

質疑応答と総合討論

司会 竹中 肇（東大農） 福士定雄（農技研） 三好 洋（千葉農試）
 講演者 河森 武（静岡農試） 中島田誠（東海近畿農試） 高橋和彦（東大農）
 梅林正直（三重大） 内嶋善兵衛（農技研）

（中村・長野農試）① 灌漑点を作物の生育ステージとの関連で把えるといった配慮は必要でないか、特にセルリーについて。

② 土壌の適性判定の上で施設栽培下では作物により多肥条件にあるが塩類濃度と土壌水分の関連についてどう配慮されているか。塩類濃度との関連から高収率水分条件をどうとらえていったらよいか。

③ 講演の中で、いちご、レタスはかなりの多水分（低 pF）条件が高収であるとのことですが、土壌三相よりみた気相率との関連についてはどうか、この場合の限界気相率について、おおよその指標をつかんでいたら、御教示願いたい。

（河森）① そういう観点での調査をしていないのははっきりとは申しあげられないが、セルリーの生育後半の水管理は出荷時期の調整をねらって、出荷を手控えたほうが有利な場合には乾きぎみに管理し、早く出荷したほうが有利な場合には充分な灌漑をして生育を進めるような方法がとられており、作物の正常生育のための灌漑点とは考えられない。現状ではとくに定植時期の活着促進のための水管理に留意するほかは、生育全期を通じて同じ灌漑点での水管理方式をすすめている。しかし厳密な意味で作物の生育ステージごとの適正な土壌水分管理は必要であると思うし、そういうきめの細い配慮をしなければならぬという必要性は感じている。

② 施設栽培では多肥栽培を行なうので一般には多水分の状態管理されている。逆に見れば、多水分であるから多肥にも耐えることができているのかも知れない。したがって施設栽培においては、水管理の適否は作物の生育に対して露地栽培以上に敏感に反応する一面もっている。施肥量と土壌水分管理のあり方については現在検討中ではあるが、ごく一般的にいえば10アールあたり N30kg を含むような有機質配合肥料を施用した場合には pF 2.0 以下の低張力の土壌水分状態に管理すれば、土壌溶液の浸透圧は根系障害をおこすほどには高まらぬと考えている。

③ とくに土壌三相についての調査をしていないのははっきりした数字はあげられないが、現地における気相

率から見るとほぼ10%と考えてよろしいかと思う。

（三好・千葉農試）施設栽培と露地栽培による灌漑点のちがいはどうか。

（河森）露地栽培に比べて施設栽培のほうが施肥量が多いのが実状である。同一作物であれば、適正な土壌溶液濃度は露地栽培でも施設栽培でもそれほど大きなちがいはないと思うので、露地栽培に比べて施設栽培における灌漑点の pF 値が低いのは、これによって土壌溶液濃度を低下させて適正な土壌溶液の浸透圧に保つ意味があるからだと考えている。

（岩田・農技研）水分を適当な水分に、生育期間中、つねに一定に保っておく場合と、水分を一定の幅に変化させる場合とでは、どちらがよいのか。

（河森）厳密な意味では生育のステージによって適当な水分状態はあると思っている。たとえば、レタスのような作物では生育期間中 pF 2.0 で栽培しても品質にはそれほど影響しないが、メロンのような作物になると生育ステージによって水管理を大幅に変えなければいい品質のものを生産することができない。それから、セルリーのようなもの場合には、収穫期近くになって市場相場の変動によって出荷調整をしようとする場合にも、灌漑操作によってこれを行なっている例もある。出荷調整のための灌漑操作ということは、生産量増加のための灌漑という面からすれば奇異な感じをうけるが、現実の農家経済の面では重要な技術である。ごく一般的にいえば品質をうんぬんされるような作物では水分を一定の幅の中で変動させるような水管理が好ましいのではないかと思っている。

（岩田・農技研）水分を低張力にした方がよい理由の中で、土壌溶液の濃度の問題が一番大きいのか。

（河森）私はそれが一番大きいと思っている。

（三好・千葉農試）床土の施肥量が農家で多いと言われたが、育苗中の水管理を考えて、水：塩類濃度の比が定植後に比べてどうなのか。

（高橋・東大農）本文で述べたように、一般の当業者は、育苗中は灌漑をひかえ目にしています。それは密閉された環境下なので、水分の損失は露地でのそれに比し

てかなり少ないこともあります。灌水によって醸熱温を下げるのをきらうのと、また栄養生長がおう盛になって、狭い苗床が密植状態になること、また花芽分化が遅れることなどの理由からです。

床土の施肥量が多く、灌水量が少ないことから、土壌溶液中の塩類濃度はかなり高いものと思われま。多肥のため、根系の発達が抑制され、互に根がからみ合わず、定植の際断根しないですむ利点があるということが、一部で信じられています。

(三浦・神奈川開試) キウリやトマトの促成床土のように有機質資材が多量に混入され、最小容水量まで土壌が保水した状態でも、根の呼吸が充分に行なわれる程度の空気含量が確保されているような土壌でも、なおかつ土壌水分張力変化は必要なのでなしでしょうか。あるいは、このような土壌では水分変化は不要なのでしょう。

