

ナノシルバーによる殺菌機能を有するろ材の創出

日本大学 学生会員 ○野村 陸
日本大学 正会員 中野 和典

1. 研究背景と目的

多くの排水処理施設で適用されている塩素消毒は、処理水中に残留する遊離塩素が水生生態系に影響を及ぼすことが課題となっている。一方、ナノテクノロジーにより開発されたナノシルバーは 650 種以上の菌に殺菌効果があることが確認され、その活用により殺菌機能を有したろ材を開発することができれば、塩素消毒に頼らずに殺菌処理を行うことが可能となる。そこで本研究では、ナノシルバーを用いて殺菌機能を有するろ材を創出することを目指し、6 種類のろ材に殺菌機能を付加することを試みた。さらに、ナノシルバーを付加したろ材の殺菌機能を発揮させるために必要な条件について検討を行った。

2. 実験材料および方法

2.1 ナノシルバーを付加したろ材の調整

本研究で供試したろ材は活性炭、ゼオライト、リサイクルガラス造粒砂、化粧石、ハイドロボール及び麦飯砂利である。ナノシルバーとしてナノサイズのシリカ粒子にナノシルバーが担持されている TSSC-E2000 ((株)UV コート) を使用した。ナノシルバーの付加は 1000ppm の TSSC-E2000 にろ材を約 1 分間浸すことで行った。TSSC-E2000 に浸したろ材の乾燥は室温で行った。

2.2 殺菌試験条件および殺菌性能の評価方法

ナノシルバーを付加したろ材の殺菌性能を評価するための試験水として日本大学工学部キャンパス内を流れる河川水を用いた。殺菌試験においては、ナノシルバーを付加したろ材を 80mL の目盛りまで充填した 100 mL コニカルビーカーに試験水を 100mL の目盛りまで投入し、室温で 24 時間接触させた。接触前後の試験水中に生存する大腸菌群を平板培地法で測定することで、殺菌率を求めた。

3. 結果及び考察

3.1 ろ材の乾燥の有無と殺菌率の関係

ナノシルバーを付加したリサイクルガラス造粒砂で得られた大腸菌群の殺菌性能を図-1に示す。同一のリサイクルガラス造粒砂により繰り返し 8 回行った殺菌試験の平均殺菌率は 82% であり、付加したナノシルバーの殺菌機能が持続したことが確認できた。図-1に示すように、繰り返し 8 回行った殺菌試験で得られた殺菌率は大きく変動していたが、これは各試験でろ材の乾燥状態が異なったためと考えられた。

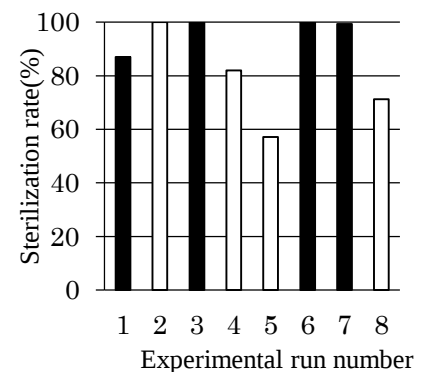


図-1 ろ材の乾燥の有無と大腸菌群の殺菌率の関係。凡例 ■は殺菌試験前のろ材の乾燥時間が1週間のものを、□は乾燥時間が短いものを示す。

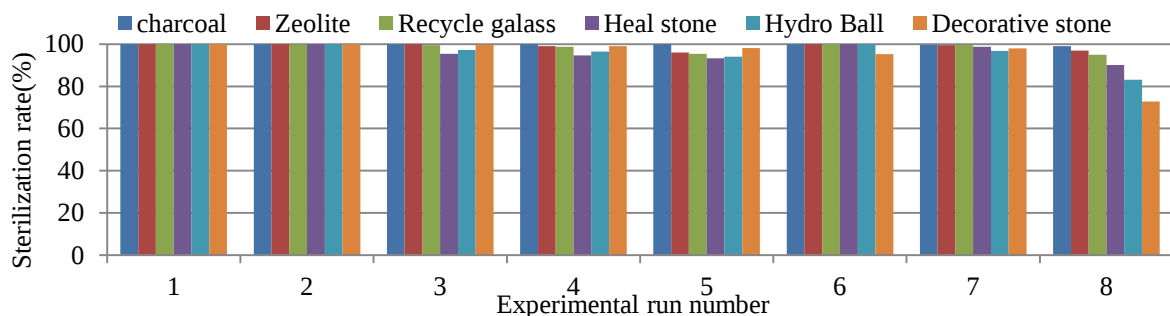


図-2 ナノシルバーを付加した6種類のろ材の殺菌性能の比較

キーワード ナノシルバー, 殺菌, ろ材, 排水処理, 活性炭

連絡先 〒 963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部 環境生態工学研究室

1,3,6,7 回目の殺菌試験前の放置時間は 1 週間と長くろ材が乾燥していたのに対し、2,4,5,8 回目の放置時間は短く、ろ材の乾燥は不十分であった。殺菌試験前にろ材が十分に乾燥していた場合の平均殺菌率が 97% であったのに対し、ろ材が十分に乾燥していなかった場合の平均殺菌率は 78% であり、殺菌率が大きく異なっていた。この結果より、ナノシルバーの殺菌機能を発揮させるためには、ろ材の乾燥が重要であることが示唆された。

