

河川での放射性物質の再拡散を測る —35年前のチェルノブイリ事故が示すもの—

いがらし やすのり
五十嵐 康記 (福島大学環境放射能研究所)

はじめに

1986年4月26日の未明、ウクライナ・ソビエト社会主義共和国のプリピャチ市にあったチェルノブイリ原子力発電所の4号機が爆発事故を起こしました。現在、ウクライナとベラルーシにまたがる大きな地域が立入禁止区域(ChEZ)に設定され、厳格な入域管理が実施されています。2021年現在、事故から35年が経過しました。人体の被ばくに影響する空間線量率は、当時に比べると大きく低下した一方、河川水からは、ウクライナの飲料水の摂取基準を超える放射性物質セシウム ^{137}Cs やストロンチウム(^{90}Sr)が検出されます。事故から35年の間に、ChEZの河川では何が起こったのでしょうか?事故直後から観測されてきた水、土壌などの環境モニタリングデータを基に説明します(図-1)。

河川水と放射性物質

河川中に存在する主要な陽イオンは、土の中の鉱物がその起源となっています。そのため、降雨などで河川の

流量が増えると、陽イオン濃度は低下します。一般に、これは「希釈」と解釈されています。ChEZ内の河川水からは、現在でも ^{90}Sr が検出されますが、このうち ^{90}Sr 濃度は、河川の流量が増えると、濃度が増加していました。これは、前述の「希釈」では説明できません。 ^{90}Sr は2価の陽イオンで、河川中のカルシウム(Ca)イオンとは競合関係にあります。このため、河川中のCaイオン濃度が低下する時に、 ^{90}Sr 濃度が増加する事は、イオン交換の観点から矛盾しています。そこで、私たちの研究グループでは、河川の流量に対するCaと ^{90}Sr の応答の違いを説明する事を試みました。

図-2では、河川近傍の土壌中のCaと ^{90}Sr 濃度を模式的に示しました。Caは風化により供給されるので、土壌表面に近いほど、その濃度が低いと想定されます。一方、1986年の事故で放出された ^{90}Sr は、その起源が大気からの沈着、または燃料粒子なので、土壌表面に近いほど、その濃度が高いと想定されます。土壌中の水の動きが、土壌孔隙の大きさと対応すると仮定すると、孔隙の大きい土壌表面に近い場所で水の動きは大きい



図-1 ChEZの河川における水質調査の様子。

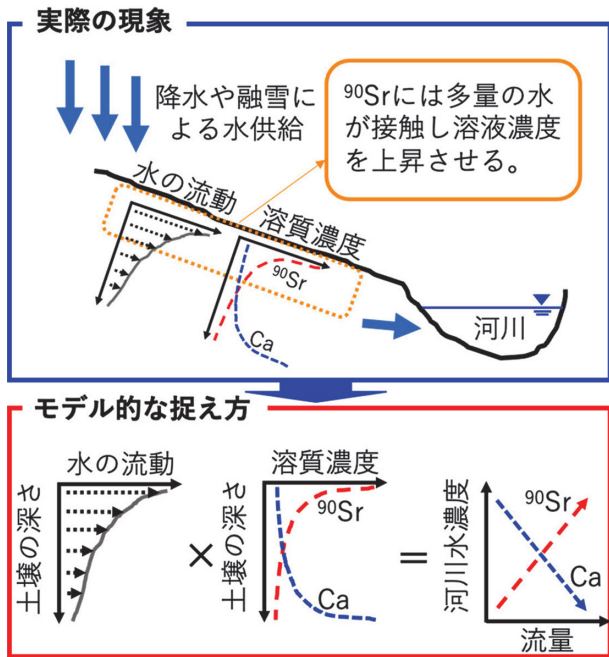


図-2 ChEZの土壤中の⁹⁰Sr濃度分布と水の流動により、河川水中の⁹⁰Sr濃度が決まる様子。

ずです。私たちは、これらの仮定を組み合わせることで、河川の流量増加に伴う⁹⁰Sr濃度の上昇を、水質形成モデルとして数学的に説明することに成功しました (Igarashi *et al.* 2020)。この成果は、少なくとも河川の上流部では、⁹⁰Srの濃度が競合する陽イオンとのバランス（化学的過程）ではなく、水の流動（水文学的過程）によって決まることを示していると考えています。また、これまでの観測から、河川流量に対する⁹⁰Sr

濃度の応答が、時間経過と共に鈍くなっていることがわかってきました（図-3）。事故後、地表面に沈着した⁹⁰Srは、30年という時間をかけて土壤に浸透します。このため、図-2で示した土壤の深さ方向の⁹⁰Srの濃度勾配も時間がたつと変化します。モデルでは、この点も考慮されており、河川流量に対する⁹⁰Sr濃度の応答の時間変化が、土壤中の⁹⁰Sr濃度の鉛直濃度勾配の時間変化で説明できる事が明らかとなりました。

今回は、ChEZの河川を介した放射性物質の再拡散過程に関する研究を紹介しました。この成果は、35年もの淡々とした事実の積み重ねの上に存在しています。このような長期的観測は、理論やモデル研究の基礎です。福島原発事故から10年が経過しました。福島原発事故においても、様々な分野で着実な観測事実の積み重ねが今後も期待されます。

この研究を実施するにあたり、福島大学環境放射能研究所を始め、多くの同僚の方々にお世話になりました。この場を借りて感謝申し上げます。

引用文献

Igarashi Y, *et al.* (2020) Scientific Reports 10: 9818

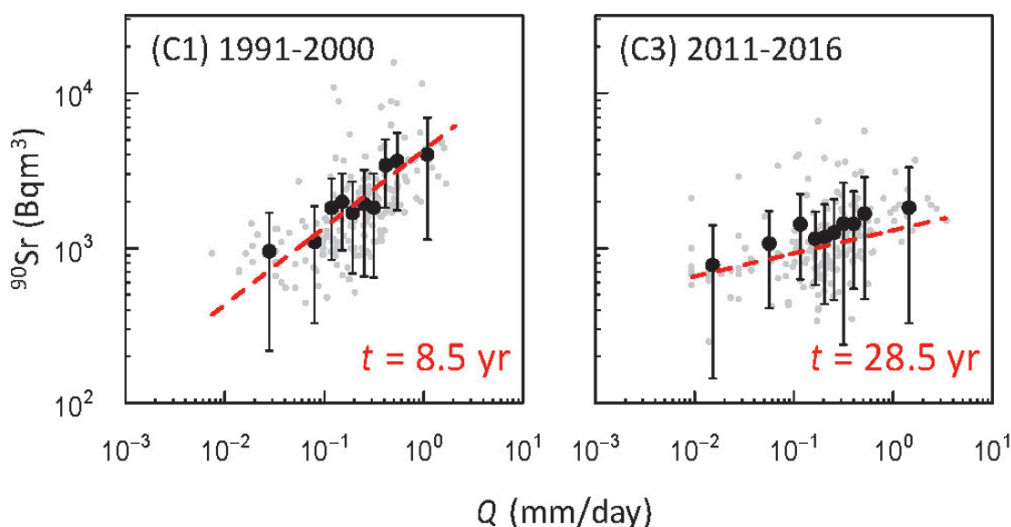


図-3 流量 (Q) に対する⁹⁰Sr濃度の変化。●：観測値、●：平均値、—：標準偏差。赤波線は事故からの経過年時におけるモデル値。tは事故発生時からの経過年数。