

歯科用人工歯根材の感染時の有効なりカバリー処置法の実験的研究*

中田 一則^{*1}・松井 孝道^{*2}・久木崎雅人^{*1}

Experimental Study for the Effective Recovery Treatment of Infected Dental Implant

Kazunori NAKATA, Takamichi MATSUI and Masato KUKIZAKI

歯科医療で注目されているインプラント治療において、細菌や起炎物質によりインプラント表面に感染が及んだ場合、それらの汚染物質を除去し、感染の拡大を防止するリカバリー処置が重要となる。各種の物理的治療法について実験し、汚染物質の除去効果について検討した結果、 β -TCPパウダーを使用したAir Polishing法は汚染物質の除去が効果的に行なえ、感染時の有効なりカバリー法として期待される。

キーワード：インプラント、SLA、重炭酸ナトリウム、 β -TCP、Air Polishing、キュレット

1 はじめに

最近、歯科の分野ではインプラント治療が最も注目を集めており、世界的な広がりを見せている。

インプラント治療とは、歯を失った場合、入れ歯やブリッジで処置することの多かった治療に対して、歯の失われた部位に天然歯の根の代わりをする人工歯根（インプラント）を挿入し（図1）、その上に人工歯を接合させることにより天然歯と同じ咀嚼機能を回復させる治療法である（図2）。

1965年にスウェーデンで初めて骨結合型のインプラント治療が行われ、1970年代には我が国でもこの方法が導入された。インプラントには主として純チタン材が使用されている。チタン材は生体との親和性に富み、顎の骨とインプラントが強力に接合する特性を利用している。

インプラント治療後は、天然歯と同様な日常的なメンテナンスの他に歯科医院で行うメンテナンスを定期的に行う必要がある。これらのメンテナンスを怠ると、歯周病菌などの感染により顎骨が侵され、結果としてインプラントとの接合強度が弱くなり本来の機能を維持できなくなる。このような感染がインプラント表面に及んだ場合、感染の拡大を防ぐことと、感染部位の

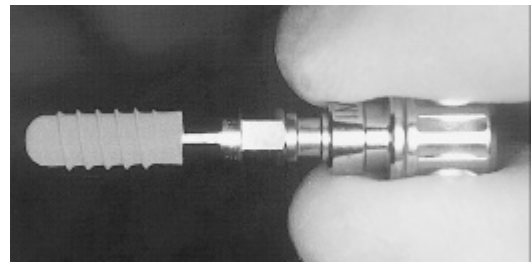


図1 歯科用インプラント

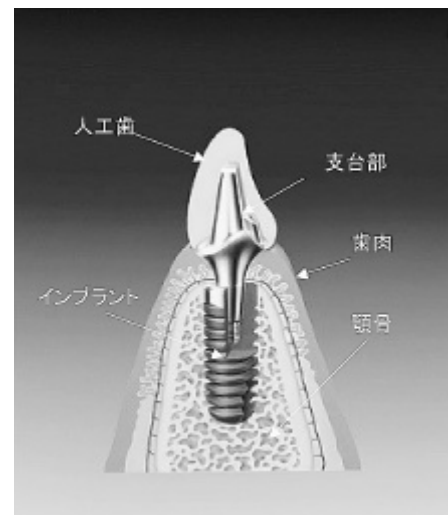


図2 口腔内インプラント構造

* 固体材料表面分析技術の高度化に関する研究

* 1 材料開発部

* 2 松井歯科医院院長

修復を目的としたリカバリー処置が必要となる。

現在、リカバリー法としては、歯に付いたヤニや汚染物質を除去する目的で使用されている重炭

酸ナトリウムパウダーによる噴射洗浄方法（Air Polishing）やその他各種の処置法が提案されているが決定的なリカバリー法は世界的に未だ確立されていないのが現状である。

