

義歯装着患者に対するQLF法の応用

分担研究者 川崎弘二 大阪歯科大学口腔衛生学講座 講師

研究要旨

QLF (Quantitative Light-induced Fluorescence) 法による義歯装着患者の歯垢や歯石の量的評価の可能性を検索することを目的に研究を行った。義歯装着患者の残存歯の頬、舌、咬合面、義歯の義歯床面、人工歯およびクラスプをQLF法により撮影した結果、人工的な歯科材料でも材質によっては蛍光が見られることから、義歯装着患者の評価にQLF法の応用が可能であることが分かり、歯垢あるいは歯石の付着を示すといわれている赤色蛍光が鉤歯および人工歯表面に観察されることが分かった。以上の結果から、義歯装着患者においてもQLF法による歯石や歯垢の定量的評価が応用可能であることが示唆された。

A. 研究目的

高齢化社会を迎えている我が国においては、高齢者の増加とともに、有床義歯補綴の需要が高まりつつあるのが現状である。義歯の不調和が引き起こす影響は、口腔内だけにとどまらず、心身に深く関わっていることが指摘されているが、義歯や支台歯に付着する歯石や歯垢の定量的指標はあまりみられないのが現状である。

エナメル質の表層化脱灰を、歯の持つ自家蛍光を応用した光誘導蛍光定量法 (Quantitative Light-induced Fluorescence, 以下QLF法とする)¹⁾ によって非破壊的な定量的観察が可能であることは知られているが、近年、歯垢の検出²⁾ や感染象牙質の除去や修復物の評価についてもQLF法の応用が試みられつつあり、多様な分野へのQLF法の応用が期待されている。そこで我々は、QLF法による歯垢や

歯石の量的評価の可能性を検索することを目的に研究を行った。

B. 研究方法

被験者は本学附属病院に来院され、欠損歯部を可撤性局部床義歯にて補綴されている成人3名（被験者A, B, C）で、実験開始前にインフォームドコンセントの取得を行った。なお、本研究は本学の倫理委員会の承認を得て行った。

被験者Aは70歳女性、義歯装着後約2年で、義歯清掃は1日に1回手用歯ブラシにて行っている。被験者Bは50歳女性、義歯装着後約半年で、義歯清掃は1日に2回手用歯ブラシにて行っている。被験者Cは74歳女性、義歯装着後約7年で、義歯清掃は1日に2回手用歯ブラシにて行っている。すべての被験者において夜間は装着せず水に浸けており、義歯洗浄剤は使用して

いなかった。



図1 被験者Aの義歯

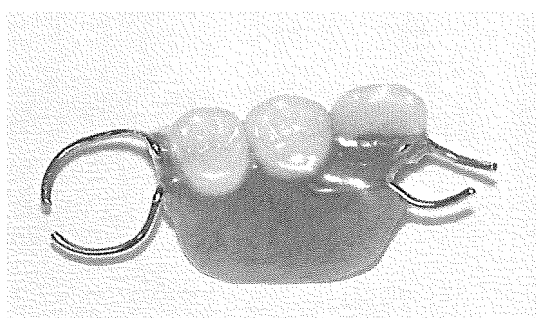


図2 被験者Bの義歯

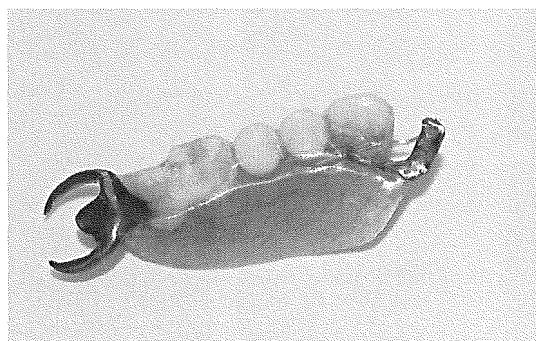


図3 被験者Cの義歯

各被験者について、残存歯の頬、舌、咬合面、義歯の義歯床面、人工歯およびクラスプを Inspektor Pro システム (Inspektor Research Systems 社, オランダ) およびペンスコープ (モリタ製作所) による撮影を行った。Inspektor Pro システムでは撮影した画像をデジタル画像としてコンピュータに取り込み、画像解析ソフトウェア

Inspektor Pro プログラム (Inspektor Research Systems 社, オランダ) にて蛍光強度の評価を行った。

C. 研究結果

被験者の義歯を観察した結果、義歯床部、クラスプ、残存歯のうち全部鑄造冠などの金属部には蛍光が観察されなかった。一方、残存天然歯、人工歯 (レジン歯、硬質レジン歯) には蛍光が観察された。

初期う蝕の観察については、多くの支台歯には全部鑄造冠が装着されており、蛍光を発しなかったため QLF 法による評価ができなかった。しかし、歯垢や歯石の存在を示す赤色蛍光は、画像解析の結果、最大蛍光強度を示す ΔR_{Max} の値は被験者Bの支台歯で 29%、被験者Cの人工歯表面で 502%であった。

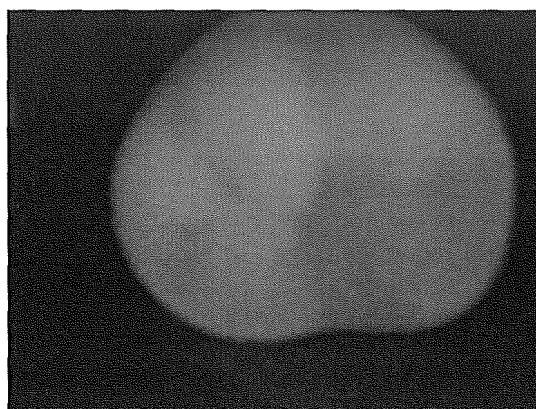


図4 Inspektor Pro システムにより取得したレジン歯のデジタル画像

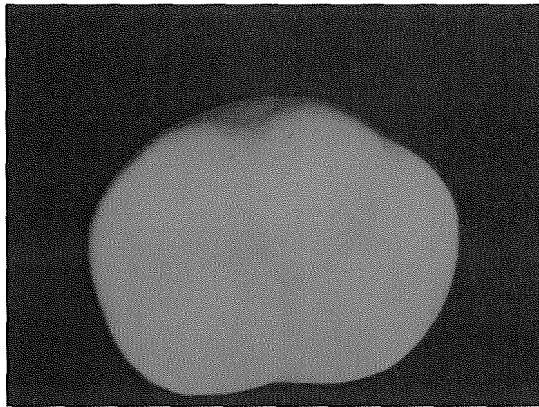


図5 ペンスコープにより取得したレジン歯のデジタル画像

D. 考察

Inspektor Pro システムおよび、ペンスコープによる撮影を行った結果、義歯床部、クラスプおよび残存歯のうち全部鑄造冠などの金属部は蛍光が観察されなかったが、残存天然歯、人工歯（レジン歯、硬質レジン歯）には蛍光が観察された。このことから、人工的な歯科材料でも材質によっては蛍光が見られることから、これらの材料の評価に QLF 法の応用が可能であることがわかった。

天然残存歯のうち、すべての被験者に初期う蝕の存在を示す蛍光強度の減少した灰色部分を保有する歯が観察されたが、支台歯には観察されなかった。その理由として、多くの支台歯には全部鑄造冠が装着されており、蛍光を発しなかったため QLF 法による評価ができなかったこと、義歯装着期間の長短、および被験者の口腔清掃行動の優劣が関与したためと考えている。

