

チリ共和国アントファガスタ南部地域
資源開発協力基礎調査報告書

第一年次

昭和61年5月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

704
66.1
MPN

鉱計資
CR(3)
86-78

JICA LIBRARY



1030128[1]

15802

チリ共和国アントファガスタ南部地域
資源開発協力基礎調査報告書

第一年次

昭和61年5月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

受入 月日	'87. 1. 20	704
登録 No.	15802	66.1 MPN

は し が き

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国アントファガスタ南部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等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、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。

本調査は昭和60年度が第一年次にあたり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して、昭和61年1月13日から昭和61年3月20日まで現地に派遣した。

現地調査はチリ共和国鉱山省鉱業地質局の地質調査所の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は第一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、本調査実施にあたって御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、在チリ日本大使館、及び関係各位の方々に対して衷心より感謝の意を表するものである。

昭和61年5月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

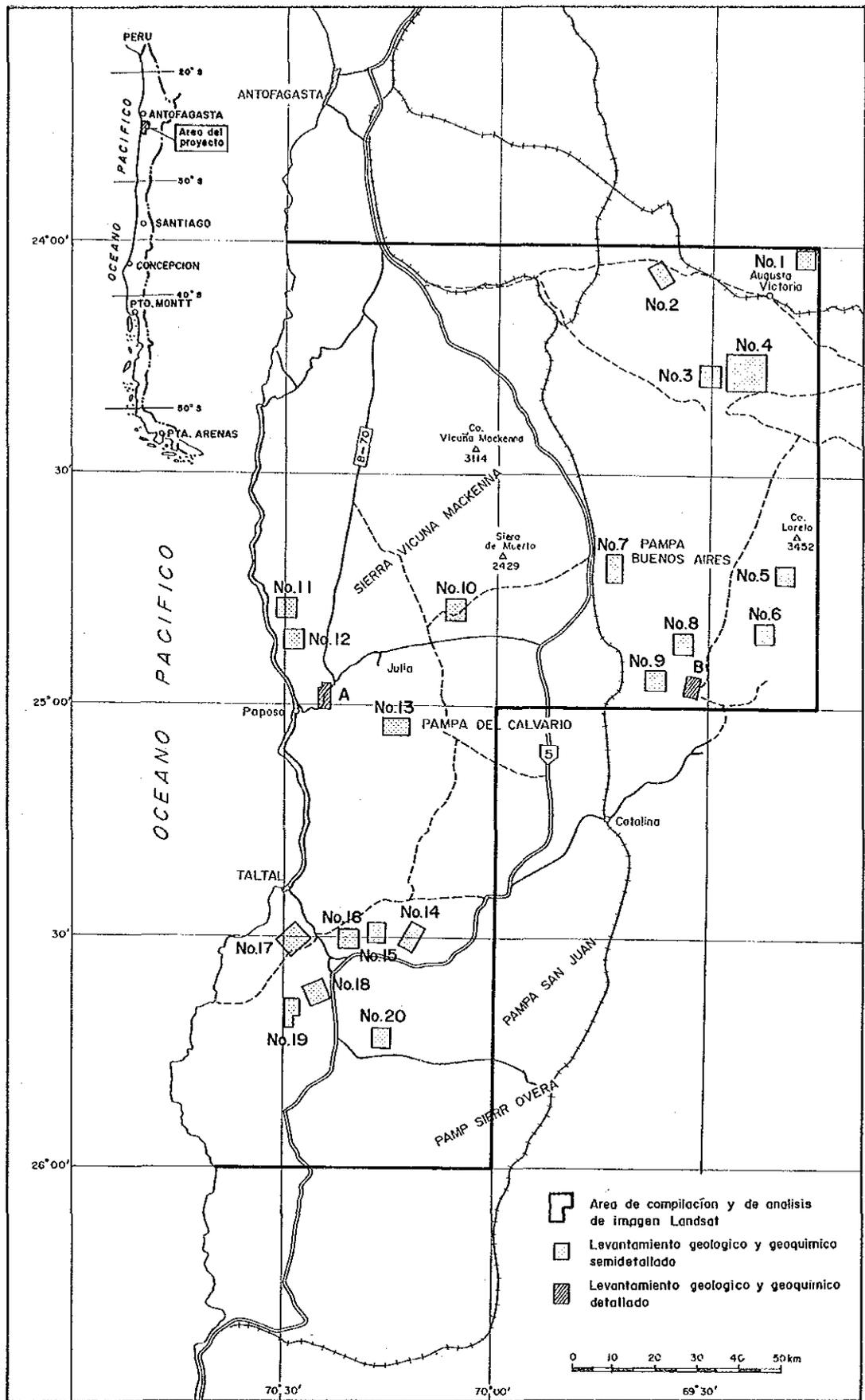


Fig.1 調査位置図

目 次

はしがき

位置図

要 約

序 論

第1章	緒 言	1
第2章	調査の内容	2
2-1	調査方法	2
2-2	調査区域	3
2-3	調査量	5
2-4	調査期間	5
2-5	調査団の編成	5

各 論

第 I 部	既存資料のコンパイル並びに調査地区の選定	8
第1章	既存資料のコンパイル	8
第2章	調査区域の概要	10
2-1	一般地理	10
2-2	地 質	11
2-3	鉍 床	17
第3章	調査地区の選定	26
3-1	選定方法	26
3-2	選定結果	26
第 II 部	ランドサット・データ解析	32
第1章	使用データおよび解析方法	32
1-1	使用データ	32
1-2	解析方法	32
第2章	解析結果	34
2-1	リニアメントの分布	34
2-2	リニアメントと地質との関係	35
2-3	リニアメントと鉍床との関係	35
2-4	結 論	37
第 III 部	地質調査・地化学探査	38
III-1	準精査	38

第 1 章	地質・鉍床	38
1 - 1	構成岩類	38
1 - 2	貫入岩類	41
1 - 3	鉍 床	41
第 2 章	地化学探査	45
2 - 1	試料の採取	45
2 - 2	データ処理	45
2 - 3	地化学探査の結果	46
III - 2	精 査	49
第 1 章	地質・鉍床	49
1 - 1	A 地区	49
1 - 2	B 地区	53
第 2 章	地化学探査	61
2 - 1	A 地区	61
2 - 2	B 地区	62
第 3 章	流体包有物の研究	64
3 - 1	A 地区	64
3 - 2	B 地区	68
第 4 章	鉍床探査モデル	72
4 - 1	A 地区	72
4 - 2	B 地区	75
第 IV 部	総合検討、結論および提言	79
第 1 章	鉍床特性	79
1 - 1	鉍脈鉍床	79
1 - 2	マント型鉍床	79
1 - 3	網状 - 鉍染鉍化帯	80
第 2 章	鉍化作用と地質構造	81
第 3 章	鉍床の垂直的位置	82
3 - 1	関係火成岩の侵食レベル	82
3 - 2	主要構成鉍物および変質鉍物組合せによる 鉍床の垂直的位置	82
第 4 章	結論および提言	86
4 - 1	結 論	86
4 - 2	提 言	89
REFERENCIAS	91
APENDICES	A - 1

付 表

Tab.1	調査位置座標
Tab.2	作業工程表
Tab.3	調査期間
Tab. I-3-1	有望地区
Tab. II-1-1	ランドサットデータ
Tab. III-1-1	地区別地質鉱床一覧
Tab. III-1-2	地化学探査データ処理結果一覧表
Tab. III-1-3	地化学探査異常地点の分布状況一覧表
Tab. III-2-1	鉱床規模の概要
Tab. III-2-2	Cachinal de la Sierra 鉱床特性一覧表
Tab. III-2-3	A地区における流体包有物の均質化温度
Tab. III-2-4	B地区における流体包有物の均質化温度及び塩濃度

付 図

- Fig. 1 調査位置図
- Fig. I-2-1 Antofagasta南部地域模式断面図
- Fig. I-2-2 Chañaral地方(26° 20' S)横断火成岩帯磁率変化
(黒丸:中生界-新生界,三角:古生界,棒:露出延長,破線:変質作用による値の低下)
- Fig. I-2-3 チリ産花崗岩類のCu-Pb-Znダイヤグラム
(十字:上部古生界,白抜丸:中生界,白抜四角:第三紀花崗岩)
- Fig. I-2-4 チリ産花崗岩類のlogcu-logkai(帯磁率 10^{-6} emu/g)
- Fig. I-2-5 チリ産花崗岩類のS-Cuプロット
- Fig. I-2-6 第2州における金属鉱床の分布
- Fig. I-2-7 第2州における古生代鉱床の分布
- Fig. I-2-8 第2州におけるジュラ紀鉱床の分布
- Fig. I-2-9 第2州における白亜紀鉱床の分布
- Fig. I-2-10 第2州における古第三紀鉱床の分布
- Fig. I-3-1 有望地区位置図
- Fig. II-1 ランドサット画像位置図
- Fig. II-2-1 リニアメントのローズダイヤグラム
- Fig. II-2-2 鉱脈のローズダイヤグラム
- Fig. III-1-1 模式地質柱状図
- Fig. III-2-1 B地区模式地質柱状図
- Fig. III-2-2 流体包有物の試料位置断面及び均質化温度並びに塩濃度分布
- Fig. III-2-3 流体包有物の試料位置断面及び均質化温度並びに塩濃度分布
- Fig. III-2-4 A地区の鉱化変質作用モデル
- Fig. III-2-5 鉱床探査フローチャート
- Fig. III-2-6 鉱床形成モデル
- Fig. III-2-7 鉱床探査フローチャート
- Fig. IV-3-1 Antofagasta南部地域模式地質柱状図
- Fig. IV-3-2 熱水変質鉱物の分類

添付表一覽

Tab. 1	全岩分析結果一覽表
Tab. 2	K-Ar法絶対年代測定結果一覽表
Tab. 3	岩石薄片檢鏡結果一覽表
Tab. 4	X線回折結果一覽表
Tab. 5	鉍石研磨片檢鏡結果一覽表
Tab. 6	No. 1地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 7	No. 2地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 8	No. 3地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 9	No. 4地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 10	No. 5地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 11	No. 6地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 12	No. 7地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 13	No. 8地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 14	No. 9地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 15	No. 10地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 16	No. 11地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 17	No. 12地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 18	No. 13地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 19	No. 14地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 20	No. 15地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 21	No. 16地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 22	No. 17地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 23	No. 18地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 24	No. 19地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 25	No. 20地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 26	A地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 27	B地区地化学探査統計処理値及び異常区分
Tab. 28	鉍石分析結果一覽表
Tab. 29	地化学探査分析結果一覽表

添付図一覧

- Fig.1 (K₂O+Na₂O)-SiO₂ ダイアグラム
- Fig.2 FeO/MgO-SiO₂ ダイアグラム
- Fig.3 カリ長石(Or)-石英(Q)-斜長石(Ab+An)三角ダイアグラム
- Fig.4 No.2地区 mina Santa Fe カッティングスケッチ
- Fig.5 No.2地区 mina Santa Fe カッティングスケッチ
- Fig.6 No.2地区 mina Santa Fe カッティングスケッチ
- Fig.7 No.3地区 veta Monica 坑道スケッチ
- Fig.8 No.3地区 veta Monica 坑道(Fig.7坑道の上位7m)スケッチ
- Fig.9 No.5地区 mina Escondida スケッチ
- Fig.10 No.5地区 mina Escondida スケッチ
- Fig.11 mina Panchita スケッチ
- Fig.12 14YF04地点スケッチ
- Fig.13 Tito Dos 脈スケッチ
- Fig.14 YF13地点スケッチ
- Fig.15 YF13地点スケッチ(拡大図)
- Fig.16 No.17地点スケッチ及びサンプル採取位置図
- Fig.17 No.18地区スケッチ
- Fig.18 mina las Luces カッティングスケッチ
- Fig.19 mina las Luces カッティングスケッチ
- Fig.20 mina San Jorge スケッチ
- Fig.21 mina Montecristo スケッチ(露天掘部)
- Fig.22 A地区 mina Montecristo スケッチ及びサンプル採取位置図
- Fig.23 A地区 mina Abundancia スケッチ及びサンプル採取位置図
- Fig.24 A地区 mina Montecristo スケッチ及びサンプル採取位置図
- Fig.25 A地区変質累帯模式図
- Fig.26 B地区変質帯分布図
- Fig.27 mina Cachinal de la Sierra 23立坑北東域変質帯分布図
- Fig.28 mina Cachinal de la Sierra 南部変質帯分布図

- Fig. 29 veta J 坑道スケッチ
- Fig. 30 流体包有物均質化温度ヒストグラム(1)
- Fig. 31 流体包有物均質化温度ヒストグラム(2)
- Fig. 32 流体包有物均質化温度ヒストグラム(3)
- Fig. 33 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 1地区)
- Fig. 34 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 2地区)
- Fig. 35 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 3地区)
- Fig. 36 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 4地区)
- Fig. 37 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 5地区)
- Fig. 38 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 6地区)
- Fig. 39 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 7地区)
- Fig. 40 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 8地区)
- Fig. 41 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 9地区)
- Fig. 42 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 10地区)
- Fig. 43 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 11地区)
- Fig. 44 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 12地区)
- Fig. 45 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 13地区)
- Fig. 46 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 14地区)
- Fig. 47 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 15地区)
- Fig. 48 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 16地区)
- Fig. 49 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 17地区)
- Fig. 50 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 18地区)
- Fig. 51 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 19地区)
- Fig. 52 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(No. 20地区)
- Fig. 53 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(A地区)
- Fig. 54 Au, Ag, Cu, Mo, As分析値ヒストグラム及びCu, As累積度数分布図(B地区)
- Fig. 55 No. 1地区地質図
- Fig. 56 No. 2地区地質図
- Fig. 57 No. 3地区地質図
- Fig. 58 No. 4地区地質図

- Fig.59 No. 5地区地質図
Fig.60 No. 6地区地質図
Fig.61 No. 7地区地質図
Fig.62 No. 8地区地質図
Fig.63 No. 9地区地質図
Fig.64 No.10地区地質図
Fig.65 No.11地区地質図
Fig.66 No.12地区地質図
Fig.67 No.13地区地質図
Fig.68 No.14地区地質図
Fig.69 No.15地区地質図
Fig.70 No.16地区地質図
Fig.71 No.17地区地質図
Fig.72 No.18地区地質図
Fig.73 No.19地区地質図
Fig.74 No.20地区地質図

付帯図一覧表

PL.1	既存資料コンパイル図
PL.2	ランドサット画像解析図
PL.3-1	A地区地質図
PL.3-2(1)	B地区地質図
PL.3-2(2)	B地区地質図
PL.3-3	A地区地質断面図
PL.3-4	B地区地質断面図
PL.4-1	No. 1地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-2	No. 2地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-3	No. 3地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-4	No. 4地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-5	No. 5地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-6	No. 6地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-7	No. 7地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-8	No. 8地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-9	No. 9地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-10	No.10地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-11	No.11地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-12	No.12地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-13	No.13地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-14	No.14地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-15	No.15地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-16	No.16地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-17	No.17地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-18	No.18地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-19	No.19地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-20	No.20地区地化学探査試料採取位置図
PL.4-21	A地区地化学探査試料採取位置図

PL. 4-22(1)	B地区地化学探查試料採取位置図
PL. 4-22(2)	B地区地化学探查試料採取位置図
PL. 5-1	No. 1地区岩石試料採取位置図
PL. 5-2	No. 2地区岩石試料採取位置図
PL. 5-3	No. 3地区岩石試料採取位置図
PL. 5-4	No. 4地区岩石試料採取位置図
PL. 5-5	No. 5地区岩石試料採取位置図
PL. 5-6	No. 6地区岩石試料採取位置図
PL. 5-7	No. 7地区岩石試料採取位置図
PL. 5-8	No. 8地区岩石試料採取位置図
PL. 5-9	No. 9地区岩石試料採取位置図
PL. 5-10	No. 10地区岩石試料採取位置図
PL. 5-11	No. 11地区岩石試料採取位置図
PL. 5-12	No. 12地区岩石試料採取位置図
PL. 5-13	No. 13地区岩石試料採取位置図
PL. 5-14	No. 14地区岩石試料採取位置図
PL. 5-15	No. 15地区岩石試料採取位置図
PL. 5-16	No. 16地区岩石試料採取位置図
PL. 5-17	No. 17地区岩石試料採取位置図
PL. 5-18	No. 18地区岩石試料採取位置図
PL. 5-19	No. 19地区岩石試料採取位置図
PL. 5-20	No. 20地区岩石試料採取位置図
PL. 5-21	A地区岩石試料採取位置図
PL. 5-22(1)	B地区岩石試料採取位置図
PL. 5-22(2)	B地区岩石試料採取位置図
PL. 6-1	No. 1地区鉍微地分布図
PL. 6-2	No. 2地区鉍微地分布図
PL. 6-3	No. 3地区鉍微地分布図
PL. 6-4	No. 4地区鉍微地分布図
PL. 6-5	No. 5地区鉍微地分布図

PL. 6-6	No. 6地区鉍微地分布图
PL. 6-7	No. 7地区鉍微地分布图
PL. 6-8	No. 8地区鉍微地分布图
PL. 6-9	No. 9地区鉍微地分布图
PL. 6-10	No. 10地区鉍微地分布图
PL. 6-11	No. 11地区鉍微地分布图
PL. 6-12	No. 12地区鉍微地分布图
PL. 6-13	No. 13地区鉍微地分布图
PL. 6-14	No. 14地区鉍微地分布图
PL. 6-15	No. 15地区鉍微地分布图
PL. 6-16	No. 16地区鉍微地分布图
PL. 6-17	No. 17地区鉍微地分布图
PL. 6-18	No. 18地区鉍微地分布图
PL. 6-19	No. 19地区鉍微地分布图
PL. 6-20	No. 20地区鉍微地分布图
PL. 6-21	A地区鉍微地分布图
PL. 6-22	B地区鉍微地分布图
PL. 7-1	No. 1地区地化学探查異常分布图
PL. 7-2	No. 2地区地化学探查異常分布图
PL. 7-3	No. 3地区地化学探查異常分布图
PL. 7-4	No. 4地区地化学探查異常分布图
PL. 7-5	No. 5地区地化学探查異常分布图
PL. 7-6	No. 6地区地化学探查異常分布图
PL. 7-7	No. 7地区地化学探查異常分布图
PL. 7-8	No. 8地区地化学探查異常分布图
PL. 7-9	No. 9地区地化学探查異常分布图
PL. 7-10	No. 10地区地化学探查異常分布图
PL. 7-11	No. 11地区地化学探查異常分布图
PL. 7-12	No. 12地区地化学探查異常分布图
PL. 7-13	No. 13地区地化学探查異常分布图

PL. 7-14	No. 14地区地化学探查異常分布図
PL. 7-15	No. 15地区地化学探查異常分布図
PL. 7-16	No. 16地区地化学探查異常分布図
PL. 7-17	No. 17地区地化学探查異常分布図
PL. 7-18	No. 18地区地化学探查異常分布図
PL. 7-19	No. 19地区地化学探查異常分布図
PL. 7-20	No. 20地区地化学探查異常分布図
PL. 7-21	A地区地化学探查異常分布図
PL. 7-22	B地区地化学探查異常分布図
PL. 8-1	Cachinal de la Sierra 鉞山鉞脈分布図

要 約

チリ共和国アントファガスタ南部地域における資源開発協力基礎調査の第1年次は、次の方法によって行われた。

- ① 既存資料のコンパイルによって33箇所有望地区を抽出。
- ② ランドサット・データの解析によって裂か特性を解明し、鉱床との関連性を検討。
- ③ ①の有望地区の中から精査地区2地区、準精査地区20箇所を選定し、地質調査および地化学探査を実施。

これらの結果を要約すると次の通りとなる。

1) 既存資料のコンパイル結果

同コンパイルによって本地域の地質・鉱床特性は次の通りであることが判明した。

即ち、本地域は、古生代後期～第三紀初期の優勢な火成活動で特徴づけられ、地域西部でジュラ紀～白亜紀の花崗岩類が、また地域東部では白亜紀後期～第三紀初期の火山岩類が、各々卓越している。これらの火成活動に関係して多くの金属鉱床が形成されている。