感染したインプラント表面部の汚染部を如何にして清浄状態に戻すかが重要となるため、今回、重炭酸ナトリウムパウダーによる洗浄効果を検証するとともに各種治療器具類による汚染部の除去効果及び第三リン酸カルシウム（ β -TCP）パウダーを使用したAir Polishing法を試行し、その効果を最先端の分析機器を使用して解析評価した。

2 実験方法

インプラントは骨と接する表面に対して様々な手法を用いた処理加工が施されており、今回は、サンドブラストおよび酸処理を行ったSLA（Sand-blasted Large Grit Acid-etched）インプラントで実験を行った。SLA表面のSEM写真（図3）では表面部が微小な凹凸を有す粗造面を呈していることが観察できる。

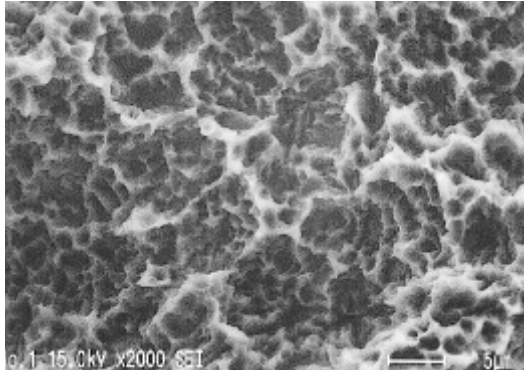


図3 インプラントSLA表面SEM写真

細菌や起炎物質により感染して口腔内より撤去したインプラント（図4）のSLA表面部について、主に歯石等の除去用として使用されている純チタン製キュレット（図5）を用いて50および100ストローク掻爬し、汚染物質の除去効果を調べた。

次に、噴射洗浄装置（図6）を用いて重炭酸ナトリウムパウダーに（図7）によるAir Polishingを30秒間行い、その後蒸留水で洗浄した。また、生体吸収材料である100% β -TCPパウダー（直径50 μ m前後の球状 β -TCP）（図8）を用い、30秒間のAir polishingと蒸留水で洗浄し、各々の処置

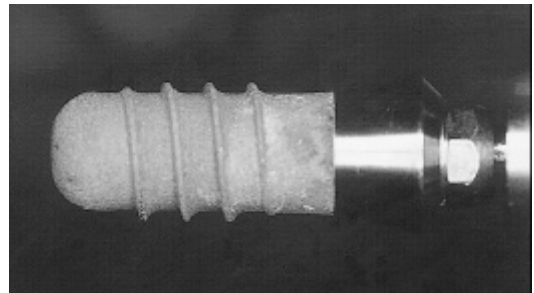


図4 感染したインプラント

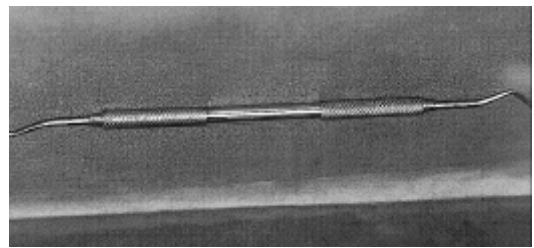


図5 純チタン製キュレット



図6 噴射洗浄（Air Polishing）装置



図7 重炭酸ナトリウムパウダー

効果について電子線マイクロアナライザー（EPMA）で解析した。

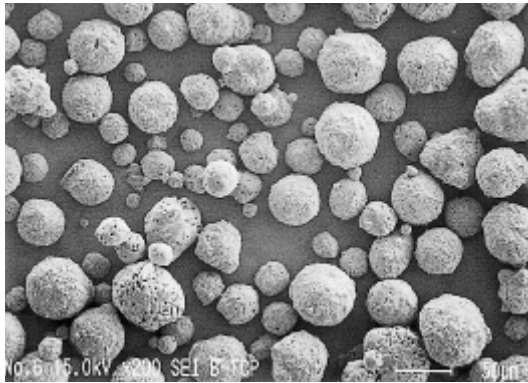


図8 β -TCPパウダー

3 結果および考察

3 - 1 感染インプラントの表面性状

口腔内から撤去されたインプラントの表面には、図9に示すように汚染物質がSLA表面全体に付着しており、未使用のインプラント表面とは顕著に異なる性状を呈している。EPMAによる定性分析の結果（図10）、細菌および食物由来と考えられる炭素が極めて多量に検出された他、リン、イオウ等の成分も含まれていることが分かった。

