

臺灣與中國大陸 資源開發合作與國際經濟

1988

1988

國際經濟與
資源開發

チリ共和国アイセン地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第1年次)

JICA LIBRARY



1086801(6)

21822

平成2年6月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

21822

は し が き

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国の南部に位置するアイセ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鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

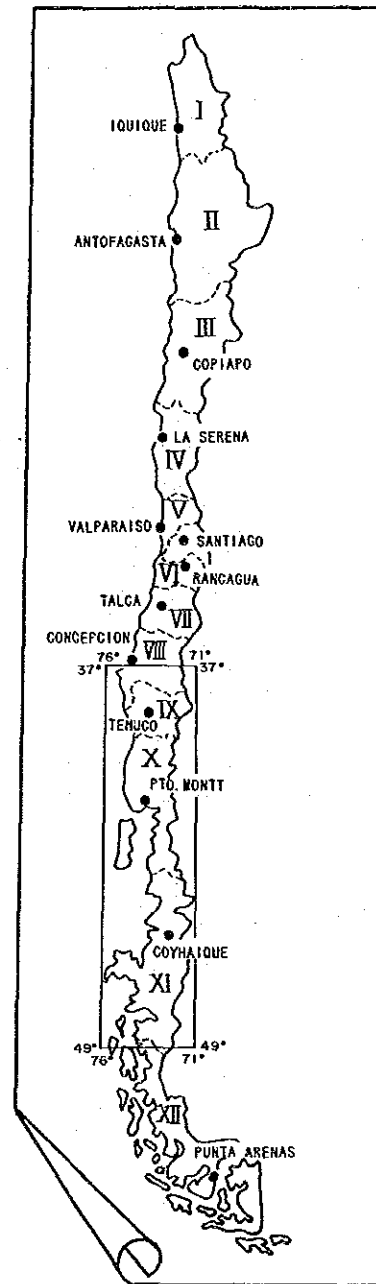
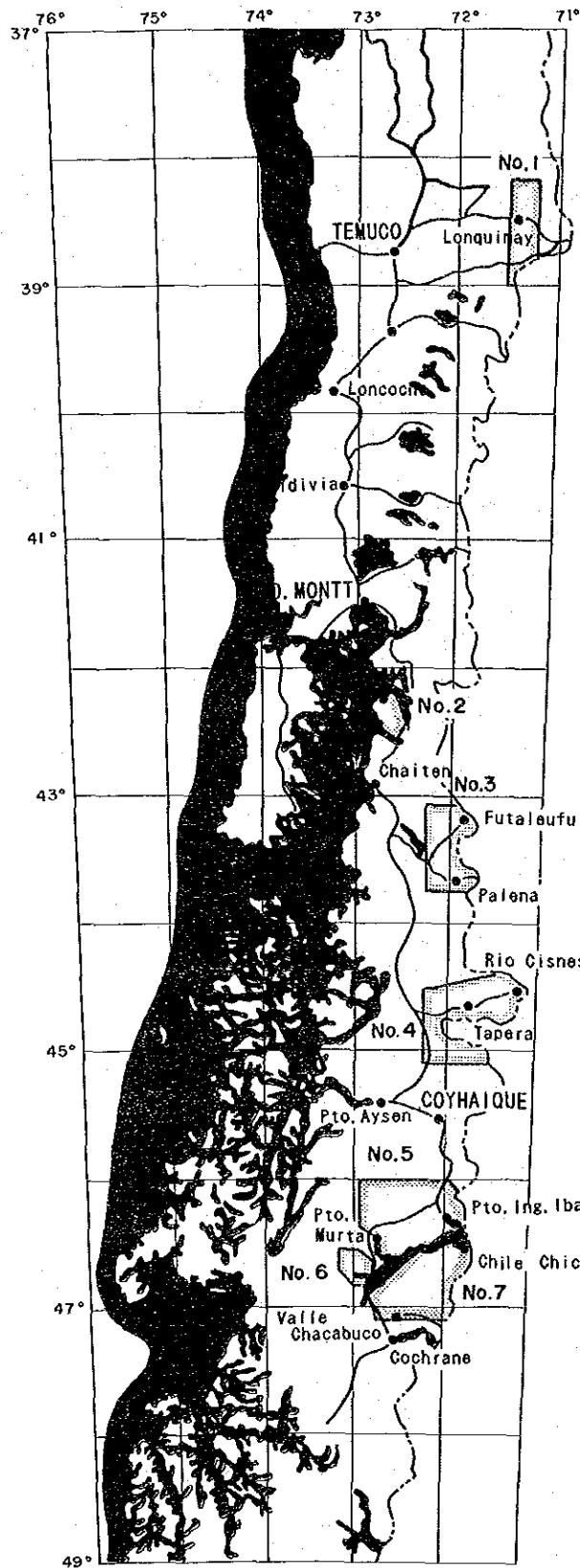
本調査は、平成元年度を第1年次とし、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して平成2年12月20日から平成2年3月28日まで現地に派遣した。現地調査は、チリ共和国政府機関、資源エネルギー省鉱物資源局の協力を得て予定どおり完了した。本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたチリ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在チリ共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表すものである。


平成2年6月

国際協力事業団
総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団
理事長 福 原 元 一

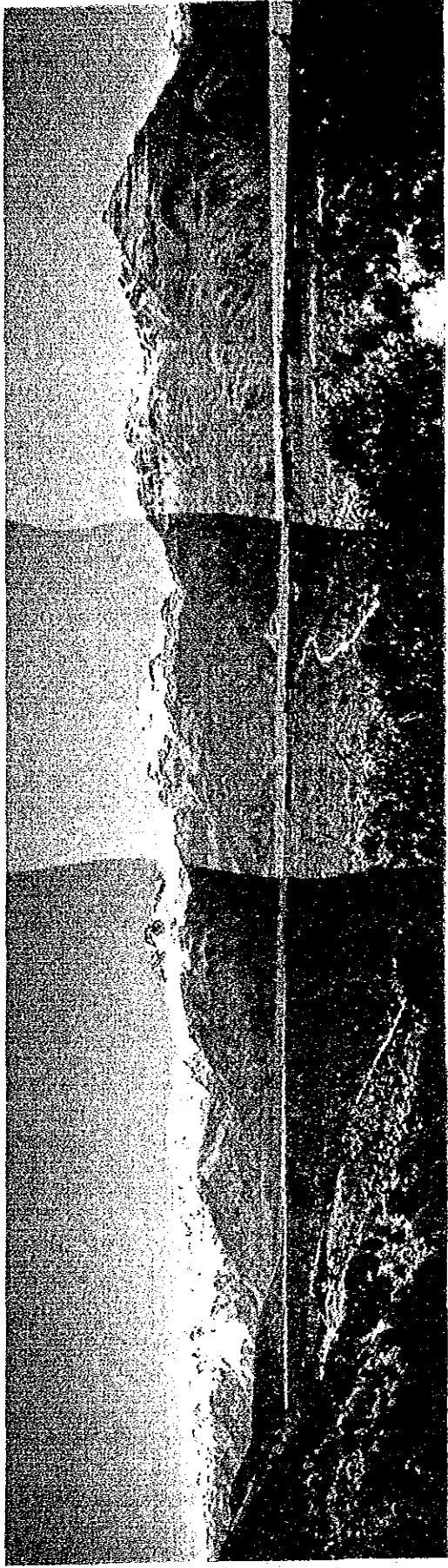


LEGEND

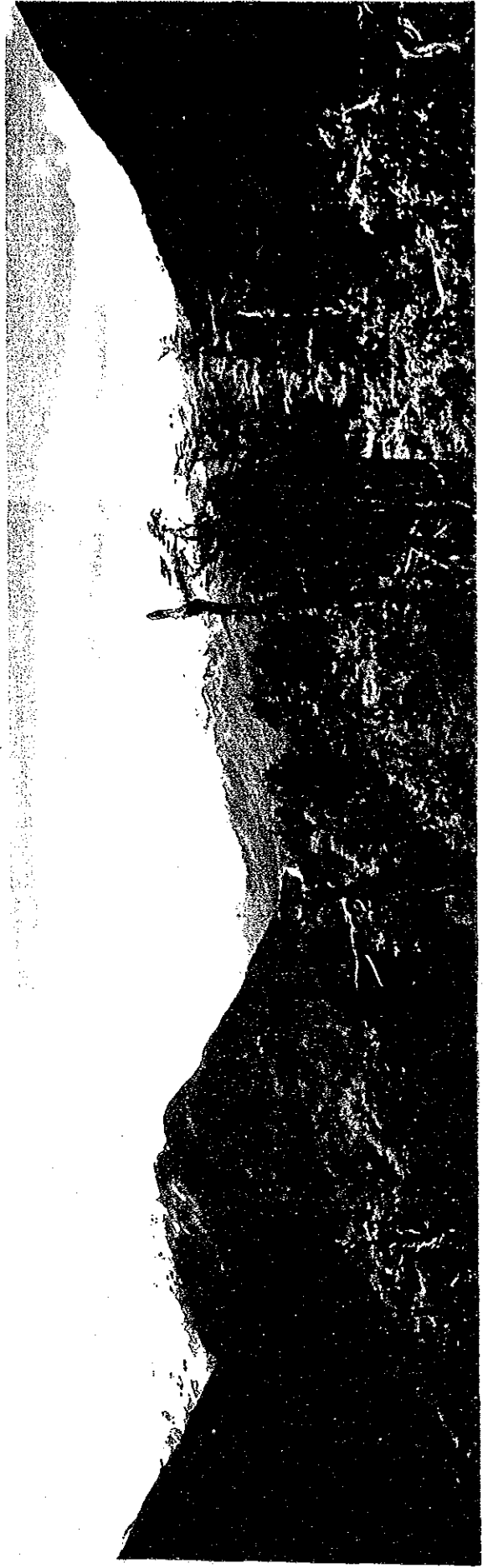
 Survey Area (1989)

