

0 研究の背景

トマト栽培

(産出額) ⇒ **2422億円(10%)** (平成29年) 品目別で1位 農林水産省「生産農業所得統計」
<https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/bukai/attach/pdf/190424-1.pdf>

(施設園芸※におけるトマトの比率) ⇒ **85.5%** ※ ガラス室、ハウスの施設利用

(養液栽培※におけるトマトの比率) ⇒ **38%** ※ 植物の成長に必要な養水分を、液肥として与える栽培
<http://innoplex.jp/plantfactory-data-h30-2/>

資源有効活用の観点から培養液を循環活用
(養液殺菌方法...物理的方法[熱・**紫外線**]、化学的方法[オゾン・塩素]、
生物学的方法[緩速砂濾過・拮抗微生物])

https://www.jstage.jst.go.jp/article/hrj/7/2/7_2_309/_pdf/-char/en

近年、深紫外LED※の販売が開始されており、将来的には従来用いられている低圧水銀ランプ(254nm)に代わり、今後更に利活用が進むと予想されている。

※100~280nmの「UV-C」と呼ばれる波長領域の光を発生するLED 主として殺菌に利用される

深紫外LEDを用いたトマト養液殺菌性能評価を実施

トマト養液への紫外線LED照射による殺菌効果

②開発

Effects of UVC-LED Sterilization System on the Suppression of in the Tomato Nutrient Solution

1 研究の目的

植物工場などの閉鎖型栽培施設は、水や肥料成分の有効活用という環境配慮の観点から養液を循環させ再利用するシステムを導入している。しかし、このシステムでは養液を循環させるため病原菌が一旦システム内に侵入すると、栽培植物が全滅してしまう可能性がある。現在主として水銀ランプ(254nm)による殺菌が行われており、トマト根腐萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum* Schechtendal f. sp. *radicislycopersici* Jarvis & Shoemaker) に対する殺菌効果が検証されている。今後水銀規制対策やUVC-LEDの発光効率が上がればLEDにとって代わっていくものと思われる。そこで市販のUVC-LED (280nm) を用い、トマト根腐萎凋病菌に対する殺菌効果の検証を行った。

トマト根腐萎凋病菌

・学名: *Fusarium oxysporum* Schechtendal f. sp. *Radicislycopersici* Jarvis & Shoemaker
・被害の様子: 病徴は慢性的な萎凋から全身の黄化、褐変枯死に至る。
・菌の生態: 発育適温は28°Cであるが、発病適温は10°C~20°C。主に施設栽培で晩秋から春にかけて発生する。



写真 維管束の褐変

写真 病原菌

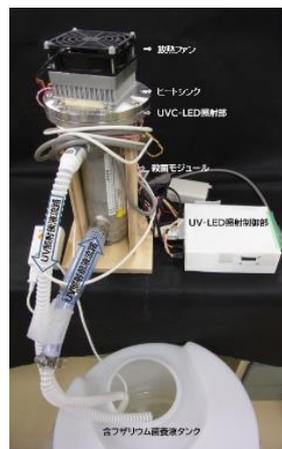
写真 しおれの様子

※三重県農業研究所撮影

2 実験方法

2.1 実験装置

日機装技研(株)のUVC-LED(280nm)を15個配置した紫外線照射モジュールを作製し、殺菌実験に使用した。



2.2 紫外線殺菌評価

トマト根腐萎凋病菌はジャガイモ液体培地 (PS培地) で25°C, 7日間振とう培養した菌液を用いた。培養した菌液のbud-cellsを計数し、殺菌対象液の菌密度を調整した。殺菌対象液を滅菌済みのシャーレまたはトールビーカーに入れ、静置した状態または攪拌しながら一定時間紫外線照射を行った。殺菌後の液は選択培地へ塗布し、25°Cで7日間培養した後のコロニー数を計数した。また、トマト養液栽培における殺菌を想定し、連続式紫外線照射モジュールを利用した循環式殺菌実験を行った (写真3)

