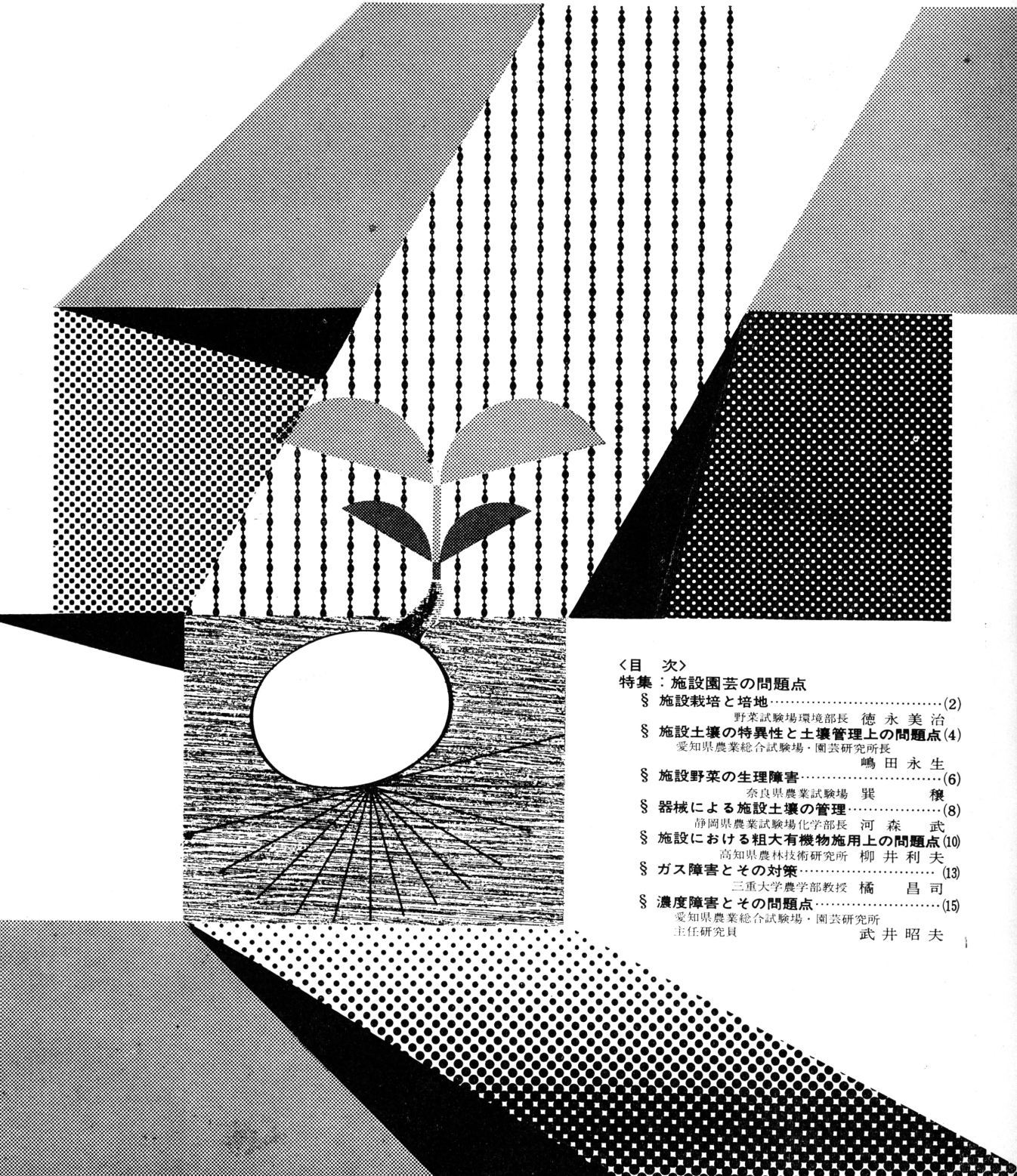


農業と科学

1975

4

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO., LTD.



<目次>

特集: 施設園芸の問題点

- § 施設栽培と培地.....(2)
野業試験場環境部長 徳永美治
- § 施設土壌の特異性と土壌管理上の問題点(4)
愛知県農業総合試験場・園芸研究所長 嶋田永生
- § 施設野菜の生理障害.....(6)
奈良県農業試験場 巽 稜
- § 器械による施設土壌の管理.....(8)
静岡県農業試験場化学部長 河森 武
- § 施設における粗大有機物施用上の問題点(10)
高知県農林技術研究所 柳井利夫
- § ガス障害とその対策.....(13)
三重大学農学部教授 橘 昌司
- § 濃度障害とその問題点.....(15)
愛知県農業総合試験場・園芸研究所
主任研究員 武井昭夫

<特集：施設園芸の問題点>

施設栽培と培地

～培地研究会のシンポジウムから～

野菜試験場環境部長

徳永美治

はじめに 施設栽培の大型化、固定化が進むにつれて一般にいう培地に対する関心が急激に高まってきた。一方、野菜試験場が昭和48年1月1日に発足し、施設栽培部に新しく培地研究室が誕生した。このような背景を受けて、培地研究に携わる全国の仲間が一堂に会し、問題点を検討し、相互の連絡を密にしつつ、新しい培地問題に対応していこうという考えから、48年8月、培地研究会設立準備委員会が作られた。

その後1年余、各方面からの温いご支援とご協力を受け、昨年11月野菜試・施設栽培部(愛知県知多郡武豊町)に約80名が参加して第1回培地研究会を開催することができた。この培地研究会とは、野菜試が毎年3課題ぐらいを取上げて主催する課題別検討会の一つで、正式名は施設栽培の培地に関する試験研究打合せ会である。

培地とは 培地の概念を規定することは大事ではあるが、研究会の討論の中で、回を重ねるうちに固まってくるとは思いながら、第1回の培地研究会開催にあたり私共は、将来修正されることを前提に、一時的にしろ考え方をささねばならなかった。ここには開催通知の文面を記そう。

“培地の定義には議論があるところですが、今回(養液耕を除いた場合)一応次のようにしたいと考えています。

- | | | |
|----|---|---|
| 培地 | { | 配合土(調合土、培養土) |
| | | Compost |
| | | 基土、素材、肥料を混合したもの。
温床床土、はち物用土などがこれに相当する。 |
| | | 床土
Bed Soil |
| | | 温床床土と同義に使われることもあるが、ここでは地床の床土に限る。 |

研究会が終わって1カ月後、私ども関係者数名が培地施設園芸における一の討論会をもった。

多少の抵抗する意見はあったが、従来の作土が、下層土と接続しているところで作物生産の意義を考えたのに対し、培地は下層土を完全に分離させ、作土だけで作物生産を考えることに差異を持つ。その作土が連作にたえうる、交換しやすい条件を持つようにするため、かなり人工的になっくる。このようなことを私の意見としてそ

こに(農林水産研究情報)述べておいた。

研究会の概要 半日の現地見学と1日の試験研究打合せ会で構成された。初日午後からの現地見学は名古屋駅に集合、夕刻武豊町の宿舎に着くまで、メネギ、タデ、カーネーション、ラン類、観葉植物など種々異なる培地条件を農家の現場で熱心に勉強し、またパークを中心とした培地資材の生産工場も見学した。

研究打合せ会はなんんかの専門家の話を中心にし、その課題に関する試験研究成果は、質議応答の形で出す方式をとった。すなわち次に示す4つに区分され、4つの項目について専門家に話題を提供して頂いた。

- 1) 培地素材 ピート、腐葉土、稲わら、土壌調整剤などの物性。
- 2) 配合土 肥合比・作製法・施肥量・肥料の種類、物性、作物別基準など。
- 3) 培地管理 培地での作物管理(かん水、追肥など)、培地量、消毒の影響など。
- 4) 配合土の検定 配合土としての適否、配合土の相互比較など。

培地素材の性格 まず、腐葉土を使用した配合土(野菜試 高橋和彦氏)、木質物の培地資材としての性質(野菜試 湯村義男氏)、野菜栽培における稲わら利用について(野菜試 速水昭彦氏)説明が行われた。

腐葉土は優れた培地素材であるが、果菜栽培面積とはほぼ等しい林地面積を必要とし、また価格にも問題はあり腐葉土を使つての育苗は次第に困難とならう。

木質物の多量混和は窒素飢餓、生育阻害物質、乾燥後の潑水性、土壌のpHおよび塩基などに問題があるので堆積、腐熟を必要とする。培地素材としての現状では最も簡単に、しかも安価に入手可能な稲わらを多量投与する場合は、好適孔隙組成維持のための混合比、塩類集積と除塩作業の難易など、検討せねばならない。

3氏の書かれた資料は、今後の研究に貴重なもので、これをたたき台として発展することを期待している。

試験研究成果としては育苗用、ソイルブロックメーカーキングマンによるソイルブロックに適した培地素材、V字型ベッド栽培の培地素材、堆肥代替の有機質素材などの課題が提出された。

