

ちきゅう船上で実施した熱水鉱床開発に伴う海洋環境への影響調査

—熱水性硫化物の重金属溶出ポテンシャルと溶出金属元素の基礎生産者への影響—

○淵田茂司・山岸隆博・越川海・河地正伸（国立環境研），福原達雄（海洋研究開発機構，現・環総テクノ），石橋純一郎，島田和彦（九州大），熊谷英憲，野崎達生，前田玲奈（海洋研究開発機構），CK16-05乗船者一同

熱水性鉱床は有用な金属資源として注目されており，近年その探査技術や採掘技術の開発が急速に進んでいる。同時に，鉱床開発に伴う海洋環境への影響についても議論が進められている。掘削に伴う鉱物の微細粒子の拡散や回収鉱石の偶発的な漏洩など様々な環境影響が想定される中，我々は硫化物を起源とする重金属汚染リスクに着目した研究を進めている。たとえば，チムニー周辺で採取した塊状硫化物を用いて溶出実験を行った場合，亜鉛や鉛，銅，カドミウムなど複数の重金属元素が数分という短時間で海水中に溶出することを確認している（Fuchida et al. 2017）。また，その溶出液を用いて海洋表層に生息する複数種の植物プランクトンに対する曝露実験を行い，溶出物の毒性について定量的な評価も行っている。

昨年 11-12 月に沖縄トラフ伊是名海穴で実施されたちきゅう航海（CK16-05）では，熱水マウンドおよびその周辺から掘削採取したコア試料を用いて船上で溶出実験や生体毒性試験を実施した。採取直後のコア試料を用いて船上で環境影響に関する実験を行うことは世界初の試みである。

まず，採取直後のコア試料から硫化鉱物に富む箇所数 cm をホールラウンド試料として回収し，嫌気チャンバー内で粉碎・細粒化して溶出実験に供した。実験には鉱物組み合わせの異なる 4 つの試料を使用し，異なる海水温および酸化還元状態における金属元素の溶出カイネティクスの変化を調べた。

硫化物の鉱物組み合わせによらず亜鉛が最も高い濃度で溶出し，その溶出速度は 5℃よりも 25℃で，還元条件よりも酸化条件で著しく大きくなった。黄鉄鉱や白鉄鉱などの鉄硫化物が多く含まれるコア試料からは亜鉛や鉛は高い濃度で溶出したが，鉄の溶出は認められなかった。一方，鉄硫化物をほとんど含まず閃亜鉛鉱と方鉛鉱が多く含まれるコア試料からは，亜鉛や鉛はほとんど溶出しなかった。このような硫化物の鉱物組み合わせと溶出元素の化学組成の相違は単純な硫化鉱物の酸化分解のみでは説明できず，海底熱水鉱石の複雑な鉱物組織と硫化鉱物の電気化学的特性が金属元素の溶出に深く関わっていることを示唆している。硫化物に富むコア試料から溶出した金属元素の濃度はチムニー周辺で採取した塊状硫化物に比べ 1/10-1/100 程度ではあったが，大気にほとんど曝されていない採取直後の硫化物に富むコア試料からも金属元素が溶出していることが証明された。本発表では，船上溶出実験で得られた結果を中心に，船上で行った生態毒性評価法や植物プランクトンへの曝露実験の結果についても紹介し，海底熱水鉱床開発における環境影響評価の重要性について議論したい。