

消毒剤（次亜塩素酸水）の安全噴霧による除菌試験

○辻本卓郎・玉城有三・風岡雅輝・吉田孝・山城 亮 [(一財)沖縄県環境科学センター]

t-tsujiimoto@okikanka.or.jp

【研究目的】

令和2年2月14日、沖縄県内で新型コロナウイルスの罹患者の1例目が発生した。それ以降、沖縄県内でも新型コロナウイルスへの感染対策が本格的になり、弊社でも2班体制の構築、消毒剤・スプレーの準備、基本的な感染症対策の啓発、新型コロナウイルス対策指針の整備などを進めた。

事務室内では、常時換気（窓の開放を含む）、ドアの開放、マスク着用、手洗い・うがいの推奨、70%のアルコールスプレーの設置、手指消毒、机や使用機材の消毒などを進めた。その他、消毒剤による室内全体の拭き掃除も考えたが、毎日、隅々まで実施するのは、時間的にも物理的にも現実的ではなかった。そこで、効率的な手法として次亜塩素酸水の噴霧を検討したところ、厚生労働省では消毒剤の人の眼や皮膚への付着や、吸い込むおそれのある場所での空間噴霧を推奨していなかった。また、室内を消毒するための有効塩素濃度や噴霧方法は明確でなかった。

そこで、室内を安全かつ効率的に除菌する手法の検討・確立を目的として、消毒剤（次亜塩素酸水）の噴霧による除菌試験を自主研究として実施した。ただし、新型コロナウイルスでの試験はできないため、代替措置として一般生菌を指標とした。

【研究方法】

- 噴霧した消毒剤：レドックスター（非電解型 次亜塩素酸水、原液の有効塩素濃度 400mg/L）
- 噴霧方法：加湿能力 約 300mL/h（±20%）の超音波式加湿器で噴霧
- 以下に示す試験区分・試験名、試験目的及び試験方法にて研究を進めた。

試験区分・試験名	試験目的	試験方法
試験区分①・ 雑菌の塗布基盤選 定試験	除菌試験にて使用する、雑菌を塗布する基盤を選定する。	<ul style="list-style-type: none">● 雑菌溶液を作成し、各基盤（ベニア板、クリアファイル、段ボール、まな板）に塗布した。● 一晩室温にて乾燥後、一般生菌の拭き取り検査を行った。
試験区分②・ 段ボール内での次 亜塩素酸水噴霧に よる除菌試験	段ボール内で次亜塩素酸水を噴霧させ、クリアファイル上の一般生菌を除菌できる有効塩素濃度を把握する。	<ul style="list-style-type: none">● 雑菌溶液を作成し、スプレーでクリアファイル表面に散布し、室温で乾燥することで雑菌シートを作成した。● 段ボール内で各有効塩素濃度（5 mg/L、10 mg/L、20 mg/L、50 mg/L、100 mg/L）の次亜塩素酸水を噴霧した。● 噴霧後に段ボールを開け、クリアファイルについて一般生菌の拭き取り検査を行った。
試験区分③・ 会議室での次亜塩 素酸水噴霧による 除菌試験	小スペースの会議室で次亜塩素酸水を噴霧し、サーキュレーターにて循環・攪拌し、除菌効果を把握する。	<ul style="list-style-type: none">● 試験区分②と同様の方法で雑菌シートを作成した。● 試験区の会議室（32.4m²、84.3m³）は閉め切り、タイマー制御にて、夜中に有効塩素濃度 50mg/L の次亜塩素酸水を 90 分噴霧した。噴霧時は、サーキュレーターを稼働させた。● 翌朝、各クリアファイル表面の一般生菌の拭き取り検査を行った。
試験区分④・ 事務室での次亜塩 素酸水噴霧による 除菌試験	大きな事務室で次亜塩素酸水を噴霧し、サーキュレーターにて循環・攪拌し、除菌効果を把握する。	<ul style="list-style-type: none">● 試験区分②と同様の方法で雑菌シートを作成した。● 試験区の仕事室（174m²、469m³）は閉め切り、タイマー制御にて、夜中に有効塩素濃度 50mg/L の次亜塩素酸水を 90 分噴霧した。噴霧時は、サーキュレーターを稼働させた。● 翌朝、各クリアファイル表面の一般生菌の拭き取り検査を行った。

