

【報文】

オゾン水によるうがいの有効性に関する基礎的研究

中室 克彦^{1*}, 鐵見 雅弘¹, 長田 武¹, 市川 和寛²

Basic Research to Evaluate the Efficacy of Gargling with Ozonated Water

Katsuhiko NAKAMURO^{1*}, Tadahiro TETSUMI¹,
Takeshi NAGATA¹ and Kazuhiro ICHIKAWA²

¹Faculty of Science and Engineering, Setsunan University 17-8 Ikeda-Nakamachi, Neyagawa, Osaka 572-8508, Japan
²Ebara Jitsugyo Co., Ltd. 7-14-1, Ginza, Cyuou-ku, Tokyo 104-8174, Japan

This basic study was carried out to evaluate the disinfectant efficacy against bacteria in the oral cavity by gargling with ozonated water containing 1mg/l dissolved ozone.

Gargling with ozonated water was more effective than that with tap water in eliminating bacteria in the oral cavity. Increasing the frequency of gargling with 30ml ozonated water containing 1mg/l dissolved ozone was projected to be effective in the prevention of the common cold. In gargling with ozonated water (1mg/l), ozone gas in the oral cavity was not detected by the detection tube method. (Accepted 11 March 2013)

Key words : Gargling (うがい) /Ozonated water (オゾン水) /Ozone in oral cavity (口腔内オゾン) / Bacteria in oral cavity (口腔内細菌) /Bactericidal effect (除菌効果).

1. 目的

オゾンは大気中あるいはオゾン層に低濃度存在している。オゾン発生器により製造されたオゾンガスやオゾン水は、その利用時に速やかに分解され酸素に戻るため残留性が無く、環境に優しい酸化剤である。また、オゾン水は、優れた酸化性、殺菌性を有する反面、塩素系消毒剤などと比較して残留性の点で劣るが、生体影響をほとんど示さないという特徴をもっている¹⁻³⁾。そのため、病院内における手指消毒⁴⁾をはじめ、眼科分野における目の洗浄⁵⁾などにも利用されている。また、オゾン水は従来の消毒剤に比較して周囲組織に対する有害性や治療障害が小さく、刺激感の少なさから、歯科分野において抜歯後の洗浄に利用され、止血効果、鎮痛効果や肉芽形成促進効果も知られている⁶⁾。ところで、我が国では、うがいは風邪の予防対策として古くから一般的に行われている。うがいは日本独自の衛生習慣であるが、その有効性については科学的に十分検証されていないのが現状である。しかし、近年ポピドンヨードなどのうがい薬を用いたうがいが、風邪の予防に効果的である可能性を示す実験結果が報告されている⁷⁻⁹⁾。

そこで、今回、著者らはオゾン水を用いたうがいの殺菌効果に関する基礎的知見を得る目的で、1 mg/lの低濃度オゾン水を用いたうがいに関する基礎的研究を実施した。すなわち、安全性の確認の観点から、オゾン水で

うがいをする時に口腔内に揮散するオゾンガス量について口腔モデルを用いて検討するとともに、うがい時に口を含む1回の水量およびうがい廃液中に含まれる唾液量、さらに唾液添加によるオゾン水中の溶存オゾン濃度の減衰挙動に関する基礎的検討を行った。さらに、うがいと風邪の関連性を把握する基礎的検討を行う目的で、オゾン水を用いたうがいによる口腔内細菌の除菌効果を、より実際のうがいの条件において簡易な方法で評価するため、種々の食中毒に関連する細菌に対して市販の選択培地を用いて検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2.1. 機器および試薬

1) オゾン水生成器

オゾン水の生成には、デオシャワー (POS-100) (荏原実業(株)製) を用いた。

2) オゾン濃度計

(1) 低濃度溶存オゾン計：1 mg/l以下の低濃度溶存オゾンの測定にはシステムイン型オゾンモニタ (EL-550) (荏原実業(株)製) (検出感度：0.01mg/l) を用いた。

