

機関番号：32665

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20592283

研究課題名（和文）

間接修復用コンポジットの耐摩耗性に関する研究

研究課題名（英文）

Improvement in wear resistance of indirect composites

研究代表者

小泉 寛恭 (KOIZUMI HIROYASU)

日本大学・歯学部・講師

研究者番号：20339229

研究成果の概要（和文）：本研究は、3種の光源の異なる技工用照射器を使用し、異なる光強度が2種類の間接修復用コンポジットの物性（Knoop硬さ、曲げ強さ）、および咬頭滑走時の耐摩耗性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。対合歯咬頭に金合金を想定した3体摩耗試験を、コンポジットに対して行った。その結果、エステニア C&B を Hyper LII,  $\alpha$ -Light II, および Labolight LV-II にて重合した際の摩耗深さは、それぞれ 5.7, 18.5 および 64.2  $\mu\text{m}$  であった。一方エプリコードにおいては、それぞれ 12.9, 18.7 および 48.5  $\mu\text{m}$  であった。このことより高強度の光照射を行うことにより、2種のコンポジットの耐摩耗性が、向上することが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：The purpose of the current study was to evaluate the influence of light sources on the mechanical properties and wear characteristics of indirect composite materials. The two composite materials used were Estenia C&B and Epricord. Three-body wear test was performed using indirect composite plate specimens, a gold alloy antagonist, and a polymer slurry. Wear depths of Estenia C&B polymerized with Hyper LII,  $\alpha$ -Light II, and Labolight LV-II were 5.7, 18.5, and 64.2  $\mu\text{m}$  respectively, whereas those of Epricord were 12.9, 18.7, and 48.5  $\mu\text{m}$  respectively. Results showed that, after 100,000 cycles of localized loading, high-intensity light sources were effective in enhancing the wear resistance of both composite materials.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：歯学, 複合材料・物性, 表面・界面活性

## 1. 研究開始当初の背景

近年、前装材料である間接修復用コンポジットの物性改善に関する研究は、その構成要素であるフィラーとマトリクスに着目して行われてきている。フィラーに関する研究を挙げると、フィラーを含有するレジンが非含有レジンと比較し耐摩耗性が高いという報告や、フィラーの含有量を高めることにより耐摩耗性が改善されるという報告などがある。

一方、マトリクスに関する研究は、モノマーの種類や光重合条件を変えることにより、マトリクスの転化率を向上させ、耐摩耗性を改善する報告などがある。このように間接修復用コンポジットの耐摩耗性は、確実に改善してきている。

また前装材と金属鑄造冠のフレームに対する接着は、異種材料接合界面に塗布するプライマーの種類に依存することがわかった。以上の知見をもとに前装部の基本的形態を検討した結果、金属の露出量を在来の前装冠より少なくしても、症例によっては間接修復用コンポジットが十分適用可能であることを明らかにした。しかしながら、硬質レジン前装冠の臨床経過を長期的に観察したところ、5年以上経過した症例では前装部が陶材と比較して劣化する頻度が高いことが確認された。これらをまとめると、以下のような問題点が依然として残されている。

(1) 間接修復用コンポジットは、材料の性質上、硬質レジン前装冠の頬側面あるいは唇側面に使用されることから歯ブラシによる摩耗は、不可避である。不適切なブラッシングによって摩耗が増大する可能性がある。

(2) 下顎前歯部の切縁あるいは臼歯部の咬合面に使用する場合、咬頭滑走による摩耗を受けてしまう。

前装材—金属鑄造冠境界部が咬頭滑走による摩耗を受けると、辺縁破折や前装部脱離の原因となりうる。

このような問題点をふまえ、硬質レジン前装冠の耐久性を向上を目途とした研究を行った。

## 2. 研究の目的

歯冠補綴装置の咬合面、切縁や咬頭には、主として歯科用鑄造合金や歯冠色材料が用いられている。歯冠補綴装置の材料を選択するとき、口腔内でエナメル質と同等の摩耗挙動を持つ材料であることを考慮しなければならない。これは、口腔内の咬合力のかかる環境下で、対合歯と補綴装置の間に生じる特徴的な予期せぬ咬耗から歯冠補綴装置を維持するためである。過剰に耐摩耗性のある材料を歯冠補綴装置に用いた場合、上下顎の咬合関係に悪影響を及ぼし、対合歯の咬耗や、歯周組織の破壊を誘発すると考えられる。一方、耐摩耗性のない材料を歯冠補綴装置の咬合面に用いた場合には、解剖学形態は短期間で破壊され、同様に咀嚼機能も崩壊すると考えられる。

