

5. 8. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 34 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 26 種類の地質単元がオールドビス系から鮮新統までの堆積岩類や火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、4 種類の地質単元が第四系の未固結堆積物に相当し、3 種類の地質単元がベルム紀、白亜紀～前期第三紀及び中新世に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5. 8. 3 変質帯

本地区の範囲内では 77 箇所の変質帯が判読・抽出された。それらは北西部と南部にやや密集しており、中央部の国境地帯や南東部では散在している。東部に位置する Rio de los Patos 下流域の平坦地～丘陵地では露岩に乏しく、かつ部分的に雲の被覆があるため全く抽出されていない。判読・抽出された変質帯は主として中生代や第三紀に生成した花崗岩質岩類(地質単元 γm , γt)、上部白亜系及び漸新統～中新統の火山岩類(同 Ks, OIMiv)の分布範囲に位置している。全体的に孤立した変質帯が多く、単一で最大規模のものは 5×5km の拡がりをもつ。北西部の変質帯群は巨視的には NNW-SSE 方向に配列しているが、そのほかの地域では特定の配列方向を示していない。

本地区に抽出された 77 箇所の変質帯のうち、変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯としてはチリ側で Guías Toro Bronce(銅鉱床、変質帯番号 AA7031：以下同じ)、Preferida(銀・銅・鉛鉱床、AA7034)、Las Rosas(銅鉱床、AA8002)、Cachiyuyo Grande など(銅鉱床、AA8003)、Los Sapos Sapiola Violeta(マント型銅鉱床、AA8006)、Los Pelambres(ポーフイリーカッパー大規模鉱床、AA8024)、Chiripa など(銀・銅鉱床、AA8034)、Judas Tadeo Dulcinea(銅鉱床、AA8040)、Los Maquis など(銅鉱脈、AA8041)、El Bronce など(浅熱水金鉱床、AA8045)、Los Cristales など(金鉱床、AA8045)、Salinas Magdalena Pililen(銅鉱床、AA8048)が、アルゼンティン側で Calingasta(金・銀・銅鉱脈、鉱染鉱床、AA8020)、El Pachon(ポーフイリーカッパー鉱床、AA8025)、Alcaparrosa(ポーフイリーカッパー鉱床、AA8003)、Santa Elena(堆積性鉛・亜鉛鉱床、AA8003)がある。

5. 8. 4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたりニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

(1) 第四系の未固結堆積物と上部ベルム系などが分布する東部一帯を除く広い地域でリニアメントが抽出された。特に、中央部付近から南部までの範囲で分布密度が高い。

(2) 主要な伸長方向は、山地の構成岩類の構造方向にほぼ一致する N-S~NNW-SSE 方向であり、50km 以上にわたって追跡が可能である。

(3) 主要なりニアメントに斜交または直交するものは、E-W, NW-SE 及び NE-SW の系統に分けられる。これらのりニアメントのうち E-W 方向のものは中央部や南部でやや分布密度が高いが、ほかの方向のものは分散する傾向にあり、主要なりニアメントを切っている場合が多い。

(4) 衝上断層を示すりニアメントは、N-S~NNW-SSE 方向に伸長する 21 本について判定された。それらは主として中央部の国境地帯と北東端部の堆積岩類分布域に発達し、緩いジグザグ状に繰り返して湾曲している。概して連続性に富んでおり、大部分は西側に傾斜している。

5.8.5 褶曲構造・環状構造

本地区の範囲内では層理が発達する堆積岩類の分布が南東部などのごく一部に限られており、背斜と向斜が 1 箇所ずつ抽出されたにすぎない。

一方、中央部の国境地帯全体において大小 33 ヶ所で環状構造または半環状構造が判読・抽出された。それらは主として上部白亜系と中新統~鮮新統の火山岩類(地質単元 Ks と MiPd)や花崗岩質岩類(生成時代は古生代、中生代及び第三紀に分けられる)の分布域に認められた。大部分の構造は直径が 2~4km の範囲内にあるが、最大規模の場合では約 7km ある。花崗岩質岩類中には複式の構造も存在する。

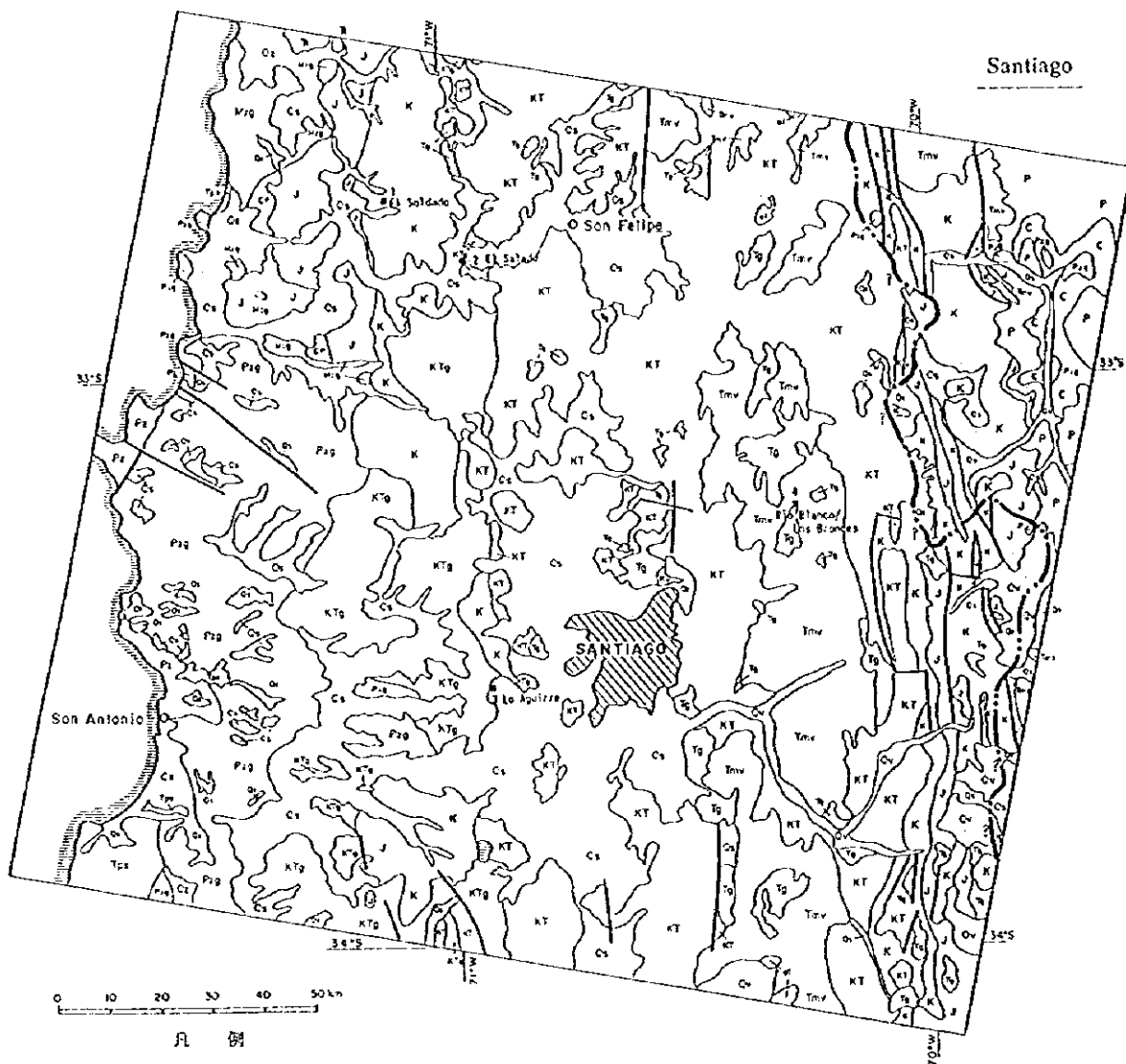
5.9 Santiago 地区

5.9.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 13 ユニットから構成される。それらは石炭系、石炭系~ペルム系、ペルム系、未区分古生界、三疊系、ジュラ系、白亜系、白亜系~第三系、中新世堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世堆積岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類、中生代貫入岩類、中生代~新生代貫入岩類及び新生代貫入岩類の 4 種類が知られている。

- ・石炭系(C)：本系は海成の堆積岩類(砂岩、頁岩、珪岩、礫岩及び珪質の石灰岩)からなり、東端部に分布する。
- ・石炭系~ペルム系(CP)：本系は頁岩、砂岩、礫岩、石灰岩からなり、一部で流紋岩質の火山岩類を伴う。西部海岸地帯に小岩体として分布する。



凡例

- | | | |
|-----|-------|------------------|
| 新生代 | [Ov] | 第四系(火山岩を主体とする地層) |
| | [Os] | 第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| | [Tps] | 鮮新世堆積岩を主体とする地層 |
| | [Tmv] | 中新世火山岩を主体とする地層 |
| | [Tms] | 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| 中生代 | [KT] | 白堊系～第三系 |
| | [K] | 白堊系 |
| | [J] | ジュラ系 |
| | [X] | 三疊系 |
| 古生代 | [P] | ペルム系 |
| | [CP] | 石炭系～ペルム系 |
| | [C] | 石炭系 |
| 貫入岩 | [Pz] | 未区分古生界 |
| | [Tg] | 新生代貫入岩 |
| | [KTg] | 中生代～新生代貫入岩 |
| | [Mg] | 中生代貫入岩 |
| | [Pzg] | 古生代貫入岩 |
- 新層
- 主要鉱床
 1: El Soldado
 2: El Salado
 3: Lo Aguirre
 4: Río Blanco/los Bronces

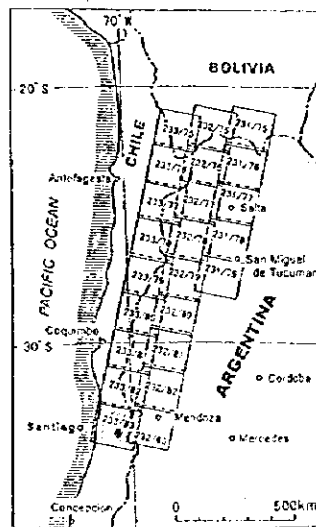


图 33 Santiago 地区地質图

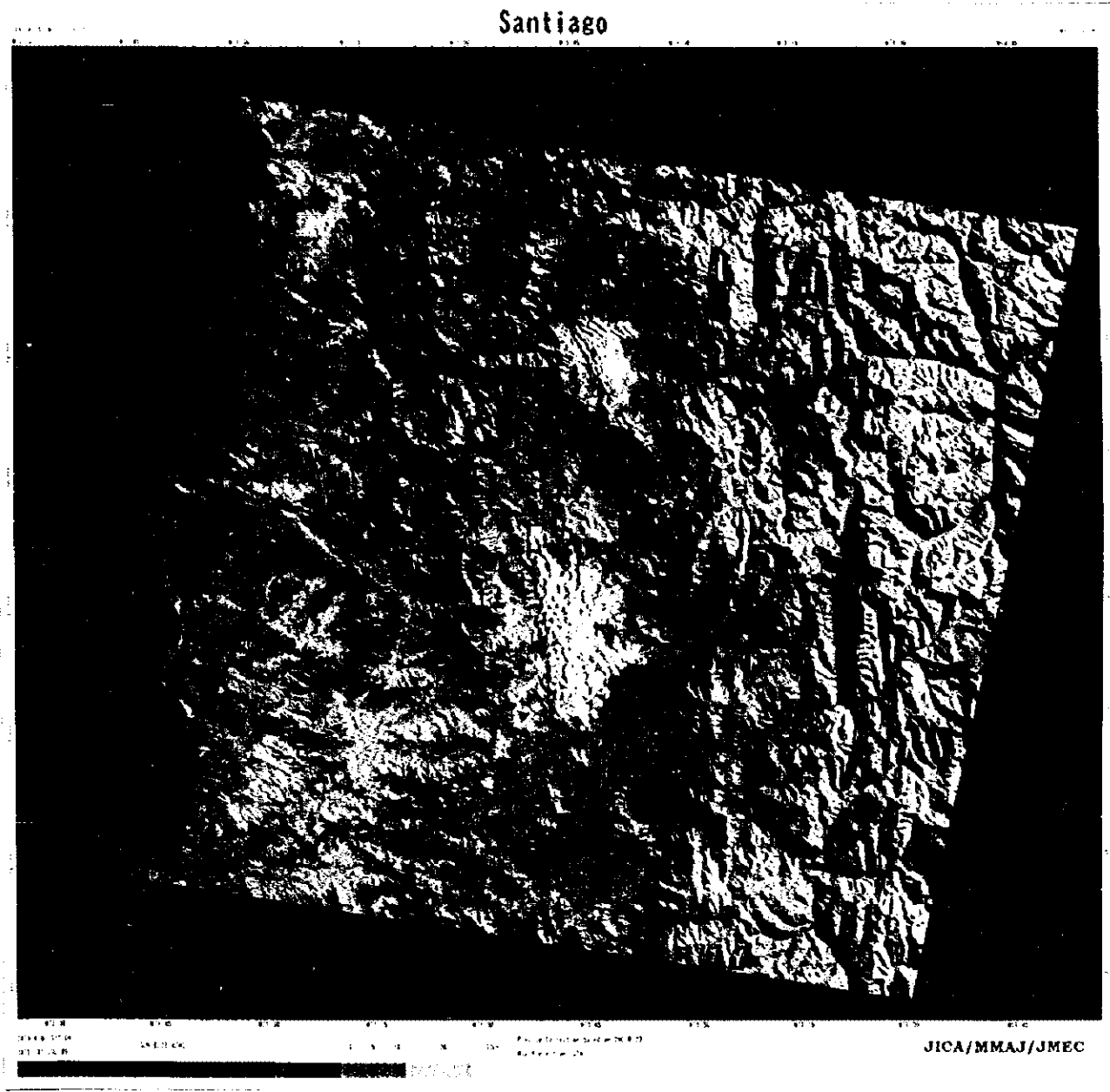


図 34 Santiago 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3/1 4/5 5/2
(Multiplied by First Principal Component)

