

牙貝與和國

德意志銀行與德意志銀行

德意志銀行

德意志銀行

704
661
MTP

1937

チリ共和国

鉍物資源開発基礎調査報告書

第三年次

JICA LIBRARY



1026071[9]

昭和53年6月

国際協力事業団
金属鉍業事業団

国際協力事業団

受入 月日 '84. 8. 29	704
登録No. 14328	66.1
	MPP

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およ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。

金属鉱業事業団は、昭和52年10月28日から昭和53年1月16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および日本大使館の協力を得て、地質調査ならびに地化学探査を実施した。

本報告書は、昭和52年度の現地調査ならびに日本国内で実施した写真地質解析およびランドサット衛星データ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ならびに現地大使館、通商産業省、外務省およ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。

昭和53年6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

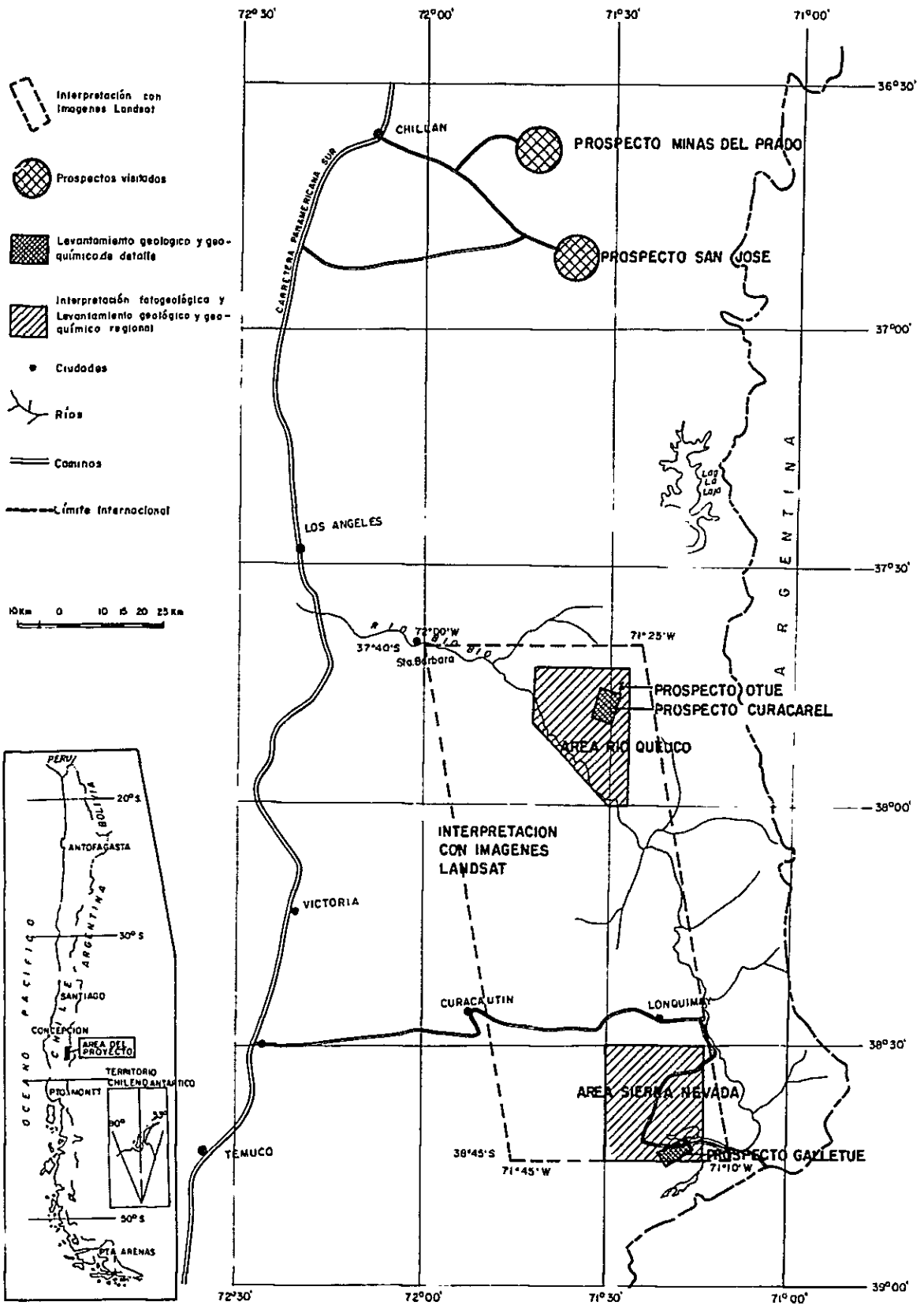


Fig. 1 MAPA DE UBICACION

目 次

は し が き	
位 置 図	
要 約	(1)
序 論	
第1章 調査目的	1
第2章 本年代調査内容	2
2-1 調査方法	2
2-2 調査区域	2
2-3 調査量	3
2-4 調査期間	4
2-5 調査団の編成	4
2-6 従来調査および参考文献	6
2-7 調査地域の地質鉱床概要	7
各 論	
第I部 LANDSATデータ解析および航空写真解析	
I-I LANDSATデータ解析	9
第1章 概 説	9
第2章 解 析	10
2-1 使用データ	10
2-2 方 法	11
第3章 結 果	14
3-1 概 要	14
3-2 地質単元	14
3-3 地質構造	18
第4章 検 討	20
I-II 航空写真解析	21
第1章 概 説	21
第2章 解 析	22
2-1 使用航空写真	22
2-2 方 法	22
第3章 結 果	23

3 - 1	概 要	23
3 - 2	地質单元	23
3 - 3	地質構造	25
第 4 章	検 討	27
第 II 部 Río Queuco 地域地質調査および地化学探査		
II - I	総 説	28
第 1 章	緒 言	28
第 2 章	調査地域の地理	29
2 - 1	位 置	29
2 - 2	地 形	29
2 - 3	気候および植生	29
2 - 4	交 通	30
2 - 5	人口および産業	30
第 3 章	調査方法	31
II - II	地質および地化学概査	32
第 1 章	地 質	32
1 - 1	概 要	32
1 - 2	層序および岩質	32
1 - 3	貫入岩類	38
1 - 4	地質構造	41
1 - 5	考 察	42
第 2 章	応用地質	43
2 - 1	概 要	43
2 - 2	鉍化変質作用	43
2 - 3	考 察	47
第 3 章	地化学概査	48
3 - 1	概 要	48
3 - 2	試料の採取	48
3 - 3	試料の分析	48
3 - 4	データの統計処理	48
3 - 5	結果および検討	49
第 4 章	結 論	56
II - III	Mina Curacareel 地区地質および地化学精査	57
第 1 章	一般概要	57

第2章 地 質	58
第3章 応用地質	60
3-1 概 要	60
3-2 鉍化作用	60
3-3 露頭別説明	62
3-4 考 察	79
第4章 地化学精査	81
4-1 概 要	81
4-2 試料の採取	81
4-3 試料の分析	81
4-4 データの統計処理	81
4-5 結果および検討	81
第5章 結 論	87
第Ⅲ部 Sierra Nevada 地域地質調査および地化学探査	
Ⅲ-I 総 説	88
第1章 緒 言	88
第2章 調査地域の地理	89
2-1 位 置	89
2-2 地 形	89
2-3 気候および植生	89
2-4 交 通	89
2-5 人口および産業	90
第3章 調査方法	91
Ⅲ-II 地質および地化学概査	92
第1章 地 質	92
1-1 概 要	92
1-2 層序および岩質	92
1-3 貫入岩類	104
1-4 地質構造	111
1-5 考 察	112
第2章 応用地質	119
2-1 概 要	119
2-2 鉍化変質作用	119
第3章 地化学概査	123

3 - 1	概 要	123
3 - 2	試料の採取	123
3 - 3	試料の分析	123
3 - 4	データの統計処理	123
3 - 5	結果および検討	123
第4章	結 論	130
III - III	Galletué 地区地質および地化学精査	131
第1章	一般概要	131
第2章	地 質	132
第3章	応用地質	136
3 - 1	概 要	136
3 - 2	鉍化作用	136
3 - 3	変質作用	137
3 - 4	考 察	138
第4章	地化学精査	140
4 - 1	概 要	140
4 - 2	試料の採取	140
4 - 3	試料の分析	140
4 - 4	データの統計処理	140
4 - 5	結果および検討	140
第5章	結 論	141
第IV部	San José 鉍化帯および Minas del Prado 鉍床地質鉍床予察調査	
第1章	緒 言	142
第2章	San José 鉍化帯	142
第3章	Minas del Prado 鉍床	143
第4章	結 論	144
	総 括	
第1章	総合検討	145
第2章	結論および将来への展望	146
2 - 1	結 論	146
2 - 2	将来への展望	146
	付 記	
	K/Ar 法絶対年代測定について	148

LISTA DE TABLAS

Tab. 1	PERIODO DE TRABAJOS	5
Tab. I-1	DATOS LANDSAT	10
Tab. I-2	FOTOGRAFIAS AREAS USADAS	10
Tab. I-3	CUADRO DE CARACTERISTICAS DEL ANALISIS DE IMAGENES LANDSAT	15
Tab. I-4	FOTOGRAFIAS AREAS USADAS	22
Tab. I-5	CUADRO DE CARACTERISTICAS FOTOGEOLOGICAS	24
Tab. II-1	COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DEL AREA RIO QUEUCO	34
Tab. II-2	ESTADISGRAFOS BASICOS DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES, AREA DEL RIO QUEUCO	51
Tab. II-3	MUESTRAS ANOMALAS, AREA DEL RIO QUEUCO	52
Tab. II-4	MATRIZ DE CORRELACION (MUESTRAS DE SEDIMENTOS DEL AREA RIO QUEUCO)	53
Tab. II-5	ESTADISGRAFOS BASICOS DEL MUESTREO DE SUELOS DE LA MINA CURACAREL	83
Tab. II-6	MUESTRAS ANOMALAS DEL MUESTREO DE SUELOS DE LA MINA CURACAREL	84
Tab. II-7	MATRIZ DE CORRELACION (MUESTRAS DE SUELOS DE LA MINA CURACAREL)	85
Tab. III-1	COLUMNA ESTRATIGRAFICA INTEGRADA DEL AREA SIERRA NEVADA	93
Tab. III-2	RELACION DE INTRUSIONES DE DIQUES	110
Tab. III-3	NORMA CIPW	113
Tab. III-4	ESTADISGRAFOS BASICOS DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES, AREA DE SIERRA NEVADA	125
Tab. III-5	MUESTRAS ANOMALAS, AREA DE SIERRA NEVADA	126
Tab. III-6	MATRIZ DE CORRELACION (MUESTRAS DE SEDIMENTOS DEL AREA SIERRA NEVADA)	127

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1	MAPA DE UBICACION	
Fig. I-1	MAPA DE INTERPRETACION CON IMAGENES LANDSAT	16
Fig. II-1	MAPA GEOLOGICO REGIONAL COMPARADO CON SERRAND (1975).	33
Fig. II-2	CROQUIS GEOLOGICO DEL PROSPECT OTUE	44
Fig. II-3	GRAFICO DE FRECUENCIA ACUMULATIVA Zn Y Cu (AREA DEL RIO QUEUCO)	54
Fig. II-4	HISTRGAMA DE DISTRIBUCION DE Zn Y Cu EN SEDI- MENTOS (AREA DEL RIO QUEUCO)	55
Fig. II-5	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LAS MINAS N°1 Y 2, CURACAREL (SUPERFICIE)	63
Fig. II-6	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LA MINA N°1, CURACAREL	64
Fig. II-7	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LA MINA N°2, CURACAREL	65
Fig. II-8	SECCION GEOLOGICO DE LAS MINAS N°1 Y 2, CURACAREL	66
Fig. II-9	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO N°3 SAN ANTONIO	67
Fig. II-10	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO N°4 ...	68'
Fig. II-11	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO N°6 ...	69
Fig. II-12	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO N°7 ...	70
Fig. II-13	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO N°8 ...	71
Fig. II-14	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LOS LABOREOS N°9 Y 10	72
Fig. II-15	MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO N°11, AGUILA	73
Fig. II-16	MAPA DE MUESTREO DE LA MINA N°1, CURACAREL ...	74

Fig. II-17	MAPA DE MUESTREO DE LA MINA N° 2, CURACAREL ...	75
Fig. II-18	MAPA DE MUESTREO DEL LABOREO N° 6, CURACAREL	76
Fig. II-19	MAPA DE MUESTREO DEL LABOREO N° 7, CURACAREL	77
Fig. II-20	DISTRIBUCION DE LOS VAROREL DE COBRE EN SUELOS ..	86
Fig. III-1	COLUMNA DE UNA PARTE DE LA FORMACION PACUNTO EN LA CORDILLERA DE LONQUIMAY	95
Fig. III-2	DISPOSICION DEL CONGLOMERADO BASAL DE LA FORMACION PEDREGOSO	100
Fig. III-3	DIAGRAMA (Qz-K-Feld-Pl)	106
Fig. III-4	DIAGRAMA Mf-(Qz+K-Feld)-Pl	107
Fig. III-5	EVOLUCION GEOLOGICA DEL AREA DE SIERRA NEVADA .	118
Fig. III-6	DIAGRAMA DE VARIACION	114
Fig. III-7	DIAGRAMA MFA	115
Fig. III-8	DIAGRAMA Or-Ab-An	116
Fig. III-9	GRAFICO DE FRECUENCIA ACUMULATIVA Zn Y Cu (AREA DE SIERRA NEVADA)	128
Fig. III-10	HISTGRAMA DE DISTRIBUCION DE Zn Y Cu EN SEDIMENTOS (AREA DE SIERRA NEVADA)	129

LISTA DE IMAGENES LANDSAT

- PL. I-1-1 IMAGENES LANDSAT BLANCO Y NEGRO (Banda 4)
- PL. I-1-2 IMAGENES LANDSAT BLANCO Y NEGRO (Banda 5)
- PL. I-1-3 IMAGENES LANDSAT BLANCO Y NEGRO (Banda 6)
- PL. I-1-4 IMAGENES LANDSAT BLANCO Y NEGRO (Banda 7)
- PL. I-2-1 IMAGENES LANDSAT COMPOSITIVAS DE COLORES
COMPLEMENTARIOS (IMAGEN TIPO NATURAL)
- PL. I-2-2 IMAGENES LANDSAT COMPOSITIVAS DE COLORES
COMPLEMENTARIOS (IMAGEN TIPO INFRAROJO)
- PL. I-3 IMAGENES LANDSAT COMPOSITIVAS DE COLORES
ADITIVOS

APENDICES

Tab. 1-1	Observaciones Microscópicas de las Secciones Transparentes	A- 1
Tab. 1-2	Observaciones Microscópicas de las Secciones Pulidas	A-26
Tab. 2	Dataciones Radiométricas por el Método K-Ar	A-30
Tab. 3	Determinaciones por Rayos-X (difracción)	A-32
Tab. 4	Análisis Químico de Menas	A-39
Tab. 5	Resultado del Análisis Químico de los Sedimentos Fluviales	A-53
Tab. 6	Resultado del Análisis Químico de Muestras de Suelo en el Area de la Mina Curacarel	A-59
Tab. 7	Análisis Químico de Roca Total	A-61
Fig. 1	Microfotos de las Secciones Transparentes	A-62
Fig. 2	Microfotos de las Secciones Pulidas	A-82

LISTA DE MAPAS

- PL. I-1 MAPA DE INTERPRETACION CON IMAGENES LANDSAT (ESCALA APROXIMADA 1:250,000)
- PL. II-1 MAPA GEOLOGICO DEL AREA RIO QUEUCO (ESCALA 1: 50,000)
- PL. II-2 MAPA DE MUESTREO DEL AREA RIO QUEUCO (ESCALA 1: 50,000)
- PL. II-3 MAPA GEOQUIMICO EN EL AREA DEL RIO QUEUCO DISTRIBUCION DE Cu, Mo, Zn, Mn EN SEDIMENTOS (ESCALA 1: 50,000)
- PL. II-4 MAPA DE FACTORES, RIO QUEUCO FACTOR I Cu-Mo (ESCALA 1: 50,000)
- PL. II-5 MAPA DE FACTORES, RIO QUEUCO FACTOR II Zn-Mn (ESCALA 1: 50,000)
- PL. II-6 MAPA GEOLOGICO DEL AREA DE LA MINA CURACAREL
- PL. II-7 MAPA DE MUESTREO DEL AREA DE LA MINA CURACAREL (ESCALA 1: 50,000)
- PL. III- 1 MAPA GEOLOGICO DEL CUADRANGULO SIERRA NEVADA (ESCALA 1: 50,000)
- PL. III- 2 MAPA DE MUESTREO DEL CUADRANGULO SIERRA NEVADA (ESCALA 1: 50,000)
- PL. III- 3 PLANO TECTONICO DEL AREA SIERRA NEVADA (ESCALA 1: 50,000)
- PL. III- 4 MAPA GEOQUIMICO DEL CUADRAGULO SIERRA NEVADA DISTRIBUCION DE Cu, Mo, Zn, Mn EN SEDIMENTOS (ESCALA 1: 50,000)
- PL. III- 5 MAPA DE FACTORES DEL CUADRANGULO SIERRA NEVADA FACTOR I Cu-Mo (ESCALA 1: 50,000)
- PL. III- 6 MAPA DE FACTORES DEL CUADRANGULO SIERRA NEVADA FACTOR II Mo (ESCALA 1: 50,000)
- PL. III- 7 MAPA GEOLOGICO DEL AREA DEL PROSPECTO GALLETUE (ESCALA 1: 10,000)
- PL. III- 8 MAPA DE MUESTREO DEL AREA DEL PROSPECTO GALLETUE (ESCALA 1: 10,000)
- PL. III- 9 MAPA DE MINERALIZACION DEL AREA DEL PROSPECTO GALLETUE (ESCALA 1: 10,000)

- PL. III-10 MAPA DE ALTERACION EN PROSPECTO GALLETUE (ESCALA 1: 10,000)
- PL. III-11 SISTEMA DE FRACTURAMIENTO DEL AREA DEL PROSPECTO GALLETUE (ESCALA 1: 10,000)

要 約

(1) 本年次(第3年次)は、調査地域を Concepción 東部地域 (Cotihueco - Lonquimay 地域と呼称)に移し、次の内容の調査が実施された。

○LANDSAT データ解析 (1:250,000)	面積	5,800 km ²
○航空写真解析 (1:50,000)	"	1,151 km ²
○地質および地化学探査概査 (1:50,000)	"	1,151 km ²
I) Río Queuco 地域	"	551 km ²
II) Sierra Nevada 地域	"	600 km ²
○地質および地化学探査精査 (1:10,000)	"	61 km ²
I) Mina CuracareI 地区	"	35 km ²
II) Galletué 地区	"	26 km ²

○ San José - Minas del Prado 地域地質鉍床予察

(2) 本調査のうち、LANDSAT データ解析および航空写真解析作業は日本において行われた。野外作業および報告書作成作業は、日本側5名、チリ側4名、計9名で報告書原稿までをチリで、印刷を日本で行なった。

(3) LANDSAT データおよび航空写真解析結果

当地域の地質はLANDSAT データ解析地域では7単元に、また航空写真解析によって Río Queuco 地域では5単元に、Sierra Nevada 地域では6単元に区別された。線状構造はそれぞれの解析地域でN-S ~ NNE-SSW系およびNW-SE ~ WNW-ESE系が卓越している。判読された地質単元区分、その分布および線状構造は大略地質調査結果と一致した。なお、解析地域は濃い植生におおわれているため、鉍化変質帯の抽出は不可能であった。

(4) 地質および地化学探査概査結果

1) Río Queuco 地域

本地域の地質は、下位より、安山岩類を主体とした中部白亜系 (Abanico 層)、安山岩質火山砕屑岩類を主体に泥岩を伴った始新統 (始新統堆積岩類 (Estoratos de Otué))、安山岩 ~ 玄武岩溶岩からなる中新統 ~ 更新統 (Cola de Zorro 層)、安山岩 ~ 玄武岩溶岩からなる現世の火山噴出岩類 (Volcán Callaqui 火山噴出岩類)、第四紀堆積物、および各種貫入岩類から構成されている。貫入岩類は白亜紀後期 ~ 古第三紀初期活動の花崗閃緑岩類、中新世活動のトータル岩類、および安山岩々脈などからなる。

本地域の地質構造としてはN-S ~ NNE-SSW系の断層、節理が卓越している。

有望鉍化変質帯として、ポーフイリー・カッパー型のOtué 鉍化帯が挙げられ、同鉍化帯については、鉍化変質の状況、地化学探査の結果からして、今後、地質および地化学探査精査を

実施することが望まれる。

ii) Sierra Nevada 地域

本地域の地質は、下位より時代未詳の変成岩類、フリッシュ型堆積物よりなる中部ジュラ系 (Pacunto 層)、安山岩質火山岩類よりなる中部白亜系 (Abanico 層)、火山砕屑岩類と堆積岩類からなる始新統 (Pedregoso 層)、安山岩質火山岩類からなる中新統 (Sierra Nevada 層)、安山岩質火山岩類からなる鮮新統～更新統、砂礫よりなる第四系および各種貫入岩類などによって構成されている。貫入岩類には、深成岩から火山岩まであり、その産状もバンリス、岩株および岩脈などをなす。なお、それらの貫入活動は白亜紀中期から古第三紀初期にかけてもっとも活発であった。

本地域の地質構造は NE-SW 系、N-S 系および NW-SE 系に大別でき、このうち NE-SW 系が支配的であった。

本地域にみられる鉍化作用には網状-鉍染型と鉍脈型があり、このうち、今後更に詳細な調査、探鉍を必要とするものは、前者の型として Galletué 鉍化帯および Mallín del Toro 鉍化帯が、また後者の型として、Río Pacunto 鉍化帯が挙げられる。

(5) 地質および地化学探査精査結果

i) Mina Curacarel 地区

本地区にみられる鉍化作用には、Abanico 層変質安山岩中の層状～塊状～脈状の銅鉍床 (Mina Curacarel 鉍床) と、花崗閃緑岩中の黄銅鉍・黄鉄鉍パッチおよび黄鉄鉍-石英脈がある。しかし、いずれの鉍化作用も小規模、かつ局在的であり、また同作用に伴った変質作用も微弱であり、発展性に乏しい。従って本地区に対し、今後更に探査を継続する必要性は極めて少ないものと判断される。

ii) Galletué 地区

本地区に発達する Galletué 鉍化帯は、斑状トータル岩の活動と密接して形成された銅、モリブデンのポーフィリー・銅型鉍化帯で、同鉍化作用に伴って形成された熱水変質帯の累帯配列からして、同鉍化帯の北半分、あるいはそれ以上が、その北に分布する第四系の下位に潜在している可能性がある。従ってその下位に対して今後、物理探査 (IP 法) およびその結果に基づいた試錐探鉍の実施が望まれる。

