

次亜塩素酸水溶液の効能・空間噴霧の効果と安全性

三重大学大学院 生物資源学研究科 教授 福崎 智司

次亜塩素酸とは

次亜塩素酸は、「塩素消毒」の活性因子である。水道水の塩素消毒が代表的な例である。濃度を適切に管理すれば、微生物には殺菌効果を示し、人には無害。蛇口から直接飲める衛生的な水を支えている。



空間噴霧「微生物はどこにいる？」

室内空間において、微生物の存在数は「固体表面」の方が「空中浮遊菌」よりもはるかに多い。さらに、固体表面の中では「床面」の微生物数がかつても多い。浮遊菌の制御は、換気や清浄空気との入れ替えで対応できるが、問題は単なる入れ替えだけでは除去できない付着菌の対策である。

噴霧微細粒子は落下しながら揮発する

微細粒子は、空間中で揮発現象をともなつてさらに微細化が進み、床面に落下しながら、やがて視認できない粒径になる。この時、次亜塩素酸は揮発して室内に拡散する（＝気体状次亜塩素酸）。

塩素ガスの安全基準

労働安全衛生法の基準および日本産業衛生学会による許容濃度は**0.5ppm (=500ppb)**である。

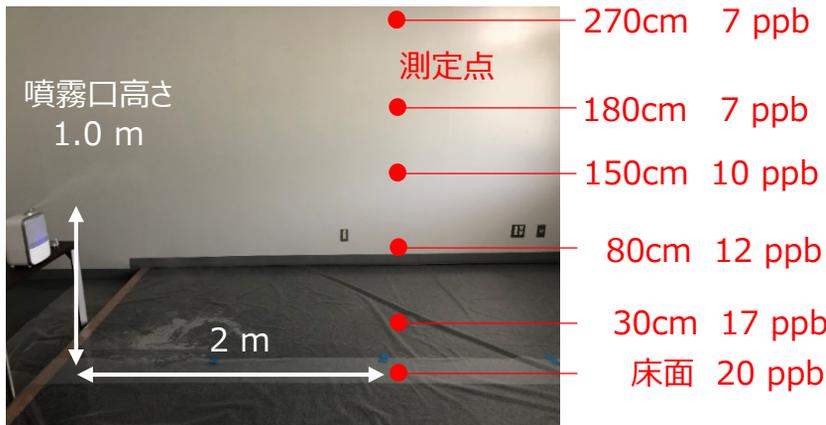
塩素は生体の水と反応して次亜塩素酸に変化して生体に作用する。次亜塩素酸の生体への影響は、塩素の作用濃度から推し量るのが理にかなっている。

室内空間における次亜塩素酸の濃度の測定事例（超音波噴霧器）

① 会議室：90m³，無人，閉扉，気流攪拌なし

弱酸性次亜塩素酸水溶液(pH5.8, 50ppm)を2時間噴霧
(霧化量300mL/h；風量3.0m³/h)

… 通常の使用を想定



次亜塩素酸の濃度は、床面が高く、天井に向かうほど低くなった。最も濃度が高い床面で20ppbであった。

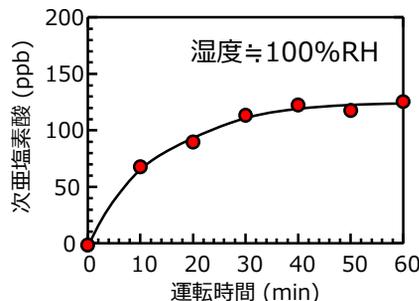
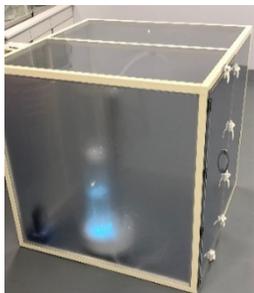
噴霧口の位置を200cmに高めると、床面から80cmの領域で20ppb、そこから高さに依存して濃度が減少し、270cmで10ppbとなった。

揮発した次亜塩素酸は、落下してくる微細粒子に吸着・吸収され、また揮発する。これを繰り返すと、床面から天井に向けての濃度勾配ができる。

② 会議室：1 m³，無人，閉扉，気流攪拌なし

弱酸性次亜塩素酸水溶液(pH5.0, 100ppm)を1時間噴霧
(霧化量150mL/h；風量2.2m³/h)

