

メキシコ合衆国サクアルパン地域  
資源開発協力基礎調査報告書  
(第1年次)

平成14年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

## は し が き

日本国政府はメキシコ合衆国の要請に応え、同国の中西部に位置するサクアルパン地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査・地化学探査・物理探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び地質資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は平成13年度を第1年次とし、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して平成14年1月31日から平成14年3月12日まで現地に派遣した。

現地調査は、メキシコ合衆国政府機関、エネルギー鉱山国営企業省鉱物資源局(CONSEJO DE RECURSOS MINERALES)の協力を得て予定通り完了した。

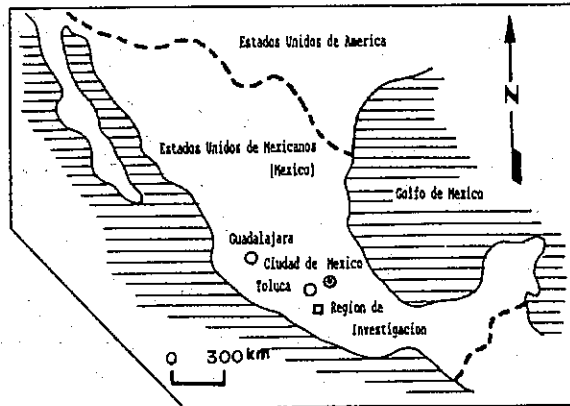
本報告書は、本年次の調査結果を取りまとめたもので最終報告書の一部となるものである。

終わりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたメキシコ合衆国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、在メキシコ合衆国大使館及び関係各位に衷心より感謝の意を表するものである。