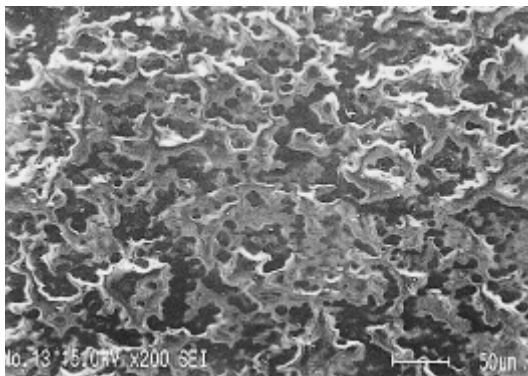


図9 感染したインプラント表面SEM写真

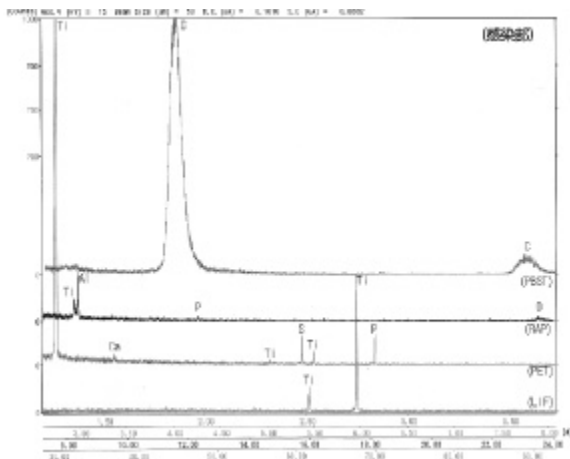


図10 感染部のEPMA定性分析

3 - 2 純チタン製キュレットによる搔爬

汚染部に対して純チタン製キュレットで50回および100回ストローク搔爬した結果、図11に示すようにSLA表面の粗造面はある程度の平滑化は認められるが、EPMAによるマッピング分析の結果（図12）、有機物質の残留が認められ、その他の付着成分についても除去が不完全であり、更に多くのストローク回数を増してもこれらの付着成分を完全に除去することは困難であると思われる。

