

「Er:YAGレーザー」臨床応用の最前線

～東京科学大学におけるEr:YAGレーザー活用法～

水谷 幸嗣×青木 章×渡辺 聡

東京科学大学では、Er:YAGレーザーの歯科治療への応用に関する基礎研究や臨床応用の発展に長年取り組んでこられました。今回のDental Talkは、青木章教授、水谷幸嗣講師、渡辺聡講師(病院教授)をDental Plaza Tokyoにお招きし、東京科学大学におけるEr:YAGレーザー活用法について、お話しいただきました。(2025年12月収録)

青木先生による症例解説

症例① 歯肉縁下に及ぶ歯頸部う蝕治療

青木 私が提示するのは、歯頸部のう蝕治療のケースです。歯頸部う蝕やWSDで窩洞のマージンがわずかでも歯肉に隠れてしまっている場合、窩洞のマージンを露出させるには、いろいろな方法があります。私の場合は、いつも無麻酔で注水下のEr:YAGレーザー照射により歯肉を蒸散整形し、容易に正確な治療を行っています。電気メスでは、まず麻酔を行う必要があり、創面

をきれいに薄く削除できず、かつ凝固層が厚くなり、さらに、凝固組織がチップに付着してしまうので、思い通りに処置できません。それに比べ、Er:YAGレーザーは患者さんにも術者にも非常にストレスが少なく処置を行うことができ、とても重宝しています。症例1-1のように歯肉縁下のマージン部分までう蝕が認められる場合には、歯肉の処置だけでなく、歯肉とマージン部分を同時に切削できるところも、非常に便利だと感じる点です。通常、スチールバーでは、刃のある側面では効果的な切削が可能ですが、バーの先端では切削しにくいので、歯肉縁下でエンドカットのできるEr:YAGレーザーのコンタクトチップは非常に有効です。症例1-2は歯肉およびう蝕蒸散後の状態です。Er:YAGレーザーの場合、注水下・非接触で丁寧に照射していくと、歯肉が蒸散しながら、蒸散面には均等に凝固層ができていきます。特に「アドベールSH」(以下:SH)の場合、高パルスでは凝固層が厚くなる可能性があるため、より出血しにくくなります。歯肉

部分が広く白色化しているのは、Er:YAGレーザーの影響による組織の熱凝固ではなく、ボスミン綿球で圧迫止血した影響です。私は窩洞形成後には必ずリン酸エッチング処理を最初に行うので、その後のスリーウェイシリンジで洗浄する際に出血しやすくなるため、本症例でも念のため、予防的に圧迫処置を行いました。それによる貧血状態です。症例1-3は術野を咬合面方向から見たもので、マージンが露出し、創面も非常に滑らかに見えます。均等に凝固層ができていられるので、本症例ではボスミン綿球での圧迫処置をしなくても、接着操作の際に出血することはなかったでしょう。「SH」を使って40pps/40mJ、Softモードで処置していますが、う蝕除去の場合だけ出力を50mJに上げています。**渡辺** チップは垂直方向に向けて照射されているのでしょうか。**青木** はい。チップは常に歯軸方向に並行に保って、非接触で常に一定の距離を保ちながら、辺縁歯肉をEr:YAGレーザーの照射スポットでゆっくりな



