬県前橋市古市町1-50-12
TEL：027-251-1615　FAX：027-290-1074
E-mail：shisutemu@kanekoseeds.jp

べたがけ・トンネル資材用不織布

ユニチカ　スーパーパスライト（「パスライト」強化版）

ユニチカ㈱では、様々な農業資材用不織布を展開してまいりましたが昨年、皆様方のご厚情をもちまして「ラブシート」が誕生より40周年の節目を迎えることが出来ました。これも偏に、当社をご愛顧下さる多くのお客様をはじめ、関係各位の多大なるご支援の賜物と深く感謝しております。

さて当社では、「パスライト」も長年に亘りべたがけ資材として展開し、これまでにも機能性を備えさせたべたがけ資材を市場投入してきました。

今回、ご紹介するこの「スーパーパスライト」は、「パスライト」にポリエチレン織り布を貼り合わせることで、保温性、引き裂き強度、並びに耐風性が向上した製品になっています。スーパーパスライトはパスライト同様に使用可能で、パスライトが使用できない風の強い地域においても、べたがけ使用やトンネル使用が可能な商品となっています。

＜資材の特長＞

・「パスライト」より保温性が高い
・「パスライト」より強度が高い
・支柱や留め具による破れに強い
（２回目の使用でも同じ場所で留めることが可能です）
・トンネル使用時の換気、潅水作業が軽減されます

トンネル使用状況

トンネル使用１ヶ月後の生育状況

左：スーパーパスライト区、右：パスライト区
＜北海道におけるズッキーニでの試験状況＞

これまでに、各地で試験を実施しており、べたがけ資材として、長野県でレタスに使用し、作業性、作物の生育において良好な結果が得られています。

また、トンネル資材として北海道や北陸でズッキーニ、南瓜に使用し、「パスライト」に比べ保温性高く、生育が良い、また換気、潅水作業において省力効果高いと評価され、トンネル内の作物の状態も良好であるという結果が得られています。

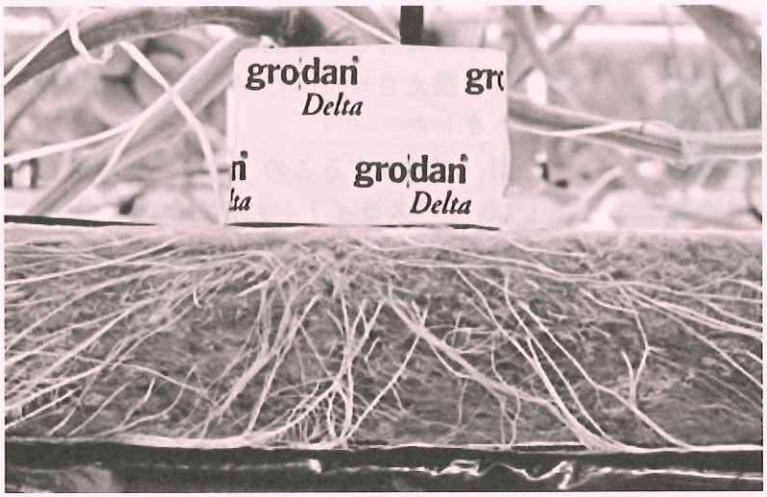
＜問い合わせ先＞

ユニチカ㈱　東京本社　不織布事業本部
スパンボンド営業部　農業資材グループ
〒103-8321 東京都中央区日本橋室町3-4-4 JPビル
TEL：03-3246-7564　FAX：03-3246-7559
URL：http://www.unitika.co.jp/spunbond/

最高の根張りを実現できる培地

日東紡　グロダンロックウール

グロダンロックウールは、水分分布や均一性に優れる高品質な培地です。日東紡では、お客様の収穫量向上に向けて、豊富な実績がある培地の販売と栽培技術情報を提供しております。



グロダンロックウールの根張り

①　適切な根圏管理が可能

グロダンロックウールは、高度な製造技術により、土耕を遥かに上回る高品質な人工培地として世界各国で使用されています。植物の生育・環境変化に応じた適切な根圏管理が可能であり、充実した根張りを実現できます。

②　技術情報の提供

日東紡では、オランダの最新の栽培技術や自社温室での試験データを基にして、培地の能力を最大限に引き出すための技術情報を合わせて提供しております。各地域

にて技術セミナーの開催も実施しておりますので、ご興味がありましたら弊社までお問い合わせください。

③　豊富な実績

日本を含めた世界各国の大規模菜園での使用実績があり、高い収穫量を達成しています。

是非グロダンロックウールで収穫物の高生産を実現してください。

＜問い合わせ先＞

日東紡　グリーン事業部
〒102-8489　東京都千代田区麹町2-4-1
麹町大通りビル
TEL：03-4582-5260　FAX：03-3514-8870
URL：http://www.nittobo.co.jp/business/environment-health/green/grodan/index.html

---

キャベツ機械化一貫体系の要

ヤンマー　加工業務用キャベツ収穫機 HC125（中型）・C141（大型）

近年、食生活の変化に伴う外食や中食の増加から、加工・業務用キャベツの需要が拡大しています。また、キャベツ収穫と調製作業にかかる時間と労力が、産地での生産規模拡大のネックでした。そこで、このような市場トレンドに応えるため、産官連携プロジェクトによる、加工・業務用のキャベツ収穫機HC125、HC141を開発しました。

この収穫機は、まず、掻込みホイルによりキャベツの茎を掴み、姿勢制御装置で一定の姿勢に整えます。その後、僅かな速度差のある上下2段のベルトにより、結球部の前後姿勢を補正し茎部と外葉を最適な位置で切断。最後に、機体後部の調製ラインで補助者による選別と調製作業を行いコンテナへ詰め込みます。従来の10aあたり約27.9時間の収穫・調製作業が、機械化により17.4時間に短縮されました（約40%の省力化）。

また、トラクタ用リアリフトの商品化により、収穫したキャベツを即出荷。モーダルシフト（輸送・交通手段の転換）を含めたキャベツ機械化一貫体系を確立しました。

HC141によるキャベツ収穫作業風景

姿勢制御の上下2段ベルト

大型収穫機の上での選別調製作業

リヤリフトによる運搬

＜問い合わせ先＞

ヤンマー㈱
〒530-8311　大阪市北区鶴野町1-9
梅田ゲートタワー
TEL：06-7636-9298　FAX：06-6373-1493

全野研 全国野菜園芸技術研究会 若手生産者の自己紹介

神保 謙太郎 栃木県小山市

作物：トマト（麗容）

面積：68ａ（35ａ＋33ａ）

所属：全野研青年部
JAおやま東部トマト部会

●経営の概要

大学４年時に、全野研現会長の大山寛氏の下で、10ヶ月間トマト栽培を学んだ後、平成15(2003)年に就農。大玉トマトのみの越冬栽培を専門に経営しています。労働力は、自分と両親、パート９名。全量を市場出荷しています。

●栽培の特徴

高軒高ハウスを使った、土耕ハイワイヤー誘引で、８月下旬に定植します。収穫期間は10月中旬から翌年7月中旬の９ヶ月間。高収量と高品質の両立を目指しています。

従来からの日本型の温度管理に、海外型の環境制御技術をミックスし、新しい日本型の環境制御技術を確立しようと考えて、日々試行錯誤しています。

●全野研での活動

第２回トマト・キュウリサミットにおいて、パネラーとして発表させて頂いたことを機会に実行委員として参加しています。

●私のメッセージ

全野研に携わり、各地の先輩方や仲間達に学ぶことも大変多く、日々の仕事にも充実感があります。今後の全国大会やサミットで、地域の枠を超えた仲間づくりや、活発な情報交換をしていきたいと思います。是非とも多くの方に参加して頂きたいと思います。

成田　稔雄 新潟県新潟市

作物：トマト（りんか・サンロード等）
キュウリ（ハイグリーン22）
その他　野菜苗・水稲

面積：鉄骨ハウス31ａ・ガラス温室８ａ、
パイプハウス３ａ

所属：全野研青年部、
新潟県農業改良クラブ連盟会長

●経営の概要

平成17年新潟県農業大学校を卒業、１年間の研修後に就農。

主な出荷品目はキュウリに、大玉・中玉トマトで、キュウリ・大玉トマトは直売と市場を半々に出荷、中玉トマトは直売のみです。キュウリの一部は地元小学校給食にも卸しており、地元に根差した販売を目指しています。

労働力は自身と両親の３人で、繁忙期にパートを１～２人雇用。

●栽培の特徴

減農薬・減化学肥料栽培に取り組み、消費者へより安心できる農作物をお届けできるように努めています。また現在、我が家の周辺では宅地化が進んでいるため、今までの栽培法ではうまくいかないことも出てきています。住宅街の中にあっても営農できる栽培も目指し、進めていきたいと考えています。

●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・運営に携わってきました。また、第１回サミットでは発表者としても参加させていただきました。

●私のメッセージ

私の地元には施設園芸農家が少なく、同年代の仲間もいないため、情報不足が否めません。全国大会・サミットなどを通じて、地域・年代を超えた情報交換・交流をしていきたいと思っていますので、宜しくお願いします。

豊橋から国産大玉トマト50t/10a採りを目指す「IGHプロジェクト」の1年間(2012.8～2013.7)の栽培実績と課題

技術情報

豊橋市IGHプロジェクト
(イシグロ農材㈱)　大門　弘明

1．IGHプロジェクトと50t採りを目指した設計基準

「IGHプロジェクト」とは、産学官連携により構成されたプロジェクトチームで、国産品種大玉トマト10a当たり50t採り達成を目標として活動している。

「IGH＝イノベーティブグリーンハウス」とは、トマト栽培環境を整えるために様々な設備を導入し、2012年6月に豊橋リサーチパーク地内に竣工した最新太陽光利用型植物工場である。設計基準は植物生理とエネルギー効率で、環境をコントロールするために循環型空調システムを採用し、エネルギーにおいては収量との比率で考えている。これは25t/10aでは収量：エネルギーを1：1とした場合、エネルギーを3倍使用しても50t採れれば2：3となり収量に対して30%以上のエネルギーが削減できる。つまり、環境をコントロールするためにはエネルギー使用量は増えるが、栽培環境が良くなることで増収し、効率が上がるという考えが基本となる。