また本地区において Galletué 鉍化帯以外に注目に値する鉍徴は得られなかった。

(6) San José - Minas del Prado 地域地質鉍床予察結果

San José 鉍化帯は花崗閃緑岩を母岩とした銅、モリブデンのポーフィリー・銅型の鉍化帯である。また Minas del Prado 鉍床は含金石英脈および含金黄鉄鉍鉍染鉍床である。いずれも詳細は不明であるが、有望鉍床賦存の可能性を残しており、またそれらの周辺にもいくつかの銅、鉛および亜鉛の鉍化帯が知られており、この地域一帯が鉍化密集地帯になっているように思われる。従って、今後本地域を包括した広域的な地質調査および地化学探査を実施する必要

があらう。

(7) 以上の結果から、今後更に調査、探鉱を継続する必要があると考えられる地区をまとめると次のとおりとなる。

- I) Galletué 鉍化帯 ……物理探査 (IP法) 2km × 4km の範囲
…………… 試錐探鉱
- II) Otué 鉍化帯 ……地質および地化学精査 (縮尺1:10,000) 面積約 20 km²
- III) San José - Minas del Prado 地域 ……地質および地化学概査 (縮尺1:50,000)
- IV) Río Pacunto 鉍化帯 ……地質および地化学精査 (縮尺1:10,000) 面積約 20 km²
- V) Mallín del Toro 鉍化帯 ……地質および地化学精査 (縮尺1:10,000) 面積約 20 km²

序 論

第 1 章 調 査 目 的

本調査はチリ共和国における第 3 年次調査に当る。第 1 年次および第 2 年次は Quebrada Blanca - El Abra 地域の調査を実施したが、更に詳細な調査、探鉱を必要とするような有望箇所の発見に至らなかったため、チリ共和国の要望に応え、Concepción 東部地域 (Coihueco - Lonquimay 地域と呼称) に調査地域を移し、調査が実施された。

本地域は植生の繁茂が著しく、かつ第三紀末～第四紀の火山噴出物に広くおおわれているため、密な調査がなされていなかった。しかし、局部調査によって所々に有望鉱徴が把握されており、その中には有望鉱床に発展する可能性を秘めているものもいくつかあり、重視されていた。なお、仮に同地域において有望鉱床が発見されたとしたならば、それは従来の同国の金属鉱床区の一部を塗りかえるほど画期的なことになろう。

本調査は上述のような背景のもとに、同地域における金属鉱床賦存の可能性を検討し、鉱物資源の開発に資することを目的としている。

第2章 本年次調査内容

2-1 調査方法

本調査は次の方法によって行われた。すなわち(1)LANDSATデータ解析および航空写真解析，(2)地質概査および地化学概査(縮尺1:50,000)，(3)地質および地化学精査(縮尺1:10,000)，(4)地質鉱床予察調査などである。

2-2 調査区域

各調査区域は下記のとおりである。

(1) LANDSAT データ解析

北限	南緯	37°40' S
南限	南緯	38°45' S
東限	西経	71°10' W
西限	西経	72°00' W

に囲まれた範囲。総面積約5,800 km²

(2) 航空写真解析，地質および地化学概査範囲

本調査は次の2つの地域に区分される。

I) Río Queuco 地域

本地域は(1)のLANDSATデータ解析範囲の北端部に位置し，Bío-Bío 図幅を中心に，Cordillera Trucauco 図幅南部，Queuco 図幅西部およびVolcán Callaqui 図幅西部を含む地域で，以下Río Queuco 地域と呼称する。

北限	南緯	37°43' S
南限	南緯	38°00' S
東限	西経	71°27' W
西限	西経	71°43' W

に囲まれた範囲。航空写真解析および地質調査面積551 km²，地化学探査試料採取個数328個。

II) Sierra Nevada 地域

本地域は，Sierra Nevada 図幅全域で，Río Queuco地域の南6.5 kmにその北限が位置する。以下Sierra Nevada 地域と呼称する。

北限	南緯	38°30' S
南限	南緯	38°45' S
東限	西経	71°15' W
西限	西経	71°30' W

に囲まれた範囲。航空写真解析および地質調査面積 600 km²，地化学探査試料採取個数 345 個。

(3) 地質および地化学精査範囲

精査としては、次の 2 地区が調査された。

i) Mina Curacareí 地区

本地区は Río Queuco 地域内にあり、Bío-Bío 図幅の北東部から Volcán Callaqui 図幅北西端にまたがって位置している。

北限	南緯	37° 46' S
南限	南緯	37° 50' 30" S
東限	西経	71° 28' W
西限	西経	71° 34' 00" W

に囲まれた範囲。地質調査面積 35 km²，地化学探査試料採取個数 229 個。

ii) Galletué 地区

本地区は、Sierra Nevada 地域内にあり、Sierra Nevada 図幅の南東端に位置している。

北限	南緯	38° 42' 11" S
南限	南緯	38° 45' 16" S
東限	西経	71° 17' 42" W
西限	西経	71° 23' 10" W

に囲まれた範囲。地質調査面積 26 km²，地化学探査試料採取個数 54 個。

(4) 地質鉍床予察範囲

本年次は上記の調査を主体としたが、この他、下記の地区の地質鉍床予察も行なった。

i) San José 鉍化変質帯

本帯は Río Queuco 地域の北約 9.5 km，Recinto 図幅の北部に位置する。調査は、San José 川下流域の鉍化変質帯に対する地質鉍床概査にとどまる。

ii) Minas del Prado 鉍床

本鉍床は San José 鉍化変質帯の北北西約 1.7 km，San Fabian de Alico 図幅の南部に位置する。調査は、同鉍床の一部の鉍化帯概査にとどまる。

2-3 調査量

本年次調査量およびそれに伴った分析内容ならびに数量は下記のとおりである。

(1) LANDSATデータ解析面積	5,800 km ²
(2) 航空写真解析面積	1,151 km ²
(3) 地質調査面積	
概査面積	1,151 km ²
精査面積	61 km ²

(4) 地化学探査用試料採取個数	
地化学概査	673 個
地化学精査	283 個
(5) 鉍石分析試料個数	316 個
(6) 全岩分析試料個数	16 個
(7) 薄片作成枚数	450 枚
(8) 研磨片作成個数	53 個
(9) X線解析件数	74 件
(10) 絶対年代測定試料個数	10 個
(11) 化石鑑定件数	7 件

2-4 調査期間

調査期間は、Tab. 1 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

団長 古川雄也（日鉍探開株式会社）

 総括，現地調査および報告書作成

団員 石橋 健（金属鉍業事業団）調整

 ” 金野 雄（ ” ）調整

 ” 谷藤吉郎（日鉍探開株式会社）

 現地調査および報告書作成，LANDSATデータ解析および航空写真解析

 ” 中村仁一（日鉍探開株式会社）

 現地調査および報告書作成

 ” 中野啓二（日鉍探開株式会社）

 現地調査および報告書作成

 ” 野沢博光（日鉍探開株式会社）

 現地調査および報告書作成

 ” 小原 賢（日鉍探開株式会社）

 LANDSATデータ解析および航空写真解析

 ” 武田 進（日鉍探開株式会社）

 LANDSATデータ解析および航空写真解析

 ” 鎌田治朗（日鉍探開株式会社）

Tab.1 調査期間 (PERIODO DE TRABAJO)

作業内容	調査日数	期 間													
		52/9月	10月	11月	12月	53/1月	2月	3月	4月	5月	6月				
調査計画打合せ	日本 5 チリ 4		30 8	22 1											
LANDSAT データ解析及 び航空写真解析	日本 3 チリ 0	15	31												
地質概査	日本 3 チリ 2			9 21	2 13										
地化学概査	日本 3 チリ 2			9 21	2 13										
地質精査	日本 2 チリ 1			9 21	2 13										
地化学概査	日本 2 チリ 1			9 21	2 13										
地質鉱床予察	日本 5 チリ 2				14 16										
解析及び報告書作成	日本 5 チリ 4				17		31	6							30

現地作業

国内作業

LANDSATデータ解析機械操作

チリー側

団長 Guillermo Alfaro Hanne (地質調査所)

総括, 現地調査および報告書作成

団員 Ricardo Guzmán Salaverry (地質調査所)

現地調査および報告書作成

" Hernán Vergara Luco (地質調査所)

現地調査および報告書作成

" Victor Maksaev Jurchuc (地質調査所)

現地調査および報告書作成

2-6 従来 of 調査および参考文献

本年代調査地域に関する過去の調査資料は部分的なものが多いが, かなりの数にのぼる。また, その多くは未刊行である。

1) 全域をカバーした資料

Alfaro, G., y Gajardo, A., (1978); "Carta Metalógica 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 1:1000000

2) San José - Minas del Prado 地区

Alfaro, G., (1978); "El Prospecto San José (Chillán)" IIG inf. 未公刊

Ambrus, J., Soza, H. (1968); "Reconocimiento geológico de las pertenencias Copihue 1-200" 未公刊

3) Río Queuco 地域

Baranowky, S. (1948); "Informe sobre la mina La Unión" 未公刊

Figuroa, E., (1956); "Informe sobre la Visita al yacimiento Curacarel de Cerro Buena Vista" 未公刊

González, O. y Vergara, M., (1962); "Reconocimiento Geológico de la Cordillera de Los Andes entre los paralelos 35° y 39' latitud sur" Instituto de Geología, Universidad de Chile

Hemmer, A., (1938); "Informe Geológico sobre el Terciario con esquistos bituminosos en la región del curso superior del río Queuco" Boletín de Minas y Petróleo, Santiago

Huber, M., (1957); "Informe Sociedad Minera Curacarel" CAOREMI

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

Waisberg, R., (1958); "Informe sobre el yacimiento de cobre de Curacarel" CACREMI, Santiago

4) Sierra Nevada 地域

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 suelos de los perfiles 100 W-800 E-1000 E del Prospecto Galletué" IIG, 未公刊

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

2-7 調査地域の地質鉱床概要

本地域はアンデス造山帯 (Frutos y Ferraris, 1973) に属し, その地質は主としてアンデス山脈を構成しているアンデス堆積盆地の堆積物から成っている。

アンデス造山活動は, 本地域においては, 古期造山活動の産物から成る Concepción 脊梁を西縁とした地向斜の発展と共に, カロビアン期に開始された。その後, オックスフォード期後期になって Araucana 造山運動 (Stipanovic y Rodrigo, 1969) のため, 海洋的環境は終りをづけ, 代って海退期を迎えた。

この堆積盆地には, 下位より火山性および海成堆積物からなるカロビアン階, その上に中部白亜系に属する厚い火山性堆積物, これらを被ふくする始新統, そして最上位には上部第三系および第四系の火山噴出物などが堆積している。

ジュラ系は一般的には白亜紀中期の Sub-Hercinica あるいは Mesocretácica 変動の影響を受けているが, 本調査地域はアンデス堆積盆 (Chotín, 1975) の周縁部にあるため, その影響は少ない。

Sub-Hercinica 変動に引続いて白亜紀中期から古第三紀初期にかけて, 陸地的環境が拡がり, 安山岩質火山噴出物 (Abanico 層, Aguirre, 1960; Klohn, 1960; González y Vergara, 1962; Curamallín 層, Aguirre y Levi, 1964; Alfaro, 1973, Serrano, 1975) が堆積している。

引続いてララマイド変動 (白亜紀後期~第三紀初期) が起り, 花崗岩類の貫入があり, ジュラ系や白亜系に接触変成作用を与えている。ララマイド変動に続いて起った造山活動によってアンデス堆積盆内に陸成盆地が形成され, ジュラ系および白亜系由来の碎屑物を堆積した (Lonquim-

ay 地域, Laguna del Barco 湖および Río Queuco 地域などに分布する第三系)。これらの堆積物は本調査地域におけるもっとも新しい変動である Incaica 変動の影響を受け, またその後の侵食作用により準平原化し, さらに中新世および鮮新世～更新世の展張性構造運動の影響を受けている。なお, この展張性構造運動は安山岩質火山活動を誘発し, 中央盆地やアンデス山脈に広く同質噴出物を堆積させ上部第三系～第四系を形成した。

地質構造的には, ジュラ紀には NNE - SSW 系と NE - SW 系構造が卓越し, また白亜紀には N - S 系が, 第三紀には N - S 系, そして鮮新世 - 第四紀には N - S ~ NNE - SSW 系が各々顕著である。

白亜紀後期～第三紀初期の貫入岩類に関係して銅, モリブデンの鉱化作用および熱水変質作用が所々で行われ, その代表的なものとして Galletué 鉱化帯 (Alfaro, G. 1973) と San José 鉱化帯がある。なお, Galletué 鉱化帯については, 1973 年来局所的な地質精査, 地化学精査および物理探査などが行われ有望視されており, 今後の探鉱の結果によっては, 従来考えられていたチリーにおけるポーフィリー・銅・ベルトの南延長が南緯 39° 度まで延長される可能性も充分考えられる。

また, 本調査地域には銅の鉱脈型の鉱化作用が貫入岩類やジュラ紀および白亜紀の安山岩類を母岩として発達しており, その一部は, 往時小規模な採掘がなされた。また鉛, 亜鉛の鉱脈も Río Queuco 地域の Abanico 層中にみられる。この他金の漂砂鉱床が Lonquimay や Río Bío - Bío 川流域に発達し, 小規模な開発がなされている。

各 論

第 I 部 LANDSAT データ解析 および航空写真解析

I - I LANDSAT データ解析

第 1 章 概 説

本解析は今年次の地質調査地域 (Río Queuco 地域および Sierra Nevada 地域) を包括する地域 (面積約 5,800 ㎢) の地質および地質構造の概略を解明することを目的としている。

解析方法としては LANDSAT データの多波長域フィルムから作成した白黒画像およびカラー合成画像を使用し、写真地質学的手法によって地質判読を実施した。また地質構造の複雑な地域については航空写真による判読を併用し、最終的に縮尺 1:250,000 の解析図としてまとめられた。(PL. I - 1 別添)

この解析によって、本地域の地質は 18 種類が識別され、さらに既存資料と対比して 7 単元に統合された。これらの各単元はジュラ系の堆積岩類、中部白亜系の安山岩類、古第三系の堆積岩類、新第三系～第四系の火山岩類、現世の火山噴出岩類、第四系の堆積物および花崗岩類よりなる。線状構造は全域を通じ、NNE - SSW 系が顕著で、このうち長く連続するものは既存資料の主要な断層に一致した。解析地域はほぼ全域が植生によって被ふくされており、本解析によって鉍化変質帯などを発見するには到らなかった。

第 2 章 解 析

2-1 使用データ

本解析に使用した LANDSAT 映像および航空写真は Tab. I-1 および Tab. I-2 に示した通りである。

Tab. I-1 DATOS LANDSAT

Número de Índice	Fecha	Coordenadas Punto Central	Sol
E-1224-13590	04 marzo 1973	S37°-11', W071°05'	Alt. 39° Az. 062°
E-1224-13592	04 marzo 1973	S38°-16', W071°33'	Alt. 38° Az. 062°

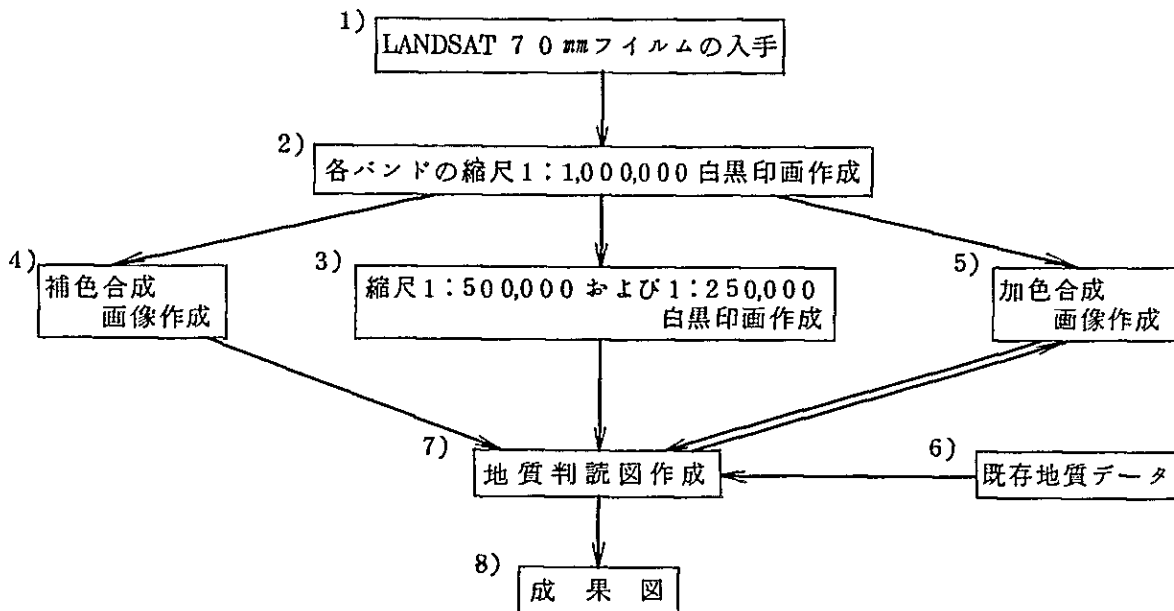
これら2つの映像は LANDSAT-1 によって連続して撮影されている。撮影時期は3月4日で当地域の晩夏にあたる。解析対象地域には雲もなく各バンドとも画像の質は良好である。

Tab. I-2 FOTOGRAFIAS AREAS USADAS

Rumbo	Número de Foto	Cantidad de Fotos	Fecha	Dirección de Vuelo
36S	523-2672 } 2685	14	11-Dic-1961	N→S
36N	523-2731 } 2775	45	11-Dic-1961	S→N
34S	523-2789 } 2821	33	11-Dic-1961	N→S
34N	524-2835 } 2847	13	11-Dic-1961	N→S
33N	524-2850 } 2898	49	11-Nov-1961	S→N
32S	525-2910 } 2953	44	12-Dic-1961	N→S
31N	525-2986 } 3031	45	12-Dic-1961	S→N
30S	525-3040 } 3083	44	12-Dic-1961	N→S
29N	526-3160 } 3202	43	12-Dic-1961	S→N

2-2 解析方法

本解析は以下の手順によって実施した。



1) LANDSAT 70 mm フィルム

LANDSAT には対物面走査方式のマルチスペクトルスキャナー (MSS) が搭載され、検知器の瞬間視野 (地上で 79 m 四方にあたる) におけるそれぞれの波長域 (4 バンド 0.5~0.6 μm , 5 バンド 0.6~0.7 μm , 6 バンド 0.7~0.8 μm , 7 バンド 0.8~1.1 μm) の反射エネルギー強度がワイドバンドテープにビデオ信号として記録される。さらにこれらはデジタル信号に変換され、地上受信局に電送される。地上受信局では、これらを用途に応じて、70 mm フィルムおよび CCT (Computer Compatible Tape) に変換している。

70 mm フィルムは縮尺 1/3,369,000 で、1 シーンが地上の 185 km \times 185 km をカバーしている。各シーンは 4 枚のフィルム (4, 5, 6, 7 バンド) よりなり、これらは EROS データセンター (EROS DATA CENTER-Distribution Center of NASA) を通じて各国に供給されている。

2) 縮尺 1:1,000,000 白黒印画作成

各シーンの画質のチェック、解析のための最適バンドの選出、およびおおまかな地質状況を把握するために、各バンドの 70 mm フィルムより、1:1,000,000 の白黒印画を作成した。使用した 2 シーンは各バンドを通していずれも鮮明な画像を示している。このうち、判読用として植生の情報を最も良く反映している 5 バンド、線状構造などの地質情報を最も鮮明にあらわしている 7 バンドを選出した。これらの画像を小縮尺 (約 1:2,000,000) で PL. I-1-1~4 に示した。

3) 縮尺 1:500,000 および 1:250,000 白黒印画作成

判読のために、各バンドの1:500,000 白黒印画および5バンド、7バンドの1/250,000 白黒印画を作成し、判読結果は1/250,000の白黒印画のオーバーレイ上に記入した。

1/500,000の画像を準備したのは1/250,000の印画では走査線が目立ち画質が低下していること、また、大構造および線状構造の把握にあたっては画像が大きすぎるためである。

4) 補色合成画像作成

本画像は、各バンドの白黒フィルムに適当なフィルターをかけ写真処理技法によって作成されるフォールスカラー画像である。本解析では5バンドに青および赤、7バンドに緑のフィルターを用いた自然色発色型フォールスカラー合成画像(Natural color like false color composite)、および5バンドに青および緑、7バンドに赤のフィルターを用いた赤外カラー発色型フォールスカラー合成画像(IR color like false color composite)を作成した。これら2つのカラー合成画像は判読用白黒画像と同一縮尺(1/250,000)に引き伸ばされ、判読の際に利用された。これらの画像を小縮尺(約1/2,000,000)でPL.I-2-1, 2に示した。

5) 加色合成画像作成

本画像を作成するために使用した機器はMultiband Viewer Model 6000(I²S社製)である。本機器は次の様な機能および仕様をもっている。

機能

- 各波長ごと(今回の解析ではLANDSAT イメージの4~7バンド)のフィルムに光の3原色フィルターをかけ、最大4枚の組み合わせからカラー合成画像を作ること。
- 各チャンネルのレンズ位置、フィルターおよび各レンズの光量をそれぞれ独立して選択できること。

仕様

レンストレーション	X・Y各軸±0.19 in.
スクリーン	9 in.×9 in.
レンズ	150 mm(4本) f5.6
電源	110 V, 50 Hz ~ 60 Hz, 25 Amps
寸法	30 in. W×24 in. L×44 in. H
重量	約4.5 Kg

本画像を作成するための手順は、LANDSAT イメージの各バンドに対し、ネガおよびポジフィルムを準備し、各シーン合計8枚のフィルムから適当な4枚の組合せを選び、これらを機器にセットしてスクリーン上に投影された映像を観察しながら目的にかなう組合せ、およびそれぞれのチャンネルのフィルター、光量条件を選出し写真化する。

解析地域はそのほとんどが濃い植生で被ふくされているため、色合のみによって各地質単元を識別することは困難である。このため、陰影および線状構造の強調されるような組合せを検討し、判読の手助けとした。これら画像の一部をPL.I-3に示した。

6) 既存地質データ

解析地域は地質データの乏しい地域であるが、全域をカバーする地質図としては Mapa Geológico de Chile a escala 1:1,000,000 (IIG, 1968) があり、また部分的には縮尺 1:250,000 の地質図 (Mapa Geológico del Sector Lonquimay-Villarrica, Alfaro, 1973 y Mapa Geológico de la región Cordillerana de la Provincia de Bío-Bío, Serrano, 1975) が刊行されている。本解析ではこれらの地質図をベースとして、LANDSAT 映像より解析された地質単位との対比および線状構造と断層との関係などを考察した。

