

[2023104103]

食品や生体物質の放射化分析

Activation analysis of food and biological materials

豊田和弘^{#A,B)}、クジラ ギブン ムンキニー^{B)}、ナダ アラヤスクル^{C)}

Kazuhiro Toyoda^{#A,B)}, Given Munkinyi Kujila^{B)}, Arayaskul Nada^{C)}

^{A)} Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

^{B)} Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

^{C)} Graduate School of Animal and Veterinary Sciences and Agriculture, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

Abstract

We used neutron irradiation in HR-1 of JRR-3 on four environmental standard samples with JB-1a, attempting to determine some rare earth elements and compare with ICPMS values, addressing the lack of Japanese standards for rare earth elements in food and biological materials.

Keyword: instrumental neutron activation analysis, biological reference materials, rare earth elements

1. はじめに

食品や生体物質中の希土類元素パターンの研究が盛んになりつつあるが、その濃度は岩石内の濃度よりも 2 桁から 3 桁低くだけでなく、フッ化水素酸を分解に使用したかどうかで分析値が微妙に異なることや、ICP 質量分析計では同重量干渉による分析誤差が問題となっている。また、希土類元素の保証値を示す日本製の食品や生体物質の標準試料は存在しない。そのため、本研究室では国立環境研究所発行の環境標準試料であるリョウブ (No.1)、クロレラ (No.3)、海藻サルガッソ (No.9)、および産業技術総合研究所・計量標準総合センターの茶葉粉末 (7505-a) の 4 種類の環境標準試料 (以降、No.1、No.3、No.9、7505 と記載) 中の希土類元素含有量について、異なる分解法で ICP 質量分析計による定量値を蓄積している。

本共同利用では、機器中性子放射化分析法 (INAA) を併用し、測定値を比較することを目的とする。

2. 実験

上記の 4 種類の環境標準試料を各数十 mg、3 試料ずつ秤量し、標準岩石試料 JB-1a の 5 試料と Jlk-1 の 2 試料をそれぞれ 1~2mg 程度秤量した。それらを外径 2mm の超高純度石英管 (信越石英社製) に減圧封入し、アルミ箔で束ねて大学開放研に送付した。2023 年 11 月 10 日に、アルミニウムキャプセル (L) 内で HR-1 (下段: 熱中性子密度参考値: 9.6×10^{17} n/m²•sec) にて 5 時間、中性子照射を行った。

照射後 10 日から 15 日後に 1 試料あたり 15,000 秒ずつ、照射後 31 日から 43 日後に JB-1a は 20,000 秒、4 種類の環境標準試料は 80,000 秒ずつ、大学開放研実験室内のガンマ線測定システムにて、検出器に最も近い位置で測定を行った。

測定結果は csv ファイル形式で受信し、伝統的な Covell 法でピーク面積を計算した。JB-1a の含有量推奨値を用いて、La, Ce, Nd, Sm, Eu, Yb, Lu などの希土

類元素や Cr, Sc, Fe, Co の定量値を算出し、ICPMS の定量値と比較した。

3. 結果と考察

1) 本実験条件での照射後 10 日間の冷却期間でデッドタイムを 5%未満に抑える試料量は、JB-1a が 2.5 mg、No.1 が 40 mg、No.3 が 10 mg、No.9 が 20 mg であることは把握していたが、今回初めて照射した試料 7505 は 100 mg であることがわかった。これは試料 No.3 や No.9 のナトリウム含有量が 1~2%であるのに対して、7505 のそれは 7.2 ppm と小さく、中寿命核種の測定時のマトリックスの放射能が低いためと判断される。今後は外径 6 mm の超高純度石英管で 100 mg 封入して照射し、元素の定量の精度を上げることとする。

2) JB-1a の 5 試料間での各元素の定量値のばらつきは、Sc, Fe, Co, La, Sm、および Ce は 4%未満で、スペクトル強度のやや低い Cr, Nd, Eu, Yb、および Lu は 6%程度だった。これらは主に測定位置の相違による誤差であり、JB-1a 試料は 1~2mg の秤量でも、試料中の不均一性は無視できると判断した。今後も 2mg の JB-1a 試料 5 つを標準として用いる。

3) 4 種類の環境標準試料中の Sc, Fe, Co, Sm, Cr, Eu および Yb の分析値については、ほとんどが ICPMS の分析値と整合性のあるデータが得られている。ただし、Eu および Yb の測定計数誤差は 10%から 30%と大きく、Nd と Lu についてはほとんどの試料で定量ができなかった。

4) La と Ce の分析値については、ばらつきが非常に大きく、ICPMS の測定値に比べていくつか異様に高い濃度を得られている。石英管の減圧封入時にはいつもはマッチを使用していたが、今回は迂闊にもライターを使用したために、火打ち石の飛沫に汚染した可能性がある。今後は封入後に 5%フッ化水素酸水での洗浄を行い、それからアルミ箔で包むことにする。