

MC-ICPMS を利用した環境水中の亜鉛同位体比分析
Analysis of zinc isotope ratio in environmental water using MC-ICPMS

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
副専攻：環境生命学専攻
09HF008 倉田和幸 (Kazuyuki Kurata)

ABSTRACT

Zinc isotope ratios in water samples such as river water, drainage water, from mines and some pollution sources such as metal plating factories were measured by Multiple Collector-ICPMS (MC-ICPMS), an instrument for precise isotope ratio analysis. The results of the $^{66}\text{Zn}/^{64}\text{Zn}$ ($\delta^{66}\text{Zn}$) ratios gave two findings: first, $\delta^{66}\text{Zn}$ ratios in river water were affected by the inflow of mine drainages and its tributaries; second, isotopic fractionation of zinc occurred during the treatment of mine and metal plating wastewater. This study demonstrated that zinc isotope ratio is a useful tool for the identification of anthropogenic zinc sources in the environment.

1. はじめに

多重検出器を持つ ICP-MS(MC-ICPMS)の登場により、高精度な亜鉛、銅、鉛などの重金属の同位体比分析が可能となった。そして近年では、地球化学の分野において鉱石や海水の亜鉛同位体比が調査対象になってきている。しかし、河川水を対象とした研究事例はまだ非常に少ない。

そこで、本研究では、まず既往研究よりも簡易な前処理方法による亜鉛同位体比分析手法の開発し、次いで、亜鉛同位体比分析による汚染源解析に向けて、河川水に対する潜在的な亜鉛汚染源の亜鉛同位体比データを収集することを目的とした。

2. 方法

試料採取(収集)

汚染源調査

- ・ 秋田県小坂にある製錬所内の鉱山廃水 2 地点(M山, K山)
- ・ 上記地点周辺にある鉱山廃水(HA)とその処理排水(HB)
- ・ 兵庫県生野銀山周辺の鉱山処理排水
- ・ 東京都葛飾区内にある 2 箇所の亜鉛めっき工場(工場 A, 工場 B)を調査対象とした。

河川調査

秋田県

- ・ 秋田県の製錬処理排水 鉱山処理排水が流れ込む河川の上流から下流に渡る計 5 地点(St1~St5)
- ・ 高濃度の亜鉛が検出される St7
- ・ 排水が流れこまない別の河川 2 地点(St6, St8)

兵庫県

- ・ 兵庫県生野銀山周辺の鉱山処理排水が流入する河川の流入前後 10 m の 2 地点

前処理方法

陰イオン交換樹脂の AG1-X4 (Bio-Rad) を充填剤とした固相抽出法による前処理方法の詳細な検討を行った。その最終的な操作方法は 7 M 塩酸により樹脂内のコンディショニングを行い、サンプルを添加した。順次、7 M の塩酸 10 ml, 1 M 塩酸 10 ml, 0.5 M 硝酸 0.5 ml 加え、最後に 0.5 M 硝酸を 4 ml 添加し、その最終溶出液を回収し、蒸発乾固させた。

分析方法

蒸発乾固させた試料を分析用の 0.15M HNO₃ に溶解させ、試料中の亜鉛濃度が 100 ppb になるように調整した。その試料にマスバイアス補正として、同位体比が既知である銅標準溶液を 50 ppb になるようにスパイクし、試料の調整を行った。MC-ICPMS の 7 つの検出

器のそれぞれのモニターイオンは 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68 に設定した。分析結果を標準化するために標準試料として、銅標準をスパイクした 100 ppb の亜鉛標準溶液を分析の最初と最後及び 5~6 試料分析ごとに分析した。

3. 結果

秋田県調査：河川水中の $\delta^{66}\text{Zn}$ の傾向を調べた。製錬処理排水、鉱山処理排水が流れ込む河川の $\delta^{66}\text{Zn}$ とその亜鉛濃度の変動をFig.1 に示す。

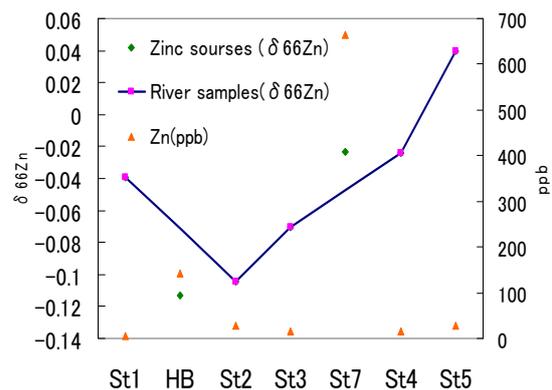


Fig. 1 the variation of $\delta^{66}\text{Zn}$ and the concentration.

HB と St7 の前後で $\delta^{66}\text{Zn}$ が変化していることから、これらの流入水がこの河川の汚染源になっていると考えられる (Fig.1)。

亜鉛めっき工場調査：各工場で、排水処理前後の $\delta^{66}\text{Zn}$ を比較すると、減少する傾向があり、処理工程内で同位体分別が起こっていることが明らかになった。

4. 結論

簡易な前処理によって亜鉛同位体比分析を行うことができ、河川中の亜鉛同位体比は汚染源の影響を受け、明確に変化することが明らかになった。つまり、亜鉛同位体比分析はこれまで困難であった亜鉛発生源の同定に対して、効果的な手法になると考えられる。そのため、他の亜鉛汚染源や日本の都市河川の $\delta^{66}\text{Zn}$ を更に収集する必要がある。

5. 参考文献

- 1) S. G. John et al. 2007, *Chemical Geology* 245, 61–69
- 2) J. B. Chen et al. 2009, *Chemical Geology* 259, 120–130