

## 総 説

# 歯学領域におけるレーザー応用の現状と将来

山 本 肇

東北大学教授 (歯学部口腔病理学教室)\*

〔受付 : 1979年1月23日〕

### I 緒 言

Maiman<sup>1)</sup> (1960) によって、ルビーレーザーが発振されて以来、レーザーは工学、通信、計測などの分野で応用および実用化が急速に発達した。医学の領域でもレーザーの導入は極めて早い時期から試みられており、とくに眼科ではアルゴンレーザーによる凝固装置が開発され、網膜裂孔、中心性網膜炎、糖尿病性網膜症その他などの治療に実際に使用され、また外科領域では炭酸ガスレーザーメスがすでに実用に供されている。歯学領域におけるレーザー応用の研究は医学のそれに比べるとかなり立ち遅れており、眼科におけるレーザー凝固装置のように実用普及化され、患者の治療に実際に使用されているものはまだ全く存在していないのが現状である。

しかし最近、歯学領域においても本格的にレーザーを導入しようとする動きが活発になりはじめ、研究者の数も増加してきた。このような背景をもとに著者はこの機会に歯学領域におけるレーザー応用の現状についてその大略を紹介するとともに、将来レーザーが歯学のどのような領域で、どのように実用化されて行く可能性があるか述べてみたいと思う。

### II 歯学領域におけるレーザー応用の現状

#### 1) う蝕病巣除去と窩洞形成

レーザーの特長の一つとして、レーザーが非常に強力な高エネルギー源であるために、これを利用して何か作業をさせようと企てるのはレーザー応用における最も一般的な発想である。そして歯学領域でまず真先に考えられたのは、レーザーによるう蝕病巣の除去と窩洞形成であった。

1964年、Goldman<sup>2)</sup> らは、レーザー光に関する一連の研究の一つとして、直径3/8インチのレンズで集束したルビーレーザー光をう蝕の部分に照射し、約2mmの深さの穴をあけ得たと報告している。また彼らはガラスレーザーをう蝕部分に照射し、ルビーレーザーの場合よりさらに広い範囲で、う蝕病巣部を除去することができることを観察している。SternとSognnaes<sup>3)</sup> (1965)は、2～5ジュールおよび5～20ジュールの出力のルビーレーザーで、エナメル質や象牙質に小さな穴をあけており、VahlとPfefferkorn<sup>4)</sup> も出力2ジュールのジャイアントパルス波のルビーレーザーでヒト抜去歯エナメル質に穴をあけ、走査電子顕微鏡によって観察している。Gordon<sup>5)</sup> (1967)は、ヒトの抜去歯エナメル質にルビーレーザーを1発以上照射し、その結果、レーザーを何

---

The actual state and the prospect of the laser application in the dental field.

Hajime YAMAMOTO (Department of Oral Pathology, School of Dentistry, Tohoku University, Sendai 980)

\*宮城県仙台市星陵町4-1 (〒980)

*Dent. J. Iwate Med. Univ.* 4 : 3-11, 1979

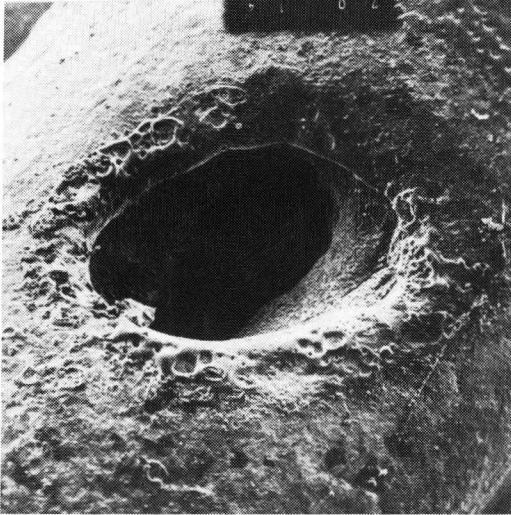


図1 ルビーレーザー照射によりエナメル質表面層に形成された穴の走査電顕像。

発も照射することによって窩洞形成が可能であるということ、またそのためには50ジュールくらいの出力を持つルビーレーザー発振装置の開発が必要であることを述べている。筆者<sup>6)</sup>もルビーレーザーを抜去歯エナメル質に照射し、いろいろな深さの小孔をエナメル質に形成させた。照射条件は出力 0.2ジュールおよび4ジュールの通常発振である。図1は出力4ジュールのルビーレーザーによって正常なエナメル質の表面にあけられた穴を、100倍の倍率で走査電子顕微鏡によって観察したものである。穴の周囲にはレーザーによって溶かされ蒸発したエナメル質が再び凝固し付着したと思われる隆起層が認められる。このような部分を厚さ約60 $\mu$ の研磨標本として、偏光顕微鏡で観察してみると、穴は象牙質まで達しており、形成された穴は非常にシャープな辺縁をもっており、穴の周囲には屈折性の異なる幅の狭い層が存在しているのが認められ、この部は上述の走査電顕像によって観察された穴の周囲の隆起層と一致していた。

