

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 2 年 次

平成 9 年 3 月

JICA LIBRARY



J 1137439(4)

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資

CR-2)

97-057

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 2 年 次

平成 9 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1137439[4]

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2年次にあたり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して平成8年7月21日から平成8年11月9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。

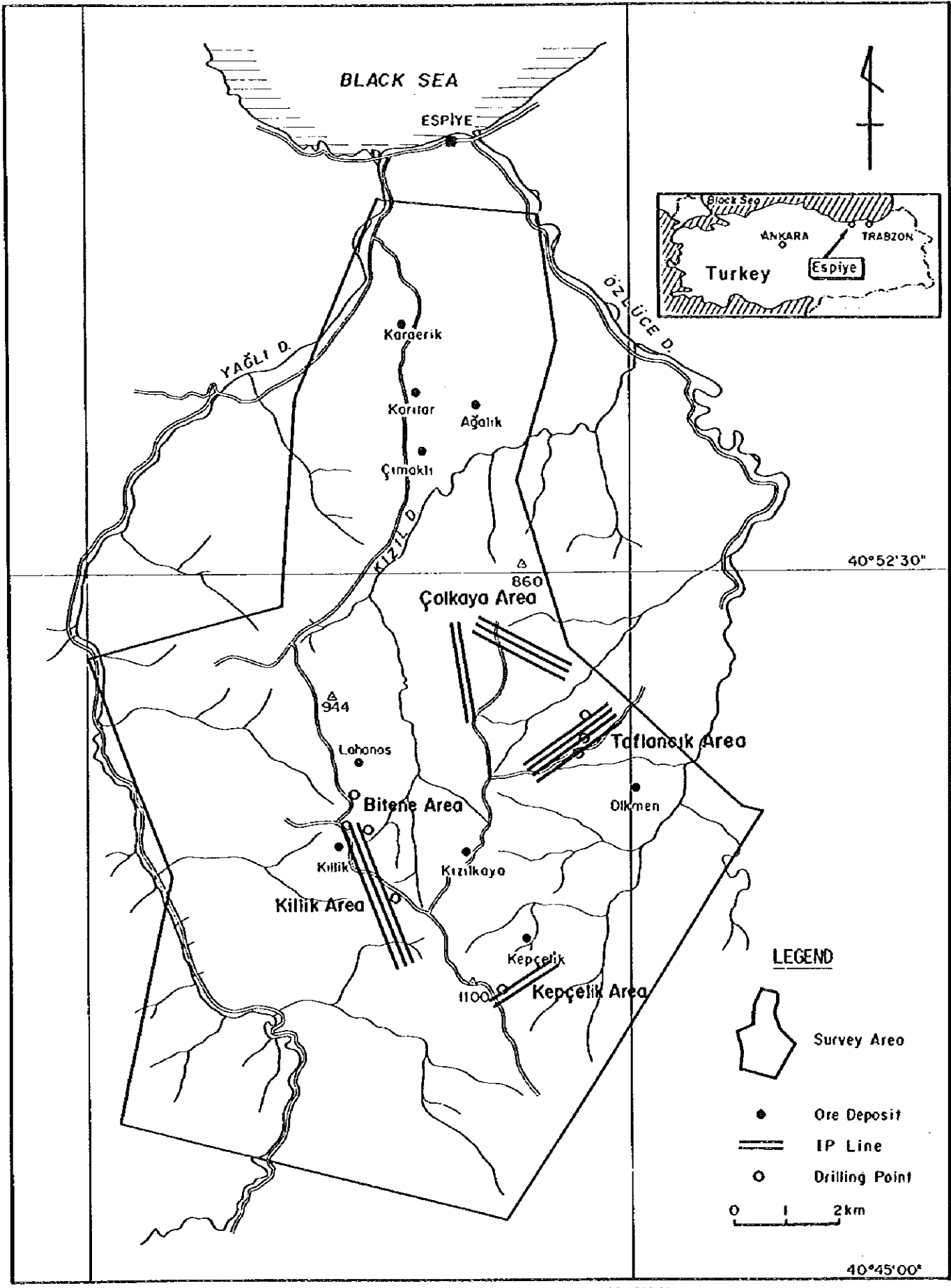
平成9年3月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 藤 田 公 郎

金 属 鉱 業 事 業 団

理 事 長 清 瀧 昌 三 郎



調査位置図

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2年次に当たる。調査の目的は、地質状況及び鉱化状況の調査・解析を通じ、新鉱床を発見することと、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、初年度調査で抽出された下記有望地区に対して実施された物理探査（IP法）及びボーリング調査である。調査数量は物理探査IP法の総測線長30Km、ボーリング調査8孔、掘削総延長1,749mである。

Killik地区は物理探査3測線とボーリング調査1孔（MJTE-1）を実施した。ボーリング調査の結果下盤デイサイト中に銅の鉱染帯（幅25cm、品位Cu4.88%）を確認した。物理探査では地区南部に強いIP異常域が抽出され、これが下盤分布域にあたるため、鉱染～ストックワーク状の大規模低品位（Cu）鉱床が存在する可能性があると推定された。

Kepeçelik地区では物理探査2測線とボーリング調査1孔（MJTE-2）を実施した。本地区での鉱化作用は弱く、塊状硫化物鉱床の存在する可能性は低いと推定された。

Bitene地区ではボーリング調査3孔（MJTE-3, 4, 5）を実施した。MJTE-3では下盤デイサイト中ではあるが黄鉱質塊状鉱（幅20cm 品位Cu12.58%, Au2.06ppm）を確認した。しかし、その他の孔井では著しい鉱化作用は見られず、Killik鉱床の延長部やLahanos鉱床の規模の大きい衛星鉱体が存在する可能性は低いと判断された。

Taflancık地区は、物理探査4測線とボーリング調査3孔（MJTE-6, 7, 8）を実施した。物理探査の結果強いIP異常帯が測線中央部に広がっていることが明らかとなった。異常帯の分布方向がSSE-SSW方向を示すことから、Lahanos鉱床と同様の鉱化作用の存在が期待された。ボーリング調査はこの異常帯の一部で実施された。塊状鉱体そのものは捕らえられなかったが、3孔とも下盤中に強い鉱化作用が認められ、一部でカオリンを伴う強い変質帯が存在すること、黄鉱質礫が認められたことなどから、IP異常域に鉱床賦存の可能性が高いと考えられた。

Çalkaya地区は物理探査5測線が実施されたが新たな異常を発見することは出来なかった。上盤が厚いためとも考えられるが、現時点では鉱床賦存の可能性は低いと考えられた。

この他初年度調査で有望地区として提言された地区のなかでKaraerik～Çimaklı地区はこれまでの調査では探査深度が浅く、層準に達していないことが明らかである。これら鉱床の一部は上盤の鉱化・変質であり、さらに深部に探鉱余地があると判断された。

以上の調査結果を踏まえ、第3年次の調査として次の地区に物理探査及びボーリング調査を実施することを提案する。

・ Taflancık地区

調査手法 : ボーリング調査

・ Karaerik~Çımaklı地区

調査手法 : 物理探査及びボーリング調査

・ Killik地区

調査手法 : 物理探査及びボーリング調査

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1年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第1年次調査の結論	1
1-2-2 第2年次調査への提言	4
1-3 第2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	8
1-3-5 調査期間	8
第2章 調査地域の地理	9
2-1 位置及び交通	9
2-2 地形及び水系	9
2-3 気候及び植生	9
第3章 一般地質	10
3-1 地質概要	10
3-2 鉍化及び鉍化帯	10
第4章 調査結果の総合検討	13
4-1 地質構造, 鉍化作用の特性と鉍化規制	13
4-2 物理探査(IP)異常と鉍化作用との関係	13
4-3 鉍床賦存のポテンシャル	15
第5章 結論及び提言	17
5-1 結論	17
5-2 第3年次調査への提言	19
第Ⅱ部 各論	21
第1章 物理探査IP法	21

	頁
1-1 調査方法	21
1-1-1 調査内容	21
1-1-2 調査測定方法	21
1-1-3 解析方法	25
1-2 調査結果	26
1-2-1 調査結果	26
1-2-2 岩石及び鉱石の物性	51
1-2-3 解析結果	55
1-3 考察	62
第2章 ボーリング調査	65
2-1 調査方法	65
2-2 調査結果	68
2-3 考 察	102
第Ⅲ部 結論及び提言	109
第1章 結 論	109
第2章 第3年次調査への提言	111
参考文献	113
卷末資料	

図表一覽表

図Ⅰ-3-1 黒海東部地区鉱床区図	12
図Ⅰ-4-1 地質模式層序図	14
図Ⅰ-5-1 有望地域位置図	20
図Ⅱ-1-1 IP調査地域位置図	22
図Ⅱ-1-2 IP測線位置図	23
図Ⅱ-1-3 測定概念図	24
図Ⅱ-1-4 計測方法概念図	24
図Ⅱ-1-5 見掛比抵抗・充電率断面図（A測線）	29
図Ⅱ-1-6 見掛比抵抗・充電率断面図（B測線）	30
図Ⅱ-1-7 見掛比抵抗・充電率断面図（C測線）	31
図Ⅱ-1-8 見掛比抵抗・充電率断面図（D測線）	32
図Ⅱ-1-9 見掛比抵抗・充電率断面図（E測線）	33

	頁
図Ⅱ-1-10 見掛比抵抗・充電率断面図 (F測線)	34
図Ⅱ-1-11 見掛比抵抗・充電率断面図 (G測線)	35
図Ⅱ-1-12 見掛比抵抗・充電率断面図 (H測線)	36
図Ⅱ-1-13 見掛比抵抗・充電率断面図 (I測線)	37
図Ⅱ-1-14 見掛比抵抗・充電率断面図 (J測線)	38
図Ⅱ-1-15 見掛比抵抗・充電率断面図 (K測線)	39
図Ⅱ-1-16 見掛比抵抗・充電率断面図 (L測線)	40
図Ⅱ-1-17 見掛比抵抗・充電率断面図 (M測線)	41
図Ⅱ-1-18 見掛比抵抗・充電率断面図 (N測線)	42
図Ⅱ-1-19 見掛比抵抗平面図 (Killik地区)	43
図Ⅱ-1-20 見掛比抵抗平面図 (Kepçelik地区)	44
図Ⅱ-1-21 見掛比抵抗平面図 (Taflancık地区)	45
図Ⅱ-1-22 見掛比抵抗平面図 (Çalkaya地区)	46
図Ⅱ-1-23 充電率平面図 (Killik地区)	47
図Ⅱ-1-24 充電率平面図 (Kepçelik地区)	48
図Ⅱ-1-25 充電率平面図 (Taflancık地区)	49
図Ⅱ-1-26 充電率平面図 (Çalkaya地区)	50
図Ⅱ-1-27 ボーリングコアの見掛比抵抗と充電率の関係	52
図Ⅱ-1-28 ボーリング孔別の見掛比抵抗と充電率の関係	53~54
図Ⅱ-1-29 2次元シミュレーション解析図 (A測線)	57
図Ⅱ-1-30 2次元シミュレーション解析図 (D測線)	58
図Ⅱ-1-31 2次元シミュレーション解析図 (F測線)	59
図Ⅱ-1-32 2次元シミュレーション解析図 (H測線)	60
図Ⅱ-1-33 2次元シミュレーション解析図 (I測線)	61
図Ⅱ-1-34 総合解析図	63~64
図Ⅱ-2-1 ボーリング調査位置図	66
図Ⅱ-2-2 ボーリング位置図	77~78
図Ⅱ-2-3 地質図	91~92
図Ⅱ-2-4 ボーリング柱状図 (巻末)	
図Ⅱ-2-5 ボーリング地質断面図 (MJTE-1, MJTE-2)	93~94
図Ⅱ-2-6 ボーリング地質断面図 (MJTE-3, MJTE-4, MJTE-5)	95~96
図Ⅱ-2-7 ボーリング地質断面図 (MJTE-6, MJTE-7, MJTE-8)	97~98
図Ⅱ-2-8 K/Ar法年代測定試料採取位置図	106

	頁
表 I - 1 - 1 調査数量一覧表	6 ~ 7
表 II - 1 - 1 電気探査方法及び内容	2 1
表 II - 1 - 2 サンプリングタイム一覧表	2 4
表 II - 1 - 3 測定装置, 器材一覧表	2 5
表 II - 1 - 4 IP調査結果一覧表	2 8
表 II - 1 - 5 比抵抗測定及び充電率測定結果一覧表	5 2
表 II - 1 - 6 IP調査結果総括表	5 6
表 II - 2 - 1 ボーリング調査主要機器一覧表	7 9
表 II - 2 - 2 使用機器・消耗品一覧表	8 0
表 II - 2 - 3 ダイヤモンドビット・リーマー使用状況一覧表	8 0
表 II - 2 - 4 掘進実績表 (MJTE-1)	8 1
表 II - 2 - 5 掘進実績表 (MJTE-2)	8 2
表 II - 2 - 6 掘進実績表 (MJTE-3)	8 3
表 II - 2 - 7 掘進実績表 (MJTE-4)	8 4
表 II - 2 - 8 掘進実績表 (MJTE-5)	8 5
表 II - 2 - 9 掘進実績表 (MJTE-6)	8 6
表 II - 2 - 1 0 掘進実績表 (MJTE-7)	8 7
表 II - 2 - 1 1 掘進実績表 (MJTE-8)	8 8
表 II - 2 - 1 2 掘進工程表	8 9
表 II - 2 - 1 3 化学分析 (鉍石) 結果一覧表	9 9
表 II - 2 - 1 4 ×線回折結果一覧表	1 0 0
表 II - 2 - 1 5 岩石薄片鑑定結果一覧表	1 0 1
表 II - 2 - 1 6 鉍石研磨片鑑定結果一覧表	1 0 1
表 II - 2 - 1 7 調査K/Ar法年代測定結果一覧表	1 0 7

第 I 部
總論



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2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1年次調査の結論と提言

1-2-1 第1年次調査の結論

第1年次調査は既存データ解析、地質調査、物理探査（重力法、IP法）を実施した。これらの結果は次のようにまとめられる。

1. 地質

地質は下位より、後期白亜系～前期暁新統のÇatak層、Kızılkaya層、Çağlayan層及び貫入岩類からなる。Çatak層は安山岩溶岩と同質火砕岩を主とし、泥質岩を伴う。Kızılkaya層やÇağlayan層はデイサイト溶岩と同質火砕岩を主とする。Kızılkaya層とÇağlayan層は岩質的に類似するが、両層の境界に泥質岩を挟在する。これらの地層を赤色デイサイト（ヘマタイトデイサイト）や黒雲母デイサイトなどが貫入している。

2. 地質構造

南部～西部の隆起域と中央部～北部の沈降域からなる。隆起域にはÇatak層が、沈降域にはKızılkaya層とÇağlayan層が堆積している。

Kızılkaya層デイサイトは、Çatak層の北東系と南東系の断裂に規制された地域中央部の沈降域に噴出している。Çağlayan層デイサイトの主要噴出場所は地域北部に移動し、北北西、北東や東西系の断裂に規制され噴出している。

3. 重力構造

短波長重力図によれば、南部に高重力部、中央部と北部に低重力部が発達し、中央部から北部にかけての低重力部中には南北方向の高重力配列が見られる。南部から西部に広く分布するÇatak層は全体的に高重力部に調和している。中央部の北東及び北西の低重力部は、南部のÇatak層の地質構造に規制された沈降構造部であると判断される。LahanosやKillik鉱床などの塊状硫化物鉱床は、低重力や周辺の高重力部との間の遷移帯に分布している。