一方、川崎ら²⁾によると歯垢あるいは歯石の付着を示すといわれている赤い蛍光は、被験者 B の支台歯および被験者 C の人工歯表面に観察された。画像解析の結果、最大

蛍光強度を示す ΔR_{Max} の値は被験者 B の鈎歯で 29%、被験者 C の人工歯表面で 502%であった。

E. 結論

人工的な歯科材料でも材質によっては蛍光が見られることから、義歯装着患者の評価に QLF 法の応用が可能であることが分かり、歯垢あるいは歯石の付着を示すといわれている赤色蛍光が鈎歯および人工歯表面に観察されることが分かった。以上の結果から、義歯装着患者においても QLF 法による歯石や歯垢の定量的評価が応用可能であることが示唆された。

引用文献

- 1) de Josselin de Jong E et al. A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res* 29(1):2-7,1995.
- 2) 川崎弘二, 酒井怜子, 高島隆太郎ほか. 歯垢の検出に対する QLF 法の応用. *口腔衛生会誌* 54・4号:313, 2004.

F. 健康危険情報

研究の結果、得られた成果の中で健康危険情報として厚生労働省に報告すべき点はみられなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

加藤尚, 川崎弘二, 神原正樹, 兼平治和,

前田照太, 井上宏. 義歯装着患者の歯垢・
歯石に対する光誘導蛍光定量法の応用.
日本補綴歯科学会雑誌 49 (113 回特別
号); 98 : 2005.

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

特になし

2. 実用新案登録

特になし

3. その他

特になし

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

口腔内蛍光測定用のプローブ開発

分担研究者 松村英夫 独立行政法人・産業技術総合研究所
光技術研究部門 主任研究員

研究要旨

口腔内齲蝕などの疾患の早期発見に利用が研究されているQLF (Qualitative Light Fluorescence)法のさらなる展開の一つとしてプローブ粒子とQLFとを組合せた手法の開発を目指した。これが実現すれば極初期齲蝕の検出も可能となると考えられる。今期は実際の抜歯サンプルを用いるとともに、分子量（鎖長）の異なる高分子が表面に吸着した酸化鉄微粒子を準備し脱灰部への吸着能の違いを調べた。

A. 研究目的

口腔内疾患の齲蝕などの早期発見に利用が試みられているQLF (Qualitative Light Fluorescence)法の新規な発展を探る目的で、極めて初期の齲蝕等の発見の可能性に結びつくプローブの開発を研究目的とする。QLF法で歯を観察すると健康な歯のエネメル質からはほぼ均一な黄緑色蛍光（青色励起）を発光する。齲蝕などでエネメル質に欠損を生ずると蛍光強度が低下する。この方法を拡張してさらに極く初期疾患状態の歯の部分に吸着し歯からの蛍光発光を阻害するプローブ粒子の開発を試みる。

B. 研究方法

方法論としては、極めて初期の齲蝕部位に結合するとともに、QLFで使用される励起光波長（青色光）や蛍光波長（緑黄色あるいは赤色）の光を吸収する微粒子の開発をおこない、均一的蛍光発光の健康歯部位と極初期齲蝕部位との区別化を行うことである。

当期は以下のような実験を行った。歯試料に接触・吸着させる微粒子系としてヘマタイト微粒子（約2ミクロン）をもちいた。これはQLFにおいて使用される励起光波長や蛍光波長の光を吸収する光特性をもつ。ヘマタイト粒子の表面性状を変えるため種々の分子

量の Poly-L-lysine (PLL) をその表面に吸着処理をおこなった。それぞれ分子量、2,900、22,400、189,400 の Poly-L-lysine 塩酸塩の水溶液にヘマタイト粒子を加え回転攪拌装置で混合攪拌を行い吸着処理した。このとき、Poly-L-lysine はヘマタイト粒子に比べ過剰量とした。(図1. 参照)

抜歯試料(人の歯)を準備し標準的脱灰液を含浸した脱脂綿あるいは濾紙のパッチを歯試料の特定部位に任意時間付着させる。脱灰液組成は CaCl_2 : 3 mM, KH_2PO_4 : 10 mM, NaCl : 100 mM、乳酸: 100 mM、pH 4.5 である。任意の処理時間後にパッチを外し、蒸留水で洗浄後プローブ微粒子分散液と接触させる。水洗後蛍光顕微鏡観察をおこなう。抜歯サンプル全体の観察は低倍率の実体顕微鏡に蛍光観察用光源として水銀ランプ光源を付加したものを使用し、また倍率をあげた観察は倒立型蛍光顕微鏡(Xeランプ光源)を用いて行った(対物レンズ x 5、x 20 倍)。

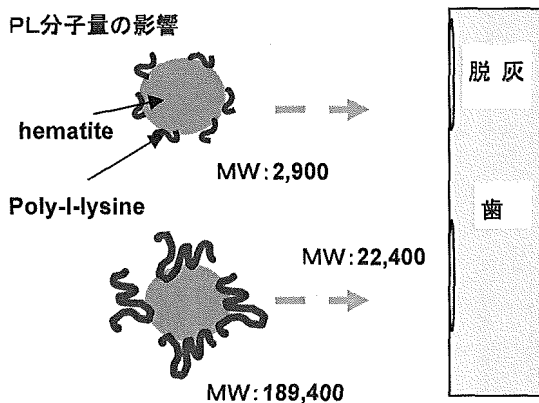


図1.

C. 研究結果

図2a 及び図2bに標準的脱灰液を含浸し

た脱脂綿を載せた状態で脱灰処理を行っている歯試料と脱灰処理後に脱脂綿を除いた歯試料の写真を示す。この脱灰処理はQLFで容易に暗部画像として観察できる程度のものである。

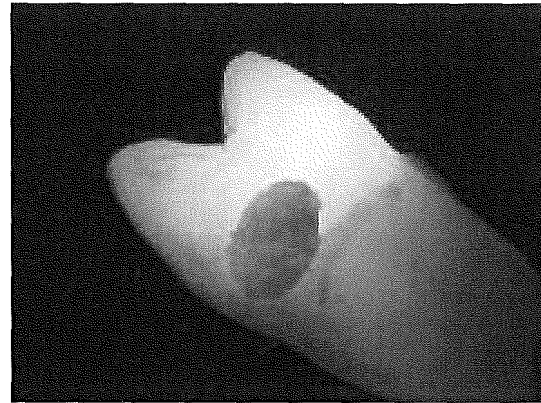


図2a.



図2b.