鉱床の分布にはほぼ南北に平行して配列した二鉱化系列がみられ、西部の同系列は海岸山脈に沿って分布しており、主として金銅の鉱脈型と銅のマント型鉱床からなる。同系列の鉱床は主にジュラ紀の花崗岩類と成因的関連性をもって形成されている。

東部の鉱化系列は、主として金、銀（鉛）の鉱脈型鉱床からなり、白亜紀末～第三紀初期の珪長質火成岩と密接な関連性をもって形成されている。

この他、東部には広大な分布をもった熱水変質帯が数箇所発達しており、これらの変質帯は金鉱床として著名な EL Guanaco（エル・グアナコ）や、EL Indio（エル・インデオ）鉱床の変質帯の特徴に酷似している。同変質帯は、白亜紀後期～第三紀初期の石英安山岩至乃流紋岩の活動と密接して形成されている。

以上の鉱床のうち、鉱脈型が最も多く、しかも同型鉱床は地域西部に偏在している。

以上の地質鉱床特性をベースとして

- ① 鉱況、規模共優勢な鉱床が密集していること。
- ② 発展性が期待される鉱床、鉱化帯あるいは変質帯であること。
- ③ 経済性が高い鉱種が期待されること。

などを基準として有望地域を抽出した。

2) ランドサット・データ解析結果

本地域には600数十本におよぶりニアメントが発達しているが、その90%は花崗岩地帯に集中している。

地域別特徴をみると西部のリニアメントはN15° W～N35° W系が、また東部ではN5° W～N15° W系が各々最も多い。また、方向別総延長では西部の場合N5° E～N15° W系が、また、東部の場合N5° W～N15° W系が各々最も多い。

これらの特徴は鉱脈の場合と類似しており、従って、リニアメントと鉱脈鉱床の分布、方向性の間には密接な関係があることが判明した。このことは、ランドサット・データによるリニアメントの解析が鉱脈鉱床の探査にとって有効であることを暗示している。

3) 準精査結果

準精査を実施した20箇所 (No.1～No.20地区) の鉱床タイプ別の内訳は、

- ・ 鉱脈型 : 15地区
- ・ マント型 : 2地区
- ・ 熱水変質帯 : 3地区

であった。

鉱脈型鉱床の主要鉱種は、Au, Au-Cu, Ag, Ag-Pb, Ag-Cu などであったが、このうち、Au-Cuが最も多かった。

鉱脈鉱床賦存地区のうち、No.6地区およびNo.13地区は、今後の調査、探鉱に興味を持たれる。

No.6地区には、40条以上の石英脈が花崗岩類を母岩として密に発達しており、その多くは過去に探鉱、開発された形跡がみられない。概して規模が大きく、中には走向延長500m、脈巾3.3mを有する脈も存する。参考試料ではあるが、Ag, Pb, Cuなどの成分において高品位を示している。

地化学探査の結果、Ag4箇所、Cu18箇所、As7箇所において異常値が検出されている、などの点から今後の調査、探鉱に期待がかけられる。

また、No.13地区には、現在稼行中の金-(銅) 鉱脈が数条発達しており、それらはAu品位が高く、現在の出鉱品位は20g/t前後で、局部的ではあるが、Au100g/tを有する箇所も存する。また、今次地化学探査によって、既知鉱床周辺部にAu2箇所、Ag4箇所、Cu12箇所、As12箇所において異常値が検出されている。

これらの事実から、既知鉱床の延長上への発展とその周辺部において新脈の賦存が期待される。

その他の地区に賦存している鉱脈は、延長100～300m、脈巾1.0m未満のものが多く、また、高品位部も散点的で連続性に欠ける、鉱脈の発達が粗である、地化学探査で有望示徴が得られていない、などの理由から注目に値しない。

マント型鉱床は、地域西部の玄武岩質火山岩地帯に偏在しており、一般に低品位銅鉱によりなる。

鉱床は、母岩の節理あるいは孔隙を酸化銅鉱、黄銅鉱、斑銅鉱などが充填あるいは一部交代して形成されたもので、網状ないし鉱染状をなしており、従って部分採掘が難かしく、大型採掘を余儀なくされるため出鉱品位が低下し、経済性が低い。

熱水変質帯は、いずれも石英安山岩～流紋岩質火山岩を母岩として発達した珪化・粘土化帯で、一般にその分布は広い。主な変質鉱物は石英および明ばん石で酸性変質鉱物で特徴づけられる。また、同変質帯には常に褐鉄鉱、赤鉄鉱を伴っており、微量の黄鉄鉱を産している。

これらの特徴が EL Guanaco や EL Indio などの火山性浅成金鉱床の変質帯における特徴に類似している。

このような変質帯の中で、No. 4 地区の東部に分布している変質帯が珪化、粘土化共最も強く、かつ今次地化学探査において Au および As の示徴が得られている。従って、同変質帯付近には網状、鉱染状あるいは脈状の金鉱床の賦存可能性がある。

4) 精査結果

精査対象地区として 2 箇所 (A および B 地区) が選定された。

A 地区には、花崗岩類を母岩とした高温型高品位銅鉱床 (脈状) が多数発達しており、このうち 3 鉱山 (Montecristo モンテクリスト、Abundancia アブンダンシア、Santa Rosa サントローサ) が現在稼行中である。

銅鉱は主として黄銅鉱からなり、Cu 品位は北部鉱床で Cu 3～4% と高く、南部鉱床で 1% 前後と低い。

単位脈の延長は 200m、脈巾 2.0m が多い。変質作用は北部から南部へ石膏帯、陽起石 (石膏) 帯、石英 (陽起石) 帯と変化しているが、いずれも鉱床の近傍数 m に限られている。

地化学探査の結果では、いずれの成分の異常も既知鉱床帯に限られており、かつ銅帯では Cu 異常が、銅-鉄帯では Cu、Ag、As 異常が、また、鉄帯では As 異常が、各々特徴的の検出されている。

流体色有物の均質化温度から鉱床生成温度 (推定) は 350℃ 前後と考えられる。

鉱床の多くは、開発あるいは探鉱が浅部で終わっており、下部に探鉱余地が残されている。特に北部鉱床帯 (Montecristo - Abundancia) の下部が有望視される。

B 地区には、石英斑岩と密接して形成されたと考えられる N-S 性の Ag-Pb 鉱脈鉱床が (Cachinal de la Sierra) が 20 条近く発達している。個々の鉱脈の規模は延長 200～500m、脈巾 1～2m が多く、稼行中の出鉱品位は 300～400g/t である。

鉱床付近には、熱水変質作用がみられ、鉱床を中心に外側に向かって、石英-パイロフィライト帯、カオリン帯、モンモリロナイト帯、絹雲母-緑泥石帯、沸石帯の累帯配列が存在し、今後の探鉱指針として活用できる。

流体包有物の均質化温度によって鉱床生成温度は250℃～330℃と推定される。なお、銀の濃集は低温側で大きいものと推察される。塩濃度は0～3.3wt% (NaCl相当)である。

地化学探査の結果、鉱床の南北延長上および東部の鉱床上盤側にAg, Cuの有望示徴が得られており、既知鉱床の南北延長上への発展および上盤平行脈の賦存が期待される。

また、同鉱床の北部にはPb-Zn鉱脈鉱床 (No. 8地区)、南部には EL Guanaco 鉱床が存し、これらは一連の鉱化作用によるものと考えられる。従って、それらの鉱床間にも新鉱床の賦存が期待される。

5) Atacama (アタカマ) 断層南部延長帯

本帯は白亜紀の堆積岩類および火山岩類中に発達しており、従って規模の大きい裂かを形成している。同断層帯の中央部から周辺部にかけてAu, Ag, Cuの鉱脈鉱床 (Union ウニオン、Jackie ジャッキー鉱床など) が発達している。

これらの鉱床が同断層帯に規制されて形成されているとすると、既知鉱床は大きく発展することが予想され、また、既知鉱床以外にも新鉱床が賦存する可能性がある。

序 論

第 1 章 緒 言

チリ共和国における資源開発協力基礎調査はこれまで Quebrada Blanca (ケブラーダブランカ) - El Abra (エル アブラ) 地域 (1975~1976)、Concepcion (コンセプション) 東部地域 (1977~1980年) およびチリ中部地域 (1981~1984年) の3地域において実施され、資源開発のための数多くの基礎資料を提供することができたほか、カウンターパートとなる鉱山省鉱業地質局 (Servicio Nacional de Geología y Minería、以下「SERNAGEOMIN」と略する。) に技術移転を行ってきた。

チリ共和国は新たに日本国政府に対し Antofagasta (アントファガスタ) 南部地域における資源開発の協力を要請してきた。日本国政府はその要請に応え、昭和60年11月24日から昭和60年12月8日まで事前調査団を現地に派遣し、1985年12月4日付でS/Wが調印された。

本地域は Fig. 1 に示した通り、同国北部の第二州南部の海岸山脈及び一部アンデス前縁山脈に位置しており、調査対象面積は、20,000km² に及んでいる。

本地域は、同国における鉱床密集地帯の1つであり、主な鉱種は、金・銀・銅であるが、随伴金属としてモリブデン、鉛、亜鉛等を産している。鉱床のタイプとしては、鉱脈型が最も多く、その他、交代型 (その一部は通称マント型)、ポーフイリー・カッパー型等が発達している。

また、本地域の周辺部には、最近その発見が世界的に知られ、現在開発の途上にあるポーフイリー・カッパー型の Escondida (エスコンディータ) 鉱床や高品位金鉱床の El Guanaco (エル グアナコ) 鉱床等がある。

以上の状況からして、本地域における金・銀・銅の新鉱床発見の期待は大きく、よってその目的達成のため本年次は次の方針のもとに調査を進めた。

- ① 既存資料のコンパイルによって、精査地区2箇所、準精査地区20箇所を抽出する。
- ② 抽出された地区に対して地質調査及び地化学探査を実施する。
- ③ ランドサット・データ解析によって裂か特性を解明し、①、②の結果と合せ、総合的解析を行い、当該地域の鉱床特性を把握し、次年度以降の探鉱方針を確立する。

第 2 章 調査の内容

2-1 調査方法

本年次の調査は次の3方法によって行われた。

1) 既存資料のコンパイル作業

現地調査に先立ち既存資料のコンパイル調査を国内にて行い、精査地区2箇所、準精査地区33箇所を抽出し、現地にて SERNAGEOMIN と鉱業権の問題等を検討し、最終的に精査地区2箇所、準精査地区20箇所を選定した。

2) 地質調査、地化学探査

踏査に当たっては、既存の縮尺50,000分の1の地形図を準精査地区については、20,000分の1、精査地区については、5,000分の1に各々拡大した地形図を使用してルートマップを作成し、調査結果はルートマップと同縮尺の地質図にまとめた。

地化学探査は、地質調査と並行して実施し、原則として河床堆積物を採取したが、同堆積物の発達不十分な箇所については、岩石あるいは土壌を採取した。

地区別に後背地の地質状況が異なるので、統計処理、異常値の決定および解析は地区別に行った。

また、異常値は次の如く決定した。

◆ Au :

分析結果に基づきヒストグラムを作成し、最大分布を示す所をバックグラウンドの中心とし、その倍の値をもってバックグラウンドの上限とした。

No.13地区を例にとると、最大分布を示すのは20ppb以下の範囲であり、その1/2即ち、10ppbの点をバックグラウンドの中心とした。従って、バックグラウンドの上限は20ppbである。バックグラウンドの上限の倍数をとって、異常値の級区分を行った。即ち、No.13地区のA級異常は上記バックグラウンドの上限の4倍以上の値である。

◆ Ag, Mo :

Auと同様の方法でバックグラウンドの範囲を決定し、同様の方法で異常値の級分けを行った。

No.13地区を例にとると、Agのバックグラウンドの中心は0.1ppmよりやや大きく、0.2ppmよりかなり低いところにある。即ち、0.125ppm付近である。従って、バックグラウンドの上限は2.5ppmであり、2.5ppmの倍数をもって異常値の級区分を行った。

◆ Cu, As :

分析値を対数変換しヒストグラムを作成した上でほぼ、正規分布をすることを確認し、対数空間で平均値、標準偏差を算出し、 $m+3\delta$ 以上をA級異常値、 $m+3\delta > x \geq m+2\delta$ をB級、 $m+2\delta > x \geq m+\delta$ をC級異常とした。そして対数値を自然数(分析値)に再変換し異常値の級分けを行った。

3) ランドサット・データ解析

本解析に当たっては、フォールス・カラー画像(4.5、7バンド)(縮尺 250,000分の1)を使用した。これらの画像を使用して主として線形構造、円形構造およびその他の構造を抽出し、鉱床と地質構造との関連性について考察を行った。

2-2 調査区域

調査範囲は、次に示す通り調査方法別に異なっている。

1) 既存調査のコンパイル

南緯 $24^{\circ} 00'$ 、海岸-南緯 $24^{\circ} 00'$ 西経 $69^{\circ} 15'$ -南緯 $25^{\circ} 00'$ 、西経 $70^{\circ} 00'$
-南緯 $26^{\circ} 00'$ 、西経 $70^{\circ} 00'$ -南緯 $26^{\circ} 00'$ 、海岸に囲まれた面積 20,000Km²

2) 地質調査・地化学探査

地区別調査範囲は Tab. 1 の通りである。

Tab.1 調査位置座標

Area	Coordenadas			
01	69° 19' 11"	69° 16' 13"	69° 16' 12"	69° 19' 11"
	24° 00' 23"	24° 00' 24"	24° 03' 23"	24° 00' 24"
02	69° 38' 13"	69° 36' 08"	69° 34' 08"	69° 36' 13"
	24° 05' 23"	24° 04' 13"	24° 07' 13"	24° 08' 23"
03	69° 31' 19"	69° 28' 22"	69° 28' 23"	69° 31' 20"
	24° 16' 04"	24° 16' 05"	24° 18' 47"	24° 18' 46"
04	69° 27' 44"	69° 21' 52"	69° 21' 52"	69° 27' 47"
	24° 13' 52"	24° 13' 55"	24° 19' 20"	24° 19' 20"
05	69° 20' 04"	69° 17' 52"	69° 17' 10"	69° 20' 10"
	24° 41' 06"	24° 41' 07"	24° 43' 07"	24° 43' 04"

Area	Coordenadas			
06	69° 23' 07"	69° 20' 10"	69° 20' 10"	69° 23' 08"
	24° 49' 07"	24° 49' 10"	24° 51' 52"	24° 51' 50"
07	69° 45' 04"	69° 42' 42"	69° 42' 23"	69° 45' 04"
	24° 40' 23"	24° 40' 24"	24° 43' 47"	24° 43' 47"
08	69° 35' 02"	69° 32' 04"	69° 32' 04"	69° 35' 02"
	24° 50' 11"	24° 50' 12"	24° 52' 55"	24° 52' 55"
09	69° 38' 37"	69° 35' 38"	69° 35' 40"	69° 38' 37"
	24° 54' 09"	24° 54' 30"	24° 57' 13"	24° 57' 13"
10	70° 07' 54"	70° 04' 04"	70° 04' 16"	70° 07' 07"
	24° 46' 11"	24° 46' 13"	24° 48' 58"	24° 48' 55"
11	70° 31' 40"	70° 28' 43"	70° 28' 44"	70° 31' 46"
	24° 46' 00"	24° 46' 01"	24° 48' 43"	24° 48' 43"
12	70° 30' 14"	70° 27' 17"	70° 27' 20"	70° 30' 18"
	24° 50' 19"	24° 50' 15"	24° 52' 49"	24° 52' 66"
13	70° 15' 31"	70° 11' 40"	70° 11' 41"	70° 15' 32"
	25° 01' 52"	25° 01' 53"	25° 04' 01"	25° 04' 01"
14	70° 12' 11"	70° 10' 18"	70° 12' 08"	70° 14' 11"
	25° 28' 05"	25° 29' 13"	25° 32' 17"	25° 31' 07"
15	70° 18' 11"	70° 15' 11"	70° 15' 13"	70° 18' 13"
	25° 28' 23"	25° 28' 25"	25° 31' 07"	25° 31' 07"
16	70° 22' 22"	70° 19' 22"	70° 19' 14"	70° 22' 23"
	25° 29' 25"	25° 29' 26"	25° 32' 10"	25° 32' 08"
17	70° 31' 40"	70° 28' 59"	70° 28' 43"	70° 29' 29"
	25° 31' 00"	25° 28' 49"	25° 31' 20"	25° 33' 29"
18	70° 26' 18"	70° 25' 29"	70° 23' 14"	70° 22' 20"
	25° 36' 41"	25° 36' 47"	25° 38' 23"	25° 39' 17"
	70° 29' 56"	70° 27' 34"	70° 28' 17"	70° 30' 07"
19	25° 38' 17"	25° 38' 19"	25° 42' 25"	25° 42' 25"
	70° 27' 18"	70° 28' 17"		
		25° 40' 28"	25° 40' 24"	
20	70° 17' 43"	70° 14' 43"	70° 14' 44"	70° 17' 46"
	25° 41' 37"	25° 41' 40"	25° 44' 24"	25° 44' 23"
	70° 24' 29"	70° 23' 13"	70° 23' 17"	70° 24' 28"
	24° 57' 37"	24° 57' 34"	25° 00' 43"	25° 00' 47"
A	70° 25' 02"	70° 24' 26"	70° 24' 28"	70° 25' 00"
	24° 58' 32"	24° 58' 32"	25° 00' 08"	25° 00' 10"
B	69° 33' 00"	69° 31' 04"	69° 32' 04"	69° 34' 02"
	24° 56' 17"	24° 57' 17"	24° 59' 11"	24° 58' 13"

Tab.2

作業工程表

Nombre del area	Area (Km ²)	Cantidad de muestra								
		Analisis geoquimicos	Cortes transparentes	Cortes pulidos	Difr. Rayos X	Inclusiones fluidas	Datación radiometrica	Analisis quimicos		
								Roca	Mena	
Levantamiento semi-detallado	No.1	25	111	6	0	16	0	0	0	15
	2	25	102	5	2	5	0	0	1	12
	3	25	101	2	2	3	0	0	0	9
	4	100	132	6	2	21	0	0	0	30
	5	25	103	11	1	4	0	0	1	16
	6	25	100	6	3	4	0	0	1	26
	7	25	102	4	1	27	0	1	0	27
	8	25	153	22	0	8	0	0	0	1
	9	25	101	0	2	3	0	0	0	14
	10	25	100	4	1	0	0	0	1	2
	11	25	101	5	1	0	0	0	2	14
	12	25	101	3	0	0	0	0	1	3
	13	26	102	2	0	0	0	0	0	7
	14	26	102	2	2	4	0	0	1	24
	15	25	102	4	0	0	0	0	0	9
	16	25	102	2	2	0	0	0	0	3
	17	36	102	4	0	0	0	0	0	5
	18	25	102	2	0	0	0	0	0	6
	19	25	102	1	1	5	0	0	0	4
	20	25	101	4	0	4	0	1	1	10
Sub-total	20	588	2,122	95	20	114	0	2	9	237
Levantamiento detallado	A	15	201	5	3	215	52	1	0	8
	B	15	207	44	5	214	46	2	2	32
Sub-Total	2	30	408	49	8	429	98	3	2	40
Total		618	2,530	144	28	543	98	5	11	277

Tab. 3 調査期間

	1985/Diciembre	1986/Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Compilation de antecedente y Selección del area	23 28					
Levantamiento geológico y geogimico		12		23		
Analysis de imagenes Landsat			26	28		
Interpretación y informe				24		31

第 I 部

既存資料のコンパイル
並びに調査地区の選定

第 I 部 既存資料のコンパイル並びに調査地区の選定

第 1 章 既存資料のコンパイル

本作業の主たる目的は、調査範囲 20,000km² を対象とする既存資料の整理-コンパイルおよび解析を行うことによって、準精査地区および精査地区を選定することにある。

1) 既存資料の内訳

コンパイルするにあたって主として使用した国内の既存資料は金属鉱業事業団、工業技術院地質調査所から得られた地質図、鉱床図類、論文、報告書類および鉱山調査資料等であり、このほか現地においてチリ共和国鉱山省鉱業地質局より得た地質、鉱床および鉱山に関する報告書、資料類がある。

