

3-3 測定結果及び解析結果

3-3-1 測定結果

1. AMT法測定結果

調査によって得られた見掛比抵抗・位相データを用いて各測線毎に縦軸を測定周波数とした見掛比抵抗・位相の疑似断面図をFig. II-3-6(1)~Fig. II-3-6(5)に示す。

AMT法測定結果について見掛比抵抗疑似断面図から考察すると、本調査地域は、地形の変化、地表浅部のみでの低比抵抗異常帯などの影響と考えられるデータがI測線を除き多く認められる。例えば、最も強く山地形の影響を受けている測点は測線II測点600で、地形補正を行うために測定値を約3倍する必要がある。また、谷地形の影響を最も受けている測点は測線III測点1000で約0.3倍する必要がある。

各測線毎に地形の影響、スタティック効果の影響をまとめると次のとおりである。

測線I (Fig. II-3-6(1))

地形がほぼ水平で見掛比抵抗断面、位相断面とも強い地形の影響、スタティック効果の影響を受けていない。

測線II (Fig. II-3-6(2))

測点600で山地形の影響、測点800で谷地形の影響が見られる。また、測点200から測点800では見掛比抵抗は測点1000と比べ低くなっているが、位相では特に浅部（高周波数帯）においては測点1000までほぼ変化がないためスタティック効果の影響が予想される。

測線III (Fig. II-3-6(3))

最も地形の変化が激しい測線であり、測点200、900に山地形の影響、測点1000、1400に谷地形の影響が見られる。測点600が近傍の測点より高見掛比抵抗となっているが、位相断面では変化がないことから局所的な高比抵抗帯によるスタティック効果が推定される。

測線IV (Fig. II-3-6(4))

測点2200に山地形の影響、測点2400に谷地形の影響が認められる。また、測点200から測点1200、測点2000から測点2200では浅部の低比抵抗帯によるスタティック効果の影響が推定される。

測線V (Fig. II-3-6(5))

測点600、800に山地形の影響が認められる。また、測点800、測点1000では、スタティック効果の影響が推定される。

以上のように本調査地域は、地形の影響、スタティック効果の影響が多く認められ、見掛比抵

抗疑似断面から直接本地域の比抵抗構造を推定することは不可能である。同様にこれらの評価を行うことなしにポインティング解析、水平多層構造を仮定した1次元解析を適用すると局所的な高比抵抗または低比抵抗の偽像を生じる結果となり、正しい比抵抗構造を得ることができない。このため、本地域の比抵抗構造を考察するには地形を考慮した2次元ポインティング解析、AMT法とIP法の両者を用いた2次元ジョイントポインティング解析が必要である。

2. IP法測定結果

測定された見掛比抵抗・フェザビリティを疑似断面図に表したものがFig. II-3-7(1)~Fig. II-3-7(5)である。IP法疑似断面より各測線の定量的な大略の見掛比抵抗構造、フェザビリティを以下に示す。

測線 I (Fig. II-3-7(1))

ほぼ水平多層構造が予想され、浅部(約200Ωm)から深部(約60Ωm)へ見掛比抵抗値が低くなる。フェザビリティは測線西部(約5mV/V)から東部(約15mV/V)へ高くなる。測点500の深部に局所的な高フェザビリティ(約67mV/V)が認められるが、何らかの人工信号によるノイズと考えられる。

測線 II (Fig. II-3-7(2))

測点1200を境として南部が低く(約10~30Ωm)、北部が高い(約100~250Ωm)見掛比抵抗分布を示す。フェザビリティは、測点1200から北側が高く(約20~60mV/V)、南側が低い(約1~20mV/V)。

測線 III (Fig. II-3-7(3))

測線南端から測点700が低く(約30~100Ωm)、測点700~測点1000が中間(約200~500Ωm)、測点1000から北側で高い(約500~1200Ωm)見掛比抵抗分布を示す。フェザビリティは、測線中央部(測点900~測点1300)で高く(約30~50mV/V)、測点1300から北側で中間(約20~40mV/V)、測点900から南側で低い(約2~20mV/V)。

測線 IV (Fig. II-3-7(4))

測点1400から測点1900間及び測点2500以北の見掛比抵抗が高く(約100~400Ωm)、測点1400以南及び測点1900から測点2500間が低い(約10~100Ωm)見掛比抵抗分布を示す。フェザビリティは全体に低く測点1900から測点2500間深部がやや高い(約10~20mV/V)。

測線 V (Fig. II-3-7(5))

見掛比抵抗値は全体に低く(約20~300Ωm)、測点700から測点1200間の浅部に低見掛

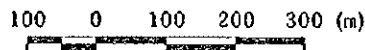
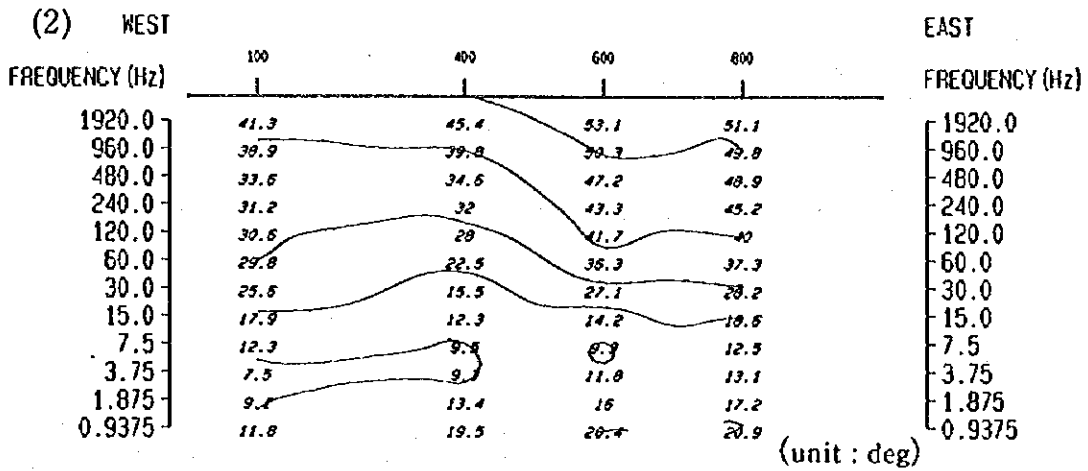
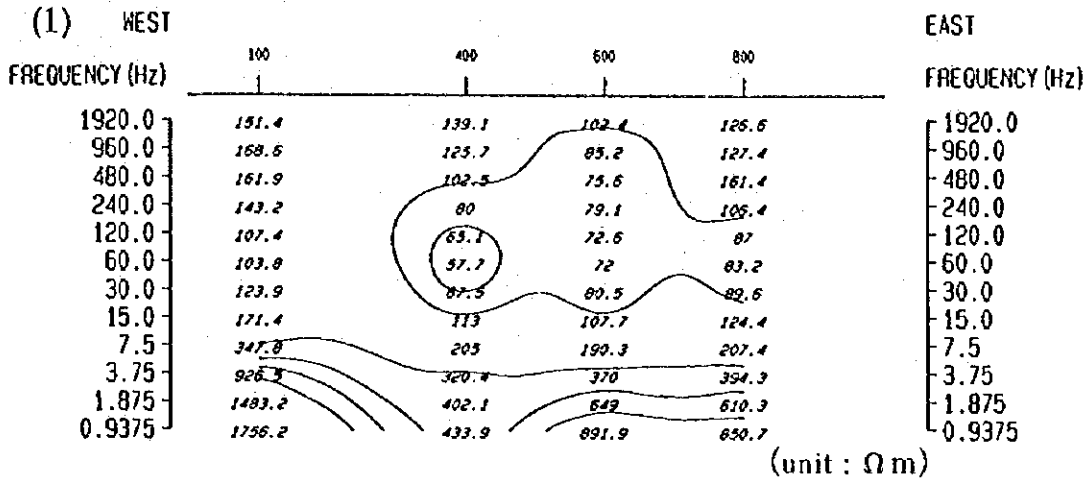
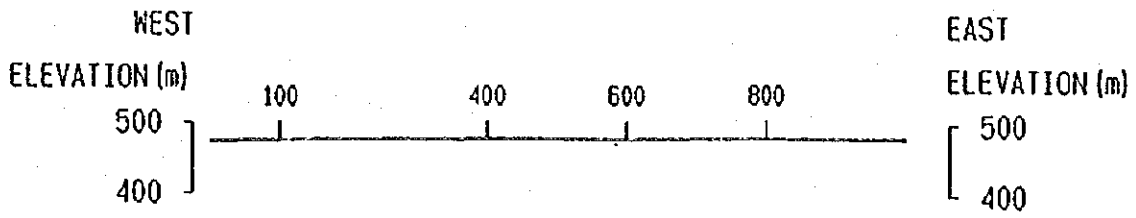


Fig. II-3-6(1)

Pseudosection of apparent resistivity(1) and phase (2) difference for profile I

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (AMT), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

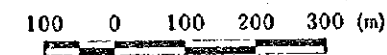
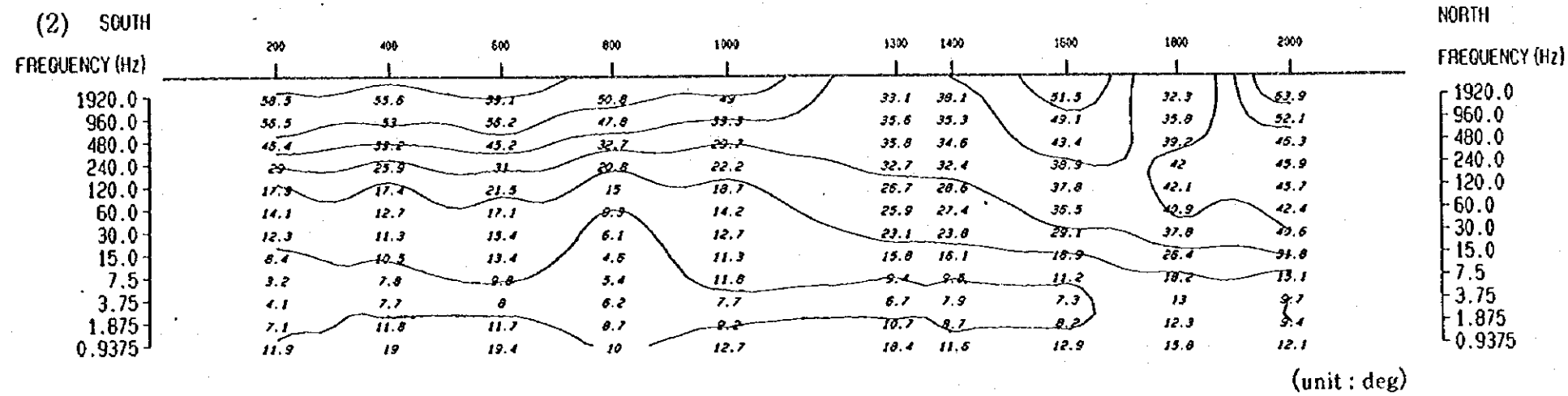
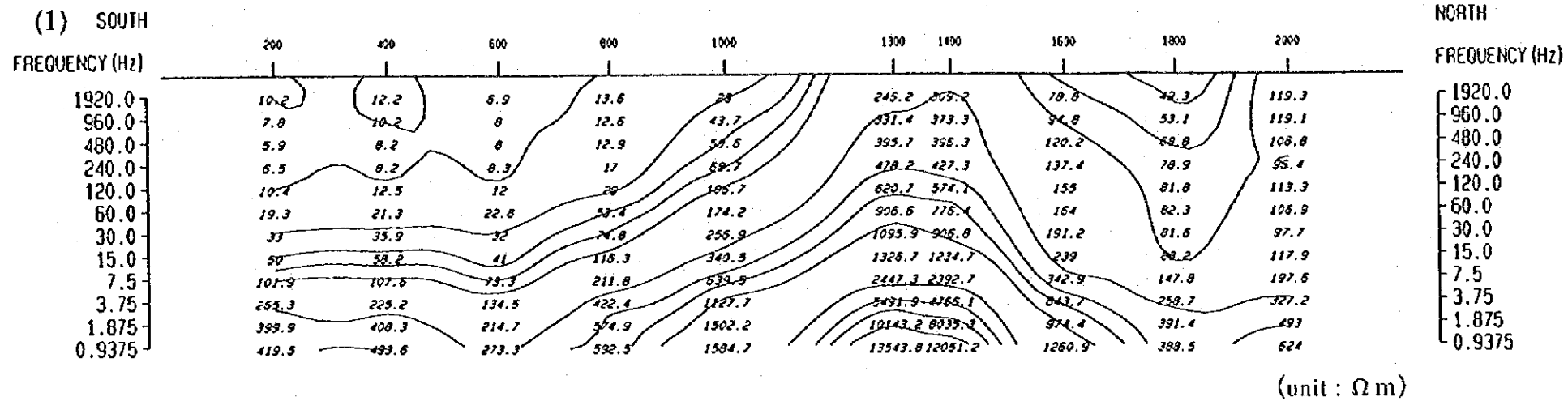
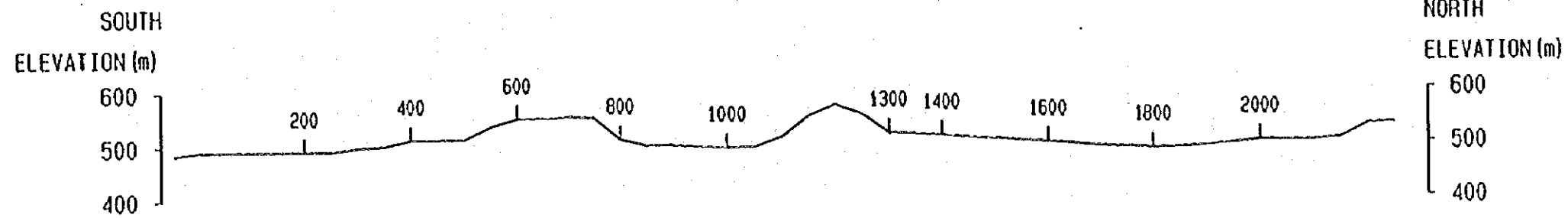
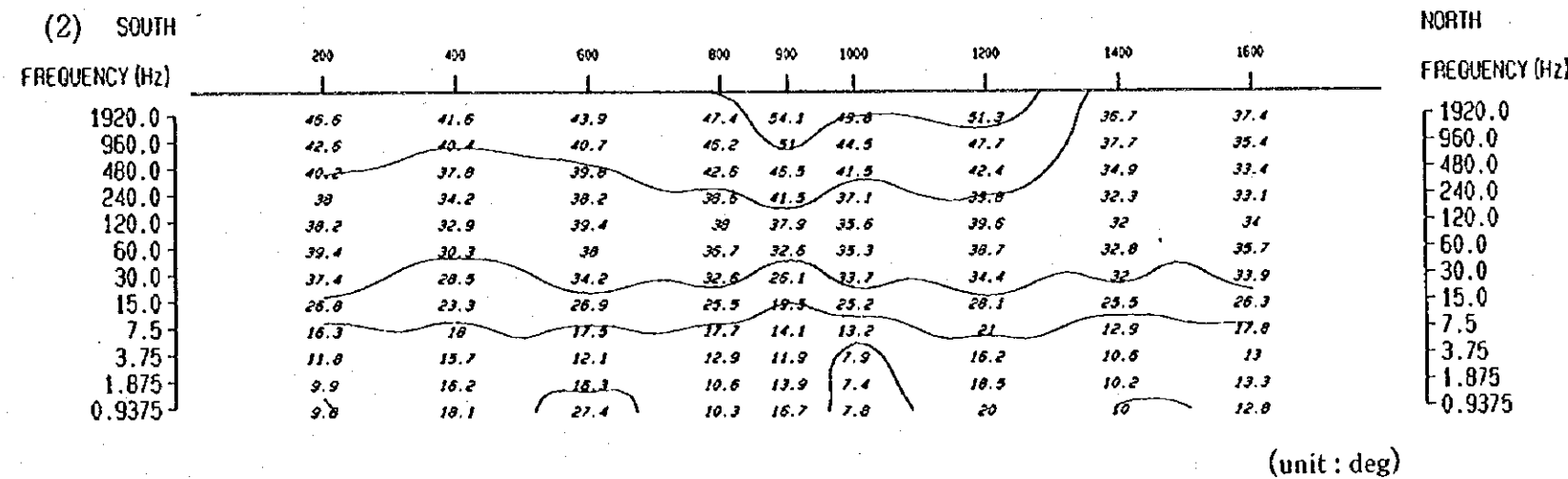
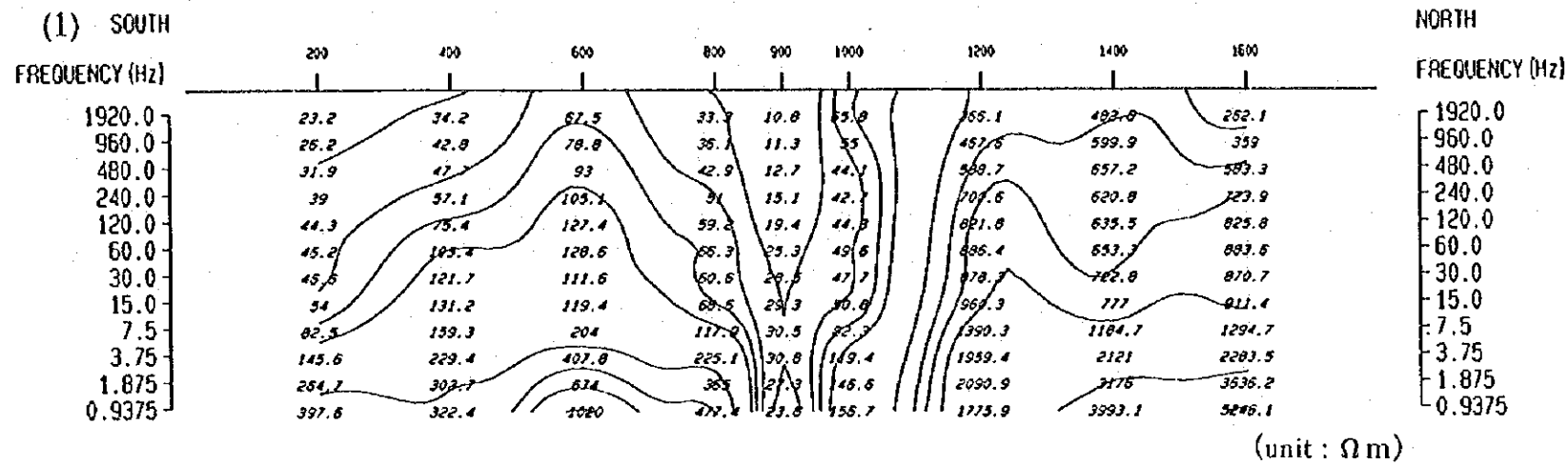
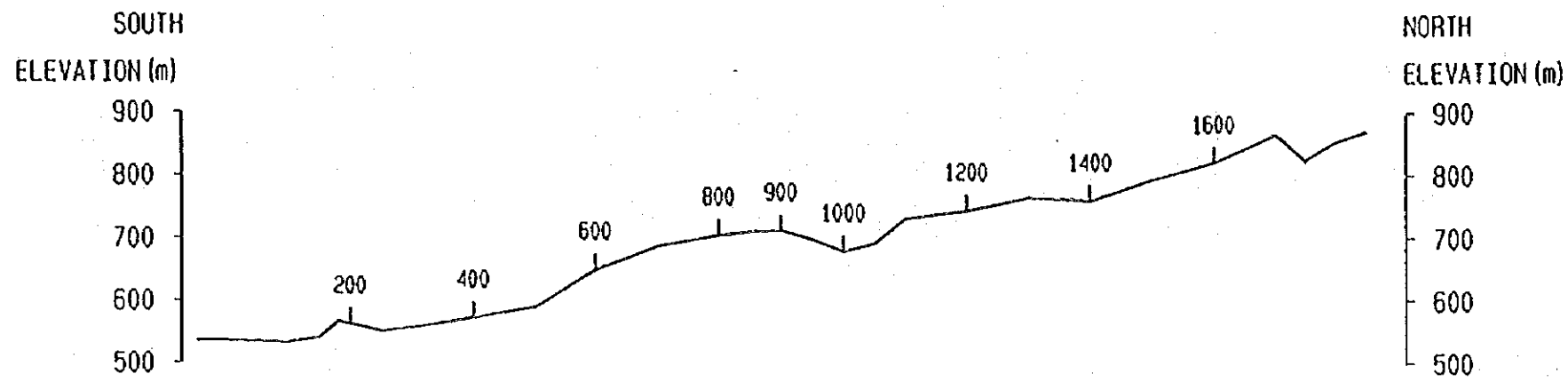
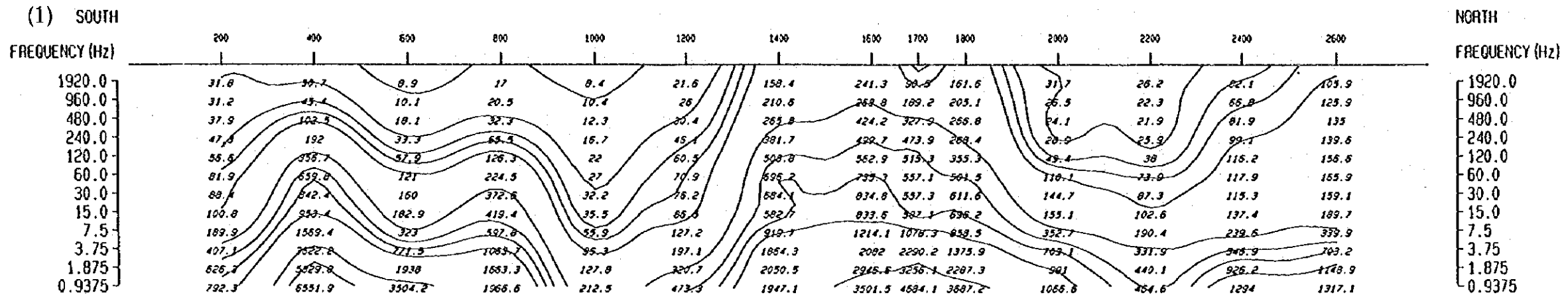
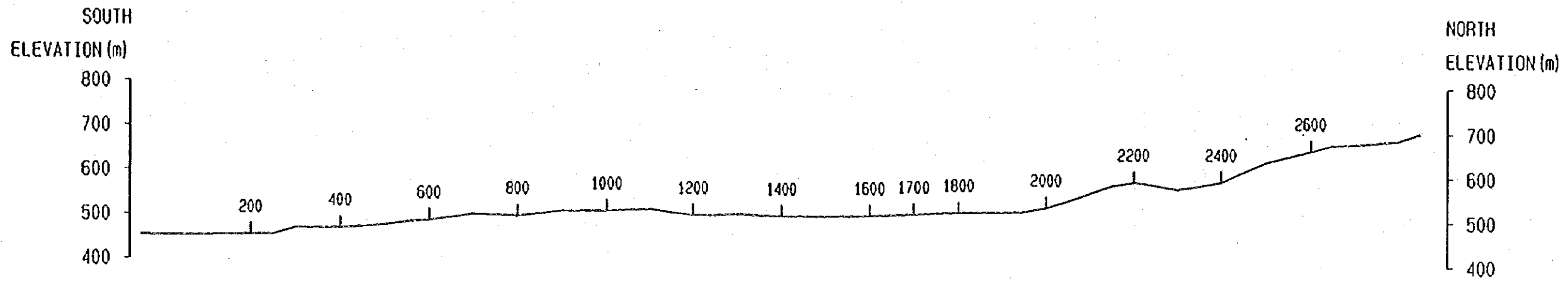


Fig II-3-6(2)
 Pseudosection of apparent resistivity(1) and phase(2) difference for profile II
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey (AMT), Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

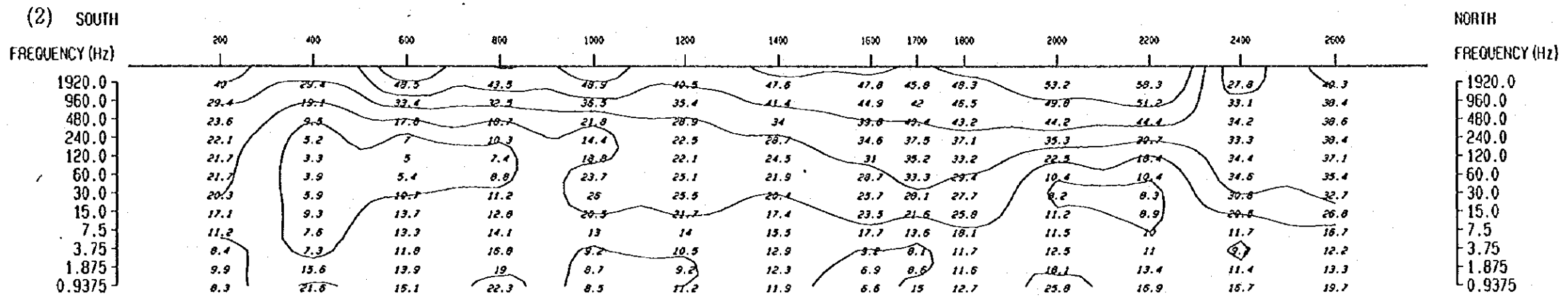


100 0 100 200 300 (m)

Fig. II-3-6(3)
 Pseudosection of apparent resistivity(1) and phase(2) difference for profile III
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey (AMT), Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI



(unit : Ωm)



(unit : deg)

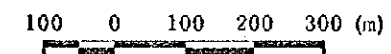


Fig. II-3-6(4)

Pseudosection of apparent resistivity(1) and phase(2) difference for profile IV

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (AMT), Phase II
Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