図3は図2の試料をPLL吸着処理したヘマタイト粒子分散液と混合した後水洗した試料の顕微鏡写真を示す。図2bの脱灰部と非脱灰部の境界付近の拡大写真である。このうち図3a,bはPLL分子量2,900、図3cは分子量、189,400の場合である。図3aの低倍率像の右側下部に見られる暗部は脱灰部である。図3bの高倍率像には非脱灰部と脱灰部の境界付近に微粒子が付着した黒点が観察されるが完全な脱灰部で黒点を観察するのは難しい。

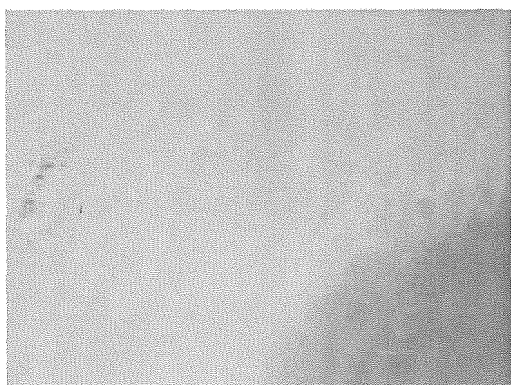


図 3 a. 対物レンズ x 5 倍

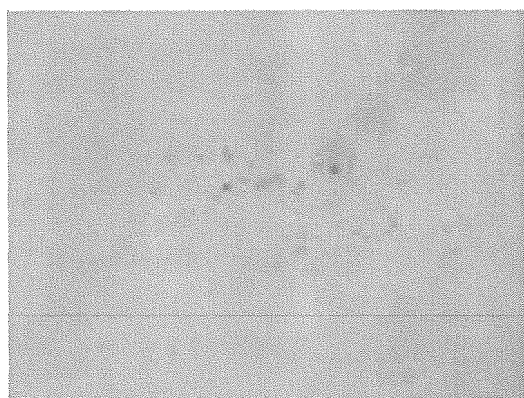


図 3 b. 対物レンズ x 20 倍

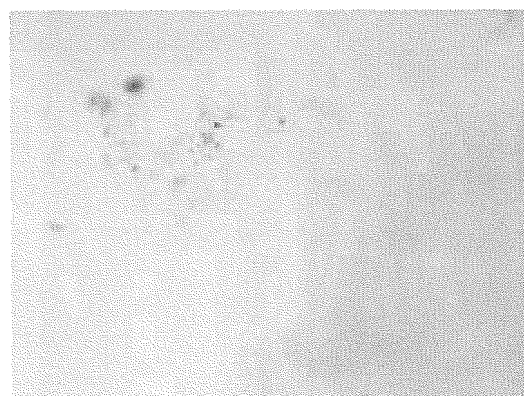


図 3 c. 対物レンズ x 20 倍

図 3 c は高分子量の PLL (189,400) を用いた場合の図 3 b に相当する像である。やはり、非脱灰部と脱灰部の境界付近に微粒子が付着した黒点が観察されるが完全な脱灰部には黒点はみられない。

次に、脱灰処理の程度が大きくない場合について述べる。図 4 a と 図 4 b はそれぞれ脱灰液を含んだ濾紙パッチを着けたときと処理後剥がしたときの像である。図 4 b から判るように実体顕微鏡での QLF 像からは暗部が観察されない程度の脱灰処理によるものである。

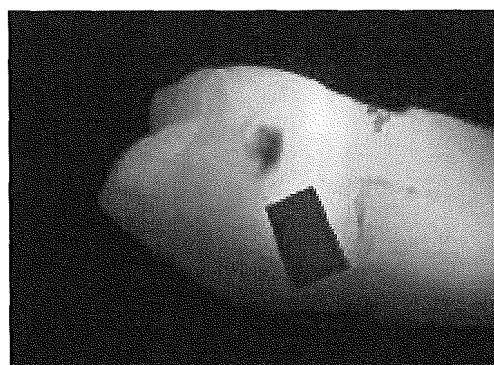


図 4 a.

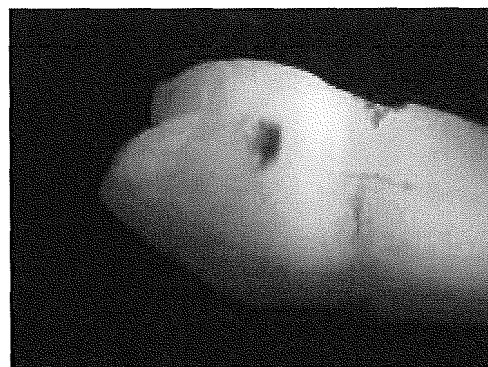


図 4 b.

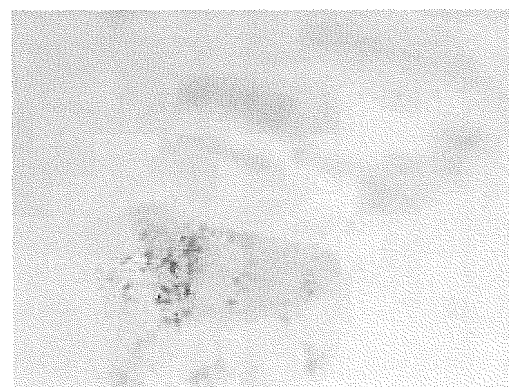


図 4 c. 対物レンズ x 20 倍

図4 cにはPLL (189, 400) 吸着処理粒子分散液に歯試料を入れた後洗浄乾燥した試料の顕微鏡像を示す。図4 bでは暗部が観測されなかった領域でも微粒子が付着した黒点が観測され、歯表面が脱灰している可能性を示している。

別の歯試料において上記と同様な実験をPLL の分子量を変えて行った結果を図5に示す。分子量が大きいPLL(189, 400)とPLL (22, 400)では粒子吸着による黒点が観察されたが、分子量が極めて小さいPLL(2, 900)では黒点は容易には観察されなかった。

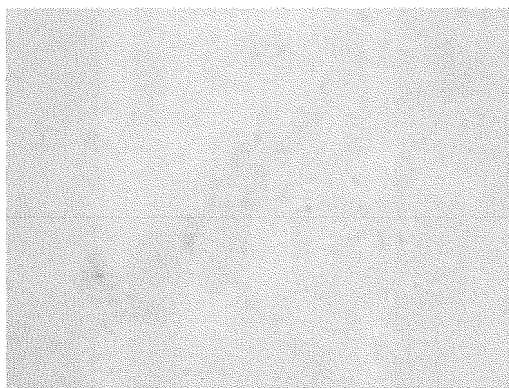


図5 a. PLL(189, 400)

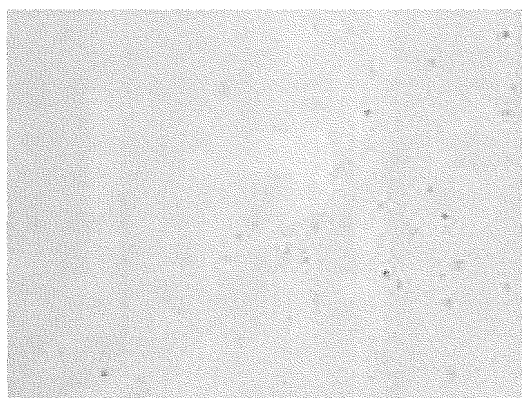


図5 b. PLL (22, 400)

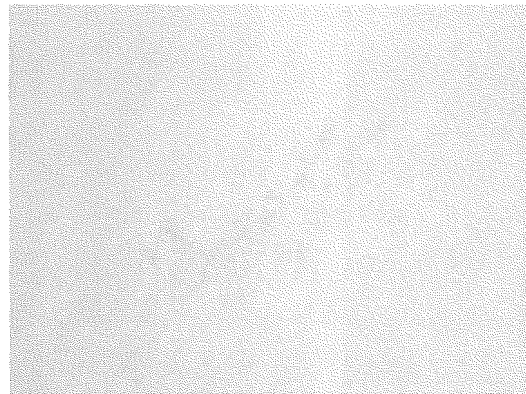


図5 c. PLL(2, 900)

D. 考察

Poly-L-lysine コートのヘマタイト粒子はPLL 分子量がある程度大きな方が吸着し易い傾向が見られた。また、脱灰が中程度あるいは処理/非処理境界面近傍に吸着粒子多くみられる傾向であった。

E. 結論

通常のQLF法では判別が難しい極めて初期の齲蝕発見の可能性がこのプローブ併用法で行える可能性が高いことが確認されたが、まだサンプル試料数が少ないため今後の詳細な研究が期待される。

F. 健康危険情報： 特になし。

G. 研究発表

1. 論文発表

*「リボソームの固体微粒子との複合化とエレクトロ・パーミエーション」松村英夫、リボソーム応用の新展開、NTS社、2005、p388-395.

