

中性子放射化分析法によるハワイ沖深海底堆積物から選別した磁性球粒の化学組成の測定

Measurements of chemical compositions of magnetic spherules separated from deep sea sediment dredged off Hawaii island by NAA

関本 俊[1]; 小林 貴之[2]; 高宮 幸一[3]; 柴田 誠一[3]; 海老原 充[4]

Shun Sekimoto[1]; Takayuki Kobayashi[2]; Koichi Takamiya[3]; Seiichi Shibata[3]; Mitsuru Ebihara[4]

[1] 京大院工; [2] 日大文理; [3] 京大炉; [4] 都立大院・理・化学

[1] Kyoto Univ. Faculty of Engineering; [2] College of Humanities and Sci., Nihon Univ; [3] KUR; [4] Dept. of Chem., Grad. School of Sci., Tokyo Metropol. Univ.

中性子放射化分析は、試料中の微量元素定量のために、広く一般的に利用されている方法である(1)。多くの中性子放射化分析においては、研究用原子炉が利用されている(2)。実際、立教大学原子力研究所において、ハワイ沖深海底堆積物中から選別した磁性球粒の化学組成の測定が機器中性子放射化分析により行われてきた(3)。しかし、平成11年度で立教大原子炉の共同利用が終了したため、この一連の研究は中断している。そこで京都大学原子炉実験所の研究炉(KUR)においてこの研究を再開するにあたり、同様の磁性球粒試料の機器中性子放射化分析を行いその化学組成を求めた。得られた結果より、京都大学原子炉実験所において球粒試料の中性子放射化分析を行った場合の各元素の検出限界値を算出し、立教大学原子力研究所において求められた各元素の検出限界値(3)との比較を行った。

実際の機器中性子放射化分析は次の方法で行った。ハワイ沖、北緯9度30分、西経147度17分から北緯9度30分、西経147度30分の水深約5760mから採取した海底堆積物をふるいにかけて選別後、電磁石と顕微鏡で磁性球粒であることを確認した計14個の試料(重量1.5~115.5 micro-g)を一粒ずつ清浄なポリエチレン袋に二重に封入し、比較標準試料(Allende隕石試料、JB-1a及び、鉄、ニッケル、コバルト、イリジウムの標準液の一定量を濾紙に滴下したものを赤外ランプ下で乾燥させ、試料と同様にポリエチレン袋に封入したもの)とともに、KURの圧気輸送管No.2(Pn-2, 中性子束: $2.75E+13$ per square cm per sec)で50分間の中性子照射を行った。照射後、試料を約1週間冷却し、外側のポリエチレン袋を交換してから、非破壊でガンマ線測定を行った。ガンマ線測定にはGe半導体検出器(EG&G ORTEC社製 GEM 50195)と8192チャンネルの波高分析装置(SEIKO EG&G社製;MCA7700)を用いた。得られたガンマ線スペクトルを解析プログラム(Fit peaks Version 3.42)で処理し、核種の定量を行った。

照射した14個の磁性球粒試料について、各々の試料中の鉄、コバルト、ニッケル、スカンジウム、イリジウムの5元素を中心に定量を行った。鉄とコバルトはほとんどの試料で定量でき、鉄は7.32~82.2%、コバルトは30.0~5200ppmの含有量を示した。ニッケルに関しては14個の試料のうち9個にその存在が認められ、定量値は0.78~5.17%であった。また、スカンジウムは7個の試料についてその存在が見られ、定量値は4.20~40.0ppmとなり、イリジウムは6個の試料にその存在が認められ、定量値は0.71~19.7ppmであった。イリジウムに代表される難揮発性白金族元素はコンドライト質隕石や隕鉄に比べて地殻物質では極度に欠乏しているという点、また、ニッケルもイリジウムほどではないが地殻岩石中で相対的に欠乏している元素であるという点をふまえると、今回化学組成の分析を行った磁性球粒のうち、イリジウムが定量できた7個の試料は地球外起源物質、いわゆる宇宙塵であると判断される。また、イリジウムを含む試料に関してはニッケルもその存在が確認できるという本研究の結果も、これを支持している。鉄の含有量が多い(50%~)磁性球粒はコバルトの含有量も比較的多く、そのような磁性球粒は同時にイリジウムを含んでいる場合が多い。また同一磁性球粒中、イリジウムとスカンジウムの両方が検出できた試料は、14個中1個だけであった。

以上の測定結果をもとに、京都大学原子炉実験所のPn-2においてハワイ沖深海底堆積物中の磁性球粒の機器中性子放射化分析を行った場合の、各元素の検出限界値を算出し、立教大学原子力研究所で、同様の球粒試料について算出された検出限界値(3)と比較した。算出方法は、小林、海老原(1998)(3)の方法と同様に、今回測定した試料のガンマ線ピーク領域に対応するバックグラウンドの3シグマを検出限界値と定義した。各元素の検出限界値は、鉄0.22 micro-g、コバルト0.31 ng、ニッケル0.039 micro-g、スカンジウム0.035 ng、イリジウム0.0058 ngと算出された。この結果、検出限界値に関しては小林、海老原(1998)(3)の報告値より低く、京大炉における球粒試料の機器中性子放射化分析の有効性が示された。今後は、ハワイ沖から得られた磁性球粒試料の化学組成の測定を続行するとともに、南極水中から得られた球粒試料についても同様の分析法で化学組成の測定を行う予定である。

参考文献

- (1) 原口 他 “微量元素分析の実際” 第11章 (1995, MARUZEN&WILEY)
- (2) 武内 RADIOISOTOPES 46, 67-73 (1997)

(3) 小林、海老原 地球化学 32, 233-241 (1998)