この低重力部付近のKızilkaya層は、広域的に中性の粘土化変質を強く被っている。

4. 鉍床

塊状硫化物鉍床と網状～鉍染状鉍床がある。Lahanos鉍床やKillik鉍床などの塊状硫化物鉍床は、Kızilkaya層の最上部に層準に規制され胚胎している。Karaerik鉍床やKarılar鉍床などの網状～鉍染状鉍床は、Çaglayan層に胚胎している。

塊状硫化物鉍床の鉍石は黄鉄鉍、黄銅鉍、閃亜鉛鉍を主とし、方鉛鉍、四面銅鉍、金・銀鉍物を伴う。網状～鉍染状鉍床の鉍石は黄鉄鉍を主とし、黄銅鉍や閃亜鉛鉍を伴う。塊状硫化物鉍床の鉍体規模や鉍石品位は、網状～鉍染状鉍床より優勢である。

5. 変質帯

中性～アルカリ性の広域的な変質作用のほか、中性～酸性の鉍化作用に伴う変質作用が認められる。

塊状硫化物鉍床のLahanos鉍床周辺では、酸性で白色の強変質帯が形成され、石英、カオリナイト、明ばん石、黄鉄鉍などが生成している。Killik鉍床やKızilkaya鉍床と他の塊状硫化物鉍床周辺では、中性で白色の強変質帯が形成され、石英、セリサイト、黄鉄鉍などが生成している。

網状～鉍染状鉍床のKaraerikやKarılar鉍床周辺では、酸性～中性の白色～赤褐色の強変質帯が形成され、石英、カオリナイト、セリサイト、赤鉄鉍などが生成している。

6. 地化学探査

岩石や土壌地化探分析値を、主成分分析により統計処理した結果、岩石地化探の第2主成分はAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Mo間の連動性が高く、かつバックグラウンド値より高い値を示す場合が多いため、鉍化作用による元素の添加に起因すると考えられた。第2主成分の高得点帯は、Lahanos鉍床など塊状硫化物鉍床付近やKaraerik鉍床などの網状～鉍染状鉍床付近に分布し、既知鉍床付近の鉍徴や変質帯の分布とよい対応を示している。

土壌地化探の第1主成分はAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Mn, Mo, Ba間の連動性が高く、第2主成分ではCu, Fe, Mn間の連動性が高い。第1主成分の高得点帯はLahanos鉍床やKillik-North鉍床などの塊状硫化物鉍床周辺に分布することから、塊状硫化物鉍床の鉍化作用により生じた地化学異常と判断される。第2主成分の高得点帯はÇaglayan層中の鉍化帯付近に分布することから、Çaglayan層に胚胎する網状～鉍染状の鉍化帯に関係した地化学異常と判断される。

7. IP異常

IP法電気探査を鉍床有望2地区、Lahanos～Killik鉍床間とÇalkaya～Taflancık間で実

施した。地質調査によれば、両区間とも、塊状硫化物鉱床を胚胎するKızilkaya層がÇağlayan層に覆われ、かつ両層に鉱化作用や変質作用が認められる。

両区間とも、充電率が6mV/V以上のやや強いI P異常や、4~6mV/Vの弱I P異常が広範囲に検出されている。これらI P異常は主に、Kızilkaya層とÇağlayan層との境界部付近や、Kızilkaya層中に平板状に分布しているため、塊状硫化物鉱床に関係した鉱徴に起因すると考えられる。一方、低比抵抗帯もI P異常箇所付近に分布するが、地表付近に脈状に達するものも認められる。地表付近の低比抵抗帯は、Çağlayan層中の鉱染状鉱化帯や粘土化変質帯に対応していると考えられる。

8. 探鉱有望地区

既知鉱床の地質、鉱徴、変質帯、地化学異常やI P異常を比較し、次の新規地区を探鉱有望地区として抽出した。

(1) Lahanos~Killik鉱床間

LahanosやKillikの塊状硫化物鉱床を胚胎するKızilkaya層が、Çağlayan層に覆われて分布する。Lahanos鉱床南方のBitene地区には硫化鉱の鉱徴が認められる。Kızilkaya層には、Lahanos鉱床のようなカオリナイトを含む酸性変質帯が形成されている。Çağlayan層にも黄鉄鉱を主とする鉱染状の鉱徴や、セリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Kızilkaya層にAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sbの高異常帯が分布する。I P異常が広範囲に分布するが、I P測線間隔が粗い。

(2) Killik~Kepçelik鉱床間

塊状硫化物鉱床を胚胎するKızilkaya層が、Çağlayan層に覆われて分布する。Kızilkaya層には、Killik鉱床のようなセリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Çağlayan層の一部にも、黄鉄鉱を主とする鉱染状の鉱徴や、セリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Kızilkaya層にAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sbの高異常帯が分布する。土地化学探査とI P調査は未実施である。

(3) Çalkaya~Taflancık間

Kızilkaya層がÇağlayan層に覆われて分布する。Kızilkaya層には、カオリナイトやセリサイトを含む酸性~中性変質帯が形成されている。Çağlayan層の一部にも黄鉄鉱を主とする鉱染状の鉱徴や、セリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Kızilkaya層にAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sbの高異常帯が分布する。測線の一部でI P異常を捕捉している。土地化学探査は未実施で、I Pの測線間隔も粗い。

(4)Çımaklı~Karaerik鉍床間

Kızılkaya層がÇağlayan層に覆われて分布する。Kızılkaya層には、セリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Çağlayan層にもKarılar鉍床のような、黄鉄鉍を主とする鉍染状鉍床や、セリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Kızılkaya層やÇağlayan層に、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sbの高異常帯が分布する。土地化学探査と一部探査深度の浅いIP調査が実施されている。

(5)Dikence地区

Kızılkaya層がÇağlayan層に覆われて分布する。Kızılkaya層は地表に露出していないが、Çağlayan層には黄鉄鉍を主とする鉍染状鉍床や、セリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Çağlayan層にAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sbの高異常帯が分布する。土地化学探査とIP調査は未実施である。

1-2-2 第2年次調査への提言

第1年次の調査結果とその検討によって得られた結論に基づき、第2年次では次の新規地区を探鉍有望地区として抽出するとともに、これら有望地区に対応する調査方法が提言された。

調査地区

- (1)Lahanos~Killik鉍床間
- (2)Killik~Kepçelik鉍床間
- (3)Çalkaya~Taflancık間
- (4)Çımaklı~Karaerik鉍床間
- (5)Dikence地区

(1)Lahanos~Killik間では、IP異常帯を捕捉した場所で、ボーリングを実施するとともに、IP測定間隔が粗く、鉍化帯が絞り込まれていないところでは、第1年次測線を補完するIP法による精査を実施する。

(2)Killik~Kepçelik鉍床間では、岩石地化探や変質帯調査によって、鉍微の一部を捕捉したので、土地化学探査と物理探査IP法により、鉍微の分布を絞り込む。

(3)Çalkaya~Taflancık間では、岩石地化探、変質帯調査やIP法調査により捕捉した鉍微地でボーリングを実施する。しかし、地化学探査、物理探査の調査精度が粗いので、土地化学探査、物理探査による精査を実施し、鉍微地を絞り込む。本地区は塊状硫化物鉍床の胚胎するKızılkaya層が、Çağlayan層に層厚200~300mで覆われるところもあるので、物理探査はIP法と電磁法を組み合わせる。

(4)Çımaklı~Karaerik鉍床間では、岩石地化探、変質帯調査で、およその鉍微地を捕

捉したので、土壌地化学探査と物理探査による精査を実施し、鉍微地を絞り込む。本地区も塊状硫化物鉍床の胚胎するKızılkaya層が、Çağlayan層に層厚300mほどで覆われているので、物理探査は電磁法で実施する。

(5)Dikence地区は岩石地化探、変質帯調査で、おおよその鉍微地を捕捉したので、土壌地化学探査と物理探査による精査を実施し、鉍微地を絞り込む。本地区も塊状硫化物鉍床の胚胎するKızılkaya層が、Çağlayan層に層厚300mほどで覆われているので、物理探査は電磁法で実施する。

1-3 第2年次調査の概要

1-3-1 調査地域

第1年次調査結果に基づき提言された地域のうち、現在稼鉍中のLahanos（ラハノス）鉍山南方のBitene（ビテーネ）からKillik（キリック）、Kepçelik（ケプチェリク）にかけての地区と、地域中央東部のÇalkaya（チャルカヤ）～Taflancık（タフランジュク）にかけての地区を抽出した。

1-3-2 調査目的

物理探査（IP法）は、有望地域に設定された測線沿いに実施することにより、鉍化作用に関連する異常を抽出しボーリング位置の選定に資する事を目的とした。また、ボーリング調査は第一年次調査結果及び本年度実施の物理探査（IP法）の結果抽出された有望地域において鉍化状況を把握し、鉍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）、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1-1-1に調査数量一覧表として示した。

表 I - 1 - 1 調査数量一覧表

表 I - 1 - 1 (1) 調査数量一覧表 (物理探査IP法)

地区名	測線数 (本)	測線長 (Km)
Killik	3	9
Kepçelik	2	3
Taflancık	4	8
Çalkaya	5	10
合計	14	30

表 I - 1 - 1 (2) 調査数量一覧表 (ボーリング調査)

地区名	坑井名	深度 (m)	傾斜
Killik	MJTE-1	250	-90°
Kepçelik	MJTE-2	260	-90°
Bitene	MJTE-3	154	-90°
	MJTE-4	212	-90°
	MJTE-5	261	-90°
Taflancık	MJTE-6	212	-90°
	MJTE-7	200	-90°
	MJTE-8	200	-90°
総計	8孔	1749	

表1-1-1(3) 調査数量一覧表(室内試験)

試験項目	数量
(1)岩石薄片鑑定	15
(2)鉍石研磨片鑑定	15
(3)粉末X線回折試験	40
(4)化学分析(鉍石7成分) Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Fe, S	43
(5)K/Ar法年代測定	2
(6)比抵抗・分極率測定	42

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	同和工管株式会社	Nevzat KARABALIK	プロジェクト長	MTA*
石井佐市	ボーリング	"	Hüseyin YILMAZ	ボーリング長	"
伊藤金一郎	"	"	Mustafa KURCELİK	地 質	"
須藤良一	"	"	Ali Faik ALTINBAŞ	"	"
岩城倉榮	物理探査	"	Turgut ÇOLAK	"	"
杉浦則清	"	"	Hasan YEMEN	物 探	"
前川勝利	"	"	Kadir DEMİR	"	"
			Hasan SOYLU	"	"
			Omer DUMAN	"	"
			Mustafa DEMIRHAN	"	"
			Hursit ASLANOĞLU	ボーリング	"
			Ersin KARABULUT	"	"
			Avni AKDENİZ	"	"
			Etem OFLU	測 量	"
			Erdem OZBAYRAK	"	"

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

現地指導監督

宮内東洋	金属鉱業事業団
大野克久	金属鉱業事業団
Mehmet BALCI	MTA
Yavuz ULUTURK	MTA
Murat ER	MTA

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	: 1996年 7月15日～1997年 2月 28日
現地調査	: 1996年 7月21日～1996年11月 9日
物理探査	: 1996年 7月21日～1996年 9月 23日
ボーリング調査	: 1996年 7月21日～1996年11月 9日

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

調査地域位置図1-1に示すように、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2年次地区の最南端であるKepçelikまで四輪駆動車で2時間弱程要する。

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(井上, 1970)が海岸近くまで迫っており、平野は少ない。このため、本地域の標高は数十m~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(Özluce 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～前期暁新統, 中期暁新統～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～前期暁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～前期暁新統を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(Kızılkaaya)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(NNE-ESE)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 鉱化及び鉱化帯

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1-3-1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Kızılkaaya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では鉱糸(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。

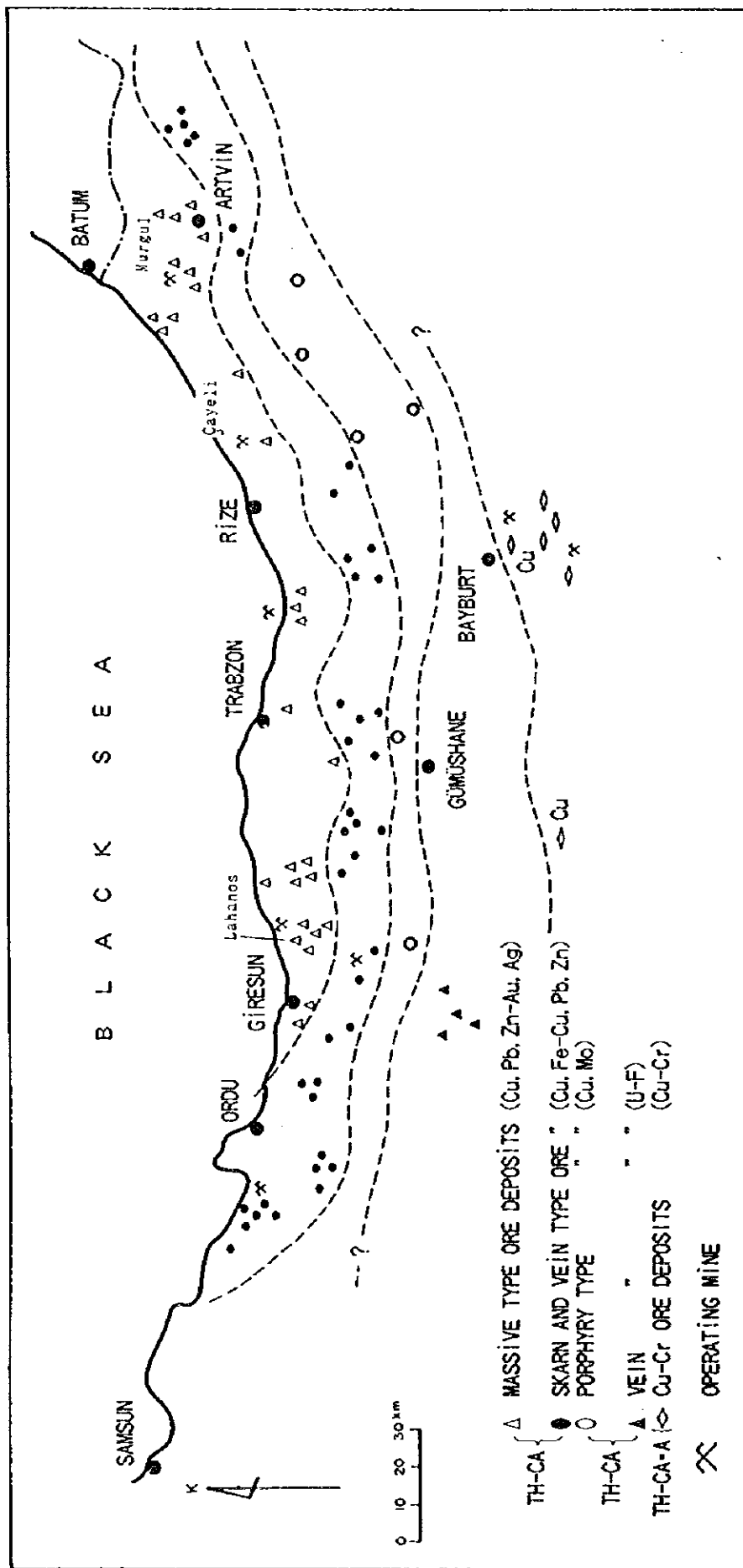


图 I-3-1 黑海东部地区矿床区图

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。地質模式層序図を図1-4-1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、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、第一にKızılkaya層を覆うチャーラヤン(Çağlayan)層など上位層の分布域に探査地区は限定される。

