

深紫外線パルスレーザー光による殺菌効果の検討

Study on sterilization by deep UV pulse radiation

公立千歳科技大¹, 北海道教育大², 大阪工大³ ○梅村 信弘¹, (BC)紺野 稜太²,
(BC)三郷 龍貴², 神村 共住³, 村山 幸市¹

Chitose Institute of Sci & Tech.¹, Hokkaido Univ. of Education², Osaka Institute of Tech.³

○N. Umemura¹, R. Konno², T. Sango², T. Kamimura³, and K. Murayama²

E-mail: umemura@photon.chitose.ac.jp

1 目的

新型コロナウイルス感染症など新興感染症に対する感染防止対策が重要となっている。従来殺菌に用いられている深紫外線光源として水銀ランプが用いられていたが、水俣条約の発効に伴い代替光源の開発が進められている。DNA の構成する核酸塩基は、表 1 に示すように 260 nm 付近に吸収領域を有しており、これは 1064 nm 発振 Nd:YAG レーザーの第 4 高調波の波長 (266 nm) とほぼ一致している。細菌にこの波長の紫外線を照射することで、DNA 内で水和現象、ダイマー形成、分解などの光化学反応が引き起こされ、DNA 組織のらせん構造が破壊され、シクロブタンピリミンを形成して細菌細胞が死滅する。

表 1 核酸塩基の吸収ピーク波長[1]

核酸塩基	吸収ピーク波長
アデニン	260 nm
グアニン	265 nm
シトシン	275 nm
チミン	265 nm
ウラシル	260 nm

本研究は核酸塩基の吸収に近い 1064 nm 発振 Nd:YAG レーザーの第 4 高調波である 266 nm 光を発生させたうえで、大腸菌に照射し、その殺菌効果を検証した。

2 実験方法

本実験では、繰り返し周波数 5Hz 又は 10Hz、パルス時間幅 8 ns で発振する Nd:YAG レーザー (Amplitude Surelite II-10) を基本光源として用い、KTP 及び CLBO 結晶を用いることで 8mJ/pulse の 266 nm のレーザー光を発生させた。これをレンズで長径 9.0 cm、短径 6.7 cm に広げて寒天培養のシャーレに照射した。なお、本実験で用いた大腸菌は、蛋白質発現実

験で用いられる BL21(DE03) であった。

3 実験結果

写真(a) に示すように、15 秒間の紫外線レーザー照射においても殺菌効果が確認された。また、参考として写真(b) に波長 254 nm にピークを持つブラックライトの殺菌効果の比較を示す。写真(a)からレーザー照射部分では菌が死滅していることがわかる。一方、15 秒間のブラックライトの照射において菌は死滅しなかった (1 分間の照射では死滅)。

これらのことから、深紫外線レーザー光の方がブラックライトに比べて光強度が強いため、同じ照射時間であれば予想どおりレーザー光の方がより殺菌効果が現れた。

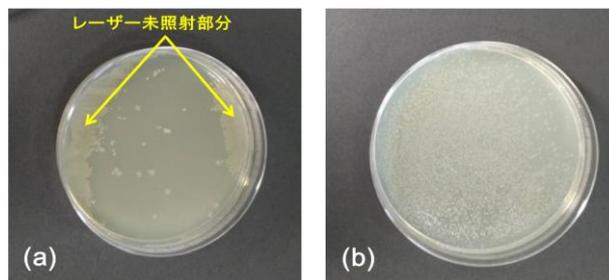


写真 (a) 266 nm 深紫外線レーザー。(b) ピーク波長 254 nm ブラックライト (照射距離約 16 cm)。照射時間はいずれも 15 秒間。

4 結論

深紫外線レーザー光においても他の光源と同様に殺菌効果があることを実証した。上記の写真は、266 nm レーザー光の出力を弱めた状態での結果である。当日は照射条件を変えた場合などの詳細な実験結果について報告する。また、波長変換による波長 222 nm レーザー光発生についても言及する。

5 参考文献

[1] 柴山、ぶんせき、7月号、268-274 (2018)。