

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20791481

研究課題名 (和文) オゾン照射によるウ蝕感染象牙質再石灰化療法の確立

研究課題名 (英文) Effect of remineralization of caries infected dentin by Ozone exposure

研究代表者

原 麻由子 (HARA MAYUKO)

鶴見大学・歯学部・助教

研究者番号：80434398

研究成果の概要：オゾンの静菌効果を利用し感染歯質の削除を行わずに、ウ蝕病巣の再石灰化を期待するウ蝕治療法が開発され応用されている。オゾンは3つの酸素原子からなる分子であり、酸素はレジンの硬化を阻害する最大の因子である。そこで本実験ではオゾン処理した象牙質面にボンディング材を塗布した際の、機械的特性について評価を行った。その結果、ボンディング材の硬さ、弾性率および接着界面の微細構造にオゾン処理の有無は影響しないことが明らかとなった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・歯科医用工学・再生歯学

キーワード：歯学、再石灰化、オゾン

1. 研究開始当初の背景

現在保存修復治療において、歯質をできるだけ保存する Minimal Intervention (MI) の概念に基づいたウ蝕治療は広く行われている。しかし感染歯質は回転切削器具あるいは手用切削器具を用いて完全に除去する必要がある。近年、感染歯質の削除も行わずに、オゾン (O₃) の静菌効果を利用するウ蝕治療法

がヨーロッパで開発され、既に欧米ではオゾンを作用させウ蝕病巣中の細菌数を大幅に減少させ、再石灰化を期待する『ヒールオゾン』という非切削型のウ蝕治療機が臨床応用されている。これまでの歯科治療では、感染歯質はウ蝕検知液をガイドに除去されていた。しかし『ヒールオゾン』を用いれば、感染歯質を全て除去することなくウ蝕病巣内

の再石灰化を促進することが可能となる。

この数年、日本においても徐々に臨床に取り入れ始めているが、オゾン (O_3) を利用した治療についての詳しい情報は未だ乏しい。これまでに象牙質に『ヒールオゾン』を作用させても剪断接着強さに影響はおよぼさないことが報告されている。しかしオゾンは3つの酸素原子からなる分子であり、酸素はレジンの重合を阻害する最大の因子である。オゾンが被着面に残存し、そのため接着界面のボンディング層の物性に影響をおよぼし、接着耐久性にも影響することが懸念される。しかしオゾンが象牙質接着界面におよぼす影響についての報告は皆無である。

2. 研究の目的

本実験によってさらなるエビデンスに基づいた情報を提示し、オゾン (O_3) の静菌効果を利用した治療が、理想的なウ蝕治療の手段として進展すべきであると考え。得られる結果は、オゾン (O_3) を利用したウ蝕治療、すなわち非切削型の治療法におけるエビデンスとなり得るものである。

本研究では、オゾン処理象牙質面における接着界面の機械的特性を知ることが目的とし、(1)オゾン処理象牙質面に塗布したボンディング材の硬さ(2)オゾン処理象牙質面に塗布したボンディング材の弾性率(3)オゾン処理象牙質面に塗布したボンディング材および象牙質の微細構造、について評価を行うことである。

3. 研究の方法

(1)(2) 超微小押し込み硬さおよび弾性率の測定

①ヒト新鮮抜去大白歯を歯軸に対して垂直方向に切断し象牙質ディスクを作製した。

②作製した象牙質ディスクを耐水研磨紙 #600 にて研削し、これを被着面とした。

③実験群：被着面に対し、ヒールオゾンを用いてオゾン処理を施した。この際直径 8 mm のシリコンキャップを使用し、60 秒間処理した。コントロール群：オゾン処理を施さず #600 研削面に引き続きの処理を行った。

④これら被着面に対し2種類のボンディング材を用いて接着処理を行った。使用したボンディング材は2ステップセルフエッチングシステムであるクリアフィル メガボンド、1ステップセルフエッチングシステム(1ボトルタイプ)であるクリアフィル トライエスボンドである。この際、ボンディング層の厚さを得るため、3回繰り返し塗布後光照射を行った。

