

ふりがな氏名	こまつ おびと 小松 首人
学位の種類	博士（歯学）
学位記番号	甲 第 759 号
学位授与の日付	平成 27 年 3 月 6 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項に該当
学位論文題目	Application of Titanium Dioxide Nanotubes to Tooth Whitening (酸化チタンナノチューブの歯の漂白への応用)
学位論文掲載誌	Nano Biomedicine 第 6 巻 第 2 号 平成 26 年 12 月
論文調査委員	主査 山本 一世 教授 副査 梅田 誠 教授 副査 今井 弘一 教授

### 論文内容要旨

光触媒材料として用いられている二酸化チタンは、その強い酸化還元力により発生するラジカルが有機化合物を分解することから歯科用漂白材へ応用されている。酸化チタンナノチューブ（TNT）は、特異的なナノチューブ構造と酸化チタン結晶の持つ多様性ととの共生により、従来の酸化チタンよりも優れた光触媒能を示す高次機能新規マテリアルである。そこで本研究では、TNT の歯科用漂白剤への応用展開を視野にいれ、従来の歯科用漂白剤よりも低濃度の過酸化水素水で優れた効果が発揮されることを期待し、TNT の光触媒特性および臨床を想定した漂白効果について検討した。

はじめに TNT の光触媒活性を見るために UV 照射を行いながら ESR 法にてラジカルの測定を行った。測定には ESR 装置(ESP350E、BRUKER 社)を用い、1 分ごとに 10 分間測定を行った。次に、メチレンブルー(MB)溶液に TNT 粉末（非加熱、加熱処理）を加え、UV 照射下にて攪拌を行い、規定時間ごとに紫外可視分光光度計 (UVmini-1240、島津製作所) をもちいて MB 溶液の吸光度を測定した。漂白効果の検討として市販のハイドロキシアパタイトペレット (APP-100、PENTAX) を MB 溶液に 2 週間浸漬し着色させたものを変色歯モデルとし、3 種類 (TiO<sub>2</sub> 粉末、TNT : 非加熱・加熱処理) の粉末をそれぞれ 3% の過酸化水素水に添加し、変色歯モデルに塗布した。そして、歯科用 LED 照射器 (コスモブルー、GC) にて 5 分間照射した。この操作を 3 回繰り返し、歯科用色彩計 (シェードアイ NCC、松風) にて測色を行った。色彩表示は CIEL\*a\*b\* 表色系を用い、漂白の程度は色差  $\Delta E^*ab$  と L\*, a\*, b\* 値で評価した。

UV 照射下において、酸化チタン、非加熱の TNT と加熱処理を行った TNT とともにラジカルの発生が確認できた。また、加熱処理を行った TNT は非加熱の TNT より大きな MB 濃度の変化がみられた。これは加熱処理により TNT の結晶性が向上し、触媒効率が上がったと考えられる。また、測色の結果、

TiO<sub>2</sub> 粉末の試料と比較し、TNT を用いた試料では漂白効果は有意に増大した。これは、過酸化水素水で処理することにより、非加熱の TNT が歯科用 LED 照射器の光をより効率よく吸収しやすく変化したためと考えられる。

加熱処理をせず結晶性を高めていない TNT の方が、可視光で反応することが明らかとなった。このメカニズムを解明し高活性可視光応答型 TNT が合成可能になれば、今までにない低濃度の過酸化水素水で高い漂白効果を発揮することが可能となると思われる。

## 論文審査結果要旨

本論文は、酸化チタンナノチューブを歯科用漂白剤に応用することを目的とし、酸化チタンナノチューブの基礎特性の評価および漂白効果について研究を行ったものである。

光触媒材料として用いられている二酸化チタンは、その強い酸化還元力により発生するラジカルが有機化合物を分解することから歯科用漂白剤へ応用されている。酸化チタンナノチューブ ( TNT ) は、特異的なナノチューブ構造と酸化チタン結晶の持つ多様性との共生により、従来の酸化チタンよりも優れた光触媒能を示す高次機能新規マテリアルである。そこで本研究では、TNT の歯科用漂白剤への応用展開を視野にいれ、従来の歯科用漂白剤よりも低濃度の過酸化水素水で優れた効果が発揮されることを期待し、TNT の光触媒特性および臨床を想定した漂白効果について検討した。

はじめに TNT の光触媒活性を見るために UV 照射を行いながら ESR 法にてラジカルの測定を行った。測定には ESR 装置 (ESP350E、BRUKER 社) を用い、1 分ごとに 10 分間測定を行った。次に、メチレンブルー (MB) 溶液に TNT 粉末 (非加熱、加熱処理) を加え、UV 照射下にて攪拌を行い、規定時間ごとに紫外可視分光光度計 (UVmini-1240、島津製作所) をもちいて MB 溶液の吸光度を測定した。漂白効果の検討として市販のハイドロキシアパタイトペレット (APP-100、PENTAX) を MB 溶液に 2 週間浸漬し着色させたものを変色歯モデルとし、3 種類 (TiO<sub>2</sub> 粉末、TNT : 非加熱・加熱処理) の粉末をそれぞれ 3% の過酸化水素水に添加し、変色歯モデルに塗布した。そして、歯科用 LED 照射器 (コスモブルー、GC) にて 5 分間照射した。この操作を 3 回繰り返し、歯科用色彩計 (シェードアイ NCC、松風) にて測色を行った。色彩表示は CIEL\*a\*b\* 表色系を用い、漂白の程度は色差  $\Delta E^*_{ab}$  と  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  値で評価した。

その結果、UV 照射下において、酸化チタン、非加熱の TNT と加熱処理を行った TNT とともにラジカルの発生が確認できた。また、加熱処理を行った TNT は非加熱の TNT より大きな MB 濃度の変化がみられた。これは加熱処理により TNT の結晶性が向上し、触媒効率が上がったと考えられる。また、測色の結果、TiO<sub>2</sub> 粉末の試料と比較し、TNT を用いた試料では漂白効果は有意に増大した。これは、過酸化水素水で処理することにより、非加熱の TNT が歯科用 LED 照射器の光をより効率よく吸収しやすく変化したためと考えられる。

以上から、加熱処理をせず結晶性を高めていない TNT の方が、可視光で反応することが明らかとなった。このメカニズムを解明し高活性可視光応答型 TNT が合成可能になれば、今までにない低濃度の過酸化水素水で短時間に高い漂白効果を発揮することが可能となることが示唆された点において、本論文は博士 (歯学) の学位を授与するに値すると判定した。