

波長 213nm 深紫外線パルスレーザー照射による微生物不活性化効果の検討 Study on inactivation of Bacteria by Deep UV Pulse Laser Radiation at 213 nm

公立千歳科学技術大学¹, 北海道教育大学 旭川校²

○大中 一弘^{1,*}, 安田 慶也¹, 三浦 莉理², 村山 幸一², 梅村 信弘¹

Chitose Institute of Sci & Tech.¹, Hokkaido Univ. of Education Asahikawa campus²,

○K. Dainaka^{1,*}, Y. Yasuda¹, R. Miura², K. Murayama², and N. Umemura¹

m2220130@photon.chitose.ac.jp

1. 目的

近年、新型コロナウイルス(COVID-19)をはじめとする多くの感染症が流行し、その感染予防対策として深紫外線(UV-C 波)による微生物の不活性化が実用化されている。しかし、従来用いられている水銀ランプは、環境への負荷や人体への影響が懸念されており、その代替光源の研究が進められている[1]。一方で、2017年にコロンビア大学の研究チームはエキシマランプの輝線波長である222 nmの深紫外線についても、人体への影響を低減しつつ微生物への不活性化できることを報告した[2,3]。

本研究では、波長222 nmと近く、発生方式が簡便なNd:YAGレーザーの第5高調波である波長213 nmの深紫外線パルスレーザー光を用いて大腸菌の不活性化効果について検証を行った。

2. 実験方法

本実験では、繰り返し周波数10Hz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やBBOの結晶を用いた波長変換によって、波長266 nmおよび213 nmのレーザー光を発振させ、石英プリズムで他のレーザー光と分離した(図1)。このとき、プリズム分離後のDUVレーザー光のパルスエネルギーの平均が2 mJ/pulseになるよう、Nd:YAGレーザーの出力を調整した。次に、深紫外線レーザー光を焦点距離 $f = -30$ mmの凹レンズを用いて広げ、波長600 nmで吸光度0.01になるよう1×PBS(+)で希釈した細菌の入ったシャーレに分離したDUVレーザー光を照射した。

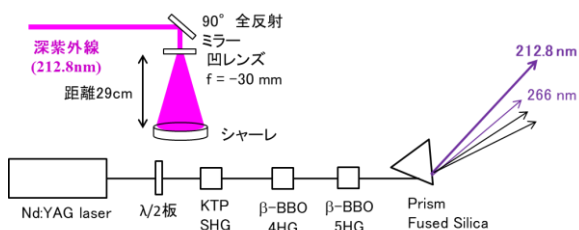


図1 実験配置図

照射後、Microbial Viability Assay Kit-WST (株)同仁化学研究所製)を用いて定量的に生存

する微生物を検出した[4]。また、照射後の細菌をLB寒天培地に100 μLずつ塗り広げ観察を行なった。なお、本実験で用いた微生物は、タンパク質発現実験で用いられる大腸菌BL21(DE03)であった。また、従来用いられている水銀ランプの波長である253.7 nmと近い、波長266 nmのNd:YAGレーザーの第4高調波を照射した場合との比較を行った。

3. 実験結果

シャーレ上でトータル照射量が200 mJ/cm²となるよう、波長213 nm又は266 nmのDUVレーザーを65秒間照射した。照射後、24時間経過したコロニーの様子を図2に示す。波長213 nmについても266 nmと同様、コロニーがほぼ形成されていないことからレーザー照射によって大腸菌の大部分が不活性化されていることが認められた。

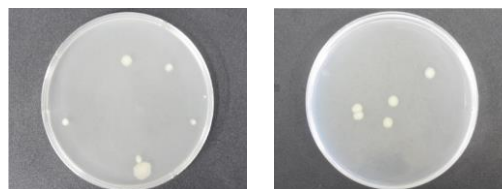


図2 DUVレーザー光照射(200 mJ/cm²)による大腸菌の不活性化効果(左:波長213 nm 右:波長266 nm)

4. 結論

波長213 nmの深紫外線レーザー光は、DNAの極大吸収波長とほぼ一致する波長266 nmとほぼ同等の殺菌効果を有することが確認された。

当日は、照射条件を変えた場合の殺菌効果の詳細な実験結果を報告する。

5. 参考文献

- [1] <https://www.asahi-kasei.com/jp/news/2022/ze221125.html>
- [2] M. Buonanno *et al.*, Radiation Research, 187, 493 (2017).
- [3] D. Welch *et al.*, Scientific Report, 8, 2752, (2018).
- [4] 塚谷忠之、日本食品科学工学会誌、第62巻、第7号、321 (2015)