3. ウィルス対策に有効な金属ナノ粒子を含む次亜塩素酸系抗菌剤の開発

応用技術支援グループ　○高村　巧
（株）システムブレイン　　神田智一
（株）万立　　藤原裕明、谷口　元

1. はじめに

新型コロナ感染症の対応のために、飲食業界では次亜塩素酸系抗菌剤に注目が高まっている。従来から用いられている次亜塩素酸ナトリウムに加え、次亜塩素酸水の利用も増えているが、その取扱いの注意点はあまり知られていない。本研究では次亜塩素酸系抗菌剤を製造販売している企業と連携し、長期保存性や抗菌能力の持続化、送風フィルターへの利用などについて検討を行ったので報告する。

2. 実験結果及び考察

2.1　次亜塩素酸水の保存性

次亜塩素酸水は抗菌効果に有効な塩素濃度が、長期保存により減少することが知られている。そこで保管期間に対する塩素濃度の評価を行った。評価に用いた次亜塩素酸水は（株）万立が製造したものを用いた。次亜塩素酸水は 20L のポリ容器（段ボールで遮光）に封入し、常温で保管した。保管期間は 8 か月とし、一か月ごとに有効塩素量（初期値 1,000ppm）の測定を行った。評価方法は 1,000 ppm の初期濃度がどのように劣化していくかを 500 倍に希釈して濃度を JIS と衛生試験法で規定されている DPD (N,N-ジエチルパラフェニレンジアミン) 法により紫外可視分光器で正確に吸光度を測定した。

評価に用いた次亜塩素酸水の有効塩素濃度は長期の保存で減少する。図 1 に保管初期の吸光度測定結果（a）と 8 か月間の濃度変化（b）を示した。有効塩素の呈色は 552nm に吸収波長をもち、この波長の吸光度により塩素濃度を測定できる。保管初期は吸光度 0.73（塩素濃度 1000ppm に対応）であるが、保管 8 か月後は吸光度 0.63（塩素濃度 860ppm）となる。このことより、明るい室内で室温では徐々に劣化が進むが、8 か月後も十分な塩素濃度を確保できることがわかった。

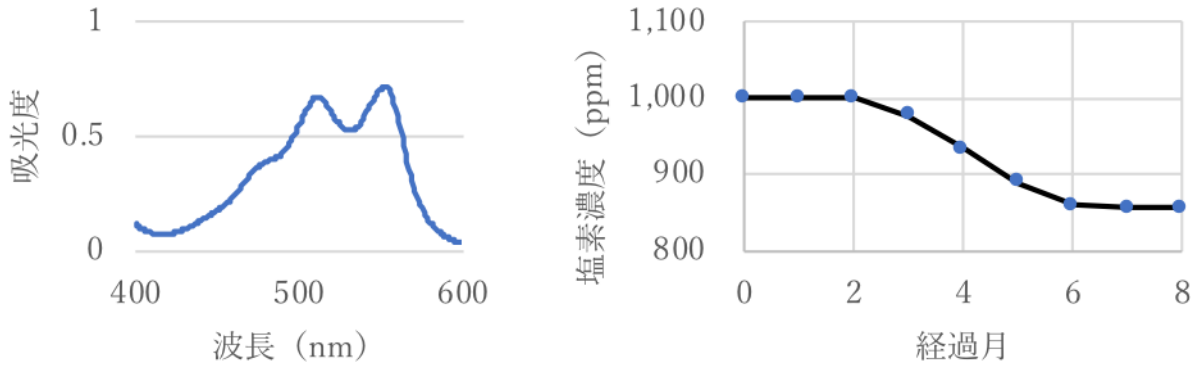

図 1（a）次亜塩素酸水の初期の吸光度測定結果　　（b）次亜塩素酸水の 8 か月間の濃度変化

2.2　次亜塩素酸水の保存性に対するガス置換効果

長期保管中の有効塩素濃度の減少をより抑制するために、20L のポリエチレン容器に次亜塩素酸水を充填したときの上方空気を窒素ガスに置換したときの効果を検証した。製造時点で速やかに窒素置換し、常温で 8 か月間の保管実験を行った。保管初期は 1,000ppm であったが、窒素置換した次亜塩素酸水の塩素濃度も保存時間にともない減少し 840ppm となる。この塩素濃度の減少挙動は窒素置換していない場合とほぼ同じとなり、窒素置換による有効塩素濃度の減少抑制効果は確認できなかった。

