

# 毛管水耕法と湛液水耕法で育成したキュウリの 根部病害感染率に関する比較研究

\*藤永真史・大木三男・加藤泰正

信州大学繊維学部繊維植物生産学講座

わが国における養液栽培は、根を養液中に完全に浸漬する深水湛液方式が主流となっているため、根に対する通気をはかる目的で養液の強制循環が不可欠である。従って養液中にいったん根部病原菌が浸入すると液の循環を通じて病害が蔓延する危険性を有している。これに対して、オランダを中心にヨーロッパで主流を占めるロックウール栽培では、培養液管理の容易さと病害対策の両面から非循環（養液を必要量よりやや多めに掛け流す）方式がとられていて、最近わが国でもこの方式が急増の傾向にあるが、この「掛け流し」方式では既にオランダにおいて廃液が深刻な環境汚染の問題を引き起こしており、同国では2000年をめぐりにすべてのロックウール栽培を循環方式に切りかえる方針を打ち出している。しかし病害対策に有効な決め手を欠く現在、循環方式は常に根部病害蔓延の危険性をはらんでいることは前述の通りである。

本研究室で考案した毛管式養液栽培装置は、養液の循環を必要とせず吸水布の毛管力によって根に養液を供給しうること、及び養液槽の部分と根圏部とが空間的に隔離されているなどの構造的特徴を有する所から、湛液型の水耕装置よりも根部病害への耐性が期待される。そこで実際に培養液に病原菌を接種した場合、湛液水耕装置と毛管水耕装置で病害感染の程度に実際に差があるかどうか知るために、病原菌としてキュウリ蔓割れ病菌を供試して予備実験を行ったところ、菌接種を行った湛液水耕装置のキュウリにのみ発病がみられ、毛管水耕装置のキュウリには全く異常が認められなかった(写真1)。以下の実験はこの点をさらに確認する目的で行ったものである。

実験1. 水耕培養液に対する病原菌の接種試験

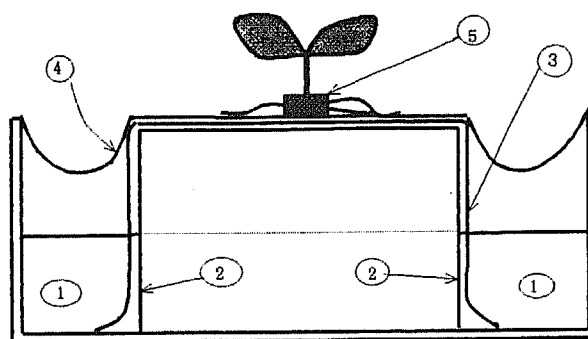
## 実験方法

供試植物としてキュウリ（鈴成四葉）を用いた。

湛液水耕と毛管水耕の比較を行うため、試験区は湛液区と毛管区に二分しそれぞれに対しキュウリ蔓割れ病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*) を接種する接種区と、接種しない対照区を設けた。尚この菌株は本学部応用生物科学科遺伝子工学講座に保存されている菌株中から提供をうけたものである。

キュウリの栽培に用いた装置は、湛液区・毛管区とも1.5ℓのプラスチック製の栽培槽(18×13×

6.5cm)で、湛液区はこれに1ℓの培養液(山崎処方)を満たしてエアープンプで通気を行い(3分間通気、12分間休止)、一方毛管区は第1図のごとく栽培槽内に高さ6cmの台を設け、吸水布(強親水性のビニロン不織布)で台全体を覆った後1ℓの培養液を加え、吸水布上にさらに根の貫通を防ぐための防根布(ポリエステル製の織布)を敷いた。栽培槽



第1図 毛管水耕装置の構造

1. 培養液 2. 台 3. 吸水布 4. 防根布 5. 植物

は湛液区・毛管区とも各8槽ずつ使用し、そのうち半数を対照区、他の半数を接種区用とした。

キュウリは1993年10月12日に3cm角のロックウールキューブに播種、発芽後10日目に栽培槽に定植した。定植方法は湛液区では発根したキューブを直接培養液中に浸漬して地上部を固定し、毛管区はキューブをたんに防根布上に置いた。何れも1栽培槽当たり2株の割合で定植した。

