

機関番号：32667

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20592313

研究課題名（和文） 咀嚼物が介在したときの陶材と対合歯の摩耗

研究課題名（英文） Wear of dental porcelain and antagonist under mastication with fiber and abrasive particle

研究代表者

赫多 清 (KAKUTA KIYOSHI)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・准教授

研究者番号：20105505

研究成果の概要（和文）：

歯科材料の中で最も硬い材料である陶材の摩耗も、繊維質や砥粒などの咀嚼物の成分によって影響を受けていた。咀嚼物の粘度を増加させることによって陶材と対合歯の摩耗を低下させると予想したセルロースが5%含有されているとき、そこに砥粒が組み合わせられると摩耗は大きく増加した。反対に、実験条件によっては、砥粒の増加に伴い陶材の摩耗が減少していた。このように咀嚼物の成分は、陶材の摩耗に対して条件により従来と相反する影響を示した。

研究成果の概要（英文）：

Components of mastication mediums; fiber and abrasive particle, affected on wear of dental porcelain which is the hardest material in dental materials. Wear of porcelain increased substantially when abrasive particle was combined with 5% cellulose which was expected to reduce wear by increasing a viscosity of medium. On the contrary, wear of porcelain decreased by increasing of abrasive particle according to experimental condition. Thus components of mastication medium showed inverse effect on wear of porcelain in some situation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・歯科医用工学、再生歯学

キーワード：摩耗、陶材、対合歯、咀嚼物、繊維質、砥粒

1. 研究開始当初の背景

従来、歯冠修復には鑄造による金属の修復物が多く用いられてきた。しかし近年、CAD/CAM技術の進歩に伴いセラミックスの精密加工が可能となり、生体親和性が優れ、歯質に近い質感をもつセラミックスのみで

歯冠修復を行うという傾向が強まっている。この傾向は今後も続き、将来セラミックスが歯冠修復材料の主流となる可能性もある。以上のことから、これから多用されると考えられるセラミックス材料が、口腔内全体にどのような影響を与えるか、そして、これから開

発されるセラミックス材料にはどのような性質、機能を付与すべきかを明らかにすることは、セラミックス材料による歯冠修復の方法を確立するために重要なことである。

現在、オールセラミックスによるクラウンの作製では、陶材をセラミックスのフレーム上に焼成し歯冠部を形成する。また、インレーの場合の多くは、CAD/CAM用に調整された材料を用いている。これらの材料は硬さが大きく、歯冠部を修復するのに適した材料である。一方、口腔内全体のバランスを考えると、その大きな硬さ故の対合歯の摩耗が危惧されている。

2. 研究の目的

歯の摩耗を考えたとき、摩耗の原因となる接触は、“歯軋り”などの特殊な場合を除き咀嚼時に生じている。すなわち、歯冠修復物と対合歯が接触するときには、何らかの物質が介在している。このような状況から、咀嚼時に生じる摩耗については、咀嚼物の影響を無視することはできない。

歯科修復材料の咀嚼時の摩耗、すなわち咬合摩耗の評価には、ISOにより8種の方法が提示されている。しかし、これらの方法の中でも接触時の媒体として水以外のものを設定しているのはわずかに3種で、それらの方法の媒体も米やきび殻、けしの種、PMMA粉末など、咀嚼物が修復材料や対合歯の摩耗におよぼす影響について明らかにするものではない。申請者らは咬合摩耗における媒体の成分がコンポジットレジンの摩耗に及ぼす影響について調べ、媒体中に砥粒が含有されているときには摩耗が増加するが、繊維質が含有されていると摩耗が軽減されることを明らかにした。このように、咬合時の摩耗においては、咀嚼物の成分が重要な役割を持っている。これは、硬さの大きい陶材であっても咀嚼物の成分によっては摩耗が生じるかも知れないこと、さらに、咀嚼物の成分が対合歯の摩耗挙動にも影響を及ぼすことを示唆している。

本研究は、砥粒と繊維質とが共存する咀嚼物を介在させて咬合摩耗試験を行い、陶材や対合歯の摩耗におよぼす咀嚼物の影響を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

歯に近い硬さを有する窒化アルミニウムと焼成陶材を用いて摩耗圧子および試験片を作製し、そこに砥粒の二リン酸カルシウムと繊維質のメチルセルロースを含有した水溶液を介在させて咬合摩耗試験を行い、食物と見なした咀嚼物の成分が、歯質に見立てた窒化アルミニウムと焼成陶材の摩耗に与える影響を調べた。