近年、クラウンやインプラントの上部構造といった単独冠に、間接修復用コンポジットを使用する例が増えてきている。この傾向は、間接修復用コンポジットの物性、特に耐摩耗性の向上に起因すると考えられる。同様に、近年の様々なレジン前装鑄造冠の臨床評価からも、間接修復用コンポジットの物性の改善が証明されている。

歯科用鑄造合金やセラミックスとは異なり、間接修復用コンポジットの物性は、コンポジット中のマトリクスモノマーの重合状態、すなわち技工用光重合器の種類、光の強度、光源から材料までの距離、光照射時間、加熱重合処理などによって変化すると考え

られる。間接修復用コンポジットの摩耗は、既に詳細に評価されているが、間接修復用コンポジットの摩耗と技工操作時の光重合条件との関係に関する報告は、依然として少ないのが現状である。

本研究は、3種の光源の異なる技工用照射器を使用し、異なる光強度が2種類の間接修復用コンポジットの物性（Knoop硬さ、曲げ強さ）、および咬頭滑走時の耐摩耗性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究では間接修復用コンポジットとして、光-加熱重合型コンポジット（エステニア C&B）および光重合型コンポジット（エブリコード）を使用した。模擬咬頭試料（対合試料）は、タイプIV金合金（キャストイングゴールドMCタイプIV）を使用した。技工用光重合器として、3つの蛍光管を光源としている Labolight LV-II、光強度の強いランプを光源としている Hyper LII（メタルハライドランプ）、 $\alpha$ -Light II（ハロゲンランプおよび2つの蛍光管）の3種類を選択した。

光照射時間は、Hyper LII では60秒、 $\alpha$ -Light II および Labolight LV-II においては180秒に設定した。それぞれの技工用光重合器の光強度は、スペクトロラジオメーター（USR-40D, ND10 フィルター装着）を用いて放射照度を計測した。なお波長域として200-800 nm の範囲を測定した。

はじめに技工用光重合器の違いが試料表面の Knoop 硬さに及ぼす影響を調べる目的で以下の方法にて試料を作製した。間接修復用コンポジットを円筒形白色テフロン型（内径10.0 mm×2.0 mm）に填塞し、上面をガラス板にて圧接し、それぞれの光照射条件にて重合を行った。試料上面を耐水研磨紙、フェルトホイールとダイヤモンド懸濁液（平均粒径0.25  $\mu$ m）を用いて研磨を行い、各条件7個

の試料を作製した。37°Cの精製水中に24時間浸漬後、微少硬さ試験機を用いて荷重98.07 mN、荷重時間5秒の条件で Knoop 硬さの計測を行った。

次に、技工用光重合器の違いが曲げ強さに及ぼす影響を明らかにするため、3点曲げ試験を行った。間接修復用コンポジットを金型（25.0×2.0×2.0 mm）に填塞し、上面をガラス板にて荷重4.9 Nにて圧接し、それぞれの光照射条件にて重合を行った。各条件7個の試料を作製した。37°Cの精製水中に24時間浸漬保管した試料の曲げ強さを、万能試験機を使用しクロスヘッドスピード1.0 mm/min、支点間距離20.0 mmの条件にて3点曲げ試験の計測を行った。

次に、技工用光重合器の違いが間接修復用コンポジットの耐摩耗性に及ぼす影響を調べる目的で、咬頭滑走摩耗試験を行った（図1）。摩耗試験試料は、以下の方法で作製した。間接修復用コンポジットを金型（25.0×18.0×2.0 mm）に填塞し、上面をガラス板にて圧接し、それぞれの光照射条件にて重合を行った。試料上面を耐水研磨紙、フェルトホイールとアルミナ懸濁液（平均粒径0.3  $\mu$ m）を用いて研磨を行い、各条件8個の試料を作製した。作製した試料は、37°Cの精製水に24時間浸漬後、咬頭滑走摩耗試験を行った。咬頭を模した試料として球状（直径1.7 mm）のろう原型を埋没し、金合金にて鋳造を行った。硬化熱処理後、シリコンポイントにて仕上げ研磨を行い、対合試料とした。滑走摩耗試験には、滑走摩耗試験器（K-317）を用いた。疑似食物としてポリ（メタクリル酸メチル）（PMMA）粉末とグリセリンを等量混合したものを使用した。試料1個あたりの負荷荷重5.9 N、ストローク幅3.0 mm、滑走回数100,000回の条件にて試験を行った。滑走摩耗試験後の摩耗深さおよび対合試料の摩耗高さは、走

