



|              |                                                                                     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 酸化チタンの消毒薬への影響                                                                       |
| Author(s)    |                                                                                     |
| Citation     | 令和5（2023）年度学部学生による自主研究奨励事業<br>研究成果報告書．2024                                          |
| Version Type | VoR                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/95180">https://hdl.handle.net/11094/95180</a> |
| rights       |                                                                                     |
| Note         |                                                                                     |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 令和5年度大阪大学未来基金「学部学生による自主研究奨励事業」研究成果報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                        |          |        |    |     |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|----|-----|--|--|--|--|
| ふりがな氏名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | はせがわ かんた<br>長谷川 寛太                                                                                                                     | 学部<br>学科 | 薬学部薬学科 | 学年 | 1 年 |  |  |  |  |
| ふりがな<br>共 同<br>研究者氏名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | おく みゆう<br>奥 美優                                                                                                                         | 学部<br>学科 | 薬学部薬学科 | 学年 | 1 年 |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | くろさき もえか<br>黒崎 萌華                                                                                                                      |          | 薬学部薬学科 |    | 1 年 |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | まつお りょうじ<br>松尾 亮治                                                                                                                      |          | 薬学部薬学科 |    | 1 年 |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                        |          |        |    |     |  |  |  |  |
| アドバイザー教員<br>氏名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 村井 健一                                                                                                                                  | 所属       | 薬学研究科  |    |     |  |  |  |  |
| 研究課題名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 酸化チタンの消毒薬への影響                                                                                                                          |          |        |    |     |  |  |  |  |
| 研究成果の概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。(先行する研究を引用する場合は、「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い、盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。) |          |        |    |     |  |  |  |  |
| <p>【研究目的】</p> <p>光触媒をコーティングするスプレーが販売されており、それを使うことで菌のたまりやすい場所である机やドアノブなどを簡単に抗菌できることを知った。新型コロナウイルスの感染予防として不特定多数の人が触るものは定期的に消毒するようになったことを考えると、光触媒コーティングした机やドアノブなどを消毒するという状況を想定することができる。このとき、塗布した消毒薬が光触媒により分解され、効果が弱まるのではないかと疑問を持った。</p> <p>そこでまずは消毒薬が酸化チタンにより分解されるのか、また、分解されたとしたら、消毒薬ごとに分解のされやすさにどれほど違いがあるのかについて明らかにしようと考えた。</p> <p>【研究方法】</p> <p>消毒薬が酸化チタンにより分解されるかどうかを確認するため、先行研究<sup>[1]</sup>の方法に従って酸化チタン粉末の入った消毒薬の重水溶液に紫外線を照射して反応させた。内部標準物質を用いて消毒薬の分解の程度を算出し、比較した。</p> <p>今回用いた消毒薬は以下の図 1 の 3 つである。これらの消毒薬は消毒効果が残留することが分かっている<sup>[2]</sup>。効果が残留する消毒薬を酸化チタンコーティングされたものに塗布したときにどのように反応するかを想定していたため、これらの消毒薬を選択した。</p> <p>消毒薬 44.6 <math>\mu\text{mol}</math> と酸化チタンを以下の表 1 のように計量し、重水 1.5 ml 混合した。</p> <p>それぞれの消毒薬に対して溶液をマグネチックスターラーで攪拌しながら 365 nm の紫外線を 30 分間または 90 分間、図 2 のように照射し反応を進めた。反応終了後、図 3 のように酸化チタンで濁った溶液をろ過して酸化チタンを取り除き、ろ液に内部標準物質を混合し、<sup>1</sup>H-NMR で分解の様子を計測した。</p> |                                                                                                                                        |          |        |    |     |  |  |  |  |

表 1 消毒薬と酸化チタンの使用量

|               |         |
|---------------|---------|
| 塩化ベンザルコニウム    | 16.4 mg |
| 塩化ベンゼトニウム     | 20.0 mg |
| グルコン酸クロルヘキシジン | 40.0 mg |
| 酸化チタン         | 10.0 mg |