材料として扱われたものは、ピート、パーク堆肥、もみがら、くん炭、鹿沼土、川砂、パーライト、フノーゲンBI、ラフミンマックスなど植物系のもの、鉱物系のもの、市販されているもの多様であった。

配合土関係 これについては野菜の育苗用配合土(奈良農試 巽 稔氏)、花き・はち物標準培養土に関する試験—ピート配合の用土について—(東京農試 鶴島久男氏)の2つの話題が提供された。

前者は速成床土、養液灌注育苗における培地、ソイルブロック用配合土につき素材と配合比率、施肥、作物ごとの適正な培養液濃度、ソイルブロックの整形および定型維持性を関連させながら詳述された。

後者はわが国ではなじみが少なく、また充分理解されていないピートモスは単なる有機素材としてではなく、ピートモスがもつ物理性と化学性をうまく利用すると、配合する他の素材が、土壌や鉱物質材料であろうと、かなり均一なものに近づけうる特性をもっているという考えから始まって、保水性、通気性に富む、ほぼ無菌的で雑草種子を含まず、容易に二次分解しないので、長くその物理性を保つなどのピートの特性、特性基準を力強く明快に説明された。

この道の権威である両氏の資料は、参加者の今後の研究の指標として、きわめて有意義なものである。

提出された試験研究の成果は、22課題と4つの区分中最も多く、約半数は鉢物・花きに関連していた。県内産の乾燥豚糞、樹皮堆肥、えのきだけ栽培後の培地を野菜苗床土にしようとする開発研究、もみがらを中心とした野菜育苗用土の試験、シクラメン・ポットマムの鉢物用培地の比較試験など積極的に取組まれていた。

培地管理 施設栽培のあげ床管理(静岡農試 神谷円一氏)、地床栽培の土壌管理法(愛知農総試 武井昭夫氏)の2課題の話が展開された。

神谷氏はこの道の大家であり、生育調節を必要とする作物、土壌環境要因の好条件を必要とする作物、あるいは連作障害対策が比較的容易なことから、長期連作を行なう作物には最適な方法である施設内あげ床栽培について、具体的な長所、短所を列記しその特性を示され、次であげ床の連作障害対策、床作り改善の試みにふれ、最後に施設栽培の床作り方向として次のように結ばれた。

温室メロンのようなあげ床栽培では、土を交換することによって数十年にわたって連作を続けてきたが、労力面から土量を最少限にして、集約的管理を余儀なくしていた。今後は培地の人工的な改良と規格化による積極的な改善、連作障害除去への最大の努力により培地の長期利用をはかるべきである。

武井氏は施設土壌の実態、低湿水田地帯における施設土壌の実態、土壌管理法につき、多くの図表を示され、塩類集積、土壌溶液中のアンモニウム態窒素の溶出、トマ

トの収量と気相率、ハウス土壌の酸素と炭酸ガスの経時の変化などを引用しつつ、今後の地床栽培の守るべき管理法を、中堅研究者らしく発表した。

提出された成果概要からは、ハウス栽培の生産力低下が施肥の不合理性、有機物施用の不足という視点に立ち野菜・花きに対する施肥基準を設定しようとする試験種わらの施用効果を検討することなどがみられた。

また施設の安定性ある培地の物理性を解明しようとして孔隙量と、孔隙分布と作物生育の相互関係、施設内空間を効率よく利用しようとして行なう3段ベンチ栽培の培地の試験など、強力に進められていた。

配合土の検定法 培地素材または配合土の良し悪しはどのような方法で判定したらよいかという質問は、未知の廃棄物を含めた資材が利用される方向にあったり、各種の市販品が出まわる現在、かなり多くなってきた。そのため、なんらかの形で統一された検定法を作る必要があると、私共は考えてきた。そこでこの研究会に提案し、討議を受けて段々立派なものにしていこうということで、幼植物検定法と理化学性の面からみた配合土の検定法を野菜試の高橋和彦氏と湯村義男氏に執筆願った。

幼植物検定法については材料(基土、腐葉土、肥料、容器、検定作物種子)、方法(配合土の作成法、対照区のとおり方、は種法、栽培法、観察項目、測定項目)、評価のし方をできるだけ詳しく記すことにした。例えば材料の容器は、木箱もしくはプラスチック製箱を用いる。いずれも水が停滞せず、排水のよいことが条件で、箱は内りの30×30×9cmとする。方法の対照区としては、基土と腐葉土を下表の割合に混合したものとすることなど

検定用配合土の混合割合並びに施肥量

作物名	基土：腐葉土(容積比)	施肥量mg/ℓ 又はg/m ²		
		N	P	K
トマト	2 : 2	100-100-100		
キュウリ	1 : 3	100-100-100		

注) 基土が黒ボク、火山灰土では100-1000-100にする。

理化学性からみた検定法では、最少限の検定項目としてpH、可溶性塩類含量、炭素率、粗孔隙量(空気率)の4つであろうとし、可溶性塩類は1:5の水浸液の電気伝導度を測定して代表させる、床土としての粗孔隙は、一般に25%程度が望ましいなどコメントを付記した。

この検定法については、提出された成果を参考にしたがり、活発に行なわれた論議をふまえ、後日、野菜試から修正された検定法の作成を急ぐことが約束され、この統一された検定法を用いて、各府県で産出し培地素材として利用され、配合土として実用可能なものにつき、全国的視野からまとめていこうということも話し合われた。

4つの区分での討論を終えたあと、オランダから帰国まもない奈良農試水田昌宏氏のヨーロッパにおける野菜培地の現状という講演とスライドを映写して閉会した。

<特集：施設園芸の問題点>

施設土壌の特異性と 土壌管理上の問題点

愛知県農業総合試験場・園芸研究所長

嶋田 永生

過去十数年の間に、施設土壌についての試験研究は、数多く行なわれてきた。その結果、施設内は露地と全く異なる環境であるため、ここに生成される土壌もまた、露地と異なることが明らかとなり、その一応の改良対策も示されている。

しかし、最近、施設内土壌の改良が再び話題として登場し始めてきているが、今回は当初の頃と多少異なった点のあることが注目される。それは一昨年秋のオイルショック以来生産資材費が高騰し、施設での経営が苦しくなり、規模拡大によってのみ所得の向上を計る、従来の経営方式に無理が生じてきていることである。

すなわち、規模拡大より、単位面積当たりの収入を増やすことが、従来以上に重視されるようになって、そのための単位面積当たりの収量増が必要となり、結局は土壌のもつ力が問題となってきたのである。従来の施設土壌の研究が、とかく生産の低下防止ということのみに眼がむけられていたのに対して、今回はこの改善と同時に、限界に近いまでの高い収量を上げようとする面が重要視されてきたともいえよう。

施設土壌の特異性

わが国は雨が多く、年間1,500mmにも達し、一部地域を除いて、降雨量が蒸発散量を上廻るため土壌中での水は、上から下に向かって動くことになる。この水の動きにつれ、土壌中の塩基や各種の肥料成分は下層に流亡するものである。

これに比べ施設内では、雨が全くさきざぎられているうえ気温が高く、極めて乾燥の環境であるため、土壌中の水は下から上に向かって移行する。

施設では普通、降雨量に相当する水が、かん水として与えられるが、一回の量が少ないうえに、施設内が高温であるため、この水はせいぜい地表下2cm—30cmに達するに止まり、よほどのことがない限り下層へ移行することはない。

したがって、施用した肥料成分やその副成分中

作物に吸収されないものは、そのまま土壌中に残留することになる。

また、土壌中での水が下から上に向かうことにより、地下水中に含まれている成分の地表近くへの移行、さらに、10a当たり年間1,500mmに及ぶかんがい水中に含まれる成分の集積等、耕土中には各種の無機成分が集積し、管理を誤ると数年で作物の生育に適さぬ土壌に変化してしまう。

施設での土壌管理の第一は、施設内が乾燥の環境であり、露地土壌とは全く異なる性質のものであることを、認識しなければならない。

第二には、とかくトマトかキュウリ等の、栽培作物の生育に心がとられ、土壌のことを忘れがちである。収量の限界にまでいともうとする技術は、土壌の正しい管理があって初めて確立するものであることを、十分認識すべきである。

土壌管理上の注意

(イ) 有機資材多用による土壌改良：単位面積当たりの収量を増やす場合、低収量の状態ならば容易であるが、或る標準に達した状態では、単なる施肥改善等では無理といわざるをえない。この限界を打破するためには、堆きゅう肥のような有機資材多用による土壌の力の向上に頼る以外に対策は無いといっても過言ではない。

施設での有機資材施用に当って先ず考えるべきことは、その経済的効果である。

トマトを例にとると、現在10a当り12tの収量を13tにする場合、堆きゅう肥の増施で増収が可能だとすると、1tの増収による所得は約20万円(1kg200円とする)となる。

この1tの増収による経済的効果は、10aの全収入が20万円程度の露地栽培とは、比較にならないほど大きいものである。

最近では有機資材が不足しているが、畜産廃き物をもっと積極的に施設に導入することを考えるべき時にきている。畜産廃き物としてのふん尿、特

に固形物は、べったりついて取り扱いに不便であるが、オガクズとの等量混合等によって、使い易くなること等が明らかになっているので、園芸農家と畜産農家との連けいをもっと緊密にし、お互の利益のための努力を払う必要がある。

