

新型コロナウイルスに対するオゾン水の期待される効果

2. 病名は「 COVID-19 」、ウイルス名は「 SARS-CoV-2 」

WHO は 2 月 11 日、**新型コロナウイルス感染症の正式名称**を「**COVID-19**」とすると発表した。コロナウイルス感染症と感染者が報告された 2019 年を組み合わせたもの。

COVID-19 の「CO」は「corona」、「VI」は「virus」、「D」は「disease」の意味となる。一方、**ウイルス名**については、**国際ウイルス分類委員会** (International Committee on Taxonomy of Viruses : **ICTV**) が 2 月 7 日までに、SARS (重症急性呼吸器症候群) を引き起こすウイルス (SARS-CoV) の姉妹種であるとして「**SARS-CoV-2**」と名付けている。

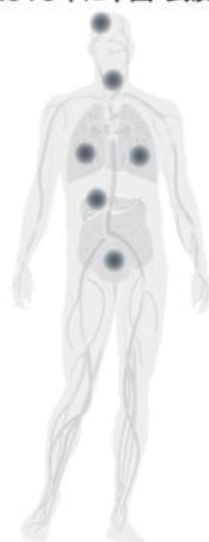
3. 新型コロナウイルス感染症の症状

「2019-nCoV」と命名された
新型ウイルスは、流行を引き
起こし過去に多くの死者を出
した二つの感染症と同じコロ
ナウイルスの一種だ。

一つは2002~03年に中国・北京から広がり、感染者8096人中774人が死亡した重症急性呼吸器症候群 (**SARS**)。もう一つは2012年に流行し、感染者2494人中858人が死亡した中東呼吸器症候群 (**MERS**) だ。この二つの流行での死亡率は大きく異なり、前者が9.5%、後者が34.5%だった。

新型コロナウイルスの症状

2019年に中国・武漢で発生



感染の兆候

- 発熱
- せき
- 下痢
- 息切れ
- 呼吸困難
- 胃腸疾患

重症例

- 肺炎
- 重症急性呼吸器症候群 (SARS)
- 腎不全
- 死

- ワクチンや治療薬なし

- 死に至る場合もある

出典: 世界保健機関 (WHO) / 米疾病対策センター (CDC)

2020年1月29日

© AFP

4. COVID-19 (新型コロナウイルス感染症) の感染経路

1) 飛沫感染

患者や保菌者 (キャリア) のくしゃみや咳によって小さな飛沫となって出たウイルスが人に直接吸入される感染経路のことである。インフルエンザウイルスの感染もこれに当たる。

2) 接触感染

(1) 直接接触感染: 感染源との直接的な接触による感染経路で、特に性的接触などの感染である。

(2) 間接接触感染: 感染源の付着したドアノブ、電車のつり革、手すり、エレベーターの手すりなどを触れた手指などから間接的に人の体内へウイルス (病原体) が入る感染経路をいう。これにはおむつの処理やウイルス保有動物の排泄物処理で起こる糞口感染や、医療従事者による MRSA などの院内感染が該当する。

感染防止のための手洗いには、石鹸、消毒薬（アルコール、オゾン水、次亜塩素酸ナトリウム、二酸化塩素など）で上の図に示すようによく流水手洗いをする必要がある。
酸化剤系消毒剤による殺菌・ウイルス不活化効果は通常、酸化力に比例しており、
オゾン水＞二酸化塩素＞次亜塩素酸＞次亜塩素酸イオン の順にその効果が強い^{1, 2)}。

オゾン水と塩素系消毒剤の殺菌力の比較（平田(1991)）

殺菌剤	99%不活性化の濃度時間積 (mg・min/L)			
	腸内細菌	ウイルス	芽胞菌	アメーバシスト (原虫)
オゾン水	0.01	1	2	10
次亜塩素酸	0.2	< 5	100	100
次亜塩素酸イオン	20	>200	>10000	1000
モノクロラミン	50	1000	5000	200

