

亜鉛を主とした河川水中の重金属の生物利用可能性と生物への影響

Bioavailability of zinc and other heavy metals in river water

環境リスクマネジメント専攻 生命環境マネジメントコース 責任指導教員：益永茂樹
森美和子 (Miwako Mori)

ABSTRACT

Metal bioavailability and toxicity to aquatic organisms depend on their chemical species. The objective of this study was to demonstrate speciation of the zinc in the Japanese river water with Diffusive Gradients in Thin-films (DGT) method and Windermere Humic Aqueous Model (WHAM), and to examine the applicability of the model by comparing the results of WHAM and DGT. The bioavailability of zinc in rivers was found to be different depending on the river environment. In addition, DGT values did not accord with WHAM values in some sampling points. The obtained results suggest that the existence of nonhumic chelators as well as humic substances should be taken into account when zinc bioavailability is estimated with WHAM model.

1. はじめに

日本では、2003年に水生生物の保全に係る全亜鉛の淡水域での水質環境基準値が0.03 mg/Lに設定された。一般的に、亜鉛などの重金属は、全濃度が同じでも、溶存有機物(DOC)やCa²⁺が多い水域では生物が利用可能な亜鉛濃度が減少し、毒性が緩和される¹⁾。したがって、日本における亜鉛の基準は全濃度による規制であるが、水質の違いに応じた適切な環境基準を決定する必要がある。そのためには生物利用可能な濃度を考慮することが非常に重要である²⁾。

重金属の生物利用性を把握するには、その存在形態と共存物質の濃度を明らかにする必要がある。生物が利用可能な重金属濃度を分析する方法として、近年注目されている技術がDiffusive Gradients in Thin-films (DGT)法である。また、DGT法とほぼ同時期に発展してきたのがWindermere Humic Aqueous Model (WHAM)などの、金属の存在形態を推定できる化学平衡計算モデルである。限られた労力で効率的なリスク評価及び管理を行うためには、このようなモデルを利用し、生物が利用可能な亜鉛濃度を推定することが重要であろう。

そこで本研究では、以下の2点を研究目的とした。亜鉛の発生源の異なる地域を対象に、①全濃度、溶存態濃度、生物利用可能濃度(DGT実測値)を測定する、②WHAMにより推定した生物利用可能濃度とDGT実測値を比較し、モデルの適用可能性を検証することである。

2. 調査地点と方法

2008年7月に、兵庫県朝来市にある生野鉱山(1973年に閉山)が上流に位置し、鉱山排水が流入する市川(上流から、I-1、2、3、4)、及び流入のない越知川(I-5)を、2008年8月に、群馬県伊勢崎市、安中市周辺の金属めっき工場などの排水が流入する粕川・碓井川水系(粕川：上流からK-1、2、3、碓井川：上流からU-1、2、碓井川支流の柳瀬川：Y-1、2)を、2008年11月に、神奈川県を縦断する境川の大量の下水処理水流入前の地点(上流からS-1、2)と流入後の地点(上流から、S-3、4、5)を調査対象とし、以下のような調査を行った。まず、亜鉛を含む重金属の生物利用可能量を測定するために、これら計17地点においてDGTキットを24時間設置した。DGTキットにより、金属の無機態および反応性のある有機態(合わせて以下DGT-labileと呼ぶ)が捕集できる。また、これらの地点において、DGT設置時及び回収時の計2回、水質測定(亜鉛を含む重金属濃度及びpH、EC、DOC、硬度)を行った。メンブレンフィルター(孔径0.45

μm)でろ過した試料を溶存態金属とした。河川中の全濃度、溶存態濃度、DGT-labileはICP-MSで測定した。一方、WHAMによる推定値は、重金属全濃度及びpH、DOC(フルボ酸に換算)、硬度、水温をモデルに入力し、算出した。

3. 結果と考察

亜鉛の全量に対するDGT-labileは、市川水系(廃鉱山)で74%~85%、粕川・碓井川水系(金属めっき工場など)で27~74%、境川(下水処理施設)で47~59%となり、場所により利用可能な亜鉛の割合が異なった。また、DGT-labileとWHAM値を比較した結果、市川水系と粕川・碓井川水系(一部を除く)では概ね一致したが、境川ではWHAM値よりもDGT-labileが低い値となり、下水処理廃水中のEDTAなどの金属キレート物質の影響が示唆された(Fig.)。

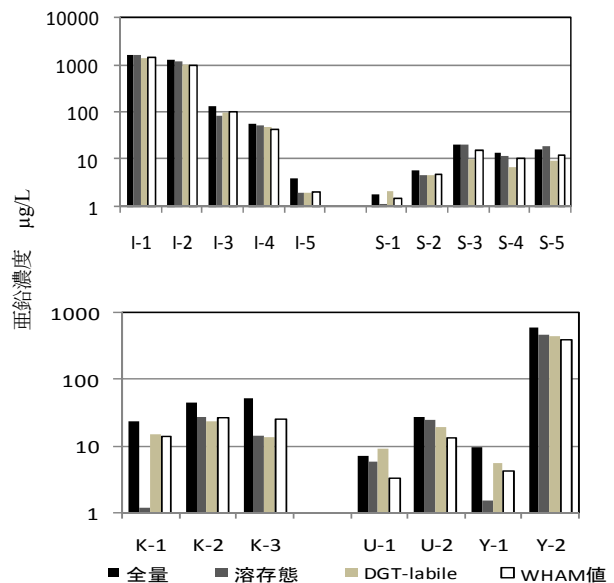


Fig. 2. Zinc concentration (total, dissolved, DGT-labile, WHAM)

参考文献

- Charles ら(2005) Integrated Environmental Assessment and Management, Vol.1, p.301-319
- 永井ら(2007) 陸水学雑誌, Vol.68, p.391-401