

【巻 頭 言】

養液栽培に第4の波を

野菜研究を志して20余年、今も言動で周囲を困らせていますが、縁あって本会運営委員の一員に加えさせていただきました。よろしくお願い申し上げます。「養液栽培は慣行土耕栽培を凌ぐ新栽培法の根幹になりうる」というのが持論で、これまでにコンテナ移送式のトマト1段栽培装置を開発したりしています。

わが国の養液栽培史を振り返ると、飛躍的な発展を抱かせた流行の波が3度押し寄せましたが、最後の波も花き産業に強い余韻を残しつつ通り過ぎようとしています。これまで、農家や企業が熱い視線を注いできたにもかかわらず、その設置面積は依然として施設（ハウスやガラス室）の1%台を低迷しています。低迷の主因はその設置費と運転経費が高過ぎることに収束できると思いますが、その他に高品質多収生産機能、省力化や軽作業の機能、省エネルギー機能などの整備が立ち後れていることも低迷要因として挙げて良いでしょう。

最近、慣行の土耕栽培は地下部環境が急速に悪化しつつあります。まず、連作障害を回避するために果菜類の多くは接木栽培へと移行していますが、接木苗生産については省力化の面から徐々に業者委託になるでしょう。しかし、業者が希望するトマト接木苗の価格は活着時の幼苗でも百円位にしたいという話を聞きました。換言すると、種子会社には穂木と台木の種子代を、接木業者には接木の手間賃を支払い、しかも従来通り幼苗期以降の育苗管理を続けるという「金だけ盗られる」不可思議な鹵車にはめ込まれてしまうようです。次に、農林水産省などは地球にやさしい農業を展開して「有機野菜」を推奨しようとしています。この構想は、地球の環境浄化にそぐわない工業製品の農業や化学肥料を締め出して畜産糞尿を野菜畑に鋤込むこ

中 島 武 彦*

とを骨子にしています。しかしながら、膨大な畜産糞尿はそのほとんどが家畜餌として輸入されたものであり、なぜそれを狭い野菜畑に投入しなければならないのか？、都市ゴミを肥料として検討した時代と同様に野菜畑に畜産糞尿のゴミ捨て場に利用するのか？、土壌中の養分組成バランスが崩れた時はどうやって補正するのか？、等々の疑問が交錯して、この構想に賛同を控えているのは筆者だけとは思われません。

さて、養液栽培は土耕栽培では得られない諸機能をさらに高めることこそが第4の波を誘発する鍵（出発点）になると思います。まず、養液栽培は連作障害を回避する機能を保有していますが、これについては残念ながら装置や栽培技術に欠陥があるためか、未だ充分に発揮されていないようです。それに高品質生産機能、省力化機能、省エネルギー機能についても改善すべき余地が残されていると思われます。栽培期間の短い葉菜類については装置や栽培方式がすでに高水準域に達していますが、果菜類は必ずしも土耕栽培を凌ぐには至っていません。筆者は果菜類、特にトマト栽培において「挿し木繁殖と低段栽培」の導入を有望視しています。挿し木繁殖は種子代が不要となり、接木の手間も省略でき、育苗期間も短縮できます。一方、低段栽培は栽培期間が短く、連作障害が蔓延する前に栽培を終了させてしまうことも可能だと思われます。また、低段栽培は開花前を栄養成長期、その後を生殖成長期に分割できるので、その時期に適合した栽培管理を行えば、高品質果がより多く獲らるものと判断されます。

以上、取り留めもない情報を羅列して読者の頭脳を混乱させたかも知れませんが、要は養液栽培における第4の流行の波を誘発させたいと熱望し、敢えて拙文を掲げた次第です。

* 農林水産省 野菜・茶業試験場、本会運営委員



内外のニュース

「苗生産システムに関する国際シンポジウム」報告

伊 東 正*

1992年の7月に、横浜市で苗生産に関する国際シンポジウムが開催され、国外から26ヵ国、約100人、国内から330人の参加者で賑わった。このシンポジウムは、苗生産に関与する世界の主要な研究者・開発担当者が集まり、栽培学的、工学的、経済学的観点から意見交換、情報交換を行い、苗生産に関する学術的・産業的發展に寄与する目的で開催された。

このシンポジウムは、特別講演会が2日間、研究発表が2日間、討論会形式のワークショップ1日、見学会1～3日等からなる。

1. 特別講演会

苗生産に関する世界の代表的研究者・開発担当者20名が、この分野の研究や実際産業の最前線を報告した。内容は培養苗とプラグ苗に分かれるが、紙面の都合上、その一部を発表順にテーマと氏名のみ紹介し、詳細は「苗生産システム」という英文の単行本に譲る。

- ① 培養苗生産の企業化への展望, I. Y. E. Chu (米, トワイフォードインターナショナル社)
- ② イチゴの大量増殖と数種の園芸作物のための新技術, Ph. Boxus (ベルギー農業研究センター)
- ③ 日本の苗生産ロボット, 蔵田憲次 (東京大学)
- ④ キュー・バック社におけるプラグ苗生産, W. J. Roberts (米, ラトガース大学)
- ⑤ ザドニー社における実生苗生産, A. M. Uittenbroek (オランダ, ザドニー社)
- ⑥ 日本におけるセル成型苗生産の現状, 伊東正 (千葉大学)
- ⑦ 高品質苗育成のための用水の水質, 培地お

* 千葉大学園芸学部, 本会会長

- よび肥料, R. Steyer (米, ボールシード社)
- ⑧ 植林用苗生産法の比較, M. I. Menzies (ニュージーランド森林研究所)
- ⑨ 新導入花き作物の繁殖と移植苗生産技術, M. S. Roh (米国農務省)
- ⑩ プラグ苗の低温貯蔵, R. D. Heins (米, ミシガン州立大学)
- ⑪ 自動化, 栽培, 環境からみた移植苗生産システム分析, K. C. Ting (米, ラトガース大学)
- ⑫ 移植苗生産システムのためのロボットシステム設計における問題, W. Simonton (米, ジョージア大学)
- ⑬ 苗生産における計測と制御, 野並 浩 (愛媛大学)

2. 研究発表

研究発表は、口頭発表で49題、ポスター発表で75題があった。おもな発表テーマは、1) 培養苗, 実生苗, 挿し木苗, プラグ苗などの高速大量生産法あるいは高速大量生産装置, 2) 組織培養あるいは培養苗生産の自動化に関する研究, 3) 環境要因 (物理的, 化学的) が培養体, 培養苗, 実生苗, 挿し木苗, プラグ苗などへ及ぼす影響の生理生態学的あるいは形態学的研究, 4) 培養体の増殖シミュレーションモデル, 5) 不定胚自動識別法あるいは自動選別法, 6) 苗生産のための照明法, 7) 自動接ぎ木装置, 8) 苗移植用自動装置, 9) 苗の形態自動識別装置, 10) 植物体の生長モニタリング装置等で、個々の研究論文については、国際園芸学会議の発表要旨集である「アクタ・ホーティカルチア」に掲載されている。

3. ワークショップ

ワークショップは、「ロボティクス」のテーマで、種々の生物生産に関するロボットがビデオなどを用いて紹介され、世界でのこの分野の開発最前線が論議された。また、「培養苗順化時の

苗の生理・生態」のテーマで、組織培養された植物体の形態的・生理的異常、特にビトリフィケーション、光合成などに関する研究紹介や議論が行われた。

〔書評〕 蔵田憲次・古在豊樹編著
「苗生産システム(Transplant Production Systems)」



岩田 正 利*

近年、世界的に専門的な育苗産業が発達し、各種の苗が生産農家に販売されるようになり、また従来の育苗法にとどまらず、組織培養によるマイクロ繁殖も盛んになった。本書は1992年7月に横浜で開催された“苗生産システム”国際シンポジウムの招待講演論文集で、講演者はアメリカ6人、ヨーロッパ3人、オセアニア3人の他、日本から5人となっている。本書には17篇の論文が掲載されているが、基礎的分野のみでなく実用面も考慮してあり、大きく分けると次の3つの分野となる。

1. 移植苗生産

(1)マイクロ繁殖産業の展望、(2)日本におけるプラグ苗生産の現況、(3)イチゴ苗の大量増殖とその代替新技術、(4)新花きの繁殖と移植苗生産技術、(5)花壇用花きプラグ苗の低温貯蔵、(6)イネ苗のマイクロ大量増殖、(7)材木苗のマイクロ繁殖、(8)材木苗増殖法の比較。

2. 培養環境の調節

(1)マイクロ繁殖における培養環境とその調節、(2)マイクロ繁殖における無機栄養モデル、(3)マイクロ繁殖における環境と植物生長調節物質の影響、(4)移植苗生産における環境、特に水ポテンシャルの測定と調節。

3. 培養の自動化

(1)移植苗生産における自動化・培養・環境を考慮したシステム解析、(2)マイクロ繁殖の自動化と画像解析、(3)マイクロ繁殖の自動化と挿穂切断のためのレーザー光線、(4)移植苗生産自動化システムの問題点、(5)日本における苗生産自動化。

今後、農業・園芸生産面では勿論、植林・都市緑化・砂漠化防止のためにも良質苗の能率的な大量増殖が必須であり、本書はこれらの問題解決に役立つであろう。

(総頁 335頁、定価 21,150円、

Kluwers Academic Publishers 刊)

* 東京農業大学、本会顧問

ヨーロッパにおける養液栽培先端技術を語る 「園芸の培地に関するシンポジウム」

— 国際園芸学会の紹介をまじえて —

糠 谷 明*

昨年(1992年)9月5日より11日にかけて、「土壌以外の園芸培地に関するシンポジウム(Symposium on Horticultural Substrates other than soil in Situ)」が、イタリア、フローレンス市のアングロアメリカンホテルで、参加者全員寝食をともにして開かれましたので、紙上を借りまして概略を報告致します。

このシンポジウムは、国際園芸学会の植物培地委員会(Commission Plant Substrates)が主催するもので、今回が3回目の開催となります。前回は1990年にイギリスのガンジー島で行われました。

国際園芸学会について

さて、このシンポの母体となる国際園芸学会(会長、東大・崎山亮三先生)は、4年に一度世界各地で「国際園芸学会議」を開いて、世界の園芸研究者が一堂に集まって討論する場を提供しています。皆さんもお聞き及びのことと思いますが、1年半後の1994年8月には京都国際会議場で「国際園芸学会議」が開かれます。京都での会議では11のシンポジウムが予定され、養液栽培研究会はこのうち「苗生産と養液栽培」に関するシンポジウムのスポンサーとなりますが、その際海外から招待した数名の研究者により、本研究会会員の皆様に、日本語での講演会を予定しています。このことと併せて、イタリアでのシンポジウムの位置づけを理解していただくために、ここで国際園芸学会の組織について簡単に説明します。

国際園芸学会の本部は、オランダのワーゲニンゲンにあり、事務処理はすべてオランダで行っていますが、会長は次期国際園芸学会議の開催国から選出されています。研究活動組織は、5つの部会 Section(果樹、野菜、花卉、葉草・香料、根菜類)と、8つの委員会 Commission(園

芸工学、病害防除、植物培地、施設園芸、普及教育、農業経営・経済、熱帯・亜熱帯園芸、都市園芸)からなり、それぞれの部会、委員会の下にワーキンググループ(小部会、小委員会)がいくつか存在し、きめ細かな活動をしています。

今回の培地に関するシンポジウムは、この植物培地委員会が、傘下の2つのワーキンググループ(園芸培地、分析方法の標準化)の協力で開催したものです。学会の会誌(季刊)を見ると、毎月1つや2つ、多いときにはいくつかのシンポジウムが同時に世界の各地で開催されています。昨年7月に横浜で開かれた「苗生産」シンポジウムも、イタリアでの培地に関するシンポジウムと同レベルのものです。このようなシンポジウムの終了後には、研究発表論文集(Acta Horticulturae)が英文で出版されています。

シンポジウム参加者と内容

本シンポジウムには、世界各地から約80名の研究者が集まりましたが、ほとんどがヨーロッパからの参加者で、それ以外には、オーストラリア、アメリカ合衆国、イスラエル、マレーシア、日本からそれぞれ1～数名の参加者があったに過ぎませんでした。ちなみに日本からの本シンポジウムへの参加は、私が初めてだと言われました。第1回は不明ですが、確かに第2回のシンポには日本からの参加者はいませんでした。

発表の内容は、「培地シンポジウム」と言ってもかなり幅広く、1. 培地の生物的特性(4課題)、2. 栽培技術(8課題)、3. 培地と生育(7課題)、4. 培地の物理化学性(14課題)、5. 培地の分析手法(1課題)の34課題が口頭発表され、その他に13課題がポスターで発表されました。わが国で養液栽培と言えば、面積的には湛液水耕が半分近くを占めますが、ヨーロッパにおいては培地を用いての養液栽培が盛

* 静岡大学農学部

んであるため、国際園芸学会の中ではいわゆる培地を用いない「水耕栽培」を扱う委員会は、現在ありません。そのためこの植物培地委員会が、国際園芸学会の中で「養液栽培」を論ずる唯一の場と云えます。今後、環境汚染に関する規制問題ともからんで、循環式養液栽培に対する関心が高くなると思われます。したがって、湛液水耕をこのような国際的な場で討論するためにも、委員会 (Commission) の組織を湛液水耕が取り扱えるように変えていくよう、日本から働きかける必要があると思いますが、財源、言葉、地理的要素等がからんで大変難しい問題でもあります。

シンポジウムの楽しみ

このような小さい国際会議には、発表を聞くという以外にいくつかの興味深い点 (楽しみ) があります。

まず最初に参加した研究者とゆっくり時間をかけて討論、情報交換できることです。前述しましたように、会場はホテル内で、朝食から夕食までいつも一緒ですし、発表の間には、30分以上のコーヒープレイクがありますので、いつも誰かと話が出来ます。これを機会に来日した

ときに静岡を訪ねてくれる方もいるでしょうし、相手国を訪問するときにはいろいろ相談にのってくれることもあります。

次に、このような国際会議には、近辺の見学旅行が開催されますので、現地の方の案内で園芸産業あるいは観光ができます。不幸にして、イタリアのフローレンス近くには養液栽培はありませんでしたので (この辺から会議と直接関係ない楽しみになりますが)、旅行にはあちこちでスポンサーがついたこともあり、豪華なイタリア料理やワインをイタリアの風景とともに十分に堪能出来ました。



「シンポジウム中の現地視察で苗木生産者を訪問」

施設園芸における養液栽培の位置づけ

田 中 和 夫*

はじめに

施設園芸協会の20周年式典が11月24日に都内の麹町会館において盛大に行われた。この20年間は私の研究歴とも重なり、研究テーマが連作障害、省エネ、養液栽培及びコンピュー制御へと施設栽培の発展と共に移り変わってきた。現在では施設園芸技術を使わない野菜・花の栽培は考えられないし、果樹や茶においても施設園芸技術が積極的に利活用されている。養液栽培も全国で500ha 近い栽培面積となり、我が国に根深く定着した。一方、生産現場では生産者の

高齢化とともに、農業の就業人口の急激な減少の兆しがみえ始め、最近では野菜の価格不安定だけでなく、真剣に品不足が心配される状況になりつつある。このような現状の中で養液栽培の位置づけをその果たしうる可能性から考えてみたい。

1. 野菜生産者の高齢化の現状

露地野菜と施設園芸の基幹的農業従事者の年齢構成を表1に示した。これをみて明らかのように、共にピークとなる年齢は60～64歳で、55歳以上の農業従事者が露地野菜農家では60.6%、施設園芸農家でも47.4%を占めている。

* 四国農業試験場

表1 野菜及び施設園芸の基幹的農業従事者の年齢構成（1990）

年齢	野菜類の 単一経営農家 %	施設園芸の 単一経営農家 %
16～19歳	0.1	0.1
20～24	1.0	1.5
25～29	2.1	3.5
30～34	3.9	6.0
35～39	6.1	9.5
40～44	6.9	10.2
45～49	7.9	9.6
50～54	11.4	12.2
55～59	15.5	14.6
60～64	18.5	14.8
65～69	13.6	9.5
70～74	7.8	5.0
75歳以上	5.3	3.5
合計(男女)	163,878人	136,522人

(農業センサスから)

サラリーマンでいえば、定年退職後の世代が生産の半分を担っているという非常に脆弱な産業であり、真剣に品不足が心配されていることもよく理解できる。

2. “点” から “面” への展開

これまでの養液栽培の位置づけは普通の栽培法でなく“珍”なるものであり、その生産物は“珍”なるがゆえに高く買い取られるが、結果としてその生産は“点”以上には拡大し得ない体質を色濃くもっていた。それは“面”としての生産の拡大は“珍”としての存在を否定することになるからである。

ところが、1980年以後オランダでロックウール耕が施設園芸の主流にまで成長し、我が国でも1985年以後“珍”なる存在から、NFTやロックウール耕を中心に“常”なる存在に、言い替えば“点”から“面”へと衣替えがおこなわれた。

3. “面” から “質” への展開

養液栽培が“点”から“面”へと展開するにあたって、栽培技術が作物別にマニュアル化され、誰にでも利用できる技術の確立及びその普及・指導がその大きな裏付けとなった。これに対する養液栽培研究会の果たした役割には大きいものがあつたと高く評価されてよい。現在では、広い視野からみたより高度な栽培技術の確

立が押し進められている。それは高品質生産、省力化、省エネにかかわる従来の栽培技術の範囲だけでなく、経営からみた栽培技術の再評価や環境保全を考慮したものなど非常に多様化しているのが特徴である。これは養液栽培に対する期待を示すものであり、土耕栽培で出来ないことが養液栽培でどこまで可能なのかが問われ始めている。土耕栽培と同じことが養液栽培でも出来ることが“面”への展開を可能にしたが、土耕栽培で出来ないことを養液栽培で行うことは“質”への展開を可能にするものである。例えばミツバやバラにおける養液栽培の有利性は“質”への展開に負うところが大きい。

4. 経営形態の展開

我が国の施設園芸の将来を考えた場合3つの経営形態に分けることができる。年間雇用を前提とした大規模経営、後継者も含めた家族労働による中規模経営及び高齢者が営農する小規模経営である。

(1) 雇用を前提とした大規模経営：野菜栽培における大規模経営はミツバ、コネギ、サラダナといった葉菜類を中心とした養液栽培で増加しつつある。これはこれまでの家族労働の枠を超えて多くの雇用労力に依存した大規模経営の出現である。国内で50以上の大規模農家・法人があり、施設実面積が1 ha 以上の大規模経営だけでも約20あり、最も大きいものでは施設敷地面積が約8 ha、施設実面積でも約4 ha の大規模経営である。また、切り花のバラでも施設実面積が約2 ha の農家も出現している。葉菜類の経営的な特徴は作業の種類が少なく、単純で難易度が低く、全体の大部分が調整出荷作業であり、しかもその作業が年間を通して平均化していることである。このことは仕事を室内での単純かつ軽作業化し、主婦を中心とした雇用確保を可能にしている。

養液栽培で雇用を前提とした周年栽培が可能な“質”への展開を果たした作物については経営的に非常に有利となり、土耕栽培を駆逐する勢いで増えていくことが予想される。また、同じ養液栽培農家でも大規模化の中で一部の中小規模農家は残念ながら淘汰されるで

あろう。

- (2) 家族労働を中心とした中規模経営：果菜類の生産においては葉菜類のような大規模化は難しい。その原因は作業の難易度が高く、作業の大部分が熟練を要する栽培管理に費やされ、しかも年間の作業が平均化していないため、雇用確保が難しいためである。大規模化に向けた雇用確保を可能にするための努力が重要であるが、当面は作業に熟練した家族労働が主体の経営と考えられる。また、若い後継者が生き残っていくには、これまでの2倍以上の施設面積の拡大を要求され、経営者としてその戦略を考える必要がある。養液栽培を導入することによって、果菜類においても雇用を主体とした大規模経営がいくつか出現している。その成否に注目する必要があるし、そこに多くの学ぶべきことがあると考えられ

る。養液栽培を利用することによって、作業の平均化及び単純化への努力を行い、果菜類といえども経営規模拡大のノウハウの蓄積が最も重要である。

- (3) 高齢者による小規模経営：施設園芸といえども生産者の主体は55歳以上であり、今後はさらに生産者の年齢が上昇する方向にある。このままでは野菜の品不足が心配される状況にあり、生産者が高齢化しても野菜の生産を続けられるようなシステムが社会的にも要求されている。高齢者による小規模経営にとって最も重要なことは軽作業化である。高齢者はむしろ熟練した技術の持ち主であり、軽作業が可能となれば高品質生産や少量多品目生産の重要な部分を担うことができる。ある意味では、養液栽培はこの分野で最も期待されていると考えることができる。



海外文献の紹介

夜間の低濃度培養液処理がレタスの葉内カルシウム濃度及びチップバーンの発生に及ぼす影響

G. C. Cresswell (1991) J. Plant Nutrition 14 : 913-924.

夜間に培養濃度を下げることによって、イチゴの溢泌液量及び葉内カルシウム濃度が増加し、チップバーンが減少することが知られている。本研究では、夜間に低濃度培養液を与えることがレタスのチップバーンの発生、葉内カルシウムの濃度、及び収量に及ぼす影響について調査した。

材料及び方法：バターヘッドレタス（品種“Gloria”）を NFT 方式により水耕栽培した。長さ1.5mのチャンネルを用い、1チャンネル当り8個体の植物体を植え付け、毎分8リットルの培養液を絶えず循環させた。全ての処理区は昼間、実際のレタス生産で用いられている培養液（ $\text{NO}_3\text{-N}$: 150ppm, $\text{NH}_4\text{-N}$: 40ppm, $\text{PO}_4\text{-P}$: 40ppm, K : 260ppm, Ca : 140ppm, Mg : 45ppm, S : 46ppm）を与えた。処理区は次の通りである。

