

Semi_detailed_survey_area

Geological Section Lines

Ore deposits and Prospects

● Porphyry-Cu

● Porphyry-Cu, Mo

■ Porphyry-Cu, Au

● Vein and Irregular-Cu

● Vein-Mo

■ Vein-Au

● Vein-Ag, Pb, Zn

● Vein-Sb

■ Vein and Irregular-Fe

▲ Vein and Irregular-Mn

● Unknown-Cu

● Unknown-Au

● Unknown-Ag, Pb, Zn

Pb (geochem. + ore assay)

● 1023 - 46517 (ppm)

● 613 - 1022

● 233 - 612

● 49 - 232

● 1 - 48

Geomap Putre W

□ Qal (Recent sediments)

□ Qv (Quaternary-Tertiary volcanics)

□ Qvr (Quaternary-Tertiary ignimbrite)

□ TQc (Quaternary-Tertiary conglomerate)

□ Tig (Miocene-Pliocene ignimbrite)

□ Kc(i) (Cretaceous sediments)

□ Intrusive rocks

□ Tgd (Tertiary granodiorite)

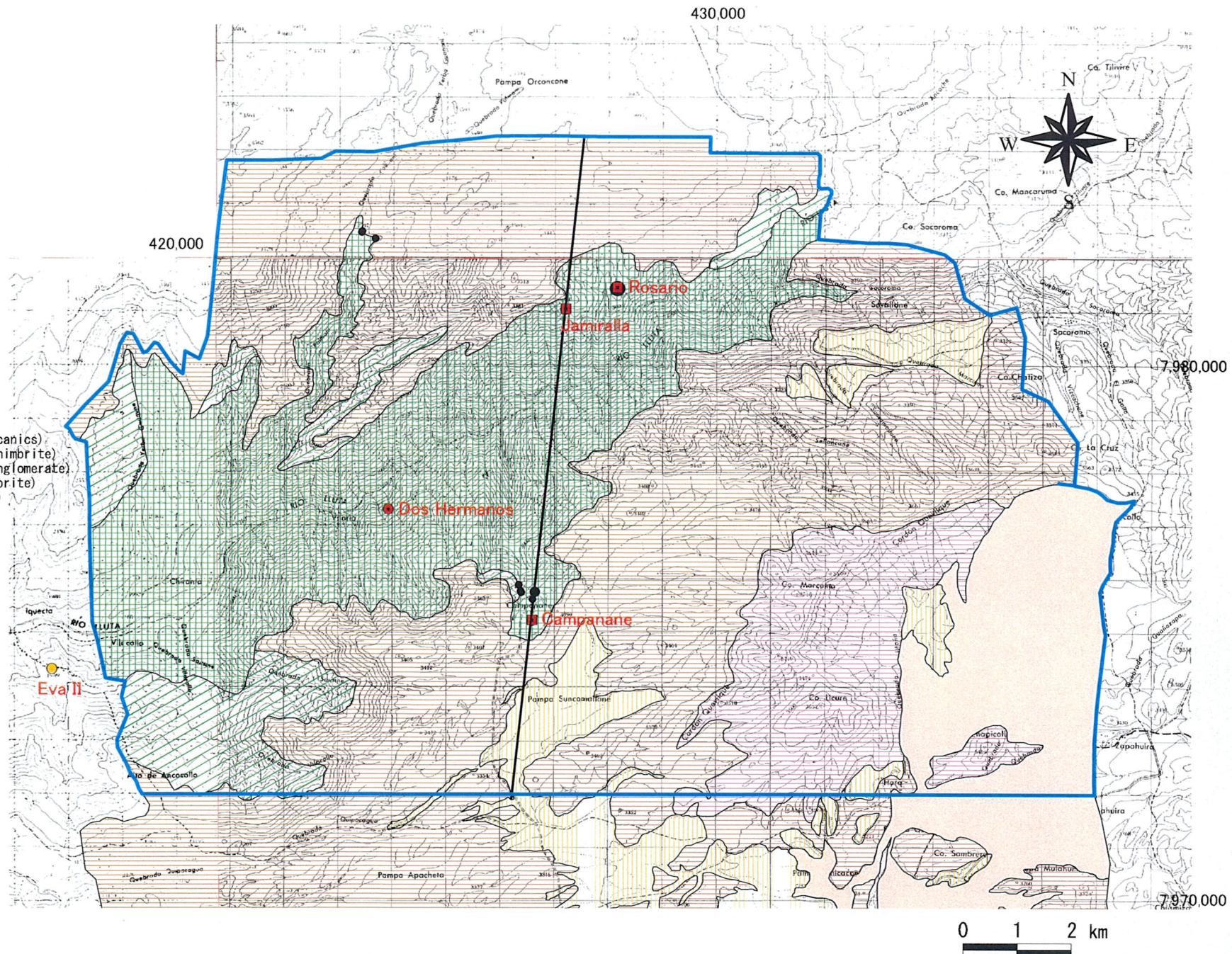


Fig. 2-1-65 (4) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Pb)

Semi_detailed_survey_area

Geological Section Lines

Ore deposits and Prospects

- Porphyry-Cu
- Porphyry-Cu, Mo
- Porphyry-Cu, Au
- Vein and Irregular-Cu
- Vein-Mo
- Vein-Au
- Vein-Ag, Pb, Zn
- Vein-Sb
- Vein and Irregular-Fe
- Vein and Irregular-Mn
- Unknown-Cu
- Unknown-Au
- Unknown-Ag, Pb, Zn

Zn (geochem. + ore assay)

- 224 - 2005 (ppm)
- 143 - 223
- 74 - 142
- 29 - 73
- 1 - 28

Geomap Putre_W

- Qal (Recent sediments)
- Qv (Quaternary-Tertiary volcanics)
- Qvr (Quaternary-Tertiary ignimbrite)
- Qtc (Quaternary-Tertiary conglomerate)
- Tig (Miocene-Pliocene ignimbrite)
- Kc(i) (Cretaceous sediments)
- Intrusive rocks
- Tgd (Tertiary granodiorite)

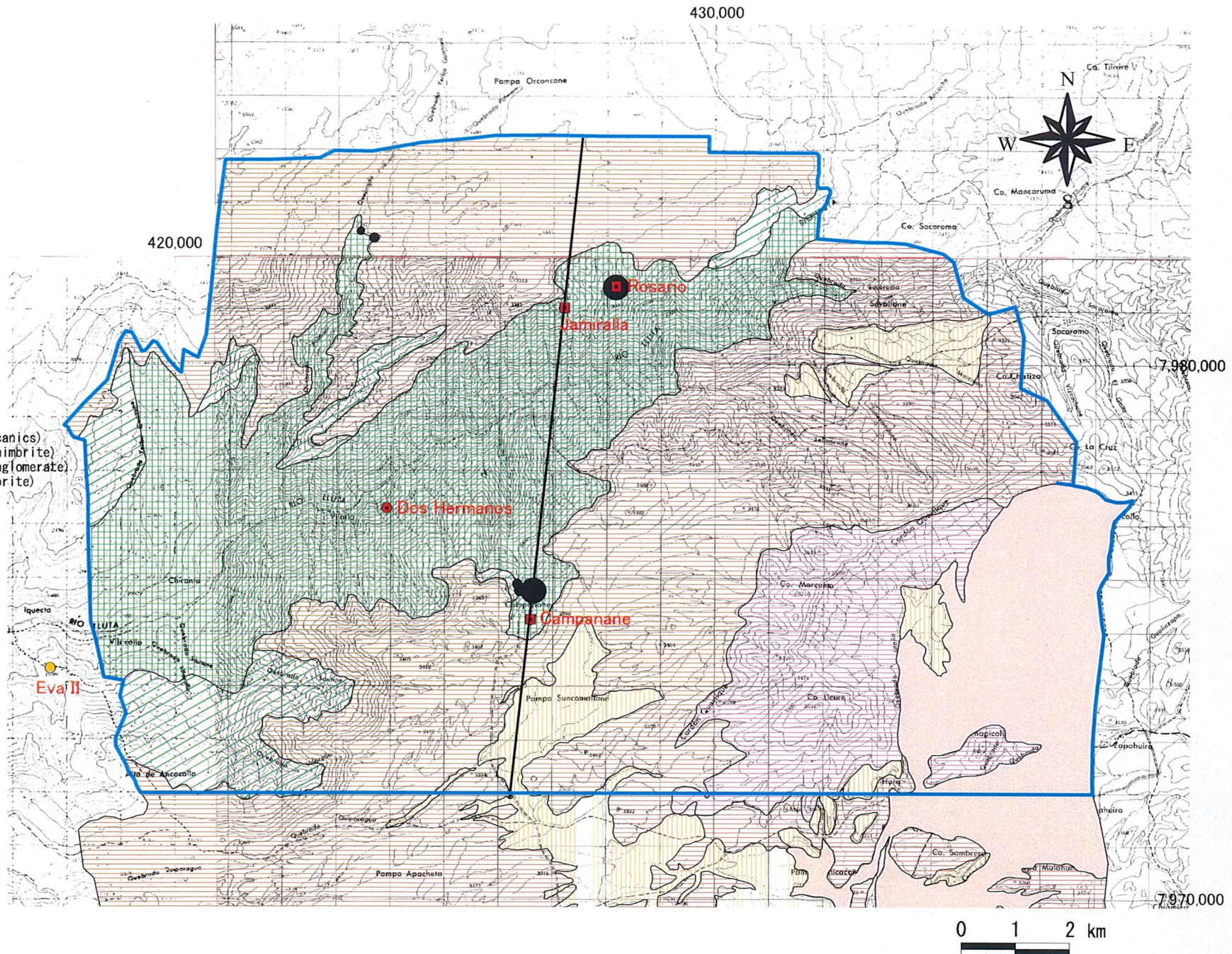


Fig. 2-1-65 (5) Geochemical Anomaly Map in the Area to the West of Putre (Zn)

Rosario両鉱徴地は、Campanane鉱徴地のNNE延長部に位置する。Campananeの鉱脈からは、黄銅鉱、黄鉄鉱、珪孔雀石が産する。各鉱徴地の鉱脈の周辺は珪化・セリサイト化変質帯となっており、カリ長石や電気石を伴うことがある。

岩石地化学異常として、Au-Ag-Cu-Pb-Znが検出された。

上記各鉱徴地は、空中磁気の中間強度帯、及び短波長低異常域周縁部の重なる部分に位置する。これらの鉱徴地分布域に空中磁気の中波長異常域は存在しない。

第2章 ボーリング調査

2-1 調査目的、孔位置及び地質境界位置

空中磁気の中間強度帯と中波長異常域周縁部の重なる部分又はその付近における地質及び鉱化変質状況を把握するためにボーリング 12 孔を実施した。

実施した各孔井の位置、孔口標高及び主な地質境界の位置は Table 2-2-1 に示した。

2-2 調査方法

試錐工事は、チリ法人である AUSDRILL-CHILE 社により実施された。同社の親会社は、オーストラリアのボーリング会社である。

① 工 法

本工事で採用された試錐工法は、一般にリバース・サーキュレーション・システム（通称、R/C）と呼称されている循環式エア掘りである。本工法は、ロッドの先端にハンマー部を取り付け、その先端にハンマー・ビットを接続して、このビットを回転させながら衝撃を与えて岩石を粉砕して、その岩屑を圧縮空気力で地上に搬出する掘削法である。

