

# 日本の金属鉱床の金属元素濃度と鉱物組成の資源地質学的特徴抽出

下地 悠<sup>1</sup>・大田 優介<sup>1</sup>・小池 克明<sup>1</sup>・白勢 洋平<sup>2</sup>

## Resource geologic characterization of metal element contents and mineral compositions of metal deposits over Japan

Yu Shimoji<sup>1</sup>・Yusuke Ohta<sup>1</sup>・Katsuaki Koike<sup>1</sup>・Yohei Shirose<sup>2</sup>

- 1) 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻 Department of Urban Management, Graduate School of Engineering, Kyoto University, Katsura C1-2, Kyoto 615-8540, Japan.  
E-mail: shimoji.yu.62w@st.kyoto-u.ac.jp (Shimoji)
- 2) 京都大学総合博物館 The Kyoto University Museum, Kyoto University, Kyoto 606-8317, Japan

キーワード：金属鉱床， 鉱物組成， 金属元素濃度， 濃度分布

**Key Words** : metal deposits, mineral composition, metal element content, metal content distribution

### 1. はじめに

近年新興国の経済発展に伴う需要の急増により，金属資源の供給リスクが顕在化している．原田ほか(2007)によると，2050年には主要な金属の世界全体での累積消費量が現有埋蔵量を越えることが予測されている．特に銅，亜鉛，銀，金などいくつかの金属では2050年までの累積消費量が埋蔵量ベース（経済性を無視した技術的には採掘可能な量）をも上回ると予測されている．金属資源の安定供給のためには，新たに経済的価値の高い鉱床を探索・開発することが重要である．現在日本で稼行している大規模金属鉱山は，鹿児島県の菱刈金鉱山のみとなり，新たな鉱床の開発の場は海外になると考えられる．しかし，かつて日本に存在していた種々のタイプの鉱山からは金・銀・銅・鉛・亜鉛・タングステンなどを含む多種多様な鉱石が採掘されており，このような鉱石の地球化学的・鉱物学的な特徴を明らかにすれば，鉱床タイプと金属元素濃度特性の関係などの相関関係が得られ，世界における同じタイプ金属鉱床の探索や開発への利用が期待できる．

そこで本研究では，日本の38ヶ所にわたる鉱山の鉱石を用い，その元素濃度と鉱物組成を分析し，資源地質学的な視点から元素濃集の特徴，およびこれと鉱床のタイプや形成年代との関係を明らかにすることを目的とした．

### 2. 対象試料と分析

本研究では，京都大学総合博物館で収蔵されている鉱石から日本の38鉱山について，鉱山ごとに2~5個の鉱石を選び，カッターで一部を切断して試料として用いた．試料数は計149個である．第1図に分析対象とした鉱山の分布図を，第1表にそれらの鉱山の一覧を示す．分析した鉱山の鉱床タイプは熱水鉱脈型鉱床，キースラガー，スカルン鉱床，黒鉱型鉱床といずれも熱水性鉱床であった．最も多いのは鉱脈型鉱床で，次にスカルン鉱床，黒鉱型鉱床，キースラガーの順である．各鉱床タイプについて鉱床の形成年代は，鉱脈型鉱床は古第三紀と新第三紀に，スカルン鉱床はジュラ紀から新第三紀までの全ての年代で，黒鉱型鉱床は全て

新第三紀，キースラガーは全てジュラ紀に形成されており（下中，1996；鈴木，1961；兼平，1955），鉱床タイプによって形成された年代に偏りがあることがわかった．

試料の分析では粉砕機を用いて各試料を粉末化し，鉱物組成はXRD（X線回折装置），元素濃度はXRF（蛍光X線装置）を用いて定性・定量分析を行った．



第1図 分析対象の鉱山の位置

第1表 鉱山名の一覧

赤石	明延	足尾	阿仁	荒川	飯盛
生野	宇陀	内の岱	大内	大谷	大森
尾小屋	加納	釜石	神岡	木浦	紀州
喜和田	串木野	鴻之舞	佐渡	釈迦内	蔵目喜
椿	豊羽	中瀬	中竜	長登	花岡
別子	東山	日立	細倉	八茎	山ヶ野
吉岡	吉乃				

