

途上国における安全な水へのアクセスを実現する光触媒水処理技術

SATテクノロジー・ショーケース2020

■ はじめに

現在に至るまで、発展途上国では、汚染された飲料水の使用による感染症などが問題となっており、我々のタイ、ベトナム、ミャンマーにおける現地調査でも、WHO基準を超える濃度の細菌を確認している。これは主に水インフラ設備の不備に起因しており、途上国の経済力を考慮してSDGs6の解決を行うためには、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、安全安価かつ耐久性に優れた酸化チタン(TiO_2)と太陽光を組み合わせることで半永久的に水処理ができる可能性を有する。光触媒は、物質収支を考慮すると低濃度汚染にしか対応出来ないが、途上国の飲料水を対象にすれば十分機能すると考えられる。一方、実環境水にはミネラル成分など総溶解固形分が含まれており、実用化にはその影響評価が必要不可欠である。本研究では、我々の東南アジアにおける現地調査で最も豊富に飲料水中に含まれていることが分かった重炭酸イオン(HCO_3^-)の光触媒に対する影響評価を含めて途上国における飲料水浄化の可能性について報告を行う。

■ 実験及び結果と考察

1. 評価装置

使用した光触媒能評価装置の概略図を図1に示す。この装置は試料水を光触媒充填ガラス管内に循環させ、紫外線灯を照射する構成となっている。光触媒は水中使用に特化したセラミック TiO_2 光触媒((株)光触媒研究所製PSF01)を用い、全ての実験で通水速度は50 mL/minとした。また、紫外光強度($\lambda=365\text{nm}$)は約2.8 mW/cm²とした。この数値は東南アジア地域における日中平均強度にほぼ等しい。

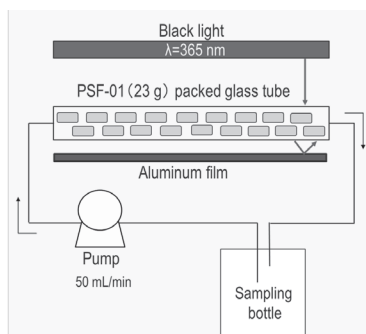


図1 評価装置の概略

2. 活性評価

光触媒活性はギ酸の8時間循環内における分解速度から求めた(図2)。図2より、 HCO_3^- 濃度の増大と共に光触媒活性は急速に低下するが、100mg/L付近でその低下がほぼ収束することがわかる。PSF01に対する HCO_3^- の吸着等温線(図3)から、 HCO_3^- はラングミュア吸着に従ってPSF01上に存在することがわかり、飽和吸着量は2.90 mg/gと算出された。図2の点線は飽和吸着に達する濃度を示しており、活性低下が収束する地点と一致したため、 HCO_3^- の低濃度領域ではギ酸より TiO_2 への吸着能が大きい HCO_3^- による光触媒表面の被覆により媒質と光触媒との接触が妨げられることで急速に光触媒活性低下が起きることがわかった。 HCO_3^- の飽和吸着後は光触媒励起により生じる $\text{OH}^\cdot$ が表面吸着 HCO_3^- と反応して生じる $\text{CO}_3^{\cdot-}$ によって有機物の酸化反応が継続すると考えられる。

3. 殺菌評価

光触媒殺菌能は大腸菌(K-12株)の3時間循環で評価した(図4)。大腸菌初期濃度は現地調査結果より1,000 cfu/mLに設定した。図4より、 HCO_3^- 濃度増大に伴い殺菌能の低下が見られたことから、活性評価の結果と一致し、 HCO_3^- は光触媒水処理に反応速度低下という影響を及ぼすことが明らかになった。

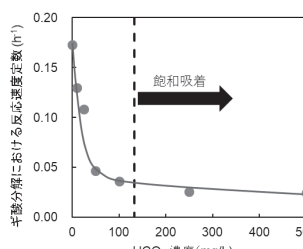
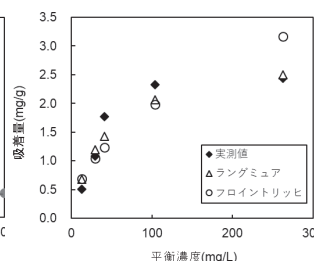
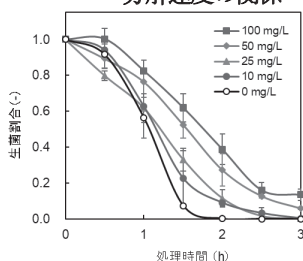
図2 HCO_3^- 濃度とギ酸分解速度の関係

図3 吸着等温線

図4 光触媒殺菌能の HCO_3^- 濃度依存性

■ 関連情報等

N. Negishi et al., *Appl. Catal. B: Environ.*, **242**, 449-459 (2019).

■キーワード: (1) 光触媒
(2) 水処理
(3) 発展途上国

■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)
小浦 節子(千葉工業大学)

代表発表者 石井 元揮(いしい げんき)
所属 千葉工業大学大学院 工学研究科
生命環境科学専攻 生活環境研究室
問合せ先 〒275-8588 千葉県習志野市津田 2-17-1
TEL: 047-478-0418
E-mail: s1523025sy@s.chibakoudai.jp