

機関番号：16201
 研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2009～2010
 課題番号：21791824
 研究課題名(和文) 歯エナメル質による放射線被曝線量評価：in vivo ESRを用いた補正法の検討
 研究課題名(英文) Evaluation of corrective methods of measurement of accidental irradiation dose using in vivo ESR
 研究代表者
 岩崎 昭憲 (IWASAKI AKINORI)
 香川大学・医学部附属病院・助教
 研究者番号：10437676

研究成果の概要(和文)：人抜去歯からの ESR バックグラウンド信号の計測を行った。平均 ESR 信号強度 0.017014 ± 0.011049 a.u. であり、ヒストグラムによる分析では、その分布は対数正規分布に従うことが確認された。診断用デンタル X 線連続照射により L-band ESR 測定装置でも検出される信号が生成されることを確認した。歯科用 X 線撮影装置や医療被曝が既存 EPR 信号の発生に主に関与している可能性が考えられた。補正法として、一定の信号強度の加算が適切ではないかと考えられた。

研究成果の概要(英文)：The measurement of ESR background signals from human isolated teeth using L-band ESR spectrometer was carried out. The average of the ESR signal intensity was 0.017014 ± 0.011049 a.u. (arbitrary units). The histogram analysis revealed that the distribution of the background signals obeyed a log-normal distribution. We confirmed that the serial irradiation by a diagnostic dental X-ray imager generates detectable ESR signals by L-band ESR spectrometer. It is suggested that medical exposures e.g. diagnostic dental X-ray imager mainly generate ESR background signal in human teeth. The addition of certain signal intensity seems to be acceptable procedure as a correction method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：ESR を用いた被曝線量測定、口腔外科

科研費の分科・細目：歯学・病態科学系歯学・歯科放射線学

キーワード：ESR、放射線、被曝線量測定、歯エナメル質

1. 研究開始当初の背景

歯エナメル組織においては解離性放射線照

射により、ハイドロキシアパタイト結晶格子内部に経時的に極めて安定なフリーラジカル

($\text{CO}_3^{\cdot-}$)が形成される。形成されるラジカル量は被曝線量に相関することよりそのラジカルを ESR (Electron Spin Resonance : 電子スピン共鳴法または EPR: Electron paramagnetic Resonance) Spectrometer により定量することで、急性および自然放射線被曝の吸収線量を知ることができる。過去においてこの原理は、広島、長崎における原子爆弾投下による被曝者や旧ソ連のチェルノブイリ原子力発電所事故による周囲住民の被曝線量の測定に使われており、生体被曝線量モニターとして有用な方法である。近年マイクロ波の周波数を 1.2GHz 程度 (L-band と呼ばれる) まで下げることで、ESR の測定が水分の影響を避け得るようになり生体そのものから様々な radical が測定できるようになった。この L-band を用いた in vivo ESR 測定は、従来化学、分析学領域が中心であった電子スピン共鳴法を生物医学領域にまで急速に広めることとなった。2001 年 9 月 11 日米国同時多発テロ、中近東での紛争、北朝鮮のミサイル発射実験、など世界情勢が不安定な中で、核に関連したテロの危険が拭い去れない。仮に起こった場合、不特定多数の住民が被曝する可能性があり、重要なことは適切かつ迅速に被曝線量を測定し、適切な治療へと導くことである。ESR Dosimetry はその実現の可能性がある。

2. 研究の目的

ESR Dosimetry を実用化にむけて生体放射線被曝線量測定の正確さ、信頼性を向上させる必要がある。そのために (1) ESR 機器の改良、最適化された共振器の開発等により検出感度の向上 (2) 既存被曝線量の分離評価、補正法の検討 が必要である。自然放射線被曝、その中でも歯科医療に関連した被曝はエナメル内に $\text{CO}_3^{\cdot-}$ ラジカルを発生させる。この既存被曝線量は、特に低線量被曝域では、バック

グラウンドの信号として検出されるため被曝事故後に被曝線量を測定する際にはこの信号が重なってきて信号強度が若干大きくなり誤差が大きくなる。この誤差が ESR 線量測定の検出限界を規定している。従って今回の研究ではこの既存被曝線量の補正法の検討に主題をおき、最終的な検出限界の向上を図る。

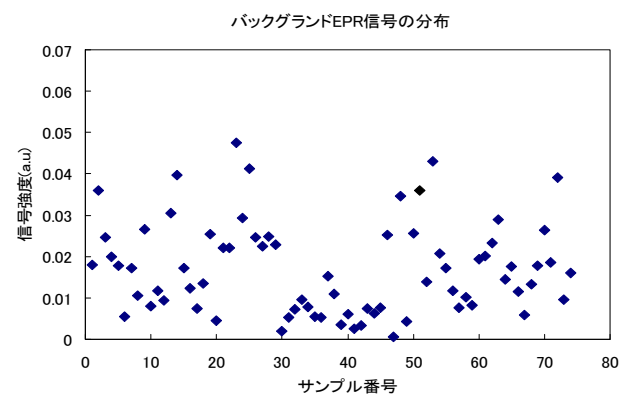
3. 研究の方法

本研究において既存被曝線量の補正法を開発すべく、我々が研究目的で保管している多数のヒト抜去歯から ESR 測定 (L-band, X-band ESR) を行い、既存ラジカルの分布を調査しその補正法の検討を行なった。また歯既存被曝としてもっともラジカルの生成率が高いとされる歯科 X 線による ESR 信号の評価を抜去歯で追加照射を行い歯科 X 線の種類や頻度によるラジカルの定量的評価を行ない校正曲線を作成する。

