

(V082106), Ag 47 g/t (Y083102) と金及び銀品位も高くかつ重晶石 (Apx. 6; V082105) を伴なう事である。鏡下 (Apx. 8; V082105, V082106) では方鉛鉱を主体とし, 黄鉄鉱及び黄銅鉱, 更に二次鉱物である輝銅鉱, 銅藍が観察された。

精査区域の石英脈より採取した石英の流体包有物の充填温度測定結果を Apx. 5 に, 充填温度分布を Fig. II-6 に示す。

測定された 30 試料の温度範囲は 96°C (Y080808) ~ 271°C (A081601) である, 150°C 以下を示す試料は 17 試料であり比較的低温域に優勢な充填温度で特徴付けられる。30 試料の単純平均温度は 155°C を示す。

温度分布を概観すれば, 調査区域西部域の低地部に 200°C 以上の高温帯が分布し, 150°C 以下の低温帯がワラタン西部の山陵部, ラス・ピーニャス及び調査区域南端部の山麓部に分布する。すなわち低地部に高温帯, 山陵等高所で低温帯と極めて一般的な分布をなすといえるが, 北部端のラス・ピーニャス及び南部端のサン・フランシスコ (San Francisco) における低地部において 150°C 以下の低温帯が存在する事は, 高温帯の分布形態とを勘案すればワラタン西部の山陵部の地下深部に温度分布の中心すなわち熱源が存在すると仮定する事も可能である。

1-2 物理探査

1-2-1 調査目的

電磁探査 (CSAMT 法) によりチョンタリ地区の比抵抗構造と浅熱水性鉱化変質帯との関係を明らかにし, 鉱化変質作用の地下深部での賦存状況を把握する。

1-2-2 調査量

調査位置並びに流電電極位置を Fig. II-7 に示す。

調査量は, 次の通りである。

CSAMT 法調査: 調査面積 35 km² 測定点数 102 点

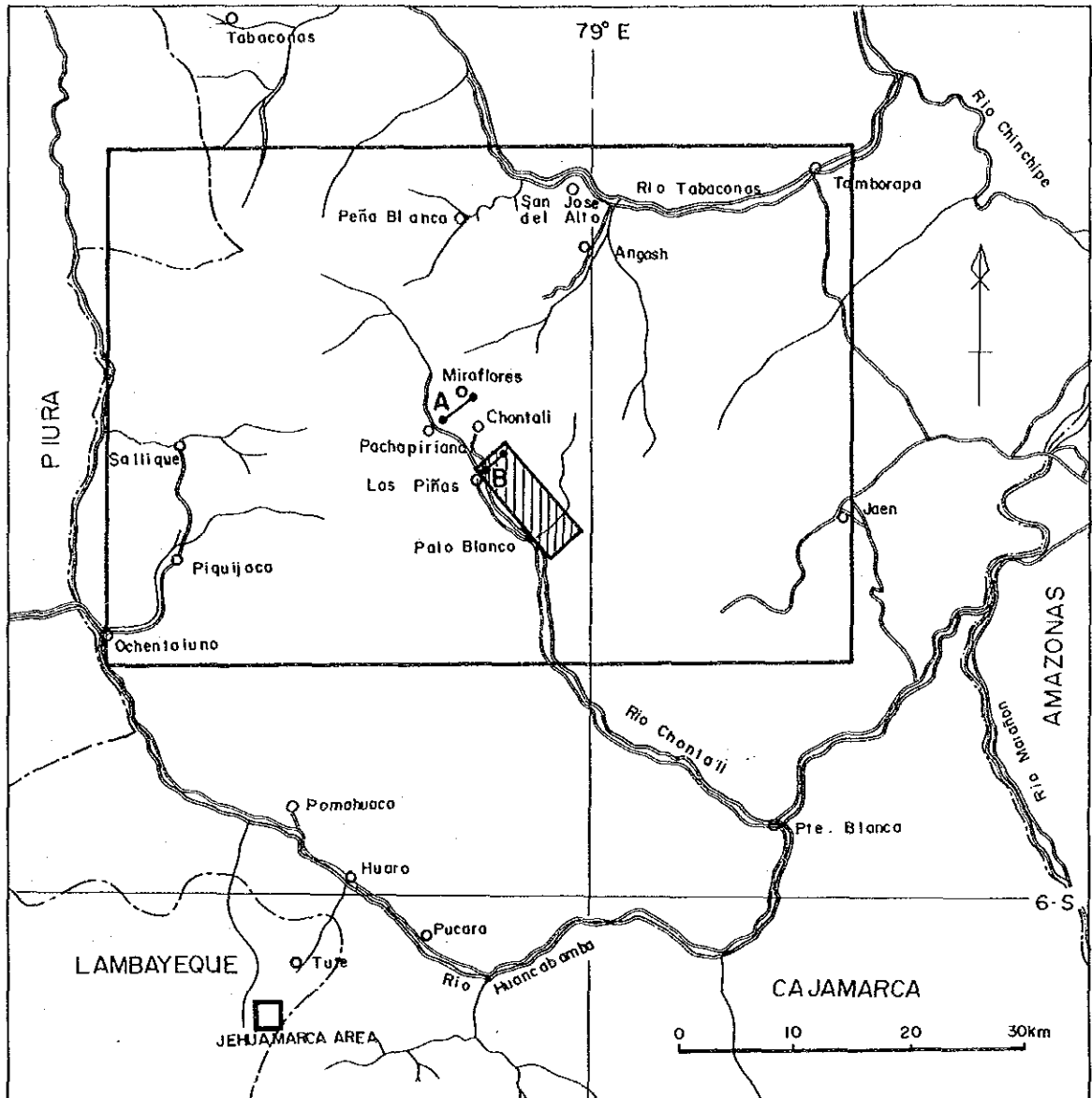
室内物性試験: 岩石サンプル数 23 個 (内 2 個は地質班岩石標本)

1-2-3 調査方法

本調査フローチャートを Fig. II-8 に示す。

1) 探査原理

CSAMT (Controlled Source Audio Frequency Magnetotelluric) 法は MT 法の一つであるが, 人工信号源を利用することにその特徴がある。CSAMT 法の探査理論は MT



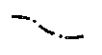

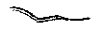

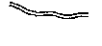


- | | | | |
|---|----------------------|---|---------------------------|
|  | Limits of Department |  | Pachapiriana Project Area |
|  | River |  | Geophysical Survey Area |
|  | Road |  | Transmitter Bipole |
|  | Town and/or Village | | |

Fig. II-7 Location of Geophysical Survey Area

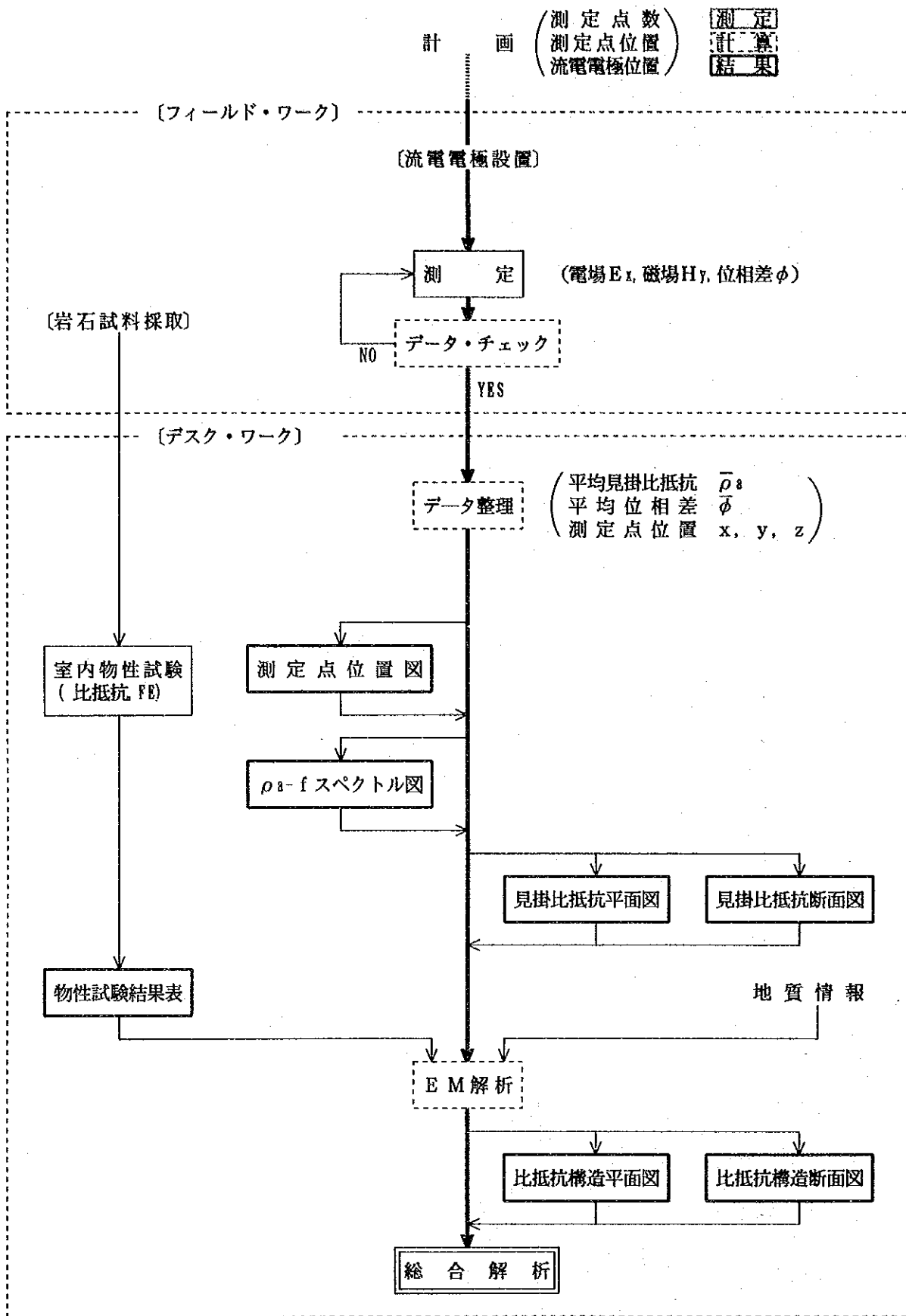


Fig. II-8 Flow Chart for CSAMT Survey

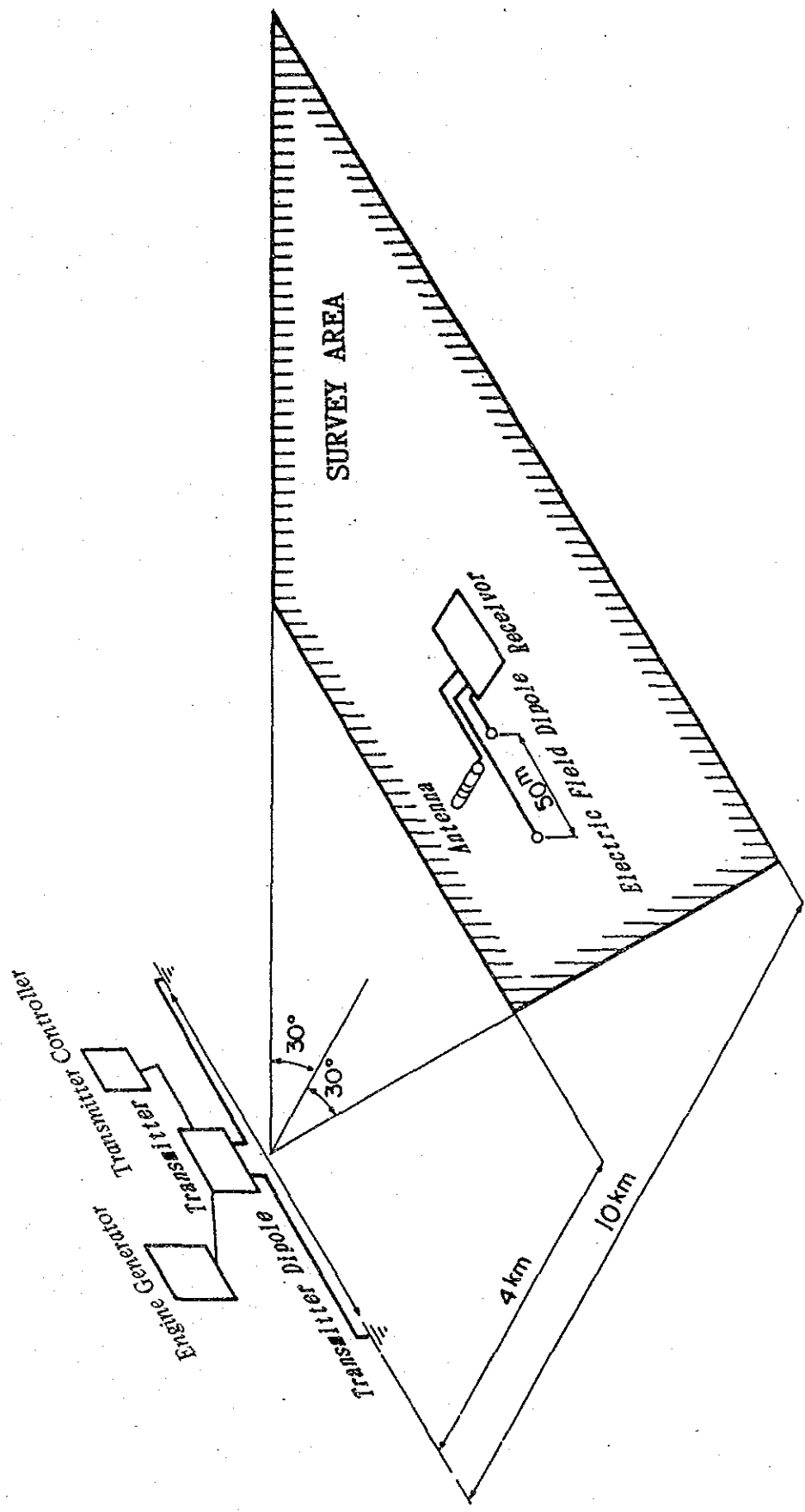
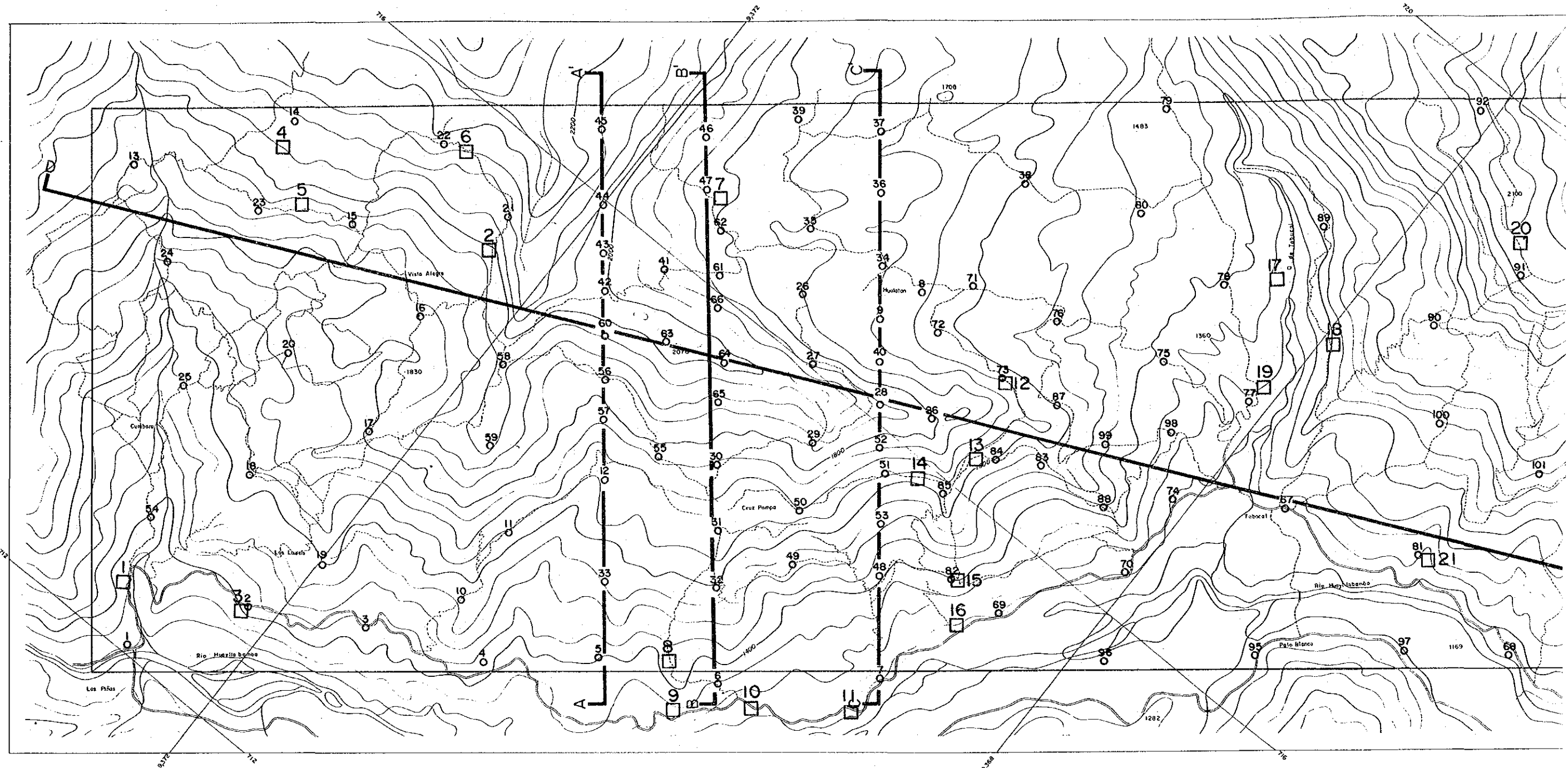
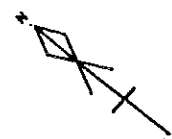



Fig.11-9 Schematic Diagram of CSAMT Survey



LEGEND



 45 Station number
 ○ CSAMT Station
 Cross Section

| Sample number
 □ Sampling Station

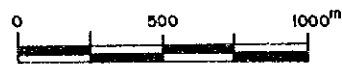
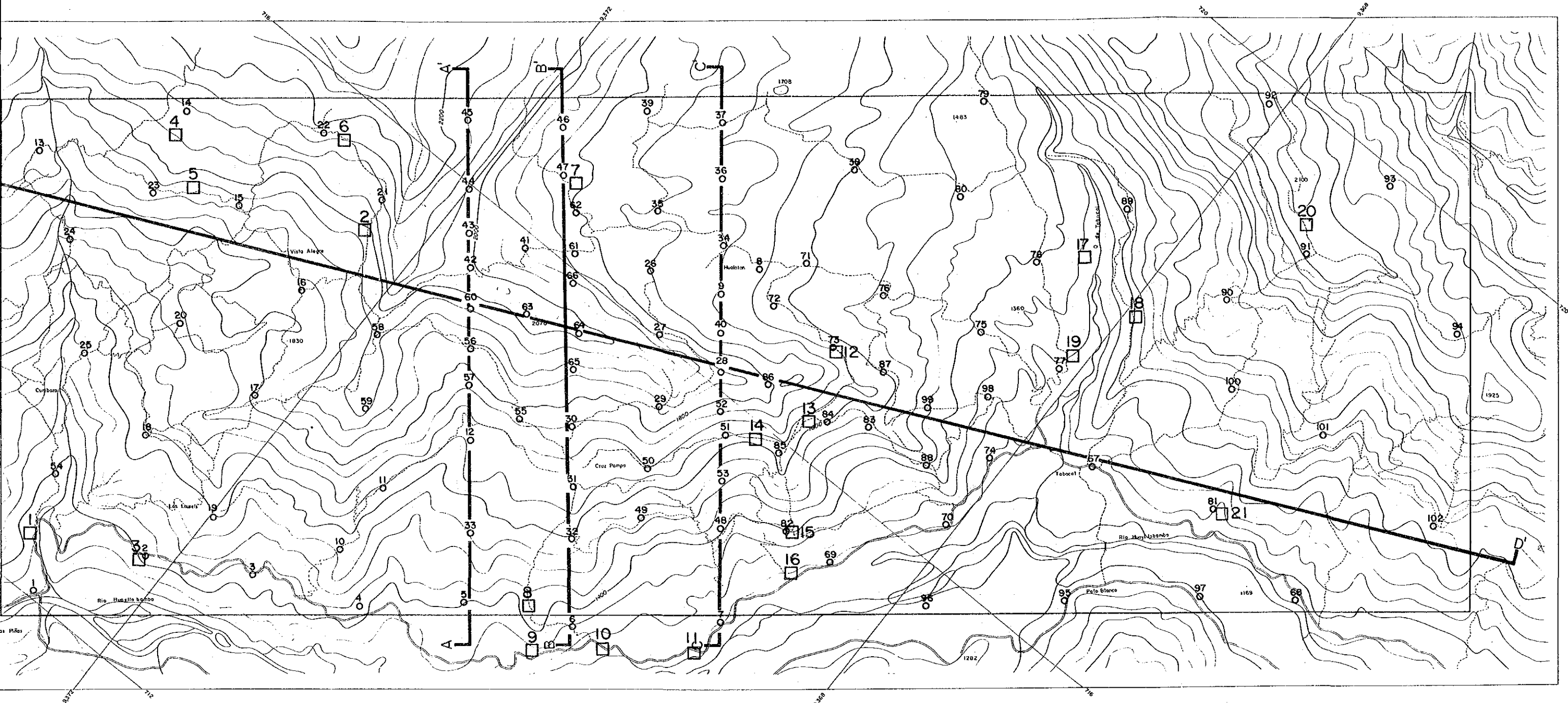

 Scale = 1:25,000

Fig. II-10 Location of CSAMT Stations and Rock Samples in the Chontali Area



LEGEND

45 Station number
 O CSAMT Station

| Sample number
 □ Sampling Station

A A'
 Cross Section

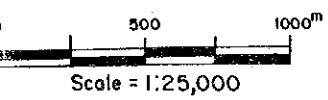


Fig.II-10 Location of CSAMT Stations and Rock Samples in the Chontali Area

法のそれに準じる。

MT法は、地球を取り巻く電離層や磁気圏で発生する自然電磁場を利用する。地中へ入射する電磁波と、それによって地中に誘導される渦電流により生じる二次電磁場との合成電磁場の磁場と、これと直交する電場を地表で測定し、次式により周波数 f ごとの見掛比抵抗 ρ_a を求めるものである。

$$\rho_a = \frac{1}{5f} \left(\frac{E_x}{H_y} \right)^2 \dots\dots\dots ①$$

①式は半無限均質大地に平面電磁波が垂直入射した場合を仮定している。

- ρ_a : 見掛比抵抗 ($\Omega \cdot m$)
- f : 周波数 (Hz)
- E_x : 地表面の電場 (mV/km)
- H_y : 地表面の磁場 (γ)

探査深度の指標としては表皮深度 δ が利用され、半無限均質比抵抗構造の場合、次式により求められる。

$$\delta = 503 \sqrt{\frac{\rho}{f}} \dots\dots\dots ②$$

- δ : 表皮深度 (m)
- ρ : 比抵抗 ($\Omega \cdot m$)
- f : 周波数 (Hz)

