

原著 医療施設における弱酸性次亜塩素酸水溶液噴霧

システムの除菌および消臭効果

Disinfecting and Deodorizing Effect of Fogging System with Weak Acid Hypochlorous Solution in Medical Facilities

小野 朋子¹⁾ 山下 光治¹⁾ 大岡 正弘²⁾ 門田 耕司²⁾
(株式会社エイチ・エス・ピー 研究開発部¹⁾ 医療法人仁風会 倉敷仁風ホスピタル²⁾)

Tomoko ONO (1), Koji YAMASHIYA (1), Masahiro OOKA (2), Koji KADOTA (2)

1) Research and Technology Development Division, HSP corporation.

2) Jinpu-kai Medical Corporation, Kurashiki Jinpu Hospital.

1. はじめに

近年、病院・福祉施設および公共設備など、不特定多数の人間が集まる場所において、インフルエンザウイルスやノロウイルスなどの飛沫感染、空気感染が多発している。これらの微生物への対処法としては適切な環境消毒や手洗い、マスクの着用、ワクチンの接種などが挙げられる。それと同時に、空間中に飛散した微生物を除去または不活化し、感染のリスクを低下させることが可能な空間除菌の開発も急務となっている。空間除菌に使用する資材としては、人体への毒性が低く、かつ高い殺菌効果を有するものである必要がある。

一方、病院や福祉施設内では、尿臭、糞便臭、食べ物臭など様々なにおいが発生する^{1,2)}。これらのおい対策としては、発生源を特定し密閉あるいは除去等の処置をすることが有効であるが、一旦空気中に拡散した悪臭については何らかの消臭を行う必要がある。また、有機物や水分の残存した箇所微生物が繁殖し、二次的に悪臭を徐放させることもあるため、衛生的な清掃の実施とあわせて、日常的な空間消臭も求められている。

我々は、空間の殺菌および消臭用の資材として

弱酸性次亜塩素酸水溶液（商用品名：スーパー次亜水）に着目した。弱酸性次亜塩素酸水溶液は、本来アルカリ性である次亜塩素酸ナトリウムに塩酸を水道水で希釈混合し、pHを5.5～6.5の弱酸性域に調整したものである。

現在、食品添加物として食材殺菌に使用されているほか、医療、農業、畜産分野など幅広い分野で活用されている³⁻⁵⁾。

pHを弱酸性域に調整することで、殺菌の主成分を非解離型の次亜塩素酸(HClO)とし、解離型の次亜塩素酸イオン(ClO⁻)を主成分とする次亜塩素酸ナトリウムと比較して、低濃度、短時間で殺菌が可能であることが知られている⁶⁻⁸⁾。また、アンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素など、尿臭、糞便臭の原因となる悪臭物質に対し、消臭効果を有することも確認されている⁹⁻¹⁰⁾。さらに、弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧粒子を吸入した場合の安全性について、ラットによる噴霧吸入試験により確認されており、安全性も高い資材である¹¹⁾。

