

資源開発協力基礎調査報告書

アルゼンティン共和国アルトデラブレングラ地域

(第1年次)

JICA LIBRARY



1030012[7]

16217

昭和62年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

國際協力事業団

受入 月日	'87. 4. 24	701
		66.1
登録No.	16217	MPN

は し が き

日本国政府はアルゼンティン共和国政府の要請に応え、同国の北西部に位置するアルトデラプレンダ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査はその第1年次にあたるもので、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して、昭和61年10月21日から昭和62年1月1日まで現地に派遣した。

現地調査はアルゼンティン共和国政府関係機関、特に経済省鉱山局及び鉱山公社 YACIMIENTOS MINEROS DE AGUA DE DIONISIO (YMAD) の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第1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をいただいたアルゼンティン共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在アルゼンティン日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

昭和62年2月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 佐藤 淳一郎

要 約

本調査は、アルゼンティン共和国アルトデラブレング地域において鉱物資源賦存のポテンシャルを把握するために実施された。本調査の調査要項及び調査結果は次のとおりである。

調 査 項 目	調査人員	調査日数	調 査 規 模
地質・地化学探査	2名	73日	面積 350 km ² 、地化学探査試料 1,122個
物理探査：CSAMT法	3名	51日	面積 80 km ² 、測点数 163 点
ボーリング調査	2名	73日	孔数 6 孔、掘削長 571.25 m

(1) 地質調査・地化学探査

地 質：本地域は先カンブリア紀ないし下部古生代基盤岩類のブロックに囲まれた浸蝕著しい第三紀火山体からなり、安山岩質火砕岩類主体の火山噴出物が、塩基性から酸性にいたる種々の火成岩類の岩株・岩脈群によって貫かれている。貫入岩類は、広域的応力場を反映して主にNW-SE方向を示すが、火山体中央部にはNE-SW系や放射状の岩脈配列もみられる。

鉱化作用：本地域にみられる鉱化作用は、火山活動後期中性ないし酸性マグマの貫入に伴う熱水活動により生じたもので、含金銀マンガン炭酸塩石英脈と金銀に富む斑岩銅型鉱化帯が多数賦存する。これらのうちFarallón Negro鉱脈鉱床は現在稼行中であり、また、Bajo la Alumbreira 斑岩銅型鉱化帯は精密探鉱中である。地質調査の結果、上記の鉱床以外に、Alto de la Blenda、Los Viscos、Macho Muerto、Agua Tapada等の鉱脈型鉱徴地、El Durazno、Bajo las Pampitas 等の斑岩銅型鉱徴地が抽出された。特に、Alto de la Blenda 鉱脈帯は、3本の既知脈の他にも多くの分岐脈があるが、その中には 10 g/t 以上の金品位を示すものがあり、最もポテンシャルの高いものとして特筆される。

地化学探査：地域内の河床堆積物（計 720試料）と、主に変質帯中の岩石（計 402試料）による探査の結果、次の Au 異常地が抽出された。

- ① Au-Cu-Mo型高異常。Bajo la Alumbreira、El Durazno の変質帯及びBajo las Pampitas 変質帯中央部。
- ② Mn、Ag、As、Pb、Zn等も伴う多金属随伴型高異常。Farallón Negro-Alto de la Blenda、Las Casitas、Bajo las Pampitas 南部、Macho Muerto-Agua Tapada 中間部、La Josefa、Morra Bola等。

これらのうち、Farallón Negro-Alto de la Blenda、Bajo la Alumbreira 及び El

Durazno の Au 異常は、分布の大きさ及び Au 濃度からみて特に有望である。

(2) 物理探査 (CSAMT法)

CSAMT法物理探査の結果から、地質構造及び鉱化・変質に関連した比抵抗環境が解明され、次の要探鉱地区が選択された。

- ① Alto de la Blenda 地区の高比抵抗の発達する地区。モンソナイトを母岩とする鉱脈形成ゾーンを高比抵抗部として捕えていると思われる。
- ② 上記高比抵抗が南東側に延長するAlto de la Blenda とLas Casitas との中間地区。地下浅部にモンソナイトの潜在が予想され、Alto de la Blenda 鉱脈と同型の鉱床胚胎の可能性を秘めている。
- ③ Las Pampitas付近の低比抵抗の発達する地区。地表にわずかに変質帯が見られ、深度数 100m 付近を中心に変質作用が卓越すると考えられる。Bajo la Alumbreira 型鉱染鉱床と同種の鉱床の存在が期待される。

(3) ボーリング調査

アルトデラブレング鉱脈帯で行われたボーリング調査の結果、6 孔全てにおいて、次表に示すような幅 3 m 以上の鉱脈が捕捉され、金品位 5 g/t 以上の部分が認められた。特に、Esperanza 脈南東部で実施した 86-3 孔において着脈した鉱化は優勢なものである。

孔名	掘削長 (m)	鉱脈及び品位			高品位部 (Au > 5g/t)		
		採取幅 m	Au g/t	Ag g/t	採取幅 m	Au g/t	Ag g/t
86-1 孔	80.65	4.00	4.1	64	0.55 0.25	5.3 14.4	76 144
86-3 孔	171.50	7.95	6.3	303	7.95	6.3	303
86-3' 孔	141.00	9.20	2.7	360	0.67	10.1	117
86-7 孔	50.20	11.80	3.3	97	1.70 1.90	8.5 7.0	219 224
86-7' 孔	77.70	4.70	4.8	251	3.35	6.5	329
86-7'' 孔	50.20	8.10	1.8	11	2.00	6.5	16

以上の結果から、鉱化ポテンシャルの最も大きな地区としてAlto de la Blenda 地区が指摘される。

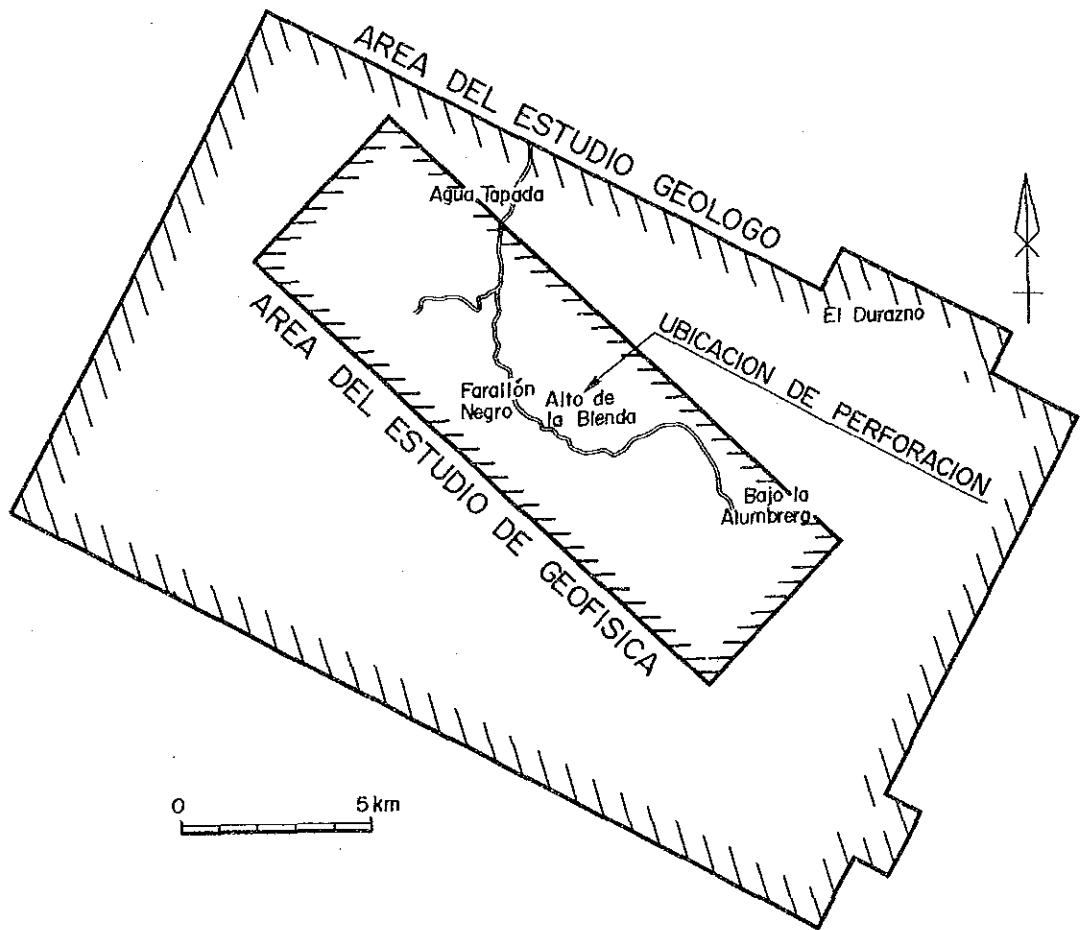
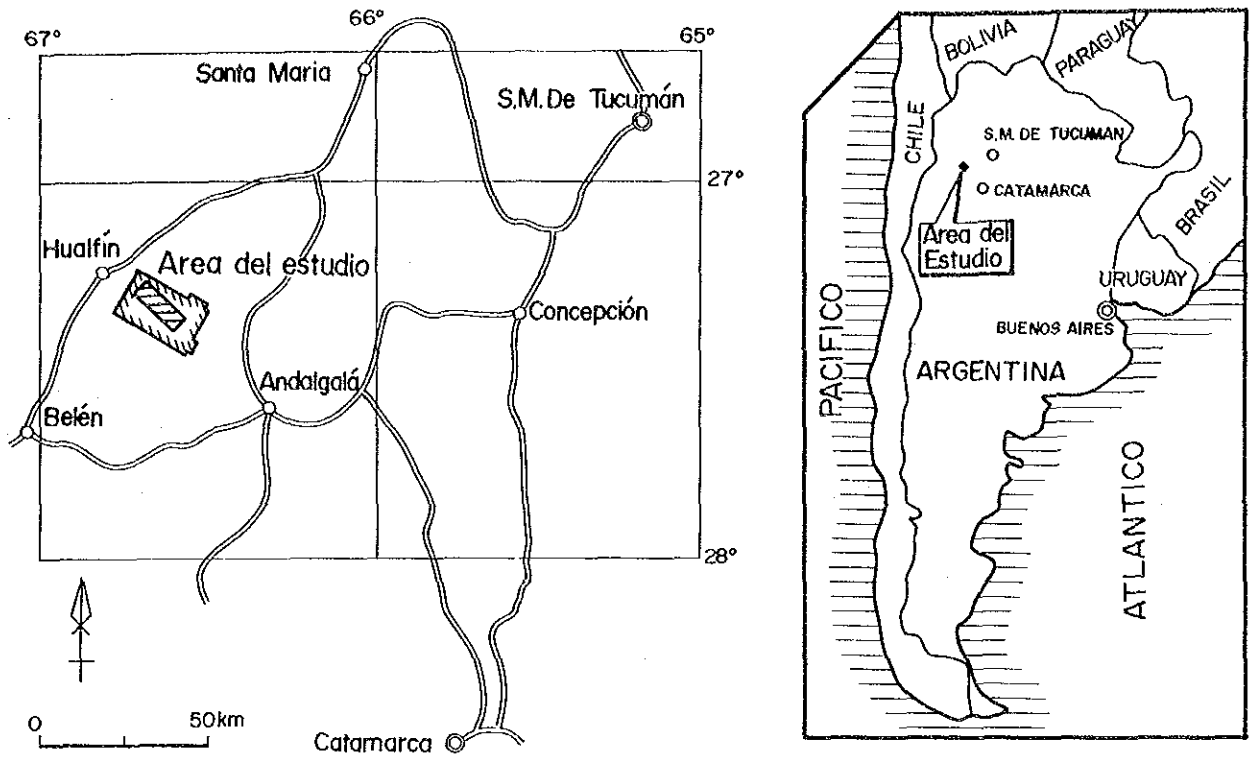


Fig. 1 調査地域位置図

アルゼンティン共和国アルトデラプレンダ地域報告書

目 次

は し が き	
要 約	
調査位置図	
第1章 序 論	1
1-1 調査概要	1
1-1-1 調査経緯	1
1-1-2 調査目的	1
1-1-3 調査方法及び調査数量	1
1-1-4 調査期間及び調査団の編成	2
1-2 調査地域の一般概要	4
1-2-1 位置及び交通	4
1-2-2 地 理	4
1-2-3 探査・鉱業活動の沿革	5
第2章 地質調査・地化学探査	7
2-1 調査作業概要	7
2-1-1 野外作業	7
2-1-2 室内作業	8
2-2 地質及び地質構造	9
2-2-1 地 質	9
2-2-2 地質構造概況	17
2-3 鉱化作用及び変質作用	19
2-3-1 概 要	19
2-3-2 鉱脈型鉱床及び鉱化示徴	19
2-3-3 鉱染型鉱床及び鉱化示徴	29
2-4 地化学探査結果	36
2-4-1 河床堆積物	36

2-4-2	変質帯	50
第3章	物理探査(CSAMT法)	65
3-1	探査概要	65
3-1-1	探査仕様	65
3-1-2	探査機器	70
3-1-3	データ処理	70
3-2	探査結果	75
3-2-1	室内比抵抗測定結果	75
3-2-2	見掛比抵抗平面図	80
3-2-3	見掛比抵抗断面図及び比抵抗構造断面図	81
3-2-4	比抵抗構造平面図	85
3-3	考察	87
第4章	ボーリング調査	95
4-1	調査概要	95
4-1-1	作業概要	95
4-1-2	掘進状況	107
4-2	調査結果	127
4-2-1	孔内地質	127
4-2-2	鉱化作用	129
第5章	総合検討	153
5-1	調査結果のまとめ	153
5-2	結論	155
5-3	第2年次調査への提言	156
【参考文献】		157

【別添図目次】

PL. 2-1	地 質 図		1:20,000
PL. 2-2	地 質 断 面 図		1:20,000
PL. 2-3	アルトデラブレングラ露頭調査図		1: 1,000
PL. 2-4	試 料 採 取 位 置 図		1:20,000
PL. 2-5	河床堆積物採取位置図		1:20,000
PL. 2-6-1	河床堆積物地化学探査結果図	(Au, Ag, Pb, Zn, Mn, As)	1:20,000
PL. 2-6-2	"	(Au, Cu, Mo)	1:20,000
PL. 2-7	熱水変質岩石採取位置図		1:20,000
PL. 2-8-1	熱水変質岩石地化学探査結果図	(Au, Ag, Pb, Zn, Mn, As)	1:20,000
PL. 2-8-2	"	(Au, Cu, Mo)	1:20,000
PL. 3-1	測 点 位 置 図		1:20,000
PL. 3-2	見掛比抵抗平面図	(周波数 4Hz)	1:20,000
PL. 3-3	"	(" 8Hz)	1:20,000
PL. 3-4	"	(" 16Hz)	1:20,000
PL. 3-5	"	(" 32Hz)	1:20,000
PL. 3-6	"	(" 64Hz)	1:20,000
PL. 3-7	"	(" 128Hz)	1:20,000
PL. 3-8	"	(" 256Hz)	1:20,000
PL. 3-9	"	(" 512Hz)	1:20,000
PL. 3-10	"	(" 1,024Hz)	1:20,000
PL. 3-11	"	(" 2,048Hz)	1:20,000
PL. 3-12	見掛比抵抗断面図及び比抵抗構造断面図	A - A'	1:20,000
PL. 3-13	"	" B - B'	1:20,000
PL. 3-14	"	" C - C'	1:20,000
PL. 3-15	"	" D - D'	1:20,000
PL. 3-16	"	" E - E'	1:20,000
PL. 3-17	"	" F - F'	1:20,000
PL. 3-18	"	" G - G'	1:20,000

PL. 3-19	見掛比抵抗断面図及び比抵抗構造断面図	H-H'	1:20,000
PL. 3-20	比抵抗構造平面図	(地表下深度 100m)	1:20,000
PL. 3-21	"	(" 200m)	1:20,000
PL. 3-22	"	(" 500m)	1:20,000
PL. 3-23	"	(" 1,000m)	1:20,000

【挿入 図 目 次】

Fig. 1	調 査 地 域 位 置 図	
Fig. 2-1	調査地域地質模式層序図	
Fig. 2-2-1	($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) 含有量と SiO_2 含有量による火山岩の分類図	
Fig. 2-2-2	花崗岩質深成岩類の分類図	
Fig. 2-2-3	$\text{MgO}-\text{FeO}^*-(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ ダイアグラムによる玄武岩質マグマの分類図	
Fig. 2-2-4	SiO_2 含有量、 FeO^*/MgO による玄武岩質マグマの分類図	
Fig. 2-3-1	鉍 微 地 分 布 図	1:60,000
Fig. 2-3-2	Farallón Negro 地域変質帯分布図	1:20,000
Fig. 2-3-3	Agua Tapada	1:20,000
Fig. 2-3-4	Bajo la Alumbreira	1:20,000
Fig. 2-3-5	El Durazno	1:20,000
Fig. 2-3-6	Bajo las Paupitas	1:20,000
Fig. 2-4-1	河床堆積物地化学探査分析値のヒストグラム	(Au)
Fig. 2-4-2	"	(Ag)
Fig. 2-4-3	"	(Cu)
Fig. 2-4-4	"	(Pb)
Fig. 2-4-5	"	(Zn)
Fig. 2-4-6	"	(Mn)
Fig. 2-4-7	"	(Mo)
Fig. 2-4-8	"	(As)
Fig. 2-4-9	河床堆積物地化学探査累積度数分布曲線	(Au, Ag, Cu)
Fig. 2-4-10	"	(Pb, Zn, Mn)
Fig. 2-4-11	"	(Mo, As)
Fig. 2-5-1	熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム	(Au)
Fig. 2-5-2	"	(Ag)
Fig. 2-5-3	"	(Cu)
Fig. 2-5-4	"	(Pb)
Fig. 2-5-5	"	(Zn)

Fig. 2-5-6	熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム	(Mn)
Fig. 2-5-7	"	(Mo)
Fig. 2-5-8	"	(As)
Fig. 2-5-9	熱水変質岩石地化学探査累積度数分布曲線	(Au, Ag, Cu)
Fig. 2-5-10	"	(Pb, Zn, Mn)
Fig. 2-5-11	"	(Mo, As)
Fig. 3-1	物理探査調査地域位置図	1:50,000
Fig. 3-2	C S A M T 測定概念図	
Fig. 3-3	C S A M T データ処理フロー	
Fig. 3-4	見掛比抵抗解析モデル曲線	
Fig. 3-5	岩石試料採取位置図	1:50,000
Fig. 3-6	I P 法 調査結果例	1:20,000
Fig. 4-1	ボーリング位置図	1:2,000
Fig. 4-2-1	86-1 孔 ボーリング柱状図	1:200
Fig. 4-2-2	86-3 孔 "	1:200
Fig. 4-2-3	86-3' 孔 "	1:200
Fig. 4-2-4	86-7 孔 "	1:200
Fig. 4-2-5	86-7' 孔 "	1:200
Fig. 4-2-6	86-7" 孔 "	1:200
Fig. 4-3-1	86-1 孔 ボーリング地質断面図	1:500
Fig. 4-3-2	86-3 孔及び86-3' 孔 ボーリング地質断面図	1:500
Fig. 4-3-3	86-7 孔及び86-7' 孔 "	1:500
Fig. 4-3-4	86-7' 孔及び86-7" 孔 "	1:500

【挿入表目次】

Tab. 2-1-1	河床堆積物地化学探査しきい値及び統計数値表
Tab. 2-1-2	河床堆積物分析値の異常値数一覧表
Tab. 2-1-3	河床堆積物分析値の相関関係類一覧表
Tab. 2-2-1	熱水変質岩石地化学探査しきい値及び統計数値表
Tab. 2-2-2	熱水変質岩石分析値の異常値数一覧表
Tab. 2-2-3	熱水変質岩石分析値の相関関係類一覧表
Tab. 3-1	測定値一覧表
Tab. 3-2	岩石試料比抵抗測定結果
Tab. 3-3	主な変質帯・鉱脈胚胎ゾーンと比抵抗との関係
Tab. 4-1	孔別掘進作業総括表
Tab. 4-2	孔別掘進工程総括表
Tab. 4-3-1	主要機材・設備類表 (坑外)
Tab. 4-3-2	" (坑内)
Tab. 4-4-1	消耗品使用状況表 (坑外)
Tab. 4-4-2	" (坑内)
Tab. 4-5-1	ダイヤモンドビット使用状況表 (坑外)
Tab. 4-5-2	" (坑内)
Tab. 4-6-1	ダイヤモンドビット類明細表 (坑外)
Tab. 4-6-2	" (坑内)
Tab. 4-7-1	孔別掘進実績表 86-1 孔
Tab. 4-7-2	孔別掘進工程表 86-1 孔
Tab. 4-8-1	孔別掘進実績表 86-3 孔
Tab. 4-8-2	孔別掘進工程表 86-3 孔
Tab. 4-9-1	孔別掘進実績表 86-3' 孔
Tab. 4-9-2	孔別掘進工程表 86-3' 孔
Tab. 4-10-1	孔別掘進実績表 86-7 孔
Tab. 4-10-2	孔別掘進工程表 86-7 孔

Tab. 4-11-1	孔別掘進実績表	86-7' 孔
Tab. 4-11-2	孔別掘進工程表	86-7' 孔
Tab. 4-12-1	孔別掘進実績表	86-7' 孔
Tab. 4-12-2	孔別掘進工程表	86-7' 孔

【卷末 図表 目次】

Ap. 2-1	岩石及び鉍石採取一覽表	A - 1
Ap. 2-2	全岩分析値及びノルム計算値	A - 7
Ap. 2-3-1	薄片檢鏡結果一覽表	A - 10
Ap. 2-3-2	薄片顯微鏡写真	A - 11
Ap. 2-4-1	X線回折結果一覽表	A - 23
Ap. 2-4-2	X線回折チャート	A - 27
Ap. 2-5	鉍石化学分析結果一覽表	A - 81
Ap. 2-6	河床堆積物化学分析結果一覽表	A - 83
Ap. 2-7	熱水變質岩石化学分析結果一覽表	A - 96
Ap. 3	解析曲線図	A -105
Ap. 4-1	岩石及び鉍石採取一覽表	A -127
Ap. 4-2	薄片檢鏡結果一覽表	A -130
Ap. 4-3	薄片顯微鏡写真	A -131
Ap. 4-4	研磨片檢鏡結果一覽表	A -137
Ap. 4-5	研磨片顯微鏡写真	A -145
Ap. 4-6	鉍石化学分析結果一覽表	A -165

第1章 序 論

1-1 調査概要

1-1-1 調査経緯

アルゼンティン共和国政府は日本国政府に対して、鉱物資源に関する調査を要請してきた。この要請に応じて、日本国政府は1986年9月に事前調査・協定折衝団を派遣し、経済省鉱山庁と協定折衝を行い、鉱山公社が探鉱開発の有望地域として進めているアルトデラブレンダ地域について、資源開発協力基礎調査を実施することとした。

1-1-2 調査目的

本プロジェクトの主要目的は、アルトデラブレンダ地域を調査し、その鉱物資源ポテンシャルを評価することである。

第1年次に当る本調査は、調査地域の地質状況を解明することにより、金銀を含む脈状鉱床の賦存状況を把握することを目的とした。

1-1-3 調査方法及び調査数量

本調査では地質調査・地化学探査、物理探査及びボーリング調査が行われた。各調査及び室内試験の実施数量を以下に表示する。

(1) 現地調査

地質調査・地化学探査	調査面積 350km ² ； 地化学探査試料採取 1,122 個 (河床堆積物 720個、変質岩 402個)
物理探査 (CSAMT 法)	調査面積 80 km ² ； 測点数 163点
ボーリング調査	技術指導 2名×65日； 掘削 計 6 孔、総延長571.25m (地表 3 孔； 393.15m、孔内 3 孔； 178.10m)

(2) 室内試験

試験項目	試験試料	試験件数	試験内容
地化学分析	河床堆積物	720	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mn, Mo, As
	変質岩	402	
全岩分析	Farallón Negro 火山岩・貫入岩類	20	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , CaO, MgO, Na ₂ O, K ₂ O, FeO, Fe ₂ O ₃ , MnO, TiO ₂ , P ₂ O ₅ , BaO, LOI
鉍石分析	Alto de la Blenda 及び周辺 の鉍脈	115	コア試料52件、露頭試料63件、 Au, Ag, Pb, Zn, Mn, Mo
X線回折分析	変質岩	103	地表変質帯試料、全岩粉末
岩石薄片検鏡	火山岩・貫入岩類	30	地表試料24件、コア試料6件
鉍石研磨片検鏡	鉍脈	32	ボーリング・コア試料
比抵抗測定	岩石、鉍石	38	火山岩、貫入岩、変質岩、鉍石

1-1-4 調査期間及び調査団の編成

現地調査及び解析・報告書作成期間は次のとおりである。

地質調査・地化学探査	昭和61年10月21日～昭和62年1月1日
物理探査	昭和61年10月27日～昭和62年12月16日
ボーリング調査	昭和61年10月21日～昭和62年1月1日
解析・報告書作成	
物理探査	昭和61年12月17日～昭和62年2月27日
その他	昭和62年1月2日～昭和62年2月27日

調査計画の検討・Scope of Work の締結及び調査参加者は次のとおりである。

(1) 調査計画策定及び折衝

日 本 側

和泉 武	金属鉱業事業団海外部
横井 弘明	通商産業省資源エネルギー庁鉱業課
林 歳彦	国際協力事業団資源調査課
上田 英之	金属鉱業事業団海外部
松本 勝時	金属鉱業事業団リオデジャネイロ事務所

アルゼンティン側

O.Yujnovski	外務省国際協力次官
G.H.Gasslo	外務省国際協力参事官
J.E.Barrera	鉱山庁 (SM) 長官
P.E.Chistik	鉱山公社 (YMAD) 社長

(2) 調査団員

日 本 側

齊藤 正夫	(総括、地質調査・地化学探査)	三井金属資源開発株式会社
大坪 良平	(地質調査・地化学探査)	〃
小林 学	(物 理 探 査)	〃
木下 和彦	(〃)	〃
大橋 正	(〃)	〃
副島 弘	(ボーリング調査)	〃
那須 忠利	(〃)	〃

アルゼンティン側

Raul G.Sister	(全 般)	YMAD
Miguel Chipulina	(物理探査、地質調査)	鉱山庁
Rafael González	(〃 、 〃)	〃
Nicolas Montenegro	(地 質 調 査)	YMAD
Juan Angela	(ボーリング調査)	〃

1-2 調査地域の一般概要

1-2-1 位置及び交通

Alto de la Blenda (アルトデラブレンド) 地域はほぼ南緯 $27^{\circ} 25'$ 、西経 $66^{\circ} 45'$ 、アルゼンティン北西部のCatamarca (カタマルカ) 州、Belén (ベレン) 郡、Hualfín (ウアルフィン) 地区に位置する。調査地域はYMA Dが所有する面積約 350km^2 の鉱区で、その中央部には現在稼働中のFarallón Negro (ファラジョンネグロ) 鉱山が所在している (Fig.1)。

