

SECRET

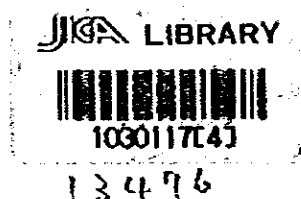
CONFIDENTIAL

SECRET



チリ共和国中部地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第一年次



昭和 57 年 12 月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

國際協方學業團	
給 84. 8. 221	704.0
登錄 No. 113476	66.1.2
	MPNN

## は し が き

日本国政府は、チリ共和国政府の要請に応え、同国中部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して、昭和57年8月20日から昭和57年12月4日まで現地に派遣した。

現地調査はチリ共和国政府機関、特に鉱山省地質鉱山局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第一年次の調査結果をとりまとめたものである。

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

昭和57年12月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起



# 目 次

は し が き .....	巻 頭
位 置 図 .....	巻 頭
要 約 .....	(i)
序 論 .....	
第1章 本年次調査内容 .....	1
1-1. 調査目的 .....	1
1-2. 調査区域および調査方法 .....	1
1-3. 調査期間 .....	2
1-4. 調査団の編成 .....	2
1-5. 従来の調査および参考文献 .....	4
1-6. 調査地域の地質象床概要 .....	15
第2章 調査地域の地理 .....	20
2-1. 地 形 .....	20
2-2. 気候および植生 .....	21
2-3. 交 通 .....	21
2-4. 集落および産業 .....	23
写真地質解析 .....	
第1章 使用データおよび解析方法 .....	24
1-1. 使用空中写真 .....	24
1-2. 解析方法 .....	24
1-3. 解析データのコンパイル .....	26
第2章 解析結果 .....	27
2-1. 概 要 .....	27

2-2. 地質单元 .....	29
2-3. 地質構造 .....	37
2-4. 変質帯 .....	39
第3章 地表チェック調査 .....	48
3-1. ルートの選定 .....	48
3-2. 調査結果 .....	48
3-3. 地質調査結果との比較検討 .....	51
第4章 結論およびリコメンデーション .....	53
4-1. 地質および地質構造 .....	53
4-2. 鉱化・変質作用 .....	54
4-3. リコメンデーション .....	54

## 地質調査(概査)

第1章 地質 .....	56
1-1. 概要 .....	56
1-2. 地質層序 .....	56
1-3. 貫入岩類 .....	68
1-4. 地質構造 .....	72
第2章 応用地質 .....	73
第3章 結論およびリコメンデーション .....	78

## 地質調査(精査) CHANCON地区

第1章 地質 .....	80
1-1. 概要 .....	80
1-2. 地質層序 .....	80
1-3. 貫入岩類 .....	81
1-4. 地質構造 .....	83



第2章 鉍床 .....	85
2-1. 一般的鉍床特性 .....	85
2-1-1. 鉍化作用 .....	85
2-1-2. 変質作用 .....	87
2-1-3. 鉍脈裂か系 .....	87
2-1-4. 鉍化作用と地質構造との関係 .....	91
2-1-5. 関連火成活動について .....	91
2-2. 鉍床別説明 .....	91
第3章 結論およびリコメンデーション .....	109

## Lista de Planos

- PL. 1 - 1. MAPA FOTOGEOLÓGICO ( № 1 ) 1 : 100,000
- PL. 1 - 2. MAPA FOTOGEOLÓGICO ( № 2 ) 1 : 100,000
- PL. 1 - 3. PERFILES FOTOGEOLÓGICOS 1 : 100,000
- PL. 1 - 4. PLANO TECTÓNICO, UBICACIÓN DE YACIMIENTOS  
Y ZONAS ALTERADAS ( № 1 ) 1 : 100,000
- PL. 1 - 5. PLANO TECTÓNICO, UBICACIÓN DE YACIMIENTOS  
Y ZONAS ALTERADAS ( № 2 ) 1 : 100,000
- PL. 2 - 1. MAPA GEOLÓGICO DE LA HOJA DOÑIHUE 1 : 50,000
- PL. 2 - 2. MAPA GEOLÓGICO DE LA HOJA RENGÓ 1 : 50,000
- PL. 2 - 3. MAPA GEOLÓGICO DE LA HOJA SAN FERNANDO 1 : 50,000
- PL. 2 - 4. MAPA GEOLÓGICO DE LA HOJA CODEGUA 1 : 50,000
- PL. 2 - 5. PERFILES GEOLÓGICOS DE LA HOJA DOÑIHUE 1 : 50,000
- PL. 2 - 6. PERFILES GEOLÓGICOS DE LA HOJA RENGÓ 1 : 50,000
- PL. 2 - 7. PERFILES GEOLÓGICOS DE LA HOJA SAN FERNANDO 1 : 50,000
- PL. 2 - 8. PERFILES GEOLÓGICOS DE LA HOJA CODEGUA 1 : 50,000
- PL. 2 - 9. MAPA DE UBICACIÓN Y MUESTREO DE YACIMIENTOS DE LA HOJA  
DOÑIHUE 1 : 50,000
- PL. 2 - 10. MAPA DE UBICACIÓN Y MUESTREO DE YACIMIENTOS DE LA HOJA  
RENGÓ 1 : 50,000
- PL. 2 - 11. MAPA DE UBICACIÓN Y MUESTREO DE YACIMIENTOS DE LA HOJA  
SAN FERNANDO 1 : 50,000
- PL. 2 - 12. MAPA DE UBICACIÓN Y MUESTREO DE YACIMIENTOS DE LA HOJA  
CODEGUA 1 : 50,000
- PL. 2 - 13. MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTRAS DE ROCA DE LA HOJA DOÑIHUE  
1 : 50,000
- PL. 2 - 14. MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTRAS DE ROCA DE LA HOJA RENGÓ  
1 : 50,000

- PL. 2 - 15. MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS DE ROCA DE LA HOJA SAN  
FERNAND 1 : 50,000
- PL. 2 - 16. MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS DE ROCA DE LA HOJA CODEGUA  
1 : 50,000
- PL. 2 - 17. MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS GEOQUIMICAS DE LA HOJA  
DOÑIHUE 1 : 50,000
- PL. 2 - 18. MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS  
GEOQUIMICAS DE LA HOJA RENCO 1 : 50,000
- PL. 2 - 19. MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS GEOQUIMICAS DE LA HOJA SAN  
FERNANDO 1 : 50,000
- PL. 2 - 20. MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS GEOQUIMICAS DE LA HOJA  
CODEGUA 1 : 50,000
- PL. 3 - 1. MAPA GEOLOGICO DEL DESTIRITO CHANCON 1 : 10,000
- PL. 3 - 2. PERFILES GEOLOGICOS DEL DESTIRITO CHANCON 1 : 10,000
- PL. 3 - 3. PERFILES GEOLOGICOS DEL DESTIRITO CHANCON 1 : 10,000
- PL. 3 - 4. MAPA DE UBICACION Y MUESTREO DE YACIMIENTOS DEL DESTIRITO  
CHANCON 1 : 10,000

## 要 約

### 1) 写真地質解析結果の要約

本解析の範囲はプロジェクト全域の8,840幅である。

写真地質解析の結果、本地区は成層岩類、未固結堆積物、貫入岩類および変質帯に大別され、更にそれらは19単元に区分される。

成層岩類は  $B_1 \sim B_7$  の7単元に区分され、それらは下位よりジュラ系の Nacientes del Teno 層、Río Damas 層、Lenas Espinoza 層、ジュラ系～下部白亜系の Baño del Flaco 層、下部白亜系の Colimapu 層、上部白亜系の Lo Valle 層、上部白亜系～下部第三系の Coya Machali 層、新第三系の Farellones 層、角礫パイプおよび第四系の火山岩類に各々対応される。

未固結堆積岩類は  $A_1 \sim A_3$  の3単元に区分され、それらは沖積層、氷河堆積物、崖錐堆積物、万年雪および氷河に対応される。

貫入岩類は酸性岩類と中～塩基性岩類に大別され、それらを既存資料および本年次の地質調査結果と対応させるとモンゾ花崗岩から閃輝岩(安山岩)までの各種貫入岩類からなっている。

本地区の Coya Machali 層を含めたそれより古い地層(単元  $B_1 \sim 7$ )は一般に N-S 方向に延びており、特に単元  $B_4$  (Coya Machali 層)には N-S ないし NNE-SSW 方向の軸をもったかなり振幅の大きい向・背斜構造の繰返しが発達している。

また、単元  $B_5$  (Farellones 層)および単元  $B_7$  (第四紀火山岩類)は一般に水平に近い構造を示している。

フォトリニアメントとしては N-S 系ないし NNE-SSW 系が顕著であり、その一部は同系の断層に対応している。

本解析の結果、本地区には135箇所におよぶ変質帯の発達が判読され、そのうちの40箇所は既存資料の熱水変質帯に対応される。

これらの変質帯の密集している地域は10箇所あり、このうち8箇所は既存資料によって熱水変質帯であることが確認されており、その一部には硫化鉱物の酸化による溶脱帯も発達しており、かつ変質帯の分布域が大きい、等からして注目される地域である。

また、他の2地域は既存資料では変質帯として確認されていないが、熱水変質帯の可能

性が大きく、かつその分布も広く、それらの付近には貫入岩の発達も判読されており、また、その一つには現地チェック調査の結果、鉄焼けの存在も確認している。これらの理由からこの2地域も注目に値する。

以上の10地域のうち、1地域は EL Teniente 鉱山管轄区域内にあるため、本調査の対象から除外されるが、残りの9地域に対しては、上記の理由から今後現地調査を行う必要があると判断される。

なお、その調査の方法としては、変質帯調査と平行して鉱化作用の有無の検討のため、それらの付近に対する地化学探査（河床堆積物）の実施が望まれる。

また、本地域には EL Teniente 鉱床を初めとした数多くの鉱床が知られており、新鉱床賦存の可能性の高い地域である。従って、新鉱床発見のための広域的な地化学探査（河床堆積物）の実施が望まれる。

## 2) 地質調査（概査）結果の要約

本調査の範囲は面積 2240<sup>ha</sup> である。

本調査地域の地質は、白亜紀後期～第三紀初期の中～酸性火山噴出岩類と中央盆地を埋めている広大な第四系から主として構成されており、前者は下位の Lo Valle 層と上位の Coya Machali 層に区分される。その他 Farellones 相当層も小分布をなしている。

地質構造は、NNE-SSW系およびNE-SW系が優勢で、Lo Valle 層は波長の長いきわめてゆるやかな褶曲構造を示し、一方、Coya Machali 層は波長のより短い、振幅の大きい、より激しい褶曲構造を持つ。

貫入岩類は閃緑岩質から花崗岩質までの種々の岩相を示し、小岩株が多い。

鉱化作用としては、主として金、銀、銅からなる Chancon 地区の鉱脈群以外、ごく微弱な鉱徴が点散しているに過ぎず、同地区以外に注目に値する鉱化作用あるいは変質作用は把握されなかった。

従って、本地域に対し、Chancon 地区を除き、今後更に詳細な調査探鉱を行う価値は極めて低いものと判断される。

## 3) 地質調査（精査）結果の要約

本調査の範囲は Fig. 1 に示した面積 575<sup>ha</sup> である。

Chancon 地区には金、銀、銅を主体とした数多くの鉱脈型鉱床が発達しており、それらは主として Lo Valle 層の安山岩を母岩としている。

主要な鉱脈裂かは  $N70^{\circ} \sim 80^{\circ} W$ 系と  $N10^{\circ} \sim 30^{\circ} E$ 系で、脈の傾斜はいずれも  $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ が一般的である。

確認された走向延長で最大は Anita 脈の 750 m(+)で、傾斜延長は Ingles 脈の 250 m(+)である。

脈幅は 1.0 m弱が多いが局部的に 4 mに及んでいる。

鉱石鉱物として一般的に認められるのは黄鉄鉱、黄銅鉱および金、銀鉱物で、一部の脈では斑銅鉱、輝銅鉱、方鉛鉱および閃亜鉛鉱が認められる。脈石鉱物としては石英が圧倒的に多く、赤鉄鉱がこれに次ぐ。その他微量ではあるが磁鉄鉱も含まれており、また一部の脈には多量の方解石を産している。

本鉱脈群には珪化作用を伴っており、採鉱の指針となり得る。

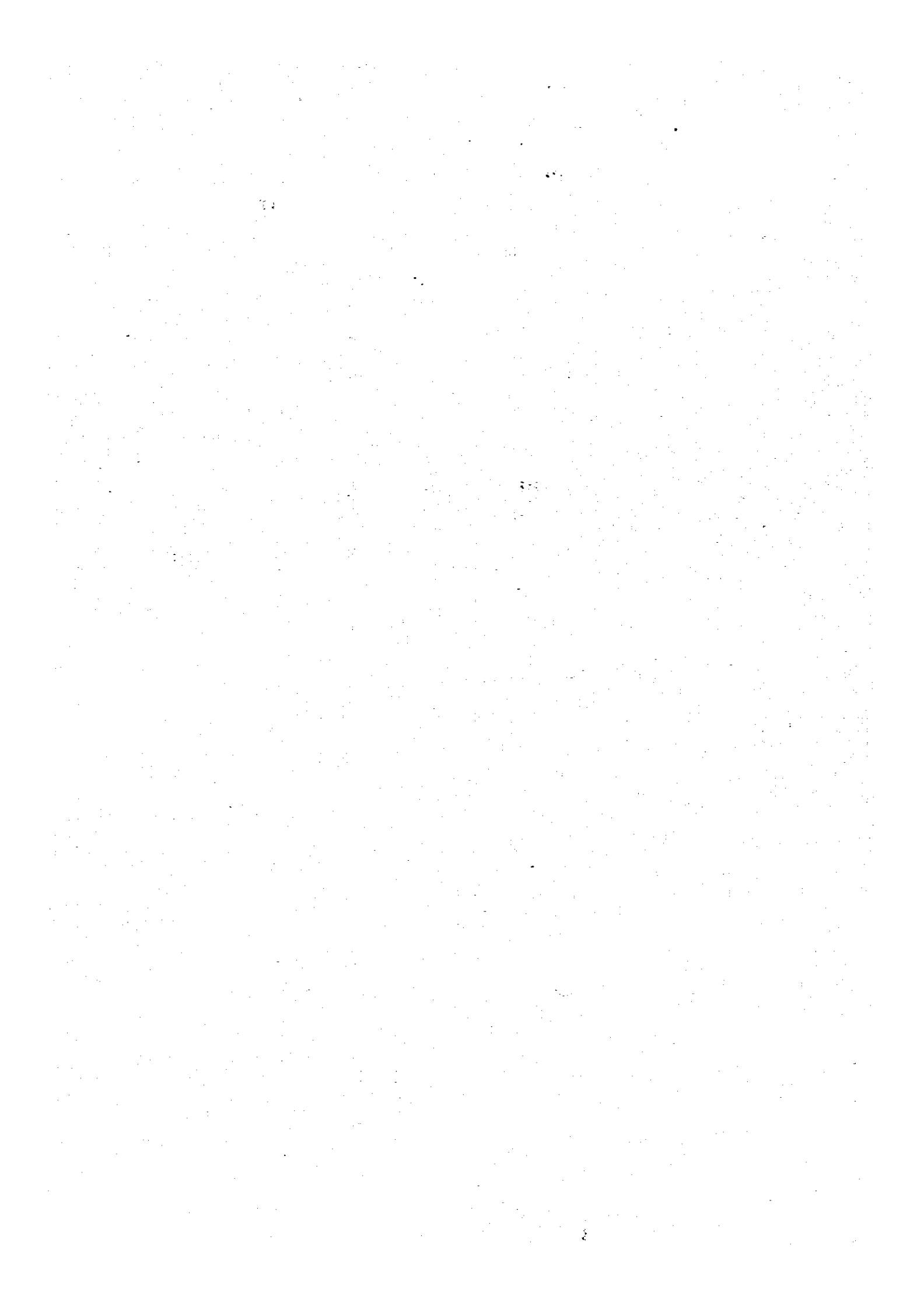
鉱化作用の時期については言及するに足る資料に欠けるが、かなり若いものと想定される。

期待される一般的な鉱床規模は水平および垂直的に 200 ~ 500 mの延長で、脈幅は 1 m前後である。また、合金量の高い脈の場合、平均的期待品位は鉱床上部で Au 7~10 g/t、Cu 1.0%未満、同下部で Au 2~4 g/t、Cu 2.0 ~ 3.0 %である。

本地区の多くの鉱床は金品位の比較的高かった上部開発区のみ終わっており、金品位の低下と共に下部は放置されている感じが強い。

しかし、Ingles 鉱床の例のように鉱床下部で採算可能な銅鉱床に変る可能性が充分期待される。この可能性を検討するため今後、Ingles 鉱床をモデルとした流体包有物による鉱床上下の鉱物組合せと生成温度の関係を究明することが望まれる。

また、広域的な熱水変質作用の特性を解明することによって鉱化の中心を把握することも必要である、と判断される。



# 序 論





## 第 1 章 本 年 次 調 査 内 容

### 1-1. 調 査 目 的

本 年 次 調 査 は チリ 共 和 国 中 部 地 域 に お け る 第 1 年 次 調 査 に 当 り、次 の こ と を 目 的 と し て 実 施 さ れ た。

- 1) 当 該 地 域 全 域 に お け る 既 存 資 料 の 取 集、コ ン パ イ ル お よ び 写 真 地 質 解 析 等 に よ っ て 鉍 床 探 査 の 基 礎 資 料 を 总 括 す る。
- 2) 写 真 地 質 解 析 に よ っ て 新 し い 鉍 化 ・ 変 質 帯 の 発 見 に つ と め る。
- 3) 当 該 地 域 西 部 (ド ニ ウ エ (Donihue)、レ ン ゴ (Rengo)、サ ン フ ェ ル ナ ン ド (San Fernando) お よ び コ デ グ ア (Codegua) の 4 図 幅) に 対 し、地 質 調 査 (縮 尺 1 : 50,000) を 実 施 し、鉍 床 賦 存 の 可 能 性 を 検 討 す る、と 同 時 に 将 来 の 鉍 床 探 査 へ の 基 礎 的 デ ー タ を 得 る。
- 4) Chancon 地 区 に 対 し 地 質 精 査 (縮 尺 1 : 10,000) を 実 施 し、同 地 区 に お け る 鉍 床 特 性、鉍 脈 裂 か と 地 質 構 造 と の 関 係 等 の 究 明 に 当 り、将 来 の 探 査 指 針 を 得 る。

### 1-2. 調 査 区 域 お よ び 調 査 方 法

本 年 次 実 施 さ れ た 調 査 方 法 は 区 域 別 に 異 な っ て お り、そ れ ら は 次 の 通 り で あ る。

#### 1) 写 真 地 質 解 析

プ ロ ジ ェ ク ト 全 域 (面 積 8,840 ㎢) ( Fig. 1 参 照 ) ( 縮 尺 1 : 100,000 )

#### 2) 地 質 調 査 (概 査) お よ び 地 化 学 探 査 (概 査)

プ ロ ジ ェ ク ト 区 域 の 西 部 に 当 り、次 の 緯 経 度 で 囲 ま れ た 面 積 2,240 ㎢ の 範 囲。

北 限 南 緯 34° 00'

南 限 南 緯 35° 00'

東 限 西 経 70° 45'

西 限 西 経 71° 00'

北 より Donihue、Rengo、San Fernando お よ び Codegua の 各 図 幅 が 本 地 域 に 該 当 す る。な お、地 化 学 探 査 は 次 年 度 以 降 の 地 域 と 共 に 总 合 的 に 解 析 さ れ る の で、本 年 次 は 試 料 の 採 取 に 止 ま っ た。試 料 は 現 河 床 堆 積 物 を 対 象 と し た。な お、概 査 の 精 度 は 1 : 50,000 で あ る。

#### 3) 地 質 調 査 (精 査) (Chancon 地 区)

精 査 の 範 囲 は 上 記 2) の Donihue 図 幅 の 北 西 部 に 位 置 し、Chancon 部 落 を 中 心 と し た 面 積

57.5 km ( Fig.1参照 ) の地域で、次の緯経度に囲れている。

北限	南緯	34° 02' 16" S
南限	南緯	34° 05' 00" S
東限	西経	70° 47' 15" W
西限	西経	70° 54' 45" W

調査の精度は 1 : 10,000 である。

採取した試料数は次の通りであり、それらの位置は PL. 2-9 ~ 2-20 に示してある。  
なお、本年次、分析に供した試料は鉍石分析、岩石薄片および鉍石研磨片の3種類で、その他は試料の採取に止まり、それらの分析結果に基づいた解析は次年度以降にプロジェクト全域を総合的に行う予定である。

地化学探査試料数	: 283 個
鉍石分析	: 117 個
岩石薄片	: 80 個
鉍石研磨片	: 21 個
x線解析	: 24 個
絶対年代測定	: 2 個

### 1-3. 調査期間

調査期間は Tab. 1 に示す通りである。

### 1-4. 調査団の編成

本調査に参加した団員は次の通りである。

#### 日本側

調整 馬場 洋三 ( 金属鉍業事業団 )

団長 古川 雄也 ( 日鉍探開株式会社 )

総括、写真地質解析、地質調査、地化学探査、報告書作成


団員 武田 進 ( 日鉍探開株式会社 )


写真地質解析、地質調査、地化学探査、報告書作成

二村 英吾 ( 日鉍探開株式会社 )

Tabla I PERIODO DE TRABAJO

METODO DE TRABAJO	EQUIPOS DE TRABAJO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Fotogeologia	Japón 4	15 interpretación	20 30 preparación	17 trabajo en terreno	21 interpretación e informe	5 interpretación e informe	25 impresión e informe
Geologia y Geoquimica regional.	Japón 4 Chile 4		20 30 preparación		21 trabajo en terreno	5 interpretación e informe	25 impresión e informe
Geologia y Geoquimica de detalle	Japón 4 Chile 4		30		21 trabajo en terreno	5 interpretación e informe	25 impresión e informe

 Trabajo en Japón

 Trabajo en Chile

地質調査、地化学探査

武田 尚雄(日鉱探開株式会社)

地質調査、地化学探査

小原 賢(日鉱探開株式会社)

写真地質解析

大地 正高(日鉱探開株式会社)

写真地質解析

#### チリ 例

団長 Carlos Portigliati Navarro (Sernageomin)

総括、地質調査、地化学探査

報告書作成

団員 Carlos Emparan Cabrollet (Sernageomin)

地質調査、地化学探査

" Sergio Diaz Bonilla (Sernageomin)

地質調査、地化学探査

" Luis Bobenrieth Giglio (Sernageomin)

地質調査、地化学探査

#### 1-5. 従来の調査および参考文献

本地区における従来の調査は、下記に示した通りの数多くKのほっているが、それらは主として、本地区東部のアンデス山脈地帯に集中しており、本地区西部の中央盆地地帯および海岸山脈地帯は比較的少ない。

また、絶対年代研究(主としてK/Ar法)による時代考察が、最近の4~5年盛んなり、それ以前の考え方が大きく改訂されつつある。

それらの結果を要約してプロジェクト全域の地質鉱床の概要を次項の2-6にまとめた。

なお、従来の調査によって得られている各地層および貫入岩類の絶対年代(K/Ar法)測定結果をTab. 2にまとめた。

また、既存資料(Secretaria Regional de Planificación y Coordinación, VI Región, 1980; Steward, 1972およびCharrier, 1970)に基づいて従来確認されている鉱床および

鉱化・変質帯を Apendice 1 の一覧表にまとめ、それらの位置を、PL. 1-4 および 1-5 に示した。

- Almeyda, E. y Sáez, F. (1958): "Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos". Min. Agríc., Dir. Gral. Prod. Agr. Pesq., Santiago.
- Anónimo (?): "Descripción, antecedentes e informes Técnicos de las minas situadas en la hacienda Las Nieves, cerro Los Cristales, subdelegación Rengo, depto. de Caupolicán, provincia de O'Higgins (Chile), S.A." Inédito en Archivo Geol. Min, SERNAGEOMIN.
- Covacevich, V. et. al. (1976): "Estratigrafía y sedimentación de la formación Banos del Flaco al sur del río Tinguiririca, Cordillera de Los Andes, prov. de Curicó, Chile". Act. Primer Cong. Geol. Chil., v. 1 p. A 191-211, Santiago.
- Charrier, R. y Lillo, F. (1973): "Geología regional y geoquímica del drenaje de las provincias de O'Higgins y Colchagua" Inst. Nac. Inv. Rec. Nat. Publ. N° 7.
- Charrier, R. y Munizaga, F. (1979): "Edades K-Ar de volcanitas Cenozoicas del sector cordillerano del río Cachapoal, Chile" (34°15' lat. sur). Rev. Geol. de Chile, N° 7, p. 41-51.
- Díaz, C. et. al. (1957): "Reconocimiento de suelos de la provincia de O'Higgins". Min. de Agric. Rev. Agricultura Técnica, año 18, N° 2, p. 487-623 (Dic. 1958).
- Di Biase, F. (1973): "La minería de las provincias de O'Higgins y Colchagua". Int. Nac. Inv. Rec. Nat. Inf. N° 31.
- Drake, R. E. (1974): "The chronology of Cenozoic igneous and tectonic events in the Central Chilean Andes". IAVCEI, Symp. Int. Volc. pre-print, Santiago.
- Duhalde, M. y Rehnfeldt, J. (1981): "Geología del área del río Maule entre los 70°30'-71°15' long. oeste y estudio geológico-geotécnico del proyecto hidroeléctrico Pehuenche de Endesa". U. de Chile, Depto. de Geol. Memoria para optar al título de geólogo, Santiago.