オゾン水での流水手洗い³⁾ やうがいの効果⁴⁾ に関する参考論文およびオゾン水およびオゾン水スプレー⁵⁾ によるドアノブ、手すりや机の上の洗浄、消毒、殺菌（洗浄、手洗い、うがい、ノブ・手すりなどの清拭など）に関連した研究報告を以下に示す。

参考文献

- 1) 日本医療・環境オゾン学会 環境応用部会編：環境分野におけるオゾン水の利用指針「基礎編」（第2版）（2018）日本医療・環境オゾン学会
- 2) 平田 強、第1回オゾンに関するセミナー資料、日本オゾン協会、p89-90（1991）
- 3) 中室克彦，鐵見雅弘，長田武，市川和寛：オゾン水によるうがいの有効性に関する基礎的研究、防菌防黴誌,Vol.41,No.7,361－367（2013）
- 4) 中室克彦，中谷洋介，平原嘉親，鐵見雅弘：手洗い・消毒過程における皮膚常在菌の挙動と生残菌の同定,水道協会雑誌，第84巻（第973号），2-7（2015）
- 5) 内藤博敬、谷 幸則、上條章雄、城井康弘、辻 むつみ：スプレー型オゾン水生成器の除菌効果評価法の検討、医療・環境オゾン研究、**24**(4)、114-122（2017）

6. オゾン水の殺菌およびウイルス不活化性能

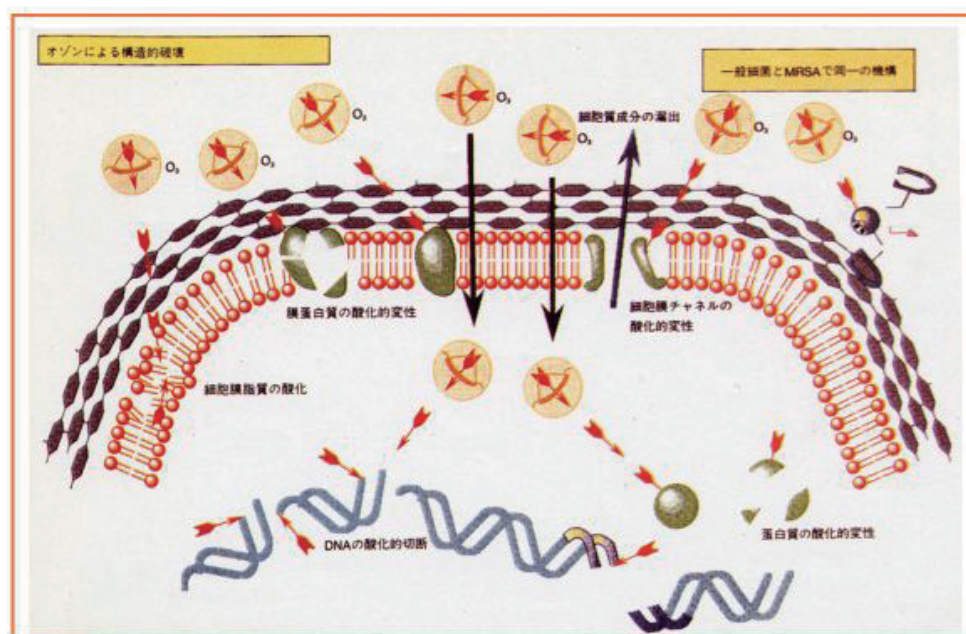
1) オゾンの殺菌メカニズム

オゾンの殺菌メカニズムは、抗生物質とは異なり細菌を構成する生体成分を酸化し、構造的に破壊するため耐性菌を生じないといわれている⁶⁾。

一方、ウイルス粒子の2つの主要な成分は、ウイルスゲノムおよびタンパク質コートである。ウイルスゲノムは、タンパク質カプシド内にパッケージングされる。このウイルスは、DNAあるいはRNAとこれを包む外殻（コート）タンパク質（カプシド）から構成されているが、宿主細