州都Catamarca 市から鉱山キャンプへは、Andalgala (アンダルガラ) ~ Belén 経由で 400km 、車で約6時間を要する。また、北西アルゼンティン最大のTucumán (トゥクマン) 市からはTafidel Valle (タフィデルバジェ) ~ Santa María (サンタマリア) 経由で 320km 、車で約5時間の行程である。なおTucumán とBuenos Aires間の距離は約 $1,050\text{km}$ 、空路約2時間であり、Catamarca とBuenos Aires間は約 $1,000\text{km}$ で空路2時間弱である。

1-2-2 地 理

当地域は Sierras Pampeanas 山岳地帯に属し、略 $2,400 \sim 2,900\text{m}$ の標高を有し、鉱山の中央キャンプは海拔 $2,760\text{m}$ にある。地形は高度差数 100m 内外の孤立した小山群と長円形を呈する凹地で特徴付けられる。この地形の特徴は地質の差異に関係があり、かなり一様の形態を呈する火山砕屑岩地区、小山群をなす貫入岩体 (Alto de la Blenda, Loma Morada, Agua de Chilca, Macho Muerto, etc.) 及び凹地を形成する熱水変質帯 (Bajo la Alumbreira, Bajo de Agua Tapada, Las Pampitas, etc.) に大別できる。

調査地域の西部は広域的な削剥作用により第四紀層が広く発達する低地となっており、これに向って多くの河川が北西方向にほぼ並走している。これらの河川は時に深い溪谷をなしているが、流水は夏期の豪雨時にしかみられない。地域北東及び南東隅は基盤の変成岩・花崗岩類が露出する急峻な隆起山地となっている。

気候は大陸性の半砂漠気候に分類され、年間降雨量平均 200mm 程度であり、通常夏期の1月~2月を中心に短期間の豪雨がある。豪雨の際には道路が決壊することが多い。5月~9月にかけての冬期には高所を主体に少量の積雪がみられる。風は春によく吹き、特に9月と10月に強い。一般に南風である。年平均気温は日中が約 27°C 、夜間が $10 \sim 11^{\circ}\text{C}$ といわれる。夏期には時に 40°C 、また、6月~7月の真冬には最低零下 19°C を記録したことがあるが、年間を通じ仕事には差し支える程ではない。

当地域には永続的な流水も湧泉も存在しない。雨期に地域北西部にある沖積地の深い溪谷

部に流水が見られる程度である。鉱山では約24 km離れたLos Nacimientos (ロスナシミアントス) 川から用水をパイプ流送で得ている。

植生は全体にまばらで低灌木、サボテン、草がみられるのみであり、地域内には耕作地はなく、粗放牧畜が行われている程度である。

Farallón Negro鉱山には 400余名が就業しており、そのキャンプの人口は約 700名といわれている。社宅、独身宿舎、従業者のための食堂、小学校、教会、病院、無線電信・電話施設、供給所等が備わっている。

鉱山から道程125Kmにある郡都Belén は人口約 7,500人で、最寄の商業の中心地をなしており、2 銀行、3 小学校、1 中学校、病院、教会、警察署、郡役所等がある。

Belén の東方85 kmにあるAndalgalā はGeneral Belgrano (ヘネラルベルグラノー) 鉄道の終点となっており、人口約 7,000人を有し、20小学校、4 中学校及び近年建てられた70床をもつ病院がある。銀行、自動車修理工場、郵便局、電話局、各種商店もあり、商業及び果樹栽培の中心地ともなっている。

1-2-3 探査・鉱業活動の沿革

Peirano, A. (1938) は Tucumán 国立大学の鉱床・地質学誌に Agua de Dionisio 地域に有望な鉱徴が見られるとの調査報告を公表し、1941年に Catamarca 鉱山登記所に試掘権鉱区を申請して得た後、その権利を Tucumán 国立大学に譲渡した。

これを契機に、本格的かつ組織的な探鉱・調査が Tucumán 国立大学付属鉱山演習部を中心として進められた。1949年までに Agua Tapada、La Josefa、Santo Domingo、Bajo la Alumbraera、Farallón Negro 等が探査され、1950年に Farallón Negro が最も有望であるとの結論が出された。

内閣は1951年に Agua de Dionisio 地域を含む1,428km²の範囲について鉱業権を保留し、鉱山局と Tucumán 国立大学による専門委員会に鉱業技術並びに実施計画を検討させ、1953年に保留地域を 343.98km²に削減すると共に保留期間を更に5年延長する政令を発した。

鉱山局は、陸軍工廠(Dirección general de Fabricaciones Militares)と契約して、1953年9月から Farallón Negro に対し既存の第1立坑の延長や主立坑(Pique Maestro) の開設を含む1,200mの坑道探鉱を開始した。

Farallón Negro の探鉱は成功し、鉱床採掘のための研究所が1958年に Tucumán 国立大学に付設された。

鉱山の開発に関して Tucumán 国立大学と Catamarca 州庁との間で意見の相違があったが、

政府の調停により国家出資の独立採算公社の形で開発されることになり、1958年10月に鉱山公社Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio(YMAD) 設立の法案が国会で承認され、1959年3月にCatamarca 市で組織が発足した。その幹部会は政府派遣の社長が代表となり、Catamarca 州庁とTucumán 国立大学から派遣された各2名の計5名で構成されている。

YMADは1960年からFarallón Negroの探鉱開発を継承し、1962年末には第1立坑を現在の最下底レベルである-223 M準まで降した。探開鉱工事を-60M、-90M、-143 M、-173 M及び-223 Mの5坑準で進める一方、青化製錬所を含む地上設備も完成して、1978年から本格操業に入った。採掘された粗鉱は青化製錬所により金銀合金の形にして外販している。1985年の生産実績は粗鉱95,854トン、製錬処理95,492トン、合金 3,563kg、金 499kg、銀 2,885kgであり、また、1978年から1985年までの産金量は2,319kg、産銀量は12,113kgとなっている(Memoria Anual de YMAD)。

第2章 地質調査・地化学探査

2-1 調査作業概要

2-1-1 野外作業

(1) 地質調査

調査地域約350Km²を対象とした地質概査、Alto de la Blenda 脈周辺の露頭調査及びボーリング・コアの鑑定を実施した。

調査地域の地質については多くの適切な調査報告や研究論文が公表されており、特に Llambías, E. (1972) は詳細な調査結果を縮尺1:20,000地質図にまとめている。

したがって本調査では、この地質図の確認と第三紀火山活動の特徴の把握を目的とし、地化学探査試料採取のためのルートに沿った地質概査を行った。調査にはYMA D提供の縮尺1:20,000地形図を縮尺1:10,000に写真拡大した地形図を用いた。調査は特に第三紀火山岩類分布区域に重点を置き、基盤岩類や第四紀層が広く分布する区域については既存地質図の地質境界を確認する程度に留めた。

調査地域内の交通事情は予想外に悪く、北半部については数本の自動車通行可能な道があつてそれらを利用することができたが、南半部には自動車道が全くないため馬及び徒歩による調査を余儀なくされた。

Alto de la Blenda 脈周辺の露頭調査は、ポケット・コンパスで地形測量を行いながら縮尺1:1,000 でマッピングし、脈については品位の概要を把握するため63試料をチャンネル法により採取した。

ボーリング・コアについては、鑑定結果を縮尺1:200 の地質柱状図に記載すると共に主な鉱石部の鉱質別サンプリング(計52試料)を行った。

野外調査は地化学探査試料の採取と併せて、昭和61年10月25日から昭和61年12月28日までの65日間で実施された。

(2) 地化学探査

河川網を利用した河床堆積物試料と熱水変質帯中の変質岩試料の採取を行った。

河床堆積物は第三紀火山岩類分布地域を主対象として、計720個の試料を採取した(PL. 2-5)。採取方法は、河床堆積物を網目30メッシュでふるい別けし、30メッシュ以下の細粒部約200gを1試料とした。

変質岩は、Agua Tapada、Bajo la Alumbreira、El Durazno、Las Paupitas、Parallón

Negro及びAlto de la Blenda 等の変質帯ないし鉱床帯から計 402試料（1試料 500g 以上）を採取した（PL.2-7）。

2-1-2 室内作業

野外作業により得られた地質資料及び各種試料を検討するため（Ap.2-1）、次のような試験、分析及び解析を行った。

(1) 鉱石化学分析

6本のボーリング・コアより採取した鉱石試料計52個及びAlto de la Blenda 露頭調査で採取した63個の鉱石試料に対し、Au、Ag、Pb、Zn、Mo及びMnの6成分について化学分析を行った（Ap.4-6, Ap.2-5）。Auは乾式試金法で行い、他の5成分は原子吸光法で分析した。

(2) 地化学探査試料化学分析

河床堆積物及び変質岩試料計 1,122試料について、Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mn、Mo及びAsの8成分の化学分析を実施した（Ap.2-6, Ap.2-7）。Auは乾式試金法で分析し、他の7成分は原子吸光法によった。

(3) 全岩化学分析

第三紀火山岩・貫入岩類(Farallón Negro 火山複合岩類) 試料20個について化学組成を検討するため主要13成分の分析を行った。分析方法はPhillips 8490 Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometerを用いた誘導結合プラズマ原子分光法(ICP)によりSiO₂、Al₂O₃、CaO、MgO、Na₂O、K₂O、Fe₂O₃（全Fe）、MnO、TiO₂、P₂O₅及びBaOの11成分を分析し、FeOは滴定法で分析した。LOIは灼熱減量である。

(4) X線回折分析

変質作用の鉱物的検討のため、変質帯地化学探査用に採取した試料から103個を選定して全岩粉末X線回折法による鉱物の同定を行った（Ap.2-4-1, Ap.2-4-2）。

(5) 岩石薄片顕微鏡観察

第三紀火山岩・貫入岩類の岩石学的検討を行うため、全岩化学分析に供した20試料に地表試料2個及びボーリング・コア試料8個を加え、計30枚の薄片を作成して透過偏光顕微

鏡による観察を行った (Ap.2-3-1, Ap.2-3-2, Ap.4-2, Ap.4-3)。

(6) 鉍石研磨片顕微鏡観察

Alto de la Blenda 脈の鉍石鉍物、特に金及び硫化物の存在状態を明らかにするために、ボーリング・コアより採取した32試料の研磨片を作成し、反射偏光顕微鏡による検討を行った (Ap.4-4, Ap.4-5)。

(7) 解析・報告

野外調査で得られた地質資料に、(1)~(6)の分析・試験結果を併せて調査地域の地質、鉍化作用及び変質作用を解析し、有望地区の抽出と将来の調査方針を検討して報告書にまとめた。

室内作業は昭和62年1月2日に開始され、昭和62年2月27日に終了した。

2-2 地質及び地質構造

2-2-1 地 質 (PL.2-1, PL.2-2, Fig.2-1)

本地域の地質はGonzález, B. (1950)、Quaterino, B. J. (1962)、Sister, R. G. (1963)、Llambías, E. J. (1970, 1972) を含む多くの筆者によりかなり詳しく調査・研究されており、本調査に際して極めて有力な手引きとなった。

調査地域はアルゼンティン北西部のSierras Pampeanas 地形-地質構造区中に生じた新第三紀火山活動域であり、先カンブリア紀ないし下部古生代の変成堆積岩と花崗岩類からなる基盤岩類のブロックに囲まれた1つの浸蝕火山体とみなすことができる。

火山活動に先立つ第三紀漸新世ないし中新世に陸成赤色砂岩を主とするCalchaquí 層が調査地域周辺に堆積した。

調査地域の主体はParallón Negro火山複合岩類と呼ばれる第三紀の噴出岩類と貫入岩類で占められている。

第四紀の堆積段丘及び沖積層が一部に分布する。

(1) 基盤岩類

基盤岩類は調査地域南東隅に露出している。本岩類は主に千枚岩・スレートなどで代表される低変成度の堆積岩類とこれらを底盤状に貫く斑状アダメロ質花崗岩からなる。本岩類は隆起山塊としてOvejerfe山地を形成しており、第三紀火山岩類とは逆断層で接する

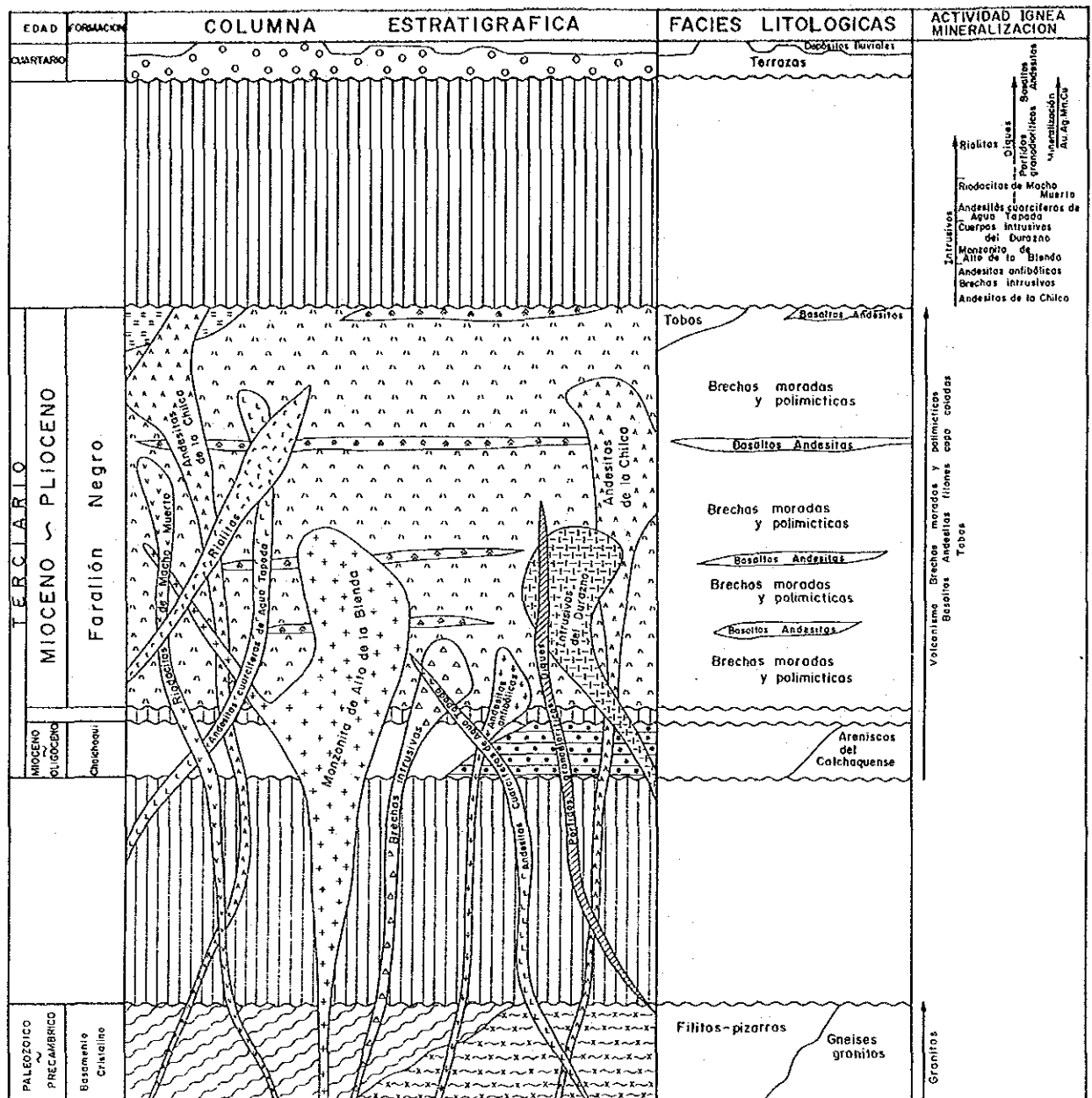


Fig. 2-1 調査地域地質模式層序図

(González, B., 1950)。

González, B. (1950) は本岩類を先カンブリア系とみなしているが、最近では下部古生界であるとする意見が支配的である。

(2) Calchaqui 層

Calchaqui 層は調査地域北東隅に基盤岩類の浸蝕面を覆って分布している。本層は層理の発達した赤色アルコース質砂岩を主とし、部分的に石灰質基質の砂岩を伴い、また、層間に礫岩をはさむことがある。

本層は第三紀Farallón Negro火山複合岩類と逆断層で接するほか、火山複合岩類により不整合に覆われたり貫入されたりしている。

González, B. (1950) によれば、本層の層厚は調査地域北西方のLas Cuevasの谷で最大900 mと報告されている。

本層の年代は明らかでないが、広域的な地質層序関係から漸新世後期ないし中新世と推定されている。

(3) Farallón Negro火山複合岩類

Farallón Negro火山複合岩類は調査地域の大部分を占め、その分布はNW-SE方向20km以上、NE-SW方向15km以上に及ぶ。本岩類は主に安山岩質火砕岩からなる火山噴出物と、これを貫く酸性から塩基性の組成をもった種々の浅部貫入岩類で構成されている。

Quaterino, B. J. (1962)、Llambías, E. J. (1970, 1972) 及びSillitoe, R. H. (1973) が指摘しているように、本岩類は明らかに高い成層火山が火山底近くまで浸蝕された状態を示している。

① 火山噴出物

火山の本体を構成する火山噴出物は、安山岩質火山角礫岩及び凝灰角礫岩を主とし溶岩や凝灰岩を伴うもので、石英安山岩質あるいは玄武岩質組成の噴出物もみられる。
安山岩質火山角礫岩及び凝灰岩：輝石角閃石安山岩礫を主とし石英安山岩や玄武岩質の異質礫を伴うもので、灰色、紫灰色あるいは緑灰色を呈する基質によってうめられている。本岩類は火山噴出物の主体をなすものである。角礫の大きさ及び量は変化に富み、礫の淘汰や層理の発達も一般に悪い。

安山岩質溶岩：主に灰色から暗灰色を呈する輝石角閃石安山岩からなり、火砕岩中に数10m以下の薄層として挟在する。溶岩は塊状緻密質から自破碎により角礫化した

ものまであり、自破砕溶岩は火砕岩と識別するのが難しい。

石英安山岩質火砕岩：淡灰色から灰黄色を呈する黒雲母角閃石石英安山岩質凝灰角礫岩ないし礫質凝灰岩を主とする。礫は斜長石、石英、黒雲母及びホルンブレンドよりなる斑晶がガラス質石基でうめられた斑状岩で、基質は砂粒程度の岩片及びガラス片に富む。一般に層理が発達している。本岩は安山岩質火砕岩を覆っており、成層火山形成における末期の噴出物であると推測される。本岩は主に地域東部のAgua de Dionisio川流域に分布している。

② 浅部貫入岩類

浅部貫入岩類の活動についてはLlambías, E. J. (1972) による詳細な調査研究がある。Llambíasによると貫入活動は、I) Chilca安山岩ドーム、II) 玄武岩-安山岩質岩脈群、III) Alto de la Blenda モンゾナイト及びEl Durazno安山岩質斑岩岩株並びに岩脈、IV) Agua Tapada含石英安山岩及びMacho Muelto流紋石英安山岩の岩株並びに岩脈及び V) 流紋岩岩脈の順で行われている。

Chilca安山岩：灰色ないし暗灰色を呈する輝石角閃石安山岩で、岩質的には前述の安山岩質火砕岩に類似している。本岩はNW-SE方向を長軸(18km)としNE-SW方向を短軸(10.5km)とする楕円形の旧カルデラ縁に沿い、ドームないし岩株として貫入している(Llambías, E. J., 1972)。

玄武岩-安山岩質岩脈群：主に暗灰色の角閃石複輝石安山岩からなり、一部に粗面玄武岩質組織をもつ輝石安山岩もみられる。本岩脈群は1m以下から20m内外までの脈幅をもち、主に走向NW-SE、垂直ないしそれに近い形で貫入している。本岩脈群は火山の中央部に特に多く、ここではNW-SE系のほかにNE-SW系やN-S系の岩脈も認められる。

Alto de la Blenda モンゾナイト：暗灰色ないし緑灰色の細粒で緻密な石英モンゾナイト質岩で、粒径2mm以下の斜長石、カリ長石、黒雲母、単斜輝石、不透明鉱物及び少量の石英からなる完晶質岩である。本岩には等粒状組織を呈する部分と非等粒状を示す部分とが認められる。本岩はカルデラのほぼ中央部、玄武岩-安山岩岩脈群の分布中心に貫入しており、NW-SEの方向性をもつ岩株と放射状に派生する岩脈群よりなる(Llambías, E. J., 1972)。

El Durazno安山岩質斑岩：灰色の斑状岩で、顕微鏡により観察した試料はやや変質した黒雲母安山岩質斑岩と判定された。即ち、試料は粒径3mm以下の斜長石、黒雲母及び不透明鉱物斑晶と少量の輝石を伴う石英・長石質の微粒石基よりなっている。

Sillitoe, R.H. (1973) は、Llambías, E.J. (1970, 1972) によりマッピングされた花崗閃緑斑岩は確認できず、本岩は一種の安山岩質斑岩ではないかと推定している。

本岩はカルデラの外側に貫入しており (Llambías, 1972)、岩株状岩体とこれを切る安山岩及び安山岩質斑岩の岩脈からなる。

Agua Tapada 含石英安山岩：灰色ないし淡紫灰色の斑状岩で、粒径 2 mm 以下の黒雲母、角閃石、斜長石、カリ長石、不透明鉱物等の斑晶がガラス、斜長石、石英よりなる石基でうめられている。本岩はカルデラの NW-SE 方向の長軸部に沿い、岩株及び岩脈として貫入している (Llambías, 1972)。

Macho Muerto 流紋石英安山岩：本岩はサニディンの粗粒斑晶を伴う灰色ないし淡灰色の斑状岩からなり、黒雲母、石英、斜長石、カリ長石等の斑晶がガラス、石英及び斜長石を主とする石基でうめられている。

本岩も NW-SE 系長軸部に沿い、岩株及び岩脈状をなして貫入している (Llambías, 1972)。

流紋岩：部分的に顕著な流理構造をもつ淡灰色斑状岩からなり、黒雲母、角閃石、石英、斜長石、サニジン等の斑晶がガラス、石英及び炭酸塩鉱物を主とする石基でうめられている。本岩は最後の火成活動示徴であり、広域的な NW-SE 方向に規制されて岩脈状に配列しているほか、ドーム状岩体も 1 つ存在する (Llambías, 1972)。

③ Farallón Negro 火山複合岩類の化学組成について

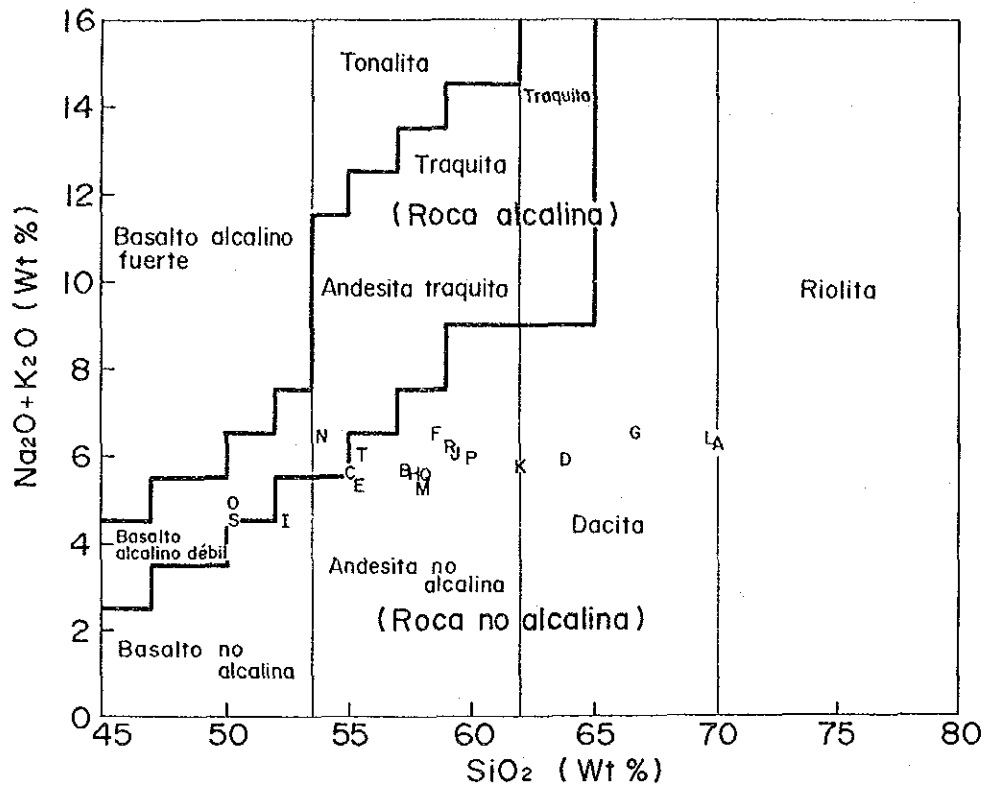
全岩分析に供した 20 試料の全岩化学分析値及び C.I.P.W. ノルム計算値 (Ap. 2-2) を用いて、本岩類の化学組成の概略的な検討を試みた。

Fig. 2-2-1 は都城・久城 (1975) による SiO_2 と $Na_2O + K_2O$ の含有量に基づいた火成岩の簡単な分類図であり、これに 20 試料の分析値をプロットした。本図で示されるように、 SiO_2 の含有量については試料は石英安山岩質から玄武岩質の領域にあり、 $Na_2O + K_2O$ の含有量からは非アルカリ岩に分類される。

Fig. 2-2-2 は Geotimes (1973) による石英-カリ長石-斜長石の量比に基づく深成岩分類図にモンソナイト試料のノルム計算値をプロットしたものである。本図によれば分析試料は石英閃長岩に分類されるが、検鏡により有色鉱物の変質が認められるので不確かである。