*「荷電粒子表面における電気二重層の動的特性と相互作用」西村聡、松村英夫、テクノシステム社、印刷中。

2. 学会発表

「交流電場下におけるシリカ系粒子の配列挙動に及ぼす電気二重層の効果」西村聡、松村英夫、小菅勝典、山口智彦、第58回コロイドおよび界面化学討論会。

H. 知的財産権の出願・登録状況： 特になし。

歯列不正と齲蝕との関連評価、臨床試験

分担研究者 相馬邦道

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科咬合機能矯正学分野 教授

研究要旨

叢生、空隙および低位咬合（犬歯低位唇側転位や開咬など）の状況と、歯垢・歯石付着および初期齲蝕との関連性を明らかにすることを目的に、矯正歯科外来来院患者の上下顎前歯部を QLF 法により撮影した診査資料を用い、比較検討した。その結果、叢生がある部位では処置済みの齲蝕が多かった。口腔清掃不良の若年者では、叢生、低位咬合部位により多くの初期齲蝕が認められる傾向にあった。また、同一個人内において、叢生、空隙、低位咬合がある部位では、叢生、空隙、低位咬合がない部位に比べ、赤色蛍光を発する歯垢や歯石の付着が多かった。母集団全体でも同様の傾向であった。さらに、矯正歯科治療既往者に同様の診査を行ったところ、叢生、空隙、低位咬合が改善し、歯垢・歯石の付着も少ない傾向にあった。QLF 法を用いた本研究により、叢生、空隙および低位咬合と、歯垢・歯石付着および初期齲蝕との関連性が明らかになり、齲蝕や歯周疾患の予防に対する矯正歯科治療の意義がより客観的に再認識された。

A. 研究目的

一般に歯列不正部位や不正咬合部位は、自浄作用や口腔清掃の効率が低下しやすいことから、歯垢や歯石が堆積し、齲蝕や歯周疾患に罹患しやすいと考えられている¹⁻²¹⁾。しかしながら、歯列不正や不正咬合と歯垢・歯石の付着および齲蝕との関連について、初期齲蝕や歯周病関連菌まで含めた科学的根拠は、いまだ十分とはいえない。

近年、エナメル質表層下脱灰を生体に対して非侵襲的に定量観察できる定量的光励起蛍光（Quantitative Light-induced Fluorescence: QLF）法が開発²²⁻²⁴⁾・検証され²⁵⁻³⁸⁾、初期齲蝕の検出や再石灰化の経

時的観察などに応用されている³⁹⁻⁴⁸⁾。さらにこの QLF 法を応用した光学診査により、歯垢や歯石が発する自家蛍光も検出できることが明らかになっている⁴⁹⁻⁵⁰⁾。

本研究では上下顎前歯部の歯列不正、不正咬合である叢生、空隙および低位咬合の状況と、歯垢・歯石付着および初期齲蝕状態との関連性を明らかにすることを目的に、主に QLF 法を用いて検討を行った。

B. 研究方法

東京医科歯科大学歯学部附属病院矯正歯科外来の9歳から29歳までの外来来院患者の術前・術中診査並びに口腔衛生指導時の

資料を用いた。

矯正歯科治療前患者の上下顎前歯部（永久中切歯・側切歯・犬歯）について、歯列不正、不正咬合のうち叢生、空隙の有無、低位咬合（犬歯低位唇側転位や開咬、萌出中などで咬合線に達していないもの）の有無、口腔清掃状態、その他の特記事項等を記録した。必要に応じて、小白歯・大白歯部、欠損部や抜歯部位の周囲などについても記録した。

QLF 法におけるリアルタイム口腔内蛍光ビデオカメラ（Inspektor Pro 口腔内蛍光カメラ、Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, The Netherlands）を用いて、アングルワイダーを装着して口腔内全体の蛍光観察を行った。

次に、上下顎中切歯・側切歯・犬歯の唇側面と舌側面、および必要に応じた部位の静止画を撮影し、デジタル画像としてパーソナルコンピュータ内のハードディスクドライブに保存した。静止画の撮影にあたっては可及的に、ガーゼやエアダスターにより歯面の乾燥を保つこと、外光が入らないようにカメラの周囲を手で覆うこと、カメラの向きを規格化することについて配慮した。歯垢・歯石や着色が顕著であった場合は、初期齲蝕が確認できるよう研磨清掃し、再度撮影を行なった。

さらに、必要に応じて、付属の画像解析ソフトウェア（Inspektor Pro Software, Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, The Netherlands）により、初期齲蝕病巣に関しては、平均脱灰深さを表す平均蛍光強度減少度（ $\Delta F\%$ ）、最大脱灰深さを表す最大蛍光強度減少度（ $\Delta Max\%$ ）、初期齲蝕病巣の面積を表す Area

（ mm^2 ）、脱灰量を表す ΔQ （ $\Delta F \times Area$ ）を算出した。

歯垢・歯石が発する赤色蛍光に関しては、各歯面において設定した解析エリア内における、設定した基本エリアの赤色蛍光レベルより高い赤色蛍光強度がある面積（Area）、赤色蛍光強度の平均（ ΔR Average）、赤色蛍光強度の最大値（ ΔR Max）を算出した。

得られたデータは、叢生、空隙の有無、低位咬合の有無などで分類し、統計解析ソフト（SAS Enterprise Guide Ver.3.0, SAS Institute INC, North Carolina, USA）を用いて Fisher の正確な検定を行った。

C. 研究結果

叢生がある部位では叢生がない部位に比べ、治療済みの齲蝕が多かった。まれに初期齲蝕が検出されることもあった（図1）

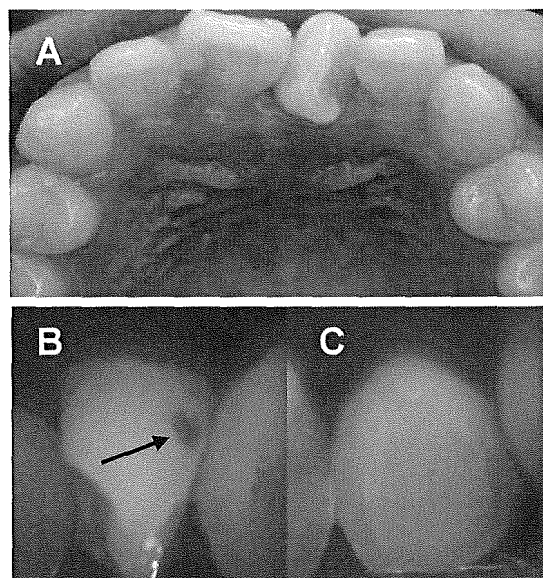


図1 成人叢生症例の一例（A：上顎前歯部、B：口蓋側からの蛍光像に見られた捻転・叢生のある上顎左側中切歯近心面の初期齲蝕（→）、C：叢生のない上顎右側側切

歯口蓋側の蛍光像)