胞への吸着、それに続く DNA あるいは RNA の宿主細胞への侵入が阻害されることによって不活化される。

(注釈：新型コロナウイルスはエンベロープウイルスといわれている。エンベロープは、ウイルスが宿主細胞に結合するのを助けるウイルスタンパク質を含む脂質二重層からなる膜である。アルコール消毒は、このエンベロープを破壊するため有効であるといわれているが、ノロウイルスのようにノンエンベロープウイルスには有効でない。しかし、オゾン水はいずれのタイプのウイルスに対して有効である。)

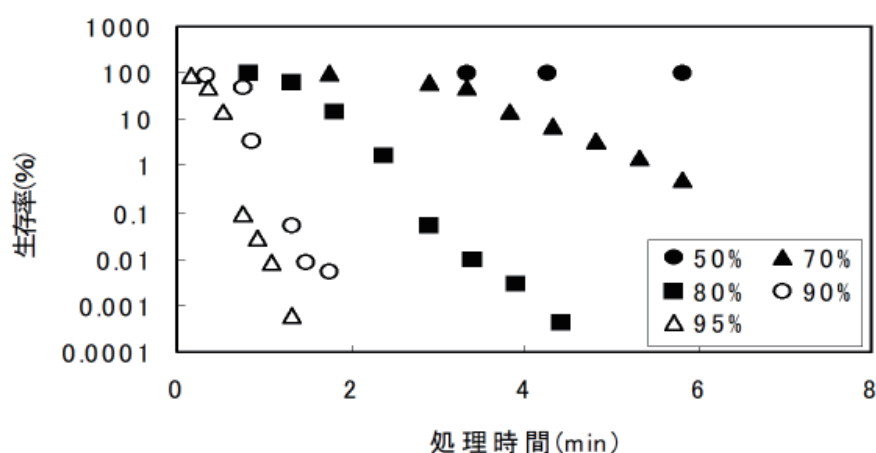


バクテリアのオゾンによる構造的破壊

オゾン水はバクテリア（細菌）、ウイルスに対していずれも不活化効果を有する。

2) オゾンの細菌およびウイルスの不活化効果をより増強させるには

(1) オゾンガスの殺菌効果は湿度が高い（80%以上）ほど効果的⁷⁻⁹⁾



菌種：細菌孢子 B.subtilis IFO 3134

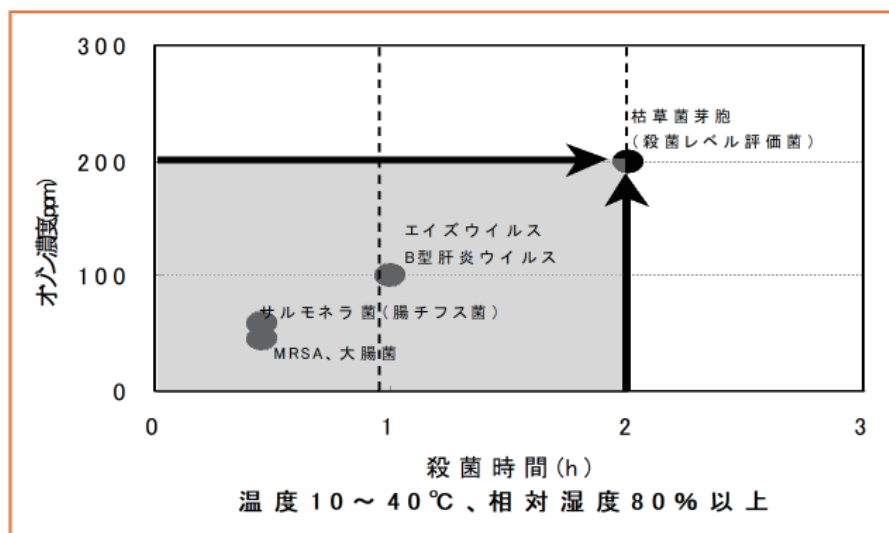
孢子はろ紙上で湿度54%に調湿

処理条件：オゾン濃度1401ppm 温度22℃

細菌孢子(芽胞菌)のオゾンによる死滅経過と湿度の関係

(2) 細菌、ウイルスに対する不活化効果の比較^{7, 8)}

細菌＞ウイルス＞芽胞菌 の順にオゾンガスに対する不活化耐性すなわち死滅しにくくなる。



オゾン薫蒸殺菌の効果

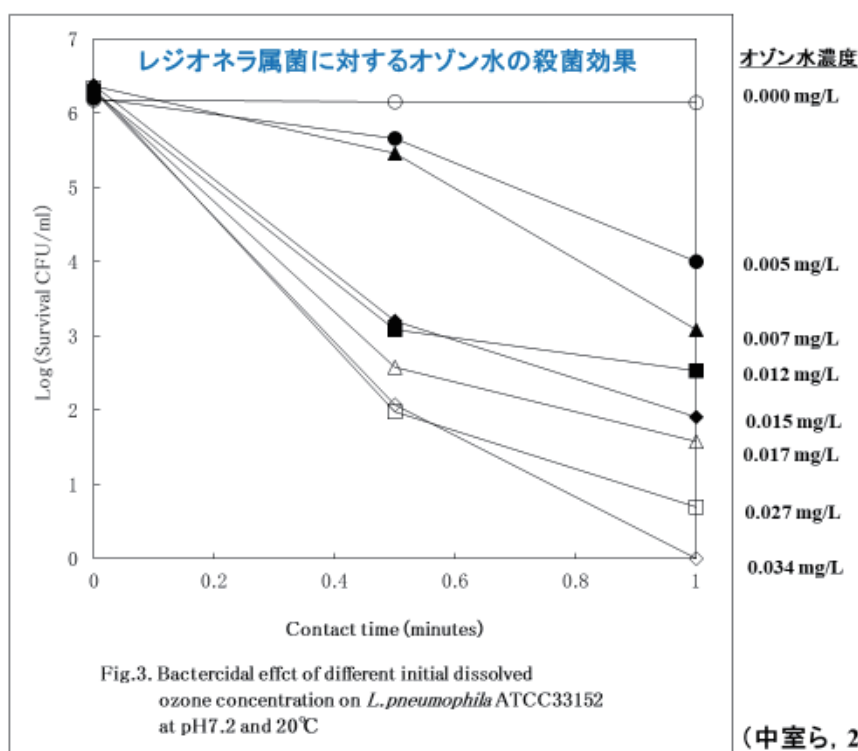
3) オゾン水による細菌およびウイルスに対する不活化効果

(1) *Legionella* に対する殺菌効果⁹⁻¹¹⁾

レジオネラ属菌