- Escobar, F. et. al. (1977): "Avance geológico de las hojas Rancagua-Curicó, Talca-Linares, Chanco-Concepción-Chillán". Int. Inv. Geol. Inédito.
- Ferraris, F. (1978): "Mapa geológico de Chile, escala 1:250.000". Inst. Inv. Geol. Inédito.
- Fuenzalida, P., H. (1965): "Cap. IV "Clima" en Geografía Económica de Chile, Texto refundido, CORFO, Santiago.
- Godoy, E. (1982): "Geología del área Montenegro-Cuestra Chacabuco: Región Metropolitana: el "problema de la formación Lo Valle". Act. Ter. Cong. Geol. Chil. v. 1, p. A125-146, Concepción.
- Klohn, C. (1953): "Informe preliminar sobre las actividades y resultados geológicos y mineros de la comisión que durante la temporada de 1952-1953 actuó en la cordillera al este de Rancagua". CORFO, Depto. de Minas y Combustibles, inédito.
- Klohn, C. (1953): "Informe geológico y minero sobre la cordillera de la provincia de O'Higgins al este de Rancagua; hoya hidrográfica del río Cachapoal y terrenos colindantes en Argentina". CORFO, Depto. de Minas y Combustibles, inédito.
- Klohn, C. (1954): "Informe geológico minero regional sobre la Cordillera de Los Andes de las provincias de O'Higgins, Colchagua y Curicó". CORFO, Depto. de Minas y Combustibles, inédito.
- Klohn, C. (1960): "Geología de la Cordillera de Los Andes de Chile Central, provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó". Inst. Inv. Geol. Bol. N° 8.
- Munizaga, F. y Vicente, J. C. (1982): "Acerca de la zonación plutónica y del volcanismo Miocénico en Los Andes de Aconcagua (lat. 32-33°S): datos radiométricos K-Ar". Serv. Nac. Geol. Min. Rev. Geol. Chile, N° 16, p. 3-21.
- Nasi, C. y Thiele, R. (1982): "Estratigrafía del Jurásico y



Cretácico de la Cordillera de la Costa, al sur del río Maipo, entre Melipilla y Laguna de Aculeo (Chile Central)". Serv. Nac. Geol. Min., Rev. Geol. Chile, N° 16, p. 81-99.

Podestá, D. J. y Meyer, A. V. (1948): "Report on scouting examination, Las Nieves copper prospect near Rengo, Chile" inédito, Chuquicamata, en Archivo Geol. Min, SERNA-GEOMIN.

Ruiz, C. et. al. (1960): "Edades plomo-alfa y marco estratigráficos de los granitos chilenos con una discusión acerca de su relación con la orogénesis". Inst. Inv. Geol. Bol. N° 7.

Ruiz, C., et. al. (1965): "Geología y yacimientos metalíferos de Chile". Inst. Inv. Geol. Santiago.

SERNAGEOMIN (En prensa) "Mapa geológico de Chile, escala 1:1.000.000", Impr. Inst. Geog. Militar, Santiago.

SERPLAC-VI Región (1979): "Potencial minero de la VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins R." Etapa I, 6 v. inédito.

Moscoso, R. et. al. (1982): "Hoja Los Andes, Región de Valparaíso". Serv. Nac. Geol. Min., Carta Geol. de Chile, N° 52.

Thiele, R. (1980): "Hoja Santiago, Región Metropolitana". Inst. Inv. Geol., carta Geol. de Chile N° 39.

Thomas, H. (1958): "Geología de la Cordillera de la Costa entre el valle de La Ligua y la cuesta de Barriga". Inst. Inv. Geol. (Chile). Bol. N° 2.

Van Eysinga, P. W. B. (1978): "Geological time table" 3 ed. Ed. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam.

Vergara, M. (1969): "Rocas volcánicas y sedimentario-volcánicas, mesozoicas y cenozoicas, en la lat. 34°30'S, Chile". U. de Chile, Depto. de Geol. Publ. N° 32.

Vergara, M. y Munizaga, F. (1974): "Age and evolution of the

- Upper Cenozoic andesitic volcanism in Central-South Chile". Geol. Soc. Am. Bull, v. 85, p. 603-606.
- Vergara, M. (1978): "Comentario sobre la edad de las formaciones Cola de Zorro y Farellones, Chile Central". Inst. Inv. Geol. Rev. Geol. de Chile, N° 5, p. 59-61.
- Vergara, M. y Drake, R. E. (1978): "Edades potasio-argón y su implicancia en la geología regional de Chile". Univ. de Chile, Depto. Geol. Com. N° 23, p. 1-11.
- Vergara, M. y Drake, R. E. (1979a): "Eventos magmáticos plutónicos en Los Andes de Chile Central". En Seg. Congr. Geol. Chileno, Act. v. 1, p. F-19-30, Arica.
- Vergara, M. y Drake, R. E. (1979b): "Edades K/Ar en secuencias volcánicas continentales post neocomianas de Chile Central; su depositación en cuencas intermontanas restringidas". Asoc. Geol. Argentina, Rev. v. 34, N° 1, p. 42-52.
- Vergara, M. y López, L. (1980): "Geología y petrología de los intrusivos sub-volcánicos de la precordillera andina entre Santiago y Colina". U. de Chile, Depto de Geol. Com. N° 29, p. 1-21.
- Vieira, C. (1978): "Hoja Rancagua-Curicó", escala 1:250.000. Inst. Inv. Geol. Inédito.
- Vila, T. (1939): "Molinana (Tinguiririca)" en: La Industria del azufre en Chile, Depto. de Minas y Petróleo, Santiago.

TABLA 2. Compilación de edades radiométricas. K-Ar, relacionadas con las formaciones del área estudiada

A. Dentro del área de estudio

Localidad	Tipo de roca	Unidad o relación geológica	Material datado	Edad en m.a.	Referencia
1. Oeste de San Fernando	Lavas	F. Lo Valle	—	90	Vergara, in Nasif y Thiele, 1982.
2. R. Cachapoal-Est. Los Huinganes	Andesita porfírica	F. Coya-Machali	Roca total	20.5±0.8	Charrier y Munizaga, 1979
3. Machali-Coya	Andesita	F. Coya-Machali	Roca total	23.2±0.8	"
4. Machali-Coya	Andesita	F. Coya-Machali	Roca total	23.1±0.7	"
5. R. Pangal-R. Cachapoal	Toba andesítica	F. Farellones	Roca total	9.2±0.3	"
6. Cabecezas del Est. Los Arrayanes	Dacita porfírica	F. Farellones	Roca total	8.3±0.1	"
7. Cabecezas del Est. Los Arrayanes	Toba andesítica	F. Farellones	Roca total	14.1±0.6	"
8. R. Cachapoal-Est. Los Arrayanes	Andesita de piroxeno	Coladas de Valle	Roca total	2.3±0.2	"
9. Coya	Andesita de orto piroxeno	Coladas de Valle	Roca total	1.8±0.2	"
10. R. Cachapoal-R. Claro	Dacita tobácea	Coladas de Valle	Roca total	1.8±0.4	"
11. R. Tinguiririca (E. de San Fernando)	Granodiorita	Plutón	Diorita	16.6±0.7	Vergara y Drake, 1979a
12. R. Tinguiririca (SE San Fernando)	Pófido andesítico	Cr. Vol. Ol. Muc. (cuello volcánico)	Plagioclasa	19.3±0.1	"

B. Al norte del área de estudio

Localidad	Tipo de roca	Unidad o relación geológica	Material datado	Edad en m.a.	Referencia
13. Qda. Lo Valle	Andesita de augita	F. Lo Valle	Roca total	77,8±1(*)	Vergara y Drake, 1978
14. Qda. Lo Valle	Ignimbrita dacítica	F. Lo Valle	Roca total	64,6±0,5(*)	"
15. Qda. Lo Valle	Ignimbrita dacítica	F. Lo Valle	Plagioclasa	70,5±2,5(*)	"
16. Est. Alicahue-Qda. San Francisco	Granito	Intruye a F. Lo Valle	Biotita	56±3	Munizaga y Vicente, 1982
17. Los Patos (Putando)	Granito	Intruye a F. Lo Valle	Anfibola	63,7±6,7	"
18. Laguna de Aculeo	Granodiorita	Intruye a F. Lo Valle	Plagioclasa	80	Vergara y Drake, 1979b
19. Este de San Gabriel (Lo Valdés)	Ignimbrita riolítica	F. Abanico (Prob. base)	—	61,6	Vergara y Drake, 1978
20. Este de San Gabriel (Lo Valdés)	Ocoita	F. Abanico (Prob. base)	Plagioclasa	62,3±3	"
21. Arrayán	Andesita félsica	F. Abanico	Plagioclasa	25,2±1,0(*)	"
22. Arrayán	Andesita gris	F. Abanico	Plagioclasa	40,9±10,0(*)	"
23. Vuelta del Padre (R. Maipo)	Toba de cristal	F. Abanico	Roca total	22,9±0,5	"
24. Vuelta del Padre (R. Maipo)	Toba lífica	F. Abanico	Plagioclasa	24,1±1,0	"
25. Vuelta del Padre (R. Maipo)	Andesita gris clara	F. Abanico	Roca total	22,4±5	"
26. SE de San Gabriel	Andesita gris verde	F. Abanico	Roca total	18,4	"
27. SE de San Gabriel	Andesita gris verde	F. Abanico	Roca total	16,4±1	"
28. Salto del Soldado (R. Aconcagua)	Granodiorita de hornbl. y biotita	Intruye a F. Abanico	Roca total	19,5±0,5	"
29. Central Los Quillos (R. Aconcagua)	Brecha dacítica autoclastica	Intruye a F. Abanico	Roca total	18,4±1,4	Munizaga y Vicente, 1982

(\*) Muestra alterada

Localidad	Tipo de roca	Unidad o relación geológica	Material datado	Edad en m.a.	Referencia
30. Coa. Renca y Colorado	Andesita	Intruye a F. Abanico	Plagioclasa	20,0±0,5	Thiele et. al. In Thiele 1980
31. San Gabriel (a)	Granodiorita de horn. y biotita	Intruye a F. Abanico	Biotita	13,9±0,8	Vergara y Drake, 1978
32. San Gabriel (b)	Granodiorita de horn. y biotita	Intruye a F. Abanico	Plagioclasa	10,6±0,3	"
33. San Gabriel (c)	Granodiorita de horn. y biotita	Intruye a F. Abanico	Hornblenda y biotita	11,6±1,3	"
34. Laguna del Copón	Ignimbrita	F. Farellones (M. Inferior)	Roca total	10,9±0,4	Munizaga y Vicente 1982
35. Cerro Llaetaj	Dacita	F. Farellones (M. inferior)	Roca total	20,4±0,5	"
36. Río Hualpe 2.400 m-Est. Las Mulás	Toba dacítica	F. Farellones (Techo M. Inf.)	Roca total	17,4±0,6	"
37. Qda. El Tóbano 3.570 m	Andesita basáltica	F. Farellones (M. superior)	Roca total	12,3±0,4	"
38. Río Blanco (a)	Toba riolítica	F. Farellones	Plagioclasa	4,9±0,2	Vergara y Drake, 1978
39. Río Blanco (b)	Toba riolítica	F. Farellones	Biotita	4,1±0,1	"
40. Lagunillas	Andesita	F. Farellones	Plagioclasa	17,3±0,2	"
41. Farellones	Andesita de piroxeno	F. Farellones	Plagioclasa	18,5±0,2	"
42. Farellones	Toba riolítica	F. Farellones	Plagioclasa	17,3±0,3	"
43. Campo de Ahumada-Qda. del Arpa	Cuarzo-monzonita	Intruye base de F. Farellones	Biotita	16 l	Munizaga y Vicente, 1982
44. Los Tambillos (Nac. Río Rocín)	Dacita	Intruye a F. Farellones	Biotita	7,8±0,3	"
45. Co. Alto de Leiva	Dacita	Intruye a F. Farellones	Roca total	9,6±0,2	"
46. Co. Rincón de Antuco	Hialo-dacita	Intruye y. inf. de F. Farellones	Roca total	6,1±0,5	"
47. Co. Encarrujado	Andesita basáltica	Intruye M. inf. de F. Farellones	Roca total	6,1±1,2	"

Localidad	Tipo de roca	Unidad o relación geológica	Material datado	Edad en m.a.	Referencia
48. Huechún	Andesita de piroxena	Grupo volcánico Oligo-Miocénico	Roca total	30.9±0.8	Vergara y Drake, 1978
49. Huechún	Andesita de piroxena	Grupo volcánico Oligo-Miocénico	Roca total	27.9±0.7	" "
50. Huechún	Toba lítica de cristales	Grupo volcánico Oligo-Miocénico	Roca total	20.6±0.2	" "
51. Co. San Cristóbal	Ignimbrita dacítica	Grupo volcánico Oligo-Miocénico	Plagioclasa	28.5±0.7	" "
52. Co. Manquehue	Andesita	Grupo volcánico Oligo-Miocénico	Plagioclasa	19.5±0.5	" "

C. Al sur del área de estudio

Localidad	Tipo de roca	Unidad o relación geológica	Materiales datados	Edad en m.a.	Referencia
53. El Melado-Río Maule	Cranodiorita	Intruye a F. Abanico	Roca total	60.5±0.3	Drake, 1974, in Vergara y Drake, 1979b
54. Los Angeles (10 km al sur)	Andesita afírica	Grupo volcánico Oligo-Miocénico	Roca total	20.4±1.0	Vergara y Munizaga, 1974
55. Temuco (1 km al NW)	Andesita de orto- y clinopiroxeno	Grupo volcánico Oligo-Miocénico	Roca total	22.0±1.6	" "
56. Temuco (9 km al sur)	Andesita afírica	Grupo volcánico Oligo-Miocénico	Roca total	27.7±1.9	" "
57. Puerto Montt (Coligual N° 2)	Andesita de orto- y clinopiroxeno	Grupo volcánico Oligo-Miocénico	Roca total	20.7±1.1	" "
58. Co. El Picaso	Andesita basáltica	Plateau	Roca total	2.42±0.05	Drake, 1974
59. Co. El Picaso	Andesita de piroxeno	Plateau	Roca total	2.4±0.1	" "
60. Río Claro-Arroyo Trichahue	Andesita de piroxeno	Coladas de valle antiguo	Roca total	1.09±0.3	" "
61. Río Claro-Arroyo Trichahue	Andesita basáltica	Coladas de valle antiguo	Roca total	1.03±0.3	" "
62. Volcán San Pedro	Andesita basáltica	Flujo basal (Estrato volcán)	Roca total	0.34±0.2	" "
63. Volcán San Pedro	Andesita basáltica	Flujo basal (Estrato volcán)	Roca total	0.28±0.2	" "

## 1-6. 調査地域の地質鉱床概要

チリー国中央部は、後述の通り、地形構造的に海岸山脈、中央盆地およびアンデス山脈の3つの単元に大別され、それらが各々独立した地質的特徴をもつ。

### 1-6-1. 概 要

海岸山脈地帯に分布している深成岩体は、アンデス山脈地帯における広大な分布を占めている成層岩類と同様、地質的重要性を持っている (Sernageomin : Mapa Geologico de Chile, 1 : 1,000,000)。

この深成岩体は南北に帯状に配列しており、西から東に向ってその活動時期が若くなっており (Vergara y Drake, 1979 a, および Munizaga y Vicente, 1982)、その時期は海岸山脈地帯では白堊紀前 (Muñoz Cristi in Vergara y Drake, 1979 a) において、中央盆地では中新世 (Vergara y Munizaga, 1974 ; Vergara y Drake, 1979 a, 1979 b ; Vergara y López, 1980) そしてアンデス山脈地帯では第三紀において各々優勢に活動している。

また、成層岩類も上記深成岩体と同様に海岸山脈地帯においては東に向って漸次若くなっている (Vergara, 1969 ; Charrier y Lillo, 1973 ; Escobar et al., 1977 ; Vieira, 1978 ; Ferraris, 1978)。たゞ (Navidad 層や La Cueva 層などの新生代の海進時期の堆積物のように例外もみられる (Charrier y Lillo, 1973 ; Escobar et al., 1977)。

### 1-6-2. 海岸山脈地帯

海岸山脈地帯西端には千枚岩、粘板岩、片岩、変砂岩やホルンフェルス等からなる変成岩が基盤岩として発達しており、古生代のパソリスで貫かれている。これらの変成岩類は高～低圧の変成作用を受けており、緑色片岩相から角閃岩相を示しておりその変化は東西である (Charrier y Lillo 1973, Escobar et al., 1977)。

この基盤岩と三畳紀後期の海成堆積岩類および火山岩類が海進堆積面、あるいは断層をもって接している (Escobar et al., 1977)。

Mataquito 川の北部では三畳系は El Cisne 層 (頁岩、硬砂岩、礫岩)、Crucero de Los Sauces 層 (イグニブライト、凝灰角礫岩) および La Higuera 層 (含化石砂岩) から構成されている。

この三畳系の上には海成の下部ジュラ系 (Escobar et al., 1977 ; Vieira, 1978) が偽整合的に堆積しており、同ジュラ系は Laguna de Tillicura 層 (フーコース質頁岩および礫



岩)とRincón de Nunez層(含化石頁岩、砂岩)からなっている。

下部白亜系(Vergara, 1969; Charrier y Lillo, 1973; Escobar et. al., 1977)は主として火山岩類よりなり、陸成および海成堆積岩を挟在し、直接古生代の深成岩体を覆っている。同系は優勢なLa Lajuela層(Charrier y Lillo, 1973)からなる。La Lajuela層はケラトファイア質、安山岩質、流紋岩質などの火山岩類、石灰岩、頁岩、砂岩および礫岩等から構成されており一般的に $N7^{\circ} \sim 30^{\circ}E$ 、 $50^{\circ}SE$ の方向を示し、また、La Esperanza山では局部的な褶曲構造が発達している。なお、同層は本調査地域の北部に分布しているティトン～オーブ階のLo Prado層およびPachacama層(Thomas, 1958)に対比されている。

本調査地域の北部では後バス階から前ペリアス階のHerqueta層に対比される火山岩類と、バランジュ階の一部でLo Prado層(Nasi y Thiele, 1982)の基底部に対比される堆積岩類が発達している。

La Lajuela層の上位には以前Farellones層とされていた後ネオコム階の火山岩類よりなる地層が傾斜不整合でもって発達している(Vergara, 1969; Charrier y Lillo, 1973; Escobar et. al., 1977)。この地層は陸成の流紋岩質ないし安山岩質火山岩類が卓越している地層で陸成砂岩を挟在しており、その上限は現在の地表面をかしている。その後、本層は上部白亜系のLo Valle層(Thomas, 1958)とされた(Vergara y Drake, 1979 b; Nasi y Thiele, 1982)。本層は流紋岩質～石英安山岩質イグニブライト、火砕流、安山岩、湖成堆積岩等より構成されている。

このLo Valle層は北部で厚さを減じ、その下部は陸成堆積岩類からなるLas Chilcas層(Thomas, 1958)と指交しており(Nasi y Thiele, 1982)、また、その上部はLas Chilcas層を不整合に覆っている。

### 1.6-3. 中央盆地地帯

中央盆地は正断層による構造的沈降帯(Charrier y Lillo, 1973)で、第四紀の堆積物で充填されている。またその近ほうには漸新世の安山岩質ないし石英安山岩質火山岩類(陸成層)(堆積岩類を挟在)が分布し、また同盆地沿いには中新世の地下火山活動による種々の貫入岩類が発達している(Drake, 1974; Vergara y Munizaga, 1974, Vergara y Drake, 1979 a, 1979 b, Vergara y López, 1980)。これらの火山岩類は貫入岩も含めて“漸新統—中新統火山層群”と呼称されている(Vergara y Drake, 1979 b)。

#### 1. - 6 - 4. アンデス山脈地帯

アンデス山脈地帯におけるもっとも古い岩層はチリー国東縁部に南北に帯状にのびて発達しているジュラ紀中期～後期の海成ないし陸成堆積岩類、および火山性堆積岩類 (Sernageomin M.G. de Chile 1 : 1,000,000; Klohn, 1960; Gonzalez y Vergara, 1962; Charrier y Lillo, 1973; Thiele, 1980) で、それらは三疊系の流紋岩を不整合に覆っている (Charrier y Lillo, 1973)。それらは次の地層からなる。すなわち、Nacientes del Teno 層 (海成層: 礫岩、砂岩、頁岩、石灰質岩、石こう、流紋岩質および安山岩質火山岩類……Klohn(1960) によってライアスドゥガー統～キンメリッジ階とされている)、Río Damas 層 (陸成層: 砂岩、礫岩、安山岩質角礫岩、安山岩質溶岩……Klohn(1960) によって上部キンメリッジ階～下部ティトン階とされている)、Lenas Espinoza 層 (海成層: 砂岩、石灰岩および頁岩……Klohn(1960) によって上部キンメリッジ階～上部ティトン階とされている)、および Baño de Flaco 層 (海成層: 石灰砂岩、石灰泥岩……Klohn(1960) によってジュラ紀から白亜紀前期への漸移期とされている。なおこれについては Charrier y Lillo(1973)、Cavacevich et. al. (1976) 等も同意している)。

以上のジュラ系を整合に覆って海退期の陸成層からなる下部白亜系が堆積している。同系は Klohn(1960) によって Colimapu 層と命名されており、同層は赤色凝灰質砂岩、凝灰質頁岩、赤色細粒凝灰岩、礫岩、安山岩質角礫岩、安山岩質溶岩、石灰岩および石こう等から構成されており、その堆積時期は若くてオーブ期 (Klohn, 1960)、古くてオーテリーブ期 (Charrier y Lillo, 1973; Thiele, 1980) とされている。

以上のジュラ系および下部白亜系を不整合に覆って Klohn(1960) によって命名された Coya Machali 層が堆積している。同層は陸成堆積岩および火山岩類からなり、それらは安山岩質噴出岩、同質火砕岩、玄武岩、粗面岩および泥質堆積岩等によって構成されている。