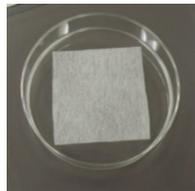
… 過剰噴霧を想定



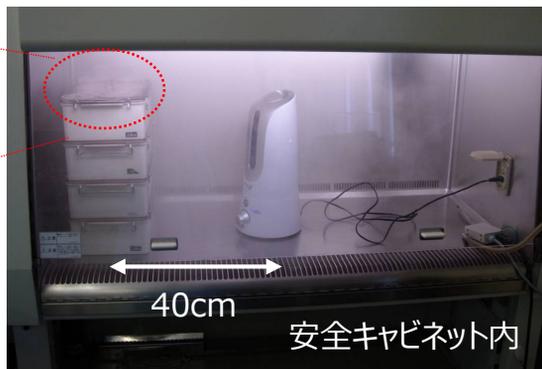
次亜塩素酸の濃度は、急速に上昇したが、約**120ppb**で一定となった。すなわち、微細液滴濃度と気相濃度が平衡状態に達したと考えられる。

仮に、過剰噴霧が行われたとしても、次亜塩素酸濃度が上昇し続けるわけではない。

噴霧微細粒子のインフルエンザウイルスに対する不活化効果（超音波噴霧器）



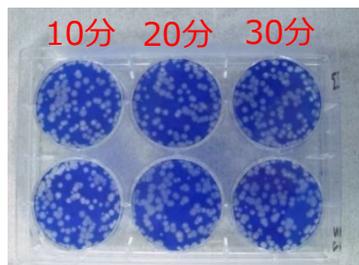
レーヨン不織布に付着させた
A型インフルエンザウイルス



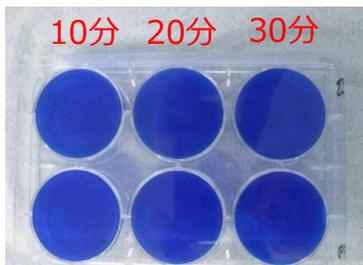
弱酸性次亜塩素酸水溶液
・pH6.0, 50ppm)を噴霧
・霧化量120mL/h；風量3.0m³/h

ウイルス粒子：約10⁵個

(1) 蒸留水を噴霧



(2) 弱酸性次亜水を噴霧

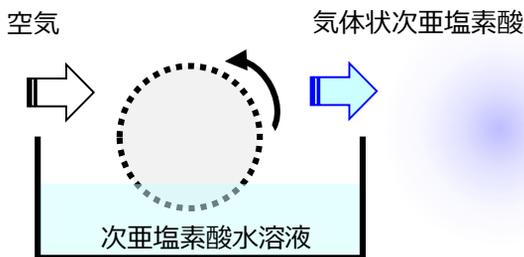


蒸留水の噴霧の場合、感染力を示す
ブラック（白色斑点）が見られた。
弱酸性次亜塩素酸水溶液の場合、
10分間でブラックは見られなくなり、検
出限界以下（<1個）まで不活化さ
れていた。

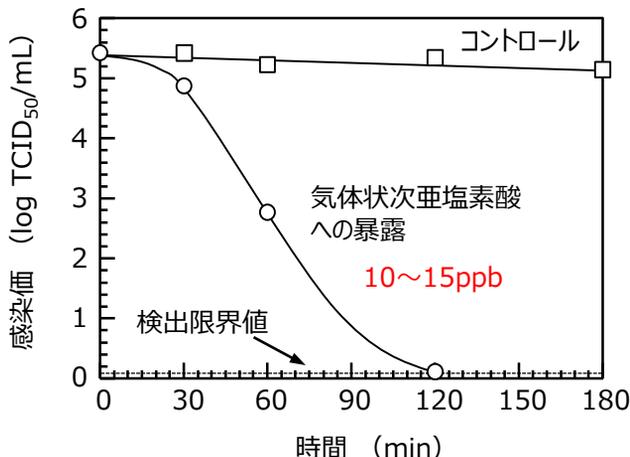
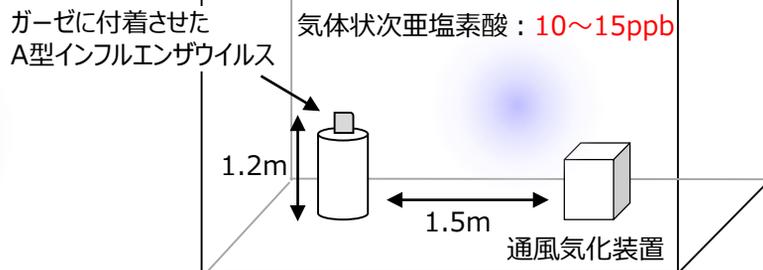
噴霧粒子の吸引毒性に関しては、
げっし動物を用いた数多くの吸引毒性
試験で安全性を確認している。