レジオネラ (*Legionella*) は、レジオネラ属に属する**真正細菌**の総称であり、**グラム陰性桿菌**。レジオネラ肺炎 (在郷軍人病) 等多くのレジオネラ症を引き起こす種を含む。少なくとも46の種と、70の血清型が知られている。**通性細胞内寄生性菌**である。



レジオネラ属菌に対するオゾン水の殺菌効果(CT値)

The CT values of dissolved ozone for a 99.99% kill of *L.pneumophila*

Bacteria strain (Serogroup)	Origine	99.99% CT (mg•min/l)	99.99% ICT (mg•min/l)
<i>L.pneumophila</i> ATCC33152 (SG1)	ATCC	0.011	0.015
<i>L.pneumophila</i> S050818 (SG1)	Circulating bathtub	0.007	0.009
<i>L.pneumophila</i> Y060117-1 (SG1)		0.012	0.016
<i>L.pneumophila</i> J060125-1 (SG1)		0.007	0.010
<i>L.pneumophila</i> A060126-2 (SG5)		0.010	0.013
<i>L.pneumophila</i> N080619 (SG1)	Cooling tower	0.013	0.017
<i>L.pneumophila</i> LG2006-2 (SG1)	Clinical specimen	0.013	0.017
<i>L.pneumophila</i> LG2006-4 (SG1)		0.011	0.015
Average±standard deviation		0.011±0.002	0.014±0.003

