

## 臨床指導講演

### 歯科用レーザーの臨床応用について

岡 謙次, 河野 文昭

キーワード：レーザー, 臨床応用, Er:YAG

### Clinical Application of Laser in Dentistry

Kenji OKA, Fumiaki KAWANO

**Abstract :** Several types of lasers have been developed and tried to be clinically applied to the oral area. Lasers have been used for various clinical practices, diagnosis and prevention of dental caries, treatment for periodontal disease, hypersensitive dentin, relieving pain, and root canal infections. The Er:YAG laser is the only dental laser that has the potential to ablate both dental hard tissue and soft tissue. In this report, I introduce the practical procedure of some cases using the Er:YAG laser, and discuss the utility of Er:YAG laser application on oral soft tissue or hard tissue.

#### I. はじめに

レーザーが歯科治療に用いられるようになり, さまざまな臨床報告がなされ, 基礎研究も多く報告されている<sup>1)</sup>。実際, 口腔領域において, う蝕の診断, う蝕予防, 歯周治療, 象牙質知覚過敏症, 鎮痛療法, 根管治療などへ応用されてきた。これらに加え特に歯科では硬組織切削への応用が可能なレーザーとして, ルビーレーザー, CO<sub>2</sub>レーザー, Nd:YAGレーザー, KrFエキシマレーザー, Er:YAGレーザーなどが用いられている<sup>2)</sup>。しかし, これらのレーザーはそれぞれ波長特性が異なり, 特徴的な作用を有しているため, その特性を正しく理解することが大切である(図1)。

現在, 国内で歯科用に認可されているレーザーには, 組織表面吸収型レーザーと深部吸収型レーザーがある。組織表面吸収型レーザーには, 熱作用のCO<sub>2</sub>レーザーと非熱作用のEr:YAGレーザーがあり, 深部吸収型レーザーには, 熱作用のNd:YAGレーザーがある(図2)。CO<sub>2</sub>レーザーは波長10,600nmで, 水によく吸収される。この特性より作用するのは組織表面であり, 深部組織への損傷が少ない, また, 作用部位は熱エネルギーによる蒸散が生じるため炭化層ができ止血効果に優れる。

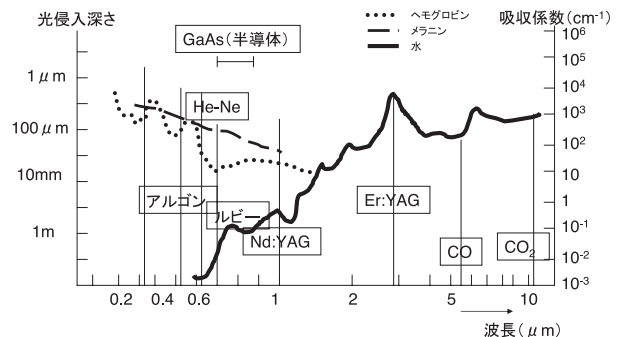


図1 レーザーの波長別特性

レーザーはその波長により組織への吸収が異なり, 適応症ならびに到達深度等に差を生じる。

このようなことから安全でかつ, 幅広い臨床応用が可能であり, 特に軟組織の治療を主に広く普及している。Nd:YAGレーザーは波長1,064nmで, 歯質や組織に対する透過性が高く, 黒色素にエネルギーが反応される。これによりう蝕象牙質のような着色部位に選択的にエネルギーが吸収され, 同部位を蒸散することができる。従来, 反応剤にカーボンブラックを用いていたが, 最近で

