

Nano Diffuser 「Nanoseed α」を用いた銀イオン系抗菌剤による空間除菌†

中木戸達也*, 善野修平*,**

1 はじめに

SARS-CoV-2の感染拡大により、空間除菌への関心が高まっている。以前、我々は塩素系の機能水を用いて空間除菌の効果を試験した¹⁾。100 ppmの亜塩素酸ナトリウム水溶液をNanoseed α(図1)を用いてナノ粒子化することで²⁾、空中浮遊菌を短時間で除去できることを見出した。今回、銀イオン系抗菌剤をナノ粒子化して、空間除菌の効果を試験したので報告する。



図1 空間除菌装置 Nanoseed α

2 材料と方法

2・1 空間除菌用の機能水

銀の機能水には、銀イオン、銀イオン系抗菌剤、ナノ銀の3つのタイプがある³⁾。本研究の空間除菌用の機能水には、(株)コーヨー製の銀イオン系抗菌剤 [pH6.5~7.0] が用いられた。この抗菌剤の原液は2.5 ppm酸化銀/10 ppmホウケイ酸/15 ppmリン酸からなり、銀イオンを担持・安定化させる成分を含んでいる。除菌試験には、原液を純水で12.5倍希釈した液(0.20 ppm酸化銀/0.8 ppmホウケイ酸/1.2 ppmリン酸)を使用した。

2・2 空間除菌装置

除菌装置として、(株)ナノシード製のNanoseed αを使用した。この装置は、機能水をナノ粒子化して1時間に60 mL放出することができる。また、コロナ放電により発生するイオン風を機能水に当てることで、ラジカル([OH], [H], [O]など)やオゾン[O₃]を含んだ⁴⁾殺菌力を持つナノ粒子を形成することができる。

2・3 空間除菌効果を評価する部屋

除菌効果を評価する部屋として、前橋工科大学3号館1階にある生物学科学学生実験室313を使用した。313号室は幅15.4m×長さ11.6m×高さ3.0mのスペースで、床面積は180m²、容積が539m³となる(図2)。

2・4 空間除菌装置、空中浮遊菌の捕集装置、エアコンの配置

313号室内の除菌装置Nanoseed α(床上：高さ0 m)と空中浮遊菌の捕集装置であるエアサンプラー

MAS-100 Eco(メルク併製、机上：高さ0.8 m)の配置およびエアコンの位置を、図2に示した。除菌装置の壁からの距離は5.80 m、エアサンプラー(A-H)の壁からの最短距離は1.00-3.05 mとなる。また、エアサンプラーと除菌装置(▲-●)エアサンプラーとエアコン(▲-■)の平面距離について、図3に示した。エアサンプラーは除菌装置まで3.90-6.90 m、エアコンまで1.20-3.60 mのところを設置された。

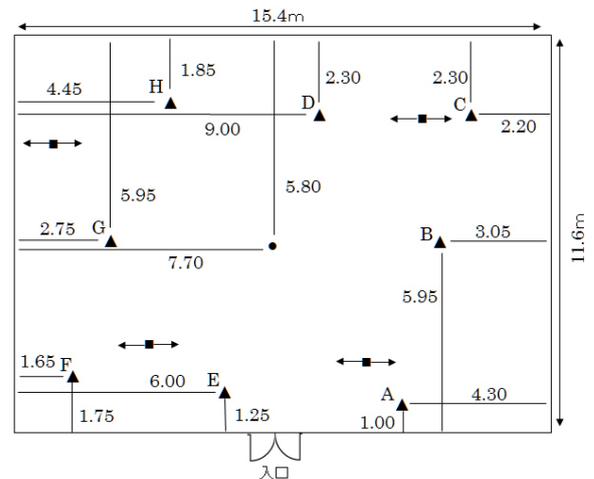


図2 除菌装置、エアサンプラーの位置と壁からの距離、およびエアコンの位置と風向
● : Nanoseed α(中央), ▲ : MAS-100 Eco (A-H), ■ : エアコン(矢印は風向を示す)

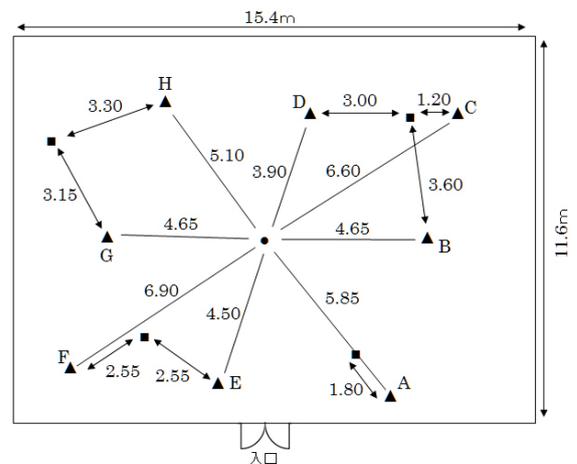


図3 エアサンプラー(A-H)の除菌装置とエアコンとの距離
▲ : MAS-100 Eco, ● : Nanoseed α, ■ : エアコン

†原稿受理 令和4年2月28日 Received February 28, 2022

*生物学専攻 (Department of Biotechnology), **地域連携推進センター (Center for Regional Collaboration),