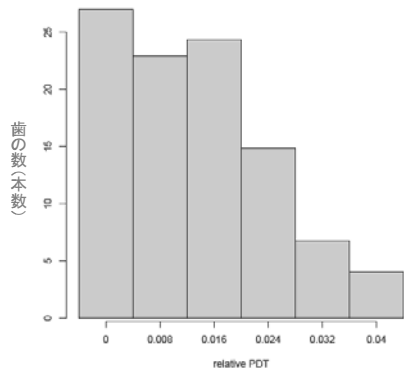
4. 研究成果

(1) バックグラウンド EPR 信号 (既存信号) の測定 :

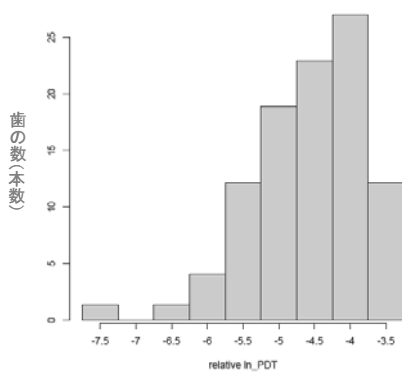
提供を受けた 74 本の抜去歯を対象に、既存 ESR 信号の測定を行った。試料をループ共振器に固定し、ex-vivo で計測。計測条件として Scan range 25gauss, scan time 10 sec, average30, time constant 5msec, modulation amplitude 4gauss で行った。



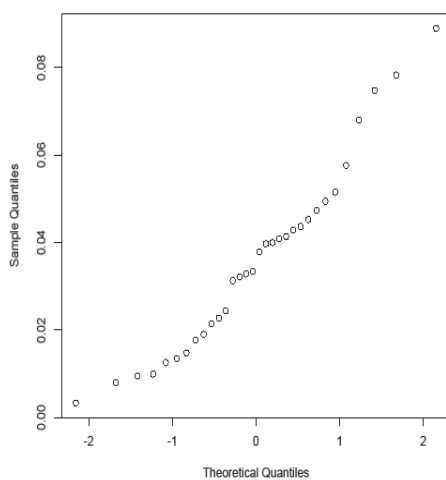
平均の EPR 信号強度 0.017014 ± 0.011049 SD a. u.、最小値 0.000647、最大値 0.04757、中央値 0.015693 であり、信号強度比として 73.5 の比較的大きなばらつきを示した。ヒストグラムを用いて分析を行った。



横軸の対数を取り、下記グラフを作成した。



Normal Q-Q Plot

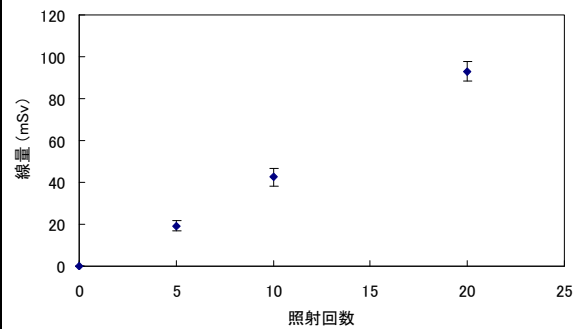


Normal Q-Q Plot を行うとほぼ直線の回帰が得られ、歯エナメル質の既存 ESR 信号の分布は、概ね対数正規分布に従うことが確認された。

(2) 歯科診断用 X 線撮影装置の L-band ESR 線量計に及ぼす影響について：

歯科用 X 線照射装置として ASAHI X-ray Model G6105 60kV 10mA、X-ray tube D-081 filtration 2.2AL を使い、一回照射を、デンタル X 線フィルムの規定量である 0.32sec、コーン先端からの距離を 10cm として試料(抜去歯)と TLD 熱ルミネッセンス素子 (panasonic UD-110S CaSO₄:Tm) に連続照射を行った。

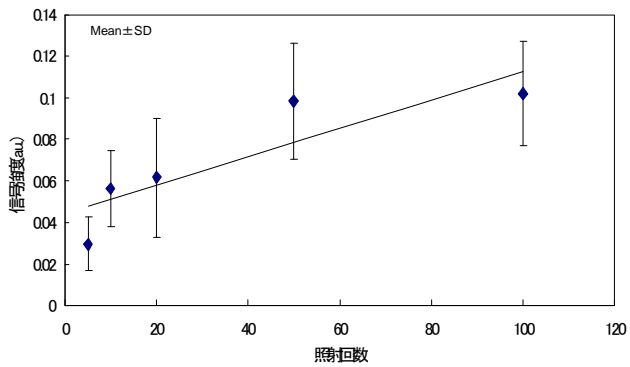
熱ルミネッセンス線量計によるデンタル X 線線量計測



歯科用 X 線照射装置による照射では、照射回数に比例して線量が増加し、10 回照射では、約 40mSv の線量であった。

連続のデンタル X 線照射による L-band ESR spectrometer で確認される信号の生成：10 回程度の照射では、信号は既存信号に重なり分離評価はできなかった。しかし 50 回以上照射を行うと L-band 装置においても明らかな信号が検出された。計測条件：Scan range 25gauss, scan time 10 sec, average30, time constant 5msec, modulation amplitude 4gauss

診断用線量による ESR 信号



一回の線量の比較的低い診断用歯科 X 線装置であっても、エナメル質内に生成されるラジカルが経時的に安定で減衰がほとんどないために、頻回の照射により ESR 信号が発生することが確認された。これが、既存信号の発生に影響していると考えられる。補正法としては、一定の信号強度（平均既存 ESR 信号強度）の加算法が適切ではないかと考えられた。被爆事故に際して、トリアージのための線量推定での使用においては、真の被曝線量より高線量とされる方が低線量として推測されるより問題は少ないのではないかとと思われる。

5. 主な発表論文等

なし。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩崎 昭憲 (IWASAKI AKINORI)

香川大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：10437676