

【巻 頭 言】

編集担当のご挨拶

ハイドロポニックス 6 巻 1 号をお届け致します。このたび名城大学で鈴木氏とともに編集のお世話をするようになりました。いっそうのご支援ご協力をお願い致します。

本研究会は研究・技術者、実際栽培家、装置・資材のメーカー等会員相互の学習と交流を深めるとともに会誌は皆さんの会誌として役立てることができたことと思います。この点従来の学会と趣を異にし、頼もしく存じます。今年からアメリカの園芸学会では、ジャーナル、ホルトサイエンスについて、第 3 の雑誌ホルトテクノロジーを発刊しております。本誌より記事が多いですが、趣旨はよく似ております。広告も少し入っております。技術は、科学、観察、経験を通じて生み出された知識を活用するわけですが、学問的に解明されていなくても成り立つところがあります。その意味で、事例紹介、短かい文でもよいから栽培者自身の経験事例報告など多数お寄せ下さいますようお願い申し上げます。

昨年の天候は不順でしたが、作柄はいかがでしたか。私たちのハウスで、夏は日中、空気が乾きすぎ、しかもロックウール内が過湿で根腐れを起こしてしまいました。今年は細霧装置を備え付けた次第です。秋の長雨に会って、培養液濃度 20me/l 区ではメロンもイチゴも生育不良でした。幸い 40me/l 区では順調に育つことがわかりました。ある雑誌に砂糖を葉面散布して甘いスイカを食べることができたという記事があり、うなずいた次第です。皆さんのご経験をお寄せ下さい。市場でいくらで売れたかとか、養液栽培の普及指導だとかの記事も有益なことと思います。

巻頭言らしい内容が乏しいので、養液栽培あれこれを記します。礫耕時代に残根からの有機

高 野 泰 吉*



酸障害を経験したので、モミガラクンタン、炭粒、活性炭などを使うように心がけてきた。2g/l 程度使い、月 1 回新しいものに替えている。

湛液水耕のころはコンプレッサーで通気していたが、NFT になってからはこの必要がなくなった。NFT で、はじめロックウール 5 × 5 × 10cm を根部支持体とした。高さ 10cm あれば、トマト、メロンは十分よく育つ。メーカーは商売にならないとしてとりあげてくれなかった。いまはロックウールの粒状綿とモミガラクンタンと等量混ぜたものを半径 5 ~ 6 cm × 高さ 10cm のビニネットポット（手作り）に入れて利用している。点滴チューブを上部につけてある。養液栽培農家が問題を持ちこんでくれて、不足しがちな K と NO₃ を KNO₃ の形で 12 日に 1 回追加することで解決できた。水質も問題になることがあり、冬季 Cl 3,000ppm となって、過剰障害をひきおこした例がある。Na はかなり濃くても耐えるものがあるが、陰イオンの影響は決定的である。とくに HCO₃ の影響が強いので、pH を酸性にする必要がある。ロックウール栽培では、マットの底部に Ca や Mg がたまりやすい。週 1 回水洗いが必要である。中国ではレンガ屑や腐熟有機物混合のベットに灌液して Substrate culture を行っている所があった。露地栽培で人糞尿多用の実態からすれば、清浄野菜生産の意味が大きいとうなずける。イスラエル、ロシアの技術者の指導による。これは、有機栄養と関連があらう。今回、特集記事としてこの件を取りあげたのもそのためである。そのほか、わい化剤の散布やダクト送風の効果を認めている。

ご挨拶に加えてまとまりない記事を書いた。気楽に投稿して下さいよう重ねてお願いして巻頭のことばとします。

* 名城大学農学部、本会運営委員



内外のニュース

〔書評〕 (社)日本施設園芸協会・編集発行 「施設園芸における養液栽培の手引」

鈴木 芳 夫*

いわゆる「養液栽培の第三の波」も静まってきて、栽培者、研究者も落ち着いて養液栽培の真ずいを研究できる雰囲気になった。このような時期に、上記の刊行物がだされ、まとまった知見を得られることは大変意義がある。

本書は昭和61年度から農林水産省が5年間にわたって実施した「施設園芸新技術実用化促進事業」の委託を受けた日本施設園芸協会が「施設園芸新技術実用化促進委員会」を設置し、その養液栽培分科会の検討結果を「手引」として取りまとめ、その成果を刊行したものである。

本書の内容と執筆者は次の通りである。

第1章 養液栽培の展開

(板木利隆, 田中和夫, 池田英男)

第2章 養液栽培の主要方式の特性と利用法

(ロックウール耕: 田中和夫, 湛液型循環式水耕: 佐々木皓二, N F T: 青木宏史, れき耕: 西野 寛, 佐々木皓二, 砂耕: 西野 寛)

第3章 用水と培養液の調整 (池田英男)

第4章 培養液の自動調整用機器と取扱い (関山哲雄)

第5章 生理障害・病虫害と対策 (武井昭夫)

第6章 培地・培養液の処理 (渋谷正夫)

第7章 養液栽培の経営 (岡 昌二)

第8章 養液栽培の導入・技術指導に当っての留意点 (板木利隆, 田中和夫)

付表 主要栽培装置の特徴 (岡 昌二)

以上のように、養液栽培に関するほぼ全分野にわたっての成果が記述されており、養液栽培に関心のある研究者、技術者必読のものであろう。また、生産者にとって座右のものとして便

利であろう。そして、これから養液栽培を導入したいと考えている方々には、大いに参考になるものであろう。とくに第8章の「技術指導に当っての留意点」は簡潔にのべられているが、農業改良普及員や農協、企業の技術指導員などに大変参考となろう。

つぎに第2章は本書の核心をなすところであるが、各装置ともベテランの執筆者によって、1) 基本構造と特性、2) 適応作物と栽培についての的確にのべられている。とくに1) については(1)方式の特性、(2)装置の基本構造と設備、(3)栽培管理の要点、(4)施設運用上の留意点などが記されている。その内容も単に技術的のみならず、経営的特性にもふれているところに新鮮味がみられる。2) については、ロックウール耕ではトマト、ナス、キュウリ、メロン、イチゴ、バラ、カーネーション、キク、水耕ではトマト、キュウリ、メロン、ミツバ、ネギ、N F Tではトマト、キュウリ、イチゴ、ミツバ、ネギ、サラダナ、レタス、チンゲンサイ、ホウレンソウ、れき耕ではトマト、キュウリ、砂耕ではサラダナの各作物について、栽培技術的な諸問題を新しい実験効果などもとり入れてのべられており、現在栽培されている作物だけでなく、今後増加するであろう作物も記されている。

第3章、第4章、第6章では、用水や培養液の調整、処理並びにそれらの自動装置についてのべている。これらの問題では、現在、論議が進められている地球規模での環境問題からの検討が殆んどみられないのが残念である。検討時期が昭和61年から5ヵ年間という範囲であることも考慮しなければならないが、すでにハイドロポニックス誌に紹介されているようにオランダ

* 筑波大学農林学系

などの西欧諸国には、農業による汚染が問題となり、その規制を進めようとしている事態も重視しなければならないであろう。筆者が1990年にドイツ、フランスなどで見聞したところでも、「掛け流し」から「循環式」への一連の変更を進めている研究者が多かった。さらに、用水や培養液廃液のみならずプラスチック、ロックウール、農薬などの廃棄物の処理問題は養液栽培の発展に大きく影響するところがある。とくに第6章で計算される肥料成分で「掛け流し」では、 $N=14.7\text{kg}/10\text{a}$ となり、この値を筆者は「それほど大きなものではないが……」としているが疑点が残る（もっとも執筆者もこのあと「環境への影響を考慮した場合、必要最小限に止めることが重要である」と記している）。

さて、第5章では主要な生理障害や病害虫とその対策について記し、最後に培養液の殺菌問題にふれている。この中で、加熱殺菌法にふれ、この方法が、かん注式のロックウール栽培で実用性が高いとのべ、環境汚染「問題の解決が可能となると考える」とのべ、その期待が示されている。

さて、養液栽培の経営問題は第7章で検討されている。各地の実態調査の事例を中心に、水

耕、NFT、ロックウール耕などの投資・減価償却、労働時間、収量、生産量及び収益性を土耕と比較して論じている。さらに養液栽培の経済性と投資効率にふれ、「現状では非常に厳しいと言わざるを得ないが、規模拡大を行い、雇用労力確保を含めた経営管理手法を確立・実践すれば、企業の経営展開の前途が開ける」という静岡農試の見解を示している（同農試では平成元年、カイワレダイコン、ミツバ、ハネギ、バラなどの養液栽培の企業の経営の調査を実施している）。

以上のように本書は養液栽培に関する現状を主として技術的・経営的視点から検討している良書であり、今後、養液栽培を発展させるため一応の基礎として格好のものとなるであろう。いずれにしても、わが国の養液栽培はまだ30年前後の歴史しかなく、研究者の層も厚いとは言えない。農家・生産者に対し、安定した技術として養液栽培を普及するには一段の努力が大切である。この種の書物の役割に期待することは大きい。

（総頁280頁、頒価2,000円、平成3年3月 日本施設園芸協会発刊）

オランダ農業体験談

平成3年9月18日より11月12日まで全国の普及職員28名の皆さんと海外派遣研修に参加し、オランダ、フランスの農業を視察して来ました。約2ヶ月の研修期間中、オランダで、2週間、野菜農家における実習がありましたので、その体験談を報告いたします。

実習期間は9月29日より10月12日まで、当初は農家にホームステイしながらの実習を計画し

* 神奈川県立農業大学校



小野 充 広*

ましたが、受入農家に施設がないことからホテルに宿泊し、そこから自転車で通うことになりました。

1. 遠かった実習先農家

私の実習先は、マースランドという場所でノルドワイクより東南へ約6 km離れた所にありました。宿舎がプールダイクという場所で、実習先とは約13km くらい離れており、自転車で片道50分かかりました。実習して3日目は朝から

風が強く、小雨模様、2日間の疲れもあり、カッパを着用して、自転車のペダルを踏む足取りは決して軽くはありませんでした。しかし、私よりもっと疲れていたのが、相棒でした（実習は2人1組で行ないました）。ホテルを出発してから、二人とも無言でした。今日が一番つらいのかなあと自分を励ましつつ、雨に濡れながらも実習先へ到着しました。

2. 実習の内容

私達が実習した温室は間口183m、奥行128mのダッチライト型温室でした。軒高が5.5mで1990年秋に完成したものでした。最初の実習は、ロックウール栽培によるトマトの収穫作業でした。オランダでronde tomaten（丸玉種で果径5 cm程度、国内で一番生産量の多いタイプ、果皮が固く、床に落下させても割れない）と呼んでいるものです。収穫ははさみを使用せず、果梗の離層部に指を当て横にひねって摘み取るのです。収穫したトマトは温湯管を兼ねたレール上に台車を置き、さらにその上に載せたコンテナに入れます。コンテナが一杯になると小さいトロッコ（コンテナ約10杯分）に移し、選別機へ運搬します。収穫日は、月水金の隔日で、収穫するトマトの着色状態は緑色から赤色までの規格で、幅があり、かなり不揃いでした。収穫のない日の作業は、トマトの腋芽整理、茎葉の片付けでした。茎葉片付けは、ホコリも立ち汗もかき重労働でした。

さて、選別機に入ったトマトは、色と大きさで選別され、バラのまま1箱6 kgになるよう自動計量して箱詰めされます。作業はキズ物や裂果や着色度をチェックし、規格別に箱詰めし

たトマトを12段積上げます。12段積むと高さが1.8m程度になり、身長の高い私達は積み上げるのに一苦労でした。

次の週には、バッテリーカートに乗り、トマトのつるの誘引、つるおろしを行ないました。床上で足をつっぱりながらの手作業なので、肩が凝り、足のふくらはぎが筋肉痛になりました。

3. 農場の概要

- (1) 経営規模 経営耕地 6.1ha（温室2.35haと1.35haの2棟）、露地畑2.4ha
以下実習した2.35haの温室について説明します。
- (2) 労働力 常雇5名、臨時雇用3名で人種はオランダ、イギリス、ポーランド、モロッコ、エジプト、トルコとさまざまです。夏期に学生アルバイトを雇います。本人の妻は別会社の秘書をしています。
- (3) 経営収支 粗収入 1880千ギルダー（以下G）経費117.5千G 所得705千Gとのことでした。（1G=約75円）

4. トマトの栽培概要（2.35haの温室）

- (1) 耕種概要 は種 1990年11月4日、定植11月28日、収穫始 2月18日、収穫終了（予定）11月10日、栽植本数 3.3m²当り7.5株
- (2) 温度管理 温室内 昼間は一年中19℃ 夜間 夏期18.5℃ 冬期19℃に設定
- (3) 培養液管理 1週間に2度、ベットから採種し、pH、ECは自分でチェックし、2週間に1度、全項目を分析センターにて依頼しています（分析料金は110G）。使用した培養液の30%は、95度で殺菌し、再利用し、残り70%は再利用せず捨てています。
- (4) 交配作業 パンブルビーという蜂で行ない、省力をすすめています。
- (5) 病虫害防除 薬剤による防除は月1回であり、コパート社の生物農薬も利用している。新設の温室であり、病虫害は少めでした。

5. 農家の情報源

地元の普及所は年1～2回来る程度であり、民間のコマーシャルアドバイザーと呼ばれる普及員に頼っているとのことでした。助言料は年間に3525Gから4700Gくらい。我々が実習中にも、アドバイザーが来訪し、パソコン利用によ



図1 選別機を利用した箱詰め作業

る温度管理、培養液管理、病虫害防除対策の助言を行っていました。また、NTSが組織している研究会に加入しており、1週間に1度、定期的な会合に参加し、自主的に研究討議や情報交換を行っていました。

6. まとめ

研修当初は、言葉の問題等少々とまどいもありました。しかし、経営者は30才と若く、母国語と英語を使い分け、常雇用者に明るい英国人が居たことから楽しい環境で実習ができ、幸運でした。他の労働者も片言の英語を話し、我々とも、冗談を言えるようになりました。こうした外国人労働者が、オランダ農業を底辺で支えていることは言うまでもありません。経営者は、農場の経営を行ないながら、私達と一緒に農作業をしており意欲的で、来年はさらに温室を建て、規模拡大の予定があると話してくれました。

食生活は質素で、昼食は毎日がハムサンド5～6枚と牛乳だけでした（我々も、毎日ハムサンドで朝と昼が同じメニューでした）。

労働者は日によって5人から10人程度で、時間厳守で良く働きモラルの高いのに感心させられました。通常は朝8時から夕方5時まで、出荷量の多い日は残業して作業をしていました。

経営では、生育調査に基づく、収穫予想と労力確保、労働時間の記帳、またパソコンを利用した栽培管理、売上げ記録など数字の把握や活用が十分行なわれており、感心させられ、また、学ぶことの多い実習でした。

研修の最終日には、日本から持参した日の丸の扇子、豆絞りの手ぬぐい、浮世絵のハガキをプレゼントしました。経営者からはお返しに農場のネーム入りのTシャツをいただきました。私の宝物のひとつに加えたいと思います。

“植物工場学会について”

この学会は1989年4月に設立された、まだ新しい学会である。何よりも農業と工業の分野にまたがる学際的な研究と、実用化への開発が最大の特徴である。その起りは、(財)日本工業技術振興協会で、「植物工場実用化システム研究会」が昭和61年10月に発足して、50数社からなる企業会員の年6回にわたる定例の研究会から始まる。現在まで30数回にわたって続いているが、この講演会、見学会を通じて、農業と工業の境界領域である植物工場について、その実用化のための諸技術と、経営戦略などの問題が検討されてきた。以上のような事情から植物工場学会の会員には企業からの参加者が非常に多い。1991年7月現在の会員名簿によると、個人会員の

* 元筑波大農林学系

渋谷 正夫*



42.2%が企業に属している。

養液栽培研究会が栽培者や技術者など農業関係者を軸に、関連企業からの参画を得ているのに比べて、ここでは工業の分野からの農業へのアプローチが特徴的である。

	会員数	%
大学・国立研究機関	178	20.1
企業関係（研究所含む）	375	42.2
県市町村関係 （試験場、教育普及および農協）	84	9.5
その他個人	250	28.2
合 計	887	100.0

ほかに、法人会員34企業があるが、半数近くが機械・電気等の施設関連メーカーである。

そもそも、農業生産技術を栽培管理の面から見ると、露地栽培→施設園芸→養液栽培→植物工場へと高度化して、より自然の環境を制御して（天候に左右されない）安定した栽培を目指している。現在わが国は施設園芸が非常に発展している。養液栽培はこれからの発展が期待される場所であるが、養液栽培は土からの脱却により、地下部の制御を可能にしてもなお、地上部が季節や天候の影響を受けるのでは通常のハウス栽培と同じである。

養液栽培をさらに高度な施設型農業に発展させたものが植物工場であり、究極的には“第四の農業”と呼ばれるものであろう。

この学会の英文名が Japanese Society of High Technology in Agriculture ; SHITA としているのもうなづける。

しかし、植物工場は「農業の工業化」といわれても厳密な意味の工業ではない。植物工場は植物を育てる農業生産の一つの形態であることには変りがない。

植物工場の技術領域としては、①エレクトロニクス、メカトロニクスの技術を駆使した植物栽培施設とする。②バイオテクノロジーによる種苗生産および品種改良などの関連技術の研究③コンピュータ利用によるシステム化技術、ハウス制御技術などであろう。

以下に学会活動の今までの主な内容を紹介する。

- (1) 植物工場学会大会 ①平成2年度(1990.7) シンポジウムで植物工場の諸問題をテーマに講演と討論が行なわれた。またポスターセッション（学術発表）が行なわれた。②平成3年度（1991.9）植物工場の開発例をテーマに開かれた。
- (2) 学会誌 論文と技術報告が主体で、現在第3巻第2号(1992.3)まで4回発行されている。
- (3) 植物工場シンポジウムが数回開催されて

いる。

①平成元年度(1990.7)シンポジウム

テーマ「21世紀の農業と植物工場」

②第1回 SHITA シンポジウム 平成3年1月（1990.1）

テーマ「種苗工場」1) 種苗工場の技術的社会的環境 2) バイオテクノロジーと種苗工場

③第2回 SHITA シンポジウム平成3年12月（1991.12）

テーマ「植物工場のキーテクノロジー」植物工場の建設と運営の中心的課題を取り上げて、現状と問題点を指摘し、また将来の方向を展望した。

④第3回 SHITA シンポジウム平成4年4月（1992.4）

テーマ21世紀の農業を考える。1) 農業生産の基盤を考える。2) 園芸の現状と展望 3) 野菜行政の課題 4) 植物工場の未来などについて講演があった。

(4) 学会賞と講演会 学術賞として、

- 1) 植物工場に関する基礎研究 高辻正基氏
- 2) 植物工場における栽培プロセスの環境制御 橋本 康氏

- 3) 種子工場の環境調節法に関する基礎的研究 古在豊樹氏

また開発賞として、

- 1) 傾斜型植物工場の開発 赤木 静氏（キュービー㈱）

- 2) 完全制御型植物工場の実用化 三浦雅司氏（三浦農園）

- 3) 高度水耕栽培システムの実用化 村井邦彦氏（M 式水耕研）

（奨励賞は省略する）

なお「植物工場システム展」（3回）の協賛を行ない SHITA ニュース（第2巻2号まで）が発行されている。



事例紹介

養液栽培導入と成果 —ロックウール循環方式による 甘長トウガラシの栽培—



吉 村 強*

1. 養液栽培導入の動機

連作障害の回避の為

昭和56年に甘長トウガラシ栽培を始める.

当時の10a 当りの収量と収益

	収量	収益
昭和56年	7.5t	650万円
57年	7.5	
58年	7.0	
59年	6.0	
60年	6.5	
61年	5.5	
62年	4.5	287万円

58年より62年まで500~1000kg 減少した.

又, 疫病, 尻腐果, 灰色カビ病等病気が多く発生するように成り, 土壌消毒, 土壌改良剤, 等々致しましたが, 4月中旬以後は外温が20度又25度と成りますと病気が多く発生し, 6月中旬では, 40%程の立枯病が見られました. この時点で養液栽培と思った訳で有ります.

2. 経営の概要

① 労働力

ア. 自家労働	本人, 妻	2名
イ. 雇用労働	ナシ	
ウ. 選別箱詰	家族労働	

② 施設規模及び作型

RW	サンコール	8 a	}
循環	ビニール	7 a	
播 種	収 穫	収 量	
8/1	10/中~7/中	8 t	
目標収量	9 t		

③ 施設以外の作物と面積

米	40 a
---	------

サクランボ	10
モモ	10
大根	10
エンドウ	5
合 計	75

3. 養液栽培管理の要点

- 1) 品種 甘長トウガラシ
- 2) 育種 農協で共同育苗
- 3) 定植 9月15日

栽培様式 羞条型: 栽培密度 10a 800本
整枝法 収穫時に込み枝を除いていく.

