

## 鉍床探査家のためのポーフィリー鉍床学(完・その12)

— ポーフィリー鉍床の探査指針 —

渡 辺 寧\*

## これまでの探査指針

1994年にチリのコンセプトで開かれた第7回チリ地質学会の折に、Society of Economic Geologists の主催でアンデスの銅鉍床に関するシンポジウムが行われました。最初の講演に立ったりチャード・シリトー氏は冒頭で次のように言いました。「鉍床探査家は下手な鉍床成因モデルなど持たない方がよい。鉍床を確実に見つけるには目的とする元素の地化学探査を行い、異常域にボーリングを打てば良いのだ」。この言葉に聴衆は爆笑しました。なぜならこのシンポジウムは銅鉍床の成因を討論するために設けられ、彼もアンデスの銅鉍床の成因モデルについての講演を行う予定だったからです。

このシリトー氏の言葉はある意味では真理を表しています。完全な潜頭性鉍床として発見された例は、石原舜三さんがほなんざ3月号に書いているように、日本では1960年代の北鹿地域での黒鉍鉍床、世界ではオーストラリアのオリンピックダム鉍床がありますが、ほとんどの場合、鉍床は地表に露出した鉍化帯から発見されているからです。

しかし現実に鉍床探査をしている方は実感されていると思いますが、世界中どこへ行っても鉍徴のあるところは鉍区がかけられており、そこを買い取るとなると莫大な費用がかかります。貧乏な探査家にとっては鉍徴のない完全潜頭性の鉍床を見つける他ありませんし(それが醍醐味でもあります)、鉍徴地を買い取る場合にも「まがいもの」に注意する必要があります。ここではポーフィリー鉍床を探査する場合、これまでの地道な地化学探査に加えて注意すべき点を書きた

---

\* 地質調査所 資源エネルギー地質部主任研究官

いと思います。

## 地域の絞り込み

ボーフィリー鉱床に関しては、海洋プレートの沈み込みを伴う火山弧の存在が必要条件でしたが、それに加えて①プレートの収束速度の大きい地域、②異地性地塊が付加・沈み込みをしている地域、③非地震性海嶺や海山列が沈み込みをしている地域をピックアップする必要があります。現在のテクトニックセッティングをみればプレートが150mm/年以上の速度で沈み込んでいる所は見あたりません。海嶺沈み込みで見れば、テフアンテック、ココス、ナスカ、ファンフェルナンデス海嶺の沈み込んでいるアメリカ南米大陸西岸やフィリピンのルソン島では、既に若い時代のボーフィリー鉱床が発見されています。天皇海山列の沈み込んでいるカムチャッカやカーネギー海嶺の沈み込んでいるエクアドルは有力な探査地域です。マグマギャップを形成するまでには至っていませんが、伊豆弧の沈み込んでいる南部フォッサマグナも要探査地域でしょう。

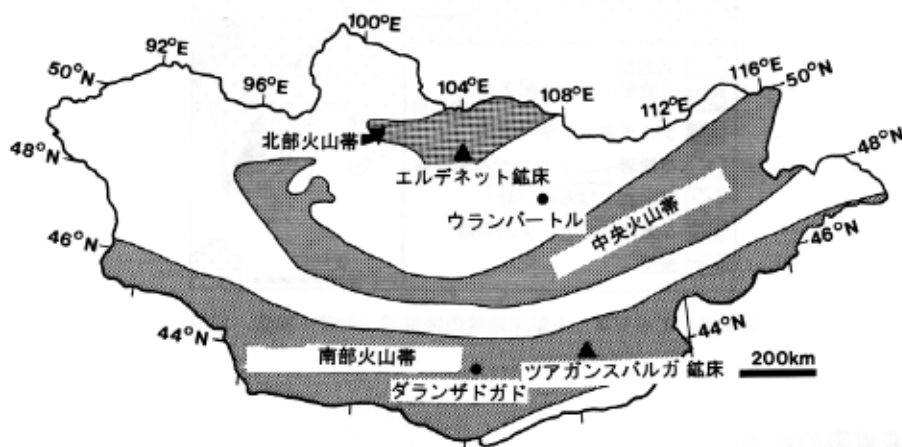
異地性地塊が付加・沈み込みをしている地域としては、現在のセッティングではアラスカ半島からアリューシャン弧、オミネカ地塊が衝突・沈み込んでいるカスケード北端部等が候補です。このほかユーラシア大陸は地質時代に数々の異地性地塊の衝突・付加により形成されていますので、ボーフィリー鉱床の有望地が数多く含まれています。