非アルカリ岩はソレアイト系列とカルクアルカリ系列に大別されるので、本火山複合岩類がいずれの系列に属するかを検討した。

Fig. 2-2-3 は組成変化の相違を表す $Mg_2O - FeO^* - (Na_2O + K_2O)$ 三角ダイアグラムであ



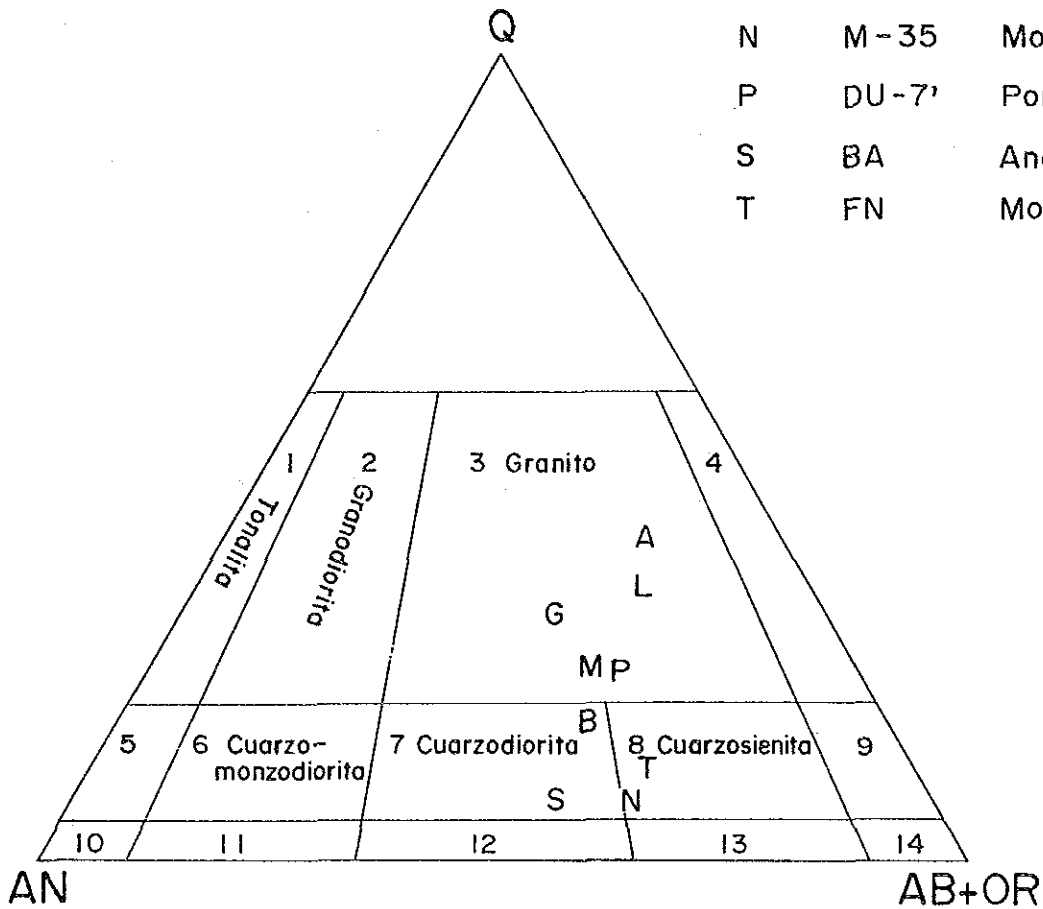
REFERENCIAS

Simbolo	No de muestra	Roca y mena
A	OR-16	Riolita
B	OR-25	Andesita
C	OR-28	Andesita
D	OR-31	Andesita
E	OR-35	Andesita
F	M - 10	Andesita
G	M - 12	Dacita
H	M - 14	Toba andesítica
I	M - 16	Andesita
J	M - 18	Toba andesítica
K	M - 21	Brecha andesítica
L	M - 24	Dacita
M	M - 29	Cuarzoandesita
N	M - 35	Monzonita
O	P - 147	Andesita
P	DU - 7'	Porfido andesítico
Q	AT - 25/50	Andesita
R	AT - 20/38	Andesita
S	BA	Andesita
T	FN	Monzonita

Fig. 2-2-1 (Na₂O+K₂O)含有量とSiO₂含有量による火山岩の分類図

REFERENCIAS

Simbolo	No de muestra	Roca y mena
A	OR-16	Riolita
B	OR-25	Andesita
G	M-12	Dacita
L	M-24	Dacita
M	M-29	Cuarzoandesita
N	M-35	Monzonita
P	DU-7'	Porfido andesitico
S	BA	Andesita
T	FN	Monzonita



Q : Cuarzo, AN : Anortosita, AB + OR : Albita + Ortoclasa

- 1 Tonalita, 2 Granodiorita, 3 Granito, 4 Feldspato alcalino granito,
 5 Cuarzodiorita, Cuarzogabro, Cuarzoanortosita, 6 Cuarzomonzodiorita,
 7 Cuarzomonzonita, 8 Cuarzosienita, 9 Feldspato alcalino cuarzosienita,
 10 Diorita, Gabro, Anortosita, 11 Monzodiorita, Monzogabro,
 12 Monzonita, 13 Sienita, 14 Feldspato alcalino sienita

Fig. 2-2-2 花崗岩質深成岩類の分類図

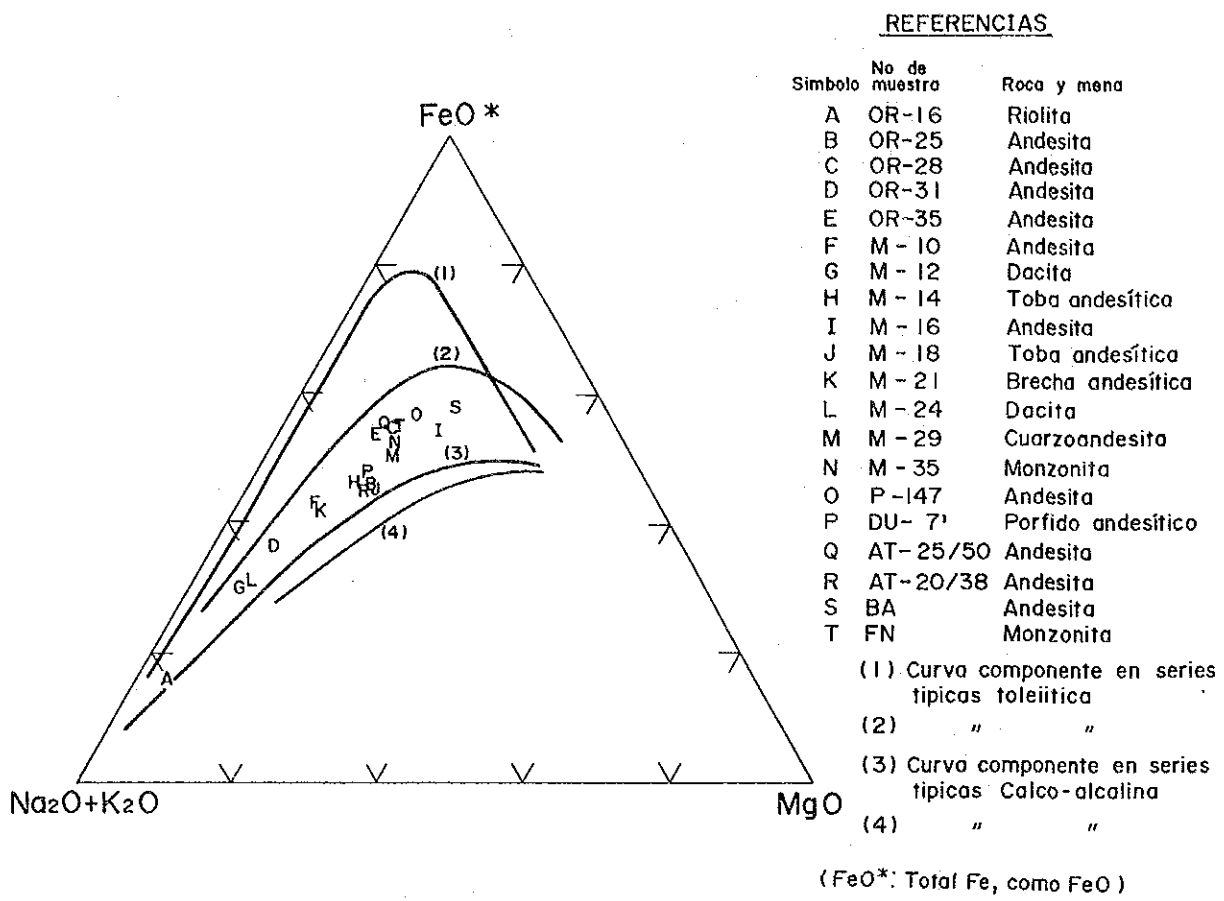


Fig. 2-2-3 MgO-FeO*-(Na₂O+K₂O) ダイアグラムによる玄武岩質マグマの分類図

る(都城・久城,1975)。なお、 FeO^* は FeO として計算された全鉄量である。図中の(1)及び(2)はソレイト系列のマグマの変化曲線を示したものであり、マグマの分化の初期は FeO^* の角に向かって進み、次に方向を変えて、 Na_2O+K_2O の角に向かって進む。一方、カルクアルカリ系列のマグマは、(3)及び(4)の変化曲線のように、初めから Na_2O+K_2O の角に向かって進む。本地域の火成岩類の分析値は、Fig.2-2-3に示されるように、出発点から FeO^* の角の方向に移行するような傾向がみられ、定性的にはソレイト系列に属すると判断される。

そこで、Fig.2-2-4に示す SiO_2-FeO^*/MgO ダイアグラム(Miyashiro,1974)により分析値を検討した。ソレイト系列の岩石は比較的 SiO_2 が少なく FeO^* の多い領域で、カルクアルカリ系列の岩石は比較的 SiO_2 が多く FeO^* の少ない領域に分布する。図中の直線はMiyashiroにより引かれた両系列の境界線($SiO_2\% = 6.4 \times FeO^* / MgO + 42.8$)である。本図によればFarallón Negro火山複合岩類はソレイト系列の化学組成を示す。

(4) 第四紀堆積物

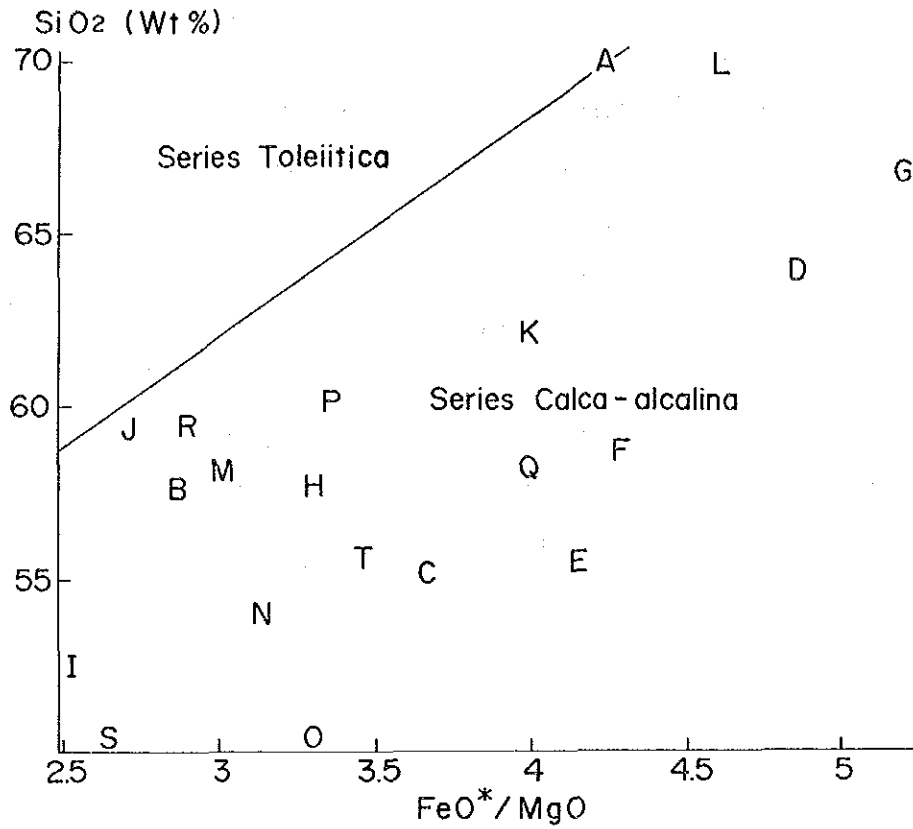
調査地域の北西境界付近から外側にはFarallón Negro火山の削剥によって形成されたとと思われる厚い堆積段丘が発達する。本堆積物は種々の火山岩を礫種とする砂礫層からなり、北西方に緩く傾く成層構造がみられる。小規模な段丘堆積物は地域東部にも局部的にみられる。谷底や低地には沖積砂礫層が発達する。

2-2-2 地質構造概況

本地域は、前節で述べたように、基盤岩の隆起山塊に囲まれたFarallón Negro浸蝕火山で占められている。火山と基盤との境界には基盤ブロックの上昇による高角度の逆断層が形成されている。

Llambas, E. J. (1972)によれば、Farallón Negro火山は火山活動開始以前に既にできていた基盤の陥没ブロック内に形成されたもので、この陥没(または周辺基盤ブロックの隆起)は火山活動終了後まで継続したとされている。

Farallón Negroブロックの陥没は、南東から北東方に向かって沈み込む傾動を伴っており、地域北西方に広大な第四紀堆積段丘が発達する要因となった。基盤岩ブロックやCalchaqui層の分布も南東部で高く北西部で低くなっており、この傾動は広域的な応力場を反映したのかも知れない。その場合の主応力は北西方向の緩い衝き上げである可能性が最も大きく、また、張力面はNW-SBに近い走向で北東に傾斜することが推定される。



REFERENCIAS

Símbolo	No de muestra	Roca y mena
A	OR-16	Riolita
B	OR-25	Andesita
C	OR-28	Andesita
D	OR-31	Andesita
E	OR-35	Andesita
F	M - 10	Andesita
G	M - 12	Dacita
H	M - 14	Toba andesítica
I	M - 16	Andesita
J	M - 18	Toba andesítica
K	M - 21	Brecha andesítica
L	M - 24	Dacita
M	M - 29	Cuarzoandesita
N	M - 35	Monzonita
O	P -147	Andesita
P	DU- 7'	Porfido andesítico
Q	AT- 25/50	Andesita
R	AT- 20/38	Andesita
S	BA	Andesita
T	FN	Monzonita

Fig. 2-2-4 SiO₂含有量FeO*/MgOによる玄武岩質マグマの分類図

Llambías(1972)が指摘したように、火山活動は最初から最後までNW-SE系構造に支配されており、貫入岩類や鉍脈はNW-SE走向を示すものが圧倒的に多い。García,H.H.(1970)は、Alto de la Blenda 脈区域の割目の解析を行って、主応力場は時期によりかなり変化しているが、走向N10° WからN60° W前後を示し、最も支配的な張力面は走向ほぼN31° W、傾斜61° NEであると推定している。

Farallón Negro火山の中心はAlto de la Blenda モンソナイト岩体の貫入部にある(Llambías,1972)。この中心部付近ではNE-SW系の岩脈群も比較的多く貫入しているほか南北系や東西系の岩脈も認められ、一見放射状の配列を呈する。このような配列はおそらくマグマの上昇に伴う応力場の一時的な解放によって開いた割目が生成したものと推測される。同様の放射状岩脈はAgua Tapada やEl Durazno 等の岩株状貫入岩体周辺にも存在する(Llambías,1972)。LlambíasはMacho Muerto流紋石英安山岩や流紋岩の岩株に放射状岩脈が生じていない原因はマグマの粘性の違いであると解釈している。

2-3 鉍化作用及び変質作用

2-3-1 概 要

調査地域には、現在稼行中のFarallón Negro鉍床のほかにも、金銀を特徴的に伴う鉍化示徴が多数知られている。これらの鉍化示徴は種々の段階での探査がなされており、多くの報告がある。

当地域の鉍化作用は、陸上成層火山であるFarallón Negro火山の火山底に生じたものであり、鉍脈型と鉍染型の2種類の鉍化示徴が認められる(Fig. 2-3-1)。

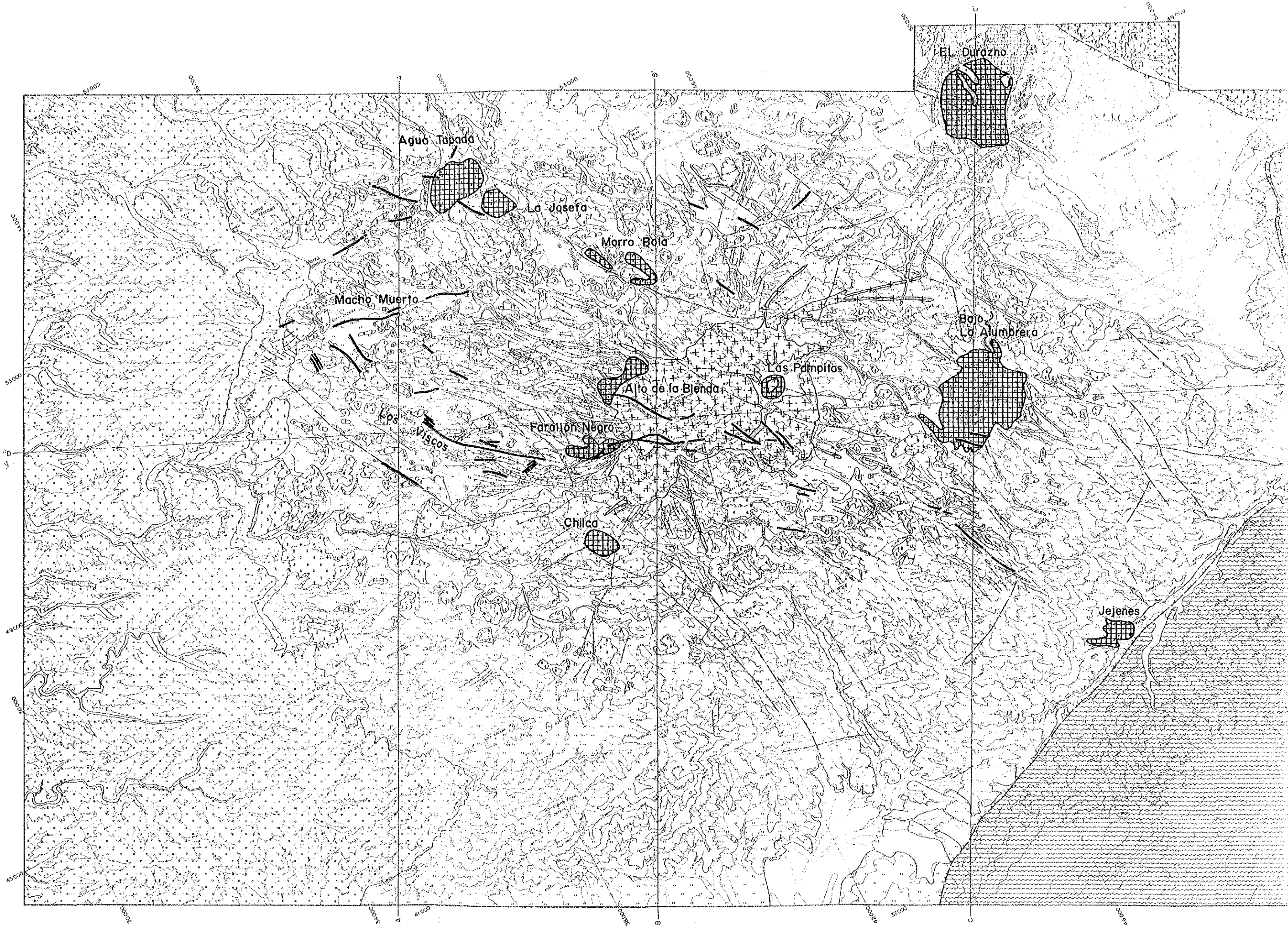
鉍脈型鉍化作用は、金・銀及びマンガンを含む炭酸塩石英脈からなり、Farallón Negro、Los Viscos、Alto de la Blenda、Macho Muerto、Agua Tapada等の鉍脈群が賦存する。

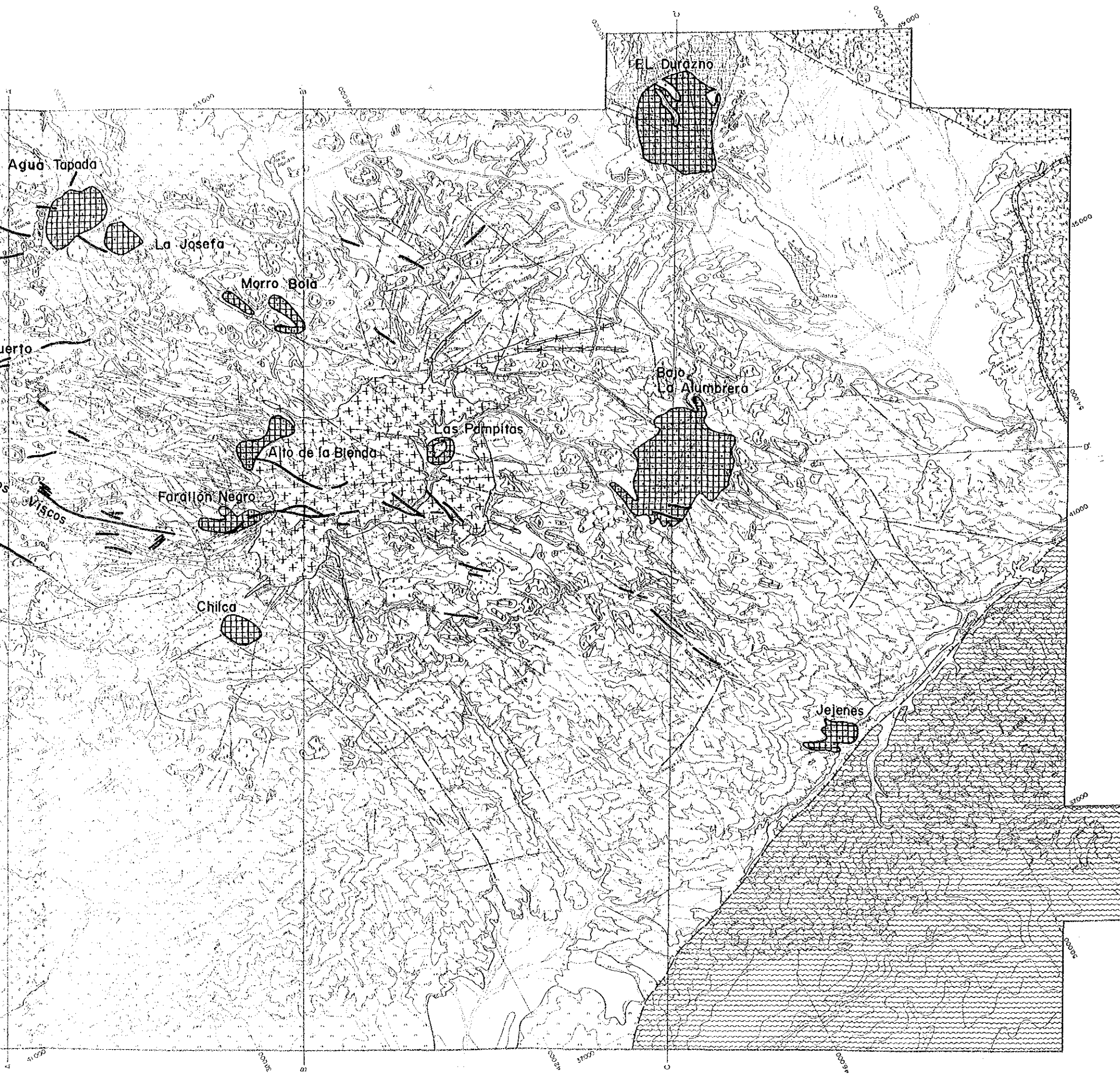
鉍染型の鉍化作用は、発達した熱水変質帯中に胚胎する斑岩銅型鉍化作用であり、Bajo la Alumbraera、El Durazno、Bajo las Pampita、Bajo San Lucas等がある。Bajo la Alumbraera は探査が進んでおり、現在開発の可否を決めるためのボーリング精査がSan Juan国立大学の手により実施されている。

2-3-2 鉍脈型鉍床及び鉍化示徴

(1) Farallón Negro脈

Farallón Negro脈はその上部を終掘して現在-143M準以下を採掘中である。YMA D





REFERENCIAS

- | | | |
|-------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cuaternario |

 | Depósitos fluviales
Terrazas
Riolitas
Riadacitas de Macho Muerto
Andesitas cuarcíferas de Agua Tapada |
| Terciario |

 | Pórfidos granodioríticos Diques
Intrusivos del Durazno
Monzonita de Alto de la Blenda
Basaltos - Andesitas Diques
Andesitas anfibólicas
Andesitas de la Chilca
Basaltos Andesitas filones, copa coladas
Tobas
Brechas intrusivas
Brechas moradas y polimícticas
Areniscas del Calchaquense |
| Precámbrico |
 | Gneises granitos
Filitas - pizarras |
- GRUPO VOLCANICO DE FARALLON NEGRO
- | | |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|

 | Fallas con labio hundido
Rumbo y buzamiento
Fracturas
Vetas Mineralizadas
Alteración hidrotermal |
|

 | Vetas mineralizadas
Alteración hidrotermal
Monzonita de Alto de la Blenda |

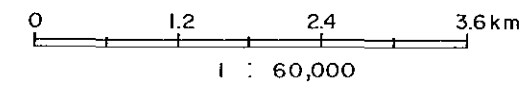


Fig. 2-3-1 鉍微地分布図

による1985年末の残存確定鉱量は279,891 トン、Au 7.74g/t、Ag 137.92g/tである。

本脈はAlto de la Blenda モンソナイト、安山岩及び安山岩質火山角礫岩を母岩とし、一般走向N50°～60°W、傾斜65°～85°Nの割目を充填した酸化マンガニ鉱に富む合金銀炭酸塩方解石脈である。

Sister, R.G. (1963, 1965)によれば、本脈は延長2 kmで平均脈幅2.3 mの規模を有し、部分的に幅10 m以上に及ぶ網状脈帯を伴う。第1立坑付近では-223 M準まで鉱床の連続が確認されているが、全般には-173 M準以深では品位低下の鉱徴が顕著になってきている。

脈は一般に不規則な皮殻縞状ないし同心縞状組織を呈し、割目を通過する熱水から微妙な物理化学的变化により少しずつ沈澱が繰り返されたことを示す。また、沈澱作用の過程で破碎化があったことを示す角礫組織も部分的に認められる。脈石鉱物は石英、含マンガニ炭酸塩及び方解石からなるが、強度の酸化作用により種々の酸化マンガニ鉱物が生成し、脈は一般に黒色を呈する。

本脈の鉱物学的研究はMalvicini, L.及びLlambias, E. (1963)による報告があり、それによると鉱化作用は、I) 硫化物(黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、方鉛鉱)と若干の含マンガニ炭酸塩、II) 自然金、銀鉱物(ポリバス鉱、輝銀鉱)及び既述の硫化物を含む石英とこれに互層する含マンガニ炭酸塩・方解石、III) 酸化作用によるマンガニ酸化物他の各種2次鉱物の生成の3段階に分けられるとしている。

