

「ゼオライトを利用する新しいタイプの植物工場の可能性」

愛媛大学名誉教授 逸見彰男

1) はじめに

レタス、クレソン、トマト、キュウリなど野菜やメロンなど果物等の作物（植物）を育てるのに、養液（植物の栄養成分を溶かした液）による栽培が行われることがあります。水耕栽培など養液栽培と呼ばれる栽培法です。この栽培法は、植物の生育を管理するのに自動化が可能であり、省力的な栽培方式なので、最近のバイオテクノロジーと結びつき、いわゆる「植物工場」の基盤となる方法になっています。ちなみに、植物工場とは、農林水産省・経済産業省の資料によりますと次のようです。

「植物工場は、施設内で植物の生育環境（光、温度、湿度、二酸化炭素濃度、養分、水分等）を制御して栽培を行う施設園芸のうち、環境及び生育のモニタリングを基礎として、高度な環境制御と生育予測を行うことにより、野菜等の植物の周年・計画生産が可能な栽培施設である。植物工場には、(1) 閉鎖環境で太陽光を使わずに環境を制御して周年・計画生産を行う「完全人工光型」と(2) 温室等の半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、雨天・曇天時の補光や夏季の高温抑制技術等により周年・計画生産を行う「太陽光利用型」（太陽光利用型のうち、特に人工光を利用するものについては「太陽光・人工光併用型」という）の2つがある。」

つまり、植物工場は、一般的に自然の土や泥を使用しないので、栽培環境、作業環境が清潔になり、周囲への悪影響がほとんどないうえ、生産は天候に左右されることなく安定しているなど、利点の多い栽培法であるとされます。このため、今後ますます発展していく有望な技法であると予想されているようです。しかし、コンピュータを使うなどで、施設・設備費が高くなり、養液の管理に専門的な知識を要するなど、まだ改良の余地も少なくないことも事実です。とくに、養液については解決しなければならない重大な課題が残されています。養液に浸っている根から植物は養分を吸収します。吸われた養分は減ってしまいますので、養液の栄養成分の組成や濃度は極端に変動します。たとえば、栄養成分の一つであるカリウムを植物が吸収したとしますと、養液のなかのカリウムの濃度（量）は減ってしまいます。減りすぎますと、植物は生育に支障がでます。何らかの方法で、減った量のカリウムを加えて、適正な量に戻す必要があります。適正量に戻すのを、コンピュータを使い「ハイテク技術」を駆使したやり方で行うのは、次のようです。カリウムの量を測るセンサー（カリウムセンサー）を養液に入れておいて、これをコンピュータにつなぎ、感知した減少量のカリウムを自動供給装置で加えるという方法です。植物の栄養成分は、カリウムだけでなく、カルシウム、マグネシウムなどいろいろなものがありますので、すべての成分に対応したセンサー・コンピュータ・自動供給装置（ハイテク装置）が必要

になります。ハイテク装置は高価なものですから、育てた作物(植物)の販売を安価で行えば、経済的にペイしなくなってしまう。植物工場の普及のキーは、経済性にあるのかもしれない。

今回は、ハイテク装置の代わりに人工ゼオライトを利用する養液栽培について述べます。

2) ゼオライトの吸着という力をつかう

ゼオライトは、いろいろなものを吸い付ける(吸着)能力を持っています。吸着には、面白い性質(原理)があります。吸着の力は、ものによって異なっており、強く吸着されるものや弱く吸着されるものがあります。強く吸着されるものが水に溶けているとします。この水の中にゼオライトを入れますと、ゼオライトは、溶けているものをほとんどすべて吸着してしまいます。吸着されないで水の中にとけているものは、ほんの少しになってしまいます。この時、ゼオライトに吸着されているものの量(厳密には濃度で、大きな値になっている)と吸着されないで水の中に溶けているものの量(厳密には濃度で、たいへん小さな値になっている)の割合はいつも一定になるという原理があります。一定になることから、この割合のことを「吸着定数」と呼んでいます。一方、弱くしか吸着されないものが水に溶けている場合、ゼオライトは、このものを吸着するものの、吸着の量はあまり大きくありません。吸着されないで、かなりの量が水の中に溶けて残っています。この場合の吸着定数も、ある決まった値になりますが、この値は、強く吸着するものに対する吸着定数とは違った値になります。つまり、ゼオライトに吸着されるものは、そのものの種類ごとに決まった吸着定数があります。