東京科学大学
歯周病学分野 歯周光線治療学
教授 青木 章



東京科学大学
総合診療歯科学分野
講師 水谷 幸嗣

ぞるようにして歯肉の蒸散をしっかりと観察しながら、徐々に削って落としていくようなイメージです。症例1-4は高倍率で、少し不鮮明ですが、Er:YAGレーザーならではの、出血のないきれいな創面が得られています。**渡辺** う蝕が縁下まで進行しているような場合、辺縁歯肉をEr:YAGレーザーで切除してから、う蝕を除去されるのでしょうか。それとも、Er:YAGレーザーで歯肉を蒸散しながら同時にう蝕除去をされているのでしょうか。**青木** 基本的には歯肉の蒸散が先になります。特に、窩縁が明らかに縁下にある場合には、少し辺縁歯肉の高さを落としますが、基本的には辺縁歯肉の内面を削ぎ落としながら、マージンの露出を確認したところで、窩縁付近にう蝕がある場合には、う蝕の蒸散を行います。窩縁付近以外の窩洞全体のう蝕やWSDでの軟化歯質や着色の除去にはスチールバーを併用することが多いのですが、本症例では高パルスを使用したので、Er:YAGレーザーのみで窩洞全体のう蝕を除去しました。症例1-5はフロアブルレジンを用いたレジン修復直後の状態です。タービンでマージン部のすり合わせを行っているため、少し出血が見られます。症例1-7は1.5か月後の状態です。歯肉が少し下がっていますが、付着部分を損傷しなければ、一時的に歯肉が下がっても元の位置に戻ってくる場合がほとん

どです。このケースでも現在、歯肉縁下は元の位置に回復しています。**モリタ** 無麻酔でマージン部にアプローチしていく際のメリットは何でしょうか。**青木** 麻酔操作は、患者術者の双方にストレスがかかります。全く疼痛のない麻酔操作を行うことは可能ですが、表面麻酔を使用した場合には、その待ち時間、刺入時のさまざまな配慮、麻酔薬の注入速度など、わずかな処置のために術者は多くの気を遣い、時間を要します。患者さんも緊張し不安を感じます。それらが一切不要となるので、患者術者の双方にとって優しく迅速な治療ができることだと思います。**モリタ** 青木先生は「アーウィン アドベール EVO」(以下:EVO)の時代から無麻酔で治療されることが多いとお見受けしていますが、「SH」になって無麻酔で処置できる範囲は広がったと考えられますでしょうか。**青木** 一般的にパルスが増えれば痛みを感じる確率は高くなりますから、無麻酔の範囲が広がるかどうかはわかりません。ただし、照射条件によって歯肉の知覚鈍麻作用が得られやすくなり、効率がとても良くなると思います。**水谷** これは非接触ということが重要なのでしょうか。**青木** そうです。最初に非接触で組織に低出力の照射が広く均等に加わることで、知覚鈍麻作用が得られやすくなっていると思います。**渡辺** どの程度の歯肉切除まで無麻酔で可能なのでしょうか。**青木** 場合によってはかなり深いところまで処置しています。補綴物の歯頸部の二次う蝕の場合、う蝕部分を除去してレジン充填を行うことが多いですが、その場合もほとんど無麻酔です。ですから本当に便利で、患者さんも楽だと思います。**水谷** 無麻酔だと患者さんのリスクを下げるだけでなく、チェアタイムも短

縮できるメリットがありますね。**青木** ただ、無麻酔かどうかということよりも、非接触・注水下によるEr:YAGレーザー処置であれば、非常に正確できれいなマージン出しができるということがいちばん大きなメリットです。また、歯頸部う蝕が歯肉縁下まで進行している場合、バーによる除去では側面の歯肉を傷つけ出血させやすいのですが、Er:YAGレーザーの場合、そのような心配も少なくなります。**水谷** なにより出血が少ないことが大きいですね。出血の有無がその後の充填時の接着操作に大きく影響することがありますから。

水谷先生による症例解説

症例② 歯周ポケット治療(Er-LCPT)

水谷 「SH」を活用して感じる最大のメリットは、軟組織がきれいに切開できることです。「EVO」の場合、切開の動作が速くなってしまうとブツブツと点のようにしか切開できませんでしたが、「SH」ではパルス数が20ppsから40ppsと2倍に増えたことで、手を速く動かしても線を描くようにスムーズに切開することができます。

提示した症例は、青木先生が考案された包括的な歯周ポケット治療「Er-LCPT」(Laser-assisted Comprehensive Periodontal Pocket Therapy 以下:LCPT)の術式です。2)の遠



