

川から海へ、セシウムはどれだけ流出したか
 —観測結果とモデルを組み合わせたセシウム流出量の推定手法を開発—

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島研究開発拠点 福島環境安全センターの佐久間一幸研究員ら、国立大学法人福島大学の難波謙二教授らは、福島第一原子力発電所(以下「1F」)事故に由来するセシウムが、河川を通じて海洋へどの程度流出するのかを計算するモデルを開発しました(図1、2)。

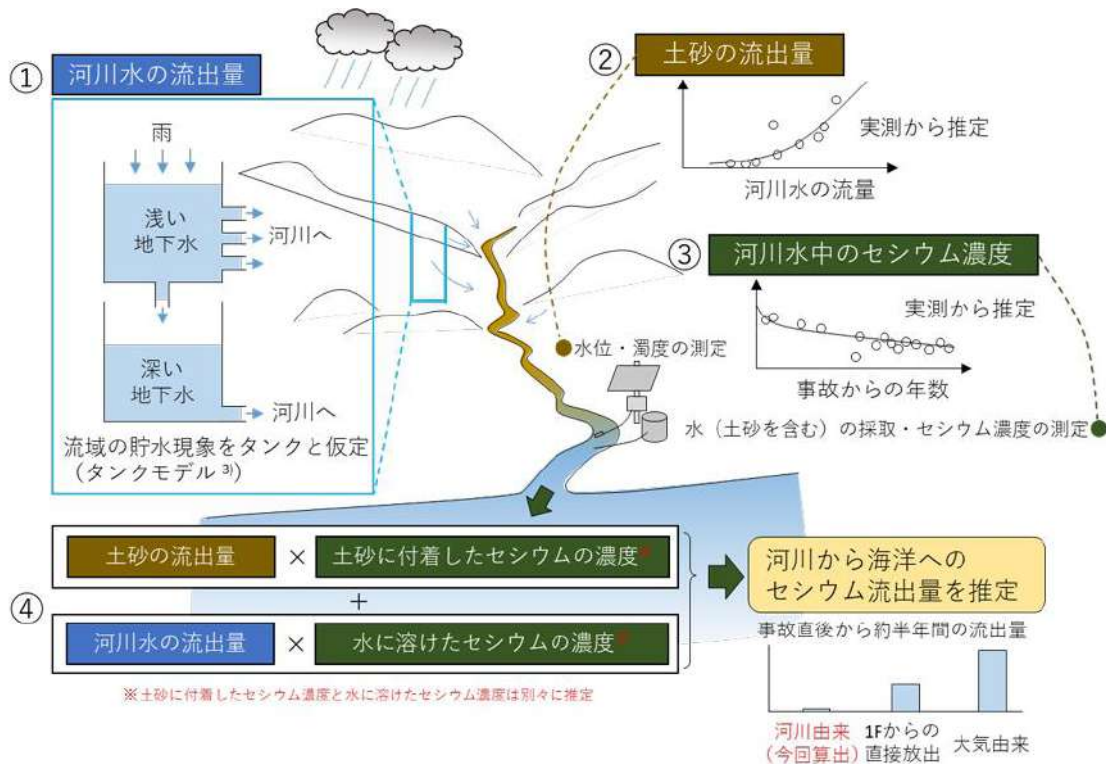


図1 河川から海洋へのセシウム流出量の推定手法

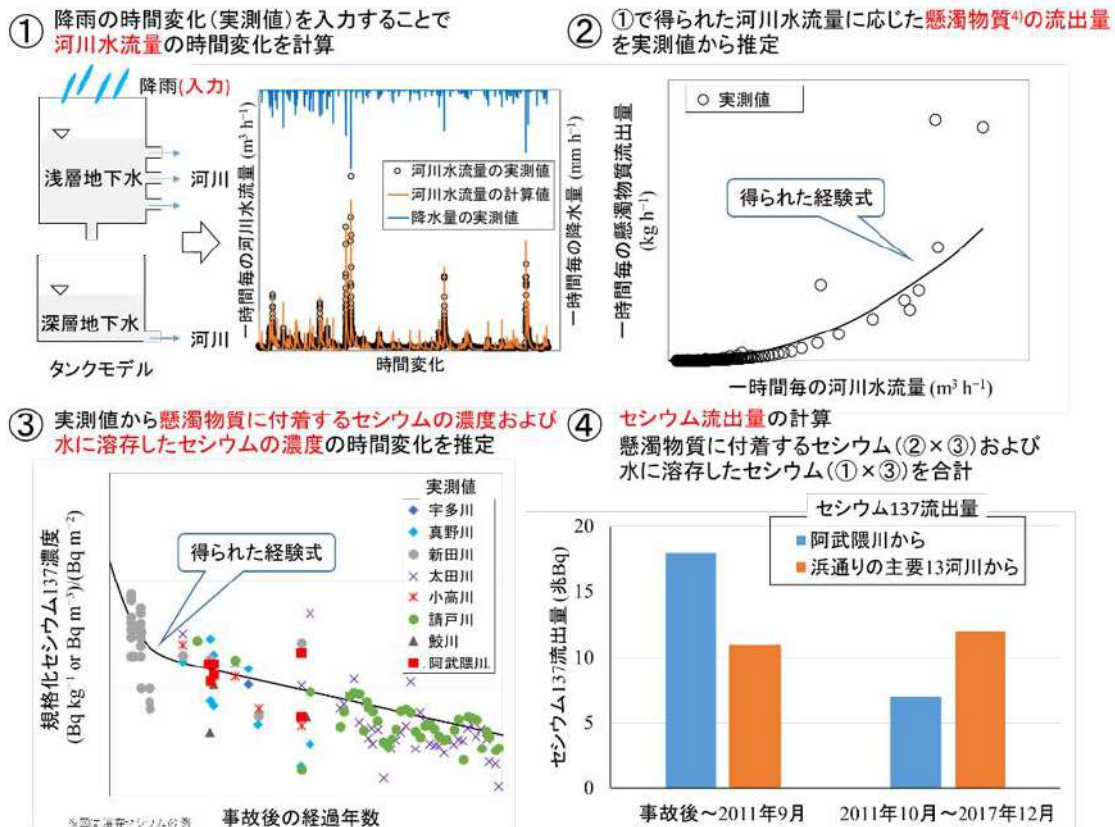


図2 河川から海洋へのセシウム流出量の算出方法概念図

①から④の手順で計算を行う。

手順①・・・一時間ごとの降水量から河川水流量を計算する。

手順②・・・河川水流量に応じた懸濁物質の流出量を実測値から推定する。

手順③・・・セシウム濃度の時間変化を実測値から推定する。河川中でセシウムは、懸濁態に付着した成分と水に溶存した成分が存在するため、それぞれに対して推定する。

手順④・・・手順①から手順③にて得られた河川水流量、土砂流量、セシウム濃度を組み合わせ、合計のセシウム流出量を計算する。

1F事故由来のセシウムの海洋流出の経路は、1Fからの直接放出および大気経由のフォールアウトの2つが主な経路として評価されてきました。そこに加えて、河川を通じて海洋へ移動する経路が、第3の流出経路と考えられています。

