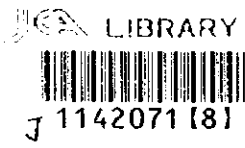


トルコ共和国 エスピーエ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次

平成10年 3 月



国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資
JR
98-049



1142071 (8)

は し が き

日本国政府はトルコ共和国政府の要請にこたえ、同国の北東部、黒海沿岸に位置するエスピーエ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、物理探査、ボーリング調査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は、平成7年度を第1年次とする第3年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して、平成9年6月19日から平成9年9月26日まで現地に派遣した。

現地調査は、トルコ共和国政府機関、トルコ共和国エネルギー天然資源省鉱物資源調査総局などの協力を得て予定どおり完了した。本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施に当たってご協力いただいた、トルコ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在トルコ共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成10年3月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 藤 田 公 郎

金 属 鉱 業 事 業 団

理 事 長 檜 山 博 昭

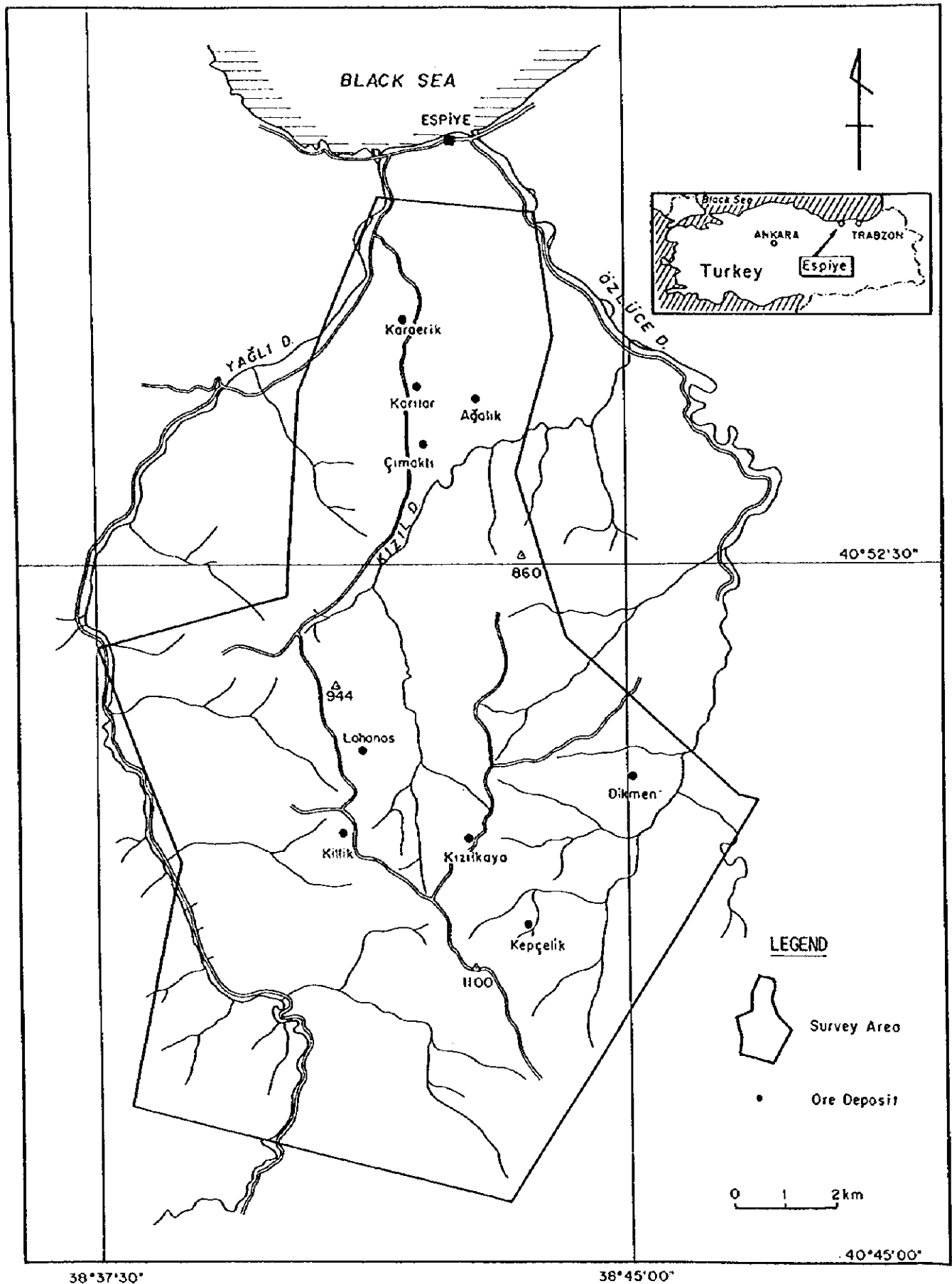


图 1 - 1 调查地域位置图

要 約

本調査は、トルコ共和国エスピーエ地域における資源開発協力基礎調査の第3年次にあたる。調査の目的は、地質状況及び鉱化状況の調査・解析を通じ、新鉱床を発見し、合わせて相手国機関に対して技術移転を図ることにある。

本年度の調査は、初年度調査で有望地区として抽出されていた、北部のKarılar地区に対する物理探査（IP法、CSAMT法）とボーリング調査2孔（計750m）及び鉱床賦存の可能性が高いTaflancık地区に対してのボーリング調査2孔（計500m）を実施した。

Taflancık地区では、塊状鉱床に関連したCu-Zn脈（MJTE-9）、Kızilkaya層の下盤デイサイト中に黄鉄鉱の網状脈を伴う強い粘土化帯（MJTE-10）が確認されたが、塊状鉱体の発見には至らなかった。これまでの調査結果から総合的に判断すると、Kızilkaya層の下盤デイサイト中の変質・鉱化状況や、広いIP異常の分布は、強い熱水活動が存在したことを示すものであり、この付近で塊状鉱床が形成された可能性は高い。しかし地質的に見た場合、鉱床胚胎層準に相当する凝灰岩の発達が見られず、鉱体は既に剝削された可能性があると考えられる。

Karılar地区では物理探査の結果、既存の鉱化帯をよく反映した異常（2箇所）が捕らえられ、それらの深部には弱い異常（IP）が伴われることが判明した。地質的には、この弱い異常部に鉱床胚胎層準が相当すると考えられたため、鉱体の存在が期待されたが、ボーリング調査の結果、MJTE-12の深部で弱い黄鉄鉱網状脈が確認されただけで、鉱床胚胎層準は北に向かって深くなること（MJTE-11）、既存の鉱床は塊状タイプの鉱化作用を示すものではなく、より新期の網状型の鉱化作用によることなどが判明した。

以上のことと、3年間の調査結果を踏まえ、将来の調査として次のことを提案する。

1. 本地区で抽出された有望地区の探査は、ほぼ終了したが、ボーリング調査の未実施のÇalkaya地区に対しての、可探深度の深いIP調査及びボーリング調査。
2. 下盤デイサイト（Kızilkaya層）の詳細調査を行い、鉱床との関連を明らかにする。
3. 東黒海沿岸の塊状鉱床鉱床区における、鉱徴地の再検討。



目 次

はしがき

調査地域位置図

要約

	頁
第 I 部 総 論	1
第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第 2 年次調査の結論及び提言	1
1-2-1 第 2 年次調査の結論	1
1-2-2 第 3 年次調査への提言	4
1-3 第 3 年次調査の概要	5
1-3-1 調査地域	5
1-3-2 調査目的	5
1-3-3 調査方法及び内容	5
1-3-4 調査団の編成	6
1-3-5 調査期間	6
第 2 章 調査地域の地理	7
2-1 位置及び交通	7
2-2 地形及び水系	7
2-3 気候及び植生	7
第 3 章 一般地質	9
3-1 地質概要	9
3-2 鉱床及び鉱化帯	9
第 4 章 調査結果の総合検討	13
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制	13
4-2 物理探査結果と鉱化作用との関係	13
4-3 鉱床賦存のポテンシャル	14
第 5 章 結論及び提言	19
5-1 結論	19
5-2 将来への提言	20
第 II 部 各 論	21
第 1 章 物理探査	21
1-1 I P 法	21

	頁
1-2 CSAMT法	56
1-3 考察	66
第2章 ボーリング調査	69
2-1 調査方法	69
2-2 調査結果	71
2-3 考察	76
第III部 結論及び提言	95
第1章 結論	95
第2章 将来への提言	96
参考文献	97
巻末資料	

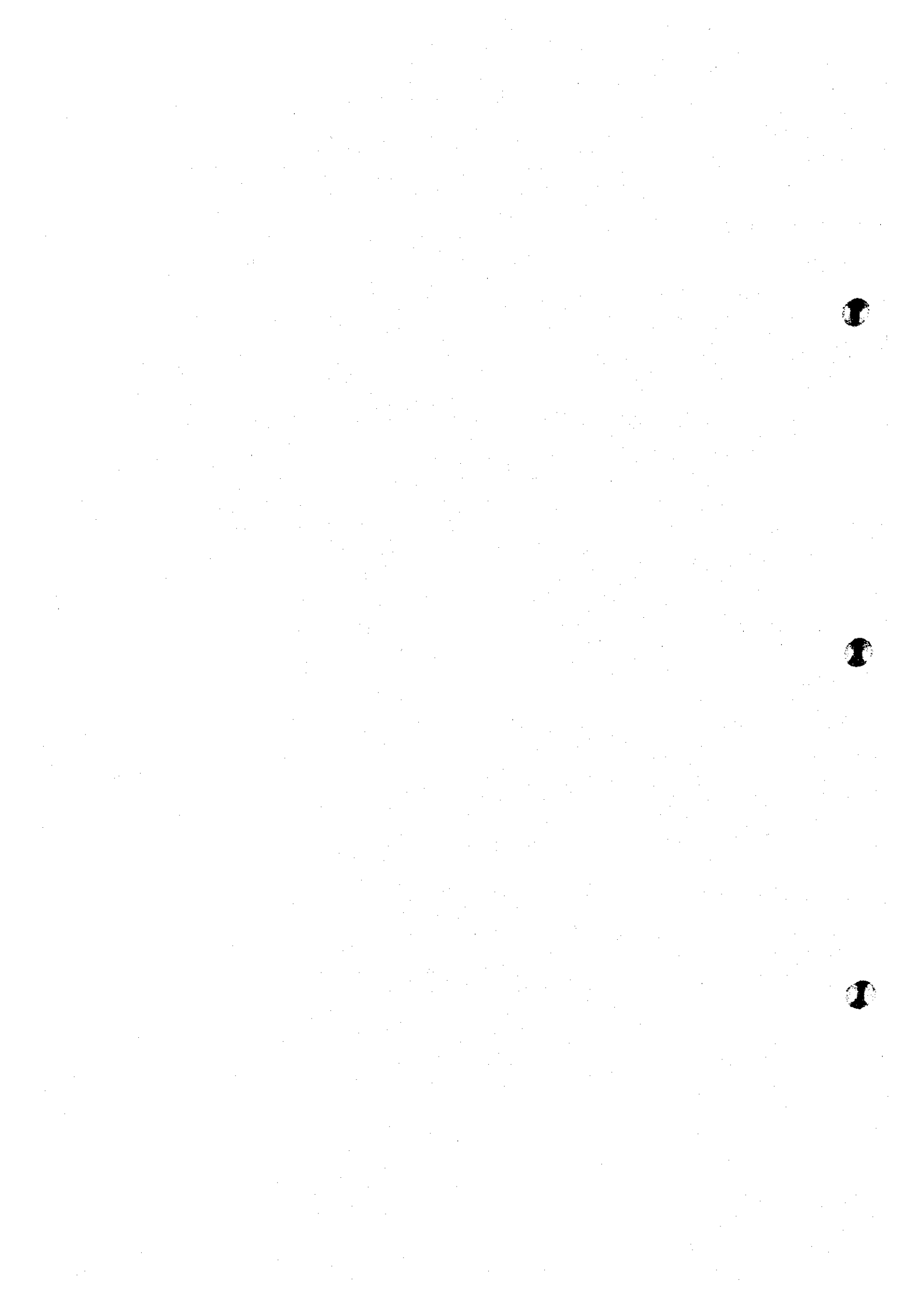
図表一覽表

頁

図 I - 1	調査地域位置図	
図 I - 3 - 1	黒海東部地区鉍床区図	1 1
図 I - 4 - 1	地質図	1 5
図 I - 4 - 2	地質模式層序図	1 7
図 II - 1 - 1	物理探査調査位置図	2 2
図 II - 1 - 2	物理探査測線・測点図	2 3
図 II - 1 - 3	I P 法測定概念図	2 4
図 II - 1 - 4	I P 法計測方法概念図	2 4
図 II - 1 - 5	I P 法見掛比抵抗・充電率断面図 (A 測線)	2 9
図 II - 1 - 6	I P 法見掛比抵抗・充電率断面図 (B 測線)	3 0
図 II - 1 - 7	I P 法見掛比抵抗・充電率断面図 (C 測線)	3 1
図 II - 1 - 8	I P 法見掛比抵抗・充電率断面図 (D 測線)	3 2
図 II - 1 - 9	I P 法見掛比抵抗・充電率断面図 (E 測線)	3 3
図 II - 1 - 10	I P 法見掛比抵抗・充電率断面図 (F 測線)	3 4
図 II - 1 - 11	I P 法見掛比抵抗・充電率断面図 (G 測線)	3 5
図 II - 1 - 12	I P 法見掛比抵抗平面図	3 6
図 II - 1 - 13	I P 法充電率平面図	3 7
図 II - 1 - 14	岩石及び鉍石の比抵抗と充電率の関係	3 9
図 II - 1 - 15	岩石及び鉍石の MF	3 9
図 II - 1 - 16	I P 法 2 次元解析断面図 (見掛比抵抗)	4 5
図 II - 1 - 17	I P 法 2 次元解析断面図 (充電率)	4 7
図 II - 1 - 18	I P 法 2 次元解析平面図 (見掛比抵抗)	4 9
図 II - 1 - 19	I P 法 2 次元解析平面図 (充電率)	5 0
図 II - 1 - 20	I P 法 2 次元解析断面図 (MF)	5 1
図 II - 1 - 21	I P 法 2 次元解析平面図 (MF)	5 3
図 II - 1 - 22	I P 法 D 測線解析図 (a=100m)	5 4
図 II - 1 - 23	I P 法 E 測線解析図 (a=100m)	5 5
図 II - 1 - 24	C S A M T 法測定概念図	5 7
図 II - 1 - 25	C S A M T 法見掛比抵抗断面図	6 0
図 II - 1 - 26	C S A M T 法見掛比抵抗平面図	6 1
図 II - 1 - 27	C S A M T 法 1 次元比抵抗構造柱状図	6 2
図 II - 1 - 28	C S A M T 法 1 次元比抵抗構造断面図	6 3

	頁
図Ⅱ-1-29 CSAMT法1次元比抵抗構造平面図	64
図Ⅱ-1-30 CSAMT法2次元比抵抗構造図	65
図Ⅱ-1-31 総合解析図	67
図Ⅱ-2-1 ボーリング調査位置図	78
図Ⅱ-2-2 ボーリング位置図 (Taflancik地区)	79
図Ⅱ-2-3 MJTE-9ボーリング柱状図 (巻末)	Λ-1
図Ⅱ-2-4 MJTE-10ボーリング柱状図 (巻末)	Λ-4
図Ⅱ-2-5 MJTE-11ボーリング柱状図 (巻末)	Λ-7
図Ⅱ-2-6 MJTE-12ボーリング柱状図 (巻末)	Λ-11
図Ⅱ-2-7 ボーリング断面図 (Taflancik地区)	91
図Ⅱ-2-8 ボーリング断面図 (Karilar地区)	93
表Ⅰ-1-1 調査数量一覧表	5
表Ⅱ-1-1 IP探査方法及び内容	21
表Ⅱ-1-2 IP法サンプリングタイム一覧表	24
表Ⅱ-1-3 IP法測定装置器材一覧表	25
表Ⅱ-1-4 IP調査結果一覧表	28
表Ⅱ-1-5 室内試験結果一覧表	38
表Ⅱ-1-6 IP調査結果総括表	44
表Ⅱ-1-7 CSAMT調査内容	56
表Ⅱ-1-8 CSAMT法測定装置器材一覧表	57
表Ⅱ-2-1 ボーリング調査主要器材一覧表	80
表Ⅱ-2-2 使用機器・消耗品一覧表	81
表Ⅱ-2-3 ダイヤモンドビット・リーマー使用状況一覧表	81
表Ⅱ-2-4 掘進実績表 (MJTE-9)	82
表Ⅱ-2-5 掘進実績表 (MJTE-10)	83
表Ⅱ-2-6 掘進実績表 (MJTE-11)	84
表Ⅱ-2-7 掘進実績表 (MJTE-12)	85
表Ⅱ-2-8 掘進工程表	86
表Ⅱ-2-9 化学分析結果一覧表	87
表Ⅱ-2-10 X線回折結果一覧表	88
表Ⅱ-2-11 岩石薄片鑑定結果一覧表	89
表Ⅱ-2-12 鈦石研磨片鑑定結果一覧表	89

第 I 部
總論



第1部 総論

第1章 序論

1-1 調査の経緯及び目的

本調査は、平成7年度から3年間継続するもので、今年度はその第3年次（最終年次）にあたる。調査の対象となったトルコ共和国エスピーエ地域は、多金属元素を含む塊状硫化物鉱床の賦存ポテンシャルの高い地域である。しかし、これらの鉱床に対する調査手法・開発は充分とはいえず、これらの鉱床に関する探鉱及び評価が急務とされている。したがって、トルコ共和国政府は、本地域における資源開発協力基礎調査を日本国政府に要請した。日本国政府はこの要請に応じて、本地域での新鉱床発見のための基礎調査（物理探査・ボーリング調査）を行うとともに、相手国機関への技術移転を図った。

1-2 第2年次調査の結論及び提言

1-2-1 第2年次調査の結論

初年度調査により抽出された有望地区において、物理探査IP法（測線総延長30Km）及びボーリング調査8孔（総掘削長1,749m）を実施した。各地区の調査結果は以下のとおりである。

1. Bitene地区（ボーリング調査3孔）

MJTE-3,4は、Killik鉱床北東～北北東で掘削された。地質的には、下盤のKızılkaya層デイサイトの上にÇağlayan層の凝灰岩類が緩傾斜で比較的厚く発達することが明らかとなった。下盤の出現深度は標高710-730mで、Lahanos鉱床の胚胎標高（約650m）より高く、鉱床胚胎層準は北に向かって緩やかに傾斜する。鉱化作用はMJTE-3で下盤デイサイト中に、優勢なストックワークゾーンを捕らえ、その上部20cmで黄鉱質塊状部（Cu=12.58%, Au=2.06ppm）が確認された。

MJTE-5は、Lahanos鉱床の端から南方200～300mの位置で掘削された。地質は、地表からÇağlayan層の無斑晶デイサイトが比較的厚くみられ、Çağlayan層凝灰岩類は分布しないことが明らかになった。下盤のKızılkaya層デイサイトは、標高650mから出現するが、これはLahanos鉱床の胚胎層準の深度とほぼ等しい。鉱化作用は、やや優勢な粉状黄鉄鉱の網状脈の発達、下盤デイサイト中にみられたが、品位は低い。しかし、銅、亜鉛の細脈やセリサイト・カオリンを主とした変質は、上盤Çağlayan層にも及んでいることが判明した。

Bitene地区は、Lahanos鉱床とKillik鉱床の間に位置し、新鉱床の存在が期待されたが、比較的優勢な下盤Kızılkaya層中の鉱化作用が確認されただけであり、中央部に貫入岩体が分布し、大規模な層準規制型の塊状硫化物鉱床の存在する可能性は少いため探鉱余地が少いと判断された。

2. Killik地区（IP調査3測線、ボーリング調査1孔）

物理探査（IP法）では地区の南部、Yeniyolbaşı山南東斜面から南に強い異常帯が存在

することが判明した。しかし、異常部の地質は下盤のKızilkaya層デイサイトの分布域であることから、層準規制型鉱床賦存の可能性は低い、網状～脈状の大規模低品位(Cu)鉱床(Murgul型)の可能性は残されてる。さらに調査を行うことにより詳細が明らかになると考えられる。

ボーリング調査(MJTE-1)は、Killik鉱床とKızilkaya鉱床の間で、上盤が分布し、前記IP異常が深部に連続すると考えられる地点で行われた。地質はヘマタイトデイサイトが厚く分布し、薄いÇağlayan層デイサイト溶岩を介し、下盤Kızilkaya層デイサイトが分布することが判明し、Çağlayan層凝灰岩は分布しないことが判明した。変質・鉱化作用ともÇağlayan層以下にみられ、下盤デイサイト中には黄銅鉱の鉱染帯(Cu 4.88%)が25cm間確認された。ボーリングの鉱化状況とIP異常を比較すると、この部分でのIP法の可探深度はほぼ200mである。

本地区では、前記のように南部でMurgul型の鉱床賦存の可能性はある。層準規制型の鉱床は、IP調査(第2年度及び初年度)の結果を考慮すれば、Yeniyolbaşı山南部の尾根直下に小規模な鉱体が存在する可能性がある。

3. Kepçelik地区(IP調査2測線、ボーリング調査1孔)

物理探査(IP法)では、測線南西部の深部に弱い異常がみられ、この異常に対しボーリング調査(MJTE-2)を実施した。その結果、鉱染状及び鉱脈状の弱い鉱化作用が認められ、Kızilkaya層デイサイトが非常に薄いことが判明したが、規模の大きい鉱体の存在する可能性は低いと判断された。

4. Taflancık地区(IP調査4測線、ボーリング調査3孔)

未探鉱地区であったが、初年度IP調査の結果抽出された異常を足がかりに、第2年次もIP調査を行い、新たな異常域を抽出することが出来た。IP異常域の平面的分布方向はNNE-SSWを示し、Lahanosの鉱体の分布方向と一致する。n=3-4レベルでは10mV/V以上の充電率異常域は、ステップ状に北西部と南東部の2帯に分離する傾向がみられる。第2年次のボーリング調査は、北西部異常域の東端(MJTE-6)と南東部異常域の北端(MJTE-8)及び中央西部(MJTE-7)の3箇所を実施した。

地質はヘマタイトデイサイト、Çağlayan層デイサイト、Kızilkaya層デイサイト溶岩及びデイサイト質凝灰岩類で構成され、緩やかに北傾斜を示す。変質はMJTE-7でセリサイト・カオリンを主とし、北部に向かって緑泥石が優勢になる傾向がみられた。鉱化作用は黄鉄鉱鉱染～網状脈と少量の黄銅鉱の鉱染であり、MJTE-7の下盤のKızilkaya層デイサイトで最も強く、MJTE-8で最も浅部まで及んでいる。顕微鏡的には微量の閃亜鉛鉱が伴われ、コロフォーム状やフラムボイダル状の黄鉄鉱が観察され、MJTE-6では黄鉄質礫が取り込まれていることから、近くに供給源の存在が推定された。MJTE-7,8では優勢な鉱化作用が認められたが、塊状硫化物鉱床は存在せず、黄鉄質礫の供給源として北西部IP異常帯が推定される。

この様なことから本地域は塊状硫化物鉱床賦存の可能性が高く、特に北西部のIP異常地点に対し今後のボーリング調査が望まれる。

5. Çalkaya地区 (IP調査5測線)

弱く鉱化した露頭から連続する弱いIP異常が一部に認められただけで、新たな異常域を抽出することは出来なかった。上盤が厚いことも考えられるが、現時点では本地区の鉱床賦存の可能性は低いと判断せざるを得ない。

6. その他の地区

Karaçrik~Çımaklı地区は初年度調査で有望地区として抽出された地区である。既存の調査は層準に達していないことが明らかであり、セリサイト・カオリンを主とした変質状況や地化学異常から、より深部(200~350m)に鉱床賦存の可能性が残されている。

7. 変質年代

変質帯のセリサイトの年代測定から、Kızılkaya鉱床及びKaraçrik鉱床に関連した変質作用の年代は77Maであることが明らかとなった。

1-2-2 第3年次調査への提言

第2年次調査の結果をふまえ、次の地区において第3年次調査を実施することを提案する。以下、優先順位の高い順に記す。

1. Taflancık地区

物理探査IP法により抽出された、Lahanos鉱床と同方向に広がる新規の異常地帯に、鉱床賦存の可能性が考えられるため、第3年度も引き続きボーリング調査を行うべきである。

2. Karaerik~Çımaklı地区

地表に鉱徴地が存在し、鉱床賦存のポテンシャルが高い地区であるが、これまでの調査では十分な探査が行われていないため、物理探査IP法及びCSAMT法を実施し、有望地区に対しボーリング調査を行うべきである。