東京科学大学
歯髄生物学分野
講師(病院教授) 渡辺 聡

心部分に深いポケットがあり、歯肉の腫脹がみられる患者さんです。このケースの難しいところはポケットが狭くて深いことで、通常の器具では根面へのアクセスが難しい点です。そこで、細くて処置しやすいEr:YAGレーザーのチップを選択しました。さらにこの患者さんには糖尿病があり、その場合、通常に比べ治りにくいことが知られています。そこでEr:YAGレーザーの治癒の促進効果を期待しました。血糖管理がHbA1c 6.5%以下に改善されたうえで、9mmの歯周ポケット(症例2-1)に「SH」を使って「LCPT」を行います(症例2-2)。設定は、プリセットモード「歯石除去」40pps/40mJ, Softモードです。PSM600を根面に沿わせて照射すると、歯肉縁下歯石が出てきます。この時、同時にポケット内壁方向に照射することで、肉芽組織も掻爬しています。さらに、ハンドスケーラーも併用して根面を丁寧にデブライドメントしていきます(症例2-3)。40ppsの出力はとても効率的で、今までよりも歯石や肉芽組織の掻爬の時間が明らかに短くなっていると感じます。「EVO」

で同じ効率を求める場合、20pps/80mJの設定で行う必要がありました。しかし、80mJにした場合、少しでも照射角度を誤ると歯石直下の根面まで傷つける恐れがあります。その点、40ppsであれば40mJ程度でも十分歯石を除去でき、かつ健全歯質は切削されにくいので非常に重宝しています。このように「SH」では、高パルスというモードセッティングだからこそ、まさに低侵襲な治療が可能になったという点が大きいと思います。20pps/80mJと40pps/40mJは、エネルギー量としては1.6Wで同じなのですが、比率が変わったことで臨床パフォーマンスがより改善されていると感じます。**モリタ** 「EVO」から「SH」に買い替えをされた先生で、パワーが上がって歯肉の蒸散効率が向上したと感じておられる先生がいらっしゃいます。先ほどの40pps/40mJの設定で考えた場合、1照射あたりのエネルギーは半分になっていますから、組織侵襲も半分と考えてよろしいでしょうか。**水谷** そう思います。1秒間にどれだけの回数のEr:YAGレーザー光が照射

されているか。つまり回数が増えることで1回の照射にパワーを上げなくても、小さいパワーをたくさん照射する。そのことが生体へのダメージがより少なく蒸散ができる、ということに到達するのではないのでしょうか。**青木** これまでの基礎研究では、最大20ppsで歯肉を蒸散するために、60mJや80mJの設定で検証してきましたが、40ppsでmJをこれまでより下げた場合に、どの程度蒸散できるのかといった研究も今後必要だと考えています。**水谷** また、「LCPT」最大のポイントは、デブライドメント後に、Er:YAGレーザーを血液表面に照射して血餅を安定化できるところで、そこにも注目点があります。症例2-5を見ると出血が著しい状態です。これまでの「EVO」だと血液表面を凝固させて止血するまでかなり時間がかかっていました。しかし、「SH」ではまたたく間に、血液の表面が凝固されて、ポケットの入口が閉鎖されて止血できていきます(症例2-6)。これが「SH」を使用していて最も驚くべきところです。歯周ポケット内に血餅をしっかり安定化できるので、

術者が期待する治療に到達しやすくなったことが「SH」の大きなアドバンテージだと感じています。**渡辺** 設定をHardモードに変更することで、さらに効率が良くなる可能性はあるのでしょうか。あるいは、低侵襲の処置を優先するために、Softモードのままの方が良いのでしょうか。**水谷** Softモードは、Er:YAGレーザーの波長のピークが低く長いので、やんわりと生体にエネルギーを及ぼしている感覚があり、臨床ではそれくらいがちょうど良いと感じています。組織の切開でも、Softモードの方が連続的な組織切除がスムーズな感覚がありますので、そういう意味からもSoftモードがプリセットされているのだと思います。

症例③ 歯周外科治療時の骨欠損のデブライドメント 7根分岐部

水谷 続いて歯周外科治療のケースです(症例3-1)。7の舌側の根分岐部(Ⅲ度)に付着している歯石を除去するため、舌側歯肉のみ全層弁でフラップを翻転し、「SH」でデブライドメントを行いました。このケースも40pps/40mJ

