

■ 臨床理工講座

次亜塩素酸電解水  
「パーフェクトペリオ」の臨床応用

た がみ じゅん じ      お やなぎ たけ ひろ  
田上順次<sup>1</sup>      小柳岳大<sup>1</sup>      マテインカイルール<sup>2</sup>

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科

<sup>1</sup> 口腔機能再構築学系専攻 摂食機能保存学講座 う蝕制御学分野

<sup>2</sup> 大学院教育支援プログラム「大学院から医療現場への橋渡し研究者教育」

# 臨床理工講座

## 次亜塩素酸電解水「パーフェクトペリオ」の臨床応用

た がみじゅんじ お やなぎたけひろ  
田上順次<sup>1</sup> 小柳岳大<sup>1</sup>  
マティンカイルール<sup>2</sup>

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科  
<sup>1</sup>口腔機能再構築学系専攻 摂食機能保存学講座 う蝕制御学分野  
<sup>2</sup>大学院教育支援プログラム「大学院から医療現場への橋渡し研究者教育」  
〒113-8510 東京都文京区湯島1-5-45

### はじめに

次亜塩素酸電解水は殺菌作用が強く、かつ安全性が高いため、生食用の野菜の洗浄などわれわれの日常生活の中で広く用いられている。その殺菌作用は、次亜塩素酸が細菌増殖に必要なタンパクや細胞防御の役割を持つタンパク質の化学構造を破壊することによるとされている。こうした電解機能水のもつ殺菌・消毒作用は、医療分野でも応用が進んでいる。口腔領域における2大疾患である「う蝕」と「歯周病」は、いずれも生活習慣が関与するとはいえ病原菌が明確な感染症である。したがって、その予防や治療にも次亜塩素酸水の応用が可能である。

### 次亜塩素酸水の種類

従来、歯科臨床では次亜塩素酸ナトリウムが根管洗浄に用いられている。性質はアルカリ性で、



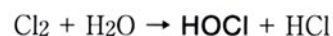
という反応で生じる次亜塩素酸 (HOCl) の殺菌作用を利用したものである。しかしながら軟組織に対



図1 パーフェクトペリオ生成装置。

して強い腐食作用を示すので、口腔内で一般的に使用することはできない。また、アルカリ環境では  $\text{OCl}^-$  に変化して殺菌力は弱くなってしまうという問題もある。

次亜塩素酸水にはさまざまな生成法があり、



という反応では、pH2.2~2.7程度の強い酸性の次亜塩素酸水になる。強い殺菌作用はあるが、やはり組織溶解性による腐食作用がある。また低いpHの状態では塩素ガスが発生し、肺気腫や肺水腫を引き起こす危険があるとされている。さらに、歯科領域で使用するには金属製器具の腐食を起こすという欠点もある。

次亜塩素酸の殺菌作用を有し、かつ軟組織に為害

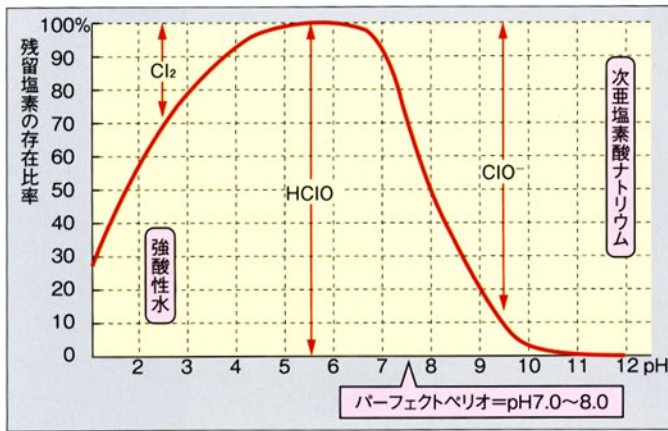


図2 溶液のpHと次亜塩素酸濃度との関係。

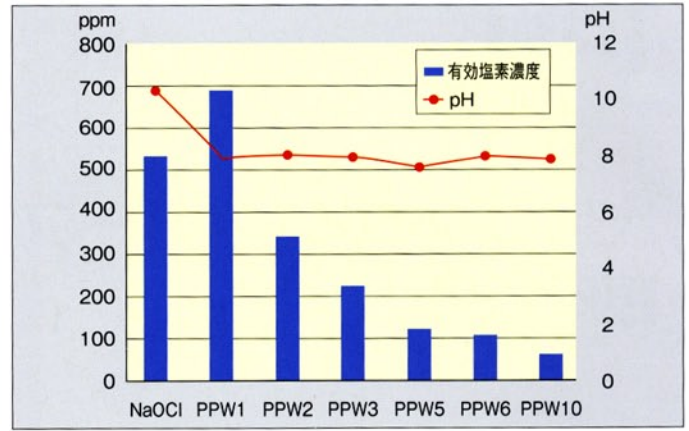
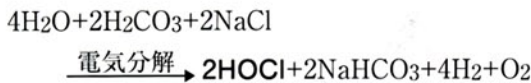


