

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：32404

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24792034

研究課題名(和文) 根管治療用レーザーツールの開発

研究課題名(英文) Development of novel laser manipulator for use in root canal therapy.

研究代表者

小谷 依子 (KOTANI, YORIKO)

明海大学・歯学部・助教

研究者番号：20458491

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円、(間接経費) 600,000円

研究成果の概要(和文)：牛の前歯に根管形成を行い、縦方向に2分割した。その根管壁に軟化象牙質を作製し、試料とした。Er:YAGレーザーにマニピュレーター試作品を装着し、試料の根管壁に各種条件で照射した。条件はモニター表示にて周波数3、10、30Hz、照射時間10、30、60秒の組み合わせで行った。SEMにて観察の結果、10Hzの照射群において、300mJ以上のエネルギーで10秒以上照射を行うと、根管壁に溶解したような像がみられる傾向にあった。10Hz、300～350Hz、10秒以上の根管照射で、軟化象牙質を除去できる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The front teeth of bovine were performed root canal preparation. Then, they were divided in lengthwise direction. To prepare a soft dentin in the root canal wall, it was used as a sample. It was fitted with a manipulator prototype in Er:YAG laser was irradiated under various conditions in the root canal walls of the sample. Conditions went 3, 10, 30 Hz frequency, a combination of 10, 30 and 60 seconds irradiation time in monitor display. As a result of the observation by SEM, in the irradiated group of 10Hz, the irradiation is performed for more than 10 seconds at an energy of 300mJ or more, tended to be Zogami like the dissolved root canal wall. The experimental results in a root canal irradiation, 10 seconds or 10Hz, 300～350Hz, the possibility of removing soft dentin was suggested.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学

キーワード：根管治療 高性能レーザー

## 1. 研究開始当初の背景

日常の歯科臨床において根管治療に費やされる時間・労力は過大なものである。これは、患者の苦痛も大きく、術者にとっても煩雑な治療であることを意味する。従来より歯科医師は、リーマー・ファイルを用いて根管形成を行ってきた。しかし、我々は、それらの器具が根管形成に優れているから用いているわけではなく、他に価値がある strategy を見出せないことに起因していると言える。また、近年言われている Minimum Intervention の観点から考えても、根管治療は大きな欠点を有している。すなわち、リーマー・ファイルを使用することは、同心円状に根管象牙質が削除されることになる。しかし、感染象牙質は必ずしも根管内全周に存在しているとは限らない。したがってわずかな部位に存在する感染象牙質を削除するために、その周囲の健全象牙質をすべて同心円状に削除してしまうことになる。薄くなった根管歯質は、歯根破折を招きやすく、当然ながら歯の life span は短くなると推察される。その根管形成において、根管内の健全象牙質には影響を与えずに、感染象牙質のみが選択的に削除されるならば歯科臨床を大きく変えるといっても過言ではない。リーマー・ファイルのような機械的な切削ではなく、非接触的に行えるならば、患者はもちろん、術者にとっても負担は大きく軽減されるにちがいない。

申請者は今までに、レーザーを根管形成後の根管壁に照射することにより、デブリスやスメア層が減少することから、それを応用した研究を重ね、発表してきた (Er,Cr:YSGG Laser System の根管内照射：小谷 依子 2007 日歯保存誌、根管壁象牙質に対する Er:YAG・Er,Cr:YSGG

レーザーの照射効果に関する基礎的研究：小谷依子 2008 日歯保存誌、平成 21～23 年度 科学研究費補助金 若手 B 「根管形成用レーザーマニピュレーターの開発」)。

各種高出力レーザーのなかで、Er:YAG および Er,Cr:YSGG レーザーはファイバー導入が可能であり、特に象牙質を中心とする硬組織に対して優れたアブレーション効果を有している。しかし、エナメル質に対するアブレーション能は、必ずしも高いとは言い難い。そこで、エナメル質が存在せず、象牙質だけが治療対象といえる根管内という環境は、レーザー応用に適していると考えられる。さらにレーザーの歯質に対する光特性において、吸収率は感染歯質と健全歯質では異なることが知られている。これらのことから、レーザーの象牙質に対する吸収率の違いを見極め、根管形成に適応できるのであれば、選択的に感染歯質のみを除去できる可能性を有していると考えられる。