⑤ボンディング材光照射後、ボンディング層の上にフロアブルレジンを築盛した。

⑥作製した試料は 37°C 蒸留水中に 24 時間保管した。その後、接着界面に垂直にマイクロカッターにて切断し、切断面が露出するようにエポキシ樹脂に包埋した。

⑦エポキシ樹脂硬化後、耐水研磨紙 #1, 000、#1, 200、#1, 500 にて研削し、次いでダイヤモンドペースト 6 μ m、3 μ m、1 μ m、1/4 μ m で鏡面研磨を行った。

⑧被着面におけるボンディング材の硬さは超微小押し込み硬さ試験機 (ENT-1100a) を用いて、測定条件；試験荷重 1mN、負荷ステップ 2 μ N、負荷および除荷速度 0.1 μ N/msec、試験荷重保持時間 1 秒、測定温度 28.0°C で測定した。測定点は1試料につき 30 点とした (n=3)。硬さ測定と同時に弾性率についても測定を行った。

⑨得られたデータはオゾン処理の有無で統計解析 t-test ($\alpha=0.05$) を行った。

(3) 接着界面の微細構造の観察

①ヒト新鮮抜去大白歯を歯軸に対して垂直方向に切断し象牙質ディスクを作製した。

②作製した象牙質ディスクを耐水研磨紙 #600 にて研削し、これを被着面とした。

③実験群：被着面に対し、ヒールオゾンを用いてオゾン処理を施した。この際直径 8 mm のシリコンキャップを使用し、60 秒間処理した。コントロール群：オゾン処理を施さず #600 研削面に引き続きの処理を行った。

④これら被着面に対し 2 種類のボンディング材をメーカー指示に従い接着処理を行った。使用したボンディング材は 2 ステップセルフエッチングシステムであるクリアフィル メガボンド、1 ステップセルフエッチングシステム (1 ボトルタイプ) であるクリアフィル トライエスボンドである。

⑤ボンディング材光照射後、ボンディング層の上にフロアブルレジンを築盛した。

⑥作製した試料は 37°C 蒸留水中に 24 時間保管した。その後、接着界面に垂直にマイクロカッターにて切断し、切断面が露出するようにエポキシ樹脂に包埋した。

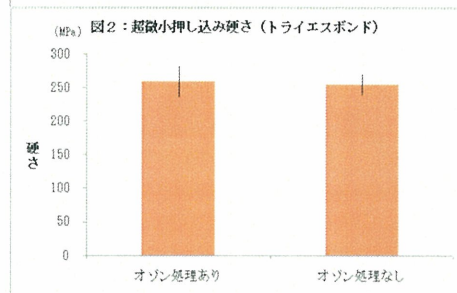
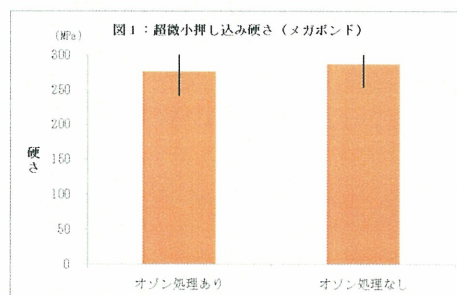
⑦エポキシ樹脂硬化後、耐水研磨紙 #1, 000、#1, 200、#1, 500 にて研削し、次いでダイヤモンドペースト 6 μm 、3 μm 、1 μm 、1/4 μm で鏡面研磨を行った。

⑧走査型電子顕微鏡にて加速電圧 15 kV、4, 000 倍および 8, 000 倍にて接着界面の微細構造の観察を行った。

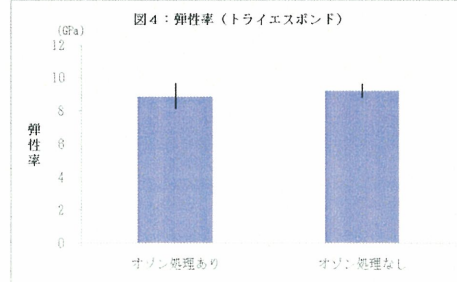
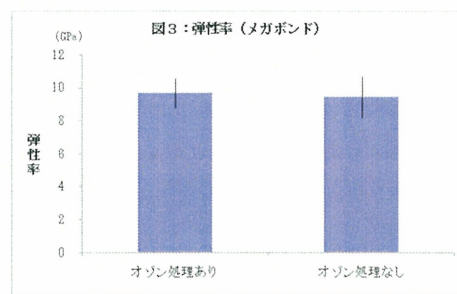
4. 研究成果