4) 培養液の管理

- (1) 使用水 水道水 EC 0.25 pH6
- (2) 育苗期 EC 1.5 pH5.7
- (3) 定植後 初期 EC 1.7 pH5.7
中期 EC 1.9 pH5.7
後期 EC 1.9 pH5.7

5) 温度の管理

ハウス内温度: 昼温27~28℃
夜温18~19℃

培養液温度: 水温 23℃

水温 暖房: 灯油 ボイラー使用

水温 冷却

- ①ハウス外への水の排出を多くする.
- ②5月以後は株元に発泡スチロールを置く.
- ③日中に内張にて遮光をする.

6) 生育障害 ナシ

7) 病虫害防除

- (1)定植5日前にアグリクロール1000倍液の水にてロックウールを一昼夜よく浸した後タンクに戻して中和処理後にハウス外に捨て, ロックウールを水洗い2回程す

* 徳島県板野郡土成町

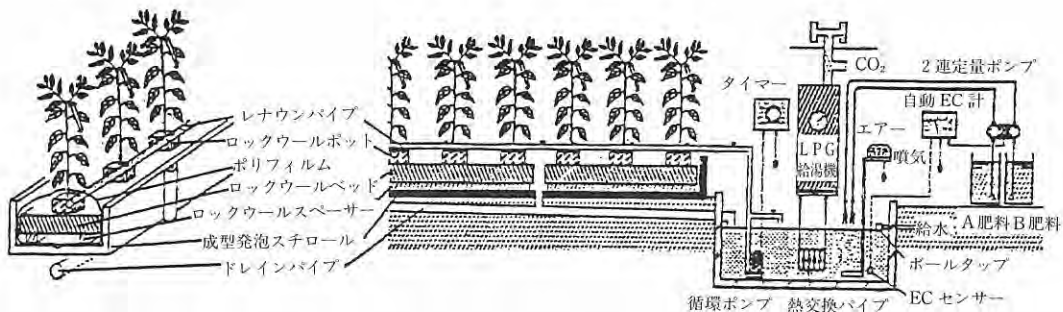


図1 ロックウール渋谷方式・徳島型（基本）

る。

- (2)定植後は、タンクの水を20日目毎に交換をする。又、常に少量の水をタンクの外に排出し水の更新をする。尚、養液栽培にては害虫又ウドンコ病以外に病害は、ほとんど出なくなる。

4. 高品質生産の為に技術ポイント

- 1) 日光当りを良くする為、適度の枝抜きと葉かきをする。又、急激な温度変化を与えない。
- 2) 6月以後は高温で水分不足に成り、辛みが出るので、水回転を多くする。

5. 低コスト生産

- 1) 施設の有効利用一作型の拡大
- 2) 収量の安定性などで、私の場合は土耕より低コストで有ると思っております。

6. 今後の課題

- 1) 自分の所の改善点：養液肥料の単肥配合
- 2) 養液栽培全体の問題点：養液栽培では、全減の危険が有ること。
- 3) 規模拡大を進める上で障害になって居ること：収穫及び箱詰めの労力がかかりすぎる。

低コスト原水浄化処理による NFT方式のトマト栽培

松 村 芳 員*

1. 養液栽培導入の動機

土耕でトマトを栽培していたが、J 3により、収量が減少したことから昭和59年に NFT を導入。

栽培年数 土耕15年 水耕 6年

2. 経営の概要

- (1) 労働力 本人・妻の2人
- (2) 施設規模及び作型

- ① NFT アクリル温室1,100m²,
同1,000m²(総合資金借入),計2,100m²
育苗専用 ビニールハウス600m²

- ② 作 型：表1に示すとおり。

- (3) 施設以外の作物と面積

水稻 100 a

3. 栽培概要

- (1) 品 種

抑制：ハウス桃太郎, 半促成：桃太郎

* 徳島県阿波郡市場町

表1 作 型

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	目標収量
抑 制								○-△-×	-----		□□□□□□		6トン/10a
半促成	×	-----		□□□□□□□□							○-△------		14トン/10a
○播種		△鉢上げ	×	定植		□収穫							

表2 原水分析結果

	pH	EC	Ca	Mg	K	Na	P	S	Cl
浄化前	6.25	0.307	35.0	8.4	4.7	11.0	0.2	9.7	13
浄化後	6.48	0.315	37.2	8.4	4.6	11.0	0.2	9.7	13
	NO ₃ -N	NH ₄ -N	HCO ₃	Fe	Mn	一般細菌	(有機物) 過マンガンカリ消費量		
浄化前	7	0	73.8	0	0	66個/ml	3.6ppm		
浄化後	7	0	79.9	0	0	15個/ml	3.2ppm		

(2) 育 苗

播種：トーヨーグロス(水稻育苗箱)

鉢上げ：粒状綿+ピートモス+くん炭
(12cm ポット)

(3) 栽培様式

みかど NFT タンク14トン, 10トン

(4) 栽培密度

坪当たり7.3本

(5) 収穫段数

抑制5段, 半促成8~9段

4. 培養液の管理

(1) 使用水 井戸水(浄化装置), (2) 育苗期 EC 1.2mS/cm

(3) 目標 EC 定植~3段開花まで EC 1.2 mS/cm(連続給液), 3段開花以降~収穫前 EC 1.2~1.8(間断給液15分~45分休) 収穫中 EC 2.4mS/cm

目標 pH 5.8~6.2

5. 低コスト原水浄化処理装置

(Fe 有機物, 雑菌の除去)

(1) 浄化装置を導入前後の変化(設置年度は平成2年5月)

1) 設置前の状況：①台風・梅雨など大雨が降った時に, 井戸水が濁る。②水田の中に井戸があり, 田植代かき時の農薬の混入恐れ。

2) 設置後の状況：①養液の pH が安定し

た。②養液の組成が安定する。(特に低濃度の時)③安心して使用できる。④飲料に使える。

3) 原水分析結果：表2に示すとおり

(2) この浄化装置の特徴

1) 鉄及びマンガンの除去, 2) 有機物の除去, 3) 病原菌・雑菌の除去, 4) 費用がかからない。5) 設置後の手間がほとんどいらない。

(3) 浄化装置の費用

ヒューム管 内径 80cm 1本 21,000円
(規格外)

セメント 2袋 1,500円

ビニールパイプ 50mm 2本 3,600円
25mm 1本 1,200円

ボールバルブ 50mm 2個 1,400円

ボールタップ 25mm 1個 7,500円

その他 5,000円

計 53,800円

なお, 砂・砂利・玉石は, 別途購入

(4) 今後の課題

1) ろ過した水を蓄えておく予備タンクの設置。

2) 消毒及び夏場の細霧に使いたい。

6. 温度管理

(1) ハウス内 最低10℃, 最高28℃

培養液温度 16℃

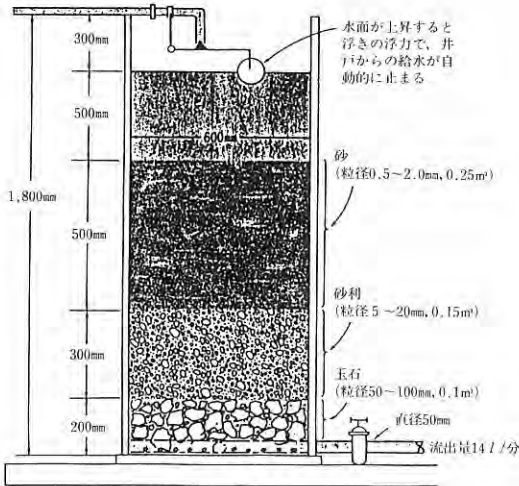


図1 井戸水の浄化装置（小島貞夫氏設計）

- (2) 水温暖房 ロケットガスボイラー
 水温冷却 培養液の交換（バイパスにより排出）タンク内のステンレスパイプ及びポリチューブ（0.02×12cm）14m/14トンタンク，同10m/10トンタンクに地下水を通

水する。

7. 生育障害

抑制の異常茎の発生。

8. 病虫害防除

定植前に、アグリクロール600倍液でタンク・ベット内循環して消毒する。また、細霧でハウス内全体を殺菌する。

9. 高品質のための技術ポイント

- ① 粗植により、受光性をよくする。② 炭酸ガス施用。③ 重炭酸分析による pH 安定技術。

10. 低コスト生産

- ① 単肥配合。② 施設の有効利用。

11. 今後の課題

- (1) 自分の所の問題点

・育苗

- (2) 養液栽培全体の問題点

・原水養液分析体制の確立

- (3) 規模拡大を進める上での障害

・後継者、・立地条件

（養液栽培研究会徳島大会，阿波の秘伝，実践農家の養液栽培技術より転載）。

毛管水耕方式によるトマトの栽培

昭和60年に NFT を 8 a 導入し、一応満足できる成果を得たので、施設を増やすことにしました。最初はロックウール耕のバックカルチャーと思いましたが、先輩から日本たばこ産業の J T システムを紹介され再検討した結果、次の利点があることを知り導入することにしました。

- (1) 生育のコントロールが容易である。
 (2) 冬期の養液温度が安定している。

* 徳島県阿波郡市場町



浅井 利 昭*

- (3) 根の活力が旺盛で根毛が多く発生する。
 (4) 根の病害が蔓延しにくい。
 (5) ランニングコストが安い。

導入初年度でもあり、いくつかの問題点もあった中で、試行錯誤の栽培をしてきたことを述べてみたいと思います。

1. 施設及び作型について

J T システムは毛管水耕方式を採用しています。

「毛管水耕」は根を培養液の中に直接浸すこ

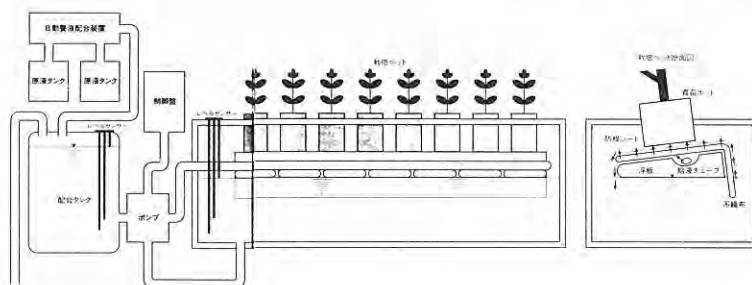


図1 JT養液栽培システム図

表1 施設・規模及び作型

養液栽培の方式	ハウスの種類	規 模	品 種	播 種	収 穫 期	目標収量
NFT (S. 60導入)	AP (エフクリーン)	8 a	桃太郎 T93	8 / 5	11/上～12/下	} 25t
JT システム (H. 3.9導入)	パイプ (ビニール)	10 a	桃 太 郎	11/16	2 / 下～6 / 上	
			ハウス桃太郎	9 / 16	1 / 下～6 / 下	15t

となく、常に湿気中にさらした状態で栽培する方式です。培養液は循環方式で、根に接している防根シートを通して不織布の毛管吸収力と給液チューブを利用して給液します。また栽培ベット内の培養液はレベルセンサーにより供給され一定水量が確保されています。根圏部の酸素供給は湿気中から直接吸収します。

作型等については表1のとおりで、桃太郎系の3品種を栽培しています。

2. 栽培管理について

育苗はロックウールを使用し、3 cm角のブロックに播種し、7.5cm角のキューブに移植後、育苗期間30日の本葉5～6枚苗を定植しました。1条振り分け栽培で、4連棟の谷間通路に余裕をもたせた結果、3.3m²当たり定植本数は約6本になっています。

初期生育は順調で、節間の詰ったがっちりした樹型であったが、第一花房開花は11月13日とやや遅くなりました。12月下旬に四段花房開花頃に根圏部を観察すると、根量はやや少なめな感じで、樹勢もやや弱く感じられるようになりました。その後、2月中旬には、穂先弱く茎も細くなったことから摘芯して主枝更新しました。全体的な草勢は、茎は細めで葉が小さく、

葉色は濃く、締った樹型だが、力強さに欠けた作型となりました。

着果数は多かったが1～2段果房では、チャック、窓あき果等が多かった。摘果は異常果が多かったので遅れ気味でした。玉の肥大はやや悪く、L玉よりもM玉の方が多かったが、硬くしまった日持の良い、水に沈む程充実度の高いものでした。

用水は8 m 井戸の地下水で、硫酸イオン、ナトリウムイオンが高めでしたが、使用には問題ないと判断でした。

培養液組成は、山崎トマト処方に準拠したメーカーの肥料を基本に、微量元素のみ別メーカーのものに亜鉛0.25ppm、キレート鉄2 ppmを配合しています。播種時は無肥料で、発芽揃い後に EC 0.6mS/cm の培養液を灌水を兼ねて使用し、移植後は EC 1.0mS/cm, pH6.0としてマイクロチューブで灌注しました。定植時は目標 EC 1.1mS/cm でしたが、0.9mS/cm, pH6.0の調整でやや低めのまま定植しました。中期は1.1~1.3mS/cm、収穫期は1.8~2.4mS/cm、3月以降は1.8~1.3mS/cm と生育と環境条件の変化にあわせて EC 値を変えています。循環回数は生育にあわせて多くしました。定植

時は1日1回(15分)、中期に3回、収穫開始後3月になってからは、7回としました。また、1月下旬からは、1ヶ月毎の培養液の半量交換の他に、毎分300ccの排水を常時行うように改作し、培養液の更新を早め、組成の変動を少なくするように工夫しました。

培養液はベット下のパイプに温水を循環させて加温しています。初期は20℃とし、中期は22℃に設定しました。培養液の加温により湿気中の根圏温度は、室温が10～12℃あれば15～16℃を保っています。

ハウス内温度は、初期13℃、開花期以降は10℃に最低夜温を設定したが、実際にはやや低めに経過しました。日中の温度は、日照不足やビニールの結露等で低温多湿ぎみだったので、午後の換気温度を高めとして、一日平均温度15℃を確保するように努めました。

3. 今後の方策について

(1) 育苗期

作型が前進すれば、5～6枚の若苗でも良いと思うが、若苗でハウス温度が不足する場合加温経費がかかりすぎます。次作については9月中旬に7～8枚苗を、3.3m²当たり7本定植し、作柄の安定化をはかりたい。

(2) 生育初期

「窓あき果やチャック果の発生防止については、急激な温度変化(低温遭遇)がおこらないように、定植後の栽培夜温にむけて、育苗期間は6葉期までは17℃、6葉期から8葉期までは15℃、8葉期以後、定植活着までは12℃と十分な温度確保を行い、徐々に栽培夜温を低下させるように温度管理を

行う必要がある。」と福岡県農試の豆塚氏らが報告している。5～6枚の若苗を定植したが、9～11月の不順天候で、低温日照不足の育苗期となり窓あき果、チャック果の発生が多くなったと考えられるので、開花期までの室温は高めに設定するようにしたい。また低温多湿環境での生育は、節間の詰った一見がっちり型の樹型となったが、根の発生を抑制し、果実肥大期には樹勢が弱くなったようです。生育初期が10月下旬となる作型については、加温機の使用を含め、室温、根圏温度の確保に努めたい。培養液の濃度、循環回数等については、養分不足、水分ストレスのかかりすぎの傾向があったようです。培養液濃度については、育苗期、定植時とも2～3割高めにしたい。循環回数は、開花始期、第3花房開花期を目安に1～2回増やしてみたい。樹勢が弱くなりすぎてからでは、その回復に期間がかかりすぎるので、生育初期の条件を調整するようにしていきたい。

(3) 収穫期以降について

小玉果、茎の細り、穂先のしおれ等は、株の根張りが不足して、果実や穂先へ養水が十分送れなかったことによると考えられます。ことに収穫始期は一番根に負担のかかる時期でもあり、摘芯による主枝更新で負担を軽くし、樹勢の維持をはかりたい。

以上、毛管水耕方式の特徴を十分発揮した栽培ではありませんでしたが、ハウス環境、養水分の供給や根圏環境の条件を整のえ、次回作の栽培をしたいと思います。



研究の紹介

ランの養液栽培の基礎知識

ランは生長がきわめて遅いのでかつてはほとんど肥料は必要がないと言われてきた。植込み材料に含まれる養分や2, 3日に1回の割で与える水に含まれる養分で十分との考えがあった。しかし、経験上それでは不十分なことは容易に分かることで、そう考える人は緩やかな肥効の有機質を鉢の上に置き、場合によっては濃度の薄い液肥を与えている。最近は緩効性肥料の使用が普及している。栽培規模が大きくなると養液の利用が省力的であるが、その組成、濃度、窒素の形態等についての検討は十分にはなされていない。また、これらの要因は培養土の種類、ランの種類、苗の大きさによっても変るはずである。ここではファレノプシスとカトレアを材料とした試験について述べる。

1. 養液の濃度

N, P, K, Ca, Mg をそれぞれ231, 46.5, 117.3, 80.1, 12.2ppm を基準濃度とし, N, P, Kについてその1/3, 2/3, 4/3倍濃度の養液を与えた。微量要素は養液濃度に関わらず Fe 3.3, B 0.5, Mn 0.5, Zn 0.05, Mo 0.05, Cu 0.02 ppm とした。よく腐熟したバークに植えたファレノプシスの葉の生長は基準濃度の養液でもっともよく生長した。根に対する濃度障害はみられなかった。ボラに植えたカトレアの場合もやはり基準濃度の養液の生長がもっともすぐれた。この養液の N 濃度231ppm は野菜の養液栽培における園試処方¹⁾の N 濃度242ppm とほぼ同じことから考えると、根への濃度障害の理由から養液として施肥することがランに適していないとする通説は当たらない。

2. 植込材料の種類とランの生長

* 宮崎大学農学部



田 中 豊 秀*

ランの植込材料として広く用いられている水ごけのほか、よく腐熟したバーク、生のバーク、ボラ(南九州に分布する火山噴出の軽石)とビートモスの混合、ボラとバーミキュライトの混合等でカトレアを植え、1/3濃度養液で栽培しその生長を比較した。カトレアの生長がすぐれた植込材料は水ごけ、よく腐熟したバーク、ボラとビートモスを混合したものであった。ボラとビートモスを混合したものは両者の混合割合によりカトレアの生長が異なり、体積比で1対1

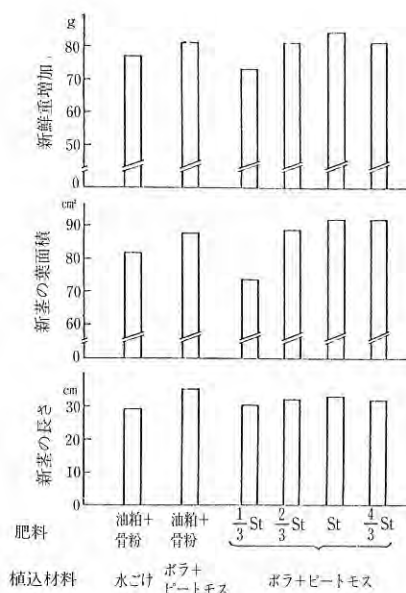


図1 肥料と植込材料がカトレアの生長に及ぼす影響

ボラ・ビートモス混合土(体積比1:1)に植え、基準養液を与えたカトレアは水ごけに植え油粕・骨粉(体積比1:1混合)を与えたカトレアよりよく生長した。

※ St: 基準養液濃度

の場合は、水ごけ植えのカトレアよりよく生長した。ボラ・ピートモス（1対1）混合植えのカトレアの葉のN, P, K, Ca, Mg含有率(対乾物%)はそれぞれ1.20, 0.17, 1.86, 1.14, 0.92であった。水ごけ植えでは1.26, 0.18, 2.11, 1.11, 0.57でMgの含有率が低かった。

次にボラ・ピートモス（1対1）混合土に植え、基準濃度の養液で栽培した場合と水ごけ植えで油粕・骨粉の置き肥をした場合とを、カトレアを用いて比較したところ、両者のカトレアの生長に差がなかった。水ごけのコスト、植込みの労力、油粕・骨粉のコストと置き肥の労力を考えるとボラ・ピートモス等量混合土に植え、養液で栽培する方が有利と考えられる。

3. 窒素の形態

$\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率についてカトレアとファレノプシスについて調べた。表1, 表2に示したように、カトレアでもファレノプシスでも $\text{NH}_4\text{-N}$ が $\text{NO}_3\text{-N}$ にくらべ少ないほうがよいという結果であった。

表1 養液中の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率がカトレアの新鮮重に及ぼす影響

$\text{NH}_4 : \text{NO}_3$	実験開始時 新鮮重 (g)	新鮮重の 増加 (g)
1 : 9	58.1	64.4 a *
3 : 7	58.1	66.7 a
5 : 5	57.7	44.1 b
7 : 3	57.6	47.2 b
9 : 1	57.8	47.2 b

* 異なる記号の数値間 5%水準で有意

表2 養液中の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率がファレノプシスの生長に及ぼす影響

$\text{NH}_4 : \text{NO}_3$	新葉数	葉の伸び	新鮮重増加 (g)
3 : 7	4.3a	79.4a*	71.1a
5 : 5	4.2a	58.3b	26.0b
7 : 3	4.2a	60.8b	39.3b