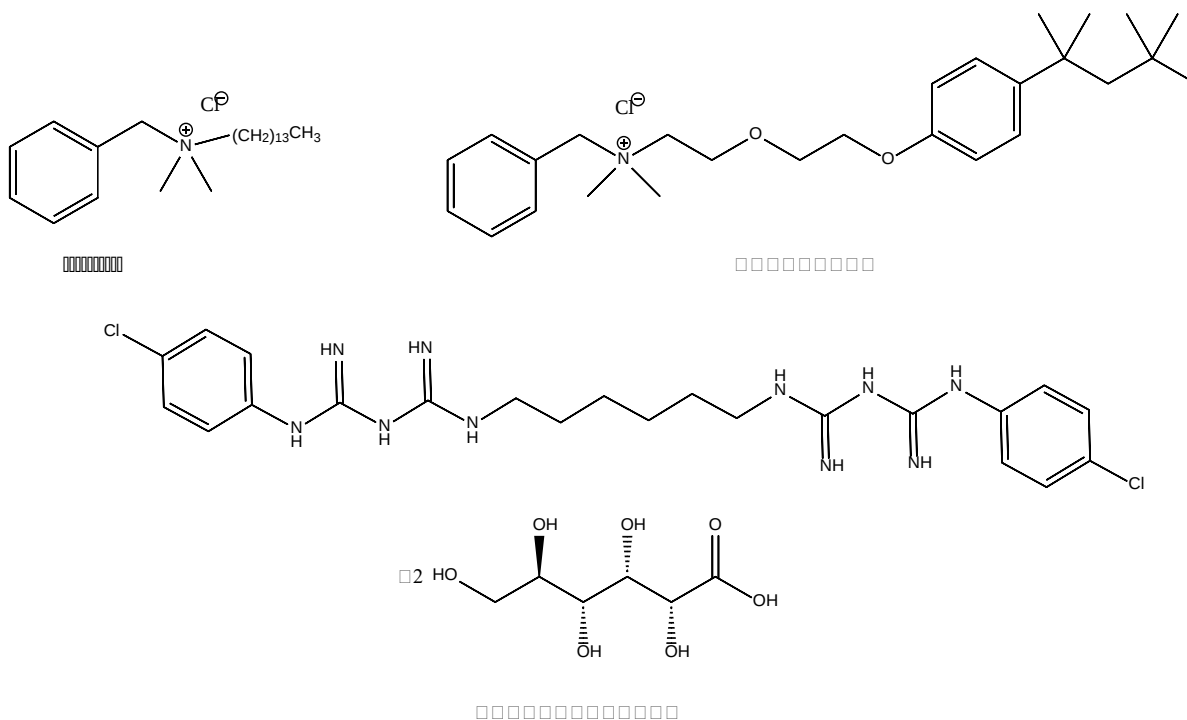


図 1 各消毒薬の構造

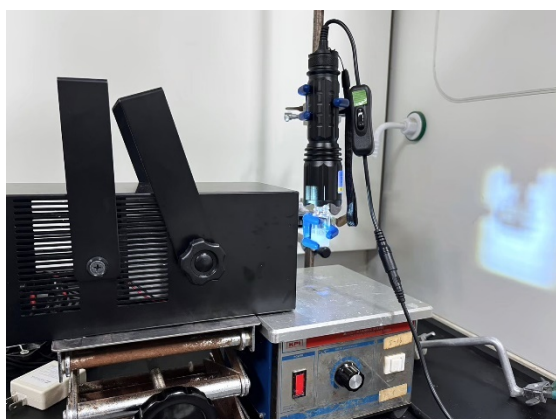


図 2 紫外線照射の様子



図 3 反応後のサンプル管

## 【研究経過】

初めは照射時間 10 分で、紫外線ライトを 1 個用い、TCI の酸化チタン(製品コード: T4017)を触媒として用いていた。しかし、反応はほとんど進まなかった。また、TCI の別の酸化チタン(製品コード: T3930, T4118)を用いたが、同じく反応がほとんど進まなかった。そこで、触媒に用いる酸化チタンを先行研究<sup>[1]</sup>で用いられていた石原産業の酸化チタン(銘柄: ST-01)に変更した。ま