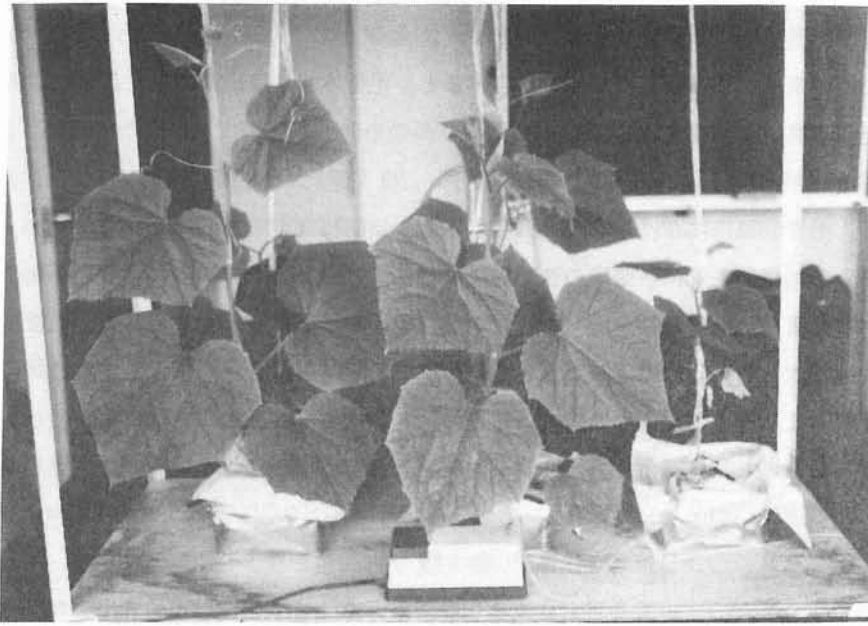
供試菌株は予め蔗糖加用ジャガイモ煎汁液体培地で25℃、7日間浸とう培養し二重ガーゼで2回ろ過し菌糸片を除去した分生孢子懸濁液を用いた。接種は定植と同時に行い菌密度が $1.6 \times 10^6$ コ/mlになるよう接種区の培養液中に注入した。定植および菌接種後におけるキュウリの栽培および培養液管理等はすべてガラス室内で行った。

## 実験結果

病原菌を注入してから13日後に湛液接種区の株に萎ちょうの症状が観察された。菌接種4週間後には湛液接種区の8株中6株が枯死、2株は子葉が黄化し極度の生育抑制が認められた。これに対して湛液対照区の8株には全く異常が認められず、その後接種区で枯死を免れた2株の発病株との生育差はますます拡大した(写真2)。

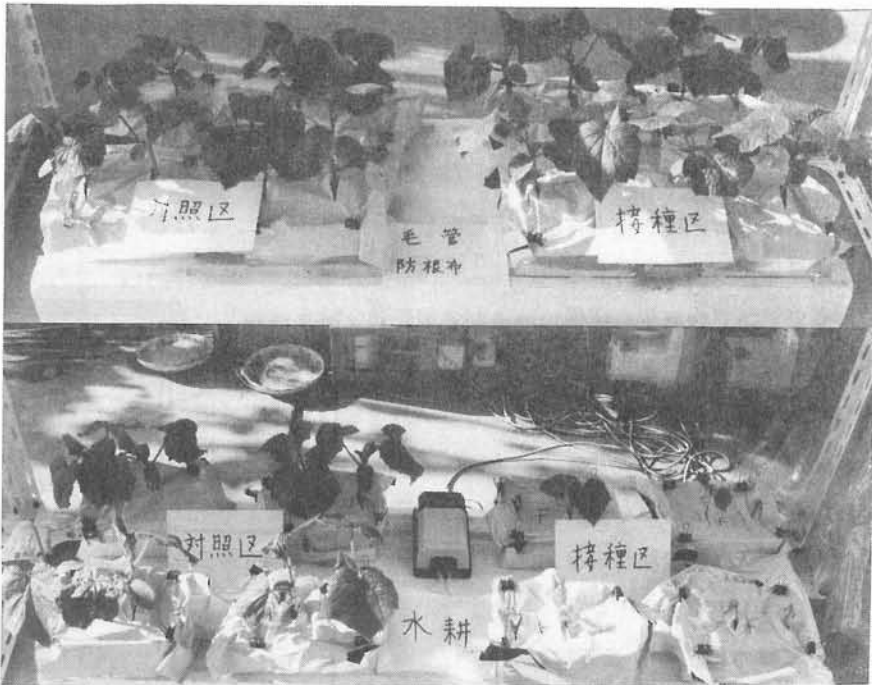
一方、毛管接種区の個体には、病徴はもとより維管束褐変も認められず、胚軸組織からの接種菌の分離も試みたが接種菌は検出されなかった。