また、調査地域の南北には同層に対比される Abanico 層 (Aguirre, 1960) が分布している。

Abanico 層は中央盆地地帯まで分布しており、その分布は南北に延びており、特に南緯 32° から 36° 間においてその発達が顕著である (Aguirre, 1960; Klohn, 1960; Vergara, 1969; Charrier y Lillo 1973; Vergara y Drake, 1979 b; Thiele, 1980; Duhalde y Rehnfeldt, 1981; Moscoso et. al., 1982)。Coya Machali 層の堆積時期については白亜

紀後期～古第三紀と考えられている (Vergara y Drake, 1978, 1979 a; Charrier y Munizaga, 1979; Thiele, 1980; Moscoso et. al., 1982)。

この Coya Machali 層を傾斜不整合に覆って Farrellones 層 (Aguirre, 1960) が発達している。同層は陸成の火山岩類からなり堆積岩を挟在している。岩質は下位の Coya Machali 層に類似しているが、同層ほど著しい褶曲運動を受けておらず、きわめてゆるやかな層理を示している。本層も調査地域で顕著である (Klohn, 1960; Vergara, 1969; Charrier y Lillo, 1973)。同層は後に Farellones 層群と呼称されている (Vergara, 1978; Vergara y Drake 1978, 1979 a, 1979 b; Charrier y Munizaga, 1979; Moscoso et. al., 1982)。

本層の堆積時期は新第三紀中新世～鮮新世と考えられている。また、本層の分布は、南緯 32° の北部 (Moscoso et. al., 1982; Munizaga y Vicente, 1982) から南緯 35° までに及びその南で尖滅している (Vergara y Drake, 1979 b)。また本層は中新世の山間盆地 (intra-mountain basin) に堆積したものと解されており、もっと南に分布している Campanario 層 (Drake, 1974) や Cura Mallin 層 (Gonzalez y Vergara, 1962) とほぼ同時期のものとされている。

この Farrellones 層群の上位には傾斜不整合でもって鮮新～更新世～完新世 (Charrier y Lillo, 1973) の玄武岩類および安山岩類 (Klohn, 1960) が疊重している。これらは鮮新世後期の台地性火山岩類 (Vergara y Munizaga, 1974; Drake, 1974) や谷部溶岩流 (Coladas de Valle) (Drake, 1974; Charrier y Munizaga, 1979; Van Eysinga, 1978) の名で知られている。更新世中期の安山岩溶岩は現世に形成された台地中の谷間を埋めており、同時にイグリングライト流や凝灰質角礫を伴っている。

また、更新世後期～完新世には現代の成層火山が形成されている (Drake, 1974)。

本地域には Apendice 1 および PL.1-4 および 1-5 に示したように大小数多くの鉱床および鉱化・変質帯が従来から知られている。その主要なものはエル・テニエンテ (El Teniente) 鉱床で代表されるボーフィリー・銅型鉱床とイングレス (Inglés) 鉱床で代表される浅熱水性鉱脈型鉱床である。

ボーフィリー銅型鉱床および同型鉱化・変質帯は本地域の中央や東寄り (アンデス山脈地帯) を南北に延びる帯の中に分布しており、それらは主として第三紀の中～酸性の貫入岩と密接して形成されている。それらの大部分は同貫入岩を主な母岩としているが、Coya Machali 層や Farellones 層も母岩の一部となっている。

それらは一般的に数層～数十層の熱水変質帯を伴っており、同変質帯にはポーフイリーカッパー型鉱床に一般的にみられる変質鉱物の累帯配列を示しているものもある。

また、同型鉱床には一般的に地表から深部に向って、溶脱帯（酸化帯）—二次硫化鉱富化帯—初生帯の鉱物組合せの垂直的变化も知られているが、前二帯の発達はチリ北部に知られている主要な同型鉱床に比べると弱い。同型鉱床の主要な鉱石鉱物は黄鉄鉱、黄銅鉱および輝水鉛鉱であり、含金量は一般に低い。それらの鉱物は網状、鉱染状をなしている。

鉱脈型鉱床はアンデス山脈地帯にも知られているが、比較的規模が大きく、かつ密集している地域は、本地域西部の海岸山脈地帯であり、特に本地域北西部の Chancon 地区には、Ingles 鉱床を初めとした数多くの同型鉱床が発達している。

同型鉱床のうち、もっとも多いは銅鉱床で、次いで金・銀・銅鉱床であり、また、量的には少ないが鉛・亜鉛あるいはモリブデン、タングステン等の脈も知られている。

同型鉱床の大部分は Lo Valle 層および Coya Machali 層を母岩としている。

以上の型の鉱床の他に銅のマント型（緩傾斜層状鉱床）鉱床も発達しているが、上記の二つの型の鉱床に比べるとその数も極端に少なく、かつ規模も小さい。

## 第 2 章 調査地域の地理

### 2-1. 地 形

チリは地理的に西側の海岸沿いに南北に連なる海岸山脈 (Cordillera de la Costa) と東側のアルゼンチンとの国境沿いにやはり南北に走るアンデス山脈 (Cordillera de los Andes) と、その両山脈にはさまれた中央盆地 (Valle Central) に大別されており、写真地質解析が行われた範囲は海岸山脈東端部、中央盆地およびアンデス山脈に該当し、その大部分はアンデス山脈によって占められている。アンデス山脈は褶曲山脈で、アルゼンチンとの国境近くでは褶曲山脈の上に第四紀の成層火山が形成されており標高を一段と高くし、その一部は海拔 5,000 m に及んでいる。

褶曲山脈地帯は海拔 3,000 ~ 4,000 m 級の山系からなり、谷部は著しく開析され深い峡谷を作り、尾根部はのこぎり歯状のざざざした複せ尾根をなしている。

主要河川はアルゼンチンとの国境を分水嶺として、南東から北西あるいは東から西に流下しており、調査地域を横断しているカチャポアル (Cachapoal) 川、クラロ (Claro) 川及びティングリリカ (Tinguririca) 川が特に著名である。

地質調査 (概査) が行われた地域は主として中央盆地によって占められており、同地域の北西部に海岸山脈の東端部が現われており、また同地域の南東部はアンデス山脈の西端部にかかっている。

調査地域中央部を広く占めている中央盆地は地溝帯に形成された構造盆地 (Charrier y Lillo, 1973) と考えられており、海拔 400 m 前後の沖積平野が NNE-SSW に細長く延びており、その巾は広いところで 16 km を有している。また同盆地内には海拔 600 ~ 700 m の小丘が孤島状に点在している。

同盆地の東にあり NNE-SSW に延びる山地はアンデス山脈と中央盆地との漸移帯で比較的なだらかな山稜を示し、標高も 2,000 m 級が最高峯である。

また、調査地内に存する海岸山脈も、同山脈の中心部からはずれているためゆるやかな嶺線と巾広い谷部からなり、標高も 2,000 m どまりである。

地質精査地は中央盆地に隣接した海岸山脈内にある。

## 2-2. 気候および植生

調査地域内の気候は東のアンデス山地と西の中央盆地域では大きく異なっており、アンデス山地は典型的な高地山岳性気候を示し、アルゼンチンとの国境近くの一部には氷河がみられ、また、4,000～5,000 m級の高地は所々で万年雪に覆われている。

山岳地帯の気候は、夏期の12月～2月には殆んど降雨もなく好天が続くが、気温は夏期を通して、日中15～18℃、夜間は5～8℃と低い。同地帯の冬期は降雨が多く、1,500 m以上の山岳部では雪となり、冬期累計積雪量は数十mに達することも稀ではない。気温は日中5～10℃、夜間-8℃前後となる。

中央盆地域では、夏期は好天が長く続き12月～2月の平均降雨量は74 mm程度と少ない。夏期の気温は日中30℃をしばしば過すが、盆地にもかゝらず乾燥しているため暑さをさほど感じさせない。冬期は雨量が多く、7月～9月の月平均降雨量は282 mmを示し、4日に1日程度の周期で雨天が訪れる。冬期の気温は日中15℃前後となる。盆地内では殆んど降雪をみないが同盆地近郊の1,500 m以上の山岳部では積雪がある。

アンデス山脈地帯における植生は粗で、大河川沿いに細長く緑地を作っているが、多くは裸地となっている。

中央盆地域(調査域)における沖積平野は殆んど耕作地と市街地となっており、チリにおける農産物の主要産地の一つとなっている。中央盆地近郊の山地は植生が極めて密で、特に沢部はバラ科植物が密集しており歩行は困難を極める。喬木は比較的少なく、多くはトゲのあるかん木類によって占められている。

## 2-3. 交 通

調査地域内のアクセスは西の中央盆地域を除いて極めて悪く、同地域を横断している車道は地域南部のSan Fernando市よりClaro川沿いにフラコ(Flaco)温泉経由でアルゼンチンに通じている1ルート(San Fernando市より国境まで82 km)だけである。この他主要河川沿いに中央盆地からアンデス山脈に向う車道が数本敷かれているが、同盆地からせいぜい30～40 km程度の延長で終わっている。それから先は山道となり馬に頼るしかない。しっかりした馬道も主要河川沿いだけで、裸地が多いので徒歩による通行は大部分可能であるが、尾根部および斜面沿いは急崖、岩壁が多く、同地域における歩行には専門的技術を要する。

地質調査の行われた中央盆地沿いのアクセスは極めて良好で、同盆地中央部を幹線道路で

Tabla 3 PRECIPITACION, TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AREA ESTUDIADA

Rancagua (Cb1)	VERANO				OTOÑO				INVIERNO				PRIMAVERA			Promedio
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.				
(1) Temperatura Media [°C]	19,5	21,5	20,3	17,2	10,2	8,0	8,0	8,1	8,5	10,8	13,9	16,6			14,1	
(2) Máxima Media	28,1	30,2	29,5	26,3	22,0	14,5	14,5	14,7	15,8	19,0	21,9	25,6			22,1	
(3) Mínima Media	11,3	12,7	19,9	9,7	7,2	5,1	3,4	3,4	3,8	5,3	7,4	8,8			8,0	
(4) Humedad Relativa [%]	65	67	73	79	83	83	85	82	77	73	73	4			75%	
(5) Pluviosidad (m.m./año)		74			147		282				74				577	
(6) N° meses secos															7	
Rengo (Cb1)																
(1)	20,1	21,5	20,5	17,0	13,5	10,2	7,5	8,0	8,5	11,3	14,4	16,7			14,1°C	
(2)	29,5	29,9	29,4	28,2	23,6	16,3	16,5	14,5	13,6	20,2	20,3	25,1			21,1°C	
(3)	11,5	12,8	11,5	8,8	6,5	5,2	2,8	3,5	3,8	5,0	7,7	9,5			7,4°C	
(4)	73%	60	60	70	76	85	86	86	84	83	78	74			73%	
(5)		90			140		264				68				562	
(6)															7	
San Fernando (Cb1)																
(1)		20,0			194		7,5	462			109				13,5	
(5)															780	
(6)															6	
El Teniente (Cb2H)																
(1)	13,7	15,2	14,5	13,0	10,5	7,2	4,0	4,4	4,5	6,8	8,8	11,0			7,5	
(5)	10	20	22	25	40	190	230	200	155	80	55	30			1.057	
(6)															5	
Bellavista (Cb2H)																
(5)					350		612				249				1.426	
(6)															5	

あるパンアメリカン高速道が走っており、それより網目状に車道が設けられているが、舗装道路は市街地を除き、パンアメリカン高速道と El Teniente 鉱山専用道路だけである。なお、馬道は比較的密に発達している。

概査地域の北部にあるランカグア市 (Rancagua) へは Santiago 市より道程 80km、車で 1 時間 15 分の地にある。また、精査地へは Rancagua 市より 25 分を要する。

#### 2-4. 集落および産業

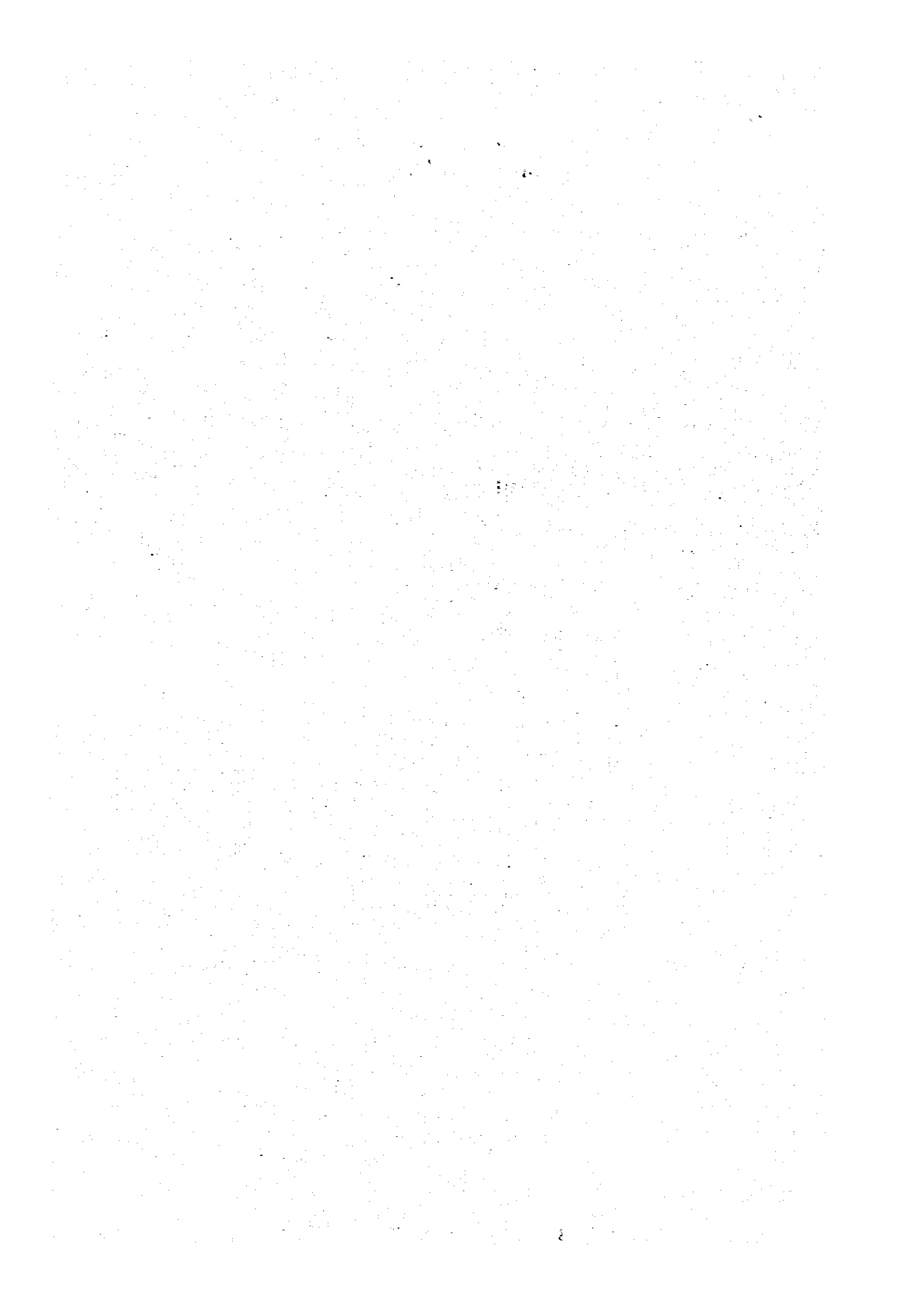
集落は中央盆地周辺に集中しており、なかでも人口 140,000 人を有する Rancagua 市と 39,000 人の San Fernando 市が大きい。東部の山岳地帯には一部の稼行鉱山を除いて集落は極めて粗で大河川沿いに数軒単位で点在するだけである。

産業は鉱業と農業が主体で、世界でも屈指の大規模鉱床 (坑内掘) である El Teniente 鉱山が本地域の北端部にあり、粗鉱 65,000 t/日の銅、モリブデンを主体に生産が行われており、従業員は約 6000 人を有し、上記の Rancagua 市民の 50% は同鉱山と何らかの関わりを持っている。

また、精査地 (Chancon 地区) には、3ヶ所の稼行中の鉱山 (Ingles 鉱山、Leona 鉱山および Candelaria 鉱山) があり、いずれも金を主体としている。Ingles 鉱山は生産量 (粗鉱) 3,000 t/月、従業員は 60 名の小規模鉱山で、その他は数名の従業員からなる零細鉱山である。

本地域の中央盆地はチリーにおける農業の中心となっており、広大な果樹園 (主としてブドウ、ミカン、西瓜) と田園が広がっており、また牧畜業、養けい業も盛んである。





# 写真地質解析



## 第1章 使用データおよび解析方法

### 1-1. 使用空中写真

本解析に使用した空中写真は、チリ陸軍地理院 ( Instituto Geográfico Militar de Chile ) 発行の縮尺 1 : 70,000 および 1 : 60,000 の白黒印画で、使用総枚数は、229 枚であった。同写真の一覧表を Tabla 4 に、また概略の標定図を Fig.2 に示した。

### 1-2. 解析方法

解析は、各空中写真を実体視することにより写真地質学上でいう判読要素、すなわち写真的特徴としての色調、肌合、地形的特徴としての水系の形態、密度、抵抗度 ( 起伏量または侵食度 )、谷断面、山稜形態、フォトリアメント ( 方向、強度、頻度 )、および植生密度等を判読し、地質境界線、ベッディング・トレース、ディップスロープ等の注釈記号を用いて地質区分および地質構造の情報を一枚おきに固定されたオーバーレイ上に表現した。なお判

Tabla 4 FOTOGRAFÍAS AEREAS USADAS

Número de Foto	Cantidad de Fotos	Fecha de Rodaje	Dirección de Vuelo
3914 ~ 3918	5	5 Feb 1955	N → S
2008 ~ 2021	14	22 Ene 1955	N → S
1899 ~ 1917	19	22 Ene 1955	N → S
656 ~ 673	18	28 Dic 1954	N → S
726 ~ 745	20	28 Dic 1954	S → N
1097 ~ 1117	21	8 Ene 1955	N → S
1770 ~ 1794	25	22 Ene 1955	S → N
4069 ~ 4083	15	21 Feb 1955	N → S
24870 ~ 24882	13	29 Feb 1956	S → N
4236 ~ 4261	26	23 Feb 1955	N → S
4262 ~ 4278	17	23 Feb 1955	S → N
4387 ~ 4402	16	24 Feb 1955	N → S
4403 ~ 4417	15	24 Feb 1955	S → N
1836 ~ 1840	5	?	S → N
Total	229		

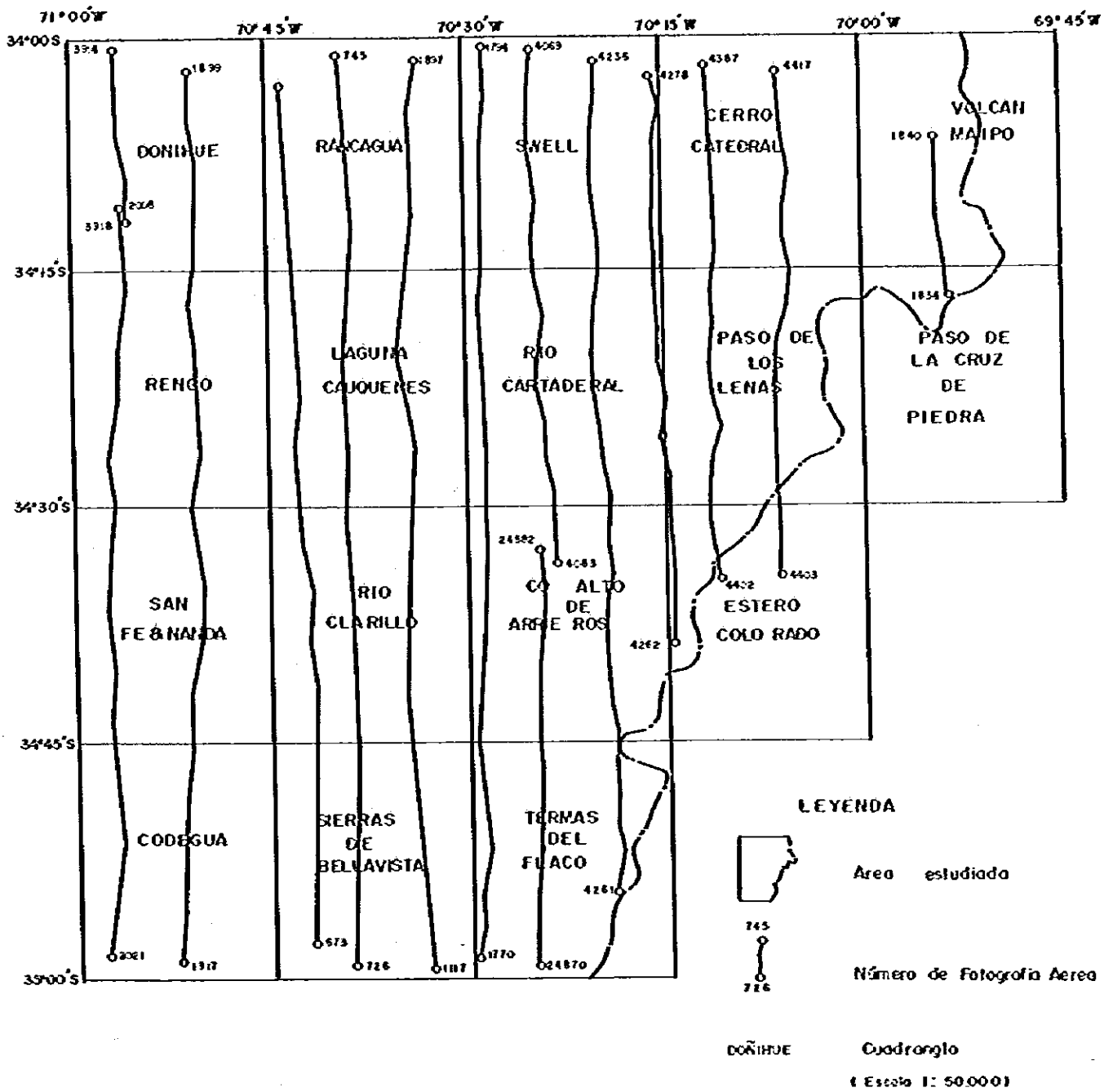


FIG.2 INDICE DE FOTOGRAFIAS AEREAS

読に用いた実体鏡は東京光学機械製トプコン反射鏡式実体鏡Ⅱ形である。

### 1-3. 解析データのコンパイル

オーバーレイ上に記入された地質、地質構造、変質帯等の判読結果は、チリ陸軍地理院発行の縮尺1:50,000地形図を縮尺1:100,000に縮小し移写し、空中写真地質解析図を作成した。さらにこの空中写真地質解析図に地表チェック調査結果、本年次地質調査結果、ならびに既存資料等を加味し最終成果品とした。

## 第 2 章 解 析 結 果

### 2-1. 概 要

本解析の結果、本地域の地質は Tab. 5 に示すように 19 の地質単元に区分され、それぞれ成層岩類 ( $B_1 \sim B_7$ )、未固結堆積物 ( $A_1 \sim A_3$ )、貫入岩類 ( $C_1 \sim C_7$ ) および変質帯 ( $D_1 \sim D_7$ ) に大別される。この結果と既存資料および本年次地質調査結果とを総合的にコンパイルし地質層序を対比すると、Fig. 3 の通りである。貫入岩類は塩基性～酸性の各種岩類が発達し、多くの貫入岩は岩株状をなしている。

地質構造は大局的には N-S 性を示しており、また新第三系より古い地層には著るしい褶曲構造が発達している。

フォトリニアメントおよび断層は、本地域の北部中央から南西部に多く認められその方向は、N-S から NNE-SSW が卓越している。

変質帯は、Tab. 6 に示す通り 135 箇所に判読された。それらの分布については PL. 1-5 に示す通りである。また、同分布図に、既存資料 (Stewart, J.W. y otros, 1972 ; Charrier, R., 1970 および Charrier R., B. Goecke und M. Hein, 1981 ) による変質帯を示した。