このようにボーフィリー鉱床が有望な地域は数限りなく見つかります。これらの中でも火山弧が途切れている部分周辺（ぼなんご273,274号参照）や、長年続いた火成活動の最末期の活動は注目に値します。

私が一昨年訪れたモンゴルのエルデネット鉱山を例に地域の絞り込みをしてみましょう。まずテクトニックセッティングからユーラシア大陸中のシベリア地塊とモンゴル-北中国地塊との二畳紀後期～三畳紀前期にかけて起こった衝突に注目します（第1図）。この衝突以前にはモンゴル北部・中部・南部に火山弧が形成されていますが（第2図）、これらのうち最も衝突域に近い北部を選びます。この火山弧の火成活動の深部相を代表するものとしてセレンゲ複合岩体（290-240Ma）があります。この火成活動の最末期にはエルデネット複合岩体とよばれ



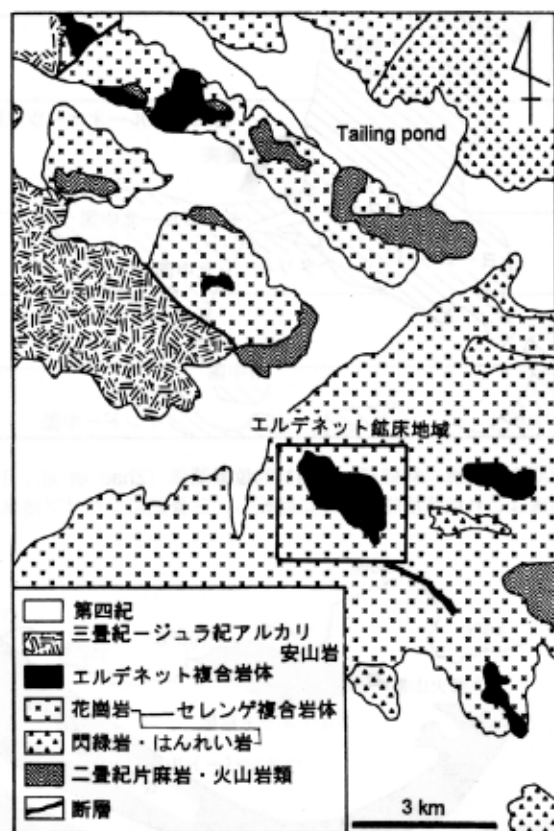
第1図 二畳紀後期の各地塊（斜線部）の相対的位置関係 (Zhao et al., 1990)。モンゴル-北中国地塊はこれ以降反時計回りに回転し、三畳紀にシベリア地塊と合体する。



第2図 モンゴルにおける古生代末期から中生代前期の火山帯と主要ポーフイリー銅・モリブデン鉱床の分布。

る花崗閃緑岩質ポーフイリーが240Maに貫入しています。これ以降この地域ではしばらく火成活動が休止し、かなり後になって(180Ma)、アルカリ岩の貫入・火山活動が起こっています(第3図)。この火成活動史から、上記の衝突は240Ma直後に起こったと読みとり(後のアルカリ岩は、衝突後の大陸の内部での活動と解釈する)、エルデネット複合岩体を調査するわけです。