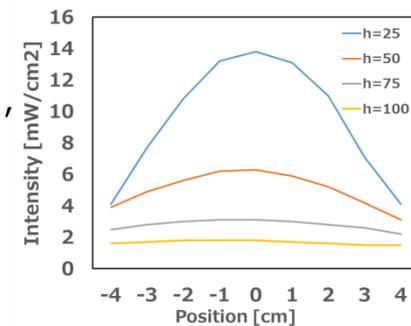


図1 紫外線モジュールの強度分布結果

写真1 バッチ殺菌試験

写真2 照射面

写真3 循環殺菌試験

3 結果と考察

菌濃度

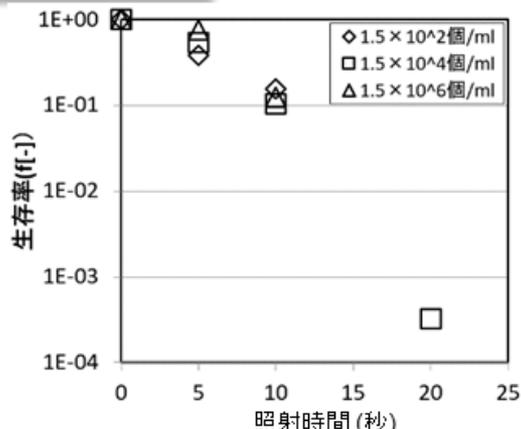


図2 トマト根腐萎凋病菌の初期密度が紫外線殺菌効率に与える影響

・発症菌濃度 10^4 個/ml を超える、 1.5×10^6 個/ml であっても、20秒で99.9%殺菌された(液面平均照射強度 4.3 mW/cm^2)

液層の高さ(液面までの距離113mm)

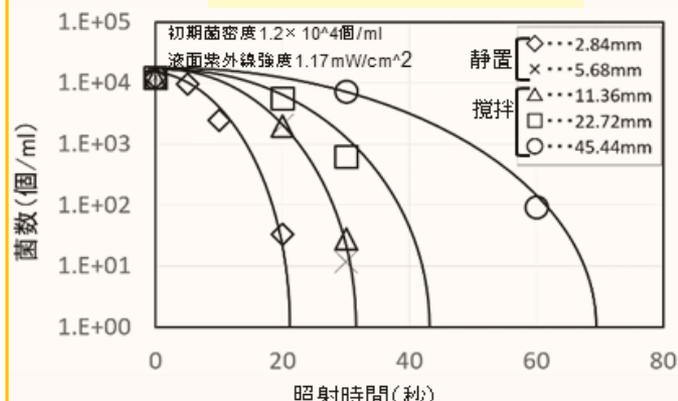


図3 液層の高さの違いによる紫外線殺菌効果

・5.68mm(攪拌なし)と、11.36mm(攪拌あり)の20秒照射および30秒照射後の菌数がほぼ一致
 ・液層が高くなるに従い殺菌に必要な時間が長くなったが、45.44mmの場合、攪拌を行わなくても70秒(約 82 mJ/cm^2)で完全に殺菌ができた

液層の高さ(99.9%の殺菌に要する時間)

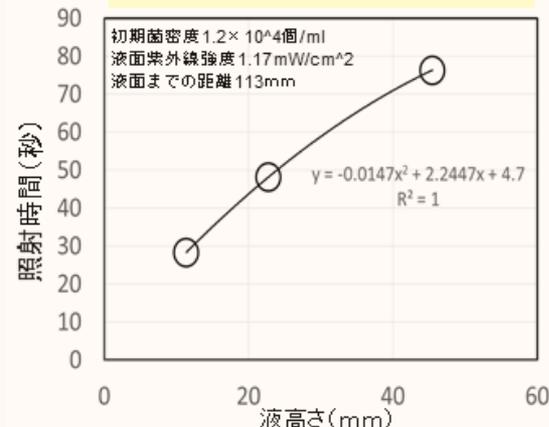


図4 菌密度を $\log_3(99.9\%)$ 減らすのに要する時間の液層高さによる影響

・液層高さが大きくなるに従い、99.9%殺菌するための時間が延びた

循環殺菌(8L)

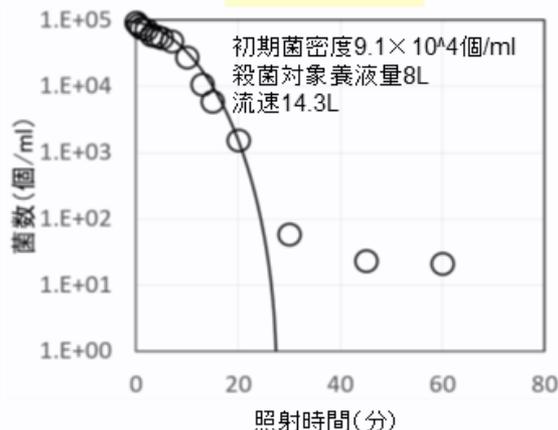


図5 循環殺菌試験結果(8L)