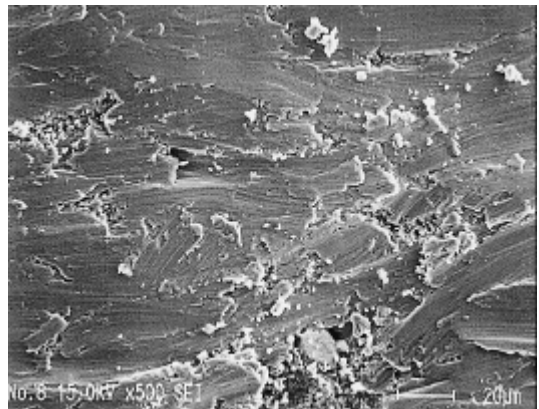


図11 純Ti製キュレット100回搔爬面のSEM写真

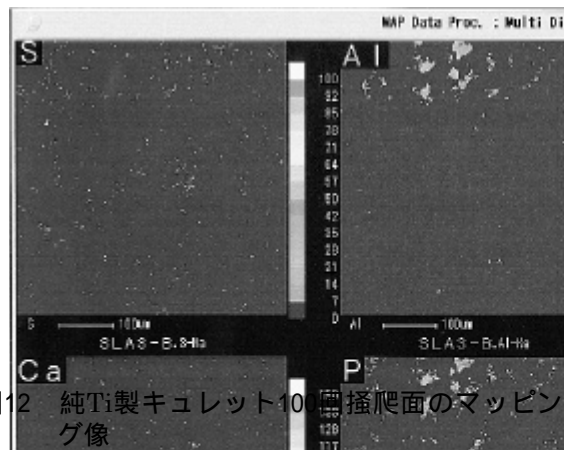


図12 純Ti製キュレット100回搔爬面のマッピング像

3 - 3 重炭酸ナトリウムパウダーによる Air Polishing

汚染部に対して30秒間 Air Polishing 処理したインプラントの外観と処理面のSEM写真を図13、14に示す。SEM写真から汚染物質が除去されSLA特有の粗造面が確認できる。定性分析の結果、炭素は未使用品と同程度まで低減したが、ケイ素が多く検出された。図15のマッピングにより炭素はほぼ完全に除去され有機物質の除去効果は

確認できたが、ケイ素は Air Polishing 処理面全体に様に付着していることが明らかとなった。ケイ素については汚染部では検出されていない為、重炭酸ナトリウムパウダーの成分を蛍光 X 線分析装置および X 線回析装置で分析した結果、3 ~ 4 % 程度のシリカ (SiO₂) を含有していることが判明した。また、その後の調査でシリカは研磨効果を向上させる目的で添加されていたことが分かった。

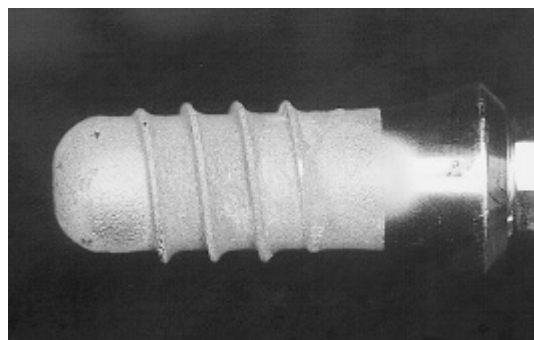


図13 重炭酸ナトリウム Air Polishing 後のインプラント (SLA 左右両端部)

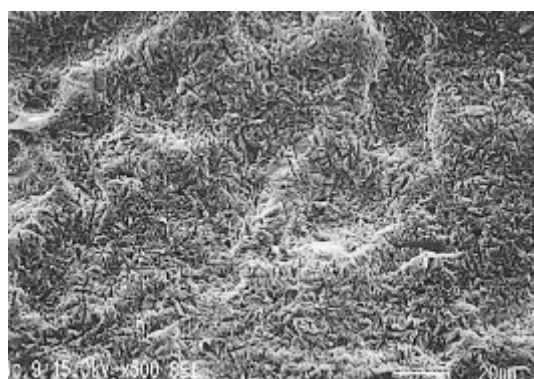


図14 重炭酸ナトリウム Air Polishing 処理面の SEM 写真

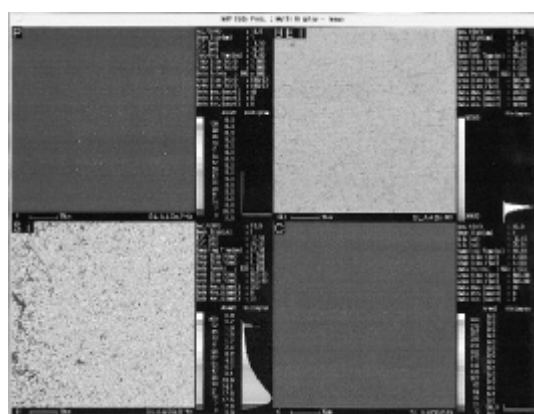


図15 重炭酸ナトリウム Air Polishing 処理面のマッピング像

次に、インプラント表面に残留したシリカを除去する目的で、重炭酸ナトリウムパウダーで Air Polishing 30 秒後、6,600Hz のソニックブラッシング 60 秒、およびウォーターピックによる生理食塩水洗浄を 30 秒間実施した。しかし、図16に示すようにケイ素の付着は多量に存在し、しかも強固に付着しており、この洗浄方法ではシリカの除去は困難で、リカバリー法として新たな問題点が浮上した。