CT: 濃度Cと時間Tの積、 ICT: 初期濃度Cと時間Tの積

(中室ら, 2012)

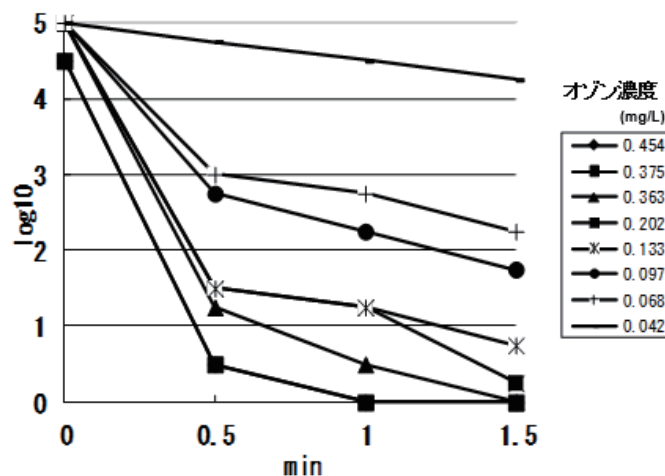
(2) ノロウイルスに対する不活化効果^{1 2-1 4)}



図1. ノロウイルスの電子顕微鏡像

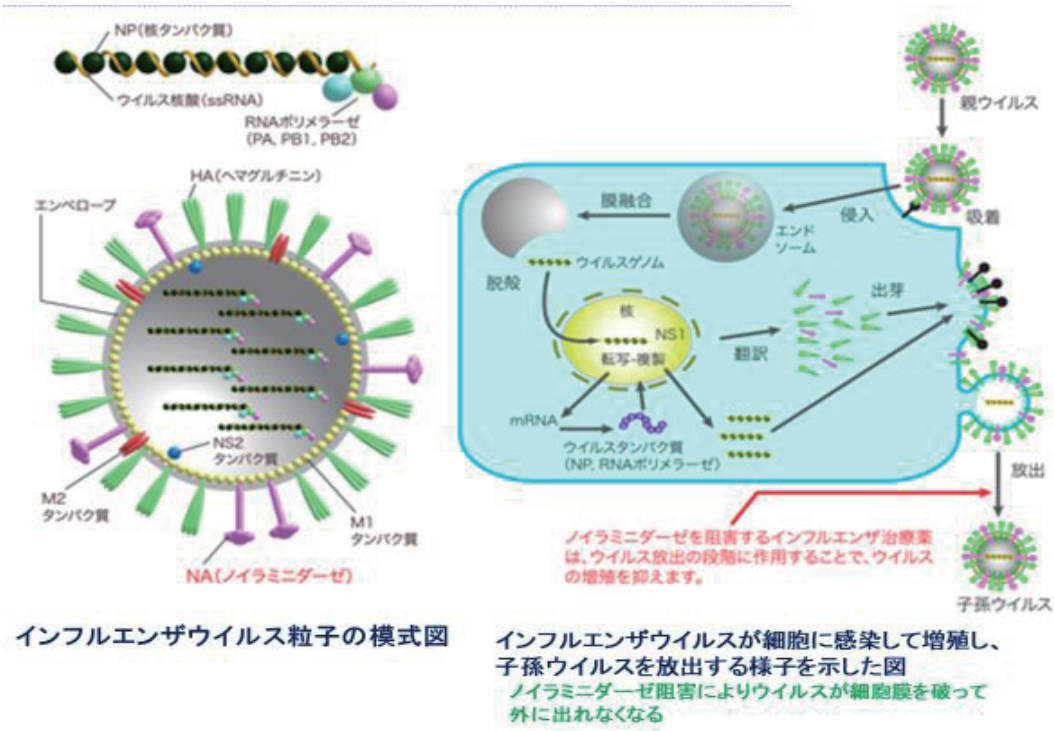
オゾン水によるノロウイルスの不活化

(中室ら, 2012)