このようにして北東アジア最大のポーフイリー銅鉱床の発見に至る訳ですが、潜頭性の場合なかなかこのようにうまくいきません。というのはエルデネット複合岩体に注目しても、これに属する貫入岩が数多くあり(第3図)、このうちのどれを選んで良いか迷うからです。



第3図 エルデネット鉱床地域の地質図 (内藤・須藤, 1999)

### 熱水変質帯の評価

貫入岩が潜頭性の場合、その上部には advanced argillic 変質帯が形成されます。削剥があまり進んでいなければ、珪化岩や明ばん石を主体とする変質帯が露出しますが、期待される鉱体まで深度的に距離があるため、ポーフイリー鉱床の探査対象にはならないでしょう。むしろ、高硫化系浅熱水性金鉱床の探査ターゲットとなります。ポーフイリー鉱床の探査ターゲットとなるのは下部数100mに鉱体の存在が期待されるセリサイト-パイロフィライト (±ダイアスポア・紅柱石) からなる変質帯です。地表部に露出した変質岩を調査すれば、変質帯の累帯構造がわかり、変質の中心を明らかにすることができます。問題はその下に鉱床があるかどうかです (写真1)。私の調査していたエルサルバドル鉱床の場合は中心部の削剥が進んでおり、そこでは銅の鉱染がわずかに認められたため鉱床の発見につながりました。しかし、一般にセリサイト-パイロフィライト変質帯には銅



写真1 チリ中部オヴェヘリア・デ・コデグア地区のセリサイト-パイロフィライト-ダイスポア変質帯。この地域にはこのような変質帯が10余り発見されている。CODELCOの地質技師から、下部での鉍化作用の可能性を聞かれ返答に窮しているところ。

の兆候は全く認められません。現時点では、これらの変質帯を見て下に鉍体があるかないかを定めるには、ボーリングを掘って確かめる以外には方法はないでしょう。

この鉍床の有無に関して新たな指標になる可能性があるのがセリサイトの酸素・水素同位体組成です。Hedenquist et al. (1998) はポーフイリー鉍床上部の変質帯中のセリサイトは大部分がマグマ水起源であることを明らかにしました。これまで述べてきたポーフイリー鉍床の成因を考えれば、天水が大規模に循環する所ではポーフイリー鉍床は形成されません。従って、変質帯中のセリサイトが天水起源かマグマ水起源のものであるかを酸素・水素同位体により判定することによって、ポーフイリー鉍化作用を伴うか、伴わないかを判別する手がかりにすることができるとは思えません。残念ながら現時点では鉍化作用を伴わない変質帯のセリサイトのデータが現在十分揃っていません。地質調査所では現在この研究を始めようとしており、近い将来皆様に新たな指標を提供できるかもしれません。

#### おわりに

このシリーズで書いたことの骨子はまだ研究途上で論文として公表していないアイデアを多く含んでいます。それらは善意に解釈すれば研究現場での最先端の

考えということになります。十分に実証されていないそら話とも言えます。これまでの鉱床学の研究では、既に開発された鉱床の成因研究が中心で、その成果が学会で認められ、次の探査に役立てられるまではかなりの時間を要してきました。この時間を縮めるべくあえて研究途上のアイデアをここに書かせて頂きました。1年間にわたりご愛読ありがとうございました。

## 引用文献

Hedenquist, J.W., Arribas, A.Jr., and Reynolds, T.J., 1998, Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system: Far Southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposits, Philippines. *Economic Geology*, v. 9, p. 373-404.

内藤一樹・須藤定久, 1999, モンゴル・エルデネット鉱山を訪ねて. *地質ニュース*, 534号, p. 19-30.

Zhao, X., Coe, R.S., Zhou, Y., Wo, H., and Wang, J., 1990, New paleomagnetic results from northern China: collision and suturing with Siberia and Kazakhstan. *Tectonophysics*, v. 181, p. 43-81.