

浄水サイクルの構築

岩手県立一関第一高等学校理数科 3 年化学 1 班
塚澤利匡 奈良汐恩 阿部沙和子 菊池如子

要約

エネルギーや水の問題の解決のために、酸化チタンの光触媒作用を利用し酸化チタンで浄水を行い、酸化チタンを回収し、繰り返し利用可能な浄水サイクルを構築しようと考えた。そこで、ゼオライトが多孔質物質であることを利用して、酸化チタンを回収することができるのではないかと考えた。この結果、酸化チタンにゼオライトを複合化することはできたが、浄水過程で使用することはできなかった。

<キーワード> 酸化チタン ゼオライト 光触媒

ABSTRACT

To solve the energy and water issues, we tried to use the photocatalytic action of titanium dioxide to construct a sustainable water purification cycle. We think that we could recover titanium dioxide by taking advantage of the fact that zeolite is a porous material. As a result, we were able to combine zeolite with titanium dioxide, but could not use it in the water purification process.

1 はじめに

現在、世界では主に 2 つの水に関する問題がある。1 つは、エネルギーの問題である。多くの国にとって、大量のエネルギーを使わずに浄水することは難しく、環境に悪影響を及ぼしている。また、この影響は大きくなっている。もう一つは、発展途上国における浄水施設の不足である。いくつかの国では、水を得るだけでも多くに時間がかかり、水があることがあたりまえでない人たちが多くいる。¹⁾ この 2 つの問題について、いつでもどこでも容易に浄水を簡単に行うサイクルを作ることが出来たら、これらの問題の解決に近づき環境に適した効率の良い浄水を行えるのではないかと考えた。

酸化チタンは、光のエネルギーによって、化学反応を促進する性質のある光触媒として知られている。また、ゼオライトは、含水アルミノケイ酸塩の総称で、細孔が規則的に空いている多孔質材料である。

飯島ら²⁾の研究(2011)によると、彼らは酸化チタンをコーティングしたタイルを利用し、浄水の効率について研究していた。そこでは浄水過程において、酸化チタンが多ければ多

いほど効率よく浄水されるわけではないということが示されていた。また、攪拌の有無による実験では、攪拌をすることで溶液全体が酸化チタンに触れることができ、攪拌をしないものよりも効率よく浄水できるということが示唆されていた。

奥田ら³⁾の研究によると、洗剤水を溶液とし、酸化チタンをタイルにコーティングしたものを使用し、浄水を行っていたが、浄水過程において、酸化チタンが浄水に大きく寄与しなかったことが示されている。

また、阿部ら⁴⁾の研究によると、酸化チタンを過酸化水素水に入れて攪拌させ、加熱することで酸化チタン担持ゼオライト光触媒が生成できることが示されている。

私たちは、効率よく浄水が行えることを目標とし、酸化チタンの表面積を増やすために粉末の酸化チタンを用いることにした。また、ゼオライトが多孔質物質であることを利用して、酸化チタン担持ゼオライト光触媒を生成することで酸化チタンの回収が可能になり、サイクルを構築できるのではと考えた。そこで本研究では酸化チタン担持ゼオライト光触媒を利用し、効率の良い浄水サイクルを構築

するために、酸化チタン担持ゼオライト光触媒を生成して浄水し COD(化学的酸素要求量)を用いて調べもっとも浄水に適した酸化チタンの量を調べた。

2 方法

(1) COD の測定

本研究の COD(化学的酸素要求量)の測定は(株)共立理化学研究所製のデジタルバックテスト・マルチ SP を使用した。

(2) 酸化チタンによる汚れの除去率の比較

酸化チタン (1.00 g, 1.25 g, 1.50 g, 2.50 g) をそれぞれ測り取り、水 100 mL 加え、攪拌しながらブラックライトを 30 分照射し、照射前後の COD の値の差を出した。

※このとき 1.00 g, 1.25 g については原液 A (水槽の水)、1.50 g, 2.50 g については原液 B (水槽の水) を使用した。

(3) 酸化チタン担持ゼオライト光触媒の生成

a. 50 mL のビーカーに酸化チタン (1.0 g) と純水 (10.0 mL) を入れ攪拌した。そこにゼオライト (1.0 g) を加え 100 °C までガスバーナーで加熱し水分を蒸発させた後、さらに 90 秒加熱し酸化チタン担持ゼオライトを得た。