この他、有機資材としては稲わら、バーク堆肥等があるが、これらは炭素率の関係から窒素施用量に注意さえすれば、施設への有機資材として適したものである。施設が恒久的なガラス室等の場合には、間断ない高度の輪作を行なう関係で、外部から有機資材を導入せざるをえないが、ビニールハウス等では、夏季の休閑期を利用して、施設内で青刈り用の短期牧草を導入し、これを土壤に還元するのも一方法である。実際にこれを行ない良結果を得ている地帯がある。

この方法によると、10a当たり6t前後の生草量がえられ、これを土壤に還元すると、単に有機物施用効果ばかりでなく、前作の残存無機窒素が生草に吸収されて、緩効的な有機態窒素となり、再び土壤に入る等の効果も期待できる。

いずれにせよ、施設土壤への有機物施用は、もっと積極的に行なうべきである。

(ロ) 基盤の整備：最近の施設設計は、土壤条件を無視しがちである。これは大型施設を作る関係で、広い場所が選定の第一条件となり、未墾の不良地に大型施設を作るような例が多く、施設ができて、初めて土壤改良に着手するのが普通となっている。

施設の土壤は透水性の良いことが第一条件で、一般にも、透水性の良い土壤の施設は、長持ちするというのが定説となっている。

しかし現実には、大型施設にあり土壤条件を備えた所は少なく、結局は不適地に建てることを余儀なくされる。不良地に建てる場合には、先ず排水施設を作ることが肝要で、暗き排水施設はぜひ設置したいものである。

(ハ) 耕作上の注意：施設内は極めて乾燥しやすいため、少し管理をおこたると耕土の土壤水分が蒸発し、土壤表面は白く乾いた状態になる。

作物が栽培されている間は、かん水等によって土壤水分を保つように心掛けるが、休閑期には全く放置してしまい、土壤が灰白色になるまでに乾燥しているものが多い。このように乾燥した土壤はくだけ易く、ロータリー耕うん等を入れると、それこそ粉状となり、作物生育にとって好ましい

団粒構造は完全に破かいされてしまう。

土壤の良い構造を破かいしないように維持することは、土壤管理上最も大切である。それには、休閑期の土壤水分維持や耕起に、もっと注意を払う必要がある。メロン作りの篤農家が、一作終わった床土に水を加え、手でダンゴを作り再びメロンを栽培しているが、これなどは、土壤構造を維持する面で合理的であるといえよう。

(ニ) 肥培管理上の注意：肥料として施設に持ち込まれる無機成分量は、年間2作として、窒素で10a当たり100kg前後にも及ぶ。このうち作物に吸収されるのは40kg程度であるから、残留する量は相当なものである。

またこれに伴って入る肥料の副成分量も併せ考えれば、施肥による土壤塩類の集積は相当の量に達するので、使用肥料の良否、施用量の多少等、肥培管理は施設栽培の最も大切な問題といえる。

結論を先に云えば、良質な肥料を少な目に使うことが、施設での施肥のコツのようである。

施設栽培では、作物がかなり密植される関係でいったん栽培を始めると、溝を掘ってそこに追肥し、覆土するようなことは不可能である。

したがって、追肥は地表面にばらまくことになるが、散布された肥料(窒素)は、分解にともなってアンモニア或は亜硝酸ガスとなり空中に揮散する。このガスは、施設が閉鎖的環境であることから施設内に充満し、障害を与える原因となる。

このような点から、施設での施肥は基肥重点とすべきであるが、多量の基肥による濃度障害を起こさないためには、緩効性肥料等を用いるべきで、特に緩効性窒素を含む比率の高い肥料が適している。そしてこれらの肥料を、適正量使用してゆくことが大切である。

なお追肥が必要ならば、液状のものを使用するようにした方がよい。肥培管理は、かなり注意深く行っても、肥料の利用率の関係から、作物の吸収量以上の肥料が使用されることになり、条件によってはかなりの残存も考えられる。

この残存量を知って次作の施肥量を加減するのが、理想的な施肥である。この残存量測定法は、土壤の塩類濃度を簡易な電導度計で測定し、普及所等で示している塩類濃度と窒素量の関係式から知ることが出来る。こうした計器による土壤の肥料成分の調節は、施設での肥培管理上ぜひ実行しなければならないことである。

<特集：施設園芸の問題点>

施設野菜の生理障害

～イチゴの“急性萎凋症”について～

奈良県農業試験場

異 穰

施設野菜の生理障害については、すでに多くの報告や紹介があるが、ここでは、最近増加の気配を見せている本県ハウスイチゴの“急性萎凋症”について述べる。一般に、生理障害には純生理的な障害のほか、原因不明の生育障害まで含めて議論されることが多く、後に病害と断定された例も少なくない。

イチゴの“急性萎凋症”の場合も、ある種の菌が、特定の条件下で病原性を発揮することの可能性や、ウィルスが関与している疑いもないわけではない。ただ、現在のところ、症状と直接的に結びつく病原菌が確認されず、一応、生理的な障害として取扱われている。

発症の経過と症徴：本萎凋症は、昭和44年頃から認められていたが、部分的、散発的な発生に止まり、あまり問題ではなかった。しかし、49年は半促成（株冷、電照、普通）を中心に発生が多く、相当数のハウスで全滅状態になるなど、被害が大きかったため大きな問題になった。

49年の場合、促成栽培では4月以降に若干の発現をみただけで、前期における発症例はごく稀であったのに対し、本年は、地域的に促成前期からかなりの発症を認めており、今後、温度上昇とともに他作型・他地域にも被害が拡大するおそれがある。

“急性萎凋”株は、収穫期までは正常株と全く区別できず、その後、急激に脱水状態を呈して萎凋する。1～2果収穫した頃から発疾する例が最も多い。

萎凋程度が軽く、茎冠部の枯死をまぬかれた場合は後に回復し、新葉を出現させることもあるが甚だしい場合は、干しぶどう状の果実をつけたまま枯死してしまう（図参照）。根は褐黒変し、枯死する。

発症の要因：現地調査の結果から本症の要因には

1. 発症期は2～4月にわたるが、いずれの事例でも、着果およびハウス内の気温上昇との関連が認められる。

2. 土壌条件としては、耕土が浅く、乾燥地もしくは、乾湿差の大きいほ場で、多発する傾向がある。高ECほ場や、多年連作ほ場で多発する傾向もあるが、相反する事例もあり、必ずしも決定的要因とはみなせない。

3. 株冷半促成では、冷蔵時期、期間、冷蔵温度などが、発症の程度に関与するものようであるが、要するに、株冷蔵による休眠打破が不充分である場合に、本症が多発するものと思われる。

4. 定植後、根の発育が不十分なまま地上部の生育・着果を促進するような管理（例えば早すぎるマルチ、過度の加温）がされた場合に多発した。

5. 不時出蕾の多い場合、着果過多の場合、ハウス内の高温部等での発症増加は、各地域・各作型に共通する傾向である。

などがあげられるが、この中のいずれも“急性萎凋症”の発現と結びつく、単一の要因とは考えられず、複数要因がからみあって発症を増加させられると思われる。

作物の萎凋は、普通、体内の水分不足によって起るが、萎凋株の根が例外なく褐黒変・枯死しているところから、2～3月以降、ハウス内の温度上昇、葉数増加、着果などによって蒸散・要水量が増大したのに、水の補給が途絶えたため、急速に脱水状態に陥ったことが推察される。

元来、イチゴの根群と地上部——とくに果実の発育との間には、強い競合関係があり、着果～収穫始期までは、根群は経時的に発達し、その後は急速に枯死する傾向があるが、着果が多いほどそれが著しい。根群は果実をとり去ると復活するが根群の最も減少した時に不良条件を与えられると完全に枯死することがある。

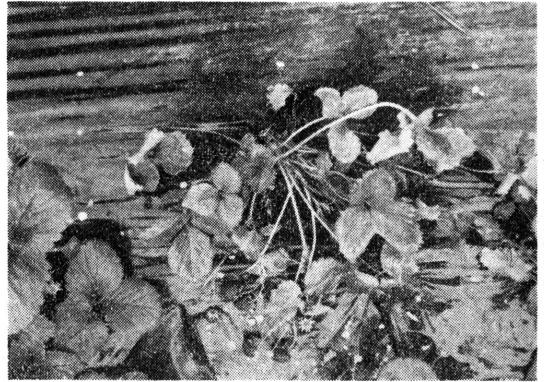
このようなイチゴ本来の根群発達経過の中で、定植後着果期までの根群発育程度が、實際上重要なことはいうまでもないが、48年秋からの低温・乾燥条件によって活着とその後の根の発育が遅れ地上部との均衡を失したまま49年春を迎えて、萎凋が激発したものと思われる。

