

(西暦) 2019年度 博士前期課程学位論文要旨

福島第一原子力発電所事故後の周辺土壌中および  
河川水の  $^{137}\text{Cs}$  残留放射能に関する研究

学位の種類： 修士 (放射線学)

首都大学東京大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻 放射線科学域

学修番号 18897713

氏名：長屋 桃華

(指導教員名：福士 政広)

2011年3月11日(金)午後2時46分、三陸沖の宮城県牡鹿半島の東南東約130 km 付近で深さ24 kmの海底を震源とするマグニチュード9.0の地震が発生した。この地震により津波が発生、福島第一原子力発電所では稼働原子炉において電源を喪失し炉心損傷および水素爆発に至った。この事故により人工放射性核種である $^{131}\text{I}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ および $^{137}\text{Cs}$ が飛散し空間線量率が上昇、飛散した放射性物質は乾性沈着や湿性沈着によって沈降した。飛散した放射性物質の中でも、 $^{137}\text{Cs}$ は半減期が30.17年と長く、体内に取り込まれた場合 $\gamma$ 線を放出し内部被ばくの原因となるため長期間にわたる動態調査が必要である。

地表への放射性物質の蓄積状況調査は文部科学省の航空機モニタリングによって行われてきた。降下直後は地表面付近の平面線源と近似できるため問題は無いが、時間の経過および降雨等の自然現象により地中の放射性物質は深さ方向への浸透が進むため、今後より深い地点までの調査が必要であると考えられる。また土壌に沈着した放射性物質はその浸透に伴い地下水として、河川に沈着した放射性物質は恒常的な河川水の流出や洪水などの自然現象に伴って、海洋へ流出することが考えられるため $\gamma$ 線による外部被ばくの観点から河川水における移行を検討する必要もある。

そこで本研究では、福島第一原子力発電所事故後の周辺土壌における $^{137}\text{Cs}$ の深度分布調査および周辺河川における $^{137}\text{Cs}$ の残留放射能調査を行った。

周辺土壌の深度分布調査は、2017年および2019年に行った。原子力発電所から半径20 km圏内の土壌をスクレーパープレート法を用いて、表層から深さ30 cmまで1 cmごとに採取し、土壌は乾燥させた後粒径を統一したのち、高純度ゲルマニウム半導体検出器を用いて662 keVの $^{137}\text{Cs}$ について $\gamma$ 線エネルギースペクトルを測定した。その結果、土壌中における $^{137}\text{Cs}$ 深度分布は表層から深部にかけて指数関数的に減少しており、その分布には相関性があることが分かった。また、この深さまでに $^{137}\text{Cs}$ の90%が存在することを表す90%深度は、2017年採取土壌では6.10 cm、2019年採取土壌では4.77 cmであった。事故発生

直後の 2012 年および 2014 年に行われた同様の調査では 3 cm 前後で推移しており、以前の調査と比較すると  $^{137}\text{Cs}$  は時間の経過とともに深部へ移行していることが分かった。一方でその移行速度は土壤に存在する有機物の構造や性質に強く依存するため、試料採取地点の土壤質によって変化すると考えられる。また、現在日本において土壤中の  $^{137}\text{Cs}$  に関する基準値は存在しないが、①水田土壤中、②放射性セシウムを含む肥料・土壤改良資材・培土および飼料の暫定許容値については、それぞれ原子力対策本部および農林水産省より暫定基準値が定められている。そこで試料採取地点の土壤が水田あるいは肥料等として現在使用可能であるかどうかの比較検討を行ったところ、平均して表層から 8.5 cm までの土壤を削ぎ取ることで水田として使用することは可能であることが分かった。一方で、ごく近接した地点において放射能には大きな差が生じることが分かっており、本調査研究において試料採取した地点に限定的であった可能性も考えられるため、実際に使用する場合にはより細部にわたる調査が必要であるといえる。

周辺河川水における  $^{137}\text{Cs}$  の残留放射能調査では、福島第一原子力発電所周辺を流れる 5 河川について上流から下流にかけて河川水を採取し、硝酸処理を行ったのち ICP-MS を使用して多元素分析を行った。今回調査を行った地点で採取した河川水試料から検出された放射性核種は  $^{88}\text{Sr}$ 、 $^{133}\text{Cs}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{238}\text{U}$  および  $^{157}\text{Gd}$  の 5 核種のみであり、 $^{137}\text{Cs}$  は検出限界値以下であった。これは事故発生からの時間の経過に伴う海洋へ流出によるものであると考えられ、地下水による  $^{137}\text{Cs}$  の移行は現時点では確認できなかった。また検出された 5 核種のうち、 $^{238}\text{U}$  はウラン燃料として原子力発電所で使用されている核種であったため、その濃度について検討を行った。最も高い  $^{238}\text{U}$  濃度が検出された試料は河口付近で採取した試料であり、海水中に含まれるウラン濃度を考慮した結果、採取試料に海水が混入していた可能性が考えられた。またその河川水が飲料水として使用された場合を考慮し、WHO の飲料水ガイドラインと比較検討を行った。その結果最も  $^{238}\text{U}$  濃度の高い地点の河川水を飲料水として使用した場合もガイドライン値を大幅に下回ることが分かった。よって今回検出された  $^{238}\text{U}$  は天然ウランとして 99.27% の存在比で存在するウランと同等レベルであり、事故との関連性はないことが分かった。

本調査研究により土壤の深さ方向への浸透状況および河川水における上流から下流にかけての移行状況が明らかとなった。また、事故後の気象条件や地形に人工放射性物質の分布はさまざまであることが分かった。