ここで使用されている表皮深度とは、電磁場の強さが地表における値の $1/e$ (=37%, e は自然対数の底) になる深度である。一般に、表皮深度は周波数 f の2乗根に反比例する。したがって、低い周波数の電磁波まで測定すれば、深部の比抵抗情報が得られることになる。

MT法の中で、10Hzから10kHz程度の可聴周波数帯の電磁場を利用する手法をAMT (Audio Magnetotelluric) 法と呼ぶ。AMT法で利用する自然電磁場は雷放電によるものであるため、地域、時間などにより変動し不安定である。そこで、安定な信号を得るために、人工信号源を利用する方法がGoldstein and Strangway (1975) によって提唱された。これがCSAMT法である。その概念図をFig. II-9に示す。

CSAMT法測定においては、電磁場信号が平面波と仮定でき、MT法の解析方法が適用できる領域をファーフィールド (far field) と呼ぶ。この領域の信号源からの距離は、周波数や地下比抵抗にもよるが、表皮深度の3倍程度以上である。送受信間距離が近くなると、受信点での電磁場は送信源から直接地中を通ってくる成分が主となり、電磁場の強さは周波数の関数でなくなり、MT法の解析方法が適用できない。この領域はニアフィールド (near field) と呼ばれる。ニアフィールドからファーフィールドに移る間は、トランジションフィールド (transition field) と呼ばれている。トランジションフィールドでは、高比抵抗基盤が存在すると、見掛比抵抗がいったん急激に減少するというアンダーシュート現象が発生することが知られている。

2) 作業方法

① 流電電極

流電電極は次の2ルートで設置した。

A-Bipole: 調査地北方 パチャピリアーナ～ミラフローレス間

B-Bipole: 調査地北部 ラスピーニャス～カンバラ北東間

電極には1m×2mの垂鉛トタン板を使用し、接地抵抗を低下させるためのベントナイト・塩・水とともに、これを1m深さに埋設した。トタン板は電極1ヶ所につき10枚使用した。

② 配点

測定点は調査地全域に70点を一定間隔(約800m)で配点し、残り32点は鉍化変質帯が確認されているワラタン西方を中心に密に配点した。特に今回は鉍化変質帯と比抵抗構造を詳しくみるため3本の測線を配置し、それらの測線上では間隔200～300m程度と密に配点した。

③ 測定

測定点の位置決定には地質班が作成した測量図(縮尺1/5,000)を使用した。信号の有無・強弱は携帯用オシロスコープにて確認した。調査地内は人工ノイズがないためS/N比が高く、測定データの再現性が良好であった。測定器にデジタル出力される測定値は、電場、磁場、見掛比抵抗、電磁場の位相差であり、それらを野帳に記入しながら測定した。データ記入と同時に見掛比抵抗値をグラフにプロットし、データの再現性をチェックした。

④ 送信源及び受信

送信源及び受信の仕様を以下にまとめる。

送信源

	A-Bipole	B-Bipole
長さ (水平距離)	5,500m (3,500)	3,500m (2,500)
方向	N45° E	N45° E
全抵抗	25Ω	16Ω

出力電流

送信器が故障・交換したため、〈流電電極〉 〈送信器〉 〈測定点〉の組合せは次の3通りとなった。

タイプⅠ：〈A-Bipole〉 〈GGT-6〉 〈No.1~5〉

タイプⅡ：〈A-Bipole〉 〈GGT-20〉 〈No.6~66〉

タイプⅢ：〈B-Bipole〉 〈GGT-20〉 〈No.7, 8, 51, 67~102〉

各周波数における送信電流を次に示す。

	Hz	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048
タイプⅠ		12	12	12	12	12	12	12	11.5	7.0	4.0
タイプⅡ		12	12	12	12	12	12	10	7.5	4.5	2.3
タイプⅢ		12	12	12	12	12	12	11	11	6.5	3.5

(単位 アンペア)

受信

電極モード	TMモード (後述)
送信源からの距離	4~10km
電位電極間隔	50m
電位電極方向	N45° E (流電電極方向と平行)
磁場センサー方向	N45° W (電位電極方向と垂直)
測定周波数	10周波数 (4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048Hz)
測定回数	各周波数3回以上
測定時間	30分以上

3) 探査機器

調査に使用した主要な機器類は全て米国ZONGE社製である。それらの名称・規格を次に示す。

①送信部

エンジン発電機 (ZMG-7.5)

出力 7.5 kVA, 120/208 V, 400 Hz 3相, 18HP (3,600 r. p. m.)

トランスミッター (GGT-6)

最大出力 5 kW, 最大出力電流 24 A, 最大出力電圧 1,000 V

トランスミッター (GGT-20)

最大出力 25 kW, 最大出力電流 30 A, 最大出力電圧 1,000 V

トランスミッター・コントローラー (XMT-12)

制御周波数範囲 DC ~ 10,000 Hz

②受信部

データ・プロセッサ (GDP-12)

増幅、フィルタリング、A/D変換、データプロセッシング

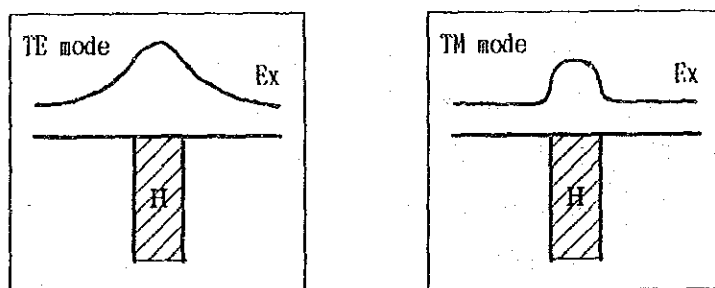
周波数範囲 0.5 ~ 4,096 Hz

アンテナコイル (AMT/1)

1軸フェライトコイル、感度 0.2 mV / γ Hz

4) TE・TMモード

CSAMT法において流電電極を設置する場合、地質構造の伸長方向と平行に設置する方法 (TEモード) と垂直に設置する方法 (TMモード) とがある。大地が2次元構造の場合、モードの違いは測定感度の相対的な違いを生じる。比抵抗異常体に対しTMモードはその近傍でのみ敏感でシャープに異常体を捕らえることができる。一方、TEモードは敏感ではないが周辺部でも異常体を捕捉しうる事が判る。



従来CSAMT法はTEモードで行うことが多かったが、今回は地形条件が悪くTMモードで実施した。結果としては、地表付近の鉱化帯が比抵抗分布の上で良く捕えられており、所期の目的を十分達成できた。

Table II-2 List of Apparent Resistivity

1/2

ST. NO. & DIPOLE	FREQUENCIES (Hz)									
	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048
1	3730	1930	1000	475	167	36	71	66	60	42
2	5460	2960	1520	700	238	214	255	191	174	261
3	1470	835	468	226	79	47	71	53	46	42
4	682	528	385	217	66	11	33	29	26	22
5	548	318	184	89	24	20	21	17	16	16
6	3250	1820	960	423	105	116	112	77	95	79
7	628	337	159	60	18	36	29	29	29	42
8	804	383	147	72	110	124	111	104	84	105
9	727	342	127	69	122	115	124	94	84	59
10	1130	603	268	105	36	47	52	56	100	171
11	246	126	60	23	17	30	30	34	44	50
12	524	277	139	54	36	63	54	35	47	38
13	451	238	134	77	68	86	85	77	69	61
14	11	6	3	3	5	8	12	15	22	12
15	634	350	189	105	127	127	152	197	235	281
16	81	42	18	12	20	20	21	24	30	46
17	414	222	115	53	50	73	74	49	78	156
18	571	284	134	56	23	36	42	37	34	17
19	3350	1870	1010	482	175	172	205	172	216	54
20	648	342	169	77	49	82	75	63	55	55
21	431	213	92	72	116	123	144	154	180	173
22	494	244	100	74	98	81	71	63	42	133
23	820	436	217	123	192	254	298	337	346	323
24	266	143	74	35	21	37	43	45	44	42
25	992	543	288	138	54	39	59	55	61	63
26	326	163	69	33	55	64	63	59	54	53
27	1780	810	309	152	265	345	330	314	245	189
28	991	421	150	112	209	238	204	236	348	517
29	592	294	111	57	149	182	216	405	956	3520
30	876	441	200	93	144	190	161	135	104	83
31	250	118	51	18	25	41	48	111	186	902
32	1490	815	359	149	47	92	58	150	497	2380
33	2970	1490	664	249	98	150	112	160	772	2340
34	265	121	51	40	67	78	82	70	110	222
35	343	177	73	42	72	88	83	108	339	132
36	311	144	57	42	70	83	97	101	117	119
37	292	139	53	38	61	64	69	61	51	40
38	440	202	81	23	49	49	46	42	37	33
39	291	126	49	52	95	199	335	1270	6260	5870
40	1670	783	305	157	265	293	251	217	191	126
41	220	117	51	37	66	83	95	100	115	115
42	182	71	26	45	82	99	242	144	167	384
43	670	307	131	91	155	180	180	200	203	209
44	2650	1540	628	455	704	835	994	1010	1040	1030
45	732	378	157	128	212	200	258	273	309	486
46	444	213	88	45	80	105	132	494	2110	3610
47	824	262	106	84	156	180	213	138	255	151
48	3430	1770	806	284	126	243	204	170	141	183
49	1480	760	365	124	59	116	112	114	99	51
50	805	386	171	57	56	101	88	77	66	424
51	1420	692	297	146	126	201	182	203	204	240
52	1150	542	217	86	155	221	201	205	215	247

(Ω·m)

Table II-2 List of Apparent Resistivity

2/2

ST. NO. & DIPOLE	FREQUENCIES (Hz)									
	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048
53	1210	627	289	89	54	106	96	81	80	60
54	3920	2190	1190	600	240	58	139	114	101	83
55	1070	529	245	106	166	242	245	176	124	823
56	687	351	159	83	155	202	206	232	209	247
57	290	153	76	34	52	71	68	77	79	125
58	85	43	22	20	43	52	55	64	242	334
59	51	27	14	8	12	19	21	22	24	12
60	253	109	47	32	68	77	97	56	11	446
61	204	105	44	35	63	82	87	98	160	16
62	655	310	121	84	156	182	198	182	170	124
63	234	118	60	37	69	106	145	162	259	525
64	289	162	83	45	85	123	172	81	243	891
65	219	104	45	39	71	94	116	121	158	327
66	3180	1480	618	490	892	1060	1080	1060	887	185
67	1920	815	281	65	58	69	68	55	47	40
68	3390	1820	822	235	80	131	87	52	33	21
69	5450	2520	1090	397	140	198	189	155	136	120
70	420	199	92	33	12	22	16	14	16	19
71	1870	881	392	131	170	216	202	178	147	190
72	900	460	219	77	77	103	86	72	61	50
73	2740	1190	445	133	173	269	226	191	185	870
74	456	230	115	41	16	25	17	13	12	5
75	572	268	106	25	33	36	29	28	37	63
76	338	190	98	34	31	40	35	38	40	47
77	1170	502	180	34	47	58	56	46	43	26
78	644	268	89	17	46	38	32	26	25	24
79	328	143	48	13	37	31	29	27	26	30
80	467	209	82	20	39	34	29	27	26	28
81	5280	1980	692	126	139	185	129	108	100	77
82	3700	1760	793	299	104	161	171	162	156	175
83	699	392	226	96	53	87	86	86	87	101
84	1270	558	221	66	62	103	99	104	103	90
85	3680	1920	994	422	218	396	429	481	550	667
86	147	56	16	4	9	15	17	22	29	32
87	1820	1080	606	249	174	263	258	273	279	262
88	2770	1260	559	191	118	218	199	208	234	120
89	1980	906	318	62	180	175	177	205	216	292
90	103	49	15	7	20	19	21	41	41	56
91	510	217	77	75	158	172	191	199	278	72
92	993	334	108	208	366	421	448	566	657	527
93	224	96	26	41	82	74	100	150	348	24
94	441	167	67	37	75	82	88	77	80	127
95	5260	2340	945	278	98	160	90	68	57	41
96	3740	2110	1140	475	105	173	124	93	77	54
97	1860	980	452	139	53	87	46	34	28	24
98	2090	1020	460	138	87	116	76	56	42	33
99	4710	2110	817	237	163	261	212	210	179	204
100	258	120	42	11	27	26	24	28	37	32
101	671	357	146	38	56	53	52	50	54	60
102	1960	941	370	91	94	85	62	56	50	54

 $(\Omega \cdot m)$

1-2-4 解析方法

1) 見掛比抵抗の平均

各周波数について3回以上の測定を行い、再現性の良好な3個以上の測定値の相乗平均を求め、これを見掛比抵抗値とした。

各周波数ごとの見掛比抵抗値をTable II-2に示す。

2) EM解析

探査原理で述べたようにニアフィールドではMT法の解析方法が適用できない。現在幾つかのニアフィールド補正方法が発表されているが、どの補正方法を用いても十分にニアフィールドの影響を取り去ることは出来ない。そこで、今回は送受信間距離を考慮にいれたEM解析を行った。解析に用いたソフトはZONGE社製の“CSINV”である。このソフトはデータとして流電電極位置、測定点位置、及び実測値（平均見掛比抵抗、平均位相差）を入力すると、水平多層構造モデルを仮定して理論見掛比抵抗を計算し、実測値との対比を行って自動的にモデルの修正を繰り返すものである。EM解析の式はWail (1961)によった。各測点のEM解析結果は巻末のApx. 16に掲載した。

1-2-5 調査・解析結果

1) 室内物性試験結果

調査地域内で採取した代表的な岩石21個と、調査地域外にて地質班が採取し本調査地域深部にも存在するであろうと考えられる岩石2個（花崗閃緑岩、片岩）の合計23個について比抵抗及びIP効果（ここではPFEで表示）を測定した。結果をTable II-3にまとめた。試料採取位置をFig. II-10に示す。

調査地全域に分布する凝灰岩類（火山礫凝灰岩、珪化変質凝灰岩、凝灰角礫岩）は平均で $530 \Omega \cdot m$ と中位の比抵抗を示す。調査地北東部に分布する珪岩は平均 $3,900 \Omega \cdot m$ 、石英脈は平均 $2,900 \Omega \cdot m$ と共に高比抵抗を示した。このことから調査地域では、凝灰岩類は低比抵抗、珪岩や石英脈などを含む珪化の強いゾーンは高比抵抗として抽出できると予想される。また、サンプルの個数は少ないものの、花崗閃緑岩（ $1,000 \Omega \cdot m$ ）と片岩（ $180 \Omega \cdot m$ ）との間に明瞭な比抵抗の違いが見られた。珪化によって岩石の比抵抗は一般に高くなるが、その程度はNo. 12のように顕著な場合もあれば、No. 8及び10のように相対的にやや高い場合もある。全岩石サンプルともPFEは3.3%以下と全般に小さかった。これは硫化物などFE効果の大きな物質が少ないことによる。ただしサンプルはすべて地表から採取しており、硫化物などが溶脱してしまっていることも考えられるので、この結

果から地下の岩石にはFEが少ないと判断はできない。

2) 調査結果

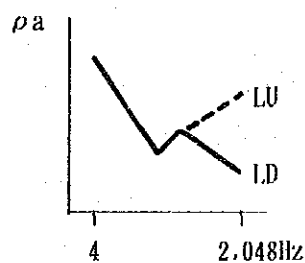
① A-BipoleとB-Bipoleを用いた場合の測定値の比較

測定点No. 7, 8, 51 で流電電極A-BipoleとB-Bipoleを用いた場合の測定値を比較し、Fig. II-11に示す。その結果、3測定点とも測定値はほぼ一致しており、測定値に補正を加える必要がない事が判った。そして、これら3測定点ではA-Bipoleのほうが送受信間距離が遠くなり、ニアフィールド効果が幾分小さくなるので、A-Bipoleにおける測定値を解析等に使用した。

② $\rho_a - f$ スペクトル図

各測定点で $\rho_a - f$ スペクトル図を作成しPL-8にまとめた。全スペクトル図に共通し4~32Hzで $\rho_a - f$ 曲線が急激に立ち上がっており前述の通りニアフィールド効果を示している。また、32~64Hzではアンダーシュートが顕著にみられる。これらのことから調査地の下部では高比抵抗層が広く存在していると予想される。全測定点を $\rho_a - f$ 曲線の形状で分類すると、次の4タイプとなる。

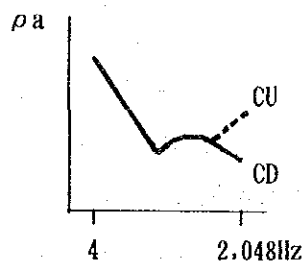
LU, LD型 (64または128 ~ 2,048Hz で直線的 $\rho_a - f$ 曲線)



LU型：高周波数で ρ_a 高くなる

LD型：高周波数で ρ_a 低くなる

CU, CD型 (64または128 ~ 2,048Hz で曲線的 $\rho_a - f$ 曲線)



CU型：高周波数で ρ_a 高くなる

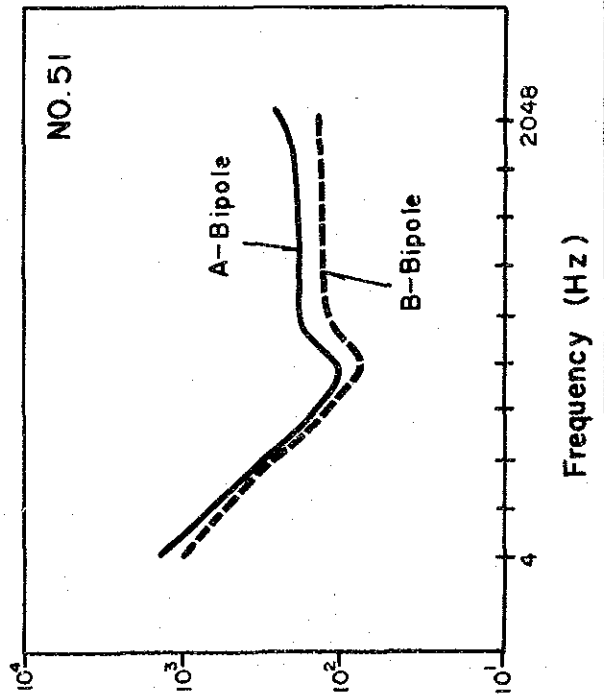
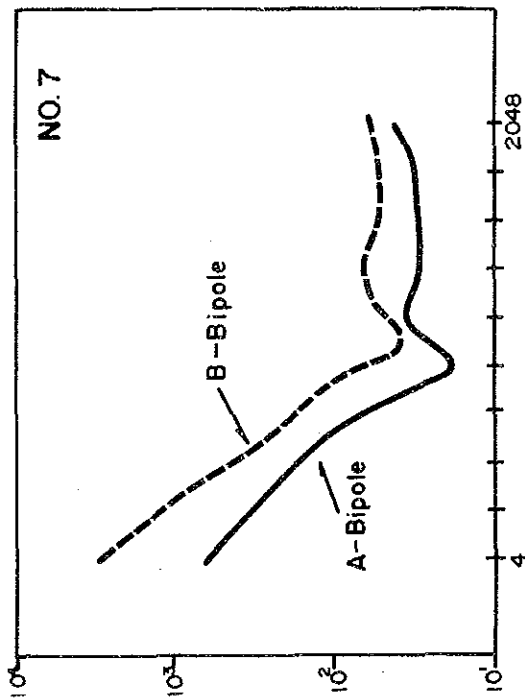
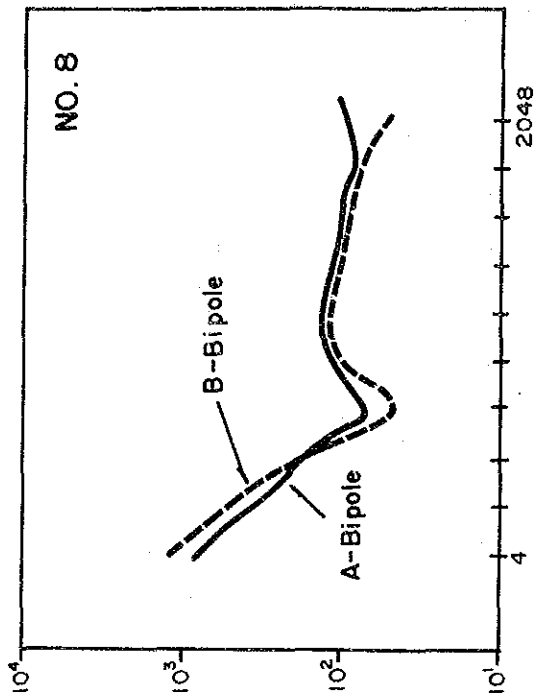
CD型：高周波数で ρ_a 低くなる

No.	Rock name	Location	Silicification	Chloritization	Argillization	Resistivity ($\Omega \cdot m$)		P F E (%)			
15	andesite (g. t. b.)	Tabacal	○			4,100	} 2,300	0.8	} 1.2		
2	"	Vista Alegre		○		1,200					
18	"	Tabacal		△		1,500					
5	tuff breccia	Vista Alegre		○		390	} 530	2.7	} 2.5		
21	"	Tabacal		○		870					
9	"	Tabacal		○		400					
11	"	Tabacal	○		○	860					
3	lapilli tuff	Los Laureles	○			410					
14	"	Hualatan	△			190					
8	silicified tuff	Tabacal	◎			670					
10	"	Tabacal	◎			420					
13	quartz-vein	Hualatan	○			4,000		} 2,900		2.1	} 2.0
1	"	Las Pinas				1,700					
16	quartzite (r. s.)	Tabacal				4,900	} 3,900	1.1	} 1.3		
6	"	Vista Alegre				3,600					
4	"	Vista Alegre				3,900					
7	"	Hualatan				4,600					
20	"	Tabacal				2,300					
12	silicified rock	Hualatan	◎			1,800		3.3			
17	marl (r. s.)	Tabacal				260	} 420	2.3	} 1.9		
19	"	Tabacal				580					
	granodiorite	Palo Blanco				1,000		2.3			
	schist	Calabozo				180		3.1			
MEAN						1,700			2.0		

remark : g. t. b. : grain of tuff breccia, r. s. : rolling stone

◎very strong, ○strong, △weak

Table II-3 Result of Rock Properties



Apparent Resistivity ($\Omega \cdot m$)

Frequency (Hz)

Fig. II - 11

Measurements from different source bipoles

これらの比抵抗構造は以下のようになると予想される。

LU型	LD型	CD型	CU型
HH(H)	L(LL)		HH(H)
	H(M)		
		M(L)	
	HH		

ここで、HH：著しい高比抵抗

H：高比抵抗

M：中比抵抗

L：低比抵抗

LL：著しい低比抵抗

LU型は表層からHH(H) - H(M) - HHの3層構造と考えられ、調査地北部のピスタアレグレ周辺、南部及び中央部付近に分布する。LD型は表層からL(LL) - H(M) - HHの3層構造と考えられ、調査地西部のワイヤパンバ川沿い及び南部のタバカルからN45°E方向とN方向に分布する。CD型は表層からL(LL) - H(M) - M(L) - HHの4層構造と考えられる。この型は全測点中13点と少なく、調査地北部に点在するが、ワラタン付近でN-Sの方向に伸長している。CU型は表層からHH(H) - H(M) - M(L) - HHの4層構造と考えられ、ロスラウレレス、クルスパンバ、ワラタン周辺に広く分布する。このうちNo.29, 31, 32, 33, 39, 46, 50, 55, 60, 64では、1.024～2.048Hzで見掛比抵抗が急変しており、これは地表付近の異常体を捕らえたためと考えられる。ただし、このような見掛比抵抗の急な変化を与える水平多層モデルを見出すことは理論的に不可能であるため、2.048Hzのデータを無視して2層又は3層構造として解析した点もある。鉱化変質帯はCD型とCU型の接するところに認められ、両タイプとも中間部に低比抵抗層の存在が予想される。

