



巻頭言

「ハイドロポニックス」・これまで・これから

福田 直也*



かれこれ、8年ほど雑誌「ハイドロポニックス」編集幹事としてお世話になりました。この間、養液栽培を巡る環境も大きく変わってきました。大腸菌 O-157 や改正 JAS 法等の様々な問題、施設の大規模化、企業の進出 etc. . . . 「ハイドロポニックス」もその間、雑誌のA4版化、新企画特集等いろいろ変化がありました。編集幹事としては、可能な限り養液栽培を囲む環境の変化を捉えて記事にできればと思いつつ毎号雑誌を発行させてきていただきました。編集委員長や他の委員の方、記事に協力していただきました会員の皆様にご場をお借りして感謝したいと思います。

雑誌の編集を始めて、いろいろなところに取材に行った際に感じたのは、やはり養液栽培に関わる方の頭の柔軟さでもいいでしょうか、他の分野に比べてまだまだ元気があるといったところでしょうか。

本誌は、国内唯一の養液栽培関連専門雑誌です。その意味では、大変貴重な雑誌だという自負はあったかと思えます。ところが、ここ数年で、様々な書籍・雑誌、インターネットなどからあふれんばかりの情報をいつでも手に入れることができるようになりました。インターネットでは、無料でさまざまな情報が提供されています。ただ問題は、その情報が十分検証されかつ吟味されたものかどうか、なかなか判断が難しいということでしょうか。「ハイドロポニックス」は、雑誌ということもありますが、編集委員、編集幹事、編集委員長と、複数の人間が内容を確認した上でお届けしており、情報の内容としては十分確認したものとなっています。そのような意味で「安心」して読んでいただける雑誌として、これからも発行できればと考えております。

最近、編集部会では、技術系記事について「基本」に立ち返ることを考えています。既に経験豊富な方にとっては復習のために、はたまた、新規に参入したばかり

りの読者には、基礎知識を十分身につけていただければという意図で始めました。培養液に関する基本知識など、判らないところが出てきた時、少し雑誌をめくってもらえれば回答が載っている、というような内容を目指しています。その一方で、養液栽培を巡る最新技術や社会情勢などは、いち早く特集や内外のニュース記事でお届けしたいと考えています。前号では、消費者団体や市場関係者の方の意見を聞くことができました。こういった内容についても今後発展させることができればという思いもあります。最近、「日本養液栽培研究会若手の会」なる私的なグループができました。この会では、世界中の養液栽培に関わるところに出かけていろいろな情報収集する計画があり、彼らの珍道中についても誌面でご報告できればと思います。その他にも、養液栽培の歴史を綴るといった企画もあります。

そんなこんなで、これから予定している記事は目白押しです。これらの内容をお届けできる日を楽しみにする一方で、読者の皆様にもお願いがあります。こんな記事が読みたい！あるいはこんなことを調べて欲しい！という情報を是非ともお寄せ下さい。最近、電子メールのメーリングリストで、いろいろな情報の問い合わせがあります。こんなことが判らない！といったことでも結構です。編集部会まで情報・要望をお聞かせ下さい。編集部会だけではどうしても独りよがりになってしまう面もあります。皆様からのご要望や叱責が良い雑誌を作るためにはどうしても必要です。皆様の声をお待ちしております。

と、編集幹事を降りることになった人間がこんなことを皆様へお願いするのも恐縮なのですが、実は私、一編集委員として残ることになりました。微力ながら、今後とも誌面の充実に関わりたいと考えております。これからも雑誌「ハイドロポニックス」ともども、よろしくお願い申し上げます。

*筑波大学大学院生命環境科学研究科 (本会運営委員)

内外のニュース

第5回養液栽培技術研修会 「養液栽培夏の学校 2004」

林 毅*



今回で5回目となる夏の学校が、平成16年8月7日～8月12日、神奈川県平塚市にある全農 営農・技術センターにおいて開催された。「養液栽培夏の学校」は、養液栽培技術普及の一端として、養液栽培に関する基礎的な知識と技術を習得して頂くことを目的に、2000年から毎年開催されている。今回の受講生は、試験場や普及所など公務員の方が8名、企業からの方が10名、大学職員の方が2名、農業またはこれから農業を始めようという方が3名であった。計23名の方が、北は北海道から南は宮崎まで全国各地から集まった(図1)。

「初級編」として行われた今回の講義では、初心者が見易く養液栽培で一番つまづきやすい培養液に関する単位や計算問題を解く演習に時間を多く配分された(表1)。また、講義の内容をより実感できるように2つの実習が行われた。一つは、(株)誠和、(株)M式水耕研究所、太洋興業(株)の3社から借用した養液栽培システムの組み立て、およびタイムスイッチやレベル

センサー、定量ポンプなどの簡単な制御機器の説明と使用方法に関する実習で、装置の基本構造と制御方法の理解を目標とした(図2)。もう一つは、単肥の配合による培養液の調製、ならびに調製した培養液のECとpHの測定と多量要素濃度の分析の実習であり、培養液の計算に関する演習との関連性をねらった構成であった(図3)。見学会では、トマト、バラの生産現場および神奈川県農業総合試験場を視察した(図4)。実際に植物を栽培している現場を見学することにより、養液栽培のしくみが理解できるとともに、実際の栽培者の話を聞いたことは、講義では得られないいい体験であった。

今回、筆者は学生スタッフとして参加させていただいた。施設園芸を学ぶ学生は自腹を切っても参加する価値のある研修であると強く感じた。年齢や肩書きが違う方々が、熱意をもって全国各地から集まってきておられる。その中で過ごした六日間は刺激的であった。



図1 講師陣および受講生

*大阪府立大学 農学部4年生

表1 研修の時間割と主な内容

月日	講義名	講師	内容
8月7日	開校式	篠原 温, 糠谷 明	研修についての心構えなど
	養液栽培の発展と現状 夕食会	篠原 温	養液栽培の歴史, 日本と世界の養液栽培の現状
8月8日	養液栽培の理論	糠谷 明	養液栽培の必須条件, 養液栽培の特徴
	養液栽培の主要方式と特性	糠谷 明	主な方式の紹介
	固形培地の特性	丸尾 達	培地の物理的, 化学的特性, 実際の使用方法
	培養液の基礎	福田 直也	培養液の EC と pH, 原水の品質基準, 必須元素
	養液栽培の播種と育苗	和田 光生	養液体栽培で一般的な播種法, 育苗法
8月9日	栽培装置作成実習	丸尾 達, 福田 直也, 和田 光生	栽培装置製作, 培養液自動制御機器製作
	培養液の処方と単肥配合	伊達 修一	単位の話, 培養液処方, 培養液計算法
	実際の培養液管理	和田 光生	培養液調製方法, EC・pHの変化とその調整
	養液栽培の経営(1)	佐野 幸一(神奈川県, パラ生産者)	バラ切花栽培と私の養液管理
8月10日	多量要素の分析実習	伊達 修一, 塚越 覚, 和田 光生	培養液の作成, EC・pHの測定, 多量要素の分析
	栄養診断, 処方の補正	塚越 覚	必須元素の役割, 過剰と欠乏, 分析に基づく補正の計算
	養液栽培の経営(2)	三倉 直己(静岡県, イチゴ生産者)	私の農業経営
8月11日	農家見学	長田バラ園 神奈川県農業総合研究所 大熊農場	バラ・ロックウール栽培 トマト・低段栽培, バラ・ロックウール栽培 トマト・養液土耕栽培
	懇親会		
8月12日	養液栽培のこれから 閉校式	池田 英男 池田 英男, 糠谷 明	



図2 栽培装置の組み立て



図4 見学会



図3 RQフレックスを用いた測定



図5 講義風景

※「夏の学校」は2005年にも同じ平塚での開催を予定し、現在プログラムの改良中です。

平成 16 年度園芸学会秋季大会報告

岡 准 慈*



2004 年 9 月 25 日～27 日にかけて園芸学会秋季大会が静岡大学にて開催された。以下に養液栽培関連の研究内容について簡単に報告する。

1. 野菜

野菜の養液栽培関連の発表課題ではトマトが最も多く、ついでイチゴ、メロンの順であった。

トマト：トマトではここ数年は高糖度トマト生産技術に関する発表が多い。トマトの果実糖度は、高濃度塩類もしくは根域制限により水分ストレスを与えると上昇するが、果実が小玉化するために収量は大きく低下する。高糖度トマトは一般的に高価格で取り引きされるが、その採算性については目標糖度や総収量、普通トマトとの出荷割合によって大きく変動するために十分吟味する必要がある。

高知農技センターの細川らによると、日射比例制御で平均日給液量を多 (0.54L/株)、中 (0.48L/株)、少 (0.42L/株) で栽培した場合、多給液では株収量が 3.6kg と多かったが平均糖度が 7.8 となり、少給液では株収量が 2.57kg、平均糖度が 9.0 となった。糖度 8 度以上の収量から判断すると、1 回の給液量を 100ml/株とした場合、積算日射管理は 12 月中旬までは 1.71MJ/m²、それ以降は 1.93MJ/m² が適切であると思われる。筑波大学の斎藤らは 2 段階心 NFT 栽培の栽植密度について検討し、8,000～9,000 株/10a の高密度でも糖度ならびに果実重量に対する影響は少なく、栽培本数を増やすことにより収量が増加することを示した。一方、広島農技センターの房尾らは 2 段階心の隔離床栽培について施肥量と栽植密度とを検討し、5 月定植で 7 月末までの作型では、最適な施肥量を N:5.0, P:4.3, K:5.0g/株、栽植株数を 4,440 株/10a とし、

平均糖度 7.2、可販果収量 2.27t/10a を得ることを示した。静岡農試の大石らは、根域制限式養液栽培で布センサ式給液制御システムの使用によりトマトの蒸発散量と培地中の水分量に応じた給液管理が可能となり、水分ストレスの強さを調節できることを示した。

従来の EC 制御による培養液管理 (濃度管理) に対して、植物の生育に応じて無機成分の必要量を添加する量的管理法は新しい培養液管理技術として注目されている。農研機構野菜茶研の中野らは量的管理法における品種間差を比較し、ルネッサンス、桃太郎ヨーク、エレガンスの 3 品種では養分吸収特性が異なるために、施用量と成分組成を変更する必要があることを示した。

トマトでは内容成分についての発表も数題みられた。静岡大の切岩らは高糖度トマトと普通栽培トマトとの果実中の有機成分組成を比較し、高糖度トマトは還元糖や有機酸が高濃度であるとともに、アミノ酸のプロリンが特異的に検出されることを示した。学振特別研究員の圖師らはトマトの NaCl 処理が果実中のアスコルビン酸含量に及ぼす影響を検討し、ハウス桃太郎では NaCl 濃度の増加にともなって還元型アスコルビン酸が増加したが、ミニキャロルでは逆に低下した。一方、酸化型アスコルビン酸は、両品種とも NaCl 濃度の増加とともに低下する傾向となった。

有機培地の特性について、玉川大の飛田らはイチョウとタケのチップを用いた有機培地を用いてトマトを循環栽培し、ロックウールと比較してタケチップは生育や収量、品質が劣るが、イチョウチップは同程度の収量を示し、培地として利用できることを示した。

循環方式に関する研究も進んでおり、栃木農試の石原らは閉鎖式養液栽培における作型と培養液処方の検討を行い、みかけの養分吸収量から作成した培養液処

*大塚化学 (株) アグリテクノ事業部 栽培研究センター (本会運営委員)

方を用いると、排液を出さずに促成長期栽培では約9ヶ月間で26t/10a、促成栽培では17t/10aの収量を得ることが可能であった。改良処方2 ($\text{NO}_3\text{-N}$:10.0, P :2.7, K :7.0, Ca :4.5, Mg :1.7, SO_4 :1.7me/L) は、後半の生育と収量が優れていることを示した。三重科技振セ農研部の磯崎らは、排液再利用型のロックウール耕を40aの実栽培規模で試験を行い、みかけの養分吸収量と肥料コストを調査した。4年間の調査結果から、黄化葉巻病による収量低下が発生したものの、かけながし方式と循環方式とで可販果収量が16.7～17.3t/10aとなり大きな差は認められなかった。肥料費は排液再利用によって約30% (6～8万円) の削減効果があった。開花・肥大期は $\text{NO}_3\text{-N}$:11.7, P :5.5, K :8, Ca :7.2, Mg :3.7 (me/L)、収穫期は $\text{NO}_3\text{-N}$:10.3, P :4.8, K :7.0, Ca :4.9, Mg :2.1 (me/L) といった生育ステージ別の培養液を給液することにより、肥料バランスの崩れが最小限になることを示した。

その他野菜：イチゴは有機培地を用いた高設栽培に関する発表が多く、栃木農試栃木分場の畠山らはイチゴの閉鎖型養液栽培の培養液処方を検討し、慣行栽培の大塚A処方に対して、 SO_4 濃度を1/2にした処方は培地中のEC上昇が少なく、収量と1果重が優れる結果を示した。宮城農園研の岩崎らはイチゴの定植後の培養液濃度と温度条件の影響を調査し、高温または培養液濃度が高い場合は腋果房の開花期が大きく遅れ、それらは相乗的に作用することが示唆された。岡山大学の吉田らはイチゴの新葉黄化現象とアンモニウム過剰症との関係を調査し、新葉黄化は体内の窒素代謝が関係しており、葉中のアンモニウム濃度の上昇が原因である可能性を示した。岐阜大学の遠藤らはヤシガラとピートの混合比率について検討し、培地の液相率が低いほど2～3月の収量が低下し、弱い水分ストレスを受けていたことが示された。岐阜農技研の越川らは循環栽培装置の排液ならびに処理槽（クレソン、活性炭）中の培養液の動態を調査し、pHは排液では大きく変動するが処理槽を通すと安定する傾向があり、循環栽培の窒素利用率は93.3%であることを報告した。

温室メロンに関しては、静岡大学の坂口は培地の物理性と定植時期の影響を検討し、含水率の低いフェノール発泡樹脂はメロンの生育と果実品質が劣った。

栽培終了時の3相分布を調査したところ、生育の良好な培地は液相率が高かった。また、定植時期が遅い場合にはロックウールの細粒綿よりもスラブの生育が遅れることから、定植初期の活着は培地の性質に大きく影響されることを示した。静岡大学の糠谷らはロックウール栽培における定植初期の水切り処理がメロンの生育と果実品質に及ぼす影響を調査した。その結果、ロックウールスラブと細粒綿のいずれの培地においても、定植直後の水切り処理によって根張りが良好となり、果実重量が大きくなることを示した。

育苗：昔から苗半作というが、養液栽培においても苗作りは重要な課題である。千葉大学の浅川らはトマトの低段密植栽培に用いる2本仕立て苗の摘心時期と培養液濃度について検討し、本葉1～3枚時期の摘心と園試処方1/2単位の培養液が最適であることを示した。農研機構近中四農研の東出らは、約5万円で自作可能なエプ&フロー式育苗装置（栽培槽：90×360×12cm）の開発を行い、トマト農家3軒で行った実証試験でもトラブル無く健全で均一性の高い苗が育成できることを示した。大阪府大の和田らは、プレハブ冷蔵庫を利用した簡易育苗装置によるトマト1段栽培への苗の周年供給について検討したところ、ビニールハウスでの育苗と比較すると夏期には成績がやや悪いが、9月～3月播種の作型では収量と果実糖度が増加するために、高収量、高品質トマトの周年生産には有効であることを示した。大阪食とみどり総技セの山崎らは、暗黒低温条件で育苗したシュンギク苗の、高温時期における養液栽培用苗としての利用について検討し、7℃3週間の育苗条件では耐暑性が高まり、高温時期の苗として有用であることを示した。

2. 花卉

バラ：静岡農試の佐藤らはバラのロックウール循環式栽培で蓄積される生育阻害物質の影響を検討した。約6ヶ月間循環方式でローテローゼを栽培した培養液にバラ苗を定植すると、16日後の調査では生育が劣り葉色も低下したが、活性炭の添加により生育不良が改善した。蒸留水を用いて同じ培養液成分となるよう調整した場合には生育不良が発生しなかったことから、循環栽培ではバラの生育阻害物質が蓄積されるこ

とが示唆された。千葉農総研の浅野らはバラのロックウール循環利用のための培養液調整法を検討し、減少分の肥料成分を補充する量は品種や時期によって変動するが、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と K, Ca, Mg の補充濃度には高い相関が見られたことから、排液中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を測定すれば他成分の補充濃度が推測できることを示した。また、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は排液中に出てこないために、目標濃度を全量添加すればよいとしている。

その他花卉：宮崎総農試の梅木らはスターチス・シヌアータの日給液量を 1.0, 1.5, 2.0 リットルの 3 種類に変えてプランター栽培を行い、日給液量 1.0 リットルが収穫本数、品質、コスト面でもっとも優れていることを示した。

静岡農試南伊豆分場の加藤らは、カーネーションの微量要素濃度について圃試処方 of 1/4 単位、3/4 単位で管理した養液栽培と土耕とを比較した。スタンダード系のフランセスコでは Fe が 1/4 単位区で低下し、Mo

は土耕で低下した。スプレー系のライトピンクバーバラでは、Mn が土耕で高くなり、Zn は 1/4 単位区が高く、Mo は土耕で低くなった。以上の結果から、カーネーションの微量要素吸収特性は栽培方式や品種によって異なることが示唆された。静岡農試の高田らはガーベラの培養液処方の検討を行い、みかけの養分吸収量から定植 1 年目のガーベラ処方を $\text{NH}_4\text{-N}:0.5$, $\text{NO}_3\text{-N}:4.5$, $\text{P}:1.4$, $\text{K}:3.4$, $\text{Ca}:2.7$, $\text{Mg}:1.1$ (me/L) と示した。

以上のように養液栽培に関する発表は、高品質、環境保全、低コストをテーマに基礎的な研究から栽培現場に近いものまで多数みられた。学会というと敷居が高いように思われるが、新しいアイデアや材料が見つかる場所でもある。興味あるテーマがあれば、本誌の質疑応答コーナーや本会運営委員を通じて質問していただきたい。



海外文献の紹介

■トマトの生育、収量ならびに品質に、明期と暗期の塩ストレスレベルの違いが及ぼす影響

Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato.