平成14年3月

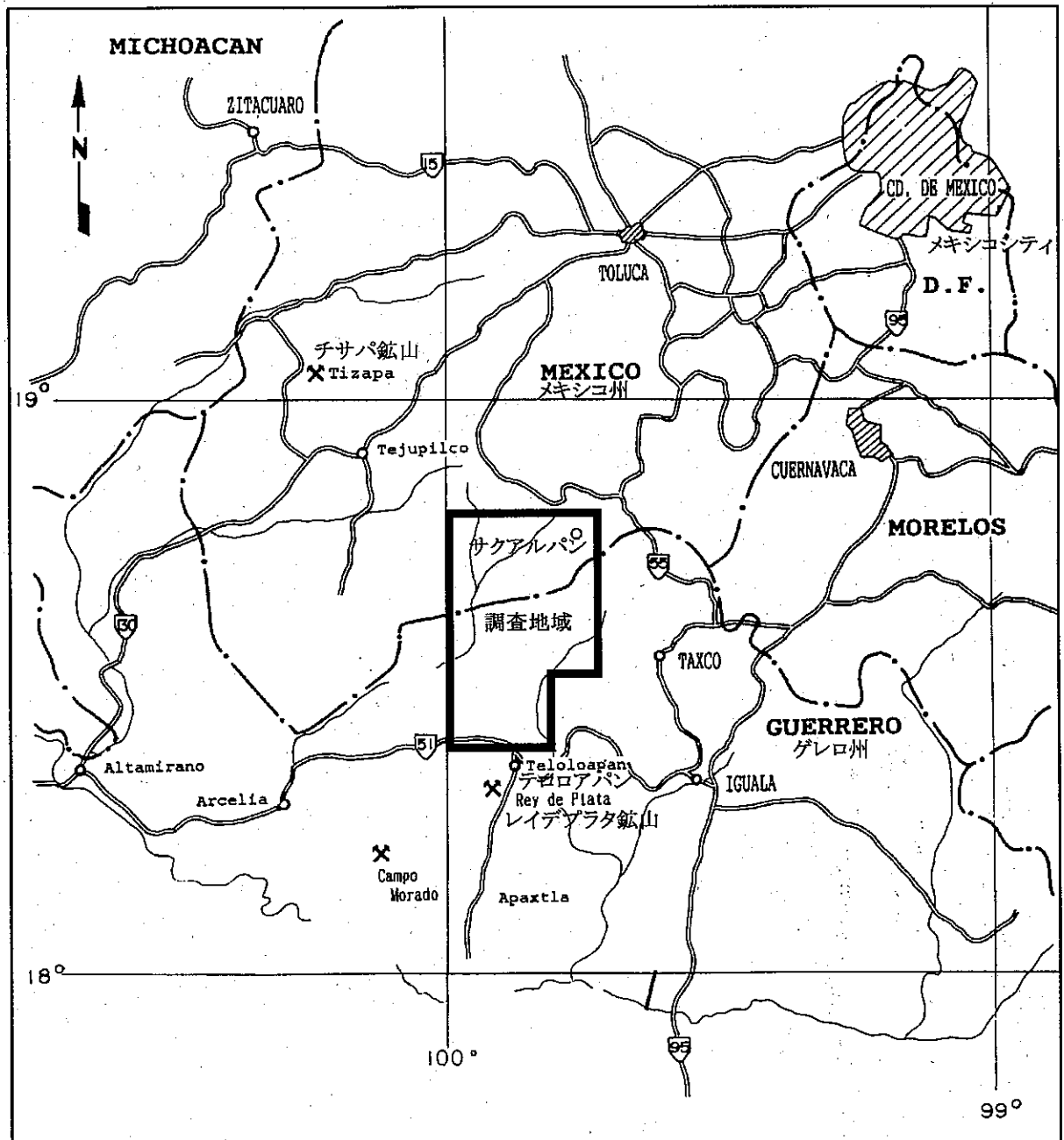
国際協力事業団  
総裁 川上隆朗

金属鉱業事業団  
理事長 松田憲和



Leyenda

- CAPITAL
- CIUDAD, POBLADO
- == CARRETERAS PRINCIPALES
- ⑤ NUMERO DE CARRETERA
- REGION DE EXPLORACION



第1図 調査地域位置図

## 要 約

本調査は、メキシコ合衆国サクアルパン地域を対象とし、地質状況及び鉱床賦存状況の調査・解析を通じ、火山性塊状硫化物鉱床をはじめとする金・銀・銅・鉛・亜鉛などの鉱床賦存有望地区を抽出すること、また、相手国関係機関に対して技術移転を図ることを目的として実施された。

第1年次の調査として、調査地域全体を対象とした地質概査(ルート長 500km)と既存ボーリングコア(コア長 4,000m)の地質記載を行った。

その結果、調査地域の地質は、ゲレロテレーンを構成するテフピルコ片岩、ビジャアヤラ層、アカペトラワヤ層、石灰質堆積岩類、ミステコテレーンを構成するモレロス層、これらを覆う新生代のバルサス層、ティルサポトラ流紋岩層、貫入岩類で構成され、ゲレロテレーンを構成する地層には著しい変形作用が存在することが明らかとなった。

鉱化作用は塊状硫化物型と鉱脈型が存在する。塊状硫化物鉱床はゲレロテレーン中でビジャアヤラ層の緑色火山岩類の活動末期に形成されたことが明らかとなり、鉱床胚胎層準が特定できた。この末期の火山活動は、下盤緑色火山岩類に比べやや酸性で堆積岩と互層(鉱床上盤)を形成するような地質環境で生じたと考えられた。既存の鉱徴地のうちマントリコ、トラニルパ、カピレ、アウロラ、アスラケス地区などではすべてこのような地質環境の中に含まれる。しかし、激しい変形作用のためこの部分の詳細な地質構造は不明である。特に、ボーリングの実施されていない上盤分布域西部については、鉱床胚胎層準の連続性に関するデータが不足している。

鉱脈型鉱床は銀、鉛、亜鉛を主とするもので、スペイン統治時代からサクアルパン付近では数多くの鉱床が開発されてきており、現在も小規模に稼働されている。しかし、これら鉱脈型鉱床は規模が小さく、この先経済性の高い鉱脈鉱床が発見される可能性は低いと考えられた。

以上の調査結果を踏まえ、第2年次調査として以下の提案を行う。

1. 鉱床胚胎層準の連続性と地質構造・地化学特性を明らかにするため、上盤火山岩類と堆積岩の互層分布域を対象にした地質精査と地化学探査。
2. 鉱床層準の分布深度、地下での鉱化・変質状況等を明らかにするため、上盤分布域での地質構造ボーリング調査。

# 目 次

はしがき

位置図

要約

## 第 部 総論

第1章 序論	1
1 - 1 調査の経緯および目的	1
1 - 2 調査内容	1
1 - 3 調査団の編成	1
1 - 4 調査期間	3
第2章 調査地域の地理	4
2 - 1 位置および交通	4
2 - 2 地形、気候および植生	4
2 - 3 基盤整備状況	5
第3章 調査地域の既存地質概要	6
3 - 1 既往調査概要	6
3 - 2 地質概要	6
3 - 3 調査地域の鉱業史	12
第4章 調査結果の総合検討	13
4 - 1 地質構造、鉱化作用の特徴	13
4 - 2 鉱床賦存のポテンシャル	14
第5章 結論および提言	15
5 - 1 結論	15
5 - 2 第2年次調査への提言	16

## 第 部 各論

第1章 地質調査	17
1 - 1 調査方法	17
1 - 2 調査結果	17
1 . 地質層序	17

2 . 地質構造	31
3 . 鉱化・変質	31
第2章 既存ボーリングコア調査	38
2 - 1 調査方法	38
2 - 2 調査結果	38
第3章 総合解析	48
3 - 1 地質構造	48
3 - 2 鉱化・変質作用	49
第 部 結論および提言	
第1章 結論	53
第2章 第2年次調査への提言	55
参考文献	57
付図	