鉍体そのものの形態は地層が緩やかにうねっていることから、Çayeli鉍山にみられるような急傾斜鉍体の可能性は少ない。事実Lahanosでは部分的には起伏があるが全体としては緩傾斜でうねった形態を示すと言われており、鉍体の規模はNNE-SSW方向に約700m伸びた形を持つ。Kızılkaya鉍床は鉍染～ネットワーク状鉍体が優勢な鉍床であるがゾーンとしての鉍体の連続方向はNNE-SSW方向である。これは地形にも良く反映されており珪化変質の強い部分が同方向の山体として残ったものと解釈される。このような鉍体の形態・連続性については日本の黒鉍地帯でも明瞭に認められている。従って、調査地域内ではNNE-SSW系を示す変質帯や鉍化帯は注目する必要があると考えられる。ただし、前にも述べたように、鉍床区全体の分布はNE～ENE系である。

Lahanos鉍山南方300mで掘削されたボーリングおよび地表調査の結果からは、銅・亜鉛を伴う鉍化作用は塊状鉍床形成後も引き続いた可能性を示している。このような鉍化作用と共に強い粘土化を主とする変質作用もみられ、セリサイト、炭酸塩鉍物、カオリン鉍物を伴う。特にカオリン鉍物は、日本の黒鉍鉍床では一般的ではないが、Lahanos鉍床周辺で普遍的に分布すること、またÇayeli鉍山(旧名Madenkoy)では鉍床の上下にカオリン鉍物が認められている(Çagatay, 1993)ことなどから、カオリン鉍物の存在と本地域の塊状鉍床の存在には少なからず関係があるものと考えられる。

4-2 物理探査(IP)異常と鉍化作用との関係

本年度実施されたボーリングでIP異常域に掘削されたボーリングは6孔である。Taflançık地区の、見掛け充電率の平面分布では、n=3~4レベルで、10mV以上の異常域が右上がりの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たが、本年度のボーリングは、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箇所を実施された。このIP異常域の平面的分布方向はNNE-SSWを示しLahanosの鉍体の分布方向と一致することから鉍体が存在する可能性が強いと考えられた。

MJTE-6では深度114.8m, MJTE-7では145.5mから, MJTE-8では104.5mからそれぞれ鉍化作用を伴う下盤デイサイトに入りIPの異常を良く反映しているが、塊状鉍は確認できなかった。

IP弱異常域に掘削されたボーリングはMJTE-5及びMJTE-2であり、それぞれ8-10mv程度の異常である。MJTE-5では182-187mに黄鉄鉱網状鉱化帯、MJTE-2では206-226mに鉱染状の鉱化を伴う下盤デイサイトに異常が対応する可能性がある。MJTE-1はIP測線からややずれているが、IP断面から深部に異常が予測された。ボーリングでは180m以下に黄鉄鉱を主とした鉱化作用がみられ、これを反映したものと推定される。従って、この付近での可探深度は200m弱である。

以上のようにIP調査の結果は鉱化作用を良く反映しており、本地域においても有効な探査手段であると考えられる。

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している。地域内で唯一稼働している塊状硫化物鉱床であるLahanos鉱床は、層準規制型の鉱床であり、デイサイト質火山岩類を主とするKızılkaya層の上部に胚胎されることが明らかとなっている。また、既知鉱床の分布は地形的にみた場合尾根の部分に多い。これは全体的に上盤の分布が浅く、鉱化変質・鉱微を見出しやすい所で鉱床が発見・開発されてきたことを示し、上盤に厚く覆われた地域は未探鉱地区として残されていることを示すものである。

以上のような視点と本年度ボーリング調査・IP調査結果と既存調査資料に基づき各地区毎に鉱床賦存の可能性について述べる。

Bitene地区 (MJTE-3, 4, 5, IPラインA~Cの北端部)

Lahanos鉱床とKillik鉱床に挟まれた地区であり、これらの衛星鉱体、延長部に新鉱体が期待された。下盤中ではあるがMJTE-3ではCu 12.58%、Au 2.06ppmの塊状富銅部を捕らえ、Killik鉱床との間に探鉱余地があると思われたが、IP調査の結果はこの付近に強い異常はみられず、層準に規制された塊状硫化物鉱床の存在するポテンシャルは低いと判断された。また、MJTE-5とMJTE-3, 4の間の区域は安山岩質貫入岩体が深部まで分布する可能性が高く、大規模な層状鉱体の存在する可能性は低い。

Killik地区 (MJTE-1, IPラインA~Cの中央~南部)

Killik鉱床とKızılkaya鉱床の中間部の地区である。ボーリング調査結果では下盤デイサイト中に黄銅鉱の鉱染帯でCu 4.88%を確認した。IP測定結果ではボーリング地点南方の沢を中心に異常が広がることが明らかとなった。その部分は下盤デイサイト溶岩中であることから層準規制型の鉱床を期待することは困難であるが、MJTE-1で認められたような銅の鉱化作用が存在すれば、Murgulのような低品位大規模(Cu)鉱床の存在も期待できる。また、

IP調査結果や地形的特徴からボーリング地点とKilik鉱床の中間の尾根部には小規模な層状鉱体の存在する可能性がわずかながらあると思われる。

Kepçelik地区 (MJTE-2, IPラインD, E)

Kepçelik旧坑南の尾根を中心とした地域である。これまでKepçelik地区では2箇所ですべて探鉱坑道、2箇所ですべてボーリング調査が既に実施されていたが、レンズ状の黒鉱様(Lahanos鉱床の黒鉱よりも粗粒で堅硬) 鉱石の存在が知られていただけである。また、MJTE-2では下盤デイサイトの厚さが20mと薄く、Cu, Znの鉱脈タイプの鉱化作用がみられたことなどから、層準規制型の硫化物鉱床賦存のポテンシャルは低いと考えられる。

Taflancık地区 (MJTE-6, 7, 8, IPラインF, G, H, I)

未探鉱地区であったが、初年度IP調査で異常が認められ、引き続き実施した本年度のIP調査でも新しい異常域が発見された。異常域の平面的分布はNNE-SSW系の広がりを示しLahanos鉱体の分布方向と同様の傾向を示した。また、このIP異常域に掘削したボーリング結果では塊状鉱体そのものを捕らえることは出来なかったが、カオリンを伴う変質帯の存在や、黄鉄鉱を主とし黄銅鉱を伴うストックワークの発達性が認められたことや黄鉄質礫の存在などから本地区の塊状鉱床賦存のポテンシャルは高いと判断された。ボーリングを実施していないIP異常域に対し次年度調査を実施すべきであると考えられる。

Çalkaya地区 (IPラインJ~N)

IP測線は2区域に分かれて実施されたが、新たな異常を発見することは出来なかった。上盤Çağlayan層が厚い可能性もあるが、鉱床賦存のポテンシャルは低いと判断された。

その他の地区

初年度調査結果で有望地区として提言された地域のうち優先順位の高い北部のKaraerik鉱床~Çımaklı鉱床は、探査深度が深いことと日程上の都合から、本年度の調査対象地区からは除外されていた。本年度はK/Ar法年代測定試料採取のためKaraerik, Karılar, Çımaklı, Ağalık鉱床を訪れ、また既存資料の再検討を行った。

その結果、これまでこの地区では鉱床周辺のIP探査とそれをもとにしたボーリング調査が行われているが、大部分のボーリングは探査深度が150mより浅く、層準に達していないことが明らかとなった。また、変質はセリサイト、カオリンを主とした白色粘土化変質でありLahanosなどの変質と類似すること、Karılar, Çımaklı, Karaerik鉱床の一部は上盤の鉱化変質であり、さらに深部に探鉱余地はあると判断できる。

第5章 結論及び提言

5-1 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1749m）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. 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、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で黄銅質塊状部（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凝灰岩類は分布しないことが明らかになった。下盤デイサイトは標高650mから出現するが、これはLahanos鉱床の層準の深度とほぼ等しい。鉱化作用はやや優勢な粉状黄銅質の網状脈の発達の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するなど探鉱余地が少ないことから、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ないと考えられる。

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が、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Kızılkaya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Kızılkaya層デイサイトが分布することが判明し、Çağlayan層凝灰岩はみられなかった。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質の鉱染帯（Cu 4.88%）が25cm間確認された。ボーリングの鉱化状況とIP結果を比較すると、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がある。層準規制型の鉱床はIP調査（本年及び昨年度）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. Kepeçelik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, 鉍染状及び鉍脈状の弱い鉍化作用が認められ, Kızılkaya層デイサイトが非常に薄いことが判明したが, 規模の大きい鉍床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)

未探鉍地区であったが, 昨年度IP調査の結果抽出された異常を足がかりに本年度も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の鉍体の分布方向と一致する。n=3-4レベルでは10mV以上の異常域は, 右上がりの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。本年度のボーリングは, 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箇所で実施した。

地質はヘマタイトデイサイト, Çağlayan層デイサイト, Kızılkaya層デイサイト溶岩, 凝灰岩で構成され, 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。鉍化作用は黄鉄鉍鉍染～網状脈と少量の黄銅鉍の鉍染であり, MJTE-7の下盤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鉍が伴われ, コロフォーム状やフラムボイダル状の黄鉄鉍が観察され, MJTE-6では黄鉍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では優勢な鉍化作用が認められたが, 塊状硫化物鉍床は存在せず, 黄鉍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鉍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)

弱く鉍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鉍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

Karaerik～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) に鉍床賦存の可能性が残されている。

7. 変質帯のセリサイトの年代測定からKızılkaya及びKaraerik鉍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。

5-2 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。また、図1-5-1に有望地域位置図を示す。

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、3年度も引き続きボーリング調査を行うべきである。

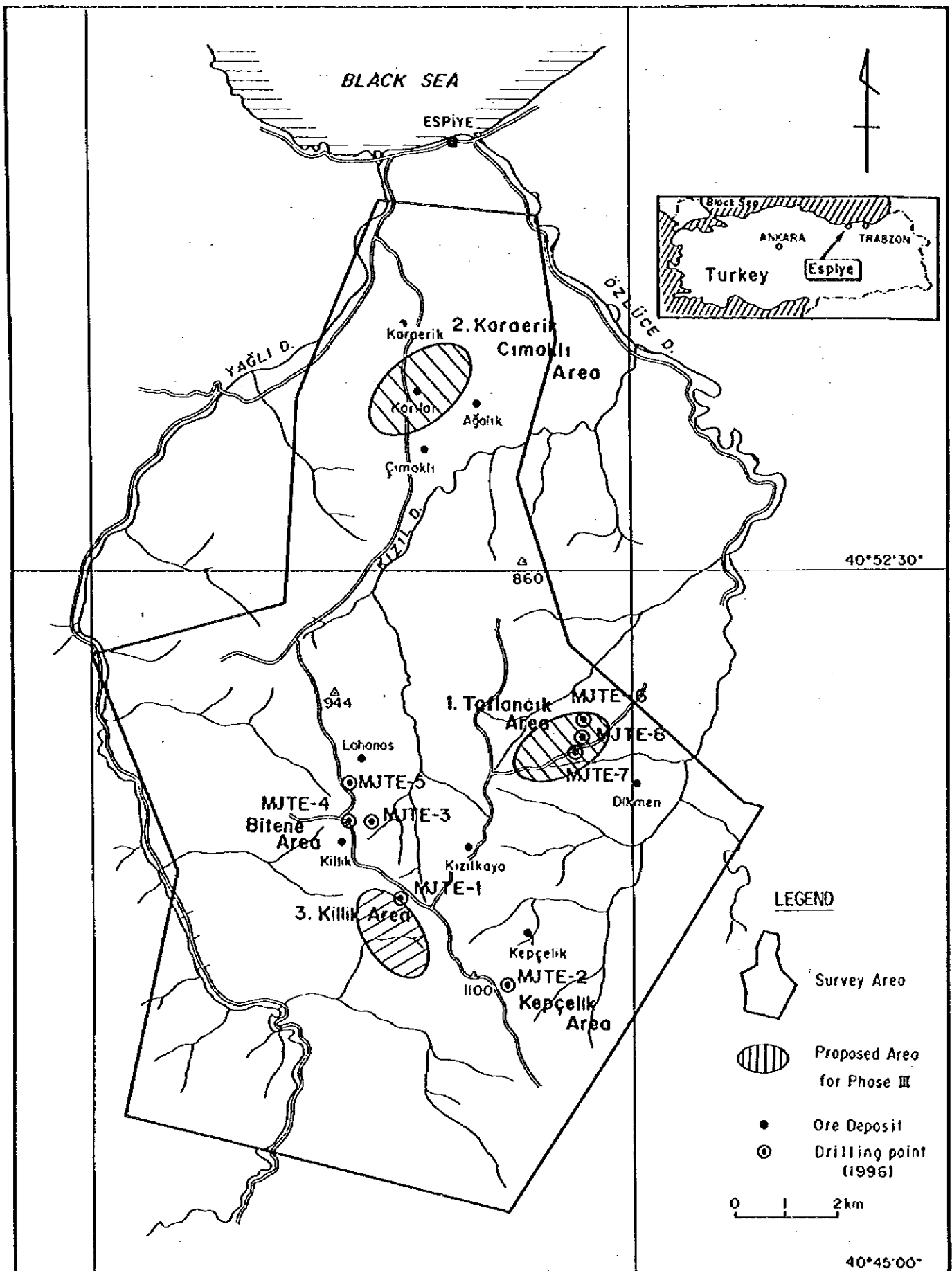
2. Karaerik~Çımaklı地区

地表に鉱微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(Cu)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系の谷沿いと、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本年度実施の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。



38°37'30"

38°45'00"

图 I - 5 - 1 有望地域位置图

第 II 部
各 論



第Ⅱ部 各 論

第1章 物理探査IP法

1-1 調査方法

1-1-1 調査内容

電気探査は現地の地質・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 電気探査方法及び内容

電気探査方法	内 容
方 法	強制分極法 (IP法)
測定方式	Time Domain Method
電極配置	Dipole-Dipole
電極間隔	a=100m
電極隔離係数	n=1~5
測 線 数	14測線
延測線長	30.0km
物性試験	比抵抗及び充電率測定 42個 (ホ-リフグ17)

1-1-2 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瞭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おこなった。

測線位置図を図Ⅱ-1-2に示す。

2. 電気探査

1) 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、これは岩石の空隙に小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