3. Killik地区

物理探査IP法で捕らえた、Yeniyolbaşı山南東斜面から南に分布する強い異常帯は、下盤中であるため、層準規制型鉱床が存在する可能性は低いが、網状～脈状の大規模低品位銅鉱床（Murgul型）の可能性は残されてる。鉱化作用の広がりをつかむため東西の谷沿いと、これに平行する南端の尾根沿いにIP調査を実施し、有望地区にボーリング調査を行うことが望ましい。

また、Yeniyolbaşı山南の尾根部には、初年度及び第2年度実施のIP調査から鉱体の賦存する可能性があり、これを確認するためボーリング調査を行うことが望ましい。

1-3 第3年次調査の概要

1-3-1 調査地域

第2年次調査で行われた物理探査及びボーリング調査で、Lahanos鉱床と同様の塊状硫化物鉱床の存在が期待されたTaflancık地区と、鉱床が胚胎する可能性が高いと考えられるが十分な調査が行われていない、Karılar地区を調査対象地区として抽出した。

1-3-2 調査目的

Taflancık地区に於いては、ボーリング調査を行うことにより鉱化状況を把握し、当地区に於ける鉱床賦存のポテンシャルを評価することを主な目的としている。Karılar地区については、物理探査を行い、抽出された有望地に対しボーリング調査を行うことにより、地質構造、鉱化状況、鉱床胚胎層準の連続性について解明することを目的としている。

1-3-3 調査方法及び内容

物理探査（IP法・CSAMT法）、ボーリング調査、化学分析などの室内試験を実施したがその内容は表I-1-1に調査数量一覧表として示した。

表I-1-1 (1) 調査数量一覧表（ボーリング調査）

ボーリング孔名	掘進長(m)	傾斜	地区
MJTE-9	250	-90°	Taflancık
MJTE-10	250	-90°	Taflancık
MJTE-11	400	-90°	Karılar
MJTE-12	350	-90°	Karılar
総計	1,250		

表I-1-1 (2) 物理探査・室内試験数量一覧表

項目		数量
物理探査	IP法	7測線21.4Km (a=200m, a=100)
	CSAMT法	25点
室内試験	(1) 岩石薄片鑑定	12
	(2) 鉱石研磨片鑑定	10
	(3) 粉末X線回折試験	33
	(4) 化学分析（鉱石） Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Fe, S	31
	(5) 比抵抗・分極率測定	23

1-3-4 調査団の編成

本年次調査に参加した調査団員は下記のとおりである。

現地調査団

日 本 国 側			トルコ共和国側		
藤原茂久	団 長	同和工営株式会社	Nevzat KARABALIK	プロジェクト長	MTA*
青山達弘	ボーリング	"	Hüseyin YILMAZ	キャンプ長	"
岩城倉榮	物理探査	"	Mustafa K:KURUÇELİK	地 質	"
杉浦則清	"	"	Ali FaiK ALTINBAŞ	"	"
前川勝利	"	"	Turgut ÇOLAK	"	"
			Kadir DEMİR	物 探	"
			Ömer DUMAN	"	"
			Mustafa DEMİRHAN	"	"
			Hurşit ASLANOĞLU	ボーリング	"
			Avni AKDENİZ	"	"
			Etem OFLU	測 量	"

* : MTA (General Directorate of Mineral Research and Exploration)

現地指導監督

伊藤 正 金属鉱業事業団
遠藤英史 金属鉱業事業団

1-3-5 調査期間

調査は下記の工程で実施された。

契 約 期 間 : 1997年 6月 5日 ~ 1997年 2月 27日
現 地 調 査 : 1997年 6月 19日 ~ 1997年 9月 26日
物 理 探 査 : 1997年 6月 19日 ~ 1997年 8月 8日
ボーリング調査 : 1997年 6月 19日 ~ 1997年 9月 26日

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

調査地域位置を図1-1に示す。エスピーエ地域はトルコ共和国北東域、黒海沿岸の主要都市であるトラブゾン (Trabzon) 市の西方約100kmに位置する、エスピーエ (Espiye) 町 (人口約1万) からその南方に広がる面積150Km²の地域である。首都アンカラからは空路でトラブゾンまで約1時間、トラブゾンからエスピーエへは、黒海沿いの舗装道路を經由し車で約2時間弱である。

行政区分上は、エスピーエ町の西方30Kmに位置する、ギレスン市を中心とするギレスン (Giresun) 県に属する。

調査地域内は、ヘーゼルナッツの産地でもあり、小規模な集落が点在しているが、各集落までは整備の悪い未舗装道路が通じている。ただし、雨の多い期間は通行不能となることが多い。ベースとしたエスピーエ町からは、第3年次地区の最南端である Taflancık 地区までは、4輪駆動車で約1.5時間を要する。

2-2 地形及び水系

黒海沿岸部に属する本地域には、東黒海山脈と称される、アルプス造山運動初期に形成された褶曲山脈が海岸近くまで迫っており、平野は少ない。このため、本地域の標高は数10m～約1,500mで、地形は急峻で比較的起伏に富む。

調査地域は、中央をほぼ南北に連なる分水嶺により二分される。すなわち、東部はオズルジェ川 (Özlüce Dere) の支流であるクズル川 (Kızıl Dere), カラドナ川 (Karadona Dere) の水系上流部に属する。西部はヤール川 (Yağlı Dere) 水系の支沢上流部に相当する。これらの沢は急峻なV字谷を形成している。

2-3 気候及び植生

本地域では、黒海からの湿潤な風が黒海山脈にぶつかるため、気候はトルコ共和国でも最も降雨・降雪の多い、黒海性気候に属する (金属鉱物探鉱促進事業団, 1970)。このため、植生の発達が良い。9月から3月までが降雨量が多く、トラブゾンでは10月の月平均雨量が300mmに達する。また、11月からは雪に変わる。月平均気温は8月で24℃と最大になり、2月で6℃と最低になる。

本地域はヘーゼルナッツの産地であるため、急峻な山岳斜面までこれら樹木で覆われている所が多く見られる。特に北部でこの傾向が強くみられる。南部の標高が高い部分で自然の植生がみられることが多く、主に石楠花などの灌木が密に発達し、部分的に樺、ブナなどがみられる。



第3章 一般地質

3-1 地質概要

地質学的にトルコは北部のPontides, 中部のAnatolides, 南部のToridesの3地域に大分される(Kormaz et al.1992)。本地域はPontides地域の北東部に位置する。Pontides地域の基盤は変成岩と花崗岩類からなり, その上位に6層の層序学的ユニットが分布する。それらは下位から古生界, 前期ジュラ系～前期白亜系, 後期白亜系～前期晩新統, 中期晩新統～後期始新統, 中新統～鮮新統, 及び鮮新統～第四系からなる。

本地域を含む東黒海沿岸沿いには, 後期白亜系～前期晩新統に属する火山岩類が連続して分布し, Murgul, Çayeli, Lahanosなどで代表される塊状硫化物型の鉱床を伴っている。後期白亜系～前期晩新統をGüven et al(1992)は, 下位から安山岩～玄武岩質火山岩類を主とするチャタック (Çatak) 層, デイサイト質火山岩類を主とするクズルカヤ (Kızılkaya) 層, 安山岩～玄武岩質溶岩と火砕岩, 一部デイサイト質火山岩からなるチャーラヤン (Çağlayan) 層に区分している。この他, 第三紀と考えられる花崗岩質岩の分布が断続的にこのゾーンにみられる。

構造的には, 本地域を含む東黒海沿岸沿いの地域は, 右横ズレのトランスフォーム断層である北アナトリア断層 (WNW-ESE系) の北側に位置し, 前述のようにポントス褶曲帯に区分されている。東黒海沿岸ではE-W～NEトレンドの深部断裂が, 白亜紀以降の火成活動に関係していると考えられている (Çagatay, 1993)。

3-2 鉱床及び鉱化帯

東黒海地域はトルコ共和国の重要な鉱床区となっており, 図I-3-1に示すように数多くの銅, 鉛, 亜鉛, 硫化鉄, 石膏などの鉱床が伴われている。中でも銅は国内生産の約70%を産出すると言われている。

この鉱床区には, 種々のタイプの鉱床が知られているが, 一般的な傾向として脊梁部から黒海沿岸に向かって斑岩銅鉱床, スカルン鉱床, 網状～脈状銅・硫化鉄鉱床, 塊状～レンズ状硫化鉄・銅・鉛・亜鉛鉱床, マンガン～赤鉄鉱鉱床の順に帯状配列が認められる。このうち塊状～レンズ状硫化鉄・銅・鉛・亜鉛鉱床のゾーンは, 国境を越えて東方のグルジアへ連続すると考えられている。

これ等の鉱床帯の中で, 塊状硫化物鉱床は特に重要である。代表的な鉱床としてMurgul, Çayeliがあるが, 次のような特徴を有する。両鉱床ともKızılkaya層デイサイト質溶岩の上部に形成されているが, Murgulでは上盤の薄い凝灰岩を介して比較的厚いヘマタイトデイサイトに覆われている。Çayeliでは凝灰岩と玄武岩溶岩で覆われている。鉱石はMurgulでは鉱条 (Stringer) ・鉱染状であり, 銅を伴う細脈の集合体を露天掘りの対象としている。亜鉛, 石膏は鉱体の上部に限られて存在する。Çayeliでは鉱体は急傾斜のレンズ状鉱体であり, 上部から閃亜鉛鉱に富む砕屑 (clastic) 鉱, 塊状黒鉱, 黄鉄の順である。調査地域内に存在するLahanos鉱床は, Çayeliの鉱石と類似しているが, 鉱床の分布形態がほぼ

水平である点が異なるだけである。

↑

↑

↑

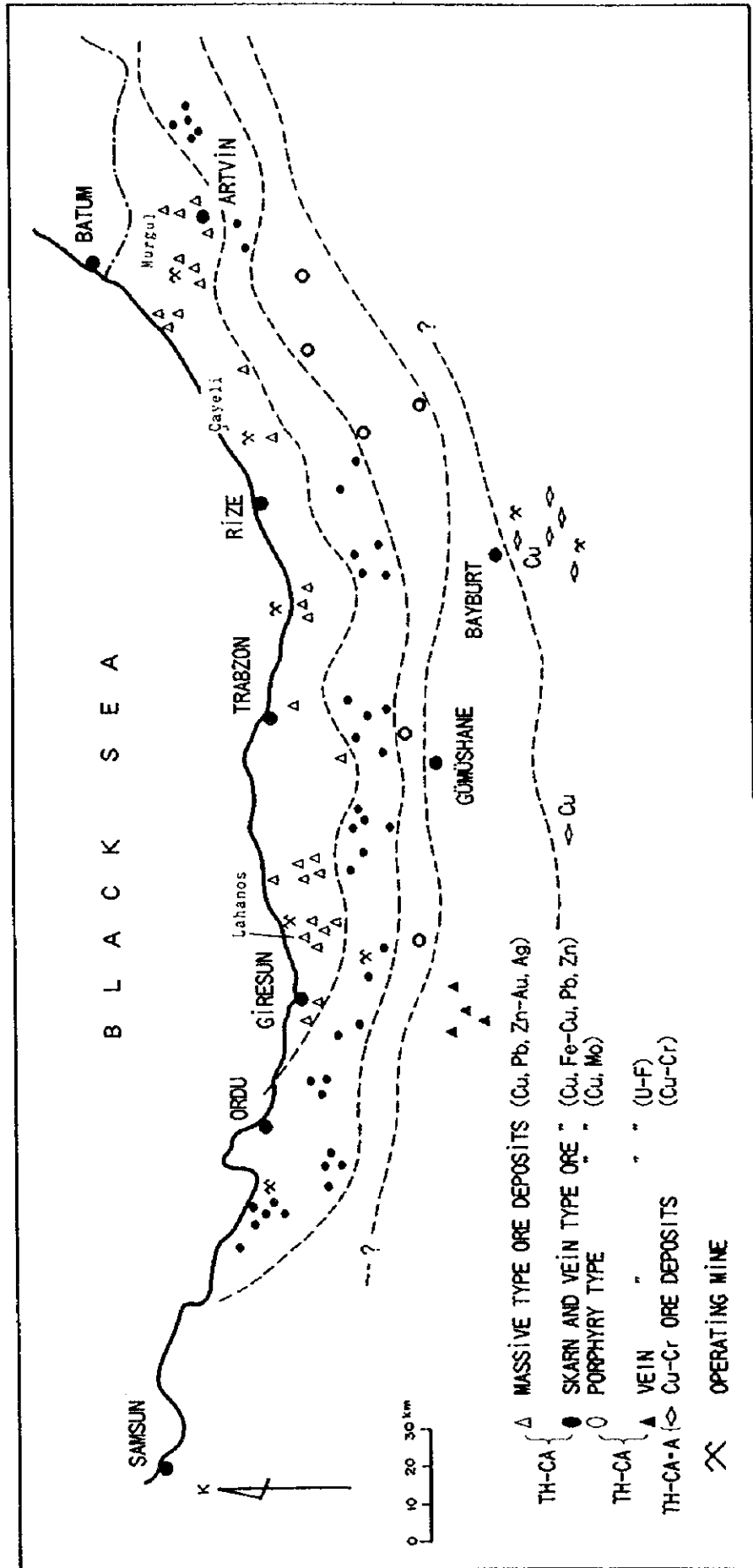


图 1-3-1 黑海东部地区矿床区图



第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制

調査地域の地質は、下位から安山岩質火山岩類を主とするÇatak層、デイサイト質溶岩を主とし火砕岩を伴うKızılkaya層、デイサイト質～流紋岩質火山岩類を主とし多くの貫入岩類を伴うÇağlayan層で構成される。地質図を図1-4-1地質模式層序図を図1-4-2に示す。また、本地域を含む黒海沿岸の塊状硫化物鉍床は、日本にみられる黒鉍型の鉍床と類似しており、多量の酸性火山岩を伴い、層準に規制されている。地域内で稼働しているLahanos鉍床は、Kızılkaya層最上部に胚胎されることから、これを覆うÇağlayan層分布域で変質状況、物理探査結果を考慮しつつ有望地区を限定して調査は進められた。

地表での鉍徴・鉍床の分布は北部(Karaerik～Çımaklı)と中央部(Lahanos～Taflancık)にまとまっている。北部ではAğalık鉍床を除く、Karaerik・Karılar鉍床は、Lahanosなどの塊状硫化物鉍床より新規の網状型の鉍化作用とみられ、平面的にはENE-WSW方向に伸びた形態を示す。Lahanos鉍床とKızılkaya鉍床を含む中央部では、塊状鉍床とその下盤Kızılkaya層デイサイトのネットワークゾーンからなる鉍化帯は、少なくとも幅3Km以上でNE-SW方向へ連続し、特に北東には地域外にも連続するのが露頭で確認されている。さらに北東20Kmには、Tirebolから南に点在する塊状硫化物鉍床群が分布する。この様なことから本地域周辺では、塊状硫化物鉍床がNE-SW系の構造に規制されて形成された可能性が高いと言える。

4-2 物理探査結果と鉍化作用との関係

IP調査は初年度、第2年度と連続して実施されてきており、IP異常は下盤デイサイト中の鉍化作用をよく反映していることが明かとなっている。本年度は可探深度を深くし(測点間隔を広くし)実施したが、既存の鉍床を通過する断面の解析結果は、鉍化作用の概念をよく暗示していると考えられる。すなわち、Karaerik鉍床では、地表下比較的浅い部分にレンズ状の異常がみられ、かつて採掘の対象になった部分を示すと考えられる。MJTE-11の掘削結果では、鉍化部分は浅部のデイサイト質火山岩分布域に対応し、鉍化作用に関係した鉍液はその下のデイサイト貫入岩の上面に沿って南部から上昇してきた可能性がある。MJTE-11深部に解析された弱い異常に塊状型の鉍化作用を期待したが、この異常は地層に含有されるモンモリロナイト等によることが明かとなった。

Karılar鉍床では、急傾斜の異常帯が抽出され、この鉍床が従来考えられていたような層状型ではなく、網状～脈状鉍床であることをよく示している。深部でみられたIP異常は浅部のものとは異なり、広がりを持って分布するように見え、塊状硫化物鉍床の存在が期待された。MJTE-12のボーリング調査結果では、深部の異常は浅部と同様に、黄鉄鉍の網状脈の発達を反映していることが判明したことから、大規模な塊状硫化物鉍床が存在する場合、より高いIP値を示すことが必要と考えられる。また同時に実施したCSAMT法ではKarılar、Karaerik鉍床付近を通るEWまたはENE系の構造が考えられ、これらの鉍化作用と関

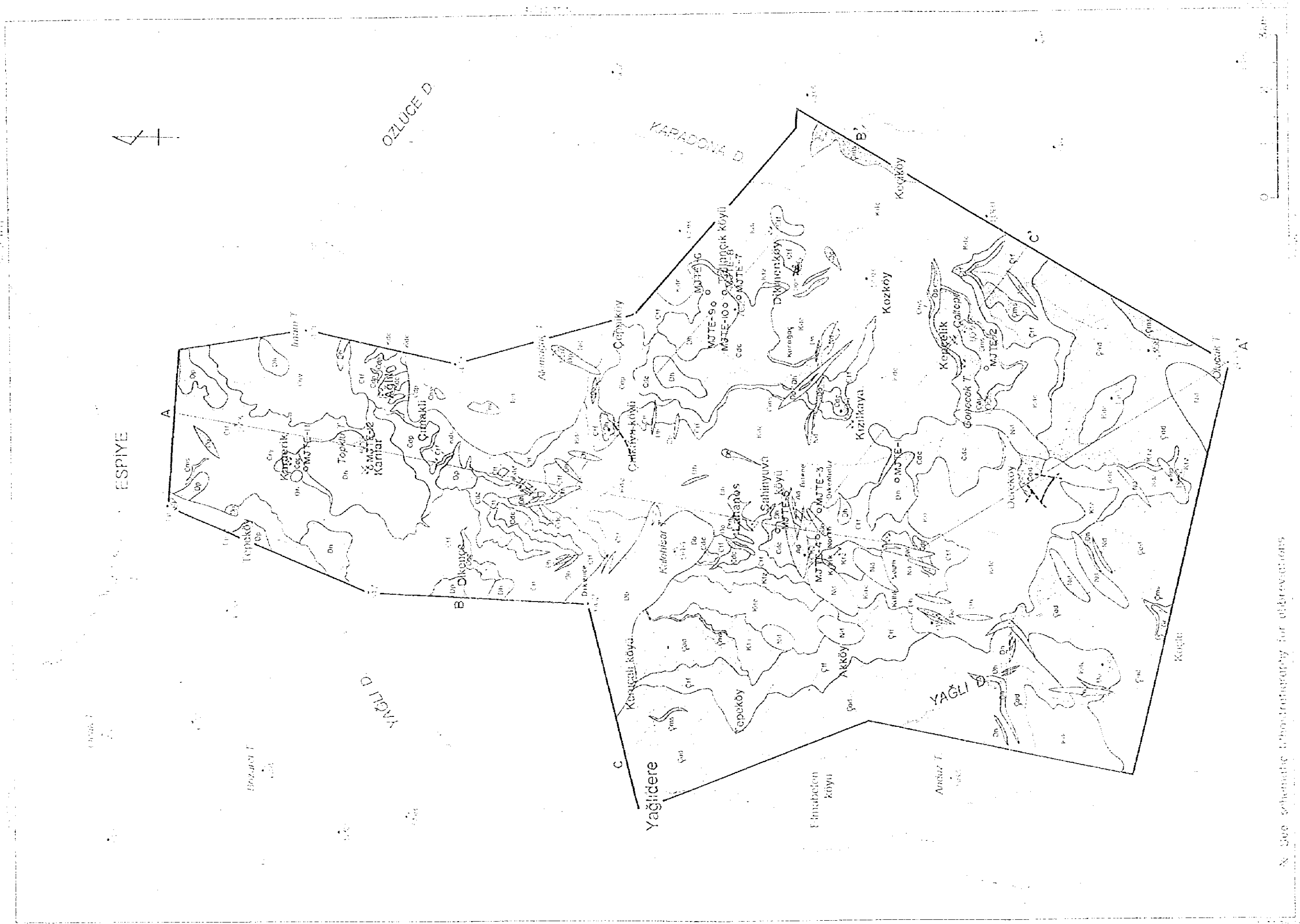
連したものと推定された。

4-3 鉱床賦存のポテンシャル

調査地域は、トルコ共和国でも最も重要な銅の産地である、東黒海沿岸地帯鉱床区の一部を占め、Lahanos鉱山をはじめとする塊状硫化物鉱床や、網状鉱床・鉱微地が地域内には多数存在することから、新鉱床が賦存する可能性の高い地域として期待されていた。

Taflancık地区では、本調査以前の本格的な調査は実施されていない。本調査に於いて5本のボーリング調査を実施した結果、下盤のKızılkaya層デイサイト中に優勢なストックワーク帯を確認し、層準付近で高品位黄鉱の礫を捕捉したが、塊状鉱体の発見には至らなかった。鉱体は既に削剥されてしまった可能性もあり、Taflancık地区周辺では、大規模な鉱体が存在する可能性は少ないと判断される。

Karılar地区ではKaraerik, Karılar鉱床がこれまで考えられていたような塊状硫化物鉱床ではなく、新期の熱水性鉱床と考えられた。Karılar地区では、Çağlayan層の火山岩類が厚く覆っていることが改めて明かとなり、IP調査でも地表下300-400mまでの部分には鉱体の存在を示唆するような強いIP異常はみられないことから、塊状硫化物鉱床が存在するとすればより深い部分と推定される。



8. See schematic lithostratigraphy for abbreviations

图 1-4-1 地质图

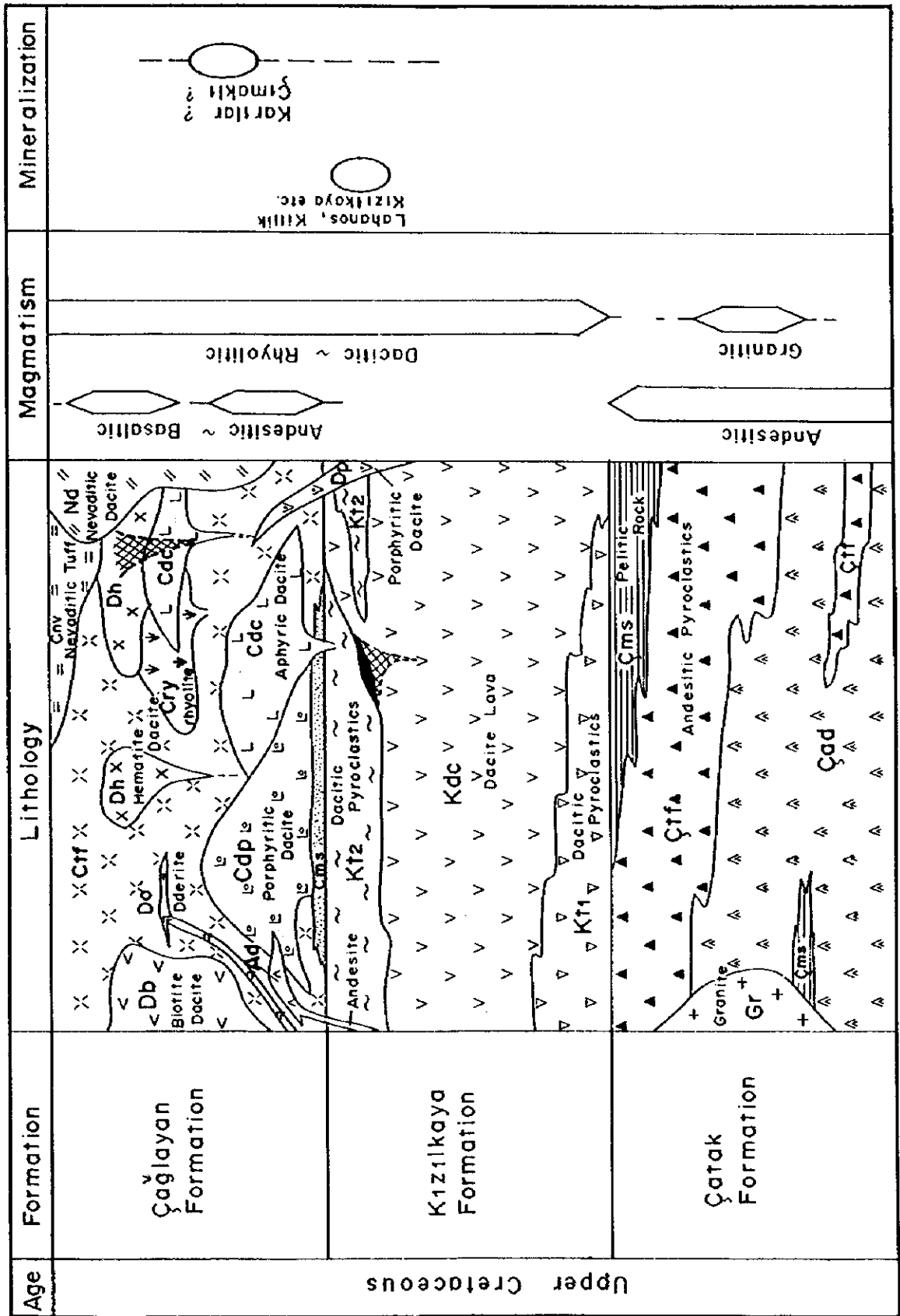


图 1-4-2 地質模式層序圖

1

2

3

5章 結論及び提言

5-1 結論

本年度の調査は、Taflancık地区において、ボーリング調査2孔（計500m）及びKarılar地区において、物理探査（IP法, CSAMT法）ボーリング調査2孔（計750m）を実施した。各地区の調査結果は以下のように要約される。

