

波長 266nm 深紫外レーザー光線における殺菌効果の パルス光強度および照射時間による比較

Comparison pulse strength and irradiation time of sterilization by D-UV pulse laser at 266nm

公立千歳科技大¹, 北海道教育大旭川校²

○(B3)安田 慶也¹, (M1)大中 一弘¹, (B4)三浦 莉理², 村山 幸一², 梅村 信弘¹

Chitose institute of science and technology¹, Hokkaido university of education Asahikawa campus²

Yoshiya Yasuda¹, Kazuhiro Dainaka¹, Riri Miura², Koichi Murayama², Nobuhiro Umemura¹

E-Mail : b2202470@photon.chitose.ac.jp

1. 緒言

現在、殺菌手段として用いられる深紫外線(DUV)光源として水銀ランプが用いられているが、その代替光源の研究開発が注目されている[1]。水銀ランプが殺菌手段として使用されているのは、放射される波長 253.7nm 付近の紫外線が、菌種によるものの概ね最も殺菌効果の高い波長であるからである。

本研究では、紫外線ランプの輝線スペクトルに近く、Nd:YAG レーザの第 4 高調波発生により得られる波長 266nm の深紫外レーザー光線を用いているが、波長 266nm の深紫外レーザー光線が殺菌効果を有することは既に報告がなされている[2]。

しかし、パルス光強度を強め短時間照射する場合と、パルス光強度を弱め長時間照射する場合で、どちらが殺菌効果が高いかについては明らかにされていない。そのため本研究では、大腸菌を対象に、殺菌効果の違いについて検証を行った。

2. 大腸菌の培養および照射サンプル調製

本研究では、大腸菌(NBRC3301)を対象とした。大腸菌は、LB 液体培地で 6 時間の振とう培養を行うことにより増殖させた。培養した菌液について、紫外可視分光光度計により波長 600nm における OD₆₀₀ 値を測定した。測定結果に基づき、菌液を LB 液体培地によって希釈し、OD₆₀₀ 値の調整を行った。希釈した菌液を、LB 寒天培地上に 50μL 滴下し、コンラージ棒で拡げた。

3. Nd:YAG レーザの第 4 高調波発生

発振波長 1064 nm の Q スイッチ Nd:YAG レーザ(繰り返し周波数 10 Hz)より、KTP およびβ-BBO を用いて第 4 高調波を発生させ、石英プリズムにて 266 nm を分離し、焦点距離、-30mm の凹レンズによってビームを拡げ、サンプルを回転させながら均等に照射した。本研究では、トータル紫外線照射量を 50, 100, 200, 400, 及び 800 mJ/cm² に設定したうえで、照射時間と 1 秒間あたりの照射パルスエネルギー(mJ/cm²/s)の積が、設定したトータル紫外線照射量になるよう照射を行った。

4. 殺菌効果の評価法

紫外線を照射したサンプルは、インキュベータ(37.0°C)で 24 時間培養を行い、寒天上に形成されたコロニーをカウントすることで、CFU(Colony forming unit)値の算出を行った。そして、レーザーを照射したサンプルの CFU 値を、レーザーを照射していないサンプルの CFU 値で除し、パーセントで CFU 値での生存率を算出した。

5. 結果および考察

Figure 1 は、トータル照射量が 50mJ/cm²において、パルスエネルギー 3 条件における寒天上のコロニー形成状況を示した図である。(a)はコロニーが形成されておらず殺菌効果が見られた。反対に 1 パルスあたりのエネルギー高くし、照射時間を短くすると、寒天上にコロニーが形成されることが確認され、その量は上昇し、殺菌効果が低下することが分かった。

このことから、パルスエネルギーを弱めてパルスの繰り返し周波数を kHz オーダーに高めた AOQ スイッチレーザーを基本光源とした同様の実験についても検討する必要があると考えられる。

当日は、コロニーカウント法によって得られた CFU 値での生存率の算出結果も示し、詳細な殺菌効果について報告する。

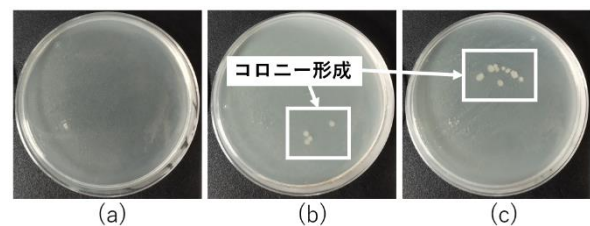


Figure 1 トータル紫外線照射量 50mJ/cm²における寒天上のコロニー形成状況。レーザー照射時間 (a)10 秒, (b)5.0 秒, (c)2.5 秒

参考文献

[1] H. Hirayama *et al.*, Appl. Phys. Express. 3, 031002 (2010).

[2] 梅村, 紺野, 三郷, 神村, 村山, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 16a-Z09-1, 2021.