(2) DPD法による溶存オゾン計：0.01～3 mg/lまでの溶存オゾン濃度の測定には、溶存オゾン計 (O₃-3F) (笠原理化学工業(株)製) を用いた。

(3) ガス検知管によるオゾンガス濃度測定：オゾンガ

¹摂南大学理工学部 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8 ☎072-839-8084

²荏原実業(株)計測器・医療本部 〒104-8174 東京都中央区銀座7-14-1 ☎03-5565-5082

2187-431X/2013/0710-0361 \$02.00/0© 2013 Soc. Antibact. Antifung. Agents, Jpn

ス濃度の測定には、ガス吸引器（ガステック株式会社製 GV-110）に北川式オゾン検知管（光明理化学工業株式会社製）（検出範囲は0.01~10ppm）を接続して測定した。

3) 原子吸光光度計

原子吸光光度計は Analytic Yena 社製 ContrAA700 を用いた。カルシウムの定量には Ca ランプ（測定波長 422.678nm）を用いた。

4) 口腔内細菌評価キット

唾液あるいはうがい廃液中の菌種および菌数を日水製薬株式会社製コンパクトドライ「ニッスイ」の4種類（大腸菌・大腸菌群（EC）、黄色ブドウ球菌（X-SA）、セレウス菌（X-BC）および酵母・カビ（YM））を口腔内細菌評価キットとして用いた。本キットのそれぞれの培地に、試験溶液 1 ml をそれぞれまいたものを 35℃ インキュベーター中で 48~72 時間培養した。培養後、各培地に増殖した菌数を計測し、口腔内細菌を評価した。

2.2. うがいに関する基礎的検討

1) うがい時に口に含む1回の水量の測定

初めに、オゾン水を用いたうがいの除菌効果を検証するため、基礎的条件設定のための実験を行った。すなわち、大人の男性 7 人、女性 3 人について蒸留水によるうがいを 10 回行い、うがい時に口に含む 1 回の水量を求めた。水量の計量は 50ml シリンダーを用いた。

2) うがい水に含まれる唾液量のカルシウム量を用いた換算方式による測定

唾液に含有する無機成分としては、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 H_2PO_4^- をはじめ、少量の Mg^{2+} 、 NO_2^- 、 F^- が存在し、さらに有機成分が含まれている¹⁰⁾。そこでうがい廃液中の唾液量測定用マーカーとして無機成分を想定し、原子吸光光度法により唾液中の Na、K、Ca、Mg などの無機元素分析を試みた。その結果、大人の唾液中カルシウム濃度は、6.87~10.49mg/l 唾液で、原子吸光光度法で測定する場合、カルシウムが他の金属に比べて含有量および測定感度の点において優れていた。そこで、1 回のうがい廃液中唾液量を算出するためにカルシウム量を指標として試験することとした。

被験者 3 人がそれぞれ蒸留水 30ml でうがいを 10 回行い、各うがい廃液を試験溶液とした。また、3 人の被験者の唾液 1 ml を容器に取り、蒸留水で 30ml にメスアップしたものを標準唾液溶液とした。これら試験溶液および標準唾液溶液の各 4 ml について硝酸-過酸化水素法¹¹⁾により湿式分解後、蒸留水を加えて 10ml とした。これを原子吸光光度法測定用検液とした。これらの検液を原子吸光光度計（Analytic Yena 社製 ContrAA 700）を用いて、Ca の測定波長 422.678nm の吸光度を測定し、検量線法によって検液中 Ca 量を定量した。ここで得られた値から、次式を用いてうがい 1 回当たりのうがい廃

液に含まれる唾液量を算出した。

1 回のうがい廃液に含まれる唾液量 (ml)

$$= \left[\left(\text{うがい廃液中 Ca (mg/l)} \right) / \left(\text{標準唾液溶液の Ca (mg/l)} \right) \right] \times (1 \text{ (ml)})$$

3) 1 mg/l オゾン水の唾液添加によるオゾン濃度の減衰挙動の測定

オゾンは酸化力が強いいため、共存する被酸化性有機物によって容易に減衰することが知られている。そのため、うがいを行った時に含まれる唾液成分によるオゾン消費量を把握するため、蒸留水に唾液 0.5~2 ml を加えた唾液溶液 100ml に 1.1mg/l オゾン水 900ml を加えオゾン濃度を 1.0mg/l としたものの溶存オゾン濃度の減衰曲線を検討した。