レーザーによるう蝕病巣部の除去や窩洞形成はパルスレーザーを使用すると、一瞬のうちに病巣部の除去ができ、また数回の照射によってある程度の大きさの窩洞がごく短時間のうちに形成され、痛みもほとんど感じないという利点が

ある。しかし、窩洞形成にはかなり出力の高いレーザーが必要であることから、歯髄や口腔粘膜への為害作用が懸念され、またこのようなレーザービームを自在に口の中に誘導し得るビームガイドが開発されていないことなどの理由から臨床的にはまだ全くレーザーは実用化されていないのが現状である。

## 2) う蝕予防

Stern と Sognaes<sup>7)</sup> ら (1966) はルビーレーザーを照射したエナメル質に耐酸性が生じることを発見し報告したが、以来レーザーによるう蝕予防の問題が人々の注目をあつめるようになった。我が国でも著者<sup>8)</sup> らおよび菅原<sup>9)</sup> によってルビーレーザーによるエナメル質耐酸性の問題が検索されるようになった。さらに1972年、Stern<sup>10)</sup> らは炭酸ガスレーザーがルビーレーザーよりもいっそう効果的に酸に対する抵抗性をエナメル質に与え得ることを発見し、炭酸ガスレーザーによるう蝕予防の可能性を指摘した。そして彼はこの問題をさらに追求するために、正常なヒト抜去歯エナメル質に10~15J/cm<sup>2</sup>の炭酸ガスレーザーを照射し、照射したエナメル質小片を特殊な方法でヒトの口腔内に装着し、非照射のエナメル質と対比して、う蝕に侵される程度に差のあることを観察している<sup>11)</sup>。一方著者ら<sup>12)13)</sup>も、Stern らの発見と殆んど同じ時期に、Nd:YAG レーザーがきわめて低いエネルギー量の照射で、炭酸ガスレーザー照射の場合より確実な強い耐酸性をエナメル質に生じさせ得ることを発見し報告したのである。

その概略について述べてみると大凡次のようになる。

ヒトの正常な永久抜去歯のエナメル質に、Nd:YAG レーザーをQスイッチによって30×10<sup>-9</sup>秒の速さのパルス波とし照射した。1発の照射エネルギーは85mJ/puls という低いエネルギー量である。これをエナメル質の同一部位に焦点距離 150mm のレンズで集束したのちそれぞれ50発および100発照射した。照射した総エネルギー量は50発照射群では10J/cm<sup>2</sup>、100発照射群では20J/cm<sup>2</sup>である。照射後、照射部位を

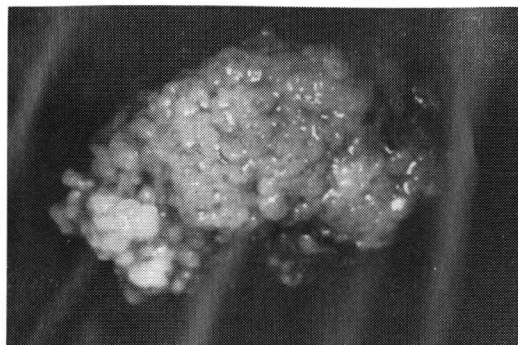


図2 人工口腔装置に3日間浸漬した歯の表面に付着した *S. mutans* の菌苔。

残して周囲をワックスでおおい、*Streptococcus mutans* (*S. mutans*) を連続培養している人工口腔装置内に浸漬し、レーザー照射群との酸に対する抵抗性のちがいを比較した。

*S. mutans* は人工口腔装置内で糖を与えながら連続培養すると糖を代謝して乳酸を産生するので、この乳酸を脱灰源として用いて耐酸性を検討したわけである。

人工口腔装置内に2日間歯を浸漬しておくと、歯の周りに *S. mutans* の plaque が付着してくる(図2)。3日後装置から歯を取り出し plaque を除去すると、レーザーを照射しないも