W. Van Ieperen

Journal of Horticultural Science. 71:99-11. 1996

トマトの栄養生長、果実収量ならびに品質を制御するために、明期および暗期に処理する培養液濃度について検討した。実験は温室において行い、トマト植物体はいずれも NFT において水耕した。培養液処理としては、明期および暗期について、培養液濃度をそれぞれ 5/5 (明期/暗期)における培養液濃度 ($\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$) を示す。), 9/9, 1/9 ならびに 9/1 とした処理区を設けた。

塩ストレス処理は果実収量に影響し、1/9 処理区では、9/9 処理区ほどではなかったものの果実収量の低下が目立った。このような各処理区間における収量差は、ほとんどが果実重量の違いによるものであったが、9/9 処理区を除いて、塩ストレス処理区では収穫果実数の減少も観察され

た。このような収穫果実数減少は、EC の違いによって生じた植物体の生長状態ならびに着果数と落果数の差によるものであった。収穫開始までの栄養生長については、9/9 ならびに 1/9 では 5/5 よりも減少した。同じく果房数も 9/9 と 1/9 で低下した。根に対する乾物分配率は 1/9 で増加した一方、9/9 は 5/5 と比べて減少した。果実品質は、塩ストレス処理により大きく変化した。収穫果実の乾物率は 9/9 で最も高かったが、1/9 では 5/5 よりも低下し、また、9/1 は 5/5 と 9/9 の中間的な位置を占めた。尻腐れ果は、塩ストレスに大きく影響され、1/9 ではほとんど観察されなかったものの、9/1 や 9/9 では 5/5 よりも多くなった。

本研究で検討した短い周期での EC 変動は、トマト果実の品質を制御できるとともに、尻腐れ果発生を制御する要因とも成り得ることが示された。この結果より、培養液濃度を明期中は低くかつ暗期中には高く管理することにより、尻腐れ果発生を抑制できる可能性が示唆された。

第55回日本養液栽培研究会・奈良大会開催



寺 林 敏*

第55回目となる日本養液栽培研究会・奈良大会が平成16年12月16日から17日の2日間、奈良県橿原市で開催された。全国から約150名が参加し、遠く韓国、北海道からも参加があった。大会のテーマは「低コスト化を目指した養液栽培システムと今後の方向」であった。

最初に、我が国の養液栽培の現状と今後の方向性について僭越ながら本会運営委員である私が話をさせていただいた。平成13年度までの統計資料から、過去4年間では野菜類の栽培面積が増加し、そのほとんどがトマトとイチゴであること、栽培方式で見るとロックウールの増加はもちろんのこと、伸び率ではロックウール以外の培地耕が群を抜いて高いことなどの特徴を述べた。また、この6年間に報告された養液栽培に関する研究について簡単に紹介し、作物ではトマトとイチゴが、栽培方式ではロックウール以外の培地に関する研究が多く、研究内容と実際の栽培面積の増加傾向とが一致していることがわかった。研究動向の一例として、培養液を排出しない、あるいはできるだけ排出量を少なくする培養液の量的管理（定量施与）についてその基本的な考え方と実験結果を紹介した。さらに、技術的な面から、養液栽培の可能性、発展性あるいは消費者への啓発の必要性などについて述べさせていただいた。

次に、養液栽培の成立並びに安定生産を大きく左右する水質に関して、千葉県農業総合研究センターの宇田川氏が講演を行った（図1）。宇田川氏には我が国において発生した水質問題と水質改善の歴史、具体的な水質改善の技術について解説していただいた。原水水質を考慮した培養液作成、雨水の利用、重炭酸濃度の調整、除鉄などを目的とした砂ろ過、水道水利用の際

の還元剤の使用、ナトリウムなどの特定塩類の除去を目的とした原水の膜分離操作など、その重要性和有用性が述べられた。また、参加者からの水質、生理障害に関する質問に対しては、その現象と対策についてわかりやすく、且つ、明快に答えていただいた。

開催県である奈良県からは、多額の資本投下を伴わず生産安定と労働環境改善を目指したシステム開発の現状と普及現場における取り組みに関して4名の発表がなされた。最初に奈良県農業大学校の渡辺氏が雨水を利用した養液循環型のバラロックウール栽培について述べた。話の概要は以下のとおりである。簡単なる過装置で煤煙やほこりを除去した雨水を地下水と混合し、原水として利用する。培養液は約5割を排出するように調節し、その排液を砂ろ過装置で除菌し貯留しておく。ろ過速度は最大で毎時30cm程度である。培養液タンクの水位が低下して用水が必要になれば地下水と貯留した排液を同時に培養液タンクに補給する。地下水だけを使っていたときに起こるpHの上昇が、雨水を利用することにより抑えることができ、100%雨水利用によってpHはほぼ7以下に維持することが可能になり、満足のいく収量が得られた。地下水の水質は地域差があるが、地下水を使用した場合、循環方式ではCa、Mg、Na、Clなどが集積しやすいのに対し、雨水では特にCa、Na、Clの濃度が低く培養液組成への影響



図1 研究会での講演に熱心に耳を傾ける参加者

*京都府立大学大学院農学研究科（本会運営委員）

が非常に小さい。雨水の利用と同時に、砂ろ過装置の有用性についても触れ、砂ろ過装置の今後の発展と利用技術の確立を切望していることが強調された。

次に、奈良県農業技術センターの信岡氏がイチゴ高設栽培システム「ピートベンチ」について述べた。話の概要は以下のとおりである。奈良県ではイチゴ生産者の高齢化と都市化に伴う農地と担い手の減少により栽培面積が減少した。かつては全国有数のイチゴ産地であった奈良県では、農地が狭隘である、経営規模が小さい、新たな担い手の参入が期待できないといった状況の中で、既存のハウスを利用し、建設コストが安く、軽作業化が図られ、使用済み培地の処理も容易で、熟練した生産者が土耕に近い感覚で栽培できる養液栽培方式として「ピートベンチ」の研究・開発がなされた。ピートモスには、1) 軽量なためベンチ構造が簡素化できる、2) 詰め替え作業が容易である、3) 廃棄が容易、4) 同質、均一な培地を継続的に入手できる、5) 有機質培地の中では経年変化が比較的少ないなどの特徴がある一方、1) 酸度矯正が必要、2) 保水性が高く、湿害が出やすい、3) 排液が汚濁し循環使用に適さない、4) 撥水性が強く乾燥させると吸水しにくいなどの問題点もある。本栽培方式は低コストで自家施工できる、鉄含量の多い原水使用による灌水チューブの目詰まりを起こさないための灌水孔の大きな散水型チューブを使用する、栽培槽底部から垂らした不織布によって余剰水分を排水する、緩効性固形肥料を利用し施肥管理を簡素化するなど、水質や培地の特徴さらには生産者の状況を考慮し工夫された栽培システムである。解決しなければならない点も残されているが、ベンチ面積が増加しつつあること、と同時に生産者と普及に携わる者の労の大なることが挙げられた。

次に、奈良県農業技術センターの前川氏が養液栽培

における作業姿勢の改善について述べた。話の概要は以下のとおりである。イチゴ栽培は中腰やかがんだ姿勢での手作業が多く、腰痛や肩こりなど慢性疲労症状を訴える生産者が多い。イチゴの高設栽培では、このような負担の大きい作業姿勢が解消され、作業の快適化・軽作業化が可能になったため急速に広まった。作業者の身長、栽培面の高さ、作業内容（収穫、摘葉、防除）と作業姿勢、身体負荷（腰部椎間板圧迫力、心拍数）との関係を数値をもって説明した。収穫作業における最適なベンチの高さは、概ね作業者の肘の高さ付近である。全作業時間にしめる割合の最も高い収穫作業にあわせた身体的負荷の少ないベンチ設計により、本圃における作業のかなりの部分の労働軽減が図れる。イチゴ以外の作目での作業姿勢の調査、あるいは観光農園など利用者の特性をも考慮した作業空間デザインの必要性が提案された。

最後に、中部農林振興事務所の吉田氏が奈良県におけるイチゴ高設栽培の普及状況を説明した。話の概要は以下のとおりである。平成10年に現地試験として高設栽培が戸数4、約20aの面積で導入されて以後、年々増加し現在は37戸、3.85haとなっている。ピートベンチに給液コントローラーを組み合わせたシステムが多い。本方式の普及の最大の要因は他のシステムに比べ導入費用が安く、培養液管理が容易なことである。高設栽培では、作業姿勢の改善、品質の均一化、パート雇用の確保、畝たてなどの重労働な作業の省略、湿田での栽培が可能、新規参入者の早期の経営安定、ネズミやナメクジ被害の減少など多くの利点が挙げられる。一方で、不受精果の発生、用水の確保、用水の除鉄、投資額と収益性、薬剤散布時の胸部被爆、果梗折れのなどの問題点もあり、その対策と改善の必要性が述べられた。最後に、奈良県におけるイチゴ栽



図2 企業展示の展示品を熱心に見入る参加者



図3 和やかに話が弾む懇親会

培を広げるための高設栽培の課題として、経営面積の拡大、養液管理による高品質生産技術の確立、新規参入者への技術的・資金的な支援、奈良県の立地条件（都市近郊、高冷地など）を生かしたイチゴ経営の展開などが示された。

研究科会開催の会場では、矢崎化工(株)、(有)ハッシン、みのる産業(株)、大塚化学(株)、四国計測工業(株)による企業展示があり、熱心に機械の使い方、効果や現場の状況などの説明を熱心に聞いている参加者の姿が見られた(図2)。研究会の後は懇親会で歓談し(図3)、休む間もなく分科会にわかれて熱い議論が交わされた。分科会は1)イチゴよもやま話、2)アメリカ珍道中―施設栽培見てきました―、3)どんな水使ってますか?―水質問題―、以上3つの内容で行われた。私は水質についての分科会に参加し、「よい水とは何か?」、「いい培地とは何か?」、「混じりけのないきれいな水は本当にいいのか?」、「収量を低下させずに糖度を上げる方法はないか?」等々、話が盛り上がった。どの会場も時間ぎりぎりまで、その後、廊下でも熱く議論がかわされ、参加者の生の声を聞くことができた。今後の研究会活動に多いに参考になった。

翌日は、農業技術センターで雨水利用のバラロックウール栽培とイチゴ高設栽培(ビートベンチ)のハウスを見学し、前日の研究会で説明していただいた技術



図4 奈良県農業技術センターのイチゴ高設栽培「ビートベンチ」を見学する

をじかに見ることができ、その説明からも技術開発の苦労と工夫のあとがよく理解でき、同時に感心させられた(図4)。実際に見るのは始めていといった参加者があったかもしれないトマトのれき耕栽培、西岡氏のハウスとイチゴ高設栽培で観光摘み取りを行っている堀部農園のハウスを見学させていただいた。特に大きな投資をせず工夫しながら、きれいなトマト果実を礫耕で脈々と作り続けている農家と、規模は小さいが新しい栽培技術を導入し、同時に観光農園といった新しい販売形態で経営努力している農家を見学し、面積的にはまだまだ少ない奈良県においても職人的な高い技術と養液栽培に対する意気込みを見ることができた。

最後になりましたが、奈良大会の開催に際し、絶大な協力を賜った奈良県の関係各位に心からお礼申し上げます。

ワンポイントメモ ～世界の養液栽培～

■中国の日光温室

日光温室を利用して、各種野菜が栽培され主として国内需要をまかなっているが、この写真のように日本向けのシソなども栽培されている。



図1 日光温室内部

東西棟の北側は土盛りし、ポリフィルムで保温し、夜間はコモかけして保温する。無加温でも冬期の日射量が多ければ最低温度 15℃くらいは維持できる。曇雨天が続くと被害もでるそうだ。



図2 日光温室外部

養液栽培に関する国際シンポジウム 2004

佐藤 展之*

1. はじめに

2004年11月15日から19日までの間、スペインの南部アルメリアで開催された、養液栽培に関する国際シンポジウムに参加した。

アルメリアは、スペインの地中海沿いにある。この地域はアンダルシア地方と呼ばれ、近くにはアルハンブラ宮殿があり、夏はリゾートの客で賑う。

2. アルメリアの施設園芸

養液栽培に関する国際シンポジウムでは、研究発表だけではなく養液栽培の産地視察が行われる。シンポジウムの2日目には、アルメリア地方の野菜のハウス栽培を見学した。アルメリアの市街地から小さな山をひとつ越えると、そこは一面がハウスであった。アルメリア地方のハウス面積は35,000haで、スペインで最も盛んに施設園芸が行われている。日本全体の野菜の施設栽培とほぼ同等の面積が一箇所に集中しており、飛行機から地域をみると、平野全体がハウスに覆われているようである。

プラスチックハウスが多く、ガラス温室は見当たらない。雨が少ないために屋根の勾配は小さく、遠くから見ると地面に張り付いたような印象を受ける。日本のように骨材でハウスを支えるというのではなく、ハ

ウスの側面の強度が強く、側面でハウスを支えているような構造であった。岩が切り立った海岸沿いでも、少しの平地があればハウスがある。地震の多い日本では、考えられない。

養液栽培

アルメリア地方のハウスの約5,000haが養液栽培で、その内ロックウールが2,000haで残りはパーライト等を用いた養液栽培である。水は地下水と雨水を貯留して用いているが、原水に塩分が含まれるため、循環式栽培は行われていない。

アルメニアにはグロダンの支店があり、当地域におけるロックウールのシェアは100%。この地方のためにスラブの形状も変え、「Grodan Med」（地中海用グロダン）と言う商品名で、オランダで使用されているものよりも、幅が狭く厚みがある。これは、アルメリア地方のハウスは、起伏に富んだところにあるため、多少の勾配があっても水分の過不足が起これないように厚くしてあるとのことだった。

野菜栽培農家

ハウスでは、キュウリとパプリカ、トマト等を栽培していた。ハウス内は細かな石が敷き詰められており、その上にロックウールバックが置かれて、大変きれいでよく手が行き届いているように見受けられた。



図1 ハウス



図2 ハウス群

*静岡県農業試験場 園芸部

見学した農家では 10ha を栽培していたが、地域でも大きい方で、通常は 1ha 程度の栽培面積である。地中海の対岸はアフリカということもあり、労働力はアフリカからの季節労働者を雇用しており生産コストの低減を図っているようだ。

ここでのロックウールの給液は、スラブ内の水分状態を手で確かめるとともに、ほ場内の 1 箇所に設置した廃液の貯水量を確認することで、給液を調整している。

苗生産業者

苗生産業者ではトマト、キュウリ、鉢物の苗生産を行っていた。トマトの播種は、自動ではなく人が行っていた。移植は自動化されており、ロックウールに円筒形のロックウールが定植される。ここの移植の特徴は、1 つのキューブに 2 つの苗を定植することで、キューブのコストや定植労力を軽減していた。

3. シンポジウムの内容

シンポジウムの基調講演では、オランダの Sonneveld が、キュウリやトマトを用いて、養液濃度を高くした場合よりも、各要素の比率を変えたほうが、植物の組成に対して影響を与えやすいと報告して

いた。また、湿度を高くした場合はトマト果実のカルシウムの含量は増加すると報告したが、これは養分の移動バランスが変化するのではないかとしていた。

ドイツの Schnitzler は、養液に細菌 (Bacillus) を加えることで、キュウリの地上部の発育は抑制されるが、地価部の生育が促進されることを報告した。

今回の発表では特にスペインを中心に養液栽培における養液への酸素供給の発表が盛んに行われており、キュウリやバラで収量が増加し、農家への普及も進んでいるようであった。しかし、中には酸素供給により収量は増加しないとの報告もあり、導入に当たっては注意する必要がある。

4. おわりに

今回初めて養液栽培の国際シンポジウムに出席したが、発表や現地視察で得るものは大きかった。特にアルメリアに集中しているスペインの施設園芸と技術は一見の価値がある。

2005 年 9 月には、養液栽培に関する展示会と、今回と同様のシンポジウムがシンガポールで開催される。養液栽培の動向を知るには、良い機会だと思う。



図3 シンポジウム会場



図4 ポスター会場

日本植物工場学会シンポジウム 「SHITA REPORT No.21 : 植物工場関連の最新トピックス」

福田 直也*

1. はじめに

皆さん、「植物工場」という言葉をご存じでしょうか？日本植物工場学会という学術団体の定義によれば、「植物工場システムとは、閉鎖的または半閉鎖的な空間内において、植物およびそれに付随する生物さらにはそれらの代謝物質などを計画生産し、また生産物を貯蔵、加工、流通、利用するための合理的システム」となっている。すなわち、温室やその他建築物といった「閉鎖的または半閉鎖的空間」において、温度、水、光、植物栄養その他諸々の生育環境条件を調節し、季節にまったく関係なく計画生産を行うことができる施設を意味している。植物工場普及振興会の小倉氏によると、日本の営業施設としては1990年が初めてであり、現在公表されている施設だけで20数カ所になるとのこと。中でも、一年中同じ規格、同じ品質の生産物を供給できる完全制御型植物工場が15カ所もある。これらの植物工場では、生産物を洗わないで使用できる点や、周年で自由に計画生産できるメリットを生かして外食産業など業務用を中心に契約栽培を行い安定的に経営しているということである。このような周年の生産体系を可能にするためには、温度調節技術など様々な技術を複合的に用いる必要があり、養液栽培技術もその一つとなっている。日本植物工場学会では年

1回、最新トピックスを紹介するセミナーを開催している。ここでは、2004年11月20日に東京大学弥生講堂で開催されたセミナーの様子(図1)を紹介したい。

2. 今回のプログラム

プログラムは以下の通りである。

- 1)「ホウレンソウ及びモデル植物細胞膜の水透過性」
大下誠一教授 東京大学
- 2)「知的財産権と権利擁護について」 東海裕作氏
萬有製薬(株)
- 3)「多彩な薔薇の花色起源とまだ見ぬピュアな青い薔薇」 上田善弘教授 千葉大学
- 4)「大学実験室から青色発光ダイオードが生まれるまで」 天野浩教授 名城大学
- 5)「コケを用いたソイルレス緑化最前線」 村瀬治比古教授 大阪府立大学
- 6)「植物工場運営実態の最新レポート」 小倉東一氏 植物工場普及振興会
- 7)「食の安全と健康志向に向けてのトレーサビリティ」 金本繁晴氏 (株)サタケ
- 8)「ユニバーサルデザインと植物工場」 村上 存助教授 東京大学



図1 会場の様子

分子レベルの話から、都市緑化に青い薔薇、青色発光ダイオードと、とにかく話題の幅が広い。最近何かと話題の「青色発光ダイオード」に関するセッションでは、開発にあたって困難であったところや今後の展望などを大変面白く聞かせていただいた。演者の天野氏によると、自らが開発に携わった青色発光ダイオードが植物生産に利用される可能性があるとは夢にも思わなかったとのこと。このような異業種交流もこのシンポジウムの面白いところだと思う。

*筑波大学大学院生命環境科学研究科(本会運営委員)

3. 内容紹介

前述のように、とにかく話題が多くここでその全てを紹介するのは難しい。ここでは、新しい提案や関連がありそうな1)、5) ならびに8) について簡単に紹介してみたいと思う。

1)「ハウレンソウ及びモデル植物細胞膜の水透過性」:

東京大学の犬下教授はハウレンソウなどについて、収穫後に水分損失が発生するメカニズムを研究している。犬下氏によると、青果物から水分が失われる、すなわちしおれるという現象とは、細胞から水分が失われることであり、細胞膜の水の通り易さがその重要な要素になるとのこと。収穫後1日ならびに6日が経過したハウレンソウの調査結果は、やはり収穫後6日間冷蔵庫で貯蔵したものは、水が細胞膜を通り易くなっていたことを示していた。ところが、より詳細に調べたところ、水の通り易さは収穫後24時間までは低下する反応を示したことが判明した。この原因は、細胞膜の上に存在し水を通す性質があるアクアポリンというタンパク質が、収穫されて水の供給がなくなったところで一時的に減少したことによる可能性がある。犬下氏は、貯蔵技術により葉菜類の萎れを制御することを考えているようであるが、筆者は、養液栽培現場で収穫直前に水ストレス処理などを行い、葉菜類の収穫後の貯蔵性を改善する技術につなげないものかと期待している。

5)「コケを用いたソイルレス緑化最前線」:

「コケ」と聞いて、良いイメージを持つ読者はどれくらいいるであろうか？実はその「コケ」、都市部の緑化に関して切り札となるらしい。都市部におけるヒートアイランド現象の対策として、東京都ではビル屋上の緑化が条例で義務づけられているが、技術的に問題を抱えているとのこと。特に、壁面については通常の技術では緑化できないが、大阪府立大の村瀬教授によると、この「コケ」を使えば壁面緑化も可能となるということである。この壁面緑化の効果は大きく、住宅を使った実験で、夏場でも室温を下げる効果があることが紹介されていた。ただし、この「コケ」、生育速度が遅く大量生産を行うことが難しいという欠点を抱えている。そこで、植物工場を活用して、生育に最適な状況を与えてやることにより大量生産への道が開けたと