これらの主たる既存資料リストは次の通りである。

〔国内資料〕

- (1) Mapa Geologico de la II Region, Proyecto Complemento Mapa Metalogenico II Region, Escala 1 : 250,000, CORFO-SERNAGEOMIN, 1983
- (2) Mapa de Yacimientos Metalicos de la II Region, Proyecto Complemento Mapa Metalogenico II Regeon, Escala 1:250,000, CORFO-SERNAGEOMIN, 1983
- (3) Complemento Mapa Metalogenico II Region, Texto Resumido, CORFO, 1984
- (4) Report of Research and Developmento Cooperation ITIT Projects No. 7911, Geological Survey of Japan (Japan) Servicio National de Geologica y Minería (Chile) March, 1984
- (5) Proyecto Oro Sur Antofagasta, Secretaria Regional de Planificacion y Coordinacion Segunda Region, Junio 1979,

〔現地資料〕

- (1) Carta Geologica de Chile, Escala 1 : 250,000, Hojas Taltal y Chanaral, Servicio National de Geologia y Minería, 1984
- (2) Complemento Mapa Metalogenico II Region, Tomo IX, X, CORFO, 1984
- (3) Geologia y Metalogenesis de la II Region de Antofagasta, Norte de Chile, Boletin Servicis National de Geologia y Minería,

2) 資料の整理とコンパイル

既存の地質、鉱床に関する論文および報告書類は調査地域に直接関係するものではなくて、広域的な範囲を対象としたものであるが、特に本調査地域の火成活動と鉱化作用に関する特性を補完する上で役立たせることが出来た。

鉱山調査資料は個々の地区を直接的かつ具体的に把握するために極めて有益で、特に調査地域内の鉱床特性解明および有望地区の選出に役立った。

コンパイル図は SERNAGEOMIN の地質図 (縮尺 1 : 250,000) に主要金属鉱床 (銅、金、銀、マンガン、鉄、鉛、ニッケル・コバルトの 7 種) の分布をプロットして、地質と鉱床の関係が明確になるようコンパイルした。(付帯資料 PL. 1 参照)

第 2 章 調査区域の概要

2-1 一般地理

1) 位置・交通

本地域は南緯 24° ～ 25° 、西経 $69^{\circ} 15'$ 以西および南緯 25° ～ 26° 、西経 70° 以西にあって、西は太平洋に接している。

本地域は Antofagasta 市の南に位置し、本地域内へは Carretera Panamerica の主要幹線道路が通じている。地域の北端までは約 50km、また地域南部の Taltal 市まで約 300km (所要時間車で約 3 時間半) の距離にある。

地域内には、西海岸や Atacama 断層地帯に沿った南北に縦走する幹線道路があるほか、東西方向にも道路も通じており、交通は比較的便利である。

2) 地形

本地域は大部分は南北方向に延びた地形で、西から東に向かって海岸山脈地域、盆地状地域、山麓地域に大別される。さらに本地域の東側ではアンデス山脈地域に連らなる。

海岸山脈地域は最高海拔 3,114m で、西端の沿岸はそそり立つ露岩地帯が顕著にみられる。一方東方に向かって漸次標高を減じ、盆地状地域に移行している。盆地状地域は Atacama 砂漠の盆状地帯や起伏するパンパ地帯からなり、標高は平均海拔 1,000m で西方にゆるやかに傾斜している。山麓地域に Domeyko (ドメイコ) 山麓地域から構成され、標高は最高海拔 2,958m を示す。

3) 気候・植生

年間の平均気温は北部地域の盆状地で最も高い 18°C 以上を示す。東部の山麓地域では 16°C ～ 10°C で、東側に向かって低くなる。なお海岸地域では 16°C ～ 17°C となっている。

本地域には今世紀に入って降雨量が全くみられないところがある、といわれるほど世界で有数の乾燥地帯に属する。南部海岸地帯では年間降雨量 25mm 程度を示すがその他の地域では 10mm 以下のところが過半を占める。

本地域は前述のごとく厳しい自然条件のため、狭い海岸地域を除くと殆んど植生を欠いている。標高海拔 1,000m 程度まであるいは 3,000m に近い降雪地域の低地帯などに低い草木が散在する。朝晩霧が発生する海岸地帯の山地にはサボテン類が繁殖する。

2-2 地質(付帯資料 PL. 1 参照)

本地域には古生代から第四紀までの各年代の地層がみられる。第四紀は本地域の40~45%を占め広範囲に亘り分布する。また貫入岩には古生代、ジュラ紀の花崗閃緑岩類と白亜紀、第三紀の花崗閃緑岩類および斑岩類がみられる。本地域の模式地質断面図を Fig. 1-2-1 に示す。

1) 堆積岩および火山岩

◆ 古生層 :

本地域における最古の岩石は、シルル紀 - デボン紀の海成ないし陸成の堆積岩起源の変成岩類 (Dem) で、主として地域の西南部に分布する (層厚 2,000m)。また、本地層は地域の北東部にも僅かに分布し、ここでは石炭紀 - 二疊紀下部の海成石灰堆積岩 (Cbm) が上位にみられる。

東部地域の北部や中央部には二疊紀 - 三疊紀の閃緑岩質乃至安山岩質の火山岩および凝灰岩類を主とする地層 (Pev) が分布する (層厚 200m)。

◆ 中生層 :

本地域の西南部には三疊紀上部の貫入火山岩を伴う堆積岩類 (Trsc) が分布する。閃緑岩、安山岩、玄武岩などの岩片を伴った礫岩、砂岩のほか、安山岩質あるいは石英安山岩質の溶岩もみられる (最大層厚 1,000m)。

海岸山脈地域にまたがって広く分布するものとして、ジュラ紀の安山岩質、ひん岩質などの溶岩が卓越する火山岩類 (Jv) がある。Taltal 地区では 5,000m 以上の厚さと考えられている。

ジュラ紀の海成堆積岩類 (Jm) が海岸山脈地域や北東部地域の古生層分布域などに分布する。Taltal の南方では砂岩、石灰質砂岩、安山岩質火山砕屑岩等からなる (層厚 500~700m)。

なお、北東部地域には下部白亜紀の陸成堆積岩 (Kic) が上記ジュラ紀地層の西側に小規模に分布し、さらにこの地層の西側に、下部白亜紀に属する火山岩類 (Kiv) として安山岩質斑状溶岩、礫岩などが累重している。この火山岩類は南部地域にも僅かであるが分布する。

Taltal の海岸山脈地域内では、主として Atacama 断層に沿って下部白亜紀の海成火山岩層 (Kimv) が分布している。本層は礫岩、砂岩、石灰岩、安山岩質溶岩などより構成される (層厚 1,500~2,000m)。

◆ 第三紀層 :

本地域の中部から東部にかける山麓地域には、各種火山礫を含む暁新世、始新世の火山岩 (Tiv) が広く分布する。これらは溶岩、集塊岩、礫質凝灰岩、イグニシブライトなどから構成される。火山岩に由来する本層では水成岩に由来する堆積物

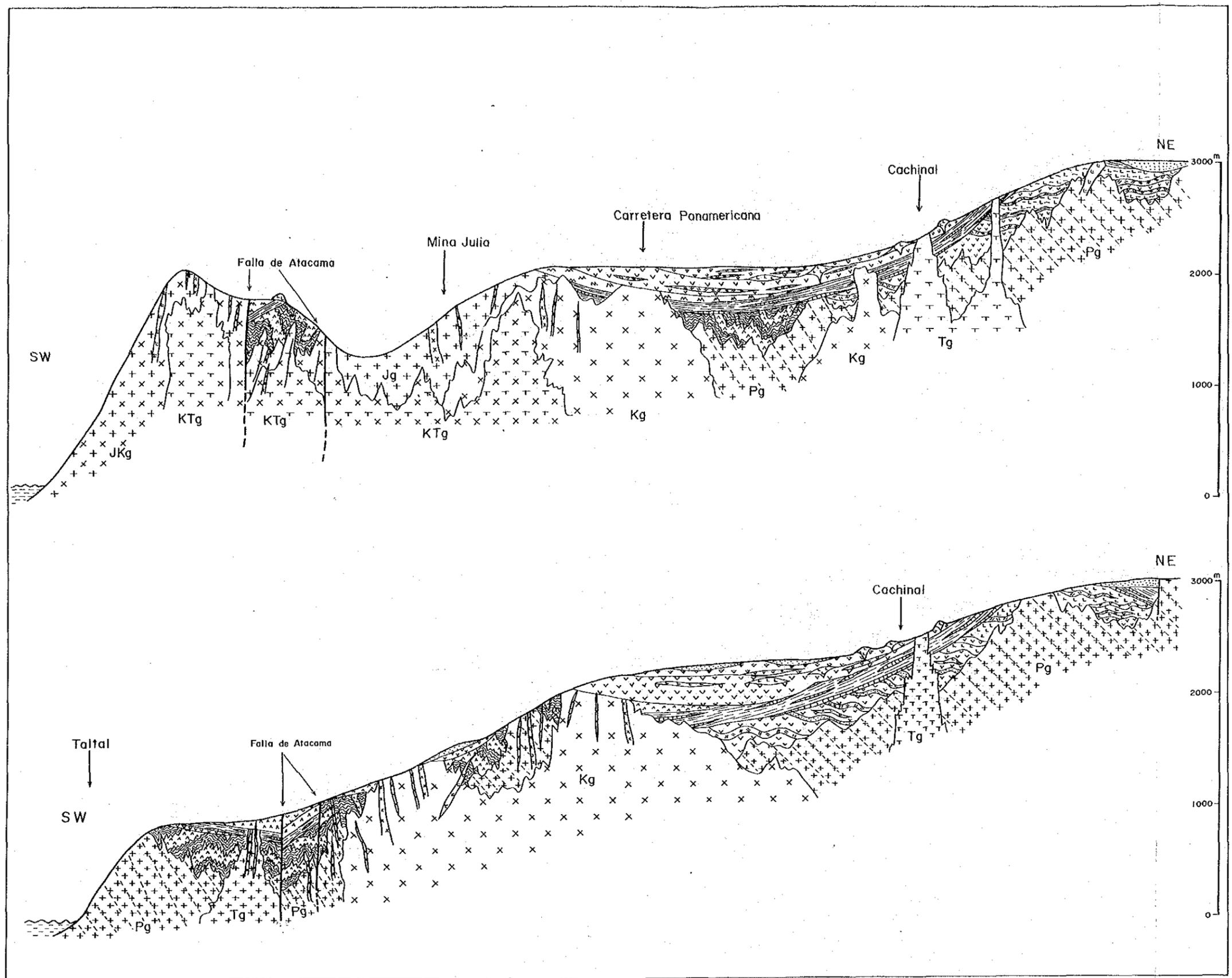


Fig. 1-2-1 Antofagasta南部地域模式断面图

に乏しい。火山岩の厚さは火山物噴出孔に比較的近い部分はまちまちであり、イグニンプライト地帯の600mから安山岩質溶岩、安山岩質～玄武岩質集塊岩地帯では3,400mとなっている。

なお、本地層の年代測定結果を総括するとK-Ar年代では $39.3 \pm 3 \sim 59.0 \pm 1$ Ma、isocrona Rb/Sr (全岩石中) $41.43 \sim 46.00$ Maを示している。しかしながら、地域的にこの火山活動は上部白亜紀に行なわれた可能性も高く、Sierra Candeleros の西地区では山脈西部のものは 72 ± 2 Maの年代推定がなされている。

本地域南東部には山麓地帯をとりまくようにイグニンプライト乃至イグニンプライト質凝灰岩を挟在する未固結の砂礫層からなる陸成堆積層 (Tscv) が広く分布する。この砂礫層は斜めに堆積している。層厚は5～150m で一定しない。本層中のイグニンプライトはK-Ar年代により、上部漸新統-中新世のものと推定されている。

沖積層、洪積層および鮮新世の風成堆積層からなるもの (Qal) を一括して表示したが、これらは大部分が山麓部に広範囲にわたって分布する沖積層や、平坦地に分布する沖積層をもとにした堆積物である。これらは異質の砂利、砂、泥、粘土の混ったもので構成されている。

2) 貫入岩

本地域には古生代から第三紀に至るいくつかの年代の貫入岩が露出している。

古生代からジュラ紀下部迄の花崗岩類 (Pzg) は、最古のものではオルドビス紀-シルル紀下部に属する。当地域では二疊紀-三疊紀のものが南西部に知られているが、これらは先ジュラ紀として一括されている。外見上2つの年代、石炭紀と二疊紀-三疊紀の火成活動が考えられている。これらは花崗閃緑岩、モンゾニ岩質花崗岩、トーナライトなどで、一般的には粗粒質のもので構成されている。

ジュラ紀の花崗岩類 (Jg) は主として海岸山脈地域に露出している。本岩類は種々な岩相を呈し、花崗閃緑岩、トーナライト、閃緑岩、モンゾニ岩等があり、一般に中粒で緑泥石化、緑簾石化を受けている。

Taltal の海岸山脈地域におけるK-Ar年代では 159 ± 3 Maを示す。なお地質図作成上、これらの岩体はジュラ紀と白亜紀のものに分類され難いものもある。

ジュラ紀-白亜紀の花崗岩類 (Jkg) は本地域の西北部、海岸山脈地域に広く貫入している。本岩類は接触関係や層序位置により推定される。これらは花崗閃緑岩、閃緑岩、トーナライトからなり、一般に中粒で、緑灰色である。

白亜紀の花崗岩類 (Kg) は接触関係、あるいは年代測定の結果によって推定されたものである。これらは主として海岸山脈の東側、本地域の中央部や南部に分布する。本岩類は一般に中粒-粗粒で花崗閃緑岩、モンゾニ岩質閃緑岩、閃緑岩、ト-

ナライトなどかなり組成のちがいがある。年代測定の結果によれば本地域南部に分布するものは白亜紀下部のものに相当する。

白亜紀 - 第三紀の貫入岩 (KTg) は、本地域北部の海岸山脈地域東側に主として分布する。本岩は閃緑岩質、花崗岩質、花崗閃緑岩質、安山岩質又は石英安山岩質である。生成時代は正確に推定出来ないが、接触関係から白亜紀と第三紀にまたがる時代とされる。

第三紀の貫入岩 (Tg) としては閃緑岩質、花崗閃緑岩質、珪質モンゾニ岩が知られており、これらは岩株として本地域東部に散在する。年代測定によれば古いものでは始新世のものがあり、漸新世までの火成活動に相当する。

本地域の花崗岩類の一部については、石原ほか (1984) によりそれらの岩石の化学組成、帯磁率、微量成分などに関する研究の一部としてとり上げられている。

これによると、これらの深成岩類は海岸部の古生代末期のものとその東側に広く分布する中生代から、新生代にかけてのものに大別される。後者の深成岩の活動の時期はジュラ紀、白亜紀および第三紀に分かれ、それぞれ造構期に対応する。最も塩基性のジュラ系パソリスは海岸部にあって、同質の火山岩として玄武岩質安山岩 (Jv) があるが、ジュラ紀～白亜紀の深成岩は石灰質で、第三紀のものはアルカリ質である。ポーフイリー・銅に関連した岩石はカルク・アルカリ系のアルカリ側にあり、アメリカの内陸型に似ている。

本地域の南、南緯 $26^{\circ} 20'$ 付近、Chanaral Copiapo 地方では海岸山脈の古生代末期の花崗岩類はイルメナイト系の低い帯磁率を示す。中世代～新生代の花崗岩類は海岸部のジュラ系のものから、El Salvador の第三紀のものに向かって帯状分布をしていおり、磁性は強いが海岸のものは必ずしも強いと限らず、またジュラ紀のものでは中程度の磁性を有するところを認めていることなどを考慮すると、内陸の第三紀に向かって磁性が強くなる傾向がうかがわれ、これらはマグネタイト系の値を示している (Fig. 1-2-2 参照)。

花崗岩類中の微量成分をみると、中世代～新生代のマグネタイト系のは Pb に乏しく、Cu-Zn に富み、古生代末期のものと傾向を異にする (Fig. 1-2-3 参照)。Cu と帯磁率とは正の相関を有している (Fig. 1-2-4 参照)。

Chuquicamata (チュキカマタ) - Tocopilla (トコピジャ) 地域においては、Chuquicamata の第三紀岩株は海岸帯のジュラ紀パソリスより Fe_2O_3/FeO の比が高い。これはポーフイリー・銅に関連した斑岩は、海岸帯の花崗岩類より磁性が強いことを示し、マグマの晶出時の酸素分圧が高かったと考えられている。

S と Cu については Fig. 1-2-5 のごとく、花崗岩質岩石では硫黄の分圧の異なるものがみられ、ポーフイリー・銅に関連したものは高い分圧のものであり、海岸帯のものは低い分圧のものであるといえる。

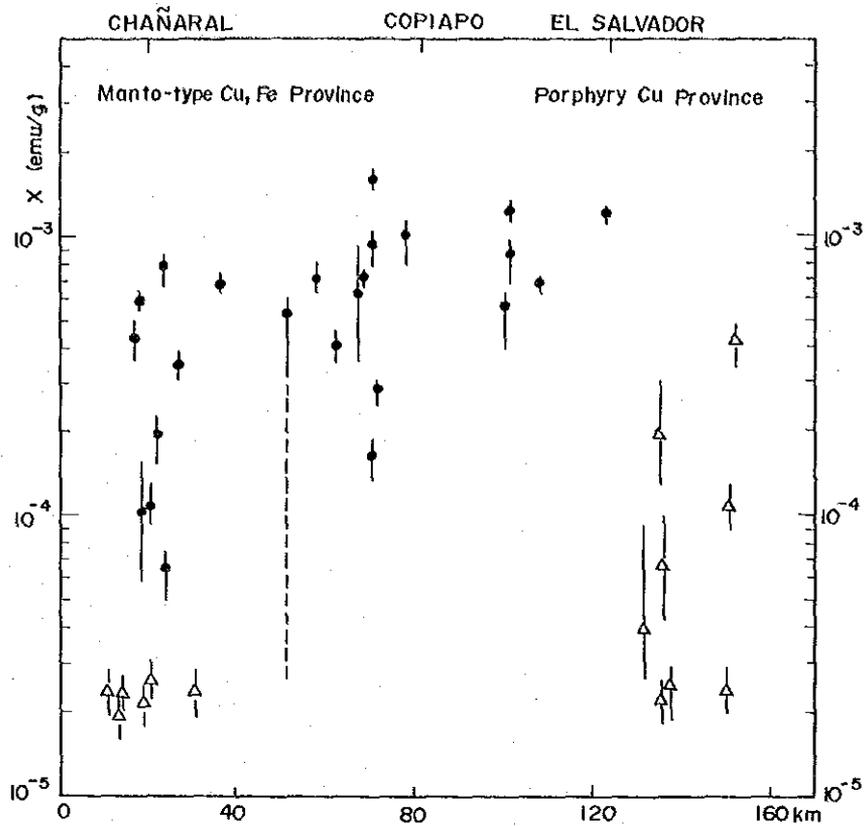


Fig. 1-2-2

Chañaral地方(26° 20' S)横断火成岩帯磁率変化

(黒丸:中生界-新生界,三角:古生界,棒:露出延長,破線:変質作用による値の低下)

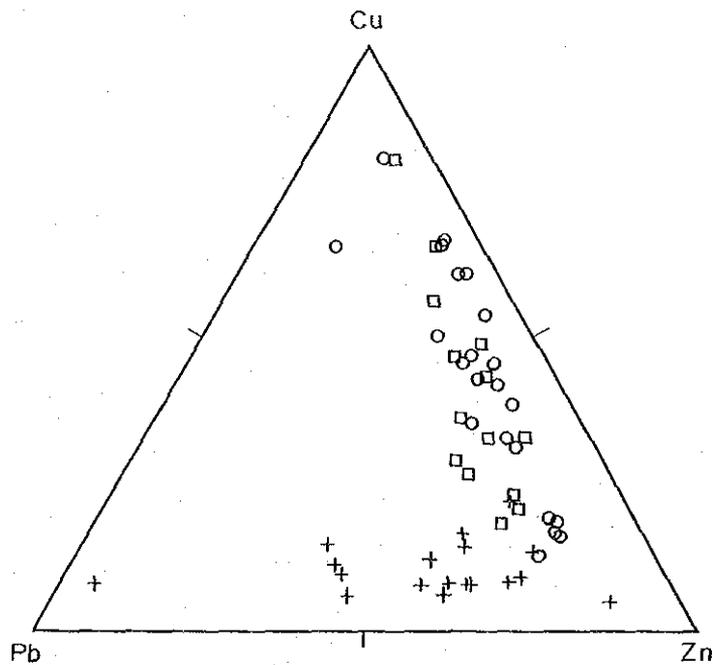


Fig. 1-2-3

チリ産花崗岩類のCu-Pb-Znダイヤグラム

(十字:上部古生界,白抜丸:中生界,白抜四角:第三紀花崗岩)