一方、Sister, R.G. (1965)はChomnales, R.の検鏡結果から、鉱化作用は、I) 石英I (含金)及び硫化物、II) 含マンガニ炭酸塩・方解石、III) 酸化環境下でのマンガニ鉱と石英II (含金)の3生成期があり、パイロルーサイト及びプシノメレーン等主要な酸化マンガニ鉱はIII)期に生成した初生鉱物であると報告している。

この意見の食い違いは鉱化作用の環境の推定のみならず、青化製錬過程における金銀抽出率に影響する鉱質に関係したかなり重要な問題を含んでいると思われる。

富鉱部の母岩はセリサイト-緑泥石-炭酸塩-石英-黄鉄鉱の組合せからなるプロピライト化変質作用をうけており、モンソナイト中のカリ長石は極めて新鮮で安定している。このような変質作用は中性からアルカリ性の環境下で中温熱水の活動があったことを示唆する。

Parallón Negro脈の北西部からLos Viscos脈にかけて白色ないし緑色の粘土化帯が主に安山岩質火山砕屑岩中に形成されている。この変質帯の粘土鉱物は、X線回折結果によれば、スメクタイト-セリサイト-緑泥石、及びセリサイト-緑泥石の組み合わせからなる。これらはいずれも中性ないしアルカリ性の領域で安定な組み合わせであり、富鉱部に類似した科学的環境が推定される。しかし、スメクタイトの産出は富鉱部より低い温度条件下に

あったことを示唆している (Fig.2-3-2)

(2) Los Viscos脈

Los Viscos脈は割目系としてFarallón Negro脈の北西延長部に相当するもので、一般走向N60° W、傾斜60° ~70° Nを示す。脈の母岩は安山岩質火砕岩及び安山岩であり、Sister,R.G.(1965)によれば延長3 km、脈幅平均10.2mの規模を有する。これまでに露頭調査と6本の短孔ボーリングを試みましたが、有望な鉱化示徴は確認されていない。

本脈の露頭は、Farallón Negro脈のそれと異り、主に炭酸塩からなり、石英に極めて乏しい。しかし、ごく局部的ではあるが石英に富む部分が認められ、Sister(1965)によれば最高 Au 13.75g/t、Ag 114g/t の鉱化部 (幅3 m) も捕捉されている。

地表における母岩の変質作用はFarallón Negro脈に比較してかなり広く、かつスメクタイトーセリサイトの組合せからなるやや低温の温度環境を示す。

したがって、本脈の評価は地下深部の探査を待たねばならない。即ち、地下深部で石英に富む脈質に変化することが明らかになれば、本脈にも金銀の富鉱部の賦存が期待できる。

(3) Alto de la Blenda 脈群

Alto de la Blenda は、Farallón Negro脈の北東方約 500mに位置し、NW-SE系で傾斜60° Nから垂直の3鉱脈(Laboreo,Portezuelo,Chica)からなる。Laboreo 脈とPortezuelo脈は南東方で合体して1本の脈(Esperanza)になる。両脈の合体部にはNudoと呼ばれる大規模な網状脈帯が形成されている。

Laboreo 脈は1本の立坑と0 M準 (標高約2,710 m) 及び-33M準で坑道探鉱が行われており、また、1985年から+52M準でEsperanza 脈に向う坑道探鉱が開始された。本調査で実施したボーリング調査は主にEsperanza 脈の地質構造と鉱化作用の状況を把握する目的で実施された。Chica 脈にも約 100mの錘押探鉱がなされている。

本脈群は、Farallón Negro脈と同じく、Alto de la Blenda モンソナイトと安山岩質火砕岩を母岩とする含金銀マンガン炭酸塩石英脈であるが、脈の規模及び脈質の変化がかなり著しい。

Portezuelo脈は延長 1.200m、脈幅 0.5~2 m、走向N20° ~30° W、傾斜60° ~65° Nを示す。Laboreo 脈と合する付近ではマンガン酸化物に比較的富んだ黒色で縞状組織を呈する炭酸塩石英脈からなるが、北東方に向って炭酸塩が増加し、Tobogan 区域では少量の酸化マンガンと石英を含む方解石脈に変わっている。Sister,R.G.(1970) は露頭より7試料を予察的に採取し、Au 0.6 ~2.2g/t、Ag 57.6 ~339.0g/tの分析結果を得ている。

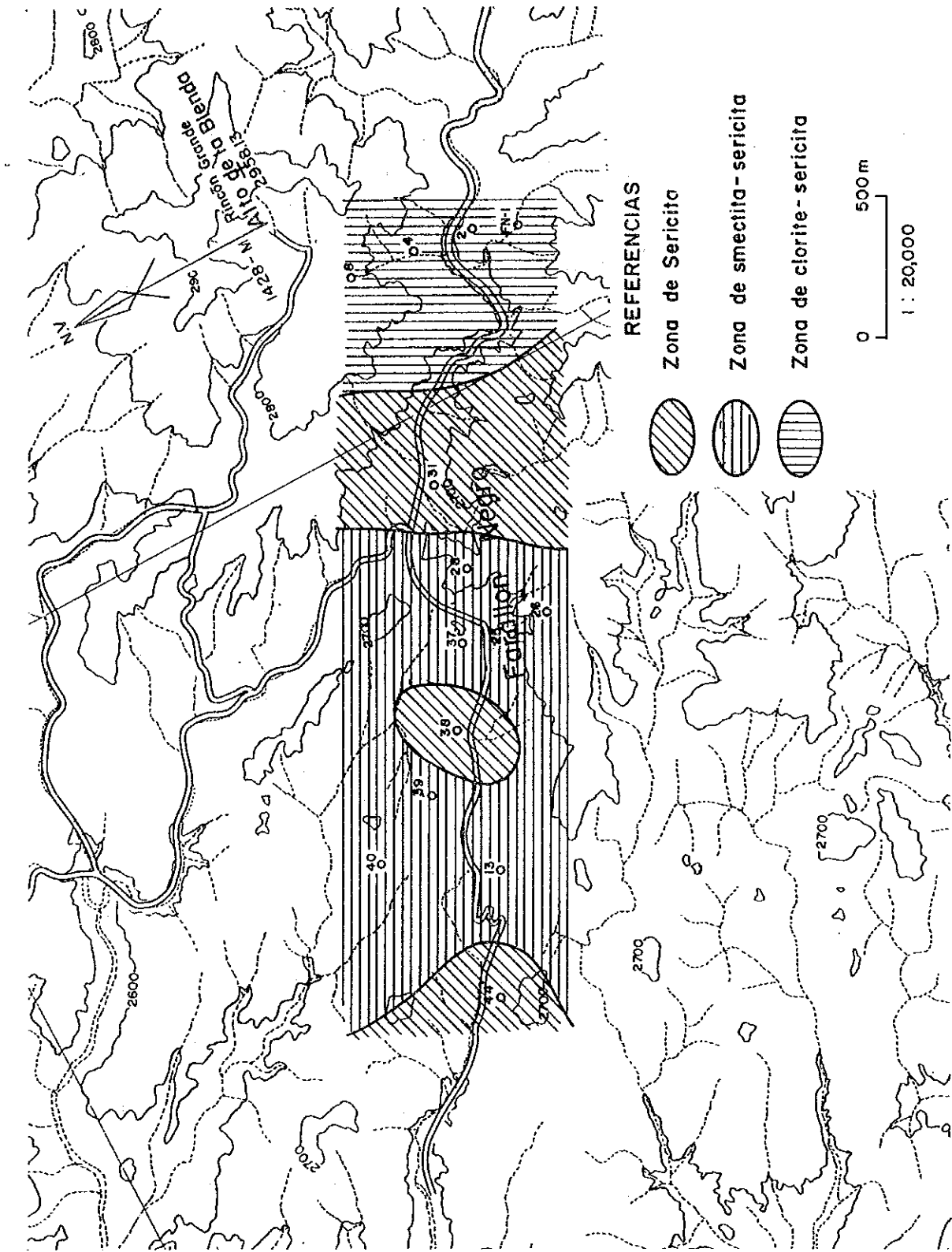


Fig. 2-3-2 FARALLON NEGRO地域變質帶分布圖

Laboreo 脈は延長 1.500m、脈幅 1 m ~ 3 m、走向 N 35° ~ 55° W、傾斜 70° N ~ 垂直の脈である。地表部の脈は主にマンガング酸化物と石英からなり、一般に細かな縞状組織を呈し、黒色細粒の炭酸塩と互層する。0 M 準坑道での鉍化作用は初生帯に近い様相を示し、脈物質は石英及び白色から紅色の炭酸塩が卓越し、マンガング酸化物は限られた場所に濃集する産状を呈する。また、石膏の細脈がしばしば産出する。脈組織も地表のような細かい縞状組織は減少し、比較的幅広い縞状、塊状、角礫状等の組織が卓越する。角礫状組織の部分は母岩の角礫が脈物質により充填されたものである。なお、一部に閃亜鉛鉍と少量の方鉛鉍を含む炭酸塩石英細脈群がみられる。-33M 準坑道の脈は 0 M 準のそれと類似しているが、石膏細脈が減少し、紅色炭酸塩が増加する。本調査のボーリング 86-1 孔により、-55M 準で捕捉した脈も、マンガング酸化物を部分的に伴うが、初生鉍物に卓越する。0 M 及び -33M 準坑道探査によって富鉍部の存在が確認されており、Y M A D による鉍量計算では確定鉍量 22.616 トン (Au 6.48g/t、Ag 197.37g/t) 及び推定鉍量 40.964 トン (Au 7.15g/t、Ag 135.47g/t) となっている。

Esperanza 脈は、既述の Portesuelo 脈と Laboreo 脈が合したもので、その合体部には大規模な網状鉍体 Nudo が形成されている。本脈は延長 1.100m、幅平均 6 m 前後、走向 N 50° ~ 60° W、傾斜 60° ~ 70° N を示す。本脈の露頭は、Laboreo 脈に類似した縞状組織を呈し、石英とマンガング酸化物を主とする脈からなるが、炭酸塩の随伴量が増加している。また、数箇所に、主として粗粒の閃亜鉛鉍と方鉛鉍からなる硫化物の濃集部が認められる。

現在実施中の +52M 準調査坑道ではマンガング酸化物が減少し、白色ないし紅色炭酸塩と石英を主とする脈質に変化してきている。また、Nudo と Esperanza 脈との境界付近では、延長約 100m にわたり炭酸塩主体の脈になっている。本調査で実施した 5 本のボーリングでは、4-2-2 節で述べるように +7 M 準から -55M 準で着脈しており、+52M と同様な脈質からなることを確認している。既存調査によれば、下表に示す有望な鉍化示徴が捕捉されている。

	採取幅 (m)	Au g/t	Ag g/t	記 事
露 頭	5.6	2.8	104	Sister, R.G. (1965) による。
+52M 準坑道	2.3	5.9	163	Y M A D 提供品位図による。

Chica 脈は Laboreo-Nudo-Esperanza 脈の南側に位置する走向 N 25° ~ 35° W、ほぼ垂直の脈である。延長 1.100m、脈幅平均約 1 m で、少量のマンガング酸化物を伴う縞状石英脈からなり、Aito de la Blenda の他の脈に比較して炭酸塩に乏しい。Garcia, H.H. (1970) による露頭品位調査では、試料数 19、平均脈幅 0.98m、平均品位 Au 5.4g/t、Ag 147g/t

の結果が得られており、また、Y M A D 提供の露頭品位図によれば、試料数49、平均脈幅0.97m、Au 15.2g/t、Ag 296g/t の分析結果が得られている。本脈はやや小規模ではあるが、高品位であり、Alto de la Blenda 区域の鉱床評価には重要な脈である(PL.2-3)。

なお、ボーリング調査が行われたLaboreo-Nudo-Esperanza脈帯に沿って、ポケットコンパスを使用した縮尺1:1,000 による露頭マッピングを実施した。その結果上述の脈帯とChica 脈の間、特にLaboreo とNudoの接続部付近には、数10本の細脈群が形成されていることが明らかになった(PL.2-3)。これらの脈群は0.3mから1.0mまでの脈幅を有し、走向NNW-SSE からWNW-ESE、NまたはSに急斜する。

本調査では、地表における鉱化作用の状況を大まかに把握するため、これらの細脈群を含めて無作為に63箇所チャンネル法による鉱石試料の採取を行い分析に供した。その結果、細脈群にもしばしばAu 10g/t 以上の品位が認められ、最も高品位の脈は脈幅0.9m

Au 22.2g/t、Ag 280g/t を示した。なお、主脈も含めた63試料の加重平均品位はAu 3.5g/t、Ag 72g/tであり、この区域全体にかなり優勢な金銀鉱化作用が及んでいることが示唆された。

本調査のボーリングで得られた鉱石コアの顕微鏡観察によれば、金は数 μ mから50 μ mまでのエレクトラムないし自然金として、輝銀鉱、ポリバサイト、含銀四面銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、黄鉄鉱等と共存する。金粒は遊離状態のほかは黄鉄鉱や閃亜鉛鉱中に包有されているものもしばしば認められる。初生鉱物生成時期については、i)比較的粗粒なZn及びPbを主体とする硫化物及び含マンガン炭酸塩の沈澱期と、ii)微粒で少量の硫化物含銀硫酸塩鉱物及び金を含む石英とこれに互層する含マンガン炭酸塩ないし方解石の2期に大別され、Malvicini, L. y Llambías, E. J. (1963)による研究と一致する結果を得た。

(4) Macho Muerto脈

Macho Muerto脈は、Parallón Negro - Los Viscos 脈帯の北西方約2.5kmに位置する一般走向N70°~80°W、傾斜60°~75°Sの脈であり、Macho Muerto流紋石英安山岩岩株によって東部と西部に分けられている。東部の脈は延長約1km、脈幅2~6mの鉄及びマンガン酸化物に富んだ炭酸塩主体の脈である一方、西部の脈は延長2km以上、脈幅約1~11mで、その脈質は東部と同様に鉄・マンガン酸化物に富む炭酸塩からなる。

本脈は一見Parallón Negroに類似した縞状黒色脈からなるが、石英に極めて乏しい。Sister, R. G. (1963, 1965)によれば露頭品位及び一部で実施した調査坑道の品位ともに Au

1 g/t 未満である。

(5) その他の鉱脈示徴

Macho Muerto脈の北側に、NW-SE方向にのびる熱水変質帯があり、西から東にAgua Tapada - Santo Domingo - La Josefa-Morro Bola と並ぶ鉱脈群を胚胎する。

Agua Tapada脈は延長約1 km、脈幅平均2 m前後、一般走向N50° W、傾斜70° ~80° Sの脈であるが、一種の珪化脈からなり、多孔質・塊状の組織を呈する。Tucuman 国立大学により68m深の立坑が掘削されているが、地表、坑内ともにAu 0.5g/t 程度と報告されている(Sister,R.G.,1963)。

Santo Domingo脈は延長 100m前後、脈幅1 m~2 m、走向N60° W、傾斜65° ~75° Sの2脈からなり、いずれも鉄及びマンガン酸化物に富み、黄鉄鉱と石英を少量伴う石膏炭酸塩脈からなる。斜坑が2つあり、Sister,R.G.(1963) によれば坑道探鉱を若干行ったものの金品位は低かったと報告されている。

La Josefa は、Santo Domingo 南東方の凹地において地表は沖積層の被覆が発達しており、多くのトレンチにより調査されている。本区域の鉱化示徴は、脈幅1 cm以下から60cmまでの広く分散した細脈群からなり、脈周辺には網状微脈や鉱染を伴う。脈は鉄及びマンガン酸化物、緑色銅鉱及び黄鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱等を含む炭酸塩石膏石英脈からなる。5本の斜坑があり、Sister,R.G.(1963) により Au 4~5 g/t、Ag 7~11 g/t の鉱化作用が推定されている。

Morro BolaはN50° ~ 60° W、ほぼ垂直の脈で、延長約 250m、脈幅 0.1~7.7 mのマンガン酸化物に富んだ炭酸塩石英脈である。Sister,R.G.(1965) によれば脈の露頭品位はAu 0.6~1.1g/t、Ag 5.7~502.7g/tである。

上述の鉱脈示徴を胚胎する母岩は、余り強くはないがかなり広汎な粘土化変質作用を受けている。X線回折分析の結果では、主要変質鉱物としてカオリナイト、セリサイト、ジャロサイト (Naジャロサイトを含む)、石膏及び方解石、又随伴鉱物として緑泥石及び明ばん石が検出された。Farallón Negro脈に伴う変質帯では全く認められなかったカオリナイトがかなり広く認められ、鉱脈型鉱化作用でも、本区域とFarallón Negro区域との間にやや異なった化学的環境の存在が推定される、なお、粘土鉱物の組合せは、セリサイト-カオリナイト、セリサイト-カオリナイト-緑泥石及びセリサイト-緑泥石に大別される。このうち、セリサイト-カオリナイトの組合せは中性から酸性の領域で、また、セリサイト-緑泥石の組合せは中性からアルカリ性の領域で安定である。なおカオリナイト分布域で酸性変質であるカオリナイト-明ばん石の組合せが1例認められた。セリサイト-カオ

リナイト-緑泥石の組合せはセリサイト-カオリナイトとセリサイト-緑泥石の両変質作用が重複したものと考えられる。変質鉱物のうち、緑泥石とジャロサイトは同一試料中に共存しない。これは硫酸塩化作用により緑泥石がジャロサイトに変質したと考えられ、熱水の化学的性質がややアルカリ性からやや酸性に変化したことを示唆する (Fig. 2-3-3)。

以上に述べた鉱脈帯のほかにも、小規模な鉱脈型示徴は各所にみられる。しかし、いずれも経済的にみて検討を要するものではないと判断される。

2-3-3 鉱染型鉱床及び鉱化示徴

(1) Bajo la Alumbreira 斑岩銅鉱床

Bajo la Alumbreira を斑岩銅鉱床として最初に記述したのはSister, R.G. (1966) と思われる。Roman, H.H. (1968)、García, H.H. (1969)、Sillitoe (1971, 1973) 等による9本の短孔試錐を含む基礎調査の後、1973年にUNDP (国連開発計画) から派遣されたGullbert, J. を代表とする調査団により経済的価値をもつ含金斑岩銅鉱床と評価された。1974年から本格的な探査が開始され、これまでに約20,000mのボーリングが実施されている。

San Juan国立大学(1983)は、計71本延長18,970mのボーリング結果を使って、品位 Cu 0.51%、Au 0.68 g/t、4億トンの鉱量を試算している。現在開発の可能性を検討中であり、1985年には金のヒーリーチングが可能な地表酸化帯の追加ボーリング探鉱とリーチング試験がSan Juan国立大学により実施された。

Bajo la Alumbreira の地質は安山岩質火山角礫岩、凝灰岩及び安山岩の互層、これを貫く安山岩の岩脈-シル群と以上の諸岩を貫く石英安山岩の岩株及び岩脈群からなる。

熱水変質帯は石英安山岩体の貫入部を中心に発達し、小規模な強珪化部を含むセリサイト-緑泥石-カリ長石変質帯、これを取り巻くセリサイト-粘土化変質帯及び最も外側に広く分布するプロピライト化変質帯からなる。セリサイトに随伴する粘土鉱物は、カオリナイト、スメクタイト及びスメクタイト-セリサイト混合層鉱物からなる。変質鉱物として硫酸塩のジャロサイト、Naジャロサイト及び石膏がかなり普遍的に産出する。なお、Sillitoe, R.H. (1973)は変質帯中心部はカリウム珪酸塩変質作用からなり、熱水性の緑色黒雲母を特徴的な鍵鉱物としているが、本調査のX線回折分析では緑泥石として同定された。変質帯中央部のセリサイト-緑泥石-カリ長石帯は、略500m×800mの面積があり、黄鉄鉱、磁鉄鉱、黄銅鉱、二次銅鉱、鏡鉄鉱、モリブデナイト等が鉱染状及び割目を充填する石英細脈やフィルムとして産する。強珪化部にはNW-SE系の磁鉄鉱細脈群が認められ

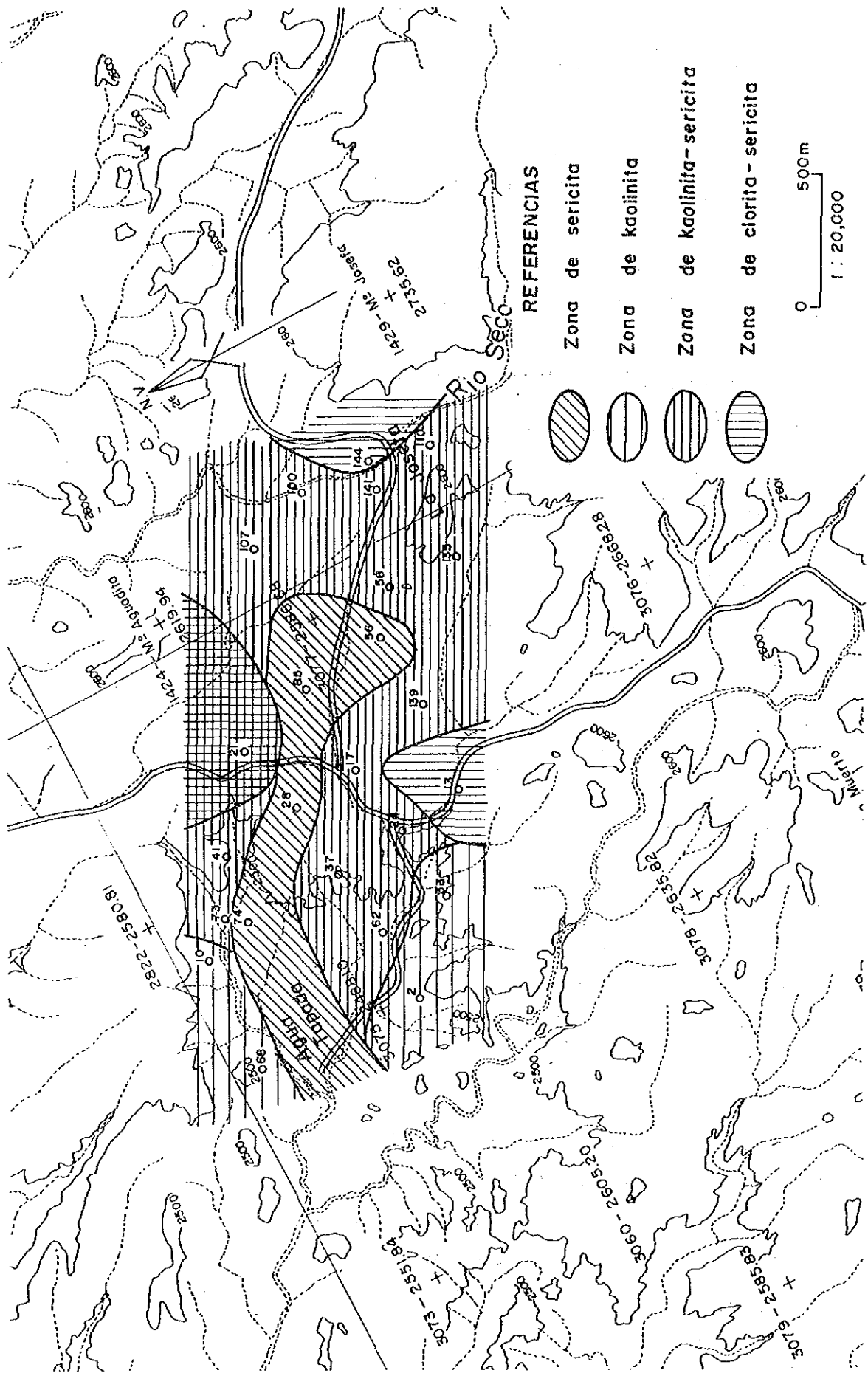


Fig. 2-3-3 AGUA TAPADA 地域變質帶分布圖

るほか、黄鉄鉱や黄銅鉱等の硫化物も濃集している (Fig.2-3-4)。

セリサイト-粘土化帯には黄鉄鉱が鉱染状及び細脈として多産し、微量の黄銅鉱及び二次銅鉱が随伴する。

プロピライト化変質作用は緑泥石、緑簾石、方解石等によって特徴づけられ、セリサイト-粘土化帯との境界付近には黄鉄鉱の細脈や鉱染が普遍的に認められる。

Bajo la Alumbreira は、上述の如く、セリサイトの生成を基調としたフィリック型の変質帯に鉱染型の銅鉱化作用を伴う斑岩銅鉱床である。

(2) El Durazno斑岩銅型鉱化示徴

El Duraznoは、Romani, R.R. (1968) 及び Maisonave, H.M. y Guillou, J. (1969)、Sillitoe, R.H. (1973)、Bassi, H. (1975) 及び Tosselli, A. (1976) により調査され、9本のボーリングが実施されている。

本地域の地質は安山岩質火山角礫岩、凝灰角礫岩、Chilca安山岩体及びこれら貫く安山岩質斑岩の岩株及び放射状岩脈群からなる。

安山岩質斑岩の岩株及びその周辺にセリサイトを基本変質鉱物とする熱水変質帯が発達する。変質帯の中央部はセリサイト-緑泥石-カリ長石-黒雲母よりなるフィリック変質帯で、これを取り巻いてセリサイト-粘土化変質帯、さらに外側にプロピライト化変質帯が形成されている。セリサイト-粘土化帯の粘土鉱物はスメクタイトを主とするが、北部ではパイロフィライトを一部に伴うカオリナイトが生成しており、酸性熱水の活動があったことを示唆する。なお、セリサイト-スメクタイト帯には石膏、ジャロサイト、Naジャロサイト等の硫酸塩がよく産出する (Fig.2-3-5)。

フィリック変質帯は、略 400m × 500mの面積を有し、黄鉄鉱及び黄銅鉱を主とする鉱染鉱化作用が認められる。随伴する鉱石鉱物としては磁鉄鉱、赤鉄鉱、斑銅鉱、閃亜鉛鉱、モリブデナイト等が認められたが、全般に硫化物の量は多くない。なお、比較的強く珪化された部分には黒雲母が特徴的に産出し、また磁鉄鉱に富む石英細脈がしばしば生成している。セリサイト-粘土化帯にはフィリック帯以上に黄鉄鉱の鉱染及び細脈群がみられるが、銅鉱物は殆んど伴わない。これは、おそらく斑岩銅鉱床のハローを形成する黄鉄鉱化作用であろう。

本鉱化帯でこれまでに実施されたボーリング試料の分析結果によると、鉱化帯の平均品位はCu 0.19 %、Au 1.47g/tを示す。斑岩型の金鉱化作用としては希な高品位であり、経済的にも注目に値する。本鉱化帯の深部における金鉱化作用を明らかにする必要がある。

