全反射蛍光 X 線分析法を用いたウラン含有排水の簡便な検査法

Simple method for examination of uranium-contaminated drainage water using total reflection X-ray fluorescence spectroscopy

*松山嗣史 [1,2]，吉井裕 [2]，伊豆本幸恵 [1,2]，濱野毅 [1,2]，酒井康弘 [1,2]，栗原治 [1,2]，藤林康久 [1,2]
[1] 放射線医学総合研究所，[2] 東邦大学，[3] 千葉大学

ウランを取扱う施設ではウランを含む排水が発生し、その排水の放射能を迅速かつ簡便に測定する方法の開発が求められている。本研究ではウラン溶液を作成し、それを全反射蛍光 X 線分析することでウランの放射能を高感度に測定する方法の開発を行った。

キーワード：全反射蛍光 X 線分析、ウラン、排水

1. 緒言

ウラン (U) を取扱う施設では排水中の U が法令の濃度限度値を下回っていることを確かめるために、これまでは α 線スペクトロメトリ等による放射能測定が行われてきた。しかし、この方法では、たとえば 1 L の排水を半日以上かけて乾固し、数時間かけて測定する必要があるため、一日で多くの試料を測定することは難しい。そこで、我々は排水中の U の放射能を迅速かつ簡便に測定する方法として全反射蛍光 X 線分析法を提案する。これまでの我々の研究において全反射蛍光 X 線分析における排水中の U の検出下限値は法令で定められる排水中の U の濃度限界値の 1/10 程度であった。しかし，一般に排水調査に用いる場合，排水中の濃度限界値の 1/100 程度の検出下限値が求められる。そこで，本研究では U 溶液を作成し，それを簡易エバポレーターで濃縮した後に全反射蛍光 X 線分析することで，U を含む排水を迅速かつ高感度に分析する方法の開発を行った。

2. 実験

U 濃度が 0，0.125，0.25，0.5，1　ppm　(＝μg/g) の U 溶液を作成した。簡易エバポレーターであるコンビニ・エバポ (バイオクロマト社) を用いて、作成した U 溶液 600 μL を 20 分程度で蒸発・乾固させ、60 μL の希硝酸 (0.1 M) で乾燥残渣すべてを溶解した。濃縮した U 溶液 10 μL を石英ガラス基板に滴下・乾燥させたものを可搬型全反射蛍光 X 線分析装置 200TX (ourstex) で 3 分間測定した。

3. 結論

測定された蛍光 X 線スペクトルには、U 溶液に含まれている元素のほかに W や Si など、装置や試料台に含まれる元素由来の信号が観測された。U 濃度と U Lα 線の Net 信号強度には良好な直線性があった (R^2=0.999) 。また、バックグランド信号強度のばらつきの 3 倍に相当する信号を与えるような濃度として定義される検出下限値は 0.020 ± 0.004 ppm で、放射能に換算すると 0.23 ± 0.05 mBq/cm^3 であった。法令で定められる排水中の U の濃度限度値は 20 mBq/cm^3 であり [1]、本方法における検出下限放射能はこの値の 1/100 程度であった。本研究によって、全反射蛍光 X 線分析法を用いることでわずか 1 時間程度で排水中の U の放射能を測定できることが明らかになった。

参考文献

[1]　アイソトープ法令集 (I) 2014 年度版，日本アイソトープ協会, (2015)

*Tsugufumi Matsuyama[1,2], Yoshii Hiroshi[1], Yukie Izumoto[1,3], Tsuyoshi Hamano[1], Yasuhiro Sakai[2], Osamu Kurihara[1], and Yasuhisa Fujibayashi[1]

[1] National Institute of Radiological Science., [2].Toho Univ., [3]Chiba Univ.