



抗菌ナノファイバー繊維の開発における銀状態の解析

野本 豊和、杉山 信之、中尾 俊章、安田 篤司、小林 孝行
あいち産業科学技術総合センター

1. 背景と研究目的

日常生活における抗菌への意識の高まりから抗菌性を付加した製品の需要が高まっており、銀を添加した抗菌材料の開発が各分野で行われている。特に表面積の高いナノ材料に銀を付与して高い抗菌性を実現する方法が効果的である。しかし、これらの方法で付与された銀が高い抗菌性を発することは分かっているが、どのような化学状態が抗菌に有効であるかは明確にされていない。そこで、本研究では電界紡糸法によって作製する極細のナノファイバーに銀を混合し、付与された銀の化学状態の変化を XAFS 測定により調査することを目的とする。別途行う抗菌性能試験等の結果と照らし合わせ、銀状態と抗菌性の関係性を明らかにする。

2. 実験内容

ナノファイバーの材料となるポリアクリロニトリル溶液中に一次粒径 35nm の銀ナノ粒子粉末、もしくは粒径 7~10 nm の銀ナノ粒子を含むナノシルバー溶液を混合し、電界紡糸法によりナノファイバーシートを作製した。銀の仕込み量は、100~500 ppm に調整し、混合前の原料、混合液、電界紡糸後のナノファイバーシートのそれぞれの製造段階における銀の化学状態を判別するため XAFS 測定を実施した。

XAFS 測定は、あいちSR BL6N1 の大気圧 XAFS 測定システムを用いて 1 気圧ヘリウム雰囲気下で、部分蛍光収量法を用いて Ag L 吸収端近傍 (3310~3470 eV) の領域を測定した。シンクロトロン光は Ge(111)二結晶分光器を用いて分光した。

3. 結果および考察

電界紡糸法によるナノファイバー作製の各段階において銀がどのような状態であるかを調べるため、固体状サンプルはカーボンテープ上に固定し、液体状サンプルはポリエチレン製セルに封入して XAFS 測定を行った。

標準試料スペクトルとのピーク位置や振動構造の比較から、混合液中の銀の状態は、どちらの原料を混ぜても硫化銀に類似した化学状態となっていることが分かった (Fig.1)。これを電界紡糸した後のナノファイバー (銀の仕込み量 500 ppm) のスペクトルを Fig.2 に示す。混合液と比べメインピークの強度が弱まり、銀の一部が還元されている傾向にある。特に 35 nm Ag 粉末を原料とした場合、金属銀特有の振動構造が現れた。スペクトルの Linear Combination Fitting により、金属銀の割合を求めると、6 割以上が還元されていることが分かった。

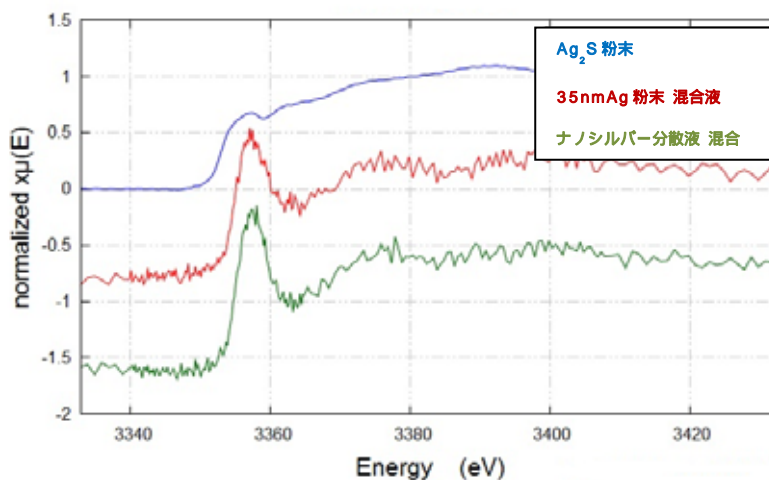


Fig.1 Ag L -edge XAFS 測定結果 (混合液)

別途実施した抗菌性能試験の結果を合わせて考慮すると、銀による抗菌性は化学状態にある程度依存することが示唆され、一定以上の銀濃度には大きく依存しないと推察される。

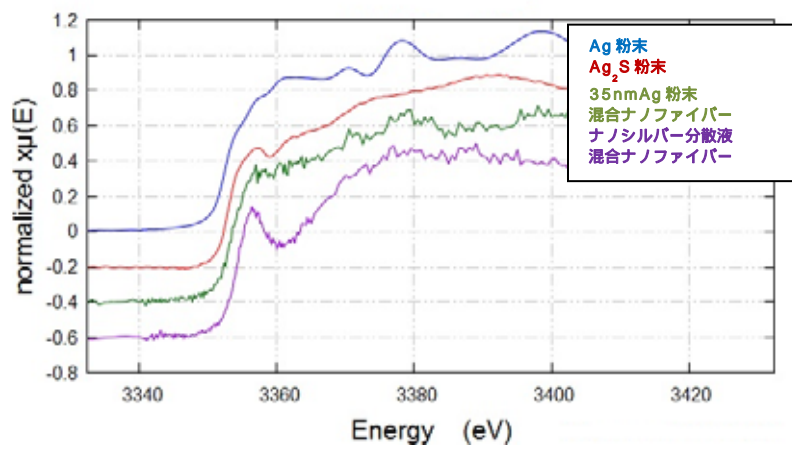


Fig.2 Ag L -edge XAFS 測定結果 (ナノファイバー)

4. 参考文献

1. あいち産業科学技術総合センター研究報告 “電界紡糸法による抗菌性を有するナノファイバーシートの開発”, 第4号 p138 (2015)