“急性萎凋症”の発現がその年の気象条件によって説明できる場合はむしろあまり心配がない。

問題は44年頃から発症が認められており、それが49年に至って激発したこと、49年には発症が休眠打破との関係で、危険が多いと考えられる半促成作型に多かったのに対し、50年には促成栽培に2月時点で、かなりの被害がみられるというように、逐年増加する傾向のみられることである。

上記のように、本症の発現が根群の発育もしくは機能不全によるところが大きいとすれば、現地調査の結果で、直接的な関係はみられなかったと

イチゴ急性萎凋株の例



はいうものの、連作年数の増加とそれに伴う土壌条件の劣化、管理作業のマンネリによる不確実性の増加、着果過多をもたらすミツバチ利用などはすべて根群の発育を抑制する側に働く要因であり本症の発現を増加させる危険性をもつものといえよう。

イチゴ“急性萎凋症”の事例調査抜粋 (昭和49年)

例	発生年次	* 発症時期	** 作型	ほ 場 条 件					そ の 他	観 察・関 連 事 項
				土 壤	連作年数	PH	EC	他		
1	昭44~	4 / 上	電半	壤土	11 (露地含む)	6.2	0.69~0.72	やや乾燥	やや多肥	ハウス早かけ、開花早いとき多発
2	昭48~	2 / 下	株冷	砂壤土	3	6.5~6.8	0.3~0.5	乾湿差あり	11/12~12/1 冷蔵	
3	昭 ~	3 / 中	電半	"	3	6.5~6.8	0.3~0.5			
4	昭46~	2 / 下	株冷	壤土	5	6.95	0.37		11/15~12/15 冷蔵やや大苗	耕土浅い所、ハウス中央に多発、多年連作で多発
5	昭49~	4 / 上	半促	"	2	6.15	0.20			GA処理、高温管理で多発
6	昭48~	4 / 上	株冷 + 電照	埴土	15~16	7.60	0.25	乾燥しやすい	11/15~12/15 冷蔵	電照打切後発生、被害中程度
7	昭48~	3 / 中	株冷	砂壤土	4	7.9	0.38	乾 燥	11/6~11/21 冷蔵	地力低下、多肥、乾燥、高地温で多発
8	昭46~	3 / 中・下	電半	"	10以上	6.1	0.27	やや乾燥		株枯れ萎凋、根ぐされ、ハウス中央に多発
9	昭49~	2 / 下	株冷		2				11/9~12/9 冷蔵	ハウス中央に多発、花数多い株から発生
10	昭49~	1・3	促成	砂壤土	3~4	6.5~7.4	0.08~0.6			1回目わい化、2回目枯死、高温部多発

* 昭和49年の場合

** 電半:電照半促成、株冷:株冷蔵半促成、半促:ハウス半促成

<特集：施設栽培の問題点>

器械による施設土壌の管理

静岡県農業試験場化学部長

河 森 武

施設園芸における肥培管理は極めて集約的である。このために土壌の物理性や化学性の悪化を招き、収量が低下したり品質が悪くなったりする危険性が大きい。しかも施設が大型になり重装備をして固定化してくれば、必然的に連作が強いられることになるので、施肥法を含めた適切な土壌管理を怠ると、ますます土壌悪化の危険性が大きくなっていく。こうした土壌の悪化を未然に防止し、連作に耐える健康な土作りを考えることは、施設栽培の安定化のために極めて大事なことである。

土壌診断には、作物の生育相や土壌の表面などの観察による方法、試薬を用いる簡易検定による方法、器械（メーター類）を用いる方法などに分けられる。器械による土壌管理という、むずかしいことのように思われるがごく手軽に、しかも的確な判断ができる。

1. 電気伝導計（ECメーター）の利用

(1) 肥料障害をおこさないために

ビニールハウスやガラス室は、屋根で雨をささぎるので、露地のように肥料分の流亡がない。したがって、施された肥料のうち、作物に吸収される以外はほとんど土壌中に残っている。この残る量が多くなると、肥料障害をおこすようになる。作物に肥料障害の危険があるかどうかを判断するのに、ECメーターを利用する。現場で測定する場合には、土と水の容積比が1:5になるように目盛りを刻んだ透明な容器を用い、十分にかき混ぜた土壌懸濁液のECを測定する。測定されたECの値から、肥料障害の危険性を判断する。（第1表参照）

第1表 土壌懸濁液のECと各種作物の生育

土 壌	生育阻害点			枯死限界点		
	キュウリ	トマト	ピーマン	キュウリ	トマト	ピーマン
腐植質堆肥土	0.7	0.7	0.9	1.3	1.4	1.9
沖積堆肥土	0.6	0.7	0.7	1.2	1.3	1.4
砂 土	0.3	0.4	0.5	0.4	0.9	1.0

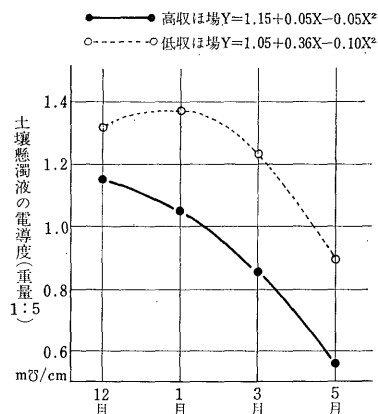
（注） 高知農林技研の数値を土壌1：水5の容積比に換算した概数である。

土壌を採取する場合には、作土をよく混ぜること、数カ所から土を採取してくることに注意する必要がある。

(2) 適正な施肥量を求めるために

第1図は、静岡県裾野市でイチゴを栽培しているほ場を20点余り選んで、時期別に土壌懸濁液のECを測定し

第1図 土壌懸濁液電導度（EC）の時期別推移



（裾野市、腐植質火山灰土壌における半促成栽培イチゴ、昭和44年度）

この値をイチゴ収量の高収・低収ほ場別に整理しECの時期別推移として示したものである。

ECの値はその数値が大きくなるほど土壌中の肥料分が多いということを示しているので、

この図からはっきりとわかることは、イチゴの収量の低いほ場には、収量の高いほ場と比べて、常に肥料分がたくさんあったということである。

これは、低収ほ場では、肥料が溶脱しにくかったということではなく、元肥にも追肥にも、肥料をやりすぎているためである。収量をあげようと思って肥料を多施したことが、かえって収量を低くしてしまった訳である。こうした肥料の過剰施用が土壌の悪変を招き、収量の低下にもつながるものであるということ、心に留めなければならない。

ECメーターは、このためにこそ活用すべきである。まず第2図のような、ECと土壌中の無機態チッソ（アンモニア+硝酸）との相関図を作っておく。土壌によってはほとんど相関のとれない場合があるから、注意しなければならない。次にその地域の高収ほ場のECを時期別に測定し、第1図のようなECの推移を計算しておく。

これらは農業改良普及所の診断施設を利用すれば、充分にできることである。この二つの図ができれば、あとは現場でECを測定し、肥料（チッソ）の過不足の判断ができ、不足の場合の施肥量も次の式で計算ができる。

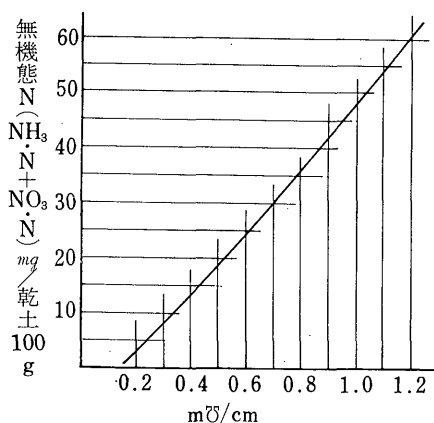
$$n = (A - B) \times G \times R$$

n : 10 a 当りのチッソ施用量 (kg)

A：高収ほ場のECに対応する土壤中のチッソ含量
 B：測定ほ場のECに対応する土壤中のチッソ含量
 G：土壌の仮比重
 R：施肥面積率（通常は0.2とする）

すなわち、測定したほ場のECが0.5ミリモーターであれば、この土壌には20mgのチッソが含まれている。そしてその時期の高収ほ場のECが1ミリモーターであるならば高収ほ場の土壌には50mgのチッソがあることになるから、
 (A-B)は30mgということになる。土壌の仮比重を1とすれば、nは6.0kgとなる。チッソ15%を含む化成肥料を追肥しようとするれば、10a当り40kgの化成肥料を施用すればよいことになる。

第2図 土壌の無機態窒素含量に対する
土壌懸濁液電導度の回帰曲線



(裾野市、腐植質火山灰土壌)

2. pH メーターの利用

(1) 適正な土壌反応に保つために

水浸出液の土壌のpHは6.0~6.5に保つのが理想的である。中には単純に1作に100kgの苦土石灰をやるのだと決めてかかっている人もいるが、土壌のpHがアルカリになってしまっている場合もかなり多い。作付に当っては、必ずpHを調べて適正な土壌反応に保たせよう。

