1. 基本情報

区分	モデル	担当者名	佐藤祐一
タイトル（英文）	Assessment of state-of-the-art models for predicting the remobilisation of radionuclides following the flooding of heavily contaminated areas: the case of Pripyat River floodplain		
タイトル（和文）	高度汚染地域における洪水に伴う放射性核種の再移行を予測する最新のモデルの評価：プリピャチ川の氾濫原のケース		
キーワード	Modelling, Radionuclides, Contaminated floodplain, Remobilisation		
著者	Luigi Monte, Raul Periañez, Sergey Kivva, Gennady Laptev, GiacomoAngeli, Haydn Barros, Mark Zheleznyak		
文献	Journal of Environmental Radioactivity, Volume 88, Issue 3, Pages 267-288, 2006		

（1）対象地域

Pripyat River（プリピャチ川、ウクライナ）

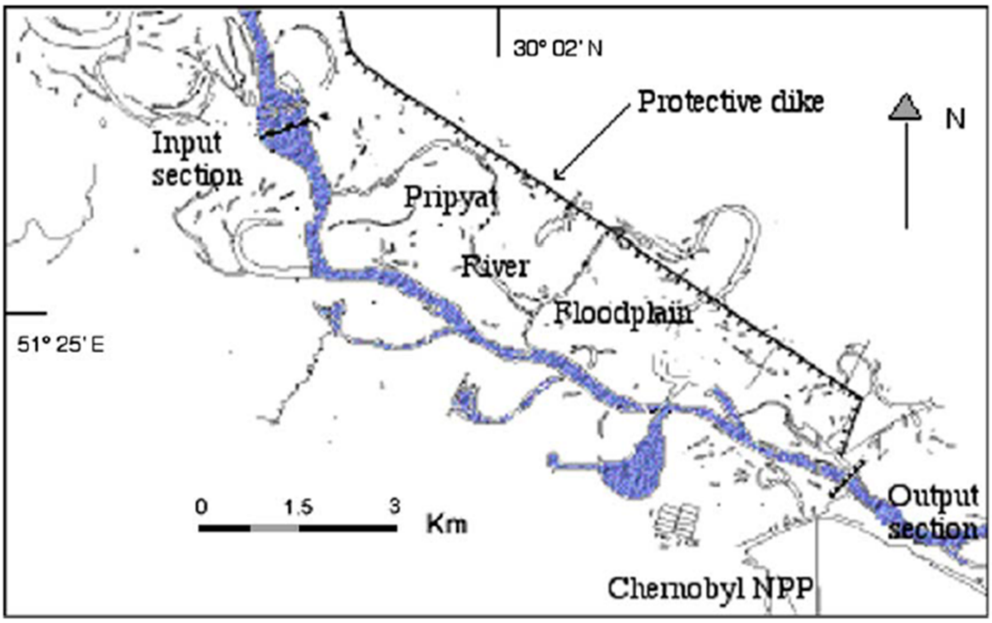

Fig. 1. The Pripyat River floodplain.

（2）重要な図表

河川（水相・底質）における濃度変化を予測するモデルとして、”the University of Sevilla (Spain)”、"ENEA (Italy)”、”IMMSP (Ukraine)”の 3 つを選定した。これらのモデルは共通して以下の式で表現される。

$$\frac{\partial hC}{\partial t} = -\left(k_{\mathrm{wf}} + k_{\mathrm{ws}} + \lambda\right)hC + k_{\mathrm{fw}}D_{\mathrm{f}} + k_{\mathrm{sw}}D_{\mathrm{s}} - \mathrm{dil} + [(\mathrm{adv} + \mathrm{dif})hC]$$

$$\frac{\partial D_{\mathrm{f}}}{\partial t} = k_{\mathrm{wf}}hC - \left(k_{\mathrm{fw}} + k_{\mathrm{fs}} + \lambda\right)D_{\mathrm{f}} + k_{\mathrm{sf}}D_{\mathrm{s}}$$

$$\frac{\partial D_{\mathrm{s}}}{\partial t} = k_{\mathrm{ws}}hC + k_{\mathrm{fs}}D_{\mathrm{f}} - \left(k_{\mathrm{sf}} + k_{\mathrm{sw}} + k_{\mathrm{s}} + \lambda\right)D_{\mathrm{s}}$$