## 図一覧

### 第1図 調査地域位置図

第 - 3 - 1 図	既存調査模式層序図	7
第 - 3 - 2 図	既存調査地質図	9-10
第 - 1 - 1 図	地質図	19-20
第 - 1 - 2 図	地質断面図	21-22
第 - 1 - 3 図	試料採取地点位置図	23-24
第 - 1 - 4 図	地質模式層序図	25
第 - 1 - 5 図	鉱徴地位置図	33-34
第 - 1 - 6 図	Aurora - 鉱化露頭図	36
第 - 2 - 1 図	既存ボーリング実施位置図	41
第 - 2 - 2 図	ボーリング柱状図凡例	42
第 - 2 - 3 図	ボーリング柱状図(Los Mantos ~ Tlanilpa)	43
第 - 2 - 4 図	ボーリング柱状図(Capire)	44
第 - 2 - 5 図	ボーリング柱状図(Aurora)	45
第 - 2 - 6 図	ボーリング柱状図(Guadalupe ~ Cruz Blanca)	46
第 - 2 - 7 図	ボーリング柱状図(Velixtla ~ San Carlos ~ Yerbabuena)	47
第 - 3 - 1 図	総合解析図	51

## 表一覧

第 - 1 - 1 表	試料採取地点一覧表	26
第 - 2 - 1 表	調査ボーリング一覧表	38

# 第 部



## 第 部 総論

### 第1章 序論

#### 1 - 1 調査の経緯および目的

本調査対象地域となったメキシコ合衆国サクアルパン地域は、日本の黒鉱鉱床に類似した多金属元素を含む塊状硫化物鉱床の賦存ポテンシャルの高い地域であり、鉱物資源局（Consejo de Recursos Minerales、以下 CRM とする）による鉱床調査が精力的に進められてきた地域である。この地域に対してメキシコ合衆国政府は、資源開発協力基礎調査を日本国政府に要請してきた。日本国政府はこの要請に応じて、当地域において地質状況及び鉱床賦存状況の調査・解析を通じ、火山性塊状硫化物鉱床をはじめとする金・銀・銅・鉛・亜鉛などの鉱床賦存有望地区を抽出することを目的とした調査を実施するとともに相手国関係機関に対して技術移転を図った。

#### 1 - 2 調査内容

調査地域は第 1 図に示すとおり、次の各点に囲まれた面積約 1,100km<sup>2</sup> の地域である。

北西端：経度 北緯 18° 45 00 ，経度 西経 100° 00 00

北東端：経度 北緯 18° 45 00 ，経度 西経 99° 45 00

南東端：経度 北緯 18° 30 00 ，経度 西経 99° 45 00

南東端：経度 北緯 18° 30 00 ，経度 西経 99° 47 00

南東端：経度 北緯 18° 23 00 ，経度 西経 99° 47 00

南西端：経度 北緯 18° 23 00 ，経度 西経 100° 00 00

調査内容及び数量は下表のとおりである。

調査内容	数量	対象
地質概査	500km(ルート長)	1,100km <sup>2</sup> (全域)
コア調査	4,000m (コア長)	既存ボーリングコア

#### 1 - 3 調査団の編成

本プロジェクト推進のための調査計画、協定締結の折衝および現地調査に参加した調査団員は次のとおりである。

調査計画および折衝

日本側

杉内直敏 金属鉱業事業団 理事  
中村 仁 経済産業省鉱物資源課探鉱開発一係長  
長谷尚武 国際協力事業団鉱工業開発調査部資源開発調査課課長代理  
霜鳥 洋 金属鉱業事業団海外調査課調査役  
鳥澤由利 金属鉱業事業団海外調査課  
伊藤正義 金属鉱業事業団メキシコシティ事務所長  
桜井英光 国際協力事業団メキシコ事務所次長

メキシコ合衆国側

Dr. Francisco Escandon Valle 鉱物資源局局长  
Ing. Enrique Gómez de la Rosa 鉱物資源局探査部長  
Dr. Francisco Querol Suñe 鉱山省  
Ing. Raul Morales Garcia 鉱物資源局探査技術副部长  
Ing. Felix Ubaldo Alarcón López 鉱物資源局探査課長

現地調査団

日本側

藤原茂久 調査団長・地質、同和工営株式会社  
植田和幸 地質、同和工営株式会社  
土肥直之 地質、同和工営株式会社  
齊藤 晃 地質、同和工営株式会社  
鈴木理裕 地質、同和工営株式会社

メキシコ合衆国側

Ing. Felix Ubaldo Alarcón López 鉱物資源局  
Ing. Gerardo Mercado Pineda 鉱物資源局  
Ing. Diego Edgar Cruz López 鉱物資源局  
Ing. Oniver Cruz Lemus 鉱物資源局  
Ing. Enrique Ontiveros Escobedo 鉱物資源局