(2) ガス障害の予防のために

ハウスの中では条件によって、アンモニアのガスが出たり亜硝酸ガスが出たりして、いわゆるガス障害を招く例がある。このガス害を予知して障害を防止するためにpHメーターを活用して見よう。

朝、ハウスの中に入ると、ビニールの内側には露滴がついている。この露滴を集めてpHを測定して見る。その判断の基準は第2表に示したごとくである。

3. テンシオメーターの利用（適正な水管理を行なうために）

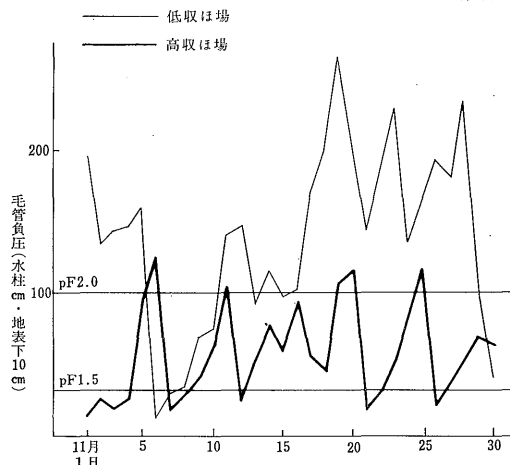
一般に水管理は非常にむずかしいものとされている。

第2表 ハウス露滴のpHとガス害
(高知県農林技術研究所)

露滴PH	判 定
7.0以上	アンモニアガスが優勢に発生している。
7.0~6.2	ガスの発生がないか、またはアンモニアガスと亜硝酸ガスがほぼ同量発生している。被害なし。
6.2~5.6	亜硝酸ガスのほうが優勢に発生している。警戒体勢に入る。
5.6~4.6	作物の抵抗性が弱い場合に亜硝酸ガスの障害を出すおそれあり。PH5.6となればガス発生防止策をとる。
4.6以下	ほとんどの場合、亜硝酸ガスの障害を出すおそれあり。

第3図は静岡県焼津市の促成栽培イチゴほ場の土壌水分の動きを、テンシオメーターで調べたものであるが、折線グラフの山が高いほど、土壌が乾いていることを示している。イチゴの収量の高いほ場ではpF2.0になるとかん水をして適度な湿りをもたせているが、収量の低いほ場では、土を乾かし過ぎていることがわかる。

第3図 促成栽培イチゴほ場の水分変動（焼津市）



テンシオメーターは、所定の方法でその感体の素焼カップを株間の地表下10cmの所に埋め、水銀がpF2.0になったら水かけをはじめようとするればよい。作物によって適当な水分域が異なるので、作物ごとのかん水点は農業試験場なり普及所などに問合されるとよい。

ECメーター、pHメーターは携帯用で5万円前後で求められる。これは個人で持たなくとも、部落単位くらいで持っていれば充分間にあうはずである。テンシオメーターは1台5,000円くらいで求められるので、個人のハウスごとに1台は設置されるようおすすめしたい。

<特集：施設園芸の問題点>

施設における

粗大有機物施用上の問題点

高知県農林技術研究所

柳井利夫

現在、野菜栽培のための施設は、湿田を除き、半湿田の一部および乾田、畑地などに建設されている。その培地には各種の土壌型が含有されているものの、野菜の生産にとって、土壌型が決定的な阻害要因となっている事実はあまり認められない。

この主要な原因の一つとして、施設野菜の栽培時に多量の有機物や肥料が施用され、反応はもちろん、その他の土壌条件に対しても緩衝能、あるいは緩衝性作用の増加が認められ、土壌型がかなり異なってもその特性が消され、施設野菜の生育・収量に差の生じない原因となっている。かつて施設土壌は、“人工土壌である”と指摘された根拠も、ここにありという感がする。

土壌に施用された粗大有機物は、最終的に土壌腐植となって直接・間接に作物の生産に作用しており、それに対する研究の歴史は古く、またその問題も学問的に難解である。

しかしここでは、実際の施設（主としてビニールハウス）において作物が栽培される際、投与された粗大有機物としての稲ワラを中心としてとり上げた。

土壌物理性に対する影響

第1表 現地ハウスピーマン栽培土壌の三相構造と収量に関する実態調査 (水分状態 pF 1.5, 4 連平均)

農家 No.	地質土壌地目	作土の土性	栽培回数	施 肥 量 kg/10a			土 壤 三 相 %			収量 t/10a	
				切ワラ	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	固相	液相		気相
1	洪積・黒色火山灰水田	C L	1	0	77	76	61	24.7	44.7	30.7	10.8
			5	0				25.8	46.3	27.9	9.3
2	同 上	C L	1	400	52	101	52	26.4	40.9	32.7	12.0
			5	0				26.6	44.4	29.1	12.0
3	沖積水田	LiC	1	2000	77	87	48	34.1	39.5	26.4	13.5
			5	2000				33.2	34.0	32.8	11.4
4	同 上	C L	1	1800	86	113	55	29.4	33.1	37.6	—
			3	1800				32.2	32.2	35.6	—
5	洪積・黒色火山灰水田	LiC	1	1200	69	56	62	27.0	42.3	30.7	13.2
			4	1200				26.8	42.5	30.7	11.7
6	同 上	C L	1	1200	74	72	37	27.2	37.7	35.1	10.5
			4	1200				24.8	38.8	36.5	9.5
7	同 上	LiC	1	3000	調 査 不 能			27.0	36.9	36.1	10.5
			5	3000				30.7	37.6	31.8	9.6

(注) ワラ、肥料の元肥施用は昭和43年9月、供試土壌は2月に採取し測定した。

ハウス果菜類の栽培時に施用する粗大有機物の第1の目的は、土壌の物理性の改善である。灌水の際、ホースからかなり強い勢いで、土層表面に灌水しているが、これを繰返していれば土層表面が単粒化し、この状態で灌水すれば、水は表層のみを走り、畦内の土層への浸透が困難となる。この対策として現地農家は、ワラ施用によって畦内土層への水の浸透をはかっており、施設土壌の管理技術として必須条件の一つとなっている。

以上のような背景があるため、ハウス野菜に対する肥料、ワラの施用と土壌の三相構造およびピーマン果実収量の関係についての実態調査の一部を第1表に示す。

土壌サンプリングは、ハウス果菜類の栽培にあたって初年目と連作の両ハウス圃場を有している同一農家を選び、毎年ワラを施用し、3～5年目に土壌の物理性がどのように変化するかについて検討した。

黒色火山灰・鈣質両土壌とも固相率は初年目に比べ、連作によって低下している例もあり増加している例もある。

一般農耕地土壌は固・液・気相がそれぞれ約4/4であるとしておられるものの、鈣質のハウス土壌ではそれぞれ約4/4であったが火山灰土壌では固相が約4/4であった。また

固相率の増減と収量の関係は同一農家内で比較した場合、低固相率が必ずしも増収となっておらず、検討すべき問題がかなり多いと思われる。

ワラ以外の粗大有機物と、ハウスナスの収量について実験した成績の一部を第2表に示す。

土壌の固相率は、施用された粗大有機物の種類よりも量によって影響され、3t/10aレベルでの施用により、明らかに固相率は減少した。しかし土壌三相と収量の関係は、低固相率で低収の傾向を示した。

以上の実態調査・試験の結

第2表 粗大有機物施用と土壤三相の変化とハウスナスの収量の関係について (7月3日測定, 24時間容水量, 5連平均)

粗大有機物 種類	量 t/10a	仮比重	土壤三相(%)				ナス収量 t/10a
			固相率	液相率	気相率	孔隙率	
無施用区		0.94	34.1	31.8	34.1	65.9	4.81
稲ワラ区	1	0.89	32.0	30.7	37.3	68.0	4.19
	3	0.74	26.8	31.2	42.0	73.2	3.92
パーク堆肥区	1	0.84	30.5	33.8	35.7	69.5	4.54
	3	0.75	28.4	32.6	39.0	71.6	4.48
同上原料区	1	0.87	31.5	30.9	37.6	68.5	4.30
	3	0.80	29.2	32.6	38.2	70.8	4.32

注:供試品種は千両2号, 有機物投入, 1月10日, 施肥2月13日, 施肥量N・P₂O₅・K₂O=40・60・60 kg/10a, 全量元肥全層施用, ナス連作ハウス2作目, 定植2月22日, 収穫開始3月26日, 試験打ち切り6月30日, 土壌型・灰色土壌壤土マンガン型。

果から, どちらかと言えば, 粗大有機物の施用によってハウス果菜類が減収し, これでもって, 施設野菜に対し粗大有機物施用が不必要であるとの結論は早計である。もう少し土壤微生物および施肥量・施肥法等から検討する必要があろう。