本研究で用いた咬合摩耗試験の模式図を

図1に示す。咬合摩耗試験は、球状の先端を有する摩耗圧子が咀嚼物を介して試験片に接触し、その後試験片上を往復してから離れるという行程を1サイクルとし、これを1万サイクル繰り返した。表1に咬合摩耗試験の条件を示す。

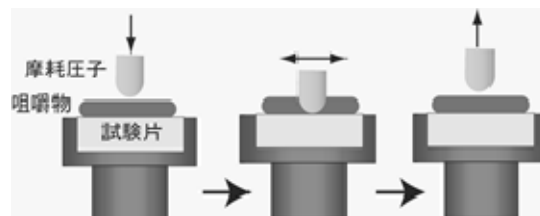


図1. 摩耗試験の模式図

表1 咬合摩耗試験条件

摩耗圧子 ; 焼成陶材, 窒化アルミニウム
摩耗圧子の形状 ; 先端の曲率半径 2mm
咬合圧 ; 40 N
滑走距離 ; 1 mm
咬合の周期 ; 1 Hz
咬合回数 ; 10,000 回

先端が球状の摩耗圧子と摩耗部が平面である試験片とでは、摩耗挙動が異なっている可能性がある。そこで、歯質に見立てた窒化アルミニウムを摩耗圧子にし、焼成陶材を試験片にしたときの摩耗、および焼成陶材を摩耗圧子にし、窒化アルミニウムを試験片にしたときの摩耗の両者について、咀嚼物が陶材や窒化アルミニウムの摩耗におよぼす影響について調べた。さらに陶材を摩耗圧子にし、陶材および硬質レジンを摩耗試験片にしたときの摩耗についても評価した。表2に本実験で使用した材料を示す。

表2 実験に用いた材料

窒化アルミニウム ; シェイパルMソフト
陶材 ; ビタVM9エナメル (VITA, Lot 705151)
歯冠用硬質レジ ; エステニアC&B (クラレ, Lot 0071BA)

本研究で用いた咀嚼物の成分を表3に示す。本研究では、蒸留水に砥粒成分である二リン酸カルシウムを0、5、10%、繊維質成分であるカルボキシメチルセルロースナトリウムを0、5、10%組み合わせて含有させた9条件について測定を行った。これらの実験的に作製した咀嚼物は、咬合摩耗試験の間、500回ごとに蒸留水で洗浄した試験片面に新しく供給された。以上の方法で、各

条件につき繰り返し3回咬合摩耗試験を行った。

表 3 実験に用いた咀嚼物の成分

蒸留水中に以下のものを組み合わせて含有
砥粒：ニリン酸カルシウム（和光，KLM4174） 0%，5%，10%
繊維質：カルボキシメチルセルロースナトリウム（関東化学，605F1355） 0%，5%，10%

摩耗試験片の摩耗については、摩耗によって失われた部位の最大摩耗深さを比較することによって評価した。咬合摩耗試験後、コンピュータによって制御された三次元測定顕微鏡（オリンパス STM6、東京）を用いて摩耗面を走査し、摩耗面の座標データを計測した。この摩耗面の座標データから、摩耗を受けていない面を基準面とし、最も深く摩耗した部位までの深さを最大摩耗深さとして算出した。また、摩耗試験前後の摩耗圧子の長さを三次元測定顕微鏡で計測し、その差を摩耗圧子の摩耗による長さ減として計測した。

得られた値に対してニリン酸カルシウムの含有量とカルボキシメチルセルロースの含有量を要因とした二元配置分散分析を行い、咀嚼物中の砥粒成分と繊維質成分とが焼成陶材と対合歯の摩耗におよぼす影響について分析した。