1. Taflancık地区

昨年度は、IP調査で明らかとなった異常域の東部に、3孔のボーリングを実施し、黄鉄礫及び下盤中のネットワーク帯、変質帯を確認した。本年度はこの異常域の北西部の探鉱を目的としてMJTE-9, MJTE-10の掘削を実施した。

MJTE-9は、異常帯の北部で、MJTE-6の南西約300mの地点で掘削された。地質はMJTE-6と対比可能であり、地層の傾斜は両者の間ではほぼ水平である。鉍化作用は深部でCu-Pb-Znの細脈を伴うだけで全体的には弱い。変質も他の孔井に比べ弱く、MJTE-6で多く見られた鉍化変質岩の破片も少ないことから、MJTE-6に比べ変質礫等の供給源からは遠くに位置する可能性が高いと考えられる。

MJTE-10は異常帯の中央西部で掘削された。MJTE-8とほぼ同様の地質・鉍化状況を示す。すなわち黄鉄鉍を主とする鉍化作用は、Kızılkaya層全体に見られるが、化学分析の結果は各元素とも低い値を示し、また、鉍床胚層準に相当する凝灰岩の発達は見られないことから、鉍体が過去に存在したとしても、この地区では現在は剝削されている可能性が高くなった。

2. Karılar地区

本地区には、Karaerik, Karılar, Çımaklıなどの鉍床・鉍化帯が存在するが、これらが全て層準規制型の塊状硫化物鉍床とする考え方が一般的であったが、初年度の調査によって、より新期の網状型の鉍化作用の可能性が指摘された。本地区の探査は、このような問題点を解明するためと、より深部の探査を目的とし実施した。

物理探査IP法の結果、少なくともKarılar鉍床は、その異常の分布形態が急傾斜脈状を示すことから、新期の熱水性鉍床と考えられた。Karaerik鉍床に対しては、比較的浅部に鉍体を反映したと考えられる、レンズ状の異常帯をとらえたが、付近で掘削したMJTE-11の結果から、硫化物の網状脈が、Çağlayan層デイサイト中に発達したものと推定された。鉍床として稼行されたものはこのうちの富鉍部と考えられる。

これら鉍床の深部には、浅部のIP異常とは別の弱い異常が認められたが、ボーリング調査の結果、Karaerikでは流紋岩中のモンモリロナイト等を反映したものと考えられ、KarılarではKızılkaya層デイサイトの黄鉄鉍網状脈を反映したものであることが判明した。

地質的に見ても、北部に向かって新期の地層が厚く堆積していること、顕著なIP異常が存在しないことなどから、少なくとも、地表下300-400mには、Lahanos型の塊状硫化物鉍床が存在する可能性は低いと考えられる。

5-2 将来への提言

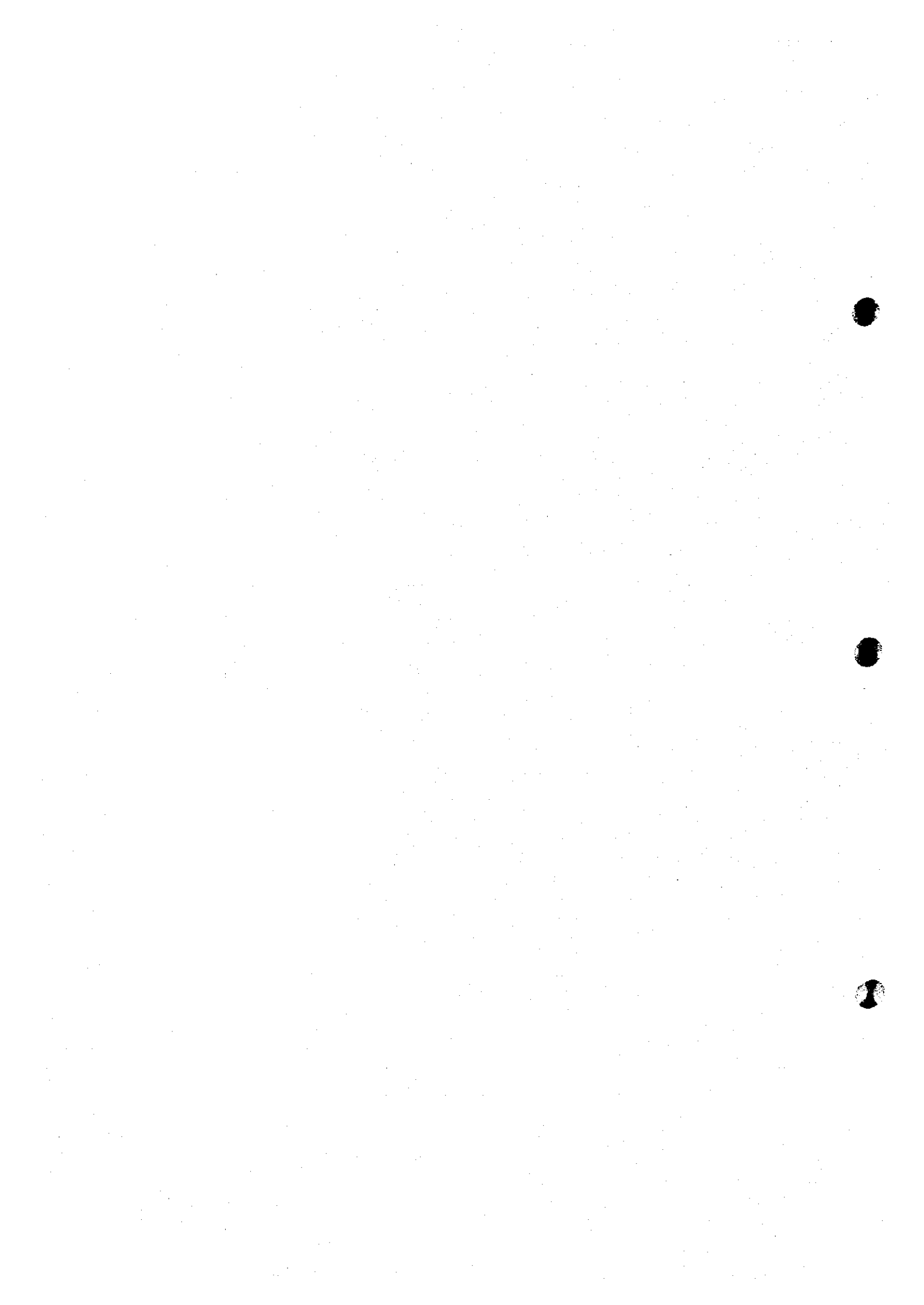
3年間の調査結果を通じ下記のこと明らかとなった。すなわち

- ・本地域には塊状硫化物鉱床とこれより新期の網状型の鉱化作用が存在する。
- ・下盤Kızılkaya層デイサイト中の鉱化・変質帯はNE-SWの方向性を持って幅広く分布する。
- ・鉱床胚胎層準の分布・連続性が明らかとなった
- ・鉱体が存在するためには、上盤Çağlayan層凝灰岩が比較的厚く存在することが望ましい。
- ・上盤に覆われた地区に対してIP法は有効な探査手法である。

以上のことをふまえ、下記のことを将来への提言としたい。

- ①本地域で抽出された有望地区の探査はほぼ終了したが、経済的な鉱床の発見には至らなかった。有望地区の中で、ボーリング調査が行われなかったのは、Çalkaya地区だけである。Çalkaya地区では、上盤が厚く、本調査で実施したIP調査(a=100m)では可探深度が不足と思われるため、Karılar地区で実施したようなa=200mの探査を実施したうえ、ボーリング調査で確かめることが望ましいと考える。
- ②鉱床下盤を構成するKızılkaya層デイサイトには、種々のタイプが存在するが、今回の調査では鉱床形成に関連した岩体の特徴を明らかにすることはできなかった。従ってこのデイサイト類に対して、詳細な調査を行い、岩体の分類、その岩石学的・地化学的特徴や形態、構造を明らかにする事が望ましい。これにより鉱体へのアプローチが速やかになるものと期待される。
- ③東黒海沿岸沿いの塊状硫化物鉱床の鉱徴地とされるものの中には、本地域の調査で判明したような、網状タイプの新期の鉱化作用が含まれている可能性がある。従って、鉱床胚胎層準の連続性、下盤Kızılkaya層デイサイトの特性などを加味しつつ、可能性のある地区についての再検討を提言する。

第 二 部
各 論



第II部 各 論

第1章 物理探査

1-1 IP法

1-1-1 調査方法

1. 調査内容

IP探査は、現地の地質・鉱微地調査結果及び前年度の調査結果に基づき測線を設定し調査を行った。調査地域位置を図II-1-1に、IP探査測線・測点を図II-1-2に示す。

方法及び調査内容は表II-1-1のとおりである。

表II-1-1 IP探査方法及び内容

探査方法	内 容
方 法	Induced Polarization Method
測定方式	Time Domain
電極配置	Dipole-Dipole Array
電極間隔	a=200m, 100m
電極隔離係数	n=1~4
測 線 数	7測線
延測線長	21.4 k m
物性試験	比抵抗及び充電率測定23個 (ホーリングコア)

2. 調査測定方法

1) 測線設定, 測量

測線の設定は、地形図上で標高及び位置が明確な山頂を原点とし、測線を展開した。測量は解放トラバースにより行なった。

2) IP法の原理

地面に電流を流すと、地面を構成する媒質中に各種の電気化学的現象が発生するが、このうちIP法で測定されるのは次の2つである。

[Over Voltage Effect]

通電により硫化物や金属導体の表面に電気2重層を生じ、電流を切ると通電方向とは逆の方向に放電する。この現象はイオン伝導と電子伝導の組み合わせによる効果である。この現象を起こすものは電子伝導性をもつ鉱物であって、IP法による探査対象になる。

[Normal Effect又は Background]

通常の岩石が通電によっていくらか分極するもので、これは岩石の空隙等に少量混在する粘土鉱物の膜分極が主因である。種々の粘土鉱物のうちでは、モンモリロナイトの膜分極が最も大きく、カオリンは小さい。また、粘土の容積比が5%程度のときに、膜分極が極大値を示すが、その前後の容積比のときは膜分極は減少する。

膜分極の最大値は、モンモリロナイト量比5%付近にあってFE値で表せば約2%であり、硫化物鉱物のOver Voltage Effectに比べ極めて小さい。

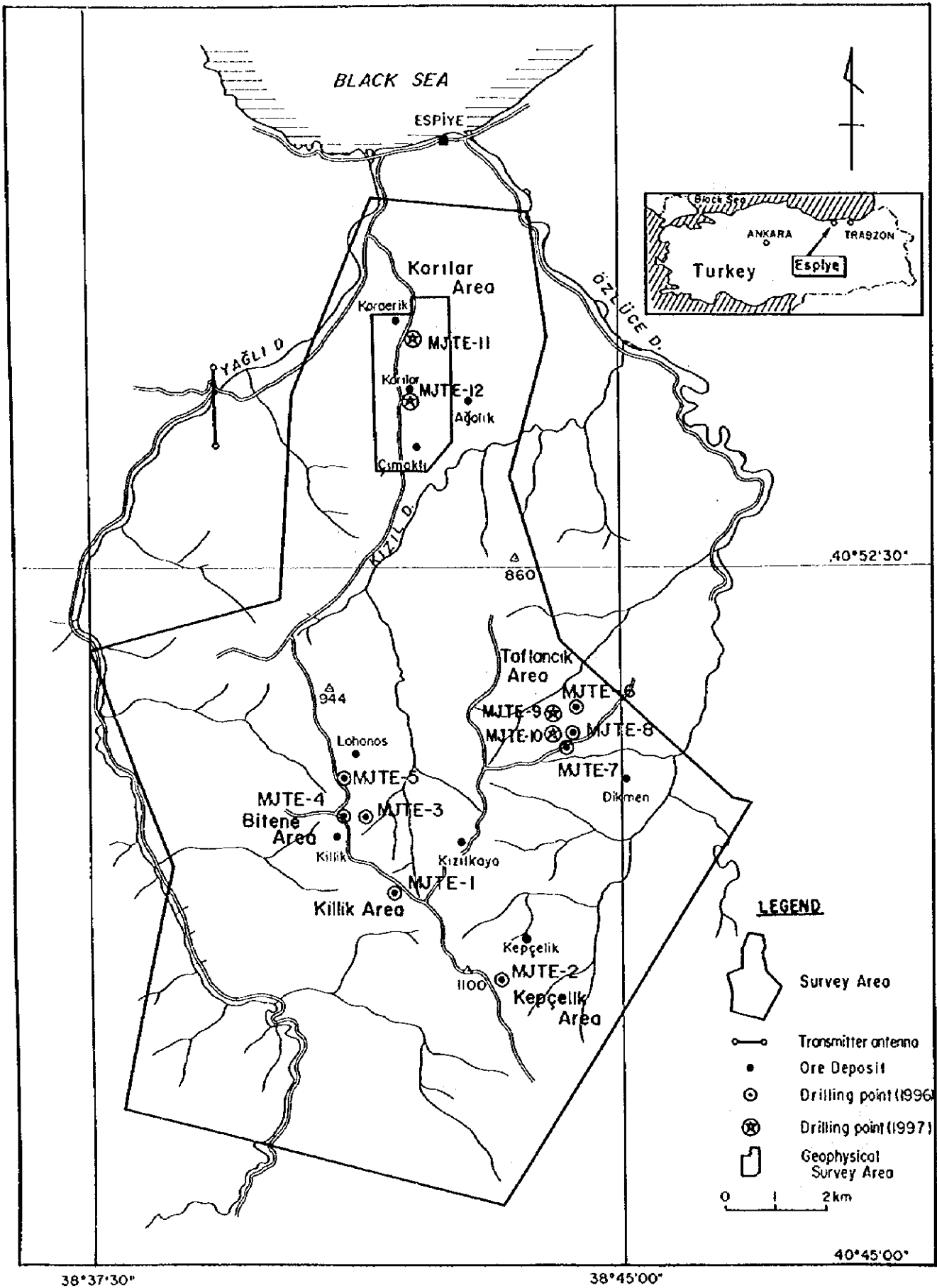
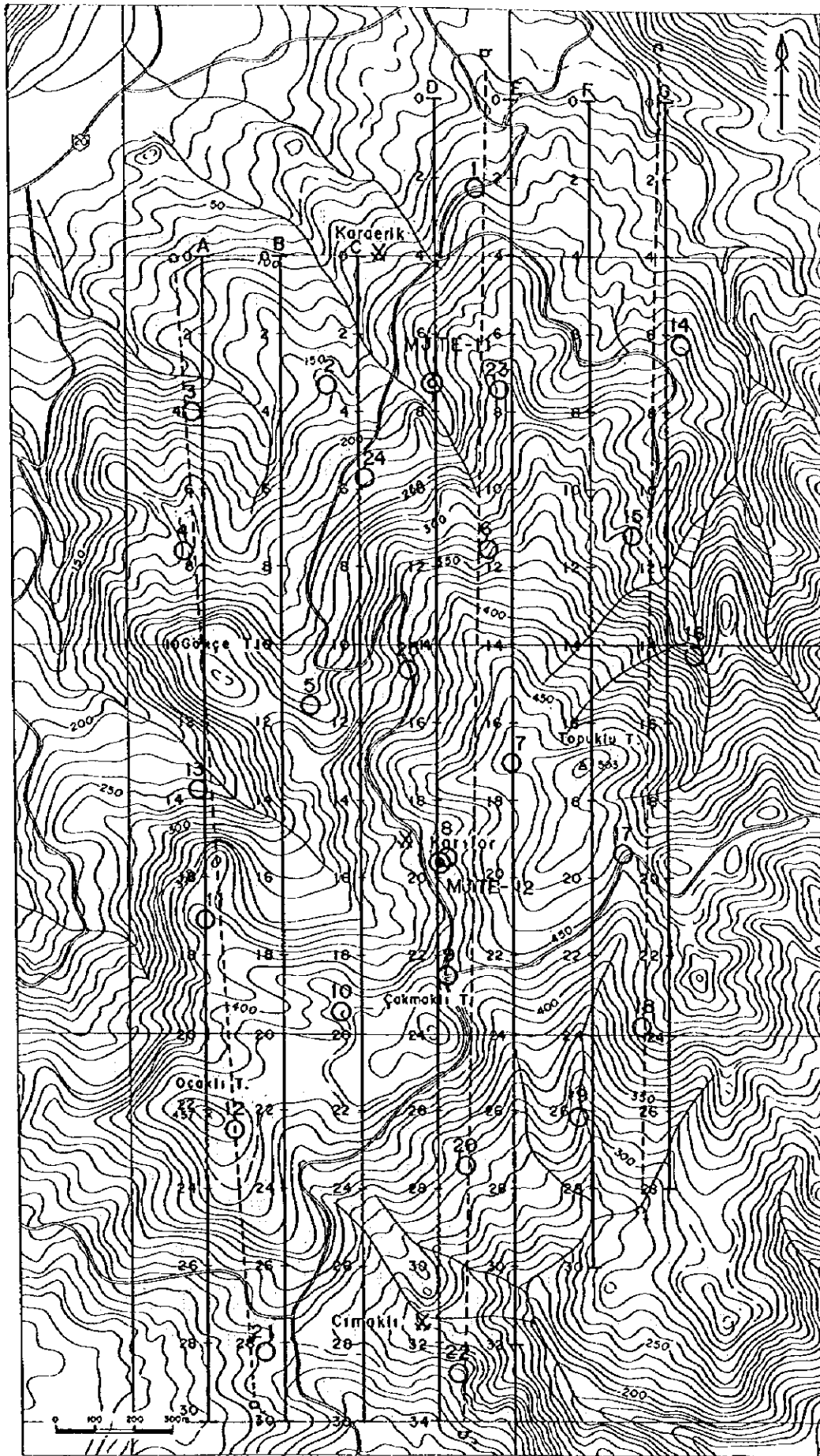


図 II - 1 - 1 物理探査調査位置図



LEGEND

- A — IP Survey line
- CSAMT point
- ⊙ Drilling point
- a — a' CSAMT section

图 II - 1 - 2 物理探查测线·测点图

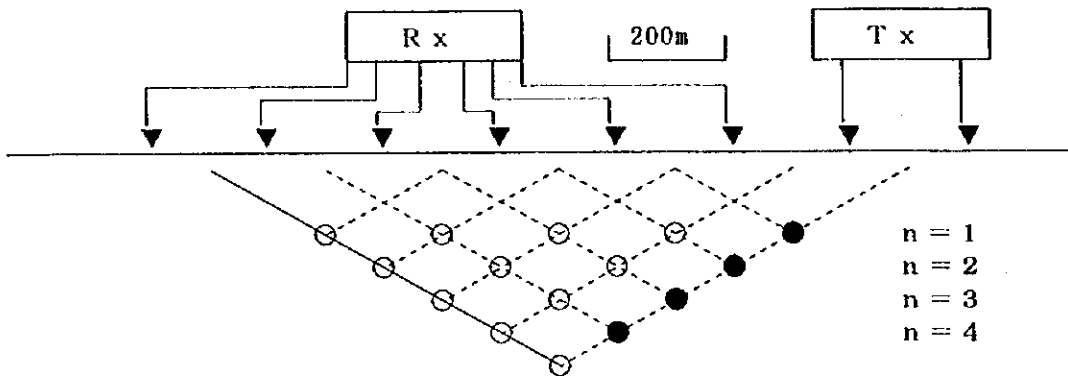
3) IP現象の測定法

タイム・ドメイン法（略記号T.D.法、過渡現象法）では、一対の電流電極C1,C2を通じて大地に断続直流(on/off 2.0sec)を流し、他の一対の電位電極P1,P2の間で、電流切断直前の1次電位差(V_p)及び電流切断後の2次電位差(V_s)を測定する。

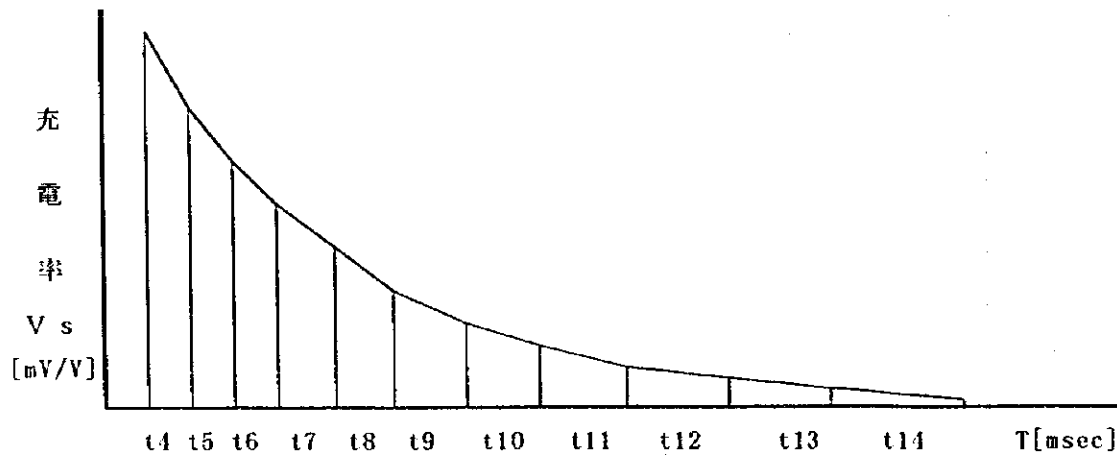
今回の調査では、測定概念図（図Ⅱ-1-3）、計測方法概念図（図Ⅱ-1-4）及びサンプリングタイム一覧表（表Ⅱ-1-2）に示すように、電流切断後の時間T($t_4 \sim t_{14}$)における $V_s(t_4 \sim t_{14})$ を測定した。

Time Domain法のIP効果測定値は充電率と呼ばれ、 V_s/V_p [mV/V]で表される。

以下、充電率は820~1,050[msec]間の値である。



図Ⅱ-1-3 IP法測定概念図



図Ⅱ-1-4 IP法計測方法概念図

表Ⅱ-1-2 IP法サンプリングタイム一覧表

Slice #	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14
Mid-Point	60	90	130	190	270	380	520	705	935	1230	1590 msec
Width	20	40	40	80	80	140	140	230	230	360	360 msec

3. 測定装置, 器材

調査に使用した測定装置, 器材は表 II-1-3 のとおりである。

表 II-1-3 IP法測定装置器材一覧表

機器	メーカー	形式	仕様・性能	数量
* 送信機	PHOENIX	IPT-2	1000V, 15A max 出力: 15KW	1 台
* エンジン 発電機	WESTINGHOUSE ELECTRIC		30Kw 400Hz 220V 2気筒 4サイクル	1 台
* 受信機	SCINTREX	IPR-12	8チャンネル, 14チャンネル Input Range: 50 μ V to 14V	1 台
電 極		電流線 電位線	ステンレス棒 飽和硫酸銅溶液非分極性電極	1 式 1 式
電 線	藤倉電線(株)		VSF 1.25mm ² 電線	1 式
測量器材	牛方製作所	ボケットコンパス		4 台
		間縄	100m エスロンテープ	1 式
* 通信機	KENWOOD		出力: 5W	12 台

(室内試験)

送信機	IRIS インストゥルメント	IP-1	出力: 1 μ A~100 μ A max 10V	1 式
受信機	SCINTREX	IPR-12	8チャンネル, 14チャンネル Input Range: 50 μ V~14V	1 式
電 極		Pt線		1 式