Ing.Arturo Ruiz Ortiz

鉱物資源局

現地指導監督

伊藤 正 金属鉱業事業団調査事業部次長

伊藤 正義 金属鉱業事業団メキシコシティ事務所長

#### 1 - 4 調査期間

現地調査は下記の工程で実施された。

現地滞在期間 2002年1月31日 ~ 2002年3月12日

現地調査期間 2002年2月6日 ~ 2002年3月1日

現地解析期間 2002年3月2日 ~ 2002年3月8日

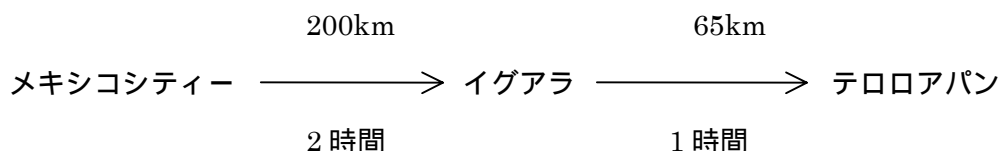
## 第2章 調査地域の地理

### 2 - 1 位置および交通

サクアルパン (Zacualpan) 地域は、メキシコシティの南西に位置し、ゲレロ (Guerrero) 州及びメキシコ州に含まれる。調査地域内の主な集落は、サクアルパン、イスカテオパン (Ixcateopan)、イスカプサルコ (Ixcapuzalco) であり、調査地域からはずれるが、南にはテロロアパン (Teloloapan, 人口 16,000) があり調査地域とその周辺では最大の集落である。調査のベースはテロロアパンとサクアルパンに置いた。調査地以内はこれら4町村の行政区画に分かれている。

メキシコシティからテロロアパンへは、車両によりイグアラ (Iguala) を経由 (高速道路) して約3時間で到達可能である。また、サクアルパンへはトルーカ (Toluca) を経由して約3時間で到達可能である。

経路図を次に示した。



テロロアパンからイスカプサルコへは国道51号線から分岐した舗装道路が通じている。また北東の地域外からサクアルパンまでと、東部の地域外からイスカテオパンまでは舗装道路が通じている。これ以外の調査地域内の道路状況は各集落を結ぶ未舗装道が発達している。しかしこれらは雨期に通行困難となるところが多い。

### 2 - 2 地形、気候および植生

調査地域はメキシコの地形学的 (figiografic) 分類では、シエラマドレ・デル・スル (Sierra Madre del Sur, Raiz 1959) に属する。また新期火山軸に近接した、バルサス (Balsas) - メスカラ (Mexcala) 盆地のサブプロビンスに含まれる。

地形は北部で標高が高く急峻でV字谷が発達するが、南部程標高が低くなり地形もなだらかとなる傾向がある。標高は西端のスルテペック (Sultepec) 川で700mと最も低く、最高はサクアルパン南方のセロ・テンタシオン (Cerro Tentación) で2,710mである。

水系はセロ・テンタシオンを分水嶺として3水系に分かれる。スルテペック川水系は地域の約6割を占め、地域の西部で分水嶺から南西方向に向かって流下する河川を主とする。

ロス・サビナス (Los Sabinas) 川水系は、地域の南東を占め、南～南東に流下する河川を主とする。サンホセ (San Jose) 川水系は地域北東端で 1 割弱の面積を占める。分水嶺から東へ流下する河川を主とする。これら水系はいずれもバルサス川の支流を構成している。

気候的には熱帯～亜熱帯性であり、雨期は 6 月末～10 月、乾期は 11 月～5 月である。年平均降雨量は 1,100mm～1,400mm、平均気温は地区により異なるがサクアルパンでは 18 である。

植生は、標高の低い部分 (1,800m 以下) で高さ 2m 程に成長する雑草が多くみられるが、部分的にトウモロコシ畑等の耕地となっている。高地では松、樺等の林がまばらに分布する。

### 2 - 3 基盤整備状況

調査のベースとしたテロロアパンでは、電気・通信・医療施設は完備されている。銀行は主要銀行 2 行があり、ガソリンスタンドも国道 51 号沿いに 3 箇所営業している。その他の地域内の集落では、電気と通信施設はあるが銀行・ガソリンスタンドは存在しない。通信施設は大きな集落以外でも、衛星通信電話施設が比較的多くみかけられ、また、携帯電話は、大部分の道路沿いや尾根部では利用可能である。

地域内の道路網の発達は良いが、ほとんどが未舗装道路であり、降雨時には通行困難となるところが多い。特に 7、8 月の雨期には主要な道路を除き道路が寸断される可能性が高い。

### 第3章 調査地域の既存地質概要

#### 3 - 1 既往調査概要

調査地域を含む広域的な地質構造調査は Fries (1960) を始めとして De Cserna (1965,1978)、Campa et al., (1974) 等によって地質的な枠組みが組み立てられた。特に Campa et al., (1974,1978,1979) ではイスタパン・デラ・サル地域の火山堆積岩類の記載を通じ、Tierra Caliente と命名した地域の構造発達史のモデルを提案した。また、メキシコ全土の地質構造帯区分は Coney and Campa(1987) または Sedlok et al.,(1993) によって提案されている。Coney and Campa(1987) によれば、本地域は Guerrero Terrene と Mixteco Terrene の境界部に相当する。