圧縮空気は、二重管になっているロッドの内管と外管の間隙を通過して孔底に送られ、そこで粉砕された岩屑とともにロッドの内管を通過して地上に送られる。送られるエアは、コンプレッサーによって通常 1,000 PSI 程度に圧縮されたものである。

本調査で採用された掘削法は、次の通りである。

まず、外径 7" のケーシングの先端にトリコン・ビットないしはハンマー・ビットを接続して掘進し、深度 6~40m にケーシングを設置する。ケーシング設置深度は地質状況により多少異なるが、6~20mが多い。本工法におけるケーシングの目的は、孔口保持程度にしか考えられておらず、孔壁を保持しながら掘削するという考えは少ない。

ケーシング設置後は、外径 5 1/2" のハンマー・ビットで一気に掘り進む。湧水もなく均質硬岩だと 1 方(12 時間)、200~250m掘進する場合もあったが、平均的には 1 方、100m前後であった。崩壊し易い未固結岩（砂礫など）の場合は、途中の砂礫が孔底に崩落して圧縮空気力をもってしても岩屑を地上に運び上げることが出来ず、ビット詰まりの原因となり、

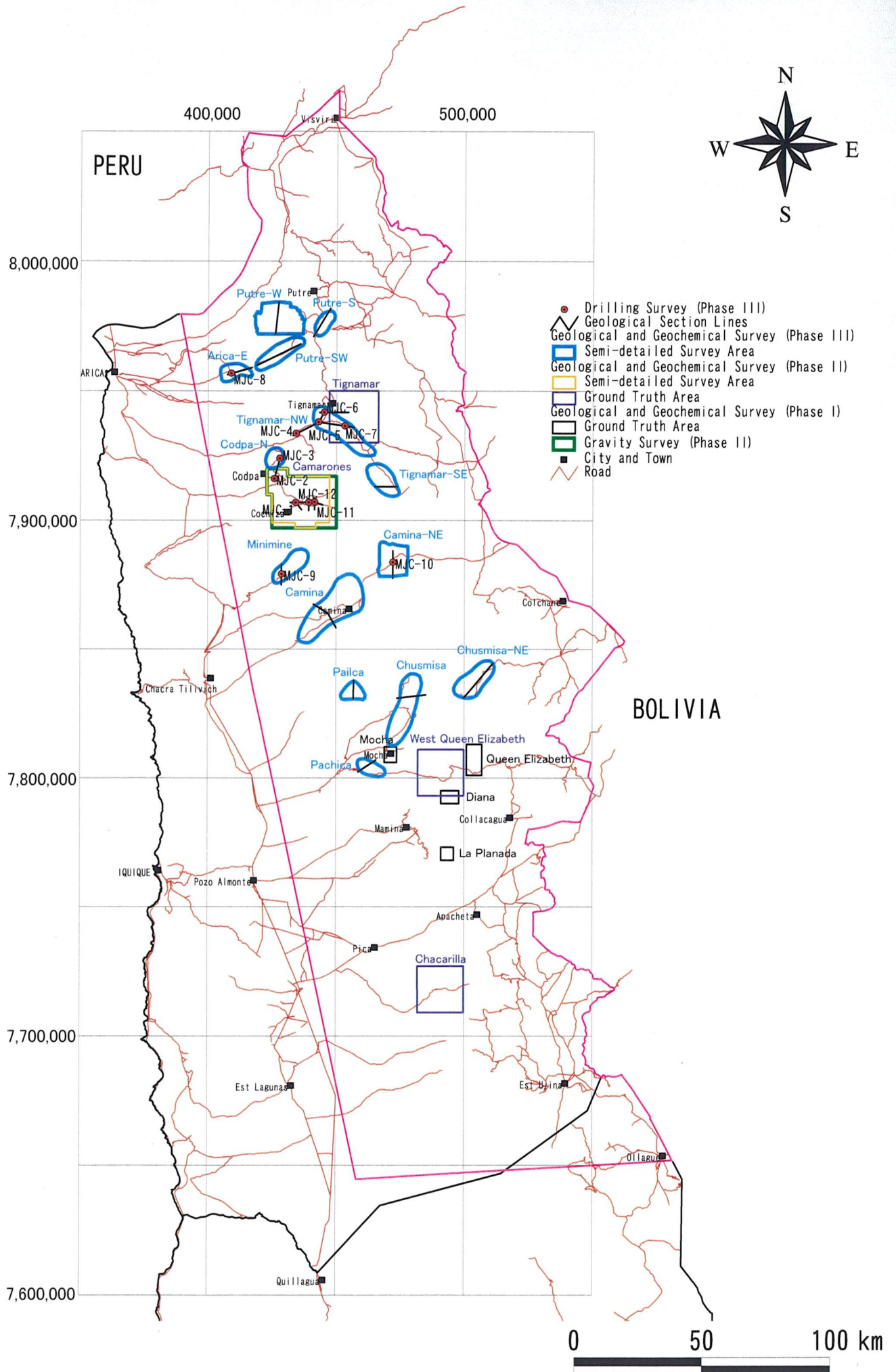


Fig. 2-2-1 Location Map of Drill Holes with Geological Section Lines

Table 2-2-1 Location of Holes and Geologic Boundaries

MJC-1			MJC-2			MJC-3			MJC-4			MJC-5			MJC-6		
COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)
Northing	Easting		Northing	Easting		Northing	Easting		Northing	Easting		Northing	Easting		Northing	Easting	
7906836	434234	-90	7916018	425878	-90	7923936	428041	-90	7933518	434372	-90	7937942	443117	-90	7941669	445282	-90
Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY
0	1825.0		0	2410.0		0	2509.0		0	3126.0	Tig	0	3567.0		0	3541.0	
136	1689.0	Tig / Kgd	82	2328.0	Qcp / Tig	342	2167.0	Tig / Tc	500	2626.0	Bottom of Hole	14	3553.0	Qvc / Tig	368	3173.0	Qvc / Qv
144	1681.0	Kgd / Kv(i)	318	2092.0	Tig / Tc	500	2009.0	Bottom of Hole				500	3067.0	Bottom of Hole	402	3139.0	Bottom of Hole
348	1477.0	Bottom of Hole	500	1910.0	Bottom of Hole												

MJC-7			MJC-8			MJC-9			MJC-10			MJC-11			MJC-12		
COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)	COORDINATES		Dip angle (°)
Northing	Easting		Northing	Easting		Northing	Easting		Northing	Easting		Northing	Easting		Northing	Easting	
7936453	453301	-90	7956731	409060	-90	7879115	428742	-90	7883670	472132	-90	7907077	441528	-90	7906907	439245	-90
Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY	Hole depth (m)	Elevation (m)	GEOLOGIC BOUNDARY
0	3809.0		0	1911.0		0	1672.0		0	3802.0		0	2334.0		0	2292.0	
212	3597.0	Qvc / Qv	54	1857.0	Qal / Tig	66	1606.0	Qcp / Qvr	6	3796.0	Qal / Qv	138	2196.0	Tig / Tc	18	2274.0	Qal / Tig (talus)
382	3427.0	Bottom of Hole	276	1635.0	Tig / Tc	174	1498.0	Qvr / TQc	394	3408.0	Bottom of Hole	428	1906.0	Tc / Kgd	32	2260.0	Tig (talus) / Qcp
			500	1411.0	Bottom of Hole	500	1172.0	Bottom of Hole				498	1836.0	Kgd / Tgd	66	2226.0	Qcp / Tig
												500	1834.0	Bottom of Hole	116	2176.0	Tig / Tc
															300	1992.0	Bottom of Hole

abbrev. : Qal=alluvial (gravel), Qcp=colluvial (gravel, talus), Qvc=Quaternary conglomerate-sandstone
 Qv=Quaternary-Tertiary andesite-basalt with tuff, Qvr=Quaternary-Tertiary rhyolitic ignimbrite, TQc=Quaternary-Tertiary conglomerate with pumice tuff
 Tig=Pliocene-Miocene rhyolitic ignimbrite
 Tc=Miocene-Oligocene conglomerate with tuffaceous sandstone
 Tgd=Tertiary intrusive rock (diorite porphyry, quartz diorite)
 Kgd=Cretaceous-Tertiary intrusive rock (quartz porphyry)

掘削不能に陥ることがしばしば起こった。粘着性の高い粘土質層の場合もジャーミングやビット詰まりを起こし易い。この場合は水を注入して粘性を下げて岩屑を運び出す方法を取ったが、粘性が高いと水の注入だけでは解決されなかった。

湧水があると掘削速度はやはり落ちる。湧水量も数十リットル／分程度だと孔底から戻って来る圧縮空気の一部をロッドの外管と孔壁の間を通し、落下する湧水を地表に押し上げて孔壁保持を行なうことが出来たが、湧水量が 100 リットル／分を超えると、空気圧でも湧水の落下を防ぐことは困難で、ビット詰まりやジャーミングの要因となった。本来この工法は、地下水の少ない乾燥地帯で開発されたものである。

泥水は一切使用されず、破砕帯や軟弱帯の崩壊防止には「石膏」やベントナイトの成分に似た液状の「liquipol」、あるいは石鹼に似た成分の「foam」などが使用されたが、それらの量は少なく、原則的には圧縮空気だけに頼るものであった。

② 使用機材

主な使用機材は、「試錐機本体」、「コンプレッサー」、「掘削ツール」、「燃料タンク」、「用水タンク」の 5 つのユニットからなる。各ユニットは、それぞれ 1 台のトラックに搭載されており、即ち、5 台のトラックに主要機材が分散して搭載されている。

掘削時のトラックの配列は常に一定で、孔から向かって右から「用水タンク車」、「掘削ツール車」、「試錐機本体車」、「コンプレッサー車」の順に配置されている。なお、「燃料タンク車」の位置については特に定められていなかった。各機材の詳細は巻末の通りである。

「試錐機本体車」には試錐機本体の他に梯子式檣（高さ 12m）が固定されており、掘削時には檣が油圧で立ち上がるようにセットされている（写真 A）。



写真 A

ロッド（長さ 6m）の接続および取り外しは、檣に取り付けられたワイヤーによる吊り上

げ方式を採用しているため、作業員が檣に登って作業することは故障以外にはない。従って、「掘削ツール車」は必ず「試錐機本体車」の右側に配置される。

掘削機は、オーストラリア製の型式：Schramm T-685W のリバース・サーキュレーションである。掘削能力は、垂直乾燥孔の条件で公称 800m である。エンジンは、ターボエンジンでその馬力は、650bhp (485kw)、回転速度：2,100 rpm である。掘削機本体にもコンプレッサーが取り付けられており、その能力は 500 PSI である。