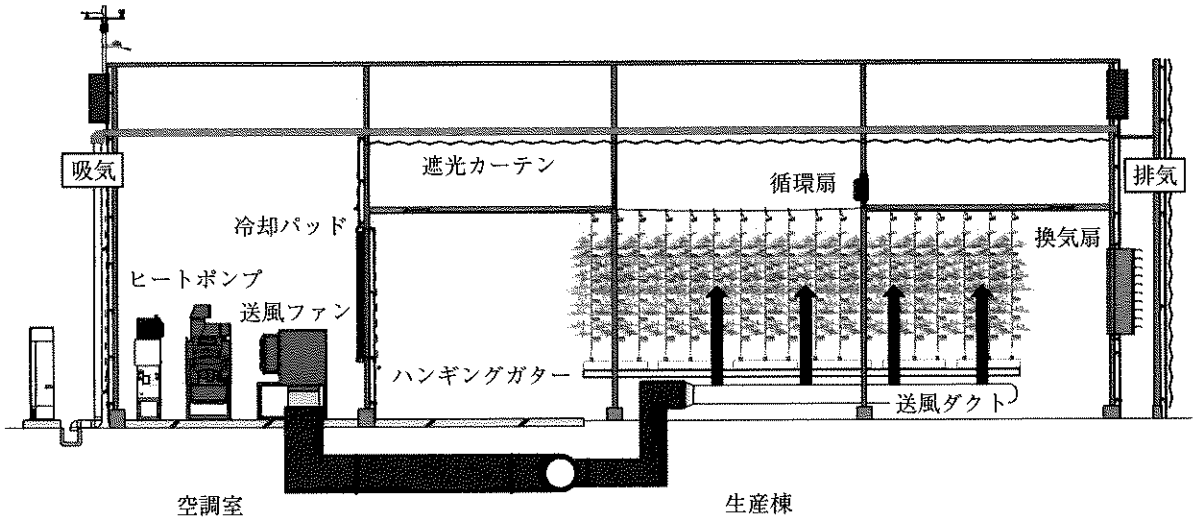
IGHは栽培棟・機械室・空調室・事務所の4区画で、栽培面積は1,056㎡、栽培ベッドは31m×19列でヤシガラをクラッシュした培地による養液栽培である。品種は‘りんか409（台木スパイク)’、定植日は2012年7月24日で葉数6枚程度の苗2,964本（約2.81本/㎡）を定植し、2月初旬より側枝を増やし3,458本（約3.27本/㎡）で2013年7月10日までを1年間の栽培期間とするが、IGHは光の多い夏季に栽培をすることで50tを達成する設計であり、12月6日まで栽培し、2作目（夏越え栽培）は12月中旬に定植を行う。

2．IGHの特徴

トマトは光合成のために光を多く必要とするが、豊橋市の夏は外気温が35℃を超え、ハウス内では40℃近くになる。35℃を超える環境では生育障害を起こし、呼吸による消耗も激しくなるために栽培が厳しい状況となる。IGHでは気化熱を利用するシステムを導入し、夏でもハウス内温度を28℃前後に保つ。屋根には熱線反射フィルム（巻上稼働式）により温度抑制と遮光を兼ねる設備を設置した。春や秋には外気が乾燥するために加湿目的でミストシステム、栽培ベッドの下にダクトを配置することで下から上に空気を動かす循環式空調システム（暖房、冷房、CO_2施用を含む)、根に必要な酸素を供給する装置、強制換気ファンなど様々な設備を複合環境制御によりコントロールする（図－1)。

強制換気稼働時（夏日中）は北面より外気を取り入れ、南面大型ファンにより排気するが、夜間は冷房運転となり閉鎖式に切り替わり、日中は28℃、夜間は18℃程度で温度管理をしている。つまり、季節や時間帯において強制換気（外気導入）と閉鎖式が切り替わり稼働することになる。更に冷房エネルギーを縮減するために、外壁フィルムは2層の断熱構造としている。

なぜIGHでは夏越えをするための設計にしているのか？ それはオランダが12月定植で夏越え栽培方式により生産者の平均収量が



図－1　IGHシステムのイメージ断面図

60ｔという現実があるからである。オランダは光合成環境を重要と考え、光の多い夏に収穫ピークを迎える。日本よりも光の少ないオランダで60ｔを達成しているのであれば、品種差による収量の違いがあるとしても日本で50ｔを超えることは可能と考える。しかし、日本では高温問題があるために夏の栽培ではIGHのような高温対策設計が必要となる。

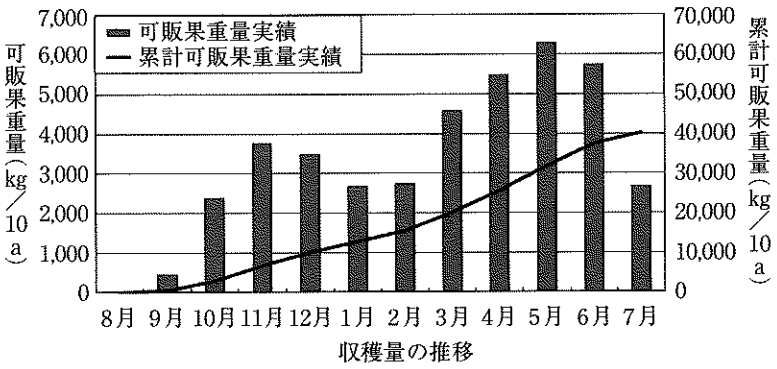
3．1年間の栽培実証結果

2012年７月24日定植～2013年７月10日終了（352日栽培）での収量結果は、

【収量】総収量：40.78ｔ/10ａ
　　可販果収量：40.23ｔ/10ａ

【品質】Ａ品：47.0%　Ｂ品：41.8%　Ｃ品9.9%
　　平均糖度：4.89　平均１果重：157ｇ

以上のようになった。注目すべきは収量の推移である（図－２）。図のように光の多い環境で収量が多くなっており、３～６月の４ヶ月での収量合計は22ｔを超える。つまり約10ヶ月の収穫期間とした場合、月５ｔを超えれば単純に50ｔ達成が可能ということになる（※栽培を続けた７月の収量結果は6.48ｔであり、５ヶ月での合計は28.5ｔ）。



図－２　１作目の収量実績グラフ

4．課題１：多湿問題

IGHの冬季は閉鎖式となり、循環空調システムにより内部環境を整える。この場合、葉からの蒸散により室内の相対湿度（以下湿度とする）が高い状態が続くことで収量が減った（水、肥料吸収が低下、玉伸び悪化、品質低下）。ヒートポンプを活用した除湿（約80L/h）でも改善することができず、外気導入をしたが栽培棟との空気交換が少ないこととエネルギーが多く必要となった。

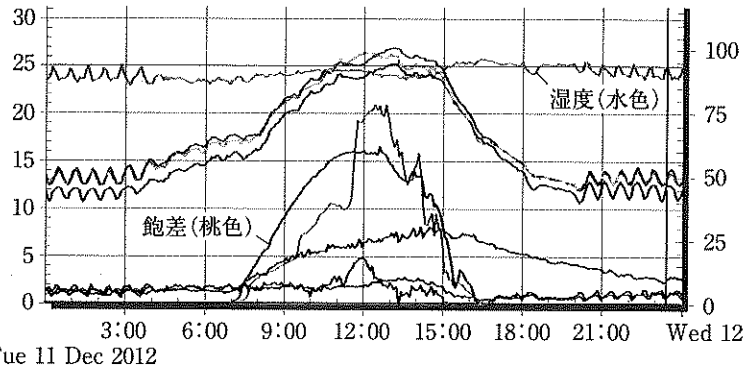
IGHでは屋根部で換気するための天窓と呼ばれる設備が無い。これにより室内の多湿空気と乾燥した外気の交換ができずに多湿状態（図－３）が問題となった。もちろん除湿機や強制換気によるコントロールもコストを掛ければ可能であるが、湿度と温度をコントロールすることと、費用面においても天窓設備がどれほど重要で優れた設備であるかがわかった。対策としては天窓を導入したいところであるが、２作目では換気ファンと顕熱式空気交換機で試み

る計画である。

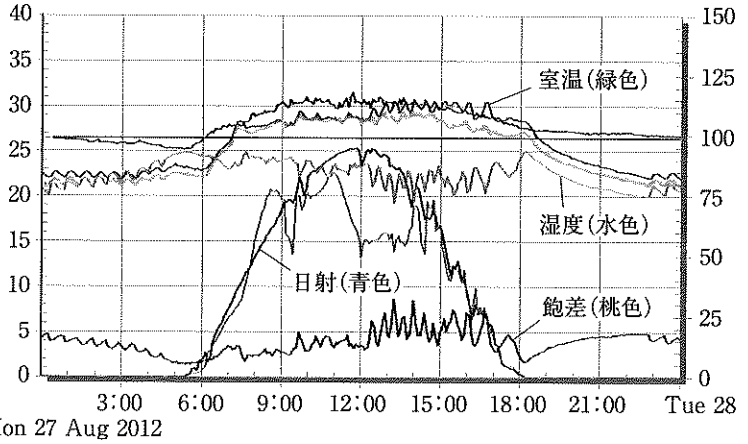
次に、夏季の多湿問題である。高温対策として、気化熱による冷却設備（以下、パッド&ファンとする）を導入しているが、温度を下げるために水を利用することで室内が多湿となる（図－４）。

図のように室温（緑色＝実線）は30℃前後で管理しているが、湿度（水色＝薄線）は高い状態となる。午後の環境としては温度30℃に対して湿度80%前後（飽差５～７）で良い環境といえるが、午前中に湿度90%（飽差３～４）で日の出と共に徐々に蒸散準備をすることで光合成量を上げる管理ができない状態となった。

夏季は日の出と共に温度が急上昇していくためにパッド&ファンを稼働させる必要があるが、パッド部全体を濡らすことで多湿問題が発生し、春や秋での稼働では室温を下げすぎる結果となり使用期間が夏限定となる。この対策方法としてはパッドの濡れる面積（気化熱で冷却できる面積）を制御することが必要である。2014年春にはこれらを対策したパッド&ファンを稼働させる計画でいる。



