

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：32703

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23792254

研究課題名（和文）放射線照射が歯科用高分子材料におよぼす影響について

研究課題名（英文）Effect of X-ray irradiation on the dental polymeric materials.

研究代表者

青柳 裕仁 (AOYAGI YUJIN)

神奈川歯科大学・歯学部・講師

研究者番号：30460140

研究成果の概要（和文）：市販されている未開封の歯科用高分子材料に対し放射線を照射することにより、どの被曝量まで通常時と変わらず使用できるかの検討を行った。この研究の意義は、特に大震災により原子力発電所で生じたメルトスルーによる歯科用高分子材料への放射線被曝に関し、どの程度の被曝量まで市販の歯科用高分子材料が歯科治療に供する事が出来るかという一定の基準を示す事が出来たこと、また、医療従事者に対し学会発表を通し情報提供および啓蒙活動を行えた事である。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to clarify the effect of exposure dose by X-ray irradiation on the dental polymeric materials using the commercial product. The significance of this study was to able to show a standard to dentistry worker by academic conference how much exposure dose dental treatment could provide commercial dental polymeric materials to about the radiation exposure to dental polymer materials.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	900,000	270,000	1,170,000

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：歯科用高分子材料，放射線，物性，レジン，劣化

## 1. 研究開始当初の背景

（1）頭頸部悪性腫瘍の治療の選択肢の1つとして放射線治療が用いられており、この治療を受けた患者にウ蝕が好発することが知られている。このことは radiation caries と呼ばれており、原因に関しては多くの報告がなされ、放射線治療後のコンポジットレジン修復に関する報告もなされている。しかしながら、放射線治療時に温存された処置歯に関する報告はわずかである。頭頸部悪性腫瘍の際に用いられる放射線治療用放射線発生装置の発生エネルギーは、一般的に数 MeV から 10MeV 前後の高エネルギーを用い、種類としてはX線または電子線である。また、

放射性同位元素を用いる場合にはコバルトやイリジウム線源が主流となっており、それらのエネルギーは1 MeV 前後のγ線である。特にコンポジットレジン修復に関してはこれら高エネルギーの放射線照射により、原子や分子間の結合が切断されることによる劣化が予想されるが、放射線治療による材料の劣化に関しての評価報告はない。コンポジットレジン修復歯にウ蝕の生じる原因が歯質の劣化にあるのか、使用された材料の劣化にあるのか、もしくは両者に起因するのかについても十分評価がなされていない。さらに、放射線照射によるコンポジットレジンの劣化の一現象として変色による審美性の低下

も想定される。コンポジットレジン最大の  
特徴である審美性の低下は患者の QOL に関  
わる。従って、放射線照射による高分子材料  
の物性および審美性の低下がどの程度の放  
射線量や放射線エネルギーにて引き起こさ  
れるのかに関して評価、検討の必要性がある。  
先立って行った研究結果（未発表）では、曲  
げ強度は X 線照射量によっては上昇する可  
能性が示唆され、また、色調変化は基本的  
に照射量に依存することが確認されている。特  
に義歯床用レジンにおいてはポリマーの構  
造上、コンポジットレジン以上に影響を受け  
ると推測される。

一方、一般的に紫外線を照射することによ  
り物質の劣化を促すことが知られている。特  
に歯科材料分野では高分子材料が紫外線照  
射による影響を受け易い。紫外線は太陽光中  
に含まれているが、地表に達する紫外線の大  
部分が波長 320~380 nm の A 領域紫外線  
(UV-A) であり、そのエネルギーは 3.1~3.9  
eV であり、放射線治療に用いられている数  
MeV の高エネルギー領域とはまったく異な  
り、非常に小さなエネルギーである。この低  
エネルギー領域においても歯科材料の劣化  
などの評価はほとんど行われていない。  
すなわち、現在、高分子歯科材料の放射線  
による影響に関しては不明であり、高齢化に  
向けて悪性腫瘍の発生頻度が高まり放射線  
治療は非常に重要な治療法となってくる  
ことから、歯科領域でもそれに対する種々  
な検討がされる必要がある。さらに現在人  
類が最も期待している宇宙生活においては、  
最大の課題の一つである、宇宙放射線の影  
響があるが、これらの放射線のエネルギーは  
高エネルギーであることから、歯科領域で  
も将来に向けて検討しなければならないと  
考えられる。