### 3. 分析結果と考察

本研究では，鉱物組成と元素濃度の分析で相対的に多くのデータが得られたCu，Fe，Znの3元素に注目した．鉱物組成分析の結果，いずれの鉱床タイプにおいても黄鉄鉱，

黄銅鉱、閃亜鉛鉱が最も多くみられた。特に Zn を含む鉱物は閃亜鉛鉱のみであった。よって、これらはそれぞれ Cu, Fe, Zn の主要鉱物であるとみなせる。キースラガーではほぼすべての鉱石から黄鉄鉱、黄銅鉱が検出されたが、閃亜鉛鉱が検出されたのは約 10% のみであった。スカルン鉱床や鉱脈型鉱床では Fe, Cu の鉱物として黄鉄鉱、黄銅鉱のほか、硫砒鉄鉱や磁鉄鉱、輝銅鉱など、キースラガーと比較して多種の鉱物が検出された。黒鉱型の鉱床では閃亜鉛鉱が特に多くの割合を占める。

Cu, Fe, Zn の元素濃度分析結果から各鉱床タイプと各形成年代の特徴を比較するために、金属ごとに濃度データのボックスプロットを描いた(第2図)。ボックスプロット上の数字はデータ数を表す。また、鉱山ごとに濃度データの中央値を代表値として濃度分布図を作成した(第3図)。鉱床タイプ別に Cu 濃度を検討すると、相対的にキースラガーの中央値が高く、スカルン鉱床の中央値は低い。さらにキースラガーの四分位範囲が他と比較して狭いことから濃度のばらつきが少なく、全体的に高い濃度を示すことがわかる。形成年代別では白亜紀が他よりも低い中央値を示し、その他の年代では差異はない。これは形成年代が白亜紀であったのがスカルン鉱床のみであったためである。しかし、スカルン鉱床のみに限定すると、白亜紀に形成されたスカルン鉱床は他の年代のスカルン鉱床よりも濃度が低いことが考えられる。

Fe 濃度では、Fe の地殻平均濃度と比較して、キースラガーとスカルン鉱床が高い値を示した。一方、鉱脈型鉱床の最大値は他の鉱床タイプと変わらないが、中央値は地殻平均濃度よりも低く、四分位範囲も大きいことから鉱石によって Fe 濃度のばらつきが大きいことがわかる。形成年代別では年代が新しくなるにつれて、濃度は低下する傾向を明らかにできた。鉱床タイプによって形成された年代に偏りがあるため、鉱床タイプごとの元素濃度が形成年代での元素濃度の特徴に影響している。Fe の濃度分布では、東北地方と中国・四国地方で高いのに対して、北海道と南九州では低い値を示す。

Zn 濃度では黒鉱型鉱床が特に高い値を示した。黒鉱は閃亜鉛鉱・方鉛鉱・重晶石を主成分とする鉱物である(中下, 1996) ので、これが濃度の特徴に現れている。形成年代別で

は白亜紀のみが極端に濃度が低い。Zn でも Cu と同様にスカルン鉱床全体の濃度と比べると白亜紀の濃度が低く、同じ鉱床タイプであっても年代によって濃度の特徴が異なることが考えられる。

Cu と Zn の濃度分析結果からは、同じスカルン鉱床でも年代によって濃集する元素の特徴に違いがあることが考えられた。そこでスカルン鉱床のみの Cu と Zn の濃度分布図を作成した(第4図)。いずれも年代による濃集の違いは明らかであり、その要因として年代による火成作用の違い、あるいは地域の地質分布の違いがあげられる。同じ形成年代の鉱山が近くに分布しているため、その特定は難しく、今後の継続課題である。