のプリセットモードできれいに歯石を除去できています(症例3-2)。**青木** 直視で処置されているのですか。**水谷** はい。マイクロスコープを使用するため、直視です。**渡辺** きれいに除去できていますね。**水谷** 患者さんにも視野の確保を頑張ってもらいました。骨面に付着している肉芽組織を除去し、それに伴って骨面から出血が見られました(症例3-3)。次にコラーゲン使用人工骨「ボナーク」を填入していますが(症例3-4)、ボナークを覆うような血液の表層に「SH」を照射して血餅として安定させて、この位置で組織ができることを期待しています(症例3-5, 3-6)。**渡辺** 歯質骨へのデコルチケーションを行わなくても、「SH」で骨欠損をデブライドメントすることで出血が見られるのでしょうか。

水谷 はい。骨の表面に陥入している肉芽組織を完全に除去しようと照射すると、骨の蒸散も伴い、デコルチケーションのようになって出血してくるので、逆にその出血を活かして治療の促進を期待しています。このケースは、「ボ

ナーク」を填入することにしていました。「ボナーク」は血液を貯留してくれるので、その点も意識して照射しました。**青木** 確かに血液が凝固して止血できるのも早いんですね。**水谷** そうなんです。トロンとした状態で欠損内にとどまってくれるので、臨床成績が良いのではないかと考えています。**モリタ** 熱変性への影響は、「SH」と「EVO」を比較していかがでしょうか。低いエネルギーではありますが、パルス数が高いので、場合によっては同じ部位に何度も照射されている状況を懸念される先生もいらっしゃると思います。**水谷** 熱変性をさせているのは、あくまでも血液の表面であって、創面そのものは、この安定化した血餅で覆われており、あまり大きな影響はないと思います。

Er:YAGレーザーを活用した根管洗浄の世界的な潮流

モリタ 渡辺先生はEr:YAGレーザーを活用した根管洗浄をテーマに臨床研

症例紹介① 歯肉縁下に及ぶ歯頸部う蝕治療 青木 章先生



症例1-1 58歳女性。中央歯頸部に歯肉縁下う蝕が見られる。



症例1-2 「SH」を用いて無麻酔で歯肉切除およびう蝕除去を行った。(C600F, 40pps/40-50mJ, Softモード)



症例1-3 咬合面方向から術野を観察する。



症例1-4 術野を拡大。創面は出血なくシャープできれいに仕上がっている。



症例1-5 術直後の状態



症例1-6 咬合面方向から術野を観察する。



症例1-7 術後1.5か月経過



↑動画はこちら

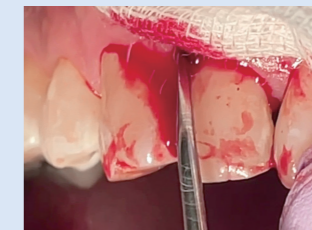
症例紹介② 歯周ポケット治療(Er-LCPT) 水谷 幸嗣先生



症例2-1 術前。2]遠心部分に9mmのポケットが認められる。



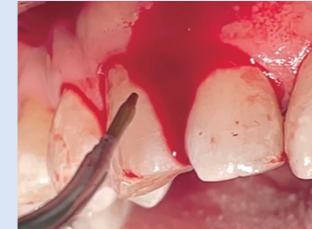
症例2-2 「SH」を用いて歯石除去を行う。40pps/40mJ, Softモードのプリセットモードを使用。



