

日本全国放射光土砂データベースの実用化と首都圏試料の解析 Study for Practical Use of Japanese River Sediment Database

中井 泉^a, 代田 祐介^a, 阿部 善也^a
Izumi Nakai^a, Yusuke Shirota^b, Yoshinari Abe^a

^a 東京理科大学 理学部第一部 応用化学科
^a Department of Applied Chemistry, Tokyo University of Science

著者らは日本全国の 3024 箇所から採取された河川堆積物による法科学土砂データベースの構築を行っている。Spring-8 にて放射光粉末 X 線回折(SR-XRD)および高エネルギー放射光蛍光 X 線分析(HE-SR-XRF)を行い、各試料の重鉍物組成、重元素組成のデータを取得した。そして、自ら採取した土砂を仮想的な未知試料として位置づけ、データベース構築試料を対照試料として重鉍物・重元素組成による起源推定を行った。その結果、未知試料の起源推定が可能であり、本データベースが犯罪捜査に対して有用であることがわかった。

キーワード： 土砂, 放射光粉末 X 線回折, 高エネルギー放射光蛍光 X 線分析, 法科学

背景と研究目的：

土砂は地表に広く分布し地域の特徴を持つため、法科学分野において場所と人とを関連づける重要証拠物件として扱われる。申請者らは、広域化する犯罪に迅速に対応するため、放射光 X 線を用いて土砂中の重鉍物・重元素を分析し、科学捜査利用を想定した日本全国の土砂データベースの開発を行っている[1-3]。

2009 年から始まった本プロジェクトは、昨年全データ測定・解析が終了した^{注)}。そのことを受け、現在本データベースの実用性を最大限に発揮するために、実際にデータベースから未知試料を絞り込むことを想定した種々の検討を行っている。そこで今回は、起源推定の問題点として、土砂の空間変動性(少しの位置の変動により、土砂の重鉍物・重元素組成が変化する可能性)が挙げられており、これを解決することを目的とした。

実験：

土砂試料はガラスキャピラリーに封入し、BL19B2 に設置された大型デバイシェラーカメラを用いて粉末 X 線回折測定を行った。得られた回折パターンから鉍物を同定し、その組成比で特性化を行った。地域特性化には重鉍物が有用であることから、試料前処理として重液分離を行い、重鉍物のみを選別することで良質なデータを取得した。過去の測定試料は、再鑑定等を考慮してキャピラリーに充填した状態で保存しているため、前処理せずに測定が可能であった。また、回折 X 線の検出器にはイメージングプレートを用いた。X 線波長および露光時間は、過去の実験で最適な条件(波長 1 Å、露光時間 10 分)を得ており、これに従って測定を行った。

結果および考察：

昨年、日本全国土砂データベースで対象とする 3024 点の土砂試料の全 XRD 測定が完了し、データベースの完成と公開がより現実的なものとなった。さらに開発中のデータベースの実用性の検討も着実に進んでおり、今回はその成果として土砂の空間変動性の結果について報告する。テスト試料は、北陸地方で 5 m 以内の狭域で採取した河川堆積物 5 試料である。また、本実験で得られた重鉍物組成情報に、申請者らが別途 BL08W にて XRF で測定した重元素組成情報を加えて結果を示す。

Fig. 1 に重鉍物・重元素組成のばらつきの結果を示す。ここから、半径 5 m 以内の狭域においても、土砂に含まれる重鉍物・重元素組成には空間変動が確認され、一部の重鉍物・重元素では(半)定量値の相対標準偏差が 30 %を超えていた。よって、SR-XRD ないし HE-SR-XRF で得られた(半)定量値の絶対値をそのまま比較することは、不確かさが大きいと判断せざるを得ない。

以上のことを考慮して、データベースから起源推定を行う際は、重鉱物組成に関してはスピアマンの順位相関係数を算出することが有効だと考える。この手法は、重鉱物組成のような非正規性のデータに関して対応しているため、重鉱物組成を利用した検索には適していると言える。次に、重元素組成を用いた絞り込み手法としては、主成分分析により算出した試料間のユークリッド距離を比較することが有用だと考える。実際にこの手法により起源推定が成功しており、本データベースが土砂の科学捜査に有用であることが示された。

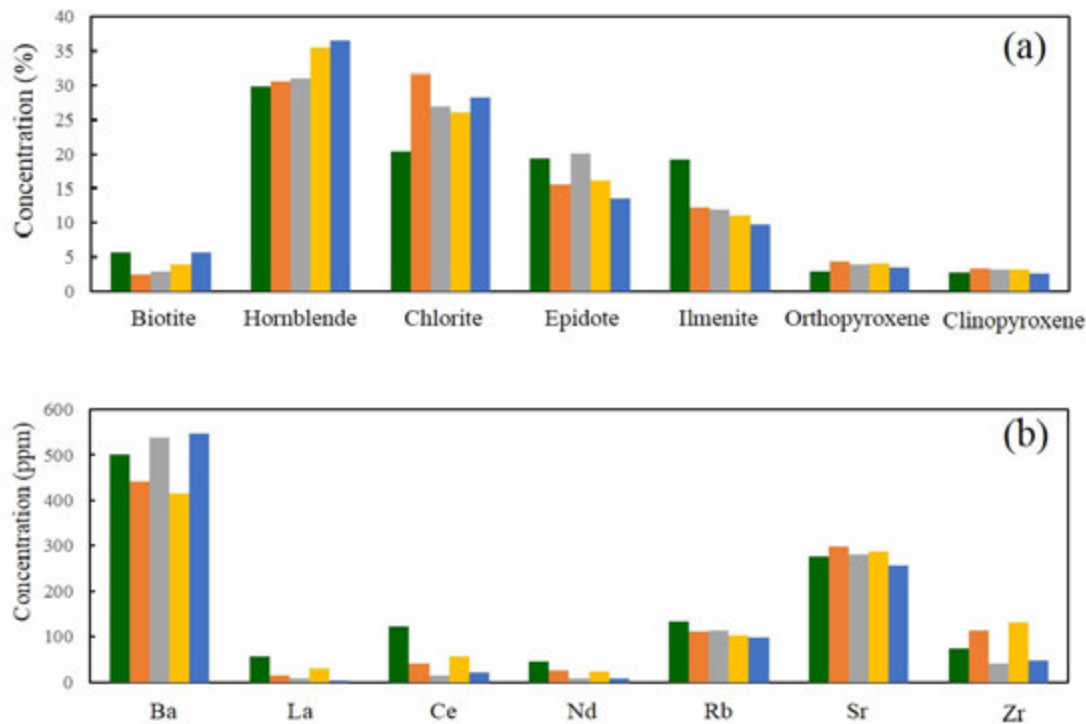


Fig. 1. 組成のばらつき(n=5) (a)重鉱物組成 (b)重元素組成

参考文献：

- [1] 平尾将崇 他, X線分析の進歩, **47**, 233-248 (2016).
- [2] 廣川純子 他, 分析化学, **65**, 93-98 (2016).
- [3] I. Nakai *et al.*, *X-ray spectrom.* **43**, 38-48 (2014).

注)本データベースは2017年6月にネット上で公開された。URL を以下に示す。

http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/press_release/2016/160324/

<http://www.rs.tus.ac.jp/jrs-db/>