4. 研究成果

(1) 歯質に見立てた窒化アルミニウムを摩耗圧子にしたときの陶材の摩耗面を図2に

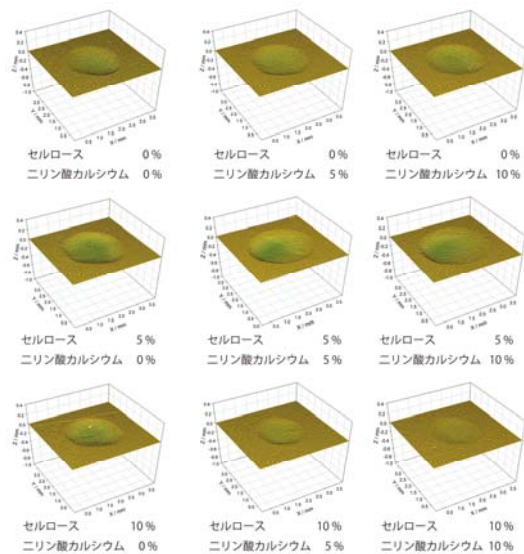


図 2 窒化アルミニウム摩耗圧子に対する陶材の摩耗面

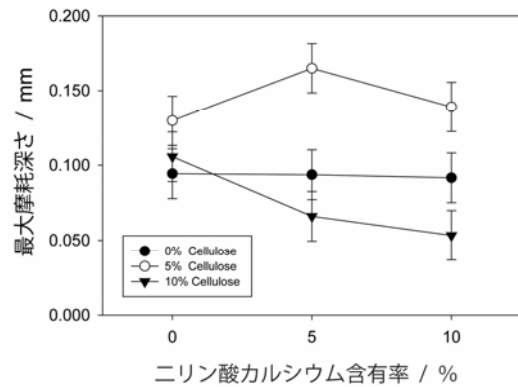


図 3 窒化アルミニウム摩耗圧子に対する陶材摩耗面の最大摩耗深さ

示す。陶材の摩耗は、カルボキシメチルセルロース、ニリン酸カルシウムの含有率によって変化していた。

図3に陶材摩耗面の最大摩耗深さを示す。縦の細線は、95%信頼区間を示す。二元配置分散分析の結果、カルボキシメチルセルロースとニリン酸カルシウムの含有率との交互作用が有意となった ($p < 0.01$)。Tukeyの多重比較の結果、咀嚼物にセルロースが5%含有されているときにニリン酸カルシウムが含有されると摩耗が有意に大きくなること示された ($p < 0.05$)。また、セルロースが10%含有されているときには、逆にニリン酸カルシウムを含有することによって摩耗が減少していた ($p < 0.05$)。

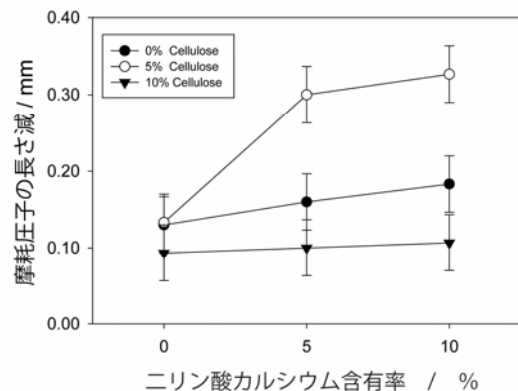


図 4 陶材摩耗試験片に対する窒化アルミニウム圧子の長さの減少

図4に摩耗試験後の窒化アルミニウム摩耗圧子の長さの減少を示す。二元配置分散分析の結果、カルボキシメチルセルロース含有率とニリン酸カルシウムの含有率との交互作用が有意となり ($p < 0.01$)、陶材摩耗試験片の結果と同様に、咀嚼物にカルボキシメチルセルロースを5%含まれ、さらにニリン酸カルシウムも含まれていると、摩耗圧子が有意に大きく摩耗していた ($p < 0.05$)。

(2) 陶材を摩耗圧子とし窒化アルミニウムを摩耗試験片としたときの窒化アルミニウムの摩耗面を図5に示す。摩耗はカルボキシメチルセルロース、二リン酸カルシウムの含有率によって異なっていた。