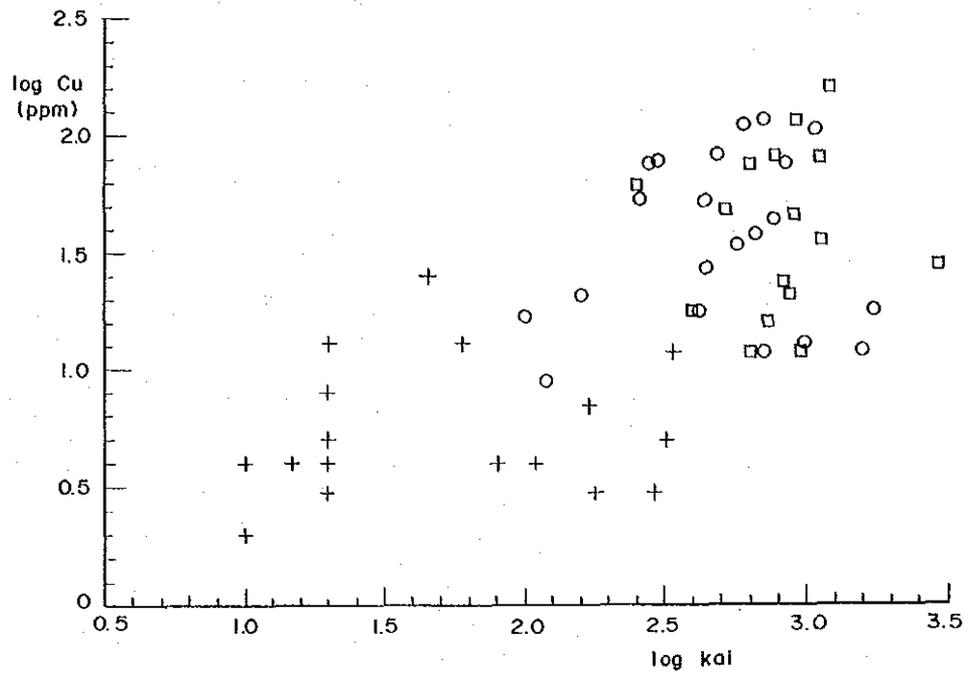


Fig. I-2-4 チリ産花崗岩類のlogcu-logkai(帯磁率 10^{-6} emu/g)

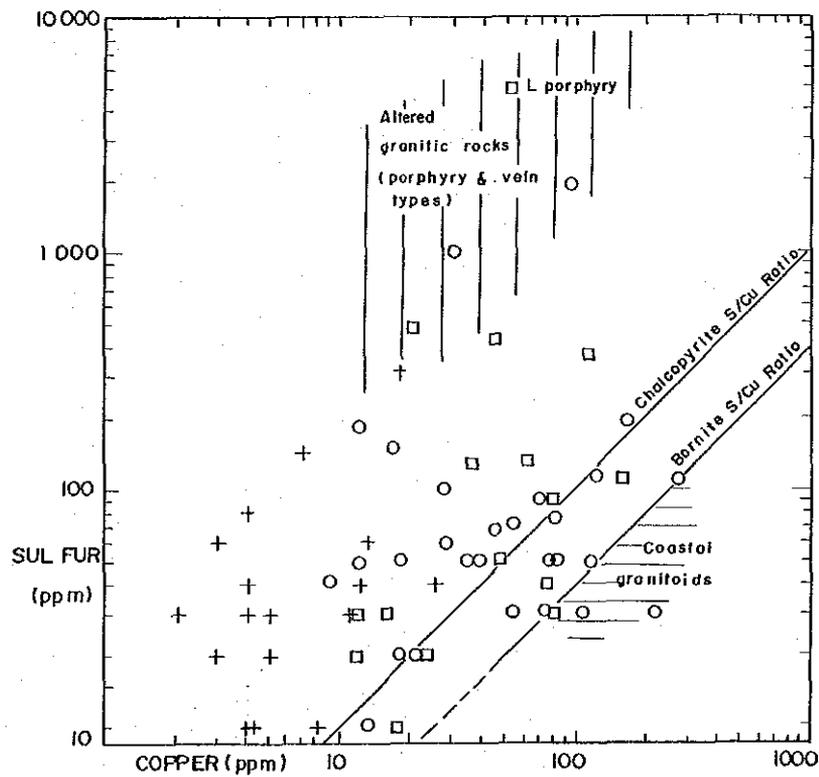


Fig. I-2-5 チリ産花崗岩類のS-Cuプロット

3) 地質構造

本地域の地質構造はN-S系が卓越しており、地層は地域中央部に向かって相対的にゆるやかに傾斜している (Fig. I-2-1)。褶曲構造としては古生代の変成岩にアコーデオン構造もみられるが、ジュラ紀以降の地層では波長の開いたNW~NS方向の褶曲構造が顕著である。

本地域には多数の断層がみられるが、顕著なものとして海岸山脈を縦断している Atacama 断層がある。本断層は先第三系を切って発達しており、その発生は白亜紀上部と考えられている。本地域では東ブロックの押上げにより1 km に及ぶ数多くの変位があるといわれる。同断層周辺に沿って、本断層の副次的裂かとしてNNW-SSE系が顕著に発達している。

2-3 鉱床

本地域には主なる金属鉱床として銅および金・銀鉱床がみられる。そのほか鉛、亜鉛、マンガン、鉄、ニッケル・コバルトなどの鉱床もみられるがこれらには現在稼行されているものはない。

本地域において、多くの鉱床は Fig. I-2-6 にみられるように、ほぼ南北に平行して配列する2列の西部及び東部の鉱化帯に分けられるが、この両鉱化帯は本地域南部で交叉する。

なお、西部の鉱化帯は海岸山脈地帯に、また東部の鉱化帯は山麓地帯にそれぞれ大局的に対応するごとく分布している。

1) 西部鉱化帯

西部の鉱化帯は海岸山脈と海岸地域に分布し、多数の鉱床が発達している。これらの鉱床は主として銅の鉱脈型とマント型 (層状) の鉱床からなる。

金・銀の鉱脈鉱床も伴っているが、これらは本鉱化帯のより西部に分布している。

◆ 銅鉱床 :

主な銅の鉱脈鉱床は上部ジュラ紀の花崗閃緑岩又は閃緑岩中に胚胎する。主要なものとしては Julia 地区、Montecristo 地区などがある。一般に鉱脈は上部より下部へ酸化帯、酸化帯+硫化帯、硫化帯からなる。酸化帯は主として緑塩銅鉱、珪孔雀石、孔雀石よりなり、輝銅鉱、銅藍から変ったもので品位は高い。硫化帯としては、黄銅鉱と黄鉄鉱の初生鉱物、斑銅鉱などがある。これら鉱脈に伴う脈石としては、磁鉄鉱、赤鉄鉱、角閃石、石英、方解石、稀に電気石がある。

このほかの鉱脈鉱床として、ジュラ紀の火山岩と堆積岩との接触部や、その火山岩中に胚胎する鉱脈がある。これらには Mantos de Agua 地区の様に最大 1,000m (Clementina) 深さ 300m (Carolina, San Juan) のものがあるが、これらは一般に

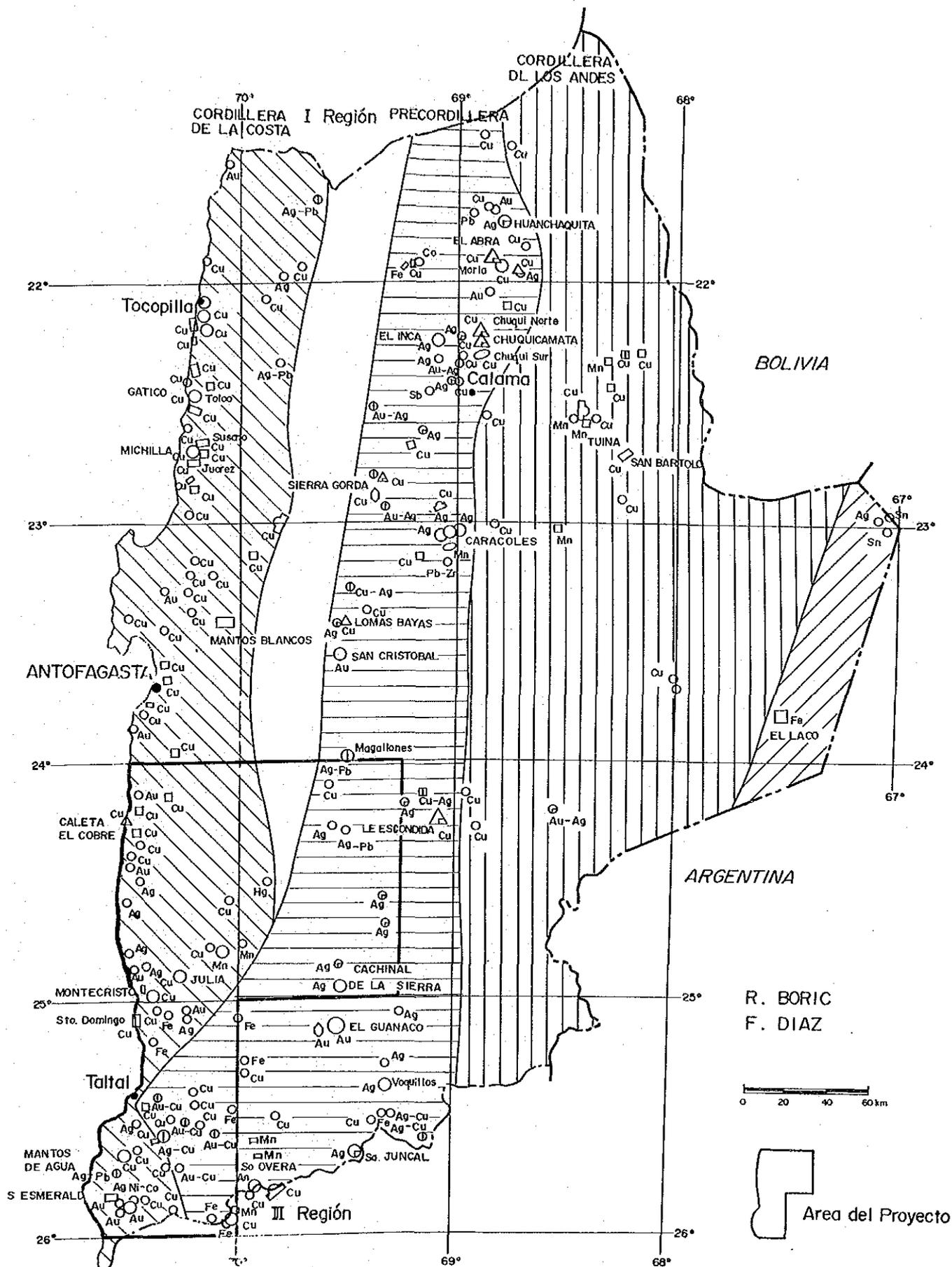


Fig. 1-2-6 第2州における金属鉱床の分布

規模は小さい。

マント型鉱床は層状の銅鉱床で、当地域ではジュラ系の安山岩質火山岩中に主として伴っている。鉱床は溶岩層上部でアミグジュール状充填物ないし角礫凝灰岩質の部分に鉱染鉱として産する。黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱を主とし、黄鉄鉱、赤鉄鉱時に磁鉄鉱を伴う。硫黄に乏しい鉱石である。母岩の変質は弱い。当地域では主要なものとして Santo Domingo がある。ポーフイリーカッパーに次いで鉱量が豊富な鉱床である。

これら以外のタイプの鉱床として Stockwork 型鉱床（網状鉱床）がある。Caleta El Cobre 地区のものは、ジュラ紀の火山岩と花崗閃緑岩との接触部に胚胎したもので、破碎帯を鉱染している。酸化帯、二次硫化帯、一次硫化帯を伴っている。

◆ 金鉱床：

金鉱床は鉱脈鉱床を主体とするが、例外として層状タイプ（Mantos Overos 地区）のものもある。鉱床はジュラ紀上部の花崗閃緑岩－閃緑岩を母岩としている。金の鉱化作用はしばしば銅と共生し、銀も伴う。自然金は一般に単独の状態、分布し、脈石は塊状に密または空洞のある石英、赤鉄鉱、褐鉄鉱、方解石などである。

Esmeralda 地区では Au 10g/T、65,000T が推定されている。

◆ 銀鉱床：

銀鉱床は鉛と密接な関係があり、その他金、銅、亜鉛を随伴する。

Aguada、Cifuncho などの鉱脈は変成岩や古生代の貫入岩を母岩としている。鉱石は酸化銀、酸化鉛と少量の酸化銅を伴う。初生鉱物として銀、含銀鉛、少量の黄銅鉱を伴っている。脈石は主として石英、重晶石、方解石、褐鉄鉱、少量の赤鉄鉱などからなる。

2) 東部鉱化帯

東部の鉱化帯は金、銀の鉱脈型鉱床とポーフイリーカッパー型鉱床で特徴づけられる。金、銀の鉱床規模は西部鉱化帯よりも相対的に大きい。このほか本鉱化帯にはいくつかの広大な変質帯があり、これらは熱水変質によるものと考えられている。

◆ 銅鉱床：

本地域の北部には Trapecio 地区などに銅の鉱脈鉱床が僅かにみられるが、小規模である。この種のものとして南部には Canchas, Sierra Overa, Panpa Sierra Overa などの地区があり、これらの鉱床は白亜紀の火成岩中に胚胎している。

Sierra Placeres（角礫円筒状鉱床）や Canchas の地区では鉱床は貫入岩中に、その他のものは火山岩中にみられる。これらの鉱床には Au、Ag が含まれているのが特色である。

◆ 金鉱床 :

本地域には生産量の多い金鉱床はないが、本地域の北方には San Cristobal、南方には El Guanaco, Sierra Overa などの地区に、主として脈状一部には破碎帯に賦存する礫状鉱床がある。

一般に金の鉱化作用は銅または銀と共に存在している。また網状鉱床型の銅鉱床の周辺に産出する。これはこの種の鉱床が、銅の網状鉱床と同一の成因を有することを思わせる。

El Guanaco 地区のように第三紀下部の安山岩質、閃緑岩質の岩石と関係あるものもあるが東部鉱化帯の金鉱床は白亜紀の下部から上部の時代に形成されている。自然金は銀と共に石英、方解石、褐鉄鉱、赤鉄鉱、磁鉄鉱などとみられる。

El Guanaco 地区では金は二次富鉱帯に左右され、輝銅鉱、銅藍、硫砒銅鉱などと共に産する。品位は酸化帯が高く、5 ~ 60g/T 初生硫化帯では 0.5 ~ 5 g/T である。

◆ 銀鉱床 :

本地域には多数の銀鉱床がある。重要なものとして第三紀下部の貫入岩中に胚胎する Cachinal de Sierra のほか、Cerro Pan de Azucar, Sierra de Argomedo などの地区があり、鉱化は古生代上部のものから白亜紀の火山岩類のものまでもある。

これらの鉱脈は主として酸化帯、二次富化帯が採掘され、硫化帯に至って休止されている。酸化帯では輝銀鉱、臭銀鉱、ヨルダナイト、自然銀があり、二次富化帯ではこのほかに濃紅銀鉱、淡紅銀鉱がある。初生帯(150m 以上)には輝安銅銀鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、輝安鉱、黄銅鉱、斑銅鉱などが産する。脈石としては石英、方解石、重晶石、褐鉄鉱、赤鉄鉱がある。

南部地区には金-銀-銅のポリメタル型鉱床が分布するが、このうち金銅鉱床が多い。主なもの鉱床は La Isla, Sierra del Pingo, Quebrada de la Peineta などの地区にみられる。La Isla 地区の Union は Au 0.5g/T, Ag 180-250g/T, Cu 2% 2,000T/月 (1982) を産した。

3) 鉱化作用の特性

本地域の鉱床は古生代~新生代にわたる岩石中に分布しているが、多くの鉱床はジュラ紀、白亜紀および第三紀の火成岩中に胚胎している。これら鉱床の分布は Fig. 1-2-7, 1-2-8, 1-2-9, 1-2-10 にみられる通り、その方向性は略南北に平行して配列し、それらの生成時代は西から東へ向って新しくなっている。

