



Title	赤外線サーモグラフィを用いた歯根亀裂診断法の開発
Author(s)	松下, 真美
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/58446">https://hdl.handle.net/11094/58446</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

電顕法を用いて、FCT I型線毛がバイオフィルム形成と自己凝集に関与する，  
さらに，線毛構成タンパクがカイコモデルにおける致死毒性に関与することも  
明らかにした．

以上より本研究は博士（歯学）の学位に値するものと認める．

【34】

氏 名	松下(徳川) 真 美
博士の専攻分野の名称	博 士 (歯 学)
学 位 記 番 号	第 2 4 4 9 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 23 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 歯学研究科分子病態口腔科学専攻
学 位 論 文 名	赤外線サーモグラフィを用いた歯根亀裂診断法の開発
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 恵比須繁之 (副査) 教 授 竹重 文男 准教授 北村 正博 准教授 村上 秀明

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 【研究目的】

歯根に生じる破折や微小な亀裂に対して、現時点で、正確な確定診断を下すことは困難である。一方、赤外線サーモグラフィは温度分布を画像表示して微小欠陥等の不連続性を検知できる可能性がある。本研究では、ヒト抜去歯を用いた歯根亀裂モデルを新たに作成し、超音波振動により亀裂部分に生じた摩擦熱を赤外線サーモグラフィで計測するVibroIR法を応用し、赤外線サーモグラフィを用いた歯根亀裂診断法の開発を試みた。

### 【材料および方法】

#### 1. 歯根亀裂モデルの作成法

本研究の趣旨に同意した患者から抜去された歯の歯冠部分を削除して、根管拡大を行い、根管内にシリコン印象材を満たし、エポキシレジンにて包埋した。硬化後、印象材を除去し、実体顕微鏡で観察しながら、テーパー付き圧子で根管内に荷重負荷をかけて亀裂を発生させた。

#### 2. VibroIR 法を用いた歯根亀裂の検出方法

歯科用超音波治療器に超音波チップを取り付け、37℃の環境下で、超音波出力を 0.43W、0.63W、0.80W、0.89W、1.18W、1.48W とし、亀裂から 0°、30°、45°、60°、90° 離れた部位を超音波負荷部位とし、出力と超音波負荷部位を変化させて、試料の根管壁に超音波振動を与えた。そして、亀裂面に生じた摩擦熱を VibroIR 法に準じて赤外線サーモグラフィにて記録した。結果から、歯科用超音波治療器の最適出力および超音波チップ先端の位置とそれぞれの亀裂の検出時間の関係について、一元配置分散分析と Scheffe 法(危険率: 5%)を用いて検定した。

#### 3. 赤外線サーモグラフィ計測に用いた試料の亀裂幅の測定

赤外線サーモグラフィ解析後の試料をエポキシレジンに包埋し、硬化後、マイクロカッターにて厚さ約 60 μm の切片を作成し、光学顕微鏡を用いて亀裂幅の測定を行った。

#### 4. 歯科用マイクロスコープによる亀裂の検出

同一切片を歯根亀裂検知液 (Canal Blue®, VDW GmbH) で染色し、歯科用マイクロスコープにて観察した。

#### 5. チップ形態の差異が亀裂の検出に及ぼす影響の検討

歯科用超音波治療器に湾曲型チップ、直線型チップ、スケーラーチップ、あるいはクラウン撤去用チップを装着し、出力 0.89W と超音波負荷部位 60° の条件下、新たに作成した歯根亀裂モデル (N=10) の根管壁に微小振動を加え、赤外線カメラで計測した。そして、チップによる亀裂の検出時間の差を一元配置分散分析 Turkey-Kramer 法 (危険率: 5%) にて検定した。

#### 6. 加振なしでの亀裂の検出

超音波振動を使用せず、空洞放射効果を利用して、亀裂を検出する方法について検討を行った。歯根亀裂モデル (N=10) を、恒温室内 (37℃) で、振動を与えず、0 分、15 分、30 分および 45 分後にそれぞれ赤外線サーモグラフィで撮影した。

#### 7. 鏡を使用した VibroIR 法による亀裂の検出

新たに歯根亀裂モデルを作成し (N=6)、直線型チップを用いて、亀裂モデルに振動を与えた。実験条件は、室温 25℃、超音波出力 0.63W とした。計測は比較のため、鏡を用いないおよび鏡を用いた場合で行った。鏡を赤外線サーモグラフィおよび試料の根管軸に対して 45° に設置し、試料が鏡を通じて、赤外線サーモグラフィに写るように計測を行った。

#### 8. 根管内部に局限して存在する亀裂の検出

新たに歯根亀裂モデルを作成し (N=5)、直線型チップを用いて、亀裂モデルに振動を与え、赤外線サーモグラフィを用いて計測を行った。実験条件は、室温 25℃、超音波出力 0.63W、超音波負荷部位は 60° とした。そして、根管内部を垂直に走る亀裂が撮影できるように、赤外線サーモグラフィを根管軸に対して約 45° に設置し、超音波振動を与えて、根管内壁に存在する亀裂を計測した。

## 【結果】

1. 本研究で考察した亀裂作成法により、4～78  $\mu\text{m}$ の亀裂幅を持つ試料を作成できた。
2. 超音波負荷部位が0°、30°、45°、60°のいずれにおいても、出力が増加すると検出時間が短くなる傾向があり、出力0.89W以下と0.89Wの間で検出時間に有意差が認められた。また、超音波負荷部位が90°では亀裂の検出が不可能であった。
3. 亀裂幅4～35.5  $\mu\text{m}$ では赤外線サーモグラフィ解析による亀裂の検出が可能であった。
4. 歯科用マイクロスコープでは、亀裂幅18.5  $\mu\text{m}$ 以下の亀裂の検出が困難であった。
5. 全てのチップの検出時間を比較すると有意差はなかったものの、BRDチップを用いた場合は他に比べて、検出時間が比較的短いことが認められた。
6. 超音波振動を加えず、気化熱および空洞放射効果によって亀裂は観察できなかった。
7. 鏡を使用しても、不使用の場合と同様、亀裂の検出が可能であった。

## 【考察および結論】

本研究により、VibroIR法を用いた歯根亀裂診断は、亀裂幅35.5  $\mu\text{m}$ 以下の歯根亀裂の検出に有効であること、歯科用超音波治療器の出力は0.89W、超音波負荷部位の角度間隔は45°以下（根管周囲を90°ごとに4回計測）が適切であることが分かった。また直線型チップが有効であること、さらに超音波振動による摩擦熱等の付加的な熱の発生が必要なことが確かめられた。赤外線サーモグラフィの角度を変化させ、鏡を併用しても、根管内壁の亀裂の検出が可能であったことから、本手法の臨床応用での有用性が示唆された。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、ヒト抜去歯を用いて歯根亀裂モデルを作成し、赤外線サーモグラフィーによる歯根亀裂診断法の開発を試みたものである。

その結果、超音波振動により亀裂部分に生じた摩擦熱を赤外線サーモグラフィーを用いて計測することで、幅が4.0～35.5  $\mu\text{m}$ の微小亀裂を検出できることが明らかにされた。

以上の研究成果は、現在臨床的に確定診断することが極めて困難な微小亀裂の新規診断法の開発研究に新たな知見を加えるもので、博士（歯学）の学位授与に値するものと認める。