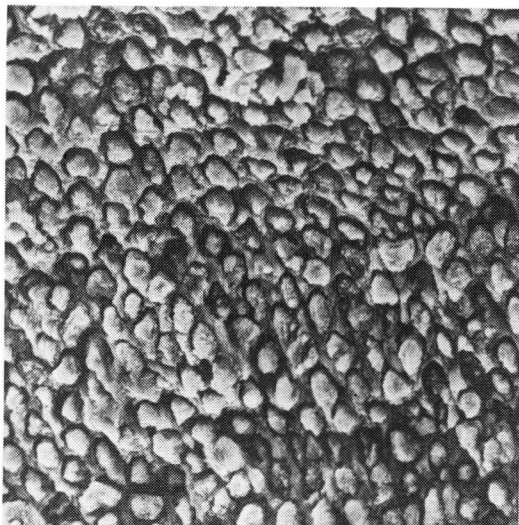


図3 Nd : YAG レーザを照射しないで人工口腔装置内に3日間浸漬した歯のエンメル質表層の走査電顕像。エンメル質は脱灰されて小柱構造が明らかとなっている。

のではエンメル質の表面に白斑が生じている。この部分を走査電子顕微鏡で観察してみると、小柱構造が露出しており、表面が脱灰されている(図3)。一方  $10\text{J}/\text{cm}^2$  照射群のものではこのような白斑は生じておらず、表面を走査電子顕微鏡で観察して見ても、非照射のもののように小柱構造が露出しておらず、平坦で脱灰は全くおこっていない(図4)。人工口腔装置内にレーザーを照射しない歯を7日間浸漬しておくと、歯は強く脱灰されエンメル質は全く溶解してしまい象牙質が露出して大きな人工う窩を生じてしまう(図5)。一方  $10\text{J}/\text{cm}^2$  照射群の

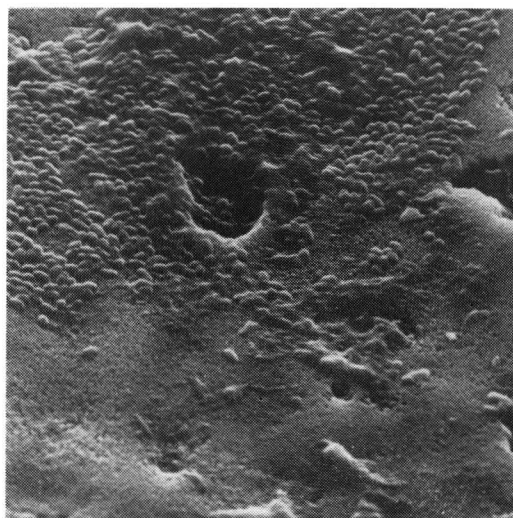


図4 Nd : YAG レーザを照射したのち人工口腔装置内に3日間浸漬した歯のエンメル質表層の走査電顕像。小柱構造は見られず脱灰は認められない。

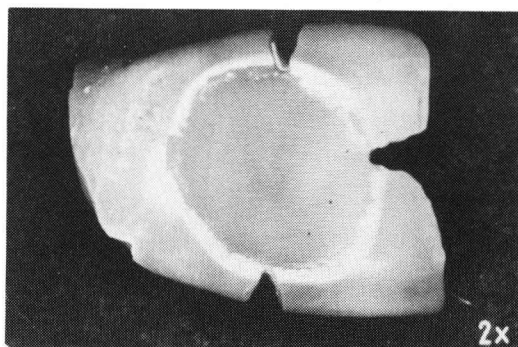


図5 人工口腔装置に7日間浸漬した歯。象牙質まで脱灰され露出している。

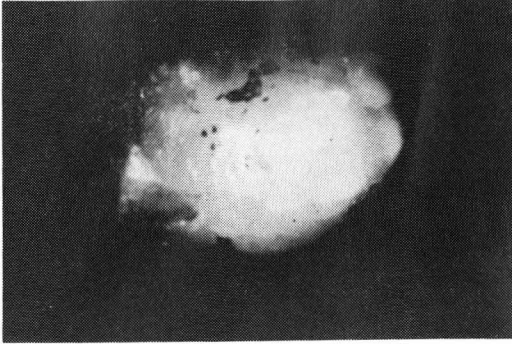


図6 レーザ照射 ( $10\text{ J/cm}^2$ ) 後、図5の場合と同様7日間人工口腔装置に浸漬した歯。エナメル質の表層に軽度の白濁がみとめられる。

ものでは7日間の脱灰ではエナメル質の表層に軽度の白濁がみられるにすぎない(図6)。このようにいろいろの人の研究から、ルビーレーザーや炭酸ガスレーザー、あるいはNd:YAGレーザーなどが、いずれもその照射によってエナメル質に耐酸性を生じさせ得ることが明らかにされたが、その耐酸性の本態については、いまのところまだ確たる証査はなされていない。Stern, Sognaes ら<sup>7)</sup>はこの点に関し、レーザー照射によってエナメル質になんらかの純物理学的な変化が生じることを示唆しており、Lobene ら<sup>14)</sup>はレーザー照射によってエナメル質の小柱の配列が変わると想定し、Gordon<sup>5)</sup>はレーザー照射によってエナメル質に融合のような構造的変化が起るとしている。著者ら<sup>12,13)</sup>はNd:YAGレーザー照射実験の詳細な走査電子顕微鏡の検索などから、レーザー照射によって、エナメル質の表層の部分とけ、そのために歯表面に本来的に存在し、う蝕侵襲点となる可能性の高いエナメル小柱末端の陥凹部や小孔、あるいは周波条の辺縁部などが閉塞され、歯苔が付着しにくくなると同時に酸の侵透性が防げられるのではないかという見解をとっている。