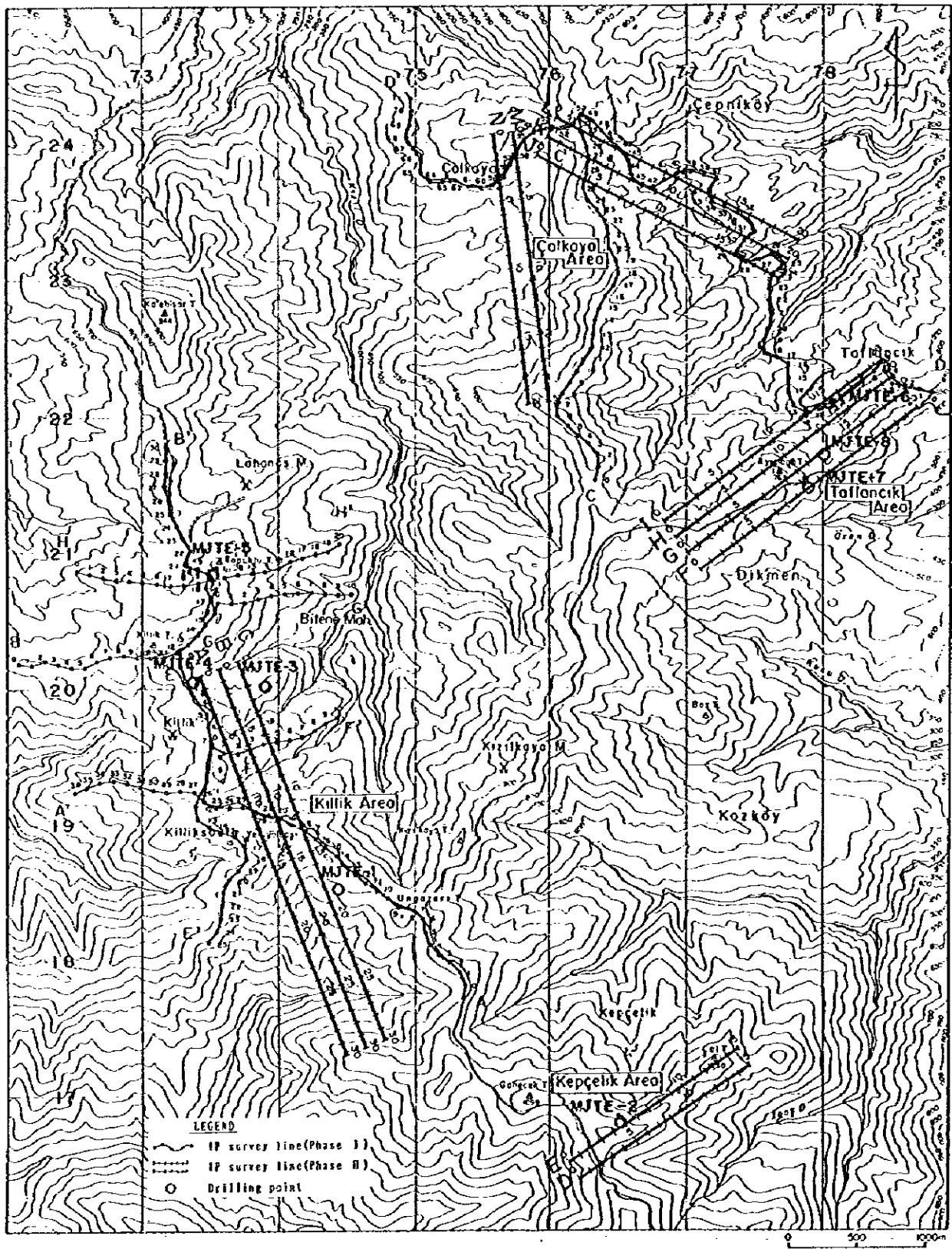


图 II - 1 - 1 IP 调查地域位置图

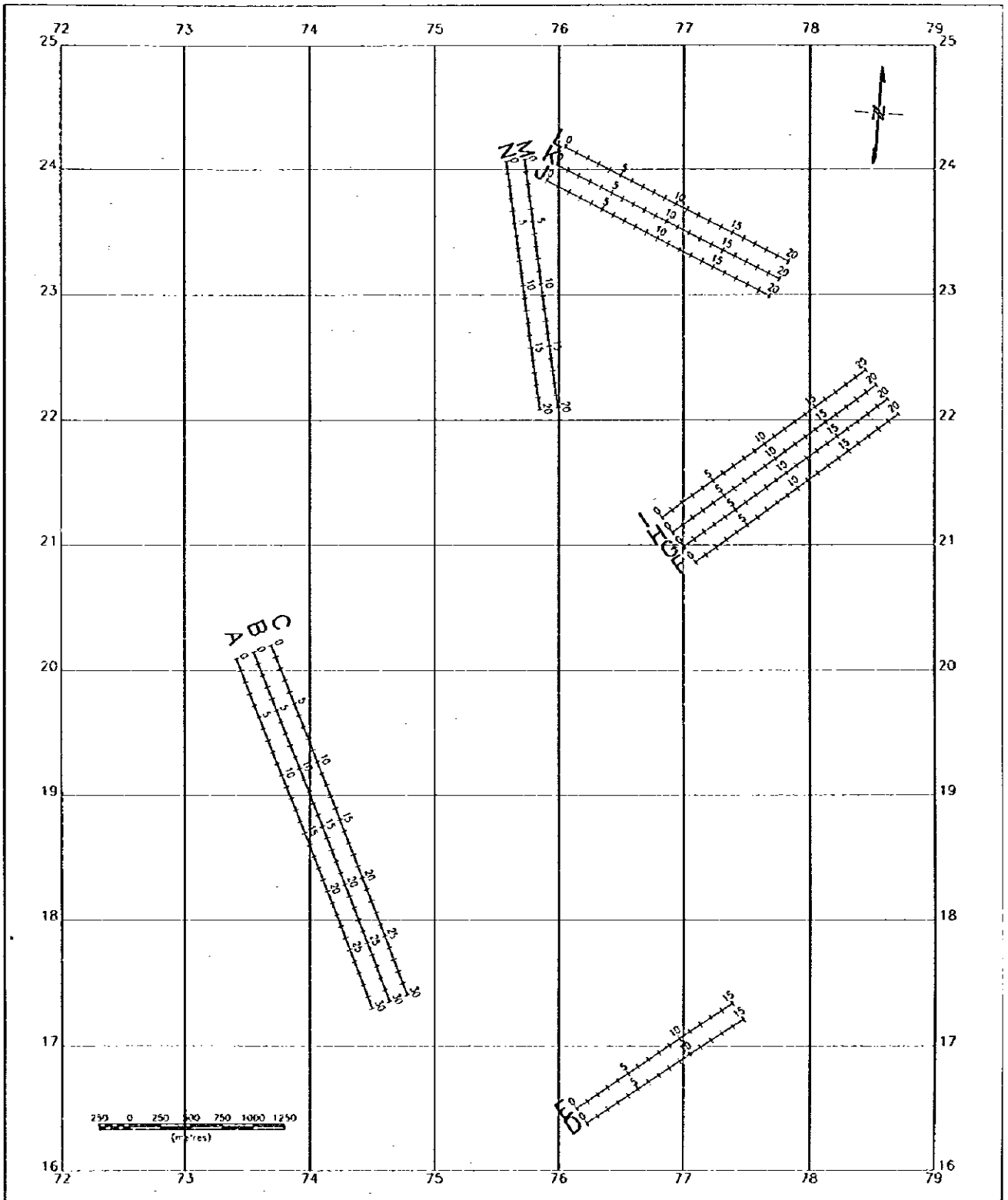


图 II - 1 - 2 IP 测线位置图

化鉍物のOver Voltage effectに比べ極めて小さい。

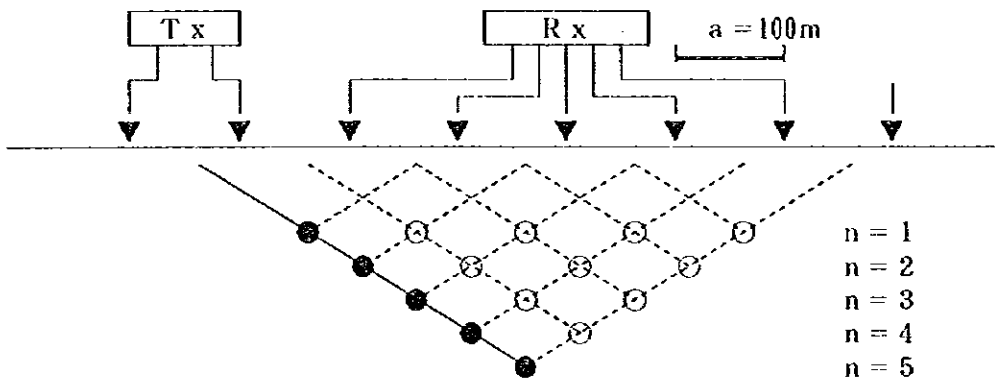
2) IP現象の測定法

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(Vp)及び電流切断後の2次電位差(Vs)を測定する。

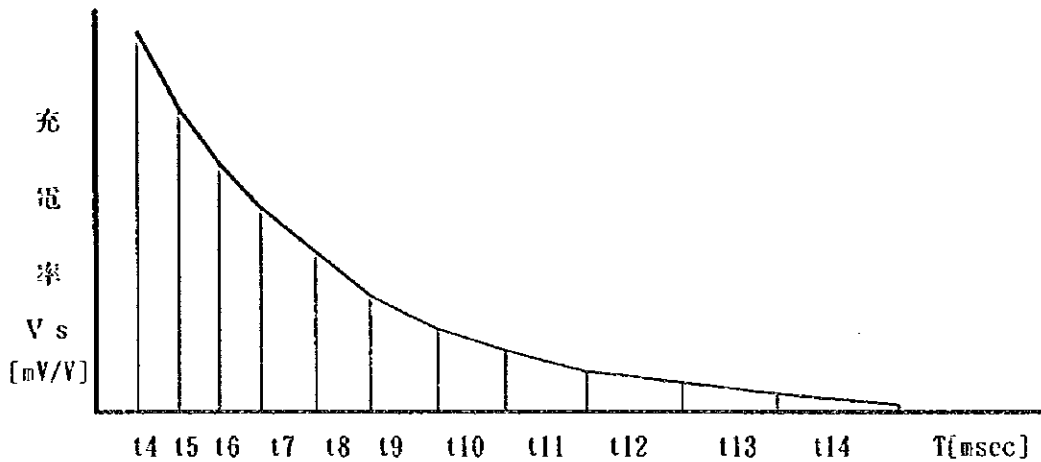
今回の調査では, 測定概念図(図II-1-3), 計測方法概念図(図II-1-4)及びサンプリングタイム一覧表(表II-1-2)に示すように電流切断後の時間T(t4~t14)におけるVs(t4~t14)を測定した。

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

以下, 充電率はMid-point 935[msec]のデータを採用した。



図II-1-3 測定概念図



図II-1-4 計測方法概念図

表II-1-2 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 測定装置, 器材一覧表

(電気探査)

機器	メーカー	形式	仕様・性能	数量
* 送信機	SCINTREX	TSQ-3	1500V, 10A max 出力: 3000W	1台
* インジック 発電機	INDUSTRIAL/ COMMERCIAL	10DE	220V 400Hz 単気筒 21/4" 8HP	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 インソナーブ	1式
* 通信機	KENTWOOD		出力: 5W	12台

(物性測定)

送信機	IRIS インスタナント	IP-L	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

*: MTA所有器材

1-1-3 解析方法

疑似断面のシミュレーション解析

比抵抗及びIP疑似断面のシミュレーション解析にはCoggon(1971)及びRijo(1977)の2次元有限要素法プログラムを用いて, 対話形式でモデルの入力, 修正をモデル疑似断面に近似するまで繰り返した。

1-2 調査結果

1-2-1 調査結果

本調査の見掛比抵抗・充電率断面図を図II-1-5~18に示す。また、見掛比抵抗平面図を図II-16-19~22に、充電率平面図を図II-23~26に示す。

1) 見掛比抵抗・充電率断面図

A, B, C測線 (Kızılka地区)

地質はKızılka層のデイサイト溶岩, Çağlayan層のデイサイト溶岩及び同質火砕岩が分布する。各測線中央の山頂付近ではヘマタイトデイサイトの貫入岩を伴う。

全体に表層付近のヘマタイトデイサイト及びデイサイト溶岩分布域で約 $200\Omega\cdot m$ 以上の高比抵抗を示す傾向にあるが、A測線No. 19, B測線No. 16付近等では $50\Omega\cdot m$ 程の比較的低比抵抗を示し岩質との対応が明瞭でない場合もある。

各測線No. 9付近のデイサイト質火砕岩の分布域では約 $10\sim 100\Omega\cdot m$ の変化を示す。

充電率は各測線ともNo. 25付近の沢沿いを中心に最大 $30mV/V$ 程の明瞭な異常が認められる。異常値は南側程高い値を示す。地質はKızılka層のデイサイト溶岩で脈状の鉍化を確認している。

C測線のNo. 4付近では比較的浅部の弱い異常を反映した「ハの字」型の異常パターンが認められる。地質はÇağlayan層のデイサイト質火砕岩である。MJTE-3では深度約70m以深で鉍化が認められる。

D, E測線 (Kepçelik地区)

地質はÇatak層の安山岩質火砕岩, Kızılka層のデイサイト溶岩, Çağlayan層のデイサイト質火砕岩, 溶岩及び泥質岩からなる。

表層付近のデイサイト質火砕岩は $200\sim 700\Omega\cdot m$ 程の高比抵抗を示す。

充電率は各測線ともNo. 0~1及びNo. 10付近で最大 $12mV/V$ の弱い異常パターンを示す。各測線ともNo. 0~1付近で弱い鉍化を確認している。

F, G, H, I測線 (Taflancık地区)

地質はKızılka層のデイサイト溶岩上に, Çağlayan層のデイサイト溶岩及びヘマタイトデイサイト貫入岩が広く分布する。

表層付近のÇağlayan層のデイサイト溶岩及びヘマタイトデイサイト貫入岩の比抵抗は粘土化や硬質部に対応し約 $10\sim 300\Omega\cdot m$ の変化をする。

充電率は各測線ともNo. 9~12付近で比較的深部に最大 $20mV/V$ 程の明瞭な異常として分布する。南側のF測線で浅く, 北側のI測線で深くなる充電率異常分布である。

J, K, L測線 (Çalkaya地区)

地質はÇaglayan層のデイサイト火砕岩及び斑状デイサイトからなる。

表層付近の比抵抗は粘土化や硬質部に対応し3~1,000Ω・mの変化をする。

充電率には明瞭な異常が認められない。

M, N測線 (Çalkaya地区)

地質はÇaglayan層のデイサイト火砕岩が広く分布し、測線端及び中央部にヘマタイトデイサイト貫入岩が小規模に分布する。

地表付近の比抵抗は全体に粘土化の発達に対応し約40Ω・m以下の低比抵抗な分布である。

地表付近のヘマタイトデイサイト貫入岩は粘土化部で約20Ω・m、硬質部で500Ω・mを示す。

充電率はN測線No. 5~6付近で最大10mV/Vの弱い異常分布を示す。

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、 $n=4, 5$ 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 $n=1\sim 3$ について述べる。

(Killik地区)

約100~500Ω・mの比抵抗域が大部分を占める。

各測線ともNo. 3~12付近の100Ω・m以下の比抵抗域はÇaglayan層のデイサイト火砕岩の分布域である。深部まで低比抵抗な分布である。

各測線ともNo. 1~7付近のヘマタイトデイサイト貫入岩に対応する100Ω・m以上の比抵抗域はNE-SW系の分布である。

各測線のNo. 25付近の充電率異常は南西側に延びる傾向を示す。また、A測線の異常パターンは $n=3$ から分離することから $n=1\sim 2$ 付近の異常源に対応していることになる。

C測線のNo. 5付近の弱い充電率異常は北東方向で強くなる傾向を示すが、 $n=1$ で異常パターンに分離が認められることから浅部の弱い異常源を反映していることになる。

(Kepçelik地区)

全体に200Ω・m以上の高比抵抗分布である。

充電率の弱い異常は各測線ともNo. 2付近の測線端に認められ異常源全体の分布パターンが不明である。

D測線No. 0~1の区間の地表で弱い鉱化を確認している。

(Taflancık地区)

各測線ともNo. 14付近に分布する $100\Omega \cdot m$ 以上の比抵抗域は電極間距離係数が増すほど低比抵抗域になる傾向を示す。従って、この比抵抗域に対応するヘマタイトデイスイトでは低比抵抗域が広く分布することになる。

n=1のNo. 12付近の弱い充電率異常にはNNE-SSW系の方向性が認められる。

充電率異常はn=2以降で明瞭になり南側程強い。全体に広範囲に分布する充電率異常である。

(Çalkaya地区)