* 異なる記号の数値間 5%水準で有意

4. 窒素の濃度と施用量

基準養液と基準養液の窒素のみ倍の濃度にした養液でカトレアを栽培したところ、後者の養液によるカトレアの新葉の生長がまさった。高濃度のNを含む養液で生長促進が得られたが、実際栽培において灌水のように与えるやり方では基準養液のN濃度(約230ppm)の1/3~1/4が適当であろう。株の大きさにもよるが、5~8月の生長期間の窒素吸収量は80~90mgであることを念頭におき、薄い養液として与えたい場合は灌水を兼ねて頻繁に与える。

5. ランの化学組成にあわせた養液

各種の植込材料と各種の施肥の組合せの結果、もっとも生長がよかった条件でのカトレアの化学組成については既に述べたが、ファレノプシスの化学組成(対乾物%)は次の通りであった: N 1.36, P 0.24, K 2.20, Ca 1.34, Mg 1.75, カリウム, カルシウム, マグネシウムの含有率が高いのが特徴で、この含有比率に合わせた養液をつくり、ボラを培地にして植えたファレノプシスに間欠的に灌注し、生長と開花への影響を調べた。この試験では表3の注に示

表3 ファレノプシスの化学組成にあわせた養液の効果

	新葉数	葉の全伸 長量 (cm)	花茎数	花茎長 (cm)	蕾 数	花 持 (日)
野菜用養液 ^z	3.9 a	67.1 b*	1.38 a	58.9 a	9.0 a	26.8 a
ファレノプシス用養液 ^y	3.9 a	80.8 a	1.50 a	58.2 a	8.9 a	34.5 a
土耕(ボラ・ピートモス)	2.6 a	60.0 b	1.50 a	45.9 b	6.7 b	31.4 a

* 異なる記号間 5%水準で有意

^z 野菜用養液 (ppm) $\text{NO}_3\text{-N}$ 196.0, $\text{NH}_4\text{-N}$ 28.0, P 31, K 195, Ca 160, Mg 48

^y ファレノプシス用養液 $\text{NO}_3\text{-N}$ 156.8, $\text{NH}_4\text{-N}$ 67.2, P 31, K 390, Ca 220, Mg 216

微量元素は全区共通 (ppm): Fe 3.3, B 0.5, Mn 0.5, Zn 0.05, Mo 0.05, Cu 0.02

1986.6.14~1987.5.15まで、1日3回(1回5分間)給液、培養液はタンクに回収し、随時 pH を 6.0 に調整、1ヶ月毎全液更新。

した養液を調整後、1/3濃度にし、所定の微量元素を加え使用した。ファレノプシスの化学組成に合わせた養液が生長にも、開花にもよかった。

着生ランには養水分が少ない環境に適応した形態と代謝が認められるが、養分と水分が十分な状態では生長がかなり早められる。

6. その他の問題

リンの適正濃度は幅があり特定しにくい。124 ppm までは濃度が高くなるに伴い生長がよく、開花が促進されたという結果を得ているが、尚検討中である。

水耕トマトにケイ酸施肥は必要か

トマト水耕栽培の培養液にケイ酸を添加することはない。Woolley (1957) はトマトのケイ酸欠除栽培をおこなったところ、なら異常症状を示さず、ケイ酸添加をしたものと同じような生育をしたと述べている。一方、高橋ら (1974) はトマトのケイ酸添加区と欠除区栽培をしたところ、ケイ酸欠除区の生育は著しく抑制され、着果しないものがあったと述べている。三宅ら (1976) は、トマトをケイ酸欠除の状態の水耕栽培すると、第1花房開花期ごろから生育の異常をおこすことを認めている。その特徴として、先端付近の小葉は外にそりかえったり、奇形化し、生育が停止する。葉の初期症状はハウ素欠乏症状に類似し、ついでクロロシスが認められる。また、青木ら (1977) は、ケイ酸施肥がトマトの生育、収量ならびに尻腐れ果の発生に及ぼす影響を調べ、ケイ酸濃度が高くなるにつれて、尻腐れ果の発生が抑えられ、生育が増大したと報告している。

高橋 (1987) は、イネで確認されているケイ酸の効果について次のように述べている。吸収されたケイ酸は、導管を通して葉身、葉鞘、茎の表皮組織に沈積する。沈積したケイ酸は、第1に過蒸散を抑制するはたらきをする。第2に病原菌の侵入や害虫の攻撃に対して機械的障壁としての効果を発揮する。第3は骨格成分とし

浅尾 俊 樹*



での役割である。植物細胞のみにある細胞壁は植物体に機械的強度を与えている。ケイ酸はこの細胞壁を補強し、植物体を剛直にするのに役立ち、葉身が直立するようになる。そのことが、窒素過用のため葉が繁茂し、光を受けにくくなるのを防ぐ。

ケイ酸を積極的に吸収しないトマトでは、吸収されたケイ酸は根に多く分布しているが、生育に影響しないと考えられてきた (奥田ら 1965)。三宅 (1976) は、前述したトマトのケイ酸欠乏による生育異常の発現する時期が、培養液の pH の異常低下現象がおきるときなど、トマト体内で生理的変化がおこっていることが推察されると述べている。欠乏症状のあらわれたトマトにケイ酸を与えると、ケイ酸欠除による奇形化をとどめたまま健全な器官が新生し、またケイ酸を添加して健全に生育しているトマトを途中からケイ酸欠除すると欠乏症が認められるなど、ケイ酸供給がその時期に新生した器官の形態に反映した。培地中のケイ酸濃度 SiO_2 5 ppm 区にもケイ酸欠乏症が認められたことから、水耕栽培によるトマトの生産の場面においても、用水中のケイ酸濃度によっては異常症状が発現する可能性が示唆された。

キュウリは、根のまわりのケイ酸濃度が高いときは、かなりのケイ酸を集積することができると、高橋 (1987) によると、ケイ酸を 100 ppm 添

* 京都府立桂高等学校

加して水耕栽培すると、葉部のケイ酸含量はトマトでは0.40%、キュウリでは6.12%、イネでは18.0%になるとしている。キュウリに対するケイ酸の効果についても最近、三宅ら（1982）によって明らかにされた。キュウリを無ケイ酸で水耕栽培すると、トマトと同じように、はじめの間は生育にほとんど差がみられないが、開花がはじまるころ展開中の新芽が盃状にわん曲し、葉がちぢれてくる。そして、しばしばウドンコ病が発生する。また、花粉稔性が低下する。そして、果実収量に大きな差が生じる。さらに露地栽培のキュウリでつる割れ病がケイ酸肥料の施用で軽減される場合があることも認められている。

著者は、以上のケイ酸の生理作用を踏まえ、ケイ酸をトマトの水耕栽培の培養液に加えることが実用的かどうかについて検討した。食塩を培養液に高濃度添加させると尻腐れ果の発生が多くなる。ケイ酸の影響が明確にあらわれるように、培養液に食塩を添加して、ケイ酸の尻腐れ果発生への影響と生育、Ca, Na, K の各要素について検討した。

供試品種は、大型福寿を用いた。栽培装置は、容積約60ℓのプラスチックケースを用い、ふたに栽培鉢用の穴を3個あけた。プラスチックケースは、ベンチ上に3個ずつのせ、箱1つずつにエアープンプで通気をおこなった。育苗期の培養液は、すべて園試処方第1例の50%溶液を用いた。定植後、全区とも基本培養液として、園試処方第1例の50%溶液を用いた。処理区は、ケイ酸無添加区、50ppm、250ppm 添加区とし、それぞれの処理区を食塩無添加区および1000ppm 添加区に分け、計6区とした（表1）。ケイ酸源としては、ケイ酸ナトリウム溶液をイ

表2 培養液の EC と pH

区	EC	pH
1	1.11	6.3
2	1.06	6.3
3	1.17	6.2
4	4.49	6.7
5	4.33	6.7
6	4.22	6.4

オン交換樹脂（Amberlite IR 120B）に通過させ、Na を除去した silicic acid を使用した。培養液は、1箱に50ℓ入れ、追加液も同じ培養液を用いた（表2）。液の交換は、EC 値が6となった時、あるいは1ヶ月経過した時におこなった。第1花房が出て本葉約9枚、草丈約37cmの苗をプラスチックケースに定植した。培養液の交換は、定植後3回おこなった。トマトは、1本仕立て1箱に2株とし、1区につき6株（3箱）、第4段果房の上2葉を残して摘心した。1果房あたりの果実数は、第1果から第8果までのうち4果とし、直径約1.5cmの時点で健全でないものを摘果した。開花日にトマトトーン100倍液で処理した。果実の収穫時期は、果実の表面が少しピンクがかった時とした。

生育に関して、草丈、葉数、新鮮物重とも処理によって差はなかった。食塩による生育の抑制はみられず、また、ケイ酸による生育の促進もみられなかった。完全なケイ酸欠栽培はおこなわなかったため、水道水に含まれるケイ酸で生育には充分だったと思われる。青木ら（1977）は、ケイ酸施用により草丈の伸長が促進され、地上部および地下部の新鮮物重や乾物重が増大したと報告している。

食塩添加した場合、ケイ酸濃度が高くなるにつれ、収量は多くなった（図1）。果実1個あたりの重量は変わらず、健全果数が増加したことによって収量が多くなった。食塩を添加しない場合、ケイ酸濃度が高くなるにつれ収量は多くならなかったため、ケイ酸は収量に大きな影響を及ぼさないと考えられる。青木ら（1977）も同様の結果を得ている。

尻腐れ果の発生は、ケイ酸濃度が高くなるにつれ低下した（図2）。食塩を添加しない場合、

表1 実験区

区	ケイ酸	NaCl
1	0ppm	0ppm
2	50	0
3	250	0
4	0	1000
5	50	1000
6	250	1000

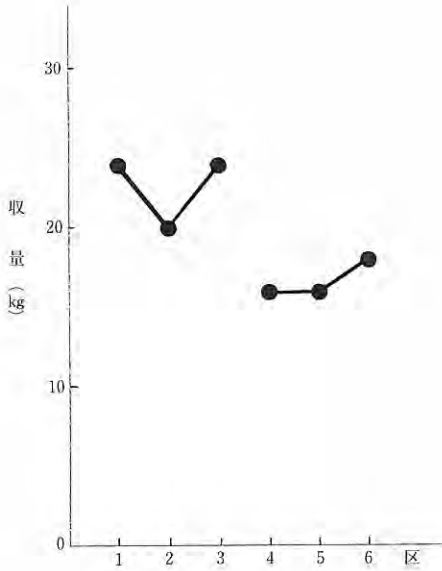


図1 収 量

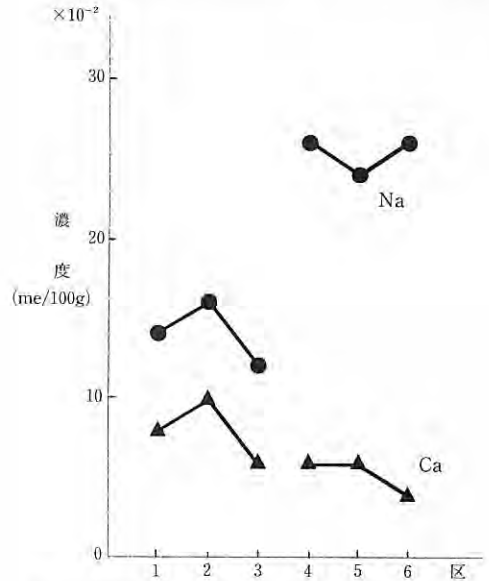


図3 健全果の Na, Ca 濃度 (乾物あたり)

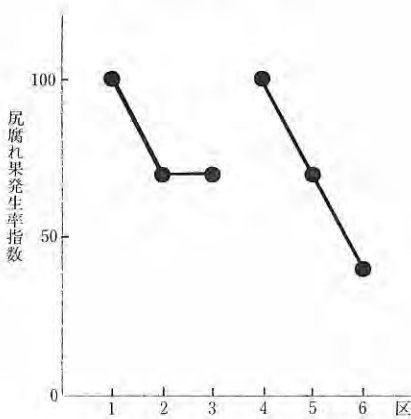


図2 尻腐れ果発生率指数
1～3区は1区の発生率を100とした
4～6区4区の発生率を100とした

ケイ酸50ppm 添加で尻腐れ果発生を抑制した。食塩を添加した場合、ケイ酸濃度が高くなるにつれ、尻腐れ果の発生は少なくなった。

陽イオンの Ca と Na は互いに競合することから、培養液に Na を添加すると Ca が吸収されにくくなる (図3, 4)。そして、果実が Ca 欠乏となり、細胞どうしをつなぐ働きをするペクチン酸カルシウムの含量が少なくなり、尻腐れ果が発生しやすくなると思われる。食塩を添

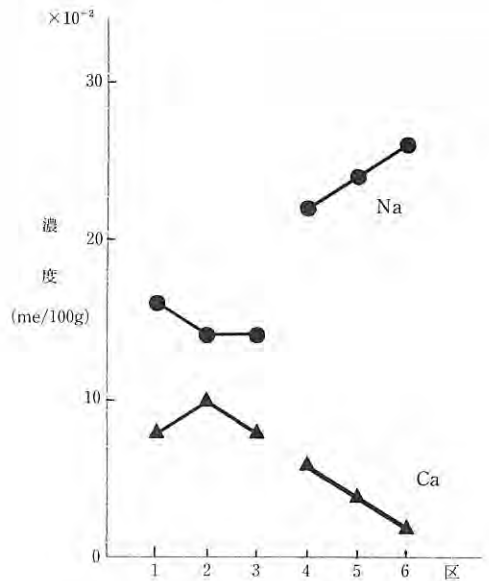


図4 尻腐れ果の Na, Ca 濃度 (乾物あたり)

加した場合の尻腐れ果をみると、ケイ酸濃度が高くなるにつれ、Ca 濃度が低下し、Na 濃度が高くなった。ケイ酸を添加しない場合、Na 濃度がケイ酸を添加しない場合と比べて低い場合にでも尻腐れ果になるが、ケイ酸を添加する場合、さらに高い Na 濃度にならなければ尻腐れ果と

はならない。

また、果実中の Ca 濃度については、ケイ酸を添加しない場合、ケイ酸を添加する場合と比べて Ca 濃度が高い場合でも尻腐れ果になるが、ケイ酸を添加する場合、さらに低い Ca 濃度にならなければ尻腐れ果にならないと思われる。

Ca や Na と同様の陽イオンである K についてみると、果実内 K 濃度は、健全果および尻腐れ果共にケイ酸によって影響を受けなかった。

食塩添加しない場合、ケイ酸を 50ppm 添加すると、果実への Ca 吸収が促進され、250ppm にすると Ca とケイ酸が互いに競合し、Ca 吸収が低下する。食塩を添加すると Na と Ca との競合が大きな要因になり、ケイ酸 50ppm 添加しても Ca 吸収の促進にならなかったと思われる。

以上より、ケイ酸は食塩添加により尻腐れ果が発生しやすい状態でも、尻腐れ果の発生を抑制することが認められた。

高橋 (1987) は、水耕栽培の培養液として使用される水の中のケイ酸含量はその地域の地質 (河川水の場合、流域の地質) によって差異が大きいとしている。新しい火山噴出物を水源とする河川のケイ酸濃度は約 50ppm と著しく高く、以下花こう岩質の順で、水成岩の河川のケイ酸濃度は低いことが認められている。

実際のトマトの水耕栽培で、ケイ酸欠乏の状態になることは考えられない。イネとくらべてケイ酸の要求性が少なく、培養液に使用する水の中に含まれるケイ酸濃度でトマトの生育には充分であると思われる。しかし、トマトの果実生産には影響を及ぼすと思われる。Maynard ら (1957) は、窒素の過剰吸収によって Ca の吸収が妨げられ、トマト果実内に Ca が不足して尻腐れ果が発生するとしている。トマトに吸収されたケイ酸は、葉に運ばれ、過蒸散を抑制し、窒素の吸収を抑えて、Ca の吸収を助けると考えられる。以上のように、培養液にケイ酸を施用することにより、トマトの尻腐れ果の発生を抑制し、耐病性あるいは不良環境抵抗性が向上することが期待できる。ケイ酸を培養液に施用する方法として、イネで施用されているケイ酸質肥料 (ケイカル) を培養液のタンクに入れておくことが考えられる。

今後、ケイ酸が果実の表皮細胞にどのように働いているのか、そのメカニズムの解明等の研究が要望される。

引用文献

1. 青木正則・小川正 (1977) トマトの尻腐れ果の発生と生育におよぼすケイ酸の影響。土肥誌 48 : 156-159
2. DEKOCK, P. C., A. HALL, R. H. E. INKSON and R. A. ROBERTSON (1979) Blossom end rot in tomatoes. J. Sci. Food Agric. 30 : 508-514
3. DEKOCK, P. C., D. VAUGHAN, A. HALL and B. G. ORD (1980) Biochemical studies on blossom end rot of tomatoes. Physiol. Plant. 48 : 312-316
4. GERALDSON, C. M. (1957) Factors affecting calcium nutrition of celery, tomato and pepper. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69 : 621-625
5. 木村紫晃・小林達治・高橋英一・三宅靖人 (1982) ケイ酸質肥料のキュウリ栽培土壤微生物群に与える影響。土肥誌 53 : 197-202
6. LEWIN, J. C. and B. E. F. REIMAN (1969) Silicon and plant growth. Plant. Physiol. 20 : 289-304
7. MAYNARD, D. N., W. S. BARHAM and C. L. MECORBS (1957) The effect of calcium nutrition of tomatoes as related to the incidence and severity of blossom end rot. Proc. Amer. Sci. Hort. Sci. 69 : 318-322
8. 三宅靖人 (1976) トマトのケイ酸欠乏症。化学と生物 14 : 438-439
9. 三宅靖人・高橋英一・下瀬 昇 (1976) トマトのケイ酸欠乏症(1) ケイ酸欠乏症の確認および検討 ケイ酸の比較植物栄養学的研究 (第10報)。土肥誌 47 : 383-390
10. 三宅靖人・高橋英一 (1976) トマトのケイ酸欠乏症(2) 欠乏症発現におよぼす栽培環境の検討 ケイ酸の比較植物栄養学的研究 (第11報)。土肥誌 47 : 447-450
11. 三宅靖人・高橋英一 (1976) トマトのケイ

- 酸欠乏症(3) 品種特性栽培条件の影響 ケイ酸の比較植物栄養学的研究(第12報), 土肥誌47: 451-457
12. 三宅靖人・高橋英一 (1982) キュウリの生育に対するケイ酸の影響, 土肥誌53: 15-22
 13. 奥田 東・高橋英一 (1961) 作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について(第4報) 大麦・トマト・二十日大根・ネギ・白菜の生育ならびに養分吸収におよぼすケイ酸欠除の影響, 土肥誌32: 623-626
 14. SAHEAR, C. B. (1975) Calcium related disorders of fruits and vegetables. HortScience 10: 361-365
 15. 高橋英一・三宅靖人 (1974) ケイ酸は微量必須要素か—トマトのケイ酸欠乏症状について—, 農及園49: 1095-1100
 16. 高橋英一 (1987) ケイ酸植物と石灰植物, 農文協
 17. WOOLLEY, J. T. (1957) Sodium and silicon as nutrient for the tomato plant. Plant. Physiol. 32: 317-321
 18. YOSHIDA, S., Y. OHNISHI and K. KITAGISHI. (1962) Histochemistry of silicon in rice plant. (1) A new method for determining the localization of silicon within plant tissues. Soil. Sci. Plant. Nutr. 8-1: 30-35



海外文献の紹介

トマトのロックウール栽培における Ca ストレスが尻腐れ果と Mg 欠乏症に及ぼす影響

C. Sonneveld and W. Voogt (1991) Acta Horticulturae 294: 81-88

養分の供給, 転流, 吸収停止により発生する欠乏症は, 植物体内や培地中に養分の蓄えがあれば, 欠乏症の発現を遅らせることができる。本研究では, Ca 供給停止が Mg の分配や, Ca および Mg 欠乏症発現までの期間に及ぼす影響について調査した。

品種は“Estafette”を供試し, 7月20日に温室内のロックウールスラブに定植し, 11月20日まで栽培した。培養液は点滴ノズルを用いて, 排液率が25%となるように施用した。培養液の組成は, NO_3^- : 10.0, H_2PO_4^- : 1.5, SO_4^{2-} : 2.5, NH_4^+ : 1.0, K: 7.0, Ca: 3.25, Mg: 1.0 (mmol/l) とした。処理区は, 対照区(処理区1)以外に, それぞれ3週間の Ca 供給停止の処理を行う処理区2: 8月3日~24日, 処理区3: 8月17日~9月7日, 処理区4: 8月31日~9月21日, 処理区5: 9月14日~10月5日の4処理区を設け, 計5処理区とした。

