

## 第Ⅲ部 結論及び将来への提言

## 第1章 結 論

オルロ・ウユニ地域の大半を被覆している火山岩類中には熱水変質帯が広く分布し、一部に鉍化示徴が存在することから、熱水変質帯の深部に鉍床が期待された。

アルチプラーノや東アンデスの鉍化作用を考慮すると、西アンデスの鉍化作用もボリヴィア型鉍化作用のように、上部は浅熱水性鉍化示徴を示すが、下部は多金属鉍化作用へ移行するものと解釈された。さらに、チリの斑岩型鉍化作用の生成年代が東に向かって若くなる傾向が報告されていたことから斑岩型の鉍化作用の存在も期待され、3年間に16地区が調査された。

調査の結果、オルロ・ウユニ地域の鉍化作用について依然不明な点が多く残されたが、以下のことが明らかとなった。

①熱水変質帯の抽出には衛星画像が利用され、解析・抽出された分布域は現地の変質帯と良い一致をみたことから、衛星画像解析が変質帯の抽出に有効であることが証明された。

②火山岩類は、前期中新世から更新世までの岩石が分布しているが、不規則に分布している事が明瞭となった。

③火山岩中の熱水変質帯は、外側から中心部に向け、クリストバル石帯、石英帯、石英—絹雲母帯が確認された。浸食の程度によって異なるが、一般に後期中新世以降の火山岩中の石英—絹雲母帯は欠如しているか、存在しても分布は狭い。逆に中期中新世以前の火山岩中の熱水変質帯は石英—絹雲母帯が広く分布している。

④脈質では鉍化帯の最外側から中心部へ向かい、粘土脈から粘土化—珪化脈、珪化脈、石英脈へと変化しているのが確認された。場所によっては粘土脈の内側にマンガン脈が存在する。いずれも深部の石英帯は金・銀・銅・鉛・亜鉛等の鉍石を含有している。

⑤鉍脈の上部から下部まで露出しているラ・デセアーダ鉍脈の化学分析の結果、上部（外側部）には金・（銅）、鉛、砒素およびアンチモンの異常が現れ、深部に向かい金・銀・銅・鉛・亜鉛の値が上昇する傾向があることが判明した。中期中新世以前の火山岩が分布する地区の鉍床探査には、脈質と併せて検討すれば鉍化帯に占める位置が推定でき、良い指針となる。

⑥流体包有物の均質化温度と塩濃度は鉱床により差が認められ、鉱液に差があることが推察された。ラ・デセアーダ鉱脈のように低温を示す鉱脈ではさらに深部に期待が持てる。

⑦今回の調査では、石英（玉髓）一重晶石脈が深部で（ポリヴィア型？）多金属鉱床に移行するかどうかは、試錐探鉱がチュルカニ地区以外では実施されなかったので十分には解明されていない。さらに、比較的古い火山岩類が分布する地区の鉱徴部では、硫化脈は確認されていないことから、西アンデスおよびアルチプラーノの一部の鉱化作用は東部のポリヴィア型多金属鉱化作用とは若干異なる可能性も考えられる。

⑧斑岩型鉱床については存在を確定する積極的な示徴を確認できなかった。

主要な地区の結論は以下の通り。

#### トラキリ地区

トラキリ鉱床の北西方に多数のマンガン主体の脈群を確認した。しかし大部分脈幅数十センチ以下の小規模で、網状脈や鉱染状の鉱化作用は確認されていない。

この二酸化マンガン脈の下部は銀・鉛・亜鉛・銅に移行すると推察されるが、大規模採掘可能な鉱床の期待は薄い。

#### チュルカニ地区

チュルカニ火山は中央部が浸食により削剥され、閃緑岩の貫入岩が露出した単一の成層火山と解釈される。貫入岩は変質鉱物分布から熱水作用の中心と考えられ、この貫入岩の露出地点と局部的な熱水活動の上昇口で実施された2本の試錐結果では、優勢な熱水変質帯を捕捉したが、顕著な鉱化作用は確認されていない。

依然 MJB0-2 孔の南東部に浅所の貫入岩の活動に関係する浅熱水性金鉱床賦存の可能性が残されているが、火山が単一の成層火山と解釈されることや地表の金地化学異常が深部で優勢でなかったことから金鉱化作用が全体に弱かった可能性が考えられる。

#### ソニア〜スサーナ地区

ハンコ・コジュ区域の火山岩の形成時期は、後期漸新世〜前期中新世ではなく、中期中新世よ

り新しい可能性がある。中央部に貫入岩体が存在し、南部に多数の含鉛・亜鉛・重晶石-石英脈が、また、北部に褐鉄鉱脈が確認された。浅所の半深成岩貫入活動に関する浅熱水性銀・鉛・亜鉛・銅鉱床と考えられる。鉱脈はいずれも連続性が悪く規模的に小さく、大規模鉱床は期待できない。

サンタ・カタリーナ区域では、モリブデナイトが確認された以外には斑岩型鉱化作用の存在を示唆する積極的な示徴を確認できなかった。

### カロールノ地区

本地区に広く分布する熱水変質帯は変質帯の最上部（最外側）に位置するものと考えられる。

南東部の Rio Agua Milagro に沿って分布する針鉄鉱を主体とするゴッサン部の周辺では、低硫化系浅熱水性鉱床の賦存の可能性が考えられる。

また北部では、一部熱水変質帯が強酸性溶液から生成した可能性が考えられ、高硫化系浅熱水性鉱化作用または浅所の火山岩の活動に関する浅熱水性金・銀・鉛・亜鉛鉱化作用が期待される。