Periodo	Unidad	Formación	Litología	Rocas Intrusivas
Cuaternario	A <sub>3</sub>		Glacial.	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Diorita y Diorita Cuadrifera (Ca)</p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Monzonita (C1)</p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Granodiorita (C2)</p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Dacita (C3)</p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Andesita (C4)</p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Rocas ácidas (C7) y básicas (C6)</p> <hr style="width: 100%;"/> </div> </div>
	A <sub>2</sub>		Arenas, Morena, limos, Gravas	
	A <sub>1</sub>		Lava Andesítica piroclásticos andesíticos	
Terciario (mioceno ~ plioceno)	B <sub>6</sub>	Chimenea de brecha (F. Broden)	Fragmentos de andesito, diorita cuadrifera y porfido dacítico	
	B <sub>5</sub>	Farellones	Volcanitas y sedimentitas continentales	
Terciario y Cretácico	B <sub>4</sub>	Coya Machali	Volcanitas y sedimentitas continentales	
Cretácico	B <sub>3</sub>	Lo Valle	Volcanitas dacíticas y andesíticas	
	B <sub>2</sub>	Colimapu	Sedimentitas continentales y Volcanitas andesíticas	
Cret. y Jura.		B <sub>2</sub>	Baño del Flaco	
Jurásico	B <sub>1</sub>	Leñas Espinoza	Sedimentitas marinas	
		Rio Damas	Sedimentitas y Volcanitas andesíticas	
		Nacientes del Teno	Sedimentitas marinas, Volcanitas y piroclásticos riolíticos y andesíticos	

FIG. 3 COLUMNA FOTOLOGICA GENERALIZADA DEL AREA ESTUDIADA



## 2-2. 地質単元

本地域では前述の通り、成層岩類7単元、未固結堆積物3単元、貫入岩類7単元および変質帯2単元に区分されたが変質帯の単元については2-4項で述べる。

### 2-2-1. 成層岩類

成層岩類の地質単元は $B_1$ から $B_7$ の7単元に区分される。

#### 1) 単元 $B_1$

本単元は、本地域東部のアルゼンチン共和国との国境に沿って分布する。

写真的特徴は、灰色の色調を示し、肌合は中粒ないし細粒で一般に滑らかである。

地形的特徴は、亜平行状の水系を示し、抵抗度および起伏量は中程度でやや尖鋭的な山稜形態を示す。また分布域北部では崖錐のため一部不明瞭であるが一般に中から急傾斜のベディングが発達する。植生はまばらで少ない。

本単元とその上位に発達する単元 $B_2$ との境界は明瞭である。単元 $B_1$ および単元 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $B_7$ および貫入岩類の単元とは明瞭または、比較的明瞭である。

以上の諸特徴から、本単元は火山岩類および砕屑岩類より構成されていると判定される。

本単元は、既存資料(C. Klohn 1960, および R. Charrier, B. Goecke und M. Hein 1981)によると、流紋岩質および安山岩質火山岩類、海成堆積岩類からなる Nacientes del Teno 層、堆積岩類および火山岩類からなる Río Damas 層および海成堆積岩類からなる Lenas Espinoza 層に相当する。

なお、既存資料による Nacientes del Teno 層および Lenas Espinoza 層は分布が狭く、かつ崖錐堆積物で覆われている部分が多く、また、3層共類似の岩質を示しているため、上記の3層の識別が困難であったので PL.1-1 の地質図上には1単元として表現した。

#### 2) 単元 $B_2$

本単元は本地域の北東部および南端部に分布する。

写真的特徴は、一般に灰ないし明灰色な色調を示すが、Refugio Vella Blanco 南部では一部暗灰色を示す。肌合は、一般に細粒で滑らかである。

地形的特徴は、低密度の線状もしくは亜平行状の水系を示す。抵抗度は、中ないし低で起伏量の少ない滑らかな山稜形態を示す。ベディングはよく発達し薄い縞状構造が判読される。植生はまばらで極めて少ない。

本単元とその上位に発達する単元B<sub>4</sub>との境界は、南端部ではかなり明瞭であるが北東部においては不明瞭である。また単元B<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>および貫入岩類の単元とは明瞭である。

以上の諸特徴から、本単元は火山岩類および砕屑岩類より構成されているものと判定される。特に肌合が細かく滑らかで、緩から急傾斜のベディングを暗示する縞状構造を示すところから主に砂岩等の砕屑岩類の互層より構成されているものと判定される。

本単元は、既存資料(単元B<sub>1</sub>の既存資料に同じ)によると海成堆積岩類よりなるBaño del Flaco 層および安山岩質火山岩類、陸成堆積岩類からなるColimapu 層に相当する。

なお、両層共類似の岩層から構成されており、写真解析では両者の識別が困難であったため両層を一括した1つの単元として表現した。

### 3) 単元 B<sub>3</sub>

本単元は、本地域の北西から南部に向って、すなわちDonihue 図幅から Rengo, San Fernando 図幅へ三角形をなして分布する。

写真的特徴は、一般に灰白色の比較的明るい色調を示すがAihue 沢付近は暗灰色を示す。肌合は一般には中粒で滑らかであるが灰白色を示す部分は非常に滑らかである。

地形的特徴は、低ないし中密度の樹枝状ないし亜平行状水系を示す。抵抗度はAihue 沢上流では高いが一般に低く起伏量も小さく緩やかな山稜と階段状の山稜形態を示し緩傾斜のベディングが発達する。また、Cerros de Miranda 尾根付近ではベディングを暗示する縞状構造がほぼ水平に発達し山腹沿いにトレースが可能である。植生は非常に密である。

本単元と単元B<sub>2</sub>との境界は一部明瞭である。また単元A<sub>2</sub>との境界は明瞭、貫入岩類および単元C<sub>1</sub>との境界は明瞭であるが、他の単元との境界は不明瞭である。

以上の諸特徴から、本単元は火山岩類と判定される。

本単元の分布域は本年次地質調査が実施されておりその詳細については地質調査(概査)の項で述べるが、写真上で判読された諸特徴は現地においても確認された。すなわち階段状の山稜形態はベディングを示し、縞状構造を示す部分については、色調が灰白色部が石英安山岩質火山岩類を主とし、灰~暗灰色部が安山岩質火山岩類を主としている。また、本単元分布域南部の灰白色部については石英安山岩質火山岩類が優勢である。

本単元は、解析当初、諸特徴が後述の単元B<sub>2</sub>と類似しており同一とされていたが、地質

調査の結果、単元B<sub>1</sub>より下位の単元になることが判明し、同調査結果を加味し再判読し単元を独立させた。本単元は石英安山岩質火山岩類および安山岩質火山岩類からなるLo Valle層に相当する。

#### 4) 単元 B<sub>4</sub>

本単元は、本地域の中部に北南に延びて広範囲に分布するが特に南部において優勢である。

写真的特徴は、一般に灰ないし暗灰色な色調を示すが灰色部と暗灰色部の縞状の色調を示す部分が各所に認められる。肌合は一般に粗または線状で、一部明灰色色調を示す部分では滑らかである。

地形的特徴は、一般に中ないし高密度の樹枝状水系を示すが一部歪平行状水系を示す。抵抗度および起伏量は、中ないし高で起伏に富んだ山稜形態を示す。ベディングは顕著に判読され、特に本地域中央部の Rancagua (ランカグア) 図幅、Rio Clarillo (リオクラリジョ) 図幅、Sierras de Bellavista (シェラスデベジャビスタ) 図幅の分布域では顕著で急傾斜を示し多くの褶曲構造が判読される。その他の地域においてもベディングを暗示する縞状構造および緩ないし急傾斜の階段状山形が判読される。植生は一般に密であるが東部および標高が高い地域では粗くなる。

本単元とその上位に発達する単元B<sub>3</sub>との境界は大部分不明瞭であるがClaro de Caurquenes 川上流で一部明瞭である。また単元B<sub>2</sub>との境界は一般に明瞭である。単元A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>との境界は明瞭、貫入岩類の単元とは明瞭または不明瞭である。変質帯の単元とは局部的に明瞭な部分も認めるが大部分が不明瞭である。

以上の諸特徴から、本単元は火砕岩類ないし火山岩類を主とし、砕屑岩類を伴うものと判定される。

本単元の分布域の西部で地質調査およびチェック調査が実施されておりその結果、本単元の構成岩は安山岩溶岩、安山岩質凝灰岩類を主体とし一部砕屑岩類の薄層を挟在するということが確認されている。

本単元は、本年次調査および既存資料(単元B<sub>1</sub>の既存資料に同じ)によると火山岩類および陸成堆積岩類よりなるCoya Machali層に相当する。

#### 5) 単元 B<sub>5</sub>

本単元は、本地域北部中央から南部にかけて広範囲に分布する他、北西部に小範囲に

分布する。

写真的特徴は、暗、暗灰、灰および灰白色の多様な色調を示す。肌合は、一般に粗粒から細粒で滑らかである。

地形的特徴は、中ないし密の樹枝状もしくは垂平行伏水系を示し、中程度ないし高い抵抗度を示す。起伏量は、単元B<sub>2</sub>よりも若干低い、山稜形態は単元B<sub>2</sub>よりややなだらかであるが、谷断面は急崖をなす箇所も判読される。ベツティングは全般に良く発達するが分布域中央部では特に顕著である。それらはいずれも階段状地形もしくは、縞状構造で判読され水平ないし緩傾斜である。植生はまばらで東部域および標高が高くなる程少なくなる。

本単元は、単元A<sub>2</sub>およびA<sub>3</sub>に覆われるが、その境界は明瞭である。貫入岩類の単元とは一部明瞭であるが多くの場合不明瞭である。また変質帯の単元とは、不明瞭である。

以上の諸特徴から、本単元は火砕岩ないし火山岩類より成ると判定される。

本単元は、本地域北西部の小分布域ならびに北部中央から南部にかけての一部で、本年次地質調査および現地チェック調査が実施され北西部の分布域では石英安山岩質火山岩類、その他の地域では安山岩質火山岩類からなることが確認されている。

本単元は、既存資料（単元B<sub>1</sub>の既存資料に同じ）によると火山岩類および陸成堆積岩類よりなる Farellones 層に相当する。

#### 6) 単元 B<sub>2</sub>

本単元は、本解析地域中央北部の El Teniente 鉱山に分布する。

写真的特徴は、灰から灰白の色調を呈し細粒の肌合を呈し、やや円形に近い形をなしている。

地形的特徴は、中密度の樹枝状水系を示し、抵抗度はあまり高くなく起伏量も乏しい、しかし付近の単元よりやや突き出た尖鋭な山稜形態を示す。植生はほとんど認められない。

本単元は、単元B<sub>3</sub>の分布域に発達し、貫入岩体のような産状を示している。

既存資料（Howell and Molluy, 1960）によると本単元は、El Teniente 鉱山で Braden 層と呼ばれる角礫パイプに相当する。

#### 7) 単元 B<sub>3</sub>

本単元は、本地域の北東部、中央東部および南部に分布する。

写真的特徴は、一般に暗灰ないし灰を示すが Claro 川流域および Azufre 川上流の山岳部では暗い色調を示す。肌合は中粒で滑らかである。

地形的特徴は、一般に中ないし低密度の線状ないし亜平行状水系を示すが、一部樹枝状水系を呈する。低ないし中程度の抵抗度を示し起伏量が小さく台地状の山稜形態を示す。しかし本地域の北東部および Azufre 川上流に分布する本単元は、山頂から流出したような分布をなし水系も平行状ないし放射状を呈する。ベディングは部分的に発達し緩傾斜である。植生はまばらで極めて少ない。

本単元と単元 A<sub>2</sub> および A<sub>3</sub> との境界は明瞭である。

以上の諸特徴から、本単元は溶岩を主とする火山岩類と判定される。また、本地域の北東部および Azufre 川上流に分布する本単元は、暗灰ないし暗い色調を示し流出したような産状から安山岩もしくは玄武岩の溶岩流と判定される。

本地域の南部で実施した一部の現地チェック調査によると本単元は、輝石安山岩および溶結凝灰岩である。

本単元は、既存資料（単元 B<sub>1</sub> の既存資料と同じ）によると、第四紀の火山岩類に相当する。

## 2-2-2. 未固結堆積物

### 1) 単元 A<sub>1</sub>

本単元は、本地域の西部に南北に延びて広範囲に分布する。

写真的特徴は、灰ないし灰白の色調を示し、やや滑らかで、ブロック状の肌合を呈する。

地形的特徴は、他単元と確実に区別できる低密度の蛇行状および分水流状の河川が発達し、抵抗度は極めて低い。またほとんど水平な地形をなし耕作地化が著るしい。写真上でブロック状および線状に判読されるのは耕作地の境界および農道等を表現するものである。

本単元は、沖積層と判定される。

本単元は現地チェック調査においても耕作地化の発達した沖積層である。

本単元は、既存資料（単元 B<sub>1</sub> の既存資料、I. I. G. 1968 および Charrier R. 1970）によると後述の単元 A<sub>2</sub> と一括して第四紀堆積物とされているが分布の違いや産状が多小違うので耕作地化の著るしい平坦部を独立させて本単元とした。

## 2) 単元 A<sub>2</sub>

本単元は主に山岳地の河川および沢沿い分布するほか、崖線斜面にも分布する。

写真的特徴は、灰ないし明灰の比較的明るい色調を示し、一般に細粒で滑らかな肌合を呈するが部分的に粗粒でまだら状の肌合を呈する。

地形的特徴は他単元と確実に区別できる低密度の垂直線状もしくは分水状水系を示し、抵抗度は極めて低い。植生は河川沿いに発達するが山岳地帯になる程少なくなる。

本単元は、単元A<sub>1</sub>を除くすべての単元を覆っており、それらとの境界は明瞭である。

以上の諸特徴から本単元は、主として崖線堆積物および氷河堆積物と判定される。

本単元は、既存資料(単元B<sub>1</sub>の既存資料と同じ)によると第四紀の堆積物に相当する。

## 3) 単元 A<sub>3</sub>

本単元は本地域の東部で標高の高い山岳地帯に分布する。

写真上では極めて明るい色調を呈し滑らかである。

本単元は、既存資料によるまでもなし万年雪および氷河である。

### 2-2-3. 買入岩類

買入岩類の単元はC<sub>1</sub>~C<sub>3</sub>の7つに区分される。

#### 1) 単元 C<sub>1</sub>

本単元は、本地域の北西部および中央西部に分布している。

写真的特徴は、灰ないし灰白色の色調を示し、肌合は、細粒でやや滑らかである。

地形的特徴は、中密度の樹枝状もしくは、歪平行状水系を示し、抵抗度は高く、起伏量に富んだやや急峻な山嶺形態を示す。

本単元は、単元B<sub>3</sub>およびB<sub>1</sub>の分布域にみられ、単元B<sub>3</sub>との境界はやや明瞭であるが、単元B<sub>1</sub>との境界は部分的に明瞭であるが一般に不明瞭である。本単元の産状は岩株状である。本単元は単元B<sub>3</sub>およびB<sub>1</sub>を買いる。

本単元は、地質調査の結果モンゾ花崗岩である。

#### 2) 単元 C<sub>2</sub>

本単元は、本地域の南西、San Fernando東方、Rengo市の南西および北東、さらに本地域北西に分布する。本地域の南西部に分布する岩体の他はいずれも小規模である。

写真的特徴は、灰ないし暗灰の色調を示し、肌合はやや粗い。

地形的特徴は、比較的規模の大きい南西部の岩体でみると中密度の樹枝状水系を示し、中ないし高い抵抗度を示し起伏量に富んでいる。他の分布域では、規模が小さくそれ自体での地形的特徴はもたず相対的にわずかに突出した小丘陵として表現されている。

本単元は、単元B<sub>1</sub>およびB<sub>2</sub>の分布域に発達しており単元B<sub>1</sub>およびB<sub>2</sub>を貫いている。

本単元は既存資料(Charrler R. 1970)には、南西部の一部が花崗岩類として表現されているのみである。本単元は地質調査によると、閃緑岩および石英閃緑岩を主とし、一部閃緑斑岩である。

### 3) 単元 C<sub>1</sub>

本単元は、本地域の北西部に小規模に分布する。

写真的特徴は、灰ないし灰白の色調を呈し、線状もしくは粗の肌合を呈する。

単元の規模が小さいためそれ自体の地形的特徴を持たないが、単元C<sub>2</sub>同様わずかに突出した小丘陵として表現されている。また一部写真判読ではリニアメントとして表現された部分が地質調査において本単元の伸長方向と一致している。本単元の産状は岩脈状で、単元B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>を貫いている。貫入方向は、N-SおよびNW-SEである。

本年次地質調査によると本単元は、石英安山岩である。

### 4) 単元 C<sub>2</sub>

本単元は、本地域の北西部に小規模に分布している。本単元は上述の単元C<sub>1</sub>のように規模が小さく写真での分布追跡はかなり困難であるが現地調査結果をも踏まえて総分を行なった。

写真的特徴は、色調が灰ないし暗灰で、線状の肌合を呈する。地形的にはわずかに突出した小丘として表現される他は大きな特徴をもたない。したがって抵抗度は中程度である。

本単元は、単元B<sub>1</sub>の分布域に発達し、その産状は岩脈状である。貫入方向はNW-SEである。

本年次地質調査によると本単元は、安山岩である。

### 5) 単元 C<sub>3</sub>

本単元は、本地域の各所に分布するが、特に中央部から東部に比較的多く認められる。

写真的特徴は、灰ないし明灰の色調を呈し、肌合は一般に線粒で滑らかであるが一部粗またはどつどつした肌合を呈する。

地形的特徴は、中密度の樹枝状水系を示し、抵抗度は中ないし高く、起伏量は小さく、一般になだらかな山稜形態を示すが、单元A<sub>2</sub>に覆われている本地域東部の山岳地帯では、尖鋭な逆V字型の山稜形態を呈する。植生は、極めてまばらである。

本单元は、单元B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、およびB<sub>4</sub>の分布域にみられ、変質帯の单元と接する。各单元との境界は本地域の北東部および中央部の一部で明瞭に認めるほかは一般に不明瞭である。本单元の産状は岩株状である。本单元は、单元B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>およびB<sub>4</sub>を貫いている。

以上の観点から、本单元は花崗岩類と判定される。

本单元は、既存資料(单元B<sub>2</sub>の既存資料に同じ)の花崗閃緑岩の分布にほぼ一致する。また、Rangal川沿いのLa CayanasおよびClaro川沿のEl Cascayal付近に分布する本单元は、現地チェック調査によると中粒ないし粗粒の花崗閃緑岩である。

#### 6) 单元 C<sub>4</sub>

本单元は、本地域中央部に極く小規模に分布する。

写真的特徴は、暗灰の色調を呈し、粗い肌合を呈する。

地形的特徴は、ごく一部にやや抵抗度が高く逆V字型の山稜形態を示すほかは、細く線状に発達するのみで、地形的特徴を持たない。

本单元は、单元B<sub>1</sub>およびB<sub>3</sub>の分布域に発達しており单元C<sub>3</sub>と接している。これらの单元との境界は明瞭である。本单元の産状は岩脈状で、单元B<sub>1</sub>、B<sub>3</sub>およびC<sub>3</sub>を貫いており、主要な貫入方向はNW-SEである。

以上の点から、本单元は、安山岩もしくは玄武岩と判定される。本单元は前述の单元C<sub>3</sub>と類似の特徴を示すが单元C<sub>4</sub>については地質調査において岩相が確認されていること、分布地が離れていることなどから、それぞれ单元を独立させた。

本单元は既存資料には表現されていない。

#### 7) 单元 C<sub>5</sub>

本单元は各所に点在するが概して小規模である。

写真的特徴は、明るい色調を呈し、粗ないし細粒の肌合を呈する。地形的には細長く線状に断続して配列するわずかな突出部として表現されている。したがって抵抗度は中程度である。单元の規模が小さいためそれ自体での水系および山稜形態をもたない。



本単元は、単元B<sub>1</sub>、B<sub>4</sub>およびB<sub>5</sub>の分布域に発達しており、それぞれの単元との境界は明瞭である。本単元の産状は岩脈状あるいはシル状を呈する。本単元は、単元B<sub>1</sub>、B<sub>4</sub>およびB<sub>5</sub>を貫いており、その方向は一定しない。

以上の点から本単元は石英安山岩をいし流紋岩と判定される。

本単元は、既存資料に表現されておらず、また、現チェック調査もされていない。

## 2-3. 地質構造

空中写真の判読によって成層岩類および貫入岩類の各単元の平面的分布が明らかになった。ベディングは実体視で誇張されているが、写真から判読できる唯一の構造要素であり、地質構造を巨視的ないし中視的に把握するために重要である。これらのベディングは成層岩類の各単元中によく発達する。上記のベディングに加えてフォトリニアメントや個々の単元間の地質境界線の地形との関係から理解される地質構造は以下の通りである。

### 1) 層位関係および褶曲

単元B<sub>1</sub>とB<sub>2</sub>は本地域南東部および北東部で接しているが一部断層により明らかでないが両単元のベディングの挙動および明瞭な地質境界線の連続性から判断して、構造上ほぼ調和的と思われる。また単元B<sub>1</sub>とその上位に広く分布する単元B<sub>4</sub>とは境界付近が単元A<sub>2</sub>で覆われる場合が多く不明瞭な場合が多いが本地域の北東部および東部のベディング方向の違いから構造的不調和が認められる。単元B<sub>1</sub>と単元B<sub>2</sub>とは本地域の南部および北東部の一部で接するが両単元のベディングの挙動、および地形的差より明らかに不調和である。単元B<sub>1</sub>とその上位に発達する単元B<sub>4</sub>とは、南部において一部調和的とみなされるが接する箇所が少なく詳細は明らかでない。単元B<sub>1</sub>と単元B<sub>2</sub>とは、本地域南部でのみ接するが、ベディングの挙動および地形的差より明らかに不調和である。単元B<sub>3</sub>については、その分布域が北西部から西部に偏っておりわずかに北西部において単元B<sub>2</sub>と接するのみで他の単元との関係は明らかでないが地質調査結果によると本地域では直接単元B<sub>4</sub>とは接しないが単元B<sub>4</sub>の下位に位置することが判明した。単元B<sub>2</sub>と単元B<sub>3</sub>との関係については、一見調和的に見えるが地質調査により不整合であることが判明した。単元B<sub>4</sub>とその上位に広く分布する単元B<sub>5</sub>との関係は、両単元間のベディングをトレースすると単元B<sub>4</sub>が中ないし急傾斜を示すのに対し単元B<sub>5</sub>は緩傾斜を示すこと、Claro de Cauquenes川西岸部で明らかな構造的な不調和が認められることから両単元間には不整合であると判読される。単元B<sub>4</sub>と単元B<sub>5</sub>

についてはベディング、地形的、産状に明らかな差があり不調和である。未固結堆積物の單元A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>およびA<sub>3</sub>は他のすべての單元に対して構造上不調和に覆う。

單元B<sub>1</sub>~B<sub>7</sub>の各構成岩類は、PL. の空中写真地質解析図上にベディング・トレースとして表示したように、緩から急傾斜を示しながら大局的にはN-SないしNNE-SSW方向に連続し、部分的に波長が最大2~3km、最小は数百m単位の褶曲構造がくり返して発達する。

單元B<sub>1</sub>では、一般にN-S走向、W傾斜を示すが、本地域南部では西傾斜の単斜構造、中央東部で小さな向斜構造が、また、北東部で急傾斜の向斜構造が認められる。