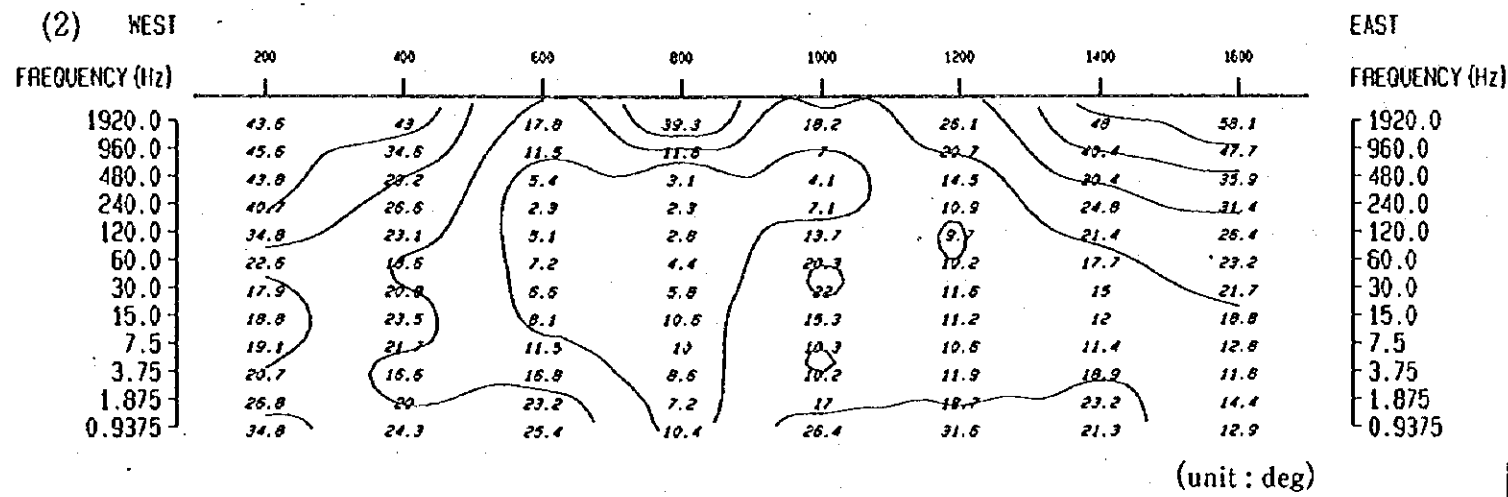
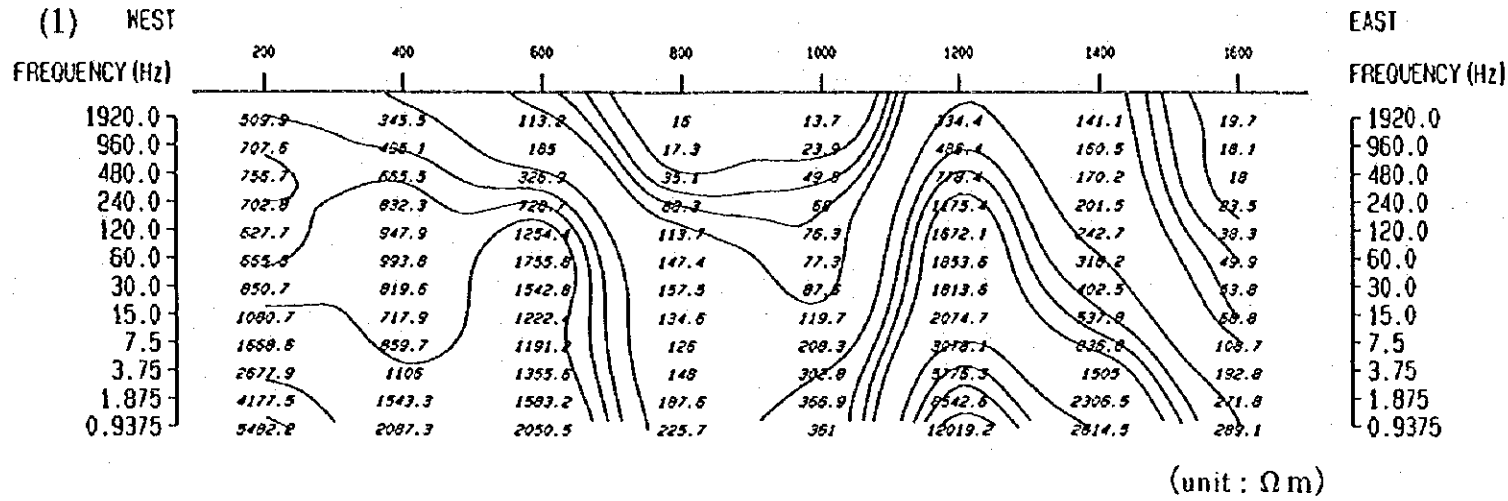
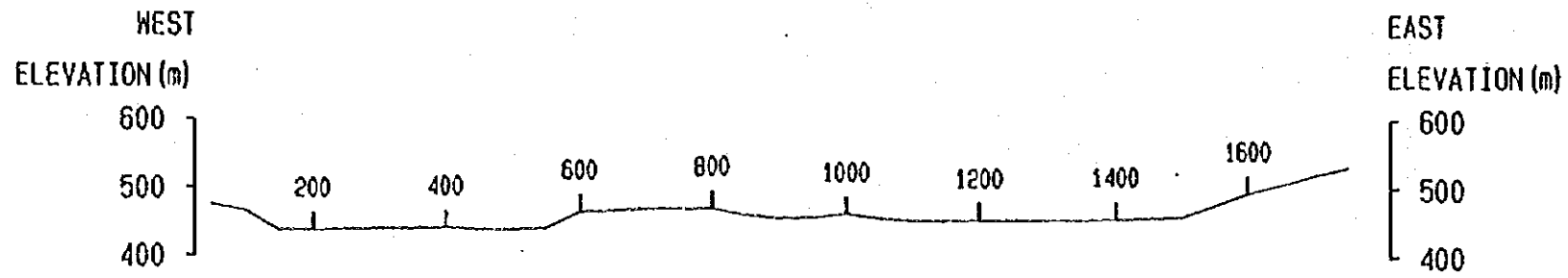


Fig. II-3-6(5)
 Pseudosection of apparent resistivity(1) and phase(2) difference for profile V
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey (AMT), Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

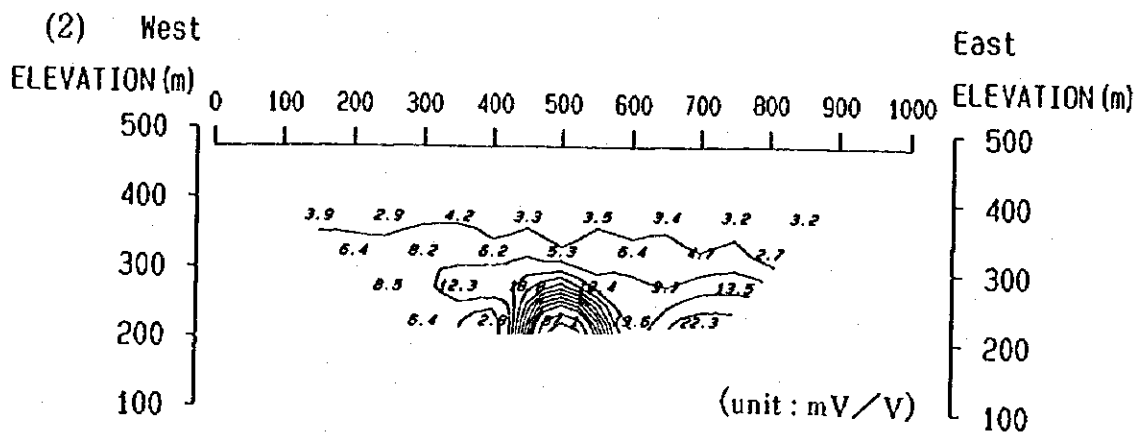
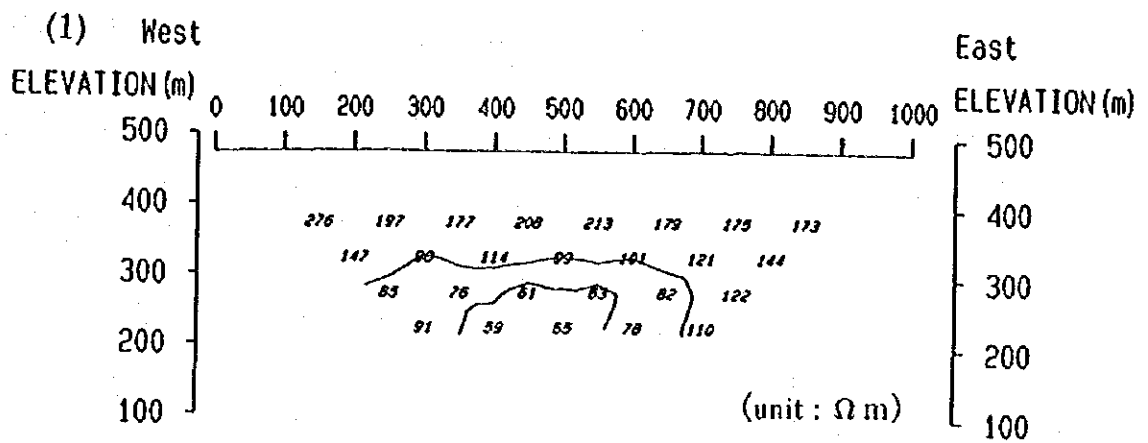


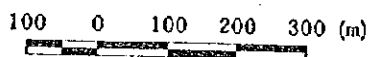
Fig. II-3-7(1)

Pseudosection of apparent resistivity(1) and chargeability(2) for profile I

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (IP), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI



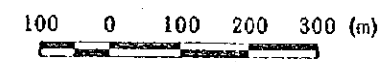
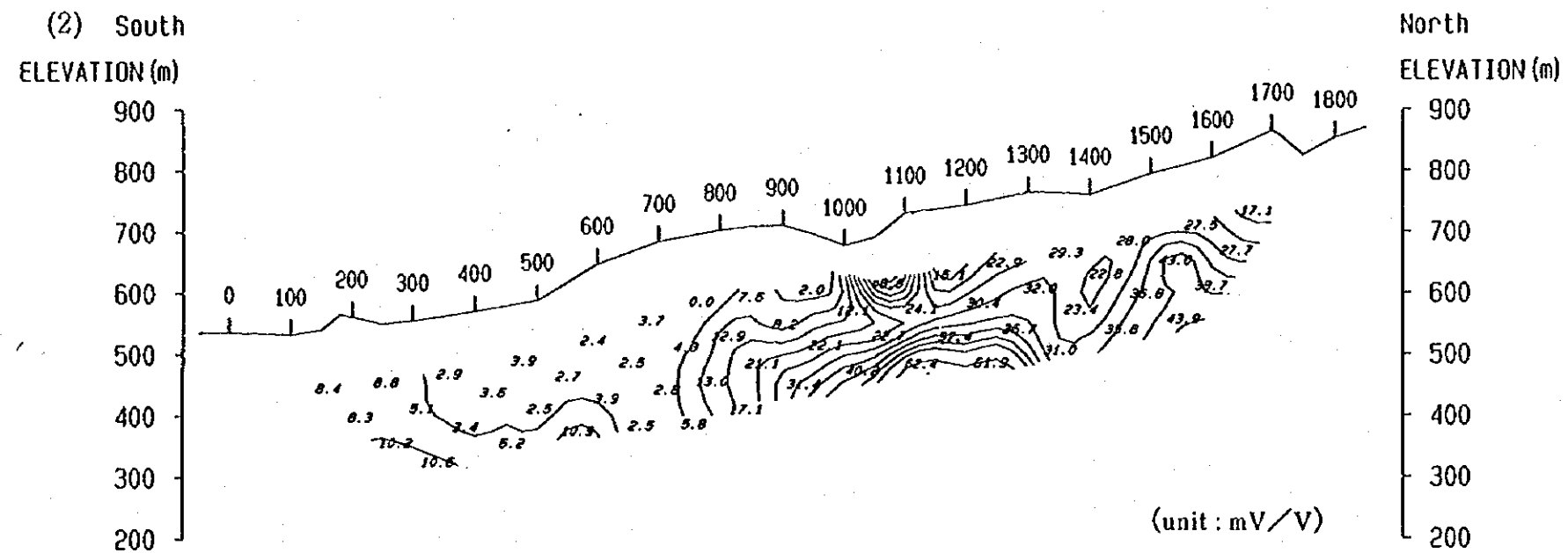
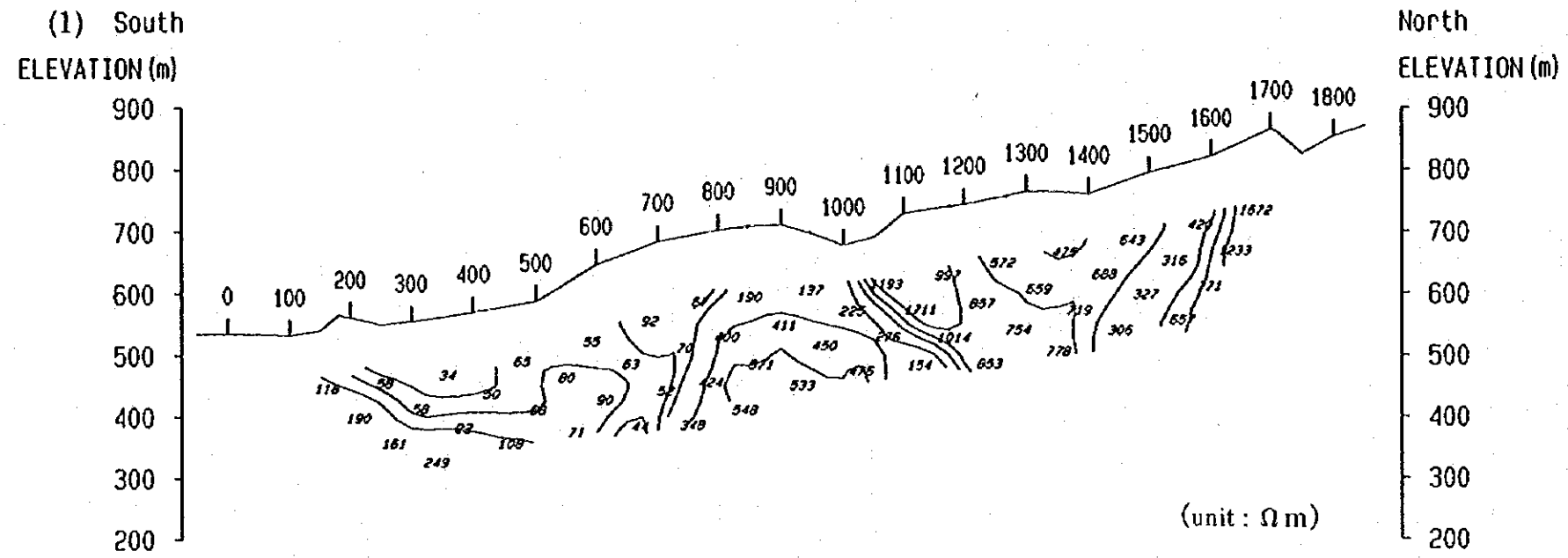
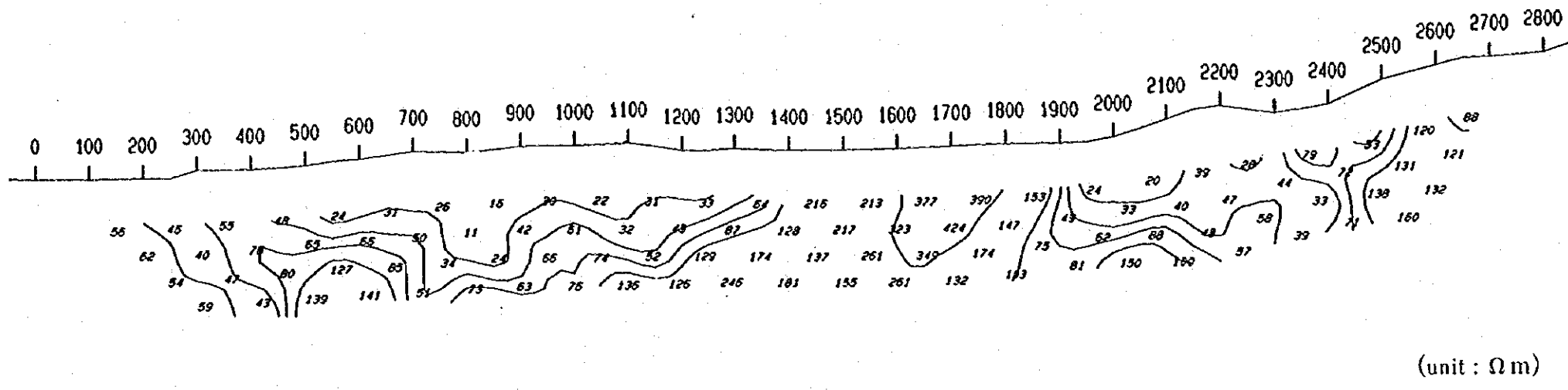
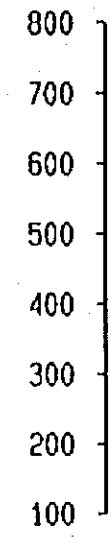


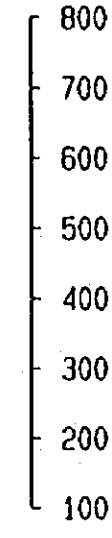
Fig. II-3-7(3)
Pseudosection of apparent resistivity(1) and chargeability(2) for profile III
(1 : 10,000)
Geophysical Survey (IP), Phase II
Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

(1) South
ELEVATION (m)

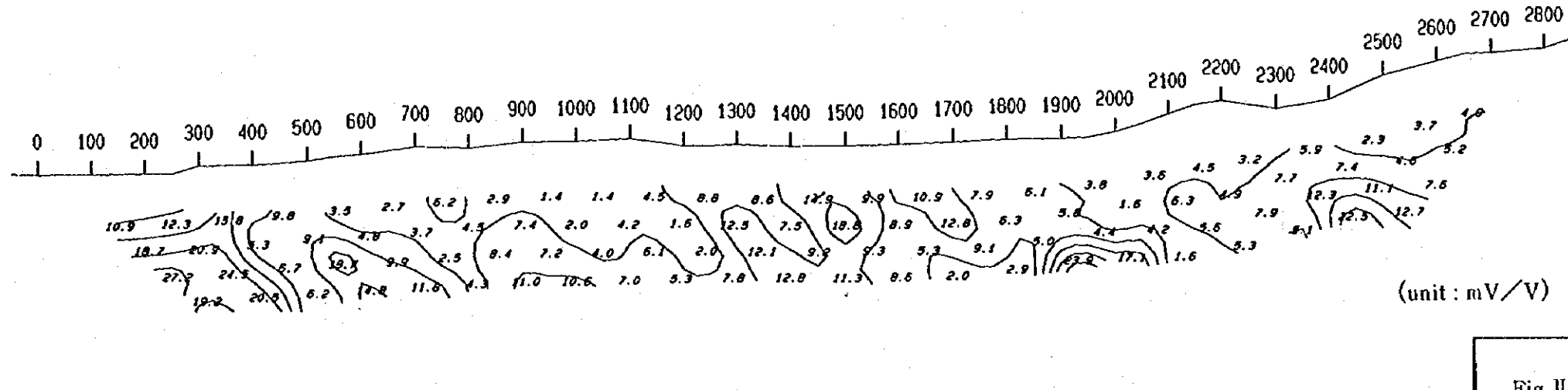
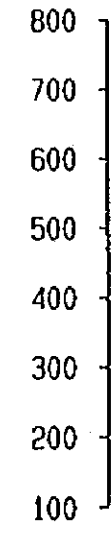


(unit : Ω m)

North
ELEVATION (m)



(2) South
ELEVATION (m)



(unit : mV/V)

North
ELEVATION (m)

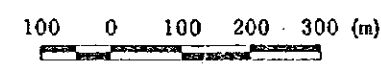
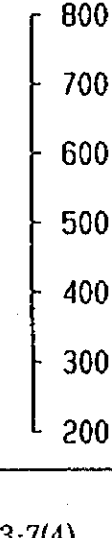


Fig. II-3-7(4)
Pseudosection of apparent resistivity(1) and chargeability(2) for profile IV
(1 : 10,000)
Geophysical Survey (IP), Phase II
Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

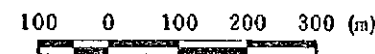
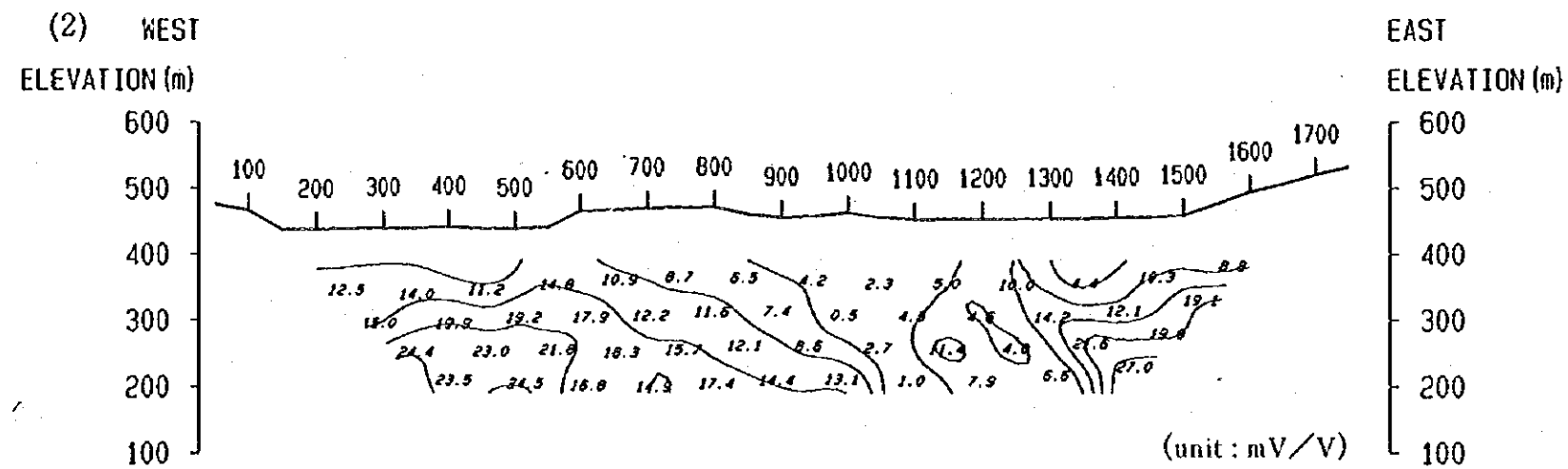
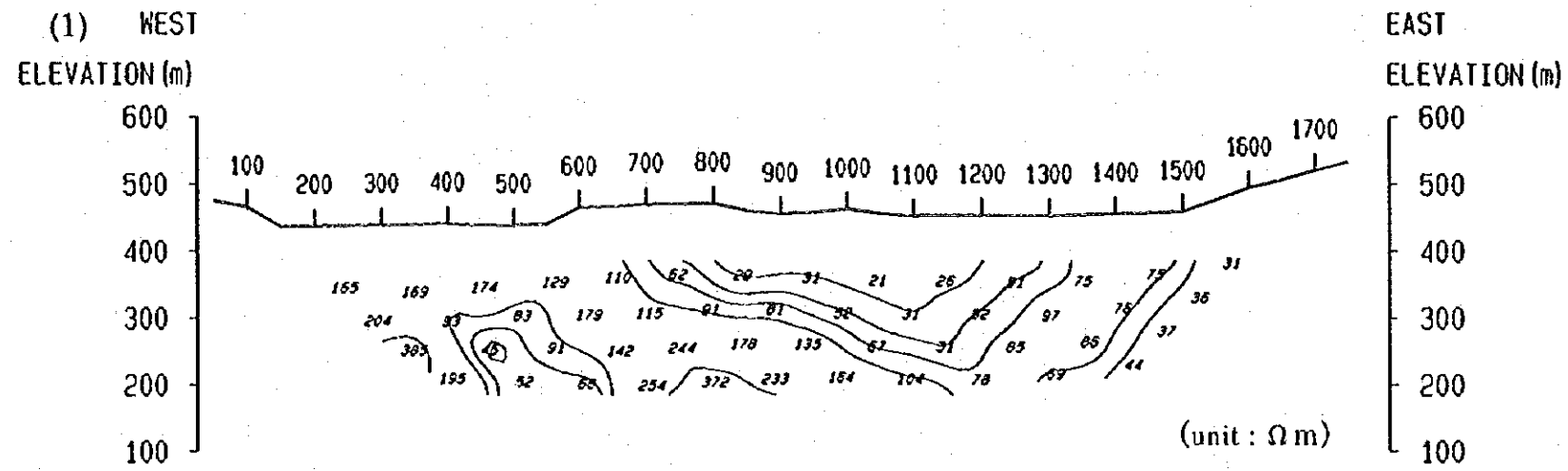


Fig. II-3-7(5)

Pseudosection of apparent resistivity(1) and chargeability(2) for profile V

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (IP), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-BNAMI

比抵抗帯が認められる。ファジアルリイは、測点500から西側と測点1300から東側がやや高く（約15~25mV/V）、測点500から測点1300間は低い（約1~15mV/V以下）。

3. 室内物性試験結果

地表で測定された比抵抗値、ファジアルリイ値と実際の地下の岩石の比抵抗、ファジアルリイとを対比するため、昨年度に掘削された3本のボーリング孔から30サンプル採取し、これらの比抵抗、ファジアルリイを測定した。

コア試料の比抵抗値は、69.1~67704.1Ωm（平均6781.6Ωm）の範囲に分布する。ファジアルリイの範囲は、0.4~9.3（平均3.16）である。Fig. II-3-8(1)に示すように、各孔とも深度が深くなるにつれ概ね比抵抗値が高くなる傾向を示す。また、Fig. II-3-8(2)よりファジアルリイが3.0以上を示す試料の比抵抗値は191.7~67704.1Ωm（11223.0Ωm）、さらに4.0以上を示す試料では平均13196.7Ωm、5.0以上を示す試料は平均18273.9Ωmと高ファジアルリイを示す試料は平均より高い比抵抗値を示すという傾向が見られる。しかしながら、これら3本のボーリング孔はいずれも着鉱していないため、この結果から直ちに鉱体が高比抵抗-高ファジアルリイであるという結論は得られない。すなわち、鉱体自身は低比抵抗-高ファジアルリイであるが、その周辺では高比抵抗-高ファジアルリイとなっていることも推定される。

測定結果をTable II-3-4 室内物性試験結果表に示す。

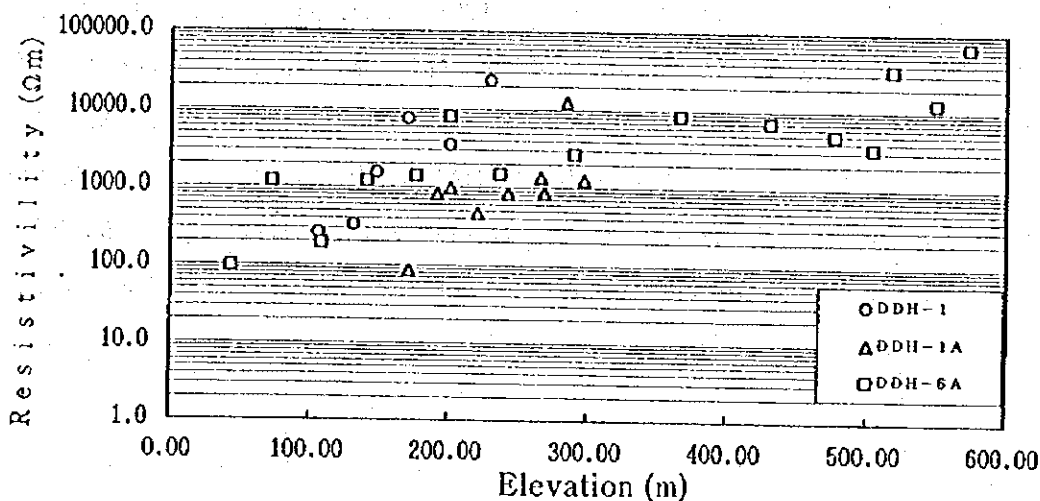


Fig. II-3-8(1) Relationship between sample resistivity and depth.

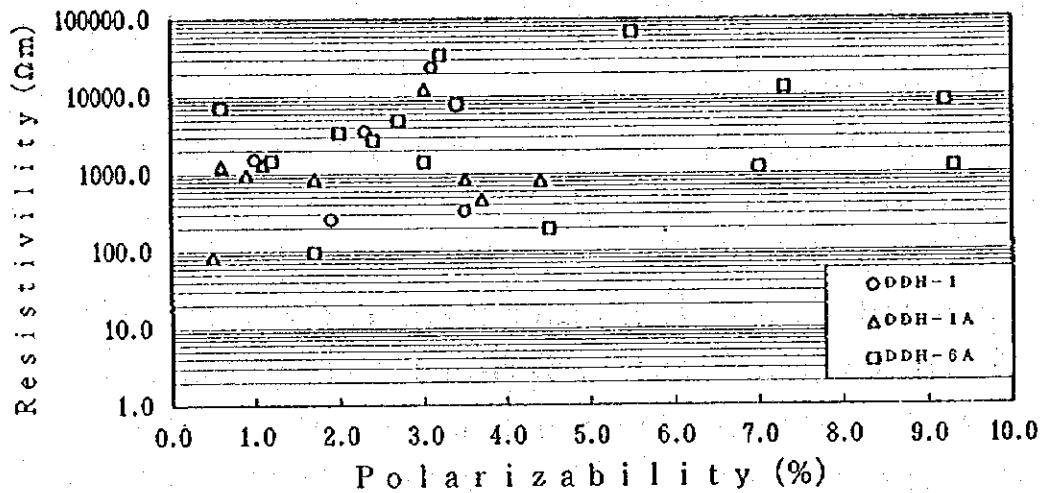


Fig. II-3-8(2) Relationship between sample resistivity and chargeability.

