

プラズマによる滅菌が歯科材料に及ぼす影響

— (1) 印象体へのプラズマ照射が模型の表面性状へ及ぼす影響 —

岡田 英俊 石田 喜紀 野口 博志
及川 均 長山 克也 清浦 有祐¹

Influence of Sterilization with Plasma on Dental Materials

— (1) Influence of Plasma Irradiation to Impression on the Property of Model Surface —

Hidetoshi OKADA, Yoshinori ISHIDA, Hiroshi NOGUCHI,
Hitoshi OIKAWA, Katsuya NAGAYAMA and Yusuke KIYOURA¹

The purpose of this study was to examine the influence of plasma irradiation, of which sterilizing effect is highly expected, on the property of a model surface. Materials used in this study included alginate, silicone rubber impression materials and hard plaster. After plasma was applied to the impression for 1-90 seconds followed by infusion of hard plaster, the detail reproduction, dimensional change and surface roughness were examined. As for the sterilizing effect of plasma, the rate of inhibition was determined by using *C. albicans* after irradiation of plasma for 1-90 seconds. In addition, the condition without plasma irradiation was served as a control.

The results obtained were as follows :

1. No significant difference was observed between the plasma-irradiated impression materials and the control concerning the detail reproduction, dimensional change and surface roughness of the examined model surface.
2. The sterilizing effect of plasma on *C. albicans* was observed on and after 15 seconds of irradiation and about 100% of inhibition was observed after irradiation for 90 seconds.

Key words : plasma, *C. albicans*, sterilization, impression materials, dental stone

緒 言

歯科臨床における診療器材の滅菌・消毒は必要不可欠なものであるが、2次的な感染を考えた場合には診療器材によるものだけでなく、修復物の製作時に生じる可能性も大きく¹⁾、その製作過程からすると印象体の滅菌は非常に重要と考えられ

る。現在、様々な滅菌法が開発され用いられているが、各器具、材料はその性質から滅菌法により効果的に行えるものと禁忌的なものがある。歯科で行う滅菌法としては高温加圧や薬液浸漬などが一般的であるが、印象体への応用を考えた場合には熱や吸水による変形や膨縮^{2,3)}によって、滅菌はされても印象体としての精度を損なうこととなる。

受付：平成15年6月30日，受理：平成15年7月14日
奥羽大学歯学部歯科理工学講座
奥羽大学歯学部口腔細菌学講座¹

Department of Dental Materials Science, Ohu
University School of Dentistry, Department of Oral
Bacteriology, Ohu University School of Dentistry¹

表1 実験材料

材料	メーカー	コード
印象材		
アルジネート印象材	三金	Alg
シリコンラバー印象材	coltene	Sil
模型材		
硬石膏	GC	NP
口腔内細菌		
<i>Candida albicans</i> (奥羽大学歯学部口腔細菌学講座保存)		

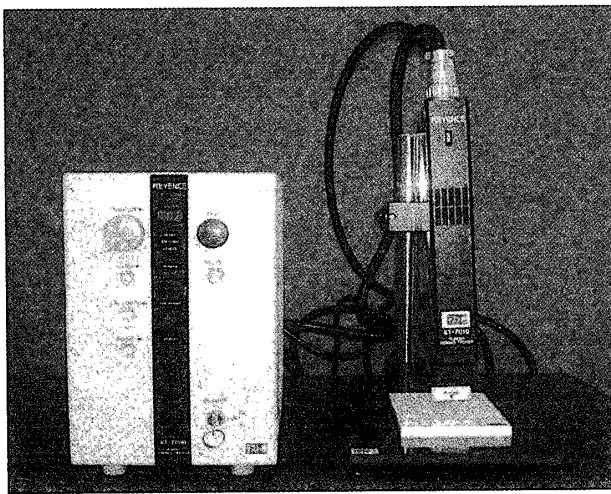


図1 プラズマ装置

そこで今回我々は簡易的で材料変質のない滅菌法を検索するため、材料の表面改質と殺菌効果があるとされるプラズマ⁴⁻⁸⁾に着目し、印象採得面に照射して得られた模型材表面の性状と、口腔内細菌に対する殺菌効果について検討した。

材料と器械および方法

1. 材料と器械

実験で使用したアルジネート印象材、シリコンラバー印象材および硬石膏のメーカーとコード、さらに口腔内細菌は表1へ示す。今回用いたプラズマ装置はST7000 (KEYENCE社製)であり図1, 2へ示す。印象面および口腔内細菌に対するプラズマ照射は、大気中で1cmの高さから1, 15, 30, 45, 60, 75, 90秒間行い、照射なしの条件をコントロール (以後CON)とした。Alg,