0 100 200km

第 I - 1 - 1 圖 調查地域位置圖



General Carrera 湖南岸より望む No.5地域の遠景



No.5 地区北部 Traiguana 川上流の植生

要 約

本調査は、チリ共和国アイセン(Aysen)地域(正式名称:the Investigation of Mineral Potential in the Lonquimay area and Regions Los Lagos and Aysen)において地質状況および既知鉱床の規模並びに胚胎の場を解明することにより新たな鉱床賦存の可能性を評価し、探鉱余地を抽出することを目的として行われた。

調査地域は、南緯38°から同47°の範囲のアルゼンチンとの国境近くのアンデス山脈に沿った海拔500~2,500mの山岳地帯である。この範囲の中から7地区(No. 1からNo. 7地区)を選び調査対象地域とした。行政区分上は第 VIII 州から第 XI 州にまたがっている。

気候はNo. 1 地区を除き寒冷気候帯に属し、偏西風の影響により年間を通じて降雨量が多く、夏でも20°前後の気温を示す。植生限界が標高1,500m付近にあり、それより高地は裸岩地帯であり、低地は針葉樹林を主体とした山林となっている。Puerto Montt以北は道路も整備されているが、同以南は開発が遅れており、縦断している幹線道路(Carretera Austral) 1線が最近調査地の南端に達している。集落は極端な過疎地帯で、中心の都市Coyhaique市で人口約 35,000人であり、その他は500~2,000人程度の小集落が点在しているに過ぎない。

本年次の調査は、衛星画像解析、既存データのコンパイルおよび地質調査・地化学探査の3種類の作業からなる。

衛星画像解析では、ランドサットMSS画像17シーン(面積約405,000 km²)の写真地質学的判読作業を行い、広域的な地質および地質構造の解明を行った。同解析の範囲のうち、約半分がチリ側、半分がアルゼンチン側である。解析の結果、地質単元はA~Kの12単元に区分され、地域の中央をN-Sに伸びて単元Kの貫入岩が広く分布しており、同貫入岩の両側に火山岩類あるいは堆積岩類に対応する単元A~Jが分布している。

貫入岩の西側には古生層に対応される単元Aの分布が広い。一方、貫入岩の東側にはジュラ系(単元B)、白亜系(単元CおよびD)、第三系(単元E、FおよびG)および第四系(H、IおよびJ)に対応する火山岩類あるいは堆積岩類が分布している。なお、チリ側には中生界の分布が広く、アルゼンチン側では新生界の分布が卓越している。

リニアメントは1,212本把握された。これらは、N5°E~N5°W、N5°~15°EおよびN15°~25°Wの3系統に大別される。N5°E~N5°W系は貫入岩地帯に卓越して分布しており、連続性が最もよい。同系列のリニアメントに沿って第四紀の火山が並ぶ。その他の2系列のリニアメントは連続性に乏しく、かつ東側の古生界および中生界分布域で密に分布している。これらのうち、地域南部のCoyhaiqueからGeneral Carrera湖周辺にかけての鉱床密集地帯ではN15°~25°W系が卓越している。

既存データのコンパイルの結果、対象地域の地質・鉱床は次の通り要約される。本地区は、ブラジル盾状地の西縁に発達したアンデス造山帯に当たり、古生界の変成岩類を基盤としてジュラ系、白亜系、第三系、第四系およびジュラ紀末期～第三紀初期にかけて貫入した花崗岩類（パタゴニア底盤）等から構成されている。ジュラ系は、主として中～酸性の火山岩類からなる。白亜系は、海成堆積物および中性火山岩類からなる。また、第三系および第四系は主として中性火山岩類よりなり、海成ないし陸成堆積物を挟在する。

古生界は、ブロック運動、複合褶曲等複雑な構造を呈している。中生界にも褶曲構造が発達しているが単純かつ緩やかな構造を呈している。新生界は殆ど水平に近い。

本地区には金、銀、銅、鉛、亜鉛、モリブデン等の多金属鉱床・鉱徴地が発達している。これらの鉱床・鉱徴地の殆どは、パタゴニア底盤の東縁部に偏在しており、しかも大局的に同底盤を基準にしてモリブデン帯、銅(金)帯、鉛-亜鉛(銀)帯、金-銀帯の累帯配列をしめしている。

モリブデン鉱床は、底盤縁辺部に細脈状をなす。銅(金)鉱床は脈状が圧倒的に多く、かつ小規模鉱床が多い。しばしば金を含有している。鉛-亜鉛(銀)鉱床は、南緯45°～47°に密集しており、チリ全土の亜鉛生産量の75%をこの地域から産出している。鉱床のタイプは鉱脈型が多いが、古生界あるいは中生界の石灰質層を交代した鉱床も存する。中生界の石灰質層を交代した鉱床の代表として埋蔵鉱量、2,000万トン級のEl Toqui鉱床がある。また、古生界の石灰岩を交代した代表的鉱床としてSilvaおよびRosillo鉱床がある。これらは埋蔵鉱量50～60万トン級の鉱床である。金-銀鉱床は鉱脈型が殆どである。本帯の代表的鉱床として浅熱水性(温泉型?)含金石英脈の密集からなるKatterfeld鉱床とLaguna Verde鉱床がある。両鉱床とも最近探鉱された新しい鉱床で、現在北米系の民間会社が鋭意探鉱中である。

地質および地化学探査の結果は、次の通り要約される。

No. 1 ロンキマイ地区

本地区の鉱化作用は、金および銅で特徴づけられる。金の鉱床は、脈状ないし網状をなす場合とこれらを母鉱床とした漂砂鉱床がある。両者とも規模が小さい。

地化学探査で地域北部のMaravilla山とBio Bio川に囲まれた地域でAu、Agの異常が比較的まとまって検出された。

No. 2 ウエキ半島地区

本調査においてHuequi半島北部のComau山麓で花崗岩類に貫かれた超塩基性岩の存在を確認した。しかし同岩体の分布、規模などは不明である。また、河床堆積物による地化学探査で地域西部にAuの異常を検出した。

No. 3 フタレフ-アルトパレナ地区

本地区は、アイセン地域における鉱床形成に重要な役割を果している中生代の火山岩類や石灰質海成層が分布しており、かつ、Futaleufu町北西部にAu、Agの地化学異常を検出しており、Alto Palena町付近ではPbのまとまった地化学異常を検出している。従って、中生界分布域に

おける今後の調査・探鉱によっては金、銀、鉛、亜鉛等の有望鉱床発見の可能性が十分ある。

No. 4 アルトシスネス-エルトキ地区

中生界が地域の東部に広く分布している。この中生界の石灰質岩を交代してEl ToquiやCerro Estatuas等の大型高品位鉛-亜鉛鉱床が形成されている。また、本地区にはKatterfeld鉱床で代表される金鉱脈鉱床が発達している。これらの鉛-亜鉛鉱床および金鉱床は規模、品位とも優勢であり、今後の探査のターゲットになり得る。

No. 5 イバニェス-ムルタ地区

本地区には古生代の変成岩類および中生界が広く分布している。本地区南部、General Carrera湖北岸にはこれらを母岩としてSilva鉱床をはじめとする70数箇所に及ぶ鉱床・鉱徴地が発達しているが、多くは小規模である。本地区北部のAvellanos川とIbanez川に囲まれた地域は、地理的条件に制約されて探査活動が遅れているが、この地域には古生層、中生界が広大に分布しており、かつそれらを貫いて花崗岩質岩株が多数発達している。更に、Avellanos下流域には金の鉱徴も認められている。従って、本地区北部にはSilva型やEl Toqui型の鉛-亜鉛鉱床やKatterfeldタイプの金鉱床が期待される。

No. 6 ロスレオネス川地区

Los Leones川流域およびEl Canal川流域でAu, Asの地化学異常が比較的まとまって検出された。

No. 7 チレチコ-チャカブコ地区

本地区には20近くに及ぶ鉱床・鉱徴地が発達しているが、注目されるのはLaguna Verdeタイプの金鉱床とLa Pozaタイプの鉛鉱床である。

Laguna Verde鉱床は、Ibanez層中に胚胎した浅成鉱脈鉱床(温泉型?)で、広範囲に及ぶ熱水変質帯(珪化-カオリナイト化)を伴っている。

La Poza型鉱床は、Ibanez層中に胚胎した海底噴気堆積性鉱床の可能性があり、鉱況に期待がもたれる。

本地区南部のAviles川および同支流域にAu, AgおよびAsの地化学異常がまとまって検出されており、しかも同異常の上流域にゴッサンを伴った熱水変質帯が発達している。従ってこの異常は注目に値するものである。

第2年次調査の内容として次のことを提言する。

- (1) No. 3 地区からNo. 7 地区までの範囲におけるパタゴニア底盤東限からアルゼンチンとの国境までの地域におけるTM画像解析および同解析によって抽出された変質帯に対する地質調査。
- (2) No. 3および4地区の中生界分布域における空中写真解析による石灰質海成層分布域の抽出および鉱化作用の有無の現地確認調査。なお、鉱徴地把握のための補助手段として地化学探査を併用。

- (3) No. 3地区北部におけるAu, Ag地化学異常追跡のための地質調査および地化学探査
- (4) No. 6地区におけるAu, Ag地化学異常追跡のための地質調査および地化学探査
- (5) No. 7地区のLa PozaおよびLa Paulina鉱床に対する地質精査

目 次

はしがき	
調査地域位置	
要 約	I
目 次	V
付図付表一覧	VII

第 I 部 総 論

第 1 章 序論	1
1-1 調査の経緯および目的	1
1-2 第1年次調査の範囲、目的および作業の概要	1
1-3 調査団の編成	2
第 2 章 調査地域の地理	4
2-1 位置・交通	4
2-2 地形および水系	6
2-3 気候および植生	6
第 3 章 調査地域の既存地質情報	6
3-1 既往調査の概要	6
3-2 調査地域の一般地質	7
3-3 調査地域の地質的位置付け	8
3-4 調査地域の鉱業略史	9
第 4 章 調査結果の総合検討	10
4-1 地質構造および鉱化作用の特性と鉱化規制	10
4-2 調査地域の地化学特性	11
4-3 金属鉱床賦存のポテンシャル	12
第 5 章 結論および提言	12
5-1 結 論	12
5-2 提 言	14

