

丹桂香酒味 全日 隨處

國方製糖廠 丹桂香酒味 隨處

全日 隨處

丹桂香酒味

國方製糖廠 丹桂香酒味

全日 隨處

チリ共和国アイセン地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次

JICA LIBRARY



1096897(2)

23492

平成 4 年 2 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



国際協力事業団

23492

は し が き

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国の南部に位置するアイセン地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は、平成元年度を第1年次とする3年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して平成3年9月22日から平成4年1月3日まで現地に派遣した。

現地調査は、チリ共和国政府機関である鉱山省鉱業地質局の協力を得て予定どおり完了した。本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたチリ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在チリ共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

平成4年2月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団
理事長 福原元一

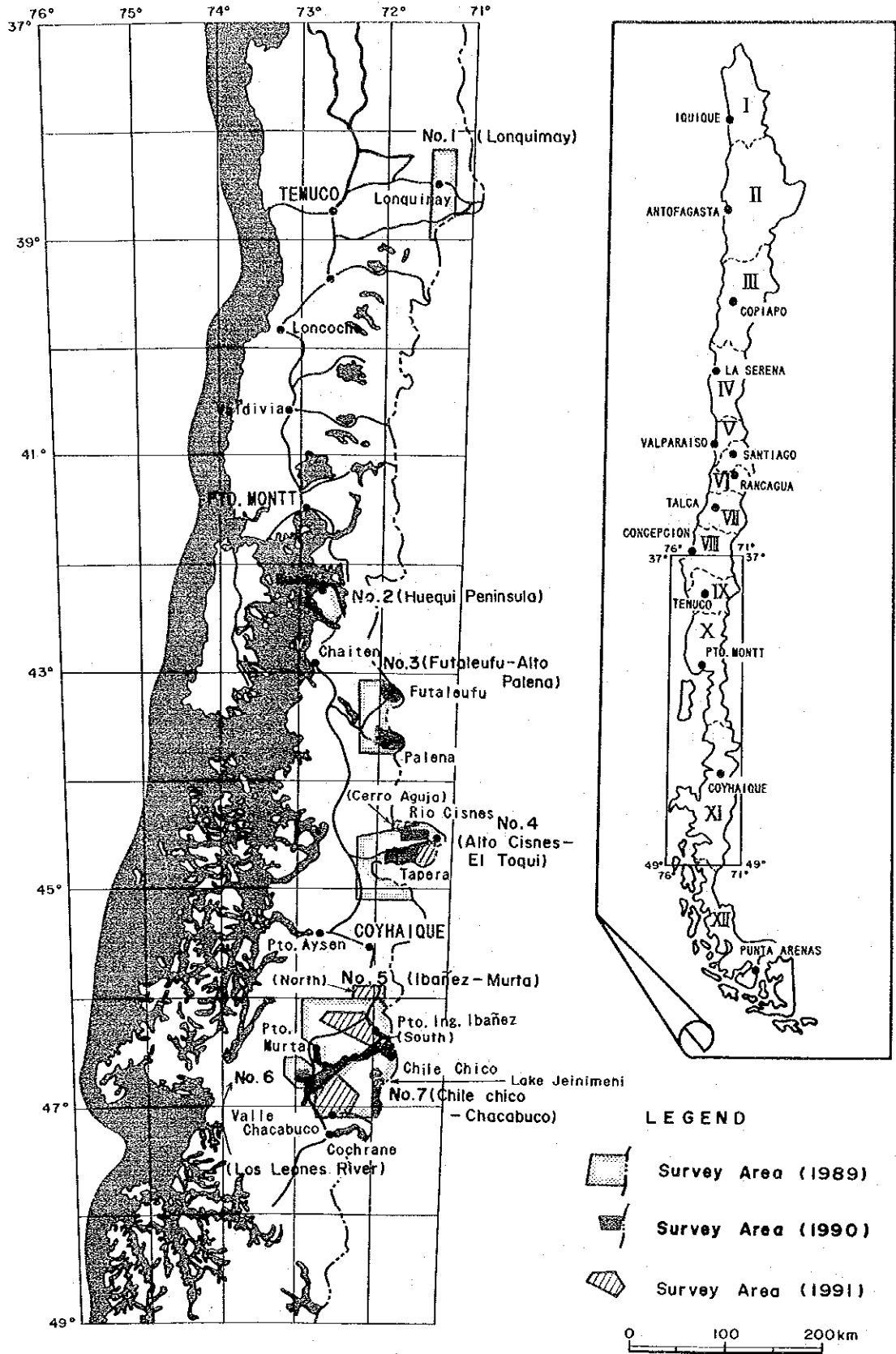


Figure I -1. Location Map of the Survey Areas

要 約

本調査は、アイセン地域の第3年次に当たり、第2年次調査の結果に基づき次の6地域に対して下記のような調査を行った。

- 1) アルトシスネス-エルトキ地区(セロアグハ変質帯) : 地質調査, 地化学探査
- 2) アルトシスネス-エルトキ地区 : 地質調査, 地化学探査
- 3) イバニェス-ムルタ地区北部 : 地質調査
- 4) イバニェス-ムルタ地区南部 : 写真地質解析, 地質調査, 地化学探査
- 5) チレチコ-チャカブコ地区 : 写真地質解析, 地質調査, 地化学探査
- 6) チレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯) : 地質調査

現地調査は、平成3年9月22日より平成4年1月3日まで、日本側 5名、チリ側 2名で行われた。また、解析及び報告書作成は平成4年1月4日より同年2月28日まで日本において行われた。本報告書は第3年次調査の結果をとりまとめたものである。

A. 調査結果

(1) アルトシスネス-エルトキ地区(セロアグハ変質帯)

本地区にはジュラ紀後期(イバニェス層)、白亜紀後期(ディヴィサデロ層)の中性~フェルシック火山噴出物及びこれらを買いたかこう岩類が広く分布している。本地区西部に大規模なセロアグハ変質帯が、ディヴィサデロ層の火砕岩類を母岩として発達している。変質作用は、酸性変質で特徴づけられ、鉍染状の黄鉄鉍及び微量の黄銅鉍並びに鉍染状及びストックワーク状の褐鉄鉍、赤鉄鉍などを産している。変質岩の化学分析の結果では、有用金属の含有量は極めて低かった。ただし、ひ素の含有量がやや高かった(平均値:123ppm)。

バンニングによる地化学探査では、Asの異常が本変質帯内に集中的検出された。本変質帯は温泉型鉍床に類似したプロセスで形成されたものと推察される。本変質帯の下部で金の品位が上昇する可能性は低いものと判断される。

(2) アルトシスネス-エルトキ地区

本地区にはイバニェス層、ディヴィサデロ層の中性~フェルシック火山噴出物及びこれらを買いたかこう岩類が広く分布している。本地区には14箇所にあつた変質帯がイバニェス層及びディヴィサデロ層を母岩として発達しているが、いずれも石英細脈と黄鉄鉍の鉍染だけに終わっており、有用金属の含有量は極めて低い。変質作用はほとんどが珪化であり変質度も低い。従って、これらの変質帯中に有望鉍床が潜頭している可能性は極めて低い。本地区にはコジャイケ層を欠如しており、従ってエルトキ鉍床型の鉛-亜鉛交代鉍床の賦存は期待薄である。地化学探査の結果では、注目すべき示徴は得られなかった。

(3) イバニェス-ムルタ地区北部

本地区にはディヴィサデロ層及びかこう岩類が広く分布している。本地区には大小30余の鉱化帯が発達しているが、このうち、地域中央部に分布している5鉱化帯(E, F, G, H, K)には優勢なストックワーク状の石英脈が、黄鉄鉱、褐鉄鉱、赤鉄鉱を伴ってディヴィサデロ層を母岩として発達している。変質は強珪化及び弱セリサイト化である。上記の石英ストックワークの分析結果ではごく稀に0.1~0.2ppmのAuを含有しているほか、有用金属の濃集はみられなかった。これらの鉱化帯下部で金品位が上昇する可能性は低いと判断される。上記以外の鉱化帯は、微弱な石英脈を伴った黄鉄鉱の鉱染だけしか認められず、金、銀やベースメタルの含有は極めて低い。以上の点から本地区における金、銀及びベースメタル鉱床賦存の可能性は低いと判断される。

(4) イバニェス-ムルタ地区南部

本地区にはデイサイト質火砕岩類(イバニェス層)が広く分布している。同火砕岩類を母岩として鉛、亜鉛、(銅)、(モリブデン)などの脈状鉱床が数箇所と熱水変質帯が大小約20箇所発達している。鉱脈は地域東部に偏在しており、規模はいずれも小規模である。変質帯の多くは500m×200m程度の平面積をもち、中珪化、弱粘土化帯である。これらの変質帯には鉱染状、ストックワーク状の黄鉄鉱、褐鉄鉱、赤鉄鉱などをごく一般的に伴うが石英や硫化鉱物のごく稀である。本地区における主な地化学異常はプエルトイバニェスの西方と北方の異常である。前者はAu, Pb, Znの異常であり、後者はAuの異常である。本地区には、シルバー(Silva)型あるいはエルトキ型鉱床は期待できない。賦存可能性のある鉱床は、鉛-亜鉛-(銅)の鉱脈型と浅熱水性金銀鉱床である。ただし、両者とも大規模鉱床は期待薄である。前者についてはプエルトイバニェスの西方のPb, Znの地化学異常密集地域であり、後者については地域東部からアルゼンチンとの国境までの範囲とロング川上流域である。

(5) チレチコ-チャカブコ地区

本地区の地質は、古生代の変成岩類、イバニェス層、ディヴィサデロ層、第三系などから主として構成されている。同変成岩類を母岩として、銅、鉛、亜鉛の脈状鉱床が地域北部に数箇所発達している。いずれも小規模である。熱水変質帯がディヴィサデロ層を母岩として数箇所発達しているが黄鉄鉱、褐鉄鉱の鉱染を伴った弱珪化帯である。本地区には基盤岩類の石灰岩の挟みは非常に少なく、従って、シルバー型鉛-亜鉛鉱床の賦存可能性は低い。

(6) チレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

第2年次、TM画像解析で抽出されたC変質帯は非変質部を挟み数箇所の変質帯に分かれており、それらの一部に弱いAuの鉱化(1~2g/t)と微弱なPbの鉱化が石英細脈に伴って見られるが、石英脈の発達密度が低く、かつ同脈の分布域(200×200m)も狭い。第2年次に概査を実施したD変質帯

は黄鉄鉱の鉱染を伴った珪化帯であり石英脈も認められず、有用金属含有量も極めて低い。これらの変質帯下部で金品位の上昇を期待することは難しいと判断される。

B. 将来への提言

(1) アルトシスネス - エルトキ地区(セロアグハ変質帯)

今後、更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低い。

(2) アルトシスネス - エルトキ地区

今後、更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低い。

(3) イバニェス - ムルタ地区北部

今後、更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低い。

(4) イバニェス - ムルタ地区南部

プエルトイバニェスからコジャイケ市に向かう車道の東からアルゼンチンとの国境までの間(地域外東部)及びロング川上流域からアヴェジャノ川までの間(地域外南西部)には浅熱水性金鉱床の賦存可能性が残されており、今後地質調査及び地化学探査の実施が望まれる。

(5) チレチコ - チャカブコ地区

今後、更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低い。

(6) チレチコ - チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

ヘイニメニ湖変質帯自体については鉱化作用は微弱であり、かつ、下部での好転も期待薄であるから、今後更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低いと判断される。しかし、本地区付近はアイセン地域の東部にN-Sに延びる『Au-Ag帯』の南延長部に当たり、第2年次調査報告書で述べたとおりAuの異常を伴った熱水変質帯が多数同Au-Ag帯の延長上に配列していることから、今後ヘネラルカレラ湖からチャカブコ川に至る同Au-Ag帯については注目して行く必要があると判断される。

目 次

はしがき	
調査位置図	
要 約	i
目 次	v
図表一覧	ix

第 I 部 総 論

第 1 章 序論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第2年次調査の結論と提言	2
1-2-1 第2年次調査の結論	2
1-2-2 第2年次調査の提言	4
1-3 第3年次調査の概要	4
1-3-1 調査地域	4
1-3-2 調査目的	5
1-3-3 調査方法	6
1-3-4 調査量	7
1-3-5 調査団の編成	7
1-3-6 調査期間	9
第 2 章 調査地域の地理	9
2-1 位置および交通	9
2-2 地形および水系	10
第 3 章 アイセン地域の地質鉱床概要	12
第 4 章 調査結果の総合検討	18
4-1 地質構造, 鉱化作用の特性と鉱化規制について	18
4-2 地化学異常と鉱化作用との関係	20
4-3 鉱床賦存のポテンシャル	21
第 5 章 結論および提言	23
5-1 結論	23
5-2 将来への提言	26

第 II 部 各 論

第 1 章 アルトシスネス - エルトキ地区(セロアグハ変質帯)	27
1-1 地質	27
1-1-1 層序	27
1-1-2 貫入岩類	32
1-1-3 地質構造	32
1-2 鉱床	33
1-3 地化学探査	35
1-3-1 試料の採取および分析	35
1-3-2 統計処理	35
1-3-3 地化学異常値および異常域	39
1-4 考察	41
第 2 章 アルトシスネス - エルトキ地区	45
2-1 地質	45
2-1-1 層序	45
2-1-2 貫入岩類	50
2-1-3 地質構造	51
2-2 鉱床	52
2-3 地化学探査	55
2-3-1 試料の採取および分析	55
2-3-2 統計処理	56
2-3-3 地化学異常値および異常域	59
2-4 考察	60
第 3 章 イバニェス - ムルタ地区北部	63
3-1 地質	63
3-1-1 層序	63
3-1-2 貫入岩類	70
3-1-3 地質構造	71
3-2 鉱床	73
3-3 考察	78

第 4 章 イバニェス - ムルタ地区南部	85
4-1 写真地質解析	85
4-1-1 解析方法	85
4-1-2 解析結果	85
4-2 地質	89
4-2-1 層序	89
4-2-2 貫入岩類	96
4-2-3 地質構造	97
4-3 鉱床	98
4-4 地化学探査	106
4-4-1 試料の採取および分析	106
4-4-2 統計処理	106
4-4-3 地化学異常値および異常域	109
4- 考察	110
第 5 章 チレチコ - チャカブコ地区	111
5-1 写真地質解析	111
5-1-1 解析方法	111
5-1-2 解析結果	111
5-2 地質	114
5-2-1 層序	114
5-2-2 貫入岩類	121
5-2-3 地質構造	122
5-3 鉱床	123
5-4 地化学探査	128
5-4-1 試料の採取および分析	128
5-4-2 統計処理	128
5-4-3 地化学異常値および異常域	130
5-5 考察	132
第 6 章 チレチコ - チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)	137
6-1 地質	137
6-1-1 層序	137

6-1-2 貫入岩類	142
6-1-3 地質構造	142
6-2 鉱床	142
6-3 考察	146

第 III 部 結論および提言

第 1 章 結論	147
第 2 章 将来への提言	149
引用文献	151

卷末資料

LIST OF FIGURES

- Fig. I-1 Location Map of the Survey Areas
- Fig. I-2 Distribution Map of Ore Deposits in the Southern Part of the Aysen Region
- Fig. II-1-1 Geological Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)
- Fig. II-1-2 Schematic Columnar Section of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)
- Fig. II-1-3 Histograms and Cumulative Frequency Curves Showing Frequency Distribution Patterns of Assays on Panned Concentrate Geochemical Samples Collected in the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)
- Fig. II-1-4 Schematic Cross Section Illustrating Geologic Features in a Hot-Spring-Type Gold Deposit
- Fig. II-1-5 Collective Interpretation Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)
- Fig. II-2-1 Geological Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area
- Fig. II-2-2 Schematic Columnar Section of the Alto Cisnes-El Toqui Area
- Fig. II-2-3 Histograms and Cumulative Frequency Curves Showing Frequency Distribution Patterns of Assays on Stream Sediment Geochemical Samples Collected in the Alto Cisnes-El Toqui Area
- Fig. II-2-4 Collective Interpretation Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area
- Fig. II-3-1 Geological Map of the Ibañez-Murta Area (North)
- Fig. II-3-2 Schematic Columnar Section of the Ibañez-Murta Area (North)
- Fig. II-3-3 A Sketch of Stratigraphic Column of the Divisadero Formation at Pichi Blanco
- Fig. II-3-4 Collective Interpretation Map of the Ibañez-Murta Area (North)
- Fig. II-4-1 Map Showing Aerial Extension of Photogeological Interpretation of Aerial Photographs
- Fig. II-4-2 Geological Map of the Ibañez-Murta Area (South)
- Fig. II-4-3 Schematic Columnar Section of the Ibañez-Murta Area (South)
- Fig. II-4-4 Sketches of Stratigraphic Columns of the Ibañez Formation at Localities of 3F575 and 3FT579
- Fig. II-4-5 Distribution Map of Vein System of the Fenix Mine
- Fig. II-4-6 Geological Sketch of the Fenix Mine
- Fig. II-4-7 A Sketch of Vertical Section of the Principal Vein at the Fenix Mine
- Fig. II-4-8 Histograms and Cumulative Frequency Curves Showing Frequency Distribution Patterns of Assays on Panned Concentrate

Table II-4-3	Correlation Coefficients between Elements Pairs in Geochemistry of the Ibañez-Murta Area (South)
Table II-4-4	Eigen Vectors and Eigen Values of Principal Component Analysis of the Ibañez-Murta Area (South)
Table II-5-1	Photogeological Interpretation Chart of the Chile Chico-Chacabuco Area
Table II-5-2	Elemental Statistics Parameters in Geochemistry of the Chile Chico-Chacabuco Area
Table II-5-3	Correlation Coefficients between Elements Pairs in Geochemistry of the Chile Chico-Chacabuco Area
Table II-5-4	Eigen Vectors and Eigen Values of Principal Component Analysis of the Chile Chico-Chacabuco Area

CONTENTS OF APPENDIX

Table 1	List of Mineral Indications
Table 2	Ore Assay Results
Table 3	Ore Assay Results Rearranged for Each Mineralization Zone of the Ibañez-Murta Area (North) and the Chile Chico-Chacabuco Area (Lake Jeinimeni Alteration Zone)
Table 4	Results of Whole Rock Analysis and Normative Composition
Table 5	Assay Results on Panned Concentrate Geochemical Samples
Table 6	Assay Results on Stream Sediment Geochemical Samples
Table 7	Second Principal Component Score
Table 8	Microscopic Observations of Thin Sections of Rocks
Table 9	Microscopic Observations of Polished Sections of Ores
Table 10	List of Alteration Minerals Determined by X-Ray Diffraction
Table 11	Results of Radioactive Age Determination (K-Ar Method)

LIST OF PLATES

PLATE 1	Photogeological Interpretation Map of the Ibañez-Murta Area (South; 1:100,000)
PLATE 2	Photogeological Interpretation Map of the Chile Chico-Chacabuco Area (1:100,000)
PLATE 3	Geological Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone; 1:50,000)
PLATE 4	Geological Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area (1:50,000)
PLATE 5	Geological Map of the Ibañez-Murta Area (North; 1:50,000)
PLATE 6	Geological Map of the Ibañez-Murta Area (South; 1:100,000)

Geochemical Samples Collected in the Ibañez-Murta Area (South)

- Fig. II-4-9 Collective Interpretation Map of the Ibañez-Murta Area (South)
- Fig. II-5-1 Geological Map of the Chile Chico-Chacabuco Area
- Fig. II-5-2 Schematic Columnar Section of the Chile Chico-Chacabuco Area
- Fig. II-5-3 Plan Map of the San Sebastian Mine
- Fig. II-5-4 Geological Sketch of a Vein at Mineral Indication No.4 near the San Martin Bridge
- Fig. II-5-5 Histograms and Cumulative Frequency Curves Showing Frequency Distribution Patterns of Assays on Stream Sediment Geochemical Samples Collected in the Chile Chico-Chacabuco Area
- Fig. II-5-6 Collective Interpretation Map of the Chile Chico-Chacabuco Area
- Fig. II-6-1 Geological Map of the Chile Chico-Chacabuco Area (Lake Jeinimeni Alteration Zone)
- Fig. II-6-2 Schematic Columnar Section of the Chile Chico-Chacabuco Area (Lake Jeinimeni Alteration Zone)

LIST OF TABLES

- Table I-1 Numbers of Samples Provided for Assaying and Laboratory Works
- Table II-1-1 Elemental Statistics Parameters in Geochemistry of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)
- Table II-1-2 Correlation Coefficients between Elements Pairs in Geochemistry of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)
- Table II-1-3 Eigen Vectors and Eigen Values of Principal Component Analysis of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)
- Table II-1-4 Geological Characteristics of Gold Deposits Associated with Volcanic Activity
- Table II-2-1 Elemental Statistics Parameters in Geochemistry of the Alto Cisnes-El Toqui Area
- Table II-2-2 Correlation Coefficients between Elements Pairs in Geochemistry of the Alto Cisnes-El Toqui Area
- Table II-2-3 Eigen Vectors and Eigen Values of Principal Component Analysis of the Alto Cisnes-El Toqui Area
- Table II-3-1 Geological Characteristics of Gold Deposits Associated with Volcanic Activity
- Table II-4-1 Photogeological Interpretation Chart of the Ibañez-Murta Area (South)
- Table II-4-2 Elemental Statistics Parameters in Geochemistry of the Ibañez-Murta Area (South)