### 3) 金属溶接

レーザーは工学分野では、早くから金属の加工や溶接に実用化され、すでに技術的な面が高度に開発されている。この理論や技術はそのまま歯科理工学や歯科補綴学などの分野に応用でき

る。Smith<sup>15)</sup>らはNdガラスレーザーを用いて固定性加工義歯の溶接、アタッチメントを使用した局部床義歯の製作などを行っており、我が国でも南里<sup>16)</sup>は歯科用金属のNd:YAGレーザー溶接を行い、臨床的にも応用している。

### 4) レーザメス

レーザーを使って外科手術を行うとする企ては炭酸ガスレーザーのような連続波レーザーが開発された直後から試みられており、とくに米国、ソ連、西独、イスラエル、英国および中国などで活発である。我が国でも早くから菱本<sup>17)</sup>や櫻井<sup>18)</sup>によってレーザーメスの研究が進められてきた。レーザーメスの開発が進むとともにレーザー外科の研究も急速に進展し、現在炭酸ガスレーザーメスは、一般外科、腹部外科、形成外科、泌尿器科、眼科、皮膚科、脳神経外科にわたって使用されている。しかし口腔外科領域におけるレーザーメスの導入は他の分野のそれと比べるとまだそれほど活発ではなく、Ben-Bassatらの舌切除例の報告や山田らの口腔領域に発生した線維腫切除例の報告等が散見されるにすぎない。現在開発されているレーザーメスは主として炭酸ガスレーザー用のもので、波長が $10.6\mu\text{m}$ と長いために、プリズムやオプティカルファイバーなどが使用できず、ビーム誘導法としてミラー関節方式を採用している。この方式ではかなり高い光学的加工組立精度が要求され、調整が複雑で操作性が劣るという欠点があるが、レーザーメスが手術部に直接接触しないで、しかも非観血的に切開できるという利点のために急速にその応用が拡大されつつあるのが現状である。山本ら<sup>19)</sup>もレーザーを歯学領域に導入するための手段として、レーザーメスとしても使用できるミラー関節方式のレーザーマニプレータの開発を試み、炭酸ガスレーザー、ルビーレーザーおよびNd:YAGレーザーに共用できる試作器を製作し発表した(図7)。しかし、なんとといってもレーザーメスのパイオニアは現在のところ米国であり、すでに出力100Wの炭酸ガスレーザーメスが市販されている(図8)。

以上がレーザーが発振されて以来、こころみら

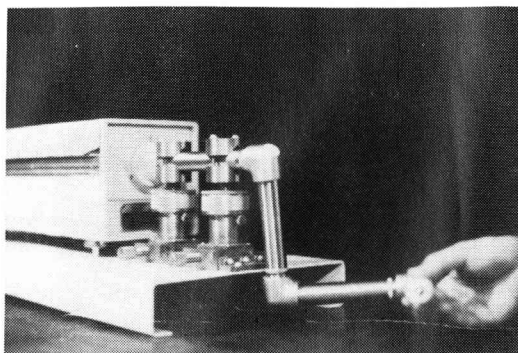


図7 筆者らがモリタ製作所太田氏らと協同製作したレーザーマニプレーター試作1号機。

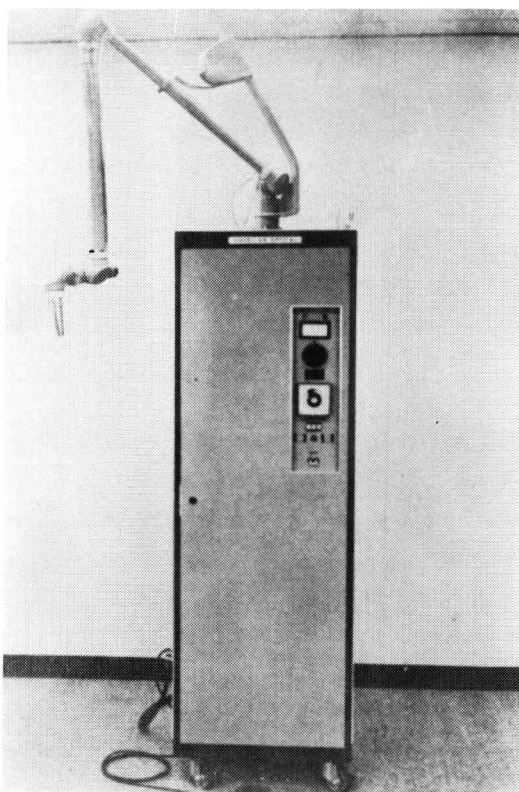


図8 炭酸ガスレーザーメス (American Optical社製)