このことから、カリウム、カルシウム、マグネシウムなどの植物栄養成分を水に溶かして、その中にゼオライトを入れて吸着させると、吸着されずに水中に残っている栄養成分の量は、その成分ごと(吸着定数が異なっているので)に違っていますが、いつでも変わらない値をとることがわかります。つまり、いつも一定量の栄養成分(養分)が、植物に吸われやすい形で養液に存在するのです。図-1に示しますように、水に溶けたカリウムなどの養分が植物によって吸われますと、吸われた量に相当する養分が、ハイテク装置なしに、ゼオライトから水のなかに出てきます。また、植物の根からは、有機酸のような酸性物質が出てきますが、水のpHが低くなり過ぎますと(水素イオンが多くなり過ぎると)、植物の生育は悪影響を受けます。このとき、ゼオライトが入っていると、水素イオンを吸着しますので、pHの低下を防ぐことができ、植物の生育を正常化します。

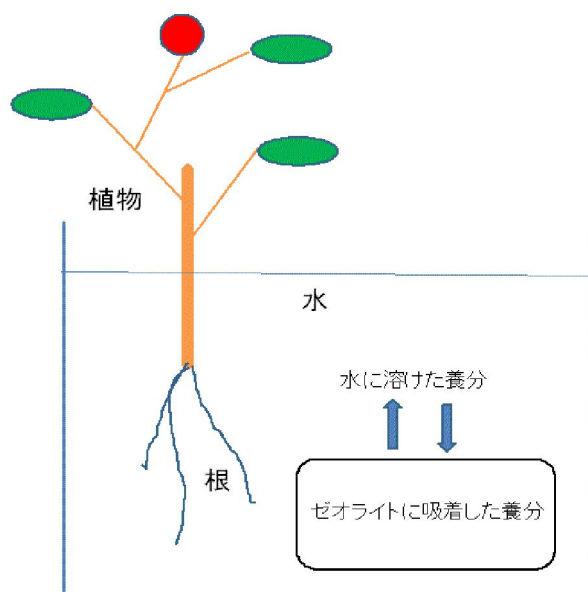


図-1 ゼオライトを利用した養液栽培の模式図

写真-1 に通常の養液（透明な澄み切った状態の液）で、写真-2 にゼオライトを加えた養液（泥水状に濁った液）でメロンを栽培している様子（根の部分）を示します。



写真-1

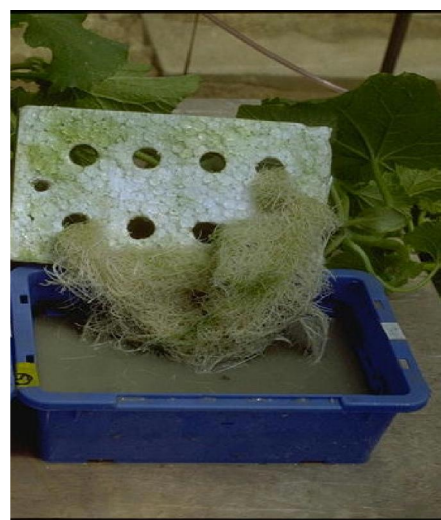


写真-2

根の張りが、写真-1 に比べて写真-2 のほうが大きく広がっており生育が良いことがわかります。

葉、茎、根の生長の様子を写真－3（通常の養液で栽培）と写真－4（ゼオライトを加えた養液で栽培）に示します。



写真－3



写真－4

写真－3に比べて写真－4のほうが、葉が大きく、茎が長く、根が良く発達していることがわかります。このように、養液にゼオライトを加えて栽培（懸濁養液栽培）することは、養液だけの栽培（養液栽培）に比べて、メロンの生育にとって有利になります。

収穫したメロンの果実の写真を写真－5と写真－6にあげます。果実は、通常の養液で栽培した結果（写真－5）に比べて、ゼオライトを加えた養液で栽培したもの（写真－6）のほうが、大きさが大きく充実していることがわかります。味や香りにつきましても、ゼオライトを利用した果実のほうが甘みが強く香りもよい結果を得ることができました。



写真－5



写真－6

植物工場や野菜工場は、広い意味で見ますと「水耕栽培」で、野菜や果物を生産している所といえます。この水耕栽培に使う肥料を溶かした液（養液）にゼオライトを混ぜ込んで、泥水のようにした中で野菜や果物など栽培する方法は、コンピュータなどの高価なハイテク装置を利用しなくても、高品質の農産物を安価に作る事ができるのです。農業も含めて産業は、「経済性」を考慮しないと、根付くのは困難でしょう。高価なハイテク装置や機械の塊となってしまった植物工場や野菜工場は、一時的なブームだったとしても、「経済」を無視すると、社会に認められ長く続くことはないないでしょう。