Ca 供給停止の2~3週間後に, 葉ではネクロシス, 果実は尻腐れ果として Ca 欠乏症が発生した。処理区2, 3で尻腐れ果が最も発生し, 果実の肥大が抑制されたために収量も減少した。ネクロシスは展開中の若い葉に発生した。尻腐れ果は Ca ストレス期間中に開花していた花房の果実で発生が増加し, とくに開花7~10日後の幼果に Ca の供給を停止したときに敏感に反応した。Ca 欠乏症は, 生育ステージや蒸散, 生育速度によって発生のしやすさが異なり, 特に日射量と関係があった。Mg 欠乏症は対照区及び処理区5で, 他の処理より早く9月下旬に発生し始めた。しかし, 処理区5では, Ca 供給停止により Mg の吸収が増加し, また, その Mg が特に若い組織に吸収されたために, Mg 欠乏症は見られなくなった。処理区2, 3では, Ca 供給停止により初期の Mg 欠乏症発生が押さえられ, 10月以降に発生したが, その場合の葉中 Mg 含量は成熟葉で高く, 若い葉で低かった。このようなことから, Mg の吸収と転流は, Ca 供給停止処理により影響されることが明らかとなった。



新製品の紹介

“交配用マルハナバチについて”

宮 川 喬*



西欧では1990年ころからマルハナバチによるトマトの受粉が普及し始めた。この具体的な情報はオランダを訪れた岩崎様（元静岡農試）によって当社へもたらされた。これらの情報をもとに静岡農試の池田様、愛知総農試の菅原様、三農技セの西口様らと西欧での資料の収集・整理をし、日本原産のマルハナバチの実用性の可能性、西欧より直輸入の可否などについて検討を重ねた結果、西欧より直輸入の方法を選んだ。そこで当社は供給先をベルギーのバイオベストと決め、直輸入することになり、昨年12月3日16箱の巣箱が名古屋空港に着き、4日に直ちに静岡、愛知、三重の農試、先進農家の温室或はハウスに運ばれ、このハチの受粉作業が始まった。それ以降数次にわたって導入され、巣箱数も増加してきている。

バイオベスト社：Dr. Roland, De, Jonghe は少年の頃からマルハナバチに興味を持ち趣味として飼育していた。振動受粉による交配から、このハチに代えようとするアイデアは1987年に、同氏が初めてベルギーの施設トマトに導入を試み、春から秋にかけて、極めて優れた成果をえた。これを契機に、同氏はマルハナバチを利用しての受粉が可能との確信を得て、良い商品を生産するため設備の拡充を図る必要が生じ、特殊なハチ飼育施設を作ることにした。それ以来同社は大きな発展を続け、交配用マルハナバチの生産によって、国際的な会社に急成長してきている。

マルハナバチ ミツバチ科、マルハナバチ亜科、マルハナバチ属（*Bombus*）の一種で *Bombus terrestris* と言われている。オランダ及びベ

ルギーに生息しているのを家畜化したものである。ミツバチのような他の交配昆虫に比べて、このマルハナバチは大変効率的である。その理由として、このハチは一度の採取旅行で1分間に平均20～30花以上も訪問でき、より多くの花に対応できること、また雄しべや柱頭への接触が良好であること、低温、低日照でも活動できることである。しかしながら、極端な高温には弱い。

マルハナバチのコロニー 木製の巣箱（25cm×18cm×18cm）で出荷される。その巣箱の大きい方が巣の部屋、それに連なって小さい部屋が給餌室となっている。給餌液を入れた容器は外から給餌室に差しこまれる。差し込み口はゴムのたれ蓋となっており、給餌ビン交換の際、ハチの逃亡及び“刺す”危険も防ぐことができる。

巣箱の入口はストッパーで開閉できる。働きバチが初めて巣箱から飛び立つと、初期飛行をする。ハチは常に初めの巣箱の位置に帰る。理想的には初期飛行後に、巣箱の位置を変えてはならない。



図1 マルハナバチ巣箱の外観
（Bio best 提供）

* (株)東海物産

トマトへの利用

ガラス室或はビニールハウスのトマト栽培では自花受粉が難かしいので、開花時のホルモン処理（西欧では振動受粉が行なわれていた）が慣行であるが、トマトに活力ある花粉があれば、マルハナバチに完全に置き換えることが期待できる。その利点として、①人的労力の削減、②管理の容易さ、③空胴果の防止、④高品質な果実の生産などが考えられている。

- (1) 使用時期 平坦地の施設トマトに10月末より5月にかけて使用可能と考えられ、この間で、トマトの開花中に使用できる。一般に1コロニーで10aから30aの丸トマトに4～6週間交配可能と言われている。
- (2) 巣箱の設置 給餌ビンが良く見え、取り替えしやすい場所で、巣箱が直射日光に当たらない位置に、高さ65cm～80cmに固定する。巣箱の設置後コロニーを1～2時間休息させ箱の出入口を開ける。巣箱の場所は初期飛行後はみだりに変えないこと、ハウス内に2つ以上入れる時は巣箱と支柱に同じ番号を付けておき、再設置のときその位置を間違えないように留意する。
- (3) 供飼の方法 巣箱の到着と同じに給餌ビンに砂糖液を満たし巣箱に設置する。
 - 砂糖液の作り方 温水1ℓにグラニュー糖1,000～1,200gを溶かす。
 - 砂糖液の保存 冷暗所で保存（冷蔵庫）
 - 給飼の交換 週2回交換、1週間経っても減らないときはビン半量の給餌とする。
 - 給飼ビンは清潔に 藻とか雑菌の繁殖を防ぐため適宜徹底的に洗浄する。
- (4) 温度管理

マルハナバチは北緯50°のベルギーの原産であること、前身ふかふかした長い毛で覆われていることなどの理由で、高温には強くないものと思われる。その活動適温は20℃～30℃と想定される。したがって、30℃以上の室温はなるべく避けるように温度管理に留意する。高温時には巣箱の上に日覆をする。

(5) 交配のチェック

マルハナバチが訪花する際、前脚でおしべをしっかりと掴み、体を振動させて花粉を集

める。そのあとが褐色の斑点となって現われる。このマークを通称“bitting mark”と呼び、このマークが認められると交配が済んだものと判断している。このマークの発現を定期的に観察の必要がある。



図2 トマトの花に飛来



図3 雄しべにbitting mark
(バイテング・マーク)

あとがき

農薬との関連 原則的にはミツバチで禁止されている総ての農薬はマルハナバチにも有害である。残効性の高い或いは広スペクトラム殺虫剤は決して使用しない。

西欧ではダニ、オンシツコナジラミ、アブラ

ムシなどに天敵の利用が広く普及しているの
で、我が国でも、これらの利用の供給体制が実
施されるように望みたい。

現地での反応 供試各農試の試験成績及び農
家の反応は総じて好評である、この詳細につい

ては適任者に記述をお願いして頂ければと思っ
ている。

文献、菅原真治 施設栽培トマトの省力化技
術としてのマルハナバチによる受粉、施設園芸
1992.6.本文4頁、グラビア3頁

ビニロンマット使用による 養液栽培システムの上市に当たって

久保山 洋 一*



はじめに 水耕栽培施設の開発に当たって
は、解決しなければならない課題が沢山ありま
す。例えば、労働の軽減と作業の簡便化、環境
保全への対応、施設費や維持費を含むトータル
コストの圧縮、適応作物の範囲拡大、そしてな
お且つ収量確保、品質の向上などです。これら
諸問題を解決すべく施設の開発に着手して、6
年が経過しました。当社は、合繊メーカーであ
り、繊維がベースにあることから、当初より毛管
水耕方式を対象として開発を進めて参りました。
官・学（京都府立大学並木隆和教授、信州大
学 加藤泰正教授、各地農業試験場）、農協、
種苗メーカーおよび営農家のご協力を得て、昨
年半からようやく、テストセールに漕ぎ着ける
に至りました。

当社システムの概要 植物の栽培に際して
は、根の全体から酸素、水、肥料がバランス良
く豊富に吸収出来ることと、植物の生育終了時

に、残根を生じず植物を取り除くことができ、
且つ容易に蓄積塩類を除去出来るものが望まし
いとされています。当社システムは、次に述べ
るような方式であり、これらの条件を満たすも
のと言えます。

- 1) 保水性および吸い上げ性が非常に良好な保
水シートを使用。（素材は、水溶性ビニロンと
レギュラービニロン混用の不織布に特殊加工
を施したもの）**
- 2) 保水シートの上に根を通さずに、水溶液だ
けを通す柔軟な防根シートをセット。（素材
は、ポリエステル長繊維。根は20 μ 以上の孔で
あれば貫通し、細密に過ぎれば、水の浸出が
少なくなり、成育に影響が出るため、その点
を考慮した規格のもの）
- 3) この組み合わせにより、その上に置かれた
植物の根は、水浸しになることなく、常に適
度の培養液と豊富な空気（酸素）に触れるこ
ととなります。このため根は、表皮細胞の一
部が突起、伸長し、長さ数mm、密度約300
本/mm²と言われる根毛を発達させます。こ
れらが湿気中根群を形成し、養水分、酸素の
吸収を促進させることとなります。このよう
な方式であるため、当システムは、SANC
(Sheet Applied Nutrient Cultivation)と称し
ています。（特許認可）図1参照。

当栽培方式の利点 当システムでの栽培にお
いては、次のような利点が挙げられます。

* (株)クラレ、市場開発部

** これまでの不織布等を用いた布式養液栽培が実用化
の面で他のシステムに大きな遅れを取っているの
は、その素材の性能に問題があったことは否めませ
ん。例えば、トマト1株当たり1日の養液必要量は、
2.5%以上と言われていますが、それだけの養液を吸
い上げる素材はありませんでした。SANCの保水
シートは、親水性のビニロンを使ったことと、その特
殊加工により図2、3の数値のとおり、吸い上げ性、
保水性に優れていることが確認されています。この
保水シートにより給液装置が無い場合も液肥設計の
変更のみで栽培が可能となりました。

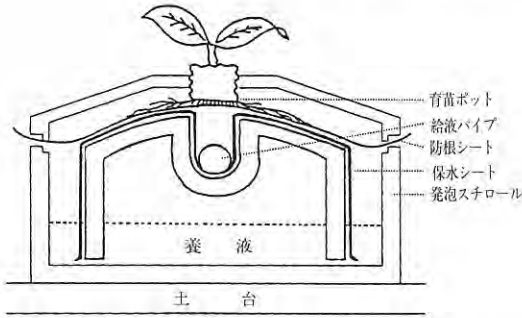


図1 システム断面図

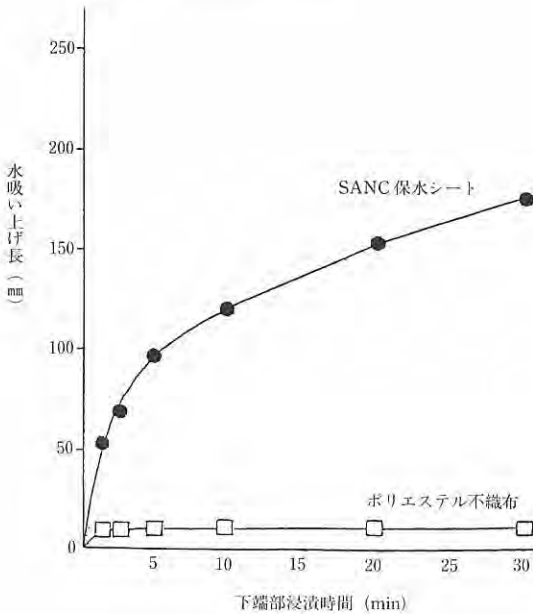


図2 水吸い上げ性

- ①従来の水浸し水耕では、栽培困難であった『水を嫌う植物』の栽培も可能にし、対象作物の範囲が大きく広がる。(試験栽培では、水を大量に使う「わさび」から水を嫌う「蘭」まで幅広い範囲で成功をおさめています。経済栽培では、「ナス」、「イチゴ」、「トマト」、「ミニトマト」、「さつまいも苗」などで成果を上げました。また、「メロン」、「桃」の栽培についても官・学で大いに評価されています)
- ②連作障害などの土壌制約から解放されます。
- ③残根処理や蓄積塩類の除去も簡単です。
- ④水分環境が自由に制御でき、水切りが容易なことから、糖度のアップや収穫時期の調整が

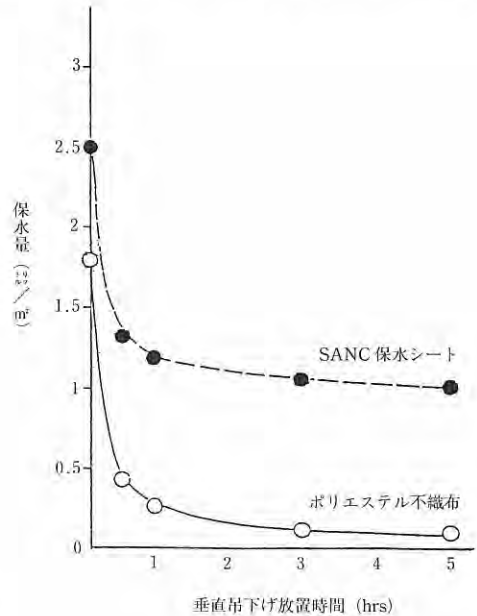


図3 保水性

可能です。

- ⑤給水時間が大幅に短縮できることで、電気代の節約、また、停電によるトラブルも避けられます。
- ⑥取扱いが簡便です(組み立て、設置が容易、設備の移動が可能)。
- ⑦農業の使用減、循環方式による廃液問題の回避、また、培地の廃棄処理が生じないことから、環境保全にも対応しています。

今後の展望 このシステムが従来のものと大きく異なるのは、施設の移動や設置が簡単なことから、農家における経営栽培だけでなく、観光農園や教育施設またビルの緑化など使用範囲の広がりが予想されることと、ベッドの型を変えるだけで、果菜類はもちろん根菜類、葉菜類、花卉花木や薬草類に至るまで幅広い範囲に対応できることです。旧来の農業経営が見直され、国土開発や都市化圧力により土地の有効利用が叫ばれ、後継者不足などの問題を抱えるわが国農業市場において、水耕栽培施設が活躍する環境は整いつつあると言えます。素人栽培の実現や省力化などに向け、さらなる簡便性の追及、コストの合理化など、まだまだ、このSANCシステムは、進化を続けていくつもりです。



栃木県における養液栽培の実態と問題点

1. 野菜

君 島 好 美*



1. 養液栽培の導入経過

本県の養液栽培の導入経過は、昭和30年後半、農業試験場に礫耕栽培が導入され、トマトを栽培したのが始まりで、2～3年遅れて農業高校等にも導入され、注目されたが、残根処理等の問題で、農家への普及までには至らなかった。

その後、農業試験場では礫の代わりに、もみからクンタン等で養液栽培の試験が行なわれましたが、農家への普及までには至らなかった。

昭和40年代になると、新たに水耕栽培（クボタ、ハイポニカ）が、農業試験場、篤農家に導入され、トマト栽培が行なわれ、養液栽培の関心は高まった。

しかし、昭和47年～48年の第1次オイルショックにより、施設園芸資材が高騰し、本県の施設園芸そのものが減少し、省エネルギー、省資材対策に重点がおかれ、施設費や、ランニングコストのかかる養液栽培は関心がうすれた。

昭和50年代になると、各メーカーからそれぞれ独自のプラントが開発され、本県にも導入されたが、昭和55年を中心とした第2次オイルショックで、養液栽培への関心は再びうすれた。

昭和50年代後半に、新たにロックウール、NFTが導入され今日に至っている。

昭和50年までと、昭和51年～63年までの養液栽培の導入経過は、表1のとおりです。

2. 養液栽培の実態

平成3年6月現在の本県養液栽培の利用状況は表2のとおりで、総面積1,159a（61戸）で1戸当たりの平均は約15aである。

表1 養液栽培の栽培様式別導入経過（野菜）

（各農業改良普及所調べ）

	ハイポニカ	新和等 交換	M 式	NFT	ロック ウール	クンタン	計
50まで	1戸 10a	戸 a	戸 a	戸 a	戸 a	1戸 20a	2戸 30a
51	1 12		1 25				2 37
52	1 16					1 20	2 36
53		2 26				2 20	4 46
54		3 32					3 32
55	2 40	3 53	1 17			1 10	7 120
56							
57							
58				1 26	1 8		2 34
59				5 61	1 30		6 91
60	1 10		1 10	4 43	15 245		21 308
61	2 30				4 53		6 83
62					3 41		3 41
63			2 20		9 151		11 171
計	8 118	8 111	5 72	10 130	33 528	5 70	69 1,0296

栽培されている野菜は、トマトが997aと86%（内ミニトマト31%）を示め、大部分がトマトである。

養液栽培はこれらの野菜の周年栽培が行なわれており、今年に入り、トマトを周年栽培するため、養液栽培の新規導入の動きがみられる。

プラント別の内訳は、ロックウール803a（69%）、ハイポニカ155a（13%）、NFT116a（10%）等で、ロックウールが最も多い。

* 栃木県農務部普及教育課（専技）

表2 養液栽培の利用状況（野菜）

(平成3年6月現在、各農業改良普及所調べ)

		ハイポニカ	新和等量 交換	M 式	NFT	ロック ウール	計 (%)
トマト	面積 a	84		10	20	520	634 (55)
	戸数	5		1	1	26	33 (54)
ミニ トマト	面積	60		25		278	363 (31)
	戸数	2		1		12	15 (25)
イチゴ	面積			30	79	5	114 (10)
	戸数			2	6	1	9 (15)
ミツバ	面積	11	10	10	17		48 (4)
	戸数	1	1	1	1		4 (6)
計	面積 (%)	155 (13)	10 (1)	75 (7)	116 (10)	803 (69)	1,159
	戸数 (%)	8 (13)	1 (2)	5 (8)	8 (13)	39 (64)	61

3. 養液栽培の問題点

養液栽培は、

- 1) 高収益で特定の野菜が連続して栽培できる。
- 2) 機械、器具等により生育のコントロールができる。
- 3) 周年栽培や長期栽培ができる。
- 4) 栽培条件が均一で生育が揃い、品質も揃う。
- 5) 生育期間が短縮できる。
- 6) 土づくり、耕耘、畦立て、除草等が省力できると共に、これらの機械、器具が不要

となる。

- 7) 栽培条件が清潔であり、清浄野菜のイメージが強い。

等多くの利点がありますが、表1、2を見てもわかるように、本県の養液栽培は15年以上の歴史がありますが、その面積は加温を要する施設野菜の約1.5%に過ぎない。この伸び悩んでいる原因、問題点は、

- 1) 施設、設備費がかかる

従来の施設費の他に新たに養液栽培のプラントが必要になる。電気代等のランニングコストがかかる。さらに水温（厳寒期、真夏の水温）の管理施設が必要となる事。

- 2) プラントメーカー独自の指導が多く、画一的な指導体制が取りにくい。
- 3) 養液栽培に適した品種が少ない。
- 4) 栽培がむずかしい。

緩衝能が少なく、ちょっとした養液の変化でも生育が大きく変化し栽培しづらい。土壌病害（トマトの青枯病、同萎ちょう病 J₂等）等の発生。土耕に比較して大幅な収量増になるとは限らない。

- 5) 養液栽培野菜として高く販売できない（特に共同出荷の場合）
等が考えられる。

さらに「まだまだ土耕でも十分に栽培できる」、「石油等の先行きの不透明感」、「後継者不足」等が根底にあることも問題点として上げられる。

2. 花き

古口 光夫*

本格的に養液栽培が普及されたのは、オランダにおけるバラ、カーネーションのロックウール耕の栽培実態が紹介され、県内の先進的バラ栽培者によって試作され、実用化の見通しがえられてからである。

その結果、ロックウールメーカーをはじめ農

* 栃木県農務部普及教育課（専技）

業のハイテクに興味を示していた関連企業が花き産業への進出をはかり、多くのシステムが開発され県内にも4つのシステムが導入されている。

養液栽培の実態

平成3年9月現在の養液栽培の実態は、バラ栽培が主で図1のとおりである。

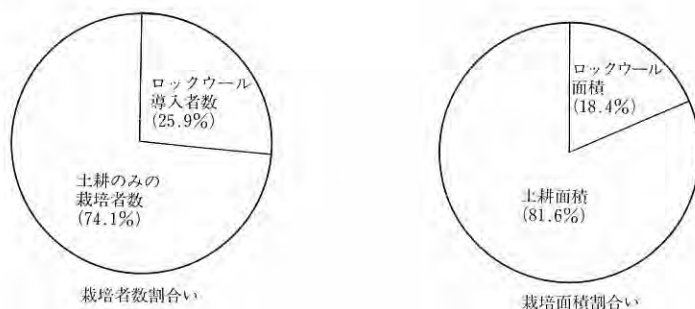


図1 ロックウールの導入状況

バラの栽培面積1,028a に対してロックウール耕は191a を占め全体の18.4%となっている。

ロックウール栽培者は、バラ栽培者58名に対して25.8%の15名が導入している。一戸あたりの設置面積は、5 a 以下が全体の35%を占めておりまだ試作段階の傾向が強いようである。その中で設置面積15a 以上の生産者がいることは、着実にロックウール耕の栽培技術を確立していると推定される。