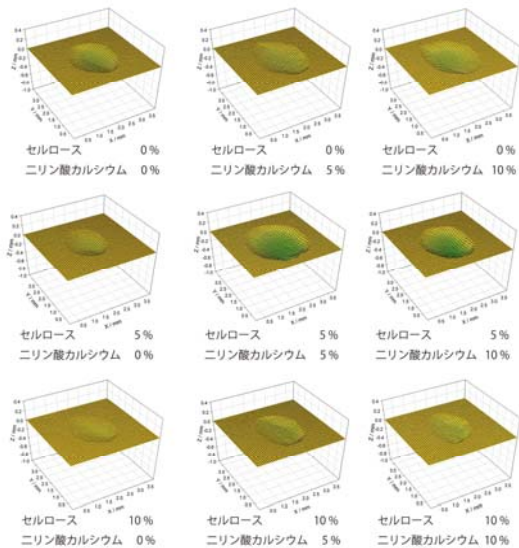


図5 陶材摩耗圧子に対する窒化アルミニウムの摩耗面

図6に窒化アルミニウムの摩耗面の最大摩耗深さを示す。二元配置分散分析の結果、カルボキシメチルセルロースの含有率と二リン酸カルシウムの含有率との交互作用が有意となった ($p < 0.01$)。Tukeyの多重比較の結果、窒化アルミニウム摩耗試験片の最大摩耗深さは、咀嚼物にカルボキシメチルセルロースが5%含まれているとき、さらに二リン酸カルシウムが含まれていると有意に大きくなった ($p < 0.05$)。窒化アルミニウム摩耗試験片の場合、カルボキシメチルセルロースを10%含有したときの摩耗の減少は認められなかった。

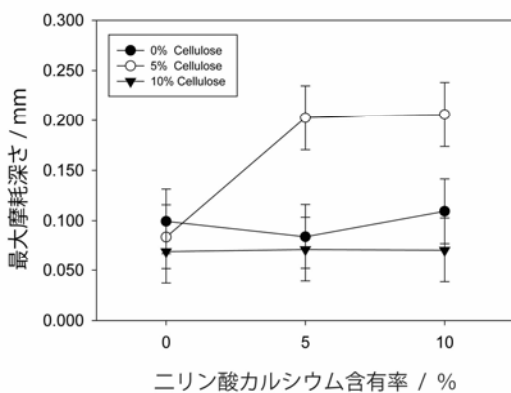


図6 陶材摩耗圧子に対する窒化アルミニウム摩耗試験片の最大摩耗深さ

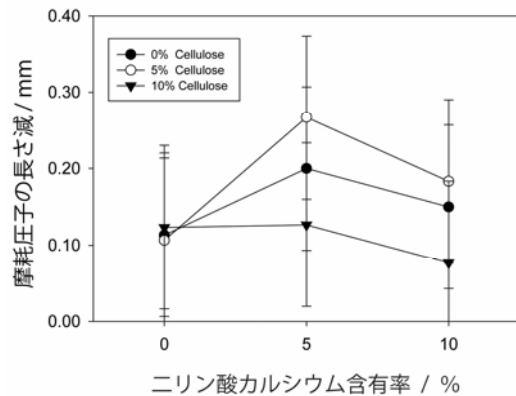


図7 窒化アルミニウム摩耗試験片に対する陶材摩耗圧子の長さの減少

図7に摩耗試験後の陶材摩耗圧子の長さの減少を示す。カルボキシメチルセルロースの含有率と二リン酸カルシウムの含有率を要因とした二元配置分散分析の結果、陶材摩耗圧子の長さの減少に有意な差は認められなかった ($p > 0.05$)。陶材摩耗圧子の長さの減少の平均値は、窒化カルシウム試験片と類似した傾向が見られたが、測定値のばらつきが大きく、有意差が認められなかった。

(3) 摩耗圧子、摩耗試験片の両方を陶材で作製し、咬合摩耗試験を行ったときの陶材摩耗試験片の摩耗面を図8に示す。摩耗量は、窒化アルミニウムと組み合わせたときと比較して減少しているが、咀嚼物成分の影響を受け、カルボキシメチルセルロース、二リン酸カルシウムの含有率によって異なっていた。