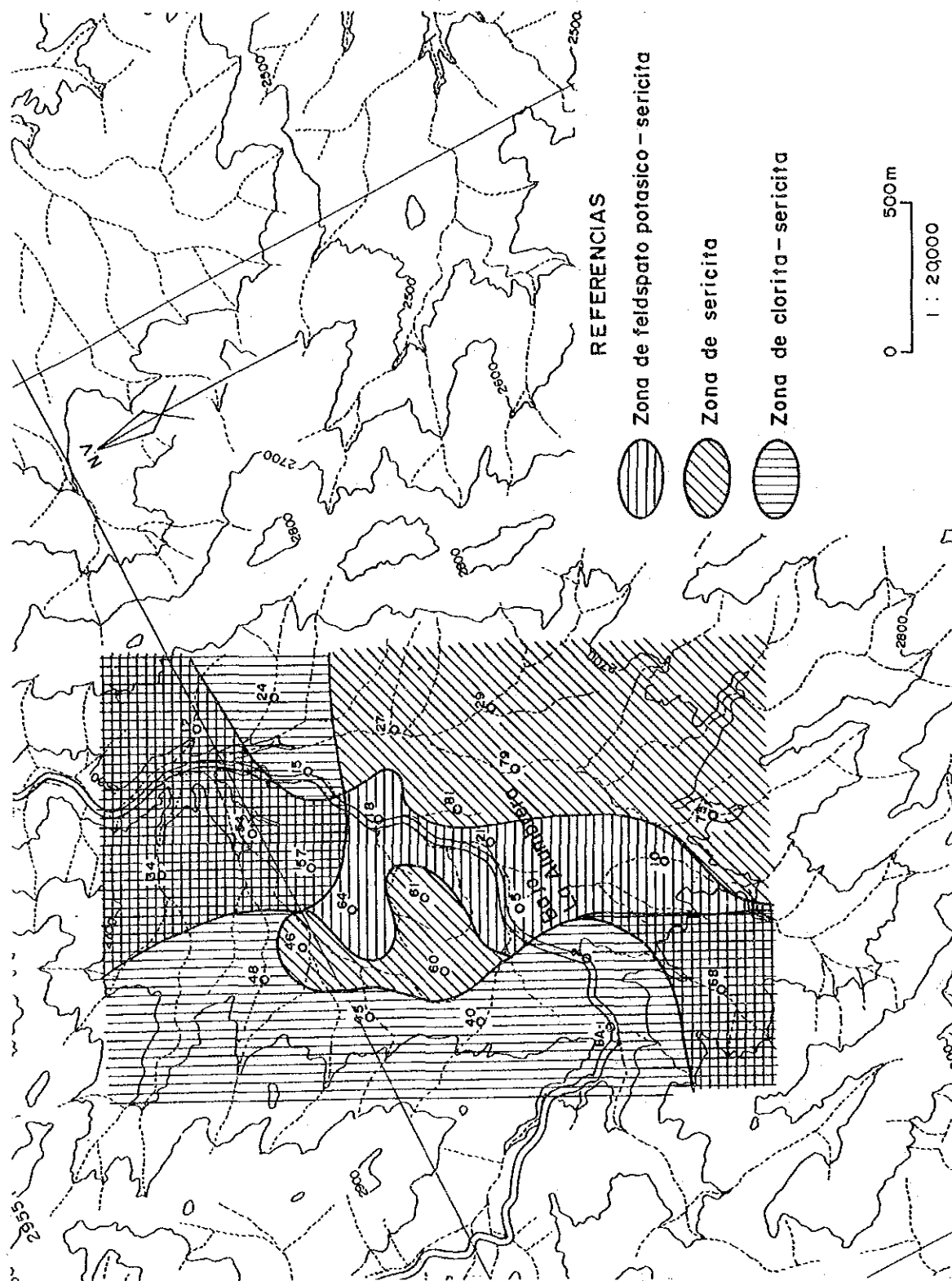


Fig. 2-3-4 BAJO LA ALUMBREIRA 地域変質帯分布図

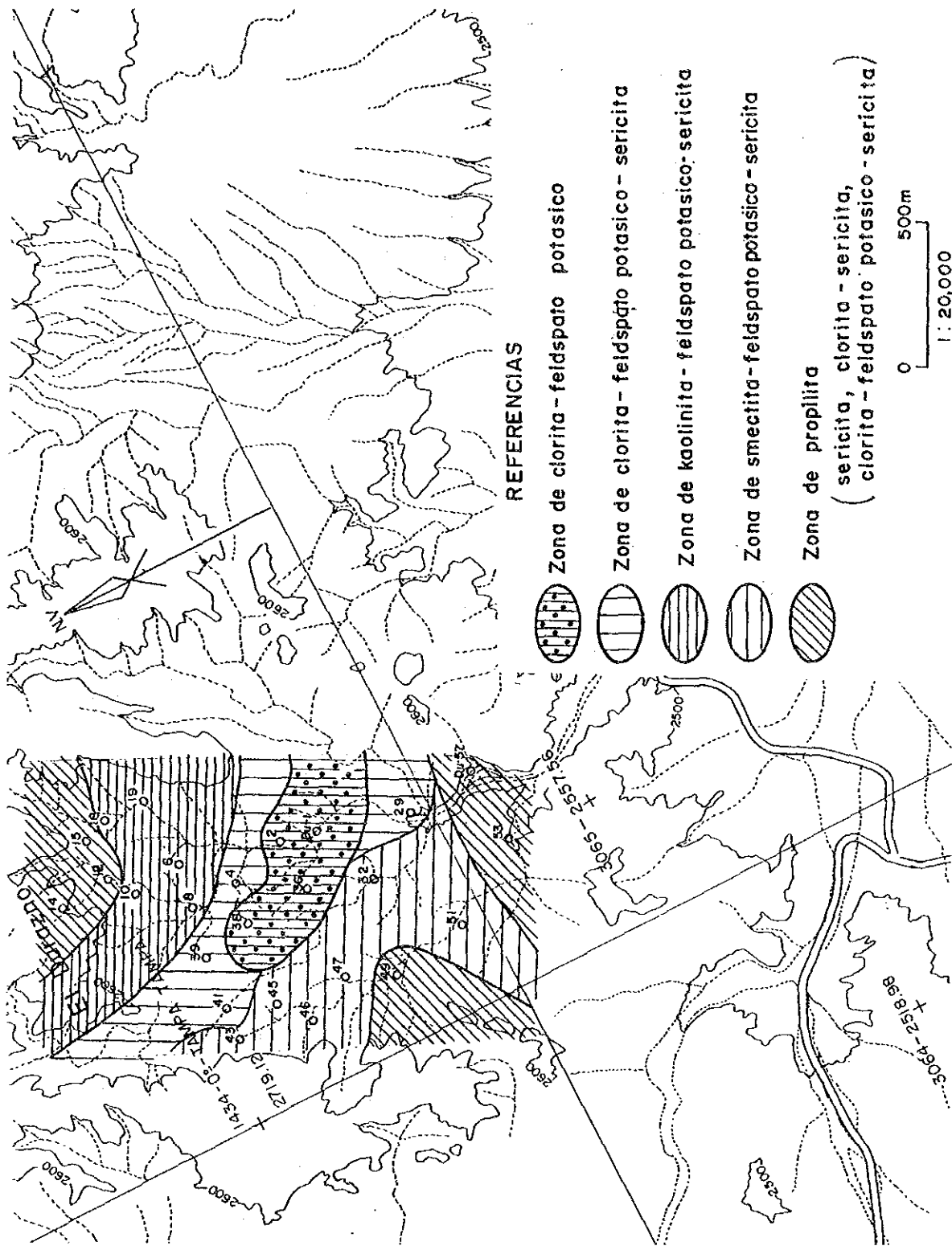


Fig. 2-3-5 EL DURAZNO地域変質帯分布図

(3) Bajo las Pampitas 鉍化示徴

本地域はMaisonave, H.M. y Guillou, J. (1969)、García, H.H. (1970) 及びSillitoe, R.H. (1973)により調査され、また2本の短いボーリングが実施されている。

本鉍化示徴はAlto de la Blenda モンソナイト岩体の南東部に賦存し、モンソナイト岩体を貫くMacho Muerto流紋石英安山岩の岩株を中心に発達している。本示徴の北側にはChilca安山岩岩体が分布する。

熱水変質帯の大部分は沖積成及び崩積成の砂礫層に被覆されており、詳細な状況は明らかでないが、セリサイト化変質作用が広く認められる。変質帯のほぼ中央部には、石英・カリ長石及び磁鉄鉍のみからなり、細かな WNW-ESE 系の縞状組織を有する強珪化帯がある。縞状組織は WNW-ESE 方向の破碎帯を磁鉄鉍石英脈が充填及び交代したものと推定され、部分的に顕著な角礫化構造を伴う (Fig. 2-3-6)。

変質帯中には黄鉄鉍の微量鉍染が認められるほか、変質帯の南縁近くの粘土化帯中に数本の方鉛鉍細脈が認められ、また、西縁近くにはマンガン酸化物と緑色銅鉍を伴う幅数cmの石英脈がみられたのみである。

García, H.H. (1970) 及びSillitoe, R.H. (1973) によるボーリング結果の報告では、第1孔(37.31m、垂直、コア採取率10%)は粘土化安山岩中を掘進し、分析品位平均は Cu 0.01%、Au 0.25g/t、Ag 1.99g/tであった。また、第2孔(55.20m、垂直、コア採取率18%)は強珪化部南方約100mのフィリック帯で実施され、分析品位平均はCu 0.17%、Au 0.53g/t、Ag 2.4g/tであった。

フィリック変質帯には銅及び金の異常が明らかになっており、特に金鉍化作用には興味を持たれる。

(4) その他の鉍染型鉍化示徴

調査地域及び周辺には、既述の鉍化帯外にも、Agua Tapada、Bajo San Lucas、Bajo de Espanto、Bajo las Jejenes等の熱水変質帯が知られている。

これらのうち、Agua Tapada は既述のように鉍脈型鉍化作用に伴う変質帯と推定される。Agua Tapada 熱水変質帯には黄鉄鉍の鉍染がみられるが、10本のボーリングによる平均品位はAu 0.11g/tである。

San Lucas 鉍化示徴は調査地域外に当るので、本調査では調査がなされなかった。Maisonave, H.M. y Guillou, J. (1969)、García, H.H. (1971)、Sillitoe, R.H. (1973)、Fabricaciones Militares (1977) 等の報告によれば、斑岩銅型の地質構成と変質作用が認められ、60m未満の短孔試錐9本によりカリウム珪酸塩変質帯では平均品位Cu 0.26%、

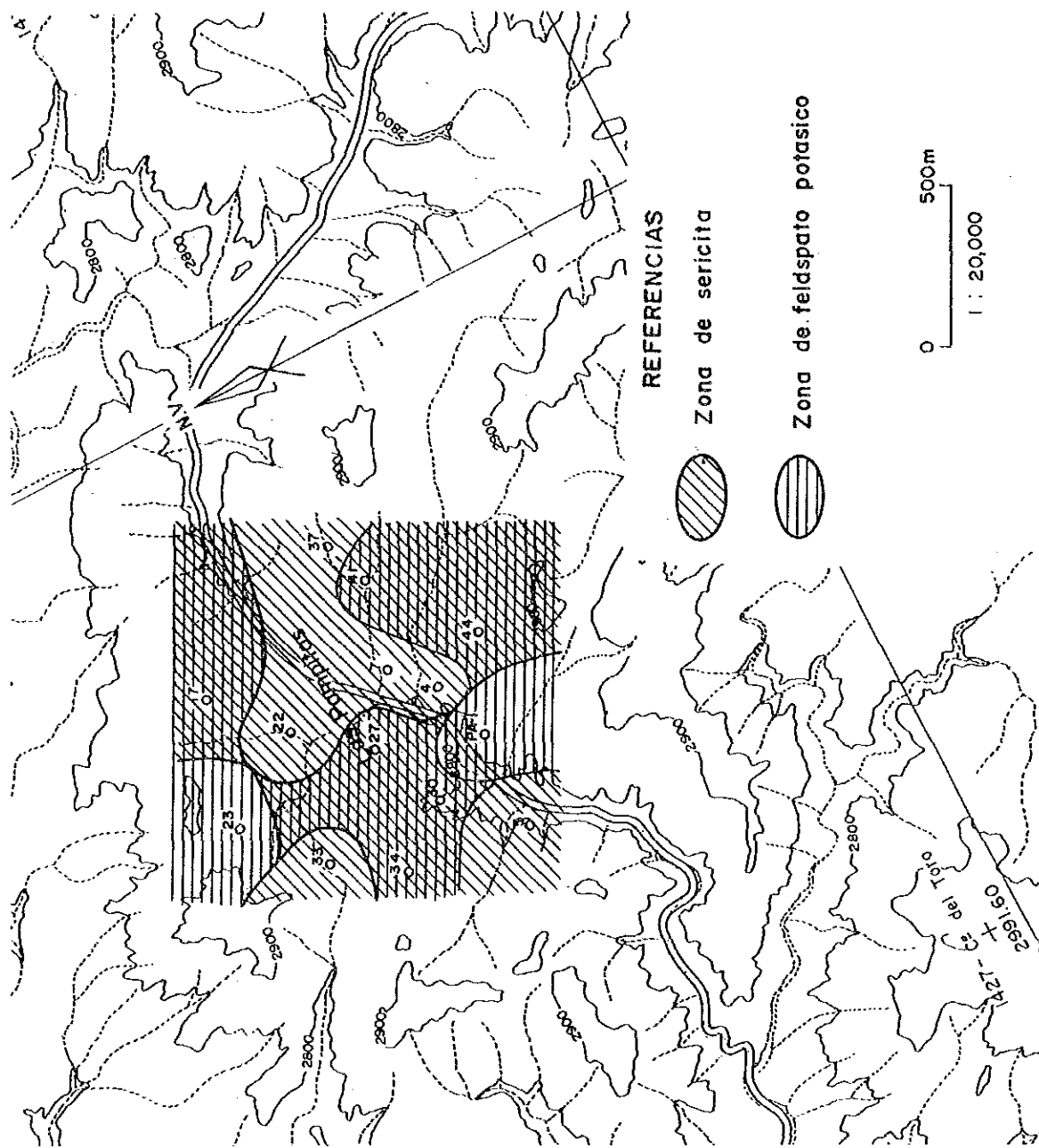


Fig. 2-3-6 BAJO LAS PAMPITAS 地域変質帯分布図

Au 0.35g/t、Ag 1.9g/t、Mo 0.009%の鉍化示徴が捕捉されている。

Bajo de Esperanto 及び Bajo las Jejenes の変質作用は全般に微弱であり、既述の変質帯に比較して評価は低いと考えられる。

2-4 地化学探査結果

地域内の鉍化作用の賦存状況、特に未確認の有望な鉍床賦存の可能性を検討するため、地質調査と並行して河床堆積物及び変質帯中の岩石を採取し、地化学探査を実施した。

分析成分及びその検出限界は次のとおりである。

Au: 0.005ppm	Ag: 1 ppm	Cu: 2 ppm	Pb: 5 ppm
Zn: 2 ppm	Mn: 5 ppm	Mo: 5 ppm	As: 2 ppm

Auは各試料50gを乾式試金法で分析し、他の7成分は原子吸光法によった。Mnについては一般処理により他の成分と同時に分析し、1%Mn以上の含有量を示した試料についてはアルカリ溶融-酸抽出法による処理を行って再分析した。

2-4-1 河床堆積物

720 試料をPL.2-5に示す地点より採取した。試料の化学分析結果をAP.2-6に示す。

分析値をコンピュータにより統計処理し、各成分毎の母集団の性格、異常値並びに各成分間の相関関係につき検討した。検出された異常をPL.2-6-1及びPL.2-6-2に図示した。

(1) 統計処理

統計処理に当っては、各成分とも真数値による分布はいずれも低品位側に極端に偏倚しているため、正規分布に近い分布を示す分析値の対数値を用いて考察を行った。

各成分の統計諸値及び異常値のしきい値は、Tab.2-1-1 に示すとおりである。

各成分の対数値によるヒストグラムは、Fig.2-4-1 からFig.2-4-8 までに、累積度数分布はFig.2-4-9 からFig.2-4-11にそれぞれ示した。また、各成分の相互関係を検定したところ、Tab.2-1-3 のような結果が得られた。

Fig.2-4-1 からFig.2-4-8 により、Cu、Znについては正規性が強く、Pb、Mnについては正規性が見られ、Au、Ag、Mo、Asについては値が散在している。

各成分の異常値の設定は、 $\bar{X} + \sigma$ 、 $\bar{X} + 2\sigma$ を分類の基準として、弱異常帯及び強異常帯の次のような2つに分帯し、その結果をPL.2-6-1及びPL.2-6-2に示した。

Tab. 2-1-1 河床堆積物地化学探査しきい値及び統計数値表

variable	elementos									
	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mn	Mo	As		
número de muestra	720	720	720	720	720	720	720	720		
valor mínimo	<0.005ppm	<1.000ppm	<2.000ppm	14.000ppm	48.000ppm	369.000ppm	<5.000ppm	<2.000ppm		
valor máximo	7.700ppm	40.000ppm	237.000ppm	680.000ppm	1820.000ppm	54700.000ppm	22.000ppm	530.000ppm		
media aritmética	0.037ppm	0.892ppm	21.335ppm	56.439ppm	171.696ppm	1832.942ppm	3.996ppm	11.907ppm		
medio logarítmico (ML)	-2.095	-0.245	1.217	1.623	2.165	3.154	0.523	0.524		
desviación estandar logarítmico (DE)	0.455	0.237	0.307	0.298	0.228	0.219	0.234	0.556		
$\bar{X} = \log^{-1} (ML)$	0.0080ppm	0.57ppm	16.5ppm	41.98ppm	146.3ppm	1424.0ppm	3.3ppm	3.3ppm		
$\bar{X} + \sigma = \log^{-1} (ML + DE)$	0.0229ppm	0.98ppm	33.4ppm	83.4ppm	247.2ppm	2360.5ppm	5.7ppm	12.0ppm		
$\bar{X} + 2\sigma = \log^{-1} (ML + 2DE)$	0.0653ppm	1.69ppm	67.8ppm	165.6ppm	417.8ppm	3908.4ppm	9.8ppm	43.3ppm		
"Skewness"	2.739	4.977	0.042	1.029	0.750	2.734	1.463	1.033		
"Kurtosis"	8.182	27.005	0.641	0.763	1.006	14.325	0.510	1.095		
valor de anomalía fuerte ($\geq \bar{X} + 2\sigma$)	$\geq 0.066ppm$	($\geq 5ppm$)	$\geq 68ppm$	$\geq 166ppm$	$\geq 418ppm$	$\geq 3909ppm$	$\geq 10ppm$	$\geq 44ppm$		
débil ($\bar{X} + 2\sigma \sim \geq \bar{X} + \sigma$)	$0.066ppm > \sim$ $\geq 0.023ppm$	($5ppm > \sim$ $\geq 2ppm$)	$68ppm > \sim$ $\geq 34ppm$	$166ppm > \sim$ $\geq 84ppm$	$418ppm > \sim$ $\geq 248ppm$	$3909ppm > \sim$ $\geq 2361ppm$	$10ppm > \sim$ $\geq 6ppm$	$44ppm > \sim$ $\geq 12ppm$		

Tab. 2-1-2 河床堆積物分析値の異常値数一覽表

elementos valor de anomalía	Au		Ag		Cu		Pb		Zn		Mn		Mo		As			
	%	*1 (12)	%		%		%		%		%		%		%			
fuerte ($\geq \bar{X} + 2\sigma$)	47	6.5	1.7	17	2.4	30	4.2	22	3.0	22	3.0	22	3.0	39	5.4	25	3.5	
débil ($\bar{X} + 2\sigma > \sim \geq \bar{X} + \sigma$)	48	6.7	3.6	89	12.4	87	12.1	48	6.7	125	17.4	103	14.3					
bajo lo que límite de detección	520	72.2	93.3	1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	556	77.2	289	40.1	
otros	105	14.6	1.4	613	85.1	603	83.7	611	84.9	650	90.3	0	0	0	303	42.1		
total	720	100	720	100	720	100	720	100	720	100	720	100	720	100	720	100	720	100

*1: Ag \geq 5ppm

*2: 5ppm > Ag \geq 2ppm

Tab. 2-1-3 河床堆積物分析値の相関係数類一覽表

	Log Au	Log Ag	Log Cu	Log Pb	Log Zn	Log Mn	Log Mo	Log As	Noticia
Log Au	1.00000 0.00000	0.60852 0.00001	0.43889 0.00001	0.50279 0.00001	0.32144 0.00001	0.54791 0.00001	0.23252 0.00001	0.39088 0.00001	--- Coeficiente de correlación --- PROB > IRI UNDER HO:RHO=0
Log Ag	0.60852 0.00001	1.00000 0.00000	0.25140 0.00001	0.48895 0.00001	0.33976 0.00001	0.71735 0.00001	0.20298 0.00001	0.46863 0.00001	
Log Cu	0.43889 0.00001	0.25140 0.00001	1.00000 0.00000	0.58650 0.00001	0.46320 0.00001	0.38694 0.00001	0.35668 0.00001	0.30507 0.00001	
Log Pb	0.50279 0.00001	0.48895 0.00001	0.58650 0.00001	1.00000 0.00000	0.82806 0.00001	0.69279 0.00001	0.22734 0.00001	0.59767 0.00001	
Log Zn	0.32144 0.00001	0.33976 0.00001	0.46320 0.00001	0.82806 0.00001	1.00000 0.00000	0.65748 0.00001	0.08383 0.0245	0.46945 0.00001	
Log Mn	0.54791 0.00001	0.71735 0.00001	0.38694 0.00001	0.69279 0.00001	0.65748 0.00001	1.00000 0.00000	0.13009 0.00005	0.65226 0.00001	
Log Mo	0.23252 0.00001	0.20298 0.00001	0.35668 0.00001	0.22734 0.00001	0.08383 0.0245	0.13009 0.00005	1.00000 0.00000	0.17021 0.00001	
Log As	0.39088 0.00001	0.46863 0.00001	0.30507 0.00001	0.59767 0.00001	0.46945 0.00001	0.65226 0.00001	0.17021 0.00001	1.00000 0.00000	

強異常帯 $\geq \bar{X} + 2\sigma$

弱異常帯 $\bar{X} + 2\sigma > \sim \geq \bar{X} + \sigma$

各成分の強異常帯、弱異常帯、検出限界以下の低品位帯及びその他の帯の4つの分帯に属するそれぞれの試料数をTab.2-1-2に示した。

各成分の母集団の性格と異常値の関係は次のとおりである。

① Au : Auの分析値の中には、その検出限界0.005ppm以下のものが全体の72.2%を占めている。このため、統計処理にあたっては、その1/2の値をもって代表させた。この分析値の対数値によるヒストグラムは、低品位側に集中する形を示し、必ずしも正規分布とはいえない。一方、累積度数分布図上では、1.5ppm付近を除いては明瞭な変曲点は認められない。よってここでは、 $\bar{X} + 2\sigma$ 値、 $\bar{X} + \sigma$ 値をもって強異常値、弱異常値の2つに区分した。

② Ag : Ag分析値の中には、その検出限界1.0ppm以下のものが全体の93.3%を占めており、統計処理の対象となり難いが、これらはその1/2の値をもって代表させ、統計処理を行った。

累積度数分布図上では、Ag 2ppm付近、5ppm付近に変曲点がある。よってここでは、 $\bar{X} + \sigma$ 値及び $\bar{X} + 2\sigma$ 値に関係なく、 $Ag \geq 5ppm$ を強異常値、 $5ppm > Ag \geq 2ppm$ を弱異常値に区分した。

③ Cu : 累積度数分布図上では、Cu 15ppm 付近、65ppm 付近に弱い変曲点がある。これらの位置は前者は \bar{X} 値に、後者は $\bar{X} + 2\sigma$ 値の水準にほぼ対応する。15ppm以下は本地域のバックグラウンド値を示すものと考えられ、上記の異常値の設定は条件を満足していると考えられる。

④ Pb : 累積度数分布図上では、Pb 150ppm 付近、300ppm付近に弱い変曲点がある。これらの位置のうち、前者 $\bar{X} + 2\sigma$ 値の水準にほぼ対応している。

⑤ Zn : 累積度数分布図上では、Zn 150ppm 付近、400ppm付近に弱い変曲点がある。これらの位置は前者は \bar{X} 値に後者は $\bar{X} + 2\sigma$ 値の水準にほぼ対応しており、150ppm以下は本地域のバックグラウンド値を示すものと考えられる。したがって、上記の異常値の設定は条件を満足していると考えられる。

⑥ Mn : 累積度数分布図上では、Mn 2,300ppm 付近、4,000ppm付近に変曲点がある。これらの位置は前者は $\bar{X} + \sigma$ 値に、後者は $\bar{X} + 2\sigma$ 値の水準にほぼ対応しており、上

記の異常値の設定は条件を満足していると考えられる。

- ⑦ Mo : Mo の分析値の中には、その検出限界 5 ppm以下のものが77.2%を占めている。このため、統計処理にあたっては、その1/2 の値をもって代表させた。この分析値の対数値によるヒストグラムは、低品位側に集中する形を示し、必ずしも正規分布とはいえない。一方、累積度数分布図上では、Mo 6 ppm 付近、10ppm 付近に変曲点がある。これらの位置はそれぞれ $\bar{X} + \sigma$ 値及び $\bar{X} + 2\sigma$ 値にほぼ対応する。特に 6 ppm 以下のグループは、それ以上のグループとは異なった母集団に属しており、6 ppm 以下はバックグラウンドを示すものと考えられる。したがって、上記の異常値の設定は条件を満足していると考えられる。
- ⑧ As : As の分析値の中には、その検出限界 2 ppm以下のものが40.1%混在している。このため、統計処理にあたっては、その1/2 の値をもって代表させた。累積度数分布図上では、As 40ppm付近、100ppm付近に変曲点がある。これらの位置のうち前者は、 $\bar{X} + 2\sigma$ 値の水準にほぼ対応する。

各成分間の相互関係は次のとおりである。

Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mn、Mo、As各成分の相互関係を検定したところTab.2-1-3 のような結果が得られた。

本表によると、Pb及びMnと他の成分との相関が多く、Moと他の成分との相関が少ないことが特徴となっている。CuはPbとの間にやや相関が認められるが、他の成分との相関は少ない。

AuはAg、Pb、Mnと相関が高く、AgはAuのほかMnと相関が認められる。

(2) 地化学異常の分布

河床堆積物に認められるAu高濃度異常は、PL.2-6-1及びPL.2-6-2に図示したように、

①Au-Cu-Mo型高異常、②多金属随伴型Au高異常、及び③単純Au高異常に大別される。

ここでいうAu高異常は、統計的解析により定められた強異常 ($Au \geq 0.066$ ppm) と弱異常 ($0.066 \text{ PPM} > Au \geq 0.023$ ppm) からなる。なお、異常の最高値は7.700ppmであった。

① Au-Cu-Mo型高異常

この型の異常は斑岩銅型鉱化帯と密接な関係を有し、Ag、Pb、Zn、Mn、As等の高異常を全くあるいは殆ど伴わないことで特徴づけられる。本タイプの異常は次の2区域で検出された。