*: M T A 所有器材

4. 解析方法

比抵抗及び充電率疑似断面の解析には, 2次元Inversionプログラム(ZONG社)を用いた。この解析により, 地形の影響及びダイポール・ダイポール電極配置独特の深部に広がる異常パターンが取り除かれる。

解析上の値を表す範囲は, 水平距離約100m, 厚さ50~70mが一つの単位である。

岩石試料試験でも明らかなように, 岩石試料には高比抵抗になると高充電率になる傾向が認められる。また, 2次元解析結果でも同様の傾向が認められるためMetal Factor図も作成した。Metal Factor (以下MF) は"100×解析比抵抗[$\Omega \cdot m$]/解析充電率[mV/V]"により求めた。

1-1-2 調査結果

1. 調査結果

本調査の見掛比抵抗・充電率断面図を図Ⅱ-1-5～11に示す。また、見掛比抵抗平面図を図Ⅱ-1-12に、充電率平面図を図Ⅱ-1-13に示す。

1) 見掛比抵抗・充電率断面図

地表にはkızılkaya層のデイサイト溶岩、Çağlayan層のデイサイト質凝灰岩、流紋岩、斑状デイサイト、ネバタイト質凝灰岩及びヘマタイトデイサイトが分布する。

比抵抗分布の特徴から、比抵抗は概ね $100\Omega\cdot m$ 以上の高比抵抗帯と $50\Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗帯に二分される。

A測線

高比抵抗帯はNo. 12及びNo. 16～24の山頂付近のヘマタイトデイサイト分布域に対応する。

低比抵抗帯は主にÇağlayan層の凝灰岩及び流紋岩に対応する。

充電率は最大 $7mV/V$ 程である。No. 12及び24付近のヘマタイトデイサイトでは高比抵抗帯に対応して高充電率を示す傾向にある。

B測線

高比抵抗帯はNo. 20～22の山頂付近に分布するヘマタイトデイサイトに対応し、深部まで $200\Omega\cdot m$ 以上の高比抵抗を示す。

測線両端は約 $10\Omega\cdot m$ 程の低比抵抗域であり、Çağlayan層のデイサイト質凝灰岩類に対応する。

充電率は最大 $5mV/V$ 程である。ヘマタイトデイサイトの高比抵抗帯に対応し高充電率を示す。

C測線

比抵抗分布はB測線とほぼ同様であるが、No. 22の高比抵抗域が縮小している。

充電率は最大値 $4mV/V$ 程でNo. 10深部である。

No. 4～14の無斑晶デイサイト溶岩が最も低い値を示す。

D測線

No. 12付近のヘマタイトデイサイトで約 $800\Omega\cdot m$ の高比抵抗を示す他は約 $30\Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗域である。特にNo. 20のKarılar鉱床付近及びNo. 26の比較的深部が $10\Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗域である。

充電率は最大約 $10mV/V$ である。No. 6～10付近（Karaerik鉱床付近）で弱く比較的広い充電率異常帯が認められるが明瞭でない。

No. 19付近（Karılar鉱床付近）で明瞭な「片ハの字」型の弱い充電率異常が認められる。

E測線

No. 18～20のヘマタイトデイサイト分布域で比較的高い比抵抗（ $50\sim 200\Omega\cdot m$ ）を示す他は約 $30\Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗域である。

充電率は最大7mV/V程である。No. 6付近（Karaerik鉱床付近）は比較的明瞭な「片ハの字」型の弱い充電率異常が認められる。

No. 18（Karılar鉱床の東側延長部）浅部はヘマタイトデイサイトに対応し、比較的明瞭な「ハの字」型の弱い異常を示す。

F 測線

比抵抗はÇağlayan層の分布域で低く、No. 10～22のヘマタイトデイサイト分布域の深部で20～300 $\Omega \cdot m$ と変化する。

充電率は最大8mV/V程で深部程高くなる傾向を示す。

G 測線

比抵抗はNo. 16付近のヘマタイトデイサイトで最大200 $\Omega \cdot m$ 程である。

充電率は最大7mV/V程である。ヘマタイトデイサイトの高比抵抗部に対応し高充電率を示す傾向にある。

2) 見掛比抵抗・充電率平面図

ダイポール・ダイポール電極配置の場合、 $n=3, 4, 5$ のような大きな電極隔離係数を採用すると、浅部異常源が深部で広がるパターンを示し現実と合わなくなる。従って、ここでは主に $n=1 \sim 2$ について述べる。

比較的浅部の比抵抗分布を反映する $n=1$ では、ヘマタイトデイサイト分布域で概ね高比抵抗を示す傾向にあり、低比抵抗を示すのは、Karılar鉱床西側の谷部及び調査地域北東端等谷部に限られることから、200m電極間隔による比較的深部の岩相を反映していると考えられる。

全体に約20 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗帯が大部分を占める。

充電率はKarılar及びKaraerik鉱床付近で明瞭な弱い異常を示しているが、深部において明瞭な異常は認められない。

調査結果を表II-1-4にまとめた。

表 II - 1 - 4 IP 調査結果一覧表

測線名	見掛比抵抗 ($\Omega \cdot m$)	充電率 (mV/V)	特 徴
A	4 ~ 405	0.6 ~ 7.6	高比抵抗部で高充電率の傾向。 明瞭なIP異常は認められない。
B	10 ~ 440	-0.8 ~ 4.9	高比抵抗部で高充電率の傾向。 明瞭なIP異常は認められない。
C	9 ~ 181	1.1 ~ 4.3	比抵抗分布の傾向はB測線とほぼ同様。 明瞭なIP異常は認められない。
D	5 ~ 608	-2.9 ~ 9.8	No. 20~22明瞭な弱い充電率異常。
E	15 ~ 207	-0.1 ~ 7.5	No. 6~8及18付近は明瞭な弱いIP異常。 Karaerik及Karilar鉱床付近である。
F	6 ~ 352	0.5 ~ 8.9	高比抵抗部で高充電率の傾向。 明瞭なIP異常は認められない。
G	14 ~ 213	0.8 ~ 7.8	高比抵抗部で高充電率の傾向。 明瞭なIP異常は認められない。

2. 室内試験結果

1) 物性試験方法

ボーリングコアの電気的特性、基礎データを収集する目的で、代表的な試料23個について比抵抗と充電率の測定を行った。試料は4面整形後、1日水道水(100 $\Omega \cdot m$)に浸した。試料の採取については、物性試験中の水中破壊を避けるため、比較的硬質な部分について行った。

2. 使用機器

物性測定に使用した装置・器材は、表II-1-3のとおりである。

3. 試験結果

ボーリングコア試料の室内試験結果を表II-1-5に示す。

全試料(第1年次~第3年次)の見掛比抵抗と充電率の関係及び各試料とMFの関係を図II-1-14及び図II-1-15に示す。

本年度試料の充電率は、MJTE-11の深度247mの流紋岩が最大32mV/Vであるが、鉱化は認められないもののモンモリロナイト及び磁鉄鉱を含む。

全試料の比抵抗は9~1,300 $\Omega \cdot m$ であり、岩相と粘土鉱物の影響で大きく変化している。また、Çaglayan層の岩石は、全般に約50 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗である。

全試料中、鉱石以外の岩石では、デイサイト溶岩(Kızilkaya層)のpyrite鉱化試料で約20~100mV/Vの充電率が観測されている。鉱化の無い岩石は約30mV/V以下を示す。

鉱石以外の岩石(弱い鉱化を含む)では、高比抵抗を示す岩石ほど高充電率になる傾向が認められる。

MFは約100を境に岩石と鉱石が明瞭に分かれるが、約100~1,000の範囲では弱い珪化鉄~低品位黒鉄に相当する。

LINE-B

OBSERVED

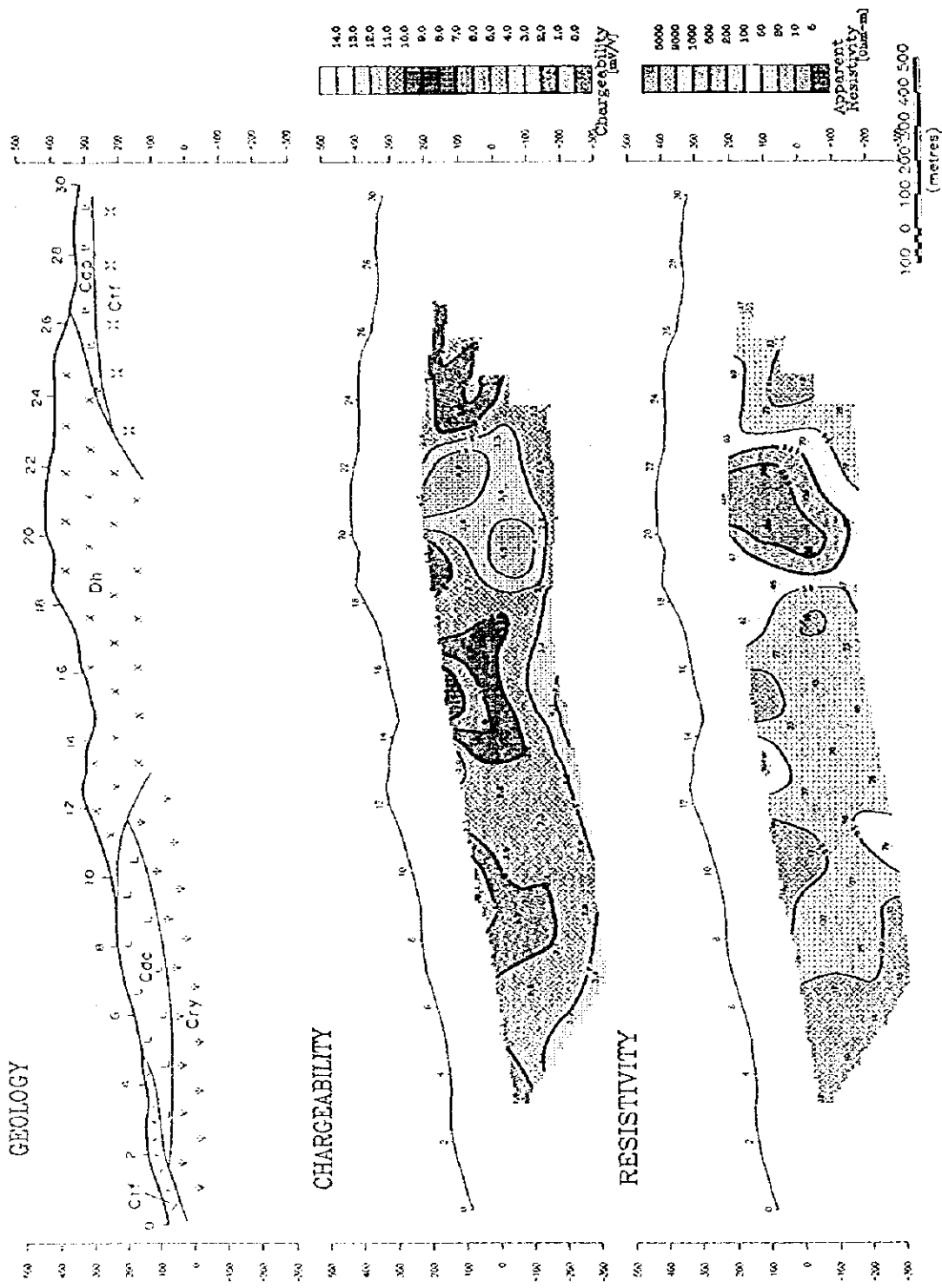


图 II-1-6 I P 法 见 拊 比 抵 抗 · 充 电 率 断 面 图 (B 测 线)

LINE-C OBSERVED

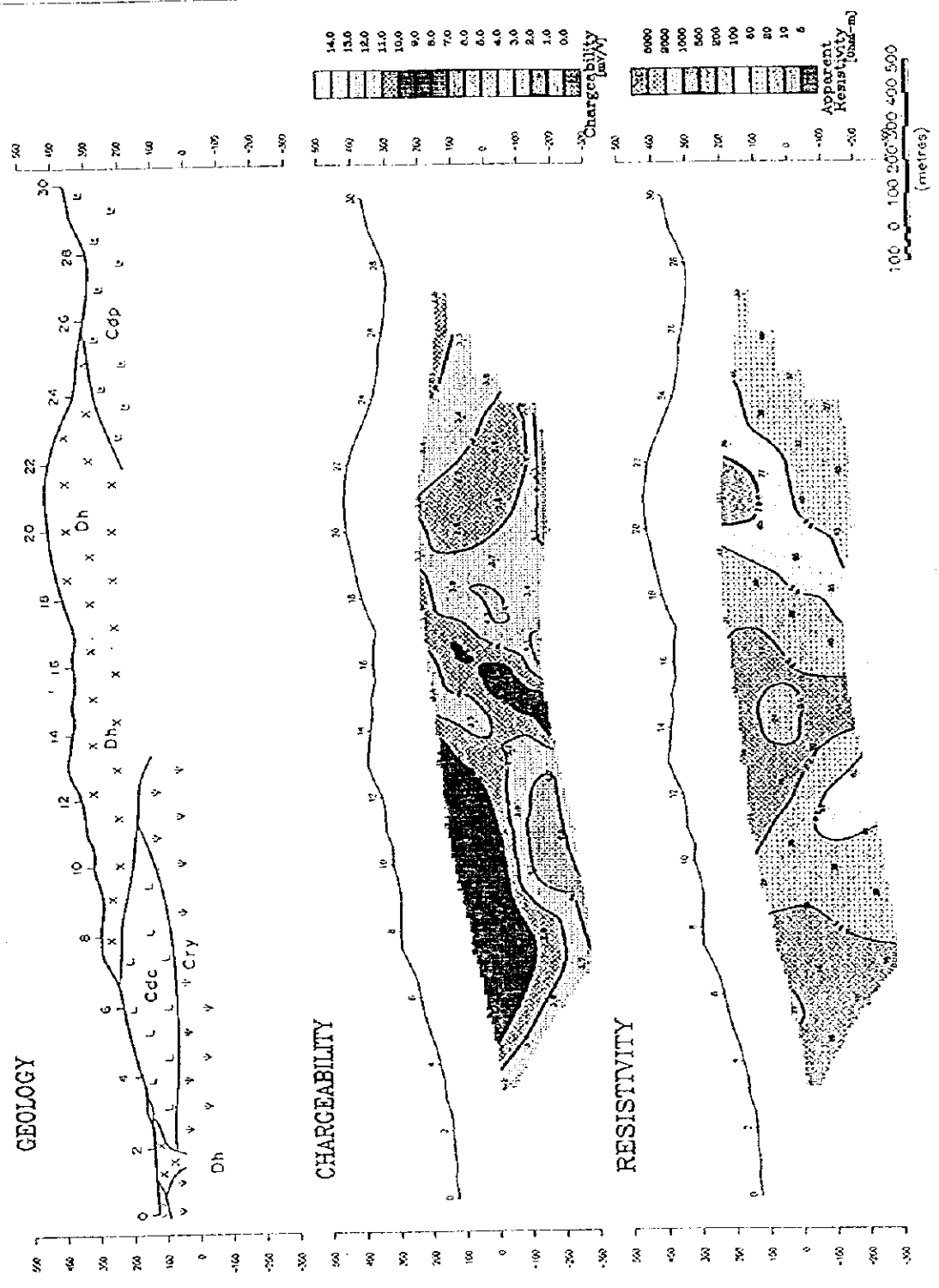


図 11-7 I P 法見掛比抵抗・充電率断面図 (C 測線)

LINE--D

OBSERVED

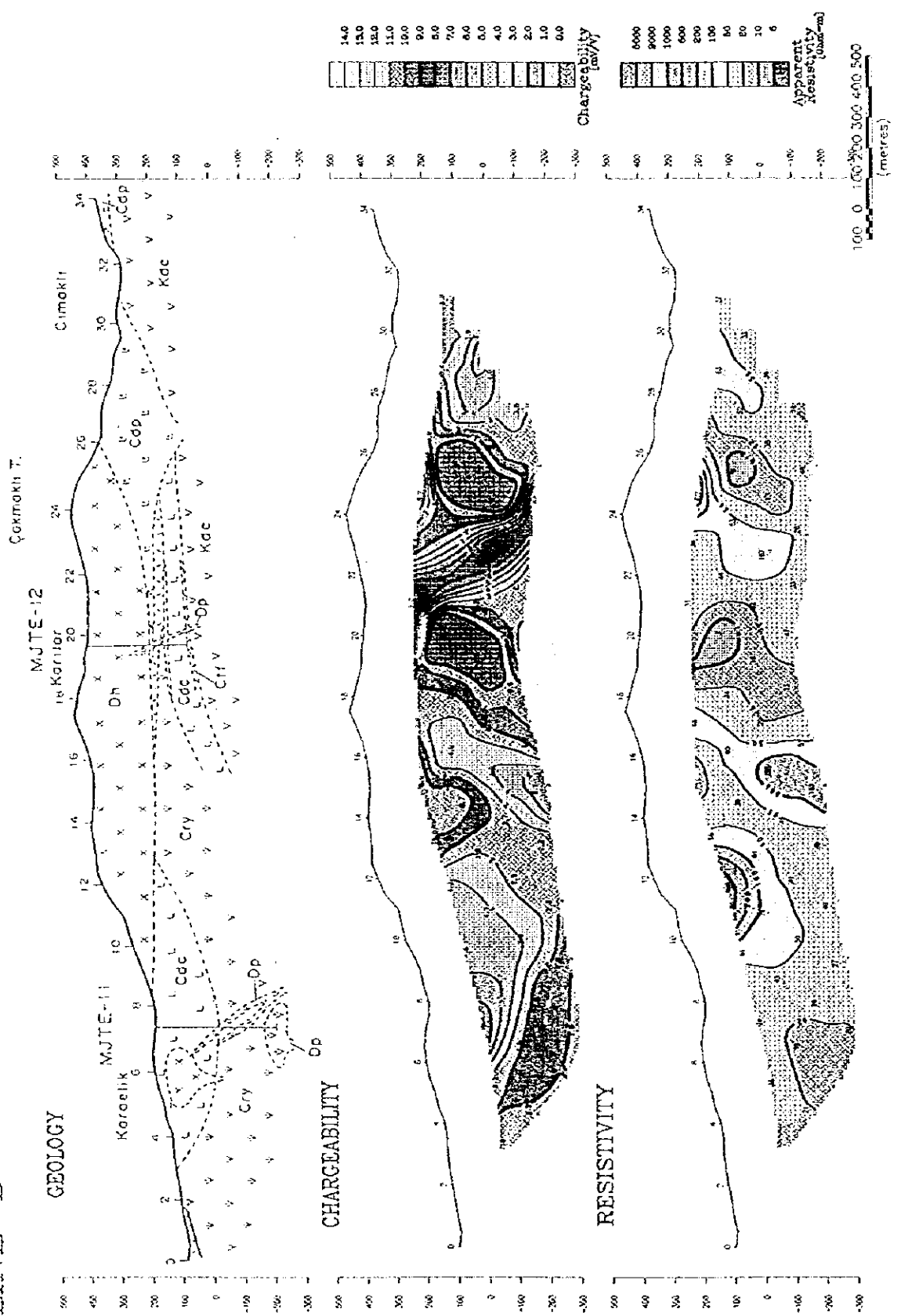


图 II -- 1 -- 8 I P 法 凡 拊 比 抵 抗 · 充 电 率 断 面 图 (D 测 线)

LINE-F

OBSERVED

Topukiu T.

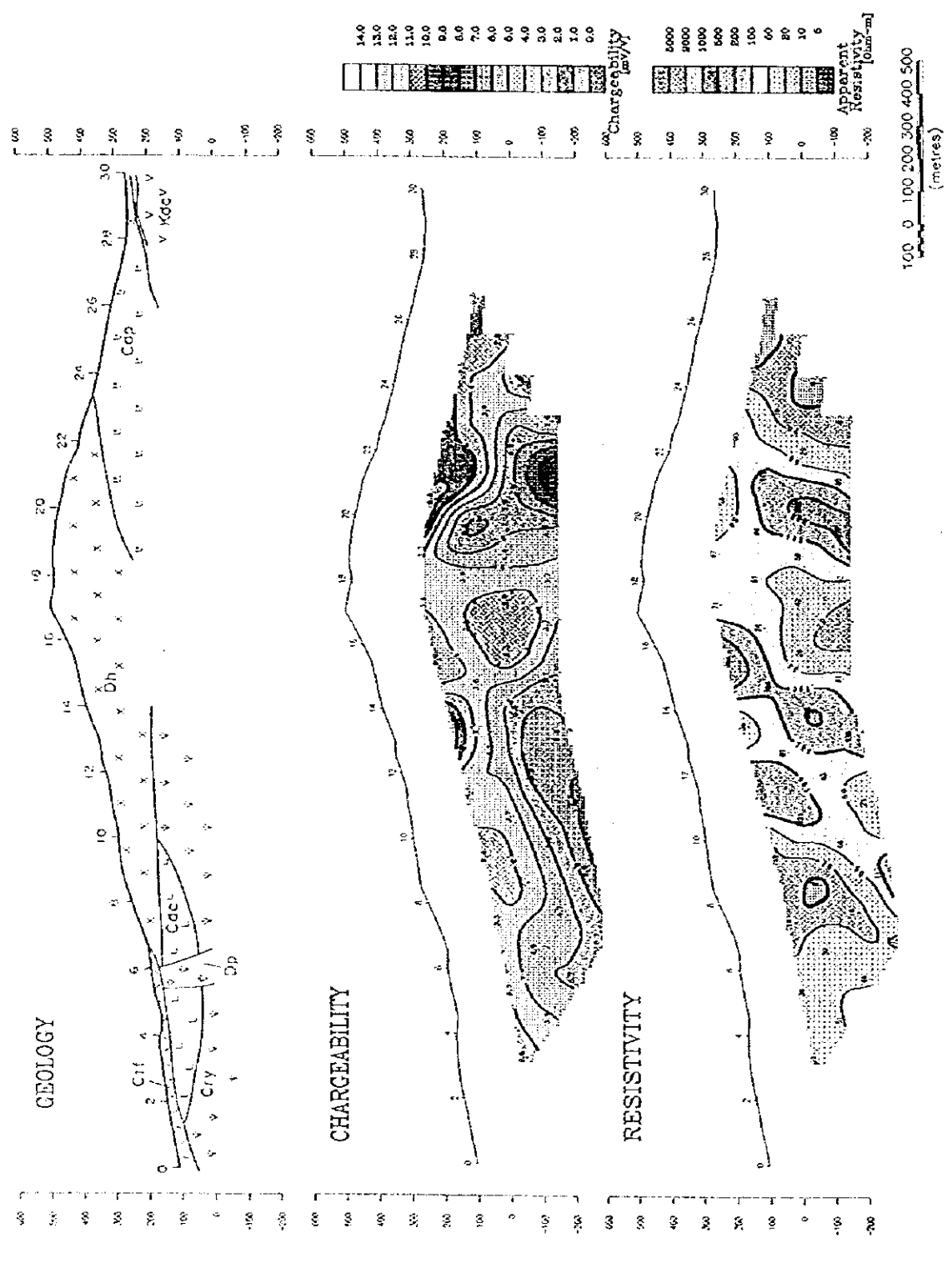


图 II-1-10 I P 見掛比抵抗・充電率断面图 (F 測線)