ネコカリシウイルス（ノロウイルス）に対する各種濃度のオゾン水の不活化効果（19℃）

(3) インフルエンザウイルスに対する不活化効果^{1 5)}



インフルエンザウイルス粒子の模式図

インフルエンザウイルスが細胞に感染して増殖し、子孫ウイルスを放出する様子を示した図
ノイラミニダーゼ阻害によりウイルスが細胞膜を破って外に出れなくなる

A type influenza virus (A型インフルエンザウイルス) (中室ら, 2012)

	Time(sec)	Dissolved ozone(mg/l)	Tissue culture infectious dose (TCID ₅₀ /ml)	Rate of decline (%)
Run 1	0	0.9	2.0E+05	
	10	0.46	3.0E+01	99.9998
	30	0.4	3.0E+01	99.9998
	60	N.D	N.D	99.9999
Run 2	0	0.35	2.0E+05	
	10	0.1	1.0E+00	99.9995
	30	0.1	1.0E+00	99.9995
	60	0.1	1.0E+00	99.9995

2009-pandemic influenza virus (流行性インフルエンザウイルス)

	Time(sec)	Dissolved ozone(mg/l)	Tissue culture infectious dose (TCID ₅₀ /ml)	Rate of decline (%)
Run 1	0	1	3.2E+03	
	10	0.66	3.0E+01	99.99
	30	0.56	3.0E+01	99.99
	60	N.D	N.D	99.9999
Run 2	0	0.76	3.2E+03	
	10	0.39	0.0E+00	99.99
	30	0.35	0.0E+00	99.99
	60	N.D	N.D	99.9999
Run 3	0	0.34	3.2E+03	
	10	0.22	1.0E+03	68.7
	30	0.22	5.0E+02	84.3
	60	0.29	5.0E+02	84.3

参考文献

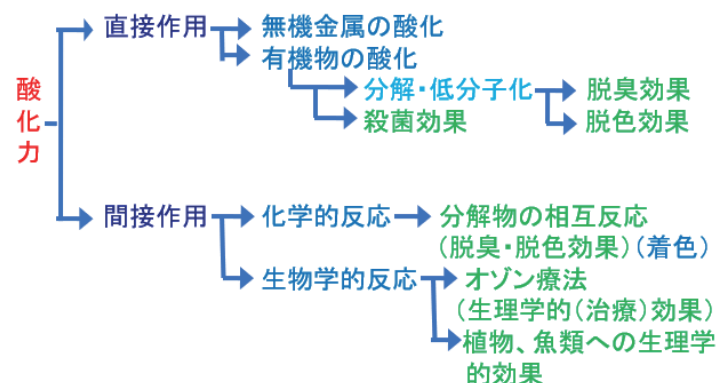
- 6) 日本医療・環境オゾン学会 環境応用部会編：環境分野におけるオゾン水の利用指針「基礎編」(第2版)、7-8 (2018) 日本医療・環境オゾン学会
- 7) 長島康明：クリーンテクノロジー、**2**,63-67(1995)
- 8) 居住空間におけるオゾン安全利用基準制定委員会 (OSGA) 平成16年度最終報告書、pp96-105 (2005) 日本医療・環境オゾン研究会
- 9) 中室克彦：オゾン水の細菌およびウイルスに対する不活化効果、静電気学会誌、**35**(4)154-160(2011)
- 10) 中室克彦，土井均，肥塚利江，枝川亜希子(2009)低濃度オゾン水の *Legionella* に対する殺菌効果，防菌防黴誌，**37**(6)407-412.
- 11) 中室克彦，土井均，肥塚利江，枝川亜希子(2012)*Legionella* の低濃度オゾン水殺菌効果に及ぼす温度および pH の影響，防菌防黴誌，**40**(2)75-79.
- 12) 山崎謙治，中室克彦：低濃度オゾン水によるノロウイルスの不活化，防菌防黴誌，**40** (4) 199-204(2012)
- 13) 中室克彦，山崎謙治：淀川流域の流下に伴うノロウイルスの分布と水中ノロウイルスのオゾンによる不活化、日本医療・環境オゾン研究会会報、**15**(4)78-85(2008)
- 14) 土居俊房、斎藤博之、中室克彦：オゾンおよび塩素によるネコカリシウイルスの不活化、**18** (4)90-95(2011)
- 15) 中室克彦、中田英夫、市川和寛、小阪教由、山崎謙治：低濃度オゾン水による新型インフルエンザウイルスの不活化効果の評価法、防菌防黴誌、**40**(8),486-491 (2012)