單元B<sub>2</sub>では、一般にN-S走向、W傾斜の構造を示すが、本地域北東部の Blanco 川東岸で緩傾斜の向斜構造が、Negro川東方に波長1km位で急傾斜の向・背斜構造が認められる。

單元B<sub>3</sub>では、一般にN-S走向、Eの緩から部分的には水平に近い傾斜を示すが、本地域北部でNE-SW方向の緩い一對の向・背斜構造が認められる。

一方本地域に広範囲に分布するB<sub>4</sub>は区分された單元中最も褶曲構造の発達する單元で、大小さまざまな向・背斜構造が認められ、その傾斜も緩から急と変化に富んでいる。一般にN-SからNNE-SSW走向で本単元の西縁ではEおよびWの緩傾斜を示し、ゆるい褶曲構造として判読されるが、東部に向うにしたがいその傾斜が急になり波長の短い向・背斜がくり返している。特にRancaguaからEl Teniente鉱山に通じる道路沿いではほぼ垂直に近い傾斜を示している。

單元B<sub>5</sub>では、一般にN-S走向、EおよびWの緩から水平に近い傾斜を示し見かけ上ゆるい波曲状構造として把握されるが、Claro de Cauquenes沢上流およびLo Engonda 沢上流に小さな局所的な向斜構造が認められる。

單元B<sub>6</sub>では明瞭なベディング・トレースは判読されずその産状は貫入岩に近い形態をなしている。

單元B<sub>7</sub>では、ほとんど水平に近い傾斜を示し明瞭な褶曲構造は判読されない。

## 2) 断 層

本解析にてフォトリニアメントとして抽出された連続性の大きい線状構造は次のような事実から単なる節理とは考えにくく、種々の規模をもつ断層が表現されているものと判断できる。

- 1) 明らかにそれを境に両地層間に変位量が判読される。
- 2) 一定方向に強調された水系が連続する。
- 3) その延長が最低でも1kmの長さがある。

以上の断層と判読されたフォトリニアメントは、本地域全体に各方向に多数発達する。それらを概観するとN-SないしNNE-SSW系が最も顕著に認められ、次いでNW-SE系およびE-W系が判読される。とりわけ分布範囲の広い单元B<sub>1</sub>の領域に顕著であるが、特に褶曲構造の発達する地域で顕著に判読される。

## 2-4. 変 質 帯

本地域には次のような特徴をもった单元が既述の单元と区別されて観察される。

- 1) 色調が明〜灰ないし極明を示し、他の单元よりも一般に明るい。
- 2) 肌合が滑らかである。
- 3) 抵抗度が低い。
- 4) 山稜形態が極めてなだらかである。
- 5) 分布が一般的に狭い範囲に限られており、かつ不規則な塊状形態を示している。

以上の特徴は一般的に熱水変質帯にみられるものであり、本解析結果でも変質帯として扱った。また、本单元内でも写真的特徴に多少違いが認められるためさらにD<sub>1</sub>およびD<sub>2</sub>に細分した。すなわち单元D<sub>1</sub>は、写真的に極めて明るい色調を呈し細粒で滑らかな肌合を呈する。地形的には抵抗度は低く起伏量の低いなだらかな山稜形態を示している。しかしCipreses川流域に分布する本单元は、山腹に位置しその分布が断続しながら帯状に配列するため、地形的特徴は他の分布域と多少異なる。单元D<sub>2</sub>については、写真的に一般に明ないし灰の色調を呈する他は、单元D<sub>1</sub>と大きな差は認められない。

以上の諸特徴から本地域内で変質帯单元として抽出されたものは、総数135箇所、そのうち单元D<sub>1</sub>に属するものは19箇所、单元D<sub>2</sub>に属するものは116箇所である。

### 1) 単 元 D<sub>1</sub>

本单元の分布域を概観するとSewell周辺、Los Cipreses川上流域、Claro川上流およびLos Rucios沢上流の4地域に発達している。

Sewell周辺；本地域は、单元B<sub>3</sub>の分布域に延びしつゝ El Teniente鉱床の変質帯に相当し、その規模は南北約6km、東西8kmにも及んでいる。

Tabla 5 CUADRO DE CARACTERÍSTICAS FOTOGEOLÓGICAS

UNIDAD	TONO EN POTO	TEXTURA EN POTO	CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS								LITOLOGIA PROBABLE	RESULTADO DE OBSERVACIONES EN TERRENO			
			DRENAJE		RESISTENCIA		ESTRATIFICACION	DIRECCION DE ROCAS INTRUSIVAS	DIRECCION DE LINEA-VENTO(FALLA)	CONTACTO			VEGETACION		
			MODELO	DENSIDAD	ROCAS	PERFIL									
A <sub>3</sub>	blanco	Suave									claro		Nieve	Nieve.	
A <sub>2</sub>	blanco o gris	Suave, fino	Sub lineo distribuido		bajo	muy bajo						claro		colrilo y morfeno.	recientes
A <sub>1</sub>	gris	Suave enrejado	meandriforme		bajo	muy bajo						claro	mucho o medio.	aluvio,	depositos
B <sub>7</sub>	oscuro o gris oscuro	poco Suave.	Sub lineo sub dendritico		medio o bajo	medio				poco.	claro o poco claro	medio o pobre	lava y roca piroclasticos	Andesito y tobo	
B <sub>6</sub>	gris	fine	dendritico		medio	medio					claro	pobre	roca intrusivo	Formacion Broden Fragmentos de andesito diorita cuarcifera porfido dacitico y	
B <sub>5</sub>	oscuro o gris oscuro	granoso y poco Suave	dendritico, Sub paradero		alto	medio o alto		existencia		muchas	poco claro parcialmente claro	medio	Volcanitas	Formacion Forelones Lava Andesito. Brecha tobacea	
B <sub>4</sub>	gris o oscuro	granoso.	dendritico		alto	medio o alto		existencia		muchas	poco claro	medio o mucho	Volcanitas	Formacion coya mochari Lava Andesito. Brecha tobacea Limo y Lulito	
B <sub>3</sub>	gris o blanco.	Suave y poco Suave	dendritico, sub paradero		medio o bajo	medio o bajo		existencia		muchas	poco claro	mucho	rocas piroclasticos acida y lava	Formacion Lo valle. Volcanitas daciticos y andesiticos	
B <sub>2</sub>	gris o blanco	muy Suave	Sub lineo Sub dendritico		bajo	media		existencia		poco	claro	pobre	rocas piroclasticos y rocas clasticas		
B <sub>1</sub>	gris.	Suave.	Sub lineo Sub paradero		bajo	medio		existencia		poco	claro y poco claro	pobre	rocas clasticas volcanitas		
C <sub>7</sub>	blanca	fine, Suave.				medio					claro	pobre	rocas acidos		
C <sub>6</sub>	gris oscuro	granosa									claro	pobre	rocas basicas		
C <sub>5</sub>	gris o blanco	Suave fino	dendritico		media	alto o medio					N-S	claro	pobre	granodiorito	granodiorito
C <sub>4</sub>	gris	linea.				medio			NW-SE		poco claro	mucho		andesito	
C <sub>3</sub>	gris	linea				medio			N-S		poco claro	mucho		dacita.	
C <sub>2</sub>	gris	granoso	dendritico		media	medio o alto					poco claro	mucho	diorito	diorita, diorito cuarcifera	
C <sub>1</sub>	gris blanco	Poco Suave fina	dendritico sub paradero		medio	alto					NNE-SSW	claro	medio	roca granitoides	monzo granito
D <sub>2</sub>	gris claro	fine Suave	dendritico sub paradero		medio o bajo	bajo					comprometidamente claro	pobre	alteracion debil		
D <sub>1</sub>	claro o muy claro	fine suave	dendritico		bajo	bajo					id	pobre	alteracion fuerte		

Tabla 6 LISTA DE ZONAS ALTERADAS DEL AREA ESTUDIADA

Numero Zona Alterada	Coordenada		Dimensión	Unidades de Zonas alteradas		Zonas alteradas reconocidas	Yacimientos	Roca encajonante interpretada	Nombre de Cuadrangulos Escala 1:50,000
	Norte	Este		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>				
①	6235.5	371.3	700X 350 <sup>m</sup>	○	○			B <sub>6</sub>	Sewell
②	6233.5	369.5	900X 400	○	○			id	id
③	6233.2	370.6	400X 200	○	○			id	id
④	6232.5	372.0	2,900X 200	○	○	○		id	id
⑤	6233.8	373.7	800X 500	○	○	○		id	id
⑥	6233.0	373.9	1,200X 400	○	○	○		id	id
⑦	6234.0	375.6	900X 400	○	○	○		id	id
⑧	6234.5	376.7	1,000X 500	○	○	○		id	id
⑨	6235.0	379.5	600X 300	○	○			id	id
⑩	6235.0	381.7	1,200X 600	○	○			id	id
⑪	6231.0	372.3	1,100X 400	○	○			id	id
⑫	6226.0	372.0	8,000X 6,000	○	○	○	El Teniente	id	id
⑬	6230.0	377.0	700X 300	○	○			id	id
⑭	6230.5	377.5	800X 500	○	○			id	id
⑮	6231.5	378.0	1,000X 800	○	○			id	id
⑯	6225.5	381.3	1,000X 600	○	○		○	id	id
⑰	6223.5	383.0	1,800X 400	○	○			id	id
⑱	6221.0	369.6	500X 400	○	○			id	id
⑲	6220.5	374.5	900X 300	○	○			id	id
⑳	6219.5	376.4	300X 200	○	○			id	id
㉑	6211.5	379.9	500X 200	○	○			id	id
㉒	6219.6	383.0	400X 300	○	○			id	id

Numero Zona Aitorado	Coordenada		Dimensión	Unidades de Zonas alteradas		Zonas alteradas reconocidas	Yacimientos	Roca encajonante interpretada	Nombre de cuadrangulos Escala 1:50,000
	Norte	Este		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>				
6211.0	373.5	1.800X 100 <sup>m</sup>					id	id	
6210.0	375.2	900X 600					id	id	
6210.5	376.5	1.700X 600					id	id	
6213.0	381.0	5.000X1.700				○	B <sub>5</sub> , C <sub>5</sub>	id	
6210.0	378.2	1.000X 500					id	id	
6210.0	381.0	1.000X 300				○	B <sub>5</sub>	id	
6210.0	382.0	2.000X1.700				○	id	id	
6207.0	373.5	1.500X1.200					id	Rio-cortaderal	
6206.0	382.0	2.800X 900				○	id	id	
6201.5	380.5	1.400X 900					B <sub>4</sub>	id	
6199.5	383.0	1.500X 400					id	id	
6196.2	348.0	2.000X1.200				○	B <sub>4</sub>	Laguna Cauquenes	
6193.3	347.6	1.500X1.200					id	id	
6192.7	346.5	2.800X 900					B <sub>4</sub> , C <sub>6</sub>	id	
6190.5	343.6	1.400X 600					B <sub>4</sub>	id	
6188.5	349.8	1.500X 400					id	id	
6184.5	346.0	400X 700					id	id	
6185.0	350.5	700X 300					id	id	
61 3.5	359.5	500X 300					id	id	
6193.0	361.5	500X 300					B <sub>6</sub>	id	
6199.5	365.2	300X 300					id	Rio Cortaderal	
6195.0	373.5	200X 200				○	id	id	
6193.0	373.5	300X 200					id	id	
6193.0	373.5	800X 600					id	id	

Numero Zona Alto rada	Coordenada		Dimensión	Unidades de Zonas alteradas reconocidas		Yacimientos	Roca encajonante interpretada	Nombre de Cuadrangulos Escala 1:50,000
	Norte	Este		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>			
66	6192.0	383.0	500X 300 800X 600		○		B <sub>6</sub>	id
67	6189.5	382.2	700X 200		○		id	id
68	6188.5	382.3	700X 400		○		id	id
69	6187.8	383.0	700X 300		○		id	id
70	6187.8	383.7	1,000X 300		○		id	id
71	6185.0	364.2	400X 300		○		id	id
72	6184.7	365.0	700X 400	○		○	id	id
73	6183.8	364.5	400X 200		○		id	id
74	6183.5	365.5	1,000X 300		○	○	id	id
75	6182.5	364.9	700X 300				B <sub>6</sub>	id
76	6181.5	365.4	500X 350		○		id	id
77	6181.5	366.2	800X 400		○		B <sub>6</sub>	Rio Cortaderal, Arrieros
78	6188.0	369.0	1,500X 600		○	○	id	Rio Cortaderal
79	6186.7	368.8	500X 300		○	○	id	id
80	6186.2	368.8	500X 200		○	○	id	id
81	6185.9	368.7	600X 300		○	○	id	id
82	6185.5	368.7	600X 500		○	○	id	id
83	6184.3	368.7	600X 300		○	○	id	id
84	6184.3	367.8	500X 400		○		id	id
85	6184.3	368.5	1,000X 400		○	○	id	id
86	6187.0	370.5	700X 400		○	○	id	id
87	6186.0	370.8	400X 300		○	○	id	id
88	6185.3	370.8	400X 300		○	○	id	id

Numero Zona Alterada	Coordenada		Dimension	Unidades de Zonas alteradas		Zonas alteradas reconocidas	Yacimientos	Roca encajonante interpretada	Nombre de Cuadrangulos Escala 1:50,000
	Norte	Este		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>				
68	6184.5	370.8	700X 400	○		○		B <sub>4</sub>	Rio Cortaderal
69	6185.2	371.8	400X 300		○			B <sub>5</sub>	id
70	6188.2	370.3	400X 200		○			B <sub>4</sub>	id
71	6181.5	370.5	1.600X1.000	○		○		id	Rio Cortaderal, Arrieros
72	6182.5	382.5	1.600X1.000		○	○		B <sub>4</sub> , B <sub>5</sub>	Rio Cortaderal
73	6178.0	354.2	1.300X 600		○			B <sub>5</sub>	Rio Clarillo
74	6176.0	359.0	7.000X7.000	○		○	○	B <sub>4</sub> , B <sub>5</sub> , C <sub>6</sub>	id
75	6181.2	367.3	600X 300		○	○		B <sub>4</sub>	Rio Cortaderal, Arrieros
76	6180.5	367.5	<del>600X 300</del>		○	○		id	Co-Alto de Arrieros
77	6179.5	367.5	1.000X 400		○	○		id	id
78	6178.0	367.3	1.000X 700	○		○		id	id
79	6177.3	368.0	1.500X 400		○	○		id	id
80	6175.0	365.8	400X 300		○	○		id	id
81	6175.0	366.8	600X 300		○	○		id	id
82	6175.0	341.3	900X 300		○	○		id	Rio Clarillo
83	6171.5	346.5	500X 600		○	○		id	id
84	6169.3	351.3	<del>900X 300</del> 1.300X 700		○	○		id	id
85	6172.7	351.4	500X 300		○	○		id	id
86	6170.3	353.5	500X 300		○	○		id	id
87	6166.3	345.0	500X 300		○	○		id	id
88	6164.5	345.0	900X 200		○	○		id	id
89	6161.0	346.5	400X 200		○	○		id	id
90	6160.5	346.0	300X 200		○	○		id	id



Número Zona Alterada	Coordenada		Dimensión	Unidades de Zonas alteradas reconocidas		Yacimientos	Roca oncesjonante interpretada	Nombre de Cuadrangulos Escala 1:50,000
	Norte	Este		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>			
62	6167.0	350.0	2.300X 900		0		id	id
63	6164.5	353.3	1.500X 500		0		id	id
64	6163.0	351.3	1.300X 800		0		id	id
65	6160.0	351.7	1.300X 400		0		id	id
66	6160.5	354.0	700X 400		0		id	id
67	6156.0	354.0	11.500X1.500	0			B <sub>4</sub> , C <sub>0</sub>	Rio Clarillo, Sierras de Bellavista
68	6158.0	355.5	1.100X 400		0		B <sub>4</sub>	Rio Clarillo
69	6157.0	360.3	1.200X 300		0		id	id
70	6165.7	361.6	1.800X 200		0		B <sub>0</sub>	id
71	6168.2	366.0	800X 300		0	0	B <sub>4</sub> , B <sub>0</sub>	Co. Alto de las Arrieros
72	6168.8	368.5	700X 300		0		B <sub>4</sub>	id
73	6163.0	364.0	200X 200		0		B <sub>4</sub>	id
74	6163.0	366.0	1.200X 400		0		B <sub>4</sub>	Co. Alto de los Arrieros
75	6161.0	365.5	1.500X 400		0		id	id
76	6158.2	363.7	800X 400		0		id	id
77	6162.0	369.5	1.500X 700		0		id	id
78	6159.5	369.0	1.000X 200		0		id	id
79	6158.5	369.7	600X 200		0		id	id
80	6156.0	367.0	<del>1.200X 800</del> <del>600X 200</del> <del>300X 200</del>		0		id	id
81	6156.8	369.0	400X 300		0		id	id
82	6156.5	370.3	1.000X 300		0		id	id
83	6175.0	390.0	1.500X 400		0		B <sub>1</sub>	Estero Colorado
84	6153.0	370.5	<del>500X 300</del> <del>500X 400</del>		0		B <sub>4</sub>	Termas del Flaco

Número Zona Alterada	Coordenada		Dimensión	Unidades de Zonas alteradas		Zonas alteradas reconocidas	Yacimientos	Roca encajonante interpretada	Nombre de Cuadrangulos Escala 1:50,000
	Norte	Este		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>				
49	6153.0	372.5	700X 500 300X 300		0		id	id	
49	6150.5	369.0	900X 500		0		id	id	
49	6148.3	368.0	700X 400		0		id	id	
49	6148.5	366.0	700X 300		0		id	Sierras de Bellavista	
49	6149.0	382.0	1,200X 400 1,600X 300		0	0	B <sub>1</sub>	Termas del Flaco	
49	6144.5	348.5	700X 300 500X 200		0		B <sub>4</sub>	Sierras de Bellavista	
49	6137.0	346.0	1,000X 400		0		id	id	
49	6136.0	349.2	500X 400 500X 300		0		B <sub>4</sub> , C <sub>6</sub>	id	
49	6127.3	347.5	700X 500		0		B <sub>4</sub>	id	
49	6129.0	351.0	700X 700		0		id	id	
49	6121.5	354.5	1,200X 300		0		id	id	
49	6136.0	360.2	900X 400		0		id	id	
49	6134.5	360.0	700X 300		0		id	id	
49	6135.0	361.5	1,600X 400		0		id	id	
49	6128.5	355.5	1,000X 200		0		id	id	
49	6133.8	369.4	400X 400		0		B <sub>2</sub>	Sierras de Bellavista	
49	6132.0	369.3	800X 300		0		id	id	
49	6140.0	372.8	500X 300 500X 300		0		B <sub>1</sub>	id	
49	6137.5	376.0	1,100X 600		0		id	id	
49	6135.8	374.3	200X 500		0	0	id	id	
49	6138.0	379.0	1,500X 600		0	0	id	id	

Los Cipreses 川上流；本地域は、単元B<sub>4</sub>およびB<sub>3</sub>の分布域に胚胎し規模が最大1.5 km × 0.6 km、最小0.2 km × 0.5 kmの変質帯が16箇所集中しているほかに近傍には単元D<sub>2</sub>に属する変質帯が13箇所判読され、両者を含めるとその分布規模は南北13 km、東西最大8 kmにも及んでいる。本地域は、既存資料においても熱水性の変質帯とされている。

Claro川上流；本地域は、単元B<sub>4</sub>、B<sub>3</sub>およびC<sub>3</sub>の分布域に胚胎し、本解析地域のほぼ中央に位置し変質帯は1箇所その規模は南北8 km、東西約8 kmである。本地域は、既存資料においても熱水変質帯とされている。また現地チェック調査においても El Cascajal 付近は、山腹が灰白色もしくは黄褐色化し付近に黄鉄鉱の鉱染した鉄焼けが確認されている。

Los Rucios 沢上流；本地域は単元B<sub>4</sub>の分布域に胚胎し、本解析地域のやや南寄りに位置している。変質帯は1箇所、その規模は約1.5 km × 10 kmで長軸方向は南北から北西方向に延びている。

本地域は既存資料には表現されていないが現地チェック調査において、直接変質帯まで到達されなかったが遠望すると、赤灰色の焼けと思われる部分が確認されている。

## 2) 単元 D<sub>2</sub>

本単元は、本地域の西経70°15′から西経70°45′の間の随所に見られる。規模は最大3.0 km × 3.0 km、最小0.2 km × 0.2 kmで、これらのうち数箇所以上まとまって分布する地域としては、Sewell北方、Pangal川上流のLas Cayanas付近、Los Cipreses川上流、Cortaderal川上流、Clarillo川上流、Azufre川上流東部、同川上流北部および本解析地域の南東部のLas Damas川流域である。これらの地域内の変質帯の多くは既存資料において表現されている熱水変質帯と多少境界は異なるが一致もしくは近傍に認められる。

Sewell地方；本地域は、単元B<sub>3</sub>の分布域に胚胎し El Teniente 鉱床の変質帯の北延長部にあたり14箇所の変質帯が判読されている。その規模は最大2.0 km × 2.5 km、最小0.2 km × 0.4 kmである。これらの分布範囲は、東西約13 km、南北6 kmである。

Las Cayanas付近；本地域は El Teniente 鉱山の南東約15 kmに位置し、単元B<sub>3</sub>の分布域に胚胎する。変質帯の数は10箇所規模は最大1.5 km × 4.0 km、最小0.5 km × 0.5 kmである。本地域の10箇所の変質帯のうち4箇所については、既存の資料にも熱水変質帯として表現されている。また他の箇所については現地チェック調査において黄鉄鉱の鉱

染の転石もしくは遠望することにより鉄焼けと思われる赤褐色の山肌を確認している。

その分布範囲は南北約8km、東西約10kmである。

**Los Cipreses 川上流**；本地域は、前述の単元D<sub>1</sub>で述べた地域と同一個所であり本項では省略する。

**Cortaderal 川上流**；本地域は、本解析地域の中央部よりやや東寄りに位置し、単元B<sub>2</sub>の分布域に胚胎する。変質帯の数は6個所でそれぞれ少し離れて存在する。規模は最大1.0km×1.5km、最小0.4km×0.5kmである。本地域の6個所の変質帯のうち南部に発達する最大規模の1個所の変質帯は、既存資料の熱水変質帯と一致している。これらの分布範囲は東西3km、南北10kmである。

**Clario 川上流**；本地域は、本解析地域の中央よりやや南西寄りに位置し、単元B<sub>1</sub>およびC<sub>2</sub>の分布域に胚胎している。変質帯の数は8個所で、規模は最大1.0km×2.0km、最小0.4km×0.5kmである。本地域の変質帯は既存資料には表現されていない。これらの分布範囲は、東西4.5km、南北14kmである。

**Azufre 川上流東部**；本地域は、本解析地域の南部に位置し単元B<sub>1</sub>の分布域に胚胎する。変質帯の数は4個所で、規模はほとんどが0.5km×1.0km程度であまり大きなものは判読されない。本変質帯は既存資料の熱水変質帯と一致しておらず少し離れて存在する。これらの分布範囲は巾2.0km、長さ7.0kmでNE-SW方向にのびている。

**Azufre 川上流北部**；本地域は、本解析地域の中央部よりやや南寄りに位置し、単元B<sub>1</sub>の分布域に胚胎する。変質帯の数は12個所で、規模は最大1.5km×1.0km、最小0.2km×0.2kmである。12個所の変質帯中5個所については既存資料の熱水変質帯と一致している。また、No101およびNo102の変質帯の北方に既存資料によると1.5km×3.0kmの熱水変質帯が表現されているが写真上では判読されなかった。これらの分布範囲は、東西6.5km、南北約16kmである。