本研究では、精神科病院に導入した弱酸性次

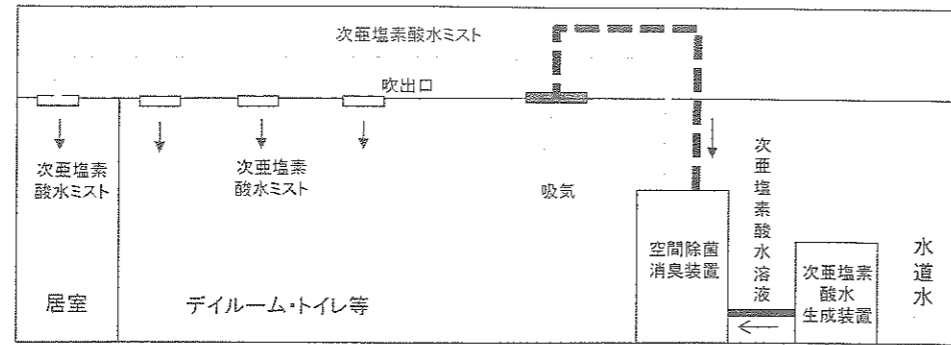


図1 空間除菌消臭システムの概要

亜塩素酸水溶液を利用した空間の除菌消臭法として、超音波振動子を用いて弱酸性次亜塩素酸水溶液を微細なミストにして空気と接触させる噴霧システムの有用性について検証した。精神科病院の入院病棟は、不特定多数の人が同一空間内で長時間生活するため、施設内での感染リスクが高い。また、施設内で発生する特有臭気は、患者や医療スタッフの大きなストレス要因となるとともに¹²⁾、外来者や面会者のイメージ低下にもつながる。試験を実施した仁風ホスピタルでは、これらの課題を克服するため、2007年の移転新築時に弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧システムを導入し、試験実施時点で7年間稼働している。

2. 試験方法

2.1 弱酸性次亜塩素酸水溶液噴霧システム運転条件

図1に弱酸性次亜塩素酸水溶液噴霧システムの概念図を示す。試験は精神科病院の入院病棟内で行った。弱酸性次亜塩素酸水溶液生成装置(HSP-2000SME (株)エイチ・エス・ピー製)で生成した弱酸性次亜塩素酸水溶液(有効塩素濃度50ppm pH6.0~6.2)を空間除菌消臭装置(HSP-2400ASW (株)エイチ・エス・ピー製)に供給し、装置内にて超音波振動子にて微細なミストを発生させ、廊下の天井部より吸気した室内空気とミストを接触させた。ミスト接触後の空気は、

専用ダクトを通して居室・デイルーム・トイレなどに設置された吹出口から室内に戻すシステムとなっている。空間除菌消臭装置1台につき、吹出口は3系統で計32ヶ所(1系統9~14個)設置されており、吹出口からのミストの噴霧条件は、1時間あたりミスト5分間噴霧、15分間送風、45分間停止の条件で運転を行った。

2.2 吹出口周辺の除菌効果の検証

図2に試験の概要を示す。供試微生物として、*Staphylococcus aureus* (FDA 209P)を用い、滅菌精製水中に *S.aureus* が $10^4 \sim 5$ CFU/ml となるよう菌液を浮遊させたものを、滅菌セロハン紙上に塗布し、乾燥したものを試験担体とした。上方のみ開口した600×600×300mmの立方体容器の内部を70%エタノールで殺菌した後乾燥させ、試験担体を置いたシャーレ5枚を容器の中に等間隔に配置した。吹出口全体を覆うように容器を配置して固定後、1時間静置して、吹出口からの空気に担体を接触させた。接触後、担体を回収して滅菌生理食塩水中に *S.aureus* を攪拌遊離させ、滅菌生理食塩水を適宜10倍段階希釈した後、その一部をBHI寒天培地に平板塗抹し、37°C48時間培養した後、生菌数を測定した。除菌効果の評価は、噴霧前後の菌数を測定し、以下の式で生菌率(%)として評価した。