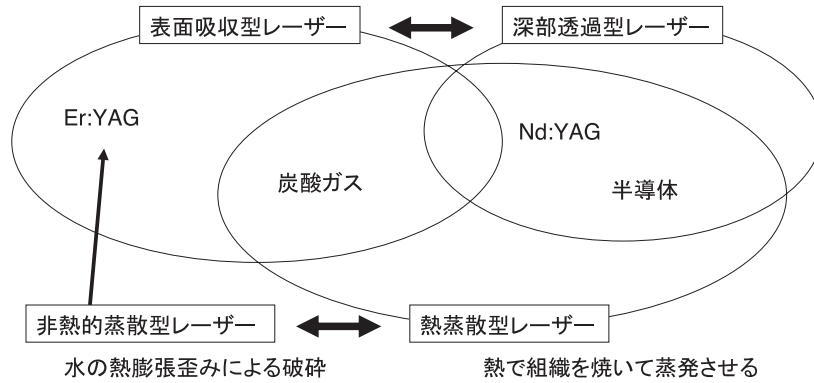


図2 レーザーの分類  
Er:YAG レーザーは表面吸収型非熱的蒸散レーザーに分類される。

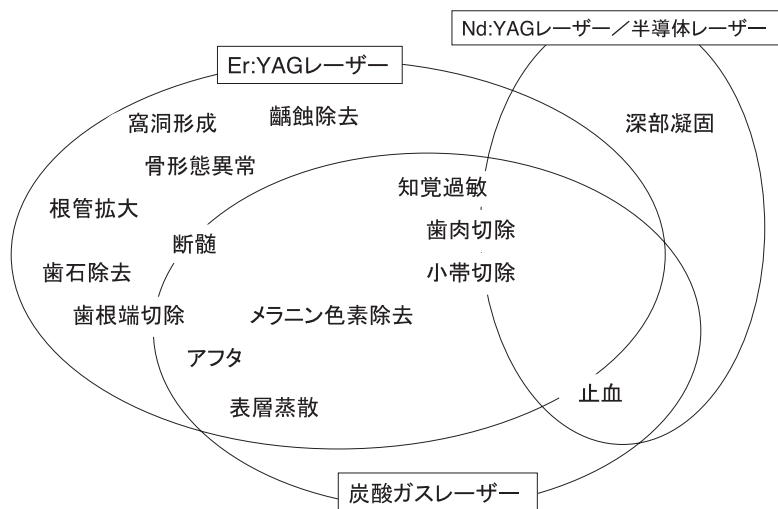


図3 適応症例

は二酸化チタンをはじめ、その他の反応剤の研究も進んでいる<sup>3)</sup>。

一方、Er:YAG レーザーは2,940 nm の波長を有しており、水分及び水分を含有するアパタイトによく吸収され、水分子の微小爆発が連続的に生じることにより、歯質の切削が可能である。条件さえ整えば無麻酔での治療も可能とされ、次世代を担う腐蝕除去装置として期待されている。発信装置、照射チップ、ハンドピース、ファイバーなど、開発・改良が進められており、年々使い勝手が向上している<sup>4)</sup>。

本稿では Er:YAG レーザー (Erwin AdvErl, モリタ製) の基本事項ならびに臨床症例を紹介し若干の考察を加える。

## Ⅱ. Er:YAG レーザー

本稿で使用したレーザーは Erwin AdvErl (モリタ製) である。本機の基本仕様としては発振方式：パルス発

振、媒質：Er:YAG、出力エネルギー：1～10 pps では 30～350 mJ、20 pps では 30～150 mJ、25 pps では 30～70 mJ となっている。当然ながら発振波長は 2,964 nm であり、水によく吸収される。適応症については図3を参照されたい。大旨、従来の方法と比較してレーザー治療の有意性は、①麻酔の必要性が少ない(痛みが少ない)。麻酔の必要性が少ないという事は、不快な思いや麻酔の痛み、恐怖を感じることがないだけでなく処置後の治癒も早い；②殺菌効果が期待できる。熱作用による殺菌効果が期待できる；③タービンを使わなくてすむ。切削音など不快感が低減できる。健全歯質の切削量を少なく治療が出来る；④生体の表面にのみ反応。組織深部への影響が少ない；などである。とくに最後の項目は Er:YAG レーザーの特徴の一つである。