対照区：夜間、 $\text{EC}2\text{ds/m}$ の培養液を与える。水処理区：夜間、水道水（ $\text{EC}0.19\text{ds/m}$ ）を与える。100-Ca区：夜間、100ppmの $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 溶液を与える。200-Ca区：夜間、200ppmの $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 溶液を与える。

処理は植物が健全な根を発根し、十分に生長した後に開始し、2週間の間行なった。夜間は17：30から翌朝7：30までとした。対照区及び昼間、循環させる培養液は毎朝、 $\text{EC}2\text{ds/m}$ 、 $\text{pH}6.2$ に調整した。

収穫時に、各栽培ユニットから3個体の植物体を採取し、地上部及び根の新鮮重を測定した。葉身の面積が4 cm^2 未満の若い葉、および成熟したばかりの

葉を採取し、葉内カルシウム濃度を測定した。

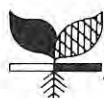
収穫時にチップバーン障害（水浸症状、紫色の斑点、カップ状の葉）が現れている植物体の個体数を調査した。

結果及び考察：収穫時期になって、明らかに3段階の異なる症状が認められるようになった。もっとも若い葉で水浸状症状が現れたが、この症状の発生率は処理区によって差はなかった。水浸状になった部位に紫色の斑点が現れるものが認められ、対照区では75%の植物体がこの症状を示した。水道水区は10%、100mgカルシウム処理区では25%と発生率が低かった。葉緑が枯死し十分に伸長することができないために生じる、葉のカップ状態は対照区の植物体で最も発生が多く、他のいずれの区においても著しく減少した。収穫時におけるレタスの新鮮重は処理区の間で差はなかった。

若い葉では、対照区と水道水区の間で葉内カルシウム濃度に差は認められなかった。2つのカルシウム処理区の葉内カルシウム濃度は対照区と比較して高かった。成熟したばかりの葉では、葉内カルシウム濃度は、水道水区やカルシウム処理区で高かった。しかし処理区間で有意な差は認められなかった。

以上の結果から、夜間に水道水もしくは硝酸カルシウム溶液を与える培養液管理によって、収穫時におけるレタスの新鮮重を減少させることなく、チップバーンの発生を減少させる効果があることがわかった。水耕栽培によるレタスの経営栽培において、この培養液管理はチップバーンの被害を軽減させる有効かつ実用可能な方法である。

（京都府大農学部 蔬菜園芸学講座 丸谷 成）



事例紹介

マルハナバチによる 施設栽培トマトの省力化



菅 原 真 治*

はじめに

ヨーロッパでは1990年ごろから、マルハナバチによるトマトの受粉作業の省力化が普及しはじめた。この情報はその年の9月にオランダ等を訪れた、本会のツアーの目に止まり我が国にもたらされた。これを聞いた筆者を始めとする、トマトの栽培に携わる技術者は我が国のトマト栽培に取っても省力化技術として重要であると感じ、試験輸入を東海物産KKに働きかけ、1991年12月4日に初めてのハチが愛知県を始めとする、我が国のトマトハウス、温室に放たれた。以後各地のトマトに導入されたが、期待どうりの成果を上げたところと、不満足に終わったところがあった。それらの結果をふまえて今回はマルハナバチの利用について、解説してみる。

マルハナバチによる受粉

トマトは元来風媒性であり、訪花する昆虫はいない。そこで受粉をうまくさせるには花を軽く振動させて柱頭に十分な量の花粉を着けてやると、受精をおこない、果実が肥大し果実の中には多くの種子ができる。ヨーロッパでは温室で栽培されるトマトは花粉捻性が低下しない温度管理で栽培され、振動受粉により受粉を促進し果実の着果肥大の促進がはかられてきた。この振動受粉に変わる技術として、マルハナバチによる受粉技術が開発された。

マルハナバチはヨーロッパに分布する *Bombus terrestris* という種類の蜂で、女王を持ち社会生活をする。この蜂は花粉と蜜を集めて生活をする。蜜のないトマトやナスにも訪花して花

粉を集める。トマトで花粉を集めるときは葯に足でとまり、前身をブルブル振動させ、花粉を落下させて集める。トマトはこの時振動受粉されたのと同様花粉が柱頭に付いて、受粉が完了する。10aの温室やハウスには普通のトマトでは1群(1箱)、ミニトマトでは2群(2箱)程度のハチにより受粉が可能である。1群のなかには最大500頭の働き蜂がおり、40~50日で個体数は順次減少する。そのため、40~50日ごとに新しい群を補給していく必要がある。またトマトでは花に蜜がないためエネルギー源として砂糖水を供給してやる必要がある。

マルハナバチ導入の効果

- 1) ホルモン処理労力の省力化：我が国のトマト栽培ではヨーロッパと異なり、トマトの果実の着果安定と肥大促進にはホルモン剤の使用がすべての営利栽培でなされている。施設栽培トマトの全労働時間に占めるホルモン処理の時間は、作型や栽培の方法でやや異なるが、5~12%である。さらに近年栽培が増加したミニトマトでは花房が大きく、花数が多いため、1花房に数回のホルモン処理をおこなうため、ホルモン処理作業は収穫、出荷を除くと、栽培管理作業の中では整枝・誘引に次ぐ作業である。さらにホルモン処理は日中施設の中で栽培期間を通して行う作業であり、ホルモン液を持って、1回の処理で施設全部を回る必要があり、ミニトマトでは1株の上から下までの各花房に処理をする必要があり、労働強度としてもきつい作業である。マルハナバチの導入でこのような作業がなく

* 愛知農総試園芸研究所

なるのであり、省力効果は大きい。

- 2) 果実品質の向上：マルハナバチにより受精したトマトの果実はホルモン処理果と異なる点は、種子が多いことである。ホルモン処理ではつぼみの時期に処理されたり、低温期の花粉捻性の低い時期に処理された果実はほとんどが無種子果となる。そのため果実は肥大するが、内容物の充実が追いつかず、空胴果になりやすい。振動処理とホルモン処理により着果させたトマト果実の着果率と収量および空胴果の発生程度についての成績によると、ホルモン処理ではどの品種も種子数が極端に少なくなり、収量は多くなったが、振動区や無処理区に比べると空胴果の比率が高くなっている。振動区では種子数が無処理区に比べても多く、収量はホルモン処理区に比べるとやや少ない程度である。「桃太郎」では振動区でホルモン処理区より多くなっている。

マルハナバチにより受精したトマトの果実も振動受粉と同様な傾向になるものと思われ、空洞果の発生が少ない内容の詰まった形状の良い果実の生産ができるものと思われる(表1)。

果実の内容成分の差異については、受粉により着果した有種子果は、ホルモン処理による無種子果に比べ果皮部では Brix が高まり糖含量が増加し、酸やビタミン C も増加し、胎座部（ゼリー）では酸の含量が増加することが知られている。特に胎座部の酸の増加は著しく、食べてみても明らかに酸っぱく感じられる。マルハナバチを導入した農家でも、食味の変化を実感している（表 2）。

- 3) ホルモン¹⁾の過剰害の回避：着果促進と果実肥大を目的に処理されたホルモン剤も莖葉に噴霧されると、ホルモン剤の過剰害により葉の反転、形態変異を起こし、著しい場合には

表1 トマト3品種の花房振動およびホルモン処理と着果率、収量 (野呂 1992)

品 種	処 理 区	着果率	種子含有指數	収穫果数	収 量	平 均 1 果重	空 胴 果 発生指數
		%		果	g	g	
おおみや 163	振 動 区	76.0	75.3	14.0	1823	130.2	29.9
	ホルモン区	62.4	4.2	11.6	1936	166.9	71.2
	無 処 理 区	30.4	47.9	6.3	787	124.9	65.2
瑞 栄	振 動 区	83.3	90.1	15.3	1881	122.9	8.2
	ホルモン区	63.3	10.7	12.7	1818	143.1	48.4
	無 処 理 区	47.4	65.0	9.8	1198	122.2	32.4
桃 太 郎	振 動 区	74.2	53.1	14.0	2079	148.5	45.8
	ホルモン区	43.4	4.0	7.6	1530	201.3	64.0
	無 処 理 区	22.0	37.5	2.4	321	133.8	52.1

1991年 早熟栽培, 1株当り第2~5花房の合計.

表2 着果ホルモン剤処理果と受粉果との品質差異 (兵庫農試 森)

着 果	果 皮 部									胎 座 部							
	乾物率		還元糖		滴定酸		全酸		ビタミンC (mg)			還元糖		滴定酸		全酸	
	%	Brix	%	pH	%	%	TVC	RVC	OVC	Brix	%	pH	%	%			
受 粉 ホルモン処理	5.65	5.23	3.35	4.49	0.36	0.65	22.0	20.6	1.4	4.78	2.30	4.51	0.45	0.82			
	5.50	5.10	3.25	4.73	0.22	0.52	20.8	19.6	1.2	4.83	2.78	5.18	0.21	0.53			

減収の原因にもなる。また花房に処理されたホルモン剤は少量ではあるが、茎葉を移動し、他の部位の生育にも影響する。特に処理回数の多い、ミニトマトでは草勢の低下が認められる場合があり、ホルモン剤を使用しないで、安定した着果が確保できるマルハナバチによる受粉はこの面からも効果が期待できる。

トマトの受粉、着果の適温

マルハナバチによる受粉は先にも述べたように、トマトの花粉が柱頭に付いて受精が完全に行われて、子房の中に種子ができ、果実が肥大しなければ、ホルモン処理に変わる技術にはならない。ところが我が国のトマト栽培は、ホルモン処理による着果を前提に低温管理がなされており、冬期に開花する作型では通常は花粉に捻性が無い場合が多い。トマトは気温が15℃を割るぐらいから、開花開葯に影響がではじめ、10℃を割るぐらいから花粉の捻性が低下し、5℃を割るとまったく花粉捻性がなくなることが知られている。そのためマルハナバチによる受粉を行うには、開花開葯、花粉の捻性が正常に保てる、温度管理を行う必要がある。またトマトは気温が35℃を越えると高温のため花粉の捻性が低下してくる。しかしこのような高温ではマルハナバチの活動も低下してくるため、受粉に利用することができない。このようなことから考えると、平坦部の施設では梅雨あけから、9月中旬まではマルハナバチによる受粉は行えない。

マルハナバチの農薬に対する感受性

マルハナバチを施設に導入して最も注意が必要なのが農薬の使用である。マルハナバチはミツバチに比べると大きく、農薬に対しても強いと考えられている。しかし1群の頭数は最大でも500頭前後であり、ミツバチに比べると少ない。そのため少数の個体の消失でも群の活動能力の低下は急速におこり、健全な状態で管理することは、マルハナバチ導入の良否を決定する。ヨーロッパでは、岩崎氏が指摘しているように、天敵を利用した害虫の防除が進んでおり、そのなかでマルハナバチ利用の技術が開発された経緯がある。マルハナバチの導入施設では農薬の使用をなるべく少なくするとともに、供給会社

が順次示す農薬の使用基準にしたがって、農薬を使用する必要がある。



写真1 ミニトマトの花に飛来したマルハナバチ

おわりに

紙面の関係からやや舌足らずになったが、この技術に興味を持たれたかたは、文末に示した各文献を読んでいただければ更に理解が進むものと思います。

文 献

- 1) 岩崎正男 1991 ヨーロッパと日本の10年施設園芸 33 (11), 1-2.
- 2) 岩崎正男 1992 マルマナバチの利用 話題をひろう 施設と園芸 78 : 53-57.
- 3) 宮川 喬 1992 交配用マルハナバチについて、ハイドロポニックス 6 (1) : 20-23.
- 4) 菅原真治 1992 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 34 (6) : 54-57.
- 5) 中島雅弥 1992 ミニトマト、丸玉トマトのマルハナバチ受粉の実用例と今後、施設園芸 34 (9) : 55-58.
- 6) 小出哲哉 1992 トマト、ミニトマトの省力マルハナバチの農家での取扱要点、施設園芸 34 (10) : 42-45.
- 7) 池田二三高 1991 昆虫を利用した省力交配の現状と今後の問題点 施設園芸 33 (11) : 16-18.
- 8) 池田二三高・忠内雄次 1992 わが国へのツチマルハナバチの導入経緯と果菜類のポリネーターとしての実用性 農業および園芸.

大規模養液栽培農家の紹介

21世紀の野菜工場をめざす

(株)日本グリーンシステム



村瀬圭一*

1. はじめに

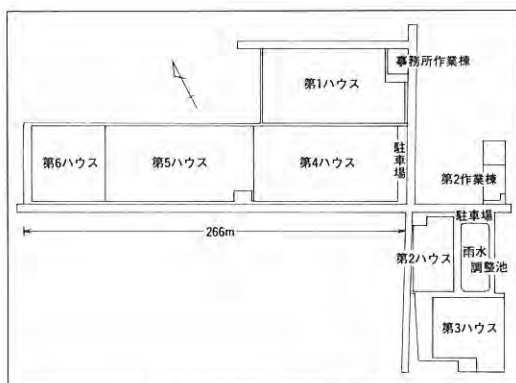
(株)日本グリーンシステムは、東名阪自動車道の鈴鹿インターから北西へ約1.5kmの所にあります。経営者の上田耕三氏は、名古屋市中川区で永年にわたりミツバ、ネギ、カイワレダイコンの水耕栽培をしてこられた方です。しかしながら、小規模な温室を多数管理する状況から生産効率の悪さを実感し、また、周辺の宅地化により、その土地でのこれ以上の規模拡大が不可能な情勢であったため、それまでの施設を集約する形で三重県の鈴鹿市に新しい土地を求めました。1989年5月の第1ハウスの建設に始まり、現在、第5ハウスまでの19100m²(栽培面積)が完成し、なお第6ハウス、第2作業棟等の増設計画があります。自宅からは片道45分の通勤農業です。

表1 事業計画の概要

〔事業計画区域の総面積 2.9ヘクタール(8,800坪)〕		
●第1ハウス	敷地面積	5,790m ² (約1,752坪)
〃	栽培面積	4,915m ² (約1,487坪)
●第2・3ハウス	敷地面積	5,867m ² (約1,774坪)
〃	栽培面積	3,734m ² (約1,130坪)
●第4・5ハウス	敷地面積	11,264m ² (約3,407坪)
〃	栽培面積	10,455m ² (約3,162坪)
●第6ハウス	敷地面積	3,080m ² (約932坪)
〃	栽培面積	2,600m ² (約787坪)
●付帯設備・研究実験棟	330m ² ・事務所作業棟	365m ²
	・雨水調整池	991m ² ・駐車場
		355m ²
		・第2作業所
		330m ²

2. 施設概要

施設の概要を図1に示します。各温室には中央に軽自動車が行ける程の舗装通路を配置し、



温室	6.4m 間口グッチライト型ガラス温室 二軸二層カーテン装置	
水耕設備	第1ハウス	M式『しき』プラント(NFT式)移動ベンチ
	第2・第3ハウス	M式『えむ』プラント(湛液式)固定ベンチ
	第4・第5ハウス	M式『えむ』プラント(湛液式)移動ベンチ
養液冷暖設備	第1ハウス	空冷冷暖ヒートポンプチラー40HP×1
	第2・第3ハウス	冷専チラー25HP×1 ボイラー3200kcal/h×2
	第4・第5ハウス	空冷冷暖ヒートポンプチラー40HP×2
暖房設備	LPG 温風暖房機150000kcal/h×6 100000kcal/h×2, 50000kcal/h×2	
CO ₂ 施肥設備	LPG 温風暖房機燃焼ガス利用	
その他設備	育苗機×13 播種機×1 ウレタン浸水機×1 パネル洗浄機×2 動噴×3 自動下葉取機×3 野菜包装機×1 冷蔵庫(10坪・5坪)各1	
受電設備	高圧電力169kw	

* (株)M式水耕研究所

図1 施設の概要

苗の搬入や収穫について作業の効率化を図っています。第4・第5ハウスは、水耕装置とともに温室の環境を制御できる『生育コントローラ』で、生育の総合的な管理を行っています。また、この制御装置は専用ケーブルで約200m離れた管理事務所のパソコンと接続され、常時温室内外の環境や水耕装置の状況監視、データの計測収集をしています。

主な生産物であるミツバの出荷調整、包装作業には、『自動下葉取機』『野菜包装機』を導入し、パート労働者の不足を補っています。現在のパート労働者は35人です。

3. 栽培方法

現在の栽培品目は、ミツバ、ホホワイトセルリ、ハウレンソウで、作付割合は各々7：2：1です。この他にネギ、サラダナ、レタス、シュンギク、ラディッシュも将来の商品化に向けて試験的に栽培を行っています。

ミツバ、ホホワイトセルリは、水溶性の紙に特殊粘着剤を配置した『播種用粘着シート』を使用し、1株当りの種子量を調節することで、収穫物の品質を揃えています。種子の消費量や出荷調整の時間も節約出来ます。ハウレンソウはこの農場では比較的新しい作物ですが、管理が難しいと言われる夏期も、今年については生育、出荷後の市場での状況も良好でした。

新しい土地は、栽培に適した環境と良質な水が豊富にある所を求めたということで、培養液に利用する井戸水の水質はきわめて良好で、pHの補正をほとんど行わなくても栽培が可能です。また、標高も80mと名古屋市の近郊では比較的冷涼であるため、この点も栽培の安定につながっていると思われます。

生産に関わる作業については、栽培管理から機械のメンテナンスまで、ほとんどの部分をパート労働者によって行っています。

4. 販売方法

収穫物を包装するフィルムやダンボール箱には、オリジナルキャラクターや会社名を印刷して、『商品』としての差別化を図っています。現在は、中京地区と京阪神地区に7：3の割合で

出荷し、全体量の3割は契約出荷をしています。

ホホワイトセルリは、黄緑の葉と純白の軸のコントラストが非常に美しい野菜です。(株)日本グリーンシステムでは、この新しい野菜をオリジナルの『商品』として、全国の生産者仲間とともに栽培研究会を結成し、市場への展開を進めています。また、最近の消費者のニーズに答えるべく、3品目程度をセットにし、ドレッシングを付けて販売する『野菜セット』についても検討をしています。

5. 今後の課題

第1ハウスでの生産が始まってから約3年が経過しましたが、まだこの農場の生産能力が十分発揮出来ている状況ではありません。これは、

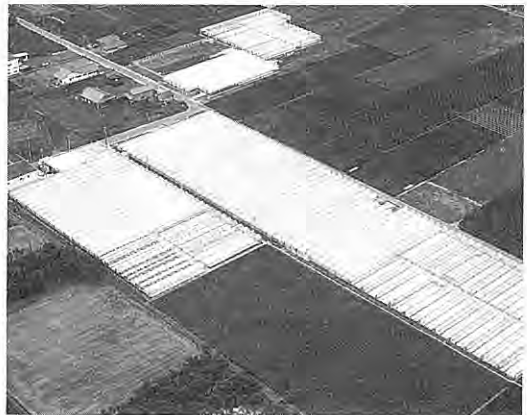


図2 施設全景

パート労働者が十分集まらないことや、大規模農場が故の生産調整の難しさなどがあるようです。これについては、パート労働者の中に責任者を置き、生産技術向上のために市場や他農園の見学、研修をしたり、市場動向を聞きながら毎週出荷計画を立てるなど、安定出荷に向けての努力をしています。今後は、キャンペーン等の消費者や市場の意見を直接聞く積極的な活動を、新商品の開発に結びつけるとともに、なお一層の生産の機械化、システム化を進め『機動力が発揮できる農業』をめざすとのことです。



研究の紹介

温室メロンに対する補光の効果



佐藤 展之*

1. はじめに

農作物を栽培して、一番気になるのが天候である。今まで順調に生育していた作物が、天候が悪くなると、とたんに具合が悪くなってしまふことは良く起こる。

温室メロンでも、同様に天候不順には弱い。温度の調節は暖房機により可能であるが、光の不足の調節は、今までは一般的ではなく困難であった。

トマトやキュウリなどの作物で、電照補光の試験は行われているが、結論としては、「経済性の問題があり実用化は困難である。」と言うものが多い。

しかし、現在では気象環境は違うもののヨーロッパのレタスなどの葉菜類の栽培では、補光はすでに実用レベルの技術であり、オランダの電気メーカーでは、植物補光用の高圧ナトリウムランプも市販している。

今までに経済性の問題から困難と言われていた補光も、豊かになった日本で導入も可能になったのではないだろうかと思ったのが、この試験に取り組むきっかけであった。

そこで、販売価格への付加価値増加が得られやすいと思われる温室メロンを用いて、補光の効果があるのかどうかを平成元年度から3年間、中部電力株式会社電気利用技術研究所と共

同研究を行った。

2. 悪天候がメロンに及ぼす影響

神谷圓氏は「新版 温室メロンの栽培と経営」の中で、「寡日照期に天候不良が連続すると落花は多くなり、果実の肥大やネットの発生は停止して糖度も乗らない。」と述べている。

メロン栽培の経験からも、悪天候は落果¹⁾と果実肥大の遅延に大きな影響を及ぼすと思われる。そこで、補光が温室メロンの落果と果実肥大に及ぼす影響について調査した。

3. 補光ランプ

メロンへの補光ランプは、高圧ナトリウムランプとメタルハライドランプの混合光を用いた。両者ともH I Dランプといい、電気を光に変換する効率がたいへん良いランプである。