健常な大人の唾液 0, 0.5, 1, 2ml に蒸留水を加えて 100 ml にした唾液溶液を 1.1mg/l オゾン水 900ml に加えたもの（水温 25℃）について、低濃度溶存オゾン計を用いてサンプル流量 100ml/min の条件で溶存オゾン濃度の経時的な減衰挙動を測定した。

4) オゾン水によるうがい廃液の溶存オゾン濃度の測定

1 mg/l オゾン水 30ml を用いた実際のうがい時に溶存オゾン濃度がどのような消長を示すかを確認するため、唾液 1 ml および 2 ml を 100ml 三角フラスコに取り、1 mg/l オゾン水 30ml をそれぞれ加えた後、素早く 5 秒あるいは 10 秒間振り混ぜ、直ちに模擬的うがい廃液中の溶存オゾン濃度を DPD 法による溶存オゾン計で測定した。

5) 口腔モデルを用いたオゾン水からの口腔内揮散オゾンガス濃度の測定

1 mg/l の低濃度オゾン水の毒性は問題ではないが¹⁻³⁾、1 mg/l オゾン水をうがいに用いた時に揮散するオゾンガスの気道、気管や肺などへの人体影響が、しばしば問題視される²⁾。

そこで、1 mg/l オゾン水を用いて実際にうがいをした時の口腔内に揮散するオゾンガス濃度を把握するため、100ml 分液ロートを口腔モデルとして用いて検討した。

① オゾン水単独

1 mg/l オゾン水 2.5, 5, 10, 30ml をそれぞれ口腔モデルである 100ml 分液ロートに入れ、素早く 5 秒間振り混ぜた後、直ちに気相中オゾンガス濃度を検知管法により測定した。

② オゾン水+唾液

唾液 0, 0.5, 1 ml を口腔モデルである 100ml の分液ロートに入れ、1 mg/l オゾン水 30ml をそれぞれに加えた後、素早く 5 秒間振り混ぜ、ただちに気相中オゾンガス濃度を検知管法により測定した。また、50ml 三角フラスコ使用時も、同様に操作し、唾液と混合 5 秒後にお

ける気相中オゾンガス濃度を確認した。

③ *in vivo* 試験

大人の男性の口腔内に1 mg/l オゾン水30ml を入れ5秒間うがいをした時に検知管を口腔内に挿入し、口腔内揮散オゾンガス濃度を検知管法により測定した。

6) オゾン水を用いたうがいによる除菌効果の口腔内細菌評価キットによる評価

ヒトの口腔には約780種類にのぼる細菌が生息しているといわれており、実際に口腔からは400種以上の菌種が検出されていると報告されている。また、歯垢あるいはデンタルプラーク1g 当たりには約 10^{11} 個の細菌が含まれており、これはほぼ大腸の状況に匹敵するといわれている^{10,12)}。

今回の試験では、オゾン水を用いたうがいによって口腔内に存在する細菌や酵母・カビなどに対する除菌効果を短時間にしかも簡易に評価するため、市販されている種々の細菌やカビに対する選択培地を用いて、これら培地において増殖する全ての菌を対象として評価した。

唾液中の一般細菌数を口腔内細菌の指標として測定した結果は、1 ml 当たり $10^4 \sim 10^8$ 個と個人差、食前・食後の採取時間の違いにより大きな差が認められた。また、唾液中の細菌数は日変動を示すことがすでに報告されている¹²⁾。この様に、一般細菌数を指標として検討するには多くの希釈操作の必要性があり、時間・煩雑さ等の操作上の課題がある。そこで、今回は操作の簡便性、容易性を目的とし、対象菌を口腔内に存在する可能性のある大腸菌・大腸菌群、黄色ブドウ球菌、セレウス菌および酵母・カビに絞り、さらに4種類の選択培地を検出用の評価キットとして用いて、除菌効果の評価を行った。