③見掛比抵抗平面図

見掛比抵抗分布は各周波数とも同じような傾向を示した。ここでは局部的変化をよく反映している2.048, 256, 64, 4Hzの見掛比抵抗平面図について説明する。調査地中部は測定点が多いうえ地質的に鉱化変質帯となっているので、各見掛比抵抗平面図に共通し見掛比抵抗分布は複雑になっている。

2.048Hz見掛比抵抗平面図 [Fig. II-12 (I), 及びPL. -9 (I)]

調査地中央部のワラタンの西方、クルスパンバ周辺及びピスタアレグレ南東方に200Ω・m以上の高見掛比抵抗が分布し、その中心部は2,000Ω・m以上と高い値を示す。また、ピスタアレグレの北部及び調査地南東部にも高見掛比抵抗域がみられる。調査地

の主要な鉍化変質帯はワラタン西方にN-S方向及びE-W方向で分布するが、これらのうちN-S方向に伸びるそれは高見掛比抵抗帯を形成し、そのすぐ東部には弱いながらも低見掛比抵抗帯が並走している。また、クルспанパ周辺の高見掛比抵抗域も変質帯の分布と良く対応している。ビスタアレグレ南東方の高見掛比抵抗は、ワラタン西方の高見掛比抵抗域と見掛上連続している。しかしながら、これは室内物性試験で高比抵抗を示した珪岩の分布に対応したもので、ワラタン西方やビスタアレグレ周辺の鉍化変質に関連していると考えられる高見掛比抵抗域とはその原因が異なっている。北部のNo. 18, 59を中心に $50 \Omega \cdot m$ 以下の低見掛比抵抗域が広がるが、これらは変質帯及びモンソニ岩の分布と一致する。調査地南部のパロブランコからタバカルを通過してN45° E方向に $50 \Omega \cdot m$ 以下の低見掛比抵抗域が幅広く調査地を横断しており、これは推定断層と位置及び方向が一致する。以上のように見掛比抵抗平面図は地表地質とよく調和している。

256Hz見掛比抵抗平面図 [Fig. II-12(2), 及びPL. -9(2)]

2,048Hzにおいてみられた中央部の高見掛比抵抗は縮小したが、依然としてN-S方向に伸長し分布している。鉍化変質帯と高見掛比抵抗域との対応は2,048Hzに比べ本図の方が明瞭である。クルспанパ西方で2,048Hzで見られた顕著な高見掛比抵抗域は既に消失しており、この原因となる高比抵抗層は深部まで続かないと考えられる。No. 86は $20 \Omega \cdot m$ と低く、2,048Hzと同様に低見掛比抵抗域を形成している。しかし、2,048Hzで見られたNo. 86からワラタン西部へと続くやや低見掛比抵抗域は消失した。北部のビスタアレグレから $50 \Omega \cdot m$ 以下の低見掛比抵抗域が南西方向に帯状に分布するが、これは2,048Hzで見られたNo. 59を中心とする低見掛比抵抗域が深部で広がっているものと考えられる。

64Hz見掛比抵抗平面図 [Fig. II-12(3), 及びPL. -9(3)]

見掛比抵抗分布は概ね256Hzの場合と同じパターンを示す。調査地域中央部の高見掛比抵抗はその範囲を縮小したものの、No. 66からNo. 28までN-S方向に依然として伸長しており、鉍化変質帯の分布と一致している。2,048Hzで顕著であったA-A'断面線及びB-B'断面線の東部の高見掛比抵抗域(珪岩の分布域に対応している)は周波数の低下と共に狭くなり、珪岩は深部まで続かないことを示している。全体的に低見掛比抵抗域が256Hzに比べて発達している。特に北部のビスタアレグレ以西では $50 \Omega \cdot m$ 以下の広大な低見掛比抵抗域となり調査地北端まで連続する。しかし、これは北部ほど流電電極に近づくため64Hzでもアンダーシュートが起きて低見掛比抵抗になったた

めとも考えられる。

4 見掛比抵抗平面図 [Fig. II-12 (4), 及び PL. -9 (4)]

調査地のほとんどが $200 \Omega \cdot m$ 以上の高見掛比抵抗に覆われる。ニアフィールド効果により全般に見掛比抵抗が高いものの、下部に普遍的な高比抵抗基盤の存在を示している。前述の鉱化変質帯は全域 $1,000 \Omega \cdot m$ 以上となり位置的にも良く対応している。西側ほど見掛比抵抗が高くこれは高比抵抗基盤が浅く潜在する可能性を示唆している。ビスタアレグレ以西には依然として $100 \Omega \cdot m$ 以下の低見掛比抵抗域が分布している。

④ 見掛比抵抗断面図 [Fig. II-13 (1), (2), (3), 及び PL. -10 (1), (2), (3), (4)]

調査地中央（ワラタンの西方）に N-S 方向に伸長して存在する鉱化変質帯を横断する 3 本の見掛比抵抗断面図 (A-A', B-B', C-C')、並びに鉱化変質帯の伸長方向に沿って縦断する見掛比抵抗断面図 (D-D') を作成した。各断面図に共通し低周波になるほど見掛比抵抗が高くなり、ニアフィールドの影響を含むものの、高比抵抗基盤の存在が予想される。中間の周波数では低見掛比抵抗を示す場合が多い。これらにはアンダーシュートによる見掛上のものも含まれるが、全体としては中間部に存在する低比抵抗層を反映している場合が多い。高周波数では全般に高見掛比抵抗が卓越し、浅部に高比抵抗層の存在をうかがわせる場合が多い。また、各断面の中央部では等見掛比抵抗線が縦方向にならんでおり、比抵抗構造の横方向の不連続を示唆している。

A-A' ~ C-C' 断面図において No. 12 ~ No. 42 間 (A-A'), No. 32 ~ No. 64 間 (B-B') 及び No. 28 ~ No. 53 間 (C-C') の見掛比抵抗断面図は、その等値線の形状が酷似しておりこれら 3 断面は連続しているように見られる。B-B' 断面では No. 66 において $200 \Omega \cdot m$ 以上の高見掛比抵抗が貫入する形状を示す。B-B' 断面上の No. 32, 64 及び C-C' 断面上の No. 28 では高周波で高見掛比抵抗となり、地表にて確認されている鉱脈の位置と一致する。

D-D' 断面図では、No. 58 ~ No. 64 間において周波数が下がるにつれ、高見掛比抵抗から低見掛比抵抗に変化しこの間は断面線方向に連続していると考えられる。No. 16, 86, 74 は低周波数まで $50 \Omega \cdot m$ 以下の低見掛比抵抗となっており特異である。

3) 解析結果

全測定点について一次元 EM 解析を実施し、その結果を巻末に示す。解析された比抵抗構造は $\rho_a - f$ スペクトル図の分類から予想される構造とほぼ同じ結果となった。解析結

果からA-A'～D-D'断面について比抵抗構造断面図、標高1,600m準・1,200m準比抵抗構造平面図、並びに3次元カラーグラフィックスによる比抵抗平面図を作成した。

①比抵抗構造断面図 [Fig. II-13 (1), (2), (3), 及びPL-10 (1), (2), (3), (4)]

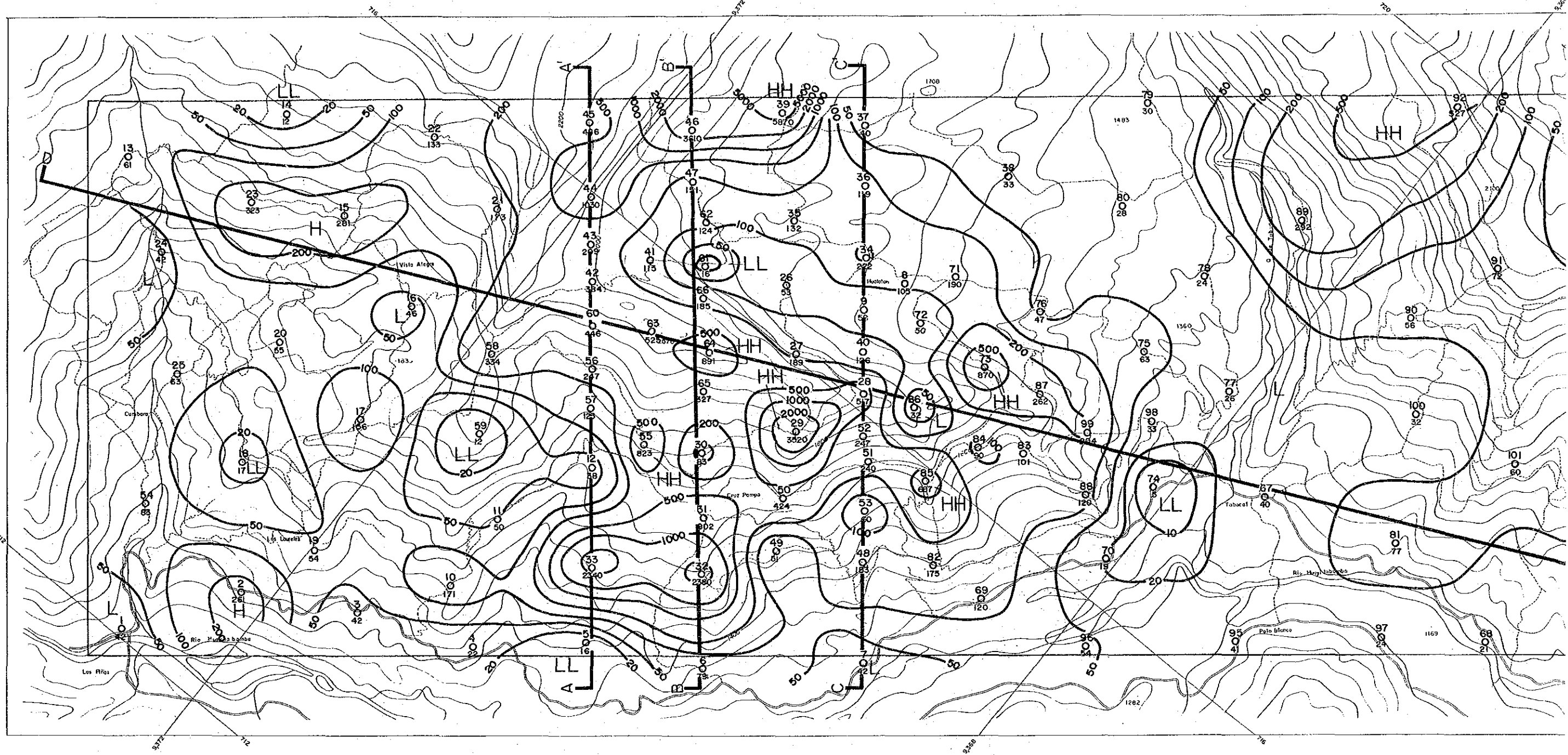
EM解析の結果、本地域の最下層の比抵抗は500～1,000Ω・m以上を示し、これを比抵抗基盤とみなし一括した。

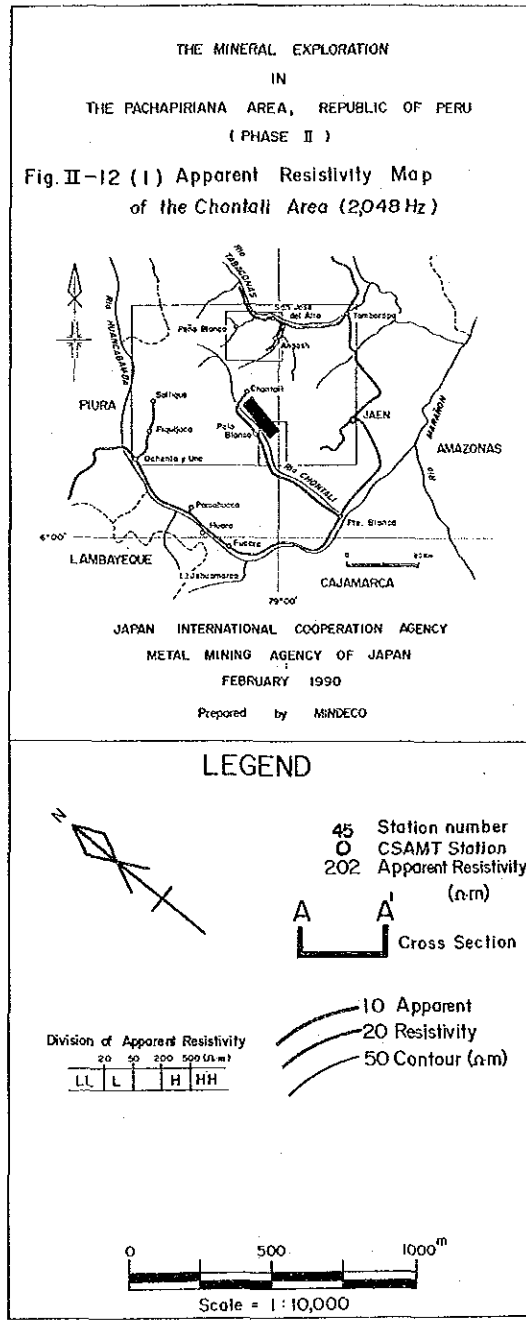
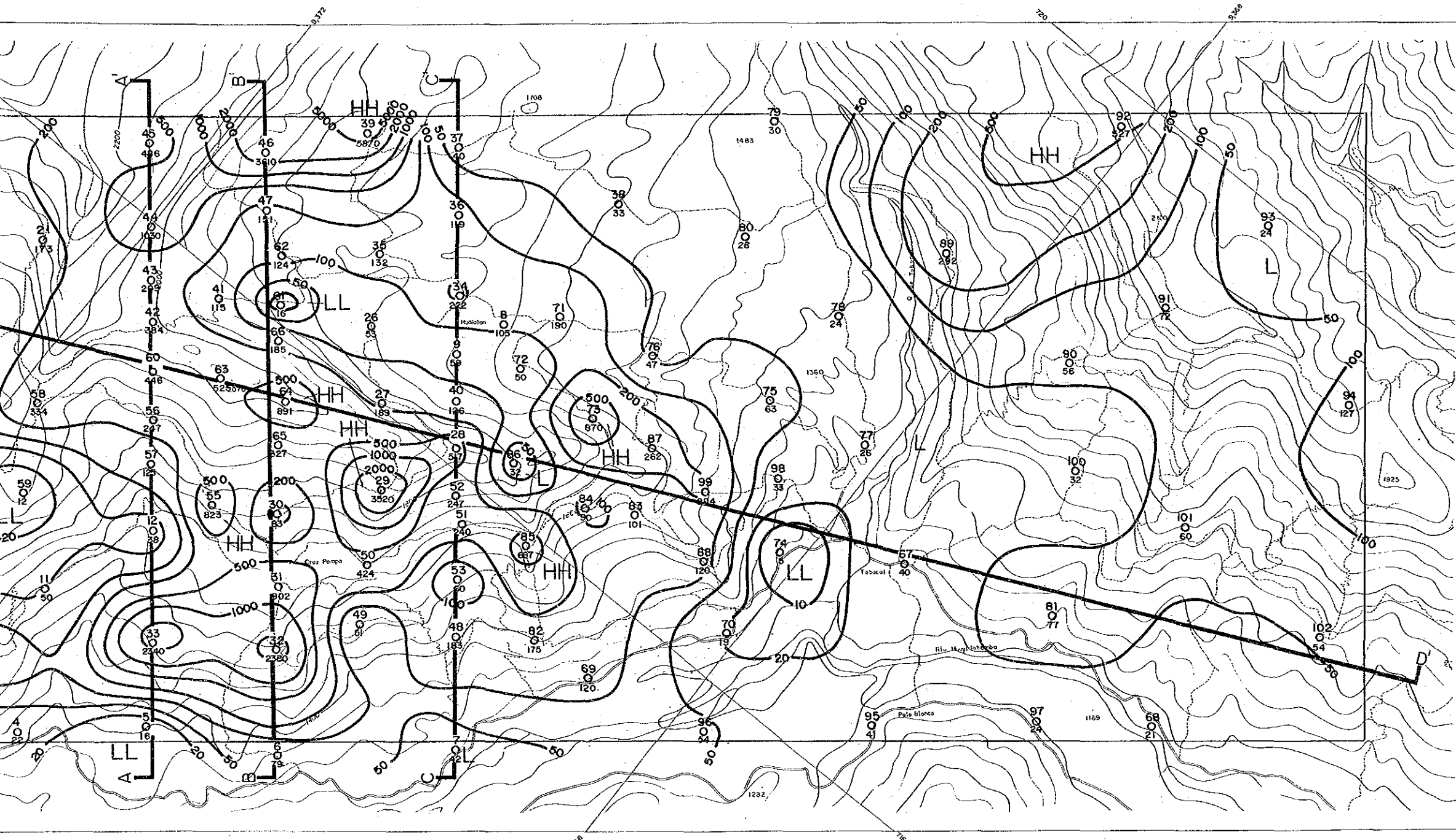
A-A', B-B', C-C'の各断面に共通し比抵抗基盤の起伏が激しい。各断面の中央部(A-A'断面ではNo.42～56, B-B'断面ではNo.65～66, C-C'断面ではNo.40)に比抵抗基盤の盛上がりが見られる。これら高比抵抗基盤の盛上がり部の上位は100Ω・m以下、場合によっては50Ω・m以下の低比抵抗層で覆われていることが多い。また、これら上述の比抵抗基盤の盛上りに関連し、各断面とも比抵抗構造の大きな不連続が見られる。B-B'断面, C-C'断面では地表または地下浅部から高比抵抗層が分布し、あたかも比抵抗基盤が突出したかのような構造を示し、前述の顕著な比抵抗構造の不連続を生じている。以上の比抵抗基盤の盛上りとそれに付随する低比抵抗層、及び比抵抗構造の不連続はA-A'断面からC-C'断面までほぼ共通しており、連続性をもった構造であると考えることができる。D-D'断面では北部のビスタアグレからB-B'断面までの広大な比抵抗基盤の盛上がり、C-C'断面付近(No.86)及びタバカル北方(No.99)の局所的な盛上がり及び比抵抗構造の不連続が存在し特徴的である。このうち、断面中央部のNo.60～64では高比抵抗層が深部まで厚く分布している。また、No.86及びNo.99でも比抵抗基盤の盛上がり部及びその周辺に低比抵抗を伴う。

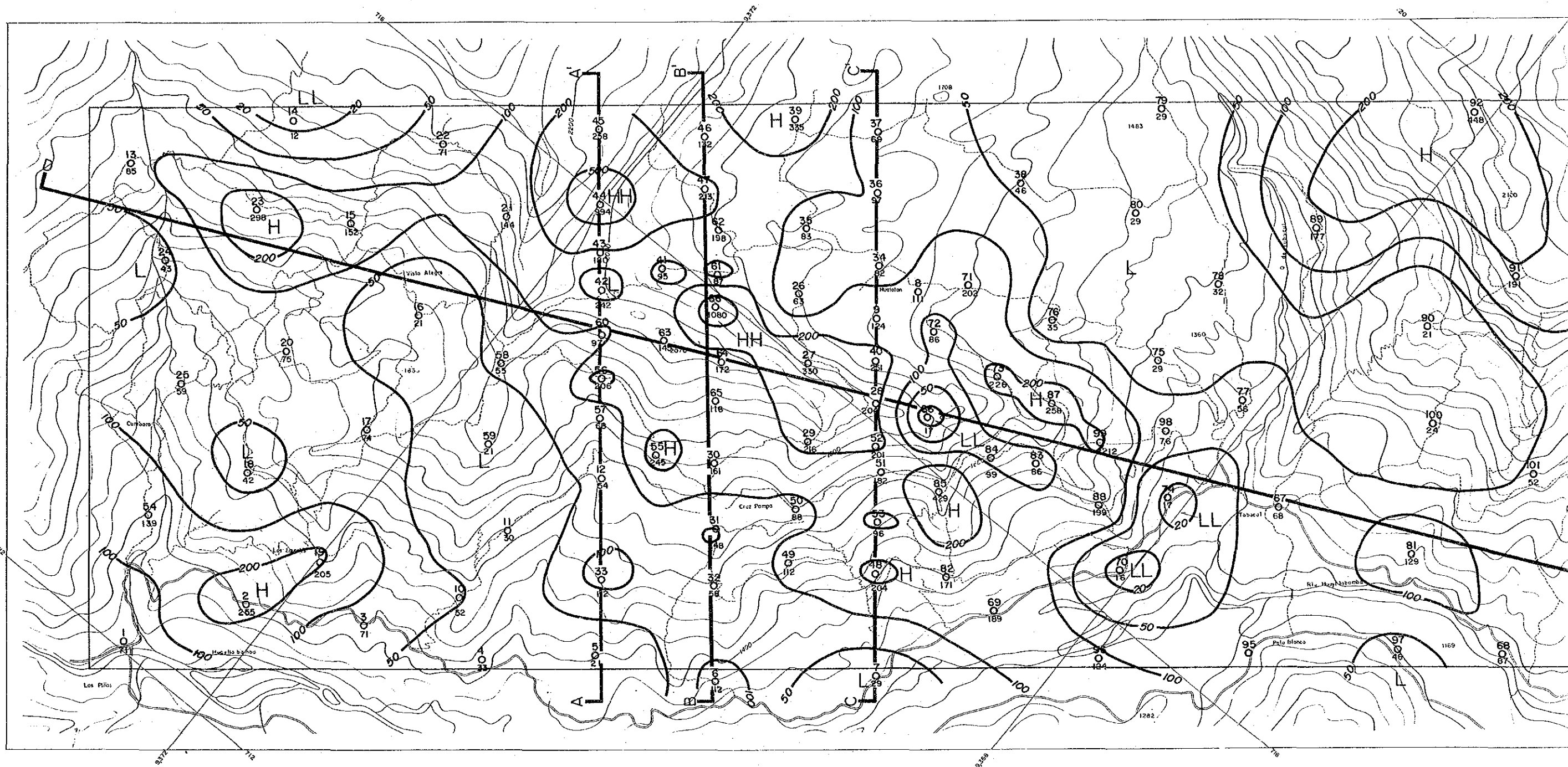
地表で確認された鉱化帯と比抵抗構造の関係をみると、B-B'断面(No.64), C-C'断面(No.28, 51), D-D'断面(No.64, 27, 28, 86, 99)といずれも鉱化帯では比抵抗基盤の盛上がりが見られ、前述のようにその上位及び周辺部は特異な比抵抗構造を示す。このことから本地域では比抵抗基盤の盛上りが、その後の鉱化変質作用に深く関わっているものと推定される。