火山性堆積岩類に対しては、De Cserna and Fries(1983)、Guerrero et al., (1990, 1991, 1993)、Elías and Sanchez (1992) によってより詳細な層序と構造発達史が明らかにされている。

調査地域の火山性堆積岩類に胚胎される塊状硫化物鉱床を対象とした調査は、Eje Neovolcanico プロジェクトの一環として CRM によって 1979 年からトラニルパ - ママトラ - アスラケス地域を対象に開始され、その後バレーゴールド社による探鉱が 1994 ~ 1998 年まで行われた。

#### 3 - 2 地質概要

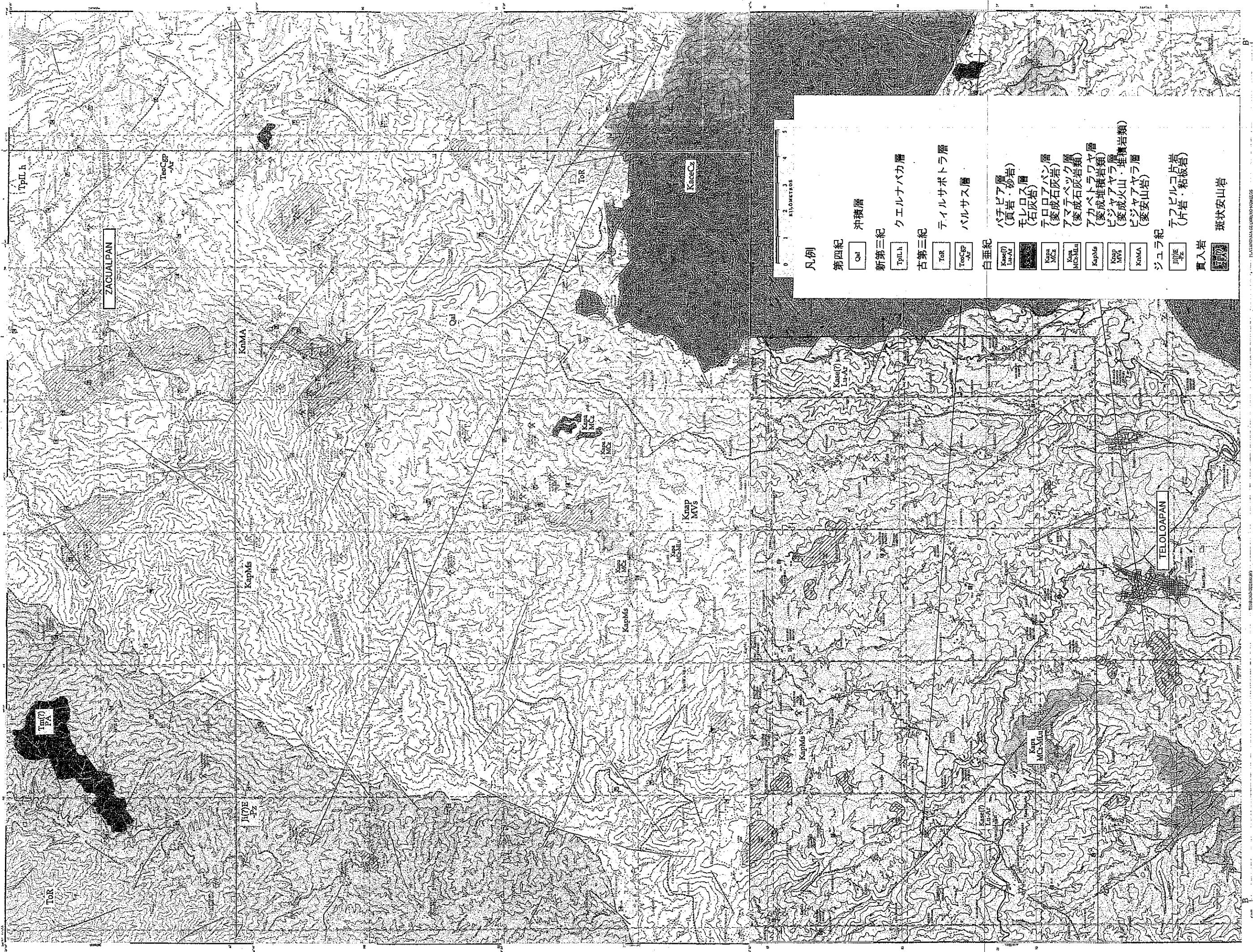
調査地域の地質は CRM の 1/5 万地質・鉱床図幅テロロアパンおよびピルカヤ(Serratos et al.,1999) または、CRM の 1/25 万地質にまとめられている。第 3 - 1 図、第 3 - 2 図に既存の模式柱状図と地質図を示す。

