



銅鉱石中の砒素と銅の化学種分析

勝田長貴，益木悠馬

岐阜大学教育学部理科教育講座地学専攻

キーワード：トルコ石，酸化数，砒素，銅，鉄

1. 背景と研究目的

地殻中の砒素は地下水中に溶解し、土壤汚染や地下水汚染を引き起こし、生物の循環に入る。砒素の毒性および環境中での動態は、酸化数によって大きく異なる^[1,2]。地下水や河川水中への砒素汚染は、資源鉱物の開発が顕著であり、環境影響評価に関する研究が行われている^[1,2]。本研究では、イラン産のトルコ石 (turquoise, $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8\text{H}_2\text{O}$ ^[3]) の 30 試料に関して、走査型 X 線分析顕微鏡 (SXAM) を用いて元素マッピングを行い、数%の砒素が含まれることを見出した。トルコ石は、酸化鉄型銅金鉱床 (iron oxide copper-gold ore deposits) であり、装飾品と共に資源鉱物として利用されてきた。そこで今回、XANES を用いてトルコ石中の砒素、鉄、銅の酸化数の分析を行った。

2. 実験内容

測定試料はイランの Neyshabour 地域と Meydook 地域で採取されたものである^[4]。これら 2 地域のトルコ石は青色と緑色からなり、それぞれの地域の青色と緑色を呈するトルコ石のうち、As を含む 4 試料を測定試料とした。なお、本トルコ石試料は、Fe 含有量の増加と共に緑色を呈する。XANES 測定は、BL5S1 にて縦横 0.5 mm のビーム径により行われた。レファレンス試料の XANES はイオンチャンバを用いた透過法で、トルコ石試料については 7 素子搭載 Si ドリフト検出器を用いた蛍光法でそれぞれ得られた。

3. 結果および考察

図 1 に、イラン産・トルコ石とレファレンス試料の鉄、砒素、銅の XANES の比較を示す。トルコ石の鉄は FeOOH 、砒素は Na_2HAsO_4 、銅は $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)_2$ とそれぞれ類似の XANES を示す。このことから、鉄は 3 価、砒素は 5 価、銅は 3 価であり、いずれも酸化状態で形成されたと考えられる。また、鉄は水酸化物イオン、銅はリン酸として存在していることも示唆される。さらに、砒素については、Al の一部と置換したものであり^[5]、その酸化数は 5 価であることから、3 価に次ぐ毒性^[6]を有するとみなすことができる。

4. 参考文献

1. Hamidian, A. H. et al., J. Geochem. Explor. 201, 88-98, 2019.
2. Van Den Berghe, M. D. et al., Environ. Poll. 234, 630-641.
3. Food, E. E. and Taggart, J. E., Mineral. Mag. 62, 93-111.
4. Gandomani, E. M., et al., Can. Mineral. 58, 71-83.
5. Sklavounos, S., et al., Neues Jahrb. Mineral. Mh., 469-480, 1992.
6. Sharma, V. K., et al., Environ. Int. 35, 743-759, 2009.

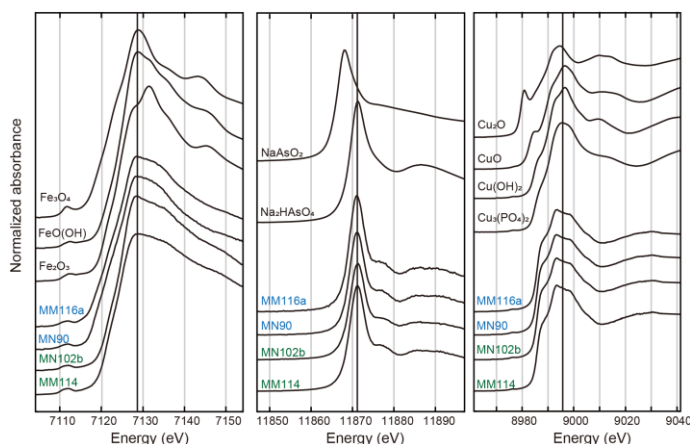


Fig. 1. イラン産トルコ石の Fe, As, Cu の XANES。