

## 別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目      **Formation process of Fe oxide bands and bleached spots by water-rock interaction**  
 (水-岩石反応による酸化鉄バンド及び溶脱スポットの形成プロセス)

氏      名      河原 弘和

## 論 文 内 容 の 要 旨

鉄は地殻中で 4 番目に豊富な元素であり、ほとんどの岩石中に普遍的に含まれている。しかし、岩石中における鉄の濃集現象は様々な例が知られているものの、地殻浅部の水-岩石反応に関連した事象は主要な研究テーマとして扱われることは少ない。また近年では、火星での水-岩石反応プロセスを知る上でも鉄の濃集メカニズムに着目した研究が展開されつつある。これらの地球及び火星での、岩石中での鉄元素の移動メカニズムをコントロールする要因は、岩石中に浸透する地下水の pH と考えられてきたが、その詳細な反応プロセスを理解するには至っていない。

このような背景のもと、本研究では、豪州北部キンバレー地域東部に分布する“ゼブラロック”と呼ばれる岩石に注目した。ゼブラロックは、エディアカラ紀のシルト岩で、酸化鉄鉱物からなる数 mm~2 cm 幅の赤褐色のバンド模様を伴うユニークな組織を持つ岩石である。一方で、ゼブラロックの先行研究は少なく、特に最新の地球化学的分析や岩石学的記載に乏しい。ゼブラロックのバンド組織を調べることで、岩石中での水-岩石反応に伴う鉄元素の移動メカニズムを理解し、かつ地殻浅部における広域での鉄沈殿メカニズムの知見が深められると期待される。

本研究の結果、ゼブラロックは造岩鉱物の粘土鉱物の組み合わせから、カオリナイトに富むタイプと明ばん石に富むタイプの 2 種類に分けられることを初めて明ら

かにした。これらの粘土鉱物はゼブラロックが酸性変質を被ったことを示し、鉱物組み合わせの違いは原岩に浸透した流体の酸性度の違いを反映していると考えられる。また鉄バンドの元素マッピングの結果、鉄バンド中の鉄濃度分布は一様ではなく、バンドの片側に一方向に偏在していることがわかった。これは、拡散浸透した鉄元素を含む流体と原岩との pH 反応による鉄沈殿のリアクションフロントが一方向に移動したことを示すものである。また、ゼブラロックに酸化剤やその痕跡が認められなかった。従って、ゼブラロック中での鉄沈殿メカニズムとして、鉄を含む酸性流体と原岩の構成鉱物との中和反応による pH 緩衝で、流体中の鉄が沈殿したことを明らかにした。

さらに、ゼブラロック中で、中心にディッカイトからなる多角形の結晶を伴う直径 100  $\mu\text{m}$  ほどの微小な白色スポットを初めて発見するに至った。微細組織観察及び鉱物組成分析の結果から、中心結晶の初生鉱物は黄鉄鉱であり、初生黄鉄鉱の分解に伴って局所的な pH 反応と白色スポット形成との関連を示すことができた。

これらの研究結果から、岩石中の鉄元素の移動・濃集機構について以下のことが明らかとなった。

- (1) 鉱物組み合わせの異なる 2 種類のゼブラロックの分布から岩石中に浸透した流体の pH の変化をトレースできる可能性がある。また、鉄バンド中の鉄濃度分布パターンを解析することにより、浸透した流体の浸透方向を明らかにし、その情報をマッピングすることで流体の拡散経路の推測が可能であること。
- (2) 先行研究で示された鉄バンドの間隔と岩石の拡散係数との関係から、ゼブラロック中の鉄バンドの形成時間スケールを見積もれること。
- (3) ゼブラロックの鉄バンドは鉄を含む流体の pH 変化によって形成し、最大 30%の鉄濃度を示す。pH 反応は地殻浅部において大規模・高品位の元素濃集をもたらす機構の一つとなる可能性があり、pH 変化をもたらすような地質的・地球化学的セッティングが金属資源探査におけるターゲットになりうること。
- (4) 鉄バンド中の鉄濃度の偏りから浸透方向の上流を調べることで、ゼブラロックに鉄の付加をもたらした流体のソースを推定できる可能性があること。この知見は金属鉱床探査に応用することができ、鉱床周辺に同様のバンド模様があれば、それを辿ることで金属濃集部を発見できるかもしれない。このような手法は、地表の岩石が酸化鉄鉱物に富む火星でも適用可能である。
- (5) ゼブラロック中で初めて見つかった白色スポットは、スポットを伴う堆積岩の後背地に硫化金属からなる鉱床が存在した可能性を示唆する。つまり、堆

積岩内銅鉱床のように、堆積岩中に微量に含まれる金属を二次的に濃集させることで形成する鉱床では、堆積岩中に含まれる金属量が多い方がより高品位な鉱床に発達しやすいと言える。すなわち、白色スポットがある堆積岩は堆積岩内銅鉱床の探査においてポテンシャルの高い地質セッティングであることを示す指標となる可能性があり、将来的な応用が期待される。