(2) 高齢化時代になり、悪性腫瘍の罹患者  
が年々増え続けているが、その治療法と  
して放射線治療が行われている。放射線  
治療は従来では放射性同位元素から発生  
する  $\gamma$  線や放射線発生装置から発生する  
X 線、電子線を用いていたが、最近では  
重粒子を利用した新しい放射線治療法が  
試みられている。すなわち、非常に高エ  
ネルギーの種々な放射線が人体に照射さ  
れるようになってきている。しかし、この  
領域における放射線の歯科用高分子材  
料への影響は何も考慮されていない。一  
方、一般的な高分子材料の放射線影響に  
関しては、工業界では宇宙工学、航空工  
学、原子力工学および核融合工学などで  
研究が行われている。特に、原子力発電  
などを行う場所（原子力発電所や原子力  
をエネルギーとする運搬機器など）では、  
多量の高エネルギーの放射線が発生する  
ことから、これに曝露される

材料は放射線耐性を有することが最重要課  
題となっている。これらの目的に合うよう  
に既存の高分子材料は改良されたり、ま  
ったく新しい高分子材料の作製が行われ、  
現在では放射線耐用高分子材料として実  
際に用いられている。さらに、近年宇宙開  
発がより活発化し、人類の活動場所は地  
球から地球外世界への可能性を模索して  
いる。その一部として宇宙飛行士の宇宙  
ステーション滞在に代表されるように、宇  
宙空間に人間が長期間にわたり滞在し、  
人体に対する重量の影響を確かめる実験  
が行われている。一般に考えると、宇宙  
空間と地上での比較で、問題となるのが  
空気と重力の有無であるとされるが、そ  
の 2 つの問題が解決されたとしても、さ  
らなる重大な問題が存在している。宇宙  
空間ではビッグバン時に放出された放射  
線やその後の星の爆発、誕生時に放出さ  
れた放射線や、放射線を放射する星の存  
在などによる、種々雑多量の放射線が放  
射され、そこに存在する物質（人を含め）  
は、地上と比べることができないほどの、  
多量の放射線に曝露されている。このよ  
うに、放射線治療下や宇宙環境下にお  
かれた歯科用高分子材料は多かれ少なか  
れ、何らかの影響を受けると考えられる。  
とくに、現在用いられている、重合型レ  
ジンにおいては、重合前の放射線曝露に  
よって物性が変化し、重合後の機械的性  
質に大きな負の影響を与えられると予  
想される。

(3) すなわち、上記のような放射線治療  
下そして原子力施設関係、あるいは宇宙  
空間におかれた時の歯科治療を考えると、  
歯科用高分子材料の放射線による影響、  
特に重合前の歯科用高分子材料に対する  
放射線照射の影響を検討することが不可  
欠である。この研究結果から、将来の  
新しい放射線耐性歯科用高分子材料の  
開発の基礎が解明され、実用化が促進  
されると考えている。

## 2. 研究の目的

(1) 一般的な高分子材料の放射線影響に  
関しては、工業界では宇宙工学、航空工  
学、原子力工学および核融合工学などで  
研究が行われている。特に原子力発電  
などを行う場所では多量の高エネルギー  
の放射線が発生することから、これに曝  
露される材料は放射線耐性を有するこ  
とが最重要課題となっている。さらに  
近年、宇宙開発がより活発化し人類の  
活動場所は地球から地球外世界への可  
能性を模索しているが、宇宙空間では  
ビッグバン時に放出された放射線やそ  
の後の星の爆発、誕生時に放出された  
放射線や放射線を放射する星の存在な  
どによる種々雑多量の放射線が放射さ  
れ、そこに存在する物質は、人を含め、  
地上と比べることができないほどの多  
量の放射線に曝露されている。したがっ

て、このような環境下におかれた歯科用高分子材料は多かれ少なかれ何らかの影響を受けると考えられる。特に、現在用いられているコンポジットレジンにおいては、重合前の放射線曝露により物性が変化し、重合後の機械的性質に大きな負の影響を受けると予想される。

よって本研究では、放射線治療時における放射線照射および将来の宇宙空間での歯科治療時の宇宙放射線などの曝露環境下において、放射線が重合前の歯科用高分子材料の物性に与える影響を検討することにより、放射線耐性の歯科用高分子材料開発の基礎的なデータを採取することを目的とする。