4. PEM法測定結果

PEM法では一般に鉱床など周囲の地層比抵抗値より低い比抵抗体がボーリング孔周辺に存在すると、送信機により発信された信号（1次磁場）の影響により地下の低比抵抗体を中心として2次磁場を発生し、これによって孔内で測定される磁場が変位を受け低比抵抗体の示徴となる。

Fig. II-3-9(1)~(5)にDDH-1Aにおいて実施したPEM法のZ成分の測定結果を示す。通常、ボーリング孔の近傍に鉱体などの低比抵抗帯が存在する場合、鉱体の影響により顕著な測定値の変化が現れるが、いずれの信号源を用いた測定結果でも測定値の明瞭な変化は認められない。しかしながら、5種類の測定結果とも深度約140m付近をピークとする正の凸型の変化が認められる。このことより、表層とその下部層の境界が深度約140m付近に存在することが予想され、実際、ボーリング結果で地表から深度142.0mまで沖積層が分布し、142.0m以深では火山砕積岩が分布することと対応している。

Table II-3-4 Resistivity and chargeability of rock samples

Sample No.	Well name	depth (m)	resistivity ($\Omega \cdot m$)	charge-ability	Description
1	DDH-1	105.8	253.2	1.9	granodiorite, weakly limonitized
2	DDH-1	131.0	324.2	3.5	granodiorite, weakly limonitized
3	DDH-1	147.5	1516.2	1.0	granodiorite
4	DDH-1	170.2	7500.6	3.4	granodiorite
5	DDH-1	201.0	3482.9	2.3	granodiorite py diss.
6	DDH-1	229.5	23435.6	3.1	granodiorite
7	DDH-1A	171.0	84.4	0.5	conglomerate
8	DDH-1A	191.6	815.7	4.4	dacitic volcanics py diss.
9	DDH-1A	200.8	964.8	0.9	dacitic volcanics py rare
10	DDH-1A	220.5	462.4	3.7	dacitic volcanics py film
11	DDH-1A	242.2	833.3	3.5	dacitic volcanics py film
12	DDH-1A	265.8	1342.7	1.1	dacitic volcanics py rare
13	DDH-1A	268.0	851.5	1.7	dacitic volcanics py none
14	DDH-1A	284.0	12556.8	3.0	dacitic volcanics py rare
15	DDH-1A	296.5	1265.7	0.6	dacitic volcanics py rare
16	DDH-6A	44.0	95.7	1.7	conglomerate
17	DDH-6A	72.5	1181.1	7.0	calcite rich
18	DDH-6A	107.8	191.7	4.5	siliceous limestone
19	DDH-6A	140.0	1196.4	9.3	siliceous limestone
20	DDH-6A	176.0	1402.5	3.0	sandstone
21	DDH-6A	200.5	7981.7	3.4	siliceous limestone
22	DDH-6A	236.5	1458.3	1.2	siliceous limestone
23	DDH-6A	289.5	2680.0	2.4	siliceous limestone
24	DDH-6A	365.9	8471.9	9.2	siliceous limestone
25	DDH-6A	430.0	7028.5	0.6	siliceous limestone
26	DDH-6A	477.0	4859.0	2.7	tuffaceous sandstone py diss.
27	DDH-6A	504.0	3375.2	2.0	andesitic volcanics py-cp diss.
28	DDH-6A	517.6	34026.7	3.2	andesitic volcanics py diss.
29	DDH-6A	549.0	12816.2	7.3	andesitic volcanics py rare
30	DDH-6A	573.0	67704.1	5.5	andesitic volcanics py none

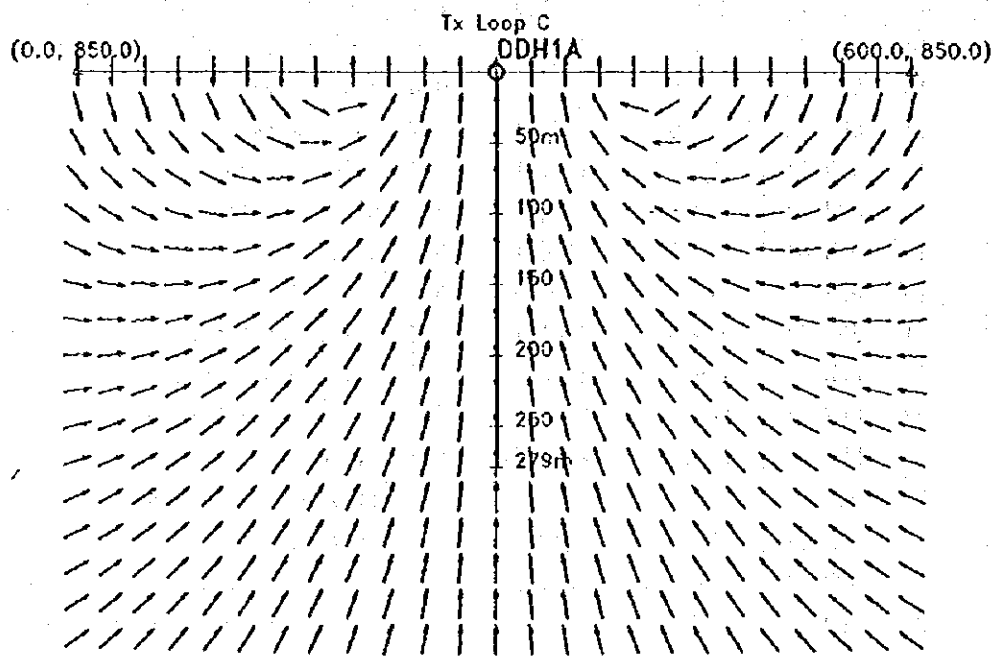
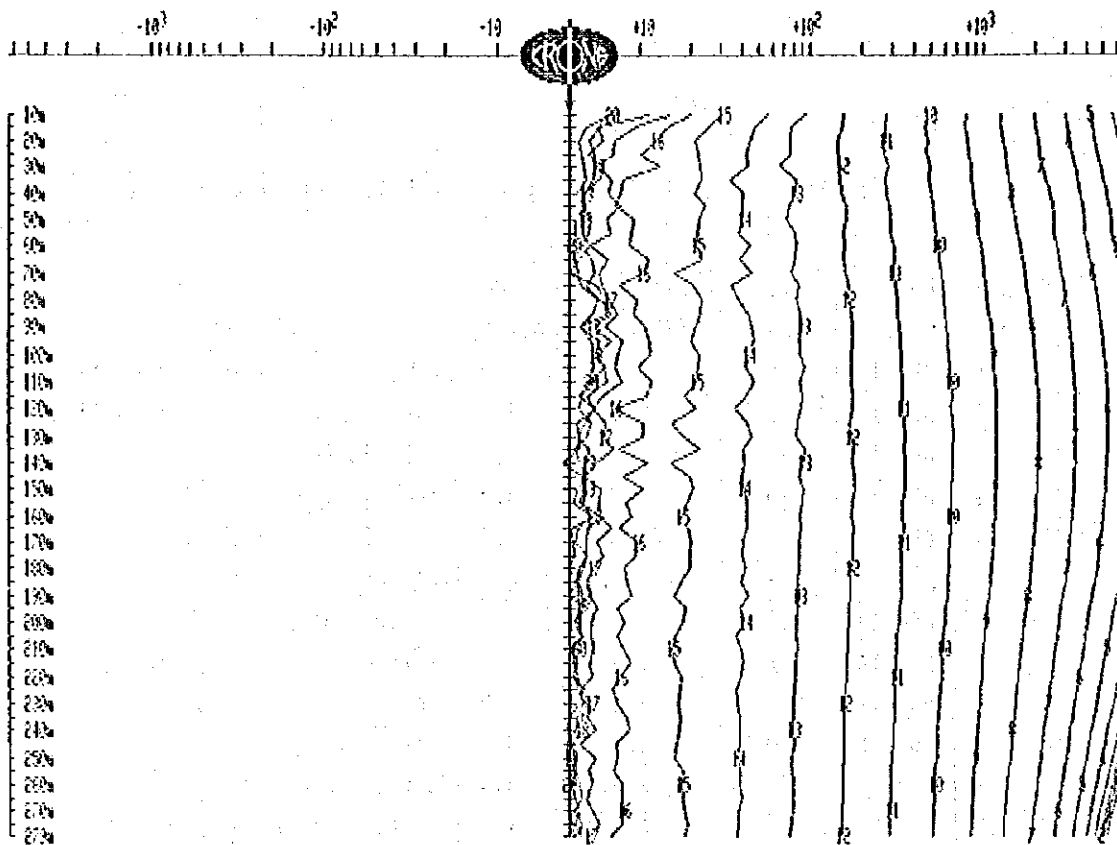


Fig. II-3-9(1)
 Pulse EM response and interpretation
 from central loop for DDH-1A
 Geophysical Survey (PEM), Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

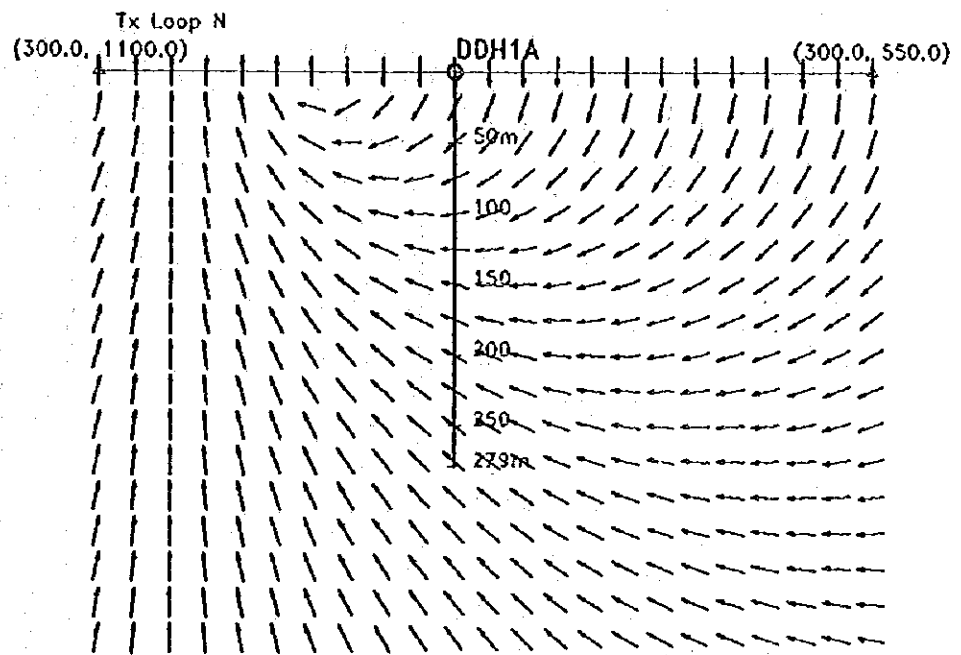
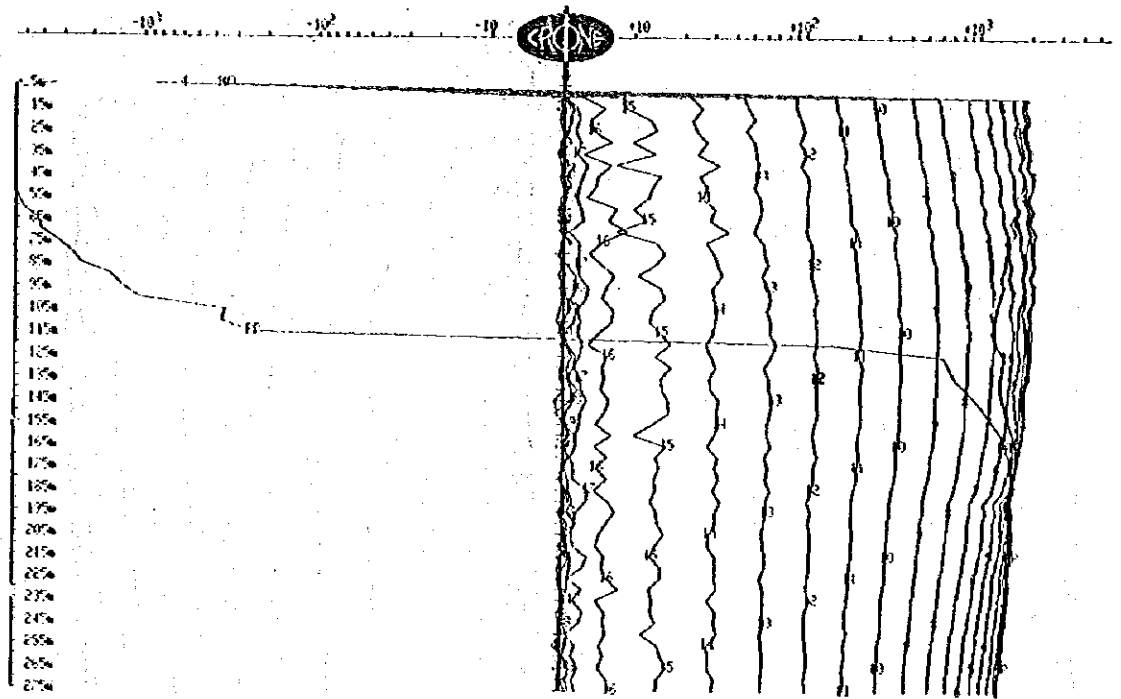


Fig. II-3-9(2)

Pulse EM response and interpretation
from north loop for DDH-1A

Geophysical Survey (PEM), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

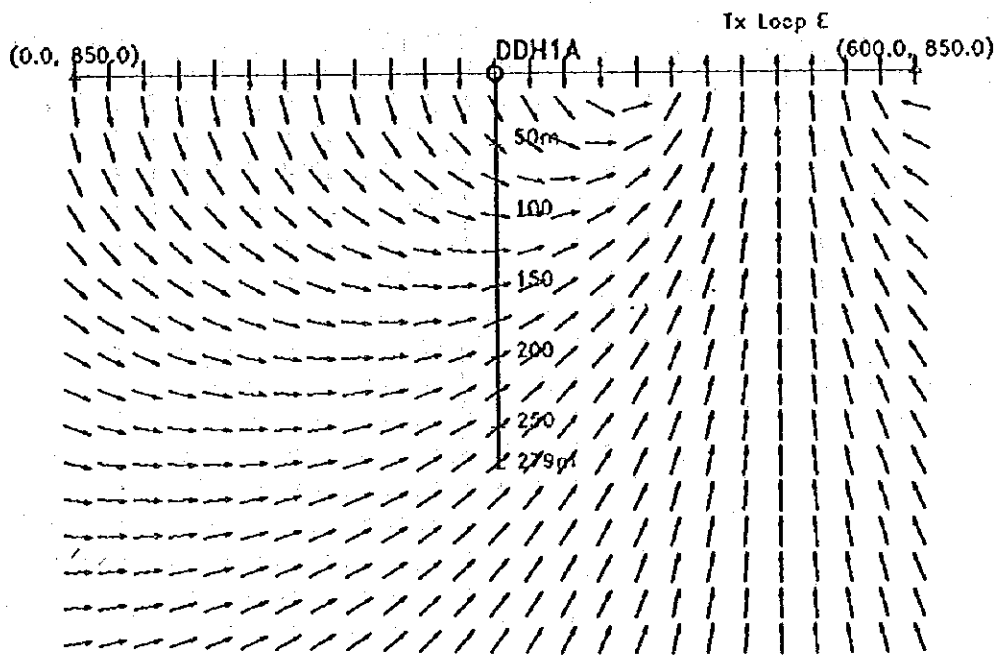
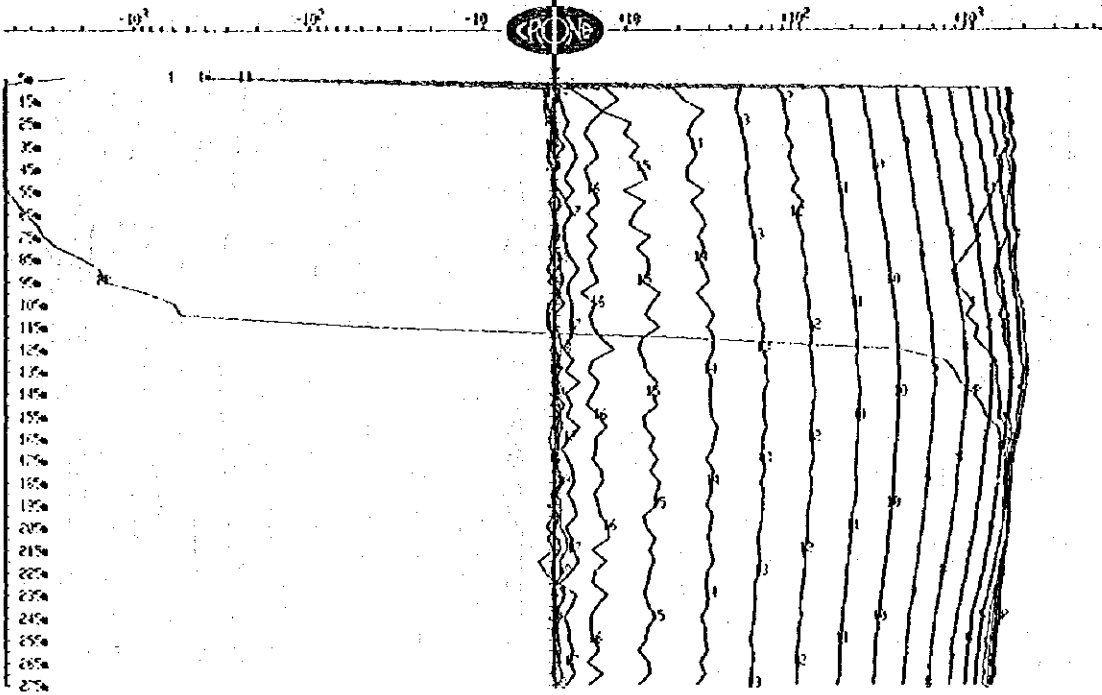


Fig. II-3-9(3)
 Pulse EM response and interpretation
 from east loop for DDH-1A

Geophysical Survey (PEM), Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

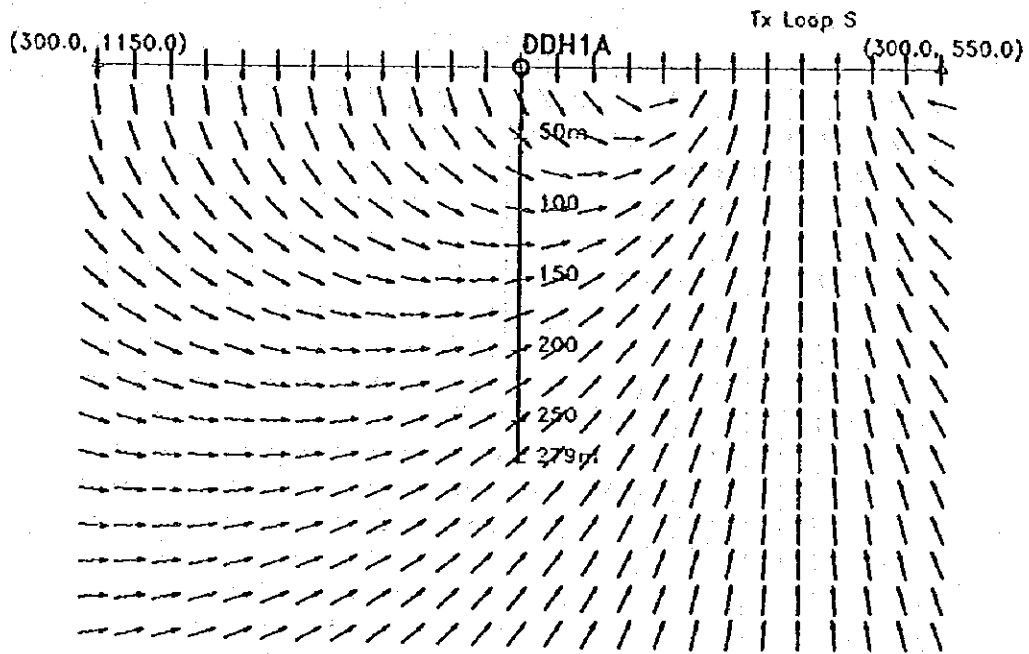
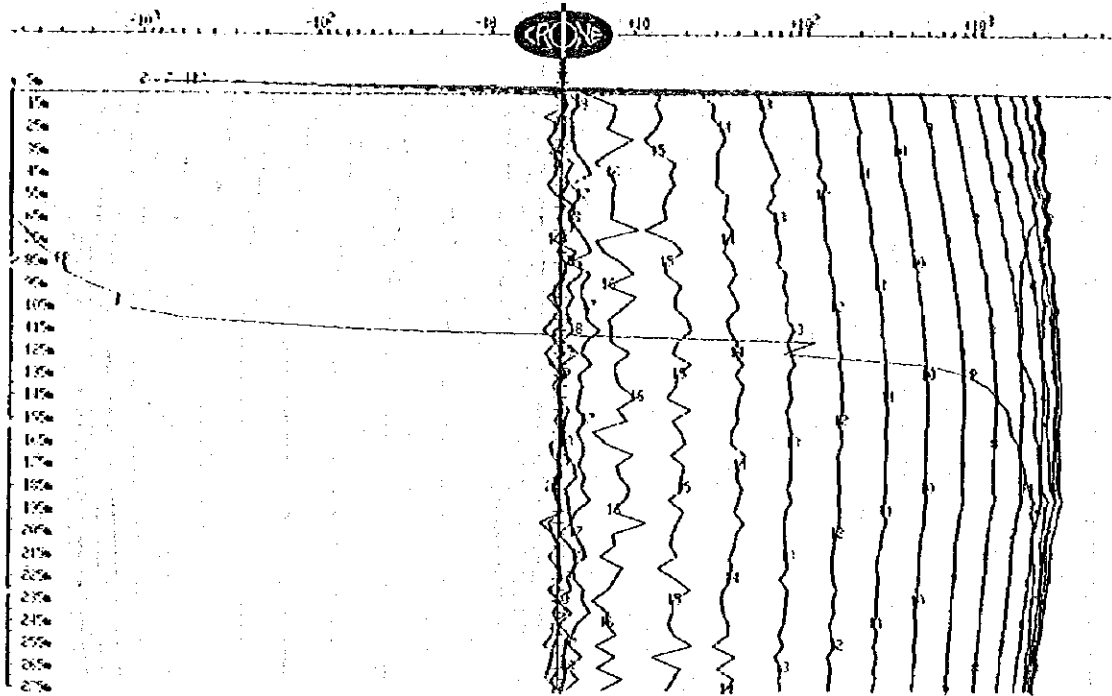


Fig. II-3-9(4)

Pulse EM response and interpretation
from south loop for DDH-1A

Geophysical Survey (PEM), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

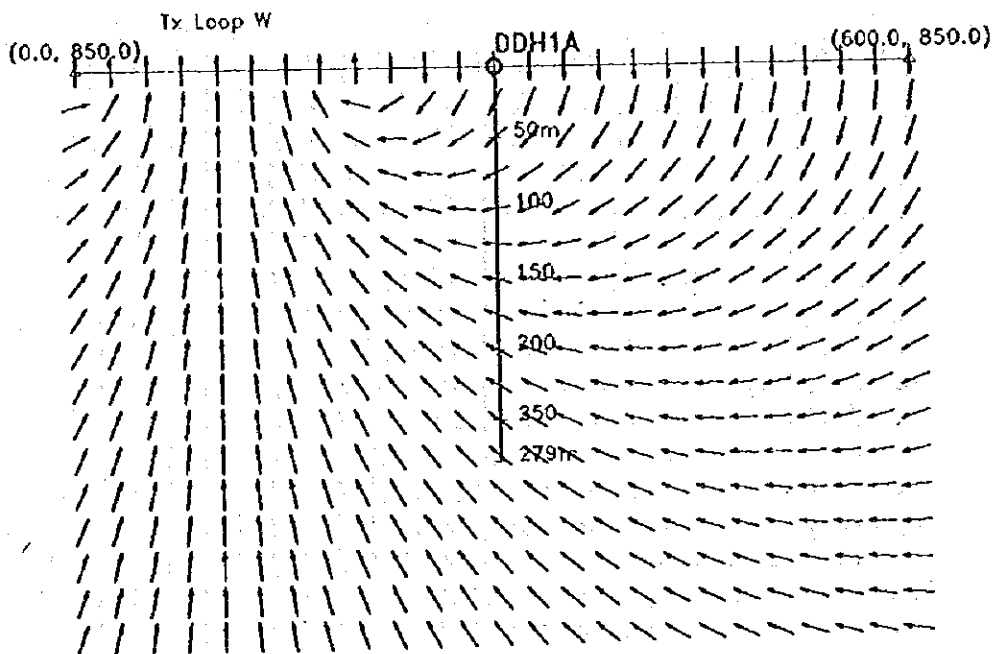
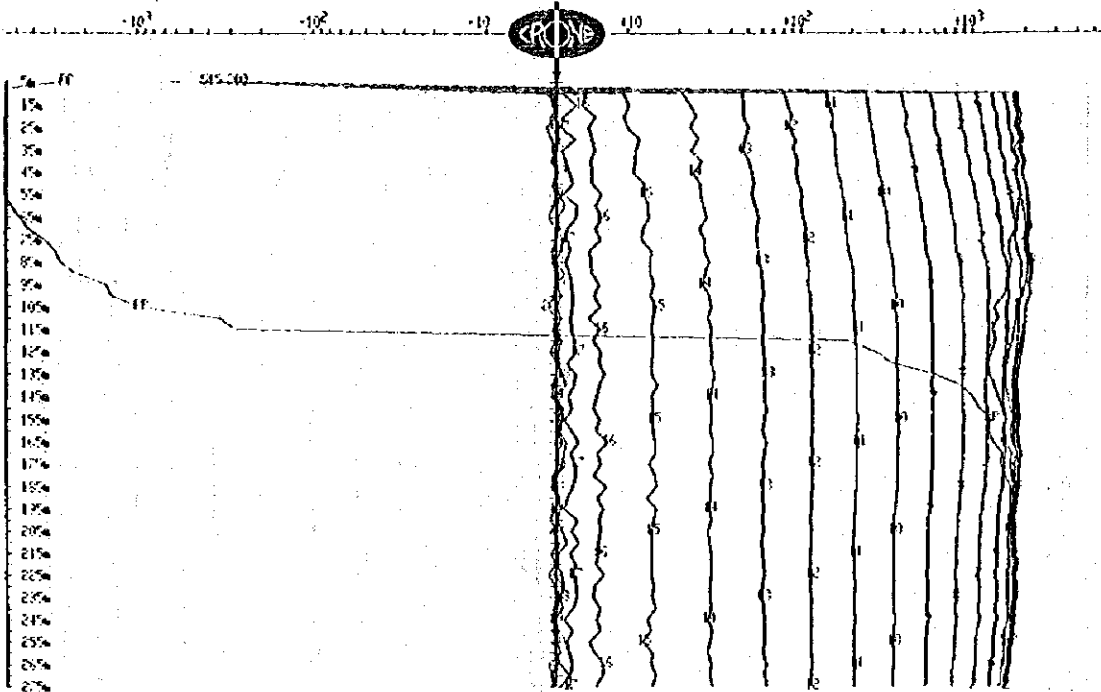


Fig. II-3-9(5)

Pulse EM response and interpretation
from west loop for DDH-1A

Geophysical Survey (PEM), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

3-3-2 解析結果

3-3-1に示したように、AMT法、IP法測定データには地形の影響他の様々な地下の比抵抗構造以外の要素が含まれている。特に本調査地域はAMT法におけるスティックソートの影響、地形の影響が多く見られた。しかしながら、IP法、AMT法両者を同時に用いた2次元ジョイントインバージョン解析を行うことによりこれらの影響を受けない浅部から深部までの解析を行うことができた。以下にIP法、AMT法それぞれ単独での2次元インバージョン解析結果が、2次元ジョイントインバージョン解析によってどのように改善されたかという点を含めて、各測線毎の比抵抗構造及びキャプリアリ断面について記載する。

測線 I

Fig. II-3-10(1)に示すIP法解析断面から地表部から標高300mまで100~250 Ω m程度の比抵抗が層状に分布し、標高300m以深から次第に比抵抗値が低くなる構造が認められる。Fig. II-3-11のAMT法解析断面では標高200m以深では次第に比抵抗値が高くなっていることからIP法ではこの高比抵抗部まで可探深度が及んでいないと考えられる。逆にIP法解析結果では地表から深度50mに約200 Ω mの比抵抗層が分布し、その下部に深度100mまで約100 Ω m程度の比抵抗層が解析されているが、AMT法では地表部から深度60m間に約100 Ω mの比抵抗層のみ解析されており、AMT法で得られない浅部の詳細な比抵抗構造がIP法で得られていることがわかる。このような細部を除けばAMT法とIP法の解析結果は標高200mまでほぼ同様な結果が得られ、IP法探査深度以下の標高200m以深は高比抵抗層が再び測点400と600を中心に隆起した構造が解析されている。Fig. II-3-12(1)のジョイントインバージョンの結果ではさらに、IP法による浅部の情報とAMT法による深部の情報が十分に生かされ、地表下50mまで約200 Ω mの比抵抗層、100mから200m間は約100 Ω mの層状構造が解析され、その下部に60~70 Ω m程度の低比抵抗層を挟み再び標高100m付近から100 Ω m程度以上の比抵抗層がほぼ水平に分布し、深部ほど次第に高比抵抗層が分布する構造を示す。

キャプリアリではIP法単独の解析による結果 (Fig. II-3-10(2)) と、ジョイントインバージョンによる結果 (Fig. II-3-12(2)) を比較すると前者が30mV/V以上の分布域が標高約200mから深部へ広がった形状をしているのに対して後者は標高約100mで閉じた形状をしている。これは、比抵抗構造でも見られたようにIP法単独では標高約200m以深に可探深度が及んでいないためと考えられる。同様にIP法単独での解析結果では測点800から東へ延びた形状をしている点も、キャプリアリ法だけでは測線両端の情報が少なく解析精度が落ちたためと考