第 II 部 各 論

第 1 章 衛星画像解析	17
1-1 使用データ	17

1 - 2	解析方法	18
1 - 3	解析結果	24
第 2 章	既存データのコンパイル	35
2 - 1	使用データ	35
2 - 2	コンパイル作業の結果	39
第 3 章	地質調査および地化学探査	77
3 - 1	地質調査	77
3 - 2	パタゴニア底盤の特性	117
3 - 3	地化学探査	128
第 4 章	総合考察	154
4 - 1	No.1 ロンキマイ地区	154
4 - 2	No.2 ウエキ半島地区	155
4 - 3	No.3 フタレフーアルトパレナ地区	155
4 - 4	No.4 アルトシスネスーエルトキ地区	155
4 - 5	No.5 イバニエスームルタ地区	156
4 - 6	No.6 ロスレオネス川地区	156
4 - 7	No.7 チレチコーチャカブコ地区	156
第 III 部 結論および提言		
第 1 章	結 論	158
1 - 1	No.1 ロンキマイ地区	158
1 - 2	No.2 ウエキ半島地区	158
1 - 3	No.3 フタレフーアルトパレナ地区	158
1 - 4	No.4 アルトシスネスーエルトキ地区	159
1 - 5	No.5 イバニエスームルタ地区	159
1 - 6	No.6 ロスレオネス川地区	159
1 - 7	No.7 チレチコーチャカブコ地区	159
1 - 8	No.8 地化学探査の分析値	160
第 2 章	提 言	160
2 - 1	今後の地区別探査方針	160
2 - 2	第 2 年次への提言	162
References		163
巻末資料		1
露頭写真集		79

付 図

第 I-1-1図 調査地域位置図

第 II-1-1図 ランドサット画像位置図

第 II-1-2図 ランドサット5号の軌道と観測パターン

第 II-1-3図 ランドサット画像解析図

第 II-1-4図 リニアメントのローズダイアグラムおよびヒストグラム

第 II-1-5図 リニアメント密度図

第 II-2-1図 No 1 ロンキマイ地区地質図

第 II-2-2図 No 2 ウエキ半島地区地質図

第 II-2-3図 No 3 フタレフ-アルトパレナ地区地質図

第 II-2-4図 No 3 フタレフ-アルトパレナ地区模式地質断面図

第 II-2-5図 No 4 アルトシスネス-エルトキ地区地質図

第 II-2-6図 No 4 アルトシスネス-エルトキ地区模式対比柱状図

第 II-2-7図 No 5 イバニェス-ムルタ地区、No6 ロスレオネス川地区、No 7 チレチコ-チャカ
ブ コ地区地質図

第 II-2-8図 No 5, 6 および7地区模式地質断面図

第 II-2-9図 No 5 イバニェス-ムルタ地区、No6 ロスレオネス川地区、No 7 チレチコ-チャカ
ブ コ地区模式対比柱図

第 II-3-1図 アラウカリア鉱山坑道スケッチ

第 II-3-2図 エルトキ鉱山およびセロエストア鉱山位置図

第 II-3-3図 エルトキ鉱床模式断面図

第 II-3-4図 エルトキ鉱床模式層序

第 II-3-5図 カッターフェルド鉱床地質概要図

第 II-3-6図 サンタテレサ鉱床位置および坑内スケッチ

第 II-3-7図 シルバ鉱山およびロシージョ鉱山周辺地質図

第 II-3-8図 シルバ鉱山露頭分布図

第 II-3-9図 ロシージョ鉱山付近地質図

第 II-3-10図 ロシージョ鉱山坑内図

第 II-3-11図 ラスチバス鉱山位置および坑内スケッチ

第 II-3-12図 セロカスティージョ鉱山位置および露頭スケッチ

第 II-3-13図 カスカ-ラ鉱山位置および坑内スケッチ

第 II-3-14図 ビスタアレグレ鉱山位置および坑内スケッチ

- 第II-3-15図 パウリナ鉱床スケッチ
- 第II-3-16図 パウリナ鉱山およびラボサ鉱山位置図
- 第II-3-17図 ラボサ鉱山付近スケッチ
- 第II-3-18図 ラボサ鉱床スケッチ
- 第II-3-19図 ラボサ鉱床模式柱状図
- 第II-3-20図 ラボサ鉱山地域模式層序図
- 第II-3-21図 ラグナベルデ鉱床付近露頭スケッチ
- 第II-3-22図 全岩分析試料および年代測定試料採取位置図
- 第II-3-23図 フェルシック火成岩類の分類図
- 第II-3-24図 花崗岩類の組成のQ-An-Ab-Or四面体への投影図
- 第II-3-25図 花崗岩類の分化指数と酸化物の組成変化
- 第II-3-26図 花崗岩類のD. I. の側方変化図
- 第II-3-27図 花崗岩類の Fe^{2+}/Fe^{3+} の側方変化図
- 第II-3-28図 花崗岩類の Fe^{2+}/Fe^{3+} -D. I. および $Na_2O+K_2O-SiO_2$ ダイアグラム
- 第II-3-29図 花崗岩類の $K_2O-CaO-Na_2O$ ダイアグラム
- 第II-3-30図 花崗岩類のD. I. と絶対年代関係図
- 第II-3-31図 沢砂地化学探査各元素の頻度分布図
- 第II-3-32図 沢砂の粒度別の品位
- 第II-3-33図 沢砂地化学探査各元素の累積頻度分布曲線
- 第II-3-34図 パンニング地化学探査各元素の頻度分布
- 第II-3-35図 パンニング地化学探査各元素の累積頻度分布

付 表

- 第I-1-1表 調査地域の面積
- 第I-1-2表 試験・分析試料の数量一覧表

- 第II-1-1表 ランドサット画像一覧表
- 第II-1-2表 MSSデータとTMデータの波長帯域の比較
- 第II-1-3表 ランドサット画像判読結果一覧表

- 第II-2-1表 地質層序対比表
- 第II-2-2表 選定された鉱山・鉱徴地一覧表

- 第II-3-1表 絶対年代測定結果一覧表

- 第Ⅱ-3-2表 沢砂地化学探査基本統計値一覧表
- 第Ⅱ-3-3表 沢砂地化学探査各元素間の相関係数一覧表
- 第Ⅱ-3-4表 沢砂地化学探査固有ベクトルと固有値(相関行列)一覧表
- 第Ⅱ-3-5表 沢砂の粒度別の品位一覧表
- 第Ⅱ-3-6表 パンニング地化学探査基本統計値一覧表
- 第Ⅱ-3-7表 パンニング地化学探査各元素間の相関係数一覧表

添 付 図

- PLATE 1 ランドサット画像解析図
- PLATE 2 No 1 ロンキマイ地区探鉱実績図
- PLATE 3 No 2 ウエキ半島地区探鉱実績図
- PLATE 4 No 4 アルトシスネス-エルトキ地区探鉱実績図
- PLATE 5 No 5 イバニェス-ムルタ地区, No 6 ロスレオネス地区, No 7 チレチコ-チャカブコ地区探鉱実績図
- PLATE 6 No 1 ロンキマイ地区地質図
- PLATE 7 No 2 ウエキ半島地区地質図
- PLATE 8 No 3 フタレフ-アルトパレナ地区地質図
- PLATE 9 No 4 アルトシスネス-エルトキ地区地質図
- PLATE 10 No 5 イバニェス-ムルタ地区, No 6 ロスレオネス川地区, No 7 チレチコ-チャカブコ地区地質図
- PLATE 11 No 1 ロンキマイ地区沢砂およびパンニング地化学探査解析図(その1)
- PLATE 12 No 1 ロンキマイ地区沢砂地化学探査解析図(その2)
- PLATE 13 No 2 ウエキ半島地区沢砂およびパンニング地化学探査解析図(その1)
- PLATE 14 No 2 ウエキ半島地区沢砂およびパンニング地化学探査解析図(その2)
- PLATE 15 No 2 ウエキ半島地区沢砂地化学探査解析図(その3)
- PLATE 16 No 3 フタレフ-アルトパレナ地区沢砂およびパンニング地化学探査解析図(その1)
- PLATE 17 No 3 フタレフ-アルトパレナ地区沢砂地化学探査解析図(その2)
- PLATE 18 No 4 アルトシスネス-エルトキ地区沢砂およびパンニング地化学探査解析図(その1)
- PLATE 19 No 4 アルトシスネス-エルトキ地区沢砂地化学探査解析図(その2)
- PLATE 20 No 5 イバニェス-ムルタ地区, No 6 ロスレオネス川地区, No 7 チレチコ-チャカブコ地区沢砂およびパンニング地化学探査解析図(その1)
- PLATE 21 No 5 イバニェス-ムルタ地区, No 6 ロスレオネス川地区, No 7 チレチコ-チャカブコ地区沢砂地化学探査解析図(その2)

PLATE 22 No 1 ロンキマイ地区試料および鉍山・鉍徴地位置図

PLATE 23 No 2 ウエキ半島地区試料および鉍山・鉍徴地位置図

PLATE 24 No 3 フタレフ-アルトパレナ地区試料および鉍山・鉍徴地位置図

PLATE 25 No 4 アルトシスネス-エルトキ地区試料および鉍山・鉍徴地位置図(北部)

PLATE 26 No 4 アルトシスネス-エルトキ地区試料および鉍山・鉍徴地位置図(南部)

PLATE 27 No 5 イバニェス-ムルタ地区, No 6 ロスレオネス川地区, No 7 チレチコ-チャカブコ地区試料および鉍山・鉍徴地位置図(西部)

PLATE 28 No 5 イバニェス-ムルタ地区, No 6 ロスレオネス川地区, No 7 チレチコ-チャカブコ地区試料および鉍山・鉍徴地位置図(東部)

