

[21018]

中性子放射化分析法による隕石の元素組成に関する研究 Elemental Contents of Meteorites by means of Neutron Activation Analysis

海老原充^{A)}, 日高義浩^{A)}, 藤村泰成^{A)}, 白井直樹^{B)},
Mitsuru Ebihara^{A)}, Yoshihiro Hidaka^{A)}, Taisei Fujimura^{A)}, Noki Shirai^{B)}

^{A)} Department of Earth Sciences, Waseda University

^{B)} Department of Chemistry, Tokyo Metropolitan University

Abstract

A total of 22 Antarctic H chondrite samples were analyzed for their elemental contents by prompt gamma-ray analysis. Each sample (0.1~1.0 g) sealed in FEP bag was neutron-irradiated for $7\sim 11 \times 10^3$ s. Seventeen elements (B, Na, Mg, Al, Si, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Sm, Gd) were determined for their contents by means of comparison method. No correlation between siderophile elements (Fe, Co, Ni) and petrologic types was observed, suggesting that siderophile abundances in condensates were not changed and that these elements were fractionated on an H chondrite parent body.

Keyword: prompt gamma-ray analysis, meteorites, early solar system

1. はじめに

隕石は太陽系初期に太陽系の原料物質となった原始太陽星雲から形成され、その後、惑星とならずに取り残された固体物質で、太陽系の初期情報を得るための代表的な試料である。本研究では隕石試料の元素組成を求め、その値をもとに太陽系初期に起こった物質の変遷を調べることを目的とする。隕石試料は一般に稀少で、分析に使える量が限定されることから、感度の高い、信頼性の高い分析法を用いることが望まれるが、中性子放射化分析法（以下 NAA と略記）はそのような条件をみたす最適な分析法である。

2010 年度まで、3 号炉（JRR-3）を利用して、炉内照射による NAA、およびビームホールでの即発 γ 線分析（以下 PGA と略記）により、隕石試料の元素分析を行ってきた。本研究課題は JRR-3 の運転再開を見越して、2019 年度から 2021 年までの 3 年計画で研究を継続することを意図したものであるが、2019 年度、2020 年度は JRR-3 の運転が実現しなかったために実施できなかった。2021 年度は 3 年計画の最後の年に当たるが、JRR-3 の再稼働を受けて PGA による隕石の分析をおこなうことができた。

2. 実験

2.1 操作

隕石試料（各 0.1~1.0 グラム）を FEP フィルムバッグ（2 x 2 cm）に封入し、フッ素樹脂製糸でフッ素樹脂製フレームに固定し、JRR-3 ガイドホールに設置されている即発ガンマ線測定装置でヘリウム雰囲気下で中性子照射をし、同時に発生する即発ガンマ線をゲルマニウム半導体検出器で測定した。熱中性子速は $1.6 \times 10^8 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ で、一試料あたり $7\sim 11 \times 10^3$ 秒中性子照射を行った。

2.2 試料

分析に用いた隕石試料はすべて南極大陸から回収

された、いわゆる南極隕石で、H コンドライトグループに分類され 22 隕石 25 試料である。定量は比較法で行った。比較標準試料として玄武岩 JB-1（日本地質調査所）と炭素質コンドライト隕石 Allende（スミソニアン博物館）を用いた。ともに粉末試料で、約 0.2 グラムを隕石試料と同様に調整した。B, S, Cl, Co の定量は各元素の試薬を用いて行った。

3. 結果と考察

分析した隕石試料の岩石学的分類と該当する試料数（カッコ内数値）は H3 (17), H4 (3), H6 (2) で、非平衡隕石である H3 を主に分析した。H4, H6 の各 1 隕石については複数試料を分析し、隕石試料間での濃度の均一性を検討した。定量できた元素は、B, Na, Mg, Al, Si, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Sm, Gd の 17 元素であった。JB-1 と試薬試料をもとに算出した Allende 隕石の分析結果は文献値と 10% で一致した。

文献値が存在する隕石試料について、今回の分析で得られた値と文献値を比較した結果、B と Cl 以外の元素では良い一致が認められた。得られた分析結果から推論される事項は以下のようにまとめられる；

(i) 試料質量と元素定量値の間に負の相関が認められ、試料自身による自己吸収によるとする先行研究の結果を裏付けた。

(ii) Fe と S の分析値に正の相関が認められた。隕石中で、Fe-Ni 合金と鉄硫化物（トロイライト）が共存しながら偏在する結果と考えられる。

(iii) B と Cl の分析値に正の相関が認められた。南極大陸上での汚染の結果によるものと推察される。

(iv) Fe, Co, Ni 含有量には強い相関が認められたが、これらの親鉄性元素含有量と岩石学的タイプとの間には相関が認められなかった。隕石母天体への集積過程で親鉄性元素組成の変化が起こらず、母天体上での熱変成過程においても親鉄性元素間で分別が生じなかったことを示唆する。