れて来た歯学領域におけるレーザー応用の研究の大略であるが、すでに述べたように実際に歯科領域では臨床的に直接レーザーが応用されているということはまだ全くないと云っても過言ではない。このような実状を分析してみると、その背景にはそれなりの問題点が存在している。そ

こで次章ではこのような問題点を分析するとともに医学や生物学におけるレーザー応用の現況に照らして歯学の領域でレーザーが応用できる分野、あるいはまた歯学領域において従来医学領域では全く考えられていなかったようなレーザー応用の特殊な分野があるかなどの点について将来の展望をふくめてのべて見たいと思う。

### III 歯学領域におけるレーザー研究の将来

#### A 医学領域でのレーザー応用がそのまま歯学領域で可能なもの

##### 1) レーザメス

外科手術は切開、止血、縫合という3つの基本から成っている。レーザーメスが珍重されるのは、この基本操作のうち、手術部位に直接接ししないで切開ができること、切開に際してほとんど血が出ないという利点があるからである。非観血的手術ということは安全な手術であるということにつながることであり、出血によるショック死などの不測の事故もふせげるし、輸血の大幅減少、輸血に伴う血清肝炎の防止などの利点も重なる。また手術野においては患部がよく見えるために直線的にすすみうる範囲であれば、どんな狭い部分や奥深い部分でも手術野となしうる利点などがある。炭酸ガスレーザーがビームガイド機構のうえにいろいろのむずかしさが存在しているにもかかわらずレーザーメスとしてなお珍重され、普及化しつつある所以もまたこの点にあるといえる。とくに口腔領域では舌をはじめ血管に富んでいる組織が手術の対象となることが多いだけに、レーザーメスの有用性は極めて大きく、将来装置が普及化され廉価になれば、その利用度は飛躍的に発展することが期待される。

##### 2) その他

現在皮膚科の領域ではレーザーは有色性母斑や単純性血管腫など、いわゆるアザの治療に使用されているが、いろいろな皮膚疾患の治療にも将来応用される可能性が十分にある。このことはレーザーが口腔粘膜疾患の治療にもやがて導入される可能性のあることを示唆するものであ

る。泌尿器科の領域では、シストスコープにレーザーを導入して膀胱結石を砕石する試みが行なわれている。これは口腔領域では、歯石や唾石の除去にレーザーを応用する問題にそのままつながるであろう。最近米国では歯肉炎で歯頸部から遊離した歯肉縁をレーザーによって歯面に溶接付着させようとする試みもなされている。内科の領域では内視鏡にレーザーを組み込んで、胃潰瘍の診断や治療に応用しようとする試みもなされているが、将来このような内視鏡併用型レーザーメスが開発されれば、口腔領域においても、歯根肉芽腫や嚢胞、上顎洞炎、その他顎骨内部のいろいろな疾患の診断や治療にも応用される可能性が考えられる。

## B 従来医学領域では全く考えられなかった 歯学領域におけるレーザー応用の可能なもの 1) う蝕予防

レーザーによるう蝕予防の問題は、レーザーを医学領域に導入応用しようとする試みている人々にとっては全く想像もしなかった歯学領域における極めて特徴のあるレーザー応用の一つであり、現在多くの人々の関心を強く集めている問題である。

レーザーによってう蝕予防を企て、実用化しようとする試みている各国の研究者の間に共通している考えは、①歯髄や口腔粘膜に為害作用を与えないような低いエネルギーのレーザー照射で最も効果的な耐酸性をエナメル質に生じさせること、②レーザービームが光ファイバーなどによって容易に誘導できる種類のレーザーであることに集約されよう。Sternら<sup>10)</sup>の行った炭酸ガスレーザーによる実験や、筆者ら<sup>12)13)</sup>の行ったNd:YAGレーザーによる実験は、いずれも照射エネルギー量が10~20J/cm<sup>2</sup>と低く、しかもかなりの耐酸性をエナメル質に与える点で第一の条件は満たしている。しかし実用化するためには、他の種類のレーザーで、もっと有効なものがあるか、さらに模索してみる必要があり、また炭酸ガスレーザーでも、Nd:YAGレーザーでも、連続発振かパルス発振か、あるいはパルス発振の場合でも通常発振でよいのか、パルス幅の短いQスイ