図－３　2012年12月11日の室内環境グラフ

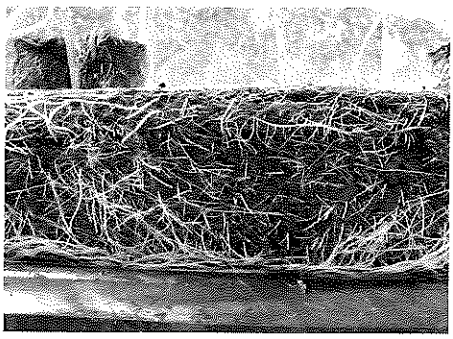


図－４　2012年８月27日の室内環境グラフ

５．課題２：培地内環境問題と気候変動

６～８月は梅雨や高温時期であり気候変動が激しく、日本特有の問題といえる。ここで起きた問題が培地内の制御ミスによる根傷みであった（写真－１、２）。雨や曇天時には潅水量を減らすことで培地内水分量を管理しているが、当初は、時間帯による潅水量と回数で管理しており、梅雨時期に潅水を停止する処置を行うことで培地内水分が少ない状況を作ってしまった（図－５、※培地重量センサによる３バッグ重量を計測、重量54kgを超えると排水が出る）。また、IGHでは日本向けに作った新しいヤシガラ培地を採用しており、排水性が優れるために潅水を行わないことで培地内水分量が激減し、同時に培地内ECも高くなる。

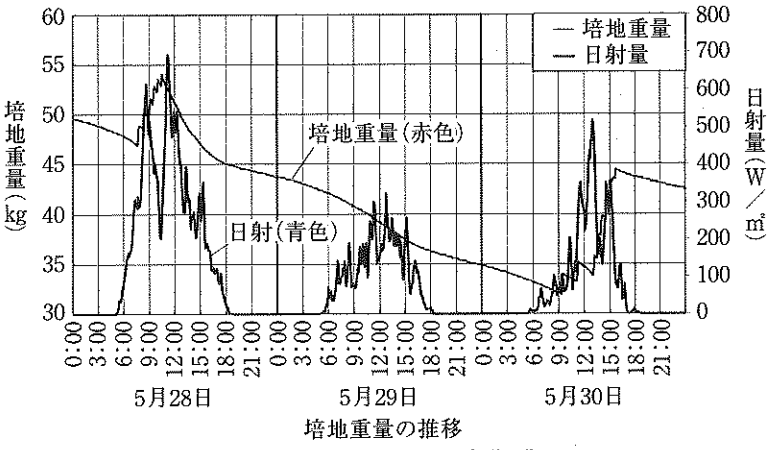
この対策として、日射比例による潅水管理を実施している。しかし、曇天や雨が続く場合に日射比例では潅水を行わないことがある。IGHでは季節ごとに日の出１～２時間後（生育状況で変化）にタイマーによる潅水を行い、必ず培地から排液が出るようにしてい



写真－１　通常（健全）の根の状態

写真－２　根傷みした状態

る。この方法により、培地内の水分と肥料濃度を安定させている。タイマー制御による潅水後は、日射による制御に切り替えることで気候変動に対応する潅水方法とした。もちろんこの方法が一番良いとは言えないが、人的ミスによる収量低下を防止するためには必要と考えている。



培地重量の推移

図－5　培地内の水分量変化グラフ

6．課題3：梅雨と猛暑

パッド&ファンの欠点は、外気が多湿の場合には効果が少ないことである。水の蒸発で熱を奪うシステムであるため、梅雨時期の高温と多湿条件での稼働では室温が下がらないことがある。この場合、曇天と高温という条件となり、光合成量は低下するが呼吸量は増えることで消耗が激しくなる。夏季の夜間は冷房により18～20℃の室内で管理するものの、日中の呼吸消耗が多い場合は植物が弱る。よって梅雨時期から弱り始め、潅水管理ミスによる根傷み、梅雨明けの猛暑と続き、大きなダメージを受ける結果となった。更には、外部遮光（屋根面外部を熱線反射シートが巻き上がる装置）が日射制御をしていたために、曇りでは遮光していない状態、そこからの晴れによる強日射で萎れはもちろん、日焼けによる品質低下も発生した。

これらの問題による収量への影響としては7月（6.48ｔ）に対し、8月（4.29ｔ）、9月（2.08ｔ）という結果になった。特に8月、9月の収量低下では8月に500株撤去したことも影響している（課題5で説明）。

7．課題4：1日内で変化の激しい日射

夏季（猛暑）での怖さは温度だけではない。先に記載した通り曇りからの晴れである。これは1日ごとの天気の変化ではなく、1日内での変化で起きる。曇りで日射量が少ないという判断で外部遮光が全開している。そこに雲の切れ間からの突然の強日射が植物にあたる。日射制御により外部遮光は全閉に切り替わるが、時間差があるために被害を受ける。また、日射量による外部遮光の開度調整をしていたことから、遮光されていない屋根部から強日射が当たった。これらの被害としては日焼け果、裂果の多発で品質を低下させた（表－1）。

対策としては、夏季での遮光は時間帯により開閉をすることと、完全な雨・曇りでしか開けないようにした。更に重要なのはフィルムの遮光率である。IGHでは高温対策として遮光率50％のフィルムを使用したことで、外での日射が1,000ｗ/㎡時に内部で500ｗ/㎡となり、光合成に必要な光の確保が少ない条件となった。理想としては遮光率30％程度のフィルムである。

8．課題5：8月の灰色かび病

IGHでは8月初旬に500株撤去しているが、これは灰色かび病が原因である。夏季の猛暑時期に灰色カビ病被害はほとんど無いと思われがちだが、IGHではパッド&ファンを利用しているために室内温度28℃、湿度85％とかびの影響を受ける条件となっていた。特に1年経過していることからベッド横に沿わしている茎の重なりも多く、裏側にか

表－1　6～9月の秀品率表

	6月	7月	8月	9月	品質基準
A	67.0%	61.0%	37.8%	36.1%	丸くて傷が無い、ほとんど見えない傷。
B	26.1%	29.5%	40.1%	35.7%	多少形が悪く、傷が少ないもの。裂果は浅く短く乾いている。
C	6.6%	7.6%	11.6%	22.4%	形が歪であり、裂果でも乾いたもの
D	0.3%	2.0%	10.5%	5.9%	売り物にならない。

びが侵入していたために発見が遅れたこと、夏季に被害は無いという固定概念が失敗の原因である。よって萎れによる発見時での一斉撤去を行った結果が、約500株（全体の1/6）であった。この影響がなければ８月の収量は５ｔを超えていたと考えられる。

９．最後に

IGHでの１作目は、冒頭で記載したように2012年７月24日定植である。その作を2013年12月６日まで行い、２作目は12月中旬に約3,500本の定植を行うことでオランダと同様に光の多い時期での栽培を開始する。もちろん今回紹介したように夏越えの作型では乗り越えなければいけない問題が多くあるが、６月から８月の３ヶ月間をミス無く制御できれば50ｔ採りは達成可能である。実際に１作目では多くの課題を解決できずに苦戦しながらも40ｔ/10ａを達成できている。

また、IGHの栽培面積は320坪（1,056㎡）であり、国産品種で１品種による実証試験を行っている。よって調査株および調査列の収量を10a 換算するのではなく、実面積10ａ栽培という生産現場に近い形での試験を行い、結果発表していく予定である。収量、品質、課題、対策など様々な発表内容があり、今回は一部しか伝えることができないのが残念であるが、IGHプロジェクトの結果を生産圃場で活用してもらえれば幸いである。

■「IGHプロジェクトメンバー」

○㈱サイエンス・クリエイト（豊橋市西幸町）
○（国法）豊橋技術科学大学（豊橋市天伯町）
○イシグロ農材㈱（豊橋市若松町）
○シンフォニアテクノロジー㈱（東京都港区）
○ガステックサービス㈱（豊橋市駅前大通）
○日本オペレーター㈱（愛知県豊橋市西幸町）
○シーアイマテックス㈱（東京都中央区）

■視察申し込みはこちらまで：

http://www.tsc.co.jp/igh/

《ミニ情報》

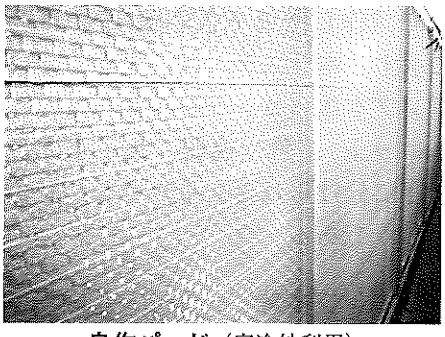
低コスト自作パッドによる花き施設の高温対策事例

■岐阜県農業経営課

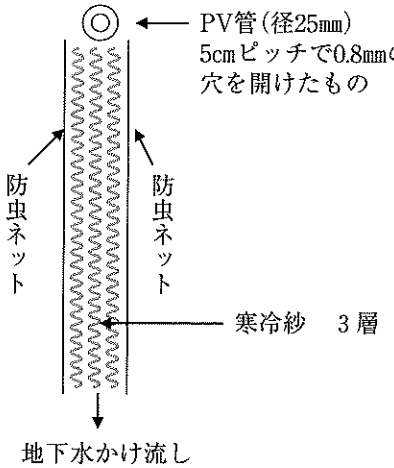
夏の花き生産施設の高温対策として、県内のガーベラ（切り花）生産者が低コストの自作パッドを設置したシステムを考案し、高温対策に効果を上げていますので概要を紹介します。同システムは、１㎜目の防虫ネットを表裏に使用し、その間に寒冷紗を３枚挟んだ計５層構造がパッドの基本となっています（パッドの対面にファンを16基設置）。

５cmピッチで0.8㎜の穴を開けた給水管（PV径25㎜）を、高さ２ｍの位置に設置し、パッドに流下（かけ流し：地下水利用）させます。設置経費（概算）は、17ａの施設（36m×47m）で約32万円（うち材料費20万円：36m分）等と安価です。同システムの導入によって、夏の外気温に比べて施設内の気温を５℃ほど低くさせることができ、生産量の増大と秋の出荷時期の前進化などに効果をあげています。この低コスト高温対策の取組に県内外の生産者からも注目が集まっています。