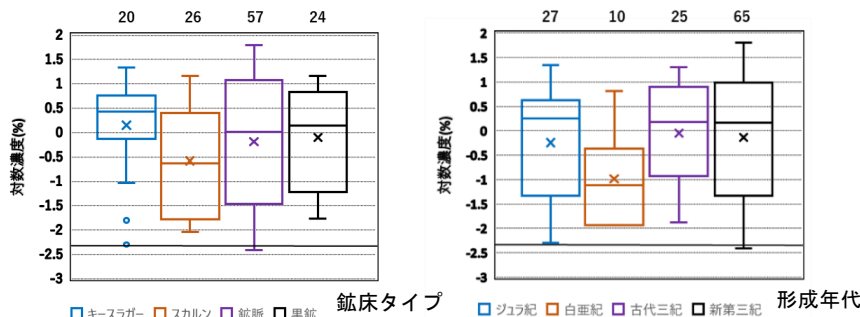
#### 4. まとめ

本研究では資源地質学的な視点から金属鉱床の金属元素濃度と鉱床タイプや形成年代との関係を明らかにすることを目的として、日本の 38 鉱山の鉱石について元素濃度分析と鉱物組成分析を行い、Cu, Fe, Zn について主要な鉱物と鉱床タイプによる元素濃度の特徴を明らかにした。Cu, Fe, Zn の主要な鉱物はそれぞれ黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱であった。Cu 濃度はキースラガーが高く、スカルン鉱床で低い値を示した。Fe 濃度はキースラガー、スカルン鉱床で高い。Zn 濃度では黒鉱型鉱床が特に高い値を示した。また、同じスカルン鉱床でも Cu 濃度は古第三紀が高く、Zn 濃度ではジュラ紀が高い、という形成年代による元素濃度の相違も見出された。

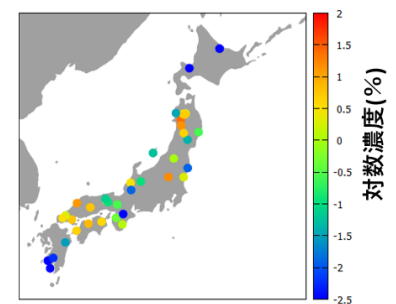
謝辞：本研究にあたって貴重な鉱石試料を提供いただいた京都大学総合博物館に深甚の謝意を表したい。

#### 文献

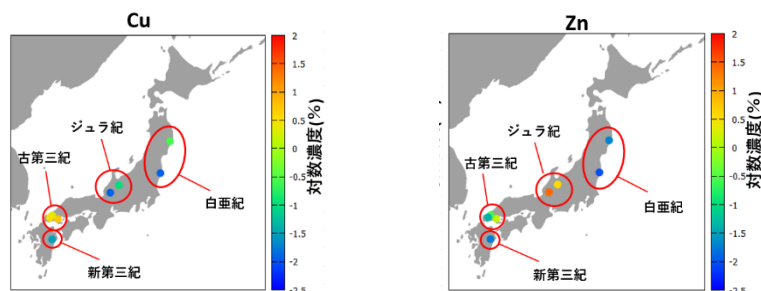
- 原田幸明・島田正典・井島清(2007) 2050年の金属使用量予測。日本金属学会誌, vol.71, no.10, pp.831-839.  
兼平慶一郎(1955) 和歌山県飯盛鉱山の地質と鉱床。鉱山地質, vol.5, no.18, pp.231-240.  
下中 弘(1996) 新版地学辞典 付図付表・索引。平凡社 pp.46-47.  
鈴木喜義(1961) 会津盆地北方の鉱床群について。鉱山地質, vol.11, no.45, pp.115-120.



第2図 Cuの鉱床タイプ別、および形成年代別ボックスプロット



第3図 Cuの濃度分布図



第4図 スカルン鉱床での Cu と Zn の濃度分布図