**Las Dornas 流域**；本地域は、本解析地域の南東端に位置し、単元B<sub>1</sub>およびB<sub>2</sub>の分布域に胚胎している。変質帯の数は7個所であるがそれぞれ多少離れて存在する。規模は最大0.5km×2.0km、最小0.3km×0.3kmである。7個の変質帯のうち3個所は既存資料の熱水変質帯と一致している。既存資料によると、この他に同流域の近傍に2箇所表現されているが写真上では判読されなかった。分布範囲は巾が約3kmでNE-SW方向に断続しながら10数kmのびている。

## 第 3 章 地 表 チェ ッ ク 調 査

### 3-1. ルートの選定

空中写真地質解析結果のチェックを目的として地表チェック調査を実施した。調査ルートは、今回の空中写真地質解析の結果、およびアクセス等を考慮し次の3本のルートを選定した。すなわち本地域北部の Rancagua 市から El Teniente 鉱山へ通じる東へ延びる道路沿い（北部ルート）、中央部の Rengo 市から東へ延びる Claro 川沿い（中部ルート）、および San Fernando 市から東へ延びる Tinguiririca 川沿いの Flaco 温泉に通じるルート（南部ルート）である。調査全延長は94kmである。

### 3-2. 調 査 結 果

#### 1) 北部ルート

本ルートは Rancagua 市から El Teniente 鉱山へ通じる道路を通り Coya 町から Valle Pangal へ抜けるルートで、Valle Pangal から2本に分かれ、一方は東へ向う Pangal 川沿いの La Cayanas まで、一方は南東へ向う Cachapoal 川沿いの El Manzanas 部落までである。

空中写真地質解析（以下写真解析）では、Rancagua 市から山岳地帯の入口 El Guiadal までは沖積層（単元  $A_1$ ）が判読された。地表チェック調査（以下チェック調査）においてもこの間はほとんど耕作地化の進んだ沖積層で、わずかに El Guiadal 付近で軽石を含む火山灰の小丘が認められるのみで、判読結果とほとんど一致している。El Guiadal から Valle Pangal の西6kmまでは、写真解析では、Cachapoal 川沿および Coya 町東方に第四紀層（単元  $A_1$ ,  $A_2$ ）が判読される他は、Coya Machali 層（単元  $B_1$ ）と判読される。この間の Coya Machali 層は特に El Guiadal から Coya 町付近までは非常に層理の発達がよく、多くのベディング・トレースが可能で走向は概 N-S、急傾斜を示し3個の背斜および2個の向斜が判読されている。層理の発達および褶曲構造の発達から、構成岩は、火山岩類および層砕岩類と判断された。チェック調査によると、構成岩は安山岩溶岩、同質凝灰岩、同質凝灰角礫岩、同質火山礫凝灰岩を主体とし、それらに砂岩およびシルト岩が挟在することが確認され、写真解析結果と概ね一致している。それらはいずれも写真で判読されたように層理の発達がよく、走向は概 N-S、傾斜は  $60^\circ \sim 80^\circ$  で東もしくは西側に傾斜してい

る。褶曲構造は、写真で判読された5個の向・背斜の他に3個の向・背斜を確認している。確認した3個の向・背斜はいずれも小さいもので、そのうち1個の向斜は最も西斜でシルト岩の発達する地域にみられ、他は、写真で判読された向・背斜の間に認められ、非常に波長が短かく急傾斜をなしており、波長が小さいため写真による判読は困難である。また Valle Pangal 付近の本層は前述の区間のような層理の発達は判読されず褶曲構造は認めない。チェック調査においてもこの付近は、安山岩溶岩が多く発達し、わずかに凝灰岩類を挟在し、同岩類の存在によってのみ層理の確認が可能である。

Coya Machali 層と上位の Farellones 層との境界は写真上、構造的な不調和の認められる Valle Pangal の東6km地点とした。しかしチェック調査では、岩質上からの区分は非常に困難であるが Valle Pangal から5km付近で走向はほぼ同一であるが傾斜が西斜では40°北東、東斜で10°北東と傾斜に差があり Farellones 層との境界は写真解析より少く西斜になる。第四紀層と Coya Machali 層との境界は写真解析結果とほぼ一致している。Valle Pangal の西6kmから Las Cayanas までは、写真解析で Pangal 川沿に第四紀層、Las Cayanas 付近に花崗閃緑岩(单元C<sub>3</sub>)、Pangal 川北に変質帯(单元D<sub>2</sub>)等を判読した他は、すべて Farellones 層(单元B<sub>3</sub>)と判読された。

Farellones 層には、写真解析では褶曲構造は判読されず、一般に水平もしくはそれに近い緩傾斜のベディング・トレースが判読され、構成岩は火山岩類と判定された。チェック調査によると、岩質的にはほとんど Coya Machali 層との区別がつかない安山岩溶岩および同質凝灰角礫岩である。層理は明瞭でなく、遠望した場合、数mから数10mの層厚をもつ帯状構造が認められる。

また Farellones 層中に厚さ0.5m~1.0mのシル状に貫入する細粒花崗閃緑岩を確認した。写真上では同貫入岩はその産状からベディング・トレースとして判読されたに過ぎなかった。Las Cayanas 付近に判読された花崗閃緑岩は、チェック調査においてもほぼ同一地点で同岩が確認された。この他チェック調査によって Las Cayanas より西2kmの所で花崗閃緑岩が確認されたが、同岩については分布が小さいため写真上では判読されなかった。

変質帯については、写真では单元D<sub>2</sub>に相当する変質帯を Las Cayanas 近傍で6箇所(③④⑤⑥⑦⑧)に判読した。チェック調査では、このうち2箇所(③④)で黄鉄鉱々染を伴った鉄換け帯を確認したに過ぎなかった。

他の4箇所については直接確認できなかったが写真判読地点とほぼ同一地点で、赤灰色

ないし赤褐色を呈した明らかに他の山肌とは色調を異にした鉄焼け帯と想定されるものを遠望できた。

Valle Pangal から El Manzano 間については写真解析では、Cachapoal 川沿に第四紀層、および同川の両岸に Farellones 層が判読された。チェック調査においても岩質、産状ともに全く前述の区間の Farellones 層と類似した岩層を確認した。また第四紀層の分布は写真解析結果とほとんど一致する。

本ルートの名所から南方を眺望すると、写真解析で Coya Machali 層と判読した地域において褶曲構造が明瞭に認められ、それらの褶曲構造の翼部では走向山稜を示すクスタヤホグバックが形成されており前傾斜面と後背斜面がよく観察される。

## 2) 中部ルート

本ルートは、Rengo 市から東に延びる Claro 川沿いに El Cascajal までである。

本ルートの写真解析結果は、Claro 川沿いに第四紀層が、El Cascajal 付近に単元  $D_1$  の変質帯が分布する他はすべて Coya Machali 層が判読されている。第四紀層は、Las Neivas から Las Tierras Bajas 川入口まで、および El Cascajal 付近で Claro 川沿に判読されている。チェック調査においてもこれらの分布はほぼ一致して認められる。写真解析では、Coya Machali 層は Claro 川の両岸に Las Neivas から El Cascajal 付近までその分布が判読された。本地域で判読された Coya Machali 層は、非常に層理の発達がよく多くのベディング・トレースが判読されている。特に本ルートよりやや南部で同トレースが顕著に判読されており、また、NE-SW 方向の軸をもつ褶曲構造も判読されている。層理の発達が著るしくかつ褶曲構造が判読されることから、本層は層理の発達した堆積岩類あるいは、火砕岩類と判断される。チェック調査では、その構成岩類は、安山岩質凝灰角礫岩、安山岩質火山礫凝灰岩、砂岩もしくは、シルト岩を主体とし、わずかに安山岩溶岩が挟在することが確認された。また、これらの構成岩類は層理の発達が良く、写真で判読したベディング・トレースとはほぼ一致し、本ルートの南部に発達する褶曲構造に連続するものと思われる。写真解析で El Cascajal 付近に判読された変質帯  $D_1$  は、チェック調査の結果、同地域ではほとんど非変質の中粒ないし粗粒で灰白色の花崗閃緑岩が確認され、同時にその付近に鉄焼けと解される赤灰色ないし赤褐色の山肌、ならびに黄鉄鉱の鉱染を伴った褐鉄鉱化した鉄焼けの転石が観察された。従って変質帯の発達域はより東側にずれるものと解される。

### 3) 南部ルート

本ルートは San Fernando 市から東へ延びる Tinguiririca 川沿いに La Alfalfa の東約 3 km までである。

写真解析では、El Espinalillo 付近から Clarillo 川口付近まで第四系の沖積層および火山岩類(单元B<sub>1</sub>)を判読している。チェック調査の結果、沖積層の分布は写真解析の結果と一致していることが確認された。なお El Espinalillo 付近には段丘堆積物が確認された。また、火山岩類は、なだらかな丘陵を形成しており軽石片を含みわずかに褶構造の認められる溶結凝灰岩である。また、本岩の下位に Coya Machali 層が確認されたが、同層については写真では判読されなかった。この理由は Coya Machali 層の分布が溶結凝灰岩に覆われているため小さく、わずかに道路沿いの崖に認めるのみであるため写真では判読不可能であった。Clarillo 川口付近から La Alfalfa 東方約 3 km までは写真解析では、Coya Machali 層として判読している。同層は El Peumito 付近で一部層理を暗示する弱いベディング・トレースが判読されるのみで層理面は不明瞭である。従って本ルートにおける Coya Machali 層は、比較的塊状の火山岩類より構成されるものと判断された。チェック調査の結果、本ルートの Coya Machali 層はほとんどが安山岩質凝灰角礫岩より構成され、一部シルト岩および安山岩溶岩を挟在している。この凝灰角礫岩は、El Peumito 付近では走向 NNE-SSW、傾斜 40°~65° 東を示した良好な層理面がみられ、かつ走向山稜が明瞭に観察されるが、一般的には無層理、塊状をなしており写真解析結果とはほぼ一致している。また、La Alfalfa 付近は、崖錐堆積物に覆われ Coya Machali 層は確認できなかった。写真解析ではこの崖錐堆積物は判読されていない。このことは同堆積物が道路沿いにわずかに分布しているため、地形上にその特徴があまり明瞭に表現されていないものと思われる。

また、写真解析では、La Alfalfa 南部に第四系の火山岩類(单元B<sub>1</sub>)を判読している。チェック調査においても本岩は確認された。本岩は柱状節理の発達した安山岩で明らかに Coya Machali 層を覆って分布している。

#### 3-3 地質調査結果との比較検討

本解析地域の西方で本年度は後述の地質調査が実施された。この地質調査によって Lo Valle 層とされた地層は、写真解析では、写真的、地形的諸特徴の類似性から单元B<sub>1</sub>の Farellones 層と判読された。このことは両層の諸特徴の類似性に起因しているものであり、これら



を写真的に区別するのは難しい。

本地質調査地域の南部において広範囲な分布を示した単元C<sub>1</sub>のモンソ花崗岩を写真上判読した。しかし本地質調査の結果、同岩の分布は写真で判読されたものより小さかった。この理由は、同地域の植生密度が極めて高く、判読要素が不明瞭であり、かつ、同岩体と周囲の地層の間に地形的特徴の差が小さかったことによるものと判断される。

## 第4章 結論およびリコメンデーション

### 4-1. 地質および地質構造

以上に述べた通り、本解析によって成層岩類については7単位(B<sub>1</sub>~<sub>7</sub>)、未固結堆積物については3単位(C<sub>1</sub>~<sub>3</sub>)、貫入岩類については7単位(C<sub>1</sub>~<sub>7</sub>)そして2単位(D<sub>1</sub>~<sub>2</sub>)の変質帯に区分された。

この結果と既存資料および本年次地質調査の結果とを総合的にコンパイルした本プロジェクト全域の地質層序は次の通りとなる。

すなわち、下位より上位に向って、

ジュラ系	Nacientes del Teno 層 (流紋岩質~安山岩質火山岩類および海成堆積岩類)
"	Rio Damas 層 (安山岩質火山岩類および堆積岩類)
"	Leñas Espinoza 層 (海成堆積岩類)
ジュラ系 ↓	Bano del Flaco 層 (海成堆積岩類)
下部白亜系	"
"	Colimapu 層 (陸成堆積岩類および安山岩質火山岩類)
上部白亜系	Lo Valle 層 (石英安山岩質~安山岩質火山岩類)
上部白亜系 ↓	Coya Machali 層 (安山岩質火山岩類および陸成堆積岩類)
下部第三系	"
新第三系	Farellones 層 (石英安山岩質~安山岩質火山岩類および陸成堆積岩類)
第四系	新期火山噴出物、沖積層、崖錐堆積物および氷河堆積物

等である。このうち、Coya Machali層が、もっとも広い分布を示している。

以上の地層のうち、ジュラ系の一部と下部白亜系を除き、殆んどが陸成の中~酸性の火山噴出物から構成されていることからすると、本地区は、白亜紀前期に陸化し、その後現世に至るまで陸域下に置れ、かつ白亜紀前期に始まった中~酸性の火山活動が白亜紀後期~第三紀初期に最盛期を迎え、その後も現世まで同活動は継続して行われた、いわゆる火山活動の極め敵しかった地域である、と言える。

また、貫入岩類は塩基性~酸性の各種岩類が発達しているが、このうち花崗閃緑岩の分布がもっとも広く、また、多くの貫入岩は、岩株状をなしている。

これらの貫入岩類の形成時期は相対的に地域の西部から東部に向って若くなっており、白亜紀後期～第三紀初期にもっとも活発化している。古くは白亜紀後期の前半から新しくは新第三紀後期までである。

地質構造は大局的にはN-S性を示しており、また、新第三系より古い地層には著しい褶曲構造が発達しており、一部には地層の逆転もみられる。

フォトリニアメントおよび断層もN-S性が卓越しており、チリ全土における主要構造に一致している。

#### 4-2. 鉍化・変質作用

本地域にはEl Teniente鉍床を初めとした種々の鉍化作用がみられ、現在、稼行中の鉍床としてはEl Tenienteの他に、Chancon地区のAu, Ag, Cuからなる2～3の鉍脈型鉍床である。

また、鉍化を伴った、あるいは鉍化作用の未確認の変質帯は既存資料によると44箇所及んでおり、写真地質解析の結果ではこの他に91箇所の新たな変質帯を判読している。

この135箇所の変質帯のうちあるものは地域的に密集しており、その密集域の数はEl Teniente 地域を除くと9地域に及んでいる。

この9地域にみられる変質帯の多くは、1.0km×1.0kmの規模をもつ塊状をなしており、その一部は酸化帯を伴っており、また、中～酸性の岩株との関連を暗示した分布を示している等の点からして注目に値するものである。

この9地域は次の通りである。

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| ① Los Cipreses 川上流 | ② Claro 川上流      |
| ③ Los Rucios 川上流   | ④ Las Cayanas 付近 |
| ⑤ Cortaderal 川上流   | ⑥ Clarillo 川上流   |
| ⑦ Azufre 川上流東部     | ⑧ Azufre 川上流北部   |
| ⑨ Las Damas 川流域    |                  |

#### 4-3. リコメンデーション

4-2に述べた9地域の変質帯に対しては、今後現地調査を実施してその性状を把握し、同時に鉍化作用の有無の検討のため、それらの付近に対する地化学探査(河床堆積物)の実

施が望まれる。

また、前述の通り本地域には活発な火成活動がみられ、El Teniente 鉱床を初めとした数多くの鉱床が知られており、新鉱床賦存の可能性の高い地域である。従って新鉱床発見のための広域的な地化学探査（河床堆積物）の実施が望まれる。

## 地質調査（概査）



## 第 1 章 地 質

### 1-1 概 要

本地域の地質は中央盆地を埋めている広大な第四紀の砕屑物と白亜紀後期～第三紀初期の火山噴出岩類とによって特徴づけられる。

火山噴出岩類は同盆地をはさんでその西と東で岩質に明瞭な差があり、東部のそれは安山岩質であり、西部は安山岩岩相をもはさむが主体は石英安山岩質であり、酸性の火山噴出物で特徴づけられる。前者は Coya Machali 層(白亜紀後期～第三紀初期)、後者は Lo Valle 層(白亜紀後期の前期)とされている(Vergara y Drake, 1979b; Nasi y Thiele, 1982)。なお、従来の公表されている資料(序論第 1 章 1-6 参照)では西部の火山噴出岩類を Farellones 層(第三紀中期)として扱っているが、その後の資料の蓄積に基づいて Lo Valle 層に對比した考え方変っている(序論, 第 1 章 1-6 参照)。

これらの白亜系～古第三系を不整合に覆って地域北部に僅かながら石英安山岩質岩層からなる Farellones 層も分布している。

本地域に海成層は全くみられず、上記の火山噴出岩類も陸成層であり、本地域が白亜紀後期に活発な陸成火山活動の場であったことをしのばせる。

上記の白亜系および第三系を貫いて中～酸性の貫入岩類が分布している。

地質構造は一般的に南北性を示し、Lo Valle 層は極くゆるやかな、波長の大きいうねりを示し、Coya Machali 層は波長の短い、振幅の大きい褶曲構造を呈している。また、Farellones 層は殆んど水平に近い構造を持っている。

断層も南北系が卓越しており、その多くは正断層である。

### 1-2 地 質 層 序

本地域の地質は Lo Valle 層、Coya Machali 層、Farellones 層および第四系の 4 地層に大別され、それらは、Fig.4 に示したようにこの順序で下位より累重している。なお、基盤岩類の露出はなく不明である。

#### 1-2-1 Lo Valle 層

分布：中央盆地の西の海岸山脈西端部が本層でもって構成されており、Codegua 図幅に

Período-Epoca	Formación	Columna Estratigráfica	Litología	Espesor	Rocas Intrusivas	Mineralización	Observaciones
Cuaternario	Sedime fluviales, aluviales y morrenáticas; ceniza volcánica, lava y flujo piroclástico		Gravas, arenas y limos	200 m ±	(Dacita)		
			ceniza, reba soldada, y brecha vol.				
Mioceno	Formación Farellones		dacita	200 m ±	(Dacita)		
			roca piroclástica dacítica				
Cretácico	Formación Coya Machali		roca piroclástica andesítica	10.450 m ±	(Tonolito) (Diorita cuarcífero) (Diorita) (Périda diorítico) (Riolito, Dacita) (Andesita)	Diseminación de pirita y alferación hidrotermal muy débil	
			lava de andesita				
			tufita				
Superior	Formación Lo Valle		lava dacítica	3.500 m ±		Au, Ag, Cu, Pb, Zn y pirita (veto y diseminación)	lava dacítica 90 m.a. (Vergara y Drake, 19796) (K/Ar)
			andesita				
			roca piroclástica dacítica				
			roca piroclástica andesítica				
			caliza				

FIG. 4 COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DEL AREA ESTUDIADA



においてその分布が最も大きい。

層厚：本層の上下限が不明であるため全層厚は不明であるが、最も厚く発達している Rengo 図幅において、3,500m(+)を有している。

岩質および構成：本層は石英安山岩溶岩、石英安山岩質火砕岩、安山岩溶岩および安山岩質火砕岩等から構成されており、本層の下位層準に一部石灰岩薄層を挟む。

石英安山岩相と安山岩相は Fig 5 にみられるような互層状をなすが、相対的に下位層準で安山岩相が多く、上位層準において石英安山岩相が卓越している。

安山岩溶岩は一般に暗緑色～暗灰色、緻密堅硬な岩質を示し、アファニティックなものと、大きな斜長石斑晶を多含するボーフィリティックなものがある。

鏡下では、アファニティック安山岩は斑状組織を示し、斑晶として斜長石、角閃石を有し、石基は填間状組織を示し、アルカリ長石、石英、不透明鉱物、スフェイン、緑泥石で構成されている。またボーフィリティック安山岩は明瞭な斑状組織を示し、斑晶として斜長石(アンデシン, An 45)、普通輝石、フェロマグネシウム鉱物(オリビンあるいは角閃石?)が認められ、石基は斜長石、輝石、不透明鉱物、隠微晶質シリカ鉱物等から成る。

いずれもマフィック鉱物は緑泥石、一部緑れん石に、斜長石は粘土鉱物に変わっており、未変質部は殆んど残されていない。また、小空隙に放射状、球状あるいは細脈状の沸石類がしばしば認められる。

安山岩質火砕岩には細粒凝灰岩から凝灰角礫岩までみられるが、粗粒凝灰岩ないし火山礫凝灰岩の比較的細粒礫から構成されている場合が多い。

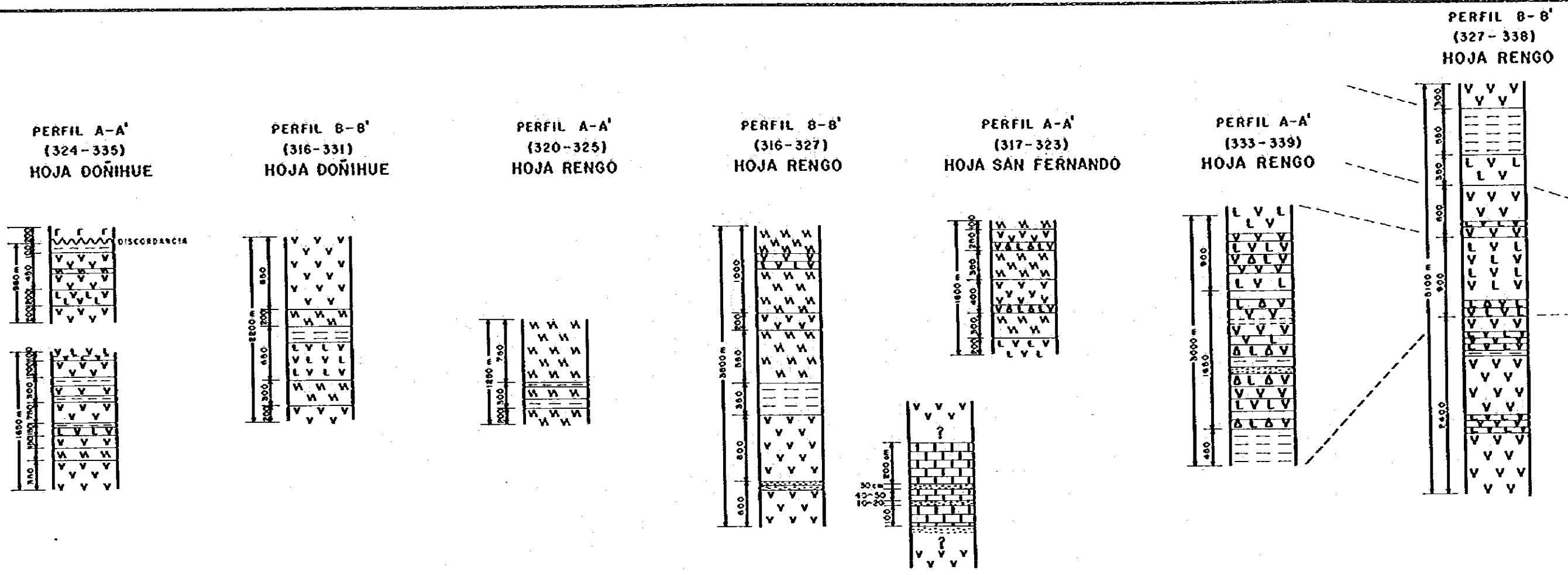
同火砕岩類は緑色、緑灰色、暗灰色ないし赤褐色を呈し、コンパクションは中程度である。構成礫は暗灰色、赤褐色等暗色のアファニティックな安山岩質礫が殆んどで異質礫は認められない。

本岩類は一般に塊状を呈し層理の発達が悪く、細粒凝灰岩の薄層を持つ場合にのみ層理面の確認が可能である。また、綫化構造の発達も認められない。

これらの火砕岩類は溶岩と互層しており、火山砕屑物と溶岩が交互に繰返し噴出したことを物語っている。

石英安山岩溶岩は帯赤灰色、淡灰色、赤褐色等一般に安山岩よりも明色を示し、かつ赤味がかっている。コンパクションが高く、堅硬、緻密質な場合が一般的であるが、部分的に多孔質でルーズな岩質を示している場合もある。