また、Er:YAG レーザーのもう一つの特徴である硬組織への応用であるが、照射面の構造において他の治療とはやや様相が異なってくる。照射後の SEM 観察による

表面微細構造であるが、エナメル質では、大小様々な鱗片状の構造物や岩石状構造物が多数見受けられ、さらにその内部には数十 nm 程度の細やかな柱状構造物が存在した。象牙質では低出力から高出力まで砂岩状構造が一面に観察され、象牙細管が確認された。なお、象牙細管にはスマヤープラグの存在は確認されなかった、との報告がある<sup>5)</sup>。概して切削片、炭化層などのないクリアな表面構造が Er:YAG レーザーの照射面であるが、この面はう蝕検知液により染色されることが報告<sup>6)</sup>されており、う蝕象牙質残存を誤認する危険性も懸念され、今後、客観的指標の検討が求められる。さらに、レーザーによって形成された窩洞は回転式切削器具と比べて明瞭な窩縁、隅角および平滑な形成は極めて困難である。このため基本的には铸造歯冠修復には適さず、コンポジットレジン等による成形修復を行うことが多くなるが、現実には Er:YAG レーザー照射面へのコンポジットレジンの接着力は従来法のそれと比べ有意に低下するとの報告が多数ある<sup>7)</sup>。このため現段階においてはレーザー単独で窩洞形成を行うよりも、最終仕上げに回転切削器具を用いる事が有効であると考えられている。

### Ⅲ. 症例

#### 1. 5 級 CR 修復 (図 4 - a, b, c)

上顎左側中切歯から犬歯にかけてう蝕が認められた。このような 5 級う蝕症例は切削範囲や疼痛軽減など Er:YAG レーザーの最も適した症例であると思われる。出力 150 mJ, 繰り返し速度 10 pps にて注水下にて窩洞形成を行った。照射のポイントはう蝕中心から照射を開始せずに辺縁歯質の蒸散から始めることであり、このほうが効率よく歯質の除去ができる。

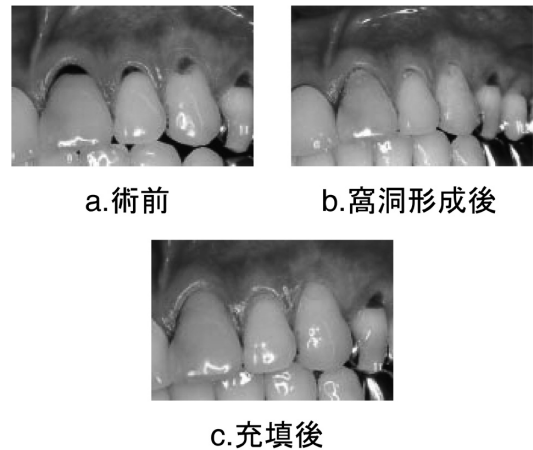


図 4 5 級, CR 修復 (10 pps, 150 mj)

#### 2. 1 級インレー修復 (図 5 - a, b, c, d)

下顎右側第二大臼歯のインレー脱離症例, 咬合痛有り。二次う蝕が確認される。出力 150 mJ, 繰り返し速度 10 pps にてレーザー照射を行い, 軟化象牙質を除去した。この後, 覆層を行いターピンにて窩洞形成を行い, 1 級インレーにて修復を行った。レーザーを使用する際は, バキュームの位置も注意が必要である。Er:YAG レーザーは水分に吸収されることにより組織が蒸散されるので, バキュームチップの位置により歯質に当たる水分量が変化すると, 蒸散速度に変化が生じたり, 疼痛が生じる場合がある。

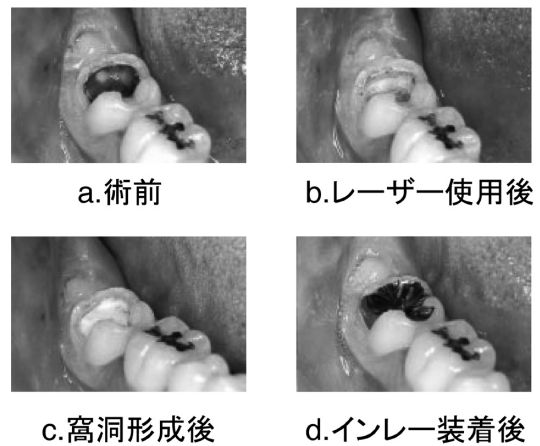


図 5 1 級, インレー修復 (10 pps, 150 mj)

