

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：17301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K20446

研究課題名(和文) 銀ナノ微粒子を用いた抗菌効果を有する軟質リライン材の新規開発

研究課題名(英文) Development of soft denture liner with antimicrobial effect by using silver nanoparticles

研究代表者

江越 貴文(EGOSHI, Takafumi)

長崎大学・医歯薬学総合研究科(歯学系)・助教

研究者番号：70706150

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、シリコーン系軟質リライン材に対し銀ナノ微粒子を応用し、その抗菌効果を調べることを目的とする。既存の軟質リライン材の性質の評価は重要であり、義歯床用金属への接着強さ、動的粘弾性について熱負荷試験前後の評価を行った。また、銀ナノ微粒子を軟質リライン材に担持加工しその抗菌効果を評価した。結果は、軟質リライン材は長期使用において接着強さ、動的粘弾性はほぼ維持される可能性が示唆された。銀ナノ微粒子の抗菌効果を発揮する濃度、粒子径の決定にはまだ至っていないが、今後も研究を継続し、有効な銀ナノ微粒子の条件を決定し、接着強さ、動的粘弾性への影響を今回得られた結果と比較検討していく予定である。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was to investigate the antimicrobial effect of silver nanoparticles applied to silicone soft denture. Evaluation of the properties of existing silicone soft liner was important, and investigation of the bond strength to denture metal and dynamic viscoelasticity before and after thermal cycle test was conducted. In addition, silver nanoparticles were carried on the surface of soft denture liner and the antibacterial effect was evaluated. The result, it was suggested that the bond strength and dynamic viscoelasticity of the soft denture liner in the long term use could be substantially maintained. It was not yet to be decided on the concentration and particle size that represents the antimicrobial effect of silver nanoparticles, but this research will be continued and determined the effective conditions of silver nanoparticles and the effect on the bond strength and dynamic viscoelasticity with silver nanoparticles to compare with the obtained results.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：軟質リライン材 銀ナノ微粒子

### 1. 研究開始当初の背景

近年、超高齢社会を迎え、歯の欠損歯数は加齢とともに増加し、可撤性義歯の使用頻度は増加傾向にある。不適合な義歯を長期間使用し続けることが原因の一つである下顎の著しい骨吸収と、それに伴う義歯の使用による下歯槽神経の圧迫による疼痛、悪性腫瘍により生じた広範囲の顎堤の欠損に対する顎義歯の維持力の低下等、義歯の使用にあたり非常に不利な条件の口腔の状態も存在する。これらの難症例に対しては、シリコン系軟質リライン材が応用されることが多く、義歯使用時の義歯床下粘膜の疼痛の緩和、顎義歯の維持力を発揮するためのアンダーカット付与、インプラントの埋入から最終補綴装置装着までの暫間義歯への応用等、幅広く臨床の場で使用されている。

シリコン系軟質リライン材の材料であるシリコンは粘弾性的性質を有し、材料学的性質は非常に安定であり、細胞毒性も小さく口腔粘膜への為害作用が極めて少ないという利点があるが、使用が長期間にわたる場合、軟質リライン材の劣化や義歯床用レジン等の被着体との接着界面付近での剥離が生じることが多い。接着界面での剥離によって義歯の構造が複雑化してしまうこと、材料の表面性状が劣化し粗造となることで、デンチャープラークが付着しやすくなり、不潔になってしまう問題がある。デンチャープラークの付着によりバイオフィルムを形成し、病原性細菌が義歯性口内炎、誤嚥性肺炎を誘発する原因となる、病原性細菌の代表がカンジダ菌である。

そこで本研究では、抗菌作用を有し、他分野でも応用される頻度の多い銀ナノ微粒子上に着目し、シリコン系軟質リライン材への応用を考えるに至った。

### 2. 研究の目的

抗菌性を有する銀ナノ微粒子を成分とする抗菌物質を軟質リライン材に配合し、その抗菌効果を調べること。

### 3. 研究の方法

本研究で行った実験項目を以下に示す。

(1) シリコン系軟質リライン材と義歯床用金属との接着強さの検討：

軟質リライン材への被着体として、直径10mm、厚さ3mmのコバルトクロム (Co-Cr) 合金、チタン (Ti) 合金をディスク状に铸造し、耐水研磨機で使用したものをを使用した。試料表面にはプライマー (ジーシー リラインII プライマー 金属用) を塗布後、被着面を6mmに規定し内径8mmのプラスチックリングを固定後、軟質リライン材 (ジーシー リラインII ソフト) を充填し、同径の合金を固定し30分間大気中に放置した。そして60°C蒸留水中に5分間浸漬し、37°C蒸留水に①30

分、②24時間浸漬した。さらに③24時間浸漬後4°C、60°Cの熱サイクル試験を10,000回行った。各群の試料数は10個とし、万能試験機 (インストロン 5566S) にてクロスヘッドスピード10mm/minの条件で引張接着試験を行った。接着試験後、実体顕微鏡にて20倍で試料表面を観察し、破壊様式 (界面破壊、混合破壊、凝集破壊) を分類した。