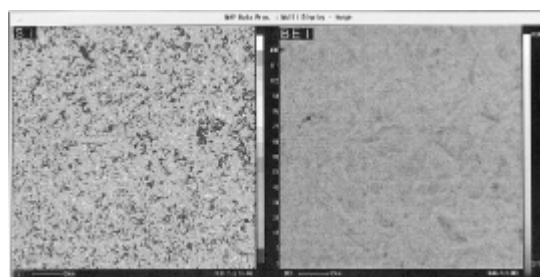


図16 ソニックブラッシング、ウォーターピック処理後のシリカの残留

3 - 4 β -TCP パウダーによる Air Polishing β -TCP パウダーで Air Polishing 30 秒間の処理を行った SLA 表面を図17に示す。処理面は SLA 粗造面までが研磨されておりインプラントの新生面が現れているものと思われる。

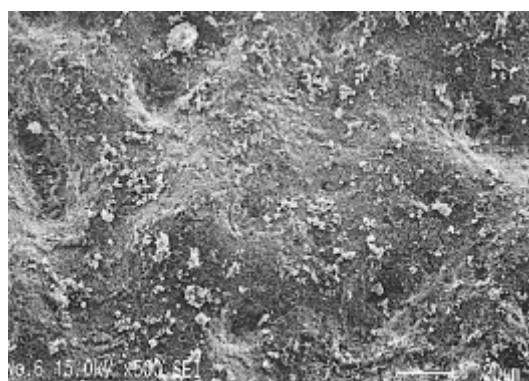


図17 β -TCP による Air Polishing 処理面の SEM 写真

定性分析の結果 (図18)、炭素は重炭酸ナトリウムパウダー処理と同程度までに低減し、 β -TCP 成分であるリン、カルシウムが検出されているが、ケイ素は全く検出されなかった。同処理面でのマッピング結果を図19に示す。炭素はほぼ完全に除去されていることが確認された。また、リン、カル