査レーザー顕微鏡を用いて測定を行った。

摩耗深さの測定が終了した間接修復用コンポジット試料および対合試料の表面にオスミウム蒸着処理を 30 秒間行い、走査電子顕微鏡 (SEM) を用いて加速電圧 15 kV の条件下で観察した。

統計処理は、すべての試験において最初に Kolmogorov-Smirnov 検定を行った。その結果、いくつかの条件において正規性がみられなかったためノンパラメトリック統計法を選択した。放射照度、Knoop 硬さ、曲げ強さ、および摩耗試験の結果は、Kruskal-Wallis 検定および Steel-Dwass 多重比較検定法を用いて検定した。なお、危険率は 5 % とした。

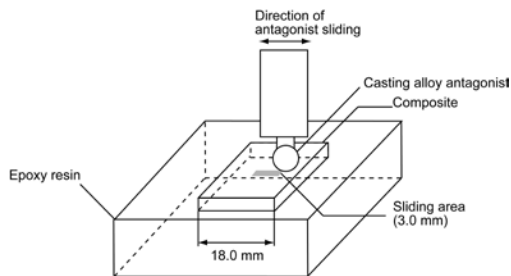


図 1 咬頭滑走摩耗試験模式図

#### 4. 研究成果

各光照射器における分光放射照度のグラフを示した (図 2)。

技工用光重合器の光強度の結果は、400-500 nm の波長域で、Hyper LII において  $4.82 \text{ mW/cm}^2$ 、 $\alpha$ -Light II において  $3.60 \text{ mW/cm}^2$ 、Labolight LV-II において  $0.63 \text{ mW/cm}^2$ 、200-800 nm の波長域で Hyper LII において  $10.50 \text{ mW/cm}^2$ 、 $\alpha$ -Light II において  $8.87 \text{ mW/cm}^2$ 、Labolight LV-II において  $0.79 \text{ mW/cm}^2$  あった。2つの波長域において、3種の光重合器間の光強度に有意に差が見られた。

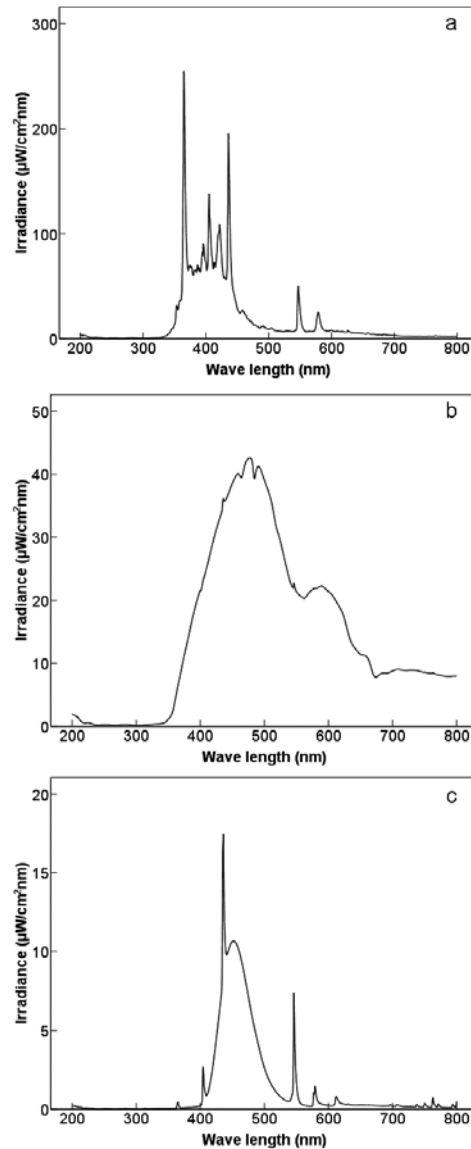


図 2 各技工用光照射器の分光放射照度 (a) Hyper LII, (b)  $\alpha$ -Light II, (c) Labolight LV-II

それぞれの光照射条件における Knoop 硬さの結果は、エステニア C&B を Hyper LII もしくは  $\alpha$ -Light II を用いて光重合した条件が高い値を示し、Labolight LV-II において有意に低い値を示した。またエブリコードの Knoop 硬さにおいても、同様の結果を示した。