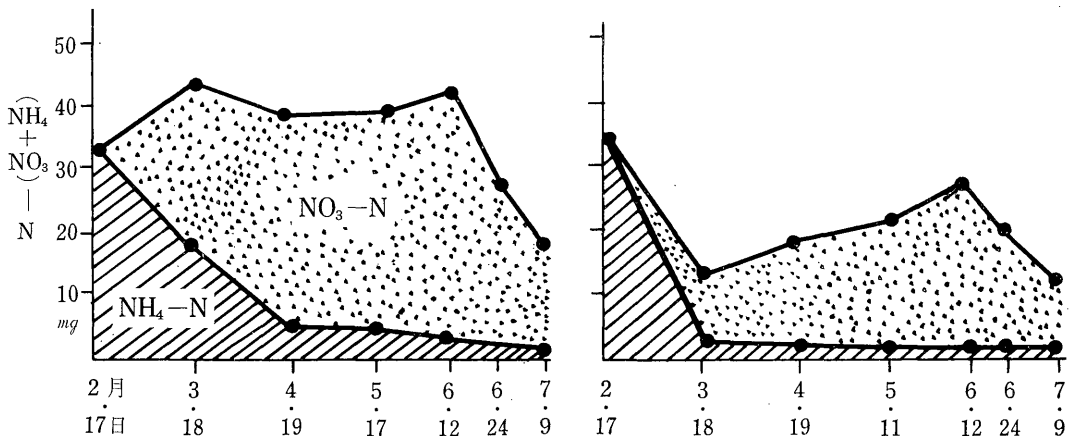
なお土壤の物理性として三相構造のみを取り上げたがこれについてもハウス果菜類の生育・収量にとって, 最も適当な値についての尺度がなく, 今後この種のデータ

第3表 施肥設計 (1967, 68年共通)

N	切ワラ	苦土石灰	P ₂ O ₅	K ₂ O
60 kg	0 t	300 kg	33	35
60	3	300	33	35

施用Nのうち(全量元肥)
 粃油粕(成分 5.78-2.3-1.3)
 粃化成(" 14.1-9.2-13.0)
 P₂O₅, K₂Oは単肥で補正, 切わらは5-8cmに切断
 1967年 T-C 47.8 T-N 0.75
 1968年 T-C 45.5 T-N 0.77
 施肥日 1967年1月5日 1968年2月17日
 定植日 2月26日 3月18日
 試験終了日 7月7日 7月9日
 栽植密度 2.7本/m² 2.7本/m²

第1図 土壤中のpH, 無機N(NH₄⁺+NO₃⁻)濃度の経時変化(乾土100g当り, 1976年度)ワラ無施用 ワラ3t施用



一の積み重ねが必要である。

土壤の化学性に対する影響

ハウス土壤における無機N(NH₄⁺+NO₃⁻)の変化:

現地ハウス土壤につづいて, 第3表にしめす条件でトマトを栽培した結果を第1図にしめす。2カ年にわたり試験したが同じ傾向となったので, 1968年度のみ結果である(灰色土壌壤土マンガン型)。第1図のように, N・ワラ併用後約1カ月間で, 土壤無機N濃度は全生育期間中の最低値をしめし, さらに2カ月~3カ月後にかけてその濃度は激増した。

これは土壤中において, ワラによる見掛上の無機Nの一時的固定と, 再無機化の現象である。このような現象は, 他の試験でも認められている。なお本試験のトマトの10a当り収量はワラ無施用区12.7トン, ワラ施用区13.9トンとなった。

ワラによる見掛上のNの一時的固定量

ハウス土壤において, 土壤無機Nの一時的固定と再無機化が認められたので, ワラによるNの一時的固定量につき incubate 実験し, 結果を第4表に示す。

N・ワラ併用すれば, 例外なく土壤無機Nは一時的に固定され, その量は当然のことながら, ワラ施用量の増大とともに増大した。

Nが一時的に固定される量の最大となる時期は, 各種の要因によって影響されると思われるが, 本試験では土壤水分と組み合わせた結果, 土壤水分の適湿と思われる60%(対最大容水量)ではN・ワラ施用量に関係なく, それら施用後約30日で最大となった。

一方やや土壤を乾燥させた30%では, N40mgの場合約

40日、N80mgで約70日となった。最終的にNの一時的固定量を算出すると、1例を除きワラ1gに対し5~10mg(平均約7mg)すなわち、ワラ1トンにつき5~10kgNの固定が認められた。

ハウス果菜類の養分吸収・収量に対する影響

第2図はN・ワラを施用したトマトを栽培した結果の一部を示したものであって、莖葉中のN濃度は当然のことながら30mg(30kgN/10a)より、60mg(60kgN/10a)が高く、ワラ施用量の増加とともに、その濃度は低下した。

一方トマトの果実収量は、30mg系列で、ワラ施用量の増加とともに減収し、60mgのそれは、ワラ施用量の増加とともに増収した。

これはトマト果実生産にとって30mg系列は、ワラの施用量の増加とともに土壤無機Nが不足し、60mg系列では、ワラ無施用区はトマト生産にとってNが過剰気味であり、ワラ施用量の増加とともにそれが適濃度となったことに、原因があったと考えられる。

問題点となるか否かは別として以上のようにハウス果菜類の栽培時に粗大有機物の施用は、メリットおよびデメリットの両面が考えられるが、栽培技術の体系に組み入れられているため、非常に困難ではあるが、表記の問題については、やはり総合的な検討が必要であると考える。

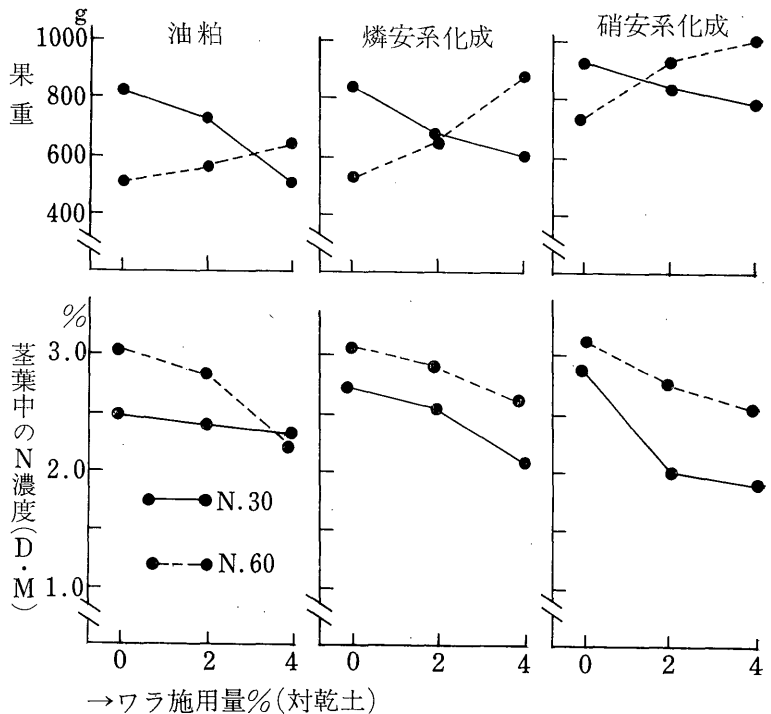
本シリーズについて…頁に制約がありますので、本文が8ポ組み、9ポ組みになったものがありますが、こういう事情以外に他意はありません。執筆者各位のご諒承得たいと存じます。
(係)

第4表 N・ワラ併用時における土壤水分と土壤無機N (NH₄⁺+NO₃⁻) の一般的固定量について

水分(対最大含水量)	処 理		100g 乾土 当り 無機 N mg							全期間平均	ワラ1g 当りNの代謝量
	N	ワラ	7日	14日	29日	42日	70日	91日			
30	40	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	11.0	9.3	7.3	11.3	9.1	2.3	6.9	6.9	
		2	16.9	16.2	19.6	30.0	1.3	12.1	23.4	11.7	
		4	19.1	22.7	26.6	35.8	2.6	24.5	25.6	6.6	
	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1	2.2	9.6	2.9	3.4	5.4	1.6	5.6	5.6	
		2	11.6	19.4	15.3	14.7	2.1	10.5	14.4	7.2	
		4	22.2	30.1	28.1	34.5	3.2	9.9	29.5	7.4	
	60	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	8.9	10.1	10.2	6.9	2.8	12.2	8.7	8.7
			2	16.9	19.1	19.5	7.4	1.3	17.3	15.4	7.7
			4	28.8	35.0	33.7	23.7	2.6	22.6	27.5	6.9
80		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1	5.3	6.8	27.4	8.6	6.0	2.2	9.5	9.5	
		2	15.2	19.9	30.1	15.4	7.2	7.0	17.4	8.7	
		4	14.8	33.0	42.0	23.7	1.8	10.4	23.7	5.9	

* ワラ1ton当りに換算する場合は10⁶倍する。
例 6.9×1,000,000=6,900,000mg=6kg 故にワラ1tonの代謝に要する無機Nは6.9kgとなる。
* -----無機N固定量が最高となった時期と量を示す。
* 全区ともワラ無施用区の無機N濃度から、それぞれの区の値を差引きして、ワラによる一時的N固定量とした。
* 施用Nは尿素、60mg/100g 乾土施用。

第2図 トマト莖葉中のN濃度、収量とN、ワラ施用量との関係 (3連平均、1本当り、N施用量はNmg/100g 乾土)