#### 3. 歯肉息肉除去 (図 6 - a, b, c, d)

上顎右上犬歯, 歯冠破折をおこし, そのまましばらく放置したため, 歯肉の増殖により残存歯が覆われていた。出力 150 mJ, 繰り返し速度 10 pps にてレーザー照射を行った。Er:YAG レーザーによる軟組織の切開で術直後の出血は CO<sub>2</sub> レーザーと比較してやや多いように思われる。これは熱凝固, 炭化層を生じにくい Er:YAG レー

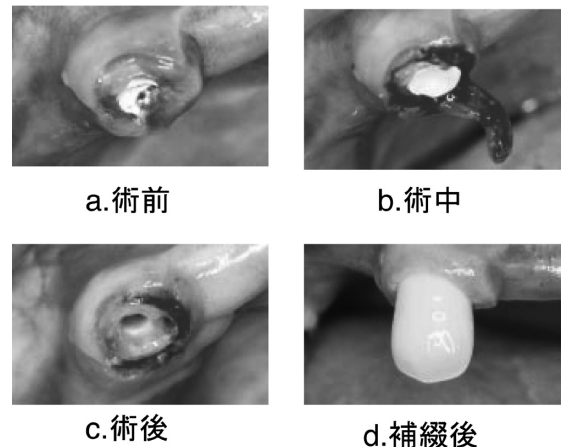


図 6 歯肉息肉除去 (10 pps, 150 mj)

ザーの短所のようにも言われるが, 臨床問題のないレベルであるし, 創傷の治癒も綺麗である。最終的には陶材焼付前装冠にて補綴処置を行った。

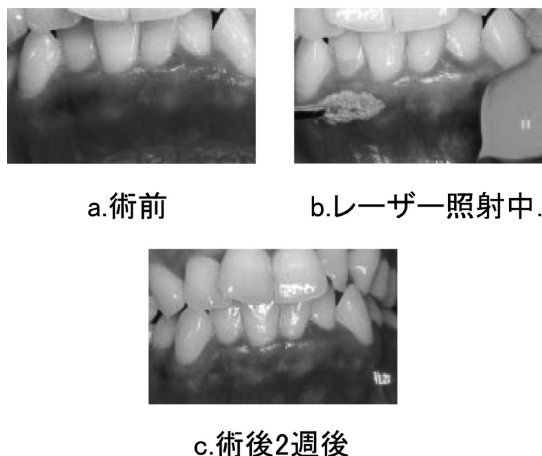


図7 メラニン色素除去 (10 pps, 50 mj × 4)

#### 4. メラニン色素除去 (図7-a, b, c)

下顎の部分的メラニン色素沈着症例。出力50mJ, 繰り返し速度10 pps, 無注水, デフォーカスにて照射を行う。週1回で計4回施行した。一般的に歯肉のメラニン除去には, 化学的方法としてフェノールアルコール法, 機械的方法としてバーやレーザーによる方法が行われている。しかし, フェノールアルコール法は術中, 術後の疼痛にはついてはほとんどないか, あるいは, 処置後にひりひりとした灼熱感, 疼痛が生じることが報告<sup>8)</sup>されているが, 実際には強い術後疼痛が生じることがあり, 一致した報告はない。さらにフェノールの腎毒性が懸念され, 安全性にも問題があるし, 歯肉辺縁部では過剰な腐食により特に歯肉が薄い場合には, 歯肉退縮などの傷害を起こす可能性が考えられる。また, バーによる除去では, 注水下で歯肉メラニンの除去を行うが歯肉が薄い場合の切削のコントロールや辺縁歯肉の近傍の微細な処置が難しいと思われる。レーザーの利点は, 術式の容易性や良好な操作性, 一部の術式で報告されている疼痛の少なさにある<sup>9,10)</sup>。