これらの関係は、鉱化作用が火成活動および地質構造と密接に関連して行われていることを示している。

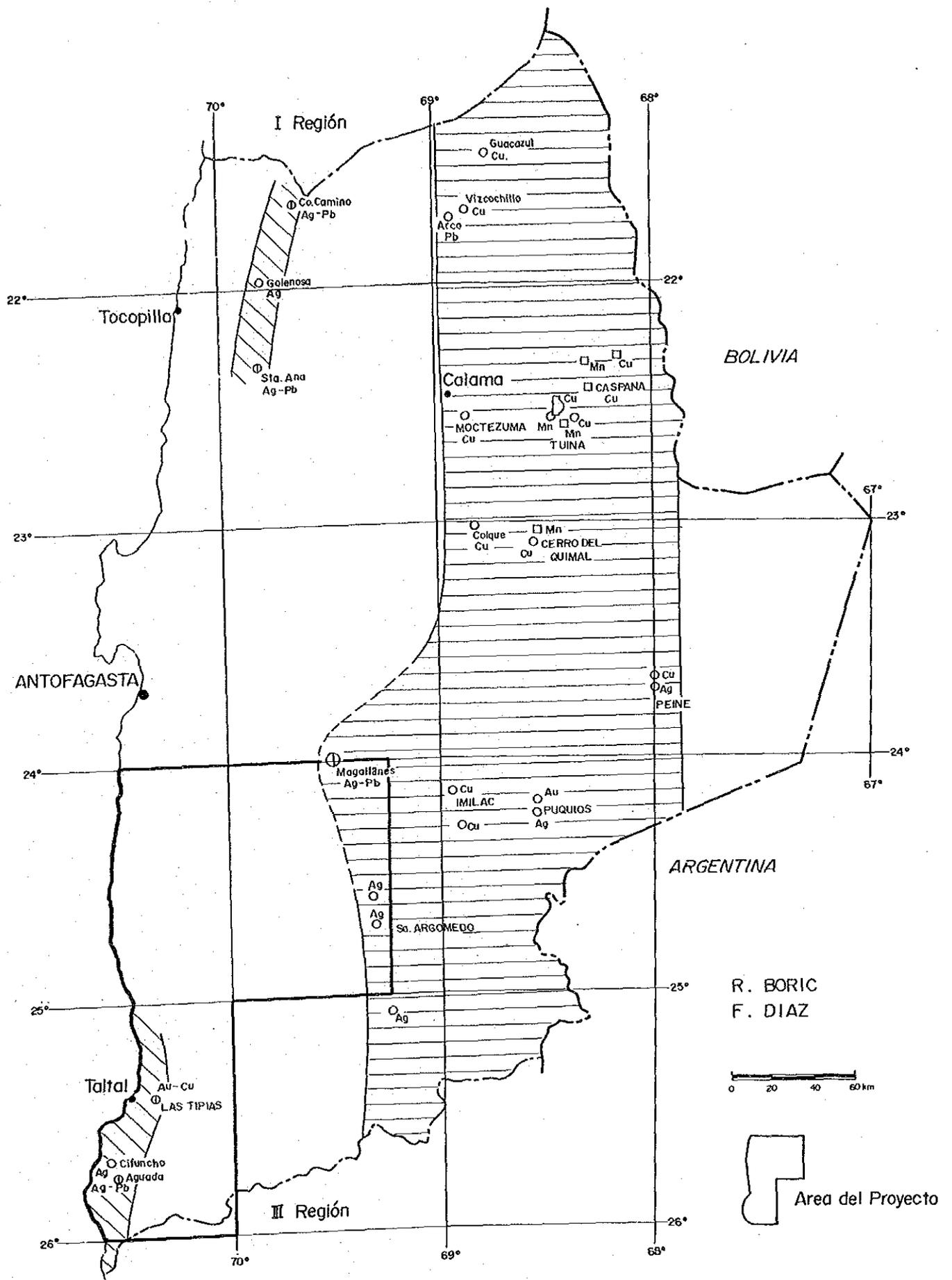


Fig. 1-2-7 第2州における古生代鉛床の分布

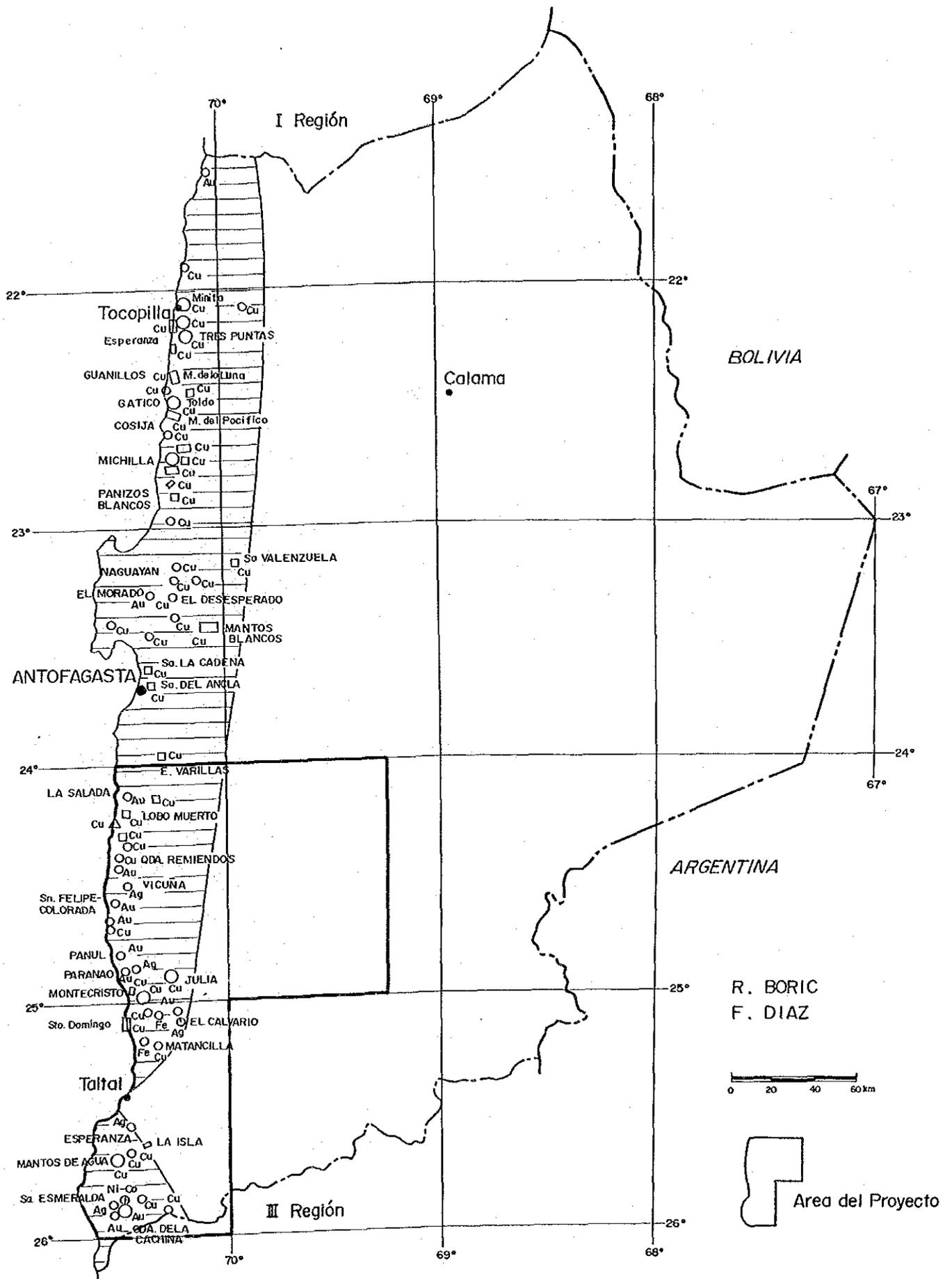


Fig. I-2-8 第2州におけるジュラ紀鉱床の分布

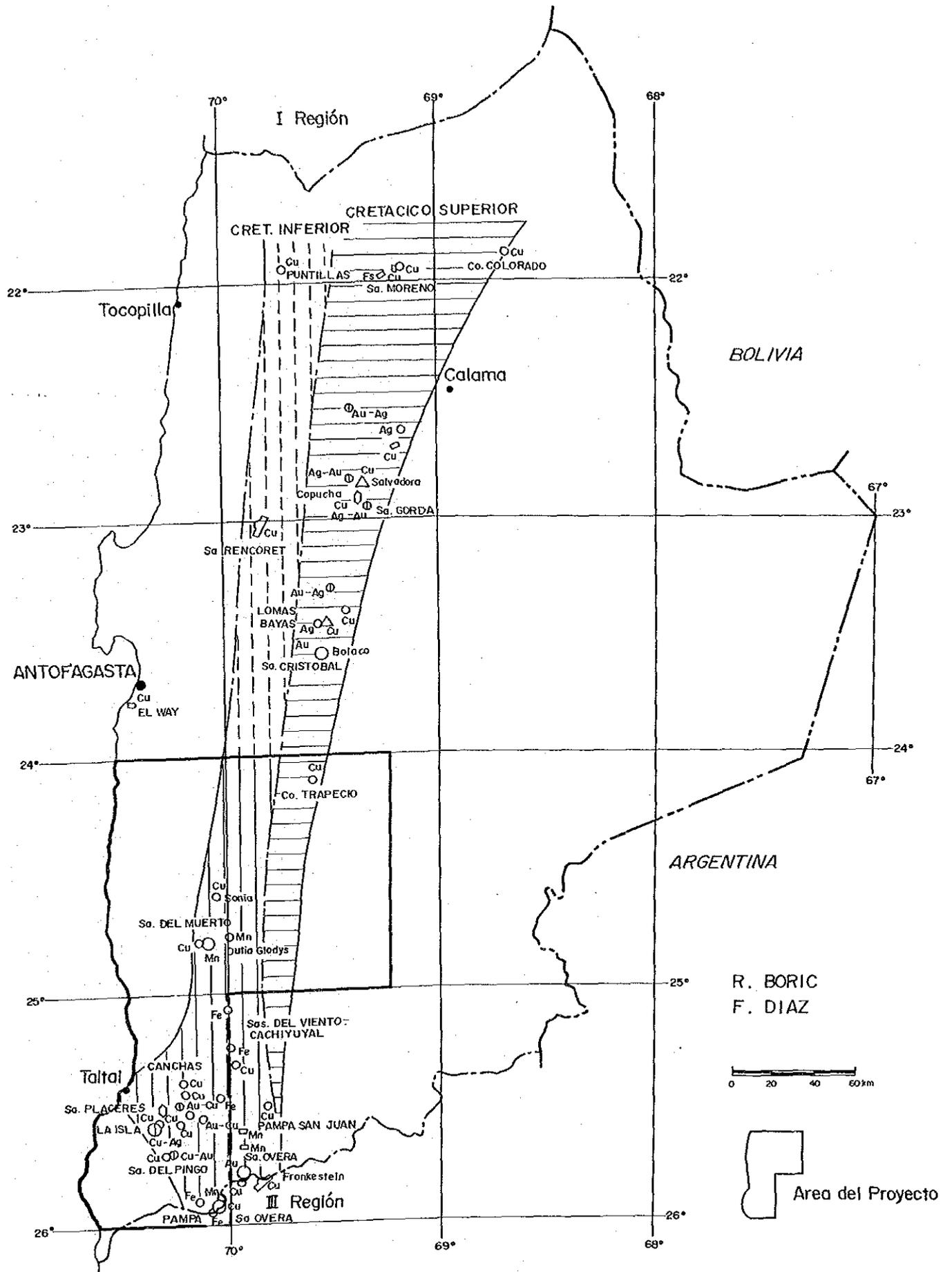


Fig. I -2-9

第2州における白亜紀鉱床の分布

39

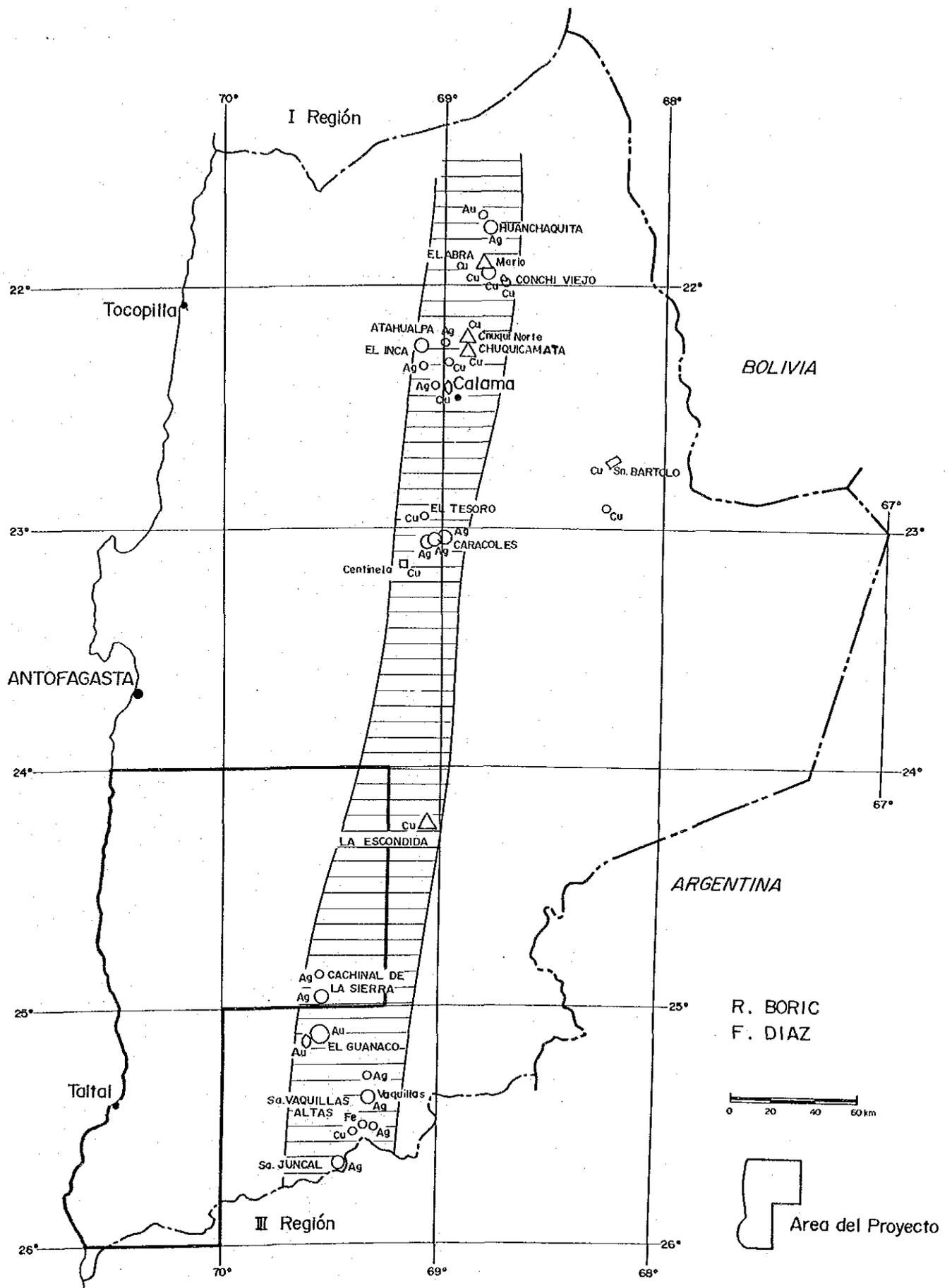


Fig. I-2-10 第2州における古第三紀鉱床の分布

前述の通り、本地域は古生代後期から第三紀初期までほぼ連続した優勢な火成活動で特長づけられているが、これらのうちでジュラ紀の安山岩および白亜紀後期から第三紀初期にかけての石英安山岩～流紋岩の火山活動と古生代後期から第三紀初期までの数度にわたる深成活動には鉍化作用あるいは変質作用を伴っている。

西部地域における銅乃至金の鉍脈型鉍床は上述の深成活動に、また、銅のマント型鉍床は安山岩の活動にそれぞれ関連づけられる。東部地域の金・銀の鉍脈型鉍床やポーフイリー銅型鉍床に類似した様相を呈する広大な変質帯は石英安山岩～流紋岩の火山活動に関連づけられる。

本地域の鉍化作用と火成活動の関係については、石原ほか（1984）、佐々木ほか（1984）、佐藤（1984）などによって述べられているように、さらに幾つかの特徴が明らかにされている。

その一つとして、火成活動が西部から東部に移行する過程で、花崗岩類中のS/Cu比が高くなることが知られている。これによれば西部地域ではS/Cu比が相対的に低いタイプの鉍床が、一方、東部地域ではSの濃集に伴い、Sが高いポーフイリー銅型鉍床が形成されると考えられる。

前者の鉍床に相当するものとしては銅の鉍脈鉍床とマント型鉍床であり、後者に関係するものとしては、ポーフイリー銅型鉍床であろう。また、ポーフイリー銅型鉍床地帯におけるようにCu、Sの濃集傾向がみられるとすれば、東部地域鉍床では西部地域のものより相対的に規模の大きいものが期待され、一方、西部地域の鉍床は品位が高いとしても、東部地域に比較して相対的に規模が小さいものであろうと推定される。このように西部および東部の鉍化系列には、火成活動あるいは鉍化作用による差異が明らかにされている。

このほか、西部鉍化帯では、東部鉍化帯にくらべ侵食の程度が異なるため、西部鉍化帯では深部のレベルが現れているものと想定される。

以上のように本地域の鉍化作用については次のように総括することが出来る。

- (1) 西部鉍化帯地域においては、鉍脈型の銅乃至金鉍床が期待される。
- (2) 東部鉍化帯地域においては、規模の大きい金・銀鉍床あるいはポーフイリー銅型鉍床が期待される。
- (3) 西部、東部の両鉍化帯が交叉する南部地域においては、金・銀・銅のポリメタル型鉍床が期待される。

第 3 章 調査地区の選定

3-1 選定方法

既存資料（資料リスト参照）によるコンパルを行ない、主として縮尺 1 : 250,000 の地質図、同縮尺の鉱床分布図及び鉱山別台帳を用い有望地区を抽出し、さらにチリ側と協議して、調査地区を最終的に選定した。

なお、これらの地区を抽出するに当っては次の諸点に留意して行なった。

- (1) 本地域の地質鉱床の特性および既知鉱床の賦存状況。
- (2) 調査地域全域の鉱床を考察するという主旨から、特定の鉱種や鉱床のタイプに片寄らないこと。
- (3) 精査地区の面積は 1 地区 15km^2 、また、準精査地区の面積は 1 地区 25km^2 をそれぞれ原則とする。
- (4) 精査地区および準精査地区の区画は、それぞれの地区にある鉱床の特性に応じて設定する。
- (5) チリ国内における外国企業が関与している鉱区地域は調査地区の対象としない。
- (6) 準精査地区 10箇所についてはチリ側と協議の上選定する。

3-2 選定結果

選定された有望地区は 33 地区であり、このうちから準精査 20 地区、精査 2 地区を調査地区として、チリ側との協議に基づいて選定した。これらは Tab. I-3-1 および Fig. I-3-1 に示した通りである。

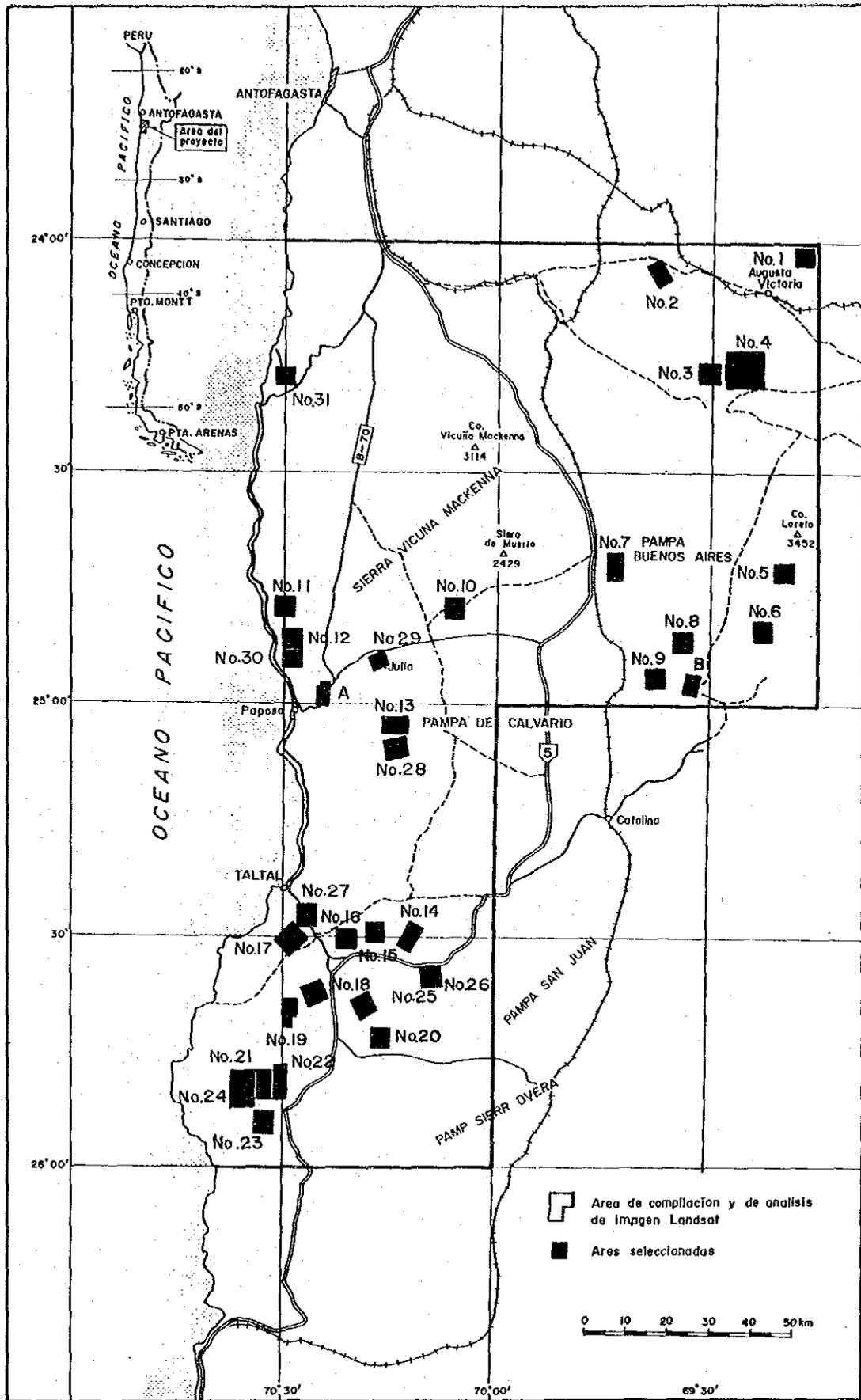


Fig. 1-3-1 有望地区位置图

Tab. 1-3-1 有 望 地 区

No.	地 区 名	面積	鉱 種	鉱床の型	採掘権	鉱 況
A	Montecristo	16	Cu	脈状 層状(N20E/42W) 脈状 層状(NS35-45E) 脈状(N65E/75N) 脈状(N11W/50W) 脈状(N58E/74E) 脈状(N40-45E/ 75-90E) 脈状(N455E/ 70W) 脈状(N39W/90) 脈状(N12W/68E)	無	Fortuna : wdl-1.5m, Cuox Cusul 10%, vein Mantos Porvenir : wdl-2m, 延長500m, Cuox Montecristo : wd4-12m, 延長500m, Cu4.5-5%, Au0.5g/t Picados del Guanaco : wd4m, 延長40m, Cuox Santa Rosa Abundancia : wd0.5-4m, 延長500m, 深度110 Cu3.6%, Au0.5-0.8g/t, Cp, Mo, Cuox Carmen : wdl.7-2m, Cuox Brilladora : Cp-Mal Gentil : wdl.2m 延長250-300m, 深さ37m, Cu total : 2-2.5%, Cp-Cri-Mal-Atac. Liverpool : wd2-4m, 延長100m, Cu1.77% 初生硫化帯77mより Toronto Mantos : wd0.8-1m, 延長100m深30m, Cp-Cuox Tona Bellavista
B	Cachinal de la Sierra	16	Ag	脈 状	稼行中 (Serra- geomin -Enami)	El Soldado : 生産1983年350t/m, Ag>500g/t Prosp.Co del Soldado Cachinal de la Sierra
1	Cerro Manchado	25	Au	網状 鉱染状	無	変質帯
2	Cerro Trapecio	25	Cu, Ag	脈状	有	
3	Cuatro Socios	25	Ag, Pb (Cu, Au)	脈状	無	
4	Anillo	100	Au	網状 鉱染状 一部脈状	無	変質帯
5	Escondida	25	Ag (Pb)	脈状		
6	Sue sierra de Argomedo	25	Ag Pb	脈状	無	Ag 5~135g/T Pb 0.1~6.0% 高品位脈 Ag 285~370g/T, Pb 7.7~16%
7	Cerro Buenos Aires	25	Au	脈状 網状	無	変質帯 Ag<2ppm, Zn17ppm Pb<15ppm
8	Mineral el soldado	25	Ag, Pb Zn	脈状	無	Mineral el Soldado Au 2g/T, Ag 400~500g/T