- PLATE 7 Geological Map of the Chile Chico-Chacabuco Area (1:100,000)
- PLATE 8 Distribution Map of Mineralization and Alteration Zones of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone; 1:50,000)
- PLATE 9 Distribution Map of Mineralization and Alteration Zones of the Alto Cisnes-El Toqui Area (1:50,000)
- PLATE 10 Distribution Map of Mineralization and Alteration Zones of the Ibañez-Murta Area (North; 1:50,000)
- PLATE 11 Distribution Map of Mineralization and Alteration Zones of the Ibañez-Murta Area (South; 1:100,000)
- PLATE 12 Distribution Map of Mineralization and Alteration Zones of the Chile Chico-Chacabuco Area (1:100,000)
- PLATE 13 Distribution Map of Mineralization and Alteration Zones of the Chile Chico-Chacabuco Area (Lake Jeinimeni Alteration Zone; 1:25,000)
- PLATE 14 Anomaly Map of Panned Concentrate Geochemistry in the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone; 1:50,000)
- PLATE 15 Anomaly Map of Stream Sediment Geochemistry in the Alto Cisnes-El Toqui Area (1:50,000)
- PLATE 16 Anomaly Map of Panned Concentrate Geochemistry in the Ibañez-Murta Area (South; 1:100,000)
- PLATE 17 Anomaly Map of Stream Sediment Geochemistry in the Chile Chico-Chacabuco Area (1:100,000)
- PLATE 18 Location Map of Samples of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone; 1:50,000)
- PLATE 19 Location Map of Samples of the Alto Cisnes-El Toqui Area (1:50,000)
- PLATE 20 Location Map of Samples of the Ibañez-Murta Area (North; 1:50,000)
- PLATE 21 Location Map of Samples of the Ibañez-Murta Area (South; 1:100,000)
- PLATE 22 Location Map of Samples of the Chile Chico-Chacabuco Area (1:100,000)
- PLATE 23 Location Map of Samples of the Chile Chico-Chacabuco Area (Lake Jeinimeni Alteration Zone; 1:25,000)

第 I 部 總 論

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯

チリ共和国アイセン地域の資源開発協力基礎調査は、7つの地区(第 I-1図)の金属鉱床賦存ポテンシャルを評価することを主な目的として平成元年度に開始され、本年度は最終年度の第3年次に当たる。第1年次は、広域的な地質・鉱床特性の把握を目的として次の調査・解析を実施した。

- ①ランドサットMSS画像解析
- ②既存データのコンパイル
- ③各地区の代表的な鉱床・鉱徴地に対する現地調査

また、地化学特性を把握するためパンニング及び沢砂による地化学探査概査をも合わせて実施した。

第1年次調査の結果、アイセン地域における探査ターゲットは、ラグナヴェルデ(Laguna Verde)鉱床で代表される浅熱水性金-銀鉱床とエルトキ(El Toqui)及びシルバ(Silva)鉱床で代表される鉛-亜鉛の交代鉱床であると判明した。

第2年次は、ターゲット鉱床が期待されるフタレウフ-アルトパレナ(Futaleufu-Alto Palena)地区、アルトシスネス-エルトキ(Alto Cisnes-El Toqui)地区西部及びロスレオネス(Rio Los Leones)川地区に対して地質調査及び地化学探査を実施した。また、ラグナヴェルデ(Laguna Verde)タイプの熱水変質帯を把握するためThematic Mapper(TM)による衛星画像解析をフタレウフ-アルトパレナ地区以南に対して実施した。第2年次調査の結果、これらの地区には銅-鉛-亜鉛の鉱徴地が点在しているものの、いずれも小規模かつ微弱であることが判明した。なお、アルトシスネス-エルトキ地区西部にはカッターフェルド鉱床に発達している珪化帯に類似した多数の珪化帯が発達しており、金鉱床が期待される。この珪化帯は同地区東部に連続していることが期待される。

また、TM画像解析によって170箇所にあぶ変質帯を把握し、そのうち、21箇所に対して現地調査を行い、そのうち、3変質帯においてppmオーダー(最大値:6.7ppm)の含金鉱化帯を把握した。第3年次は、上記2カ年の結果に基づきターゲット鉱床の賦存が期待される次の地域に対して地質調査及び地化学探査を実施した。

- ①アルトシスネス-エルトキ地区(セロアグハ(Cerro Aguja)変質帯)
- ②アルトシスネス-エルトキ地区
- ③イバニェス-ムルタ(Ibanez-Murta)地区北部
- ④イバニェス-ムルタ地区南部

⑤チレチコ-チャカブコ(Chile Chico-Chacabuco)地区

⑥チレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖(Lago Jeinimeni)変質帯)

なお、イバニェス-ムルタ地区南部及びチレチコ-チャカブコ地区については現地調査に先立ち航空写真地質解析を予察調査として実施した。

1-2 第2年次調査の結論と提言

1-2-1 第2年次調査の結論

(1) 衛星画像解析結果

ランドサット5号のTM画像の4, 5, 7の3バンドの組合わせによる解析を行い、170数箇所にあぶ変質帯を抽出した。このうち、ラグナベルデ鉱床の南に分布している16箇所の変質帯について現地調査を実施し、次のような結果を得た。

変質帯の位置や形状は、小スケールで見るとやや異なるが、大局的には90%以上の的中率で熱水変質帯を捕捉することができた。現地で確認された変質帯数は大小合わせて21箇所であった。それらのうち、3変質帯においてppmオーダー(最大値:6.7ppm)の含金鉱化帯を把握した。同鉱化帯の1つには1.1%のPbも随伴していた。

また、ラグナベルデ鉱床の北方、直距離65kmに約10箇所の変質帯(イバニェス-ムルタ地区: No. 5-4~5-13)を画像によって抽出しており、上記の成果を勘案すると含金鉱化帯の期待がもたれる。これらの変質帯は規模が大きく、かつ、鉱化・変質帯の配列を規制していると考えられるN-S構造線の延長上に位置している、などのことから同鉱床に類似した金鉱床の賦存が期待される。

(2) 写真地質解析結果

アルトパレナ準地区及びアルトシスネス-エルトキ地区に対し航空写真解析及びグランドトゥールスを行った。その結果、地質構造、特にリニアメントは現地調査結果と極めてよく一致していた。岩相区分については、板状節理の発達した花崗岩類と火山岩類において写真解析と現地調査は一致せず現地調査では花崗岩類の分布が広がった。対象地域のような氷河地帯では、氷河地形が水系パターンによる岩相判読のノイズとなり適正な判読を困難にしている場合がある。しかし、現地調査に先立った地質概要の把握あるいは裂隙の解析などに極めて有効であった。

(3) 地質調査及び地化学探査結果

1) フタレウフ-アルトパレナ地区(フタレウフ準地区)

本地区は、ジュラ紀後期の安山岩質火山噴出物からなるイバニェス層とこれを貫く白亜紀後期の花崗岩質貫入岩から構成されており、同貫入岩の進入に伴う接触変成作用に起因した銅、金などの鉱徴地がイバニェス層の安山岩中に多数発達している。しかし、これらの鉱徴地はいずれも小規模かつ低品位で好転の兆候は認められない。また、地化学探査でAu, Pb, Zn, Asなどの異常を数箇所検出したが、広い範囲に分散しておりまとまっていない。以上の点から本地区に

おける鉱床賦存の可能性は低いものと判断される。従って、本地区に対し今後更に詳細な調査・探鉱を行う必要性は少ないものと判断される。

2) フタレウフ-アルトパレナ地区(アルトパレナ準地区)

花崗岩類の進入にともなう接触変成作用に起因した銅、鉛、亜鉛などの脈状ないし鉱染状鉱微地がコジャイケ層の頁岩及び安山岩質火山岩類中に数箇所発達している。これらの鉱微地は局部的には高品位を示しているが連続性に乏しく、かつ、小規模であり好転の兆候は認められない。なお、地化学探査によってPb, Zn, Asの異常を花崗岩類の東部周辺部のコジャイケ層安山岩質火山岩類及びディヴィサデロ層に数箇所まとめて把握しており、従って、同周辺部に鉛-亜鉛の鉱脈型鉱床の賦存は期待できないこともないが、母岩が安山岩質火山岩類であることからエルトキ鉱床と同タイプの大規模鉱床賦存の可能性は低いと判断される。

したがって、本地区に対し今後更に詳細な調査・探鉱を行う必要性は低いものと判断される。

3) アルトシスネス-エルトキ地区

本地区の地質は、主にジュラ紀後期のイバニェス層とこれを貫く白亜紀後期の花崗岩類から構成されており、同花崗岩類の周辺部では褐鉄鉱、石英のストックワーク脈を伴った珪化変質帯が広く発達している。

鉱石分析結果では有用金属成分の含有量は低かったが、試料数が十分ではなく、また、地化学探査において同変質帯に対応したAu, Pb, Znなどの異常を検出しており、また、変質の特徴がラグナヴェルデ鉱床に類似していることから同タイプの金鉱床の賦存が期待される。

4) ロスレオネス川地区

本地区の地質は、古生代の変成岩類と、それを不整合に覆うイバニェス層及び中間組成からフェルシクな組成の貫入岩からなる。この貫入岩の周辺部を中心に銅、銀などの鉱化帯や変質帯が発達しているがいずれも劣勢であり、好転の兆候は認められない。また、今般得られた地化学データではいずれの元素もバックグランド値に近いものであり、従って、新鉱床発見の可能性は低いと判断される。

5) チレチコ-チャカブコ地区

衛星画像によって16箇所の変質帯を抽出し、現地調査を行った結果、ほぼ判読された位置で21箇所に及ぶ変質帯を把握した。これらの変質帯は、地域別にA~Iの9変質帯に区分される。これらのうち、C変質帯ではAu:6.7ppm, Pb:1.1%を示した試料もあり、地化学探査においてもAu, Ag, Pb, Zn, As等の異常が検出されており、変質帯の規模も大きく、金鉱床賦存の可能性が最も高い変質帯である。D変質帯は、鉱石分析の結果ではいずれの成分も低品位であったが、Au, Ag, Pb, As等の地化学異常が集中して検出されており、また、珪化が比較的強いこと、褐鉄鉱のストックワーク脈が密である、などを考え合わせるとC変質帯に次いで金鉱床が期待される変質帯である。

そのほかの変質帯では鉱石分析あるいは地化学探査の結果、有望示徴が得られていない、あるいは変質帯の規模が小さい、又は、変質が弱い、などから鉱床賦存の可能性は低いものと判断される。

1-2-2 第3年次調査への提言

以上の本年次調査の結論に基づき第3年次調査として次の事項を提言する。

- (1) TM画像解析によって抽出された5-4～5-13変質帯群に対する地質調査及び地化学探査。
- (2) アルトシスネス-エルトキ地区のA, B, C変質帯に対する地質精査及び地化学探査精査。
- (3) チレチコ-チャカブコ地区のC及びD変質帯に対する地質精査及び地化学探査精査。
- (4) 以上の変質帯調査の結果に基づき有望視される変質帯に対する物理探査(IP法)の実施。

なお、以上の地域のほかに第1年次に提言されているとおり、イバニェス-ムルタ地区のイバニェス川とアベジャノ川に囲まれた地域が探鉱余地として残されている。

1-3 第3年次調査の概要

1-3-1 調査地域

本年次の調査対象地域は次のとおり調査手法別に異なっている。

(1) 写真地質解析

本解析は、次の緯経度に囲まれた範囲に対して実施された(第II-1-1図)。

1) イバニェス-ムルタ地区南部(面積 1,216km²)

北限	南緯46°06'29"
南限	南緯46°26'37"
東限	西経71°51'24"
西限	西経72°38'40"

2) チレチコ-チャカブコ地区(面積 1,350km²)

北限	南緯46°38'26"
南限	南緯47°06'17"
東限	西経72°11'08"
西限	西経72°48'44"

(2) 地質調査及び地化学探査

地質調査は、次の6地区において実施され(第II-1-1図)、これらのうちイバニェス-ムルタ地区北部及びチレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)以外の地区において地化学探査が実施された。それらの範囲は下記のとおりである。

1) アルトシスネス-エルトキ地区(セロアグハ変質帯)(面積 170km²)

北限	南緯44°23'10"
南限	南緯44°31'12"

東限 西経71°33'10"

西限 西経71°48'30"

2) アルトシスネス-エルトキ地区(面積 580km²)

北限 南緯44°31'37"

南限 南緯44°48'23"

東限 西経71°11'24"

西限 西経71°32'03"

3) イバニェス-ムルタ地区北部(面積 270km²)

北限 南緯45°54'39"

南限 南緯46°02'10"

東限 西経71°50'01"

西限 西経72°08'58"

4) イバニェス-ムルタ地区南部(面積 980km²)

北限 南緯46°06'29"

南限 南緯46°26'37"

東限 西経71°51'24"

西限 西経72°38'40"

5) チレチコ-チャカブコ地区(面積 1,350km²)

北限 南緯46°38'26"

南限 南緯47°06'17"

東限 西経72°11'08"

西限 西経72°48'44"

6) チレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)(面積 17km²)

北限 南緯46°49'03"

南限 南緯46°53'16"

東限 西経71°59'07"

西限 西経72°04'56"

1-3-2 調査目的

(1) 写真地質解析

現地調査に先駆けて地域の地質及び地質構造の概要を把握し、効率的な現地調査を行うため、航空写真による写真地質学的判読を実施した。特に裂罅の把握を中心に解析を行った。

(2) 地質調査及び地化学探査

1) アルトシスネス-エルトキ地区(セロアグハ変質帯)

本地区北西部に発達しているセロアグハ変質帯に対する鉱床賦存可能性の検討を行う目的で

本調査を実施した。

2) アルトシスネス-エルトキ地区

本地域は、第2年次調査によって把握された珪化帯(ラブイトレラ:La Buitrera川)の東側に位置し、同珪化帯の東方延長部が期待されると共に、エルトキ鉱床胚胎層準(コジャイケ:Coyhaique層)の発達も予想される。同珪化帯における金、及びコジャイケ層における鉛、亜鉛の鉱化作用の賦存を確認する目的で本調査を実施した。

3) イバニェス-ムルタ地区北部

第2年次のTM画像解析の結果、本地区には大規模な変質帯の賦存が予想され、したがってラグナヴェルデ鉱床に類似した大規模浅熱水性金鉱床の賦存が期待される。同鉱床賦存の可能性を検討するため本調査を実施した。

4) イバニェス-ムルタ地区南部

本地域には鉱床胚胎層準であるイバニェス層(上部ジュラ系)、コジャイケ層(下部白亜系)及びディヴィサデロ層(上部白亜系)が広く分布しており、また、TM画像解析でも熱水変質帯の発達が予想されている。ジュラ系及び白亜系を中心とした鉱床賦存の確認と同変質帯における鉱化作用の確認を主目的として本調査を実施した。

5) チレチコ-チャカブコ地区

本地域には古生代の変成岩類、ジュラ系、白亜系、第三系等が広く分布しており、第三系以外鉱床胚胎層である。古生界ではシルヴァ型鉛-亜鉛の交代鉱床や銅-鉛-亜鉛脈鉱床が期待され、一方中生界には熱水変質帯が発達しており、ラグナヴェルデ型浅成金鉱床が期待されるため、これらの鉱化作用を確認する目的で本調査を実施した。

6) チレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

第2年次TM画像解析で抽出された変質帯に対する現地確認調査に際し、C及びD変質帯において金の有望示徴が得られた。従ってそれらの変質帯における金の鉱化作用の賦存状況の確認、鉱化域の広がり把握する、などの目的で本調査を実施した。

1-3-3 調査方法

調査の方法は地区別で異なる。

(1) アルトシスネス-エルトキ(アグハ変質帯)地区

地質調査及び地化学探査

踏査に当たっては縮尺5万分の1の地形図を2万5千分の1に拡大してルートマップとした。調査結果は縮尺5万分の1の地質図にまとめた。地化学探査は沢砂のバンニング試料を対象とした。

(2) アルトシスネス-エルトキ地区

地質調査及び地化学探査

踏査に当たっては縮尺5万分の1の地形図を2万5千分の1に拡大してルートマップとした。調

査結果は縮尺5万分の1の地質図にまとめた。地化学探査は沢砂を対象とした。

(3) イバニェス-ムルタ地区北部

地質調査

踏査に当たっては、縮尺5万分の1地形図を2万5千分の1に拡大してルートマップとした。熱水変質帯が広く発達しているため、変質鉱物の同定及び同変質帯に伴った鉱化作用の有無並びに鉱床賦存の可能性などの検討を中心に調査を行った。調査結果は5万分の1の地質図にまとめた。なお、植生や雪に広く覆われて露出の少ない地域については沢砂のパンニングも一部行った。

(4) イバニェス-ムルタ地区南部

写真地質解析

市販の航空写真(白黒, 縮尺約1/68,000)を実体視して地質単元の区分, 地質構造の判読を行った。解析結果は縮尺10万分の1の写真地質図にまとめた。

地質調査及び地化学探査

踏査に当たっては、縮尺5万分の1の地形図を2万5千分の1に拡大してルートマップとした。調査結果は縮尺10万分の1の地質図にまとめた。本地区には主として金鉱床が期待されることから地化学探査はパンニング試料により行った。

(5) チレチコ-チャカブコ地区

写真地質解析

市販の航空写真(白黒, 縮尺約1/55,000)を実体視して地質単元の区分, 地質構造の判読を行った。解析結果は縮尺10万分の1の写真地質図にまとめた。

地質調査及び地化学探査

踏査に当たっては、縮尺5万分の1の地形図を2万5千分の1に拡大してルートマップとした。調査結果は縮尺10万分の1の地質図にまとめた。本地区は主として銅, 鉛, 亜鉛鉱床が期待されることから、地化学探査試料は沢砂を対象とした。

(6) チレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

地質調査

踏査に当たっては、縮尺5万分の1の地形図を2万5千分の1に拡大してルートマップとした。調査結果は縮尺5万分の1の地質図にまとめた。

1-3-4 調査量

本年次の調査量及び試験・分析件数はTable I-1のとおりである。

1-3-5 調査団の編成

本年度の調査に従事した技術者は次のとおりである。

Table I-1 Numbers of Sampels Provided for Assaying and Laboratory Works

No.	Area	Area (km ²)	Traverse length (km)	Panned concentrate (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As)	Stream sed.	Ore Assay (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, S)	Whole rock analysis	Thin section	Polish section	X-ray diffraction	Dating (K-Ar)
4	Alto Cisnes-El Toqui Area	580	256	0	150	49	3	13	0	8	3
	Co. Aguja Alteration Zone	170	84	67	0	27	0	4	4	5	0
5	Ibañez-Murta Area (North)	270	185.3	45	0	340	1	5	8	66	1
	Ibañez-Murta Area (South)	980	410	158	0	74	1	34	9	14	1
7	Chile Chico-Chacabuco Area	1,350	242	0	102	23	1	12	7	3	1
	Lake Jeinimeni Alteration Zone	17	21	0	0	73	0	0	0	8	0
	Total	3,367	1,198.3	270	312	586	6	68	28	104	6

日本側

氏名	担当業務	所属
高本宏介	企画・調整	金属鉱業事業団
古川雄也	技術責任者, 写真地質解析, 地質調査, 地化学探査	日鉱探開株式会社
大地正高	写真地質解析, 地質調査, 地化学探査	同上
武田 進	写真地質解析, 地質調査, 地化学探査	同上
吉江 隆	地質調査, 地化学探査	同上
佐藤健二	地質調査, 地化学探査	同上

チリ側

氏名	担当業務	所属
Carlos Portigliati	技術責任者, 地質調査, 地化学探査	SERNAGEOMIN
Sonia Vogel	地質調査, 地化学探査	同上

1-3-6 調査期間

本年度の作業別調査期間は次のとおりである。

写真地質解析 : 平成3年 8月 5日～同年9月5日

地質調査・地化学探査: 平成3年 9月22日～平成4年 1月 3日

解析・報告書作成 : 平成4年 1月 4日～平成4年 2月28日

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

(1) アルトシスネス-エルトキ地区(セロアグハ変質帯)

第XI州コジャイケ県の北東部, コジャイケ市の北々東, 直距離約130kmに位置する。同市よりセロアグハ変質帯に至るにはタペラ(Tapera)経由が最短コースである。タペラは人口, 500人程度の小集落で, 同集落までは車道(コジャイケ市よりタペラまで380km)が通うじているが, それからアグハ山(直距離, 23km)までは馬道があるだけである。なお, タペラには小型飛行機用の飛行場があり, チャーター便の発着が可能である。所要時間は, コジャイケ市よりタペラまで車両で約4時間, タペラよりアグハ山麓まで馬で約9時間である。本変質帯はアグハ山を中心に発達している。

(2) アルトシスネス-エルトキ地区

第XI州コジャイケ県の北東部に位置する。調査地域は極端な過疎地で地域内には1つも集落はないが、調査地域の西方約15kmにタペラ部落がある。本地区はコジャイケ市の北北東、直距離約110kmに位置している。コジャイケ市から調査地の入口までの所要時間は車両で約4時間である。車道は調査地の北端に1ルート敷設されているだけであり、調査内の移動は馬及び徒歩によるしかない。

(3) イバニェス-ムルタ地区北部

本地区は、第XI州コジャイケ県の南部に位置しており、コジャイケ市の南、約40kmにあり、比較的交通便利な地にある。所要時間は車両で約1時間である。本地区中央部をアウストラル(Carretera Austral)幹線道路が縦断しており、その他は馬道が通じているに過ぎない。

(4) イバニェス-ムルタ地区南部

本地区は、第XI州ヘネラルカレラ県の北部-中央部に位置しており、イバニェス川とヘネラルカレーラ湖に挟まれた地域で、その中央にラパレント湖(Lago Lapparent)がある。このラパレント湖はコジャイケ市の南約75kmに位置しており、同市から車両で約3時間、更に馬で3時間を要する。地域の南東部に本地区で最大の集落であるプエルトイバニェス(人口約700)があり、幹線道路がコジャイケより同集落に通じている。また、調査地の北端部をムルタ部落に向かう幹線道路が走っている。また、ラパレント湖とイバニェス川に挟まれた地域には馬道が比較的密に発達しているが、ラパレント湖以南は馬道もほとんどなく大半は徒歩に頼る以外にない。なお、プエルトイバニェスには小型飛行機用の飛行場がある。また、ヘネラルカレーラ湖の南岸にはフェリボートの定期便が運行されている。

(5) チレチコ-チャカブコ地区

本地区は、第XI州のヘネラルカレラ県からカピタンプラット(Capitan Prat)県にまたがっている。主な集落は人口500~600のプエルトグァダル(Puerto Guadal)であり、同集落にはアウストラル道路を通過して車両でコジャイケより約6時間(320km)で達する。また、同集落には小型飛行機用の滑走路があり、チャーター便がコジャイケとの間を運行している。馬道は地域の北部及び西部で比較的密であるが、東部では極端に少なくなっている。

(6) チレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

本地区は、第XI州ヘネラルカレーラ県の東部にあり、アルゼンチンとの国境近くに位置している。コジャイケより本地区に至るにはプエルトイバニェス経由でチレチコ(人口、2000人)に至り、それよりヘイニメニ湖を経由して本変質帯に達する。同湖までは車道が通じているが、変質帯内部は馬道すらない。本地区はチレチコ市の南々西約60kmにある。所要時間は、コジャイケ-プエルトイバニェス間が2時間30分、プエルトイバニェス-チレチコが2時間30分、チレチコ-ヘイニメニ湖が3時間である。本変質帯はヘイニメニ湖の南北岸に発達している。

2-2 地形及び水系

(1) アルトシスネス-エルトキ地区(セロアグハ変質帯)

地域の北限をE-Wに横断する稜線(アルゼンチンとの国境)が走り、これを分水嶺としてN-Sの水系が形成されている。最高峰は、海拔2100mのステフェン山(Cerro Steffen)であり、その他、アグハ山(1882m)、ウエムレス山(Cerro Huemules)(1917m)などの高峰がE-Wに連なっており、地域の大半は急峻な山岳地形を示している。

主要河川はカセレス川(Rio Caceres)及び同河川の支流であるマグダレナ川(Rio Magdalena)などである。

(2) アルトシスネスーエルトキ地区

本地区の北端部にE-W方向の主要河川であるシスネス川が流れており、同河川に直交した支流、ラブイトレラ川、ウインチェスター川(Estero Winchester)、ウインチェスタースル川(Estero Winchester Sur)などが平行に流れている。地形は比較的なだらかで、海拔600~2,000mの山系からなり、南に向かって標高を増している。

(3) イバニェスームルタ地区北部

本地区は、東西に走っているカスティージョ山脈(Cordillera Castillo)内にあり、標高1,000~2,000mの急峻な地形が多く、平坦部が少ない。水系は樹枝状を呈している。

(4) イバニェスームルタ地区南部

本地区は典型的な氷河地形をなす。河川は直線的であり、谷は広いU字形をなし、その側壁は急峻で至るところに滝を形成しており、山頂に到達することが至難な山が多い。尾根部は比較的平坦であり、その標高は2,000m級が多い。山系は西部ほど高く、最高峰は海拔1842mのレドンド(Cerro Redondo)山である。また、いたるところに細長い氷河湖が形成されており美しい景観を呈している。水系パターンは格子状ないし樹枝状をなし、イバニェス川、シンノンブレ川(Rio Sin Nombre)、ラルゴ川(Estero Largo)などの主要河川はE-Wに流れる。地域西部の海拔2000m級の高山は氷河に覆われている。

(5) チレチコーチャカブコ地区

本地区の地形は、パトラロ山(Cerro Pato Raro)、ラスオルケタ山(Cerro Las Horqueta)、ヘイネメニ山(Cerro Jeinemeni)等がE-Wに連なる連峰とこれに直交したN-S水系からなる。山系は東で高く(2,000m)、西で低い(1,000m)。地域西部は丸味を帯びたなだらかな地形を呈し、中央部は堆積岩類の互層からなる地質を反映して格子状水系パターンを呈している。東部はU字谷、カール、懸谷等の氷河地形で特徴づけられている。

(6) チレチコーチャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

本地区は氷河地形で特徴づけられる地域で、いたるところにU字谷や氷河湖(ヘイニメニ湖)が形成されており、尾根は瘦せており、山の斜面は急傾斜をなしており、調査は困難を極める。

第 3 章 アイセン地域の地質・鉱床概要

本地域は、南アメリカ台地の西縁に沿って形成されているアンデス造山帯のうち、Gansser(1973)の区分による中部アンデスの南部に位置している。

地質は、古生界の変成岩類を基盤としてジュラ系、白亜系、第三系、第四系及びジュラ紀から第三紀初期にかけて活動した底盤(パタゴニア底盤)などから構成されている。基盤岩類は、主として西側に分布しており、緑色片岩、千枚岩、石英片岩、雲母片岩、変砂岩、マール、石灰質片岩などの変成岩類より構成されており、著しく変形している。この古生界は付加体と解釈されており(Enricksen et al., 1990)、原岩の堆積時期については必ずしも明瞭ではないが、アイセン前縁山脈(Precordillera de Aisen)の一部ではデボン-石炭紀とされている(Skarmeta et al., 1984)。

ジュラ系は、パタゴニア底盤の東側にN-Sに細長く伸びて分布しているが、南緯39°から同43°までは主としてアルゼンチン側に分布している。同系は、主としてフェルシク火山岩類及び火砕岩類からなるが、ロンキマイ地区に分布している同系は主としてフリッシュ相からなる。

本系の堆積時期は、ドッガー世-マルム世とされている(Skarmeta et al., 1984)。

白亜系は、下部白亜系と上部白亜系にわけられ、前者は南緯43°以南に主として分布しており、後者は同以北に主として分布している。下部白亜系は、主として下部の海成層と上部のフェルシク火山岩類及び火砕岩類からなり、上部白亜系は、主にフェルシク火山岩類及び陸成層からなる。

南緯43°以北における第三系は、主としてパタゴニア底盤の西側に発達しているが、第四系に広く被覆されているためその分布は断続的ある。第三紀前期には海成堆積物もみられるが、後半になると陸成層及び火山岩類が圧倒的に多くなる。南緯43°以南では同底盤の東に主として発達しているがその分布は小さい。この地域でもその前期には海成層を伴った台地玄武岩の発達が見られ、中~後期になると主として陸成層からなる。第三紀の末期から第四紀前期にかけて安山岩質ないし玄武岩質火山活動がパタゴニア底盤地帯を中心に活発化し、その活動の一部は現在まで続いている。また、南緯43°以北のアンデス山脈と海岸山脈の間の低地(中央盆地)には第四紀の沖積層が広く発達している。また、第四系の特徴の一つとして本地域の至るところで氷河堆積物が見られる。ホーン岬からコロンビアまで、南アメリカの西縁に沿って中生代から新生代前期の底盤(アンデス底盤)が貫入しているが、このうち南緯39°以南の部分をパタゴニア底盤と呼称している。この底盤は本地域の脊梁を構成しているもので、南緯39°から同43°付近まではアルゼンチンとの国境付近に分布しているが南緯43°以南では地域の中央部に分布している。底盤の貫入時期は、絶対年代測定からジュラ紀中期から漸新世とされている。岩相は、かこう岩からかんらん岩まで認められ、化学組成が西から東に向かってマフィックからフェルシクへ移り変わっている(Skarmeta et al., 1984)。

大陸の西縁では中生代に海洋プレートのサブダクションに起因した活発な火成活動が行われ

ており (Skarmeta et al., 1984), その活動は, 本地域ではジュラ紀中期～後期に開始されたものと思われる。この西縁沿いの火成活動に伴って深成岩が断続的に貫入し, 新生代前期までに巨大な西縁帯の底盤が形成された (Jenks, 1975)。新生代に入ってからこの火成活動は継続しており, その一部は現在もなお活動を続けており, 玄武岩～安山岩質火山噴出物を噴出させている。

本地域の大構造は断裂系にしる褶曲構造にしるN-S方向が卓越している。この方向は古生界から現世に至るまで一貫している。このN-S系の断裂は, 第三紀後期以降の新しいものが優勢で, 特にパタゴニア底盤地帯で優勢であり, 連続性のよいものは延長100～150kmに及んでいる。この断裂系に沿って第四紀の火山活動が行われており, それに沿った地熱や温泉が点在して, いわゆる火山フロントを形成している。

褶曲構造は, 古生界中では複雑な引きずり褶曲を伴った複合褶曲をなし, その褶曲軸はほぼN-S方向を示している。中生界に発達している褶曲構造は非常に緩やかな波状褶曲をなしている。

新生界では局部的に褶曲構造がみられる。以上のことから, 古生代及び中生代の構造運動は水平運動で特徴づけられ, 新生代のそれは垂直運動で特徴づけられる。

東側のアルゼンチンを含めた地域には, 金, 銀, 銅, 鉛, 亜鉛, モリブデンなどの鉱化作用が多数みられるが, チリ側では特に南緯43°以南に多い。これらの鉱床/鉱徴地のほとんどは, パタゴニア底盤の東縁部に偏在しており, しかも大局的に同底盤を基準に次のような累帯配列を示している (Figure I-2)。すなわち, 底盤に近い方から遠い方に向かって,

モリブデン帯

銅(金)帯

鉛-亜鉛(銀)帯

である。底盤から最も離れた鉱化帯で100km程度離れている。以上の配列の他に, Figure I-2にみられるような金-銀帯が上記の配列に斜交するように発達している。

モリブデン帯は, 底盤縁辺部あるいはごく近傍に位置している。モリブデン鉱床は, 一般に細脈状をなして深成岩類中に発達している。同鉱床は, 南緯44°以南に比較的多いが, 他の鉱種に比較すると非常に少ない。

銅(金)帯は, 南緯43°～44°付近ではアルゼンチン側を通り, 44°以南でチリ側に入る。鉱床のタイプは脈状が圧倒的に多いが, 塊状あるいはレンズ状の交代鉱床もみられる。銅鉱床にはほとんど常に少量の鉛, 亜鉛を随伴しており, また, 鉱床上部で金を伴う鉱床もある。銅鉱床は一般に小規模であり, 銅を主体に採掘が行われた鉱床はチリ側には存在しない。主な金属鉱物は黄銅鉱であるが, ほとんど常に磁硫鉄鉱を随伴しており, また, 脈石鉱物として緑泥石, 緑れん石などがみられ, 中熱水鉱床型あるいはそれに近い鉱床と考えられる。

鉛-亜鉛(銀)帯は銅帯の東側にあり, 鉱床は南緯45°～47°に特に密集しており, チリ全土の鉛, 亜鉛生産量の75%をこの地域から産出している。鉱床は中熱水性ないし浅熱水性の両者がある。

前者は, 古生界あるいは中生界の石灰質層を交代した層状, 塊状, レンズ状などの鉱床で, 後者

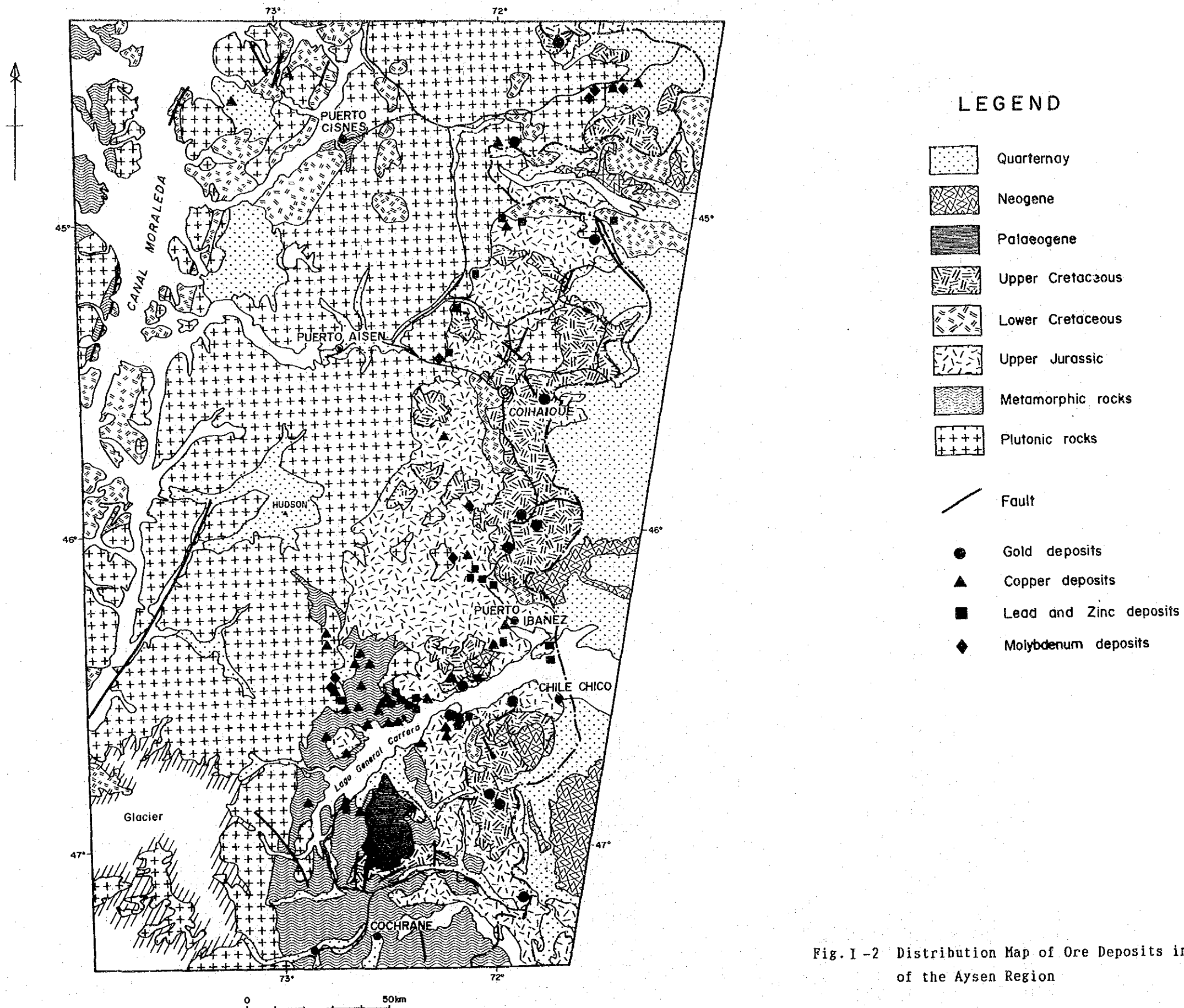


Fig. I -2 Distribution Map of Ore Deposits in the Southern Part of the Aysen Region

は鉱脈型が多い。本帯に産する鉛鉱は含銀量が比較的高く、平均100g/t前後含有している。鉛-亜鉛の代表的鉱床は、アルトシスネス-エルトキ地区に発達しているエルトキ鉱床とイバニェス-ムルタ地区に発達しているシルバ鉱床である。前者は、下部白亜系のコジャイケ層の石灰質層を交代した層状鉱床で、埋蔵鉱量:1,000万トン級(Pb 4.5%, Zn 12%)の大規模鉱床である。また、後者は古生界の石灰岩を交代した鉱床で、埋蔵鉱量50~60万トン級の鉱床で、Pb+Zn:15~20%, Ag:40~60g/tの品位を有する。

金-銀帯は、コジャイケ以南では上記の鉛-亜鉛帯の東側に位置しており、一見既述の累帯配列の最外帯をなしているかのようにみられるが、タペラ付近で既述の鉱床配列及びパタゴニア底盤と交差するような分布を示している。なお、南緯40~43°はデータ不足のためこの金-銀帯の行方は明瞭でない。南緯43°以南における金-銀帯は、上部白亜系の中心部の分布と一致しているように見受けられることから、金-銀鉱化作用は白亜紀後期の火山作用と密接して行われた可能性が考えられる。

金-銀鉱床の多くは鉱脈型であるが、ロンキマイ地区では同型鉱床を母鉱床とした漂砂鉱床も存在している。主要な構成鉱物は石英で、一般的に硫化鉱物の随伴はごく少ない。産状は、細脈の集合あるいはストックワーク状をなす場合が多い。しかも広大な酸性変質を伴った浅熱水性ないしは温泉型鉱床である。母岩は上部白亜系のフェルシック火山岩類あるいは火砕岩類である場合が多い。

代表的鉱床としてアルトシスネス-エルトキ地区のカッターフェルド鉱床及びチレチコ-チャカブコ地区のラグナヴェルデ鉱床がある。両鉱床とも最近探鉱された新しい鉱床で、現在鋭意探鉱中であり、それらの詳細は明らかにされてはいないが、いずれも精力的な探鉱からしてかなり有望な鉱床であると推察される。従ってこのタイプの鉱床の数は未だ少ないが、今後更が増えることが期待される。

第 4 章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造, 鉱化作用の特性と鉱化規制

(1) アルトシスネス-エルトキ地区(セラグハ変質帯)

火山作用に関連した金銀鉱床についてはBerger and Eimon(1982), Tingley and Bercher(1985), 井沢(1985)など, 近年多くの研究成果が報告されており, それらに基づいた鉱床の特徴は第2部第1章, 1-4のTable II-1-4のとおりまとめられるが, これらの特徴とセラグハ変質帯の特徴を比較して同変質帯の位置づけを試みた。

セラグハ変質帯の地表部における特徴を羅列すると次のとおりとなる。

- ・一次鉱物は黄鉄鉱及び微量の黄銅鉱以外認められない。ただ, 変質岩の分析でひ素の濃集がみられる。ひ素の濃集については, 地化学探査によっても裏付けられている。
- ・変質帯の中心部には, 石英, 明ばん石, パイロフィライト, カオリンなどの酸性変質鉱物が特徴的に産出しており, 周辺部には少量のセリサイトがみられる。
- ・黄鉄鉱は鉱染状及びストックワーク状をなす。石英のストックワークあるいは細脈は認められない。
- ・シンター, オパールあるいは熱水性爆発角礫は認められない。

以上の諸特徴が温泉型に類似していることから, 成因的には温泉型に属するものと推察される。また, 上記の諸特徴をBerger and Eimon(1982)の模式断面図(Figure II-1-4)にあてはめてみると, まず, 珪質シンター, オパール, 熱水性爆発角礫などを欠いていることから同図の地表部には相当しないであろう。むしろ, スtockワーク脈に欠けていることからして同図の『ケイ質シンター』帯と『ストックワーク脈』帯の間に位置している可能性があると考え。既述のとおり, 同変質帯ではAsの含有量が比較的高い。このことも本変質帯が浅所レベルにあることを示唆している。

本変質帯の形成時期は, 母岩の年代及び同変質帯を切っている玄武岩岩脈の年代から白亜紀末期と解される。温泉型金鉱床は当然のことながら一般的に若い, ドミニカ共和国のプエブロヴィエホ鉱床(Pueblo Viejo)のように白亜紀初期の温泉型金鉱床もあり, 必ずしも無理とは思われない。

(2) アルトシスネス - エルトキ地区

本地区には鉱床あるいは鉱化帯は発達していないが, 大小の熱水変質帯は多数存在する。これらのうち, 北西部に発達しているNo. 12~14変質帯は, N70°E系の断層に沿って発達しており, かつ, 付近に石英モンゾニ斑岩岩脈が常に分布している。同岩脈自体も変質作用を受けており, 石英モンゾニ斑岩と密接して, しかもN70°E系断層に規制されて形成されたものと推察される。

一方, 南部に発達している変質帯及び鉱徴地(No. 1~11)は, 大規模かこう岩岩株を取り巻くよ

うに分布しており、同変質帯はかこう岩ストックと密接して形成されたものと推察される。

(3) イバニェス - ムルタ地区北部

本地区にはA-K鉱化帯と仮称した11箇所及び鉱化帯が発達している。これらのうち、地域中央部に分布しているE, F, G, H及びK鉱化帯(以下まとめて中部鉱化帯と仮称)は次のような特徴を有することから温泉型に属すると解される。

- ・だ円状ないし円形状の形態を示す珪化帯(F:4×1km, E:2×1.3km, G:0.9×0.4km, H:1.2×0.8kmなど)が発達している。
- ・玉ずい質石英-黄鉄鉱のストックワークが発達している。

幅広い珪化帯が存在していることは、地表浅部の環境下で形成されたことを暗示している。また、だ円形、あるいは円形状の石英-黄鉄鉱脈のストックワークが発達しているということは、爆発による角礫化作用とその後の珪化作用、石英細脈の形成が起こったことを示唆しており、この角礫帯が温泉型鉱床に一般のみられる熱水爆発角礫に相当するものと考えられる。

なお、主な変質鉱物は石英及びセリサイトで、カオリナイトなど酸性変質を示す鉱物は全く検出されていない。また、珪質シンターやオパールなどもみられない。これらのことからして本鉱化帯は、温泉型ではあるが形成当時の地表部は削剥されて、現在の露頭レベルは、(1)で前述した模式断面図の「ストックワーク脈」に相当すると考える。もしそうであるとすると金の沈殿環境下にあるわけであるが、金の含有量は極めて低い。鉱液に溶解していた金、銀含有量自体が低かったと考えざるをえない。

(4) イバニェス - ムルタ地区南部

本地区に分布するイバニェス層は、NE-SW方向の褶曲軸をもった波状褶曲構造を呈しており、同軸にほぼ直交して主要裂罅の一つであるN20°W系裂罅が発達している。この方向にほぼ平行して本地区の主要な鉱脈型鉱床が発達している。しかも同鉱床の分布が、N20°W系裂罅の密集している東部地域に偏在している。これらのことから、NNW-SSE方向の圧縮応力によってN20°W系の張力裂罅が形成され、その一部を胚胎の場として鉱脈鉱床が形成されたものと推察される。