図3 PPW原液と希釈液の有効塩素濃度とpH。PPW1 = 原液、PPW2 = 2倍希釈 ~ PPW10 = 10倍希釈。

性の少ないものとして、中性から弱アルカリ性の次亜塩素酸水がある。これは、



という、従来の単なる化学反応による生成でなく、電気分解反応によるものである。この反応により次亜塩素酸電解水を生成する装置として、「パーフェクトペリオ」(野口歯科医学研究所、図1)が市販されている。この装置により生成される電解水(パーフェクトペリオ生成水、以下PPW)はpH7.5とほぼアルカリ性で、十分な有効塩素濃度を有するものである。前述のように、強酸性では次亜塩素酸が塩素ガスに変化してしまうが(図2)、PPWは弱アルカリ性で高い殺菌力の期待できる電解水であるといえる。図3にPPWの原液と1~10倍希釈時の有効塩素濃度とpHとを示す<sup>1)</sup>。

PPWの有効塩素濃度は生成後に徐々に低下し、当初約600ppmの濃度であったものが、生成後1カ月くらいで約100ppmは低下する。したがって、生成して貯蔵したPPWの使用期限は、遮光容器、冷蔵保存で生成後1カ月とすべきである。

さらに当教室での研究から、次亜塩素酸電解水の有効塩素を瞬時に消滅させる失活剤が開発された。これを併用することにより、含嗽時に生じる軟組織

に対する為害作用や口腔内への次亜塩素酸残留の懸念は解消される<sup>2,3)</sup>。

### ● パーフェクトペリオの殺菌効果

う蝕病原菌である *Streptococcus mutans* と *Streptococcus sobrinus* に対するPPWの殺菌効果を各種市販洗口剤と比較した。それぞれの菌塊にPPWの5倍希釈液(PPW5)および各洗口液(業者指示濃度)を10秒間作用させた。その後、染色液を用いた蛍光顕微鏡観察による生死判定を行った結果を図4~図9に示す<sup>1)</sup>。

PPW5、「リステリン」(ジョンソンアンドジョンソン)によって細菌は死滅していた(図5・図6)が、「ネオステリングリーン」(日本歯科薬品)、「ポピョドンガーグル」(吉田薬品)では死菌と生菌とが混在していた(図7・図8)。「コンクールF」(ウェルテック)では死菌はわずかであった(図9)。また、PPWは最低で有効塩素濃度60ppmからう蝕病原菌に対して殺菌効果を有することも報告されている<sup>4)</sup>。

さらに、人工的に生成したう蝕細菌によるバイオフィルムに対するPPWおよび洗口液の浸透性を調べたところ、バイオフィルム最下層にまでPPWの効果及んでいた<sup>1)</sup>。このことから、PPWによる洗口では、う蝕病原菌およびバイオフィルム内にお

図4 生理食塩水の殺菌効果はない、緑色の蛍光は生菌を示す。

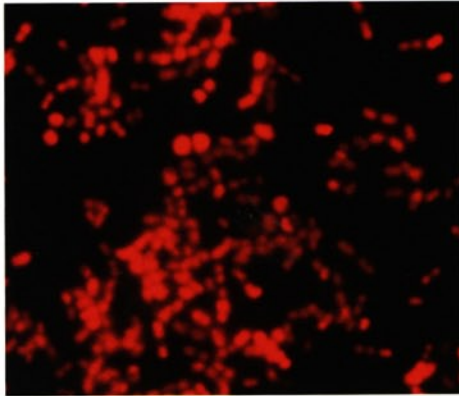
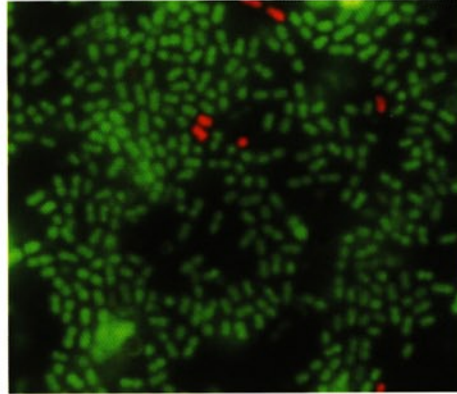


