

メカノ殺菌効果を目指したナノ表面形状の制御

物質・材料

SATテクノロジー・ショーケース2022

■ はじめに

現在に至るまで、発展途上国では汚染された飲料水を使用することが原因で発生する感染症が問題となっている。途上国の経済力を考慮すると、安価かつメンテナンスが容易な水処理法の開発が望まれる。光触媒水処理は安全安価な酸化チタンを利用でき、処理反応には直接関与しないため理論上半永久的に使用できる。しかし光触媒は十分な太陽光照射下でしか有効に働かないため、夜間の水処理には適さない。そこで我々は水中細菌の殺菌方法としてメカノ殺菌効果¹⁾(Fig.1)²⁾に注目している。メカノ殺菌とは針状構造体が細菌に直接刺さって死滅させる現象であり、2012年にセミヤトンゴなどの昆虫翅表面で起きていることが発表された¹⁾。この2つの殺菌効果を組み合わせることで相乗効果が期待される。しかし、水中における最適な光触媒効果及びメカノ殺菌効果が得られるナノ表面形状は明らかになっていない。本研究では水中において光触媒とメカノ殺菌効果を組み合わせた時、最適な光触媒ナノ形状合成法を含め検討を試みた。

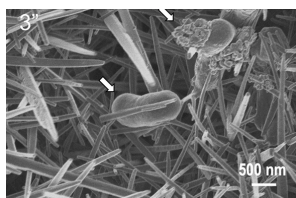
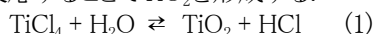


Figure 1 メカノ殺菌の様子

■ 活動内容

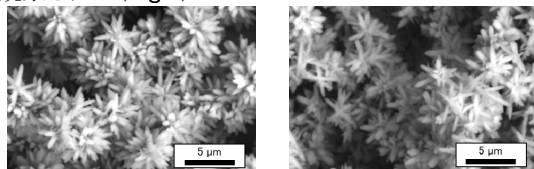
1. TiO₂ナノ表面形状の成膜及び評価

前駆体として四塩化チタン(57 mM, 114 mM, 142 mM, 228 mM)を、溶媒に純水及び塩酸を用いた。この前駆体は式(1)のように反応することでTiO₂を形成する。



各濃度の前駆体を用いてITOガラス上に炉内温度130℃で水熱合成により成膜した。各濃度において成膜は確認されたが、142 mM以外濃度では、簡単に膜が剥離するため水中における利用は困難と言える。

成膜が確認された142 mMを用いてITOガラス表面及びTi板上に炉内温度130℃で水熱合成により成膜を行った。その結果、針の集合体と言えるナノ形状(イガグリ形状)が多く観察された(Fig.2)。

Figure 2 成膜したTiO₂の表面SEM像(左:ITOガラス上,右:Ti板上)

2. 殺菌評価

模擬環境水として滅菌イオン交換水を用い、大腸菌(K-12株)を5000 cfu/mLに調整した。模擬環境水50 mLと今回成膜したITOガラス上TiO₂とTi板上TiO₂をそれぞれ別のシャーレに入れ、3時間静置し大腸菌処理実験を行った。また、全ての操作は暗条件で行った。性能評価として、1時間毎にサンプリングを行い、各サンプルをNB-NaCl寒天培地で培養した。培養後、形成されたコロニーを計測し、生菌割合を求めることで大腸菌殺菌能を評価した。同様の方法を用いてTiO₂を用いない実験も行い殺菌能を評価した。

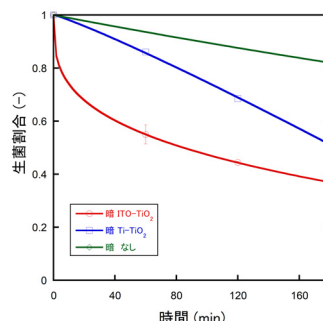


Figure 3 各条件の殺菌挙動

ITOガラス上TiO₂の3 h後の生菌割合は約40%となった。TiO₂が無い実験系では、約80%の生菌割合となった。これらは暗条件下で行ったことからTiO₂による光触媒殺菌効果は含まれないため、メカノ殺菌効果による殺菌能だと考えられる。

3. 結論

- 水熱合成により、イガグリ状のナノ表面形状を形成した。
- 成膜したTiO₂を用いたメカノ殺菌効果の評価をしたところ、3 hで約60%の殺菌効果が得られた。

今後は、光触媒能とメカノ殺菌能を組み合わせた複合光触媒殺菌能の調査を行うと共に、イガグリ形状以外のナノ形状を形成させて、様々なナノ形状によるメカノ殺菌効果の評価を行っていく。

■ 関連情報等

本研究は産業技術総合研究所 環境創生研究部門で行われたものである。

参考文献

- 1) Ivanova, E. P. *et al. Small* 8(16), 2489-2494 (2012).
- 2) Negishi, N., Inaba, T., Miyazaki, Y. *et al. Sci Rep* 11, 19218 (2021).

代表発表者 白坂 知也(しらさか ともや)
所 属 千葉工業大学大学院 工学研究科
応用化学専攻
産業技術総合研究所
環境創生研究部門 反応場設計研究グループ
問合せ先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
TEL: 047-487-0418
E-mail: s17a6057mb@s.chibakoudai.jp

■ キーワード: (1) 光触媒
(2) 水処理
(3) 殺菌

■ 共同研究者: 根岸 信彰(産業技術総合研究所)
宮崎 ゆかり(産業技術総合研究所)
矢野 睦実(千葉工業大学)
小浦 節子(千葉工業大学)