7. 図表で知ろうオゾン水を！！（洗浄、手洗い、うがいなど消毒・殺菌、消臭に利用）

オゾン水の特徴

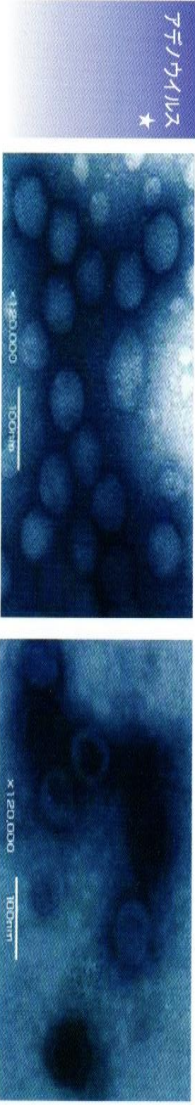
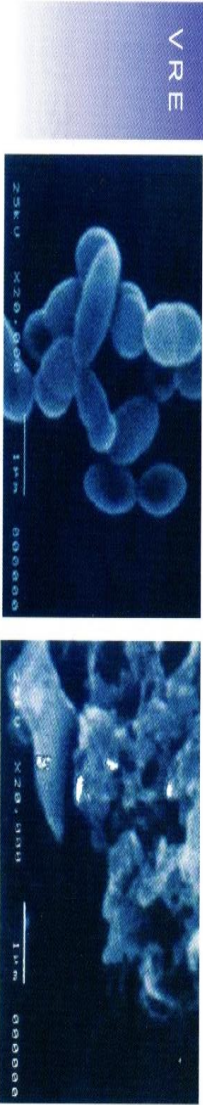
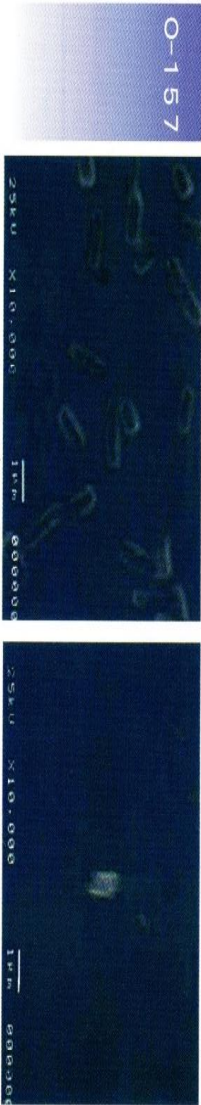
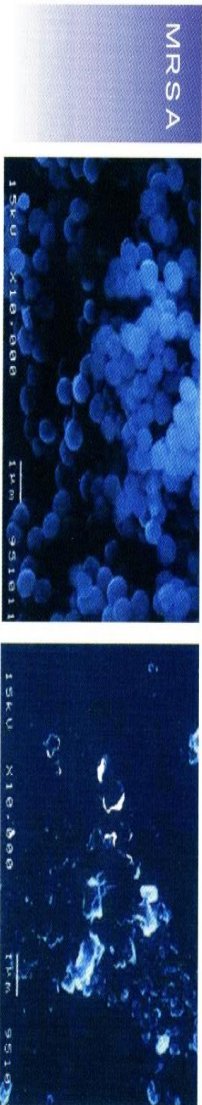
生理作用	疼痛緩和・抗炎症性あり
殺菌性	耐性菌なし
残留性	なし
脱臭・空間衛生	低濃度にて有効
食品添加物	既存として認可
環境負荷	軽微
毒性	吸入防止対策の要あり
材料劣化	要注意