Santiago



图 35 Santiago 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



- ・ペルム系(P)：本系は流紋岩，石英安山岩，安山岩及びこれらの砕屑岩類からなり，東部に分布する。
- ・未区分古生界(Pz)：本系は，時代未詳の変砂岩，粘板岩，千枚岩，片岩，変塩基性岩，蛇紋岩，片麻岩，角閃岩などからなり，西部の海岸に小岩体として分布する。
- ・三畳系(TR)：本系は海成の砂岩，頁岩，礫岩の堆積岩類と，流紋岩，安山岩及びこれらの砕屑岩類の火山岩類からなる。本系は北西端部に分布する。
- ・ジュラ系(J)：東部のチリ・アルゼンティン国境付近に分布する本系は陸成の礫岩，砂岩，頁岩，石灰岩及び安山岩質の火山砕屑岩類からなる。西部に分布する本系は安山岩質の凝灰岩と溶岩，流紋岩，石英安山岩，粗面岩及び石英安山岩質凝灰岩からなる火山岩類を主とする。
- ・白亜系(K)：東部に分布する本系は海成の砂岩，石灰岩，頁岩，石灰岩などの堆積岩類を主とし，一部で安山岩及び火砕岩類を含む。また，西部に分布する本系は，安山岩質凝灰岩と溶岩，流紋岩，石英安山岩及び粗面岩の火山岩類からなる。
- ・白亜系～第三系(KT)：白亜紀～第三紀の主として火山岩類・火山砕屑岩類が中央部に広く分布する。これらは安山岩，流紋岩，石英安山岩，同質凝灰岩からなり，頁岩，砂岩，石灰岩，礫岩などの薄層を間に挟む。玄武岩(アルカリ玄武岩ないしソレアイト)質集塊岩，角礫岩，凝灰岩などが分布する地域もある。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は砂岩，礫岩，凝灰岩，屑灰岩及び蒸発残留岩からなる。
- ・中新世火山岩類(Tmv)：本岩類は安山岩質火砕岩，安山岩，流紋岩，玄武岩，凝灰岩，溶結凝灰岩からなり，一部で砕屑性堆積岩類を挟む。本岩類は東部に主として分布する。
- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は海成の砂岩，石灰質砂岩，礫岩，シルト岩などの堆積岩類からなり，南西部に分布する。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は河成，湖沼成，氷河成，風成，沖積成，崩積成，ラハールなどの種々の堆積物からなり，北東部の低地を広く被覆する。
- ・第四紀火山岩類(Qv)：本岩類は玄武岩及び火砕岩類からなり，東端部のチリ・アルゼンティン国境付近に分布する。
- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類は主としてペルム紀から三畳紀の花崗岩，花崗閃緑岩及び花崗斑岩からなり，西部の海岸地帯に広く分布する。
- ・中生代貫入岩類(Mzg)：本岩類はジュラ紀のハンレイ岩～花崗岩類からなり，北西部の海岸付近に分布する。
- ・中生代～新生代貫入岩類(KTg)：本岩類は白亜紀～第三紀の酸性から塩基性までの種々の深成岩類～半深成岩類を含み，西部で白亜紀～第三紀火山岩類(KT)と共に分布する。
- ・新生代貫入岩類(Tg)：本岩類は漸新世～中新世の花崗閃緑岩，閃緑岩，モンゾニ岩及びハンレイ岩からなり，東部に分布する。

本地区は西側から海岸山脈構造区，プリンシパル山脈構造区及びフロント山脈構造区

の3つの構造区と、Santiagoを北端とする山間盆地構造区からなる。海岸山脈構造区とプリンシパル山脈構造区はSan Felipe及びSantiagoの西を境界とし、プリンシパル山脈構造区とプレコルディジェラ構造区はチリ・アルゼンティン国境の東側付近を境界とする。

海岸山脈構造区では海岸付近に古生代の片岩類及び片麻岩が分布する。ペルム紀から三疊紀の花崗岩類もSan Antonio北方の海岸付近に広く分布する。ジュラ紀の貫入岩類は北西部の海岸地帯に分布する。San Felipe及びSantiago付近までの内陸部には白亜紀の火山岩類や白亜紀～第三紀の火山岩類及び貫入岩類が広く分布する。本地区では古生代貫入岩類中にNW-SE系の正断層が卓越するが、これらは白亜紀～第三紀の貫入岩類中には認められない。

プリンシパル山脈構造区ではチリ・アルゼンティン国境付近にジュラ紀～白亜紀の堆積岩類が分布し、これらは平行するNNW-SSE系の衝上断層によって帯状に分布する。西部のチリ領内では白亜紀～第三紀の火山岩類が卓越し、Santiagoの東方には中新世火山岩類が分布する。また、新生代貫入岩類は本構造区内に小岩体として多数分布する。

東部のプレコルディジェラ構造区では石炭紀～ペルム紀の堆積岩類が分布し、これらにペルム紀～三疊紀の花崗岩類が貫入している。

山間盆地構造区はSantiagoを北端とする盆地であり、そこから南南東方向に帯状に広がる。本構造区は、わずかに分布する白亜紀～第三紀の火山岩類及び新生代貫入岩類以外、第四紀堆積物によって広く被覆されている。

(2) 鉱床

本地区には中央部付近に多数分布するマント型及び鉱脈型鉱床群と、東部のRio Blanco, Los Bronces鉱床などのポーフイリーカッパー鉱床がある。

マント型の鉱床は中生代(主として白亜紀)の堆積岩類あるいは火山岩類中に胚胎され、鉱体は層準にほぼ平行なものと不規則状のものなどがある。マント型の鉱床の中でも比較的規模の大きなものとして以下のものがある。

・Molle Patagua Las Animas Centinela Blanca Cebada-Rosario(C537)：本鉱床は後期白亜紀の安山岩質の火山砕屑岩類中に胚胎し、鉱体は層準にほぼ調和的である。鉱石鉱物は黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、コペリン及び黄鉄鉱であり、鉱量は18万t(Cu 1.3-1.8%)が予想されている。

・El Soldado(C547)：本鉱床は下部白亜系の石灰岩、凝灰角礫岩及び安山岩中に胚胎する不規則状のマント型鉱床である。鉱石鉱物は輝銅鉱、斑銅鉱及び黄銅鉱であり、鉱量は28.1Mt(Cu 1.9%)が予想されている。

・ La Verde Gutierrez Los Picados El Manzano Florida and Molina El Salado(C559) : 本鉱床は下部白亜系の流紋岩及び溶結凝灰岩中に胚胎する不規則状のマント型鉱床である。鉱石鉱物は斑銅鉱、黄銅鉱及びコペリンである。

・ Lo Aguirre(C618) : 本鉱床は下部白亜系の安山岩中に胚胎する不規則状のマント型あるいはストックワーク型鉱床である。鉱石鉱物は斑銅鉱、ダイジェナイト、輝銅鉱、コペリン及び黄鉄鉱であり、鉱量は 11.1Mt(Cu 2.14%)が予想されている。

・ Las Cuevas(A112) : 本鉱床は Santiago 西方のマント型鉱床群からは離れており、北東部に位置するマント型銅・鉛・亜鉛鉱床である。母岩は、中生代の砂岩、石灰岩、石膏、及び安山岩、斑岩である。鉱床形成年代はジュラ紀と考えられている。鉱石鉱物は斑銅鉱、輝銅鉱、孔雀石、藍銅鉱、脈石鉱物は方解石などである。鉱量は 242,000t で、品位は Cu 1% である。

本地区にはポーフィリーカッパー鉱床として Rio Blanco 及び Los Bronces が分布する。

・ Rio Blanco(C586) : 本鉱床は Santiago の北東約 70km に位置する。地質的には同一の鉱体からなるが、コデルコ社(Rio Blanco 鉱山)と Disputada 社(Los Bronces 鉱山)が開発していることからそれぞれ別の鉱山名で呼ばれることもある。鉱床は中新世の石英モンゾ閃長岩・石英モンゾナイト質のサンフランシスコ・バソリス(12Ma)の東部に位置し、多数の石英粗面岩、石英安山岩、各種角礫岩及び角礫パイプが発達した熱水角礫コンプレックス中の角礫岩中に胚胎する。鉱化変質帯は 12km² に及んでおり、変質はカリ質、珪化、フリック及びプロピライト化などがある。変質年代は 4~5Ma(Sillitoe, 1991)とされている。鉱床全体での埋蔵鉱量は 29 億 t(Cu 0.99%, Mo 0.021%)が予想されている。

5.9.2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 21 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 12 種類の地質単元が未区分古生界や上部ペルム系から鮮新統までの変成岩類、堆積岩類、火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、4 種類の地質単元が第四系の未固結堆積物に相当し、4 種類の地質単元が古生代、中生代及び第三紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5.9.3 変質帯

本地区の範囲内では 7 箇所に変質帯が判読・抽出された。それらは中央部~北部の上

部白亜系(地質単元 Ks)及び中生代と第三紀に生成した花崗岩質岩類(同 γm , γt)の分布域に位置する。平面形態は楕円状であり、長軸方向の長さが 1~2km で規模は小さい。

本地区では、抽出された変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯は知られていない。

5.9.4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたりニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

(1) チリの首都である Santiago が位置する南部の山間盆地を除く広い地域でリニアメントが抽出された。特に、北西部の海岸山脈では 2~4km の密集した間隔で平行配列している。

(2) 主要な伸長方向は、西部~南西部の海岸山脈では NW-SE であり、そのほかの地域では N-S~NNE-SSW である。急峻な山地からなる東部の国境地帯では 50km 以上の長さを有する大規模なものが多数認められ、一部は本地区の範囲外へさらに延びている。

(3) 主要なりニアメントに斜交し、相対的に規模の小さいものの伸長方向は NE-SW であり、Santiago 以北の本地区の北半部で分布密度がやや高い。この方向のリニアメントはしばしば N-S 方向の主要なりニアメントを切っている。

(4) 本地区の範囲内では、衝上断層を示すリニアメントは判定されなかった。

5.9.5 褶曲構造・環状構造

東部の山地を構成するジュラ系や白亜系の堆積岩類の一部ではベディングが発達しているが、山地の大半に冠雪が見られるため褶曲構造を判読・抽出するのは極めて困難である。一方、半環状構造が東端部の白亜系(地質単元 K)分布域で 1箇所抽出された。

5.10 Tupiza 地区

5.10.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 6 ユニットから構成される。それらはオールドビス系、白亜系、未区分新生界、鮮新世火山岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、新生代貫入岩類がある。

・オールドビス系(O)：本系は砂岩、頁岩、シルト岩及び石灰岩の堆積岩類からなり、基底礫

岩を伴う。東半部に広く分布し、ボリビアからアルゼンティンにかけて N-S 方向で帯状に分布する。

- ・白亜系(K)：本系は、砂岩、石灰岩及びシルト岩からなり、基底礫岩を伴う。一部に玄武岩層を挟む。
- ・未区分新生界(CZ)：本界は多源性礫岩からなる。砂岩、頁岩、安山岩の角礫を含み、本地区全体に広く分布する。
- ・鮮新世火山岩類(Tpv)：本岩類は安山岩、石英安山岩の溶岩、凝灰角礫岩からなる。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は沖積成、河川・湖沼成、崩積成の砂礫、砂、シルト、泥などの半固結堆積物からなる。
- ・第四紀火山岩類(Qv)：本岩類は安山岩～石英安山岩の溶岩からなり、成層火山を形成している。
- ・新生代貫入岩類(Tg)：本岩類は、酸性から塩基性までの種々の深成岩類～半深成岩類を含む。本岩類の主体は、花崗閃緑岩、モンソニ岩、アダメロ岩、トーナライトである。

本地区では、ほぼ中央部を N-S 方向ないし NNW-SSE 方向の衝上断層を境界として、2 つの構造区が接する。西半部はプーナ・アルチプラーノ構造区に、東半部はオリエンタル山脈構造区に属する。

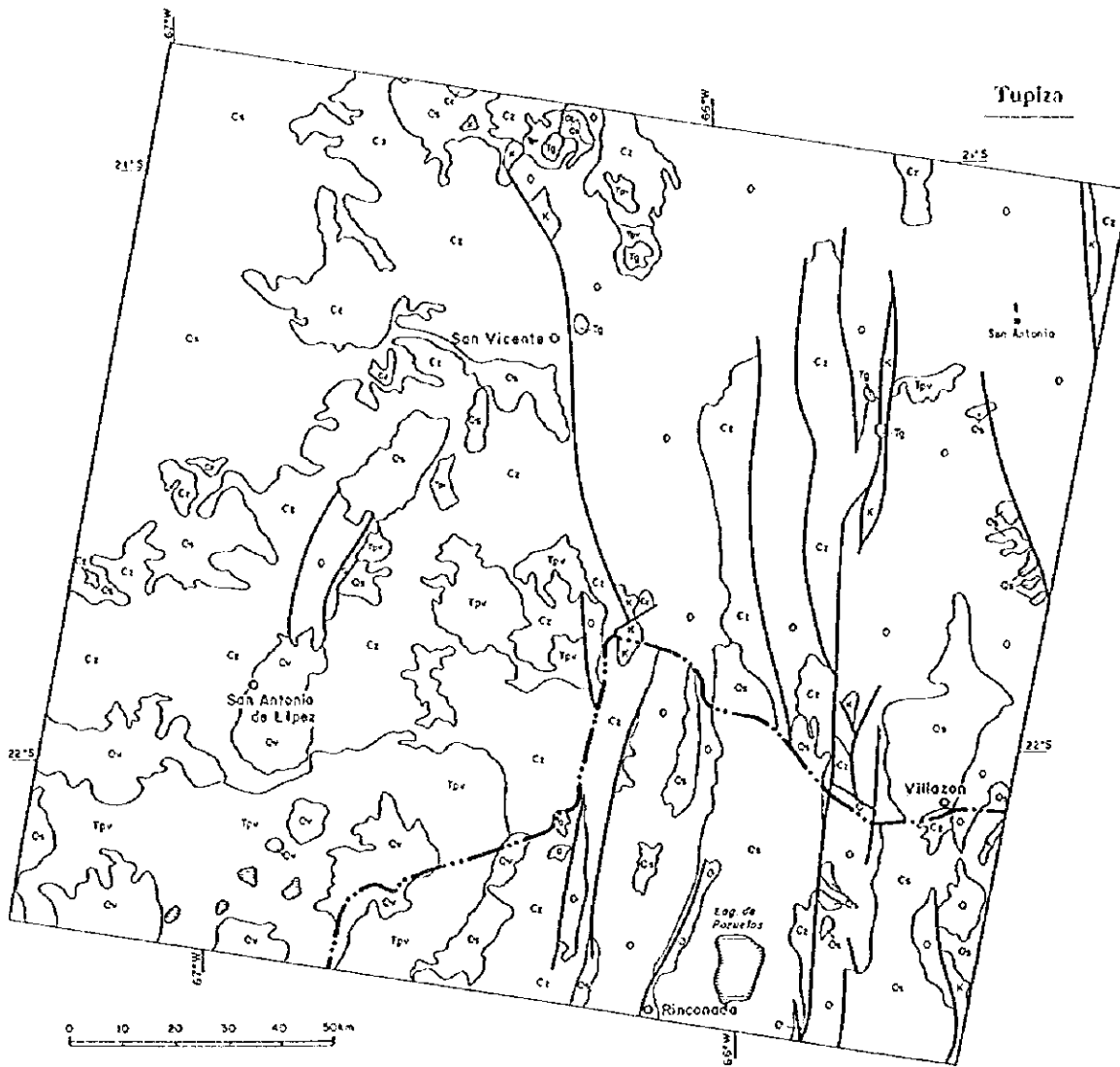
プーナ・アルチプラーノ構造区では一部で断層に切られたブロック状のオルドビス系が分布し、第三紀堆積岩類と鮮新世火山岩類が広く分布する。第四紀堆積物と第四紀火山岩類はこれらを覆って分布する。

オリエンタル山脈構造区ではオルドビス系が広く分布し、第三紀堆積岩類と第四紀堆積物がこれを覆う。第三紀堆積岩類は主に北側のボリビア領内、第四紀堆積物は主に南側のアルゼンティン領内に分布する。N-S 方向ないし NNW-SSE 方向の褶曲構造と衝上断層が多く認められ、地質もこれと平行な帯状の分布を示す。

(2) 鉱床

本地区には約 270 箇所の鉱床が知られている。これらのうちボリビア領内のものが 257 箇所、アルゼンティン領内のものが 15 箇所であり、ボリビア領内、特にオリエンタル山脈構造区に本地区の鉱床の約 80% が分布する。ほとんどの鉱床がオルドビス紀の砂岩、シルト岩、頁岩を母岩とする鉱脈型鉱床である。

本地区に分布する鉱床は鉛・亜鉛鉱床が最も多く、このうちの大半がボリビア領内のオリエンタル山脈構造区に分布する。褶曲構造の発達したオルドビス紀堆積岩が分布する地域に鉱床は多く分布し、その分布は褶曲軸に平行な N-S 方向の配列が認められる。これらの鉱床のうち大規模なものについて、以下に産状を述べる。



