

# 水処理用 TiO<sub>2</sub> セラミックの最適な合成条件の検討

SATテクノロジー・ショーケース2025

## ■ はじめに

TiO<sub>2</sub>は、大気汚染防止サステナブル材料やセルフクリーニング建材など幅広い分野で世界的に実用化されている。その中で水質浄化だけが実用化に至っていないのは、材料としての耐久性が低いという課題が解決されていないためである。一方、我々の先行研究で開発したTiO<sub>2</sub>セラミックは、水中での長期耐久性に優れた光触媒として、簡便かつ環境調和型の水質浄化材料として期待されている<sup>1</sup>。この光触媒を用いた水質浄化では、ガラス管にTiO<sub>2</sub>セラミックを充填した反応管に水を通過させ、紫外光照射により光触媒反応を行う必要があるが、効率的に反応を行うためには光触媒の受光率を高めなければならない。例えば、光触媒材料を密に充填すると触媒同士の重なり部分で影が生じてしまい、反応に寄与しない面が存在することで無駄が生じる。この問題を回避するには光触媒の受光率を増加させる必要があるが、そのような研究は今まで実施されていなかった。そこで本研究では、光触媒の受光率を増加させるために、TiO<sub>2</sub>セラミックをレンガ形状に合成してガラス管に一行に封入すると全方位励起光照射で全く影の出来ない形状となることで最適化できるか検討した。本研究では、さらにそのTiO<sub>2</sub>セラミックの形状以外の合成条件についても高活性化及び高耐久性に寄与する因子の検討を行った。

## ■ 活動内容

### 1. TiO<sub>2</sub>セラミックの合成

TiO<sub>2</sub>セラミックの合成はゾルゲル法で行った。TiO<sub>2</sub>コロイドゾル PT-01(光触媒研究所製)、結晶セルロース(TG-101) 0.5wt%、及びHiメトローズ 0.1wt%を混合し、60℃、300 rpm で全重量が 40 %となるまで加熱攪拌した。その後、前駆体を石膏鋳型で成形、50℃乾燥後、400℃から900℃まで100℃毎に焼成することで、焼成温度の異なるセラミックを得た。この試料は、焼成温度毎にXRD測定、SEM観察、BET測定、TG-DTA測定で評価した。

### 2. 光触媒活性評価：ギ酸分解実験

TiO<sub>2</sub>セラミックの光触媒活性は、1 mM のギ酸水溶液 200 mL の分解反応速度定数から評価した。TiO<sub>2</sub>セラミックを長さ 30 cm のガラス管(内径 6 mm)に充填し、閉鎖循環系で光触媒反応を実施した。流速を 100 mL/min に設定し、ギ酸水溶液を 1 時間循環させた後、λ = 365 nm の紫外光を照射し、その後 1 時間毎に採取した溶液のギ酸濃度をイオンクロマトグラフで分析、分解反応速度定数  $k$  [h<sup>-1</sup>] を求めた。さらに、光触媒重量あたりの反応速度定数  $a$  [h<sup>-1</sup>/g] を算出して光触媒活性評価を行った。

を算出して光触媒活性評価を行った。

### 3. 結果及び考察

得られたTiO<sub>2</sub>セラミックは400℃焼成時長さ12.9×5.40×2.8 mmの大きさであったが、焼成温度の上昇と共に収縮し、900℃焼成では400℃比で63.4%のサイズとなった。XRD測定の結果から、400℃から600℃付近の焼成温度ではアナターゼとブルカイトの混合相が観察され、700℃を超えるとアナターゼからルチルへの相転移が観測された。この結果は、TG-DTA測定結果と一致した。また、比表面積測定結果から、TiO<sub>2</sub>セラミックは多孔質体であることが確認された。焼成温度と分解反応速度の関係を示す。

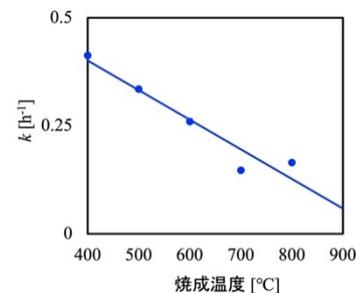


図 1. 焼成温度と分解反応速度定数の関係。

この図1より、焼成温度が400℃の時、分解反応速度定数は0.335 h<sup>-1</sup>で最大値となった。400℃では比表面積値が高いため分解反応速度が高くなったためだと考えられる。しかしながら、この温度では有機物の残留がTGの結果から明らかでないため、TiO<sub>2</sub>中の有機物が無くなる500℃以上の焼成が必須である。焼成温度を上げると分解反応速度定数は減少した。これは、焼成温度を上げることで、比表面積が小さくなるだけではなく反応性の高いTiO<sub>2</sub>アナターゼ相から反応性の低いルチル相へと相転移が生じるためであると考えられる。また、500℃焼成における重量あたりの分解反応速度定数  $a$  [h<sup>-1</sup>/g] では、従来のガラス管への高密度充填TiO<sub>2</sub>セラミック光触媒と比較すると約2倍の活性があることが判明した。これは、効率良く光触媒に励起光が届いているためと判断される。

### ■ 関連情報等(特許関係、施設)

本研究は産業技術研究所環境創生部門で行われたものである。

### 参考文献

- 1) S. Kato, et al., *Ceramics International* **46** (2020), 19285-19292.

代表発表者 齊藤 生歩季(さいとう いぶき)  
 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  
 環境創生部門 界面化学応用研究グループ  
 問合せ先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1  
 TEL: 0476-487-0418  
 E-mails: s20A6058XN@s.chibakoudai.jp

■キーワード: (1) 光触媒  
 (2) 水処理  
 ■共同研究者: 根岸信彰(産業技術総合研究所)  
 五味彩子(千葉工業大学)  
 松田泰明(千葉工業大学)