曲げ強さの結果は、エステニア C&B においては Hyper LII にて光重合した条件が最も高い値を示し、次に  $\alpha$ -Light II, Labolight

LV-II の順であった。またエブリコードの曲げ強さにおいても同様の傾向を示した。

摩耗深さの平均値は、エステニア C&B においては、Hyper LII で光重合した条件が最も摩耗深さが少なく 5.7  $\mu\text{m}$  であり、 $\alpha$ -Light II で光重合した条件は 18.5  $\mu\text{m}$ 、Labolight LV-II で光重合した条件は 64.2  $\mu\text{m}$  であり、各照射器間に有意差が認められた。エブリコードの摩耗深さにおいても同様の傾向を示し、Hyper LII で光重合した条件 12.7  $\mu\text{m}$ 、 $\alpha$ -Light II で光重合した条件 18.7  $\mu\text{m}$ 、Labolight LV-II で光重合した条件 48.5  $\mu\text{m}$  であり、各照射器間に有意差が認められた。摩耗試験後のエステニア C&B およびエブリコードの試料表面の SEM 観察により、Hyper LII にて光重合した試料表面は、滑沢な面が認められたに対して、Labolight LV-II では、粗造な面が認められた。

対合試料の摩耗高さの平均値は、エステニア C&B においては Hyper LII で光重合した条件が最も少なく 8.2  $\mu\text{m}$  に対して、Labolight LV-II で光重合した条件では 145.2  $\mu\text{m}$  であり最も大きい値を示した。エブリコードにおいては、 $\alpha$ -Light II で光重合した条件では 5.3  $\mu\text{m}$  および Labolight LV-II で光重合した条件では 8.2  $\mu\text{m}$  であり、両照射器間に有意差は見られず、Hyper LII で光重合した条件では 21.3  $\mu\text{m}$  であり有意に大きい摩耗高さを示した。

以上から、間接修復用コンポジットの耐摩耗性を向上させるには、光強度の強い技工用照射器の使用が好ましいことが示唆された。また、光強度の弱い技工用照射器を使用した場合、間接修復用コンポジットの種類によっては、対合歯に重篤な摩耗を引き起こすことが示唆された。

## 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 4 件)

- ① Hirata M, Koizumi H, Tanoue N, Ogino T, Murakami M, Matsumura H. Influence of laboratory light source on the wear characteristics of indirect composites. Dental materials Journal 30, 127-135, 2011. (査読有)
- ② Koizumi H, Kochi M, Honda K, Ayano M, Nagano K, Matsumura H. Characteristics of light-polymerizable adhesives for bonding retentive beads to cut-back wax surfaces. Asian Pacific Journal of Dentistry 11, 15-18, 2011. (査読有)
- ③ Koizumi H, Nakayama D, Naito K, Kochi M, Honda K, Matsumura H. Effect of two acidic primers on bonding to alumina of two composite luting agents. Asian Pacific Journal of Dentistry 11, 9-13, 2011. (査読有)
- ④ Ohara N, Koizumi H, Matsumoto H, Nakayama D, Ogino T, Matsumura H. Surface roughness and gloss of indirect composites etched with acidulated phosphate fluoride solution. Acta Odontologica Scandinavica 67, 313-320, 2009. (査読有)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小泉 寛恭 (KOIZUMI HIROYASU)

日本大学・歯学部・講師

研究者番号：20339229

### (2) 研究分担者

松村 英雄 (MATSUMURA HIDEO)

日本大学・歯学部・教授

研究者番号：40199857

米山 隆之 (YONEYAMA TAKAYUKI)

日本大学・歯学部・教授

研究者番号：00220773