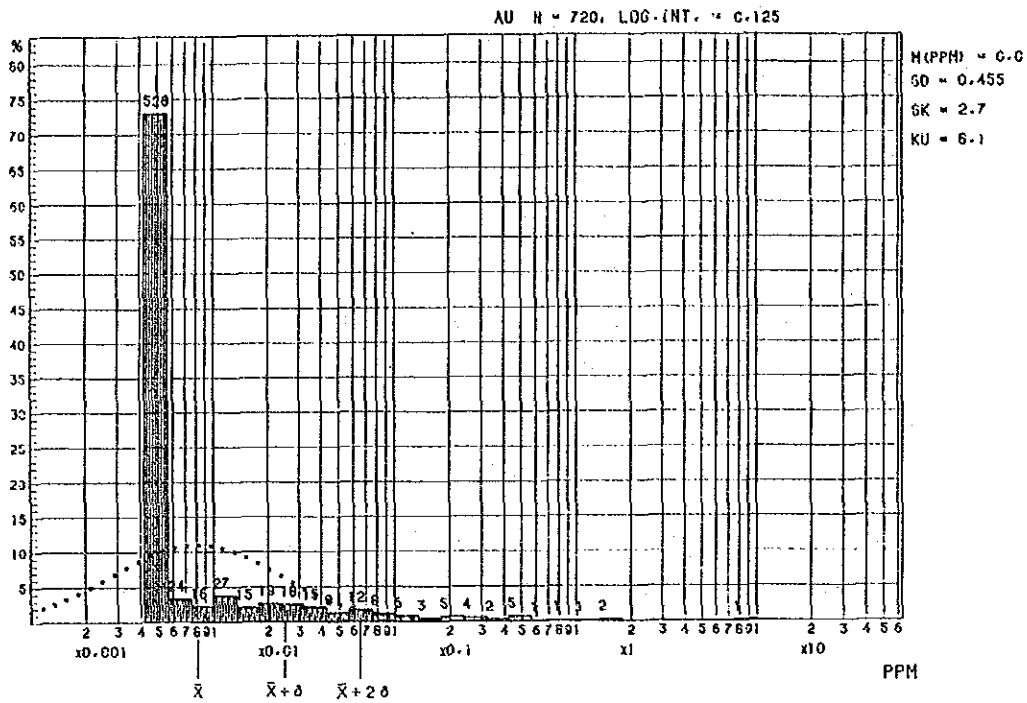


Fig. 2-4-1 河床堆積物地化学探査分析値のヒストグラム(Au)

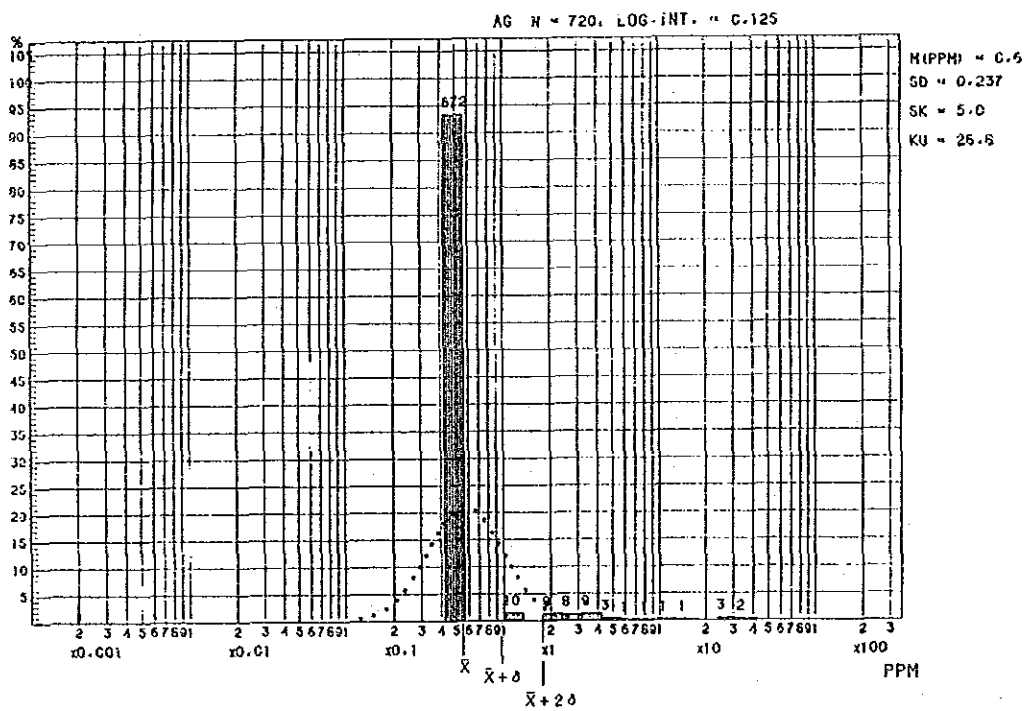


Fig. 2-4-2 河床堆積物地化学探査分析値のヒストグラム(Ag)

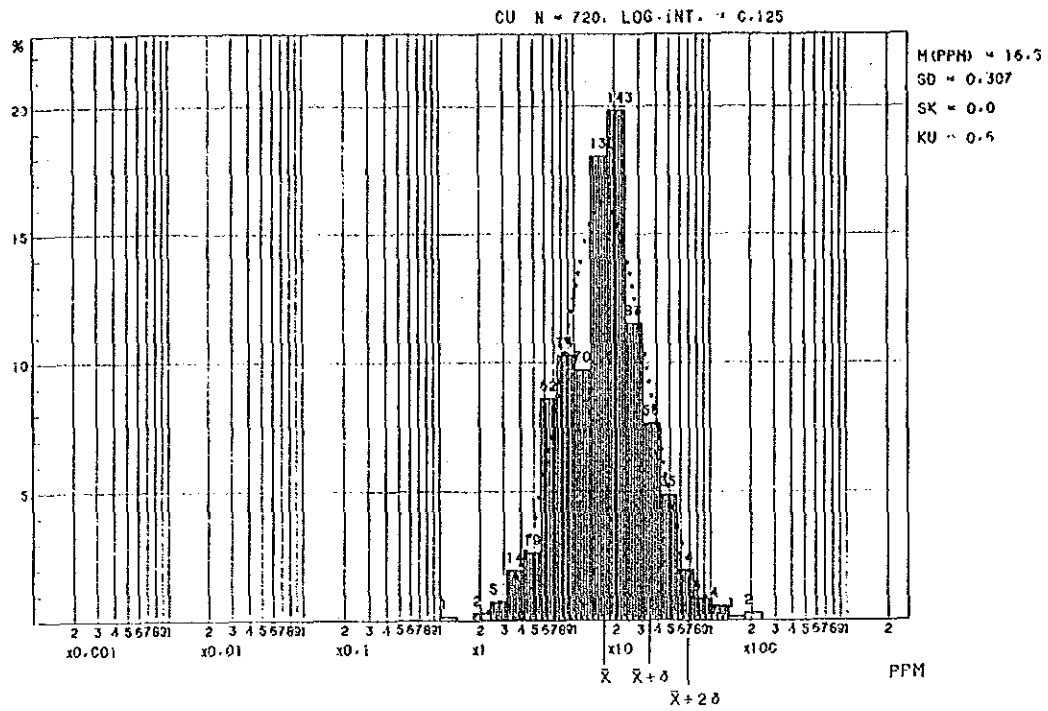


Fig. 2-4-3 河床堆積物地化学探査分析値のヒストグラム(Cu)

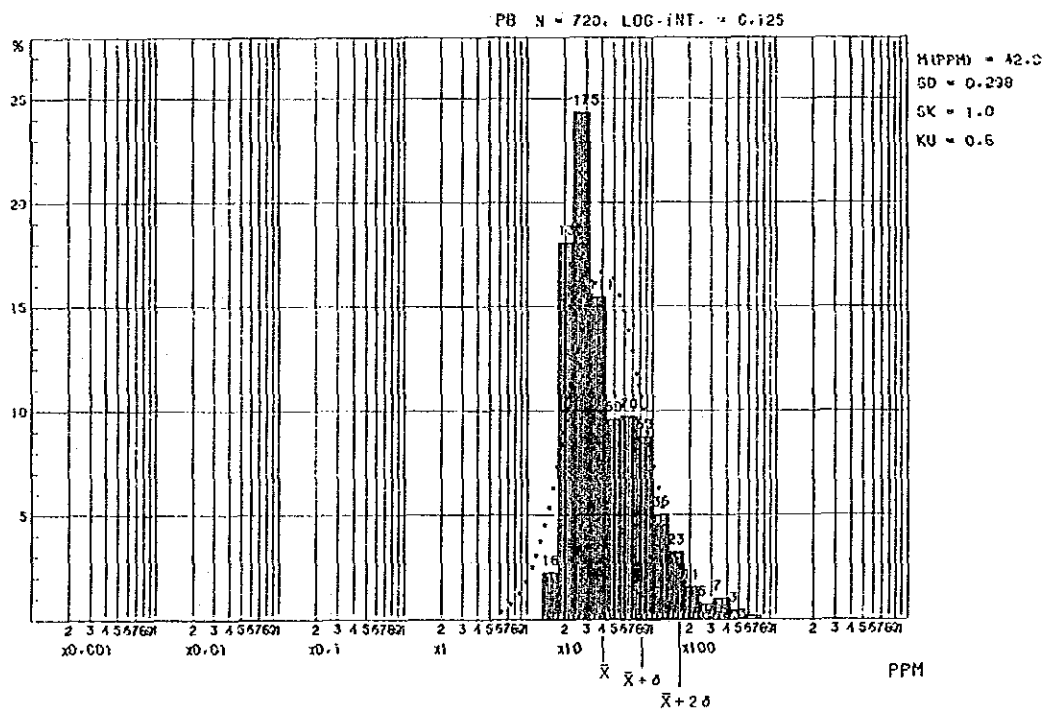


Fig. 2-4-4 河床堆積物地化学探査分析値のヒストグラム(Pb)

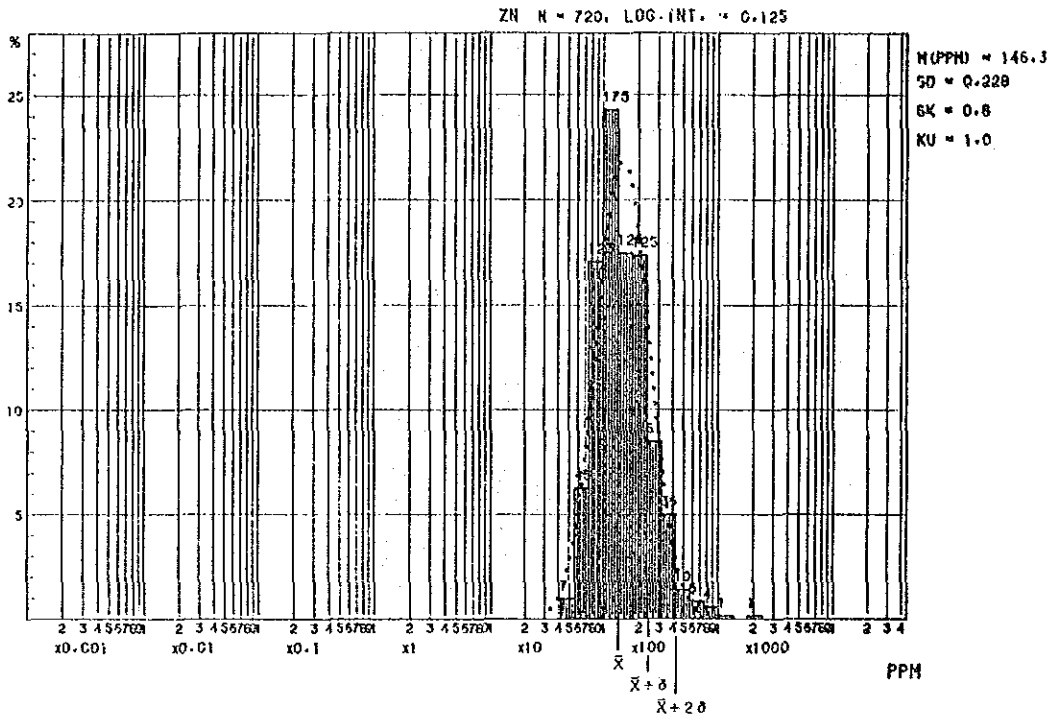


Fig. 2-4-5 河床堆積物地化学探査分析値のヒストグラム(Zn)

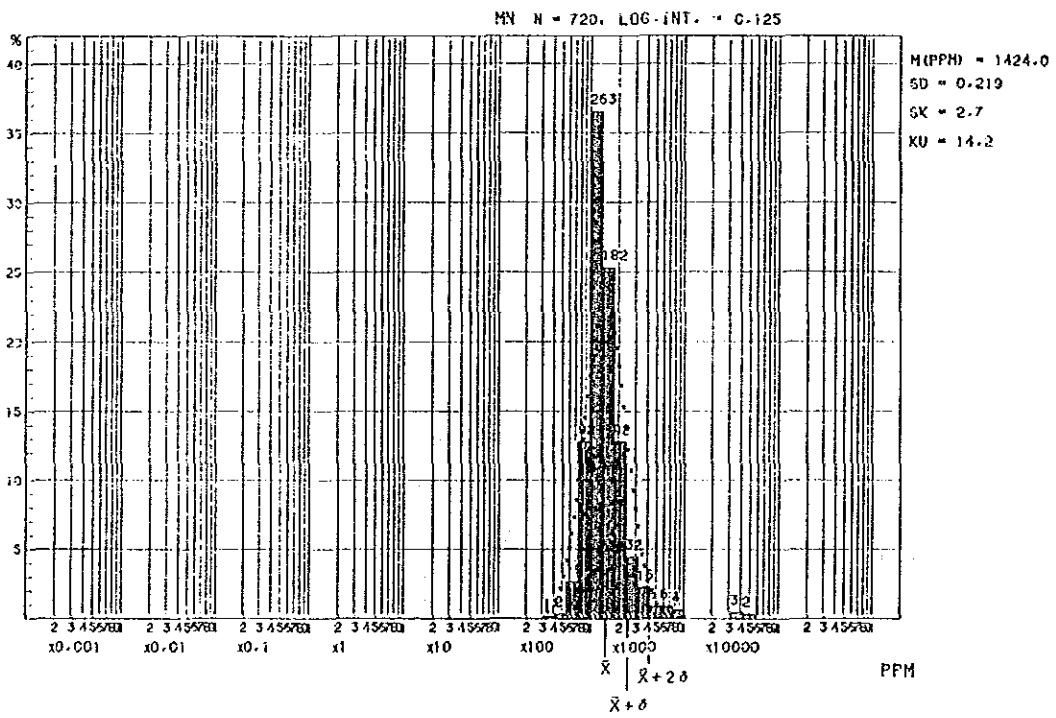


Fig. 2-4-6 河床堆積物地化学探査分析値のヒストグラム(Mn)

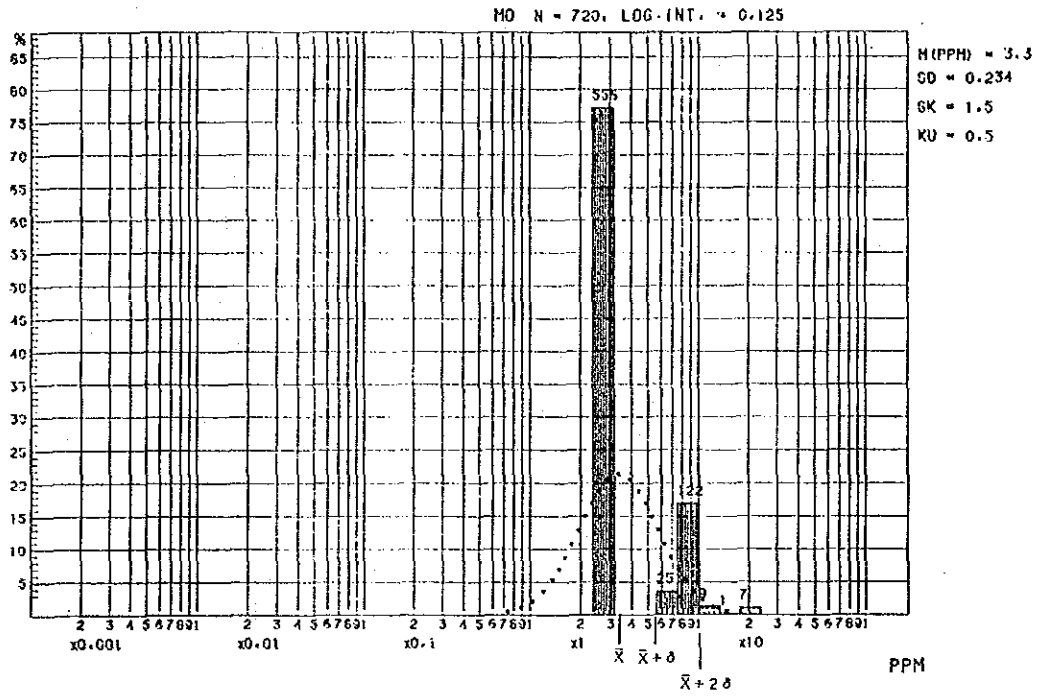


Fig. 2-4-7 河床堆積物地化学探査分析値のヒストグラム(Mo)

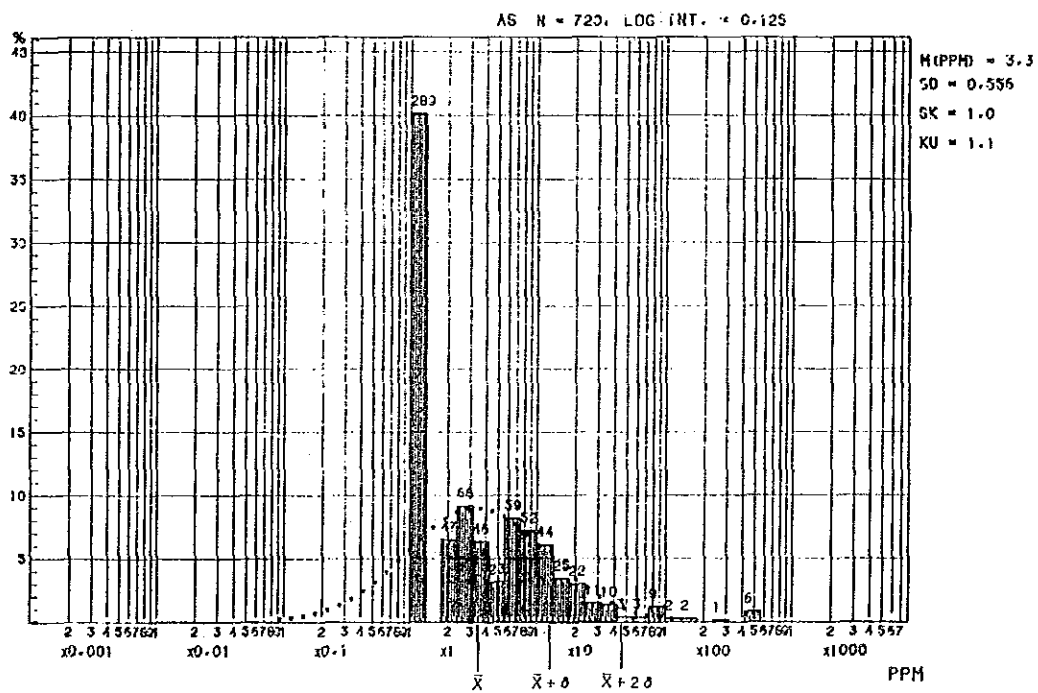


Fig. 2-4-8 河床堆積物地化学探査分析値のヒストグラム(As)

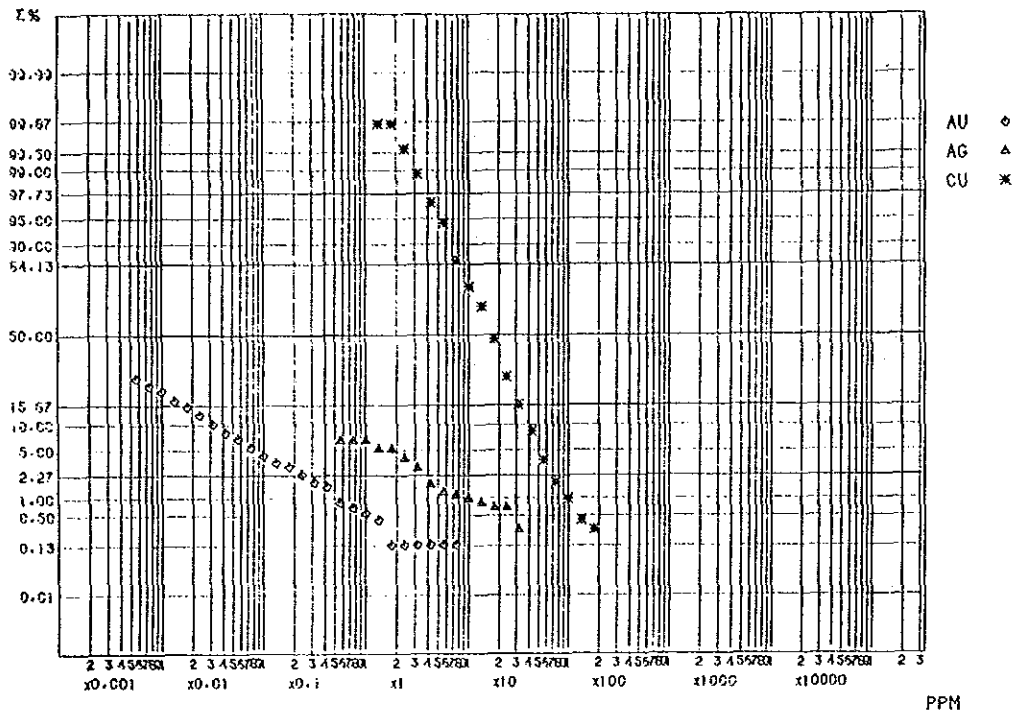


Fig. 2-4-9 河床堆積物地化学探查累積度數分布曲線 (Au, Ag, Cu)

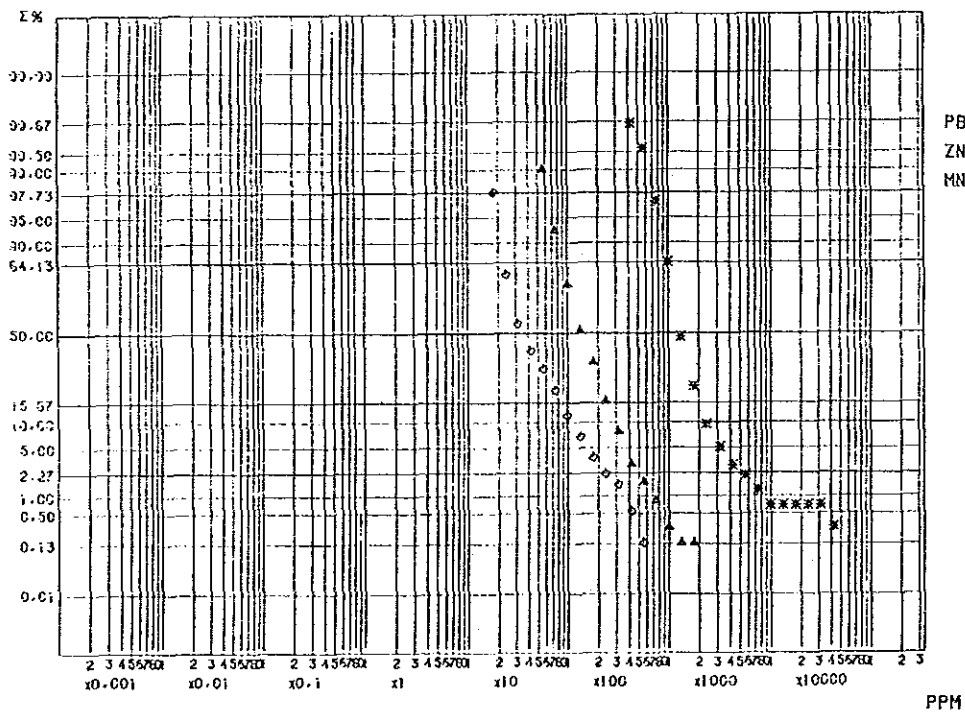


Fig. 2-4-10 河床堆積物地化学探查累積度數分布曲線 (Pb, Zn, Mn)

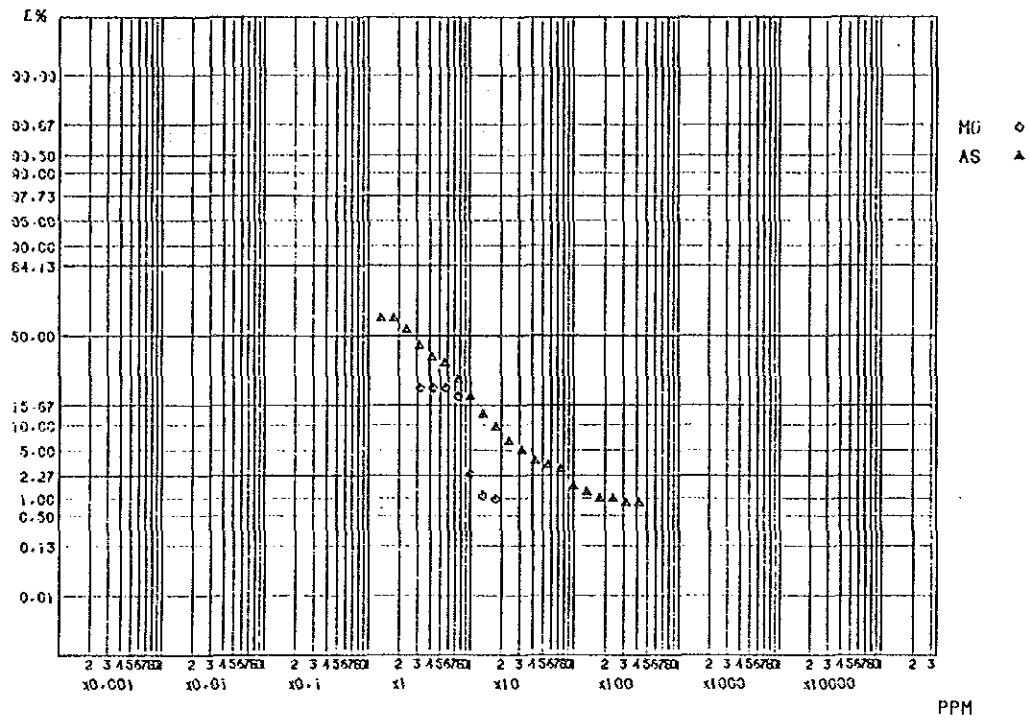


Fig. 2-4-11 河床堆積物地化学探查累積度数分布曲線 (Mo, As)