卷末資料

第 1 表 鉍山および鉍徴地既存資料コンパイル一覧表

第 2 表 鉍山および鉍徴地現地調査結果一覧表

第 3 表 鉍石分析結果一覧表

第 4 表 岩石薄片検鏡結果一覧表

第 5 表 研磨片検鏡結果一覧表

第 6 表 X線回折解析結果一覧表

第 7 表 全岩分析結果一覧表

第 8 表 沢砂地化学探査分析結果一覧表

第 9 表 パンニング地化学探査分析結果一覧表

第 I 部 総論

第 I 部 総 論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯および目的

本調査は、チリ共和国アイセン地域において地質状況および既知鉱床の規模・胚胎の場を調査することにより新たな鉱床賦存の可能性を評価し、探鉱余地を抽出することを目的としておこなわれた。

本地域は開発の遅れた地域で、従来から数多くの鉱徴が知られながら、鉱山として開発されていたものは、ヘネラルカレーラ(General Carrera)湖周辺のいくつかのベースメタル鉱床のみであった。しかしながら、近年自動車道の開発が進み、詳細な調査も可能になってきたこと、欧米の一部の鉱山会社による探査活動により本地域のポテンシャルティーが脚光を浴び始めたこと等により本地域の調査開始が決定された。

本地域では、欧米の一部の鉱山会社による活発な探査活動が行われているものの、詳細な探査資料は公表されていないため、本地域の地質および鉱化作用についての基礎的な資料を収集することから作業を開始し、全域にわたって予察調査を行った。それにより、本年度は次年度の探鉱ターゲットを抽出することに注力した。

1-2 第1年度調査の範囲、目的および作業の概要

1-2-1 調査の範囲

調査地域は、第 I-1-1 表および第 I-1-1 図に示した通り 7 地区あり、それらは南緯38°から47°の範囲に分布する。本地域はアルゼンチン共和国との国境近くのアンデス山脈に沿った海拔 1,000-2,500 m の山岳地帯である。

各地区の面積は第 I-1-1表に示した通りである。

第 I-1-1 表 調査地域の面積

調査地域	面積(km ²)	調査地域	面積(km ²)
No 1 ロンキマイ地区	1,490	No 5 イバネス-ムルタ地区	4,690
No 2 ウエキ半島地区	730	No 6 ロスレオネス地区	740
No 3 フタレフ-アルト バレナ地区	2,310	No 7 チリチコ-チャカブコ地区	4,240
No 4 アルトシスネス- エルトキ地区	3,720		

1-2-2 調査内容

本年度の調査は衛星画像解析、既存データコンパイルおよび現地調査の3種類の作業からなる。本調査地域は開発が進んでいないためもあり、現地の地質・鉱床に関する情報が不足しているためにランドサットMSS画像17シーンを用いた写真地質学的判読作業および既存データコンパイル作業を現地調査に先立っておこない、現地調査計画の策定に資した。なお、衛星画像解析は日本で、既存データコンパイルはサンチャゴ(Santiago)でそれぞれおこなわれた。

各作業で重点を置いた主題は以下の通りである。

(1) 衛星画像解析

ランドサットMSS画像17シーンの写真地質学的判読作業をおこない、広域的な地質構造を解明し、調査範囲における地質構造と鉱化作用の関係を解明する。

(2) 既存データコンパイル

地質、鉱徴地、物理探査、地化学探査などの資料を収集・解析し、鉱床と地質の関係および鉱化作用の特性を把握する。また、過去の鉱業活動情況、鉱業権などについてもとりまとめる。

(3) 地質調査・地化学探査

上記2作業によって得られた情報の検討により調査を行う鉱床を選定した。

本年度の現地調査は予察調査であるので、鉱床を胚胎する地質の調査、鉱化作用の特性および類似する鉱床の探査に採用しうる探査指針の追究に重点をおいた。調査箇所は衛星画像解析および文献資料の検討により選定された鉱山・鉱徴地のみならず、現地で入手した情報により適宜取捨選択した。

また、調査地域内の既知地化学異常域に対しては、河床堆積物およびパンニング試料の採取による追跡調査を実施した。調査に際しては縮尺5万分の1の地形図を使用した。

各作業の詳細はそれぞれの項で述べる。

1-2-3 調査量

本年度の調査量および採取試料数は第 I -1-2 表の通りである。

1-2-4 調査期間

作業別調査期間は次の通りである。

衛星画像解析 :平成元年12月11日~平成2年1月8日

既存データコンパイル :平成元年12月21日~平成2年1月9日

地質調査・地化学探査 :平成2年1月14日~平成2年3月6日

1-3 調査団の編成

調査計画策定および折衝: 本調査計画策定にあたり事前調査、協定折衝のため調査団が平成元年10月17日より10月28日までの日程で派遣された。

第1-1-2表 試験・分析試料の数量一覧表

Area	Classification of samples									
	Geochemical Analyses		Ore Assaying	Thin Section	Polished Section	X-Ray Diffraction	Dating	Whole Rock Analysis		
	Stream Sediment	Pan Concentrate								
Area No 1										
Lonquimay	70	54	23	1	1	2	1			1
Area No 2										
Huequi										
Peninsula	29	29	2	5	0	0	1			3
Area No 3										
Futaleufu-										
Alto Palena	106	105	20	5	13	5	1			13
Area No 4										
Alto Cisnes										
El Toque	46	46	26	9	9	18	3			6
Area No 5										
Ibañez-Murta	66	62	135	31	28	49	2			9
Area No 6										
Los Leones	15	15	2	4	0	0	2			3
Area No 7										
Chile Chico-										
Chacabuco	60	60	54	13	16	26	0			1
TOTAL	392	371	262	68	67	100	11			36

日本側事前調査・協定折衝団	チリ共和国側担当機関地質鉱物局(SERNAGEOMIN*)
小山 恭一(金属鉱業事業団)	Maria Teresa Cañas Pinochet(地質鉱山局局長)
元岡 透(外務省経済協力局)	Dr. Jose Corvalán Diaz (同局副局長)
貝沼 弘康(国際協力事業団)	Carlos Portigliati Navarro(同局応用地質課長)
目次 英哉(金属鉱業事業団)	

*: Servicio Nacional de Geología y Minería Chile

本年度の調査に従事した技術者は以下の通りである。

日本側

氏 名	担 当 業 務	所 属
川端 義雄	企画・調整	金属鉱業事業団
目次 英哉	企画・調整	同上
河村 信行	企画・調整	同上
古川 雄也	技術責任者, 既存データコンパイル, 地質調査・地化学探査	日鉱探開株式会社
武田 進	衛星画像解析, 地質調査・地化学探査	同上
菅原 一安	地質調査・地化学探査	同上
吉江 隆	既存データコンパイル, 地質調査・地化学 探査	同上

チリ側

氏 名	担 当 業 務	所 属
Carlos Portigliati Navarro	総括・現地調査責任者	SERNAGEOMIN
Orlando Rivera	地質調査・地化学探査	同上
Sonia Vogel	X線解析	同上
Lucia Cuitiño	顕微鏡観察	同上

第2章 調査地域の地理

2-1 位置・交通

調査地域が広範囲に分布するため, 地区毎に記述する。

No. 1 ロンキマイ地区(Lonquimay)

本地区の中心地であるLonquimayは第IX州中部の東縁付近にあり、首都のSantiago南約600 kmに位置する。Santiagoからの最短の旅程は、まずPan American Highway沿いの都市Victoriaまで飛行機で至り、Victoriaからは自動車でLonquimayに到達するものである。

Lonquimayは周辺の森林伐採業の中心地であり、道路は良く発達している。

No. 2 ウェキ半島地区(Huequi)

本地区は第X州の州都プエルトモン(Puerto Montt)の南南西約100 kmに位置する。半島へ至る交通路は半島の付け根にPuerto Monttから通じる自動車道が走るのみであって、主たる調査対象地区である半島先端部に至るためには、Puerto Monttにて船を用船したうえで、直接達する他にない。Puerto Monttからの所要時間は約8時間である。

半島内の道路網の発達は極めて悪く、半島先端部付近の小集落付近の一部に道路があるのみである。

No. 3 フタレフ-アルトパレナ地区(Futaleufu-Alto Palena)

本地区は第X州の南東部に位置する。地区内の比較的大きな集落としてはFutaleufuおよびPalenaがあり、Puerto Monttからの直線距離は各々約200 km および約300 km である。両集落には商業航空路の飛行場があり、チャイテン(Chaiten)(Puerto Monttの南約170kmに位置する)から小型飛行機の定期便がある。また、Puerto Monttからも小型機の不定期便がある。Puerto Monttよりは車でも本地区に達することができるが、Puerto MonttとChaitenのあいだには3ヶ所で道がなく、その区間で運航しているフェリーボートを利用するほかないため、本地区にいたるまでにはほぼ2日を費やしてしまう。

両集落を通過してアルゼンチンに抜ける街道は未舗装ながら良く整備されているが、その他の道路の発達は良くない。

No. 4 アルトシスネス-エルトキ地区(Alto Cisnes-El Toqui)

本地区は第XI州北部に位置する。本地区の主調査地区はアルゼンチン領のLago Fontanaをはさんで南北に分かれる。北部のAlto Cisnes地区は第XI州の州都であるCoyhaiqueの北、直距約100 km 付近にあり、南部のEl Toqui地区は同60 km 程度である。

Alto Cisnes地区を横断する道路はアルゼンチンへ通ずる道路で、良く整備されている(未舗装)。また、El Toqui地区にはEl Toqui鉱山などの大鉱山が操業中であり、やはり道路状況は比較的良い。

No. 5 イバニェス-ムルタ地区(Ibañez-Murta)

No. 6 ロスレオノス川地区(Los Leones)

No. 7 チリチコ-チャカブコ地区(Chile Chico-Chacabuco)

これらの3地区は互いに近接しており、まとめて記述する。

3地区はCoyhaiqueの南、直距約170 km に位置する湖、General Carreraを取り巻いて分布する。

この湖には一周道路がないため、地域内での移動は困難である。

No. 5地区西部にはCoyhaiqueよりPuerto Murtaまで自動車によって達することができる。一方、東部にはPuerto Ibañezまで自動車道が通じているが、Puerto MurtaとPuerto Ibañezの間の地域に至るには船が唯一の交通手段である。