すなわち、1 mg/l オゾン水30ml でうがいを6回行った時の各うがい廃液1 ml について口腔内細菌評価キットを用いて、増殖する細菌等の評価を行った。

また、1 mg/l オゾン水30ml でうがいを10回行い、こ

れらのうがい前と10回うがい後の唾液1 ml 中の上記細菌等について口腔内細菌評価キットを用いて評価した。培養は、35℃、48~72時間行い増殖した全ての集落を計数した。

3. 実験結果および考察

3.1. うがい時に口に含む1回の水量

Table 1 に示す様に、性別、年齢や個人差などにより違いがあるが、うがい時に口に含む1回の水量は男性では19~34ml、女性では15~25mlであった。これらの結果からこれ以後の実験では、うがいに用いる1回あたりのオゾン水量を30ml とした。

3.2. うがい廃液に含まれる唾液量のカルシウム量を用いた換算方式による測定

うがい廃液に含まれる唾液量をより正確に求めるため、蒸留水30ml を用いてうがいを10回行い、各うがい廃液中のカルシウム量を原子吸光光度法で測定し、ここで求められたカルシウム量に基づき各うがい廃液中に含有する唾液量を算出した。その結果、蒸留水30ml でうがいをを行った時の1回のうがい廃液に含まれる唾液量は、

Table 1. Water volume at each gargling

	Sex	Age	Water volume (ml/time)		
			Mean ± SD	Minimum	Maximum
N	Male	67	27.0 ± 2.685		
T	Male	70	29.1 ± 3.414		
G	Male	36	29.4 ± 1.822		
F	Male	41	33.0 ± 1.449	19.1 ± 3.478	34.8 ± 6.149
H	Male	19	19.1 ± 3.478		
K	Male	19	34.8 ± 6.149		
Ta	Male	19	29.4 ± 2.271		
Y	Female	19	16.0 ± 2.486		
U	Female	18	23.8 ± 1.846	16.0 ± 2.486	25.5 ± 2.204
M	Female	19	25.5 ± 2.204		

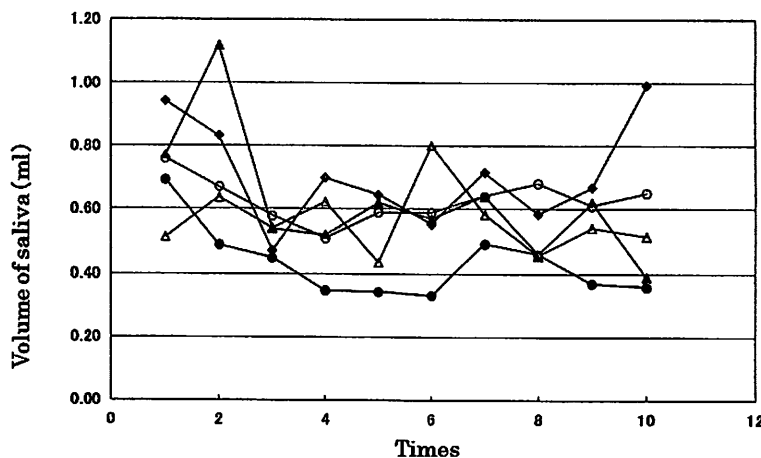


Fig.1. Volume of saliva contained in the gargling liquid
● : N1 ▲ : N2 ◆ : T1 ○ : T2 △ : G