「コンプレッサー車」(写真 B) は、コンプレッサーとブースターからなり、いずれもオーストラリア製である。前者の圧縮能力は 350PSI で、後者のそれは 900PSI である。エンジンはいずれもターボ・エンジンである。



写真 B

主要掘削ツールは、いずれもオーストラリア製である。ロッドは鋼鉄製で二重管になっており、外管の外径 11.5cm (肉厚 10mm)、内管の外径 6.0cm (肉厚 10mm)、長さ 6m のものが使用されていた。

ツール先端部のハンマーは、ハンマー台とハンマー・ビットからなる。ハンマー台は、ビットとロッドの間に設置されており、長さ 1m で、外径はロッドの外管の外径と同一である。ハンマー・ビットは、外径 13.75cm (通称 5 1/2 〃) で、先端部に 16 個のタングステン・カーバイトが植え込まれており、また、エア通路としてビットの外周部に 4 箇所の溝と内側に 2 箇所の円形の孔が切られている(写真 C)。

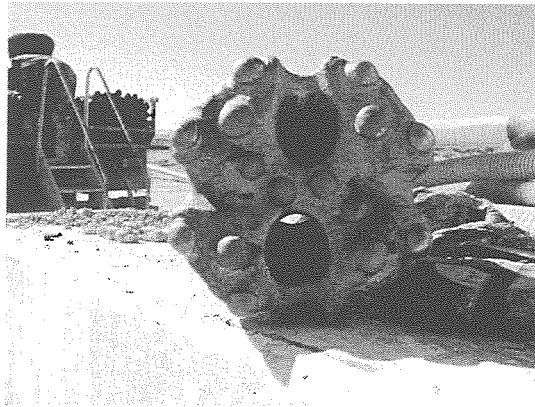


写真 C

ケーシングは、通常、外径 17.5cm (通称 7 $\#$)、肉厚 7mm、長さ 6m の鋼管が使用された。また、ケーシングの接続部は必ず溶接が行なわれていた。その目的は、ねじだけの接続だとネジ部で切断あるいはオーバー・ラッピングが起り易いので、それらを防止するためである。ケーシング回収時には溶接部を切断しなければならない。従って、ケーシング挿入・抜管作業にはかなりの時間を要した。

試錐機及びコンプレッサーの燃料は軽油であり、その燃料運搬用には 10,000 リットル容量のタンク車が常駐していた。

「用水タンク車」はタンク容量 20 トンの箱型あるいは楕円型タンクが使用された(写真 D)。



写真 D

以上の機材の他に補助機材としてサンプリング用の鉄製漏斗が 2 機使用された。1 機はドライ・サンプル用で、他の 1 機はウエット・サンプル用である。

③ 作業形態

掘削作業は 1 方 12 時間の二交代制をとり、1 方のクルーは機手 1 名、助手 3 名 (いずれ

もチリ人)がベースで、その上にチリ人の現場監督(スーパーバイザーと呼称されていた)が2方で1名置かれ、更にプロジェクト全体の総括責任者としてオーストラリア人1名が配備されていた。その他3名のチリ人サンプラーと1名の日本人ボーリング調査員が本作業に従事した。更に、溶接工1名、用水タンク車運転手1名、燃料タンク車運転手1名が常駐(いずれもチリ人)していた。以上の陣容のうち、燃料タンク車運転手およびサンプラー以外は Ausdrill 社の社員であり、燃料タンク車運転手はアリカ所在の燃料会社社員である。また、サンプラーはチリ法人の Geometal 社雇用人である。以上の他、作業が全て山間部であったため、コック2名が常駐して従業員の全食事を賄った。上記の現場監督および総括責任者は、原則として1の方作業に従事していたが、2の方で問題が発生すると夜間作業も行った。

試錐現場ではかまぼこ型テントを設営して作業従事者用宿舎とした。Ausdrill 社の従業員は、14日連続勤務して7日休む、といった勤務形態を採っていた。その他の作業員は全作業が終了するまで交替は行なわれなかった。

④ 機材運搬

機材は、Ausdrill 社の格納倉庫(アントファガスタ Antofagasta 所在)から搬出され、北に位置した試錐孔から南へ次の順で運搬され、最後の試錐孔、MJC-10が終了した後、再びアントファガスタへ運搬された。

MJC-8→MJC-6→MJC-7→MJC-5→MJC-4→MJC-3→MJC-2→MJC-1→MJC-11→
MJC-9→MJC-12→MJC-10

機材の運搬は、既述の主要機材搭載トラック5台のほか宿舎や調理兼食堂の資材を搭載したトラック1台、計6台のトラックに分散して行なわれた。この他、人の移動は、4台の小型トラックで行なわれた。

主要機材搭載トラックはいずれも大型車で、最大重量の「試錐機本体車」は総重量34トンの、大きさは11.5m(L)×2.5m(W)×3.7m(H)の大型車であるため、十分に余裕のある道幅と堅固な路肩の建設が必要であった。

⑤ 試錐用水

試錐用水は、20トンタンク車で近くの河川から汲み上げて運搬された。

⑥ 道路、試錐プラット・フォーム及び廃碎捨て場の造成

機材運搬道路、試錐プラット・フォームの建設及び廃碎捨て場の造成は、Ausdrill 社が土建業者に委託した。同建設にはブルドーザーやタイヤ・ローダーが利用された。また、MJC-10、11及び12孔に至る道路及びMJC-12用プラット・フォームの建設にはダイナマイトが一部使用された。道路建設業者は、コピアポ(Copiapo)あるいはアリカ(Arica)で雇用された。建設作業は、現場監督1名、作業員6名程度で構成されていた。

⑦ 試料の採取

試料の採取は、試錐助手 2 名（各方）の応援のもとに Geometal 社の 3 名により行なわれた。人員配置は、試錐助手も含め 1 の方 4 名、2 の方 3 名であった。

ロッド内管内を圧縮空気により押し上げられた岩屑（以下カッティングスと呼ぶ）は、写真 E の漏斗機を通してビニール袋に受け、深度 2m 分を 1 試料として計量した後、写真 F の縮分器で 2 回縮分したのから約 2kg を採取して化学分析用試料とした。



写真 E

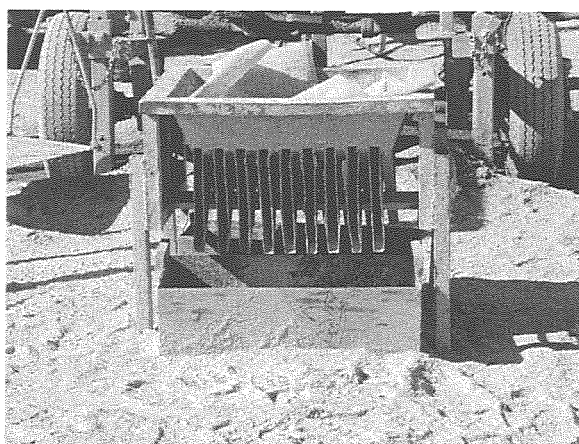


写真 F

また、縮分されたカッティングスから約 200g を篩い分けして粗粒試料と細粒試料に分けて試料箱（写真 G）に収納して観察用試料とした。

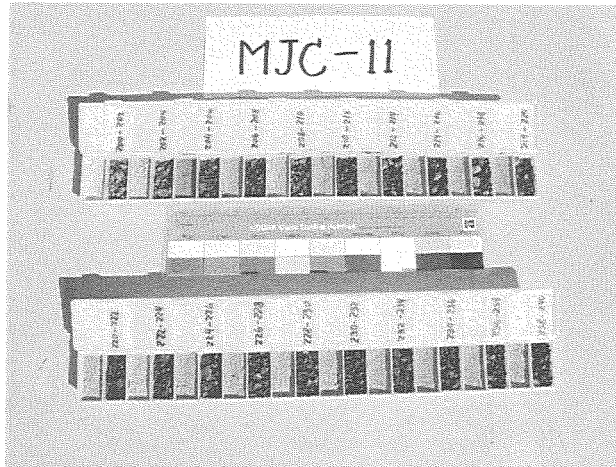


写真 G

試料箱は、大きさ 50cm(L)×7cm(W)×4cm(H) のプラスチック製で、20 の仕切りが設けられており、深度 2m 毎の試料が細粒と粗粒に分けられて夫々一つずつの仕切りに収納されている。従って一つの試料箱で深度 20m 分のカッティングスが収納されている。同試料箱には各仕切りに溝が切られた蓋が付いており、運搬時に試料がこぼれ出たり、混入を避ける防止策が施されている。また、深度 20m 毎に帯磁率用試料約 200g を採取した。同試料採取に当たっては人工の磁性物（ビット片など）の混入を防ぐため、それらを磁石で除去した。

化学分析等に供された後の残試料は、ビニール袋に入れて CODELCO の指定した同社のカラマ倉庫に保管された。

2-3 ボーリング掘進状況

掘進実績表、工程表及び、掘進工程図は巻末に示した。

掘削した 12 孔の当初計画掘削延長は各孔とも 500m であった。RC ボーリングは溶結凝灰岩や火成岩のような堅固な岩石に対しては極めて迅速に深部まで掘削した。しかし、MJC-6、-7 の 2 孔は、厚い未固結砂礫層の発達と湧水により孔内崩壊を起こし、それぞれ、402m、382m で掘進を中止した。MJC-1 は、広範囲な変質帯を掘削後、粘土の張り付きにより抑えられたロッドが切断し、ロッド・ハンマーが回収不能となったため、孔口をずらして再掘削したが、依然粘土の張り付きが強く 348m で掘削を中止した。また、MJC-10 は、黄鉄鉱染及び湧水を伴い広範囲に発達する軟弱な粘土化変質帯中を掘進し、ジャーミングをおこしたため、394m で掘削を中止した。

2-4 ボーリング孔の地質及び鉱化・変質作用

孔井地質柱状図、X 線分析結果、代表的試料の岩石薄片検鏡結果、及び鉱石研磨片検鏡結果は、巻末資料に付した。また、化学分析結果は、Table 2-2-2、Fig.2-2-4 及び巻末に示した。

Table 2-2-2 Assay Results of Alteration Zones and Mineralization Zone

Zone	Hole No.	Depth (m)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	S (%)		Pb/Cu
Oxi. Z.	MJC-1	136-142	37	6	25	42	0.84		0.66
Ser. Z.	MJC-1	142-184	45	6	8	45	4.52		0.08
Ser.-Chl. Z.	MJC-1	184-220	34	5	14	108	4.02		0.39
Chl.>Ser. Z.	MJC-1	220-266	31	5	6	94	3.02		0.22
Ser-Chl Z.	MJC-1	266-348	97	5	8	72	4.38		0.27
Oxi. Z.	MJC-11	428-456	26	6	35	35	0.37		1.45
Ser. Z.	MJC-11	456-500	20	7	14	102	1.83		0.82