CUATERNARIO Toba soldado

F. FARELLONES Docito

F. COYA MACHALI

LEYENDA

Andesito

Brecho tobáceo andesítico

Toba de lapilli andesítico

Toba fino andesítico

Toba arenosa

Tufito

F. LO VALLE

Docito

Andesito

Brecho tobáceo andesítico

Toba de lapilli andesítico

Toba fino

Toba arenosa

Colizo

FIG. 5 COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

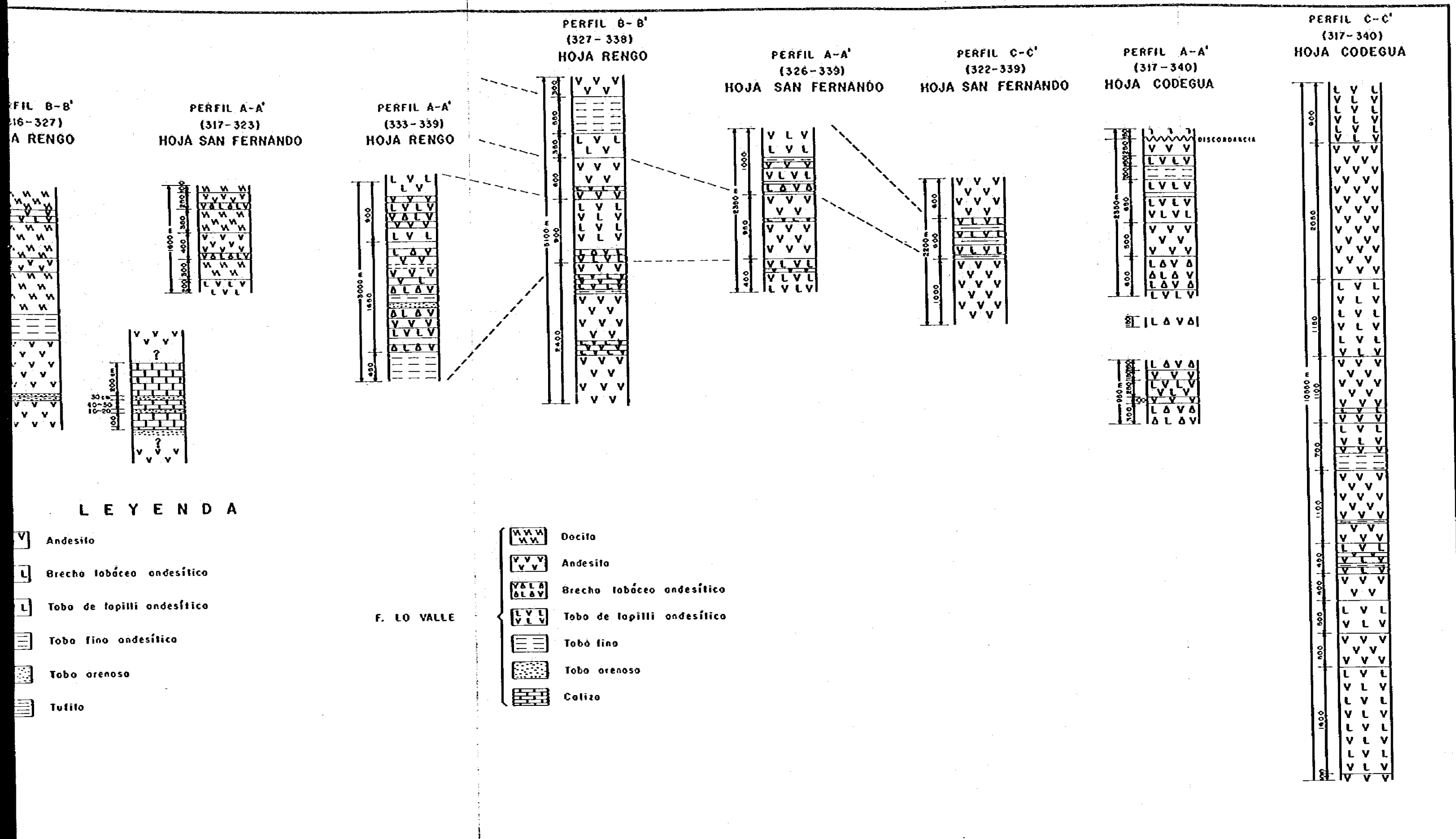


FIG. 5 COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

本溶岩は一般に柱状の斜長石斑晶と珪質を石基よりなるが、黒雲母と淡桃色のカリ長石の斑晶を肉眼で確認できる場合もある（San Fernando市南方4kmの採石場）。

鏡下では、斑状組織を示し、斑晶として自形の石英、自形の斜長石、普通角閃石の偽晶、酸化した黒雲母が認められる。石基は塊状ピトロクラスティック組織を示し、石英、アルカリ長石、より構成されている。

本岩には鉄分の酸化によって赤鉄鉱が生成しており、従って上記のような赤味を帯びている。

本溶岩には一般的に明瞭な流理構造が発達しているが、同構造は堆積面と必ずしも一致していない。

石英安山岩質火砕岩には火山礫凝灰岩が多いが、凝灰角礫岩あるいは細粒凝灰岩をも挟在している。また、含有軽石やガラスが引き延ばされた溶結組織を呈している場合もしばしばみられる。

本火砕岩類は淡緑灰色、赤褐色等を呈し、一般的に同質の溶岩類よりは軟質でコンパクションが低い。本岩類にはしばしば石英、黒雲母の結晶が肉眼でも認められ、この点で上記の安山岩質火砕岩と区別される。

本岩類も層理の発達が悪く、一般的に塊状を呈している。級化構造も極く一部を除き認められない。

溶岩と火砕岩とが互層している点は安山岩質岩の場合と同様であり、かつ安山岩質噴出岩とも互層している。

本調査において確認された石灰岩層はRengo市の東10kmのCorcoleón山の東尾根部（Rengo図幅南西端）に分布しており、砂岩薄層（厚さ10-50cm）と石灰岩の互層からなり、その互層の厚さは約3mを有する（Fig. 5 参照）。本岩層の直接の上下盤は不明であるが、上下盤付近にはアフアニティックな安山岩が分布している。

また、本岩層は走向N-S、傾斜40°Eを示し、周囲の地層と調和的であり、不整合を示すような証拠は得られていない。

本岩層を構成する石灰岩は厚さ数mm~数十mm単位の石灰質部と珪質部のリズムカルな互層からなる。鏡下では偽マイクロスパーライトと隠微晶質粘土鉱物の縞状構造が観察され、同構造に沿って少量のガーネット（直径0.05-0.2mm）が生成している。また、方解石は弱

い再結晶化作用を受けている。その他のスカルン鉱物は認められない。

以上の点から、本石灰岩層は恐らく湖に、化学的沈澱によって形成されたもので、その後の焼成作用あるいは弱い変成作用による再結晶によって偽マイクロスペーライトが生成したものと解される。

層位関係：本層と下位層との関係は調査区域内に下位層が分布していないため不明である。

対比および形成時期：本層は Thomas(1958)の La Valle 層に相当するものとされている (Vergara y Drake, 1979b; Nasi y Thiele, 1982)。

本層の形成時期については、San Fernando市の南5 kmに分布する石英安山岩溶岩に対し絶対年代測定 (K/Ar. 黒雲母) が行われており (Vergara y Drake, 1979b), 90百万年の値が得られている。この値は白堊紀後期の前半に相当する。また、本層は80百万年の絶対年代を示した花崗岩類に貫かれている (Vergara y Drake, 1979b)。なお、本調査において絶対年代測定用試料を採取したので、その結果に基づいて、本層の形成時期を更に明確にしたい。

#### 1-2-2 Coya Machali 層

分布：中央盆地の東の山岳地帯が本層でもって構成されており、調査地域の南に行くほどその分布は広くなる。なお、Doñihue 図幅に本層の分布はみられない。

層厚：もっとも広い分布を占めている Codegua 図幅において本層はもっとも厚く、10,000 m(+)を有する。

岩質および構成：本層は安山岩質の火山噴出物からなり、溶岩流と火砕岩とが繰り返して堆積している。

溶岩流の岩質はアファニティックなものとポーフイリティックなものがあるが、前者が一般的である。いずれも暗緑色、暗灰色、赤味を帯びた緑灰色等を示し、コンパクションが高く緻密堅硬な岩質を示している。

鏡下におけるアファニティック安山岩は斑状組織を示し、石基はピロクシニック組織を呈する。斑晶は斜長石 ( $1_{2x}$ ) ( $20\%$ ) と輝石とからなり、前者は緑泥石および緑れん石に交代されており、後者はウラル石化している。

ポーフイリティック安山岩は  $1 \times 3_{2x}$  の柱状斜長石斑晶を多含しており、鏡下では、斑状

および間粒状組織がみられ、珪晶としては斜長石とマフィック鉱物が認められ、前者は1-2mm大の柱状をなし多数の微細な割目を有しており、同割目に沿って緑泥石が産している。また、同結晶中には不透明鉱物および褐鉄鉱が認められる。後者は緑泥石に完全に交代されており偽晶をなしている。

石基は間粒状組織を示し、斜長石のマイクロライト、輝石および不透明鉱物等からなる。この石基も強い緑泥石化作用を受けている。

両安山岩共も部分的に斑点状、球か状、細脈状の白色不透明の沸石を多含している。本層を構成する安山岩は岩質的あるいは化学組成的に全く Lo Valle 層の安山岩と変わらない。

安山岩溶岩で新鮮な部分は殆んど残されておらず、長石類は粘土鉱物や方解石に、またマフィック鉱物は殆んど緑泥石、一部緑れん石に代っており、いわゆるプロビライト化作用を広域的に受けており、稜成作用がかなり進んでいるものと解される。

PL 2-1~2-4の地質図上では溶岩と火砕岩に区別して表示したが、溶岩としてまとめて表示した地層は複数の溶岩流の累重からなるものである。

火砕岩は種々の大きさの礫からなり細粒凝灰岩から火山角礫岩まで存するが、火山礫凝灰岩がもっとも一般的である。全般的に、固結度は高い方で、緑灰色、暗緑色、緑赤褐色等を呈し、風化の著しいところでは黄灰色を示す。構成礫は殆んど安山岩からなり、その多くは1~3cm大の角礫~亜角礫であるが稀には直径1mを越す巨礫やコンセントリックな構造(火山弾?)を持った丸味を帯びた礫も産する(San Fernando図幅、Las Romazas山東方3km)。また、火山礫凝灰岩には通常、比較的よく伸びた緑色パッチ(軽石?)と赤褐色ち密な岩片を特徴的に含有している。

本層の中位層準にあまり連続性のない泥質凝灰岩や石炭の薄層が発達している。いずれも San Fernando 図幅において顕著である。

泥質凝灰岩は厚さ0.5~数10mを有し、暗黄緑色、淡灰色、暗灰色、褐色等を示し、火山灰を粘土が膠結しており、明瞭な縞状構造を呈する箇所もある。

石炭層は San Fernando 図幅の北東部、Las Romazas 山(1,910m)の南東約3.7kmの山頂部に露頭があり、付近の住民は石炭鉱山(Mina de Carbón)と呼称し、かつ過去に小規模に採掘されたとのことであるが、現在は坑口が崩落しており、僅かな堆積鉱を観察できる程度である。この層厚はせいぜい3~4m程度と想定され、炭化度はかなり進んでおり、黒色

樹脂光沢を持った瀝青質である。

上記の泥質凝灰岩は火山灰が湖に堆積したものと解され、また、石炭層は湖付近の湿地帯に繁茂した樹木に由来しているものと解される。これらの泥質凝灰岩や石炭層は本層にだけ特徴的に認められるので、地質図には誇張して表現した。また、本火砕岩の中には粒径0.5~2mmの粗粒の砂質凝灰岩もみられる。

同凝灰岩は構成礫が火山礫より更に細粒で、かつ丸味を帯びており、殆んど等粒状の、*sorting* が極めて良好な岩石で、構成礫は火山礫凝灰岩や凝灰角礫岩と変らない。本岩の分布は全域に及んでおり、その量は火山礫凝灰岩~凝灰角礫岩に次いでいる。

本層を構成する火砕岩と Lo Valle層中の安山岩質火砕岩とは岩質的および化学組成的に全く変らず両者を識別することは不可能である。

以上の溶岩流と火砕岩とは互層をなしており、各図幅における代表的な累重関係を Fig. 5の柱状図に示した。

層位関係：既述の通り、本層と下位のLo Valle層の間には第四紀堆積物で充填された中央盆地があり、両者が直接接している箇所がなく、両者の関係は明確には不明である。

両層がもっとも接近している箇所は Rengo 図幅の南部、Rengo 市の南南東3.5kmおよび9km地点であり、前者では両層の間隔が300m、後者では200mである。両地点における両層の分布状況を Fig. 6 および Fig. 7 に図示したが、3.5km地点では Fig. 6 でも明らかなように両層の構造は不調和的である。すなわち、両層共その付近では地層の走向は略々 NNE-SSW を成しているが、傾斜が西の地層 (Lo Valle層) と東の地層 (Coya Machali 層) では逆であり、前者は10°-15°W を示し、後者は30°E を示している。この状況からすると両者の間に断層が存するか、あるいは両者は不整合関係にあるかのいずれかがである。

また、9km地点における状況からすると両者の関係は断層、不整合、整合等種々の考え方が可能である。

一方、従来の資料では、Lo Valle層は既述の通り白堊紀後期の前半、また Coya Machali 層は後述の通り白堊紀後期~第三紀初期で、Lo Valle層よりやや若いとする考え方と両者は指交関係にある、とする考え方があり、いずれにしても両者はほぼ同時期かあるいは時代差があったとしても大きなものとは考えにくい。

以上の点を総合的に考慮すると、本調査地域における両層は中央盆地に予想される断層でもって接している (PL 2-6 参照)、と想定される。



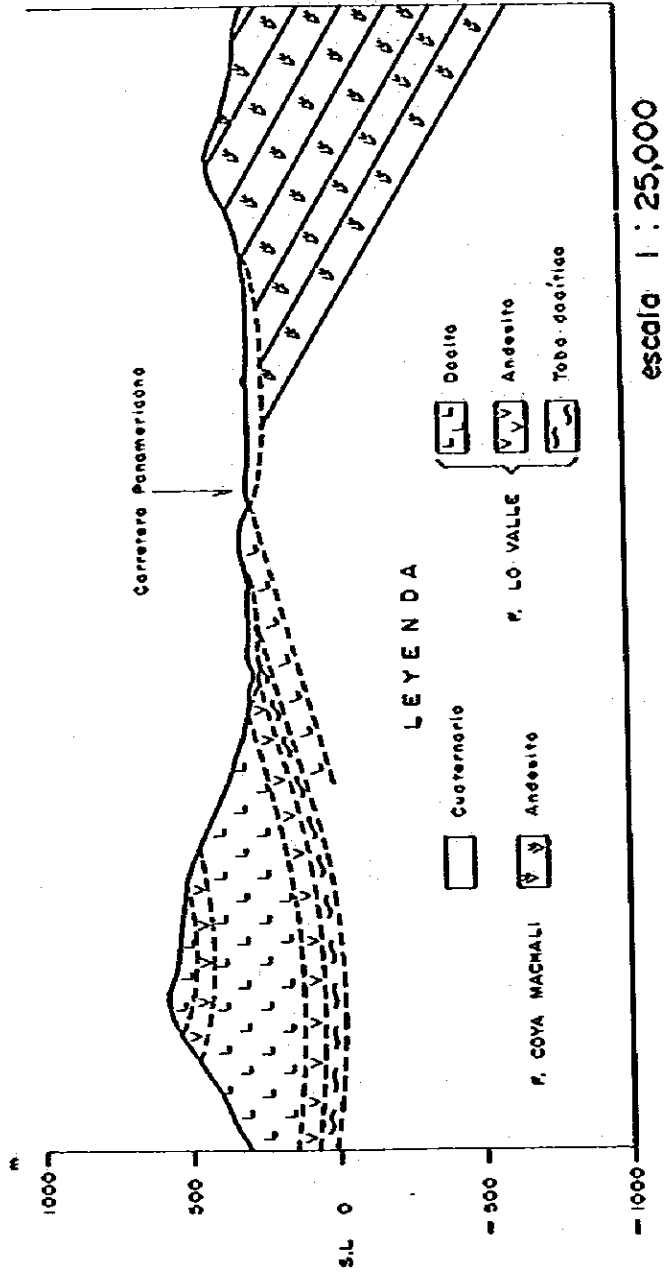


FIG. 6 PERFIL GEOLOGICO " C - C " (HOJA RENG0)

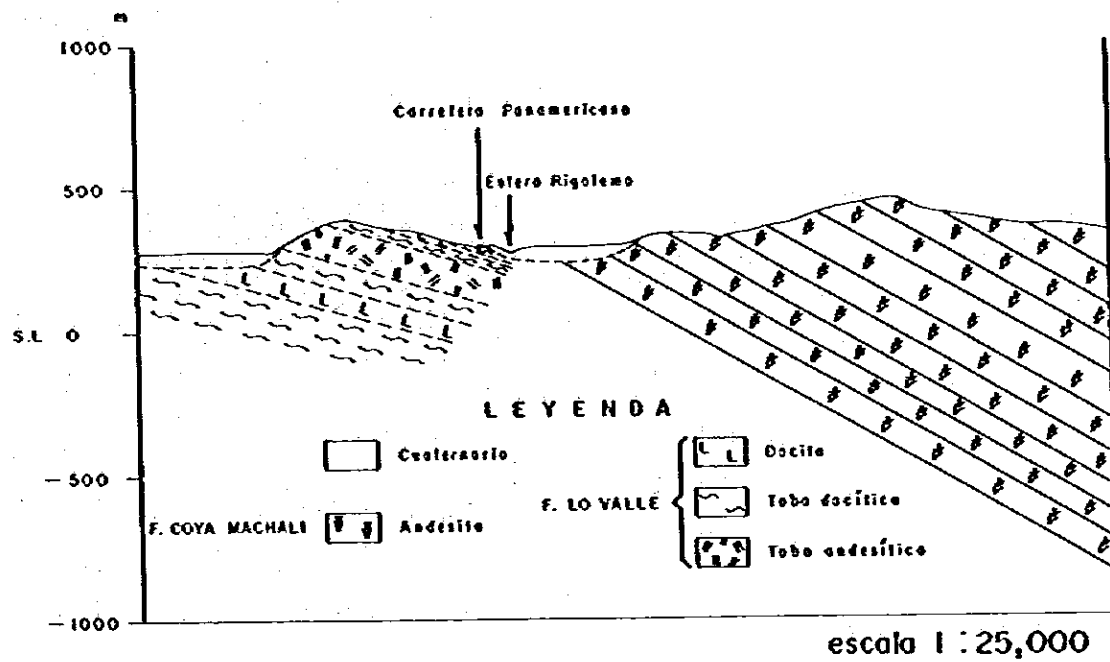


FIG.7 PERFIL GEOLOGICO "D - D'" (HOJA RENGO)

対比および形成時期：本層は調査地域の東に隣接した地域に広く分布している Coya Machali 層に連続していることが本調査（写真地質解析における現地チェック調査）でも確認されており、かつ、その構成、岩質および構造が Coya Machali 層に酷似している、等の点から Coya Machali 層の 1 メンバーと考えると問題はないものと判断される。

本層の形成時期を示す有力な証拠は本調査においては把握されなかったが、Coya Machali 層と対比して問題ないと考えられるので、その形成時期は従来から考えられている白亜紀後期～第三紀初期と解される。なお、本層を貫ぬく貫入岩を絶対年代測定用試料として採取し、次年度の報告書でその結果の報告を予定しているため、その時点で本層の形成時代はより明確にされよう。

### 1-2-3 Farellones 層

分布：本層は Donihue 図幅の北部の Los Peunos 尾根、Punta El Durazno 山 (1,420m)、および Huilmay 山 (1,621m) の北山頂部に小分布している。

層厚：層厚 200m(±) で上限は不明である。

岩質および構成：本層は石英安山岩溶岩と同質の火砕岩からなる。

石英安山岩は非常に密質なチョコレート色ないし灰白色のアファニティックな岩質を示し、流理構造が顕著に発達しており、Lo Valle 層の石英安山岩に酷似している。流理構造の傾斜は 20°~70° を示し、層理面とは必ずしも一致していない。

火砕岩には凝灰岩、砂質凝灰岩、火山礫凝灰岩および凝灰角礫岩等がみられ、いずれも灰白色、赤褐色の珪質かつ、緻密な岩質を示す。また、一部に溶結構造が発達している。

岩片の多くは角礫～亜角礫質の安山岩および石英安山岩からなり、少量のガラス片を含有している。また、石英の結晶を特徴的に有し、その他曹長石化あるいは絹雲母化した斜長石片、緑泥石化および緑れん石化した黒雲母の葉片等が含まれている。基質は微細な石英と粘土化した長石の集合からなる脱ハリ化したガラスからなっている。

本火砕岩も Lo Valle 層のそれに岩質、組成等が酷似している。

層位関係：本層は 10° 未満の緩傾斜層理面を有し、前述の山頂部を形成しており、その下に発達している Lo Valle 層の堆積面と低角度で交叉しており、また両層の分布が不調和的である、等の点から Farellones 層が Lo Valle 層の上に不整合関係でのっているものと解される。

以上の通り Farellones 層と Lo Valle 層の石英安山岩相は岩石学的に極めて酷似している

が、分布および層理面が不調和なことで両者が識別される。なお、両層の間には基底礫岩の発達認められない。

対比および形成時期：本層の分布が極く限られており、かつ時代を決定づける資料に欠けているため、その対比および形成時期の考察は難しい。現時点では次の理由から Farellones 層に一応対比させておくが、これについては今後の資料の蓄積を待つて解決して行かねばならないものとする。

i) 本層と Lo Valle 層との関係が本調査地域の東アンデス山脈地帯で見られる白堊系（この場合、Coya Machali 層）と Farellones 層の関係に類似している。

ii) Aguirre(1960)の Farellones 層の下部には石英安山岩相も発達している。

Farellones 層の形成時期についての最近の資料では新第三紀中新世～鮮新世の年代が与えられている (Tab. 2 参照)。

#### 1-2-4 第四系

第四系には沖積層、河岸段丘堆積物、現河床堆積物、崖錐堆積物、現世火山噴出物等が見られる。このうち最も広い分布を占めるのは沖積層で、構造性盆地に後背地から運搬された砂、礫が埋積したもので、広大な沖積平野を形成している。

河岸段丘堆積物、現河床堆積物および崖錐堆積物は現河川沿いに分布しており、特に崖錐堆積物が急斜面の山裾に多いのが本調査地域において目立つ。

氷成堆積物は San Fernando 図幅の南東部に、ごく僅か分布しているに過ぎない。

以上の第四紀堆積物は地質図には一括して表現してある。

現世火山噴出物には流紋岩質軽石流と降下軽石堆積物が見られ、前者は、Codegua 図幅の北東端の Turunán 沢流域を中心に分布しており、岩質は流紋岩質の溶結凝灰岩で、現河川沿いに分布していることから現世の火山噴出物が河川沿いに流出したものと考えられる。この火山噴出物は、Nergra(1969)によって Sierras de Bellavista のイグニングライト (Ignimbrita de Sierras de Bellavista) と呼称されているものと一連のものでもある。

降下軽石堆積物は Doñihue 図幅および Codegua 図幅にごく小分布しているのに過ぎない。本堆積物は灰白色の未固結堆積物で軽石を火山灰が埋めており、沖積層を覆っていることからごく新しい火山噴出物と解される。