広域的なメキシコの地質構造区分によると、調査地域はゲレロテレーンの一部を構成するテロロアパンテレーンが大部分を占め、東部でミステコテレーンを含む。

テロロアパンテレーン側の層序は、下位からテフピルコ (Tejupilco) 片岩、ビジャアヤラ (Villa Ayala) 層 (変成火山・堆積岩類を含む)、アカペトラワヤ (Acapetlahuaya) 層、同時異相の関係にあるアマテペック (Amatepec) 層、これを覆うテロロアパン層およびパチビア (Pachivia) 層である。ミステコテレーンではモレロス (Morelos) 層およびメスカラ (Mexcala) 層であり、これらは第三紀のバルサス (Balsas) 層、ティルサポトラ (Tilzapotla) 層、鮮新世のクエルナバカ (Cuernavaca) 層、第四紀の玄武岩や沖積層に不整合に覆われる。

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	COLUMNA T.GUERRERO	COLUMNA T.MIXTECO
CENOZOICO	TERCIARIO	PALEÓGENO	TbR Tilzapotla Fm.	TbR Tilzapotla Fm.
			Teo Cgp·Ar Balsas Fm.	Teo Cgp·Ar Balsas Fm.
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	?	Kto Lu·Ar Mexcala Fm.
			Kase(?) MCz	
			Kase(?) Lu·Ar Pachivia Fm.	
			Kaca Cz Morelos Fm.	
			Kapa MCz·MLu Amatepec Fm.	
		INFERIOR	Kapa MCz Teloloapa Fm.	
			Kapa Ms Acapetlahuaya Fm.	
			Kap(?) MCz	Knap MVa
			Knap MCz	
			Kn MA Villa de Ayala Fm.	
JURÁSICO	SUPERIOR ~ MEDIO	?		
		Ji(?) E·Pz Tejupilco Schist		

第 I - 3 - 1 図 既存調査模式層序図



第 I - 3 - 2 図 既存調査地質図



テフピルコ片岩は Serratos et al., ( 2000 ) がアマテペック図幅の中で使用している。泥質、砂質片岩を主とし、緑色片岩を伴う。

ビジャアヤラ層 ( Guerrero, 1990 ) は、玄武岩～安山岩の溶岩・枕状溶岩・自破碎溶岩の互層やデイサイト～流紋岩の火山砕屑岩などで構成される。本層の年代は明確ではないが白亜紀前期またはジュラ紀後期と考えられる。

アカペトラワヤ層は Guerrero et al., ( 1991 ) によって定義されているが、ビジャアヤラ層と漸移してこれを覆う礫岩・火山砕屑岩・凝灰質泥岩の互層である。

アマテペック層は De Cserna ( 1978 ) によって定義されているが、石灰質堆積物で凝灰質堆積物を伴う。

テロロアパン層は約 3m の化石に富む層を含む石灰岩層である ( Guerrero et al., 1990 )。その年代は白亜紀のアプティアン～アルビアンである。

パチビア層はタービダイト起源の泥質、石灰質、砂質または凝灰質堆積物で構成され白亜紀後期と考えられる。

ミステコテレーンのモレロス層 ( Fries, 1960 ) はアルビアン～セノマニアン年代を示す。下部にチャートの薄層とレンズを伴う層状石灰岩、その上位の化石に富む石灰岩、最上部の成層した石灰岩で構成される。

メスカラ層は白亜紀後期の地層であり、Fries ( 1960 ) により記載され、砂岩、シルト岩、石灰質泥岩を主とする。下位のモレロス層とは漸移する。主な分布域は地域外である。

バルサス層 ( Fries, 1960 ) は第三紀始新世～漸新世の陸成層であり、石灰質礫岩、砂岩、凝灰質シルト岩、石膏などで構成される。

ティルサポトラ層 ( Fries, 1960 ) は、漸新世の地層であり、流紋岩質火山岩類で構成される。

クエルナバカ層は鮮新世の堆積岩類であり、礫岩・砂岩・シルト岩を主とする。

地質構造的には、ゲレロテレーンは白亜紀末～古第三紀前期のララミー変動 ( Salinas et al., 1994 ) を受けて流動変形を示し、同斜褶曲や衝上断層 ( N-S 系 ) が発達し、全体として東フェルゲンツを示す。これに対してミステコテレーンでは流動変形を受けておらず、東から西への圧縮応力を受けたとされ、ゲレロテレーンとは構造的違いが存在する。

ララミー変動以降の変形としては、NW-SE 系の断層群があり、NE-SW 系の引っ張り応力場で形成された可能性があり、サクアルパン付近の鉞脈鉞床はこの断層系に胚胎されている。

### 3 - 3 調査地域の鉱業史

調査地域内では、アスラケス（Azulaquez,塊状硫化物鉱床）地区に対して 1915～1920 年に、私企業による鉱業活動があり、アウロラ（Aurora）カピレ（Capire）サンフランシスコ（San Francisco）グアダルーペ（Guadalupe）クルスブランカ（Cruz Blanca）サンアントニオ（San Antonio）等の鉱床が開発されたとされる（Ochoa et al.,1985）が、鉱量が枯渇したため休山となった。

