



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Physio-Chemical and Bioactive Properties of Experimental Calcium Silicate-Based Cement Containing Phosphate Compounds [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	槌谷, 賢太
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第16454号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95013
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Tsuchiya_Kenta_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（歯学） 氏名 樋谷 賢太

審査担当者 主査 教授 友 清 淳
副査 教授 吉 田 靖 弘
副査 特任教授 菅 谷 勉

学 位 論 文 題 名

Physio-Chemical and Bioactive Properties of Experimental Calcium Silicate-Based Cement
Containing Phosphate Compounds

(リン酸化合物を含んだカルシウムシリケートセメントの物理化学的性質と
生体活性特性について)

Mineral Aggregate Trioxide (MTA) をはじめとしたカルシウムシリケートセメント (CSC) は現在、直接覆髄、穿孔封鎖、根管充填などの用途で、歯内療法分野において広く臨床応用されている。一方、CSC には操作性が困難、硬化時間が長い、歯質接着性が無いなどの欠点も報告されている。そこで本研究では、CSC にリン酸基を含む材料を添加し、それらの pH、溶解度、カルシウムイオン放出量、硬化時間、ハイドロキシアパタイト (HAp) 形成量を比較検証することで、リン酸基を含む材料が CSC の物理化学的性質や HAp 形成能にどのような影響を与えるかを明らかにすることとした。

本研究には Nex MTA (NMTA; GC, Japan)、Biodentine (BD; Septodont, France)、リン酸化プルラン含有 MTA (MTA-PPL)、およびポリリン酸鎖短鎖含有 MTA (MTA-polyPS) の 4 種類のサンプルを使用した。pH とカルシウムイオン放出量は最終硬化後 3 時間、1 日、7 日、及び 28 日後に測定した。溶解度は 7 日及び 28 日後に測定した。硬化時間は初期硬化と最終硬化の両方を測定した。リン酸緩衝生理食塩液 (PBS) に 28 日浸漬後の HAp の形成能および表面の形態を、走査型電子顕微鏡/エネルギー分散型エックス線分光法 (SEM/EDX) にて観察し評価した。PBS 溶液浸漬前と 28 日浸漬後の HAp の形成能を、フーリエ変換赤外分光法 (FTIR) にて比較・評価した。ウェルチの T 検定とスティーラー・デュワズ検定を統計分析に用いた。統計の結果、P 値が 0.05 以下のものを統計的に有意であるとした。

全測定期間において NMTA が最も高い pH を示した。MTA-polyPS の pH は 3 時間後には NMTA より有意に低い pH を示したが、24 時間、7 日、28 日後は NMTA の pH と有意差は無かった。カルシウム放出量は全測定期間で BD が他の全てのグループよりも有意に高い一方、MTA-polyPS は他の全てのグループよりも有意に低いカルシウム放出量を示した。溶解度は MTA が全測定期間において最も低く、MTA-PPL は全測定期間において最も高かった。BD の硬化時間は初期硬化と最終硬化において、いずれも他のグループよりも有意に短かった。一方 NMTA の硬化時間は、他の全てのグループと比較して有意に長かった。

MTA-polyPS の硬化時間は BD に次いで短かった。SEM/EDX と FTIR の結果、MTA-polyPS の HAp 形成能が最も高く、MTA が二番目に高い一方、BD と MTA-PPL ではほとんど HAp 形成が認められなかった。

リン酸基を含む材料を添加した MTA では、MTA よりも硬化時間が短くなったことから、リン酸基が MTA の硬化時間を短縮する働きを持つ可能性が示唆された。カルシウム放出量は BD が最も高く、MTA-polyPS が最も低かった一方で、HAp の形成能は MTA-polyPS が最も高く、BD が最も低かったことから、HAp の形成にはカルシウムイオンの放出量よりもリン酸イオンの放出量に関わっている可能性が示唆されたが、本研究では各種サンプルのリン酸イオン放出量、及び含有量を測定していないので、今後さらなる研究が必要である。以上より、ポリリン酸短鎖を含有した MTA では、硬化時間短縮や HAp 形成能向上が期待できることが示された。

審査者から以下のような質問と助言を受けた。

1. ポリリン酸の短鎖が他の鎖長のポリリン酸よりも HAp への吸着が高い理由
2. 実験に使用したリン酸化プルラン含有 MTA は覆髄用かシーラー用かについて
3. 直接覆髄材に歯質接着性は本当に必要なのかについて
4. HAp の形成を調べるのに FTIR を選択した理由
5. サンプルの浸漬溶液としてリン酸緩衝生理食塩液を選択した理由
6. リン酸緩衝生理食塩液以外の溶液にサンプルを浸漬した場合に予測される結果について
7. 今後の追加研究において ICP-OES を使用する理由
8. MTA にポリリン酸を混ぜることによって MTA の辺縁封鎖性に影響しないかについて
9. 実験で使用したポリリン酸の pH について
10. ピロリン酸は HAp の形成を阻害する一方で、ポリリン酸は HAp の形成を阻害しないのかについて

申請者はすべての質問に対して、適切かつ明快な回答・説明を行うことができた。また今後の研究についても発展的な将来展望を示した。

以上より、本研究には結果の新規性が認められると同時に、根拠に基づいた論理展開がなされていた。以上より、申請者は本研究に関して十分な業績と知識を有していることから、博士（歯学）の学位授与に値すると承認された。