シウムは全体的に残留しているが、これらの成分は生体内に完全に吸収されるため、特に問題を生じることは無いと考えられる。

図20は汚染したインプラントのネジ山を境にして未処理面(右側)と処理面(左側)で炭素の比較を行った面分析結果である。Air Polishing処

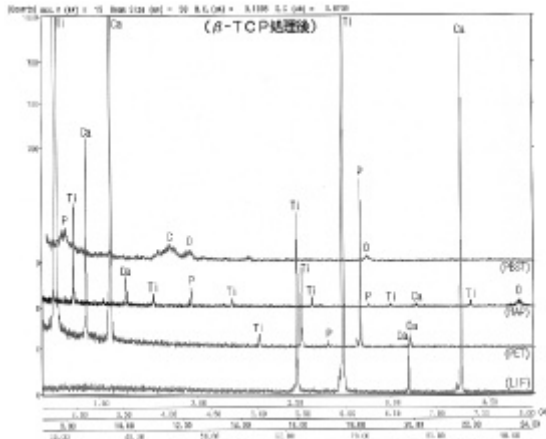


図18 β-TCPによるAir Polishing処理後のEPMA定性分析

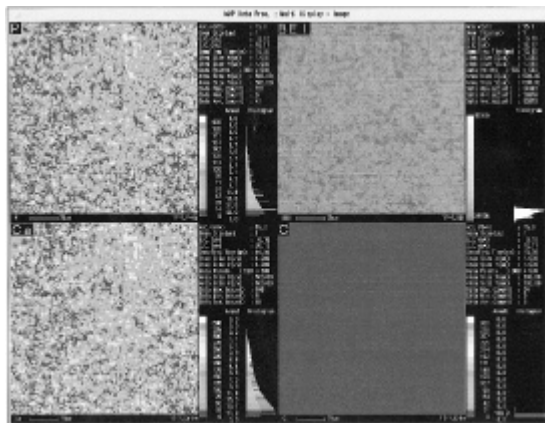


図19 β-TCPによるAir Polishing処理面のマッピング像

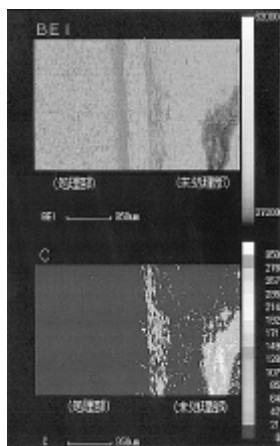


図20 β-TCP Air Polishing処理による炭素除去効果(未処理、処理面での比較)

理面は汚染物質の除去効果が極めて高いことが分かる。

4 まとめ

歯科医療に使用されているTi製インプラント表面に対する物理的処置後の感染物質の除去効果を調べた結果は以下の通りであった。

キュレットで50、100ストローク搔爬した場合、SLAの粗造面は平滑化されたが、炭素等の有機物質の残留を認めた。

重炭酸ナトリウムパウダーでAir Polishingを行った場合、表面汚染物質は殆ど検出されず良好な結果を得たが、パウダーに含有するシリカの残留を顕著に認めた。また、SLA表面に付着したシリカの除去はソニックブラッシングやウォーターピックでは不完全であった。

β-TCPパウダーを用いたAir Polishingは汚染物質除去効果が高く、感染時の有効なリカバリー法として期待できる。

5 おわりに

インプラント治療において、細菌や起炎物質に汚染されたSLA表面のリカバリー法は汚染物質を完全に除去し、SLA新生面を出すことで顎骨とSLA新生面との間で再骨結合(再オッセオインテグレーション)が得られる必要がある。感染時のX線写真(図21)では顎骨の上部にクレーター状の骨欠損が認められる。図22はリカバリー後約2年経過した同部位のX線写真を示す。欠損部には再生した骨が白く写し出されている。このようにリカバリー処置が適切に行われた場合は顎骨が再生し再オッセオインテグレーションが認められ

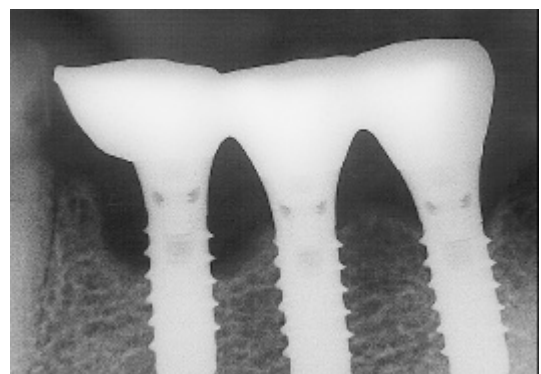


図21 感染時のインプラントX線写真

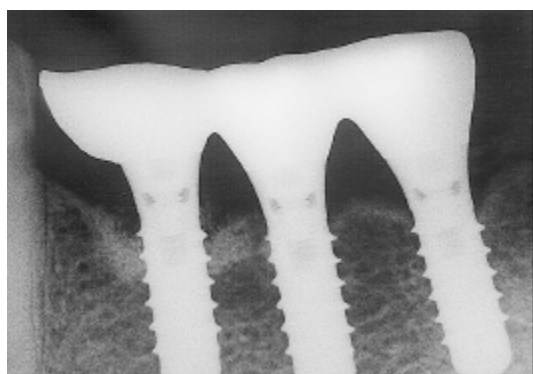


図22 リカバリー処置後のインプラントX線写真
(2年経過後)

る。 β -TCPパウダーによるAir Polishing法が今後臨床面でその有効性が確認されれば、操作性が効率的で、かつ最も効果的なリカバリー法として今後、普及する可能性が高い。

6 参考文献

- 1) 松井孝道, 補綴臨床, 352-360 (1995)
- 2) 松井孝道, 中田一則, 日本口腔インプラント学会誌 (No.15-1), 88 (2002)