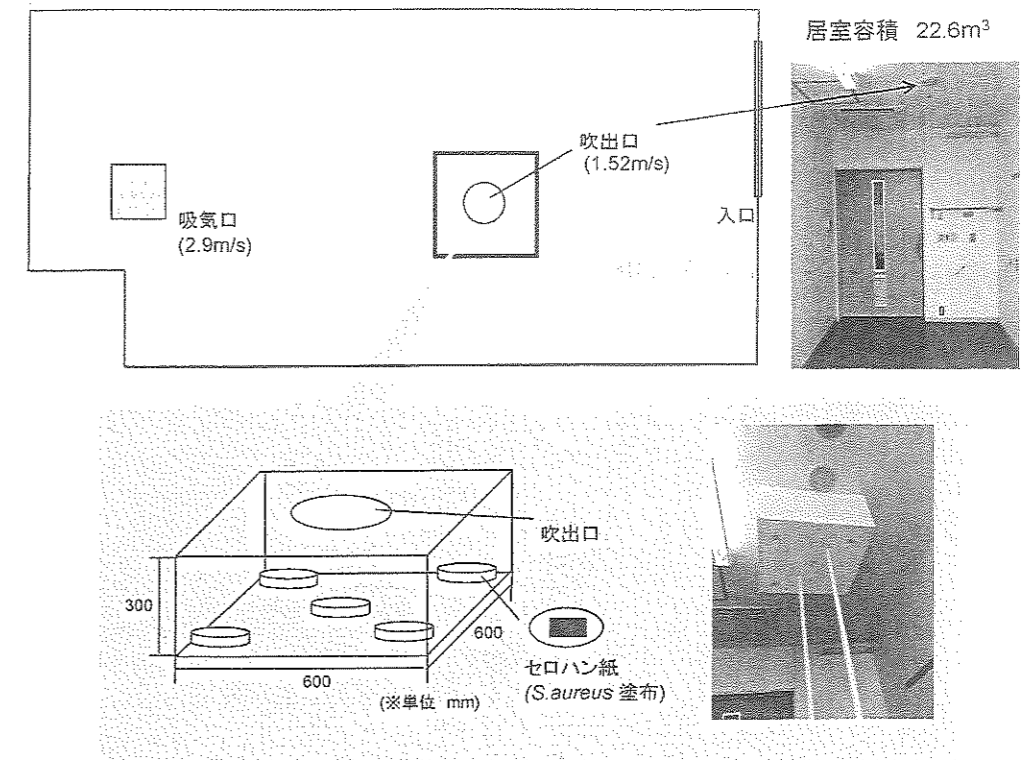


図2 吹出口周辺の除菌効果の検証

$$\text{生菌率(\%)} = \frac{\text{噴霧後菌数}}{\text{噴霧前菌数}} \times 100$$

また、対照として、弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧を停止して送風ファンのみ運転させた場合の除菌率も測定した。試験は4回繰り返し、試験区および対照区における生菌率の有意差を判定した。

2.3 共有スペース(デイルーム)の除菌・消臭効果の検証

図3に試験条件の概略図を示す。試験は、空間除菌消臭装置の吹出口があるデイルームで行っ

た。除菌効果の検証については、デイルーム内、床下60~70cmの机上10ヶ所に、BHI寒天培地のシャーレを配置し、13:00~13:30および15:30~16:00の1日2回、30分間シャーレのふたを開放して落下菌の測定を行った。落下菌測定中にデイルーム内に滞在する人数および通過する人数も記録した。消臭効果の検証については、10:30~16:00の間、デイルーム内においてセンサー(ハンディにおいモニターOMX-LR 神栄(株))を設置し、1分毎のモニタリングを行った。

また、対照として弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧を停止した場合においても、同様に落下菌およびにおいセンサーでの測定を行い、噴霧の有無による効果の比較を行った。

