

【研究報告】

低濃度オゾン水による殺菌への適用

浦野崇,中澤一裕,遠藤幸人,釜瀬幸広

日本医療・環境オゾン研究会会報, Vol.14,No.3, 46-48. (2007)

低濃度オゾン水による殺菌への適用

浦野 崇、中澤 一裕、遠藤 幸人、釜瀬 幸広

株式会社IHIシバウラ

要旨 オゾンは、強力な殺菌力と高い環境親和性から、多くの分野で利用が拡大している。本研究では消化管用軟性内視鏡の殺菌処理への低濃度オゾン水の適用の可能性を検討した。その結果、他の消毒剤と同等レベルの殺菌効果を持ち、内視鏡に関連する細菌に対しても広く殺菌効果を示すことを確認した。また、内視鏡に対する材料面での影響も小さいことが確認できた。これらの結果より、低濃度オゾン水が消化管用軟性内視鏡の殺菌へ適用できる可能性は高いと考えられる。

キーワード：オゾン水、内視鏡、殺菌

1. はじめに

今日、内視鏡による胃、大腸などの検査や処置は、施設の大小に関わらず多くの医療機関で日常的に実施されており、病気の早期発見および治療に大いに貢献している。その一方で、内視鏡の不十分な洗浄・殺菌は患者間の感染事故の原因となり、特に *Helicobacter pylori* による感染¹⁾が注目されているほか、*Salmonella*や *Pseudomonas*による感染が多数報告されている²⁾。

消化管用軟性内視鏡は殺菌の面から見ると高価であることと樹脂やゴムなどを多く使用していることから、高圧蒸気滅菌ができない、ディスポーザブル機器とすることができないという問題があり、現状では殺菌剤による殺菌が行われている。しかし、殺菌剤にはコストや安全性の問題もあり、より優れた殺菌剤が求められている。

オゾンは、強力な酸化力により微生物を殺菌する方法で、古くから殺菌に関する研究³⁾が進められている。種々の菌やウイルスに対する殺菌・不活化機構^{4)~6)}に関しても検討がなされており、殺菌やウイルスに対する効果が広く認められている。さらに、殺菌処理後のオゾンは、酸素に戻るため他の殺菌剤のように残留せず、環境親和性が高い点も考慮されて、殺菌適用以外にも脱臭、漂白、酸化など多くの分野への利用^{7)~11)}が広がっている。しかしながら、低濃度領域における効果については、オゾンが容易に分解する特性から、十分な知見があるとはいえない状況にある。

そこで、本研究では、低濃度オゾン水 (0.5mg/L) の持つ殺菌効果を明確にすることを目的として、低濃度領域においても安定にオゾン水を生成することができる試験装置を用いて、他の消毒剤との比較や種々の細菌に対する殺菌効果に関する検証を行った結果について報告する。

2. 実験方法

2. 1 殺菌効果の比較検討

図1に示す試験装置により、オゾン水濃度をオゾンガスの注入により一定に保ったオゾン水反応槽へ菌懸濁液を滴下し、一定時間作用させる。作用後、オゾンガスの発生を停止し、チオ硫酸ナトリウムでオゾン水を中和し、オゾン水反応槽中に残存する菌数を計測した。

他の消毒剤は所定濃度に調製した後、各消毒剤中へ菌懸濁液を注入し一定時間作用させた後、所定の中和剤で中和し残存する菌数を計測した。

今回評価を実施した各種消毒溶液の試験条件を表1に示す。供試菌は大腸菌 (*Escherichia coli*)、抗酸菌 (*Mycobacterium smegmatis*) を使用した。

2. 2 各種細菌に対する殺菌効果に関する検討

次に消化管用軟性内視鏡を使用する場合、内視鏡が通過する人体内の各部位に存在する各種細菌を想定し

表1 試験条件

作用液	条件
オゾン水	0.5mg/L、水温 20°C
強酸性電解水	次亜塩素酸濃度 20mg/L、PH3
グルタルアルデヒド	丸石製薬ステリハイド (3%液)

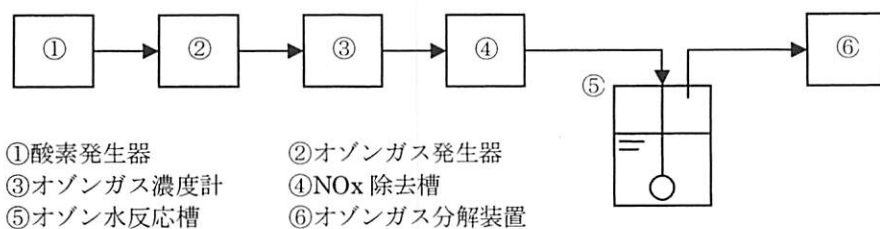


図1 試験装置フロー図

て、それぞれの細菌に対する低濃度オゾン水 (0.5mg/L) の殺菌効果の確認を行った。試験装置及び処理方法は、2.1 項と同様の方法とした。処理条件は、オゾン水濃度 0.5mg/L、水温20℃、作用時間は5分とした。