えられる。

測線II

Fig. II-3-13(1)に示すIP法解析断面により地表から標高300m程度までの比抵抗構造を見ると測点1200から南側では約 $10\Omega\cdot m\sim 80\Omega\cdot m$ 程度の低比抵抗層が分布し、測点1200から北側、測点1900までは $100\Omega\cdot m\sim 200\Omega\cdot m$ 程度の比抵抗層、さらに測点1900から北側では再び $100\Omega\cdot m$ 以下の比抵抗層が分布する。Fig. II-3-14に示すAMT法解析断面により標高300m以上の比抵抗構造を見ると、測点1300を境として南側では $300\Omega\cdot m$ 以上の比較的高い比抵抗体が分布し、測点1300から北側では $300\Omega\cdot m$ 以下の比抵抗体が分布する。測線南側の高比抵抗体について $700\Omega\cdot m$ 以上の形状に着目すると、AMT法解析結果では測点800をピークとする貫入岩的な形状をしているが、Fig. II-3-15(1)のジョイントインバージョン解析結果では、標高200m以上に $1000\Omega\cdot m$ 以上のほぼ均質な岩体が分布する形状を呈している。これは、AMT法単独の解析では、測点200から測点800までの地表浅部の薄い低比抵抗層が深部の解析に幾分影響を残したが、ジョイントインバージョンでは、浅部の低比抵抗層の分解能が上がり、浅部構造が有意に解析された結果、浅部の影響が深部には影響を及ぼさなかったためであると考えられる。また、測線北端にジョイントインバージョン解析ではIP法解析結果に見られた低比抵抗体の分布が表れている。

IP法のみによるチャージアビリティ (Fig. II-3-13(2)) は、測点600から南側で $30mV/V$ 以上のチャージアビリティ帯が広く解析され、さらに $50mV/V$ 以上のチャージアビリティ帯が測点1100から南側に広く分布するが、ジョイントインバージョン解析結果 (Fig. II-3-15(2)) では $30mV/V$ 以上の分布域が、測点1000から南側、 $50mV/V$ 以上の分布域が測点1100から測点1500まで及び、測点1800から南側の2ヶ所に分かれて存在する。また、その深さ方向の広がりも標高約200mまでに解析されている。

測線III

Fig. II-3-16(1)に示すIP法比抵抗構造断面図より地表部の構造を見ると、測点1000以北は $500\Omega\cdot m$ 以上の比抵抗帯、測点900以南はほぼ $100\Omega\cdot m$ 以下の比抵抗帯が分布する。特に測点300から500の浅部には、 $50\Omega\cdot m$ 程度の低比抵抗帯が分布する。AMT法の解析結果 (Fig. II-3-17) では、測点200、400の地表部にIP法結果と同様に $50\Omega\cdot m$ 以下の比抵抗帯が分布し、さらに測点600から測点1000でも $50\Omega\cdot m$ 以下の比抵抗帯が認められる。IP法の解析結果でも測

点900は $100\Omega\text{m}$ 以下とやや低比抵抗層となっていることが推定されるが、AMT法の解析結果とは異なっている。これは、本測線の地形が非常に急峻で行列計算では地形の影響を完全には再現できず、このためIP法とAMT法で幾分形状の異なる結果が得られたものと考えられる。地表下200m以深の構造でも、AMT法のみでの解析結果では測線南部では $300\Omega\text{m}$ 以下の比抵抗帯が深部に分布し、測線北部で地表部まで $300\Omega\text{m}$ 以上の比抵抗帯が急激に隆起する異常な形状をしており、これも測線南側の浅部の影響によるものと推定される。Fig. II-3-18(1)に示すジョイントインバージョン解析結果では、浅部の低比抵抗異常の影響、地形の影響等が除かれ測点100から1000には浅部に $200\Omega\text{m}$ 以下の比抵抗層が測点400付近で地表下300m付近までと厚く分布し、測点1100以北では地表部まで $500\Omega\text{m}$ 以上の比抵抗帯が分布する構造が解析される。

Fig. II-3-16(2)に示すIP法単独によるフェージアビリティ解析断面では、測点800から以北で広範囲に表れる 50mV/V 以上の範囲が、Fig. II-3-18(2)に示すジョイントインバージョンによる結果では、測点900から測点1200を中心とする異常帯であることがわかる。

測線IV

Fig. II-3-19(1)にIP法比抵抗解析断面を示す。測点1300から南側及び測点1900から北側では表層部に $100\Omega\text{m}$ 以下の比抵抗層が分布し、測点1400から測点1800間では $100\Omega\text{m}$ 異常の比抵抗帯が地表部に表れている。Fig. II-3-20に示すAMT法の解析比抵抗断面でも地表部では同様に測点1300以南及び測点1900以北で $100\Omega\text{m}$ 以下の比抵抗層が解析される。IP法解析結果と対応している。深部の構造では測点600の標高100mから-200mに中心を持つ $300\Omega\text{m}$ 異常の比抵抗帯が解析され、これが測点1700浅部まで延びた構造が解析されている。さらに、測点200から測点2400の下部にも $300\Omega\text{m}$ 以上の比抵抗帯が解析されている。また、測点1000から測点1800では $100\Omega\text{m}$ 以下の比抵抗帯が標高-200m以深に分布している。この低比抵抗帯は、直上の標高300mから標高0m間に測線南部の高比抵抗帯つながる形の高比抵抗帯が約 $900\Omega\text{m}$ と高く解析された結果、測定データとのマッチングのために極端に低比抵抗となった低比抵抗帯であると推定される。実際、Fig. II-3-21(1)に示すジョイントインバージョン解析結果では、測点1300から測点1700の標高500mから300m間に $300\Omega\text{m}$ 以上の比抵抗帯が分布し深部では $100\Omega\text{m}$ 以上の比抵抗構造として解析されている。測線南部及び北部には地表浅部まで隆起した形状の高比抵抗帯が分布し、測点1400以南及び測点1900から測点2600間には $100\Omega\text{m}$ 以下の比抵抗層が地表部に分布する。

Fig. II-3-19(2)に示すIP法によるチャージアビリティ解析結果では30mV/V以上の範囲が測線南端に下方に広がった形状で認められるが、タイム・カゲタイム法では測点密度の少ない場所でもあり、実際にはFig. II-3-21(2)に示されるように小さなアビリティであると考えられる。

測線V

Fig. II-3-22(1)にIP法による比抵抗断面図を示す。地表部の比抵抗層は測点700から東側に100Ωm以下の比抵抗層が分布し、測点700から測点1200の標高300m以深に300Ωm以上の比抵抗帯が盛り上がった構造が得られた。Fig. II-3-23に示すAMT法解析結果では浅部の比抵抗構造はほぼIP法の結果と対応し、300Ωm以上の比抵抗帯は測点200で地表に表れ、測点600から測点1200間では地表下50mから100m間に分布する。測点400では標高約300mまで落ち込み、測点1200から東では標高200mまで次第に深まる構造を示す。さらに深部では測点800の標高0から100m付近に10000Ωmを越える高比抵抗異常が解析されている。しかしながら、Fig. II-3-24(1)に示すジョイントパースォン解析結果では、深部の比抵抗値はほぼ1000Ωmから2000Ωmで測点600から測点1400間では標高約300mから400m間に、測点1500から東では標高約300mから標高約200mまで徐々に下がり、測点400と測点500では標高約100mまで落ち込んだ形状で分布している。浅部の比抵抗構造はIP法解析結果とほぼ調和的で測点700から東側では100Ωm以下の比抵抗層が表面を覆っている。

Fig. II-3-22(2)に示したIP法によるチャージアビリティ断面では、測点400から測点800の下部並びに測点1600の下部に30mV/V以上のチャージアビリティ帯が解析されている。Fig. II-3-24(2)のジョイントパースォン解析結果では、測点500から測点700間と測点1500から測点1700間に下方への広がりが制限された形で解析されている。

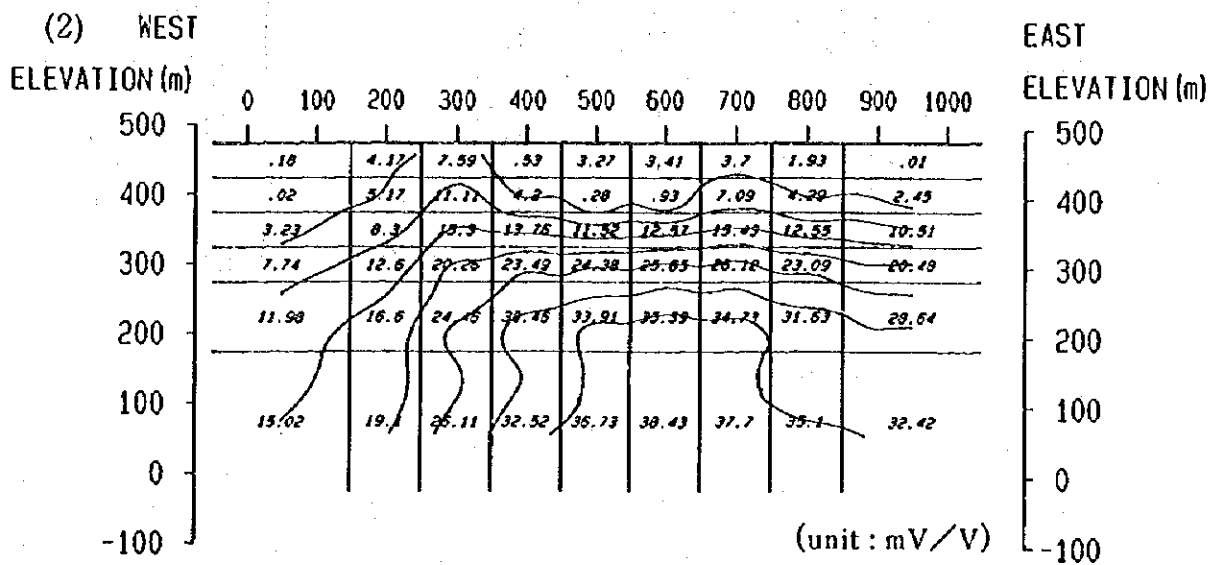
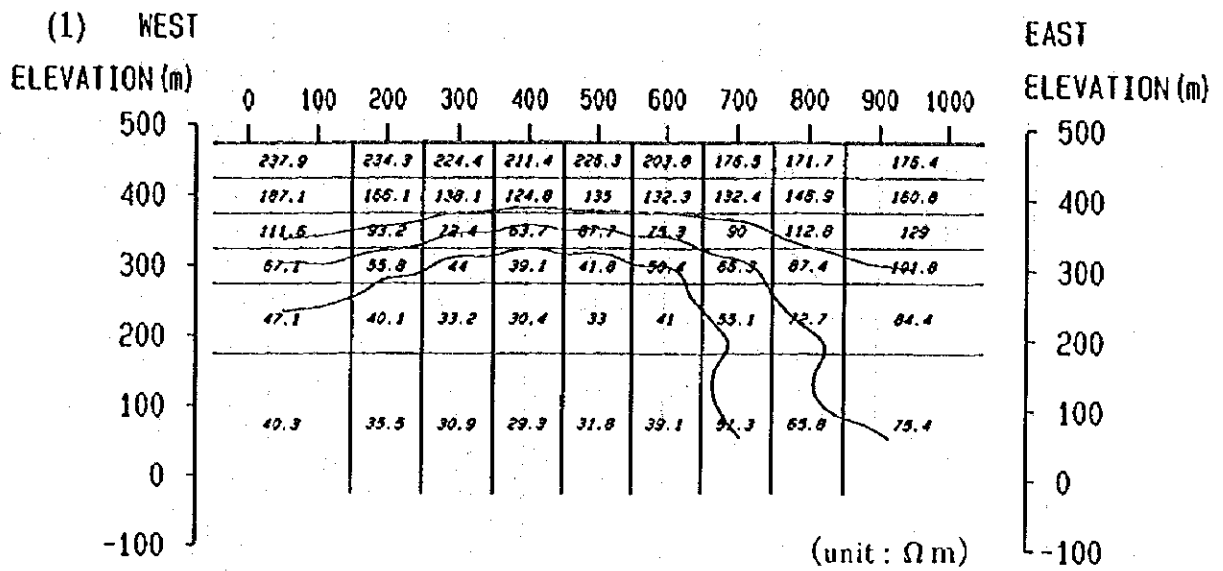


Fig. II-3-10

IP resistivity(1) and chargeability(2)
section from 2D inversion result
for profile I

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (IP), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

100 0 100 200 300 (m)

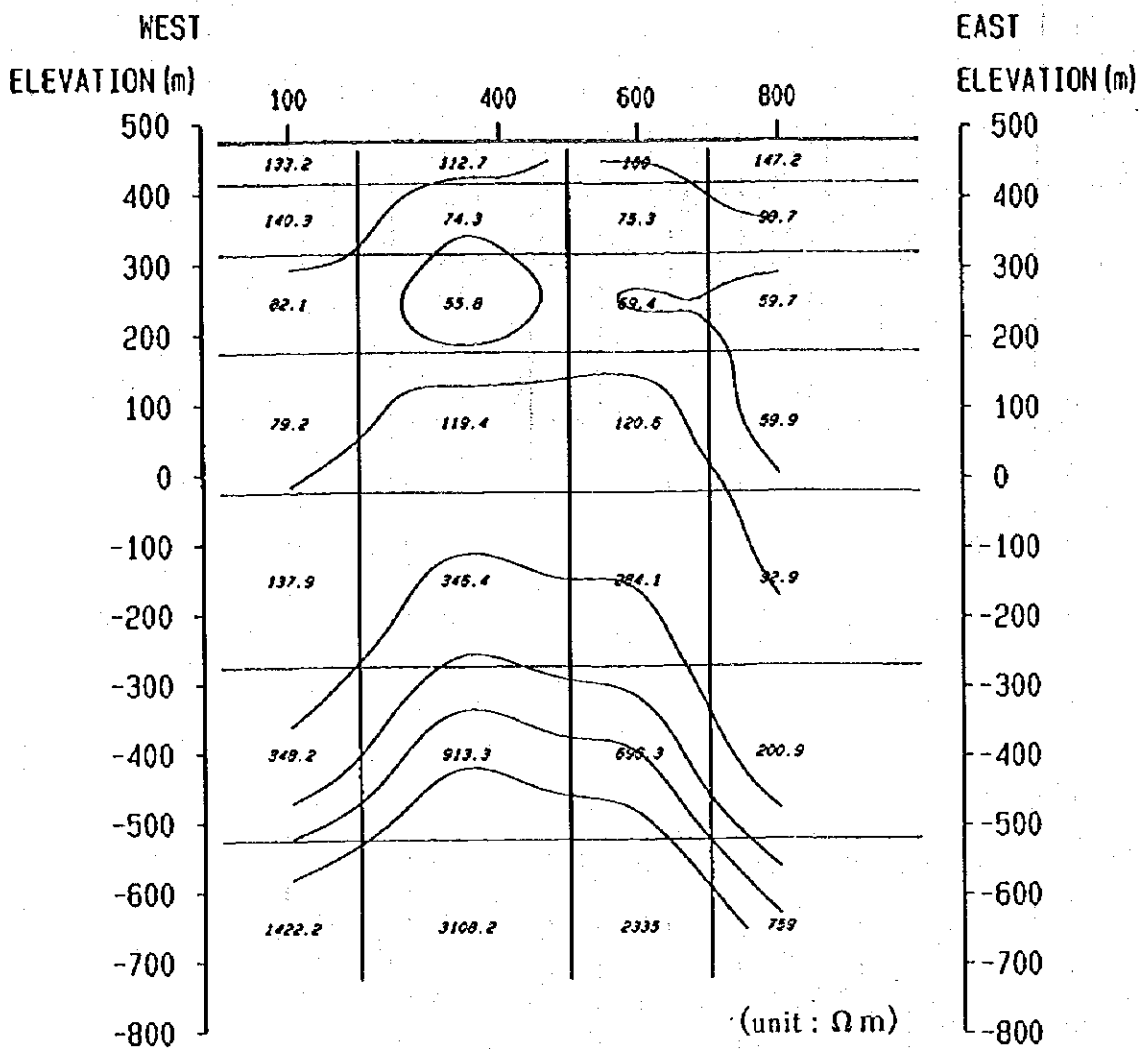


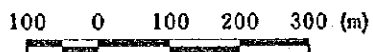
Fig. II-3-11

AMT resistivity section from 2D inversion result for profile I

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (AMT), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI



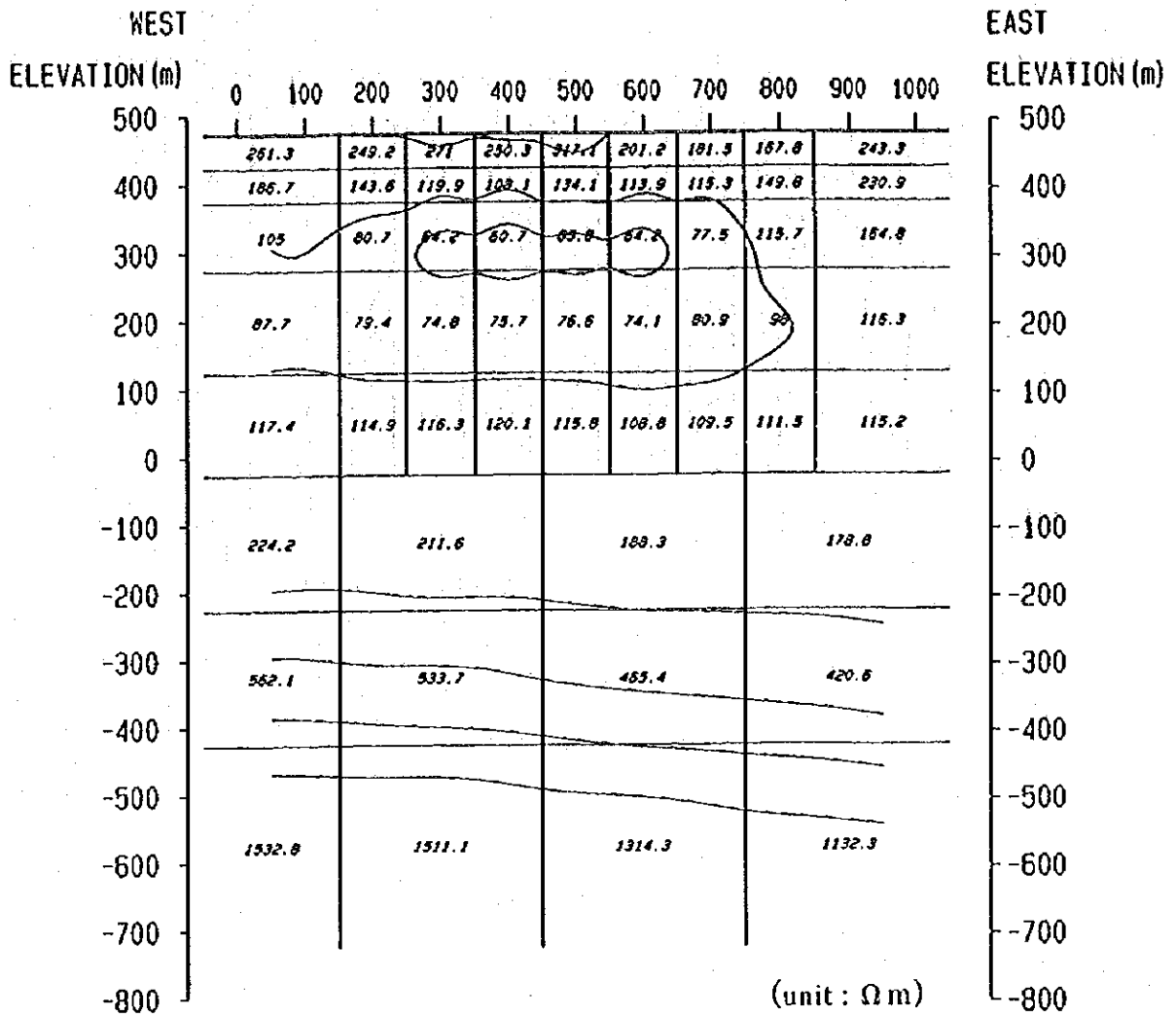


Fig. II-3-12(1)

Resistivity section from 2D joint inversion result for profile I

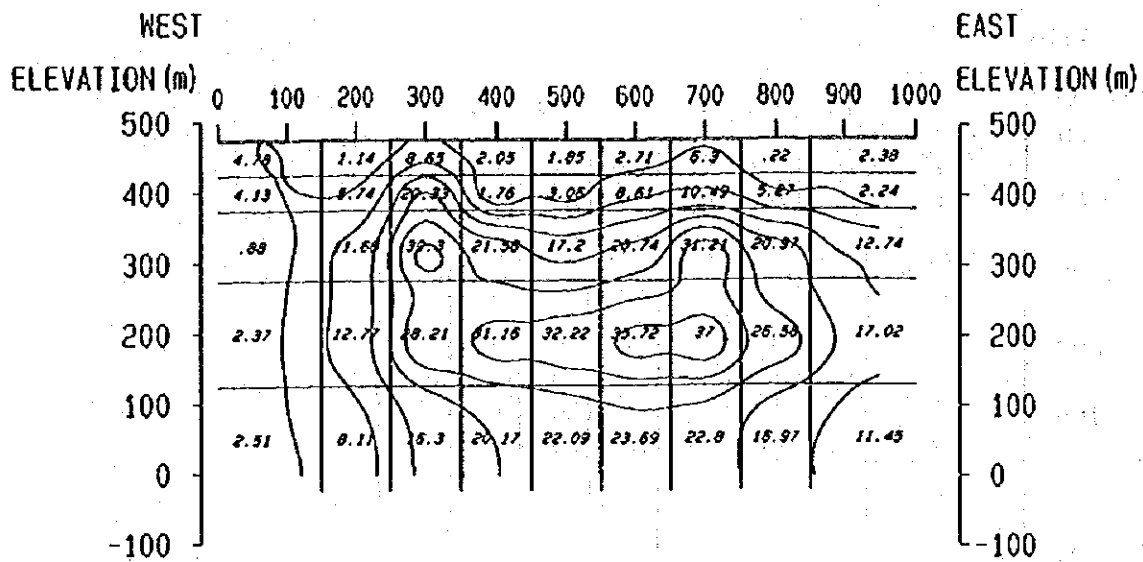
(1 : 10,000)

Geophysical Survey, Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

100 0 100 200 300 (m)





(unit : mV/V)

100 0 100 200 300 (m)

Fig. II-3-12(2)

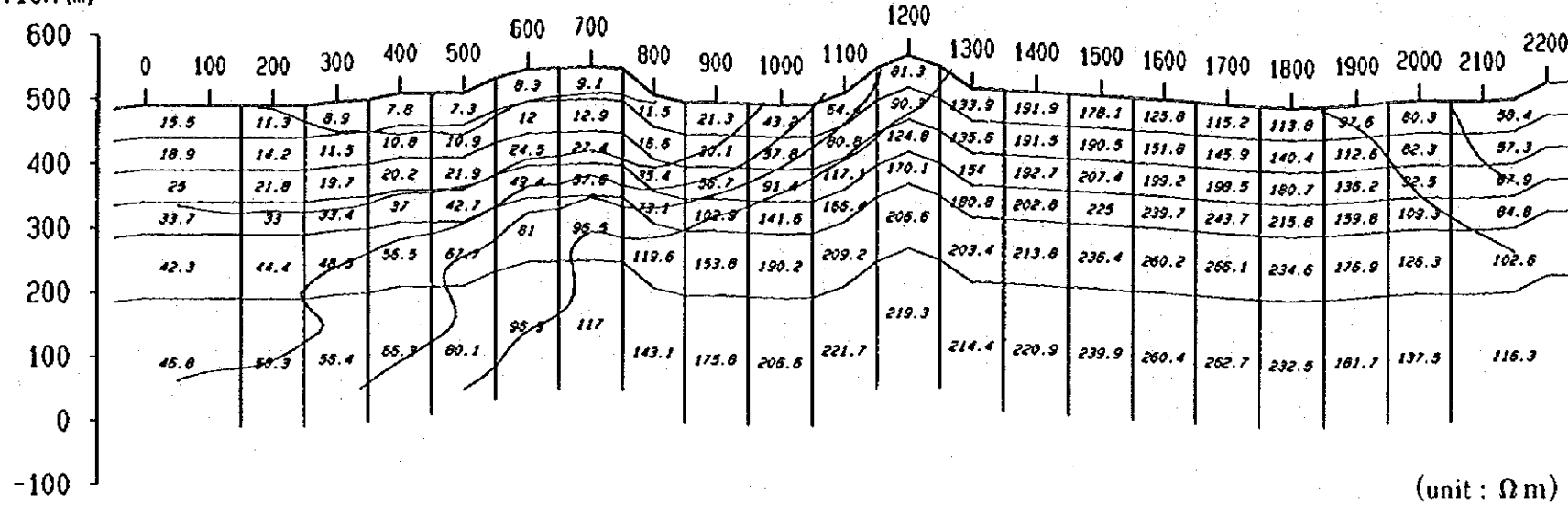
Chargeability section from 2D joint inversion result for profile I

(1 : 10,000)

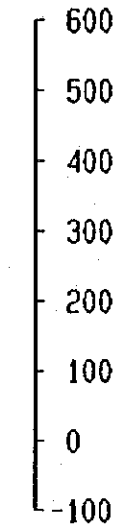
Geophysical Survey, Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

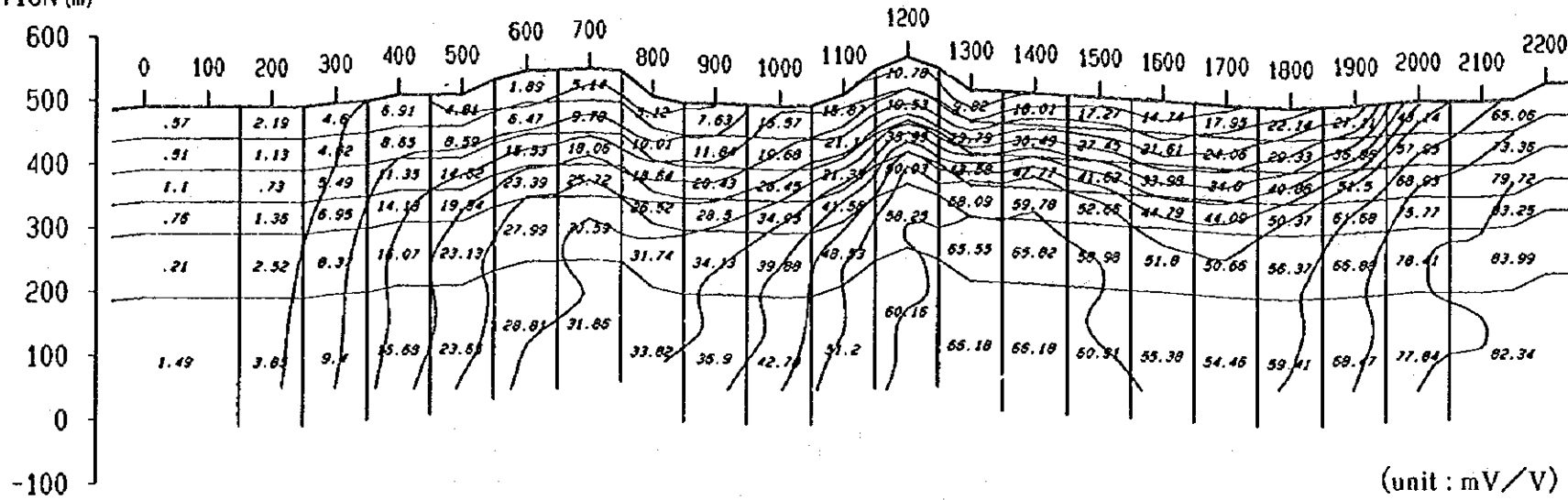
(1) SOUTH
ELEVATION (m)



NORTH
ELEVATION (m)



(2) SOUTH
ELEVATION (m)



NORTH
ELEVATION (m)

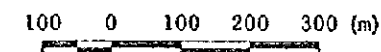
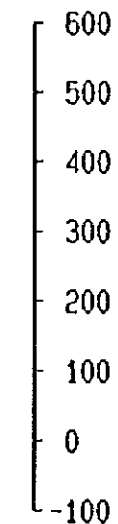