気体状次亜塩素酸インフルエンザウイルスに対する不活化効果（通風気化方式）

通風気化方式とは、次亜塩素酸水溶液を含浸
させた三次元フィルタ内に空気を通気することで、
次亜塩素酸を揮発させる方法である。



25m³の無人試験室



本実験環境では、インフルエンザウイルスの
180分間における自然減衰は軽微であった
(コントロール)。

低濃度の気体状次亜塩素酸への暴露の
結果、コントロールと比較すると、60分で2.4-
logの減少、120分で5.2-log以上の減少
(検出下限以下)に達した。

次亜塩素酸の2つの形態

参考資料 1



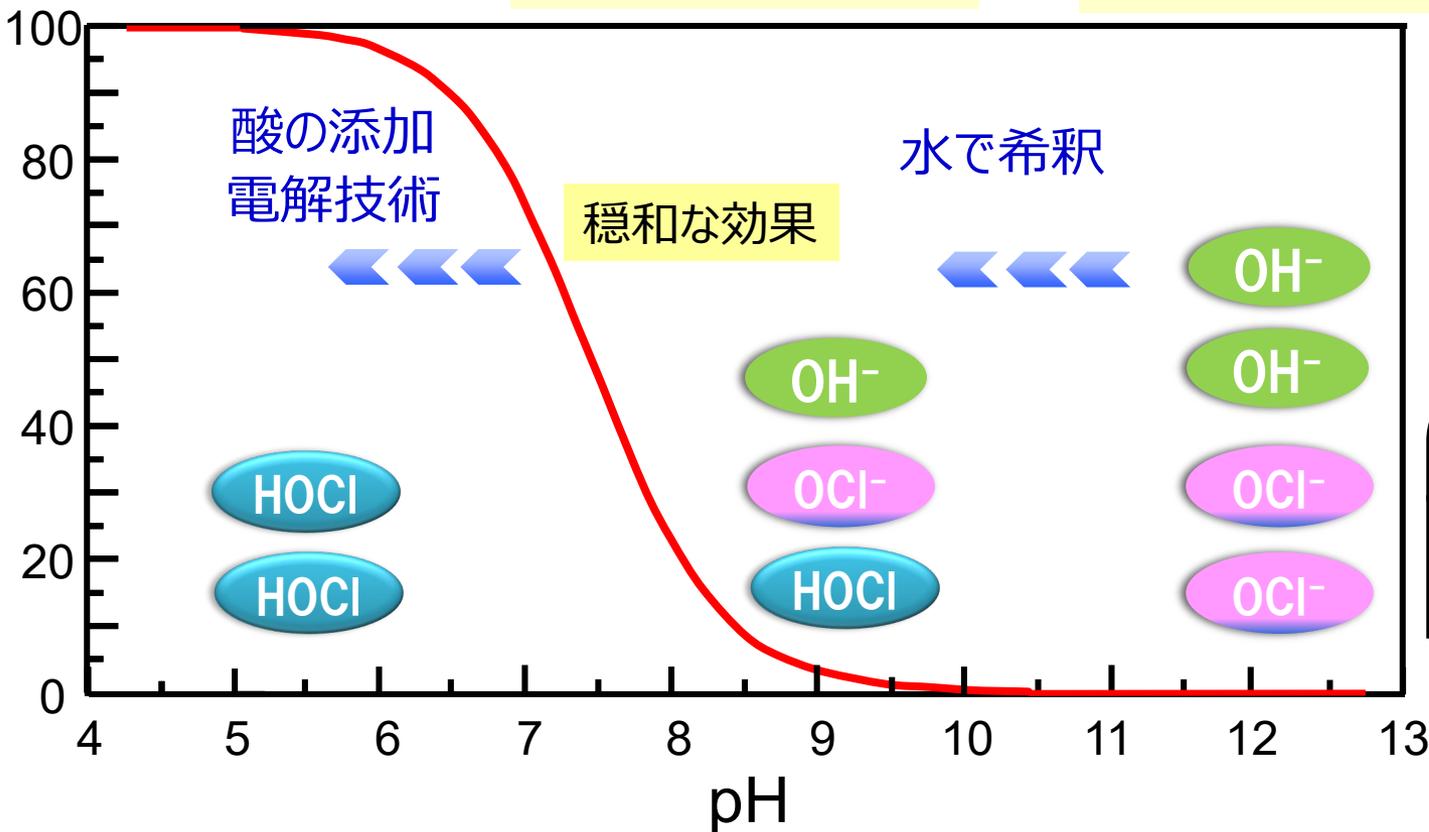
次亜塩素酸Na

強い殺菌力

適度な作用力
(殺菌 & 洗浄 & 脱臭)