が、多くの成人症例では初期齲蝕の段階で検出することは困難であった。

口腔清掃不良の若年者では、叢生、低位咬合部位により多くの初期齲蝕が認められる傾向にあった(図2)。

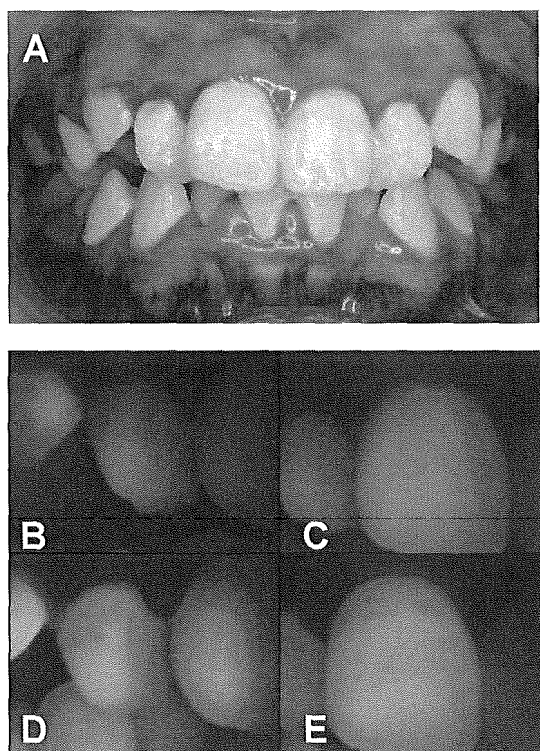


図2 叢生および低位歯を伴う若年者の口腔清掃不良症例の一例(A:赤色蛍光を発する歯垢の沈着および歯肉炎、B-D:蛍光像、B,C:歯面清掃前、D,E:歯面清掃後; B,D:上顎右側側切歯部叢生、C,E:上顎右側犬歯萌出中で低位)

叢生部位でも齲蝕好発部位である臨在歯との接触部に存在する齲蝕の疑わしき蛍光像は認められたが、確証を得るには至らなかった。隣接面の接触点周辺と同様、QLF法での検出はやや困難で、歯の移動中に接触部位を離開することによって齲蝕の存在

が確認できた(図3)。

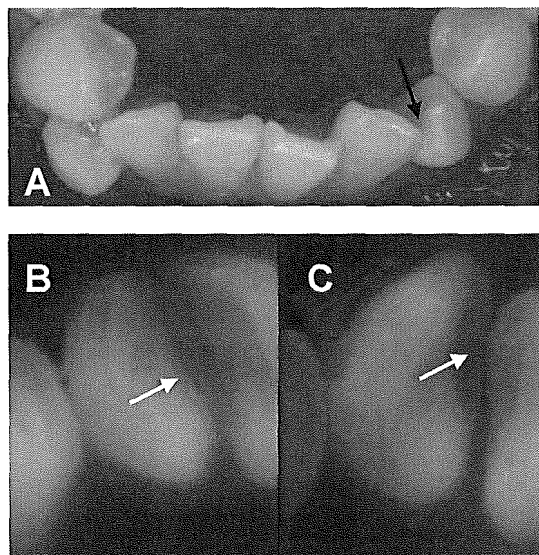


図3 叢生のある下顎左側犬歯舌側面(臨在歯との接触部位:→)の齲蝕例(A:治療前、B:治療前の蛍光像、C:拡大後の蛍光像)

同一個人内において、叢生、空隙、低位咬合がない部位(図4)に比べ、叢生(図2,5)、空隙(図6)、低位咬合(図7)がある部位では、赤色蛍光を発する歯垢や歯石の付着が多かった。特に舌側転位している歯の唇側面(図2)、唇側転位している歯の舌側面(図7)および捻転歯では顕著であった。

母集団全体でも同様の傾向であった(図8,9,10)。すなわち、叢生、空隙、低位咬合がない部位に比べ、叢生、空隙、低位咬合がある部位では、赤色蛍光を発する歯垢や歯石の付着が多く、分割表分析とFisherの正確な検定により、下顎の空隙を除き、叢生、空隙、低位咬合と赤色蛍光を発する歯垢や歯石の付着に関連性があることが示唆された。

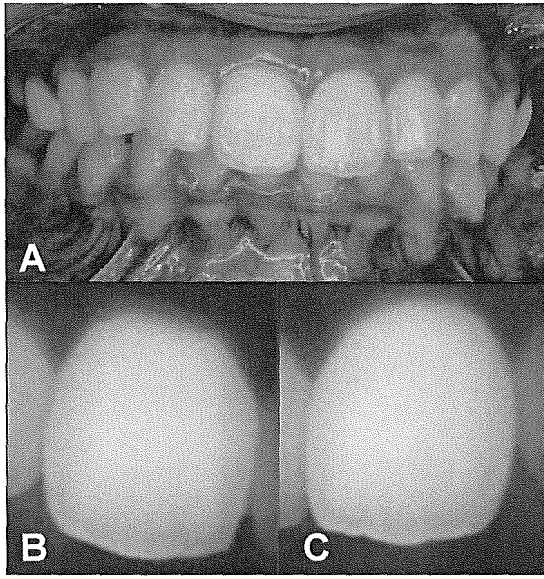


図4 叢生が少ない若年者の過蓋咬合症例

(B,C: 叢生、空隙、低位咬合がない上顎中切歯の蛍光像、周囲に赤色蛍光は認められない)

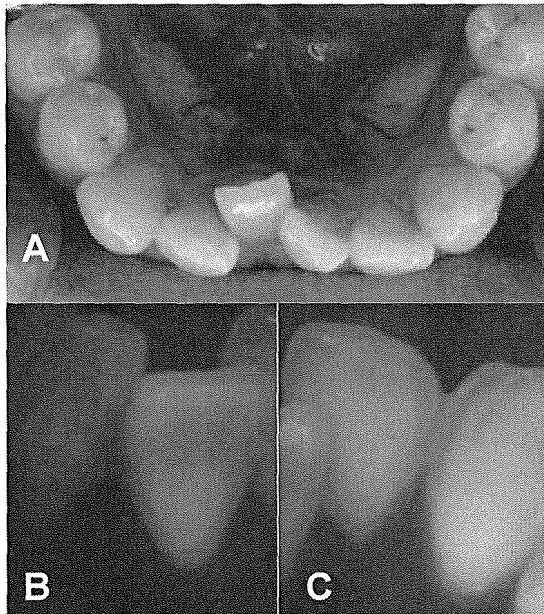


図5 叢生のある下顎前歯部舌側の一例

(A: 下顎中切歯が舌側転位している、B: 叢生のある中切歯歯頸部には赤色蛍光を発する歯石が見られる、C: 叢生のない右側犬歯周囲には明らかな赤色蛍光は認められ

ない)