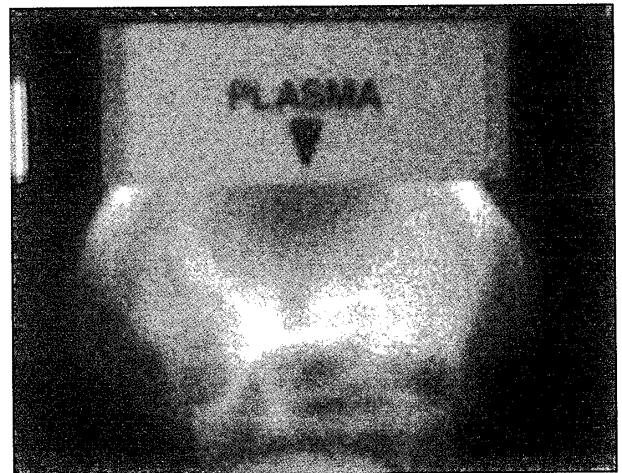


図2 プラズマ照射

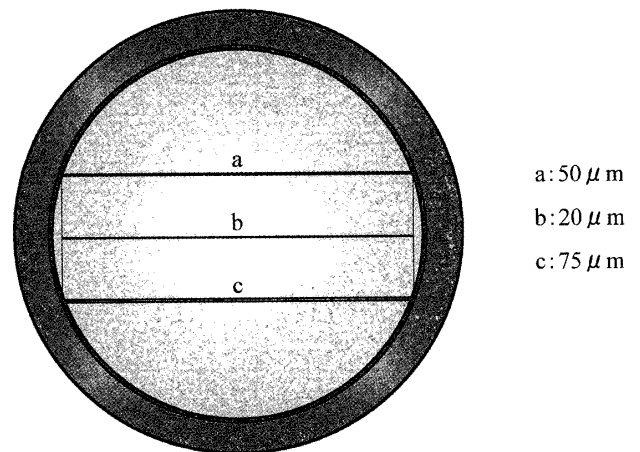


図3 細線再現性試験用金型

SilおよびNPは $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $50 \pm 5\%$ 中で各メーカー指定の条件により練和し、以下に示す項目について実験を行った。試料数は各条件10個とした。模型の表面性状の実験結果はone way ANOVA ($p < 0.05$)により統計処理を行った。

2. 方法

1) 細線再現性試験

細線再現性試験は細線再現測定器 (図3: 東京技研) を用いて、模型上の20, 50, 75 μm 各線における25点について正確に再現されているもののみ光ファイバー式顕微鏡 (SCOPEMAN, MORITEX) を用いてカウントし、25点を100%として、再現数をパーセンテージで算出した。

2) 細線間距離

印象体の細線間距離は、模型上に再現されたa

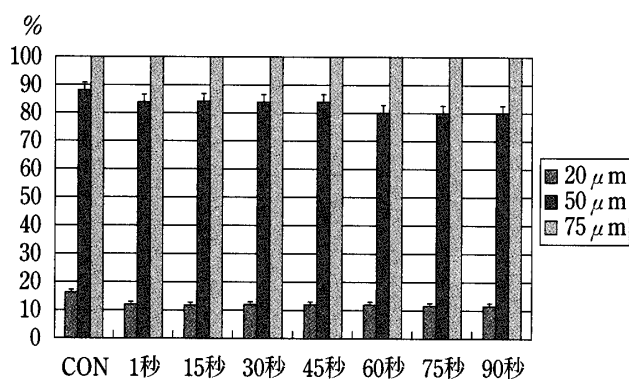


図4 細線再現性 (Alg)

