

平成22年 4月28日現在

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2007～2010

課題番号：19201015

研究課題名（和文）酸化チタンナノ粒子の安全性評価とその光触媒反応を利用した環境浄化に関する研究

研究課題名（英文） Study on risk assessment of TiO₂ nano particles and environmental improvement utilizing TiO₂ photocatalysis

研究代表者

橋本 和仁（HASHIMOTO KAZUHITO）

東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究者番号： 00172859

研究代表者の専門分野：光化学、環境科学

科研費の分科・細目：環境学・環境技術

キーワード：酸化チタン・ナノ粒子・ナノリスク評価・環境浄化・土壌浄化・農業廃液浄化・光触媒材料

1. 研究計画の概要

（1）ナノテクノロジーの発展に伴い、ナノ粒子に対するリスク評価が必要とされている。フラーレンやカーボンナノチューブ、ナノ金属粒子などとともに酸化チタンナノ粒子に対するリスク評価についても課題とされ、調査・研究がなされている。そこで、本研究では、以下の土壌浄化や水浄化のために開発している酸化チタン含有光触媒材料のリスク評価を行うことを目標とした。

（2）環境浄化に関する研究のうち、土壌浄化については、操業中の中小工場やクリーニング店など地上に建物がある、その地下土壌が VOCs に汚染されている場合について、光触媒材料とエネルギー源として太陽光を使った浄化システムを開発することを目指した。

（3）水浄化については、作物生産の中で排出される農業廃液を対象にして、廃液浄化に適した農家が使いやすい低コストの光触媒材料の作製をふくめた浄化システムを確立することを目指した。

2. 研究の進捗状況

（1）酸化チタンのナノリスク評価については、土壌浄化用に開発した光触媒シートからの酸化チタンナノ粒子の暴露量についての知見を得ようと試み、光触媒シートに強制的に窒素ガスを流し暴露させ、エアロゾルを発生させた。そのエアロゾル粒子を捕捉し、SEM、TEM観察を行うと同時に、エアロゾ

ル粒子にふくまれる酸化チタン量を求めた。その結果、強制的に暴露したにもかかわらず、発生した酸化チタンナノ粒子は、NIOSH (0.1mg/m³)やAIST(1.2 mg/m³)などから提案されている許容量の1/100～1/50量しか観察されず、暴露量は問題にならないほど少量であることが示唆された。

（2）土壌浄化については、ナノリスク評価でも用いた光触媒シートを使って、汚染された地下土壌から光触媒シートにVOCsを吸引・吸着する装置を試作し、ドラム缶に砂をつめての実験室でのモデル実験と操業中のクリーニング店の汚染地下土壌に対して浄化実験を行った。まず、吸引・吸着する装置は、汚染現場によっては10Wくらいの弱いファンで吸引する方が、まんべんなく少しの風量で吸引でき、光触媒シートに吸着させるにも有利であることがわかった。また、その装置を稼働させることによって、地下のVOCs濃度の減少が観察され、徐々にではあるが、浄化の効果を確認した。さらに、光触媒シートは、太陽光に干すことによって再生し、何度も繰り返し使えることを確認した。

（3）水浄化については、作物栽培のひとつである養液栽培の際に排出される排培養液の浄化に適した低コストの光触媒材料の作製をめざし、種々の基材に酸化チタンを担持して、その分解・浄化の効果を調べた。基材にシラスバルーンと呼ばれる多孔質材料を用いると、排培養液の浄化に適した活性をもつ低コストの材料が得られることがわかつ

た。その材料を用いて、実際のトマト栽培農家から排出される排培養液を用いて浄化実験を行ったところ、トマトの根から排出される生育阻害物質が分解・不活化でき、排培養液を循環利用した栽培が低コストである酸化チタンシラスバルーンで可能であることがわかった。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している

(理由)

ナノリスク評価については、環境浄化に用いている光触媒材料からの酸化チタンナノ粒子の暴露量について、問題とはならない少量であるとの知見を得ることができ、環境浄化の2つのシステムについても、それぞれのシステムに適した光触媒材料を使って、浄化の効果が確認できたため。

4. 今後の研究の推進方策

最終年度であることから

(1) ナノリスク評価については、これまでの実験結果と、酸化チタンナノ粒子の安全性についての各種文献や報告書から、酸化チタンナノ粒子の暴露量と安全性についてまとめる。

(2) 土壌浄化については、光触媒シートを使った VOCs の吸引装置を用いて、実際の汚染現場であるクリーニング店の地下土壌に対して浄化実験を行ってきた結果より、実用化をめざしたシステムの構成や効果、問題点についてまとめる。

(3) 水浄化については、実用化をめざしてさらに実証実験を進めるとともに、酸化チタンシラスバルーンという材料をふくめたシステムの構成や効果についてまとめ、実用化システムとして、提案できる形にする。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計14件)

Miyama, Y.; Sunada, K.; Fujiwara, S.; Hashimoto, K., Photocatalytic Treatment of Waste Nutrient Solution from Soilless Cultivation of Tomatoes Planted in Rice Hull Substrate, *Plant and Soil*, **318**, 275-283, 2009, 査読有り

Shibata, T.; Irie, H.; Tryk, D. A.; Hashimoto, K., Effect of Residual Stress on the Photochemical Properties of TiO₂ Thin Films, *J. Phys. Chem. C*, **113**, 12811-12817, 2009, 査読有り

砂田香矢乃、橋本和仁、光触媒反応による安全で快適な生活空間をめざして、におい・かおり環境学会誌、40, 85-92, 2009, 査読無し

Sunada, K.; Ding, X-G.; Utami, M. S.; Kawashima, Y.; Miyama, Y.; Hashimoto, K., Detoxification of Phytotoxic Compounds by TiO₂ Photocatalysis in a Recycling Hydroponic Cultivation System of Asparagus, *J. Agric. Food Chem.*, **56**, 4819-4824, 2008, 査読有り

Irie, H.; Maruyama, Y.; Hashimoto, K., Ag⁺- and Pb²⁺-Doped SrTiO₃ Photocatalysts, A Correlation between Band Structure and Photocatalytic Activity, *J. Phys. Chem. C*, **111**, 1847-1852, 2007, 査読有り

〔学会発表〕(計11件)

Kiriya, H.; Sunada, K.; Hashimoto, K. et al., Soil Cleanup Using Photocatalytic Sheet and Observation of TiO₂ Aerosol from the Sheet, SIEMME'16, 2009年9月27日, Changchun(China)

砂田香矢乃、橋本和仁、酸化チタンエアロゾル中の酸化チタンの存在状態の観察、第26回 エアロゾル科学・技術研究討論会、2009年8月19日、岡山

Sunada, K.; Kiriya, H.; Hashimoto, K. et al., Photocatalytic Sheet for Cleanup of Soil Polluted by VOCs, 17th International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy, 2008年7月30日, Sydney

桐谷久恵・砂田香矢乃・橋本和仁他、太陽光と光触媒シートを利用した原位置汚染土壌浄化方法の検討、環境科学会、2008年9月18日、東京

砂田香矢乃・メリア・サンディア・ウタミ・橋本和仁他、アスパラガスアレロパシー物質の光触媒反応による無害化とその分解過程、農業環境工学関連学会、2007年9月12日、東京

〔図書〕(計2件)

橋本和仁、東京図書、光触媒応用技術、2007、208ページ

砂田香矢乃、入江寛、橋本和仁、日刊工業新聞社、「触媒材料」(社)日本セラミック協会編、各論2.2 環境浄化用光触媒、2007、84-94

〔その他〕

ホームページ

<http://www.light.t.u-tokyo.ac.jp>