バラのロックウール耕のメーカー別にみると、全国では自家施工の各種装置を含めると12システムがあり、そのほとんどがかん注式（かけ流し方式）で給液量を加減することにより生育を調節する方法となっている。

本県のメーカー導入状況はほとんど上記のシステムであり、導入戸数に対して誠和46.5%、太陽興業46.8%、高木産業6.7%となっている（図2）。

品種別作付をみると総体的には、ローテローゼ29%、カールレッド20.1%、アールスメールゴールド5%、カリンカ、カイネク4.5%となっているが、ロックウール耕の品種別作付は、図

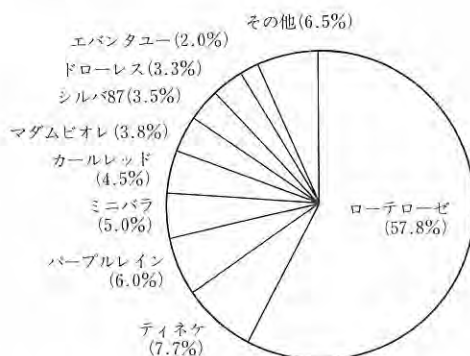


図3 ロックウールで栽培されている品種

3の通りで、ローテローゼが57.8%を占めている。市場性、品種の特性を最大限発揮させる目的で導入されているが現実には、2年目の採花量の低下が問題になっている。

ロックウール耕は、単位面積、労働力あたりの生産性の向上のためという積極的な目的で導入する場合と、施設内土壌の劣悪化による生産性低下、改植による初期の肥培管理の難しさ等から回避する手段として導入されているが、現状はほぼ半数づつである。

養液栽培の問題点

1) 品種の生育ステージにおける最適な生育条件の基準づくり

近年のバラは茎、葉と花のバランスが崩れボリューム感が溢れるようになり、従来のイメージが損なわれているという悪評を耳にする。

これも、養液栽培によって施肥管理が自由にコントロールされる技であろう。

茎、葉の大型化をめざすには仕立て方法でベーサルシュートを利用すれば大きくなる可能

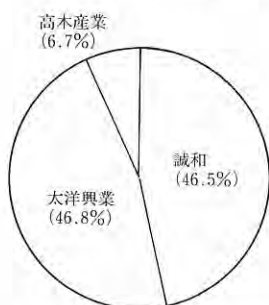


図2 ロックウールのメーカーについて

性は無限であるが生育ステージによる肥培管理は今後の大きな課題である。

2) 適応品種の検定

本県においては、ローテローゼをはじめとして10数品種が栽培されている。

養液栽培は生育が促進され、採花数も増加する傾向にあるが、花首が伸びる、葉が大きくなる、側芽の発生が旺盛である等、品質の面で問題がある。

多くの品種について適応性が報告されている

が適さない品種のリストアップが必要である。

3) 生産作型の確立

冬切り栽培の夏季のせん定法、仕立て方法、等の効率的な栽培法の確立が望まれている。

4) 培養液の分析機関の設置

こうした問題を解決するには、ロックウール耕のシステムを越えた形で生産者間の情報交換と研究が重要であり、公的指導機関の充実が大切である。

イチゴロックウール栽培実験報告

中 村 隆 夫*



1. はじめに

日本の施設園芸において最大の栽培面積であるイチゴは、他の作物に比べ単位面積当たりの生産性は比較的低く、作業姿勢も中腰がほとんどである。また栽培者の高齢化に伴う後継者不足も深刻な問題となりつつある。

イチゴ栽培の生産性向上及び労働条件改善を目的とし、誠和では昭和63年より、高設ベットでロックウール栽培の研究開発を行ってきた。平成2年度は培養液濃度・培地温度・摘果・CO₂施肥が生育、収量に及ぼす影響についての実験を実施し、幾つかの知見を得たので以下に報告する。

2. 材料及び方法

1) 耕種概要 平成2年4月18日に品種女峰の親株をランナー増殖用ベットに定植した。7月16日に7.5cm角のロックウールポットに採苗し、以降EC 0.8の培養液で管理した。8月17日から9月4日まで誠和夜冷装置で夜冷処理を行い、9月5日本圃に定植を行った(図1)。10月1日にベットマルチを行い、10月18日からハウス内の保温を開始し、最低夜温7℃を目標に

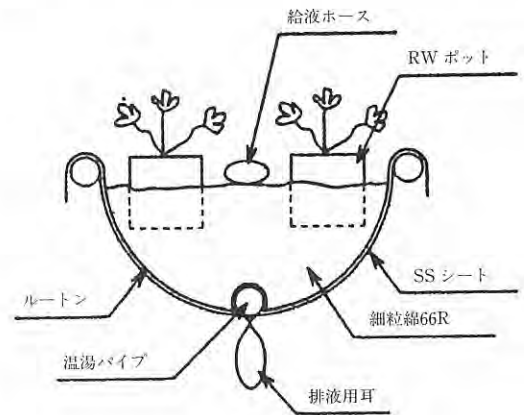


図1 ベット断面図

室内加温を行った。実験は翌年4月30日をもって終了した。

2) 実験方法 1試験区のベット長は10mで、株間25cm ちどり植えの80株とした。培養液濃度の実験は、給液濃度を異にした4つの区(EC 0.5・1.5・2.0区)を設け、定植から実験終了まで同一で与え続けた。培養液処方は誠和第1処方(表1)とし、排水が毎日約20%ある

* (協誠和)

表1 誠和第1処方成分濃度(me/l)

TN	P	K	Ca	Mg
14.9	4.1	7.9	6.6	2.7

ように掛け流し式で管理した。培地温度の実験は、夜間の最低培地温度を異にした2つの区(13℃区・18℃区)を設け、電熱温床線にサーモスタットで制御を行った。摘果の実験は、第1, 2果房を約7果に制限する摘果区と無摘果区を設けた。CO₂施肥の実験は、施肥区と無施肥区を設け、施肥区は早朝7時から強制換気まで900ppmを目標に液化炭酸ガスを施肥した。

実験はL16(215)に擬水準を設けた直交実験とし、分析の手法は分散分析を用いた。収量は、栃木県女峰選果基準の重量に基づき全数機械選

果した。また、草丈(葉長+葉柄長)は、第3葉目を対象に1試験区12株を選抜し、内10株をサンプルとして使用した。表2に処理区の割付けを示す。

3. 結果及び考察

1) 培養液濃度 総収量における培養液濃度の影響は危険率1%で有意であった。この時EC1.0区での総収量は764.8±19.9g/株と最大であり、以下EC1.5区, EC2.0区, EC0.5区の順番となった。また, EC1.0, 1.5区とEC0.5, 2.0区の間には危険率5%で有意な差が認められた(表3)。草丈はEC1.5区>EC1.0区>EC2.0区>EC0.5区の傾向し, EC0.5区は11月6日調査時以降他区と, EC2.0区は2月5日調査時以降EC1.0, 1.5区との間に有意な差が見られた(表3)。また, 栽培期間中EC1.5, 2.0区のロッ

表2 処理区

因 子	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16区
培養液濃度	○	◎	●	◇	◎	○	◇	●	●	◇	○	◎	◇	●	◎	○
培地温度	□	■	□	■	□	■	□	■	□	■	□	■	□	■	□	■
摘果	▲	△	△	▲	▲	△	△	▲	▲	△	△	▲	▲	△	△	▲
CO ₂	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽

凡例 培養液濃度: EC0.5=○, EC1.0=●, EC1.5=◎, EC2.0=◇ 培地温度: 18℃=□, 13℃=■, 摘果: 有り=△, 無し=▲ CO₂: 有り=▽, 無し=▼

注) CO₂施肥実験のため1~8区, 9~16区は同一仕様のハウス2棟に分散

単位: mS/cm

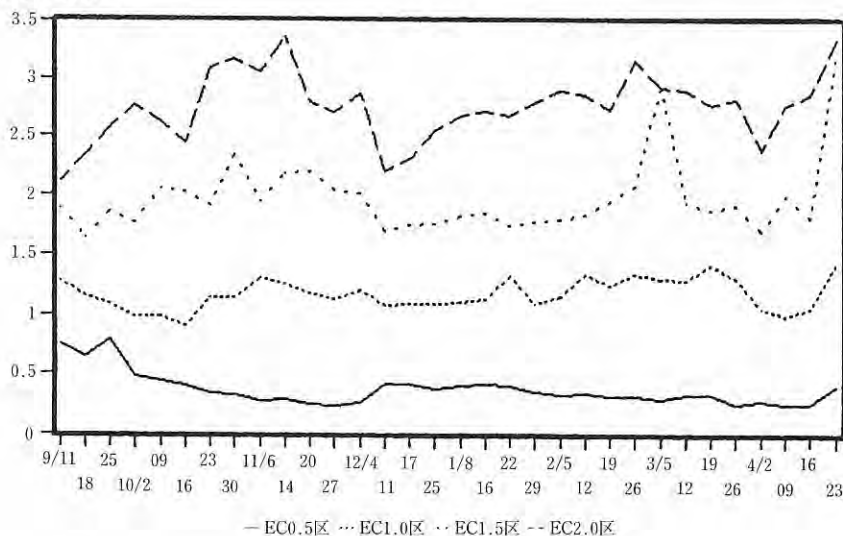


図2 給液濃度別ロックウール内ECの推移

表3 培養液濃度の違いと収量、草丈の関係

調査項目	水 準				F検定
	EC0.5区	EC1.0区	EC1.5区	EC2.0区	
総収量(g/株)	601.8	764.8	730.7	654.3	**
草丈(cm)					
10月2日	15.4	16.1	16.2	16.3	NS
11月6日	19.0	23.3	24.5	23.8	**
12月4日	19.3	24.2	25.5	24.0	**
1月8日	18.9	24.7	25.3	24.2	**
2月5日	18.0	24.8	24.8	22.5	*
3月6日	16.2	23.1	23.6	20.2	*
4月4日	17.0	26.4	26.5	24.9	*

凡例 **：危険率1%で有意 *：危険率5%で有意 NS：有意差なし

クウール内 EC は上昇傾向を示し(図2)，両区とも栽培期間を通し出らい時にガク先の枯れ込みが，EC2.0区は更に葉緑部の枯れ込みが見られた。ロックウール内の多量要素はP，Kが減少し，Mg，Caが増加する傾向が見られ，培養液濃度が高い区程顕著であった。以上の結果より目安となる培養液濃度はEC1.0付近にあると思われる。

2) 培地温度 総収量では，培地温度による影響は認められなかった(表4)，但し，18℃区の第1次えき果房の収穫開始が1月8日に対し，13℃区は1月18日と10日の遅れが見られた。一方草丈では，1月8日～2月5日調査時で18℃区が13℃区より大きい傾向が認められた(表4)。最低培地温度の設定を13℃及び18℃付近にしても，収量に及ぼす影響が認められな

表4 培地温度の違いと収量、草丈の関係

調査項目	水 準		F検定
	13℃区	18℃区	
総収量(g/株)	673.6	702.3	NS
草丈(cm)			
10月2日	16.2	15.8	NS
11月6日	22.7	22.5	NS
12月4日	23.3	23.6	NS
1月8日	22.2	24.9	*
2月5日	21.0	24.0	*
3月6日	19.6	21.8	NS
4月4日	25.0	22.2	NS

凡例 *：危険率5%で有意 NS：有意差なし

表5 摘果の有無と収量、草丈の関係

調査項目	水 準		F検定
	摘果区	無摘果区	
総収量(g/株)	699.4	676.4	NS
M玉以上比率(%)	77.5	62.7	**
草丈(cm)			
10月2日	16.2	15.8	NS
11月6日	23.0	22.2	NS
12月4日	23.1	23.8	NS
1月8日	23.4	23.4	NS
2月5日	22.5	22.5	NS
3月6日	22.2	19.3	*
4月4日	24.1	22.9	NS

凡例 **：危険率1%で有意
*：危険率5%で有意
NS：有意差なし

表6 CO₂施肥の有無と収量、草丈の関係

調査項目	水 準		F検定
	施肥区	無施肥区	
総収量(g/株)	728.0	647.8	**
草丈(cm)			
10月2日	16.0	15.9	NS
11月6日	22.7	22.7	NS
12月4日	23.5	23.2	NS
1月8日	25.2	21.8	**
2月5日	24.6	20.7	*
3月6日	22.2	19.4	*
4月4日	23.8	23.4	NS

凡例 **：危険率1%で有意
*：危険率5%で有意
NS：有意差なし

かったのは、日中の培地の昇温による影響がより強かった為と思われる。

3) 摘果 総収量では、摘果による影響は認められなかった。しかし、全期を通したM玉以上の割合は、摘果区で77.5%に対し無摘果区では62.7%と摘果区で果実の肥大が見られた(表5)。草丈では、3月6日調査時に無摘果区で低くなった(表5)。以上より、本実験のような強摘果は、果実の肥大及び草勢低下に役立つと思われる。

4) CO₂施肥 総収量では、施肥区が728.1±19.9g/株と無施肥区より多い結果となった(表6)。特に1月の収量は、施肥区の方が1.6倍と多かった。草丈では、1月8～3月6日調査時で施肥区の方が高くなる傾向を示した(表6)。

収量でのCO₂施肥の効果を他報告と比較すると、本実験での差は余り大きいものではなかった。実験の行われた栃木県では冬期晴天に恵まれることが多く、換気の時間が早いいためCO₂施肥の効果が少ないと思われる。

4. 終わりに

今までイチゴロックウール栽培の実績は少なく、知名度の無い作物であった。しかし、本実験因子の組み合わせの中には、株当たり811.4gの収量を確保した試験区もあり、また一部の農家では既に実規模の栽培も始まり、今後の成果に期待したい。最後に実験計画立案に際し、協力を賜った関係各位にこの場をおかりして感謝の意を表します。

葉菜類の新方式—NS水耕



後 藤 広 志*

1. NS水耕とは

葉菜類、その代表であるミツバ栽培では、その規模拡大によりパートを多く使うようになりました。そのために作業効率をたかめ、コストを低減する事が求められていました。私共では従来、等量交換方式を推進してまいりましたが、今回、新日鉄(株)との共同開発により生まれました、より高い生産、作業効率の期待できるNS水耕の実施例を、御紹介させていただきます。

一口に言えば、栽培ベットの通路をなくして、単位面積当たりのパネル設置数、すなわち、栽培株数を増やした事。さらに、パネルを定植後、一定方向に押して行く事によって、ベットの片側で定植、反対側で収穫できるようにした事に特徴があります。

2. 装置の概要

1) 実施場所、及び規模

柳沢利夫農園 茨城県土浦市
ビニールハウス 3000m² NS水耕
ガラス温室 3300m² 等量交換

2) ベットの設置、構造及び台車の設置は図1, 2, 3に示すとおりです。

3. 現在の結果

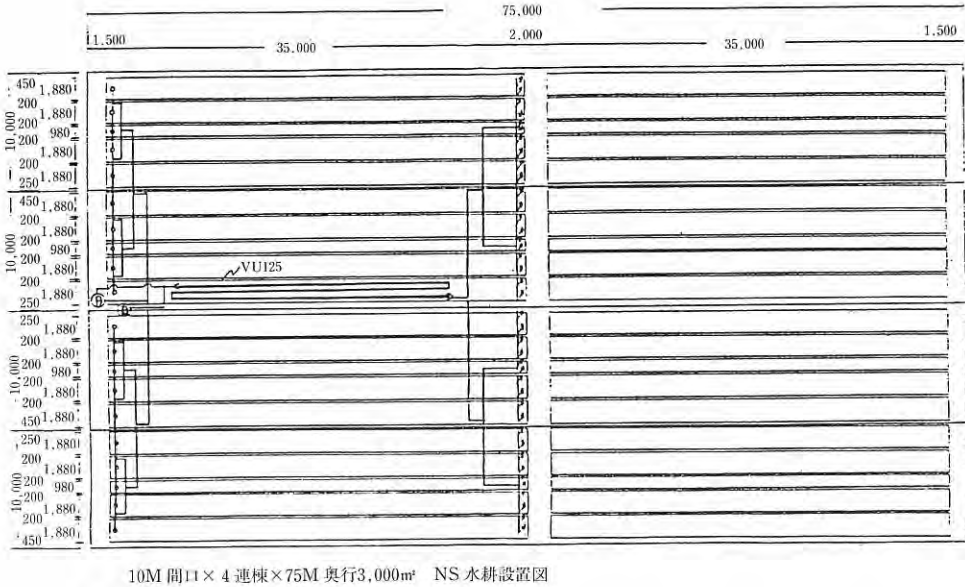
平成3年6月からの栽培始まりです。現在収穫は順調に行われております。以下の様な利点が得られました。

パネルの数、すなわち栽培面積が増えました。従来では、1000m²あたり、1000枚のパネル設置が基準でしたが、NS水耕では、1400枚に増えました。

定植する場所、収穫する場所は、かえって広く取れました。広い場所での、立っての作業なので、パートの方々も働きやすく、能率が上がりました。

重い収穫物も、すぐ後のキャリアに載せれば

* (株)新和、水耕センター



10M 間口×4 連棟×75M 奥行3,000㎡ NS 水耕設置図

図1 ベッド設置図

ハウス両側の1.5mの通路にて定植し、中央の2mの通路にて収穫します。

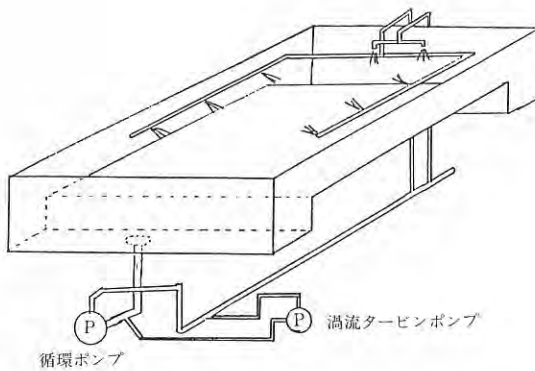


図2 ベッド構造図

渦流タービンポンプにて、空気を配管の中に押し込んでいます。

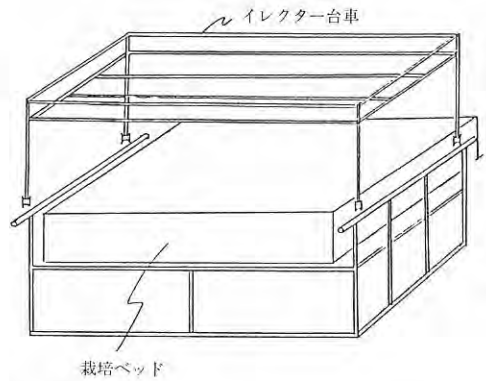


図3 台車設置図

ベッドの架台を利用して、各ベッド間にレールを設け、その上にイレクター台車を置いて走行させます。

良いので、運搬、運び出しが大変楽になりました。収穫する場所が決まっており、2m巾の通路での作業なので、大変能率的です。

薬剤散布は、自走式台車で、自動化されました。スイッチ1つで、行って帰って来ます。

なくす事に苦勞していた溶存酸素の傾きはかえって有効になりました。作物の大きくなって行く方向に、より多くの溶存酸素を与えています。

レールの上を走る台車により、ハウス内はど

こにでも行って、作業が行えます。カーテンの張り替え等、背が高くなり、楽になりました。

立ち枯れ病、あるいは、暑さによる徒長防止のために、一定の場所に風を送る事ができます。管理面で重要な、苗の時期は、横一線で並びます。

一定の苗の時期のみの、部分補光も可能です。ランプを吊り下げれば、その下を苗の方が通って行きます。

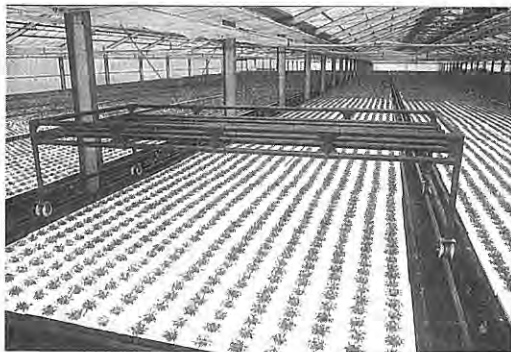


図 4 ハウスの両端より定植します



図 5 中央通路にて収穫します

表 1 収益性（試算例）

		従 来 方 式	N S 式		備 考
試算前提		・施設面積 10a ・作物 ミツバ ・地域 中部以北	・収量（栽培面積） 従来×1.4 ・補光なし		
収 入		100 (相対値で比較)	140		・従来方式収量 17トン/ 年
支 出	資 材 費	11	×1.4	15.4	種子，肥料，ウレタン等
	光 熱 費	12	×1	12	電気，燃料
	出荷経費	23	×1.4	32.2	運賃，ダンボール，手数料等
	償却金利	37	×1.12	41.4	償却期間 10年
	計	83	101		
利 益		17	39		$39/17=2.3$ (約2.3倍に収益性が向上)