（技術課長補佐兼係長　**赤地　伸夫**）



自作パッド（寒冷紗利用）



システム概要図（断面）

農業における再生可能エネルギー利用と経済性は両立する！

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

技術情報

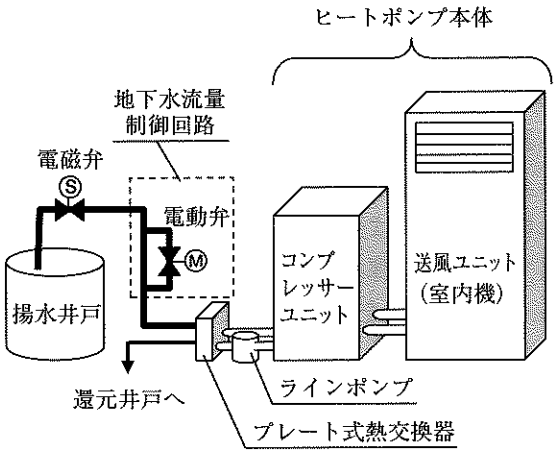
山形県庄内総合支庁農業技術普及課
産地研究室 主任専門研究員　古野　伸典

1．はじめに

温室効果ガスの排出抑制や、低炭素社会の実現にあたり、再生可能エネルギーの積極的な利用が望まれている。また、近年の原油価格高騰に伴い、施設園芸においても低コストな代替エネルギーが必要とされている。施設園芸におけるエネルギー利用は、冷暖房のように熱エネルギーがほとんどである。この点に注目した場合、再生可能エネルギーの中でも、浅層の地盤の熱を利用する地下水熱や地中熱に対する期待が高い。これらは、日変化や四季を通しての変化が少なく安定しており、昼夜や年間を通して生育適温を保たなければならない農業の熱エネルギー利用の特徴にも適合している。

地下水熱や地中熱の利用については、オイルショック当時に蓄熱槽等に直接貯熱する等の技術開発が取り組まれたが、貯熱のための設備が大規模なことや効率が低いことなどの理由から現在ではほとんど活用されていない。しかし、近年は低い温度の熱源を有効に利用できるヒートポンプシステム（以下、HP）の技術革新が著しい。日本の場合、外気を熱源とするHPが多いものの液体を熱源として利用できる水熱源HPについても、ビル空調用を中心に普及している。

そこで、筆者らは施設園芸における再生可能エネルギー利用の促進と、低コスト化の両立を目指し、市販の水熱源HPを利用した施設園芸用の地下水熱源HPを試作するとともに、冷暖房時の能力評価を行った。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。



図－1　地下水熱源HPの概要

2．地下水熱源HPの概要と特徴

本研究で試作した地下水熱源HPの概要を図－1に示す。本システムは、大きく分けてヒートポンプ本体（コンプレッサーユニットと送風ユニット）、熱交換器、地下水流量制御回路などに分けられる。それぞれの特徴は以下のとおりである。

(1) ヒートポンプ本体

本研究では、D社製の水熱源ビルマルエアコン（RWEYP224A、コンプレッサー出力8馬力、定格出力：冷房22.4kW、暖房25.0kW）を基本ユニットとして用いた。選定理由は以下の通りである。

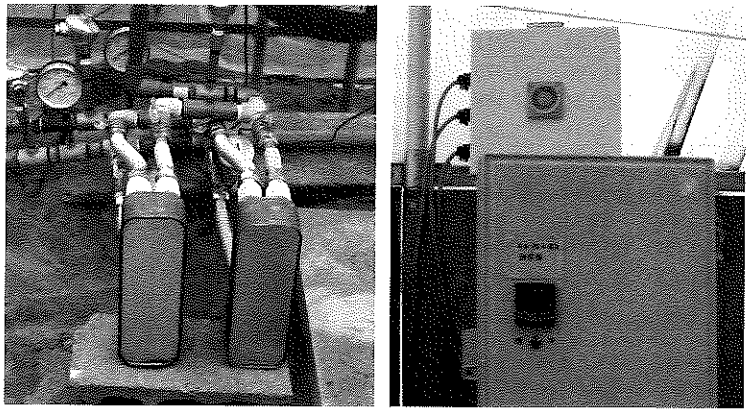
① 農業用で広く普及している空気熱源HPよりも本体価格がやや高額であるものの、量産されているため、地下水熱源専用HPよりも相対的に安価である。
② 二次側で直接温風を送風することができるため、ファンコイルユニットを新たに設置する必要がない。
③ 国内メーカー製であるため、生産現場で導入した場合でもメンテナンス体制が整っている。

市販の水熱源ビルマルエアコンの一次側（熱源側）として地下水を用いる場合、より低温域でも稼働するようにシステムを変更する必要がある。本研究では、HPメーカーであるD社と共同研究者である高杉氏（ジオシステム㈱）の協力により、これらを実施した。

(2) プレート式熱交換器とラインポンプ

水熱源ビルマルエアコンは、不凍液による熱交換を前提として設計されているため、地下水を直接本体に取り込むことはできない。このため、地下水と不凍液の熱交換を行う熱交換器を経由する必要がある。本システムでは、市販のプレート式熱交換器（MDI社製、SS-BHE T050）を用いた。なお、熱交換器の容量と設置台数は、HPの出力によって変わるので設計段階で十分検討する必要がある。

水熱源HPは、不凍液の循環のためにラインポンプが必要となる。システムCOP向上のためには、ラインポンプ等の周辺機器の消費電力量を抑えることが重要である。ビル空調用の水熱源HPの場合、ラインポンプは、



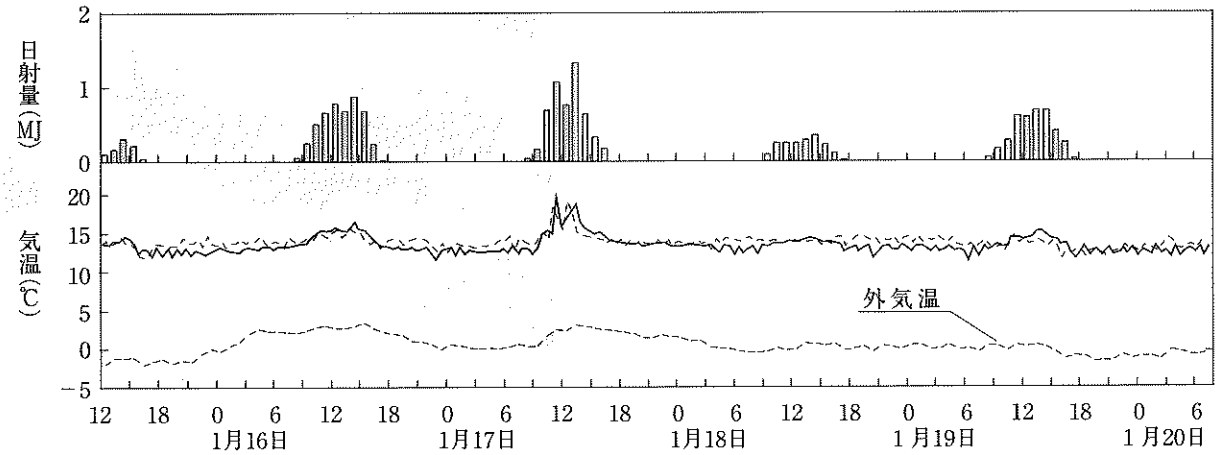
図－2　プレート式熱交換器（左写真）**とラインポンプ制御盤**（右写真上）

図－3　地下水流量制御回路

メインスイッチが入っている間は常時運転が基本である。しかし、施設園芸ではメインスイッチは常に入っているが、冷暖房が稼働している時間は限られる。このため、本システムでは、コンプレッサーの運転信号を取り出し、コンプレッサーの稼働時と停止後10分間のみ運転するような制御が可能な制御盤を新設した。なお、この制御盤では、ラインポンプの運転とともに、地下水の供給を制御している電磁弁も同様に制御した（図－2）。

(3) 地下水流量制御回路

地下水を用いる場合、使用する井戸によって汲み上げられる水量に制限がある。本システムでは、汲み上げる地下水量を抑えるために、電動弁と温度センサを用いた地下水流量制御回路を設けた。これは、熱交換後の地下水温を測定し、10℃以下になった場合に電動弁を比例制御で解放するものである。10℃よりも低く設定し、汲み上げる地下水量をさらに減らすことも可能であるが、この場合はCOPが低下する。使用する井戸の汲み上げ可能な水量とCOPについて考慮しながら設定水温を決定する必要がある。なお、コンプレッサーの焼き付きを防ぐため、バイパス回路を設けて、最低限の流量は確保するようにした。こうした地下水流量制御回路の設置により、本実験では、常時流水していた場合に比べて約60%の地下水を節約することができた（データ省略）（図－3）。



図－4　ハウス内気温と外気温、日射量

3．地下水熱源HPの暖房時の能力評価

(1) 暖房時の能力評価

実験には、筆者が所属する試験場内（山形県酒田市）に設置した間口7.2m×奥行11mのパイプハウスを用いた。ハウス内に前述の地下水熱源HPを設置し、暖房設定室温を14℃として運転した（地下水HP暖房区）。比較対照として、同じ敷地内にある地下水HP暖房区とまったく同じ形状・大きさのパイプハウス内に、燃油式温風暖房機（KA-205、熱出力23.3kW）を設置し、地下水HP暖房区と同様に暖房設定室温を14℃として運転した（燃油暖房区）。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日まで暖房した。

2011年1月15日12:00から1月20日6:00までをデータ解析期間として、ハウス内気温と外気温、日射量を図－4に示す。地下水HP暖房区、燃油暖房区ともに日射の影響でハウス内気温が上昇する時間帯も見られたが、概ね暖房設定室温である14℃を維持することができた。また、ハウス内の水平方向の温度ムラもほとんど差は見られず（データ省略）、燃油式暖房機と同等の暖房能力が示された。