ッチ発振のほうがよいのか、歯質における変化とからみ合せて研究する必要が残されている。

次に第2の条件についてであるが、炭酸ガスレーザーは光の波長が10.6μmという赤外なので、ガラスや石英ファイバーは破壊してしまう。そのためこのビームの誘導にはミラー関節方式のマニプレーターによらなければならない。この方法だとすでにレーザーメスの項で述べたようにいろいろな欠点があり、口の中の歯の表面や裂溝、あるいは隣接面などの非常に狭少な部分に自在にレーザー光をもってくることは不可能である。この点からすると、炭酸ガスレーザーは将来、その開発はきわめて困難とされているが、誘導可能な特殊な光ファイバーが完成されない限り、現時点では第2の条件には全く適合しない。一方Nd:YAGレーザーは石英系ファイバーなら通過し得る利点をもっており、炭酸ガスレーザーよりも、う蝕予防に利用するには現時点ではより有望である。しかしエナメル質に明らかに耐酸性を生じさせ得るQスイッチ発振によるピークパワーが数MW程度のNd:YAGレーザーパルス光となると、まだそれを通過させるような光ファイバーは開発されていない。

しかしこの点は、炭酸ガスレーザーを通し得る光ファイバーの開発よりは技術的には容易であり、すでにすぐれた性能をもった石英ファイバーが日本をはじめ各国で開発されつつある。

最近レーザーによるう蝕予防にはまた一つ新しい局面が迎えられるようとしている。それはレーザー単独照射によるう蝕予防だけでなく、レーザー照射に他のう蝕予防法を併用したり、あるいはレーザー照射を補助手段としてう蝕予防の効果をより確実にしようとする試みが開始されたことである。

その一つの例としてレーザー照射とフッ素との併用である。Goodman<sup>20)</sup>らはフッ化物をエナメル質に塗布しアルゴンレーザーを照射し耐酸性がエナメル質に生ずることを報告しているが、筆者らもレーザーによってフッ素をエナメル質に押し込むことをかなり前から企画し、種々実験を重ねてきた。最近フッ化ジアンミン銀をエナメ

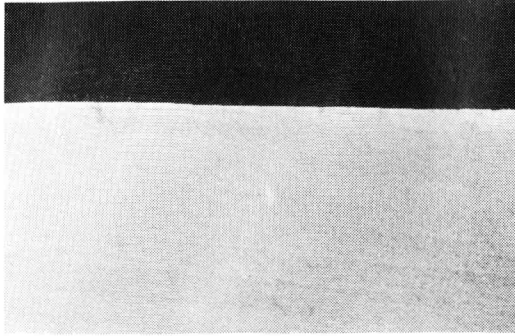


図9 フッ化ジアンミン銀を塗布したのちレーザー照射したものを乳酸で5日間脱灰したもののマイクロラジオグラム。表層下脱灰は全く認められない。

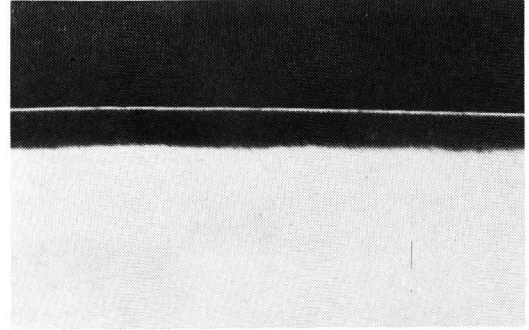


図10 フッ化ジアンミン銀を塗布しレーザーを照射しないで乳酸で5日間脱灰したもののマイクロラジオグラム。明らかな表層下脱灰層が認められる。

ル質表面に塗布し、Nd : YAG レーザを照射すると、その部が確実に酸に対し強い抵抗性を示すようになることを発見した。図9はフッ化ジアンミン銀をエナメル質表面に塗布したものにQスイッチをかけたジャイアントパルス波のNd : YAG レーザを照射したのち、乳酸 (PH 4.5) で5日間脱灰したものの研磨標本のマイクロラジオグラムであるが、図10に示すように、フッ化ジアンミン銀を塗布し、レーザー照射しないで脱灰したものに比べると、レーザー照射したものでは表層下脱灰が全くおこっていない。筆者らはこの現象をレーザーによるフッ化ジアンミン銀の押し込み現象と考え、その詳細を第20回基礎歯科医学会総会において発表した。この方法は単なるフッ素塗布法より確実、かつ安全なう蝕予防法として将来臨床的に応用できる有望な方法と考えられる。

Vahlら<sup>21)</sup>はN<sub>2</sub> レーザでシーラント剤の歯表面での重合を行い、UVランプによるよりも接着性のよいシーラントの重合がレーザーによりできることを報告している。彼女らのこのような実験は、レーザーをう蝕予防の補助手段として用いる一つの将来性ある好例であると云えよう。

レーザーを二次う蝕予防の手段として用いようという試みも最近なされている。その一つとしてレジン充填剤と窩洞との辺縁封鎖をレーザーによって行なおうとする試みも企てられている。筆者ら<sup>22)</sup>もアマルガム充填を行った歯の辺縁部