全体に地表付近の粘土化に対応した低比抵抗・低充電率分布である。

充電率に顕著な異常が認められない。

以上の結果から各測線の比抵抗、充電率分布の特徴をまとめて表II-1-4に示す。

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	14~ 729	-1.7~31.7	No. 20~25で10mV/V以上、明瞭なIP異常。 No. 25「ハの字」型IP異常。
B	25~ 970	-4.4~30.4	No. 20~30で10mV/V以上。 明瞭なIP異常。
C	24~ 704	-0.9~26.0	No. 4で10mV/V以上、「ハの字」型IP異常 No. 24~30で10mV/V以上。明瞭なIP異常
D	79~ 992	-1.7~12.8	No. 0~1.10弱いIP異常。
E	135~1,419	-0.4~11.0	No. 0~1弱いIP異常。 No. 4~8深部弱いIP異常。
F	24~ 289	1.0~19.9	No. 5~12付近の比較的深部で10mV/V以上。 明瞭なIP異常。
G	19~ 338	0.3~16.9	No. 11~13付近の比較的深部で10mV/V以上。 明瞭なIP異常。
H	18~ 288	0.4~16.1	No. 10深部で10mV/V以上。 明瞭なIP異常。
I	12~ 927	-1.0~18.1	No. 12, 15深部で10mV/V以上。 明瞭なIP異常。
J	3~ 497	0.8~ 4.6	IP異常無し。
K	9~ 993	0.8~ 5.0	IP異常無し。
L	12~ 353	0.3~ 7.4	IP異常無し。
M	9~ 543	0.8~ 6.6	IP異常無し。
N	12~ 351	0.7~10.4	No. 5~6非常に弱い「ハの字」型IP異常。

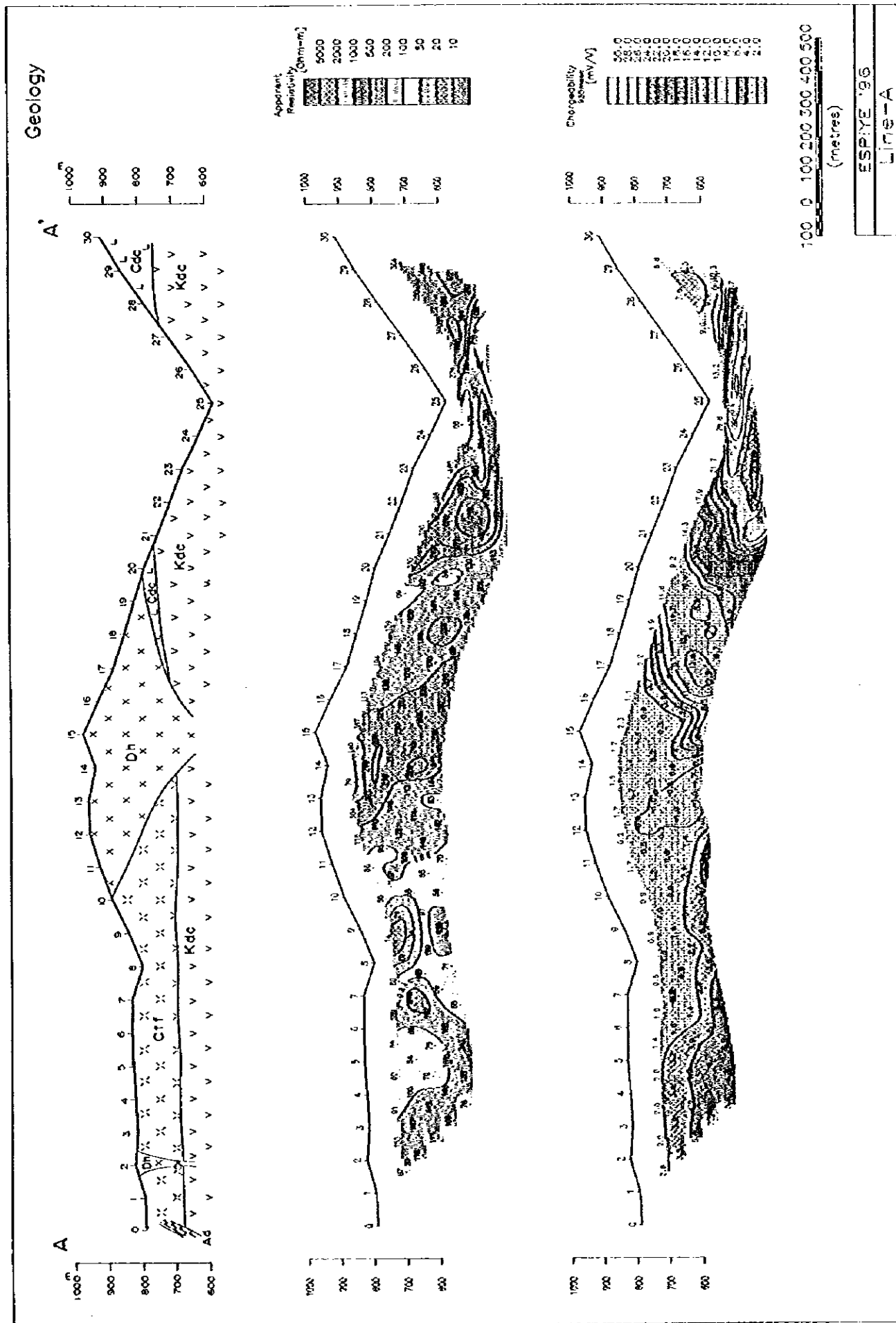
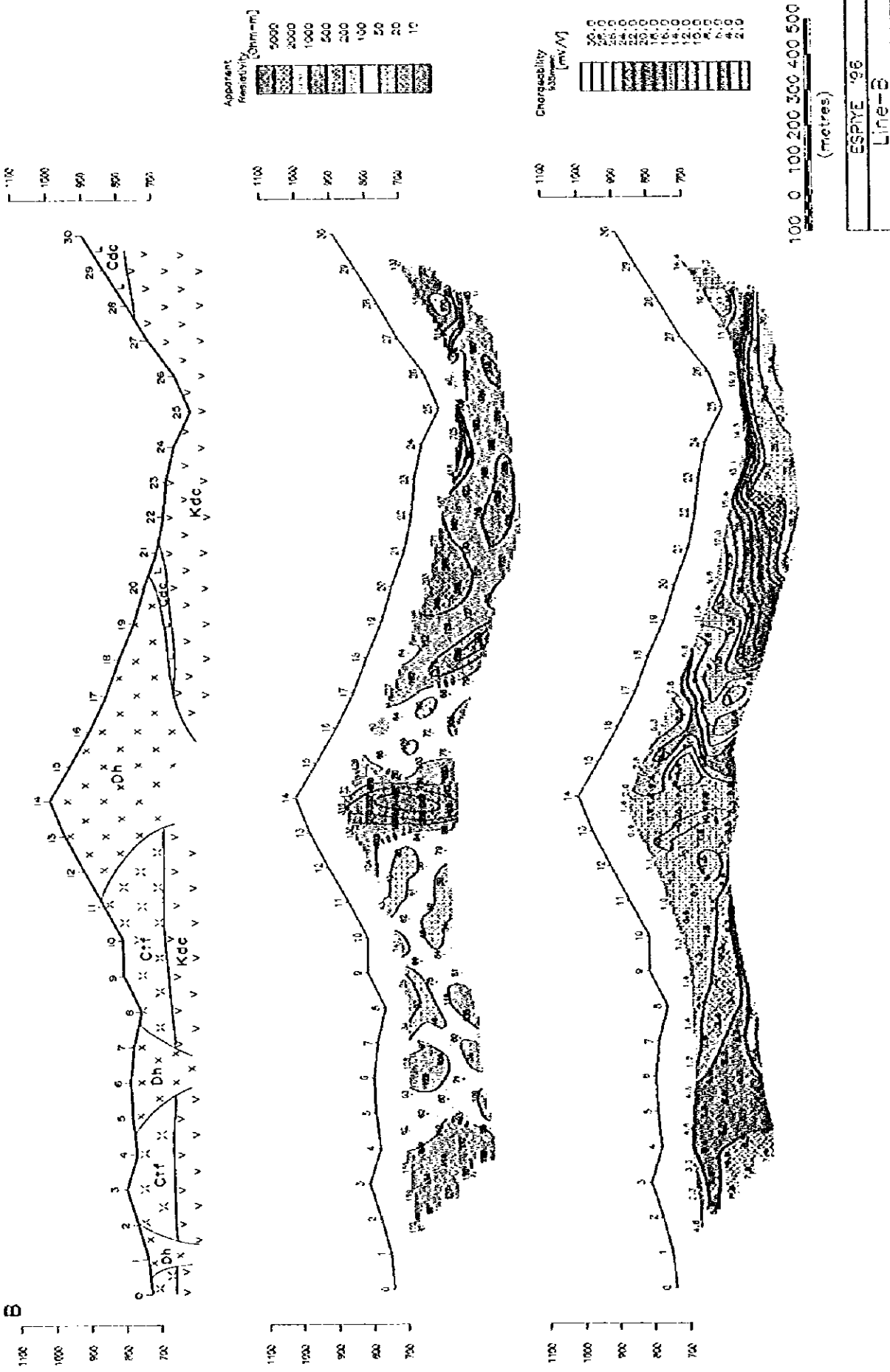


图 11-1-5 景掛比抵抗・充電率断面図 (A 測線)

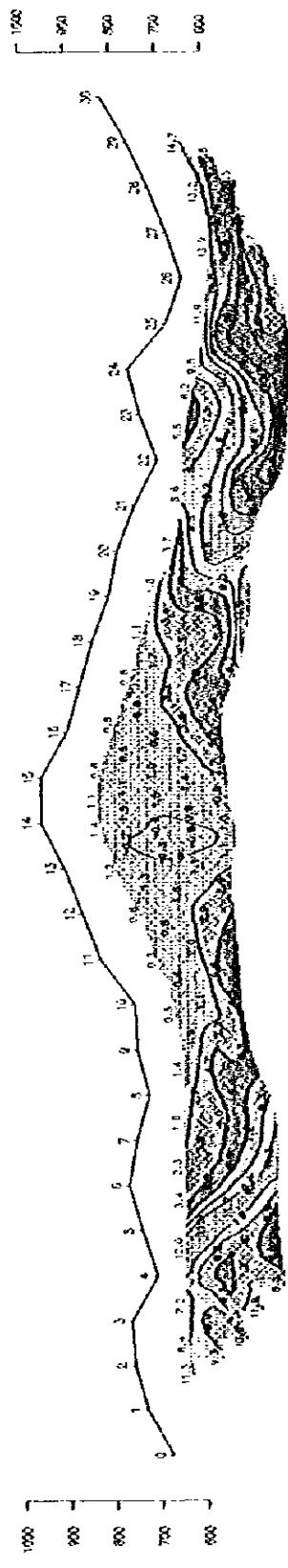
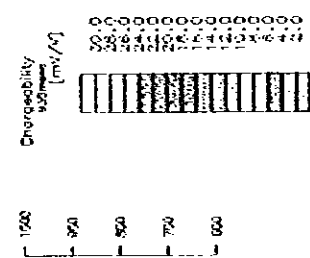
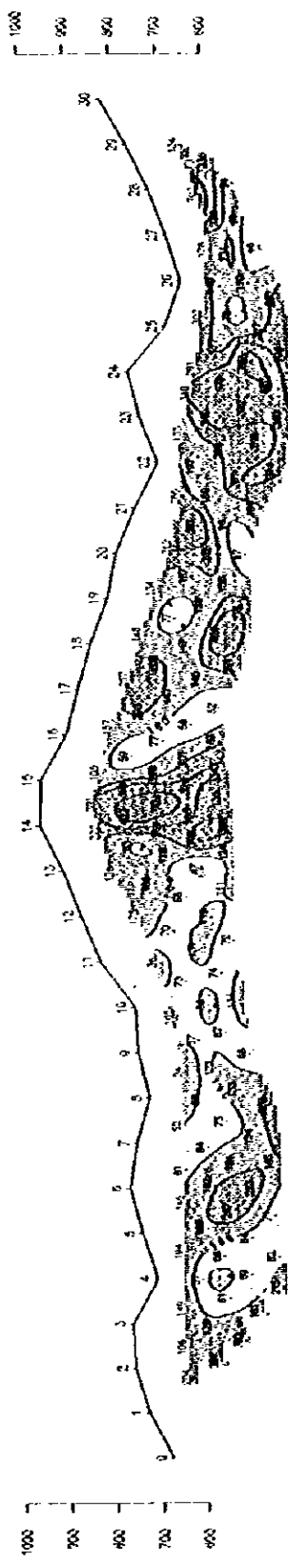
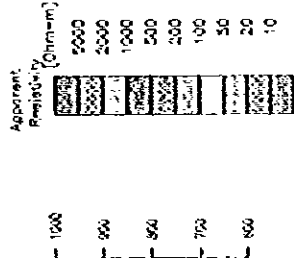
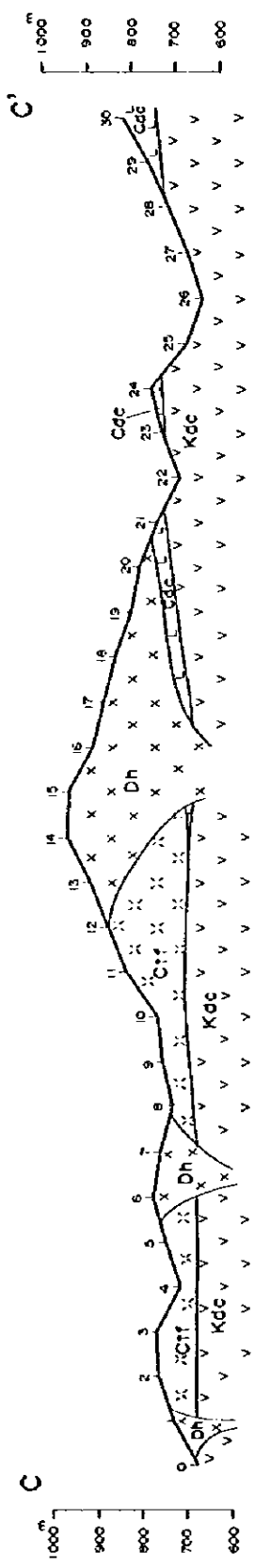
Geology

B'



図II-7-6 見掛比抵抗・充電率断面図 (B測線)

Geology



100 0 100 200 300 400 500
(metres)

ESRI '98
Line-C

図II-1-7 見掛比抵抗・充電率断面図 (C測線)