この地域に対し 1975 年頃には、ペニョーレスによる物理探査とボーリング調査が行われたが、その後ペニョーレスはアスラケス地域からは撤退した。1994 年からはカナダ資本のバレリーゴールド社が当地区の探鉱を行ったが、1998 年には撤退した。

テロロアパンの南西約 10km に位置するレイ・デ・プラタ（Rey de Plata）鉱山では 1946～1949 年の間、ラカンパーナ（La Campaña）社がオープンピット、坑道により主に銀を対象に操業していた。その後 1975 年から 1991 年までペニョーレス社によるボーリング調査（約 24,000m）および坑道探鉱により鉱量約 2,000,000 トンの塊状硫化物鉱床を確認した。その後ペニョーレス社、同和鉱業㈱、住友商事の企業体が 2000 年 10 月から月産 30,000t で操業を開始したが、亜鉛価格の低下から 2001 年 12 月に休山となった。

サクアルパンでは、スペイン統治時代から銀・鉛・亜鉛を主とした鉱脈鉱床が多数開発されてきたが、現在ではクチャーラおよびラ・アラクラン鉱脈の採掘が行われているだけである。現地には選鉱場があり事業主体は El Provenir de Zacualpan S.A. de C.V.であり、350t/日で操業している。

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 地質構造、鉱化作用の特徴

調査地域はメキシコの地質構造区分では大部分がゲレロテレーンに含まれ、東部の一部がミステコテレーンに含まれる。ゲレロテレーン側の地質の特徴は、強く変形した海成堆積物を主とすることである。これに対しミステコテレーンでは石灰岩（モレロス層）を主としており、両者は構造帯（衝上断層）で接している。これらは新生代の陸成堆積物や火山岩類に覆われている。

ゲレロテレーンの海成堆積物は広域的に分布する中位の緑色海底火山岩類（ビジャアヤラ層）によって下位の泥質・砂質堆積岩起源の弱変成岩を主とするテフピルコ片岩と上位の石灰質変成堆積岩類（アカペトラワヤ層・テロロアパン層・パチビア層）に区分される。緑色海底火山岩類（ビジャアヤラ層）の活動によって堆積環境が非石灰質なものから石灰質なものへと変化したことになる。

緑色海底火山岩類（ビジャアヤラ層）の大部分は玄武岩質～安山岩質の溶岩とその水中破砕岩（ハイアロクラスタイト）で構成されるが、その火山活動の末期にやや酸性（酸性安山岩～デイサイト質）の火山活動が生じ、泥質～石灰質堆積岩との互層が形成された。同時に Pb-Zn に富む塊状硫化物鉱化作用も生じたと考えられる。アウロラやカピレなどの細粒硫化物のレンズ状鉱体や孔井で確認された細粒の鉱体は、その堆積構造や周囲に顕著な変質帯を伴わないことから、鉱化作用の中心からは離れたところに堆積または再堆積したと考えられる。

このようなやや酸性の（デイサイト質）火山岩類がまとまって分布するのは、アウロラ地区などであり、局地的な現象ではあるが鉱床探査上重要である。

ゲレロテレーン中に存在するティサバ鉱床では、鉱床近辺に流紋岩～デイサイト質溶岩が分布する。また、レイ・デ・プラタ鉱床では流紋岩～デイサイト質火山岩類中と泥質堆積岩に鉱体が胚胎されている。これら鉱床の胚胎層準は緑色海底火山岩類の上部、石灰質堆積岩類の下位に共通して位置している。

ティサバ鉱床、レイ・デ・プラタ鉱床は鉱床生成後に、広域的な変形作用を数次に亘り受け、鉱体は褶曲により複雑に折りたたまれている。本地域でも同様の変形構造が確認され、地質構造的には非常に複雑になっている。

新生代第三紀以降は、ゲレロテレーンもミステコテレーンも同様の環境にあり、鉱脈型の鉱床が形成された。地域外のタスコ（Taxco）で代表される Ag-Pb-Zn 鉱脈はスペイン

統治時代から稼行され現在に至っていきおり、その延長にあたるサクアルパン地区にかけて鉱脈鉱床帯を形成している。

これらの鉱床は NE-SW 系の水平最小応力場で形成されたと考えられている。したがって NW 系急傾斜の鉱脈群が多く形成されることになるが、この他にも NS 系、NE 系の脈が存在する。

調査地域では北東部のサクアルパン地区で同様の裂罅充填型鉱脈鉱床が稼行されているが、富鉱部は石灰質岩の部分に多い。

#### 4 - 2 鉱床賦存のポテンシャル

グレロテレーンの塊状硫化物型鉱床（ティサバ鉱床、レイ・デ・プラタ鉱床）は緑色火山岩類の上部に形成されているという共通点があり、本地域でも同様の傾向がみられる。

緑色岩中の変質が最も強いのはママトラ地区であるが、鉱床層準からはかなり下位に位置する。

アウロラ地区は下盤の変質は明らかではないが、鉱化作用と同時期の酸性火山岩類や石灰質堆積岩類の発達が見られ、また鉱徴地も存在することから、鉱体が存在する可能性は高いと考えられる。これ以外に分布する塊状硫化物型鉱徴地とされる地区近辺には変質帯や、酸性火山岩類の分布が少ないため探鉱の対象にはならないと考えられる。