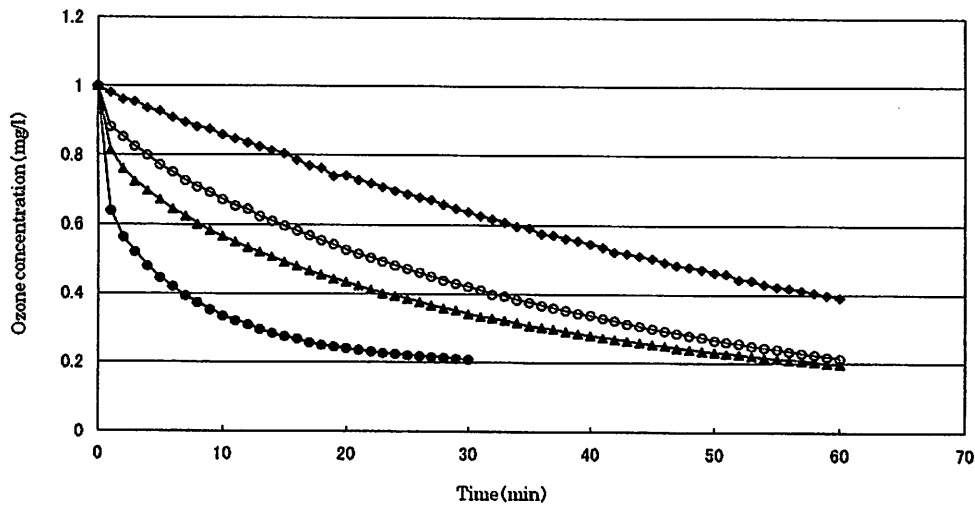


Fig. 2. Dissolved ozone decay in 1mg/l ozonated water with or without various amounts of saliva
 ◆ : 1mg/l ozonated water ○ : 1mg/l ozonated water + saliva 0.5 ml
 ▲ : 1mg/l ozonated water + saliva 1 ml ● : 1mg/l ozonated water + saliva 2 ml
 Water temperature: 25°C, Flow rate of ozone meter: 100ml/min

Fig. 1 に示すようにばらつきが認められ個人差はあるものの、0.4~0.8ml の範囲であった。

3.3. 1 mg/l オゾン水の唾液添加による溶存オゾン濃度の減衰挙動

Fig. 2 の結果より、唾液量が多くなるに従い溶存オゾン濃度は速やかに減少することが分かった。すなわち、1 mg/l オゾン水1000ml に唾液 2 ml (1 mg/l オゾン水 30ml に唾液0.06ml に相当) を含有するように添加した時の溶存オゾン濃度は約 4 分後に半減した。

3.4. 1 mg/l オゾン水によるうがい廃液の溶存オゾン濃度

Table 2 に示すように、振とう 5 秒後の模擬的うがい廃液中の溶存オゾン濃度は0.02~0.04mg/l であった。さらに、10秒後には溶存オゾンは完全に消失していた。このことは、ヒトが1 mg/l オゾン水30ml で、うがいをした場合、5 秒程度で容易に溶存オゾンが消失することを意味すると考えられた。これは、オゾン水による除菌効果が、うがい初期にのみ期待でき、1 mg/l オゾン水によるうがいの場合、除菌効果の強化は、うがい時間を長くするのではなく、うがい回数を増やすことが有効であることを示している。

3.5. 1 mg/l オゾン水によるうがい時における口腔内揮散オゾンガス濃度

100ml 分液ロートに 1 mg/l オゾン水のみを2.5ml~30ml 入れた時の、気相中オゾンガス濃度を検知管法で測定した。その結果、Table 3 に示すように気相中オゾンガス濃度は1.16~> 6 ppm を示した。また、1 mg/l オゾン水30ml に唾液 0~1 ml 添加した結果、気相中オ

Table 2. Dissolved ozone concentration in the simulated gargling liquid

Saliva (ml)	1mg/l ozonated water (ml)	Dissolved ozone concentration	Mean ± SD (mg/l)	Dissolved ozone concentration
		five seconds after shaking Mean (mg/l)		ten seconds after shaking (mg/l)
1	30	0.02	0.028 ± 0.028	0.00
1	30	0.03		0.00
1	30	0.04		0.00
1	30	0.02		0.00
1	30	0.03		0.00
2	30	0.01	0.008 ± 0.008	0.00
2	30	0.01		0.00
2	30	0.01		0.00
2	30	0.00		0.00
2	30	0.01		0.00

100ml Erlenmeyer flask is used.

