

福島における放射性物質分布調査 (8) 陸域動態モデルの高度化と福島への適用

Investigation on distribution of radioactive substances in Fukushima

(8) Improvement of the MERCURY model and its application to the Fukushima

*佐久間 一幸¹, 町田 昌彦¹, 山田 進¹, 操上 広志¹

¹ 日本原子力研究開発機構

河川を經由し海洋へと流出する放射性物質量をより精度良く推定するために、放射性核種流出推定モデル MERCURY に GIS を活用したパラメータ設定方法及びパラメータ最適化手法を組み込んだ。本発表では、福島河川へ適用した事例を紹介する。

キーワード：流出モデル、福島第一原子力発電所事故、GIS、自動キャリブレーション

1. 緒言

河川から海洋へと流出する放射性物質量の推定は、沿岸域における放射性物質動態を明らかにする上で重要である。放射性セシウム流出量を推定可能な MERCURY モデル[1-2]では、河川流量等の実測値を取得し、そのデータによる複数のパラメータのキャリブレーションが必要である。沿岸域への放射性セシウム流出量の推定精度の向上のためには、河川流量等の実測が困難な河川におけるパラメータ設定手法と、実測値のある河川におけるパラメータの適切なキャリブレーション機能が必要である。本報告では、GIS を活用したパラメータ設定方法及びパラメータ最適化手法を組み込み、モデルの精度を検証した。

2. 方法

MERCURY の流量計算には 3 段タンクモデルが使用される。3 つのタンクからの流出現象は地表流、中間流および地下水流に対応し、それら流出量の総和が河川流量となる[1-2]。タンク毎の流出に関するパラメータ 3 つとタンク間の浸透現象に関するパラメータ 2 つの合計 5 つを推定対象のパラメータとした。対象河川流域内の標高 (100 m 間隔)、傾斜度 (10° 間隔)、土地利用、土壌、表層地質の面積比率を GIS で算出し、5 つのパラメータを目的関数、流域毎の面積比率を説明変数として重回帰式を作成した。前田川、熊川、請戸川、阿武隈川で作成した重回帰式と高瀬川で取得した面積比率からパラメータを決定し計算を実施した。自動キャリブレーション機能としてニュートン法、PSO 法、SCE-UA 法およびベイズ最適化法の 4 つの最適化手法を実装し、上記 5 河川に適用した。

3. 結果

高瀬川を対象とした検証の結果、半年間程度の河川流出量の解析において相対二乗誤差 RSE が 0.44 程度となり、重回帰式に供した河川数は 4 河川と少ないが良好な結果となった。一方、自動キャリブレーション機能については、RSE の幅がニュートン法 (0.29-1.5)、PSO 法 (0.28-0.56)、SCE-UA 法 (0.18-0.39)、ベイズ最適化法 (0.29-0.42) となった。パラメータ空間は多峰性があり、ニュートン法では十分に最適化できないものの、PSO 法、SCE-UA 法およびベイズ最適化法で十分な精度を確認できた。

参考文献

[1] Sakuma et al (2019). Journal of Environmental Radioactivity, 208-209, 106041.

[2] Sakuma et al (2022). Science of the Total Environment, 806, 151344.

本発表は、原子力規制庁委託事業「令和 3 年度原子力施設等防災対策等委託費（放射性物質の河川による動態評価手法の整備）事業」の成果の一部である。

* Kazuyuki Sakuma¹, Masahiko Machida¹, Susumu Yamada¹, Hiroshi Kurikami¹,

¹Japan Atomic Energy Agency