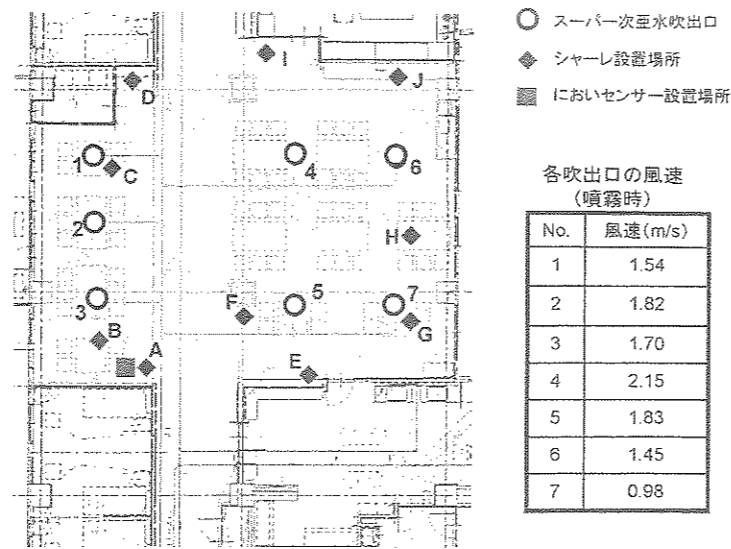


図3 共有スペース(デイルーム)の除菌・消臭効果の検証

3. 結果

3.1 吹出口周辺の除菌効果の検証

図4に吹出口からの空気に担体に付着させた *S.aureus* を接触させた場合の生菌率を示す(バーは標準偏差(SD)を示す)。弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧した場合の噴霧前後の生菌率は17.7%、噴霧しない場合の生菌率は89.3%であった。弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧有無の間で Student-t 検定を行ったところ、噴霧をした条件の方が、噴霧を行わない場合と比較して生菌率が有意に低かった(p<0.01)。また、試験中のシャーレの設置場所および繰り返し試験毎の有意差は認められなかった。

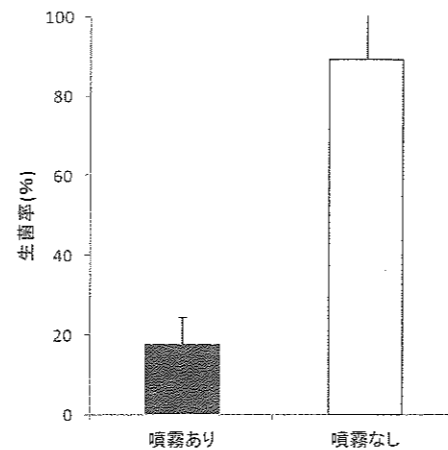


図4 吹出口周辺の除菌効果

3.2 共有スペース(デイルーム)の除菌・消臭効果の検証

図5にデイルーム内の各地点の落下菌の菌数(30分)を示す(バーは標準偏差(SD)を示す)。なお、試験中のデイルーム内の滞在人数はのべ10~13人、廊下の通過人数はのべ8~12人であった。

シャーレの設置地点によって、落下菌数に差が見られ、特に喫煙室入口付近(D)の菌数が多かった。シャーレ設置地点全体の平均落下菌数は13:00からの時間帯では、噴霧ありの場合4.3CFU、噴霧なしの場合8.7CFU、15:30からの時間帯では、噴霧ありの場合4.8CFU、噴霧なし

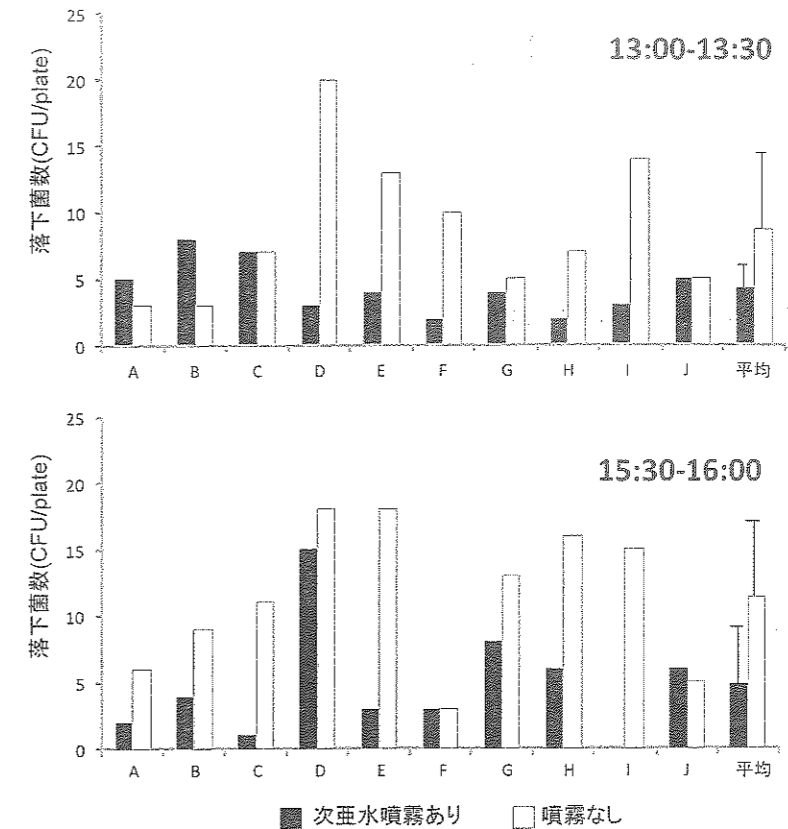


図5 共有スペース(デイルーム)の落下菌数(30分)