No.	地区名	面積	鉱種	鉱床の型	採掘権	鉱況
9	Cerro del soldado	25	Au	脈状	無	
10	Miñas Mariposa Ex San Juan	25	Cu Mn	脈状	無	Mariposa 延長40m, Wd 0.3~0.5m San Juan 1,100m, 0.5~2.5m Mn 39~50% (1941)
11	Sector Panul	25	Au (Cu)	脈状	無	Despreciada : wd 0.6m, Au 6.7~27.5g/t Andacollo : wd 1~1.5m, Au 8.3~10.2g/t " : wd 0.5m, Au 8.7~56.8g/t Rosario : wd 0.3~0.5m, Au 4.63~42.0g/t Soledad : wd 1.0m, Au 33.8g/t
12	Sector Paranao	25	Au (Cu)	脈状	無	Nueva San Pedro : wd 0.6m, Au 20.1~52.0g/t San Pedro : wd : 0.3m, Au 20~40g/t Matilde-Niza : wd 1.0m, Au 3.7g/t Andacollo : wd 1.0m, Au 5.3g/t Rosario : wd 1.0m, Au 6.6g/t Miramar : wd 0.7m
13	Sector Esperanza	25	Cu	層状	無	Franklin : Cu 3.5% Panchita Carmen Alto
14	Maria Teresa	25	Cu, Ag	脈状	有	Maria Teresa S. Gregorio-S. Jose
15	San Juan	25	Cu(Ag)	脈状	無	San Juan
16	Luzbel 南部	25	Cu(期待)	層状	無	Luzbel? : CuT 8.24%, Cu insol 0.2%
17	Sector Taltal 南部	25	Cu, Ag (期待)	層状	無	Argolla
18	Sector Esperanza	25	Cu (Ag, Au)	脈状 脈状	無	Franklin : Cu 3.23% Humberto : Cu 3.23% Gloria : Cu 3.1-3.7% Avion Primera (Avion Sur) : Cu 3.1-6.8%
19	Mantos de Agua	25	Cu(Ag)	層状脈状	無	Inesperada : wd 1.5m, Cu 3.15% 延長100 Las Luces o Luz : wd 1-3m, Cu 4.1%, 延長30m 深さ30-40m Pairuz Porvenir : wd 6m, Cu 3.6%, 延長50m, 深さ5m Abundancia : Cu 3.04%, Cp, Cuox Purísima Progreso Dejacion

No.	地区名	面積	鉱種	鉱床の型	採掘権	鉱況
20	Sierra del Pingo	25	Au, Ag, Cu	脈状	無	S. Jose del Pingo Diana : Au 10g/t Ismael Montecristo San Jorge Despreciada Eva : Au 16-40g/t Dudosa : Au 5.8g/t, Cu 0.39%, Mercurio : Au 12-29g/t, Cu 8-11.2%
21	Sector Esmeralda 中央部	25	Au, Ag, Cu (Ni, Co)	脈状	無	Siempre Vista : wd 0.2-0.5, 深さ160m Carola : wd 0.2-0.6m, 延長160, Au 0.16g/t, Ag 216g/t, Las Teteras : wd 0.6m, Au < 0.04g/t, Ag 194g/t, Cu 0.05% Blanca Terres : wd 0.1-0.2, 延長300m, Au 0.46g/t, Ag 3.1g/t, Cu 0.03%, Pb 0.022%, Zn 0.003% Barcaza : wd 0.2m, 延長20 深度25m, Au 20g/t
22	Sector Esmeralda	25	Au, Ag, Cu	脈状	無	Don Rigoberto : wd 0.3, 延長10m, 深さ40m, Au 0.34g/t, Ag 12g/t, Cu 0.11%, Co 0.63%, Ni 2.62% Arbia : wd 0.2-0.3m 延長80m 深さ50m Au 9.0g/t, Cu 0.1%, Co 0.074%, Ag 4.1g/t, Paloma : wd 0.5-0.8m, 延長80m, 深さ25m San Damaso : wd 0.2-0.4m, 延長250m, 深さ72m, Au 29g/t, Ag 38g/t, Cu 0.14%, Co 0.01% Fier : wd 0.5m, 延長1500m, 深さ150m, Au 10g/t, 鉱量 65,000t Carleta Viejo : Au N-Cuox Carlota Republicana : wd 0.7m, 延長40m, 深さ40m, Qz, Cuox, Sp-Lim
23	Sector Esmeralda 南部	25	Au, Cu	脈状 Gordo株	Eulegic	Despreciada : wd 0.2-0.7m, 延長150m, 深さ90m, Au 6.2g/t, Ag 7.0g/t, Cu 0.16%.) Candelaria Segunda Colorada Oeste: wd 0.25m, Au 15g/t, Ag 3.7g/t Cu 0.5% Colorada Este : wd 0.2-0.3m, 延長39m, Au 13g/t, Ag 17g/t Austriaca : wd 0.3-0.5m, 含金 Qz, sp-Talc Pilarica Oeste : wd 0/2m 延長20m, Au 4.3g/t, Ag 8.3g/t, Cu 0.63% Huanillos : wd 2cm, Au 0.72g/t, Ag 16g/t, Cu 3.14%

No.	地区名	面積	鉱種	鉱床の型	採掘権	鉱況
24	Sector Esmeralda 西部	25	Au (Cu)	不規則塊状	無	Mantos Overos : Au 17.36g/t, Cu 0.16% wd 0.4-0.9m, Au 8.2-13.0g/t Cobriza : wd 1.5m, Au 1.5g/t, Cu 20%
25	Cerro del Pingo	25	Au, Cu (期待)	脈状	無	
26	Don Hugo	25	Au, Ag, Cu	脈状	有	Don Hugo Veta Larga Merceditas
27	Sector Taltal	25	Cu	不規則塊状 (交代鉱床)		Lalo Prosp. Queb. de Jipias Don Rupa : wd 2-3m, Cu 2.46%, Ag 0.6g/t, Au 0.16g/t Milarka : wd 3.2m, Cu 3.5-4.26%, Ag 6.2g/t, Despreciada : wd 0.3-1m, Cu sol. 5.25% Francia : Au 0.1-0.5g/t, Cusol. 1.2-3.2%
28	Sector Calvario 南部	25	Au	脈状	有	Delfina : Au 20g/t Guasquina
29	Sector Julia	25	Cu	脈状		Revention Colorada Nueva : Cu 2.5% 鉱量計算 (Colorada Norte) Wd 2.0~3.0m水平延長 2000 m, 深さ40m Solitaria Portesuelo : wd 0.5~1 m Carcomida Colorada Vieja : wd 2~3m, Cu 2~3% (Colorada Sur) Julia : wd 3.5~5m, Cu 5% Descubridora : wd 2~3m, Cu 0.5~1.2% Placeres El Gato Marta : wd 1.0m Santa Ana
30	Sector Paranao 南部	25	Au (Cu) 期待	脈状 交代鉱床	無	
31	Camilo Henriquez	25	Cu (Au)	不規則層状	無	African, Copete, Atonomico : wd 0.1m, Cuox Pocas Casilo Henriquez : wd 10m, 延長25-30m, Au 0.04g/t, Cu 2.5% Sorpresa Graciela Ines

第Ⅱ部

ランドサット・データ解析

第Ⅱ部 ランドサット・データ解析

第 1 章 使用データおよび解析方法

1-1 使用データ

本解析に使用したランドサット・データは、ランドサット1号の MSS (Multi Spectral Scanner) データである。データの選択にあたっては、特に画質、雲量、季節及び撮影時期等を十分検討し、解析に最適なシーンを得るための検索を行った。その結果入手したデータは Tab. II-1-1 に示す2シーンで、その位置関係は Fig. II-1 に示すとおりである。

解析のため作成したランドサット画像は、フォールスカラー画像および白黒画像（7バンド）で縮尺はいずれも 1/250,000 である。

Tab. II-1-1 ランドサットデータ

Fecha	No. de indice	No. de orbita de imagen		Coordenadas puntocentral	Cubierta de nube(%)	Calidad de imagen
		Pase	Linea transvers.			
24 Mar. 1973	1244- 14,065	251	77	S 24° 20' W 70° 12'	10	5555
24 Mar. 1973	1244- 14,071	251	78	S 25° 46' W 70° 35'	10	5588

1-2 解析方法

本解析には、主にフォールスカラー画像を使用し、白黒画像は補助的に使用した。解析方法は通常の写真地質解析方法により、主にリニアメントの抽出を行った。リニアメントの抽出に当たっては、河川流路の型、水系の形態、抵抗度（起伏量・浸蝕度）、谷断面、山稜形態の地形的特徴および色調・肌合等の写真的特徴に基づいて抽出を行った。

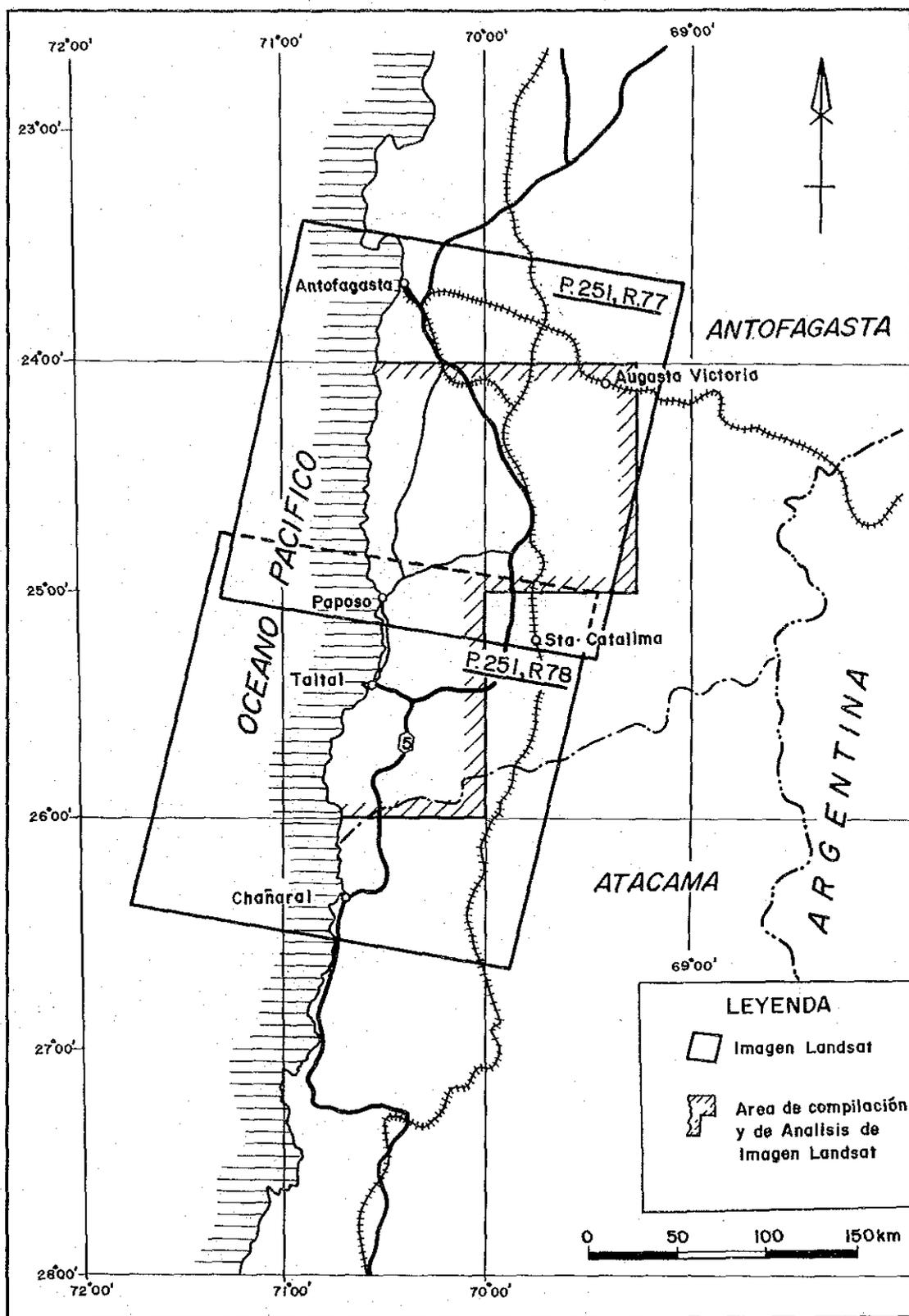


Fig. II-1

ランドサット画像位置図

第 2 章 解析結果

2-1 リニアメントの分布

リニアメントの数は、全域で640本判読された。それらの分布は、地域西部に偏在しており、地域東部では少なくかつ連続性に欠ける。

リニアメントの分布は PL. 2 に、また、それらの分布傾向は Fig. II-2-1 に各々示した。

方向は $N15^{\circ}W \sim N35^{\circ}W$ 系がもっとも卓越し全体の20%を占めている。次いで $N5^{\circ}E \sim N15^{\circ}W$ 系および $N5^{\circ}E \sim N15^{\circ}E$ 系が多く、各々9%を占めている。

リニアメントの方向別の総延長で見ると、 $N5^{\circ}E \sim N15^{\circ}E$ 系がもっとも長く、全延長の14%、次いで $N15^{\circ}W \sim N25^{\circ}W$ 系が10%、各々占めている。 $N5^{\circ}E \sim N15^{\circ}E$ 系の本数は、他の方向のそれよりも少ないが、総延長が大きいことからして、個々のリニアメントの延長は長いと云える。

リニアメントの発達頻度は、地域西部（西経 70° 付近を境として）が圧倒的に多く、総数541本で全体の85%を占めている。このことは、対象面積が西部地域の方が広いこともあるが、2-2に述べる如く、主な理由は母岩の物性に起因しているものと考えられる。

地域別の特徴をみると、西部のリニアメントは $N15^{\circ}W \sim N35^{\circ}W$ 系が卓越しており、西部地域全体の21%を占めている。次いで $N5^{\circ}W \sim N25^{\circ}W$ 系が18%を示している。

また、同地域における方向別総延長については、 $N5^{\circ}E \sim N15^{\circ}E$ 系が15%を占め、次いで $N15^{\circ}W \sim N25^{\circ}W$ 系が多い。なお、 $N15^{\circ}E \sim N15^{\circ}E$ 系は Atacama 断層に対応している。

東部地域のリニアメントは総数99本で、 $N5^{\circ}W$ 系 \sim $N15^{\circ}W$ 系がもっとも多く、同地域全体の17%を占めている。次いで $N45^{\circ}W \sim N55^{\circ}$ 系が14%を占めている。

また、同地域におけるリニアメントの方向別総延長で見ると $N5^{\circ}W \sim N15^{\circ}W$ が17%でもっとも大きく、次いで $N15^{\circ}W \sim N25^{\circ}W$ 系が14%を占めている。なお、 $N15^{\circ}W$ 系 \sim $N25^{\circ}W$ 系は数において $N45^{\circ}W \sim N55^{\circ}$ 系より劣るが、総延長で勝っており、従って、個々の延長は $N15^{\circ}W \sim N25^{\circ}W$ 系の方が大きいと云える。

最大延長のリニアメントは、地域北西から太平洋岸の Paposo (パポソ) にかけて100km以上連続する $N5^{\circ}E \sim N15^{\circ}E$ 系で、その南部延長は Taltal 市を通り、さらに南東方向に70km以上連続している。

このリニアメントは、ランドサット画像上では直線的水系あるいは直線的な山稜地形として明瞭に現れており、既存資料による Atacama 断層に一致している。

この主要リニアメントの西方および北方にも、50km以上連続するリニアメントが多数発達している。前者は $N5^{\circ}E \sim N15^{\circ}E$ 系で、後者は $N5^{\circ}W \sim N15^{\circ}$ 系である。これら

以外のリニアメントの多くは延長数 km 程度である。

2-2 リニアメントと地質との関係

前項で述べた通り、地域の西部と東部ではリニアメントの発達頻度に大きな差がみられる。このことは、次のような地質の地域性に起因しているものと考えられる。

既述の通り、地域西部は、主として古生代から中生代の花崗岩類の広大な分布からなり、一方地域東部は、白亜紀以降の火山岩類が卓越している。

一般的に時代が古くかつ均質な物性を有する花崗岩地帯では割目の発達が著しく、一方比較的新しい火山岩地帯では溶岩流や種々の火砕岩が発達しており、従ってそれらからなる地層は物性的にもより不均質であると云える。このような不均質な地層における割目の発達は、弱い部分に集中的に起こり易く、従って著しい破碎帯を伴った巾広い割目となり易いが、応力が集中しやすいため、割目の発達頻度は小さいものと考えられる。

このような地質の地域性に起因してリニアメントが、西部の花崗岩地帯に集中的に分布しているものと推察される。

2-3 リニアメントと鉱床との関係

本地域には多数の鉱脈鉱床が発達しており、箇所数で表わすと155箇所に及んでいるが、そのうちの90%以上は西経 70° 以西に集中している。鉱脈の分布傾向はFig. II-2-2に示した。

この鉱脈鉱床の偏在性は、既述のリニアメントの分布傾向と極めて良く一致している。

特に、Paposo 東方および Taltal 南部には、小規模なリニアメントが密に発達しており、そこでは、鉱脈の分布も密になっている。

また両者の方向性についてみると、リニアメントでもっとも多いのは $N5^{\circ}W \sim N35^{\circ}W$ 系であり、鉱脈についても $N5^{\circ}W \sim N35^{\circ}W$ 系がもっとも卓越しており、両者が全く一致している。

以上のことからして、大局的には鉱脈鉱床とリニアメントの間には密接な関係があると云える。但し、No.13 および No.14 地区のように鉱脈の発達は密であるが、リニアメントの発達は粗であるような場合もある。このような場合における鉱脈の規模は概して小さい。

また、本地域における特性の1つとして、数 km 以上の延長をもっているリニアメントには、南部地域の Atacama 断層を除き鉱床を伴っていない傾向がみられる。鉱床はむしろ、大規模リニアメントから派生したと思われる延長数 km 以下のリニアメントと密接している傾向がある。