- 凡 例
- Qv 第四系(火山岩を主体とする地層)
 - Qs 第四系(堆積岩を主体とする地層)
 - 新生代
 - Tpv 中新世~鮮新世火山岩を主体とする地層
 - Cz 未区分新生界
 - 中生代 — K 白亜系
 - 古生代 — O オルドビス系
 - 貫入岩 — Tg 白亜紀~第三紀貫入岩
 - 断層
 - 主要鉱床
1: San Antonio

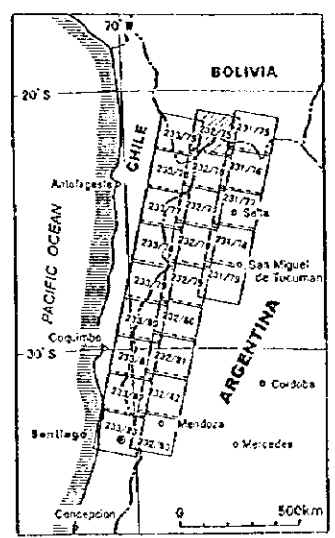


図 36 Tupiza 地区地質図

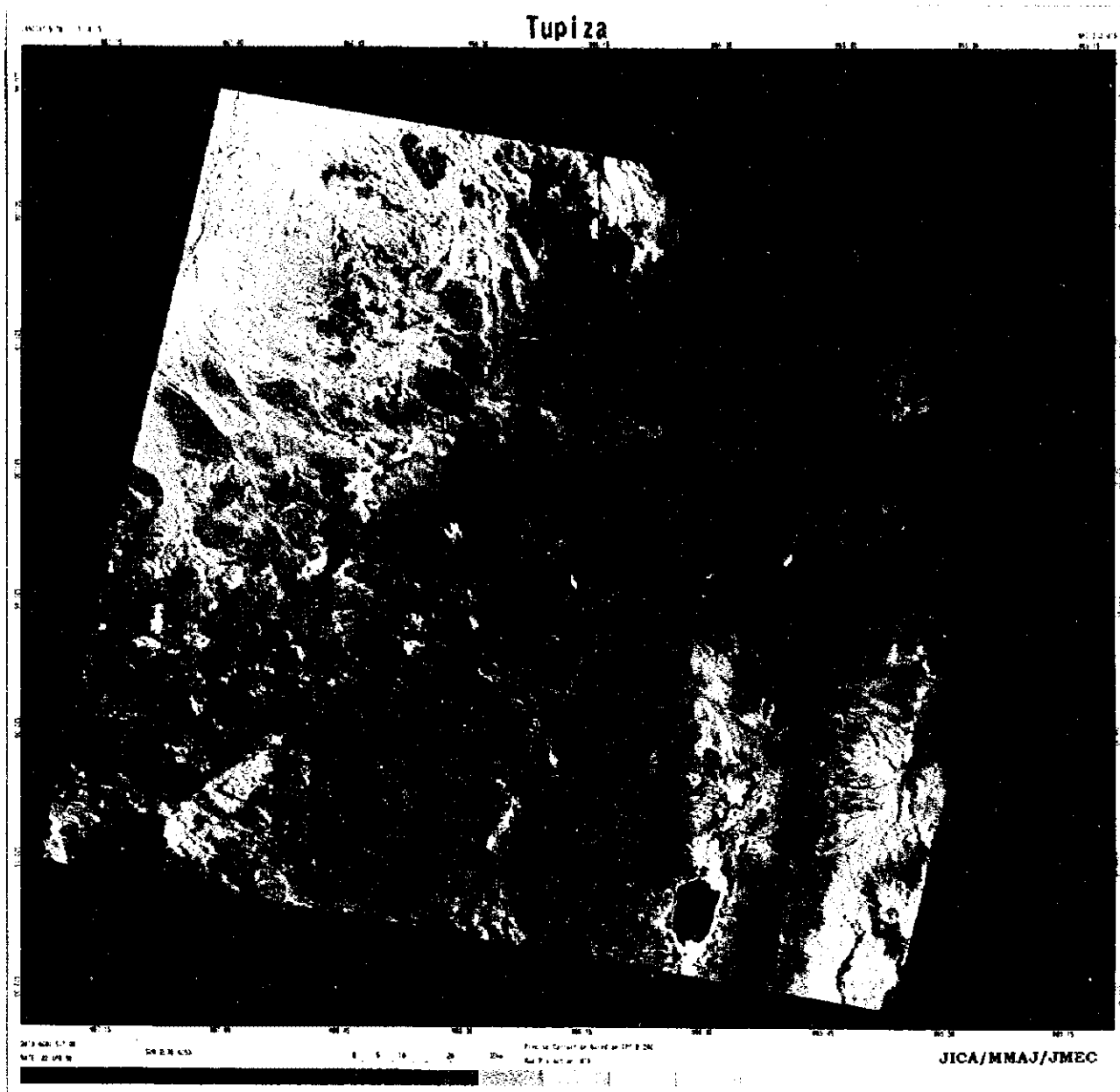


図 37 Tupiza 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



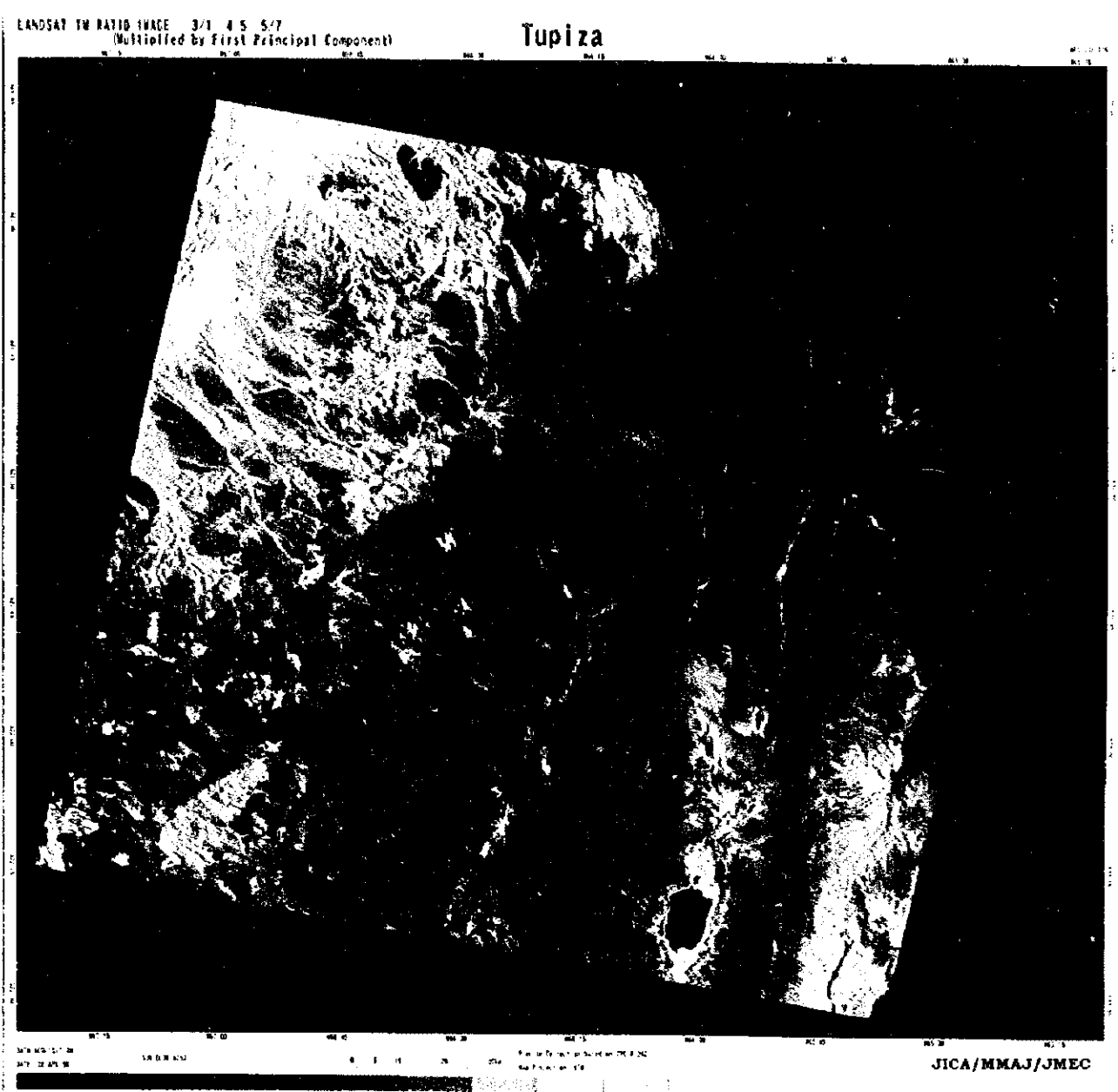


图 38 Tupiza 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



・ San Antonio(B59) : 西部に位置する銀, 鉛, 亜鉛の浅熱水鉱脈鉱床である。延長 3km の変質・鉱染帯の中に, E-W 方向の 4 つの主要な鉱脈群からなる。鉱脈は延長数 100m~1000m, 幅数 m~10m, 鉛直方向 170m 程度である。第三紀の火砕岩とシルト岩及びこれに貫入した黒雲母角閃石石英安山岩を母岩とする。鉱石鉱物は錫石, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 黄鉄鉱, 白鉄鉱, 黄銅鉱からなる。品位は Ag 290g/t, Pb 3.6%, Zn 3.7%, Sn 0.3% である。

・ Choroma(B98) : 北東部に位置する銅, 鉛の網状・鉱脈型鉱床である。オルドビス紀のシルト岩, 頁岩及び第三紀石英安山岩を母岩とする。鉱体は N10° W と N60° E の割れ目や断層を充填する網状脈(最大幅 10m)及び幅 0.4~4m の鉱脈からなる。品位は Au 2.19 g/t Ag 87 g/t, Pb 0.66 %, Ge 1.84 g/t(予想 Ag 85 g/t)である。

・ Todos Santos(A210) : 西端部に位置する銀鉱脈型鉱床である。中新世~鮮新世の安山岩質溶岩・角礫岩, 珪質火砕岩, 溶岩ドーム及び浅部貫入岩類を母岩とする。鉱床は N10° E の断層中またはこの近傍の細脈, 鉱染からなり, 鉱化帯の母岩は強い粘土化を受けている。母岩の凝灰岩中の黒雲母から 21.7 ± 0.7 Ma の K-Ar 年代が得られている。

以上のほかに主な鉱床として Santa Isabel, Chinchillas, San Luis, Argentina, Pumahausi, Aurora, La Central, San Jorge, Tatasi などがある。

5.10.2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 19 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 11 種類の地質単元がオルドビス系から鮮新統までの堆積岩類や火山岩類に対比可能であり, 1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また, 6 種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物と火山岩類に相当し, 1 種類の地質単元が第三紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5.10.3 変質帯

本地区の範囲内では 19 箇所で変質帯が判読・抽出された。それらの大半は中央部から西部にかけての中新統と鮮新統(地質単元 Miv, Mi, Pl)の分布域に位置する。個々の平面形態は, 小規模のもの(長軸の長さが 1km 以下)が楕円状で, 規模のやや大きいものが不規則なアメーバ状を呈している。最大のもは 2×5 km の拡がりをもつ。

本地区の変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯としてはボリビア側で Tanbillo(鉛・亜鉛鉱床, 変質帯番号 AA1063)がある。

5. 10. 4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたリニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 第四系の未固結ないし半固結堆積物からなる北西部と南東部の平坦地を除き、そのほかの広い山地地域でリニアメントが抽出された。特に、北東部の Tupiza 周辺のオルドビス系(地質単元 Oi, Os)分布域では密集している。一方、南西部は中新統～現世の火山噴出物で広く覆われており、リニアメントの分布密度は高くない。
- (2) 主としてオルドビス系の堆積岩類(泥質岩類)からなり N-S 方向に伸長する東半部の山地では、50km 以上の長さを有する大規模なりニアメントが認められ、それらは緩く湾曲しながら N-S 方向で平行配列している。
- (3) 主要なりニアメントに斜交または直交し、規模の小さいもの(長さが 5～10km 程度)の伸長方向は NE-SW, E-W 及び NW-SE の系統に分けられる。それらは主として中央部から西部までの地域に散在している。
- (4) 衝上断層を示すリニアメントは、N-S 方向に伸長する 6 本について判定された。それらはオルドビス系の分布域内またはオルドビス系と白亜系・第三系との境界をなして発達している。

5. 10. 5 褶曲構造・環状構造

本地区全体において 40 箇所で褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 25 と 15 であり、リニアメントを伴う背斜山稜がオルドビス系の地域にしばしば認められるため本地区では背斜の方が判定しやすいといえる。ただし、オルドビス系の泥質岩類にはベディングが良好に発達しているものの一般に急傾斜を呈して傾斜方向を判定できない地帯が多く、その分布面積が広いにもかかわらず抽出された褶曲構造は多くない。これらの褶曲軸は、第三系が分布する北西部の一部以外では、概して N-S～NNW-SSE 方向を示す。褶曲軸の長さは 5～15km 程度であり、構造の連続性は顕著ではない。

本地区の範囲内では環状構造は判読・抽出されなかった。

5. 11 Susques 地区

5. 11. 1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

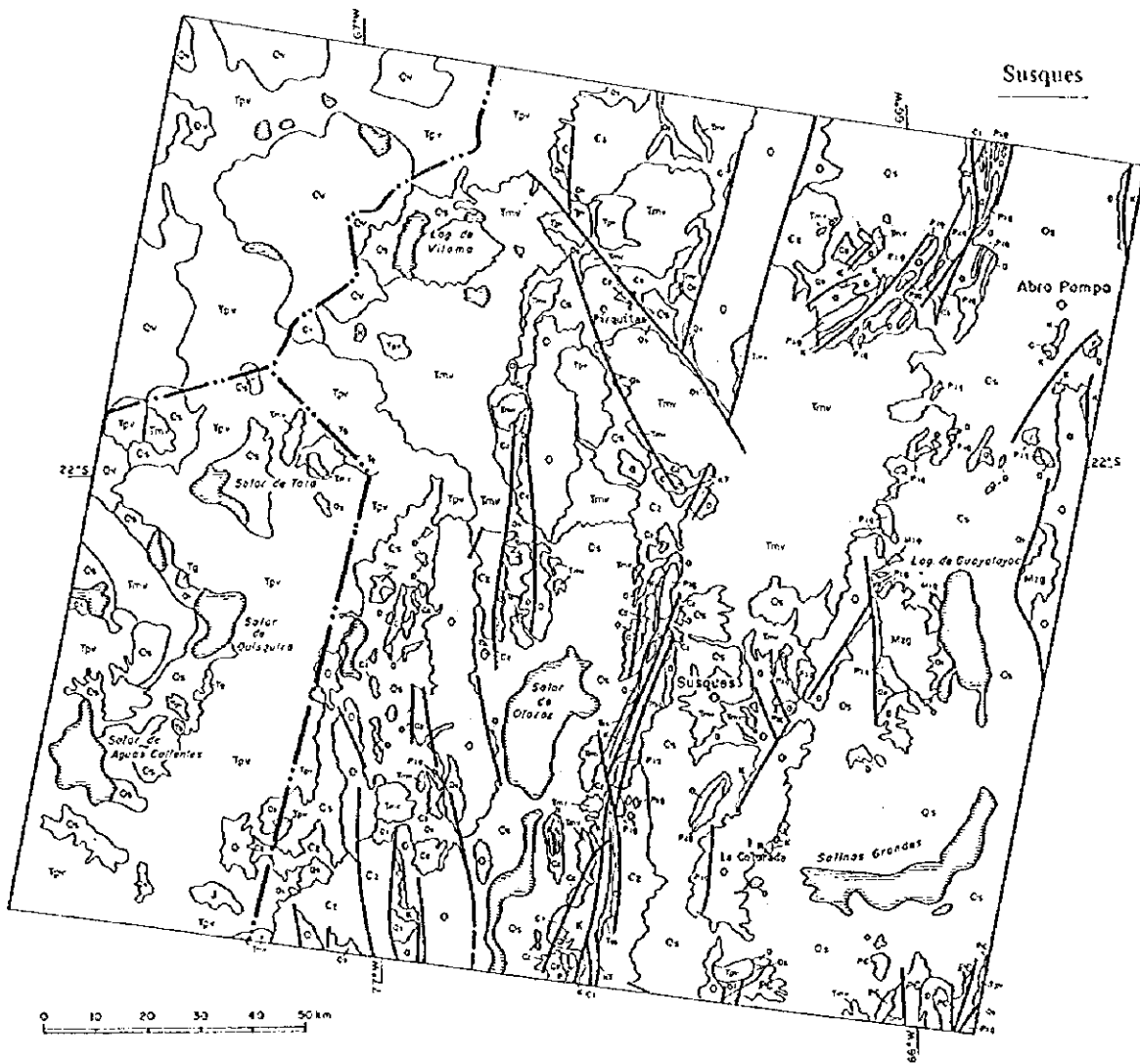
本地区の地質は、下位から上位に次の 9 ユニットから構成される。それらはオルドビス