Fig. II-3-13
IP resistivity(1) and chargeability(2)
section from 2D inversion result
for profile II

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (IP), Phase II
Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

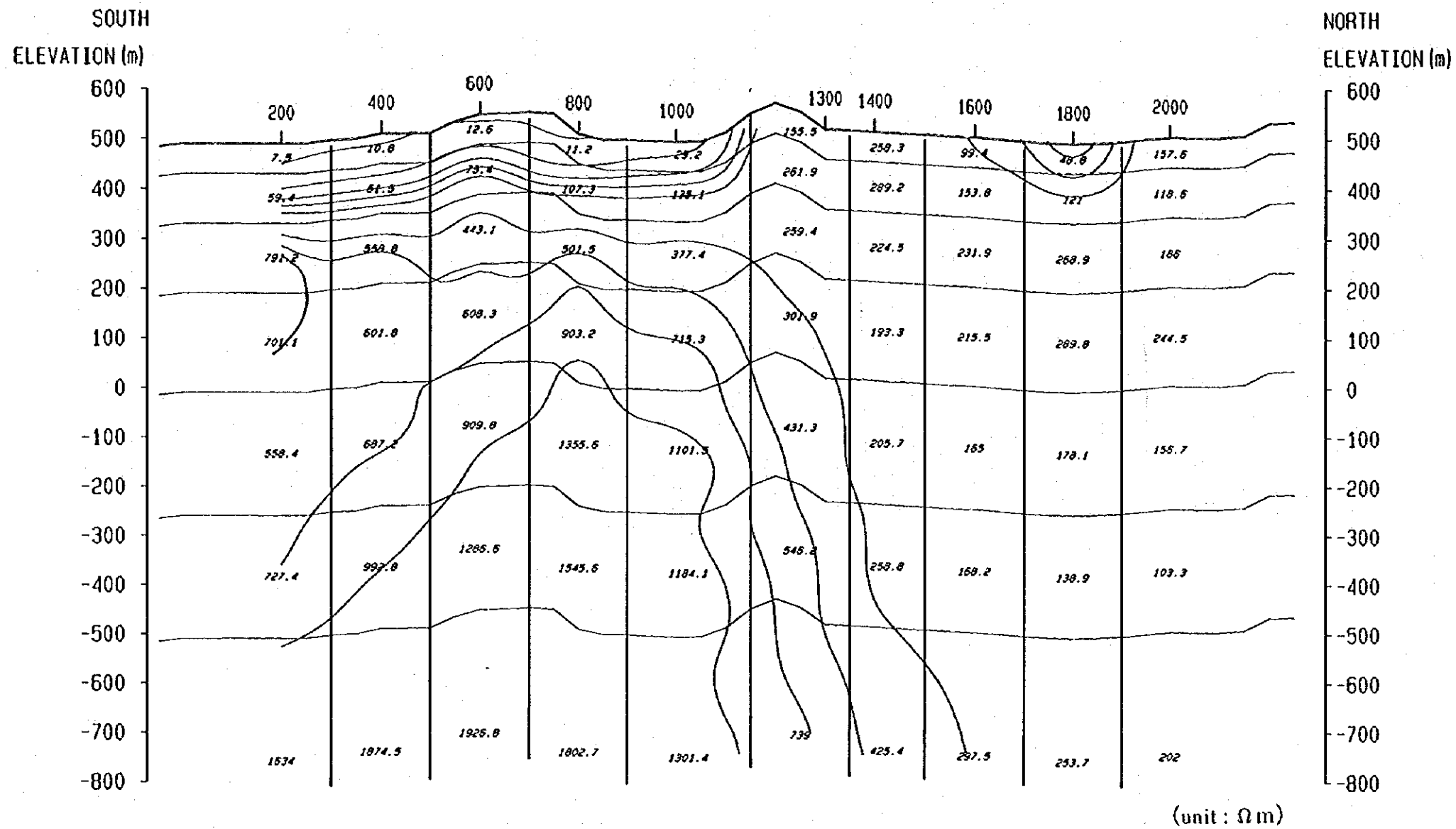


Fig. II-3-14

AMT resistivity section from 2D inversion result for profile II

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (AMT), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

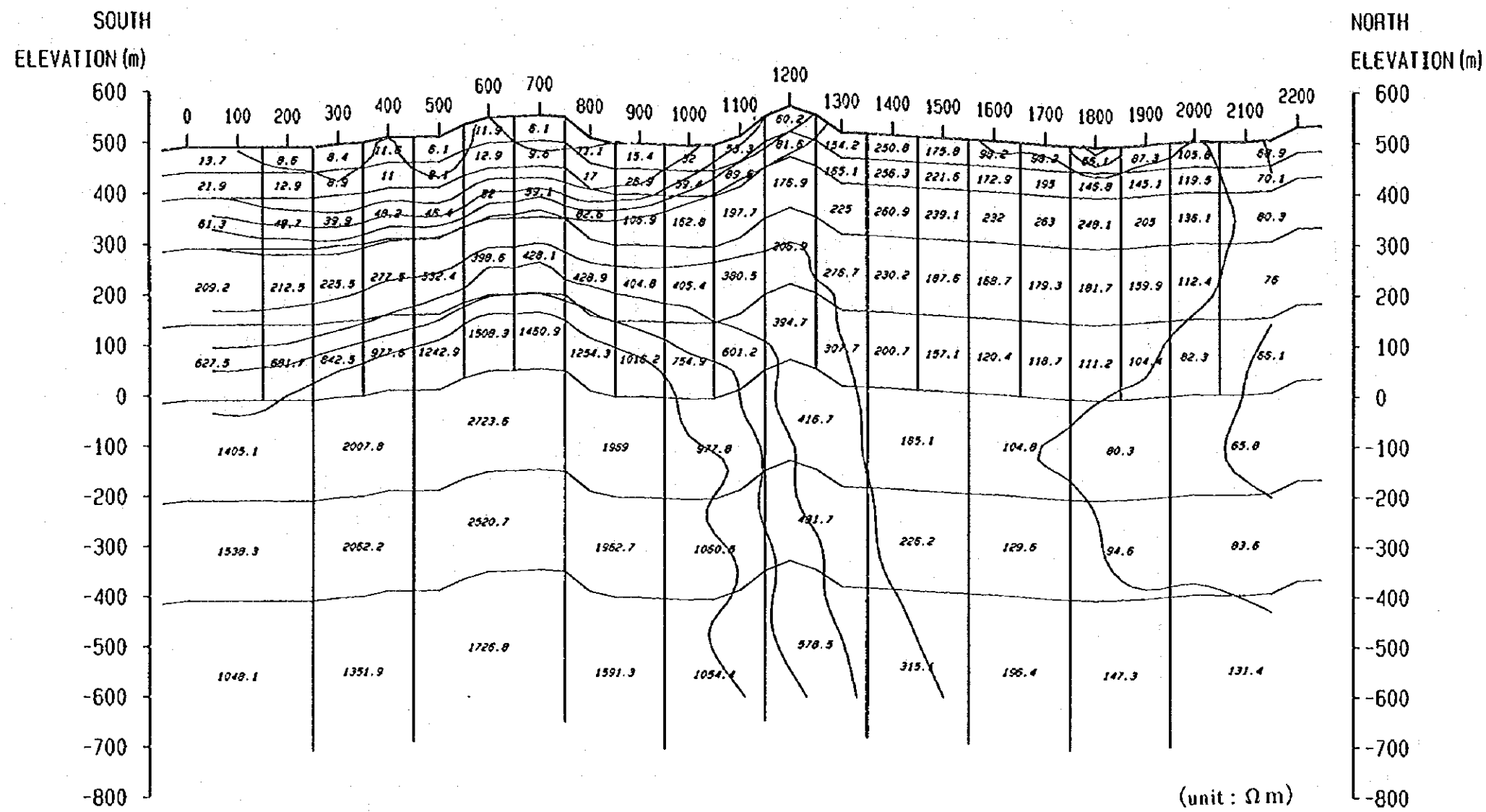


Fig. II-3-15(1)
 Resistivity section from 2D joint inversion result for profile II
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey, Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

100 0 100 200 300 (m)

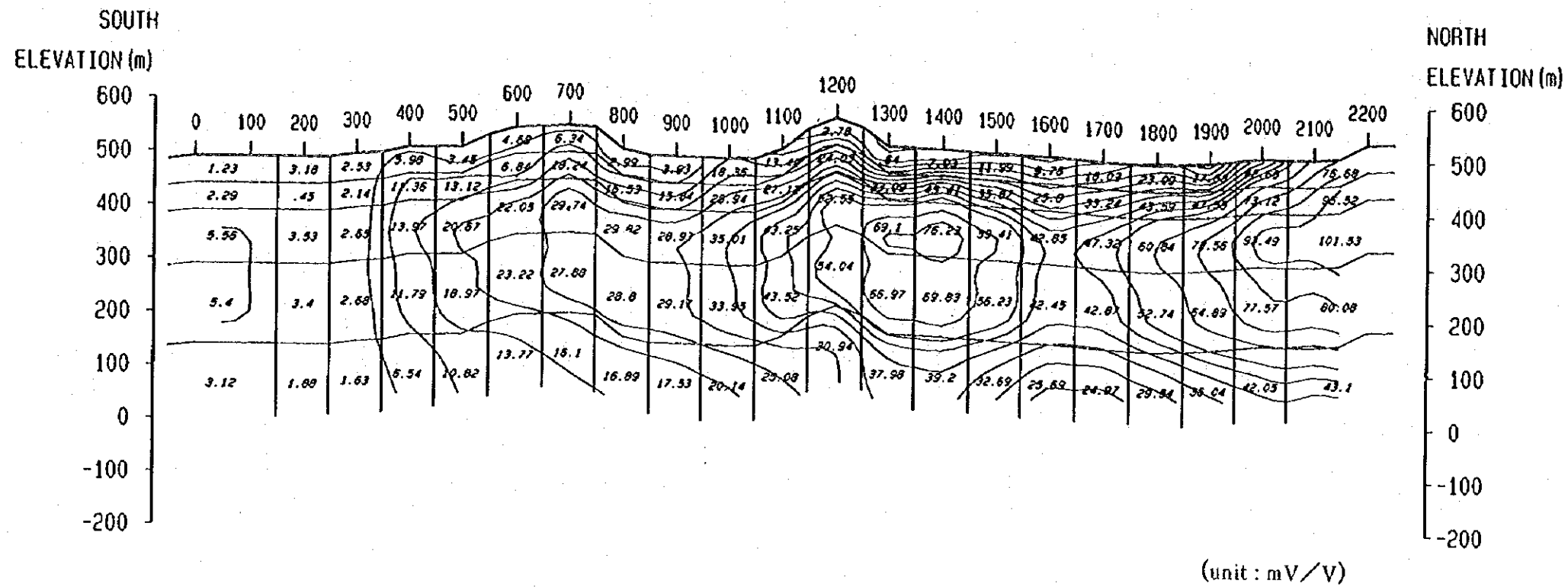
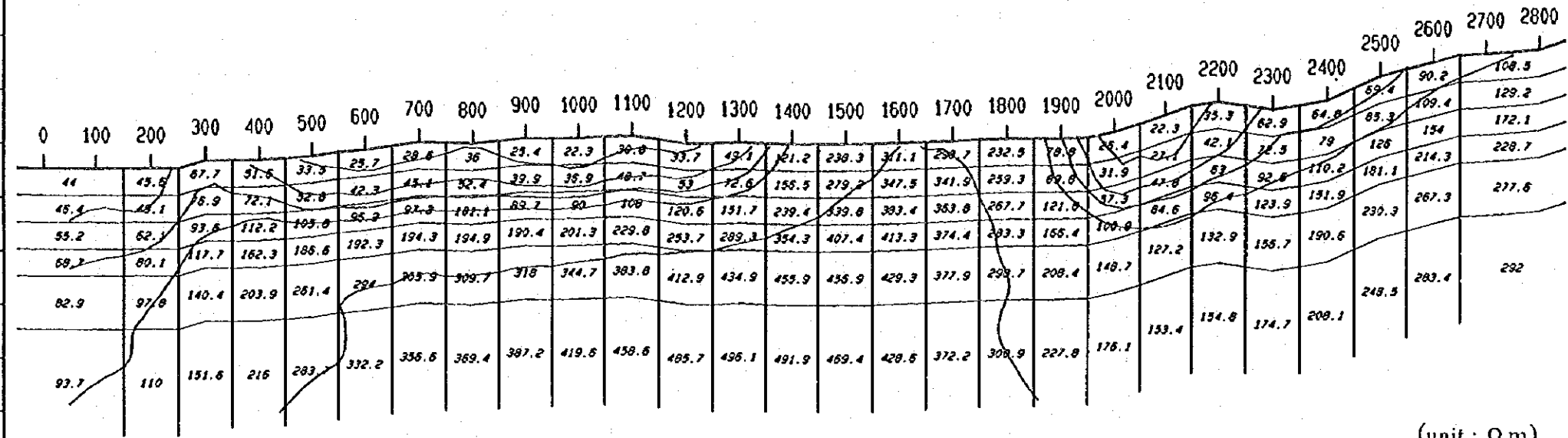
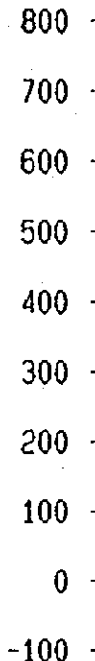


Fig. II-3-15(2)
 Chargeability section from 2D joint inversion result for profile II
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey, Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

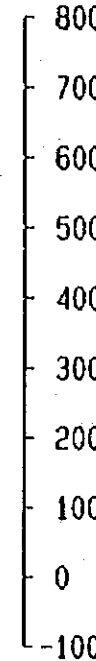
100 0 100 200 300 (m)

(1) SOUTH
ELEVATION (m)

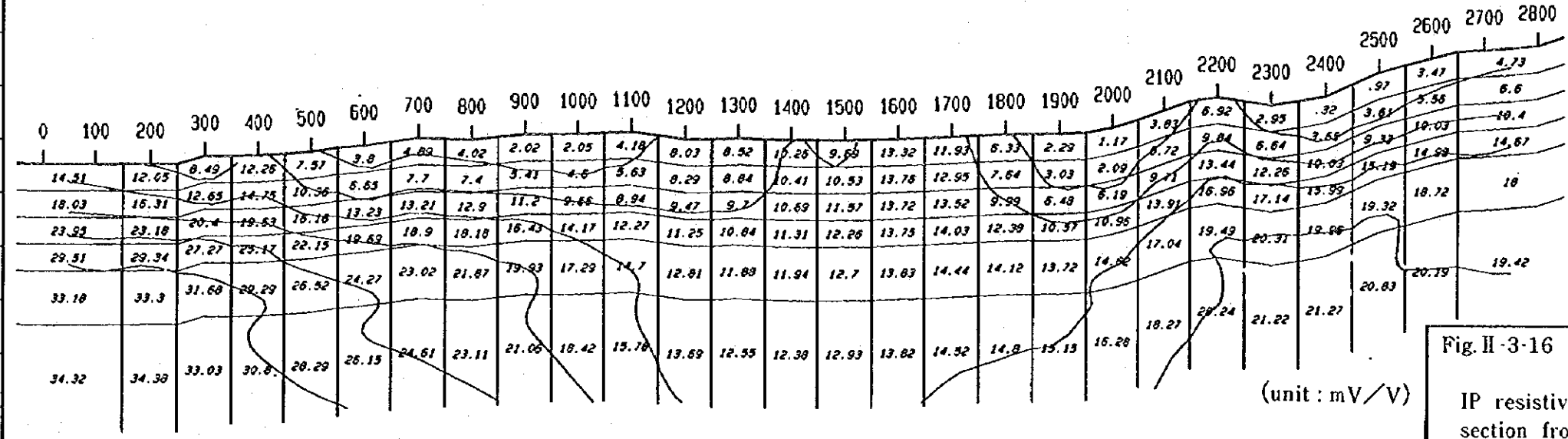
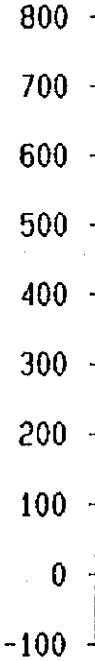


(unit : Ω m)

NORTH
ELEVATION (m)



(2) SOUTH
ELEVATION (m)



(unit : mV/V)

NORTH
ELEVATION (m)

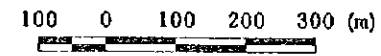
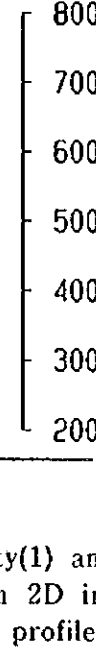


Fig. II-3-16
IP resistivity(1) and chargeability(2)
section from 2D inversion result
for profile III

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (IP), Phase II
Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

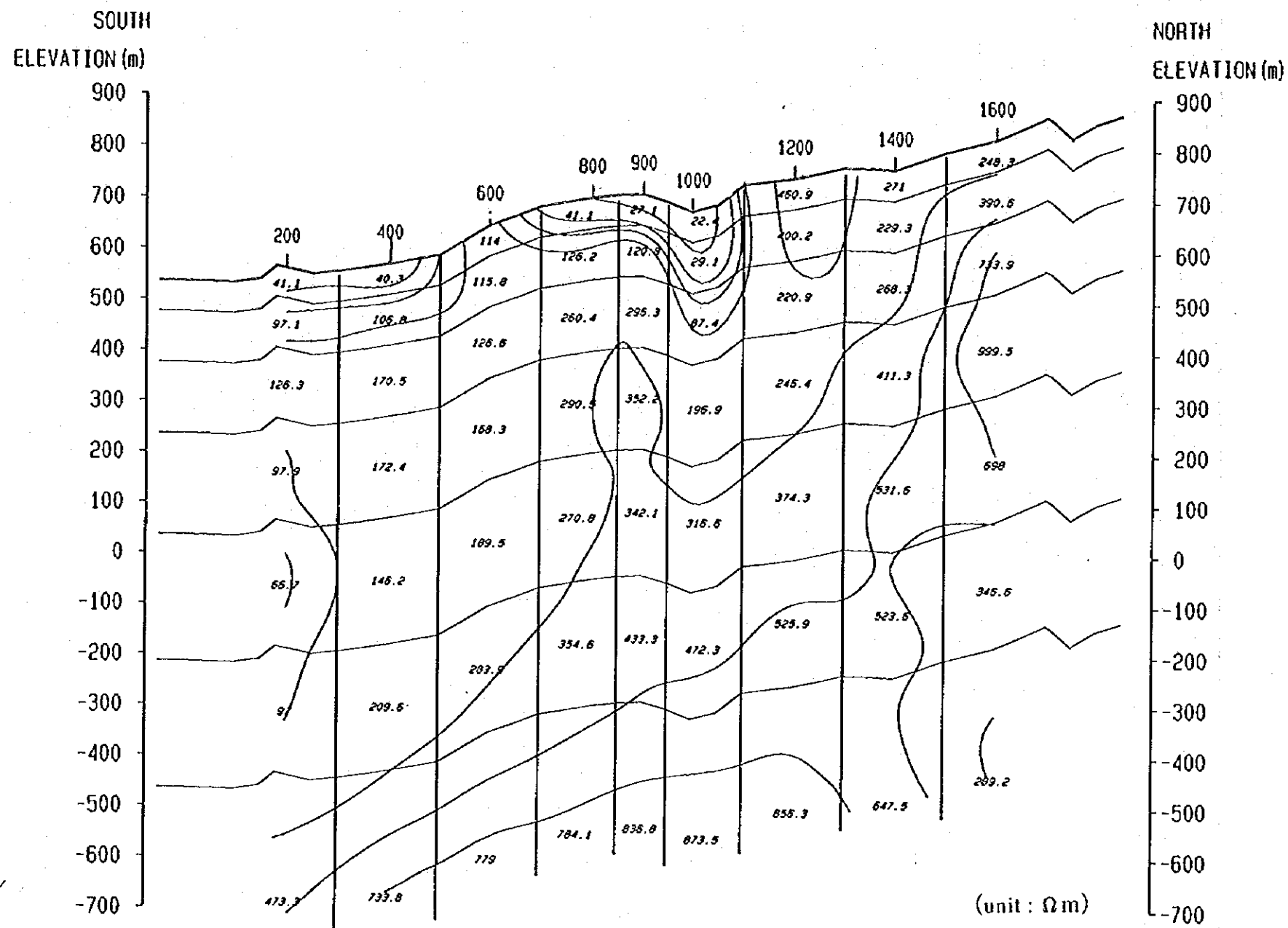


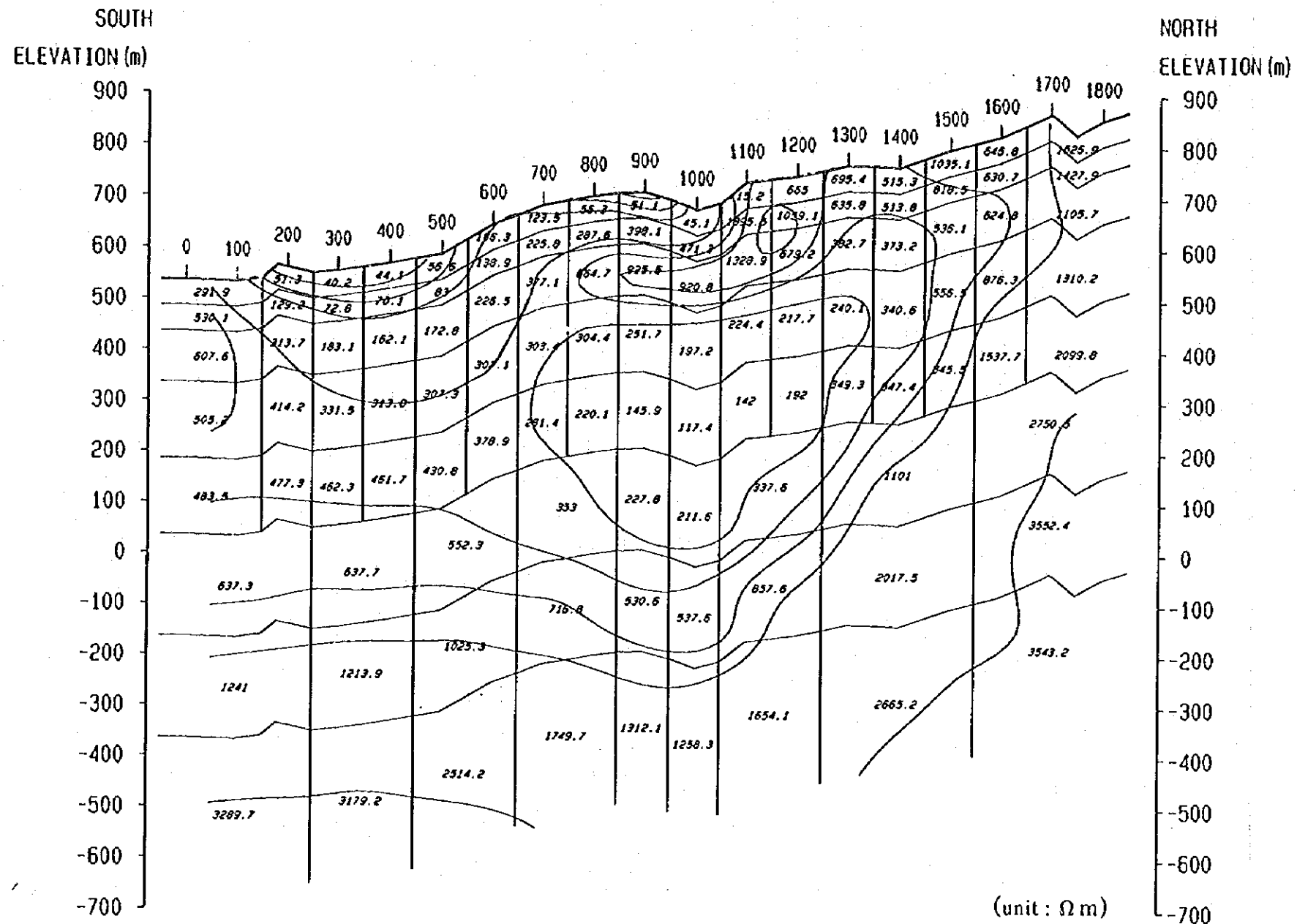
Fig. II-3-17

AMT resistivity section from 2D
inversion result for profile III

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (AMT), Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI



(unit : Ωm)



Fig. II-3-18(1)
 Resistivity section from 2D joint inversion result for profile III
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey, Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

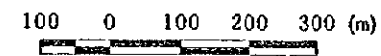
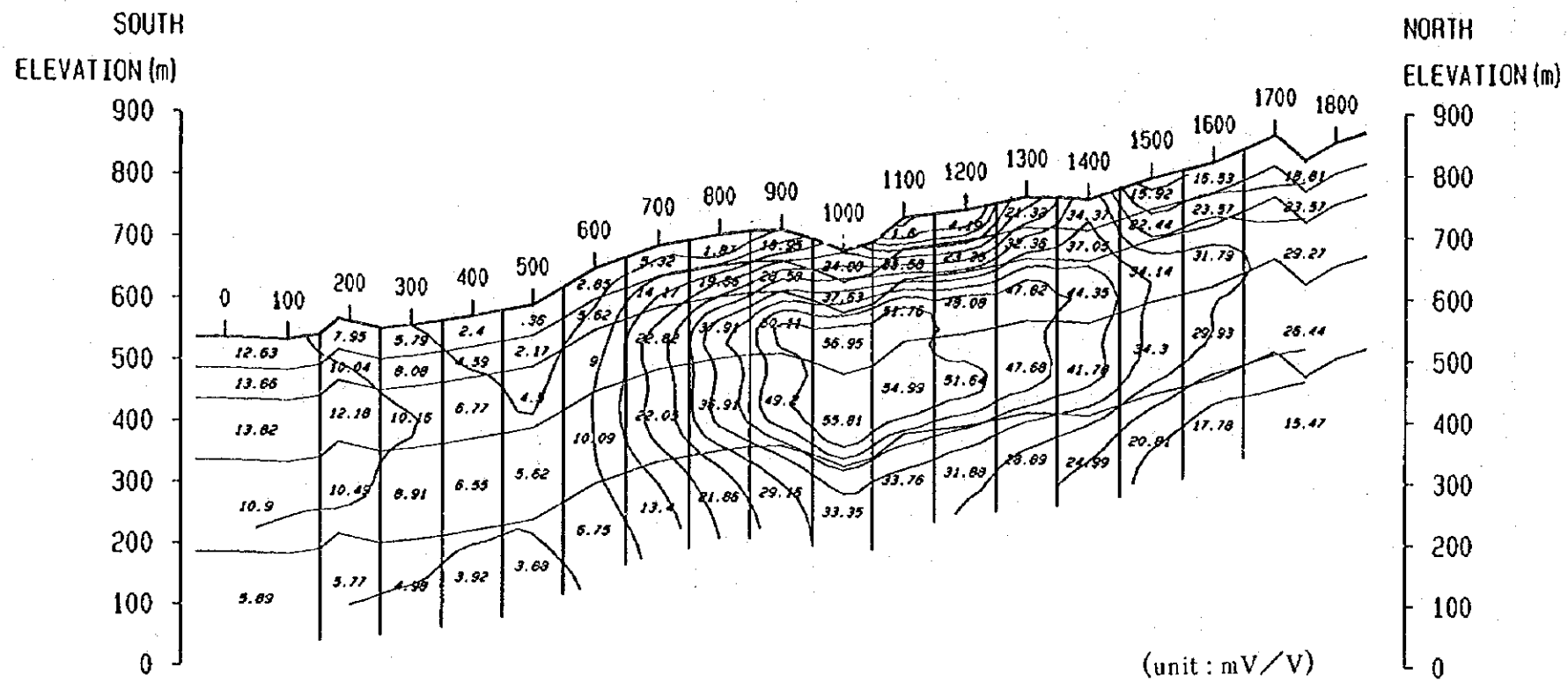