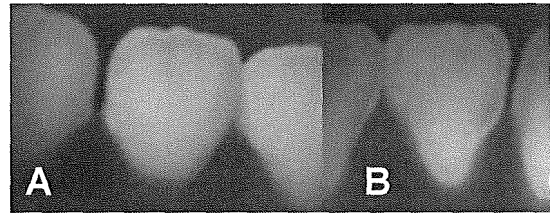


図6 空隙のある下顎切歯唇側面の一例

(A,B: 切歯部は接触点が離開してわずかな空隙が認められ、隣接面歯頸部付近に赤色蛍光を発する歯石の沈着が認められる)

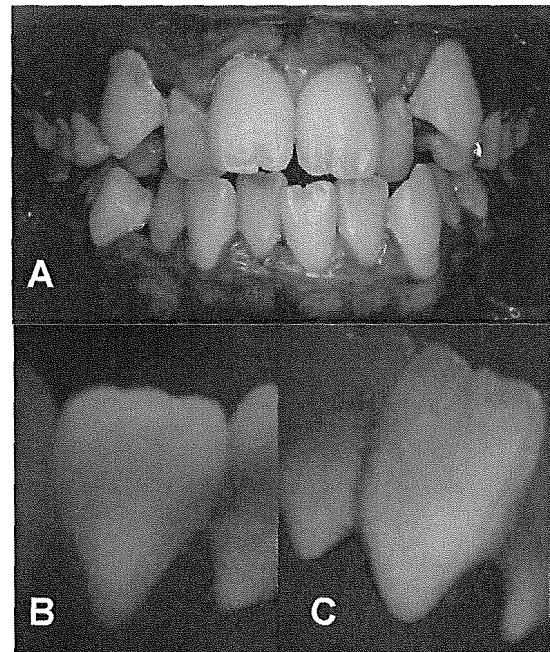


図7 叢生と低位咬合（開咬、犬歯低位唇側転位）を伴う口腔清掃不良症例の一例

(B: 叢生と低位咬合のない左側側切歯周囲に赤色蛍光を発する歯石は少ない、C: 叢生と開咬を伴う下顎中切歯部に赤色蛍光を発する歯石の沈着が多く認められる)

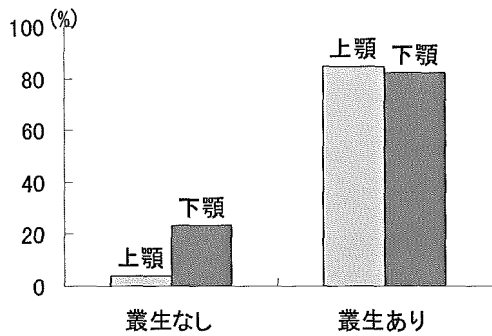


図8 叢生の有無による赤色蛍光を発する歯垢・歯石が付着している歯の割合

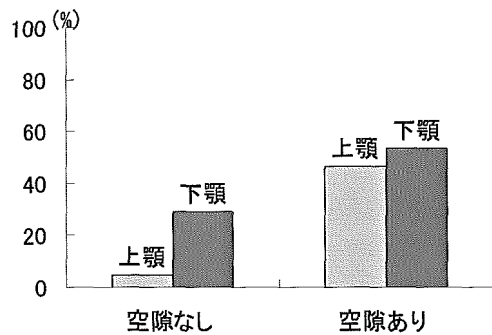


図9 空隙の有無による赤色蛍光を発する歯垢・歯石が付着している歯の割合

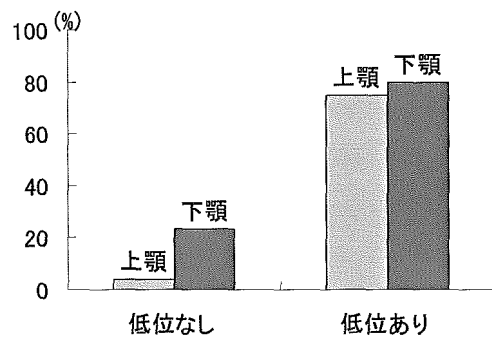


図10 低位咬合の有無による赤色蛍光を発する歯垢・歯石が付着している歯の割合

矯正歯科治療既往者では、叢生、空隙、低位咬合の改善に伴い、赤色蛍光を発する歯垢・歯石の付着も少なかった（図11）。

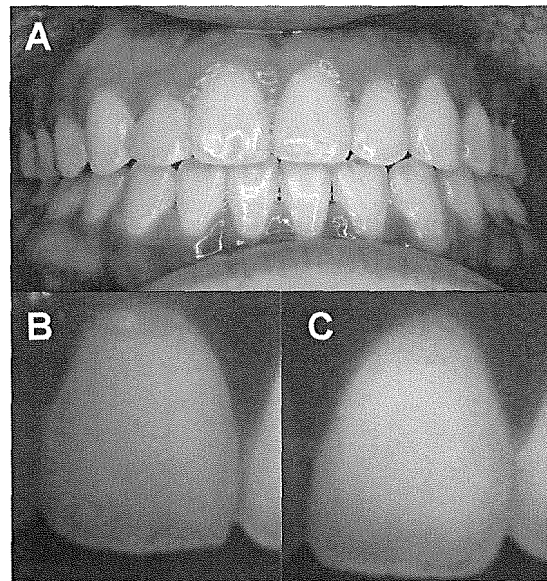


図11 矯正歯科治療既往者の一例（B,C：上顎中切歯唇側面の蛍光像）

定量データの結果については、診査者間での変動が大きいため、本報告書では削除した。

D. 考察

歯垢付着や初期齲蝕発生には、食生活習慣や口腔清掃習慣・方法、口腔内細菌層の分布など多くの因子が関与することから、個体間の比較が困難な場合があると想像できる。本研究では、歯垢・歯石付着に関わる条件の変動が比較的少ないと考えられる同一個体内において、叢生、空隙および低位咬合がある部位とない部位での比較検討を行った。その後、個体間の差についても比較検討を行った。

不正咬合患者の叢生部位は叢生がない部位に比べ、すでに齲蝕治療されていることが多く、叢生と齲蝕との関連が再確認された。予防学的見地から、初期齲蝕の段階での早期検出・再石灰化のためは、萌出直後の若年者の集団などでの検査が必要である

と考えられる。

叢生部位でも QLF 法による隣接接触面の齶蝕検出は容易ではなかったが、QLF 法で X 線の被爆なく隣接面齶蝕を検出できる可能性があるため、今後も隣接接触面の齶蝕検出に対して QLF 法の応用を検討していかねばならない。

空隙部位には、歯垢・歯石が沈着する傾向があったが、これは食片圧入の頻度や、歯ブラシを隣接面に当てる向きなど口腔清掃との関連が考えられた。今後、空隙の程度など因子も含めて検討が必要であろう。

開咬、犬歯低位唇側転位などの低位咬合歯でも歯垢・歯石が沈着する傾向があったが、これは、局所的な咬合機能低下による自浄作用低下や垂直的な転位による口腔清掃の困難さなどが原因と考えられる。

矯正歯科治療既往者では、当然ながら、叢生、空隙、低位咬合が改善し、赤色蛍光を発する歯垢・歯石の付着も少ない傾向にあった。また、近年、赤色蛍光を発する歯垢には、歯周病関連菌が多いことを明らかにしつつある⁵¹⁻⁵³⁾。以上のことから、叢生、空隙、低位咬合などの歯列不正や不正咬合を改善する矯正歯科治療は、齶蝕および歯周疾患のリスクファクターを減らし、これら二大歯科疾患の予防につながる重要な歯科治療の一分野であると考えられる。