系、白亜系、白亜系～第三系、未区分新生界、古第三紀堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世火山岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類がある。

- ・ オルドビス系(O)：本系は砂岩、頁岩、シルト岩、石灰岩の堆積岩類からなり、基底礫岩を伴う。アルゼンティン領内に広く分布する。
- ・ 白亜系(K)：本系は、砂岩、石灰岩、シルト岩からなり、基底礫岩を伴う。一部に玄武岩層を挟む。
- ・ 白亜系～第三系(KT)：安山岩、流紋岩、石英安山岩、同質凝灰岩からなり、頁岩、砂岩、石灰岩、礫岩などの薄層を間に挟む。玄武岩(アルカリ玄武岩ないしソレアイト)質集塊岩、角礫岩、凝灰岩などが産出する地域もある。
- ・ 未区分新生界(CZ)：本界は多源性礫岩からなる。砂岩、頁岩、安山岩の角礫を含む。
- ・ 古第三紀堆積岩類(Tes)：本岩類は南部にわずかに分布する。
- ・ 中新世火山岩類(Tmv)：安山岩質、流紋岩質、玄武岩質の角礫岩と溶岩、凝灰岩及び溶結凝灰岩からなり、北部のアルゼンティン領内に広く分布する。
- ・ 鮮新世火山岩類(Tpv)：本岩類は石英安山岩質溶結凝灰岩、凝灰岩からなり、陸源堆積物層を挟む。西部のポリビア領とチリ領内に広く分布する。
- ・ 第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は沖積成、河川・湖沼成、崩積成の砂礫、砂、シルト、泥などの半固結堆積物からなり、本地区全体に広く分布する。
- ・ 第四紀火山岩類(Qv)：本岩類は安山岩から石英安山岩の溶岩からなり、成層火山を形成している。北西部のポリビア領内に広く分布する。
- ・ 古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類は、古生代の花崗岩ないし花崗閃緑岩からなる。

本地区の大部分はプーナ・アルチプラーノ構造区で占められる。東縁部にはオリエンタル山脈構造区も分布するが、東部は第四紀堆積物に広く覆われ、その境界は不明である。プーナ・アルチプラーノ構造区に属する西部と、中央部～東部とでは、地質構成に差が認められる。

プーナ・アルチプラーノ構造区の東部では鮮新世火山岩類が広く分布し、第四紀堆積物と第四紀火山岩類がこれを被覆する。第四紀火山岩類は特にポリビア領内に分布する。この構造区では、オルドビス系、白亜系、白亜系～第三系、古第三紀堆積岩類、古生代貫入岩が分布する。これらの多くは N-S 方向の断層で切られ、これらの地層は N-S 方向で帯状に分布する。さらに、これらを覆って中新世火山岩類と第四紀堆積物が分布する。



凡例

- Qu 第四系(火山岩を主体とする地層)
- Qs 第四系(凝結岩を主体とする地層)
- 中生代
 - Tpv 中新世-鮮新世火山岩を主体とする地層
 - Tmv 中新世火山岩を主体とする地層
 - Tms 中新世凝結岩を主体とする地層
- Cz 末区中生界
- KI 白堊系-第三系
- 中生代
 - K 白堊系
- 古生代
 - O オルドビス系
- 震旦岩
 - Prg 古生代震旦岩
- 断層
- 主要紀宗
- 1: La Colrada
- 2: Piquitas

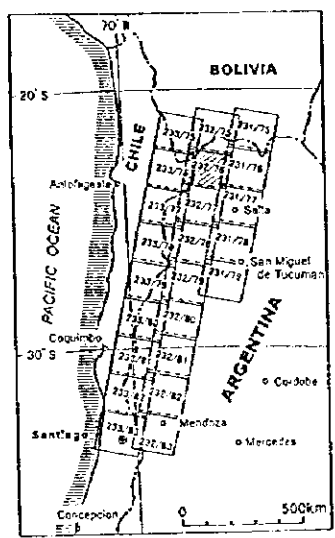


图 39 Susques 地区地質図

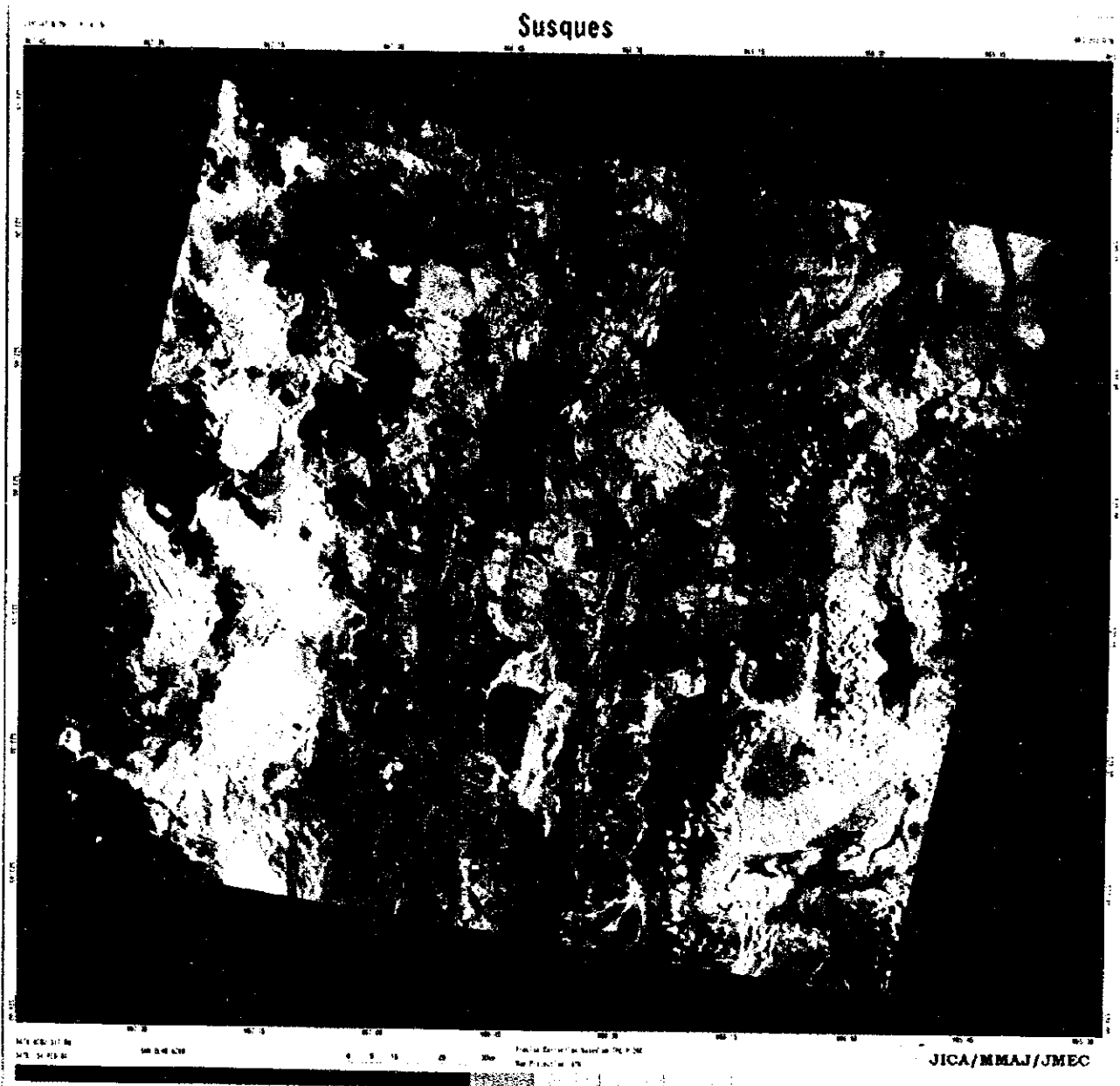


図 40 Susques 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3/1 4/5 5/7
(Multiplied by First Principal Component)

Susques



M/MS/17.0 250000 0 5 10 20 40 80 160 320 640 1280
M/MS/17.0 250000 0 5 10 20 40 80 160 320 640 1280
JICA/MMAJ/JMEC

图 41 Susques 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



(2) 鉱床

本地区には 12 箇所の鉱床が知られている。浅～中熱水性鉱脈型の金鉱床が多いが、チリ領・ポリビア領域において金鉱床は認められない。これら鉱床の母岩は多岐にわたる。本地区にはカンブリア紀からデボン紀のファマティナ造山運動に関連して形成された鉱床がいくつか認められ、この造山運動の時期に Pirquitas(A15)の錫鉱床が形成されている。また、背弧海盆の塊状硫化物鉱床として La Colorada(A24)の銀、鉛、亜鉛鉱床がある。大規模なものについて以下に産状を述べる。

・ Pan del Azucar(A14)：北東部に位置する鉛、亜鉛の浅熱水鉱脈型鉱床である。オルドビス紀の堆積岩類に貫入した第三紀石英安山岩類に鉱床は胚胎する。母岩は角礫化した斑状の石英安山岩であり、熱水変質を受けカオリン化、セリサイト化及び珪化し、鉱床周辺の約 2km² の範囲に変質帯が広がる。鉱体は幅 0.7～1m の鉱脈からなる。品位は Pb 5.6～6.6%、Zn 5～8%、Ag 280～480g/t 程度である。

・ Pirquitas(A15)：北部に位置する銀、錫の鉱脈/網状/鉱染状鉱床であり、オルドビス紀変堆積岩類に貫入した第三紀中新世～鮮新世石英安山岩中に胚胎する。鉱石鉱物は錫石であり、中新世に生成したポリビア錫ベルトの南限に相当すると考えられている(Ahlfeld, 1950)。品位は Ag 640g/t、Sn 1.23%である。

・ Rachaite(A20)：東部に位置する銀、鉛、亜鉛の浅熱水性鉱脈・網状鉱床で、中新世後期の火山岩類や火山砕屑岩類中に胚胎する。鉱床生成年代は中新世後期とされている。鉱量は 2 百万 t、品位は Pb 0.7%、Zn 1.5%、Ag 200 g/t である。

・ La Colorada(A24)：南東部に位置する銅、亜鉛、鉛、銀の多金属塊状鉱床である。垂直に剪断され変成されたオルドビス紀堆積岩類及び火山岩類、白亜紀の玄武岩及び安山岩を母岩とする噴気堆積型鉱床である。これまで 2 本の試錐が行われ、鉱量 12 百万 t(Fe 33～40%、Cu 0.5%、Zn 1%、Pb 0.1～1%、Ag 7～10 g/t)と評価されている。

5.11.2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 18 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 10 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類、堆積岩類、火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、5 種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物と火山岩類に相当し、2 種類の地質単元がジュラ紀～前期白亜紀とオルドビス紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5.11.3 変質帯

本地区の範囲内では 17 箇所の変質帯が判読・抽出された。それらは特定地域に集中せず、北部及び東部～南東部以外の地域に散在しており、主として中新統と鮮新統の火山噴出物(地質单元 Miv, Plv)の分布域に位置する。一般に楕円状の平面形態を呈しており、最大規模のものは約 2×5km の広がりをもつ。

本地区の変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯としては、チリ側で名称未確認(アンチモン鉱床、変質帯番号 AB2003；以下同じ)が、アルゼンティン側で Farilion(金鉱脈、AB2008)、Chocaya(鉛・亜鉛鉱脈、AB2009)がある。

5.11.4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたリニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 北東部と中央部に連なるオールドビス系を主体とする山地で平行配列するリニアメントが抽出されたが、全体的に分布密度は高くない。南東部と西部一帯は、それぞれ第四系の未固結堆積物と火山噴出物で広く覆われており、それらの地域ではほとんど抽出されていない。
- (2) 規模の大きいリニアメントの長さは 30～40km あり、中央部の山地では構成岩類の巨視的な走向方向に一致する N-S～NNE-SSW 方向に伸長している。
- (3) 大規模なりニアメントに斜交または直交するものは、NW-SE と NE-SW の 2 系統に分けられる。北東部のオールドビス系からなる山地は NE-SW 方向に伸長しており、同方向で長さが 10～20km のものが平行に配列している。その南西側延長部には中新統の溶結凝灰岩と溶岩類が広く分布しており、一部の溶結凝灰岩と下部オールドビス系の堆積岩類とは NW-SE 方向のリニアメントで画されている。
- (4) 本地区の範囲内では、衝上断層を示すリニアメントは判定されなかった。

5.11.5 褶曲構造・環状構造

本地区全体においてオールドビス系の分布域から 8 箇所のみで褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 5 と 3 であり、これらの構造は中央部から南部に至る山地で抽出された。その山地の下部オールドビス系堆積岩類(地質单元 Oi)にはベディングが発達しているが、一般に直立に近い急傾斜層からなるため褶曲構造の判定が困難な場合が多い。