た、照射時間が不足していると考え、10分から30分または90分に延長した。さらに、紫外線ライトの強度が充分でないと考え、紫外線の光源を1個から2個に増やし、できるだけ多くの光が当たるように紫外線ライトの位置を調節した。

その結果、塩化ベンザルコニウムで反応が観察されたので、同様の装置を用いて他の消毒薬と酸化チタンの反応を調べ、内部標準物質を用いて消毒薬の残存量を測定した。

## 【結果】

### 1. 塩化ベンザルコニウム

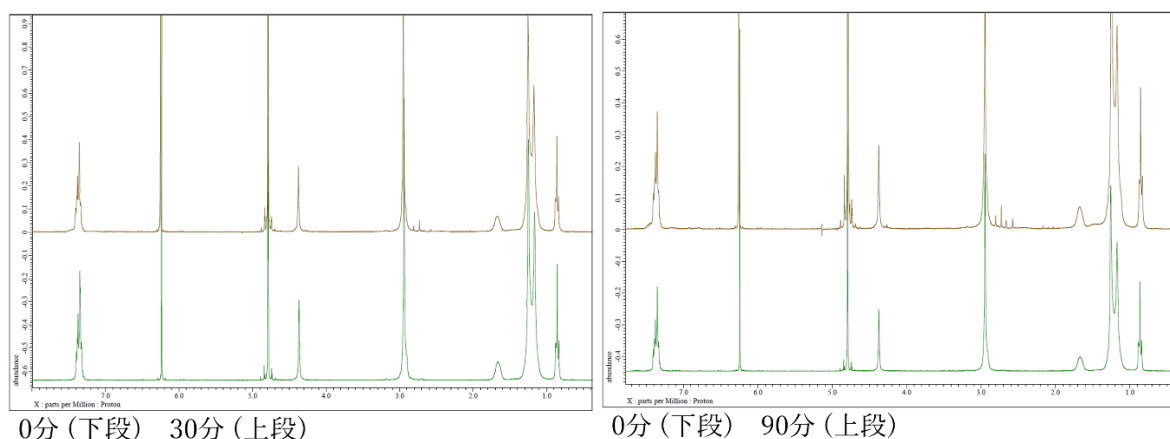


図4 塩化ベンザルコニウムの各時間の<sup>1</sup>H-NMRピーク

内部標準物質としてマレイン酸を使用した。

図4のように、塩化ベンザルコニウムの残存量は30分反応させた場合では68.6%、90分反応させた場合では60.3%であった。

### 2. 塩化ベンゼトニウム

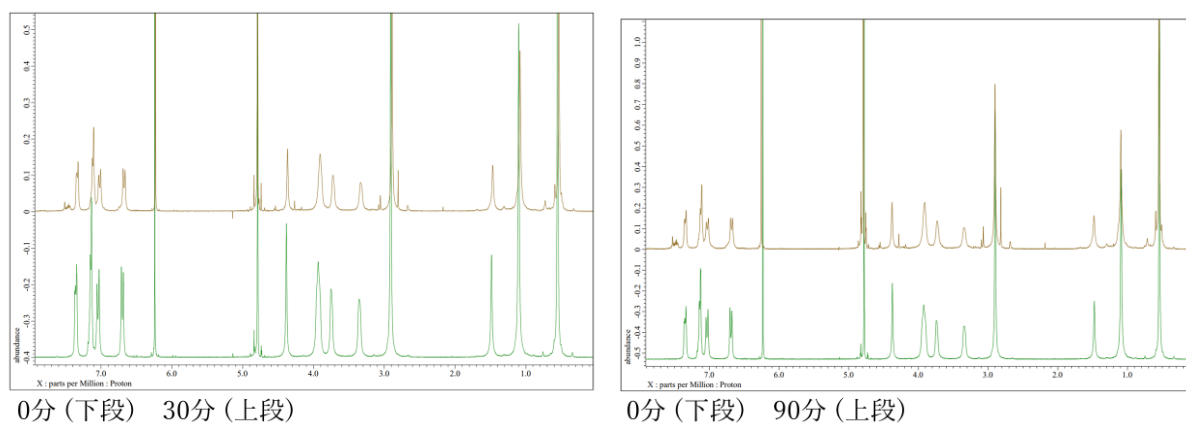
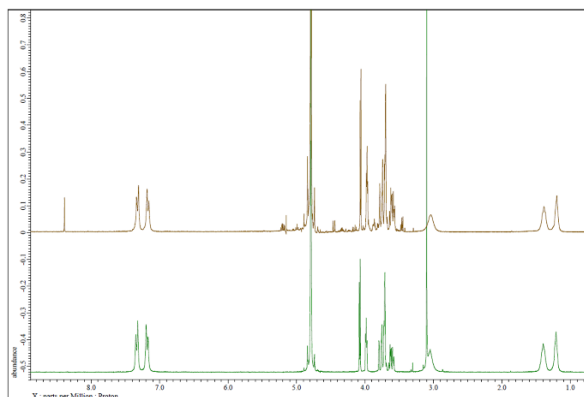


図5 塩化ベンゼトニウムの各時間の<sup>1</sup>H-NMRピーク

内部標準物質としてマレイン酸を使用した。

図5のように、塩化ベンゼトニウムの残存量は30分反応させた場合では81.2%、90分反応させた場合では72.3%であった。

## 3. グルコン酸クロルヘキシジン



0分 (下段) 90分 (上段)

図 6 グルコン酸クロルヘキシジンの各時間の  $^1\text{H}$ -NMR ピーク