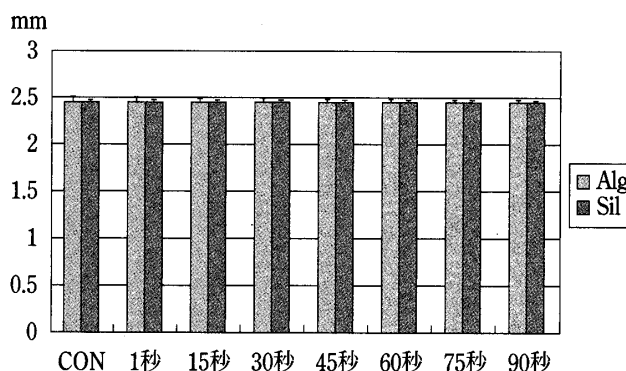


図6 細線間距離

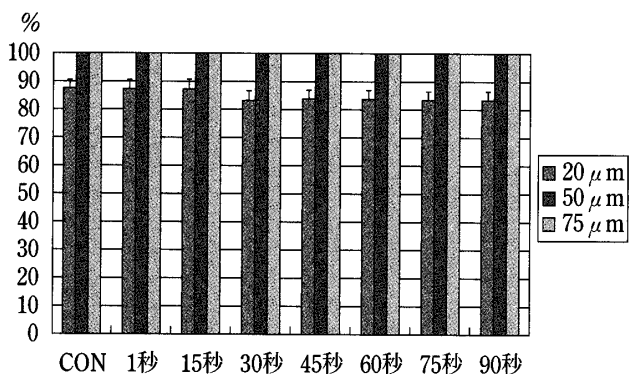


図5 細線再現性 (Sil)

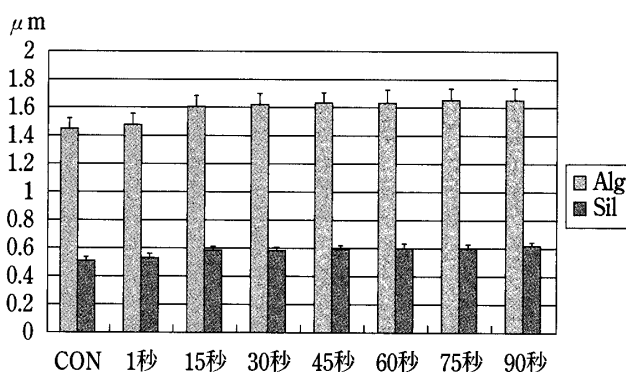


図7 表面粗さ (Ra)

一b間 (図3) における中央部の細線間の長さについて読み取り、顕微鏡 (MEASURESCOPE, Nikon) を用いて測定した。

3) 表面粗さ

模型表面の粗さは surfcom 590A (東京精密) にてトレース速度0.03mm/s, カットオフ値0.8mm, 測定距離4mmの測定条件で1), 2) で用いた試料表面の Ra(中心線平均粗さ) を測定した。

4) 殺菌性試験

プラズマの殺菌性試験は *Candida albicans* を4時間培養して、シャーレに付着させた後、培養液を取り除き、プラズマを照射してから、再び培養液を加えて18時間培養した。培養後は吸光度計にて菌数を求め、CONに対する各照射条件での抑制率を算出した。

結 果

1. 細線再現性

AlgとSilの細線再現性の結果を図4, 5へ示す。細線再現性はAlgの75 μm, Silの50および75 μmでの各照射時間における全ての試料で100%を示した。またAlgの20, 50, Silの20 μmでの照射条件全てで有意差が認められなかった。

2. 細線間距離

AlgとSilの寸法変化の結果を図6へ示す。細線間距離について平均的には照射時間が長くなるほど細線間距離が短くなり、印象体の収縮傾向がみられたものの、各照射時間での有意差は認められなかった。

3. 表面粗さ

AlgとSilの表面粗さの結果を図7へ示す。表面粗さにおいても平均的には照射時間が長くなるほど、Alg, Silともに模型表面の粗さは大きくなる傾向が認められたものの、各照射時間での有意差は認められなかった。

4. 殺菌性試験

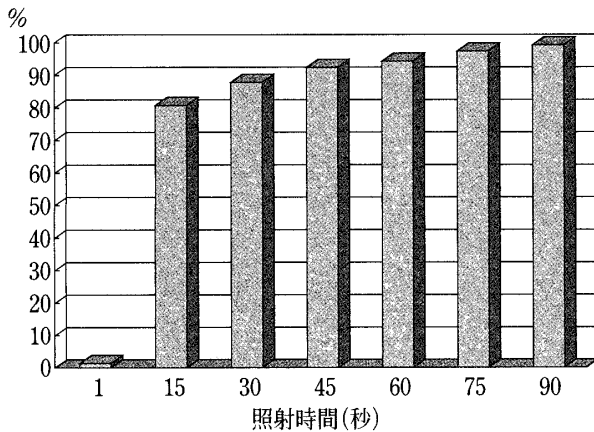


図8 プラズマ照射による *C. albicans* の抑制率

*C. albicans*の殺菌性試験の結果は図8へ示す。殺菌性試験ではCONに比較し1秒間の照射ではほとんど抑制がかからなかったが(図9)、15秒間以降の照射で抑制率が80%以上を示し、90秒間の照射では99.6%となった(図10)。