高圧ナトリウムランプは、特に効率が高く、道路の街灯などに使われる黄色いランプである。

メタルハライドランプはナイター照明などに用いられており、光質が太陽光に近いランプも発売されている。

ランプの明るさは、2段階設定した。1つは低照度で栽培ベッド上0～1mの平均光量が約3000lx、もう1つの高照度は約6000lxであった。低照度と高照度は、ランプのワット数で調整し、ランプの個数は同じに設定した。

これらのランプを、一般的な約150m²のメロン温室でみると、温室の中に120個のH I Dランプが設置してある状態である。

ランプは栽培ベッドの南側上部に設置し、メ

* 静岡県農業試験場園芸部

1) ここで言う落果は、メロンの両性花の子房の部分が、開花前に黄色くなって枯死してしまうことを指す。栽培者の中では、「花落ち」と呼ぶこともある。

ロンの植物体を斜め上から照射した。

4. 補光ランプの制御

今回行った試験の補光ランプの制御は、戸外の光量を測定し、一定以下の光量になったら点灯する方式を用いた。

点灯を開始する光量は、 $500\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ (約30000lx)とした。メロンの光合成の光飽和点は、約50000lxと報告されている。理論的には、メロンの葉の付近の光量が50000lx以下ならば、補光の効果が得られる。

5. 光量と落果

光が少なくなると落果が起きるかどうかを確かめるために、花芽がある程度大きくなった段階で、遮光ネットで2から3日メロンの株全体を遮光をし、落下した雌花を調査した。

その結果、図1のように光が少なくなればなるほど落果率が高くなる傾向がみられた。

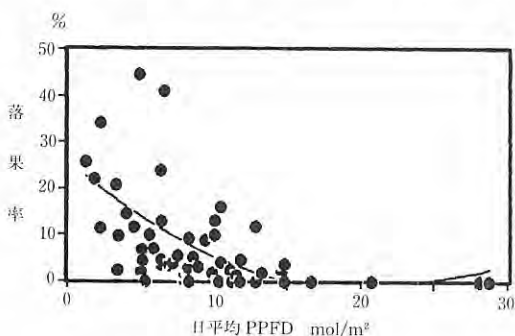


図1 遮光中日平均PPFD*と落果

遮光と同時に、補光を行った場合は落果率が低下し防止効果がみられた。

これらの結果は、花芽が分化した後に起こる落果は、光量不足により子房が生育できないで起こるものと思われた。

6. 光量と果実肥大

光量が果実肥大に及ぼす影響を調査した結果、メロンが交配から収穫までに受光した量と収穫時の果実重は図2のように正の相関関係がみられた。

図2は、最も光量が少ない冬期(12月定植で3月収穫)に栽培したメロンの結果である。

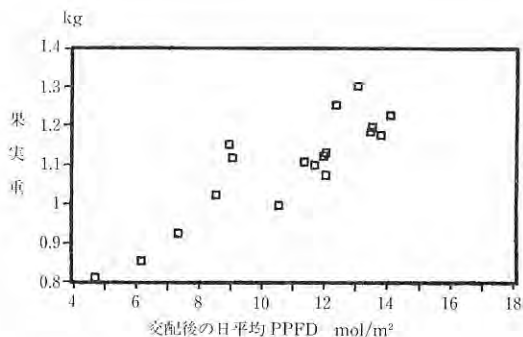


図2 交配～収穫までの日平均PPFDと収穫時の果実重

7. 補光の経済性

落果の防止や悪天候での果実肥大遅延防止に、補光は効果がみられた。

経済性を見るために、簡単な試算を行った。試算に当たっては、温室はスリークォーター型温室で面積は120m²、年間作付け回数は4回、補光時間は1作当たり222時間と設定した。

試算によると、1個当たり104円の収入増加となった。しかし、この設定は実際に栽培を行ったわけではなく、あくまでも試算である。

実際の栽培に導入するには、温室内での設置方法や移動方法など、まだ解決すべき問題点も多い。

今後補光ランプや電気利用体系の検討を重ね、経済性を更に追求すれば、植物工場的なメロン栽培も可能であろう。



* PPFD: 光合成の光量子束密度

続有機栽培論

植物による有機物の吸収機構



森 敏*
西澤 直子*

植物が無機イオンばかりでなく、アミノ酸、有機酸、糖を吸収同化して生育することは、Murashige-Skoog 培地をはじめとする様々な植物の組織培養法の基本培地組成の発明によって実験的に明らかである。それにもかかわらず、植物の役割は無機物から有機物を作るという独立栄養能（オートトロフ）にあるのであるから、植物の従属栄養能（ヘテロトロフ）の研究は意味が無いという声が、いまもって存在する。本小論がそのような偏見を無くすことに役立てれば幸いである。

I. 高等植物による低分子吸収

I-1. アミノ酸の吸収：各種のアミノ酸類を唯一の窒素源として植物を育てた場合、塩基性アミノ酸である、グルタミン、アスパラギン、アルギニン、シトルリン、オルニチン、などは、対照区のアンモニアや硝酸よりも良い生育を示す場合がある(1,2)。とりわけ、低温や寡照などの光合成にとって不利な条件下では、糖やATPの生産が低下しているために、根による無機態の吸収および同化に必要なエネルギーが不足する。このような場合には根に吸収された後、直ちにアミノ基転移反応によって、アラニンやグルタミン酸などの生体内でブールサイズの大きい窒素代謝の中心的なアミノ酸類に窒素が還流するアミノ酸の類は、無機態窒素区に比べて良好な生育を示す(3)。

長年の間、アミノ酸のトランスポーター蛋白が植物の細胞膜に存在していることが、様々な状況証拠によって確実視されていたが(4,5)、1992年、Frommer らによって巧妙な方法でプロリンのトランスポーター遺伝子(cDNA)が植物で初めてクローニングされた。彼らは酵母の

プロリン栄養欠損株にアラビドプシス（シロイヌナズナ）のメッセンジャーRNAから作成した全cDNAを遺伝子導入し、導入された酵母のうちプロリンのみを唯一の窒素源とする培地で生育する酵母を選抜した。この酵母はアラビドプシスのプロリンのトランスポーターを生産し、それを酵母自らの細胞膜に組み込んで、実際に培地中のプロリンを吸収同化したために増殖したわけである。このトランスポーター蛋白はグルタミンやグルタミン酸も輸送することが確認された(6)。いくつかのアミノ酸が一つのトランスポーターによって担われている可能性が以前から生理学的な実験によって指摘されていたが、そのことを実際に証明したのもこれが初めてである。

I-2. 糖の吸収：光合成産物であるしよ糖が根に移行して細胞のエネルギー源となるためにはしよ糖は葉肉細胞のクロロプラスト膜を經由して細胞質へ、細胞から細胞膜を經由して篩管へ、篩管の長距離輸送の後、根の他の細胞へと次々と細胞膜を透過しなければならない。このしよ糖のトランスポーターの遺伝子がテンサイ、ホウレンソウ、ポテト、アラビドプシスからクローニングされた。この遺伝子はアラビドプシスだけでも15種類あると報告されている(5)。しかしこの遺伝子産物であるタンパク質が細胞膜に局在しているかどうかは未だ不明である。アラビドプシスのブドウ糖トランスポーターの核遺伝子も単離されている(7)。糖のみを唯一の炭素源として、すなわち植物の培養細胞を育てる場合のように、従属栄養源のみで植物を育てた場合には、根におけるこれらの遺伝子の発現が強化されるものと思われるが、そういう観点からの実験はまだ行われていない。動

* 東京大学農学部

物ではグルコーストランスポーターの構造と機能について現在非常に精力的に研究されている(8)。

I-3. 「鉄・ムギネ酸」の吸収：植物が土壤中の不溶態の鉄を獲得する機構については長年論争が続いていたが、近年一応の決着をみた(図1-a, -b)。高城によるムギネ酸の発見により(9)、イネ科植物の鉄獲得機構は、根の細胞膜

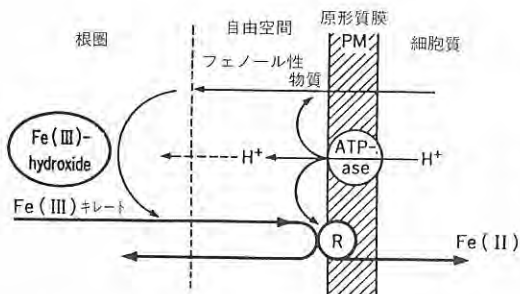


図1-a Strategy I, 双子葉植物の場合鉄欠乏によって, APA aseの働きでプロトンが根圏に放出され, pHを低下することによって, 不溶態のFeを可溶化する。フェノール性有機酸などを放出して, そのキレート力で不溶態のFeを可溶化する。Fe(III)は根細胞膜に存在する還元酵素によってFe(II)に還元され, このFe(II)がイオンとして吸収される。

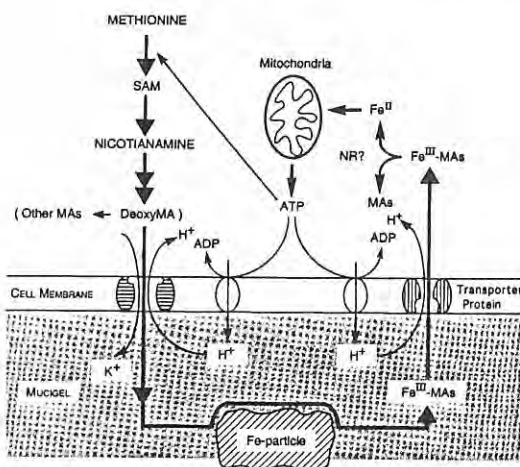


図1-b Strategy II, イネ科植物の場合鉄欠乏によってメチオニンから誘導的に合成されたムギネ酸類(MAs)は, Hの出直後に根圏に放出され, 不溶態の鉄からFe(III)イオンを奪い, Fe(III)-MAsとなりFeを可溶化する。このFe(III)-MAsは根の細胞膜に存在するトランスポーターから, そのままの型で吸収される。

に存在する, 「鉄・ムギネ酸」トランスポーターを介した鉄錯体のままでの吸収によることが明らかにされた(10, 11)。すなわちイネ科植物はムギネ酸という有機物を根圏に分泌して, 不溶態の無機鉄を一旦有機鉄としてキレート化して吸収しなければ生存し得ないことが明らかになった。この事実は植物の無機栄養説である「植物は無機物をイオンの状態で吸収して生育する」という俗説を根底から覆すものである。この鉄獲得機構をStrategy-IIという。これに対して, 従来から言われていた根の細胞膜に存在する三価鉄還元酵素によってFe(III)をFe(II)に還元して二価鉄イオンとして獲得する双子葉植物のメカニズムをStrategy-Iという。但し, Strategy-IIのトランスポーター蛋白やStrategy-Iの還元酵素はまだ単離されていない(12)。

II. 高等植物による高分子吸収

筆者らは, 水稻をヘモグロビンやペプトンなどを窒素源として収穫期まで水耕栽培した(表1)。また, 裸麦を卵白アルブミンで水耕栽培した(表2)。いずれの場合も高分子のみを唯一の窒素源とした区は無機窒素区と同等かそれ以上の旺盛な生育を示した。またRNAを唯一の窒素源として大麦を土耕栽培するとどんな窒素源よりも最高の収量を示したが(13), 水耕栽培し

表1 水稻の収量構成要素
(1975, 2連平均, 1/2000アールポット)

窒素源	種子重	種子数	一穂重	一穂粒数	千粒重	穂数
NH ₄	64.0	3415	1.0	52	18.7	66
NO ₃	63.8	3602	1.2	70	17.7	52
NH ₄ + ヘモグロビン	76.0	4783	1.1	71	15.9	67
NO ₃ + ヘモグロビン	94.7	5413	1.8	98	17.5	56
ヘモグロビン	76.0	3741	1.7	82	20.3	46
ペプトン	90.3	4796	1.4	73	18.8	66

表2 裸麦の水耕栽培収量
(1974-1975, 2連平均, 1/2000アールポット)

窒素源	種子重	乾物根重	乾物茎葉重
NH ₄	3.57	0.39	3.99
NH ₄ +卵白アルブミン (1:1)	20.39	2.22	33.91
卵白アルブミン	72.03	11.10	87.83
NO ₃	31.03	2.47	40.94

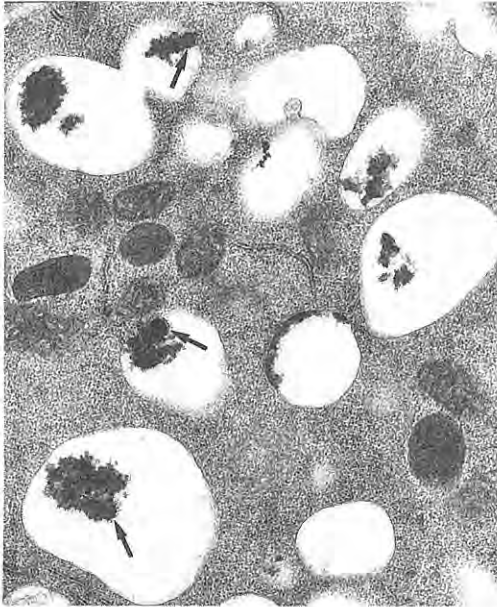


図2 ^3H -ヘモグロビンをヘモグロビンを唯一の窒素として育てた水稻の根から吸収させたときの、表皮細胞中の外生の液胞への放射能の取り込み、矢印の放射能による感光銀粒子の位置と、液胞内蛋白(ヘモグロビン)様物質の位置が一致している。

たときには穂に奇形を観察した。これらの事実から、植物根による高分子の直接吸収のメカニズムを水耕栽培した水稻根を用いて、主として電子顕微鏡観察の手法によって様々な角度から追究した(14)。図2の現象を観察し、図3の模式図を提案した(15)。この細胞膜のくびれみ機構(PL-Invagination)がどのような遺伝子によって支配されているかが明らかになるのも時間の問題と思われる。

文 献

- 1) Mori S, Uchino H, Sago F, Suzuki S and Nishikawa A : Soil Sci. Plant Nutr. **31**, 55-67 (1985).
- 2) 門脇 信, 佐々木瑞雄, 工藤雅志, 大平幸次 : 土肥要旨集 **30**, 80 (1984)
- 3) 森 敏, 農業技術体系2 作物栄養III, 31-43. 農文協
- 4) 田沢 仁 : 化学と生物 **26**, 248-253(1988)
- 5) Bush DR and Langston-Unkefer PJ : Plant Physiol. **88**, 487-490 (1988)
- 6) Chasan R, Schroeder JI : Excitation in

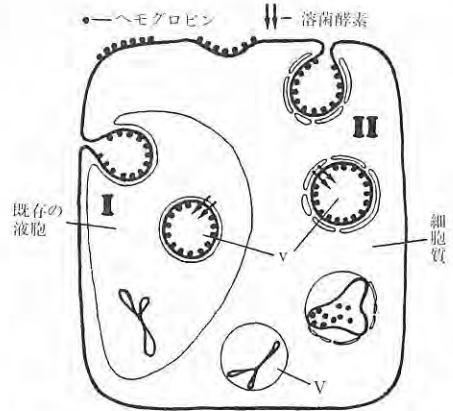


図3 水稻根皮層細胞によるヘモグロビン取込みの模式図

(Nishizawa and Mori 1982)

細胞膜にいったん吸着したヘモグロビンは、PL-陥入により細胞内に取り込まれる。タイプIのheterophagyでは、切り離されたendocytotic vacuoleは既存の液胞に取り込まれ、そこから消化酵素の供給を受けて低分子に分解されたのち細胞質に出てゆく。タイプIIのheterophagyでは、endocytotic vacuoleはERや“eye-like structure”を含めたER由来の小胞によって取り囲まれ、消化酵素の供給を受けて消化されてゆき、新しく外生的な液胞(V)が形成される。〔注：endocytotic vacuole：高分子物質粒子をとりこんだ小胞体(v)，ER：小胞体，heterophagy：異物崩壊または分解〕

Plant Membrane Biology. The Plant Cell. **4**, 1180-1188 (1992)

- 7) Sauer N, Friedlander K and Graml-Wicke K : EMBO J., **9**, 3045-3050 (1990)
- 8) 岡 芳知 : イオンチャネルとリセプター, 「実験医学」特集 **10**, No. 6, 163-169(1992)
- 9) Takagi S, Nomoto K and Takemoto T : J. Plant Nut. **7**, 469-477 (1984)
- 10) Römheld V and Marschner H : Plant Physiol, **80**, 175-180 (1986)
- 11) Mori S and Nishizawa N : Plant Cell Physiol. **28**, 1081-1092 (1987)
- 12) 森 敏 : 植物細胞工学 **3**, 285-296 (1991). 秀潤社
- 13) 森 敏 : 土肥誌 **57**, 171-178 (1986)
- 14) 西沢直子, 森 敏 : 土肥誌 **48**, 471-480 (1977)
- 15) 西沢直子, 森 敏 : 化学と生物 **18**, 527-538 (1980)

最近話題の生理障害、 トマト果実の「ゴールドスベック」 発生の現状、発生機構、品質への影響

糠 谷 明*

ゴールドスベックとは？

「ゴールドスベック」とは、トマト果実の近くの周囲や肩の部分の果皮に発生する、小さな黄色（金色）のスポットのことです。

私が、「ゴールドスベック」という名前を耳にし、実際にこの目で確認したのが、1989年にオランダのナールドワイクにある温室作物試験場に研究留学しているときのことでした。最初、オランダの研究者に「日本での発生程度はどの程度か？」と聞かれ、「日本ではそのような症状は見られない。」と答えたところ、「日本に帰ったらトマトをよく見てご覧下さい。必ず出ているから。」と言われました。帰国後注意してみると、なるほどかなりの果実に大なり小なり発生していました。またその後、市場側からゴールドスベック発生果は軟化が早い、糖度ののりが悪いなどの点から歓迎されない旨の見解があると聞きました。「ゴールドスベック」に対する和名は正式には決められていませんが、流通関係者、生産者の間では、「しもふり果」という名前で呼ばれています。

1990年度に、静岡大学農学部で組成の事なる培養液でロックウール栽培したトマト（オランダのドンビート、日本の桃太郎）の品種特性を比較したところ、図1に示すように尻腐れ果が多い場合にはゴールドスベックが少なく、ゴールドスベックが多い場合には尻腐れ果が少ないことが認められました（1991年園芸学会東海支部発表）。また、1991年度に培養濃度を変えてトマト（前述の2品種）をロックウール栽培した場合も、同様にゴールドスベックと尻腐れの発生に負の相関が見られました（図2、1992年度園芸学会春季大会発表）。そこで、ゴールドスベック発生機構の解明を試みようと思い、研究に着手し初めましたが、まだここで記すほどの

まとまったデータがありませんので、今回はゴールドスベックに関する情報を紹介するにとどめます。なお、静岡農試では現地から検討課題として要望があがっているため、静岡大学も一部協力して、現地の実態調査を初めています。

現地の発生状況

ゴールドスベックの発生は、これまで問題にされていなかった、あるいは気づいていなかっただけで、実際には以前から発生していたものと思われます。生産者の方に聞いてみますと、「しもふり」が出るようなトマトはむしろ栽培がうまくいっている証拠とも言われたとのことです。

静岡県〇地区の土耕生産者の温室で1992年11月中旬に調査したところ、ゴールドスベックは程度の大小は別として、61%の果実に発生していました。また、ゴールドスベック発生指数を、 $[\text{発生程度1（わずかに発生）} \times \text{個数} + \text{程度2（中程度の発生）} \times \text{個数} + \text{程度3（激しく発生）} \times \text{個数}] / \text{全調査個数}$ 、で示したところ、0.92となりました。これは程度1の果実が発生の中心であることを示しています。

また、1992年12月下旬にH地区、D地区で5軒の土耕生産者、9つのハウス（ビニルまたはファイロン）で調査したところ、発生率は30～90%、発生指数は0.4～2.0となりました。したがって、発生率、発生程度ともにどの地区、どの生産者というよりも、温室あるいはハウスが異なることにより、大きく変動していることが示されました。これらのハウスは、構造、被覆資材、建物の方位等が異なっていますので、それらがどのように影響するかは、同一ハウス内での場所による差、同一株での果房間での差、収穫時期による差なども含めて、今後の検討課題です。また、前述の調査における品種は、桃太郎、ハウス桃太郎、麗玉でしたが、品種によ

* 静岡大学農学部

る差はみられませんでした。

発生機構

ゴールドスペックは、有機カルシウム塩（おそらくシュウ酸カルシウム）の結晶が果皮に集積することにより発生する現象で、果実内のカルシウム過剰による症状であると考えられています。したがって、図1、2に示されるような尻腐れ果との負の相関は、十分に説明がつきますが、中には肩部にゴールドスペックが、果底部には尻腐れがみられる果実もあり、原因は単なるカルシウムの過不足というだけではないようです。

果実品質への影響

ゴールドスペックが発生した果実は、外観が損なわれると同時に、果実の日持ちが低下します。温室作物試験場（オランダ）では、わずかにゴールドスペックの発生したトマトの日持ちが5.4日であるのに対して、激しく発生した果実の日持ちが3.4日であると報告しています。

前述したようにゴールドスペックの斑点は、シュウ酸カルシウムの結晶によるものですが、これらのうち針状の結晶が果皮の柔組織細胞を破壊し、細胞の中身が混合されて水っぽくなり、その結果、果実の日持ちが悪くなると考えられています。

また、ゴールドスペックが発生した果実の糖度は低いと言われていますが、糖度との因果関係をはっきりさせた試験結果はありませんので、ゴールドスペックが糖度を下げなのか、糖度の低い果実にゴールドスペックが発生するのかも今後の検討事項です。