・99.9%の殺菌をするのに必要な時間は30分程度であった。一方、60分照射後においてもタンク内の菌数は0にならなかった。

循環殺菌(30L)

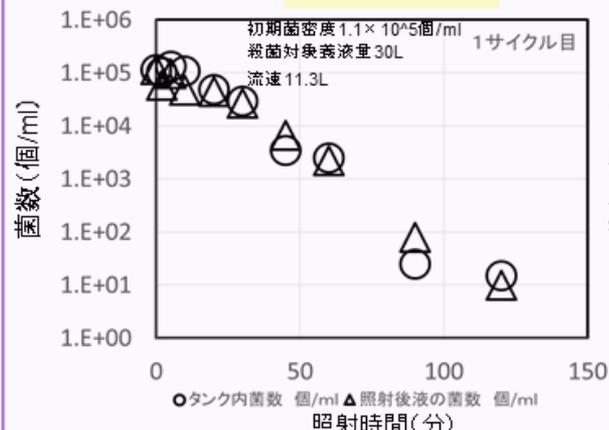


図6 循環殺菌試験結果(30L)

・99.9%の殺菌をするのに必要な時間は90分程度であった。照射直後はタンク内菌数の方が多いが、時間経過とともに差は見られなくなった。

循環殺菌(30L)

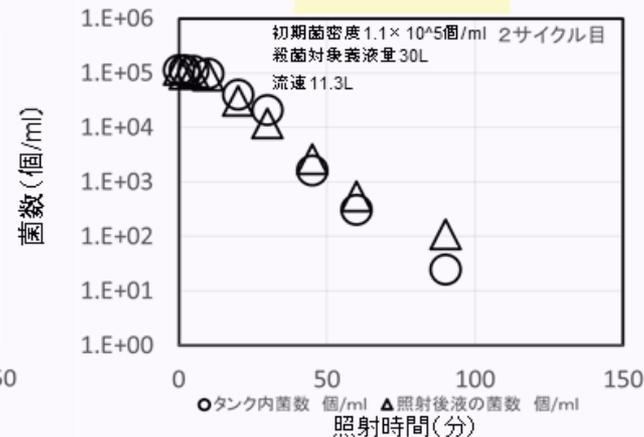


図7 循環殺菌試験結果(30L)

・2サイクル目も99.9%の殺菌をするのに必要な時間は90分程度であった。一方、60分照射後においてもタンク内の菌数は0にならなかった。

4 まとめ UVC-LEDを用いたトマト根腐萎凋病菌に対する殺菌実験を行い、UVC-LEDは同出力の水銀ランプと同等の殺菌効果があることを確認した。

5 今後の予定

- ・フザリウム以外のトマト病害菌に対する殺菌実験の実施
- ・実際のトマト苗を用いた実験系において病原菌の抑制効果の検討
- ・水産用途への検討
- ・農業・水産以外の用途への殺菌検討

参考文献

- 1)黒田克利ほか：“紫外線とセラミックスを併用した養液栽培の培養液殺菌システムによるトマト根腐萎ちょう病の制御” 三重県農技セ研報,24,p7-15(1996)
- 2)紫外線照射装置JWRC技術審査基準(UV-LED編)公益財団法人 水道技術研究センター
- 3)Wyckomar社ホームページ(http://www.wyckomaruv.com/bin/info/Wyckomar_UV-InactivationChart.pdf)
- 4)松岡敏生ほか：“平成30年度みえ産学官技術連携研究会基盤技術研究会—光利用技術検討会事業報告—”. 三重県工業研究所研究報告, 43, p158-159(2019)
- 5)平野哲司：“底面給水鉢花栽培における光触媒・酸化チタンを利用した養液の殺菌技術”植物防疫 62(4),p205-208(2008)
- 6) Prommart Koohakanほか：“二酸化チタン光触媒を利用した殺菌装置による水耕トマト根腐れ病の抑制効果”園学研2(3)：p215-219(2003)
- 7)洞口公俊ほか“水耕栽培の培養液流水殺菌システム”特許2543141号
- 8) Oguma,KIほか：“水中の懸濁粒子が紫外線消毒効率に及ぼす影響” 水環境学会誌 Journal of Japan Society on Water Environment 40(2)：59-65 (2017)
- 9) Mamane, H.：“Impact of particles on UV disinfection of water and waste water effluents: A review. Reviews in Chemical Engineering 24 (2-3) , 67-157(2008).

謝辞 本研究は、文部科学省「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」
(深紫外LEDで創生される産業連鎖 <https://mie-u-eco-sys.jp/> H29～R3) により実施されたものです