2.3　次亜塩素酸水への微量金属添加のための検討

次亜塩素酸水を用いてテーブル等を塗布殺菌する場合、抗菌効果を維持する期間は非常に短く、長期化が望まれている。そこで次亜塩素酸水に殺菌効果を有する金属を添加することによる殺菌効果の長期化の検討を行った。添加する金属は抗菌効果があることがわかっている、銀と銅を選んだ。はじめに、銀イオンと銅イオンの混合を検討した。イオンの混合は銀が塩素イオンと反応して失活し、さらに銅イオンは強アルカリ水溶液中で水酸化銅として沈殿することが知られた。次亜塩素酸との混合は困難であるという結論になった。

図 2 は銀ナノ粒子の合成中の写真である。硝酸銀水溶液に水溶性高分子を混合して、還元剤を徐々に添加して合成している様子である。図 3 はナノ粒子の走査電子顕微鏡写真である。15,000 倍の写真で、10nm 程度の微粒子が分散している様子がわかる。

図 4 は硫酸銅水溶液にカチオン系界面活性剤を混合して、還元剤を徐々に添加して合成した銅ナノ粒子の走査電子顕微鏡写真である。15,000 倍の写真で、100nm 程度の微粒子が分散している様子がわかる。銅のナノ粒子は文献を参照してカチオン系界面活性剤を用いても、水中で保持できない粒子まで大きくなることを制御できなかった。還元剤の種類で多少変化している様子があったが、最終的に沈殿してしまった。全てが沈降したわけではないので、多少濃度が下がっても使用できるか検討した。濃度は多少低下するが、銀より低コストで抗菌性を有するので、銀ナノ粒子と混合して使用できる可能性がある。

図 2　銀ナノ粒子の合成

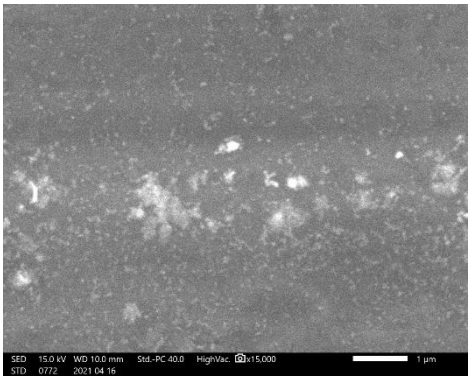

図 3　銀ナノ粒子の SEM 写真

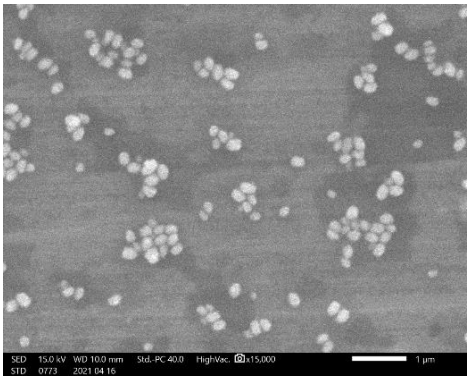

図 4　銅ナノ粒子の SEM 写真

2.4　送風フィルターへの次亜塩素酸ソーダの塗布効果

送風フィルターは雑菌等の付着不安があり、抗菌性や除菌性能の向上が望まれている。そこで今回は送風フィルターに抗菌剤を塗布し、その抗菌効果の評価を行った。一般的な自動車用エアコンフィルター（ポリエステル製）を用い、約 150ppm の次亜塩素酸ナトリウム水溶液に含浸後乾燥した。元素分析の結果、ポリエステル製の布状表面には次亜塩素酸ナトリウムに起因する Na と Cl が検出された。

次に調整フィルターについてカビなどの抗菌性を評価した。評価試験結果からはカビに対する明らかな抗菌効果は確認できず、エアコンフィルターへの次亜塩素酸ナトリウムの塗布効果はほとんど期待できないことが知られた。

3. まとめ

次亜塩素酸水や次亜塩素酸ナトリウムは安価で汎用的であり、食品工業で多用されている。優れた殺菌効果があるが、使い方によっては期待される効果を発現できないことがある。それぞれの使用環境では用途ごとに技術ニーズがあり、それぞれ技術的な対応が不可欠である。本報告では次亜塩素酸水や次亜塩素酸ナトリウムの長期保管や抗菌性の持続性などの検討を行った。今後も地域ニーズにそくした技術検討を進める所存である。

謝辞：金属ナノ粒子の製造方法を指導いただいた産総研中尾幸道先生に御礼申し上げます。