ここで、式中の文字は以下の通りである。

Symbol	Description	Dimension
C	Radionuclide concentration in water (dissolved form)	Bq m^{-3}
D_{f}	Radionuclide (particulate phase) per square metre (fast component)	Bq m^{-2}
D_{s}	Radionuclide (particulate phase) per square metre (slow component)	Bq m^{-2}
k_{wf}	Radionuclide migration rate from water (dissolved form) to particulate phase (first exchange process)	s^{-1}
k_{ws}	Radionuclide migration rate from water (dissolved form) to particulate phase (second exchange process)	s^{-1}
k_{fw}	Radionuclide migration rate to water (dissolved form) from particulate phase (first exchange process)	s^{-1}
k_{sw}	Radionuclide migration rate to water (dissolved form) from particulate phase (second exchange process)	s^{-1}
k_{fs}	Radionuclide migration rate from the first to the second component of radionuclide particulate phase	s^{-1}
k_{sf}	Radionuclide migration rate from the second to the first component of radionuclide particulate phase	s^{-1}
k_{s}	Radionuclide fixation rate (irreversible process)	s^{-1}
λ	Radioactive decay constant	s^{-1}
h	Depth of the water column	m

これら 3 つのモデルを用いて、ブラインドテスト（観測値を与えずに予測すること）を行った結果を以下の図に示す。まずは ^{90}Sr である。

続いて ^{137}Cs である。

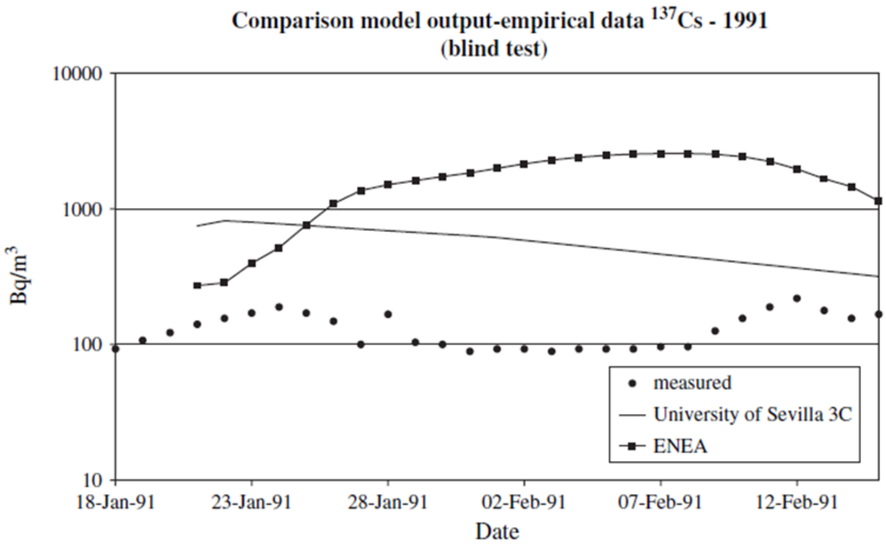

Fig. 4. Comparison of model predictions with empirical data of ^{137}Cs concentration in Pripyat River water (''output section''). Results obtained from a ''blind test'' of model validation. The inundation did not cause the significant increase of radionuclide concentration in the river water predicted by the models. COASTOX did not participate in this phase of the exercise as the developers of this model had access to the empirical data (see the text).

2. 提言につながる情報

（1）モニタリングへの活用

（2）流出挙動・経路

氾濫原に堆積した放射性物質は洪水時にフラッシュされ、河川水中濃度にも影響を与えるが、その影響は放射性核種によって異なる。プリピャチ川における観測（1991 年）では、同じ洪水でも ^{90}Sr では 10 倍程度濃度が上昇したのに対し、^{137}Cs ではあまり濃度が上昇しなかった。河川水への影響という観点からは、Sr の方が Cs よりも大きいといえる。

（3）除染の際の留意点

（4）担当者のコメント

複数のモデルによりブラインドテスト（観測値を与えずに予測すること）を行った結果からは、^{90}Sr では洪水による増加傾向を再現することができたが、^{137}Cs ではいずれのモデルでも過大評価となった。しかしこの観測値を用いてキャリブレーションを行い、別の年次で再予測したところ、Cs でも妥当な予測結果を算出することができた。

このことから、氾濫原に堆積した Cs には、河川・湖沼の底泥などよりも流出しにくくなる機構が働いていると考えられる。Pripyat River のように河川水中濃度が問題となる場合には Sr の方が影響は深刻であるが、Cs が氾濫原に残りやすいということは外部被ばくによる影響が懸念される。