



Title	河川を通じた137Csの供給が福島沿岸海域における海底堆積物中の137Csの長期的挙動へ及ぼす影響の評価
Author(s)	池之上, 翼
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/96077">https://hdl.handle.net/11094/96077</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏 名 ( 池之上 翼 )

## 論文題名

河川を通じた $^{137}\text{Cs}$ の供給が福島沿岸海域における海底堆積物中の $^{137}\text{Cs}$ の長期的挙動へ及ぼす影響の評価

## 論文内容の要旨

本論文では、福島第一原子力発電所事故による放射能汚染の影響を受けた河川を通じた海洋への放射性セシウム( $^{137}\text{Cs}$ )の供給量を予測するために、降雨流出過程に伴う水と土壌と $^{137}\text{Cs}$ の輸送、土地利用ごとの $^{137}\text{Cs}$ の挙動特性、人間活動として除染作業及び農業再開の影響を表現することができる分布型放射性セシウム予測モデルを開発し、予測された $^{137}\text{Cs}$ の供給が福島沿岸海域における海底堆積物中の $^{137}\text{Cs}$ の長期的挙動へ及ぼす影響を数値シミュレーションによって評価した。

第1章では、研究の背景として、過去の原子力に関する事故とその深刻度、福島第一原子力発電所事故によって放出された $^{137}\text{Cs}$ の陸域および海洋中の挙動について述べ、それに関わる数値シミュレーションに関する既往研究を紹介したうえで本研究の目的および本論文の構成について述べた。

第2章では、降雨流出過程に伴う水と土壌と $^{137}\text{Cs}$ の輸送を解析することができる分布型放射性セシウム予測モデルを開発し、土壌侵食パラメータの不確実性が土壌から阿武隈川への $^{137}\text{Cs}$ 流出量に与える影響を評価した。阿武隈川は原子力発電所付近の流域では最大の面積を持ち、宮城沿岸に通じている河川である。 $^{137}\text{Cs}$ 流出量について、土壌侵食パラメータの中で最も不確実性が高かったのは、土地被覆と土壌侵食防止策に関するパラメータであった。また、土壌侵食に伴う $^{137}\text{Cs}$ の流出に関して、土地利用、特に山林、畑地は $^{137}\text{Cs}$ の流出量に大きな影響を与えることを示した。

第3章では、土地利用ごとの $^{137}\text{Cs}$ の挙動特性を表現できるように分布型放射性セシウム予測モデルを改良し、30年間の阿武隈川流域における $^{137}\text{Cs}$ の長期挙動予測を行った。モデルは事故から6年間の阿武隈川流域における河川流量、河川中の浮遊土壌粒子(SS)輸送量と $^{137}\text{Cs}$ 輸送量を良好に再現した。これら結果から、 $^{137}\text{Cs}$ の長期挙動予測には、土地利用ごとの $^{137}\text{Cs}$ の挙動特性を考慮することが重要であることが示された。長期挙動予測の結果として、阿武隈川流域に沈着した $^{137}\text{Cs}$ が長期的に残存し続ける可能性と人間活動が陸域に残存する $^{137}\text{Cs}$ の減少を促進することを示した。

第4章では、人間活動として除染作業と農業再開を考慮して、分布型放射性セシウム予測モデルを用いて福島沿岸に通じる河川(福島沿岸河川)と阿武隈川を通じた海洋への30年間の $^{137}\text{Cs}$ 供給量の予測を行った。モデルは事故から6年間の福島沿岸河川流域における河川流量、SS輸送量と $^{137}\text{Cs}$ 輸送量を良好に再現した。計算結果は人間活動が河川への $^{137}\text{Cs}$ の流出量と海洋への供給量に与えた影響は小さいことを示した。また、河川を通じた福島沿岸海域における海底堆積物への $^{137}\text{Cs}$ の供給量の計算結果から、福島沿岸海域における海底堆積物中の $^{137}\text{Cs}$ の長期的挙動に対して河川を通じた海洋への $^{137}\text{Cs}$ の供給が重要なプロセスであることを示した。

第5章では、3次元海洋拡散モデルと分布型放射性セシウム予測モデルを組み合わせ、河川を通じた海洋への $^{137}\text{Cs}$ の供給を考慮した10年間の福島沿岸海域における海底堆積物中の $^{137}\text{Cs}$ の長期挙動予測を実施した。3次元海洋拡散モデルは水深400 mより浅い海域における海底堆積物中の $^{137}\text{Cs}$ の挙動を良好に再現した。長期挙動予測の結果として、河川を通じた $^{137}\text{Cs}$ の供給が10年間の海底堆積物中の $^{137}\text{Cs}$ 濃度の時空間分布に影響を与えており、その影響は特に福島第一原子力発電所の北側の海域で大きいことを示した。