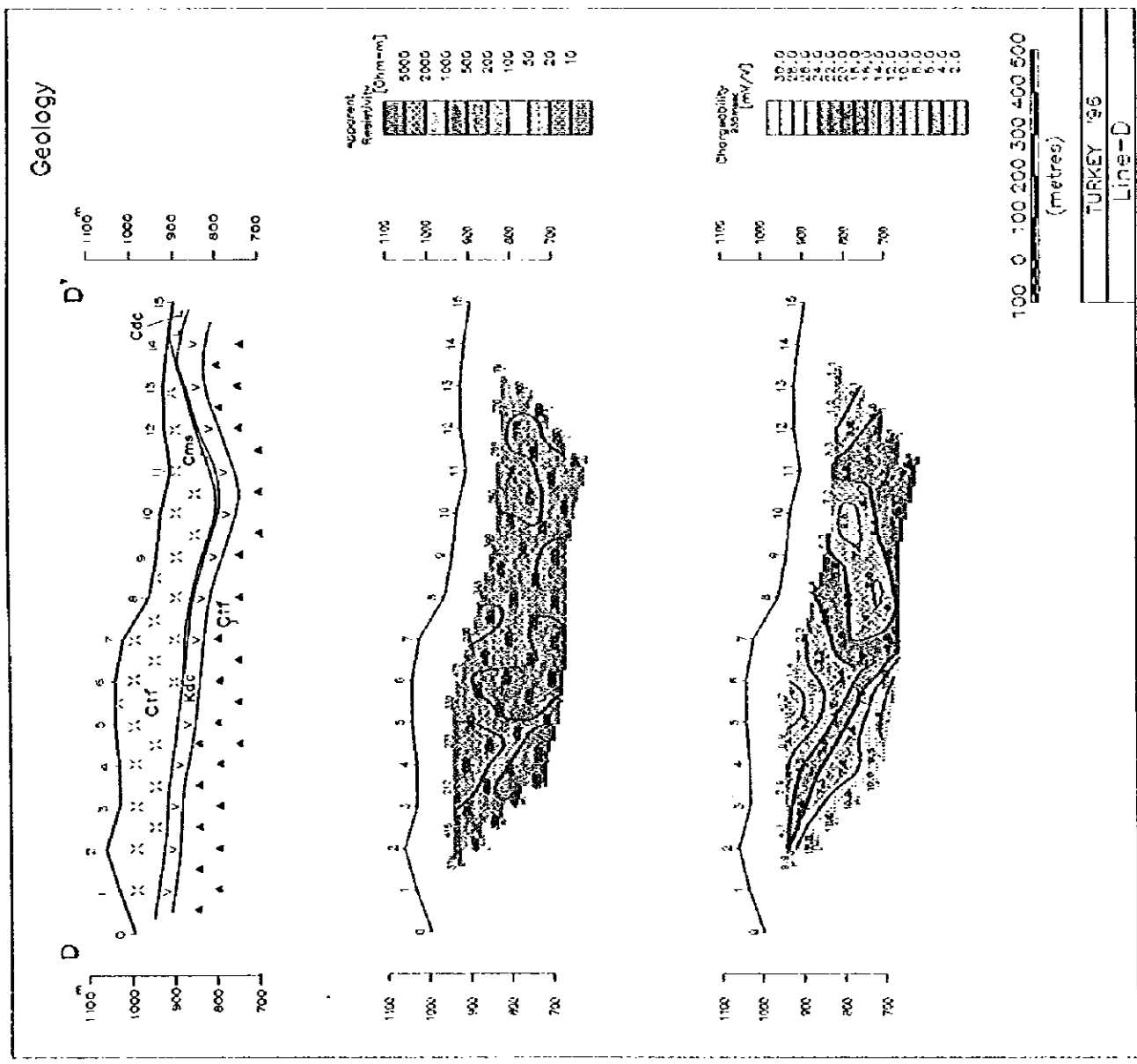


图 II-1-8 見掛比抵抗・充電率断面图 (D 測線)

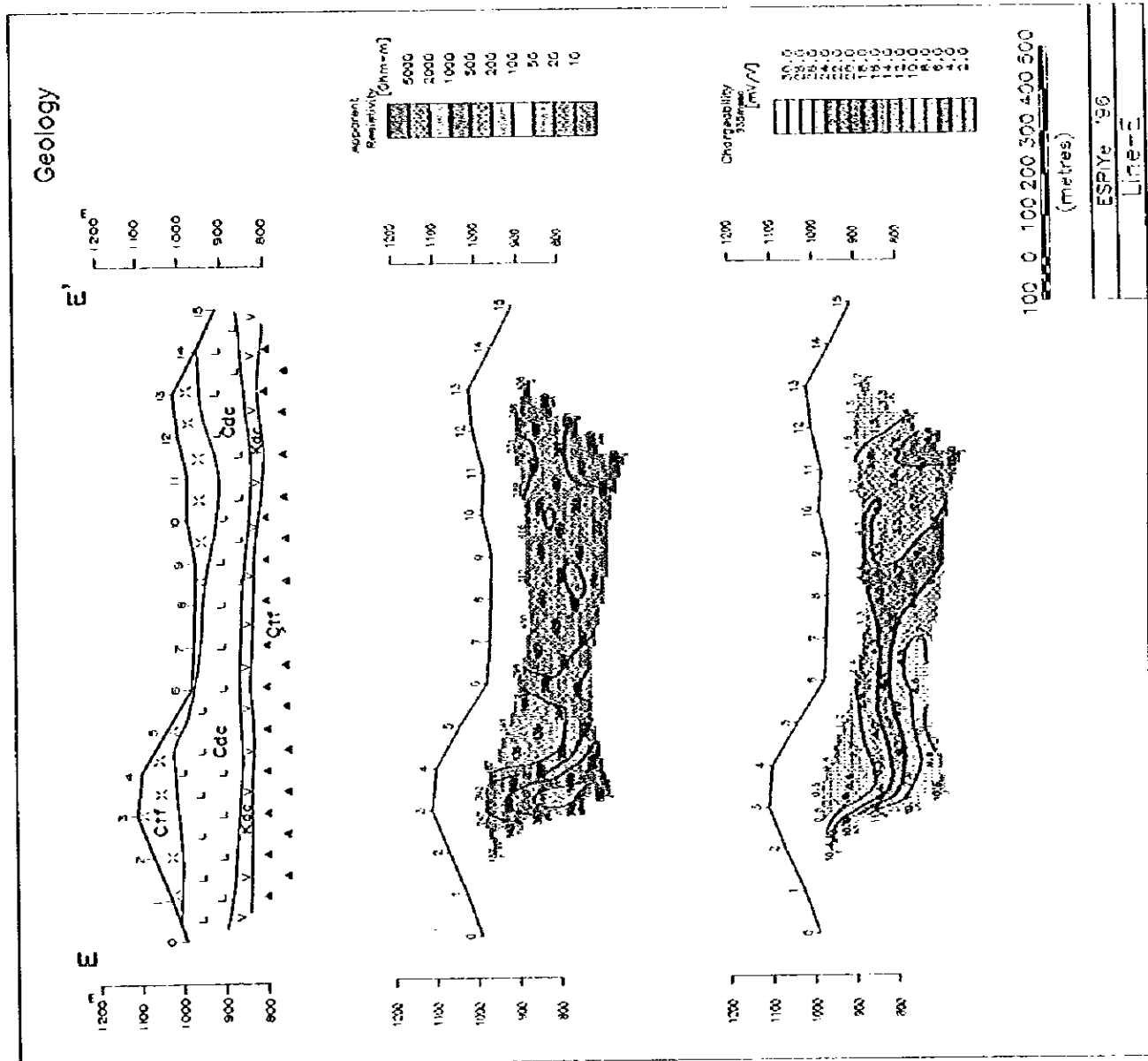


图 II-1-9 見嶽比抵抗・充電率断面图 (E 测线)

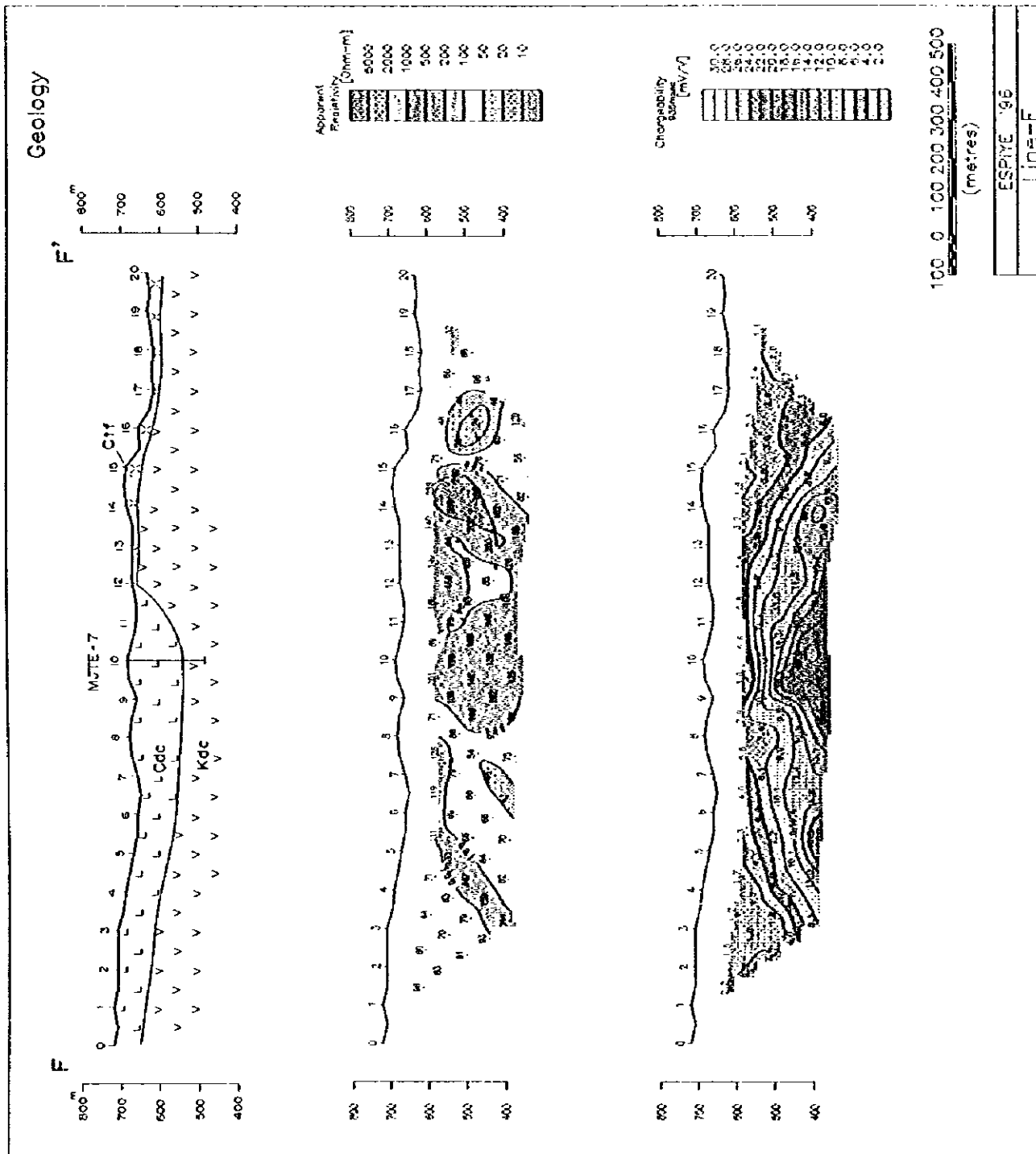
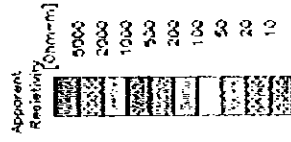
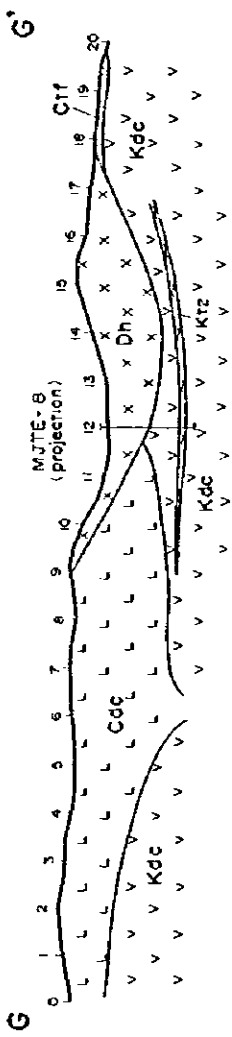


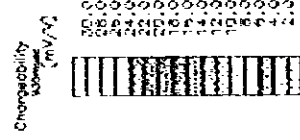
图 II-1-1-10 見掛比抵抗・充電率断面図 (F 測線)

Geology

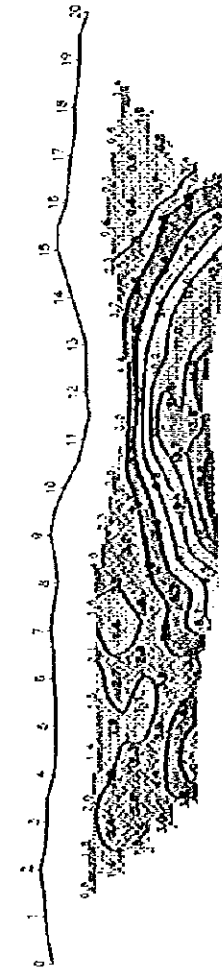
900m
700
600
500
400



900
700
600
500
400



900
700
600
500
400

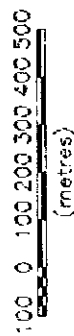
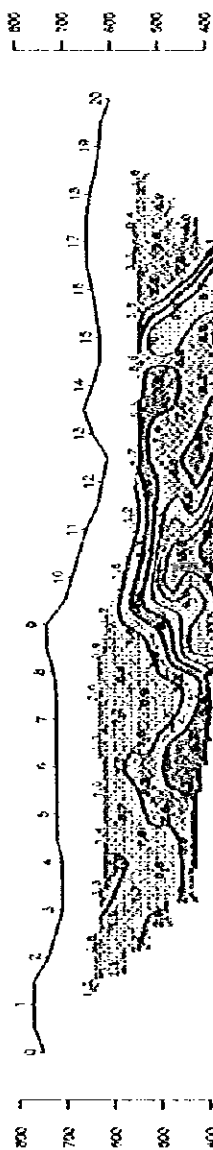
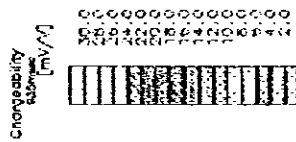
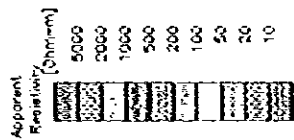
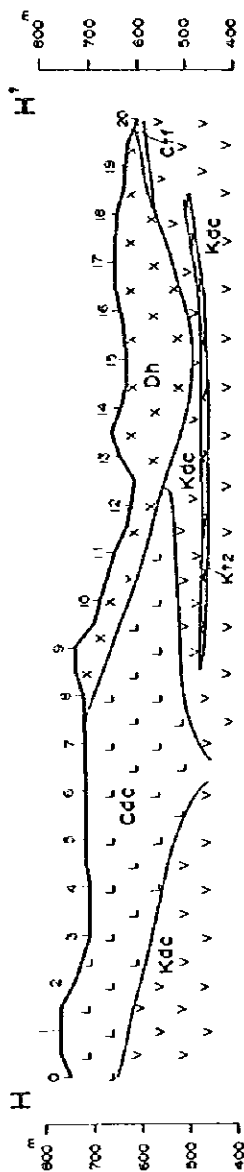


100 0 100 200 300 400 500
(metres)

ESPIE '98
Line-G

図 II-1-1-1 見掛比抵抗・充電率断面図 (G測線)