→ワラ施用量% (対乾土)

〈特集：施設園芸の問題点〉

ガス障害とその対策

三重大学農学部

橘 昌 司

施設園芸では冬期密閉されるため、施設内で有害ガスが発生すると室内に蓄積して、容易に、作物に被害を与えるような濃度に達する。施設内で発生する有害ガスには、施したチッ素肥料に由来するアンモニアガスおよび亜硝酸ガス、ビニールフィルムやホースなどの塩ビ製品に含まれる可塑剤の揮散、暖房燃料の排ガス中の一酸化炭素や亜硫酸ガスなどで、このうち施設園芸では、アンモニアガスや亜硝酸ガスによる障害がもっとも大きく、かつ一般的なもので、これらについて述べよう。

1. アンモニアガス・亜硝酸ガス障害の実態

1960年ごろから高知県下で原因不明の障害が発生し、問題となった。この障害の特徴は、ある朝突然、ハウス全体に障害が一斉に発生するというものであった。

高知農研の橘田氏らの精力的な調査研究により、本障害は土壌から揮散した亜硝酸ガスによる障害であることが判明し、施肥によるガス障害として、従来から知られていたアンモニアガス障害と、亜硝酸ガス障害とが認識されるようになった。

アンモニアガス障害は、トンネル栽培などで尿素有一時に多用した場合に、アンモニアガスが発生して作物が被害をうけることがあるが、局所的であり大発生をした例はあまりない。

一方、亜硝酸ガス障害は、前述の高知の例をはじめとして、大阪や千葉などのハウスで広く発生して、作物に大きな被害を与えた。

亜硝酸ガス障害はアンモニアガス障害と同様、新葉にはほとんど発生せず、中位葉にとくに被害が著しいのであるが、障害の徴候はアンモニアガス障害の場合には葉縁から次第に壊死を起し黒褐色になって枯れ上るが、亜硝酸ガス障害の場合はたいいてい葉肉部がまず水浸状となり、その後その部分は腿色して、白色の斑点となる。亜硝酸ガスはアンモニアガスよりも毒性が強く、2～3ppmでも被害がでることがあるが、10～20ppmになると大抵の場合被害を与える。

アンモニアガスや亜硝酸ガスは、以上のように、葉に対して可視症状を呈するのみでなく、開花中の作物がこれらのガスに接触すると、落花が著しく促進される。

人工培地における花粉の発芽が、これらのガスにより著しく抑えられることから、落花の促進は受精障害によ

るものであろう。

また可視障害は発生していなくても、これらのガスはごく低濃度で、生育を全体に抑制することが知られている。筆者らの実験でも、低濃度の亜硝酸ガスが光合成を減退させることを認めている。

ところで、アンモニアや亜硝酸のガスに作物が触れると、どうしてこのような障害がでるのであろうか。残念ながらこの原因については、今のところ分っていない。これらのガスは炭酸ガスなどと一緒に、主として葉の気孔から葉の細胞にとりこまれる。細胞内に入ったこれらのガスは、酵素の働きにより無害なアミノ酸や蛋白質にかえられるが、細胞内に入ってくるガスの量が多いと細胞内にこれらのイオンが蓄積して被害を与えるものであろう。事実、亜硝酸ガスの被害の出ている作物の葉を分析してみると、亜硝酸イオンが著しく集積しており、その集積量と被害度との関係は深い。

さて、高知や大阪で発生した亜硝酸ガス障害はいずれも曇雨天が長く続いた異常天候のときに多かった。これは曇雨天のときにはハウスは通常密閉されているためにガスがハウス内に蓄積したことと、光条件が悪かったことに関係している。

作物は亜硝酸ガスを吸収しても充分な日照をうけていると、被害が非常に小さい(表1)。この光の効果は、光をガス処理の前や

表1 亜硝酸ガス障害の発生と光の関係

作物	ガス接触時の光条件		
	高	中	低
インゲン	10.3	29.9	68.8
トマト	0	2.2	72.2

※ ガス濃度は 9～12 ppm

※ 表中の数字は被害度(%)

酸などに解毒されるが、この酵素の働きは光に関係し光が強いと働きもよい。このため光が充分にあると、亜硝酸ガス障害はでにくいわけである。

2. 土壌からのアンモニアガス・亜硝酸ガスの揮散

前に、これらのガスは施与したチッ素肥料に由来すると書いたが、それではどのようにして、これらのガスができるかということについて述べよう。

土壌に施された尿素や、油粕などの有機質肥料は土壌中に棲息するアンモニア化成菌により分解されて無機化

され、アンモニアが生成する。

このアンモニアは、畑状態では硝化菌により酸化されて、速かに硝酸の形にかわる。硝化菌には2種がある。その一つはアンモニアを亜硝酸にかえる亜硝酸菌であり他の一つは亜硝酸を硝酸に酸化する硝酸菌である。

通常の条件下では硝酸菌の活動が旺盛なため、土壌中にアンモニアや亜硝酸が高濃度に蓄積することはない。

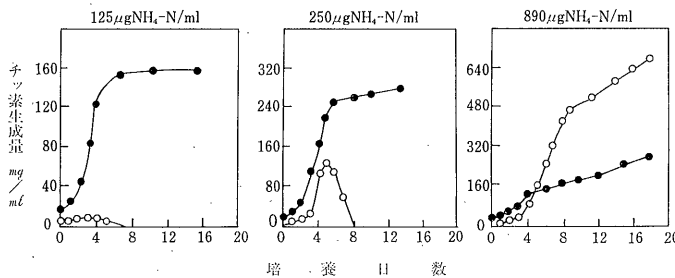
アンモニアガスは、比較的分解のはやい有機質肥料が多量に施されたとき発生する。すなわち、これらの肥料が分解されて土壌中に多量のアンモニアが生成すると、土壌のpHは上昇するが、アンモニアは、アルカリ性下では不安定なのでガス化する。アンモニアガスの発生は集積したアンモニアが硝化菌により硝化されて硝酸となり、土壌のpHが下ってくるため、施肥後1カ月もすると一応危険期を過ぎる。

亜硝酸ガスの発生も、チッ素質肥料(有機質およびアンモニア性肥料)の極端な多施が原因で起る。

すなわち、多量に与えられた硫酸が、硝化菌によって硝酸にかわると、土壌のpHが5かそれ以下に下る。pH5附近では、亜硝酸菌は硝酸菌よりも活動力が大きいことが知られている。またアンモニアや塩類濃度が高くなると、これらの菌の活動はにぶってくるが、硝酸菌は亜硝酸菌よりも抵抗性が小さい(図1)。

図1 土壌への硫酸添加量が硝化作用に及ぼす影響

(土壌還元法による。pH 7.7, ○—○ 亜硫酸, ●—● 硝酸)



注 硫酸添加量が増えると、亜硝酸→硝酸の硝化過程が進まず、亜硝酸が蓄積する。

これらのため、亜硝酸菌と硝酸菌の連けい作用が乱され、土壌中に亜硝酸が蓄積する。このとき土壌pHが低いと亜硝酸はガス化する。

要するに、亜硝酸ガス発生条件は、土壌pHの低下(5またはそれ以下)とアンモニアの存在の2つでありその原因は結局チッ素肥料の過剰施与にある。

以上の関係を模式的に示したのが図2である。

3. ガス障害の防止

ハウスで、亜硝酸ガスが発生しているかどうかは、ビニールについての露滴のpHを測るか、露滴にとけこんだ亜硝酸をGR試薬により半定量することにより、簡易に

知ることができる。もしガスが発生しており、障害の心配がある場合は、速かに対策を講じなければならない。

対症療法的な障害防止策としては、換気をできるだけはかることはもちろんであるが、亜硝酸菌の活動を停止して、土壌中に亜硝酸を集積させないような方法をとるのが、もっとも有効である。硝化抑制剤として市販されているAM、Nサーブは亜硝酸ガス発生防止剤としての効果が大いことが知られているが、Nサーブは水に不溶であるという難点をもつ。

それで、AMを10アールあたり200~400g土壌によく混和したあと、充分灌水する方法がとられる。このとき土壌pHが低いと、AMが分解されて効果を失うので、中和資材を投与してpHを6程度に高めておくといよい。

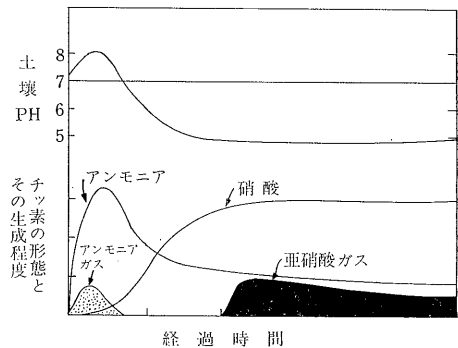
しかしながら、これらのガス障害を防止するうえで基本的に大切なことは、いうまでもなく、適切な肥料を合理的に施すことである。すなわち、チッ素肥料の過剰施与が根本的な原因であるから、過剰にならないよう合理的な施肥設計を立てなければならない。