7) 地質判読図作成

地質判読はカラー合成画像および既存地質データを参考にして、7バンドの 1:250,000 白黒印画のオーバーレイ上に行なった。判読図の混雑を防ぐため、線状構造および地質単位判読は別々のオーバーレイ上に記入し、最終的に 1 枚のオーバーレイにコンパイルした。

8) 成果図

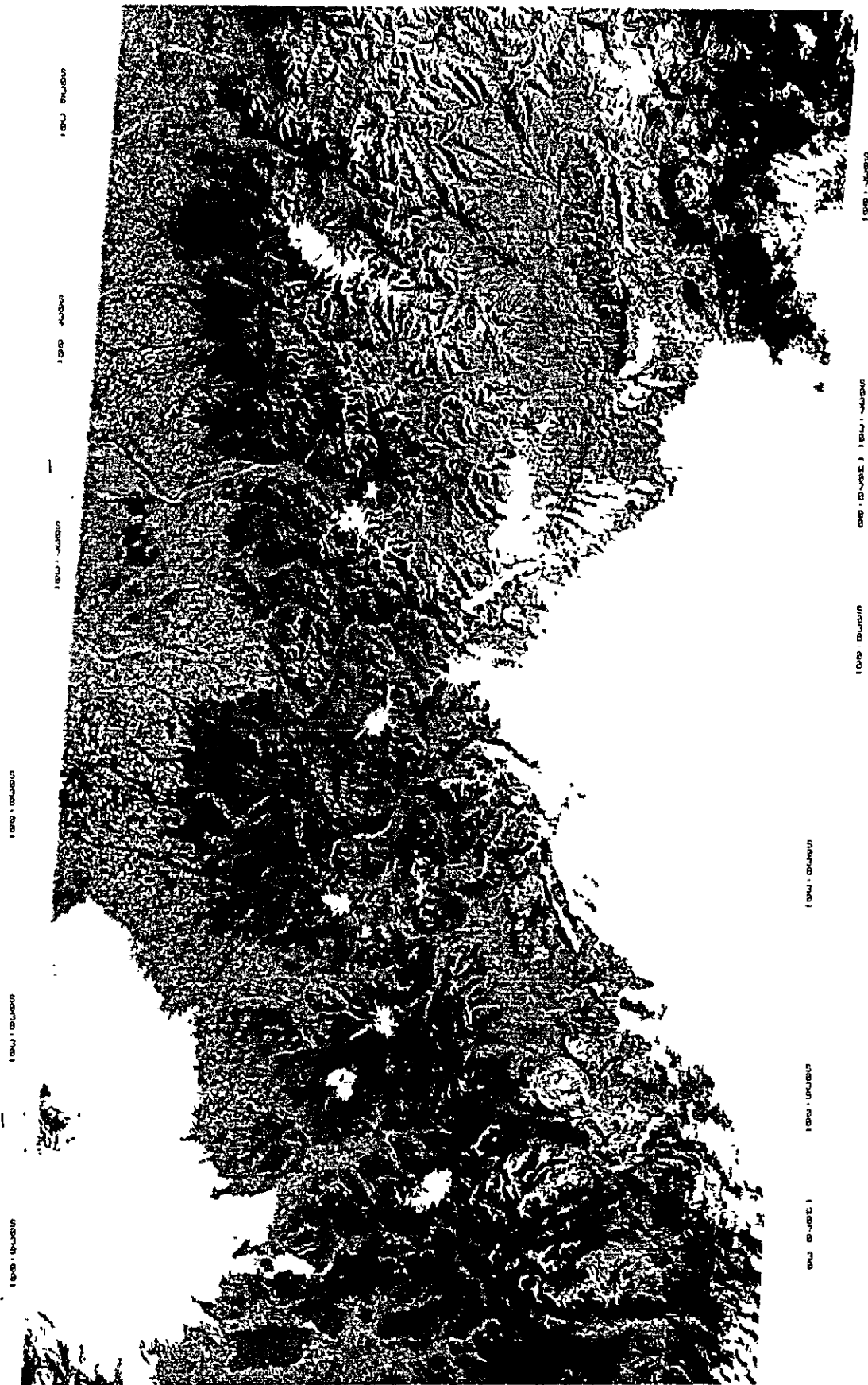
オーバーレイ上に記入された判読結果を製図するとともに各地質単元の特徴を記載した判読結果一覧表を作成した (Tab. I-3)。

14071 301

14071-001

14070 301

14070-001



14072 301 14072 001 14071 301 14071-001 14070 301 14070-001
 04444773 C S38 36/4471-33 N S38 38/4471 23 NSS 4 R SUN E138 R2662 150 3121 R-1-N-D 2L NASA ERTS E-1224-13592-4 B1

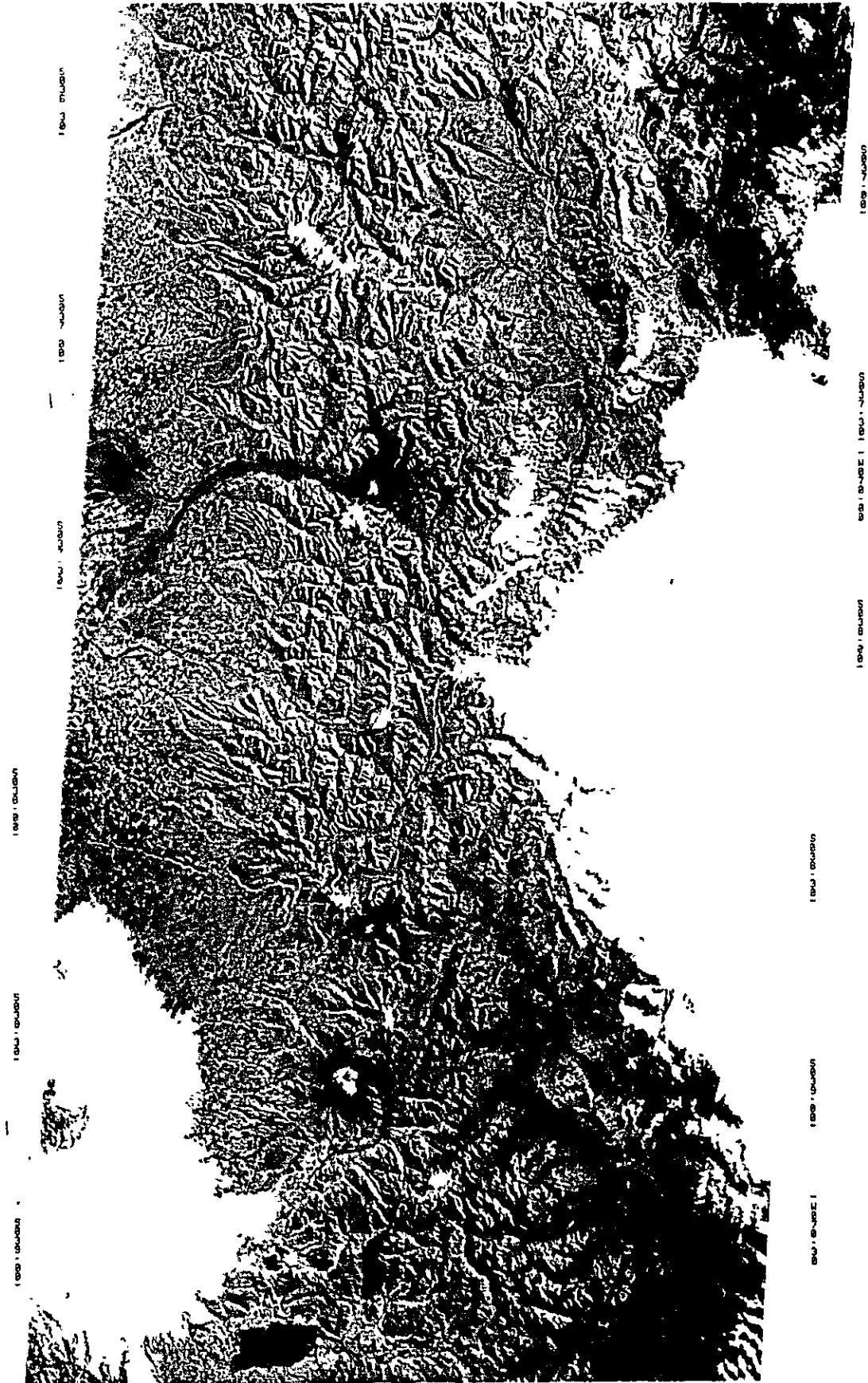
PL. I-1-1 IMAGENES LANDSAT BLANCO Y NEGRO (Banda 4)
 (E-1224-13590 Y E-1224-13592)

487 381

4871 001

4870 381

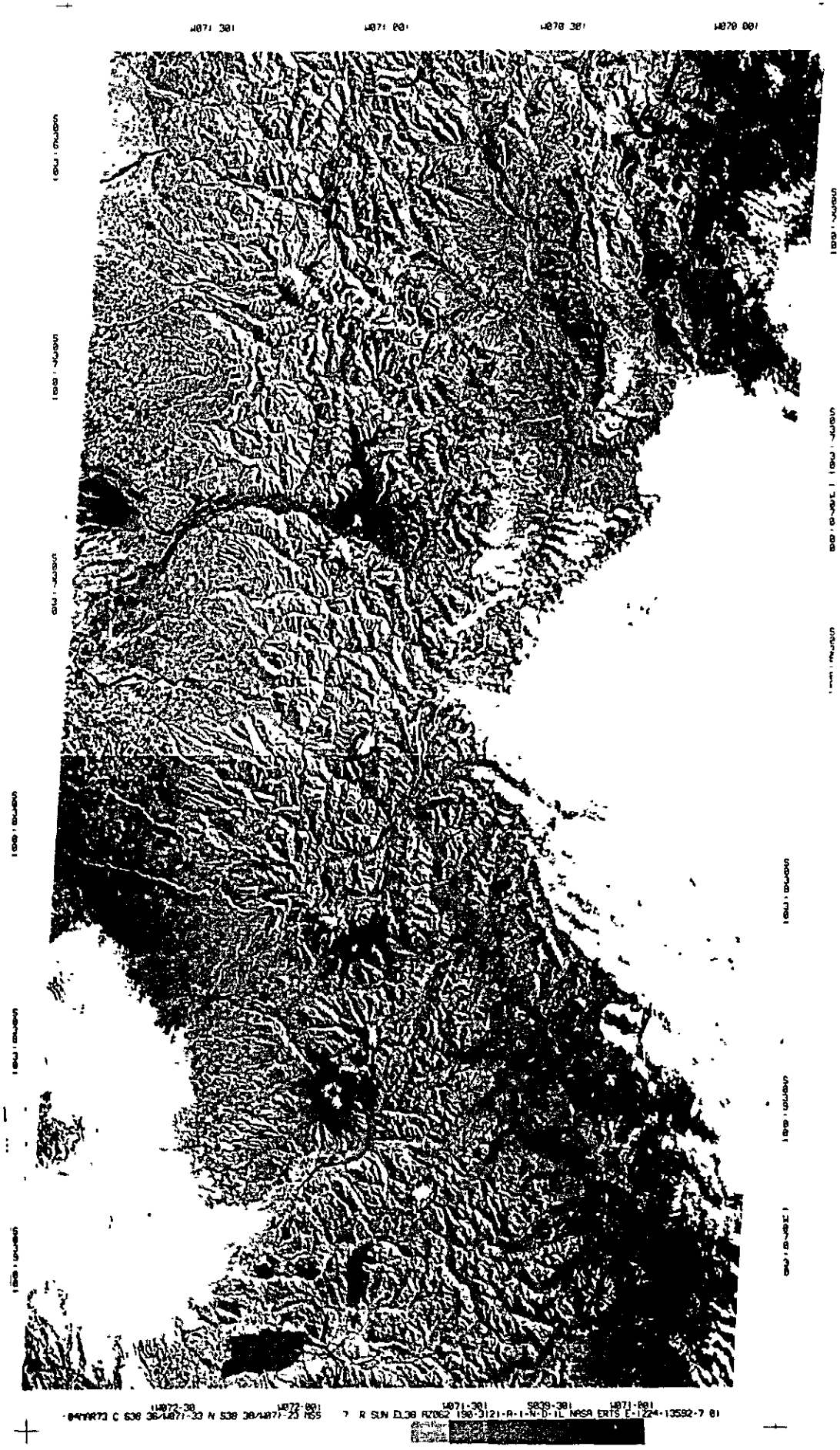
4870 001



4872-381 4872-001 4871-381 5839-381 4871-001
 044R73 E 538 36/4671 33 N 538 36/4871-25 PSS 6 R SUN EL38 AZ062 190-3121-R-1 N-D-ZL NPSR ERTS E-1224-13592-6 01

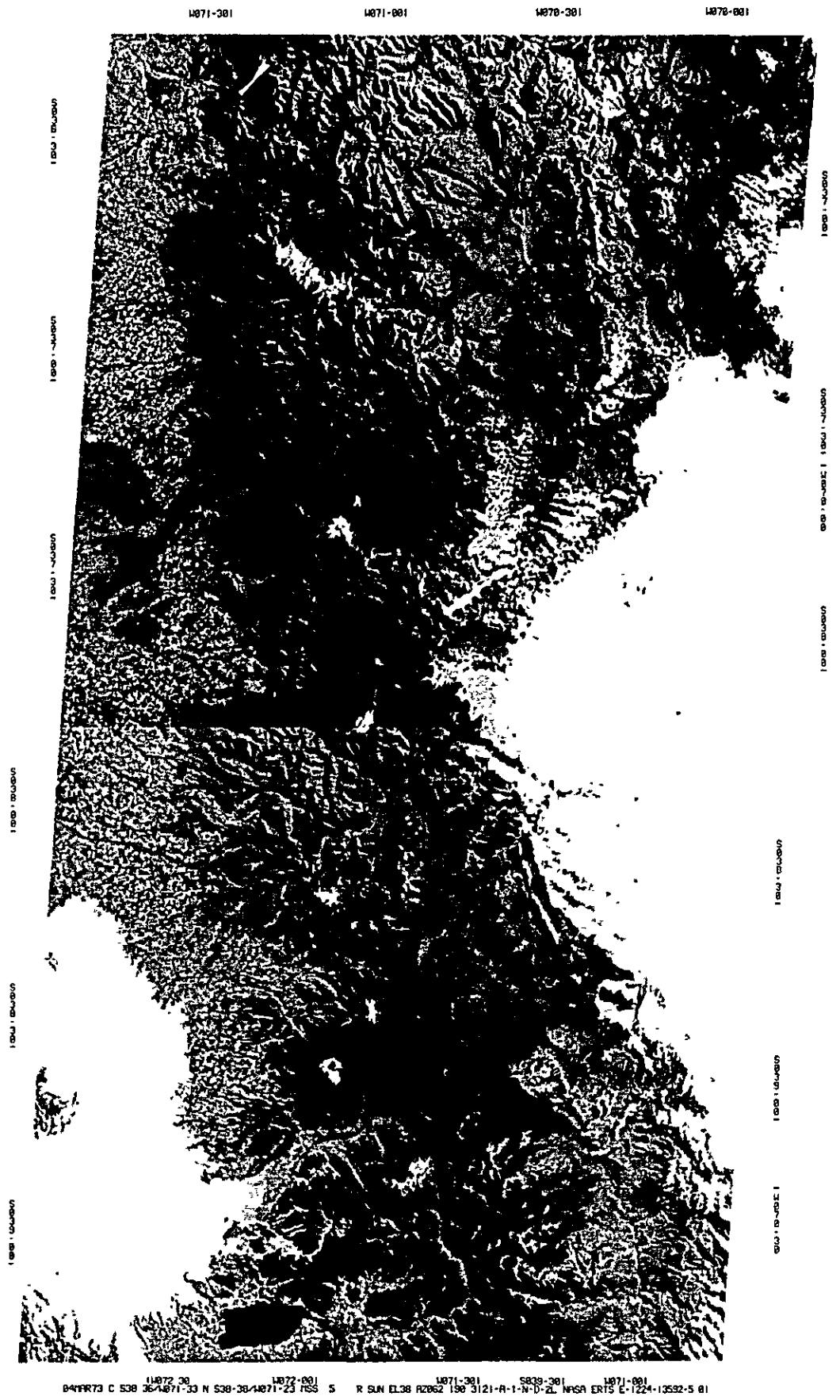


PL. I-1-3 IMAGENES LANDSAT BLANCO Y NEGRO (Banda 6)
 (E-1224-13590 Y E-1224-13592)



11072-30 1072-001 1071-301 5029-301 1071-001
 04YR73 C 630 36/1071-33 N 530 30/1071-23 N55 7 R SUN EL38 RZ062 150-3121-A-1-N-D-IL NASA ERTS E-1224-13592-7 01

PL. I-1-4 IMAGENES LANDSAT BLANCO Y NEGRO (Banda 7)
 (E-1224-13590 Y E-1224-13592)



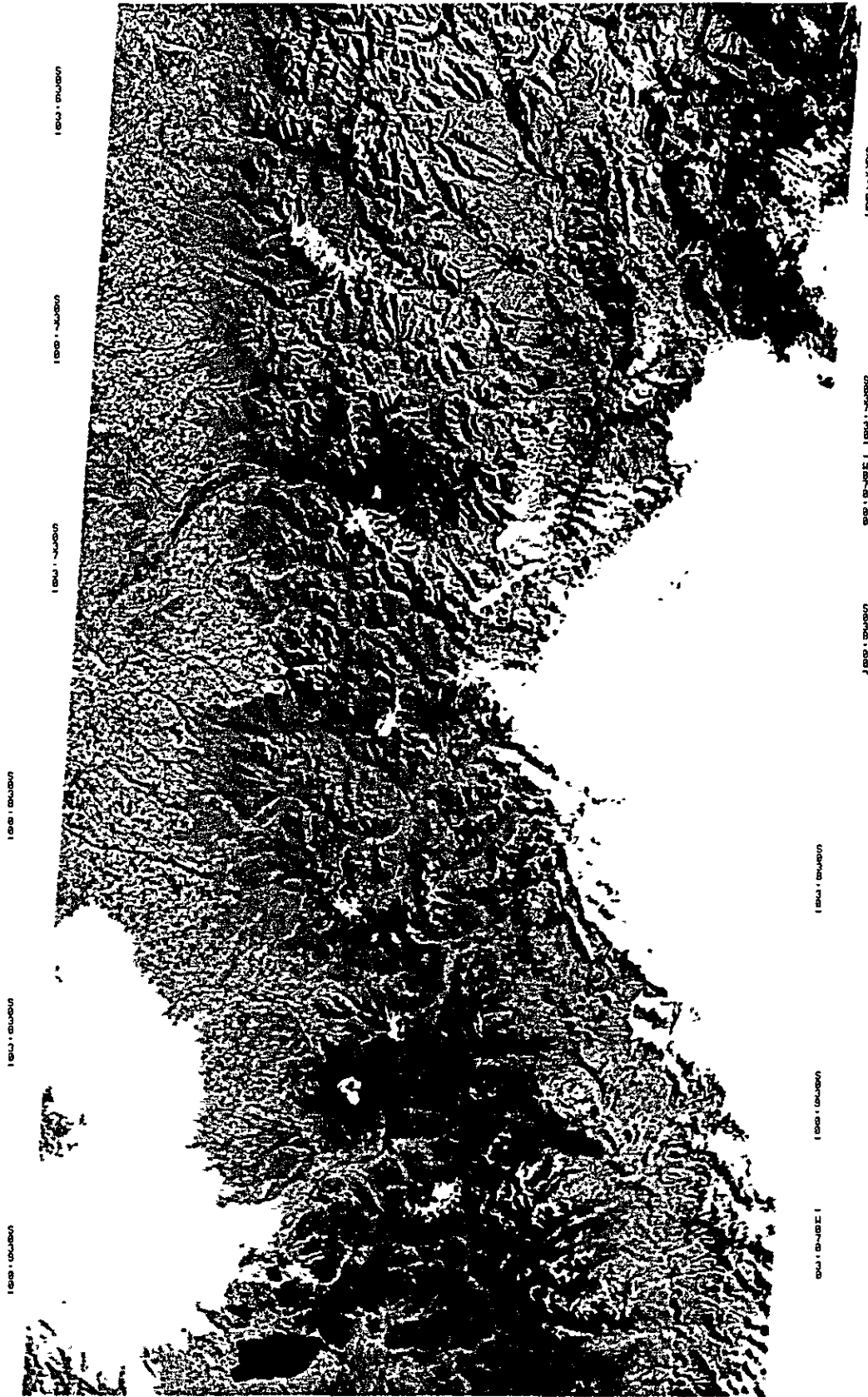
PL. I-2-1 IMAGENES LANDSAT COMPOSITIVAS DE COLORES COMPLEMENTARIOS
 (IMAGEN TIPO NATURAL)
 (Filtros azul y rojo para la banda 5, verde para la banda 7)
 (E-1224-13590 Y E-1224-13592)