本地区に発達している鉱床あるいは熱水変質帯はイバニェス層及びディヴィサデロ層を母岩としており、かつ、第三紀鮮新世の活動(Skarmeta, 1978)とされている玄武岩質岩脈に切られている。また、プエルトイバニェスの西に小規模変質帯が点在しているが、これらはデイサイト岩脈を中心に発達しており、同岩脈自体が弱いながら珪化あるいは粘土化を被っており、同岩脈の活動と変質作用が密接していることを示唆している。この岩脈が、ディヴィサデロ層を貫いていることからしてこの変質作用は後期白亜紀以降であることが伺える。

以上のことからして、本地区の鉱化期は後期白亜紀以降、第三紀鮮新世以前ということになるが、鉱化・変質作用は、ディヴィサデロ層をもたらした酸性火山活動との関連がもっとも考え易いので、鉱化期は後期白亜紀と推定される。

それ以外の貫入岩は一般に鉱化及び変質を受けておらず、したがって鉱化・変質作用と直接的な関係はないものと判断される。

(5) チレチコ - チャカブコ地区

本地区には鉛-亜鉛の脈状及び鉱染状の鉱床あるいは鉱微地並びに変質帯が発達しているが、いずれも特定の方向を示していないため、断層との関係は明瞭でない。一方、鉛-亜鉛の鉱床の分布は、流紋岩やトーナル岩などのフェルシック貫入岩の分布と密接している(Figure II-5-6)。このことは、フェルシック貫入岩類と鉛-亜鉛の鉱化作用の間に相関があることを暗示している。

(6) チレチコ - チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

ヘイニメニ湖変質帯の主な変質鉱物は、石英及びセリサイトであり、また、同変質帯に微量ながら方鉛鉱が石英細脈中に認められる。これらの鉱物組み合わせから本変質帯は、浅熱水性の変質作用により形成されたものと解される。本変質帯はデイサイトストックの近傍に分布しており、かつ、同ストック自体が変質しており、したがって、本変質帯は同ストックと密接して形成されたものと考えられる。同ストックの正確な進入時期は不明であるが、ディヴィサデロ層をもたらした酸性火山活動と関連した進入と考えられるので、その時期は白亜紀後期と解される。したがって本変質帯の形成もほぼ同時期と解される。

本変質帯の形成時期が、白亜紀後期とすると変質帯上部は既に削剥されているであろうから正確な形成深度を推定するのは難しいが、上記の鉱物組み合わせや広い珪化帯の発達などから推して現在の露頭レベルは、生成当時の地表よりやや深い位置にあるものと推察される。

本地区の北方約60kmにあるラグナヴェルデ金鉱床も浅熱水性であるが、同鉱床は上部がAu-Ag帯で、下部でPb-Zn帯に変わるといわれていることからすると、本変質帯の露頭レベルはラグナヴェルデ鉱床の下部に近い位置にあるのかもしれない。

4-2 地化学異常と鉱化作用との関係

(1) アルトシスネス - エルトキ地区(セロアグハ変質帯)

第II部、第1章で述べるとおり、酸性変質で特徴づけられるセロアグハ変質帯には次表にみられるとおり黄鉄鉱及びヒ素以外の鉱化作用は、地表部では認められない。

	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	S(%)
変質帯内部	12.31	0.13	13.08	65.92	8.96	123.2	3.35
変質帯外部	21.54	0.22	21.15	28.31	52.50	14.38	0.93

(上表の値は各々13個の平均値を示す)

すなわち、Pb、As及びS以外の成分はいずれも変質帯内部よりも外部で高い値を示している。

一方、Asは同内部が外部の10倍近い値を示しており、Sも内部が3倍の値を示している。この結果からして本変質帯の地表部はAs及びS成分に富み、Au、Ag、Cu、Znなどの成分に乏しいといえよう。

一方、地化学探査(パンニング)の結果ではFigure II-1-5にみられるとおり、Asの総ての異常地点がセロアグハ変質帯を開析した河川において検出されており、As以外の元素は同変質帯の外側で検出されている。すなわち、岩石の化学分析結果と地化学異常が見事に一致している。

(2) アルトシスネス - エルトキ地区

本地区には鉍化作用は認められず、かつ、同作用の存在を示唆するような地化学異常も検出されていないため、鉍化作用と地化学異常の関係は明瞭でない。

(3) イバニェス - ムルタ地区南部

プエルトイバニェスの西方にPb、Znの異常がまとまって検出されており、その地域では主成分分析の結果からも鉍化作用の存在を示唆している。また、この地域にはカスカラヤロングなどの鉛-亜鉛鉍床が知られており、地化学異常と鉍化作用のよい対応を示している。

(4) チレチコ - チャカブコ地区

プエルトグダルの南から南西にかけてエスコンディータやサンセバスティアンなどの鉛-亜鉛-(銅)鉍脈鉍床が分布しており、Pb、Znのまとまった地化学異常分布と一致している。また、この地域における主成分分析の第2主成分の高スコア域とも一致しており、鉍化作用と地化学異常がよい対応を示している。

4-3 鉍床賦存のポテンシャル

(1) アルトシスネス-エルトキ地区(セロアグハ変質帯)

セロアグハ変質帯は酸性変質で特徴づけられる大規模な変質帯であり、かつ変質度も高く温泉型鉍床と類似の生成プロセスで形成されたものと推察される。微量元素としてひ素を含有しており、地表下浅所の酸性環境下で生成したものと考えられる。一般的に金の溶解度は中性環境下でもっとも高く、pHが酸性あるいはアルカリ性になり、溶解度が下がるといわれており、したがって、温度が低く酸性環境下にあるセロアグハ変質帯は金の沈殿条件を備えていた。それにもかかわらず金含有量が低いということは、鉍化溶液自体の金の含有量が低かったがためと解される。したがって、変質帯深部で金品位の好転は期待薄である。

深部で鉛、亜鉛あるいは銅などの含有量が多くなる可能性はあるが、アイセン地域における既知鉍床の例からして経済的濃集に至るまでにはならないものと推察される。セロアグハ変質帯の周辺部に発達している多数の小変質帯は本地区の変質作用の周縁相をなすものであり、有用金属含有量の好転の可能性は極めて低い。以上のことから、本地区全域の鉍床賦存ポテンシャルは低いものと判断される。

(2) アルトシスネス-エルトキ地区

本地区には14箇所及び変質帯が発達しているが、いずれも石英細脈と鉍染状黄鉄鉍以外に鉍化作用は認められず、有用金属の含有量は極めて低い。変質作用はほとんどが珪化であり、かつ母岩を構成している初生鉍物が、かなり変質を受けずに残されており変質度は低い。これらの変質帯中に有望鉍床が潜頭している可能性は極めて低い。ただ、No. 12~14変質帯はN60°E系断層に規制されて形成されており連続性に富んでいる。それらは広く第四系に覆われているため追跡が困難である。

地域の北半部は後鉍化作用の第四系に広く覆われており、その下部で鉍床を把握することは至難である。本地区にはコジャイケ層を欠如しており、したがってエルトキ鉍床型の鉛-亜鉛交代鉍床の賦存は期待薄である。Auの地化学異常が集中しているロスマトレロ山東斜面には脈状金鉍床賦存の可能性はあるが付近に変質帯が認められないので、規模は小さいものと推察される。

(3) イバニェス-ムルタ地区北部

温泉型に属すると考えられるE, F, G, H及びK鉍化帯は、珪質シンターなど生成当時の地表部は侵食によって削剥され、現在の露頭は、Berger and Eimon(1982)の模式断面図の『ストックワーク脈』帯に相当するものと考えられるが、金の含有量は低い。このことは、金の沈澱環境下にあるにもかかわらず金の沈澱が認められないということである。また、露頭間には約500mのレベル差があるにもかかわらず鉍況変化がみられない。これらのことは、鉍化溶液に金の濃集が少なかったことを示唆しているものであり、したがって更に深部で金品位が上昇する可能性は低いと判断される。なお、他の既知鉍床の例から、深部で鉛-亜鉛の含有量がやや高くなる可能性はあるが、鉛-亜鉛単独で移行対象となるほど品位の上昇があるとは既知鉍床の例から考えにくい。

上記以外の鉍化帯は、微弱な石英脈を伴った黄鉄鉍の鉍染だけしか認められず、金、銀やベースメタルの含有は極めて低い。これらの鉍化帯の母岩(ディヴィサデロ層)の構造はほぼ水平であることから、それらの露頭レベルは上記の鉍化帯とほとんど同じ深度にあると考える。また、これらの鉍化帯における主な変質鉍物が、セリサイトであることからして地表下浅所よりは深い位置にあるものと解される。従って更に深部で鉍況に変化があるとは考えられない。

以上の点から本地区における金、銀及びベースメタル鉍床賦存の可能性は低いと判断される。

(4) イバニェス-ムルタ地区南部

本地区の鉍床賦存ポテンシャルを地質的見地からみた場合、基盤岩類の分布がみられないことから、変成岩類に伴った石灰岩層が欠如しているため、シルバー(Silva)型の鉛-亜鉛交代鉍床の賦存は期待できない。また、コジャイケ層の欠如からエルトキ型鉍床も期待できない。

賦存可能性のある鉱床は、銅-鉛-亜鉛の鉱脈型と浅熱水性金銀鉱床である。ただし、両者とも既知鉱床の規模から推して大規模鉱床は期待薄であり、賦存するとしてもカスカラ鉱床に類似した単純脈であろう。前者についてはプエルトイバニェスの西方のPb, Znの地化学異常密集地域であり、後者については金粒を随伴した金の地化学異常が捕捉された河川の上流域、すなわち、プエルトイバニェスからコジャイケに通じている車道の東からアルゼンチンとの国境までの範囲である。この地帯は、既述のとおりカッターフェルド(Katterfeld)金鉱床からラグナヴェルデ鉱床を結んだN-Sに伸びる金-銀帯の線上にあり、金鉱床賦存の期待がもたれる。ただし、視界の届く範囲内に規模の大きい変質帯は見られなかったこと、第2年次実施したランドサットTM画像解析においても規模の大きい変質帯は判読されていないことなどからすると温泉型のような大規模金鉱床の賦存は期待薄である。

ロング川上流から地域外のアヴェジャノ川の間にはTM画像でややまとまった変質帯を抽出しており、今次調査では積雪のため調査不可能であったが、浅成金鉱床賦存の可能性が唯一残された地域である。

(5) チレチコ-チャカブコ地区

本地区には基盤岩類の結晶片岩が広く分布しているが、石灰質片岩の挟みは非常に少なく、わずかに1枚確認したに過ぎない。したがって、シルバー型鉛-亜鉛鉱床の賦存可能性は低い。基盤岩を母岩とした銅-鉛-亜鉛の脈状鉱床は、賦存する可能性はあるが既知鉱床の例からして規模は小さいものと推察される。また、イバニェス層及びディヴィサデロ層を母岩とした銅-鉛-亜鉛の脈状鉱床は期待できるが小規模なものであろう。地域の中央部は、後鉱化作用の第三系海成堆積岩類が広い分布を占めており、鉱床賦存の可能性はない。

(6) チレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

ヘイニメニ湖変質帯は、微量のAu, Pbの鉱化作用を伴った浅熱水性の変質帯であり、現在の露頭レベルは生成当時の深度としては地表下やや深い位置にあった、と解釈される。すなわち、現在の露頭レベルは生成当時、金の沈澱環境下にあったものと解されるが、Au含有量はきわめて低い。このことは鉱化溶液におけるAu含有量が低かったがためと推察される。したがって、深部でのAu品位の好転は期待薄と判断される。以上のことから本地区における採算性のある鉱床賦存のポテンシャルは低いと推察される。

第 5 章 結論及び提言

5-1 結論

(1) アルトシスネス - エルトキ地区(セロアグハ変質帯)

本地区西部に東西 5km, 南北 4kmの平面規模をもつセロアグハ変質帯が, ディヴィサデロ層の火砕岩類を母岩として発達している。同変質帯は酸性変質で特徴づけられ, 鉱染状の黄鉄鉱, 褐鉄鉱, 赤鉄鉱(微量の黄銅鉱)などを産している。変質岩の化学分析の結果では, 有用金属の含有量は極めて低かった。ただ, ひ素の含有量がやや高かった(平均値:123ppm)。パンニングによる地化学探査では, Asの異常が本変質帯内に集中的検出された。

本変質帯は, 母岩の変質及び微量成分の特徴から温泉型鉱床に類似したプロセスで形成されたものと推察される。また, 現在の露頭レベルは, Berger and Eimon(1982)の温泉型金鉱床の模式断面図に対応させると『地表部』と『ストックワーク脈』の間に位置しているものと判断される。この位置は, 酸性環境下であり, 金の沈澱環境下にあるかかわらず金の沈澱がみられないということは, 鉱化溶液における金含有量がもともと低かったものと推察される。従って, 本変質帯の下部で金の品位が上昇する可能性は低いものと判断される。

(2) アルトシスネス - エルトキ地区

本地区には14箇所及び変質帯がイバニェス層及びディヴィサデロ層を母岩として発達しているが, いずれも石英細脈と鉱染状黄鉄鉱以外に認められず, 有用金属の含有量は極めて低い。変質作用はほとんどが珪化であり変質度も低い。従って, これらの変質帯中に有望鉱床が潜頭している可能性は極めて低い。本地区にはコジャイケ層を欠如しており, 従ってエルトキ鉱床型の鉛-亜鉛交代鉱床の賦存は期待薄である。地化学探査の結果では, 注目すべき示徴は得られなかった。

(3) イバニェス-ムルタ地区北部

本地区には大小30余の鉱化帯が発達しているが, このうち, E, F, G, H及びK鉱化帯には優勢なストックワーク状の石英脈が, 黄鉄鉱の鉱染及び褐鉄鉱や赤鉄鉱のストックワーク並びに鉱染を伴ってディヴィサデロ層の火山礫凝灰岩及び流紋岩熔岩を母岩として発達している。変質は強珪化及び弱セリサイト化である。上記の石英ストックワークの分析結果ではごく稀に0.1~0.2 ppmのAuを含有しているほか, 有用金属の濃集はみられなかった。

現在の露頭レベルは, Berger and Eimon(1982)の模式断面図の『ストックワーク脈』帯に相当すると考えられるが, 金の含有量は低い。すなわち, Auの沈澱条件下にもかかわらずほとんど金の鉱化がみられないということからして, 鉱化溶液中の金の濃集が少なかったものと推察される。したがって深部で金品位が上昇する可能性は低いと判断される。

上記以外の鉱化帯は, 微弱な石英脈を伴った黄鉄鉱の鉱染だけしか認められず, 金, 銀やベースメタルの含有は極めて低い。したがって更に深部で鉱況に変化があるとは考えられない。以上の点から本地区における金, 銀及びベースメタル鉱床賦存の可能性は低いと判断される。

(4) イバニェス-ムルタ地区南部

本地区には鉛、亜鉛、(銅)、(モリブデン)などの脈状鉱床が数箇所と熱水変質帯が大小約20箇所発達している。鉱脈は地域東部に偏在しており、規模はいずれも小規模である。変質帯の多くは500m×200m程度の平面規模をもち、中珪化、弱粘土化帯である。これらの変質帯には鉱染状、網状の黄鉄鉱、褐鉄鉱、赤鉄鉱などをごく一般的に伴うが石英や硫化鉱物のごく稀である。本地区における主な地化学異常はプエルトイバニェスの西方と北方の異常である。前者はAu、Pb、Znの異常であり、後者はAuの異常である。

本地区には変成岩類及びコジャイケ層が欠如しているため、シルバー(Silva)型あるいはエルトキ型鉱床は期待できない。賦存可能性のある鉱床は、鉛-亜鉛-(銅)の鉱脈型と浅熱水性金銀鉱床である。ただし、両者とも既知鉱床の規模から推して大規模鉱床は期待薄である。前者についてはプエルトイバニェスの西方のPb、Znの地化学異常密集地域であり、後者についてはプエルトイバニェスからコジャイケに通じている車道の東からアルゼンチンとの国境までの範囲とロング川上流域である。特にアルゼンチンとの国境までの範囲についてはカッターフェルド鉱床とラグナヴェルデ鉱床を結んだN-Sに伸びる『金-銀帯』の線上にあり、金鉱床賦存の期待がもたれる。

ロング川上流から地域外のアヴェジャノ川の間にはTM画像でややまとまった変質帯を抽出しており、今次調査では積雪のため調査不可能であったが、浅熱水性金銀鉱床賦存の可能性が残された地域である。

(5) チレチコ-チャカブコ地区

本地区には小規模な銅、鉛、亜鉛の脈状鉱床が地域北部に数箇所発達している。熱水変質帯も数箇所発達しているが黄鉄鉱、褐鉄鉱の鉱染を伴った弱珪化帯である。本地区には基盤岩類の結晶片岩が広く分布しているが、石灰岩の挟みは非常に少なく、したがって、シルバー型鉛-亜鉛鉱床の賦存可能性は低い。基盤岩類、イバニェス層及びディヴィサドロ層を母岩とした銅-鉛-亜鉛の脈状鉱床はフェルソックな貫入岩類の近傍に期待できるが小規模なものであろう。地域の中央部は、後鉱化作用の第三系海成堆積岩類が広い分布を占めており、鉱床賦存可能性はない。

(6) チレチコ-チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

第2年次TM画像解析で抽出されたC変質帯は非変質部を挟み数箇所の変質帯に分かれており、それらの一部に弱いAuの鉱化(1~2g/t)と微弱なPbの鉱化が石英細脈に伴って見られるが、石英脈の発達密度が低く、かつ同脈の分布域(200×200m)も狭い。第2年次のD変質帯は黄鉄鉱の鉱染を伴った珪化帯であり、石英脈も認められず、有用金属含有量も極めて低い。

これらの変質帯は、浅熱水性の変質作用により形成されたものと判断される。現在の露頭レベルは生成当時、地表下やや深い位置にあったものと考えられることから、金の沈澱環境下にあっ

たものと推察される。それにもかかわらず金品位が低いということは鉱化溶液におけるAu含有量が少なかったことによると解される。したがって、本変質帯の下部で金品位の上昇を期待することは難しいと判断される。

5-2 将来への提言

(1) アルトシスネス - エルトキ地区(セロアグハ変質帯)

今後、更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低い。

(2) アルトシスネス - エルトキ地区

今後、更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低い。

(3) イバニェス - ムルタ地区北部

今後、更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低い。

(4) イバニェス - ムルタ地区南部

プエルトイバニェスからコジャイケに向かう車道の東からアルゼンチンとの国境までの間(地域外東部)及びロング川上流域からアヴェジャノ川までの間(地域外南西部)には浅熱水性金鉱床の賦存可能性が残されており、今後地質調査及び地化学探査の実施が望まれる。

(5) チレチコ - チャカブコ地区

今後、更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低い。

(6) チレチコ - チャカブコ地区(ヘイニメニ湖変質帯)

ヘイニメニ湖変質帯自体については鉱化作用は微弱であり、かつ、下部での好転も期待薄であるから、今後更に詳細な調査あるいは探鉱の必要性は低いと判断される。しかし、本地区付近は既述の『Au-Ag帯』の南延長部に当たり、第2年次調査報告書で述べたとおりAuの異常を伴った熱水変質帯が多数同Au-Ag帯の延長上に配列していることから、今後もヘネラルカレラ湖からチャカブコ川に至る同Au-Ag帯については注目して行く必要があると判断される。

第 II 部 各 論

第 II 部 各 論

第 1 章 アルトシスネスーエルトキ地区 (セロアグハ変質帯)

1-1 地 質

1-1-1 層 序

本地区の層序は、ジュラ紀 (中期～後期) と白亜紀 (アプト階～セノマン階) の火山岩類・火砕岩類、及び第四紀の未固結堆積物からなる。近接するアルトシスネスーエルトキ地区 (第 2 章で後述) における岩質・構成と地層の連続性からみて、ジュラ系はイバニェス層、白亜系はディヴィサデロ層にそれぞれ対比が可能である。Fig. II-1-1 に地質図、Fig. II-1-2 に模式地質層序図を示す。地質図ではイバニェス層及びディヴィサデロ層を岩相単位で表現した。なお、貫入岩類については 1-1-2 で記述する。