考 察

現在、プラズマの応用は多岐の分野で行われており、蛍光灯やテレビをはじめ材料の表面改質に用いられ、さらに歯科では光重合材料の重合器および鑄造器などにも応用されている。今回の研究で用いたプラズマ発生器は、大気中でコロナ放電することでプラズマを発生させるタイプであり、材料の表面改質を簡易的に短時間で行えるものである。この大気中でのコロナ放電によって生じるプラズマ化学反応は殺菌効果が期待されるOHなどの活性酸素が生成されると考えられる⁹⁾。そこで今回は滅菌が必要とされる印象面へのプラズマ照射が模型の表面性状に及ぼす影響と口腔内細菌の一つである *C. albicans* の殺菌性について検討した。

1. 印象面へのプラズマ照射が及ぼす影響

今回は臨床での使用頻度が高い2種類の印象材において、印象面へのプラズマ照射と照射時間が模型表面に及ぼす影響を3つの実験項目から比較検討した。各試験結果からCONに比較して照射時間が長くなるほど印象材は収縮し、模型表面が粗くなる傾向が若干みられたものの有意差は認められなかった。印象材の収縮と模型面の表面あれ

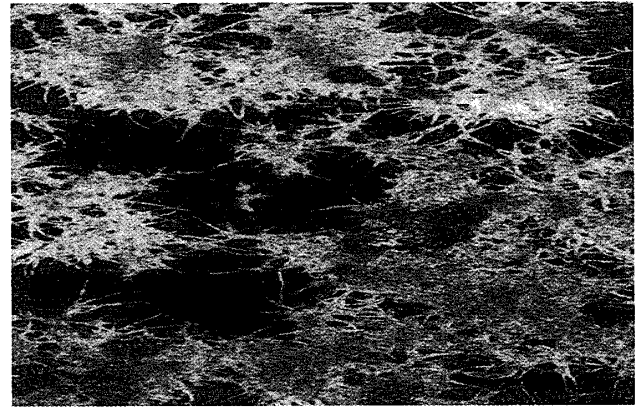


図9 *C. albicans* の光学顕微鏡像(CON)

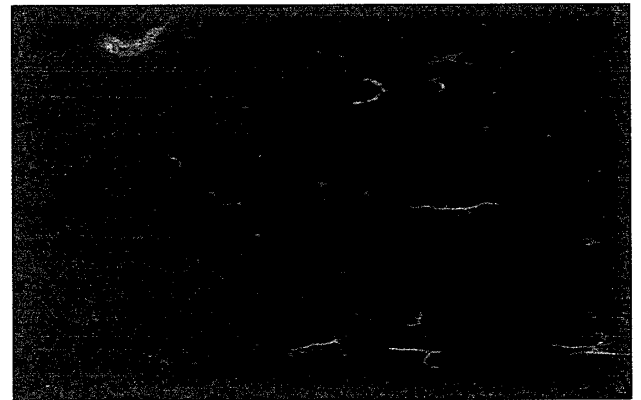


図10 *C. albicans* の光学顕微鏡像(プラズマ照射90秒間)

についてはプラズマ照射によって照射面に生じる熱の影響と模型材注入までの経時的な印象材の性状変化が考えられる。印象材はその材質と熱膨張係数および熱伝導率の関係から熱の影響を受けやすく、オートクレーブなどの加熱滅菌処理をすることで変形することが報告²⁾されている。材料表面にエッチング効果を示すプラズマ中で励起されたラジカル(活性化中性粒子)は衝突を通じて不規則な熱運動をしながら印象面に到達するため¹⁰⁾、印象表面は熱の影響を受けることが推察される。しかしながら、照射時間が最大で90秒という短時間であること、さらに大気中で照射を行っていることから熱が放散し、印象材への影響が生じにくくなったためCONとの有意差が認められなかったものと考えられる。また、プラズマ照射による表面粗さの増加においてはエッチング効果による影響も考えられる。材料の表面改質でプラズマが応用されているが、これはエッチング効果により材

料の表面を粗くし、被着体の表面エネルギーを小さくすることで接着材や塗料などのぬれが向上するためである。しかしながら、模型材の場合は印象面の表面性状をより正確に再現するものであるため、印象表面の粗さが大きくなると大きくなった分だけそれに応じて模型表面で再現することが推察される。これも印象体へのプラズマ照射によって模型の表面粗さが大きくなる傾向がみられた一因とも考えられるが、照射が短時間であるためCONと比較し有意差が認められなかったものと考察される。また、照射時間が長くなるほどSilよりもAlgの方が寸法変化、表面粗さともに大きくなっていったが、これについてはプラズマによる影響よりも、ハイドロコロイド印象材の特徴の一つである離漿¹¹⁾の影響が経時的に大きく生じるためこのような結果になったと推察される。以上よりCONと比較して全ての結果で有意差が認められなかったことから、今回の実験条件では印象材表面に対するプラズマ照射が模型の表面性状に及ぼす影響は小さいことが示唆された。

