

水耕栽培におけるキュウリ疫病の防除

第2報 紫外線照射装置ステリトロンRの利用による防除*

長江春季・田上征夫・富川章

Control of Phytophthora Root Rot of Cucumber on the Water Culture

(II) Control by UV irradiating apparatus "STERITRON-R"

SHUNKI NAGAE, YUKIO TAGAMI, AKIRA TOMIKAWA,

緒言

紫外線が微生物に対し、静菌又は殺菌効果を示すことは昔からよく知られており、なかでも波長253.7nmの極超短波長が最も殺菌力が強く、一般的に細菌類に対する殺菌効果が高いとされている。しかし糸状菌に対してはかなり効果が劣り、細菌類に比べて10~30倍の照射線量がないと効果がみられないとされている。すなわちグラム陰性菌では変形菌 $3,780 \mu w \cdot sec/cm^2$ (以下単位省略)、大腸菌5,400, グラム陽性菌では黄色ブドウ球菌9,300, 枯草菌21,600, 糸状菌では緑色カビ胞子39,000, 黒カビ胞子396,000, の紫外線量が殺菌効果をあらわすために必要とされている。

ところが糸状菌のなかでもキュウリ疫病菌は紫外線に対する抵抗力が弱く、その遊走子は $2,000 \mu w \cdot min/cm^2$ で完全に死滅する^{1,3)}。また培養菌片(直径3mm, 厚さ1mm)菌糸の大半を死滅させ菌糸の増殖を抑えるには $6,000 \mu w \cdot min/cm^2$ の紫外線量が必要であることが報告されている^{1,3)}。

ここでは紫外線照射装置ステリトロンR(SF-INSH)を用いて水耕液中の疫病菌に対する殺菌効果を検討した。

本装置は中部電力総合技術研究所の御厚意により借用したものである。

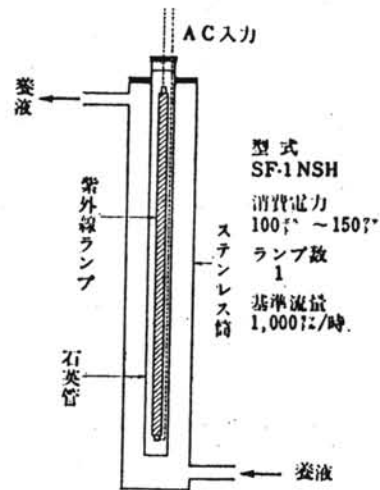
試験方法

紫外線照射装置ステリトロンRの概要

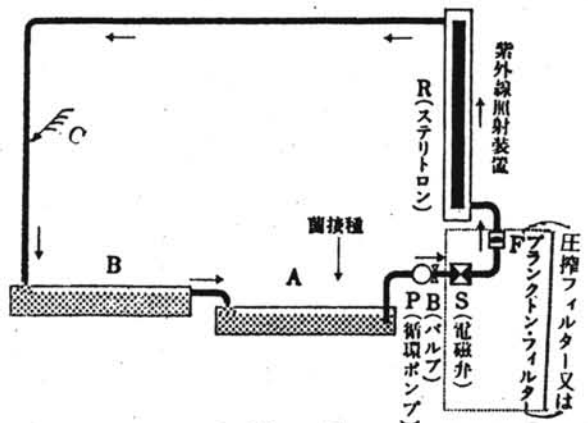
第1図のように石英ガラス管内に収められた紫外線ランプをステンレス製の外筒で覆い、ランプと外筒の隙間を水耕液が通過するようになっている。巾×奥行×高さ=280×280×1,400mm, 基準流量1,000l/H, 紫外線の主波長253.7nm, 水が装置を通過し終えるまでに照射される

紫外線量は $40,000 \sim 50,000 \mu w \cdot min/cm^2$ 以上, 消費電力100V~150wである。

第1図 紫外線照射装置ステリトロンR構造図



第2図 実験装置模式図



環境部

* この研究の一部は日本植物病理学会で報告した

第2図のようにA, B 2個の発泡スチロール製水耕液槽を, B槽のグランドレベルがA槽のそれよりも約25cm高くなるように設置し, キュウリを栽培した。水耕液は標準水耕液の1/3濃度のものを使用し, A槽には疫病菌を接種した。A, B 2水槽間をパイプでつないで循環回路を作り, その途中にステリトロンRを直列に入れ, この中を通過する水耕液が一定時間紫外線の照射を受けるように装備した。循環ポンプでA→ステリトロンR→Bへと圧送された水耕液は, B槽の水位が一定レベルに達するとオーバーフローしてA槽にもどるようにした。図中点線部分の圧搾フィルター又はプランクトンネットフィルターは, 第1回試験では付加せず, 第2回以降の試験で装備した。

試験は1974~1977年に, 9回にわたって温室内で実施した。

供試疫病菌は三重県松阪市の水耕栽培現地温室の被害株から分離した菌株 *Phytophthora* sp. 48-1 で, 強い病原力を有する菌である(以下疫病菌と称する)。

接種は, 疫病菌を常法によりオートミル寒天平面培地(培地10ml/直径9cmペトリ皿)で, 暗黒下24℃, 7~10日間培養したものを, A槽水耕液中に3ペトリ皿分投入した。

殺菌又は静菌的効果は, 一般にB槽における発病の遅速, 有無により判定した。試験(3), (4)ではステリトロンR通過後の水耕液を各処理毎に採取し, これにキュウリ苗を植付け発病の有無により効果を判定した。

(1) 第1回試験(1974年, フィルターなし)

供試キュウリ品種久留米落合H型, 8月31日定植, 8月26日疫病菌接種, 循環液流量約10ℓ/min, 水耕液温26~30℃。

(2) 第2回試験(1974年)

供試キュウリ品種近成山東, 10月8日定植, 10月11日疫病菌接種, 循環液量約6~7ℓ/min, 水耕液温21~28℃。ステリトロンRの前段に圧搾フィルター(目の大きさ27~50μ)を取付け, A槽から流入する被害根組織片を除去するようにした。

(3) 第3回試験, フィルター目の大きさと紫外線の殺菌(静菌的)効果(1974)

あらかじめ疫病菌を接種し, 発病させたキュウリの被害組織懸濁液を, それぞれの目の圧搾フィルターを経て

, ステリトロンRを通過させたのち, 各処理毎に採取し10ℓ容プラスチック容器に入れ, キュウリ久留米落合H型の苗を11月21日に植え(4株/容器), 発病の有無により防除効果を判定した。供試した圧搾フィルターの目の大きさと水耕液の通過流量は第1表のとおりである。

第1表 供試フィルターの目の大きさと循環水耕液流量

供試フィルター	目の大きさ	循環流量ℓ/min
No 80	10~27μ	1~2
35	50~100	6~7
23	100~150	6~7
15	150~200	6~7

(4) 第4回試験, ステリトロンRを通過する水耕液流量と効果(1975)

供試キュウリ品種, 近成山東, 7月11日定植, 8月10日に第3図実験装置のC部分を切断し, A槽に疫病菌を接種した。A槽キュウリの発病後, 8月25日にステリトロン前段にプランクトンネット(網目100μ)を2重にしたフィルターを付加し, 同図Bの流量調節バルブで循環流量を, 3, 4, 5, 8, 17, 24, 30ℓ/minの6段階に規制して, ステリトロンRを通過させ, 各処理別に水耕液を採取し, 前回試験と同様にキュウリ苗を用いて効果を判定した。

(5) 第5回試験(1975)

第4回試験のステリトロンRによる処理試験終了後, 第3図C点を接続し, 循環流量を11ℓ/minに規制し, A→ステリトロンR→B→Aと水耕液を循環させた。

(6) 第6~9回試験, 適正なフィルター, 循環流量下でのステリトロンRの利用効果(1976)

ステリトロン前段のフィルターにプランクトンネット(網目58μ)を2重にして使用し, 循環流量を9~10ℓ/minとして実用的防除効果をみた。供試品種, 耕種, 処理の概要は第2表のとおりである。

第8回試験以降は不時の停電時に水耕液の移動が直ちに止るようにフィルターとステリトロンRの間にソレノイドバルブ(通電開)を挿入した。

試験結果

1. 第1回試験(1974 フィルターなし)

キュウリを水耕栽培したA, B 2槽のうちA槽に疫病菌を接種し, その水耕液をA→ステリトロンR→B→Aと

第2表 適正なフィルター循環流量下でのステリトロンRの利用効果試験条件

試験	キュウリ品種	定植	疫病菌接種	プランクトンネットフィルター	循環流量	備考
第6回試験	久留米落合	3月26日	4月10日	58μ(2重)	10ℓ/min	
"7"	"	5月24日	6月4日	"	9.5	
"8"	久留米長日落合2号	7月5日	7月15日	"	9	フィルター不良
"9"	久留米落合	9月27日	10月7日	"	9	

循環させた場合、菌接種の5日後にA槽のキュウリは全部発病したがB槽のキュウリはこれより4日間おくれて発病した。この場合A槽の発病が進むにしたがって根の組織が崩壊し、B槽に混入する現象がみられた。

2. 第2回試験(1974年)

上記の循環回路においてステリトロンRの前段に圧搾フィルター(目の大きさ27~50 μ)を取付け、被害根組織片を除いた場合、A槽では接種の5日後から発病がみられ全株が発病枯死した。これに対し、B槽のキュウリは正常に生育し、試験期間中(10月11日菌接種~10月19日まで)全く発病はみられなかった。