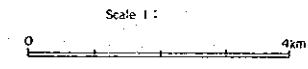
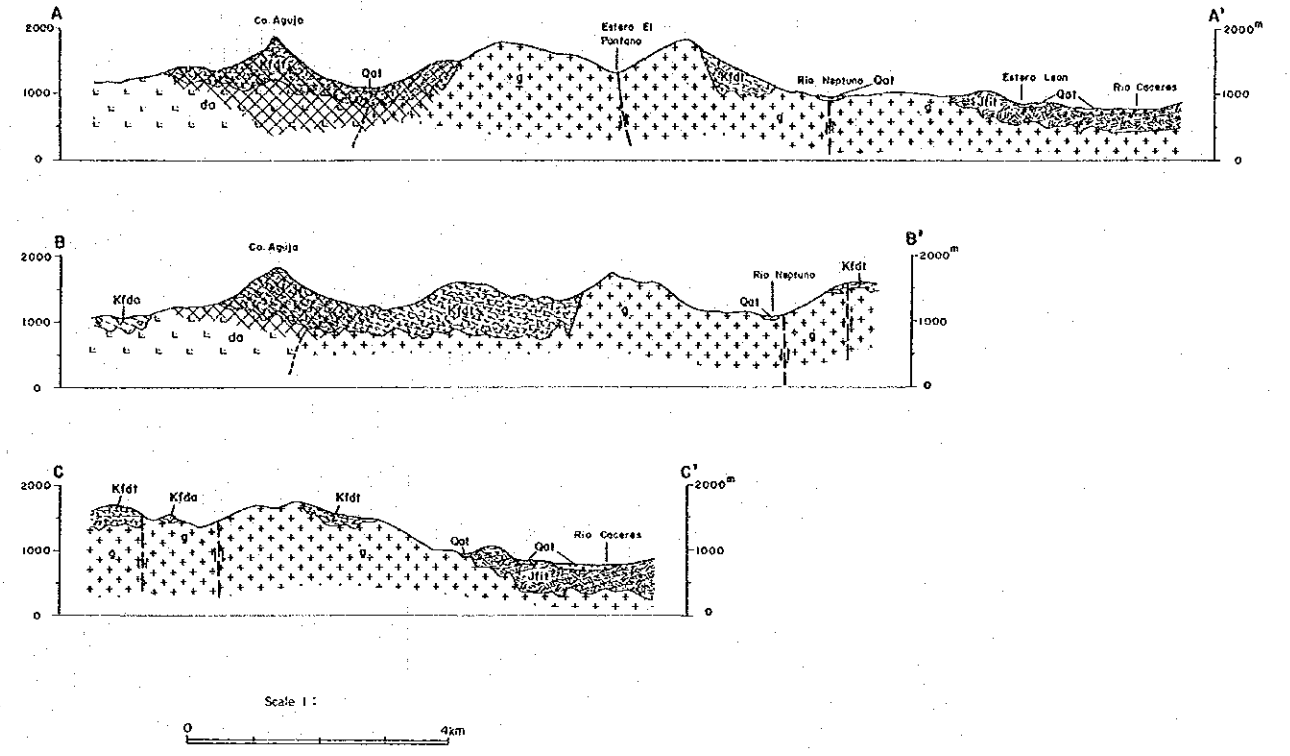
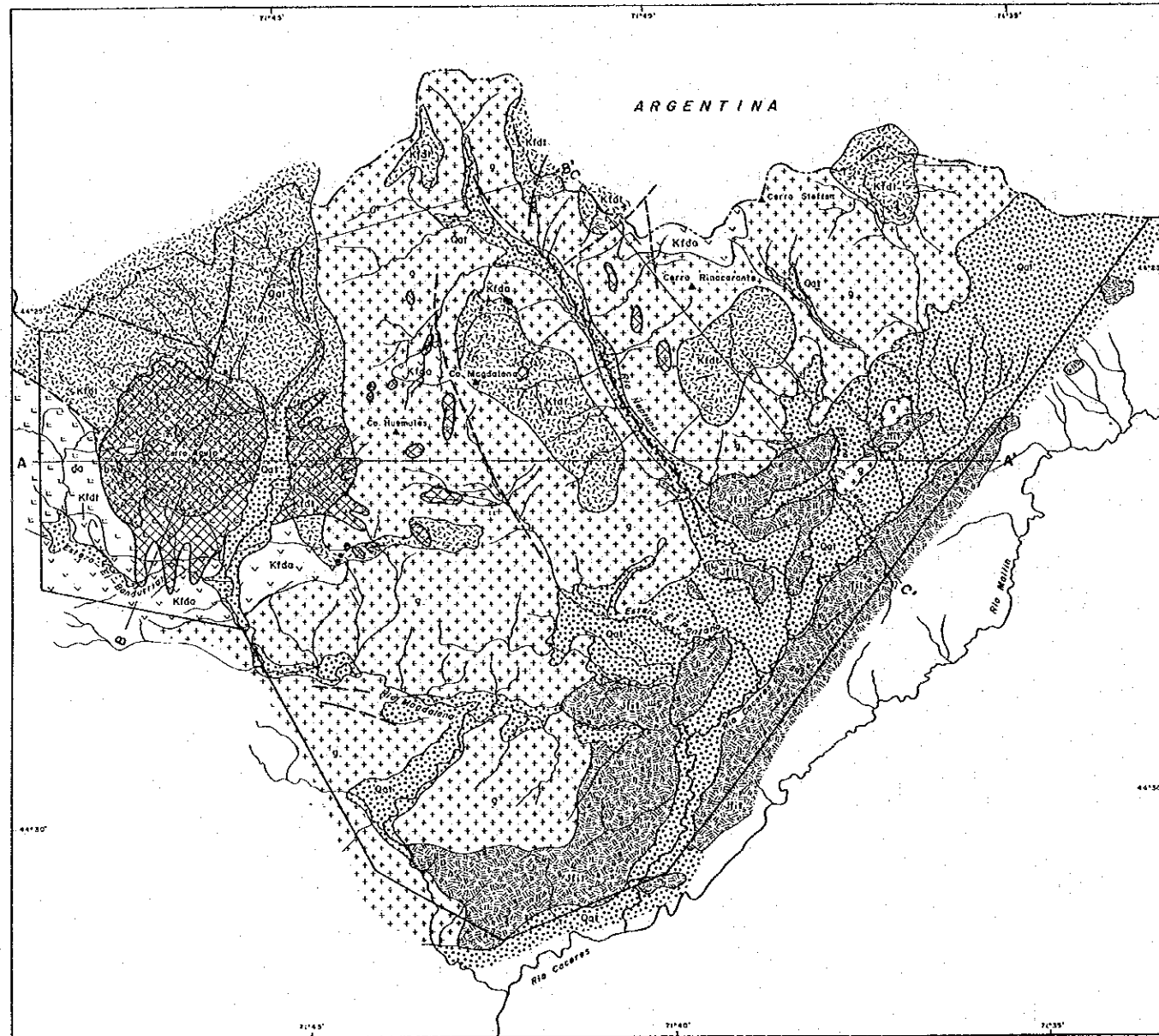
調査時点では標高 1,500m 以上の山地や一部の南側斜面には冠雪が存在したため、地質図作成の際に既存の航空写真を補助手段として利用した。

(1) イバニェス層

本層は本地区の東部～南部に位置し、カセレス川 (Río Caceres) の周辺に帯状に分布する。本層はほぼ単一の岩相からなり、分布域全体がデイサイト質火山礫凝灰岩 (Jfit) を主体とする。この岩石は緻密で灰色を呈し一部で珪化している。部分的に細粒凝灰岩層を挟み、それらの箇所では層理面が認められる。層厚は 1,500m を越える。本層は本地区の最下部に位置するため下位層との関係は不明である。

(2) ディヴィサデロ層

本層は本地区の西部、中部、及び東部～北部に別れて分布する。これらのうち、西部での分布範囲が広い。本層は下部の安山岩質岩類 (Kfda) と上部のデイサイト質火砕岩類 (Kfdt) の 2 つの岩相に大別される。前者は主として西部と中部に分布し、層位上、本層の下部に位置する。西部では緑泥石化-緑レン石化をうけて緑色を呈するアフアニティックな溶岩であり、ほとんど岩相変化がない。一部で黄鉄鉱の鉱染が認められる。そのほかの分布域の大半は上記の安山岩溶岩と同質の凝灰角礫岩の互層からなる。後者の岩質には地域差がみられる。西部では細粒凝灰岩が主体で若干量の砂質凝灰岩及び火山礫凝灰岩を伴っており、上述した安山岩質岩類を覆う。これらは一般に珪化・粘土化・黄鉄鉱化が著しくセロアグハ変質帯 (1-2 で後述) の主要母岩となっている。そのほかの分布域は主として火山礫凝灰岩ないし凝灰角礫岩よりなる。本層の厚さは 1,000m を越えると見積られる。本層と下位のイバニェス層とは接していないためそれらの関係は明らかでないが、両層の形成時代が大きく異なること、及び近接地区での現象から類推して不整合関係にあると考えられる。



LEGEND

- | | | | | |
|-----------------|-----------------|--|------|--|
| Quaternary | Holocene | | Qat | Alluvial, fluvial, colluvial, terraces, talus and glacial deposits |
| | Pleistocene | | Kfdt | Dacitic lapilli tuffs, fine tuffs, sandy tuffs |
| Cretaceous | Late Cretaceous | | Kfda | Divisadero Formation: Mainly dark green andesite lavas |
| | | | Jfit | Ibañez Formation: Mainly dacitic lapilli tuffs |
| Intrusive rocks | | | b | Basalt dikes |
| | | | da | Da: Dacite porphyry |
| | | | g | Granite, granodiorite, tonalite |
| | | | | Hydrothermal alteration zones |
| | | | | Faults (broken line inferred or latent) |
| | | | | Bedding trace visible on aerial photographs |
| | | | | Strike and dip of bedding plane |

Fig. II-1-1 Geological Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)

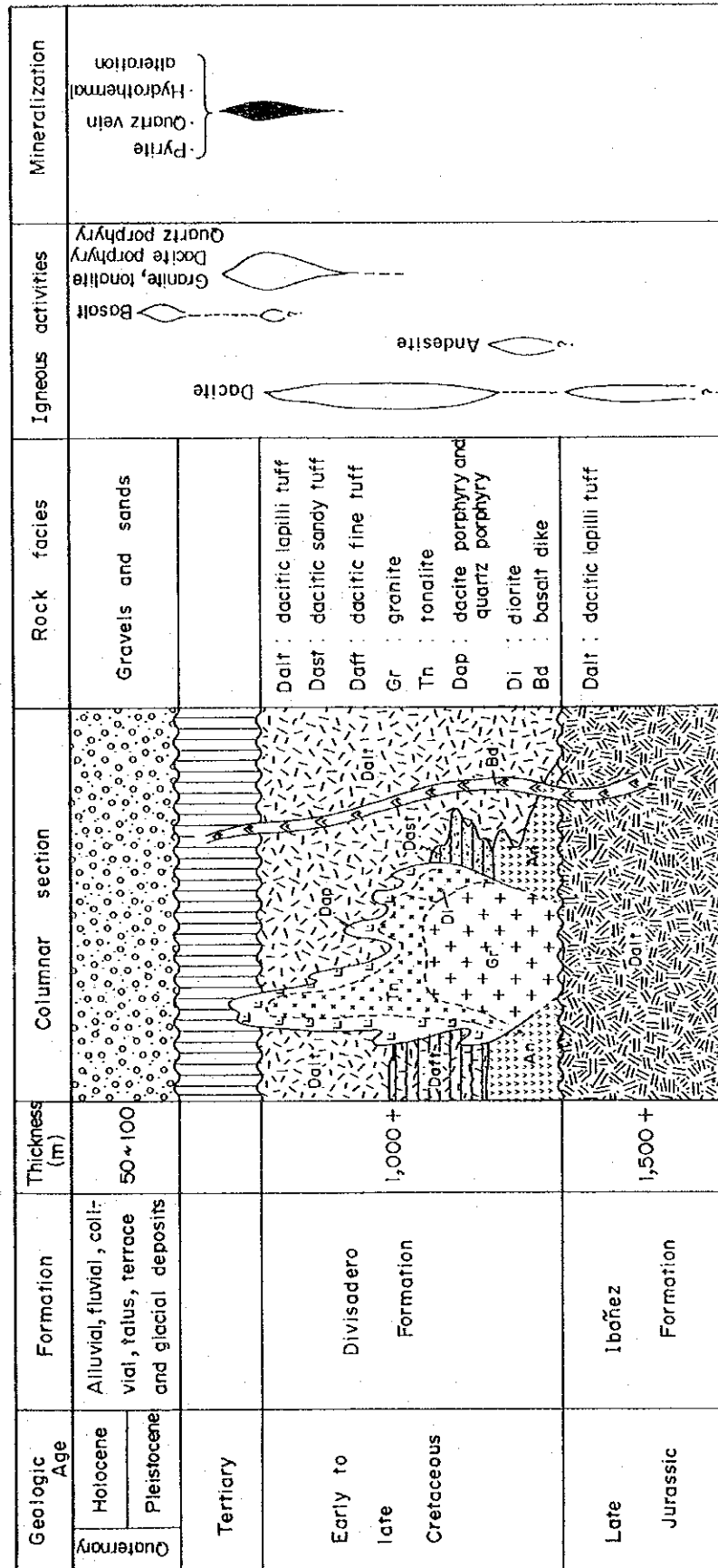


Fig. II -1-2 Schematic Columnar Section of the Alto Cisnes-El Toqui Area
(Cerro Aguja Alteration Zone)

(3) 第四系

本地区の第四系は、河成段丘堆積物及び氷成堆積物からなる更新統と沖積層からなる完新統に分けられるが、地質図ではそれらを一括した。これらの堆積物は本地区の主要河川であるカセレス川、ネプトゥノ川 (Rio Neptuno), 及びマグダレナ川 (Rio Magdalena) の各流路付近に分布する。一般に段丘堆積物の分布範囲が広く、少くとも2段の段丘面が認められる。高位の段丘面と現河床との比高は大きいところで100mある。マグダレナ川の上流部とそのほかの河川の流路沿いには沖積層 (現河床堆積物と崖錐堆積物) が堆積している。

1-1-2 貫入岩類

本地区にはフェルシクな組成の貫入岩体が中生界を貫いて広く分布する。これらの岩石タイプはかこう岩・かこう閃緑岩・トータル岩 (g) とデイサイト斑岩 (da) とに分けられる。前者のタイプでは粗粒で等粒状のかこう岩が主体であるが、一部でトータル岩や微閃緑岩も分布していることから中間組成の岩石と共に複合岩体を形成していると考えられる。後者のタイプは西部のセロアグハ変質帯の南方に分布し、一部は同変質帯の母岩となっている。また、モンゾニ斑岩の岩相を示す場合がある。これら2つのタイプの貫入岩体の関係は明らかでないが、前者は地下深所で固結した深成岩類からなり、後者はそれらから周辺部に派生して生成した貫入岩類と推定される。なお、玄武岩岩脈 (b) が一部で認められたが、それらはいずれも小規模であり、鉍化変質作用を受けていない。

1-1-3 地質構造

(1) 褶曲構造

本地区の面積の約60%は貫入岩体で占められており、中生界が断片的に分布する。また、中生界の構成岩類の大部分は塊状の産状を示すため、地区全体に褶曲構造が形成されているかどうかは明らかでない。細粒凝灰岩や砂質凝灰岩の一部に認められる層理面と航空写真から判読されたベディングを総合すると、巨視的な構造は以下のように解釈できる。傾斜量は概して10~30°の範囲内にある。

- ・ 東部~南部のイバニェス層 : NE-SW走向, NW傾斜
- ・ 西部のディヴィサデロ層 : E-W走向, N傾斜
- ・ 中部のディヴィサデロ層 : NW-SE走向, NE傾斜
- ・ 東部のディヴィサデロ層 : NW-SE走向, SW傾斜, 及びE-W走向, S傾斜

(2) 断層

本地区内には2~10kmの延長を有する断層が9箇所認められた。NNW-SSE方向のものが相対的に長い。それら以外の方向に規則性は認められない。貫入岩体中に存在するものによる変

位量は不明であるが、ディヴィサデロ層内のものは同層に100~200mの垂直変位を与えている。

1-2 鉱 床

本地区西部のアグハ山(海拔1882m)を中心として大規模な熱水変質帯が発達している。同変質帯はその山の名前をとりセロアグハ変質帯と呼ばれている。周りには既知鉱床も探鉱実績のある箇所もない。以下、同変質帯について記述する。

セロアグハ変質帯

(1)位置及び交通

カセレス川の支流のマグダレナ川上流域に聳えているセロアグハ山頂が、変質帯のほぼ中心に位置しており、同変質帯の北縁から北へ2kmの地点にアルゼンチンとの国境がある。海拔1200m付近に樹木限界があり、それより低地に喬木林が広がっている。

付近には馬道しかなくアクセスは悪い。冬季は積雪のため通行不能である。

(2)地質

セロアグハ変質帯の中心部は、ディヴィサデロ層の細粒凝灰岩と火山礫凝灰岩の互層帯に発達しており、周辺部は同層下部の安山岩熔岩中にも及んでいる。同変質帯の南縁部にはデイサイト質斑岩がディヴィサデロ層を貫いて発達しており、同斑岩も変質作用を被っている。なお、同斑岩の南約2kmから変質帯の東縁部にかけてかこう岩質バソリスが広く分布している(Fig. II-1-1)。また、変質帯を切って玄武岩質安山岩岩脈が数箇所発達している。変質帯の中心部に分布している火砕岩類はE-W走向を示し、北に緩く(10°~22°)傾斜している。

(3)鉱化作用

硫化鉱物としては黄鉄鉱および黄銅鉱が認められる。黄鉄鉱は、変質帯のほぼ全域にわたって細粒の鉱染状をなして産する。黄銅鉱は、鏡下で確認できる程度の量であり、変質帯の中心部に鉱染状の褐鉄鉱中の残存鉱物として認められる。

酸化鉱物として鉱染状及びストックワーク状の褐鉄鉱並び赤鉄鉱が変質帯の全域にわたって多量に産する。

比較的多量の酸化鉱物を含有した変質岩を化学分析した結果は次のとおりであった。

		変質帯中心部	変質帯周辺部
試料数		13	13
Au (ppb)	最大値	40	160
	最小値	<20	<20
	平均値	12	22
Ag (ppm)	最大値	0.3	0.8
	最小値	0.1	0.1
	平均値	0.1	0.2
Cu (ppm)	最大値	40	180
	最小値	6	10
	平均値	13	21
Pb (ppm)	最大値	200	168
	最小値	6	3
	平均値	66	28
Zn (ppm)	最大値	44	348
	最小値	<5	<5
	平均値	9	53
As (ppm)	最大値	0.11%	88
	最小値	9	<5
	平均値	123	14
S (%)	最大値	12.50	6.04
	最小値	0.13	0.01
	平均値	3.35	0.93

上表にみられるとおり、中心部で高い値を示した元素はAsとSであった。その他の元素は一般的に極めて低品位であり、しかも周辺部の方が高い傾向さえある。すなわち、Au, Ag, Cu, Pb, Znなどの鉱化作用は極めて微弱であることを示している。

4) 変質作用

セロアグハ変質帯における変質作用は、アグハ山を中心とした半径1.5kmで強く、その外側で不規則なアミーバ状に劣化している。中心部の強変質帯では石英以外の造岩鉱物がほとんど2次鉱物に変わっており、X線解析結果でも巻末Table 11に示したとおり、長石は検出されていない。すなわち、ほとんどの初生の長石は残存していない。ただ、原岩の構造は残っており、火山礫や細粒凝灰岩の識別は可能である。

変質帯中心部の主な変質鉱物は、石英、明ばん石、パイロフィライト、ジャロサイトなどであり、随伴鉱物として少量のカオリナイト、微量の緑泥石などが検出されている。変質帯周辺部では初生長石が残存しており、変質鉱物として石英以外にセリサイトが検出されている。ここでは母岩の組織や構造が完全に残されており、非変質部の占める割合が次第に多くなり、非変質帯に移化している。すなわち、セロアグハ変質帯の中心部は酸性変質で、周辺部は中性変質を示している。なお、本変質作用の周縁相をなす弱変質部はアグハ山の東、5km付近まで島状に広がっている。

1-3 地化学探査

1-3-1 試料の採取および分析

主な対象鉱種が金、銀であるため沢砂をパンニングした試料を分析試料に供した。採取試料数は67個であった。採取位置はPL. 18に示した。試料は、金粒の沈澱しやすい岩盤や粘土層の直上を出来るだけ選んでサンプリングした。サンプリングに当たっては、8~10kgの沢砂をパンニングして約20gの重鉱物を採取し分析試料とした。分析はSERNAGEOMINの分析所で分析された。分析成分は、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Asの6成分である。なお、検出限界及び分析方法は次の通りである。

検出限界および分析方法

Element	Digenstion and method	Lower limit	Upper limit
Au	AAS-MIBK extracion	20ppb	20,000ppb
Ag	AAS	0.1ppm	100ppm
Cu	AAS	1ppm	10,000ppm
Pb	AAS	1ppm	5,000ppm
Zn	AAS	1ppm	10,000ppm
As	AAS	5ppm	10,000ppm

AAS : Atomic Absorption Spectrometry

MIBK : Metil Isobutil Keton

1-3-2 統計処理

(1) 分析値

巻末Table 5 に各元素の分析値を示した。同分析値の特徴は次の通りまとめられる。

Au, As以外の元素は総て検出限界以上であった。Au, Asの検出限界以上値を示した比率は各々13%, 10%であった。各元素の最大値, 最小値及び平均値はTable II-1-1 のとおりである。Auの値は, 2試料がppmオーダーを示した以外は100ppb以下の値であった。Agの値は総て10ppm以下であった。Cu及びPbも全般的に低く, 100ppmを越えた試料はいずれも1個ずつであった。Znは逆に100ppm以下の試料が全体の12%と少なく, 100ppmオーダーが多かった。Asの値も総て60ppm以下と低かった。

(2) 基本統計量

Table II-1-1 に元素別の基本統計値を示した。

Table II-1-1 地化学探査基本統計値

	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
Mean	13.8	0.3	12.6	20.8	143.4	3.1
Max.	4400	6.6	146	203	295	56
Min.	10	0.1	2	6	48	2.5
M + δ	38.2	0.8	30.2	36.9	205.2	5.7
M + 2 δ	105.9	2.0	72.6	65.4	293.5	10.9

(3) 分析値ヒストグラム

Fig. II-1-3 に元素ヒストグラムを示した。対数正規分布あるいはそれに近い分布を示している元素はAg, Cu, Pb及びZnであり。Auは, 検出限界付近, 80ppb及び1000ppb付近の3母集団に別れている。Asは検出限界以下と10ppm以上の2母集団に明瞭に分かれている。

(4) 元素間の相関

Table II-1-2 に元素間の相関係数を示した。これらのうち, 絶対値0.5以上の相関を示した成分を高い順に並べると次の通りである。

Cu-Ag 0.66970

Cu-Pb 0.60099

(5) 主成分分析

分析値のもつ意味を要約し, 地質・鉱床との相関や分析値の解釈を容易にするため主成分分析を行った。その結果をTable II-1-3 に示した。主成分と変量との相関を表す固有ベクトルを用いて各元素の特徴を要約すると次の通りとなる。