14871-381

14871-081

14878-381

14878-081



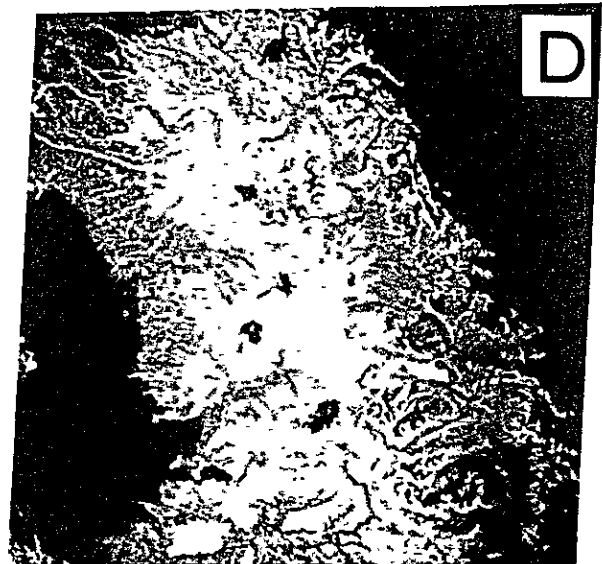
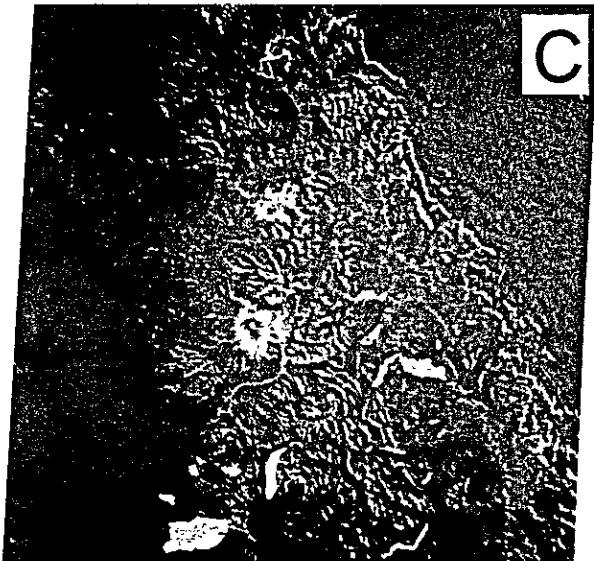
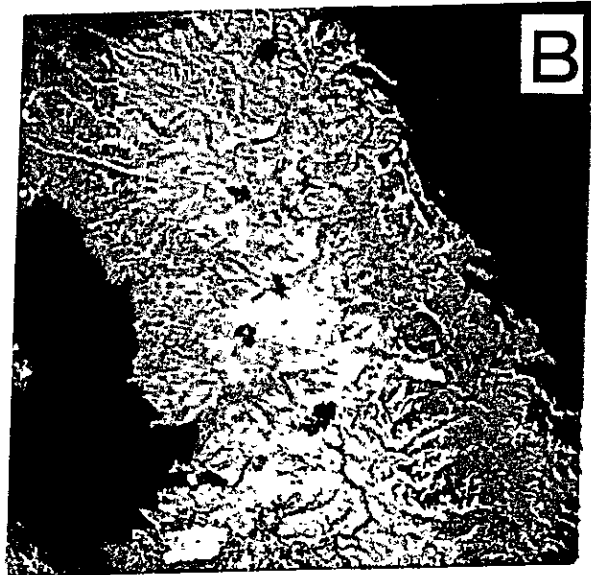
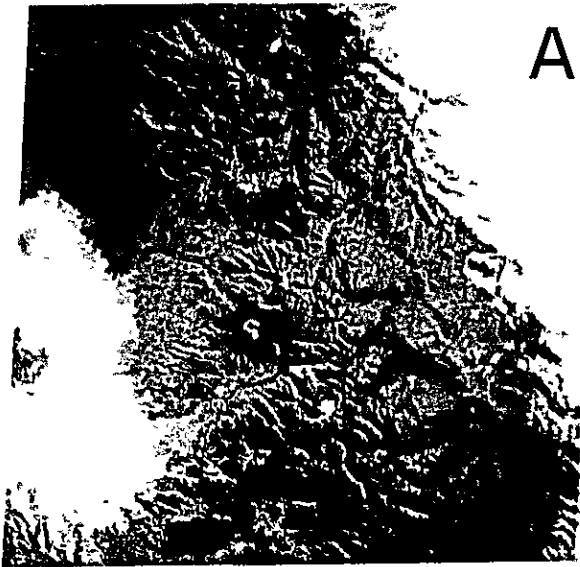
14872-381 14872-081 14871-381 5838-381 14871-081
 049FR73 C 538-36/14871-33 N 538-38/14871-23 RSS > R SUN EL38 R2062 198°3121-R-I-N-D-IL NPSR ERTS E-1224-13592-5 B1

PL.I-2-2

IMAGENES LANDSAT COMPOSITIVAS DE COLORES COMPLEMENTARIOS
(IMAGEN TIPO INFRAROJO)

(Filtros azul y verde para la banda 5, rojo para la banda 7)

(E-1224-13590 Y E-1224-13592)



PL. I-3 IMAGENES LANDSAT COMPOSITIVAS DE COLORES ADITIVOS
(E-1224-13592)

- A. Filtro azul para la banda 4, verde para la 5 rojo para la 6 y verde para la 7. (Todos las peliculas son positivas)
- B. Filtro rojo para las bandas 6 y 7 banda 5 sin filtro. (Todos las peliculas son negativas)
- C. Filtro verde para la pelicula positiva de la banda 7 pelicula negativa de la banda 7 sin filtro.
- D. Filtro rojo para la pelicula positiva de la banda 7 pelicula negativa de la banda 5 sin filtro.

第3章 結果

3-1 概要

解析地域の地質は既刊の地質図によれば、南部および北部（両地区とも引き続いて実施される地質調査地域に該当する）に先第三紀層および花崗岩類が分布しているが、そのほかの地域はほとんどが新第三紀から現世にいたる火山岩類によって被ふくされている。

解析地域の地質はLANDSAT 画像から18種類に識別された。さらにこれらは上記の地質図と対比することによって大きく7単元にまとめられ、それぞれ以下の様に対比された。

⑥ 単元 Q	(亜単元 Q ₁ , Q ₂) 第四系の堆積物
⑤ 単元 V	(亜単元 V ₁ ~ V ₅) 現世の火山噴出岩類 (Volcán Callaqui 火山, Volcán Lonquimay 火山, Volcán Lifaíma 火山など)
④ 単元 L	(亜単元 L ₁ ~ L ₅) 新第三系～第四系の火山岩類 (Cola de Zorro 層および Sierra Nevada 層)
③ 単元 Ts	古第三系の堆積岩類 (Pedregoso 層)
② 単元 K	中部白亜系の安山岩類 (Abanico 層)
① 単元 J	ジュラ系の堆積岩類 (Pacunto 層)
⑦ 単元 gr	(亜単元 gr ₁ ~ gr ₃) 花崗岩類

線状構造は全域を通してNNE～SSW方向のものが卓越し、またこの方向のものは長く連続するものが多い。このほか、NW-SE方向のものも認められ、この方向のものは特に北部に集中している傾向がある。これらの線状構造のうちいくつかは、地質図における主要断層に一致している。

3-2 地質単元

①単元J：本単元は解析地域南部Lago Galletué湖の北方および南岸に小さく分布している。地形的には樹枝状、時に楕状の中密度の水系、中程度の抵抗度、比較的丸みをおびた山稜をもつことなどの特徴を有している。本単元は碎屑岩類と判読され、ベース資料におけるジュラ系の堆積岩類（Pacunto層）に対応する。

②単元K：本単元は解析地域の北端部および南端部に小さく分布している。地形的には、樹枝状で高密度の水系、中程度の抵抗度、とがった山稜および谷をもつことなどの特徴を有してい

Tab. I-3 CUADRO DE CARACTERISTICAS DEL ANALISIS DE IMAGENES LANDSAT

UNIDAD	TEXTURA EN LA FOTO	CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS					VEGETACION	OBSERVACIONES	LITOLOGIA PROBABLE	CORRELACION CON DATOS CONOCIDOS	
		DRENAJE		RESISTENCIA		LINEAMIENTOS					
		MODELO	DENSIDAD	ROCAS	PERFIL	DIRECCION					INTENSIDAD
02	SUAVE		RARA	MUY DEBIL				MEDIA	GENERALMENTE CULTIVADO	DEPOSITOS RECIENTES	SEDIMENTOS CUATERNARIOS
01	SUAVE		POBRE	MEDIA		PRINCIPALMENTE 1	FALLA	DENSA	A VECES CULTIVADO	DILUVIO	
V5	ASPERA		DENSA	FUERTE				NINGUNA	CONSTITUYEN EL CENTRO DE UN VOLCAN	LAVA BRECHA	ROCAS VOLCANICAS RECIENTES
V4	SUAVE		POBRE	MEDIA BAJA				MEDIA	SUPERFICIE PLANA	TOBA (CENIZA)	
V3	SUAVE		POBRE	MEDIA				MEDIA POBRE	DESARROLLADA EN LA ESQUINA NORESTE	LAVA	
V2	FINA		DENSA	FUERTE				MEDIA POBRE	DESARROLLADA AL PIE DE V5	ROCAS PIROCLASTICAS	FORMACIONES COLA DE ZORRO Y SIERRA NEVADA
V1	RASGOS GRANDES		POBRE	MEDIA		PRINCIPALMENTE 2-3	FALLA DIACLASA	MEDIA DENSA	VALLES EN FORMA DE U	LAVA	
L5	FINA		POBRE	MEDIA		PRINCIPALMENTE - 1	FALLA DIACLASA	MEDIA	PUEDE OBSERVARSE ESTRATIFICACION	ROCAS PIROCLASTICAS	
L4	ASPERA		MEDIA	MEDIA		MUCHAS	FALLA DIACLASA	MEDIA A DENSA	ALTERNANCIA DE CORDONES Y VALLES	LAVA	
L3	FINAMENTE ASPERA		MUY DENSA	FUERTE		MUCHAS	FALLA DIACLASA	MEDIA	DISEMINACION DE MUECOS PICOS MONTANOSOS	LAVA	
L2	ASPERA		MUY DENSA	FUERTE		MUCHAS	FALLA DIACLASA	MEDIA	ALTERNANCIA DE CORDONES Y VALLES	POCAS PIROCLASTICAS	
L1	RASGOS GRANDES		POBRE	MEDIA A FUERTE		MUCHAS	FALLA	MEDIA	RASGOS GRANDES	LAVA	
T5	FINA		DENSA	BAJA		MUCHAS	FALLA DIACLASA (ESTRATIFICACION)	MEDIA (POBRE EN ALGUNAS PARTES)	LOS CONTACTOS LITOLOGICOS NO SON CLAROS	LUTITA	MESOZOICO
K	FINAMENTE ASPERA		DENSA	MEDIA		MUCHAS	FALLA DIACLASA (ESTRATIFICACION)	MEDIA	VALLES Y CORDONES ESCARPADOS	LUTITA	
J	MODERADA		MEDIA	MEDIA		MUCHAS	FALLA DIACLASA (ESTRATIFICACION)	MEDIA DENSA	CORDONES MODERADOS	ROCAS CLASTICAS	
913	FINAMENTE ASPERA		DENSA	MEDIA		MUCHAS	FALLA DIACLASA	MEDIA A POBRE	PREDOMINAN LOS LINEAMIENTOS N-S	GRANITOS	ROCAS INTRUSIVAS
912	MODERADA		POBRE	MEDIA		MUCHAS	FALLA DIACLASA	MEDIA	VALLES Y CORDONES REDONDEADOS	GRANITOS	
911	ASPERA		DENSA	FUERTE		MUCHAS	FALLA DIACLASA	MEDIA	CORDONES ESCARPADOS Y VALLES PROFUNDOS	GRANITOS	

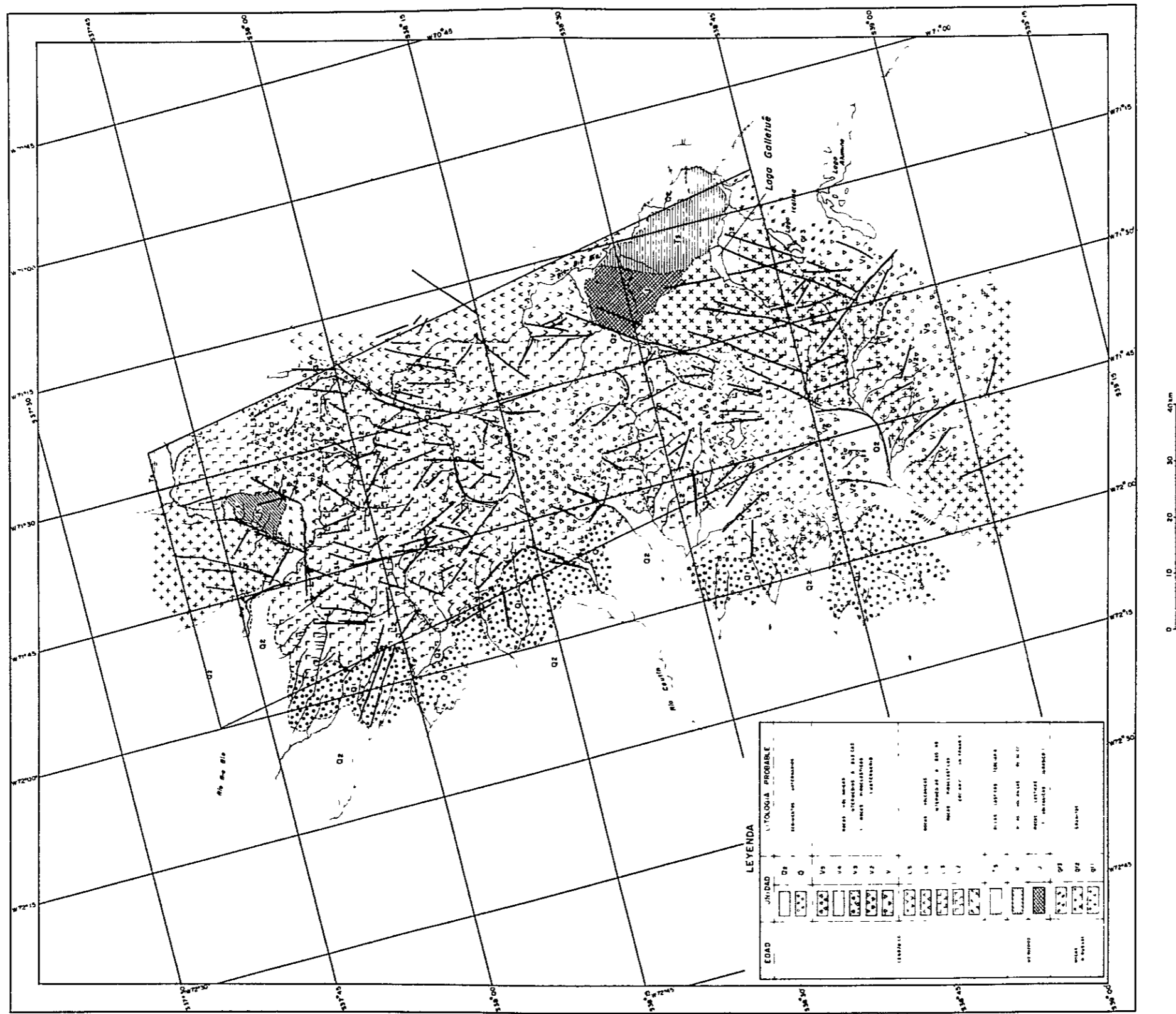


Fig. I - 1 MAPA DE INTERPRETACION CON IMAGENES LANDSAT

る。本単元は泥岩を主体とする砕屑岩類と判読されたが、ベース資料では中部白亜系の安山岩類（安山岩溶岩および同質火砕岩類）（Abanico 層）の分布地域に対応する。この差異は、固結度の高い泥岩と古い時代の溶岩とは時に類似した侵食状況を呈することに起因している。

③単元 Ts ; 本単元は解析地域南部 Lago Galletué 湖北東方に分布している。細かな肌合をもち、地形的には樹枝状で高密度の水系、中程度の抵抗度、とがった山稜および谷をもつことなどの特徴を有している。本単元は、比較的新しい時代の泥岩類と判読される。ベース資料では古第三系の堆積岩（泥岩、砂岩および火砕岩類の互層）（Pedregoso 層）の分布地域に対応する。

④単元 L ; 本単元は解析地域の中央部に広く分布している。本単元は、5つの亜単元 L1~L5 によって構成される。いずれの亜単元も、溶岩、火砕岩または両者の共在するものと判読される。ベース資料では新第三紀~第四紀にかけての火山岩類（中性~塩基性溶岩および同質火砕岩類）（北部では Cola de Zorro 層、南部では Sierra Nevada 層）の分布地域に対応する。各亜単元の呈する地形的特徴および構成岩相は次の通りである。

④①亜単元 L1 ; この亜単元は地形的に、大柄な肌合、亜放射状で低密度の水系、中程度~強い抵抗度などの特徴を有している。この亜単元は単元 L の中で比較的新しい溶岩類と判読される。

④②亜単元 L2 ; この亜単元は地形的に細かいゴツゴツした肌合、楕状で非常に高密度の水系、高い抵抗度などの特徴を有している。この亜単元は火砕岩類と判読される。

④③亜単元 L3 ; この亜単元は地形的に、細かいゴツゴツした肌合、樹枝状で高密度の水系、高い抵抗度、しばしば突出した小ピークをもつことなどの特徴を有している。この亜単元は単元 L の中で比較的古い溶岩類と判読される。

④④ 亜単元 L4 ; この亜単元は地形的にゴツゴツした肌合、樹枝状で中密度の水系、中程度の抵抗度、やや丸味をおびた山稜および谷をもつことなどの特徴を有している。この亜単元は溶岩類と判読される。

④⑤亜単元 L5 ; この亜単元は地形的に細かな肌合、楕形で低密度の水系、中程度の抵抗度を持つことなどの特徴を有している。また時に層理と思われる線状構造が観察される。この亜単元は火砕岩類と判読される。

⑤単元 V ; 本単元は、解析地域の北東端から南西端にかけて連続する火山列（Volcán Callaqui 火山, Volcán Lonquimay 火山, Volcán Llaima 火山など）の山体を形成している。本単元は5つの亜単元 V1~V5 によって構成される。いずれの亜単元も溶岩、火山放出物などよりなるものと判読される。各亜単元の示す地形的特徴および構成岩相は次の通りである。

⑤①亜単元 V1 ; この亜単元は地形的に大柄な肌合、亜平行状で低密度の水系、中程度の抵抗度をもつことなどの特徴を有している。この亜単元は溶岩類と判読される。

⑤②亜単元 V2 ; この亜単元は、地形的には細かな肌合、亜放射状で高密度の水系、強い抵抗度を持つことなどを特徴とし、多くは火山の山麓をとりまくように分布している。植生も余り発

達していない。この亜単元は、溶岩および火山礫よりなると判読される。

㉔亜単元 V₃ ; この亜単元は、解析地域北東部の Volcán Copahue 火山に認められる。地形的にはなめらかな肌合、亜平行ないし平行状で低密度の水系、中程度の抵抗度をもつことなどを特徴としている。この亜単元は溶岩類と判読される。

㉕亜単元 V₄ ; この亜単元は地形的に亜平行状で低密度の水系、中程度ないし低い抵抗度、および比較的平坦な尾根をもつことなどの特徴を有している。この亜単元は火山礫よりなると判読される。

㉖亜単元 V₅ ; この亜単元は、地形的にはゴツゴツした肌合、放射状で高密度の水系、高い抵抗度をもつことなどを特徴としている。また植生は、ほとんど認められない。この亜単元は各火山体の中心部に分布しており、解析地域内で最も新しい火山活動に伴われた溶岩および火山放出物と判読される。

㉗単元 Q ; 本単元は解析地域の主要河川沿いおよび湖沼をとりまいて分布するほか、解析地域西方では平野部を形成して広く分布している。本単元は2つの亜単元 Q₁ および Q₂ によって構成される。両亜単元とも第四系の堆積物と判読されるが、それぞれの分布する地形高度の差、また岩石の抵抗度の差により Q₁ は洪積堆積物、Q₂ は沖積堆積物に相当する。

㉘単元 gr ; 本単元は解析地域の南部および北部に集中して分布している。本単元は地形的特徴から3つの亜単元 gr₁ ~ gr₃ によって構成される。いずれの亜単元も花崗岩類と判読される。それぞれの亜単元の示す地形的特徴は次の通りである。

㉙亜単元 gr₁ ; この亜単元はゴツゴツした肌合をもち、地形的には楕状ないし樹枝状で、中密度の水系、強い抵抗度をもつことなどの特徴を有している。

㉚亜単元 gr₂ ; この亜単元はゆるやかな肌合をもち、地形的には亜平行、密な水系をもつことなどの特徴を有している。

㉛亜単元 gr₃ ; この亜単元は、こまかくゴツゴツした肌合をもち、亜平行ないし樹枝状で密な水系をもつなどの地形的特徴を有している。

3-3 地質構造

① 褶曲構造

解析地域はその大半が新第三紀から現世にいたる火山岩類に被ふくされているため、LANDSAT 映像から地層の走向、傾斜を判読することは困難である。ベース資料では、これらの火山岩類はほぼ水平な構造を示しており、本地域には LANDSAT 映像に反映される様な大規模な褶曲構造はないといえる。

② 線状構造

解析地域には NNE-SSW 系および NW-SE 系の線状構造が卓越して認められ、このほかに N-S 系および WNW-ESE 系を伴う。NNE-SSW 系の線状構造は解析地域全域を通じて顕著で

あるが、特に南部および北部の先第三紀層および花崗岩類分布地域に集中する傾向があり、長く連続するものが多い。このうち解析地域南西端から Lonquimay 部落付近を通り、解析地域西方に連続するものは約 40 Km にわたって追跡される断層で、本断層を境として、断層西部ではジュラ系の堆積岩類および花崗岩類が、断層東部では新第三系の火山岩類が分布している。北部でも、Río Queuco 川に沿うものなど何本か認められ、地域外北方に連続している。NW-SE 系の線状構造は解析地域北部に多い。これらの線状構造は第四系分布地域にも連続している。

解析地域にはこのほかにいくつかの弧状構造が認められる。これらはいずれも第四紀火山の周辺部にあり、その火山体に調和的である。

第 4 章 検 討

本解析および従来の地質資料によって当地域の大略的な地質が解明された。しかし各単元の詳細、特に構成岩相などに関しては、LANDSAT 映像のみによっては断定し難い地域もあり、本解析図は将来当地域に実施されるであろう地質調査結果を加えて完成した図面となる。

従来の調査によって確認、あるいは推定されている主な断層は、LANDSAT 映像の地形的特徴から明瞭に確認された。これらのいくつかは、第四系中にも連続して追跡され、その活動が現世に至るまで継続していることを示唆している。

当地域に認められる鉍化作用は先第三系を母岩とする裂か充填型ないし鉍染状鉍床と、花崗岩類を母岩とするポーフィリーカッパー鉍床などがあり、新第三系以降の火山岩類中には全く鉍化作用が認められないことが報告されている。本解析によって直接鉍化変質帯などを発見するには到らなかったが、南部および北部に鉍化作用の母岩となりうる諸岩類が露出し、中央部はその大半が新第三系以降の火山岩類によって被ふくされていることが従来の地質資料と対比することによって確認された。これらの理由から当地域に対する鉍床調査は南部および北部地域を優先すべきと結論される。

I - II 航空写真解析

第1章 概 説

本解析は今年次の地質調査地域（Río Queuco 地域および Sierra Nevada 地域）に対し、現地調査に先立って当地域の地質およ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。

解析にあたっては、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）上に予察写真地質図を作成した。

この解析によって当地域の地質は Río Queuco 地域では 5 単元が、Sierra Nevada 地域では 6 単元が識別された。これらは既存資料と対比して、ジュラ系の堆積岩類、中部白亜系の安山岩類、古第三系の堆積岩類、新第三系～第四系の火山岩類、現世の火山噴出岩類、第四系の堆積物および花崗岩類によって構成される。線状構造は両地域とも N-S～NNE-SSW 系が卓越しているが Río Queuco 地域では、これに直交する NW-SE～WNW-ESE 系も多く認められた。

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-4 の通りである。

Tab. I-4 FOTOGRAFIAS AREAS USADAS

Area Rio Queuco				
Rumbo	Número de Foto	Cantidad de Fotos	Fecha	Dirección de Vuelo
32-S	525-2923 } 2932	10	12-Dic-1961	N→S
31-N	525-3009 } 3016	8	12-Dic-1961	S→N
30-S	525-3054 } 3061	8	12-Dic-1961	N→S
29-N	526-3184 } 3189	6	12-Dic-1961	S→N
Area Sierra Nevada				
Rumbo	Número de Foto	Cantidad de Fotos	Fecha	Dirección de Vuelo
34-S	524-2835 } 2842	8	11-Dic-1961	N→S
33-N	524-2854 } 2861	8	11-Nov-1961	S→N
32-S	525-2942 } 2949	8	12-Dic-1961	N→S
31-N	525-2990 } 2997	8	12-Dic-1961	S→N