本地区の範囲内では環状構造は判読・抽出されなかった。

5.12 Pocitos 地区

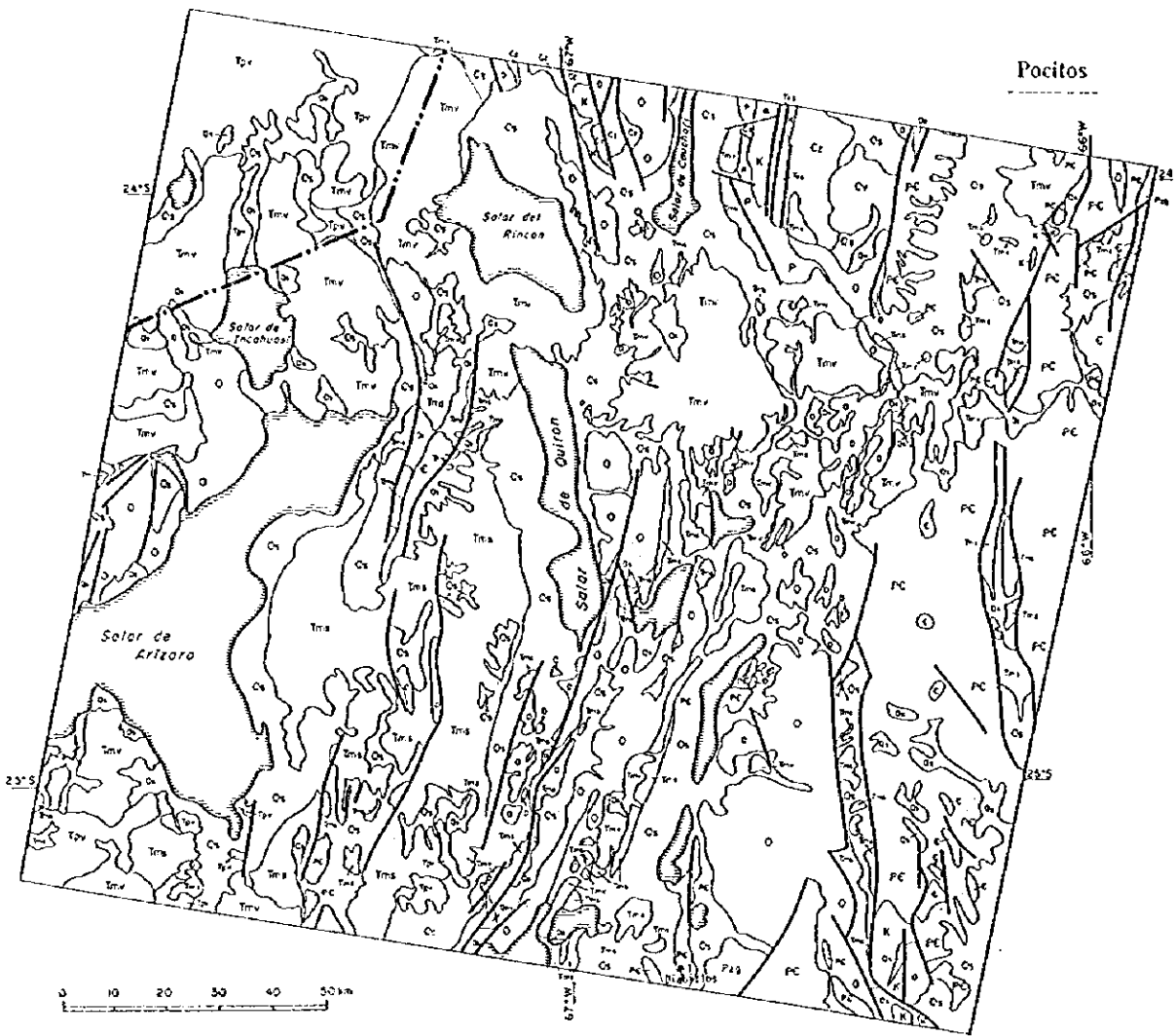
5.12.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 13 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、デボン系、ペルム系、白亜系、未区分新生界、古第三紀堆積岩類、中新世堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世火山岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類がある。

- ・先カンブリア系(PC)：本系は珪岩、千枚岩、片岩の堆積岩類と石英閃緑岩、トーナライト、閃長岩の深成岩類から構成される。石英閃緑岩は一部で変成を受けている。
- ・カンブリア系(Cb)：本系は礫岩、アルコース砂岩、石英質砂岩、頁岩、シルト岩及び珪岩からなる。
- ・オルドビス系(O)：本系は砂岩、頁岩、シルト岩、石灰岩の堆積岩類からなり、基底礫岩を伴う。全域に広く分布する。
- ・デボン系(D)：本系は中央部に露出し、分級度の低い砂岩、アルコース質砂岩、雲母質の頁岩及びシルト岩よりなり、化石を産する。
- ・ペルム系(P)：本系は北部の狭い範囲に分布し、砂岩と石灰岩からなる。
- ・白亜系(K)：本系は砂岩、石灰岩及びシルト岩からなり、基底礫岩を伴う。一部で玄武岩層を挟む。
- ・未区分新生界(CZ)：本界は多源性礫岩からなり、砂岩、頁岩及び安山岩の角礫を含む。
- ・古第三紀堆積岩類(Tes)：本岩類は北部にわずかに分布する。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は砂岩と礫岩からなり、南西部に広く分布する。
- ・中新世火山岩類(Tmv)：安山岩質、流紋岩質、玄武岩質の角礫岩と溶岩、凝灰岩、溶結凝灰岩からなる。
- ・鮮新世火山岩類(Tpv)：本岩類は石英安山岩質溶結凝灰岩と凝灰岩からなり、陸源堆積物層を挟む。南西部に小規模に分布する。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は沖積成、河川・湖沼成、崩積成の砂礫、砂、シルト、泥などの半固結堆積物からなり、本地区全体に広く分布する。
- ・第四紀火山岩類(Qv)：本岩類は安山岩から石英安山岩の溶岩からなり、成層火山を形成している。北部に小規模に分布する。
- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類は古生代の主として花崗岩ないし花崗閃緑岩からなる。

本地区の大部分はプーナ・アルチプレーノ構造区で占められ、オルドビス系、中新世堆



凡 例

- | | | |
|---------|--------------------|----------------------|
| 新生代 | [Qv] | 第四系(火山岩を主体とする地層) |
| | [Os] | 第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| | [Tpv] | 中新世～鮮新世火山岩を主体とする地層 |
| | [Tmv] | 中新世火山岩を主体とする地層 |
| | [Tms] | 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| 中生代 | [Tes] | 晩新世～新新世堆積岩を主体とする地層 |
| | [C ₂] | 未区分新生代 |
| 石炭代 | [K] | 白亜系 |
| | [P] | ヘルム系 |
| | [D] | デボン系 |
| | [O] | オルドビス系 |
| 先カンブリア紀 | [C] | カンブリア系 |
| | [PC] | 先カンブリア系～カンブリア系 |
| | [Pre] | 古生代貫入岩 |
| | — | 断層 |
| | ■ | 主要鉱床
1: Diabiltos |

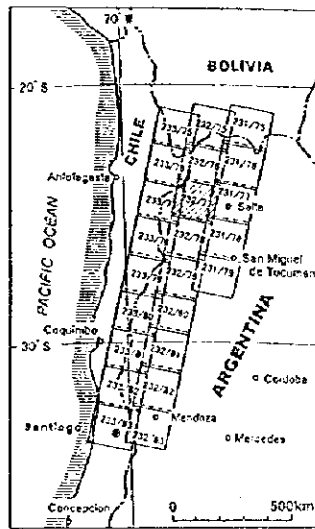


図 42 Pocitos 地区地質図

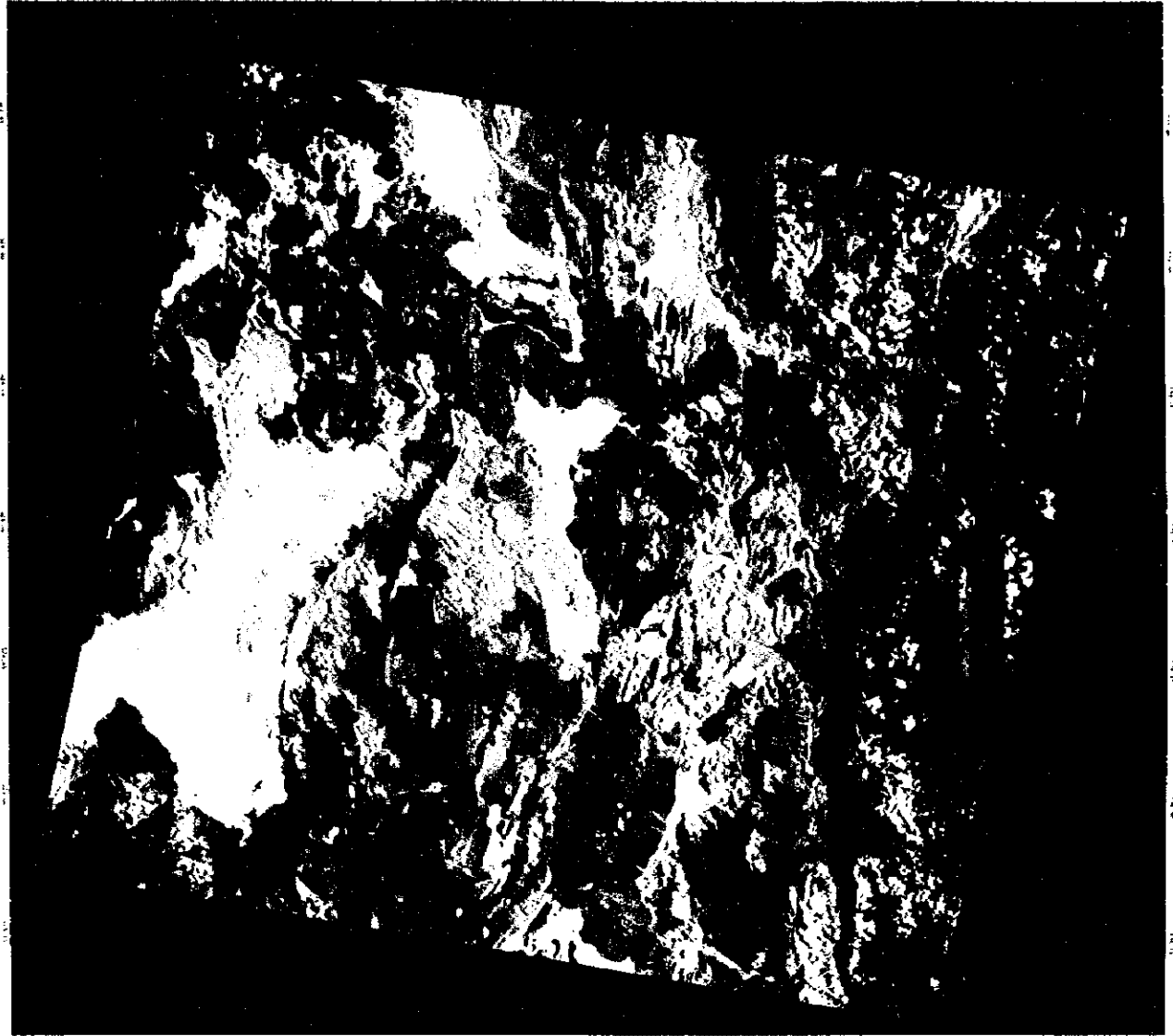


図 43 Pocitos 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3/1 4/5 5/7
(Multiplied by First Principal Component)

Salar de pocitos



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3/1 4/5 5/7 (Multiplied by First Principal Component) JICA/MMAJ/JMEC

图 44 Pocitos 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



積岩類、中新世火山岩類及び第四紀堆積物が主に分布する。東縁部にはパンペアン山脈構造区が位置し、先カンブリア系とカンブリア系が露出する。北東端部にオリエンタル山脈構造区も位置するが、第四紀堆積物に広く覆われているため、その境界は不明瞭である。これらの構造区では N-S 系の構造が卓越する。

(2) 鋳 床

本地区には 12 箇所の鋳床が知られており、Catamarca 州から Salta 州にかけて鉛、亜鉛鋳床が分布する。これらは第三紀に生成した浅熱水性の多金属鋳脈型鋳床である。

・ California(A33)：東部に位置する含鉛、銀、錫、金の浅熱水性網状～鋳脈型鋳床である。第三紀安山岩及び石英安山岩を母岩とする。品位は Sb 3%で、鋳量 2 百万 t である。

・ Diablillos(A41)：南端部に位置する金、銅、鉛、銀、亜鉛の浅熱水性多金属塊状鋳床である。千枚岩、片麻岩、花崗岩、第三紀石英安山岩質斑岩を母岩とする。鋳石鋳物は黄鉄鋳、黄銅鋳、閃亜鉛鋳、方鉛鋳であり、脈石鋳物は褐鉄鋳などである。品位は Au 2.3 g/t, Ag 132 g/t で、鋳量 4 百万 t である。

5. 12. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 21 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 13 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類、堆積岩類、火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、6 種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物と火山岩類に相当し、1 種類の地質単元がオルドビス紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5. 12. 3 変質帯

本地区の範囲内では 26 箇所で変質帯が判読・抽出された。それらの分布位置には若干の偏在性が認められ、北西部にやや集中(11 箇所)している。そのほかの地域では西部の 2 箇所、中央部～南部の 9 箇所、北東部の 2 箇所及び東部の 2 箇所に位置している。北部、南西部及び南東部は変質帯の空白地帯となっている。中央部～南部に位置する 9 箇所の変質帯は断続しながらもほぼ N-S 方向の一直線上に配列している。

地質単元との関係を見ると、北西部では中新統、鮮新統及び第四系の火山岩類(地質単元 Miv, Plv, Qv)の分布域に位置する。また、西部ではオルドビス紀に生成した花崗岩質岩類(同 γ p)、中央部では中新統の火山岩類(同 Miv)、南部では原生界、オルドビス系及び中新統(同 PRm, Os, Mi)、北東部では上部白亜系と中新統の火山岩類(同 Ks, Miv)、東部では原

生界(同 PRm)と中新統(同 Mi, Miv)との境界部付近にそれぞれ位置している。

一般に変質帯の範囲は広く、中央部～南部の 4 箇所ではいずれも 4×6km の幅がりを有する。

本地区の変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯としては、アルゼンティン側で Taca Taca(ポーフイリーカッパー鉱床、変質帯番号 AA3061: 以下同じ)、El Porvenir(鉛・亜鉛鉱脈、AB3005)、El Quevar(網状銀・鉛鉱床、AB3010)、Inca Viejo(ポーフイリーカッパー鉱床、AB3014)、Diablillos(金・銀鉱脈、AB3017)がある。また、本地区内には硫黄鉱床も知られている(AB3011)。

5. 12. 4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたりニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

(1) 本地区の範囲には中新世以降に活動した火山の噴出物、山間盆地のプラヤに生成した蒸発残留物及び断裂に乏しい中新統と鮮新統の堆積岩類が広範囲に分布しているため、判読・抽出されたりニアメントは少なく、それらは北部、南西部及び南部～南東部の山地の限られた地帯に分布している。

(2) 規模の大きいリニアメントの長さは 30km 以上あり、大局的には N-S または NNE-SSW 方向に伸長している。この方向は本地区内の山地の構成岩類の一般的な伸長方向にほぼ一致している。原生界からなる東部～南東部の山地の東西両縁部には N-S 方向の急崖部が発達しており、西縁部ではやや不明瞭ながら長さ約 80km に亘ってリニアメントが追跡できた。

(3) 主要なりニアメントに斜交または直交し、相対的に規模の小さいものの伸長方向は NW-SE と NE-SW の 2 系統に分けられる。これらのうち、花崗岩質岩類の岩体からなる南東部の山地には NW-SE 方向のリニアメントが密集している。

(4) 本地区の範囲内では、衝上断層を示すリニアメントは判定されなかった。

5. 12. 5 褶曲構造・環状構造

本地区の中央部～南部において、主として中新統の分布域から 19 箇所で褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 15 と 4 であり、背斜の方がより明瞭に地形に反映されているといえる。これらの構造の軸は N-S～NNE-SSW または NNW-SSE 方向に伸長しており、長さは 5～20km の範囲内にある。中央部の北部から南部に至る N-S 方向の地帯ではオルドビス系の堆積岩類や変成岩類が幅約 25km で帯状に分布しておりベディングが発達しているが、全般に急傾斜層を形成しており、褶曲構造の判定は困難である。