図5 PPWの5倍希釈液には高い殺菌効果があり死菌（赤色）が多くみられ、生菌は観察されない。

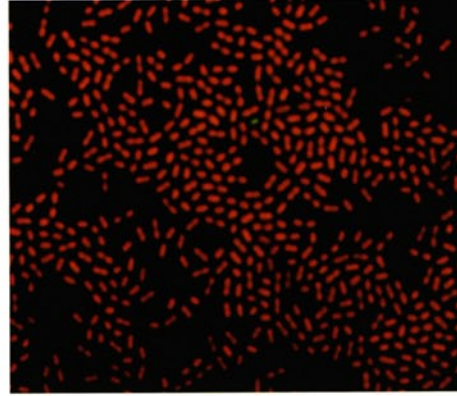


図6 「リステリン」でも死菌が多くみられる。

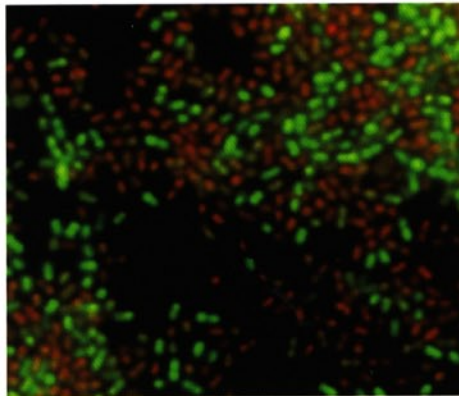


図7 「ネオステリングリーン」では死菌と生菌（暗い緑色に染色）とが混在している。

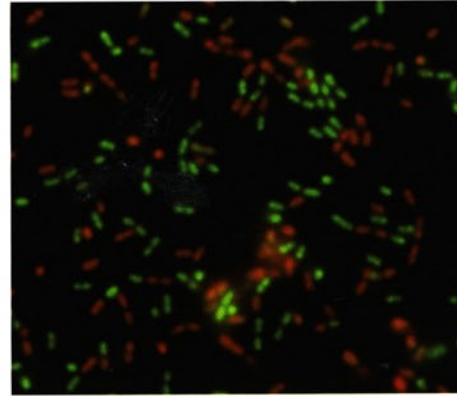
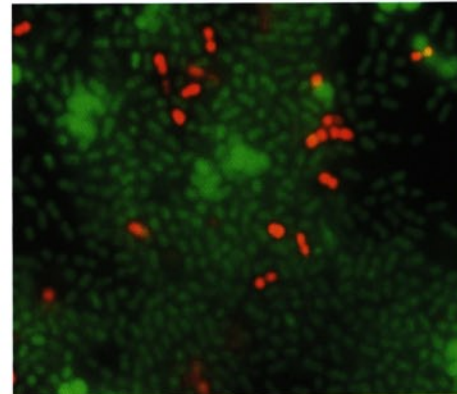