極めて膨大な熱水が循環しており、熱水角礫岩の分布域も広いことから存在すれば大規模鉱床が期待されるが、地化学異常にまとまりがなく鉱化作用が弱いか存在しても深い可能性も考えられる。

### メンドーサ地区

カンチャ山では浅所の火山岩の活動に関する浅熱水性金・銀・鉛・亜鉛鉱化作用が考えられる。年代測定結果では、熱水変質時期が少なくとも2時期存在していることを示唆している。しかし、地化学異常が弱く分散し、鉱化作用が弱いか鉱床が存在しても深い可能性がある。

ラ・デセアーダ鉱床は浅所の火山岩の活動に関する浅熱水性金・銀・鉛・亜鉛鉱床とされる。Co. Mokho の地化学異常部の下部にはラ・デセアーダと類似の鉱床の存在が期待でき、さらにラ・デセアーダ鉱山から変質帯が連続していることから、鉱化作用も連続している可能性が高い。

グァダルッペ鉱山の坑口のズリから採取された硫砒銅鉱は高硫化系浅熱水鉱床の存在を示唆し、硫砒銅鉱-黄鉄鉱の鉱石が角礫化していること等から、2時期の熱水活動が推定できる。

チョルカ山～イラヌタ地区では、イラヌタで多数の鉛・亜鉛脈が確認され、この鉱化作用は北部の流紋岩質貫入岩に由来する半深成岩貫入活動に関する浅熱水性鉛・亜鉛鉱化作用に相当すると推察され、チョルカ山の鉱化作用とは別と考えられる。これらの脈は浅熱水鉱床として

は比較的深部が露出しているものと解釈され、規模的にも大規模鉱床は期待できない。

チョルカ山北斜面に認められた酸性変質部には高硫化系金・銅鉱化作用が考えられる。

優勢な熱水活動を併せて考えるとチョルカ山直下には貫入岩の存在が推定され、貫入岩頂部付近には浅所の半深成岩貫入活動に関係する浅熱水性金・銀鉱床賦存の可能性はある。しかし、チョルカ山が単一火山であることを考慮すると規模的に小さい可能性がある。

### パニソ地区

パニソ区域には、多数の地化学異常部が存在する。鉱化作用は、浅熱水性の金-銀-鉛-亜鉛鉱化作用や高硫化系浅熱水性金・銀・銅鉱化作用が期待される。

変質年代が中期中新世後期を示したことから、比較的浸食を被っているものと思われ、地化学異常が比較的強いことから、下部の余り深くない箇所に鉱床賦存の可能性はある。

### サイリカ地区

プラスマル鉱山の鉱化作用は浅所の火山岩の活動に関係する浅熱水性金・銀・鉛・亜鉛鉱化作用に相当し、高硫化系金・銀（銅）鉱化作用が重複している可能性がある。地表で広く変質帯が分布し、地化学異常を顕著に示すことから、深部に鉱床賦存の可能性はある。

## 第2章 将来への提言

今年度までの調査で、地質的データが蓄積され、地質的理解も深まったが、顕著な鉱化示徴は確認できなかった。したがって現時点では調査を継続する積極的な結果が得られていない。しかしながら、将来、オルロ・ウユニ地域を含む西アンデスの金属鉱床を再評価する場合、以下の点に留意することを提言する。

### (1) 浅熱水性金属鉱床探査における提言

広範囲なエリアからの探査対象の絞り込みには、熱水変質帯を抽出する必要がある、それには衛星画像解析が有効である。また、抽出された熱水変質帯中から鉱床賦存の可能性のある箇所を絞り込むには、地化学探査が有効である。

上記により絞り込まれた区域について以下の点に留意して調査を実施することを提言する。

地質調査にあたっては

- ① 運鉱岩(ore bringer) (ドームや貫入岩) の存在する箇所
- ② 熱水(鉱化流体) の通路(割れ目, 熱水角礫岩や角礫パイプ) が存在する箇所
- ③ 熱水の供給が繰り返し行われた箇所(成層火山より複合火山, 古い火山岩(変質作用) と新しい火山岩(変質作用) が重複する箇所)

を十分に把握すること

さらに室内研究にあたっては

- ① 削剥レベルの検討(年代測定, 流体包有物の均質化温度, 地化学異常および変質鉱物等)
- ② 鉱化帯中に占める位置の検討(変質鉱物, 地化学異常, 脈質)

を十分に行うことが望ましい。

上記調査で絞りこまれたポテンシャルの高い地区についてはさらに地下深部の地質構造や鉱化作用を推定するために物理探査やボーリング探鉱を実施することが望ましい。

### (2) 斑岩型鉱床の探査における提言

チリの斑岩銅鉱床の生成年代は西から東へと若くなっていく傾向がみられる。したがってボリヴィア西アンデスの火山岩類分布域には斑岩銅鉱床存在の可能性がある。しかし若い火山では斑岩銅鉱床が存在してもかなり深部になると予想される。このため基礎データとして西アンデスの火山層序(特に絶対年代)の確立が望まれる。この火山層序の確立は、(1)で述べた浅熱水鉱床の探鉱においても重要である。