グルコン酸クロルヘキシジンは水溶液の状態では入手することができなかったため、エバポレーターで水を減圧留去し単体を得て上記と同じ方法で実験した。図 6 のようにグルコン酸クロルヘキシジンは分解されていることが確認された。しかし、残存量を測定するために内部標準物質として他 2 つの消毒薬と同様にマレイン酸を用いたが、十分に溶解しなかった。また、ジメチルスルホンはグルコン酸クロルヘキシジンの  $^1\text{H}$ -NMR ピークと重なったため残存量を測定するのに適さなかった。さらに、DSS (Sodium 3-(trimethylsilyl)propane-1-sulfonate, 製品番号: 044-31671) も試したが、グルコン酸クロルヘキシジンと反応したためか複雑な  $^1\text{H}$ -NMR チャートが得られ、残存量を算出することができなかった。これら 3 つの内部標準物質の構造は図 7 に示した。

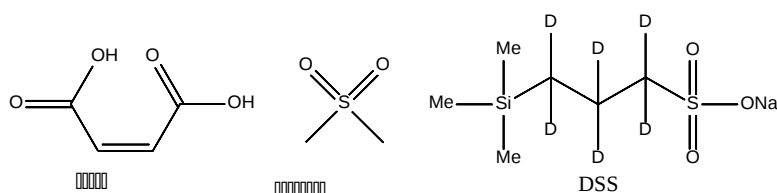


図 7 内部標準物質の構造

以上の結果をまとめると表 2、図 8 のようになる。

表 2 消毒薬の残存量の時間変化

| 経過時間 (分) | 塩化ベンザルコニウムの残存量 (%) | 塩化ベンゼトニウムの残存量 (%) |
|----------|--------------------|-------------------|
| 30       | 68.6               | 81.2              |
| 90       | 60.3               | 72.3              |

