

令和 2 年 7 月 1 日

チェルノブイリ規制区域における 河川中のストロンチウム 90 濃度の長期変化のモデル化に成功

この度、福島大学を含む国際共同研究グループがチェルノブイリ規制区域 (GEZ) 内の長期河川モニタリング結果から、 ^{90}Sr 濃度と河川流量とに明瞭な対応関係がある事、その関係が経時変化している事を明らかにしました。

また、水文学で使用される水質モデルと放射性物質の下方浸透モデルとを数学的に結合した新しい概念モデルにより、 ^{90}Sr 濃度と河川流量関係の長期変化を精度よく再現することにも成功しました。

〈研究の概要〉

1986 年のチェルノブイリ原発事故では、28.8 年という長い半減期を持つストロンチウム 90 (^{90}Sr) が燃料粒子と共に環境中に放出されました。燃料粒子から溶出した ^{90}Sr は土壤に吸着しにくい (溶存態になりやすい) 性質を持っています。このため、環境中では流動性が非常に高い放射性物質と言えます。GEZ 内の河川では、現在でも現地基準値^{注1)} を超える濃度が観測されています。河川中 ^{90}Sr 濃度を正確に知るということは、GEZ 外への輸送量推定や下流域における水質管理にとって重要です。これまで、河川中の ^{90}Sr 濃度の長期変化は指数関数モデルにより表現されてきましたが、一方で、 ^{90}Sr 濃度は長期の減衰傾向の中に明瞭な季節変化を示すこともわかっており、指数関数モデルでは季節変化までは再現できないことが問題でした。

福島大学、筑波大学及びウクライナの研究機関 (ウクライナ水文気象学研究所やエコセンターなど) との国際共同研究グループ^{注2)} は、GEZ 内の河川で長期にわたり実施されてきた放射性物質濃度及び河川流量モニタリングを整理しその解析を行いました (図 1)。その結果、河川中の溶存 ^{90}Sr 濃度は河川流量と明瞭な正の相関 (濃度～流量関係) を示すこと、その相関関係が、経時変化に伴い変化している事をこれまでの 30 年に及ぶモニタリング結果から明らかにしました。濃度～流量関係の経時変化は、長期減衰補正をおこなった ^{90}Sr 濃度に対しても明瞭に現れました。このことから、濃度～流量関係の経時変化は、 ^{90}Sr の物理崩壊や環境中での拡散現象による濃度低下が原因ではなく、河川中 ^{90}Sr 濃度形成過程が長期にわたり変化している事が原因と考えられます。

本研究では、水文学で使用される水質形成に関する概念モデルに、放射性物質の土壤中下方浸透モデルを数学的に結合させる事で、新しい概念モデルを提案しました。その結果、河川中 ^{90}Sr 濃度の長期減衰と季節変化とを同時に再現

することに成功しました。また、 ^{90}Sr 濃度～河川流量関係の経時変化も良好に再現することに成功しました。この研究の成果は、河川中の放射性物質濃度モデルを新たに提案したという事だけではなく、放射性物質以外の他の溶存物質の河川中での濃度形成過程にも応用できるものと考えています。

〈研究の展開〉

現在、チェルノブイリ原発事故からすでに 34 年が経過しました。現地の河川では半減期を過ぎてもなお基準値以上の ^{90}Sr が検出されます。それゆえ、将来にわたり ^{90}Sr 濃度の予測や下流への輸送量などを精度よく推定する必要があると考えています。今後は、本研究成果を広域河川モデルへ実装を目指しています。これにより、広域での放射性物質の再移動などを定量的に評価し、将来予測をすることも可能となると考えています。