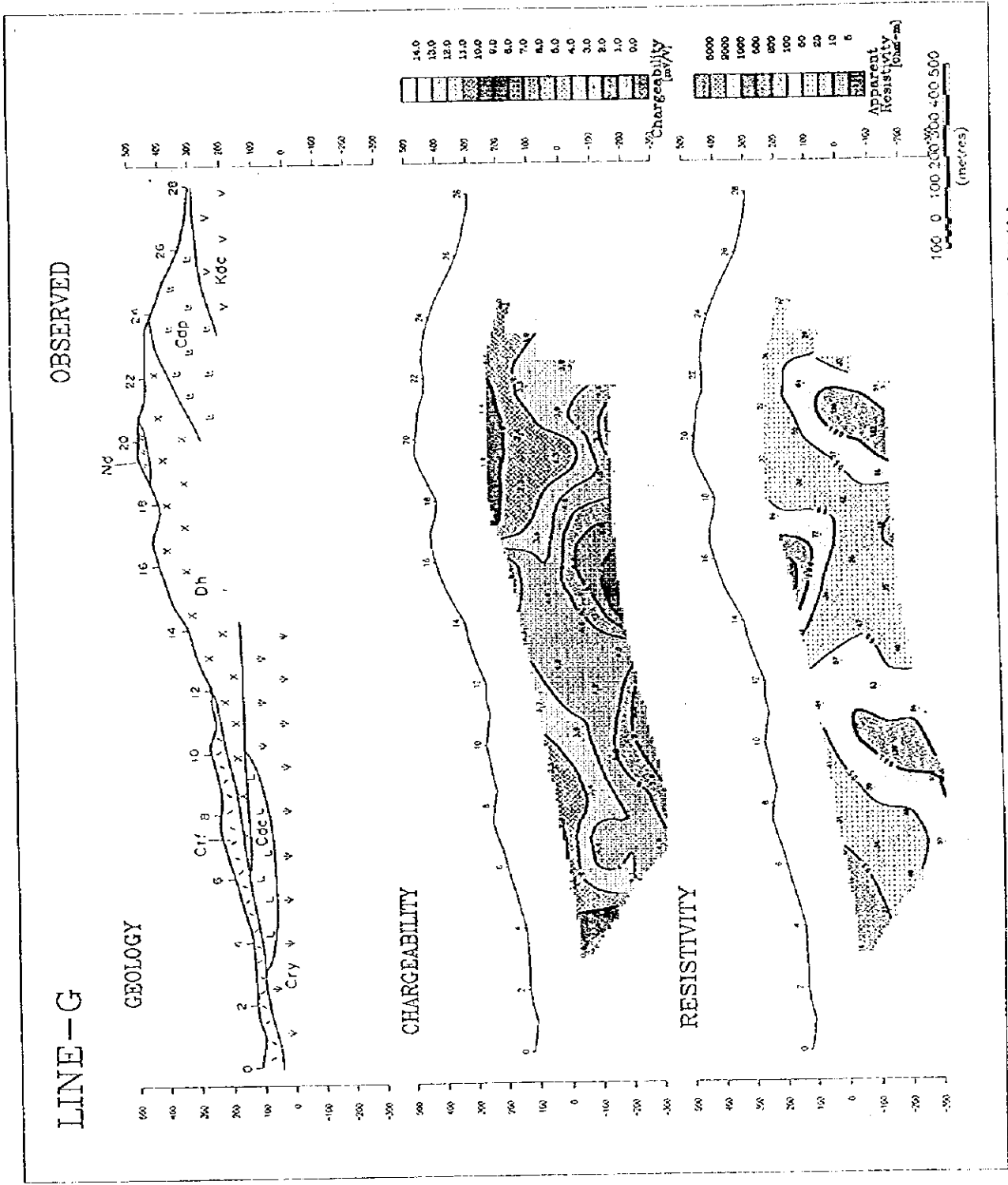


图 II-1-1-1 I P 法 见 拈 比 抵 抗 · 充 电 率 断 面 图 (G 测 线)

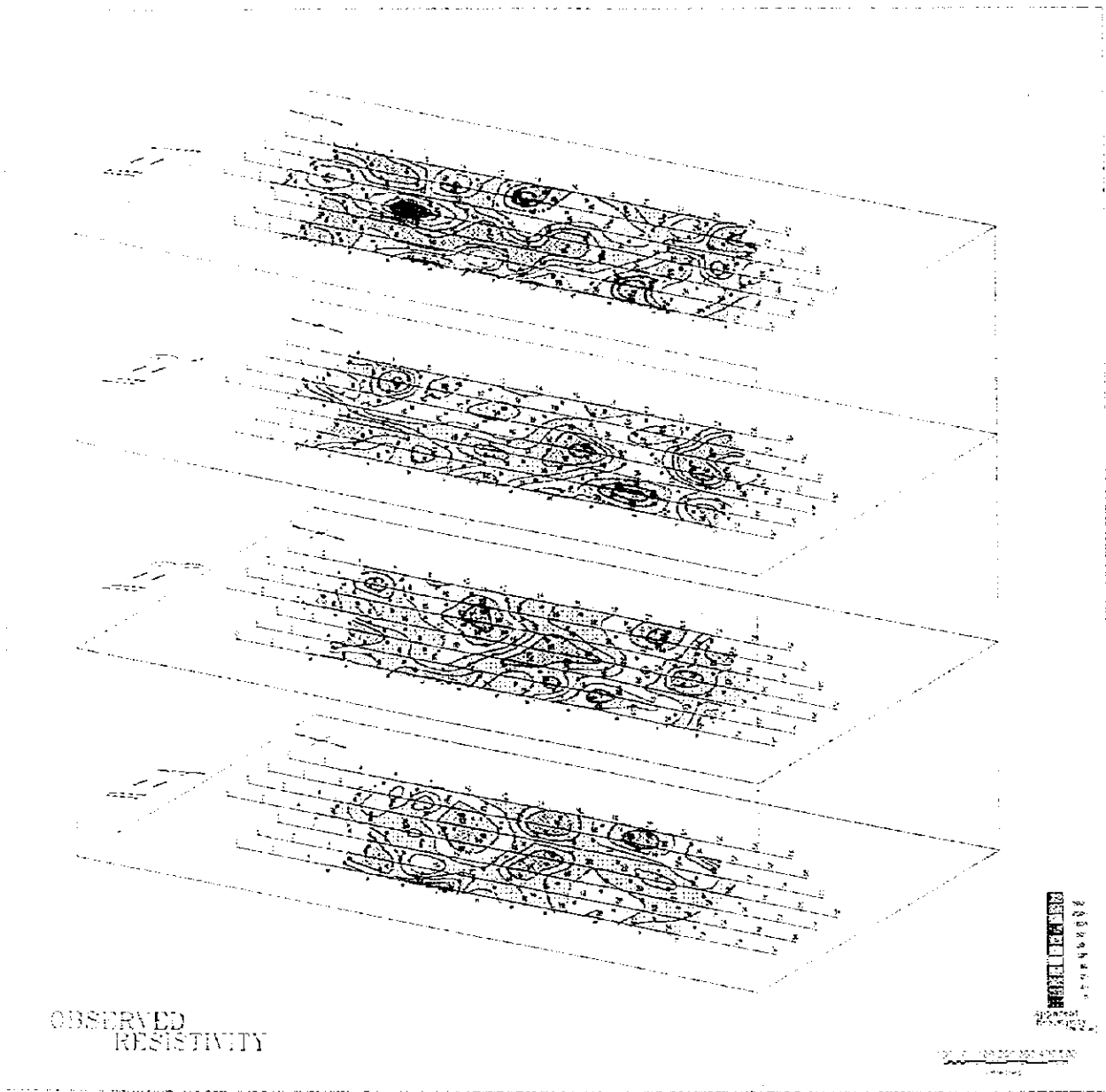


圖 H-1-12 IP 法見掛比抵抗平面圖

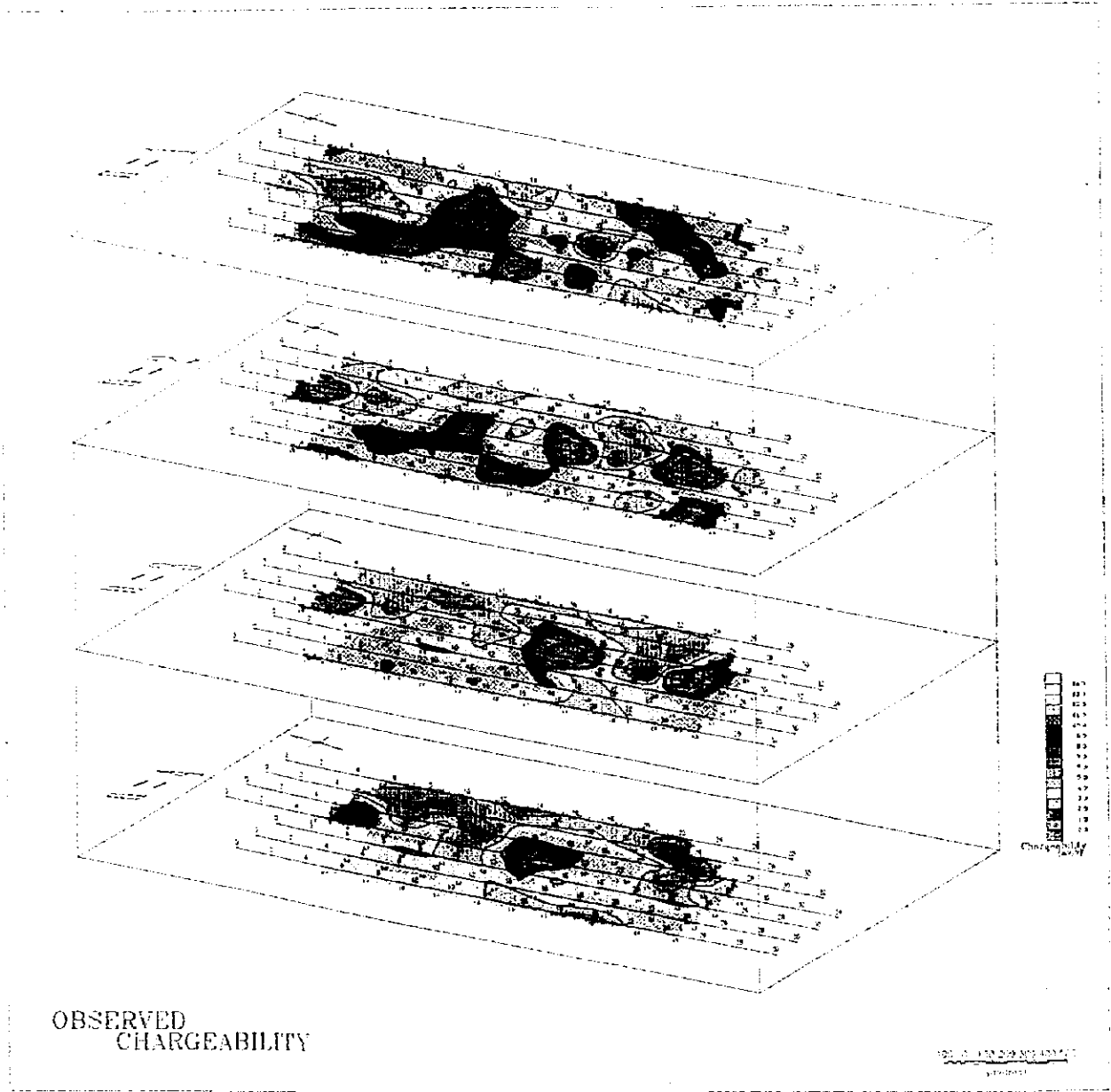


图 II - 1 - 13 IP法充電率平面图

表Ⅱ-1-5 室内試驗結果一覽表

M12:820~1,050msec

Drilling No.	Geology	DEPTH(m)	RHO(g/cm ³)	M4	M5	M6	M7	M8	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	MF
TE-8	Dh	90.0	164.8	13.51	11.92	10.63	8.84	7.75	6.77	5.47	4.93	4.22	4.58	4.22	3.57	2.8
	K2	148.9	60.1	27.41	25.24	23.21	20.99	18.75	16.51	14.41	12.40	8.88	8.88	8.88	7.40	17.6
	Dp	190.0	159.7	29.03	24.57	20.98	17.44	14.43	11.82	9.60	7.72	4.91	6.17	4.91	3.90	3.9
TE-10	K2	220.0	75.5	35.34	31.91	28.81	25.56	22.40	19.31	16.45	13.78	9.37	11.44	9.37	7.60	15.2
	Dp	85.6	56.5	17.52	15.67	14.22	12.85	11.50	10.17	8.90	7.68	6.55	6.55	5.50	4.58	11.6
	Kdc	108.5	34.0	11.51	9.22	7.48	6.00	4.81	3.92	3.31	2.90	2.68	2.68	2.55	2.47	7.9
TE-11	K2	136.0	80.7	24.60	21.67	19.37	16.99	14.54	12.42	10.40	8.63	7.11	7.11	5.89	4.76	8.8
	Kdc	195.5	190.6	13.39	11.20	9.50	7.98	6.70	5.64	4.80	4.10	3.55	3.55	3.08	2.69	1.9
	Kdc	218.5	171.1	6.02	4.73	3.82	3.07	2.53	2.16	1.95	1.84	1.78	1.78	1.78	1.78	1.0
TE-12	Kt1	245.0	104.1	13.70	10.13	7.46	5.24	3.48	2.17	1.27	0.70	0.39	0.39	0.28	0.34	0.4
	Cdc	40.0	28.3	61.25	57.42	52.65	46.71	40.27	33.61	27.15	20.99	15.47	15.47	10.76	6.93	54.7
	Cdc	105.0	85.2	8.75	5.30	3.25	2.08	1.61	1.64	1.97	2.42	2.88	2.88	3.23	3.44	3.4
TE-12	Cdc	171.0	57.8	24.58	24.19	22.67	20.22	17.31	14.11	10.98	7.96	5.31	5.31	3.07	1.31	9.2
	Dp	202.9	25.0	47.67	45.06	41.39	36.70	31.60	26.23	21.03	16.08	11.66	11.66	7.89	4.87	46.6
	Cry	247.0	23.4	99.92	93.11	85.84	77.27	68.31	58.89	49.64	40.65	32.40	32.40	25.00	18.76	138.5
TE-12	Cry	328.0	24.3	58.04	54.66	50.95	46.36	41.35	35.95	30.55	25.29	20.37	20.37	15.88	11.97	94.0
	Dp	381.5	24.0	24.46	21.10	18.74	16.71	14.94	13.34	11.91	10.64	9.50	8.44	8.44	7.48	39.5
	Dh	34.7	29.8	82.83	66.50	57.53	48.45	41.17	35.07	29.89	25.59	21.80	21.80	18.50	15.68	73.1
ORE	Dh	61.0	151.7	5.51	5.82	5.36	4.89	4.32	3.66	2.88	2.28	1.82	1.82	1.01	0.49	1.1
	Dh	175.0	18.0	32.91	26.52	21.52	17.27	14.04	11.83	10.32	9.29	8.84	8.84	8.01	7.58	48.0
	Ctf	237.5	24.9	43.82	34.38	27.88	22.55	18.46	15.26	12.82	10.85	9.20	9.20	7.80	6.61	37.0
ORE	Cdc	286.0	9.0	11.37	10.99	10.78	10.53	10.12	9.85	9.35	8.90	8.38	8.38	7.82	7.29	93.3
	Kdc	350.0	302.7	5.48	5.14	4.34	4.24	3.93	3.44	2.89	2.28	1.72	1.72	1.21	0.76	0.6
	Py	159.5	418.32	394.19	348.05	310.39	271.99	234.33	199.34	166.81	137.83	112.20	112.20	90.34	86.4	86.4
(Kanilar)			114.7	406.55	376.89	343.17	305.87	268.66	231.98	197.81	165.97	137.82	137.82	112.56	91.18	120.0
			99.0	405.60	372.46	338.81	302.21	266.14	230.91	198.19	167.66	140.30	140.30	115.87	94.86	141.7
			37.4	772.28	747.56	719.09	683.65	644.46	601.34	556.99	510.77	484.80	484.80	418.69	374.11	1241.7
ORE			20.2	885.56	865.47	840.86	808.53	770.90	726.77	679.89	629.85	578.56	578.56	525.89	474.87	2862.9
			57.9	733.76	706.40	675.43	637.99	597.69	554.87	512.23	469.52	428.74	428.74	389.53	353.00	740.2

MF : M12/Rho*100

Dp: Porphyritic Dacite
Dh: Hematite Dacite

Kdc: Dacite Lava
K2: Dacitic Pyroclastics
Kt1: Dacite tuff breccia

Cdc: Porphyritic dacite lava
Ctf: Dacitic Pyroclastics
Cry: Rhyolite

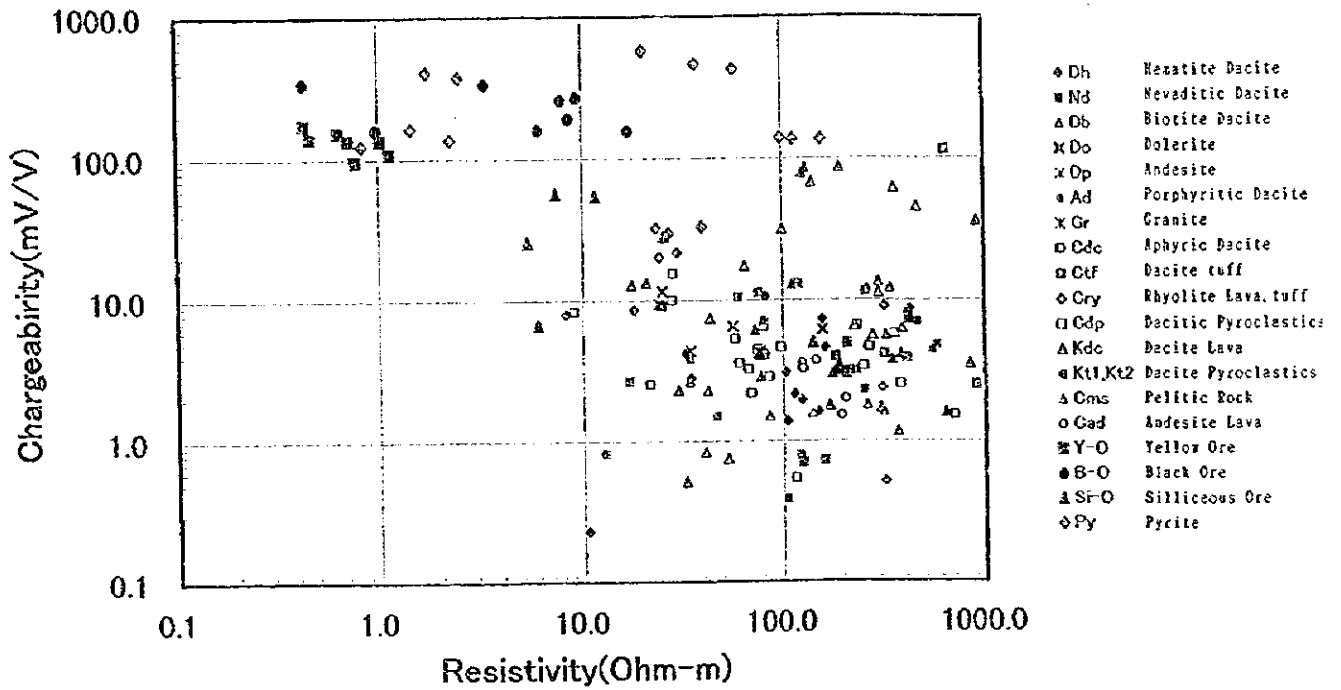


図 II - 1 - 1 4 岩石及び鉱石の比抵抗と充電率の関係

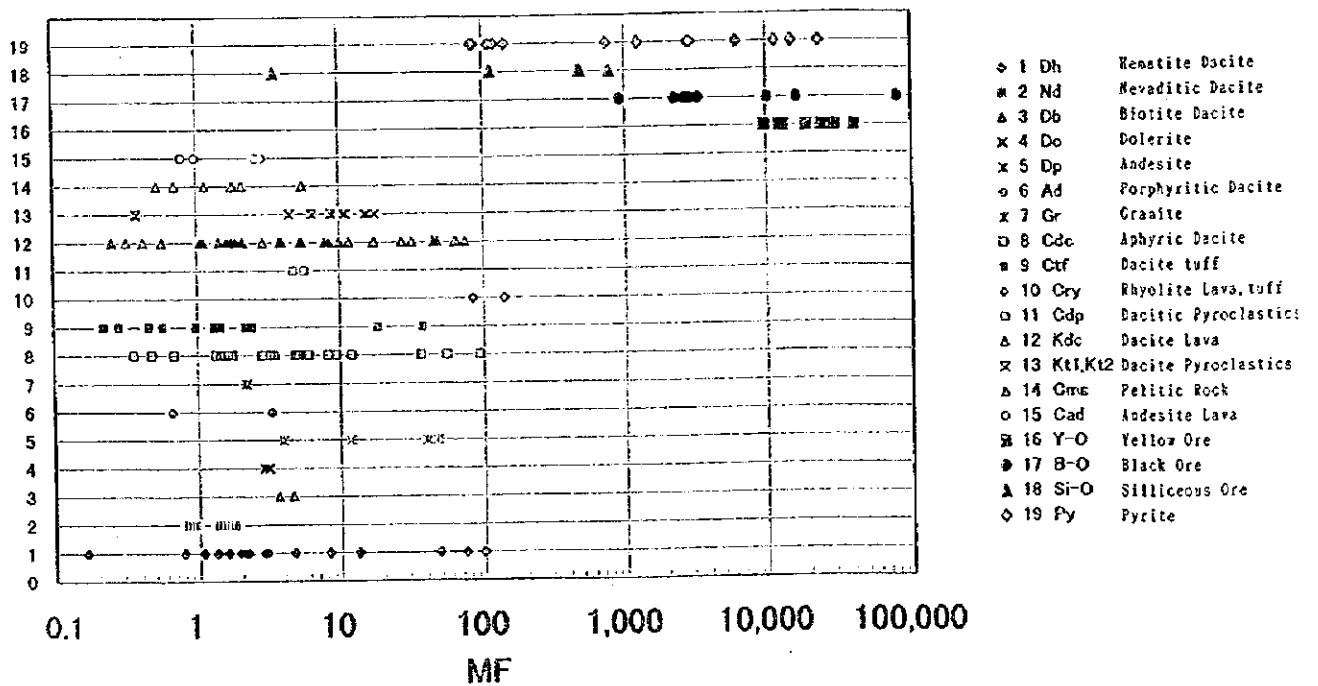


図 II - 1 - 1 5 岩石及び鉱石のMF

1-1-3 解析結果

Inversion解析結果による比抵抗断面図，充電率断面図，比抵抗平面図，充電率平面図，MF (Metal Factor) 断面図及びMF平面図を図II-1-16～21に示す。

解析結果の比抵抗分布は，概ね高比抵抗帯（約 $100\Omega \cdot m$ 以上）及び低比抵抗帯（約 $50\Omega \cdot m$ 以下）にほぼ2分される。

解析結果によれば，ヘマタイトデイスait分布域は， $20\sim 1,700\Omega \cdot m$ と大きく変化する。この分布域で約 $300\Omega \cdot m$ 以上の比抵抗域は硬質・緻密な部分と推定される。また，約 $50\Omega \cdot m$ 以下を示す部分は，地表で観察されるような主に粘土化変質によるものと考えられる。

約 $10\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗帯では地表の強い粘土化帯と一致した。この低比抵抗域は，強い鉱化変質によるものと，粘土鉱物を多量に含む凝灰岩との2種類がある。

2次元解析断面図（比抵抗） 図II-1-16

A測線

No. 8～26付近のヘマタイトデイスaitは $100\Omega \cdot m$ 以上で，その層厚は最大 $300m$ 程に達すると推定される。

No. 0～7及びNo. 14は $10\Omega \cdot m$ 以下でÇağlayan層のデイスait質凝灰岩類の分布域に良く対応し，粘土鉱物を多く伴う岩相を反映したものと考えられる。

B測線

全体に表層付近のヘマタイトデイスaitは，粘土化し低比抵抗を示していると考えられるが，No. 18～24では表層から深部まで高比抵抗帯が連続することから，硬質なヘマタイトデイスaitの岩体が推定される。

No. 8～No. 18の浅部～比較的深部は約 $20\Omega \cdot m$ 以下でÇağlayan層の無斑晶デイスait，デイスait質凝灰岩及び流紋岩の分布域に対応し，岩相による比抵抗差は殆ど無い。

C測線

全体に $8\sim 30\Omega \cdot m$ の低比抵抗域が大部分を占めることから，粘土化を強く反映していると考えられる。

No. 22～24の高比抵抗帯は比較的浅部であり，ヘマタイトデイスaitの分布域に対応する。

D測線

No. 10～14, 及びNo. 26～28の表層付近は，高比抵抗域を示しヘマタイトデイスait分布域に対応する。この高比抵抗域の層厚は最大 $250m$ 程と推定される。

約 $10\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗域はNo. 8, No. 14, No. 17及びNo. 28に点在する。この内No. 8, 14, 17は一連の低比抵抗帯（ $30\Omega \cdot m$ 以下）に属すると考えられるが，No. 8の比較的深部（Kar aerik鉱床付近）の低比抵抗の要因は，鉱化作用か粘土鉱物によるものか不明である。

No. 14, 17のKartlar鉱床付近の低比抵抗の要因は，ヘマタイトデイスaitの弱い鉱化変

質が考えられる。

No. 19～20のKarilar鉱床付近は $100\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗域と約 $20\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗の境界付近にある。

No. 28の低比抵抗と高比抵抗の境界付近は、Kizilkaya層上部のデイサイト溶岩の鉱化変質帯を反映していると考えられる。

E 測線

No. 18～20の高比抵抗帯は表層から北側の深部に連続し、D及びF測線のNo. 10～16付近深部の高比抵抗帯と一連のものと考えられる。

No. 4～6のKaraerik鉱床付近は、 $100\Omega \cdot m$ 以上の比較的高い比抵抗層上に独立して存在する低比抵抗域($20\Omega \cdot m$ 程)として解析された。