なお、システムCOPや暖房出力などの詳細については、空気熱源HPとの比較も含めて、次号本誌165号(2014年春号)で報告する。

(2) 経済性の評価

現在、施設園芸用のHPは、空気を熱源とした空気熱源HPがほとんどを占めている。

表－1　暖房時・冷房時のランニングコストの比較（330㎡換算）

		暖房利用					冷房利用			
		H22.11	12	H23.1	2	計	H23.7	8	9	計
地下水熱源HP	電気使用量	2,245	3,444	5,899	5,379	16,967	1,458	2,633	1,025	5,117
	同上電力料金(円)[y]	35,414	49,814	79,298	73,053	237,579	25,962	40,073	20,762	86,797
	二酸化炭素排出量(kg)	926	1,419	2,538	2,211	7,094	512	978	375	1,865
空気熱源HP	電気使用量	3,679	6,629	11,796	11,575	33,679	2,013	3,483	1,371	6,867
	同上電力料金(円)	52,636	88,065	150,121	147,468	438,290	32,628	50,282	24,918	107,828
	二酸化炭素排出量(kg)	1,186	2,139	3,741	3,382	10,449	992	1,658	667	3317
灯油暖房	換算消費灯油量(L)[x]	721	1,345	2,188	1,708	5,962				
	同上灯油代(円)[w]	62,499	116,571	189,698	148,110	516,877				
	電気使用量	1,483	2,863	5,233	558	10,138				
	同上電力料金(円)	35,701	69,427	127,350	13,093	245,571				
	灯油代＋電気料金(円)	98,200	185,998	317,048	161,203	762,448				
	二酸化炭素排出量(kg)	2,333	4,351	7,081	5,529	19,294				

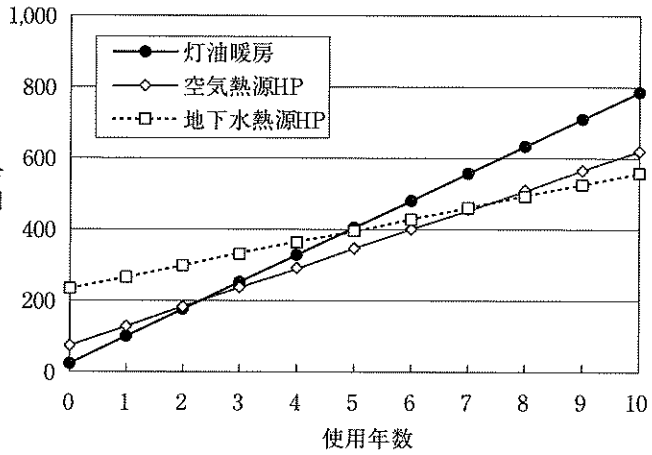
[z] 設定温度を暖房15℃、冷房18℃とした。
[y] 灯油暖房は東北電力の従量電灯B(20A)、ヒートポンプは低圧電力(7kV、力率85%)より算出。
[x] A重油の発熱量を39.1MJ/L、灯油の発熱量を36.7MJ/L(環境省「事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン」)、暖房機効率を85%として算出。
[w] 86.7円/L。民生用灯油(配達)月次調査(日本エネルギー経済研究所石油情報センター)のH22.1-23.12平均。

地下水熱源HPの経済性を評価するには、燃油式暖房機に加えて、空気熱源HPとの比較が重要である。このため、本稿では地下水熱源HPと空気熱源HP、燃油式暖房機について、イニシャルコストとランニングコストを含めた経済性について報告する。なお、ヒートポンプシステムを導入する場合は、ほぼすべての温室で燃油暖房機と併用するハイブリッド運転である。ハイブリッド運転の場合、暖房に必要な熱量のうち、どの程度をヒートポンプシステムが占めるかは不明である。そこで、暖房設定室温を14℃とした場合の暖房必要熱量のすべてを地下水熱源および空気熱源HP、または灯油暖房でまかなった場合の試算を行った。

一般的な生産現場で利用されている床面積330㎡（100坪）のハウスを想定した場合のランニングコストは、地下水HP暖房で約23.8万円となり、空気HP暖房の約43.8万円に比べて概ね5割程度に抑えられた。また、灯油による暖房の76.3万円に比べては3割程度であった（山形県における電力料金体系と灯油価格による）。

HPや燃油暖房機等の暖房装置を補助率1/3で導入した場合のイニシャルコストとランニングコストを合計した試算を表－1と図－5に示す。なお、地下水熱源HPの熱源となる地下水は、灌水用等で利用している既設の井戸から汲み上げることを想定し、経費には計上しなかった。また、HPのランニングコストには、夜間冷房で必要な電力料金も含めた。なお、ユリ栽培におけるヒートポンプによる夜間冷房処理の効果は極めて高く、切り花収穫時の草丈の向上などの品質向上が確認されている。しかし、本稿では紙面の関係で割愛する。

冬期の暖房と夏期の夜間冷房を含めたイニシャルコストとランニングコストの試算の結果、地下水熱源HPは、灯油暖房に比べれば5年目で、空気熱源HPに比べても7年目で、イニシャルコストの増加分をランニングコストの軽減分で回収できると試算された。



図－5　導入から10年目までのコスト試算

z想定規模330㎡、導入時補助1/3、全施設の供給熱量は同一。空気熱源HPと地下水熱源HPは夜間冷房の消費電力量も含む。灯油暖房は暖房のみ使用として試算した。

ただし、実際にHPを導入する場合には、ハイブリッド運転が前提となるため、面積当たりのイニシャルコストは相対的に減少する。また、燃油暖房機よりもHPが優先的に稼働するためにランニングコストが少ない優位性は比較的保たれると想定される。さらに、夜間冷房処理により階級が向上し、売上の増加が見込まれるが、これらも試算に加えていない。このため、実際には試算よりも早い段階でイニシャルコストが回収できると見込まれる。

4．低炭素社会と経済性の両立のために

地下水熱や地中熱は、日本中のいたるところで利用できる再生可能エネルギーである。また、本稿で紹介したとおり、施設園芸の暖房用熱源としても経済的に優れていることが示された。このように、地下水熱源ヒートポンプシステムは、施設園芸の収益性の向上だけでなく、再生可能エネルギーの利用促進や、低炭素社会の実現など、社会的な要請に応えうる技術である。

しかし、地下水熱源ヒートポンプシステムを生産現場に普及拡大していくには、さらなる開発・改良が必要である。今後、産学官が一体となってこれらに取り組んでいく必要がある。

ハクサイダニが施設シュンギクを加害

■福島県農業総合センター

福島県では施設シュンギク栽培で、ハクサイダニの被害が問題となっています。無加温ビニールハウスでの成虫発生が11月中旬からはじまり、春まで加害します。シュンギクの他にもコマツナ、ハクサイ、ミズナなどのアブラナ科、ホウレンソウで被害が見られています。加害された作物の葉は銀白色を呈します。

現在適用のある登録農薬はなく、登録に向けた試験を実施中です。これまでの試験で、多くの殺ダニ剤で効果がみられないこと、合成ピレスロイド剤など数種の薬剤で効果が認められることがわかってきました。

被害軽減対策には、前年に多発したほ場での連作を避けること、周辺雑草にも寄生するために、これらが発生源とならないように除草管理を徹底することが重要です。そして農薬登録薬剤が一日でも早く揃い、安定した施設シュンギク栽培が可能になることを願っています。

（作物保護科　**荒川　昭弘**）

スイートピーの新品種の育成

■神奈川県農業技術センター

早春に生花店の店頭に並ぶスイートピーは柔らかい花びらと甘い香りが魅力的です。冬から春にかけて施設での切り花栽培が行われますが、日本での栽培は神奈川県から始まりました。当所では施設切り花用品種の花色や芳香性など、バリエーションを広げる品種の育成に取り組んでいます。

このたび新たに花びらに刷毛目状の模様をもつ2品種を育成し、本格的に現地での栽培が始まりました。白地の花びらに濃い青紫の刷毛目模様が入る‘スプラッシュブルー’と

スイートピー‘スプラッシュブルー’

明るい紫色模様の‘スプラッシュパープル’です。2品種ともに目を引く花色で、シトラス系の香りが強いことも特徴となっています。引き続き異なる模様色の育成をしており、神奈川県オリジナルの差別化品種としての利用が期待されています。

（生産技術部 果樹花き研究課　**柳下　良美**）

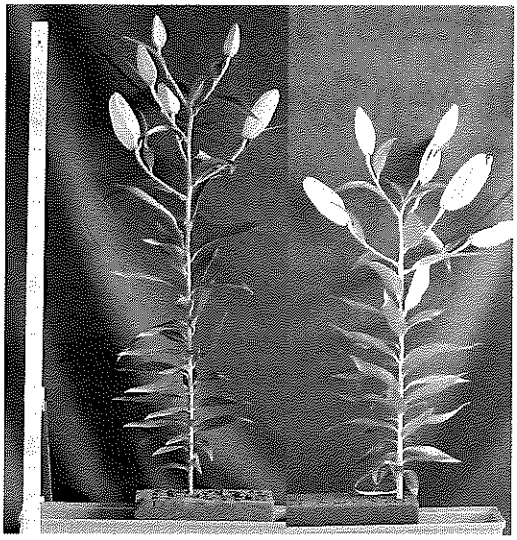
高温期におけるオリエンタル系ユリの夜冷栽培

■高知県農業技術センター

高知県における高温期のオリエンタル系ユリの切り花栽培では、草丈が短く、がく割れ（奇形花）が発生します。一方、県内のユリ産地では冬の加温を主目的に、ヒートポンプエアコンが導入されており、その冷房機能を有効活用した夜冷栽培での品質改善効果について検討しました。

‘ソルボンヌ’を8月中旬に定植し10月下旬に採花する作型の場合、定植直後から10月上旬までの期間の18：00～翌6：00を19℃あるいは22℃設定として夜冷することで、草丈が長いユリが収穫でき、がく割れも減少しました。また、夜冷温度が低いほどその効果も高くなりました。9月上旬の定植でも、同様に草丈の長いユリが多くなりました。さらに‘カサブランカ’、‘シベリア’、‘セーラ’でも同様の効果があることが分かりました。