(2) シリコン系軟質リライン材の動的粘弾性の検討：

シリコン系軟質リライン材 (ジーシー リラインII ソフト) を20mm×30mm×2mmに成型して重合した。そして、37°C蒸留水に24時間浸漬後、動的粘弾性測定装置 (レオバイブロン DDV-25FP-W) (図1) にて37°C、1Hzにおける貯蔵弾性率、損失弾性率、損失正接を算出した (負荷：せん断)。その後測定後の試料に対し4°C、60°Cの熱サイクル試験を10,000回行った後、同条件にて動的粘弾性を算出した。各群の試料数は5個とした。



図1 動的粘弾性測定装置 (レオバイブロン DDV-25FP-W)

(3) 銀ナノ微粒子を担持加工したシリコン系軟質リライン材の抗菌性の検討：

阻止円法にて銀ナノ微粒子の抗菌性について検討した。シリコン系軟質リライン材 (ジーシー リラインII ソフト) 表面に5nm-30nmの銀ナノ微粒子を担持加工した。使用した銀ナノ微粒子の濃度は1mM、5mMとした。

試料を直径10mm×2mmのディスク状に成型した。対照群として、無処理の試料を用いた。

真菌は、*C. albicans* (ATCC18804) を用いた。サブロー寒天培地に *C. albicans* を播種し、①1mM銀ナノ微粒子加工、②5mM銀ナノ微粒子加工、③抗菌薬使用、④無処理の試料を置き、恒温器中に37°Cにて24時間振盪培養後、阻止円の有無を観察した。

### 4. 研究成果

(1) シリコン系軟質リライン材と義歯床用金属との接着強さの検討：

接着強さはTi合金の10,000回群が有意に最も大きな値を示した。その他の群間で有意差はなかった。破壊様式は全て混合破壊を示した。両合金において30分群と24時間群間で有意差がないことから、60℃蒸留水への浸漬が初期接着を促進すると考えられる。1万回群において、接着強さの低下を示さず、凝集破壊に近い混合破壊を認めたため、プライマー処理が接着の長期安定性に有効な可能性、臨床においては軟質リライン材そのものの動的粘弾性の変化の程度に着目する必要性が示唆された。(図2)

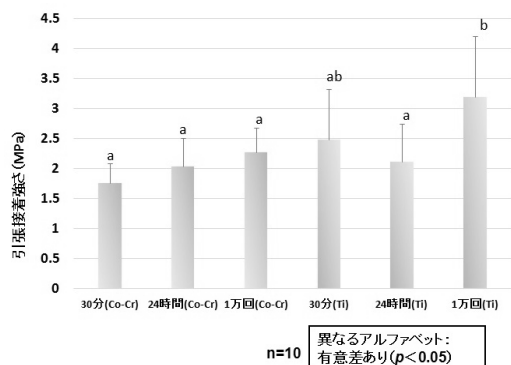


図2 義歯床用金属とシリコーン軟質リライン材の引張接着試験結果

(2) シリコーン系軟質リライン材の動的粘弾性的検討:

貯蔵弾性率、損失弾性率については熱サイクル試験前後における平均値に有意差はなく、損失正接については熱サイクル試験後に有意に平均値の減少を認めた。(図3)

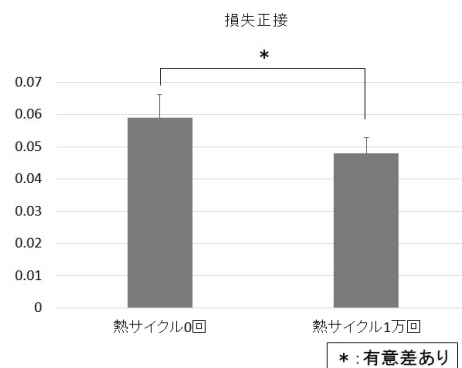
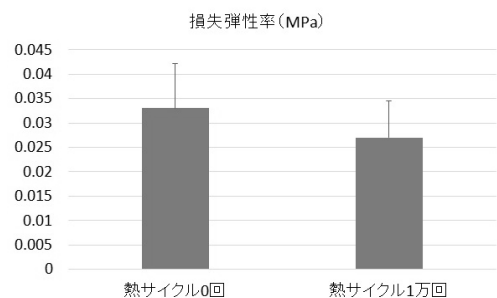
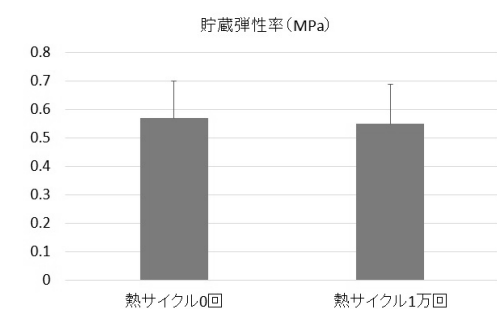