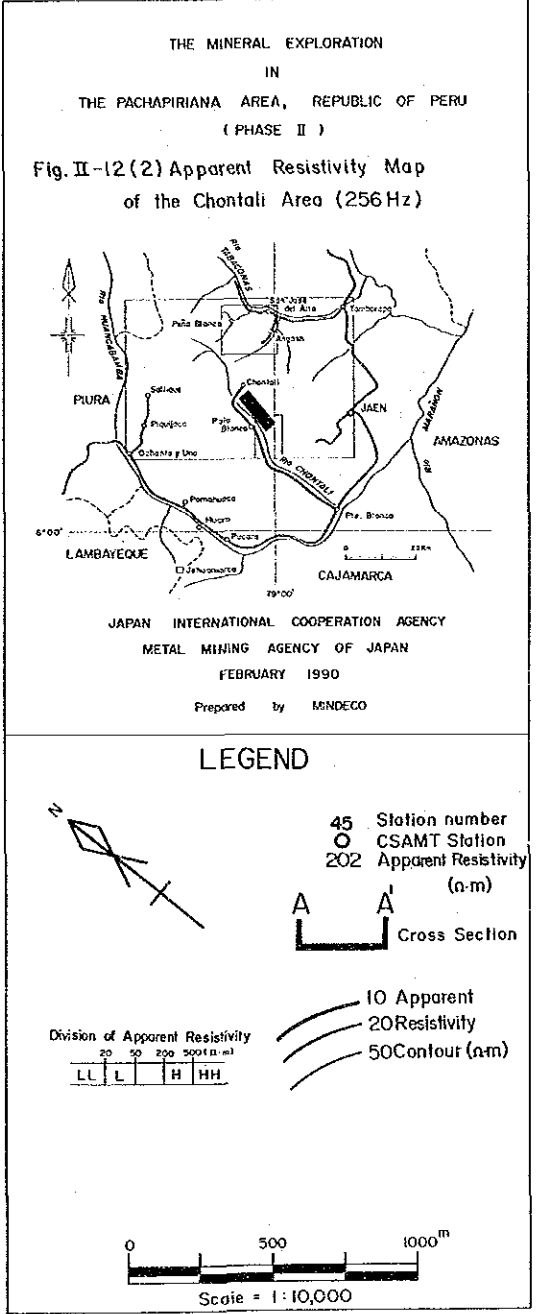
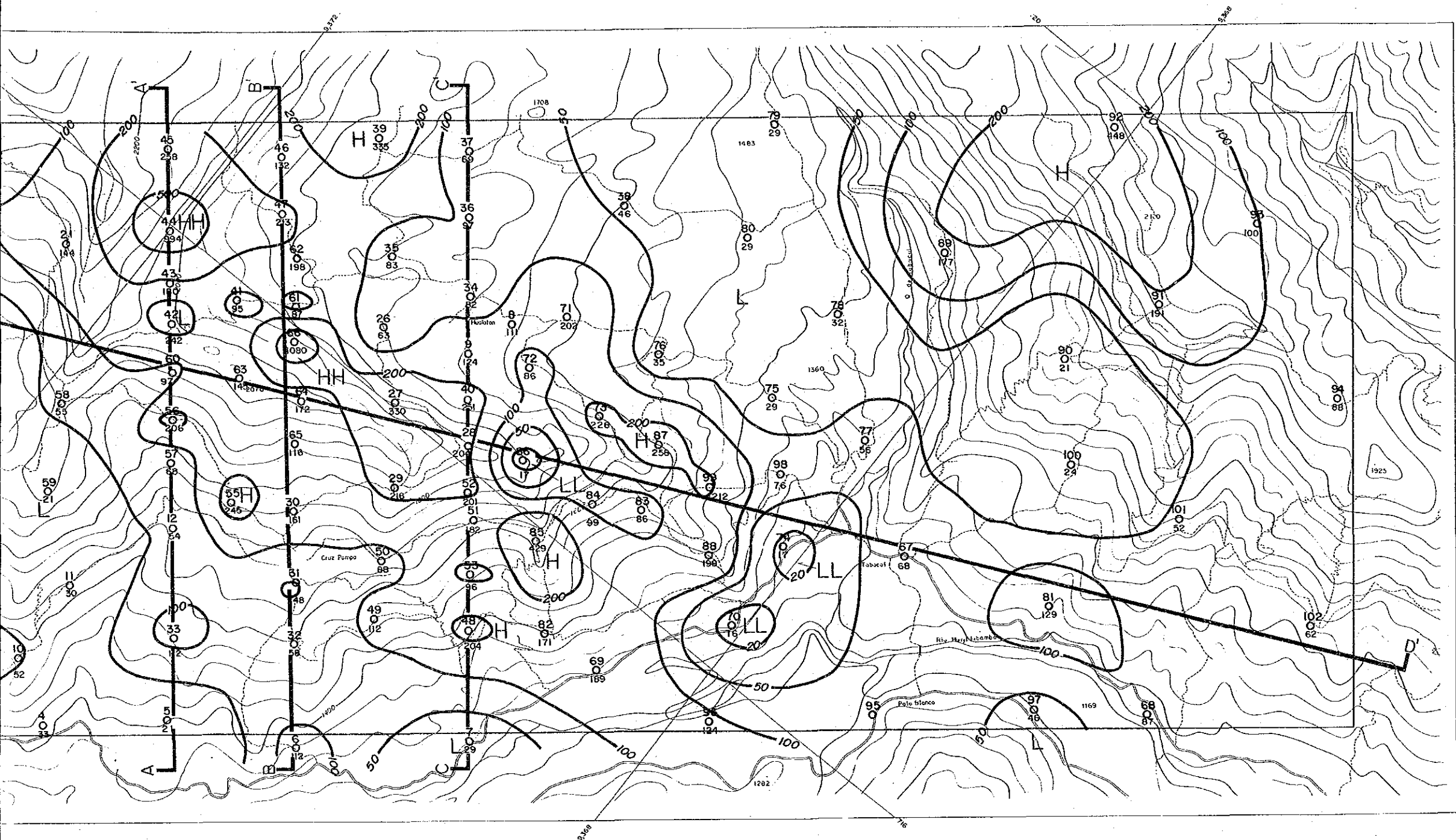
②比抵抗構造平面図 [Fig. II-14 (1), (2), 及びPL-11 (1), (2)]

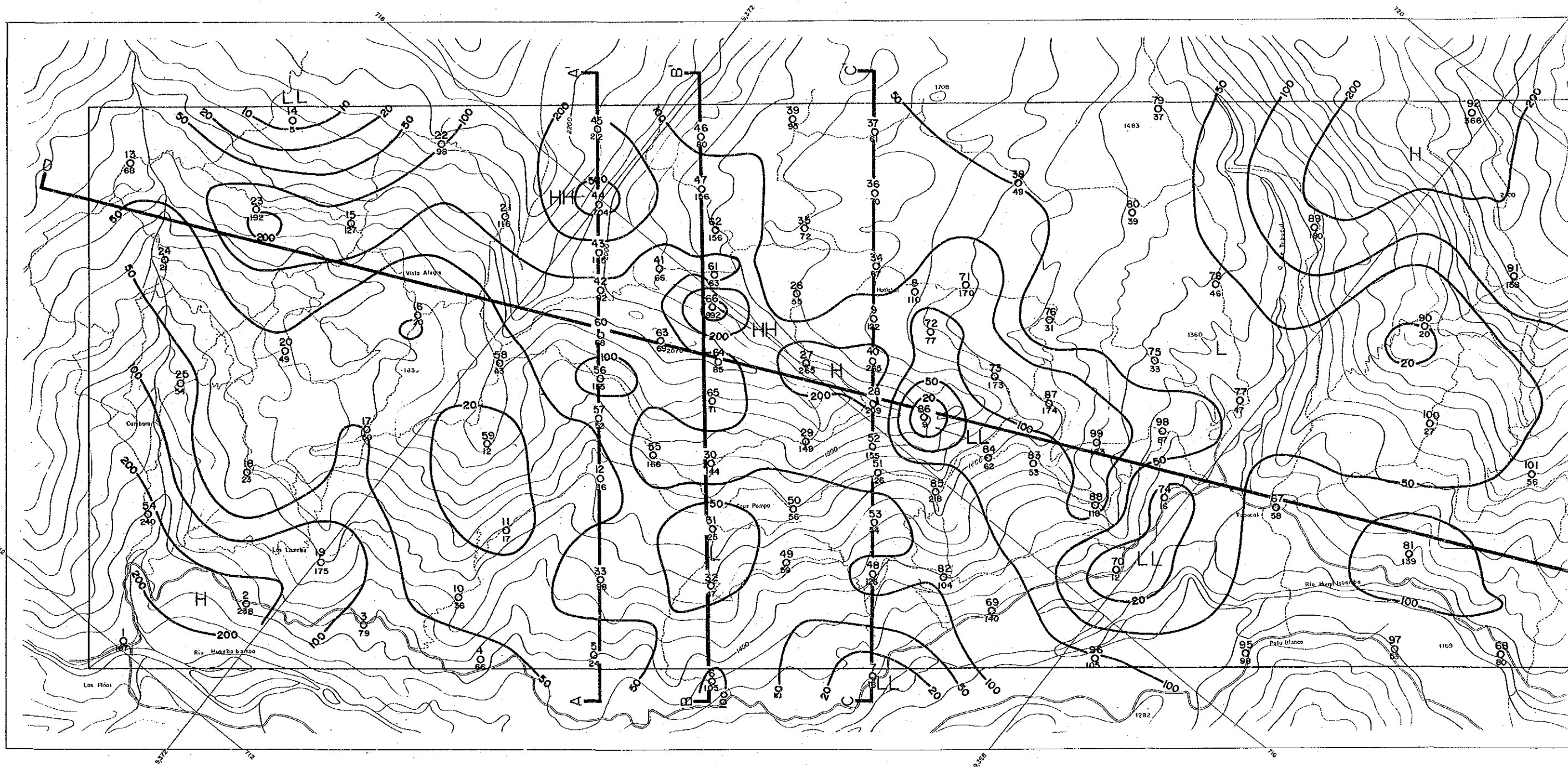
標高1,600m準比抵抗構造平面図は256Hz見掛比抵抗平面図と高(見掛)比抵抗域及び低(見掛)比抵抗域の分布が酷似している。ワラタンの西方では500Ω・m以上の高比抵抗域がN-S方向に伸長し、これらを取囲むように50Ω・m以下の低比抵抗域が分

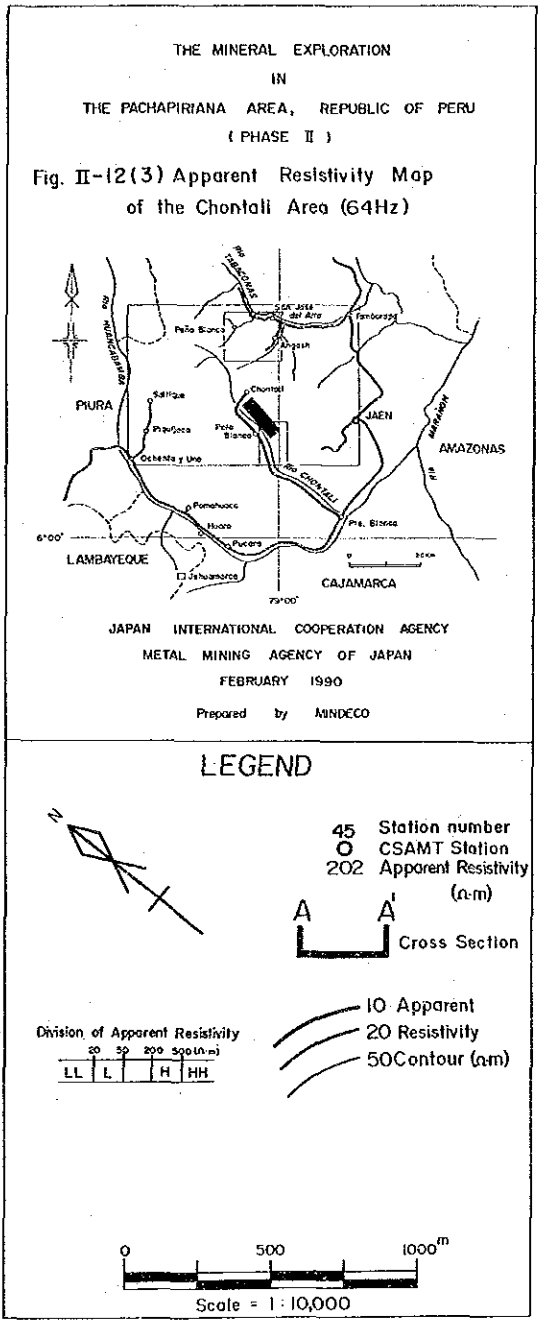
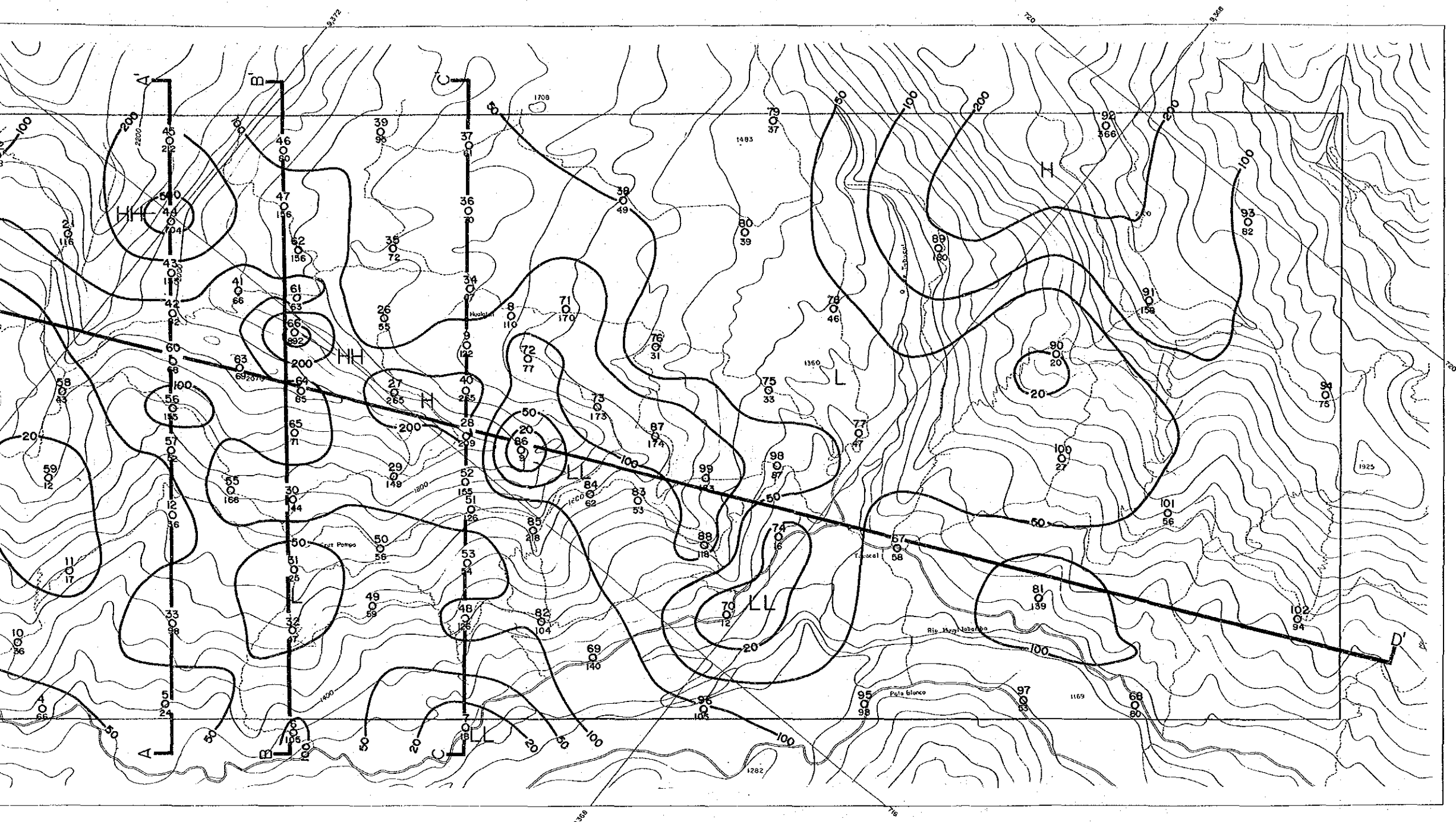


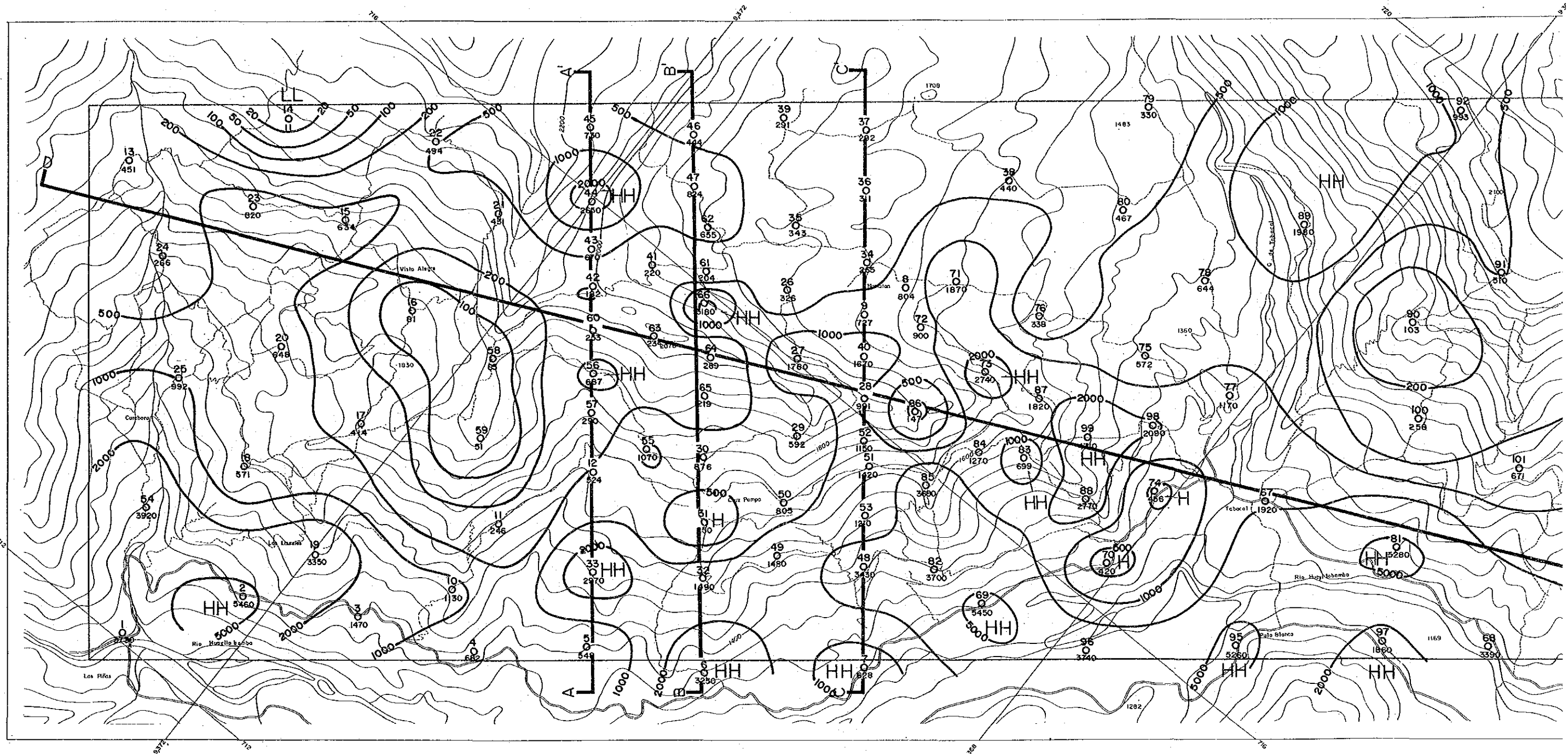


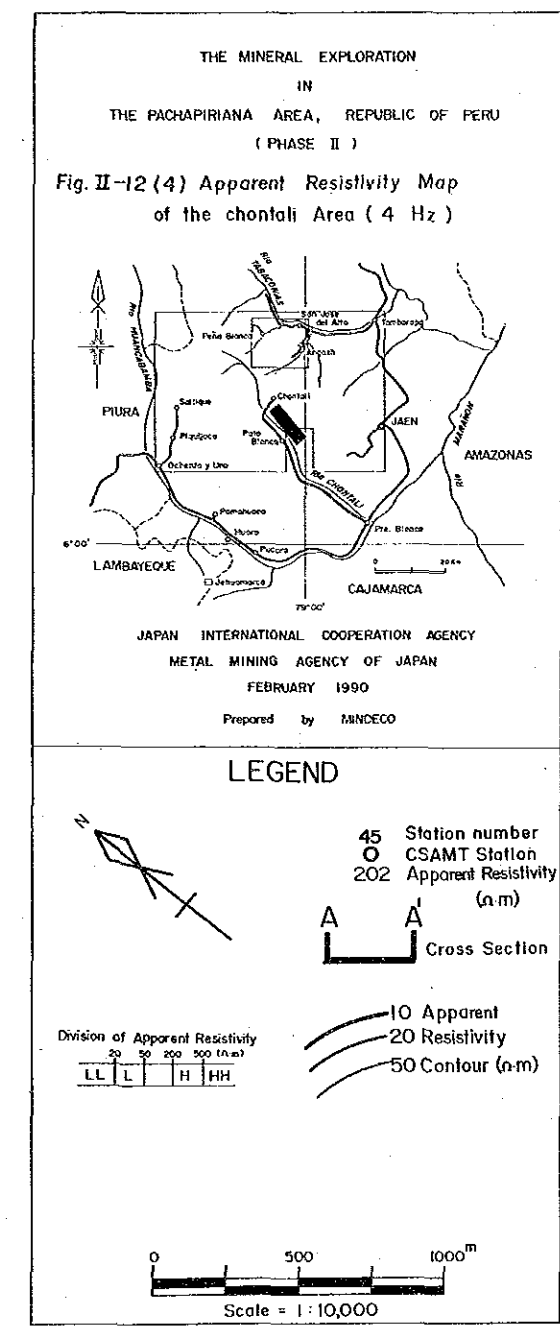
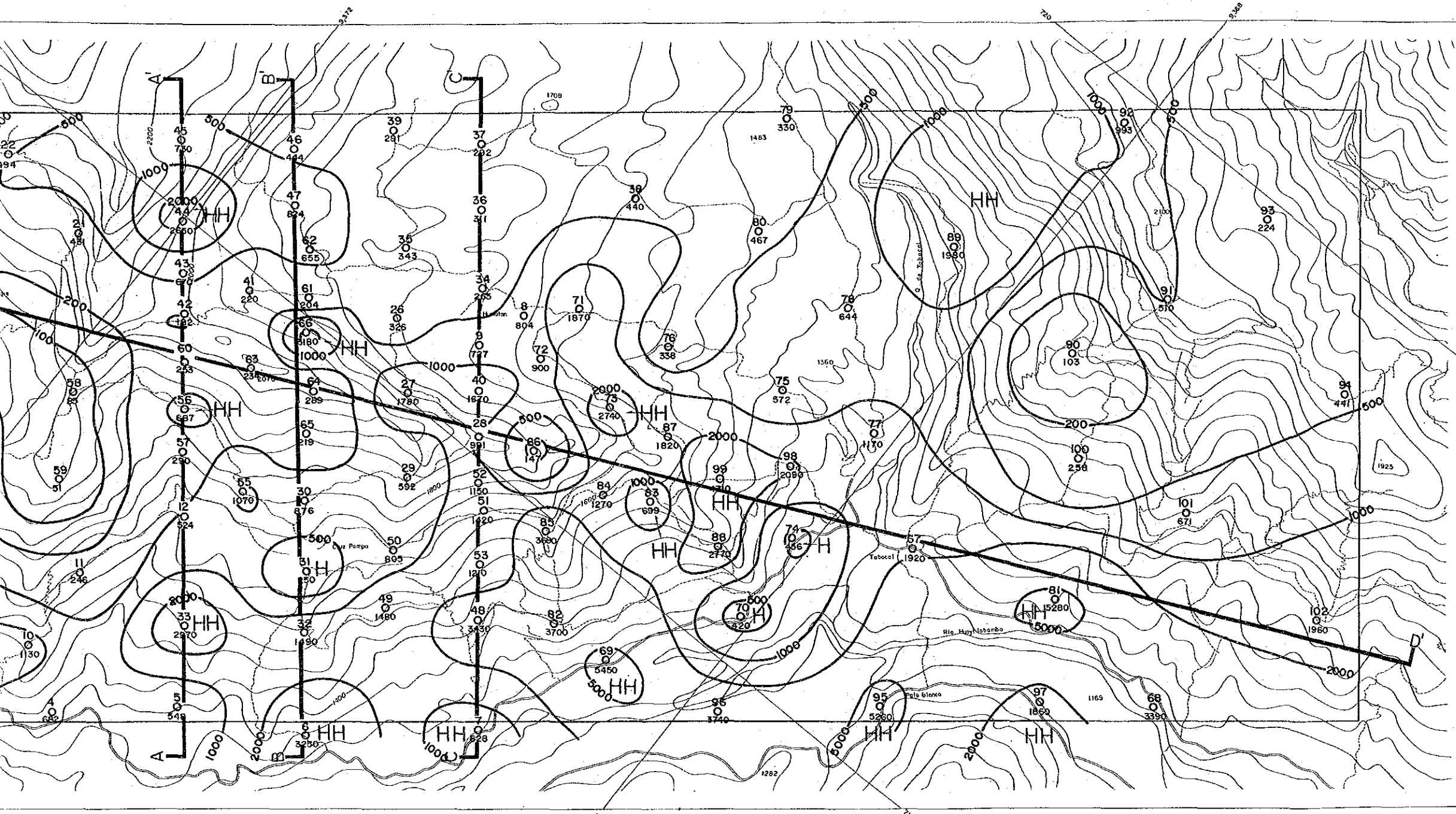












