

# 学位論文内容の要旨

愛知学院大学

論文提出者

長塚 由香

論文題目

種々のエネルギー密度で CO<sub>2</sub> レーザー（波長 9.3  $\mu\text{m}$   
および 10.6  $\mu\text{m}$ ）照射したエナメル質表面の性状変化  
に関する研究

CO<sub>2</sub>レーザーは、水およびハイドロキシアパタイト (HAP) に対し吸収されやすく、とくに波長 9.3~9.6 μm の吸収効率の方が、これまで一般的に用いられている波長 10.6 μm のそれよりもよいとされている。CO<sub>2</sub>レーザーを歯質に照射すると歯質表面の形状ならびに性状の変化が生じるが、その性質を利用して歯質の改質を図る試みがなされている。とくに、象牙質に波長 9.3~9.6 μm を照射した時の形態変化、結晶構造の変化や耐酸性の獲得などについての研究がなされており、波長 10.6 μm より効果的に生じることが確認されている。

ところが、エナメル質に対し波長 9.3~9.6 μm の CO<sub>2</sub>レーザーを照射したときの形態や性状の変化などについての報告はほとんど見受けられず、さらに波長 10.6 μm の場合と比較検討したものはない。そこで本研究は、波長 9.3 μm の CO<sub>2</sub>レーザーを照射したエナメル質の形態ならびに性状の変化について検討するとともに、生じた変化を波長 10.6 μm の場合と比較検討することを目的とし、種々のエネルギー密度 (E 密度) で波長 9.3 μm の CO<sub>2</sub>レーザーをエナメル質に照射したときに生じる形態変化の検討とその三次元 (3D) 画像解析を行うとともに耐酸性の獲得についても検討し、それらの結果を波長 10.6 μm の場合と比較検討した。

## 材料および方法

### 1. レーザー照射エナメル質面の形態変化

新鮮抜去ウシ前歯のエナメル質平坦面 (#2000) を調製後、波長 9.3 μm

あるいは 10.6  $\mu\text{m}$  の  $\text{CO}_2$  レーザー (それぞれ試作レーザー、ベルレーザー、タカラベルモント) を 119.0  $\text{J}/\text{cm}^2$  (L 群)、158.7  $\text{J}/\text{cm}^2$  (M 群) あるいは 238.1  $\text{J}/\text{cm}^2$  (H 群) の E 密度で照射した (各波長の実験群を総称して 9.3 群あるいは 10.6 群と略す)。レーザー照射面の形態変化を走査電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察し、また形状解析レーザー顕微鏡 (レーザー顕微鏡) を用いて 3D 画像解析を行った。

## 2. レーザー照射エナメル質面の耐酸性

形態変化の観察の場合と同様の方法で、波長 9.3  $\mu\text{m}$  あるいは 10.6  $\mu\text{m}$  の  $\text{CO}_2$  レーザー照射試料を調製し、3 種の E 密度で照射した後、耐酸性試験に供した。対照は非照射試料 (Cont 群) とした。各試料を 0.1 M 乳酸緩衝液 (pH 4.8、37°C) で脱灰し、ICP 発光分光分析装置を用いて溶出した Ca 量を測定し、得られた結果を Turkey の多重比較検定を用いて統計学的処理を施した ( $\alpha=0.05$ )。また、レーザー照射面の脱灰後の形態変化を SEM 観察し、さらにレーザー顕微鏡による 3D 画像解析を行った。

## 結果および考察

### 1. 形態変化について

観察された形態変化の種類は、膨隆、亀裂、鱗片状、硝子様あるいはクレター状の形態などであり、9.3 群および 10.6 群ともに同様の変化であったが、その程度は同一 E 密度でも波長により異なっていた。すなわち、鱗片状の形態変化の面積率ならびに膨隆の最大高さは、いずれの E 密度にお

いても 9.3 群の方が顕著であり、また 9.3 H 群のクレーターの底部は非照射面より下部に位置し、10.6 H 群より深く熔融していた。さらに、9.3 群の亀裂は照射野内に限局し E 密度にかかわらずほぼ同様であったが、10.6 群では高い E 密度であるほど照射野外に延びていた。

これらの形態変化の程度の相違は、CO<sub>2</sub> レーザーにおいて波長 9.3 μm の方が 10.6 μm に比べエナメル質表面の HAP に吸収されやすいため生じたものと考えられる。

## 2. 耐酸性について

10.6L 群以外のいずれの群においても溶出 Ca 量は Cont 群と比べ有意に低く ( $p < 0.05$ )、耐酸性を示した。また、照射野中央部の鱗片状の形態変化の面積率はいずれの群においても脱灰前後でほぼ変化がなく、レーザー照射によって小柱部分のアパタイトが結晶性の高いものに変化し耐酸性を獲得したと考えられる。さらに、10.6 H 群、9.3 M 群ならびに 9.3 H 群では、熔融したクレーター部分は脱灰前後でほぼ変化がなく、熔融により結晶性の高い変性物質に転化して耐酸性を示したと考えられる。

同じ E 密度では、9.3 群の溶出 Ca 量は 10.6 群に比べ有意に低く ( $p < 0.05$ )、また 9.3 群における形態変化の程度は脱灰による影響がほとんど認められず、HAP に吸収されやすい 9.3 群の方が 10.6 群より高い耐酸性を示すことが明らかとなった。

結論

エナメル質に対し波長 9.3  $\mu\text{m}$  あるいは 10.6  $\mu\text{m}$  の  $\text{CO}_2$  レーザーを照射したとき、生じた形態変化の種類は波長にかかわらず同じであったが、その程度は同一 E 密度でも波長の違いにより異なっていた。また、耐酸性の獲得の程度については、いずれの E 密度においても波長 9.3  $\mu\text{m}$  の方が 10.6  $\mu\text{m}$  よりも高いことが判明した。