

研究結果の概要

多様な被ばく状況に適用可能な迅速線量評価手法の開発

A 研究目的

本研究の目的は、高線量被ばくが想定される様々な放射線被ばく事故に際し、多くの被災者の中から緊急被ばく医療の対象となる者を迅速に選別し、その線量を評価する手法を開発、整備し、その成果を広く展開することである。本研究では、臨界事故の代表例たるウラン加工施設での臨界事故あるいは汚染（放出）事故の代表例たる原子力発電所事故の際に、対象者の選別（トリアージ）及び線量評価の事前の入念な準備なしに取り組まざるを得なかった状況を鑑みるに、緊急被ばく医療対応の迅速性と向上を図る上で喫緊かつ必須なものである。

B. 研究方法

(1) 臨界事故時外部被ばく

^{252}Cf 中性子線源を用いるピンポイントの高線量中性子照射を可能とする実験体系を構築し、これを用いて中性子捕獲によって体内に生成される ^{24}Na や ^{38}Cl に対する放射線検出器の応答を実験で評価する。また、計算シミュレーションにより、種々の臨界体系から生じる中性子スペクトルに対する検出器応答や線量を計算する。これらの結果を相互に参照することにより、トリアージに適した線量評価手法を開発する。

(2) 皮膚汚染

高汚染を模擬した実験体系を用いて汎用の GM サーベイメータ等の応答を評価するとともに、その応答から皮膚の等価線量への換算表を整備する。

(3) アクチニド核種等内部被ばく

排泄物中のアクチニド核種の前処理法の最適化やストロンチウムの分析手法の迅速化などの技術的課題について、実験を試行錯誤しながら手法の確立を目指す。また、海外で定期的に実施される放射性核種分析に関する試験に参加し、自らが開発した手法の妥当性を評価する。

C. 研究結果

(1) 臨界事故時外部被ばく

- 塩化ナトリウム水溶液を封入した水槽型ファントムを用いた ^{252}Cf 中性子照射実験の結果をもとに、短半減期核種 (^{38}Cl) による γ 線の寄与、及び、水槽型ファントムと人体の大きさの違いによる影響を考慮にいたしたときの、中性子吸収線量と体表面の γ 線 1 cm 線量当量率の関係を調べた。その結果、中性子吸収線量が 1 Gy の場合、平均的な体格の成人男性の腹部表面での γ 線 1 cm 線量当量率は 18~76 μSv （立位にて）に相当する指示値が得られることが分かった。
- MIRD 頭部ファントムを用いる計算シミュレーションによって、任意のエネルギー及

び入射角度の中性子に対する毛髪中の $^{32}\text{S}(\text{n}, \text{p})^{32}\text{P}$ 反応率を評価した。中性子の照射方向については、頭部の外周 4 カ所（前頭部、後頭部、右側頭部、左側頭部）の測定を行い、その中で最小の放射能を与える位置の反対側を主たる入射方向とみなすことができることが分かった。

(2) アクチノイド核種等内部被ばく

- アクチノイド核種を含む尿試料の放射能分析前の前処理工程の時間短縮のため、今年度は鉄共沈法を用いる手法について実験を行い、U, Pu, Am に対して安定した回収率を得るための最適な手順を決定した。前処理工程に要する時間は、従来の湿式灰化法に要する時間（～28 時間）の約半分（～15 時間）にまで短縮することができた。開発した手法を検証する場として、仏国 CEA が主催する国際相互比較試験プログラム PROCORAD に参加し、主催者から送付されたサンプルの分析を行い、その結果を報告した。また、Pu 試料の迅速定量を行うため、使用済燃料中に Pu と共存する ^{241}Am から放出される約 60 keV の γ 線の測定する方法を検討した。
- 誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）の代表的核種に対する検出下限値の算出、ならびに、IAEA のマニュアルを参考にして、尿中 Sr の迅速分析法の試験を行った。同方法に要する時間は約 2 日であり、Sr の回収率は 80%程度であった。

(3) 皮膚汚染

- ^{90}Sr - ^{90}Y 及び ^{137}Cs の任意のサイズの汚染について、国内で広く使用されている 2 種類の電離箱式線量当量率サーベイメータの指示値と皮膚線量率の関係を実験と計算によって評価した。また、汚染サイズに対する計数率－線量率換算係数の依存の程度を明らかにした。
- これまで国内外で広く利用されてきた核種毎の表面密度－皮膚線量率換算係数を文献値ごとに整理するとともに、VERSKIN4 コードを用いて新たに計算した換算係数を追加し、これらを比較した。その結果、換算係数の相違は、換算係数の値が極端に小さい一部の核種を除き、最大でも約 50%であった。

D. 結論及び

本研究では緊急被ばく医療の対象となり得る事象－(1) 臨界事故時外部被ばく、(2) アクチノイド核種等内部被ばく、及び、(3) 皮膚汚染－に対し、多数の被検者から高被ばく者を迅速に選別（トリアージ）するための被ばく線量評価手法の開発を進め、実務上の有用な結果が得られた。本研究の特徴は、多様な被ばく状況に対応した、また、汎用の装置を用いた線量評価手法の構築することであり、緊急被ばく医療対応の実行性向上に資する。最終年度は、これまでの研究成果を活用し、実務的なマニュアルの作成を行う予定である。