

1. 基本情報

区分	モデル	担当者名	佐藤祐一
タイトル (英文)	Review and assessment of models used to predict the fate of radionuclides in lakes		
タイトル (和文)	湖沼における放射性核種の運命を予測するモデルのレビューと評価		
キーワード	Lakes, Modelling, Radionuclides, Decision systems		
著者	Luigi Monte, John E Brittain, Lars Håkanson, Rudie Heling, Jim T Smith, Mark Zheleznyak		
文献	Journal of Environmental Radioactivity, Volume 69, Issue 3, Pages 177-205, 2003		

(1) 対象地域

特になし (モデルのレビュー論文のため)

(2) 重要な図表

湖沼における放射性核種予測モデルは、水相、底泥表層、底泥深層の 3 つのコンパートメントで表現されることが多い。これを図で示したものが次図であり、また例えば MOIRA というモデルでは以下の式で表現される。

$$\frac{dC_w}{dt} = -\frac{v_{ws}}{h}C_w + \frac{K_{sw}}{h}D_s - \lambda_r C_w \quad (4)$$

$$\frac{dD_s}{dt} = v_{ws}C_w - (K_{sw} + K_{ds})D_s - \lambda_r D_s$$

where h is the average depth (m) of the lake, v_{ws} is the migration velocity ($m\ s^{-1}$) of radionuclide to the bottom sediment, K_{sw} is the migration rate (s^{-1}) from bottom sediment to water, K_{ds} is the removal rate (s^{-1}) of radionuclide from the bottom sediment, λ_r is the radioactive decay constant (s^{-1}) and t is the time (s).

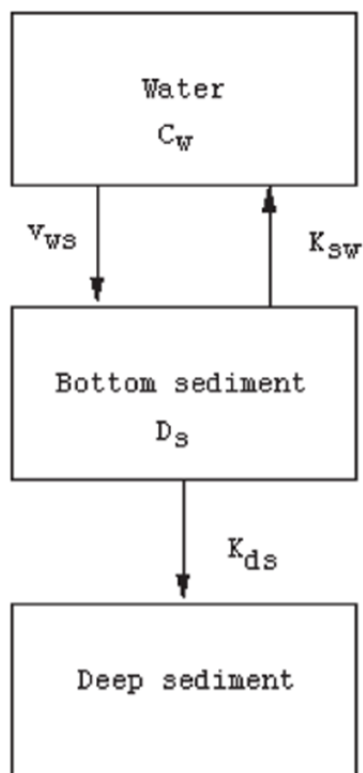


Fig.1 : Structure of the 90Sr-MOIRA box sub-model for predicting 90Sr migration from water to sediments(internal processes).

これらのモデルパラメータの一例が Table 2 に示されている。

Table 2
Model parameter values for ¹³⁷Cs in lakes and reservoirs

Parameter	MARTE (lakes)		MARTE (reservoirs)		AQUASCOPE	
	Dynamic ratio ≤1000	Dynamic ratio > 1000	Dynamic ratio ≤1000	Dynamic ratio > 1000	Depth 2 m	Depth 10 m
v_{ws} (m s ⁻¹)	5.9×10^{-7}	1.2×10^{-6}	9.3×10^{-7}	1.6×10^{-6}	2.9×10^{-7}	3.9×10^{-7}
k_{ds} (s ⁻¹)	5.8×10^{-9}	1.2×10^{-8}	1.2×10^{-8}	1.2×10^{-8}	1.4×10^{-8}	1.9×10^{-8}
k_{sw} (s ⁻¹)	3.0×10^{-8}	1.5×10^{-8}	1.5×10^{-8}	1.5×10^{-8}	1.1×10^{-8}	1.2×10^{-8}

2. 提言につながる情報

(1) モニタリングへの活用

湖沼における放射性核種の挙動は、湖沼への流入、底泥とのやり取り、湖沼からの流出の収支を把握することによってある程度予測できる。湖沼のモニタリングにあたっては、収支を捉えることを前提に調査計画を立てることが望ましい。

(2) 流出挙動・経路

湖沼における放射性物質の挙動を予測するモデルは、集水域からの流入負荷量、湖沼内の非生物的要素における挙動、生物的要素における挙動の3つのサブモデルにより成り立つ。

非生物的要素については、水相、底泥表層、底泥深層の3つに分類し、モデルにより考慮するパスや数式表現の詳細さは異なるが、それぞれの間の移行量を計算して濃度等を予測するのが一般的である。水相と底泥とのやり取りとしては、拡散、沈殿、物理プロセスや生物攪乱による土壌の混合、不可逆変化などが挙げられる。

生物的要素のモデルでの扱いについてはまだこれからの課題であるが、魚類による水中からの取り込みと、排泄や放射性崩壊による減少を考慮した収支式で魚類中濃度を表現するものが多い。

(3) 除染の際の留意点

(4) 担当者のコメント

事故後の早い段階においては、特に大きく深い湖では濃度が不均質に分布しているため、適切な管理のためには分布状況を予測することが必要となる。一方でそのような分布は様々なプロセスにより支配されているため、予測することが極めて難しい。

これらの利点、欠点を踏まえ、例えば湖沼における事故直後の放射性物質の分布をみたい場合には分布型モデル、中長期的な影響を見たい場合にはボックスモデルというように、目的に応じてモデルを使い分けることが必要である。