

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	田中 草太
論文題目	Behavior of radioactive cesium through the food chain in arthropods and annelids after the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident (福島第一原子力発電所事故後の節足動物と環形動物における食物連鎖を介した放射性セシウムの動態)		
(論文内容の要旨)			
<p>東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性セシウムによって、森林や耕作地を含む環境に放射能汚染が生じ、農林水産業に長期的な影響を及ぼしている。福島県は面積の7割以上が森林によって占められているため、除染などの放射能汚染対策を立てるうえで、森林を含む生態系における放射性セシウムの長期的な動態を把握する必要がある。放射性セシウムの森林生態系における動態は、土壌と樹木間の移行については比較的良く知られているが、長期的な動態を把握するうえで重要となる食物連鎖を介した移動循環については不明な点が多い。本研究では、節足動物と環形動物の異なる食性に着目し、5ヵ年の放射性セシウム濃度の変化を調査することによって、食物連鎖を介した放射性セシウムの動態を明らかにするとともに、対象生物の被ばく線量を推定し、事故後の放射線影響について評価することを目的とした。</p> <p>第1章では、研究背景、事故の概要、および放射性核種の環境への放出と初期の土壌沈着量についてまとめ、チェルノブイリ原発事故との比較を行なった。また、放出された放射性セシウムによって、福島県内に避難区域が設定され、長期的な影響を及ぼしている問題を指摘した。福島県の土地形態から、森林を含む生態系における放射性セシウムの長期的な動態を把握することの必要性を述べ、そのためには、食物連鎖を介した動態を把握することが重要であることを示した。さらに、野生動物を対象とした長期的な調査の困難さから食物連鎖を介した放射性セシウムの動態については、不明な点が多いという現状について指摘した。</p> <p>第2章では、放射性セシウムの食物連鎖を介した動態調査を長期的に実施する手法として、節足動物に着目した調査が有用であることから、2012-2016年の5ヶ年にわたり異なる食性の節足動物における放射性セシウム濃度の経年変化を調査した。その結果、植食性のコバネイナゴと雑食性エンマコオロギでは、放射性セシウム濃度が経年減少を示すのに対して、肉食性のジョロウグモでは有意な変化が認められないことを明らかにした。コバネイナゴとエンマコオロギは生食連鎖への依存が大きく、ジョロウグモでは腐食性昆虫に対する依存が大きいことが、放射性セシウム濃度の経年変化の要因であると推察された。</p> <p>第3章では、腐食連鎖に依存する生物における放射性セシウム濃度の経年変化を明らかにするため、2014-2016年の3ヵ年における表層性のミミズの放射性セシウム濃度を調査した。その結果、ミミズの放射性セシウム濃度は、3ヵ年の間、減少を示さなかった。また、食性ごとに放射性セシウム濃度を比較した結果、ミミズは、肉食性のジョロウグモと比べても30倍以上高い値を示すことが明らかになった。</p> <p>第4章では、第3章で用いたミミズにおける放射性セシウムの体内分布と生物学的半減期について検討した。オートラジオグラフィを用いて、放射性セシウムの体内分布を可視化するとともに、ゲルマニウム半導体検出器を用いて、ミミズの体の部位ごとの放射性セシウム濃度を定量した。その結果、ミミズ体内の放射性セシウムは特定の臓器に濃縮されることは無く、95%以上が腸管内に存在することを明らかにした。さらに、放射</p>			

性セシウムの体内滞留時間を実験的に求めた結果、放射性セシウムの滞留曲線は二相性を示し、生物学的半減期は速い成分で約0.1日、遅い成分で約27日となることを明らかにした。この結果からミミズにおける放射性セシウムの代謝は速く、体組織への吸収は少ないことが示唆された。

第5章では、腐食連鎖を介して長期的に被ばくする可能性の高いミミズとジョロウグモの被ばく線量を推定し、放射線影響の評価を行なった。まず、生物線量評価ツール（ERICA assessment tool）を用いて、外部被ばくと内部被ばくの線量を推定し、国際放射線防護委員会（ICRP）の誘導考慮参考レベルを参照することで、被ばく影響について検討した。その結果、調査地の放射性セシウムによる長期的な被ばくでは、直接的な放射線影響が及ぶ線量以下であるが、原発近傍における最も汚染レベルが高かった地点におけるミミズの事故後90日間の被ばく線量は、放射線影響を考慮するレベルであることが示された。

第6章では、結果について総合的に考察した。節足動物および環形動物の放射性セシウム濃度の経年変化の結果から、食物連鎖を介した放射性セシウムの動態として、腐食連鎖が長期的に主要な移行経路となることが強く示唆された。次に、福島原発事故後の放射線の生態系影響について考察し、放射線感受性の高い種では、福島原発事故後に影響が報告されていることから、個体への直接的な放射線影響は認められない線量においても、生物種間の複雑な相互作用を介して、間接的な影響を受ける可能性は否定できないことを指摘した。最後に、放射性セシウムの生態系における動態と放射線影響を把握するうえで、長期的な調査が重要であることを示すとともに、節足動物および環形動物が放射性セシウムの長期的な環境動態と放射線影響を把握する指標として有用であることを示した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

東京電力福島第一原子力発電所事故によって、放射性セシウムによる環境汚染が生じ、農林水産業が長期的な影響を受けるとともに、放射線の生態系への影響が懸念されている。森林を含む生態系における放射性セシウムの食物連鎖を介した動態は、放射性セシウムの長期的な環境動態の解明と野生生物に対する放射線影響を解明するうえで重要であるが、これまでに十分な研究がなされてこなかった。本研究では、節足動物および環形動物の異なる食性に着目して、5ヵ年の野外調査と実験的研究を実施することにより、食物連鎖における放射性セシウムの動態の解明と対象生物に対する放射線影響の評価が試みられている。得られた成果は、福島県の7割以上を占める森林を含む生態系における長期的な放射性セシウムの動態の解明に寄与するものであり、生態系における放射性セシウムのモニタリング手法や効率的な除染等への活用が期待される。本研究において特に評価できる点は、以下の通りである。

1. 食性の異なる節足動物および環形動物における長期的な調査から、放射性セシウムの動態の相違とその指標としての有効性を明らかにした。生食連鎖に依存する種は、事故後の時間経過とともに個体における放射性セシウム濃度が減少する一方で、腐食連鎖に依存する種では高濃度のまま維持されていることを示した。
2. 腐食性のミミズにおける放射性セシウム濃度は経年減少せず、他の食性の節足動物と比較しても高濃度であることを見出し、腐食連鎖に依存する種では、長期的に放射性セシウム濃度が高いことを明らかにした。
3. ミミズにおける放射性セシウムの体内分布を特定し、放射性セシウムが特定の臓器に濃縮されることはなく、95%以上が腸管内に存在することを明らかにした。また、ミミズにおける放射性セシウムの生物学的半減期を実験的に求め、放射性セシウムの代謝速度は速く、体組織への移行が少ないことを示した。
4. ミミズとジョロウグモの放射性セシウム濃度等から被ばく線量を推定し、調査地においては、これらの生物に直接的な放射線影響が及ぶ線量以下であることを示した。一方で、原発近傍の最も汚染の高い場所における事故初期の被ばく線量を想定した場合、ミミズにおいては、放射線影響を考慮するレベルの線量であった可能性を明らかにした。

以上のように、本論文は、福島原発事故後の節足動物および環形動物における放射性セシウムの動態と放射線影響を解明したものであり、放射線管理学、放射生態学、環境放射線科学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は、博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成31年2月8日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)