しかし、水位や濁り度合、セシウム濃度を河川毎に観測する手間から、事故後初期においてモニタリングデータが乏しく、その後も断片的な評価期間や観測地点しかありませんでした。また、広範な阿武隈川を含む複数の河川から流出するセシウムを、降雨時を含め長期にわたって評価可能な計算モデルも存在しませんでした。そのような背景から、河川から海洋へのセシウム流出量の推定が望まれていました。

そこで、河川を通じた海洋への流出量を推定するために、簡易な河川流出モデルと事故から数か月経って以降の観測結果を組み合わせることで、河川から海洋に流出するセシウムを、河川ごとに、降雨に対応するよう時間単位で、かつ数年という長期間に対し、迅速に算出できる計算モデル「MERCURY (マーキュリー)」を開発しました。

本モデルを用いた解析の結果、事故後初期の 1F からの直接放出量(3.5 千兆 Bq)や大気を經由したフォールアウト量(7.6 千兆 Bq)に比べ、1F 事故から約半年間での河川を經由したセシウム流出量は 2 桁程度小さかったことがわかりました。さらに、1F 事故から約半年間の河川を通じた海洋へのセシウム流出量は、2017 年末までの流出量の約 6 割を占めることがわかりました。

開発したモデルを用いて、2011 年 3 月から 2017 年 12 月までの、阿武隈川および浜通り 13 河川から海洋へのセシウム流出量を計算しました。浜通りの 2 級河川(南相馬市小高川、浪江町請戸川、双葉町前田川、大熊町熊川、富岡町富岡川)において(図 3)、河川水流量および懸濁物質濃度を連続観測し(阿武隈川においては公表データを利用)、さらにセシウム濃度の時間変化は、福島県内で測定・公表されているデータを用いて解析しました。本研究で計算対象としていない河川については、セシウム沈着量との関係から推定しました。