しの場合11.4CFUであり、弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧した条件の方が落下菌数が少なかった。また、同時時間帯における噴霧の有無による落下菌数について Student-t 検定を行ったところ、有意差が認められた(p<0.01)。

図6にデイルーム内でのにおいセンサー値の経時変化を示す。最も高いセンサー値を示したのは、弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧なしの条件では12:08に158、噴霧ありの条件では12:06に28であった。また、噴霧なしの条件では、センサー値が上がり始めから再び初期値(0)に戻るまでの時間が2時間26分かかったのに対し、噴霧ありの条件では12分に短縮された。

4. 考察

弱酸性次亜塩素酸水溶液噴霧システムでは、室内に充満した悪臭や浮遊微生物を含んだ空気を専用の吸気ファンにて吸気し、超音波振動子にて発生させた微細なミストと攪拌接触させることで除菌および消臭を行う。それと同時に、発生したミストの一部は、専用ダクトを通して室内の各吹出口から供給され、吹出口下の空間の除菌および消臭に参与する。3.2 吹出口周辺の除菌効果の検証結果より、次亜水を噴霧した場合において担体付着 *S.aureus* の生菌率が有意に減少しており、吹出口から供給される空気に含まれる空気が殺菌効果を有していることが示された。福崎らの研究では、メンブ

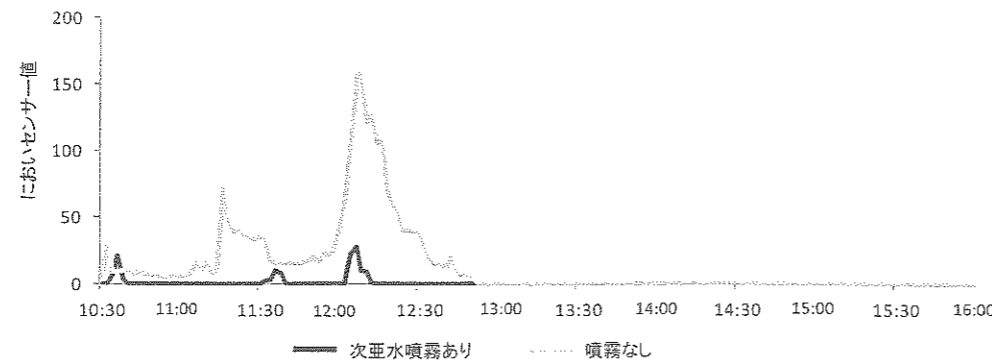


図6 共有スペース(ダイルーム)の消臭効果

レンフィルター上に付着した大腸菌 *Escherichia coli* およびインフルエンザウイルスに対して、次亜塩素酸水の噴霧によって殺菌および不活化されることが確認されているが^{13,14)}、本試験においても、ダクトを通して供給した弱酸性次亜塩素酸水溶液のミストが同様に殺菌効果を有すること確認された。

3.2 の共有スペース(ダイルーム)の除菌・消臭効果の検証で、実際に運用されている病棟内の共有スペースであるダイルームで落下菌数を測定したところ、喫煙室の前(D)や、ナースセンターの前(E)、食事の配膳カウンター前(I)など、多くの人が行き交う場所で落下菌数が多い傾向が認められた。しかし、30分間あたりの落下菌は弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧した場合において有意に少なく、噴霧をしない場合の42~50%の菌数に抑えることができた。ただし、弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧による除菌効果は、有人下ではばらつきが大きく、より詳細かつ定期的な調査を行う必要があると考えられる。

ダイルーム内においては、ダイルームでの昼食・おやつ時間など、食事が提供される時間帯に、においセンサー値が大きくなる傾向が認められた。弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧ありの場合、ピーク時のにおいセンサー値は小さくなり、かつ定常値(0)に戻るまでの時間も短縮さ