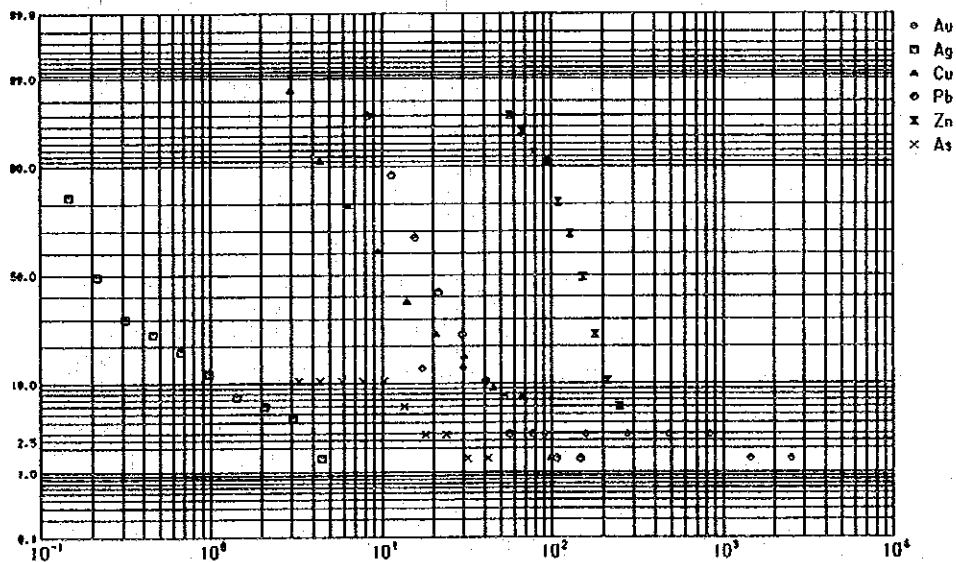
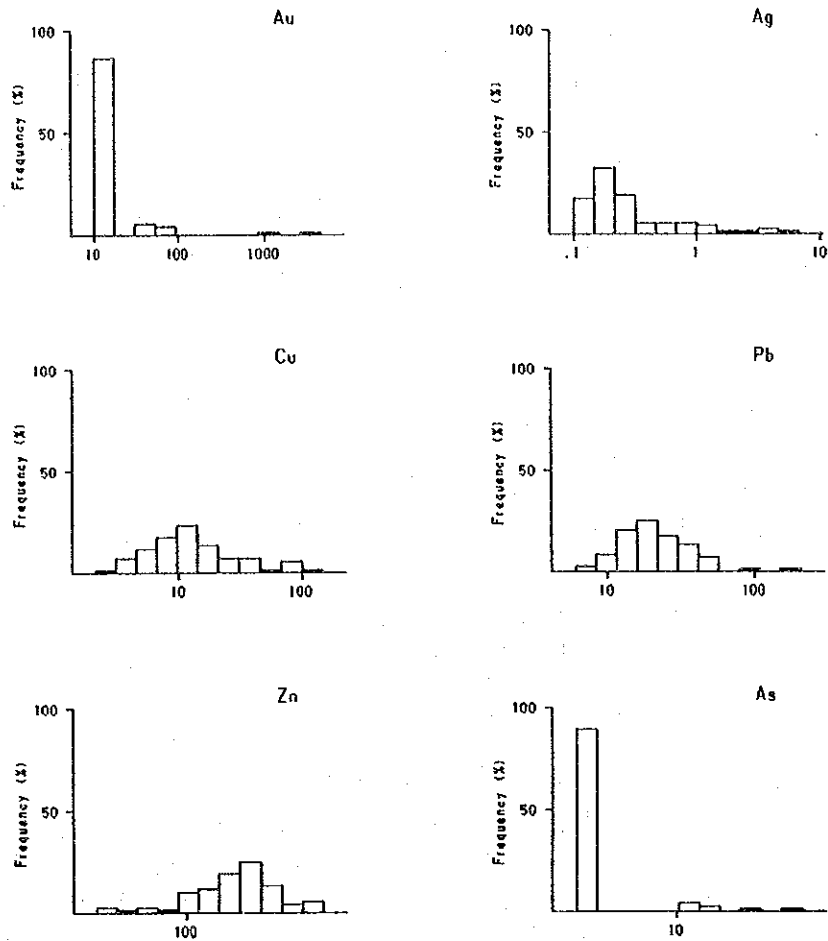


Fig. II -1-3 Histograms and Cumulative Frequency Curves Showing Frequency Distribution Patterns of Assays on Panned Concentrate Geochemical Samples Collected in the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)

Table II-1-2 Correlation Coefficients between Elements Pairs in Geochemistry of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As
Au	1.00000					
Ag	0.25402	1.00000				
Cu	0.08976	0.66970	1.00000			
Pb	0.14239	0.42642	0.60099	1.00000		
Zn	-0.06004	0.31841	0.08164	0.18705	1.00000	
As	0.12659	-0.11580	0.27271	0.39956	-0.13514	1.00000

Table II-1-3 Eigen Vectors and Eigen Values of Principal Component Analysis of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)

	1	2	3	4	5	6
Au	0.20362	0.17166	0.87137	0.35798	0.03005	0.20182
Ag	0.51519	-0.37041	0.21829	-0.25631	-0.22113	-0.65965
Cu	0.56517	0.03756	-0.11091	-0.40625	-0.29966	0.64190
Pb	0.53183	0.17363	-0.22248	0.12875	0.78497	-0.06893
Zn	0.19807	-0.57440	-0.25847	0.70697	-0.18076	0.17760
As	0.22722	0.68690	-0.25388	0.35317	-0.45995	-0.27531
Eigen	2.34661	1.32300	0.99678	0.77381	0.37871	0.18110
Prop.	0.39110	0.22050	0.16613	0.12897	0.06312	0.03018
Cum. prop.	0.39110	0.61160	0.77773	0.90670	0.96982	1.00000

第1主成分：すべての元素が正の固有ベクトルをもち、Ag, Cu, PbとAu, Zn, Asが各々同一挙動を示しており、この現象は一般的な鉱化作用特性を表現していない。

第2主成分：Asが正のやや高い値を示している。その他、AuとPb, AgとZnが各々同一挙動を示している。第2主成分はAsで要約されており、他の元素とは無関係なAsの鉱化作用の存在を表現しているものと判断される。

第3主成分：Auが正の高い値を示しており、Agが正の低い値、その他は負の値を示しており、この第3主成分はAuで要約される。Au単独の鉱化作用の存在を表現しているのかもしれない。なお、この主成分は、固有値が1未満、寄与率が約17%と低い。

上記のとおり第2主成分が、本地区の鉱化作用を表現していると解釈されるので、同主成分のスコア値を各試料について計算した。その計算結果は巻末Table 7 に示した。また、スコア値の1以上の地点をPL. 14 にプロットしたところ、1点を除き総てセロアグハ変質帯中にプロットされた。

1-3-3 地化学異常値および異常域

(1) しきい値の設定

Ag, Cu, Pb及びZnは上述のとおり対数正規分布を示すので、しきい値は $M+2\sigma$ とした。Auは既述のとおり3つの母集団に分かれているが、 $M+2\sigma$ の値が中間の母集団に近く、かつ累積度数分布率が約2.5%を示しているので、 $M+2\sigma$ をしきい値とした。Asは既述のとおり、2つの母集団に分かれているが、高い値の母集団の下限付近の値が $M+2\sigma$ に近似しているため、やはり $M+2\sigma$ をしきい値とした。元素別のしきい値は次表の通りである。

元素別しきい値

元 素	しきい値
Au	106ppb
Ag	2ppm
Cu	73ppm
Pb	65ppm
Zn	293ppm
As	11ppm

(2) 地化学異常域

上記のしきい値に基づいて検出された元素別の異常の数は次の通りである。

元素別異常の数

元 素	異常の数
Au	2
Ag	4
Cu	4
Pb	2

Zn	1
As	7

以上の異常地点の分布をPL. 14 に示した。主な異常は次の通りである。

1) Au

Auの異常は、セロアグハ変質帯から数km離れたエルレオン沢(Estero El Leon)中流及びエルパンタノ沢(Estero El Pantano)上流の2カ所で検出された。

2) Ag

Agの異常もセロアグハ変質帯から数km~10数km離れた地点で把握された。Ag単独の異常がほとんどであり、分析値自体が極めて低いこと、などからすると統計上の異常の可能性が強い。

3) Cu

Cuの異常もAu, Agと類似の挙動を示しており、アグハ変質帯から離れた地点に異常が散点しており、1カ所だけ同変質帯内で検出された。分析値もパンニング試料にしては極めて低い値である。Cuの異常もAg同様、統計上のアノマリーと判断される。

4) Pb及びZn

Pb, Znの異常は数も少なく、かつCuと類似の傾向がみられる。本地化学探査から鉛及び亜鉛の鉱化作用の存在の可能性は極めて低い。

5) As

Asの異常は7カ所検出されたが、総てアグハ変質帯を開析した河川において検出された。上記の主成分分析及び既述の変質岩の化学分析結果とも考え合わせると、Asの異常がアグハ変質帯におけるAsの鉱化作用の存在を示唆しているのは明瞭である。

上記のとおり、第2主成分のスコア値のうち、1以上を示した試料は1試料を除き総てセロアグハ変質帯中にプロットされる。このことからして上記のAs以外の異常は、統計上の異常の可能性があり、必ずしも鉱化作用の存在を示唆するものではないと解釈される。

1-4 考 察

(1) セロアグハ変質帯と熱水性金鉱床モデルとの比較

近年、顕生代の火山作用に関連した金鉱床の発見が世界各地から報告されており、鉱床生成過程のモデル化が試みられている。それらの鉱床は、産状によって一般に(a)鉱脈型(ボナンザ型)、(b)温泉型、(c)カーリン型(鉱染交代型)の3つのタイプに分けられる。BERGER and EIMON (1982), TINGLEY and BERGER (1985), 井沢 (1985) などの研究成果に基づくと、(a)及び(b)のタイプの鉱床を特徴づける諸現象はTable II-1-4 のようにまとめられる。同表には本地区の性状も示した(カーリン型は炭酸塩岩を鉱染したものであるため本報告書では扱わない)。

Table II-1-4 火山作用に関連した金鉱床の特徴

	鉱脈型	温泉型 (ラウンド・マウンテンなど)	セロアグハ変質帯
母岩の変質	プロピライト帯 (Ch・Ab・Ep・Ca)中の珪化(Qz)・Ad・Se	珪化・酸性変質 (Qz・Al・Ka・P・D)・Ad・Cab 下部にプロピライト帯 (Ch・Ab・Ep・Ca)	珪化・酸性変質 (Qz・Al・Ka・P)
鉱床	Qz-Ad脈; Ka, Ca, Ch, Sm, Se, 硫化鉱物 硫酸塩鉱物を伴う	Qz-Ad細脈・ストックワーク脈, 鉱染; Ch, Sm, 硫化鉱物, 重晶石を伴う Hg・As・Sb・Tlなどの微量成分に富む	鉱染; 黄鉄鉱, 褐鉄鉱など As微量成分を含む
金銀比	1:5~1:100	1:2~1:3.5	?
生成温度 (°C)	160~280	100~240	?
生成深度 (地表下m)	200~1,000	0~500	?

略語 Ch: 緑泥石, Ab: ソウ長石, Ep: 緑レン石, Ca: 方解石, Qz: 石英, Ad: 水長石, Se: セリサイト, Ka: カオリナイト, Sm: スメクタイト, Al: 明ばん石, P: パイロフィライト, D: ダイアスポア, Cab: 炭酸塩鉱物

また、BERGER and EIMON (1982)はラウンド・マウンテン鉱床の産状に基づいて温泉型金鉱床の地質学的モデルを提唱した (Fig. II-1-4)。現在の地熱活動と温泉型金鉱床との関連性について、近年注目されているが、ラウンド・マウンテン鉱床を例にとれば以下のような諸特徴が見いだされている (松久, 1987)。

- i) 地表付近の溶脱珪化帯と酸性変質帯
- ii) 溶脱岩の間隙を充てる珪化作用
- iii) 地表部での珪質シンターの形成
- iv) シンターや珪化岩中にみられるAu・Ag・Hg・As・Sb・Tlの濃集
- v) 地表まで達する熱水性爆発による母岩やシンターの角礫化

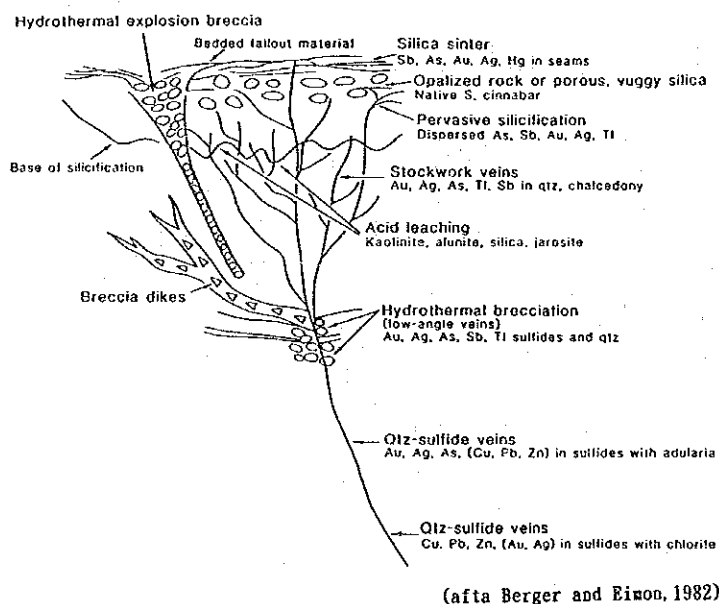


Fig. II-1-4 Schematic Cross Section Illustrating Geologic Features in a Hot-Spring-Type Gold Deposit

セロアグハ変質帯の場合、データ不足のため断定的なことはいえないが、上表にみられるとおり諸特徴が温泉型に類似している。したがって本変質帯は成因的には温泉型に属するものと推察される。

(2) セロアグハ変質帯の垂直的位置

本変質帯には珪質シンター、オパール、石英の細脈、ストックワーク、熱水性爆発角礫などが認められない。これらの現象を上図に対応させると、『ストックワーク脈』帯より更に上部の地表下極浅部の細脈あるいはストックワークに乏しいゾーンに相当する可能性が大きい。また、既

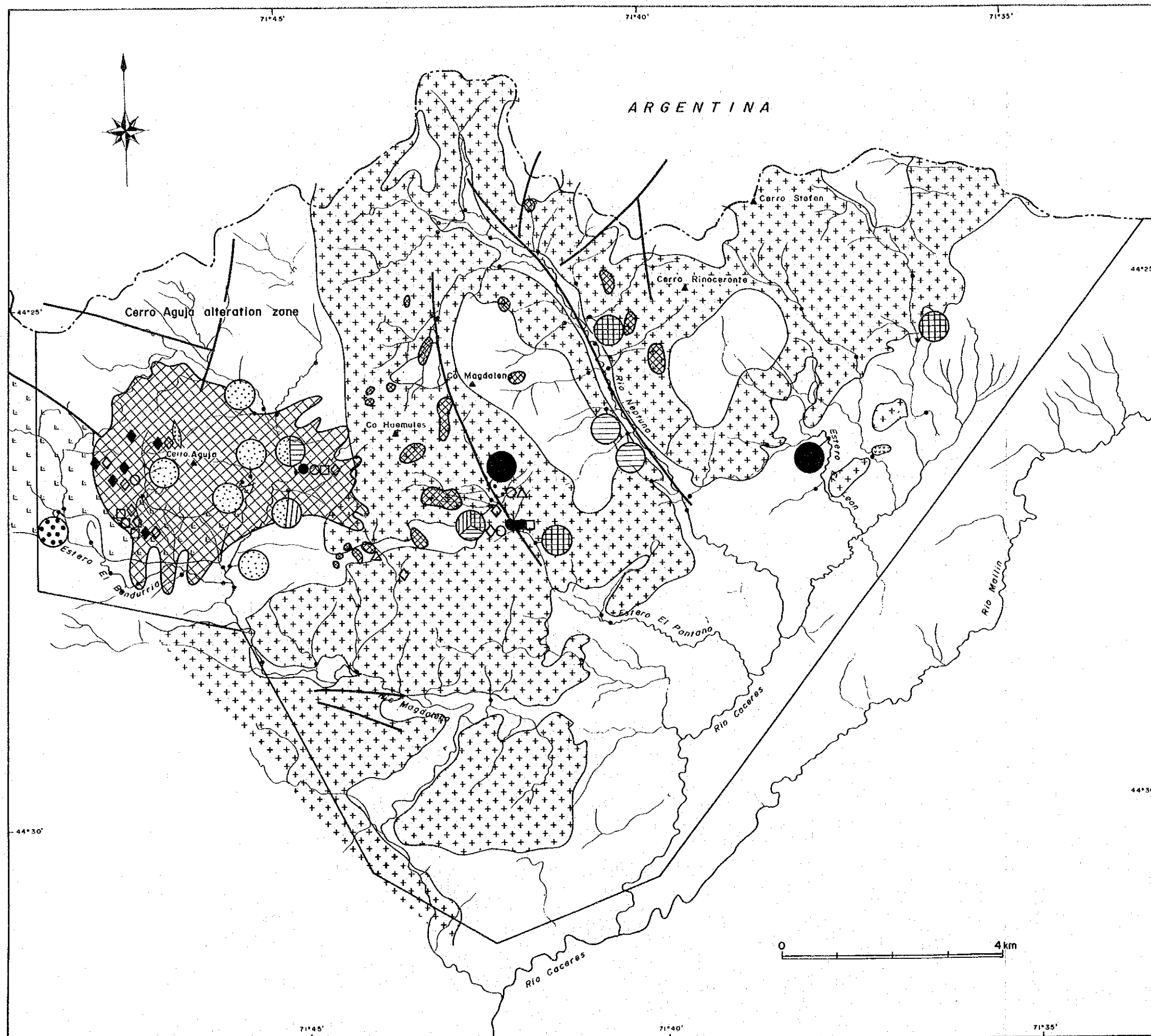


Fig. II-1-5 Collective Interpretation Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area (Cerro Aguja Alteration Zone)

述のとおり、セロアグハ変質帯ではAsの含有量が比較的高い。このことも本変質帯が浅所レベルにあることを示唆している。

本変質帯の形成時期は、母岩の年代及び同変質帯を切っている玄武岩岩脈の年代から白亜紀末期と解される。そうであるとすると、少なくとも6500万年の時間経過があり、その間に当然侵食作用を受けているわけであるが、地表下極浅部に相当するとするとその侵食量は少ないこととなる。温泉型金鉱床は当然のことながら一般的に若いのが、ドミニカ共和国のプエブロヴィエッホ鉱床(Pueblo Viejo)のように白亜紀初期の温泉型鉱床もある。このような例もあるので本変質帯を白亜紀後期の温泉型と考えても必ずしも無理ではないと思われる。

第 2 章 アルトシスネス - エルトキ地区

2-1 地 質

本地区の地質はジュラ紀後期の火山岩類、白亜紀中期の火山岩類、第四紀の台地玄武岩、河成・水河・湖成堆積物、並びに貫入岩類から構成されており、ジュラ系はイバニェス層、中部白亜系はディヴィサデロ層、ラス・ナシエンテ・デル・リオ・シスネス(Las Naciente del rio Cisnes)層に各々対比されている。Fig. II-2-1 に地質図及び地質断面図を示した。

2-1-1 層 序

本地区の層序は、Fig. II-2-2 の模式地質層序図に示したとおり、下位よりイバニェス層、ディヴィサデロ層、ラス・ナシエンテ・デル・リオ・シスネス層及び未固結堆積物が畳重している。

(1) イバニェス層

本層は本地区北部の主要河川(ラブイトレラ川: estero La Buitrera, ウインチェスター川: estero Winchester)の谷部に分布している。本層下限は確認されていないため全層厚は不明であるが、厚いところで7,000m以上推定される。構成岩類は下部~中部ではデイサイト質火砕岩類が、上部では安山岩質熔岩が各々卓越している。

デイサイト質火砕岩類には細粒凝灰岩から凝灰角礫岩までみられるが、1~2cm大の火山礫を含有した火山礫凝灰岩がもっとも優勢である。同火砕岩は、一般に暗緑色、堅硬で、石英及び長石の結晶、赤色デイサイト質岩片、緑色レンズ状軽石などを含有しており、基質は暗緑色緻密な火山灰からなり、ほとんどが緑泥石化作用、炭酸塩化作用及び一部緑れん石化作用を受けている。

一般に層理の発達が悪く塊状をなすが、細粒凝灰岩層では細かい層理が発達している。安山岩質熔岩は暗緑色、堅硬、緻密質で、アファニティック組織を呈し、ほとんどの岩体が続成変質作用を受けており、多量の緑泥石、緑れん石、炭酸塩鉱物などが生成している。

本調査において本層の噴出時期を推定するようなデータは得られなかったが、第 4 章、4-2 で後述するとおり、ジュラ紀中~後期と考えられている。本地区では本層中に海成相の挟在は認