にNd : YAG レーザを照射し、レーザーによる充填物と窩洞壁との辺縁封鎖と、それに伴う二次う蝕予防の可能性の問題を追求した。すなわち、アマルガムを充填した窩洞辺縁部にレーザーを照射したあと脱灰したものである、非照射のものを脱灰したものに比べ、前者ではアマルガム充填と窩洞辺縁部との間に間隙がなく、かつレーザー照射部位のエナメル質には脱灰が生じていないことが観察されたのである。このように、もし各種充填物と窩洞辺縁部とに存在する微小な間隙がレーザーによって封鎖することが可能であるならば、それはそのまま二次う蝕予防の可能性につながる問題であり、レーザーの新しい応用の道が期待できる。

以上のようにレーザーによるう蝕予防の問題は、レーザー照射だけでなく、これにいろいろな発想に基づく他の方法がつけ加えられ試みられているのが現状であり、このことは将来レーザーによるう蝕予防の範囲がそれだけ拡大する可能性のあることを示していると云えよう。

## 2) その他

De Rijk<sup>23)</sup>はHe-Ne レーザでアマルガム充填の窩洞適合性を検定する方法を発表しているし、またレーザー光に対するエナメル質や象牙質の正常およびう蝕に際しての吸収の違いを光学的に解析している研究者もいる。これらの研究は将来、臨床的に充填物の窩洞適合性のチェックや初期う蝕早期診断の応用につながる研究と

して興味深いものがある。歯科理工学的方面におけるレーザー応用の可能性もきわめて将来性のある領域である。工学の分野ではレーザーによる金属溶接や穴あけ等の加工はすでに実用化されている。歯科理工学の分野でもレーザーは歯科用金属の溶接だけではなく、G. S. P内冠の穴あけやリバースピン陶歯の穴あけにも応用しうるし、鋳造床や義歯の修理も可能で、将来の歯科技工術式が大幅に改良されることも予測される。現在レーザーによる窩洞形成の問題はすでに述べたような理由で下火になっており、臨床的にも全く実用化されていないのが現状であるが、最近の各種レーザー発振装置の開発と進歩は、従来主としてルビーレーザーだけにとどまっていたこの方面の応用について、いろいろなレーザーを適用し、考えなおして見ようとする発想の転換が生じつつあると云える。一級窩洞のようなものを予防拡大をふくめて形成するためにはGordon<sup>9)</sup>が指摘したように50ジュール以上の出力のルビーレーザーが必要であり、それに伴って歯髄などに為害作用が生ずる危険性は十分考えられる。しかし小さな蝕病巣部だけをレーザーで除去し、窩洞形成は従来の方法で行うというような併用法を考えれば、臨床応用としても現時点でも十分レーザーの使用は可能であると思われる。しかも蝕病巣は普通褐色に着色しているので、レーザー光は一層効果的にエナメル質に作用するので、照射エネルギー量も少なく済み、かつ比較的エナメル質表層にその作用が局限し、歯質への吸収性が少ないNd:YAGレーザーをQスイッチをかけジャイアントパルスとして使用すれば、その効果はさらに期待でき、歯髄に全く影響を与えず、患者に痛みも与えず、短時間で蝕病巣のかなりの部分を除去することも不可能ではない。また最も初期蝕病変と見なされる白斑にレーザーを照射し、白斑自体に耐酸性を生じさせ、以後の蝕進行を阻止するというようなレーザーによる白斑の新しい治療法が実現するかも知れない。しかしいずれの場合でもレーザー光を歯面という狭小な範囲に自在にしかも安全確実に誘導できるビームガイドの開

発が必須の条件となることはいうまでもない。

#### Ⅳ 結 語

レーザーは将来、医学歯学あるいは生物学の領域でもその応用範囲がますます開拓され、拡大されて行くであろうということは、他の分野におけるレーザー実用化の急速な発展を見れば自ら想像できる。さらに最近では、レーザー分光分析器、レーザー干渉計、レーザーホログラフイー、レーザー顕微鏡、超音波レーザー顕微鏡あるいはレーザーX線などが開発または開発されようとしている。これらの機器が将来歯学領域における基礎研究や臨床応用へ導入されることを考えると、今後のレーザーの歯学における応用と実用化の発展は計り知れないものがある。このような背景と期待があるにもかかわらず、現実的には歯学におけるレーザー応用はやっとその出発点にたったという感が深い。その原因としては、すでに述べてきたような、いろいろな未解決な問題、とくにレーザービームガイドの問題やそれぞれの目的に応じたレーザーの種類や照射エネルギー量の選択の問題等が存在していると同時に、研究者の数が他の分野のそれと比べるとまだまだ少なく、またレーザー発振装置そのものが基だ高価であるということなどが歯学におけるレーザー研究のおくれている要因であろう。しかし、すでに述べてきたように、レーザーの歯学における応用範囲は実に無限の可能性と夢を含んでいる。現在この問題に取り組んでいる研究者は工学、理学その他の分野の研究者とよく連帯し、レーザー取扱いの安全基準の確立に心しながらより一層慎重な態度で基礎的研究に打ち込み、今世紀最大の発明であると言われるこの素晴らしい新エネルギー：「レーザー光」を歯学のために正しい方向で利用し、活かす道を開拓して行かなければならないと思うのである。