症例2-3 手用インストルメントによるSRPを併用。



症例2-4 ポケット内の肉芽除去。40pps/40mJ, Softモードのプリセットモードを使用。



症例2-5 血液表面を凝固させて止血。40pps/40mJ, Softモードのプリセットモードを使用。



症例2-6 「SH」の場合、短時間で凝固されて、止血できる。



症例2-7 術直後の状態



症例2-8 術後1か月

究を続けておられますが、根管洗浄法 (Laser-Activated Irrigation:LAI) に関する海外の潮流についてお聞かせください。

渡辺 海外におけるLAIに関する基礎研究については、ほぼ出尽くしたのではないかと感じています。バイオフィルム、削片、スミヤーク層や根管粘着剤の除去は、従来のシリンジ法と比較して、LAIの方がより除去効率が高いというところで、現在は落ち着いています。さらに、その安全性についても少しずつエビデンスが積み重ねられています。ただ、安全性の研究は非常に難しいところがあり、現在はLAIのリスク要因とされる水流の根尖孔外に生じる圧力の解析が行われています。また、私たちが気腫に関する研究を行っていく中で、スリーウェイシリンジによる根管乾燥、次亜塩素酸ナトリウム溶液と過酸化水素の交互洗浄を強圧で行うと根尖孔外に空気が溜まってしまうことなどもあらためて明確になりました。また、LAIを行う際に、エア設定をONにするとエアがトラップして根尖孔外に押し出てしまいます。そこで、エ

ア設定をOFFにすることで、洗浄効果をもたらす泡は大量に発生しますが、それは空気ではなく蒸気泡ですので、また水に戻り根尖孔外に泡が溜まることはない、という結果が出ています。こうしたLAIの安全性に関する研究についても、現在すでに基礎研究において飽和レベルに達してきていると思われます。そのため、今後は臨床研究が盛んになってくると考えています。現時点では、2019年から現在まで、LAIに関する臨床研究論文として7本ほどの論文が報告されています。初期は安全性に関する臨床研究が多く、2024年と2025年にシステマティックレビューが報告されました。そのうちの1つでは、48時間以内の術後痛は従来のシリンジ洗浄よりも抑えられたと結論付けています。一方、もう1つのレビューでは、有意差がなく臨床研究の数が少ないため結論には至らないと結んでいます。ただ、臨床研究はまだまだ少なく、現状ではシステマティックレビューとして結論を出せる時期ではないと感じています。今後、さらなる臨床研究を期待したいところです。

モリタ 実際の臨床成績についてはいかがでしょうか。

渡辺 根管治療における100年間の歴史の中で、この術式を行えば臨床成績が有意に向上したという報告は未だにありません。唯一、外科的歯内療法でマイクロスコープを使用する場合と使用しない場合で成績が違ったという報告がされているのみです。ですので、基本的には超音波洗浄法等を用いることで、根管治療の成績が従来法よりも上がるというエビデンスはまだ見出されていません。同時に、Er:YAGレーザーによる根管洗浄においても、有意差は認められていないというのが現状です。ただ、2024年にCBCTを使って根尖病変の体積変化を調べた臨床研究があり、その結果として、Er:YAGレーザーによる根管洗浄を行うと、病変の体積が87%縮小したという結果が報告されています。一方、シリンジ洗浄の縮小率は75%で、縮小率に12%の差がありましたが、有意差は認められませんでした。ただし、この研究では直線的で単純な根管形態で行われたため、どんな方法で洗浄が行われても、

それほど差は出なかったのではないかと考えられます。むしろ、そのような単純な根管でも12%の差があるのであれば、細くて複雑な根管やイスマス、側枝など洗浄の難しい部位であれば、さらに大きな差が出てくるのではないかと私自身は考えています。

モリタ 近年では、海外においてEr:YAGレーザーを用いた根管洗浄が主流になってきているのでしょうか。

渡辺 アメリカでは、2010年にEr:YAGレーザーの適用症として根管洗浄が承認されていて、現在までの15年の間に重大な事故などは報告されていないとのことです。以前、海外のEr:YAGレーザー機器開発者に「なぜEr:YAGレーザーによる根管洗浄に事故が少ないのか」と尋ねたことがありますが、「パネル設定を意図的に行うことによって、それ以外の設定を選択できないよう、つまり、エアは完全にOFFにして、かつ高出力を出せないようにしている」という回答でした。現在のところ、世界の歯内療法専門医の中では超音波洗浄が主流になっていて、Er:YAGレーザーを用いた根管洗浄の割合はまだ少ないとされています。ただ、これからの潮流としては、従来よりも根管形成を行わなくても根尖付近まで洗浄可能なプロトコルが主流になってくるのではないかと感じています。その過程で、Er:YAGレーザー洗浄が中心となり、超音波洗浄がサポート的な位置付けへと変化する可能性は十分考えられると思います。すでに世界的な流れとして、2010年頃から“MI Endodontics”と呼ばれる考え方、つまり、髄腔開拓をできるだけ広げず、さらに根管形成も最小限に抑えることで根管形態を維持したまま、洗浄により殺菌し歯根破折を抑制するという方向性にシフトしつつあると感じています。従来は根管形成と根管洗浄は、“shaping and cleaning”と言われて、同列に扱われていましたが、現在