本地区の範囲内では環状構造が判読・抽出されなかった。しかしながら、中央部～北西

部に広く分布する、中新世と第四紀に活動した火山の中心部には、直径が 2~4km のカルデラと同 0.5~1km 程度の火口が散在している。

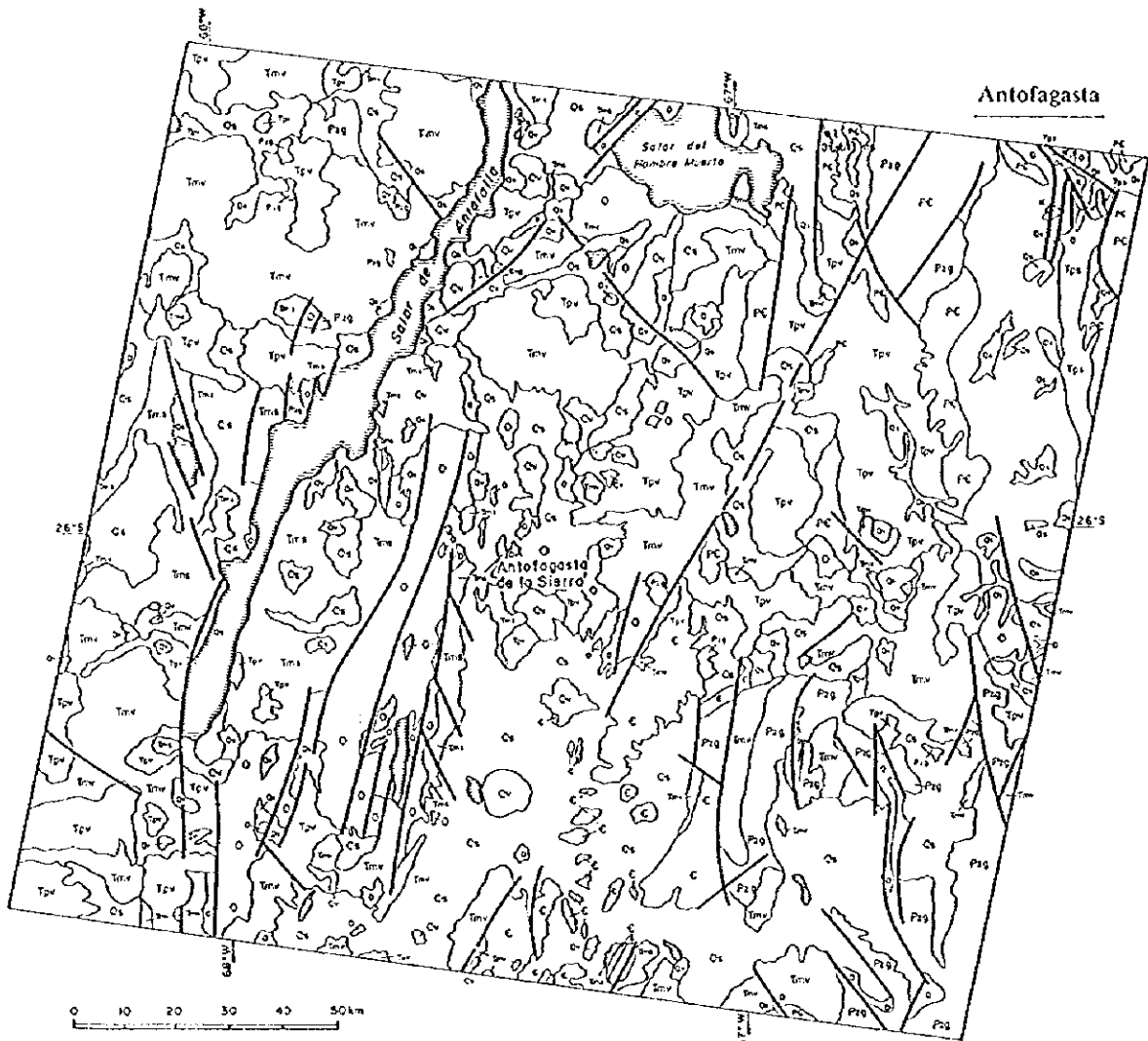
5.13 Antofagasta 地区

5.13.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 11 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系~カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、白亜系、古第三紀火山岩類、中新世堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世堆積岩類、鮮新世火山岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類がある。

- ・先カンブリア系~カンブリア系(PC)：本系は北東部に分布し、片麻岩、角閃岩、ミグマタイトからなる。
- ・カンブリア系(Cb)：本系は南部に NNE-SSW 方向で分布する。その西側では頁岩、片岩、変成火山岩類からなり、東側では、角閃岩、変成炭酸塩岩、変火山岩類、片麻岩からなる。
- ・オルドビス系(O)：本系は NNE-SSW 方向に延びて露出し、頁岩、片岩、石灰岩などの堆積岩類または変堆積岩類からなり、一部で石英安山岩~流紋岩質の溶岩、貫入岩類、火山砕屑岩類などを挟む。
- ・白亜系(K)：本系は北東部に分布し、陸成の砂岩からなる。
- ・古第三紀火山岩類(Tev)：本岩類は南端部にわずかに分布し、安山岩、石英安山岩質安山岩、安山岩質玄武岩などからなる浸食された成層火山を形成している。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は主として中央部~西部に分布する。陸成の堆積岩類を主とするが、一部で海成層を挟む。
- ・中新世火山岩類(Tmv)：本岩類は広範囲に点在して露出し、安山岩、石英安山岩、火砕岩、玄武岩などからなり、複合成層火山を形成している。
- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は主に北東部に NNW-SSE 方向で分布する。
- ・鮮新世火山岩類(Tpv)：本岩類は安山岩、玄武岩、玄武岩質安山岩などからなり、複合成層火山を形成しているものと、イグニンプライトからなるものがあるが、本地区では後者が卓越している。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は河成、沖積成、蒸発成などの種々の堆積物よりなる。
- ・第四紀火山岩類(Qv)：本岩類は安山岩及び玄武岩からなり、これらが独立した火山を形成している。



凡例

- | | | |
|---------|---------|----------------------|
| 第四紀 | [Qv] | 第四系(火山岩を主体とする地層) |
| | | [Qs] |
| 第三紀 | [Tpv] | 中新世～鮮新世火山岩を主体とする地層 |
| | [Tps] | 中新世～鮮新世堆積岩を主体とする地層 |
| | [Tmv] | 中新世火山岩を主体とする地層 |
| | [Tms] | 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| | [Tsv] | 第三紀～第四紀火山岩を主体とする地層 |
| 中生代 | [K] | 白堊系 |
| 古生代 | [O] | オルドビス系 |
| | [C] | カンブリア系 |
| 先カンブリア紀 | [pC] | 先カンブリア系～カンブリア系 |
| | [Pzg] | 古生代貫入岩 |
| | — | 影響 |
| | ■ | 主要鉱床
T: Chibillos |

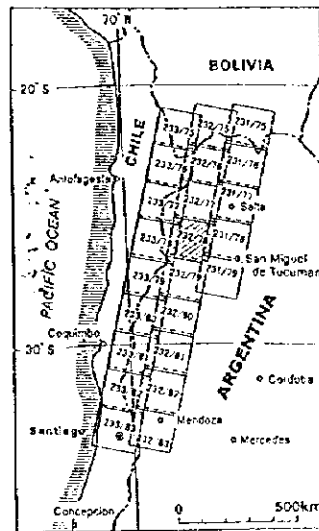
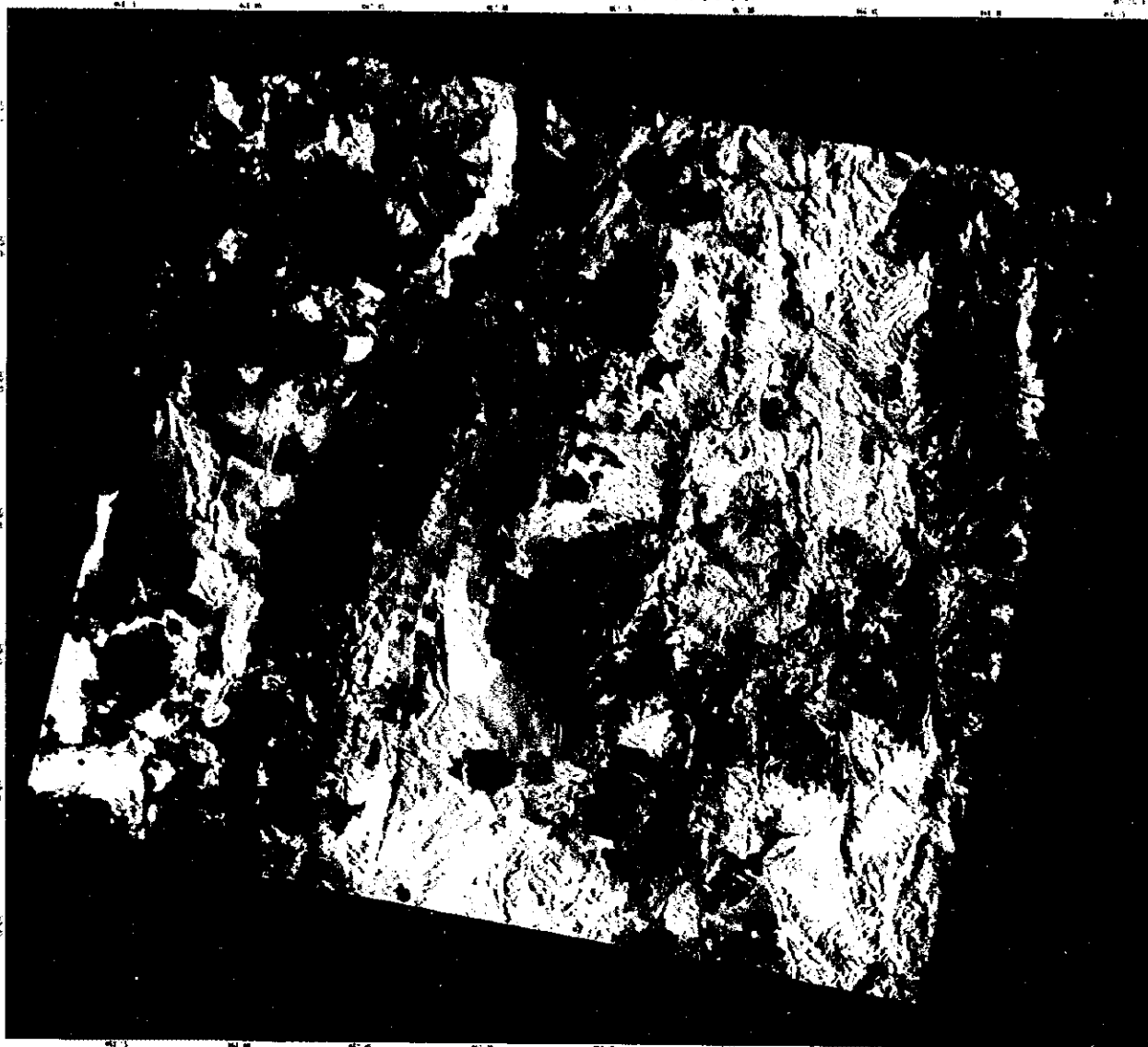


図 45 Antofagasta 地区地質図

Antofagasta de la Sierra



MT 3108 3109 3110 3111 3112 3113 3114 3115 3116 3117 3118 3119 3120 3121 3122 3123 3124 3125 3126 3127 3128 3129 3130 3131 3132 3133 3134 3135 3136 3137 3138 3139 3140 3141 3142 3143 3144 3145 3146 3147 3148 3149 3150 3151 3152 3153 3154 3155 3156 3157 3158 3159 3160 3161 3162 3163 3164 3165 3166 3167 3168 3169 3170 3171 3172 3173 3174 3175 3176 3177 3178 3179 3180 3181 3182 3183 3184 3185 3186 3187 3188 3189 3190 3191 3192 3193 3194 3195 3196 3197 3198 3199 3200

POINT ANTOFAGASTA DE LA SIERRA

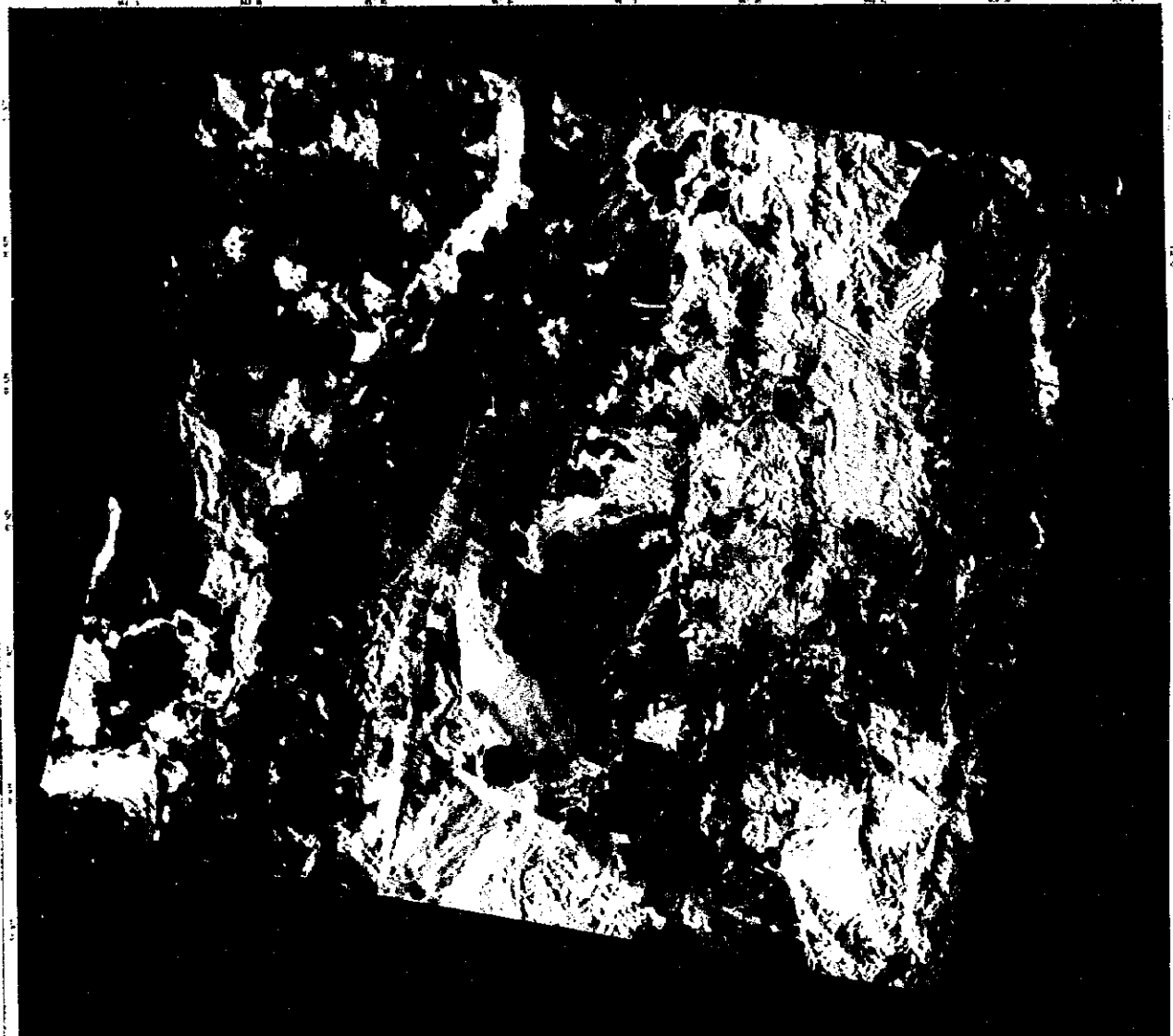
JICA/MMAJ/JMEC

図 46 Antofagasta 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3/1 4-5 5/7
(Multiplied by first Principal Component)