Zone	Hole No.	Depth (m)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Hg (ppm)	Pb/Cu
Acid A. Z.	MJC-5	178-186	8	5	30	10	237	0.028	4.02
Acid A. Z.	MJC-6	90-94	16	10	63	18	586	0.030	3.84
Acid A. Z.	MJC-6	124-146	17	4	18	34	245	0.017	1.12
Fresh z.	MJC-10	6-14	121	9	5	165	38	0.593	0.04
Oxi. Z.	MJC-10	14-24	192	7	5	121	343	1.881	0.03
Acid A. Z.	MJC-10	24-36	155	5	4	153	50	0.585	0.03
Fresh Z.	MJC-10	36-58	75	5	4	124	116	0.902	0.05
Acid A. Z.	MJC-10	58-82	167	4	8	51	406	3.115	0.08
Fresh Z.	MJC-10	82-120	68	5	7	85	24	0.233	0.10
Acid A. Z.	MJC-10	120-220	41	4	4	71	291	0.364	0.15
Fresh Z.	MJC-10	220-308	21	4	6	79	32	0.093	0.28
Acid A. Z.	MJC-10	308-342	22	2	6	74	24	0.154	0.31
Fresh Z.	MJC-10	342-350	46	3	1	81	23	0.073	0.03
Acid. A. Z.	MJC-10	350-372	52	2	6	70	24	0.274	0.12
Fresh Z.	MJC-10	372-384	62	5	10	89	105	0.331	0.16
Acid. A. Z.	MJC-10	384-394	52	2	10	82	177	0.122	0.20
Prop. Z.	MJC-12	164-300	111	5	8	88	4	0.006	0.08

abbrev.: Oxi. Z.=oxidized zone A.Z.=alteration zone Ser-Chl. Z.=sericitic-chloritic alteration zone
 Prop. Z.=propylitic alteration zone
 r=correlation coefficient

以下に北から南へ、調査地域ごとに各孔の調査結果を記す。

(1) アリカ東地域 (MJC-8)

地質平面図は Fig.2-1-55 に、また、地質断面図は、Fig.2-1-56 に示した。

① 地質

本孔は、下位より、古第三系漸新統・新第三系中新統の礫岩、中新統・鮮新統のイグニンプライト及び沖積層の礫層からなる。

礫岩は、淡緑色を呈し、プロピライト質の安山岩、花崗岩類、斑岩類及び珪化岩の円礫からなり、下部では頻繁に淡緑色凝灰質砂岩の薄層を挟む。

イグニンプライトは、灰色～褐色を呈し、石英、黒雲母、斜長石及び少量の岩片を含む流紋岩質の溶結凝灰岩からなる。

礫層は、軽石凝灰岩、プロピライト質安山岩、花崗岩類等の礫からなる。

② 変質・鉱化

本孔には変質・鉱化は認められない。

(2) ティグナマール北西地域 (MJC-4, 5, 6, 7)

地質平面図は Fig.2-1-37 に、また、地質断面図は、Fig.2-1-38 に示した。

MJC-4:

① 地質

本孔は、中新統・鮮新統のイグニンプライトからなる。

イグニンプライトは、褐色を呈し、石英及び黒雲母を含む流紋岩質の溶結凝灰岩からなり、下部に安山岩礫からなる暗灰色礫岩の薄層を挟む。

② 変質・鉱化

本孔には注目すべき変質・鉱化は認められないが、深度 476～482m 間に石英細脈の存在が推定される。

MJC-5:

① 地質

本孔は、主として、中新統・鮮新統のイグニンプライトからなり、表層部に上部新第三系・第四系の珪長質軽石凝灰岩が分布する。

イグニンプライトは、灰色～褐色を呈し、石英、黒雲母、斜長石及び少量の岩片を含む流紋岩質の溶結凝灰岩からなる。

軽石凝灰岩は白色を呈し、少量の岩片を含む。

② 変質・鉱化

本孔には注目すべき変質・鉱化は認められないが、深度 340m 付近の弱珪化部に鏡下で緑簾石が認められる。また、溶結凝灰岩の上部、深度 158～160m 間及び深度 178～186m 間には褐鉄鉱の鉱染が認められる。深度 158m の試料から明礬石が検出された。また、上記変質帯の化学分析結果は、高い As 異常を示した(Table 2-2-2)。

MJC-6:

① 地質

本孔は、主として、上部新第三系-第四系の礫層からなり、シルト岩や軽石凝灰岩の薄層を挟む。また、下部には玄武岩が分布する。

礫層は、灰色を呈し、安山岩～デイサイト質の礫からなり、粒度変化が激しく細礫層、粗粒砂層及びシルト層に変化する。

軽石凝灰岩は、白色を呈し、デイサイト質である。

玄武岩は、暗灰色を呈し、強磁性を有する。

② 変質・鉱化

本孔には注目すべき変質・鉱化は認められないが、深度 90～92m 間及び深度 100～102m 間の軽石凝灰岩中に黄色変質部が、また、深度 124～128m 間の礫層中及び深度 134～146m 間の軽石凝灰岩中に赤色変質部が存在する。深度 124m の試料からセリサイト及び鉄明礬石が検出された。また、上記変質帯の化学分析結果は高い As 異常を示した(Table 2-2-2)。

MJC-7:

① 地質

本孔は、下位より、上部新第三系-第四系の玄武岩、苦鉄質安山岩・同質火砕岩及び礫層からなる。

玄武岩及び苦鉄質安山岩は、ともに黒色を呈して互層状に胚胎し、火砕岩を挟む。

礫層は、褐色～灰色を呈し、安山岩～デイサイト質の礫及び珪化流紋岩の礫からなる。

② 変質・鉱化

本孔には注目すべき変質・鉱化は認められないが、深度 78～80m 間、深度 98～100m 間、深度 132～134m 間及び深度 166～170m 間の礫層中に赤色変質部が、また、深度 248～250m 間の安山岩中に黄色変質部が存在する。深度 168m の試料からセリサイト及びカオリンが検出された。また、深度 78～80m 間及び深度 98～100m 間の変質帯の化学分析結果は比較的

高い As 異常を示した(Table 2-2-2)。

(3) コドバ地域 (MJC-2, 3)

地質平面図は Fig.2-1-34 に、また、地質断面図は、Fig.2-1-35 に示した。

MJC-2:

① 地質

本孔は、下位より、古第三系漸新統・新第三系中新統の礫岩、新第三系中新統・鮮新統のイグニンプライト及び第四系更新統・完新統の礫層からなる。

古第三系漸新統・新第三系中新統の礫岩は、下部に軽石凝灰岩及び凝灰質砂岩を挟む。

イグニンプライトは、褐色を呈し、石英、黒雲母を含む流紋岩質の溶結凝灰岩からなる。

第四系更新統・完新統の礫層は、イグニンプライトの礫に富む。

② 変質・鉱化

本孔には変質・鉱化は認められない。

MJC-3:

① 地質

本孔は、下位より、古第三系漸新統・新第三系中新統の礫岩、新第三系中新統・鮮新統のイグニンプライト及び第四系更新統・完新統の礫層からなる。

古第三系漸新統・新第三系中新統の礫岩は、下部にデイサイト質軽石凝灰岩薄層を挟む。

イグニンプライトは、褐色を呈し、石英、黒雲母を含む流紋岩質の溶結凝灰岩からなる。

第四系更新統・完新統の礫層は、安山岩、軽石凝灰岩等の礫からなる。

② 変質・鉱化

本孔には変質・鉱化は認められない。

(4) カマローネス地域 (MJC-1, 11, 12)

地質平面図は Fig.2-2-2 に、また、地質断面図は、Fig.2-2-3 に示した。

MJC-1:

① 地質

本孔は、下位より、上部白亜系の安山岩、上部白亜系・古第三系の石英斑岩質角礫岩及び新第三系中新統・鮮新統のイグニンプライトからなる。

安山岩は、セリサイト化、緑泥石化等の強い変質を受けているが、斑状組織は認められる。

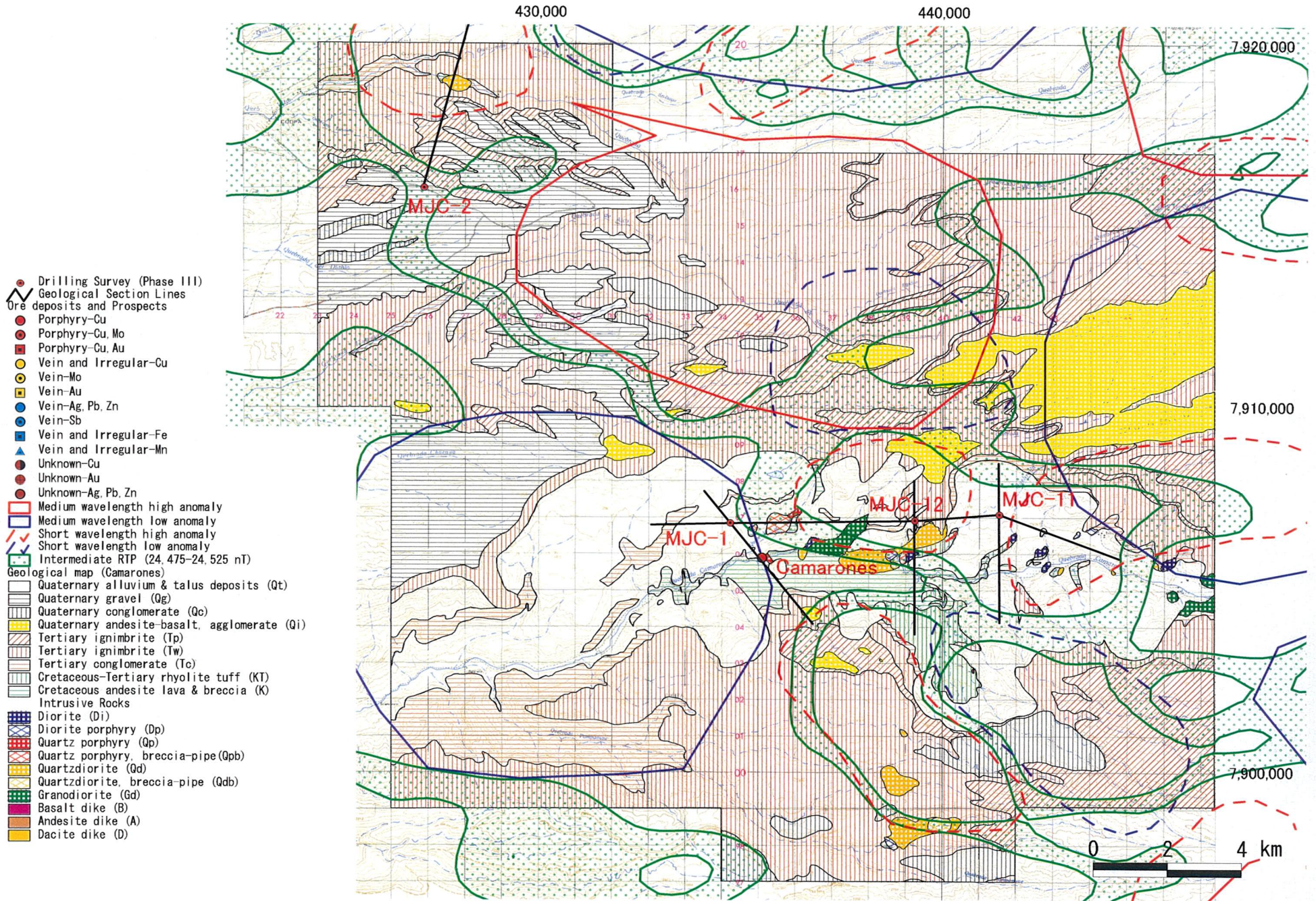


Fig. 2-2-2 Geological Map with Section Lines of the Camarones Area

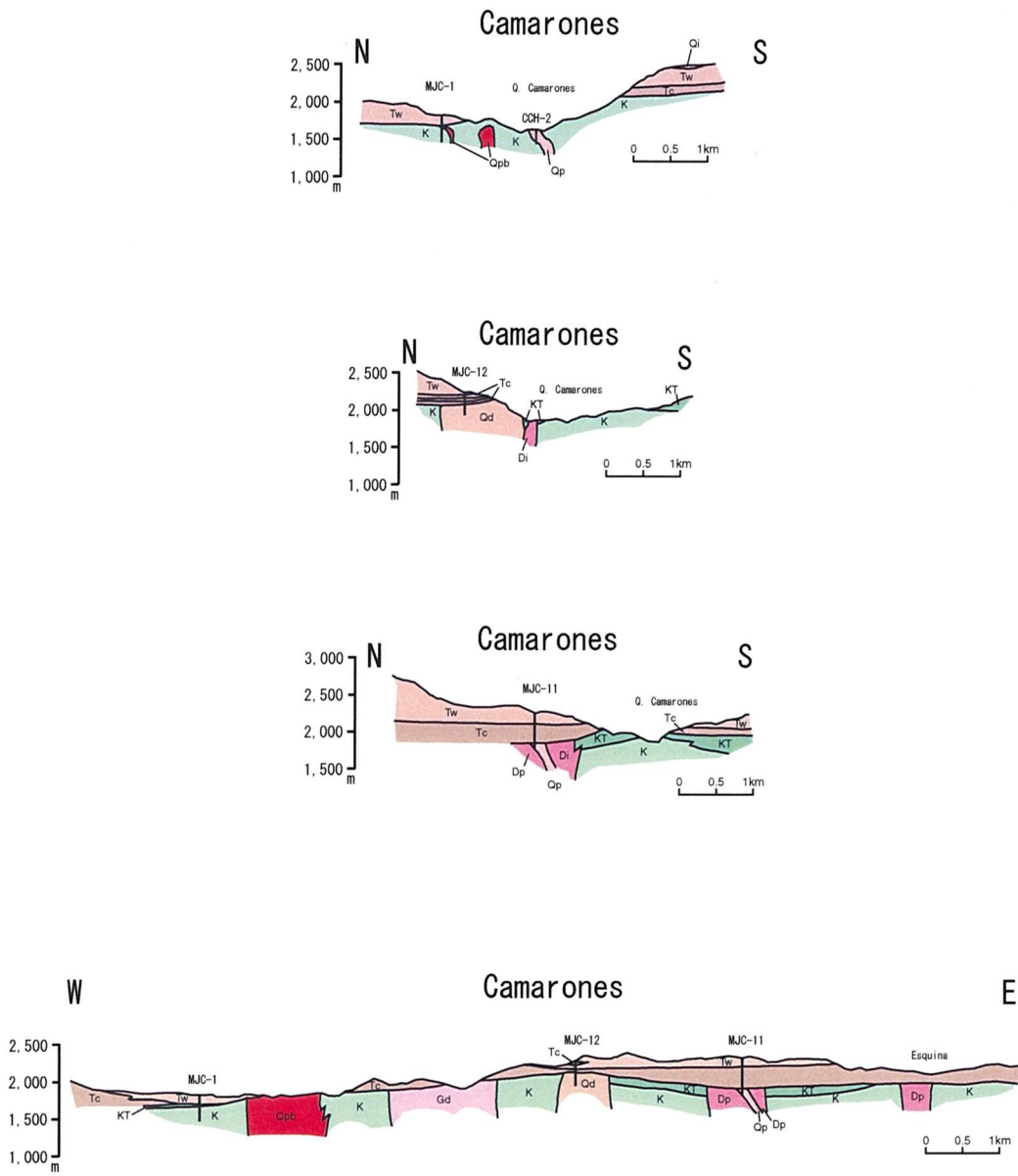


Fig. 2-2-3 Geological Profiles of the Camarones Area

261

石英斑岩質角礫岩は、破碎組織を有するセリサイト化変質岩で、酸化して赤褐色を呈する。イグニンプライトは、紫灰色～褐色を呈し、石英、黒雲母を含む流紋岩質の溶結凝灰岩からなる。本孔はイグニンプライトの下位に礫岩層を欠いていることから、このイグニンプライトは地滑り堆積物と推定される。

② 変質・鉱化

深度 136m以深の石英斑岩質角礫岩及び安山岩は、セリサイト化・珪化変質を主体とし、深度 185m以深には緑泥石化も伴われる。

深度 136～142m間の石英斑岩質角礫岩は褐鉄鉱化が著しい酸化帯である。また、深度 142m以深の石英斑岩質角礫岩及び安山岩中には比較的強い黄鉄鉱鉱染が認められる。本孔では肉眼的に銅鉱物を識別することはできなかった。深度 306m以深は、上部に比べ Cu 含有量がやや多い(Fig.2-2-4)。

MJC-11:

① 地質

本孔は、下位より、上部白亜系・古第三系の閃緑斑岩・石英斑岩、新第三系中新統の礫岩及び新第三系中新統・鮮新統のイグニンプライトからなる。

閃緑斑岩は、暗灰色を呈し、セリサイト化・緑泥石化を受け、黄鉄鉱の鉱染を伴う。

石英斑岩は、白色～灰色を呈し、大型の石英斑晶(3-5mm)を含む。

礫岩は、石英閃緑岩、石英斑岩、花崗閃緑岩、安山岩、珪化岩、凝灰質砂岩等の礫からなり、上部には白色～ピンク色の火山灰薄層を挟む。

イグニンプライトは、赤色～紫灰色を呈し、石英、黒雲母を含む流紋岩質の溶結凝灰岩からなる。

② 変質・鉱化

深度 428m以深の石英斑岩及び閃緑斑岩は、強いセリサイト化・珪化変質を受けている。

深度 456m以浅の石英斑岩は褐鉄鉱化を受けた酸化帯で、深度 456m以深の石英斑岩及び閃緑斑岩中には比較的強い黄鉄鉱鉱染が認められる。本孔では肉眼的に銅鉱物を識別することはできなかった。また、化学分析の結果は総じて低品位であった(Fig.2-2-4)。

MJC-12:

① 地質

本孔は、下位より、上部白亜系・古第三系の石英閃緑岩、新第三系中新統の礫岩、新第三系中新統・鮮新統のイグニンプライト及び第四系礫層からなる。

石英閃緑岩は、暗緑色を呈し、緑泥石化・緑簾石化を受けている。

礫岩は、石英閃緑岩の礫を含み、シルト岩～砂岩及び軽石凝灰岩の薄層を挟む。

イグニブライトは、赤褐色を呈し、デイサイト質の軽石凝灰岩と、石英、黒雲母を含む流紋岩質の溶結凝灰岩とからなる。

第四系礫層は、イグニブライトを挟むが、これらは地滑り堆積物と推定される。

② 変質・鉱化

深度 164m以深の石英閃緑岩は、比較的強いプロピライト化変質を受け、部分的にセリサイト化及び黄鉄鉱の弱鉱染を伴っている。

本孔では肉眼的に銅鉱物を識別することはできなかった。また、化学分析の結果は比較的高い Cu バックグラウンド値を示した(Fig.2-2-4)。

(5) ミニミニ地域 (MJC-9)

地質平面図は Fig.2-1-32 に、また、地質断面図は、Fig.2-1-33 に示した。

MJC-9:

① 地質

本孔は、下位より、新第三系中新統・鮮新統のイグニブライト、上部新第三系・第四系の礫岩、イグニブライト及び第四系更新統・完新統の礫層・崖錐堆積物からなる。

新第三系中新統・鮮新統のイグニブライトは、ピンク色～灰色を呈し、石英、黒雲母を含む流紋岩質の溶結凝灰岩からなり、結晶凝灰岩薄層を挟む。

上部新第三系・第四系の礫岩は、暗灰色～褐色を呈し、安山岩質～デイサイト質の礫からなり、上部に結晶凝灰岩及び軽石凝灰岩を挟む。

上部新第三系・第四系のイグニブライトは、ピンク色～褐色を呈し、多量の石英と黒雲母を含む流紋岩質の溶結凝灰岩からなる。

第四系更新統・完新統の礫層・崖錐堆積物は、安山岩質～デイサイト質の礫、結晶凝灰岩及び軽石凝灰岩のブロックからなる。

② 変質・鉱化

本孔には注目すべき変質・鉱化は認められないが、深度 484m以深には部分的にセリサイト化が認められる。

(6) カミーニャ北東地域 (MJC-10)

地質平面図は Fig.2-1-28 に、また、地質断面図は、Fig.2-1-29 に示した。

MJC-10:

① 地質

本孔は、上部新第三系・第四系の玄武岩溶岩及び沖積層からなる。

玄武岩溶岩は、暗灰色を呈する無斑晶質の岩石である。随所に強変質岩を挟む。

沖積層は、表層に薄く分布し、礫及び砂からなる。

② 変質・鉱化

本孔には広範囲にカオリン-スメクタイトからなる強い粘土化変質が発達し、一部に珪化を伴う。

深度 14～24m間に褐鉄鉱鉱染が、また、深度 36m以深に細粒黄鉄鉱の鉱染が発達している。地化学分析の結果は、深度 14～36m間及び深度 68～82m間の変質帯に Cu-As-Hg 異常が認められる(Fig. 2-2-4)。