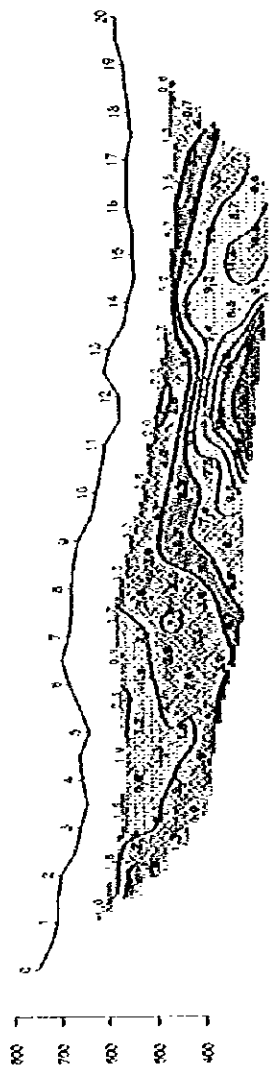
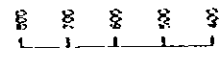
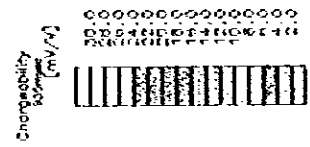
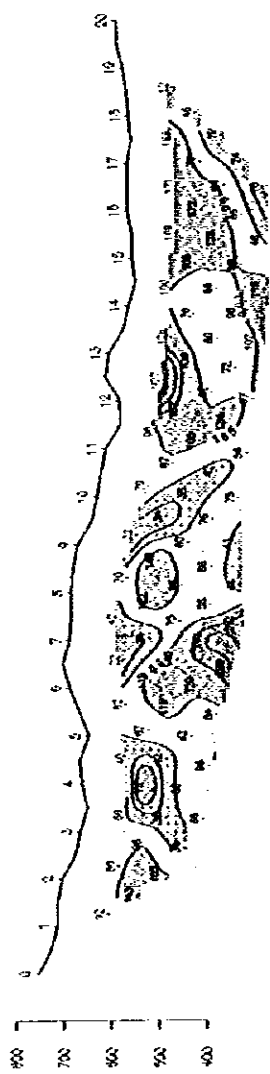
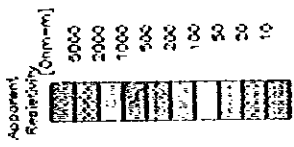
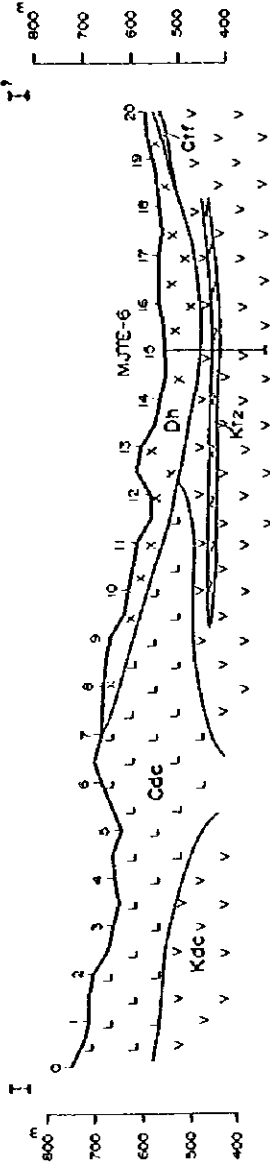
Geology



ESPIYE '96
Line-11

图 II-1-1-12 見掛比抵抗・充電率断面図 (H測線)

Geology



100 0 100 200 300 400 500
(metres)

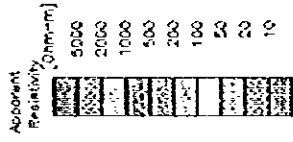
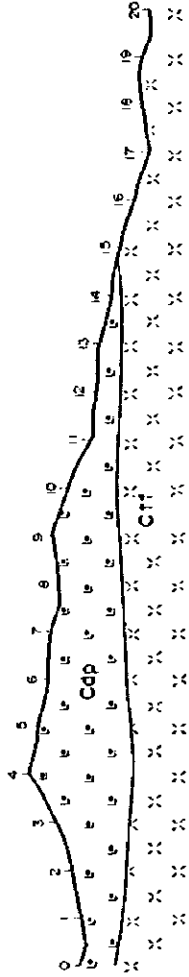
ESPIYE '55
LINE-1

图 II-1-1-13 見掛比抵抗・充電率断面図 (I 測線)

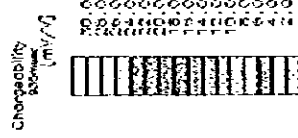
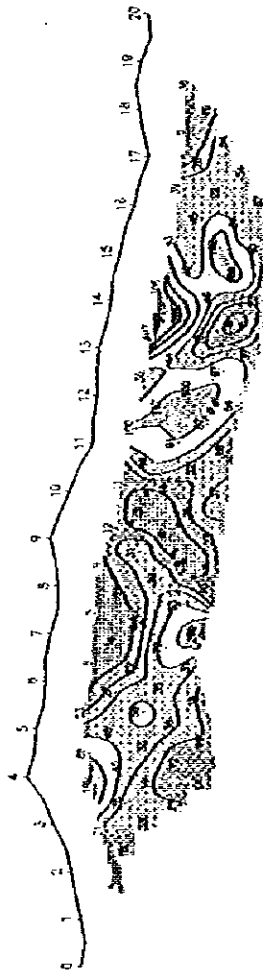
Geology

J'

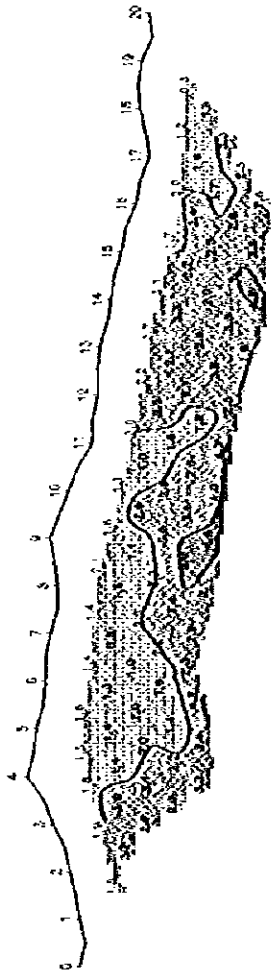
800
700
600
500
400



800
700
600
500
400



800
700
600
500
400



100 0 100 200 300 400 500
(metres)

ESPIE '95
Line-J

图 II-1-1-14 見掛比抵抗・充電率断面図 (J 測線)

Geology

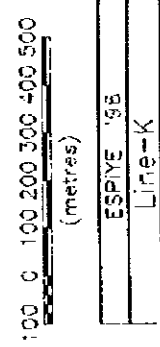
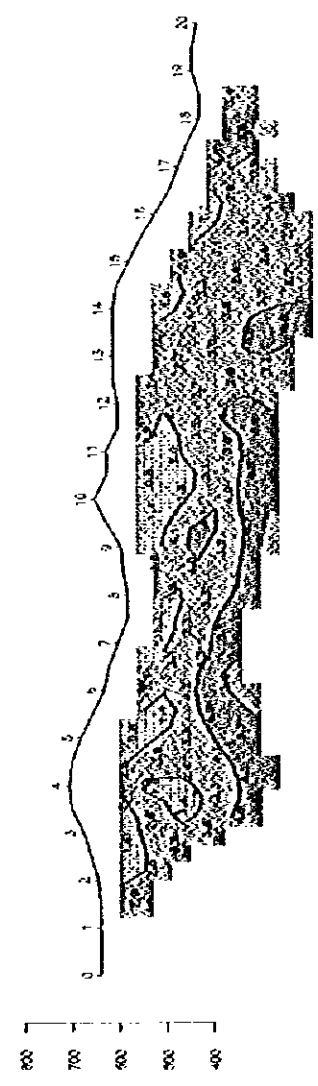
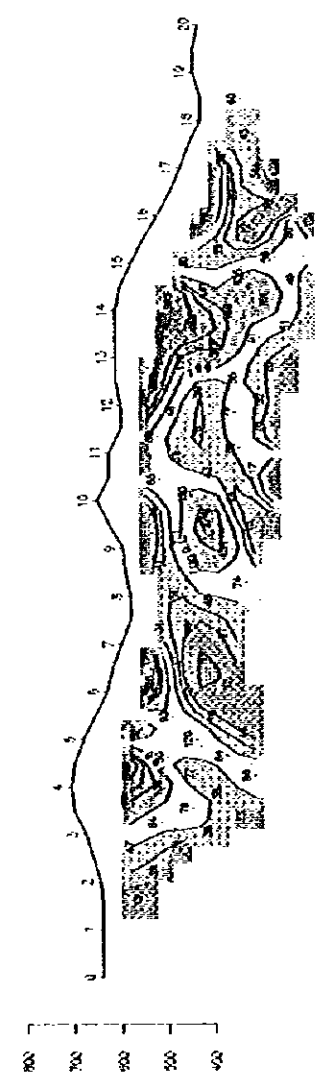
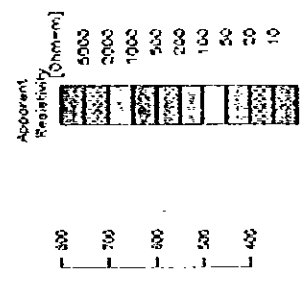
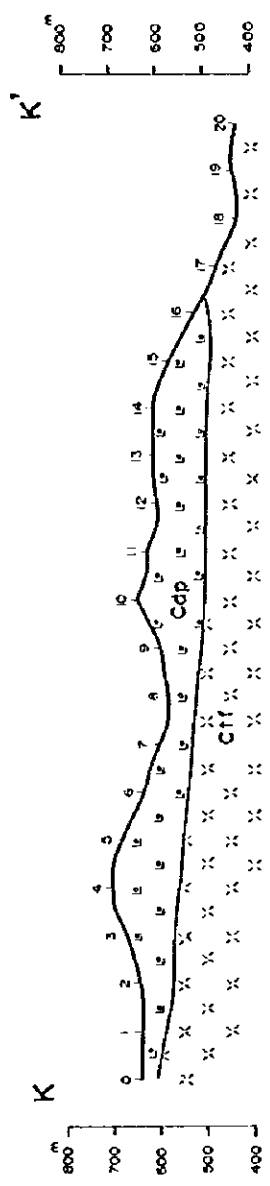


圖 II-1-15 見掛比抵抗・充電率断面図 (K測線)

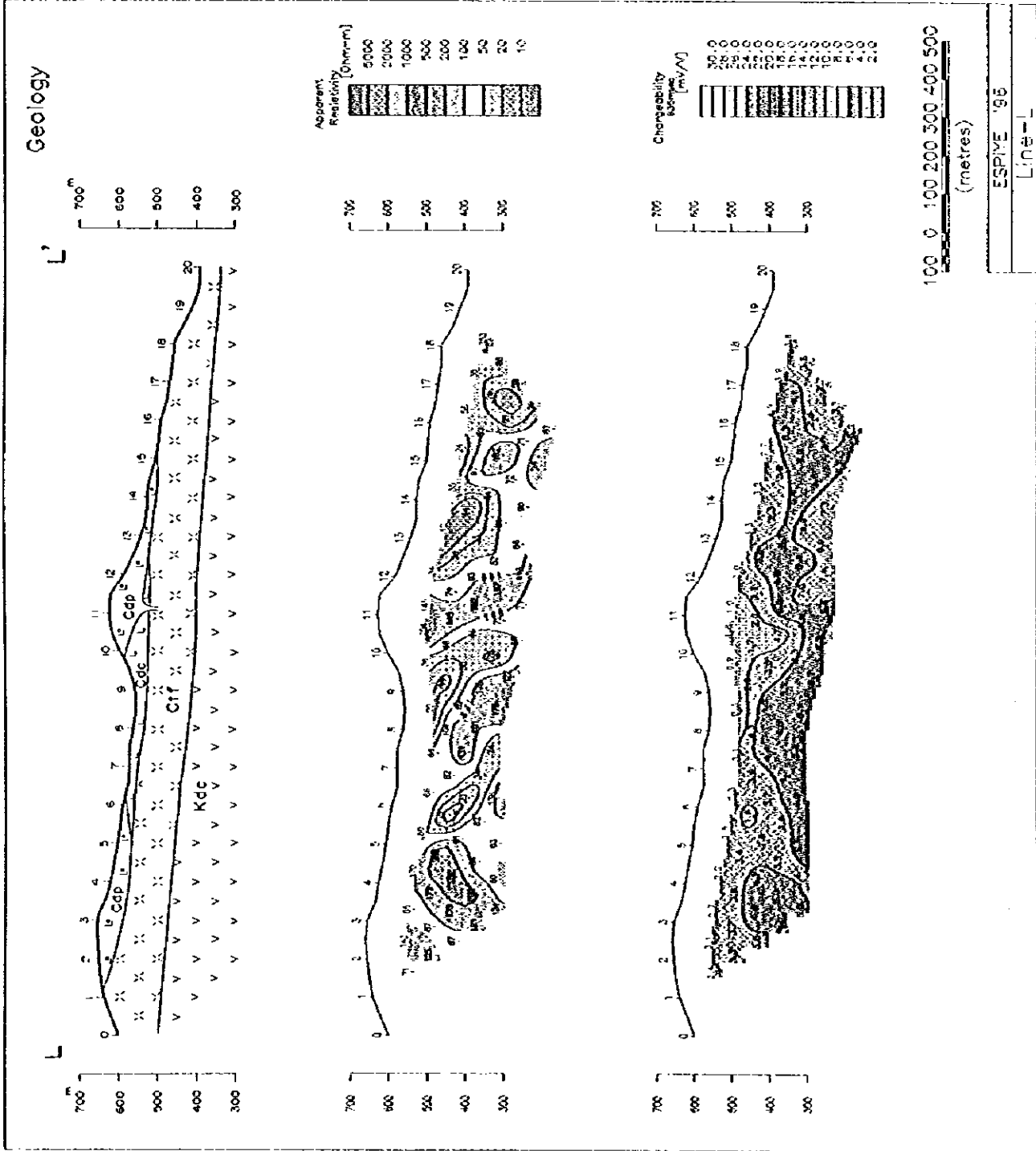
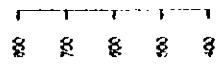
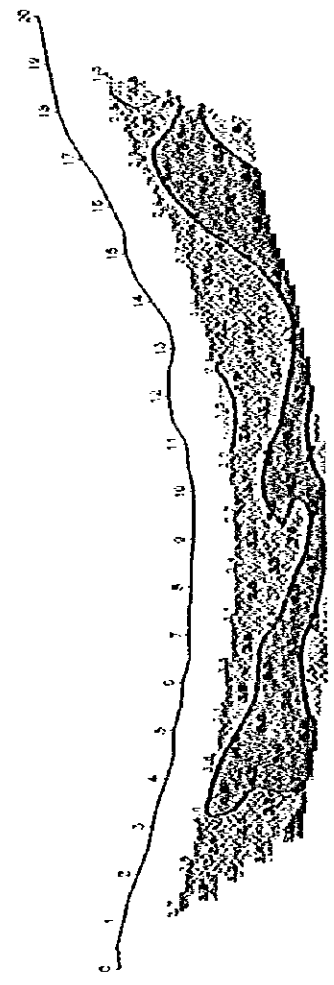
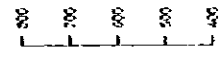
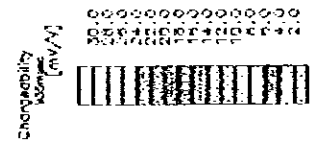
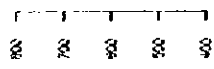
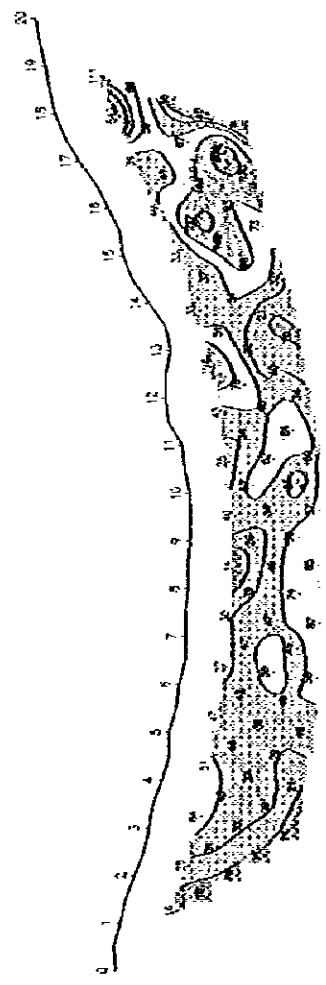
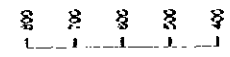
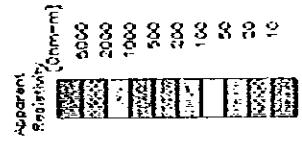
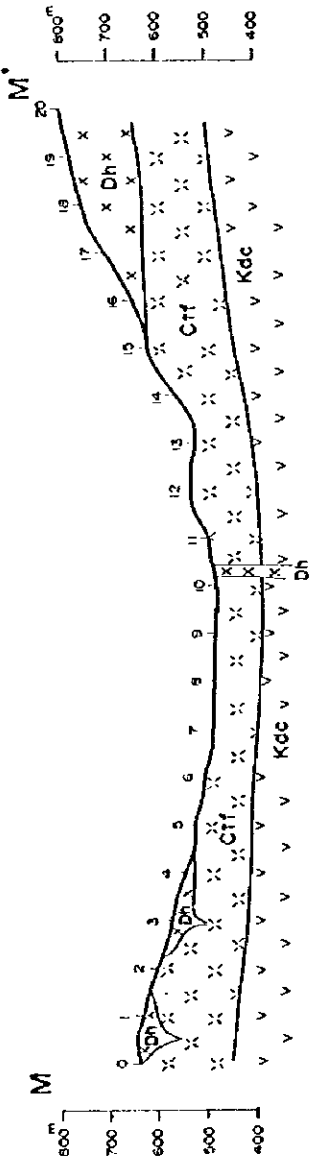