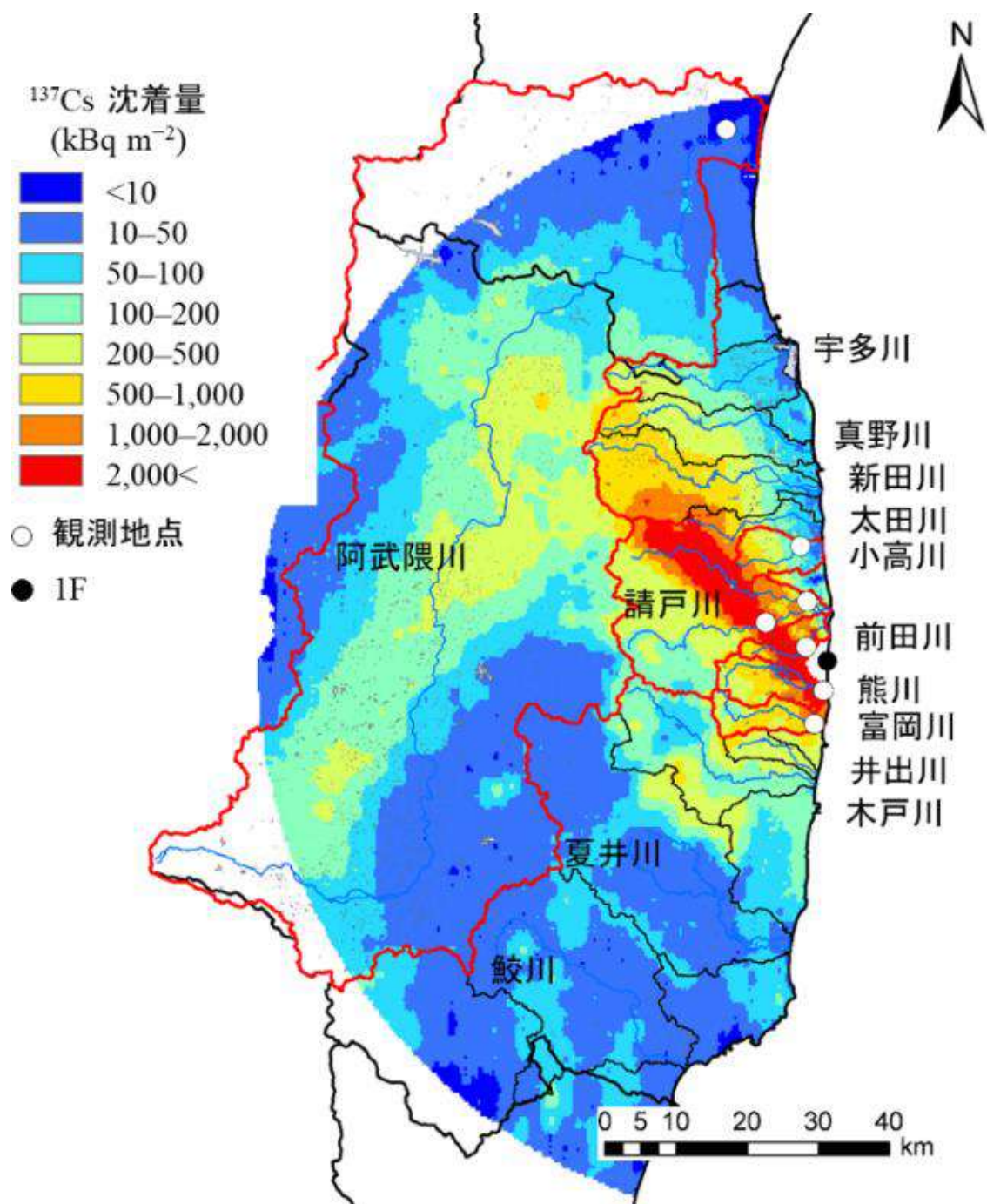


図3 計算対象河川流域(赤枠)と観測地点(白丸)

小高川、請戸川、前田川、熊川、富岡川にて河川水流量及び懸濁物質濃度を連続観測(阿武隈川においては公表データを利用)。河川水中のセシウム濃度の時間変化を解析する際は、福島県内で公表・測定されているデータを他の河川を含めて解析。

開発したモデルを用いた解析の結果、1F 事故から約半年間における河川を通じた海洋へのセシウム流出量は、2017 年末までの流出量の約 6 割を占めることがわかりました。さらに、

1F 事故から約半年間の河川を通じた海洋へのセシウム流出量は、1F からの直接放出量(3.5 千兆 Bq)や大気を経由した海洋へのフォールアウト量(7.6 千兆 Bq)に比べて、2桁程度小さいこと(図4)がわかりました。