3.2 ナノシルバーを付加した 6 種のろ材の殺菌性能の比較

ナノシルバーで処理した活性炭、ゼオライト、リサイクルガラス造粒砂、ハイドロボール、化粧石及び麦飯砂利を用い、殺菌試験を繰り返し 8 回行った。それぞれの殺菌試験前のろ材の乾燥時間は 24 時間とした。その結果を図-2 に示す。最も高い殺菌性能が得られた活性炭では 8 回の殺菌試験全てで 99% 以上の殺菌率が得られた。一方、最も低い殺菌性能となった化粧石でも 8 回の殺菌試験の平均殺菌率は 95% であり、ろ材の乾燥時間を 24 時間とすることでナノシルバーの殺菌機能を高く維持できることが示された。

3.3 ナノシルバー付加効果の確認

最も高い殺菌性能が得られた活性炭に着目し、ナノシルバー付加効果を確認するため、ナノシルバーの有無による大腸菌群の殺菌性能の違いを比較する試験を行った。その結果、図-3 に示すようにナノシルバーの付加が無くても 1 回目の殺菌率は

100% となり、2 回目以降も 96% 以上の高い殺菌率が得られたが、ナノシルバーを付加していない活性炭では殺菌率 100% を維持できなかった。ナノシルバーを付加していない活性炭で高い殺菌率が得られた理由として、活性炭が本来有している吸着作用により大腸菌群が活性炭に吸着し、水中から除菌されたことが考えられた。活性炭にナノシルバーを付加することで、そのような活性炭の吸着作用とナノシルバーの殺菌機能の相乗効果が働いていることが考えられる。

3.4 接触時間と殺菌率の関係

大腸菌群の殺菌に必要なろ材との接触時間を明らかにするため、ナノシルバーを付加した活性炭を用いて異なる接触時間で殺菌試験を行った。その結果、図-4 に示すようにろ材との接触時間が 3 時間までは殺菌がほとんど進んでいないが、6 時間以後に殺菌が進行することが明らかとなった。12 時間後の殺菌率が 99.8% であったことから、大腸菌群の殺菌に必要な接触時間として 12 時間以上が必要であることが示された。今後は試験水とろ材量の比率と殺菌に必要な接触時間の関係についても明らかにする必要がある。

4 結論

本研究では、ナノシルバーによりろ材に殺菌機能を付加することを試みた。その結果、ナノシルバーを付加したろ材では乾燥の有無により殺菌率が大きく異なることが明らかとなり、ろ材の乾燥が重要であることが分かった。用いた 6 種類のろ材の中で最も高い殺菌性能が得られたのは活性炭であった。活性炭にナノシルバーを付加することで、活性炭の吸着作用とナノシルバーの殺菌機能の相乗効果が働き、高い殺菌性能が発揮されることが考えられた。さらに、ナノシルバーの殺菌機能を十分に発揮させるには、ろ材との接触時間として 12 時間以上が必要であることが分かった。

謝辞 本研究は環境省の環境研究総合推進費 (5-1504) および (株) モノハの支援により実施した。ここに記して謝意を表する。

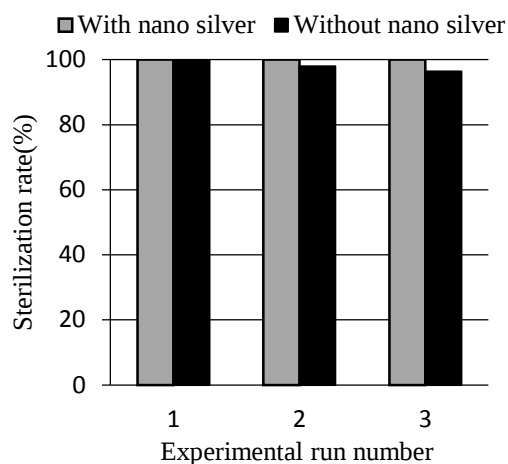


図-3 ナノシルバーの有無による大腸菌群の殺菌性能の違い

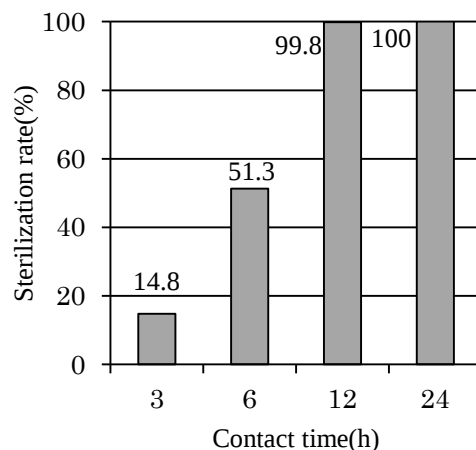


図-4 ナノシルバーを付加した活性炭による殺菌率の経時変化