(高橋) 土壌水分張力の変化は、メロンの果実にネットを出させるというような特殊な場合を除き、とくに必要ではないと思われま。もし通気性が保たれるならば、灌水量の多い方が、苗の栄養生長は良いのですが、先ほども述べたように、苗床中では別の理由から灌水をひかえ目にしていわけです。

(梅林・三重大農) 床土を人工土壌的なものと代替していく方向はどの程度行なわれ、その際の問題点についてお教え下さい。

(高橋) 従来の床土にかわって、もみがらくん炭や、人工土壌でどうかという御質問ですが、それらでも結構だと思われま。実際にキュウリの育苗では、もみがらくん炭で行なっているところがあります。

苗の生育にとって土壌が不可欠ではなく、もみがらくん炭であろうが、ウレタン、パーミキュライト、砂、礫、水でもよく、最近ではミスト耕すらあるわけ。しかし水耕で育てた苗を、畑に定植したら植え傷みがひどいように、どのような培地が良いかは、その作型の中で、どのようなものが、技術的にも経営的にも一番合理的であるかによると思われま。

野菜の生産を安定させるには、できるだけ生育を人為的に制御し得る環境を作ることが必要と思われ、その点で施設栽培では土や有機物を使用するよりは、溶液栽培にして行く方が、制御しやすいのではないと思われま。溶液栽培にすると、病害の問題や、廃液による公害問題などが派生して来ると思われまますが、これはこれで別途に対策を樹立して行くべきでしょう。

(福士・農技研) 土壌空気試料採取の際ガラス管の先にガスの拡散してくるスペースを設けた場合と直接毛細管の先から吸った場合とで組成がかなりちがう例が報告されているがこのような現象についてどう考えるか、ま

た水田ハウスの例で、処理により土壌空気の CO₂ 濃度にはかなりちがいがあがるが O₂ 濃度にあまり差がないように見うけたが両者の間にはどのような関係があるか。

(梅林) 1) 土壌空気採取容器の下端に、有孔プラスチック球を装着してある程度のスペースを設けた場合と、設けない場合の差は、当然起り得る。特に、埋設直後には土壌の攪乱により差が生ずるし、埋設方法の違いによる場合も大きい。検土杖で穴をあけて差込む方法では、容器の下層の土壌が圧密される点が問題になり、掘起こして埋込む場合と異なるのは当然で、小川らの報告はこの点の配慮に欠けている。また土壌の空気組成は、他の物理的・化学的諸量と同様にかなりばらつきがあり、ミクロの不均一性を問題にするか、マクロな点をつかむかの立場によっても、いろいろな方法があり、それぞれ一長一短がある。拡散していくスペースを設ける場合が適しているのは、本文に述べたように、採取が困難な場合や、頻繁にまたは多量に採取する場合である。土壌水分の測定に際し、石膏ブロックやテンションメーターを用いる場合に、どんな大きさでどのように埋めたら一番よいかという問題と同じような問題であると思われる。

2) 報告した例では、CO₂ 濃度のスケールが CO₂ 濃度より拡大されているので、O₂ 濃度にあまり差がない程度の CO₂ の増減であると考えて頂きたい。一般に通気の良い畑土壌では、CO₂ の増加と O₂ の減少は、1:1 の対応を示すが、急激にまたは多量に CO₂ が発生するような場合(たとえば有機物施用、高温、灌水、還元などによる)には、発生した CO₂ が水に溶け易いため、土壌空気のみかけの組成では、O₂ の減少よりも CO₂ の増加は少なくなる場合がある。

(秋谷・宇都宮たばこ試) コルゲート管を用いたトマトのハウス室内実験に関して。対照にくらべてコルゲート管設置は CO₂ 濃度を数パーセント低下させたが、この程度の濃度差が講演にあったトマトの下葉の枯上り防止や根の張りりと直接関係しているといえるか?

またこの場合のトマトの収量は?

(梅林) CO₂ 濃度の低下は、0.6%程度であり、この程度の濃度差が直接関係しているとはいききれない。コルゲート管の近くでは、もう少し差があると思われるが、いずれにしても CO₂ 濃度を低下させたことが直接の原因ではなくて、それに伴っている他の要因が生育を良好にした原因であろう。本年の試験では、夏期的高温期に、コルゲート管処理区の O₂ レベルが確保され、対照区に比較すると通気による効果が認められている。