Puerto Murtaを通る道路はNo. 7地区南部にまで延びており、No. 6地区およびNo. 7地区南部にはCoyhaiqueより自動車で直接至ることができる。No. 7地区北部(Lago General Carrera 南岸地域)へはPuerto Ibañezからフェリーボートを利用してChile Chicoに渡るか、Puerto Murtaから南下する道路から分岐するPuerto Guadalに至る道路を利用するしかない。しかしながら、湖の南岸の中央部には小型ボートを利用して行く外に交通手段はない。

2-2 地形および水系

本年度の7つの調査地域はいずれもアルゼンチンとの国境近くのアンデス山脈に沿った山岳地帯にある。いずれの地域にも急峻な山稜が発達し、山稜の標高は1,000~2,500 m である。特に北部のNo. 1地区およびNo. 2地区を除く地区では氷河湖の発達が顕著である。各氷河湖はE-WからNEE-SWWの方向性を保ちつつ南北に配列する。また、Puerto Monttより南部の海岸寄りの地帯ではフィヨルドが発達しており、これが急峻な地形と相まって南部地域の道路網の建設を妨げている。

水系は上記の氷河湖へ注ぎ込むパターンをひとつの特徴とし、水系パターンは一般に樹枝状である。アンデス山脈から西に流れる河川は、地域の大半を占める硬い花崗岩類により流路が変えられているのが一般的である。

2-3 気候および植生

No. 1地区は温帯気候帯に属し、温和な気候帯である。その他の地区は寒冷気候帯に属し、偏西風の影響により、年間を通じて降雨量が多い。

地域の植生は針葉樹林を主体とした植生が主に標高1,500 m 以下の山林を覆っている。特にNo. 1より南の地区ではそれよりも高高度の部分には植生がまったくない。平地には下草が繁茂し、放牧地となっている。

第 3 章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

対象地域全域をカバーする調査としては、SERNAGEOMIN(1982)による縮尺100万分の1の地質調査がある。ただし、この調査は縮尺5万分の1から100万分の1までの部分的な既往調査をコンパイルしたものである。地区別の主な既往調査は次の通りである。

No. 1 地区 : 本地区には多くの地質調査および地化学探査があるが、特に地質調査については数年前から野外チェック調査を含めたコンパイル作業 (Avance geologico Hoja Curacautin, SERNAGEOMIN(準備中), 縮尺25万分の1)がSERNAGEOMINによって行われている。また、地域の中央のGalletue鉱化帯を中心とした面積 600km²の範囲に対しては、JICA-MMAJ(1978, 1979)が地質調査をはじめ地化学探査、物理探査(IP法)、ボーリング探鉱等を実施している。

No. 2 地区 : 本地区には既往調査が非常に少ない。全域をカバーする地質調査として縮尺100万分の1調査があるだけである。また、地化学探査は地域の北端部で小範囲なされているにすぎない。なお、ENAP(1962)による空中磁気探査が本半島の海域でおこなわれているが陸域には殆どかかっていない。

No. 3 地区 : 本地区の全域をカバーする地質調査として SERNAGEOMIN (1982) 以外に Thiele et al. (1978)による50万分の1調査がある。また、部分的にはFutaleufu近傍における地化学探査および地上磁気探査がある。

No. 4 地区 : 本地区全域をカバーする地質調査としてNiemeyer et al. (1984)による25万分の1および50万分の1調査およびCORFO(1982)による25万分の1調査がある。ただし、これらの調査は空中写真およびランドサット画像解析が大きな範囲を占めている。なお、地化学探査はSERNAGEOMIN(1984)による幹線道路(Carrera Austral)沿いに行われている程度である。なお、本地区にはEl Toquiをはじめとした現在稼働中の鉱山が数箇所あり、それらは個々に探査活動を行っているが、それらのデータについては入手不可能である。

No. 5 地区 : 本地区全域をカバーする主な地質調査としてSERNAGEOMIN(1982, 1984)による25万分の1および50万分の1調査がある。また、General Carrera湖周辺地域の鉱床密集地帯に対してはMMAJ(1978, 1979)による10万分の1の地質構造調査があり、同調査の一環としてSilva鉱床からPelado鉱床にかけては1万分の1地質精査、物理探査(IP法)およびトレンチ調査がある。

General Carrera湖周辺地域の鉱床密集地帯については調査も比較的密におこなわれているが、本地区北部のAvellanos川とIbañez川に囲まれた地域は既往調査として過疎地になっている。なお、地化学探査は唯一SERNAGEOMIN(1984?)が基幹道路沿いに行っているだけである。

No. 6 地区 : 本地区全域をカバーする主な地質調査としてSERNAGEOMIN(1982, 1984)による25万分の1および50万分の1調査があるだけであり、既往調査として過疎地である。地化学探査は唯一SERNAGEOMIN(1983)が基幹道路沿いに行っているだけである。

No. 7 地区 : 本地区は、No. 5地区の南に隣接した地域であり、No. 5地区と同様の既往調査がある。なお、本地区北部に位置しているLaguna Verde鉱床では最近金の有望鉱徴を把握しており、同タイプ鉱床の発見に民間企業の探査活動が活発化している。

3-2 アイセン地域の一般地質

本地域は、ブラジル盾状地の西縁に沿って形成されているアンデス造山帯に当たり、Gansser (1973)の区分による中部アンデスの南部に位置している。

本地域の地質は、古生界の変成岩類を基盤としてジュラ系、白亜系、第三系、第四系およびジュラ紀から第三紀初期にかけて活動した花崗岩類(パタゴニア底盤)等から構成されている。基盤岩類は、南緯47°以北では主としてパタゴニア底盤の西側に分布しており、緑色片岩、千枚岩、石英片岩、雲母片岩、変砂岩、マール、石灰質片岩等の変成岩類より構成されており、著しく変形している。源岩の堆積時期はデボン-石炭紀とされている(Niemeyer et al., 1984)。ジュラ系は、パタゴニア底盤の東側にN-Sに細長く伸びて分布している。同系は、主として中～酸性の火山岩および火砕岩からなる。本系の堆積時期は、ドッガー統～マルム統とされている(Niemeyer et al., 1984)。

白亜系もパタゴニア底盤の主として東側に分布しており、下部の海成層、中～酸性火山岩、火砕岩と上部の火山岩類および陸成層からなる。

第三系は、パタゴニア底盤の両側に発達している。本系は海成堆積物、陸成層および火山岩類からなる。第三紀の末期から第四紀前期にかけて活発な安山岩質ないし玄武岩質火山活動がパタゴニア底盤地帯を中心に起こり、その活動の一部は現在まで続いている。

ホーン岬からコロンビアまで、南アメリカの西縁に沿って中生代から新生代前期の底盤(アンデス底盤)が貫入しているが、このうち南緯39°以南の部分をパタゴニア底盤と称している。この底盤の周辺部、特に東縁部では同底盤と同一起源と考えられている岩株が中生界に貫入している。貫入岩類の貫入時期は、ジュラ紀中期から漸新世とされている。岩相は、花崗岩からかんらん岩まで認められ、化学組成が西から東に向かって塩基性から酸性へ移り変わっている(Niemeyer et al., 1984)。

古生代の基盤岩類は激しい変形作用を受けており、かつソレイアイト質の変塩基性岩の存在からサブダクションによるメランジエの存在を想定している(Niemeyer et al., 1984)。大陸の西縁では中生代においてもサブダクションに起因した活発な火成活動が行われており(Niemeyer et al., 1984)、その活動は、本地域ではジュラ紀中期～後期に開始され、その一部は現在でもなお活動を続けている。本地域の大構造は断裂系にしろ褶曲構造にしろN-S方向が卓越している。この方向は古生界から現世に至るまで一貫している。褶曲構造は、古生界中では複雑な引きずり褶曲を伴った複合褶曲をなし、その褶曲軸はほぼN-S方向を示している。中生界に発達している褶曲構造は非常に緩やかな波状褶曲をなしている。新生界には褶曲構造はみられない。これらのことから、古生代および中生代の構造運動は水平運動で特徴づけられ、新生代のそれは垂直運動で特徴づけられる。

3-3 調査地域の地質的位置付け

No. 1 地区：本地区は、先ジュラ系の変成岩類を基盤とし、下部～中部ジュラ系、白亜系、第三系および第四系から構成されているが、特に中新世以降の火山活動の激しい地帯で、同活動は現在まで続いており、LonquimayやIllaimeなどの活火山も付近で活動している。また、本地域はパタゴニア底盤帯内の東縁に位置しているといえる。

また、本地区は、ポーフリーカッパー・ベルトの南延長部にも位置している(Sillitoe, 1981)。

No. 2 地区 : 本地区はパタゴニア底盤の西縁部に位置しており、また、チリ西部にN-Sに細長く分布している古生界の南延長帯にも当たっている。同古生界の一部にはPt, Cr, Ni, Co等のレアメタルを含有した超塩基性岩を伴っており、本地区にもその延長が伸びていることが予想される。

No. 3 地区 : この地区はパタゴニア底盤のほぼ東縁に当たっており、地域内には同底盤が広い範囲を占めている。被貫入岩はジュラ系および白亜系からなる中生界であるが、中生代の堆積盆の(Ruiz, 1965のMagallanes地向斜)西縁に当たる。

No. 4 地区 : 本地区はNo. 3地区の南延長帯に当たり、類似の地質を示している。南緯43°以南ではパタゴニア底盤の分布が徐々に西にずれているため、No. 3地区よりも被底盤の分布が広がっている。主な被貫入岩はジュラ系および白亜系であり、中生代の堆積盆のほぼ中央部に当たっており、層厚が厚い。同堆積盆は浅海性温暖海域にあったものと推察されている(Ruiz, 1965)。