しかし、根管という狭小な空間においてレーザー効果を発揮するのはむずかしい。管照射可能なレーザーのチップは商品化されているものもあるが、そのほとんどはレーザーの広がり角を用いて根管に照射しているに過ぎない。申請者は 2009 年より、科学研究費 (若手 B) の採用により、根管内にレーザーを効率よく照射できるレーザーツール (チップ) の開発を行っている。現在、完成したプロトタイプの根管形成用レーザーツールを用いて検討中である。

そのため、今回その研究を発展させるべく、本研究課題の提出に至った。

## 2. 研究の目的

健全象牙質の損傷を抑え、感染象牙質のみを選択除去するということは、それぞれの象牙質に影響を及ぼすものと及ぼさないもののレーザーの照射量の値を探り、その境界線を明らかにする必要がある。その結果はすでに以前の研究で明らかにしているため、その導き出された値を効率よく根管壁に当てるレーザーチップの形状をデザインすることが重要になってくる。根管形成を全てレーザーで行うことを最終目標とするが、まずは、ある程度根管形成を行った後の、感染象牙質の除去できる根管形成用レーザーマニピュレーターの開発・臨床応用を目指す。

## 3. 研究の方法

### (1) レーザーツール(チップ)プロトタイプ(試作品)改良

前年度に得られたレーザーの値を効率的に照射できるレーザーチップのデザインを行う。

製作は今回使用するレーザー機種の変更に従い、新たに製作する。

レーザー発振機の製作元と共同で製作を行う。

(2) (1)で作成したプロトタイプを用い根管照射を行い、軟化象牙質を除去できているか検討する。

根管に軟化処理を施した軟化象牙質モデルを作製する。

本研究では、ウシ歯前歯(単根)を使用した。歯頸部から切断して歯冠部を除去し、また、根尖3mmを切り落とし、根管形成を行った。根管はNi-Ti ファイルを用いて形成した際に、根管の直径が必ず1mm以上になるような根管を選択した。その後、歯軸(縦)方向に2分割にし、根管以外にマニキュアを塗布後、プランク・リュク口液に30分浸漬し、根管内を脱灰した。

レーザー照射

使用レーザー発振機(Er:YAGレーザー、ヨシダ社製)に新型マニピュレーターを装着し、試料の根管壁にニアコンタクトの状態で行った。照射条件はAir(-)、Water(-)、モニター表示で周波数3,10,30Hz、エネルギー210,300,350mJ、照射時間10,30,60秒の組み合わせで行った。

レーザー照射後の根管壁のSEM観察を行う。

エックス線マイクロアナライザー(JXA-8530F,日本電子)にて、切断した歯頸部から3,7,12mmの位置の根管、レーザー照射部位のSEM観察を行った。

## 4. 研究成果

### (1) レーザーチップの改良

本来、レーザーでの硬組織切削において、冷却機能である注水が必要と思われるが、今回の研究においては、レーザー発振機の製作サイドと検討を重ねた結果、注水・空気の出射孔があるハンドピース部分の設計が不可能であることが判明した。そのため、使用予定であったレーザー発振機では、水・空気の出力を0にすることが出来ないために、レーザー発振機の変更を余儀なくされた。そのため、その変更したレーザー発振機に合わせ、新たに接続部分の作製を行い、なおかつ、チップ部分に関しても、わずかに出される空気の排出のために、窓の部分拡大する改良を行った。結果として、各会社から販売されているレーザー発振機に接続できるハンドピース(接続)部分の作製と、チップ部分の完成となった。

### (2) 軟化象牙質を持つ根管モデルの作製とレーザー照射後のSEM観察

作製した軟化象牙質を持つ根管モデルは、ビッカース硬さですべて軟化象牙質の基準である20HV以下であり、6.2~15.2HVであった。また、染色試験により、軟化象牙質の深さは、平均1mm以下で、0.075~1.03mm

であった。そのため、本研究に使用可能な軟化象牙質根管モデルの作製を行うことが出来た。

レーザー照射後のSEM観察では、3、30Hzの照射群において、レーザーによる影響は認められず、コントロールとの違いは認められなかった。10Hzの照射群において、300mJ, 350mJのエネルギーで10秒、30秒、60秒すべてにおいて、根管壁の象牙細管の開口が無い、溶解した像が認められた。また、そのレーザーによる溶解像が認められた照射群において、根管内での位置（歯頸部から3、7、12mm）での違いは認められなかった。