注 1) ウクライナにおける溶存 ^{90}Sr 濃度の規制基準は 5Bq/L。

注 2) 本学環境放射能研究所（所長：難波謙二）では、2017 年よりウクライナの放射線管理を担当する 3 つの行政機関を含む 12 の研究機関と共同で ChEZ における国際研究プロジェクトに取り組んでおります。本研究は、国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）と独立行政法人 国際協力機構（JICA）の連携事業である地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）「チェルノブイリ災害後の環境管理支援技術の確立」（研究代表者：難波謙二）の支援を受けておこなっています。

【掲載誌・論文】

掲載誌：Scientific Reports (<https://www.nature.com/articles/s41598-020-66623-4>)

論文タイトル：“Simulating dissolved ^{90}Sr concentrations within a small catchment in the Chernobyl Exclusion Zone using a parametric hydrochemical model”

著者：Yasunori Igarashi*, Yuichi Onda, Jim Smith, Sergey Obrizan, Serhii Kirieiev, Volodymyr Demianovych, Gennady Laptev, Dmitri Bugai, Hlib Lisovyi, Alexei Konoplev, Mark Zheleznyak, Yoshifumi Wakiyama & Kenji Nanba, *Corresponding author

DOI 番号：10.1038/s41598-020-66623-4

論文 URL：<https://www.nature.com/articles/s41598-020-66623-4>

本研究成果は、「Nature Research Chemistry Community」においても紹介を行なっています。URL：<https://go.nature.com/3ddz0vw>

（お問い合わせ先）

環境放射能研究所

教授 難波謙二 特任助教 五十嵐康記

電話：024-548-5221

メール：y-igarashi@ipc.fukushima-u.ac.jp

〈参考図〉

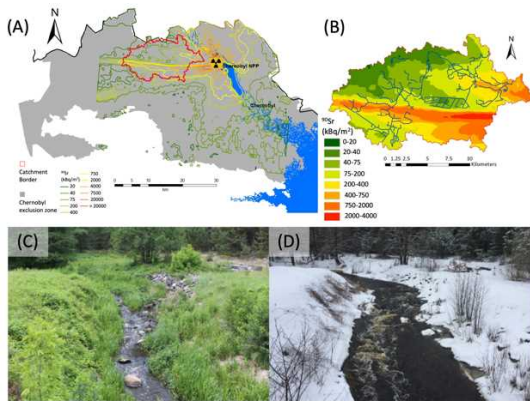


図 1 (A)チェルノブイリ規制区域と本研究で対象とした Sakhan 流域。(B)Sakhan 流域における ^{90}Sr の初期沈着量。Sakhan 流域における河川流量の様子。夏の河川流量 (C) に比べ、融雪期の河川流量 (D) が増加している事がわかる。

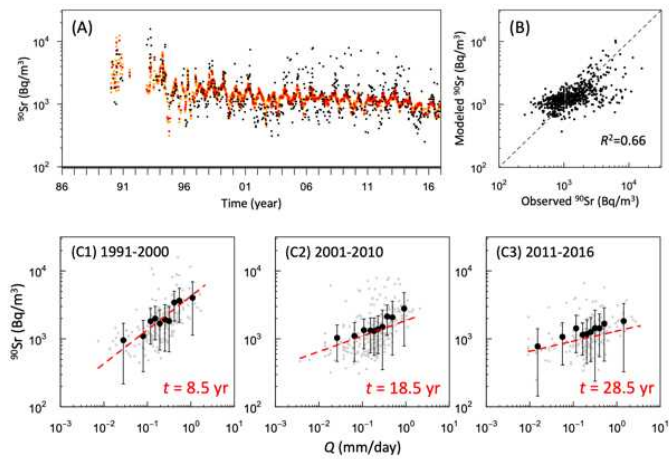


図 2 (A) Sakhan 流域における観測 ^{90}Sr 濃度 (黒●) と新しい概念モデルの結果 (赤丸) とその 95%信頼区間 (オレンジ)。(B) Sakhan 流域における観測された河川中溶存 ^{90}Sr 濃度に対するモデル値の比較。(C) 濃度～流量関係の経時変化が、新しい概念モデルにより精度よく再現されている。