3. 第3回試験、フィルター目の大きさと紫外線の殺菌(静菌)効果(1974年)

ステリトロンRの前段に取付けた圧搾フィルターの目の大きさ、通過流量と殺菌(静菌)効果は第3表のとおりで、フィルター目100~150 μ ・通過流量6~7 l/min 以下の区では全く発病がみられず、高い発病抑制効果がみられた。紫外線無照射区、150~200 μ 目のフィルター・通過流量6~7 l/min 区では菌接種の16日後にいずれも全株発病がみられた。

第3表 フィルター目の大きさと紫外線の殺菌効果

フィルター	目の大きさ	流 量 (試験時の測定値)	発病 (12月7日)
No.80	27~10 μ	1~2 l	- (0)
35	100~50	6~7	- (0)
23	150~100	"	- (0)
12	300~150	"	+(100)
無照射, 無照射		-	+(100)

+, -は発病の有無 ()は発病株率%

第4表 紫外線照射装置(ステリトロンR)を通過する流量と紫外線の殺菌効果

プランクtonネットフィルター	通過流量 (l/min)	キュウリの発病
100 μ (2重)	30	++++
"	24	++++
"	17	++++
"	8	----
"	4.5	----
"	3	----
なし	10	++++

4. 第4回試験、ステリトロンRを通過する水耕液量と効果(1975)

ステリトロンR前段のフィルターに網目100 μ のプランクtonネットを2重にした条件下で、ステリトロンRの通過流量と殺菌(静菌的)効果との関係は第4表のとおりで、通過流量が8 l/min 以下の場合には通過液中の疫病菌は全く病原性を消失し、発病はみられなかった。しかし17 l/min 以上の区ではいずれも発病がみられ紫外線の効果は十分ではなかった。

5. 第5回試験(1975)

A \rightarrow ステリトロンR \rightarrow B \rightarrow Aの循環において、フィルター条件は前回試験と同様で、通過流量を11 l/min に規制したところ第5表のように処理開始7日後からB槽に発病がみられ全株枯死した。

第5表 紫外線照射装置(ステリトロンR)による殺菌効果

プランクtonネット 通過流量 フィルター (l/min)	キュウリの発病		
	処理後1日	"3日	"7日
100 μ (2重)	11	-	+

注: 表1, 2を通じて+は発病, -は無発病。

6. 第6~9回試験、適正なフィルター、循環回路流量下でのステリトロンRの利用効果(1977)

前回同様の循環系で、フィルターは網目58 μ のプランクtonネットを2重とし、通過流量を9~10 l/min に規制した場合の実用的防除効果は第6表のとおりである。

これによると、網目58 μ のプランクtonネット、9 l/min の条件下でも時として発病がみられた。なお58 μ 目のフィルターは目つまりし易く、時間の経過と共に水耕液の循環が困難になることが観察された。

考 察

紫外線照射装置は水産関係で、養魚槽のプランクton等微生物の繁殖抑制のために利用されている。

この試験では水耕液循環式の栽培形式において、循環回路の途中にステリトロンRを挿入することにより水耕液中の疫病菌を静菌又は殺菌する方法について検討を加えた。

最初の試験では、試験を開始した初期には発病抑制効果がみられたが4~5日で効果がなくなった。この原因は、A槽で発病したキュウリの被害が進展するに伴ない根が腐敗し、その細片がステリトロンRの中を通過してB槽に移動するため、細片の内部組織中に潜在する菌糸は紫外線の影響を受けず病原力を保持していることによるものと考えられた。そこでステリトロンRの前段にフィルターを設け、被害根の細片が通過しないように装備し、フィルター目の大きさ、循環液流量を変えて試験した結果、フィルター網目100 μ 、流量8 l/min で、疫病菌の発病は完全に抑制された。網目58 μ ・9~10 l/min の条件下では4回の試験のうち2回は発病が抑えられたが、他の2回は途中に於て発病がみられた。この原因は58 μ 目のフィルターは目つまりを起し易く、そのためフィルター装着部に圧力がかかり微細な損傷が生じ、被害根がまぎれ込んだのではないかと考えられるが詳しいことはわからない。

これらのことを考え合せると58~100 μ 目のフィルター

第6表 適正なフィルター、循環回路での紫外線照射装置(ステリトロンR)利用によるキュウリ疫病の防除効果

試験	プランクトン フィルター 網目	通過流量 (l/min)	キュウリの発病					備考
			処理後1日	" 3日	" 7日	" 15日	" 30日	
6	58 μ (2重)	10	0	0	0	0	0	
7	"	9.5	0	0	1/18	2/18	—	
8	"	9	0	0	0	1/18	—	フィルター 不良?
9	"	9	0	0	0	0	0	

