

## 論文審査の結果の要旨

氏名：馬 場 俊 晃

専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：PHYSICAL PROPERTIES OF CALCIUM SILICATE CEMENT WAS INFLUENCED BY  
RADIOPACITY AGENT AND/OR ANTI-WASHOUT ADMIXTURE

（エックス線不透過性重金属と水中不分離剤がケイ酸カルシウム系セメントの物理的性質に与える影響）

審査委員：（主査）教授 前 田 隆 秀

（副査）教授 西 山 典 宏

教授 近 藤 信 太 郎

教授 松 島 潔

根管充填は根管系を閉鎖し、根尖歯周組織への細菌や産生物などの漏洩を予防するものである。理想的な根管充填材は、生体親和性、抗菌性、無刺激性、エックス線不透過性などの性質を具備すべきである。ケイ酸カルシウム系セメント（CSC）の市販品である Mineral trioxide aggregate（MTA, ProRoot MTA; Dentsply-Maillefer, Switzerland）は、良好な生体親和性などの、根管充填材料の要件を多く満たし、歯内療法分野において非常に有用な材料である。しかしながら、MTAをはじめとするCSCはいずれも、granular consistency, slow setting time, および initial looseness などの性質を持つため、操作性が悪い材料であると報告されており、根管充填材料としての使用には、いくつかの物理的性質の改善を要する材料である。

CSC には、治療状態等を確認するためにエックス線不透過性材料（RA）が 20%程度添加されている。MTA に添加されている RA は  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ （BO）であるが、セメントの生体親和性および物理的性質に影響を与える可能性が指摘されたため、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ （TO）を添加している CSC も存在する。TO の粒径は BO よりも小さく、表面が滑沢であるため、CSC に添加することによって物理的性質に変化を与える可能性が考えられる。

一方、水中不分離剤である methylcellulose（MC）の添加によって CSC の操作性を改善したという報告があるが、添加した MC の詳細について記載はなく、どのような性質をもつ MC を添加したのかが不明瞭である。特に、MC の分子量は調節することが可能であり、添加する MC の分子量の違いによって、CSC の物理的性質が多様に変化する可能性が考えられるが、現在までにその報告はない。

そこで本研究は、CSC の臨床における操作性改善の一助とするために、CSC の主成分となる Portland cement（PC）に RA および、分子量の異なる MC の添加による、CSC の物理的性質への影響を検討することを目的に以下の方法で検討を行った。

1. エックス線不透過性試験：BO および TO を CSC に添加した際の、エックス線不透過性について検討した。PC に BO または TO を 0, 5, 10, 15, 20, 25%添加した群を用意した。試料は混水比 1:0.35（p/w）で、pure water（PW）にて練和した。ISO 規格 6876-2012 に記載される方法に準じて、エックス線不透過性試験を行った。
2. フロー値測定試験および凝結時間測定試験：RA および、水中不分離剤である MC の添加が、CSC のフロー値および凝結時間に与える影響について検討した。コントロール群として MTA 群、実験群として PC に RA（BO または TO）を 20%添加した 2 つの群、および PC に RA を 18%、MC25（分子量 140,000）、MC400（分子量 84,000）および MC25（分子量 40,000）を 2%添加した 6 つの群の合計 9 群を用意した。試料は PW にて練和し、混水比 1:0.35（p/w）とした。ISO6876-2012 に記載された方法に準じて、フロー値測定試験、および凝結時間測定試験を行った。実測値は全て、一元配置の分散分析後、Tukey 検定（ $p < 0.05$ ）で統計処理を行った。

以下の結果を得た。

1. エックス線不透過性試験：BO および TO のいずれにおいても、10%以上添加することによって、ISO 規格 6876-2012 の基準値である 3 mm Al 以上のエックス線不透過性を得た。TO を添加した群は、BO を添加した群と同程度のエックス線不透過性を有していた。
2. フロー値測定試験および凝結時間測定試験：PC に RA として BO および TO を 20%添加した 2 つの群のフロー値および凝結時間に有意な差は認められず、RA の違いは CSC の物理的性質に影響しなかった。また、この 2 つの群には、フロー値試験の基準値を満たす試料は得られず、そのため、根管充填材料

として用いるならば、RA の置換のみでは不十分である事が示唆された。

次に、MC の添加による CSC のフロー値向上について、RA の種類に関わらず、低分子量の MC25 を PC に添加した群は、より高い分子量の MC4000 および MC400 を添加した群と比較して有意に高いフロー値を得た。また、PC に TO と MC25 を添加した群では、本実験で検討した群のうち最大のフロー値が得られ、その群の平均値が、ISO 規格 6876-2012 の基準値である 17.00 mm を超える値であった。

凝結時間測定試験の結果から、BO を添加した 4 つの群（PC に BO のみ添加した 1 群、および BO と各分子量の MC と添加した 3 群）と、TO を添加した 4 つの群（PC に TO のみ添加した 1 群、および TO と各分子量の MC と添加した 3 群）の間に有意な差を認めなかった。また、添加された MC の分子量が低い程、凝結時間は延長した。よって、CSC の凝結時間には、RA の違いよりも MC の分子量が強く影響する事が示唆された。

結論として、本研究は以下の事柄を明らかとした。

1. 本研究において、RA として、BO および TO の違いは CSC の物理的性質に影響を与えなかった。
2. TO および MC25 の添加が、ISO 規格 6876-2012 の基準値を満たすフロー値（17 mm 以上）を CSC に与えた。
3. CSC の凝結時間には、RA の違いよりも MC の分子量が強く影響した。

以上のことより、生体親和性の高い CSC を根管充填材に応用するために、エックス線不透過材料および水中不分離材の 2 種類の添加剤を加えることによって、ISO 規格 6876-2012 に記載される基準値を満たす試料を得ることに成功し、操作性の向上が図れた。よって、本研究は歯内療法学の発展に貢献することが大いに期待され、意義あるものと評価できる。

よって本論文の著者は、博士（歯学）の学位を授与されるに値すると認める。

以 上

平成 25 年 12 月 19 日