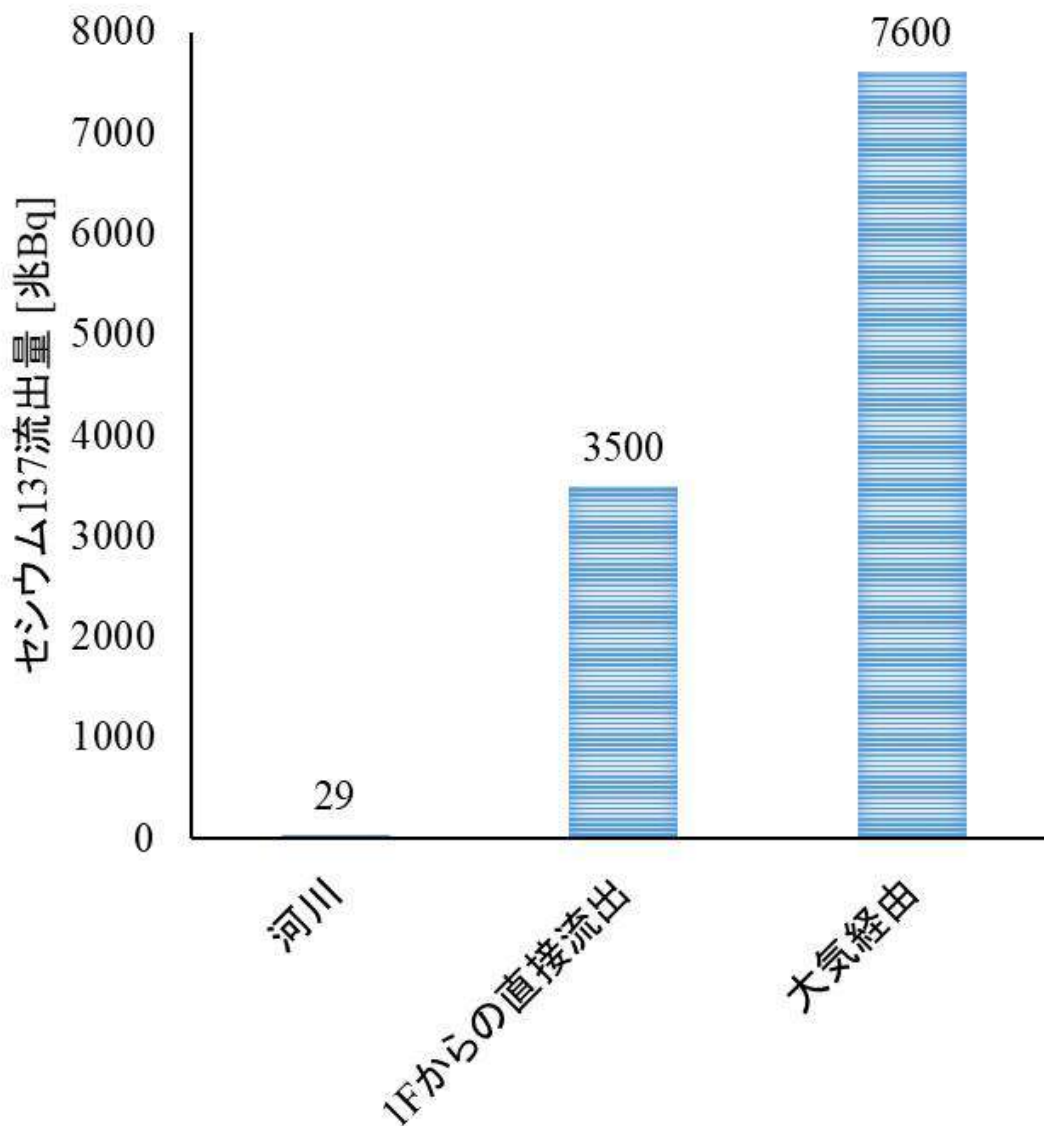


図4 事故直後から約半年間の海洋へのセシウム 137 流出量の比較

1F 事故から約半年間の河川を通じた海洋へのセシウム流出量は、1F からの直接放出量や大気を経由した海洋へのフォールアウト量に比べ2桁程度小さいことがわかった。

論文情報

タイトル A modeling approach to estimate the 137Cs discharge in rivers from immediately

after the Fukushima accident until 2017

雑誌 Journal of Environmental Radioactivity

DOI: 10.1016/j.jenvrad.2019.106041

日文发布全文 <https://www.jaea.go.jp/02/press2019/p20011501/>

文: JST 客观日本编辑部编译