また 2 つ目の生成方法として阿部ら⁴⁾をもとに以下の実験を行った。

b. 50 mL のビーカーに酸化チタン (1.0 g) と過酸化水素水 (10.0 mL) を入れ攪拌した。そこに、ゼオライト (1.0 g) を加え 100 °C までガスバーナーで加熱し水分を蒸発させた後、さらに 90 秒加熱し酸化チタン担持ゼオライト光触媒を得た。

(4) 酸化チタン担持ゼオライト光触媒による浄水効果

37 % のホルムアルデヒド溶液を水で 1000 倍に希釈した試料水を作る。次に (3) で得た酸化チタン担持ゼオライト光触媒を使って、(2) と同様に実験し浄水効果について検討した。

このとき水槽の水ではなく、ホルムアルデヒド溶液を試料水として実験を行った。

3 結果

(1) 酸化チタンによる汚れの除去率の比較

原液 A と原液 B による酸化チタンの量を変化させながら COD 値を測定し減少量を比較したものを表 1 に表す。

表 1 酸化チタンによる汚れの除去率

TiO ₂ (g)	COD(mg/L)	原液との差
原液 A (1.0 g, 1.25 g)	96	—
1.00 g	72	24
1.25 g	70	26
原液 B (1.5 g, 2.5 g)	78	—
1.50 g	84	12
2.50 g	70	8

ここで、1.25 g の酸化チタンが COD の低下の値が大きかった。

(2) 酸化チタン担持ゼオライト光触媒の生成

a. 純水を用いて複合化を行ったが、十分に複合化できず、酸化チタン担持ゼオライトを得ることができなかった。

b. 過酸化水素を用いた酸化チタン担持ゼオライト光触媒は酸化チタンとゼオライトを複合化させることができた。その後ピンセットで拾い上げ、1.17 g の酸化チタン担持ゼオライト光触媒を得た。

(3) 酸化チタン担持ゼオライト光触媒による浄水

酸化チタン担持ゼオライトを使用して浄水を行った後に COD を測定したが、酸化チタンにより、混合溶液に白い沈殿ができてしまい正確に測定ができなかった。

4 考察

酸化チタンの浄水作用を調べ、ゼオライトを用いて複合化を行ったが、過酸化水素を用いた場合においては吸光度を正確に測ることができなかった。それは、複合化が十分でなく、酸化チタンが溶液中に残っていたことが理由と考えられる。

それゆえ複合化の方法が適していなかったと考えられ、最適な方法を再検討する必要がある。

5 結論

本実験においての水 100 mL の浄水に適した酸化チタンの量を調べることができたが、

酸化チタンとゼオライトの複合化については実証することができなかった。加えて、純水が複合化に適していないことも分かった。このサイクルが構築できたら、いつでもどこでも容易に浄水できるようになるだろう。

参考文献

- 1) 世界の水問題の原因とは (国際協力 NGO ワールド・ビジョン・ジャパン)
https://www.worldvision.jp/children/join_24.html#d0e9d87eb78fa54e47cd213ca7606442 (2023. 12. 18 閲覧)
- 2) 飯島かや子、宗和美夕、紫原万歩 (2011) : 光触媒による浄水、長野県木曾青峰高等学校 2010 年度 (平成 22 年度) 課題研究報告書 . <https://www.nagano-c.ed.jp/seiho/intro/risuka/2010report.pdf> (2023. 12. 18 閲覧)
- 3) 奥田真由、高子まりな、早川愛那 () : 酸化チタンによる浄水作用、岐阜県立恵那高等学校平成 29 年度課題研究論文サイエンスリサーチⅢ . <https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H29ssh/sc3/31712.pdf> (2023. 12. 18 閲覧)
- 4) 伊藤優太、千葉里音、浅間智陽、阿部空羽、下瀬川弘人 (2023) : ゼオライトと酸化チタンによる二酸化窒素の除去、令和 4 年度岩手県立一関第一高等学校課題研究集録、1-7.