No. 5 地区 : 本地区ではパタゴニア底盤は更に西によっており地域内の西端に分布するに過ぎなくなる。しかし、同底盤に由来したと考えられている花崗岩質岩株が古生界、中生界を貫いて多数発達している。また、本地区にはNo. 2地区に分布している古生代の変成岩類の南延長部が伸びている。同変成岩類に挟在している石灰質岩層は本地区の鉛-亜鉛鉱床の生成にとって重要な役割を果たしている。

No. 6 地区 : 最も西側に位置している本地区では底盤と被底盤(古生界)とがほぼ半々の広さを占めている。本地区には中生界以降の分布はない。

No. 7 地区 : 本地区はNo. 5地区に南接しており、従ってNo. 5地区と殆ど同一地質を示している。なお、パタゴニア底盤は更に、西にずれているため本地区には分布していない。

3-4 調査地域の鉱業略史

鉱業国チリの主要鉱業活動は、これまで同国中央部から北部に限られていた。しかし、最近アイセン地方の開発が進み、鉛、亜鉛の生産量の増加や大型金鉱床の発見によって同地方が脚光を浴びるようになる。もともと、同地方の鉱物資源ポテンシャルについては高く評価されていたが、気象、地理等の過酷な自然条件により開発が遅れていた。

この厳しい立地条件下にありながら亜鉛の生産量は、チリ全体の75%を占めている。アイセン地方で現在あるいは過去において生産実績のある鉱山は、CORFO(1982, 1983)の資料によると20箇所(漂砂鉱床を除く)である。これらのうち、現在生産中の鉱山は2箇所(E1 ToquiおよびRosillo)であり、探鉱中のものが4箇所(Cerro Estatuas, Katterfeld, Santa TeresaおよびLaguna Verde)である。この4箇所のうち、Laguna Verde鉱床だけは新しく開発された鉱山であり、その他の3箇所は過去に生産実績があり既知鉱床は採掘を終了し、新たな鉱床を探鉱中の鉱山である。

上記の生産実績のある鉱山で最も古いのが鉛-亜鉛のSilva鉱山である。同鉱山は1936年に発見され1988年鉱量枯渇により閉山するまで52年間続いた。主要鉱山の略歴を示すと次の通りである。

- 1930年代 : 1936年 Silva鉱床発見
- 1940年代 : Silva鉱山採掘開始
- 1950年代 : Rosillo鉱山, Las Chivas鉱山, Katterfeld鉱山(古脈)生産開始
- 1960年代 : 上記鉱山生産中
- 1970年代 : Metallgesellschaft社(ドイツ)がCerro Estatuas鉱床を鋭意探鉱
Lac社がKatterfeld鉱山にて大型金鉱床発見
- 1980年代 : 1980年, La Poza鉱山生産開始
1982年, La Poza鉱山生産中止
1983年, El Toqui(鉱脈型)およびCo. Estatuas鉱山生産開始
1984年, El Toqui鉱山が層状鉱床生産開始
1986年, Las Chivas鉱山閉山
1987年(?), Santa Teresa鉱山休山。Laguna Verde鉱山にて大型金鉱床発見
1988年, Silva鉱山閉山

以上の通り1970年代後半から1980年代前半にかけて当アイセン地域の生産活動が最も活発であったようである。1981年度の第XI州における生産量は次の通りである。

金	0.4kg(漂砂鉱床より)
銀	918.5kg(鉛精鉱中:292kg, 亜鉛精鉱中:626.5kg)
鉛	223T
亜鉛	1,516T

(SERNAGEOMINの鉱業統計より)

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造および鉱化作用の特性と鉱化規制

アイセン地域の裂か系は、大局的にはNNE-SSW系とNW-SE系に区分され、前者は連続性があり、パタゴニア底盤地帯のほぼ中央部を同底盤に沿って発達している。このNNE-SSW系裂かに沿って第四紀の火山列および温泉群が並んでいる。この新しい火山列に沿った鉱化作用は認められない。従って同系裂かは後鉱化作用の構造といえる。ただ、N-S性構造はチリ全体の地質構造を支配している大構造であり、種々の地質現象が同構造に規制されていることは言うまでもない。

一方、NW-SE系は、南緯45°以南の古生界および中生界分布域に密に発達している。この地帯のアルゼンチン側には島状安定地塊(都城ほか, 1978)があり、この地塊の分布の方向がNW-SEを示

しており、NW-SE系裂か密集地帯の下部に伸びている。従ってこの同系裂かは変動帯の基盤構造を反映しているものと解釈される。また、このCoyhaiqueの西の太平洋沖にあるNW-SE方向に伸びたチリ海膨が南緯45°付近で南アメリカプレートの下に沈み込んでいるが(都城ほか1978)その沈み込の地帯にNW-SE系裂か密集帯が当たっており、すなわち、本地域は構造的境界地帯でもある。このNW-SE系裂か地帯にNo. 5, 6, 7 地区の鉱床群が形成されており、同裂か系が鉱床胚胎の場を規制していることを暗示している。

鉱床単位でもLaguna Verde, Co. Mayo, Las Chivas等の鉱床裂かはNW-SEを示しており、また、El Toqui鉱床のボナンザも同系裂か群に規制されているということである。

本地域の鉱化作用は金、銀、銅、鉛、亜鉛、モリブデン等の多金属鉱化作用である。これらの鉱床・鉱微地の殆どは、パタゴニア底盤の東縁部に偏在しており、しかも大局的に同底盤を基準に次のような累帯配列を示している。すなわち、モリブデン帯、銅(金)帯、鉛-亜鉛(銀)帯、金-銀帯である。底盤から最も遠い鉱化帯で100km程度離れている。

モリブデン帯は、底盤縁辺部あるいはごく近傍に位置しており、一般に花崗岩類を母岩として細脈状をなす。銅(金)帯は、南緯43°以南に特に密集している。銅鉱床のタイプは脈状が圧倒的に多く、かつ小規模鉱床が多い。しばしば金を含有している。鉛-亜鉛(銀)帯は、南緯45°~47°に密集しており、チリ全土の亜鉛生産量の75%をこの地域から産出している。鉱床のタイプは鉱脈型が多いが、古生界あるいは中生界の石灰質岩層を交代した層状、塊状、レンズ状等の鉱床も存する。本帯に産する鉛鉱は含銀量が比較的高く、平均100g/t前後のAgを含有している。中生界の石灰質岩層を交代した鉱床の代表として埋蔵鉱量、2,000万トン級のEl Toqui鉱床がある。また、古生界の石灰岩を交代した代表的鉱床としてSilvaおよびRosilloがある。これらは埋蔵鉱量50~70万トン級の鉱床である。

金-銀帯は、最外帯に位置しており、鉱床のタイプは鉱脈型が殆どである。本帯の代表的鉱床として浅熱水性(温泉型?)含金石英脈の密集からなるKatterfeld鉱床とLaguna Verde鉱床がある。母岩はいずれも中生代の酸性ないし中性火山岩あるいは火砕岩である。両鉱床とも最近探鉱された新しい鉱床で、現在鋭意探鉱中であり、それらの実態は明らかにされていないが、いづれも精力的な探鉱活動から察してかなり有望な鉱床であると推察される。従ってこのタイプの鉱床の数は今後更に増えるものと予想される。

4-2 調査地域の地化学特性

調査地域の地化学特性は地区毎に異なっている。各地区の特性は、次の通りである。

No. 1 地区 : 主成分分析から本地区は、Cu-Pb-ZnのグループとAu-Asのグループに分かれる地化学特性をもっている。即ち、本地区の鉱化作用は上記の2つのグループに分かれて存在するといえる。異常の特徴からすると、Au, Asで特徴づけられる地化学特性をもっている。

No. 2 地区 : 主成分分析結果ではCu, Pd, Co, Fe, Mn, Ni, Crなどの固有ベクトル値が大きく、超塩基性岩の存在を暗示している。異常の特徴からはAu, Cr, Ni, Co, Pdなどで特徴づけられる地域

であり、かつ、AuとCr-Ni-Co-Pdとは別個の鉱化作用として存在するであろう。

No. 3 地区：主成分分析の結果ではPb-ZnグループとMoグループに分けられる。地化学異常はAu, Ag, Pb, Asで特徴づけられる。本地区の鉱化作用は、Au-Agグループ、Pb-ZnグループおよびMoグループの3つに分かれて存在するものと推察される。

No. 4 地区：主成分分析の結果ではCu-Pb-ZnとMoのグループに分かれる。地化学異常ではPbとMoで特徴づけられる地域である。両グループの鉱化作用が別個に存在するであろう。

No. 5, 6, 7 地区：主成分分析結果ではPb-ZnとCuのグループに分かれる。地化学異常ではAu, Pb, Mo, Asで特徴づけられる地域である。これらのことから、Cu-Au-As, PbおよびMoの3つの鉱化作用の存在が考えられる。

4-3 金属鉱床賦存のポテンシャル

以上の鉱床・地化学特性からアイセン地域における鉱床賦存のポテンシャルについて次の通り考える。

No. 1 地区：既知鉱徴地の特徴および地化学特性から判断して本地区には金鉱床の賦存が期待される。鉱床のタイプは、やや深成の脈状タイプであると推察される。

No. 2 地区：地化学探査の結果から金鉱床および超塩基性岩体の賦存が期待されるが、本地区は地質データがすくなく根拠は低い。

No. 3, 4 地区：本地区東部にはIbañez層およびCoyhaique層が広く分布しており、かつPbの地化学異常が検出されていることなどからしてEl Toqui型の鉛-亜鉛鉱床の賦存が期待される。また、Futaleufu西部にはゴッサンを伴った熱水変質帯が発達しており、かつ、Auの地化学異常が検出されていることから判断してKatterfeld型の金鉱床が期待される。

No. 5 地区：本地区中央部から東部にかけてLaguna Verde型大型金鉱床の賦存ポテンシャルが高い。本地区西部は古生層の発達からSilva型鉛-亜鉛鉱床賦存が期待される。