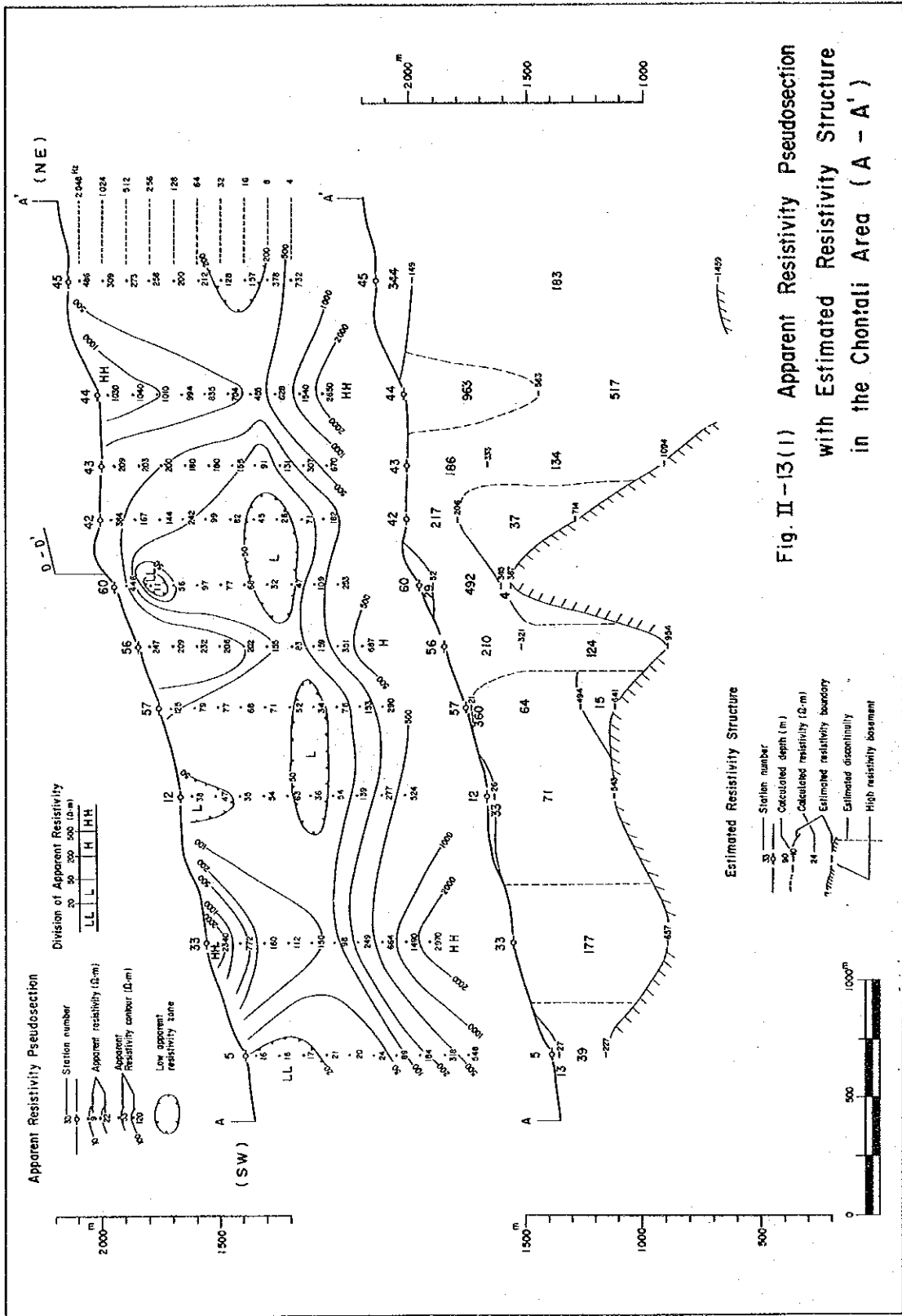


Fig. II-13(1) Apparent Resistivity Pseudosection with Estimated Resistivity Structure in the Chontali Area (A - A')

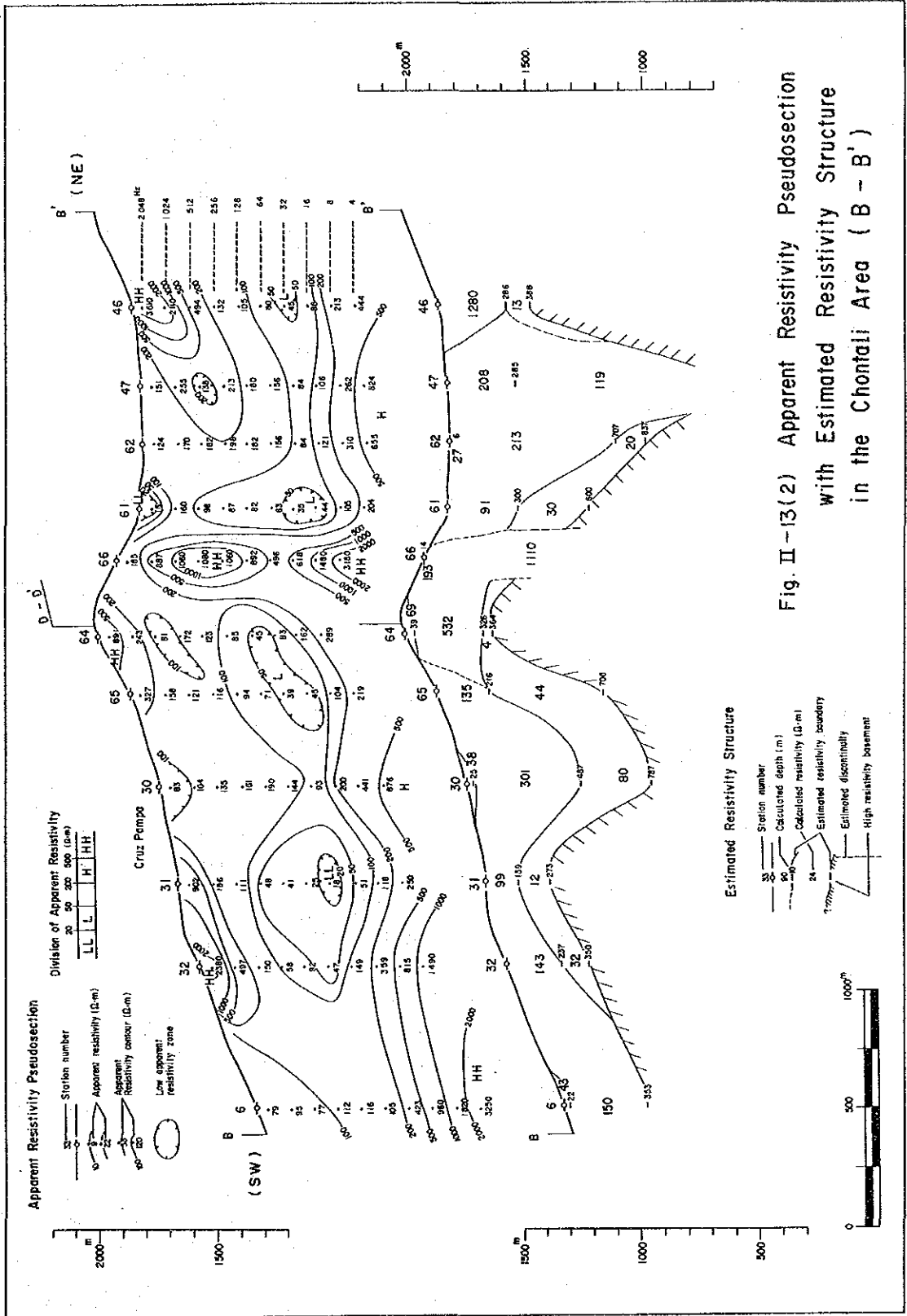
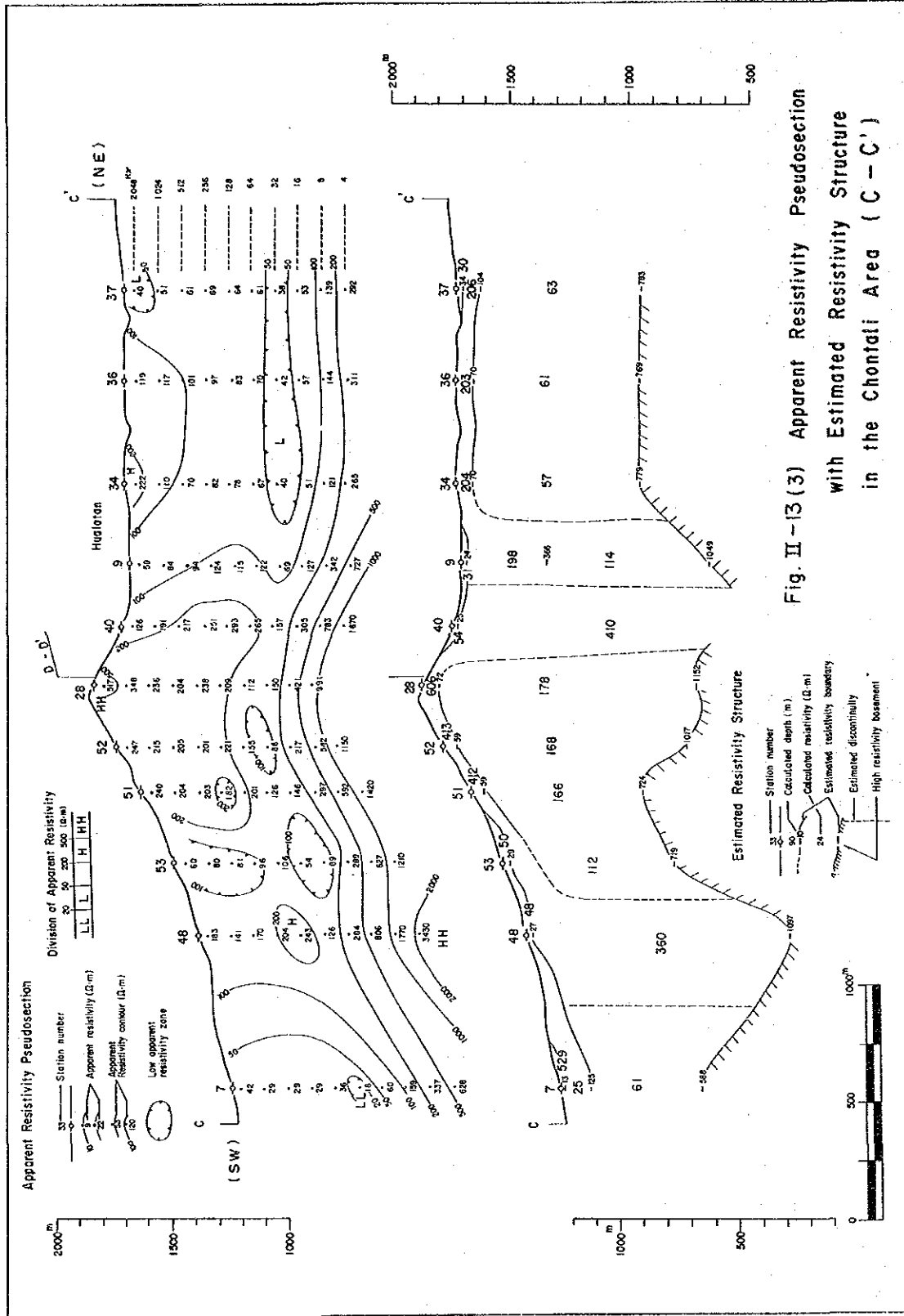
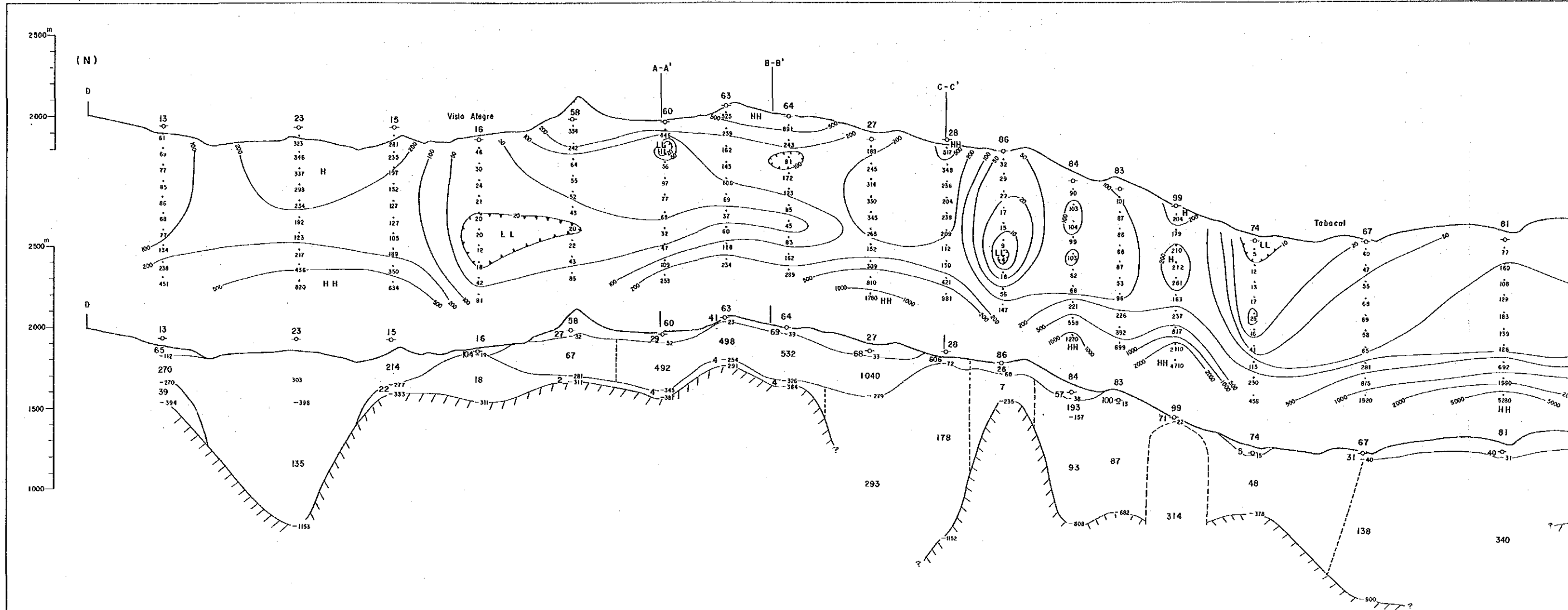


Fig. II-13(2) Apparent Resistivity Pseudosection with Estimated Resistivity Structure in the Chontali Area (B - B')

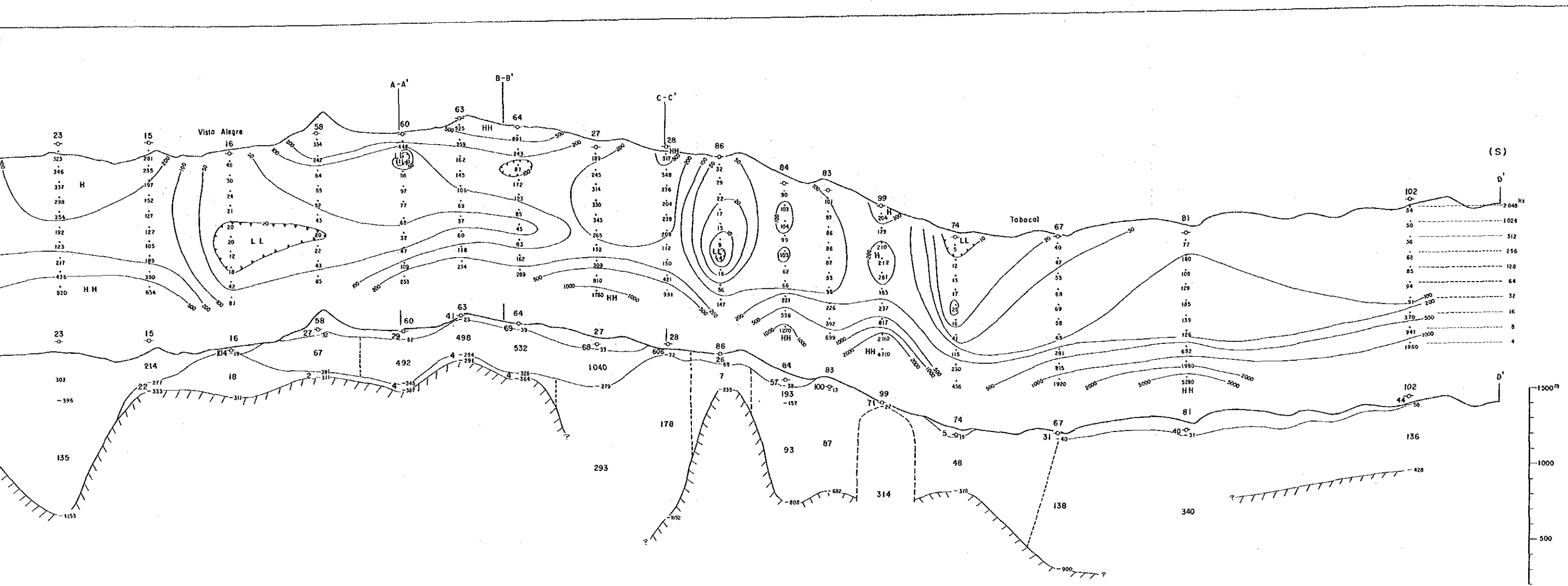




LEGEND

- | | | | | | | | | | |
|--|----|-----|-----------|-----------|----|---|---|----|--|
| <p>Apparent Resistivity Pseudosection</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Station number — Apparent resistivity (Ω-m) — Apparent resistivity contour (Ω-m) ○ Low apparent resistivity zone <p>Division of Apparent Resistivity</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>20</td> <td>50</td> <td>200</td> <td>500 (Ω-m)</td> </tr> <tr> <td>LL</td> <td>L</td> <td>H</td> <td>HH</td> </tr> </table> | 20 | 50 | 200 | 500 (Ω-m) | LL | L | H | HH | <p>Estimated Resistivity Structure</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Station number — Calculated depth (m) — Calculated resistivity (Ω-m) — Estimated resistivity boundary — Estimated discontinuity — High resistivity basement |
| 20 | 50 | 200 | 500 (Ω-m) | | | | | | |
| LL | L | H | HH | | | | | | |

Fig. II-13 (4) Apparent Resistivity Ps
with Estimated Resistivity S
in the Chontali Area (D -



LEGEND

- | Apparent Resistivity Pseudosection | | Estimated Resistivity Structure | |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | Station number | | Station number |
| | Apparent resistivity (Ω-m) | | Calculated depth (m) |
| | Apparent resistivity contour (Ω-m) | | Calculated resistivity (Ω-m) |
| | Low apparent resistivity zone | | Estimated resistivity boundary |
| | | | Estimated discontinuity |
| | | | High resistivity basement |
- Division of Apparent Resistivity
 20 50 200 500 (Ω-m)
 LL L H HH

Fig. II-13 (4) Apparent Resistivity Pseudosection with Estimated Resistivity Structure in the Chontali Area (D-D')

布する。チョンタリ地区の主要な鉱化帯の位置はこのN-S方向に伸長した高比抵抗域と一致している。ビスタアレグレから南西方向には $50 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗域が広がっている。このうち西部のNo.59周辺ではモンソニ岩の貫入及び鉱化変質がみられ、これらの影響を受けたものと考えられる。

標高 1,200m 準比抵抗構造平面図では、ワラタンの北西に $500 \Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗が分布する。これは標高1,600m 準比抵抗構造平面図においてもそのやや南側に認められたもので、高比抵抗基盤の盛り上りを示している。またクルспанパでも $500 \Omega \cdot m$ 以上と高比抵抗がみられ、それら両地域の間には $100 \Omega \cdot m$ 以下のやや低い比抵抗域が介在している。ビスタアレグレからロスラウレスまで、調査地の北西には高見掛比抵抗が広大に広がっている。一方、標高1,200m 準平面図で明らかであったビスタアレグレから南西に広がる低比抵抗域がほとんど消失した。パロブランコからタバカル北方を通過してN45° E方向に延びる低比抵抗域は、推定断層が深部まで連続している可能性を示唆している。