Antofagasta de la Sierra



WAVELENGTH 0.4-1.1 MICROMETER
RESOLUTION 30 METERS
JICA/MMAJ/JMEC

图 47 Antofagasta 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



・古生代貫入岩類(P₂g)：本岩類は東部に露出し、花崗岩、花崗閃緑岩、モンゾ花崗岩、トーナライト、花崗閃緑斑岩・花崗斑岩・流紋斑岩などからなる。

本地区は西から東へ 2 つの構造区からなる。それらは西部～中央部のプーナ・アルチプラーノ構造区と東部のパンベアン山脈構造区である。

プーナ・アルチプラーノ構造区には、下位から、先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、古第三紀火山岩類、中新世堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世火山岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類が分布し、古生代貫入岩類が伴われる。

パンベアン山脈構造区には、先カンブリア系～カンブリア系、オルドビス系、白亜系、中新世火山岩類、鮮新世堆積岩類、鮮新世火山岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類が分布し、古生代貫入岩類が伴われる。

(2) 鉱床

本地区には 6 箇所の鉱床が知られている。鉱床のタイプは、大部分が金・銅などを含む鉱脈・鉱染型鉱床であるが、それらのうちの 1 箇所(Cueros de Purulla)はボーフィリー型の可能性があり、別の 1 箇所(Culampaja district)は先カンブリア紀のペグマタイトに伴う含金石英脈である。Incahuasi 鉱床と Culampaja district 鉱床以外は、第三紀～第四紀更新世に形成された鉱床である。以下に、代表的な鉱床の産状を記述する。

・Diabillos(A41)：プーナ・アルチプラーノ構造区に位置し、熱水性珪化角礫岩を母岩とする多金属(金・銀・銅・鉛・亜鉛)鉱脈・鉱染型鉱床である。鉱化帯は、Diabillos-Cerro Galann 断層帯と重なっており、第三紀の石英安山岩～斑岩が、関係火成岩と考えられる。鉱床上部には、シンターも確認されている。鉱量は 4 百万 t、品位は Au 2.3 g/t, Ag 132 g/t 程度である。

5.13.2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 17 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 10 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類・堆積岩類・火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、5 種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物と火山岩類に相当し、1 種類の地質単元が後期オルドビス紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5.13.3 変質帯

本地区の範囲内では 13 箇所で変質帯が判読・抽出された。それらは特定地域に集中せず中央部～南部以外の地域に散在している。地質単位との関係でみると、原生界とオルドビス系の変成岩類または変堆積岩類(地質単位 PRm, Oim)や中新統, 鮮新統, 第四系の火山噴出物(同 Miv, Plv, Qv)の分布域に位置する。一般に楕円状の平面形態を呈しており、単一で分布する最大規模のものは 2×5km の拡がりを持つ。

本地区の変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯としてはアルゼンティン側で Diablillos(金・銀鉱脈, 変質帯番号 AB3017: 以下同じ), Incahuasi(金鉱脈, 交代鉱床, AB4003)がある。

5.13.4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたりニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 第四紀の未固結堆積物で覆われる山間盆地や中新世以降の火山噴出物からなる高原状の山地以外の地域からリニアメントが抽出されたが、全体的に分布密度は高くない。
- (2) 規模の大きいリニアメントの長さは 20～30km あり、それらの伸長方向は、北部では NE-SW, 南西部では NNE-SSW 及び東部～南東部では N-S～NNW-SSE であり、各地域の山地の巨視的な方向と一致している。北部から南西部まで NNE-SSW 方向で直線的に連続する Salar de Antofalla の山間盆地は幅約 10km の地溝帯と考えられるが、侵食が激しいためにそれを示す顕著な急崖部は認められない。
- (3) 長さが 10km 以下のリニアメントは相対的に規模の小さいものであり、NW-SE, N-S, NNE-SSW, E-W など多方向を示す。南西部では NNE-SSW のものが、北東部では NE-SW のものがそれぞれ密集している。北東部の場合では花崗岩質岩類(後期オルドビス紀)からなる山地の伸長方向に対して明らかに斜交している。
- (4) 本地区の範囲内では、衝上断層を示すリニアメントは判定されなかった。

5.13.5 褶曲構造・環状構造

本地区の範囲内に分布するカンブリア系やオルドビス系の堆積岩類にはベディングが発達しているが、褶曲構造は判読・抽出されなかった。また、顕著な環状構造も認められなかった。ただし、本地区全体に広く分布する中新世, 鮮新世及び第四紀の火山のうち、北西部と南西部に卓越するものの中心部には直径が 2～6km の半円状のカルデラや同 0.5～1km 程度の火口が認められた。

5.14 Belen 地区

5.14.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 13 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、石炭系、ペルム系、未区分新生界、古第三紀火山岩類、中新世堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世堆積岩類、鮮新世火山岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類及び中生代貫入岩類がある。

- ・先カンブリア系～カンブリア系(PC)：本系は東部にわずかに分布し、グレイワッケ、頁岩及び礫岩からなる。
- ・カンブリア系(Cb)：本系は中央部に広く分布し、角閃岩、変成炭酸塩岩、変成火山岩類、片麻岩、頁岩及び珪岩からなる。
- ・オルドビス系(O)：本系は頁岩、片岩、石灰岩などの堆積岩類または変堆積岩類からなり、一部で石英安山岩～流紋岩質の溶岩、貫入岩類及び火山砕屑岩類などを挟む。
- ・石炭系(C)：本系は西部に分布し、礫岩、砂岩、頁岩、シルト岩などの陸成、海成の堆積岩類からなる。
- ・ペルム系(P)：本系は砂岩、礫岩、マール、集塊岩などの陸成層からなる。
- ・未区分新生界(Cz)：本界は時代未詳の主として石英安山岩または安山岩などの火山岩類からなり、北西部に分布する。
- ・古第三紀火山岩類(Tev)：本岩類は安山岩、石英安山岩質安山岩、安山岩質玄武岩などからなり、浸食された成層火山を形成している。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は中央部～西部に NNE-SSW 方向で分布する。陸成の堆積岩を主とするが、一部で海成層を挟む。
- ・中新世火山岩類(Tmv)：本岩類は安山岩、石英安山岩、火砕岩類、玄武岩などからなり、複合成層火山を形成している。
- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は主に南西部に分布し、礫岩、砂岩、泥岩及び凝灰岩からなる。
- ・鮮新世火山岩類(Tpv)：本岩類は主に北西部に分布し、安山岩、玄武岩、玄武岩質安山岩などからなり、成層火山を形成している。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は河成、沖積成、蒸発成などの種々の堆積物からなる。
- ・第四紀火山岩類(Qv)：本岩類は安山岩及び玄武岩からなり、これらが独立した火山を形成している。



凡例

- | | | |
|---------|-----------------------------------------------------------------|--------------------|
| 新生代 | Qv | 第四系(火山岩を主体とする地層) |
| | Qs | 第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| | Tpv | 中新世-鮮新世火山岩を主体とする地層 |
| | Tps | 中新世-鮮新世堆積岩を主体とする地層 |
| | Tmv | 中新世火山岩を主体とする地層 |
| | Tms | 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| | Tcv | 晚新世-漸新世火山岩を主体とする地層 |
| | C2 | 未区分新境界 |
| 古生代 | P | ペルム系 |
| | C | 石炭系 |
| | O | オルドビス系 |
| 先カンブリア紀 | E | カンブリア系 |
| | EC | 先カンブリア系-カンブリア系 |
| | Mrg | 中生代貫入岩 |
| | Prg | 古生代貫入岩 |
| | — | 断層 |
| | ■ | 主要鉱床 |
| | ↑ | La Hoyada |

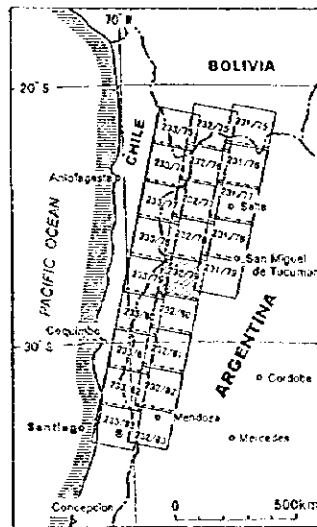


図 48 Belen 地区地質図



図 49 Belen 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE (3/1, 4/5, 5/7
Multiplied by First Principal Component)

Belen



图 50 Belen 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類は中央部～西部に最大 20km の幅有し、N-S～NNW-SSW 方向に点在しているものと、中央部～東部に最大 50km の幅で NNE-SSW～NE-SW 方向に点在しているものに分けられる。花崗岩、花崗閃緑岩、モンソ花崗岩、トーナライト、斑岩などからなる。一部マイロナイト化している。
- ・中生代貫入岩類(Mzg)：本岩類は北西部に点在し、花崗岩、花崗閃緑岩ないしハンレイ岩からなる。

本地区は主として 3 つの構造区からなる。それらは南西部と東部に分かれて位置するパンペアン山脈構造区、北西部から南部に延びるトランスパンペアン山脈構造区、中央部及び北東部のパンペアン山脈構造区、北西端部のプーナ・アルチプラーノ構造区である。

パンペアン山脈構造区は、下位から、先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、石炭系、ペルム系、未区分新生界、中新世堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世堆積岩類、鮮新世火山岩類及び第四紀堆積物からなる。また、これらに古生代貫入岩類及び中生代貫入岩類が伴っている。

トランスパンペアン山脈構造区は、下位から、先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、石炭系、ペルム系、中新世堆積岩類、中新世火山岩類及び第四紀堆積物からなる。東部にはカンブリア系が広く露出している。また、これらに貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類がある。

プーナ・アルチプラーノ構造区には、カンブリア系、オルドビス系、未区分新生界、古第三紀火山岩類、中新世火山岩類、鮮新世火山岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類が分布する。

(2) 鉍 床

本地区には、7 箇所の鉍床が知られている。鉍床タイプ別では、鉍脈・鉍染型鉍床が 3 箇所、先カンブリア～古生代の花崗岩活動に伴うスカルン、交代・鉍脈鉍床が 4 箇所であるが、後者の場合、その鉍種は、銅・金(Cueros de Purulla)、鉛・亜鉛・銅(Los Ratones)、タングステン(San Antonio)、錫・銅・亜鉛(Vilachay)と多様である。以下に、代表的な鉍床の産状を記述する。

- ・La Hoyada(A50)：トランスパンペアン山脈構造区に位置し、石英安山岩及び同質角礫岩を母岩とする多金属(銅・鉛・亜鉛・銀)鉍脈型鉍床である。鉍床生成年代は第三紀とされている。推定鉍量 9 百万 t、品位 Cu 1.5%、Pb 1.8%、Ag 250 g/t である。

5. 14. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 26 種類の地質単元に区分された(巻末

資料 2)。それらのうち 17 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類、堆積岩類、火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、5 種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物と火山岩類に相当し、3 種類の地質単元が原生代、カンブリア紀～オルドビス紀及び後期オルドビス紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5.14.3 変質帯

本地区の範囲内では 2 箇所のみで変質帯が判読・抽出された。それらは近接しており、北部の鮮新統火山岩類(地質単元 Ply)の分布域に位置する。西側のものは単一の変質帯からなり、E-W 方向を示す長軸の長さが約 2.5km ある。東側のものは複数個の小規模な変質帯からなる。

本地区には 2 箇所の変質帯が抽出されているが、変質帯内に分布する既知鉍床・鉍化帯は知られていない。

5.14.4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたりニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 主要河川付近に広大に発達する第四系の未固結堆積物の地帯や北部から西部一帯の山地(主として鮮新統の火山岩類からなる)以外の地域から多くのリニアメントが抽出された。特に、東部と南東部の山地で密集している。
- (2) 規模の大きいリニアメントの長さは 30~40km あり、各山地の構成岩類の巨視的な伸長方向と一致して分布する。つまり南西部と南東部では N-S~NNE-SSW、東部では NNE-SSW~NE-SW の方向を示す。
- (3) 2~5km 程度の長さを主体とする相対的に小規模なりニアメントは NW-SE、E-W 及び NE-SW の系統に分けられる。これらなりニアメント分布域全体に散在している。ただし、東部と南東部の山地を構成する花崗岩質岩類の岩体中には NE-SW 方向のリニアメントが密に発達している。
- (4) 衝上断層を示すリニアメントは、NNE-SSW 方向を示す 4 本について判定された。それらは中央部、西部及び南西部に位置し、3 本は上部石炭系(地質単元 Cs)の東縁部を画している。一般にジグザグ状に緩く蛇行しており、緩傾斜の断層面を強く暗示している。南西部に位置する 1 本は南側の範囲外へ延びている。

5.14.5 褶曲構造・環状構造

本地区全体において 12 箇所では褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 6 と 6 であり、背斜のうちの 1 つは過褶曲と判定された。北東部と中央部～南部に偏在しており、中新統の堆積岩類がこれらの構造の大部分を形成している。褶曲軸の方向は北東部では NNE-SSW、中央部～南部では N-S～NNW-SSE であり、長さは 5～25km の範囲内にある。

一方、本地区の範囲内では環状構造が判読・抽出されなかった。しかしながら、北部から西部一帯の山地には漸新世、中新世、鮮新世及び第四紀に活動した火山が広範囲に分布しており、それらの中心付近には直径が 2～5km のカルデラと同 0.5～1km の火口が多数認められた。