No. 20～22のKarilar鉱床の東側延長上は、 $20\Omega \cdot m$ 程の低比抵抗域と $100\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗域の境界付近である。

F 測線

ヘマタイトデイサイトに対応する高比抵抗帯は、E測線とほぼ同様であると考えられる。さらに、No. 24深部に $1,000\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗域が推定されるが、地質的には不明である。

No. 4～6及びNo. 10～12の地表付近の低比抵抗分布($20\Omega \cdot m$ 以下)は、E測線のKaraerik鉱床付近と同様である。

G 測線

高比抵抗帯はF測線とほぼ同様であり、解析比抵抗に特徴が認められない。

2次元解析断面図(充電率) 図II-1-17

解析結果の充電率の最大値はD測線にみられる $17mV/V$ である。

A 測線

No. 12～14及びNo. 24～26の地表付近で充電率が最大($7mV/V$)である。ヘマタイトデイサイトの高比抵抗部で高充電率になる部分もある。

B 測線

浅部は $2mV/V$ 以下に解析された。

No. 20の深度約 $100m$ 以深では、比較的広く弱い充電率異常帯が推定され、その値は最大 $12mV/V$ 程である。この部分は解析結果の高比抵抗岩体と対応することから、ヘマタイトデイサイトの反映が考えられる。

C 測線

No. 10深部が最大 $12mV/V$ 程の充電率である。高比抵抗なヘマタイトデイサイトと同様の岩体を反映していると考えられる。

D 測線

No. 19のKarilar鉱床付近が、比較的深部へ延びる明瞭な充電率異常を示す。充電率は最

大17mV/V程に解析された。また、No. 6 地表付近にも小規模な弱い充電率異常が認められる。

全体に高比抵抗部で高充電率の傾向にあるが、No. 8及びNo. 19下では、弱いが鉱化部の特徴である低比抵抗・高充電率を反映しているものと考えられる。深度は約200m程である。

E 測線

No. 6のKaraerik鉱床付近及びNo. 19のKarılar鉱床付近が、最大充電率(13mV/V程)を示す。No. 6付近は、ほぼレンズ状の異常を示し、No. 19付近は比較的深部へ充電率の異常域が延びる。

全体に高比抵抗部で高充電率になる傾向であるが、No. 4~6のKaraerik鉱床付近では鉱化帯特有の低比抵抗・高充電率になると考えられる。

F 測線

全体に高比抵抗部で高充電率な岩相を反映していると考えられる。

G 測線

F 測線同様に高比抵抗部で高充電率な岩相を反映していると考えられる。

2次元解析平面図(見掛比抵抗) 図II-1-18

ヘマタイトデイスサイトの分布域での地表付近の解析比抵抗は、10~1,000 $\Omega \cdot m$ と大きく変化する。比抵抗の変化は、主に岩相と粘土化変質に起因するものと考えられる。硬質・緻密なヘマタイトデイスサイトは300 $\Omega \cdot m$ 以上と考えられる。B 測線のNo. 20及びF 測線のNo. 8~18深部等は、比抵抗分布状態から硬質・緻密な岩体が推定される。

ヘマタイトデイスサイト以外の岩石の比抵抗については、全体に粘土化を反映した低比抵抗層と推定される。

Karaerik及びKarılar鉱床と比抵抗の関係では、両鉱床共高比抵抗と低比抵抗との境界付近に存在する。

深度約100m以深の低比抵抗分布から、Karaerik及びKarılar鉱床直下には、ほぼ東西系の低比抵抗帯が存在するものと考えられる。

2次元解析平面図(充電率) 図II-1-19

Karaerik及びKarılar鉱床と、地表付近の充電率との関係では、両鉱床共弱い明瞭な充電率異常域に対応する。

充電率異常域は、Karaerik鉱床では浅部に限られるが、Karılar鉱床は比較的深部まで続くものと考えられる。

鉱床付近以外の充電率異常帯では、高比抵抗帯と一致する傾向が強く、貫入岩類などの岩相を反映していると考えられる。

2次元解析断面図(MF) 図II-1-20

測線端は実測されていない領域であるため、解析結果から除外して以下に述べる。

全断面図のMetal Factor (MF) を概観するとMF値は非常に低い値である。

MF分布で特徴的なものは、D測線No. 8の深度約200m付近で傾斜板状、No. 20付近が垂直板状、No. 24~26深度約300m付近で傾斜板状、E測線No. 5及びF測線No. 27浅部でレンズ状の弱いMF分布である。

深部を対象にした電極間隔により、見掛上MF値は全体に低くなるため、MF分布の特徴的なものを以下のとおり抽出した。

D測線

No. 8~10：傾斜板状、深度約100~250mでMFが65。C測線No. 10深度約200m方向へ延びる。

No. 20：垂直板状、地表~深部でMFが76。深部で強く広がる。

No. 24~26：傾斜板状、深度約300mでMF 26。

E測線

No. 4~6：レンズ状、深度約100mでMFが100。

F測線

No. 27：レンズ状、深度約80mでMFが196。

2次元解析平面図(MF) 図II-1-21

MFの分布状況と、Karaerik及Karilar鉱床との関係は、鉱床周辺の浅部でMF値が広く僅かに高くなる傾向を示している。

鉱床以外の深部においては明瞭な異常は認められない。

Karaerik鉱床の弱いMF域は、深部で不明になる。Karilar鉱床の弱いMF域は、深度約50m以深で明瞭になり比較的深部まで続く。

F測線の南端のNo. 27付近は深度50~200m程まで、弱いが比較的明瞭なMF分布を示している。この弱い異常は、Kızılkaya層のデイサイト溶岩上部~Çağlayan層の無斑晶デイサイト付近の弱い鉱化帯を反映したものと推定される。

電極間隔100mによる測定

電極間隔200mで抽出されたIP異常分布の特徴をより明確にするため、D及びE測線上のKaraerik鉱床付近及びKarilar鉱床付近で、電極間隔100mによる測定を行った。

測定結果及び解析結果をまとめて図II-1-22(D測線)及び図II-1-23(E測線)に示した。

電極間隔100mの測定により、IP異常の特徴がより明瞭になった。すなわち、Karaerik、Karilar鉱床とも明瞭なIP異常を示すものの、充電率の値は最大30mV/V程度であることが判明した。また、MF分布の特徴から鉱床分布形態は、Karaerik鉱床がレンズ状鉱体、Karilar鉱床が脈状鉱体を示唆するような解析結果である。

解析結果をまとめて表II-1-6に示す。

表 II - 1 - 6 I P 調査結果総括表

測線名	位置	解析結果
A 測線	No. 8~16 No. 2~8, 14	<p>鉍化を示唆する明瞭な異常は認められない。</p> <p>浅部：主に硬質・緻密なハタイト付付。</p> <p>浅部～深部：粘土鉍物を含む凝灰岩。</p> <p>MF：最大40。</p>
B 測線	No. 18~24	<p>鉍化を示唆する明瞭な異常は認められない。</p> <p>ハタイト付付が深部まで続く。</p> <p>MF：最大40。</p>
C 測線		<p>鉍化を示唆する明瞭な異常は認められない。</p> <p>大部分を約30Ω・m以下の低比抵抗帯が占める。</p> <p>MF：最大40。</p>
D 測線	No. 8~12 No. 20~24 No. 6~8, 19	<p>全体に比抵抗が短周期に変化。</p> <p>深部：高比抵抗部で高充電率。</p> <p>浅部：同上 (ハタイト付付)</p> <p>Karaerik, Karilar鉍床付近で弱い充電率異常。</p> <p>MF：No. 8深度150m付近65。</p> <p>No. 20深度50～深部で最大90。</p>
E 測線	No. 4~6 No. 19	<p>Karaerik鉍床付近で低比抵抗・高充電率異常。</p> <p>Karilar鉍床東側延長部で高比抵抗弱い高充電率異常</p> <p>MF：Karaerik鉍床付近深度約50mで最大100。</p>
F 測線	No. 8~18 No. 22~24 No. 27	<p>全体に高比抵抗部で高充電率。</p> <p>浅部から深部に続く100Ω・m以上の高比抵抗帯はE及びG測線と一連のハタイト付付？</p> <p>深部の1,000Ω・m以上の高比抵抗帯の岩相は不明。</p> <p>MF：深度100m以内200。</p> <p>Kızilkaya層上部の弱い鉍化？</p>
G 測線		<p>鉍化を示唆する明瞭な異常は認められない。</p> <p>全体に高比抵抗部で高充電率。</p> <p>MF：最大40。</p>

APPARENT RESISTIVITY [SMOOTH MODEL]

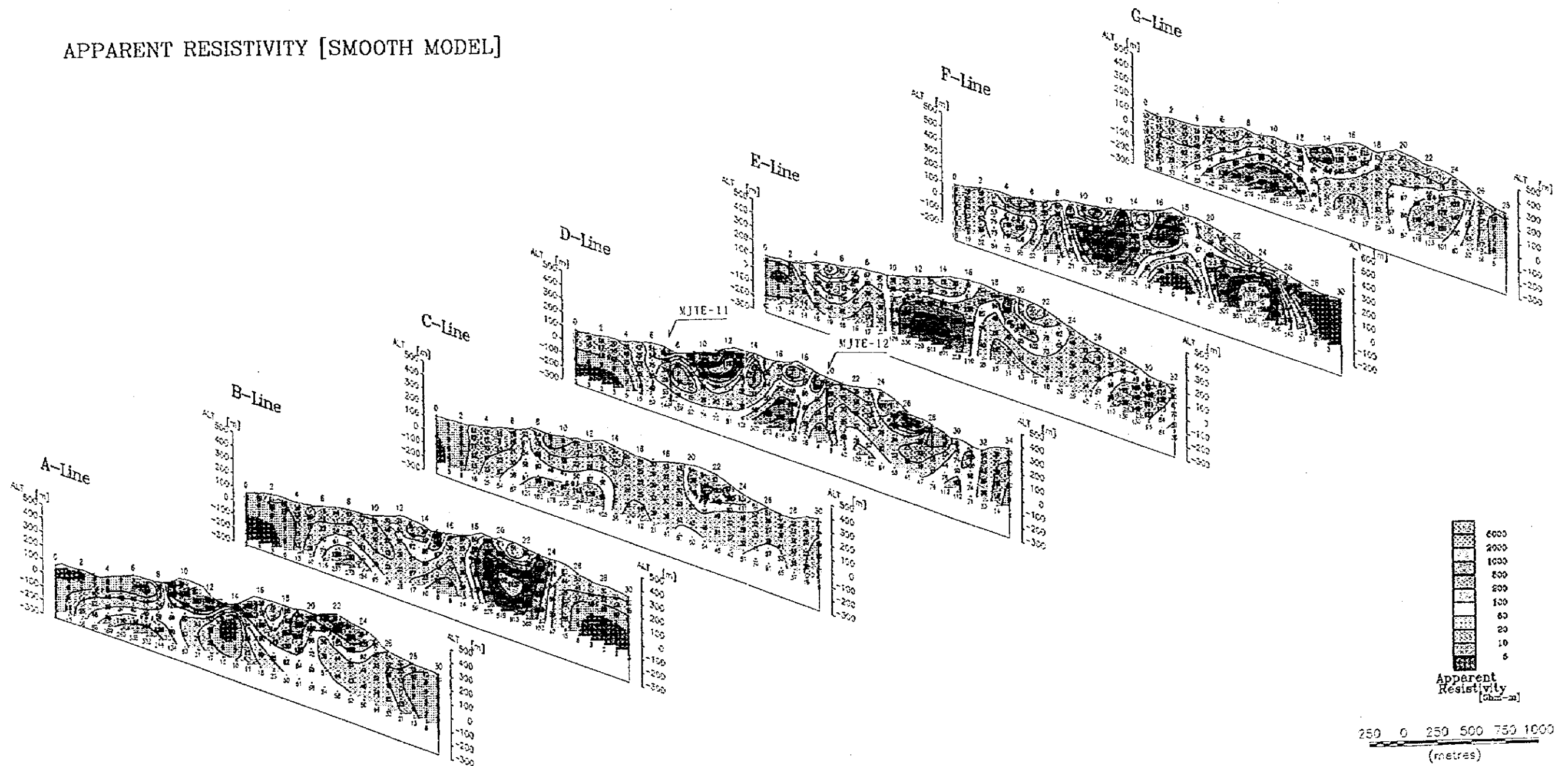


图 II - 1 - 1 6 I P 法 2 次元解析断面图 (见 掛比 抵抗)

CHARGEABILITY [SMOOTH MODEL]

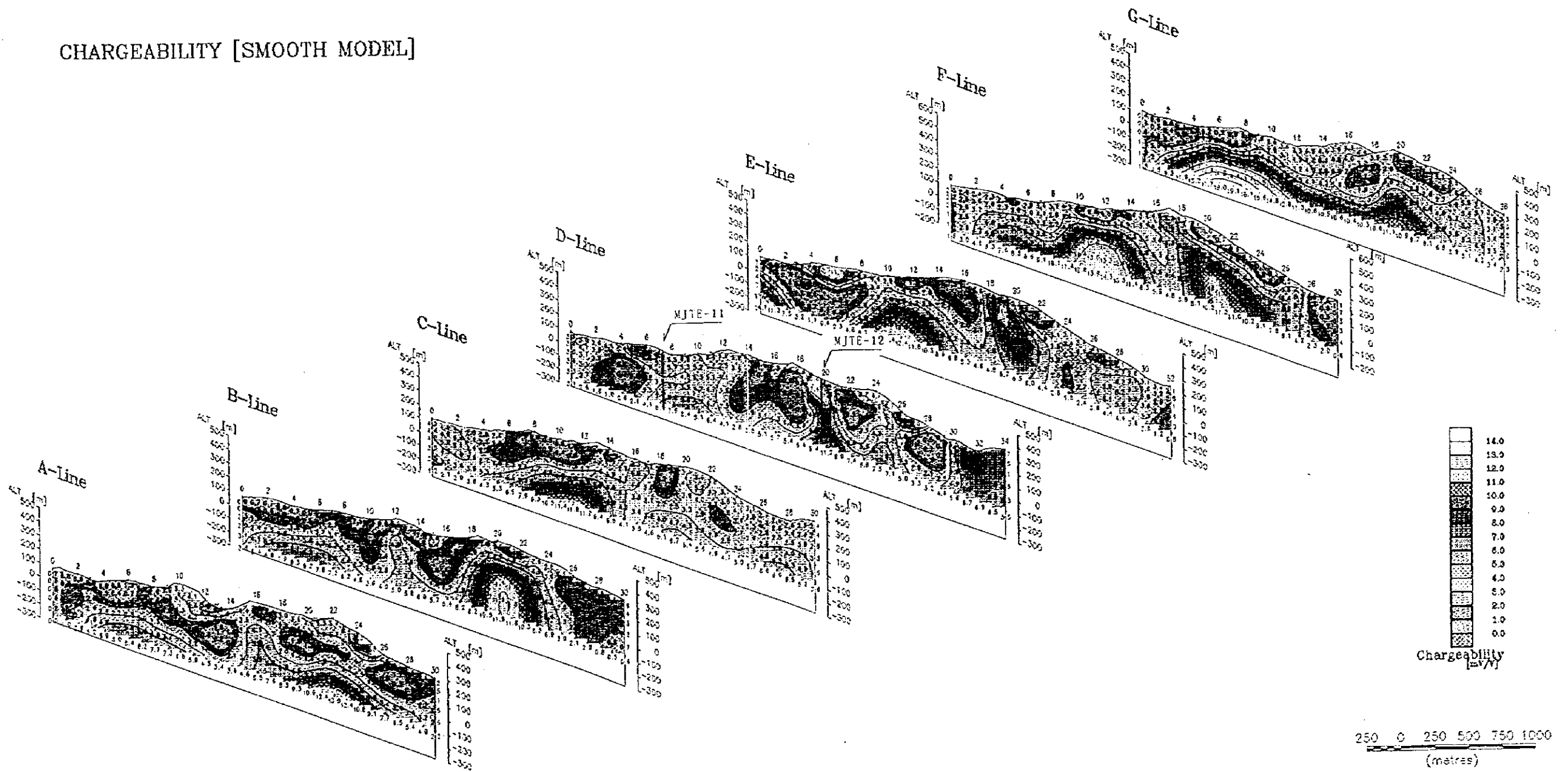


圖 II - 1 - 17 IP法 2次元解析断面圖 (充電率)

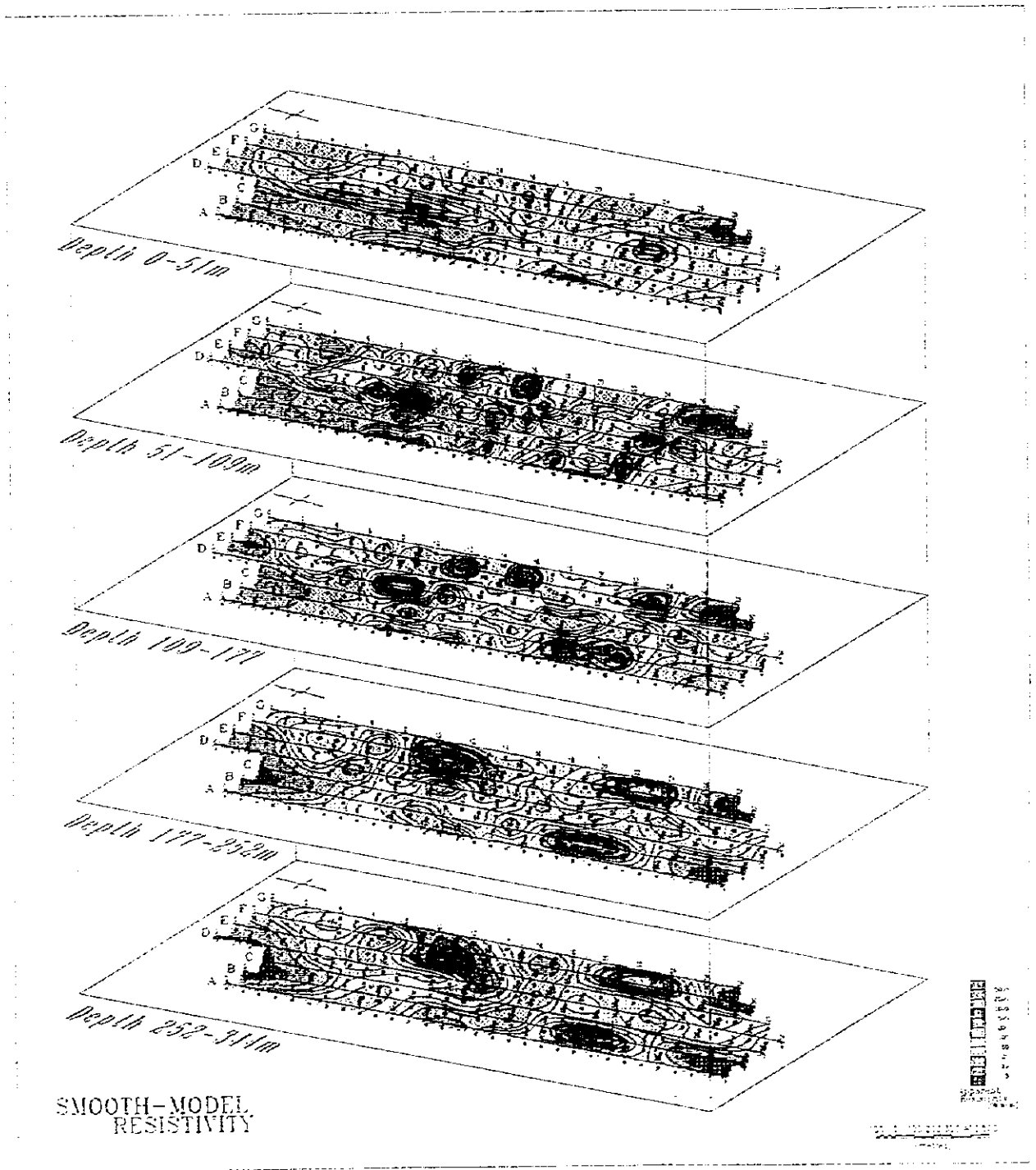


圖 II - 1 - 18 IP法 2次元解析平面圖 (見掛比抵抗)

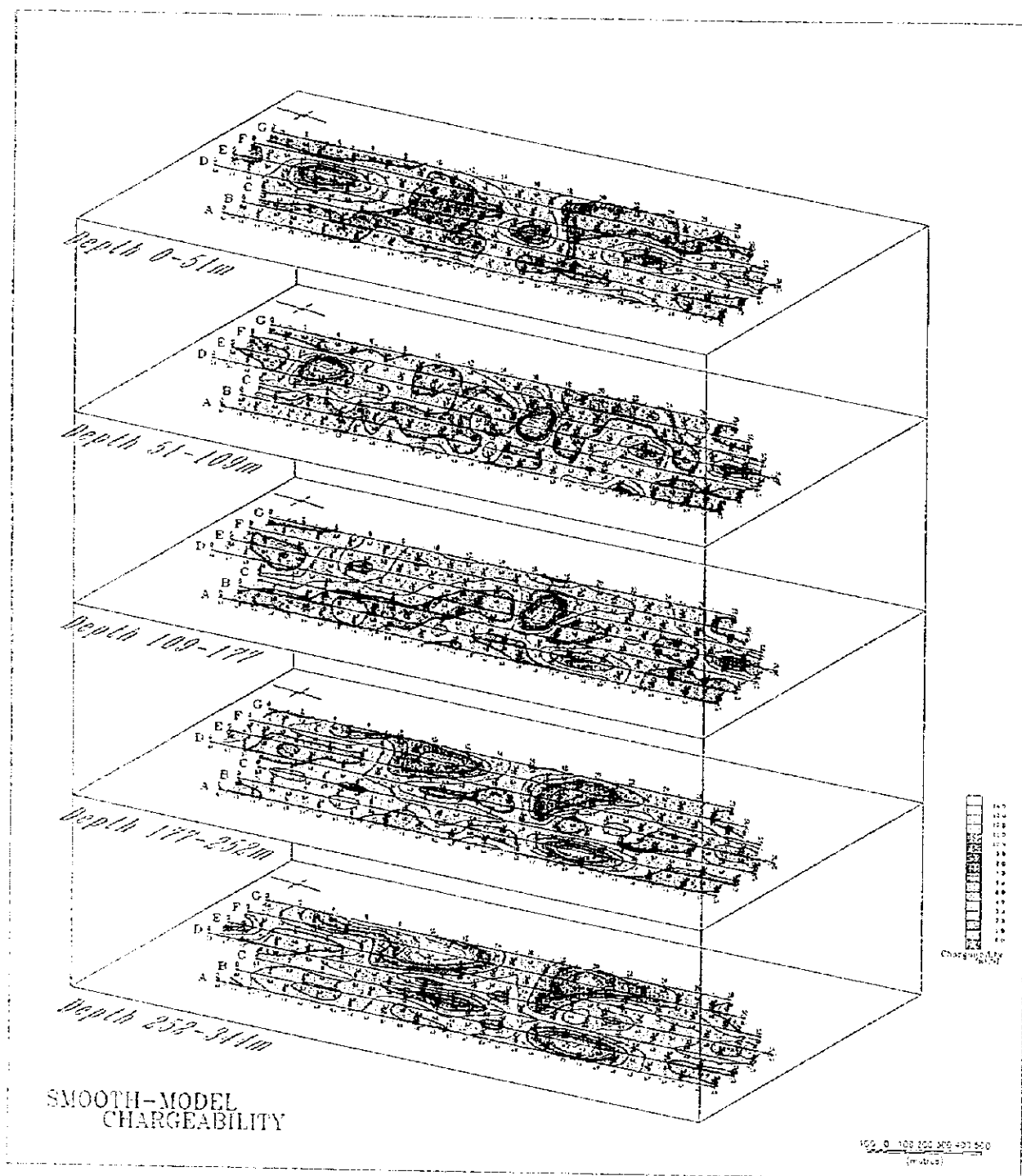


图 II - 1 - 19 IP法 2次元解析平面图 (充电率)