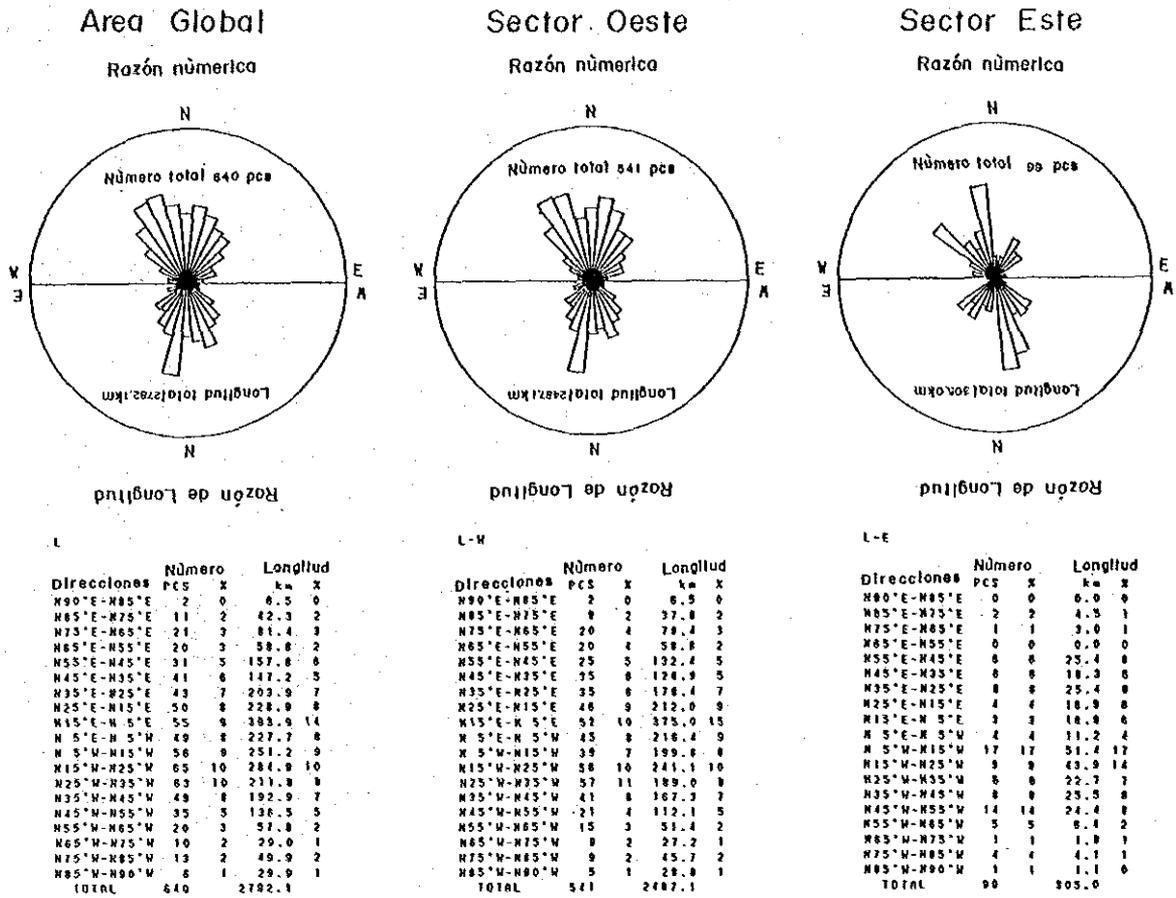


Fig. II-2-1 リニアメントのローズダイヤグラム

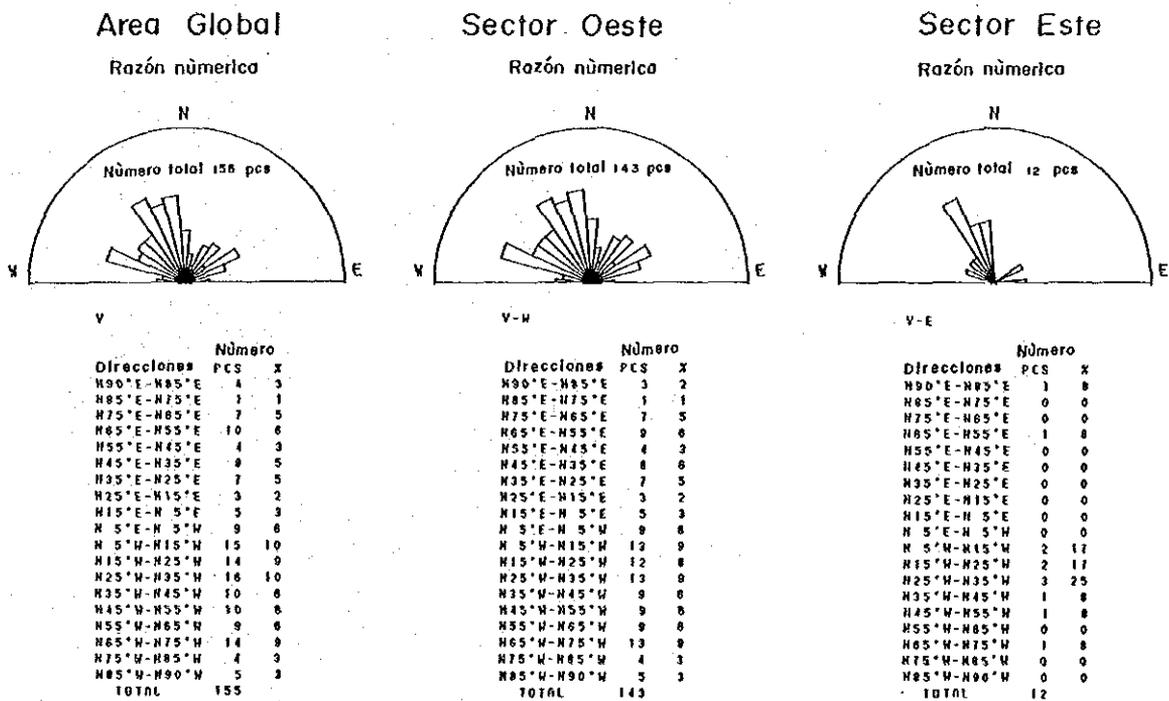


Fig. II-2-2 鉞脈のローズダイヤグラム

2-4 結論

本地域には、600数十本に及ぶリニアメントが発達しているが、地質の地域性を反映して地域西部の花崗岩地帯に集中的に分布しており、地域東部における発達頻度は全体の10%に満たない。

従って、鉍脈鉍床のポテンシャルティーは、西部地域が圧倒的に高い。但し、鉍床を胚胎させる個々の裂かの容量は、比較的新しい火山岩類からなる東部地域の場合の方が大きいものと推察される。

大局的には、鉍脈鉍床とリニアメントの分布の間には密接な関係がみられ、リニアメントの解析が今後の鉍脈鉍床探査にとって有効であることを暗示している。

本地域の鉍脈鉍床は、延長数km以下の比較的短いリニアメントと密接して形成されている傾向がある。

第Ⅲ部

地質調査・地化学探査

第Ⅲ部 地質調査・地化学探査

Ⅲ-1 準精査

第 1 章 地 質 ・ 鉍 床

本調査地区の地質、鉍床については、各地区の地質図および地質断面図を Apendice Fig. 55~74 に、鉍徴地分布図を PL 6-1~6-2 に、主要な鉍床および露頭の状況を Apendice Fig. 4~20 にそれぞれ示した。

また、このほか各地区の試料採取位置図を PL 5-1~5-20、全岩分析結果、K-Ar年代測定結果、岩石薄片検鏡結果、研磨片検鏡結果、X線回折結果一覧表、鉍石分析結果を Apendice Tab. 1, 2, 3, 4, 5, および28にそれぞれ示した。

これらの調査結果は Tab. Ⅲ-1-1 の一覧表に示した通りである。

1-1 構成岩類

本調査全地区における層序は、Fig. Ⅲ-1-1 に一括して示した通り、古生代から第四紀にわたる各地層から構成される。

シルル系～デボン系 (Dem)

千枚岩、珪岩を主とし石灰岩を一部で伴う変堆積岩類と塩基性岩乃至溶岩、凝灰岩、緑色千枚岩などからなる変火山岩類から構成される地層が、No.15、16、17および20の各地区に分布する。

二畳系～三畳系 (Pev)

安山岩、石英安山岩、同質火砕岩および流紋岩から構成される地層が、No.5地区およびNo.6地区に分布する。

なお、ジュラ紀以前のものと考えられる安山岩質溶岩、同質凝灰岩などがNo.17地区の一部にみられる。

ジュラ系 (Jv)

玄武岩質安山岩溶岩、同質凝灰岩などからなり、No.10、12、17、18 および19地区に分布する。

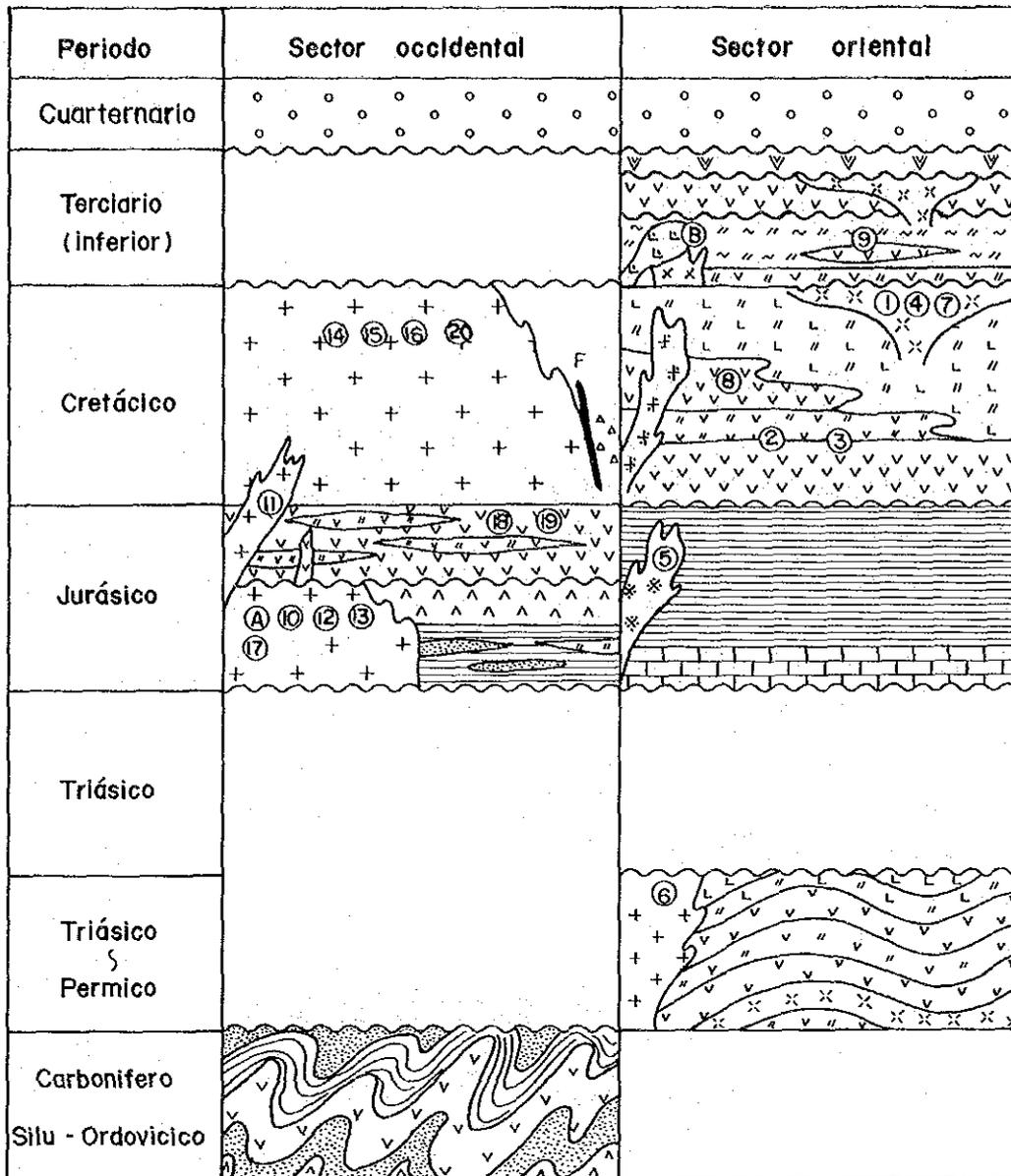
ジュラ系 (Jm)

石灰岩の薄層を伴う石灰質黒色頁岩がNo.5地区に、黒色頁岩がNo.12地区に認められる。

白亜系後期 (Kiv)

安山岩溶岩および同質火砕岩が、No.1地区およびNo.2地区に分布する。

白亜系後期 (Kimv)



LEYENDA

- | | | | |
|--|------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------|
| | Aluvios y coluvios | | Dacita |
| | Lutita calcarea | | Andesita |
| | Arenisca | | Andesita tipo plateau |
| | Caliza | | Andesita basáltica |
| | Metaarenisca | | Metandesita |
| | Filita | | Metabasalto |
| | Toba soldada | | Pórfido dacítico |
| | Roca piroclástica dacítica | | Pórfido granodiorítico |
| | Roca piroclástica andesítica | | Pórfido diorítico |
| | Volcanudito | | Granitoides |
| | Riolito | | Falla |
| | | | Ubicación de mineralización y/o alteración de las áreas estudiada |

Fig. III-1-1 模式地質柱状图

海成の安山岩溶岩、火山岩質礫岩、凝灰質砂岩などが No. 1 地区および No. 20 地区に分布する。

第三系初期 (Tiv)

石英安山岩溶岩、同質火砕岩、安山岩溶岩、同質火砕岩、石英安山岩質～流紋岩質火山岩類などから構成される地層が、No. 1、3、4、7、8 および 9 の各地区に分布する。なお、No. 7 地区の変質帯から得られた明ばん石は、K-Ar 法年代では白亜紀後期に相当しており、No. 4 地区の地層と共に火山活動の時期については、再検討が必要である。

第四系 (Qal)

砂礫堆積層が各地区の諸所に分布する。

1-2 貫入岩類

花崗閃緑岩を主とする各種の深成岩類が、古生代後期から第三紀にかけて各地区にわたってみられる。これらの岩類と分布地区は下記の通りである。

古生代後期 (P₂g)

花崗閃緑岩およびアプライト質花崗岩が No. 6 地区に、流紋岩質斑岩および斑状閃緑岩が No. 5 地区にそれぞれ分布する。

ジュラ紀 (Jg)

角閃石花崗閃緑岩が No. 13 地区に、閃緑岩が No. 17 地区にそれぞれ分布する。

ジュラ紀～白亜紀 (JKg)

No. 11 地区に閃緑岩類および石英モンゾニ岩、No. 12 地区に閃緑岩がそれぞれ分布する。

白亜紀 (Kg)

閃緑岩が No. 10 地区に、角閃石閃緑岩および黒雲母、角閃石トナライト、No. 14 地区に、花崗閃緑岩、石英モンゾニ岩および花崗岩が No. 15 地区・No. 16 地区に、さらに内雲花崗閃緑岩およびモンゾニ岩質内緑岩が No. 20 地区にそれぞれ分布する。

白亜紀～第三紀初期 (KTg)

石英モンゾニ閃緑岩が No. 2 地区に、花崗内緑斑岩が No. 3 地区にそれぞれ分布する。

第三紀 (Tg)

石英モンゾニ斑岩が No. 4 地区に、流紋岩が No. 7 地区に、さらに、石英安山岩質斑岩が No. 9 地区にそれぞれ分布する。

1-3 鉱床

調査地区の鉱床は、概ね Au・Cu の鉱脈鉱床、Ag・Pb・Zn の鉱脈鉱床、Cu の鉱脈お

よびマント型鉱床、このほか Ag・Cu の鉱脈、脈状乃至網状の熱水変質帯などに大別される。

◆ Au-Cu 鉱床

この種の鉱床は合金銅石英脈であって、主として西部地域の No. 11、12、13、14、15、16 および 20 の各地区に、また東部地域の No. 3 地区に分布する。

西部地域の鉱床は、いずれも主としてジュラ紀～白亜紀の深成岩類 (Jg、JKg、Kg) 中に胚胎しているほか、古生層 (Dem) およびジュラ紀 (JV) などにも胚胎している。

現在 Au を主対象として、小規模に稼行されているのは、No. 11 地区、No. 14 地区 (Pan-chita) No. 14 地区 (Monseraat) および No. 20 地区 (San Jorge) であり、このうち機械掘りを試みようとしているのは Panchita 鉱山のみである。

採掘部分は全て地表下数 m から深くても 80 m 程度で一般に浅い。この部分は酸化帯に属しているため、Au は褐鉄鉱帯に濃集している。初生帯での Au の賦存状況は不明であるが、No. 14、15、16 および 20 地区にみられるように、鏡鉄鉱が顕著に発達するところでは Au は少ないようである。

Au の濃集部は一般に露頭延長に比較して小規模で、水平方向に 20～30 m、脈巾も数 m に肥大することは殆ど稀れである。

No. 13 地区 Panchita 鉱山の貯鉄 (褐鉄鉱) から Au 100g/T の分析結果が得られているが、脈中の Au 品位としては良好部で 20～30g/T 程度と考えられる。

一般に鉱脈は酸化銅鉱を伴い、鉱石塊で Cu 5～10% のものもあるが、初生帯での Cu 品位はこれらを下まわると考えられるので、主対象の鉱種とはなり得ない。

鉱脈には磁鉄鉱や電気石を随伴するものがあり、かなり高温下で生成したものと考えられる。

東部地域の No. 3 地区にみられる鉱床は、白亜紀の安山岩溶岩 (Kiv) 中に胚胎しているが、本鉱床は Au、Cu のほかに Pb および Zn を随伴している。Monica 鉱山は数年前まで Au を対象として小規模に採掘されたが、現在休山している。

◆ Ag-Pb-Zn 鉱床

本鉱床は鉱脈鉱床に属するが、東部地域の No. 5、6 および 8 の各地域に分布する。これらの鉱床は流紋岩質斑や古生層 (Pev) あるいはジュラ系 (Jm)、花崗閃緑岩 (Pzg) および第三紀初期の安山岩 (Tiv) などを母岩としている。

主な鉱床としては、No. 5 地区の Escondida、No. 8 地区の Mineral el Soldado があり、後者のものは現在旧堆積鉱を手選によってごく小規模 (従業員 6 名) に生産している。現在入坑は不可能である。なお、Escondida 鉱床を中心として 700 m × 200 m の範囲には熱水変質帯が形成されている。

No. 6 地区には多数の褐鉄鉱-石英脈が発達しているが、過去に探鉱あるいは稼行された実績はない。鉱脈のぼう縮が著しい鉱床であるが、分析結果ではAg、Cu、Pb、Znなどが高く検出されているほか、過去の試料でも Tab. III-1-1 にみられるように高品位の分析結果が得られている。

◆ Cu 鉱床

本鉱床には鉱脈鉱床とマント型鉱床がある。前者に属するものは No. 10地区に、後者に属するものは No. 18および19の各地区にみられる。

これらの鉱床はいずれもジュラ紀の安山岩類 (Jv) に主として胚胎しているが、主要な鉱床としては、No. 10地区の Mariposa、Dulia Gladys、No. 19地区の Las Lucas のほか、No. 18地区の北東部のものなどがある。これらはいずれも現在休山している。

Mariposa 鉱床は小規模のCu鉱脈で、Dulia Gladys 鉱脈はかなりの走向延長を有するが、酸化マンガン鉱脈である。

マント型の鉱床は玄武岩質の安山岩溶岩に発達する裂かや、球顆粒の空隙に富む部分を主として酸化銅鉱が充填したもので、網状や鉱染状の形態をなしている。Las Lucas では少なくとも5層以上、全体として約100m の溶岩層準にわたって見られる。

マント型鉱床では一般に母岩の変質は局部的にみられる程度で、鉱質も鉱石の分析結果ではCu以外の成分が極めて少ない。またこの種の鉱床は脈状部分ではCu4~5%を示すが、採掘単位でのCu品位は0.3~0.5%程度であろう。

◆ Au (?) 鉱床

本鉱床にはNo. 1、4、7および9の各地区に見られるもので、類似した変質帯を伴っている。

これらの鉱床はいずれも第三紀の火山岩類 (Tiv) 中にみられ、No. 9 地区では赤鉄鉱-石英脈からAuおよびMoの値の高いものが認められているが、これらの特徴はむしろ類似した熱水変質帯が広く、あるいは一部に発達していることにある。

No. 1 地区では主な変質帯が Manchado 山の稜線に沿って、ほぼ南北に伸びている。No. 4 地区では環状をなして延長18km にわたる変質帯がある。

No. 7 地区では露出している流紋岩が殆ど変質作用を受けている。No. 9 地区の変質帯は北東部、北西部および南西部にみられるが、分布範囲は狭い。

変質鉱物としては石英、明ばん石、カオリンをいずれの地区でも伴い、このほかズニアイト、ダイアスポアが No. 1 地区と No. 4 地区で認められる。両地区には黄鉄鉱も検出されている。

なお上述の各変質帯では酸化鉄鉱（主として赤鉄鉱、一部褐鉄鉱）が網状、鉱染状、一部では脈状に発達する。

◆ Ag-Cu 鉱床

この鉱床に属するものとしては、東部地域の No. 2 地区および西部地域の No. 17 地域のものがある。

No. 2 地区の主要鉱床は Santa Fe 鉱山にみられる脈状鉱床で、白亜紀後期～第三紀初期の安山岩 (Kiv) 中に胚胎している。多くの鉱脈はいずれも破碎帯を伴う断層脈である。酸化銅鉱を伴い、銀鉱物は認められないが、分析結果では Ag 240～330g/T を示すものがあり、Au, Pb, Znなどもかなり伴っている。

No. 17 地区には、ジュラ紀の安山岩質溶岩や閃緑岩 (Jg) 中に Ag を伴う Cu-方解石脈が発達する。多数の探鉱跡、露頭が密集しているが、稼行中のものはない。

酸化銅鉱のほか鏡鉄鉱を随伴するが、銀鉱物は認められない。

第 2 章 地 化 学 探 査

2-1. 試料の採取

本調査地域における採取試料数は、総計2,122個で、その内容は河床堆積物1,649個、土壌280個、岩石193個である。これらの地区別試料採取位置は PL 4-1 ~ 4-20にそれぞれ示す。

2-2. データ処理

各試料はAu, Ag, Cu, As, Moの5成分について分析を行なった。これらの分析値は Apendice Tab. 29 に示した。

地化学探査のデータ解析は、各地区別、各元素別に行なった。これらの統計値・異常値の種類および数、ヒストグラム・CuおよびAsの累積度数分布曲線は、Apendice Tab. 6 ~ 25, Apendice Fig. 33~52 にそれぞれ示した通りである。

1) ヒストグラム

Au, Ag, Moについては各成分の含有量による試料間の差異が少ないため、各成分の分析値単位の間隔でヒストグラムを作成した。

CuおよびAsについては含有量を対数ベースで(最大値 - 最小値)×1/15の間隔にきざみ、ヒストグラムを作成した。

ヒストグラムの特徴としては、Auは殆どが検出限界以下で正規分布は示していない。Cu, Asについては正規分布に近いものが比較的多いが、Ag, Moではそれほどではない。

2) 累積度数

Cu, Asのみについて作成したが、その他の成分はヒストグラムの状態から判断して作成しなかった。Cu, Asについては、概ね1σから2σの間にしきい値があると思われる。CuとAsは地域性があるが、良好な指示元素となるようで、両者の長短は特にはない。東部地域ではAsが、西部地域ではCuがそれぞれ有効である。

3) 異常値の種類

異常値の種類はA級、B級、C級の3階級に区分した。区分基準は既述の通りである。

2-3 地化学探査の結果

Au, Ag, Cu, As, Moの各成分毎に各地域の地化学探査データ処理結果を Tab. III-1-2 の一覧表に示す。

Cu, Asの異常値限界は地区によって異なり、東部地域 (No. 1 地区~No. 9 地区) では、Asが高くCuが低い、西部地区では逆にCuが高く、Asが低くなる。

Au, Ag, MoについてはMoが西部地域で若干高い程度で、地域による差異はみられない。

各成分の異常分布は各地区別に、PL 7-1~7-20 に示した通りであり、それらの分布状況は Tab. III-1-3 の一覧表に示す。

各成分の異常地点が分布する地域のうち、鉱徴と対応しがたい地区としては、No. 1、5、7の各地区、その一部の異常地点が鉱徴と対応していないと考えられる地区としては、No. 3、8、9、12および16の各地区などがある。これらのなかには高いバックグラウンドを有する堆積岩類が、異常地点を出現させている例 (No. 12地区、No. 16地区) などが含まれる。

Tab. III-1-3 地化学探査異常地点の分布状況一覽表

地区 番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Au	◎ 中央部 (東)		Ⓐ } 中央部 ⓐ } ⓑ } Monica Ⓒ } 鉍床周辺	Ⓐ } 東部 ⓐ } ⓑ } 東部 Ⓒ } 東部				◎ 中央部 (北)	◎ 東端部		Ⓐ 南西端 ⓐ 中央部 西部 ⓑ 西端 Ⓒ 北西部 東南部 } 地区外 ◎ 南西端		◎ 東部 ◎ 東部	◎ 東部						◎ 西部
Ag	Ⓑ } 東部 Ⓒ } 南東部	◎ Santa Fe 鉍床周辺	Ⓐ } 中央部 ⓐ } ⓑ } Monica Ⓒ } 鉍床周辺	Ⓐ } 東部 ⓐ } ⓑ } 北部 Ⓒ } 北部	Ⓐ } 北東部 ⓐ } ⓑ } 中央部 Ⓒ } 中央部 (西)	Ⓑ 北東部 (東) ◎ 北東部 (東)	Ⓑ } 中央部 ⓐ } ⓑ } 中央部 Ⓒ } 中央部 (南)	Ⓐ 中央部 (南) ⓐ } ⓑ } Mineralel- Soldado 鉍山 Ⓒ } 中央部 (南) ⓐ } ⓑ } Mineralel- Soldado 鉍山 Ⓒ } 中央部 (南)	Ⓑ } 北東部 ⓐ } ⓑ } Soldado山 Ⓒ } Soldado山 (南)	Ⓐ Mariposa 周辺 (北)(南) ⓐ } ⓑ } Dulia Gladys (南西) Ⓒ } Mariposaと Dulia Gladys の中間	◎ 東部 南西端	Ⓐ 中央部 (東) ◎ 中央部	◎ Carmen Alt (北西)(南東)			◎ 東部 南部 北西部	Ⓐ 東部 ⓐ } ⓑ } 東部 Ⓒ } 東部 西南部	◎ 南西端 西部	◎ 北東端	◎ 西端 Mina San Jose del Dudosa 東 pingo 東方
Cu	Ⓑ } 中央部 Ⓒ } (南)	Ⓑ Santa Fe 鉍床周辺 ◎ Santa Fe 鉍床(西部) 北西部	Ⓑ } Monica 鉍床周辺 Ⓒ } 北東部	Ⓐ 東部 北部 ⓐ } ⓑ } 東部 北部 Ⓒ } 東部 北部	◎ 西部 南部	◎ 分散	◎ Buenos- Aires 山 (北西) (南)	◎ Soldado 山 (南)	Ⓑ } ⓐ } Mariposa 周辺から南 ⓑ } Mariposaと Dulia Gladys の中間	Ⓐ 北東部 ⓐ } ⓑ } 北東部 南西部 Ⓒ } 北東部 北西端	Ⓐ 中央部 (西) ⓐ } ⓑ } 西部 Ⓒ } 西部 中央部 北東部	Ⓑ Panchita (北) ⓐ } ⓑ } Panchita (北) Ⓒ } Carmen Alt 周辺	Ⓑ } 南西端 ⓐ } ⓑ } 中央部	Ⓐ Mina San Juan 周辺 } 南部 ⓐ } ⓑ } 南西部 西端 Mina San Juna 周辺 Ⓒ } 南西部 西端 Mina San Juna 周辺	◎ 東部 南部	Ⓐ 東部 ⓐ } ⓑ } 東部 Ⓒ } 東部 西南部	◎ 南西端 西部	Ⓑ } 北東端 ⓐ } ⓑ } 南部	◎ 西端 Mina Dianaの北方 Mina San Jose del pingo 周辺から南	
As	Ⓐ 中央部 ⓐ } ⓑ } 中央部 Ⓒ } 中央部 (南~東)	Ⓑ 北西部 西南部 ◎ 北西部 西南部	◎ 北東部 中央部 Monica 鉍床周辺	Ⓐ 東部(東) ⓐ } ⓑ } 東部(東) Ⓒ } 東部(東)	◎ 北東部 中央部 (西)	Ⓑ 北東部 (東) ⓐ } ⓑ } 北東部 (南)	Ⓑ } Buenos- Aires 山 (南部)	Ⓐ 南西端部 (北) ⓐ } ⓑ } 北東部 Ⓒ } Soldado 山 周辺	Ⓑ } ⓐ } Mariposa 周辺 ⓑ } Ⓒ } Dulia Gladys (南南西)	Ⓑ 東部 南西部 ◎ 東部 南西部	Ⓑ 中央部 ◎ 北東部	Ⓑ } Panchita(北) Garmen Alt 周辺 } 北端 ⓐ } ⓑ } 北端 Ⓒ } Mina Tito Dos (南)	Ⓑ 東南部 ⓐ } ⓑ } 東南部 北西部 南西部 西部	◎ 東部 南部	◎ 東部 西南部	◎ 東部 西南部	◎ 東部 西南部	◎ 北部 南部	Ⓑ } 西端 Mina Dudosa 東~東南 ⓐ } ⓑ } 南部	
Mo	Ⓐ } 中央部 ⓐ } ⓑ } 中央部 Ⓒ } 中央部 (西)		Ⓐ } 北東部 中央部 ⓐ } ⓑ } Monica 鉍床周辺 Ⓒ } 中央部	Ⓐ } 北部 ⓐ } ⓑ } 東部 Ⓒ } 東部	◎ 中央部 (西)	◎ 分散 (背稜東)	Ⓑ } 中央部 ⓐ } ⓑ } 中央部	◎ 中央部 (南) ⓐ } ⓑ } Mineralel Soldado 鉍山 Ⓒ } 北東部 中央部	Ⓐ 北東部 (東西) ◎ 東部 南部	Ⓑ } 東部 南西部 ⓐ } ⓑ } 中央部 北東部 Ⓒ } 北東部 西部	◎ Panchita (北)	◎ 中央部 南部	Ⓑ } Mina San Jusu 周辺 } 東部 ⓐ } ⓑ } 東部 Ⓒ } 南東部 北西部 南西部	◎ 北東部 Cerro Breadel 地区					◎ 西端 東南部	

Ⅲ-2 精査

第 1 章 地質・鉱床

1-1 A地区 (Montecristo - Abundancia : モンテクリスト-アブダンシア地区)

1-1-1 地質

本地区にはジュラ紀の閃緑岩、石英モンゾニ岩が広く分布する。またこれらの岩類中には多くの岩脈がみられる。

閃緑岩と石英モンゾニ岩の関係は相互に指交し、本質的にはマグマの分化に基づくものと考えられる。東南部などでは北西 - 南東の方向をもった両者による一種の複合岩体が認められる。

本地域にみられる岩脈は無数にあって、塩基性～中性のもの、石英安山岩質斑岩 (AST 60) アプライトなどがみられる。これらの岩脈の方向は NS, NNW-SSE, NE-SW, NNE-SSW などまちまちであるが、NSに近い方向のものが多い (PL. 3-1 および PL. 3-3 参照)。

1-1-2 鉱床

本地区には主な鉱床として Montecristo、Abundancia、Santa Rosa、Gentil、Mantos、La Fortuna、Socavon、そのほか多数のものが知られている。これはいずれも閃緑岩および石英モンゾニ岩中に胚胎している。鉱床の種類は鉱脈鉱床である。稼行中の鉱山は概要次の通りである。

(1) Abundancia

稼行実績	7,000T, Cu 3.8 % (1977)
現在 (手選硫化鉱)	600T/月, Cu 3.9 ~ 3.8 %, Au 1.5g/T
鉱量	80千T, Cu 3.0 % (1974 11G)

(2) Montecristo

稼行実績	2,000T, Cu 4.8 % (1977)
現在 (手選酸化鉱)	200T/月, Cu 3 % (見込)
鉱量	329千T, Cu 2.4 % (1975 11G)

(3) Santa Rosa

稼行実績	10T/週, (Oct/1982)
現在 (手選酸化鉱)	150T/月, Cu 2 % (見込)
鉱量	21千T, Cu 1.5 % (1973 11G)

その他の鉱山はいずれも休山中である。

1) 鉍化作用

本地区に見られる鉍脈は、鉍床のごく周辺に鉍化による変質を伴う程度であるが、他の鉍床地域と比較して、多数の脈が比較的密集且つ連続性がある。本地区の鉍化帯はほぼ南北に 4.5km 延長し、その巾は 1~2 km の範囲にみられる。

鉍床、露頭などの規模は概ね次表のとおりである。

Tab. III-2-1 鉍床規模の概要

鉍脈名・鉍化帯名(仮称)	鉍脈数	走 向	傾 斜	水平延長	垂直延長	脈 巾
Montecristo	3(4)	N 45° E	80° N	600m~150m	100m	2~15m
Abundancia	2(6)	N 60° E	80° N	120 ~ 50	120	5
“ (ESTE)	1	N 60° E	80° N	300	10	1
“ (SUR)	4(3)	N 25° E	80° E	200 ~100	10	1~2
Santa Rosa	4(5)	N 55° E	85° W 80° E	150 ~100	50	1~5
Mantos	1	N 30° W	75° W	60	20	5
“ (NORTE)	2(1)	N 20° E	70° W	400 ~ 70	5	0.6~4
“ NORTE-(ESTE)	1(4)	N 25° E	90° E	100	—	0.4~1
“ (ESTE)	1(1)	N 10° E	90°	130	—	1
Gentil	3	N 55° E	80° E, W	150	50	1.5~3
“ (NORTE)	1(2)	N 45° E	90°	50	3	1.5
“ (SUR)	(1)	NS	90°	—	—	0.6
“ NORTE-(OESTE)	(9)	N 45° E	90°	—	—	0.1
“ SUR,(LIVERPOOL)	1	N 15° E	60° E	100 *	80 *	2
La Fortuna	1(1)	N 10° E	80° E	150	30	0.4~0.5
La Amante(SUR)	1(7)	N 40° E	80° W	30	—	0.1~0.5
Socavon	1	NS	70° W	400	50	0.2~1.5
“ (NORTE)	(2)	N 10° E	90°	—	—	2~3
“ (OESTE)	(2)	N 30° E	70° W	70	—	0.6~ 1

注 1 : 鉍脈数 () は露頭

注 2 : * 印は鉍山台帳による

本地区で主要な Montecristo, Abundancia および Mantos の各鉍床および露頭状況を Apendice Fig. 21, 22, 23, 24 に示す。

鉍脈の構造はNE-SW系とNS系のものが多い。前者は北部地域、後者は南部地域にそれぞれ主として分布する。鉍脈が比較的集中するところでは、それらは雁行状を程する。脈巾の厚いところでは破碎帯を伴うなど鉍脈の膨縮がみられるが、これらはNE-SW系のものに比較的多いようである。

鉍石鉍物は酸化銅鉍を主体とするが、硫化鉍物としては黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍、銅藍などを伴う。一部では金も随伴している。脈石鉍物としては磁鉄鉍、赤鉄鉍、褐鉄鉍、鏡鉄鉍、黄鉄鉍、硫砒鉄鉍、方解石、陽起石などを主とする（AFK77, AMK17, 18）。このほか石英、石膏、緑泥石、絹雲母などがある。

主要鉍床から採取した鉍石分析値を次表に示す。

Nombre de la mina	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)	As(ppm)
Socavon(MK-03)	220	0.7	0.34%	600	96	18	23
Mantos(MK-05)	<20	0.1	25	20	50	<1	<5
La Fortuna(MK-06)	460	4.2	3.88%	0.1%	850	66	190
Gentil(MK-07)	3.0ppm	1.0	1.25%	38	52	2	27
Abundancia(MK-17)	1.1ppm	3.6	8.28%	3	20	10	28
Montecristo(MK-18)	500	2.8	3.00%	10	26	11	33

本地区の鉍床は共生する鉍物の組合せによって、東部地域から西部地域にかけて次のように分帯できる。

a) 磁鉄鉍あるいは磁鉄鉍-石英(Fe-SiO_2)帯:

Socavon 鉍床、同北、Mantos 東、同北東の各鉍化帯

b) 磁鉄鉍-(酸化銅鉍)(Fe-(Cu))帯:

Mantos、LA Fortuna 各鉍床、LA Fortuna 南、Mantos 北、

Abundancia 東の各鉍化帯

c) 酸化銅鉍乃至黄銅鉍-黄鉄鉍-磁鉄鉍-(石膏・方解石)($\text{Cu-S-Fe-(CaSO}_4\text{-CaCO}_3\text{)}$)帯:

Abundancia 鉍床、同南鉍化帯

d) 酸化銅鉍乃至黄銅鉍-黄鉄鉍-磁鉄鉍-石膏(方解石)($\text{Cu-S-Fe-CaCO}_3\text{-CaSO}_3\text{)}$ 帯:

Montecristo、Santa Rosa、Gentil の各鉍床等

なお、このほか南から北への変化もあり、Cu、 CaSO_4 、 CaCO_3 では少量→多量またFeは減少する傾向がある(Gentil~Santa Rosa、Montecristo)。垂直方

向では上部から下部へ硫化鉱 → 酸化鉱（磁鉄鉱）および陽起石の増加によって帯状分布が考えられる。

鉱床の生成時代については、今回の調査で採取した Mantos 鉱床の脈石鉱物、陽起石（APK92）を用いてK-Arによる年代測定を行なった（Appendice Tab. 2参照）

この結果、鉱床生成年代は 164 ± 11 m.y.を示し、これは母岩の貫入岩の生成年代（ 181 ± 4 m.y.）より後で、ジュラ紀上部に当たる。

2) 変質作用

本地区で実施した変質帯調査に伴い、採取した試料はX線回折試験を行い、それぞれの構成鉱物を同定した。その試験結果は Appendice Tab. 5 に示した通りである。

調査に際しては、本地区の変質帯の発達状況を考慮して、広域的にはいわゆる各所にみられる鉱床のひの内から試料を採取して、主要鉱床においてはこれに加えて、鉱床外側へ2 m 毎の定間隔ライン・サンプリングを行い、微弱な変化も把握するよう努めた。

X線回折試験により認められた主な変質鉱物としては、石英、緑泥石、絹雲母、石膏、モンモリロナイト、カオリンなどがある。また変成鉱物に属するものとして陽起石、緑レン石が認められる。これらのほか特徴的な鉱物として磁鉄鉱、方解石、赤鉄鉱などが同定されている。

鉱化に伴う変質作用は全般に鉱脈周辺に伴う割れ目や、破碎帯で形成されるひの内に微弱に認められるが、母岩中では殆ど認められない。ひの内には、緑泥石、石英、石膏などのほか、陽起石、赤鉄鉱、磁鉄鉱、緑レン石、方解石などがある。鉱脈中の随伴鉱物である場合、これらの鉱物が多く出現する特徴が認められる。

Appendice Fig. 25 に主要鉱床における変質帯の状況を示す。なお母岩中にみられる緑泥石や絹雲母は鉱化に伴うものとは考えられない。また石膏、陽起石、赤鉄鉱などはひの内全体に認められる上に、その周辺の母岩に及んでいる場合がある。

ひの内に認められる変質特徴を大別すると石英型、石英-陽起石型、陽起石型および石膏型の4つのタイプ大別されるが、これらは特定の鉱床あるいはその地域性にそれぞれ概ね対応して関係づけられる。東部地域より西部地域へかけて、それらの対応関係は次のようになる。

(a) 石英型 : 石英-緑泥石-陽起石-絹雲母

対応する鉱床 : Socavon

(b) 石英-陽起石型 : 石英-陽起石-緑泥石-絹雲母

対応する鉱床 : La Fortuna