現在、夜冷による数日～1週間程度の採花



＜19℃夜冷＞　　＜無処理＞

2013年8月16日に定植したユリ‘ソルボンヌ’の採花時の草姿

時期の遅れ、農家の設備による夜冷可能温度の違いなども考慮して現地実証を行い、高品質なユリの安定生産を進めています。

（作物園芸課花き担当研究員　**松木　尚志**）

シンクロトロン光を活用したキクの突然変異育種

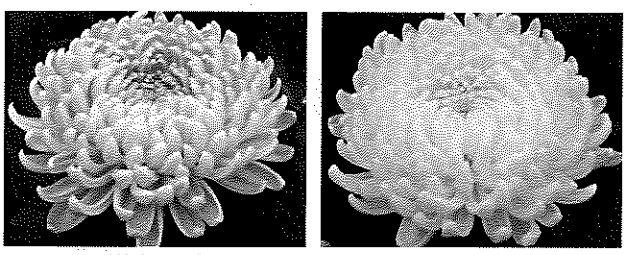
■佐賀県農業試験研究センター

当センターでは、佐賀県鳥栖市に整備された九州シンクロトロン光研究センターと共同して、シンクロトロン光を植物の突然変異育種における変異原として活用する研究を行っています。

花きにおいてはこれまでに、淡桃色の輪ギク育成系統‘佐賀1号’の腋芽に、吸収線量10～20Gy（グレイ）のシンクロトロン光を照射したところ、花色が濃くなったり、白色に近くなる変異が7.9～35.1％で認められ、キクの突然変異育種の変異原として活用できることを明らかにしました。

現在は、輪ギクの他に当センターが育成したスプレーギク品種を用いて、花色のバリエーション拡大や葉形等の一部形質の改良のために、シンクロトロン光照射による変異誘発を実施しており、実用形質を有する品種育成に取り組んでいます。

（野菜花き部 花き研究担当　**坂本　健一郎**）



‘佐賀1号’　　白色に近く変異した系統

輪ギクのシンクロトロン光照射による花色変異

「キク電照栽培用光源選定・導入のてびき」を作成

■鹿児島県農業開発総合センター

キク栽培において、電照を用いた開花調節技術は非常に重要であり、その光源としては主に白熱電球が使用されてきました。最近では節電等を求める社会情勢や、新しい種類の光源を比較的低価格で購入できるようになったことから、白熱電球と比較して省エネかつ長寿命である蛍光灯や発光ダイオード(LED)等の導入が進んでいます。

しかし、その一方で白熱電球にはない様々な問題点も表面化してきました。そこで今回、安心して新たな光源を導入できるよう、電照ギク生産者、農業指導者、光源製造メーカーの方々を対象に「キク電照栽培用光源選定・導入のてびき」を作成しました。本てびきは、農林水産省委託プロジェクト「国産農産物の革新的低コスト実現プロジェクト」の一環として、農研機構花き研究所等と共同で作成したもので、同研究所のホームページ（http://www.naro.affrc.go.jp/flower/index.html）よりダウンロードしてご利用いただけます。皆さんの参考になりますことを期待しています。

（花き部主任研究員　**郡山　啓作**）

海外情報

国際園芸学会専門委員会 シンポジウム「GreenSys 2013」報告

(開催地：韓国・済州島)

日本施設園芸協会 会長
千葉大学 名誉教授　篠原　温

はじめに

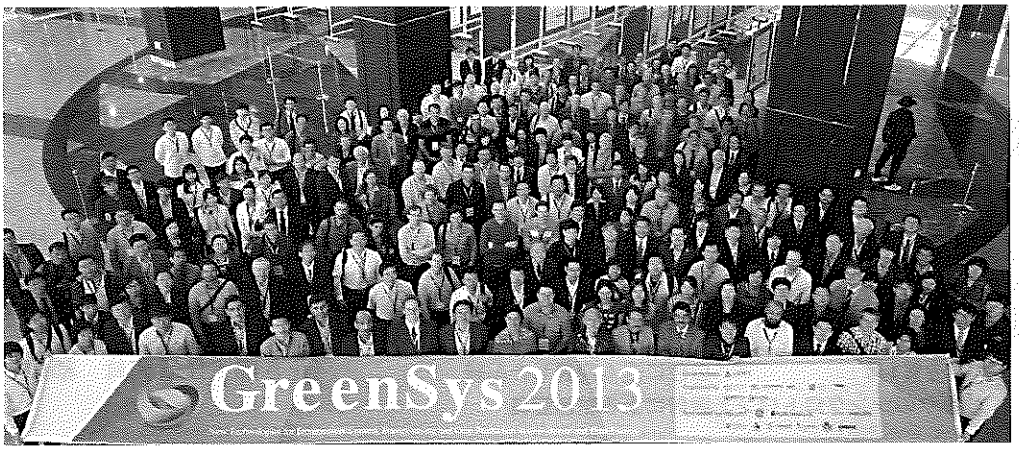
GreenSysは、国際園芸学会（本部：ベルギー）に30近くある専門委員会活動のひとつHorticulture Engineering and Protected Cultivation Commission（委員長：佐瀬勘紀・日大教授）が開催するシンポジウムで、施設園芸にかかわる重要な研究発表や情報交換の場となっている。今回のシンポジウムは、2013年10月6～10日の期間で、韓国の済州島南部にある国際会議場で開催された。本稿ではこのシンポジウムでの情報を紹介する。

1．今回のシンポジウムの概要

上記会場において、10月6日は登録とレセプション、7～9日は研究発表、10日は見学というプログラムで進められた。シンポジウムのメインテーマは、「環境制御の新技術と温室栽培・植物工場における栽培技術および省エネ技術」というもので、コンビーナーと呼ばれるいわゆる実行委員長は、ソウル大学農科大学で環境調節工学を研究しているソン・ジュンイク（孫禎翼）教授で、会議の運営は韓国園芸学会、韓国生物環境調節学会などのメンバーがあたり、様々な大学から参加した大勢の学生達がキビキビと働く姿は印象的で、また頼もしい限りであった。

参加者は世界32カ国から365名、発表件数は口頭発表128課題・ポスター発表174課題の計302課題で、単一のシンポジウムとしては非常に大規模なものになった。参加国で多かったのは、開催国の韓国(208)、日本（37)、中国(25)、アメリカ(10)がそれぞれ10名以上であり、これにドイツ、オランダ、ニュージーランド、メキシコ、フランス、カナダなどが6名以上の参加者を送り込んだ。

会の運営は素晴らしく、滞りなく行われたが、レセプションでの太鼓による民族音楽、



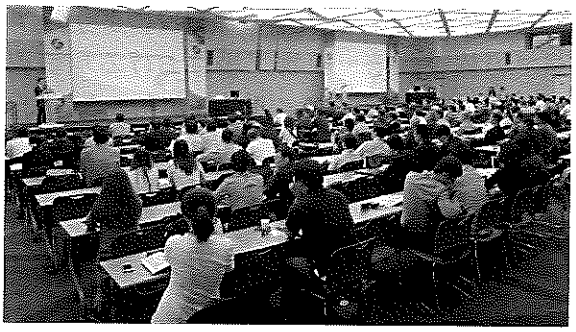
参加者全員の記念写真

会期途中にホワイエで行われた寸劇を含む舞踊、バンケットで演奏されたクラシック音楽など、随伴者を含め、すべての人が楽しめるような工夫がされていた。最終日の見学では、柑橘博物館（済州島は韓国で唯一、柑橘栽培が行われている。あらゆる柑橘に関する情報が見られる）、民俗村（昔ながらの村を保存し、住民が実際に居住している状態で公開されている）、韓国エアポートサービス済州農場（最新のオランダ型フェンロー温室、パプリカが栽培されている）、岩石パークの順で行われた。

2. 会議の内容

セッションが行われた3日間とも、朝はキーノート発表で始まった。

初日はアリゾナ大学のジャコメリ教授による「アメリカのグリーンハウスにおける新しい環境制御・省エネ・栽培技術」で、北アメリカの施設面積は1,800ha（メキシコ：1,000、カナダ500、アメリカ300）と大きくはないが、大規模経営が主体でオランダの技術をそのまま応用したような重装備施設が多く、トマトの収量としては、アリゾナのユーロフレッシュ社は、計130haの施設で平均75kg/㎡の収量をあげており、全米の冬トマト需要の実に25%をカバーしているそうだ。またテキサスのファミリーファーム社は、計画中も含めると75haの施設を持ち、すでに100kg/㎡を達成しているそうだ。このような大型生産農場は全米で8か所あり、一か所東部メイン州にある農場を除けば、カリフォルニア州、ネバダ州（ラスベガス）、アリゾナ州、テキサス州と、西南部にある。誰が気づいたのかは知らないが、このような過酷な高温乾燥地が施設栽培の適地であり、パッドアンドファン冷房を使えば無尽蔵に近い太陽光を利用でき、高収量をあげることができることを発見したのは凄いことだと改めて実感した。一方では、食の安心安全の関心の高まりとともに、安価で簡単なトンネル型プラスティックハウスによる清浄野菜生産も増えてきているようである。研究面ではセンサーによる



口頭発表風景

データの集積と解析や、水とエネルギー収支の解析も含め、効率的でサスティナブルな栽培技術の確立に向かって進展している。その他、都市農業としての屋上温室（ケベック州）、幼魚と組み合わせたアクアポニックス、人工光型植物工場をビルに組み込んだバーティカル・ファーミング（シカゴ空港）などの紹介があった。

二日目は、ワーゲニンゲン大学URのマルセリス教授による「作物栽培の技術戦略：植物生理学を栽培技術に生かす」で、5つの項目、1.最近の動き、2.セミ閉鎖型グリーンハウス、3.次世代グリーンハウス、4.温室における散乱光の利用、5.LEDの利用、について紹介された。この25年で単位面積当たりの収量は2倍以上になり、この間エネルギー消費量は劇的に減少させることができた。これは植物生理学にもとづく栽培環境の改善によるところが大きいと述べた。次世代グリーンハウスでは、収量は同レベルを保ちながら、エネルギー消費量50%削減を目指しており、特に、温室の保温構造の改善、湿度に関しては加湿・除湿を高レベルで調節することによって実現可能であろうと述べた。散乱光を利用した温室では、植物の下部まで光が届き、対照ハウスより10%の増収ができたが、これは均一な光が温室全体に分布した結果だろうと述べた。LEDの利用に関しては、エネルギー効率自体はあまり高くないものの、群落内補光の効果が高く照射方法を工夫すれば収量をアップできること、トマト果実に補光すると、ビタミンC含量が2倍になることが確かめられており、この機作を研究中であることなどが述べられた。