4．収益の結果

まだスタートしたばかりですが，表1の様な試算例を目標にしております。

5．実施実績

平成3年6月 土浦市 柳沢農園 3000m²

川越市 金子 〃 2700m²

平成4年6月 土浦市 柳沢 〃 3300m²

川越市 金子 〃 2700m²

まだ，2軒の農家だけですが，お二人共，1年で増設されました。

ロックウール栽培でのバラの優良生産システム

古 橋 正 男*

1. 経営の概要

1) 経営規模 バラ 900坪

ガラスハウス	400坪
アクリルハウス	300坪
硬質フィルムハウス	200坪

+水稲1.6ha (依託)+畑10a

2) 労働力 3.8人 (家族4人で2.8人+パートタイム2人で1.0人)

2. 養液栽培導入の経過

1988年 ロックウール栽培を開始
(硬質フィルムハウス200坪)

品種：マリーナ、ジェルファルレイ、
オンリーラブ

1989年 ロックウール栽培増設
(ガラスハウス200坪)

品種：ローテロゼ、カールレッド

1990年 ロックウール栽培増設
(ガラスハウス200坪)

品種：ルーレット、シルバー87

1991年 ロックウール栽培増設
(アクリルハウス300坪)

品種：ローテローゼ、シルバー87,
ティネケ、パープルレイン

3. 養液栽培の概要

1) 養液栽培装置の概要

i) 方式及びベッドの構造

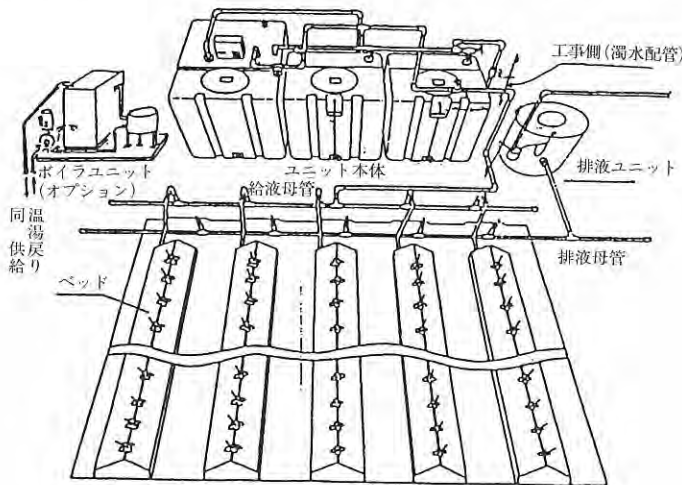


図1 装置概要

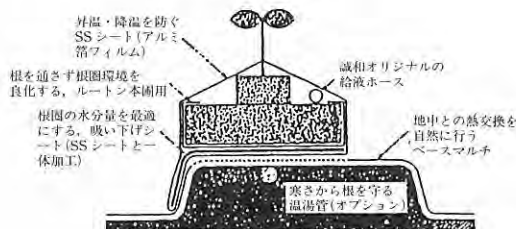


図2 栽培床の断面図

*栃木県河内郡上河内村

培養液は希釈タンクからベット内の給液ホースを通り、各ベッドに供給される誠和式RW栽培システムを使用している(図1)。ベッド内部はRWマットを廃液用耳付きフィルム「SSシート」と特殊な紙「ルートンプラス」で包んである(図2)。

ii) 給液ユニット

ガラスハウス(200坪)をタイマーと水分センサーで給液を決定する「スイコーマン」と、残りのハウスをその日の環境条件や生育ステージを考えて、作物の蒸散・吸収量に見合った給液管理をする「スイコーロボ(SD)」を使っている。スイコーロボはアクリルハウスを半分づつ(50坪×2)、ガラスハウス(200坪)、硬質フィルムハウス(200坪)をそれぞれ別の養液管理をしている。

2) 施設の規模及び作型

概要は表1に示すとおりである。

ガラスハウス(品種：ローテロゼ、カールレッド、ルーレット、シルバー87)、アクリルハウス(品種：シルバー87、ティネケ、パープルレイン、ローテローゼ)も硬質フィルムハウスと同様の作型。作型の種類は、夏季休眠型、剪定は、切りもど

し(ぶつ切り)剪定。

3) 培養液管理

i) 培養液処方

誠和RW専用SR肥料A, B, C, M(微量要素)を使用している。イオンバランスは、EC2.2の希釈液で

N=12me/ , P=4me/ , K=8me/ ,
Ca=5me/ , Mg=3me/ , Fe=2.7ppm,
Mn=1.0ppm, B=0.4ppm となっている。

ii) スイコーロボによる培養液管理

給液量は、日射量と外気温からその日のバラの蒸散量と、ある一定期間における総給排液量からバラの生育ステージに合わせて自動的に給液時刻を決定し給液するので、私は一回当りの給液量と戻り率とを設定するだけで、後は機械任せである。

給液濃度は、ある時間の排液ECの変化からバラの吸収濃度を推定し、自動的に給液ECを毎日決定するので、私は排液ECの希望値を設定するだけである(図3)。

図4は、誠和の栽培研究室がデータ通信でグラフ化した、ガラスハウスの1991.4.1から90日間の培養液管理状態で

表1 施設の規模及び作型

施設	月 品 種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
硬質 フイル ム ハ ウ ス	マリーナ	S.63 ○ ————— ◎ —————											
	ジェルファル	H.元 ————— ◎ □ ————— □ ————— ◎ —————											
	レイ	H. 2 ————— ◎ □ ————— □ ————— ◎ —————											
	オンリーラブ	以後は前年同様											
	カブキ	H. 2 ○ ————— ◎ —————											
		H. 3 ————— ◎ □ ————— □ ————— ◎ 以後は同様											

○ : 定植 ◎ : 収穫 □ : 剪定

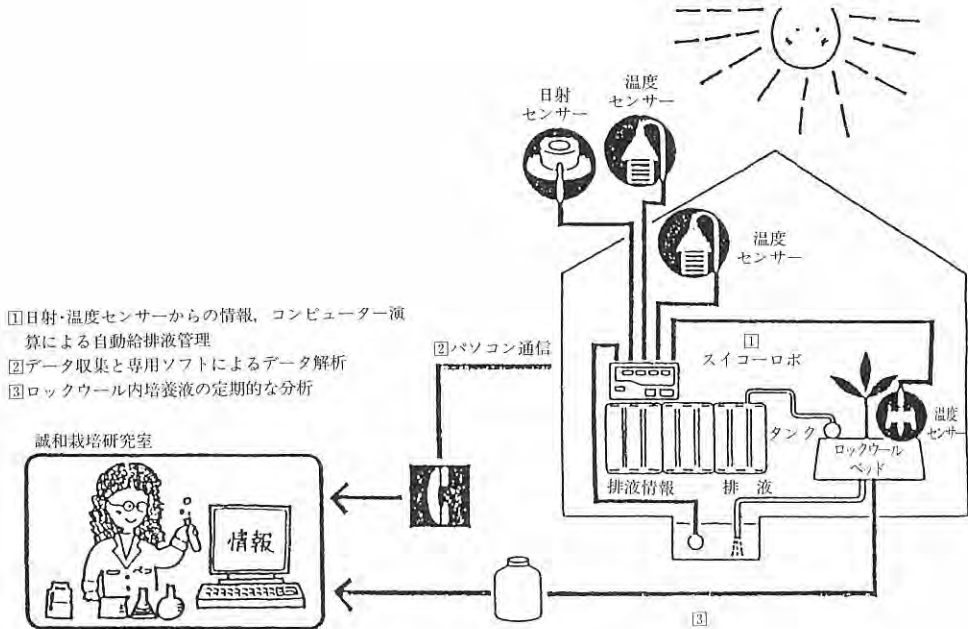


図3 SDシステム構成図

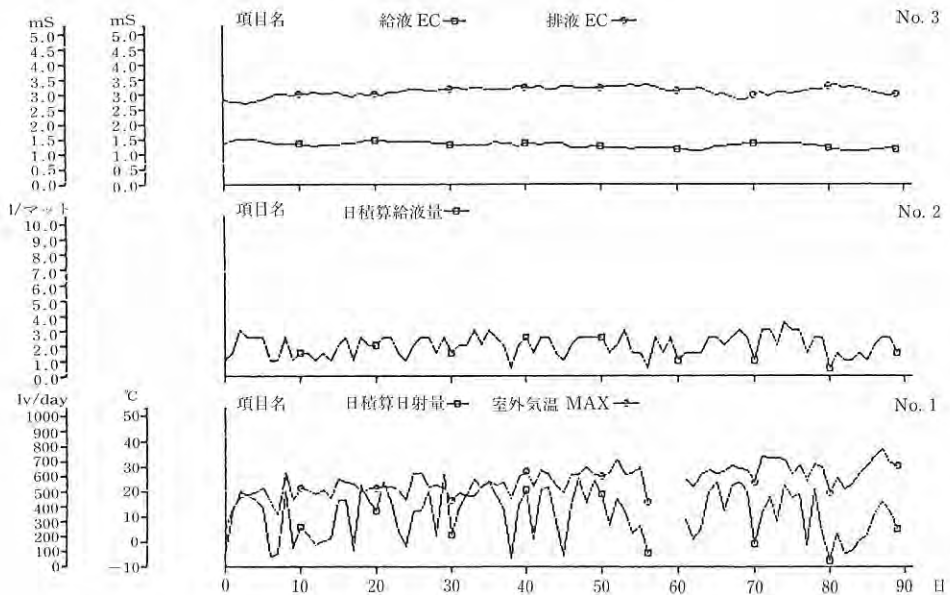


図4 培養液管理状況 (1991. 4. 1から90日間)

ある。

4) 温度管理

- i) 暖房 A 重油炊き温湯ボイラー+古タ
イヤ温湯ボイラー(ガラスハウス、アクリ

ルハウス)

A 重油炊き温風加温機(硬質
フィルムハウス、アクリルハウス)

10月から4月(5月)に加温を

行っている。

ii) 設定温度 暖房期間は、最高温度25℃、最低温度18℃で管理している。

iii) 保温対策 LS フィルム 2 層(ガラスハウス、アクリルハウス)、セイワシルバー 1 層(硬質フィルムハウス)

5) その他の管理

1988年の冬季より炭酸ガス施肥

(時間：AM6：00～8：30 濃度：約800～1,000ppm)を行っている。

4. 収穫・出荷

収穫したバラは、夏季6℃、冬季8℃で予冷を行い出荷している。

5. 今後の課題

私は、昭和63年に栽培を導入して以来、これまで増設を行い、今年は全てのハウスをロックウール栽培に切り替えた。県内のロックウール栽培状況を見ると、栽培者で25.9%(前年比150%)、栽培面積で18.4%(前年比194.6%)であり、毎年増加の傾向がある。ロックウール栽培は、今後も増加が予想される。

ロックウール栽培のメリットは、①施肥及び

灌水管理の省力化、②新植や改植時の労力軽減、③品質向上、④収量の増加等が上げられると思うが、最近では、ロックウールのベンチ栽培によるシュート切り栽培型も見られるようになり、よりロックウール栽培に期待するところが多い。

しかし、ロックウール栽培が普及段階にあるとはいえ、残された課題も忘れることはできない。現在は、品種及び生育ステージ別の養液管理は行っていないが、今後検討の必要があると思う。病害虫においては、バラはうどんこ病、べと病の病害や、ダニ、アブラムシの虫害があり、病害虫対策として養液管理の面からも考えていく必要があると思う。さらにバラの高品質生産を考える上で温度、湿度、日射量等の環境制御と養液栽培との関係も考えて行く必要があると思う。

最後に、環境問題が問われる情勢において、排液問題も忘れてはならない問題であると考えている。

(養液栽培研究会栃木総会研究要旨集より転載)

トマトの高収益栽培管理技術 (ハイポニカトマトの作型と栽培管理)

高 松 勝 男*

1. 経営の概要

1) 経営規模

○水田 120a 畑 20a

○アクリルハウス

(全野研型メーターハウス) 2,000m²

○ガラス温室(ヤナセ オランダ型)1,200m²

2) 農業労働力

○年間 832日

○家族労働力 3.7人

父(0.5),母(0.5),本人(1.0),妻(0.7),

長男(1.0)

○日曜週休制

2. 養液栽培導入の経過

○1964年 ビニールハウスによるトマト・キュウリ半促成栽培

○1979年 土耕栽培施設内に養液栽培テストプラント導入

○1980年 ハイポニカプラント
(C型) 2,000m²

○1991年 ガラス温室増設
(C型, E型) 1,200m²

* 栃木県那須郡西那須野町

3. 養液栽培の概要

1) 栽培装置の概要

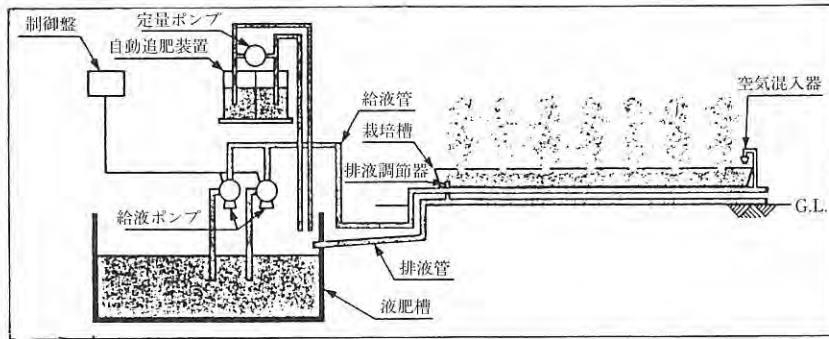


図1 装置の模式図

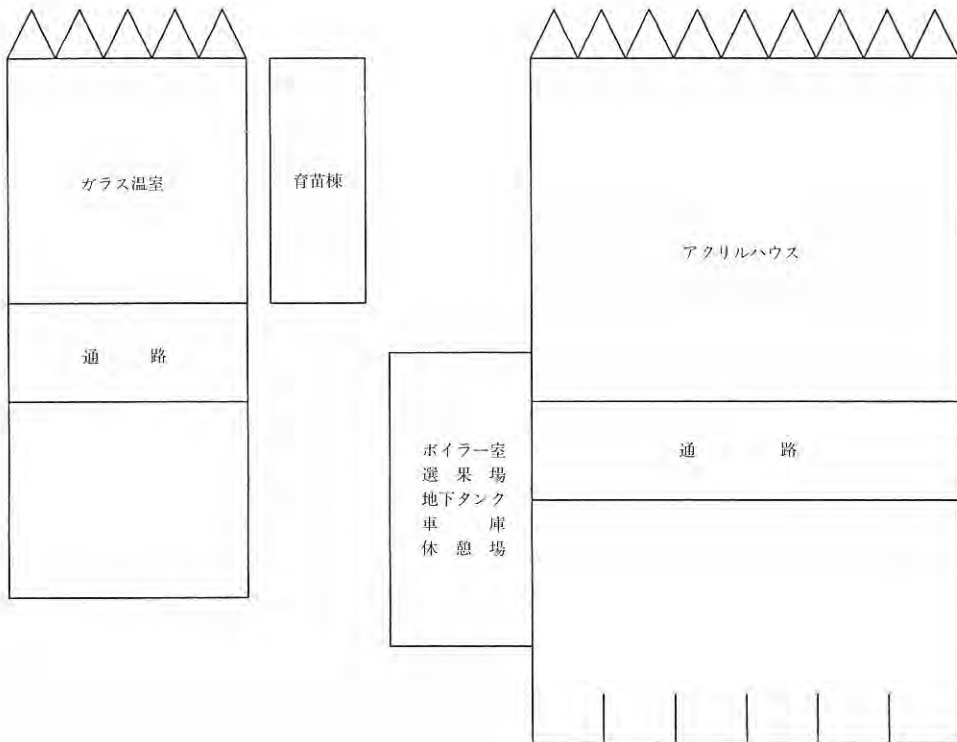


図2 施設の設置図

2) 施設の規模及び作型

表1 作型と規模 (㎡)

年次	作 型	規 模	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980	長 段	2,000												
1981	二 作	2,000												
1982 } 1988	長 段	2,000												
1989 } 1991	※リレー	2,000												

・品種 ハウス桃太郎 ・は種 ----育苗 ——定植 収穫期

※前作の収穫期間(12上)に後作を定植する。従って、前作は収穫段位が上るにつれ葉かきを行い後作の苗に光線があたるように管理する。
※リレー栽培の長所 玉揃い良く、病気に強い。
短所 前作は、葉かきがすすむにつれ食味が劣る。

3) 育苗管理

播種は、75×75×75(mm)のロックキューブに2粒まき、夏は自然発芽、秋はフィルム保温で発芽を促す。培養液は、苗

の生育に応じて適宜動噴灌水を行い一花咲き程度で定植する。育苗ハウス本圃とも側窓は寒冷沙を張り、アブラムシ、オンシツコナジラミ等の飛来防止を図る。

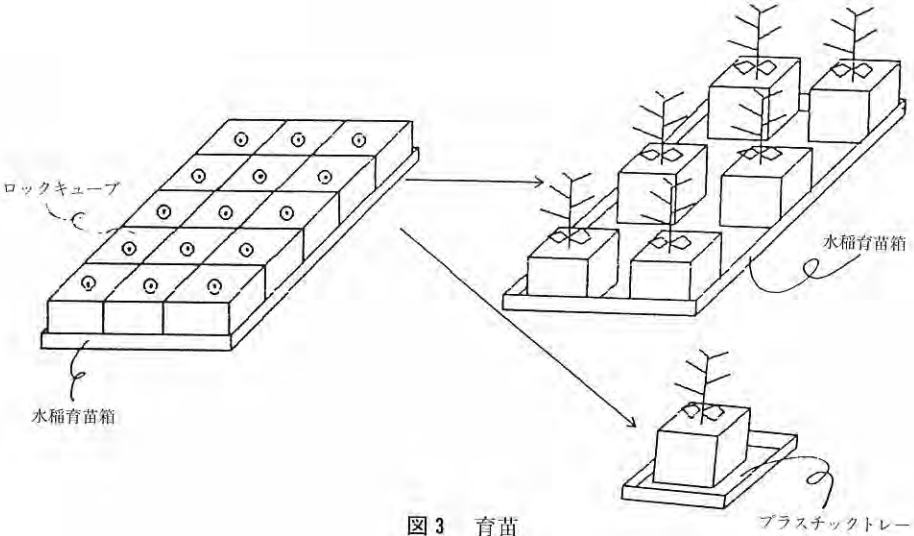


図3 育苗

※夏はロックキューブのポリエチレンをはずして播種するが、秋は定植時にとりはずす。

4) 定植

ベットの植穴に花房を外側にして落しこむ。水位は、40～45mm、給水量4～5 l/分(C型プラント)でスタート。その後、水位を5～7mm位下げると共に給水量をアップさせ、収穫期は、水位20～25mm、給水量7～8 l/分で管理している。

栽植本数は、1ベット8本植で一株2本仕立てのものもあり、坪当り7～8本である。

5) 培養液管理

培養液は循環方式で1,000m²当り年間、約500t消費され期間中の更新はない。肥料・微量要素については、単肥を用いてEC自動追肥装置により行っている。元水は、地下水(pH6.2)を使用し地下タンクの容量は、1,000m²/25～30tである。処分は、ハイポニカマニアルを基本に定植時から収穫終了まで、EC2.4～2.5, pH6.0～6.5程度で管理している。

6) 温度管理

○液温

高温期は、地下タンク内の温湯循環パイプに地下水(15℃)を通し最高27℃に抑えている。逆に、低温期は、17～18℃を維持している。

○気温

高温期は、天・側窓を解放し通風に留意する。秋から冬・春の温度管理は、午前中、25～27℃、午後23℃を目安としている。

夜間は、2段変温で前夜温を10～12℃、

後夜温は7℃程度である。(ガラス温室・マイコン型複合環境制御)

7) その他の管理

○カーテンは、二軸二層のラブシートを使って、冬期間の湿度対策に注意している。

○誘引・整枝は、受光体制を考え日照時間の短い冬期間は、栽植密度を抑えて春先からは側枝にも結実させている。また、つる下げ作業は22mmの直管パイプにポリヒモを巻き込んでおき、適時、巻き戻しをして省力化を図っている。

○病虫害防除は、側窓解放期間は寒冷沙を張りウィルス予防とオンシツコナジラミの対策をしている。健康な生育を促すためのよい環境づくりに努めて、農薬の使用はできるだけ抑えている。

○収穫が終了した時期に、地下タンク、栽培ベット、給排管等を次亜塩素酸ソーダーで消毒を実施している。

4. 収穫・販売

○リレー栽培、前作は、9～10段収穫で10～11t/1,000m²、後作は、14段収穫で12～14t/1,000m²であった。

○「ハイポニカ トマト」の銘柄で地方市場出荷、予約制で直売にも応じている。

5. 今後の課題

○収穫作業及び荷造調整の労力軽減(機械化・簡素化)

○有利な作型と栽培管理の研究

(養液栽培研究会栃木総会研究要旨集より転載)