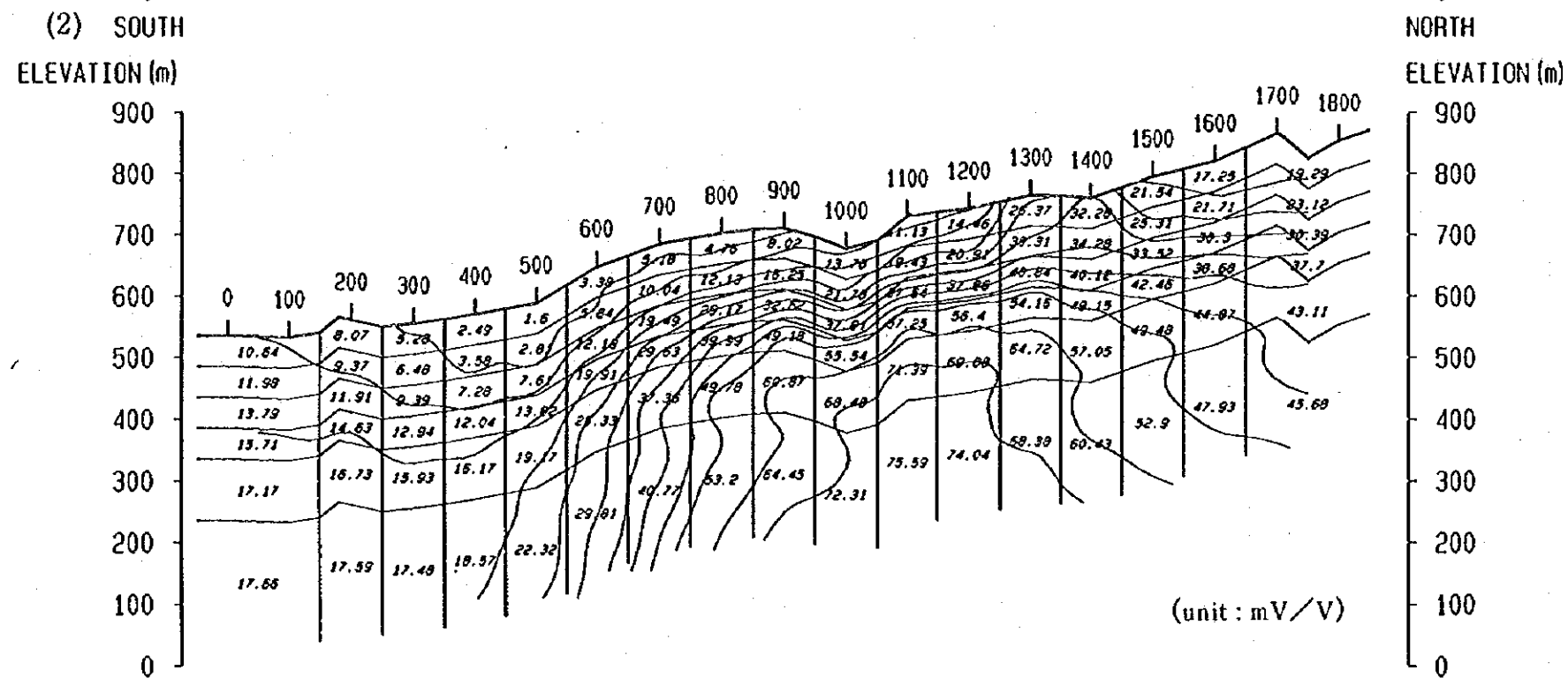
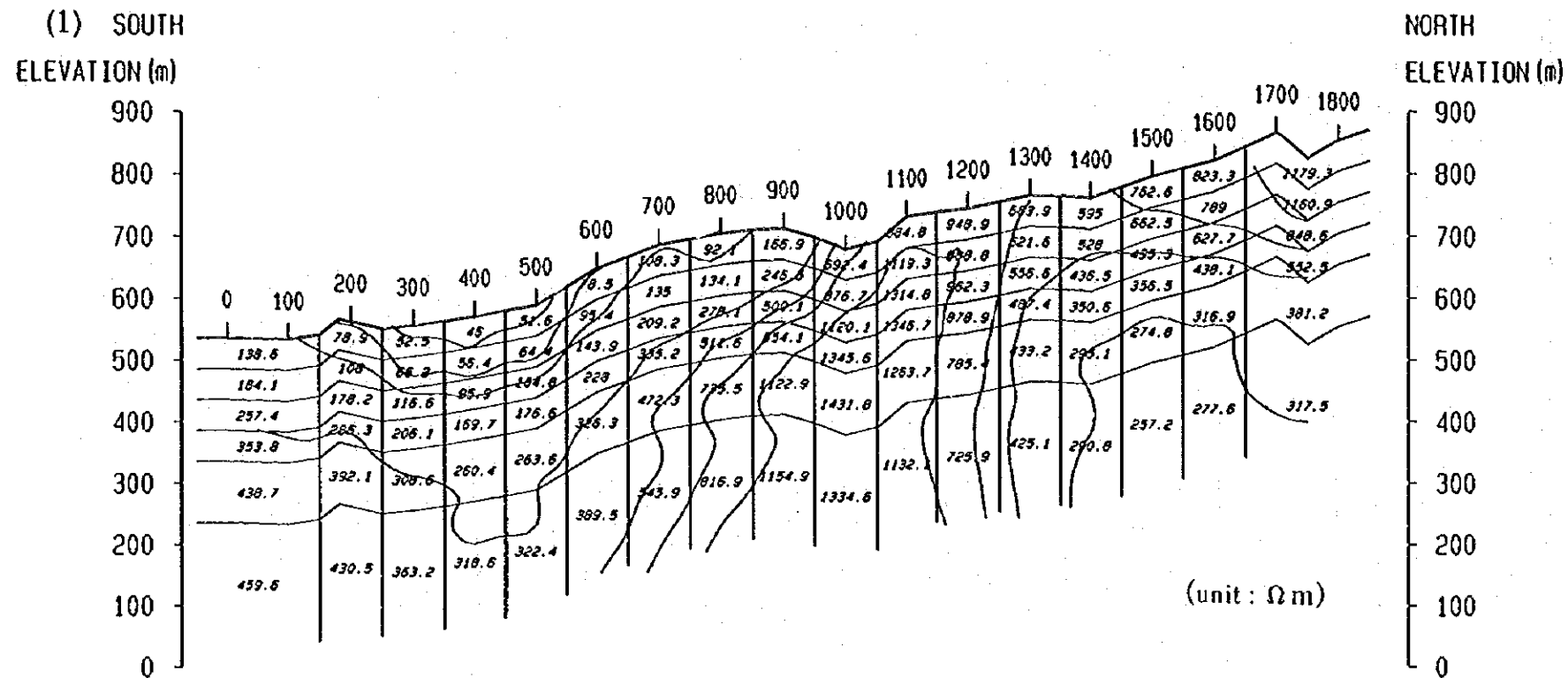
Fig. II-3-18(2)

Chargeability section from 2D joint inversion result for profile III

(1 : 10,000)

Geophysical Survey, Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI



100 0 100 200 300 (m)

Fig. II-3-19
 IP resistivity(1) and chargeability(2)
 section from 2D inversion result
 for profile IV
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey (IP), Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

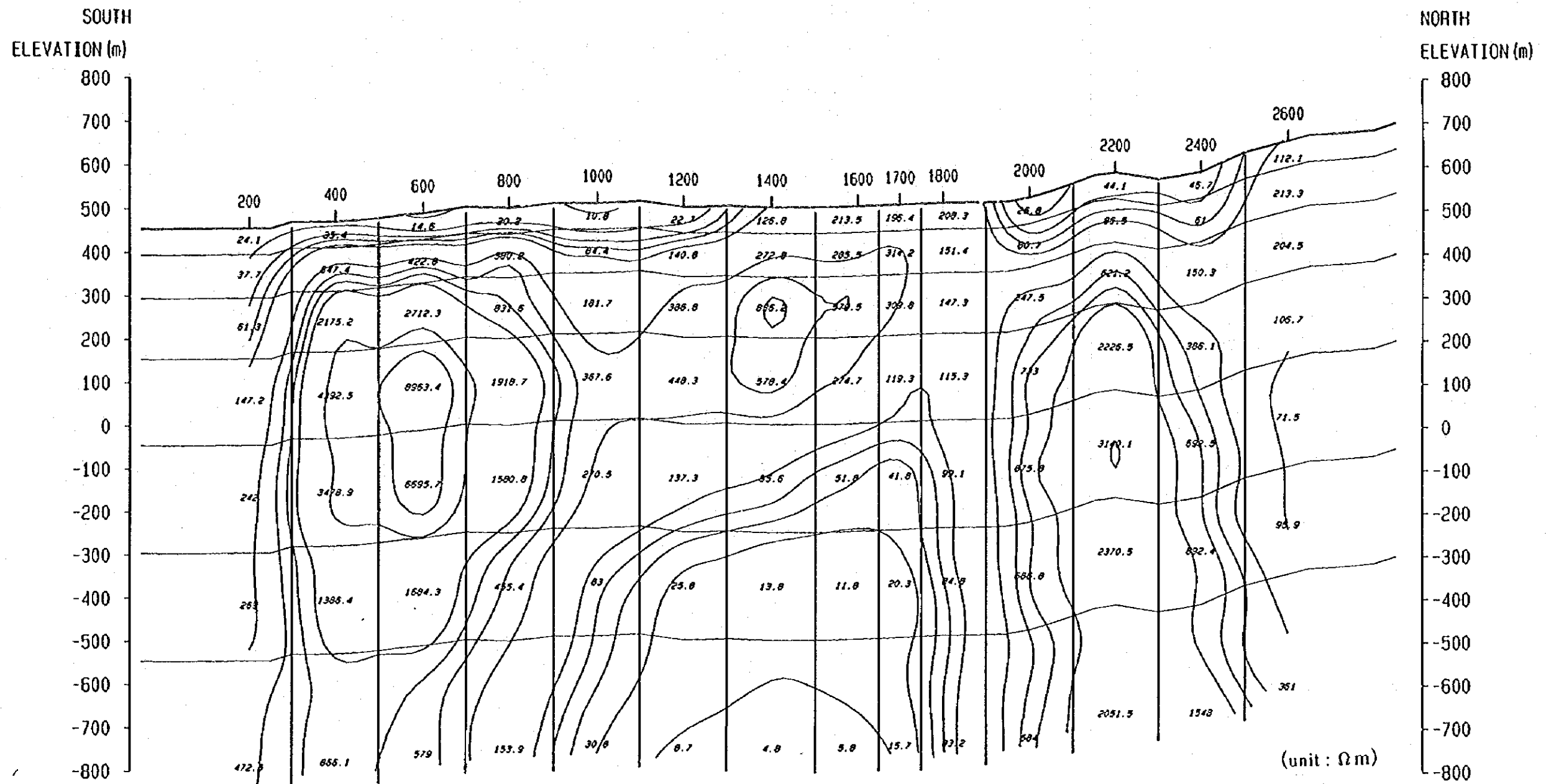


Fig. II-3-20
 AMT resistivity section from 2D
 inversion result for profile IV
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey (AMT), Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

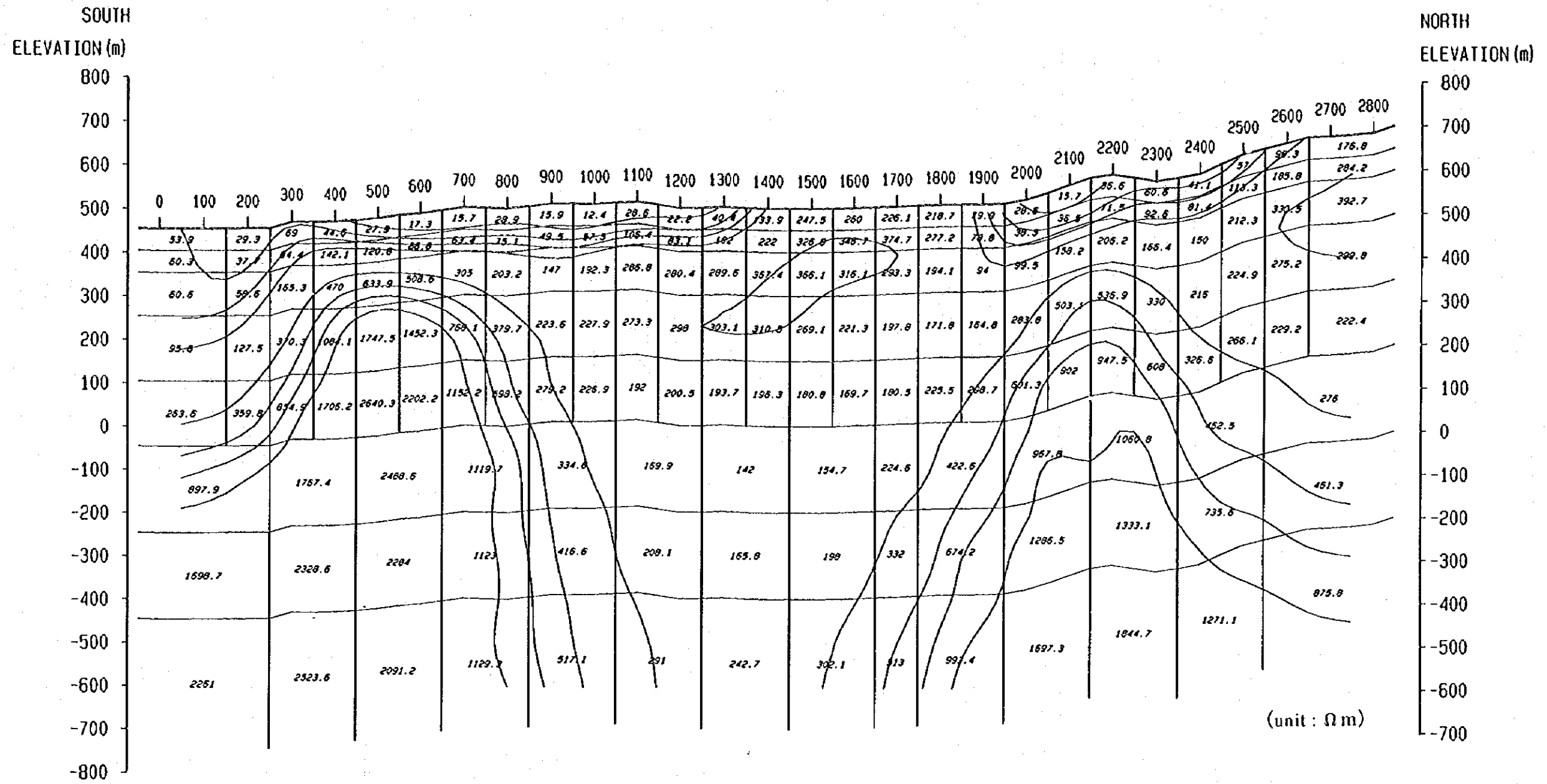


Fig. II-3-21(1)

Resistivity section from 2D joint inversion result for profile IV

(1 : 10,000)

Geophysical Survey, Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

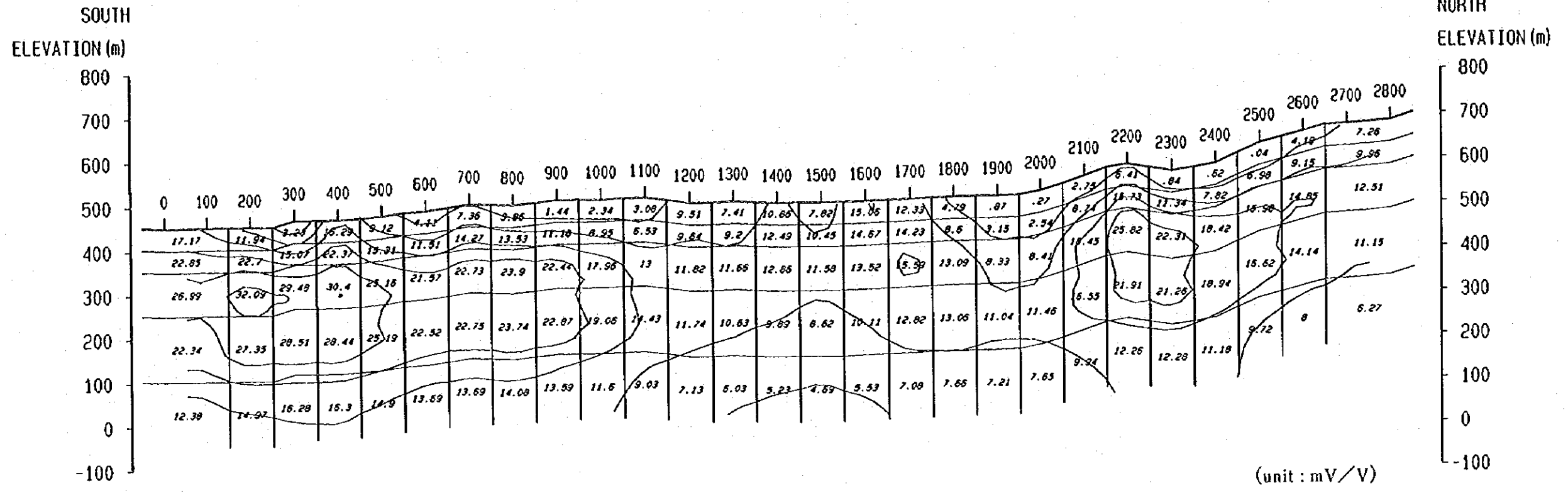
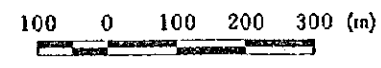


Fig. II-3-21(2)
 Chargeability section from 2D joint inversion result for profile IV
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey, Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI



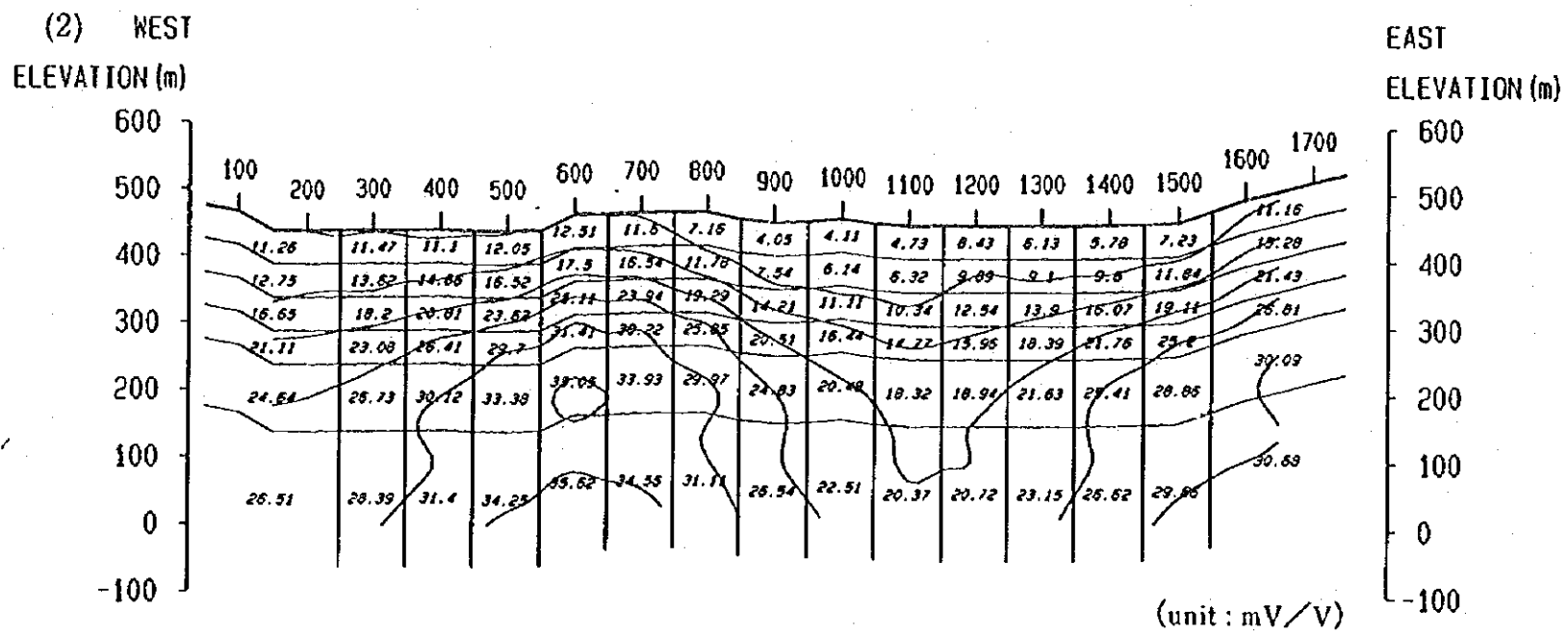
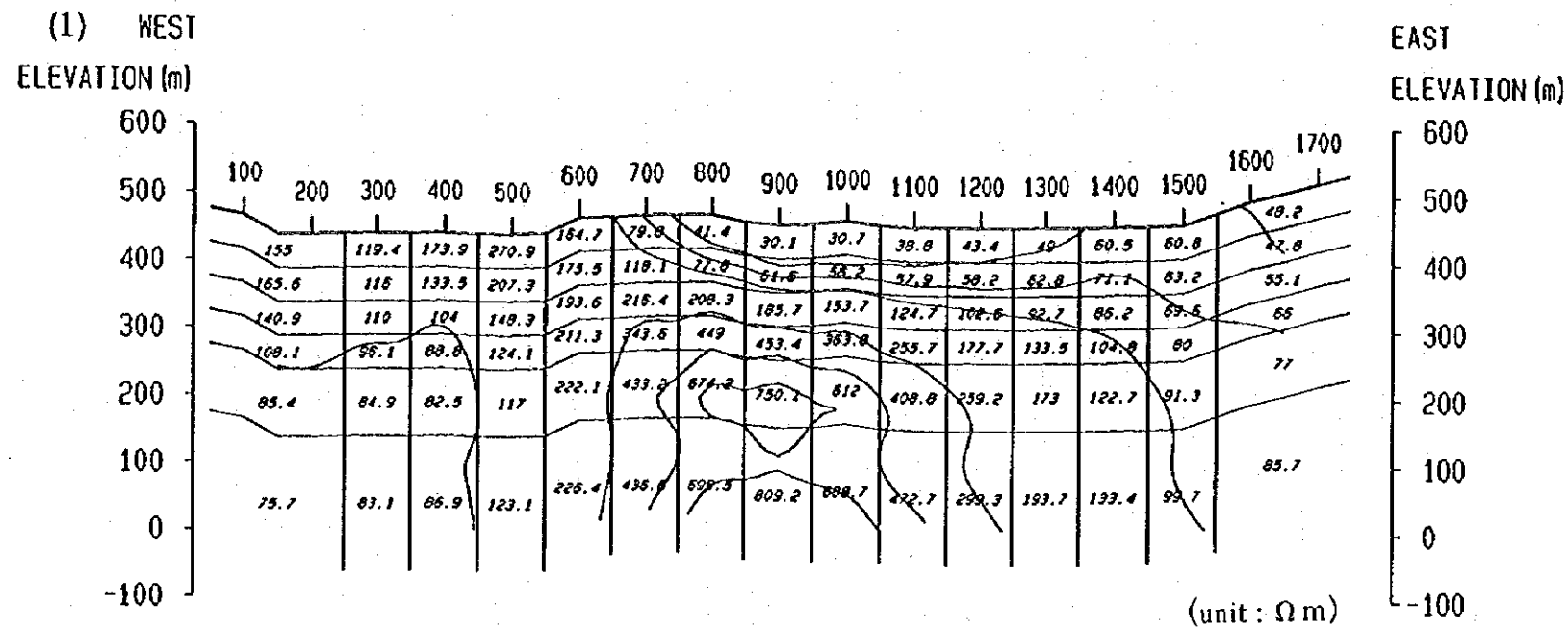


Fig. II-3-22
 IP resistivity(1) and chargeability(2)
 section from 2D inversion result
 for profile V
 (1 : 10,000)
 Geophysical Survey (IP), Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

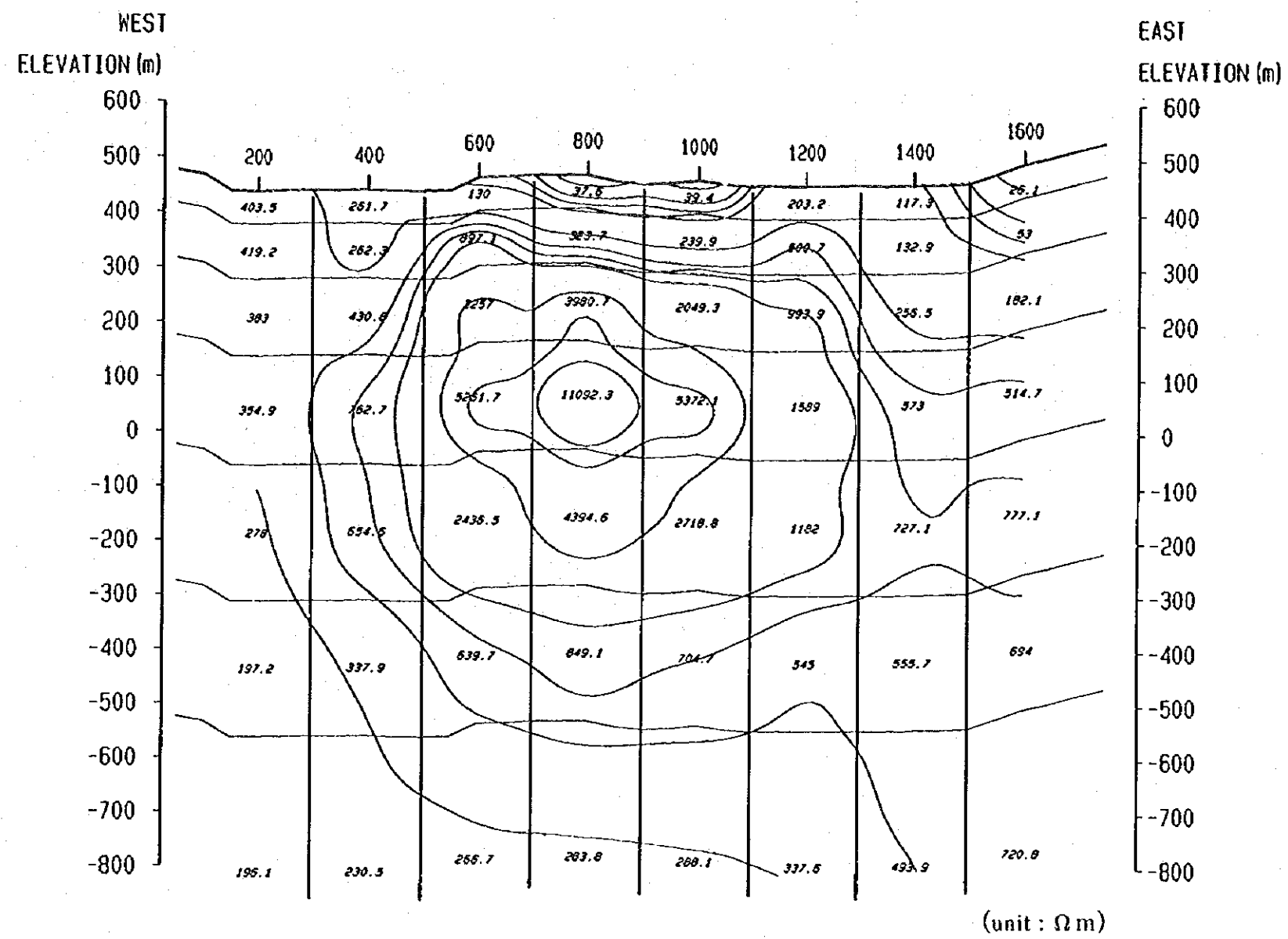
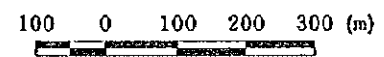


Fig. II-3-23

AMT resistivity section from 2D
inversion result for profile V

(1 : 10,000)

Geophysical Survey (AMT), Phase II
Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI



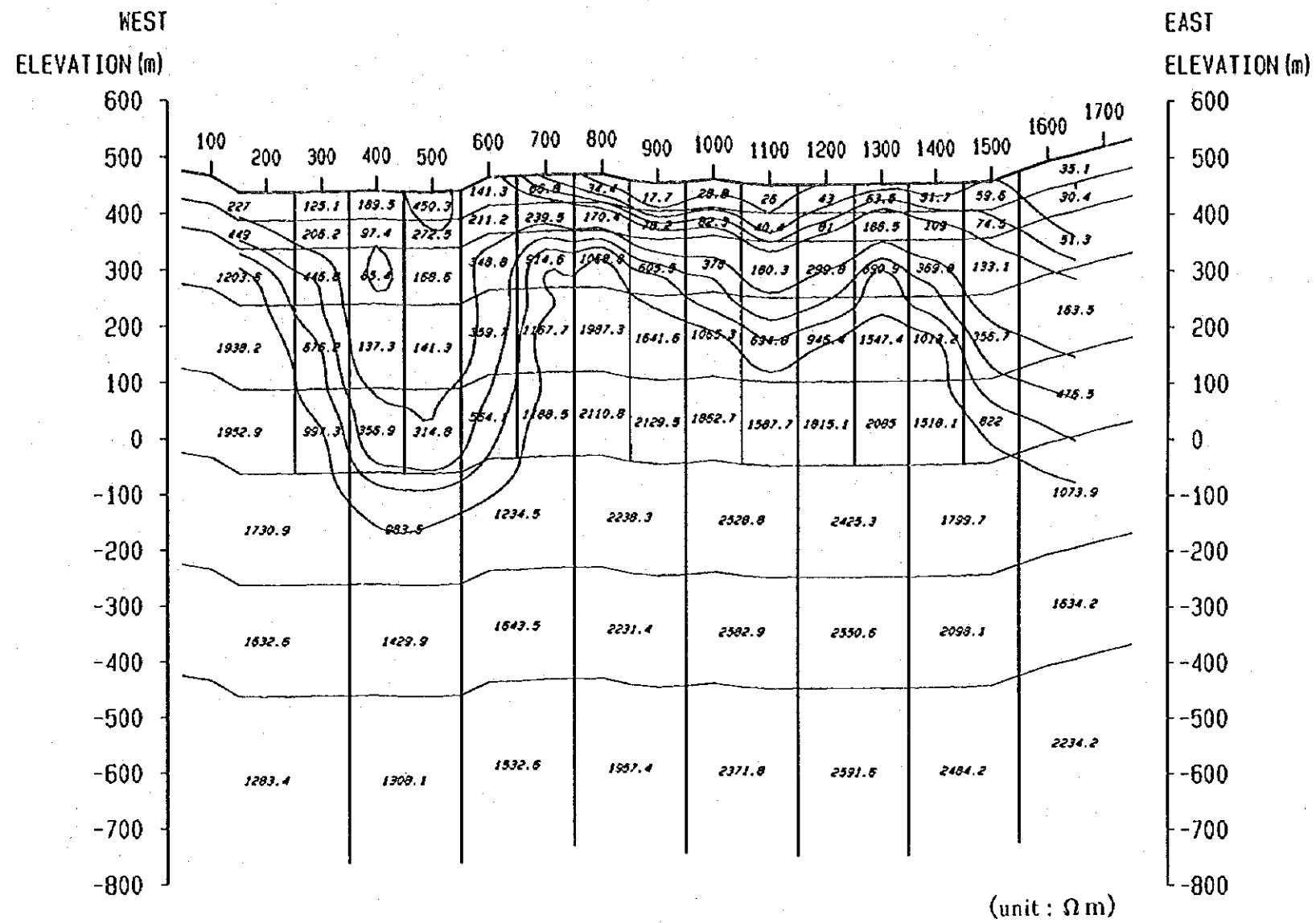


Fig. II-3-24(1)

Resistivity section from 2D joint inversion result for profile V

(1 : 10,000)

Geophysical Survey, Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI



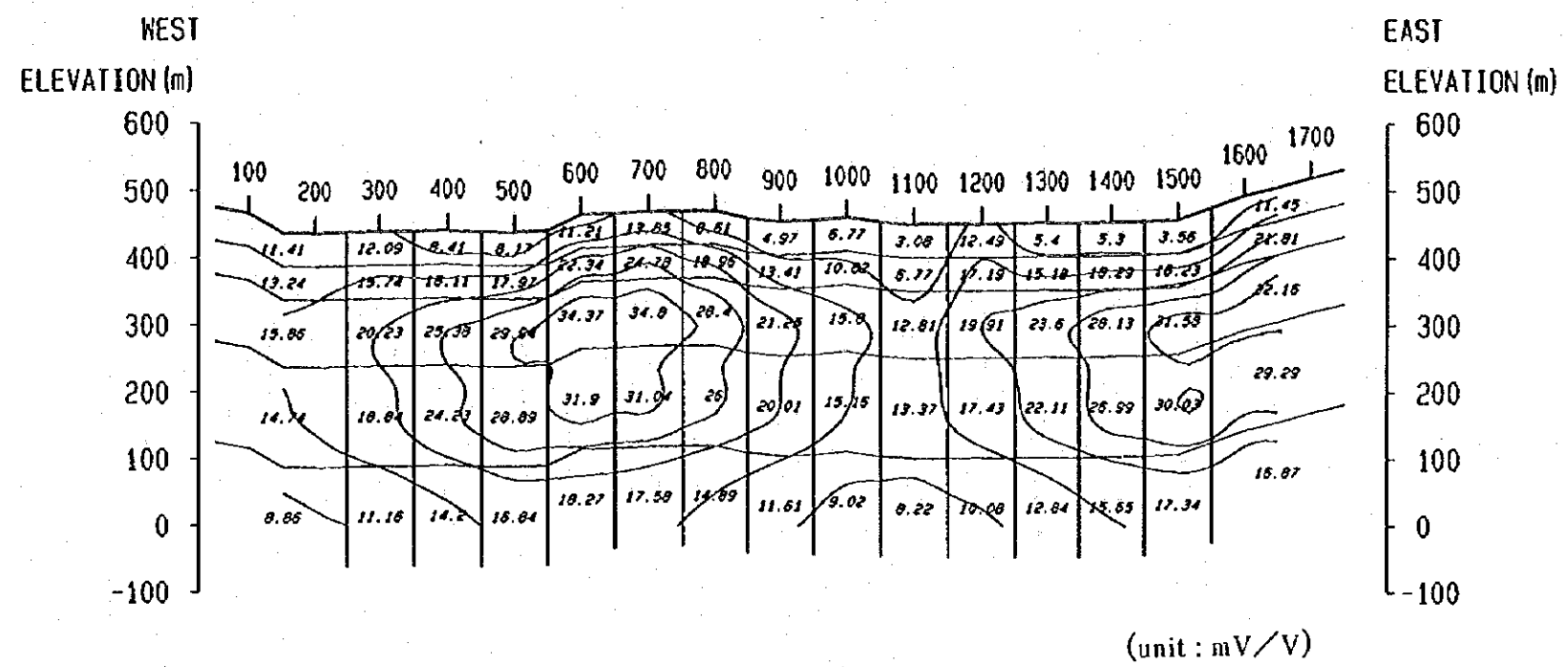


Fig. II-3-24(2)

Chargeability section from 2D joint inversion result for profile V

(1 : 10,000)

Geophysical Survey, Phase II

Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI



3-4 考 察

本調査地域周辺の地質は、下部白亜紀系の火山岩類及び、堆積岩類、白亜紀中期から第三紀前期にかけて活動したとされる貫入岩類及び更新世と完新世の未固結物質からなる。下部白亜系の火山岩類及び堆積岩類は、下位よりフンタデコブル層、フアンタソソ層、マント層、及びハントウリス層に分けられる。これらのうち本地域内ではフンタデコブル層とフアンタソソ層が分布する。

フンタデコブル層は下部層と上部層に分けられ、下部層は主に安山岩質溶岩からなり、下限は確認されていない。上部層は層厚60~120mで、安山岩質溶岩、同質凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩の火山岩類他、それらに挟在する粘板岩、砂岩、石灰質砂岩、石灰岩等の堆積岩類からなる。本地域では、上部層の安山岩及びアムンバ化を受けた変安山岩質溶岩が露出しているが、多くは第四紀層に覆われている。

フアンタソソ層はフンタデコブル層を覆って、下部から成層石灰岩卓越層、トカバ質凝灰岩を挟在する弱成層~塊状石灰岩層及び鉍化を伴うものからなる。

貫入岩類はアンデシタリ岩体の花崗岩類と、それを貫く酸性から塩基性の岩脈からなる。

本地域周辺の金属鉍床は、(a) フンタデコブル層を母岩とするマント型鉍床、角礫型鉍床、鉍脈型鉍床(黄銅鉍-黄鉄鉍-磁鉄鉍-赤鉄鉍鉍石)、(b) フアンタソソ層のサクリ石スカル及びサクリフェルスを母岩とするマント型鉍床(含金酸化銅-黄銅鉍鉍石)、及び(c) アンデシタリを母岩とする含金鉄鉍脈型鉍床の3種に分類される。

本調査地域で実施した調査結果からは、当初予想された低比抵抗-高フェージアビリティを示す異常域は検出されなかった。また、ボリクガアの室内物性試験からも、本地域では高フェージアビリティを示す試料は概ね高比抵抗値を示す傾向が得られ、さらに、本地域の鉍床胚胎層準であるフンタデコブル層を確認しているDDH-1A、DDH-6Aの試料測定値からも、平均比抵抗値が10,635.9Ωm(815~67704.1Ωm)と高い値を示すことが確認された。本地域では実際に鉍床に着鉍したボリクガアがないため確認できないが、おそらく実際のマント型鉍床は低比抵抗-高フェージアビリティであると考えられ、今回の調査結果からはこのような顕著な異常は抽出されなかった。しかし、高比抵抗-高フェージアビリティ異常が、鉍化を伴ったフアンタソソ層のサクリ石スカルに起因するか、あるいは、フンタデコブル層の母岩である安山岩の比抵抗値が非常に高いため、この影響で地表測定では高比抵抗-高フェージアビリティとして観測されているとすると、大規模な鉍床は期待できないがひとつの探査指標として考えることができる。

DDH-1A (Fig. H-3-25(a)) では、沖積層のフアンタソソ層が100Ωm以下の比抵抗値を示し、188.

6m以深のポツクワリ層では800Ωm以上の比抵抗値を示す。また、DDH-6A (Fig. II-3-25(c)) では、深度474mまでのポツクワリ層、474m以深のポツクワリ層共に1000Ωm以上の比抵抗値を示す。DDH-1 (Fig. II-3-25(b)) は深度103.6m以深に花崗閃緑岩が分布し、その比抵抗値は深度103.6m~137.1m間の風化の影響が推定されるところでは200~300Ωmとやや低いが、137.1m以深では1500Ωm以上の値を示す。これらのデータより、比抵抗値でポツクワリ層とその上位のポツクワリ層を分離することは困難であると考えられる。しかし、沖積層の比抵抗値は低くその差は明瞭であるため、下部の高比抵抗帯の構造を追跡することで本地域の地質構造を解明することは可能である。さらに、フェルシウムと銅分析値との対応を見ると、DDH-6Aにおいて銅の分析値の高い深度と対応するポツクワリの値は高く(深度72m及び140m)、フェルシウムと銅濃度は対応する。

本調査地域の比抵抗構造を見るため、2次元ジョイントパージョン解析結果から300Ωm以上の比抵抗層上面の標高を平面図上に表し、また、フェルシウムの30mV/V以上及び50mV/V以上の測点をFig. II-3-26に示した。地域全体の比抵抗構造の傾向は東側で高比抵抗帯が浅く、西側で深い傾向がある。北部では、測線II測点1400を境として北側で急激に高比抵抗帯が深くなる構造が認められ、断層の存在が推定される。東部では、測線III測点800から測線IV測点2200方向へほぼ東西に高比抵抗帯が張り出した構造が見られ、この構造から貫入岩の存在も予想される。南部では測線V測点500から測線IV測点800を結んだ南側で浅くなり、測線V測点1100と測線IV測点400を結んだ南側で再び深くなる傾向を示す。この傾向が地域南側全体の傾向であるのか、局所的な落ち込みであるのかは今回の測定範囲からは確定できなかった。測線V測点200から西側では高比抵抗帯が浅くなっている。これは地質的にもポツクワリ層が地表に分布する地区であり両者の結果は一致している。

以上のように、本地域では低比抵抗-高フェルシウムの顕著な鉱徴を示す異常は検出されなかった。しかし、高比抵抗-高フェルシウム異常を励起鉱床、あるいは鉱化作用を伴ったポツクワリ層が地表浅部に分布する構造を示すものとして、高比抵抗帯の浅い地域とフェルシウムの50mV/V以上のアノマリーが重なる地域を抽出すると、地域中央東部の測線II測点1300を中心とした地区及び、地域北東部の測線III測点1000を中心とした地区の2ヶ所が上げられる。また、地域北部の測線II測点2000を中心として、高比抵抗帯の盛り上がりは推定されていないがフェルシウムは高い地区が認められ、空中磁気探査による高異常帯に近接する地域でもあり、これらの地区を今後の調査対象として取り上げることが望ましい。

Cu Total Resistivity Polarizability

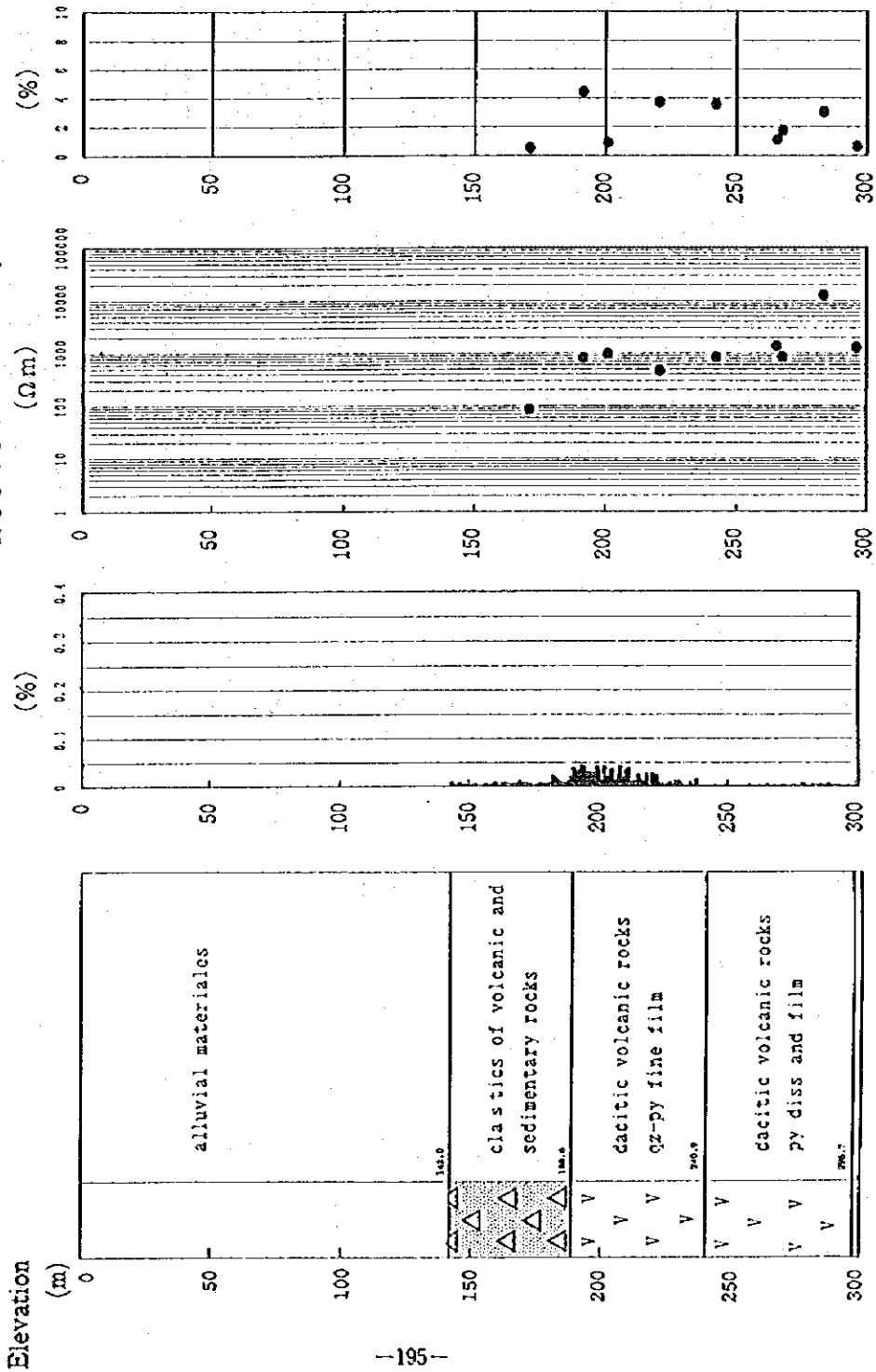
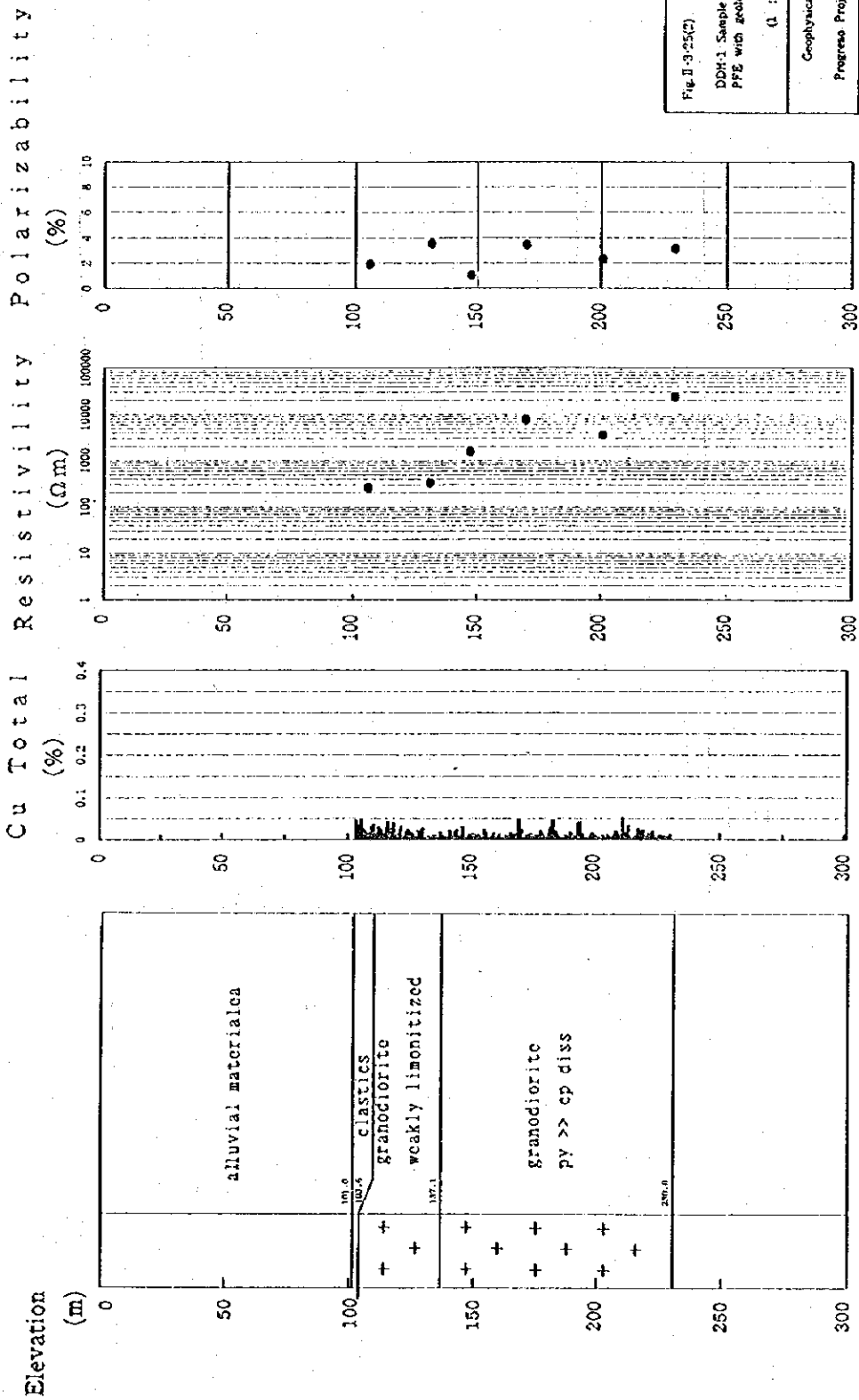


Fig. II-3-25(2)
 DDH-1A Sample resistivity and PFE with geology structure and total Cu
 (1 : 2,500)
 Geophysical Survey, Phase II
 Progress Project, JICA/NMMA/ENAM



Resistivity Polarizability

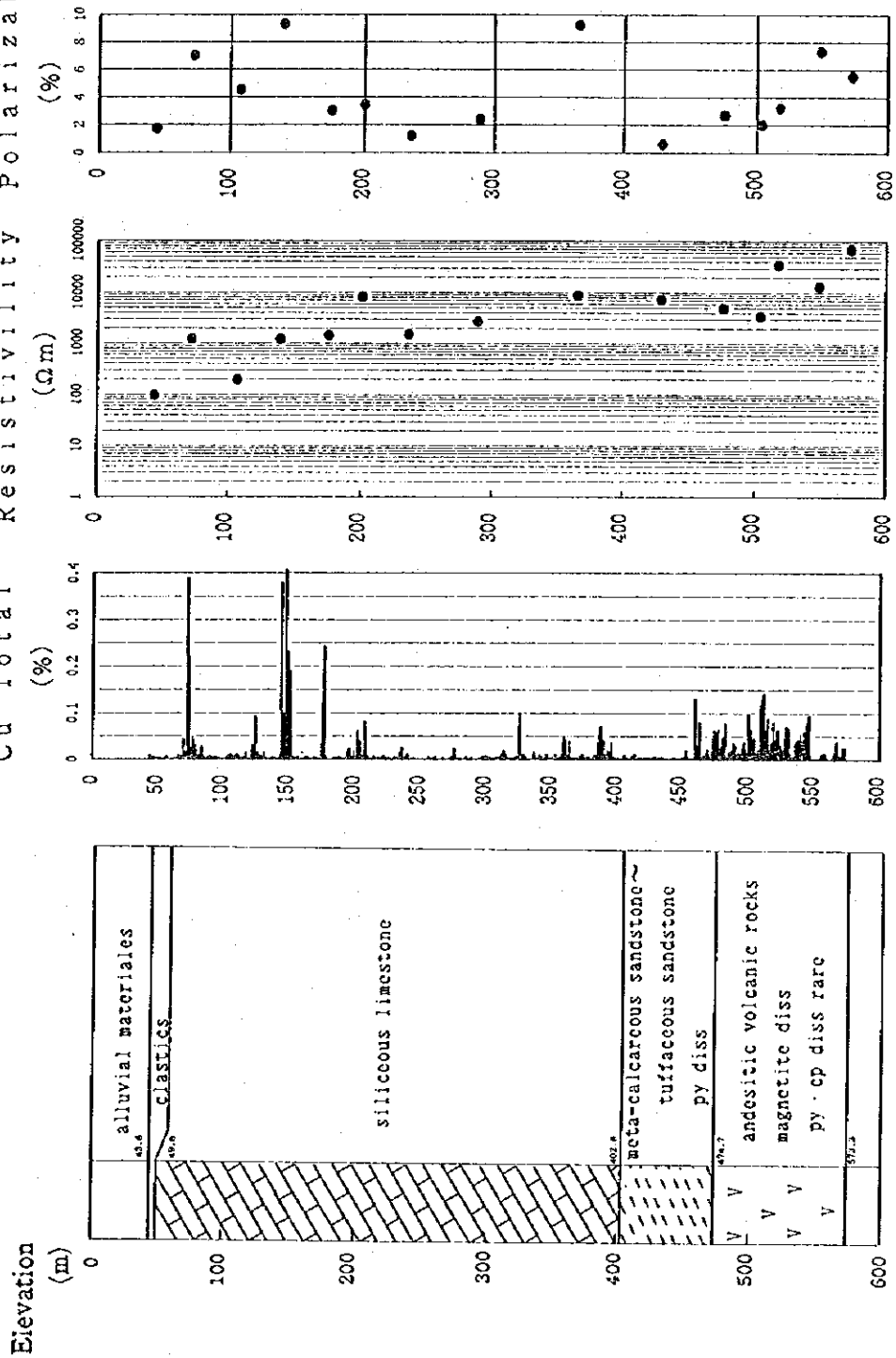


Fig. I-3-25(3)
 DDH-6A Sample resistivity and PFE with geology structure and total Cu (1 : 5,000)
 Geophysical Survey, Phase II
 Programa Project, JICA/ISMAJ-SNAMJ

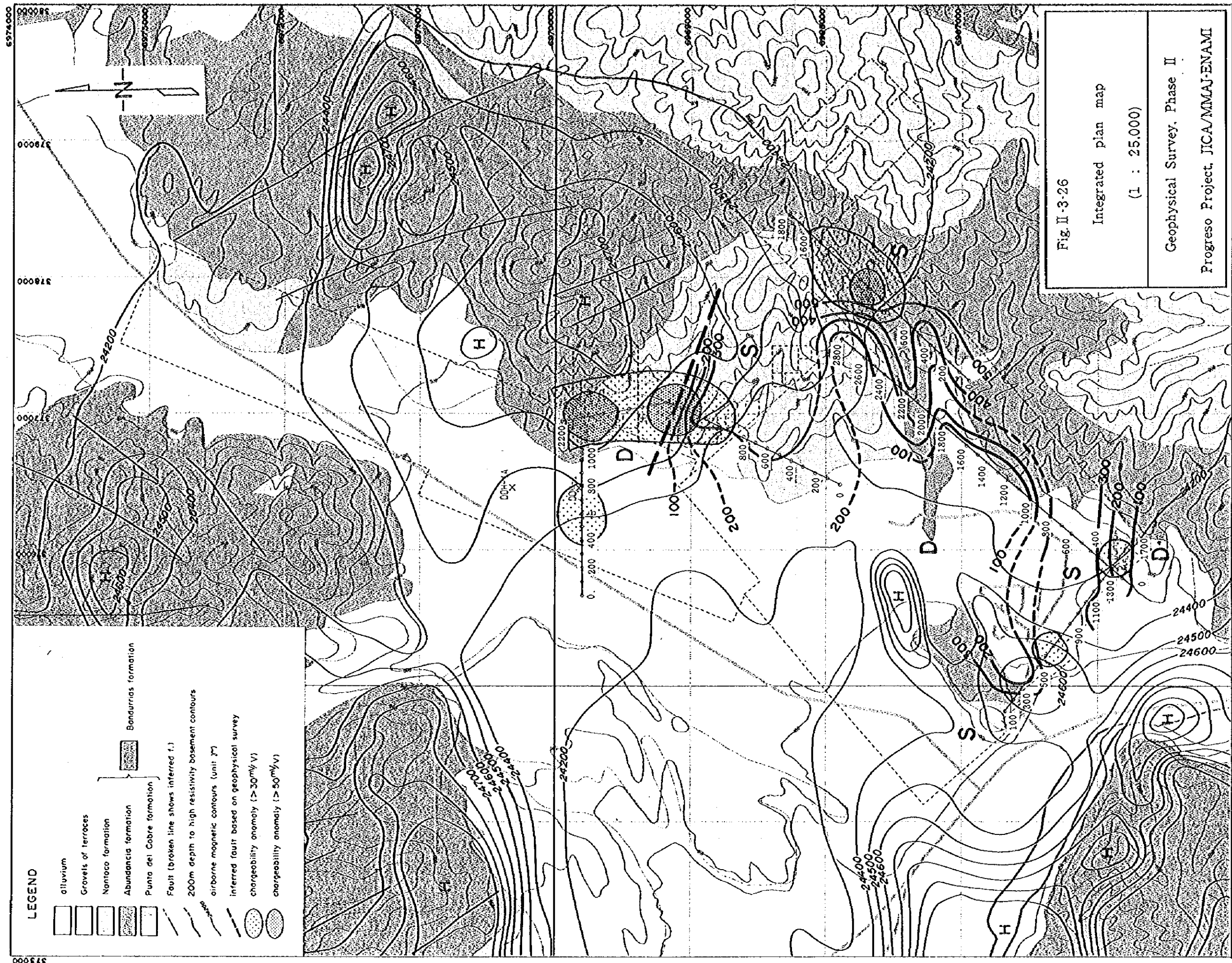


Fig. II-3-26
 Integrated plan map
 (1 : 25,000)
 Geophysical Survey, Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJ-ENAMI

Scale 1:25,000
 0 500 1,000m

- LEGEND**
- alluvium
 - Gravels of terraces
 - Nantoco formation
 - Abundancia formation
 - Punta del Cobre formation
 - Bandurrias formation
 - Fault (broken line shows inferred f.)
 - 200m depth to high resistivity basement contours
 - airborne magnetic contours (unit γ)
 - inferred fault based on geophysical survey
 - chargeability anomaly ($> 30\text{mV/V}$)
 - chargeability anomaly ($> 50\text{mV/V}$)