③ 3次元比抵抗平面図 [Fig. II-14(3)]

本CSAMT法調査をまとめるために、3次元カラーグラフィックスを用いて標高1,600, 1,400, 1,200, 1,000, 800m 準比抵抗平面図を作成した。これより以下の特徴が指摘できる。

- i) 調査地中～北西部の地下深部には高比抵抗域が広大に広がっている。この比抵抗基盤は標高1,400m以上まで尖塔状に垂直に盛上った後、南方のクルспанパ及びワラタン方面に連続する。地表における鉱化変質帯の分布から判断すると、チョンタリ地区の鉱化作用にこの高比抵抗基盤の盛り上が深くが関与しているであろうと考えられる。
- ii) この高比抵抗基盤の上位及び周辺には低比抵抗域が発達する。一部は変質帯を形成しているものと考えられる。
- iii) パロブランコ、タバカルを通る推定断層に対応すると考えられる中～低比抵抗帯が地下深部まで連続する。

1-3 考察

本調査地区はオヨトゥン火山岩類を基盤とし、これを覆いゴイアリススキスガ層群が分布し、更にこれらを買き花崗閃緑岩、モンソニ斑岩、石英斑岩～流紋岩、安山岩等が分布する。オヨトゥン火山岩類中には珪化変質帯、珪化粘土化変質帯の広範な分布が認められたが、地化

学異常と密接に関係する変質帯は精査区域のワラタン西部に分布する。

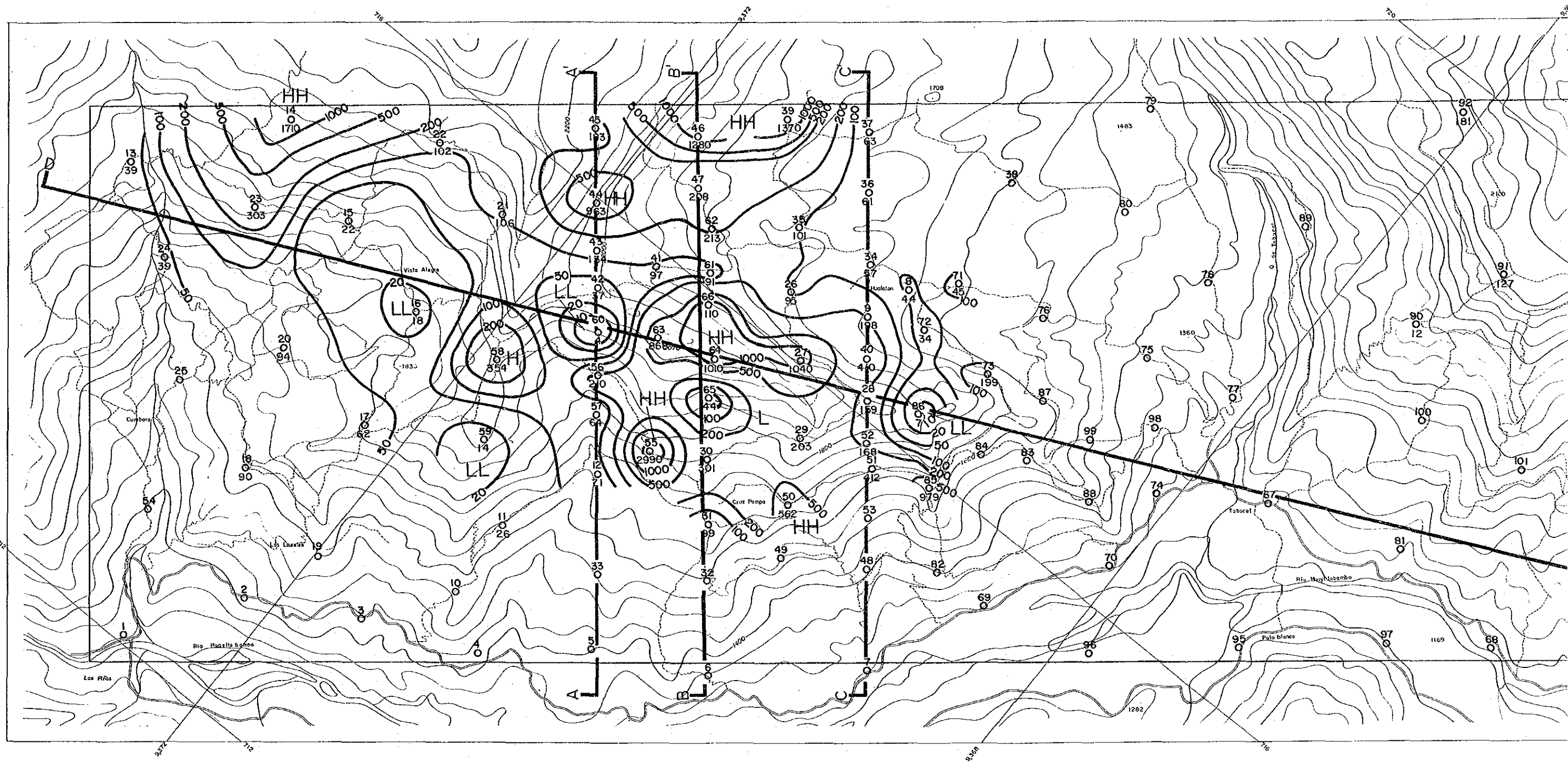
本変質帯では中心部付近に物理探査により高比抵抗帯として抽出された比抵抗基盤の盛り上り構造が確認された。前年度調査によるとオヨトゥン火山岩類の下位にはサラス層群の結晶片岩ないし千枚岩が分布するが、室内試験により測定された結晶片岩の比抵抗は $180 \Omega \text{ m}$ と非常に低く高比抵抗基盤を構成する地質単位とは考えられず、調査地区西部に分布する花崗岩類あるいは閃緑岩～花崗閃緑岩（室内試験による比抵抗測定値 $1,000 \Omega \text{ m}$ ）の貫入構造を反映している可能性が指摘された。

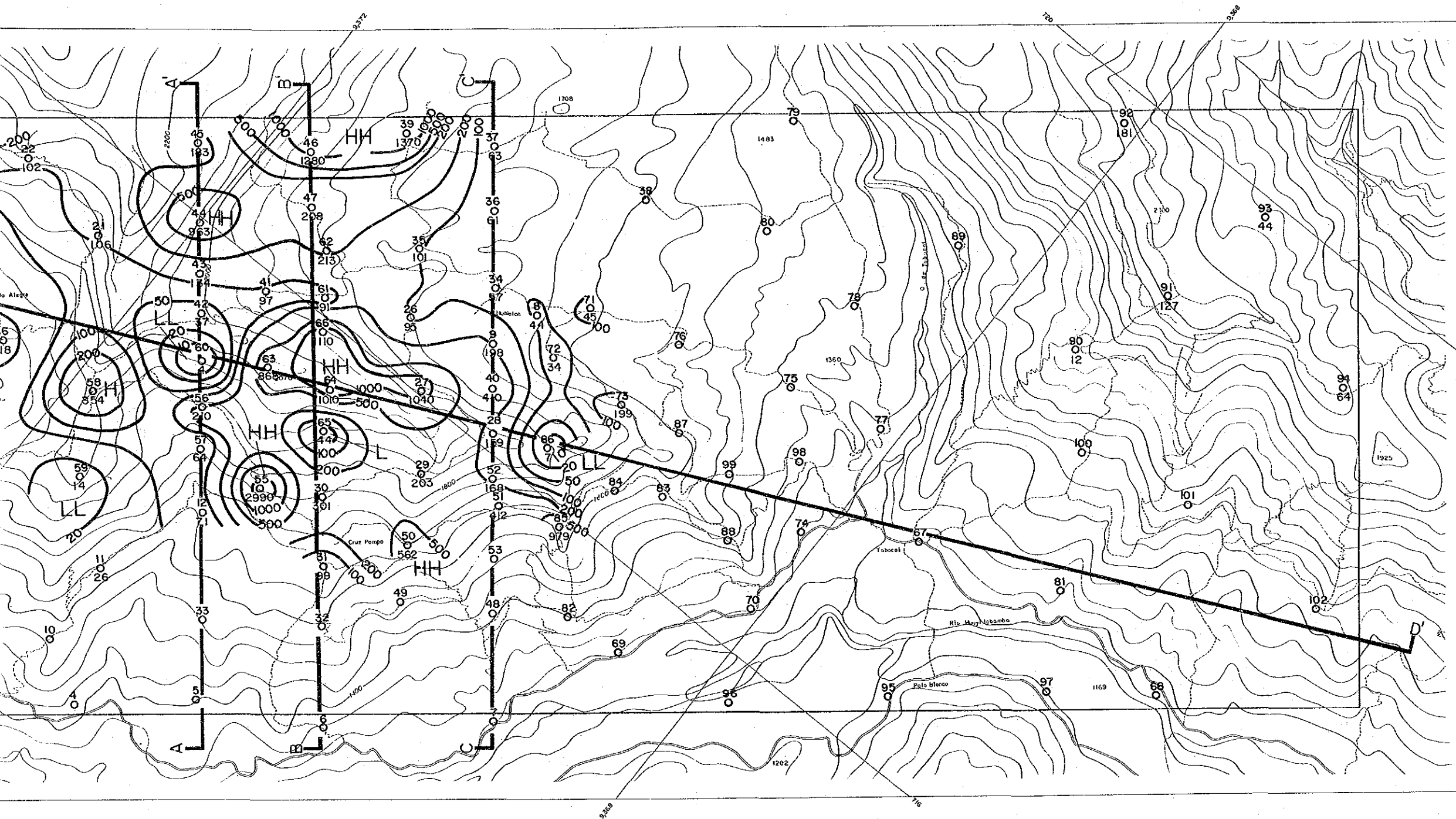
一方、変質帯中に分布する石英脈の流体包有物の充填温度は花崗岩質岩分布域に近接する西部域に高く、ワラタン西部の山陵部に低いという結果を得たが、精査区域の北端及び南端の地形的低地帯でも低温帯が捕捉され、かつワラタン西部山陵部中腹の比較的高所まで高温帯が張り出している事より、ワラタン西部山陵部下部に温度分布の中心が存在する可能性が指摘された。

すなわち、ワラタン西部の山陵部の下部には熱源となるべきものが存在すると推定する事ができ、高比抵抗基盤の盛り上りとは花崗岩質岩の貫入形態を示唆している可能性があると結論付けられる。

流体包有物の充填温度測定結果は $96 \sim 271^\circ\text{C}$ の範囲にあるが、測定された30試料の単純平均は 155°C となり比較的低温に優勢な温度分布を示す。最も優勢な地化学異常は金についてあらわれており、かつ露頭品位で 16.15 g/l Au , 12.95 g/l Au など極めて高品位な部分も確認された。浅熱水性金鉱脈鉱床の最適鉱化温度は一般に $180 \sim 230^\circ\text{C}$ であり、地下深部に存在が予想される花崗岩質岩（熱源）までの間にはより高品位の金鉱化帯の賦存の可能性は極めて高いと結論されよう。

タバカル南部の方鉛鉱を伴う石英脈分布域は珪化変質帯中に存在し、かつ金及び鉛の地化学異常もこれに重複するが、いずれも非常に小規模である事より、小規模な含金卑金属鉱脈賦存の可能性はあるものの、これが大規模鉱化帯へ発展する可能性は低いと判断される。





THE MINERAL EXPLORATION
IN
THE PACHAPIRIANA AREA, REPUBLIC OF PERU
(PHASE II)

Fig. II-14 (1) Resistivity Structure Map
of the Chontoli Area (+1,600^m)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY 1990
Prepared by MINDECO

LEGEND

45 Station number
○ CSAMT Station
202 Calculated Resistivity (n.m)

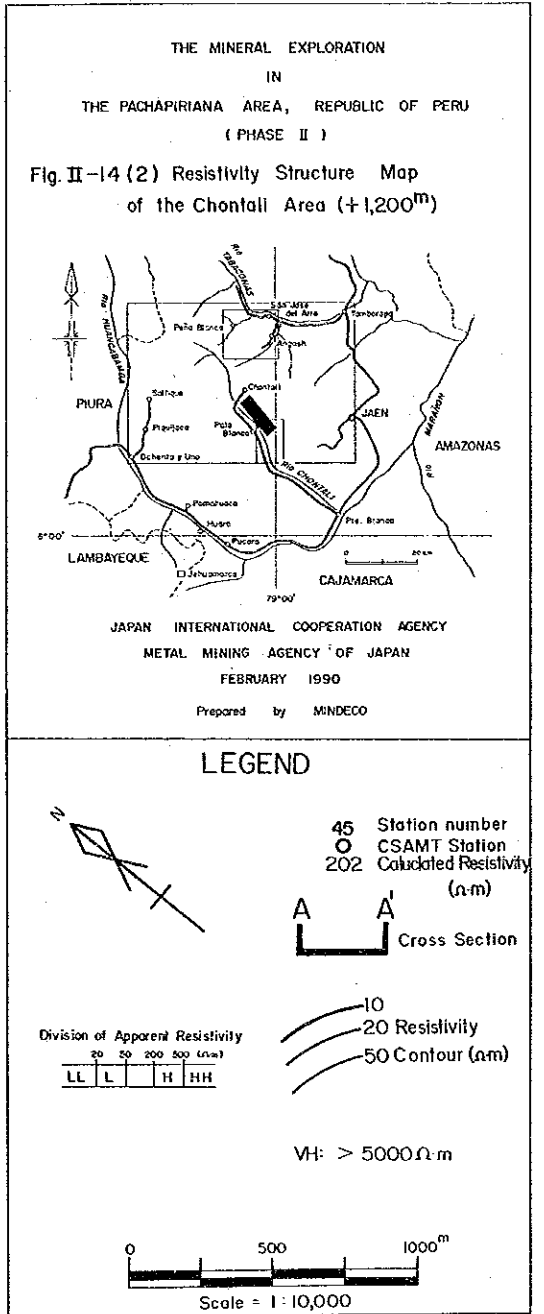
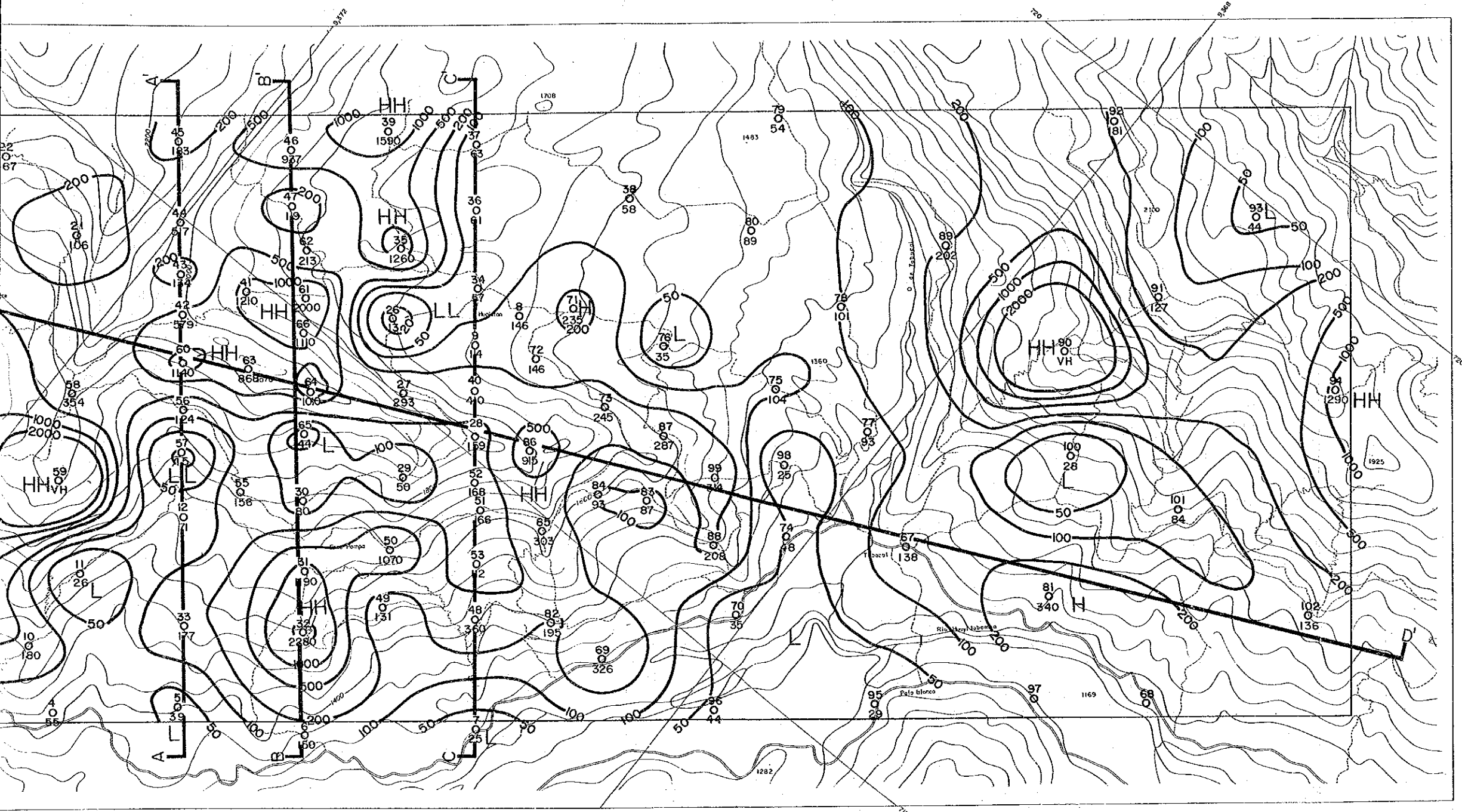
A A' Cross Section

Division of Apparent Resistivity
20 30 200 500(n.m)

LL L H HH

10
20 Resistivity
50 Contour (n.m)

0 500 1000^m
Scale = 1:10,000



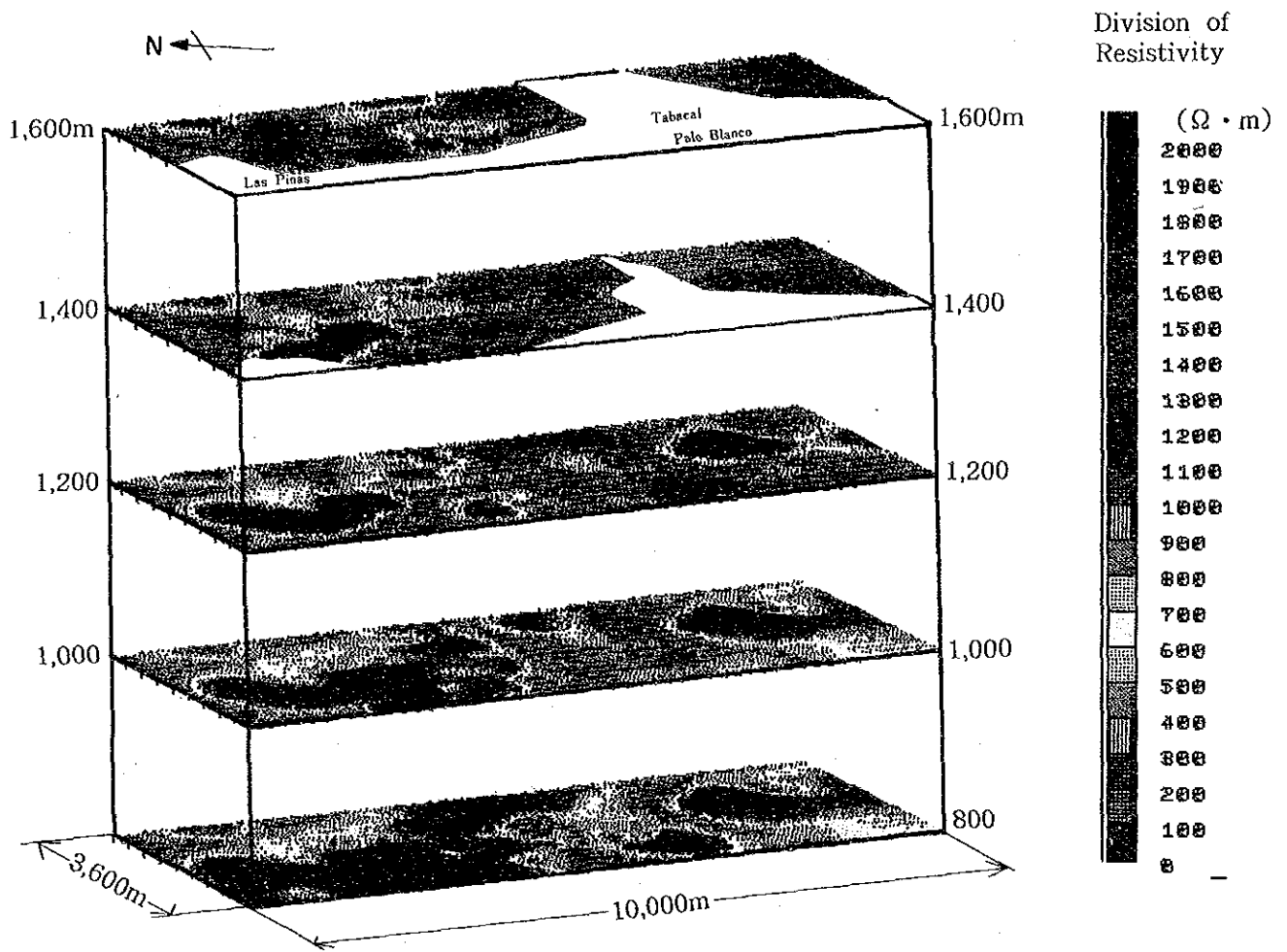


Fig. II-14 (3) 3-D Resistivity Map of the Chontali Area

第2章 ヘワマルカ地区

2-1 調査目的

本地区は“北部地化学探査計画”により抽出された地化学異常に対するフォロー調査により捕捉された鉍微地で、地質鉍物冶金研究所では縮尺1/2,500の地質精査までの調査を完了していた。第1年次調査では前記地質精査の再評価を目的として岩石地化学探査を併用した地質精査を実施すると共に、CSAMT法による物理探査により地下深部の比抵抗構造解析を行なった。その結果、地質調査により推定された、鉍化作用に密接に関係するとされる珪化変質帯は、地下深部に“きのこ状構造”を有して潜在する可能性が指摘された。

第2年次調査は、前記“きのこ状構造”を有して潜在する可能性のある珪化変質帯の具体的鉍化状況を探ると共に、鉍化変質作用をもたらした溶液の通路となったと推定される裂隙系の鉍況把握及び本地区で最も高い地化学異常値を示した珪化変質帯の鉍化状況の把握を目的としてボーリング調査を実施した。

各ボーリング孔の具体的調査目的は次の通りである（Fig. II-15）。

MJPJ-1；きのこ状構造をなすとされる地下に潜在する珪化変質帯の中心部近傍の具体的鉍化変質状況を探ると共に地表調査で捕捉された優勢な銀地化学異常を伴う裂隙系の地下深部における鉍化状況の把握を目的とする。

MJPJ-2；きのこ状構造をなすとされる地下深部に潜在する珪化変質帯の南東翼の具体的鉍化変質状況を探ると共に地表調査で確認された裂隙系の地下深部の鉍況把握を目的とする。