鉱脈型鉱床は既に探鉱しつくされた感があり、今後大規模な鉱床が発見される可能性は少ない。

## 第5章 結論および提言

### 5 - 1 結論

本年度の調査は、地質概査（ルート長：500km）と既存ボーリングコア調査（コア長：4,000m）を実施した。

調査地域の地質は下位から、ゲレロテレーンを構成するテフピルコ片岩、ビジャアヤラ層、アカペトラワヤ層・石灰質堆積岩類（テロロアパン層・パチピア層）、ミステコテレーンを構成するモレロス層、新生代のバルサス層、ティルサポトラ流紋岩層および貫入岩類で構成される。

テフピルコ片岩は弱変成の泥質～砂質岩を主体とし少量の緑色片岩を伴う。ビジャアヤラ層は大部分が玄武岩～安山岩類（塊状溶岩、枕状溶岩、自破碎溶岩～ピロープレッチャー、ハイアロクラスタイト）で構成され、上部にやや酸性（酸性安山岩～デイサイト質）の溶岩・凝灰岩類と粘板岩・石灰質堆積岩類の互層が発達する部分を伴う。アカペトラワヤ層は良く成層した粘板岩・砂岩の互層を主とし、砂質凝灰岩または礫岩を伴う。石灰質堆積岩類は黒色の片理の発達した粘板岩を主体とし暗灰色の泥質石灰岩を伴うことが多いが、石灰岩は数センチの薄層やレンズから部分的に発達して幅 1-2km の岩体を形成することがある。モレロス層は、灰黒色～灰白色を呈する塊状石灰岩を主体とする。粘板岩～頁岩の薄層と共に層状に産する場合や、チャートの薄層・レンズ（1～20cm）を伴う。バルサス層は、赤褐色を呈する礫岩を主とする。ティルサポトラ流紋岩層は主に流紋岩～デイサイト質火山碎屑岩類からなる。貫入岩は流紋岩～デイサイト、安山岩がまとまった岩体として分布する

地質構造は、ゲレロテレーンの地層（テフピルコ片岩・ビジャアヤラ層・アカペトラワヤ層・石灰質堆積岩類など）には、白亜紀末～古第三紀初頭のララミー変動の結果と考えられる、強い変形作用（褶曲構造、衝上断層）が認められるがミステコテレーンのモレロス層や新生代の地層中にはこのような変形は認められない。

鉱化作用は塊状硫化物鉱床と第三紀の鉱脈型鉱床に関連したものが存在する。

塊状硫化物鉱床・鉱徴地はアウロラ地区、ママトラ地区に認められるが、ママトラ地区の鉱徴は下盤中の鉱化であり、熱水の上昇域に当たると考えられる。

鉱床層準は、ビジャアヤラ層緑色火山岩類の最上部に位置し、やや酸性の火山岩・泥質～石灰質堆積岩の互層帯と一部で同時堆積し、大部分では覆われていることが判明した。

鉱脈型鉱床はかつてサクアルパン周辺で盛んに稼行されたとされるが、現在は2鉱体が

小規模に稼行されている。既存ボーリングコア中に鉍脈型の鉍化作用を確認したが、本域内に規模の大きい、高品位鉍体が存在する可能性は低いと考えられた。

## 5 - 2 第2年次調査への提言

第1年次調査により、塊状硫化物鉍床の鉍床胚胎層準の分布と胚胎環境が明らかとなった。地質構造的観点からは、鉍床を胚胎する地層は、カルデラ構造のような凹地に堆積したと推定されるが、数次の褶曲・衝上断層等の変形作用を受け詳細は不明である。鉍体と同時に堆積した堆積岩類には、鉍化作用のハローとしてある種の元素(e.g. Pb, Zn, Ba, As)の異常濃集が存在する可能性がある。したがって、2年次調査は鉍化作用の中心により近い部分で、上盤火山岩・堆積岩の互層帯の分布域を中心に、より精度の高い地質調査と岩石地化学探査を行うことにより、鉍床賦存の高い部分を選定することが可能になると考えられる。

また、上盤分布地域内での構造ボーリングを実施することにより、地質状況特に鉍床層準の分布深度と下盤の鉍化・変質状況を明らかにすることが可能となり、地表調査結果と総合的に解析することで、鉍床賦存の評価が可能になると考えられる。

さらにこれらの調査により有望地区が限定された段階でIP法等による物理探査を行うことにより鉍体の規模を確認できる可能性がある。

以上により優先順位の高い順に以下の調査を提言する。

：アウロラ地区など上盤分布域における地質精査ならび岩石地化学探査

：アウロラ地区など上盤分布域における構造ボーリング