れた。つまり、弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧によって、食事等のおいさが消臭されたと考えられる。消臭効果については、閉鎖空間中に弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧した場合において、各種悪臭物質の消臭効果を確認しているが^{9,10)}、本試験においては、継続的な弱酸性次亜塩素酸水溶液噴霧システムの稼働によって、比較的広い開放空間中でも消臭効果が得られることがわかった。また、食事の時間におけるにおいセンサー値が上昇していることから、今回の試験の対象においては、食物臭が主であると考えられ、弱酸性次亜塩素酸水溶液は食物臭にも効果があることが明らかとなった。

5. まとめ

弱酸性次亜塩素酸水溶液噴霧システムが実稼働している精神病院病棟内にて、殺菌及び消臭効果を検討した。その結果、吹出口から供給される空気は除菌効果を有しており、ダイルームでの落下菌の低減効果およびにおいの低減効果が認められた。以上の結果より、弱酸性次亜塩素酸水溶液噴霧システムは、病院・福祉施設の空気感染の対策およびにおいの低減による室内環境の改善に有用であることが示唆された。

文献

- 1) 板倉朋世、光田恵、稲垣卓造 (2006) 病院内においての看護職員の意識に関するアンケート調査におい・かおり環境学会誌、37、(6)、437-448.
- 2) 西村直也、柳宇 (2012) 老人福祉施設における室内環境の衛生管理に関する研究 第2報、空気調和・衛生工学会論文集、185、8、11-18.
- 3) 小野朋子 (2013) 衛生管理における弱酸性次亜塩素酸水溶液(スーパー次亜水)の新たな用途展開、食品調理と技術、19、(2)、28-42.
- 4) 小野朋子 (2010) 弱酸性次亜塩素酸水溶液の養鶏分野での適用事例、鶏の研究、85、(6)、14-17.
- 5) 松馬定子、森尚之、伊藤述史 (2002) 安全な鶏卵生産における微生物制御方法の確立、岡山県総合畜産センター研究報告、13、7-10.
- 6) 福崎智司 (2009) 次亜塩素酸による洗浄・殺菌機構と細菌の損傷、日本食品微生物学会誌、26、(2)、76-80.
- 7) Wang (2007) Hypochlorous Acid as a Potential Wound Care Agent, *Journal of Burns and Wounds*, (6)、65-79.
- 8) Ono T., Yamashita K., Murayama T., Sato T., (2012) Microbicidal effect of Weak Acid Hypochlorous Solution on various microorganisms, *Biocontrol Sci.*, 17、(3)、129-133.
- 9) 洞田浩文、小野朋子、山下光治 (2010) 弱酸性次亜塩素酸水溶液の汚物臭に対する性能試験、第23回におい・かおり環境学会講演要旨集、81~84.
- 10) 山下光治、那須玄明、三宅真名 (2003) 低濃度次亜塩素酸水の噴霧によるアンモニア消臭効果について、日本実験動物学会総会要旨集.
- 11) 三宅真名、山下光治 (2003) ラットにおける噴霧弱酸性次亜塩素酸水吸入による血液一般及び生化学値に及ぼす影響、実験動物と環境、11、(1)、42-47.
- 12) 黒川淳一、大澤早苗 (2012) 精神科病院におい夏期の作業環境測定とストレスに関する調査、日本職業・災害医学会会誌、60、252-263.
- 13) 福崎智司、浦野博水、中山幹男 (2013) pH調整次亜塩素酸ナトリウム水溶液の超音波霧化による固体表面上のA型インフルエンザウイルスの不活化、防菌防黴学会誌、41、(1)、11-17.
- 14) 浦野博水、福崎智司 (2010) 固体表面の *Escherichia coli* に対する次亜塩素酸水溶液の超音波霧化の殺菌効果、防菌防黴、38、(9)、573-580.

Journal of Environmental Control Technique

環境管理技術

microbe·pestology

vol.33
no. 3

Z16-1320

雑誌

33(3)-191:2015.6



THE RESEARCH SOCIETY for ENVIRONMENTAL CONTROL TECHNIQUE