No. 6 地区：本地区はパタゴニア底盤に近く、しかも変成岩の分布が広いことから銅を伴ったやや深成の金鉱床が期待される。

No. 7 地区：本地区東部のIbañez層分布地域ではゴッサンを伴った広大な熱水変質帯が多数発達しており、かつその一部では付近にAuの地化学異常が検出されており、Laguna Verde型金鉱床の賦存が大いに期待される。また、本地区西部の古生層分布域にはSilva型鉛-亜鉛鉱床の賦存が期待される。

第5章 結論および提言

5-1 結論

No. 1 ロンキマイ地区

本地区の鉱化作用は、金および銅で特徴づけられる。金の鉱床は、脈状ないし網状をなす場合とこれらを母鉱床とした漂砂鉱床がある。前者は貫入岩あるいは白亜系を母岩として賦存しており、局部的には数g～数10g/tの金を含有している脈も存在するが規模が極めて小さい。

後者は、Bio Bio川流域に堆積している氷河堆積物中に形成されているもので、一部で小規模採掘が現在でも行われているが、鉱床規模が小さい。

河床堆積物による地化学探査で地域北部のMaravilla山とBio Bio川に囲まれた地域でAu, Agの異常が比較的まとまって検出された。

No. 2 ウェキ半島地区

本調査においてHuequi半島北部のComau山麓で花崗岩類に貫かれた超塩基性岩の存在を確認した。しかし同岩体の分布、規模などは不明である。また、河床堆積物による地化学探査で地域西部にAuの異常を検出した。

No. 3 フタレフーアルトパレナ地区

本地区は、パタゴニア底盤の東縁部に当り、かつ、アイセン地域における鉱化作用と関係の深い中生代の火山岩類や石灰質海成層(Ibañez層, Coyhaique層およびDivisadero層)が分布しており、かつ、Futaleufu北西部にAu, Agの地化学異常を検出しており、またAlto Palena付近ではPbのまとまった地化学異常を検出している。従って、中生界分布域における今後の調査・探鉱によっては金、銀、鉛、亜鉛等の有望鉱床発見の可能性が十分ある。

No. 4 アルトスネスーエルトキ地区

本地区はパタゴニア底盤の東縁部に当たっており、中生界が地域の東部に広く分布している。この中生界の石灰質岩を交代してEl ToquiやCerro Estatuas等の大型高品位鉛-亜鉛鉱床が形成されている。また、本地区にはKatterfeld鉱床で代表される金鉱脈鉱床が発達している。同鉱床には多数の平行脈が発達しており、その鉱化帯の範囲は幅1kmに及んでいる。また、同鉱床には幅数kmに及ぶゴッサンを伴った熱水変質帯が発達している。

これらの鉛-亜鉛鉱床および金鉱床は規模、品位とも優勢であり、今後の探査のターゲットになり得る。

No. 5 イバニェスームルタ地区

本地区には古生代の変成岩類および中生界が広く分布している。本地区にはこれらを母岩として70数箇所に及ぶ鉱床・鉱徴地が発達しているが、多くは小規模である。本地区北部のAvellanos川とIbañez川に囲まれた地域は、地理的条件に制約されて探査活動が遅れているが、この地域には古生層、中生界が広大に分布しており、かつそれらを貫いて花崗岩質岩株が多数発達している。更に、Avellanos下流域には金の鉱徴も認められている。従って、本地区北部にはSilva型やEl Toqui型の鉛-亜鉛鉱床やLaguna Verde型タイプの金鉱床が期待される。

本地区における地化学探査の結果では有望アノマリは得られていない。

No. 6 ロスレオネス川地区

本地区は、西のパタゴニア底盤と東の古生界からなる。Leones川流域およびEl Canal川流域

でAu, Asの地化学異常が,比較的まとまって検出された。なお,鉱微地調査では有望鉱徴は把握されなかった。

No. 7 チレチコーチャカブコ地区

本地区は古生代の変成岩類,中生界,新生界およびパタゴニア底盤に由来した花崗岩質岩株,岩脈等から構成されている。鉱床・鉱徴地は 20箇所近く存在しているが,注目されるのはLaguna Verdeタイプの金鉱床とLa Pozaタイプの鉛鉱床である。

Laguna Verde鉱床は,Ibañez層中に胚胎した浅成鉱脈鉱床(温泉型?)で,広範囲に及ぶ熱水変質帯(珪化-カオリナイト化)を伴っている。

La Poza型鉱床は,Ibañez層中に胚胎した海底噴気堆積性鉱床の可能性があり,鉱況の好転が期待される。

本地区南部のAviles川および同流域にAu, AgおよびAsの地化学異常がまとまって検出されており,しかも同異常域の上流域にゴッサンを伴った熱水変質帯が発達している。従ってこの異常域は注目に値するものである。

5-2 提 言

5-2-1 今後の地区別探査方針

以上の各地区の結論をふまえ,今後の各地区の探鉱方針として次のことを提言する。

No. 1 ロンキマイ地区

(1) 本地区における今後の探鉱ターゲットは金鉱床に絞られよう。本地区には稼行対象になるような漂砂鉱床が発達しているが,同鉱床の母鉱床解明には至っていない。この母鉱床解明のためには今までに集積された地化学探査資料を総合的に解析した上で今後の探査方針を導き出す必要がある。

(2) その際,本調査で得られたMaravilla山付近のAu, Ag地化学アノマリーについても併せて解明することが望ましい。

No. 2 ウエキ半島地区

(1) 今後本地区に対してはまず基礎データの蓄積が急務である。本部第 1 章で述べた通り,本地区に超塩基性岩体が賦存していることは疑う余地がない。今後はこれらの分布域,規模等の解明が先決であり,そのためには空中磁気探査が最も適している,と考える。よって今後本地区に対しては空中磁気探査を実施し,地域を絞った上で地質調査・地化学探査を行うことを提言する。

(2) 地域の西部で検出されたAuの地化学異常地点では 1mm大の金粒をも確認しており,今後同アノマリー追跡を行う価値がある。

No. 3 フタレフーアルトパレナ地区

(1) El Toqui型鉱床把握のため,空中写真解析によって鉱床胚胎層準を追跡し,現地で鉱化作用の有無の確認を行う。その際,地化学探査を併用する。

(2) Futaleufu北部のAu異常に対しては比較的まとまっているので追跡調査を実施する。

(3) Katterfeld型金鉱床には広範囲にわたる熱水変質帯が発達しているため、同型鉱床探査にはTM画像解析が望ましい。

No. 4 アルトシスネスーエルトキ地区

(1) 本地区東部にはEl Toqui型鉛-亜鉛鉱床が期待されるので空中写真解析で鉱床胚胎層準を追跡し、現地で鉱化作用の有無を確認する。その際、地化学探査を併用する。

(2) Katterfeld型金鉱床の早期発見のためにはNo. 3地区同様のTM画像による解析が必要である。同解析で得られた異常域(変質帯)に対して確認調査を実施する。

No. 5 イバニェスームルタ地区

(1) Ibañez川とAvellanos川で囲まれた地域に対して今後地質調査および地化学探査の実施を提言する。

No. 6 ロスレオネス地区

(1) Au, Asの地化学異常域に対して追跡調査の実施を提言する。

No. 7 チレチコーチャカブコ地区

(1) Laguna Verde型鉱床には広大な熱水変質帯を伴っているため、同タイプ鉱床把握にはTM画像解析が望まれる。

(2) La PozaおよびLa Paulina鉱床はジュラ紀に形成された同生鉱床の可能性があり、鉱況の好転が期待されるので縮尺5,000分の1程度の地質精査が望まれる。

(3) Aviles川流域で検出されたAu, Agの地化学異常に対しては追跡調査の価値がある。

5-2-2 第2年次への提言

以上の5-2-1の提言の中から特に第2年次調査として次のこと提言する。

(1) No. 3地区からNo. 7地区までの範囲におけるパタゴニア底盤東限からアルゼンチンとの国境までの地域におけるTM画像解析および同解析によって抽出された変質帯に対する地質調査。

(2) No. 3および4地区の中生界分布域における空中写真解析および鉱化作用の有無現地確認調査。なお、鉱徴地把握のための補助手段として地化学探査を併用。

(3) No. 3地区北部におけるAu, Ag地化学アノマリー追跡のための地質調査および地化学探査。

(4) No. 6地区におけるAu, Ag地化学アノマリー追跡のための地質調査および地化学探査。

(5) No. 7地区のLa PozaおよびLa Paulina鉱床に対する地質精査。

第 II 部 各 論

第 II 部 各 論

第 1 章 衛星画像解析

1-1 使用データ

本解析に使用した衛星画像データはランドサット5号Multispectral Scanner (以下MSSと記す)で取得されたCCT(Computer Compatible Tape)17シーンであり出来るだけ雲及び積雪の少ないシーンを選択した。使用データの入手先はEOSAT (Earth Observation Satellite Company; c/o EROS Date Center, Sioux Falls, South Dakota 57198, USA)である。データの詳細は第II-1表に示す通りである。また、それらの配置関係は第II-1-1図に示す通りである。

第II-1表 ランドサット画像一覧表

EXPO-DATA	SCENE ID	PATH ROW	SCEN-CENTER-POINT	CLOUD %
86, 03, 19	85074813500 X0	231 090	43°11' 70°38'	10
85, 01, 27	85033213545 X0	231 091	44°37' 71°10'	20
84, 12, 26	85030013550 X0	231 092	46°02' 71°39'	10
84, 12, 26	85030013553 X0	231 093	47°27' 72°12'	10
87, 02, 09	85107513491 X0	232 086	37°28' 70°25'	0
86, 03, 26	85075513545 X0	232 087	38°54' 70°48'	0
86, 03, 26	85075513552 X0	232 088	40°19' 71°15'	0
85, 03, 07	85037114001 X0	232 089	41°46' 71°44'	0
86, 04, 27	85078713552 X0	232 090	43°11' 72°13'	0
85, 03, 07	85037114010 X0	232 091	44°37' 72°42'	10
87, 02, 09	85107513514 X0	232 092	46°01' 73°18'	20
87, 02, 09	85107513520 X0	232 093	47°26' 73°50'	10
85, 02, 26	85036214051 X0	233 086	37°28' 71°55'	0
85, 02, 26	85036214054 X0	233 087	38°54' 72°21'	0
85, 02, 26	85036214060 X0	233 088	40°19' 72°48'	10
85, 02, 10	85034614063 X0	233 089	41°45' 73°16'	10
85, 02, 10	85034614065 X0	233 090	43°10' 73°45'	10