三日目は、ソウル大学の孫教授により、「アジアの施設栽培・植物工場における環境調節、省エネ技術の最近の動向」が発表された。まず、世界の施設栽培（400万ha）の実に88%が、中国、韓国、日本などアジアに集中していること（ヨーロッパが10%、アメリカとアフリカが１%ずつ）、東アジア地域では最近人工光型植物工場が注目され、開発が進んでいることなどが紹介された。環境調節に関しては、光合成・蒸散を群落単位で測定して温室全体での生産性を向上させることが進展しており、省エネやコストパフォーマンスも同時に評価することによって、温室栽培の環境調節技術は確実に向上してきていると報告された。光に関しては、人工光の利用、特にLEDを利用した群落内補光や人工光型植物工場における光質や光量の基礎研究の進展、反射光や散乱光の利用の研究の進展が望まれると述べた。

口頭発表は、毎日３会場に分かれて13のトピックについて発表があった。各トピックの最初は招待講演があり、それに引き続き一般発表がされた。発表数が多かったトピックは、栽培技術58件、人工光型植物工場40件、微気象・環境調節34件、エネルギー33件、光照射技術25件、環境制御技術21件、養液栽培技術21件などであった。

被覆資材における散乱光の利用についての発表は興味深かったので紹介する。ワーゲニンゲン大学URのヘミング氏の発表では、1．散乱光ガラスの出現によって従来言われていた１%法則（光透過率が１%増加すれば収量も１%増加する）はもはやなくなった。2．散乱光によって群落内の下部にも光が届くようになり、温室全体の物質生産量は増加する（オランダの実験で10%、2012年）。3．ガラス表面を無反射処理することによって、温室内への光が約５%増加した。4．ただし、光の入射角度が40度以上になると急激に入射光量は減少する。5．散乱光ガラスを透過した光質は角度に関わらず変化しないが、無反射処理の処理が加わると変わってしまう可能性がある。6．散乱光ガラスには多種多様なものがあるので、光の入射角を変えて透過した光がどのように分散するかを精密に測定する必要がある（光量・光質とも。ワーゲニンゲン大にはその装置がある）。というものであった。散乱光の利用は我が国でも「梨地フィルム」として注目はされているが基礎研究が進んでいないのが現状であり、この分野での研究の進展が必要であろう。また出席していた古在教授が、「オランダのような緯度の高い地域では夏でも太陽光の入射角が小さく、加えて冬の曇天が続く天然散乱光状態のようなオランダで敢えて散乱光ガラスを使おうとするのはナンセンスではないか？」という質問は核心を突くものであり、発表者も答えに窮していたが、「温室内群落光合成が増加したことは事実として受け止めている」と答えていた。

ISHS佐瀬委員長から実行委員長ソウル大学の孫教授へ感謝のメダル贈呈

3. APHPFについて

APHPF（Asia Working Group for Protected Horticulture and Plant Factory）は2008年のアジア園芸学会議の時に発足し、日・中・韓のこの分野の専門家の情報交換のためのシンポジウムを各国の当番制で毎年開催してきたが、今回はGreenSysの１セッションを第５回目として開催する形となった。３日目にこの名前の１セッションが持たれ、筆者が座長を務めた。日本からは富士通の渡辺氏がUECSシステムの統合ソフト開発について発表し、韓国国立電子通信研究院のPark氏が‘SCIENCE’と称される統合環境制御ソフト・プラットフォームづくりをしている

次回は中国西安の西北農業大学で開催される
APHPFの打ち合わせメンバー

ことの紹介があった。ともに未完成であるが、近々その姿を現すのではないかと期待が持てた。またセッションとは別に、このグループの日・中・韓のメンバーがセッション終了後の夜に集まり、次回第6回目のAPHPFシンポジウムを、2014年5月10～11日に中国西安の西北農業大学で開催することが決まった。

4. 産地見学

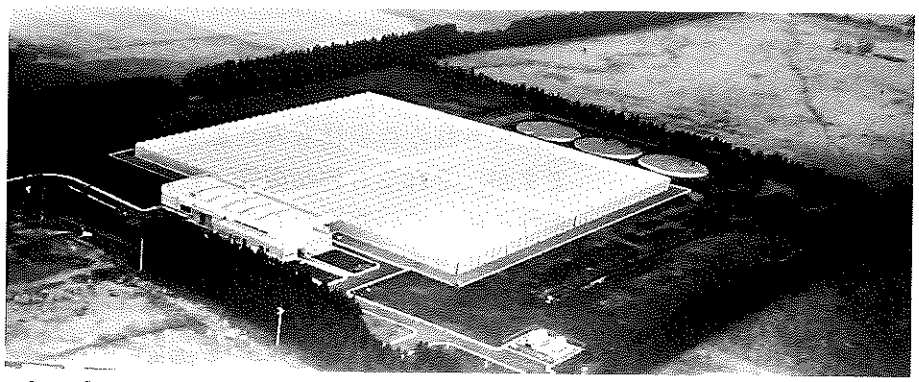
ここでは、Korea Airport Serviceという機内食向け中心でパプリカを生産している大型フェンロー温室会社について紹介する。ここのアドバイザーをしている全南大学の李教授が見学案内してくれた。2002年に済州島中部の標高400mに建設された温室であるが、当初は0.5haから出発し、現在は約2haとなっている。軒高4.8m、風速50m/秒、積雪120kg/㎡に耐えるガラス温室でパプリカを生産している。収量は年間350t（15kg/㎡で高い）で、出荷の比率は機内食用に27%、輸出用67%、国内出荷6%である。温室・内部施設ともにオランダ製で、環境制御はプリバ社のインテグロが使われており、また内部カーテンは遮光および保温の2重（スウェーデン製）である。温室屋根に降った雨は3つの1,500t貯水タンクに貯留され、培養液に使用される。屋根には273個のスプリンクラーが設置され、散水によって屋根の冷却による冷房や屋根の掃除などに使用される。ここで特徴的なのは地下水にCO_2が高濃度に溶けており、加えて地下80mに大きな空洞があり、ここの空気は12,000ppmのCO_2濃度を持っていることが判明したため、地下水は汲みあげて少し熱を加えてCO_2を取り出し、地下の空気と混合して貯留し、これをCO_2施用に使っていたことである。火山島の済州島でこのような自然現象が利用できているので、日本でもこのような可能性を追求すべきではないだろうか、と感じた。

フェアウェル晩餐会でプロの歌声を
聴かせた孫教授の奥様と筆者

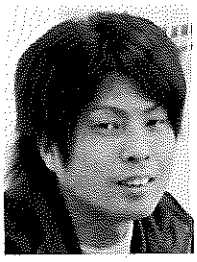
おわりに

専門を同じくした研究者が集い、中身の濃い集中的な発表をお互いに聞きあうことができたことで、全体的に非常に有益な情報交換の場となった。

次回のGreenSys 2015は、2015年7月19～23日の日程で、ポルトガルの歴史の町エボラで行われる。



2haのフェンロー温室でパプリカが栽培されているKorea Airport Service農場



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㈱

私が勤務するイシグログループは、創業以来百年以上、農業一筋に事業を行ってきました。自社設計の農業用ハウスや養液栽培設備、肥料、農薬、各種資材など、農業で必要とされる物を総合的に取り扱っております。また、苗その物の販売や栽培技術に関する情報を発信するなど、各種サービスを行っており、さまざまな角度から農業と関わりを持っております。弊社は農業関連の業務を通じ、農業をバックアップすることに取組んでおります。お客様第一主義は、創業以来変わることの無い精神で、地域密着型の経営は、農家様、地域住民の方々との強い結び付きと信頼関係を築きあげてきました。

私もイシグログループの一員として、入社以来農業資材の販売に携わっておりますが、当初は農業に対する知識は殆ど無く、逆に農家様に教えて頂いてばかりでした。それでも親身に話を聞いて頂いた方々には今でもとても感謝しています。

近年営業活動を通して、施設園芸を取り巻く環境が劇的に変化していると感じます。以前に比べ作物の価格は低迷しているものが多く、施設園芸に掛かる原油や鋼材を主とする経費は増加傾向にあります。そのため、農家様の利益を圧迫してしまい、ついには廃業してしまう方も珍しくありません。

このような状況の中、私達はただ商品を販売するだけではいけないと感じています。景気が上昇傾向にある時は、作付面積拡大のため、新築や老朽化した施設のリフォーム提案が主でしたが、昨今は農家様のコスト削減、利益の増加に結び付く提案が期待されています。幾つか例を挙げると、重油削減のための保温資材の効率の良い使用方法や、ヒートポンプの提案。電気料金およびCO_2排出削減を目的とした蛍光灯、LEDの提案。補助金の情報やリース会社との提携等です。ただし、その内容が全ての農家様に当てはまる訳ではありませんので、削減率や対応年数を加味した提案が不可欠です。

しかしそれ以上に、当たり前の提案を怠ってはならないと感じております。私が担当させて頂いている地区は全国的にも有数の農業地帯ですが、10kmも移動すれば使用している資材のトレンドは全く変わってしまいます。作物や部会が違うから情報が入ってこない、効果が分らないから昔から愛用している商材を使い続けているといったケースも多く見られます。

こういったケースを改善して行けば、コストを掛けなくても出来る対策はまだまだあるのではないかと考えます。私達が営利目的だけでなく、農家様のことを考えた提案が出来れば、作物の品質向上、農家様の利益に繋がり、信頼関係も築かれるのではないかと思います。

先に記した通り、施設園芸を取り巻く環境は厳しくなっていますが、新規就農者や、規模拡大される農家様もみえます。課題はありますが、それでも施設園芸は魅力があり、可能性を秘めているのだと思います。

私達に出来ることは、その課題を軽減すること、そして知識や情報を横に展開し、施設園芸をバックアップしていくことであると考えています。

一般社団法人 日本施設園芸協会

会 員 名 簿

（2014年1月1日現在）

（会員数）66

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
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
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（ニールセンビル9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）	104-8321	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
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
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

名　　称	所　在　地	郵便番号	電話番号
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
株式会社丸文製作所	静岡県浜松市中区萩丘5-8-23	433-8121	053－471－9197
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室町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