3. 実験結果ならびに考察

3. 1 殺菌効果の比較

現在、内視鏡の殺菌に広く使用されている強酸性電解水及びグルタルアルデヒド(以下 GA)との殺菌効果の比較試験を行った。強酸性電解水は食塩水を電気分解することにより生成することができるため、ランニングコストが安く近年急速に普及している殺菌剤である。一方、GA は作用時間を延ばせば、枯草菌芽胞の殺滅も可能な高度消毒剤に分類され、材料に対する影響も少ないため内視鏡の殺菌用途にこれまで多くの医療機関で最も一般的に使用されている。ただし、コストが高くつくことのほか、揮発蒸気による人体への影響などの問題が指摘されており、代替薬剤への要望も高くなっている。¹²⁾

図2にオゾン水と強酸性電解水の比較実験の結果を示す。縦軸の殺菌効果は初菌数に対する死滅率指数(D値)を示す。D値は、1D=90%、2D = 99%、3D = 99.9%、4D = 99.99%、5D = 99.999%にそれぞれ相当する。この試験結果から、濃度 0.5mg/Lのオゾン水殺菌効果は、強酸性電解水と同等あるいはそれ以上であることが判る。

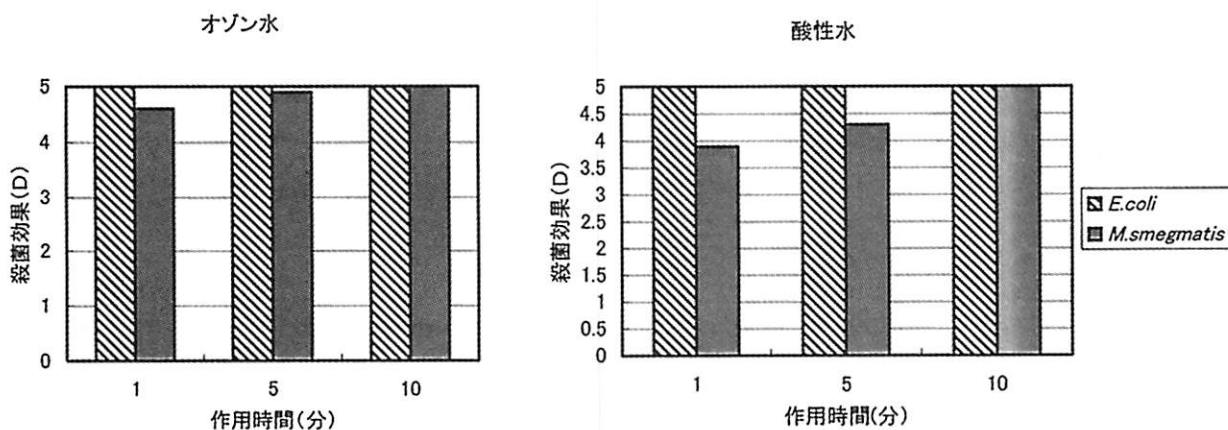


図2 オゾン水と強酸性電解水の殺菌効果の比較

次に、オゾン水とGAとの殺菌効果の比較実験の結果を図3に示す。GAと比較すると、大腸菌、抗酸菌共に、ほぼ同等の殺菌効果を示すことが分かった。

これらの結果から、今回の対象菌種に対しては、内視鏡の消毒剤として適用されている強酸性電解水、GAと比較して0.5mg/Lオゾン水はGAと同等レベルの効果があることを確認できた。

3. 2 各種細菌に対する殺菌効果

表2に各種細菌に対するオゾン処理における殺菌効果を示す。初菌数 ($2.0 \times 10^7 \sim 6.1 \times 10^8$) に対して、口腔細菌から腸内細菌に至るまで、多くの細菌に対して、高い殺菌効果を示していることが確認できた。

試験評価用に使用した対象菌の中には、実際に感染事故が報告されている *H. pylori*、*Salmonella*、*Pseudomonas* も含まれており、これらに対しても高い効果のあることが確認できた。

また、FTS社製軟性内視鏡について、0.5mg/Lオゾン水の与える影響について、材料試験を実施した結果、操作部などへの外観上の影響が若干見られたものの、機能上の影響はないことを確認した。