図8 「ポビヨドンガーグル」でも死菌と生菌とが混在している。

図9 「コンクール」では死菌はわずかである。



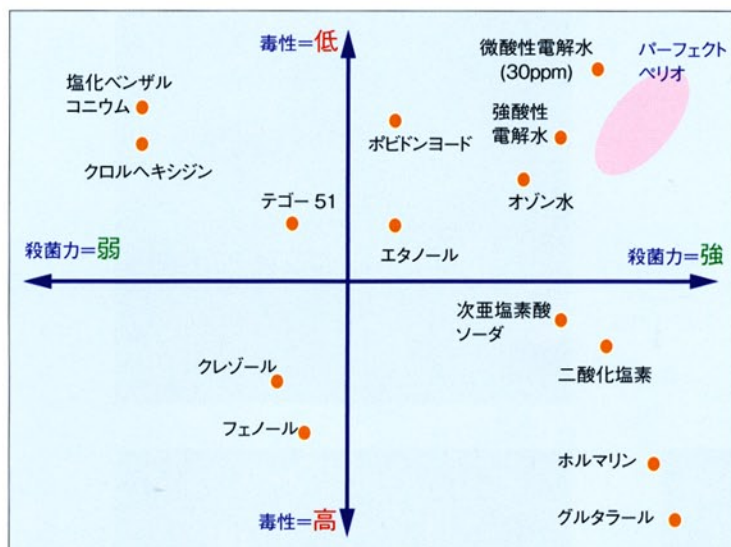


図10 各種殺菌剤の効果と安全性の概念図。PPWは殺菌効果、安全性ともに高い。

けるう蝕病原菌に対して、短時間で各種洗口剤と同等あるいはそれ以上の殺菌効果が期待される。

最近の研究では、PPWは *Porphyromonas gingivalis* および *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* に対しても、10秒間の処理で次亜塩素酸ナトリウム溶液やクロルヘキシジン溶液よりも高い殺菌作用を示すことが報告されている。一方で、ヒト由来細胞に与える影響については、PPWは次亜塩素酸ナトリウム溶液、クロルヘキシジンやリステリンなどの溶液と同等かそれ以下であることも確認されている<sup>3,5)</sup>。

すなわち、PPWは他の薬剤などと比較して殺菌作用が高く、安全性も高いものであるといえる(図10)。

### ● パーフェクトペリオの臨床応用

PPWはスケーリング、ルートプレーニング後の洗浄だけでなく、超音波スケーラーを用いる際の注水にも使用できるので、特に細菌の関与が強い場合の歯周病の症状改善には、劇的な効果が期待される。ホームケアにおける洗口剤としては、プラーク内部への殺菌効果が期待されることが従来の洗口剤とは異なる特徴である。また、舌苔内の細菌に対する殺菌作用により、口臭の予防にも効果が期待される。う蝕治療に際しては、修復時の窩洞清掃剤としてのPPWの使用も考えられる。このようにPPW

は、歯周病、う蝕の予防や治療など、きわめて広範囲に活用することができる。

こうした使用場面を考えると、PPWにはこれまでの殺菌剤とは異なるいくつかの利点がある。すなわち、口腔内で大量に長時間使用する場合に、酸性の機能水では歯の表面を脱灰する危険があるが、PPWのpHは7.5であるので歯を脱灰することがない。また短時間で細胞壁、細胞質膜を破壊し、菌体内成分を変性溶出させて死細胞を残さないため、耐性菌を生じさせないと考えられる。

### ● 接着性の向上効果

う蝕の治療では接着修復が一般的で、う蝕象牙質外層部のみを除去し、う蝕象牙質内層を保存する方法が普及している。う蝕象牙質内層には細菌が侵入していないとされているが、臨床においては象牙質の窩壁や窩底部を完全に無菌化することは不可能と考えられる。しかし、仮に細菌が残存していたとしても、窩洞が接着により封鎖されていればう蝕の再発は通常起きないとされているので、それほど神経質になることはないと思われる。それでも、細菌を少しでも減らすこと、あるいはなくすることができればそれに越したことはない。

う蝕象牙質内層を被着面とする修復では、健常象

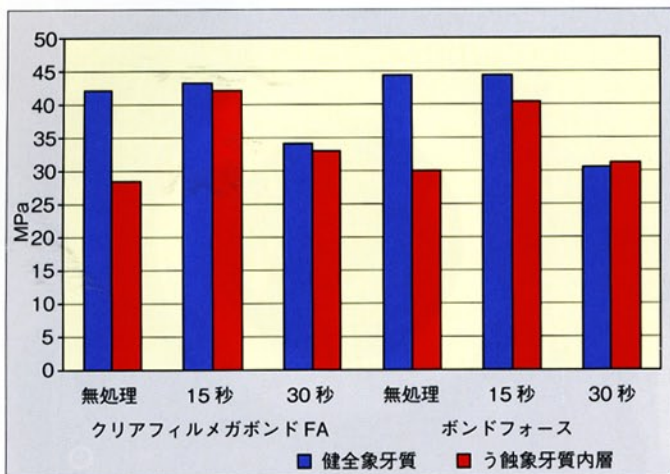


図11 6%次亜塩素酸水による前処理が象牙質接着性に及ぼす影響。15秒処理により、クリアフィルメガボンドFA、ボンドフォースとも、う蝕象牙質内層に対する接着強さの向上と同時に健全象牙質に対しても高い接着強さが得られている。