2-5 磁気異常と地質・鉱化の関係

空中磁気の中強度帯と中波長異常域周縁部の重なる部分またはその近傍で実施した 12 孔のボーリングのうち、斑岩銅鉱床の胚胎層準である漸新世前期以前の地層(先下部漸新統)に到達したのはカマローネス地域の 3 孔(MJC-1, 11, 12)である。このうち、MJC-1 及び MJC-12 は、それぞれ、カマローネス鉱徴地の斑岩銅型鉱化作用の関係火成岩である石英斑岩と同質の角礫貫入岩及び貫入火成岩を捕捉し、旺盛な黄鉄鉱鉱化を確認した。また、MJC-11 も始新世前期の活動と考えられる石英閃緑岩を捕捉し、弱い黄鉄鉱鉱化を確認した。

一方、カマローネス地域以外で実施した 9 孔は、古第三系漸新統・新第三系中新統の礫岩若しくはこれより若い地層中を掘進した。このうち、アリカ東地域(MJC-8)やコドバ地域(MJC-2, 3)では、古第三系漸新統・新第三系中新統の礫岩まで掘進し、先下部漸新統に近づいている。

坑井地質及びカッティングスの帯磁率変化から、空中磁気の中波長異常または短波長異常と基盤深度との関係を見いだすことはできない。カマローネス地域では、地上の先下部漸新統分布域からボーリングまでの距離が 1km 以内と短かったことが、先下部漸新統に到達した大きな理由と考えられる。

カッティングスの帯磁率変化の一般傾向は、坑井地質や変質と対応している。すなわち、苦鉄質火成岩の帯磁率は高く、また、第三系及び上部第三系・第四系の礫岩の帯磁率は、火砕岩や浅部礫層のそれに比べ高い。また、帯磁率は、フィリック変質帯、酸性変質帯及び酸化帯で相対的に低く、プロピライト化変質帯で高い。

カマローネス地域の 2 孔は斑岩銅鉱床型の鉱化・変質帯を捕捉した可能性が高いと考えられ、カミーニャ北東地域の 1 孔(MJC-10)は、第三系・第四系火山岩中に浅熱水型の鉱化・変質帯を捕捉したと考えられる。これらの地域の貫入火成岩や変質が磁気異常と密接に関係している可能性は考えられるが、先下部漸新統に到達したボーリング数が少ないことから、磁気異常と斑岩銅鉱床型の鉱化・変質帯との関係を速断することは危険である。また、MJC-10

と比較的類似の地質環境を有する他孔(MJC-6, 7)に鉍化が認められないことから、上記磁気異常(空中磁気の間接強度帯と中波長異常域周縁部)以外にも浅熱水型の鉍化・変質帯の分布を規制している条件が存在すると考えられる。

MJC - 1A

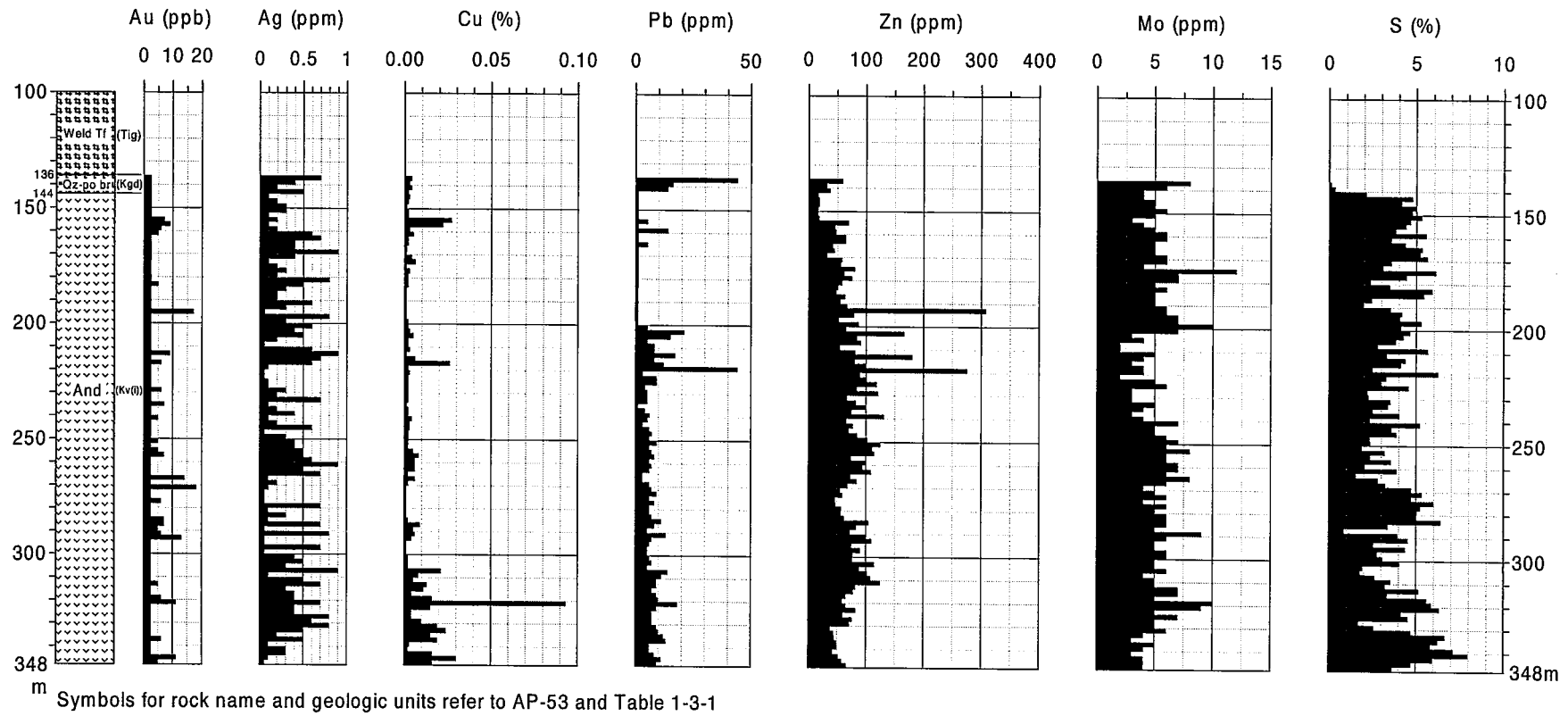
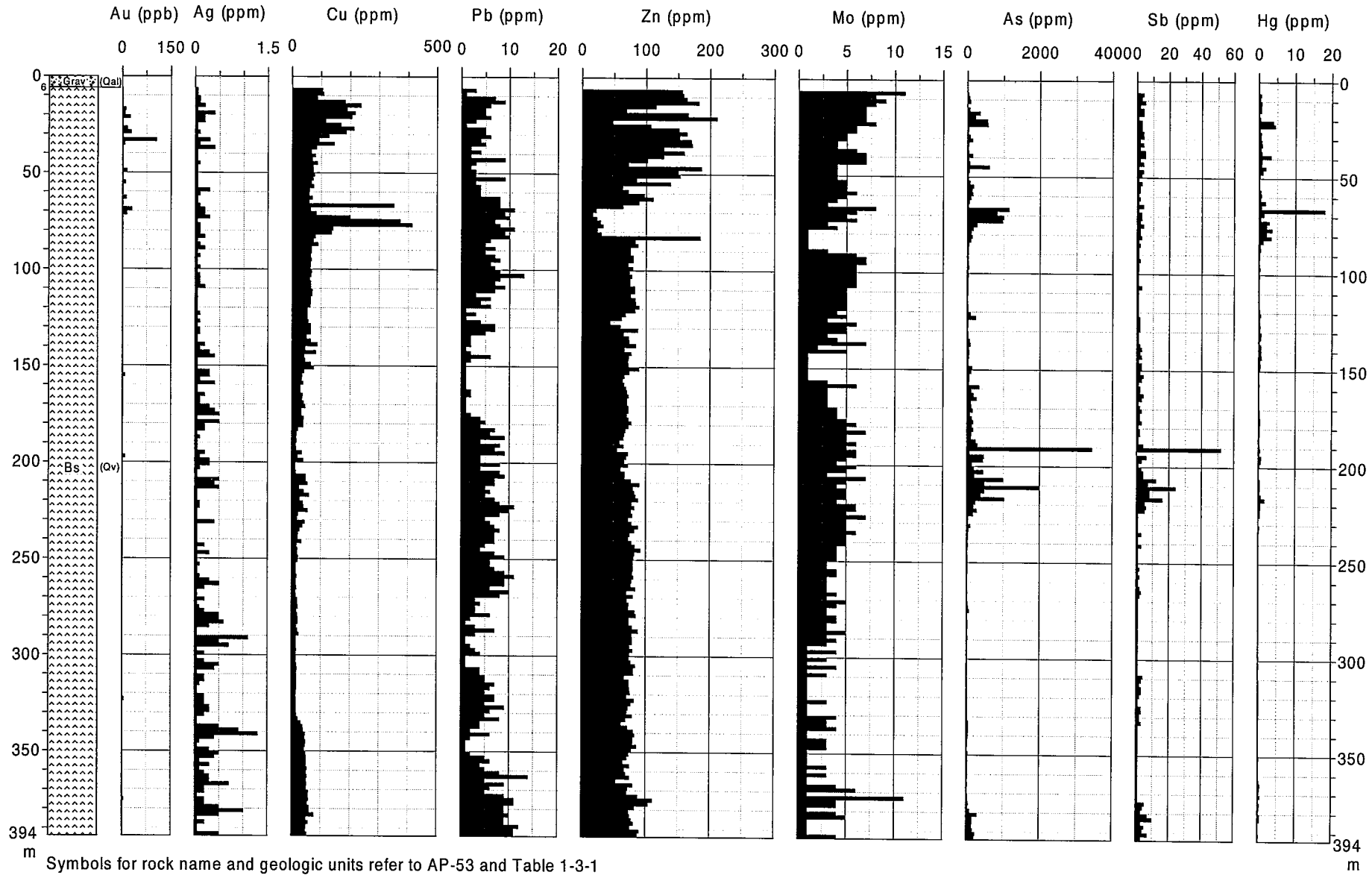


Fig. 2-2-4 Histogram of Assay Results of Drill Holes (MJC-1A)

