

氏 名	きむら よしかず <b>木 村 由 和</b>
学位(専攻分野)	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	博 甲 第 3 8 4 号
学位授与の日付	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規程第 3 条第 3 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 先端ファイブ科学専攻
学 位 論 文 題 目	<b>銀担持ゼオライトを用いた抗菌加工品の抗菌性に関する研究</b> (主査)
審 査 委 員	教授 木村照夫 教授 石原英昭 教授 浦川 宏

## 論文内容の要旨

銀担持ゼオライト（以下、“AgZL”と略す）は、人体に対する安全性と成形加工時の熱安定性に優れた抗菌剤として注目され、抗菌加工への利用が進んでいる。しかし、商品開発が優先し、AgZLを添加した抗菌加工品の抗菌性に関して工学的な研究がなされていない。本論文は今後の抗菌加工品の効率的な抗菌性の付与ならびに高機能化に資するために、種々の観点から考察した。

本論文は、以下に要約する 6 章で構成されている。

第 1 章では、本研究の背景、抗菌加工の歴史、従来の研究の状況、本研究の目的及び本論文の構成を述べている。

第 2 章では、プラスチック成形品用途で汎用性の高い樹脂であるポリプロピレン（以下、“PP”と略す）に AgZL を添加した抗菌加工品の表面性状と表面性状が抗菌性に及ぼす影響を調べている。まず、粒子径の異なる AgZL を PP に添加した際の透明性、表面光沢、表面接触角を詳細に論じている。その結果、抗菌加工品の表面性状の濡れ性が高いほど抗菌性の発現性が高いことを明らかにしている。次に、走査型電子顕微鏡と走査型プローブ顕微鏡を用いた表面観察を行うことによって PP と AgZL との界面接着性ならびに AgZL の脱落と抗菌性低下の関連性を明らかにしている。

第 3 章では、AgZL を用いた抗菌加工品の実使用時の抗菌性を調べた内容である。JIS で規定された抗菌性試験方法は、試験室で純粋培養した菌液を用いて行われているが、これは実使用時の条件と異なる。本研究では、浴室内で使用する場合を一例として挙げ、一般細菌、大腸菌が存在する一般家庭での風呂の残り湯を使用した抗菌性試験を行い、実使用時の抗菌性を明確にしている。また、AgZL を添加した抗菌加工品について、人体に接する機会が多いこと考慮して人体由来の分泌液に接触した後の抗菌持続性を人工尿、人工汗、人工唾液を使用して検証している。その結果、人工唾液については、抗菌性を阻害することはほとんど無かったが、人工尿、人工汗については、接触時間が長くなるほど抗菌持続性が低下することを見出し、この低下原因は、分泌液中の塩化ナトリウム濃度に大きく依存することを銀イオンの溶出試験結果より明らかにしている。

第 4 章では、抗菌剤を添加した製品のマテリアルリサイクル加工後の抗菌性への影響を調べている。実験では、マテリアルリサイクル加工を想定し、繰り返し成形加工した場合の熱負荷が抗菌性に及ぼす影響を、一般的に使用されている有機系抗菌剤であるジンクピリチオン（以下、“Zpt”と略す）と対比させて定量的に調べている。その結果、Zpt を添加した場合には抗菌性が低下するが、AgZL を添加した場合には繰り返し成形により抗菌活性値が増加することを示して

いる。この現象は、再混練により、Zpt については混練押出成形時に発生する熱エネルギーにより分解が生じるが AgZL は製品表面への抗菌剤粒子の露出と分散が促されるためと結論付けている。

第5章では、生分解性樹脂に AgZL を添加することによる抗菌性と生分解性への影響について考察している。生分解性樹脂としてはポリ乳酸とポリブチレンサクシネートを用い、銀系抗菌剤を添加したモノフィラメントを紡糸している。ここで、AgZL 中の結晶水の影響を明確にするために、結晶水を含有しない銀担持リン酸ジルコニウム（以下、“AgZR”と略す）と結果を比較検討している。その結果、抗菌性に関しては、AgZL と AgZR はともに抗菌加工に有効であり、生分解性への影響は、AgZL や AgZR の添加により加水分解が生じ、その結果、生分解が促進されることを見出している。とくに、生分解の程度は、結晶水を含有する AgZL の方が AgZR よりも大きいことを明らかにしている。

第6章では、本研究から得られた知見を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、商品開発はなされているものの抗菌性に対する工学的な取り扱いがなされてこなかった銀担持ゼオライト(AgZL)を用いた抗菌加工品の成形品表面性状と抗菌性の関係、実使用時の抗菌発現性及び環境問題への対応について論じている。

まず、粒子径の異なる AgZL を用いて抗菌加工品の表面接触角と抗菌性との関係を定量的に詳細に調べ、表面の濡れ性と抗菌性の発現性の関係を明確にした。また、従来の抗菌性評価は特定条件下で行われているが、本論文では実使用時における抗菌性試験を行い、風呂の残り湯、汗、尿、唾液に接触した後の抗菌性の持続性について調べ、実使用環境下における抗菌発現性の違いを明確にした。さらに今後ますます重要となる環境調和型材料としての AgZL の適応性をマテリアルリサイクル加工および生分解性樹脂の抗菌加工を対象に評価し、AgZL の環境調和型材料としての適応性を明確にした。

以上のように本論文で得られた AgZL を用いた抗菌加工品の抗菌性に関する知見は、今後の抗菌加工製品の高機能化と設計に大きく貢献する内容であるものと評価できる。

本論文の基礎となっている学術論文は、審査制度の確立された学会誌に3編が掲載され、1編が掲載決定である。いずれも、申請者が筆頭著者である。また、1編については国際会議において申請者により口頭発表されている。

### 学位論文作成の基礎となった学術論文

1. 木村由和, 高橋哲也, 木村照夫; 銀ゼオライトを添加したエチレン・プロピレンランダム共重合体の表面性状と抗菌活性, 日本防菌防黴学会, Vol. 31, No. 12, 759-766(2003)
2. 木村由和, 高橋哲也, 木村照夫; 銀イオン担持ゼオライトを添加したプラスチック製品の使用環境を考慮した抗菌特性, 日本家政学会, Vol. 54, No7, 537-544(2003)
3. 木村由和, 高橋哲也, 木村照夫; 抗菌剤含有ポリプロピレンの熱履歴の影響, プラスチック成形加工学会 Vol. 14, No12, 828-833(2002)
4. Yoshikazu Kimura, Tetsuya Takahashi and Teruo Kimura: Antibacterial Activity and Biodegradable Properties of Biodegradable Polymers Containing Silver Based Antibacterial Agent, Biocontrol Science (Accepted 22 December 2004)

### 参考文献

Yoshikazu Kimura, Atushi Watanabe, Teruo Kimura and Tetsuya Takahashi: Antibacterial Activity and

Biodegradable Properties of Polylactic acids Containing Silver Based Antibacterial Agent, PPS2004,  
2004, KOREA