Bajo la Alumbreira : 本異常は試料採取地点315(X = 44.690, Y = 48.560)をほぼ中心として南北に伸長する異常で、Bajo la Alumbreira 鉍化帯を主要部として南北約4 km×東西約0.8kmの分布を示す。異常の規模は大きい、Au最高濃度は0.092 ppmであり、異常の程度は弱い。Au異常に重複する形で、Cu及びMoの高濃度異常が発達する。Au-Cu-Mo高異常の北半縁辺部にPb及びZn異常が分布する。Mn、As及びAgの高濃度異常は全く認められない。

El Durazno : 本異常はEl Durazno変質帯を中心に分布し、南北2 km以上×東西約1.5 kmの広いMo弱異常帯中にAu及びCu異常がMo強異常と重複して分布する。Au強異常は最高0.098ppmの濃度を示し、変質帯中の地点390(X = 49.470, Y = 50.530)及び地点382(X = 49.900, Y = 51.160)をそれぞれ中心とする2箇所小さく分布する。また、Mo弱異常帯南東端の地点678(X = 48.110, Y = 51.390)にAu 0.033 ppmの弱異常が存在する。地点382のAu異常にはZnの弱異常が重複する。Mn、Pb、As、Ag等の異常は全く認められない。

② 多金属随伴型Au高異常

この型のAu異常は、Mn、Ag、As、Cu、Pb、Zn、Mo等の高濃度異常と重複またはこれらを周辺に伴うことで特徴づけられる。本型の異常は主に鉍脈型鉍化帯に認められるが、一部に鉍山操業に伴う人為的な汚染に起因すると思われるものも含まれる。

Farallón Negro-Alto de la Blenda : 本異常は、Farallón Negro鉍床及びAlto de la Blenda鉍脈帯の主要部を含む区域から北西方に降る河川系に広く分布しており、地点18(X = 47.570, Y = 42.050)をほぼ中心に、幅約1 km、NW-SE方向の延長約2.5kmの区域を占める。本異常は最高0.833ppmを含むAu0.066ppm以上の強異常が卓越する。本異常の外縁部にはMn、Ag、Cu、Pb、Zn、As等の異常が重複する。

本異常の北西方から北方にかけて衛星的なAuの小異常が散在する。Los Viscos脈の北側を並走する同名の川では、3地点でAu 0.023 ppmから0.051 ppm弱異常が検出され、また、Alto de la Blenda 鉍脈帯を通過して流下するAguila川には、地点30(X = 48.860, Y = 40.670)から北西方約1 kmにわたり、最高Au 0.426 ppmを含む強異常が認められる。Portesuerto 脈の北西延長部にあたるEl Tobogan区域にも、Au小異常が4箇所あり、そのうち地点54(X = 49.560, Y = 41.490)ではAu0.709ppmの濃集がみられた。これらのAu異常のほとんどにMn、Pb、Zn、Ag等の高濃度異常が重複して認められる。

なお、Los Viscos川とAguila川との合流点付近から下流域には、約2 kmの間にAu

高異常が3箇所で認められ、そのうち地点 450 (X = 49,860, Y = 37,440) では Au 1.64 ppm の高濃度が示された。本異常帯には他の7成分全ての高濃度異常が重複して認められる。最も西に位置する異常はMacho Muerto鉱脈帯の南北系鉱脈群付近から追跡可能であるが、他の2異常の源は詳かでない。これらの異常は製錬所の下流に位置しており、その成因には人為的な汚染による可能性も含まれている。

Las Casitas : Farallón Negro西端部からBajo las Pampitas までの間には、地点 266 (X = 45,850, Y = 43,190) を分布の中心とする延長約1kmのAu異常が分布するほか、2箇所に小さな弱異常が認められる。Farallón Negro脈露頭西端部に近い地点 265 (X = 46,180, Y = 43,060) で採取した試料はAu 7.70ppmの高濃度を示した。上述のAu異常は、Bajo las Pampitas 変質帯に起因すると推定される大きなMo及びCu異常帯中に包含されており、Au異常の一部は同変質帯から由来した可能性もある。しかし、これらのAu異常にはMn、As、Ag、Pb、Zn等の異常のいくつかが重複しており、鉱脈型鉱化作用を指示するものである可能性が大きい。

Macho Muerto-Agua Tapada 間の谷 : 地点86 (X = 51,960, Y = 40,200) を分布の中心として延長約2kmのAu異常がある。最高濃度 Au 0.480 ppm を含む強異常を主体としている。本異常の大部分はAuのみの高異常からなるが、最上流部にはMn、Ag、Cu、Pb等の局部的異常が重複して認められる。

Agua Tapada : 変質帯南東外側部の地点68 (X = 51,730, Y = 41,240) に Au 0.200 ppm の異常がある。本異常はAgua Tapada 変質帯からLa Josefa にかけて発達する大きなZn弱異常帯中にあり、局部的なPb異常を伴う。本異常近くには脈が存在する。

La Josefa : 地点 164 (X = 51,770, Y = 41,920) にAu 1.38ppmの高濃度異常がある。本異常は上述のZn弱異常帯中にMn、Ag、Cu、Pb、Mo異常と重複して認められる。

Morro Bola : 変質帯西端部の地点 170 (X = 50,310, Y = 42,820) に Au 0.040 PPM の弱異常がある。本異常にはCu、Mo、Mn、As、Pb及びZnの異常が重複する。このうち、ZnはAlto de la Blenda 付近から本区域まで広がる大きな弱異常帯をなし、MoもRio Seco de la Aguada 川流域に強異常を含む弱異常帯として発達している。

Cerro Morra Bola西方 : Rio Seco de la Aguada 川最上流部の地点 204 (X = 48,400, Y = 44,260) に Au 0.028 ppm の弱異常がMn、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Mo異常と重複して存在する。

③ 単純Au高異常

本異常は他成分の高異常をほとんど伴わないAu異常である。

Pena del Espanto: 山頂近くの北西斜面で、地点 668 (X = 42,540, Y = 46,790) 及び地点 671 (X = 41,620, Y = 46,260) の2箇所にそれぞれAu 0.026及び 0.034 ppm を示す弱異常がある。地点 671の異常にはPbの弱異常が伴われるが、地点 668 の異常はAuのみからなる。本区域には脈が存在しており、本異常はおそらく脈の存在を指示するものであろう。

Campo de la Aguadita西部: 地点 179 (X = 51,520, Y = 43,510) 及び地点 183 (X = 50,940, Y = 44,560) にそれぞれ Au 0.420ppm及び1.20ppm を含むAu単独の高濃集異常が認められる。これらの異常の東方上流部には脈が存在しており、おそらくAuはそれに由来するものであろう。

2-4-2 変質岩

計402 試料をPL.2-7に図示する地点より採取した。採取した区域はAgua Tapada、Bajo las Pampitas、Bajo la Alumbreira、El Durazno等の変質帯及びParallón Negro-Alto de la Blenda 鉍脈型鉍化帯である。試料の化学分析結果をAP.2-7に示す。

分析値は、河床堆積物の場合と同様に、コンピュータにて統計処理し、各成分毎の性格、異常値並びに各成分相互間の相関関係につき検討した。検出された異常をPL.2-8-1及びPL.2-8-2に図示した。

(1) 統計処理

統計処理は、真数値による分布と対数値による分布とを比較した結果、より正規分布に近い分析値の対数値を用いて検討を行った。

各成分の基本統計値及び異常値のしきい値をTab.2-2-1 に示す。また、各成分の対数値によるヒストグラムをFig.2-5-1 からFig.2-5-8 までに、累積度数分布をFig.2-5-9 からFig.2-5-11に、さらに各成分の相関関係をTab.2-2-3 にそれぞれ示す。

各成分の異常値は、 $\bar{X} + \sigma$ 、 $\bar{X} + 2\sigma$ をしきい値として設定し、強異常帯及び弱異常帯の2つの異常帯に次のように分帯した。

$$\text{強異常帯} \quad \geq \bar{X} + 2\sigma$$

$$\text{弱異常帯} \quad \bar{X} + 2\sigma > \sim \geq \bar{X} + \sigma$$

また、各成分の強異常帯、弱異常帯、検出限界以下の低品位帯及びその他の帯の4つの

Tab. 2-2-1 熱水変質岩石地化学探査しきい値及び統計数値表

variable	elementos									
	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mn	Mo	As		
número	402	402	402	402	402	402	402	402		402
valor mínimo	<0.005ppm	<1ppm	<2ppm	13ppm	5ppm	16ppm	<5ppm	<2ppm		
valor máximo	2.660ppm	51ppm	43800ppm	2910ppm	6500ppm	39700ppm	197ppm	350ppm		
media aritmética	0.0923ppm	1.1ppm	269.8ppm	81.7ppm	172.3ppm	1189.0ppm	10.7ppm	14.4ppm		
medio logaritmo (ML)	-1.5608	-0.190	1.493	1.570	1.848	2.622	0.702	0.540		
desviacion estandar logaritmo (DE)	0.5977	0.284	0.709	0.398	0.527	0.611	0.430	0.654		
$\bar{X} = \log^{-1} (ML)$	0.0275ppm	0.65ppm	31.1ppm	37.2ppm	70.5ppm	418.8ppm	5.0ppm	3.5ppm		
$\bar{X} + \sigma = \log^{-1} (ML + DE)$	0.1089ppm	1.24ppm	159.2ppm	92.9ppm	237.1ppm	1710.0ppm	13.6ppm	15.6ppm		
$\bar{X} + 2\sigma = \log^{-1} (ML + 2DE)$	0.4311ppm	2.39ppm	814.7ppm	232.3ppm	798.0ppm	6982.3ppm	36.5ppm	70.5ppm		
Skewness	0.63	3.49	0.92	1.96	0.34	0.26	1.49	0.99		
Kurtosis	0.58	14.36	1.27	4.51	0.43	-0.50	1.78	-0.07		
valor de anomalia fuerte ($\geq \bar{X} + 2\sigma$)	$\geq 0.4311ppm$	$\geq 3ppm$	$\geq 815ppm$	$\geq 233ppm$	$\geq 798ppm$	$\geq 6983ppm$	$\geq 37ppm$	$\geq 71ppm$		
débil ($\bar{X} + 2\sigma > \sim \geq \bar{X} + \sigma$)	$0.4311ppm > \sim$	$3ppm > \sim$	$815ppm > \sim$	$233ppm > \sim$	$798ppm > \sim$	$6983ppm > \sim$	$37ppm > \sim$	$71ppm > \sim$		
	$\geq 0.109ppm$	$\geq 2ppm$	$\geq 160ppm$	$\geq 93ppm$	$\geq 238ppm$	$\geq 1710ppm$	$\geq 14ppm$	$\geq 16ppm$		

Tab. 2-2-2 熱水變質岩石分析値の異常値数一覽表

elementos valor de anomalía	Au		Ag		Cu		Pb		Zn		Mn		Mo		As	
		%		%		%		%		%		%		%		%
fuerte ($\geq \bar{X} + 2\sigma$)	19	4.7	19	4.7	20	5.0	20	5.0	9	2.2	10	2.5	25	6.2	23	5.7
débil ($\bar{X} + 2\sigma > \sim \geq \bar{X} + \sigma$)	38	9.5	16	4.0	37	9.2	29	7.2	55	13.7	55	13.7	30	7.5	49	12.2
bajolo que limite de deteccion	27	6.7	323	80.3	7	1.7	0	0	0	0	0	0	231	57.5	196	48.8
otros	318	79.1	44	11.0	338	84.1	353	87.8	338	84.1	337	83.8	116	28.8	134	33.3
total	402	100	402	100	402	100	402	100	402	100	402	100	402	100	402	100

Tab. 2-2-3 熱水変質岩石分析値の相関関係類一覧表

	Log Au	Log Ag	Log Cu	Log Pb	Log Zn	Log Mn	Log Mo	Log As	Noticia
Log Au	1.00000 0.0000	0.29323 0.0001	0.66259 0.0001	0.05936 0.2351	-0.02851 0.5687	-0.01409 0.7782	0.40913 0.0001	0.02629 0.5992	--- Coeficiente de correlación --- PROB > IRI UNDER HO:RHO=0
Log Ag	0.29323 0.0001	1.00000 0.0000	0.06078 0.2240	0.35779 0.0001	0.18157 0.0003	0.17514 0.0004	0.14631 0.0033	0.36881 0.0001	
Log Cu	0.66259 0.0001	0.06078 0.2240	1.00000 0.0000	0.07478 0.1344	0.13315 0.0075	0.02538 0.6120	0.43438 0.0001	-0.06894 0.1677	
Log Pb	0.05936 0.2351	0.35779 0.0001	0.07478 0.1344	1.00000 0.0000	0.47509 0.0001	0.20470 0.0001	0.11414 0.0221	0.33697 0.0001	
Log Zn	-0.02851 0.5687	0.18157 0.0003	0.13315 0.0075	0.07478 0.1344	1.00000 0.0000	0.72666 0.0001	-0.01015 0.8392	0.35387 0.0001	
Log Mn	-0.01409 0.7782	0.17514 0.0004	0.02538 0.6120	0.07478 0.1344	0.47509 0.0001	1.00000 0.0000	-0.04742 0.3430	0.28099 0.0001	
Log Mo	0.40913 0.0001	0.14631 0.0033	0.43438 0.0001	0.11414 0.0221	-0.01015 0.8392	1.00000 0.0000	1.00000 0.0000	0.03546 0.4784	
Log As	0.02629 0.5992	0.36881 0.0001	-0.06894 0.1677	0.33697 0.0001	0.35387 0.0001	0.28099 0.0001	0.03546 0.4784	1.00000 0.0000	

分帯にも分け、それぞれ分帯に属する試料数をTab.2-2-2 に示した。

各成分の母集団の性格は次のとおりである。なお、統計処理にあたり検出限界以下の分析値についてはその $1/2$ の値を代入し、統計値などを算出した。

- ① Au : ヒストグラムはFig.2-5-1 に示すように正規分布に近い分布を示し、また、Fig.2-5-9 の累積度数分布曲線はほぼ直線に近い。これらのことは、本地域のAuは1つの母集団に属していることを示している。
- ② Ag : Ag 分析値の中には、検出限界以下のものが全体の80.3%を占めており、統計処理の対象となり難い。ヒストグラムFig.2-5-2 に示すように、極めて低品位側に集中するとともに、高品位側に長く歪んだ分布を示している。
- ③ Cu : ヒストグラムはFig.2-5-3 に示すように正規分布に近い分布を示す。また、Fig.2-5-9 の累積度数分布曲線には、5,000 ppm 付近に強い変曲点がみられる。これは1つの試料が43,800 ppm (4.38 %Cu) と極めて高い異常な分析値を示すためである。
- ④ Pb : ヒストグラムは低品位側に集中し、高品位側に歪んだ分布を示している。また、Fig.2-5-10の累積度数分布曲線には、100 ppm 付近に弱い変曲点がみられる。この値は弱異常帯の下限しきい値にほぼ対応している。
- ⑤ Zn : ヒストグラムはほぼ正規分布に近い分布を示している。累積度数分布曲線には1,000 ppm 付近に弱い変曲点がみられ、この値は強異常帯の下限しきい値にほぼ対応している。
- ⑥ Mn : ヒストグラムは100 ppm 付近及び1,000 ppm 付近にピークをもち、2つの母集団から形成されていることを示している。累積度数分布曲線にも200 ppm 付近に弱い変曲点がみられ、異なった母集団の交点を現すものである。
- ⑦ Mo : Mo の分析値の中には、検出限界以下のものが全体の57.5%を占めており、統計処理の対象となり難い。ヒストグラムは極めて低品位側に集中するとともに、高品位側に長く歪んだ分布を示している。
- ⑧ As : As の分析値の中には検出限界以下のものが全体の48.8%を占め、統計処理の対象となり難い。ヒストグラムは極めて低品位側に集中するとともに、高品位側に長く歪んだ分布を示している。

Tab.2-2-3 に示される各成分の相関関係は次のとおりである。

強い相関関係を示す成分の組み合わせは、(Au, Cu) 及び (Zn, Mn) であり、それぞれの

相関係数は66.3%、72.7%である。このほか弱い相関関係を示す成分の組み合わせとして、(Au, Mo)、(Ag, Pb)、(Ag, As)、(Cu, Mo)、(Pb, Zn)、(Pb, As)及び(Zn, As)が挙げられる。

これらのことは、本地域の変質帯にはAu-Cu-Mo間に相関関係が認められることを示すものである。

(2) 地化学異常の分布

変質岩試料によって示されるAu高濃度異常は、Cu及びMoの高濃度異常と密接な関連を有するタイプとMn高濃度異常と分布上の相関があるタイプに分けられ、前者は斑岩銅型鉍化作用に、また、後者は鉍脈型鉍化作用にそれぞれ対応していると考えられる。斑岩銅型Au高濃度異常はBajo la Alumbreira、El Durazno及びBajo las Pampitas 中央部に認められ、鉍脈型Au高濃度異常はFarallón Negro-Alto de la Bienda及びBajo las Pampitas 南部にみられる。Agua Tapada 地区では東部のLa Josefa に小さな鉍脈型異常がある。

① Bajo la Alumbreira

Au : 変質帯中央部に最高 2.26ppmを含む0.431 ppm 以上の高濃度異常がある。この高異常を中心として、Au 0.109 ppm以上の異常が、変質帯の伸びと調和したNE-SW方向に細長く伸長する。

Cu : 変質帯中央部に815 ppm 以上の高濃度異常があり、Auとよく似た分布を示す。

Mo : Au及びCu高異常帯中に37 ppm以上の高濃度異常が重複する。

Mn : 1,710 ppm 以上の高濃度異常が主に変質帯周縁部に分布する。

Zn : 最高395ppmで全体に低濃度であるが、Zn 238 ppm以上はMn異常とよく似た分布を示す。

Pb : 全体に低濃度であるが、Pb 93 ppm 以上の異常が変質帯周縁部の2地点で見られる。

As : 検出限界(2 ppm)未満の低濃度が大半を占めるが、As 71 ppm 以上の高濃度異常が変質帯中心部及び周縁部の2地点で見られる。

Ag : 検出限下(1 ppm)未満の低濃度が大半を占めるが、2 ppm 以上の濃度を示すゾーンがAu-Cu-Mo高異常帯にほぼ重複する形で認められる。

Au、Cu、Mo及びAgの濃度分布に位置的な相関が認められ、これらの成分の高濃度異常帯は、変質帯の中心部を構成するセリサイトーカリ長石変質帯の分布と調和的であ

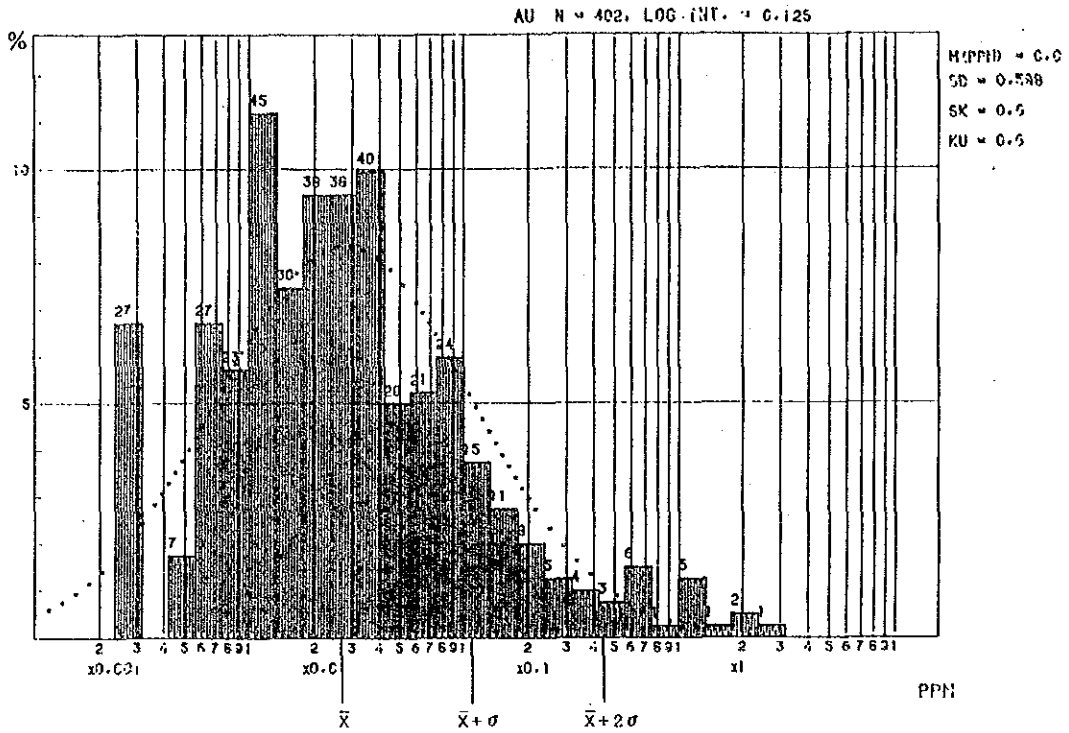


Fig. 2-5-1 熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム (Au)

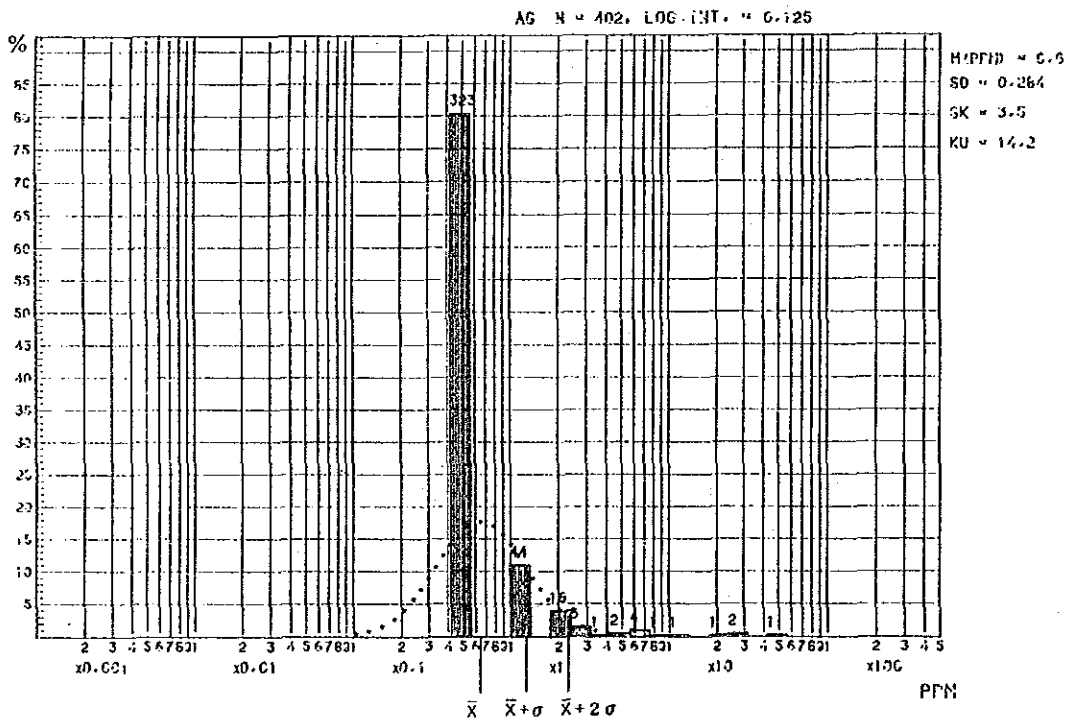


Fig. 2-5-2 熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム (Ag)

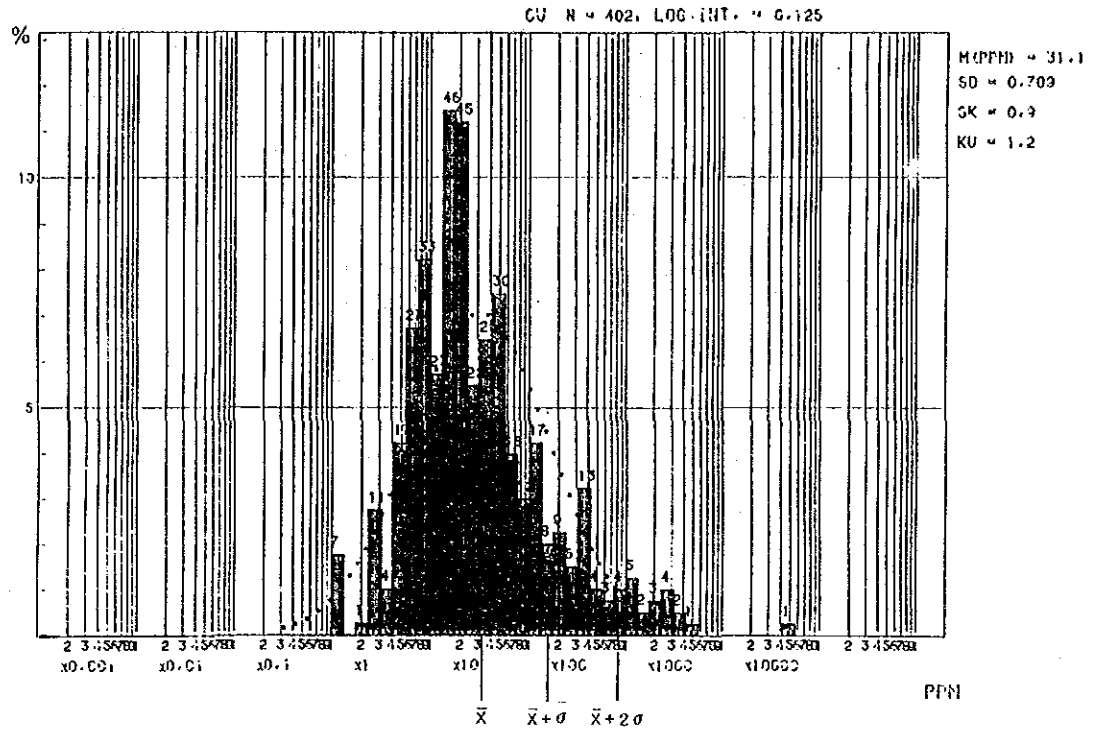


Fig. 2-5-3 熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム(Cu)