(本論文は岩手医科大学歯学会第4回総会において行った特別講演の要旨をまとめたものであるが、稿を終るにあたり、栄ある特別講演の機会を与えて下さった藤岡会長をはじめ会員各位に心から感謝の意を表するものである。)



## 文 献

- 1) Maiman, T.H. : Stimulated optical radiation in ruby masers. *Nature*. 187 : 493-494, 1960.
- 2) Goldman, L. et al : Effect of laser beam impacts on teeth, *J.A.D.A.* 70 : 601-606, 1965.
- 3) Stern, R.H. and Sognaes, R.E. : Laser effect on dental hard tissue. *J.S.C.S.D.A.* 33 : 17-19, 1965.
- 4) Vahl, J. and Pfefferkorn, G. : Elektronenoptische Untersuchungen der durch Laser-Beschuss hervorgerufenen Veränderungen an Zahnhartsubstanzen. *D.Z.Z.* 22 : 368-394, 1967.
- 5) Gordon, J.E. : Single-surface cutting of normal tooth with ruby laser. *J.A.D.A.* 74 : 398-402, 1967.
- 6) 山本 肇, 岡辺治男, 菅原信一 : レーザ光線の歯科学的応用, 歯界展望, 31 : 905-914, 1968.
- 7) Stern, R.H., Sognaes, R.F. and Goodman, F. : Laser effect on in vitro enamel permeability and solubility. *J. A. D. A.* 73 : 838-843, 1966.
- 8) 平岡正武, 他 : 正常エナメル質および初期齲蝕病巣へのレーザー光照射の影響—走査型電子顕微鏡ならびにX線マイクロアナライザーの所見を中心として—, 日病会誌, 50 : 188, 1969.
- 9) 菅原信一 : ルビーレーザー照射によるエナメル質の変化について—走査電子顕微鏡による観察を中心として—, 口病誌, 41 : 161-171, 1974.
- 10) Stern, R.H., Vahl, J. and Sognaes, R.F. : Lased enamel : Ultrastructural observation of pulsed carbon dioxide laser effects. *J. dent. Res.* 51 : 455-460, 1972.
- 11) Stern, R.H. and Sognaes, R.F. : Laser inhibition of dental caries suggested by first test in vivo. *J.A.D.A.* 85 : 1087-1090, 1972.
- 12) 山本 肇, 大家 清 : レーザ光線による齲蝕予防について, 歯界展望, 42 : 515-521, 1973.
- 13) Yamamoto, H. and Ooya, K. : Potential of yttrium-aluminum-garnet laser in caries prevention. *J. oral Path.* 3 : 7-15, 1974.
- 14) Lobene, R.R. and Fine, S. : Interaction of laser radiation with oral hard tissue. *J. pros. Dent.* 16 : 589-597, 1966.
- 15) Smith, D.L., Burnett, A.P. and Gordon, T.E. : Laser welding of gold alloys. *J. dent. Res.* 51 : 161-167, 1972.
- 16) 南里嶽仁 : 加工用レーザーの歯科補綴への応用, 第5報, レーザ溶接の臨床的検討, 補綴誌, 21 : 291-306, 1977.
- 17) 菱本久美郎 : レーザーメスとレーザー外科, 外科診療, 14 : 928-942, 1972.
- 18) 櫻井靖久 : レーザーメスの現況と将来について, 外科治療, 29 : 570-578, 1973.
- 19) Yamamoto, H. et al : Laser effect on vital oral tissue : A preliminary investigation. *J. oral Path.* 1 : 256-264, 1972.
- 20) Goodman, B. D. and Kaufman, H. W. : Effects of an argon laser on the crystalline properties and rate of dissolution in acid of tooth enamel in the presence of sodium fluoride. *J. dent. Res.* 56 : 1201-1207, 1977.
- 21) Vahl, J. and Wosiewicz, U. : Zahnschmelzversiegelung durch photopolymerisierbare Adhasive unter Anwendung einer Laserlichtquelle. *D.Z.Z.* 31 : 835-839, 1976.
- 22) 山本 肇, 大家 清 : 乳歯エナメル質表層微細構造とう蝕との関連—それに伴う乳歯う蝕予防法への提言—小児う蝕のコントロール, ライオン歯科衛生研究所出版, 東京, 50-70ページ, 1977.
- 23) De Rijk, W.G. : Optical test for the groove adaptation of dental amalgams using a He-Ne laser. *J. dent. Res. Special Issue*, 55 : D93, 1976.