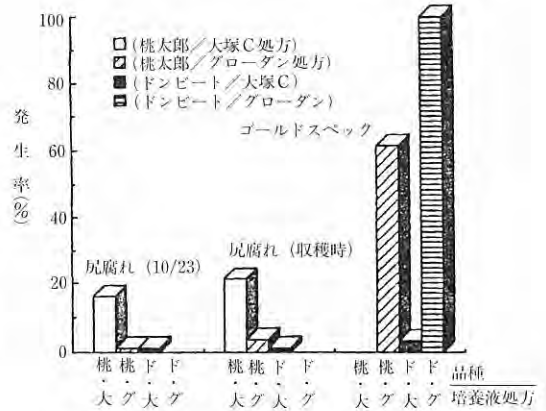


図1 培養液組成と品種の組合せが尻腐れ果とゴールドスペック発生率に及ぼす影響

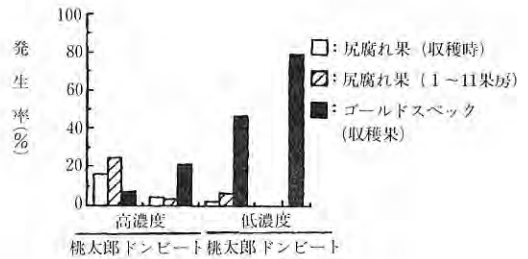


図2 培養液濃度と品種の組合せが尻腐れ果とゴールドスペック発生率に及ぼす影響



新製品の紹介

5液(多液)混合ポンプによる施肥管理装置



小林 秀 俊*

1. まえがき

養液栽培は技術の向上によって、毎年栽培面積も増え、大きな成果を上げてきていることは、非常に喜ばしいことです。特に毎年バラロックウール栽培においては、省力化もプラスされ増加の一途をたどっております。

養液栽培に欠かす事の出来ない養液管理において、第1の必要条件は、適正な要素配合が行われる事です。

これらの目的を達成するために、養液作成が簡単な、2液配合を主にした水耕用複合肥料、また自家配合による原液を2、3液とし、2、3台のポンプで原水との自動混合を行う、濃度調整による栽培が多く行われております。

規模拡大が行われている今日においては、固定配合された複合肥料を用いての栽培は、養液作成においては、簡単で容易である反面、原水に含まれている要素にも一定の基準が必要であり、作物の選択も、肥料に合った限定されたものになり、肥料代も自家配合に比べて割高にもなります。

2液、3液の自家配合の、原液作成においては、異なった要素化学肥料を複合混合するために、化学変化による原液槽、混合ポンプ内に沈澱が起きて、混合トラブルが生じる事も多く、また配合作業も容易ではありません。

これらの欠点を補う方法としては、単肥コントロール配合する事によって、栽培する植物に合った養液を、自由につくれる事が最も理想的

であります。

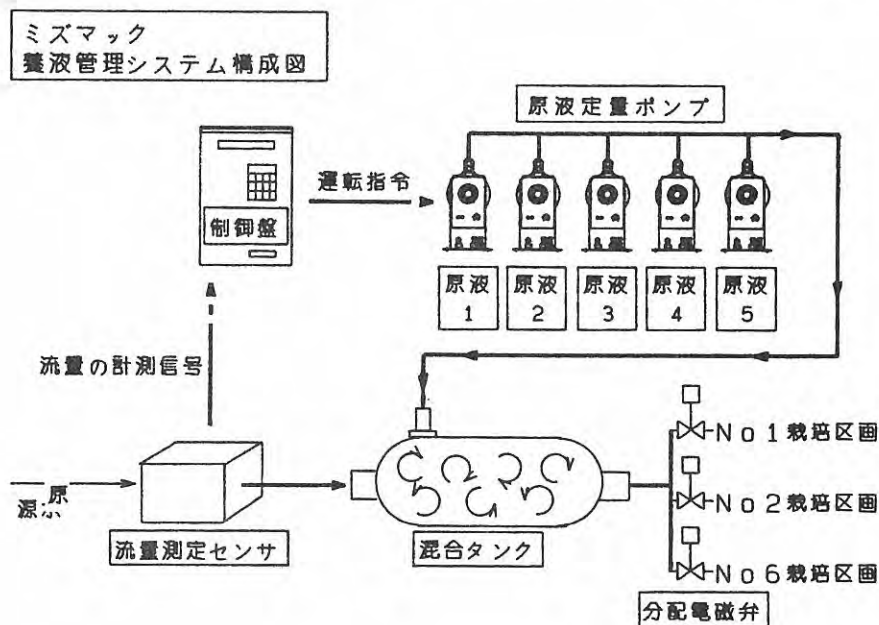
これらの事を考慮し、基礎的な肥料知識で、運転できる装置を目標として、主に使用される園試処方を基に、4種の化学肥料(硝酸カリ、硝酸石灰(+キレート鉄)、燐安、硫酸苦土)を4液の原液として、さらに微量元素を1原液とした5液混合を基準にした、多液混合施肥管理を、コンピューター処理と組み合わせる事で、施肥処方に合った配合が容易にできる、ミズマック養液管理装置を完成する事ができました。

ミズマック5液養液作成システム図、およびバラロックウール栽培用6液養液管理装置は図1に示すとおりである。

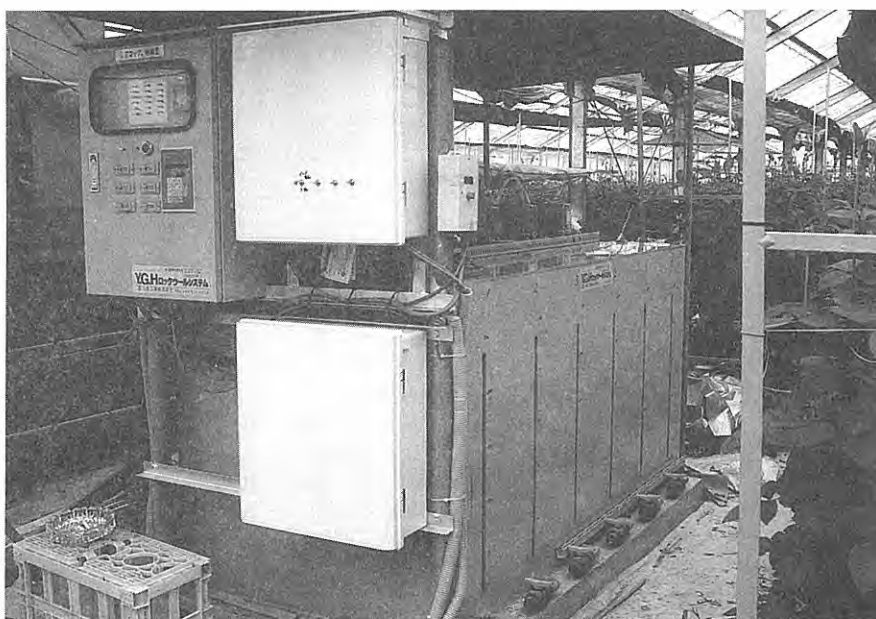
2. 構造解説

1. 原液用定量ポンプ1、2、3、4、5は、制御盤の濃度設定に従って、設定量を混合タンクに注入され、混合タンク内で完全に混合された後、各栽培区画に、各々の濃度で分配されます。
2. 制御盤は、原水の元に取り付けられた流量センサーの信号を受け、濃度設定に従って原液定量ポンプを運転させます。同時に栽培区画用分配電磁弁の開閉を行い、各々の設定濃度で分配されます。
3. 原液タンクの肥料作成量は、コンピュータープログラムに、使用する原水に含まれる要素、施肥処方をインプットする事によって、原液100リットル当たりの単肥混合量が算出されますので、容易に肥料計算ができます。

* 三秀工業株式会社



ミズマック5液養液作成システム図



バラロックウール栽培用6液養液管理装置

3. 主な特徴

1. 原液混合用ポンプは最大7台まで接続運転ができるので、使用する肥料数によって台数の選択が出来ます。
2. 流量比例混合式を採用し、EC濃度調整型と要素原液が各々独立して配合が出来る要素配合型の2種類があり用途に合わせて選択ができます。
3. 給液分配制御は最大6区画まで行え、各々異なった給液量、濃度で自動分配ができます。
4. 制御盤には、各種センサーが接続でき、用途に合わせた自動運転ができます。また使用

液量はすべて流量表示を採用し、データ解析も容易にできるように設計されております。

5. 自動運転でのトラブルを早期発見するために、装置の故障、配管トラブル用警報装置も内蔵されております。

4. バラロックウール養液管理例 (EC濃度調整型)

表1-1、表1-2は、バラロックウール栽培の養液調合例にもとずき、原水に含まれる多量要素を補正して、原液作成量、給液理論値濃度を表に現したものである。(ポンプダイヤル40)

表1-1

原水補正による養液作成量表 (単位 ppm, me)							
	NN-	AN+	P-3	K+	Ca+2	Mg+2	S-2
標準値 1	16.00	1.300	4.00	8.00	8.00	4.00	4.00
原水 (ppm)	11.00		1.00	7.00	23.00	11.00	10.00
原水 (me)	0.79		0.10	0.18	1.15	0.88	0.62
作成 EC 2.0	13.06	1.061	3.27	6.53	6.53	3.27	3.27
作成目標値	12.28	1.061	3.17	6.35	5.38	2.38	2.64
作成量 (me)	12.28	1.057	3.17	6.35	5.38	2.40	2.40

表1-2

原液作成量とEC濃度変化表 源水EC=0.19						
原液作成量「100リット当たり」				設定値と濃度		
タンクNo.	肥料(要素)	溶解量	純度	ppm	混合比	ダイヤル40
No.1	* 硝酸加理	19.88kg	99.5%		1:1	1.96
	硝酸1.17リット	1.39kg	61.0%		5:6	1.63
No.2	* 硝酸カルシウム	20.62kg	98.0%		4:5	1.57
	* キレート鉄	577.0 g	13.0%	2.4500	3:4	1.47
No.3	* 硫酸マグネシウム	9.96kg	99.0%		2:3	1.31
No.4	* 第一磷酸アンモン	3.77kg	99.0%		3:5	1.18
No.5	* 硫酸マンガン	53.2 g	Mn=23.5%	0.4080	1:2	0.98
	* ほう酸	41.7 g	B=18.0%	0.2450	1:3	0.65
	* 硫酸銅	2.0 g	Cu=25.5%	0.0163	1:4	0.49
	* 硫酸亜鉛	5.4 g	Zn=23.0%	0.0405	1:5	0.39
	* モリブデン酸アンモン	0.5 g	Mo=49%	0.0082	1:6	0.33

1. 表の見方：表1-1は、理論値給液濃度EC=2.0時の、多量要素成分量及び、原水に含まれている多量要素濃度 ppm または me 値、原水を差し引かれた作成要素量を現しています。
微量要素は、作成EC濃度2.0に合わせた量が表1-2に現しています。表1-2は、表1-1の要素作成量を基に、原液100リットを作成する肥料(許容範囲±5%以内)の量及び原液と原水の混合比変化による、主な給液理論値濃度を現しています。
2. 原液の調合：表1-2に基づき原液タンクNo.1—No.5にそれぞれの肥料を溶かして原液とします。
3. 給液濃度設定方法：各区画の給液濃度値は、表より混合比を求めて、制御盤に設定する事によって、各々の区画に異なった濃度の給液を行う事が出来ます。



誌上シンポジウム

バラのロックウール栽培

バラのロックウール栽培の現状



水戸喜平*

はじめに

バラのロックウール栽培が我国に導入されたのは1985年（昭和60年）といわれている。従来からバラ作りは土作りといわれ、新植や改植では労力がかかり、大きな問題となっている。ロックウール栽培では土壌を使わないために、土壌条件に左右されず、土作りや植付けの省力化が大きいことやシュート切り栽培の開発、栽培管理の安定化などによりバラのロックウール栽培が全国的に急増している。そこで、都道府県の花き担当専技のご協力を得て、バラのロック

ウール栽培の現状について取りまとめたので報告をしたい。

1. ロックウール栽培の推移

バラのロックウール栽培について、1988年の日ばらの全国調査によると、23都道県に導入され、栽培面積は8.6ha、70戸が試作的に栽培をしている状況であった。その後、急速に増加し、1990年には今日と同程度の地域に拡がり、栽培面積も30haを越え、200戸以上の生産者がロックウール栽培を始めた。

表1 バラのロックウール栽培状況の推移（面積 m²）

システム 年次	エアリッチ カンエキ	誠和	高木 バーバス	カネコ ロック ファーム	全農 (注3)	自作	その他	ロックウール 計	バラ栽培(注4) 計(a)	ロック/バラ (%)	導入県
1998.7面積 (注1)戸数	62,363	2,150	1,520	250	8,330	2,250	9,290	86,153 70	41,027 2,079	2.1	23
1990.2面積 (注2)戸数	223,064 142	27,641 26	33,051 21	9,576 7		29,721 19		323,053 215	46,474 2,222	7.0	42
1992.5面積 戸数	502,388 311	127,820 84	77,627 46	30,433 23	24,504 10	14,290 12	46,324 34	823,386 518		17.7	42

(注1) 第19回日ばら研究会誌による

(注2) 大洋興業調査による(私信)

(注3) 愛知経済連方式を含む

(注4) 花き類の生産状況等調査による

2. ロックウール栽培の状況

1992年には42都道府県に導入され、82ha、500戸以上がロックウール栽培をしている。これは、バラ切花栽培面積の2割に近いものであり、4～5戸に1戸はロックウール栽培を導入している状況にある。地域別ではバラ切花栽培の盛ん

な関東がロックウール栽培の面積及び戸数は多いが、ロックウール栽培割合の高い地域は比較的新興産地の北陸、東北、東海、中国、四国である。

ロックウール栽培面積の多い上位県は表2のようである。愛知県が最も面積が多く11ha、そして静岡9ha、大分8ha、和歌山7ha、愛媛

* 静岡県農業試験場

6 haと続いている。このうち、愛媛と大分はバラ全体に占めるロックウール栽培が特に多い県である。

表2 バラのロックウール栽培上位県
(1992.5)

順位県名	面積(m ²)	戸数(戸)
1. 愛 知	112,330	50
2. 静 岡	91,188	59
3. 大 分	82,600	42
4. 和歌山	74,958	54
5. 愛 媛	56,930	30
6. 神奈川	43,577	23
7. 広 島	31,300	20
8. 栃 木	27,687	21
9. 千 葉	21,579	9
10. 茨 城	18,700	16
小 計	560,849	324
全 体	823,386	518

3. ロックウールの栽培品種

今回の全国調査でロックウール栽培に供されている品種は70品種以上である。土耕で栽培されている品種の大部分が使われていると考えてよい。しかし、養液管理や仕立方法に品種間差異が指摘されている。

4. ロックウール栽培システム

バラのロックウール栽培のシステムは農業資材や種苗関係の企業が20社前後取扱っている。今回の全国調査の上位を占めるシステムは表1のようであった。最も普及面積の多かったのはエアリッチカンエキで全体の6割を占め、そして、誠和2割弱、高木パーパス1割が続き、これら上位3社で8割となっていた。

最近、高設ベンチのシュート切り栽培が大洋

興業(株)等で開発され「アーチング栽培」として大きな話題と関心を集めている。

また、オランダ等では環境保全を考慮して掛流式のシステムから、循環式の養液栽培に移行していると言われているが、我国の大多数のシステムは掛流式であるが、循環式も2、3みられる。

5. 導入の動機と期待

バラのロックウール栽培を導入した動機として大きいものは、土作りからの解放と省力化をねらったもの、連作障害からの回避があげられる。そして、最近話題のアーチング栽培などの開発もあり、周年栽培や品質向上、増収をねらってロックウール栽培を導入するケースも多い。更に規模拡大、企業の経営、雇用確保などの経営安定をめざして導入するケースや後継者や新規の参入を契機とするものであった。

6. 問題点と今後の動向

バラのロックウール栽培では茎葉が軟弱肥大して品質が劣ったり、切花収量が不十分である。仕立方法や適品種の選定が分らない。生理障害や病虫害の発生がみられるなどの肥培管理上の問題を指摘する向きもある。

機械等のコスト、資材や排液の処理、システムのトラブル、情報交換等の不安を訴える声も多い。

このようにこれから解決すべき課題はあるものの、バラのロックウール栽培はこれからもまだ増加するとの回答が多かった。

バラのロックウール栽培における品種特性



横 山 文 哉*

1. ロックウールにおける品種適正

4年前当時での有望12品種を用いて、その収

量、品質について、土耕とロックウールの比較調査を3年間行い、その結果を図1にまとめてみました。この試験では、1年目はほとんどの

* 静岡大学農学部

品種で土耕よりも、ロックウールの収量が多い傾向がみられました。2年目及び3年目の収量、品質については、夏季せん定の時期の気象条件、方法などによって大きく左右されるため、これらの条件次第では、違った結果となることも考えられます。また品質という項目を切り花長、切り花重だけで判断する事は難しいと思います。以上のことから、この2年間のせん定方法は、全枝折り曲げで行いましたが、全枝折り曲げでは、品質的にみても、労力的にみても問題があると思います。せん定の方法も、品種の特性によって変化をつける必要があると思います。

試験の結果“ティネケ”・“リビア”・“マリナ”・“カールレット”などがロックウール栽培に適した品種でした。ロックウール栽培にしたからといって、品種の特性を越えるものでなく、その品質と収量は土耕で栽培したものと似た傾向を示すと思います。

2. 苗質

接ぎ木苗と自根苗では、その初期生育に違いがみられます。接ぎ木苗は1ヵ月で定植苗になりますが、自根苗は2ヵ月以上を必要とします。また、3年間の観察では、春先から接ぎ木苗により多くの落葉が認められるなどの特徴がありました。苗質については、K2台木苗と自根苗の比較を行った結果、品種によって特性がみられました。1年目については、ほとんどの品種で自根苗の収量が多かったが3年目では、接ぎ木苗より収量が劣った品種が多かった。これは、3年目にはいるためのせん定の時期に記録的な高温が続いたためで、根の弱い品種の自根苗が特に影響を受けたと思われますが、“カールレット”・“マリナ”などのように自根苗の収量が接ぎ木苗より落ちない品種もみられました。品質については、自根苗が若干軟弱になるように思いました。

図1 バラのロックウールおよび土耕栽培における収量、品質の比較（11月～4月）

品 種	区分	土耕とRW栽培との比較			接ぎ木苗と挿し木苗の比較		
		1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目
Tineke	G	○◇□△	○◆■▲	○◆■▲	●◇■▲	○◇□△	○◇□▲
	C	○◇□△	○◆■▲	○◆■▲	○◇□△	●◆■▲	●◇■▲
Aalsmeer Gold	G	○◇□△	●◆■▲	●◇■▲	●◇■▲	●◇□△	○◇■▲
	C	○◇□▲	○◆■▲	●◆■▲	○◇□▲	○◇■▲	●◆■▲
Rote Rose	G	●◆■▲	●◆■▲	●◆■▲	●◇□△	○◇□△	○◇□△
	C	○◇□▲	○◆■▲	○◆■▲	○◇■▲	○◇■▲	○◆■▲
Tobone	G	○◇■▲	○◆■▲	○◇□△	●◆■▲	●◇□△	●◇□△
	C	○◇□△	○◆■▲	○◆■▲	○◇□△	○◆■▲	○◆■▲
Samantha	G	○◇■▲	○◆■▲	●◆■▲	●◆■▲	○◇□△	○◇□△
	C	○◇■▲	●◆■▲	●◆■▲	○◇□△	●◆■▲	●◆■▲
Athena	G	○◆■▲	○◆■▲	○◆□△	○◆■▲	○◆■▲	○◇□△
	C	○◇■▲	●◆■▲	●◆■▲	●◇□△	●◇□△	●◆■▲
Carl Red	G	●◇□△	●◆■▲	○◆□△	●◆■▲	●◆■▲	●◇□△
	C	○◇□△	○◇□△	○◆■▲	○◇□△	○◇□△	○◆■▲
Livia	G	○◆■▲	○◆■▲	○◇■▲	○◇■▲	○◇□△	○◇■▲
	C	○◆■▲	○◆■▲	○◇□△	●◇□△	●◆■▲	●◇□△
Madame Violet	G	○◇□△	●◆■▲	○◇□△	○◆■▲	●◆■▲	○◆□△
	C	○◇□△	●◆■▲	●◇□△	○◇□△	○◇□△	●◇■▲
Jelfarlay	G	○◇■▲	●◆■▲	○◆□△	●◆■▲	○◆■▲	○◆■▲
	C	○◇□△	●◆■▲	○◇□△	○◇□△	○◇□△	○◇□△
Marina	G	○◇□△	○◆■▲	○◆□△	●◇■▲	●◇■▲	●◆□△
	C	○◇□△	○◆□△	○◇□△	○◇□△	○◆■▲	○△■▲

注G：接ぎ木苗 C：挿し木苗

○：収量，◇：切り花長，□：L級品率，△：切り花重が，それぞれ土耕あるいは接ぎ木苗と同等または優れたもの。
●：収量，◆：切り花長，■：L級品率，▲：切り花重が，それぞれ土耕あるいは接ぎ木苗に比べ劣るもの。

静岡大会における質疑応答

Q 1 品質についての指標として、切り花重と切り花長しか述べられていませんでしたが、花色、花形、日持ち、茎の曲がり等については、どうだったのか？

A 1 花色についてはロックウール栽培が土耕栽培よりも劣ると思われません。花色については、苗質のほうが大きく影響すると思います。K 2 台木と自根苗では、自根苗のほうが、色ばけしにくいと思います。この現象は、特に黄色のアールス・Gで、顕著にみられました。

た。花のボリュームは土耕よりもロックウールのほうが、大きくなるように思います。節間長は、土耕よりロックウールが長くなりやすく、自根苗は特にこの傾向が強くなりました。