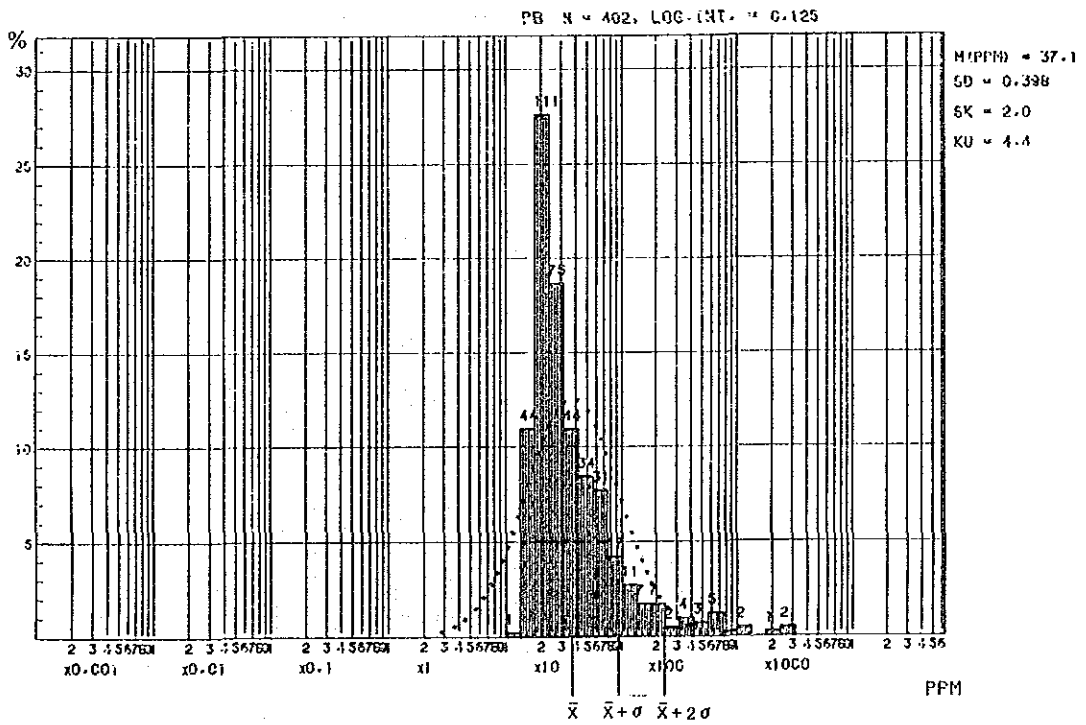


Fig. 2-5-4 熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム(Pb)

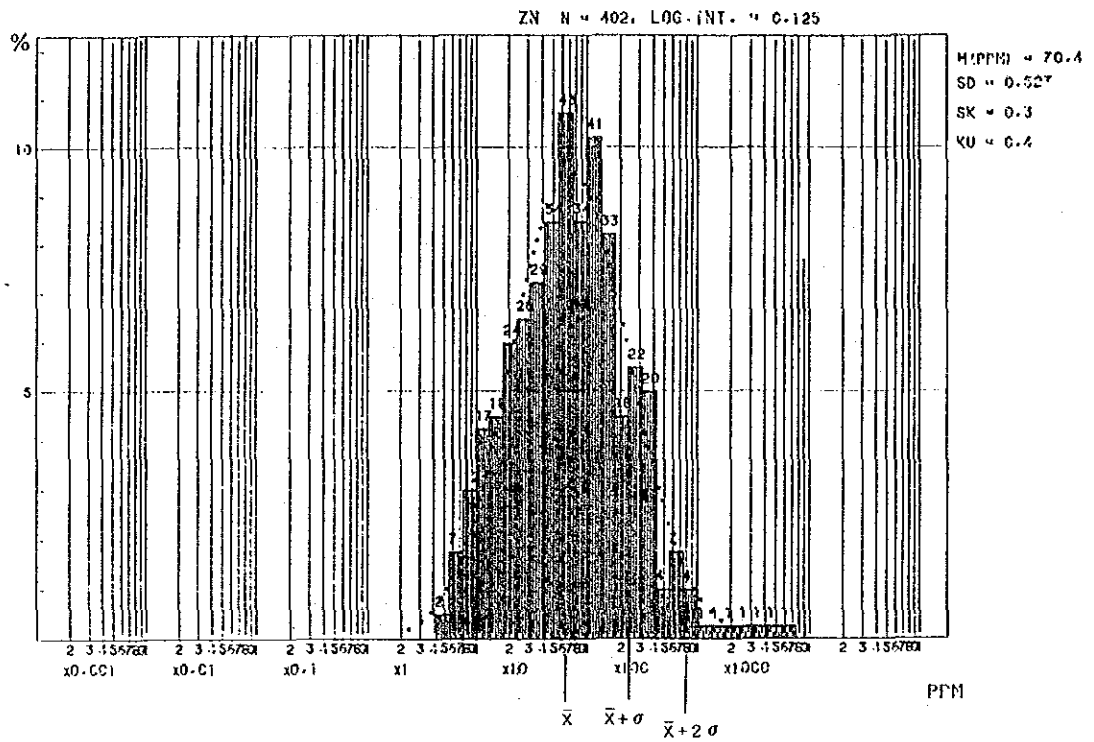


Fig. 2-5-5 熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム (Zn)

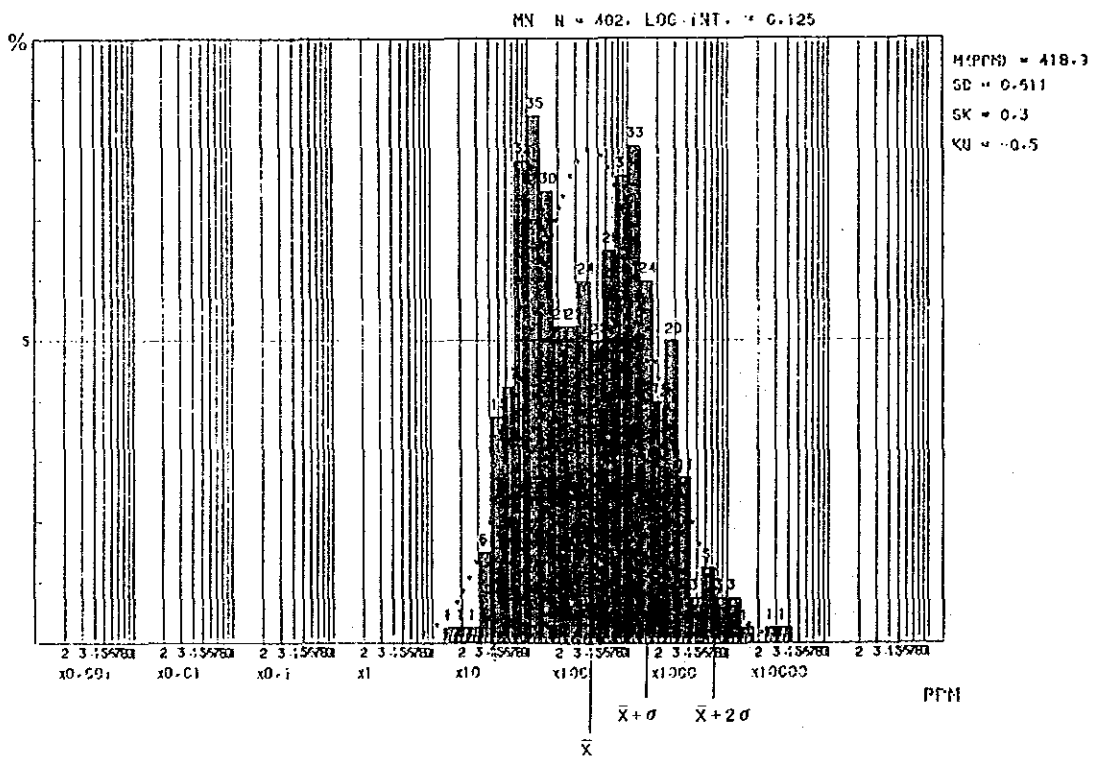


Fig. 2-5-6 熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム (Mn)

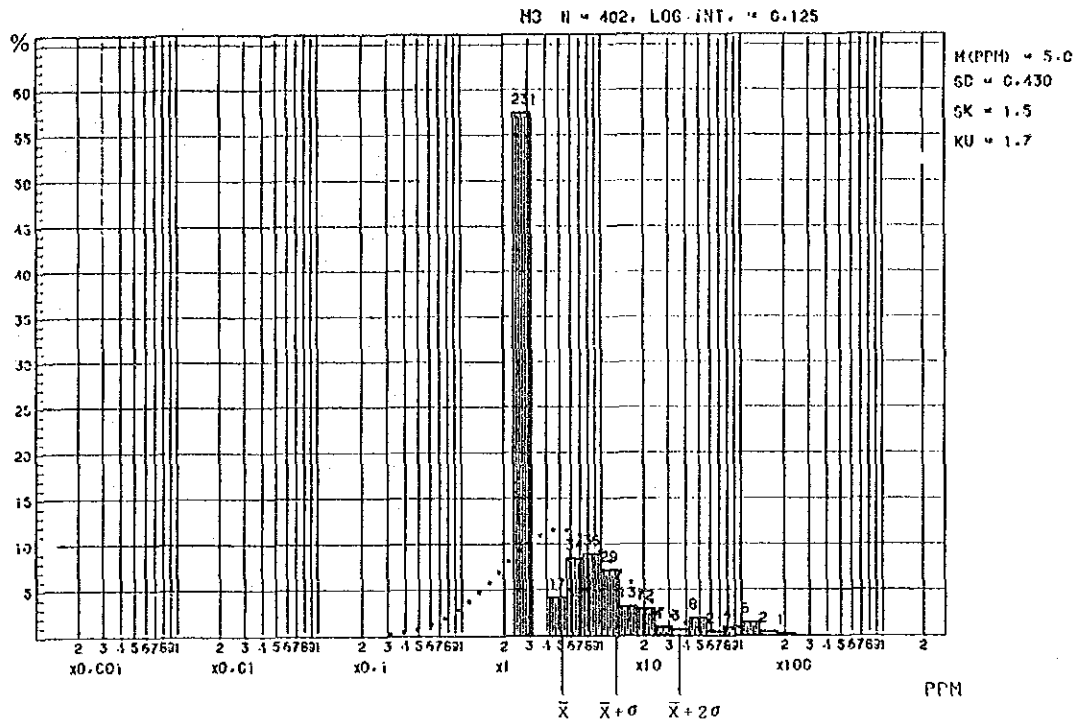


Fig. 2-5-7 熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム(Mo)

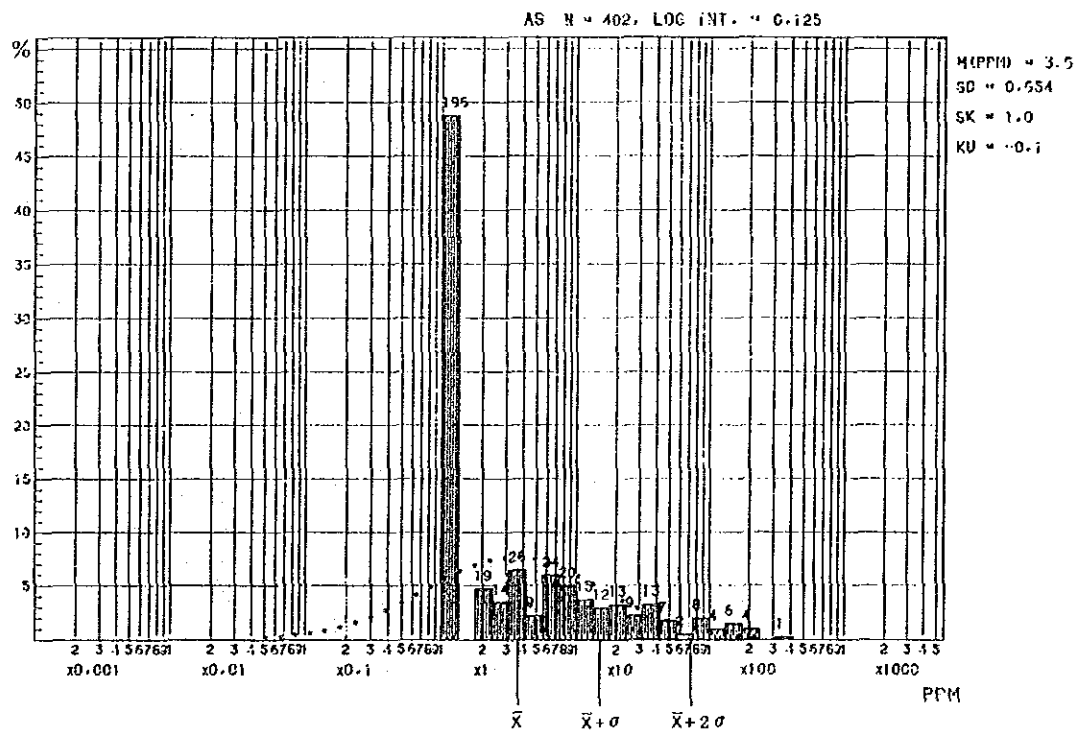


Fig. 2-5-8 熱水変質岩石地化学探査分析値のヒストグラム(As)

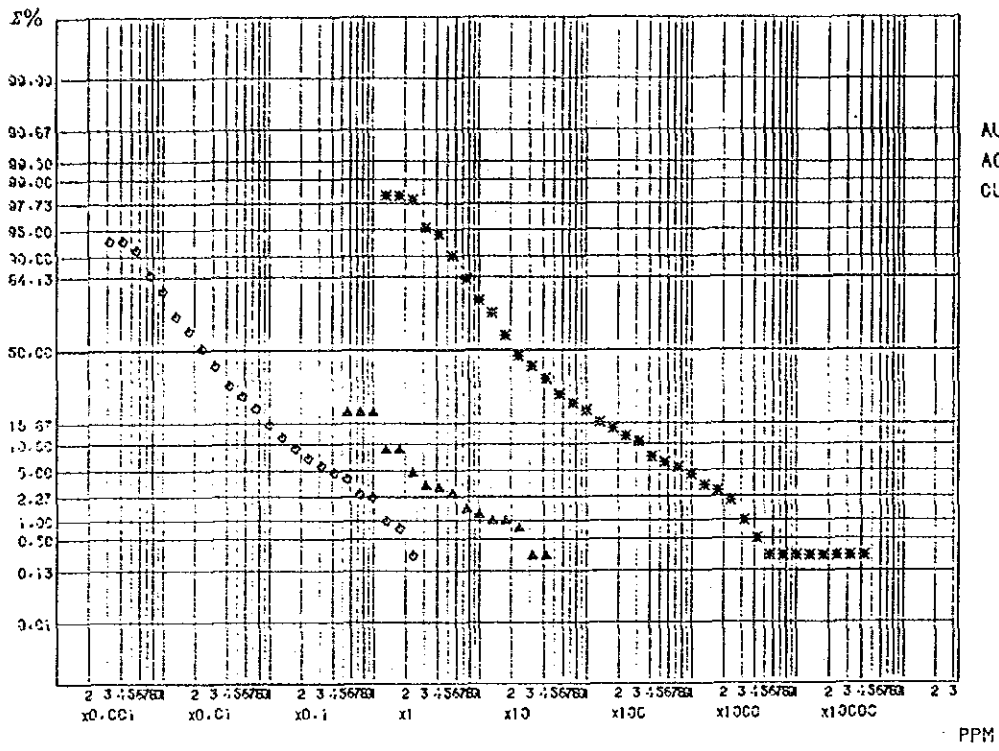


Fig. 2-5-9 熱水變質岩石地化学探査累積度数分布曲線(Au, Ag, Cu)

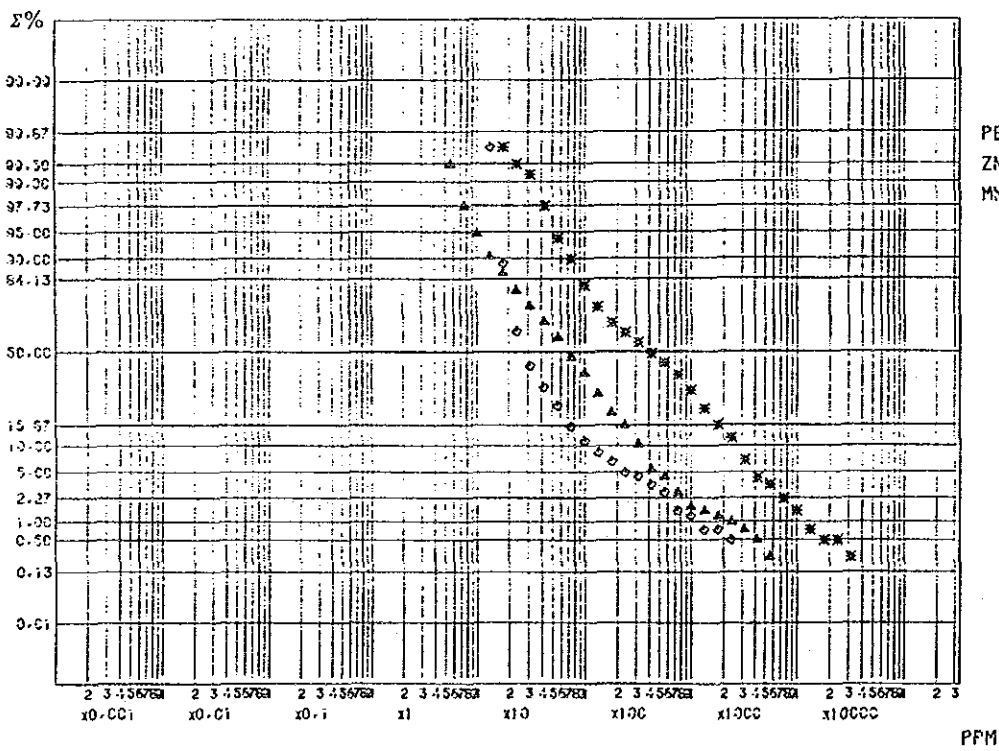


Fig. 2-5-10 熱水變質岩石地化学探査累積度数分布曲線(Pb, Zn, Mn)

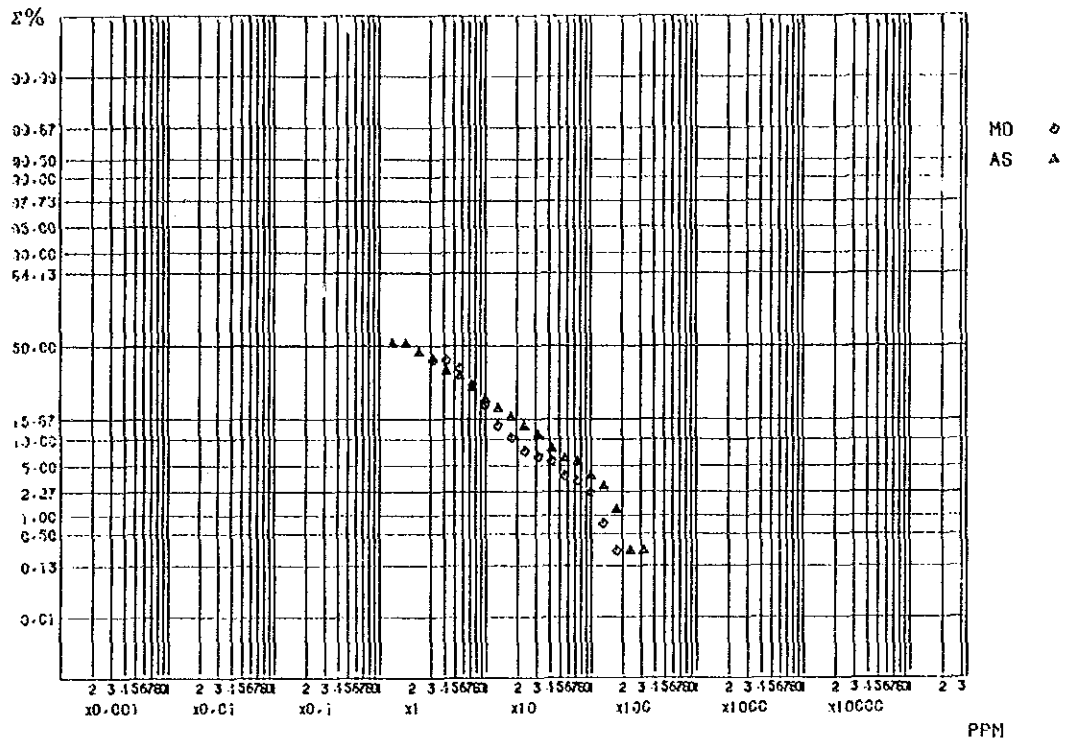


Fig. 2-5-11 熱水變質岩石地下學探查累積度數分布曲線 (Mo, As)

る。

② El Durazno

Au : 最高 2.66ppmを含む高濃度異常が変質帯中央部に認められ、Au 1.09 ppm 以上の異常の範囲は南北 1.4km以上、東西約 0.6kmに及ぶ。Au 0.3 ppm以上の高濃度異常は変質帯の中心部を構成するEW系のカリ長石-緑泥石帯にほぼ重複するか形で分布する。

Cu : 最高 43,800ppmを含む815 ppm 以上の高濃度異常が上述のカリ長石-緑泥石帯に分布する。濃度160 ppm 以上の異常の範囲はAu 0.109 ppm以上の異常の範囲に重複するが、多少狭い。

Mo : 37 ppm以上の高濃度異常が主にAu-Cu 高異常帯中に点在する。濃度14 ppm以上の異常の分布はAu 0.109 ppm以上及び Cu 160 ppm 以上の濃度分布と類似したパターンを示す。

Mn : 1,710 ppm 以上の異常は一部でAu-Cu-Mo高異常帯に重複するが、主にAu 0.109 ppm 以上の異常の外縁に分布する。

Zn : Au高濃度高異常の一部にZn 238 ppm以上の異常がみられるが、濃度分布に顕著な特徴は認められない。

Pb : 濃度分布に特徴が認められないが、変質帯の外周の2地点でPb 990 ppm及び331 ppm の高濃度異常が検出された。

As : 2 ppm 未満の低濃度が大半を占める。異常値としては、変質帯周縁部の1地点で26 ppmの以上の高濃度異常が検出されたのみである。

Ag : ほとんどが1 ppm 未満の低濃度を示す。

Au、Cu、Mo濃度に分布上の相関が認められ、Au-Cu-Mo高濃度異常帯は変質帯中心部のカリ長石-緑泥石帯の分布と調和的である。

③ Bajo las Pampitas

Au : 最高1.06 ppmを含む0.109 ppm 以上の異常が変質帯中央部に分布し、また、南部にも濃度0.109 ppm 以上の異常が認められる。

Cu : 全般に低濃度であるが、変質帯中央部から南部にかけてCu 160 ppm以上の弱異常が認められる。

Mo : 変質帯中央部のAu弱異常にほぼ重複して、Mo 14 ppm 以上の異常が認められる。

Zn, Pb : Zn 238 ppm以上、Pb 93 ppm 以上の弱異常がそれぞれ南部のAuの異常に重複して認められる。

Mn : 全般に低濃度であり、濃度分布に顕著な特徴が認められない。

As : 変質帯中央部及び北部周縁部にAs 16 ppm 以上の異常が点在する。

Ag : 大部分が1 ppm 未満の低濃度であるが、南部に1～2 ppm の濃度を示す部分が検出されている。

変質帯中央部のAu-Cu-Mo高異常帯は、Bajo la Alumbreira 及びEl Duraznoと同様な斑岩銅型の鉱化作用に対応する。また、南部のAU-Cu-Pb-Zn 高異常帯は鉱脈型鉱化作用の潜在を示唆している可能性がある。

④ Parallón Negro-Alto de la Blenda

Au : 最高 1.04ppmを含む0.109 ppm 以上の異常が数点で検出されたが孤立している。

Cu : 最高91 ppmであり、他の地域と比較して低い濃度が特徴的である。

Mn : 1,700 ppm 以上の異常がAlto de la Blenda 鉱脈帯に発達している。一方、Parallón Negro鉱床とLas Viscos脈の間では、スメクタイトーセリサイト変質帯に調和的なE-W方向に伸びる顕著な低濃度帯を形成する。

Zn : Alto de la Blenda 鉱脈帯に最高1,860 ppm の異常がみられ、またLos Viscos脈東部とParallón Negro脈西端部に 238 ppm以上の異常がみられる。

Pb : Parallón Negro西端部に最高値の473ppmを示す地点があり、またLos Viscosの東部に100～150ppmのやや高い濃集があるほかは全般に低い。

Mo : 殆どどの試料が検出限界の5 ppm 未満である。

As : Parallón Negro脈西部及びLos Viscos脈東部に71 ppm以上の高濃度異常が認められる。斑岩銅型鉱化帯と比較して全般に高い濃度を示す。

Ag : 1 ppm 未満の低濃度が約75%を占める。12 ppm以上の異常には一般にE-W方向の伸長が認められる。

本地区は高濃度のMnにより特徴づけられる。Auは母岩中では一般に低濃度であり、孤立して点在するAu高濃度異常はおそらく節理等を埋める微脈の混入によるものと思われる。As高濃度異常が鉱脈型鉱床の富鉱部周辺、特に上部に形成されている例は多い。

Parallón Negro脈西部及びその西方のLos Viscos脈にみられるAs高濃度異常は地下

深部に富鉍部の潜在を示唆するものかも知れない。

⑤ Agua Tapada

本地区はAgua Tapada 変質帯から南東方へ連なるSanto Domingo、La Josefa、Morro Bola等の鉍化変質帯を全て含んでいる。

Au : 0.109 ppm 以上の異常は僅かに孤立した4地点で検出されたに過ぎない。最高値はLa Josefa の0.309ppmである。

Cu : 一般に100ppm以下の低濃度であるが、La Josefa にはAu高濃度異常地点に2.450ppmの高異常がある。La Josefa 及びSanto Domingo には、Cu 160 ppm以上の異常が比較的多い。

Mn : Agua Tapada 東部から中部は顕著なMn低濃度帯を形成する。そのほかの区域には全般にMn 1.700 ppm以上の異常が広く分布する。

Zn : La Josefa のAu強高異常に重複して、Zn 5.400 ppmの最高値を示す異常がある。Agua Tapada のMn低濃度帯にはZn 238 ppm未満の低濃度帯が広く分布する。Mn高濃度異常帯は一般に238 ppm 以上のZn濃度を示す。Agua Tapada 東部、Santo Domingo 南方、La Josefa 北部及びMorro BolaにZn 798 ppm以上の高い濃集がみられる。

Pb : 全般に低濃度であるが、La Josefa のAu高異常及び上述したZn 798 ppm以上の区域を主体に、Pb 238 ppm以上の高い濃集部が認められる。

Mo : 全般に低濃度であり、特にAgua Tapada 変質帯はMo 5 ppm 未満の低濃度域が発達する。Santo Domingo 以東は、Mo 14 ppm 以上の濃度分布域が見られる。

As : 最高値170 ppm を含むAs 16 ppm 以上の異常がAgua Tapada 北部、La Josefa 北部及びMorro Bolaに分布する。

Ag : Agua Tapada 北西端のAu高異常地点にAg 51ppmの高濃度異常がある。また、La Josefa北部及びMorro Bolaの一部に2 ppm 以上の濃度分布がみられる。その他の区域は1ppm未満である。