Table 3. Ozone gas concentration in the oral cavity during gargling

	1mg/l ozonated water (ml)	Saliva added (ml)	Time shaking or gargling (Seconds)	Ozone gas concentration (ppm)
Model of oral cavity	2.5	0	5	1.16
	5	0	5	2.36
	10	0	5	5.89
	30	0	5	>6
	30	0.5	5	0.0
Human oral cavity	30	1	5	0.0
	30	Not added	5	0.0
	30	Not added	1	0.0

Measurement range : 0.05~1.0mg/l (Volume of suction : 300ml), n=5

ゾンガス濃度は検出限界0.01mg/l 以下であることが確認された。また、50ml 三角フラスコを用いた同様の実験においても、唾液と混合 5 秒後における気相中オゾンガス濃度は検出されないことが確認された。さらに、大

人の男性の口腔内に1 mg/l オゾン水30mlを入れ5秒間うがいをした時の口腔内揮散オゾンガス濃度を測定したところ、ヒトの口腔内オゾンガスは検出されなかった。

以上の結果より、1 mg/l オゾン水30mlのうがいでは、オゾンは口腔内の唾液と反応しほとんど揮散せず、オゾンガスによる毒性が懸念される気道、気管や肺などに対して悪影響を及ぼさないものと考えられた。ただし、安全性担保のためには、今後の研究、検討が必要と考える。

3.6. オゾン水を用いたうがいによる口腔内細菌評価キットによる除菌効果の測定

うがいに1 mg/l オゾン水と水道水を用いた時のうがい廃液中の細菌数の変化を口腔内細菌評価キットを用いて検討した。すなわち、6回うがい試行中の初回廃液に、細菌が検出されたものについて、うがい回数による除菌効果を検討した結果を、Fig. 3に示す。水道水ではうがい回数の増加による菌数の減少はあまり見られないが、

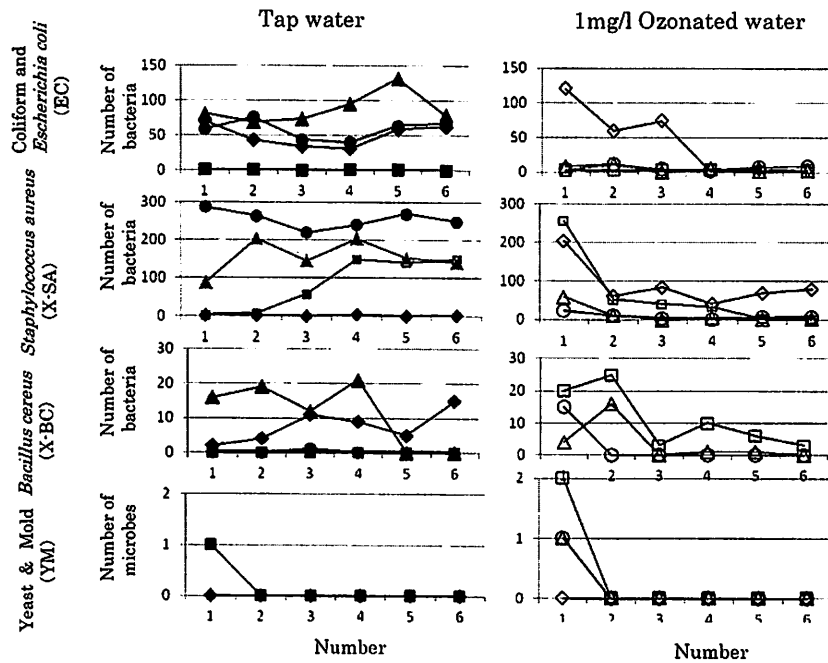


Fig.3. Microbial counts in the gargling fluid detected by using bacterial evaluation kits