返信 表：参加者自身の宛先、住所・氏名を記入する。

裏：白紙にしておいてください。

(参加の可否、参加者へのご連絡などが印刷されます。)

宿舎・バスの都合上、今回見学、宿泊と研究会は先着順150名で打ち切らせていただきますので、お早めにお申し込み下さい。

6. 集合場所への交通

東京 千葉 佐原

9:45(特急あやめ3号) 10:17 11:09

11:07 12:13(普通)

7. 会場からの交通

のさか望洋荘からは、送迎バス・路線バスなどで八日市場に行きます。

八日市場 千葉 東京

15:50 17:02

16:19 17:35

17:05 17:53 18:27(特急しおさい12号)



有機栄養栽培論

無機栄養と有機栄養



小林 達治*

高等植物は無機の肥料成分を吸収し、光のエネルギー利用のもとに炭素同化作用を行い、有機物を合成して生長して行く。このリービッヒの鉢物説を説明する必要はないでしょう。

戦後、無機肥料施用により、農産物の生産量は急速に増加し、食糧生産に寄与したことは事実である。しかし、無機肥料が安価に手に入るようになるにつれ、やゝもすると過剰施用となり、公害問題（悪性貧血や発ガン）を引起したり、連作障害が発生し、化学農薬施用ではどうする事も出来ない（農薬耐性菌の発生）事態に陥ったことも事実である。

我々は高等植物と微生物との相互作用を研究している中に、有機物質が、無機肥料成分にない効果のあることを確認し、その有効利用法を確立し、また、重症の連作障害の解決に成功したので、ここでは有機物の効果について概略述べてみたい。

根圏微生物

植物根は種々の有機物を分泌している（糖、アミノ酸、有機酸、酸素、ビタミン、その他）。根が供給する有機物を求めて、根の近くにいる根圏微生物は、根の表層に近ずき、与えられた有機物を吸収して、もとへもどって行く。根の表層ではそのような根圏微生物の活発な行動が、光学顕微鏡による映画（16mm フィルム）撮影で確認することができた。この際、微生物は根から分泌された有機物をもらうだけではな

く、微生物の方からも有機物を与えているのである（ ^{14}C -標識化合物で確認）。さらに、この事実は無菌栽培した植物根を用いて、農業有益な微生物の分泌するアミノ酸、低級脂肪酸、低分子量核酸類、ビタミンを吸収し、茎葉部がなくても、順調に生育して行く実験でも確認された^{1,2)}。また、茎葉部のある植物根を使用して、微生物の分泌物であるアミノ酸、核酸類、その他、根部表層から、吸収できるような分子量の有機物を吸収し、それらは植物の体内代謝で重要な働きをする葉緑素や蛋白質代謝系に取込まれて行くこと、さらにそれらは植物全体の生長にも大きく寄与している事実も明らかにすることができた。

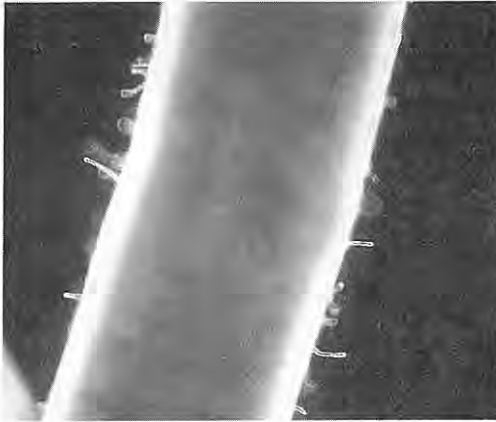
有機物の効果

有機物施用は土壌を団粒化させ、土壌の物理性をよくする事から根の伸長はよくなり、通気性、保水性、無機の肥料成分の吸着等も改善されるが故に植物の生長促進に寄与すると考えられてきた。しかし、その場所には微生物が生存し、活発な活動をしているのである。我々はその分野での研究に没頭し、次々と新しい事実を見出すに到ったのである。

i) 水稻根圏域における微生物の連続的変動

水稻根圏域における微生物の連続的変動を調べている中に栄養生長期と生殖生長期（幼穂形成期）とで根圏域の微生物相が変動する。すなわち、生殖生長期に入ると根の酸化力が、“にぶり”、硫酸還元菌その他嫌気性のものが急増殖す

* 京都大学農学部



対照（無機肥料施用 a）



処理（完熟堆肥抽出液施用 b）

図1 水稻幼植物の根の顕微鏡写真（200倍で観察）

- a) 主根は処理区のものに比べて太いが根毛の発育は悪い。
 b) 処理区のは根毛の発育が極めて良好。その結果、根全体として対照の10倍以上よく生長、また茎葉部も力強く生長した。

るが、やがて出穂する頃になると光合成細菌が極立って増殖してくる。その後漸減して行く。我々はそのような現象に注目し、また水稻体内代謝が栄養生長期と生殖生長期とでかなり変動、すなわち核酸代謝系、蛋白質代謝系の変動に着目、詳細な研究は報文³⁻⁶⁾に譲るとして結論的にはアミノ酸代謝系では生殖生長期にプロリンが、また核酸代謝系ではウラシル、シトシンのピリミジン塩基類の要求性が顕著に高まる事実を見出す事に成功した。その公表後、多数の協力者（福島園試より宮崎農試まで10数箇所）によりそれらの施用実験が行なわれ、それまで恒例の無機肥料施用のみに比べて、一濃度数 ppm から数10ppm—施用により20～30%から80%増収という成果が、トマト、ピーマン、キュウリ、ナス、イチゴ、そして水稻で確認された。

このような成果の応用は急速に展開し、冬期ハウス栽培で葉面散布の液肥として、また礫耕栽培等に利用されるようになった。特に冬の長い、照度不足地帯（国内海外とも）で注目されるようになった。

ii) 品質向上

前記の生殖生長促進—花芽形成・着果・果実肥大—の成果で我々は有機栄養研究に自信を持

つことができ、有機物の効果に関する基礎研究を続けた。その成果をまとめると生産物の品質向上に寄与すること、味（糖度上昇）、ビタミン含量の増大、色つや、香り、（近日中に投稿予定）なかなか腐らない（貯蔵期間の延長）生産物の収穫等々⁷⁾、また異常気象に強くなる（低温や風雨による障害）効果も現われた。（付記：有機物の効果は光合成作用が十分に行なえる、天候に恵まれた条件では無機肥料施用との差は縮まる）

有機物施用濃度

無機の肥料養液は数10ppm 程度の濃度のものを与えるのが一般的である。その程度の濃度の有機物を含む養液を水耕栽培や礫耕栽培に利

表1 礫耕栽培液中の微生物計測数*

処 理	微生物計測数/ml
対 照 区 （無機肥料だけ：M）	1.2×10^5
処 理 区 1. M+Y（酵母自己溶解物） （0.1ppm）	3.0×10^5
2. M+Y（1.0ppm）	1.5×10^6
3. M+Y（10.0ppm）	2.6×10^7

* 微生物計測数：幼苗移植後14日目に計測した

表2 つるなしエンドウの収量

処 理	莢の数	莢の重量 g	茎葉の重量 g
対 照 区 (無機肥料だけ:M)	531(100)	929.6(100)	2,512
処 理 区			
1. M+Y(酵母自己溶解物)(0.1ppm)	811(152.7)	1,699.1(182.7)	2,078
2. M+Y(1.0ppm)	776(146.1)	1,537.7(165.4)	2,181
3. M+Y(10.0ppm)	768(144.6)	1,330.5(143.1)	2,147

用すると効果が現われるどころか、逆に対照(無機施用)より減収してしまう、それはなぜだろうか?

表1は酵母の自己消化液(ミネラル、炭水化物、アミノ酸、核酸類、ビタミン等を含む)を0.1ppm, 1.0ppm, 10.0ppm濃度にした養液を水気耕栽培した“つるなしえんどう”に施用した時の養液中の微生物数を示している。濃度が上がるにつれ、微生物数は1桁ずつ上がっている。すなわち有機物含量が増大すると、その養液中にはHeterotrophs(有機栄養微生物)が増殖し、その栄養素を横取りしてしまうのである。収量(表2参照)をみると一番低濃度(0.1ppm)のものが対照(無機肥料)のものに比べて80%以上も増収している。無機肥料施用の対照区は茎葉はよく繁茂するが“実”の収量はそれ程上らない。

図1は水稻根の光学顕微鏡である。無機肥料施用のものは根毛の発育がよくないが、完熟堆肥(微生物が雑居し、どの種の菌も、単独では急増殖できない状態にある)抽出液(この中にはアミノ酸、核酸類、ビタミン、植物ホルモン、各種微生物質等を含んでいる)を施用すると根毛の発育は非常によいことを示している⁹⁾。

連作障害の抑圧

いや地現象を引起す農作物の連作障害は、世界的に拡大してきている。制限字数のため詳細

を述べることができないのでその原因や抑圧法について箇条書する程度にとどめておきたい。

原因は①毒素説、②寄生性線虫説、③微量要素を含む要素アンバランス説、④微生物説等々。我々は先人の行なってきた解消策—すなわち、輪作すればなぜ障害は起らなくなる……について約20年前から基礎研究を行い原因の解明とその抑圧技術の開発に成功した。

文 献

- 1) 小林達治, 土と微生物 **13**, 35-47 (1971)
- 2) 小林達治著, 根の活力と根圏微生物, 農文協刊 (1986)
- 3) M. KOBAYASHI and M. Z. HAQUE, Plant and Soil, ShECIAL Vol. 443-456. (1971)
- 4) M. Z. HAQUE, M. KOBAYASHI and K. FUJII, Plant and Soil **34** 17-24. (1971)
- 5) M. Z. HAQUE and M. KOBAYASHI, Soil Sci. Plant Nutri. **18** 45-51. (1972)
- 6) 小林達治 “植物の開花期における生科学的考察” 学術新報 **120**, 8-16 (1978) (全国日本学士会)
- 7) 小林達治他, 日土肥法 **45**, 315-317 (1974) 日土肥法 **47**, 412-414 (1976)
- 8) M. KOBAYASHI and Y. TORIGAI, Plant and Soil. **57**, 41-47. (1980)
- 9) 小林達治他, 環境技術 **20**, 7-10(1991) (環境技術研究協会)

有機栄養への接近

高野 泰吉*

有機成分が植物栄養に重要な役割を果たすことに関連して、1960年代の始めに来日して『温度障害の化学的治療』について講演したJ. ボナーの見解は、われわれに強い関心を持たせてくれた。ラングリッジ (1963) も植物生理のレビュー誌に温度反応の生化学的知見を述べている。両氏は、チアミン (B_1)、ニコチン酸、ピリドキシン (B_6)、ビオチン、糖、アスコルビン酸、アミノ酸、プリン、ピリミジン塩基とそのヌクレオサイド、鉄などの効果をとりあげている。別に信州大学の飯島隆志氏が園芸植物に及ぼす B_1 の生理作用に関する学位論文をまとめている。彼の仕事の一部に協力させてもらったので印象深い。

クラシニコフ (1958) は「土壤微生物と高等植物」を著わし、ロシヤ語版の英語訳が1962年に出された。土壤微生物が産生する有機物質と作物の生育、収量や病害抵抗に及ぼす効果を詳しく述べている。

表1に土壤中で検出されたビタミンの分析値を示す。これをみるとビタミンB群が多く含まれていることがわかる。耕地の表土とくに根圏に多い。また微生物により生産されるビタミンを表2に示す。菌の種類や菌体外に分泌する程度により異なるが、すべてのB群ビタミンが存在する。これらは植物に吸収される。チアミンやニコチン酸などは作物の生育・収量にとくに効果があり、ホザキカクランというランの生育に、濃度不明だがチアミン、ニコチン酸 (いわゆるペラグラ (PP) 因子) がそれぞれ2倍、3倍の乾物重を増加したという。アミノ酸類は、アスパラギン、アスパラギン酸、セリン、グリシン、グルタミン酸、アラニン、バリンなどが土壤中から検出され、アスパラギンのようなアミドは作物によく吸収されることを記している。Sを含むアミノ酸も S^{35} を用いて吸収されるこ

と、しかも B_1 や B_6 の存在で吸収促進されることを示している。抗生物質の効果についてもふれているが記述を省く。

わが国では京都大学の小林先生が、長年に亘り、微生物が産生する有機物質が栄養として重要なことを明らかにしている。本特集記事にご執筆いただいたので、その内容と先生の著述を読んで下さい。

有機成分の吸収について東京大学の森敏氏が15年余に亘り研究している。彼の学位論文のタイトルは「植物の無機栄養説批判」である。その一部は農業技術大系土壤施肥編2, III31-43に記述されているので参照されたい。

近年、有機入り液肥 (20種以上の銘柄) が市販されている (伊達昇編, 1989, 肥料便覧第4版農文協)。チッソは尿素入りが多いが、リジン、アスパラギン、グルタミン、セリン、チロシン、プロリンなどのほか、水に溶けやすい糖、ビタミン類などが含まれているという。尿素、アルギニン、アミド基をもつアスパラギン、グルタミンを除くと、弱い極性をもつセリン、グリシン、弱い疎水性をもつアラニン、プロリン、シスチンが吸収されるが、その他のアミノ酸は吸収されにくい。有機態チッソは光合成産物の根への寄与を一部代替するという見地から、曇雨天の多いわが国では有効であろう。森氏の研究では、上記の NH_2 の多いアミノ酸以外のもので効果が比較的あったものとして、イネで γ -アミノ酸、アスパラギン酸、ムギでシスチン、プロリンが示されている。比較的強い疎水性のアミノ酪酸、アスパラギン酸、ムギでシスチン、プロリン入り液肥が目立つ。プロリンがハイドロキシプロリンとなって細胞壁蛋白の主要構成アミノ酸であることは理解できるが、乾燥、低・高温時にプロリンがハイドロキシル化できないおそれがある。Levitt (1962) は低温抵抗性について -S-S- 説を提唱している。その意味でシスチン

* 名城大学農学部

表1 植生条件下に土壤中ビタミン含量($\mu\text{g}/100\text{g}$)と微生物数(100万/g)

	チアミン(B_1)	ニコチン酸	リボフラビン(B_2)	ビオチン	微生物
耕 地	2—6.5	10—60	10—98	20—62	1,500—4,500
未耕地	0—1.5	0—0.5	0—5	+—25	0.1—0.5

クラシルニコフ (1958)

表2 培地に生育した微生物によるビタミンの生成($\mu\text{g}/\text{g}$ 菌細胞乾重)

Microorganisms	Vitamins							葉 酸
	チ ア ミ ン (B_1)	リ ボ フ ラ ビ ン (B_2)	ニ コ チ ン 酸	パ ン テ ト ン 酸	ピ リ ド キ シ (B_6)	ビ オ チ ン	イ ノ シ ト ール	
<i>Bact. aerogenes</i>	19.9	154	630	780	26.8	47.9	1,400	105.0
<i>Ps. fluorescens</i>	74.0	377	560	311	75.7	68.1	1,700	74.8
<i>Bact. proteus</i>	23.0	95	330	130	16.4	21.4	1,000	42.0
<i>Clostr. butyricum</i>	39.3	235	1,930	318	23.2	0.0	870	18.8
<i>Az. vinelandii</i>	96.0	351	593	184	—	4.2	—	—
<i>Penicill. chrysogenum</i>	2.6	47	212	212	23.0	1.5	—	14.6
<i>Sacchr. cerevisiae</i>	360.0	42	1,000	100	100.0	1.2	5,000	9.0
<i>Torula utilis</i>	52.8	62	535	180	1.9	35.0	3,500	31.2

クラシルニコフ (1958) 蒐集データ

が浮んでくる。森氏も吸収され、作物に効果があることを述べている。施用に当っては—SHであればよいから、システインを使ってみる値打ちがあろう。森氏のイネ、ムギの試験では、システインの効果はあまり認められていない。

以上の記述は、筆者の養液栽培へ有機物質を加えるポイントを我田引水の流れに導いたものである。これが単に我田引水にすぎないわけではないことは、武田園芸資材(株)社長田中福寿博士の研究での結論を伺ってわかった。濃度など詳しいことは教えてもらえなかったが、会談や業界誌への投稿記事などからおよその見当はついた(正式の論文は出されていない)。

われわれの研究室では、アミノ酸はシステイン、ビタミンはチアミン、ニコチン酸、(ピリドキシンは±)、それにEDTA-鉄からなる混合液としている。濃度はシステイン 5 ppm、各ビタミン 1—2 ppm、鉄 2 ppm を以下の試験で用いた。

キクの NFT 栽培を行ってみた。30cm 余りに伸長したとき、循環ポンプが故障して停ってしまった。真夏であったので、翌日気がついたとき、基本培養液区のキクは萎凋がはなはだしく、運転再開しても回復せず枯死した。有機物質・鉄混合液添加区のキクは、回復して栽培を続行することができた。

秋芳の力を栽培した試験では、添加区のキクは10月半ばに開花したが、無添加区では10月下旬まで開花に到らなかった。無機成分の吸収は両区間で著しい差が認められなかったが、葉色が添加区で濃色となった。しかも、N含有率に差がなかったが、C/N率が高くなった。葉色やC/N率についてはバラの枝葉でも同じ傾向が認められた。

生育に対しては、品種間差異があるようである。図1に示すように比較的わい性の美園では生育に有意な差が認められなかったが、白麗では著しい効果が認められた。無機成分含有率で

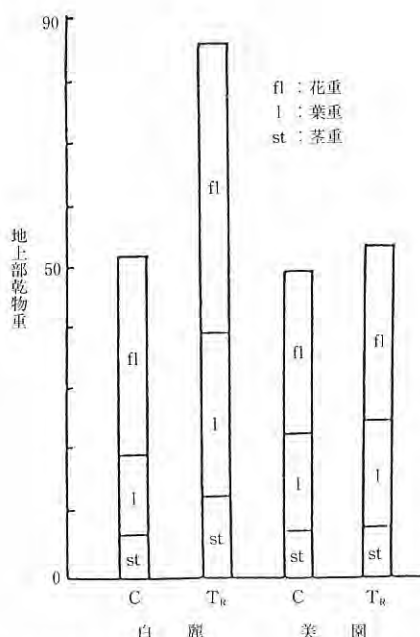


図1 キクの重量におよぼすチアミン、ニコチン酸アミド、システインおよび鉄混合液添加の影響

はほとんど差がなかったが、Pは吸収促進される傾向が認められた。個体地上部あたり吸収量は生育の差に伴って高くなったが、Kは無添加の3倍近く、N、P、Ca、Mgなどは2倍多く吸収された。前述のように葉色は濃く、鮮かな緑色を呈した。さらに、美園の上位葉は無添加区で葉幅が狭かったが、有機物、鉄添加区では上位葉まで葉幅が広く、切花品質が改善された (Acta Hort, 272: 223-227, 1990)。

トマトの NFT 春秋栽培で、ファーストパワーを供試してテストした。地上部生体重は無添加区747gに対し、添加区878gとなったが、この差は主として葉重の差によるものであった。キクの美園でみられたように葉身の発育がよかったことによる。総収量については摘果調節により差は出なかったが、正常果率および裂果率において無添加区でそれぞれ65.4%、20.5%であったのに対し、添加区ではそれぞれ72.2%、10%となった。この品種は、もともと果形が乱れやすいのであるが、販売可能な果実数は、有機物添加により30%多くなった。もう一つの特徴は茎の C/N 率が高くなったことで、バラ、キクの秋芳の月の場合と同様である。養分の吸収

は残留成分の分析によると K と NO_3 の吸収が速いように思われた。

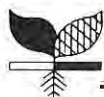
秋冬栽培でも、正常果率は無処理区で64.6%、処理区で82.4%となった。この品種は冬季は鬼花を生じやすいだけに効果が顕著であったといえる。処理区で N の含有率が高かったにもかかわらず、C/N 率は無処理のそれより高くなった。葉色は今回は測色しなかったが、写真を付けて、処理区の葉が濃緑になったことを学生は記録している。

サンチェリーを用いた試験結果は次の通りである。生育、収量、品質において処理間の差は認められなかった。ミニトマトでは一般に葉重に対し茎重の割合が高くなるが、処理区では、1に近づいた。すなわち、葉の生長が促進された。このことは普通トマト同様である。この品種では、処理区の葉で N、P、K、Mg が高い含有率となった。Ca 含有率は処理間で差がなく、尻腐れ果は認められなかった。

以上まとまりのない内容であるが、有機物と鉄を加えて、葉の成長がよくなり、葉色が濃緑になり、ここにあげたデータでは C/N 率が高められ、充実した成長したことが伺える。支持体がロックウールの場合、バラのほかでは必ずしも C/N 率を高められなかったので、結論を出せない。養分吸収についても、これまでの結果と異なることがわかり、その説明はしにくい。トマトで正常果率が高くなり、裂果を少なくするなど興味ある結果が得られた。

