

岩手大学農学部 小出章二・ 伊藤大輔・岸 司・薄羽由佳  
中京大学生命システム工学部 野浪 亨

[キーワード] 青果物流通、光触媒、アパタイト、殺菌、通いコンテナ  
はじめに

近年、青果物流通では、容器包装リサイクル法の施行や物流コスト削減の要望の高まり、ISO14001 や 2005 年発行予定の ISO22000 ( 食品安全マネジメントシステム ) の認証取得の必要性が高まっていることから、通いコンテナ ( リターナブル容器 ) の再利用が積極的に行われている。このコンテナの再利用は、生産地からの出荷前、あるいは消費地にて青果物を陳列する前、消毒 ( 洗浄、殺菌、脱臭等 ) が望まれる。しかし、コンテナの消毒を含む衛生管理は、生産地や小売店にて単独で行うにはコスト面、ハード面、および作業性の煩雑さなどの問題が生じる。それに対して、最近注目されている光触媒は、光 ( UVA 領域 ) 照射で温度に関係なく有害物質の分解や除菌が可能であるため、生産地と消費地間の流通工程で、簡便にコンテナの殺菌に利用できる可能性を有する。

本研究では、青果物容器に利用できる材料として、アパタイト被覆二酸化チタンに着目した。ここにアパタイト被覆二酸化チタンは、基材を分解しないため様々な材質の容器への塗布や練込が可能である。また、アパタイトは細菌やウィルスなどのタンパク質やアンモニアやNO<sub>x</sub>、アルデヒドなどの吸着能に優れる。一方、二酸化チタンは光を照射することでヒドロキシルラジカルを中心とした強い酸化物質を生じるため、有機物質や細菌、臭いなどを分解することが出来る。この二酸化チタンの殺菌・抗菌は環境浄化を中心に近年注目を集めており、各種細菌、ウィルス、真菌等に対する *in vitro* での殺菌・抗菌効果は認められているものの、青果物流通における光触媒の利用は見当たらない。

本研究では、アパタイト被覆二酸化チタン ( 以後、光触媒と略称 ) をプラスチック容器に塗布 ( 以後、光触媒容器と略称 ) した。ここでは、フィルム包装されたホウレンソウのフィルムに付着した水滴を採取・希釈しモデル溶液を作成し、これを光触媒容器に入れ、容器内の一般生菌数、大腸菌群数、カビ・酵母類を計数し、殺菌効果の指標とした。

### 材料および方法

プラスチック容器 ( HC-07A, Risu, 内寸 310×207×115 mm, PP ) にバインダー ( AP-609L, Showa-Kobunshi ) を塗布し、10wt% アパタイト被覆二酸化チタンスラリー ( NSP-S001, Nonamiscience ) をバインダーの上に吹き付け、乾燥前と乾燥後の質量変化を計測し、アパタイト被覆二酸化チタン 1g 塗布されたプラスチック容器を光触媒容器として測定に用いた。

次に、市販のフィルム包装されたホウレンソウを購入後直ちに実験室に搬入し、これを室温 ( 4°C ) で保存した。24 時間後、袋からホウレンソウを取り出し、フィルム全体 ( 面積 200×100 mm ) に付着した水滴 / 水膜をスタンプブレードで採取し、これを滅菌生理食塩水で 10 倍

希釈となるように希釈し、モデル溶液を作成した。このモデル溶液 100mLを光触媒容器とコントロール容器の底面に均一的に広げた。容器上面はサランラップでシールした後、以下の測定条件で生菌数の変化の測定を行った。ブラックライト(367nm, 14W)照射、UVA紫外線強度 0.2mW/cm<sup>2</sup>、温度 25°C、ブラックライト照射、UVA紫外線強度 0.4mW/cm<sup>2</sup>、温度 25°C、ブラックライト照射、UVA紫外線強度 0.4mW/cm<sup>2</sup>、温度 4°C。生菌数の測定は、測定開始後 0, 2, 6, 24 時間で行った。測定は 24 時間で終了した。

一般生菌数は、モデル溶液を 10 倍毎に希釈し、その 0.1mLを標準寒天培地に塗抹し、これを 48 時間 35°Cの条件下で培養し、そのCFUから一般生菌数(CFU/mL)を算出した。大腸菌群数は、抽出液から 0.1mLをVRBA培地に塗布し、これを 24 時間 35°Cの条件下で培養し、そのCFUを計測し希釈倍率からCFU/mLを算出した。カビ・酵母数は、抽出液から 0.1mLをPDA培地に塗布し、これを 5 日間 25°Cの条件下で培養し、そのCFUを計測し希釈倍率からCFU/mLを算出した。好低温細菌は抽出液から 0.1mLを標準寒天培地に塗布し、これを 10 日間 7°Cの条件下で培養し、そのCFUを計測し希釈倍率からCFU/mLを算出した。

### 結果および考察

UVA紫外線強度 0.4mW/cm<sup>2</sup>、温度 25°Cの条件下での生菌数の変化を見ると、容器内の生菌数(一般生菌数、大腸菌群数、カビ・酵母数)は時間の経過とともに減少し、開始後 6 時間で検出されなくなった。このことから、光触媒容器の殺菌効果が示された。

このアパタイトは骨の主成分であり、歯磨きやガムの材料として用いられている。また、二酸化チタンは化粧品や食品添加物として利用され、FAO/WHOはTiO<sub>2</sub>のADIを設定していない。以上は、アパタイト被覆二酸化チタンが人体に有害でない根拠となる。また光触媒容器は、TiO<sub>2</sub>のバンドギャップ特性から、太陽光でも十分に殺菌効果を有する。このことは、特に熱帯地方での光触媒の利活用に大きな可能性を呈するのではないだろうか？また、今回はアパタイト被覆二酸化チタンを容器に塗布したが、近々アパタイト被覆二酸化チタンを埋込んだプラスチック容器も製品化されると聞く。

以上より、光触媒を用いた青果物流通容器の自己殺菌は、技術的にも可能と考える。商品化に向け、容器強度の試験が望まれる。

謝辞 本研究は、日本学術振興会科学研究費(課題番号:16780177)の補助を得た。また、本研究を進めるにあたり多大な協力を頂いた(株)アイティー稲垣 博社長に感謝を申し上げる。