図3 貯蔵弾性率、損失弾性率、損失正接の熱サイクル試験前後の結果

(3) 銀ナノ微粒子を担持加工したシリコーン系軟質リライン材の抗菌性の検討:

阻止円の状況については、抗菌薬を使用した試料周囲に阻止円を認めた。銀ナノ微粒子担持加工した試料、無処理の試料については阻止円を認めなかった。要因として、銀ナノ微粒子の濃度、粒子の大きさが今回使用したカンジダ菌に対して有効ではなかった可能性が考えられる。今後銀ナノ微粒子を高濃度にした場合、軟質リライン材表面の着色という問題も同時に発生するため、臨床への応用が困難となる可能性もあり、臨床許容可能な範囲での濃度の調整を行い、カンジダ菌への抗菌作用を示す条件を検討していく必要がある。今後本研究を継続し、抗菌効果を示す条件を検討していく予定である。抗菌作用を評価する方法として、阻止円法に加えてXTT法も行っていく。担持する銀ナノ微粒子の条件決定後は、軟質リライン材の動的粘弾性、接着強さへの影響について、既存の軟質リライン材で評価した結果と比較検討していく予定である。

本研究により、今後の研究計画、実施に繋がる非常に重要な知見を得られたと考えられる。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 江越貴文, 村田比呂司. 海外ジャーナル Watching IOD におけるアタッチメントの維持力-LOCATOR と SFI-Anchor-. デンタルダイヤモンド. 42, 95, 2017. (査読無、依頼論文)
- ② 村田比呂司, 江越貴文. 良質な歯科補綴装置製作のために。今選びたい模型材 99 種. QDT. 40, 3-26, 2015. (査読無、依頼論文)

[学会発表] (計 8 件)

- ① 江越貴文, 村田比呂司. シリコーン系軟質リライン材と義歯床用非貴金属合金との引張接着強さにおける水中浸漬時間と熱負荷

試験が与える影響. 第 36 回 日本接着歯学会  
学術大会. 2017 年 11 月 26 日, 東京.

②森 智康, 高瀬一馬, 江越貴文, 村田比呂  
司. 2-EHMA, i-BMA と ATBC を用いた光重合型  
軟質リライン材の開発—生体適合性につい  
て—. 第 70 回日本歯科理工学会学術講演会.  
2017 年 10 月 14 日, 新潟.

③森 智康, 高瀬一馬, 江越貴文, 村田比呂  
司. i-BMA と ATBC を用いた光重合型軟質リ  
ライン材の開発—硬化挙動について—. 第 69  
回日本歯科理工学会学術講演会. 2017 年 4 月  
15, 16 日, 東京.

④江越貴文, 村田比呂司. シリコン系軟質  
リライン材と義歯床用金属との接着強さ  
に対する水中浸漬時間と熱負荷試験が与える  
影響. 第 35 回日本接着歯学会学術大会. 2016  
年 12 月 4 日, 北海道.

⑤村田比呂司, 山田真緒, 岡崎ひとみ, 高瀬  
一馬, 江越貴文, 廣沢恵介, 森智康. 義歯安  
定剤の基礎と正しい患者指導. 第 23 回日本  
歯科医学会総会. 2016 年 10 月 21, 22 日, 福  
岡市.

⑥北川幸郎, 吉田和弘, 黒木唯文, 江越貴文,  
山下利佳, 中村康司, 三海正人, 村田比呂司.  
軟質リライン材およびティッシュコンディ  
ショナーの熱分析および動的粘弾性の評価.  
平成 28 年度日本補綴歯科学会九州支部,  
中国・四国合同学術大会. 2016 年 9 月 4 日,  
熊本.

⑦田中美保子, 鳥巢哲朗, 黒木唯文, 吉田和  
弘, 江越貴文, 高瀬一馬, 村田比呂司. 基礎  
実習改善のための情報交換 ; 全部床基礎実  
習・部分床基礎実習. 第 124 回日本補綴歯科  
学会学術大会. 2015 年 5 月 29~31 日, 大宮  
市.

⑧江越貴文, 林 太郎, 黒木唯文, 渡邊郁哉,  
村田比呂司. シリコン系軟質リライン材と  
義歯床用金属との接着強さに対する水中浸  
漬時間が与える影響. 第 65 回日本歯科理工  
学会学術講演会. 2015 年 4 月 12 日, 仙台市.

〔図書〕(計 1 件)

①村田比呂司, 江越貴文, 黒木唯文. 臨床編  
10 章 義歯と接着 2 有床義歯の接着技法  
3) リライン材と床用レジンの接着. 接着  
歯学 第 2 版 (日本接着歯学会編). 医歯  
薬出版. 90-92, 2015.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

江越 貴文 (EGOSHI, Takafumi)

長崎大学・医歯薬学総合研究科 (歯学系)・  
助教

研究者番号 : 70706150