

微量生体試料を活用した 迅速簡便な放射線被ばく量の検出

弘前大学 被ばく医療連携推進機構・柏倉幾郎

▶研究紹介動画はこちら▶<https://youtu.be/f8yYS0MICIg>



【研究概要】

五感では感じない放射線被ばくを迅速かつ精確に定量評価することは、放射線事故や災害での被災者の健康影響予測や、急性症状が現れる0.5 Gy以上の被ばく者の迅速かつ高効率なトリアージを行う上で極めて重要である。放射線事故や災害時での被災者の多くは線量計などを装着していないことが想定され、事故後の線量評価に被災者の生体試料を用いる「生物学的線量評価」が必要不可欠である。現在までに様々な生物学的線量評価法が開発され、特にリンパ球による細胞遺伝学的線量評価方法の1つである「**染色体異常解析**」が最も信頼性の高い Gold standardとして、国際標準化機構（ISO）や国際原子力機関（IAEA）でも採用されている。しかしながら、この解析には高い専門性と数日の時間を要することや、0.5 Gy以下の低線量域の評価には不向きであることから迅速なトリアージには不向きであり、多数検体対応が難しいいわゆる**スループットが低い**という問題がある。細胞遺伝学的以外の方法には、DNA損傷（gamma H2AX）、プロテオミクス、メタボロミクス、電子スピン共鳴法、光刺激蛍光法、体細胞突然変異などが報告されているが、それぞれ特徴や長短があるものの、**現時点では精確・迅速かつ大規模に生物学的線量評価が可能な方法は無い。**

本研究技術は、放射線の生体応答を活用した迅速簡便な被ばく量の迅速かつ簡便な線量評価方法の開発を目的に、個体の微量生体試料中の遺伝子及びタンパク質発現量を活用した新たな線量評価指標（バイオマーカー）の特定と、その候補群に特化した低侵襲な線量評価キット、専用デバイスの開発を最終目標としている。

迅速簡便な放射線被ばく量の把握は、今後の原子力の安全利用や、不意の放射線事故や原子力災害、廃炉作業、将来の宇宙開発、大都市や大型イベントを標的とした核テロの脅威等への備えと共に、また危機管理対策上からも国民の安全・安心に直結する国家的な重要課題である。

即ち、課題の本質は新型コロナウイルス感染禍と同じである。

【研究成果】

- C57BL/6J♀マウスに0.5, 1.0, 3.0 GyのX線を照射し, DNAマイクロアレイによる発現mRNAの網羅的解析を行った. その結果, ***Slfn4, Itgb5, Smim3, Tmem40, Litaf, Gp1bb, Cxx1c***のmRNA発現は放射線量依存的に有意に増加することを見出した. *Radiat Res* 193, 274-85 (2020)
- インドネシアスラウェシ島に新たに見出された高自然放射線地域の調査において, 26名の住民から採取した血清の液体クロマトグラフィー質量分析 (LC/MS/MS) から, **血清アルブミンの特定配列が線量依存的に酸化修飾を受けていることを見出した** (特願2020-125736, 投稿準備中). この地域の環境放射能・放射線や生活調査から, 住民の外部及び内部被ばくの年間総量はおよそ33~64 mSv/年, 平均49.6 mSv/年と推定され, これまで困難とされていた100 mSv以下の放射線ばく露個体における生物学的線量評価の可能性を強く示唆する発見となった.
- 放射線の標的は「細胞核」とされ, その損傷は「染色体異常解析」や「小核アッセイ」などで評価されているが, 100 mSv以下の生体応答の検出は困難であった. 低線量域で線量依存的に血清アルブミンが酸化修飾を受けることは, 生物学的線量評価に革新をもたらす可能性を有する.

【今後の展開】

2011年3月11日の東日本大震災による福島原発事故後, 国内の原子炉の半数近くが廃炉となり, 原子力発電は大きく見直されている. 一方世界では, 営業運転中の原子炉は31カ国442基で6年連続で発電量は増加している (2019年1月現在). さらに, 建設中の原子炉は19カ国55基 (2020年1月現在), 建設計画も31カ国139基を超えるとされ, 少なくともグローバルな観点からは放射線事故や放射線被ばくのリスクが減少しているとは言い難い. また, 普段は線量計を装着しないが, 日常的に低線量放射線ばく露のリスクに曝されている鉱山労働者や航空機乗務員などの健康影響評価は必ずしも十分とは言えず, これまで適切な放射線の影響に関する生物学的線量評価方法が無かった. 従って, 本研究技術は, 事故や核テロなど不特定多数の放射線被ばく傷病者が発生した場合や原子力災害などの緊急被ばく医療対応において, 被ばくの有無やその程度を被災者の極微量の血液で短時間に評価し, 高線量被ばく者の迅速かつ高効率なトリアージ (重症度判定検査) を可能とする新たなハイスループットな生物学的線量評価法開発につながる可能性を有する. 特に100mSv以下で線量依存的に血清アルブミンが酸化修飾を受けるという我々の発見から, 低線量被ばくの健康影響評価への貢献が期待される.

【問い合わせ先】

弘前大学 研究・イノベーション推進機構 産学官連携相談窓口

E-mail: ura@hirosaki-u.ac.jp / TEL: 0172-39-3176