### (3) まとめ

以上のことから、今回開発したマニピュレーターを用いて、Er:YAGレーザーで根管照射を行った場合、10Hz、300～350Hz、10秒以上の照射で、軟化象牙質をアブレーション出来る可能性が示唆された。

## 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3件)

Kotani Y, Kobayashi K, Takahashi T, Nakamura Y, Suzuki E, Ide Y and Shin K, Novel laser manipulator for use in root canal therapy. 明海歯科医学、査読有、42巻、2013、7-12

Kobayashi K, Kotani Y, Takahashi T, Nakamura Y, Suzuki E, Ide Y and Shin, Treatment apical breakdown in subluxated maxillary inciser. 明海歯科医学、査読有、42巻、2013、63-68

中村裕子、井出祐樹、小此木 雄、小林健二、小谷依子、高橋哲哉、申 基喆、次亜塩素酸電解水による根管洗浄が4META/MMA-TBB レジンの象牙質接着に及ぼす影響。日歯内誌、査読有、33巻、2012、

168-174

[学会発表](計9件)

鈴木瑛子、小林健二、高橋哲哉、中村裕子、小谷依子、松下知裕、藤原ひかり、横瀬敏志、薬液を応用した NiTi ファイル破折片の除去に関する研究、第139回日本歯科保存学会秋季学術大会、2013.10.17-18、秋田

中村裕子、井出祐樹、小林健二、小谷依子、高橋哲哉、申 基喆、In vitro evaluation of antimicrobial and smear layer removal ability of Neutral electrolyzed、16th BIENNIAL CONGRES of the EUROPEAN SOCIETY of ENDODONTOLOGY. 203.9.12-14, LISBON

井出祐樹、中村裕子、小林健二、小谷依子、高橋哲哉、申 基喆、A Basic Investigation of Electrochemical Dissolution of Fragments of Nickel-Titanium Endodontic Files, 16th BIENNIAL CONGRES of the EUROPEAN SOCIETY of ENDODONTOLOGY. 203.9.12-14, LISBON

高橋哲哉、小林健二、牛込瑛子、小谷依子、中村裕子、申 基喆、薬液を応用した NiTi ファイル破折片の除去に関する研究、第138回日本歯科保存学会春季学術大会、2013.6.27-28、福岡

井出祐樹、中村裕子、小林健二、小谷依子、高橋哲哉、申 基喆、Analysis of Cytotoxic Mechanism of hypochlorous-acid Electrolyzed Water, 世界歯内療法学学術大会(IFEA) 2013.5.24-26、東京

橋島弓子、小谷依子、小林健二、中村裕子、高橋哲哉、井出祐樹、申 基喆、3根管を有する下顎小臼歯の歯内療法、137回日本歯科保存学会秋季学術大会、2012.11.22-23、広島

小林健二、高橋哲哉、小谷依子、中村裕子、井出祐樹、申 基喆、薬液を応用した NiTi

ファイル破折片の除去に関する研究 - 破断面性状が腐食に及ぼす影響 - 、第 137 回日本歯科保存学会秋季学術大会、2012.11.22-23、広島

高橋哲哉、小林健二、牛込瑛子、小谷依子、中村裕子、申 基喆、薬液を応用した NiTi ファイル破折片の除去に関する研究 - 薬液の間欠的な浸漬が腐食に及ぼす影響 - 、第 136 回日本歯科保存学会春季学術大会、2012.6.28-29、沖縄

井出祐樹、中村裕子、植村直己、小林健二、小谷依子、高橋哲哉、坂上 宏、申 基喆、次亜塩素酸電解水の細胞障害性とその作用機序の解析、136 回日本歯科保存学会春季学術大会、2012.6.28-29、沖縄

〔図書〕(計 2 件)

横瀬敏志、小林健二、中村裕子、門倉弘志、小谷依子、高橋哲哉、鈴木瑛子、橋島弓子、井出祐樹、高良芳樹、藤原ひかり、松下知裕、横山博一、三木浩司、歯内療法学実習書 2013 年度版、リュウワ印刷、2013、34

申 基喆、小林健二、中村裕子、小谷依子、高橋哲哉、小此木 雄、牛込瑛子、橋島弓子、井出祐樹、大山蓉子、国島隼也、高良芳樹、武田典子、歯内療法学実習書 2012 年度版、リュウワ印刷、2012、34

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

小谷 依子 (KOTANI, Yoriko)

明海大学・歯学部・助教

研究者番号 : 24792034