2-2 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、色調、地層の境界面、層理および片理などの走向・傾斜などを各写真上のオーバーレイに記載し、判読表（Tab. I-5）を作成することによって、岩相単位区分および地質構造解析を行った。さら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

本解析によって、解析地域の地質は Río Queuco 地域では 5 単元に、Sierra Nevada 地域では 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様に対比された。

Río Queuco 地域

単 元	Qn	第四系の堆積物
単 元	Vn	現世の火山噴出岩類 (Volcán Callaqui 火山)
単 元	Ln	新第三系～第四系の火山岩類 (Cola de Zorro 層)
単 元	Kn	中部白亜系の安山岩類 (Abanico 層)
単 元	grn	花崗岩類

Sierra Nevada 地域

単 元	Qs	第四系の堆積物
単 元	Ls	新第三系～第四系の火山岩類 (Sierra Nevada 層)
単 元	Ts	古第三系の堆積岩類 (Pedregoso 層)
単 元	Ks	中部白亜系の安山岩類 (Abanico 層)
単 元	Js	ジュラ系の堆積岩類 (Pacunto 層)
単 元	grs	花崗岩類

線状構造は両地域ともに、N-S～NNE-SSW系が卓越し、さらに Río Queuco 地域では、これに直交する NW-SE～WNW-ESE系も発達している。























3-2 地質単元

(1) Río Queuco 地域

単元 Kn ; 本単元は地形的に樹枝状で高密度の水系、中程度の抵抗度をもつことなどの特徴を有している。本単元は泥岩などを主体とする砕屑岩類と判読されたが、地質調査結果の中部白亜系安山岩類 (Abanico 層) に対応する。この判読の誤りは、LANDSATデータの場合と同じく、固結度の高い泥岩と古い時代の溶岩とは時に類似した侵食状況を呈することに起因している。

単元 Ln ; 本単元は大柄な肌合、地形的に垂平行状の水系、強い抵抗度をもつことなどの特徴を有している。本単元は比較的新しい時代の溶岩類と判読され、地質調査結果の新第三系～第四系安山岩溶岩および同質火山砕屑岩類 (Cola de Zorro 層) に対応する。

Tab. 1-5 CUADRO DE CARACTERISTICAS FOTOLOGICAS

UNIDAD	TEXTURA EN LA FOTO	CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS						VEGETACION	OBSERVACIONES	LITOLOGIA PROBABLE	RESULTADO DE LA INVESTIGACION EN TERRENO
		DRENAJE		RESISTENCIA		LINEAMIENTOS					
		MODELO	DENSIDAD	ROCAS	PERFIL	DIRECCION	INTENSIDAD				
AREA DEL RIO QUEUO	On		RARA	DEBIL		/	/	MEDIA	GENERALMENTE CULTIVADO	SEDIMENTOS CUATERNA - RIOS	TERRAZAS Y DEPOSITOS ALUVIALES
	Vn		DENSA	FUERTE		/	/	POCA A MEDIA	CONSTITUYEN EL CENTRO DE UN VOLCAN	COLADAS DE LAVA BRECHAS VOLCANICAS	POCAS EFUSIVAS DEL VOLCAN CALLAQUI
	Ln		MEDIA	FUERTE		MUCHAS	FALLA DIACLASA ESTRUCTURA DE FLUJO	DENSA	PERIFERICAS A EL Vn	COLADAS DE LAVA	FORMACIONE (LAVAS ANDESITICAS Y ROCAS PIROCLASTICAS)
	Kn		MUY DENSA	MEDIA		2 (PREDOMINANTES)	FALLA DIACLASA ESTRUCTURA DE FLUJO	DENSA	DRENAJE MUY DENSO	ROCAS CLASTICAS	FORMACIONES (ANDESITICAS, TERTERADAS Y ROCAS PIROCLASTICAS)
	gm		MEDIA	MUY FUERTE		2 (PREDOMINANTES)	FALLA DIACLASA	POCA	CRESTAS ABRUPTAS Y ARROYUELOS PROFUNDOS	GRANITOS	GRANITOS
	Os		RARA	DEBIL		/	/	MEDIA	GENERALMENTE HUBO EXPLOTACION MADERERA	SEDIMENTOS CUATERNA - RIO	TERRAZAS Y DEPOSITOS ALUVIAL
	Ls		MEDIA	MEDIA		MUCHAS	FALLA DIACLASA	DENSA	CORDONES MODERADOS	COLADAS DE LAVA	F SIERRA NEVADA
	Ts		DENSA	MEDIA		MUCHAS	FALLA DIACLASA ESTRATIFICACION	DENSA	GENERALMENTE USADAS PARA PRADERA	ROCAS SEDIMEN - TARIAS	F PEDREGOSO
	Ks		MEDIA	FUERTE		MUCHAS	FALLA DIACLASA	DENSA	LIMITES NO SON CLAROS	COLADAS DE LAVA	F ABANICO
	Js		MEDIA	FUERTE		MUCHAS	FALLA DIACLASA ESTRATIFICACION	DENSA	CORDONES ESCARPADOS	ROCAS SEDIMEN - TARIAS	F PACUNTO
qs		MEDIA A REDUIAR	FUERTE		MUCHAS	FALLA DIACLASA	MEDIA A POCA	FUERTE RESISTIVIDAD MAL DESARROLLO DEL DRENAJE	GRANITOS	GRANITOS	
		AREA DE SIERRA NEVADA									

单元 Vn ; 本单元は火山地形を形成し, 放射状の水系, 強い抵抗度をもつことなどの特徴を有している。本单元は現世の火山噴出物と判読され, 地質調査結果の Volcán Callaqui 火山噴出岩類に対応する。

单元 Qn ; 本单元は主要河川に沿って発達している。本单元は段丘および沖積堆積物と判読される。

单元 grn ; 本单元はゴツゴツした肌合を示し, 地形的には羽毛状の水系, 非常に高い抵抗度をもつことなどの特徴を有している。本单元は花崗岩類と判読され, 地質調査結果の花崗閃緑岩類およびトータル岩類に対応する。

(2) Sierra Nevada 地域

单元 Js ; 本单元は地形的に筒状で中密度の水系, 高い抵抗度, 急峻な尾根をもつことなどの特徴を有している。本单元は砕屑岩類と判読され, 地質調査結果のジュラ系堆積岩類 (Pacunto 層) に対応する。

单元 Ks ; 本单元は地形的に垂平行状で高密度の水系, 中程度の抵抗度をもつことなどの特徴を有している。本单元は, 溶岩類と判読され, 地質調査結果の中部白亜系安山岩類 (Abanico 層) に対応する。

单元 Ts ; 本单元は地形的に樹枝状ないし垂平行状で高密度の水系, 中程度の抵抗度をもつことなどの特徴を有している。本单元は堆積岩類と判読され, 地質調査結果の古第三系堆積岩類 (Pedregoso 層) に対応する。

单元 Ls ; 本单元は地形的に垂平行状ないし樹枝状で中密度の水系, 中程度の抵抗度をもつことなどの特徴を有している。本单元は比較的新しい時代の溶岩類と判読され, 地質調査結果の新第三系火山岩類 (Sierra Nevada 層) に対応する。

单元 Qs ; 本单元は主要河川および湖沼の周辺部に発達している。本单元は段丘および沖積堆積物と判読される。

单元 grs ; 本单元は, 地形的に羽毛状であり密度の高くない水系, 高い抵抗度をもつことなどの特徴を有している。本单元は花崗岩類と判読され, 地質調査結果のトータル岩類および石英閃緑岩類に対応する。

3-3 地質構造

解析地域は両地区とも花崗岩類の分布が広く, また植生の被ふくが濃いため, 航空写真から層理, 流理構造を確認することは困難であった。

線状構造は両地区を通じて N-S ~ NNE-SSW 系が卓越しており, さらに Rio Qucuco 地域ではこれに直交する NW-SE ~ WNW-ESE 系も発達している。これらは新第三系~第四系の火山岩類 (Cola de Zorro 層および Sierra Nevada 層) および第四系の堆積物にも, 移動を与えている。これらの線状構造のうち, 主なもの, 例えば Río Queuco 地域において, Estero Pir-

quinco 沢, Laguna Cañicura 湖を通るもの, および Río Pangué 川, Río Otué 川を通るもの, また Sierra Nevada 地域において Río Lonquimay 川に沿う NNE - SSW 系の線状構造はそれぞれ, 地質調査の主要断層に一致した。

第 4 章 検 討

本解析によって作成した予察写真地質図は引続いて実施した両地域の地表地質調査に携行された。判読された地質单元区分およびその分布は大略地質調査結果と一致し、また、線状構造は地質調査による断層と良い一致を示した。鉍化変質帯に関しては両地区とも、地表部が濃い植生に被ふくされているため航空写真からは判読されなかった。

第II部 Río Queuco 地域地質調査
および地化学探査

Ⅱ - Ⅰ 総 説

第 1 章 緒 言

本地域には、アンデス造山運動に伴なって活動した上部白亜系～新第三系に属する花崗岩類が広く分布している。鉍化作用は隣接する北方地域を含め本花崗岩類および中部白亜系の安山岩類などにいくつか知られている。これらのうち調査地域北東部に位置する Curacareí 鉍化帯については、従来より幾度かチリ人によって坑道探鉍をふくむ調査・探鉍が実施されている。しかしこの鉍化帯をふくめ、従来の調査はいずれも局部的なものである。本調査地域は地形が急峻であること、また植生が密であることなどの理由から広域的な地質鉍床調査の遅れている地域である。

この様を見地から、本調査は、当地域の層序、火成活動および地質構造などを明らかにするとともに、地化学探査を併用して新鉍床の発見につとめ、さらに既知鉍化帯に関しては、その鉍化状況、地質構造的賦存位置などを明確にし、周辺部への発展性を検討す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

調査地域の中心は Concepción 市の南東、直距離 170 km、パンアメリカン国道沿いの最寄市 Los Angeles の南東 70 km に位置し、行政上は第 8 州 Bío-Bío 県 Santa Bárbara 地方に属している。なお、精査地の Mina Curacareí 地区は調査地域の北東部に位置する。

2-2 地 形

調査地域はアンデス山地に属し、標高 1,000 m ~ 2,000 m 程度の山系の連なる山岳地帯にある。このうち中央部から北部に連続する山系は Cordillera Tricauco 山脈と呼称され、花崗岩類よりなる。また、南東部から北東部に連続する山系は調査地域外南東に位置する Volcán Callaqui 火山を中心とした、新第三系~第四系の火山岩類よりなる。両山系はいずれも激しい侵食作用を受け急峻な山形を呈しているが、それぞれ異なる様相を呈している。

主な河川は、調査地域の南西端にそって北流する Río Bío-Bío とこれに流入する Río Queuco 川および Río Pangué 川などがある。主要河川の分布する標高は 500 m 程度であり、それらの河川に沿って河岸段丘が発達している。これらの河川はいずれも豊富な水量を有している。

調査地域の地形的高所には明瞭な氷食地形が残されており、また一部の河川 (Estero Azul Grande 沢など) 沿いにも氷食谷が認められるが、低い所ではその後の侵食によって、その形態は一般に不明瞭になっている。

2-3 気候および植生

調査地域は山岳性気候を呈し、著しい年間気温変化を示している。月平均気温は、夏期の 1 月で 19° ~ 20°、冬期の 7 月で 6° ~ 7° である。降水量は 4 月から 9 月にかけて多く、夏期には少ない。また山岳地域では冬期には数 m を越す積雪におおわれる。調査地域内における年間降水量の統計資料はないが、地域外北方 30 km の Laguna de la Laja 湖では 2,700 mm (冬期 2,500 mm 夏期 200 mm) であり、また Río Queuco 川と Río Bío-Bío 河の合流点から西方へ 35 km の Quilaco 地区では 1,640 mm である (Almeyda y Saez, 1958)。

調査地域は、一般に深いブナ、カンなどの森林によっておおわれており、また、沢沿い、湖沼の周辺では笹および灌木類が密集し、踏査を困難にしている。花崗岩類の分布する Cordillera Tricauco 山脈では 1,300 m ~ 1,400 m を樹林限界とし、これより高所では岩山状をなしている。

当地域に生息する動物は野うさぎ、きつねなどである。

2-4 交通

最寄の港から調査地域に到る道路としては、Concepción 舗装道路1時間30分 Los Angeles 未舗装道路30分 Sta. Bárbara 未舗装道路1時間 調査地が最も近く、Concepciónから調査地域南部のBío-Bío部落(Ralco)までは車道沿いに220 Km, 所要時間は約3時間である。

調査地域内の車道は、Río Bío-Bío河に沿って南西部に抜けるものがあり、さらにRío Pangue川の途中までもジープなどによって走行可能であるほか、現在Río Queuco川に沿って、調査地域北方に向い車道が建設されており、現時点では調査地域北東部のRío Otué川までジープにて到達することが出来る。このほか、時折これらの道路より山中に向い往時の林道が認められることがあるが、現在では土砂崩れなどによって寸断されており、車輛の走行は困難な場合が多い。これら以外の地域に到るには、すべて馬、ロバを利用せねばならず、たとえば北端部のEstero Azul Grande沢に到るには、車道終点より馬にて約4時間を要し、調査地域の大半が前進キャンプの設営を必要とする。

2-5 人口および産業

調査地域の集落は、南部のBío-Bío部落(人口500)のみでこのほかは、主要河川にそってマプチュ(Mapuche) と呼ばれる原住民が数軒ずつまとまって点々と生活しているにすぎない。

調査地域の産業は往時製材業が盛んであり、山中にしばしば林道跡が認められ、Bío-Bío部落にも製材所跡が残っている。しかし、現在これらは全く閉鎖され、本地域にはこれといった産業はなく、一部の人々が牛、羊などの放牧を行なっているほかは、大部分が政府による道路工事などの失業対策事業で生計をたてている。

このような状況であるので、調査地域では人夫・作業員の雇用はきわめて容易で、その質も比較的良い、また馬・ロバの調達も容易である。

第 3 章 調査方法

本地域に対しては、縮尺1：50,000の地質および地化学概査と、1地区の精査を実施した。地質概査は、陸軍省地理院発行の1：50,000図幅を踏査図および成果図に利用した。また航空写真解析図を岩層分布の精度向上、地質構造解析などに利用した。地化学概査においては、河床堆積物を対象にし、主要河川の場合は1～2 km 間隔にまた分岐沢もその合流点より上流で、また鉍化変質帯の発達している付近はより密に試料採取した。

地質精査においては、航空写真（陸軍省発行）を利用し縮尺1：10,000 地形図を作成して、踏査および成果図に用いた。またCuracarel 鉍化帯については1：500 の縮尺で坑内スケッチを実施した。地化学精査においてはCuracarel 鉍化帯の旧坑を中心とする4 km² に対して250 m 間隔の測線を切りグリッドサンプリング法により土壌試料を採取した。

Ⅱ - Ⅱ 地質および地化学概査

第 1 章 地 質

1-1 概 要

調査地域の地質は中部白亜系の火山岩類 (Abanico 層, Aguirre 1960), 古第三系始新統の堆積岩類 [始新統堆積岩類 (Estratos de Otué) 仮称], 新第三系中新統~第四系更新統の火山岩類 (Cola de Zorro 層, González y Vergara, 1962), 現世の火山噴出岩類 (Volcán Callaqui 火山噴出岩類, 仮称) および第四系の堆積物と各種の貫入岩類よりなる。

地質構造は N-S~NNW-SSE 系および NW-SE~WNW-ESE 系の断層が発達している。

1-2 層序および岩質

1-2-1 Abanico 層

標式地; 第 5 州 Aconcagua 県 Los Andes 地方 Río Blanco 川 (Aguirre, 1960, 調査地域外北方)

層厚; 800 m + (調査地域外北方約 300 km の Curico 地区では 2,700 m に達している。)

分布; 本層は花崗岩類上にルーフペンダント状をなして, あるいは花崗岩類に貫かれ次の様な地域に分布している。

- 1) 調査地域の北東部 [Cañicu 地区 Río Otué 川 Estero Pirquinco 沢にかけての地域 (N-S 方向に伸長し, E-W 方向では Río Otué 川周辺地域で 3 km にわたって分布している。)]
- 2) 調査地域の北西部 [Río Bío - Bío 河北岸から調査地域外西方にかけての地域 (NNW-SSE 方向に伸長し, 一般に 1.5 km ないし 2 km の分布幅を示す。)]
- 3) 調査地域の南部 (Río Bío - Bío 河および Río Pangué などの主要河川に沿って地窓状に点々と露出している)
- 4) 調査地域の中央部および北部 (花崗岩類中に補獲岩あるいはルーフペンダント状をなして点々と小分布を示している。)

岩質および構成; 本層は主に, 灰色~緑灰色~暗緑色の変質安山岩溶岩よりなり, 安山岩質凝灰岩および凝灰角礫岩を伴う。本層の一部は石英安山岩質である。

本層の安山岩類は強い破碎作用と変質作用を受けているのが特徴である。無数の割目や節理が発達している。また, 原岩の鉱物組成は著しく変化している。しかし, 原岩の組織は保存されている場合が多く, 通常, 肉眼的に, 主に斜長石斑晶よりなる斑状組織が観察される。珪化作用, 炭酸塩化作用, 緑れん石化作用などの変質を強く受けた部分, あるいは凝灰質の部分では, アファニティックを見掛けを呈する場合もある。

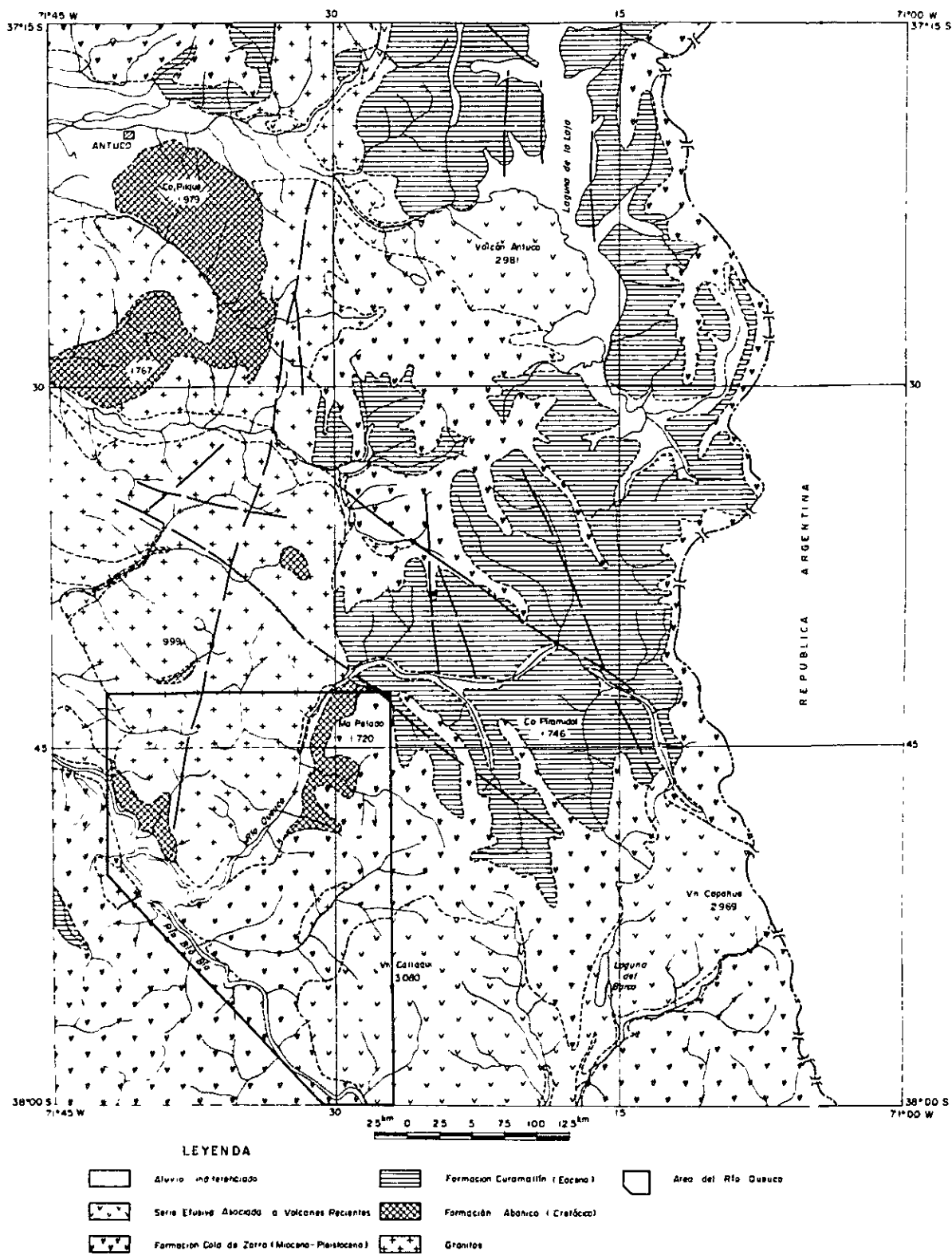


Fig. II-1 MAPA GEOLOGICO REGIONAL COMPARADO CON SERRAND (1975)

Tab. II-1 COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DEL AREA RIO QUEUICO

Era	Periodo	Epoca	Formación	Columna Geológica Modificada	Nombre Litológico	Esesor	Mineralización y Alteración	Edad Radiométrica Método K - Ar
Cenozoico	Cuaternario	Mioceno Plioceno	Aluvia Coluvio Desfilizo de Terrace		Arenas Gravas Limo Gravas Arena Gravas Lavas Andesíticas y/o Basálticas Tabas Andesíticas Brechas Andesíticas Andesíticos y/o Basálticos	100 ± m		Batolito de Tonalita 12,03 ± 0,36 m.a
			Formación Cola de Zorro		Tabas Andesíticas Limolitas Dique Andesítico	800 ± m		
Mesozoico	Cretácico	Eoceno	Estratos de Obuá		Lavas Andesíticas Dique Andesítico Tabas Andesíticas Brechas Andesíticas Granodioritas Dique Andesítico	200 ± m		Stock de Diarita 55,34 ± 1,88 m.a Stock de Diarita de Hornblendo 64,90 ± 3,07 m.a Batolito de Granodiorita 76,50 ± 1,83 m.a
			Formación Abanico		Lavas Andesíticas Dique Andesítico	800 + m		

(Los Stocks descritos arriba se encuentran en las partes marginales de los granodioritas)