### 3. 研究の方法

(1) 重合前の歯科用高分子材料に対する放射線曝露の影響を検討するため、市販されている成形修復用コンポジットレジン、Clearfil AP-X (CLF: クラレメディカル (株)), Filtek Z250 (Z250: 3M ESPE) および Estelite  $\Sigma$  quick (ESL: トクヤマデンタル), 歯冠修復用硬質レジンのエステニア C&B DA3 (EST: クラレメディカル (株)) およびレジンセメントのパナビア F2.0 (PAN: クラレメディカル (株)) を実験に供した。重合前のペーストに X 線照射装置 (MBR-1520A-TW, 日立) を用いて X 線照射を行った。条件は、管電圧 150kV, 線量率 2Gy/分として、10Gy, 100 Gy および 1000Gy を照射した。照射後、何も照射していないコントロール (0 Gy) を含めて、3 点曲げ試験を ISO 4049 に従い万能試験機

(Instron1123, Instron) で行った。試験片重合には技工用光重合器 (Labolight LV-II, GC) を用い、EST は光重合後メーカー指示に従い光重合後に電気炉 (KL-310, モリタ) にて加熱重合を行った。

### 4. 研究成果

(1) 測定結果は、コントロールでは、CLF は  $173.3 \pm 2.6$ , Z250 は  $162.5 \pm 4.6$ , ESL は  $94.2 \pm 1.5$ , EST は  $183.3 \pm 16.4$ , PAN は  $89.6 \pm 7.4$  で、10 Gy では CLF は  $173.7 \pm 5.1$ , Z250 は  $161.5 \pm 7.7$ , ESL は  $92.9 \pm 1.3$ , EST は  $180.7 \pm 20.6$ , PAN は  $87.3 \pm 7.6$  であった。3 点曲げ強さに関しては、それぞれのレジンにおいてコントロールおよび 10 Gy の間では有意差が認められなかった。しかしながら 100 Gy に関しては、パナビア F2.0 の B ペーストを除く全てのペーストにおいて、一部がすでに重合硬化していたため 3 点曲げ試験に供するには難しい状態だった。また、1000Gy に関しても 100Gy と同様の結果となった。

以上より、本研究では、市販歯冠修復用硬質レジンおよびレジンセメントにおいて重合前の X 線照射による 3 点曲げ強さへの影響は 10Gy までは認められないことが確認され

た。また、重合硬化がパナビア F2.0 の B ペーストを除く全てのペーストにおいて 100 Gy で確認されたことから、10~100Gy の間に X 線照射による重合硬化が徐々に現れ、歯科治療を行うには不適切な状態になる可能性が示唆された。このことは、重合前の歯科用高分子材料に対する放射線曝露の影響に関し、日常空間で歯科治療に歯科用高分子材料を供するにあたり、放射線曝露の影響をほとんど考慮する必要がない事が示唆された。また、重合硬化がパナビア F2.0 の B ペーストにおいて確認されなかったことから、重合前の歯科用高分子材料に対する放射線曝露の影響は重合開始剤および光増感剤の分解によりラジカル重合が促進されることにより生じる可能性が示唆された。

(2) 本研究より得られた成果は以下のとおりである。

① 重合前の歯科用高分子材料への放射線の影響は日常生活を送る上で全くも問題が生じないレベルであり、また、今回の大震災により原子力発電所で生じたメルトスルーによる歯科用高分子材料への放射線被曝に関し、どの程度の被曝量まで市販の歯科用高分子材料が歯科治療に供する事が出来るかという一定の基準を示す事が出来た。

② 重合前の歯科用高分子材料への放射線の影響は重合開始剤および光増感剤の分解によりラジカル重合が促進されることにより生じる可能性が示唆されたことにより、これらの重合開始系薬剤を改良もしくは管理法を検討することにより、放射線耐性の歯科用高分子材料開発の可能性が示唆された。このことは宇宙開発がより進み、現在以上に宇宙空間に長期にわたり滞在しなければならない際、歯科用高分子材料による歯科治療の可能性を示唆している。

### 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 0 件)

〔学会発表〕 (計 2 件)

(1) 青柳 裕仁: 放射線照射が歯冠修復用硬質レジンおよびレジンセメントの物性におよぼす影響. 日本歯科理工学会, あわぎんホール (徳島県徳島市), 2012 年 4 月 15 日.

(2) 青柳 裕仁: 放射線照射がコンポジットレジン<sup>1)</sup>の物性におよぼす影響. 日本歯科理工学会学, 奥羽大学歯学部 (福島県郡山市), 2011 年 10 月 23 日.

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

青柳 裕仁 (AOYAGI YUJIN )  
神奈川歯科大学・歯学部・講師  
研究者番号：30460140

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：