MJPJ-3；きのこ状構造をなすとされる地下に潜在する珪化変質帯の北西翼の具体的鉍化変質状況を探ると共に、本地区で最高の金地化学異常(4.03g/l)を示した珪化変質帯の鉍化状況の把握を目的とした。

2-2 調査方法

2-2-1 調査概要

ボーリング掘削作業は現地ボーリング業者を起用し、掘削の監督の為ボーリング技師1名を派遣した。L-38試錐機（掘削能力BQ 725m）1台を用い、ボーリング3孔、816.25mを掘進した。

作業形態は1方8時間の3交代制を原則とし、各方の構成は、現地人機長1名、作業員5名の編成とした。

掘進工法はワイヤーライン工法を採用し、コア採取率及び工程の向上に努めた。

ボーリング工事期間は1989年7月17日から12月29日までの166日間で各孔毎の工事量は次の通りである (Apr. 17)。

孔名	掘進長 (m)	コア長 (m)	コア採取率 (%)
MJPJ-1	316.25	311.75	98.58
MJPJ-2	300.00	296.30	98.77
MJPJ-3	200.00	189.45	94.72

2-2-2 ボーリング調査工事

1) 資機材搬入

資機材はリマよりプカラまでトラック、プカラよりヘリコプターで現地へ輸送し、9月24日完了した。なお燃料、泥材等はプカラより馬にて2日の工程で運搬した。

2) 道路、ヘリポート、試錐座開削整地工事

道路、ヘリポート、試錐座開削整地工事は人力にて実施した。

3) 設営

設営はMJPJ-2, MJPJ-1, MJPJ-3孔の順に行い掘進した。

4) ボーリング用水

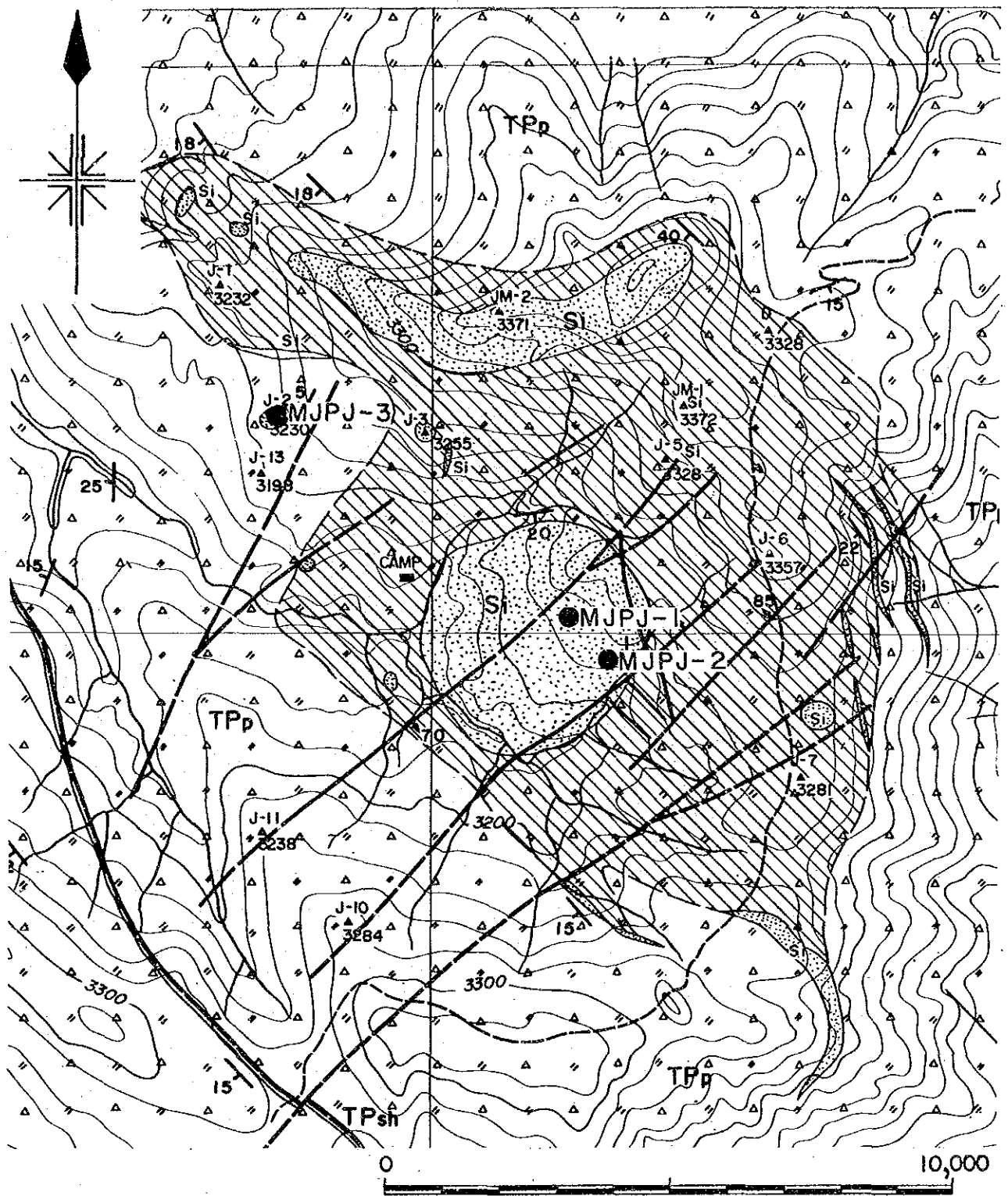
ボーリング用水はキャンプ地の下方の小川より1インチホースを各現場まで布設し、揚水ポンプで各現場に給水した。

5) 掘進作業

(1) MJPJ-1孔	傾斜 -90°
掘進期間	1989年10月22日～11月7日
掘進長	316.25m
コア長	311.75m
コア採取率	98.58%

0.00m～2.95m

116mmダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用して表土を掘進後、HW



LEGEND

- | | | | |
|---------|--------------------------------------|----|-----------------|
| ● | Drilling Site | Si | Silicified rock |
| △ △ △ △ | TPp Tuff, Lapilli tuff, Tuff breccia | ▨ | Argillized zone |
| ▨ | TPsh Shale, Siltstone | — | Fault, Fissure |
| | | — | Bedding |

Fig.11-15 Location of the Drilling Site in the Jehuamarca Area

ケーシングパイプを挿入設置した。

2.95m～150.25m

HQダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用して掘進した。2.95mより10.85mまで破碎帯のためHWケーシングシューにて拡孔し、HWケーシングパイプを挿入設置した。岩質は火山礫凝灰岩である。

61.00mより66.50m及び81.70mより87.20mまで、鉍化帯を捕捉した。

150.25mまで掘進し、NWケーシングパイプを挿入設置した。

150.25m～245.65m

NQダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用して掘進した。岩質は主として火山礫凝灰岩で、215.05mより241.55m及び248.25mより250.70mまでは断層角礫岩であった。245.65mまで掘進し、BWケーシングパイプを挿入設置した。

245.65m～316.25m

BQダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し掘進した。岩質は火山礫凝灰岩であった。267.40mにて全量逸泥し、逸泥止めを行ったが逸泥止まらず、グリスを投入し掘進した。316.25mにて目的達成し終了した。

(2) MJPJ-2孔	方向	135° (真北方位)	傾斜	-75°
掘進期間	1989年 9月24日～10月21日			
掘進長	300.00m			
コア長	296.30m			
コア採取率	98.77%			

0.00m～104.40m

HQダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し掘進した。7.40mまで破碎帯のためHWケーシングシューにて拡孔し、HWケーシングパイプを挿入設置した。

岩質は火山礫凝灰岩であり、43.10mより47.15mまで鉍化帯を捕捉した。

43.10mにて全量逸泥し、逸泥止めを行ったが逸泥止まらず、グリスを投入し掘進した。104.40mまで掘進し、NWケーシングパイプを挿入設置した。

104.40m～226.05m

HQダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し掘進した。岩質は凝灰岩であり所々鉍化帯を捕捉した。226.05mまで掘進し、BWケーシングパイプを挿入設置した。

226.05m～300.00m

BQダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し掘進した。岩質は凝灰岩であった。逸泥もなく順調に掘進し、300.00mにて目的達成して終了した。

(3) M J P J - 3 孔	傾斜 -90°
掘進期間	1989年12月8日～12月23日
掘進長	200.00m
コア長	189.45m
コア採取率	94.72%

0.00m～110.60m

HQダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し掘進した。4.50mまで破砕帯のためHWケーシングシューにて拡孔し、HWケーシングパイプを挿入設置した。岩質は主として珪化角礫岩であり、各所で鉍化帯を捕捉した。20.50mで50%、30.00mにて全量逸泥し逸泥止めを行ったが逸泥止まらず、グリスを投入し掘進した。110.60mまで掘進しNWケーシングパイプを挿入設置した。

110.60m～169.65m

NQダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し掘進した。岩質は主として凝灰岩で所々で鉍化帯を捕捉した。117.85mにて全量逸泥し逸泥止めを行ったが逸泥止まらず、グリスを投入し掘進した。169.65mまで掘進し、BWケーシングパイプを挿入設置した。

169.65m～200.00m

BQダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用し掘進した。岩質は火山礫凝灰岩であった。170.00mにて全量逸泥したためグリスを投入し掘進し、200mにて目的達成して終了した。

6) 移設, 撤収

(1) 移 設

移設作業は試錐機は自走, 他の機材は人力で運搬した。

(2) 撤 収

ボーリング業者に一任した。

2-2-3 コア鑑定及びサンプリング

ボーリングコア鑑定にあたっては, 鉱化作用及び変質作用の種類及び強度を重点的に観察した。鉱化作用は肉眼で識別できた初生鉱物と想定される黄鉄鉱, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 黄銅鉱及び四面銅鉱につきその量比を各地質層準に対応させて判別した。変質作用についても珪化変質・粘土化変質・緑泥石化変質を主体に各々の強度を各地質層準に対応させて記載した。更に柱状図に記載し難い毛状細脈につき, その相対的強度(出現頻度)を各地質層準に対応させ記載した。

サンプリングは本地区の如き低品位鉱染鉱化作用の卓越する鉱体においては全孔長を規則的に採取することが望ましいが, 本年度は試料数に限りがあった為, 肉眼鑑定にて銅・鉛・亜鉛合計1%以上あると判定した部分について115試料, 金鉱化の可能性のあるMJPJ-1の孔底付近に分布する多孔質強珪化岩にて5試料及びMJPJ-3の酸化溶脱帯にて5試料の合計125試料を層別に選定し, コア・スプリッターにて半割して採取した。

サンプリング後のコアは現地へワマルカに存する地質鉱物冶金研究所所有の仮設キャンプに保管した。

2-3 地 質

調査地区周辺は広域的にはオヨトゥン火山岩類を基盤とし, その上位に不整合にてポルクーヤ火山岩類が分布する(Wilson, 1984)。調査地区は安山岩ないし石英安山岩質凝灰角礫岩及び火山礫凝灰岩を主体とし, 凝灰岩, 溶結凝灰岩及び凝灰質頁岩~シルト岩を挟在するいわゆる火山碎屑岩類により特徴付けられる。これらの火山碎屑岩類は緩やかな波状構造を有するものの, 大局的には北西-南東の一般走向を有し, 南西へ緩やかに傾斜する単斜構造をなすとみる事もできる。

断層裂罅構造は堆積構造にほぼ直交する北東-南西系の急傾斜の裂罅系が顕著に認められ, 更に北北西-南南東ないし北西-南東系の小規模な裂罅系が北東-南西系の裂罅系の橋渡しをなす様にして出現する。これらの裂罅系はいずれもほとんど堆積構造を乱しておらず, 副

次的裂罅系であろうと推定された。

本地区に認められる変質作用はいずれも前述裂罅系を通路として発達したものと考えられ、裂罅密集帯にほぼ円形の外形を有する珪化粘土化変質帯更にその外側に、粘土化帯又はプロピライト化帯がとりまくという変質帯の帯状分布が認められる。更に変質帯の外縁部では粘土化変質帯の中に堆積構造に調和的な産状を示す小規模な珪化変質帯が随所に観察されており、変質作用の層準規制も存在するものと解析された。

本地区の鉍化作用は地化学探査解析結果から類推し、北東-南東方向の裂罅系を通路とし、珪化変質期に種々鉍種の鉍化作用が集中したとされ、特に金鉍化作用にその傾向が強いとしている。

2-4 調査結果

2-4-1 MJPJ-1 (位置 9' 326,058N, 695,205E ; 標高 3227.32m)

1) 地質及び変質作用 (Apr. 16 (1))

本孔は凝灰岩、凝灰質頁岩及び石英安山岩を挟在する火山礫凝灰岩を主体とするポルクーヤ火山岩類より成る。

- 0 ~ 15.95m 褐鉄鉍により黄褐色に着色された風化火山礫凝灰岩より成る。
- 15.95 ~ 52.5m 比較的多量の石英細脈を伴う弱珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。
- 52.5 ~ 60.9m 凝灰岩薄層を挟在する弱粘土化変質をうけた凝灰質頁岩より成る。
- 60.9 ~ 65.55m 層理の発達する凝灰質頁岩を挟在する晶洞の発達した石英より成る。
- 65.55 ~ 105.3m 凝灰岩の薄層を挟在する珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。
- 105.3 ~ 112.3m 粘土脈を随伴する珪化変質をうけた凝灰岩より成る。
- 112.3 ~ 119.5m 溶結凝灰岩様伸張礫を有する珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。
- 119.5 ~ 131.4m 石英細脈及び粘土細脈を随伴する珪化変質をうけた凝灰岩より成る。
- 131.4 ~ 140.85m 珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。
- 140.85 ~ 149.1m 比較的新鮮な火山礫凝灰岩より成る。
- 149.1 ~ 151.9m 珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。比較的強い破碎作用を受けている。
- 151.9 ~ 158.2m 断層角礫を伴う粘土帯である。角礫は火山礫凝灰岩を主体とする。
- 158.2 ~ 178.45m 珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。
- 178.45 ~ 184.8m 粘土細脈を随伴する珪化変質を受けた凝灰岩より成る。比較的強い

- 破碎作用を受けている。
- 184.8 ~ 193.8 m 比較的強い破碎作用を受けた珪化変質作用を伴う火山礫凝灰岩より成る。
- 193.8 ~ 194.8 m 断層角礫を伴う粘土帯である。
- 194.8 ~ 215.05m 強い破碎作用を受けた珪化変質作用を伴う火山礫凝灰岩より成る。
- 215.05 ~ 241.55m 断層角礫を伴う粘土帯である。
- 241.55 ~ 248.25m 比較的新鮮な角閃石・石英安山岩より成る。
- 248.25 ~ 250.7 m 断層角礫を伴う粘土帯である。
- 250.7 ~ 297.05m 珪化変質を受けた火山礫凝灰岩より成る。
- 297.05 ~ 316.1 m 強い珪化変質を受けた火山礫凝灰岩より成る。
- 316.1 ~ 316.25m 暗灰色粘土より成る。

本孔は全孔にわたり比較的強い珪化作用が認められる。粘土化作用は比較的弱い、ほぼ全孔にわたり認められる。緑泥石化作用は主として浅所にて認められるが、連続性に乏しく、局所的に出現するのみである。

新鮮な角閃石安山岩(241.55~248.25m間)からの試料(247.6m)は鏡下(Apx.1)では絹雲母化、緑泥石化、炭酸塩化変質作用を強くうけており、有色鉱物の同定は不可能である。本岩は産状からみれば弱線沿いに貫入した岩脈の可能性はあるが、鏡下でそれを確定することは出来なかった。

孔底付近に分布する強い珪化変質を受けた火山礫凝灰岩(297.05~316.1m間)からの試料(309m)のX線回折結果(Apx.6)ではダイアスポア及びパイロフィライトが捕捉されており、酸性環境でかつ比較的高温の温度条件下で本珪化岩が形成された事を物語っている。

2) 鉱化作用

本孔は溶脱帯に分類される0~15.95m間を除き、全孔にわたり硫化鉱物の鉱染が認められる。硫化鉱物は黄鉄鉱を主体とし、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、四面銅鉱が肉眼で観察された。黄鉄鉱は若干の量比の変動はあるもののほぼ全孔にわたり認められる。閃亜鉛鉱は断層帯及び297.05m以深を除きほぼ全孔にて観察された。方鉛鉱は主として浅部域(215.05mまで)にて、また黄銅鉱は深部域(253.65~278.0m間)にて認められた。四面銅鉱は極く局所的であり、82.6~82.85m間に分布する石英脈にて観察されたのみである。

石英帯(60.9~65.55m)にて形成される高品位鉱石の鏡下(Apx.8; 61.95m)での観察では黄鉄鉱を主体とし、閃亜鉛鉱を随伴し砒四面銅鉱を微量伴う。更に黄銅鉱が

黄鉄鉱及び閃亜鉛鉱中に包有され、磁硫鉄鉱が閃亜鉛鉱中に離溶構造を成し包有される。また小石英帯を含む珪化粘土化火山礫凝灰岩(81.5~82.85m)からの試料(Ap. 8; 82.7m)は閃亜鉛鉱を主体とし、黄鉄鉱及び方鉛鉱を随伴し、更に黄銅鉱及び四面銅鉱を微量伴なう。また砒四面銅鉱及び磁鉄鉱が閃亜鉛鉱中に包有される。

鉱石分析結果は次の通りである。

深 度	試料長	金	銀	銅	鉛	亜鉛	モリブデン	備 考
m	m	g/t	g/t	%	%	%	ppm	
60.9 ~ 65.55	4.65	1.593	95	0.05	2.2	7.9	12	石英帯
65.55 ~ 69.5	3.95	0.518	27	0.03	0.7	2.7	6	珪化緑泥石化火山礫凝灰岩
81.5 ~ 82.85	1.35	0.267	87	0.52	0.07	0.14	9	石英帯珪化粘土化火山礫凝灰岩
87.05 ~ 89.3	2.25	0.102	13	0.04	0.05	0.21	8	珪化緑泥石化火山礫凝灰岩
128.5 ~ 133.8	5.5	0.035	7	0.03	0.07	0.43	8	珪化火山礫凝灰岩
172.55 ~ 178.45	5.9	0.132	10	0.03	0.23	1.1	3	珪化粘土化火山礫凝灰岩
184.8 ~ 193.8	9.0	0.182	8	0.04	0.18	0.6	3	珪化火山礫凝灰岩
209.05 ~ 215.05	5.2	0.182	6	0.04	0.40	1.2	6	珪化火山礫凝灰岩
289.7 ~ 297.05	7.35	0.061	28	0.04	0.04	0.27	10	珪化火山礫凝灰岩
306.8 ~ 313.8	7.0	0.133	23	0.07	0.03	0.04	9	強珪化火山礫凝灰岩

2-4-2 MJPJ-2 (位置 9°325,980N, 695,274E ; 標高 3229.39m)

1) 地質及び変質作用 (Ap. 16(2))

本孔は凝灰岩を主体とし、比較的厚層の火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩と凝灰質頁岩との薄層を挟在するポルクーヤ火山岩類より成る。

- 0 ~ 19.3 m 褐鉄鉱により黄褐色に着色された風化火山礫凝灰岩より成る。
- 19.3 ~ 21.15m 火山礫凝灰岩を挟在する風化した凝灰質頁岩より成る。
- 21.15 ~ 28.75m 凝灰岩を挟在する風化した火山礫凝灰岩より成る。
- 28.75 ~ 35.8 m 凝灰岩及び凝灰角礫岩を挟在する風化した凝灰質頁岩より成る。

- 35.8 ~ 38.0 m 粘土化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。
- 38.0 ~ 42.0 m 緑泥石化変質をうけた頁岩質凝灰岩より成る。
- 42.0 ~ 43.1 m 珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。
- 43.1 ~ 47.15m 晶洞の発達した石英より成る。(但し45.9~47.15m間コア流出)
- 47.15~ 76.75m 粘土化変質をうけた凝灰角礫岩の薄層を挟在する火山礫凝灰岩より成る。
- 76.75~105.05m 珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。
- 105.05~114.9 m 強珪化変質をうけた凝灰岩より成る。深部には晶洞質石英細脈が卓越する。
- 114.9 ~120.3 m 強珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。部分的に弱い角礫化作用をうける。
- 120.3 ~203.7 m 珪化~強珪化変質をうけた凝灰岩より成る。全体に弱い角礫化作用をうける。
- 203.7 ~254.6 m 珪化~強珪化変質をうけた火山礫凝灰岩より成る。全体に比較的強い角礫化作用をうける。
- 254.6 ~300 m 比較的新鮮な石英安山岩質凝灰岩より成る。

本孔は孔口より 254.6mまで比較的強い珪化変質が認められる。粘土化作用はほぼ全孔にわたり観察されているが、概して浅所に優勢である。緑泥石化作用もまたほぼ全孔にわたり微弱ながら認められる。254.6m以深の比較的新鮮な凝灰岩には緑簾石化作用が認められ、いわゆるプロピライト化帯に区分される。また本孔では深度87~166m間において淡桃色を呈する炭酸塩鉱物が細脈状またはパッチ状に産するのが認められた。

火山碎屑岩を挟在する凝灰質頁岩(28.75~35.8m間)からの試料(35.6m)は鏡下(Apx. 1)では碎屑状組織を有しかつ微化石が認められた。更に肉眼鑑定では変質を記載し得なかったが、加水雲母及び微粒珪長質粘土鉱物が認められており、直下に形成された高品位鉱石帯の鉱化変質作用の影響を受けているものと判断される。また珪化変質が弱くなりプロピライト化帯に属するとした254.6~300m間の石英安山岩質凝灰岩は鏡下(Apx. 1; 258.7m)において緑簾石、緑泥石及び炭酸塩鉱物が二次鉱物として認められ、更にこれらの細脈も出現している事よりプロピライト化帯に位置付ける事は妥当であると判断される。なお最後に述べた細脈には不透明鉱物(恐らく黄鉄鉱)に伴ない閃亜鉛鉱が認められており、プロピライト化帯にも鉱化作用が及んでいる可能性を示している。

X線回折(Apx. 6)の結果先述の桃色炭酸塩鉱物(93.9m)は菱マンガン鉱である事が

確認され、また珪化変質帯は石英、絹雲母より成り銳錐石を微量伴う事が確認された。

2) 鈳化作用

本孔はいわゆる酸化溶脱帯に分類される孔口より深度35.8mまでの間を除き、全孔にわたり硫化鈳物の鈳染が認められる。硫化鈳物は肉眼では黄鉄鈳を主体とし、閃亜鉛鈳、方鉛鈳、四面銅鈳及び黄銅鈳を随伴する。黄鉄鈳は全孔にわたり観察される。閃亜鉛鈳は酸化溶脱帯及び深度254.6m以深のプロピライト化帯を除きほぼ全孔にわたり認められる。方鉛鈳は深度43.1～47.15mの石英帯、深度76.75～94.55m及び深度204.25～254.6m間にてそれぞれ観察された。四面銅鈳は深度103.55～138.3m間にて認められた。黄銅鈳は前述石英帯及び深度106.0～150.1m間にて石英細脈に伴なわれて局所的に産するのみである。