又、毛管接種区の個体生育は毛管対照区と同様いずれも正常で、両区の個体間に生育差は認められなかった(写真2)。尚この両区の関係は実験終了時(定植後50日)に至るまで維持されたことから毛管接種区の個体は全て感染を免れたものと判断される。また湛液対照区と毛管対照区および毛管接種区のキュウリの生育については湛液対照区の葉がやや大きめであったほかは、茎の



(予備実験 写真1)

左：毛管接種区 中央：水耕対照区 右：水耕接種区



(写真2) 上左：毛管対照区 上右：毛管接種区  
下左：水耕対照区 下右：水耕接種区

太さや出葉速度等に差異は認められなかった。

以上の結果及び予備実験の結果を総合すると、毛管水耕法は湛液水耕法よりも根部病害に対して安全性が高いと結論される。

実験2. 毛管装置内における培養液、吸水布および防根布上の菌の分布について

実験1の結果、毛管水耕装置の株が病徴を示さず、湛液装置の株のみ病徴を見せたことから、毛管水耕装置では発病条件が満たされない何らかの要因があると考えられる。毛管水耕装置（第1図）は吸水布の毛管力によって水と養分が植物の根に供給され、根と吸水布の間には防根布が存在している。そこで以下の実験では菌を接種した培養液が吸水布と防根布を通じて根に供給される過程において、接種菌が吸水布及び防根布上でどのように分布するかを調査したものである。

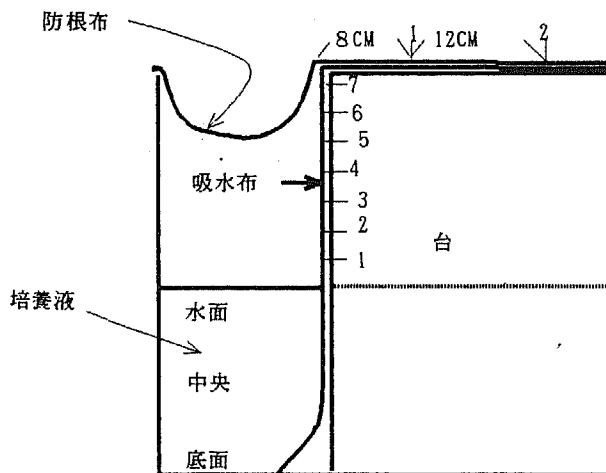
## 実験方法

実験に使用した毛管水耕装置の構造は実験1のものとは原理的に同様であるが、本実験では容器40ℓ（63×38×18.5cm）の大型栽培槽を用いた。

供試植物のキュウリ（品種：健酔）は1993年9月9日に播種、育苗したものを、9月30日に毛管水耕装置に定植、15ℓの培養液（山崎処方）を与えて毛管水耕を開始した。

キュウリ蔓割れ病菌（*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*）の分生孢子懸濁液の作成は実験1の方法に準じた。菌の接種はキュウリ定植3週間後、菌密度 $1.2 \times 10^8$ コ/mlの割合で培養液中に注入し、菌分布を均一化するため培養液を十分に攪拌した。これと同時に、15ℓの培養液を満たした同サイズの毛管水耕装置（植物は栽培せず）にも病原菌を接種し、これを無栽培区（対照）とした。キュウリの栽培用に供した装置を、以下「栽培区」と呼ぶことにする。

培養液、吸水布及び防根布中の菌の分布を調査するための養液採取は、菌接種6日目に培養液中より1カ所、吸水布については水面上より上方に1.5cm間隔で7カ所、防根布上より2カ所（角から8cmと20cm）の位置で



第2図 菌分布調査のための養液の採取位置

行った(第2図参照)。尚培養液から採取する場合は予め液をよく攪拌した。養液はスポイトを用いて各位値から約2 ml宛採取した。

菌接種6日目以降については、静止培養液中の異なる深度(底部、中央部、表面、第2図参照)から養液を採取して菌の分布を調査した(第2表)。調査方法はそれぞれの位置から採取した養液を平板希釈法により分離した。尚、培地はPepton-PCNB培地を用い1サンプルにつき3枚ずつ分注し、3枚の平均をとりコロニー数とした。