いうことである。ここでは、収益性その他は示されなかったが、今後この「コケ」を使った大規模緑化などが進めば、量産を求められる時代がくるかもしれない。

8)「ユニバーサルデザインと植物工場」:

「ユニバーサルデザイン」とは、年齢、性別その他どんな条件の人でも利用できる製品や建物を設計することである。発表者である東京大の村上助教授によると、1985年にアメリカの建築家によって提唱された概念であるとのこと。ユニバーサルデザインとなるためには、①公平な使用、②使用の柔軟性、③単純で直感的な使用、④分かりやすい情報、⑤失敗に対する柔軟性ならびに⑦到達し使用できる大きさと空間、といった条件を満たして設計されている必要がある。例として、車椅子から操作可能なエレベータ、点字を併記した券売機などが紹介されていた。村上助教授からは、植物工場という視点で、まず作業の能率・安全性を高めるために、さらには植物工場システムを利用した普通の作物生産では不可能な利用する人の状況に合わせたユニバーサルデザインフードの生産システムとして、ユニバーサルデザインを検討してみてもどうかという提案がなされていた。養液栽培に関係する筆者としては、作業能率を向上させるために、ベッドの高さ、ベッドの配置、装置類の配置や作業器具の形といった点をこのユニバーサルデザインの考えに沿って設計することは、今後、高齢化や雇用化が進む生産現場において大変有効ではないだろうかと考えている。

4. まとめ

上記3つの課題を紹介したが、いずれも普段はほとんど関係のない分野の研究内容である。しかし、今後の養液栽培を考える上で、これらの提案は大変有意義であったと思う。読者諸氏も、時間があればこのような集会やシンポジウムに行かれることをおすすめしたい。ちなみに、日本植物工場学会では、このようなシンポジウムの発表要旨をバックナンバーとして販売しているとのこと。興味のある方は以下のホームページを参照されたい。

=====

日本植物工場学会ホームページ

URL: <http://www.shita.jp/society/shita-j.html>

オランダ NTV

1. はじめに

今回、オランダのアムステルダム市で開催された国際施設園芸展 (NTV) を訪れる機会を得ることができた。また、最新技術を導入した先進的農場を視察することでもできた。

NTVでの展示内容や現地農場の視察、オランダでの施設園芸の現状などについて筆者なりの見方で報告したいと思う。

2. NTVとは

NTV とはオランダ語で「Nederlandse Tuinbouw Vaktentoonstellingde」であり、オランダ施設園芸業界見本市と呼ばれていた。2000 年にはフラワーショウと一緒に開催されるようになり名称を「International Tuinbouwvakbeurs NTV」と変えた。一般には「International Horti Fair」と呼ばれ、印刷物等ではこのように表記されている。日本では「NTV」と呼ばれることが多く、長年にわたり世界の施設園芸をリードしてきたその認知度の大きさを伺う事ができる。

2004 年は 11 月 3 日から 6 日まで開催され、出展数は約 1000 社 (フラワーショウと併せ) にのぼる。

3. 展示内容

会場に展示されていた中から、特に目に付いたものを挙げる。

1) ナトリウムランプ

設定を 6000 ルクスにした場合、雲が出てきて日射量が低下すると自動的に点灯し、設定ルクス以上になると自動消灯することで、常に設定ルクスを維持するというセンサーとコントローラーを組み合わせたものが出展されていた。

鈴木 邦 典*



積極的に補光をする事と、エネルギーコストを抑える両方を実現することができるものであり、エネルギーの高効率化を目指す新しい技術である。

2) 栽培ベッド

果菜類のほとんどは養液栽培されており、栽培ベッドはスチールを成型加工したガターのの上にラッピングされた培地を並べていく方式である。ガターは吊下げ方式、架台組み方式両方見られた。

培地はロックウールが大半を占めるが、ココピートやパーライト等をラッピングしたものも多くみられた。

3) ロックウール水分コントロール

ロックウールに設置したセンサーからの信号を受け、コントローラーで設定した水分%以下になれば、自動的に灌水を行い、ロックウール内の水分を常に一定に保つことのできるコントローラーが展示されていた。これにより、今まで天候に合わせて灌水時間と灌水量を変えていたのが、自動で水分管理を行うことができ、品質の向上・安定生産を目指すことが容易になると思われる。

4. オランダの施設園芸

オランダの面積は 41,526Km²、人口 1,631 万人 (2004 年) であり、どちらもほぼ九州と同じぐらいである。「世界は神が創ったがオランダの国土はオランダ人自らが創った」と称されるほど、オランダの国土は、永年にわたり、人間のたゆまぬ努力により形づくられてきた。オランダの国土の四分の一以上が海面下にあるために水路や耕地の整備が行き届いている。

オランダの農業は、国土が狭く、海面よりも低い土地が多いという立地条件の中で、高度に集約された野菜、花卉園芸に代表されるように、極めて集約化が進んでいる。反面、水路に廃棄物、肥料、農薬が排出され、水路の塩分が増加し、水棲生物への影響が現れ、また、硝酸

*イシグロ農材 (株) 商品部 栽培システムプロダクト課

態チッ素の増加による人間の健康面への影響が問題となった。

一方、1990年、主要な輸出先であるドイツで、消費者団体を中心にオランダの野菜の農薬汚染を問題とされ、オランダの園芸農家は自らの経営問題として環境保全型農業を行わざるを得なくなった。

このような背景のもと、エネルギー、農薬、化学肥料の低減を政策として打ち出した。特に施設園芸に対して、2000年までに養液栽培で使用した排水は排水路に流してはいけないとする法律が施行された結果、排水を再処理して循環させる「クローズドシステム」が導入されている。

1) クローズドシステム

クローズドシステムにおいて最も重要になるのが、回収した排水と原水(オランダでは農業用水として雨水を施設の横に大きな雨水貯水槽を設置している。)の殺菌である。

殺菌方法には①熱処理②UV(紫外線)殺菌③緩速砂ろ過等の方法がある。

①熱処理はヒーターにより95℃で30秒間処理する。殺菌方法中では、もっとも信用できる方法である。ただし、ランニングコストが高いという欠点がある。

②は紫外線を100-250 mJ/cm²で処理する。欠点として、濁った水、水量の多い場合は十分に殺菌できない。キレート鉄が不溶化するので、これを補充する必要がある(図1)。

③は砂を入れたタンク(サンドフィルター)内に繁殖させた原生動物に病原菌を捕食させて防除する生物防除法の一種である。しかし、この方法は施設面積が大きいと循環する養液量も多いため、かなり大規模のサンドフィルターが必要となる。また、サンドフィルター内の温度を維持する為に、施設内に設置しなくてはならず、

生産効率を低下させる原因となる。

よって、現在導入されている殺菌システムは①熱処理と②UV殺菌がほとんどである。

2) 積極的な補光

オランダでは、年間200日程が曇天又は雨と言われるように、日照時間は6・7月には16時間を超えるが日射量は少なく、冬季は8時間程度と名古屋より2時間短く、日射量も松本の1/6以下となっている。

したがって、周年にわたり安定出荷をする為、補光を積極的に使う圃場が多い。

トマトの場合、補光をした場合、しない場合で50%の収量差が出るとのこと。

また、使用する時は、市場の価格にもより、価格が高い時に使用している。

この為、オランダでのトマトの生産性は高く、年間・平米当り70kgであり、日本の20kgと大きくひらいている。

これには日本の夏季の高温と梅雨・秋雨時の日照不足が関係していると思われる。

パプリカにおいても20-30%の増収が見込まれ、通常12月出荷は難しいが、補光システムを導入し現在テスト段階とのこと。(図2)

5. 最後に

日本においても、作業の機械化等については導入され始めているが、規模が小さいためにこれらのシステムをそのまま導入できる例は少ないと思われる。

単にハードの導入を行うのではなく、個々の生産者が経営者としてコスト意識をしっかりと持ち、削減可能な部分を検討し、経営全体としての生産性の向上を図っていくことが重要であると感じた。



図1 紫外線殺菌装置

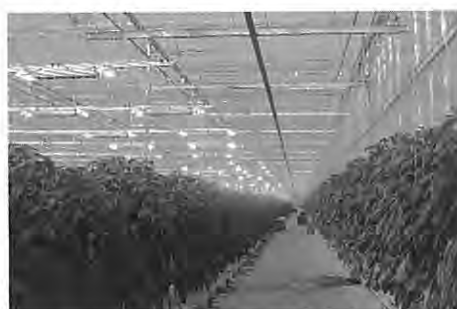


図2 ナトリウムランプによる補光の様子



自作 NFT でトマト栽培

小 門 哲 演*



1. 経営概要

- (1) 経営主 大阪府貝塚市小瀬 小門 哲演
 (2) 経営耕地 田:11a, ハウス:10a, 水耕ハウス:28a
 (3) 労力構成 家族 3 名 (本人, 妻, 後継者)
 (4) 販売 市場出荷 (個選個販)
 (5) 設備等 温湯暖房機 (気温, 培養液), 2 重カーテン, 培養液自動調製・給液装置 他



図1 小門さんのハウス
大屋根ハウスの2連棟, 妻面と側面に張り出し部を設けて通気性をよくしている。

給液回数 終日1時間に4回 (約7分/回), 1ベッドの流量は約 40l/分



図2 トマトの栽培風景

3. 自作 NFT ベッドを設置したハウスの概要

(1) ハウスの構造

間口 12.6m, 奥行き 52m, 棟高 6m の鉄骨大屋根ハウスの2連棟で面積 400 坪, 長期展張用 P0 フィルムを被覆

(2) 自作 NFT ベッドの構造

1.5m 間隔で架脚を立てて直管パイプを土台にし



図3 自作 NFT ベッドの様子

2. 栽培体系

- (1) 栽培作目 トマト (品種: 桃太郎ヨーク (7 月播種), ハウス桃太郎 (12 月播種) 他)
 (2) 作型 年 2 作
 (3) 栽植密度 10a 当たり約 1800 ~ 2000 株 (ベッド間隔 2m, 1 ベッド 2 条植え, 株間 45cm)
 (4) 培養液管理
 培養液 単肥を自家配合 (山崎トマト処方に基づく)
 培養液濃度 EC1.2 ~ 1.3 dS/m pH6 ~ 6.5

表 1

作型	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
秋作	■	■	■				○	○	---	■	■	■
春作	---	○	---	---	---	---	---	---	---	---	---	○

○播種 ◎定植 ■収穫

*執筆: 和田光生 大阪府立大学大学院農学生命科学研究科 (本会運営委員)



図4 自作NFTベッドの排液口

たベンチ。底部はトタンの波板、側面は幅10.5cmの檜のぬき板。内部に水耕シートを敷いている。排液口は直径7.5cmの配管用掃除口を加工して使用。幅45cm、側面の高さ10.5cm、長さ約11m、1.5m毎に1cmの傾斜(約0.7%)。400坪のハウス内に48台設置。

(3) 経費

ハウス(400坪): 約1,000万円、内部設備: 約950万円、NFTベッド: 約50万円

大阪と和歌山を結ぶ幹線道路国道26号線を50mほど入った住宅街に小門さんの水耕ハウスがある。昭和46年よりトマト栽培を始め、昭和55年より水耕によるトマト栽培を開始。試験場、研究所、水耕農家などを視察して水耕を勉強し、水耕開始当初より装置は自作した。その後も勉強と工夫に余念が無く、改良に改良を重ねて今のシステムに至っている。なんでも自分でやってしまう小門さん。今回は、ハウスの基礎工事から鉄骨の組み立ても自分で行った。水耕ベッドが自作なら培養液の自動調製装置、給液装置も自作。ハウスも設備も装置もすべて込みで坪5万円で完成させた。しかし、「自動にできるところは自動にしないと体がもたへん」、「金のかかるもんには金をかけなあかん」と、ハウスは強固な鉄骨の大屋根ハウスにし、培養液タンクは安価なポリタンクより、耐久性が高くて液温の変動が小さいコンクリートの地下タンクを設置。ハウスの設備、環境制御には最新の技術を導入している。

今一番問題なのは、回りに建物が建ち、日陰ができたり、風通しが悪くなったりしたことと、原水に用いている水道水の水質が安定しないこと。特に近年は塩素濃度が高くなったという。「自分でどうにかできる

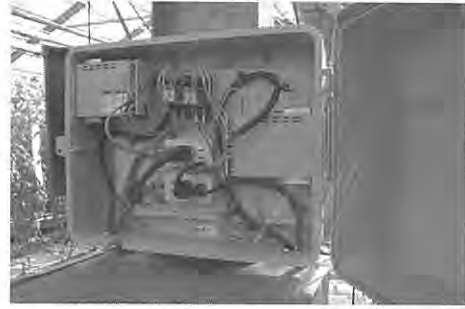


図5 自作の培養液自動調製装置の制御版
EC制御により定量ポンプを動かし、原液を培養液タンクに供給する。

ことは工夫するが、こういう自分ではどうしようもないことが今の問題」。

これから水耕を始めようと考えている人へのアドバイスとして、土耕には土耕のやり方があり、水耕には水耕のやり方がある、土耕ではこうだったという考え方を捨てて、水耕の考え方で作らないとうまくいかないという。例えば、「土耕では根はたくさん張った方がええっていいですけど、水耕では根をたくさん張らすとダメ。少ない根がよく働くようにしてやるのが大事」といい、一番大事なことは、トマトの顔を見ながら育ててやることだと言い切る。また、トマトは日当たりが大事だが、換気と通気のいいハウスにすることが大切という。

これから水耕装置を自作しようと思っている人へは、「簡単に手に入る物だけでは思ったものが見つからへん、自分でいろいろと工夫して加工して使わんとあかん、あれは苦手これは苦手と言うてたらでけへん。電気工事も、水道工事も、工作もなんでもできるようにならんとあきません」という。

いつも向上心を忘れない小門さん。装置は日々工夫され、アイデアを加えられ、年々改良されている。



図6 左から、小門さん、奥様、息子さん



事例紹介 「脱サラ就農物語」

大規模トマト生産法人 新地グリーンファーム ～福島県から熊本県への展開～

高橋 良行*



1. 就農のきっかけ

昭和 31 年生まれ、東農大で畜産を専攻し四国・中国地方で一年間の研修後に実家の出荷先の鶏肉加工販売会社に就職した。畜産の中でも養鶏は輸入穀物ありきの産業で、常に為替相場とシカゴ穀物相場と輸入動向に左右され、生産現場でのコスト競争が常に強いられていた時期に、鶏肉生産農家は専業よりも五徳（炉端にやかんなどをのせる道具）のように何本かの柱で経営を支えられないか検討する部署の責任者に成ったことがこの施設園芸に入ったきっかけである。

農家の柱を模索する中で出会ったのが漫画の『美味しんぼ』であった。完熟トマトの生産を始めに実施し、多種の本物野菜を農家で生産し、流通を会社でやればビジネスになると考え、役員会を通して一部の農家へはパイプハウスを建設して販売スタッフも揃え事業を開始した。しかし、失敗の連続で方向転換を余儀なくされていた時に、オランダ行きの切符を手に入れ、まざまざと先進施設農業を見てしまったのが運のつきであった。最低 3 ha の自動制御の施設を夢見たのである“個々の農家集団から製造業的農業経営を目指す生産工場の建設”と題して奮闘する事となった。

資金・場所・販売・スタッフ等々解決することは山のようにあったが、企画を先導してくれたのは生産物の安定供給を望む販売会社であった。しかし、鶏生産

農家の柱を起す事が目的である母体会社には中々賛同を得られなかった。そこで農家が処理に苦慮していた鶏糞を肥料とエネルギーで利用し地域循環型農業を実施する事を企画に組み込んでスタートした。建設数年後に栽培法の変更とダイオキシン規制及び産廃法の問題で旨く稼動していないのが現状である。

2. 施設建設までの道のり

施設の運営・建設（資金）・販売のそれぞれ責任会社の協力を得て、完熟トマト生産を目指し敵地・適作・適期の基本を守り、平成 7 年の初春に福島県の太平洋側で事業を開始した。当時は農地法が現行の様に整理されておらず結果的に自分が母体会社を退職し運営責任者として施設建設地の地元ブローラー農家 2 名と共に農業生産法人を設立した。

当初から補助事業は考えていなかった、母体会社の会長が“補助金は生きながらの香典だから当てにするな”の信念と当時円が 70 円に突入の時期で建設コストが何とか採算ベースに乗ったのである。農地は全て借地とし共同経営の二人が二日で 4ha の農地をまとめ上げ整地から開始した。全てが前例の無い事業で農地法・開発行為・建築基準・消防法・税問題等々の、行政への届け出と手続きに労力を費やし、後付許認可が多々あったが 8 月には完成した。その後に 2 期工事を



図1 新地農場



図2 熊本農場



図3 熊本農場内部

* (有) 新地グリーンファーム 代表取締役

地域連携の補助事業で3ha増設し現在に至っている。

3. 会社及び施設概要

会社概要

平成7年3月設立 資本金 3,000 千円

構成員 3名

年棒社員 9名・時間給社員 約38名

選果パート員約10名（選果員は地元漁連の婦人部の方々が主）

施設概要

1号棟 平成7年8月竣工事業費 585,000 千円

31,603 m²フェンロー型ガラス温室

Priva 社の複合環境制御

LPG 燃焼型 CO₂ 供給

国産ボイラーの温湯暖房

2号棟 平成11年4月竣工

30,745 m²施設仕様は同上

育苗棟 平成10年12月竣工

2,880 m²硬質フィルム連棟

Volmatic 社の複合環境制御

温風暖房

2号棟及び育苗棟事業費 744,054 千円

多目的ハウス 2,000 m²連棟パイプハウス

育苗及び水稻苗の硬化用

イチゴハウス 平成13年3月竣工

(県単事業) 2,000 m²硬質フィルム連棟

吊下げ式ベット栽培

Volmatic 社の複合環境制御

LPG 燃焼型 CO₂ 供給・温風暖房

事業費 32,643 千円

4. 生産概要

トマトの栽培は防根シートを埋設した養液土耕栽培から始まり現在では各種培地（混合バック・ココピート・ロック等）で栽培している。栽培品種も大玉・ラウンド系・ビーフ系・ミニ系と多いが、徐々に絞り込んで行く予定である。作型は6月播種の長期型を中心に1月切り換えの2期作も一部ある。

イチゴは前記した鶏生産農家の柱構築と労働力の分散を目的に開始し、吊下げベット栽培に挑戦している。

5. 事業展開

現在のトマト生産は品質追求型が30%と量産型が70%である。ブランドの構築は必要だが経営の安定の為に、自己満足の栽培から契約安定型へと変貌している。

また、販売なくして事業なしは言うまでもないが、自社の農場を安定経営にさせるには安定供給の責任を全うする事だと感じている。農場での作型の変更よりも生産適期の分散の方が容易あると考え、のれん分け的に農場を各地に建設又は連携して行くことが必要と思ひ、初めて福島から遠く熊本の阿蘇に2haの農場を地元の後継者（福島で3年間研修）と共に補助事業で建設した。連携は栃木県二の宮町でトマトと東京都青梅市でイチゴの仲間が出来た。熊本の概要は下記の通りである。