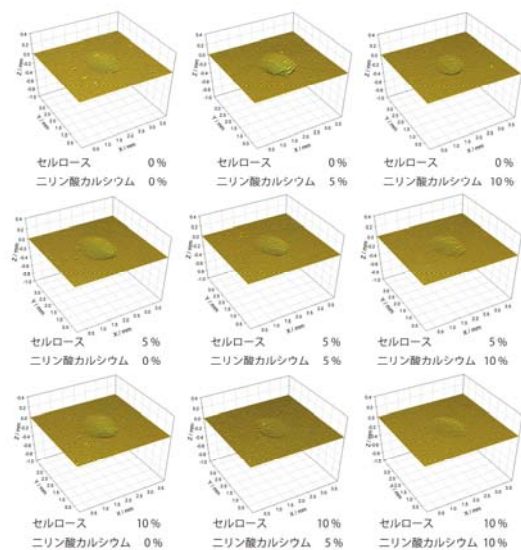


図8 陶材摩耗圧子に対する陶材の摩耗面

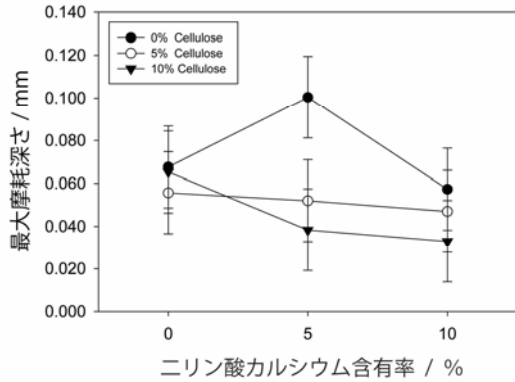


図9 陶材摩耗圧子に対する陶材摩耗試験片の最大摩耗深さ

図9に陶材摩耗圧子に対する陶材摩耗試験片の最大摩耗深さを示す。カルボキシメチルセルロースの含有率と二リン酸カルシウムの含有率を要因とした二元配置分散分析の結果、2つの要因の交互作用が有意となった ($p < 0.01$)。Tukeyの多重比較の結果、咀嚼物に二リン酸カルシウムのみが5%含有しているとき、最大摩耗深さが、他の咀嚼物を用いたときと比較して有意に大きくなった ($p < 0.05$)。

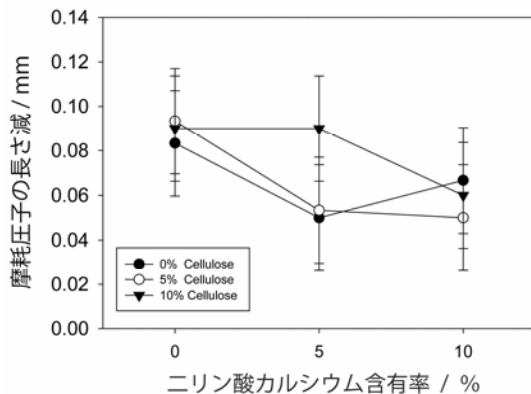


図10 陶材摩耗試験片に対する陶材摩耗子の長さの減少

図10に陶材摩耗試験片に対する陶材摩耗圧子の長さの減少を示す。カルボキシメチルセルロースの含有率と二リン酸カルシウムの含有率を要因とした二元配置分散分析の結果、二リン酸カルシウムの主効果のみが有意となった ($p < 0.05$)。咬合摩耗試験後の陶材摩耗圧子の長さの減少は、咀嚼物のカルボキシメチルセルロースの含有率にかかわらず、二リン酸カルシウムが含有されているときに減少するという結果が得られた。

(4) 陶材を摩耗圧子とし歯冠用硬質レジンを摩耗試験片としたときの歯冠用硬質レジンの摩耗面を図11に示す。歯冠用硬質レジンの摩耗試験片の摩耗は、咀嚼物に含まれる成分によって変化していた。