## 実験結果

菌接種後6日目における菌の分布状態は、特に吸水布の部分で栽培区と無栽培区の間に著しい差異が認められた(第1表)。栽培区では吸水布の6の位置(水面上9 cm)に菌密度の極めて高いピークがあり、その上下の部分で急激に減少し、特に防根布上では著しく低かった。又ピークにおける菌密度が培養液自体の菌密度をかなり越えている点も注目される。

一方、無栽培区の吸水布では水面にもっとも近い1の位置にピークがみられたが、その菌密度は栽培区のピークにおける1/10以下と低い。なお、無栽培区では培養液の菌密度も異常に低かった。栽培区と無栽培区のピークの位置から判断して、吸水布の菌の平均移動速度は栽培区が無栽培区の約6倍早かったことになる。この速度差は植物の有無によるもので、栽培区では防根布上に存在する植物の根が養液を吸収するのに伴い、吸水布による培養液の引き上げが急速に行われるのに対し、無栽培区では防根布上からの水の自然蒸発のみが水引上げの原動力になっていたからである。

以上の結果のうち興味のある点は、栽培区の吸水布上の一定位置に菌密度の突出したピークが存在したことである。このピークはおそらく菌接種後吸水布が最初に吸い上げた菌の集団を示しているものと考えられ、ピーク下部において菌数が激減しているのは、後から引き続き吸い上げられた培養液中には、実際に菌がほとんど含まれていなかったと解釈される。菌数が激減したことの理由として、菌が急速に死滅したとは考えにくい。もっとも有力な原因として考えられるのは、時間の経過とともに培養液中で菌が沈降を開始し、培養液表面近くの菌密度が極度に減少したということである。この点を確かめるため、栽培区の培養液をその深さによって表面、中央部、底面に分けて菌の採取を行いさらに参考のため防根布上の菌密度についても引き続き調査した。結果は第2表に示す。

培養液内の菌分布は予想通り表面から中央部にかけて著しく低密度で、大部分は底面に分布した。その結果防根布上においても終始菌密度は低く保たれた。同じ採取位置でも時間的に菌数の

不規則な変動がみられるのは、同一位置でも液の採取場所を変えている為の誤差と考えられる。

いずれにせよ防根布上の菌密度が低いことは、実験1 第1表 菌接種6日後における培養液、吸水布及び防根布中の病原菌の分布の菌接種試験において毛管区の植物に発病が認められなかった主要な原因と推定される。

以上キュウリ蔓割れ病菌を用いた実験結果から、毛管水耕においては培養液を静止状態に置く限り、培養液中に菌が多量に存在しても菌は装置の底部に沈降し、毛管水耕装置の根圏部に到達する菌が極めて少ないため発病を免れやすいという、毛管水耕法の特徴が明らかにされた。しかし、ピシウム菌やフィトフィトラ菌等の遊走子を形成する鞭毛菌類については事情が異なるとも考えられ、これらについては改めて調査する必要がある。

第1表 菌接種6日後における培養液、吸水布及び防根布中の病原菌の分布

採取位置	栽培区	無栽培区
2	5	3
防根布 1	4	2
7	65	0
6	940	0
5	5	0
4	116	0
3	7	0
2	7	10
吸水布 1	9	83
培養液	646	107

(100コ/ml) (100コ/ml)

第2表 防根布および培養液中における菌分布の経時的調査

菌接種	13日後	14日後	19日後	21日後	26日後	27日後	31日後	38日後
防根布 2	—	3.2	—	4.3	—	0.0	—	1.3
防根布 1	—	3.3	—	6.7	—	3.3	—	8.3
培養液表面	2.0	1000*	1.9	1.1	3.6	0.7	1.2	0.0
培養液中央	10.0	—	3.0	—	4.3	—	1.9	—
培養液底面	3500	—	1867	1567	7733	1433	4433	1000

\*養液攪拌後採取 (100コ/ml)

本実験を行うにあたり、ご指導を頂いた信州大学繊維学部付属農場の齋藤英毅講師に厚くお礼申し上げます。

### 参 考 文 献

- 1) 安井 秀夫 (1985) : 農業及び園芸 第60巻 第6号 : 825-829.
- 2) 松尾 卓見、駒田 旦、松田 明 (1980) : 作物のフザリウム病、全農協、P.388-398.
- 3) 野村 良邦 (1993) : 日植病報 59 : 37-39.
- 4) Frederick L. Wellman (1939) : Phytopath. 29 : 945-956.