Q 2 アーチング栽培における接ぎ木苗及び挿し木苗の経済的寿命は？

A 2 現在、K 2 台木、オドラータ、自根苗で試験中、ローテローゼとティネケを栽培しています。普通の仕立てよりもアーチング栽培のほうが、品種による差が大きいと思います。

ロックウール栽培におけるバラの樹形管理

ロックウール栽培では、培地環境が不均一な土耕栽培に比べて根群域の生育環境が比較的均一で、収量、品質に対して、樹の仕立て等の樹形管理がより重要な意味を持ちます。

ここでは、ロックウール栽培での試験成績をもとに樹形管理について、従来からの切り上がり方式とアーチング方式にわけてお話ししたいと思います。

1. 切り上がり方式での樹形管理

採花母枝重視の樹の仕立て：バラは定植後一定期間、様々なピンチをほどこして樹を仕立てます。この時頭に入れておかなければいけないのが採花母枝についてです。採花母枝の本数は収量と密接に関係していて、最終摘心時に5mm以上の充実した母枝を多く確保出来るような方法で樹を仕立てていく必要があります。また、バラは品種により芽のふき方や枝の張り方、ペーサルシュートの出方が異なるので充実した採花母枝を多く仕立てるためには、これら品種特性も考慮しなければなりません。表1は

嶋 本 久 二*



表1 栽植密度と栽花母枝数及び切花長別収量との関係(ベット当たり)

品種	1ベット 植え付け 本数	採花母枝数*	収 量(本)**		
			40cm~59cm	60cm~	合 計
カー ル レ ッド	4本	25.5(6.4)	105(26.2)	94(23.6)	199(49.6)
	6 "	35.0(5.9)	164(27.2)	86(14.3)	250(41.7)
	8 "	40.0(5.0)	164(20.5)	101(12.6)	264(33.1)
ソ ニ ア	4本	33.0(8.2)	198(49.4)	56(14.1)	254(63.5)
	6 "	39.0(6.5)	225(37.6)	75(12.5)	300(49.9)
	8 "	37.0(4.7)	177(22.1)	51(6.5)	228(28.6)

注) ()内は株当たりの数値、定植：88年4月1日、栽植密度は30×90×7.5cmに1条植え、* 8月3日に樹高60cmで測定、**平成元年6月末までの収量

栽植密度と採花母枝の仕上がり本数及び収量との関係を示したものです。枝張り性の弱いカールレッドでは、ロックウールマット当りの栽植密度が8株区で採花母枝の本数が多く、収量も多くなりましたが、枝張り性の強いソニアでは6株区で採花母枝、収量ともに多くなりました。枝張り性等の品種特性に応じた栽植密度で定植する必要があるということです。

表2は仕立て期間中のピンチ後発生するえき

* 和歌山県農業試験場 暖地園芸総合指導センター

表2 整枝処理と樹高、採花母枝及び切り花長別収量(株当たり)

品種	処理	樹高	採花 母枝数*	収 量** (本)			合計
				40~59	60~69	70cm~	
カール レッド	整枝	104cm	3.4本	9.4	7.3	4.5	21.2
	放任	98	5.7	15.8	9.0	8.3	33.1
ソニア	整枝	96	4.1	14.6	7.4	5.8	27.8
	放任	93	5.4	15.2	8.6	8.0	31.9

注) * 樹高50cmで測定 ** 4月30日までの数

芽を1本に整理または放任した場合の採花母枝の仕上がり本数と収量との関係を調べたものです。両品種とも放任区で採花母枝が多くなり、収量も多くなりました。このことは、極度な芽かきは採花母枝の減少を招き減収となることを示しています。

採花開始時期：採花開始までには充実した母枝を多く（5本程度）確保しておく必要があることは前に述べましたが、それでは実際、仕立てにどのくらいの期間が必要となるのでしょうか。表3はロックウール栽培における4月定植

表3 最終摘心時期と樹高、採花母枝及び収量との関係(株当たり)

品種	最終摘心日 (樹の養成期間)	樹高 *(cm)	採花 収 量		12-3月
			母枝数	合計	
カール レッド	6月30日(81日)	71.8	5.7	28.1	11.6
	7月20日(101日)	82.3	6.2	24.5	10.7
	8月9日(121日)	128.5	7.6	23.8	10.8
ソニア	6月30日(81日)	64.6	4.9	31.8	10.6
	7月20日(101日)	96.3	7.2	26.3	9.8
	8月9日(121日)	120.5	7.8	27.4	11.2

注) 生育調査は各区共最終摘心20日前に測定した。各区の最終摘心時の樹高は6月30日区が樹高約70cmで、7月20日区が約80cm、8月9日区が約90cmであった。* 樹高は最終摘心20日前に測定

での採花開始時期とその後の収量との関係を示したものです。採花開始時期が早い区ほど総収量が多くなりました。また、12月～3月までの冬季の収量を見ると、どの区も大差はなく、採花開始時期の影響はなかったようです。また、採花母枝の本数は、6月30日定植区ですでに5本確保できていることから、ロックウール栽培で4月に定植した場合6月下旬には樹ができあがっており、それ以上長期にわたって樹を仕立てても、採花期間が短くなる分収量が減ることになります。

採花後の芽かき：採花後1～3本のわき芽が萌芽しますが、その整理も重要な管理となります。適度に遊び枝がでるように管理し、ブラインド枝や弱少枝は樹全体の栄養を補助する生産工場として考え、折り曲げたり、フラワリングアウトするとよいと思われます。芽かきの量は品種特性を考え、芽吹きの高い品種は多い目に芽をかくようにします。

せん定時期と方法：周年栽培では樹高を下げるために夏季せん定を行います。せん定は樹にかなりの負担をかけるため高温期をさけ梅雨明けまでに行う必要があります。表4はせん定

表4 夏季せん定時期と時期別収量の関係(株当たり)

品種	せん定 時 期 (月・日)	時 期 別 収 量						
		7-8*	9-10	11-12	1-2	3月	合計	12-3月**
カール レッド	6・3	6.6	6.3	4.2	2.4	1.3	20.8	7.0(33.7)
	6・28	3.8	5.4	3.8	3.6	3.1	19.7	7.9(40.1)
	7・22	2.9	4.5	3.3	3.3	1.4	15.5	6.3(40.6)
ソニア	6・3	8.6	6.5	6.4	4.9	1.4	27.8	9.4(33.8)
	6・28	2.1	5.9	4.9	4.1	1.6	18.6	8.8(47.3)
	7・22	2.3	4.4	3.4	3.6	1.4	15.1	6.8(45.0)

注) 切花長：40cm以上で切り花茎径4mm以上のもの、* 夏季剪定以前の収量も含む、** : () は全期間での比率%

時期と収量との関係を示したもので、梅雨明け後の7月22日にせん定を行った場合、冬場の収量にまで影響を及ぼし、総収量も減少しました。また、せん定法ですがカールレッドの様に芽吹きの高い品種では、随時せん定より、一斉せん定（一部折り曲げせん定）の方が収量が多くなります。

2. アーチング方式での樹形管理

アーチング方式では、定植後発生する枝2～3本を1回ソフトピンチし葉数を確保した後、基部から折り曲げて同化生産専用枝として用います。切り花品質は、株当りの同化専用枝の受光面積と切り花として株基から萌芽する本数とのバランスにより決定されます。つまり、株当りの同化専用枝の葉数が多く、切り花としての基部からの萌芽本数が少ない場合は、切り花が太く、長いものになります。逆に、同化専用枝の葉数が少なく、基部からの萌芽数が多い場合は、切り花は細かくて短いものとなるわけです。

表5 アーチング栽培での秋季と冬季における切り花萌芽数、収量、品質の品種間差異（定植2年株）

調査 項目	品 種	切花用 萌芽数 /株(本)	収量 /株 (本)	採花率 (%)	採花日 (月・日)	折り曲げ 後の到花 日数(日)	切花長 (cm)	萌芽・開花のパターン*	
								萌芽数	採花率
ト テ ブ ロ カ マ カ パ ソ	ボ ネ イ ネ グ ル ピ ン	12.6	7.5	59.5	10.25	53	79.7	極多→	低→
	ネ ケ ク	7.9	6.5	82.3	10.16	40	49.7	多→	低↓
	グ ル ピ ン	6.5	5.1	78.5	10.11	39	53.4	多↑	中→
	ロ ー テ ロ ー	5.8	5.8	100.0	10.21	45	77.6	多↑	高↓
	カ リ ー	4.3	4.3	100.0	10.23	47	83.8	中→	高↓
	マ リ ー	4.0	4.0	100.0	10.22	53	64.6	中↑	高↓
	カ ー ル レ ッ ド	3.6	3.6	100.0	10.26	50	69.7	中→	高→
	ソ ニ ア	3.3	3.3	100.0	10.23	47	81.0	少→	高↓
	ソ ニ ア	3.2	3.0	93.8	10.13	37	74.3	少↑	高↓
	ト テ ブ ロ カ マ カ パ ソ	14.3	6.5	45.5	3.6	70	84.8	—	—
ト テ ブ ロ カ マ カ パ ソ	ボ ネ イ ネ グ ル ピ ン	7.6	4.1	53.9	3.10	74	49.7	—	—
	ネ ケ ク	9.8	6.2	63.3	3.10	74	62.4	—	—
	グ ル ピ ン	9.4	5.2	55.3	3.9	73	78.6	—	—
	ロ ー テ ロ ー	4.5	2.2	48.7	3.5	69	93.9	—	—
	カ リ ー	6.1	4.3	70.5	3.4	68	83.3	—	—
	マ リ ー	4.5	4.5	100.0	3.8	72	77.7	—	—
	カ ー ル レ ッ ド	3.8	2.8	73.7	3.9	74	94.0	—	—
	ソ ニ ア	6.0	3.1	51.7	3.1	65	62.2	—	—
	ソ ニ ア	6.0	3.1	51.7	3.1	65	62.2	—	—
	ト テ ブ ロ カ マ カ パ ソ	6.0	3.1	51.7	3.1	65	62.2	—	—

注) 秋季は9月6日、冬季は12月29日に同化専用枝を全て取り除き、切り花として基部から萌芽しているシュートもつぼみが着色したもの2本を残して整理した。さらに、この2本のシュートを50cmの長さに揃えた後、同化専用枝として折り曲げた。なお、同化専用枝のえき芽は萌芽しだい整理した。* 切り花としての萌芽数及び採花率のパターンの矢印は、秋季に対して冬季の値が減：↓，増：↑，変化なし：→を示す。

表5は、定植2年株を用いて9月6日と12月29日に1株当たり2本の同化専用枝を残して、他の枝を全て整理した後株基から発生した萌芽数等を調べたものです。品種により萌芽数がずいぶん異なり、萌芽力を考慮した樹の管理が必要と思われます。

表6及び図1は栽植密度と収量・品質との関係をソニアとカールレッドについて調べたものです。株当たりの収量は両品種とも栽植密度が高い区ほど低下しましたが、3.3m²当たりの収

量はソニアはマット当たり24株区、カールレッドは16株区が最大となりました。また、品質を見ると、両品種とも栽植密度が低い区ほど太くて長いものが多くなり、切花長が100cmを越え、茎径も9mm以上の切り花の発生率も増加しました。

以上の様に、株基からの萌芽力や適栽植密度は品種により異なることが明かで、アーチング法でも品種特性に応じた栽培管理を行なう必要があります。

表6 アーチング栽培における栽植密度と収量及び品質との関係

品 種	栽植密度*	収量/株	収量/3.3m ² **	切り花長	茎径9mm以上の切り花割合
ソ ニ ア	8本	9.6本	149本	81.7cm	10.4%
	16	6.0	185	82.4	6.3
	24	5.3	247	81.4	2.7
カールレッド	8本	7.9	121	90.5	10.4
	16	6.2	193	86.2	5.5
	24	3.4	161	85.5	4.2

注) 調査期間は平成3年12月1日から平成4年5月31日までの6ヵ月間、* 90×7.5×30のロックウールマットに2条に定植、** 通路を含む実面積当たりの収量

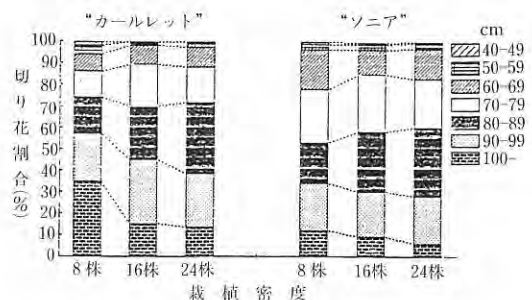


図1 アーチング栽培での栽植密度と階級別切り花割合

バラロックウール栽培における培養液管理

加 藤 俊 博*

はじめに

バラのロックウール栽培が全国の主産県でここ数年急増し、導入される品種の数も非常に多くなっている。また、安定多収のための培養液管理から、花色、日持ち性を含めた品質向上のための培養液管理法あるいは品種の吸収特性に合わせたきめの細かい培養液管理法の確立が強く望まれている。

1. バラの養分吸収特性に合った培養液組成と濃度管理

(1) バラ用の培養液処方

現在バラのロックウール栽培で用いられているメーカーの培養液組成は一部を除きカルシウムに比べカリの組成を高めた組成の処方が用いられている。しかし、バラはシュートの萌芽充実期には特に、カリに比べカルシウムをよく吸収する傾向がある。一斉切りとだら切りで、カルシウムとカリの施用比率を検討したところ、一斉切りではCa/K比1.0ではシュートの伸びにつれpHの著しい低下がみられたが、だら切りでは比較的pHは安定していた。一斉切りでは特に、シュートが一斉に伸び、葉が展開する時にカルシウムの要求量が多いため、根圏のカルシウム濃度が急激に低下するため、これがpH低下の一因になっているものと思われる。従ってバラのロックウール栽培では園試処方よりカルシウムの比率を高めた(Ca/K比1.3~1.5)改良処方(表1)が切花収量、品質とも優れ(図1)、各成分の乱れも少ない。またこの処方はアンモニア態窒素の割合を10~15%に高めることによりpHも安定し、バラに適する処方として普及に移している。

ロックウール栽培では微量元素についても適正な濃度で管理する必要があることはいうまでもない。微量元素については適正幅が狭く、過不足による栄養障害を発生しやすいため常に適

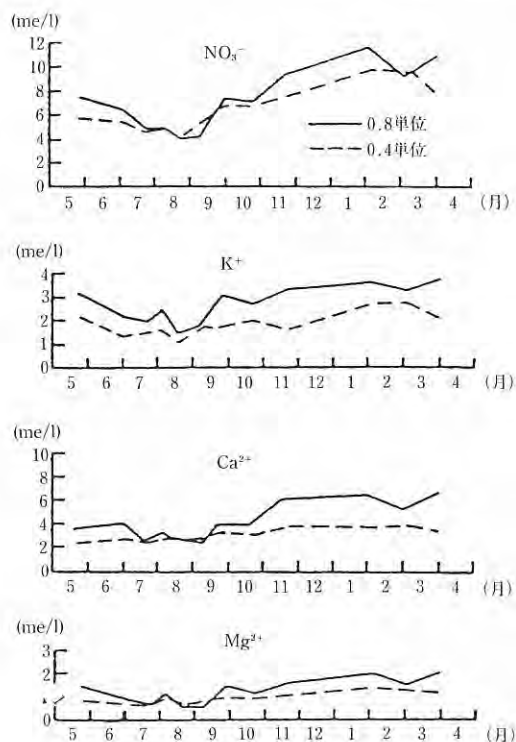


図1 バラ(水耕栽培)の各成分吸収の時期別変化
(京都山城園研)

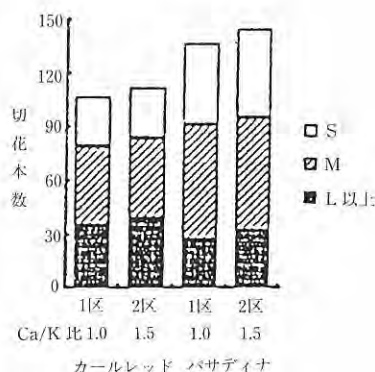


図2 Ca/K 比と切花本数 (区当たり)

* 愛知県農業総合試験場園芸研究所

表1 バラの多量要素の処方

処 方	me/l							
	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Ca	Mg	S	
園試処方(3/4)	12.0	1.0	3.0	6.0	6.0	3.0	3.0	
RWバラ処方(オランダ)	13.3	0.5	5.25	6.0	8.0	2.0	3.0	
RW改良処方(A-N15%)	11.0	2.0	3.5	4.5	6.5	2.0	2.0	

表2 バラの微量元素処方

処 方	ppm					
	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
園 試 処 方	3.0	0.50	0.50	0.05	0.02	0.01
ロックウール 新処方	2.0	0.50	0.25	0.20	0.05	0.05

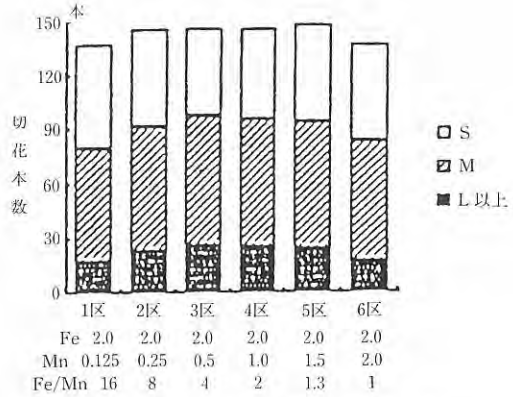


図3 Fe/Mn比と切花本数(区当たり)

正濃度に管理する必要がある。

鉄／マンガン比を4.0(2.0ppm/0.5ppm)とした場合に、バサディナでは切花収量葉色等の品質が優れた(図2)、表2のように園試処方に比べ、ホウ素濃度を下げ、亜鉛、銅濃度を高めたバラ用ロックウール改良処方を用いることにより、葉色の濃い高品質切花が得られる。

(2) 品種毎の培養液管理

1991年にピンクの新品種ノブレスが本県のロックウール栽培農家に導入された。7戸導入したうち正常に採花できたのは1システムの1戸だけで、その他の農家はシステムにより差はあるものの、著しい生育障害により、採花できず大きな問題となった。異常茎とよばれ茎上部が柔らかく、内部が空洞となって偏平につぶれているため、その部分が折れたり、下垂する。空洞部分から上部は枯れ上がり、ダイバック症状を起こす(図4)。症状が軽い場合も茎は軟弱でS字状に曲がり、葉は小さく、厚みも照りも



図4 ノブレスに発生した異常茎

表3 ノブレスの異常茎と葉の無機成分含有率

システム	品 種	症状 程度	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Fe/Mn	Fe/Cu	Mn/Cu	Fe/Zn
			%	"	"	"	ppm	"	"	"				
A	ノブレス	正常	0.35	2.75	1.51	0.28	145	124	30	4	1.1	36	31	5
B	"	中	0.39	3.64	1.64	0.31	109	226	16	2	0.5	154	113	7
C	"	甚	0.30	3.03	0.93	0.25	116	263	22	1	0.4	116	263	5
C	"	甚	0.39	2.53	0.85	0.28	115	170	30	1	0.7	115	170	4
C	"	甚	0.29	2.40	0.55	0.22	110	130	22	1	0.8	110	130	5
C	バレオ90	中	0.40	5.34	1.74	0.67	83	334	12	2	0.2	41	167	7
C	オジアーナ	甚	0.34	2.23	1.11	0.38	94	355	13	2	0.3	47	177	7

ない。細根は大部分黒く枯死しており、水あげが不良で、冬期でも葉が青枯れ症状を示す。接木苗より挿木苗で発生しやすい。品種についてはノブレスの他オジアーナ、パレオ90がひどく、ローテローゼ、カールレッドその他の品種にも発生がみられているが、極めて品種間差が大きいのが特徴である。

障害株はカルシウム、銅含有率が低く、マンガン、カリ、窒素含有率が高い傾向がみられた。また、障害株は葉、茎とも正常株に比べてマンガン／銅比が著しく高かった(表3)。症状から石灰欠乏と推定された本障害は銅欠乏による生育障害であった。さらにマンガン過剰が障害の発生を助長していた。著しい障害株も銅濃度0.55ppmの添加及びマンガン濃度を下げることによりすみやかに回復し、正常に開花した。今回のノブレスの銅欠乏による生育障害から、作りにくいとされる品種も品種毎の適正な培養液管理により、十分作りこなせることが明らかになった。

(3) 生育ステージ別、季節別の濃度管理

ロックウール栽培バラの養分吸収パターンは夏期高温、強光期には窒素、リン酸、カルシウム等の吸収濃度は低下し、冬期には吸収濃度は最も高くなる。従って、秋から冬にかけて給液濃度を徐々に上げ、EC 1.5~1.8mS/cmとし、春から光の強くなる夏にかけて徐々にECを下げ1.2mS/cm程度とし、株づくりを行い、採花時にはEC 1.5~1.8mS/cmまで上げる。給液濃度は徐々に変化させ、急激な変化は避ける。システムによってはEC 2.0mS/cmまで上げ

表4 冬期の培養温度と切花形質(3番花)

(酒井)

EC	切花長	節数	茎径 ¹⁾	花首長	切花重	乾物率
mS/cm	cm		mm	cm	g	%
1	56	79	5.6	12.6	36	22.5
1.5	54	74	5.5	12.6	36	22.7
2	53	78	5.6	11.7	35	23.1
LSD0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS

注 1) 5枚葉を上位から数え、2枚目と3枚目の中間の茎径

てもよい。冬期、給液量が多ければEC 1.0~2.0 mS/cmで給液した場合でも、切花収量、品質に差はみられない(表4)。ECが高すぎるとブルーイングの出る品種もあり、根圏のECを2.0~2.5mS/cm程度とした場合に切花収量、品質(ステムの堅さ)とも優れる。高EC適正品種グループと低EC適正グループを分けてそれぞれの適正濃度で管理するとよい。