METAL FACTOR

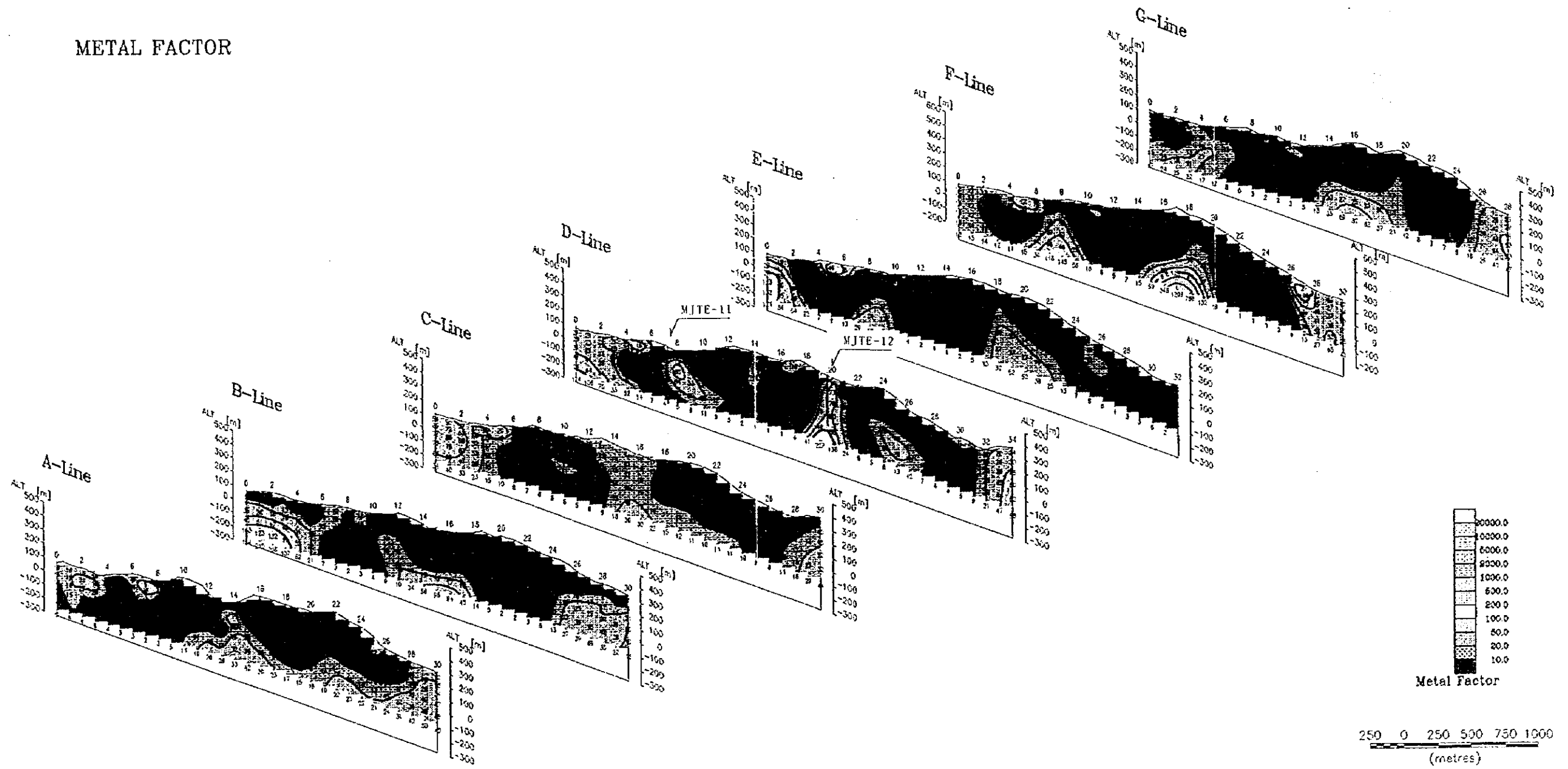


图 II - 1 - 20 IP法 2次元解析断面图 (MF)

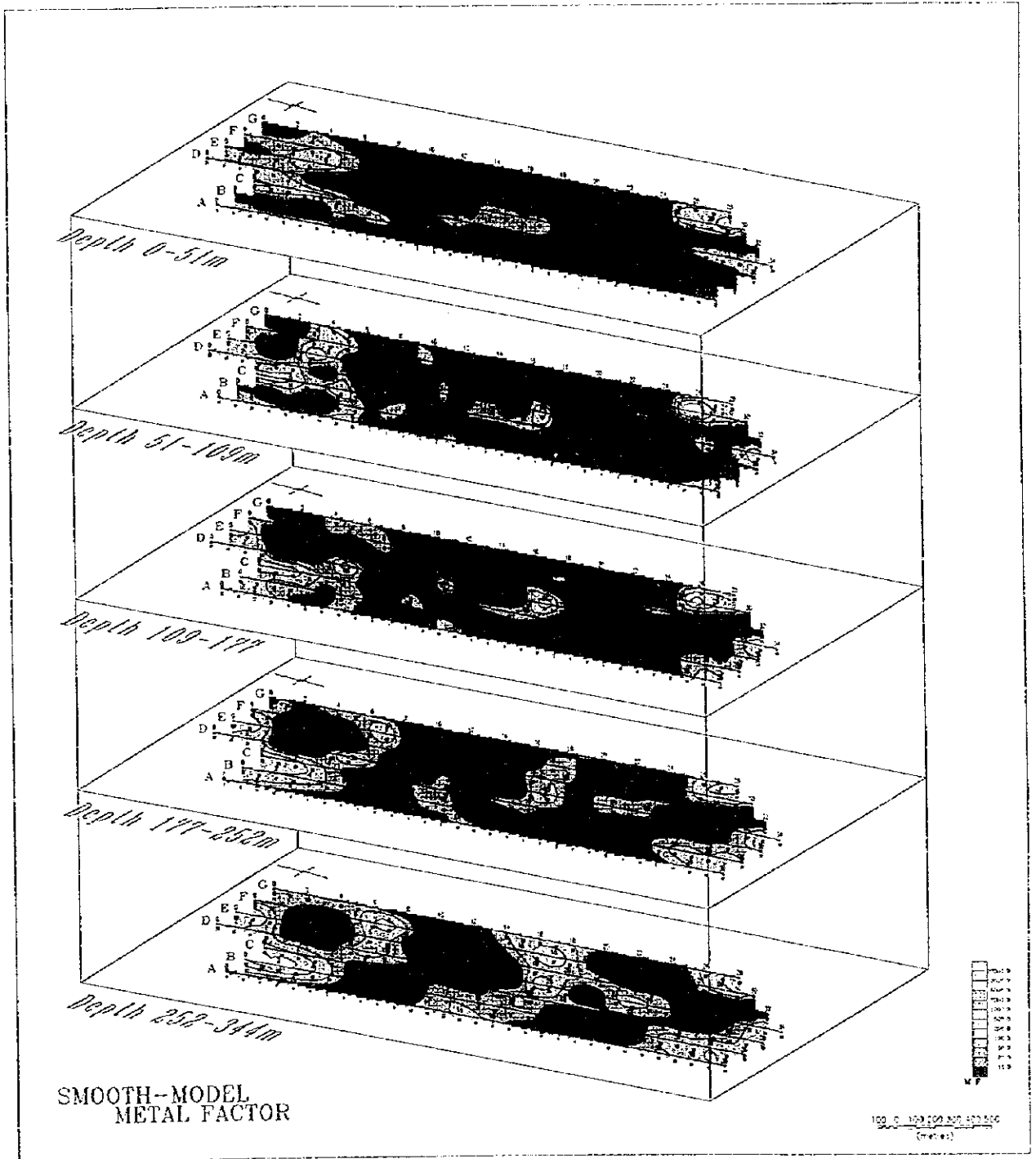
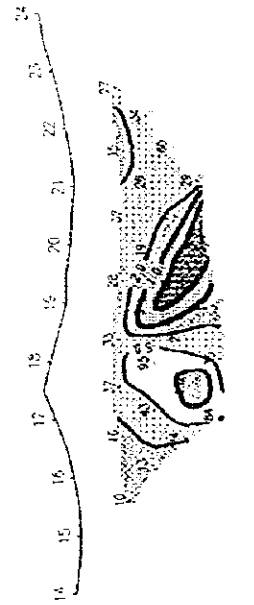
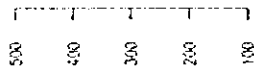


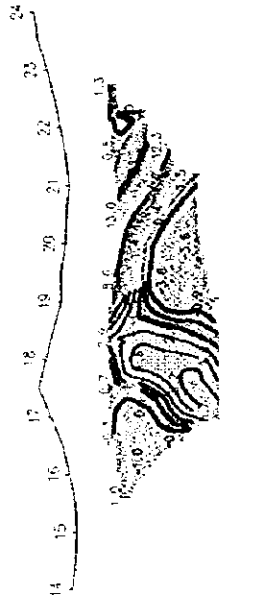
图 II - 1 - 2 1 IP 法 2 次元解析平面图 (MF)

LINE-D

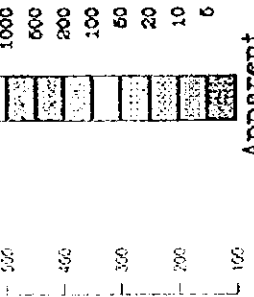
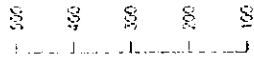
RESISTIVITY



OBSERVED

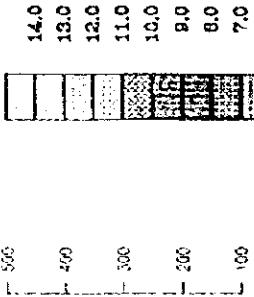
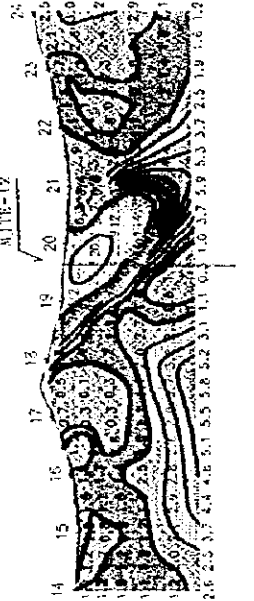
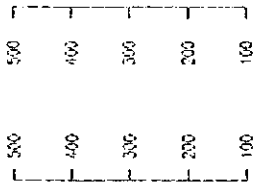
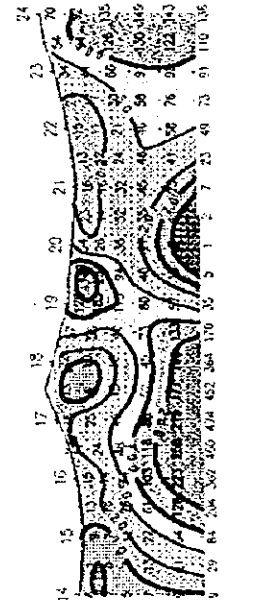
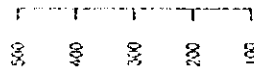


CHARGEABILITY

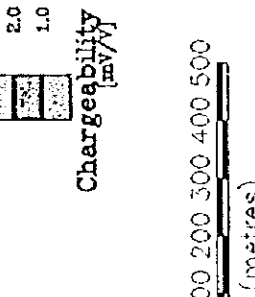
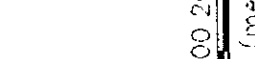
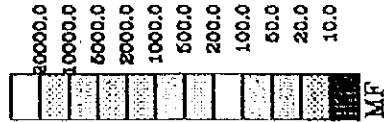
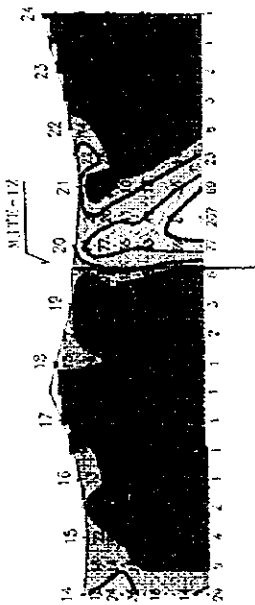
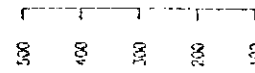


Apparent Resistivity [ohm-m]

SMOOTH--MODEL



METAL FACTOR



Chargeability [mv/v]

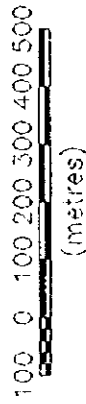


图 II-1-2-2 I P 法 D 测线解析图 (a=100m)

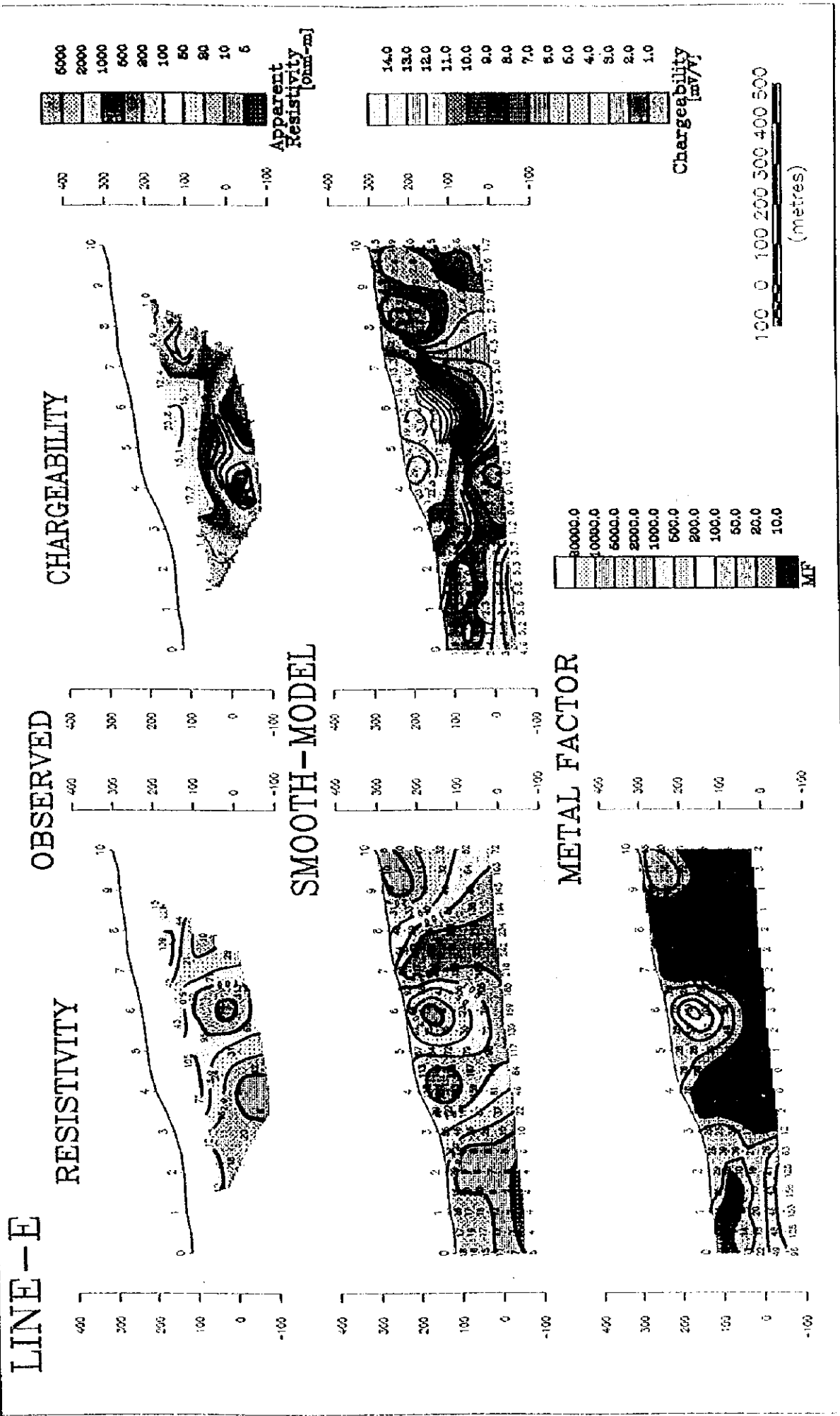


图 II-1-23 I P 法 E 测线解析图 (a=100m)

1-2 CSAMT法

IP調査地域内の深部の比抵抗構造と鉱化帯の対応を明らかにする目的でCSAMT法を実施した。

1-2-1 調査方法

1. 調査内容

調査位置及び測点図をそれぞれ図II-1-1及び図II-1-2に示した。

方法及び調査内容を表II-1-7に示す。

表II-1-7 CSAMT調査内容

方法	CSAMT法
測点数	25点
測定周波数	12周波数(1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048Hz)
流電電極間隔	1,500m
流電電極方位	N4°E
電位電極間隔	50m

2. 調査測定方法

測点は地形図上及びIP測線上で、確認出来る位置を基準に設定した。また、測点における電位電極系の測量は、ポケットコンパス及びエスロンテープで行った。

流電電極は、調査地域の西側約4KmのYağlı Dere河川敷に設定した。流電電極位置を図II-1-1に示す。

CSAMT法(Controlled Source Audio Frequency Magnetotelluric Method)は、MT法の一つである。MT法が自然の電磁場を信号源とする深部探査であるのに対し、CSAMT法は人工信号源を用いたMT法であり、1kmより浅い垂直探査によく用いられる。

本調査では、信号源となる両端を接地した電線に可聴周波数領域の電流を流し、離れた測点で信号源と平行な電場と直行する磁場を測定した。測定概念図を図II-1-24に示す。

信号源と測定点の距離は、測定点において信号(電磁波)の平面波近似が成立すると考えられる表皮深度(δ)の3倍(3δ)以上にする必要がある。これより近い領域はnear fieldと呼ばれ、この領域では平面波の仮定が成立せず、データの解析が困難となる。

表皮深度は、均質大地(比抵抗 ρ)に入射した電磁波が $1/e$ (約37%)にまで減衰する深度で、探査深度の目安として利用される。表皮深度は次の式より与えられる。この表皮深度の約70%が探査深度とされる。

$$\delta = 503\sqrt{(\rho/f)}$$

δ : 表皮深度

ρ : 均質媒質の比抵抗 ($\Omega \cdot m$)

f : 周波数 (Hz)

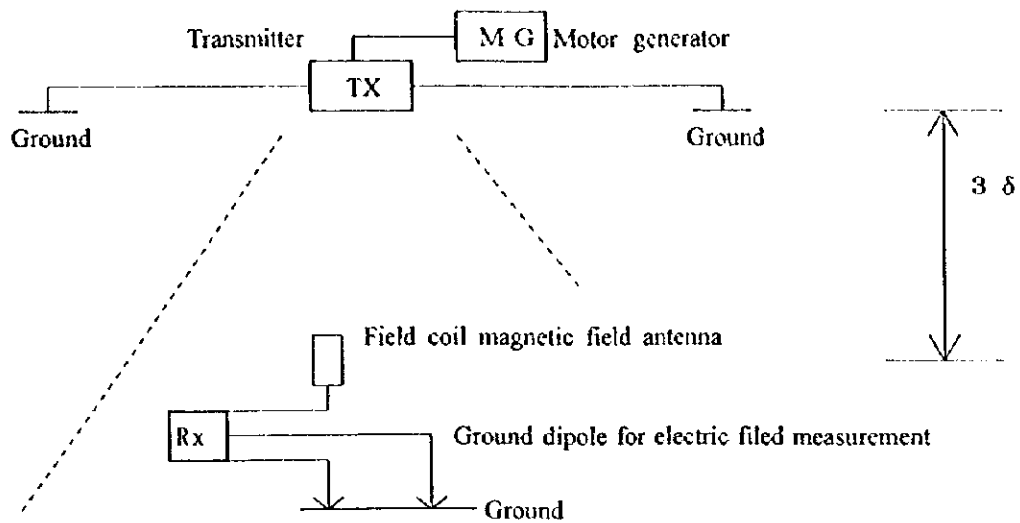


図 II - 1 - 2 4 CSAMT法測定概念図

3. 測定装置, 器材

測定に使用した器材及び装置を表 II - 1 - 8 に示す。

表 II - 1 - 8 CSAMT法測定装置器材一覧表

機器	メーカー	形式	仕様・性能	数量
* 送信機	PHOENIX	IPT-2	出力: max 1,000V, 15A, 15KW	1 台
* エンジン 発電機	WESTINGHOUSE ELECTRIC		30Kw 400Hz 220V 2気筒 4サイクル	1 台
* 受信機	ZONG	GDP-16	16チャンネル 0.001~8KHz 感度: 0.03 μV	1 台
* トランスミッター コントローラ	ZONG	XNT-12	0.001~8KHz	1 式
電 極		電流線 電位線	ステンレス棒 飽和硫酸銅溶液非分極性電極	1 式 1 式
電 線	藤倉電線(株)		VSP 1.25mm ² 電線	1 式
測量器材	牛方製作所	ポケットコンパス		4 台
		間縄	100m エスロンテープ*	1 式
* 通信機	KENWOOD		出力: 5W	12 台

* MTA所有

4. 解析方法

1) データ処理

電場と磁場の受信信号は受信機内部で処理され、電場強度、磁場強度、電場と磁場の位相差及び見掛比抵抗値が計算される。見掛比抵抗の計算式は、通常のMT法で用いられる次式を適用した。

$$\rho = \frac{1}{5f} \sqrt{E_x / H_y}$$

ρ : 大地の比抵抗

f : 周波数 [Hz]

E_x : 電場強度 [mV/km]

H_y : 磁場強度 [γ]

2) 1次元解析

地下の比抵抗モデルを求めるために地下の比抵抗構造を水平多層構造と仮定して1次元解析を実施した。

解析は水平多層構造の層数、層厚及び比抵抗をパラメータとする初期モデルについて、各周波数に対する見掛比抵抗値を計算し、実測値に近づくようにモデルのパラメータを修正するシミュレーション手法により行った。

3) 2次元断面解析

2次元断面解析は、Uchida and Ogawa(1993)による2次元インバージョン解析プログラムを使用して実施した。解析にあたって、near filedの影響を受けている周波数のデータは除外した。

1-2-2 調査結果

1. 調査結果

断面位置は2次元解析を考慮し、信号源と平行になるよう a, b, c の3断面とした。

測点位置及び断面位置を図II-1-2に示す。各断面の概要を以下に述べる。

1) 見掛比抵抗断面図

測定結果の周波数疑似断面図を図II-1-25に示す。

a 断面

高～中周波数領域において、全体に約30 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗帯が大部分を占める。

No.11のヘマタイトデイサイト分布域では、高周波数において比較的高比抵抗を示す。

b 断面

No.23のKaraerik鉱床、No8のKarilar鉱床及びNo.22のCimakli鉱床付近で高～中間周波数領域まで比較的高比抵抗(約60～250 $\Omega \cdot m$)を示す。

c 断面

全体に高～中周波数領域で約30 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗帯である。

2) 見掛比抵抗平面図

1024, 256, 32, 8[Hz]の周波数疑似平面図を図Ⅱ-1-26に示す。

20Ω・m以下の低比抵抗帯は、調査地域北西から南東方向のほぼ中央Topuklu Tepe方向に延びている。

No. 23のKaraerik鉱床、No8のKarılar鉱床付近は小規模な高比抵抗帯に属する。

2. 解析結果

解析結果の比抵抗構造は、CSAMT測点間の距離が約400m以上離れている関係上、表現は大まかなものになっている。

1) 1次元比抵抗構造断面図

各測点について、1次元解析を実施して得られた比抵抗構造を測点順に並べた1次元比抵抗構造柱状図を図Ⅰ-1-27に示す。また、各断面(a, b, c)の比抵抗構造をまとめた1次元比抵抗構造断面図を図Ⅱ-1-28に示す。

全断面を概観すると比抵抗構造は概ね2～3層構造と考えられ、深部の比抵抗は一律に高く約150Ω・m以上と推定される。

No. 23のKaraerik及びNo8のKarılar鉱床深部の比抵抗構造は約200Ω・m以上と比較的高い値である。

2) 1次元比抵抗構造平面図

地表下100m, 200m, 300m, 400mの比抵抗構造平面図(図Ⅱ-1-29)を作成した。全体に50Ω・m以下の低比抵抗域の分布は、深度約200m付近まで広く分布する。また、全体の比抵抗分布からKarılar鉱床付近を中心としたE-W系の低比抵抗構造が推定される。

