



次亜塩素酸が実現する安全安心空間

福崎 智司

近年、インフルエンザに代表される呼吸器感染症の流行や養鶏場での鳥インフルエンザの発生が社会的な問題となっている。ヒトに感染するウイルスの主な感染経路は、飛沫感染と接触感染とされている。一般的な予防策として、ワクチンの接種をはじめ、手洗い、うがい、マスクの着用などの防衛的な措置が行われているが、不特定多数の人が出入りする室内空間や作業環境では十分な対応とは言えない。この対策として、弱酸性の次亜塩素酸水溶液を用いた洗浄・殺菌処理、さらには微細粒子状に霧化して空間噴霧する殺菌法が普及し始めている。霧化噴霧の特長としては、各種表面を濡らさない、空気対流を起こさない、室内空間中に拡散させる、装置が安価である、加湿効果などがあげられる。

では、次亜塩素酸とは一体どんな化学物質なのか。塩素消毒という言葉はよく耳にしても、次亜塩素酸という物質名には聞き慣れない人も少なくないであろう。実は、次亜塩素酸 (HOCl) は塩素 (Cl) と水 (HOH) が反応して生成した物質であり、塩素消毒の主たる活性因子なのである。次亜塩素酸は、強力な酸化剤であり、多くの病原菌やウイルスに対して速効的な不活化効果を持つことが特長である。もっとも身近な次亜塩素酸製剤は、塩素系漂白剤の主成分である次亜塩素酸ナトリウムである。次亜塩素酸ナトリウムは、酸化作用を示す強アルカリ性溶液であり、水で適度に希釈して使用されている。

次亜塩素酸の洗浄・殺菌効果は、水溶液のpHに依存する。次亜塩素酸は、弱酸であり ($\text{p}K_a = 7.5$)、溶液のpHに依存して次亜塩素酸イオン (OCl^-) と水素イオン (H^+) に解離する。これまでの研究により、次亜塩素酸ナトリウム希釈水溶液の殺菌効果は、水溶液中の全遊離有効塩素濃度ではなく弱酸性領域で存在割合が大きい非解離型 HOCl の濃度に強く依存することが示されている。これは、微生物細胞内部への HOCl の膜透過性に起因している。この知見を基に、最近では電解技術を用いて製造する次亜塩素酸水 (酸性電解水) や、次亜塩素酸ナトリウムと塩酸を水道水に混合希釈して調製する弱酸性次亜塩素酸水溶液が普及し始めている。一方、固体表面に付着した有機物やバイオフィームに対する次亜塩素酸の洗浄力は、アルカリ性領域で存在割合の大きい解離型 OCl^- の濃度に依存する。もちろん、次亜塩素酸ナトリウムを高濃度で使用すれば、アルカリ (OH^-) と OCl^-

の相乗作用により殺菌兼用の洗浄操作ができる。このpHに依存する HOCl と OCl^- の比率が、次亜塩素酸水溶液の産業利用上の鍵となる。

従来、次亜塩素酸水溶液は「物」を対象とする使用が中心であったが、これを室内空間における殺菌に適用しようとするのが空間噴霧である。水溶液の微細粒子は、あくまで形態が異なる「液体」である。したがって、次亜塩素酸水溶液の霧化噴霧による不活化効果は、水溶液と同様に、微細噴霧粒子が対象物に到達した時点での HOCl 濃度 (C) と暴露時間 (T) の積 (CT値) に依存する傾向がある。霧化噴霧の有効性は、これまでに固体表面上のノロウイルス、インフルエンザウイルス、その他のウイルスや細菌に対して数多く報告されている。

霧化粒子による有効塩素の到達距離は、家庭用の超音波霧化器の風量では6 m程度である。有効塩素の到達量は噴霧口からの距離に反比例して減少し、併せて殺菌効果も相関して減少する。高度の微細粒子化により、到達距離の延長が図れる反面、有効塩素濃度の消失も促進する。霧化による有効塩素濃度の変化を予測し、施設環境に適した噴霧条件の最適化が必要となる。

霧化粒子の吸入の安全性も、実験動物のレベルで確認されている。ラットを用いた90日間亜慢性吸入毒性試験では、雌雄ともに体重および一般状態において、また血液学的検査および肺の病理組織学的検査の結果において、特記すべき変化は見られないことが報告されている。また、金属材料に対する影響に関しては、通常の乾燥した室内環境であれば、基本的にステンレス鋼や塗装面に対してはほとんど腐食の心配はない。しかし、結露を生じやすい箇所では、腐食発生の危険性は高まる。腐食に対するもっとも簡便な対策は、対象箇所を定期的に清拭洗浄したうえで、乾燥状態を保つことである。

地球上で生活を営む私達は、日光の紫外線という殺菌剤の照射の恩恵を受けて、自然環境の中で衛生的な生活を送っている。しかし、当然のことながら、紫外線を浴び過ぎると皮膚や目の隔膜などに障害をきたすことになる。次亜塩素酸水溶液を用いた空間噴霧も同様で、有効塩素濃度、噴霧量、噴霧時間を適切に制御することが必要である。安全・安心空間の実現に向けて、次亜塩素酸水溶液の活用技術がさらに進展することを期待している。