MJC - 10

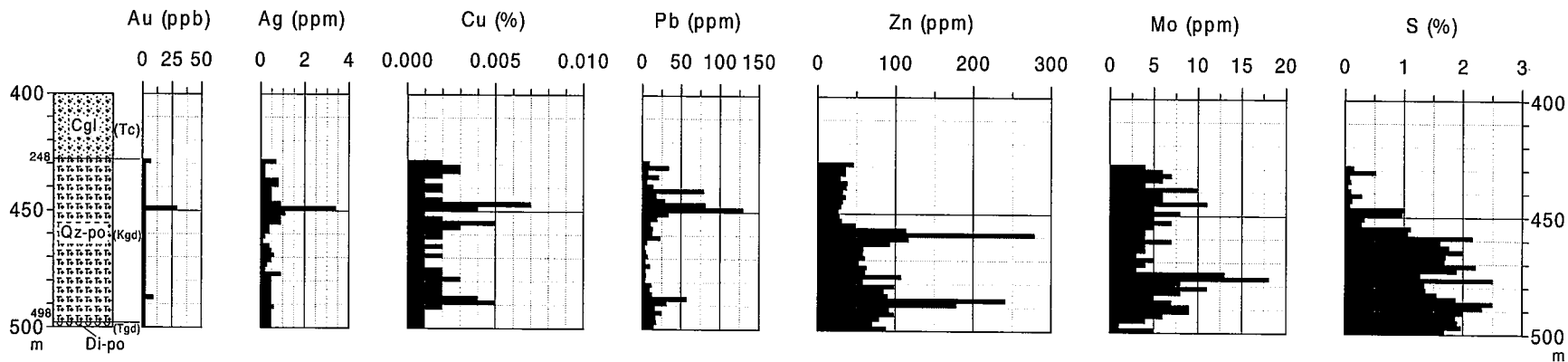


Symbols for rock name and geologic units refer to AP-53 and Table 1-3-1

Fig. 2-2-4 Histogram of Assay Results of Drill Holes (MJC-10)

— 276 —

MJC - 11



MJC - 12

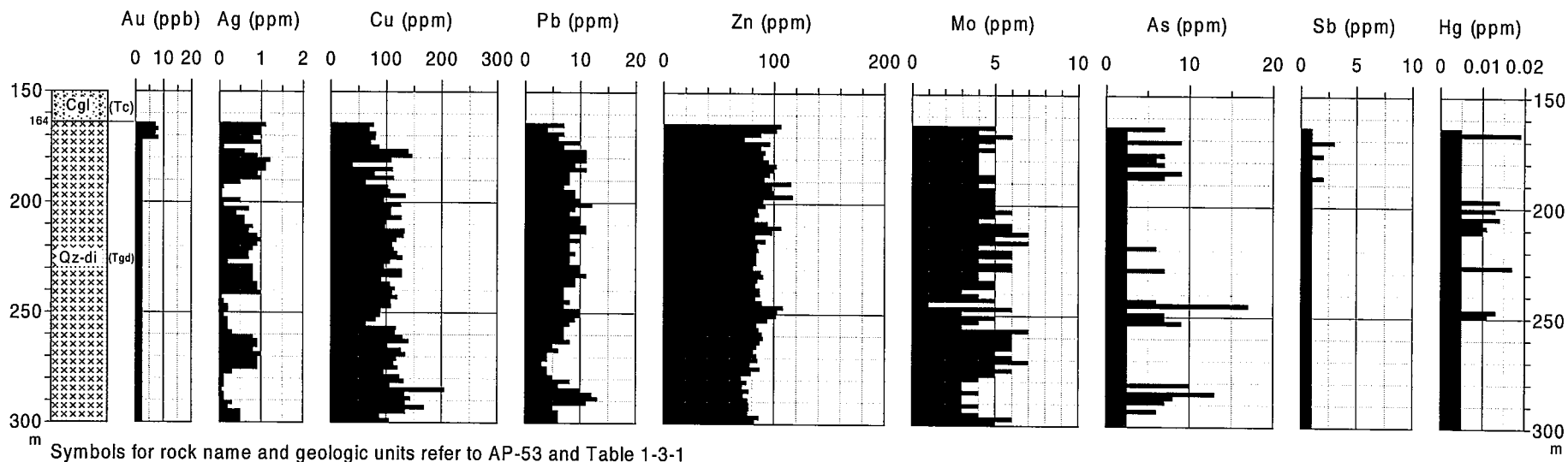


Fig. 2-2-4 Histogram of Assay Results of Drill Holes (MJC-11, MJC-12)

第3章 空中磁気探査再解析

マクロな視点で見ると、チリ北部の主要な斑岩銅鉱床の分布と横断性磁気異常(Transverse magnetic anomalies)との間に高い相関があることがCODELCOによって指摘されてきた。第I州の中～南部に位置する主要な斑岩銅鉱床はこれに当てはまるが、Fig.2-3に見るように、北部地域については横断性磁気異常が不明瞭になっているため、本調査では、横断性磁気異常に限定せずすべての磁気異常を解析・検討の対象とした。斑岩銅鉱床と磁気異常との関係を個々の磁気異常レベルで検討するため、周波数解析手法を適用した。

空中磁気探査再解析の作業の流れをFig.2-3-1に示す。第2年次調査でデータ取得、既存データのコンパイル、磁気図作成、磁気構造解析および予備的な2次元モデリングを実施しており、第3年次調査では第I州全域にわたる岩石の帯磁率、残留磁気の測定を行うとともに、周波数解析によって多数の磁気異常を抽出し、斑岩銅鉱床探査の観点からその評価を行った。

3-1 空中磁気データ

解析に使用した空中磁気図(全磁力図：Total magnetic intensity [TMI])をFig.2-3-2に示す。この磁気図の作成に使用した空中磁気データの出典をFig.2-3-3に示す。

全磁力を極磁気変換して作成した磁気図(Reduced to the pole [RTP])をFig.2-3-4に示す。2次元モデリングを除く以下の解析は、この極磁気図を用いて実施した。第2年次に極磁気図を用いて行った磁気構造解析の結果をFig.2-3-5に示す。

この磁気構造解析の結果は以下のように要約される。

- ①テクトニクを概観すると、広域的な構造は数個の小テクトニック部分から成り立っている。広域に及ぶマグマ活動の移動は西から東に追跡することができる。西部の白亜紀La Negra/Coastal Batholithの弓状磁気分布の東側は、暁新統と解釈されるTarapaca Back Arcの磁気ベルトに取って代わられる。さらに東部では中生代の堆積岩/火成岩と東部の暁新世基盤は古・中期第三紀(斑岩と関連する)貫入岩類によって貫入されている。第三紀中期から現世の火山中心は弱い磁気異常(NNWトレンド)を示し、これらは上下の地層とは不整合の関係にある。主要な第三紀初期の複合貫入岩もまたNNW不整合構造のトレンドを示す。
- ②種々の小領域はアンデスベルトとほぼ同じN-S方向に分布し、南緯20度以北(第三紀・第四紀の火成活動と調和する)ではNNW方向に明らかに屈曲している。

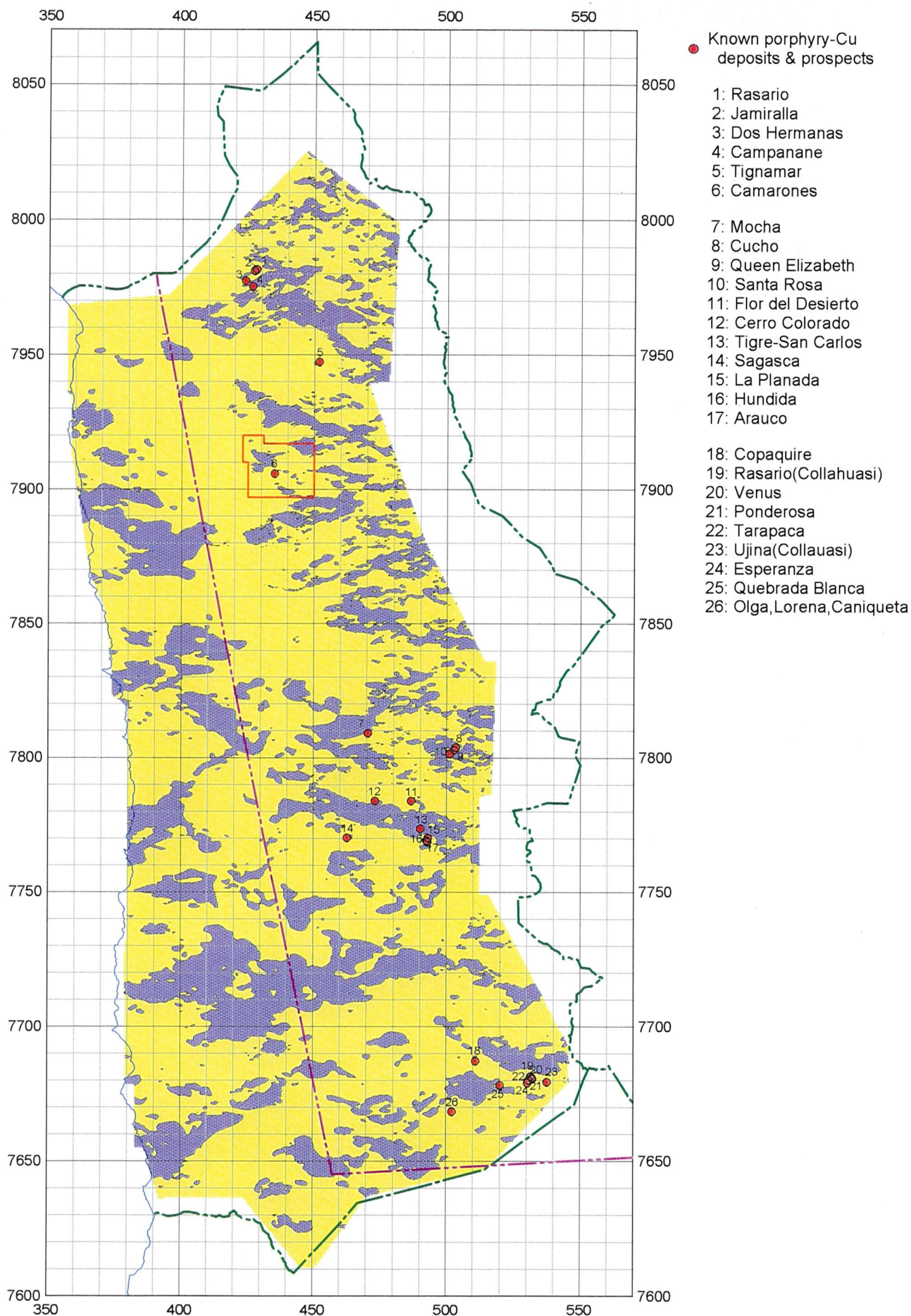


Fig. 2-3 Transverse Magnetic Anomalies and Known Porphyry-Cu Deposits & Prospects