熊本県阿蘇郡波野村小地野地内

有限会社 グリーンファーム波野

平成14年12月竣工 総事業費 355,950 千円

20,000 m²硬質フィルム型フェンロー温室

Volmatic 社の複合環境制御

温風暖房・LP 燃焼型 CO₂ 供給

ベンチ式ロックウール栽培



図4 新地トマト



図5 新地イチゴ

研究の紹介

アメリカ視察&セミナー報告

塚 越 覚*



1. はじめに

2004年11月16日から24日まで、私(塚越)と伊達修一氏(京都府大)、東出忠桐氏(近畿中国四国農研)、和田光生氏(大阪府大)の4人で、視察とセミナーのため、アメリカに行ってきた。思い起こせば第53回福島大会の際、いろいろな話の流れで「海外の研究や生産の現場をこの目で見に行こう」となった。その後しばらく忘れていたのだが、平塚で開催された夏の学校で、たまたま伊達氏、和田氏と私が同じ日に宿泊となり、その夜、話が再燃した。

まずアリゾナ大学の久保田氏に連絡をとったところ、何かセミナーをやってほしいとの要望に加え、たまたま島根大の浅尾俊樹氏がノースカロライナ州立大学に滞在中との情報を得て、ノースカロライナにも足を伸ばすこととなった。

2. ロサンゼルスにて

11月16日夕刻に成田出発。同日午前ロサンゼルス到着。ホテルに荷物を置いて周辺散策。

11月17日午前、サンタモニカのファーマーズマーケットへ(図1, 2)。ロサンゼルスには、ダウンタウンにもファーマーズマーケットがある。どちらも野菜や果物の他、手作りパンやチーズ、お菓子、ドライフ



図1 サンタモニカのファーマーズマーケット

ルーツなどが売られている。

日系人も多く、日本の野菜や品種も作られており、桃太郎トマト、三つ葉や水菜もあった。ちょうどイチゴの収穫時期だったため、イチゴ果実やジュースもたくさん売られていた。イチゴは酸っぱくて実が堅いが結構おいしかった。トマトはBeefsteak(大玉)やPlum(サンドイッチ用)、Round(中玉)、Process(加工用)、Cherry(ミニ)などの種類がある。



図2 ファーマーズマーケットのとある店先

ロサンゼルスから国内線に乗り、アリゾナ州のツーソンへ到着。空港で久保田氏の出迎えを受ける。浅尾氏も合流。

3. アリゾナ州のトマト生産企業

18日の朝7時30分にホテルを出発し、ユーロフレッシュ(Eurofresh; トマト生産企業、アリゾナ州ウィルコックス)を目指してフリーウェイを約2時間のドライブ。名前の通りオランダ資本の会社である。以下は、マネージャーのダミアン氏の説明から抜粋したものである。

トマト栽培施設はSite1～Site4まであり、現在site5の建設中。各サイトに1人ずつマネージャーがいる。一つのサイトは、4つの温室からなり、さらに1温室は4つのコンパートメントからなる。1コンパートメントは約50m×200m(1ha)なので、1温室は4ha、

*千葉大学フィールド科学センター(本会運営委員)

1 サイトは 16ha, 全体で 64ha である。

軒高約5mのフェンロー型温室でパッドアンドファン(図3)、内張1重カーテンを備える。非常に低湿度のためパッドアンドファンの効果は絶大で、室温を5℃程度低下させられる。理論的には外気温40℃、相対湿度10%だと、20℃ぐらいまで下げることが可能である。



図3 ユーロフレッシュの温室外観

畝は東西畝、パッドはコンパートメント中央に畝と同一方向に設置されており、4月に設置し、11月に取り除く(光条件をよくするため)。房どりのミディトマトとミニトマトを生産している(図4)。収穫時に直接出荷箱に入れ、集荷場で悪い果実を取り除く。その後機械でステッカーを貼って出荷する。ステッカーを貼る機械はリンゴ生産で使用されているものを改良した。カメラとコンピューターで果実を認識し、85%以上の精度で果実にステッカーを貼ることができる。



図4 房どりトマトのパッケージ、紙箱詰めもある。

インタープランツによって周年収穫をしている。1植物体は定植してから1年間栽培、カナダの苗生産会社からつぼみが見えた苗を2日かけて輸送する。

インタープランツを行うため、各ベッドに給液パイプが2本配管され、それぞれ幼植物体用と収穫植物体用となり、培養液処方を変えている。幼植物体用培養液は、低N、低K、高Caで、過繁茂を抑制が目的。ベッ

ドは架台を用いたハンガーベンチで、高さは10cmぐらい(図5)。オランダのように高くしてもメリットが無いという。



図5 パッドをはずした空間から温室内部をのぞく、説明者はダミアン氏

摘葉は、成熟葉が1植物体に10枚になるように実施。それ以上の葉は風通しや光環境を考えると無駄だという。年間を通じて強い日射が得られる気候ならではの管理だろう。栽植密度は1㎡あたり3.3本。蒸散が激しいので、1日の給液量は約2リットル程度になる。

ロックウールはGrodanのMaster Dry。上方のRWは、繊維が横向きで、密度が高い、下方は、繊維がやや縦方向にも混じっており、柔らかい。これにより、初期の根を横に張らしてロックウールマット内の有効利用をさせている。

原水は井戸水で、飲用できる。ちなみにこの場所を生産拠点として選んだのは、メインフリーウェイに近い、労働力を得やすい(囚人も雇っている)、水質がよい、標高がちょうど良い、などの理由による。

暖房には、天然ガスを用いたボイラーを利用し、CO₂施肥もかねる。約80℃の熱水を作り、保温槽に蓄積。夜間の暖房に用いる。暖房は、レール兼用のパイプと植物体の高さの中央部にもうけたパイプを利用する。つり下げられた温水パイプは高さを調節し、成熟葉部に持って行くと栄養成長促進、果実部に持って行くと果実肥大促進となる。暖房温度は、温水パイプに約45℃の温水を通し、夕刻気温が15℃に低下した時点で開始、徐々に高めて18℃で維持。日中は24～25℃を目安に設定している。

人工照明を設置した温室もあり、周年、日の出前2時間電照することで、1日のスタートをスムーズにする。

収量は、1ha当たり750t。1kg200円とすると、1haで1億5,000万円、65ha全体で100億円を超える。

4. ちょっとだけ観光

この日、午後3時からの会議のため久保田氏とはいったんお別れ。われわれ4人と浅尾氏で、柱サボテン（図6）の国立公園に行った。山一面に柱サボテンが生えている。大きいものは高さ5mを超え、200年以上生きる。サボテンが枝分かれするのにおよそ50～60年かかるそうだ。ちなみにこのサボテンは、アリゾナ州にしかない。



図6 柱サボテン

5. アリゾナ大学（アリゾナ州ツーソン）にて

翌19日はアリゾナ大学およびControlled environment agriculture center (CEAC) 見学, および最大の目的でもあるセミナーでの発表の日である。

CEAC が設立された背景は、以下のようなものである。前回紹介したトマト生産企業「ユーロフレッシュ」が、あっという間に規模拡大が進んで、全米1の面積となったことを受け、州がサポートの必要性を認識した。そこでアリゾナ大学農学部の前副学部長（研究担当）のジェンセン氏が計画し、5年前に設立された。年間予算は人件費や光熱費も含め70万ドル（約7,000万円強）で、あくまでもSeed moneyであり、これを元にして金になる研究をやりなさいということらしい。

CEACの施設や温室は使用料が必要で、約100m²を3ヶ月単位で実験のために借りる。使用量は3ヶ月500ドル（5万円）で、教官が研究費の中から支払う。

主な研究テーマに、「苗の輸送条件と品質保持」、「トマトの高品質化」、「火星や南極での植物工場建設」、「温室の冷房」、「インターネットを利用した教育」などがある。またアメリカでは、大学に試験場と普及所がある（機能を併せ持つ）。アリゾナ大学の教員は、必ず1つ、アリゾナの農業に貢献できる研究テーマを試験場に登録し、毎年成果報告を行う必要がある。

施設は日本の大学や試験場をイメージしてもらえ

ばよいと思う。研究主体のため、大型生産ハウスではなく、小さめの施設がたくさん並んでいる。

ティーチンググリーンハウスは学生に養液栽培を教えているハウス。秋の学期（8-12月）は養液栽培の基礎コース（播種、育苗、定植、初期の植物管理など）、春の学期（1-6月）は上級コース（pH、EC、排水、吸水のチェックと管理など）になる。学生が管理する植物を教官がチェックして、成績をつける。

施設にはパッドアンドファンが備えられている（図7）。アリゾナは湿度が低いので、細霧冷房は急激に温度が下がりすぎて、導入が進んでいない。普及には噴霧量と低下温度の制御理論を作成する必要がある。



図7 CEACの研究温室

アメリカでの養液栽培は、ビートを培地にしたポット栽培が多い。ロックウールはシステムが高価で、かつ給液管理用の良いコントローラーがないと難しい。

有機栽培には関心が高いようで、なんとオーガニック液肥があった。堆肥などに水を通して出た水などが原料となる。オーガニックカルシウムというものもあった。天然物由来のものはオーガニックになるらしい。



図8 セミナー終了後にCEAのスタッフや学生と。左から2番目が久保田氏

見学後、セミナーを開催した（図8）。日本の養液栽培の現状と、日本養液栽培研究会の活動紹介の後、各人の研究について発表した。

発表時間が短く、ごくかいつまんでの説明となった

が、活発な質疑が行われた。印象的だったのは、質問の多くが実際栽培へいつ応用するのかとか、応用するに当たってどのような問題点があり、どのように解決するつもりなのかとか、まず現場への還元を念頭に置いているということであった。

6. ノースカロライナにて

11月20日の昼にツーソンのホテルを出発し、飛行機でダラス経由ノースカロライナのローリー・ダーラムへ向かう。ローリーという町とダーラムとの中間にある空港。夜の9時過ぎに到着。朝の飛行機でツーソンを出発していた浅尾氏と再会する。

11月21日は日曜日なので、大学が休みのため、午前中、浅尾氏の案内で、クラブツリー、チャペルヒル、ローリーのスーパー（図9）やファーマーズマーケット（図10）へ。昨晚よく見えなかった景色をみて、アリゾナとの違いに驚く。緑が多く、紅葉もきれい。スーパーでおみやげを物色したが、1袋がなにしろ大きくて、持って帰れそうもないのであきらめた。

ファーマーズマーケットではクリスマスシーズンが近いこともあって、モミの木や薪も売っていた。コラードが非常に多かった。その他、リンゴとカボチャがたくさんあった。感謝祭が近いからだろう。この夜、翌日のセミナーの呼びかけ人にもなって頂いた、ピート教授の自宅に招かれ、感謝祭のディナーをごちそうになった。



図9
スーパー
マーケットの
野菜売り場

図10
ファーマーズ
マーケットの
野菜売り場



7. ノースカロライナ州立大学にて

11月22日は、ノースカロライナ州立大学で午前中セミナー。アリゾナ大で行ったのと同様のプログラムで行った。印象に残っているのは、夏の学校の紹介をしたあと「認定証」についての質問である。いかに正式な（公的な）ものにしていくかが課題であろう。



図11 キム氏の研究温室、左端がキム氏。

昼食後に研究農場を見学した。キム氏の研究（図11）は桃太郎とトラストを使って、ECやステージによるイオン吸収の違いを測定し、トマトの肥料吸収モデルをつくること。培地はパーライト、ロックウールなどの培地とも比較したが、違いはなかったとのこと。もう一つは収量が下らない程度の水分ストレスを与えて、すこし糖度を高める方法を検討中。

別の温室では有機培地の研究を行っていた（図12）。産業廃棄物として大量の羽毛が出るので、それを培地に利用する研究だそうだ。フェザーミルという。トマトの発芽試験や育苗試験をやっていた。そのままだと窒素欠乏をおこすようで、肥料成分の調整や他の培地との混合が必要。



図12 羽毛培地の試験、トマト育苗への適正を検討。

8. 帰国

11月23日の早朝6:30にホテルを出発して空港へ。ニューヨーク経由で成田に向かう。11月24日午後、成田に到着。4名とも無事帰国した。

施設キュウリ, トマトにおける 高温処理を用いた病虫害防除

佐藤 達 雄*



1. はじめに

神奈川県では戦後, 早い時期から施設園芸が発展してきた。中でも施設キュウリ, トマトは現在の基幹品目となっており, 高度な栽培技術が構築されている。一方, これらは病虫害の種類, 発生量とも多く, 生産コスト, 作業への安全性, 作業負荷, 消費者の安全志向などの面から化学合成農薬の使用量を減らすことが強く要望されている。しかし施設の周年利用化や, 新発生, 薬剤耐性病虫害の出現により, 農薬使用量削減はなかなか困難なのが実状である。

神奈川農総研では 1997 年頃, キュウリの耐暑性を比較する目的で盛夏期に内気温を一時的に 45℃まで上げて栽培を行ったところ, キュウリの一部品種の生育が促進され, しかも病虫害が発生しないという現象を観察した。そこで研究方針を病虫害防除に軌道修正し, 高温処理による病虫害防除技術として開発してきた。本技術のユニークな点は, 化学的な防除法に頼らない, 完全な物理的防除技術であるということである。まだ未検討の点も多いが, 現在までの取り組みを紹介したい。

2. 高温処理の方法と作用機作

当所で検討している方法は, 施設を密閉し, 昇温後,

内気温 45℃が 1 時間程度持続した後に再び開放するという方法である。処理中は湿度を十分高い状態に保つことが求められるため, 条件によっては内気温が上がりにすぎないように遮光などの措置も必要である。

高温処理の効果には少なくとも 2 つの機作が働いているものと考えられる。ひとつは熱が直接, 病虫害に作用し, 病虫害を抑制する効果である。過去の研究事例を見ると, たとえばうどんこ病は 35℃で分生胞子が発芽せず, 菌そうの分生胞子形成量も極めてわずかであり, さらに葉を濡らすことによって発生を抑制できたとされている。また, 害虫の 40℃の生存率は, ミナミキイロアザミウマでは 1 時間以内, ミカンキイロアザミウマでは 2 時間以内, オンシツコナジラミは 3 時間以内と報告されている。したがって, もし植物体に悪影響がないならば 45℃, 1 時間程度の処理 (処理時間全体は昇温時間帯を含み 2 時間程度) で相応な効果があると思われる。

次に, 熱が植物体に作用し, 病害抵抗性を誘導する効果である。植物体を温湯に浸すことで病害抵抗性が発現するという現象はかなり古くから知られていたが, 機作は不明であった。このたびの研究で, これは, 適度な熱ショックが, 植物が病害に感染したと同様の反応

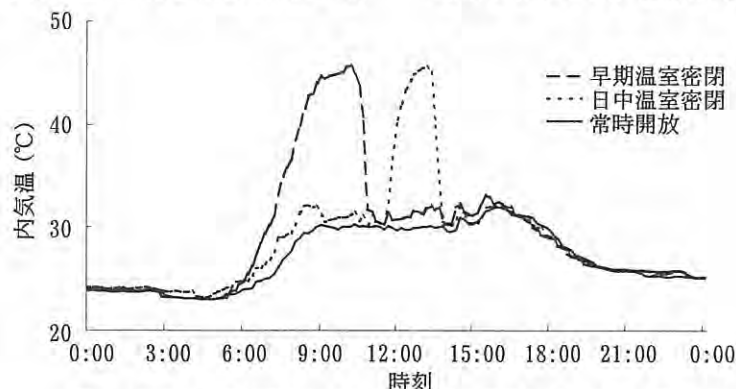


図1 キュウリ栽培温室における内気温の日変化 (2000年7月29日)

*神奈川県農業総合研究所 農業環境部

を誘導し、病害抵抗性反応を引き起こす「全身獲得抵抗性(Systemic acquired resistance; SAR)」と呼ばれる反応が発現することが明らかになりつつある。



図2 高温処理後のキュウリ葉上にみられるコナジラミ類の死骸

3. 実用化に向けた取り組み

キュウリでは、栽培期間を通じて病虫害を抑制し、減農薬に結びつけることが目的となる。そこで、高温下でも安定した生育・着果が得られる品種を比較したところ、‘大将’が最適であると判断された。また、実験的には、毎日、早朝から10時過ぎまで温室の密閉を行えば、いわゆる蒸し込みの効果と45℃、1時間の高温処理の効果が相加して生育促進と病虫害防除効果が高かった。しかし、この時間帯は収穫・管理作業を行わなければならないため、高温処理の時間帯を昼食の前後に設定したところ、生育促進効果は見られないが、ダニ類以外の病虫害を抑制することは可能であった。また、処理頻度は8～10日に1回程度でよかった。



図3 左:高温処理区、右:無処理区のキュウリの葉
いずれも無防除

次にキュウリの結果を踏まえ、近年、注目されている一段密植栽培のトマトでの検討を行った。トマトはキュウリほど病虫害の防除回数が多いわけではないので頻繁な処理は不要と思われるが、近年、シルバーリーフコナジラミによって媒介されるTYLCVをはじめとしたウイルス病の被害が拡大傾向にある。薬剤耐性を有する媒介昆虫の出現が問題になっており、害虫が要防除水準に達した時点でこれらを一網打尽にすることを主眼

とした。一段密植栽培は野菜茶業試験場で開発された水耕栽培であり、年に3～4回転の栽培を行うため株の更新が早く、病虫害の被害を低く抑えることができる。実験の結果、キュウリと同様の処理を行うことによって、1回の処理でコナジラミ類の密度を大幅に減らすことができた。また、少なくとも着果後のトマトには高温処理の悪影響は観察されなかった。花芽分化や生育、花粉稔性、着果などに対する影響については今後、検討を要するが、基本的には実用可能との手応えを得た。



図4 高温処理後にみられるトマトの保水シート耕栽培槽上に見られるハモグリバエ類の死骸

キュウリ、トマトとも高温処理中に湿度が低下すると葉やけ等の障害が出ることがあるので、遮光資材を併用するなどして密閉したまま換気せずに45℃を維持することが必要である。また、これまで2名の生産者の方が実践していただき、まずまずの結果を得たが、その過程で両者とも温室制御用の温度センサーが数℃、狂っているということが判明した。無論、高温処理だけの問題ではないので定期的にセンサーの校正をしておくべきであろう。

4. 今後の展望

施設の内気温を45℃まで上げるという管理はかなり常識を破った方法であり、正直なところ、取り組んでいただけの方がなかなか見つからないのが現状である。しかし、本年3月に米国で行われた施設園芸のシンポジウムではキュウリの高温処理について、中国からほとんど同内容の技術が発表され、意を強くした。また、熱ショックは植物体に対して病害抵抗性のみならず様々な生理的な作用を誘導する可能性が示唆されており、今後、作用機作の解明とともに実用化を見極めていきたい。

新製品の紹介

総合的農業ビジネスに取り組む (株)アグリベスト

楠 正 人*



1. はじめに

農産物の安全性に対する不信が大きくクローズアップされている現在、消費者に対し本当に価値ある農産物を提供することは社会的課題である。アグリベストは自然の力を最大限に引き出し、“おいしく”，“新鮮で”，“栽培履歴が明らかな”「顔」の見える農産物を消費者に提供することを目的に平成15年9月に設立された。「品質と価格」で消費者に納得いただける“安全で安心”な

農産物を提供することを目的に、約1年間を経過したアグリベストの事業内容を紹介する（図1）。

2. アグリベストの直営農場

アグリベストが手がけるクロップ生産事業は二つに大別される。まず、直営農場において、甘くておいしい（糖度の高い）トマトやイチゴなどの付加価値の高い農産物を生産し、市場に提供する（図2）。