2. 適正な根圏のEC、pH濃度管理

(1) pH変動

根圏のpHは5.5~6.0が適する。根圏のpHの動きは原水の水質にもよるが、陽イオン総量が陰イオン総量を下回った場合、pHは低下し4.0以下になる事例が多い(図7)。カルシウム濃度が不足して、pHが低下する場合にはカルシウム濃度を高める必要がある。塩素が培養液に含まれる場合も陰イオン濃度を高めpHを著しく低下させる(図6)。用水の水質によっては、pHが著しく上昇し(8.0程度)、リン酸カルシウムの沈澱を起こし、生育障害を起こした事例もある。

(2) ECとイオン組成

根圏のECは給液ECよりも通常0.5mS/cm

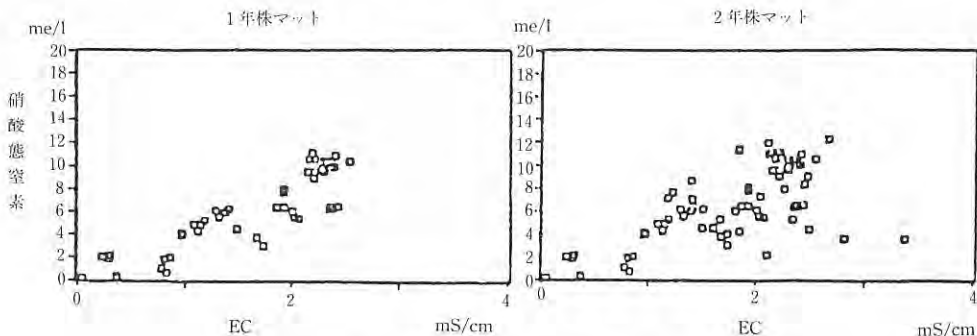


図5 ECと硝酸態窒素の相関

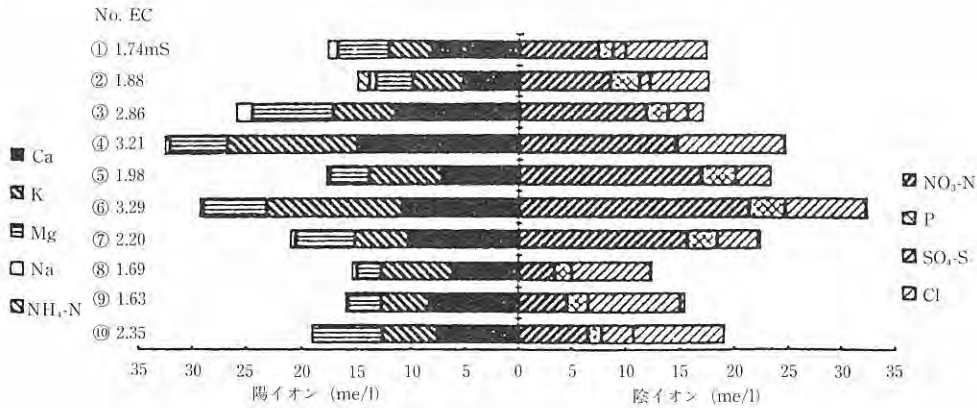


図6 根圏培養液のイオン組成

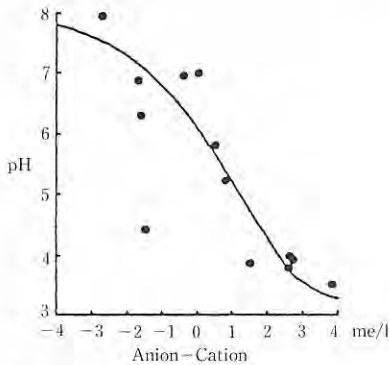


図7 アニオン・カチオンバランスと pH との関係

表5 ロックウール栽培における培養液と培地(スラブ)内の適正温度及び許容範囲

成分	培養液の適正濃度 me/l	培地(スラブ)内の	
		適正濃度 me/l	許容範囲 me/l
T-N	13.0		
NO ₃ -N	11.0	12.0	7-14
NH ₄ -N	2.0	< 0.5	0- 0.5
P	3.5	3.0	2.5- 4.0
K	4.5	4.0	3.5- 6.0
Ca	6.5	10.0	8.0-12
Mg	2.0	4.0	3 - 6
S	2.0	4.0	3 - 6
Na	—	< 1.0	0 - 2
Cl	—	< 1.0	0 - 3
pH	5.5	5.5~5.8	5.0~6.5
EC	1.5mS/cm	2.0	1.5~2.8

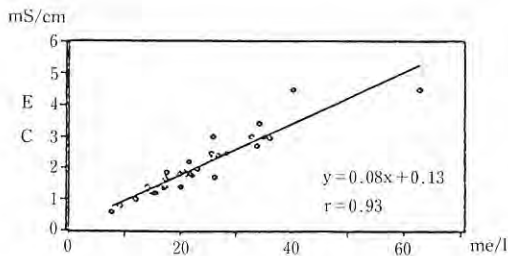


図8 アニオン総量とECとの相関

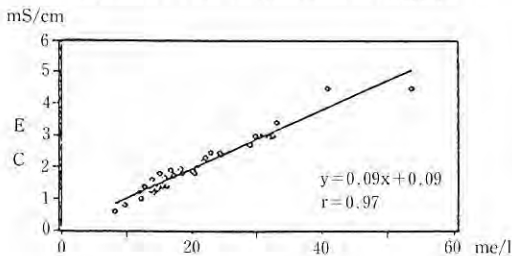


図9 カチオン総量とECとの相関

程度高くなるが、給液量が不足したり、給液濃度が高すぎる場合は、給液ECと根圏ECとの格差が大きくなる。根圏のECが3 mS/cmを超えた場合には除塩(洗浄)する。

根圏培養液のECと硝酸態窒素の相関は、1年株マットに比べ2年株マットで特定の成分の集積等によりイオン組成が乱れ、低下する傾向がみられる(図5)。カチオン総量と根圏ECとの相関は極めて高い(図9)。

表5に根圏における各成分の適正濃度、許容範囲を示した。根圏の硝酸態窒素10~12me/l、カルシウムを10me/l、マグネシウム4 me/l、カリ4 me/lを目標としたい。

栽培期間の長いバラにおいて、好適イオン組成に維持するためには、栽培期間中の根圏(マット)の効率的除塩法や、イオン組成を乱さない

適正な給液管理技術の確立が必要である。

以上、バラのロックウール栽培においては、さらに花色、草姿のバランス、日持性等の品質向上を図るための、よりきめの細かい培養液管理技術の確立が重要なことはいうまでもない。現在のかけ流し方式から循環式での培養液管理技術の確立により、環境へ負荷をかけない環境調和型のクリーンなハイテク技術としてロックウール栽培がさらに拡大発展していくことを望む。

培養液管理に関する質問

Q 1 ロックウール改良処方ではホウ素濃度を50%に減らしているのはなぜか？

A 1 バラではホウ素過剰症が発生しやすいため、園試処方の0.5ppmでは高すぎる。

Q 2 ローテローゼ等の赤い花が黒ずむ理由は何か？

A 2 微量要素のうちマンガンが過剰にあると花色が黒ずむ傾向がある。その他EC管理と花色との関係については1.0～2.0mSで差が無いという成績もあるが、高ECでブルーイングのでる品種もある。花色と培養液管理については解決すべき問題点も多い。

Q 3 品種毎の適正培養液濃度があるとすれば、どのように仕分けられるか？

A 3 高濃度適正品種（1.8～2.0mS）にはゴールデンエンブレム、カルトブラッシュ、中濃度適正品種（1.5mS）にはローテローゼ、ノブレス、ドロレスが入る。

Q 4 重炭酸濃度が高い用水を用いる場合の酸の使い方は？

A 4 単肥で培養液を作成する場合には、用水の重炭酸濃度を約50ppm程度までに低下させるため、計算量の硝酸か、リン酸を加える。この場合窒素、およびリン酸も成分濃度と

して換算する。重炭酸濃度を50ppm程度わずかに存在させることによって、逆にpHの急激な変化を防ぐ効果も期待できる。

Q 5 オールマイティなバラの培養液処方が可能か？

A 5 はば現在のバラ用処方（愛知農総試、園研処方等）で対応できるが、品種毎の養分吸収特性を活かし、より高品質・高収量を求めるには若干の修正も必要となる。例えば、ノブレスでは低マンガン濃度（0.3ppm）が適し、ローテローゼ、ティネケ等の品種ではマンガン濃度0.5ppmを必要とするため品種で仕分けして、それぞれの培養液管理をするバラ農家もできている。

Q 6 バラにアンモニアは必要か？

A 6 バラはもともとある程度のアンモニア態窒素を好む作物であり、アンモニア態窒素を加えないと十分な葉色がでない。アンモニア態窒素の割合を10～20%とすることで葉色も優れ根圏のpHも安定する。

Q 7 廃液の肥料効果について、また使い方は？

A 7 廃液を集め液肥として使うことも可能である。カーネーション等に液肥としての施用効果を試験中（豊橋普及所）であるが、その他の肥料と組み合わせれば液肥として十分使える。水田、畑よりも施設での液肥としての使用にむく。ただし、微量要素の過剰（ホウ素、マンガン等）を招かないように注意する。

Q 8 循環システムによりバラの高品質・高生産は可能か？

A 8 循環システムによってバラのロックウール栽培は十分可能である。培養液の濃度・組成についてはかけ流しの処方とは若干異なる。常に培養液のチェックが必要となる。

バラのロックウール栽培における 炭酸ガス施用法



水 野 信 義*

はじめに

バラと同じ被子植物が地球上に現れた今から1.3～0.65億年前は、空気中の炭酸ガス濃度が現在より高く、光合成の能率はその高い濃度に適応していた、そのため、現在でも濃度を高めると光合成が盛んになる(図1)。バラの場合、ハナンの報告(コロラド州立大'88.6)によれば‘サマンサ’で29.4℃、1,013ppmで最高の光合成能率を示すと言われている。

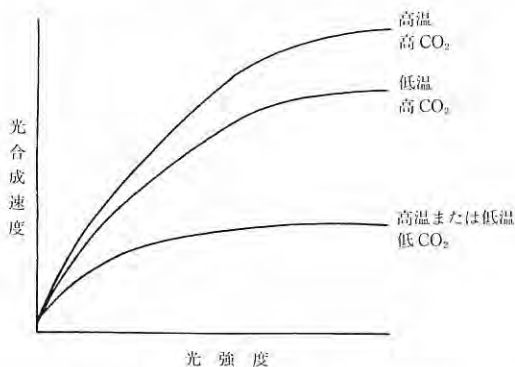


図1 光強度、温度およびCO₂濃度と光合成(高橋)

バラの温室でのロックウール栽培を考えると、土耕と違って土より炭酸ガスの放出が減って、晴天の換気前は濃度が100ppm程度まで下がることもある。正に炭酸ガス飢餓の状態で、光合成は行われていないといえる。

経 過

1975年頃より、灯油燃焼式による施用が試みられたが、有害ガスの発生などで普及にいたらなかった。近年に至り、液化炭酸ガスが割安になってきたこと、赤外線ガス分析方式のモニ

ターコントローラーが導入され精密な濃度管理が可能になったこと、ロックウール耕の広まりで炭酸ガス飢餓の可能性がでてきたこと、北欧の実態をみて刺激された等の理由により、また関心がもたれるようになった。この新方式は1986年に神奈川県と愛知県の農家に導入され、徐々に増えている。

効 果

バラにおいては、アメリカ北部、カナダ、オランダのように冬期弱光下では必須の技術となっている。ミシガン州立大のリンドストロムは、1,200～2,000ppmで60%収量が増え、切花長も長いという結果をえている(表1)。オラン

表1 温室バラに対する炭酸ガス施用の効果(品種ベタータイムス)

(リンドストロム, 1965)

項 目		炭酸ガス施用区	無処理区
収 量	第1年日(1月1日～4月1日)	1,594本	938本
	第2年日(")	1,595	1,049
	2年間合計	3,189	1,987
	3ヵ月間の平均1株当り切花数	8.0	8.0
切り花長	切 り 花 長	本 数 %	本数 %
	9～18センチ(22～45cm)	956本 60%	713本 76%
	18～30 (45～75cm)	638 40	225 24

注：炭酸ガス濃度 0.12～0.20%(1,200～2,000ppm)

ダ、イギリス、イスラエル等でも、収量が増えること、切花長が長くなること、ブラインドが減ること、品質の向上などが報告されている。しかし、品種間差は大きく、収量に関しても7～60%の増と幅があり、収量に変化なしという報告もある。これらの地域での標準的な施用法は、濃度が900～1,300ppm、施用時間は8～16時間と長い。

神奈川県園試の試験結果によると、‘ソニア’で

* 神奈川県園芸試験場

表2 ‘ソニア’における炭酸ガス施用の有無と切花本数(1991.9.24～1992.5.15 1区16株2反復)

		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	合計	株あたり	格外花率
挿入	炭酸ガス無 12月～5月	21本	48本	74本	18本	67本	39本	46本	76本	33本	422本	13.2本	14.0%
	炭酸ガス有 12月～5月	7	62	63	39	70	34	73	65	69	482 350	15.1 10.9	8.7 6.9
ノイバラ	炭酸ガス無 12月～5月	8	45	72	19	70	39	53	59	30	395 270	12.3 8.4	22.3 19.3
	炭酸ガス有 12月～5月	8	41	73	34	69	45	53	75	45	443 321	13.8 10.0	18.5 19.0
ナニワ	炭酸ガス無 12月～5月	0	40	47	35	58	43	45	65	39	372 285	11.6 8.9	13.4 13.0
	炭酸ガス有 12月～5月	0	13	43	33	52	45	42	78	48	354 298	11.1 9.3	11.6 10.7

格外花率……切花長45cm以下など品質的に劣るもの

は11～4月、日の出30分前から午前10時まで1,000ppm、35℃換気で、切花本数に差はなく、切花茎長と切花重は、やや炭酸ガス施用区が優るが有意差はなかった。本試験では、施用区は30℃を超える温度に遭遇することになったが、茎が柔らかくなったり、曲がりが多くなることはなかった。換気温度を33℃に変えて、‘ブライダルピンク’と‘パサディナ’について、挿木、接ぎ木と炭酸ガス処理につき比較したところ、‘パサディナ’は、処理により挿木の冬季に増収効果があり、‘ブライダルピンク’は増収効果が全くなかった。これらの品種を用いて、炭酸ガス施用による花持ちの変化をみたところ、どの品種についても差はなかった。

また、昨年度は‘ソニア’を用い、450ppm、23℃換気で、挿木と接ぎ挿し(台木はノイバラとナニワ)で効果を見た(表2)。その結果、挿木とノイバラの挿木区は、12～5月の切花本数が18～19%多くなり、ナニワは5%程度だった。この方法では、4～5月の収量が多かった。また、炭酸ガス処理中に天窓は開くが、室内の炭酸ガス濃度がすぐに低くなることはなかった。

コスト

設備費、ランニングコストについてみると、赤外線分析方式のモニターコントローラーが20万円位、電磁弁、流量計、ヒーターなどで10～12万円、この他に穴の開いたチューブが必要で手間賃等込みで、設備費が40万円位。炭酸ガスは、通常の管理(11～4月、日の出前分から9時半、1,000ppm)、液化炭酸ガスがKg当たり100円と

して、10アール当たり30万円、坪当たり1,000円となる。耐用年度を考えると、総計費は坪当たり1,500～2,000円見当になる。12～5月に切れる花を280本(年間400本)、増収効果を15%とすると、42本の増で、1本当たり70円だと2,940円の増で十分採算が合う。つまり、5%の増では採算割れ、10%でトントンということになる。

全国アンケートの結果

平成4年5月に、全国の主要バラ生産県の専門技術員に、バラの炭酸ガス施用についてアンケートを送り、22県より回答を得た。その結果、施用方法は、濃度、時間、換気温度のどれもかなりのばらつきが認められ、現場での戸惑いをうかがわせる内容だった。効果についても、30%の増収という回答の一方で、変わらないという回答も多くよせられた。観察のなかでは、木がしっかりする、葉が厚くなる等の意見が多く、炭酸ガスの施用は良い影響が認められるが、収量増にはなかなか結びつかないことが実態のようである。

さいごに

以上の如く、炭酸ガスの施用はオランダ等の影響もあってか効果があって当然、とくに養液耕では必要との考えのもとに、導入されてきている。その結果は、「よい」と「かわらない」が半々となり、養液耕においても必須の設備には至っていない。これらの判断を下す前に、施用法が適切だったかの確認を行う必要がある。その上で、コストと収入の両面から判断して、導入するか、継続するか決めるべきであろう。



養液栽培の普及と経営の展望

養液栽培の普及の現状と今後の推進方向

高 島 友 三*

当課では、全国の園芸用ガラス室、ハウス等の設置状況について隔年に調査を行っており、その中で養液栽培の施設設置面積、栽培面積等についても調査を行っている。このほど平成2年7月1日～3年6月30日（以下「平成3年」という。）の実績を取りまとめ公表したので、その概要を紹介する。なお、本調査結果は(株)日本施設園芸協会から刊行されているので、詳細な情報が必要な場合はそちらを参照いただきたい。

また併せて、養液栽培の今後の推進方向について述べたい。

1. 施設設置実面積及びその増減動向並びに栽培延面積

土耕栽培と養液栽培を合計した施設全体の設置実面積等を表1に示している。平成3年の設置実面積は、野菜+花き+果樹の合計で4万7千ha（対前回（平成元年）比105%）であり、そのうち野菜が3万5千ha（74%）を占めている。

設置実面積についてガラス室とハウスの構成比を見ると、ハウスの構成比が95%と圧倒的に高い。野菜ではハウスの構成比が98%とさらに高く、両者の比は最近20年ほど変化していない。一方、花きでは、ガラス室：16%、ハウス：84%とガラス室の構成比が比較的高いが、ガラス室の構成比は近年徐々に低下しつつある。

設置実面積は、引き続き増加傾向にあるが、以前と比べ、野菜や果樹では伸び率が鈍化傾向

にあるのに対し、花きでは引き続き安定的な伸び率を示している。特に花きではハウス設置面積の伸び率が高い。

栽培延面積を野菜について見てみると、野菜の全作付面積59万5千ha（平成2年：ばれいしょを含まない49品目の合計）のうち、4万8千ha（8%）が施設で栽培されている。

2. 養液栽培の設置実面積及びその増減動向

平成3年の養液栽培の設置実面積は473haであり、対前回（平成元年）比で127%と著しく増加している（表2）。

野菜+花きの施設全体の設置実面積（41,311ha）に占める養液栽培の割合は、平成3年においても1.1%に過ぎないが、（昭和62年：0.8%）→（平成元年：0.9%）→（平成3年：1.1%）と、その割合は漸増してきている。これを野菜、花き別に見てみると、野菜では、（昭和62年：0.9%）→（平成元年：1.0%）→（平成3年：1.2%）と増加程度はそう大きくないが、花きでは、（昭和62年：0.2%）→（平成元年：0.4%）→（平成3年：1.0%）と、養液栽培が占める割合が比較的急速に大きくなってきている。

平成3年における養液栽培の設置実面積をガラス室・ハウス別に見てみると、野菜+花き合計で、 $\frac{1}{3}$ がガラス室、 $\frac{2}{3}$ がハウスであり、野菜でも同様の構成比である。この構成比は、昭和62年から大きな変化はない。一方花きでは、ガラス室が4割、ハウスが6割と野菜と比べてハ

* 農林水産省食品流通局野菜振興課

表 1 園芸用ガラス室、ハウス等の設置実面積及び栽培延面積の推移

(単位：ガラス室・ハウス・雨よけ：千㎡，トンネル：ha)

施設別	実面・積延別	種類別	昭和40年	50年	60年	62年	平成元年	3年
ガラス室	設置実面積	野菜	1,848	3,833	7,931	8,096	8,411	8,615
		花き	2,016	5,793	8,983	9,568	10,189	10,621
		果樹	1,341	1,660	1,998	1,998	2,143	2,080
		計	5,205	11,286	18,912	19,662	20,743	21,316
	栽培延面積	野菜	4,446	9,669	18,463	18,090	19,375	19,262
		花き	2,824	6,942	10,961	11,353	13,096	14,582
		果樹	1,309	1,659	1,997	2,000	2,144	2,090
		計	8,579	18,270	31,421	31,443	34,615	35,934
ハウス	設置実面積	野菜	38,403	182,957	295,754	308,562	329,966	339,721
		花き	3,603	16,478	32,568	38,479	45,468	54,154
		果樹	2,709	14,292	43,636	47,615	52,632	56,463
		計	44,715	213,727	371,958	394,656	428,066	450,338
	栽培延面積	野菜	48,431	233,858	395,298	416,577	448,180	465,696
		花き	4,627	17,920	38,384	44,729	51,322	69,929
		果樹	2,232	14,296	43,751	47,409	51,958	56,615
		計	55,290	266,074	477,433	508,715	551,460	592,240
ガラス室ハウス計	設置実面積	野菜	40,251	186,790	303,685	316,658	338,377	348,336
		花き	5,619	22,271	41,551	48,047	55,657	64,775
		果樹	4,050	15,952	45,634	49,613	54,775	58,543
		計	49,920	225,013	390,870	414,318	448,809	471,654
	栽培延面積	野菜	52,877	243,527	413,761	434,667	467,555	484,958
		花き	7,451	24,862	49,345	56,082	64,418	84,511
		果樹	3,541	15,955	45,748	49,409	54,102	58,705
		計	63,869	284,344	508,854	540,158	586,075	628,174