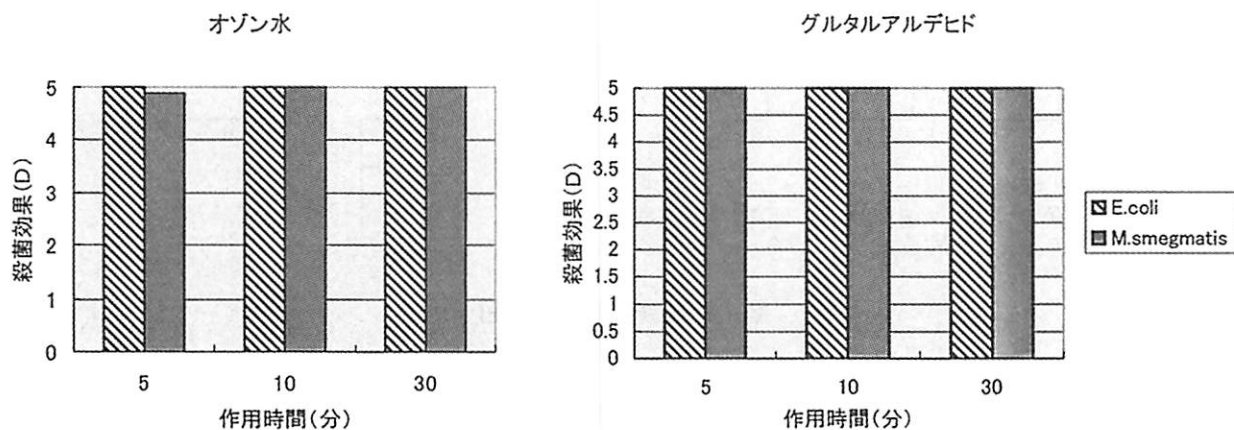


図3 オゾン水とグルタルアルデヒドの殺菌効果の比較

表2 オゾン水の各種細菌に対する殺菌効果

種類	菌種	初菌数	残菌数
口腔細菌	<i>Streptococcus salivarius</i>	3.6×10^8	0
上気道細菌	<i>Streptococcus agalactiae</i>	5.6×10^7	0
胃内細菌	<i>Helicobacter pylori</i>	2.0×10^7	0
腸内細菌	<i>Escherichia coli</i>	6.1×10^8	0
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1.0×10^8	0
	<i>Shigella sp.</i>	3.8×10^8	0
	<i>Salmonella sp.</i>	3.8×10^8	0
その他	<i>Staphylococcus aureus</i>	5.3×10^8	0
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4.2×10^8	0

4. おわりに

本研究より、低濃度オゾン水 (0.5mg/L) は、各種細菌に対して、高い殺菌効果を有することが明らかとなった。この結果より、消化管軟性内視鏡の殺菌へ適用できる可能性は高いと考えられる。しかも消毒剤を循環使用する他の方法と異なり、新鮮なオゾン水を処理毎に必要な量のみ生成するため、常に安定した効果を得られる。また、ランニングコストが安く、環境への負荷も小さいことから、ユーザーのメリットは非常に大きいと考えられる。

5. 引用文献

- 1) 多賀須幸男、土谷春仁、桜井幸弘、伊藤慎芳、樋上義伸、山崎忠男、南雲久美子、池上文詔 (1989) 内視鏡後のAGML-その現状と対策、胃と腸、24、pp.653-660.
- 2) David H.Spach, Fred E.Silverstein, Walter E.Stamm (1993) Transmission of infection by gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. Annals of internal Medicine, 118 (2), 117-128.
- 3) 野村節三 (1992) オゾンによる殺菌・不活化機構、オゾン年鑑 (オゾン年鑑編集委員会編)、pp.260-272、リアライズ社、東京.
- 4) 神力就子 (1994) オゾンによる殺菌機構、核酸とオゾンの反応、防菌防黴誌、22 (5)、57-62.
- 5) 神力就子 (1994) オゾンによる殺菌機構、不飽和脂肪酸、タンパク質とオゾンの反応、防菌防黴誌、22 (6)、61-64.
- 6) 神力就子 (1994) オゾンによる殺菌機構、ウィルスの不活化機構と殺菌機構、防菌防黴誌、22 (7)、43-50.
- 7) 杉光英俊 (1996) オゾンの基礎と応用、pp.22-23、光琳、東京.
- 8) 下山利行 (1995) オゾンくん蒸脱臭装置、産業機械、4月号、pp.6-9.
- 9) 太宰啓至、三海幸子 (1997) オゾンによる殺菌、脱臭システムの応用、エレクトロヒート、95、pp.1-9.
- 10) 広直樹、廣瀬潤、小柳清夏、中室克彦 (2006) 洗濯性能向上のためのオゾンガス利用、日本医療・環境オゾン研究会会報、13 (2)、pp.33-38.
- 11) 宮本誠 (2007) 半導体プロセスにおけるオゾン水の応用、静電気学会誌、31 (3)、102-106.
- 12) 永井久博 (2002) 内視鏡機器の洗浄・消毒の実際、pp.89-95、金原出版、東京.