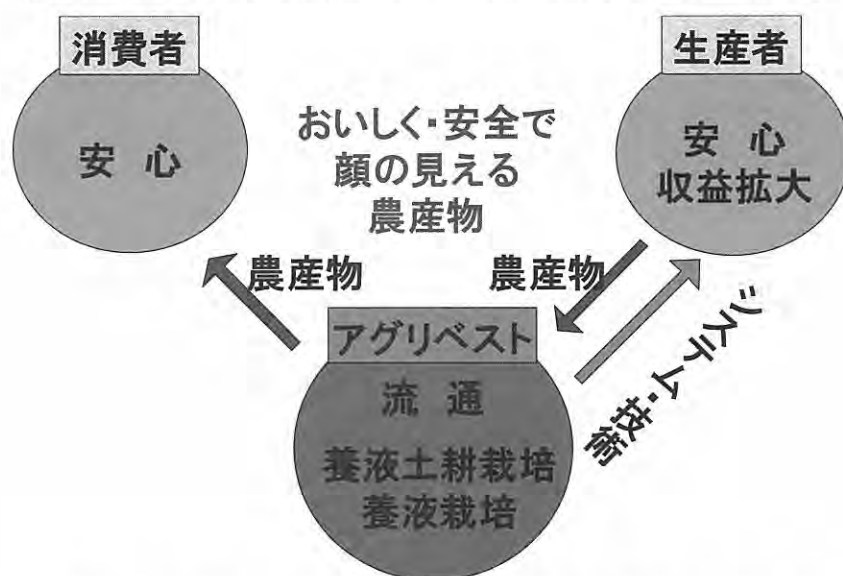


図1 生産者と消費者に「安心」を提供するクロップ（作物）生産事業



図2

3. アグリベストと契約農家との関係

契約農家に対しては「養液栽培」並びに「養液土耕栽培」システムを用いた付加価値の高い農産物の生産技術を提供する。最新の栽培技術を駆使した作物生産事業を通して、生産者である農家に対しても“安心”を提供し、収益拡大にも貢献できる（図3）。

4. ビジネスモデルの提供

アグリベストは、当社並びに当社グループの栽培技

*株式会社アグリベスト 代表取締役社長



- 技術・生産委託・販売に関する契約書の締結
- 養液栽培または養液土耕システムの導入
- 生産指導および当社農場での研修
- 高糖度トマト、高品質イチゴ等の栽培、収穫
- 販売の斡旋、代金のお支払

図3 (株)アグリベストと栽培農家との契約事例

(栽培方法の提案)

養液栽培

- ・ 土を使わない、クリーンな栽培
- ・ 効率的、高収益な栽培環境
- ・ 高精度栽培管理

養液土耕栽培

- ・ 土壌の緩衝能を有効活用。
- ・ 低コスト、高収益栽培技術。
- ・ 省力、高精度栽培管理。
- ・ 環境保全型栽培。



養液栽培、養液土耕栽培システムで
安心できる農産物の生産



甘くて、おいしい
高糖度トマト



アグリベストの流通・販売ルート

消費者

図4 ビジネスモデルの提案事例

術の産物である「養液栽培」並びに「養液土耕栽培」を基礎に、高付加価値農産物分野において事業展開を行う。これまでに培った栽培システムや栽培技術・ノウハウを賛同できる農家や農業法人へ契約ベースで提供し、生産のお手伝いを行う。また、生産された農産物の市場への販売も受託できる。そして、栽培者にも消費者にもメリットのあるビジネスモデルを組み立てる(図4)。

5. おわりに

(株)アグリベストに関する詳細な情報や作物の生

産履歴はホームページで閲覧できる。また不明な点についてはお問い合わせいただきたい。

=====

(株)アグリベストに関するお問い合わせ先

株式会社アグリベスト 附属農場

住所：徳島県鳴門市大麻町姫田字下久保 12-1

TEL：088-685-2832 FAX：088-685-9501

<http://www.agribest.jp>

=====

無気泡酸素溶解装置 － 30ppm の溶存酸素濃度を実現－

皿 井 重 典*

1. はじめに

「無気泡酸素溶解装置」漢字ばかりで堅苦しく感じるが、この装置は読んで字の如く気泡を作らないことで効率よく、液体(水)の中に気体(酸素)を溶け込ませる装置である。気泡を作らず液体(水)の中に気体(酸素)を溶け込ませる技術は、これまで様々な分野で研究課題として取り上げられてきた。

例えば養魚関係では、溶存酸素量を増やすことで限られたスペースでより多くの魚を飼育したり、養殖期間を短縮するなど、この無気泡酸素装置導入による直接的な効果が認められている。また、魚餌の食べ残しや魚の排泄物による水質悪化の問題を解消する目的で本装置が導入されている場所もある。これは溶存酸素が豊富な水中では好気性微生物の活性が高まり、水の浄化が促進されることに因る。

好気性微生物は嫌気性微生物と比べて約 30 倍の有機物分解能力があるとされることから、養殖の現場に限らず微生物活用型の水質浄化の分野において、本装置は注目を集めている。例えば、①河川・湖沼の浄化 ②食品加工や製造工場の排液処理 ③畜産農家の糞

尿処理 といった分野で本装置を活用した実地レベルでの試験が進められており、多くの研究者が「常温で 30ppm 以上」という本装置の酸素溶解効率の高さを認め、その効果に期待を寄せている。

2. 逆転の発想

なぜ無気泡酸素溶解装置は 30ppm 以上もの溶存酸素濃度を実現出来るのだろうか。その秘密はこれまでの曝気(エアレーション)方式の「水に酸素を溶かす」という方法ではなく、「酸素に水を注入する」という逆転の発想にある。酸素が充満した装置に水を滝の様に混入・拡散させる。本装置を通過する間に、水の周囲は、ほぼ 100% の酸素に取り囲まれる仕組みとなっている。この過程によって水は酸素を効率良く取り込み、30ppm 以上の溶存酸素濃度を実現することが可能となった。



図1 無気泡酸素溶解装置(農業用途)

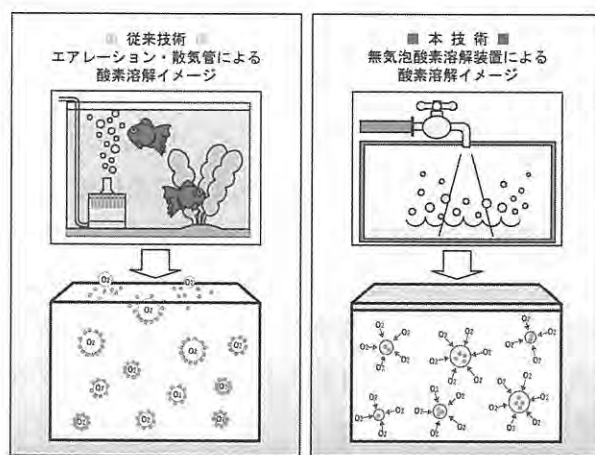


図2 酸素溶解イメージ

図 2 左 の従来技術の場合、小さい気泡の周囲には SS(注) が付着し易く、ひどく汚濁した水では、この現象はより顕著になり、水と接する気泡の表面積を減らして酸素は水に溶け難くなる。また水底部の溶存酸

*イシグロ農材 株式会社 研究開発部 新事業開発課

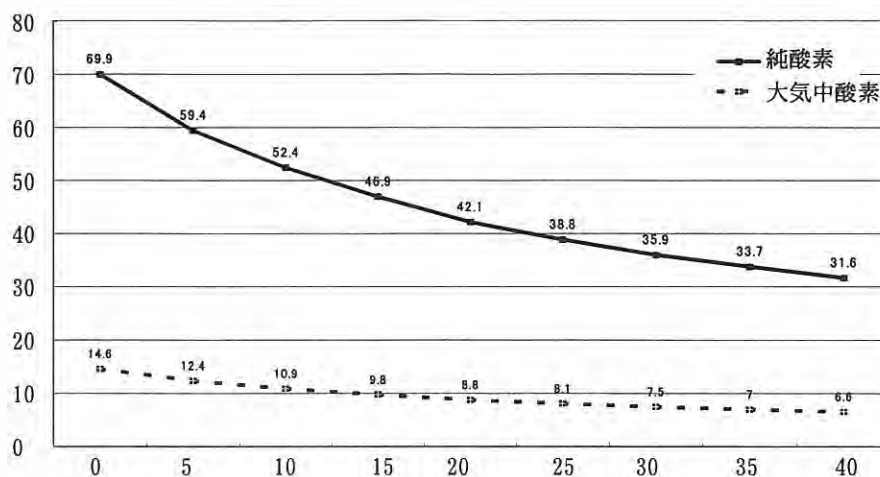


図3 溶存酸素量の比較 (ヨコ軸：水温(°C) タテ軸：溶存酸素量(ppm))

素量は上がらない。(注：SSとは水中に浮遊している物質のうちで大きな固形物と溶解性物質を除いたもの。例えば岩石の微粒子、プランクトン、バクテリアなど。)

図2右の無気泡酸素溶解装置ではSSの影響を受けることなく、酸素が効率的に溶解する。また水底部まで均一に溶存酸素量が上がる。

図3は大気(窒素78%、酸素20.9%、その他のガス1.1%)のエアレーション方式と、純酸素を使用した無気泡酸素溶解装置との溶存酸素量を比較したグラフである。無気泡酸素溶解装置の溶存酸素量は実に4.8倍(理論値)の数値を示している。

仮にエアレーション方式に、大気に替えて純酸素を送り込んだ場合、溶存酸素量は高まるが、多くの純酸素が水に溶けずに気泡のまま水面に達し、空気中に放出されてしまう。一方の無気泡酸素溶解装置は、水に溶解した酸素だけが装置の外へ出る「酸素を浪費しない」仕組みである。また、純酸素+エアレーション方式の実用のためには、純酸素は微細気泡であっても植物の根に直接触れると、酸化力による障害を引き起こしてしまうことにも注意が必要である。

無気泡酸素溶解装置の「酸素を浪費しない」ポイントとして、溶存酸素量の制御機能が挙げられる。本装置では溶存酸素量の増減はタンク内の水量と酸素量のバランスでコントロールされる。水位センサーを装備することでタンク内の水量と酸素量を一定に保ち、求める溶存酸素量を自動で調整、維持する。つまり、必

要以上の高濃度で酸素が無駄に放出されることを防ぎ、最も効率の良い純酸素消費を実現していると言える。

3. 養液栽培への応用

俗に「水やり何年」という言い方がされる。一人前の栽培者となるには、水やり技術、すなわち量・回数・タイミングの習得が不可欠である。これからは量・回数・タイミングに加えて、水の質を理解してコントロールする技術が必要となるのではないだろうか。実際に養液栽培、特に水耕栽培では、水管理と肥培管理はイコールと考えられ、原水に含まれる成分にも充分に気を配っているはずである。滅菌・殺菌を含め水の質は本当に重要な要素である。

今、水の質を計る項目に「飽和値を超える溶存酸素量」が加わった。無気泡酸素溶解装置が溶存酸素を積極的に使用する新しい栽培手法のステージをもたらした。これまで、肥料、気象(温度や光環境)、水と、作物を取り巻く要因を的確にコントロールするために新しい技術が導入されている。それらに続くものとして「溶存酸素」をコントロールする栽培の入り口に立ったのではないだろうか。事実、無気泡酸素溶解装置を使用することで、夏場の栽培が難しいとされていた作物の品質が向上したという農家の方からの報告も増えてきている。以下に事例の一部を紹介する。

事例1 NFT サラダ菜

図4：酸素使用区 圃場（8月20日撮影）

図5：8月4日定植。以降、常時「酸素」を使用。
（8月20日撮影）

図6：7月20日定植。「酸素」導入前栽培。
（8月20日撮影）



図4 事例1 NFT サラダ菜



図5 事例1 酸素使用栽培



図6 事例1 酸素使用前栽培

事例2 湛液型水耕栽培 サンチュ

溶存酸素濃度 ①出口：23 ppm ②戻り：20 ppm

効果 ①生育むらの解消 ②葉肉が厚くなる
③生育が速くなる

事例3 RW栽培 ミニトマト

溶存酸素濃度 ①出口（チューブ）：28 ppm

②戻り：20 ppm

効果 ①生育が速くなる
②玉揃いが良くなる

事例4 RW栽培 バラ

溶存酸素濃度 ①出口（吐出口）：34 ppm

②出口（チューブ）：25 ppm

効果 ①芽吹きがよくなる
②生育が速くなる
③秀品率が上がる

この他にも作物では、ネギ、ミツバ、ホウレンソウ、大葉、大玉トマト、栽培様式では、湛液型水耕、NFT、RW栽培、隔離有機培地栽培、土耕栽培といった事例があり、導入農家は増え続けている。

4. 最後に

自然界での飽和を超える溶存酸素はまさに新しい領域であることから、酸素活用栽培技術の確立までにはまだまだ試行を要する段階にある。作物、状況に応じた適量はどれほどか、圃場全体に均一な溶存酸素を維持するには、等々ソフト、ハードともに今後も引き続

き取り組むべき課題が多くあるが、いずれは「肥料や環境制御装置と同じく、水さらには空気（酸素）にもお金を掛けるからこそ、安定した確実な収穫が得られる。」と、より多くの生産者に認められる技術として考えている。

◆お問い合わせ先：

イシグロ農材株式会社 商品部

TEL：0532-25-6351 FAX：0532-25-5574

可動型ベッドを利用した新しい いちご栽培システム 「いちごステーション」

本 島 栄 一*

1. はじめに

可動型ベッドを利用した新しいいちご高設栽培システム「いちごステーション」をここに紹介する。

2. 開発の経緯

我々は、平成13年4月にプロジェクトチームを発足し、先ず開発の根幹を成す基本コンセプトを構築した。

- ①システムの生産性を明確にする。
- ②土耕感覚でできる簡便な栽培方法とする。
- ③工事は2～3人程度の指導で十分とする。(特殊技能を必要としない)
- ④対象ハウスには単棟パイプハウスも含める。

以上の基本コンセプトを基に、開発行為に入っていたわけである。

平成13年9月からの社内・社外実験、平成14年9月からの社外フィールドテストを実施し、平成15年9月からの社外モニターテスト(モニター販売)を経て、平成16年4月に正式発売となった次第である。

3. 「いちごステーション」の主な特徴

- ① 収量を飛躍的に伸ばすことができる。
- ② 安価なシステムである。
- ③ 栽培方法が簡便である。
- ④ 組立工事が簡便である。
- ⑤ ほとんどの栽培ハウスに設置が可能である。

以下に、上述の特徴の主な部分を説明する。

「いちごステーション」の最大の特徴がこの①の“収量を飛躍的に伸ばすことができる”という点である。この部分に関する基本的な考えは、「ひと株当たり

の収量を伸ばすのではなく、単位面積当りの収量を伸ばす」こととした。つまり、土耕の1.5倍の栽植本数が可能となれば、結果、収量も土耕の1.5倍となる可能性が大きくなると考えた。但し、栽植密度を高めることができて、多くの株に対し、採光が大幅に不足するという様な、栽培環境の悪化が発生しては意味が無い。且つ、作業者への大幅な労力の軽減にならなければならないということは、自明の理である。しかし、栽植密度が大幅に高まることと、全ての株に均一な採光が得られること、さらには、作業者への環境が大幅に改善されるという3つ連鎖には、ある種のパラドクスが生じてしまった。

その為に、以下の如き可動型ベッドが必要となったわけである。

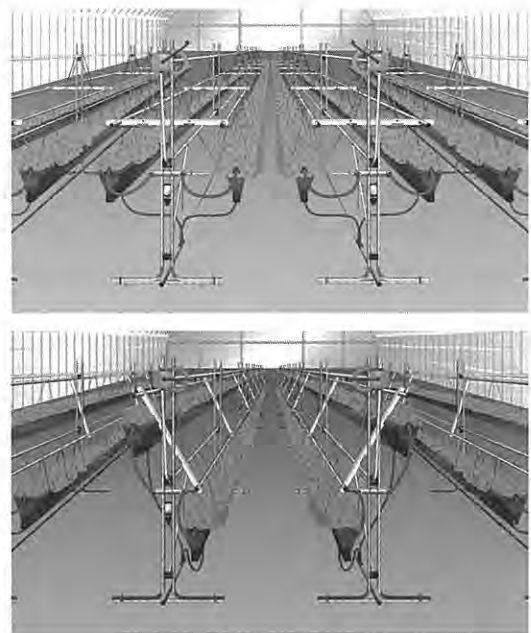


図1 いちごステーションの概要

この図を参考にしてもらいたい。定常状態は、上の図の通りである。作業者が作業をおこなう時のみ、「くるくる」で駆動軸を回転させ、おのおのの架台に

*株式会社 誠和。 小金井工場 いちご特販課

吊り下がったベッドが限りなく上下2段に近づき、結果、中央に作業スペースが出来上がる。それが、下の図である。

作業者が入らない定常状態では、通路は必要無いわけであるから、当然間口当りのベッド数は増える。

実際に、どれくらいベッド数が入るかという例を、図をもって説明する。

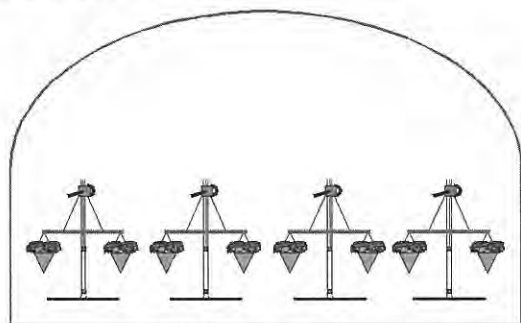


図2 ベッドレイアウト図

間口 6.0m ハウスを想定した図であるが、通常の土耕栽培や、従来の高設栽培システムでは、5ベッド乃至6ベッドが通例であった。通路を確保する為、当然である。「いちごステーション」では、上図の通り、8ベッドを確保することができる。どの程度栽植本数が増大したかということ、以下の通りとなる。

300坪ハウスの場合(とちおとめタイプ)

土耕栽培 8,000本

いちごステーション 12,000本

栽植本数が、土耕に比較して、1.5倍増大したことがわかる。よって、収量も土耕の1.5倍となる可能性が大きくなるわけである。

次の②の“安価なシステムである”という点であるが、16年度参考価格(300坪基準)を以下に示す。

【とちおとめタイプ】

システム品 約 350万円

肥料(約1作分) 約 17万円

【章姫タイプ】

システム品 約 270万円

肥料(約1作分) 約 13万円

※ハウス仕様により、金額は異なる。

③の“栽培方法が簡便である”という点は、一般的な養液栽培にある煩雑な肥培管理から開放したという

点にある。培地は、粉碎された杉皮を用い、肥料は、肥効調節型被覆肥料(コーティング肥料)を用いる。コーティング肥料を培地上に撒き、定植作業をし、その後は、制御盤の設定により、自動的に灌水するのみである。定期的に排液を測定し、基準値以上の場合は、給水回数を増やし、以下の場合は、給水回数を減らし、一定の基準値を保持し続ければ良い。これだけを見ても、いかに簡便であるということがわかるであろう。

④のシステム組立工事の簡便さという点であるが、基本的には、“置くだけ”を重視したシンプルな構造となっている。高設栽培システムにありがちな、数多の支柱を土中に刺すことも無く、テクスピスを一本も使用せず、スパナとレンチのみで架台を組むことが可能である。力の弱い女性や老人でも、工事が可能である。



図3 栃木県J様

4. おわりに

「いちごステーション」の特徴等を述べてきたが、当商品は、平成16年4月に正式発売という産声を上げた、まだまだマーケットでは知名度の低い新参者である。この度、誌面を提供していただいた本誌に多大なる感謝をするとともに、一人でも多くの方々にこの「いちごステーション」でいちごを栽培していただき、収穫の喜びを分かち合いたいと思っている。

=====

「いちごステーション」に関するお問い合わせ先：
株式会社誠和 小金井工場 いちご特販課
〒329-0412 栃木県下都賀郡国分寺柴工業団地
TEL：0285-44-1752 FAX：0285-44-5110