第6章では、以上の内容の要約と以下に示す今後の課題について述べた。第3章と第4章では土地利用と人間活動が $^{137}\text{Cs}$ の供給に与える影響が大きいことが示されたが、本論文では農村開発や都市開発による将来の土地利用の変化については考慮しなかった。そのため、将来の海洋への $^{137}\text{Cs}$ の供給量の予測には土地利用の変化による不確実性を考慮することが重要である。このことから、今後は土地利用の変化による不確実性を考慮した $^{137}\text{Cs}$ の供給量予測結果を用いた福島沿岸海域における海底堆積物中の $^{137}\text{Cs}$ の挙動予測シミュレーションを行うことが必要であることを述べた。

以上のことから、分布型放射性セシウム予測モデルの開発及び高度化を行い、陸域における $^{137}\text{Cs}$ の長期挙動予測を行うことで河川を通じた海洋への $^{137}\text{Cs}$ 供給量の予測を実施し、河川を通じた $^{137}\text{Cs}$ の供給が福島沿岸海域における海底堆積物中の $^{137}\text{Cs}$ の長期的挙動へ及ぼす影響を明らかにした。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 池之上 翼 )			
論文審査担当者	(職) 氏 名		
	主 査	教授	近藤 明
	副 査	教授	牟田 浩明
	副 査	准教授	嶋寺 光

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、福島第一原子力発電所事故による放射能汚染の影響を受けた河川を通じた海洋への放射性セシウム ( $^{137}\text{Cs}$ ) の供給量を予測するために、降雨流出過程に伴う水と土壌と  $^{137}\text{Cs}$  の輸送、土地利用ごとの  $^{137}\text{Cs}$  の挙動特性、人間活動として除染作業及び農業再開の影響を表現することができる分布型放射性セシウム予測モデルを開発し、予測された  $^{137}\text{Cs}$  の供給が福島沿岸海域における海底堆積物中の  $^{137}\text{Cs}$  の長期的挙動へ及ぼす影響を数値シミュレーションによって評価している。

第 1 に、降雨流出過程に伴う水と土壌と  $^{137}\text{Cs}$  の輸送を解析することができる分布型放射性セシウム予測モデルを開発し、土壌侵食パラメータの不確実性が土壌から阿武隈川への  $^{137}\text{Cs}$  流出量に与える影響を評価している。阿武隈川は原子力発電所付近の流域では最大の面積を持ち、宮城沿岸に通じている河川である。 $^{137}\text{Cs}$  流出量について、土壌侵食パラメータの中で最も不確実性が高いのは、土地被覆と土壌侵食防止策に関するパラメータとしている。また、土壌侵食に伴う  $^{137}\text{Cs}$  の流出に関して、土地利用、特に山林、畑地は  $^{137}\text{Cs}$  の流出量に大きな影響を与えることを明にしている。

第 2 に、土地利用ごとの  $^{137}\text{Cs}$  の挙動特性を表現できるように分布型放射性セシウム予測モデルを改良し、30 年間の阿武隈川流域における  $^{137}\text{Cs}$  の長期挙動予測を行っている。モデルは事故から 6 年間の阿武隈川流域における河川流量、河川中の浮遊土壌粒子 (SS) 輸送量と  $^{137}\text{Cs}$  輸送量を良好に再現し、これら結果から、 $^{137}\text{Cs}$  の長期挙動予測には、土地利用ごとの  $^{137}\text{Cs}$  の挙動特性を考慮することが重要であることを明らかにしている。長期挙動予測の結果として、阿武隈川流域に沈着した  $^{137}\text{Cs}$  が長期的に残存し続ける可能性と人間活動が陸域に残存する  $^{137}\text{Cs}$  の減少を促進することも明らかにしている。

第 3 に、人間活動として除染作業と農業再開を考慮して、分布型放射性セシウム予測モデルを用いて福島沿岸に通じる河川（福島沿岸河川）と阿武隈川を通じた海洋への 30 年間の  $^{137}\text{Cs}$  供給量の予測を行っている。モデルは事故から 6 年間の福島沿岸河川流域における河川流量、SS 輸送量と  $^{137}\text{Cs}$  輸送量を良好に再現、計算結果は、人間活動が河川への  $^{137}\text{Cs}$  の流出量と海洋への供給量に与えた影響は小さいことを明にしている。また、河川を通じた福島沿岸海域における海底堆積物への  $^{137}\text{Cs}$  の供給量の計算結果から、福島沿岸海域における海底堆積物中の  $^{137}\text{Cs}$  の長期的挙動に対して河川を通じた海洋への  $^{137}\text{Cs}$  の供給が重要なプロセスであることを明らかにしている。

第 4 に、3 次元海洋拡散モデルと分布型放射性セシウム予測モデルを組み合わせ、河川を通じた海洋への  $^{137}\text{Cs}$  の供給を考慮した 10 年間の福島沿岸海域における海底堆積物中の  $^{137}\text{Cs}$  の長期挙動予測を実施している。3 次元海洋拡散モデルは水深 400 m より浅い海域における海底堆積物中の  $^{137}\text{Cs}$  の挙動を良好に再現し、長期挙動予測結果は、河川を通じた  $^{137}\text{Cs}$  の供給が 10 年間の海底堆積物中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度の時空間分布に影響を与えており、その影響は特に福島第一原子力発電所の北側の海域で大きいことを明にしている。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に環境科学に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。