注：表中キュウリの発病らん中数字は 発病株数/総本数

(プランクトンネット2重)を用い、循環流量8 l/min (480 l/h) が疫病防除の限界ではないかと考えられる。

紫外線照射装置ステリトロンRを用いて、水耕液中の疫病菌の病原性を消失させることができることが判明したが実際の水耕栽培に利用するにはどのような問題点があるのであろうかということを考えてみよう。

まず前提として、本病防除は前述のようにあくまで予防的防除を主とする必要があることを念頭に置き、これに応じた適切な利用を図ることが望ましい。

想いを原点にもどして水耕栽培において、病原菌がどのような経路で水耕液中に侵入するかを考えると次の6つのケースに大別される。

- ① 育苗時に感染を受けた苗の利用
- ② 水耕液調合時、定植時の不注意による疫病菌混入
- ③ 栽培期間中に水耕液槽表面、容器の隙間などから疫病菌の侵入(床土などが風で舞いあがった土粒に混在する疫病菌によるものが多い)
- ④ 水耕液、肥料などの追加、混入など作業中に疫病菌が混入
- ⑤ 水耕液調製用の水に疫病菌が混入していた場合(浅井戸水、河川水、溜池水など)
- ⑥ 貯水槽をもつ形式のものでは、そのふたを開閉する際の作業中の混入

以上のような侵入経路のすべてを断ち切れれば疫病の防

除は完全に行なわれるが、事実上は甚だ困難な問題である。

ステリトロンRを用いての防除は、こうした疫病菌の侵入をその門戸に於て遮断するという観点からの利用において大きな意味をもつものと考えられる。上記の侵入経路④、⑤、⑥の項目に該当するものは本装置の利用により、経路遮断が可能である。ところが侵入経路①～③についての疫病菌侵入は本装置では防除が困難である。

③の経路遮断には第4図のように通路および栽培槽をすっぽりとプラスチックフィルムでカバーし、疫病菌侵入の機会がないようにすることが必要である。①、②については、栽培に当たって十分な注意、作業精度の向上によって改善できる問題である。

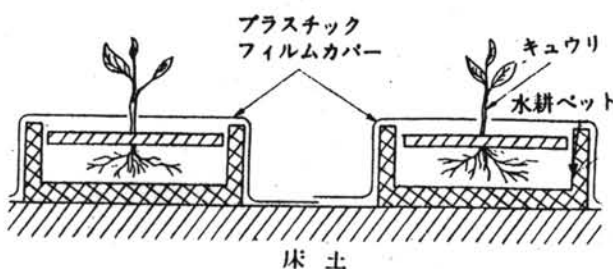
したがってステリトロンRによる紫外線利用の防除は、上記③の経路遮断を前提とすれば、農薬残留の問題から開放される一つの方法として実用性がある。さらに水耕栽培終了後の廃液処理への適用も考えられるがこの点については更に検討が必要である。

摘 要

紫外線照射装置ステリトロンRによる水耕液中の疫病菌の静菌または殺菌効果について検討した結果、A、B 2水耕液槽にキュウリを栽培し、A槽に疫病菌を接種し、A→B間にステリトロンR、フィルターを直列に入れA→B→Aという循環回路を構成した。フィルターとして、プランクトンネット(網目58~100 μ)を2重にし、通過流量8 l/min すなわち360 l/h でB槽への疫病伝播を完全に防止でき、高い防除効果がみられた。この方法の実用性については、水耕液槽を密閉系にすることと相俟って水耕液調合時の注入、途中での補給回路に適用が可能と考えられる。

本研究の遂行に当り、御指導、御助言をいただいた。当時農林省野菜試験場環境部病害第1研究室長岸国平博士(現農林水産省農事試験場長)、当農技センター環境

第8図 水耕栽培槽の密閉化



部長小林裕博士（現宮農部長）、吉川操次前環境部長、今泉寛環境部長、並びに水耕試験栽培管理に御協力いただいた野田秀一技手（昭和54年定年退職）、ステリトロ／ンRの貸与、装置の設置に御便宜をはかっていただいた中部電力技術研究所電気応用研究室の諸氏に深甚の謝意を表す。

引用及参考文献

- 1) 河村廣已・岡部勝美・養原善和・志賀陽一（1975）
：養液栽培における培養液の物理的殺菌法に関する

研究，昭和49年度農林省野菜試験場専門別総括検討会議（野菜・花き）資料，175。

- 2) 河村廣已（1976）：養液栽培における疫病防除の現状と紫外線および超音波による殺菌効果，農業電化29巻，7号，16-20。
- 3) 養原善和（1974）：養液栽培における培養液消毒への殺菌灯の適用，農業電化，27巻，2号，11-13。
- 4) 河村廣已（1976）：養液栽培における疫病防除のための紫外線殺菌装置の開発，農業電化，30巻，7号，9-12。