QLF 法を用いた本研究により、齶蝕や歯周疾患の予防に対する矯正歯科治療の意義がより客観的に再認識された。

E. 結論

上下顎前歯部の歯列不正、不正咬合である叢生、空隙および低位咬合の状況と、歯垢・歯石付着および初期齶蝕状態との関連

性について、QLF 法を用いて検討を行ったところ、以下の結論が得られた。

1. 叢生、低位咬合部位は齶蝕リスクが高い。
2. 叢生、空隙、低位咬合部位は歯周病関連菌付着のリスクが高い。
3. 叢生、空隙、低位咬合を改善する矯正歯科治療は、齶蝕および歯周疾患のリスクファクターを減らし、これら二大歯科疾患の予防法の一つとして重要である。

引用文献

- 1) Ackerman M: Evidence-based orthodontics for the 21st century: J Am Dent Assoc 135(2): 162-7; quiz 227-8, 2004.
- 2) Staufer K, Landmesser H: Effects of crowding in the lower anterior segment—a risk evaluation depending upon the degree of crowding. J Orofac Orthop 65(1): 13-25, 2004.
- 3) Glans R, Larsson E, Ogaard B: Longitudinal changes in gingival condition in crowded and noncrowded dentitions subjected to fixed orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 124(6): 679-82, 2003.
- 4) Chung CH, Vanarsdall RL, Cavalcanti EA, Baldinger JS, Lai CH: Comparison of microbial composition in the subgingival plaque of adult crowded versus non-crowded dental regions. Int J

- Adult Orthodon Orthognath Surg.
15(4): 321-30, 2000.
- 5) Diedrich P: Periodontal relevance of anterior crowding. *J Orofac Orthop* 61(2): 69-79, 2000.
 - 6) Richardson ME: Late lower arch crowding in relation to skeletal and dental morphology and growth changes. *Br J Orthod* 23(3): 249-54, 1996.
 - 7) Frankel R, Loffler U: Functional aspects of mandibular crowding. *Eur J Orthod* 12(2): 224-9, 1990.
 - 8) Palin-Palokas T, Ruokokoski-Pirkkanen S: Occlusal features and caries experience. *Proc Finn Dent Soc* 86(2): 77-82, 1990.
 - 9) Helm S, Petersen PE: Causal relation between malocclusion and periodontal health. *Acta Odontol Scand* 47(4): 223-8, 1989.
 - 10) Matsue M, Sato H, Tawara H, Yamaguchi S, Lee JH, Masunaga H, Matsue I: Morphological study of periodontal tissues in the initial stage of periodontal disease. Part 1. Application of a morphological measurement and a system for evaluating the periodontal status. *Nippon Shishubyo Gakkai Kaishi*. 31(2): 691-703, 1989. in Japanese.
 - 11) Schneider HG, Markowski B: Tooth crowding and plaque development. *Fortschr Kieferorthop* 48(5): 397-406, 1987.
 - 12) el-Mangoury NH, Gaafar SM, Mostafa YA: Mandibular anterior crowding and periodontal disease. *Angle Orthod* 57(1): 33-8, 1987.
 - 13) Lombardi AV: The adaptive value of dental crowding: a consideration of the biologic basis of malocclusion. *Am J Orthod*. 81(1): 38-42, 1982.
 - 14) Buckley LA: The relationships between malocclusion, gingival inflammation, plaque and calculus. *J Periodontol* 52(1): 35-40, 1981.
 - 15) Ingervall B, Jacobsson U, Nyman S: A clinical study of the relationship between crowding of teeth, plaque and gingival condition. *J Clin Periodontol* 4(3):214-22, 1977.
 - 16) Geiger AM, Wasserman BH: Relationship of occlusion and periodontal disease: part IX-incisor inclination and periodontal status. *Angle Orthod* 46(2): 99-110, 1976.
 - 17) Paunio K: The role of malocclusion and crowding in the development of periodontal disease. *Int Dent J* 23(3): 470-5, 1973.
 - 18) Geiger AM, Wasserman BH, Turgeon LR: Relationship of occlusion and periodontal disease. 8. Relationship of crowding and spacing to periodontal destruction and gingival inflammation. *J Periodontol* 45(1): 43-9, 1974.
 - 19) Paunio K: The role of malocclusion and crowding in the development of

- periodontal disease. *Int Dent J*. 23(3): 470-5, 1973.
- 20) Matsumoto M, Kuroda Y, Taki S, Sakuda M, Takimoto K: Relationships between crowding and gingivitis: correlation between the degree of displacement of tooth and the severity of gingival. *Nippon Shishubyo Gakkai Kaishi* 15(1): 73-8, 1973. in Japanese.
- 21) Jacobson L, Linder-Aronson S: Crowding and gingivitis: a comparison between mouthbreathers and nosebreathers. *Scand J Dent Res* 80(6): 500-4, 1972.
- 22) Hafstrom-Bjorkman U, Sundstrom F, de Josselin de Jong E, Oliveby A, Angmar-Mansson B: Comparison of laser fluorescence and longitudinal microradiography for quantitative assessment of in vitro enamel caries. *Caries Res*. 26(4): 241-7, 1992.
- 23) de Josselin de Jong E, Sundstrom F, Westerling H, Tranaeus S, ten Bosch JJ, Angmar-Mansson B: A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res* 29(1): 2-7, 1995.
- 24) Al-Khateeb S, Ten Cate JM, Angmar-Mansson B, de Josselin de Jong E, Sundstrom G, Exterkate RA, Oliveby A: Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. *Adv Dent Res* 11(4):502-6, 1997.
- 25) Pretty IA, Edgar WM, Higham SM: A study to assess the efficacy of a new detergent free, whitening dentifrice in vivo using QLF planimetric analysis. *Br Dent J* 13:197(9): 561-6, 2004.
- 26) Vieira AP, Hancock R, Eggertsson H, Everett ET, Grynpsas MD. Tooth quality in dental fluorosis genetic and environmental factors. *Calcif Tissue Int* 76(1): 17-25, 2005.
- 27) Pretty IA, Edgar WM, Higham SM: The effect of dehydration on quantitative light-induced fluorescence analysis of early enamel demineralization. *J Oral Rehabil* 31(2): 179-84, 2004.
- 28) Pretty IA, Edgar WM, Higham SM: The validation of quantitative light-induced fluorescence to quantify acid erosion of human enamel. *Arch Oral Biol* 49(4): 285-94, 2004.
- 29) Ando M, Eckert GJ, Stookey GK, Zero DT: Effect of imaging geometry on evaluating natural white-spot lesions using quantitative light-induced fluorescence. *Caries Res* 38(1):39-44, 2004.
- 30) Pretty IA, Ingram GS, Agalamanyi EA, Edgar WM, Higham SM: The use of fluorescein-enhanced quantitative light-induced fluorescence to monitor de- and re-mineralization of in vitro