=====



病虫害防除の最新トピックス

養液栽培による生産物のイメージと 病虫害防除技術



高市益行*

1. 養液栽培の生産物の安全性イメージ

最近、「食の安全」に対する社会的な関心が高まっている。食の安全性については、病原大腸菌 O157 による集団食中毒の発生以後、農水省で「野菜の衛生管理ガイド」が策定されており、生鮮農産物安全性確保対策事業として GAP（適正農業規範）を導入する検討が始まっている。また最近では、輸入農産物の増加にともなって、外国農産物の農薬の不正使用による残留農薬が問題がとなっており、残留農薬検査によって、国内生産物についてもときどき不正使用が発覚している。

養液栽培の生産物に対する消費者のイメージは、人によって異なるであろうが、クリーンで清潔な環境で栽培されているというプラスのイメージと、化学肥料で人工的につくられた生産物で不自然で栄養価が低いマイナスイメージの両方のイメージが混在していると思われる。養液栽培の生産物の安全性について、さらにアピールしたいところである。

2. 特別栽培農産物新表示ガイドライン

今年の4月より、無農薬・減農薬あるいは無農薬・無化学肥料栽培の表示ガイドラインが大きく変更された。対象農産物は、化学合成農薬と化学肥料を慣行の5割以下に減らして栽培されたもので、名称が「特別栽培農産物」に統一される。また、「無農薬」、「減農薬」と表示することは禁止事項となり、かわって「農薬不使用」、「農薬節減」と表示することが推奨されている。このガイドラインは法的な強制力はないものの、消費者の信頼を得るためのルールとなっている。

養液栽培の生産物については「特別栽培農産物」の適用外となっており、「特別栽培農産物」の名称は使

用できないが、栽培期間中「農薬不使用」、「農薬節減」を実現することは、生産者にとっても、作業時間や農薬経費および健康の面から非常に望ましいことである。

3. 今回の特集について

そこで今回の特集では、病虫害防除の最新トピックスとして、「農薬不使用」や「農薬節減」のための新技術として、物理的手法（防虫ネット・粘着テープ）、生物的手法（生物農薬、天敵製剤）、農薬使用量を低減できる散布技術などを紹介する。

一般に病虫害防除は化学農薬に頼ることが多いが、この方法は対象とする病虫害が耐性を獲得する問題がある。例えばコナジラミ類に対するテープ型薬剤の効果が地域によって低下してきたために、地域として使用停止期間をもうける工夫がとられている。一方、物理的あるいは生物的防除法は、耐性獲得の心配が少ない利点がある。UV カット資材や防虫ネットなどの物理的防除法は、主に予防的な効果であるが、広範囲の病虫害の発生を軽減できる。

養液栽培では装備の充実した温室・ハウスで栽培されることが多いので、高機能な環境制御装置を有効に活用して、適切な気象管理と健全な肥培管理によって、病虫害の薬剤散布を大幅に減らすことが可能と考えられる。最近の新しい施設構造に適した、病虫害抑制のための環境管理手法について、指針として整理されることが望まれる。

*（独）農生研機構野菜茶業研究所（本会運営委員）

特集 病虫害防除の最新トピックス

防虫ネットによる病虫害防除最前線 ～トマト黄化葉巻病防除対策における防虫ネット利用～

西 野 実*

1. はじめに

防虫ネットで施設開口部を遮蔽することによる害虫の物理的防除法は、従来から基本的な防除技術として利用されている。害虫の侵入を効率的に抑制するためには、対象害虫に合わせた防虫ネットの目合いの大きさなどを選択する必要がある。さまざまな害虫に対して効果が報告されている。また、近年では天敵資材と併用して利用されるなど総合的害虫管理（IPM）を実践するための防除技術の一つとなっている。

一方、国内の野菜栽培ではコナジラミ類やアザミウマ類などの微小害虫によって媒介されるウイルス病の発生が、ここ数年、問題となっている。三重県においても、シルバーリーフコナジラミによって媒介されるトマト黄化葉巻病がトマト産地の重要な病害となっている。本県ではトマト黄化葉巻病防除対策の一つとして、施設開口部の防虫ネット遮蔽により媒介虫を侵入防止することが重要な対策として位置付けられている。

ここでは、媒介虫シルバーリーフコナジラミの、侵入防止に有効な防虫ネットの目合いの大きさと、施設内部への侵入経路の検討について紹介する。

2. トマト黄化葉巻病とシルバーリーフコナジラミ

トマト黄化葉巻病はTomato yellow leaf curl virus（トマト黄化葉巻ウイルス 以下TYLCV）によるウイルス病で、シルバーリーフコナジラミによって永続伝搬される。感染したトマトは、夏期であれば2週間程度で葉の縁が黄化し、次第に葉が縮れて巻く症状が現れ、発病後は着果しないため多発圃場では大きく減収する。

媒介虫のシルバーリーフコナジラミは、成虫の体長

が約0.8mmの微小な昆虫で多くの作物または野生植物で増殖する。三重県では抑制、促成栽培トマトの育苗、定植時期にあたる8月～9月にシルバーリーフコナジラミの野外密度が高くなるためTYLCV感染の機会も多い。

このような虫媒伝染ウイルスの防除対策には、発病株の抜き取りによる伝染源の除去とともに、媒介虫の徹底防除が重要である。しかし、トマト黄化葉巻病発生地域においてTYLCVの感染防止を目的とした防除を行う場合、ごくわずかでも保毒虫がいると感染が拡大するため、圃場内のシルバーリーフコナジラミ密度を0頭にすることを目標に防除を実施する必要がある。そのため、殺虫剤による徹底防除に併せて、施設内にシルバーリーフコナジラミを侵入させない対策が重要となり、防虫ネットによるシルバーリーフコナジラミの侵入阻止が有効な防除対策として取り組まれている。

3. 効果的な目合いの大きさ

三重県でトマト黄化葉巻病が発生した当初、施設へのシルバーリーフコナジラミの侵入を抑制するため、1.0mm目合いの防虫ネットを施設開口部に展張することが指導された。その結果、発生地域においては、1.0mm、0.8mm目合いの防虫ネットによるハウスサイド



図1 TYLCVを媒介するシルバーリーフコナジラミ（成虫）

*三重県科学技術振興センター 農業研究部

(ツマ部も含む)開口部の遮蔽が普及した。しかし、発生地域において、依然、シルバーリーフコナジラミの侵入により、トマト黄化葉巻病の被害が継続したことから、効果的な防虫ネットの目合いの大きさを検討した。

試験には1.0mm, 0.8mm, 0.6mm, 0.4mm 目合い (いずれもメーカー資料参考) の防虫ネットを用い、トマト葉を誘引源として防虫ネットを通過したシルバーリーフコナジラミ数から、それぞれの防虫ネットの通過率を求めた。その結果、シルバーリーフコナジラミの通過を完全に阻止したのは0.4mm 目合いのみであった。また、現地で普及していた0.8mm, 1.0mm 目合いでは、シルバーリーフコナジラミはかなりの割合で通過することが判明した。0.6mm 目合いでは、シルバーリーフコナジラミは通過するものの、通過率は低く侵入抑制効果は高いと考えられた。

以上ことから、シルバーリーフコナジラミの侵入を効果的に抑制するためには0.6mm 目合い以下の防虫ネットの利用が必要と考えられた。

4. シルバーリーフコナジラミの侵入経路

防虫ネットによる遮蔽部位については、トマト黄化葉巻病の発生がハウス内周縁部の株に多かったことから、サイド開口部への防虫ネット遮蔽が指導されていた。しかし、シルバーリーフコナジラミの侵入経路、特に天窓や谷換気部といったハウス上部にある開口部からの侵入実態が未解明であったため、防虫ネット遮蔽が必要な展張部位については不明であった。

そこで、連棟ハウスの谷換気部に外向きに黄色粘着板を設置し、捕獲されるコナジラミ数を調査したところ、

谷換気部からのコナジラミ類の侵入が多数確認された。また、温室の跳ね上げ式天窓で同様の調査を行ったところ、天窓からもコナジラミ類が侵入することが確認された。

この結果から、谷換気部や天窓はシルバーリーフコナジラミの重要な侵入経路で、サイド開口部の防虫ネット遮蔽だけでは侵入阻止は不十分と考えられた。

5. 今後の課題と展望

現在、県内のトマト黄化葉巻病発生地域では0.6mm 目合い以下の防虫ネットによるサイド開口部の遮蔽や、谷換気部への防虫ネットの展張を行う施設も増加している。

しかし、目合いの細かい防虫ネットによる開口部遮蔽は、風通しが悪くなることから施設内温度が上昇し、トマト栽培に大きな影響を及ぼす可能性がある。軒高でサイド開口部が広い施設であれば、開口部すべてを0.4mm 目合いの防虫ネットで遮蔽しても、細霧冷房の導入などにより施設内温度を栽培に影響のない程度に維持できる可能性もあるが、従来からの軒高の低い施設では栽培上、問題が多い。この点については、資材や栽培技術、施設の構造、害虫の侵入実態など、さまざまな面から検討を行うことにより、改良する必要がある。

防虫ネットによる害虫の物理的防除は単純な技術ではあるが、それだけに生産者にもわかりやすく、取り組みやすい技術である。また、微小害虫によって媒介されるウイルス病が顕在していることから、必要性が高く、今後ますます利用される場面が増えると思われる。

特集 病虫害防除の最新トピックス

養液栽培での生物的防除法について



深澤 智恵 妙*

1. はじめに

生物農薬は、2003年3月の農薬取締法改正に合わせて、作物への農薬残留の安全性が確保されていることから、使用対象作物が「野菜類」など、グループでの登録に拡大されたものが多い。また、登録数や種類が増加しており、総合的に病虫害を防除するうえで、以前に比べて利用しやすくなっている。

施設栽培での利用については、養液耕、土耕で大きく変わるものではないため、防除体系の一環として導入の資料としていただければと思う。

2. 生物農薬とは

2004年9月現在で、野菜関係に登録がある生物農薬数は表1のとおりである。

以前より登録のあった生物農薬は、合成フェロモン剤、BT製剤、天敵昆虫・ダニ製剤等、殺虫剤が中心であったが、最近BT剤以外の微生物製剤の登録が増えており、この中には殺菌剤も徐々にではあるが増えてきている。また、線虫製剤、抗ウイルス剤もある。化学農薬と異なり、ほとんどの剤は対象病虫害以外に防除効果は全く無い。

(1) 天敵昆虫・ダニ製剤(以下、天敵製剤)

生物農薬＝天敵製剤と思われる方も多いと思

う。放飼した天敵昆虫が、標的の害虫を食べたり、寄生する事により害虫の防除を行う。

(2) 微生物製剤

BT(バチルス菌)剤が有名であるが、最近はボーベリア菌やアグロバクテリウム菌等の製剤の登録も増えている。使用方法が化学農薬とほぼ同じで使用しやすいが、湿度や紫外線など、温室内環境の影響を受けやすいので注意が必要である。

(3) 合成フェロモン剤

害虫の雌の匂いを人工的に合成し、この匂いに集まる雄を大量に捕獲、又は、本物の雌との交尾をかく乱するために使用する。なお、交尾済みの飛び込み雌には何の効果もない。

3. 天敵製剤の利用について

この2年ほどで登録剤数がかなり増えており、表2のとおり、天敵製剤により防除できる害虫の種類も多く、また、1種の害虫に対して使用できる剤の種類も多くなっている。

化学農薬とは使用方法が全く異なるため、導入に際して次のような点を考慮して欲しい。

(1) 生物であること

天敵、対象害虫共生物なので生態を考え、使用時期、

表1 野菜で登録がある生物農薬

区分	薬剤数(剤)	種類数(種類)	対象作物等
天敵昆虫・ダニ製剤	30	16	野菜類(施設栽培)、トマト(施設栽培)等
BT製剤	19	1	野菜類、トマト等
BT製剤を除く微生物製剤(殺虫剤)	7	6	野菜類、トマト等
BT製剤を除く微生物製剤(殺菌剤)	5	4	野菜類、トマト等
合成フェロモン剤	3	2	ハスモンヨトウ加害作物栽培地帯
線虫製剤	1	1	イチゴ等
抗ウイルス剤	1	1	キュウリ
合計	36	—	

*神奈川県農業総合研究所 農業環境部

*登録内容は2004年9月のもの

表2 対象害虫別、使用できる天敵剤

害虫名	天敵剤種類名
ハモグリバエ類	イサエアヒメコバチ・ハモグリコマユバチ剤, イサエアヒメコバチ剤, ハモグリコマユバチ剤
コナジラミ類	オンシツツヤコバチ剤, サバクツヤコバチ剤
アブラムシ類	コレマンアブラバチ剤, ショクガタマバエ剤, ナミテントウ剤, ヤマトクサカゲロウ剤
ハダニ類	チリカブリダニ剤, ミヤコカブリダニ剤
アザミウマ類	ククメリスカブリダニ剤, デジェネランスカブリダニ剤, タイリクヒメハナカメムシ剤, アリガタシマアザミウマ剤

※登録内容は 2004 年 9 月のものの内、なものを抜粋。使用に際しては対象作物を確認のこと

量、回数、使用間隔等を考える。昆虫は卵→幼虫→(蛹)→成虫と時間をかけて変態し、そのうち防除のために働くのは一時期である。このため、一定の間隔を置いて 2 回以上使用する事が望ましい場合が多い。

(2) 時間差

効果が現れるまでタイムラグがあるので我慢する。特に天敵によっては、使用してから目に見える効果が出るまで 30 日程度かかるものがある。

例として、オンシツツヤコバチ剤を使用した場合を次に示す。

製剤としては、オンシツツヤコバチの蛹（マミー）の状態の販売されているものを温室内に設置すると、3 日程で成虫（図 1）が羽化してくる。成虫は対象害虫のコナジラミ類幼虫に産卵、寄生又は餌とする。寄生されたコナジラミ類幼虫は、本来蛹の時期は白色であるものが黒色となり、明らかに正常なものとは異なる形態になる。図 2 はコナジラミ類の正常な蛹（白色）と寄生された蛹（マミー：黒色）の変化である。防除に成功した場合第 1 回目放飼後 30 日目位からマミーが増え始め、コナジラミ類の蛹も増えるが、マミーの占める率が上昇する。やがて、蛹もマミーも減少して、最終的には両方とも見かけなくなる。失敗の場合は、蛹もマミーも増え続けるので、このような場合は、追加の防除手段が必要となる。

(3) ウイルス病の発生が心配の場合は化学農薬で

ウイルス病は昆虫が媒介する場合が多く、アブラム

シが媒介する CMV（キュウリモザイク病）等を始め、最近ではミカンキイロアザミウマが TSWV（トマト黄化えそ病）、シルバーリーフコナジラミが TYLCV（トマト黄化葉巻病）、ミナミキイロアザミウマが MYSV（メロン黄化病）を媒介し、全国的に問題になっている。ウイルス病発生地域では、効果がスローな天敵製剤は向かない。化学農薬利用による、素早い媒介昆虫の防除が大切である。

(4) 失敗したら仕切り直しが大切

天敵製剤を使用したが悪虫が増えてしまい、どうも効果が無いように思われる場合、まず、増えでしまった害虫を選択性のある（天敵にやさしい）化学農薬を使用し数を減らす。うまくいけば、使用した天敵が増え防除バランスが戻る。しかし、うまくいかなかった場合は、天敵製剤を追加する方法が考えられるが、明らかに防除が無理そうな場合は、防除効果の高い化学農薬を使用し、仕切り直しをする思い切りも大切である。天敵による防除だけにこだわらず、採算の合う品質、収量の生産物が収穫できるように防除方法を検討してほしい。

4. おわりに

はじめに養液耕と土耕はあまり大きく違わないと書いたが、考慮してほしい点はある。生物農薬は湿度が



図1 オンシツツヤコバチ

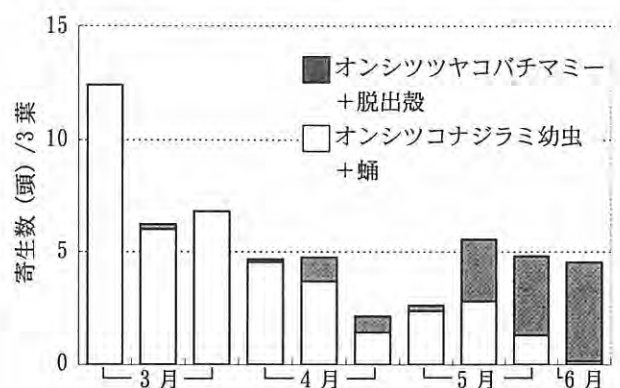


図2 オンシツツヤコバチ放飼後の寄生数の推移

※オンシツツヤコバチ剤は 2 月下旬より 1 週間間隔で 4 回使用

ある程度高いほうが、防除効果が出やすい場合が多い。例えば、高設栽培の場合のように、温室内の湿度が土耕に比べ低いと思われ場合は、使用時の湿度に注意をした方がよい。

天敵製剤は、日本では施設栽培でのみ使用ができる。また、生産物の安全性は謳えるものの、一般に化学農薬よりコストが高い場合が多いので、収益性が高い作物が生産できる、施設栽培、特に養液栽培での利

用は適していると思う。

最後に、先日、初めて高設栽培イチゴにカブリダニ剤を使用した。身長 153cm の筆者が、イチゴの株の上からパーミキュライトに混じっているカブリダニを均等に撒くのは、かなり腕が疲れ難い作業であった。皆様もそれぞれの栽培に合わせた工夫を行い、生物農薬を利用した病害虫防除に取り組んでいただければと思う。



海外文献の紹介

■根圏における養分の分配はトマト果実の収量、品質および尻腐れ果に影響する

Distribution of nutrients in the root zone affects yield, quality and blossom end rot of tomato fruits. S. J. Tabatabaei, P. J. Gregory and P. Hadley. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 79:158-163. 2004

近年、トマトの果実品質向上のために高 EC の培養液を用いた栽培が行われている。しかし、この栽培は、主に果実サイズの減少と尻腐れ果発生率の増加による収量の減少を伴う。本研究では、根圏を二つに分け、一方に高 EC の培養液を施用し、もう一方には低 EC の培養液を施用することで、果実品質と収量の両方の改善を試みた。

トマト品種 'DRK' は、ロックウールキューブ (4 × 4 × 4cm) に播種後、第一葉展開時により大きなキューブに移植した。第一花房が見え始めるころ、そのキューブを二つのロックウールスラブの上にまたがって置くことで根を二等分した。最初は、全ての個体に EC 2.5 dSm⁻¹ の培養液を与え、同程度に生育した。処理は、二等分した根の張ったスラブに、それぞれ EC 3/3, 4.5/4.5, 6/6, 3/6, 3/0, 4.5/0, 6/0 dSm⁻¹ の培養液を 4lh⁻¹ 点滴して行った。0 処理は、EC 0.35 dSm⁻¹ の水を用いた。果実収量、果実生体重、果実サイズ (クラス I 50-60mm, クラス II 40-50mm, クラス III <40mm)、糖度、滴定酸度、果実硬度、尻腐れ果発生率について調査した。

果実収量は、培養液 EC が高いほど減少し、一株当たり収量は、6/6 処理で 635g と最低値を示したが、二等分した一方の根に高 EC の培養液、もう一方に水を処理した