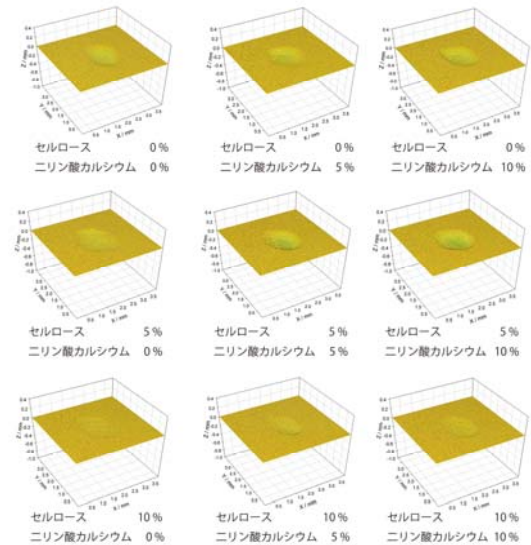


図11 陶材摩耗圧子に対する歯冠用硬質レジンの摩耗面

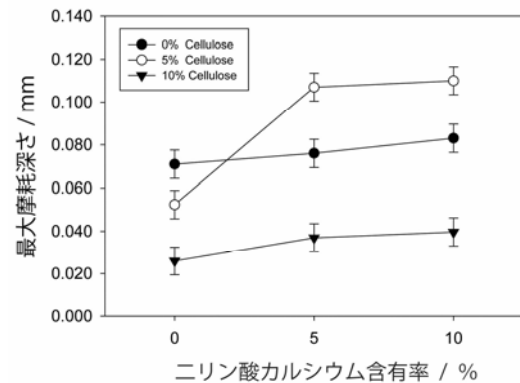


図12 陶材摩耗試験片に対する歯冠用硬質レジンの摩耗試験片の最大摩耗深さ

図12に陶材摩耗圧子に対する歯冠用硬質レジンの摩耗試験片の最大摩耗深さを示す。カルボキシメチルセルロースの含有率と二リン酸カルシウムの含有率を要因とした二元配置分散分析の結果、2つの要因の交互作用が有意となった ($p < 0.01$)。Tukeyの多重比較の結果、咀嚼物にカルボキシメチルセルロースが5%含まれ、さらに二リン酸カルシウムが含まれていると歯冠用硬質レジンの最大摩耗深さは有意に大きくなり ($p < 0.05$)、また、他の条件と比較しても有意に大きくなった ($p < 0.05$)。咀嚼物にカルボキシメチルセルロースが0%、10%含まれ、さらに二リン

酸カルシウムが 10%含まれていると最大摩耗深さが有意に大きくなった ($p < 0.05$)。

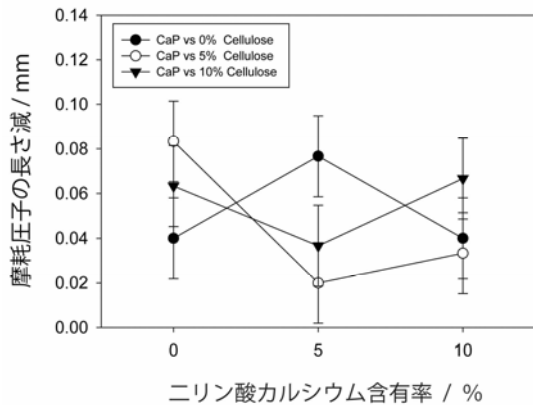


図 13 歯冠用硬質レジン摩耗試験片に対する陶材摩耗圧子の長さの減少

図 13 に歯冠用硬質レジン摩耗試験片に対する咬合摩耗試験後の陶材摩耗圧子の長さの減少を示す。二元配置分散分析の結果、要因の交互作用が有意となった ($p < 0.01$)。Tukey の多重比較の結果、咀嚼物にカルボキシメチルセルロースが含まれていないとき、ニリン酸カルシウムを 5%含有すると陶材摩耗圧子の減少が有意に大きくなった ($p < 0.05$)。また、咀嚼物にカルボキシメチルセルロースが 5%含まれているときには、さらにニリン酸カルシウムが含まれると陶材摩耗圧子の長さの減少が有意に小さくなった ($p < 0.05$)。

(5) まとめ

歯科材料の中で最も硬い陶材であっても、その摩耗量は咀嚼物の成分によって変化していた。

咀嚼物の粘度を増加させることによって陶材と対合歯の摩耗を低下させると予想したセルロースが、砥粒との配合率によっては摩耗を増加させること、また逆に、砥粒のニリン酸カルシウムが、陶材や対合歯の摩耗を減少させることもあることが示された。このように、同じ咀嚼物の成分であっても、状況によって陶材や対合歯の摩耗を促進したり、抑制したりすることが明らかとなった。

口腔内で生じる歯科修復物や対合歯の摩耗が、咀嚼物の介入によってこのような複雑な振る舞いをするのが明らかとなったことから、これらのメカニズムの究明を含んで更なる研究が必要である。

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 1 件)

- ① Kakuta K and Ogura H, Effects of abrasive and fiber components in medium on wear of composite resins, Dent Mater J, 査読有 27, 2008,716-722

6. 研究組織

(1) 研究代表者

赫多 清 (KAKUTA KIYOSHI)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・准教授

研究者番号：20105505

(2) 研究分担者

小倉 英夫 (OGURA HIDEO)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・教授

研究者番号：60095099