



|                     |                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title               | 漂白後の象牙質への接着強度に対する抗酸化処理の有効性                                                                                                                                                       |
| Author(s)           | 松尾, 友太                                                                                                                                                                           |
| Description         | この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は <a href="https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/">https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/</a> をご参照ください。 |
| Degree Grantor      | 北海道大学                                                                                                                                                                            |
| Degree Name         | 博士(歯学)                                                                                                                                                                           |
| Dissertation Number | 甲第16932号                                                                                                                                                                         |
| Issue Date          | 2026-03-25                                                                                                                                                                       |
| DOI                 | <a href="https://doi.org/10.14943/doctoral.k16932">https://doi.org/10.14943/doctoral.k16932</a>                                                                                  |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/99777">https://hdl.handle.net/2115/99777</a>                                                                                                |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                                                                                  |
| File Information    | Yudai_Matsuo_review.pdf, 審査の要旨 <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>                                           |



# 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 松 尾 友 太

主査 教授 友 清 淳  
審査担当者 副査 教授 高 橋 直 紀  
副査 教授 宮 治 裕 史

## 学 位 論 文 題 名

漂白後の象牙質への接着強度に対する抗酸化処理の有効性

審査は審査担当者全員の出席の下、はじめに申請者より提出論文の概要の説明が行われ、審査担当者が提出論文の内容および関連した学問分野について口頭により試問する形式で行われた。

歯の漂白法は広く実施されている一方、漂白直後は歯質内に残留する過酸化物や活性酸素がコンポジットレジンとの重合を阻害し、エナメル質・象牙質の接着強さの低下の要因となることが報告されている。臨床的には、この影響を回避し接着力の回復を試みるため 1～3 週間の待機が推奨されるが、ウォーキングブリーチなどを想定した場合、象牙質の即時接着力回復が可能であれば来院回数や治療期間が短縮でき、患者の負担を減らすことができる。そこで本研究では漂白後の象牙質に対して、抗酸化効果のあるアスコルビン酸、白金ナノコロイド（CPN）、芳香族スルホン酸、および古典的な表面処理剤であるクエン酸を用いて、微小引張接着試験（ $\mu$ TBS）にて即時接着力回復効果を検討することとした。

本研究は北海道大学大学院歯学研究院臨床・疫学研究倫理審査委員会の承認に基づいて実施した（承認番号：2018-9）。健全ヒト抜去智歯を 64 本使用し、ランダムに 8 本ずつ G1-G8 の 8 群に分けた。それぞれの歯は歯冠部のエナメル質をダイヤモンドディスク（Model Trimer, Morita, Tokyo, Japan）を用いて除去、象牙質の露出面を作製した。露出した象牙質面は、#600 の SiC ペーパーを用いて湿潤下で研磨し、被着面を作製した。得られた被着面に対して、G2-G8 では漂白処置（Hi-Lite, Shofu, Tokyo, Japan）を行った（G1 は漂白なし）。漂白後の各群試料に対して、次の処置を行った。G2 は漂白のみとし、G3 はアクセル（Sunmedical）塗布、G4 は 10%アスコルビン酸ナトリウム水溶液（Fujifilm）塗布、G5 は 0.02%白金含有 CPN（CPN ; APt）塗布、G6 は 1%クエン酸（Fujifilm）塗布、G7 は主成分に 10%クエン酸および 3%塩化第二鉄を含む象牙質用のエッチング材（Sunmedical, 以下 10-3）塗布、G8 は 10%クエン酸（Fujifilm）塗布を行った。各処置は 20 秒間行い、G3-G5 では水洗は行わず、処置後にマイルドエアブローを行った。G6-G8 では処置後水洗しマイルドエアブローを行った。表面処理材として、クリアフィルメガボンド 2（Kuraray Noritake

Dental)、コンポジットレジン (Cleavefil AP-X, Kuraray Noritake Dental) を積層充填し、各層ごとに 40 秒間の光照射 (Pencure 2000, Morita) を行った。重合後、試験片は 37℃ の蒸留水中で 24 時間保管した。その後、精密切断機 (Isomet 1000, Buehler, USA) を用いて 1.0 mm<sup>2</sup> スティックを切り出して  $\mu$ TBS を求めた。統計解析は一元配置 ANOVA および Tukey HSD (有意水準 5%) で行い、破断面を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した。

結果として、 $\mu$ TBS (MPa) は、G6 (1%クエン酸) および G8 (10%クエン酸) は G2 (漂白のみ) に対して有意差あり ( $p=0.0039$ ,  $p=0.0197$ ) であった。一方、他の群はいずれも G2 との差で有意に至らず、抗酸化処理単独の 20 秒適用は象牙質の即時回復には不十分である可能性が高いことが示唆された。また、G6 と G8 の相互比較は優劣がつかなかったことから、クエン酸の濃度差は 20 秒という時間枠では決定的因子とならないことが示唆された。

SEM 観察では、G1、G6、G8 では象牙細管の開口が明瞭であり、細管内への樹脂侵入 (レジンタグ) が回復することが示された。対照的に、他の群では象牙細管の閉塞、スミヤー層様残存、デブリの滞留が観察され、レジンタグは乏しい傾向であった。これらの所見は、酸処理を伴わない抗酸化処理単独では、表層過酸化物の中和は達成されても幾何学的な浸透経路の確保には至らない可能性を示唆するものであった。

本研究より、漂白直後の象牙質の接着性の改善に関して、短時間条件下では抗酸化処理単独よりも「酸処理による表面改質」が寄与する可能性が示された。臨床的には、漂白直後の接着は可能なら待機を基本とし、即時修復が不可避な場合はクエン酸の短時間前処置を選択肢とし得るが、濃度・処置時間の最適化と長期耐久性の検証が必要と考えられる。

審査者から以下のような質問と助言を受けた。

1. 20 秒という処理時間について
2. 試料作製の際の、裁断時の振動による影響について
3. クエン酸の濃度による結果の違いについて
4. 漂白による接着強さの低下について
5. アクセルの内容物について
6. 抗酸化処理が有効であったかの検証が充分であったかについて
7. 抗酸化処理の有効性を確認するために、過酸化物を検出する方法について
8. 過酸化水素以外に結合を阻害する要因について
9. クエン酸によって回復した接着強さの臨床上での意義について
10. SEM の定量評価について

上記の質問に対して、学位申請者は十分な説明と明確な回答を行った。また本研究内容の発展展開が示されたことから、学位申請者は本研究を中心とした専門分野はもとより、関連分野についても十分な学識を有していることが示された。加えて本研究は根拠に基づいた論理の展開が行われており、結果には新規性が認められた。これらの内容から、審査担当者全員は学位申請者が博士(歯学)の学位を授与されるに値するものであると認めた。