2・5 空中浮遊菌の捕集

313号室のエアコンは、風量を最大にしONに設定した。まず、大腸菌(DH5α株)と出芽酵母(ホシノ丹沢株、(有)ホシノ天然酵母パン種)を、それぞれ16時間通気培養して、空中の浮遊菌数を増やした。次に、除菌装置を稼働させて0時間後、1時間後、3時間後、6時間後、24時間後の空気をエアースンプラーで採取し、培地上に浮遊菌を回収した。1回あたりの採取空気量は一般細菌の捕集は0.4 m³、一般真菌の捕集は0.1 m³であった。空気を採取した24時間の温度変化は23~25℃で、湿度変化は52~58%であった。浮遊菌数が自然減衰する比較対照として、除菌装置を稼働させない条件でも、同様な浮遊菌捕集を行った。

2・6 空中浮遊菌数の計測

空中浮遊菌捕集用の培地として、一般細菌用の標準寒天培地(栄研化学株)と、一般真菌用のポテトデキストロース寒天培地(アズワン株)を用いた。一般細菌の培養は37℃で2日間、一般真菌の培養は23℃で4日間行った。培養後形成したコロニーの数を目視で計測し、捕集した空気量に応じてそれぞれ1 m³あたりの菌数に換算し、空中浮遊菌数を決定した。さらに、それまでにエアースンプラーで捕集した空気量を考慮して、0時間後の菌数を100%とし、各時間の菌数の平均値から浮遊菌の残存率と除去率を算出した。

3 結果と考察

3・1 313号室の空間除菌

銀イオン系抗菌剤を用いた一般細菌の除去試験の結果を、図4に示す。Nanoseed α稼働ありなしの比較から、1時間で20%の細菌除去が可能であること、3時間以上で30-40%の細菌が除去できることが分かった。また、各時間8か所の計測結果の標準誤差は小さかった。このことは、A-Hの異なる箇所での浮遊菌数がほぼ同じであることを意味し、エアコンONの条件で浮遊菌がほぼ均一に拡散していると示唆された。

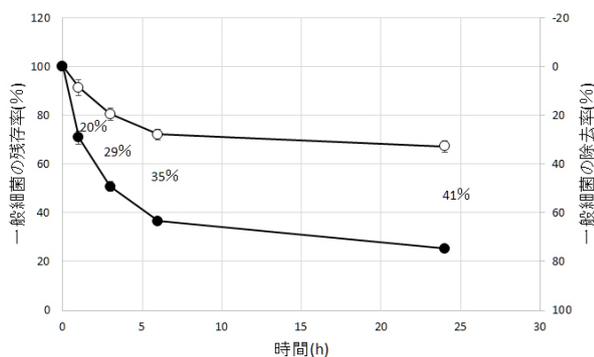


図4 銀イオン系抗菌剤を用いた一般細菌の除去効果 ●:Nanoseed αの稼働あり, ○:Nanoseed αの稼働なし一般細菌の除去率の差(%)を図中に示す

銀イオン系抗菌剤を用いた一般真菌の除去試験の結果を、図5に示す。Nanoseed α稼働ありなしの比較から、

細菌と同様に真菌でも1時間で約20%の除去が可能であること、6時間以上で30-50%の真菌が除去できることが分かった。しかしながら、各時間8か所の計測結果の標準誤差は一般細菌の場合より大きかった。これには、一般細菌採取の空気量(0.4 m³)より一般真菌採取の空気量(0.1 m³)の方が少ないことが影響しているのかもしれない。

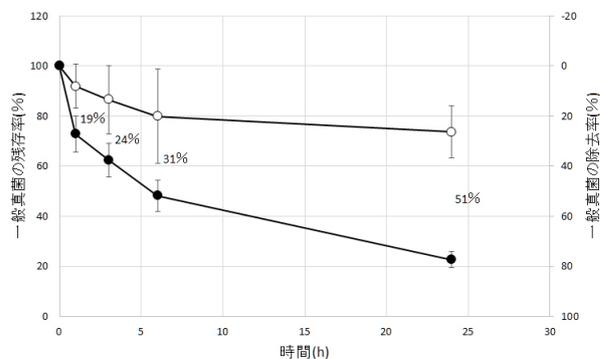


図5 銀イオン系抗菌剤を用いた一般真菌の除去効果 ●:Nanoseed αの稼働あり, ○:Nanoseed αの稼働なし一般真菌の除去率の差(%)を図中に示す

4 おわりに

銀イオン系抗菌剤(0.20 ppm 酸化銀/0.8 ppm ホウケイ酸/1.2 ppm リン酸)を、ナノ粒子化して拡散させることにより、空中浮遊の細菌、真菌を同程度の割合で除去できることが明らかとなった。このように、銀は広い空間的除菌に対して細菌真菌を問わず有効に使用できるものと考えられる。

謝辞

本研究は、(株)ナノシードとの共同研究として行われた。除菌装置(Nanoseed α)、除菌用機能水(銀イオン系抗菌剤)を提供して下さった(株)ナノシードの細萱武彦社長、田代哲技術部長に感謝いたします。また、本研究を進めるにあたり多大なご助言、ご指導を頂きました前橋工科大学の下田祐紀夫客員教授に感謝いたします。

参考文献

- 善野修平, 松倉優, 木下美咲, Silent Nano Diffuser 「ナノシードα」を用いた空間除菌, 前橋工科大学研究紀要, 第24号, 61-62 (2021)
- 徳武利洋, 田代哲, 久保田強, 微粒化した液体にマイナスの電荷を帯びさせ放出する装置, 日本特許, 特許公報(B1), 特許 5819560 (2015)
- 日本イオン(株), 銀抗菌の種類について, <http://www.japan-ion-shop.jp/html/page7.html>
- 孫冰, 佐藤正之, 高電圧水中パルス放電による活性種の生成特性, 化学工学論文集, 25(6), 832-836 (1999)