高濃度で強い作用力
(殺菌 & 洗浄 & 脱臭)

HOCl存在割合 (%)



次亜塩素酸の洗浄・殺菌メカニズム

弱酸性

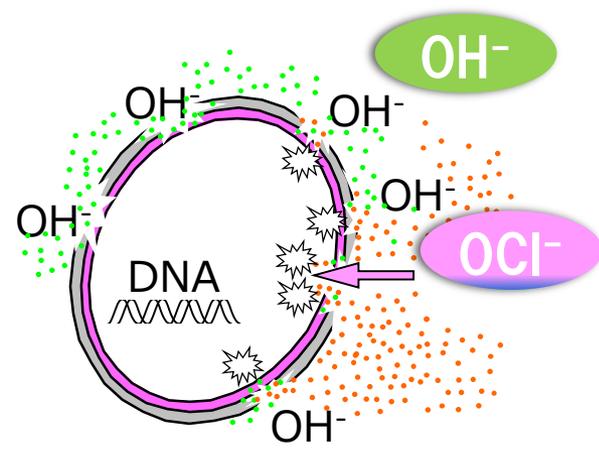
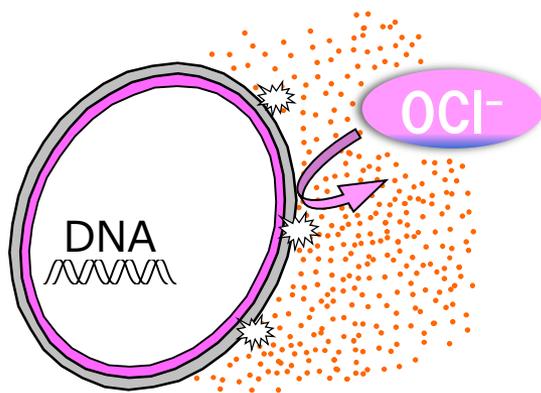
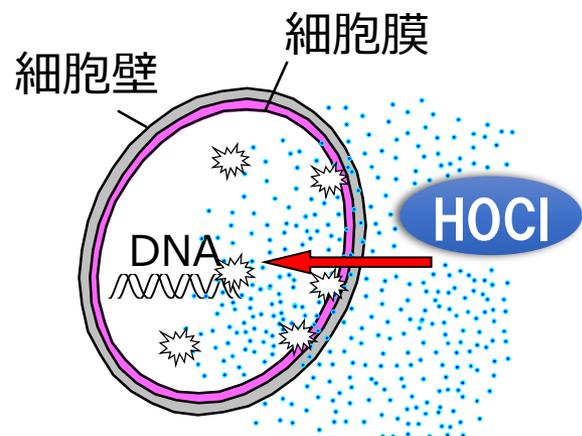
弱アルカリ性

強アルカリ性

HOCIの作用

OCl⁻の作用

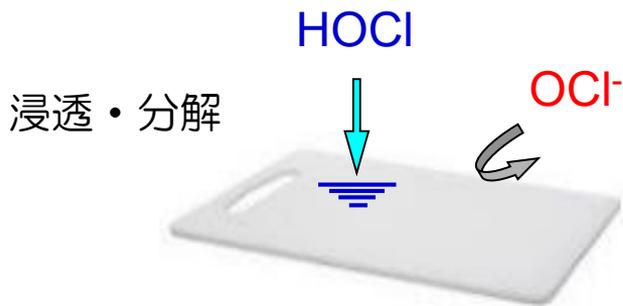
OH⁻とOCl⁻の作用



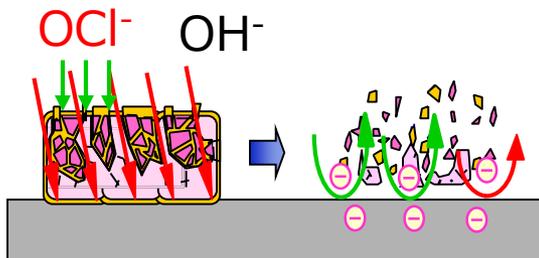
膜透過 & 酸化作用

外部から酸化作用

溶菌 & 酸化作用



樹脂収着汚れの除去



表面付着汚れの除去