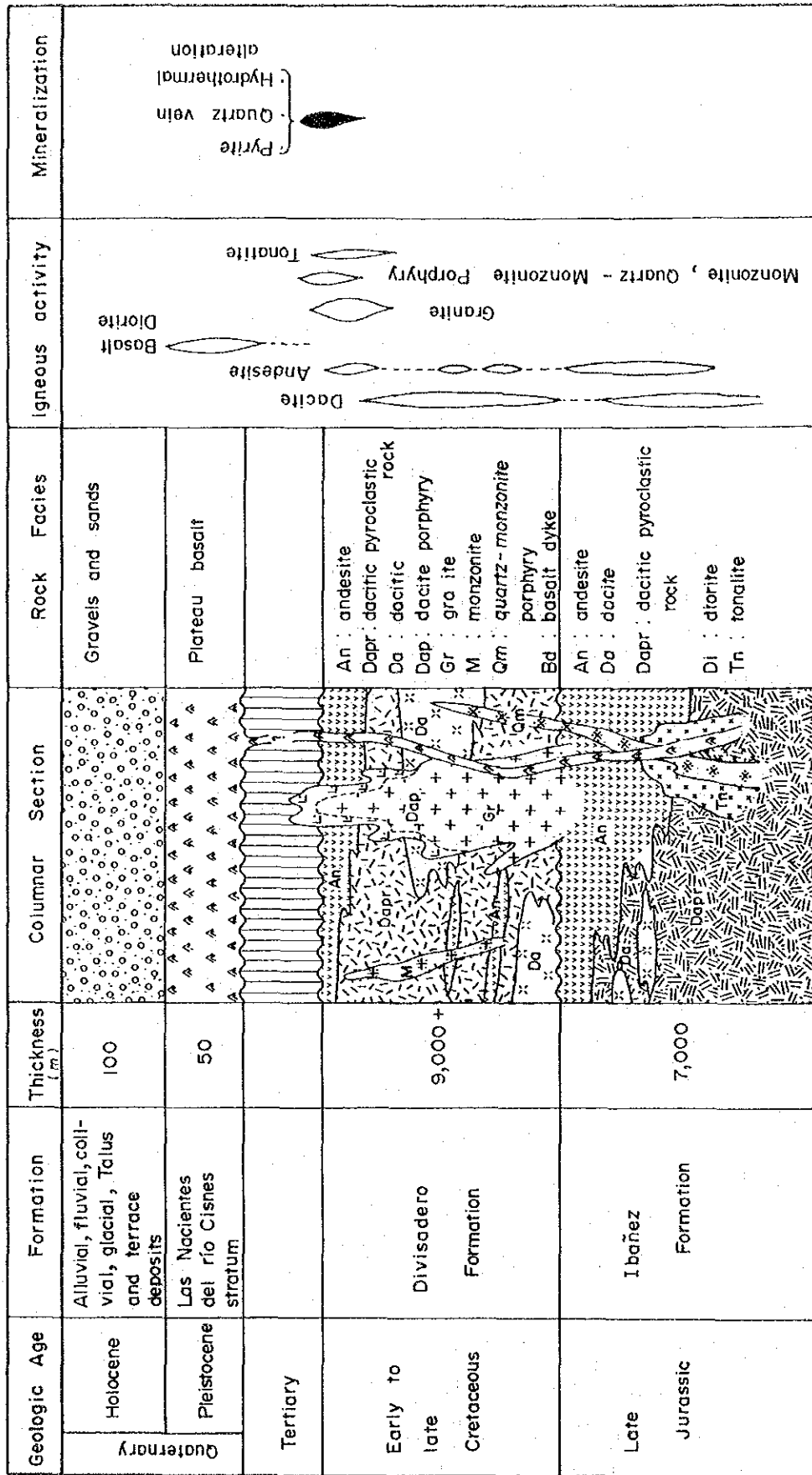
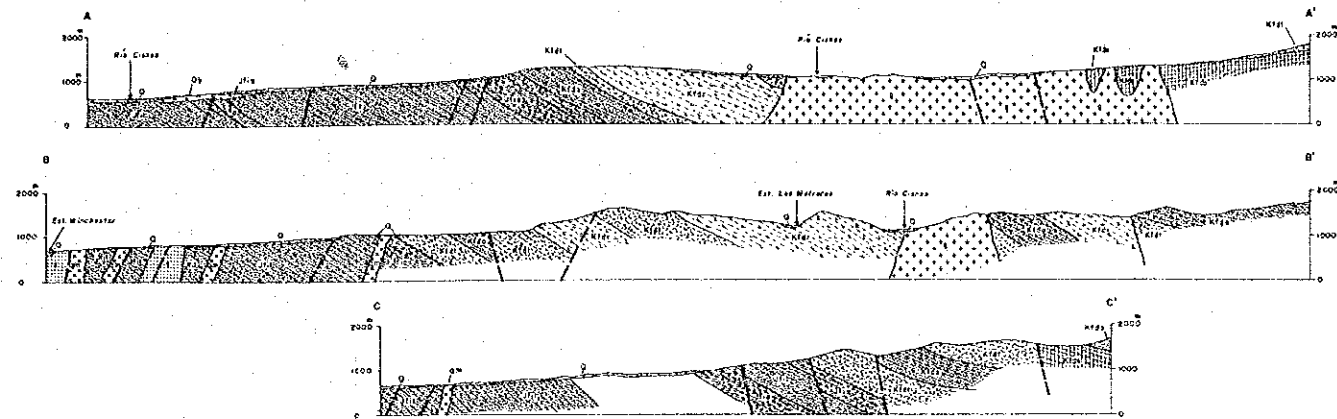
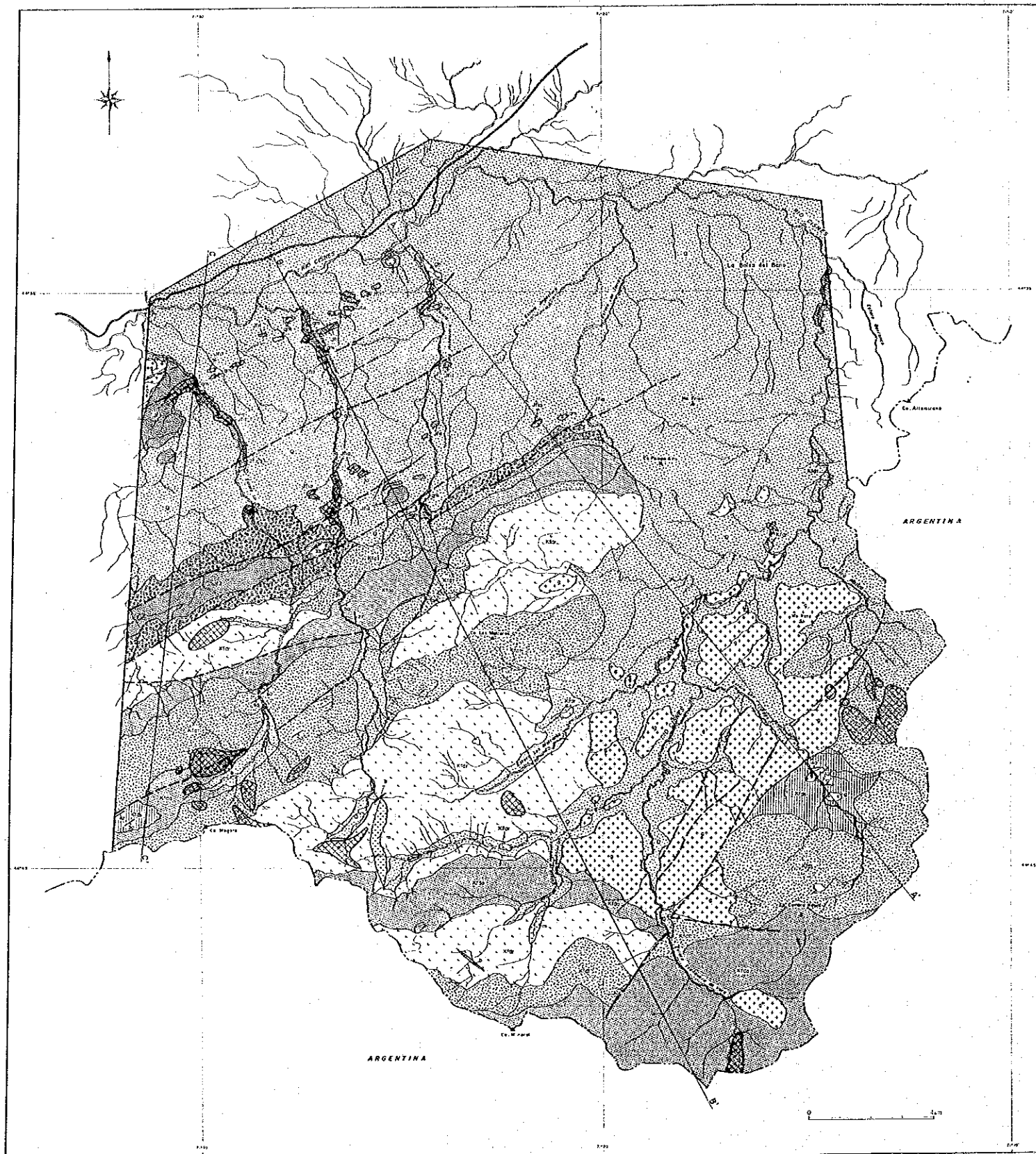


Fig. II -2-2 Schematic Columnar Section of the Alto Cisnes-El Toqui Area



LEGEND

- | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|---------------------------|--|
| Quaternary | Las Negrientes del Rio Cisnes Stratum | Q | Alluvial, fluvial, colluvial, glacial, talus and terrace deposits. |
| | | Ob | Basalt and andesite |
| Cretaceous | Divisadero Formation | Kfda | Andesite and its pyroclastic rocks |
| | | Kfdl | Dacitic and rhyolitic pyroclastic rocks |
| | | Kfdr | Dacite and rhyolite |
| | | Kfds | Siltaceous shale and sandstone. |
| Late Jurassic | Iboñez Formation | Jfia | Andesite and its pyroclastic rocks |
| | | Jfir | Dacite and rhyolite. |
| | | Jfil | Dacitic and rhyolitic pyroclastic rocks |
| Intrusive rocks | b | Basalt | |
| | qm | Quartz-monzonite porphyry | |
| | g | Granite | |
| | m | Monzonite | |
| | t | Tonalite | |
| | | —/— | Fault and/or fracture |
| | | —/— | Ore vein |
| | | ⊗ | Hydrothermal alteration zone |
| | | —/— | Strike and dip of bedding plane |

Fig. II-2-1 Geological Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area

められなかった。したがって本地区では陸域で火山噴出が行われたものと想定される。

(2) ディヴィサデロ層

本層は本地区の中央部から南部の国境にかけて広く分布している。上限は確認されていないが、確認部分だけでも9000mの層厚が見込まれる。下位のイバニェス層と類似の岩相を示す場合が多いため、識別が困難な場合もあるが、模式地(第4章参照)における両層の特徴を基準に両層の区分を行った。すなわち、ラプイトレラ川中流域を境にそれ以南に分布する火砕岩は相対的に固結度が低いこと、地形が急激に変化して急峻な山岳地形となること、熔結凝灰岩及び珪質頁岩・砂岩互層を挟在していること、などの理由に基づき両層を区分した。岩相は、主としてデイサイト質・安山岩質火砕岩類及び熔岩からなるが、珪質砂岩・頁岩互層をも局所的に挟在している。デイサイト質火砕岩は、ラプイトレラ川上流域、ウインチェスター川中～上流域、ロスペルディードス川上流域などに広く分布している。垂直的には下部及び上部で優勢である。同岩は淡緑色の火山礫凝灰岩から主としてなり、石英や長石の結晶、緑色レンズ状パッチ(軽石?), 赤色デイサイト質岩片などから構成されている。また、ウインチェスター川中流域には溶結凝灰岩薄層を挟在している。

デイサイト熔岩は上記火砕岩と互層をなしている。同岩は、暗灰色、灰色、緑灰色などを呈し、堅硬で、石英及び長石の比較的大きい斑晶を多含したポーフィリティック組織をもち、一見斑岩状様相を呈している場合が多いが、流理構造および球顆組織をもつ流紋岩質岩相を示す場合もある。流紋岩質岩相を示した試料の全岩分析結果では次のような化学組成を示した。

単位:%

試料No.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃	BaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	LOI
3FR433	74.32	13.70	0.28	4.19	4.35	0.29	1.58	0.08	0.20	0.05	0.08	0.24	1.05

安山岩質岩相は本層上部で優勢である。本岩は暗緑色、緻密、堅硬のアファニティック組織を呈し、普遍的に緑泥石化を被っている。熔岩が優勢で、火砕岩は局部的である。砂岩・頁岩互層はペドレゴソ川(Rio Pedregoso)源流及びロスペルディードス川上流に分布しており、層準的には本層上部及び中部に当たる。灰白色、堅硬、細粒砂岩と暗灰色頁岩からなり、いずれも著しく珪質である。層厚は500m+である。

本層は下位のイバニェス層とは平行不整合である。今次調査において本層中部に発達している流紋岩熔岩の絶対年代(K-Ar法)を測定した結果、78±3Maの値が得られた。この値は、白亜紀後期(サントン期)に相当し、従来、ディヴィサデロ層に与えられている時代(アプト期～セノマン期)よりも若干若い、一般的にK-Arによる固結年代は若くする傾向があるので、ほぼ妥当な値と考えられる。

本層の堆積環境については海成層が少ないことからして主として陸域で堆積したものと解されるが、海成砂岩・頁岩の存在から一時期、局部的に海域に覆われていたものと想定される。

(3) ラス・ナシエンテ・デル・リオ・シスネス層(台地玄武岩)

本岩体は本地区北部のウインチェスタースル川(Estero Winchester Sur)下流域に小分布をなす。大部分は第四系に覆われているため詳細は不明であるが、イバニェス層の上にはほぼ水平に累重しており、玄武岩質熔岩台地を形成している。厚さは50m程度である。

黒色、やや脆弱な岩質を示し、多孔質で孔隙には玉ずいが晶出している。鏡下ではピロタキシティック組織が認められ、斑晶はなく多量の斜長石及び輝石、少量の角閃石からなる。変質鉱物として少量の緑泥石、方解石、カオリン鉱物などが認められる。

本岩体はSERNAGEOMIN(1983, 1984)のラス・ナシエンテ・デル・リオ・シスネス層に対比され、その噴出時期は鮮新世と考えられている。

(4) 第四系

本地区の第四系は、河成段丘・氷成・湖成の未固結堆積物からなる更新統と沖積層からなる完新統に分けられるが地質図上では一括して図示した。更新統の大部分は氷成堆積物からなり、地域の北部から北東部にかけて広く分布している。同堆積物を構成する礫はかこう岩質の円礫から主としてなるが稀に結晶片岩礫を含有しており、このことからすると当時の氷河の移動はSWからNE、すなわちチリ側からアルゼンチン側に向かったものと解される。

河成段丘堆積物の段丘面は3段あり、最上段丘面と現河床との比高は大きいところで100mを越える。湖成堆積物の分布は小さい。段丘及び氷成堆積物は砂礫からなり、湖成堆積物はシルトと細粒砂の細かなリズムカル互層からなる。沖積層の主なもの現河床堆積物であり、シスネス川(Rio Cisnes)流域に優勢に発達している。

2-1-2 貫入岩類

本地区には岩株及び岩脈状の貫入岩類が比較的多く発達している。本地区南東部のシスネス川上流域に分布している岩体は、11x6kmの平面積をもった大規模な岩株であるが、その他は平面積、1km²以内の小規模な岩体が多い。岩相は、かこう岩、トータル岩、石英モンゾニ斑岩、モンゾニ斑岩、玄武岩質安山岩などである。

(1)かこう岩

シスネス川上流域に大規模な岩株として産する。本調査では5岩体確認したが、このうち最大規模の岩体はNE-SWに伸長しており、長径11km、短径6kmの広がり示している。帯緑灰色、堅硬の半自形粒状組織を示した岩体で、石英、カリ長石結晶を多く含んでおり、弱緑泥石化、弱カオリン化を受けているがほとんど変質していない。化学組成は次のとおりである。なお、このかこう岩体は周縁部で斑状組織を示す。

試料No.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃	BaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	LOI
3TR402	70.30	14.51	0.16	3.56	5.09	0.58	2.01	0.08	0.59	0.09	0.19	0.48	0.91

K-Ar法による絶対年代測定結果では124±8Maの値が得られた。これは白亜紀前期に当り、ディヴィサデロ層よりも古いか、あるいは同層形成初期の固結ということになる。このかこう岩体は分布が広く複合岩体の可能性もあり、進入も繰り返し行われた可能性も考えられる。

(2) トーナル岩

本岩体は小岩株状をなし、ウインチェスター川下流域に分布している。灰緑色、細粒質完晶岩で、一般に変質は弱く、マフィック鉱物が緑泥石化、緑れん石化を受けている程度である。周囲は第四系に覆われているため、詳細は不明である。

(3) 石英モンゾニ斑岩

ラブレトラ川下流及びウインチェスター川下流からウインチェスタースル川中流域にかけて岩脈として数岩体分布している。周囲が第四系に覆われているため詳細は不明であるが後述のN60°E断層に沿ったように進入している。比較的大きい石英、カリ長石、角閃石などの斑晶をもった桃灰色の岩相を呈し、マフィック鉱物の大部分は緑泥石やカオリン鉱物に変わっている。

(4) モンゾニ斑岩

シスネス川及びオルケータ沢源流に3岩体、岩脈状をなしディヴィサデロ層を貫いて産する。岩体の伸長方向は2岩体がN-S、1岩体がE-Wを各々示している。褐灰色、堅硬、新鮮な岩体でいずれもディヴィサデロ層を切っている。

(5) 玄武岩質安山岩

分布は極めて少ない。幅2~10mの板状岩脈でディヴィサデロ層及び変質帯を切っており、post-alterationの進入である。暗緑色、粗粒ないし細粒の岩質を示し、場所によっては閃緑岩質、安山岩質あるいは玄武岩質岩相を呈する。岩脈の伸びは多方向を示し規則性は認められない。

2-1-3 地質構造

(1) 褶曲構造

イパニェス層及びディヴィサデロ層共一般走向はNE-SW方向を示し、南に傾斜した単斜構造をなしており、褶曲構造は認められない。両地層共傾斜は地域西部で20~60°と比較的急傾斜をな

している。地域の南東部ではディヴィサデロ層は、NE-SW断層を挟んでその南東部では逆傾斜となり、かつ、 10° 前後と緩やかになる。この傾斜の逆転は断層によるものと解される。

台地玄武岩層の構造は水平あるいは水平に近い。

(2) 断層

本地域には $N60^{\circ}E$ 方向の断層が平行して数条発達している。連続はよく、10数km追跡される。傾斜が確認された断層は少ないが、総じて $70\sim 90^{\circ}$ と急傾斜を示しており、地域北部では北西に、南部では南に各々傾斜した正断層と考えられる。

2-2 鉱床

本地区には稼行あるいは探鉱実績のある鉱床、鉱化帯はないが、本調査において地域西部のラブレラ川及びウインチェスター川下流及び上流、レドンド沢上流などの流域に10数箇所に及ぶ熱水変質帯と数条の石英脈を捕捉した。それらを14の地帯に分け、東よりNo. 1, 2, 等の番号を付して変質帯及び鉱徴地の仮称とした。それらはイパニェス層のデイサイト質火砕岩類あるいはディヴィサデロ層のデイサイト～安山岩熔岩及び同質火砕岩類を母岩としている。

形態は不規則塊状をなす場合が多いが、No. 12, No. 13及びNo. 14変質帯は $N60^{\circ}E$ 方向に伸長した帯状をなしている。変質帯の平面規模(確認部分)は、最大でNo. 1変質帯の 3.5×0.8 kmであり、また、No. 14変質帯も比較的大規模で延長1.5km、幅1.8kmを有する。その他は 1km^2 前後が多い。

変質作用は珪化及び粘土化であるが、いずれも変質度は弱く、母岩を構成している初生鉱物が残存している変質帯が多い。主な変質鉱物は石英であり、このほか少量のカオリン鉱物がNo. 1, No. 12, No. 13などの変質帯で認められた。また、ほとんどの変質帯に細粒状黄鉄鉱の鉱染、褐鉄鉱及び赤鉄鉱の鉱染並びにストックワークが認められる。また、No. 1, No. 2, No. 8, No. 12, No. 13及びNo. 14変質帯には脈状あるいはストックワーク状の石英が発達している。これらの位置はPL. 9に、また、各変質帯あるいは鉱徴地の性状は巻末Table 1にまとめた。

以下地域別にまとめて記述する。

(1) No. 1変質帯及びNo. 2鉱徴地

No. 1変質帯はマルティン川の源流、レドンド沢の上流域のアルゼンチンとの国境付近に位置している。PL. 9に示したとおりV字型を呈した主要変質帯とその周辺に発達した小規模変質帯からなる。主要変質帯の平面規模は上記のとおり確認部分だけで 3.5×0.8 kmを有するがアルゼンチン側にも広がっているため全貌は不明である。なお、小規模変質帯は 0.5×0.5 km程度である。

母岩はディヴィサデロ層の火砕岩類(主として火山礫凝灰岩)である。主要変質帯は黄褐色ないし赤褐色を呈し、局部的に母岩の識別が困難なほど珪化及び粘土化を被っている。主な変質鉱物は、石英だけである。同変質帯中には網状及び鉱染状の黄鉄鉱が普遍的にみられ、また、所

々に網状ないし細脈状の石英脈が発達している。石英脈は幅0.5~5cmで、半透明の緻密質石英で、黄鉄鉱、褐鉄鉱、以外の金属鉱物の随伴は認められない。また、同変質帯中には稀に脈幅5cm程度の石英単脈も認められる。脈方向はN30°W、傾斜90°である。

小規模変質帯は黄鉄鉱の鉱染を伴った弱珪化、弱粘土化帯であり、その一部には幅0.5~5cmの石英脈が数条平行発達している。同石英脈も黄鉄鉱、褐鉄鉱以外に金属鉱物は認められない。石英脈の方向はN30°E/90°である。

本変質帯の石英脈を主体とした試料の分析結果は次のとおりであり、いずれも低品位に終わっている。

試料番号		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	S(%)
3TM420	本体網状石英	<20	0.2	3	18	34	<0.01
3TM421	同上	<20	0.3	3	18	21	<0.01
3TM422	同上	<20	1.0	3	14	27	<0.01
3TM423	同上	<20	0.1	1	3	21	0.01
3TM424	同上	<20	0.3	3	15	20	<0.01
3TM425	同上	<20	0.2	2	17	40	<0.01
3TM427	同上	<20	0.3	3	13	22	<0.01
3TM428	同上	<20	0.2	1	17	36	<0.01
3TM429	同上	<20	0.2	1	15	16	0.04
3TM430	同上	<20	0.1	<1	15	15	0.01
3TM414	小変質帯	<20	0.2	3	11	17	0.01
3TM415	同上	<20	0.2	2	13	15	0.01
3TM416	同上	<20	0.5	2	15	9	0.01
3TM417	同上	<20	0.1	3	12	30	<0.01
3TM431	石英脈	<20	0.4	4	28	38	<0.01