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論

邦共和国ペラグアス・ポロリ地域における資源開発協力基礎調査の2年度にあたる本年次の結論は以下の通りである。

1-1 ペラグアス地域ボーリング調査

1. ペラ山地区

本地区は安山岩質火山岩類とこれを貫く閃緑岩質～安山岩質斑岩からなり、両者は強い熱水変質を受けている。本地区はN-S系及びNW-SE系の断裂系が発達しており、これらの断裂系は基盤構造として既に存在し、斑岩の貫入路として役割を担ったと考えられる。特に、ペラ山北西側山麓において、斑岩はNW-SE系の構造に規制されて幅100～200mでストック状に侵入している。

本地区の表層部及び上記方向の断層沿いには、強珪化帯、石英・絹雲母帯及び、ジャコサイト・土状赤鉄鉱が濃集した珪質粘土帯からなる溶脱帯が、10～200mの厚さで形成されている。溶脱帯の下部は、珪質粘土帯及び緑泥石帯に分帯される。緑泥石帯は黄鉄鉱・磁黄鉄鉱が顕著で、上位から珪質粘土・緑泥石帯・緑泥石帯・珪化-緑泥石帯・珪化-加長石-緑泥石帯に細分される。これらの鉱物組み合わせから、前3者はLowell & Guilbert(1970)による斑岩銅鉱床の変質区分のフリック帯に、後者は加質帯に対応すると考えられる。

ペラ山北西地区では、Fig. III-1-1に示したようにNJC-13孔により溶脱帯の下部において安山岩及び閃緑岩質斑岩を母岩として酸化銅・自然銅・黄銅鉱と微量のマリン・輝銅鉱・斑銅鉱からなる鉱化帯を捕捉した。鉱石分帯と変質分帯は下記の対応を示す。

[NJC-13]

深度	銅鉱物	T. Cu ave.	max.	Au ppm	変質状況
0-17m	珪質粘土・赤鉄鉱	0.55%	1.24%	0.20	珪質粘土-緑泥石帯 石膏脈発達 フリック帯
17-70m	珪質粘土・赤鉄鉱	0.24	1.12	0.14	弱緑泥石帯 フリック帯
70-78m	珪質粘土・赤鉄鉱	0.34	0.40	0.21	緑泥石帯 石膏脈発達 フリック帯
78-149m	自然銅・黄銅鉱	0.23	0.66	0.13	緑泥石帯 石膏脈発達 フリック帯
149-180m	自然銅・黄銅鉱	0.18	0.52	0.13	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
180-198m	珪質粘土・赤鉄鉱	0.14	0.27	0.09	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
198-250m	黄銅鉱・輝銅鉱・マリン	0.11	0.26	<0.04	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
250-300m	黄銅鉱・輝銅鉱・マリン	0.10	0.55	<0.04	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯

0～149m間のフリック帯では、T. Cu品位>0.2%、Au品位>0.1ppmであるが、149m以深の加質帯では銅・金とも低品位になる傾向がある。

自然銅は78.0～180.0m間で鉱染状、フィルム状に産し、鏡下で黄銅鉱・斑銅鉱が微量認めら

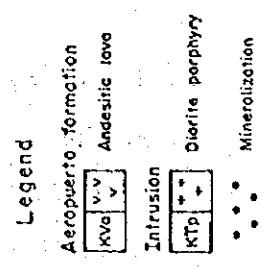
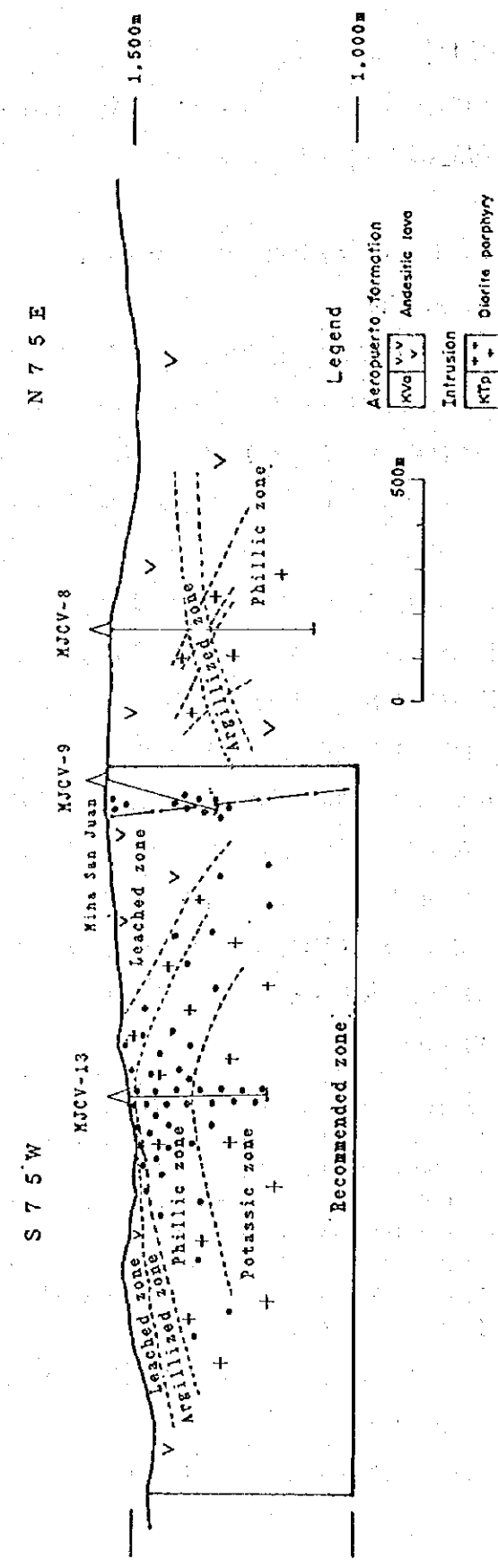
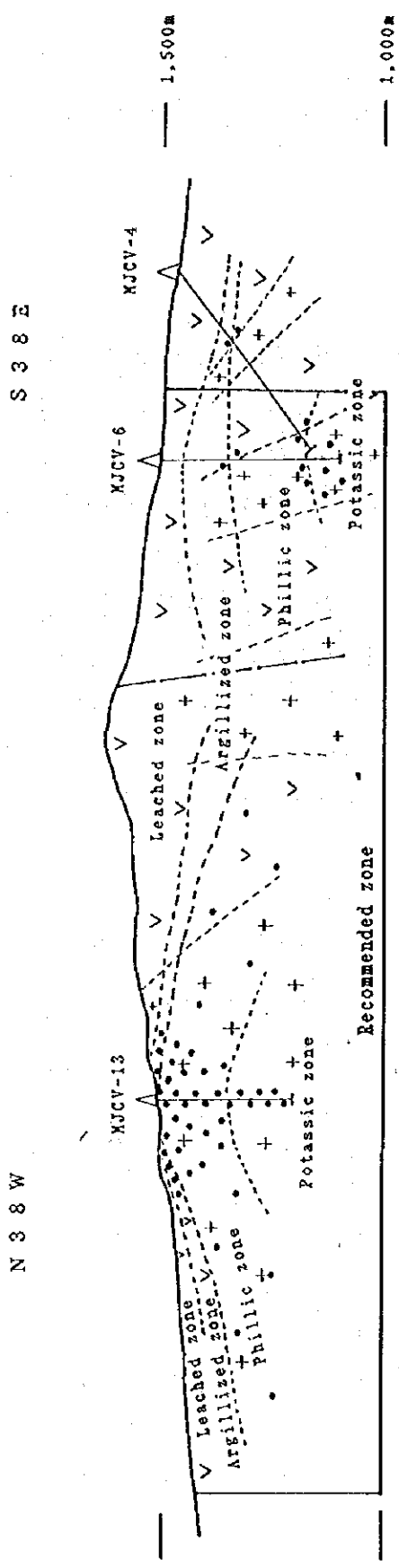


Fig. III-1-1 Geologic profile of the Sierra Overa district

れる。また、上記銅鉱物の他、赤鉄鉱と磁鉄鉱がほぼ全域で鉱染しているが、自然銅産出箇所では赤鉄鉱は磁鉄鉱を完全に交代しておらず、両者は必ず共存する。酸化銅が多く産する箇所では磁鉄鉱の赤鉄鉱化がより進んでいる。

また、MJC-6孔によりバカラ山東側山麓深部の加質帯では黄銅鉱鉱染を、MJC-9孔によりバカラ山北縁の溶脱帯では酸化銅鉱染を捕捉した。

従って、バカラ山を構成する溶脱帯の下部は、斑岩銅鉱床の賦存が期待され、今後も探鉱を継続する必要がある。

2. バカラ山地区

本地区は安山岩質火山岩類とこれを貫く閃緑岩質ないし安山岩質の斑岩からなり、両者はバカラ山地区と同様の強い熱水変質を受けている。また、本地区はNE-SW系及びNW-SE系の断裂系が発達しており、これらは基盤構造として既に存在し、斑岩の貫入路としての役割を担ったと考えられる。

バカラ山東部では、MJC-11孔によりNW-SE方向の断裂系に規制されて貫入したと推定される斑岩岩脈に伴い、幅約2mのバカラ山輝銅鉱からなる鉱化帯が捕捉された。従って、バカラ山東部はNW-SE系構造に規制された斑岩銅鉱床の賦存が小規模ながら期待される。

しかし、バカラ山の山頂から西部にかけての地区では、初年度及び本年度のボーリングにより0.2~0.7%の銅鉱徴を局部的に捕捉したが、連続性に乏しいため鉱化の広がりには期待できない。また、バカラ山南側の平原部は、鉱化変質を受けていないナリアルニア層群の安山岩質火山岩類及び火山岩質砂岩により約200mの厚さで覆われているので鉱化の存在は期待できない。

3. バカラ山東側平原部「ナリアルニア」地区

本地区から東方のナリアルニア山(1,781m)にかけて石英閃緑岩及びトナリトからなるストックが2×2kmの範囲に分布する。本地区はNW-SE系のリアメントが発達している。

本岩は酸化銅及び黄銅鉱が赤鉄鉱、緑泥石、緑れん石、石英、方解石に伴いフィルム状、鉱染状に産する。本鉱化帯は、NW-SE系のリアメントに規制された網状脈鉱床と考えられる。

バカラ山とナリアルニア山との間の約1~2kmは、第四紀層に覆われており石英閃緑岩岩体と前述のナリアルニア層群安山岩質火山岩類との境界、斑岩岩脈との関係は不明であることから、これらの関係及び両者の鉱化の関連性を解明することが望まれる。

4. K-Ar年代

鉍化変質を受けたパナ山地区の閃緑岩質斑岩及びパンガ地区の石英閃緑岩のK-Ar年代測定を行った結果、前者は $104 \pm 2.0\text{Ma}$ (パナ山東地区)及び $115 \pm 4.0\text{Ma}$ (パナ山北西地区)、後者は $93.8 \pm 2.1\text{Ma}$ といずれも白亜紀の年代を示した。

パナ山地区の閃緑岩質斑岩は、フリック変質及び加質変質を受け斑岩銅鉍床の鉍化変質パターンを示す。また、パンガ地区の石英閃緑岩は、緑泥石化・緑れん石化・方解石化を受け、海岸山脈に多く分布する鉍脈型鉍床の鉍化変質パターンを示す。このように、両者の鉍化変質は異なるが、その生成時期に大きな差はないと考えられる。

海岸山脈に広く分布するパナ花崗岩体(Grupo Plutónico Cerro del Pingo)のK-Ar年代が $109\text{--}121\text{Ma}$ (Naronjo et al. 1984)、パナ北部のドメコ山脈沿いに賦存する斑岩銅鉍床のK-Ar年代が $30\text{--}40\text{Ma}$ (Olson 1989)を示すことから、本地域の鉍化変質は白亜紀の花崗岩マグマの活動時期と関係し、ドメコ山脈の斑岩銅鉍床の生成時期とは異なると考えられる。

1-2 ペラグアス地域トレンチ調査

パナ山北西地区は熱水変質を受けた白亜紀7107°E層群の暗緑色細粒安山岩と、これを買く閃緑岩質斑岩からなる。斑岩はNW-SE方向に $100\text{--}200\text{m}$ の幅で分布し、下部でブロック状に広がると考えられる。本地区は上位から下位に次の変質分帯に分けられる。

- ①珪化帯・珪質粘土帯：パナ山の山稜部にある測線3東部
- ②珪質粘土に伴い破碎粉状化した土状赤鉄鉍・ジヤロサイト・パナジヤロサイトが濃集した溶脱帯
：測線3中央部および山麓低部の測線1 & 2
- ③緑泥石帯：測線3西部とその北方にある測線2東部

緑泥石帯に属する暗緑色細粒安山岩及び閃緑岩質斑岩にはカカサイト・アカサイト等の酸化銅のフィルム及び染み込みが伴われる。また、鏡下では黄銅鉍・斑銅鉍・輝銅鉍の硫化鉍物および磁鉄鉍・赤鉄鉍・針鉄鉍の鉄酸化物が認められる。

本調査で採取した64試料の化学分析データを用いて主成分分析を行った。その結果は以下の通りである。

第1主成分：T.Cu, S.Cu, I.Cu, Auは同一挙動を示す。

第2主成分：Moは単独挙動を示す。

第3主成分：AuとI.Cuは相反する挙動をする。

以上の産状及び成分の挙動から、酸化銅は初生の硫化銅鉍物から2次的に生成され、金濃集を伴ったと考えられる。

従って、ハラ山北西地区の二次酸化帯の広がり、深部の初生鉱床の賦存を確認するため、今後も探鉱を継続する必要がある。

1-3 プログレツソ地域物理探査

平成5年度調査の結果、鉱床胚胎層準アソク層が地域南部で地表下約470mと深いことが判明した。さらに、その上位のアソク層の石灰岩中に効力の鉱徴が捕捉された。これらの結果を基に、アソク層の分布状況を解明し、さらに鉱化帯を抽出するためにAMT法、IP法を5測線(9.4km)、ボーリング物性試験、DDH-1A孔においてPEM法を実施した。

調査の結果、当初予想された低比抵抗-高チアリティを示す異常帯は検出されなかった。また、ボーリングの室内物性試験からも、本地域では高チアリティを示す試料は概ね高比抵抗値を示す傾向が得られ、さらに、本地域の鉱床胚胎層準であるアソク層を確認しているDDH-1A、DDH-6Aの試料測定値からも、比抵抗値が $800\Omega\text{m}$ 以上(平均比抵抗 $10,635.9\Omega\text{m}$)と高い値を示すことが確認された。本地域では実際に鉱床に着鉱したボーリングデータがないため確認できないが、おそらく実際のアソク型鉱床は低比抵抗-高チアリティであると考えられ、今回の調査結果からはこのような顕著な異常は抽出されなかった。しかし、高比抵抗-高チアリティ異常が、鉱化を伴ったアソク層のサカ石効力を示しているか、あるいは、アソク層の母岩である安山岩の比抵抗値が非常に高いため、この影響で地表測定では、高比抵抗-高チアリティとして観測されているとすると、大規模な鉱床は期待できないがひとつの探査指標として考えることができる。

アソク層と同様にDDH-6Aで確認されているアソク層の比抵抗値もほぼ $1,000\Omega\text{m}$ 以上(平均比抵抗値 $3,510.2\Omega\text{m}$)と高比抵抗値を示し、アソク層とその上位のアソク層を比抵抗値で分離することは困難であると考えられる。しかし、本地域の上部層である沖積層の比抵抗値は低くその差は明瞭であるため、下部の高比抵抗帯の構造を追跡することで本地域の地質構造を解明することは可能である。

DDH-6A孔のサカ石測定の結果、銅の分析値の高いサカ石ではチアリティも高い傾向が見られた。

2次元ジョイントパージョン解析結果から本地域の比抵抗構造を概観すると、地域全体の比抵抗構造の傾向は東側で高比抵抗帯が浅く、西側で深い傾向がある。北部では、測線II測点1400を境として北側で急激に高比抵抗帯が深くなる構造が認められ、断層の存在が推定される。東部では、測線III測点800から測線IV測点2200方向へほぼ東西に高比抵抗帯が張り出

した構造が見られ、この構造から貫入岩の存在も予想される。南部では測線V測点500から測線IV測点800を結んだ南側で浅くなり、測線V測点1100と測線IV測点400を結んだ南側で再び深くなる傾向を示す。この傾向が地域南側全体の傾向であるのか、局所的な落ち込みであるのかは今回の測定範囲からは確定できなかった。測線V測点200から西側では高比抵抗帯が浅くなっている。これは地質平面からもアソクシ層が地表に分布する地区であり両者の結果は一致している。

DDH-1A孔のPEM法測定結果でも、鉱徴を示す異常は認められなかった。

以上のように、本地域では低比抵抗-高カーブアビリティの顕著な鉱徴を示す異常は検出されなかった。しかし、高比抵抗-高カーブアビリティ異常を伴った鉱床、あるいは鉱化作用を伴ったアソクシ層が地表浅部に分布する構造を示すものとして、高比抵抗帯の浅い地域とカーブアビリティの50mV/V以上のアソクシ層を重なる地域を抽出すると、地域中央東部の測線II測点1300を中心とした地区、及び地域北東部の測線III測点1000を中心とした地区が上げられる。また、地域北部の測線II測点2000を中心として、高比抵抗帯の盛り上がりは推定されていないがカーブアビリティの高い地区が認められ、空中磁気探査による高異常帯に近接する地域でもあり、これらの地区を今後の調査対象として取り上げることが望ましい。

第2章 第3年次調査への提言

本年度の調査結果とその検討によって得られた結論に基づき、下記のことを第3年次への提言とする。

2-1 ベラグアス地域

今回の調査では、銅鉱徴を捕捉したマハラ山地区及びベラグアス山東側からパンパ平原にいたる地区ではNW-SE系の構造に規制されて白亜紀の花崗岩マグマ活動に起因した鉱床の賦存が期待される。特に、マハラ山を構成する溶脱帯の下部には斑岩銅鉱床と似た二次富化帯の賦存が期待される。

従って、3年次はFig.III-2-1に示したマハラ山地区において、ボーリング調査及びトレンチ調査を本年度に引き続き実施することが望まれる。

2-2 プログレッソ地域

今回の調査の結果、本地域では低比抵抗-高チャージアビリティの顕著な鉱徴を示す異常は検出されなかった。しかし、高比抵抗-高チャージアビリティ異常を効的鉱床、あるいは鉱化作用を伴ったパンパコアル層が地表浅部に分布する構造を示すものとして抽出すると、地域中央東部の測線II測点1300を中心とした地区、及び地域北東部の測線III測点1000を中心とした地区の2ヶ所が上げられる。また、地域北部の測線II測点2000を中心として、高比抵抗帯の盛り上がりは推定されていないがチャージアビリティの高い地区が認められ、空中磁気探査による高異常帯に近接する地域でもあり、これらの地区を今後の調査対象として取り上げることが望ましい。

従って、3年次はFig.III-2-2に示したプログレッソ地域中央東部及び北東部において、ボーリング調査を実施することが望まれる。

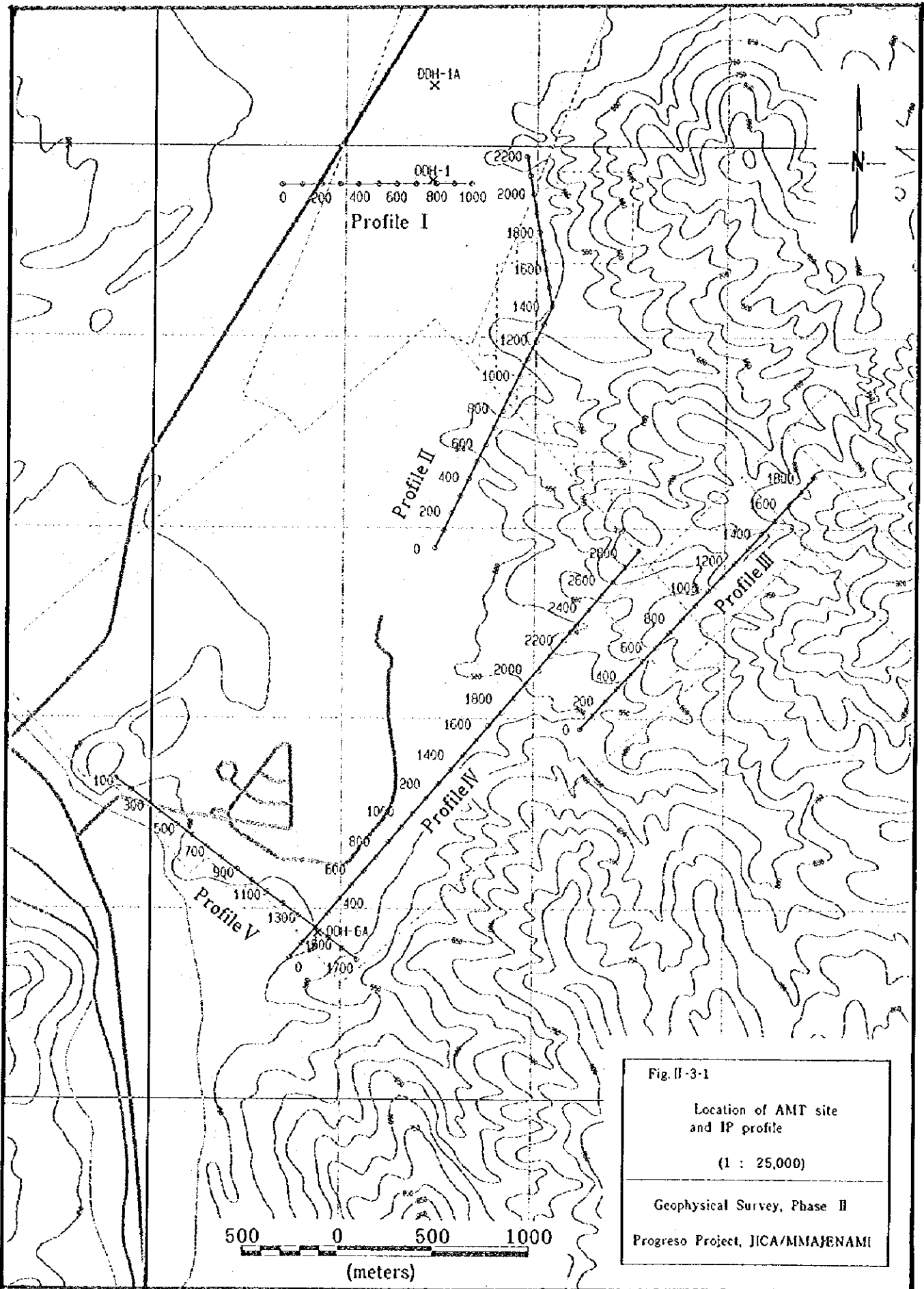


Fig. II-3-1
 Location of AMT site
 and IP profile
 (1 : 25,000)
 Geophysical Survey, Phase II
 Progreso Project, JICA/MMAJENAMI

0

参 考 文 献

0

0

REFERENCES

Veraguas Area

<Drilling and Trench Survey>

1. Bell, C.M. (1982): The Lower Paleozoic Metasedimentary Basement of the Coastal Ranges of Chile between 25° 30' and 27° S; En Revista Geologica de Chile, Numero 17.
2. Boric, r.p., Diaz, f.f., y Maksaev, v.j. (1990): Geologia y Yacimientos Metaliferos de la Region de Antofagasta, Servicio Nacional de Geologia y Mineria-Chile, Boletin No.40.
3. Camus, F. y Duhalde, M.A. (1982): Geologia de los Yacimientos Hidrotermales de Oro en Chile; En Revista Geologia de Chile, Numero 17.
4. Delbridge, C.G., Robertson, A. and Crozier, R.D. (1992): Mineral Industry Profiles Chile, Delbridge-Robertson Associates.
5. ENAMI (1987): Estudio Geologico-Economico Preliminar del Area de las Pertenencias Mineras Virgo 1-1213 del Distrito Minero de Sierra Overa.
6. ENAMI (1993): Evaluación Geologia Prospecto Cerro Veraguas.
7. ENAMI (1993): Estudio Geofisico Mediante CSAMT Sector Sierra Overa.
8. ENAMI (1993): Levantamiento Topografico Acceso a Sondajes Prospecto Veraguas II Region de Antofagasta Comuna Taital, Chile.
9. Garrels, R.M. and Chist, C.L. (1965): Solutions, Minerals, and Equilibria. Jones and Bartlett Publishers

10. JICA & MMAJ(1993): An Intern Report of Mineral Exploration in Cerro Negro, The Republic of Chile, Phase I.
11. JMEC(1993): Report on The Project Finding Survey of The Cooperative Mineral Exploration, Satellite Image Interpretation in Veraguas-Progreso area, The Republic of Chile.
12. Lowell, J.D.(1991): The Discovery of the La Escondida Orebody, Econ. Geol. Monograph 8, pp.300-313
13. Mercado, M.W.(1978): Hojas Chanaral y Potrerillos, Region de Atacama, Geologicos Preliminares de Chile, Escala 1:250,000 Instituto de Investigaciones Geologicas .
14. MMAJ(1972): Ore Deposits in Chile.
15. Naranjo, J.A. y Puig, A.(1984): Hojas Taltal y Chanaral, Region de Antofagasta y Atacama, Carta Geologica de Chile, Escala 1:250,000, Servicio Nacional de Geologia y Minería.
16. Olson, S.F.(1989): The Stratigrafic and Structural Setting of the Potrerillos Porphyry Copper District, Northern Chile; En Revista Geologica de Chile, vol 16, No.1.
17. Perello, J. y Cabello, J.(1989): Porfidos Cupriferos Ricos en Oro; Una Revisión En Revista Geologica de Chile, vol 16, No.1.
18. Ulriksen, C.G.(1990): Mapa Metalogenico de Chile entre los 18° y 34° S (1:1.000.000), Servicio Nacional de Geologia y Minería-Chile, Boletin No.42.

Progreso Area

<Geophysical Survey>

1. Boric, R.P.(1985): Geología y yacimientos metalicos del Distrito Talcuna, IV Region de Coquimbo. Revista Geología de Chile, no.25.26, p57-58.
2. Corvaland, J.(1973): Estratigrafia del neoconiano marino de la region al sur de Copiapo, Providencia de Atacama. Revista Geología de Chile, no.1, p13-36.
3. Hopf, S.(1990): The Agustina mine, a volcanic-hosted copper deposit in northern Chile. Stratabound ore deposits in the Andes. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p421-434
4. Kenneth Segerstrom(1968): Geología de las Hojas Copiapo y Ojos del Salado, Provincia de Atacama, Instituto de Investigaciones Geologicas Chile. Boletin No.24
5. Keneth Segerstrom y Carlos Ruiz Fuller(1962): Carta Geologica de Chile, Cuadrangulo Copiapo, Escala 1:50,000 Instituto de Investigaciones Geologicas Chile.
6. Segerstrom, K.(1960): Cuadrángulo Quebrada Paipote, Provincia de Atacama. Santiago, Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, vol.2, no.1
7. Segerstrom, K., y Parker, R.L.(1959): Cuadrángulo Cerrillos, Provincia de Atacama. Santiago, Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, vol.1, no.2
8. Segerstrom, K., y Ruiz, C.(1962): Cuadrángulo Copiapó, Provincia de Atacama. Santiago, Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, vol.3, no.1

9. Segerstrom, K., Thomas, H., y Tilling, R. I. (1963): Cuadrángulo Pintadas, Provincia de Atacama. Santiago, Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, no. 12
10. Tilling, R. I. (1976): El batolito andino de Copiapó, Provincia de Atacama. Geologia y Petrologia Revista Geología de Chile, no. 3, pl-24
11. ENAMI (1992): Informe Geológico Final Proyecto de Estudios Progreso Pertenencias Progreso 1-211 Copiapo, III Región, Chile.
13. ENAMI (1993): Estudio Geofísico Mediante CSAMT Y Polarization Inducida. Especial Proyecto Progreso, Copiapo III Region Sector Pan, Progreso Sur Intermedio y Progresosur.
14. ENAMI (1993): Estudio Geofísico Mediante CSAMT Y Polarization Inducida Especial Proyecto Progreso, Copiapo III Region Proyecto Norte.
15. ENAMI (1994): Informe Sobre Tres Sondajes Exploratorios Efectuados En Las Pertenencias Progreso 1-211, Paipote III Region.
16. ENAMI (1994): Estudio Geofísico Mediante CSAMT Y Polarization Inducida Unificación Sectores Progreso Y Ladrillo Copiapo-III Region.
17. Misac N. Nabighlan: Electromagnetic Methods in Applied Geophysics Vol 2. Part B Society of Exploration Geophysicists
18. Sternberg, B. K., Washburne, J. C., and Anderson, R. G., (1985): Investigation of MT static shift correction methods. 55th Ann. Interant. Mtg. Soc. Expl. Geophys., Extended abstract, 264-267