4.5/0, 6/0 処理では、それぞれ 4576g, 4468g と最も高い値を示した。果実生体重も、培養液 EC が高いほど減少したが、根の半分には水を供給することで増加して、6/0 処理では、3/3 処理よりも 10%、6/6 処理よりも 30% 増加した。果実サイズの分類においても、一方の根に水を処理することでクラス I 果実の割合が両方の根に同じ EC の培養液を処理するよりも高くなった。6/6 処理において、全ての果実がクラス II, III 果実となった以外は、他の処理でのクラス II, III 果実の割合は低かった。糖度は、3/3 処理では 5.67% であったが、4.5/4.5 処理では 6.5%、6/6 処理では 6.7% まで増加した。4.5/0, 6/0 処理では、それぞれ 5.63, 5.67% で、4.5/4.5, 6/6 処理より低く、3/3 処理と同程度となった。滴定酸度は、6/6 処理で 0.80% と高かったが、そのほかの処理では 0.60% 前後で同程度であった。果実硬度は、培養液 EC が高いほど増加する傾向にあったが、統計的に有意なものではなかった。尻腐れ果発生率は、培養液 EC が高いほど増加し、6/6 処理では収穫果実の 78% が尻腐れ果となった。一方、4.5/0, 6/0 処理では、尻腐れ果発生率は 10% 程度と低くなった。

これらの結果から、根を二等分して一方に高 EC 培養液を処理し、もう一方に低 EC 培養液を処理することで、高 EC 培養液単独処理での減収の主な原因であった果実の小玉化や尻腐れ果の発生率が減少したことから、減収を伴わずにトマト果実の品質を向上させる栽培方法の可能性が示唆された。

特集 病害虫防除の最新トピックス

静電気を利用した農薬散布技術

山 根 俊*



1. はじめに

現在の農薬散布作業では、散布した薬剤の2～3割しか作物に付着しておらず、その他は風で飛散したり地表に落下して無駄になっている。飛散した農薬は散布作業者の健康を損ねる可能性があり、畑地外へ流出した農薬は周辺環境への影響が懸念される。

静岡県農業試験場では、静電気を散布農薬粒子に帯電させることにより、農薬を無駄なく効率的に作物へ付着させ、作業者や周辺環境への影響を抑制できる静電散布装置を開発している。

2. 静電散布の原理

環状電極と二流体ノズルを用いた場合の静電散布の原理を図1に示す。

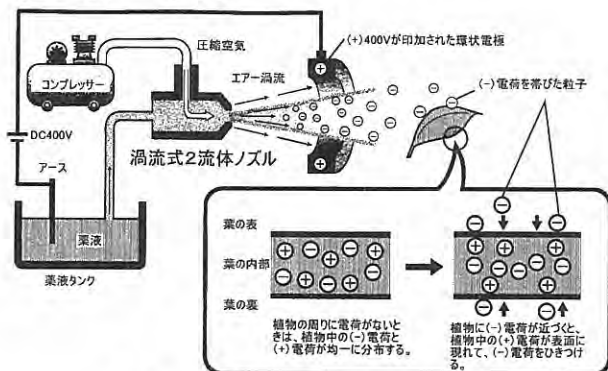


図1 静電散布の原理(誘導帯電)

ノズルから吐出された農薬粒子は、正の高電圧を与えられた環状電極を通過する際に、負の電荷を帯電する。帯電した粒子が植物体近辺に到達すると、粒子の負電荷と植物体内の正電荷が引き合い、粒子は植物体に吸着する。通常散布粒子は重力で落下するので、葉の裏側には付着しにくい。静電散布では静電気力により、裏側にも付着させることが出来る。電極に付与する電圧を上げればより強力に帯電し、また粒子が

小さいほど容易に葉裏へ付着させることができる。

図2に静電散布による粒子の挙動を示す。丸で囲んだ部分を見ると、粒子が木片の裏側へ吸着する様子がわかる。



図2 静電散布した粒子の挙動(コロナ帯電方式)

3. 実用化された静電散布装置

図1に示した原理の静電散布装置は平成7年度に開発を終え、既に市販機として販売されている。



図3 施設栽培向けの静電散布装置(常温煙霧型)

装置の構成は、

- ・静電散布ノズル(ノズル、薬液タンク一体)
- ・コンプレッサー(帯電装置用電源内蔵)
- ・エアホース、電源コード

以上である。

常温煙霧機をベースに濃厚少量散布装置として開発されており、装置を施設内の一箇所に定置した状態で

* 静岡県農業試験場 作物部



図4 静電散布装置の電極とノズル噴口

無人運転が可能である。通常より濃厚な倍率(30～100倍)で希釈した薬剤は、二流体ノズルによって10マイクロメートル程度まで微粒子化され、空気の流れて施設内へ均等に充満する。この粒子は帯電しているので、植物体の隅々にわたって吸着する。



図5 キュウリ温室での稼働状況

従来の常温煙霧機では、施設内へ噴霧拡散した農薬粒子が重力落下することによって作物体へ付着するため葉の表(上)側は付着良好であったが、裏面にはほとんど付着しない。しかし本装置を用いると、裏面付着が大幅に増加し、良好な防除効果を得ることが出来る。特に虫害防除効果が高く、この原因は、虫の体表面に直接付着する薬剤の量が増加したためと考えられる。静電散布の特性として、突起部に集中して付着する性質があり、虫体表面の微細な毛などに多く薬剤が

表1 虫体への付着量(原図は住田2001)

農薬		静電付加	常温煙霧	比
TPNフロアブル	成虫	3.20	0.86	3.75倍
	幼虫	1.05	0.28	3.72倍

※イムノアッセイ法により分析した。

付着したと思われる(表1)。

4. 本装置の普及状況と課題

常温煙霧機をベースとした本装置は、良好な防除効果に加え、無人作業で安全という点で評価が高く、温室メロン、イチゴ、バラ農家等を中心に数百台の普及をみた。しかしながら農薬取締法の改正に伴い、本装置で採用した濃厚少量散布方式に対する使用薬剤の規制が厳しくなったため、現状では登録薬剤が有るわずかな作目で利用される程度にとどまっている。施設内で無人散布が可能な防除機は少ないため、本装置に対する薬剤の登録を拡大するよう、働きかけていく予定である。

5. 今後の研究開発

濃厚少量散布に対し行政や植防関係者の理解を得にくい状況であるため、慣行の散布と同濃度、同程度の粒径で散布できる静電散布装置を開発している。慣行散布では大きめの粒子を散布しているため、強力な帯電を与えないと葉裏に付着させることができない。したがって常温煙霧ベースの静電散布装置に比べると、電極に対してより高い電圧を供給する必要がある。開発中の装置は最大20kVまで印加できる電源を装備し、現在その性能を調査中である。この開発機の特長は、慣行散布と同じノズルを使用するため、露地栽培にも利用できることである。またロボットスプレーカのような機体にまとめ上げれば、施設内の無人防除にも適用できる可能性がある。

養液栽培とは縁のない病虫害防除装置について書かせていただいた。しかし養液栽培は、各種作業機や装置の移動通路を舗装などでフラット化、パターン化でき、作業空間の確保に自由度が高いため、今後の防除技術開発や、作業技術開発に関係の深い栽培様式となるだろう。

特集 病虫害防除の最新トピックス

減化学農薬栽培への取り組み

横井 秀 敏*

1. はじめに

最近の消費者の野菜に対する要求は「安全」「無農薬」である。しかも、この「安全」と「無農薬」がイコールで結ばれつつある。しかし、適用登録農薬を適正に使用した農産物自体は、間違いなく「安全」なのである。消費者の誤解から生ずるニーズに便乗した「有利販売」の為だけに、「農業技術の大きな柱」である化学農薬を一方的に悪者扱いすることは、更なる誤解を呼び、国内農業の存続にかかわる問題にも発展しかねない。

化学農薬の使用を減らす目的は「食の安全」の為だけではなく、環境への負荷軽減や化学農薬の効果を存続させるところにある。化学農薬の連続使用は、抵抗性害虫が急増し、潜在的な害虫抑制機能を担っている在来の天敵（クモ、天敵昆虫など）を減少させ、更なる化学農薬の使用を迫られる危険性がある。そしてそれは、環境への負荷をも高めることとなる。

最近では、化学農薬を減らす為に様々な資材が利用されており、その一部を紹介する。

2. 防虫ネット

化学農薬を減らす一般的な方法は、防虫ネットによる「圃場の隔離」である。軟弱野菜やマイナー作物は、適用登録農薬が少ないことから、防虫ネットは必需品になっている。防虫ネットは天窓を含めて設置することが重要であるが、通気性が低下する施設もある。防虫ネットを導入する場合は「施設内循環扇」の導入も検討する必要がある。また、防虫ネットの展張は、トマトなどのマルハナバチを利用する場面において、施設内作物への訪花活動が確実に向上するというメリットもある。

3. 粘着資材

適用登録農薬が少ない軟弱野菜やトマト黄化葉巻病の発生地区では、多種の粘着資材が害虫の大量捕殺目的で導入されている。

トマト黄化葉巻病（ウィルス病）の防除は、地域ぐるみで総合的に対策を行うことが必要である。しかし実際には「自衛手段」として、幅 10cm ～ 30cm、長さ 100m の黄色粘着シートが積極的に利用されている。

トマト黄化葉巻病を媒介するシルバーリーフコナジラミの施設内への侵入を完全に阻止する為には、0.4 ミリ目の防虫ネットで施設を覆ってしまうことが有効であるが、これは通気性の問題から、実現できない施設も多い。よって、1 ミリ程度の防虫ネットと黄色粘着シートの組み合わせで、施設内への侵入を抑制する方法は、現実的な「自衛手段」と考えられる。また、粘着資材の利用は、「害虫の発生程度や場所を確認することが重要」という意識付けを持つ動機にもなっている。



図1 30cm幅粘着シートを利用した水耕 小松菜のハモグリ対策



図2 30cm幅粘着シートを利用したトマト黄化葉巻病対策

*東海物産（株）技術普及部

4. 黄色ランプ

ハスモンヨトウやオオタバコガは、直接大きな被害をもたらす重要害虫である。これらの対策にも防虫ネットは不可欠であるが、最近では「黄色ランプ」の普及が急速に進んでいる。

黄色ランプには「高圧ナトリウムランプ」「蛍光灯」の2種類があり、用途に合わせた選択が可能である。黄色高圧ナトリウムランプは、施設園芸の他に果樹園（チャバネアオカメムシ）、茶（チャノホソガ）、露地野菜（ヨトウムシ類）にも使用され始めている。

黄色ランプ導入にあたっては、害虫の「侵入防止」「加害・交尾防止」等、どの行動に重点を置くべきかを検討して、設置場所に合わせてランプを選択することが重要である。また、黄色ランプは夜間点灯させる為、栽培作物自体や周辺作物に対する生育への影響には十分注意する必要がある。



図3 黄色高圧ナトリウムランプ

5. ボトキラー水和剤「ダクト内投入」

灰色かび病防除の生物農薬「ボトキラー水和剤」の普及が急速に進んでおり、特に「ダクト内投入」の普及は著しい。「ダクト内投入」とは、施設内の暖房機ダクトを利用して、薬剤を粉のままで毎日散布（飛散）させる方法であるが、これは生物農薬で問題となる

「散布タイミング」を解消する画期的な方法である。

また、「ダクト内投入」は、ダクト式暖房機が設置されている施設だけでしか使用できなかったが、最近では「ボトキラー専用ダクト散布器」も販売されており、ダクト式暖房機が設置されていない施設でも「ダクト内投入」の利用が可能になっている。



図4 ボトキラー専用ダクト散布器設置ハウス

6. おわりに

今後の農業は、食料確保、環境、輸入自由化、高齢化、気象変動など多くの問題に対処しなければならない。それには、農業技術の大きな柱、つまり「化学農薬」を効果的に利用することが不可欠である。

最近では、化学農薬に直接代わる手段として、生物農薬（天敵昆虫・微生物殺虫剤など）も出揃ってきているが、これらの多くは化学農薬の補助なくしては、安定した防除効果を発揮できない。また、基本的な防除方法である「苗場の隔離（独立した施設）」「施設周辺の除草」などは意外と実現されていない。

収量や品質を維持した減化学農薬栽培を、より現実的な技術にする為には、基本的な防除方法を実行し、取り組みやすいものから順番に導入していくことが必要である。

特集 病虫害防除の最新トピックス

無農薬でハウレンソウ栽培



小屋垣内 浩之*

1. はじめに

ここ数年、食の安心安全が叫ばれる中、野菜の無登録農薬の使用および残留に関して厳しくなっている。無農薬とは言えなくても減農薬（化学合成農薬 50%削減）等取り組んでおられる方に、少しでもお役に立てればと筆を取りました。

2. 耕種、施設概要

施設面積 温室 3,400 m²
 雨よけハウス 15,000 m²
 栽培形式 太洋興業ナッパランドシステム3,400m²
 土耕栽培 15,000 m²×4.5 作
 栽培品目 サラダハウレンソウ ハウレンソウ
 作業者数 家族（4名） 外国人研修生（5名）
 パートタイマー（4名） 内職（2名）
 障害者施設 1 件

3. 今までの経過

従来我が家は雨よけのハウレンソウ、夏秋トマトを栽培する平凡な農家でした。

今から18年前、日本にロックウール栽培が導入されるようになり、我が家でもパプリカの栽培を始めたのが養液栽培の始まりです。その後、バブル崩壊後の輸入解禁等あり、トマト、ナス等栽培してきましたが、数年前ナッパランドシステムを知り、サラダハウレンソウの栽培期間中無農薬栽培に着手してきました。

4. 栽培上の問題点

現在温室は、サイドの巻き上げ部分と妻面のみ、防虫ネット 1mm×1mm を張っています。

高山のような高冷地は、これでもかなり害虫を押さ

えることが出来ますが、天窓部分からの害虫の進入は被害を及ぼすこともあります。しかしながら雪国では外部にネットを垂らすと、雪でネットや天窓を壊す恐れがあります。

また、ネットを張ることによって夏場 1～3℃ハウス内の温度が上昇します。

5. 害虫防除のポイント

ハウレンソウのような栽培期間の短い物は害虫の被害を受けにくいと思われがちですが、実際栽培してみると年に 2～3 回、青虫、ヨトウムシ、メイガ類、アブラムシ、コナダニ、スリップスと季節によって被害を受ける時期がだいたい決まってきます。

完全にハウス内をネットで囲み、害虫の進入を防ぐことは出来ません、体の付着、ネットからの進入等、完璧なつもりでも必ず害虫も生きる為に進入してきます。そこで、まず耕種的な防除をする必要があります。

- 1) ハウス内外に雑草等虫の住みかを作らない、
- 2) 雑草等の防除が出来ない環境の場合、定期的に雑草の殺虫を行う。

次に栽培上での防除方法。

- 1) 育苗期間に絶対害虫に合わせない。
- 2) 定期的にハウス内を見回り害虫を手で駆除する。
- 3) もし害虫に犯された作物が有れば撤去してハウス外に出す。

道具を使った防除方法。

- 1) 虫の集まる蛍光灯を利用して粘着テープに虫を付ける。
- 2) 黄色、青色のシートやテープをつり下げる。
- 3) 強力な掃除機で吸い取る。

*岐阜県 実家

6. 今後期待するシステム

- 1) はめ込み式、スライド式等の防虫ネットの開発により隙間を無くす。
- 2) 太洋興業が発売している苗テラスの利用。

7. 病気の防除

- 1) 病気は基本的に環境の悪化により発生するものが多いように思える。従って、ハウス環境を整えることが第一であろう。その為にも攪拌扇、除湿器、加湿器、換気扇は必要になってくる。
- 2) 病害に強い品種設定。近年ハウレンソウのベト病はR-1～5でも発病するようになってきた。今後はR-7以上の品種の選定が必要に...

8. 最後に

今回栽培期間の短いハウレンソウ栽培での無農薬栽培に関してありきたりの事を述べさせて頂いたが、どんな作物でも無農薬栽培に近づけることはそんなに難

しいことではないと思う。我々栽培する農家が作物の生理を知り、それと同時に病害虫の生理も知り、そこから生み出された最高の環境を整えることが出来れば、栽培期間の長い野菜も無農薬栽培期間中に農薬の使用回数を減らすことが出来ると思う。

昔から苗半作と言われるように苗テラス等を利用して最高の苗を作り、養液栽培で最高の地下部の環境を整え、温室内を最高の環境に整えれば、近い将来安定的な野菜生産も可能になってくると思う。

近年地球温暖化や異常気象によって作物を栽培することが難しくもなってきました。養液栽培は近代的だとか先進的だとか言われますが、今こそ昔に戻って考えるべき事が多くなっていると思います。おじいちゃんが昔こんな事言っていたなー、あんな事していたなー、そんなことが栽培に一役も二役も買われるのではないかと思います。

皆さんの栽培している野菜、本当に作物のこと考えて栽培していますか？

ワンポイントメモ



図1 浜名湖花博「花みどり未来館」の外観
花博会場で最も大きな温室（3,000m²）。高軒高フェンロー型温室で、外部水平遮光幕が設置されている。



図2 浜名湖花博「花みどり未来館」の洋ラン展示
展示室内は遮光幕、細霧ノズル付き循環扇が設置されていた。



図3 浜名湖花博「花みどり未来館」の
青いバラの品種育成の展示

世界で一番青に近いバラと銘打って、バラの青色に近い系統が展示されていた。

「浜名湖花博」

(しずおか国際園芸博覧会「パシフィックフローラ2004」)

テーマ：「花・緑・水～新たな暮らしの創造～」

開催期間：2004/4/8～10/11（187日）

入場者数：延べ545万人

日本での国際園芸博覧会は1990年「国際花と緑の博覧会（大阪）」、2000年「淡路花博（兵庫）」に次いで3回目。

高市益行（本会運営委員）



「やさしい養液栽培」

培養液作成のための濃度の勉強 III

伊 達 修 *

単肥を使って培養液を自由に作成するには、無機養分濃度の計算が必須である。前々号、前号に引き続き、昨年千葉大学で開催された「養液栽培夏の学校 2003」で初級者向けに行なった濃度計算に関する授業内容を基に、今回は当量濃度について、簡単な練習問題を交えて解説する。

1. グラム当量 (equivalent) とは

塩は水に溶かすと、さらに小さい粒である、+の電気を持った陽イオン (カチオン) と - の電気を持った陰イオン (アニオン) に分かれる (電離する)。

塩は電氣的に中性なので、塩がイオンに電離したときにできる陽イオンの+電気の総量と陰イオンの-電気の総量は同じになってプラスマイナス0になる。イオンの持つ電気の量にはイオンの種類によって違いがあり (よく「手を? 本持っている」などと言う)、これを価数という (例: NO_3^- は1価の陰イオン, Ca^{2+} は2価の陽イオン)。また、同じ1分子の塩でも KNO_3 と $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ では水に溶かすと、 NO_3^- の数が KNO_3 では1個できるのに対し、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ では2個できる (図1)。つまり、塩の種類によって、できるイオンの個数は異なることがある。このことから、塩が電離してできる電気の総量を考える場合にはイオンの価数と電離したときにできるイオン

の個数を考慮に入れることが必要となる。

水に溶かしたとき、できるイオンの+あるいは-の電気数が1mol分となる量をグラム当量; equivalent (eq) といい、イクイバレントと発音する。

KNO_3 分子1個が電離すると、1価の K^+ が1個、同じく1価の NO_3^- が1個できるので、 KNO_3 1mol を水に溶かすと、 K^+ が1eq, NO_3^- が1eq できることになる。一方、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 分子1個が電離すると2価の Ca^{2+} が1個、1価の NO_3^- が2個できるので、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1mol を水に溶かすと Ca^{2+} が2eq (Ca^{2+} 1eq は0.5mol になる), NO_3^- が2eq できることになる。

