

福島第一原子力発電所帰還困難区域で採取したアカネズミの Cs-137 による内部被曝の予測

遠藤 大二¹、平山 英夫²、石庭 寛子³、岡野 司³、大沼 学³

1 酪農学園大学、2 高エネルギー加速器研究機構、3 国立環境研究所

1. 背景・目的

国立環境研究所では、福島第一原子力発電所帰還困難区域における拡散放射性同位元素による野生動物への影響を推定するための指標として、日本固有種の野生ネズミであるアカネズミに注目してきた。放射線影響の指標として調べた、精巣における 80H-dG 陽性精細管数は 2012 年 8 月には、対照地域としての青森の 10 倍以上の値を示したのに対し、翌年にはほぼ青森と同レベルに減少した。アカネズミ採取地域の空間線量率としては、2012 年において 18.64 $\mu\text{Sv/h}$ が記録され、翌年度も大きな変化はなかった。一方、アカネズミ体内の Cs-137 量は 2013 年から減少したため、放射線ストレスへの内部被曝の寄与が推定された。本研究ではアカネズミ体内での Cs-137 による被曝線量を予測するため、EGS5 を用いて β 線および γ 線のネズミ体内でのエネルギー吸収を検討した。

2. 材料・方法

アカネズミは福島第一原子力発電所帰還困難区域においてトラップにより捕獲し、安楽死後体組織一部についてゲルマニウム測定器により Cs-137 γ 線を計測した。Cs-137 を含む体組織から、当該組織及び他の組織への Bq/g 当たりの吸収線量 (Gy/h) を計算する EGS5 ユーザーコードを作成した。Cs-137 β 線に関しては、LUNDS 大学の LBNL-Isotopes Project で公開されている Cs-137 β 線データを元にエネルギーごとの頻度分布を作成した。Cs-137 の γ 線については、0.0321 MeV Ba-K α -5.8%、0.0365 MeV Ba-K β -1.3%、0.662 MeV γ -85.1% の 3 種の放出を想定した。アカネズミの体組織は基本的に軟組織を想定し、体全体については球で、精巣については楕円球でのエネルギー吸収をシミュレートし、被曝線量を算出した。シミュレーションにおいては、対象となる形状内に Cs-137 が均等に分布することを想定した。

3. 結果・考察

Cs-137 β 線については低エネルギーの頻度が高いため、エネルギー吸収が体細胞レベルの微小な領域に集中することによる影響も想定された。そのため、体内の平均線量の予測に先立ち、層状の球形を想定し層間の β 線エネルギーの移動をシミュレーションした。一番内側を軟組織 (Region 1) とし、その外側に厚さ 1mm の脂肪組織 (Region 2)、更にその外側に軟組織 (Region 3) があるとし、Region 1 の半径を変えて、Cs-137 が Region 1 にある場合及び Region 2 にある場合の Region 1 での β 線による吸収線量を計算した。二層のエネルギー吸収を対象形状のサイズを変化させて算出することにより β 線の飛程を予測した。その結果、Region 1 の半径が 0.5 mm 以上になると Cs-137 が存在する Region 内でのエネルギー吸収割合が外周層からのエネルギー流入を上回ったことから β 線のエネルギー吸収は組織レベルで起きることが示唆された。精巣に均等に Cs-137 が存在するとして長径 1 cm 程度の精巣に該当する楕円球への吸収を予測したところ、主に精巣内の Cs-137 が吸収線量に寄与し、0.1 $\mu\text{Gy/h}$ per Bq/g が予測された。体内の Cs-137 から放出される γ 線は、1/10 以下の線量となることが予想された。アカネズミ体組織の放射能が平均 40.6 Bq/g であることから、4.1 $\mu\text{Gy/h}$ が内部被曝線量として予測された。この線量は外部被曝線量の 1/5 程度であるため、内部被曝の影響は限定的であることが示唆された。