オゾンの有用な効果は酸化作用に基づく



確認されたオゾン水4ppmの各種ウイルス、菌の瞬時効果

※写真は静岡県済生会総合病院の電子顕微鏡により撮影



★静岡県環境衛生科学研究所提供

微生物の種類		水中オゾン濃度 (ppm)	生物濃度 (個/ml)	接触時間 (秒)	致死率 (%)
大腸菌		0.96	10 ³ cells	5	100
プロト球菌		1.08	10 ³ cells	5	100
緑膿菌		1.01	10 ⁶ cells	5	100
クロストリジウム・バクテリオジェンズ		0.96	10 ³ cells	5	100
インフルエンザウイルス		0.96	10 ^{5.3} EID50	5	100
鶏脳脊髄炎ウイルス		0.72	10 ^{2.9} EID50	5	100
鶏コクシジウム		1.92	約3 × 10 ³ cells	30	100
カビ		0.3~0.5	10 ⁵ cells	19	99.9
枯草菌		0.3~0.5	10 ⁵ cells	30	99.9

微生物に対するオゾンの殺菌効果

オゾン水処理前

オゾン水 4ppm30 秒処理後

オゾン殺菌機構は、カルチポイントの攻撃であり、しかも過剰に投じられたオゾンは死んでしまった菌体を破壊しつづけ、最後には遺伝子も破壊する。
オゾンに耐性を持つ細菌が出現しない理由と考えられる。

2. オゾンによるウイルス不活性化機構

ウイルスの不活性化は、タンパク質とオゾンの反応、ウイルス内部に入りこんだオゾンと核酸の反応によるものと考えられる。具体的にはウイルスのタンパク質コートにダメージを与え、タンパク質コートの脱離をしくくさせ、RNAの放出を阻害することやRNAに直接損傷を与えることでウイルスを不活性化させている。

3. オゾン水の殺菌効果

3-1 8種類の臨床分離株を用いたオゾン水による殺菌効果を示す。特に重要なのは、臨床現場から分離させた細菌を用いたことで、実際に病院内に存在する感染性細菌を殺菌することが可能であることが示された。

試験菌	試験液	残存生菌数(CFU/Plate)						—:不検出
		オゾン水濃度	コントロール	5秒後	15秒後	30秒後	60秒後	90秒後
黄色プロ球菌	2mg/L	6.0 × 10 ⁶	1	1	—	—	—	—
MRSA	2mg/L	6.0 × 10 ⁵	8	8	—	—	—	—
大腸菌	2mg/L	3.0 × 10 ⁶	—	—	—	—	—	—
O-157	2mg/L	2.5 × 10 ⁴	—	—	—	—	—	—
サルモネラ菌	2mg/L	6.0 × 10 ²	30	3	—	—	—	—
セラチア菌	2mg/L	5.0 × 10 ⁶	7	—	—	—	—	—
緑膿菌	2mg/L	2.1 × 10 ³	80	2	—	—	—	—
腸炎ビブリオ	2mg/L	6.0 × 10 ³	—	—	—	—	—	—

3-2ウイルスに対するオゾン水の不活性化効果を示す。

表2 オゾン水のウイルスに対する効果

ウイルスの種類	オゾン水濃度 mg/L	微生物濃度		pH	温度		接触時間 秒	残存
		個/ml	°C		°C	秒		
インフルエンザウイルス	1	105.3EID50	7	21	5	—	—	—
鶏脳脊髄炎ウイルス	1	102.5EID50	7	21	6	—	—	—
犬伝染性肝炎ウイルス	1	101.5TCID60	7	21	5	—	—	—
犬パルボウイルス	1	102.5TCID50	7	21	6	—	—	—

—:不検出

引用図書:『環境分野におけるオゾン利用の実際』

日本医療・環境オゾン研究会

(厚生省予防衛生研究所データより抜粋)