### 1-3 貫入岩類

本調査地域には、モンゾ花崗岩、トータル岩、石英閃緑岩、閃緑岩、閃緑斑岩、石英安山岩、流紋岩、石英安山岩、安山岩等の貫入岩類が発達している。このうち、モンゾ花崗岩の分布がもっとも広く、Doñihue 図幅の西部に分布している同岩は同図幅内だけでも90km<sup>2</sup>以上の平面積を有し、更に西の隣接地域に連続したバソリスとして産する。

その他の貫入岩類はごく小規模の岩株あるいは岩脈として産している。

上記の貫入岩類の大部分はほぼ同時期の白亜紀後期～第三紀初期の活動と解されるが、Doñihue 図幅の Chancon 地区に発達している石英安山岩は一部 Farellones 層を貫いており、もっとも新しい新第三紀中新世～鮮新世の活動と解される。

なお、代表的な貫入岩のモード値を Tab.7に、また、石英、カリ長石、斜長石比を Fig.8に図示した。

#### モンゾ花崗岩

モンゾ花崗岩の組成を示す貫入岩体は Doñihue、および San Fernando の図幅に分布しており、2岩体を確認している。このうち、Doñihue 図幅の西部に分布している岩体はバソリス状をなす。San Fernando 図幅の岩体は岩株状をなす。

岩質は帯椋灰白色、帯褐灰色を示し色指数5～7の優白色の完晶質岩で、帯椋の短冊状の長石(カリ長石)をしばしば含有している。新鮮な部分は堅硬であるが、風化の著しい箇所ではざくざくと砂状に崩れ易い。

鏡下では半自形粒状組織を示し、グラフィック構造が認められる。主成分鉱物は自形の斜長石(An47,アンデシン)、他形の石英、他形のカリ長石(パーサイト質正長石)、自形黒雲母、自形～半自形角閃石等からなり、斜長石は緑れん石(ピスタサイト)、沸石、育長石、絹雲母等に、カリ長石は粘土鉱物に、マフィック鉱物は緑泥石、方解石、緑れん石、スフェイン等に各々変っており、新鮮な部分は少ない。

なお、Doñihue 図幅の岩体は部分的にトータル岩相を示している。

Doñihue 図幅のモンゾ花崗岩は付近のLo Valle層に接触変成作用を与えており、また、同層の安山岩質火砕岩が同花崗岩上にルーフペンダント状にのっている。

San Fernandoの岩体は周辺のCoya Machali層に接触変成作用を与えている。

これらの点から、Doñihue 図幅のモンゾ花崗岩体はLo Valle層よりも新しい白亜紀後期の前半以降であることは明らかであるが、それより詳しい資料に欠ける。

- 1a. Cuarzilita
- 1b. graníoides cuarcíferos
- 2. granito de feldespato alcalino
- 3. granito 3a sienogranito
- 4. granodiorita 3b monzogranito
- 5. tonalita
- 6<sup>a</sup>. sienita cuarcifero de feldespato alcalino
- 7<sup>a</sup>. sienita cuarcifero
- 8<sup>a</sup>. monzonita cuarcifero
- 9<sup>a</sup>. monzodiorita cuarcifero / monzogabro cuarcifero
- 10<sup>a</sup>. diorita cuarcifero / gabro cuarcifero / anortosita cuarcifero
- 6. sienita de feldespato alcalino
- 7. sienita
- 8. monzonita
- 9. monzodiorita / monzogabro
- 10. diorita / gabro / anortosita

(STRECKEISEN, 1976)

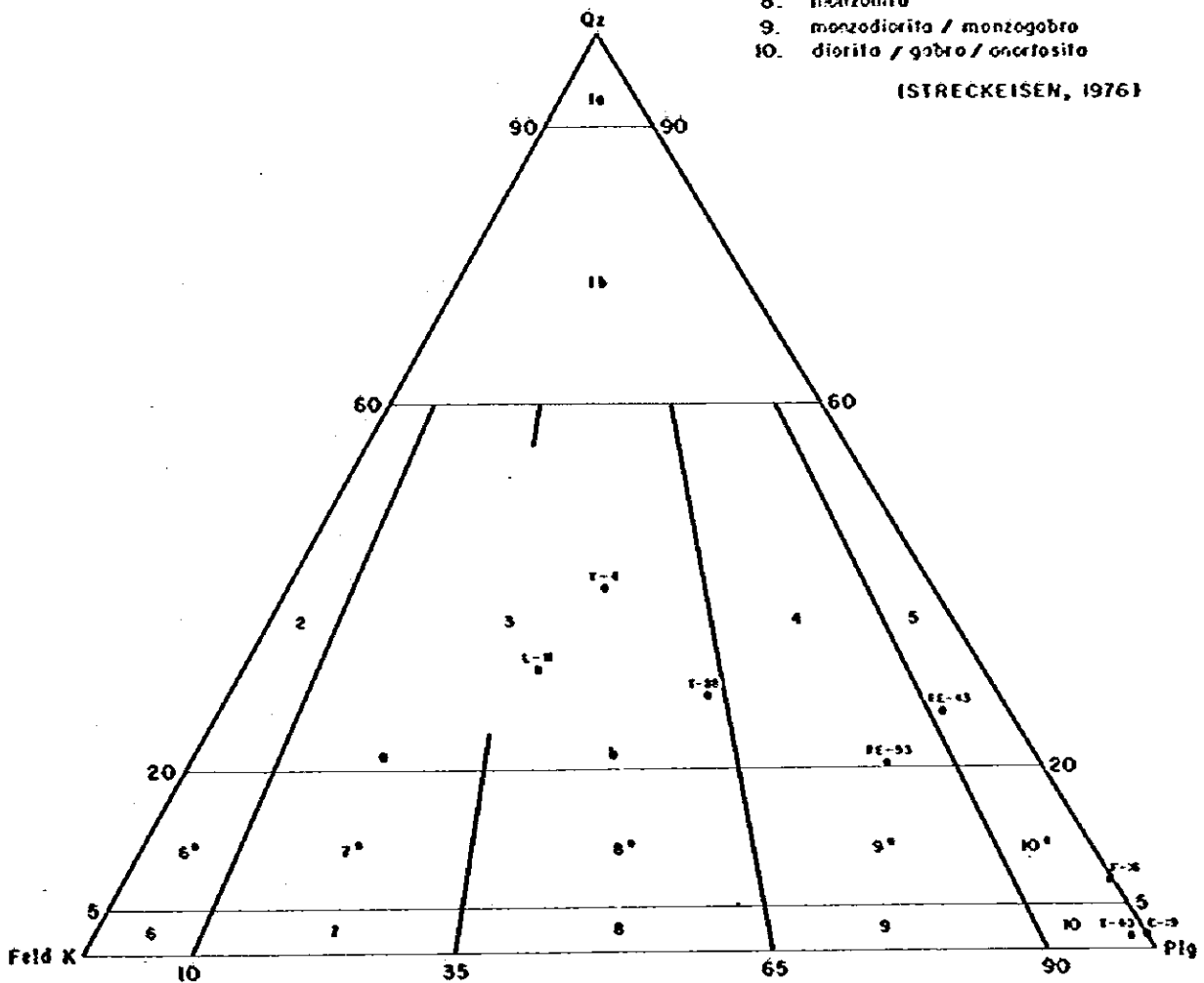


FIG. 8 DIAGRAMA (Qz - Feld K - Plg)

Tabla.7 ANALISIS MODALES

Muestra	T-40	Y-4	L-11	RE-43	F-16	C-19	RE-43	T-88
Mineral	Diorita	Monzogranito	Monzogranito	Tonalita	Diorita Cuarzifera	Diorita	Granodiorita	Monzogranito
Cuarzo	1.0%	36.8%	29.4%	23.0%	6.0%	1.6%	13.9%	23.8%
Ortoclasa	1.0	27.6	39.7	5.2	--	--	11.09	23.17
Plagioclasa	72.4	28.7	26.5	59.4	73.2	79.6	51.58	39.21
Biotita	--	--	1.2	5.4	--	--	8.94	1.42
Anfibora	--	1.5	1.2	7.6	18.4 <sup>M</sup>	--	9.50	8.64
Piroxeno	13.0	--	--	--	1.8	10.4	1.13	--
Opacos	--	--	--	--	--	--	1.80	1.32
Clorita	--	--	--	--	--	--	--	0.91
Turmalina	--	--	--	--	--	--	--	2.43
Mineral accesorio	2.2	1.0	3.1	1.6	2.6	3.8	--	--
Mineral de alteracion	10.0	4.5	--	2.0	--	4.6	--	--
Q	1.5	39.5	30.8	26.3	7.6	1.3	20.29	28.00
A	1.5	30.8	41.5	5.9	--	--	14.10	27.17
P	97.0	29.7	27.7	67.8	92.4	98.7	65.61	44.81
Indice de color	25.2	7.0	5.5	16.6	21.8	18.8	--	--

M Uralita

また San Fernando 図幅のモソソ花崗岩は Vergara y Drake(1979a)により  $16.6 \pm 0.7$  m.y. の絶対年代 (K/Ar 法) が与えられている花崗閃緑岩と同一岩体と解される。

#### トータル岩

トータル岩の組成を示す独立した岩体は Codegua 図幅の北部の El Alamo 沢上流の 1 岩体で面積 1 ㎥以下の小岩株として産している。本岩体は Coya Machali 層の安山岩を貫いている。

#### 石英閃緑岩

石英閃緑岩は Rengo 図幅の南西隅、San Fernando 図幅の中央部、および Codegua 図幅の南部の El Manzano 川流域に分布している。いずれも小岩株状をなしている。

El Manzano 川の岩体はその周縁部で優白色の花崗岩質岩相を呈している。

Rengo 図幅の岩体は Lo Valle 層を、その他に分布する岩体は Coya Machali 層を各々貫いている。特に、El Manzano 川の岩体が Coya Machali 層の安山岩と接している箇所では明瞭な幅 3 cm ほどの急冷周縁相が認められる。

#### 閃緑岩

閃緑岩体としては Doñihue 図幅の北部の La Culebra 尾根付近に 3 岩体、Rengo 図幅の北部および東部に各々 1 岩体、計 5 岩体を産している。いずれも面積 1 ㎥未満の小岩株である。

Doñihue 図幅の岩体は Lo Valle 層を、その他は Coya Machali 層を各々貫いている。

#### 閃緑斑岩

本岩に相当する岩体は San Fernando 図幅の北西隅に 2 岩体分布しており、いずれも面積 1 ㎥未満の小岩株で、Lo Valle 層を貫いている。

#### 石英安山岩斑岩

本岩体は San Fernando 図幅の東端に 1 小岩株をなして分布しているだけである。

本岩は Coya Machali 層を貫いている。

流紋岩、石英安山岩および安山岩の貫入相は主として後述の精査地域で産されたもので詳細は精査の項に述べる。

いずれも岩脈として産している場合が多い。



#### 1-4 地質構造

本地域の地質構造はNNE-SSW系、およびNE-SW系が優勢である。

Lo Valle層の構造は全体的には $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ のごくゆるやかな傾斜をもつ褶曲構造をもって特徴づけられ、その波長も長く20kmを越すものと考えられる。褶曲軸はNNE-SSWに延びている。なお Doñihue 図幅の Chancon 地区では、小さなうねりを示しており、かつ断層による地層の乱れが顕著であるが、これは局地的現象と解される。

一方 Coya Machali 層ではより急傾斜( $25^{\circ}\sim 40^{\circ}$ )で波長の短い(8~12km)波状褶曲を示しており褶曲軸も、より東に傾いたNE-SW系を呈している。また、特に San Fernando 図幅の北部の Las Romazas 山の東では局地的ではあるが、小規模の横が背斜が認められ、本層がかなり激しい褶曲運動を受けたことを物語っている。以上のように両層の間に地質構造上の違いが明瞭に現われている。

断層も一般的にはNNE-SSW系、NE-SW系が卓越しており、特に Codegua 図幅の Coya Machali 層においてそれが顕著である。確認断層は少なく、多くは推定断層であり、 $70^{\circ}\sim 90^{\circ}$ の急傾斜の正断層が多い。

なお、Chancon 地区には局所的現象として断層がより密に発達しており、それらは連続性に乏しく、方向はN-S, NNE-SSW, NW-SE等の系統が目立つ。

顕著な確認断層は Doñihue 図幅の南部に数条発達しており、その1つは Cachapoal 川と Cadena 川の合流付近の旧鉄道トンネル付近に発達しているものでLo Valle層の安山岩中にN $30^{\circ}$ E,  $70^{\circ}$ Wに延びた幅15mの破砕帯があり、同破砕帯に粗粒玄武岩質岩脈が貫入している。また、同破砕帯の一部にはごく微弱な酸化銅のしみ込みが認められる。

もう1つは、Doñihue 図幅の南西端の Doñihue 山(629m)の東1km地点にその露出があり、それは、Lo Valle層の石英安山岩中に発達しており、N $70^{\circ}$ E,  $60^{\circ}$ Sに延びており、幅50m(+)の破砕帯をもったかなり規模の大きなもので、母岩は5cm大に角礫化している。

その他、同じ Doñihue 山の西斜面にある珪酸鉄採石場にもかなり規模の大きな断層破砕帯があり、同採石場全体が破砕帯内にあり方向が不明瞭である。こゝでは多方向の圧砕帯が発達しており、母岩(Lo Valle層の石英安山岩)が大きくブロック化している。

以上の顕著な断層はいずれも中央盆地の周縁部に発達しており、従来から考えられている中央盆地成因の地溝説の裏付け証拠の1つになるかもしれない詳細は不明である。

## 第2章 応用地質

本地域に発達している鉱床は Doñihue 図幅の特に Chancon 地区に集中しており、その他の殆んどはごく微弱な鉱徴あるいは小規模なものに過ぎない。

鉱床の型は浅熱水性の金、銀、銅からなる鉱脈が主体であり、現在稼行中の金属鉱床は Chancon 地区の3鉱山 (Ingles 鉱山, Leona 鉱山および Candelaria 鉱山) だけである (PL. 3-1 および PL. 3~4 を参照)。

この他に、珪酸鉱の稼行鉱山が Doñihue 図幅の南西端に1ヶ所ある。

以下、箇所別に説明する。そのうちには本調査では未確認の鉱床 (既存資料: Secretaria Regional de Planificación y Coordinación, VI Región, 1980 による) も含まれている。(以下の説明で未確認としたものがこれに該当する)

### (1) Chancon 地区鉱脈群

Doñihue 図幅の北部の Anita 沢および Las Higueras を中心に Au, Ag, Cu を主体とした数多くの鉱脈群が発達しており、往時より Au を中心とした探掘が行われており、その多くは現在廃坑となっているが、上記の3鉱山が今なお、稼行中である。

この鉱脈群については本年次当プロジェクトの一環として精査を行っているので詳細は精査の章にゆずる。

### (2) №1 鉱徴

Doñihue 図幅の北端部南緯  $34^{\circ}00'$ 、西経  $70^{\circ}45'15''$  に位置する。本鉱徴は石英-黄銅鉱-黄鉄鉱の網状脈で幅約  $1\text{ m}$  中に  $5\text{ cm}$  以下の微細脈が網状に発達しているもので、鉱化帯の延びは  $N20^{\circ}W$  を示している。母岩は Lo Valle 層の安山岩で、同岩の節理に沿ってごく微弱な鉱化作用があったものと解される。

なお、参考品位は次の通りである。

採取巾	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Cd
Y-68	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
堆積鉱	0.08	115	3.84	16	178	<1	100	1

### (3) №2 鉱徴

№1 鉱徴の南西約  $2\text{ km}$ 、南緯  $34^{\circ}00'$ 、西経  $70^{\circ}50'$  に位置する。

本鉱徴も №1 と類似のもので鉱化帯の幅  $1.5\text{ m}$  中に  $5\text{ cm}$  前後の石英-黄銅鉱が網状に発達

しているもので、鉱化帯の方位はN50°E, 60°SでLo Valle層の安山岩節理に発達している。

採取巾	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Cd
参考品位: Y-70	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
堆積鉱	0.02	2.9	0.80	280	396	5	2	20

(4) 鉱3 鉱徴

鉱2 鉱徴の南約500m Arrayanes 沢に露出する。

鉱化帯の幅2.0m中に5mm前後の石英、黄銅鉱からなる網状脈が発達しており、母岩はLo Valle層の安山岩で、同岩の節理を充填している。

採取巾	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Cd
参考品位: Y-71	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
m	0.1	0.02	5.0	710	740	245	11	2

(5) El Estero 鉱床 (未確認)

本鉱床はDonihue 図幅のLarga山山麓、南緯34°07'20", 西経70°51'20"に位置している。

本鉱床はAuの鉱脈でAu 4.8g/tの参考値の他、詳細不明である。

(6) Java 鉱床 (未確認)

本鉱床もAuの鉱脈で、上記El Esteroの南東約500m、南緯34°07'30", 西経70°51'00"に位置している。Au 11g/tの参考値のほか詳細は不明である。

(7) Los Timoneles 鉱床 (未確認)

本鉱床はDonihue 図幅の南緯34°10'43", 西経70°51'32"に位置したCuの鉱脈であるといふ以下詳細不明である。

(8) Florida 鉱床 (未確認)

本鉱床はDonihue 図幅の南緯34°08'30", 西経70°54'30" (Alto Liviiviivi 山) に位置したCuの鉱脈で、詳細は不明である。

(9) 鉱4 鉱徴

本鉱徴は南緯34°11'07" 西経70°50'30" に位置した酸化銅の微弱なしみ込みで、幅15mの断層 (方位N30°E, 70°W) 破砕帯中に幅10cmの酸化銅鉱のしみ込み部がある。

採取巾	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Cd
参考品位: RE-37	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
m	0.1	0.08	8.5	0.53	47	109	<1	8
								<1

00 Copal 鉱床 (未確認)

本鉱床は南緯 34°11'57", 西経 70°54'32" に位置した Ag, Cu の鉱脈で Lo Valle 層中に胚胎している。品位 Ag 14.19/t, Cu 4.1% が資料に示されているが、詳細は不明である。

01 Quimavida 鉱床 (未確認)

本鉱床は南緯 34°11'36", 西経 70°58'48" に位置した石英脈と文献にあるだけで詳細は不明である。

02 65 鉱徴

本鉱化帯は南緯 34°12'22", 西経 70°55'15" に位置した黄鉄鉱, 微量の黄銅鉱, 鏡鉄鉱, 酸化銅鉱等の、弱い鉱染帯で、Lo Valle 層の石英安山岩及び安山岩中に胚胎している。

参考品位: C-12	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Cd
	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	0.46	7.4	2.17	12	23	3	5	<1

03 Vista Hermosa 鉱山 (珪酸鉱)

本珪酸鉱は Lo Valle 層の石英安山岩の珪化部の SiO<sub>2</sub> 90% 以上を採掘し El Teniente 鉱山に売鉱している。付近の石英安山岩に、網状に珪化脈が発達し、非珪化部はカオリン化(?) および絹雲母(?) 化を受けており、全体が白色化している。肉眼で金属鉱物は全く認められず、下記の参考品位でも金属鉱物の不存を裏付けている。

参考品位: RE-39	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Cd
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	<0.02	<0.1	24	7	25	<1	2	<1

04 Los Briones 鉱徴

本鉱徴は Rengo 図幅北部中央、南緯 34°15'47", 西経 70°52'18" に位置した細脈状の酸化銅である。付近には幅 56cm の断層破砕帯が N60°E, 58°E に延びて赤褐色の石英安山岩中に発達しており、その破砕帯に沿って延長 5 m の水平探鉱坑道があるが、同破砕帯中には金属鉱物は認められず、その破砕帯の下盤 50cm に、同破砕帯に平行した幅 10cm の割目が発達しており、同割目に沿って酸化銅の付着した珪化脈が発達している。また、同割目の下盤 20cm にも酸化銅のフィルムがみられる。なお、破砕帯の上盤側には網状の黑色鉱物 (マンガニウム?) が認められる。

以上のことから、本鉱徴は、断層に伴った平行裂かきに沿った銅の微弱な酸化作用と解さ

れる。酸化銅の付着した珪化脈の参考品位は次の通りである。

	採取巾	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Cd
F-70-2	m	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	0.1	<0.02	0.5	0.90	25	10	<1	40	1

#### 09 Cerro Negro 鉱床 (未確認)

Cerro Negro 鉱床は上記の Los Briones 鉱徴に接近した南緯  $34^{\circ}15'36''$ 、西経  $70^{\circ}52'15''$  に位置した Cu 鉱床と既存資料には記載されているが、それ以上の詳細は不明である。恐らく、上記の Los Briones 鉱徴と一連の類似の鉱化作用と考えられる。

#### 09 Carolina 鉱床 (未確認)

既存資料によると本鉱化帯は Rengo 図幅の南緯  $34^{\circ}17'00''$ 、西経  $70^{\circ}46'36''$  に位置した Au 鉱床となっているが、同位置は第四系からなる中央盆地にプロットされるので、あるいは砂金の可能性も考えられる。

#### 09 El Sultan 鉱床 (未確認)

本鉱床は Rengo 図幅の東端部、南緯  $34^{\circ}21'12''$ 、西経  $70^{\circ}46'42''$  に位置した Au, Cu の鉱床で母岩は Coya Machali 層の火砕岩である。なお、Au 0.5g/t が参考値として既存資料には記されている。

#### 09 66 鉱徴

本鉱徴は San Fernando の図幅のほぼ中央部の Los Corralillos 沢の中流域の南岸沿いに発達した褐鉄鉱を伴った熱水変質帯で、母岩の石英閃緑岩体 (岩株) の中央や北部に位置している。

同変質帯は直径 100~150m の円形に近い鉱がりをもっているものと思われ、母岩は粘土化 (網状部に特に強い。絹雲母, モンモリロナイト?) を受けており、網状にごく弱い褐鉄鉱および石英の網脈が認められるが、硫化鉄物は認められない。また、所々に非変質部が残されている。

以上の状況から発展性のある変質帯とは考えられない。

#### 09 67 鉱徴

本鉱徴は Codegua 図幅の中央、Chimbarongo 川の上流域に位置しており、付近に旧坑跡 (現在崩落) がみられるが、露頭は確認できていない。同旧坑跡は Coya Machali 層を貫ぬく閃緑岩岩株中にあり、堆積鉱には黄鉄鉱の鉱染や石英脈片がみられる。賦量からしてご

く小規模に稼行したものと推察される。

#### ④ ㊦8 変質帯

本変質帯は Codegua 図幅の中央東部の Los Caracoles 尾根沿いに発達しており、東西に延びた楕円状をなし、その規模は 1,000×200m を有する。母岩は Coya Machali 層の安山岩で、弱い珪化および粘土化を受けており、弱い褐鉄鉱と黄鉄鉱の鉱染を作っている。その他硫化鉱物は認められない。

変質帯の規模が小さく、かつ後弱であることからして発展性のあるものとは考え難い。

## 第3章 結論およびリコメンデーション

本調査地域の地質は白亜紀後期～第三紀初期の中～酸性火山噴出岩類と中央盆地を埋めている広大な第四系から主として構成されており、前者は下位のLo Valle層と上位のCoya Machali層に区分される。この他 Farellones層も小分布をなしている。

地質構造は NNE-SSW 系および NE-SW 系が優勢で、Lo Valle層は波長の長いきわめてゆるやかな褶曲構造を示し、一方、Coya Machali 層は波長のより短い、振幅の大きい、より激しい褶曲構造をもつ。

貫入岩類は閃緑岩類から花崗岩質までの種々の岩相を示し、小岩株が多い。

鉱化作用としては、主として金、銀、銅からなる Chancon 地区の鉱脈群以外、ごく微弱な鉱徴および小規模鉱床が点在しているに過ぎず、同地区以外に注目に値する鉱化作用あるいは変質作用は把握されなかった。

従って、本地区に対し、Chancon 地区を除き、今後更に詳細な調査・探鉱を行う価値は極めて低いものと判断される。