農家のハウスを用いたので、収量調査は残念ながら行なえなかった。

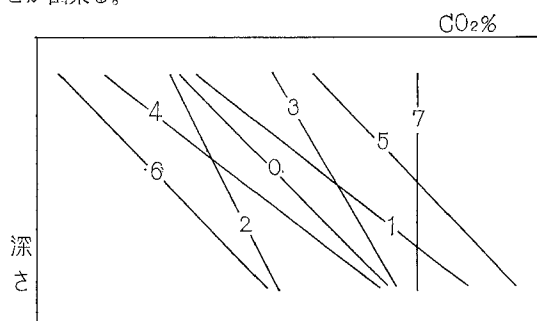
(須藤・茨大農) CO₂ の固定(固相まで考えた)、CO₂

の平衡はどうか。

(梅林) CO₂ は、気相中では炭酸ガスとして存在しているが、液相中では大部分が炭酸イオン、重炭酸イオンとして存在し、一部は分子状のまま溶けているものもある。固相としては、分子状のまま物理的に吸着されているものや炭酸塩、重炭酸塩として沈澱しているものなどが考えられる。これらの三相間におけるの存在様式と、その間の平衡関係は、土壌の環境条件により時々刻々変化しているものであり、このような動的平衡状態を考えると土壌空気組成の解析に際して重要であると考えられる。また、液相および固相中の有機物は、CO₂ の供給源として重要である。

(田淵・東大農) C-D 曲線の類型化と土壌構造との関連について説明して下さい。

(梅林) 炭酸ガスの C-D 曲線について説明すると、C-D 曲線は主としてガスの発生量と通気拡散を支配する土壌構造の二つの因子の関数であると考えられる。一方の因子を一定であるとした場合に、C-D 曲線の変化から他の因子の変化を推定してみる。今、図のような0のC-D曲線を基準として、これが1, 2, 3, ……、7のように変化した場合について、右上表のように考えることが出来る。



(鎌田・長野農試) 施設栽培では、多量の有機物の投入が実際に行なわれているが排水が比較的不良な土壌において、CO₂ の発生パターンと他のガス（植生に有害なガスを含めて）の発生との関連についての可能性（見透し）なり、御意見をお伺いしたい。

(梅林) 土壌空気の炭酸ガス濃度が数%以上になると、還元的な状態が生じている可能性が高いと考えられるが、実際の圃場でもメタンや脱窒による亜酸化窒素の発生が認められ、酸素レベルも15%以下となる。炭酸ガスが10%を越え、酸素が10%以下になると、メタンの発生が著しく、この際有機物の還元的分解に伴う植生に有害なガスの発生も当然考えられる。夏期の高温時における低湿地帯の水田ハウス土壌では、この点が大きな問題となることを、本年の実験で明らかにした。

(小川・農事試) 土壌空気組成中の水蒸気を簡単に定量する方法はないであろうか。

C-D 曲線の変化		ガス発生量一定	土壌構造一定
1.	上層を起点とする勾配の増加	下層の通気性悪	下層の発生量増加
2.	“ ” の減少	“ ” 良	“ ” 減少
3.	下層を起点とする勾配の増加	表層の通気性悪	表層の発生量増加
4.	“ ” の減少	“ ” 良	“ ” 減少
5.	高濃度への平行移動	全層の通気性悪	全層の発生量増加
6.	低濃度への平行移動	“ ” 良	“ ” 減少
7.	垂直 (勾配=0)	表層の通気遮断	上層ほど発生量大

(梅林) “Porapak Q” は、図-5 に示したように炭酸ガスばかりでなく、水も分離定量出来るので、土壌空気採取時の温度よりも少し高い温度に保つなどの工夫をしてガスクロへ導入すれば、土壌空気中の水蒸気を定量することが出来る。

(岩田・農技研) ハウス内の地上環境および CO₂ の土壌内からの拡散条件からみて、土壌水分がどのような状態にあることが望ましいのか。

(梅林) 土壌水分の問題より前に、非毛管孔隙と毛管孔隙のバランスと三次元的な分布の方が、通気拡散に大きく影響する。たとえば、クラストが生成されているかどうかによって、話は違って来る。非毛管孔隙の量がある程度確保され、その三次元的な分布が通気拡散に好適な状態であれば、土壌水分は毛管孔隙を満たしている状態でもよいと考える。メロン栽培土壌のような土塊の状態で、粗大孔隙がかなりある構造が、これからの施設栽培での人工土壌の構造の一つの方向を示しているのではないかと思われる。

(竹下・神奈川園試) ハウス内におけるビニルマルチの功罪について、地温・湿度の低下、水分消費からはプラスになるが土壌中からの CO₂ の利用ならびに土壌中との空気の交換が少ないと考えられるので、マルチのメリットはあるのでしょうか？

(梅林) いわゆるポリマルチは、通気拡散に対してはマイナスになると考えられるが、三重県農試との協同研究で行なった柑橘果樹園の結果では、無マルチよりも有孔ポリマルチの場合の方が土壌空気の変動が少なく、炭酸ガスレベルも低いという結果を得ている。またクラストによる通気拡散のマイナス面と比較して考えなければならぬ。圃場全面を被覆するトンネル栽培のような場合は確かにマイナスになるが、普通に行なわれる畦の両肩を被覆する方法では、作物の植穴や畦と畦の間からの拡散がかなりあると思われるので、それほどマイナスにはならない。むしろクラストを防止する灌水方法として、地中灌水方式をとるのが望ましい。