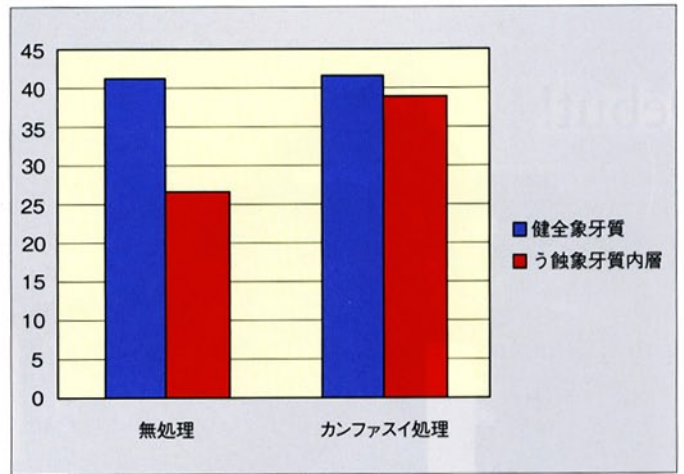


図12 50ppmカンファスイで5秒間処理した時のクリアフィルメガボンドの接着強さ。う蝕象牙質に対しても健全象牙質に対しても高い接着強さが得られる。

牙質などと比較して接着強さが低下するという問題がある。これはセルフエッチングプライマーによる接着材を使用する場合でも生じる現象である。その理由のひとつとしては、脱灰が進んだう蝕象牙質内層の切削時に形成されるスメア層が有機成分に富み、歯面処理によってもスメア層内部へのボンディングレジン浸透が生じにくいと考えられている。このう蝕象牙質内層への接着性向上は、長年適切な解決策が見出せなかった、接着修復における最も重要な課題の一つである。

興味深いことに、う蝕象牙質内層を切削した歯面を次亜塩素酸ナトリウム液で処理すると、クリアフィルメガボンドの接着強さが向上することが明らかにされている(図11)<sup>6)</sup>。おそらくは有機質に富む泥状のスメア層が次亜塩素酸により修飾されて、接着性に変化が生じていると思われる。この際に次亜塩素酸の濃度が高かったり処理時間が長いと、残留した成分が接着性レジンの重合を阻害するので逆に接着性が低下することになる。除菌・消臭剤として一般に「カンファスイ(カンファ水)」という商品名で市販されている50ppm、100ppmという低濃度の次亜塩素酸水を用いると、安定した接着向上効果

が得られることも判明した(図12)<sup>7)</sup>。次亜塩素酸電解水のPPWを5倍程度に希釈したもので、同様の効果が期待できると考えている。

#### 参考文献

- 1) 小柳岳大, マティンカイルール, 岡田彩子, 田上順次: 次亜塩素酸電解水及び洗口剤の短時間作用によるう蝕病原菌に及ぼす効果. 第130回日本歯科保存学会学術大会抄録集, 49, 2009.
- 2) Okada A, Matin K, Zaman S, Hanada N, and Tagami J: Electrolyzed Water with Functional-chlorine Effectively Penetrates Deep into Cariogenic Biofilms. The 56th Annual meeting of JADR (Nagoya, November), 29-30, 2008.
- 3) Zaman S, Matin K, Okada A, Hanada N, and Tagami J: Effects of HClO Incorporated Electrolyzed Water on Proliferation of KB-cells. The 56th Annual meeting of JADR (Nagoya, November), 29-30, 2008.
- 4) Okada A, Matin K, Hanada N, and Tagami J: Electrolyzed Waters with Different Hypochlorite Concentrations in Controlling Cariogenic Biofilms. IADR 86th General Session (Toronto, July 2-5), abst #1971, 2008.
- 5) 竹内康雄, 坂東由記子, 長澤敏行, 南原弘美, 小林宏明, 和泉雄一: 次亜塩素酸電解水の抗菌作用と細胞毒性の検討. 第130回日本歯科保存学会学術大会抄録集, 49, 2009.
- 6) G Taniguchi, M Nakajima, K Hosaka, N Iwamoto, M Ikeda, RM Foxton, J Tagami: The effect of NaOCl pretreatment on bonding to caries-affected dentin. Journal of Dentistry, accepted.
- 7) S Kunawarote, G Taniguchi, M Nakajima, J Tagami: Pre-treatment Effect of Oxidizing solutions to Caries-affected Dentin. 87回IADR総会 (Miami), abst #2964, 2009.