これらのことから、次のことが言える。

- ・1つの塩を水に溶かしたとき、できる陽イオンの eq 数と陰イオンの eq 数は同じになる。
- ・あるイオンの eq 数はイオンのモル数に陽イオンあるいは陰イオンの価数を掛けた値となる。

さらに、イオンのモル数は塩のモル数に1分子からできるイオンの数を掛けた値であるので、eq 数は以下のような式で計算できる。

eq 数 = 陽 (あるいは陰) イオンのモル数 × 価数

= 塩のモル数 × 1分子からできる陽 (あるいは陰) イオンの数 × 価数

= 質量 ÷ 分子量 × 1分子からできる陽 (あるいは陰) イオンの数 × 価数

最後の式から逆算すると下のような式になり、ある eq 数の陽 (あるいは陰) イオンを生成する塩の量を算出することができる。

質量 = eq 数 ÷ 価数 ÷ 1分子からできる陽 (あるいは陰) イオンの数 × 分子量

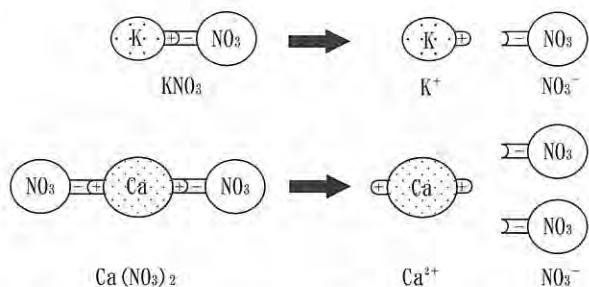


図1 塩の種類によってイオンに電離する時の様子の違い

問題1 硝酸カルシウム4水和物 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 944.4 g を水に溶かすと、 Ca^{2+} あるいは NO_3^-

は何 eq できるか？ただし N, O, H, Ca の原子量をそれぞれ 14, 16, 1, 40.1 とせよ。

問題2 硫酸マグネシウム7水和物 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を水に溶かすと Mg^{2+} および SO_4^{2-} がそれぞれ 3eq できた。この硫酸マグネシウムは何 g あったか？ただし O, H, Mg, S の原子量をそれぞれ 16, 1, 24.3, 32.1 とせよ。

養液栽培では培養液の各養分をイオンの形で考える。一般的に培養液の濃度管理の指標として EC (電気伝導度) が用いられる。EC はその名称からわかるように電気の流れやすさの指標であり、培養液全体では電氣的に中性であるが、その中で培養液がどれくらい＋とーの電気を持ったイオンが存在するか、すなわちグラム当量の影響を強く受ける。したがって、養液栽培でイオンの濃度を表すには、その価数とイオンの数、つまり電離したイオンの電気量を考慮に入れた単位であるグラム当量で表すと都合が良い。

2. グラム当量(モルに各イオンの持っている電気数も考慮に入れた量)を基準にした濃度単位

考え方はモル濃度と同様である。すなわち

グラム当量濃度 (e/L) = イオンの当量 (eq) ÷ 溶液 (L) となり、「1L の溶液に何 eq のイオンが溶けているか」を表す。

イオンのグラム当量は上述したとおり、イオンのモ

ル数に価数を掛けたものである。また、イオンのモル数は塩のモル数に 1 分子からできるイオンの数を掛けた値である。さらに、塩のモル数は質量を分子量で割って値なので、グラム当量濃度は次のような式でも表すことができる。

グラム当量濃度 (e/L)

= イオンの当量 (eq) ÷ 溶液 (L)

= イオンのモル数 × イオンの価数 ÷ 溶液 (L)

= 塩のモル数 (mol) × 1 分子からできるイオン数 × イオンの価数 ÷ 溶液 (L)

= 塩の質量 (g) ÷ 分子量 × 1 分子からできるイオン数 × イオンの価数 ÷ 溶液 (L)

最後の式から逆算すると下のようになり、ある当量濃度の培養液をある量作成しようとするときに必要な塩の量を算出することができる。

質量 (g) = グラム当量濃度 (e/L) × 溶液 (L) ÷ 1

分子からできるイオン数 ÷ 価数 × 分子量

養液栽培で扱う濃度は e/L では高すぎる。ほとんどの場合、1000 分の 1 の単位 (m; ミリをつける) である me/L で表す。

1 (me/L) = 0.001 (e/L)

原子量、分子量、価数は各肥料成分で一定の数値なので、それぞれの成分について元素 (mg)、元素 (meq, mmol)、酸化物 (g) の関係は一定の係数の掛け算 (あるいは割り算) として換算でき、それを示した表がある (表 1)。

表1 肥料成分の単位間換算係数 (山崎, 1982)

	N	P P ₂ O ₅ PO ₄ ³⁻	K K ₂ O K ⁺	Ca CaO Ca ²⁺	Mg MgO Mg ²⁺	S SO ₄ SO ₄ ²⁻
①元素→酸化物 (mg) (mg)		×2.295	×1.205	×1.399	×1.658	×3.003
②酸化物→元素 (mg) (mg)		×0.437	×0.830	×0.715	×0.603	×0.334
③元素→元素 (mg) (meq)	÷14.0	÷10.3	÷39.1	÷20.0	÷12.2	÷16.0
④酸化物→元素 (mg) (meq)	×0.0714	×0.0423	×0.0212	×0.0357	×0.0498	×0.0208
⑤元素→元素 (meq) (mg)	×14.0	×10.3	×39.1	×20.0	×12.2	×16.0
⑤元素→元素 (mg) (mmol)	÷14.0	÷31.0	÷39.1	÷40.1	÷24.3	÷32.1

問題3 問題1の硝酸カルシウム4水和物 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ を水に溶かして500Lにしたとき、 Ca^{2+} と NO_3^- のグラム当量濃度は何 e/L (me/L) か？

問題4 硫酸マグネシウム7水和物 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を水に溶かして500Lにした時の Mg^{2+} と SO_4^{2-} のグラム当量濃度がそれぞれ2me/Lであった。この硫酸マグネシウム7水和物は何gあったか？

問題の解答

問題1および3

硝酸カルシウム4水和物の分子量は236.1であるので(前号参照)、硝酸カルシウム4水和物 944.4 g のモル数は、 $944.4 \div 236.1 = 4 \text{ (mol)}$

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1分子から2価の Ca^{2+} は1個できるので、 Ca^{2+} のグラム当量数は、

$$4 \text{ (mol)} \times 1 \text{ (個)} \times 2 \text{ (価)} = 8 \text{ (eq)}$$

…問題1の答え

上記の答えは NO_3^- に関しても同じ値になる。すなわち $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1分子から1価の NO_3^- は2個できるので、 NO_3^- のグラム当量数は

$$4 \text{ (mol)} \times 2 \text{ (個)} \times 1 \text{ (価)} = 8 \text{ (eq)}$$

これが水に溶けて500Lになっているので、 Ca^{2+} および NO_3^- のグラム当量濃度は、

$$8 \text{ (eq)} \div 500 \text{ (L)} = 0.016 \text{ (e/L)} = 16 \text{ (me/L)}$$

…問題3の答え

問題2

硫酸マグネシウム7水和物 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 水に溶かすとともに2価の Mg^{2+} および SO_4^{2-} は1個ずつできるので、硫酸マグネシウム7水和物3eq分のモル数は、 $3 \text{ (eq)} \div 2 \text{ (価)} \div 1 \text{ (個)} = 1.5 \text{ (mol)}$

硫酸マグネシウム7水和物の分子量は246.4なので(前号参照)、硫酸マグネシウム7水和物の質量は、 $1.5 \text{ (mol)} \times 246.4 = 369.6 \text{ (g)}$

この計算を続けて行なうと本文中の、

質量 = グラム当量数 ÷ 価数 ÷ 1分子からできる陽(あるいは陰)イオンの数 × 分子量

という式に当てはめたことになる。

問題4

Mg^{2+} と SO_4^{2-} のグラム当量濃度がそれぞれ2me/L (0.002e/L) であったので、溶液全体のグラム当量数は、

$$0.002 \text{ (e/L)} \times 500 \text{ (L)} = 1 \text{ (eq)}$$

硫酸マグネシウム7水和物1eq分のモル数は、

$$1 \text{ (eq)} \div 2 \text{ (価)} \div 1 \text{ (個)} = 0.5 \text{ (mol)}$$

硫酸マグネシウム7水和物の分子量は246.4なので、硫酸マグネシウム7水和物の質量は、

$$0.5 \text{ (mol)} \times 246.4 = 123.2 \text{ (g)}$$

この計算を続けて行なうと本文中の、

質量 (g) = グラム当量濃度 (e/L) × 溶液 (L) ÷ 1分子からできるイオン数 ÷ 価数 × 分子量

という式に当てはめたことになる。

質疑応答

Q 養液栽培で栽培した生産物は、「無農薬」、「無化学肥料」などの表示をしても良いのですか？



回答者：磯崎真英*

A 1)「無農薬」、「無化学肥料」などの表示は認められない

「特別農産物に係る表示ガイドライン」が平成16年度4月1日から改正されました。この改正では、養液栽培は「農林水産省新ガイドライン」による特別栽培農産物とは認められていません。しかし、特別栽培農産物でない生産物でも、「無農薬」、「減農薬」、「無化学肥料」、「減化学肥料」などの表現は消費者の誤解を招くため、適切ではないとの考え方が国から示されています。

2) どのような表示をするのか？

養液栽培で化学合成肥料や化学肥料を節減して栽培を行い、生産物にこれに関する表示をするときは、「栽培期間中化学合成農薬不使用」、「化学合成農薬節減（使用回数：当地比5割減）」、「栽培期間中化学肥料不使用」または「化学肥料節減（窒素成分：当地比5割減）」な

どの表現を使用することが適当とされています。

3)「栽培期間中」とは？

表示方法で、「栽培期間中化学合成農薬不使用」や「栽培期間中化学肥料不使用」など「栽培期間中●●」という言葉が使われていますが、「特別農産物に係る表示ガイドライン」によると、この「栽培期間中」とは、前作の栽培終了後から生産物の収穫調整までを指します。播種から収穫までと思いがちなので、注意が必要です。

4)「特別農産物に係る表示ガイドライン」についてさらに知りたいときは？

農林水産省ホームページに質問集「特別農産物に係る表示ガイドライン Q & A (http://www.maff.go.jp/soshiki/syokuhin/heyu/tokubetu_hyoji_qa.pdf)」に掲載されていますのでご覧ください。

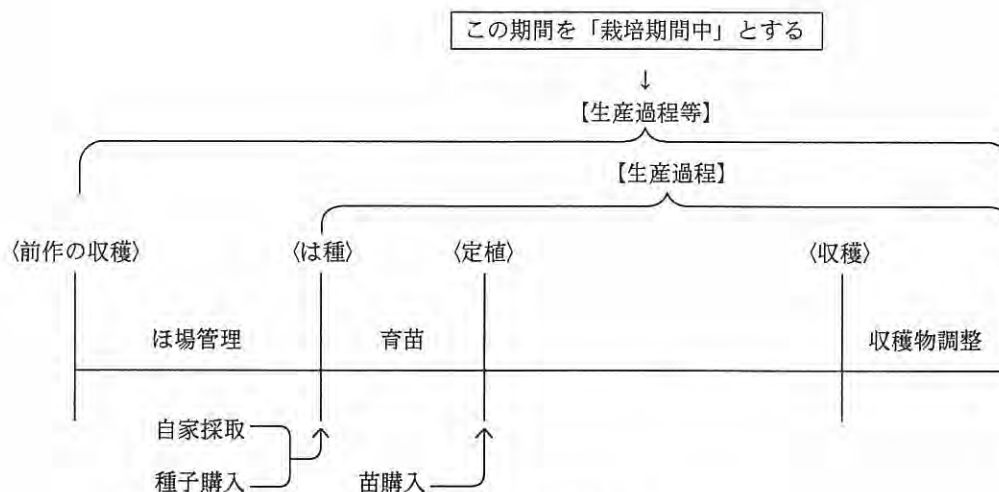


図1 「栽培期間中」の示す範囲

*三重県科学技術振興センター 農業研究部（本会運営委員）



「野菜園芸大百科 2 版 22 巻, 養液栽培・養液土耕」

発行 農山漁村文化協会 定価 10,500 円

磯 崎 真 英*

野菜園芸大百科は、「農業技術体系」の最新版を単行本化したものである。「農業技術体系」は一式で購入しなければならないが、野菜園芸大百科は自分が必要と思う部分だけを選び購入することができる。

野菜園芸大百科全 23 巻の 1 冊であるこの本は、「養液栽培・養液土耕」と題し、養液栽培について約 360 ページ、養液土耕について約 100 ページ、環境制御約 40 ページにわたり、基礎から応用まで詳細に記述されている。

主な内容(目次抜粋)

【養液栽培】

養液栽培の基礎

1) 最新の養液栽培の現状と注目されるシステム・技術, 2) 培地と原水, 3) 培養液の作成方法や濃度, pH, 温度の調節などの培養液管理, 4) 培養液の殺菌, 資材の消毒や圃場衛生などの病害防除, 5) 培養液管理と環境などが詳しく解説されている。

養液栽培での生育と技術

キュウリ, トマト, イチゴ, メロン, ホウレンソウ, ネギやマメ類の栽培管理のための基礎的資料が掲載されている。

養液栽培のシステムと特徴

湛液型水耕, NFT 型水耕, 毛管水耕, パッシブ水耕, ロックウール栽培, もみ殻培地方式, れき耕や砂耕について, その構造から管理方法など詳しく解説さ

れている。

農家の栽培事例

ミツバ水耕栽培, イチゴ NFT 栽培, トマトの水耕・ロックウール・れき耕栽培やサラダナ砂耕栽培などの栽培事例が紹介されている。

【養液土耕】

養液土耕栽培の基礎と応用

1) 基本装置と資材, 2) 点滴チューブの給液特性, 3) かん水技術とセンサー利用自動かん水, 4) 土質・地下水位を考慮した水分管理, 5) 養分吸収特性を活かした施肥管理の実際など養液土耕栽培に使用する装置や水・肥料管理方法などについて詳しく解説されている。

養液土耕栽培の応用技術

抑制・促成・長段半促成のトマト, ミニトマト, ミディートマトの施肥管理, かん水など具体的な栽培方法が紹介されている。

【環境制御】

温度制御

細霧冷房の理論と利用方法について解説がされている。

大型高軒高温室の環境と制御

大規模化, 周年利用に向けた温室構造と環境制御やフェンロー型高軒高温室での生育環境について解説されている。

本 会 記 事

第14回 合同部会

日時：2004年12月15日(水) 13:30～17:00

場所：奈良県農技術センター 農業交流館C研修室

議事：

1. 奈良大会実行委員会事務局からの挨拶と報告

まず、馬場所長(大会実行委員長)より、奈良大会開催に先だてて御挨拶を頂いた。大会次第、および業務内容大会運営資料を基に概略が説明され、明日の大会準備、運営、会場設営、役割分担等について確認を行った。(報告：黒住部長(大会事務局))

2. 事業報告

1) 第54回東京大会の報告(報告：塚越)

資料に基づき第54回東京大会(16年5月20日南青山会館開催)の決算報告が行われた。有料参加者は、会員43名、非会員8名であり、余剰金は特別会計に繰り入れることが了承された。

2) 第5回養液栽培「夏の学校」報告(報告：和田)

資料に基づいて養液栽培夏の学校2004-初級編-の総括、決算報告が行われ、種々議論の上ほぼ原案どおり了承された。参加者は、23名。

3. 部会活動報告

1) 編集部会報告(報告：高市)

16年度第2回編集部会の審議資料に基づき、ハイドロポニックス18巻2号の編集日程・内容等について報告された。若干遅れがあるが、ほぼ予定の期日(17年2月28日)に刊行できる予定であるが、養液栽培関連イベントカレンダーについても掲載を検討することとなった。続いて、19巻1号(17年8月刊行予定)の編集内容等について説明があった。同号に対する編集会議は2月下旬に開催を予定しているが、会員名簿については、取り扱いを慎重にする必要があることから、当面は名簿の掲載を控え、本会記事として会員数等の会員情報を各巻1号に掲載することとなった。

2) 情報部会報告(報告：岩崎、伊達)

ニュースレターNo32について記事内容等の報告が

あった。また、ニュースレター第1面のスペースの活用方法について意見が交換された。研究会ホームページについては、現状の方針で運営を続けるが、順次更新する旨の報告があった。

3) 事業・企画部会報告(報告：寺林、塚越、和田、丸尾)

今後の養液栽培夏の学校の開催方法等に関して検討WGより資料に基づいて報告があった。報告を受けて、開催場所、クラス分け、カリキュラム内容等について種々議論されたが、開催方法等については継続的に検討することとなった。次回第6回夏の学校については、予定どおり17年夏に開催することが決定された。開催場所については、全農営農技術センターで調整するが、詳細については早急に糠谷、塚越、和田、丸尾を中心に検討し、概要を2月刊行予定のハイドロポニックスに掲載することとした。また、運営委員名簿内容の確認があった。

4. 次年度以降の事業計画

1) 第56回大会(総会・研究会、丸尾・塚越担当)

17年5月に東京で、研究会予定テーマは「量的施用」で、概要をハイドロポニックス次号に掲載。

2) 第6回養液栽培「夏の学校」(上述)

8～9月に全農営農技術センターで開催予定

3) 第57回大会(研究会・見学会、寺林担当)

10～12月に広島で開催予定。

4) 第58回大会(研究会、糠谷担当)

「イチゴ高設栽培」に関する研究会を2月に静岡で開催予定、小規模な現地見学も検討する予定。

5) 第59回大会(総会・研究会、寺林・伊達担当)

18年5月頃に京都で開催予定。

6) 第60回以降未定

7) 東アジア園芸技術展：開催の有無を篠原が確認の上、詳細については今後検討することとした。

5. 設立20周年記念事業(報告：篠原)

簡単な現状報告があったが、継続審議することとなった。

6. 会員管理(報告者:伊達)

16 年 12 月 15 日現在の会費納入状況等について報告された。一般・学生・海外・団体の合計会員数は

839 名で、16 年度会費納入率は 67% である。残る 1/3 の未納者については今後、W.WORKS に協力して会費と督促等に努める旨の報告があった。

入 会 申 込 書

(フリガナ)

お名前

会員種別 一般 (¥5,000) ・ 学生 (¥3,000)
・ 団体 (¥30,000 以上)

ご住所 〒 -

※該当するものに○をつけてください、()内は年会費。

年会費入金方法

口座振替・クレジットカード払い・郵便払込

※上記のいずれかの方法をご選択ください。

お電話番号

原則として口座振替, クレジットカード払いとなっております。

e-mail

申込み年月日 年 月 日

この申込書をFAX, または郵送にて、(有)ダブル・ワークスまでお送りください。
受領後、正式な入会申込書、会費お支払いのための手続資料等、(有)ダブル・ワークスより送付させていただきます。

退 会 申 込 書

会員番号

会員種別 一般・学生・団体

(フリガナ)

(該当するものに○をつけてください)

お名前

退会事由(差支えなければご記入ください)

ご住所 〒 -

お電話番号

申込み年月日 年 月 日

この申込書をFAX, または郵送にて、(有)ダブル・ワークスまでお送りください。
定期発送物とともに、退会届受領書を送付させていただきます。この受領書をもって、退会手続完了とさせていただきます。
なお、年度内退会は原則として認められませんので、ご了承下さい。

《申込書送付先・お問い合わせ先》

有限会社ダブル・ワークス

〒591-8025 堺市長曽根町130-42 さかい新事業創造センター319号

TEL 072-240-7071 FAX 072-240-7081 e-mail orange@w-works.jp