有機質肥料は塩類濃度障害の点からは有利であるが、有害ガスが発生しやすいのでやはり多施はさけるべきであろう。また条施のように局所施用は部分的に高濃度になり、ガス発生が起りやすいので全層施肥が望ましい。

ガスの発生は砂質の土壌に多いが、これは、土壌の緩衝能が小さく、pHが変りやすいからである。従って堆肥などを投与して、土壌の物理性の改善をはかることが大切である。

以上みてきたように、有害ガスの発生は土壌環境の劣悪化に対して、土壌をすみかとする硝化菌の活動の劣化と、そのアンバランスによってもたらされるもので、直接的には施肥法のまづさが原因ではあるが、土壌系全体の状態がそれに関係しているのであるから、全体としての土作りこそが、抜本的な障害対策であることを銘記すべきである。

図2 亜硝酸ガス発生条件



<特集：施設園芸の問題点>

濃度障害とその問題点

愛知県農業総合試験場
園芸研究所主任研究員

武井 昭夫

閉鎖系環境下に存在している施設内土壌の可溶性塩類集積は、施設栽培にとり宿命的な問題と言えよう。それ故、古くから施設地帯として発展してきた主要産地において、集積塩による濃度障害が生育阻害の主因子となった報文が数多く見られている。これら濃度障害多発地帯では、種々な除塩対策を講じて、可溶性塩類の除去を行い、濃度障害の軽減を図っているのが実状である。

一方、園芸作物の多くは比較的多肥を必要とするため一回の施用量も必然的に多くなり、集積塩と共に濃度障害の主因となっていることも見逃すことは出来ない。

本誌では、私共が今までに行った施設内土壌の可溶性塩類の実態調査、可溶性塩類と植生との関連についての試験を通して、濃度障害問題に触れてみたい。

1. 可溶性塩類の土壌中での

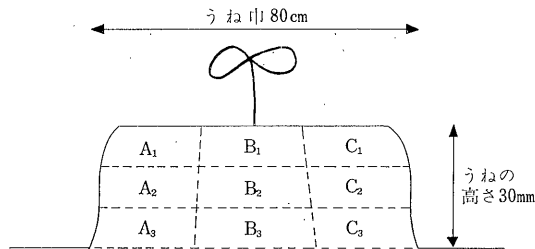
存在様式と濃度障害

可溶性塩類濃度に対する作物の感受性は生育段階と密接な関係があり、幼植物ほど鋭敏で障害が現われ易く、生育が進むにつれ鈍感となることは衆知の事実である。

それ故、従来からの施肥法は基肥として、作条間施肥深層施肥などの局所施肥法が行われ、幼植物期の濃度障害回避が図られていた。事実、私共も現場土壌調査において、生育初期さえ濃度障害を回避出来れば、生育中後期はかなり高濃度になっても障害は発現しないことを認めている。

そこで、現場土壌の解析（第1図及び第2図）と根分け法による濃度障害試験の結果から、生育期による濃度障害発現の相違について検討してみた。

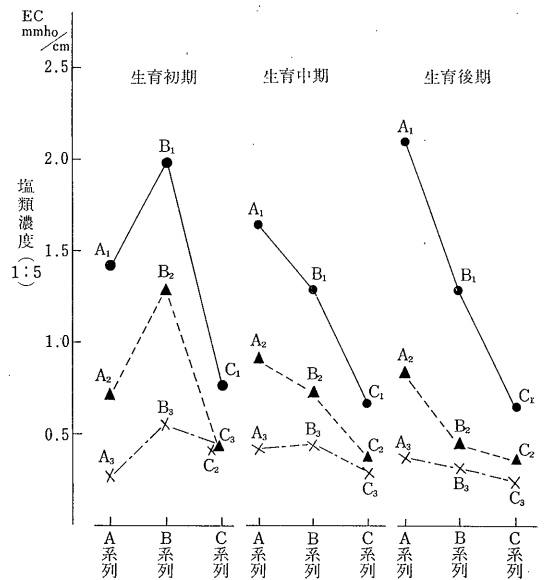
第1図 可溶性塩類の存在様式調査のための採土位置



まず、現場土壌の可溶性塩類の存在様式であるが（第

2図）、現場土壌は緩効性肥料を主体とした全面施肥、耕うん機による土壌との混和を十分図っているにもかかわらず、生育初期より可溶性塩類が不均一に分布していることである。

第2図 可溶性塩類の存在様式



また根群分布域について調べてみると、生育初期は中層位（B₂層, EC 1.3mmho/cm）、中期以降は全層に分布していた。地上部の生育状況は初期生育がやや不良であったものの、まもなく回復し生育後半は順調であった。

これら可溶性塩類の存在様式、根群の分布域、生育状況などから、濃度障害は土壌中での可溶性塩類の不均一性と、密接な関連があるように思われた。

すなわち、根群の発達が不十分な生育初期に、高濃度な可溶性塩類にそう偶させなければ、中後期（根群が全層に分布している）に局所的な高濃度によって、根部が部分的に障害を受けても、その影響が地上部にまで及ばないことを、調査の結果が示唆していると思われた。

そこで、根分け法により、可溶性塩類の不均一性と濃度障害との関連を検討したが、根部が局所的に障害を受

けても、地上部には障害が現われないことを確認した。

それ故、濃度障害を回避する一方策として、土壤に可溶性塩類の不均一性を与える局所施肥が合理的な施肥法と言えるが、施肥の省力化という観点から見れば全面施用が好ましく、その場合、定植当初の濃度障害の懸念があるが、肥料の粒径などを変えることにより、不均一施肥が容易に画策出来るものと思われる。

ただ、従来より私共が行っていた濃度障害に関する一連の試験は、土壤の可溶性塩類の均一化を可能な限り図っていたため、現場土壤の実態とは著しく異なり、比較的濃度の低い段階で、障害が発現していたことを付記しておきたい。

2. 粗大有機物の多量投入と濃度障害

土壤中への有機物投入については、多面的効果が期待され、今日、施設土壤で各種有機的資材の多量投入が行われている。

また、有機物の多量投入土壤は、多肥による濃度障害も比較的軽微で、栽培期間内を可溶性塩類が高濃度で経過しているにもかかわらず、多収穫を得た報文もみられている。私共も現場土壤で、同様な現象にそう偶しているし、ポット試験などで経験している。

そこで、有機物投入により特に改善が図られた気相率の上昇を中心に有機物と濃度障害との関連について検討してみた。その結果、第3図のように、連続通気区では培養液の高濃度区でも濃度障害は認められなかった。

一方、通気制限区(1日3時間通気)は、培養液濃度の上昇によって生育が不良となり、濃度障害が顕著に現われ、通気性と濃度障害とは密接な関連が認められた。なお、通気性改善による耐塩性増大の機作については、目下検討中である。

3. 肥料の種類と濃度障害

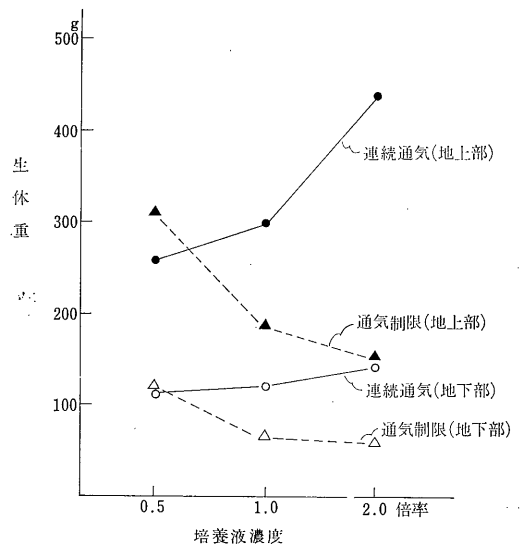
園芸作物のように比較的多肥を要する作物では、当然施肥量も多く、濃度障害回避の点から、基肥には局所施肥、または一回の施肥量を減して追肥回数を多くする施肥法をとらなければならないが、多大の労力を要する。そこで、施肥の省力化を図る必要があるが、その場合、作物の必要とする養分量を、基肥に全量全面施用する施肥体系の確立が望ましい。

特に施設土壤のように、降雨による塩基溶脱が皆無な閉鎖系環境下においては、基肥全量施用の省力施肥体系がとり易く、これらの体系も緩効性肥料の開発によって可能となりつつある。

緩効性肥料の土壤中での行動は第4図からも明らかのように、普通化成肥料に比べ土壤溶液濃度も低く、多肥による生育障害が極めて現われにくい。

それ故、緩効性肥料は濃度障害回避からみれば卓越し

第3図 培養液濃度と通気量の組合せとトマトの生育



た肥料と云うことが出来るが、作物の生育期間は種類によって長短があり、生育期に合致した肥効を示す肥料が開発されることにより、濃度障害はもとより、生産性向上に大きな寄与をもたらすことは明らかであり、早期開発が望まれる。

第4図 肥料の種類・施肥量と土壤溶液濃度との関係