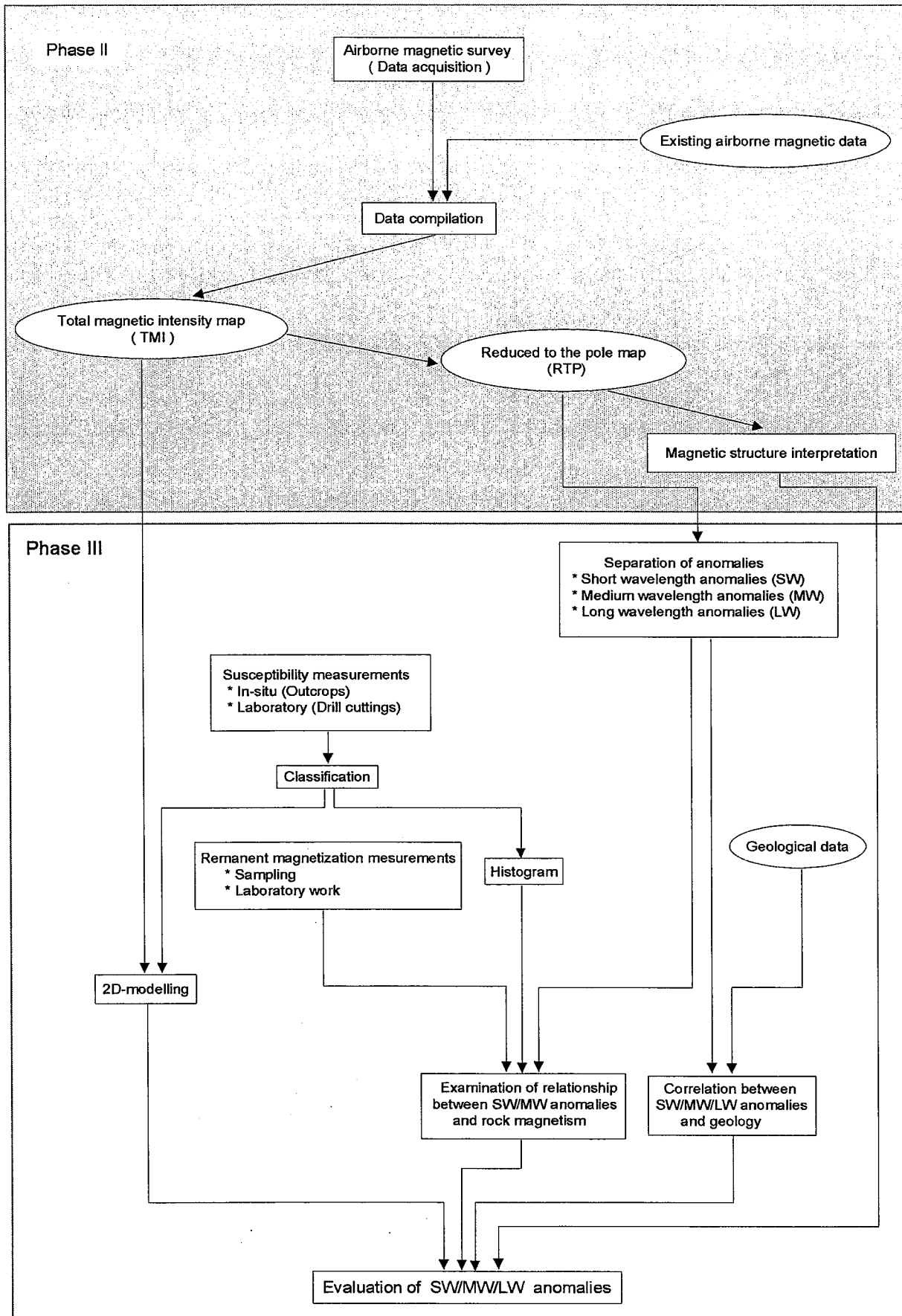


Fig. 2-3-1 Flowchart of Airborne Magnetic Interpretation

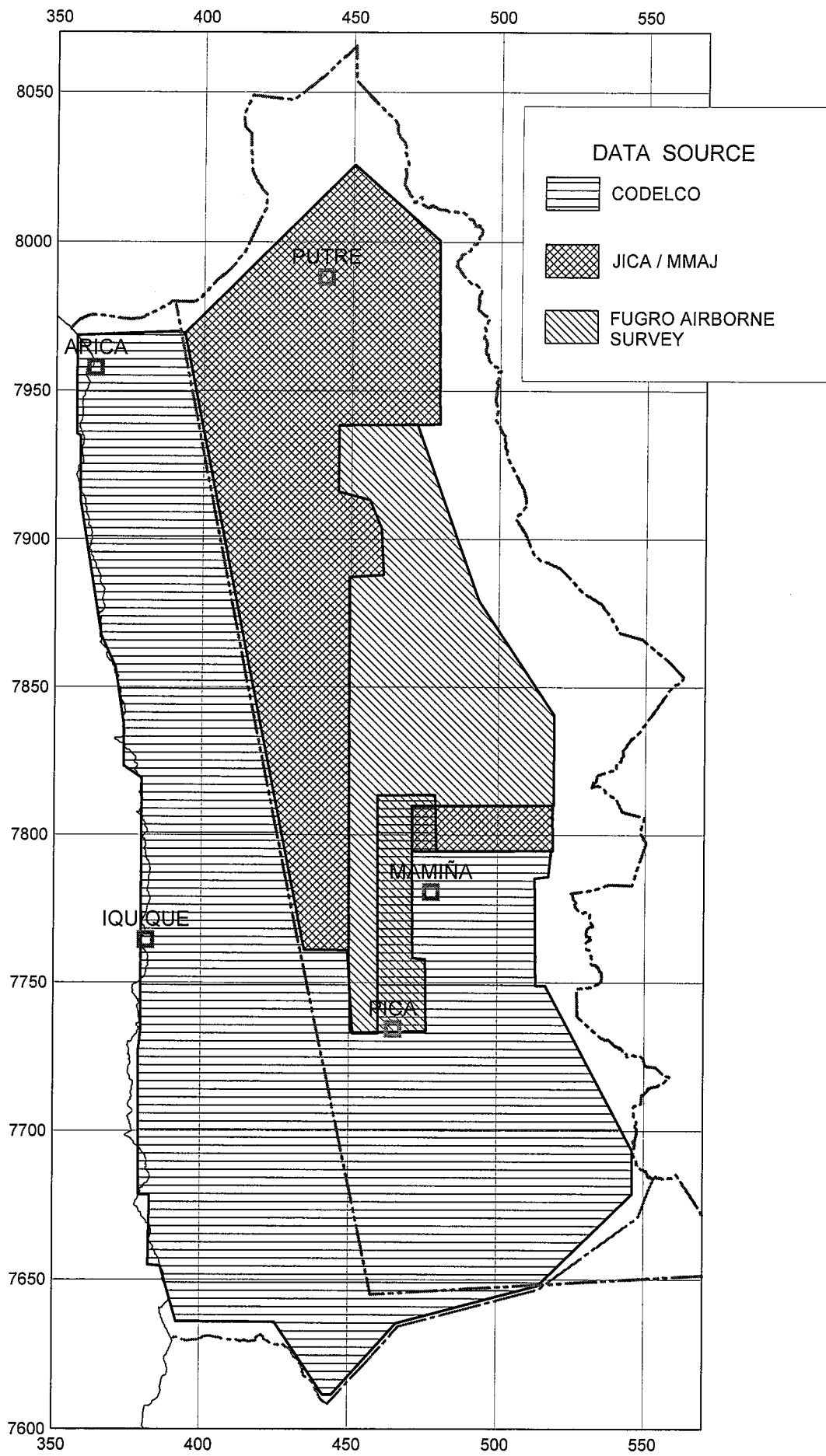


Fig.2-3-2 Airborne Magnetic Data Source

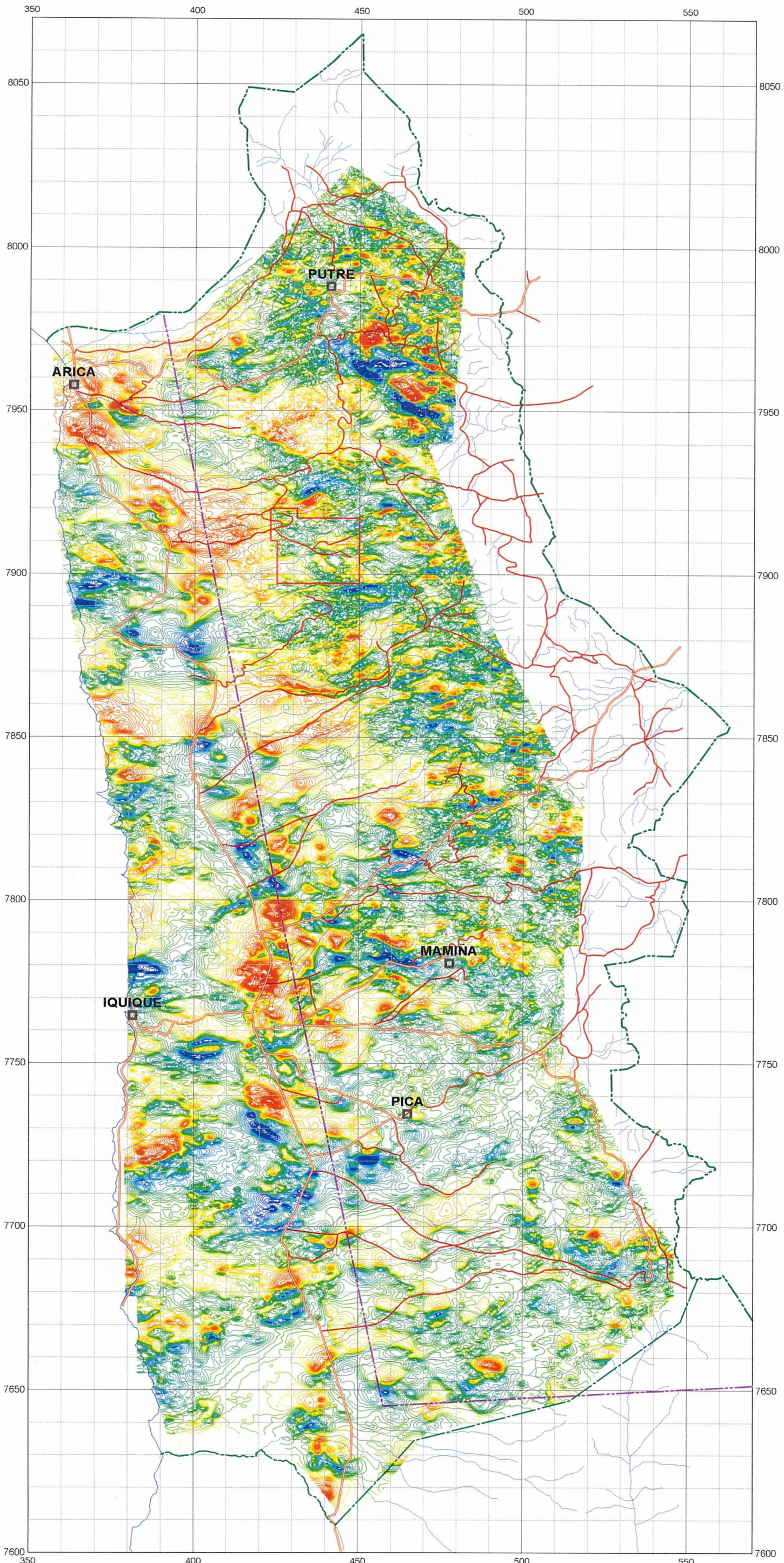


Fig.2-3-3
Total Magnetic Intensity Map