顕微鏡観察によれば、本岩類は、通常、斜長石の斑晶を有しており、まれに石英の斑晶を認めることもある。苦鉄鉱物はほぼ完全に緑泥岩、緑れん石、炭酸塩鉱物などに交代されているが、まれに非変質の角閃石および輝石の斑晶を認める場合がある。石基は、インターサータルおよびトラキティックないしマイクログラノフリック組織を有する。主要構成鉱物は、斜長石と完全に変質した苦鉄鉱物であるが、石英安山岩質な部分では、斜長石に石英を伴う。なお、凝灰質岩は、通常、斜長石斑晶のほか、火山礫の破片を伴っており、石英安山岩質のものが卓越するようである。

変質作用；本層にみられる変質作用は前記した如く珪化、緑泥石化、緑れん石化、炭酸塩化、粘土化などが普遍的であるが、ほかに、絹雲母化、黒雲母化、カリ長石化、アクチノ閃石化などの変質・変成が認められる。

a) 珪化作用は、特に、花崗閃緑岩体の周辺、断層破砕帯近辺、鉱化変質帯などで著しい。鏡下での観察によれば、強い珪化岩は、通常、大量の2次石英が再結晶し、緑れん石を伴っており、また2次黒雲母を生ずる場合もあり、原岩の組織は著しく破壊されている。

b) 緑泥石化は最も普遍的にみられ、本岩中の苦鉄鉱物はほとんどすべて、緑泥石または緑れん石、炭酸塩鉱物などに交代されている。

c) 緑れん石も普通にみられ、通常、肉眼的に、パッチ状あるいは脈状を呈している。特に、花崗閃緑岩周辺や上位の新时期玄武岩類の直下で著しい。緑れん石化は珪化作用と密接な関係がある。

d) 炭酸塩化も一般的に認められ、強い炭酸塩化作用は、原岩の斑状組織をアフアニティックな組織に変えている。炭酸塩化作用は、NNE-SSW系断層-断層破砕帯あるいはこの系統の割目に密接な関連があり、通常、脈状あるいは鉱染状を呈している。また、鉱化変質帯の生成とも関係がある。

e) 鏡下の観察によれば、本岩中の長石類は、通常、微細な絹雲母、炭酸塩鉱物、石英、カオリンなどの粘土鉱物などに交代されている。

f) まれに、2次黒雲母の微細結晶や、カリ長石の斑晶を認めることがある。また、アクチノ閃石の集合結晶も認められ、これは晶洞を満たす場合と苦鉄鉱物を交代する場合とがある。

構造および層位関係；本層は一般に花崗岩類上にルーフペンダント状をなして乗っているが、その分布が北東部、西部および南部などに離れているため、各々の地域で異った特徴を有している。ここでは前項に一部重複するが、岩質的な特徴を含め各地域ごとに記載する。

1) 調査地域の北東部；Río Otué川以北のRío Queuco川に面した地域では、本層はWNW-ESE系の断層に切られ、その分布は、地形高度を異にしている。一般に流理構造の認められる安山岩質溶岩よりなるが、地形的な高所では同質凝灰角礫岩に漸移している。Río Otué川の上流および以南では本層と花崗岩類との境界は比較的急傾斜をなし、また花崗岩質小岩株に高い頻度で貫かれている。岩質は安山岩質溶岩を主体とするが、幾層かの同質凝灰角礫岩およ

び細粒凝灰岩を挟んでいる。これらの境界面および溶岩の流理構造の示す傾斜は $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ で、ゆるい小規模な褶曲を繰り返している。

2) 調査地域の北西部；岩相は西部では安山岩質火山礫凝灰岩を主体とし、細粒凝灰岩を挟在している。細粒凝灰岩は車道が Estero Los Castellanos 沢と交叉する付近および同沢上流の標高 1,200 m 付近に分布しているが、露出が悪く、また多くの小断層で切られているためその厚さは不明である。一方東部では、本層は安山岩質溶岩よりなり、西部の火砕岩類とはその分布状況より指交関係をなしているものと推定される。細粒凝灰岩などの層理面および溶岩流理構造の傾斜は一般に $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ である。また本層の北端および東端は断層によって花崗岩類と接している。Estero Los Castellanos 沢上流で確認される同断層面は $N20^{\circ}W, 55^{\circ}W$ を示している。

3) 調査地域の南部；当地域の本層は、一般に強い珪化作用を蒙っているが一部に斑状組織が残されており、原岩は安山岩質溶岩よりなる。本層は新期火山岩類(Cola de Zorro層および Volcán Callaqui 火山噴出岩類)に広くおおわれており、主要河川沿いに点々と地窓状をなして小分布するにすぎない。他地域との層位的対比は不明である。

4) 調査地域の中央部および北部；当地域に分布する本層は、花崗岩類上にルーフペンダント状に乗るもの、および花崗岩類の捕獲岩として観察される。前者は Río Queuco 川西岸沿いにみられる。本地域は一般に崖錐などによる被ふくが大きく、露出は悪いが、限られた露頭および転石より判断すれば安山岩質溶岩を主体としている。しかし Estero Veta de Cobre 沢などでは、火山礫凝灰岩の転石も認められる。流理構造は Río Queuco 川西岸地域では一般に水平に近いが、Estero Azul Grande 沢では 30° 程度で東に傾斜している場合が多い。

対比；本層名は Aguirre (1960) によって首都サンチャゴに近い Abanico 丘に分布する火山岩類および陸成堆積岩類に対して命名された。さらに González および Vergara (1962) は、調査地域外北方に広く分布する同質岩に対して同層の連続を確認している。本層は調査地域外北方で、下部白亜系の Plan de los Yeuques 層の上に整合的に累重しており、また中～上部白亜系の花崗岩類に貫かれているので、形成時代は白亜紀中期と推定される。

1-2-2 始新統堆積岩類 (Estratos de Otué)

層厚；200 m +

分布；本岩類は調査地域北東部の Río Otué 川沿いに、2 km × 1.5 km 程度の小範囲に分布している。

岩質および構成；本岩類は安山岩質火砕岩類を主体とし、泥岩を伴う。

安山岩質火砕岩類は、粗粒凝灰岩、細粒凝灰岩および火山礫凝灰岩よりなる。いずれも暗緑色を呈し、安山岩岩片、斜長石および石英が認められ、基質には絹雲母、緑泥石などが認められる。粗粒凝灰岩には、時に溶結組織が認められる。一般に上位で火山礫凝灰岩が卓越している。

泥岩は、高い固結度、明瞭な層理を有し、鏡下では石英、方解石の細脈が数多く観察される。

さらに、時に珪化作用を蒙り白色化している。本岩は、当地域での下位層準に凝灰岩に挟まれて一枚認められるが、層厚は10 m を越えない。

構造および層位関係；本岩類は一般に10°以下のゆるい傾斜を示し、Río Otué 川に沿ったE-W方向の軸をもつ背斜構造が認められる。本岩類は後述のCola de Zorro 層に不整合におおわれている。下位層との関係は調査地域内では確認されないが、周辺地域の状況からAbanico 層を不整合におおっているものと推定される。

対比；当地方の古第三紀層は、調査地域外北方のChillán市付近から調査地域外東方を通り、Lonquimay地区に到る南北方向の細長い地帯に点々と分布していることが知られている。これらは、いずれも砂岩、泥岩および火砕岩類よりなり、多くは陸成の堆積環境を示している。このうちLonquimay地区に分布する古第三紀層からBurckhardt(1900)は始新世を示す化石を発見しており、また調査地域東方に分布するMalla-Malla 層(González y Vergara, 1962)およびCuramallín 層(Serrano 1975)からLonquimay 地区と同時代の化石が発見されている。本岩類は、層位関係と岩相の類似性から、Malla-Malla 層に対比されるものと解される。従ってその形成時代は始新世に当る。

1-2-3 Cola de Zorro層

標式地；Cola de Zorro沢(第8州Ñuble 県San Fabián de Alico 地方Cola de Zorro 山、調査地域外北方)

層厚；800 m ±

分布；本層はRío Queuco 川東部の地形的高所に広く分布するほか、Río Bío-Bío 河の南方にも分布している。

岩質および構成；本層は安山岩質～玄武岩質溶岩を主とし、結晶質凝灰岩、集塊岩、火山性砂岩を伴う。

溶岩類は灰白、黒色ないし赤褐色で、一般に明瞭な流理構造を有し、しばしば流状組織が認められる。鏡下では、玄武岩質岩はかんらん石および輝石の斑晶を有し、石基は斜長石、輝石、かんらん石などよりなり、インターサータル組織を有する。かんらん石および輝石の一部は緑泥石化または蛇紋石化している。安山岩質岩は通常、アファニティックで石基は短冊状の斜長石を主としており、トラキティックな組織を有している。

結晶質凝灰岩は斜長石の自形結晶、石英粒および安山岩岩片を有し、基質は隠微晶質であるが、大部分は絹雲母および粘土化している。

集塊岩は最大30 cm 程度の安山岩の垂円隙と火山性砂の基質よりなる。基質には緑泥石が認められる。

構造および層位関係；本層は現在の地形に調和的に分布している。観察される流理構造はほぼ水平で、本層形成後の褶曲変動をほとんど受けていない。本層はAbanico 層および花崗岩類、さらに一部地域では始新世堆積岩類を不整合におおっている。

対比；本層名は南緯 35°～38° にわたる地域に分布する安山岩質の火山岩類に対して González および Vergara (1962) によって命名された。調査地域外北方で実施された 6 サンプルの絶対年代測定結果では、15.4my～3.6my を示した。本層の形成時期は他の地層との関係、岩相および絶対年代測定結果より新第三紀中新世以降第四紀更新世にわたると推定される。

1-2-4 Volcán Callaqui 火山噴出岩類

調査地域の南東部は、Volcán Callaqui 火山の西側に位置し、同火山噴出岩類が広くおおっている。

本岩類は安山岩質岩を主体とし、時に集塊岩、火山灰を伴う。溶岩は暗灰色ないし黒色で多くの場合塊状をなすがしばしば繩状構造が観察され、多孔質である。鏡下では、石基はインターグラニューラーないしハイアロピリティック組織を有し、斜長石、輝石および不透明鉱物が認められる。斑晶も斜長石（アンデシン）および輝石よりなり、きわめて新鮮である。

1-2-5 第四紀堆積物

調査地域には、Río Bío-Bío 河および Río Queuco 川沿いの地域を中心に、段丘堆積物、崖錐堆積物および沖積堆積物が発達している。さらに、中央部の Río Queuco 川東岸では、比較的標高の高い所に湖成堆積物が "Erosion Remnant" として分布している。

湖成堆積物は赤色礫を基底にもち、シルトなどを主体としている、古地形の凹部をうめて堆積しており厚さは 80m 程度である。

段丘堆積物は、分級度の悪い巨礫、砂などよりなるが、一部（特に西部の Río Bío-Bío 河沿い）では分級度の良い、またクロスラミナを伴う砂層が観察される。形成時期の差から数レベルにわたっており、例えば南西部の Río Bío-Bío 河沿いでは航空写真から 5 レベルが確認される。

崖錐堆積物は、花崗岩類分布地域を中心として各山腹面に分布しており、特に花崗岩類分布地域では地形の急峻になる標高 750 m～800 m まで、本堆積物でおおわれている。なお地質図では、平坦に近い地域を除いてはその分布を省略した。

沖積堆積物は、Río Bío-Bío 河および Río Queuco 川にそって分布しているが、その他の河川では一般に発達していない。

1-3 貫入岩類

調査地域に分布する貫入岩類は調査地域北部を中心に面積約 150 km² にわたり広く分布する花崗岩類バンリスと花崗岩類および Abanico 層を貫いて地域全体に亘り広く分布する玄武岩質～石英安山岩質の岩株、岩脈および岩床がある。

花崗岩類は、調査地域北方に Cordillera Tricauco 山地を形成して、約 50 km 以上にわたって連続するバンリスの一部に相当する。今回の調査によって本バンリスは上部白亜系～古第三系の花崗閃緑岩を主体とする岩体と、中新統のトータル岩よりなる岩体に大別された。

岩脈および岩床は、角閃石閃緑岩、閃緑斑岩、花崗閃緑斑岩、トータル斑岩、安山岩岩脈およ

石英安山岩岩脈などがある。

1-3-1 パソリス

(1) 花崗閃緑岩類

本岩類は Cordillera Tricauco 山稜以東と Río Queuco 川にはさまれた地域に広く分布し、さらに Río Queuco 川以東に連続しているが、調査地域北東端部を通る NNE-SSW 系の断層に切られ、本断層の東には分布していない。これらの地域のほか、調査地域北西端の Cordillera Siete Picos 山系にも分布している。さらに調査地域南部の Río Bío-Bío 河にそって地窓状に露出する花崗岩類も本岩類と同一の岩質を示す。

本岩類は中粒完晶質花崗閃緑岩よりなるが、Río Queuco 川以東などのパソリスの周縁部になるとトータル岩質岩および閃緑岩質岩に岩相変化し、局部的にはアルカリ長石を多く伴うモンゾ閃緑岩～モンゾ花崗岩（北部の Estero Azul Grande 沢から Estero Blanco Grande 沢にかけて、および Cañicu 地区など）、および有色鉱物のほとんど見られない優白質花崗閃緑岩（Estero Azul Grande 沢西側支流の上流）などもみられる。とくに Estero Azul Grande 沢上流では、斑岩状（後述）を示すこともあり、はげしい岩相変化がみられる。

代表的な試料の鏡下観察では、主要構成鉱物として、石英（20～25%）、アルカリ長石（正長石、マイクロクリン）（10～45%）、斜長石（オリゴクレス）（35～45%）、角閃石（5～15%）、黒雲母（5%）などを有し、磁鉄鉱、アバタイトなどを随伴している。また一般に次の様な特徴を有している。

- 1) 角閃石は大半が緑泥石、緑れん石化している。
- 2) アルカリ長石（正長石およびマイクロクリン）にパーサイト構造が観察される。
- 3) カタクラスティックな組織を有する場合が多い。
- 4) 石英は波動消光を示す。
- 5) ミルメカイトが観察される。
- 6) 斜長石の周辺部および壁開に沿って絹雲母が晶出している。

本岩類は、Abanico 層をルーフペンダント状に乗せ、また東部の Río Otúe 川付近では、岩株として比較的高角度で Abanico 層を貫いている。また、後述する安山岩質岩脈に貫かれている。

本岩類の代表的試料は 76.50 ± 1.83 my の固結年代を示し、また調査地域北東部の Curacarel 鉱化帯付近で採取した閃緑岩は 55.34 ± 1.88 my を示した。このことから、本岩類の形成時期は白亜紀後期であり、その活動は古第三紀に継続したと推定される。

(2) トータル岩類

本岩は一般に、前述した花崗閃緑岩類分布地域の南西、すなわち Cordillera Tricauco 山稜以西に広く分布している。

本岩類は黒褐色の新鮮な黒雲母が顕著にみられ、細～中粒完晶質トータル岩よりなる。全体に岩相変化が少ないが、北部の Estero Pirquinco 沢の東支流から Estero Guacaco 沢にかけ

ての限られた地域では閃緑岩質岩，あるいは，有色鉱物の見られない優白質トータル岩および時に斑岩状（後述）などの岩相変化を示している。代表的な試料の鏡下観察では，主要構成鉱物として，石英（25%±），斜長石（40～45%），黒雲母（15～20%），角閃石（10%±）などを有し，磁鉄鉱，ジルコン，アパタイトなどを随伴している。またこれらの構成鉱物は一般に次の様な特徴を有している。

- 1) 黒雲母はほとんど変質をうけていない。
- 2) 角閃石はわずかに，緑泥石化している。
- 3) 斜長石の多くは累帯構造を示し，やや緑泥石化，絹雲母化している。
- 4) 石英は波動消光を示す。

本岩類はN-S～NNE-SSWおよびNW-SE～WNW-ESE系の断層で，前述した花崗閃緑岩類と接している。また中央西部ではAbanico層をルーフペンダント状に乗せこれに強い珪化作用を与えている。

本岩類の代表的な試料は 12.03 ± 0.36 myの固結年代を示し，本岩類の形成時代は新第三紀中新世と推定される。

1-3-2 岩株，岩脈および岩床

(1) 角閃石閃緑岩

本岩は調査地域中央部Río Queuco川の東側に800m×700m程度の岩株として分布し，緑泥石化した角閃石および斜長石の巨晶の認められる完晶質岩である。鏡下では斜長石（アンデッソ）（55%）および角閃石（45%）よりなり，大半が絹雲母，緑れん石および緑泥石化している。そのほかに緑泥石，緑れん石および方解石によって構成される細脈が観察される。本岩は前述した花崗閃緑岩体に貫入しているが，絶対年代測定結果では 64.9 ± 3.07 myの固結年代を示し，花崗閃緑岩類と一連の火成活動によって形成されたものと推定される。

(2) 安山岩質岩脈

本岩脈の分布は，花崗閃緑岩類およびAbanico層の分布地域に一致し，これらを買いて広く分布している。岩脈の巾は30cm～1m程度のものを主体とし，各岩脈の間隔は多い所で3～5m程度である。

岩質は，一般に青緑色～暗緑色を呈する変質安山岩よりなるが，時に細粒閃緑岩質あるいは玄武岩質な岩相もみられる。鏡下では，石基として，斜長石，緑泥石，不透明鉱物および少量の石英よりなり，斑晶は斜長石，輝石および角閃石（仮像のみ）よりなる。これらの構成鉱物は一般に以下のような特徴を示す。

- 1) 石基はトラキティックないしインターグラニューラー組織を有する。
- 2) 斑晶の輝石・角閃石はほとんど緑泥石，緑れん石化し，その仮像が認められるのみである。
- 3) 斜長石のかなりの部分が絹雲母化および粘土化している。

貫入方向は地域ごとにそれらの地域に卓越する断層の方向に一致する傾向がある。

本岩脈は上部白亜系～古第三系の花崗閃緑岩類に平行・密集して貫入しているが、新第三系中新統のトーナル岩類中には全く認められない。このことから、本岩脈の貫入時期は古第三紀と推定される。

(3) その他の岩脈および岩床

調査地域には、上記の他に花崗閃緑斑岩、閃緑斑岩、トーナル斑岩および石英安山岩などの小貫入岩体が認められる。これらの活動時期は、それぞれの分布、岩質および貫入関係から、花崗閃緑斑岩は花崗閃緑岩類の、その他はトーナル岩類の形成時期に貫入したものと推定される。

1-4 地質構造

調査地域の地質構造は、大略N-S方向を示している。断層はこの構造に調和して顕著に発達するN-S～NNE-SSW系と、これにほぼ直交するNW-SE～WNW-ESE系がある。花崗岩類および白亜紀中部のAbanico層はこれら2系統の断層によってブロック状に切断されている。N-S～NNE-SSW系の断層は一般に東側が沈下する傾向がみられ、両系統ともに第四系堆積物(Río Bío-Bío河およびRío Queuco川沿いに分布する段丘堆積物など)にも転移を与えており、これらの断層活動は、現世に至るまで継続しているものと推定される。

主なものとしては、次の2つのN-S～NNE-SSW系断層がある。その1つは調査地域西部のRío Bío-Bío河から北西部のLaguna Cañicura湖を通る断層である。この断層は調査地域外北方に数10kmにわたって連続し(Fig. II-1)、当地域の地形形成に明瞭な影響を与えており、LANDSAT映像および航空写真からも容易に識別できる。この断層の位置は、上部白亜系～古第三系の花崗閃緑岩類および新第三系中新統のトーナル岩類より構成されるパンリスの中央にあって、その方向はトーナル岩類の貫入方向に一致している。Laguna Cañicura湖付近ではこの断層に沿って100mを越す破碎帯が認められる。

他の一つは、調査地域北東端のRío Otué川、Curacarel旧坑群の東部を通り、Río Pangué川に連続する断層である。この断層は数100mにおよぶ破碎帯を伴う垂直断層でOtué地区ではこの断層を境に、西側の花崗閃緑岩類およびAbanico層と東側の始新統堆積岩類およびCola de Zorro層とが接している。Otué地区では本断層のCola de Zorro層に与えた垂直落差は約300mである。しかし、この断層の東側でAbanico層を不整合におおって分布し層厚200m以上の始新統堆積岩類が、断層の西側で全く認められず、Cola de Zorro層がAbanico層および花崗閃緑岩類を直接不整合におおっている事実から、この断層は、Cola de Zorro層形成時以前にも活動し、そののち相対的に上昇した断層の西側では始新統堆積岩類が侵食されたものと考えられ、本断層が先第三系に与えている垂直落差は500m以上におよぶものと推定される。

調査地域には花崗岩類が広く分布しており、顕著な褶曲構造は認められない。

1-5 考 察

以上の調査結果をもとに、本地域の地史を要約すると次のようにまとめられる。

- 1) 白亜紀中期；アンデス造山運動の先駆として活発な安山岩類の活動があり， Abanico 層が形成された。
- 2) 白亜紀後期；造山期を迎え， N - S 方向の構造に規制されて花崗閃緑岩類が広範囲に進入した。
- 3) 古第三紀；花崗閃緑岩類の活動が継続し，地塊の隆起と侵食が激化して，アンデス造山運動の最盛期を迎えた。この造山運動の結果，内陸性環境になり，盆地には泥岩および凝灰岩類が堆積した。さらに，花崗閃緑岩類および Abanico 層の弱線部に沿って安山岩岩脈が貫入した。
- 4) 新第三紀；新たな造山期を迎え，トータル岩類が進入した。さらに，玄武岩類の火山活動が活発化し， Cola de Zorro 層が形成された。
- 5) 第四紀；激しい侵食にさらされる一方，安山岩質～玄武岩質火山活動が継続している。

第2章 応用地質

2-1 概要

調査地域には、稼行されている鉱床はないが、白亜紀後期～古第三紀にかけて進入した花崗閃緑岩類に関連して形成されたと推定される数多くの鉱化変質帯が認められる。これらの鉱化変質帯のうち、主なものとしては“Curacarel 鉱化帯”および“Otué 鉱化帯”がある。これら2つの鉱化帯は、調査地域北東部 Río Otué 川流域の前者は南に、後者は北に約4Kmの直距離をもって位置している。

“Curacarel 鉱化帯”は、従来より坑道探鉱をふくめ幾度か調査、探鉱が行なわれており、現在10数箇所旧坑やピット跡が残っている。鉱床の形態は中部白亜系の Abanico 層の微細な割目を充填した“micro fracture filling”を主とし、初生鉱石鉱物はほとんど斑銅鉱よりなる。本鉱化帯を中心とする地区には、本年次地質精査が実施された。

“Otué 鉱化帯”は、今回の地質調査によって発見された鉱化帯である。“Curacarel 鉱化帯”から至近の距離に位置しながら、従来全く知られておらず、したがって調査・探鉱も行なわれていない。鉱床の形態は花崗閃緑岩を母岩とする鉱染銅鉱床で、鉱石鉱物は黄銅鉱、輝水鉛鉱、黄鉄鉱および酸化銅鉱よりなる。鉱化変質帯は露頭では1,500mにわたって追跡される。