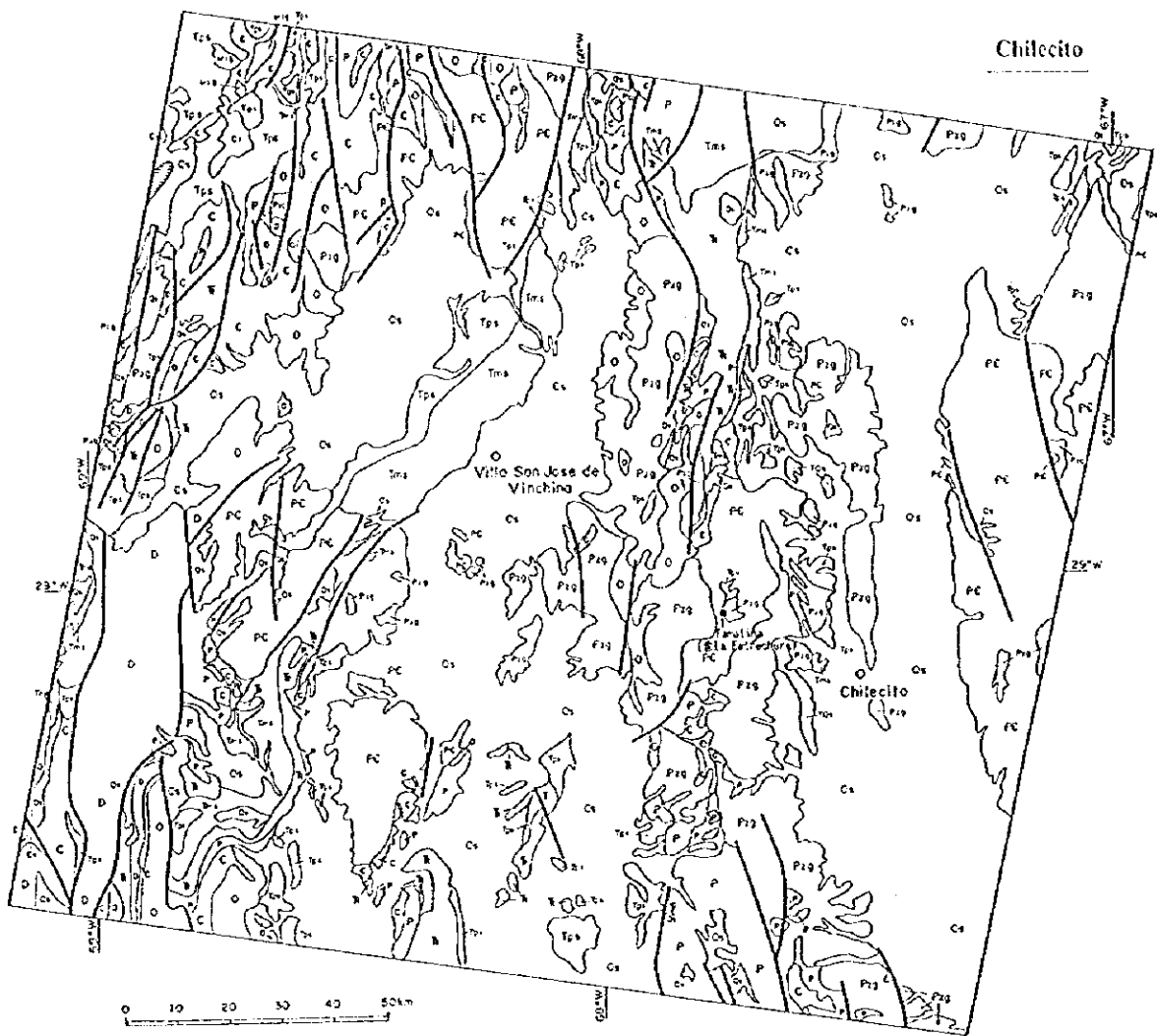
5.15 Chilecito 地区

5.15.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 9 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系～カンブリア系、オルドビス系、デボン系、石炭系、ペルム系、三畳系、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類及び第四紀堆積物である。また、これらのユニットに貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類及び中生代貫入岩類がある。

- ・先カンブリア系～カンブリア系(PC)：本系は片岩、片麻岩、角閃岩、大理石、ミグマタイト、塩基性岩類、超塩基性岩類、頁岩、ホルンフェルス及び珪岩からなる。
- ・オルドビス系(O)：本系はアルコース砂岩、グレイワッケ、頁岩、珪岩、石灰岩、マール及び苦灰岩からなる。北端部の本系には、石英安山岩や流紋石英安山岩質の凝灰岩、角礫岩、溶岩が産する。
- ・デボン系(D)：本系は西部に N-S 方向で分布し、グレイワッケ、礫岩、砂岩、頁岩などの堆積岩類からなる。
- ・石炭系(C)：本系は西部に分布し、砂岩、アルコース砂岩、礫岩、有機質泥岩などの堆積岩類からなる。
- ・ペルム系(P)：本系は礫岩、アルコース砂岩、赤色砂岩、頁岩などの堆積岩類からなる。
- ・三畳系(TR)：本系は一般に礫岩、砂岩、泥岩、シルト岩、礫岩などの陸成堆積岩類からなるが、北部では安山岩質の集塊岩や角礫岩を挟んでいる。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は中央部～西部に NNE-SSW 方向で分布し、礫岩、砂岩及び泥岩からなる。



凡例

- | | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 新生代 | <ul style="list-style-type: none"> Qs 第四系(堆積岩を主体とする地層) Tps 鮮新世堆積岩を主体とする地層 Tms 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| 中生代 | <ul style="list-style-type: none"> T 三畳系 |
| 古生代 | <ul style="list-style-type: none"> P ベルム系 C 石炭系 D デボン系 O オルドビス系 |
| 先カンブリア紀 | <ul style="list-style-type: none"> PC 先カンブリア系~カンブリア系 Mzg 中生代貫入岩 Prz 古生代貫入岩 |
| | <ul style="list-style-type: none"> — 断層 ■ 主要紀元
1: Fanatina(合La Estrechura) |

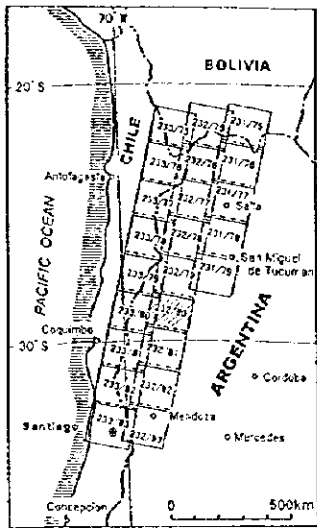


図 51 Chilecito 地区地質図

Chilecito

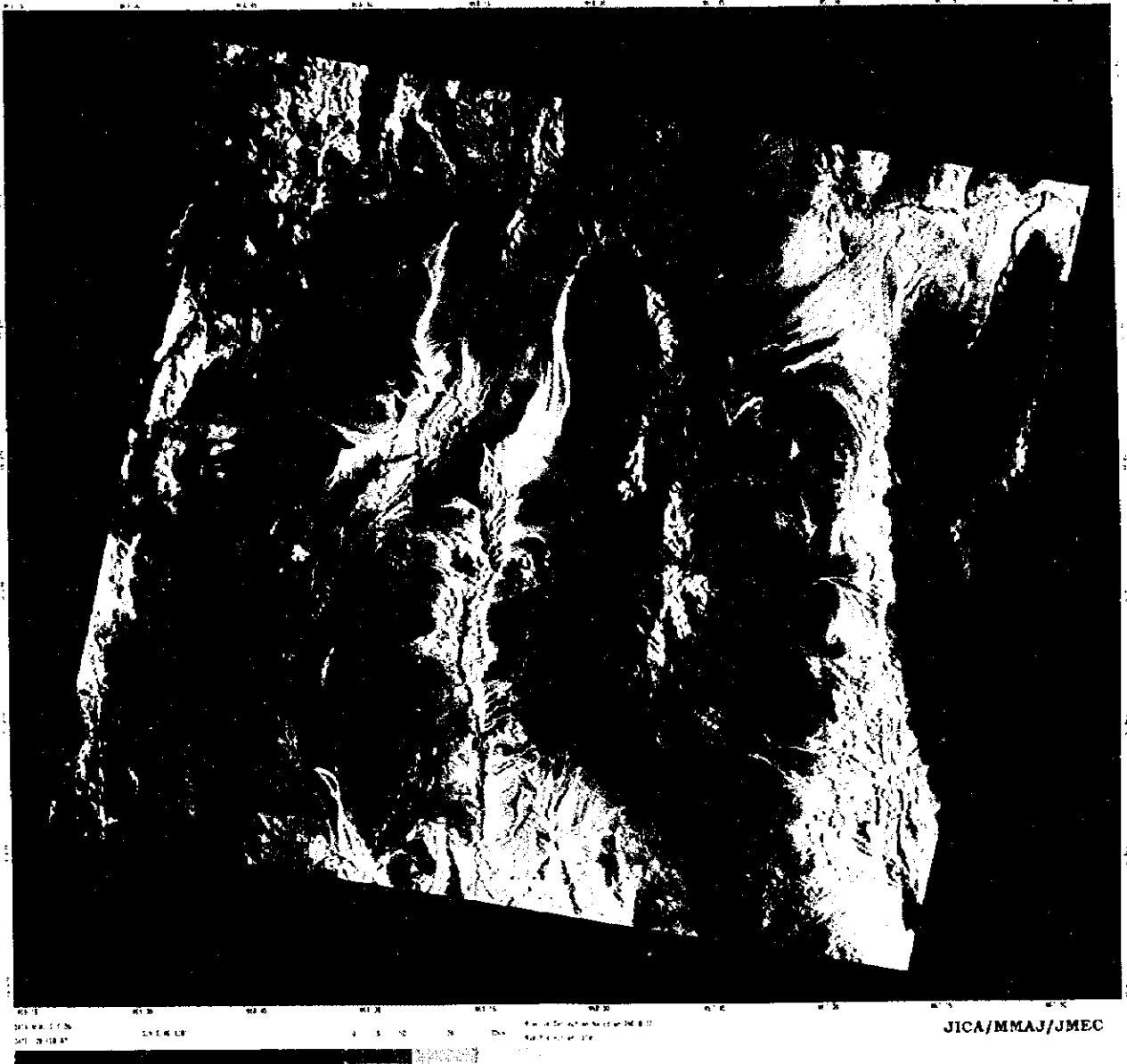


図 52 Chilecito 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3 1 4 5 5 7
Multiplied by First Principal Component

Chilecito

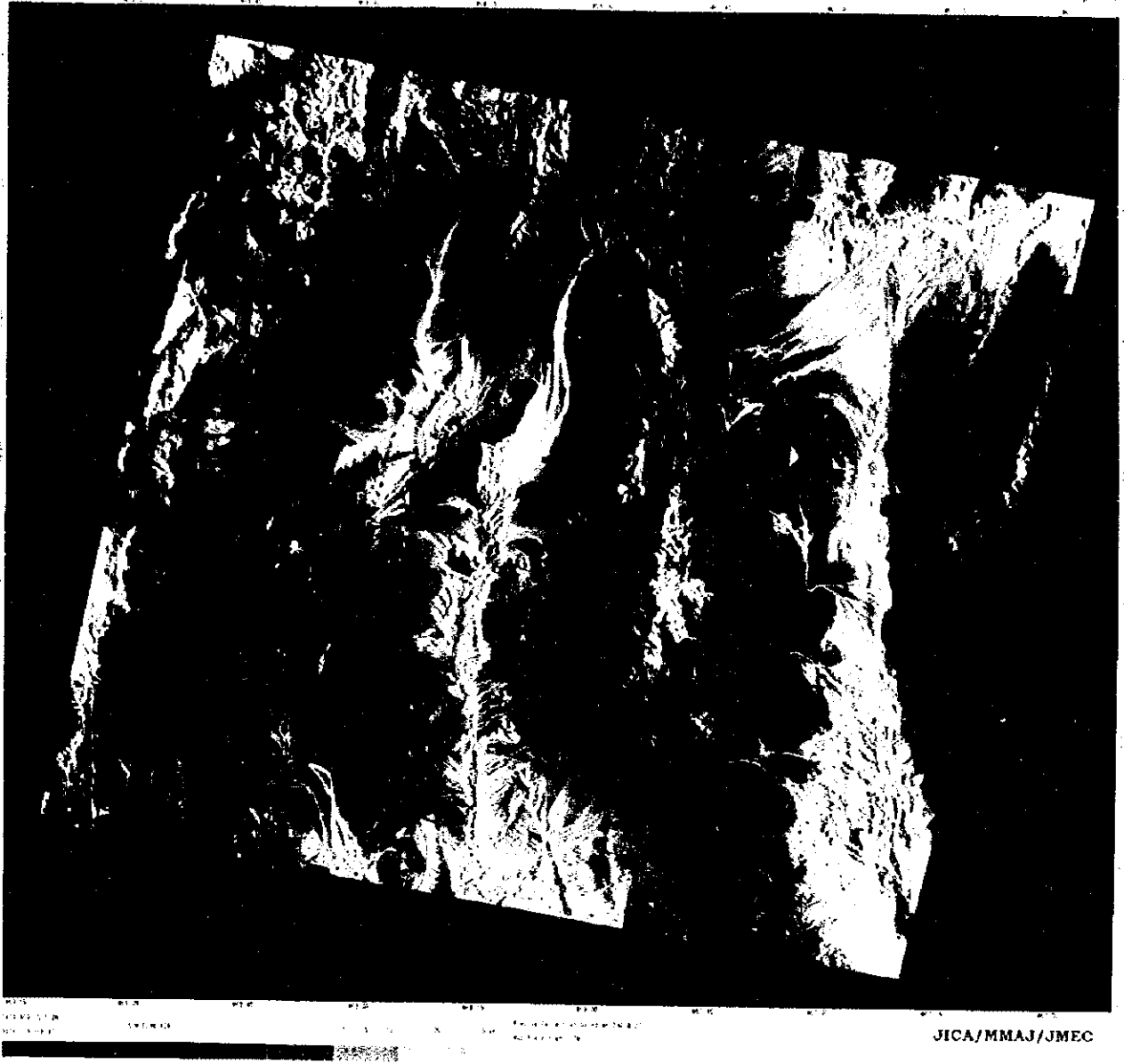


图 53 Chilecito 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は中央部～西部に分布し、礫岩、砂岩、泥岩及び凝灰岩からなる。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物はベディメント堆積物、河成、氷河成、沖積成、蒸発成などの種々の堆積物からなる。
- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類は主に東部～中央部に最大 50km の幅を有し NNW-SSE 方向に延びており、花崗岩、花崗閃緑岩、トーナライト、斑岩などからなる。また、北西部に分布するものは、花崗岩、花崗閃緑岩、トーナライト及び閃緑岩からなる。
- ・中生代貫入岩類(Mzg)：本岩類は北西部に点在し、花崗岩、花崗閃緑岩などからなる。

本地区は西から東へ 3 つの構造区からなる。それらは西部のプレコルディジェラ構造区、中央部のパンペアン山脈構造区、北東部のトランスパンペアン山脈構造区である。

プレコルディジェラ構造区は、先カンブリア系～カンブリア系、オルドビス系、デボン系、石炭系、ペルム系、三疊系、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類及び第四紀堆積物から構成され、古生代貫入岩類を伴う。

パンペアン山脈構造区では、下位から、先カンブリア系～カンブリア系、オルドビス系、デボン系、石炭系、ペルム系、三疊系、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類及び第四紀堆積物が分布し、これらに伴って古生代貫入岩類がある。

トランスパンペアン山脈構造区は、先カンブリア系～カンブリア系、オルドビス系、石炭系、ペルム系、三疊系、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類及び第四紀堆積物からなり、古生代貫入岩類を伴う。

(2) 鋳 床

本地区には、17 箇所の鋳床が知られている。鋳床タイプは、ほとんどが鋳脈型鋳床であるが、その鋳種には、銅・金(9 箇所)、鉛・亜鉛・銀(5 箇所)、銅・モリブデン(1 箇所)の 3 タイプがある。形成年代は、第三紀と考えられているものが多いが、古生代のものもある。鋳種と形成年代との関係も明瞭ではない。また、本地区には金の漂砂鋳床(Ramblones and Mariposa de Oro district)も存在する。代表的な鋳床は Famatina(La Estrechura), Mogote Rio Blanco, La Mejicana などである。

- ・ La Estrechura(A68)：中央部のトランスパンペアン山脈構造区に位置し、モリブデン・銅を産する鋳脈・網状型鋳床である。カンブリア紀～オルドビス紀堆積岩類、それらに貫入する石英安山岩を母岩とする。母岩はセリサイト化している。生成年代は後期第三紀とされている。鋳石鋳物は輝水鉛鋳、黄銅鋳、硫砒銅鋳、方鉛鋳及び閃亜鉛鋳であり、脈石鋳物として石英を伴う。鋳量は 3 百万 t で、品位は Mo 0.13～0.17%、Cu 0.1～0.5%である。