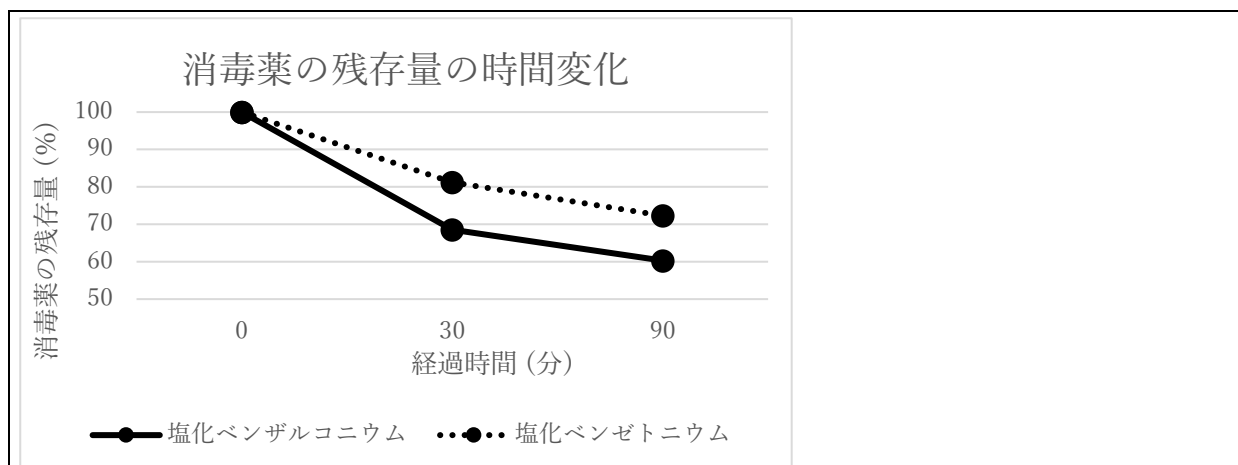


図8 消毒薬の残存量の時間変化

## 【考察・研究成果】

今回用いた3種類の消毒薬は全て酸化チタンにより分解されることが明らかとなった。塩化ベンザルコニウムと塩化ベンゼトニウムはどちらも第4級アンモニウム塩であるが酸化チタンに対する反応性にはある程度差があり、塩化ベンゼトニウムのほうが分解されにくいと考えられる。また、クロルヘキシジンは今回使用することができた内部標準物質と相性が悪く上記の方法では正確な残存量を測定することができなかったため、分解のされやすさを定量化するためには別の内部標準物質や測定方法を検討する必要がある。

本研究により、今まで考慮されることの無かった酸化チタン光触媒と消毒薬の同時使用による相互作用の一部を明らかにすることができた。したがって、消毒薬の分解反応を解析するため、相乗効果、相殺効果の根本的な理解につながると考えられる。

## 【今後の展望】

今回の研究で上記の3つの消毒薬が溶液中では酸化チタンにより分解されることが判明したため、今後の研究では酸化チタン表面でどのように分解されるのかを確認したい。また、酸化チタンと消毒薬を併用した際に、細菌に対してそれぞれ単体で使用した場合とどのような違いが生まれ、同時に使用することによって抗菌効果が向上するのか低下するのかを調べたい。さらに、実際に人の手が触れる場所に酸化チタンと消毒薬を併用して抗菌効果を評価する実験も実施したいと考えている。

## 【謝辞】

研究に際して議論をしていただいた有澤光弘先生、紫外線ライトを貸して下さった浅原時泰先生、実験を補助して下さった大地隆真さんに感謝申し上げます。

## 【参考文献】

- [1] Sakaguchi, N., Matsuo, S., Yamada, K., Matsuo, T., Wakita, H. Photocatalytic Degradation of Adenosine Triphosphate in an Aqueous Suspension of  $\text{TiO}_2$ : a HPLC and  $^1\text{H-NMR}$  Study. *Res. Chem. Intermed.* **2004**, *30*, 879–887.
- [2] Hirose, R., Itoh, Y., Ikegaya, H., Miyazaki, H., Watanabe, N., Yoshida, T., Bandou, R., Daidoji, T., Nakaya, T. Evaluation of the Residual Disinfection Effects of Commonly Used Skin Disinfectants against Viruses: An Innovative Contact Transmission Control Method. *Environ. Sci. Technol.* **2021**, *55*, 16044–16055.