石英帯(43.1～47.15m間)にて形成された高品位鈳石の鏡下(Apx. 8; 43.7m)での観察では黄鉄鈳を主体とし、閃亜鉛鈳及び黄銅鈳を随伴する。黄銅鈳は多量の輝銅鈳及び少量の銅藍により交代される。輝銅鈳及び銅藍は酸化溶脱帯直下で認められるのみであり、天水性二次富化作用による産物であろうと考えられる。

鈳石分析結果は次の通りである。

深 度	試料長	金	銀	銅	鉛	亜鉛	モリブデン	備 考
m	m	g/t	g/t	%	%	%	ppm	
43.1～47.15	4.05	1.172	342	2.30	0.5	0.5	13	石英帯
47.15～50.3	3.15	0.602	19	0.05	0.27	0.81	13	珪化火山礫凝灰岩
64.85～66.1	1.25	0.100	9	0.05	0.39	0.7	15	珪化粘土化凝灰岩
76.75～94.55	17.8	0.440	8	0.01	0.20	0.48	5	珪化弱粘土化火山礫凝灰岩
127.55～138.3	10.75	0.180	13	0.40	0.07	0.37	3	強珪化凝灰岩
150.1～166.4	16.3	0.112	9	0.01	0.23	1.6	5	珪化～強珪化粘土化凝灰岩
175.1～182.7	7.6	—	9	0.01	0.48	1.9	5	珪化～強珪化凝灰岩
187.45～189.8	2.35	0.167	9	0.01	0.45	1.0	9	強珪化凝灰岩
208.35～211.65	3.3	0.250	5	—	0.06	1.0	5	強珪化火山礫凝灰岩

2-4-3 MJPJ-3 (位置 9' 326.373N, 694.727E ; 標高 3224.08m)

1) 地質及び変質作用 (Apx. 16 (3))

本孔は凝灰角礫岩の薄層を挟在する凝灰岩及び火山礫凝灰岩の比較的厚い互層で構成されるポルクーヤ火山岩類より成る。孔口より深度114.25mまでは角礫岩が出現するがこれは堆積後の構造運動により形成されたと考えられる(2-5参照)。

- 0 ~ 4.55m 褐鉄鉱により膠着された風化角礫岩より成る。
- 4.55 ~ 11.15m 褐鉄鉱を伴う風化凝灰角礫岩及び火山礫凝灰岩より成る。
- 11.15 ~ 13.5 m 褐鉄鉱により膠着された風化角礫岩より成る。
- 13.5 ~ 19.15m 珪化変質をうけた凝灰岩より成る。
- 19.15 ~ 24.15m 褐鉄鉱により膠着された風化角礫岩より成る。
- 24.15 ~ 27.25m 褐鉄鉱を伴う風化火山礫凝灰岩より成る。
- 27.25 ~ 36.25m 風化火山礫凝灰岩を挟在する褐鉄鉱に膠着された風化角礫岩より成る。
- 36.25 ~ 114.25m 珪化~強珪化角礫岩より成る。珪化火山礫凝灰岩の薄層を挟在する。
- 114.25 ~ 134.35m 珪化火山礫凝灰岩より成る。
- 134.35 ~ 176.15m 珪化~強珪化凝灰岩より成る。
- 176.15 ~ 200 m 凝灰岩及び凝灰角礫岩の薄層を挟在する珪化火山礫凝灰岩より成る。

本孔はほぼ全孔にわたり比較的強い珪化作用が認められる。粘土化作用もほぼ全孔にわたり観察されるが、浅部域に比較的強くあらわれる。緑泥石化作用は、深度 63.85m 以深にて認められ深部に向い若干強くなる傾向を示す。また本孔では深度 170~ 187m 間において桃色炭酸塩鉱物が細脈状に産出するのが観察された。

珪化凝灰岩の鏡下 (Apx. 1; 154.25m) での観察では珪化、粘土化 (絹雲母及びモンモリロナイト?) 及び緑泥石化作用により原岩構造が破壊されるもののユータキシティック組織が残存し、また石英の破片が認められる事より変質凝灰岩であると言える。更に不透明鉱物を比較的多量に有し、鋭錐石及び閃亜鉛鉱を伴なう。鋭錐石はX線回折 (Apx. 6; 154.25m) でも確認され、かつ不透明鉱物は黄鉄鉱である事も確認された。他の変質岩のX線回折結果 (Apx. 6; 70.35m及び104.25m) これらには共通して石英、絹雲母及び微量の鋭錐石が確認されたが、104.25mの試料では絹雲母のポリタイプが2M1と他の1Mタイプとは異なったポリタイプを生じているのが注目される。試料 183.6mは桃色炭酸塩鉱物の同定を目的としたが、これもMJPJ-2の93.9mと同様菱マンガン鉱であった。

2) 鉍化作用

本孔は風化溶脱帯（0～36.25m）を含め全孔長にわたり硫化鉍物の鉍染が認められた。硫化鉍物は肉眼では黄鉄鉍，閃亜鉛鉍，方鉛鉍，黄銅鉍及び四面銅鉍が認められる。黄鉄鉍は全孔にわたり比較的多量に産する。閃亜鉛鉍は深度48.4m以深にて鉍染状または細脈状にて産出する。方鉛鉍は深度114.25m以深にて石英細脈に伴なわれて産する。黄銅鉍は深度36.25～62.0m間にて角礫を膠着する黄鉄鉍中に局部的に認められる。四面銅鉍は深度96.1～104.75m間にて黄鉄鉍晶洞中に散点状に観察される。

珪化角礫岩の鏡下（Apx. 8; 43.65m）での観察では黄鉄鉍を主体とし，黄銅鉍及び閃亜鉛鉍を随伴する。更に輝銅鉍及び銅藍が黄銅鉍及び黄鉄鉍を交代し産出する。これらの銅鉍物はM J P J - 2 43.7m試料と同様天水性二次富化作用による産物であろうと考えられる。

鉍石分析結果は次の通りである。

深 度	試料長	金	銀	銅	鉛	亜鉛	モリブデン	備 考
m	m	g/l	g/l	%	%	%	ppm	
19.15～24.15	5.0	3.994	374	0.05	0.12	0.02	7	酸化溶脱帯角礫岩
25.75～62.0	25.75	0.642	193	0.49	0.08	0.14	4	珪化角礫岩
97.5～104.75	7.25	0.610	84	0.23	0.09	0.05	4	珪化粘土化角礫岩
114.25～134.35	20.2	1.181	80	0.18	0.13	0.16	1	珪化火山礫凝灰岩
176.15～180.1	3.95	0.577	67	0.04	0.23	0.49	2	珪化火山礫凝灰岩

2-5 考 察

本地区の地質構造は緩やかな波状構造を示すものの全体としては北西-南東の一般走向を有し，南西へ緩やかに傾斜する単斜構造をなすと昨年度結論したが，本年度実施した試錐孔M J P J - 1及びM J P J - 2にて確認した2層の凝灰質頁岩層の構造解析結果はほぼこの考えを肯定する。また珪化変質帯の形態は物理探査結果をもとに“きのこ状構造”をなすと推定したが，変質帯の中心部近辺にて実施したM J P J - 1においては孔底まで珪化変質が連続するのに対し，変質帯外側部で実施したM J P J - 2及びM J P J - 3においては珪化変質帯を貫通し，その外側に位置するとみられるプロピライト化帯に達しており，“きのこ状構造”の存在を確認し得たものと考えられる。鉍化作用については珪化変質帯に密接に関係すると推定したが，本年度実施した3本のボーリング孔いずれも強弱の差は認められるものの金・銀・銅・鉛及び亜鉛の鉍化作用が珪化変質帯において普遍的に認められており，昨

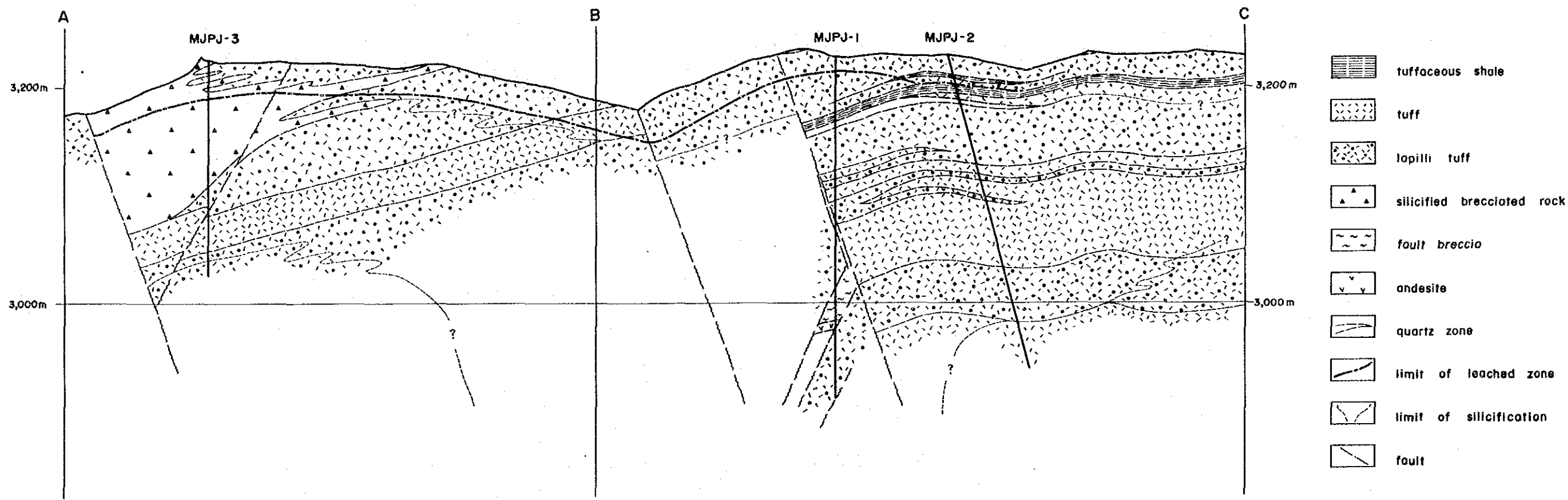
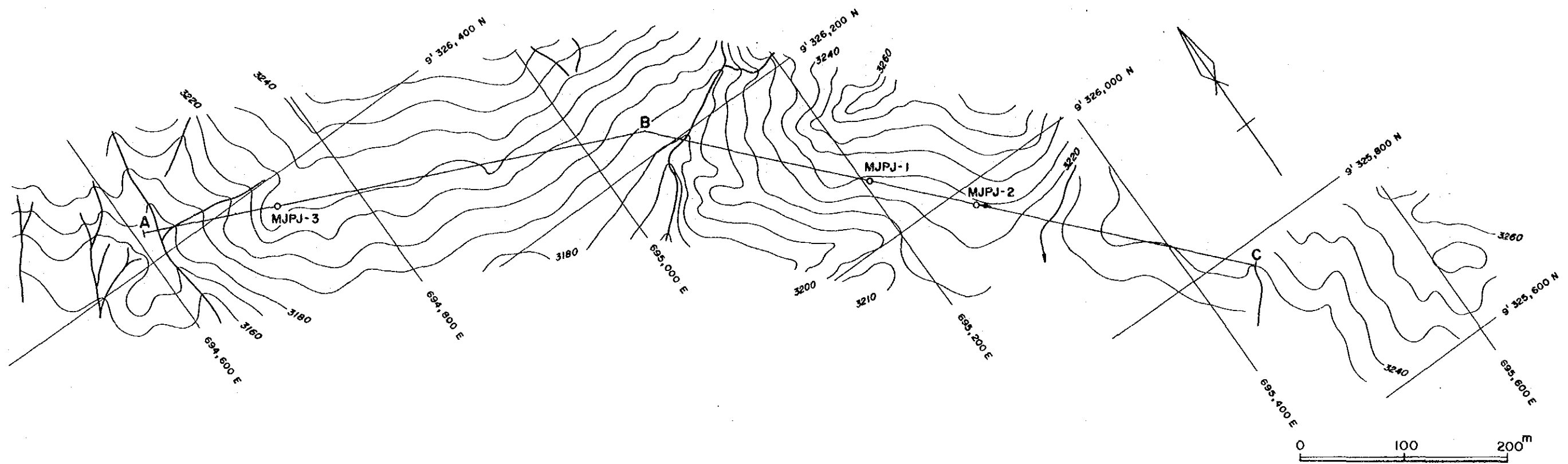


Fig. II-16(1) Interpretative Profile of the Drillings in the Jehuamarca Area

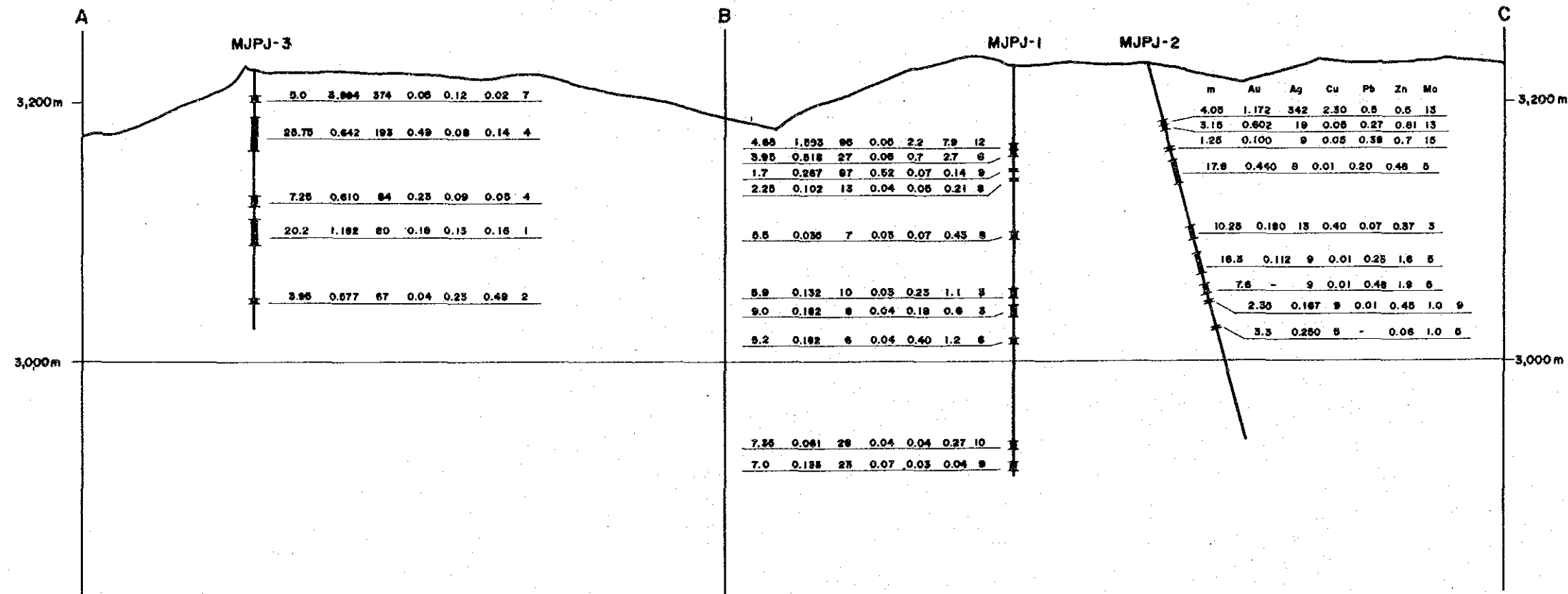
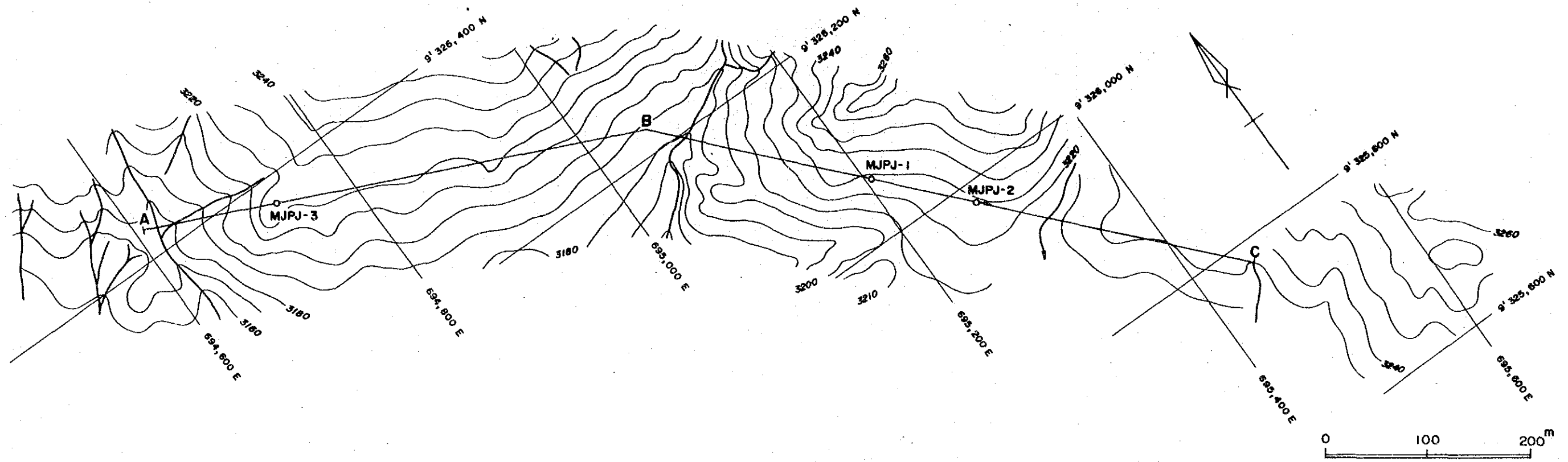


Fig. II-16(2) Assay Results on the Profile of the Drillings in the Jehuamarca Area

年度構築した地質鉱床モデルはほぼ肯定されたと考えられる。

一方断層裂隙については地表での地質構造の擾乱が少ない事より副次的断層裂隙が存在するにすぎないとしたが、M J P J - 1においては151.9～250.7m間に、粘土を伴う断層角礫帯が確認され、更にM J P J - 3においては孔口より114.25mまでに珪化変質をうけた角礫岩が分布していることより、本地区には相当の構造的乱れが存在するものと考えられる。M J P J - 1にて確認した断層角礫粘土帯における角礫には黄鉄鉱、閃亜鉛鉱及び極く稀に方鉛鉱、黄銅鉱を鉱染するが、マトリックスである粘土帯では微量の黄鉄鉱を除き硫化鉱物は認められず、これらの断層運動は鉱化作用後の運動である可能性が高い。一方M J P J - 3にて確認した珪化角礫岩は角礫のみならず、マトリックス自体が硫化鉱物により鉱染され、更に一部には硫化鉱物がマトリックスとして角礫を膠着しており、鉱化作用前の構造運動により形成されたものと考えられる。また地表に顕在する鉱化前の開口裂隙と予想した北東-南西系の裂隙系は本年度ボーリング調査にてその連続性を確認する事が出来なかった。これらの事項を勘案すれば、本地区の断層裂隙系については現有データでは解決できない数多の疑問点及び問題点があり、より広域の地質調査を併用して本区域の構造地質学的位置付を再検討すると共に、ボーリング調査範囲内のより詳細な地質調査（例えば縮尺1/2,000）を実施し、ボーリング孔の地質解析に資する必要がある。

珪化角礫岩は地表部では特に山陵部頂部に広く分布するが、前年度調査ではこれらの珪化岩は層準規制により特定層準に層状に形成されるとした。M J P J - 3にて観察された産状は一般に試錐コアに対して鈍角をなして交叉し、層理面にほぼ調和的であると推定される事より、層状に形成されていると解釈されるが、特定層準と考えるにはあまりにも厚く、構造的成因を考慮する必要があり角礫岩の成因については今後の検討が必要である。

M J P J - 1及びM J P J - 2において捕捉した硫化鉱物を多量に伴う石英帯は層序規制の考え方に立脚すれば、凝灰質頁岩のほぼ直下に産する事より同一層準であるとみることが出来る。M J P J - 2では頁岩層と石英帯との間に凝灰岩の薄層が残存するし、M J P J - 1の石英帯においては未鉱化の凝灰岩が残存しその中に層理面に調和的な硫化鉱物の生成が随所に観察されることにより本石英帯の母岩は凝灰岩層であったと結論し得よう。従って本石英帯の直上に分布する頁岩層は一種の帽岩の役割を果たしたものとみなし得る。

試錐コアの肉眼鑑定による鉱物種の分布形態を概観すれば、水平的には中心部（M J P J - 1）に黄銅鉱が卓越し、外側部（M J P J - 2及びM J P J - 3）にて四面銅鉱が優勢となる。閃亜鉛鉱及び方鉛鉱についてはほぼ全試錐孔にて観察されており現段階では確言する事は出来ない。垂直的には、下部に黄銅鉱、上部に四面銅鉱という分布が認められるが、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱については水平的と同様明確な帯状分布は認め難い。しかしながら閃亜鉛

鉍については黒色閃亜鉛鉍とオリーブ色閃亜鉛鉍の二種が認められ、大まかには後者が深部前者が浅部に主として分布する。また、オリーブ色閃亜鉛鉍を覆って黒色閃亜鉛鉍が産する事より、複数期の鉍化作用が生じている可能性も存在する。

鉍石分析結果より金属元素の分布をみてみれば、金及び銀は相対的に表層部及び“きのこ状構造”の外側部（M J P J - 3）に高く、深部及び“きのこ状構造”の中心部（M J P J - 1 及び M J P J - 2）にて低い傾向が認められるが、銅、鉛、亜鉛及びモリブデンについては明確な規則性は認められない。M J P J - 3 の酸化溶脱帯に属する珪化角礫岩の分析結果（深度 19.15 ~ 24.15 m）は、昨年露頭にて採取した地化学探査試料分析品位（K11803, Au 4.030 g/t, Ag 238 g/t, Cu 420 ppm, Pb 600 ppm, Zn 150 ppm, Mo 5 ppm）とよく一致しており、酸化溶脱帯における金及び銀の濃集の可能性が指摘できる。

鉍石研究結果を考察すれば、変質作用については前年度調査では絹雲母のポリタイプが全て 1 M であった事より比較的均一な中～アルカリ性の変質環境にあったとしたが、本年度調査結果では M J P J - 1 の最深部の珪化岩中にダイアスポア及びパイロフィライトが検出されており、比較的高温の酸性環境にあったと推定され、更に M J P J - 3 孔の珪化角礫岩の基底部付近では高温相の絹雲母ポリタイプ 2 M1 が認められている事より、本区域の熱水系は地下深部と表層部とでは単に温度の変化だけではなく環境の変化が生じている可能性が認められる。また珪化角礫岩の基底部付近において 2 M1 タイプの絹雲母が生じている事は、その上下盤で 1 M タイプであるとの相俟って、この角礫岩の基底部を通路として鉍化変質作用が派及したとみる事もできよう。

鉍石鉍物の検鏡結果は肉眼観察結果とよく一致しており、先述の鉍石鉍物の帯状分布はほぼ肯定されよう。但し肉眼で 2 種類に分類した閃亜鉛鉍については顕微鏡による識別は不可能であり、他の手法（例えば EPMA）による検討も今後押進める必要があるものと考えられる。