このほかの鉱化変質帯は、調査地域西部を中心として、広く点在しているが、いずれも規模および鉱化の強さからみて、経済的価値を伴うものではないと判断される。

2-2 鉱化変質作用

(1) Curacarel 鉱化帯

「Ⅱ-Ⅲ Mina Curacarel 地区地質および地化学精査」を参照されたい。

(2) Otué 鉱化帯

本鉱化帯は、Curacarel 鉱床の北東約4Km、Río Otué 川の枝沢の上流に位置する(Fig. II-2)。Curacarel 鉱床より Río Otué 川迄、約2Kmの間は馬道が通じている。

本鉱化帯は、花崗閃緑岩岩株中に発達した鉱染銅鉱床である。本鉱床は今回の調査で始めて発見された新鉱床であり、未だ調査不十分で、鉱床の全容を把握するに到らないが、沢筋に沿って南北方向に1,500mにわたって、3箇所3種類の鉱化帯露頭がある。それぞれの露頭の規模は50m～100mに達する。

上部露頭は、強い珪化変質帯で、多量の黄鉄鉱を鉱染する。鏡下では、モザイク石英と絹雲母の集合組織が発達し、原岩の組織は残されていない。また、黄鉄鉱粒の間をうめて、黄銅鉱が生じている。

中部露頭は、黄銅鉱と黄鉄鉱に輝水鉛鉱を伴う強い鉱化変質帯で、2次黒雲母を生じている。

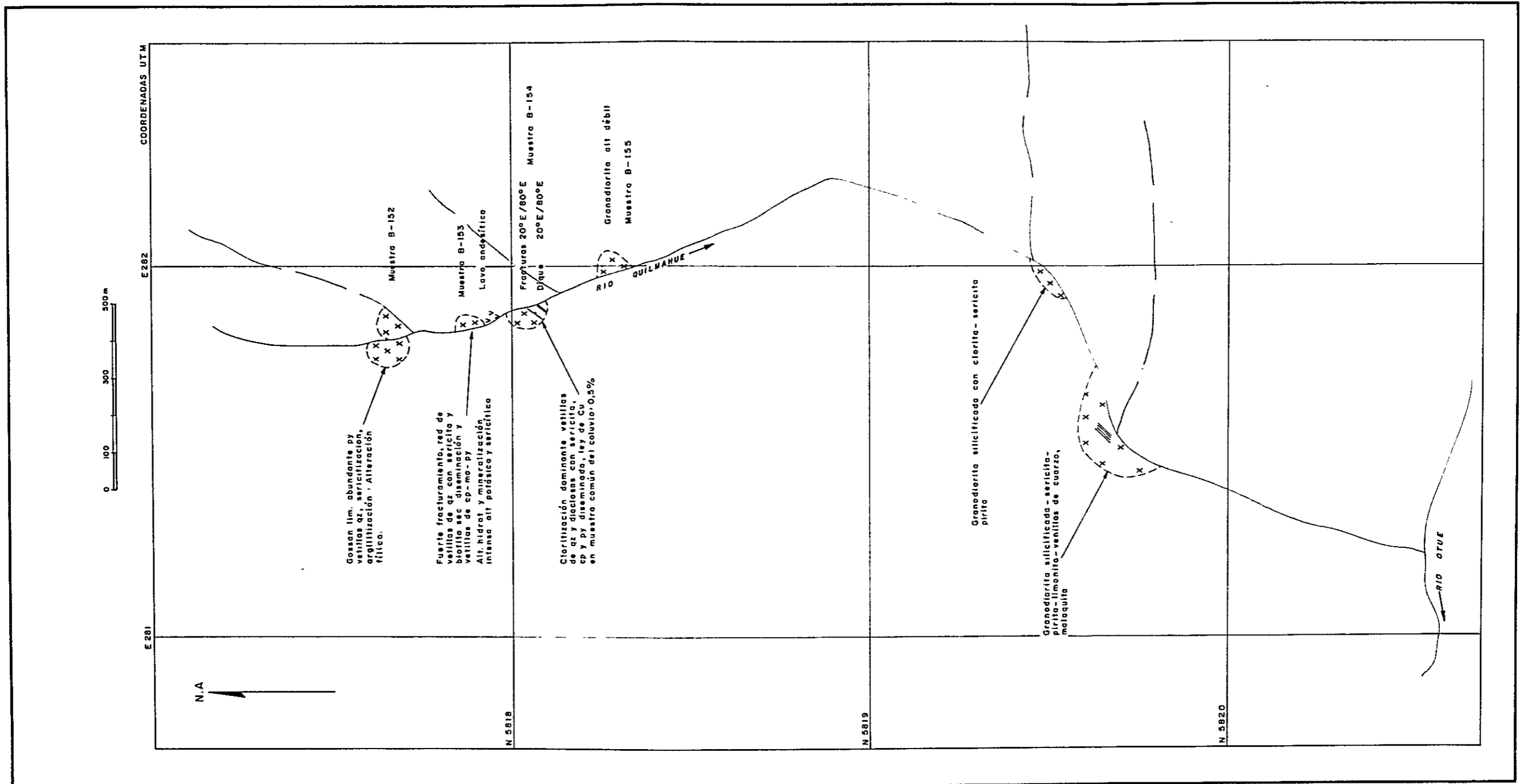


Fig. II- 2 CROQUIS GEOLOGICO DEL PROSPECT OTUE

また、強い破碎作用を受け、高密度の石英ネットワークが発達している。鏡下では、2次黒雲母は炭酸塩鉱物および緑泥石に変わっており、白雲母および絹雲母と共生し、珪化作用も受けている。原岩の組織はかなり変化しているが、原岩は花崗閃緑岩である。多量の黄銅鉱が認められ、黄鉄鉱と共生する。また微量の磁鉄鉱とチタン石も認められる。

下部露頭は緑泥石化を主とする弱変質帯であるが、石英脈を伴っており、石英脈中あるいは緑泥石化した黄鉄鉱物中に黄銅鉱と黄鉄鉱を鉱染する。鏡下では、黄鉄鉱物はほぼ完全に緑泥石および白雲母に変わっており、斜長石中には絹雲母が虫喰状に生じている。

上述したように、本鉱化帯は強い鉱化作用と顕著な変質作用を伴っている。これら3タイプの露頭が、本鉱化帯中のどのような位置を占めているのかは、未だ明らかでない。

(3) その他の鉱化変質帯

I) Estero Blanco Grande 沢 (南緯 37°44', 西経 71°33'30')

南北約 1km, 東西約 300m の範囲にわたり、花崗閃緑岩類およびこれを貫く安山岩岩脈が珪化変質をうけており、露頭の一部に褐鉄鉱ヤケが認められる。

II) Cañicu 地区 (南緯 37°44'30', 西経 71°30') および (南緯 37°45'30', 西経 71°30')
本地区には 2 個所に鉱化帯がみられ、前者は花崗閃緑岩中の酸化銅鉱細脈で、巾は 1mm~2mm 程度のものが 1 条認められ、延長も 1m を越えない。

後者は珪化した Abanico 層中の節理に沿った酸化銅鉱の細脈で、巾 1cm~2cm 程度のものが 2 条認められる。深度約 5m の旧坑があるが、坑内では 2 条とも坑口近くでピンチアウトしている。

III) Estero Veta de Cobre 沢 (南緯 37°48', 西経 71°33')

その名 (Veta de Cobre とは "銅の鉱脈" の意) の示す様に、原住民の口伝えによれば、往時本沢上流で小規模な採掘が行なわれていたとのことであるが、現在ではその位置は不明であり、また跡も認められない。沢の上流に分布する花崗閃緑岩類は、かなり強い変質をうけているが、鉱石鉱物としては、若干の黄鉄鉱が認められるのみである。

IV) Estero Azul Grande 沢 (南緯 31°43'30', 西経 71°34')

花崗閃緑岩中に捕獲岩状に残っている安山岩類 (Abanico 層) の珪化変質帯で、規模は約 300m×1km である。広く褐鉄鉱ヤケしており赤褐色を呈している。

V) Río Bfo-Bfo 河沿い (南緯 37°47'30", 西緯 71°40'30")

この付近に分布する Abanico 層の安山岩類および同質火砕岩類は一般に広く珪化作用を蒙っている。しかし鉱化は弱く、若干の黄鉄鉱およびまれに黄銅鉱の鉱染が認められるのみである。

VI) Veta Santa Rita (南緯 37°48'02", 西経 71°30'01")

Estero Copiuco 沢沿いの標高 1,165m に位置し、巾 50cm 以下で N80°W, 65°S 方向の鉱脈が 30m にわたって追跡される。この鉱脈は花崗閃緑岩類を母岩とするが、鉱脈と母岩との境界は明りょうでない。付近の母岩には、黄鉄鉱の散点がみられ、また緑泥石化作用を受けてい

る。この鉍脈の鉍石鉍物は、斑銅鉍，黄銅鉍，黄鉄鉍および酸化銅鉍よりなる。銅品位は肉眼で2%程度と判定されるが，その規模および母岩の変質状況から有望鉍床に発展する可能性は少ない。

VII) Veta Gatica (南緯 38° 49' 20", 西経 71° 33' 10")

Estero Minquimillio 沢右山腹の標高 835 m に位置する。鉍化帯は，N70°E，90°および N80°E，75°N 系を示す2つの断層の交叉部に発達する断層角礫帯にあって，その規模は露頭で約 2.5 m² である。鉍石鉍物は，黄銅鉍，黄鉄鉍および少量の輝水鉛鉍の散点よりなり，角礫帯に沿って酸化銅鉍および褐鉄鉍の弱いしみ出しが認められる。脈石鉍物は石英である。母岩の花崗閃緑岩類にも若干の変質ハローが認められ，鉍化帯の周辺約 3 m にわたって斜長石の絹雲母化および苦鉄鉍物の緑泥石化が観察される。

代表的な試料の分析結果は次の通りである。

Muestra	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Fe (%)	Mo (ppm)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppb)
F-19	1,45	0,15	0,01	0,34	4,63	7	20	110	200

VIII) Veta Puente Angosto (南緯 37° 53' 50", 西経 71° 32' 00")

本鉍化帯は Rio Pangué 川右岸の車道沿いに位置する。鉍化露頭は車道沿いの小さなカッティングに見られる。鉍化作用は Abanico 層安山岩類の中に発達した N40°W，90°方向，巾 3 m の断層角礫帯の中に認められる。強い黄鉄鉍鉍染を伴う珪化・粘土化変質帯である。代表的な試料の分析結果は次の通りである。

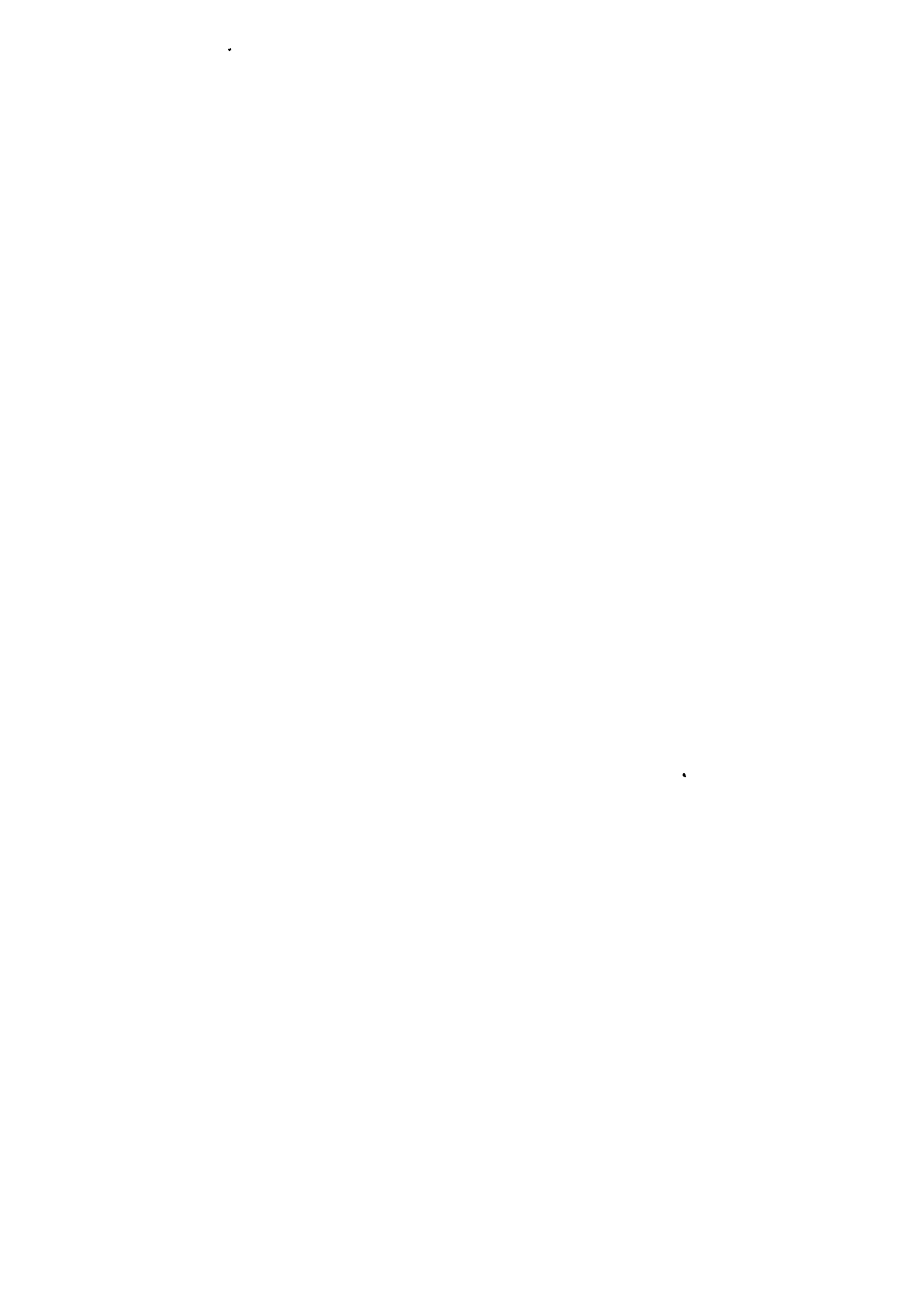
Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppb)
0,01	0,01	0,01	0,02	18,87	1,52	10	0,8	160

IX) Veta La Unión (南緯 37° 58' 50", 西経 71° 33' 00")

Río Bío - Bío 河右岸の Estero Butaco 沢との合流点に近い車道沿いに位置する。露頭延長 500 m にわたり，黄鉄鉍鉍染を伴う強い珪化作用を蒙った安山岩類および凝灰岩類 (Abanico 層) が分布している。この中に時折延長 50 cm 程度のレンズ状の鉍脈が認められる。このうち最大のものは，延長 3 m，最大巾 70 cm，方向 N-S，70°E を示している。鉍石鉍物としては，方鉛鉍，閃亜鉛鉍および黄鉄鉍よりなる。塊状鉍の分析結果では Au 59 g/t を示した。

X) Las Quemadas 地区 (南緯 37° 59' 50", 西経 71° 29' 40")

Ralco - Maya を結ぶ車道沿いに位置する。プロピライト化した安山岩類 (Abanico 層) 中に 3 条の鉍脈が認められ，このうち最大のものは延長 4 m，最大巾 10 cm，方向 N30°W，20°S である。鉍石鉍物は方鉛鉍，閃亜鉛鉍および黄銅鉍よりなり，脈石鉍物として石英をとまなり。分析結果では Ag 81 g/t を示すものが認められた。



XI) Estero Leu 沢 (南緯 37° 59' 20" , 西経 71° 31' 30")

Río Bío-Bío 河右岸の車道沿いに位置する。N10°W, 70°W および E-W, 90° を示す 2 方向の断層の交叉する断層破碎帯中に 6 条の石英脈が認められる。このうち最大のもは延長 30 cm, 巾 2 cm である。鉍石鉍物は方鉛鉍および閃亜鉛鉍よりなる。

XII) Río Pangué 川 (南緯 37° 53' , 西経 71° 31')

Río Pangué 川に流れる Estero Hilotregua 沢および Estero Chipaco 沢の間の車道沿いに位置する。本地区の安山岩類および凝灰岩類は NE-SW 方向 3 km にわたって強くプロピライト化変質をうけている。この中に時に細脈ないし鉍染状の黄鉄鉍を伴う珪化帯が認められる。黄鉄鉍品位は肉眼で 10% に達する所もあるが、そのほかの硫化鉍物は認められない。

VIII) Alto de Pangué 地区 (南緯 37° 54' 30" , 西経 71° 35' 40")

Alto de Pangué 山地南側の山腹に位置する。本地区に分布する安山岩類 (Abanico 層) , およびそれを貫く花崗閃緑岩類は約 0.25 km² にわたって強く破碎され、珪化作用および粘土化作用を蒙り、さらにその周縁部および内部の一部ではプロピライト化作用を受けている。鉍石鉍物としては、弱い黄鉄鉍の鉍染が認められるのみである。

2-3 考 察

調査地域に認められる鉍化変質帯は、そのほとんどが上部白亜系～古第三系の花崗閃緑岩類、および中部白亜系の Abanico 層に胚胎し、始新統堆積岩類および新第三系～第四系更新統の Cola de Zorro 層には認められない。さらに中新統のトーナル岩相は、周囲に強い珪化作用を与えているが、本岩体の内部および周辺地域を通し鉍化作用には全く見るべきものがない。

Abanico 層中の鉍化作用は、そのほとんどが同層に発達した流理、節理および断層角礫帯を充填した後生的なものであり、また花崗閃緑岩類中の鉍化作用は鉍染状、パッチ状および石英脈に伴われるものを主としている。さらに鉍化変質を伴う Abanico 層の分布する地域は、激しい頻度で花崗閃緑岩類に貫ぬかれている。

したがって、調査地域に認められる鉍化作用はいずれも上部白亜系～古第三系の深成活動に関係しているものと推定され、さらに鉍況の優勢なものは、本岩体の周縁部に位置しており、中新統の深成活動は見るべき鉍化作用をもたらさなかったものと判断される。

今回の調査によって確認された鉍化変質帯のうち "Otué 鉍化帯" は 2 次黒雲母を伴う強い変質帯が認められること、強い破碎作用をうけて石英ネットワークが発達していること、さらに初生鉍石鉍物として黄銅鉍、黄鉄鉍および輝水鉛鉍を伴うことなどからその規模次第では有望なボーファイリー・カッパー鉍床に発展する可能性があり、今後周辺地域をふくめて精査を実施する必要がある。

第 3 章 地化学概査

3-1 概 要

本地域における新鉱床発見を目的として、地質概査と並行して河床堆積物による地化学探査が実施された。従来 IIG はチリ中央-南部の銅およびモリブデン鉱床探査に対し河床堆積物による地化学探査を実施し好結果を得ている。

分析成分は、既知の地質データから期待される鉱床のタイプに応じ選定された。その成分は Cu, Pb, Zn, Mn, Ag, Mo, および As の 7 成分である。

3-2 試料の採取

試料は、現河床堆積物を対象に泥から粘土サイズのもの約 300 g を採取し、現地で、プラスチックの篩で篩分けし、マイナス 50 メッシュの試料を IIG の分析所に送付し、同分析所で乾燥後、マイナス 80 メッシュに調整し、分析用試料とした。なお、同試料にはかなりの有機物が含まれている。

調査面積は 551 km²、採取個数は 328 個で採取密度は 0.6 個/km² であった。

3-3 試料の分析

分析試料は四分法により分けられ、その一つ一つがマイナス 200 メッシュに摩砕され、このうちの 2 g が水と 1 : 1 の比の HCl, HNO₃, HClO₄ 混合溶液で前処理された。

Cu, Zn, Mn, Pb および Ag は、Perkin-Elmer 403 型原子吸光分析装置により定量された。また As は、Gutzert 法で、Mo は、比色法で分析された。測定限界は、Cu 10 ppm, Pb 10 ppm, Zn 10 ppm, Mn 25 ppm, Ag 1 ppm, Mo 1 ppm, As 5 ppm である。Garret (1960) の方法を使用して、95% の信頼区間を得た。その信頼度は、Cu ± 10%, Pb ± 1%, Zn ± 20%, Mn ± 2%, Ag ± 1%, Mo ± 10%, As ± 1% である。

3-4 データの統計処理

データの解析を容易に、かつ大量のデータを適切に処理するため、統計処理は、IIG のコンピューター・プログラムによって行われ、GESTAD, CLASES LOG および FACTOR の三段階に分けられ処理された。使用機器は、Empresa Nacional de Computación 製の IBM-360 型である。

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、ヒストグラムおよび各元素間の因子係数が算出された。また、プログラム "CLASES LOG" では、統計母数の対数分布および累積度数分布図が作成された。プログラム "FACTOR" では、"R" 法による全試料の因

子分析が行われ、元素の濃度を見出したり、岩石に由来した異常値を鉍化変質作用に由来したものと分離などがなされた。

全データの解析に際して、 $\bar{M} \pm 3 S$ をこえた値は慣習として誤差値として除外される。本地域の統計処理においてもこの方法に準拠した。なお、Río Otué 川より採取された4試料はCu値が異常に高く、上記基準に従うと誤差試料として除外されるべきであるが、その異常値が熱水変質作用および鉍化作用に起因していることが明らかであるため異常データとして扱われた。

因子分析の結果は因子係数として次頁に示されている。

3-5 結果および検討

本地域で採取された全試料328個のうち9個が誤差値($\bar{M} + 3 S$ 以上)として、1あるいはそれ以上の元素において抽出された。

銅

銅含有量は22～740 ppmで、平均含有量40.36 ppm、標準偏差20.42 ppmである。地化学異常域は2箇所あり、その1つはRío Otué 地区で他はPitiril 地区である。前者は、Estero Quib-uabuc 沢沿いに観察される熱水変質作用および鉍化作用と関係づけられる。後者は、Estero Copino 沢およびEstero Minquimillío 沢の東に存する銅の鉍脈に対比される。

亜鉛

亜鉛含有量は2～735 ppmで、平均値67.12 ppm、標準偏差42.80 ppmである。なお異常域は見出されなかった。また、マンガンとの間には、相関々係が認められるが、他の元素との間にはみられない。

マンガン

マンガン含有量は208～1980 ppmで、平均値689.71 ppm、標準偏差264.60 ppmである。なお、異常域は見出されなかった。また、他の元素との相関性は前述の亜鉛以外認められなかった。

モリブデン

モリブデン含有量は1～10 ppmで、銅、亜鉛およびマンガンとの相関性は悪い。同元素の異常域は2箇所あり、その1つはPitiril 地区に位置し、Quebrada Minquimillío 沢中流域に発達した輝水鉛鉍細脈に関係したものである。他の異常域はRío Otué 地区に分布しているもので、これはRío Otué 川の支流に発達した熱水変質帯と関係したものと解される。