#### IV. レーザーの応用の可能性

臨床でのレーザーの使用に関して不明な点も多くある。しかし多くの可能性を併せ持っていることも事実である。他の用途として石川ら<sup>11)</sup>は極めて弱い照射エネルギーで応用 (Low-reactive Level Laser Therapy: LLLT) することによる顎顔面痛の抑制を確認している。久保田ら<sup>12)</sup>も, 筋症状の抑制に効果が認められたとしている。Nd:YAG レーザーによる歯周ポケットの搔爬では, エンドトキシン量が有意に減少し, 歯周基本治療などに極めて効果があることも報告されている。このようにレーザーについては多くの疑問点がある反面, 臨床での有用性については様々な可能性を秘めているのも事実である。

#### V. 結論

Er:YAG レーザーは波長2,940 nm で, 波長特性によりエネルギーのほとんどが水分に吸収され, その結果, 歯や硬組織を切削できる唯一の歯科用レーザーである。また, Er:YAG レーザーは軟組織に応用した場合, 組織の表面のみで反応となり, 深部まで到達する熱変性がない。従って創傷の治癒も早く, 安全性の高いレーザーであると考えられる。

最近では, Er:YAG レーザーも新機種が発売され, 使用され易くなって来ている。今後も, 硬組織切削, 軟組織処置はもちろん, 歯周組織, 根管処置へと応用範囲が広がっていくものと思われる。よって今後レーザーを使用する際には安全性を考慮しつつ, 患者への負担を減らすように術者も知識, 技術の研鑽を積む必要がある。

#### 文 献

- 1) 森岡俊夫. レーザー歯学. 東京, 医歯薬出版, 1-2 (1986)
- 2) 古本啓一. 歯学におけるレーザーの研究の25年. 歯学 80, 949-964 (1993)
- 3) 杉村成良, 神谷 誠, 和賀正明. Nd:YAG レーザー用光ファイバーのTiO<sub>2</sub>による先端加工. 日レ歯誌 47, 25-32 (2003)
- 4) 篠木 毅. Er:YAG レーザーの硬組織への応用. 日レ歯誌 14, 139-143 (2003)
- 5) 何 陽介, 岡本佳三, 馬場篤子, 本川 渉. エナメル質及び象牙質に対するEr:YAG レーザー照射の影響 照射出力による蒸散幅, 蒸散深度及び表面微細構造の変化に関して. 福歯大歯 32, 149-161 (2006)
- 6) 天谷哲也, 亀山敦史, 伊原聡一郎, 篠原 崇, 春山親弘, 滝澤雅一, 高瀬保昌, 平井義人. Er:YAG レーザー照射象牙質に対する表面処理と接着強さ. 日レ歯誌 11, 109-115 (2000)
- 7) Okuki M, Eguro T, Maeda T, Tanaka H. Comparison of the bond Strength of composite resin to Er:YAG laser irradiated human enamel pretreated with various method. Lasers Surg Med 30, 351-359 (2003)
- 8) 石橋秀夫. Phenol-Alcohol 法によるメラニン色素除去. クインテッセンス 7(1), 673-676 (1978)
- 9) 西山俊夫. レーザーによる軟組織・口腔粘膜疾患への応用. 歯科評論 691(5), 106-111 (2003)
- 10) 津田忠政, メラニン色素の除去, 松本光吉編, 歯科用レーザーの最前線. デンタルダイヤモンド 124-125 (1999)
- 11) 石川昌嗣, 右近晋一, 岡本佳三, 松浦尚志, 佐藤博信. 顎顔面部咀嚼筋痛患者へのLow Level Laser Therapy. 福歯大歯 31, 113-119 (2003)
- 12) 久保田浩三, 内藤 徹, 横田 誠. Nd:YAG レーザー照射による疼痛緩和効果の検討. 日歯保誌 42, 70 (1999)