◆: A, ■: B, ▲: C, ●: D, ◇: O, □: P, △: Q, ○: R

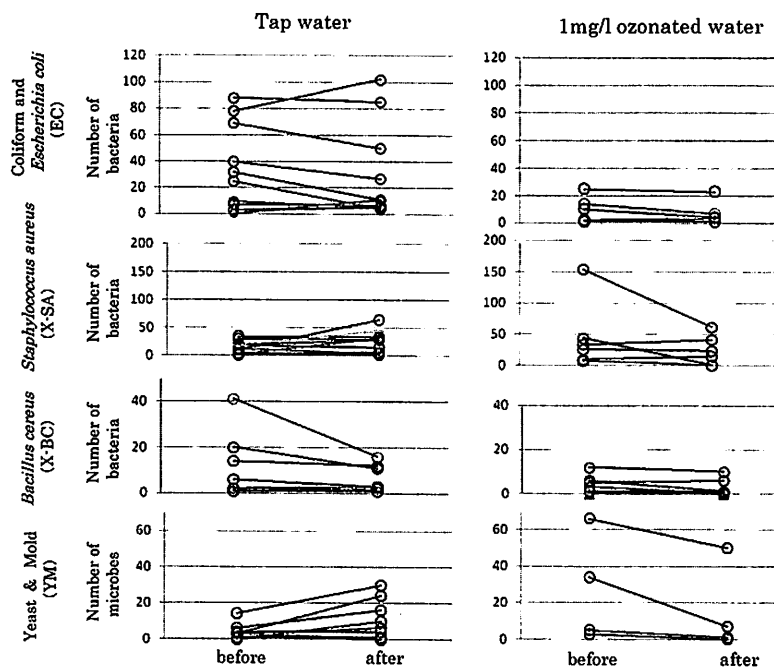


Fig.4. Changes in microbial counts in the saliva before and after gargling ten times as detected by bacterial evaluation kits

オゾン水では菌数の減少が顕著に認められた。

さらに、Fig. 4に示すように、うがい前の唾液に検出された大腸菌群、黄色ブドウ球菌などの菌数は、水道水を用いた10回のうがい後の唾液では減少傾向を示さないが、1 mg/l オゾン水での減少傾向は明らかであった。

これらの事実から、1 mg/l オゾン水を用いたうがいに除菌効果の有効性が期待された。今回1 mg/l オゾン水30mlのうがい10回試行により、口腔内細菌数の減少を確認できた。しかし、これらの細菌は、完全には殺菌されていないものと考えられる。水道水30mlを用いたうがい(10回)では、うがい前後で口腔内細菌数のばらつきはあるものの、顕著な除菌効果は認められなかった。

通常健康な状態において、口腔内細菌は常在菌として定常的に存在し、そのことが口腔内粘膜や歯肉、歯などを健康に保つために必要であるとも言われている¹³⁾。口腔内細菌として常在する *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* の菌液 (10⁶ 個/ml) を用いたオゾン水による殺菌効果に関する実験で、0.9mg/l オゾン水が接触時間約30秒でいずれの菌も99.999%の殺菌効果を示すことが報告されている¹⁴⁾。

そのため著者らの結果は、これら口腔内細菌の全てが殺菌されるのではなく、生残する細菌もいることを示し、意義ある結果と考えている。

一方、著者ら¹⁵⁻¹⁸⁾が行った研究において、低濃度オゾン水は、レジオネラ属菌^{15,16)}に対して0.03mg/lの低濃度で殺菌効果を示し、ノロウイルス¹⁷⁾やインフルエンザウイルス¹⁸⁾に対しても0.1mg/lの低濃度オゾン水による不活化効果を認めている。インフルエンザウイルスなどは大腸菌・大腸菌群、黄色ブドウ球菌、セレウス菌に比べて、オゾンに対する抵抗性が弱い¹⁹⁻²¹⁾と考えられるため、1 mg/l オゾン水30mlを用いたうがいの繰り返し試行は、インフルエンザなどのウイルス不活化に有効であり、また、風邪に対する予防効果も期待できるものと推論される。