2. *C. albicans*の殺菌性

実験に用いた*C. albicans*は口腔常在菌の一つであり、日和見感染や義歯性口内炎の代表的起因菌でもあることから、今回はプラズマ照射の殺菌性を検討する初期段階として選択した。プラズマによる*C. albicans*への殺菌性は図2～4で示すように15秒以上の照射で大きく現れることが明らかとなった。これは大気中で放電することにより生じたプラズマが、酸素と化学反応を生じることでイオン化し、それにより生成された一重項酸素(1O_2)やヒドロキシラジカル($\cdot OH$)などの活性酸素⁴⁻⁸⁾が細菌の細胞膜を破壊⁹⁾するためと考えられ、さらに菌体の一部が前述の材料表面のエッチング効果¹⁰⁾を生じさせるラジカルによって揮発性化合物となることでも殺菌性を発揮するのではないかと推察される。これらのことから*C. albicans*の抑制率は照射時間が長くなるほど高くなったと考察される。

以上のことから、印象面の滅菌を目的とするプラズマ照射は模型表面性状へ及ぼす影響が少なく、また*C. albicans*に対する殺菌効果も高いことが明らかとなり、さらには簡易的で短時間で行えるこ

とから、今回用いたプラズマによる印象体への滅菌システムは、臨床应用到有用性の高いことが示唆された。

結 論

1. 印象材表面へのプラズマ照射による、模型表面性状への影響は少なかった。

2. プラズマによる*C. albicans*への殺菌効果は15秒以上の照射で大きくみられ、90秒間の照射で約100%の抑制率を示した。

本論文の要旨は第38回日本歯科理工学会(2001年10月福岡)において発表した。

文 献

- 1) 細田裕康：歯科診療において感染症にいかにか立ち向かうか①歯科の立場から一現状と対策一。消毒の最前線(佐藤田鶴子, 椎木一雄, 田口正博編)；18-21 デンタルダイヤモンド 東京 1992.
- 2) 土生博義, 内田博文：寒天・アルジネート連合印象システムの研究一薬液消毒の影響一。歯材器 17；231-237 1998.
- 3) 平口久子, 内田博文, 中川久美, 田辺直紀ほか：印象厚さの異なる親水性ビニルシリコンゴム印象の加熱滅菌処理が模型の再現性に及ぼす影響。歯材器 19；310-317 2000.
- 4) 玉沢かほる, 塚田 甲, 堀内 博：歯科用酸素プラズマ滅菌装置の開発。日歯保誌 39；482-491 1996.
- 5) 高島征助, 嶋村三智也, 加美谷将人, 新太喜治：過酸化水素一低温プラズマ法の滅菌機構に関する研究一指標菌の細胞内物質の濃度変化一。医器学 68；602-606 1998.
- 6) 高島征助, 加美谷将人, 新太喜治：過酸化水素一低温プラズマ法の滅菌機構に関する研究一ラジカルの分布状態と素材によるラジカルの消去活性の差について一。医器学 69；571-577 1999.
- 7) 伊藤衡平, 萩原勝幸, 中浦裕之, 恩田和夫ほか：電解とパルス幅が放電脱硝性能に与える効果の数値解析。電学 120；979-986 2000.
- 8) 小野 亮, 小田哲治：パルスコロナおよびバリア放電中のOHラジカル測定。電学特別号 1；196 2000.
- 9) 斉藤俊行, 堀江純司, 岩瀬達雄：光励起酸化チタンによる口腔細菌の殺菌機序に関する研究一酸素の影響について一。口腔衛生会誌 42；576-577 1992.

- 10) 谷本充司：物質の生成と加工. プラズマ 第1版；95-108 電気書院 東京 1990.
- 11) 根本君也, 西山典宏, 早川 徹：第3章印象用材料. スタンダード歯科理工学 (西山 寛, 根本君也, 長山克也編)；56-93 学建書院 東京 2002

著者への連絡先：岡田英俊，(〒963-8611)郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部歯科理工学講座

Reprint requests : Hidetoshi OKADA, Department of Dental Materials Science, Ohu University School of Dentistry

31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan