

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

1970

UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

704
G1
MPN

5192
⇒ 9654

チリ共和国
コンセプトン東部地区
資源開発協力基礎調査報告書

第一年次

JICA LIBRARY



1026065[1]

1979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 84. 8. 29 | 704 |
| 登録No. 14327 | 66.1 |
| | MPN |

は し が き

日本政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国コンセプション東部地区における鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は同調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門的な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。

なお、本年度は同地区における初年度に当るが、一部は昨年度に引き続いた2年目に当る。

金属鉱業事業団は、1978年10月4日から1979年3月2日までの間、古川雄也氏（日鉱探開株式会社）を団長とする調査団を現地に派遣し、チリ地質調査所をはじめとするチリ共和国関係政府機関及び日本大使館の協力を得て、地質調査、地化学探査、物理探査及び試錐探鉱を実施した。

本報告書は昭和53年度の現地調査並びに日本国内で実施した写真地質解析の解析結果をとりまとめたものであり、今後実施される調査結果とあわせて最終報告書の一部となるものである。

なお、同調査の実施にあたって御協力いただいたチリ共和国関係政府機関並びに現地大使館、通商産業省、外務省及び関係各社の各位に衷心より感謝の意を表する次第である。

1979年5月

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

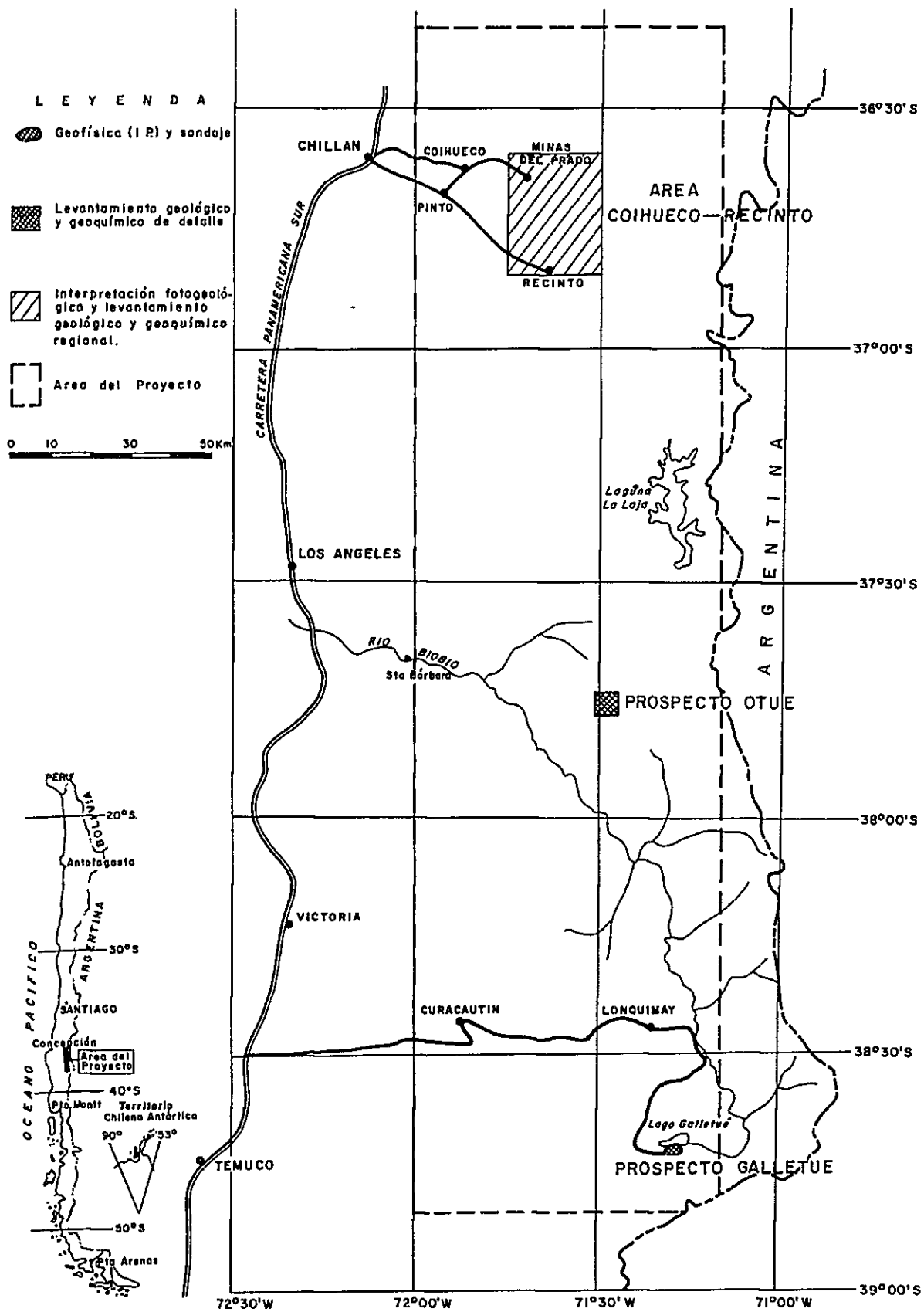


Fig. 1 MAPA DE UBICACION



Discordancia entre la formación Cola de Zorro (arriba) y los granitoides (abajo) en el curso superior del Río Niblinto (vista al Norte), Area Coihueco-Recinto.



Cordón de El Sauce vista al noreste; primer plano: Unidad Volcánica El Sauce, Area Coihueco-Recinto.



Prospecto Galletué; vista panorámica hacia el sur,

- S-1 = Ubicación sondaje S-1
- S-2 = Ubicación sondaje S-2

目 次

| | |
|---------------------------|-----|
| はしがき | |
| 位置図 | |
| 要 約 | (i) |
| 序 論 | |
| 第1章 プロジェクトの概要 | 1 |
| 1-1 プロジェクトの目的 | 1 |
| 1-2 プロジェクトの計画・概要 | 1 |
| 1-3 関係機関 | 1 |
| 第2章 本年次調査内容 | 3 |
| 2-1 調査目的 | 3 |
| 2-2 調査区域 | 3 |
| 2-3 調査方法及び調査量 | 4 |
| 2-4 調査期間 | 4 |
| 2-5 調査団の編成 | 4 |
| 2-6 従来 of 調査及び参考文献 | 7 |
| 各 論 | |
| 第I部 Coihueco-Recinto 地域調査 | |
| I-1 総 説 | |
| 第1章 緒 言 | 9 |
| 第2章 調査地域の地理 | 10 |
| 2-1 位置 | 10 |
| 2-2 地形 | 10 |
| 2-3 気候及び植生 | 10 |
| 2-4 交通 | 12 |
| 2-5 人口及び産業 | 12 |
| 第3章 調査方法 | 13 |
| I-2 写真地質解析 | 14 |
| 第1章 概 説 | 14 |
| 第2章 解 析 | 15 |
| 2-1 使用航空写真 | 15 |
| 2-2 解析方法 | 15 |

| | |
|----------------------|----|
| 第3章 結果 | 16 |
| 3-1 概要 | 16 |
| 3-2 地質単元 | 16 |
| 3-3 地質構造 | 18 |
| I-3 地質調査及び地化学探査概査 | |
| 第1章 地質 | 19 |
| 1-1 概要 | 19 |
| 1-2 層序及び岩質 | 19 |
| 1-3 貫入岩類 | 27 |
| 1-4 地質構造 | 29 |
| 1-5 地史 | 30 |
| 第2章 応用地質 | 32 |
| 2-1 概要 | 32 |
| 2-2 鉍化変質作用 | 32 |
| 2-3 考察 | 48 |
| 第3章 地化学探査 | 50 |
| 3-1 概要 | 50 |
| 3-2 試料の採取 | 50 |
| 3-3 試料の分析 | 50 |
| 3-4 データの統計処理 | 51 |
| 3-5 結果及び検討 | 51 |
| 第4章 結論及び将来への展望 | 57 |
| 第II部 Otué地区調査 | |
| II-1 総説 | |
| 第1章 緒言 | 59 |
| 第2章 調査地域の地理 | 60 |
| 2-1 位置 | 60 |
| 2-2 地形 | 60 |
| 2-3 気候及び植生 | 60 |
| 2-4 交通 | 60 |
| 2-5 人口及び産業 | 60 |
| 第3章 調査方法 | 61 |
| II-2 地質精査及び地化学探査精査 | |
| 第1章 地質 | 62 |

| | | |
|-------------------|----------------|-----|
| 1-1 | 概要 | 62 |
| 1-2 | 層序及び岩質 | 62 |
| 1-3 | 貫入岩類 | 64 |
| 1-4 | 地質構造 | 66 |
| 第2章 | 応用地質 | 68 |
| 2-1 | 概要 | 68 |
| 2-2 | 鉍化変質作用 | 68 |
| 2-3 | 考察 | 70 |
| 第3章 | 地化学探査 | 72 |
| 3-1 | 概要 | 72 |
| 3-2 | 試料の採取 | 72 |
| 3-3 | 試料の分析 | 72 |
| 3-4 | データの統計処理 | 72 |
| 3-5 | 結果及び検討 | 72 |
| 第4章 | 結論及び将来への展望 | 78 |
| 第Ⅲ部 Galletué 地区調査 | | |
| Ⅲ-1 | 総説 | |
| 第1章 | 緒言 | 79 |
| 第2章 | 調査地区の地理及び地質的背景 | 79 |
| 2-1 | 位置 | 79 |
| 2-2 | 地形 | 79 |
| 2-3 | 地質的背景 | 79 |
| Ⅲ-2 | 物理探査 | |
| 第1章 | 概説 | 82 |
| 1-1 | 目的 | 82 |
| 1-2 | 測量 | 82 |
| 1-3 | 測定機器 | 83 |
| 第2章 | 探査方法 | 84 |
| 第3章 | 調査結果 | 86 |
| 3-1 | 概要 | 86 |
| 3-2 | 断面解析 | 86 |
| 3-3 | 平面解析 | 92 |
| 3-4 | 岩石物性測定 | 94 |
| 3-5 | モデル計算 | 104 |

| | | |
|-------|-----------------------------------|-----|
| 3 - 6 | 総合解析 | 113 |
| 第4章 | 結論及び将来への展望 | |
| 4 - 1 | 結論 | 115 |
| 4 - 2 | 将来への展望 | 116 |
| Ⅲ - 3 | 試錐探鉱 | 117 |
| 第1章 | 概説 | 117 |
| 1 - 1 | 目的 | 117 |
| 1 - 2 | 作業工程 | 117 |
| 1 - 3 | 位置の選定 | 117 |
| 第2章 | 試錐作業 | 118 |
| 2 - 1 | 試錐工法及び使用機械 | 118 |
| 2 - 2 | 設営 | 118 |
| 2 - 3 | 移設作業 | 118 |
| 2 - 4 | 撤収作業 | 118 |
| 2 - 5 | 掘進作業 | 118 |
| 2 - 6 | 作業成績 | 120 |
| 第3章 | 試錐孔の地質状況 | 121 |
| 3 - 1 | S - 1 孔 | 121 |
| 3 - 2 | S - 2 孔 | 127 |
| 第4章 | 結論 | 134 |
| Ⅲ - 4 | 総括 | |
| 第1章 | 総合検討 | 135 |
| 1 - 1 | 鉱化変質作用 | 135 |
| 1 - 2 | 関係火成岩 | 136 |
| 1 - 3 | チリ国中～北部のポーフィリー・カッパー型鉱床との相違点 | 137 |
| 第2章 | 結論及び将来への展望 | 138 |
| | 付記 | |
| | K - Ar 法絶対年代測定について | 139 |
| | REFERENCIAS | 141 |

LISTA DE TABLAS

| | | Página |
|--------|---|--------|
| Tab. 1 | DISTRIBUCION DEL TRABAJO | 5 |
| 2 | PERIODO DE TRABAJO | 6 |
| I-1 | FOTOGRAFIAS AEREAS USADAS (VUELO HYCON) | 15 |
| I-2 | CUADRO DE CARACTERISTICAS FOTOGEOLOGICAS | 17 |
| I-3 | RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS MINERA- LIZADAS DEL AREA COIHUECO-RECINTO | 33 |
| I-4 | ESTADIGRAFOS BASICOS DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES, AREA COIHUECO-RECINTO | 52 |
| I-5 | COEFICIENTES DE CORRELACION, MUESTRAS DE SEDIMENTOS FLUVIALES, AREA COIHUECO-RECINTO | 55 |
| I-6 | ASOCIACIONES DE ELEMENTOS DEL ANALISIS DE FACTORES, AREA COIHUECO-RECINTO | 55 |
| II-1 | ESTADIGRAFOS BASICOS DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES, AREA DEL PROSPECTO OTUE | 73 |
| II-2 | COEFICIENTES DE CORRELACION, MUESTRAS DE SEDIMENTOS FLUVIALES, AREA DEL PROSPECTO OTUE | 76 |
| II-3 | ASOCIACIONES DE ELEMENTOS DEL ANALISIS DE FACTORES, AREA DEL PROSPECTO OTUE | 76 |
| III-1 | CARACTERISTICAS Y UBICACION DE LOS PERFILES MEDIDOS ... | 82 |
| III-2 | RESULTADOS DE MEDICIONES IP EN MUESTRAS DE ROCAS | 96 |
| III-3 | RESULTADOS DE MEDICIONES IP EN MUESTRAS DE ROCAS SEGUN TIPO DE ALTERACION | 97 |
| III-4 | ANALISIS QUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE ROCAS COMPARA- DOS CON LOS VALORES DE EF | 98 |

| | | | |
|--------|---|-------|-----|
| III-5 | DESCRIPCION GEOLOGICA DEL SONDAJE S-1 | | 122 |
| III-6 | CUADRO DE VARIACION PETROGRAFICA EN SONDAJE S-1 | | 123 |
| III-7 | RESULTADOS DE DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X SONDAJE S-1 | | 124 |
| III-8 | DESCRIPCION GEOLOGICA DEL SONDAJE S-2 | | 128 |
| III-9 | CUADRO DE VARIACION PETROGRAFICA EN SONDAJE S-2 | | 129 |
| III-10 | RESULTADOS DE DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X, SONDAJE S-2 | | 130 |
| III-11 | VALORES DE MEDIA Y DESVIACION STANDARD, SONDAJES S-1 Y S-2 | | 132 |

LISTA DE FIGURAS

| | | Página |
|--------|---|--------|
| Fig. 1 | MAPA DE UBICACION | |
| I-1 | PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES EN LA ZONA DE CHILIAN | 11 |
| I-2 | COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA AREA COHUECO-RECINTO . | 20 |
| I-3 | MAPA GEOLOGICO, DE MUESTREO "CHIP SAMPLING" Y ANALISIS QUIMICO DE LA ZONA MINERALIZADA DE ESTERO SAN JOSE .. | 35 |
| I-4 | MAPA GEOLOGICO, DE MUESTREO "CHIP SAMPLING" Y ANALISIS QUIMICOS DE LA ZONA MINERALIZADA DE ESTERO SAN JUANITO | 38 |
| I-5 | CROQUIS GEOLOGICO DE LA ZONA MINERALIZADA LOS AZULES .. | 40 |
| I-6 | CROQUIS GEOLOGICO Y UBICACION DE MUESTRAS EN MINAS DEL PRADO | 42 |
| I-7 | ESQUEMA GEOLOGICO ZONA QUEBRADA EL PURGATORIO | 46 |
| I-8 | HISTOGRAMA DE DISTRIBUCION DE LOS ELEMENTOS ANALIZADOS, AREA COHUECO-RECINTO | 53 |
| II-1 | CROQUIS DEL PERFIL DEL PUNTO A-86 | 63 |
| II-2 | HISTOGRAMA DE DISTRIBUCION DE LOS ELEMENTOS ANALIZADOS, AREA OTUE | 74 |
| III-1 | ESQUEMA DE LA UBICACION DE DIPOLOS EN METODO IP EN FRECUENCIA VARIABLE | 85 |
| III-2 | ESQUEMA DE APLICACION DEL METODO DIPOLO-DIPOLO | 85 |
| III-3 | ESQUEMA DEL DISPOSITIVO UTILIZADO PARA MEDIR LAS PROPIEDADES FISICAS DE LAS MUESTRAS DE ROCAS | 94 |

| | | |
|--------|--|-----|
| III-4 | DISTRIBUCION DE RESISTIVIDAD EN MUESTRAS DE LOS SONDAJES S-1 Y S-2 | 99 |
| III-5 | RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE SULFUROS | 100 |
| III-6 | RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE AZUFRE | 100 |
| III-7 | RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE CALCOPIRITA | 101 |
| III-8 | RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE PIRITA | 101 |
| III-9 | RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE SULFURO (RESISTIVIDAD 1 ~ 3 KILO OHM-M) | 102 |
| III-10 | RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE CALCOPIRITA (RESISTIVIDAD 1 ~ 3 KILO OHM-M) | 102 |
| III-11 | RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE SULFUROS (RESISTIVIDAD > 3 KILO OHM-M) | 103 |
| III-12 | CALCULO MODELO DE RESISTIVIDAD EN 1000 E | 107 |
| III-13 | CALCULO MODELO DE RESISTIVIDAD EN 200 W | 108 |
| III-14 | CALCULO MODELO DE EFECTO FRECUENCIA EN 600 E | 109 |
| III-15 | CALCULO MODELO DE EFECTO FRECUENCIA EN 0 | 110 |
| III-16 | DISTRIBUCION DE LOS CONTENIDOS DE Cu Y Mo EN RELACION A \bar{X} , SONDAJE S-1 | 126 |
| III-17 | DISTRIBUCION DE LOS CONTENIDOS DE Cu Y Mo EN RELACION A \bar{X} , SONDAJE S-2 | 133 |
| III-18 | HISTOGRAMA DE CONTENIDO DE COBRE EN SONDAJES S-1 Y S-2 .. | 111 |
| III-19 | PROMEDIO ACUMULATIVO DE COBRE EN SONDAJES S-1 Y S-2 | 112 |

APENDICE

TABLAS

| | | Página |
|----------|--|--------|
| Tab. 1-1 | OBSERVACIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES TRANSPARENTES | |
| (1) | Area Coihueco-Recinto | A- 1 |
| (2) | Area del Prospecto Otué. | A-12 |
| (3) | Prospecto Galletué | A-15 |
| Tab. 1-2 | OBSERVACIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES PULIDAS | |
| (1) | Area Coihueco-Recinto | A-17 |
| (2) | Area del Prospecto Otué | A-18 |
| (3) | Prospecto Galletué | A-19 |
| Tab. 2 | DATAACIONES RADIOMETRICAS POR EL METODO K-Ar... | A-20 |
| Tab. 3 | DETERMINACIONES POR RAYOS-X (DIFRACTOMETRIA) | |
| (1) | Area Coihueco-Recinto | A-21 |
| (2) | Area del Prospecto Otué | A-22 |
| Tab. 4 | ANALISIS QUIMICO DE MENAS Area del Prospecto Otué | A-23 |
| Tab. 5 | RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES | |
| (1) | Area Coihueco-Recinto | A-27 |
| (2) | Area del Prospecto Otué | A-31 |
| Tab. 6 | DETERMINACIONES DE POLEN EN MUESTRAS DE LA UNIDAD VOLCANICO-SEDIMENTARIA PIERNA BLANCA Area Coihueco-Recinto | A-32 |

FIGURAS

| | | Página |
|--------|---|--------|
| Fig. 1 | MICROFOTOS DE LAS SECCIONES TRANSPARENTES | |
| (1) | Area Coihueco-Recinto | A-49 |
| (2) | Area del Prospecto Otué | A-61 |
| (3) | Prospecto Galletué | A-64 |
| Fig. 2 | MICROFOTOS DE LAS SECCIONES PULIDAS | |
| (1) | Area Coihueco-Recinto | A-66 |
| (2) | Area del Prospecto Otué | A-68 |
| (3) | Prospecto Galletué | A-69 |
| Fig. 3 | DIAGRAMA (Qz - Feld. K - Plg) | A-70 |

LISTA DE PLANOS

| | | |
|-----------|--|-------------------|
| PL. I-1 | MAPA DE INTERPRETACION FOTOGEOLOGICA DEL AREA COIHUECO – RECINTO | ESCALA 1 : 50.000 |
| PL. I-2 | MAPA GEOLOGICO PRELIMINAR DEL AREA COIHUECO – RECINTO | ESCALA 1 : 50.000 |
| PL. I-3 | MAPA DE MUESTREO DEL AREA COIHUECO – RECINTO | ESCALA 1 : 50.000 |
| PL. I-4 | PLANO TECTONICO Y UBICACION DE ZONAS MINERALIZADAS DEL AREA COIHUECO – RECINTO | ESCALA 1 : 50.000 |
| PL. I-5 | MAPA GEOQUIMICO DEL AREA COIHUECO – RECINTO | ESCALA 1 : 50.000 |
| PL. II-1 | MAPA GEOLOGICO DEL AREA DEL PROSPECTO OTUE | ESCALA 1 : 10.000 |
| PL. II-2 | MAPA DE MUESTREO DEL AREA DEL PROSPECTO OTUE | ESCALA 1 : 10.000 |
| PL. II-3 | MUESTRAS DE MENA DEL AREA DEL PROSPECTO OTUE | ESCALA 1 : 10.000 |
| PL. II-4 | MAPA GEOQUIMICO DEL AREA DEL PROSPECTO OTUE | ESCALA 1 : 10.000 |
| PL.III-1 | PLANO DE PERFILES Y PUNTOS DE MEDICION GEOFISICOS Y UBICACION DE SONDAJES PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 10.000 |
| PL.III-2 | SECCIONES GEOELECTRICAS (PERFILES 1400E Y 1200E) PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 5.000 |
| PL.III-3 | SECCIONES GEOELECTRICAS (PERFILES 1000E Y 800E) PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 5.000 |
| PL.III-4 | SECCIONES GEOELECTRICAS (PERFILES 600E Y 400E) PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 5.000 |
| PL.III-5 | SECCIONES GEOELECTRICAS (PERFILES 200E Y 0) PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 5.000 |
| PL.III-6 | SECCIONES GEOELECTRICAS (PERFILES 200W Y 400W) PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 5.000 |
| PL.III-7 | SECCIONES GEOELECTRICAS (PERFILES 600W Y 800W) PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 5.000 |
| PL.III-8 | SECCIONES GEOELECTRICAS (PERFIL 1000W) PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 5.000 |
| PL.III-9 | PLANTA DE RESISTIVIDAD APARENTE PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 10.000 |
| PL.III-10 | PLANTA DE EFECTO FRECUENCIA PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 10.000 |
| PL.III-11 | PLANTA DE FACTOR METALICO PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 10.000 |
| PL.III-12 | MAPA DE INTERPRETACION CUALITATIVA PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 10.000 |
| PL.III-13 | MAPA DE INTERPRETACION CUANTITATIVA PROSPECTO GALLETUE | ESCALA 1 : 10.000 |

要 約

(1) 本年次は、チリ共和国コンセプション東部地区における鉱物資源開発協力基礎調査の初年度に当る。なお、本地区の一部は昨年次（1977年）に引き続いた2年目に当る。

(2) 本年次調査は昨年次のリコメンデーションに基づいて計画立案され、実施された調査内容は次のとおりである。

Ⅰ) Coihueco—Recinto 地域（第三年次呼称の San José—Minas del Prado 地域と同一地域）

- 写真地質解析 面積 600 km²
- 地質概査及び地化学探査概査 面積 600 km²

Ⅱ) Otué 地区

- 地質精査及び地化学探査精査 面積 25 km²

Ⅲ) Gallatué 地区

- 物理探査（IP法電気探査） 測線総延長 28.2 Km
- 試錐探鉱 孔数 2孔

総延長 301.10 m

(3) 本調査のうち、写真地質解析作業は日本において行われた。野外作業及び解析・報告書作成作業は、日本側7名、チリ側8名、計15名で、報告書原稿までをチリにて、印刷は日本で行われた。

(4) Coihueco—Recinto 地域調査結果

本地区の地質は、下位より時代未詳の Los Azules 変成岩、先白亜紀後期の El Sauce 火山岩類、第三紀前期の Pierna Blanca 火山性堆積岩類、新第三紀鮮新世～第四紀更新世の Cola de Zorro 層、第四紀堆積物、及び貫入岩類として白亜紀後期の花崗岩類、花崗斑岩類並びに鮮新世の安山岩岩脈等によって構成されている。

本地区にみられる鉱化作用のうち、注目すべきものは、Minas del Prado 鉱床のうちの初生金鉱床と、San José 鉱化帯である。前者は含金石英細脈、含金珪化帯等から成り、このうち、含金珪化帯は有望鉱床に発展する可能性を秘めており、マス・プロダクションの対象として考えることができる。従って、今後同珪化帯の分布、規模、金含有量等を把握するため、地質精査、物理探査（IP法）、その結果に基づいた試錐探鉱等の実施が望まれる。なお、含金石英細脈は小規模でそれ自体稼行の対象になり得えない。

San José 鉱化帯は花崗閃緑岩を母岩とし銅、モリブデンを主とした細脈ないし網状、鉱染状の鉱化帯で、その大部分が Cola de Zorro 層に覆われているため詳細は不明であるが、部分的には Cu 1%前後、Mo 0.28%を示しており、また広範囲に及ぶプロピライト化変質、局所的な石英・絹雲母化変質等も認められ下部に発展する可能性を秘めている。これらの究明のために、今後

物理探査（IP法）及びその結果に基づいた試錐探鉱等の実施が望まれる。

(5) Otué 地区調査結果

本地区には主として角閃石安山岩、玄武岩質安山岩等の溶岩流から成る中部白亜系の Abanico 層が広く分布しており、それを花崗閃緑岩のパンリス、岩株が貫いている。

本地域にみられる鉱化作用としては、花崗閃緑岩岩株の東縁部を中心に発達している銅、モリブデンの網状、鉱染、一部細脈より成る Otué 鉱化帯（第三年次報告書）及び昨年次調査を実施した Curacarel 鉱床に類似した含銅の層状珪化脈等があるが、このうち前者は同岩株の活動と密接して形成しているものと考えられるが、規模が小さく、また鉱化変質作用も弱く、従って将来大きく発展する可能性は少ない。また後者も規模、鉱化作用共劣勢で将来への発展性は望み薄である。従って本地区に対して、今後更に詳細な調査、探鉱を行う必要性は極めて少ないものと判断される。

(6) Galletue 地区調査の結果

1) 物理探査結果

本地区の南東部及び北西部で F E 異常帯を把握した。このうち南東部の異常帯は強 F E（5～16%）、低比抵抗（200～600Ω-m）を示した有望示徴で、Galletué 鉱化帯の東部延長に当たり、同鉱化帯の拡大が大いに期待される。またその賦存予想深度は地表下極浅所から 150 m 前後までである。本異常帯に対して今後確認のための試錐探鉱が望まれる。また同異常帯は更に東～南東に発展する可能性を有している。従って、これに対して、今後物理探査（I.P法）の実施が望まれる。北西部の異常帯は比抵抗値が高く、また分布範囲が小さいので大規模鉱床の賦存は期待薄である。なお、昨年次の調査によって、本地区を広く覆っている第四系の下位に Galletué 鉱化帯の一部が期待されたが、本調査の結果では、F E 値 3% 以下、比抵抗値 1,000 Ω-m 以上の値を示し、従って有望な硫化鉱物の鉱床の賦存はほとんど期待できない。

II) 試錐探鉱結果

本年次は本鉱化帯に対して 2 孔（S-1 孔延長 150.00 m、S-2 孔延長 151.10 m）の試錐探鉱を行った。この結果、S-1 孔においてはモリブデンの有望鉱徴を、また S-2 孔においては銅の有望鉱徴も把握した。また一部の鉱化作用と熱水変質作用の間に密接な関係がみられ、その関係から次の 2 つに分帯できる。すなわち、

(a) 輝水鉛鉱 - 石英 - 絹雲母帯

(b) 黄銅鉱 - 弱絹雲母 - 緑泥石帯

であり、(a)帯が鉱化帯の中心にその周囲に(b)帯が発達している。(a)帯の中心は S-1 孔の北 250 m 付近に予想され、ほぼ東西に伸長しただ円状をなし、その規模は最大見積って 500 × 1,300 m と想定される。また(b)帯は(a)帯の東 660 m 付近に最大肥大部（物理探査の南東部 F E 異常帯）の発達が予想され、(a)帯の周囲では薄く、あるいは一部未発達になっているものと考えられる。なお、最大肥大部の幅は約 900 m が見込まれる。また(b)帯の東限は未だ押えられて

いない。

以上の試錐探鉱の結果から、(a)帯の鉱況及び規模確認のため、今後少なくとも3孔の試錐探鉱の実施が望まれる。なお、(b)帯については前項1)でリコメンドされている。



序 論

第1章 プロジェクトの概要

1-1 プロジェクトの目的

チリ共和国に対する鉱物資源開発基礎調査は、1975年に開始され、過去3ケ年（第1期調査と呼称する）の調査が完了している。

第1期の第一年次及び第二年次は Quebrada Blanca - El Abra 地域において、また第三年次は Concepción 東部地域において調査が実施された。この第三年次の調査によって、Galletué 鉱化帯（第三年次報告書）を初めとした有望鉱徴が把握され、同地域に対する調査の継続要請がチリ側から出されたため、1978年より更に3ケ年の調査（第二期調査と呼称する）を同地域に対し、継続実施することとなった。

第2期調査の目的は、第1期第三年次の調査によって把握された有望鉱徴（Galletué 鉱化帯、Otué 鉱化帯、San José 鉱化帯等）に対し、更に詳細な調査を行い、鉱床の賦存状態、発展性等を究明して行くこと、並びにその他の新鉱床の発見等にある。

1-2 プロジェクトの計画概要

本プロジェクトの調査は、Fig. 1に示したように

北限 南緯 36°20′

南限 南緯 38°50′

東限 西経 71°10′

西限 西経 72°00′

に囲まれた範囲、面積約18,000 km²を対象としている。ただし、個人所有鉱区は対象外である。対象鉱種は銅、モリブデン、金、銀を主体とした有用金属鉱物である。また鉱床規模は一応中規模以上を目標としている。

調査方法は LANDSATデータ解析、写真地質解析、地質調査、地化学探査、物理探査及び試錐探鉱が必要に応じ採択される。

調査員の構成は、原則として両国半々とし、各種分析、解析作業及び報告書作成は、両国関係機関（後述1-3）が協同してチリ及び日本において行う。なお、報告書は和文及び西文で作成する。

第2期第一年次（1978年度）調査の内容は、下記第2章に述べられているとおりであり、第二年次及び第三年次の調査計画は、その都度両国の間で協議し決定される。

1-3 関係機関

本プロジェクトの関係機関は

日本側は国際協力事業団（略称JICA）

金属鉱業事業団（略称MMAJ）

チリ側は地質調査所（INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS, 略称
IIG）

であり、それぞれ両国を代表して本プロジェクトの実施に当る。

第2章 本年次調査内容

2-1 調査目的

本年次調査の目的は、昨年次調査（第1期第三年次調査）の結果に基づいてリコメンドされた下記の地域に対し、更に詳細な調査、探鉱を行い、鉱床の賦存状態及びその発展性をより詳しく究明していくことにある。

リコメンドされた地域は

- (1) Galletué 鉱化帯
- (2) Otué 鉱化帯
- (3) San José - Minas del Prado 地域（本年次より Coihueco - Recinto 地域と改称）
- (4) Río Pacunto 鉱化帯（別名 Pedregoso 鉱化帯）
- (5) Mallín del Toro 鉱化帯

等であり、このうち本年次は、上位3箇所（(1)、(2)及び(3)）を対象に調査、探鉱が実施された。その内容については本章2-2以降に述べ、また、その目的及び結果については、地域別に記述する。

2-2 調査区域

本年次に調査及び探鉱がなされた区域は、下記のとおりである。

(1) Coihueco - Recinto 地域

本地域は、プロジェクト区域の北端部に位置し、San Fabian de Alico 図幅と Recinto 図幅にまたがった地域で、以下 Coihueco - Recinto 地域と称する。

調査対象区域は

| | | |
|----|----|------------|
| 北限 | 南緯 | 36°36' 23" |
| 南限 | 南緯 | 36°51' 00" |
| 東限 | 西経 | 71°30' 00" |
| 西限 | 西経 | 71°45' 00" |

に囲まれた面積約600km²の範囲である。

(2) Otué 地区

本地域は、プロジェクト区域のほぼ中央に位置し、Cordillera Tricauco 図幅、Queuco 図幅、Bío-Bío 図幅及び Volcán Callaqui 図幅の4図幅の交点付近に存し、Otué 鉱化帯（第三年次報告書）を中心とした区域で、以下 Otué 地区と呼称する。

調査対象区域は、

北限 南緯 37°43' 52"

南限 南緯 37°46' 33"

東限 西経 71°27' 06"

西限 西経 71°30' 31"

に囲まれた面積約 25 km²の範囲である。

(3) Galletué 地区

本地区は、プロジェクト区域の南端部、Sierra Nevada 図幅の南端部に位置しており、昨年の Galletué 地区の継続調査である。

本年次調査の対象範囲は

北限 南緯 38°41' 21"

南限 南緯 38°42' 44"

東限 西経 71°18' 29"

西限 西経 71°20' 19"

に囲まれた面積約 6 km²の範囲で、Galletué 鉱化帯を中心とした区域である。

2-3 調査方法及び調査量

本年次実施された調査方法及び調査量は地域別に異っており、その内容は Tab.1 に示すとおりである。

2-4 調査期間

調査期間は、Tab.2 に示すとおりである。

2-5 調査団の編成

本調査に参加した団員は下記のとおりである。

日本側

調整 金野 雄 (金属鉱業事業団)

団長 古川 雄也 (日鉱探開株式会社)

総括、写真地質解析、地質調査、地化学探査及び報告書作成

団員 小原 賢 (日鉱探開株式会社)

写真地質解析、地質調査、地化学探査及び報告書作成

団員 桜井 若葉 (日鉱探開株式会社)

地質調査、地化学探査及び報告書作成

" 田島 俊雅 (日鉱探開株式会社)

Tab. 2 PERIODO DE TRABAJO

| AREA DEL TRABAJO | METODO DE TRABAJO | EQUIPOS DE TRABAJO | SEPTIEMBRE 1978 | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | ENERO 1979 | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO |
|-------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------|------|
| AREA COIHUECO RECINTO | Fotogeología | Japón 4 | 6 interpretación | | | | | | 3 redacción de informe | | |
| | Geología y Geoquímica Regional | Japón 3 Chile 3 | 4 12 preparación | | 28 trabajo en terreno | | | 3 interpretación e informe | 3 redacción de informe | | |
| AREA DEL PROSPECTO OTUE | Geología y Geoquímica de detalle | Japón 1 Chile 1 | | | 9 trabajo en terreno | 2 interpretación e informe | | | 3 redacción de informe | | |
| | Geofísica | Japón 2 Chile 2 | | 28 4 preparación | 4 trabajo en terreno | | 25 interpretación e informe | | 3 redacción de informe | | |
| PROSPECTO GALLETUE | Perforación | Japón 2 Chile 2 | | 17 preparación | 1 trabajo en terreno | 2 19 interpretación e informe | | | 3 redacción de informe | | |

Trabajo en Japón

Trabajo en Chile

物理探査及び報告書作成

〃 福田 浩（日鉱探開株式会社）

物理探査及び報告書作成

〃 川村 行雄（日鉱探開株式会社）

試錐探鉱及び報告書作成

〃 石 鉄雄（日鉱探開株式会社）

試錐探鉱

〃 谷 藤吉郎（日鉱探開株式会社）

写真地質解析

〃 小泉 久直（日鉱探開株式会社）

写真地質解析

チリ側

団長 Guillermo Alfaro Hanne（地質調査所）

総括、地質調査、地化学探査及び報告書作成

団員 Rafael Felipe Díaz Fulle（地質調査所）

地質調査、地化学探査及び報告書作成

〃 Carlos Felipe Ramírez Ramírez（地質調査所）

地質調査、地化学探査及び報告書作成

〃 Humberto Leonardo Glaser Cortés（地質調査所）

物理探査及び報告書作成

〃 Manuel Antonio Arancibia Castillo（地質調査所）

物理探査及び報告書作成

〃 Pedro Hiplán Julio（地質調査所）

測 量

〃 Arnoldo González Araneda（地質調査所）

試錐探鉱

〃 Héctor Quiroz Cabrera（地質調査所）

試錐探鉱

2-6 従来の調査及び参考文献

本年次調査地域に関する過去の調査資料は部分的なものが多く、大部分は未刊行である。

(1) プロジェクト地域全域をカバーした資料

Alfaro, G., y Gajardo A., (1978); "Carta Metalógenica de la VIII Región Administrativa de Chile y Provincia de Malleco, IX Región" VII Congreso Geológico Argentino, Neuquén, Argentina

I. I. G., (1968); Mapa Geológico de Chile, escala 1: 1,000,000

(2) Coihueco - Recinto 地域

Alfaro, G., (1976); "El Prospecto San José (Chillán)" I. I. G. inf. 未公刊

Ambrus, J. y Soza, H., (1969); "Informe geológico Pertenenencias Copihue 1 - 200", 未公刊

González, O. y Vergara, M., (1962); "Reconocimiento Geológico de la Cordillera de Los Andes entre los paralelos 35° y 38° latitud sur" Instituto de Geología, Universidad de Chile

González, F., (1977); "Exploración Geológica en La Región Cordillerana de La Provincia de Ñuble, VIII Región" IIG

国際協力事業団及び金属鉱業事業団(1978); "チリ共和国鉱物資源開発基礎調査報告書第三年次"

(3) Otué 地区

Gonzalez, O. y Vergara, M., (1962); "Reconocimiento Geológico de la Cordillera de Los Andes entre los paralelos 35° y 38° latitud sur", Instituto de Geología, Universidad de Chile

Serrano, L., (1975); "Prospección Minera de la Región Cordillerana de la Provincia de Bío-Bío" IIG, 未公刊

国際協力事業団及び金属鉱業事業団(1978); "チリ共和国鉱物資源開発基礎調査報告書第三年次"

(4) Galletué 地区

Alfaro, G., (1973); "Geología General y Yacimientos Minerales de la Cordillera de Los Andes entre las latitudes 38°00' sur y 39°00' sur", IIG, 未公刊

Alfaro, G., (1974); "Interpretación del levantamiento geoquímico de suelos en el Prospecto Galletué" IIG, 未公刊

Alfaro, G., (1975); "Interpretación del muestreo de los perfiles 100W-800E-1000E del Prospecto Galletué" IIG, 未公刊

Burckhardt, C., (1900); "Coupe Geologique de la Cordillera entre Las Lajas et Curacautín" Anales del Museo La Plata, V. III, La Plata, Argentina

国際協力事業団及び金属鉱業事業団(1978); "チリ共和国鉱物資源開発基礎調査報告書第三年次"

各 論

第 I 部 Coihueco-Recinto 地域調査

I - 1 総 説

第1章 緒 言

本地域は第8州Ñuble県のアンデス山脈の一部に属し、陸軍省地理院(Instituto Geográfico Militar) 発行の縮尺1 : 50,000 図幅, San Fabian de Alico 及び Recinto 内に位置する。また本地域は I I G が第8州行政区の依頼のもとに鉍物資源の探鉍を行った地帯である。

本地域には Minas del Prado 鉍床及び San José 鉍化帯が知られている。Minas del Prado 鉍床は最寄都市 Coihueco 市の東 18 Km にあり、漂砂金鉍床としてスペイン統治領時代(18世紀)より知られており、19世紀に最も開発された。San José 鉍化帯は Minas del Prado 鉍床の南東 16 Km の地点にあり、銅鉍化帯として知られており、1969年に地質調査並びにショート・ダイヤモンド・ドリリング(Ambrus y Soza, 1969) が実施されている。また、この年にはアメリカ・カナダ両国共同企業体である I T T 物探合併会社(Compañía Minera I T T Geophysical Inc.) によって再調査を目的とした部分的な地化学概査が行われている。また、Minas del Prado 鉍床及び San José 鉍化帯については昨年度の第1期第三年次の予察調査にも取り上げられている。このように従来の調査、探鉍は局所的な調査に終止していたため、それらを総括した広域的な地質鉍床調査の実施が望まれていた(第三年次報告書)。

本調査は当地域の地質層序、火成活動及び地質構造等を明らかにするために、写真地質解析を行い、これを基に地質調査及び地化学探査を行い既知鉍床の解明並びに新鉍床の発見に努めることを目的として実施された。

第2章 調査地域の地理

2-1 位 置

第8州の首都 Concepción 市の北東 112 Kmにあるパン・アメリカン国道の最寄町 Chillán 市から東約 40 Kmにて調査地域の西端に達する。行政区画は第8州Ñuble県, Coihueco市及びPinto市に属する。

ベース・キャンプとなった Coihueco市は県都 Chillán市の東 25Kmに位置する。Minas del Prado 部落は本地域の北西部にあり, Coihueco 市の東 18 Kmに位置する。また, 本地域の南端には Recinto 部落があり, Chillán市から 48 Kmの地点に位置する。

2-2 地 形

本地域はチリ共和国の地理区分によるアンデス山地の一部及びアンデス前縁地帯に属し, N-S方向の山系を示す。Fuenzalida (1965) の分類によれば "1a montaña" の一部の小山稜地帯に相当する。

標高は 500 ~ 2,000 m の範囲にある。東部は標高 2,000 m にも達するところもあり, かつ急峻な地形を成し, 花崗岩類及び新第三紀~第四紀の安山岩類が分布する。特に安山岩溶岩は各河川沿いで著しい侵食作用を受け, 急崖を形成していることが多い。これに対し, 西部へ行くに従いなだらかな地形を示し, 新第三紀~第四紀の安山岩質火砕岩類が分布する。

本地域の主要河川は E-W 方向を持ち, 地域の北から南へ順に Cato 川, Niblinto 川, Chillán 川及び Diguillín 川がある。これら河川の水量は豊富で, 春季には増水する。

2-3 気候及び植生

本地域の気候は乾季及び雨季又は場所によって異なる。雨季の 6 月から 9 月にかけては降雪があり, 地域東部は完全に山岳気候に属する。

気象に関する公式資料としては, 本地域外西部の Chillán 軽飛行場 (南緯 36°35', 西経 72°02') で測定された記録が唯一のものである。これによると 1961 ~ 1971 年間の月間平均雨量並びに平均気温は Fig. I-1 のとおりである。この間に記録された最高気温は 39.5°C, 最低気温は -6.0°C である。

本地域の植生はマキ樹 (*Aristotelia chilensis*) が一般的で, 他に樺 (*Nothofagus obliqua*, *Nothofagus dombeyi*), リング樹 (*Persea lingue*), ロメリジョ樹 (*Lomatia ferrugina*), 及びリトレ樹 (*Lithraea caustica*) 等が生育している。近年これらの伐採跡は松の植林や放牧地又は耕作地となっていることが多い。伐採後放置された部分には灌木類及び熊笹に似た笹竹等が密生している。植生限界は標高約 1,300 m である。

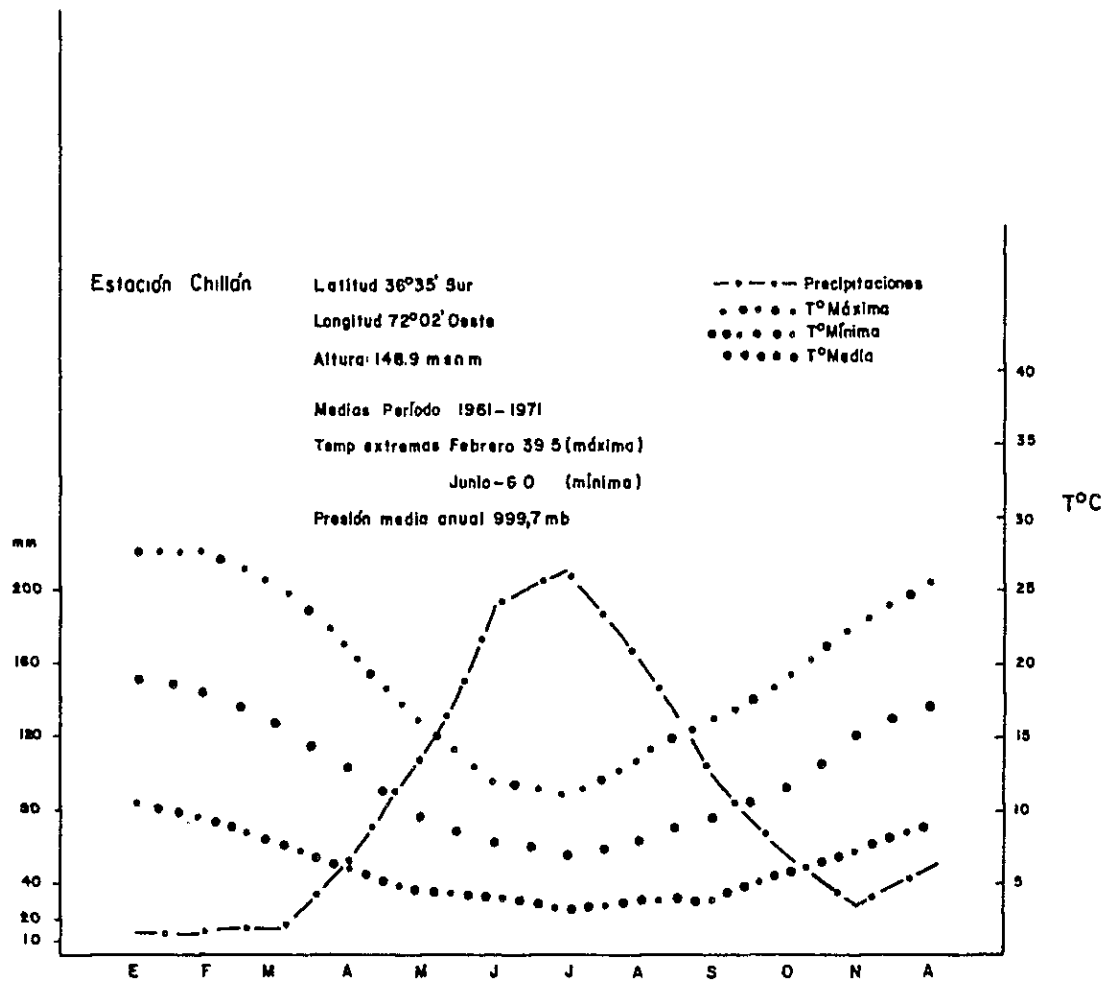
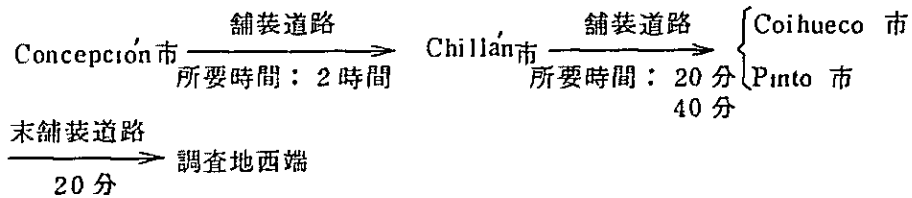


Fig I-1 PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES EN LA ZONA DE CHILLAN

生息する動物には野うさぎ，きつね等で，極めて稀にアメリカ・ライオン，カモシカ等が出没するといわれている。各河川にはヤマメ，イワナ等が生息している。

2-4 交通

最寄港から本地域に至る道路並びに所要時間は次のとおりである。



本地域内の車道は中央部までで，河川又は丘陵沿いにあるが，大部分伐採時の林道が定着したもので，路盤が風化土壌のため，路面が軟弱で，降雨時の走行が困難となる。地域東半部には車道がないため，調査時には馬の利用又は前進キャンプの設営が必須である。

2-5 人口及び産業

本地域内の人口は約1,000人である。集落はCoihueco市に属するMinas del Prado部落（人口約300人）とPinto市に属するRecinto部落（人口約400人）で，その他は主要河川沿いに数軒単位で散在するに過ぎない。

本地域の産業は自然林又は人工林を対象とした現地移動製材業と，いずれも若干の薪炭生産，牧畜業及び蜂蜜業等である。

第3章 調査方法

本年度の調査方法は次のとおりである。

1) 写真地質解析(縮尺1:50,000)

縮尺1:50,000の航空写真(チリ国内航空写真測量プロジェクト, 1961)使用。

写真地質解析図は調査ルートの設定, 岩相分布の精度向上, 地質構造解析等に利用。

2) 地質及び地化学探査概査(縮尺1:50,000)

縮尺1:50,000地形図(Instituto Geográfico Militar 発行)使用。

地化学探査は各河川及び分岐沢の河床堆積物を対象とした。

3) 鉍化変質帯に対する準地質精査(縮尺1:500及び1:2,000)

鉍石分析のための規則的サンプリング(チップ・サンプル)及び金鉍化帯に対するわんかけ等。

4) 諸試験・分析

採取された試料は主としてIIG分析所に送られ, 化学分析, X線回折及び薄片・研磨片の作成等が行われた。

なお, 本調査は日本側技師3名, チリ側技師3名, 計6名によって行われた。

I - 2 写真地質解析

第1章 概 説

本解析は本年次の地質概査地域に対し、現地調査に先立って当地域の地質及び地質構造を判読し、地質調査の精度を高めることを目的としている。

解析に当っては、当地域をカバーする縮尺約1：50,000の航空写真を使用し、既存の地形図（縮尺1：50,000）上にコンパイルし予察写真地質図（PL.I-1）を作成した。

本解析の結果、当地域の地質は、6単元に識別された。これらは、既存資料（González, Vergara, 1962）と対比して、白亜紀の火砕岩類及び堆積岩類、第三紀の中性～塩基性火山岩類及び火砕岩類、第四紀の段丘、沖積堆積物、及び花崗岩類によって構成され、また一部に熱水変質帯が推定される。本地域には大きな褶曲構造又は断層は予想されない。中～小規模の断層ないし節理を暗示する線状構造はNNE-SSW～N-S方向が卓越する。

第2章 解 析

2-1 使用航空写真

本解析に使用した航空写真は、Tab. I-1のとおりである。

Tab. I-1 FOTOGRAFIAS AEREAS USADAS (VEULO HYCON)

| Número de foto | Cantidad de fotos | Fecha | Dirección de vuelo |
|----------------|-------------------|---------------|--------------------|
| 2620 a 2626 | 7 | 1° Feb. 1955 | N - S |
| 3678 a 3684 | 7 | 16° Feb. 1955 | S - N |
| 3702 a 3707 | 6 | 16° Feb. 1955 | S - N |
| 574 a 579 | 6 | 19° Dic. 1954 | N - S |

2-2 解析方法

解析に際しては、各航空写真を実体視することにより、水系の形態・密度、肌合、抵抗度（起伏量・侵食度）、谷断面、山稜形態、断裂系、階調、地層の境界面、層理等を各写真上のオーバー・レイに記載し、判読表（Tab. I-2）を作成することによって、岩相単位区分及び地質構造解析を行った。更にこれらの結果を縮尺1：50,000の地形図上にコンパイルし、予察写真地質図を作成した。

第3章 結 果

3-1 概 要

本解析の結果当地域の地質は、Tab. I-2に示すように6単元に識別された。これらの諸単元は、既存資料の地質と次のように対比された。

なお、IG₁とIG₂はいずれも花崗岩類と判読されたが、判読要素に若干の相違が認められるので、同岩類を(A)及び(B)に区分した。

| 単 元 | 想定された岩質 | 既 存 資 料※ |
|-----------------|------------------|---|
| Qa | 第四紀の段丘, 沖積堆積物 | 第四紀の段丘, 沖積堆積物 |
| Tv | 中性～塩基性火山岩類, 火砕岩類 | Cola de Zorro 層 |
| Kv | 火砕岩類, 碎屑岩類 | Malla-Malla 層, Plan de los Yeuques 層 |
| IG ₁ | 花崗岩類(A) | 花崗岩類 |
| IG ₂ | 花崗岩類(B) | 花崗岩類 |
| Ah | 熱水変質帯 | Malla-Malla 層, 花崗岩類 |

本地域には大きな褶曲又は断層がみられないが、中～小規模の断層ないし節理を暗示する線状構造があり、NNE-SSW～N-S方向が卓越する。







3-2 地質単元

単元 kv: 本単元は本地域の北部及び南部の河川沿いに分布する。写真特性上、階調は明、肌合は滑らかである。地形特性上は中密度の垂樹枝状水系を示し、中～低抵抗度でなだらかな地形を呈する。これらの特徴から、本単元は火砕岩類及び碎屑岩類と判読された。地質調査の結果、本単元は火砕岩類及び火山性碎屑岩類より構成され、Pierna Blanca 火山性堆積岩類に対応する。

単元 Tv: 本単元は本地域全般に亘って広く発達する。写真特性上、階調は中～明、肌合はごつごつ～滑らかである。地形特性上は高密度の垂平行状水系を示し、岩石の抵抗度は一般に中であるが、分布の東部は若干高い。本単元は局部的に西へ緩傾斜する層理又は溶岩の流理構造を暗示する線状構造が認められる。これらの特徴から、本単元は、新第三紀～第四紀の中性～塩基性火山岩類及び火砕岩類と判読された。地質調査の結果、本単元は安山岩溶岩、玄武岩質安山岩溶岩及び同質火砕岩類より構成され、Cola de Zorro層に対応する。

※ RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES ENTRE LOS PARALELOS 35° Y 38° LATITUD SUR (González F. y Vergara M., 1962)

Tab. I - 2 CUA DRO DE CARACTERISTICAS FOTOGEOLÓGICAS

| Unidad | Características Topográficas | | | | | | | | | | Vegetación | Observaciones | Litología Probable | Resultado de la Investigación en Terreno |
|--------|------------------------------|----------------------|----------------|----------|---------------|---|--------------|------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------|---|--|---|
| | Características de fotos | | Drenaje | | Resistencia | | Lineamientos | | Características de fotos | | | | | |
| | Tono | Textura | Modelo | Densidad | Rocas | Perfil | Dirección | Intensidad | Tipos | Tono | | | | |
| Qa | Mediano | Suave | Meandriforme | Baja | Muy Débil |  | | | | | Poca | Generalmente cultivado | Sedimentos Cuaternarios | Terrazas y depósitos aluviales |
| Tv | Mediano Claro | Aspera Moderada | Sub-paralelo | Densa | Media |  | Muchas | Media | Falla, Diaclasa | Estructura de flujo y Estratificación | Media a Densa | Predominantes estructura de flujo y estratificación | Rocas volcánicas intermedias a básicas y rocas sedimentarias (clásticas) | Formación Cola de Zarro (Lavas andesíticas básicas y rocas piroclásticas) |
| Kv | Claro | Moderada | Sub-Dendrítica | Media | Media a Débil |  | 2 | Media | Falla | | Poca a Media | Cordones moderados | Rocas piroclásticas y rocas sedimentarias | UV-s Peña Blanca (Lavas andesíticas, rocas piroclásticas, habáceas, arenisca, lutita) |
| IG1 | Muy Claro | Aspera | Sub-Plumoso | Media | Muy Fuerte |  | 3 | Fuerte | Falla Diaclasa | | Media a poca | Muy fuerte resistividad | Granitos A | Granitoides y unidad volcánica El Seuce |
| IG2 | Claro | Relativamente Aspera | Radial | Media | Fuerte |  | | | | | Poca a Media | Distribución pequeña | Granitos B | Granitoides |
| Ah | Muy Claro | Moderada a Aspera | Plumoso | Densa | Débil |  | 2 | Débil | Falla | | Poca | Tono muy claro y débil resistividad | Alteración hidrotermal | Zona blanqueza por meteorización de las rocas piroclásticas de la UV-s Peña Blanca |

单元Qa; 本单元は主要河川の流域に分布する。本单元は段丘及び沖積堆積物と判読された。地質調査の結果でも同様であった。

单元IG₁; 本单元は本地域の東部に分布する。写真特性上、階調は非常に明で、肌合はごつごつしている。地形特性上は中密度の羽毛状水系を示す。岩石の抵抗度は非常に高く、山稜形態は鋭角を成し節理及び断層が発達する。これらの特徴から本单元は花崗岩類(A)と判読された。地質調査の結果は花崗岩類に対応するほか、本地域北東端の一部は安山岩(EI Sauce 火山岩類)であった。

单元IG₂; 本单元は本地域の中央部北端に小規模な岩株状を成す。写真特性上、階調は明で、肌合はややごつごつしている。地形特性上は中密度の放射状水系を示し、岩石の抵抗度は单元IG₁より弱い。これらの特徴から本单元は花崗岩類(B)と判読された。地質調査の結果は花崗岩類で、单元IG₁との岩質的な差異はみられなかった。なお、地質調査の際確認された岩株状の花崗斑岩類については小規模のため、写真判読では把握されなかった。

单元Ah; 本单元は本地域北部に单元Kv及びIG₂中に分布する。写真特性上、階調は非常に明で、肌合は滑らか〜ややごつごつしている。地形特性上は高密度の羽毛状水系を示し、岩石の抵抗度は該当单元の中でも最も低い。これらの特徴から本单元は熱水変質帯の可能性があると判読された。地質調査の結果は石英安山岩質火山礫凝灰岩及び花崗岩類で、褐鉄鉱を伴う小さな割れ目が発達し、かつ風化作用のため、より優白色となっているが、鉍化変質作用は認められなかった。

3-3 地質構造

本地域には大きな褶曲又は断層は推測しがたい。单元Kvには層理及び褶曲構造を暗示する水系模様はみられない。单元Kvを覆う单元Tvには層理又は流理構造を暗示する平坦な線状構造がみられ、極めて緩く西へ傾斜する単斜構造を示す。地質調査の結果、单元Tvの構造は判読結果と同様層理及び流理構造を示していた。单元Kvについては後述(I-3項)のようにN-S性の主要断層周辺を除いて比較的緩い褶曲構造を有しているにもかかわらず写真判読では把握されなかった。その理由は单元Kvの抵抗度が比較的低いため、地形的になだらかで、かつ層理が地形に反映されていないためと考えられる。

中〜小規模の断層ないし節理を暗示する線状構造はN-S, NNE-SSW, NE-SW, 及びNW-SE方向があり、NNE-SSW〜N-S方向が卓越する。これらの線状構造は单元Kv, Tv及び花崗岩類にみられ、单元Qaにはみられない。地質調査の結果、本地域の中央部を走る本地域で最も大きい断層(N-S方向)が单元Kv及び花崗岩類との境界を成しており、これに相当する線状構造はNublinto川で把握されるのみで、その他は大部分が单元Tvに覆われていたため写真判読では把握されていない。なお、判読によるN-S〜NE-SW方向の線状構造は地表でも観察されたが、NW-SE方向の線状構造は認められなかった。

I - 3 地質調査及び地化学探査概査

第 1 章 地 質

1 - 1 概 要

本地域の地質は、Fig. I - 2 に示すように、時代未詳の変成岩 (Los Azules 変成岩)、先白亜紀後期の火山岩及び火砕岩 (El Sauce 火山岩類)、古第三紀始新世の火山岩、火砕岩及び火山性碎屑岩類 (Pierna Blanca 火山性堆積岩類)、新第三紀鮮新世～第四紀更新世の火山岩及び火砕岩 (Cola de Zorro 層, González y Vergara, 1962)、更新世の火山性碎屑岩類 (La Segunda 堆積岩類)、第四紀堆積物、及び貫入岩類として El Sauce 火山岩類を貫く白亜紀後期の花崗岩類、花崗岩類を貫く花崗斑岩類と Pierna Blanca 火山性堆積岩類を貫く安山岩岩脈より成る。

地質構造は、N - S 方向が支配的で、本地域の中央部を走る N - S 方向の主要断層は構造線の性格を有した大規模なものである。

1 - 2 層序及び岩質 (PL. I - 2 及び I - 3 参照)

1 - 2 - 1 Los Azules 変成岩

分布；本岩は Ntblinto 川中流右岸支流の Piedras Azules 沢に分布する。分布範囲は 1 km × 0.5 km である。

層厚；500 m +

岩質及び構成；本岩は優白色～淡灰白色を呈し、顕晶質塊状を成し、黒色縞状の片麻状構造を示す黒雲母片麻岩より成る。

鏡下では、完晶質、等粒状を示し、構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母から成り、他に少量の不透明鉱物を含有する。石英は他形、粒度 0.3 ~ 0.7 mm で、斑状変晶を成している。カリ長石は他形、粒度 0.1 ~ 0.3 mm で、約 3 % が絹雲母に変わっている。斜長石は自形変晶を成し、粒度 0.3 ~ 0.7 mm で、約 3 % は絹雲母に変わっている。黒雲母は自形、粒度 0.3 ~ 0.7 mm で、不透明鉱物を含む。

本岩に南接する花崗岩類との接触部には幅 200 ~ 500 m のせん断帯が形成されており、その延びは東西方向を示している。このせん断帯には強い珪化及び絹雲母化作用がみられ、また、黄鉄鉱の鉱染が認められ、褐鉄鉱を伴っている。せん断帯の一部は完全に珪化岩に変わっている。

構造及び層位関係；本岩は花崗岩類パソリスの上にルーフ・ベンダント状に産する。本岩の縞状構造の走向は N 70° E ~ E - W、傾斜は 70° S ~ 90° を示す。本岩は分布が局所的であり、また Cola de Zorro 層に不整合に覆われていて、他の地層と直接接している箇所がみられないため Cola de Zorro 層を除く地層との関係は不明である。

| Era | Período | Epoca | Formación o Unidad | Columna Estratigráfica | Litología | Espesor (m) | Rocas Intrusivas | Mineralización | Edad radiométrica método K-Ar |
|-----------|-------------|------------------------|---|------------------------|--|-----------------|------------------|---|--|
| Cenozoico | Cuaternario | Holoceno | Depósitos aluviales, de talud y terrazas fluviales | | Gravas, arenas y limos | 50- | | Minas del Prado Mineralización de oro secundario (Tipo III) | |
| | | | Unidad Sedimentaria La Segunda | | Conglomerados volcánicos Areniscas tobáceas Ignimbritas | 200 ± | | | |
| | Terciario | Plioceno - Pleistoceno | Formación Coña de Zorro | | Lavas andesíticas Aglomerados y/o brechas volcánicas Conglomerados volcánicos | 500 - | | Mineralización hipógena de oro (Tipo II) | Lavas andesíticas B55 0,49 ± 0,26 ma Lavas andesíticas-basálticas F127 1,47 ± 0,84 ma |
| | | | Unidad Volcánica - sedimentaria Pierna Blanca | | Lavas andesíticas Ignimbritas Tobas, tobas de lapilli andesíticas o dacíticas con intercalaciones de lutitas, areniscas y conglomerados tobáceos | 1500 ± | | Mineralización de cobre y molibdeno (Tipo I) Minas del Prado Sur de El Sauce El Purgatorio | Granodiorita B51 14,4 ± 1,6 ma (?) Ignimbritas C22 19,0 ± 0,46 ma (?) |
| Mesozoico | Cretácico | Superior | | | | | | San José Río Chillán Estero Pierna Blanca Los Azules Sur Río Coto Los Azules | Balobito de granitoides B18 82,9 ± 3,8 ma B58 85,4 ± 5,2 ma |
| | | Pre-Cretácico superior | Unidad Volcánica El Sauce Metamorfitas de Los Azules | | Lavas andesíticas Ignimbritas Gneiss de biotita | 1000 - 500 + | | | Ignimbritas C142 15,0 ± 0,6 ma (?) |

Simbología : Tronco silicificado Tronco carbonizado Hoja fósil

Fig. I-2 COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA AREA COIHUECO - RECINTO

対比；本岩に変成作用を与え、ルーフ・ペンダントをもたらしている花崗岩類の形成時期がK—Ar法により、白亜紀後期とされていることから、この変成岩の形成時期は白亜紀後期以前と考えられる。ただ本岩の分布が局所的であることからみて、広域変成作用を受けた地層ではなく、花崗岩類の貫入による局所変成による可能性が大きい。従って、チリ南部に発達する古生代ないし先カンブリア紀の変成岩類（Ruiz 他, 1965）とは異なり、本地域の基盤を形成する可能性は少ない。

1-2-2 El Sauce 火山岩類

分布；本火山岩類はCato川上流より、El Sauce 山稜を中心とする本地域北東に分布する。

層厚；800 m+

岩質及び構成；本火山岩類は安山岩溶岩及び石英安山岩質イグニブライトより成る。

安山岩溶岩はEl Sauce 山稜部に発達するほか、Cato川中流でも認められる。本岩は暗緑灰色～茶褐色を呈し、ち密堅硬、微晶質な普通角閃石安山岩である。本岩の大部分は珪化、絹雲母化を受けており、その他二次角閃石及び黒雲母がみられ、特にPeñasquillas 山付近の花崗岩類の周辺では珪化、二次黒雲母が顕著である。

鏡下では完晶質粒状で、斑晶として粒度0.1～0.3 mm他形の石英、自形の斜長石及び緑色普通角閃石と少量の不透明鉱物等が認められる。石基はラス状自形の斜長石と黒雲母や他の雲母族とみられる茶褐色変質鉱物から成るが、後者が石基の約60%を占めている。斑晶の一部には二次石英が晶出し、また再結晶作用による細粒の二次角閃石が生成している。斑晶の斜長石はアルバイト双晶が発達し、斜長石の約10%が絹雲母に変わっている。

石英安山岩質イグニブライトはCato川流域に発達しており、上述の普通角閃石安山岩よりも下位に位置する。本岩は淡桃褐色を呈し、アファニチックで板状節理が発達すると同時に、2,3 m単位で積木状ないしブロック状節理がみられる。本岩には長さ2,3 cm、厚さ0.5 cm前後の扁平な軽石や輝石安山岩及び流紋岩岩片が含まれている。

鏡下では半完晶質で、溶結組織がみられる。斑晶として半自形の石英、斜長石、自形の黒雲母、斜方輝石、単斜輝石及び不透明鉱物が認められる。基地には粒度0.1 mm以下の破片状の石英が多く、微晶のカリ長石及びラス状斜長石が認められる。不透明鉱物は有色鉱物中又は周囲に集中的に分布する。また、単斜輝石の20%及び不透明鉱物の一部や基地の10%がそれぞれ緑泥石に変わっており、他に沸石が放射状に空洞をうめている。

構造及び層位関係；本火山岩類は花崗岩類の上にルーフ・ペンダント状に産する。本火山岩類の構造は石英安山岩類イグニブライトの溶結組織からすると、一見緩く西へ傾斜する構造が推測される。しかし、安山岩溶岩の構造を示すような地表データは得られておらず、本火山岩類全体の構造は不明である。

時代末詳の変成岩との関係は、直接接する箇所がみられないので不明である。本火山岩類はCola de Zorro層により不整合に覆われる。

対比；今回の調査により採取した石英安山岩質イグンブライト（試料Na C 142）の全岩について、K-Ar法による絶対年代測定の結果、Apendice Tab. 2に示すように15±0.6 myの値を得た。しかし本火山岩類を貫く花崗岩類の形成時期が後述のように白亜紀後期とされており、矛盾した結果が得られた。おそらく測定に供された試料が絹雲母化及び緑泥石化等の変質作用を受けているため実際より若い年代を示したものと考えられる。従って、本火山岩類の噴出時期は野外観察から先花崗岩類形成時と解される。本火山岩類は岩質的にAbanico層（Aguirre, 1960）に酷似しているが、最近のCharrierら、1979（未発表）のK-Ar法による年代測定結果ではAbanico層の年代に疑問が投げかけられている。

1-2-3 Pierna Blanca 火山性堆積岩類

分布；本岩類はCato川下～中流，Labranza 沢流域，Niblinto川中流及びChillán川中流に分布する。

層厚；1,500m±

岩質及び構成；本岩類は火山岩，火砕岩類及び火山性碎屑岩類より成る。本岩類には炭化木と若干の珪化木及び木葉化石を産し，また花粉が含まれている。

火山岩はアファニチック輝石安山岩溶岩より成り，Minas del Prado 鉱床及びCato川下流に分布する。一般に暗灰色を呈するが，Minas del Prado 鉱床付近では珪化し，緑泥石化及び弱絹雲母化作用を受け灰緑色を呈する。

本岩はMinas del Prado 鉱床では厚さ50m，Cato川下流では厚さ2,3mを示し，火砕岩中に挟在する。

鏡下では，微晶質で稀に間粒状組織を示すところがある。斑晶として粒度0.3～3mmの自形斜長石，自形カリ長石（±），自形の単斜輝石及び不透明鉱物が認められる。石基は自形の斜長石及び単斜長石及び単斜輝石から成る。斑晶のカリ長石はパーサイト構造を示し，1～2%が二次石英及び絹雲母に，斜長石は3～70%が絹雲母，5～20%が緑泥石に，また単斜輝石は5～100%が緑泥石に変わっている。

火砕岩類は凝灰岩，火山礫凝灰岩，凝灰角礫岩及びイグンブライトより成る。このうちCato川流域では，主として灰色～灰緑色～暗緑色の石英安山岩質火山礫凝灰岩ないし凝灰角礫岩が発達する。Labranza沢流域及びNiblinto川にかけては灰白色～灰緑色の石英安山岩質凝灰岩ないし火山礫凝灰岩が発達するほか，Labranza 沢上流では塊状を成す淡灰色石英安山岩質イグンブライトが発達する。これに対してMinas del Prado 鉱床付近及びChillán川中流域では灰色～灰緑色～暗緑色の安山岩質火山礫が大半で，後述する火山性碎屑岩類と本層の比較的上位で互層する。

以上の火砕岩類の中で，代表的な石英安山岩質火山礫凝灰岩についての鏡下観察の結果，同岩はガラス質ないし石質であり，亜角礫状の火山礫（礫径3～7mm）を多く含む。礫はトラキチック安山岩，流紋岩及び真珠岩質ガラスより成り，他に石英片あるいはカリ長石，斜長石及び

単斜輝石等の結晶を含有している。基地はガラス、斜長石及びカリ長石等を含有した火山灰から成る。本岩は全体に緑泥石化（30～50%）を受け、長石類は弱い絹雲母化、また一部は炭酸塩化作用を受けている。

なお、後述する Minas del Prado 初生金鉱床は本岩類の安山岩及び安山岩質火砕岩を母岩としている。

イグニブライトは溶結組織を呈している場合が一般的であるが、局部的には同組織をもたない結晶質凝灰岩相を示す箇所もある。鏡下では顕著な溶結組織を示す場合と弱い場合がある。結晶の粒度は 0.1～0.7 mm で破片状の石英、斜長石と少量の単斜輝石、斜方輝石、普通角閃石を含む。基地は微晶のカリ長石、ガラス及び軽石より成る。変質鉱物としては、長石類を交代して沸石やモンモリロナイトが多量にできている。

火山性砕屑岩類は安山岩質凝灰岩質の礫岩、砂岩及び泥岩より成る。本砕屑岩類は主として Chillán 川流域に発達し、本層の比較的の上位に位置する。Chillán 川支流の Pierna Blanca 沢では厚さ 1～1.5 m、San Juanito 沢沿いの道路上では厚さ 15～30 cm 単位でこれらが互層し、上位に移行するに従い礫岩及び泥岩が少なくなり、火砕岩類が優勢と成る。

礫岩は灰色～暗灰緑色を呈し、緑泥石化を受けた安山岩礫が多いが、稀に花崗閃緑岩、石英閃緑岩及び珪質岩礫を構成礫をすることがある。基地は安山岩質凝灰質である。礫岩は円礫ないし亜円礫を示し、粒度 2～9 cm で固結度は中程度である。

砂岩は黄土色～灰色又は灰緑色～暗緑色を呈し、細粒～粗粒で安山岩質凝灰質である。固結度は中～高である。鏡下では安山岩岩片が多く認められる。構成礫はいずれも亜角礫状を示し、粒度 0.03～0.7 mm の緑泥石化を受けた無斑晶安山岩、石英、カリ長石、斜長石、単斜輝石及び不透明鉱物より成り、稀に白雲母がみられる。基質は概して少なく、微粒の石英及びカリ長石より成っており、カリ長石の 10～20% が緑泥石化、10% が絹雲母化している。このほか二次鉱物として少量の方解石が認められる。

泥岩は灰黒色～優黒色を呈し、凝灰質で固結度は低～中程度である。普通厚さ 15～30 cm 又は 1～1.5 m 単位で礫岩及び砂岩と互層することが多いが、時に厚さ 5 cm 程度の薄層を成す場合もある。鏡下では泥質物微粒の石英及び二次鉱物としての方解石及び緑泥石が認められる。これらの二次鉱物は主要断層（N-S 断層）周辺に多い。

炭化木は Cato 川流域及び Chillán 川流域の火砕岩類及び火山性砕屑岩類中に産し、特に砂岩及び泥岩に多く含まれる。炭化木はいずれも不完全で破片の大きさは Cato 川上流で直径 76 cm Chillán 川流域では直径 20～50 cm、長さ 1 m 前後である。

珪化木は Cato 川流域及び Labranza 沢上流の石英安山岩質火山礫凝灰岩中に産する。一部は炭化木とほぼ同一箇所にみられるが、産出頻度は炭化木より少ない。珪化木の大きさは直径最大 80 cm、長さ 1.5 m でいずれも断片として産する。

木葉化石は Cato 川中流の石英安山岩質凝灰岩及び Chillán 川中流域の珪質、凝灰質泥岩中に

産する。Cato川中流で採取した試料についてチリ国立自然史博物館 (Museo de Historia Natural) で鑑定の結果は *Dicotiledóneas* であることが判明したが、保存状態が悪いため詳細な鑑定はされていない。

花粉試料は炭化木及び珪化木等の産出箇所から 10 試料採取し、コンセプション大学で鑑定した。その結果は Apendice Tab. 6 に示すとおりである。これによると花粉の種類は次の 4 種類である。

Podocarpidites Cookson y Couper 1953

Psilamonocolpites Hammen y García de Mutis 1965

Haloragacidites harrisii (Couper 1953) Harris 1971

Araucariacites Cookson y Couper 1953

このうち *Haloragacidites harrisii* は多湿な亜熱帯気候を示唆し、*Podocarpidites* 及び *Araucariacites* は高温・多雨な環境下で生育したことを暗示している。

構造及び層位関係；本岩類はCato川流域から Niblinto 川流域にかけてはN-S方向の褶曲が卓越する。褶曲軸の波長は 500 ~ 1,500 m で、地層の傾斜は 45° までの範囲にあり、平均 15° 前後を示す。一方 Chillán 川流域では NNE-SSW 方向の褶曲軸を有し、緩く南へ落ち込む構造を示す。地層の傾斜は 10° ~ 40° の範囲にあるが、向斜構造の東翼では東部に行くに従い傾斜を増し、最大 80° にも達し、ついに花崗岩類との境界をなす N-S 方向の主要断層によって切られる。

本岩類は下位の El Sauce 火山岩類及び花崗岩類と主要断層で接し、Cola de Zorro 層に不整合に覆われている。

対比；今回の調査より採取したイグネンブライト (試料 NaC 22) の全岩について、K-Ar 法による絶対年代測定の結果は Apendice Tab. 2 に示すように 19 ± 0.46 my の値を得た。これは新第三紀中新世前期に当るが、測定試料が変質作用を受けているため実際より測定年代が若くでていると考えられる。

今回実施した花粉分析の結果判明した *Psilamonocolpites* Hammen y García de Mutis 1965 は最大限第三紀前期に生育した単子葉類のものであり、また、*Haloragacidites harrisii* (Couper, 1953) Harris 1971 はチリ南部第 8 州 Lota 炭田の下部古第三紀石炭層に多く産出する。これらの結果からみて、本岩類は第三紀前期に属すると解される。

なお、本岩類に対比される地層は、本地区から Lonquimay 地区にかけていえば、古第三紀層・Burckhardt (1900)、Malla-Malla 層・González y Vergara (1962)、Curamallin 層・Serrano (1975)、Curamallin 上部層・González (1978) 及び Estratos de Otué 層・第三年次報告書、等である。これらは岩質的には砕屑岩類及び火砕岩類より成り、多くは陸成の堆積環境を示している。

なお、層名の命名並びに層序対比については、各層間の関係究明の検討が残されており、今後

解明されるべき事項である。

1-2-4 Cola de Zorro 層

標式地；第8州 Ñuble 県 San Fabian de Alico 地方 Cola de Zorro 山及び Cola de Zorro 沢 (González y Vergara, 1962, 調査地域外北方)

分布；本層は本地域北方から南部にかけて全体の約 60 % を占め、本地域で最も広範囲に分布する。

層厚；500 m—

岩質及び構成；本層は火山岩を主とし、火砕岩類を挟在する。

火山岩は大部分輝石安山岩溶岩より成り、ほかに玄武岩質複輝石安山岩溶岩を伴う。溶岩流の厚さは、10～70mで、普通 50 m 前後が多く、サイクルの異なった溶岩が累重する場合及び火砕岩類を挟在する場合がある。

輝石安山岩溶岩は単斜輝石安山岩及び複輝石安山岩で、それぞれアファニチック組織又は斑状組織を示し、また多孔質構造が顕著な箇所もみられる。アファニチック組織を示す安山岩は層理にほぼ平行な流理構造を持つ場合が多いのに対し、斑状組織を示す安山岩は柱状節理が発達する。鏡下では斑晶として粒度 0.3～1 mm の斜長石、カリ長石 (±)、石英 (±)、単斜輝石、斜方輝石 (±) を含み、石基は短冊状斜長石と半自形の単斜輝石より成る間粒状組織が顕著である。斜長石斑晶はアルバイト双晶が発達し、組成はオリゴシン～アルバイトである。また、斜長石には累帯構造がみられる。変質作用は極めて弱く、斜長石斑晶の一部にその中央部のみ緑泥石化している場合、また試料によっては石基の約 2 % が緑泥石に変わっている程度である。

玄武岩質複輝石安山岩は優黒色を呈し、典型的な六角柱状節理が発達している。鏡下では斑晶として粒度 0.1～2 mm のいずれも自形の斜長石、カリ長石 (±)、単斜輝石、斜方輝石 (±) 及び不透明鉱物を含み、石基はいずれも自形又は半自形の斜長石、単斜輝石及び他形のカリ長石 (±) より成る。

変質鉱物としては斑晶の斜長石、単斜輝石及び石基の一部が緑泥石に変わっており、また斑晶の斜長石の一部が少量の絹雲母及び方解石に変わっている。

火砕岩類は安山岩質の凝灰集塊岩ないし火山角礫岩、イグニンプライト及び火山円礫岩より成る。

凝灰集塊岩ないし火山角礫岩は本地域西部程分布が広く、特に Labranza 沢北部では全てが凝灰集塊岩類より成り、安山岩溶岩を伴わない。これらは主として暗灰色を呈し、輝石安山岩及び複輝石安山岩の本質礫を含み、基質も安山岩質である。礫の大きさは 5～100 cm で、厚さ 30～50 m の単位で互層又は上記溶岩に挟在する。

イグニンプライトは本地域北端及び Niblinto 川左岸 San Francisco 周辺に分布するのみで、層位的には本層の上位を占める。本岩は灰色を呈し、やや石英安山岩質ないし安山岩質の塊状で、輝石安山岩類の火山礫を含む。San Francisco 周辺では溶結組織が明りょうであるが、本地域北

端ではあまり溶結組織が発達していない。

鏡下では溶結組織がみられ、構成鉱物として粒度0.2~0.4mmの斜長石、石英、単斜輝石等が認められ、基地には微晶質斜長石が多い。変質鉱物としては斜長石の約5%及び単斜輝石の結晶壁沿いに緑泥石が認められる。

火山円礫岩はNíblinto川中流Los Azules南1箇所及びChillán川中流1箇所に極めて局所的な分布を示し、花崗岩類を不整合に覆っており、本層の最下部を成している。

本岩は灰色~暗灰色を呈し、構成礫の大部分は直径20~100cmの輝石安山岩より成るが、不整合面に近い箇所ではそれぞれ下部の花崗岩類の礫を含む。基地は安山岩質凝灰質である。なお、本岩には、厚さ30cm前後の凝灰質砂岩の薄層を挟在することがある。火山円礫岩層の厚さは50~80mである。

構造及び層位関係；本層には褶曲はみられず、全体に西へ5°~10°傾斜している。これは噴出出口が本地域外東部にあって、東高一西低の現地形に近い形態のもとで堆積したようにみえる。従って、下位のPierna Blanca火山性堆積岩類の構造とは不調和であり、本層の基盤を成すパンリス状花崗岩類が突出しているような地形の箇所には堆積していない。また、本地域のほぼ中央を南北に走るPierna Blanca火山性堆積岩類と花崗岩類との境界でもある主要断層をも覆っている。

本層には大きな断層は認められない。航空写真上ではN-S~NNE-SW方向の線状構造がみられ、この一部は地表でも確認されているが、小規模である。

本層は下位の全ての地層及び貫入岩類に対して不整合関係にある。

対比；本層は岩質及び構成から、本地域を含む南緯35°~38°にわたる地域に分布する安山岩質火山岩類に対してGonzález y Vergara (1962)が命名したCola de Zorro層に当る。これらの火山岩類で得られた絶対年代測定値は 1.35 ± 0.7 、 2.45 ± 1.00 my (Vergara y Munizaga, 1974)及び1.3~2.4my (Drake, 1974)を示している。

今回の調査により採取した安山岩(試料Na F 127, B 55)の全岩について、K-Ar法による絶対年代測定の結果はApendice Tab.2に示すように 1.47 ± 0.84 my及び 0.49 ± 0.26 myの値を得ており、第四紀更新世に当る。以上の結果から本層の形成時期は新第三紀鮮新世~第四紀更新世と推定される。

1-2-5 La Segunda堆積岩類

分布；本岩類はMinas del Prado部落西部に分布する。

層厚；100 m ±

岩質及び構成；本岩類は主として火山円礫岩より成り、凝灰質砂岩及び泥岩の薄層を挟在する。

火山円礫岩は円磨度の良い輝石安山岩及び玄武岩質複輝石安山岩の円礫より成り、稀に花崗岩類の円礫を含むことがある。円礫の粒径は5~35mで、基地は安山岩質の凝灰質又は凝灰質砂岩で、固結度は低い。構成礫の鉱物組成はCola de Zorro層と同一である。

凝灰質砂岩は灰色又は淡灰色を呈し、固結度が低い。本岩は厚さ 50～100 cm で火山円礫岩中に挟在するが、連続性に乏しい。鏡下では構成礫として亜円礫状の輝石安山岩岩片、粒径 0.3 mm 以下の斜長石が最も多く、ほかに黒雲母、角閃石、単斜輝石、斜方輝石、石英及び不透明鉱物が認められる。基質は凝灰質である。

変質鉱物は斜方輝石の 30 % 及び基質の 10 % が緑泥石に、長石類の 10 % が絹雲母に変わっているが、一般に変質作用は弱い。

泥岩は Nublinto 川沿いの道路の上に分布し、凝灰質砂岩中に厚さ 30 cm 前後の薄層として挟在する。本岩は凝灰質で灰褐色を呈し、風化が著しく軟弱化している。

構造及び層位関係；本岩類は局部的には不規則な層理を示すが、全体としては 10° 前後で西へ傾斜する。本岩類には断層はみられない。本岩類は Cola de Zorro 層及び Pierna Blanca 火山性堆積岩類を不整合に覆っている。

上記に述べたように、本岩類は、その構成礫のほとんどがその下位の Cola de Zorro 層の安山岩礫からなり、また砂岩及び泥岩にしても凝灰質である。しかも本岩類の構造が Cola de Zorro 層の構造と斜交して同層を覆っている。これらの事実から判断すると、本岩類は Cola de Zorro 層の構成岩類が水磨され山麓に再堆積した扇状地堆積物であると解される。

対比；本岩類の形成は上記のように考えられるので、その形成時期は Cola de Zorro 層堆積後、すなわち第四紀更新世と堆定される。

1-2-6 第四紀堆積物

分布；本堆積物は主要河川沿いに分布する。

層厚；50 m—

岩質及び構成；本堆積物は段丘堆積物、崖錐堆積物及び沖積堆積物より成る。

段丘堆積物は、本地城南西端の Digullín 川沿いに顕著で、巨礫、砂及びシルト等より成る。

崖錐堆積物は各河川沿いに花崗岩類、Pierna Blanca 火山性堆積岩類の火砕岩類及び砕屑岩類 Cola de Zorro 層の火山岩及び火砕岩類の礫から成る、いわゆる現地性の崩壊堆積物である。分布規模が極めて狭いので地質図では省略されている。

沖積堆積物は各河川沿いに分布し、礫、砂及びシルト等より成る。

1-3 貫入岩類 (PL. I-2 及び I-3 参照)

本地域の貫入岩類はパソリス状の花崗岩類、岩株状の花崗斑岩類及び岩脈状又は岩床状の安山岩より成る。以下産状別に記述する。

1-3-1 パソリス

本地域のパソリスは花崗岩類より成り、本地域の中央を南北に走る主要断層の東部域を占めている。地表では主要河川沿いに露出し、それ以外は大部分 Cola de Zorro 層に覆われ、また、Los Azules 変成岩及び El Sauce 火山岩類をルーフ・ペンダントとして持っている。

花崗岩類は主として中色質粗粒～中粒完晶質花崗閃緑岩より成るが、Cato川中流北部の Los Peñasquillos 山及び Pierna Blanca 沢では優白色中粒花崗岩質岩に、また、Chillán 川上流では優白色中粒トータル岩質岩に、Cato川上流では中色質～優黑色中粒石英閃緑岩質岩に岩相変化する (Apéndice Fig. 3)。

代表的な花崗閃緑岩の鏡下での特徴は中色質半自形等粒状組織を示し、主要構成鉱物は斜長石、カリ長石、普通角閃石、石英で、他に少量の黒雲母及び不透明鉱物より成る。斜長石は短柱状、長柱状の自形を成し、粒度 0.7～1 mm のオリゴクレスより成る。カリ長石は自形を成し、パーサイト構造を示す。普通角閃石は自形、粒度 0.2～1 mm で、若干緑れん石に変質している。石英は半自形、粒度 0.7～1 mm である。黒雲母は自形、粒度 0.7 mm 以下で全体の約 30 % が緑泥石に変質している。

本岩類は後述する San José 鉍化帯、Chillán 沢鉍徴帯、Pierna Blanca 沢鉍徴帯及び Niblinto 川鉍徴帯等の母岩となっている。

本岩類は岩株状花崗斑岩類及び岩脈ないし岩床状安山岩によって貫かれており、Cola de Zorro 層に不整合に覆われている。

今回の調査において、本岩類から 3 個の試料 (試料 No B 18, B 58, B 51) の黒雲母について K-Ar 法により絶対年代測定を行った。その結果は Apéndice, Tab - 2 に示すとおりである。このうち試料 No B 18 は Pierna Blanca 沢で採取されたもので 82.9 ± 3.8 my の値を示し、試料 No B 58 は Niblinto 沢中流で採取されたもので 85.4 ± 5.2 my の値を示した。これらは白亜紀後期に当る。

試料 No B 51 は San José 沢右岸の中腹、Cola de Zorro 層の安山溶岩との不整合面より約 10 m 下の位置で採取され、 14.4 ± 1.6 my の値を得ている。この値は中新世に当る。ただ、本試料には二次鉱物としての電気石が含まれていることから、この測定値は実際の年代よりも若い値を示しているものと解される。

1-3-2 岩 株

本地域の岩株は花崗閃緑斑岩及び花崗斑岩より成る。

花崗閃緑斑岩は Pierna Blanca 沢及び San José 沢中流の 2 箇所分布し、花崗岩類を貫いている。岩体の分布範囲は 150～300 m × 500 m 以上で、NNE-SSW 方向に伸長している。本岩は淡緑白色を呈し、石英斑晶が顕著である。鏡下では完晶質、半自形粒状組織を示し、斑晶として、斜長石と少量の石英、カリ長石が認められる。石基には自形の斜長石、他形のカリ長石が多くみられるほか、少量の白雲母またアパタイトが認められる。斑晶の斜長石は自形、粒度 0.7～2 mm で、10% は炭酸塩鉱物に変っている。また、一部の斜長石は 30% が緑泥石に、10% が絹雲母に交代されており、特に斑晶の中心部に著しい。石英は半自形、粒度 0.5～1.3 mm である。カリ長石は自形、粒度 0.5～0.7 mm でパーサイト構造を示す。カリ長石の 10% は方解石に変質している。

花崗斑岩は、Chillán川上流El Sauce南及びSan José鉍化帯に分布している。これらはいずれも分布範囲が10m×10m以下のため地質図より省略されている。鏡下では、完晶質斑状組織を示し、斑晶は粒度1mm以下の他形の石英、半自形のカリ長石、自形の斜長石、黒雲母(±)及び普通角閃石(±)等から成る。石基は石英斜長石及びカリ長石より成り、また、しばしばミルメカイトが認められる。また、本岩の一部にはカリ長石と石英から成る文象構造がみられる。斑晶の斜長石はアルバイト双晶を示す。変質鉍物にはカリ長石の3～7%が絹雲母又は緑れん石に、斜長石の2～8%が緑れん石又は緑泥石に変わっているのが認められる。

以上の岩株はバソリス状の花崗岩類及びEl Sauce火山岩類を貫きCola de Zorro層に不整合に覆われている。

同岩株の活動時期を示す決定的な資料は得られていないが、花崗岩類の活動と一連のものと想定されるので、花崗岩類進入後引き続いて形成されたものと解される。

1-3-3 岩脈ないし岩床

本地域には岩脈ないし岩床の産状を呈した安山岩が発達しており、それらはCato川中流～下流域、San Juanito沢及びSan José沢等に小分布をなす。岩体の規模はいずれも小さく、Cato川に分布しているものは、幅10～30mでN-S方向に伸長している。San José沢に分布している岩脈はN-S方向に延び、傾斜80°W、幅0.6～15mを示しており、また、San Juanito沢のそれはN10°W、傾斜65°E、幅5mを呈しており、いずれもその付近に発達したN-S方向の主要断層に平行に発達している。

これらの安山岩は単斜輝石安山岩又は角閃石安山岩より成る。いずれも暗灰色を呈し、顕晶質又はアフアニチックである。鏡下での単斜輝石安山岩は完晶質、塊間状組織又はトラキチック組織を有する。斑晶として粒度0.3～2mmの自形の斜長石、半自形の石英(±)、自形の単斜輝石及び不透明鉍物等が認められ、石基にはラス状自形の斜長石、半自形の単斜輝石又は斜方輝石が認められる。斑晶の有色鉍物及び石基の一部(1～2%)は緑泥石に変質しているが、一般的に新鮮である。

角閃石安山岩はアフアニチック、間粒状組織を示している。斑晶として粒度0.3mm(±)の自形の斜長石、角閃石及び不透明鉍物等が認められ、石基は他形の石英及び自形の針状斜長石より成る。変質鉍物としては斜長石(10%)を交代した緑泥石及び方解石が認められる。

以上の安山岩岩脈はPierna Blanca火山性堆積岩類及び花崗岩類を貫くが、Cola de Zorro層を貫いているものはみられない。岩質がCola de Zorro層の安山岩に酷似しているところから、本岩の貫入時期はCola de Zorro層の火山活動初期に当る新第三紀末と推定される。

1-4 地質構造 (PL. I-4参照)

本地域の地質構造は大局的にN-S系の構造を示している。すなわち、Pierna Blanca火山

性堆積岩に発達する褶曲構造,並びにPierna Blanca火山性堆積岩類及びEl Sauce火山岩類中に発達している主要断層ともいずれもN-S方向を示している。また, これらを反映して写真地質解析でもNNE-SW~N-S方向の線状構造が顕著である。

なお, 各層の構造については地層別に既述されているので, 本項では主として断層について記述する。

断 層

主要断層: 本断層は主要河川沿いでその関係がみられる。Cato川ではPierna Blanca火山性堆積岩類の石英安山岩質火山礫凝灰岩とEl Sauce火山岩類の安山岩溶岩を境しているが, 接触部は表土に覆われていてみられないが, 地形的には凹地形を示している。断層に近づくにつれてPierna Blanca火山性堆積岩類の傾斜が増す傾向にある。断層の落差はPierna Blanca火山性堆積岩類の下限が不明なので正確には分らないが, 見掛上は1,000m以上と推定される。Nublino川ではPierna Blanca火山性堆積岩類の石英安山岩質火山礫凝灰岩とLos Azules珪化帯とが接する。ここでは断層の幅約50m, 傾斜垂直で, 断層近傍の珪化帯は圧碎, 角礫化している。珪化帯は侵食に耐え, 高さ50m程度の露頭をなしている。Pierna Blanca 沢ではPierna Blanca火山性堆積岩類の黑色泥岩と花崗岩類を境し, 幅5mにわたって粘土化, 亜角礫化している。

Pierna Blanca火山性堆積岩類は断層に近づくにつれて傾斜を増し, 断層との接触部では80°Wとなっている。San José 沢における本断層はPierna Blanca火山性堆積岩類の碎屑岩類と花崗岩類との境界をなしており, 更にこの境界に沿って幅15mの安山岩岩脈がみられる。ここでも断層近傍になるに従い地層は傾斜を増している(80°~85°W)。断層の落差は1,000m以上と推定される。このN-S方向の断層はその大部分がCola de Zorro層に覆われているが, 一部は同層をも切っており, 従って, その主たる活動はCola de Zorro層堆積前と解されるが, その後も引き続き小活動があったものと想定される。

以上のとおり本地域にはN-S方向の地質構造が卓越する中で, 時代末詳のLos Azules変成岩の片理はE-W方向を示しており, 唯一の例外である。

1-5 地 史

以上の結果を地史的に要約すると次のとおりとなる。

本地域に分布する最古の岩層はLos Azules変成岩の原岩と解されるが, 同岩層は分布が狭く, 十分な考察にたる資料に欠けているので, 今後の問題点として残したい。

上記の変成岩を除くと, 本地域は火成岩類あるいは同源の碎屑岩類から成り, 海成の堆積物を全く欠いている。すなわち, 本地域は激しい火成活動の場として特徴づけられ, また, その活動は白亜紀中期(?)から現世に至る比較的新しいものである。

この火成活動は中~酸性の火山活動でもって始まっており, その噴出は陸域で行われており, 厚い溶岩流と火砕流(El Sauce火山岩類)を伴ったものであった。その後激しい貫入活動が起

り花崗岩類のパンリス、岩株等が形成された。

その後、同活動は一時衰微し、しばらくの間、侵食の時期が続いた。

始新世になって再び火成活動が開始されたが、その活動は中性の火砕岩が主体で溶岩流の流出は少なかった（Pierna Blanca火山性堆積岩類）。また、この活動は陸域で、かつ断続的に行われ、中止期には植生が繁茂した。その環境は高温、多雨な亜熱帯性気候であった。この活動の後半の小規模な酸性の貫入活動をもって本活動も終止期を迎え、その後、構造運動が起り、主としてN-S方向の褶曲あるいは断層構造をもたらした。

その後、火成活動は休止期に入り、再び侵食の時期が続く。

鮮新世になり再び活発化した火成活動はややbasicな安山岩質の火山活動で特徴づけられるもので、数回にわたり多量の溶岩流、あるいは同質の火山砕屑物を噴出させた。この火山活動も陸域で行われ、第四紀更新世まで続いた（Cola de Zorro層）。

そして、再び侵食期を迎え、局所的な山麓扇状堆積物や段丘堆積物、河成堆積物、崖錐堆積物等の堆積が続き、現在に至っている。

第 2 章 応用地質 (PL. I-2, I-4 参照)

2-1 概 要

本地域には異なった 3 つのタイプの鉍化作用が認められる (Tab. I-3)。

1 つは白亜紀後期に進入した花崗岩類と密接して生成したと解される鉍化作用で、銅、モリブデンから成る San José 鉍化帯で代表される。このタイプを以下“タイプ I”と呼称する。

もう 1 つは、金の鉍化作用で特徴づけられるもので、これには初生的なものと二次沈殿性のものとの 2 つがあり、前者を“タイプ II”，後者を“タイプ III”と呼称し区別した。なお、前者は石英、黄鉄鉍を随伴した細脈、網状あるいは鉍染状をなし、Minas del Prado 鉍床で代表される。また、後者は同鉍床が侵食作用を受け、その近傍りに二次的に沈殿したものである。

上記 San José 鉍化帯については、過去に Ambrus y Soza (1969) の調査があり、また、極く小規模の試錐探鉍 (3 孔 : 深度 40 m, 9 m, 7 m) が行われているが、試錐技術に問題があり、十分な成果が得られていない。

Minas del Prado 鉍床については、初生及び二次性鉍床でいずれも 18 世紀末以来断続的な小規模の稼行がなされているが、現在は休止している。

2-2 鉍化変質作用

2-2-1 タイプ I

本タイプに属するものとして 6 つの鉍化帯あるいは鉍徴が認められる。このうち、San José 鉍化帯が最も規模、鉍況共優勢である。以下箇所別に記述する。

1) San José 鉍化帯 (南緯 36° 48' 44", 西経 71° 36' 08")

本鉍化帯は San José 沢及び San Juanito 沢下流域に位置している。本鉍化帯は花崗閃緑岩体中に発達する主として石英細脈に伴う銅、モリブデン鉍床であり、付近に分布する被貫入岩類には鉍化作用は及んでいない。また、本鉍化帯を覆っている Cola de Zorro 層にも同作用は及んでいない。予想される鉍化帯の平面的規模は約 1 Km × 1 Km である。

本鉍化帯にみられる主な初生鉍石鉍物は黄鉄鉍、黄銅鉍及び輝水鉛鉍等であるが、随伴鉍物として閃亜鉛鉍、磁硫鉄鉍及び磁鉄鉍等が微量ながら生成している。また、二次鉍物として孔雀石及び褐鉄鉍 (針鉄鉍) が認められる。なお、脈石鉍物は石英である。初生鉍石鉍物は主として石英細脈中に産しているが、一部には鉍染状あるいは母岩の有色鉍物を交代して産する。

閃亜鉛鉍は黄銅鉍中に微少な星状をなした離溶共生として認められるに過ぎない。黄銅鉍、黄鉄鉍は一般に共生している。輝水鉛鉍は単独結晶として晶出している場合が一般的である。

本鉍化帯の母岩は花崗閃緑岩より成るが、一部に斑状組織を示すところもみられる。ただし、両者の境界は不明りょうで、いずれも鉍化作用を受けている。

Tab. 1-3 RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS MINERALIZADAS DEL AREA COHUECO-RECINTO

| | Tipo I | | Tipo II | Tipo III |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|---|------------------------------|
| | Tipo I' | Tipo I'' | | |
| Minerales principales | cpy, mo | py | oro nativo | oro nativo |
| Minerales accesorios | py, sp, mt | py, sp | py, sp, mt, Ag | (Ag)? |
| Minerales secundarios | malaquita, li (goethita) | hm, li | li, hm | li |
| Minerales de ganga | Qz, calcita | Qz | Qz | - |
| Minerales de alteración | silicificación, sericitización, cloritización, carbonatización. | silicificación sericitización | silicificación, cloritización, sericitización. | |
| Tipo de mineralización | stock work e impregnación | impregnación | veta e (impregnación) | (placer) |
| Control de la mineralización | no hay | no hay | fallas pequeñas | paleo-morfología |
| Roca encajadora | principalmente granodiorita. | principalmente roca silicificada. | lavas andesíticas y piroclásticas en la Unidad, Volcanico-sedimentaria Pierna Blanca, lavas andesíticas de Unidad Volcánica El Sauce. | Material aluvial |
| Localidad | San Jose, Río Chillan Estero Pierna Blanca Los Azules Sur, Río Cato | Los Azules | Minas del Prado (primaria) Sur de El Sauce El Purgatorio | Minas del Prado (secundaria) |
| Edad probable de mineralización | posiblemente Cretácico Superior | posiblemente Cretácico Superior | Pre-Mioceno Superior | Reciente |

Abreviaturas

cpy: calcopirita mt: magnetita Qz: cuarzo Ag: plata
mo: molibdenita py: pirita hm: hematita sp: esfalerita
li : litmonita

本鉍化帯に発達する変質作用としては絹雲母化作用、炭酸塩化作用、珪化作用及び緑泥石化作用等が認められるが、一般に変質の程度は弱く、このうちでは、緑泥石化作用が最も強く、広い範囲を占めている。

本鉍化帯の露頭のうちで、鉍化作用の最も優勢な箇所における変質作用の状況は次のようなものである。すなわち、母岩を構成する主成分鉍物のうち、斜長石（オリゴクレーヌ）は20～40%絹雲母に、また20%方解石に交代されており、カリ長石は20～40%絹雲母、10～30%緑泥石、10%方解石に、また、黒雲母は30～100%緑泥石、10%絹雲母あるいは白雲母に、5～10%が方解石に変わっている程度であり、変質の程度は中以下である。また、この箇所では、非変質部に比較し約10%の石英量が増加しているため弱い珪化作用も行われている。

なお、本鉍化帯には変質鉍物組み合わせによる累帯配列は認められず、本鉍化帯全般に及んでいる弱い緑泥石化帯の中に小割目を中心に脈状の絹雲母化帯、珪化帯が発達している、等が本鉍化帯における変質作用の特徴である。

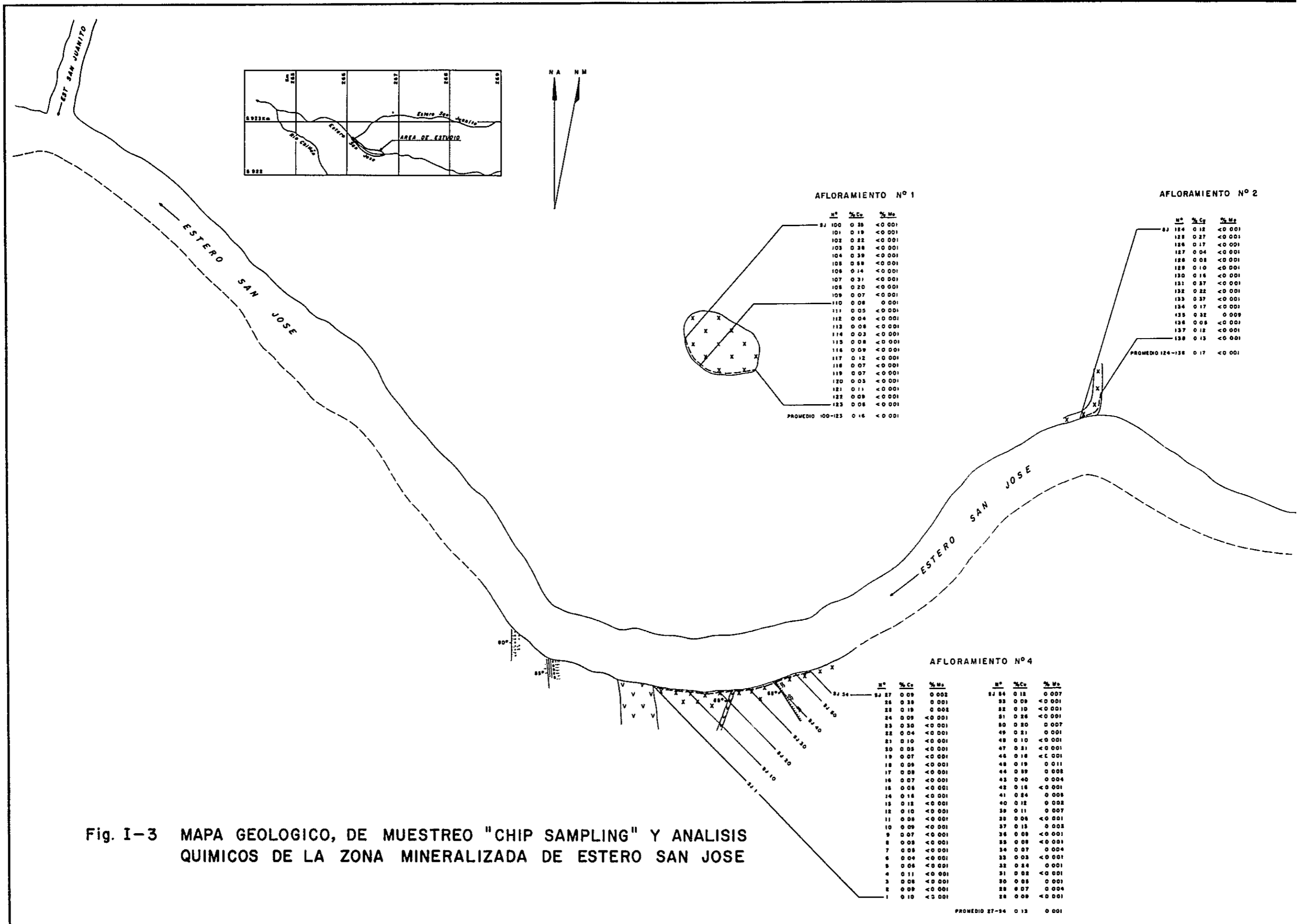
なお、以下露頭別の鉍化変質作用の状況を説明する。

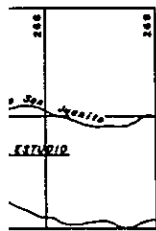
① San José 沢露頭；本沢の兩岸約1 km にわたって鉍化作用が認められるが、その中で比較的鉍化の強い延長約400 m間の露頭スケッチをFig. I-3に示した。露頭についてはm²当りのチップ・サンプルを採取、分析した。個々の分析結果はFig. I-3に記載した。以下Fig. I-3の露頭Noに従って記述する。

No 1 露頭；本露頭はSan José 沢右岸の中腹にあって、露頭範囲は約30 m×20 mである。母岩は花崗閃緑岩で特に割目沿いに褐鉄鉍化を受け黄褐色ないし暗褐色を呈している。割目はE-W系が多いが、それ程顕著ではない。本露頭には孔雀石が鉍染し、また若干細脈状黄鉄鉍が認められる。変質作用は緑泥石化及び絹雲母化作用が認められるが、絹雲母化作用は弱く局部的である。本露頭の分析結果概要は次のとおりである。

| 試料No | 延長 | Au | Ag | Cu | Pb | Zn | Mo | S | 備考 |
|------------|-----|-------|-------|------|-------|------|------------|------|---------------------|
| | (m) | (ppb) | (ppm) | (%) | (ppm) | (%) | (%) | (%) | |
| SJ 100~123 | 24 | — | — | 0.16 | — | — | < 0.001 | — | 平均 |
| | 1 | — | — | 0.58 | — | — | 0.001 | — | 最高品位/m ² |
| | 1 | — | — | 0.04 | — | — | < 0.001 | — | 最低品位/m ² |
| E 26 | | < 40 | 14 | 1.60 | 178 | 0.80 | (ppm) 3 | 0.48 | 任意試料 |

No 2 露頭；本露頭はSan José 沢右岸の岩壁にあり、露頭範囲は約15 m×2 mである。露頭の状況はNo 1 露頭とほぼ同様、母岩は花崗閃緑岩で割目を褐鉄鉍が埋め、黄褐色を呈している。





AFLORAMIENTO Nº 1

| Nº | % Cu | % Mn |
|------------------------------|------|--------|
| 100 | 0.35 | <0.001 |
| 101 | 0.19 | <0.001 |
| 102 | 0.32 | <0.001 |
| 103 | 0.38 | <0.001 |
| 104 | 0.39 | <0.001 |
| 105 | 0.88 | <0.001 |
| 106 | 0.14 | <0.001 |
| 107 | 0.31 | <0.001 |
| 108 | 0.20 | <0.001 |
| 109 | 0.07 | <0.001 |
| 110 | 0.08 | 0.001 |
| 111 | 0.05 | <0.001 |
| 112 | 0.04 | <0.001 |
| 113 | 0.08 | <0.001 |
| 114 | 0.03 | <0.001 |
| 115 | 0.08 | <0.001 |
| 116 | 0.09 | <0.001 |
| 117 | 0.12 | <0.001 |
| 118 | 0.07 | <0.001 |
| 119 | 0.07 | <0.001 |
| 120 | 0.03 | <0.001 |
| 121 | 0.11 | <0.001 |
| 122 | 0.09 | <0.001 |
| 123 | 0.08 | <0.001 |
| PROMEDIO 100-123 0.16 <0.001 | | |

AFLORAMIENTO Nº 2

| Nº | % Cu | % Mn |
|------------------------------|------|--------|
| 124 | 0.12 | <0.001 |
| 125 | 0.27 | <0.001 |
| 126 | 0.17 | <0.001 |
| 127 | 0.04 | <0.001 |
| 128 | 0.08 | <0.001 |
| 129 | 0.10 | <0.001 |
| 130 | 0.16 | <0.001 |
| 131 | 0.37 | <0.001 |
| 132 | 0.22 | <0.001 |
| 133 | 0.37 | <0.001 |
| 134 | 0.17 | <0.001 |
| 135 | 0.32 | 0.008 |
| 136 | 0.08 | <0.001 |
| 137 | 0.12 | <0.001 |
| 138 | 0.13 | <0.001 |
| PROMEDIO 124-138 0.17 <0.001 | | |

AFLORAMIENTO Nº 3

| Nº | % Cu | % Mn |
|------------------------------|------|--------|
| 139 | 0.16 | <0.001 |
| 140 | 0.11 | <0.001 |
| 141 | 0.10 | <0.001 |
| 142 | 0.08 | <0.001 |
| 143 | 0.13 | <0.001 |
| 144 | 0.10 | <0.001 |
| 145 | 0.08 | <0.001 |
| 146 | 0.08 | <0.001 |
| 147 | 0.21 | <0.001 |
| 148 | 0.25 | <0.001 |
| 149 | 0.16 | <0.001 |
| 150 | 0.08 | <0.001 |
| 151 | 0.14 | <0.001 |
| 152 | 0.04 | <0.001 |
| 153 | 0.11 | <0.001 |
| 154 | 0.10 | <0.001 |
| 155 | 0.11 | <0.001 |
| 156 | 0.05 | <0.001 |
| 157 | 0.20 | <0.001 |
| PROMEDIO 139-156 0.12 <0.001 | | |

AFLORAMIENTO Nº 4

| Nº | % Cu | % Mn | Nº | % Cu | % Mn |
|---------------------------|------|--------|----|------|--------|
| 37 | 0.09 | 0.002 | 34 | 0.12 | 0.007 |
| 38 | 0.38 | 0.001 | 35 | 0.09 | <0.001 |
| 39 | 0.18 | 0.002 | 36 | 0.10 | <0.001 |
| 40 | 0.09 | <0.001 | 37 | 0.25 | <0.001 |
| 41 | 0.30 | <0.001 | 38 | 0.20 | 0.007 |
| 42 | 0.04 | <0.001 | 39 | 0.21 | 0.001 |
| 43 | 0.10 | <0.001 | 40 | 0.10 | <0.001 |
| 44 | 0.03 | <0.001 | 41 | 0.31 | <0.001 |
| 45 | 0.07 | <0.001 | 42 | 0.16 | <0.001 |
| 46 | 0.09 | <0.001 | 43 | 0.12 | 0.011 |
| 47 | 0.08 | <0.001 | 44 | 0.29 | 0.008 |
| 48 | 0.07 | <0.001 | 45 | 0.40 | 0.004 |
| 49 | 0.06 | <0.001 | 46 | 0.18 | <0.001 |
| 50 | 0.18 | <0.001 | 47 | 0.24 | 0.009 |
| 51 | 0.18 | <0.001 | 48 | 0.18 | 0.002 |
| 52 | 0.10 | <0.001 | 49 | 0.11 | 0.007 |
| 53 | 0.09 | <0.001 | 50 | 0.08 | <0.001 |
| 54 | 0.08 | <0.001 | 51 | 0.08 | <0.001 |
| 55 | 0.04 | <0.001 | 52 | 0.07 | 0.004 |
| 56 | 0.08 | <0.001 | 53 | 0.03 | <0.001 |
| 57 | 0.11 | <0.001 | 54 | 0.24 | 0.001 |
| 58 | 0.06 | <0.001 | 55 | 0.02 | <0.001 |
| 59 | 0.09 | <0.001 | 56 | 0.05 | 0.001 |
| 60 | 0.10 | <0.001 | 57 | 0.07 | 0.004 |
| 61 | 0.10 | <0.001 | 58 | 0.09 | <0.001 |
| PROMEDIO 37-64 0.13 0.001 | | | | | |

SIMBOLOGIA

- ≡ Lutita
- Arenisca
- Conglomerado
- v v v Andesito (dique)
- x x x Granodiorita con máficos clarificados
- 90° Estrato
- 60° Falla
- 75° Fractura
- ~ Contacto geológico
- ≡≡ Zona de cizalle



TREO "CHIP SAMPLING" Y ANALISIS IERALIZADA DE ESTERO SAN JOSE

また、鉍染状の孔雀石も認められる。

母岩は全体に緑泥石化作用を受けているほか、局部的に絹雲母化作用が認められ、その一部には長さ1 mにわたるレンズ状の白雲母濃集部が認められる。また、不規則な割目には石英細脈とマンガンの浸み込みがみられる。本露頭の分析概要は次のとおりである。

| 試料 No. | 延長 | Cu | Mo | 備考 |
|-----------|--------|----------|------------|---------------------|
| SJ124～138 | 15 (m) | 0.17 (%) | <0.001 (%) | 平均 |
| | 1 | 0.37 | 0.009 | 最高品位/m ² |
| | 1 | 0.05 | <0.001 | 最低品位/m ² |

№3 露頭；本露頭は San José 沢右岸の岩壁にあり、露頭範囲は約 10 m×4 mである。本露頭は№1，№2 露頭とほぼ同様で、褐鉄鉍により黄褐色を呈し、母岩は花崗閃緑岩である。本露頭には 10 cm 四方の範囲に分れて黄鉄鉍、黄銅鉍及び褐鉄鉍の鉍染部が認められるほか、絹雲母化部分に孔雀石の鉍染がみられる。母岩全体に緑泥石化を受けており、局部的に絹雲母化が認められ、また直径 5 cm の白雲母の濃集部が散在している。本露頭の分析概要は次のとおりである。

| 試料 No. | 延長 | Cu | Mo | 備考 |
|-----------|------|----------|------------|---------------------|
| SJ139～156 | 18 m | 0.12 (%) | <0.001 (%) | 平均 |
| | 1 | 0.25 | <0.001 | 最高品位/m ² |
| | 1 | 0.04 | <0.001 | 最低品位/m ² |

№4 露頭；本露頭は San José 沢の左岸の岩壁をなし、露頭延長は 60 m である。本露頭は灰白色を呈する花崗閃緑岩を母岩としており、同岩を貫く安山岩岩脈及び本露頭の 30 m 西部に分布する Pierna Blanca 火山性堆積岩類の碎屑岩類には鉍化作用は認められない。本露頭には網状・鉍染状の黄銅鉍、黄鉄鉍と小断層沿いに輝水鉛鉍の細脈がみられる。輝水鉛鉍脈の方向は N 34°W、傾斜 65° SW である。変質作用は全般に緑泥石化が強く、珪化、絹雲母化は弱い。また石英細脈がみられるが不規則で脈密度は小さい。絹雲母化作用は特に輝水鉛鉍細脈を伴う小断層沿に富み、そのほかでは弱い。本露頭の分析概要は次のとおりである。

| 試料No | 延長 | Au | Ag | Cu total | Cu soluble | Pb | Zn | Mo | As | Fe | S | 備考 |
|--------|-----|-------|-------|----------|------------|-----|------|--------|-------|------|------|---------------------|
| | (m) | (ppb) | (ppm) | (%) | (%) | ppm | (%) | (%) | (ppm) | (%) | (%) | |
| SJ1-54 | 54 | — | — | 0.13 | — | — | — | 0.001 | — | — | — | 平均 |
| | 1 | — | — | 0.59 | — | — | — | 0.011 | — | — | — | 最高品位/m ² |
| | 1 | — | — | 0.02 | — | — | — | <0.001 | — | — | — | 最低品位/m ² |
| B 24 | 0.3 | <40 | 11 | 0.63 | 0.04 | 166 | 0.12 | 0.28 | 800 | 3.95 | 1.14 | 小断層沿いの試料 |

② San Juanito 沢露頭；本露頭は San Juanito 沢下流にあり，San José 沢との合流点より上流約 1 km の地点に位置する。鉍化作用は沢沿いに約 100m にわたって認められるが，その上流は露出が一時とさえその先更に約 500m 上流以降には鉍化は認められず，弱い緑泥石化作用が認められるのみである。本露頭は灰白色～黄褐色を呈し，母岩は花崗閃緑岩で，同岩を貫く輝石安山岩岩脈には鉍化作用は認められない。本露頭には，黄銅鉍，褐鉄鉍及び孔雀石等よりなる細脈あるいは鉍染が認められる。産状が San José 沢露頭と若干異なり，黄銅鉍—黄鉄鉍—石英細脈が比較的規則的に平行配列しており，脈走向 N 30° E，傾斜 60°～80° W，平均脈幅 2，3 cm を示している。比較的まとまった箇所石英脈の脈密度は 10 本/m² である。母岩は緑泥石化作用と弱い珪化及び絹雲母化作用が認められる。本露頭の状況並びに m² 当りで採取したチップ・サンプルの分析結果は Fig. I-4 に示すとおりであるが，概要は次のとおりである。

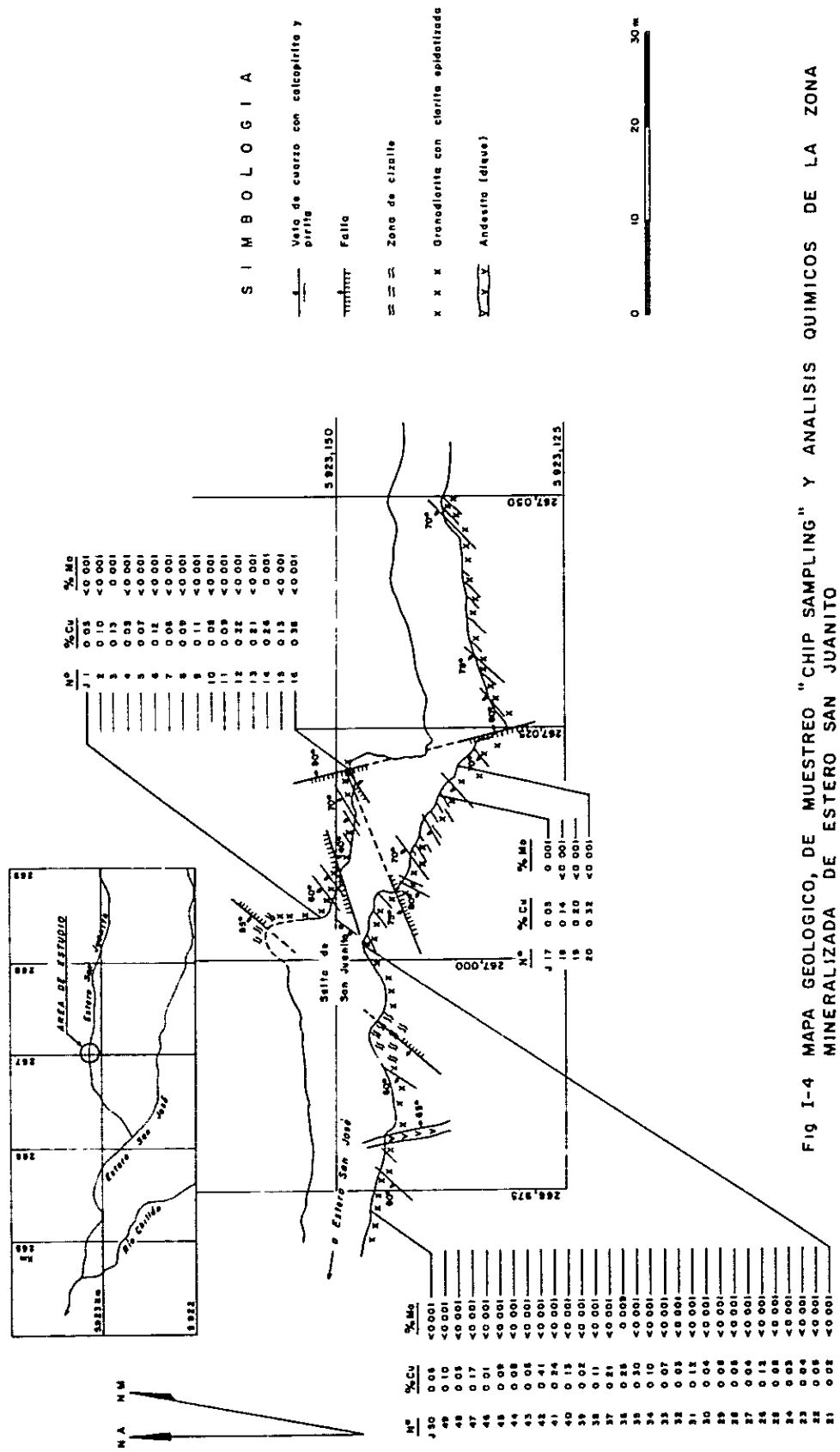
| 試料No | 延長 | Au | Ag | Cu total | Cu soluble | Pb | Zn | Mo | Fe | As | S | 備考 |
|--------|-----|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------------------------------|------|-------|------|---------------------|
| | (m) | (ppb) | (ppm) | (%) | (%) | (ppm) | (ppm) | (%) | (%) | (ppm) | (%) | |
| J 1～50 | 50 | — | — | 0.12 | — | — | — | <0.001 | — | — | — | 平均 |
| | 1 | — | — | 0.41 | — | — | — | 0.009 | — | — | — | 最高品位/m ² |
| | 1 | — | — | 0.02 | — | — | — | <0.001 | — | — | — | 最低品位/m ² |
| B 7 | 1 | <40 | 0.4 | 0.14 | <0.01 | <2 | 97 | ^(ppm) ₃ | 6.00 | <5 | 0.25 | 任意試料 |

2) Chillán 川鉍徴 (南緯 36° 50' 10"，西経 71° 33' 54")

本鉍徴は Chillán 川の上流域に発達し 5 箇所の露頭がある。その中の 1 箇所は，San José 鉍化帯の南 1.3 km にあり，他の 4 箇所はこの露頭よりも 3.5 km 上流に約 1 km² 範囲の中に散在する。これらの鉍徴はいずれも花崗閃緑岩を母岩とし，鉍染状，細脈状の黄銅鉍，黄鉄鉍より成る。鉍化作用はいずれも劣勢である。母岩は緑泥石化作用と一部に強い珪化作用が認められるが連続しない。

3) Pierna Blanca 沢鉍徴 (南緯 36° 47' 05"，西経 71° 34' 27")

本鉍徴は Pierna Blanca 沢上流域に 2 箇所みられ，両者の間隔は約 1 km である。本鉍徴は花崗閃緑岩を母岩とし，細脈状，鉍染状の黄銅鉍，黄鉄鉍から成る。鉍況は劣勢で幅 1 cm 以下の石英脈に伴う黄銅鉍及び黄鉄鉍が主で，鉍染状のものは少ない。母岩の変質としては弱い緑泥石



化作用が認められるのみである。

4) Los Azules 南鉍徴 (南緯 36° 43' 03" , 西経 71° 34' 14")

本鉍徴は Niblinto 川中流の Los Azules に位置し、後述の Los Azules 鉍化帯の南東 0.5 km にある。本鉍徴には黄銅鉍を伴う石英脈 (一条) が認められるのみである。脈の走向は E-W, 傾斜 35° S を示している。母岩は花崗閃緑岩で、弱い緑泥石化作用を受けている程度である。

5) Cato 川中流の鉍徴 (南緯 36° 38' 06" , 西経 71° 34' 31")

本鉍徴は Cato 川と Los Hormigones 沢との合流点より約 600 m 東部に 2 箇所みられる。本鉍徴は El Sauce 火山岩類と花崗岩との境界付近の花崗岩中にみられる黄鉄鉍化で、南北方向に、細脈状及び鉍染状をなしている。鉍況は劣勢である。

6) Los Azules 鉍化帯 (南緯 36° 42' 36" , 西経 71° 35' 02")

本鉍化帯は Niblinto 川中流の Los Azules に位置している。本鉍化帯は主として珪化岩中に発達した鉍染状黄鉄鉍鉍化帯である。鉍化帯の西縁には N-S 方向に主要断層が走っており、同断層の西側に分布した Pierna Blanca 火山性堆積岩類には鉍化作用は認められない。また本鉍化帯を覆う Cola de Zorro 層の安山岩溶岩にも同作用は認められない。鉍化帯の規模は東西 2 km × 南北 0.5 km である。

母岩の珪化岩は茶褐色を呈し、堅硬で地形的にも突出している。珪化岩は石英の他に多量の白雲母を含み、一部に鱗灰石、ジルコン等が認められる。金属鉍石鉍物としては自形の黄鉄鉍が主で、多くはモザイク状石英結晶間を充てんしているが、一部は石英結晶中にも含まれている。また、特に黄鉄鉍鉍化作用の強い部分では黄鉄鉍結晶中に磁硫鉄鉍あるいは閃亜鉛鉍が離溶し、かつ赤鉄鉍を伴っている。

本鉍化帯に対しては過去に坑道探鉍がなされており、5 箇所の坑口が確認されたがそのうち 2 箇所は入口が表土によりふさがれており入坑不可能である。入坑可能な坑道のうち、Niblinto 川左岸に面する坑道 (延長 8 m) が最大で、鉍化作用も比較的強い。この坑道スケッチを Fig. I-5 に示した。坑内ではフィルム状の石英脈や N~S 及び E-W 方向の割目が認められるが、黄鉄鉍はこれに規制されていない。

今回参考資料として採取したチップ・サンプルの分析結果は次のとおりで、みるべき結果は得られていない。

| 試料No. | Au | Ag | Cu total | Cu soluble | Pb | Zn | Mo | As | Fe | S | 備 考 |
|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|---------------|
| | (ppb) | (ppm) | (ppm) | (%) | (ppm) | (ppm) | (ppm) | (ppm) | (%) | (%) | |
| B 59 | <40 | 1.0 | 43 | <0.01 | < 2 | 2 | 11 | 300 | 7.90 | 5.84 | Fig. I-5 坑内より |
| B 71 | <40 | <0.2 | 48 | <0.01 | 34 | 33 | 13 | 8 | 7.07 | 0.60 | Niblinto 川北露頭 |
| B 72 | <40 | <0.2 | 7 | <0.01 | 4 | 3 | 5 | < 5 | 3.03 | 0.03 | Niblinto 川南露頭 |

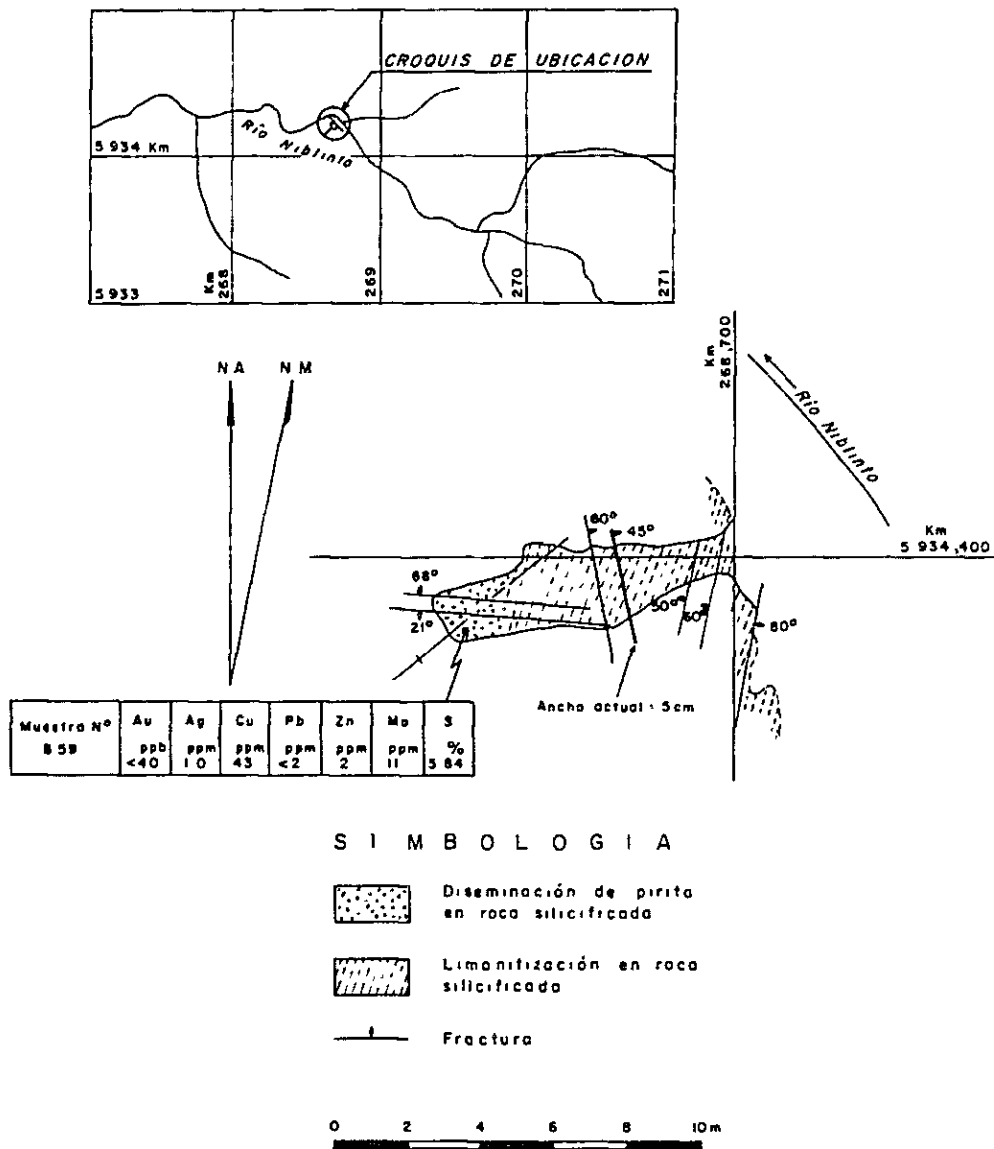


Fig. I-5 CROQUIS GEOLOGICO DE LA ZONA MINERALIZADA LOS AZULES

その他の2箇所の坑道は延長1 m程度で弱い黄鉄鉱の鉱染が認められる程度である。

2-2-2 タイプII

本タイプに属する鉱床あるいは鉱徴は3箇所あり、このうちMinas del Prado鉱床が最も規模、鉱況とも優勢である。

1) Minas del Prado 鉱床 (南緯36°40'42", 西経71°41'10")

本鉱床はLas Minas del Prado 部落の南南東約2 kmに位置している。

同鉱床は金鉱床として知られており、鉱床付近には、後述の鉱床のタイプ別に採掘した坑内掘跡や露天掘跡が点在している。

本鉱床における金鉱物の産状を肉眼的に観察することは不可能であったが、後述のように、同鉱物は主として(1)石英-粘土脈(2)黄鉄鉱の鉱染を伴った中～強珪化帯等に濃集しているように推察される。

本調査では、金の濃集の場を解明することを中心に調査を進めた。そのため本鉱床にみられる地質的特徴を次の3つに区分して、それらと金の鉱化作用との関連性を検討した。なお、露頭状況並びに分析採取試料位置をFig. I-6に示した。

- (1) 石英-粘土脈
- (2) 中～強珪化帯
- (3) 非～弱珪化帯

以下、上記区分別に記述する

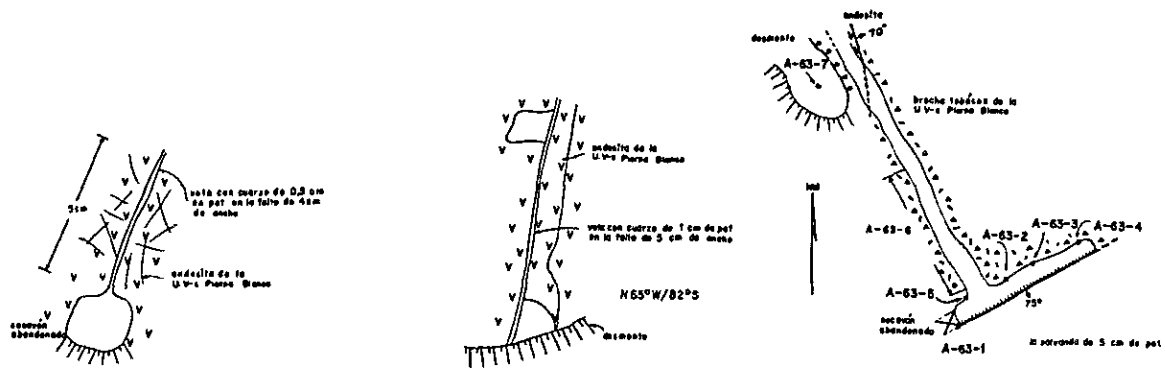
(1) 石英-粘土脈

(1)は脈状形態をなすもので、それは石英脈と粘土脈に大別される。いずれもPierna Blanca 火山性堆積岩類の安山岩、安山岩質凝灰角礫岩及び火山礫凝灰岩を母岩として発達している。石英脈はいずれも小規模で脈幅は0.5～5.0 cm程度で小断層あるいは小割目に形成されている。石英脈の構成鉱物は石英を主体とし、極く微量のカリ長石、モンモリロナイト、加水ハロイサイト等から成り、一部に赤鉄鉱化した磁鉄鉱が散点している。なお、金鉱物は鏡下では確認されなかった。

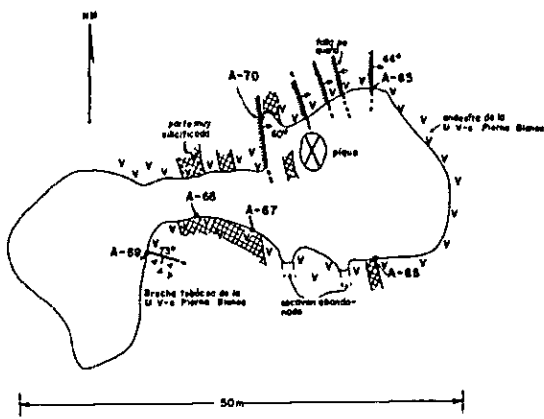
本タイプ代表的試料の分析結果は次のとおりである。

| 試料 No | 走向, 傾斜 | 脈幅 (cm) | Au (g/t) | Ag (g/t) | 備考 |
|---------|----------------|------------|-------------|-------------|------|
| A-25 | N 75° E, 68° S | 0.5 | 0.1 | < 0.2 | |
| A-26 | N 65° E, 78° S | 1.0 | 4.3 | 1.0 | |
| A-74-11 | | 0.3 | 8.0 | 1.4 | (転石) |

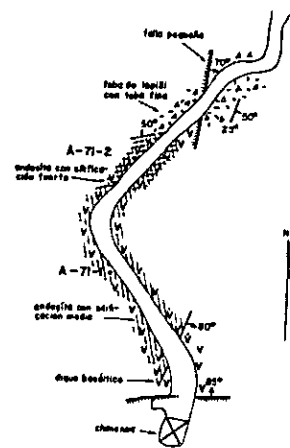
以上のように、含金量は場所によってバラツキがあるが、後述のタイプよりも高含有量を有する傾向を示している。なお、銀は上記分析結果に示すとおり極く微量しか含有されていない。



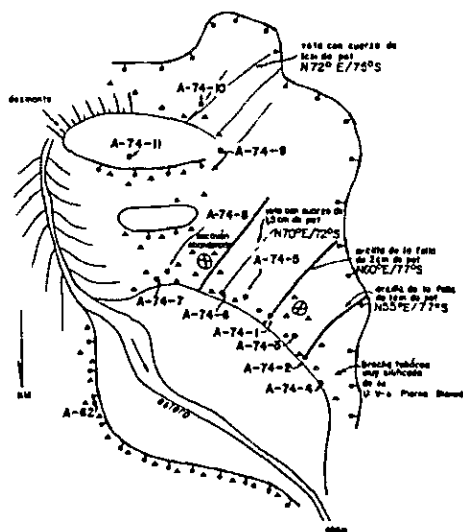
(I) Croquis de perfil del punto A-25 (II) Croquis de perfil del punto A-26 (III) Croquis de la planta del punto A-63



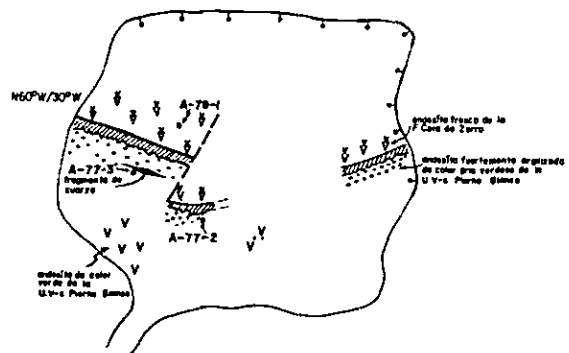
(IV) Croquis de la planta del punto A-65 ~ A-70



(V) Croquis de la planta del punto A-71



(VI) Croquis del laboreo principal A-62, A-74



(VII) Croquis de perfil del punto A-77

Fig.1-6 CROQUIS GEOLOGICO Y UBICACION DE MUESTRAS EN MINAS DEL PRADO

本調査において確認された石英脈は数条平行して発達しており、それらの脈の走向は、N65°～75°E、傾斜60°～70°Sを示している。走向延長は本調査においては十分に確認できなかったが、錘押を行っている旧坑の堆積研量からして、連続性はさほど大きなものではないと推察される。なお、脈密度については、露出が悪く詳細は不明であるが、40～50mの間隔を有しているものと解される。

粘土脈は主として断層脈であり、脈幅も1.0～80.0cmと膨縮が激しいが、平均10cm前後である。本脈は灰白色粘土を主体とし、その中に石英脈碎片がみられるところもあれば、ほとんど粘土しか見られない脈もある。同粘土はX線解析結果から多量のカリ長石と少量の緑泥石、微量の褐鉄鉱から成っていることが判明した。

含金量は次に示すとおり、局部的に高値を示す箇所もあるが、一般には低品位である。

| 試料 No | 走向, 傾斜 | 脈 幅 (cm) | Au (g/t) | Ag (g/t) | 備 考 |
|---------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| A - 32 | N 60°E, 57°S | 10.0 | 0.06 | < 0.2 | |
| A - 65 | N - S, 66°E | 5.0 | 0.04 | < 0.2 | |
| A - 70 | N 8°E, 62°E | 8.0 | 2.5 | 0.4 | 石英碎片含有 |
| A-74-1 | N 60°E, 77°S | 2.0 | 0.08 | 0.5 | |
| A-74-2 | N 55°E, 77°S | 1.0 | 0.08 | 1.2 | |
| A-74-6 | N 70°E, 72°S | 1.5 | 1.3 | 1.1 | 石英碎片含有 |
| A-74-10 | N 66°E, 77°S | 5.0 | 1.0 | 1.2 | 石英碎片含有 |
| A-75-2 | N 45°E, 75°S | 15.0 | 50.0 | 30.0 | |
| A-75-3 | N 48°E, 75°S | 10.0 | 0.18 | < 0.2 | |
| A-76-1 | N 55°E, 90° | 80.0 | 2.1 | 2.8 | |
| A - 81 | N 38°E, 73°S | 1.5 | 0.06 | 1.7 | 褐鉄鉱を伴う |

脈密度は、本鉱床の中央から南部にかけて高く、3～5m間隔で平行脈が発達している。同脈の走向は上記の表に示すとおり、N 50°E前後が圧倒的に多いが、僅かにN-S系脈も発達している。また傾斜は75°S前後を示している。

本粘土脈はその一部に石英脈碎片を含有していることから、前述の石英脈の一部が、後に断層運動を受けたものと解されるので、成因的には、石英脈と同一と考えられる。

以上の石英-粘土脈の発達している付近の母岩は、強弱の差はあるが、いずれも珪化作用を受けており、また局部的に緑泥石化、モンモリロナイト化作用を受けている。

(2) 中～強珪化帯

本帯は上記(1)の鉱脈と鉱脈との間、あるいは鉱脈型を伴わず、珪化部のみとして形成されて

いる。母岩は(1)型と同様 Pierna Blanca 火山性堆積岩類である。

本帯の詳細な分布や規模については、本調査が概査に終わっているため、確定的でないが、本鉱床の北部から南部にかけて、50～100 m の幅をもった帯をなし、数帯発達しているものと解され、しかもその帯の走向方向は(1)の鉱脈型の主方向 (N 50° E 前後) とほぼ一致しているものと想定される。母岩は一般に中～強珪化作用を受けており、網状小裂か安山岩の小気孔あるいは火山砕屑岩類の基地を中心に珪化が進んでいる。また弱い絹雲母化、カリ長石化作用を受けている。

本珪化帯には、一般に黄鉄鉱の鉱染がみられる。黄鉄鉱は細粒の自形をなし、珪化部に散点している。その量は多い箇所では3～5%である。また、稀には火山礫凝灰岩の礫を取り囲んでいる場合もある。また極く微量の黄銅鉱が黄鉄鉱の結晶の周りに晶出している。黄鉄鉱の多くは、その結晶周縁部が褐鉄鉱化作用あるいは赤鉄鉱化作用を受けている。なお、本帯においても鏡下で金鉱物を確認することができなかった。

本帯の代表的試料の金、銀の含有量は次に示すとおりである。なお、下記に示す試料のうち、更に細分されているものは(例えばA-63-1)、同一露頭でほぼ3 m おきに複数で採取したことを示している。

| 試料 No | Au (g/t) | Ag (g/t) | 母 岩 | 備 考 |
|--------|-------------|-------------|-----------|----------------------|
| A - 55 | 0.38 | 0.2 | 角礫化安山岩 | 中～強珪化 |
| A - 60 | 0.16 | 0.3 | 安 山 岩 | 強珪化 |
| A - 62 | < 0.04 | < 0.2 | 凝 灰 角 礫 岩 | 中珪化, 絹雲母, サニディンが微量生成 |
| A-63-1 | 0.20 | 0.4 | " | 中珪化 |
| A-63-2 | 0.38 | 0.4 | " | " |
| A-63-3 | 0.12 | 0.3 | " | " |
| A-63-4 | 0.80 | 0.5 | " | " |
| A-63-5 | 0.38 | 0.5 | " | " |
| A-63-7 | 2.8 | 1.3 | " | 中～強珪化, 堆積鉱 |
| A - 66 | 0.28 | < 0.2 | 安 山 岩 | 強珪化, 褐鉄鉱に富む |
| A - 67 | < 0.04 | < 0.2 | " | 中～強珪化, 小空隙に石英, 沸石晶出 |
| A - 68 | 0.04 | 0.2 | " | 強珪化 |
| A-71-1 | 0.10 | < 0.2 | " | 中珪化 |
| A-71-2 | 0.28 | 0.2 | " | 強珪化 |
| A-73-2 | 0.14 | 0.2 | " | " |
| A-74-3 | 0.04 | 0.3 | 火山礫凝灰岩 | 中珪化 |
| A-74-4 | 1.2 | 1.1 | 凝 灰 角 礫 岩 | 強珪化, 小空隙に石英晶出 |
| A-74-5 | 2.7 | 1.1 | " | 中珪化 |
| A-74-7 | 5.6 | 1.1 | " | 強珪化, 黄鉄鉱々々染強い |
| A-74-9 | 4.4 | 1.1 | " | 強珪化 |
| 平均 | 1.0 | 0.46 | | |

なお、この平均値計算においてAu品位 < 0.04 g/t , Ag 品位 < 0.2 g/t は0として計算した。

(3) 非～弱珪化帯

本帯は上記(2)の中～強珪化帯と互層状をなして分布し、特に本鉱床の南部に広く発達している。母岩は(1)及び(2)と同様 Pierna Blanca火山性堆積岩類の安山岩ないし安山岩質火砕岩類で粘土化作用を受け灰白色に脱色している。同作用の弱い部分は Pierna Blanca火山性堆積岩類の特徴である緑色が残されている。また本帯には、多くの場合褐鉄鉱が認められる。その他部分的には弱い黄鉄鉱の鉱染がみられる。

本帯における代表的試料の分析結果は次に示すとおりである。

| 試料 No | Au (g/t) | Ag (g/t) | 備 考 |
|--------|-------------|-------------|-----------|
| A-63-6 | < 0.04 | < 0.2 | 弱珪化, 弱粘土化 |
| A-69-1 | < 0.04 | < 0.2 | 褐鉄鉱化 |
| A-69-2 | < 0.04 | 0.2 | |
| A-72 | 0.24 | < 0.2 | 弱珪化, 褐鉄鉱化 |
| A-73-1 | 0.18 | < 0.2 | 褐鉄鉱化 |
| A-75-1 | 0.06 | < 0.2 | |
| A-76-2 | 0.08 | < 0.2 | 黄鉄鉱々染 |
| A-77-4 | < 0.04 | < 0.2 | 黄鉄鉱々染 |
| A-78 | 0.12 | 0.6 | 弱珪化 |
| A-79 | 0.04 | 0.2 | 黄鉄鉱々染 |
| A-58 | 0.90 | < 0.2 | 黄鉄鉱々染 |

以上のとおり、本帯における金含有量は極めて低い。

以上の結果から判断すると、本鉱床における金の濃集は、石英-粘土脈中で最も高く、次いで中～強珪化帯であり、非～弱珪化帯においては極めて微量と解される。なお、前二者においても、かなりのバラツキがみられる。また、本鉱床における鉱化作用の特徴は極く微量しか銀を伴っていないことである。また石英-粘土脈あるいは中～強珪化帯に金が濃集しているということは、金の鉱化作用が珪化作用と密接していることを示している。金と黄鉄鉱鉱化作用の関係について、本調査では明らかにされなかったが、両者が密接しているとは必ずしもいいがたい。なお、本調査においては、関係火成岩の把握にまで至らなかった。

2) El Sauce 南鉱徴(南緯 $36^{\circ}38'18''$, 西経 $71^{\circ}32'08''$)

本鉱徴は Los Hornigones 沢の東約 3 km に位置している。本鉱徴は El Sauce 火山岩類の普

通角閃石安山岩中の N10° E 方向の小断層内及びその付近に黄鉄鉱が鉱染しているものである。本鉱徴周辺の母岩は強い珪化作用を受け、一部は絹雲母化している。鉱況は劣勢で硫黄品位 3 % 程度である。

3) El Purgatorio 沢鉱徴 (南緯 36° 38' 42", 西経 71° 35' 10")

本鉱徴は Cato 川と El Purgatorio 沢との合流点から El Purgatorio 沢沿いにその上流約 2 km に位置している。本鉱徴は珪化又は緑泥石化を受けた El Sauce 火山岩類の普通角閃石安山岩中に発達する石英脈に伴う金鉱床である。露頭は Fig. I - 7 に示すとおり 3 箇所に見られる。

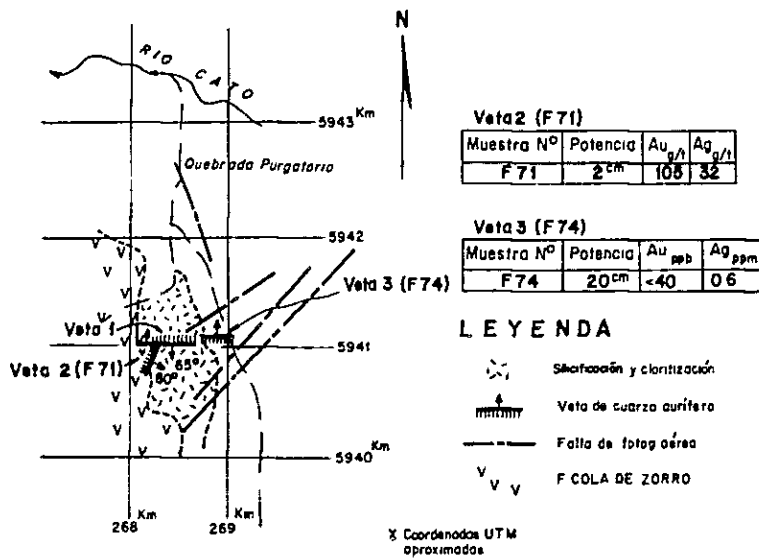


Fig I-7 ESQUEMA GEOLOGICO ZONA QUEBRADA EL PURGATORIO

№1 露頭は El Purgatorio 沢の西へ分岐する枝沢に位置する。石英脈の走向は E-W, 傾斜 60° S で, 幅 2 ~ 5 cm, 延長 2 ~ 3 m の露頭で, 肉眼的に金鉱物は認められない。

№2 露頭は前者の南約 300 m の地点に位置し, 4 年前 (1975) に石英脈に対して幅 0.5 m, 延長 14 m にわたるトレンチが行われている。石英脈の走向は N 70° E で, 石英脈の南延長は二つに分岐し, 分岐脈の一つは走向 N 25° E, 傾斜 80° SE で, 幅 2 cm, 延長 3 m である。この石英脈の一部を分析した結果は次のとおりである。

| 試料 No | 採取幅 | Au | Ag | Cu | Zn |
|-------|--------|-----------|----------|---------|----------|
| F-71 | 2 (cm) | 105 (g/t) | 32 (g/t) | 8 (ppm) | 23 (ppm) |

上記のとおり, 本鉱徴は高品位の含金石英脈で, 今回の調査の際石英脈を粉砕, バンニングをし, 微粒の自然金を確認しているが, 脈幅が極めて細い。

№3 露頭は №1 露頭の東約 500 m に位置し, 石英-緑泥石脈が認められる。露頭は 10 m × 2 m の範囲に幅約 20 cm の不規則石英-緑泥石脈から成る。露頭全体に緑泥石化作用を受け, 石英-

緑泥石脈には正六面体の黄鉄鉱がみられる。参考資料として石英—緑泥石脈を分析した結果は次のとおりで、見るべき結果は得ていない。

| 試料No | 採取幅 | Au | Ag | Cu | Pb | Zn |
|------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| F-74 | 20 ^(cm) | <40 ^(ppb) | 0.6 ^(ppm) | 141 ^(ppm) | <? ^(ppm) | 57 ^(ppm) |

2-2-3 タイプⅢ

本タイプに属している鉱床は前述のMinas del Prado 初生金鉱床の北北西約1.5 kmに位置したMinas del Prado二次沈殿金鉱床のみである。

本鉱床はその位置的關係から、当然上記初生金鉱床から由来したものと考えられる。

本鉱床はMinas del Prado部落のやや南部に位置(南緯36°40'23", 西経71°41'17")し、往時の露天掘跡が所々に残されており、現在でも村人達によって極く小規模の稼行がなされることがある。

本鉱床の金の沈殿の場は、1つは前述のLa Segunda 堆積岩類の火山円礫岩中であり、もう1つは第四紀の河床堆積物中である。

前者の場合はLas Minas del Prado 部落付近にかけての同礫岩層に、褐鉄鉱がその基質に、あるいは礫を被覆して、あるいは薄層をなし挟在しているが、このような褐鉄鉱化の強い箇所には往時の露天掘跡が点在しているため、本調査において褐鉄鉱化の強い箇所を中心に試料を採取し、金の含有量を検討した。その分布結果は次に示すとおりである。

| 試料No | Au (g/t) | Ag (g/t) |
|--------|-------------|-------------|
| A-12 | <0.04 | <0.2 |
| A-15 | <0.04 | <0.2 |
| A-16 | <0.04 | <0.2 |
| A-18 | 0.12 | <0.2 |
| A-19 | <0.04 | <0.2 |
| A-20 | <0.04 | <0.2 |
| A-21 | <0.04 | <0.2 |
| A-21-1 | <0.04 | 0.3 |
| A-35 | 0.34 | <0.2 |
| A-51 | <0.04 | <0.2 |
| A-52 | <0.04 | <0.2 |

以上の結果が示すとおり、礫岩層における金含有量は極めて低く、往時稼行の対象にした理由がわからないほどである。ただ本調査における2, 3の試料は同礫岩層における金含有の徴候を示している。なお、本礫岩層における金の賦存状態は更に詳細な調査によらねば言明できないが、二次的に移動し沈殿した量はさほど大きなものではないように思われる。

第四紀の河床堆積物中に沈殿していると思われる金については、その母岩となっている河床堆積物自体の量が少ないため、本調査の対象からはずしたが、付近の住民の話では同堆積物も一部稼行の対象とされた、ということである。

2-3 考 察

以上のように本地域には種々の鉍化作用がみられるが、これらについてタイプ別に考察する。

1) タイプ I

本タイプに属する鉍化帯あるいは鉍徴はいずれもその鉍化作用、変質作用共さほど優勢なものはない。このうち、San José 鉍化帯だけは、次のような理由により、その発展性に僅かな期待がもたれる。

本鉍化帯は、前述のように、銅、モリブデンの細脈-鉍染鉍床であるが、これがどの鉍床型に属しているかについては、未だ資料不足であり、言明はできない。

チリ国でみられる、ポーフィリー・銅-鉍床の場合、一般的に酸性の岩株状斑岩を中心に鉍化変質作用が行われているか、あるいは鉍化変質作用と何等かの関係をもった斑岩岩株が付近に発達している場合が普通である。しかし、本鉍化帯の場合、本調査においては、岩株状斑岩を把握することはできなかった。その理由が、同岩の潜頭性によるものか、あるいは被覆層(Cola de Zorro 層)の下位に隠されているものか、元々存在していないものか不明である。

また、変質作用の様式にしても、本鉍化帯の場合、全般的に広がった弱~中緑泥石化作用の中に局部的に割目沿いに石英-絹雲母化作用がみられる程度であり、一般的なポーフィリー・銅-鉍床に発達している変質作用の累帯分布は認められない。これについては、現在の侵食レベルが最上位のプロピライト化帯にあり、石英-絹雲母化帯の主体は未だ露見していないか、被覆層に隠されているのか(この場合その範囲は500 m以内となる)、あるいは、元々累帯配列は形成されなかったか、等上記の岩株の場合と同様な理由が考えられる。

これらの問題解明のためには、どうしても垂直的調査が必要であろう。

いずれにせよ本鉍化帯は鉍液沈殿の主たる場であるところの割目の発達が極めて弱い。また、一般的なポーフィリー・銅-鉍床にみられるような優勢な石英細脈に乏しい。このことは、熱水変質作用の強弱、ひいては鉍化作用の強弱に関係してくるものと解される。

以上のSan José 鉍化帯のほかタイプ I に属する花崗閃緑岩パソリスを母岩とした鉍徴が数箇所発達しているが、いずれも小規模かつ劣勢で、注目に値するものはない。おそらく、同パソリスの結晶分化に伴うマグマ残液の絞り出しによる局部的金属鉍物の濃集と考えられる。

2) タイプII

本タイプは裂か充填鉱床の範ちゅうに入り、鉱化作用の主体は金である。本タイプのうち、Minas del Prado 鉱床が最も規模が大きく、かつ鉱化変質作用も優勢である。

Minas del Prado 鉱床については、同鉱床に発達している珪化帯及び鉱染状の黄鉄鉱における金の挙動が同鉱床に対する評価の鍵を握っているものと考えられる。この結果によっては、マス・プロダクションの対象とも成り得よう。

また、本鉱床については次のような種々の未解決事項が残されており、これらの結果を総合して、同鉱床に対する評価を下すべきと考える。

Minas del Prado 鉱床は珪化作用が強く、かつ広範囲にわたっているところから、地表下浅部で形成されたものと解される。同鉱床胚胎の場となった裂かは主としてN50°E方向であり、本地域の主要構造と斜交している。また、この裂かは地層をあまりずらしておらず、かつ、角礫帯やせん断帯の発達も弱い。また、この裂か帯の幅(約1km)に比べて走向方向への連続性に欠けている。すなわち約1km²の範囲に割目が集中しているような状況を示している。このような割目を作った力は局部的な点状に働いたものと思われるが、それがどのような地質現象と結び付くのか不明である。今後に残された問題点の1つである。

また、本鉱床の鉱化作用と結び付く関係火成岩が不明である。この点も今後の精査における課題である。

El Purgatorio 鉱徴は、一部でAu105g/tの高品位を示しているが、周辺の状況からして、極めて局部的な現象と解される。

3) タイプIII

Minas del Prado 二次沈殿性金鉱床については、その分布からタイプIIのMinas del Prado 鉱床から由来されたものであることは明らかであるが、その移動については次の4通りが考えられる。

1つは、初生鉱床の侵食作用により金粒として第四紀の河床堆積物と共に沈殿した。次は初生鉱床中の含金黄鉄鉱が酸化作用を受け、その酸化物である褐鉄鉱と共に下流に移動し、空隙率の大きいLa Segunda 堆積岩類の火山円礫岩の礫の間を膠結した。三番目はLa Segunda 堆積岩類形成時期に初生鉱床も一部侵食作用を受け、円礫化し、同堆積岩類の1構成物となった、ということが考えられるが、実際には初生鉱床の礫は極く僅かしかみられないところから、その量は大きいものとは思われぬ。4番目は、初生鉱床形成後、Cola de Zorro層堆積前に侵食時期があったので、Cola de Zorro層堆積前の古地形に沿って同鉱化礫が堆積した場合が考えられるが、この考え方を立証する証拠は野外調査では得られていない。

.

第 3 章 地化学探査

3-1 概要

本地域における新鉱床発見を目的として、前述の地質調査と並行して地化学探査を実施した。

本地域は濃い植生と新期の火山噴出物に広く覆われているため鉱床胚胎層の露出が少なく、地質調査で把握不可能な示徴を本探査で見い出すことも目的の一つとなっている。

3-2 試料の採取

試料採取が行われた水系は本地域の地質構造にほぼ直交した東西系を示しており、目的達成に好都合であった。

試料は現河床堆積物を対象とし、砂から粘土サイズの試料約 200 g を採取し、現地でプラスチックの篩で篩分け、-50 メッシュの試料を IIG の分析所に送付した。同分析所で乾燥後-80 メッシュに再度篩分けし、分析用試料とした。なお、有機物は第 1、第 2 の篩分けの段階でできるだけその排除に努めたが、分析用試料への若干の混入は避けられなかった。

試料数は 327 個で試料採取密度は 0.53 個/km²であった。なお、San José 及び Minas del Prado 鉱化帯近傍、及び主要河川においては採取密度を上げるよう努めた。また、20 個毎の試料を野外で二分し、別試料番号を付し分析手落ちの防止を計った。

3-3 試料の分析

分析試料は四分法により分けられ、それを-200 メッシュに摩砕し、うち 2 g が水と 1 : 1 の HCl, HNO₃, HClO₄ 混合溶液で前処理された。

分析成分は、既知の地質データから、期待される鉱種に応じた成分及び同鉱種とよい相関を示した成分が選定された。その成分は Cu, Mo, Zn, Ag, Mn 及び As の 6 成分で、Minas del Prado 鉱化帯（金鉱床）近傍については以上 6 成分に Au（49 試料）が追加された。Cu, Pb, Mn, Au 及び Ag は Perkin-Elmer 403 型原子吸光分析装置によって定量された。また、Mo は比色法で、As はクロマトグラフ法（Gutzeit）で各々分析された。

分析結果の各成分の信頼度は Garret（1960）の方法によって下表のとおり算出された。なお、信頼区分は 95 % である。

| 成分 | 測定限界 (ppm) | 試料誤差 % (個数：11個) | 分析誤差 % (個数：18個) |
|----|---------------|--------------------|--------------------|
| Cu | 10 | ± 6 | ± 4 |
| Zn | 20 | ± 7 | ± 3 |
| Mn | 5 | ± 5 | ± 3 |
| Mo | 1 | ± 40 | ± 30 |

なお、As 及び Ag はほとんどが測定限界以下であったため、統計処理から除かれた。

3-4 データの統計処理

データの統計処理は、Empresa Nacional de Computación e Informática (ECOM)社のIBM-360型コンピューターによって行われた。プログラムは IIG によって、組まれたプログラム“GESTAD”及びプログラム“FACTOR”が使用された。プログラム“GESTAD”では、1あるいは複数元素の統計母数の計算、ヒストグラム(Fig. I-8)及び各元素間の相関係数等が算出された。また、プログラム“FACTOR”では、“R”法に基づいた全試料の因子分析がなされ、各元素間の相関性の検討、あるいは異常値の要因解析等が行われた。

3-5 結果及び検討

以上の分析、及び統計処理結果に基づいて、元素別及び元素間の相関性等の検討を以下に述べる。

(1) 元素別解析

元素別の統計処理値は Tab. I-4 のとおりである。また、各元素の異常値は第1級 ($>\bar{x}+3S$) 及び第2級 ($\bar{x}+2S\sim\bar{x}-3S$) の2階級に区分し、その分布は PL. I-5 に示した。

銅

Cu含有量は最高値 980 ppm, 最低値 15 ppmである。本地域における Cu の第1級異常値を示した地点は 16 であるが、このうち 15 地点が San Juanito 沢及び同支沢の北に隣接する Pierna Blanca 沢に集中している。また、残りの 1 地点は Chillán 川上流域に位置している。

第2級異常値を示した地点は 2 つで、San José 沢及び Pierna Blanca 沢に各 1 地点ずつ位置している。

このうち San Juanito 沢及び Pierna Blanca 沢で検出された異常は各々 San José 鉍化帯及び Pierna Blanca 鉍化帯に対応するものと解される。また、Chillán 川上流域で検出された異常は 1 試料だけであり、試料密度も粗であるため詳細は不明である。なお、本地域付近で本異常に対応できるような鉍化帯は把握されていない。

亜鉛

Zn含有量は最高値 360 ppm, 最低値 23 ppmである。本地域の Zn 含有量は最高値が 360 ppm と低く、また、第1級及び第2級異常値とも散在しており、注目すべき異常は見い出せなかった。ただ、Minas del Prado 鉍化帯付近に弱いまとまりを示しており、弱い亜鉛の鉍化作用が予想される。

マンガン

調査地域における Mn 含有量は最高値 1,700 ppm 最高値 188 ppmである。Mn も Zn と同様全

Tab. I-4 ESTADIGRAFOS BASICOS DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES,
 AREA COIHUECO-RECINTO
 (población tamizada)

| Elemento | Media (ppm) | Desviación standard (ppm) | $\bar{X} \pm S$ (ppm) | $\bar{X} + 2S$ (ppm) | $\bar{X} + 3S$ (ppm) | Skew | Kurtosis |
|----------|-------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------|----------|
| Cu | 38,25 | 17,00 | 55,25 | 72,25 | 89,25 | 0,45 | 2,45 |
| Zn | 78,25 | 35,61 | 113,86 | 149,47 | 185,08 | -0,12 | 1,07 |
| Mn | 586,98 | 259,33 | 846,31 | 1.105,64 | 1.364,97 | -0,48 | 4,60 |
| Mo | 2,95 | 1,83 | 4,78 | 6,61 | 8,44 | 0,07 | 0,09 |
| As | 5,53 | 1,53 | 7,06 | 8,59 | 10,12 | 2,44 | 4,89 |

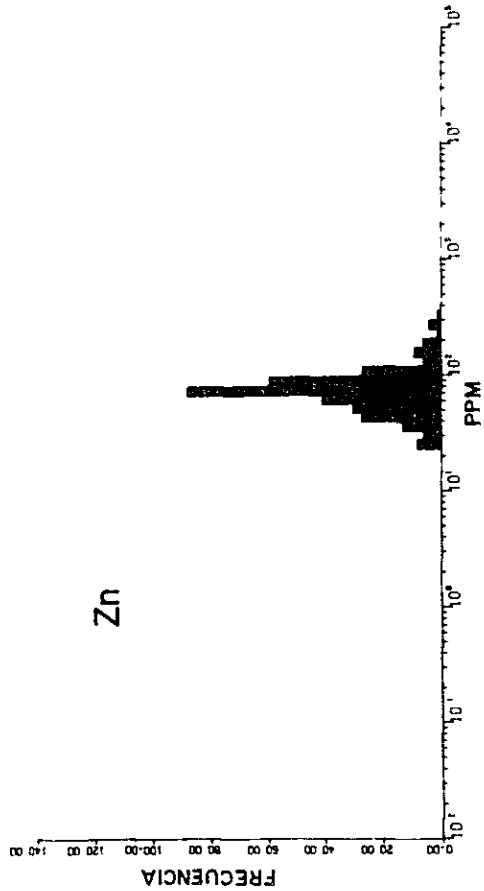
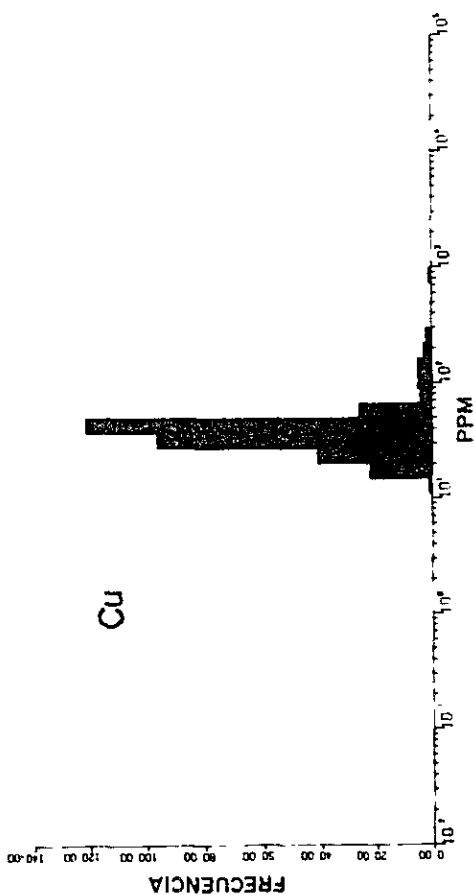
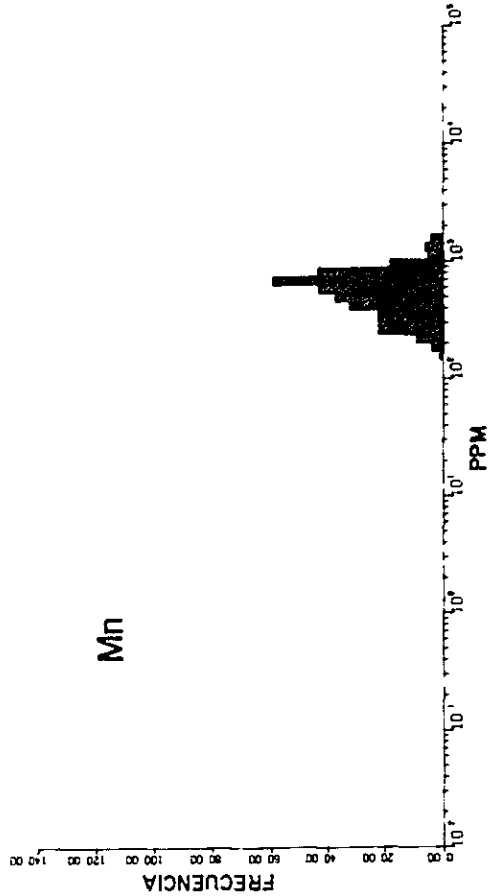
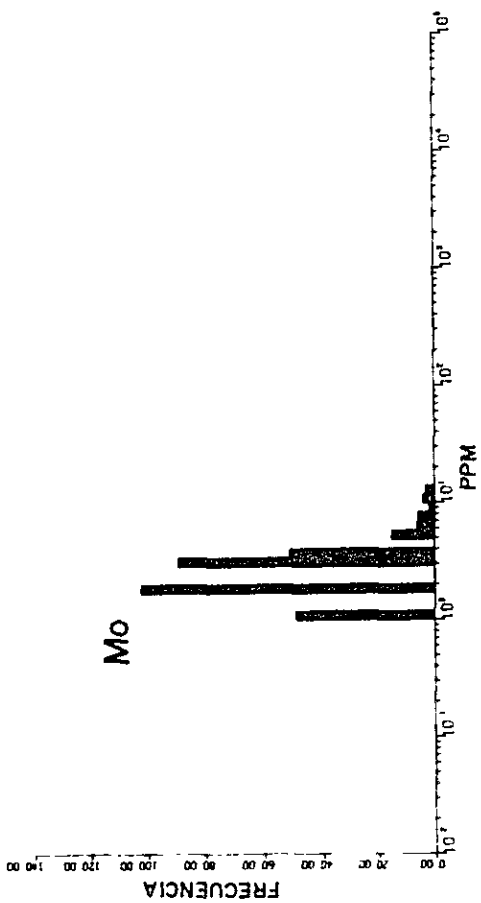


Fig. I - 8 HISTOGRAMA DE DISTRIBUCION DE LOS ELEMENTOS ANALIZADOS, AREA COIHUECO - RECINTO

般的に低い値をしており、またMinas del Prado 鉍化帯付近にまとまっているほかは、第1級及び第2級異常値とも分散しており、有望示徴は把握されなかった。なお、マンガンは亜鉛との間に弱い相関性がみられる。

モリブデン

Mo含有量は最高値 14 ppm, 最低値 1 ppmである。調査地域における Mo 含有量は、非鉍化岩石の含有量 (Green, 1959) よりやや高い値を示している。

異常域 (第1級及び第2級) は弱いながら次の2箇所認められた。1箇所は Relbunco 沢の上流域、もう1つは Digullín 川中流域であり、両地域とも後鉍化作用の Cola de Zorro 層の安山岩に広く覆われており、対応される鉍化作用は把握されていない。誤差値の可能性もあるが、地窓状の鉍床胚胎層準の発達も考えられるので、機会をとらえて付近の地質及び地化学探査精査が望まれる。

ヒ素

As含有量は最高値 60 ppm, 最低値 < 5 ppmである。調査地域における As 含有量は非鉍化岩石の場合 (Green, 1959) よりやや高い。

第1級及び第2級の異常値は銅の場合と同様 Pierna Blanca 沢及び San Juanito 沢に比較的まとまって分布している。その他の地域にも異常値が検出されたが散在している。

上記両沢において検出された異常値は銅と同様各々 Pierna Blanca 鉍化帯及び San José 鉍化帯を反映しているものと解される。

銀

Agの分析値は San Juanito 沢で採取された1試料 (GB-10, Ag 7.5 ppm) を除いていずれも測定限界 (0.5 ppm) 以下であった。なお、上記1試料は San José 鉍化帯中で採取されたものであるが、異常値を示した試料は1個だけであり、誤差値の可能性が大きい。

金

Auは金鉍床である Minas del Prado 鉍化帯付近における試料 (49個) についてのみ分析された。最高値は同鉍化帯の露頭付近で検出された 260ppb (試料番号 GA-17) であった。その他比較的高い値を示したものとして、試料 GC-25 の 180 ppb, 試料 GC-5 の 140 ppb 等がある。

(2) 多変量解析

(1) において元素別の解析結果を述べたが、本項では主要な元素間の相関性及び要因等の検討結果を述べる。この検討に採用した元素は Cu, Zn, Mn, Mo 及び As の5元素で、これらの元素に対し、

IIGで組まれたコンピューター・プログラムにより相関分析及び因子分析を行った。

各元素間の相関性については、Tab.I-5 にみられるとおり、Zn と Mn 及び Cu と As の間に相関性が認められる。

Tab. I-5 COEFICIENTES DE CORRELACION, MUESTRAS DE SEDIMENTOS FLUVIALES, AREA COHUECO-RECINTO

| | Valores de (r) | | | |
|-----|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| N | (r) Significativo (*) | 0,5 a 0,7 | 0,3 a 0,5 | 0,1 a 0,3 |
| 327 | 0,11 | Zn - Mn | | Cu - As |

(*) Valor de (r) significativo al nivel de confianza 95 %.

なお、本分析に供した試料数は 327 個で信頼度 95 %における有意値は、0.11である。また、因子分析においても Tab. I-6 に示されているように、第 1 因子分析で Zn, Mn 間に高い相関性がみられる。この場合の因子分散比は約 33 %で、あまり地域性は示していない。おそらく Mn 酸化物の親和性に起因した Zn への付着現象と解される。

Tab. I-6 ASOCIACIONES DE ELEMENTOS DEL ANALISIS DE FACTORES, AREA COHUECO-RECINTO

| | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Cu | 0,005 | <u>0,704</u> | <u>0,206</u> |
| Zn | <u>0,904</u> | 0,015 | 0,063 |
| Mn | <u>0,905</u> | 0,018 | -0,052 |
| Mo | 0,008 | 0,041 | <u>0,969</u> |
| As | 0,024 | <u>0,793</u> | 0,143 |
| % de varianza explicada por cada factor | 32,9% | 23,1% | 19,5% |
| Varianza total | 75,5% | | |

* Los elementos subrayados son aquellos con las más altas cargas en cada factor.

第 2 因子分析では Cu と As の間に相関性のあることを示しており、また、その因子分散比が約 23 % と小さいことから地域性があるものと思われる。このことは PL. I-5 から推察でき

るもので、すなわち Pierna Blanca 鉍化帯の発達している Pierna Blanca 沢及び San José 鉍化帯の発達している San Juanito 沢において両元素間の相関性が明瞭に現れている。この点は試料別の Cu - As の因子スコアからも云えることであり、以上の結果は両沢における類似の鉍化作用の存在を暗示しているものと解される。

第 3 因子分析では相関分析で有意値として現れなかった Cu, Mn 間の相関関係の存在が示されている。しかし、この相関関係は第 3 因子分析で初めて現れており、しかも両元素の因子負荷量の間にかなりの差が認められる等の点から極めて弱いものである。

以上の結果を総合して判断すると、San José 鉍化帯及び Pierna Blanca 鉍化帯は Cu を主体とした Cu - As の鉍化作用によって特徴づけられるもので、Mo の随伴は必ずしも期待できない。

以上、本地化学探査の結果を要約すると、

- i) 調査地域における絶対値は各元素とも全般的に低い。
- ii) Cu 元素のみが明瞭な異常値を示しており、それは Pierna Blanca 沢、San Juanito 沢及び San José 沢上流域等に分布しており、Pierna Blanca 沢鉍化帯及び San José 鉍化帯を反映している。
- iii) 多変量解析において、2つの因子が有意の相関性を示している。

1つは Zn - Mn で、その相関性は非鉍化岩石の風化作用に起因するところが大きいものと解される。他の 1つは Cu - As でこれには地域性があり、おそらく Pierna Blanca 鉍化帯及び San José 鉍化帯の鉍化作用の特徴を暗示しているものと考えられる。

第 4 章 結論及び将来への展望

本地域の地質は、時代末詳（先上部白亜紀）の Los Azules 変成岩、先白亜紀後期の El Saucedo 火山岩類、第三紀前期の Pierna Blanca 火山性堆積岩類、新第三紀鮮新世～第四紀更新世の Cola de Zorro 層、現世堆積物、及び貫入岩類として白亜紀後期の パソリス状花崗岩類、花崗岩類を貫く岩株状花崗斑岩類と鮮新世の安山岩岩脈より成る。

地質構造は N-S 方向の褶曲及び断層が卓越する。このうち地域の中央を N-S に走る主要断層は構造線の性格をもち、これに沿った鉱化作用もみられ、直接的あるいは間接的に今後の探鉱に重要な意味を持つてくるように考えられる。

本地域には次の 3 つのタイプの鉱床が発達している。

1 つは花崗閃緑岩に関連していると解される網状、鉱染（一部細脈）鉱床で、これに属する鉱化帯あるいは鉱徴としては、6 箇所存するが、このうち、San José 鉱化帯が鉱化・変質作用共優勢で、かつ規模も大きい。

San José 鉱化帯は花崗閃緑岩を母岩とし、黄銅鉱、輝水鉛鉱を主とする細脈ないし網状・鉱染鉱床である。本鉱化帯はその中心部が厚さ 100～150 m の Cola de Zorro 層の安山岩溶岩に覆われている可能性があるが、不明な点が多い。鉱況は局部的であるが Cu 1% 前後、Mo 0.28% を示すところがあり、鉱化の中心部と予想される安山岩溶岩の下部を究明する必要がある。具体的には物理探査 I.P. 法等が考えられる。

このタイプに属するその他の鉱化帯あるいは鉱徴は規模鉱況とも劣勢で注目に値するものではないと考えられる。

もう 1 つのタイプは裂か充てん鉱床で、3 箇所に鉱床あるいは鉱徴が発達しているが、このうち、Minas del Prado 鉱床が唯一の今後の探査に期待がもたれる鉱床である。

この鉱床は、Pierna Blanca 火山性堆積岩中の小断層あるいは小裂か及びその周辺の珪化帯にみられる含金石英細脈・網状、鉱染鉱床で、自然金が対象鉱種である。本鉱床は中～強珪化帯を対象としたマス・プロダクションとして考える必要があり、その可否は同珪化帯の分布、規模、金含有量及びその発展性にかかっていると考えられる。今回の概査において同珪化帯の金含有量は 1.0g/t の期待のもてる品位を示しており、従って、更に詳しい調査、探鉱を行う価値があるものと判断される。具体的には縮尺 1/5,000 地質鉱床精査、物理探査 I.P. 法等が挙げられる。

三番目のタイプは上記の Minas del Prado 鉱床に由来した金の二次沈殿性鉱床である。本鉱床は第四紀河床堆積物及び La Segunda 堆積岩の礫岩中に二次的に沈殿したものである。前者における金の含有量については詳細不明であるが、河床堆積物自体の量が少ないので、今後期待はもたれない。後者における金含有量についても詳細は不明であるが、本調査の結果では、全般に低品位で、かつバラツキがあるものと想定される。

以上の理由から本鉱床に対して今後更に詳細な調査，探鉱を行う価値は極めて少ないものと判断される。

本地域における地化学探査の結果では，San José 鉱化帯を反映したCuの異常が把握されたのみで，その他の地域に有望異常は認められなかった。

第II部 Otué 地区調査

Ⅱ－１ 総 説

第 1 章 緒 言

本地区は昨年度の Río Queuco 地域地質及び地化学探査（第三年次報告書）によって把握された Otué 鉍化帯を中心とした地区で、同鉍化帯は昨年度の概査によって有望視され、精査の必要性がリコメンドされたものである。

本鉍化帯は鉍染状、細脈状の銅及びモリブデンから成る鉍化帯で岩株状の花崗閃緑岩及び Abanico 層の安山岩類を母岩として発達しており、付近に珪化、絹雲母化作用を主体とした熱水変質作用を伴っている。

本調査は同鉍化帯の性状、発展性等の究明を主目的としているが、同時にその周辺部における衛星鉍床の発見をも兼ねている。

第2章 調査地域の地理

2-1 位置

調査地区の中心は Los Angeles 市の南東約 80 km に位置し、行政上は第 8 州 Bío-Bío 県 Santa Barbara 地方に属している。また、Curacarel 鉱床（第三年次報告書）の北東 3.5 km に Otué 鉱化帯の中心がある。

2-2 地形

調査地区はアンデス山地に属し、標高 1,000~1,600 m 程度の山岳地帯にある。地形は著しい侵食作用を受け、峡谷、屏風壁を作り、踏査至難な箇所も数ヶ所存する。

分水嶺が本地区の中央部をほぼ東西に走っており、従って水系は主に南北を示し、分水嶺の南の水系は、主として本地区の南端部を東から西に流れる Otué 川に流入している。これらの河川はいずれも豊富な水量を有し、年中涸れることはない。

2-3 気候及び植生

調査地区は山岳性気候を呈し、昨年度調査の Río Queuco 地域（第三年次報告書）とほとんど変わらない。すなわち夏期は 19°~20 °C の気温を示し、降雨量も少なく、冬期は 6°~7 °C の気温で多雨となり、また数 m の積雪をみる。

調査地区は全般に深い植生に覆われており、山岳部はブナ、カシ等の森林から成り、また河川沿いには笹や灌木類が密生して踏査を困難にしている。

調査地区付近に生息する動物は野うさぎ、きつね、アメリカ・ライオン等である。

2-4 交通

最寄り Bío-Bío 部落（別名 Balco）から調査地区に至るには、同部落より Queuco 川を北上し、同河川より分岐している Otué 川をさかのぼるルートが最も近い。道程は、Bío-Bío 部落から Otué 川入口まで約 18 km を有し、未舗装車道が通っており、ジープで約 30 分を要する。Otué 川入口より調査地区までは、Otué 川の南斜面沿いにつけられた馬道しかなく、馬で約 9 km の道程を 3 時間要する。なお、調査地区内には、比較的密に馬道が発達している。

2-5 人口及び産業

調査地区内には集落らしい集落はなく、マプチェ（Mapuche）と呼ばれる原住民が数軒ずつまとまって点在しているに過ぎない。その住民はごく小規模の自活できる程度の牧畜業で生計をたてており、産業は全くない。

第 3 章 調 査 方 法

本地区に対しては、縮尺 1 : 10,000 の地質及び地化学探査精査を実施した。

地質精査においては、航空写真（陸軍省地理院発行）を利用し、縮尺 1 : 10,000 地形図を作成して、踏査図及び成果図に用いた。踏査密度は 300～400m である。

地化学探査精査においては、河床堆積物を対象とし、主要河川はほとんど網羅なく採取した。また、鉍化帯付近は特に密にサンプリングした。

本調査は、日本側技師 1 名、チリ側技師 1 名、計 2 名によって行われた。



II-2 地質精査及び地化学探査精査

第1章 地 質

1-1 概 要

調査地区の地質は、白亜紀中期の火山岩類（Abanico 層, Aguirre, 1960）、古第三紀漸新世の火山岩類と花崗閃緑岩、玄武岩質安山岩等の貫入岩類より成る。

Abanico 層の構造は、調査地区の東部では、北に傾斜した単斜構造を成し、西部では、中央部に収れんした半盆状構造を成している。漸新統はほぼ水平やや北に傾斜した単斜構造を示している。

断層としては、N-S系及びNE-SW系が卓越している。

1-2 層序及び岩質

調査地区に分布する地層には、白亜紀中期の Abanico 層と漸新世の火山岩類がある。

1-2-1 Abanico 層

本層は安山岩溶岩流及び同質火山砕屑岩類より成り、岩質的に上下二部層に分けられ、下部層は玄武岩質安山岩より成り、上部層は角閃石安山岩及び同質火山砕屑岩類によって構成されている。

(1) 下部層

分布；本部層は調査地区の南東部に分布している。

層厚；150m + α

岩質及び構成；本部層は厚い玄武岩質安山岩溶岩から成る。

本岩は脆弱、やや軟質で塊状を呈し、角の少ないベタツとした産状を成しており、一見塊状凝灰岩と見まちがえ易い。色は赤褐色ないし緑褐色を呈する。また、杏仁状、レンズ状、葉片状、細脈状の沸石を有し、このうち、レンズ状、葉片状の沸石は流理構造に平行している場合が多い。また、細脈状のものは、流理構造と斜交している。

鏡下では、塊間状、杏仁状組織を示し、斑晶として、半自形斜長石（オリゴクレーヌ～アンデシン）が、石基には斜長石のマイクロライト、単斜輝石、及び少量のガラス等が認められる。

二次鉱物として上記の杏仁状の沸石（濁沸石）のほか、緑泥石及び少量の絹雲母を産する。

構造及び層位関係；本部層は走向N50°~80°W、傾斜20°~30°Nの単斜構造を成す。同層は調査地区の最下位層である。

(2) 上部層

分布；本部層が調査地区で最も広い分布を示し、同地区の南東部以外のほぼ全域に及んでいる。
 厚；1,300 m + α

岩質及び構成；本部層は厚い角閃石安山岩溶岩及び同質火山碎屑岩類の薄層より成る。なお、角閃石安山岩は下部層中で貫入相を示す。その産状は Fig. II-1 の露頭スケッチに示すように、ほぼ水平板状（厚さ 0.15~1 m）で地層に平行しているシル状を成す。

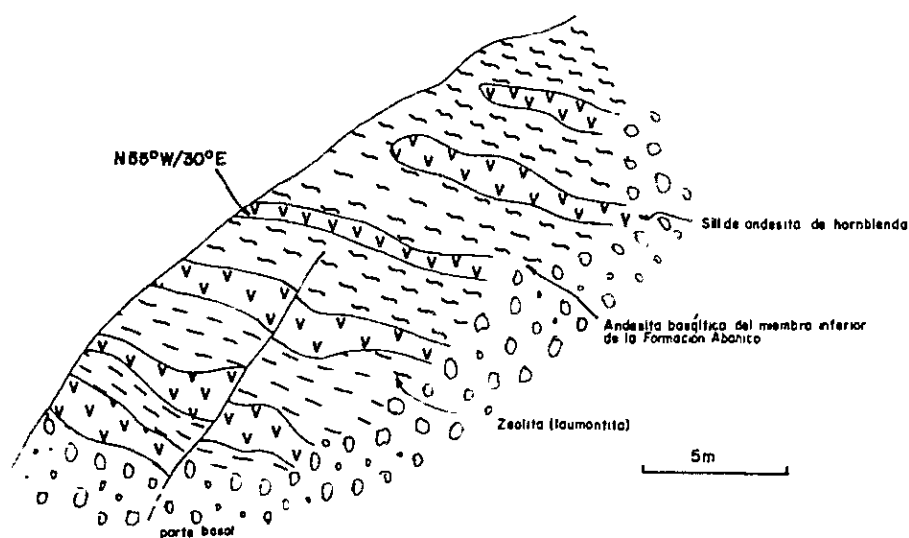


Fig. II-1 CROQUIS DEL PERFIL DEL PUNTO A-86

(Relación entre las facies intrusivas de andesitas de hornblenda y las andesitas basálticas del miembro inferior de la Formación Abanico)

角閃石安山岩は下部層との境界付近で下部層の玄武岩質安山岩との漸移相を示し、両者の区別が困難な場合もある。岩質は、一般に暗緑灰色、帯黄緑色等を呈し、緻密堅硬で角ばっており、不規則な節理の発達が著しい。また、しばしば1~2mmの球形の杏仁状緑泥石を有している。本岩の鉱物組成、組織等は場所によって異なり、顕微鏡的特徴は、塊間状、間粒状あるいはピロタキチック組織を有し、斑晶として自形の斜長石（オリゴクレス、アンデシン、アルバイト）少量のカリ長石、半自形黒雲母（場所によって多色性が著しく強い）、半自形普通角閃石及び少量の半自形普通輝石等が見られる。また、石基は斜長石のマイクロライト、角閃石、ジルコン及び不透明鉱物等から成り、完晶質の場合が多く、ガラスは極く微量である。二次鉱物としてほぼ普遍的に緑泥石が認められ、この他、後述の花崗閃緑岩に近づくと緑れん石の量が増え、また、しばしばアクチノ閃石が花崗閃緑岩体の近傍で晶出している。また、後述の Otué 鉱化帯近傍では、斜長石を交代して多量の絹雲母、石英、方解石等が二次的に生成している。

安山岩質火山碎屑岩類は、本部層の上位に数枚発達し、各層の厚さは5~30mを有し細粒凝灰岩から凝灰角礫岩まであり、その構成礫は緑泥石化、緑れん石化した安山岩、ピロタキチック

ク組織を有した安山岩，流理構造を持ったアファニチックな安山岩及び少量の石英安山岩等から成り，いずれも角礫ないし亜角礫質である。岩質は一般に堅硬で，緑灰色，帯黄緑色，褐灰色を呈する。本砕屑岩類は稀に級化構造を持つが，概してその発達は悪い。同砕屑岩も花崗閃緑岩近傍では緑れん石化を強く受けている。

構造及び層位関係；上部層の構造は後述の調査地区のほぼ中央を南北に走る断層の東部と西部で異なっている。すなわち，その東部域では，地層はほぼ E-W の走向で， 30° N の傾斜を示した単斜構造を成すが，西部域では，調査地区の中央に向って傾斜した半盆状構造を呈する。すなわち，地層の走向は北から南に NE-SW，N-S，NW-SE，E-W と変化している。なお傾斜はいずれも 30° 前後である。

本部層と下部層は漸移相を有すること，両者の境が不明瞭である等の点から，整合関係にあるものと解される。

1-2-2 漸新世火山岩類

分布；本岩類は調査地域の南東部に南北に細長く分布している。

層厚；100m + α

岩質及び構成；本岩類は噴出相を主体とし一部に貫入相を示す。また基底部ではアファニチックな岩相を呈する。岩相は安山岩質で，場所によって角閃石安山岩又は玄武岩質安山岩であったりする。岩質は緻密堅硬であるが，細かい格子状割目が多く，ぜい弱である。色は新鮮な部分では暗灰色を呈し，風化が進んだところでは褐灰色を示す。

鏡下では填間状組織が認められ，斑晶として，斜長石（アンデシン），普通角閃石がみられ，石基は斜長石のマイクロライトと普通角閃石から成る。一般に新鮮で，わずかに普通角閃石が緑泥石化を受けている。

構造及び層位関係；本岩類の構造はやや北に傾斜したほぼ水平な構造を成している。本岩類は Abanico 層を不整合に覆っている。

本火山岩類の活動時期は，K-Ar 法による絶対年代測定結果の 34.3 ± 3.0 my の値から，古第三紀漸新世と解される。

1-3 貫入岩類

調査地区に分布する貫入岩類には花崗閃緑岩と玄武岩質安山岩がある。

(I) 花崗閃緑岩

本岩は調査地区の中央，南西端及び北西端の三ヶ所に分布し，そのうち後二者は昨年の Río, Queuco 地域地質概査（第三年次報告書）によって本調査地域外でつながった同一岩体であることが判明している。以下中央に分布する岩体を中央岩体，北西端及び南西端に分布する岩体を西部岩体と呼称する。

中央岩体は調査地区中央南部に南北に延びた分布を成し、一部枝分れしている。産状は岩株状を成している。また、同岩体の東縁部は断層に切られ、直線状を成している。本岩体の一部が後章に述べる Otué 鉍化帯の主要母岩と成っている。本岩体は同一岩体内で花崗閃緑岩、石英－モンゾ閃緑岩、石英－閃緑斑岩モンゾ閃緑岩等の岩相変化を示すが、大部分は花崗閃緑岩である。また、その西に枝分れした部分は主としてモンゾ閃緑岩岩相を示す。

岩質は花崗閃緑岩の場合、優白色、堅硬、せい弱で、代表的試料の検鏡結果では、完晶質半自形粒状組織を呈し、主成分鉍物として、半自形斜長石（オリゴクレーヌ 0.2～3.0 mm）、他形カリ長石（0.1～1.0 mm）、他形の波動消光を示す石英（2mm）及び普通角閃石（0.1～2mm）等が認められる。モード計算による石英、斜長石、カリ長石の比率は 34%、53%、13%である。副成分鉍物として、不透明鉍物、及びりん灰石が認められる。

モンゾ閃緑岩々相を示す場合は、暗緑色の地に白色部がごま塩状に散点した堅硬・塊状を呈する。鏡下では完晶質半自形粒状組織を示し、主成分鉍物として、半自形斜長石（ラブラドライト～アンデシン、0.2～2mm）、半自形～他形カリ長石（0.2～0.6 mm）、半自形～自形普通角閃石（0.2～4 mm）、他形の石英（0.1～4mm）及び自形黒雲母（0.4～0.6 mm）等が認められる。また副成分鉍物としては不透明鉍物がみられる。モード計算による三成分の比率は石英 3.9%、カリ長石 12.9%、斜長石 83.2%である。

この中央岩体は一般的に、強弱はあるが、変質作用を受けており、長石は絹雲母に、有色鉍物は緑泥石に交代されている。従って絶対年代測定（K-Ar法）に適した非変質の試料は見い出せなかった。

西部岩体は Río Queuco 地域（第三年次報告書）に広く分布する花崗閃緑岩パソリスの東端部に当るものである。

岩相は石英－モンゾ閃緑岩、花崗閃緑岩等を示す。岩質は上記中央岩体とほとんど変らない。変質の程度は中央岩体より弱い、絹雲母化、緑泥石化を受けている。

花崗閃緑岩パソリスの一部を成す西部岩体は同パソリスの絶対年代測定値（ 76.50 ± 1.83 my 及び 55.34 ± 1.88 my, 第三年次報告書）から白亜紀後期～古第三紀初期の活動と解される。

中央岩体はほぼ全体にわたって上記のような熱水変質を受けているため、絶対年代測定（K-Ar法）に適した試料が得られず、従って、同岩体の形成時期を決定づける資料は得られなかった。しかし、Abanico 層を貫いていること、西部岩体と岩相、岩質、変質の状態等が酷似していること等から、西部岩体と一連のほぼ同時期の活動と推定される。

(2) 玄武岩質安山岩

本岩は主に(1)の花崗閃緑岩体内部及びその周辺部に小岩脈として産する。その多くは、幅 0.2～1.0 m の板状を成し、ほぼ東西に延び、花崗閃緑岩の延びとほぼ直交している。

本岩は暗緑色、灰緑色の緻密堅硬岩でアファニチックである。代表的試料の鏡下観察では、ピロタキシチック組織を有し、斑晶として自形～半自形の柱状斜長石（オリゴクレーヌ～アンデシン

ン0.4～0.8 mm)及び自形の普通角閃石(0.2～1.5 mm)が認められ、石基には斜長石のマイクロライト、角閃石、不透明鉱物等が認められる。

本岩は一般に炭酸塩化作用、緑泥石化作用を受けており、局部的に微弱な絹雲母化作用、珪化作用を被っている。

また、本岩には幅1.0 cmの周縁急冷相が発達している。本岩は前述の花崗閃緑岩体及びOtué鉱化帯を切っており、従ってOtué鉱化期以降の貫入であることは明瞭であるが、決定的な資料は本調査においては得られなかった。

1-4 地質構造

調査地区に発達する断層はN-S系とNE-SW系の2系統に大別できる。また褶曲構造として顕著なものは認められない。

N-S系は主要なものとして2条発達している。1つは調査地区のほぼ中央を南北に走っており、特にQuilmahue沢上流沿いに顕著に発達しており、他の1条は上記の断層の東に発達し、NNE-SSW方向を示し、N-S方向よりやや東に開いているが、同一系統と解される。

前者はその南半分は2.5 km以上にわたって確認された確定断層であり、北半分は地質構造からの推定断層である。南の確認部分は平行する数条の断層の集合より成る断層帯を形成しており、その幅は100 m前後を有している。この断層帯における単位断層には幅0.3～1.0 mのせん断帯が発達しており、断層粘土、断層角礫を伴っている。傾斜は80°～90°と急傾斜を示し、局部的に西傾斜を成すが大勢は東に傾いており、上盤側が落ち込んだ正断層を成す。

このN-S系はAbanico層、花崗閃緑岩の中央岩体を切っており、また後述するNE-SW系断層、玄武岩質安山岩岩脈によって切られている。

またN-S系の特に関心するQuilmahue沢上流沿いの本系統断層沿いにはOtué鉱化帯の主要部が発達しており、同鉱化作用との間に密接な関係があるものと解されるが、この関係については第2章で詳述する。

NE-SW系は本調査で4条確認されたが、いずれもQuilmahue沢付近に分布しており、この4条のうちでも、最も南部に発達したQuilmahue沢下流沿いのそれが優勢かつ連続性があり主断層と考えられ、他の3条はこの主断層に伴った副次的なものと解される。

この主断層のQuilmahue沢下流域に発達する部分は確定断層で、その北東延長は地質状況に基づいた推定である。

主断層の南西部(確定部分)は幅200～300 mの断層帯を形成しており、1つ1つの断層には幅1～2 mのせん断帯が発達しており、断層粘土、断層角礫を伴っている。しかし北東部に行くにつれて断層帯の幅もせばまり、徐々に弱まって行く傾向がみられる。傾斜は70°～80°SEを示し、上盤側が落ち込んだ正断層である。

NE-SW系の副次断層は主断層の北1 km内に、確認したものだけで3条発達している。いずれ

も連続性については不明であるが、断層破砕帯の規模（幅 5 ~ 35 cm）及び地質状況からしてさほど大規模なものとは考えられない。傾斜は 60°~80°で NW あるいは SE を示している。

NE-SW 系断層は Abanico 層を切っており、かつ漸新世火山岩類までを切っているが、一方後述（第 2 章）のとおり、同系断層中にこれに沿った Otué 鉍化作用の一部が認められることから同一断層がある期間（古第三紀初期~古第三紀後期？）にわたって数回活動したものと解されるが、新しい活動としては漸新世以降に起っている。

第2章 応用地質

2-1 概要

調査地区には、鉍染状（一部細脈状及び網状）の黄銅鉍，黄鉄鉍（一部輝水鉛鉍）より成る Otué 鉍化帯と，層状の斑銅鉍，酸化銅鉍より成るマント型鉍化帯（第三年次報告書）との二つのタイプの鉍化帯が発達している。その他，調査地区の南西部に赤鉄鉍-石英の細脈がみられるが有用金属鉍物は含まれていない。

2-2 鉍化変質作用

(1) Otué 鉍化帯

本鉍化帯は主として Quilmahue 沢沿いに細長い帯を成して分布している。その幅は同鉍化帯北端部の同沢の源流付近で最も広く 250 m を有し，南下と共に減衰して，同沢中流域ではホース・テール状に分散しているが，同沢下流域で再びやや広く（70 m）なって，Otué 川合流近くで消滅している。水平延長は約 2.5 km である。

本鉍化帯は花崗閃緑岩の，中央岩体の東縁部に発達しており，主として花崗閃緑岩を母岩としているが，一部は Abanico 層の玄武岩質安山岩及び角閃石安山岩中にも発達している。

初生鉍石鉍物としては，量の多い順から黄鉄鉍，黄銅鉍，輝水鉛鉍，磁硫鉄鉍，及び閃亜鉛鉍等が認められる。随伴鉍物として，チタン鉄鉍，磁鉄鉍，石英等を伴っている。

上記鉍物の多くは母岩中に鉍染しているが，幅 1.0 cm 程度の細脈，幅 0.2 ~ 0.3 mm の微細網状脈として，あるいは母岩の有色鉍物を交代して産する。黄鉄鉍は単体として産している場合が多く，黄銅鉍は多くの場合，黄鉄鉍と共存しており，黄銅鉍が自形の黄鉄鉍を取り囲んでいたり，黄銅鉍の微細脈が黄鉄鉍結晶を切ったりしている現象が観察される。この事実から黄銅鉍の晶出時期は黄鉄鉍よりやや後期と解される。なお，閃亜鉛鉍，磁硫鉄鉍は黄鉄鉍中に点滴状に極く微量生成しているに過ぎない。

酸化鉍物としては，孔雀石，珪孔雀石，褐鉄鉍及び赤鉄鉍等が認められる。いずれも母岩の小割目を充填して，あるいは鉍染状を成して産する。後章に述べる地化学探査の結果，Quilmahue 沢の東に隣接する小沢（南北性）において亜鉛の異常が認められたが，同沢上流に発達する鉍化変質帯では，銅，モリブデン品位共に低く，また肉眼観察で亜鉛鉍物は見い出されなかった。しかし，極く微弱の亜鉛の鉍化作用はあったものと推察される。

なお，本鉍化帯に二次富化作用は認められない。

銅，モリブデンの含有量は Apéndice Tab. 4 に示すように，概して低く，銅品位（溶解性銅も含んで）で 1% を越えた試料は 1 個（試料 Na E-86）で，またモリブデン品位の最高は 0.04%（試料 Na A-114）であった。このうち，銅，モリブデンが比較的濃集している箇所は本鉍化帯の

北端部に近いところと, Quilmahue 沢下流域の同鉍化帯南部 2 箇所であり, 前者の方がその分布が広い。平面的な規模は前者が南北に延びた 500×200 m, 後者は北東-南西に延びた 200×100 m を有する。ちなみに両箇所の銅, モリブデンの平均品位(算術平均)を示すと, 前者においては Cu 0.20%, Mo 0.004%, 後者では Cu 0.18%, Mo 0.008% である。

また, 前者の場合は, 後述する熱水変質作用(珪化作用, 絹雲母化作用)の最も強い部分に対応され, 後者は, 変質度が中程度(珪化, 絹雲母化)の部分に当る。

本鉍化帯における熱水変質作用としては普遍的に珪化作用, 絹雲母化作用, 緑泥石化作用がみられ, 部分的に炭酸塩化作用, 緑れん石化作用, カオリナイト化作用, モンモリロナイト化作用及び沸石化作用(ローモンタイト)等がみられる。

珪化作用, 絹雲母化作用は, 本鉍化帯北端部付近で最も強く, その分布はだ円状をなし, ここでは母岩がほとんど石英, 絹雲母(一部方解石)に置き換えられており原岩の識別が困難なほどである。本鉍化帯の周辺部では, 珪化, 絹雲母化作用は弱まり, 代って緑泥石化, 緑れん石化及び炭酸塩化作用が強くなり, 鉍化帯がホース・テール状に分散する付近では, 沸石化作用が著しくなり, 断層, 小割目を満たし幅 0.3~4.0 cm の細脈状のローモンタイトを産している。同細脈の分布密度は著しいところで 5~10 cm 間隔を有し, 方向は N 70°E・50°W, N 20°W・70°E の 2 系統が卓越している。

珪化, 絹雲母化作用は本鉍化帯南部すなわち Quilmahue 沢下流域で再び強くなっているがその分布は極くせまい。

カオリナイト化作用, モンモリロナイト化作用は本鉍化帯の北部及び中央部の一部の断層粘土等に局部的にみられるに過ぎない。本鉍化帯にみられる熱水変質作用は明瞭な累帯分布を示していない。

上記の鉍化・変質帯の分布は第 1 章 1-4 に記述した N-S 系及び NE-SW 系断層の分布にほぼ一致しているが, ただしそれは花崗閃緑岩から成る中央岩体の周辺部に限られており, 同岩体から離れると仮に上記断層が発達していても鉍化変質作用はみられなくなる(PL. II-1 参照)。また中央岩体内でも上記断層帯から離れると鉍化変質作用は消滅してくる。なお, 個々の断層内では断層粘土中に弱い黄鉄鉍の鉍染がみられる程度で, 断層を充てんした優勢な鉍化作用は認められない。ただ酸化銅鉍や褐鉄鉍等の二次鉍物の断層破碎帯への浸み込みは所々でみられる。むしろ本鉍化作用の産状は断層帯内の個々の断層と断層との間の非破碎帯において, 網状, 鉍染状を成す場合が一般的である。

(2) マント型鉍化帯

調査地区の南西端, Otué 川の北岸に僅かの堆積鉍と坑口跡(現在坑口崩落のため入坑不可能)がある。この坑口跡付近に露出している露頭及び堆積鉍の観察から判断したこの鉍化作用の特徴は次のようなものである。

この鉍化帯は Abanico 層上部層の角閃石安山岩を母岩とした幅 0.40 m の層状の珪化脈で, 同脈

中に斑銅鉱、黄銅鉱、鏡鉄鉱、孔雀石、及び珪孔雀石が散点あるいは葉片状に産している。堆積鉱より採取した代表的試料の鏡下観察では、上記鉱物以外に輝銅鉱及び銅藍が認められた。この輝銅鉱及び銅藍は、黄銅鉱、斑銅鉱結晶を切った微細な網目状割目を満しており、その割目の中央には石英が晶出している。なお、堆積鉱から採取した試料(A-138)の分析結果は Au<40 ppb, Ag 19.0 ppm, Cu 2.43%, Mo<0.001, S 0.70%であった。

この珪化脈は走向 N66°W, 傾斜 33°NE を示し、母岩の層理にほぼ平行したいわゆるマント型(南米の一部で、地層にほぼ平行した緩傾斜層状鉱床をマント型と呼んでいる)を成している。

以上の鉱床形態、鉱物組み合わせは、その南 2 Km に位置する Curacarel 鉱床(第三年次報告書)に酷似するもので、従って本珪化帯は同鉱床と一連の珪化作用によるものと解される。

なお、本珪化帯は 1 箇所の露頭を確認しただけで、その規模の詳細は不明であるが、周辺の状況からごく小規模なものと推察される。

2-3 考 察

以上の観察事項に基づいて Otué 珪化帯に対し 2, 3 の考察を試みた。Otué 珪化帯はその分布が中央岩体(花崗閃緑岩)内、及びそのごく近傍に限られていることから、この珪化変質作用は同岩体の活動と密接な関係を持っているものと解される。

また、この珪化変質作用は中央岩体の周縁部全域に及んでいるわけではなく、N-S 系及び NE-SW 系の断層帯発達域にそれに沿った帯状を成し分布していることからすると、同断層と同作用との間になんらかの関係がある可能性も考えられるが、むしろそれを否定するようなデータの方が多い。すなわち、I)断層角礫の一部に珪化角礫が認められる(ただし、珪化礫は発見できなかった)。II)仮に同断層を珪液通路とした場合は、脈状形態がもっと明瞭に現れてよいはずであり、また III)熱水変質作用にしても断層を中心に発達してよいはずであるが、それらを裏付ける資料は得られていない。ただ、断層の一部にこれと平行した幅 0.5 ~ 1.0 cm の黄鉄鉱-石英細脈の発達がみられること、断層粘土中に黄鉄鉱が珪染していること、及び石英-方解石-緑れん石-緑泥石細脈(幅 4.0 cm)、ローモンタイト細脈(幅 0.3 ~ 4.0 cm)等が断層(特に N-S 系)に平行し密に発達していること等、断層との関係を暗示したようなデータもあり、決定的な証拠に欠けるが、以上のデータを総合して判断すると、この Otué 珪化帯の形成過程は概略次のように考えられる。

すなわち、花崗閃緑岩の固結に伴ってその周縁部に境界線に平行した割目が発生し、この割目を中心に同岩の活動と密接した含銅、モリブデンの珪液及び熱水溶液が浸透し、Otué 珪化帯の主要部が形成された。同珪化変質作用の末期に、この貫入岩の周縁部に沿った断層運動が起り、末期の珪化作用は同断層の一部をも胚胎の場とした。

Otué 珪化帯の形成時期を示した決定的な資料は得られていないが、上記のように花崗閃緑岩の活動と関連した珪化変質作用と解されるので、その時期は古第三紀初期と考えられる。

この鉍化帯は以上のような性状、形態を有し、かつ鉍化変質作用に累帯配列も認められず、また熱水変質作用も珪化作用を主体としているなどのことから、一般的なポーフリー・カッパー型鉍床とは異なった型の網状-鉍染鉍床である。

またこの鉍化帯の露出レベルについて、それを裏付ける決定的な資料は得られなかったが、珪化作用がもっとも著しいこと、深部生成の鉍物組み合わせがみられないことなどからすると、この鉍化帯の露出レベルはかなり上部に位置しているものと解される。

また、この鉍化帯はほとんど初生硫化鉍物から成り、溶脱帯の発達はごく微弱であり、従って、硫化鉍物の二次富化作用はほとんど行われていないものと解される。

第3章 地 化 学 探 査

3-1 概 要

Otué 鉍化帯以外の新鉍床の発見、Otué 鉍化帯の広がり の把握、同鉍化帯の鉍化作用の特徴 究明等を目的として、前述の地質調査と平行して、同調査と同一地域に対して地化学探査が実施 された。調査地域は濃い植生に広く覆われているため、地質調査だけでは重要示徴が見落される 可能性もあり、その防止も本探査の目的の1つとなっている。

本地区における地化学探査の方法、試料の分析、解析等全て第I部のCoihueco-Recinto 地域 の場合と同一であるため、説明の重複はできるだけ避けた。また金の鉍化作用は予想されなかつ たため、金の分析は行わなかった。

本地区の特に西部は地形が急峻で試料の採取が不可能な箇所が二、三あったため試料採取密度 の上で必ずしも充分なものではなかった。しかしこの西部地区は岩石の露出に比較的恵まれてい たため、地質調査だけでも鉍徴の有無の判断は充分であった。

また、地質調査の結果、鉍化作用の賦存がほとんど期待できない地域（例えば漸新世火山岩類 分布地域）についても試料採取密度を低くした。

なお、データの統計処理法については、一般的方法に基づいたのでその方法について説明はで きるだけ省略し、結果に対する考察に重点を置くよう心掛けた。

3-2 試料の採取

本探査は現河床堆積物を対象として行われた。試料の採取は Otué 鉍化帯の発達している Qu- ilmahue 沢を中心にその付近を特に密に採取した。試料採取密度は 3.52 個/km² である。

試料の採取方法は Coihueco-Recinto 地域（第I部第3章3-2）の場合と全く同様であるの で、本項での説明は省略する。

3-3 試料の分析

試料の分析は Coihueco-Recinto 地域（第I部第3章3-3）と全く同様であるので、本項で の説明は省略する。分析成分は Cu, Mo, Zn, Ag, Mn 及び As の6成分である。

3-4 データの統計処理

データの統計処理法も Coihueco-Recinto 地域の場合と全く同様であるので、本項での説明は 省略する。

3-5 結果及び検討

以上の分析及び統計処理結果に基づいて元素別及び元素間の相関性等の検討結果を以下に述べる。

(1) 元素別検討

元素別の統計処理値は Tab. II - 1, ヒストグラムは Fig. II - 2 のとおりである。また各元素の異常値は第 1 級 ($> \bar{X} + 3S$) 及び第 2 級 ($\bar{X} + 2S \sim \bar{X} + 3S$) の 2 階級に区分し, その分布は PL. II - 4 に示した。

Tab. II-1 ESTADIGRAFOS BASICOS DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES, AREA DEL PROSPECTO OTUE

(Población Tamizada)

| Elemento | Media (ppm) | Desviación standard (ppm) | $\bar{X} + S$ (ppm) | $\bar{X} + 2S$ (ppm) | $\bar{X} + 3S$ (ppm) | Skew | Kurtosis |
|----------|-------------|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------|----------|
| Cu | 127,40 | 216,94 | 344,34 | 561,28 | 778,22 | 1,44 | 0,88 |
| Zn | 72,40 | 20,48 | 92,88 | 113,36 | 133,84 | 0,86 | 3,15 |
| Mn | 693,33 | 143,31 | 836,64 | 979,95 | 1.123,26 | - 0,28 | - 26,21 |
| Mo | 3,49 | 2,75 | 6,24 | 8,99 | 11,74 | 0,24 | - 0,59 |

銅

本地区における Cu 含有量は最高値 1,350 ppm, 最低値 20 ppm であった。異常値は第 1 級, 第 2 級とも Otué 鉱化帯が発達している Quilmahue 沢の中～上流域にのみ集中して分布しており, その他の箇所では認められなかった。

本地区のしきい値 (561.28 ppm) はかなり高い値を示しており, また異常値の分布に地域性がみられることから, 局所的な Cu の濃集すなわち Otué 鉱化帯における Cu の鉱化作用の存在を反映している。

この Cu 異常は Quilmahue 沢に隣接した沢には現れていないことから, Cu の濃集はさほど広範囲に及んでいないものと解される。

また, 第 1 級異常が Quilmahue 沢の上流域に, 第 2 級異常が中流域に, シャープに分かれて分布していることから判断すると, Cu の鉱化作用の中心は同沢の上流域に存するものと解される。

亜鉛

本地区における Zn 含有量は最高値 252 ppm, 最低値 46 ppm である。しきい値 (113.36 ppm)

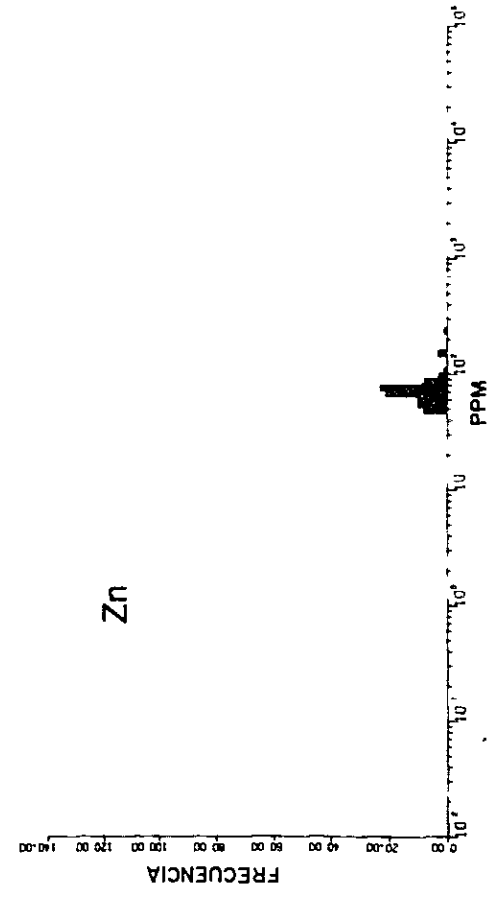
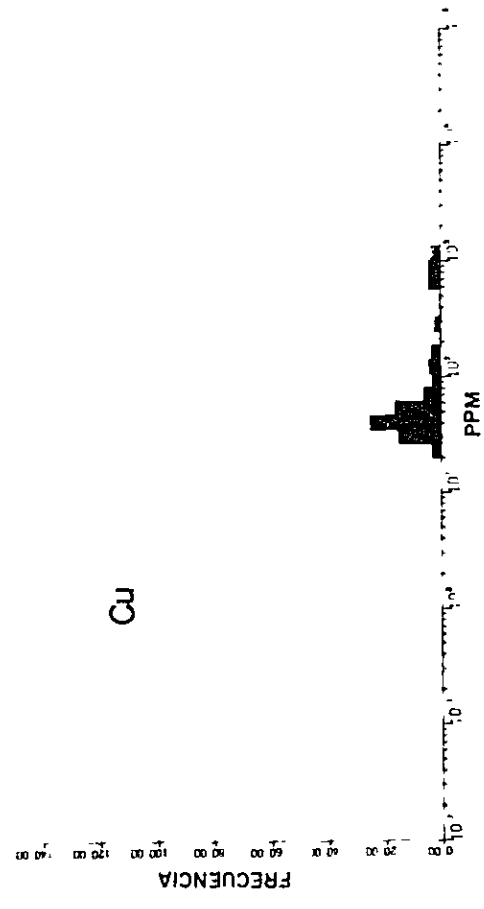
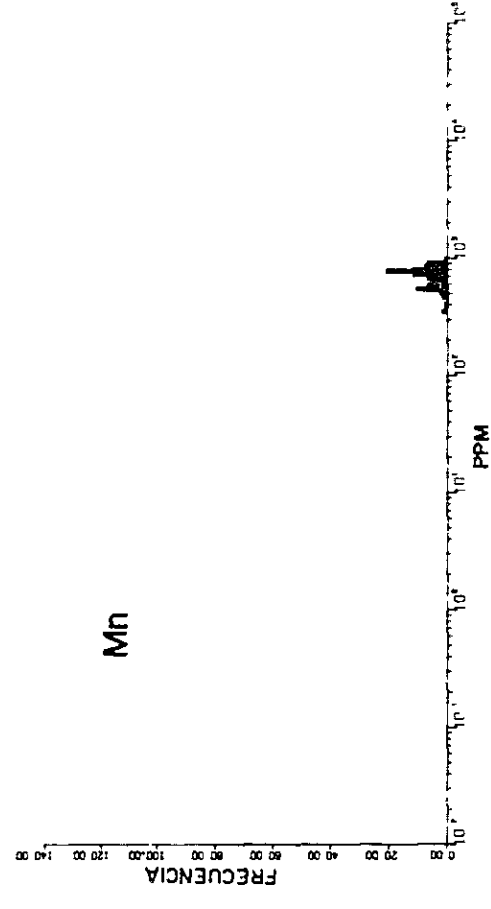
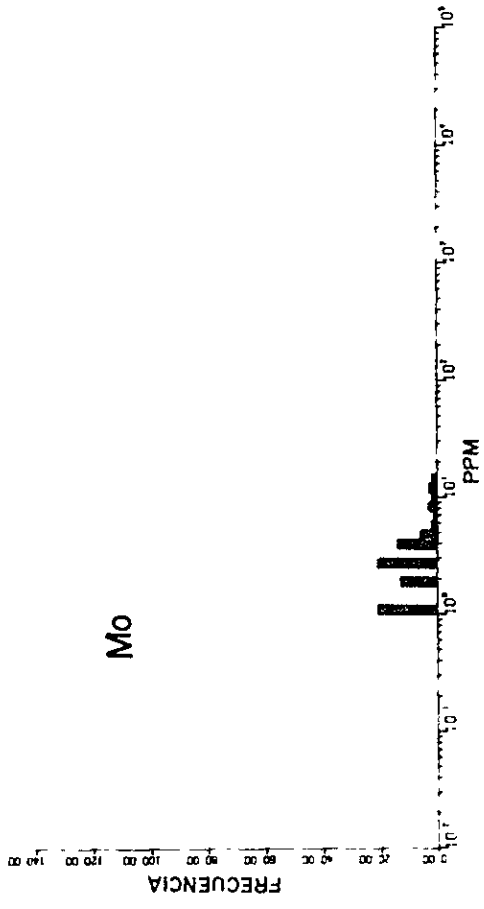


Fig. II - 2 HISTOGRAMA DE DISTRIBUCION DE LOS ELEMENTOS ANALIZADOS, AREA OTUE

は低く有望な Zn の鉍化作用は期待できない。ただ、上記の Quilmahue 沢の東に隣接した小沢において 3 地点に第 1 級異常値が認められた。この小沢の上流域には、PL. II - 1 に示した範囲に鉄ヤケを伴った石英-絹雲母化変質帯が発達しているが、Zn の鉍物を肉眼観察で確認することはできなかった。また、Zn の鉍化作用の存否を確認する目的で、通常同元素と親和性のある Pb 及び Cd の分析を行ったが、非鉍化岩に通常含まれている程度の値しか得られなかった。しかし、同一沢にまとまって異常が検出されたこと、及びその付近に鉄ヤケを伴った熱水変質帯が発達していること等からすると、この変質帯にはごく微弱ながら Zn の鉍化作用を伴っているものと推察される。

その他の箇所に Zn の異常は認められなかった。

マンガン

本地区における Mn 含有量は最高値 1,010 ppm，最低値 337 ppm で、異常値（第 2 級）を示した試料は Quilmahue 沢の上流域で採取された 1 個だけであり、従ってこの異常値は誤差値の可能性が大きい。

モリブデン

本地区における Mo 含有量は最高値 16 ppm，最低値 < 1 ppm，平均値 3.49 ppm で全体的に低い。

Mo の異常は PL. II - 4 に示されているように第 1 級及び第 2 級とも Cu の場合と極めて密接な相関を示し分布している。すなわち第 1 級異常が Quilmahue 沢上流域に、また第 2 級異常が同沢の中流域に分布しており、その他の地域には全く異常が認められない。なお、この両元素の相関関係については次項(2)で統計的資料に基づいて更に説明を加える。

以上のように、この地化学探査の結果からも Otue' 鉍化帯が銅、モリブデンの鉍化作用によるものであることが裏付けられた。

ヒ素及び銀

本地区における As 及び Ag の含有量はいずれも測定限界以下（1 試料だけ As 5 ppm を示した）であり、特筆すべき結果は得られなかった。

(2) 多変量解析

本地区においても Coihueco~Recinto 地域と同様の目的、方法によって相関分析及び因子分析を行った。その結果は Tab. II - 2 及び Tab. II - 3 に示したとおりである。

相関分析に供した試料数は 88 個で信頼度 95 % における有意値は 0.21 である。この結果 2 組の元素間において有意の相関性が認められた。1 つは Cu と Mo の間にみられるかなり高い相関性であり、もう 1 つは Zn と Mn の間にみられるものであるが、この場合は相関係数が有意限界

Tab. II-2 COEFICIENTES DE CORRELACION, MUESTRAS DE SEDIMENTOS FLUVIALES, AREA DEL PROSPECTO OTUE

Valores de (r)

| N | (r) Significativo* | >0,8 | 0,6 a 0,8 | 0,4 a 0,6 | 0,2 a 0,4 |
|----|--------------------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 88 | 0,21 | Cu - Mo | | | Zn - Mn |

* Valor de (r) significativo al nivel de confianza de 95 %.

Tab. II-3 ASOCIACIONES DE ELEMENTOS DEL ANALISIS DE FACTORES, AREA DEL PROSPECTO OTUE

| Elementos | Factor 1 | Factor 2 |
|---|----------|----------|
| Cu | 0,913 | - 0,167 |
| Zn | - 0,000 | 0,930 |
| Mn | - 0,476 | 0,625 |
| Mo | 0,958 | - 0,083 |
| % de varianza explicada por cada factor | 56,7 % | 25,1 % |
| Varianza total explicada | 81,8 % | |

(*) Los elementos subrayados son aquéllos con las más altas cargas en cada factor.

に近いものであり、従って、その相関性は極めて低い。

因子分析でも相関分析の結果を裏付ける値が得られている (Tab. II-3)。第1因子分析ではCu Mo間に強い相関性が認められ、その因子分散比は約57%を示している。

この高い比率は両元素間の相関性の高さを表現していると同時に、高い相関性を示した試料数が非相関を示した試料数に比較して優っていたことを表している。

また、第2因子分析の結果、ZnとMnの間に相関性のあることが判明した。しかし、この因子分散比は約25%と低く、従ってこの相関性はさほど高いものではなく、かつ相関性を示した箇所は局部的である。なお、上記両因子が占める割合は全分散の80%を超えるものである。

なお、第1因子 (Cu-Mo) の因子スコアは Quilmahue 沢の上～中流域において高い値を示している。これは同沢に発達する Otué 鉍化帯の鉍化作用が Cu, Mo によって特徴づけられていることを示しているものである。

また第2因子 (Zn-Mn) の因子スコアは Quilmahue 沢の東に隣接する小沢、Quilmahue 沢の上



～中流域，Otué 川及び調査地域の北東部において比較的高い値を示しているが，Quilmahue 沢の東の小沢でややまとまりをみせているほかは分散している。

以上のことから判断すると，Zn と Mn にみられる低い相関性は Coihueco-Recinto 地域の場合と同様，風化作用に起因している可能性が大きい。

以上の本地区における地化学探査の結果を要約すると次のとおりである。

- I) Otué 鉍化帯の発達している Quilmahue 沢上～中流域において明りょうな Cu 及び Mo の異常が把握された。またこの両元素間には明りょうな相関性が認められた，等の点から両元素の異常は同鉍化帯における Cu 及び Mo の鉍化作用の存在を反映しているものと解される。
- II) ややまとまってみられる Zn の異常はその付近における Zn の鉍化作用の存在を暗示しているが，その程度は，極めて微弱なものと解される。
- III) Otué 鉍化帯以外の地域で注目すべき地化学異常は認められなかった。

