

Er:YAG レーザを用いた歯の窩洞形成における水の影響

金沢大学大学院 堀居 直幸  
 金沢大学工学部 上田隆司, 細川 晃, 山田啓司, 田中隆太郎

1. 緒言

近年, 疼痛の抑制や接触感染の予防などの利点から, う触治療の分野においてレーザーが臨床に応用されているが, 加工能率が従来の回転砥石より劣ることや, レーザ照射部が高温になることより, 歯質に熱損傷を及ぼす危険があることなど問題点もある.

そこで本研究では, 水に浸したヒトの歯質にEr:YAG レーザを照射することにより窩洞を形成し, 窩洞部の測定・観察を行い, 良好な窩洞の形成方法について検討する. また, 水が窩洞に及ぼす影響について検討する.

2. 実験方法

2mm および 3mm 厚に削りだした象牙質をシャーレの中に設置し, 鉛直上方向より Er:YAG レーザを照射することで窩洞形成を行う. シャーレには象牙質表面から高さ 1mm の位置まで水を満たす. 図 1 に実験装置, 表 1 にレーザー照射条件を示す. レーザ照射後, 試料を研削して窩洞断面を露出し, 窩洞口径 D, 窩洞深さ d および除去体積 V を測定した.

3. 窩洞部組織の熱損傷

図 2 に気中で形成した窩洞の断面写真を示す. レーザエネルギーが大きくなるに従い組織炭化が発生し, 0.14J/pulse では炭化が著しい.

図 3 に水中加工での窩洞断面写真を示す. ここでは気中加工と異なり, いずれのレーザーエネルギーにおいても炭化は生じていない.

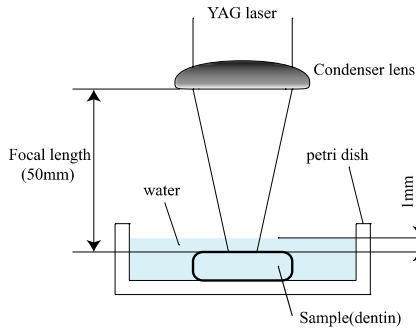


Fig.1 Experimental set-up

Table 1 Conditions in perforating experiment

Laser			Er:YAG
Wave length	$\lambda$	nm	2940
Diameter of spot (1/e)	2a	mm	0.22
Frequency	f	Hz	10
Pulse width	$\tau$	ms	0.11~0.26
Laser energy	E	mJ/pulse	4.8~136
Peak power	Q	W	44~523
Number of pulses	n		5~25

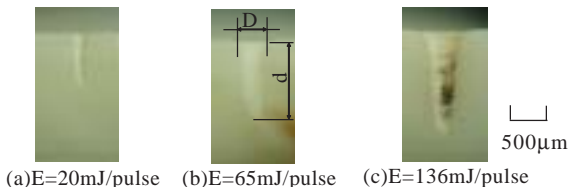


Fig.2 Cross section of perforated cavities without water (f=10Hz, n=10)



Fig.3 Cross section of perforated cavities with water (f=10Hz, n=10)

4. 窩洞形状

図 4 にレーザーエネルギー E と窩洞口径 D の関係を示す. 水中加工の場合の口径は, 気中よりも小さい. また, 気中加工, 水中加工のいずれも, エネルギーが大きくなるにつれて口径は直線的に増加する.

図 5 にレーザーエネルギー E と窩洞深さ d の関係を示す. 水中加工は気中加工より深さは小さくなっている. 気中加工では, エネルギーが大きくなるにしたがい, 深さは直線的に増加する. 一方, 水中加工では初めは急激に増加するがその後, 増加は緩やかになっている.

図 6 にレーザーエネルギー E と除去体積 V の関係を示す. 水中加工は気中加工に比べ, 除去体積が小さい. 気中加工, 水中加工共に, エネルギーが大きくなるにつれて, 除去体積 V が直線的に増加している.

図 7 に照射パルス数 n と窩洞深さ d の関係を示す. 気中, 水中加工のいずれもパルス数が増えるにしたがって, 深さは増加する. また, 除去体積 V (図 8) は, 気中, 水中加工共に, パルス数 n が増えるとも増加している.

5. 結言

- 1) Er:YAG レーザを用いた水中加工では, 気中加工で発生する組織炭化が生じない.
- 2) 水中での Er:YAG レーザの加工性能は, 気中に比べ低い.
- 3) レーザエネルギー, 照射パルス数の増大によって除去体積は線形に増加しており, 加工量の制御が容易であると思われる.

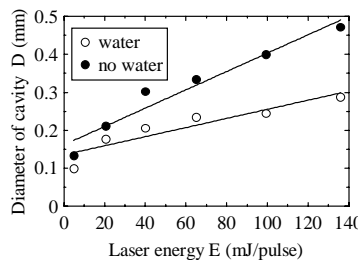


Fig.4 Relation between laser energy and diameter of cavity (f=10Hz, n=10)

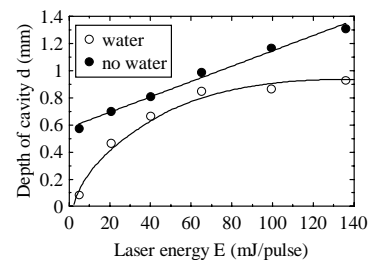


Fig.5 Relation between laser energy and depth of cavity (f=10Hz, n=10)

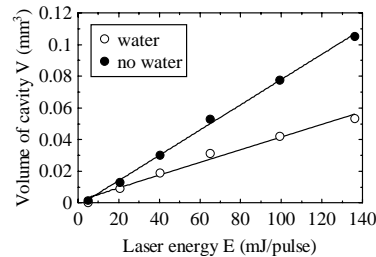


Fig.6 Relation between laser energy and volume of cavity (f=10Hz, n=10)

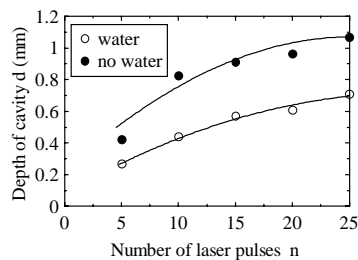


Fig.7 Relation between number of pulses and depth of cavity (f=10Hz, E=20mJ/pulse)

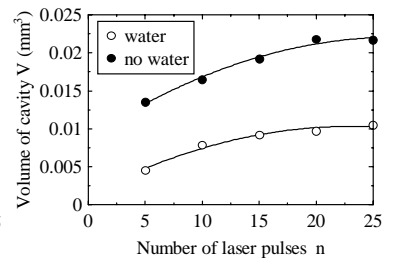


Fig.8 Relation between number of pulses and volume of cavity (f=10Hz, E=20mJ/pulse)