



Title	Kinetic Studies on Photocatalytic Deactivation Processes with Titanium Dioxide Considering the Properties of Catalyst and Substrate
Author(s)	古泉, 善行
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43543
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	古 泉 善 行
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 1 1 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 14 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科化学系専攻
学 位 論 文 名	Kinetic Studies on Photocatalytic Deactivation Processes with Titanium Dioxide Considering the Properties of Catalyst and Substrate (二酸化チタンと基質の特性を考慮した光触媒反応による不活化プロセスの速度論的研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 田谷 正仁 (副査) 教 授 駒沢 勲 教 授 松村 道雄

論 文 内 容 の 要 旨

二酸化チタンの光触媒反応による不活化プロセスにおいて、まず、触媒と電子受容体との間の相互作用を明らかにするため、金属イオンを電子受容体とする光反応系に関して検討を行った。その結果、鉄イオンを電子受容体とした場合、NADH の光酸化反応が継続的に進行することを見出した。そこで、本反応系を大腸菌の光殺菌に適用し、触媒濃度等の操作因子と殺菌特性との関係を検討するとともに、鉄イオンの酸化還元反応と大腸菌表面への二酸化チタン粒子の吸着を考慮した光反応速度論により大腸菌の殺菌速度を表現した。さらに、二酸化チタン表面に鉄をドーブした触媒を調製し、大腸菌の光殺菌に対する効果を溶存酸素濃度に対して整理した結果、溶存酸素濃度が1-2 ppm において鉄をドーブする効果が最も大きいことが分った。次に、微生物細胞の殺菌速度論と細胞内刺激との関係を検討するため、細胞内 SOD 活性に着目し、種々の SOD 活性を有する大腸菌細胞の殺菌試験を実施した結果、Series-event モデルに基づいた致死回数は初期 SOD 活性が大きくなるとともに増加した。また、上記モデルに基づいて計算される各イベントレベルの細胞群を考慮することにより、光殺菌中における細胞内 SOD 活性の低下を表現した。一方、触媒と基質との間の相互作用を明確にするため、タンパク質およびファージをモデル基質として選び、二酸化チタン表面への吸着特性について検討を行った。その結果、タンパク質およびファージの吸着量は、pH および溶液中のイオン種に依存し、さらに、ファージの不活化試験の結果から、不活化速度定数は pH およびイオン種に依存して変化する吸着量に比例することが示された。また、二酸化チタンおよびファージ・コートタンパク質の表面電荷特性に基づいて、二酸化チタン表面へのファージの吸着モデルを提案し、不活化速度の pH 依存性を定量的に表現した。以上の知見を基に、リアクターによる殺菌性能の評価指標を提示した。二酸化チタン固定化活性炭粒子を用いた円筒型リアクターにおいて、大腸菌細胞の殺菌速度に及ぼすリアクター半径の影響を速度論的に検討したところ、0.1 m の半径を有するリアクターで十分な殺菌能力を達成できることが示された。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文ではまず、電子受容体の挙動を明らかにするため、鉄イオンを電子受容体として選定し、大腸菌の光殺菌を実施した。触媒濃度等の操作因子と殺菌特性との関係を検討するとともに、鉄イオンの酸化還元反応と大腸菌表面へ

の二酸化チタン粒子の吸着を考慮した光反応速度論により大腸菌の殺菌速度を表現した。また、鉄をドーブした二酸化チタン触媒を調製し、大腸菌の光殺菌に対する効果を溶存酸素濃度に対して整理した結果、溶存酸素濃度が1-2 ppmにおいて顕著な効果が認められた。次に、細胞内因子を考慮した殺菌速度論を議論するため、細胞内の SOD (superoxide dismutase) 活性に着目し、種々の SOD 活性を有する大腸菌細胞の殺菌試験を実施した結果、series-event モデルに基づいた致死回数は初期 SOD 活性が大きくなるとともに増加した。また、上記モデルに基づいて計算される各イベントレベルの細胞群を考慮することにより、光殺菌中における細胞内 SOD 活性の低下を表現した。一方、触媒と基質との間の相互作用を明確にするため、ファージをモデル基質として選び、二酸化チタン表面への吸着特性と不活化速度との関係について検討を行った結果、不活化速度定数は pH およびイオン種に依存して変化するファージの吸着量に比例することが示された。また、二酸化チタンおよびファージ・コートタンパク質の表面電荷特性に基づいて、二酸化チタン表面へのファージの吸着モデルを提案し、不活化速度の pH 依存性を定量的に表現した。以上の知見を基に、リアクターによる殺菌性能の評価指標を提示した。二酸化チタン固定化活性炭粒子を用いた円筒型リアクターにおいて、大腸菌細胞の殺菌速度に及ぼすリアクター半径の影響を速度論的に検討したところ、0.1 m の半径を有するリアクターで十分な殺菌能力を達成できることが示された。

以上のように、本論文は、二酸化チタンおよび基質の特性を考慮して微生物細胞およびファージの不活化反応を速度論的に評価するとともに、これらの定量的知見に基づいた効率的な不活化手法を構築し、当該分野の進展に大きく寄与するものである。博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。