(注) 昭和40年には沖縄県を含まない。

表 2 養液栽培施設の方式別設置実面積の推移

(単位：千㎡)

		水 耕		固 形 培 地 耕				噴霧耕	その他	計	うち	
		たん液型	NFT	れき耕	砂 耕	ロックウール栽培	その他				ガラス室	ハウス
総 計	62年	1,812	496	168	33	408	25	16	31	2,989	1,110	1,879
	元年	2,058	692	181	37	661	52	18	35	3,734	1,309	2,425
	3年	2,258	855	208	47	1,200	70	28	60	4,726	1,680	3,046
うち 野菜	62年	1,801	483	163	33	363	21	8	26	2,898	1,059	1,839
	元年	2,040	667	167	37	521	40	6	16	3,494	1,212	2,282
	3年	2,205	846	178	43	744	28	14	41	4,096	1,411	2,685
うち 花き	62年	11	13	5	0	45	4	8	5	91	51	40
	元年	18	25	14	0	140	12	12	19	240	97	143
	3年	53	12	30	4	456	42	14	19	630	269	361

ウスの構成比がやや小さいが、前々回（昭和62年）に比べてハウスの構成比は高まってきている（昭和62年：44%→平成3年：57%）。

前回（平成元年）からの増減面積で特徴的なことは、ガラス室全体（野菜＋花き）の増加面

積（64ha）のうちほぼ6割（39ha）が養液栽培で占められており、ガラス室を新たに設置する場合の大半は養液栽培によるものであると言える。

3. 養液栽培の方式別設置実面積

平成3年における養液栽培の設置実面積（表

2)について、方式別の設置割合を見てみると、野菜では、①たん液型：54%（←平成元年：58%←昭和62年：62%と減少傾向）、②NFT：21%（←平成元年：19%←昭和62年：17%と微増傾向）、③ロックウール：18%（←平成元年：15%←昭和62年：13%と増加傾向）、④れき耕：4%（←平成元年：5%←昭和62年：6%と微減傾向）の順である。また、花きでは、①ロックウール：72%（←平成元年：58%←昭和62年：49%と激増傾向）、②たん液型：8%（←平成元年：8%←昭和62年：12%と減少傾向）、③その他の固型培地：7%（←平成元年：5%←昭和62年：4%と微増傾向）、④れき耕：5%（←平成元年：6%←昭和62年：5%と横ばい）の順である。

野菜、花きともに、近年のロックウール栽培面積の伸び率が高く、特に花きでの伸び率は著しい。

野菜の場合、固型培地耕24%：水耕75%で、水耕主体であるのに対し、花きでは、固型培地耕85%：水耕10%で固型培地主体である。

4. 養液栽培の県別設置実面積

養液栽培の設置実面積(表3)を県別に見てみると、野菜+花きの合計では①愛知(15%)、②千葉(10%)、③静岡(9%)の順で、この3県で全体の35%を占める。作目別には、野菜でも同様に①愛知(15%)、②千葉(11%)、③静岡(10%)の順で、この3県で全体の36%を占めるが、花きでは順番はかなり異なり、①愛知(15%)、②和歌山(7%)、③長野(7%)、④静岡(7%)、⑤愛媛(7%)で、この5県で全体の43%を占める。

方式別の設置実面積(表4)を県別に見てみると、たん液式では、全体の設置面積と同様の順で①愛知(21%)、②千葉(13%)、③静岡(12%)の順で、この3県で全体の46%を占めており、養液栽培先発県で、相対的に割合が高くなっている。

NFTでは、順番がやや異なり、①千葉(13%)、②愛知(8%)、③静岡(8%)、④福岡(7%)の順で、この4県で全体の35%を占める。

ロックウールでは、順番はかなり異なり、①愛知(7%)、②栃木(6%)、③山梨(6%)、④和歌山(6%)、⑤静岡(6%)、⑥千葉(5%)、⑦神奈川(5%)、香川(5%)の順で、この8県で全体の46%を占めている。ロックウールでは、養液栽培の

表3 養液栽培施設の作目別都道府県別の設置実面積(平成3年)

(単位：千㎡)

地 方 名			設 置 実 面 積			
			農業用	花き用	果樹用	計
北 海 道			111	38	—	149
東 北	青 森	森手城	20	6	—	26
		岩宮	24	—	—	24
		秋田	42	12	—	54
		山形	27	—	—	27
		福小	9	3	—	12
		計	51	7	—	58
			173	28	—	201
関 東	茨 城	城木馬	76	9	—	85
		栃群	105	15	—	120
		埼玉	120	11	—	131
		千葉	213	8	—	221
		東京	468	26	—	494
		奈京	12	3	—	15
		山梨	106	23	—	129
		長野	65	11	—	76
		静野	30	45	—	75
		小計	390	44	—	434
			1,585	195	—	1,780
北 陸	新 潟	潟山	21	5	—	26
		富川	10	3	—	13
		石井	9	—	—	9
		福小	2	—	—	2
			42	8	—	50
東 海	岐 愛	阜知	53	12	—	65
		重計	617	93	—	710
		三小	105	12	—	117
		計	775	117	—	892
近 畿	滋 京	賀都	38	12	—	50
		大阪	74	9	—	83
		庫良	160	2	—	162
		山歌	117	5	—	122
		小計	40	4	—	44
		計	99	46	—	145
			528	78	—	606
中 国	鳥 岡	取根	13	—	—	13
		山島	8	1	—	9
		広山	81	1	—	82
		島口	70	32	—	102
		徳島	5	7	—	12
		香川	94	16	—	110
		愛媛	114	16	—	130
		高知	30	43	—	73
		小計	38	8	—	46
		計	453	124	—	577
九 州	福 岡	岡賀	129	13	—	142
		佐崎	25	2	—	27
		本崎	15	—	—	15
		分崎	57	7	—	64
		大崎	133	2	—	135
		宮崎	31	4	—	35
		鹿兒	7	9	—	16
		小計	397	37	—	434
沖 縄			32	5	—	37
全 国			4,096	630	—	4,726

後発県の割合が相対的に高くなっている。

5. 養液栽培の作物別栽培面積

養液栽培の栽培延面積(表5)は、①みづば、②トマト、③カイワレダイコン、④サラダナ、

表4 養液栽培施設の方式別都道府県別の設置実面積(平成3年)

(単位:千㎡)

地 方 名	水 耕		固 型 培 地 耕				噴霧耕	その他	計
	たん液型	NFT	れき耕	砂 耕	ロックウール 栽 培	その他			
北 海 道	112	8	24	1	4	—	—	—	149
東	青森	5	5	—	—	15	1	—	26
	岩手	20	2	—	—	2	—	—	24
	宮城	23	2	1	—	27	1	—	54
	秋田	0	15	—	—	12	—	—	27
北	山形	4	2	—	—	5	—	—	12
	福島	26	13	—	—	19	—	1	58
	小計	78	39	1	—	80	2	1	201
関	茨城	11	21	—	—	34	5	—	85
	栃木	32	13	6	—	69	—	14	120
	群馬	68	10	1	—	49	1	—	131
	埼玉	136	27	3	—	49	—	6	221
	千葉	296	110	2	16	61	—	9	494
	東京	—	—	—	2	13	—	—	15
東	神奈川	50	9	5	3	60	1	—	129
	梨野	4	1	—	—	68	1	—	76
	長野	17	5	—	—	22	31	—	75
	岡崎	278	65	17	10	64	—	—	434
	小計	892	261	34	31	489	39	11	1,780
北 陸	新潟	9	4	7	—	6	—	—	26
	富山	—	8	—	—	5	—	—	13
	石川	8	0	—	—	—	1	—	9
	福井	2	—	—	—	—	—	—	2
東 海	小計	19	12	7	—	11	1	—	50
	岐阜	16	26	—	—	14	—	9	65
	愛知	478	68	4	—	157	2	1	710
	三重	62	35	—	—	20	—	—	117
近 畿	小計	556	129	4	—	191	2	10	892
	京都	17	14	—	—	5	7	2	50
	大阪	35	3	14	1	28	—	5	83
	兵庫	99	—	33	8	20	2	—	162
中 国	徳島	43	39	14	1	14	3	3	122
	香川	9	16	11	—	8	—	0	44
	愛媛	45	21	9	3	65	—	2	145
	高知	248	93	81	13	140	12	14	606
	小計	12	1	—	—	—	—	—	13
四 国	鳥取	4	0	0	—	3	2	—	9
	岡山	41	30	3	—	8	—	—	82
	広島	31	37	1	—	29	3	1	102
	山口	4	0	0	—	8	—	—	12
	徳島	12	39	1	—	42	4	—	110
	香川	44	26	—	0	60	—	—	130
	愛媛	5	19	—	—	49	—	—	73
	高知	9	—	—	—	29	—	8	46
	小計	162	152	5	0	228	9	9	577
九 州	福岡	27	59	38	1	17	—	—	142
	佐賀	8	7	—	—	12	—	—	27
	長崎	6	6	1	—	2	—	—	15
	熊本	28	29	—	—	4	—	3	64
	大分	104	19	9	1	2	—	—	135
	宮崎	5	19	4	—	7	—	—	35
	鹿児島	8	—	—	—	8	—	—	16
	小計	186	139	52	2	52	—	3	434
沖 縄	小計	5	22	—	—	5	5	—	37
全 国	2,258	855	208	47	1,200	70	28	60	4,726

⑤ねぎ, ⑥きゅうり, ⑦いちごの順に大きい。
みつばの場合, 別途野菜振興課で調査したデータによれば, 平成2年産の露地, 伏込み及び施設を合計した栽培延面積は1,305haであるの

で, 養液栽培(平成3年で612ha)がそのうち約4~5割を占めていることとなり, 養液栽培による生産の割合が野菜の中で最も大きい(カイワレダイコンは除く)と考えられる。

表5 養液栽培による品目別栽培延面積及び設置実面積

(単位:千㎡)

	品 目	60	62	元	3
栽培延面積	み づ ば	4,624	5,078	5,025	6,123
	ト マ ト	1,585	2,469	2,871	3,186
	カイワレダイコン	3,399	2,767	1,272	1,916
	ね ぎ	849	746	932	1,201
	サ ラ ダ ナ	107	232	528	1,228
	き ゅ う り	364	521	327	428
	い ち ご	42	157	186	239
設置実面積	そ の 他	480	544	581	641
	計	11,450	12,514	11,722	14,962
栽培延面積	み づ ば	724	817	890	1,020
	ト マ ト	1,052	1,477	1,772	2,095
	カイワレダイコン	88	66	44	112
	ね ぎ	155	161	193	204
	サ ラ ダ ナ	15	47	88	176
	き ゅ う り	220	340	181	222
	い ち ご	39	145	163	211
設置実面積	そ の 他	163	162	258	310
	計	2,456	3,215	3,589	4,350

施設全体の栽培延面積に占める養液栽培の割合では、データは示していないが、トマトでは、ガラス室栽培のうち1/4は養液栽培が占め、ガラス室＋ハウス合計でも施設全体の栽培延面積の5%を養液栽培が占め、他作物と比べて養液栽培の割合が比較的高い。

昭和60年から平成3年の6か年間の栽培延面積の増減傾向については、おおむね以下のとおりである。

- (1) 増加傾向：トマト、サラダナ、ねぎ、いちごであり、特に、サラダナの増加が著しい。
- (2) 横ばいないしやや増加傾向：みつば
- (3) 横ばいないしやや減少傾向：きゅうり、温室メロン、カイワレダイコン
- (4) 減少傾向：一般メロン

一方、養液栽培実面積は、①トマト、②みつば、③きゅうり、④いちご、⑤ねぎ、⑥サラダナ、⑦カイワレダイコンの順となっており、トマトだけで全体のほぼ半分を占めている。

6. 養液栽培をめぐる今後の課題と推進方向

現在、野菜生産全体で労力不足の進展に伴う生産力の低下が懸念されているが、施設野菜においても管理労働等の過重、機械化・省力化の後れ等が問題であると考えられる。今後、早急にこれらの問題を解決しながら、後継者が夢を持って参入していける農業生産の姿を構築して

いくとともに、他産業に互した収益を上げ得る能力を持った農業経営体を育成していく必要がある。

平成4年6月に農林水産省として取りまとめた「新しい食料・農業・農村政策の方向」においては、「農業経営に意欲と能力のある者を確保していくためには、農業経営を行う者が、その持てる力を十分に発揮することによって所得を増大させることができ、経営の面白さや心の充足感を享受することができる条件を早急に整備することが必要である」とされている。また、野菜については、「供給事情の変化を踏まえ従来の生産過剰基調における政策運営を転換し、供給力低下の懸念に対応する必要」があり、「所要の政策を講じていく」とこととされており、これを受けて「野菜生産機械化・省力化推進本部」を省内に設置するとともに、学識経験者からなる「野菜生産機械化・省力化検討委員会」を設置して機械化等の省力化技術の開発の方向等に関して検討を行ってきている。

このような中で、養液栽培に対しては、栽培管理の自動化及び防除作業等の合理化による省力化・軽作業化、高収益性等が期待され、上記のような課題を解決していくための一つの手段であると考えられる。

また、農林水産省の農蚕園芸局及び食品流通局により「有機農産物等に係る青果物等特別表示ガイドライン」が平成4年10月1日に制定され、平成5年4月1日から施行されることとなっている。この中では、養液栽培に関しても、農薬を施用しない場合にその旨の表示を行うためのガイドラインが示されているが、ここでは詳しく触れる紙面がないので、別途参照されたい。

なお、最後になったが、今後の養液栽培の健全かつ継続的な発展を期するためには、環境保全面に留意して推進することが非常に重要である。使用済み養液については循環利用を行ったり、使用済み培地の処理についても、農業用廃プラスチックと同様に産業廃棄物として農業者自身が責任をもって処理する必要がある、外部環境に負荷を与えることのない持続的な生産体系を構築する必要がある。

養液栽培の経営的な発展方向

木 村 伸 男*

はじめに

この10年間、施設園芸農家は、総農家数が減少する中であって増加し、養液栽培農家も急増した。

こうした状況を背景として本稿では、養液栽培経営の実態と今後の発展方向を明らかにする。なお、千葉県下の養液栽培経営47戸を対象として分析した。

1. 千葉県下の養液栽培の動向

はじめに、千葉県下の養液栽培面積の推移をみると、1981年10.0haであったが、1991年には49.3haと約5倍に急増した。

この場合、どのような経営類型が養液栽培に転換したかをみると、47戸のうち70%が施設野菜の栽培農家であり、露地野菜からの転換は17%であった。

養液栽培に転換した場合での従前作目に対する主な評価（転換理由）は、「土づくり・連作障害で大変」55%、「所得の伸びが見込めない」45%、「重労働で作業が汚い」28%、「将来ビジョンがもてない」21%であり、土づくり・連作障害と将来性・所得の伸びから転換したといえる。

養液栽培を選んだ主な理由は、「将来性があるから」51%、「作業が計画的にでき休みがとれるから」49%、「雇用導入が容易で企業化できるから」43%、「高い所得が得られるから」34%であり、将来性・所得と作業の点から養液栽培に転換したといえる。

養液栽培を導入した経営では、その面積拡大が顕著である。1983年以前に転換した32戸についてみると、現在までに規模拡大したものが69%あり、しかも3倍以上に拡大したものが28%もあった。

2. 養液栽培の経営構造

1) 経営の規模：まず、養液栽培施設面積は、47戸の平均1戸当りで1,082坪と大きく、1,200

坪以上の経営が全体の4分の1もあり、大規模化が進んでいる。また、過去5年間の固定資本投下額は、1戸当り平均4,061万円であり、5,000万円以上投下した経営が9戸もあった。

労働力については、通年雇用を導入したものが47戸のうち34戸もあり、これに臨時雇用だけを導入したものを加えると38戸となり、実に全体の8割の経営で雇用の導入が行われていることになる。

農産物販売額は、1戸当り平均3,281万円と多額であり、1億円以上の販売額のある経営が4戸もあった。

2) 農場体制の整備：養液栽培経営では、栽培管理施設、予冷库、作業場、作業員用休憩室・トイレ、事務所・事務室、電話・パソコン・ファクス等を整備し、総合的な生産体系を確立し、農場としての体制を完備する経営が多く、特に雇用を大規模に行っている経営ではこうした傾向が強い。

3. 養液栽培経営での経営戦略、経営者能力

1) 経営ビジョン・戦略体系の策定状況：経営を行っていく上では、確固たる農業観・経営ビジョンを持ち、経営戦略を立て、具体的な経営改善計画を持って日常の経営活動を行っていくかねばならない。こうした点についてみると表1の通りであり、養液栽培経営が露地野菜、施設野菜経営よりすぐれている。

表1 養液栽培経営の経営ビジョン・戦略体系の策定状況

	単位：経営、%		
	露地野菜作 経 営	施設野菜作 経 営	養液野菜作 経 営
調 査 数	49 (100.0)	45 (100.0)	47 (100.0)
1. 農 業 観	10 (20.4)	6 (13.3)	14 (29.8)
2. 経営ビジョン	25 (51.0)	27 (60.0)	32 (68.1)
3. 経営戦略	17 (34.7)	16 (35.6)	32 (68.1)
4. 具体的改善計画	14 (28.6)	16 (35.6)	26 (55.3)

注) 1. 露地野菜作、施設野菜作は、千葉県山武郡での調査である。
2. 施設野菜作経営には養液野菜作経営は含まれていない。
3. 平成4年調査

* 千葉県農業試験場

表2 養液栽培経営の経営主の経営者能力

単位：人，％

調 査 数	露地野菜作 経 営 主	施設野菜作 経 営 主	養液野菜作 経 営 主
1. 市町村一位，県下一位になりたい	(野 心) 11(3.4)	6(8.8)	12(25.5)
2. 確固たる農業観をもつ	(農 業 観) 25(7.7)	8(11.8)	14(29.8)
3. 市町村外の友達，市場・スーパーの知人から情報を知る	(情報収集力) 34(10.5)	14(20.6)	23(48.9)
4. 郡・県レベルの研修会に参加して情報を得る	(情報収集力) 36(11.1)	15(22.1)	18(38.3)
5. 農業環境変化の予想ができる	(洞 察 力) 40(12.3)	7(10.3)	9(19.1)
6. 直視的に判断して行動することがある	(直 視 力) 59(18.2)	12(17.6)	24(51.1)
7. アイデアをたくさんもち，設計する	(企業家精神) 10(3.1)	7(10.3)	13(27.7)
8. 常に技術革新をする	(企業家精神) 52(16.0)	22(32.4)	22(46.8)
9. 目標を立て，実行計画をつくり，実行，評価する	(経営者機能力) 58(17.8)	14(20.6)	13(27.7)
10. 栽培・作業・経営の管理基準・計数をもつ	(計 数 感 覚) 20(6.2)	8(11.8)	19(40.4)
合 計 (経営者能力)	345(106.2)	113(166.2)	167(355.3)

注) 1. 露地野菜作，施設野菜作経営は，千葉県北総地域を対象とした調査である。
2. 平成3～4年調査

2) 今後の経営改善の方向：今後の経営改善方向については，「規模拡大しコスト低減」が43%で最も多く，次いで「雇用の導入・拡大」28%，「新作目の導入で複合化」23%，「新製品の開発」9%，「作目・品目を変える」6%である。ただ，「現状維持が精一杯で方針なし」とするものも32%あった。

3) 経営主の経営者能力と経営改善方向：養液栽培経営での経営主の経営者能力は，露地野菜，施設野菜経営に比較して高い。特に優れている能力は，直視力，企業家精神，計数感覚，情報収集力であり，また野心も強い（表2）。

経営者能力との関連で今後の経営改善方向をみると，経営者能力が低い経営では「現状維持が精一杯で方針なし」とするものが多いのに対し，能力が高まるにつれ，こうした経営は減少し，「規模拡大しコスト低減」「雇用の導入・拡大」「新作目の導入で複合化」が増加する。

4. 養液栽培経営での雇用労働の利用

1) 雇用利用と労働分担：経営主の経営者能力が高まるにつれ通年雇用労働力の導入が増加する。いま，経営者能力を高位・中位・低位の3段階に分け，1戸当たり平均通年雇用人数を示すと，高位18人，中位8人，低位4人となる。なお，雇用での非農家出身は全体の65%で高い。

こうした通年雇用の拡大によって経営を管理する労働と直接的な作業労働との分化が進む（表3）。特に，経営主は，経営者としての性格を強め，その妻も直接的な作業から離れ，経営

表3 養液栽培経営での労働分担

調 査 数	雇用なし		通年雇用10人以上	
	経営主	妻	経営主	妻
1. 対 外 交 渉	7	4	6	4
2. 経 理 ・ 会 計	100.0	—	100.0	—
3. 雇 用 の 管 理	42.9	75.0	50.0	50.0
4. 品 目 ・ 品 種 選 定	—	—	83.3	75.5
5. 作業指示・段取り	100.0	—	100.0	25.0
6. は 種	100.0	25.0	100.0	25.0
7. 養 液 の 管 理	85.7	50.0	16.7	25.0
8. 育 苗 管 理	100.0	—	100.0	—
9. 温 度 管 理	85.7	—	33.3	50.0
10. 薬 剤 散 布	100.0	25.0	100.0	—
11. 出荷適期の判定	85.7	25.0	83.3	—
12. 収 穫	100.0	50.0	83.3	25.0
13. 選 別 ・ 調 製	85.7	100.0	16.7	—
	85.7	100.0	33.3	—

注) 各作業への従事率で示した。

者の補助的な役割を担うようになる。

2) 雇用での労働条件：養液栽培で雇用している36戸の経営について雇用条件を実施率で示すと次の通りである。①送迎17%，②給与：月給3%，日給31%，時給78%，③手当て：ボーナス36%，皆勤手当6%，経験手当8%，監督手当11%，時間外手当25%，通勤手当19%，④昼食11%，⑤休憩時の茶菓子100%，⑥給与の上げ方：毎年22%，必要に応じて72%，上げない6%，⑦保険：失業保険3%，障害保険14%，その他保険6%，⑧視察・研修36%，⑨慰安旅行50%，⑩作業時間は各人自由42%，⑪休みは各人自由67%，⑫規格外は自由に持ち帰る92%，である。また，日給は3,500円から6,000円，時

給は550円から750円である。

5. 養液栽培経営の企業化、法人化

企業化を示す指標としては雇用労働への依存が指標になるが、すでに述べたように、今後、雇用労働の拡大を希望しているものが多い。現在、通年雇用10人以上を雇用している経営は4戸あるが、5年後の目標では12戸に増加する。

企業化といった場合、法人化も基本的指標であるが、現在、47戸のうち6戸（13%）が法人であり、いずれも通年雇用8人以上の経営である。非法人経営41戸のうち9戸（22%）が、将来、法人化するとしている。法人化を計画している経営は、雇用経営が多く、しかも経営主の経営者能力が高い。

6. 総括

最後に、養液栽培経営の特質、今後の発展方向、今後の課題について総括しておこう。

まず、現状の特質として4点が指摘できる。第1に、施設規模、労力、投下資本、販売額とも他の野菜経営に比較して一段階高いレベルに

ある。第2に、経営主の経営者能力が高く、経営ビジョンを持ち、経営戦略を立てて経営改善に取り組んでいる。第3に、雇用労働を導入し企業化・法人化を図り、一部の経営では経営主が経営者としての性格を強めている。最後に、雇用導入を前提とし、総合的な農場体制の整備が進んでいる。

今後の方向は、施設規模の拡大、雇用の拡大、複合化・新製品の開発、といってよく、こうした方向の下で法人化・会社化を図っていく。

今後の課題、問題としては4点が指摘できる。まず第1は、一部の経営者能力の低い経営を今後どうするか。固定資本が多額に投下され、競争が激化するなかで問題となる。第2は、雇用労働を拡大するとすれば、労働条件・労働環境を改善せねばならず、労務管理も課題となる。第3に、実態分析では述べなかったが、後継者の教育・確保である。最後に、養液栽培で生産された生産物の需要拡大対策である。以上、4点をどう解決していくか、今後の課題である。



海外文献の紹介

ハウレンソウ品種間における生理学的特徴からみた硝酸塩蓄積の違い

A Physiological Basis for Different Patterns of Nitrate Accumulation in Two Spinach Cultivars. F. C. Olday, A. V. Barker and D. N. Maynard (1976) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 217-219.