鉛

一部地域で方鉛鉍細脈が認められるにもかかわらず、鉛含有量は全地域を通じ、測定限界以下である。

銀

銀含有量は測定限界以下で、銀の濃集は認められない。ただRío Bío-Bío 川の左支流のQuebrada Lampa 沢で採取された1試料(サンプルN^o. FS-67, UTM. N5810,6, E261,5)は61 ppmの高値を示しており、チェック調査の必要がある。

銅の累積度数曲線は2母集団分布を示しており、その1つは平均含有量175 ppm、他は6330 ppmを示しており、その比率は10:35となり、前者がトータル岩類の分布に、後者が花崗閃緑岩類のそれに対比され、その差が地質現象を反映していることは明らかである。その他の元素について上記のような特性はみられない。

因子分析では次のような因子係数が得られている。

因子	I	II
Cu	0.596	-0.100
Zn	-0.007	0.602
Mn	-0.005	0.567
Mo	0.568	0.013

因子“ I ”の場合はポーフィリー・銅型のカッパー型の鉱化作用の存在を暗示しており、その元素は銅-モリブデンである。また因子“ II ”の場合は、亜鉛とマンガンが存在を暗示している。

なお因子係数図 (factores scores) では Río Queuco - Otué 川流域に分布した因子“ II ”とその他の地域における因子“ II ”の存在を明らかに示している。

以上の結果を要約すると次のとおりとなる。

1. 明瞭な異常値を示している元素は銅のみであり、それは Río Otué 川および Río Pitrii 川流域に分布しており、前者は強変質帯に対応し、後者は鉱脈型の鉱化作用に対応している。
2. 花崗閃緑岩類に由来した河床堆積物はトータル岩類に由来したものより銅元素の濃集が高い (比率 35:10)
3. 1 試料において銀含有量が高い値を示している。

Tab. II-2 ESTADISGRAFOS BASICOS DE LOS SEDIMENTOS

FLUVIALES, AREA DEL RIO QUEUCO

(Población Tamizada)

Elementos	Media	Desviación Standard	$\bar{M} + 1S$	$\bar{M} + 2S$	$\bar{M} + 3S$	Skew	Kurtosis
Cu	40,36	29,42	19,94	81,19	101,61	2,097	8,54
Zn	65,05	24,92	40,18	114,88	139,80	1,042	3,73
Mn	689,71	264,60	425,12	1218,89	1483,48	-0,034	-0,50
Mo	1,90	0,94	0,95	3,76	4,20	0,301	-0,63

Tab. II-3 MUESTRAS ANOMALAS, AREA DEL RIO QUEUCO

(Población Tamizada)

Muestra	Cu	Zn	Mn	Mo
GA- 6	**	*		
GA-20		*		
GA-27		*		
GA-34	*	*		
GB- 4		**		*
GB-57	**	**	*	
GB-62		*		
GB-77		**		
GC- 1	*			*
GC- 8				*
GC- 9		*	*	*
GC-16		*	*	*
GC-18		*		
GC-19		**		
GC-42				*
GC-48		**		
FS-8	*			
FS-9	**			
FS-11	**			
FS-12	**			
FS-13	**			
FS-17	*			**
FS-23		*	*	
FS-33			*	
FS-35		*		
FS-38				*
FS-39				*
FS-54				*
FS-85	*			
FS-88			*	
FS-93				*
FS-94				*
FS-101				
FS-116				*
GH-36				*
GH-42	**			

** muestras anómalas mayores que $\bar{M} + 3S$

* muestras anómalas comprendidas entre $\bar{M} + 2S$ y $\bar{M} + 3S$.

Tab. II-4 MATRIZ DE CORRELACION

(MUESTRAS DE SEDIMENTOS DEL AREA RIO QUEUCO)

	Cu	Zn	Mn	Mo
Cu	1,0	0,36	0,38	0,18
Zn	0,36	1,0	0,65	0,16
Mn	0,38	0,65	1,0	0,28
Mo	0,18	0,16	0,28	1,0

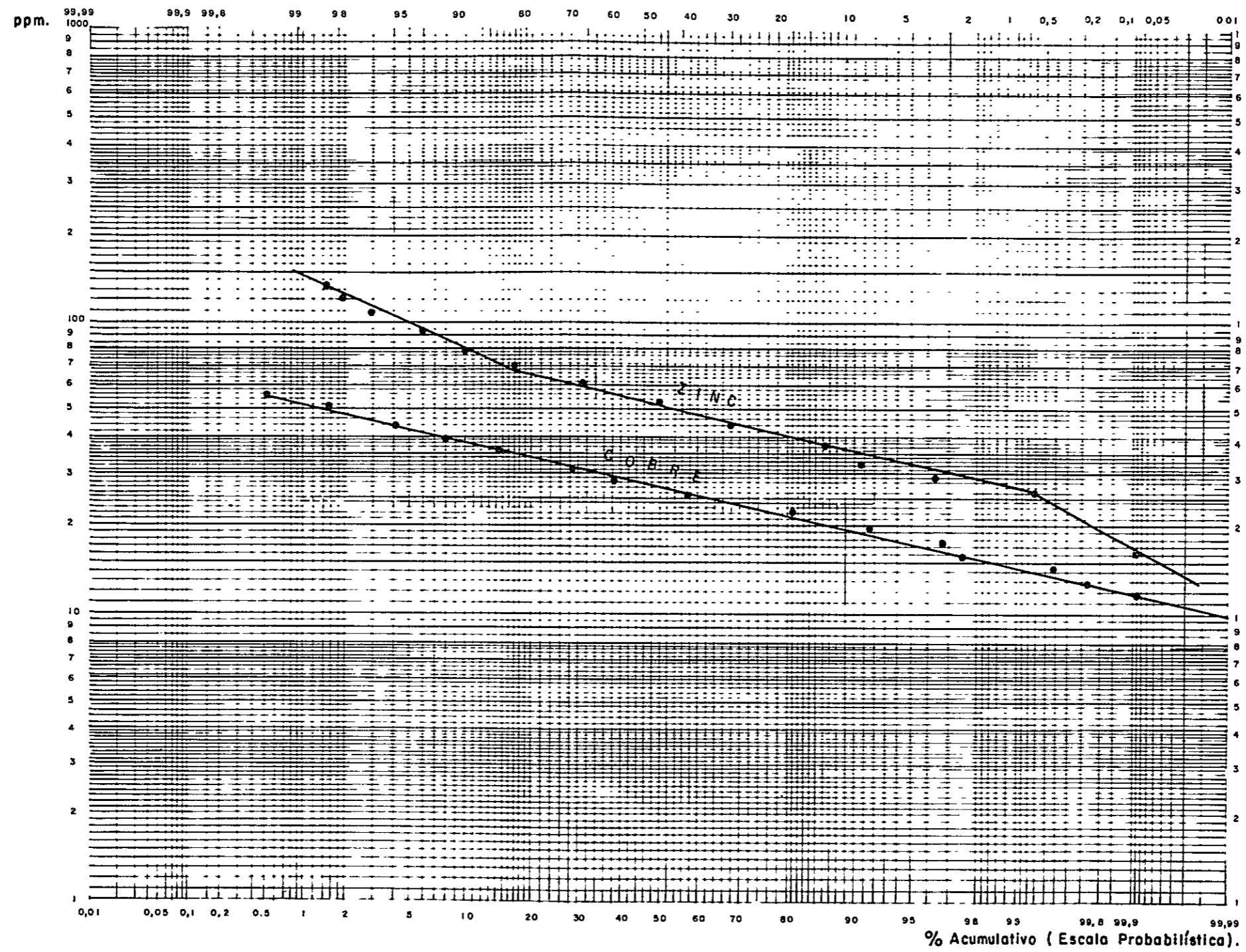


Fig. II- 3 GRAFICO DE FRECUENCIA ACUMULATIVA Zn Y Cu (AREA DEL RIO QUEUCO)

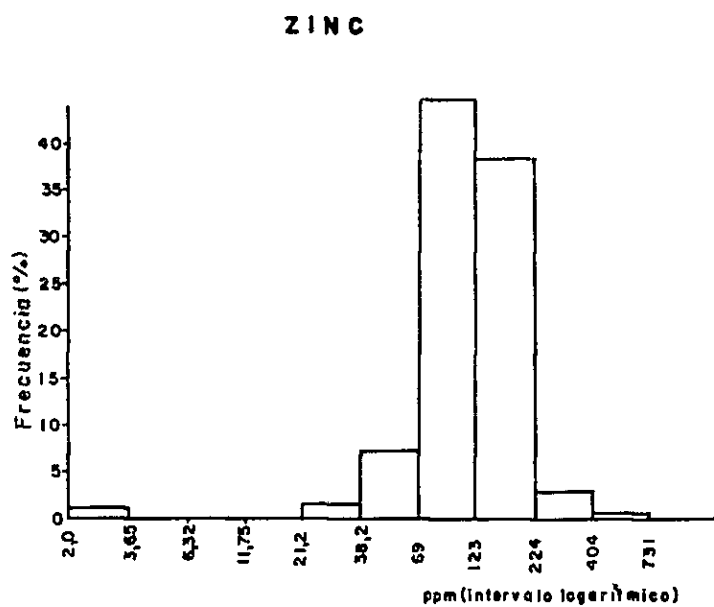
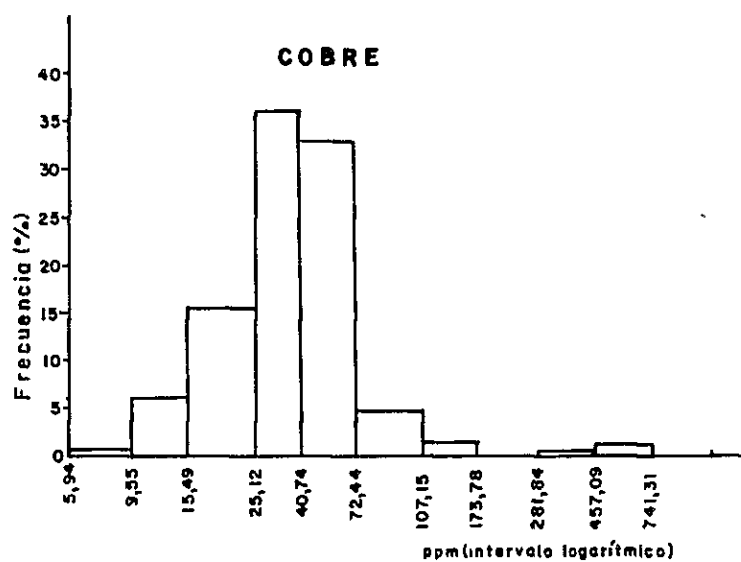


Fig. II- 4 HISTRGRAMA DE DISTRIBUCION DE Zn Y Cu EN SEDIMENTOS (AREA DEL RIO QUEUCO)

第 4 章 結 論

調査地域の地質は中部白亜系，古第三系始新統，新第三系および第四系と貫入岩類よりなる。

中部白亜系は安山岩類を，古第三系始新統は泥岩および凝灰岩を，新第三系は安山岩～玄武岩溶岩と段丘および沖積堆積物を，貫入岩類はバソリスおよび安山岩岩脈などをそれぞれ主体としている。このバソリスは上部白亜系～古第三系の花崗閃緑岩類と中新統のトーナル岩類によって構成されている。

調査地域の地質構造は主としてN-S～NNE-SSW系の構造に支配され，これにNW-SE～WNW-ESE系を伴っている。

調査地域の鉍化帯は中部白亜系の安山岩類および上部白亜系～古第三系の花崗閃緑岩中に認められる。

地化学概査による異常域は2地区認められた。その1つはOtue地区で当地域に認められる強変質帯を表現し，他の1つはPitiril地区で当地域の鉍脈型の鉍化作用を表現している。銅の累積度曲線は明瞭な2母集団分布を呈し，1つは平均含有量17,5 ppm，他は63,30 ppmを示した。前者はトーナル岩類の露出地域に，後者は花崗閃緑岩類のそれに一致している。

地質概査および地化学概査の結果を総合すると，本地域の比較的まとまった鉍化帯はすべて花崗閃緑岩体の周縁部に位置すると判断され，このうち最も有望な鉍化帯としては，本地域北東部の"Otue"鉍化帯が挙げられる。本鉍化帯はポーフィリーカンパー型で，当地区に関してはその規模を確認するため今後精査を実施する必要がある。

Ⅱ－Ⅲ Mina Curacareí 地区地質および地化学精査

第1章 一般概要

本地区は Río Queuco 地域の北東部に位置する。

本地区に至るには、Bío-Bío 部落より、Río Queuco川の東岸に沿い、自動車道路があり、Río Otué 川との合流点より先は馬道になる。本地区は急峻な山岳よりなり、標高はRío Queuco川に沿う530mの川筋より、山頂部の1,800mまで変化する。特に、谷筋には、急峻な岩壁よりなる回廊が発達している。山岳は岩壁部を除き、植生におおわれているが、北面と南面とでは植生に著しい差異があり、北面は樹木あるいは灌木類がまばらなのに対して、南面は樹木が密生している。

現在、十数個所に旧坑やピット跡が残っているが、これらは酸化銅鉱物を対象にしたものである。最近では、1960～1961年に、補足的な調査・探鉱が行われたが、いずれの鉱体も小規模・低品位のため、本格的な探鉱・開発に到らず、放置されている。

第 2 章 地 質

本地区の地質は、Abanico 層の安山岩類、これを貫く上部白亜系～古第三系の花崗閃緑岩類および古第三系始新統の泥岩および凝灰岩よりなり、これらは地形的高所で、新第三系～第四系の Cola de Zorro 層を構成する安山岩～玄武岩類におおわれている。

これらの岩質および層位関係などについては、Río Queuco 地域で述べたとおりであり、本章では本地区における分布および特徴を記すにとどめる。

本地区における Abanico 層は調査地域の中央部に、N-S 方向に細長く分布する。分布の中は東西 2 km 程度である。しかし、地形的高所では Cola de Zorro 層におおわれるため、実際の露出は Río Otué 川および Estero Copiuco 沢などに沿った地形的低所に限られる。Estero Copiuco 沢の南では、Cola de Zorro 層下に完全に伏在してしまう。

本地区では主に塊状の変質安山岩よりなり、流理の発達は悪い。本岩中には凝灰岩質岩が発達するが、強い変質を受けており、層理は不明瞭である。しかし同岩中には、層理とはほぼ平行する方向に、1～2 cm あるいは 20～40 cm 間隔の節理群が発達する場合がある。

本岩類の構造は比較的緩傾斜であり、全体として、緩い複合褶曲構造を造っている。

始新統堆積岩類は調査地域の北東端に、Río Otué 川に沿って小範囲に分布し、下部は主として泥岩、上部は火山礫凝灰岩よりなる。

Cola de Zorro 層は調査地域の中央部から南部にかけ、主に、標高 1,100 m～1,300 m 以上の山峰部をつくって広く分布する。標高 1,100 m 以下の低所にも小分布することがあるが、これは当時の地形斜面になめ付いたものである。

また、本層の基底面より 200 m 位上位付近に層厚数 m の凝灰集塊岩が発達することがあり、これより下部が玄武岩質、上部が安山岩質～玄武岩質である。

本地区の西部には、西方より連続する花崗閃緑岩類のパノリスが露出する。また中央部の Abanico 層中には、岩株状あるいは岩脈状に花崗閃緑岩類が貫入し、また本地区の北東端には本岩類岩株が露出している。本地区の貫入岩類は花崗岩から閃緑岩までの岩相変化を示している。

鉞床付近の閃緑岩の絶対年代測定結果では 55.34 ± 1.88 my を示した。本地区の東側は新期火山岩類または堆積岩類に完全に被ふくされているため、花崗閃緑岩類の分布の詳細は不明である。

花崗閃緑岩類中には多数の安山岩岩脈が、平行・密集して貫入している。同岩脈の貫入方向には規則性があり、N-S 方向、NW-S E 方向、NE-S W 方向の 3 系統が顕著である。

本地区における花崗閃岩類の貫入方向は、N-S 方向を示している。この方向は、アンデス造山帯の方向に一致している。

花崗閃緑岩進入後の断裂帯に貫入したものと推定される安山岩岩脈の貫入方向も、N-S 方向

が卓越しており、このことは、N-S方向の断裂作用が花崗閃緑岩固結後も活動したことを暗示している。

Abanico 層を構成する安山岩類は、全面的に、花崗閃緑岩の進入を受け、著しい破碎作用と変質作用を蒙り、またルフペンダントをなしている。

本地区において最も明瞭に観察できる地質構造上の特徴はNNE-S SW系断層である。この系統の断層は大略500~600m 間隔で発達しており、Cola de Zorro層に、明確な垂直転移を与えている。転移量は観察できた範囲内で、最大200mに達している。また一般に、断層の西側が相対的に上昇している。

この系統の断層の特徴は、著しい破碎帯が形成されており、同帯内に方解石とゼオライトを伴うことである。

第3章 応用地質

3-1 概 要

本地区には、Abanico 層の変質安山岩、および花崗閃緑岩を母岩とした多数の銅の鉍化帯が発達しており、その鉍化作用の形態も層状、脈状、不規則塊状、パッチ状など様々であるが、いずれも小規模である。このうち、もっとも規模の大きいものとして、従来より Curacarel 鉍床の名で知られたものがあり、往時坑道探鉍がなされている。

初生鉍石鉍物は、斑銅鉍、黄銅鉍、および黄鉄鉍である。この斑銅鉍は2次富化作用を受け、輝銅鉍、銅らんなどを生じている。また、初生鉍石鉍物は全般的に酸化作用を受けており、酸化銅鉍や褐鉄鉍を生成している。

3-2 鉍化作用

本調査地区の鉍徴としては、Abanico 層変質安山岩中の層状～塊状～脈状の銅鉍床（Curacarel 鉍床がその代表）と、花崗閃緑岩中の黄銅鉍・黄鉄鉍パッチおよび黄鉄鉍・石英脈がある。始新統堆積岩類と Cola de Zorro 層玄武岩類には鉍徴は認められない。

(1) Abanico 層変質安山岩中の銅鉍化作用

Abanico 層の変質安山岩中には、広範囲に銅の鉍徴が認められる。鉍徴および旧坑跡は十数箇所、その分布範囲は南北 5 km 以上、東西約 1 km に及ぶ。

鉍床の形態と構造；鉍床は変質安山岩中の珪化部中に胚胎しており、変質安山岩中の特定の層準に関連し、層状～不規則塊状の形態を呈することもあり、また、変質安山岩中の裂かに規制されて、脈状の形態を呈する場合もある。

鉍床の規模は、最大のものでも、脈巾 2 m、走向延長 20 m+ で、連続性に欠けるようである。

初生の鉍石鉍物は、ほとんど斑銅鉍のみからなり、通常、斑銅鉍が珪化部中の微細な割目を充填している。また珪化部内およびその周辺部で、方解石・セオライト脈が発達しており、同脈内に、斑銅鉍が塊として認められることもあり、この場合の斑銅鉍塊の規模は、径 10 cm 程度である。

本鉍床は例外なく酸化作用を蒙り、割目あるいは節理に沿って、緑色の酸化銅鉍物を生じている。X線回析の結果では、これらの緑色銅鉍物は孔雀石を主体としたものである。

鉍石鉍物の共生関係；鏡下の観察によれば、本鉍床の鉍石鉍物は斑銅鉍が主で、輝銅鉍と銅らんを伴う。輝銅鉍と銅らんは密接に共生し、斑銅鉍の一部を、特にその周辺部と斑銅鉍結晶中の微細な割目に沿って、交代生成している。初生の斑銅鉍と2次生成の輝銅鉍および銅らんの比率は、およそ 70:30 である。

なお、斑銅鉍結晶中には、離溶構造を示す格子状の黄銅鉍が認められることがある。黄銅鉍は肉眼的に、まれに認められることがある。輝銅鉍中には、まれに斑点状の黒銅鉍が生じている。黄鉄鉍は、肉眼的にも鏡下でも、全く認められない。本鉍床の初生鉍石鉍物は、斑銅鉍が99%以上を占めていたと推定される。

脈石鉍物；斑銅鉍は珪化部中に鉍染状を呈することもあるが、通常、単独で、珪化部中に生じた微細な割目を密充填しており、この場合には脈石鉍物をほとんど伴わず、方解石・セオライト脈およびパッチに貫かれている。また、斑銅鉍は、方解石・セオライト中に島状～塊状を呈している。方解石とセオライトの生成は斑銅鉍の晶出後ないし鉍化後の生成になると推定される。なお、セオライトは、X線回析によれば、ローモンタイトである。

本鉍床は、主に珪化部中に胚胎するが、初生鉍石鉍物がほとんど斑銅鉍のみであること、また、脈石鉍物もほとんど伴わず、伴う場合も、方解石やセオライトなど非常に低温性の鉍物であることなど、鉍石鉍物と脈石鉍物の関係からみて極めて特異な鉍床といえる。

変質作用と鉍化作用の関係、本鉍床を胚胎するAbanico層変質安山岩類は、前章で詳述したように、一般的に珪化・緑泥石化・緑れん石化・炭酸塩化など、著しい変質を受けているが、これらの変質は広域の変質または接触変成に属するもので、鉍化作用とは直接的な関係はない。鉍化作用に関係する変質は、上記の変質・変成と重複するが、強い珪化作用に代表される。

鉍床壁岩は、強い珪化作用のため、緻密・硬質で、アフアニティックな見掛けを呈し、色は優白色の場合と黒色の場合とがある。また、強い破碎作用を受け、微細な割目が無数に発達している。

顕微鏡観察によれば、鉍床壁岩中には、モザイク石英の集合組織が発達し、モザイク石英は、通常、多量の絹雲母を伴っている。緑れん石・炭酸塩鉍物・緑泥石などの変質鉍物も広く認められる。また方解石・セオライトの脈やパッチが発達している。

鉍床の母岩；鉍床壁岩は珪化をはじめとする強い変質のため、原岩の組織は不明瞭となっているが、安山岩の斑状組織を認めることはまれで、火山礫の破片を認めることが多々ある。従って、鉍床壁岩は変質安山岩に挟在した凝灰岩質の部分よりなると推定される。凝灰岩質部が選択的に珪化作用と破碎作用を強く蒙り、鉍床生成の場となったと推定される。

成因；本鉍床は、主に凝灰岩質部を鉍床の母岩としており、形態的には、層状～マント型態を呈することもあるが、成因的には、後生的熱水交代鉍床であり、鉍化作用は特定の層準のほか裂かなどにも規制されている。

本鉍床をつくった熱水溶液は、鉄や硫黄濃度が低く、銅のみが極度に濃集した特異なもので、鉍床の生成環境はかなり低温であったと推定される。初生鉍石鉍物の大部分を占める斑銅鉍の主要賦存様式は、“micro fracture filling”と呼ぶべき性格のものである。