スイートバジルの NFT 栽培において、週1回、鉄 1 ppm、チアミンおよびニコチン酸、それぞれ 1 ppm、システイン 5 ppm を含む液を葉面散布した。個体重は対照区で、365g に対し、葉面散布区で 583g となった。葉肉の成長がよかったので、精油成分含有率が 6% 近くまで高められた。とくに Ca 割合を高めた培養液で、メチルチヤビコールとユーゲノールの含有率が高められ、学生による官能テストでもよい香りがすると評価してくれた。

以上、まだ検討すべき項目も多いが、興味ある反応を見出すことができたので、養液栽培の培養液に有機物質を添加することが必要であると考えるようになった。



連 載

やさしい養液栽培：自分で培養液を調整しよう ～培養液の計算～

糠 谷 明*

野菜の花きの健全な生育のためには、16種類—C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Cl—の元素が必要です。このうち最初の9元素は比較的多量に吸収されるので、多量要素と呼び、後の7元素の吸収量は比較的微量なので、微量要素と呼んでいます。多量要素のうちC, H, Oは、二酸化炭素CO₂あるいは水H₂Oとして供給されますので、養液栽培では、N以下の13元素を培養液成分として添加します。なお、多量要素と微量要素は、作物の量的要求量が異なりますので、培養液を作るときには分けて考えます。

養液栽培で使われる培養液組成には、表1で示すような多くの種類の組成がありますが、いずれも主として2種類の肥料からなる2液（I液・II液、またはA液・B液と呼ばれるストックソリューションまたは濃厚液）混合の方法で作成されており、いわゆる市販肥料はこの方式を取っています。栽培期間中にイオン組成を気にせずに液濃度だけを問題にするか、あるいは頻

繁に培養液を交換するのであればこの方法で十分です。

今回は「やさしい養液栽培」として、培養液の計算方法についての解説を試みますが、作物・品種の違いや、生育ステージ別に培養液のイオン組成を変える管理をするためには、自分で肥料を混合し、作成できるようにしておかなければなりませんし、市販肥料を使う場合でも、培養液の組成を十分に知っておくために、以下のことを理解していただきたいと思います。

1. 濃度の単位の換算

前述の多量要素は、陰イオンの硝酸態窒素NO₃-N、リンP、イオウSの3種類と、陽イオンのアンモニア態窒素NH₄-N、カリK、カルシウムCa、マグネシウムMgの4種類に分かれます。濃度の表示には、ミリモル(mM)、me(ミリグラム当量)、ppm(ピーピーエム)の3種類の単位が使われていますが、これらの単位は表2の換算表を使って、変換することが可能です。培養液の作成には、meの単位が便利です。

表1 培養液組成 (単位, me/l)

	NO ₃ -N	P	S	NH ₄ -N	K	Ca	Mg
園試処方	16	4	4	1.3	8	8	4
トマト処方(神園式)	10	4	8.8	0	6	10	4
高野処方	14	4	4	1.3	6	8	4
メロン処方(静大)	8	3	10	1	6	8	4
イチゴ処方(千葉農試)	11	3	4	1	6	5	4
ホウレンソウ処方(大阪農技)	16.9	5.3	5.3	1.7	10.5	6.4	5.3
ネギ処方	8	6	4	4	6	2	2

* 〒422 静岡市大谷836 静岡大学農学部

表 2 濃度表示の単位の変換

単位の変換	N(NO ₃)	P	S	N(NH ₄)	K	Ca	Mg
① mM → me	× (1)	× (3)	× (2)	× (1)	× (1)	× (2)	× (2)
② mM → ppm	× (14)	× (31)	× (32)	× (14)	× (39)	× (40)	× (24)
③ me → mM	／ (1)	／ (3)	／ (2)	／ (1)	／ (1)	／ (2)	／ (2)
④ me → ppm	× (14)	× (10.3)	× (16)	× (14)	× (39)	× (20)	× (12)
⑤ ppm → mM	／ (14)	／ (31)	／ (32)	／ (14)	／ (39)	／ (40)	／ (24)
⑥ ppm → me	／ (14)	／ (10.3)	／ (16)	／ (14)	／ (39)	／ (20)	／ (12)

(注) × : 乗法 (かけ算), / : 除去 (割り算) を表わす。

表 3 肥料の成分量 (純品として)

a) 硝酸カリ	: 1me=101mg/l, K(1me, 39mg), N(NO ₃) (1me, 14mg)
b) 硝酸石灰	: 1me=118mg/l, Ca(1me, 20mg), N(NO ₃) (1me, 14mg)
c) 硫酸苦土	: 1me=123mg/l, Mg(1me, 12mg), S(1me, 16mg)
d) 第 1 リン酸アンモン	: 1me=38mg/l, N(NH ₄) (0.33me, 4.6mg), P(1me, 10.3mg)

組成が mM, ppm で表されているときには, 表 2 の①と⑥を使って, me 単位にすることが培養液作成の第 1 歩です。

2. 使用する肥料の成分量

培養液を作成するために使用する肥料の種類は, 主として硝酸カリ KNO₃, 硝酸カルシウム Ca(NO₃)₂·4H₂O, 硫酸マグネシウム MgSO₄·H₂O, 第 1 リン酸アンモニウム NH₄H₂PO₄ の 4 つです。

培養液を作成する場合, これらの肥料の 1me 濃度がどれだけの量に相当するかを表から読み取らなくてはなりません。表 3 に示したように, 硝酸カリを 1 l の水に 101mg 入れると 1 me の濃度になります。硝酸カルシウムは 1 l の水に 118mg 入れると 1 me になります。硫酸マグネシウムは 123mg で, 第 1 リン酸アンモニウムは 38mg で 1 me となります。以上のことは培養液を作成する上でもっとも基本的で, 大事なことです。忘れないで下さい。

次に, 硝酸カリ 1 me の濃度の液には K と NO₃-N が 1 me ずつ, 硝酸カルシウム 1 me の液には Ca と NO₃-N が 1 me ずつ, 硫酸マグネシウム 1 me の液には Mg と S が 1 me ずつ含まれています。また, 第 1 リン酸アンモニウム 1 me の濃度の液には, NH₄-N が 0.33me と P が 1 me 含まれています。以上のことは表 3

に示されていますが, これだけのことを覚えれば化学式などを必要とせずに培養液の計算ができます。

3. 培養液の作成

では, 実際に園試処方培養液 (1 単位) の肥料添加量を計算してみましょう。

まず, NH₄ と P の濃度から, 第 1 リン酸アンモニウムの量を計算します。表 1 から P は 4 me/l 必要ですから, 第 1 リン酸アンモニウムの必要量は表 2 より

$$4(\text{me/l}) \times 38\text{mg/me} = 152\text{mgNH}_4\text{H}_2\text{PO}_4/\text{l} \\ = 152\text{g}/1000\text{l} (= 152\text{g}/1\text{トン})$$

となります。この場合, NH₄-N は第 1 リン酸アンモニウム中に P の 1/3 が含まれていますので, 自動的に 1.3me の NH₄-N が含まれることになります。

次に, Mg は 4me/l 必要なので硫酸マグネシウムの必要量は, 表 2 より

$$4(\text{me/l}) \times 123(\text{mg/me}) = 492\text{mg}/\text{l} = 492\text{g}/1000\text{l}$$

となります。SO₄ は硫酸マグネシウム中に Mg と同じ割合で含まれていますので, 4me/l の SO₄ が自動的に含まれます。

残りは Ca 8me/l, K 8me/l, NO₃-N 16me/l ですが, 肥料塩は硝酸カルシウムと硝酸カリウムを使います。このうち, 先に Ca の組成濃度か

ら硝酸カルシウムの必要量を計算します。Ca の必要量は8me/l なので硝酸石灰の必要量は表2より、

$$8(\text{me/l}) \times 188(\text{mg/l}) = 944\text{mg/l} = 944\text{g}/1000\text{l}$$

となります。NO₃-N は硝酸カルシウム中に Ca と同じ等量割合で入っていますので、16me/l の残りの8me/l がまだ不足しています。ここで K 濃度は8me/l なので、硝酸カリウムの必要量は、

$$8(\text{me/l}) \times 101(\text{mg/me}) = 808\text{mg/l} = 808\text{g}/1000\text{l}$$

となります。このとき、硝酸カリウムも K と NO₃-N を同じ等量割合で含みますので、NO₃-

-N の残り8me/l も添加され、NO₃-N は合計で16me/l となります。

4. まとめ

以上の方法により、me 濃度から加える肥料塩を算出することを理解してもらえたと思います。しかし、培養液の計算には、これ以外に mM や ppm からの計算方法もありますので、それらについては今後の機会に譲らせていただきました。

培養液の計算は決して難しいものではありませんが、複雑なだけになかなか理解してもらえない点があります。何か質問がありましたら、当研究会の幹事または運営委員に遠慮なくお尋ねください。



ワンポイントメモ

「ちょっとした数学の計算」

培養液にはいろいろな種類がありますが、日本では園試処方、山崎処方などが一般的です。今回は山崎処方に使われた n/w (エヌ・ダブルリュ比) の計算法をご説明しましょう。山崎先生は循環式の湛液水耕法を使って、栽培中の培養液の濃度・組成の変化が少ない培養液を作りました。この培養液の考え方の基本は、①作物が吸収しているそのままの濃度・組成をもつ培養液が作れば、栽培中に培養液が減少しても、元のままの濃度・組成である。②作物の吸収する無機養分の吸収濃度が簡単に測定できれば、この計算が早くできる。③自然蒸発する水分を無視すれば、培養液の分析によって算出するのが手っとり早い、などでした。計算は以下の通りです。

$y = m/a$
↓
$y_1 = (m-n)/(a-w)$

いま、タンク(a l)に水を満タンに入れ肥料を m グラムとかなたとすると、この培養液の濃度(y)は、 $y = m/a$ と表せます。

栽培中に培養液が減少します。培養液の中の水の減少分を w、肥料の減少分を n としますと、減少した後の培養液の濃度(y₁)は、 $y_1 = (m-n)/(a-w)$ と表せます。

$y = m/a$ を変化させて、 $m = ay$ として、 $y_1 = (m-n)/(a-w)$ 式に代入します。すると、 $y_1 = (ay-n)/(a-w)$ となり、さらに変化させると、 $y_1(a-w) = ay-n \rightarrow n = ay - y_1(a-w) \rightarrow n = a(y-y_1) + wy_1$ 最終的に n/w を出すのが目的ですから、両辺を w で割ると、

$$n/w = a/w(y-y_1) + y_1$$

という式が得られます。

a はタンクの総容量、w は減水量、y は最初にした培養液の濃度、y₁ は減水後の培養液濃度ですから、この式を使えば、減水量と濃度の測定によって簡単に n/w を知ることができます。

例えば、100 l の培養液を作ったら、EC=2.0mS/cm だった。これが1週間で50 l 減って EC=1.8 mS/cm になったとします。n/w=100/50(1.8-2.0)+1.8=1.4 となり、この期間に作物は1.4mS/cm の濃度で培養液を吸収していたことになります。同様に各肥料要素の濃度を測定しておけば、この式によって n/w が簡単に求められます。

(篠原 温 千葉大園芸学部)

?? 養液栽培質問箱 ??

中 島 武 彦*

Q. 最近、活性水について様々な効果が新聞や雑誌に紹介されていますが、養液栽培に用いた場合もメリットがありますか？

A. 井戸水や水道水にエネルギーを充分に蓄積させると、水の集団がほぐれて、いわゆるこくとかまろみのある水となりますが、この状態を活性水と言うようです。また、それは植物に吸収されやすく、生育を著しく増進させるとも言われています。活性水の性質については徐々に明らかにされていますが、生育増進への効果についてはほとんど分かっていないようです。そこで、市販品を取り寄せて、それを葉面散布したり、根から吸収させたりしていますが、これまでのところメーカーや一部農家の主張する「目ざましい施用効果」を得るには至っていません。

活性水は、その製造機器や濃縮液が市販されていますが、養液栽培の培養液に用いる場合はとても高い買物となるので、効果が科学的に立証されない限り不要でしょう。それに作物根が活性水のみを選択的に吸収するというデータもこれまで聞いていません。また、水道水や井戸水の水質は地域、時期などによって異なり、養液栽培に適さない事例もありますが、活性水によってそれが解消されたという報告も聞いていません。

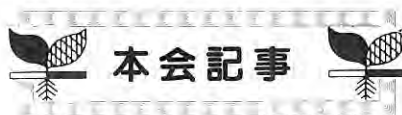
ところで、筆者は「目ざましい効果」とは生産農家の手抜き管理に由来するのではないかと推測しています。それは、農家が宣伝用の農園に指定されたり、高い買物で心配したりすると、ハウスやトンネルに頻繁に足を運び、そのたびに内部が暑ければ換気、ついでに灌水や誘引、さらには枯れた下葉を掻き採るなど、まるで猿蟹合戦のように手塩にかけた栽培管理を行

うので、自分でも驚くほどの見事な出来になってしまうのだと思います。なお、「目ざましい効果」を強調する場合に、試験とはまったく関係しない隣のハウスの生育状態とか他人の収穫物を引合いに出すことがありますが、これらは栽培環境や管理方法などが異なるので、比較対照物にはしないで戴きたいと思います。

農薬散布に活性水を加えると、防除効果が高まり、従来より少農薬栽培が可能になるという宣伝もありますが、これも活性水の効果であるとは即断できかねます。それは井戸水や水道水に農薬を少量混ぜても、かなりの防除効果が認められるからです。要は、茎葉に農薬を均一に付着させて、濃縮させたときに著しい防除効果が発揮されますから、絶対に夕刻までに茎葉を乾燥させることこそ農薬散布の鉄則なのです。茎葉を翌朝まで濡らし続けると、別の病害まで蔓延してより深刻になったという事例も聞かされています。

余談ですが、ある日、旧友がテレビに映し出されていました。研究会での講演場面や研究現場の紹介、特に岩石水はエネルギーを有し、普通の水より根から吸収が早く、生育増進も良好だ???という内容だったと思います。ビックリしたのはその直後に画面が暗転して「わが社の製品でその水が簡単に手に入ります。こんな効果があります。」というメーカー側の話に変わり、暗転後は友人は登場しませんでした。彼はテレビに出るほど頑張っているなーという羨望もあった反面、何の目的でわざわざ出演したのだろうかという釈然としない気持ちが今も心の片隅に残っています。

* 野菜・茶業試験場



第11回運営委員会報告

日 時：1992年 3月28日

場 所：千葉大学園芸学部

会長以下21名出席

検 討 概 要

(1) 国際園芸学会議(1994年、於京都)における11課題のシンポジウムのうち、「苗生産と養液栽培」の課題を本研究会が中心になって取りまとめることとなったため、スピーカーの招待費用などの資金集め(概算で120万円)の方法を中心に討議した。その結果、諸般の事情により生産者向け、メーカー向けの特別企画講演会を行って積立金とすること、国際園芸学会議終了後に会員への利益還元のために通訳付の特別講演会を行うことが了承された。特別企画講演会の具体案は、企画委員会で立案するものとした。

(2) 「第3回ヨーロッパの養液栽培研修・視察団」の派遣計画のこれまでの経過と準備状況について、コーディネーター(佐々木運営委員、篠原幹事)より報告があった。

(3) 会誌の印刷、会員の名簿管理等に関する養賢堂との契約続行は、予算面での折り合いがつかないことからこれを断念し、新たに佐藤印刷との契約を進めることが了承された。養賢堂には、次回総会で感謝状を贈呈することとした。

(4) 予算(旅費)の節減と幹事会・運営委員会の二重構造をなくすために、①幹事を廃止して運営委員に統合する、②事業、企画、編集、情報の委員会が中心となり、各種の事業の立案、実行をする、という本研究会の運営組織の改正骨子について合意が得られ、1992年度総会に規約改正案を提出する方向で議論を開始することが了承された。

(5) 国際水耕学会(シュタイナー会長、本部オランダ)主催の「8th International Congress on Soilless Culture」(1996年)の日本開催の可能性について企画委員会で審議した結果、国際園芸学会と国際水耕学会の関係から判断して、

1994年以前に開催の承諾をすることは得策ではないとの結論を得た。

(6) 予定していた1992年度の総会開催を福岡県が辞退したため、急遽千葉県で11月10、11日に代替開催される旨の報告があり、その概要について説明があった。

(7) 編集委員会に高野(編集委員長)、中島、橘各運営委員が、企画委員会に並木(企画委員長)、犬伏、池田、武市各運営委員が加わることが了承された(本紙見開き表紙参照)。

(8) 幹事として小菅、村瀬の新幹事2名を含む12名が会長より新たに指名された(氏名、分担は見開き表紙参照)。

(9) 4月22日から25日まで幕張メッセで開催される施設園芸展に、前回に引き続き本研究会より活動内容の紹介を中心に出展することが了承された。

第15回幹事会報告

日 時：1992年 4月21日

場 所：於千葉県職員会館

幹事 8名出席

検 討 概 要

(1) 運営委員会で決定した方針に基づいて企画委員会より提出された会則改正案を種々審議の末、一部手直しして承認した。

(2) 国際園芸学会議におけるシンポジウム(苗生産と養液栽培)についての活動費を貯えるための特別企画案が提出され、運営委員会には集会幹事がさらに案を練って提出することとした。シンポジウムの具体案は、伊東会長の意向を聞いて、“苗生産”部門の担当者とも相談する必要があるとの意見が出された。

(3) 1991年決算報告書を作成中であり、7月2日(木)に静岡で会計監査を行う旨報告があった。

(4) 1992年度予算案を次回運営委員会に提出するが、その際“国際セミナー準備金”の項目

を新たに設けることを確認した。

(5) 千葉総会の準備状況について、実行委員長を千葉農試の成川氏にお願いすること、今後の総会運営を考慮し、申込は農協観光が代行する、締切りは1ヵ月前を厳守させる、定員は150名とする旨の報告があった。

(6) 静岡大会の準備状況について、ニュースレター掲載予定の原稿により報告があった。

(7) 「第3回ヨーロッパ養液栽培研修・視察団」の詳細について、現在旅行業者と交渉中で、予算の見積状況、施設園芸展での案内書の配布、これまでに約10名の申込があることなどの報告があった。

(8) 1992年度以降の事業計画については特別企画に加えて、93年1月にメーカー発表の研究会を開催(11月のニュースレターで案内)する

予定である。

(9) 本年度より養賢堂から佐藤印刷に会誌の印刷が変更されたことに伴う会員管理等の状況について報告があった。賛助会員の会費納入先については、1993年度からとしたい旨の会計幹事の意向が紹介された。また、賛助会員には来年度から最高2部まで hidroponix 及びニュースレターを、異なる部所に発送できるよう検討することとした。

(10) 4月28日に名城大にて hidroponix 編集委員会が開かれる旨報告があった。

(11) 現在情報幹事が行っているニュースレターの印刷、発送も佐藤印刷で行う方向で検討することとした。

(12) 施設園芸展(4/22~25、於幕張メッセ)のブース管理についての打ち合わせを行った。



海外文献の紹介

ロックウールにより育苗したトマト苗の生長に及ぼす低温養液の間欠給液の影響

C. R. J. Cave. (1991) J. Hort. Sci. 66 : 781-788.

トマト養液栽培のロックウール育苗時に、葉が暗紫色になり生長が非常に緩慢になることがある。この現象は温度の低い養液の給液が引起こすロックウールの温度低下によるものと思われるが、間欠給液の条件下でのロックウールの温度変化やこの変化に対するトマト苗の生育反応についてはあまり知られていない。そこで、低温養液の間欠給液がロックウールブロックの温度とトマトの生長に及ぼす影響を調べた。

トマト "Counter" の種子を小さいブロックに播種し、9日後に大きいブロックに移して NFT システムで3週間育苗した。育苗中の養液温度は1週間単位で10℃または18℃に変え、毎日5回30分間ずつ給液した。定植後の養液は液温放任とした。

10℃養液給液区のプロック温度は9~19℃で、18℃養液区では13~23℃で推移した。給液停止時の夜間のプロック温度はブロックからの蒸発によって室温(15℃)より2~3℃低くなった。10℃養液区の苗は処理1週間後に暗紫色になり、新鮮重、乾物重、葉面積、葉数、草丈とも18℃養液区より小さ

くなった。また、開花期と果実の成熟期は3~4日遅れた。こうした苗の生育の遅れは、育苗第1週から第2週目に低温養液を給液したときに最も大きく、第3週目だけの低温はほとんど影響しなかった。

育苗期間中の苗の生育の遅れは定植後次第に回復し、その結果、果実の総収量は区によって差がなかったが、10℃養液区の第1果房の果実収量は18℃養液区の50%に過ぎず、第2果房でも幾分少なかった。以上の結果から、育苗中のロックウールブロック温度は最低14℃が必要であり、ブロックは蒸発冷却が大きいので、夜温を15℃にセットした場合にはブロックの加温が必要である。

なお、イギリスの冬季のトマトの育苗においては、寡日照時の開花と着果を促すために、吸水制限による栄養生長の抑制が図られるが、給液回数を少なくするのはブロック内の pH の変化が大きくなって好ましくない。養液温度による吸水調節は苗の栄養生長を調節する一つの方法になると思われる。

(三重大学生物資源学部 園芸学研究室 杜永臣)