では、“shaping for cleaning: 根管洗浄を行うための根管形成”という考え方に変わってきています。その概念をさらに突き詰めていくと、Er:YAGレーザーによる根管洗浄に行き着くのではないかと私は考えています。Er:YAGレーザー以上に、最小限に形成された根管の根尖まで洗浄できるツールは現在のところ見当たりませんので、今後Er:YAGレーザーによる根管洗浄が普及していくのは、ある意味自然な流れだと感じています。

モリタ そうした流れの中で、渡辺先生は国内におけるEr:YAGレーザー洗浄に関する特定臨床研究を行われているのですか。

渡辺 その通りです。海外の臨床研究で使用している製品は安全性が担保されている一方、国内においてはどうかということなので、「Er:YAGレーザーを応用した根管洗浄の安全性および有効性に関する無作為化比較試験」という特定臨床研究を始めたという経緯があります。この研究では、安全性だけではなく有効性についても調査しています。結果は今後まとめていく予定ですが、個人的な感触としては今のところ良好に推移していると感じています。

今後Er:YAGレーザーに期待すること

水谷 今後わが国では、高齢者や全身疾患を有する方の歯科受診がさらに増えると予想されます。そのような中で、低侵襲で安全に治療を行えるというEr:YAGレーザーの特長を最大限に活かし、真に臨床的メリットを実感で

きるツールとして発展してほしいと考えています。また、Er:YAGレーザーをプラスアルファの手段として活用することで、治療成果が今まで経験できなかった臨床の高みまで到達できるところが素晴らしいと感じています。日常診療で確実な治療をしっかり積み重ねている先生にこそ、ぜひ使っていただいてEr:YAGレーザー治療の効果を実感していただけると嬉しいです。

渡辺 私は根管治療に特化したクリニックを2026年に開業予定です。今後もEr:YAGレーザーを用いた根管洗浄はライフワークとして研究を続けていくつもりです。先述した特定臨床研究をはじめ、論文執筆にも精力的に取り組んでいきたいと考えています。

青木 歯周治療については、様々な材料や術式が開発され、ツールとしてEr:YAGレーザーも進化を続けることで、より正確で確実な治療が実現できるところまで来ていると思います。今後、低侵襲の治療において、フラップレスの手法がさらに普及していくでしょう。「LCPT」もフラップレス手法の一つですが、Er:YAGレーザーがあることで、よりミニマムで簡便な治療を実現できると思います。また、再生治療は、現在外科フェーズで行われていますが、今後、基本治療の中で行えるようになってくれば、Er:YAGレーザーの果たす役割はさらに大きくなるでしょう。特にモリタのEr:YAGレーザーは、日本国内では、硬組織や軟組織、インプラントなど多様な処置で薬事承認が下りている装置ですから、使っていただくことで、新たな世界が見えてくると思います。

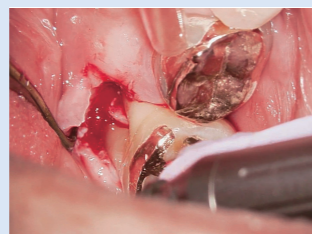
症例紹介③ 歯周外科治療時の骨欠損のデブリドメント 7根分岐部 水谷 幸嗣先生



症例3-1 術前



症例3-2 「SH」を用いて歯石除去を行う。40pps/40mJ、Softモードのプリセットモードを使用。



症例3-3 搔把後、骨面から出血が見られた。



症例3-4 「ボナーク」を填入



症例3-5 「ボナーク」は血液に覆われている。



症例3-6 血液の表面を照射により凝固させ、止血した。



症例3-7 術後



↑動画はこちら