ハウレンソウは葉内に硝酸を蓄積しやすい野菜で、収量と品質を低下させることなく、硝酸含量をできるだけ低下させる栽培が望まれる。概して、縮緬葉に比べ平らな葉を持つ品種は株が大きく、生長が速く、硝酸含量が低いといわれる。本研究は葉の形態が異なる2つの品種を用い、植物体内の硝酸含量及び硝酸還元酵素活性の比較を行った。

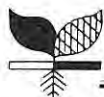
材料及び方法：縮緬葉で硝酸含量の比較的高い品種‘アメリカ’と平らな葉をした硝酸含量の比較的低い品種‘ハイブリッド424’を供試した。ポット栽培を行い、硝酸態窒素濃度が10, 50, 250ppmのホーランド養液を毎日100mlずつ与えた。収穫したハウレンソウを根、葉柄及び葉身に分け、新鮮重、硝酸含量及び硝酸還元酵素活性を測定した。

結果及び考察：地上部重、地下部重は、施与した硝酸態窒素濃度が高くなると増加し、その傾向は‘ハイブリッド424’で顕著であった。50ppm区と250ppm区では、地上部重、地下部重とも‘ハイブリッド424’が‘アメリカ’より明らかに優った。

硝酸含量はいずれの品種も250ppm区で急激に増加し、特に葉柄で高くなった。250ppm区の硝酸含量は、‘アメリカ’がいずれの部位でも‘ハイブリッド424’のおよそ3倍近くあった。硝酸還元酵素活性は50ppm区、250ppm区で著しく増加し、‘ハイブリッド424’の葉身内の活性が‘アメリカ’に比べ高かった。ただし、250ppm区の葉柄では、両品種の間で硝酸還元酵素活性に差はなかった。

2品種の比較から、葉身内の硝酸還元酵素活性が高いことがハウレンソウの硝酸含量を低下させると考えられる。また、硝酸還元酵素活性や葉の形態、生長速度当の特徴は、硝酸含量の低い品種を選抜する上で有効であると考えられる。

（京都府大農学部 蔬菜園芸学講座 何 毅清）



連 載

やさしい養液栽培：遮根布の利用について

田 中 和 夫*

最近、遮根布又は遮根シート及び防根布又は防根シートと呼ばれている布地が養液栽培や苗生産の場でいろいろと利用されている。今後とも生産現場での重宝な資材として利用されることが予想されるため、ここでこの布地の一般的な特性について紹介する。

この布地は遮根や防根という名がつけられているように、この特徴は根を通さないことである。用語としては根の出入りを断つという意味でここでは遮根の方を使用する。遮根布としてはポリエステル繊維を材料としたものがすでに市販されている。ポリエステルは耐久性に優れた最も安価で一番利用しやすい繊維である。なお、綿やレーヨンなど水に長く漬けると腐食する性質の繊維は使用できないが、ナイロンなどは耐久性もあり、比較的安価で遮根布として使用できる。

布地が根を通すか通さないかは繊維の織り密度で決まり、密度が低いほど根を通しやすくなる。また、遮光資材でよく使われている不織布は織っていないため繊維が不均一で同じ繊維密度でも根を通しやすい。

遮根布のもう1つの特徴は水を通すことである。“水の出入りは許すが、根の出入りは許さない”のが遮根布であり、この性質が養液栽培などでいろいろな利用を可能にしている。なお、水を通すとはいえ、通しやすさは繊維密度と関係し、密度が高くなるほど通し難くなる。そのため、使用する布地としては根を通さない最低の繊維密度のものとなる。

ポリエステルを織った布地の農業用としての利用は少ないが、衣料品としては裏地等に大量

に使用されているものであり、そのため色や柄だけでなく、繊維の太さや繊維密度の異なる非常に多種類のものがある。また、ポリエステル繊維には親水性のものと疎水性のものがあり、水との馴染みや通しやすさを変えることもできる。このようにポリエステルの布は各種のものが製造されており、農業分野でも必要とする布地特性が把握できれば、用途に適した布地を選んで利用することは可能である。

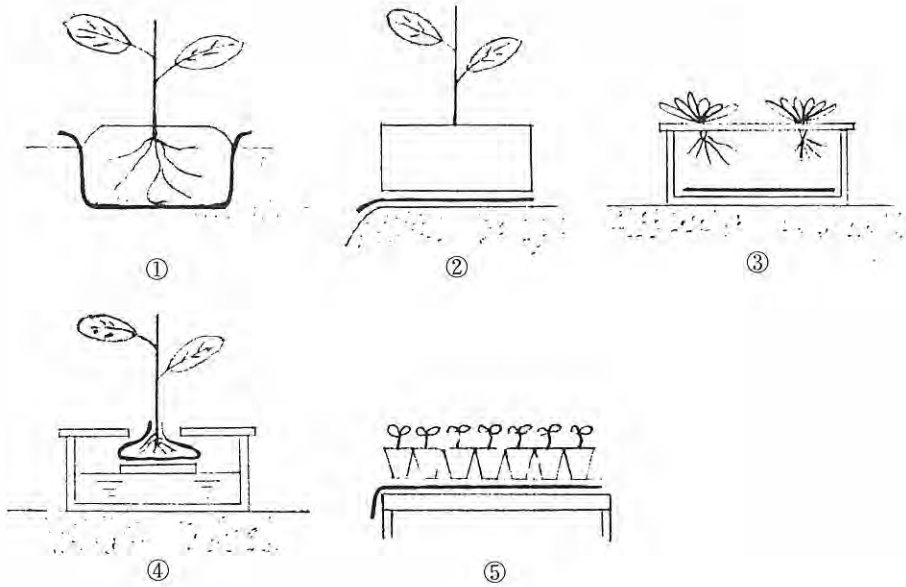
とはいえ、農業用に商品化され市販されている遮根布は1種類である。この市販品を用いて野菜や花では根の出入りを断つことができる。また、親水性のポリエステル繊維を使用しているため水と馴染やすく、透水性も高い。また、紫外線に曝さなければ5年程度の利用は可能である。なお、施設内の被覆資材に使われている不織布も根の出入りを完全に断つことは困難であるとはいえ、“水の出入りは許すが、根の出入りは許さない”を広義に解釈すれば遮根布といえる。なお、狭義の遮根布の方が根が絡まないだけ再利用する場合には便利である。

遮根布の利用例（図参照）

①土耕栽培での根域制限による青枯れ病対策：トマト等の重要病害である青枯れ病は細菌病であり、乾燥には弱く、水分の多い下層土に多く分布している。そのため、遮根布を地下20～30cmの所に埋め込み、根圏域を制限し、根が下層の汚染土壌に侵入しないようにすることで青枯れ病を防止する。

②養液栽培での根域制限の利用：ロックウール栽培などの固形培地耕で培地内に根域制限するために遮根布が利用されている。実際には、培養液の通りやすさを重視するため、布地とし

* 四国農業試験場



遮根布の利用例（太線が遮根布）

ては不織布が用いられることが多い。

③NFTにおける培養液の流れの均一化：NFTのように流れる液量を少なくしていくと、均一に水を流すための工夫が必要となる。その1つの方法として親水性の布を敷き、養液の広がりを良くすることが行われている。

④毛管水を利用した養液栽培：養液栽培では根圏への酸素供給が最も重要で、作物からみれば根毛の発生できる噴霧水耕が適している。こ

のような噴霧水耕の環境を発泡スチロールで浮かせた上に遮根布で根を包み、毛管水で根に培養液を供給する養液栽培が行われている。

⑤栽培ベットの水分管理：固形培地耕や苗生産において、過剰水分の除去及び培地内の水分を均一化するために遮根布が使われている。また、ベッドから垂らす布の長さで培地の水分調節が行える。

?? 養液栽培質問箱 ??

丸 尾 達*

Q. 養液栽培に関する記事や文献をみると難しい単位が多くてよく分かりません。養液栽培に関係する単位についてやさしく解説して下さい。

A. 確かに養液栽培に関係する単位は種類が多く分かりにくいと思いますが、「単位が分かったら、今まで難しいと思っていた培養液管理技術が驚くほど簡単に理解できました。」という声もよく聞くように、単位の理解は大変重要です。本誌第6巻第1号の連載記事「やさしい養液栽培」でも単位について触れていますが、今一度培養液関係の単位に絞って解説します。

まず、培養液関係の単位を分類すると、量の単位と濃度の単位がありますが、これらは明確に区別しなければなりません。さらにこのほかに、単位には、しばしばk, m, μ など10の整数乗倍を表す接頭語を付けて使用します(表)。

表 10の整数倍を表す接頭語

デ シ (d, deci)	10^{-1}	デ カ (da, deca)	10
セン チ (c, centi)	10^{-2}	ヘクト (h, hecto)	10^2
ミ リ (m, milli)	10^{-3}	キ ロ (k, kilo)	10^3
マイクロ (μ , micro)	10^{-6}	メガ (M, mega)	10^6

量の単位は施肥量、養分吸収量に対して用いる単位ですが、以下のものが使われており、いずれも相互に換算が可能です。

グラム g : 最もよく知られている重さ(質量)の単位です。

モル mol : アボガドロ数 (6.02×10^{23}) 個の集団(原子、分子、イオンなど)を1モルといいます。1molの質量は、それぞれ原子量、分子量、式量にgを付ければ得られますが、養液栽培では主に、1/1000モル(mmol)の単位を使用します。

当量 equivalent (e, eq) : 化学反応に対する性質

に基づいて定められた集団(原子、分子、イオンなど)の一定量を表す単位で、グラム当量ともいいます。等しい当量数の元素、イオン間では過不足なく化学反応が進行するため、肥料設計等を行う際にはとても便利です。養液栽培では主に、1/1000当量(me)を使用します。「水素イオン(H^+)または水酸イオン(OH^-)」1モルと化合する他の任意の元素またはイオンの量を1当量と定義できます。また、1当量は1モルの質量を原子価で割ることによっても求めることができます。培養液に使用する肥料類は酸と塩基が中和反応して出来た塩が主体ですから、酸または塩基から考えると分かり易いかと思います。例えば、 SO_4^{2-} (1mol=96g)は H_2SO_4 ですから H^+ 1molに SO_4^{2-} は1/2molが結合するので、1当量は1/2molつまり48gとなります。 K^+ (1mol=39g)はKOHで、 OH^- 1molに K^+ 1molが結合するので、1mol39gが1当量になります。

一方、濃度の単位については、培養液濃度は通常、一定体積の水に溶解している肥料の量で表わします(体積濃度)。従って、肥料の量に用いる単位により濃度の単位も変わりますが、相互の換算は可能です。(本誌第6巻第1号、47頁参照)

g/l : 水1lの中の肥料の質量をg単位で表したもので、1/1000にすればmg/lでppmに同じです。

ppm : part per million (百万分の1)。本来はmg/kgで、水1kgに含まれる肥料のmg数に相当しますが、水の比重が約1であることから、養液栽培では普通、mg/lとして、水1l中のmg数を表します。

mol/l : 体積モル濃度。水1l中に含まれるモル数、単に大文字Mとしても表します。また、養液栽培では、mmol/l (mM)が主に用いられます。

e/l : 当量濃度。水1l中に含まれる当量数で、養液栽培では、1/1000のme/lの単位を用います。

* 千葉大学園芸学部

上記の量と濃度の関係は次のように表せます。量＝濃度×体積、例えば、濃度1me/lの培養液1l中には1me/l×1l＝1meで、1meの量の肥料が含まれていることになります。

この他に養液栽培では、以下に示しました培養液のECとpHがよく問題にされます。

EC (Electric Conductivity)：電気導度、溶液の電気抵抗の逆数で、電気の通り易さを示します。単位に S/cm (S : siemens ジーメンズ)を用いますが、養液栽培では1/1000の mS/cm または、その1/1000の μ S/cm が使用されています。ECは培養液中に解離しているイオンの総量に比例す

るため総体的な培養液濃度の目安に使用されます。しかし、温度やpHの影響を受け易く、ECだけでは特定のイオン濃度を知ることはできません。

pH：水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ の逆数の常用対数($\log [H^+]^{-1} = -\log [H^+]$)で単位はありません。例えば、純水中の水素イオン濃度は $1 \times 10^{-7}M$ ですから、 $-\log 10^{-7} = 7 \times \log 10 = 7$ でpH7となります。

最後に今回ここに示した単位はほとんど高校の化学の教科書に載っているものばかりですので、身近に化学の教科書や、参考書がある方は是非もう一度開いてみることをお勧め致します。



ワンポイントメモ

キレート

ご承知のように、培養液の鉄源には黄色い粉末のキレート鉄(Fe-EDTA)を使いますが、Fe-EDTAなどの化合物を一般に金属キレートと呼びます。「キレート」とは蟹のハサミを意味するギリシャ語に由来する言葉で、キレート鉄を、2本のハサミでしっかりとオニギリを挟んでいる猿蟹合戦の蟹にたとえると、蟹がEDTA(エチレンジアミン四酢酸の略語、一般にキレート剤という)に相当し、オニギリが鉄に相当します。2本のハサミで掴むことでオニギリが落ちにくいように(童話では狡猾な猿に取られました)、キレート剤の2本またはそれ以上の数の手と鉄が強く結合したキレート鉄は安定性が高く、水に溶かしても長い間そのまま変化しない(鉄が沈殿しない)という性質があります。

かつては、インクの主成分である硫酸第一鉄やクエン酸鉄が鉄源として使われていましたが、これらの鉄塩は水溶液中では不安定で、二価の鉄が酸化されて水に溶けない三価鉄になって容易に沈殿するために、しばしば鉄欠乏が起きました。Fe-EDTAが安価に供給されるようになってこれに替ったわけですが、わが国の磯耕栽培の創設者の堀教授が「Fe-EDTAの出現によって養液栽培が可能になったといっても過言ではない」と言っておられるように、何気なく使っているFe-EDTAは、実は養液栽培の恩人とも言える物質なのです。

キレート剤にはEDTA以外にも各種のものが有り、クエン酸もその一つです。したがって、前述のクエン酸鉄もキレート鉄ですが、Fe-EDTAに比べると安定性が著しく劣ります。但し、土耕では根が分泌したクエン酸が土壌中の三価鉄とキレート鉄を作り、鉄の吸収を容易にするなどの効果が認められています。一方、金属についても、鉄以外にカルシウム、マンガン、銅などいろいろな金属キレートがあります。鉄でも二価鉄と三価鉄の金属キレートがありますが、後者のほうがEDTAとの結合力が遥かに大きいので、Fe-EDTAの鉄は大部分が三価になっています。

養液栽培では実際に使われている金属キレートはキレート鉄だけですが、ロックウールスラブ内で

亜鉛とリンが結合しやすいために、低温時に亜鉛欠乏が発生しやすいとされている点に関して、キレート亜鉛の使用を試みている価値はあるかも知れません。なお、マンガンはキレート化したものより無機イオンのほうが吸収されやすいことが知られています。

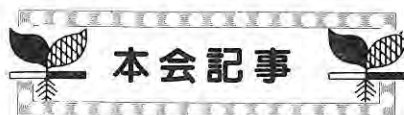
Fe-EDTAの安定性は培養液のpHにより異なり、pH 7までは非常に安定ですが、アルカリ側では他のキレート剤のものより安定性が低いようです。例えば、ロックウール耕でpH 7～9の培養液をかん注した場合、Fe-EDDHAでは8週間でもとの場に低下するのに対して、Fe-EDTAでは1/10程度に低下してしまうことが認められています。しかし、Fe-EDDHAが高価であることと、培養液がアルカリになること自体避けるべきことですから、このことはただちに、Fe-EDTAの代わりにFe-EDDHAを用いるべきだという議論にはならないと思います。事実、オランダのゾンネフェルトらは、ロックウール耕とNFTでトマトとキュウリの収量に対する各種のキレート鉄の影響を調べ、キレート剤の違いは収量には全く影響しないことを明らかにしております(表1)。

表1 ロックウール耕とNFTにおける鉄源(キレート剤)の違いがトマトとキュウリの果実収量(kg/m²)に及ぼす影響

培地	作物	キレート剤の種類			
		EDTA	HEEDTA	DTPA	EDDHA
ロックウール	キュウリ	16.2	15.0	16.1	15.0
ロックウール	トマト	13.0	12.6	12.7	12.4
NFT	トマト	13.1	13.5	11.1	11.2
NFT	トマト	—	—	15.6	15.4
NFT	トマト	13.8	—	—	12.8

注：キレート鉄の濃度は、ロックウール耕では15 μ モル/l、NFTでは60 μ モル/lとした。

(橘 昌司 三重大学)



第13回運営委員会報告

日 時：1992年11月9日(月)

場 所：千葉県厚生年金休暇センター

出席者：会長以下17名出席（委任状3名）

議 題

(1)養液栽培研究会1992年度総会並びに研究会の準備状況と当日の役割分担について説明がなされた。また、今回は研究会の参加者を150名で打ちりにする予定であったが、最終的には申込者225名全員を受け付けた旨の報告があった。(2)総会議案書（第1号議案 1991年度事業報告ならびに決算について、第2号議案 規約の改正について、第3号議案 1992年度事業計画ならびに予算案について）の審議を行い、決算、規約改正案、今後の活動計画案の一部の字句、表現を訂正した後、原案を承認した。（注：詳細は1992年度千葉総会の報告を参照下さい）(3)第19回研究会京都大会の開催要領について説明がなされた。(4)第15回静岡大会の決算案が報告され、原案通り承認された。残金は研究会会計へ返還することとした。(5)特別企画・第16回大阪大会の決算案が報告され、原案通り承認された。残金は国際園芸学会のための特別会計に繰り入

れることとした。(6)会誌ハイドロポニックス6巻2号は、1993年2月末の予定で編集が進んでいる旨、報告があった。(7)ニュースレター第8号の準備状況について説明があった。(8)佐藤印刷で会員管理を行っているが、現在会員は今年度の会費未納者を含めて1,120名である等の報告があった。

1992年度総会(千葉総会)報告

1992年度総会は、1992年11月11日に千葉県のさか望洋荘で225名の会員が出席して開催された。初めに伊東会長の挨拶、続いて農林水産省野菜振興課課長代理高島友三氏、園芸学会会長崎山亮三氏、社団法人日本施設園芸協会会長西貞夫氏、千葉県農林部長岩田郁夫氏の祝辞があった後、伊東会長を議長として議事に入った。第1号議案「1991年度事業報告ならびに決算案」、第2号議案「会則改正案」、第3号議案「1993年度事業計画ならびに予算案」についてそれぞれ説明並びに提案がなされ、いずれも原案通りに承認され、運営委員の高野泰吉氏による閉会の挨拶で総会が終了した。

1991年度 養液栽培研究会会計決算 (1991. 4. 1～1992. 3. 31)

会計幹事 寺林 敏

【総括表】

項 目	予算額(円)	決算額(円)	増減(円)
収 入	9,135,387	8,180,927	▽ 954,460
支 出	9,135,387	6,899,507	▽2,235,880
差 引	0	1,281,420	1,281,420