No. 2 鉱徴地は、本鉱徴地は、かこう岩中に発達した石英脈で、ロスベルディードス沢の南支流に位置している。脈幅0.5mの単脈で、走向:E-W、傾斜:50°Sを示す。半透明緻密質石英で黄鉄鉱の鉱染を少量伴っている。脈品位は次のとおり低い。

試料番号	脈幅	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	S(%)
3TM403	0.5m	<20	0.1	2	13	64	0.01

(2) No. 3~5変質帯

これらの変質帯はトランケーラ・デ・バラ川の上流域に分布している。いずれも珪化帯であ

るがNo. 3変質帯が最も分布が広く、1.5×0.3kmを有し、他の二つは幅が40~50m程度である。母岩はいずれもディヴィサデロ層の安山岩熔岩である。

No. 3変質帯はN10°Eに伸長しておりアルゼンチン側まで連続している。参考試料の品位は次のとおりである。

試料番号	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	S(%)
3PM418a	<20	1.5	10	53	55	0.01

なお、No. 4及び5変質帯の品位は巻末Table 2 に記載した。

(3) No. 6~7変質帯

いずれもシスネス川上流域に分布した弱珪化帯で、平面規模はNo. 6が0.1×0.4km、No. 7が0.8×0.5kmである。母岩は前者がかこう岩の縁辺相と考えられるデイサイト斑岩、後者がディヴィサデロ層のデイサイト熔岩である。No. 6変質帯は珪化帯に終わっているが、No. 7変質帯には鉍染状の黄鉄鉍を伴っている。

試料番号		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	S(%)
3SM401	No. 6変質帯	<20	0.1	8	16	17	0.18
3YM410	No. 7変質帯	<20	0.3	2	10	40	0.01

(4) No. 8~11変質帯

隣接した二つの河川、ラブレトラ川及びウインチェスター川の上流域に8箇所の変質帯が集中して発達している。いずれも平面規模、1km²前後の不規則塊状をなす。ディヴィサデロ層のデイサイト質火砕岩類、デイサイト及び安山岩熔岩などを母岩としている。

いずれの母岩も脱色化しており灰白色を呈し、細粒状黄鉄鉍の鉍染を伴っている。同黄鉄鉍が酸化を受け、赤鉄鉍、褐鉄鉍に変わっており、そのため露頭部は赤褐色を呈している。ごく稀に数mmの石英細脈が発達している。これら以外の鉍物は認められない。

参考試料の分析結果は次のとおりである。なお、全試料の分析値は巻末Table 2 に掲示した。

試料番号		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	S(%)
3YM402	No. 8変質帯	<20	0.2	4	18	12	0.11
3FM429	No. 9変質帯	<20	<0.1	<1	6	8	0.04
3FM437	No. 10変質帯	<20	0.1	22	25	58	4.20
3FM440	No. 11変質帯	<20	0.1	22	31	167	4.48

(5) No.12~14変質帯

ラブレトラ川下流域からその東に隣接したウインチェスター川下流域にかけてNo.12~14変質帯が発達している。いずれもN60°E方向に伸長した帯状をなしている。確認された水平延長は長いもので2kmに及ぶが、付近が第四系に覆われているため全貌は不明である。幅はNo.14変質帯が最も大きく、約1kmに達する。その他は200~300mである。母岩は石英モンゾニ斑岩及びイバニェス層のデイサイト質火砕岩である。

いずれの変質帯でも脱色化した母岩中に黄鉄鉱、褐鉄鉱、赤鉄鉱がストックワーク状あるいは鉱染状に発達しており、露頭部は赤褐色、茶褐色ないし黄褐色を呈している。このほか、変質の強い箇所には幅数mmの石英ストックワークが認められる。この石英脈は半透明、塊状の石英だけで他の鉱物を随伴していない。これらの鉱化・変質は同一変質帯で一様に広がっているのではなく、10数m間隔で非変質部が虫食い状に残っている。主な変質鉱物は石英であるが、No.13及び14変質帯では少量のセリサイト並びにカオリン鉱物がX線解析によって検出された。

代表的試料の分析結果は次のとおりである。

試料番号		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	S(%)
3VM450	No.12変質帯	<20	0.2	<10	18	5	0.42
3VM454	No.13変質帯	<20	0.2	2	9	11	0.16
3FM401	No.14変質帯	20	1.3	36	64	47	0.40

2-3 地化学探査

2-3-1 試料の採取および分析

-30メッシュの沢砂試料を約100g/個採取して分析試料に供した。採取試料数は、150個であった。採取位置はPL.19に示した。試料は、SERNAMEOMINの分析所で-200メッシュまで粉碎され、カナダのChemex Lab. Incで分析された。分析成分は、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Asの6成分である。

なお、検出限界及び分析方法は次の通りである。

検出限界および分析方法

Element	Digenstion and method	Lower limit	Upper limit
Au	FA-NAA	1ppb	10,000ppb
Ag	AAS	0.05ppm	100ppm
Cu	AAS	0.5ppm	10,000ppm
Pb	AAS	1ppm	10,000ppm
Zn	AAS	1ppm	10,000ppm
As	AAS-hydrite/EDL	0.5ppm	10,000ppm

AAS : Atomic Absorption Spectrometry

EDL : Electrodeless Discharge Lamp

FA : Fire Assay

NAA : Neutron Activation Analysis

2-3-2 統計処理

(1) 分析値

巻末Table 6 に各元素の分析値を示した。同分析値の特徴は次の通りまとめられる。Auの検出限界以上の試料は3%に過ぎなかった。このうち、60ppb(最大値)を示した試料が1個、その他は総て10ppb以下であった。Agは検出限界以上の個数が19%に過ぎず、最大値0.4ppmと極めて低い。

Cu, Pb, Znとも全般に低い値を示しており、100ppmを越えた試料は、Cu:0個, Pb:1個, Zn:12個(8%)であった。Asは検出限界以上が20個(13%)あり、このうち50%が2桁以上の値であった。

(2) 基本統計量

Table II-2-1 に元素別の基本統計値を示した。

Table II-2-1 地化学探査基本統計値

	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
Mean	0.58	0.31	5.2	6.5	62.4	1.4
Max.	60	0.4	24	152	376	43.5
Min.	0.5	0.03	1.5	1	20	0.1
M + δ	1.06	0.05	8.7	13.8	92.3	4.7
M + 2 δ	1.9	0.08	14.6	29.3	136.4	15.6

(3) 分析値ヒストグラム

Fig. II-2-3 に元素ヒストグラムを示した。正規分布あるいはそれに近い分布を示している元素はCu, Pb, Znであり。Au及びAgは、検出限界以下に高いピークがある。

(4) 元素間の相関

Table II-2-2 に元素間の相関係数を示した。これらのうち、絶対値0.5以上の相関を示した成分を高い順に並べると次の通りである。

Pb-Zn 0.78212

Cu-Zn 0.66149

Cu-Pb 0.64129

Cu-As 0.59783

(5) 主成分分析

前章で述べたことと同一の目的で主成分分析を行った。その結果をTable II-2-3 に示した。

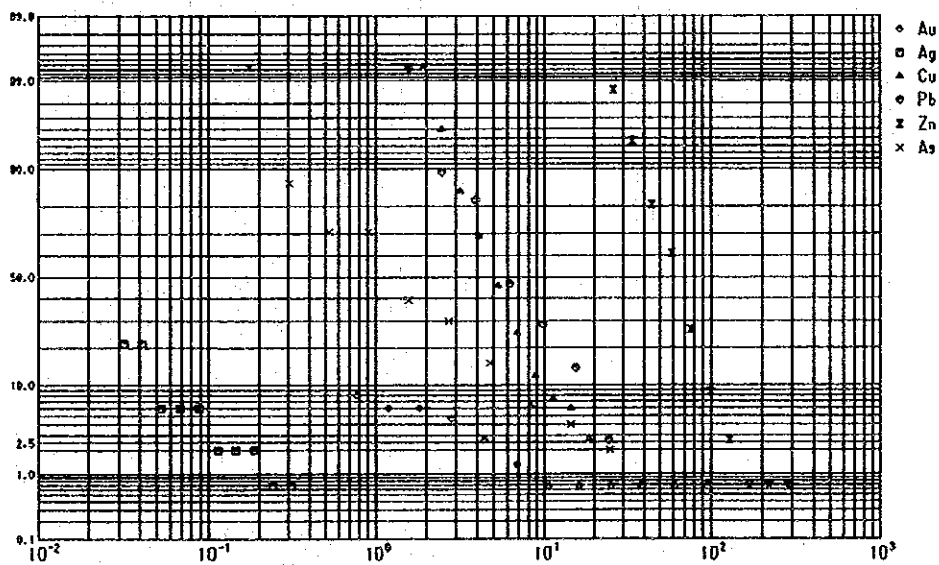
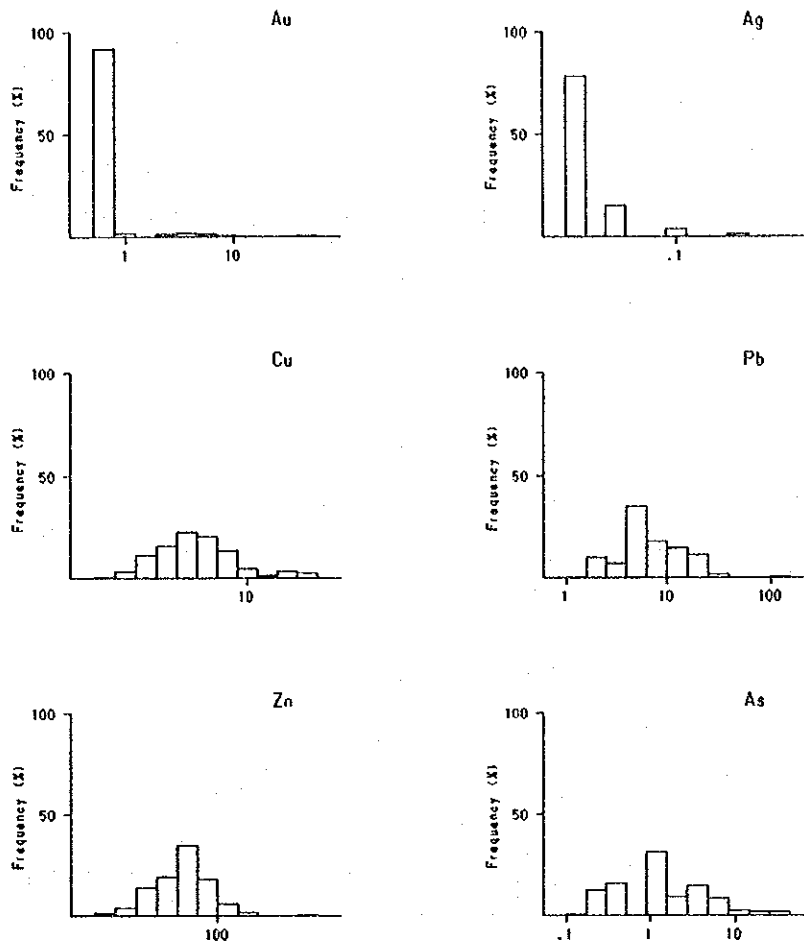


Fig. II -2-3 Histograms and Cumulative Frequency Curves Showing Frequency Distribution Patterns of Assays on Stream Sediment Geochemical Samples Collected in the Alto Cisnes-El Toqui Area

Table II -2-2 Correlation Coefficients between Elements Pairs in Geochemistry of the Alto Cisnes-El Toqui Area

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As
Au	1.00000					
Ag	0.16149	1.00000				
Cu	-0.07637	0.30683	1.00000			
Pb	0.09697	0.38808	0.64129	1.00000		
Zn	0.01046	0.42681	0.66149	0.78212	1.00000	
As	-0.05280	0.35571	0.59783	0.48089	0.30474	1.00000

Table II -2-3 Eigen Vectors and Eigen Values of Principal Component Analysis of the Alto Cisnes-El Toqui Area

	1	2	3	4	5	6
Au	0.02537	-0.88458	-0.02007	-0.44403	-0.11837	0.07276
Ag	0.34396	-0.35916	0.44934	0.71952	-0.10762	-0.14659
Cu	0.48596	0.22206	-0.04292	-0.26944	-0.73355	-0.31936
Pb	0.50269	-0.05599	-0.31162	-0.09198	0.59858	-0.52943
Zn	0.48531	-0.01778	-0.49877	0.20616	-0.02953	0.68704
As	0.39581	0.18910	0.67080	-0.40195	0.27773	0.34483
Eigen	3.02410	1.10237	0.75163	0.65941	0.30969	0.15280
Prop.	0.50402	0.18373	0.12527	0.10990	0.05161	0.02547
Cum. prop.	0.50402	0.68775	0.81302	0.92292	0.97453	1.00000

第1主成分：Au以外の元素は正の類似した固有ベクトルを示しており、地化学的特徴は認められない。従って、第1主成分は鉍化作用を表現したものではないと解される。

第2主成分：AuとAg, PbとZn, CuとAsが各々同一挙動を示し、前二者が負、後者が正の値を示している。このことは、この地域の鉍化作用の地化学的挙動に類似したものであり、従って第2主成分は鉍化作用を表現したものと解される。

第3主成分：AuとCu, AgとAs, PbとZnが各々同一挙動を示しており、このことは鉱化作用の一般的挙動に一致していない。

第3主成分までの累積寄与率が80%を越える。

本地区でも第2主成分が鉱化作用を表現していると考えられるので、同主成分のスコア値を試料毎に計算した。その結果は巻末Table 7 に示した。1以上のスコア値をもつ試料は2個であり、それらの位置をプロットするとPL. 15 のとおりとなる。

2-3-3 地化学異常値および異常域

(1) しきい値の設定

本地区ではAg以外の元素は $M+2\sigma$ をしきい値とした。Agは、累積度数分布曲線(Fig. II-2-3)の2.5%付近の値をしきい値とした。元素別のしきい値は次表の通りである。

元素別しきい値

元 素	しきい値
Au	1.9ppb
Ag	0.1ppm
Cu	15ppm
Pb	29ppm
Zn	136ppm
As	15ppm

(2) 地化学異常域

上記のしきい値に基づいて検出された元素別の異常値数は次の通りである。

元素別異常値数

元素	異常値
Au	9
Ag	8
Cu	9
Pb	3
Zn	3
As	6

以上の異常地点の分布をPL. 15 に示した。主な異常は次のとおりである。

1) Au

Auの異常は地域中央部のロスマトレロス山(Cerro Los Matreros)の東斜面に6地点まとまって検出されている。このうち、5地点はAu単独であるが、1地点ではAuのほかにAg, Cu, Pb, Znの4元素の異常も同一地点で検出されている。

2) Ag

Agの異常は8地点で検出されているが、そのうち3地点がマジン沢(Estero Mallin)の上流で検出されている。いずれもAg単独である。なお、同異常域のやや上流にNo. 1変質帯が位置している。その他の異常は散点的である。

3) Cu

Cuの異常はトランケラデバラ川(Estero Tranquera de Vara)上流に5地点まとまって検出された。このうち、3地点ではAsの異常と共存しており、その他はCu単独であった。この異常の上流にNo. 3変質帯が位置している。

4) Pb

Pbの異常は数も少なく、かつ分散している。

5) Zn

Znの異常も数が少なく、かつ分散している。

6) As

Asの異常は、トランケラデバラ川上流にCuの異常とともにややまとまって検出された以外は分散している。

一方、第2主成分のスコア値のうち、1以上の値を示したのは2地点だけであった。このことからすると以上の地化学異常いずれもは鉱化作用を示唆するものではなく統計的異常に過ぎない可能性が大きい、と判断される。

2-4 考 察

関係火成岩

Fig. II-2-4 にみられるとおり、本地区の北西部に発達しているNo. 12~14変質帯は、N70°E系の断層に沿って発達しており、かつ、付近に石英モンゾニ斑岩岩脈が常に分布している。同岩脈自体も変質作用を受けており、石英モンゾニ斑岩と密接して、しかもN70°E系断層に規制されて形成されたものと推察される。一方、南部に発達している変質帯(No. 1~11)は、大規模かこう岩岩株を取り巻くように分布している。

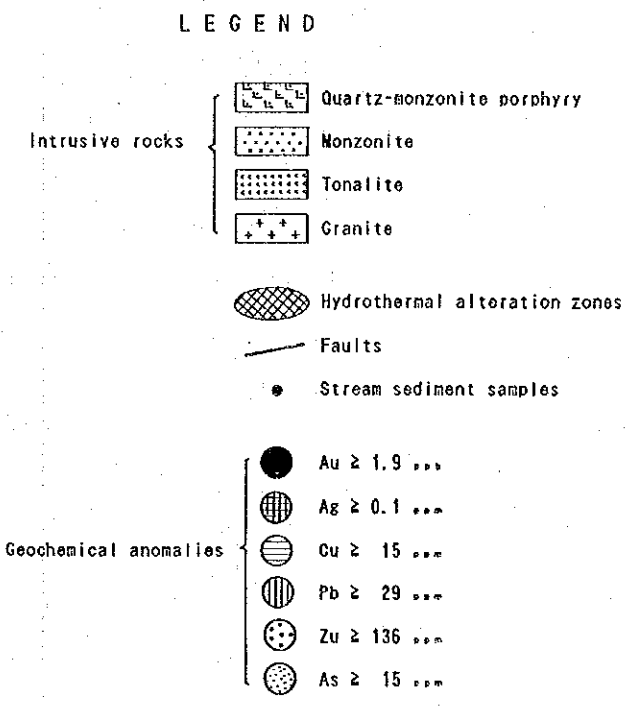
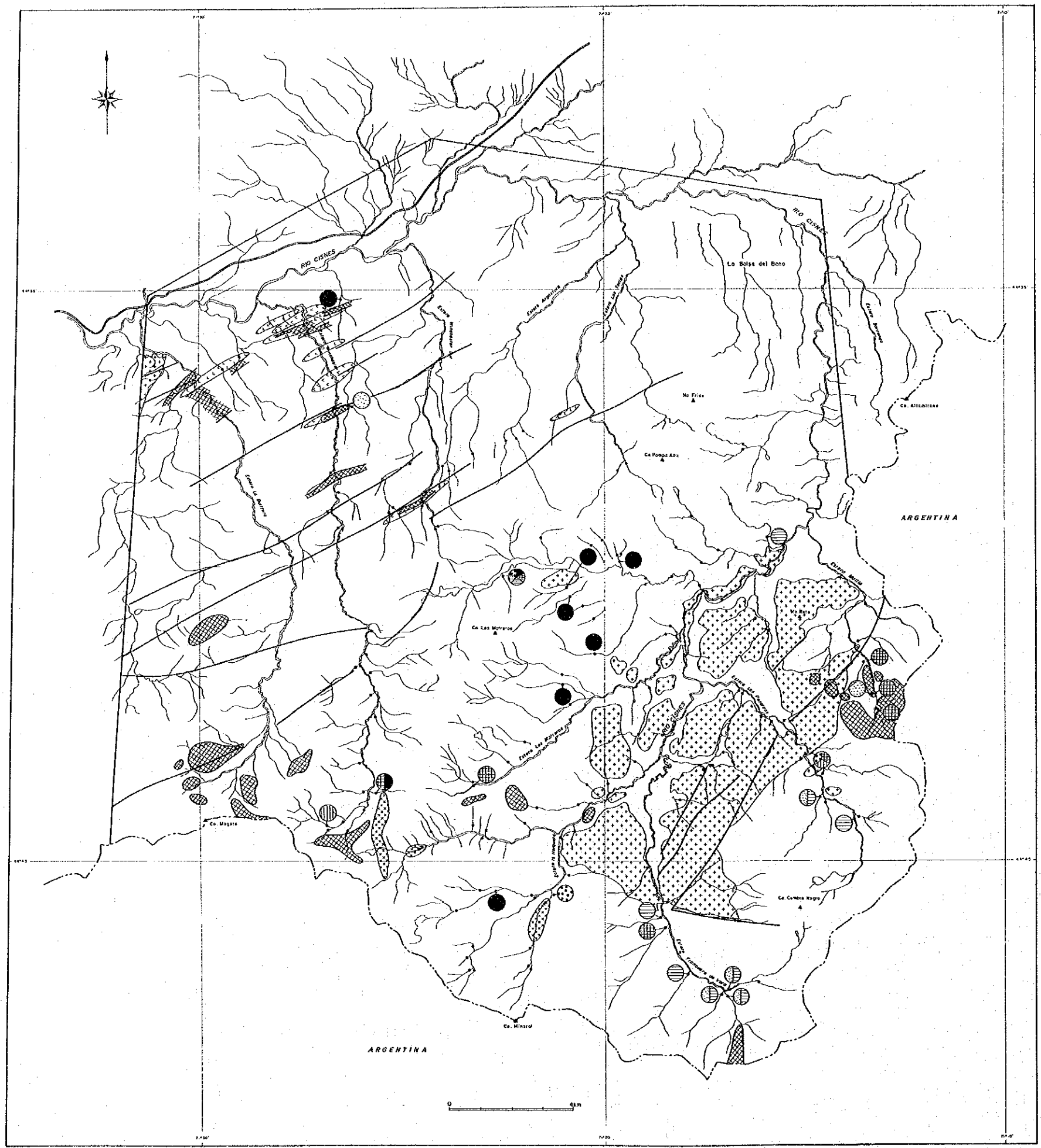


Fig. II -2-4 Collective Interpretation Map of the Alto Cisnes-El Toqui Area