ランドサット5号は1984年3月18日に打ち上げられた人工衛星であり、飛行高度約700Kmで太陽同期軌道を周回し、16日で元の軌道に回帰する(第II-1-2図参照)。搭載しているセンサーにはMSSの他にTM(Thematic Mapper)がある。MSSデータとTMデータの比較では分解能、バンド数、波長帯域等が異なる。例えば、MSSの公称分解能が80mであるのに対しTMの公称分解能は30mである。また、MSSが4バンドであるのに対してTMの場合は7バンドありスペクトル情報も多い。

MSSデータとTMデータの波長帯域の比較の表は第II-2表に示す通りである。

第II-2表 MSSデータとTMデータの波長帯域の比較

<u>MSS</u>		<u>TM</u>	
Band	Wavelength	Band	Wavelength
4	0.5~0.6 μ m	1	0.45~0.52 μ m
5	0.7~0.7	2	0.52~0.60
6	0.7~0.8	3	0.63~0.69
7	0.8~1.1	4	0.76~0.90
		5	1.55~1.75
		7	2.08~2.36
		6	10.6~12.5

今回の調査域は、MSSデータは短時間で容易に入手可能であるが、TMデータについてはほとんど前処理がほどこされておらず画像作成に長時間を要する。従って今回の調査期間に間に合わないこと、判読・解析が地質構造を主体としていることから詳細な判読・解析が必要としないことからMSSデータを使用している。

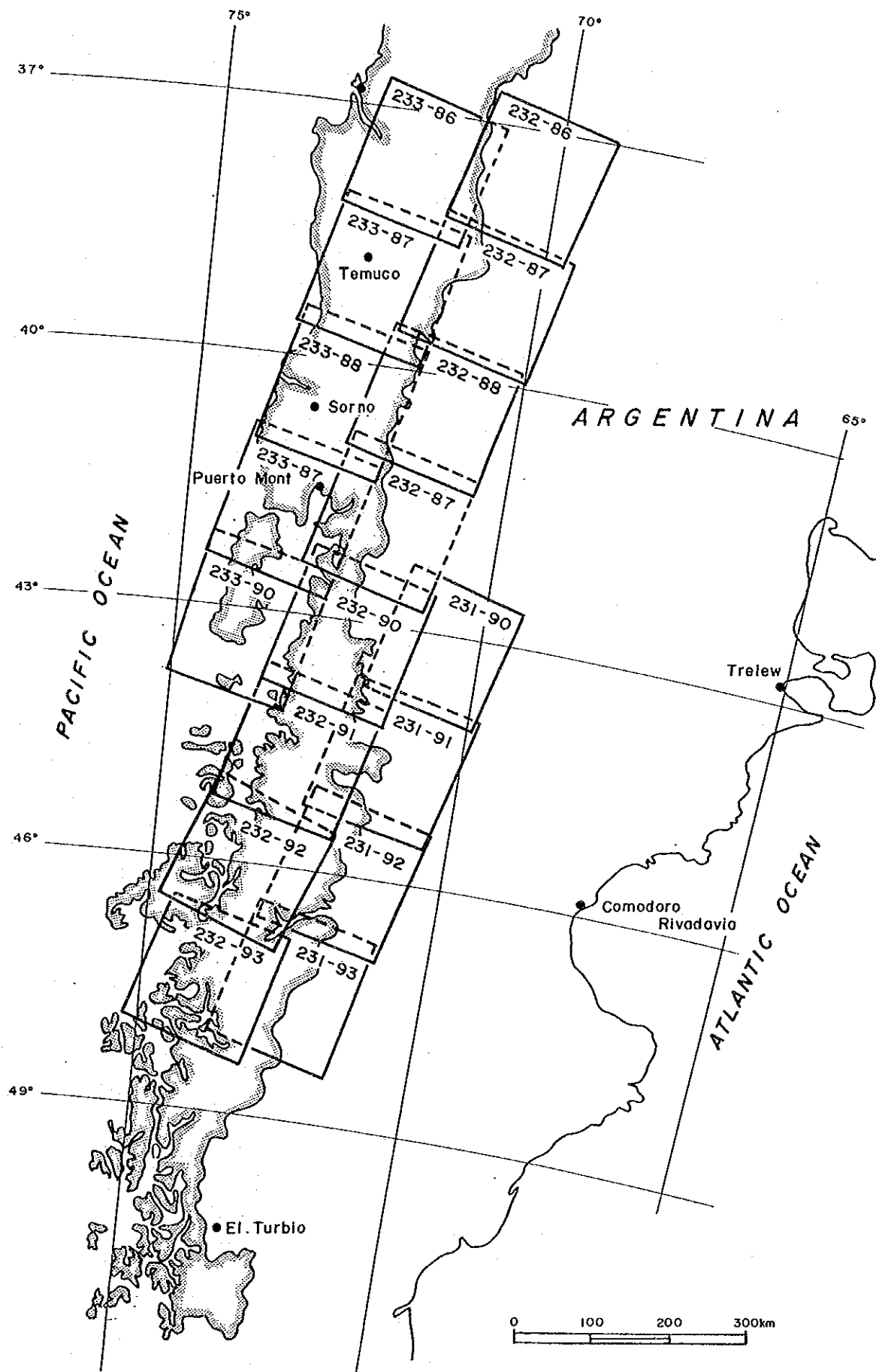
1-2 解析方法

解析に当たっては、写真地質学上の判読要素である写真的特徴(色調, きめ)及び地形的特徴(水系パターン, 水系密度, 岩石の抵抗度, ベッディングの有無)の諸性質に着目し, 地質単元(岩相)区分やリニアメント, 褶曲構造等の判読・抽出を行った。

なお, リニアメントは断裂を暗示する地形現象であり判定基準の主要なものは以下の通りである。

- a) 断層崖(fault scarp)
- b) 直線的な谷(断層谷; fault valley)の存在
- c) 河川流路が著しく直線状を示す場合
- d) 断層鞍部(ケルンコル; kerncol), 断層突起(ケルンバット; kernbut)の存在
- e) 山腹斜面の傾斜変換点(break point of slope)が直線的に連続する場合

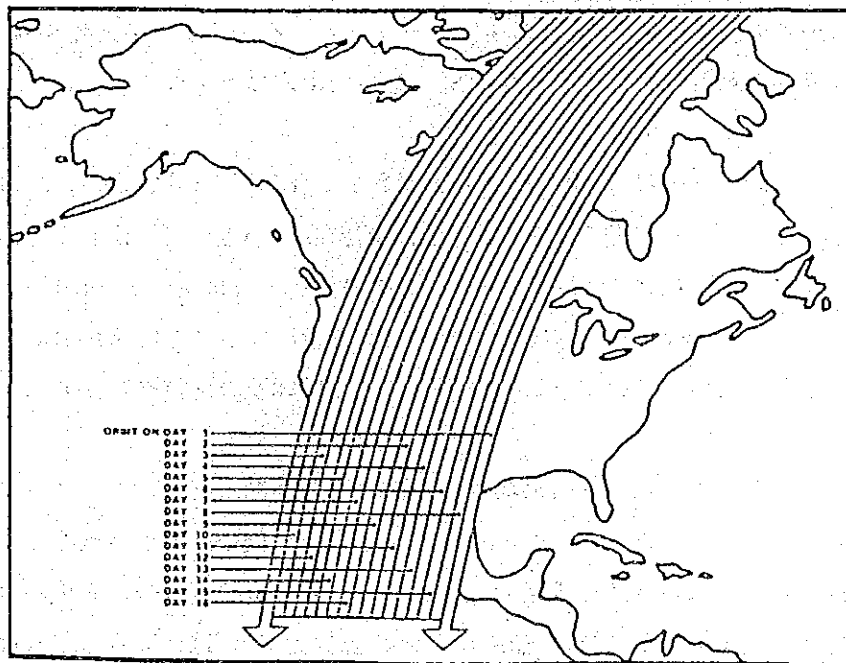
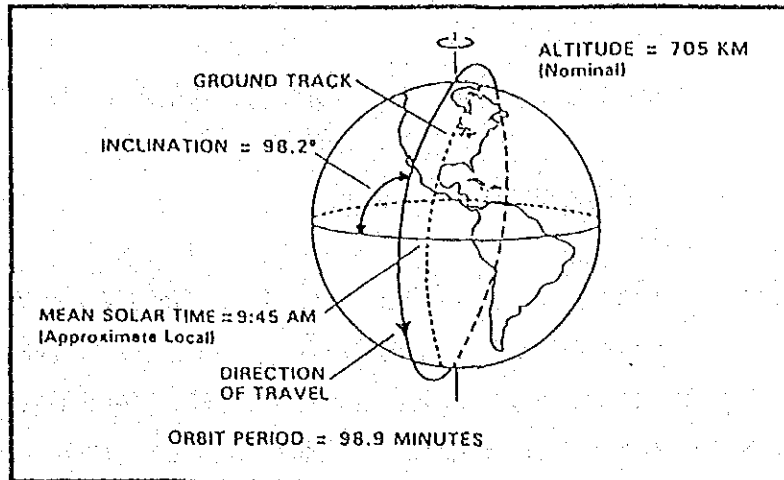
これらの地形現象は, 判読対象地域を構成する地質や地質構造または岩石の地質時代によって地域性があり, 発達度に必ずしも普遍性はないが経験的にはこれらの地形現象でリニアメントの大半が説明される。



第II-1-1図 ランドサット画像位置図



写真 1 ランドサットMSSのフォールスカラー画像(バンド 4:青 5:緑 7:赤)



第II-1-2図 ランドサット5号の軌道と観測パターン