

利002

無水銀ランプを用いた新規殺菌灯の開発

高野友二郎¹・芹澤和泉¹ (¹株式会社オーク製作所)

Development of the new germicidal lamp which is unused mercury

Takano, Y. and I. Serizawa

[目的] 光や熱を用いる物理的殺菌法は、病原菌の抵抗性が発達しにくいこと、および残留性がないことから、農産物管理に必要な防除方法である。中でも、UV-Cを照射する低圧水銀灯(殺菌灯)を用いた殺菌は、農産物の貯蔵や加工など様々な場面で利用されている。しかし、「水銀に関する水俣条約」によって水銀を使用した一般照明用蛍光ランプの製造が2020年に禁止されるように、低圧水銀灯を始めとする水銀灯の利用や廃棄方法等の環境基準は、今後ますます厳しくなっていくことが予想される。また、低圧水銀灯の代替としてLEDが研究、開発されているものの、照度や配光特性、波長スペクトルといった様々な面で改良が必要となっている。

そこで本研究では、低圧水銀灯の代替を目的として、水銀を使用しないスマートエキシマランプによる殺菌灯の開発を行った。殺菌に適切な波長を得るために、封入ガスが異なるスマートエキシマランプ、および異なる蛍光体を塗布した蛍光ランプを作製し、それぞれの波長スペクトルの測定、および大腸菌への殺菌評価を行った。殺菌評価より、LD₉₀(死亡率90%に必要な殺菌線量)を推定し、低圧水銀灯と比較した。

[材料および方法] 本実験では、異なる2種類の封入ガスを使用したスマートエキシマランプ(エキシマランプA, B)、異なる3種類の蛍光体を塗布した蛍光ランプ(蛍光ランプX, Y, Z)および低圧水銀灯の全6種類のランプを使用した。スペクトルラジオメーターを用いて、各種ランプの波長スペクトルと照度を測定した。殺菌評価では、大腸菌(K-12株)をシャーレ内の寒天培地に塗抹し、各種ランプによる紫外線照射後のコロニー数から殺菌効果を測定した。等しい照射時間における各種ランプの殺菌率を比較するために、照射距離20 cm、および照射時間3, 9または15 secでの各種ランプの殺菌評価を行い、多重比較した。次に、各種ランプの波長における殺菌効率を比較するために、照射距離20または30 cm、および照射時間3~90 secで殺菌評価を行い、回帰分析により殺菌線量(照度×時間)当たりの殺菌率を推定した。照射後、すべてのシャーレは35℃、暗黒条件下で24 h培養を行い、コロニー数をカウントした。

[結果および考察] 波長スペクトルにおいて、2種類のスマートエキシマランプと低圧水銀灯は鋭いピークを示し、3種類の蛍光ランプのそれはなだらかであった。各種ランプのピークは、エキシマランプAと蛍光ランプXが220~240 nmの間、低圧水銀灯、蛍光ランプYおよびZは250~280の間、エキシマランプBは300~320 nmの間にあった。それぞれの照度は、低圧水銀灯が最も高く、次いで蛍光ランプX, YおよびZが同程度であった。2種類のスマートエキシマランプはいずれも低い照度であった。

照射時間3, 9または15 secにおける各種ランプの殺菌評価において、低圧水銀灯がいずれも最も高い殺菌率を示した。一方、3種類の蛍光ランプは、15 secではいずれも80%以上の高い殺菌率を示し、2種類のスマートエキシマランプは低い殺菌率であった。殺菌線量当たりの殺菌率を推定した結果、エキシマランプAと蛍光ランプXのLD₉₀は、殺菌灯よりも低くなった。一般的に、殺菌には260 nm付近の波長が最も効果的であると考えられているが、本研究は220~240 nmにピークを持つランプの方がより適当であることを示した。加えて、蛍光ランプXは単位時間当たりの殺菌率も比較的高いことから、殺菌灯に代わるポテンシャルを有していると考えられた。