- root caries. *J Oral Rehabil* 30(12): 1151-6, 2003.
- 31) Pretty IA, Pender N, Edgar WM, Higham SM: The in vitro detection of early enamel de- and re-mineralization adjacent to bonded orthodontic cleats using quantitative light-induced fluorescence. *Eur J Orthod.* 25(3): 217-23, 2003.
- 32) Ando M, Schemehorn BR, Eckert GJ, Zero DT, Stookey GK: Influence of enamel thickness on quantification of mineral loss in enamel using laser-induced fluorescence. *Caries Res.* 37(1): 24-8, 2003.
- 33) Rousseau C, Vaidya S, Creanor SL, Hall AF, Girkin JM, Whitters CJ, Strang R, McHugh S: The effect of dentine on fluorescence measurements of enamel lesions in vitro. *Caries Res* 36(6): 381-5, 2002.
- 34) Buchalla W, Lennon AM, van der Veen MH, Stookey GK: Optimal camera and illumination angulations for detection of interproximal caries using quantitative light-induced fluorescence. *Caries Res.* 36(5): 320-6, 2002.
- 35) Pretty IA, Hall AF, Smith PW, Edgar WM, Higham SM: The intra- and inter-examiner reliability of quantitative light-induced fluorescence (QLF) analyses. *Br Dent J* 27;193(2): 105-9, 2002.
- 36) Tranaeus S, Shi XQ, Lindgren LE, Trollsas K, Angmar-Mansson B: In vivo repeatability and reproducibility of the quantitative light-induced fluorescence method. *Caries Res.* 36(1): 3-9, 2002.
- 37) Amaechi BT, Higham SM: Quantitative light-induced fluorescence: a potential tool for general dental assessment. *J Biomed Opt* 7(1): 7-13, 2002.
- 38) Ando M, Hall AF, Eckert GJ, Schemehorn BR, Analoui M, Stookey GK: Relative ability of laser fluorescence techniques to quantitate early mineral loss in vitro. *Caries Res* 31(2): 125-31, 1997.
- 39) Higham SM, Pretty IA, Edgar WM, Smith PW: The use of in situ models and QLF for the study of coronal caries. *J Dent* 33(3): 235-41, 2005.
- 40) Boersma JG, van der Veen MH, Lagerweij MD, Bokhout B, Prahl-Andersen B: Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances: influencing factors. *Caries Res.* 39(1): 41-7, 2005.
- 41) Amaechi BT, Podoleanu A, Higham SM, Jackson DA: Correlation of quantitative light-induced fluorescence and optical coherence tomography applied for detection and quantification of early dental caries. *J Biomed Opt* 8(4): 642-7, 2003.
- 42) Benson PE, Pender N, Higham SM: Quantifying enamel demineralization from teeth with

- orthodontic brackets- a comparison of two methods. Part 2: validity. *Eur J Orthod* 25(2):159-65, 2003.
- 43) Benson PE, Pender N, Higham SM: Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets- a comparison of two methods. Part 1: repeatability and agreement. *Eur J Orthod*: 25(2):149-58, 2003.
- 44) Ando M, van Der Veen MH, Schemehorn BR, Stookey GK: Comparative study to quantify demineralized enamel in deciduous and permanent teeth using laser- and light-induced fluorescence techniques. *Caries Res* 35(6): 464-70, 2001.
- 45) Angmar-Mansson B, ten Bosch JJ: Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a method for assessment of incipient caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol* 30(6):298-307, 2001.
- 46) Tranaeus S, Al-Khateeb S, Bjorkman S, Twetman S, Angmar-Mansson B: Application of quantitative light-induced fluorescence to monitor incipient lesions in caries-active children. A comparative study of remineralisation by fluoride varnish and professional cleaning. *Eur J Oral Sci* 109(2): 71-5, 2001.
- 47) Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Mansson B: Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth surface caries. *Caries Res* 35(1): 21-6, 2001.
- 48) van der Veen MH, de Josselin de Jong E: Application of quantitative light-induced fluorescence for assessing early caries lesions. *Monogr Oral Sci* 17: 144-62, 2000.
- 49) Pretty IA, Edgar WM, Smith PW, Higham SM: Quantification of dental plaque in the research environment. *J Dent* 33(3): 193-207, 2005.
- 50) Heinrich-Weltzien R, Kuhnisch J, van der Veen M, de Josselin de Jong E, Stosser L: Quantitative light-induced fluorescence (QLF)-a potential method for the dental practitioner. *Quintessence Int.* 2003 34(3): 181-8.
- 51) Koenig K, Hibst R, Meyer H, Fremming G, Schneckenburger H. Laser-induced autofluorescence of caries region of human teeth and caries-involved bacteria. *Proceedings of SPIE* 2080: 170-180, 1993.
- 52) Koenig K, Fremming G, Hibst R. Laser-induced autofluorescence spectroscopy of dental caries. *Cell Mol Biol* 44: 1293-1300, 1998.
- 53) 川崎 弘二. QLF法およびPCR法の応用による歯垢特性の評価. 初期齲蝕および歯列等の新たな診断技術の開発に関する総合的研究. 平成16年度総括・分担研究報告書. 32-35, 2005.

F. 健康危険情報

研究の結果、得られた成果の中で健康危険情報として厚生労働省に報告すべき点はみられなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

特になし

2. 実用新案登録

特になし

3. その他

特になし

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

歯周疾患患者における光診査法の応用による歯垢特性の評価

研究協力者 日吉紀子 大阪歯科大学口腔衛生学講座 大学院非常勤講師

研究要旨

歯周疾患患者において、光診査法により蛍光性歯垢が観察される部位やその蛍光強度が、歯周組織状態や歯垢中の菌叢とどのように関連しているかを検討することで、蛍光性歯垢の病原性を明らかにすることを目的として本研究を行った。その結果、蛍光性が認められる部位と、歯周組織状態との間には直接的な関連は認められなかったものの、蛍光強度が強い歯垢には、古い歯垢で多くなるといわれている *T.denticola* の比率が高くなる傾向が認められ、歯垢の蛍光性が歯垢の成熟度や病原性に関連している可能性が示された。

A. 研究目的

近年、歯面に一定の波長の可視光線を照射すると、蛍光が励起される性質を利用して、初期齲蝕や感染象牙質等の観察を行う光診査器具が開発されてきているが¹⁾、この光診査器具を歯垢の観察に応用すると、歯垢の中には赤色蛍光を発するものと発さないものが存在することが明らかとなってきた²⁾。従来、歯垢の評価は、染色剤を用いてその付着面積を診査者の視診に基づく基準で点数化する等の方法が用いられてきており、診査者の主観に左右されやすく、情報としても付着面積のみである場合がほとんどであった。それに対し、光診査法では、コンピュータによる画像解析を行うことで、蛍光を発する歯垢の、蛍光を発する面積、平均蛍光強度、最大蛍光強度測定できることから、定量的な評価を行うことが可能であり³⁾、さらにはその蛍光の有無や蛍光の強度が歯垢の質的な相違を反映

する可能性も指摘されている^{2) 4)}。本事業における前年度の報告では、蛍光を発する歯垢のなかには発さない歯垢よりも歯周病関連菌が多いことが明らかとなった。そこで、本研究では歯周疾患患者を対象に、光診査法による歯垢の観察を行い、蛍光を発する歯垢の付着部位やその蛍光強度が歯周組織状態や歯垢の菌叢とどのように関連しているかを検討することで、蛍光性歯垢の病原性を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

①被験者

被験者は、大阪歯科大学附属病院の歯周治療科に来院した患者で、インフォームドコンセントによる内容説明を行い、実験の参加に同意を得た成人 11 名とした（大阪歯科大学医の倫理委員会 承認番号 11）。

②歯垢の評価