【研究結果】

<現段階での、次亜塩素酸水の噴霧方法>

各試験結果より、次亜塩素酸水の噴霧は以下に示す方法で実施することとした。

- 噴霧前には部屋の換気を停止し、ドアや窓を閉めてなるべく密閉する。
- 有効塩素濃度が 50mg/L 以上の次亜塩素酸水を使用する。
- 超音波式加湿器で噴霧し、サーキュレーターを併設し、首振り稼働させて空気を循環・攪拌させる。
- 加湿器とサーキュレーターはタイマーで制御し、人が居ない時間帯(夜中 3:00~4:30)に稼働させる。
- 次亜塩素酸水は、基本的には 1 夜間で噴霧する分を作成し、1 夜間で使いきる。
- 噴霧時間は、部屋の大きさ、用途、汚れ具合などによって変わるため、随時除菌状況を確認する。

<試験区分①：雑菌の塗布基盤選定試験>

- 拭き取り検査による一般生菌数の結果を以下に示す。
ベニア板： 5.0×10^3 個/mL、クリアファイル： 4.2×10^5 個/mL、
段ボール：定量下限値未満 (1.7×10^2 個/mL)^{注1}、まな板： 1.2×10^5 個/mL
- クリアファイル上で比較的高い密度で一般生菌が検出された。実際に事務室で使用している文具で安価なため、次亜塩素酸水噴霧試験に使用する基盤として選定した。
- 段ボールの表面の菌数が減少したため、デスク間のパーティションなど、安価な資材として活用できる可能性が示唆された。

<試験区分②：段ボール内での次亜塩素酸水噴霧による除菌試験>

- 拭き取り検査による一般生菌数の結果を以下に示す。
噴霧なし：(2.4, 2.4, 5.7) $\times 10^3$ 個/mL、水道水： 5.2×10^4 個/mL、
ECC^{注2} 5mg/L： 1.1×10^4 個/mL、ECC 10mg/L： 3.0×10^4 個/mL、ECC 20mg/L： 6.6×10^4 個/mL、
ECC 50mg/L：定量下限値未満 (20 個/mL)、ECC 100mg/L：定量下限値未満 (未検出 0 個/mL)
- 段ボール内での次亜塩素酸水噴霧では、有効塩素濃度が 50mg/L 以上で一般生菌を除菌できることが分かった。除菌率は、ECC 50mg/L で 99.4%、ECC 100mg/L で 100%だった。
- 除菌されなかった条件における一般生菌数が同程度だったことから、雑菌溶液を散布・乾燥させる基盤としてクリアファイルは妥当であることを確認した。

<試験区分③：会議室での次亜塩素酸水噴霧による除菌試験>

- 拭き取り検査による一般生菌数の結果を以下に示す。
試験区 (St1~3)：定量下限値未満 (0, 0, 20 個/mL)
対照区 (St4~6)：(1.1, 1.3) $\times 10^3$ 個/mL、 7.4×10^2 個/mL
- 会議室内 (17.8 畳) で、有効塩素濃度 50mg/L の次亜塩素酸水を 90 分間噴霧し、サーキュレーターで空気を循環・攪拌させると、物の表面の一般生菌は除菌でき、除菌率 99.4%と高かった。

<試験区分④：事務室での次亜塩素酸水噴霧による除菌試験>

- 拭き取り検査による一般生菌数の結果を以下に示す。
試験区 (St1~5)：(7.8, 9.5) $\times 10^4$ 個/mL、(1.1, 1.1, 2.9) $\times 10^5$ 個/mL、試験区 (St6~10)：(2.6, 8.1, 9.3, 9.9) $\times 10^4$ 個/mL、 1.1×10^5 個/mL \Rightarrow 試験区の平均値 1.1×10^5 個/mL
対照区 (St. 11~13)： 8.7×10^5 個/mL、(1.6, 1.9) $\times 10^6$ 個/mL \Rightarrow 対照区の平均値 1.5×10^6 個/mL
- 事務室では、有効塩素濃度 50mg/L の次亜塩素酸水を 90 分間噴霧し、サーキュレーターで空気を循環・攪拌すると、物の表面の一般生菌を除菌でき、除菌率は 92.7%であった。

注1：定量下限値は 300 個/mL であり、カッコ内には参考として測定値を記載した。

注2：有効塩素濃度 (ECC:Effective chlorine concentration)