メガボンドおよびトライエスボンドの超微小押し込み硬さ測定結果を図 1、2 に示す。メガボンドの硬さはオゾン処理あり 276.2 \pm 36.0 MPa、オゾン処理なし 286.6 \pm 33.9 MPa であり、オゾン処理の有無によるボンディング材の超微小押し込み硬さに有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。トライエスボンドの硬さはオゾン処理あり 260.7 \pm 22.7 MPa、オゾン処理なし 255.4 \pm 15.1 MPa であり、オ

ゾン処理の有無によるボンディング材の超微小押し込み硬さに有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。



メガボンドおよびトライエスボンドの弾性率測定結果を図 3、4 に示す。メガボンドの弾性率はオゾン処理あり 9.7 \pm 0.9 GPa、オゾン処理なし 9.5 \pm 1.2 GPa であり、オゾン処理の有無によるボンディング材の弾性率に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。トライエスボンドの弾性率はオゾン処理あり 8.9 \pm 0.8 GPa、オゾン処理なし 9.2 \pm 0.4 GPa であり、オゾン処理の有無によるボンディング材の弾性率に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。



メガボンドにおけるオゾン処理ありの接着界面の SEM 写真を図 5 に、オゾン処理なしの SEM 写真を図 6 に示す。オゾン処理の有無による接着界面の微細構造に明らかな差は認められなかった。

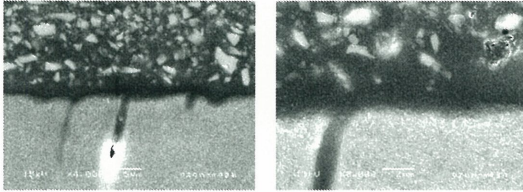


図 5：メガボンドにおけるオゾン処理ありの接着界面の SEM 像（左×4,000、右×8,000）

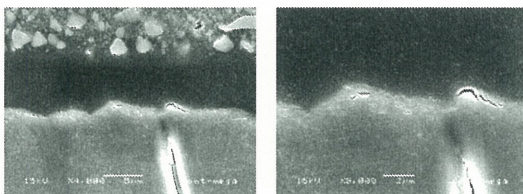


図 6：メガボンドにおけるオゾン処理なしの接着界面の SEM 像（左×4,000、右×8,000）

トライエスボンドにおけるオゾン処理ありの接着界面の SEM 写真を図 7 に、オゾン処理なしの SEM 写真を図 8 に示す。オゾン処理の有無による接着界面の微細構造に明らかな差は認められなかった。

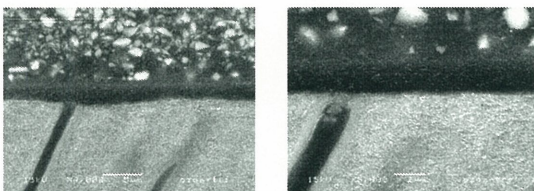


図 7：トライエスボンドにおけるオゾン処理ありの接着界面の SEM 像（左×4,000、右×8,000）

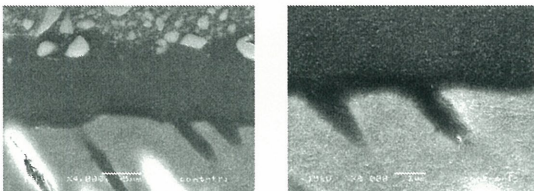


図 8：トライエスボンドにおけるオゾン処理なしの接着界面の SEM 像（左×4,000、右×8,000）

オゾンを作用させウ蝕病巣中の細菌数を大幅に減少させ、再石灰化を期待する非切削型ウ蝕治療法は、オゾンによるボンディング材の重合不良が懸念されていたが、本実験の結果よりオゾン処理はボンディング材の硬さ、弾性率および接着界面の微細構造に影響を及ぼさないことが明らかとなった。

ウ蝕治療におけるオゾンの使用は、有用であることが示唆された。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 0 件）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

原 麻由子 (HARA MAYUKO)

鶴見大学・歯学部・助教

研究者番号：80434398