4. 結 論

1 mg/l オゾン水を用いたうがいが、インフルエンザなどのいわゆる風邪などの予防に対する有効性について知見を得るため、口腔内の除菌効果に関する検討を行った。

1 mg/l オゾン水によるうがいは、水道水を用いたうがいに比較して、口腔内除菌効果が優れていることが認められた。

また、1 mg/l オゾン水30mlによるうがい回数を増やすことにより、除菌効果が強化されると推測された。

さらに、1 mg/l オゾン水を用いたうがいにおいて、

オゾンガスの揮散に関する検討から、口腔内における揮散オゾンガスは検出されず、経気道曝露による気道、気管、肺などへの影響はないものと考えられた。

これらの結果等からインフルエンザなどの風邪の予防にも期待が持てるものと考えられた。

なお、本研究の唾液試料の採取に当たってはあらかじめインフォームド・コンセントを実施したが、本大学の倫理委員会には諮らなかつた。

引 用 文 献

- 1) 星 昭二, 桜井 護, 北川 敏, 森 啓, 斎藤 昭, 赤堀幸男, 村上篤司 (1995) オゾン水による急性、亜急性毒性実験, 静岡済生会病院医学会誌, 12 (1), 89-95.
- 2) 藤井隆也, 鈴木 功, 江副 創, 坂崎文俊, 奥野智史, 上野 仁, 中室克彦 (2007) オゾン水の安全性評価に関する研究, 日本医療・環境オゾン研究会会報, 14 (1), 3-8.
- 3) 中室克彦, 坂崎文俊, 西村喜之 (2012) オゾン水の安全性評価に関する基礎的研究, 日本医療・環境オゾン研究会会報, 19 (2), 64-71.
- 4) 江本明貴子, 帯金 静, 中室克彦 (2007) オゾン水の手洗いへの利用, 日本医療・環境オゾン研究会会報, 14 (2), 32-36.
- 5) 帯金 静, 江本明貴子, 中室克彦 (1994) オゾン水の眼科および眼科領域における消毒利用, 日本医療・環境オゾン研究会会報, 15 (1), 11-14.
- 6) 村上 弘 (1996) 日本におけるオゾンの歯科応用に関する文献の考察, 日本医療オゾン研究会, 増刊1号, pp88-92.
- 7) Satomura K., Kitamura T., Kawamura T., Shimbo T., Watanabe M., Kamei M., Takano Y., Tamakoshi A. (2005) Prevention of upper respiratory tract infections by gargling: A randomized trial, Reserch Paper of The Suzuken Memorial Foundation, *Am. J. Prev. Med.*, 29 (4), 302-307.
- 8) 安原 亨, 伊藤清恵 (1996) うがいの有効性についてのアンケート調査に基づく検討, 産業衛生学会誌, 38, 217-222.
- 9) Nagata T., Ahmed K., Oishi K. (2002) Prevention of respiratory infections by povidone-iodine gargle, *Dermatology*, 204 (suppl 1), 32-36.
- 10) 押鐘 篤, 覚道幸男, 吉田 洋 (1999) 唾液のはなし, (財)口腔保険協会, pp.291.
- 11) 日本薬学会編 (2010) 衛生試験法・注解2010, pp406.
- 12) 梅本俊夫, 小川知彦, 落合邦康, 上西秀則, 清浦有祐, 古西清司, 中澤 太, 浜田信城, 藤村節夫, 前田信子編 (2010) 口腔微生物学-感染と免疫-, 学建書院, pp 294-315.
- 13) 村上 弘, 上野温子, 加藤大輔 (2011) 歯科分野におけるオゾン水の応用, 第10回日本機能水学会学術大会講演要旨集, pp29-30.
- 14) 大泉 誠, 鈴木哲也, 古屋純一, 岡本雄吾, 石鍋 聡, 内田光春 (1997) 効率的な義歯洗浄法の開発, 日本医療オゾン研究会会報, 4 (3), 1-3.

- 15) 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.
- 16) 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.
- 17) 山崎謙治, 中室克彦 (2012) 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.
- 18) 中室克彦, 中田英夫, 市川和寛, 小阪教由, 山崎謙治 (2012) 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.
- 19) 宗宮功編 (2004) オゾンハンドブック:6.2ヒトに対する生体影響, 日本オゾン協会 オゾンハンドブック編集委員会, サンユースタッフ, pp.124-132.
- 20) 小川知彦ら (2010) 口腔微生物学, 学建書院, pp.296-300.
- 21) 日本医療・環境オゾン研究会 (2007) 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, 増刊3号, pp.118.