協会ニュース

1．園芸関係平成25年度補正予算および26年度予算案の概要

平成25年度補正予算および26年度予算案については、12月24日に閣議決定されました。

施設園芸や野菜に関係する予算としては、攻めの農業を推進する観点から、施設園芸単独の新規予算として、次世代施設園芸拠点の中核施設となる木質バイオマス等の地域の未利用資源を活用するエネルギー供給センター、完全人工光型植物工場を活用した種苗供給センター、高度な環境制御を行う温室、集出荷施設等の整備の支援を行う「次世代施設園芸導入加速化支援事業」が、25年度補正予算30億円および26年度当初予算20億円、合計で50億円で概算決定されました。また、「強い農業づくり交付金」、以下の２に記載したとおり「燃油価格高騰緊急対策」の26事業年度までの延長、「加工・業務用野菜生産基盤強化事業」（10億円）の実施等の加工・業務用野菜の増産対策の強化など、かなり充実した内容となっています。

また、農林水産技術会議事務局等関係部局でも、施設園芸や加工・業務用野菜関係の予算の拡充が図られています。このうち、25年度補正予算で70億円が確保された「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」のうちの「産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立」については、新年から各地で技術提案会が開催されています。

2．燃油価格高騰緊急対策の実施状況（その3）

当協会では、燃油価格の高騰を受けにくい経営構造への転換を進めるために、①農家がヒートポンプなどの省エネ設備をリース方式により導入する場合の支援（リース事業）、②農家と国の拠出で資金を造成し、施設園芸用の燃油価格が一定水準以上に上昇した場合に補填金の交付（セーフティネット事業）を内容とする燃油価格高騰緊急対策を実施しています（平成24年度補正予算額425億円）。

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実施して参りましたが、今般、平成26事業年度（平成27年４月、作型によっては27年５月）まで延長されることとなりました。

具体的には、セーフティネット事業は暖房を行う加温期間が対象となっており、多くの場合は11月から翌年４月までが加温対象期間ですが、これまでは平成26年３月末で事業が終了することとなっていたため、26年４月や５月は対象となっていませんでした。このため、今回事業実施期間が平成26事業年度まで延長されたことに伴い、既存の支援対象者に対して、特別に平成26年４月分（作型によっては５月分）のセーフティネットの積立の追加受付を行いました。併せて、26年１～３月分の積み増しが必要な場合は、積み増しについての追加受付も行いました（１月20日締切）。

また、既に当協会のホームページでもお知らせしておりますが、平成26事業年度の事業（リース事業（26年度新規分）、セーフティネット事業（継続分の数量設定および26年度新規分）、推進事業（26年度新規分））については、26年３月下旬から６月上旬まで間、公募および県協議会での事業実施計画等の審査を行って頂く予定としています。その後、協会での審査を経て、７月中下旬には採択を行う予定です。

26年度の事業につきましても、円滑に推進できるよう、各県協議会、支援対象者始め、関係の皆様の御協力をよろしくお願いいたします。

今後の主要行事予定

1．「第35回施設園芸総合セミナー・機器資材展」の開催

会期：2014年２月20日㈭～21日㈮

会場：晴海客船ターミナルホール
（東京都中央区晴海５－７－１）

第１部（20日）は、「次世代の施設園芸を支える新技術と国等の施策」をテーマに、以下の講演を行います。太陽光利用型植物工場の新技術（野菜茶業研究所）、人工光型植物工場の新技術～LEDを光源とした植物栽培技術とその事業化（玉川大学）、宮崎県における木質バイオマスへのエネルギー転換等施設園芸の取組み（宮崎県）、次世代施設園芸導入加速化の支援等（農林水産省）。

第２部（21日）は、「トマト高収益施設園芸の実現を目指して」をテーマに、以下の講演を行います。また、「トマトの生産性の向上と販売戦略」をテーマにパネルディスカッションを行いますので、施設園芸に関わる皆様にとっては大変有意義なセミナーになると思われます。施設トマトにおける超微粒ミストを用いた夏期高温対策（愛知県農業総合試験場）、トマト多収栽培のための実践的環境制御～統合環境制御には哲学がある～（㈱誠和）、トマト生産および経営・販売戦略（㈲とまとランドいわき）、トマト生産における６次産業化（デリシャスファーム㈱）、トマト生産における品質向上・多収技術（櫛毛農園）

セミナー開催期間中、施設園芸技術指導士のご案内、施設園芸関連企業の製品プレゼンテーションや施設園芸・植物工場関連の最新の機器資材展も行います。

２.『施設園芸展・植物工場展2014』（GPEC）の開催

今回のメインテーマは、“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～”。

上記テーマにて、第３回 施設園芸・植物工場展2014（GPEC）を７月に開催します。GPECは、施設園芸・植物工場に特化した我が国唯一の専門展示会で、今回は第３回目を迎えます。これまでの２回は予想をはるかに上回る来場者をお迎えし、大成功裡に終了しており、今回もそれを上回る来場者を目指します。

現在、国家戦略としても「農業を成長産業と位置づけ、活性化に努める」ことを表明しており、農業の中でも特に成長が期待できる「施設園芸・植物工場」は、ほかに先駆けてその見本を示すべきだと考えております。その意味でもGPECの果たす役割は計り知れないほど大きいと考えております。

関係企業等の皆様に置かれましても、ぜひGPECに出展され、このGPECを一緒に盛り上げていただければ幸いです（出展申込締切：２月28日）。

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：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、JA全中、JA全農、全国農業会議所、全国農業共済協会、農林中央金庫、㈱日本政策金融公庫（順不同）
協賛：オランダ王国大使館他38団体（申請予定）
共催：アテックス㈱
併催行事：特別講演（農林水産省、経済産業省他）、海外講演（オランダ、中国、韓国他）特別セミナー〔先進的な農家の優良事例紹介、大学や研究機関の最先端の先生方による最新の技術情報紹介、作目別のセミナー（果菜・葉菜・花卉類など）〕、出展者プレゼンテーションセミナー
主催者展示（予定）：政府告知コーナー（農林水産省、経済産業省）、生産者相談コーナー、モデル展示（完全人工型植物工場、太陽光利用型植物工場）、その他
※GPEC2014に関する件は、www.gpec.jp

編集後記

特集は「統合環境制御・ICT活用の最新事例」として多方面の執筆者により、計測や制御の最新技術のみならず、作業管理や経営の向上等に関わる事例の紹介を致しました。オランダが先進的に進めている統合環境制御やICTに関わる技術体系を、我が国の気象条件や地理的条件に照らして効率的、効果的に今後導入するにはどのようにしたらよいか、様々なヒントが本特集にはあると思います。

なお、今井寛之氏による「ユーザーから見たオランダ型統合環境制御」の文中に「ワーヘニンヘン」の標記がありますが、従来見られた「ワーゲニンゲン」、「ワーヘニンゲン」よりオランダでの発音に近い標記として取り上げました。（土屋）

NEPON

ハウス警報モニタリングサービス

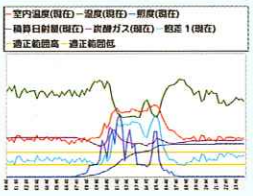
アグリネット

大切なハウスの状態を「いつでも」「どこでも」モニタリング！

PC・スマートフォン対応型

モニタリング機能

■ グラフ表示



■ 数値データ表示

■ 機器状況（ハウスカオンキ情報）

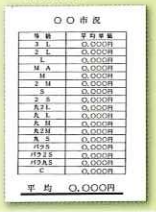
情報配信＆コミュニケーション機能

■ 営農日誌

■ 農薬散布記録簿

■ 生産マニュアル

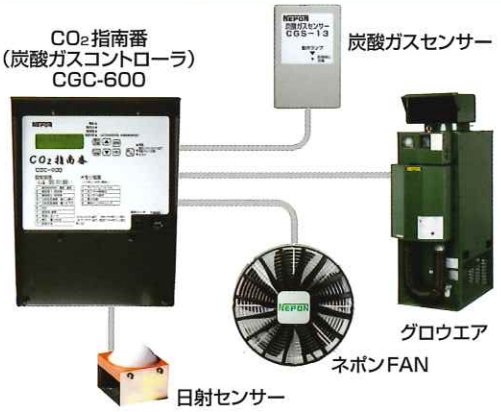
■ 市況情報



アグリネットに CO_2 指南番・複合環境制御盤を接続することで・・・

開発中　PC・タブレット端末から機器を遠隔制御！！！

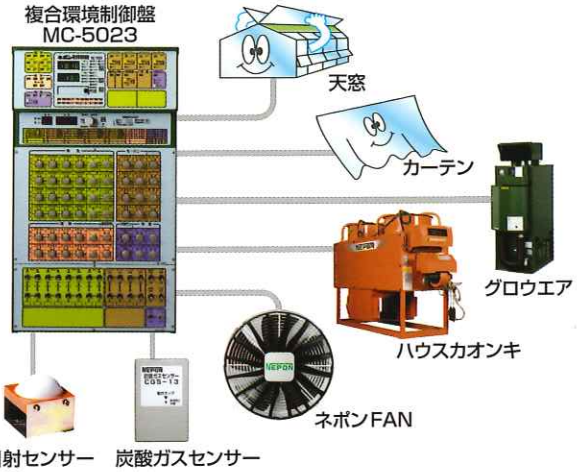
炭酸ガス制御



炭酸ガス施用時間や濃度の制御ができます。

- 多段濃度設定（最大8段）
- 積算日射量による晴れ上乗せ・曇り引下げが可能
- 炭酸ガス施用連動、タイマーによる循環扇制御

複合環境制御



換気・カーテン・暖房・炭酸ガス・循環扇の他にもさまざまな機器を複合的に制御できます。

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

絆

Ba N D

バスアミド　ネマキック　D-D

で土壌を守る。

いい土から、いい作物。

アグロ カネショウの土壌病害虫防除剤

土壌消毒剤・線虫防除剤

線虫問題にケリをつける!!

ネマキック®粒剤

土壌病害・雑草防除に!

土壌センチュウ防除に!

カネショウ

バスアミド 微粒剤

D-D

アグロ カネショウ株式会社
東京都港区赤坂4－2－19
http://www.agrokanesho.co.jp

■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)三六三四　■定価　八〇〇円(税込)、送料一〇〇円