3) 2次元比抵抗構造断面図

a, b及びc測線の比抵抗構造断面図(図Ⅱ-1-30)を作成した。

比抵抗構造は、概ね100Ω・m以上、100～50Ω、50Ω・m以下の3層構造に解析された。

D測線(IP測線)のKaraerik鉱床(No. 23)及びKarılar鉱床(No. 20)付近の浅部から比較的深部まで高比抵抗(100Ω・m以上)である。

深部の100Ω・m以上の比抵抗構造は、北西側への緩やかな沈み込みが考えられる。この傾向は重力解析でも同様である。

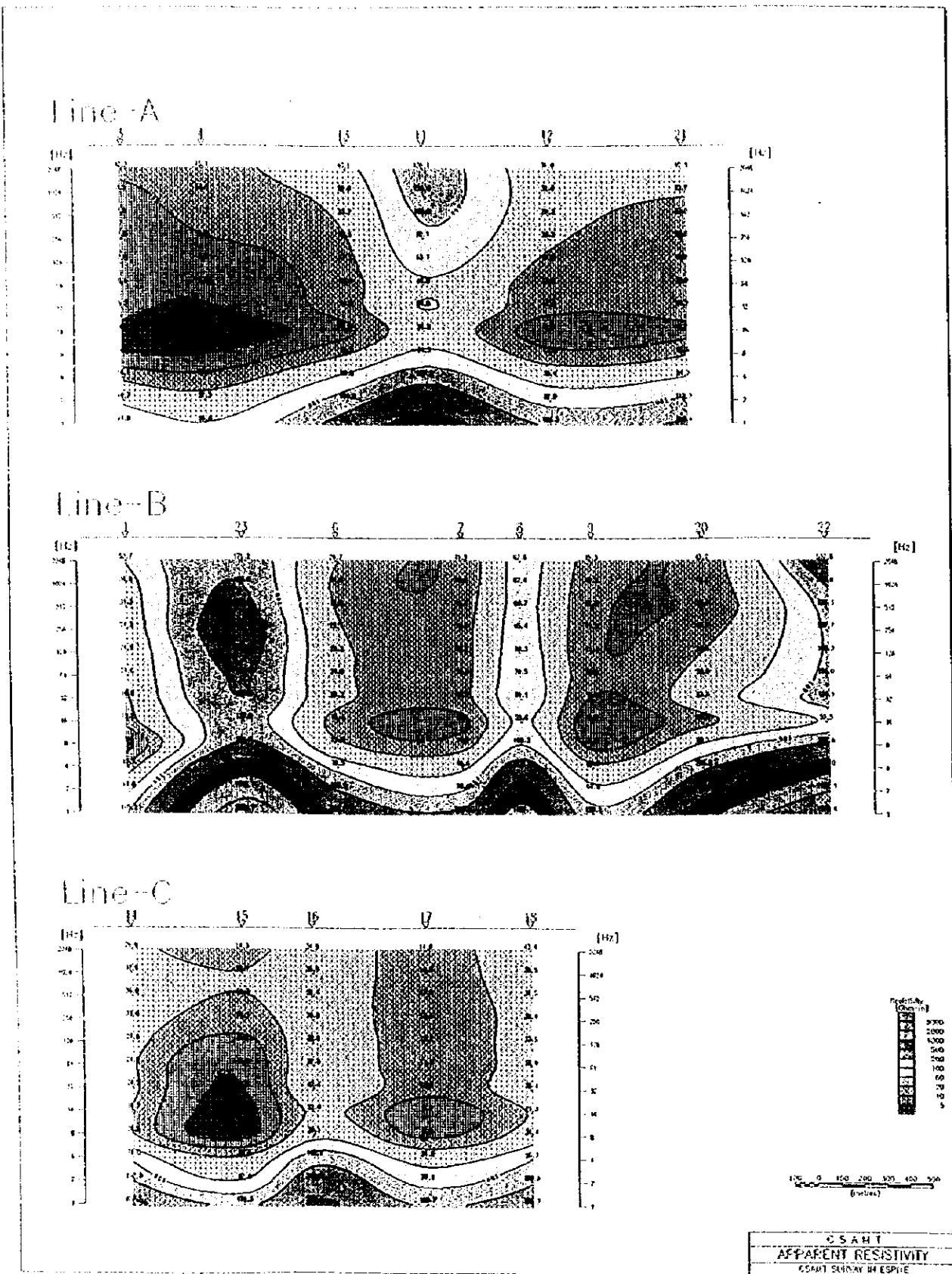


图 II - 1 - 25 CSAMT 法见 挂比 抵抗 断面图

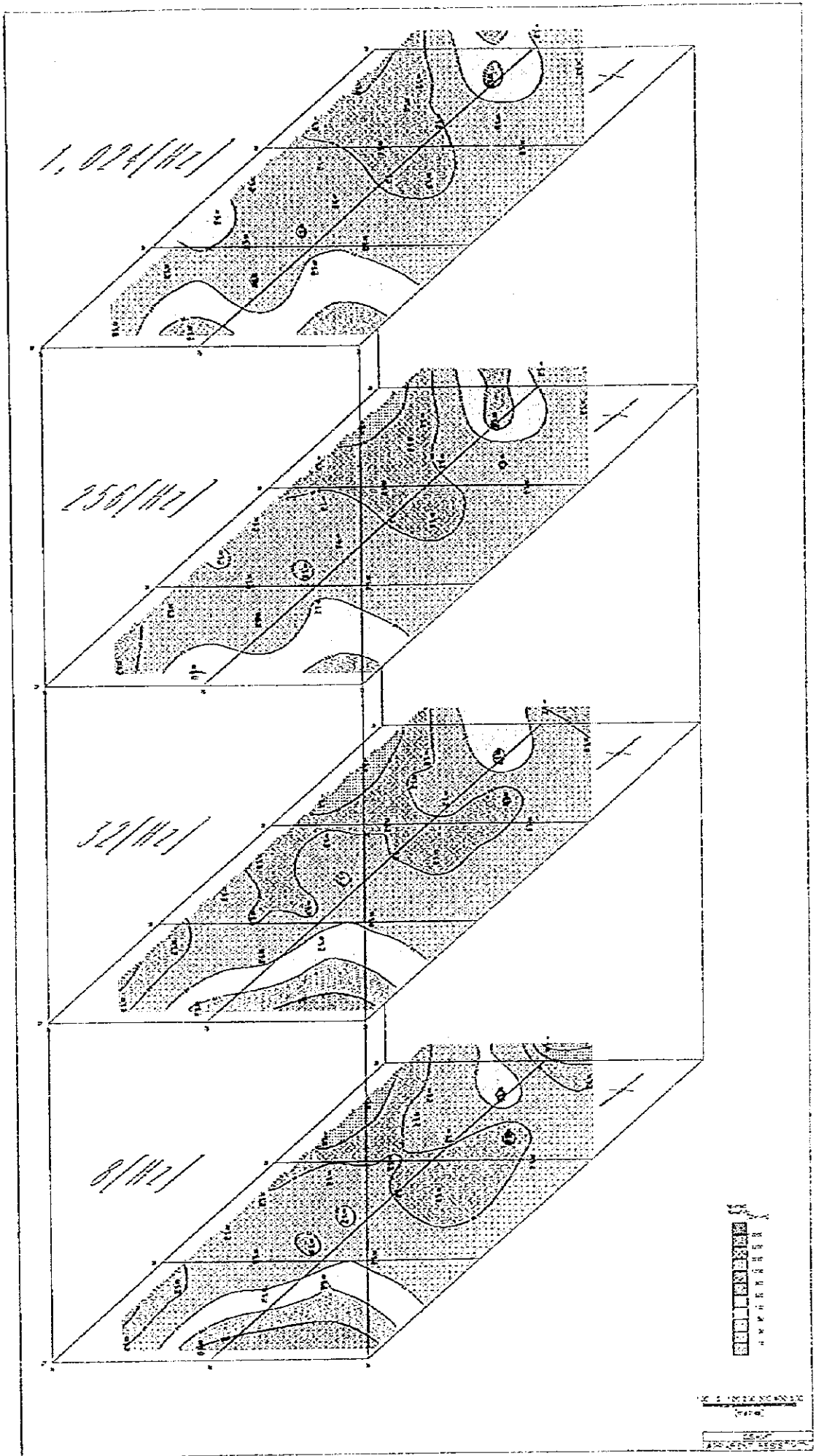
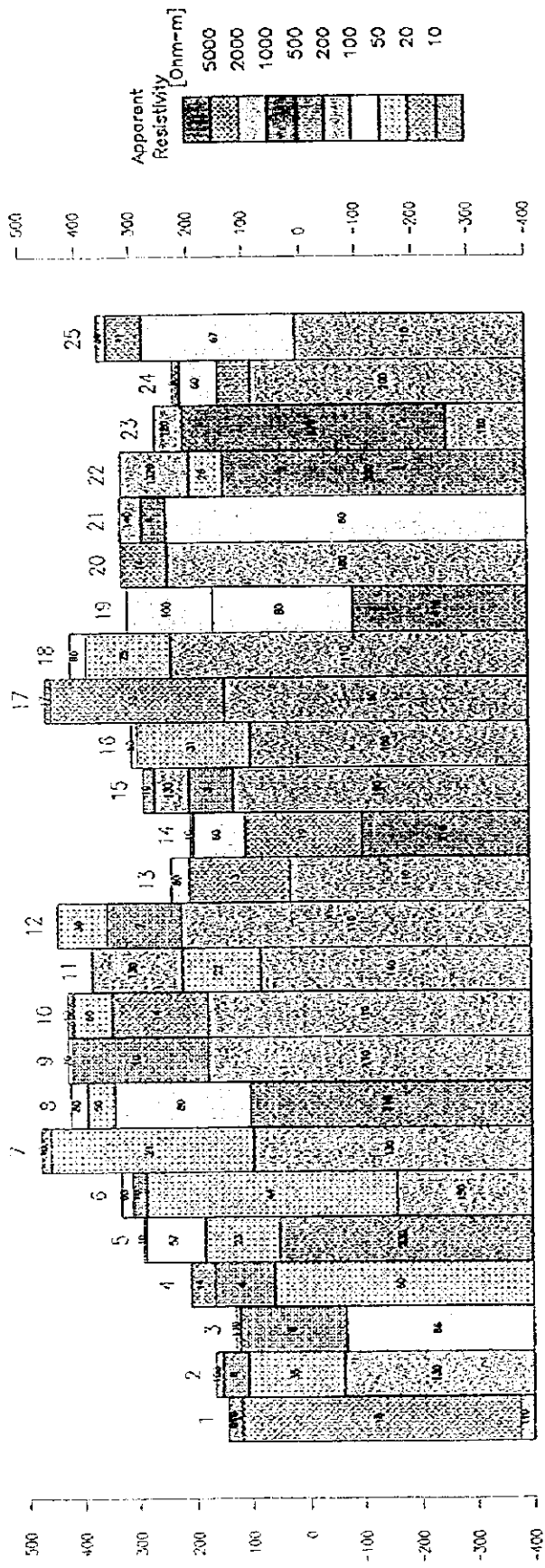


图 II - 1 - 26 CSAMT 见 挂 比 抵 抗 平 面 图



CSAMT
Resistivity Structure

图 II-1-27 CSAMT 法 1 次元比抵抗構造柱状图

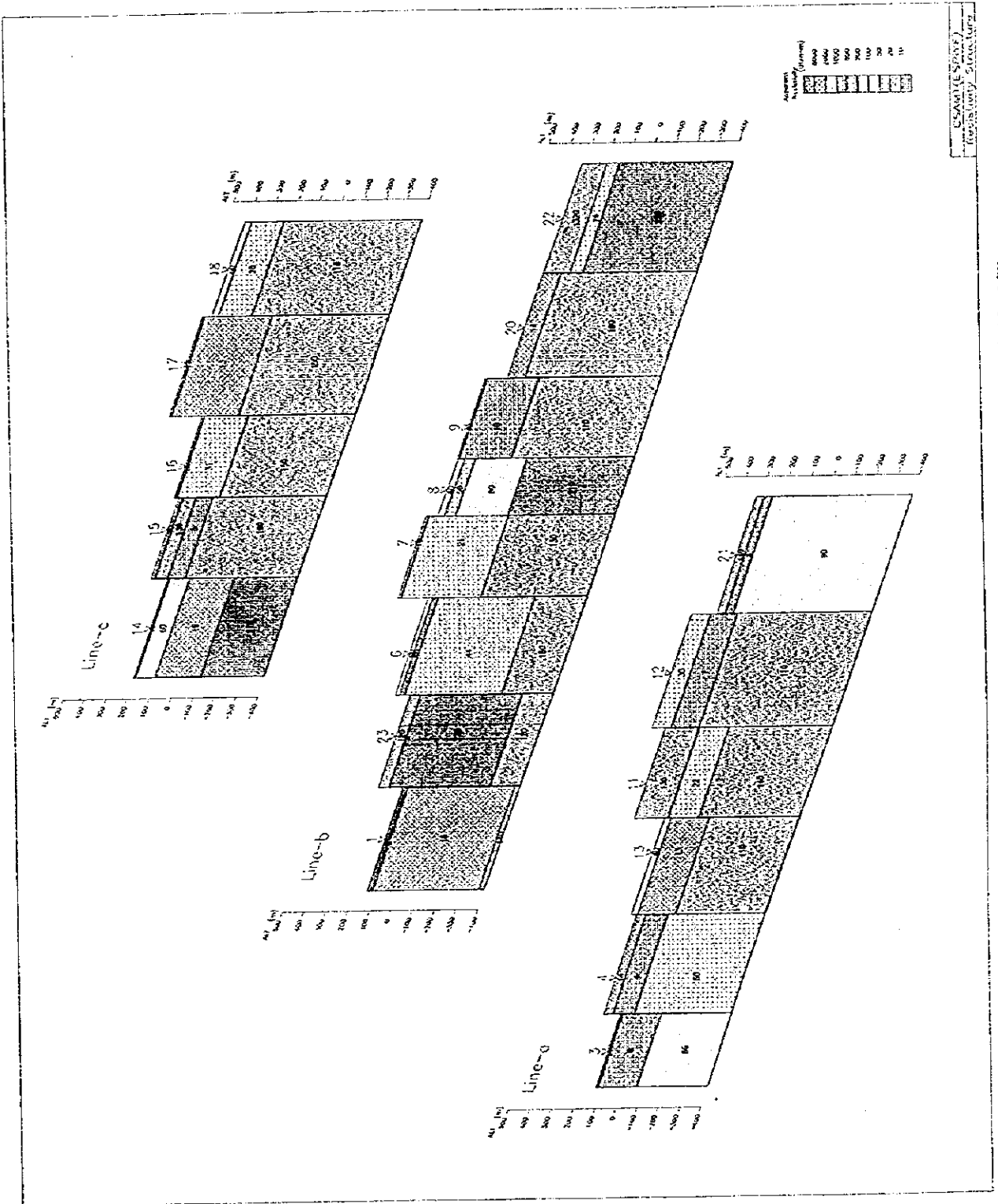
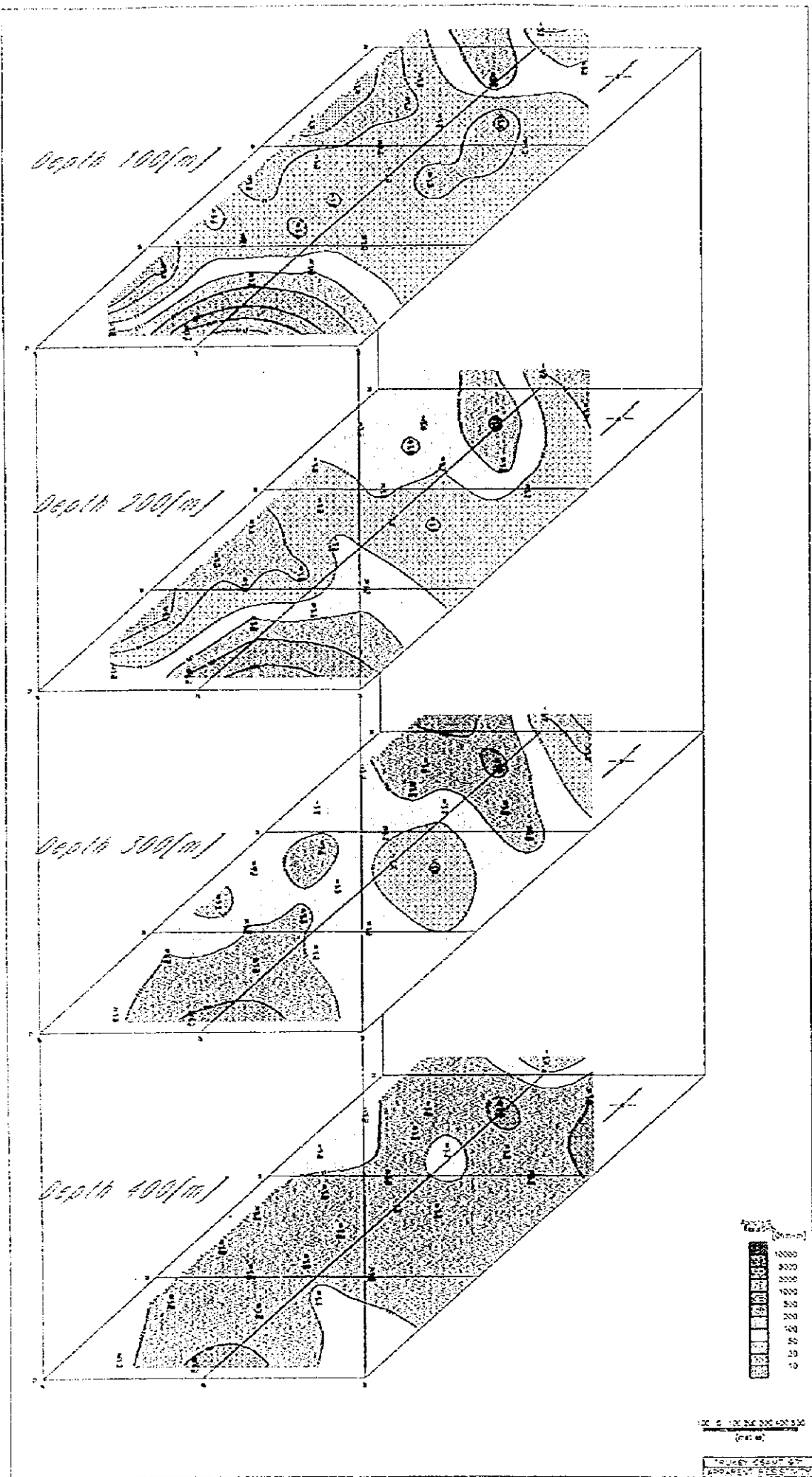


图 II-1-28 CSAMT 法 1 次元比抵抗构造断面图



图II-1-29 CSAMT法1次元比抵抗构造平面图

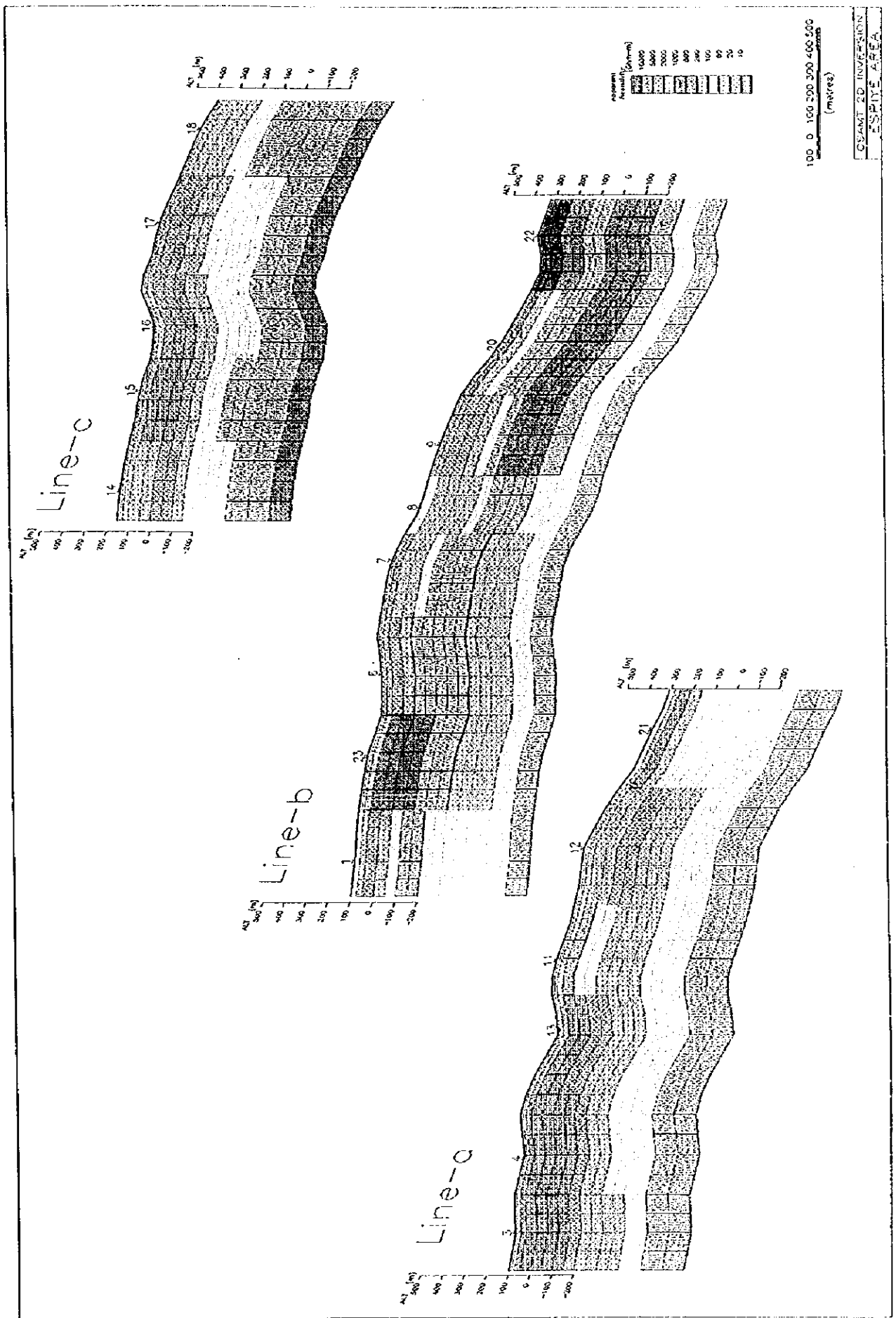


图 II-1-30 CSAMT 法 2 次元比抵抗构造图

1-3 考察

I P法及びCSAMT法調査における解析結果をまとめて図II-1-31総合解析図に示した。

本地域の見掛比抵抗分布は数 \sim 600 $\Omega \cdot m$ に変化する。

ヘマタイトデイスাইトは、概ね100 $\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗帯に属する部分もあるが、この分布域では数 $\Omega \cdot m \sim$ 600 $\Omega \cdot m$ と最も変化が大きい。ヘマタイトデイスাইト分布域で数 $\Omega \cdot m$ の低比抵抗域では、地表の粘土帯とも対応し、割れ目及び粘土化が比抵抗変化の大きな要因である。

他の岩石の比抵抗は全体に約50 $\Omega \cdot m$ 以下と低く、主に粘土化変質が起因している。

測定結果の見掛比抵抗は数 \sim 600 $\Omega \cdot m$ であったが、Inversion解析による見掛比抵抗は数 \sim 1,600 $\Omega \cdot m$ 程であった。この値の変化は、全岩石試料の測定結果でも認められた。

約1,000 $\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗帯は、深度50m以深に解析されている。また、解析結果のヘマタイトデイスাইト等の分布域では高比抵抗帯で僅かに高い充電率になる傾向もあったが、全試料の試験結果を通してこの傾向が認められた。

測定結果の充電率の値は全体に低い結果であった。Karaerik及びKarilar鉱床付近で弱いながらも明瞭な異常帯を捕捉した。

解析により既存鉱床以外のD測線のNo8, 24及びF測線No. 27付近に、非常に弱いMF異常が推定された。

Karaerik及びKarilar鉱床付近は、電極間隔100m測定により、鉱体の分布形態が明瞭になった。

解析結果のMF値によると、既存鉱床付近が最大100である。しかし、これまでの当地域内の、岩石試料の試験結果によるMF値と鉱化の関係では、鉱化無しで約30以下、珪化鉱で約100 \sim 1,000、黒鉱で約2,000以上、黄鉱で約10,000以上であり、以上を考慮すると本地域のMF異常は、弱い鉱化状況を示唆していると考えられる。

I Pの比抵抗解析及びCSAMTの比抵抗構造解析によると、調査地域のKaraerik及びKarilar鉱床下にはE-W系の低比抵抗構造が推定される。

CSAMTでは測点の粗さから周辺の比抵抗分布が明瞭でないものの、Karaerik鉱床及びKarilar鉱床付近の比抵抗が比較的深部まで僅かに高い値を示している。

2次元解析結果では、深部の比抵抗構造が一様に高比抵抗(100 $\Omega \cdot m$ 以上)になる。

深部高比抵抗層の深度は約300 \sim 600mと推定され、調査地域北西側への緩やかな沈み込みが考えられる。この傾向は重力の解析結果とも調和するものである。