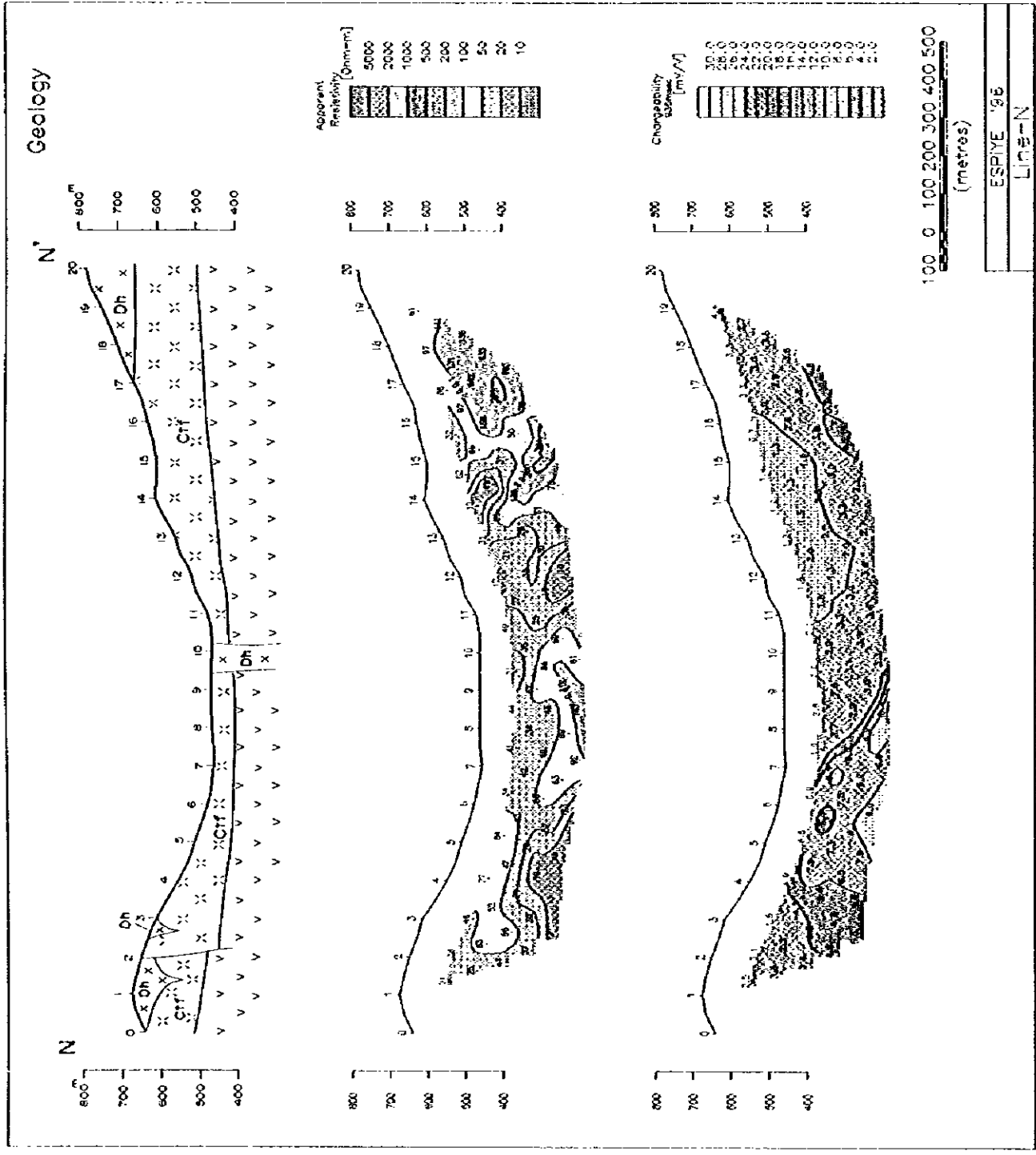
图 II-1-16 見掛比抵抗・充電率断面図 (L 測線)

Geology



ESP/E '93
Line-M

图 II-1-1-7 見掛比抵抗・充電率断面図 (M測線)



図II-1-18 見掛比抵抗・充電率断面図（N測線）

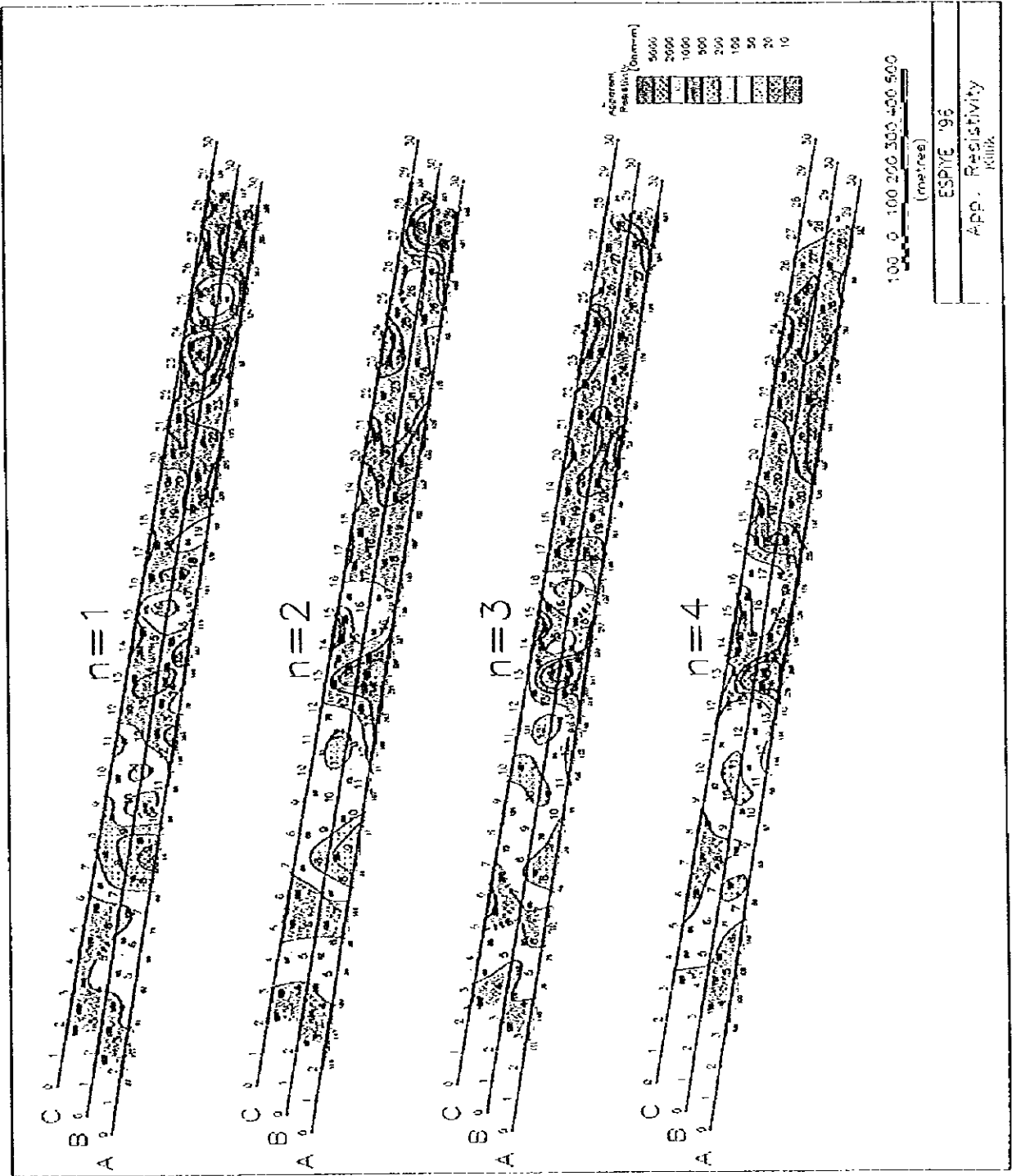
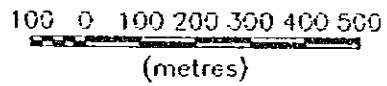
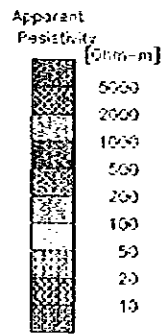
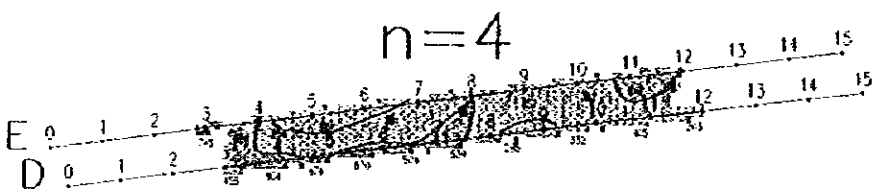
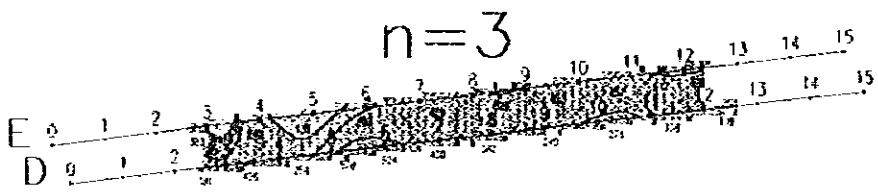
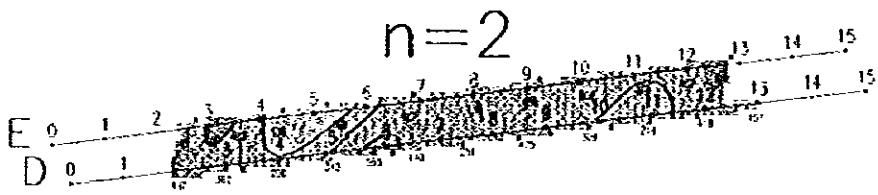
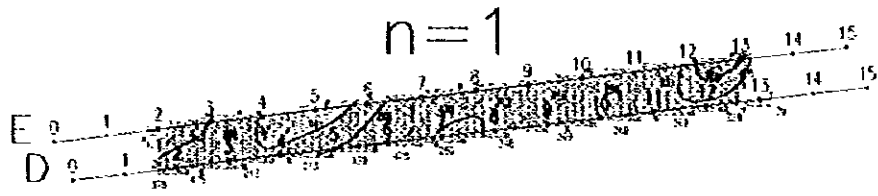


图 II-1-19 见蚀比抵抗平面图 (Kilik地区)



ESPIYE '96
App. Resistivity -
Kepcelik

图 1-1-20 视电阻抗平面图 (Kepcelik地区)

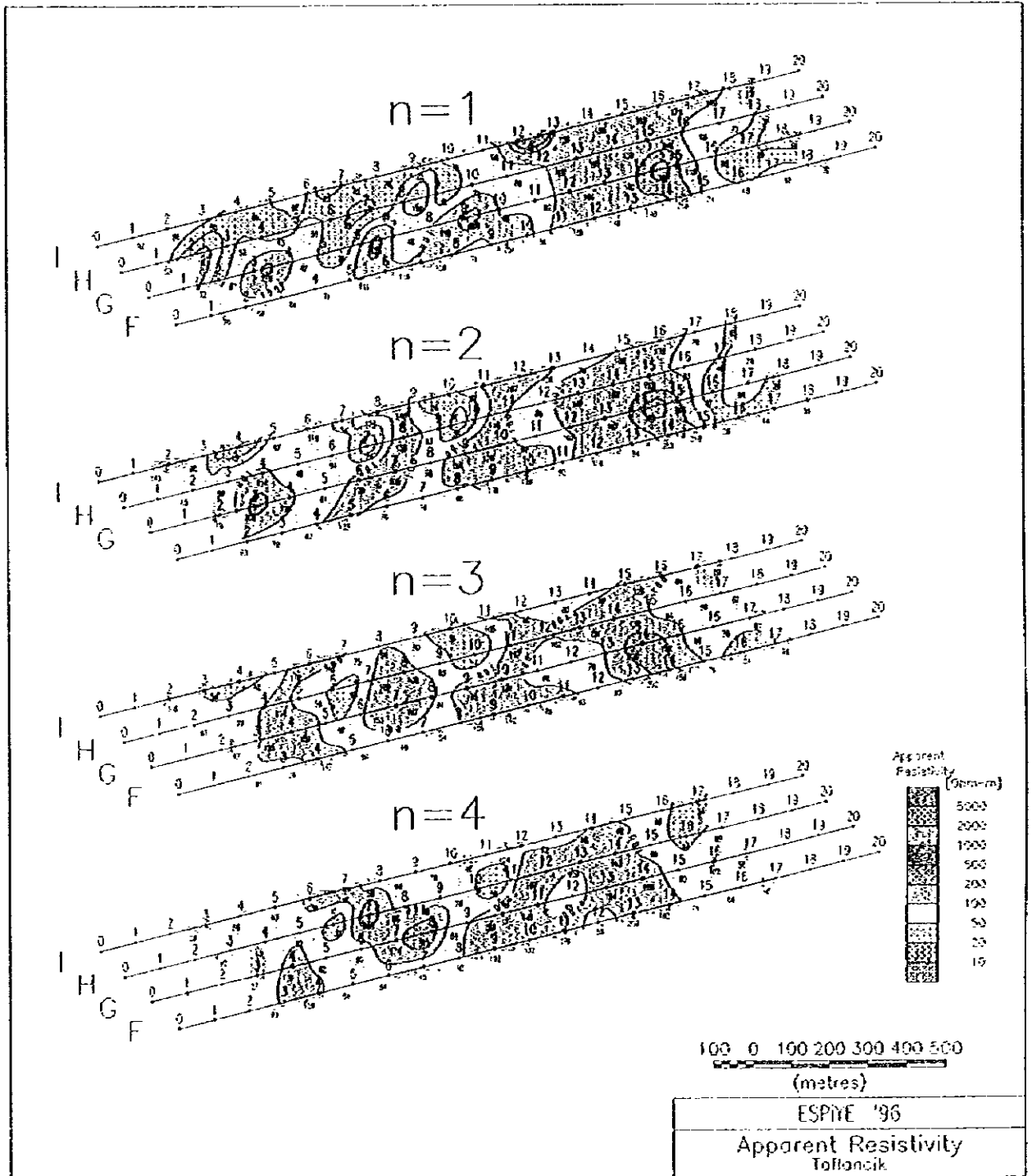


图 II - 1 - 2 1 見掛比抵抗平面图 (Tafancik地区)

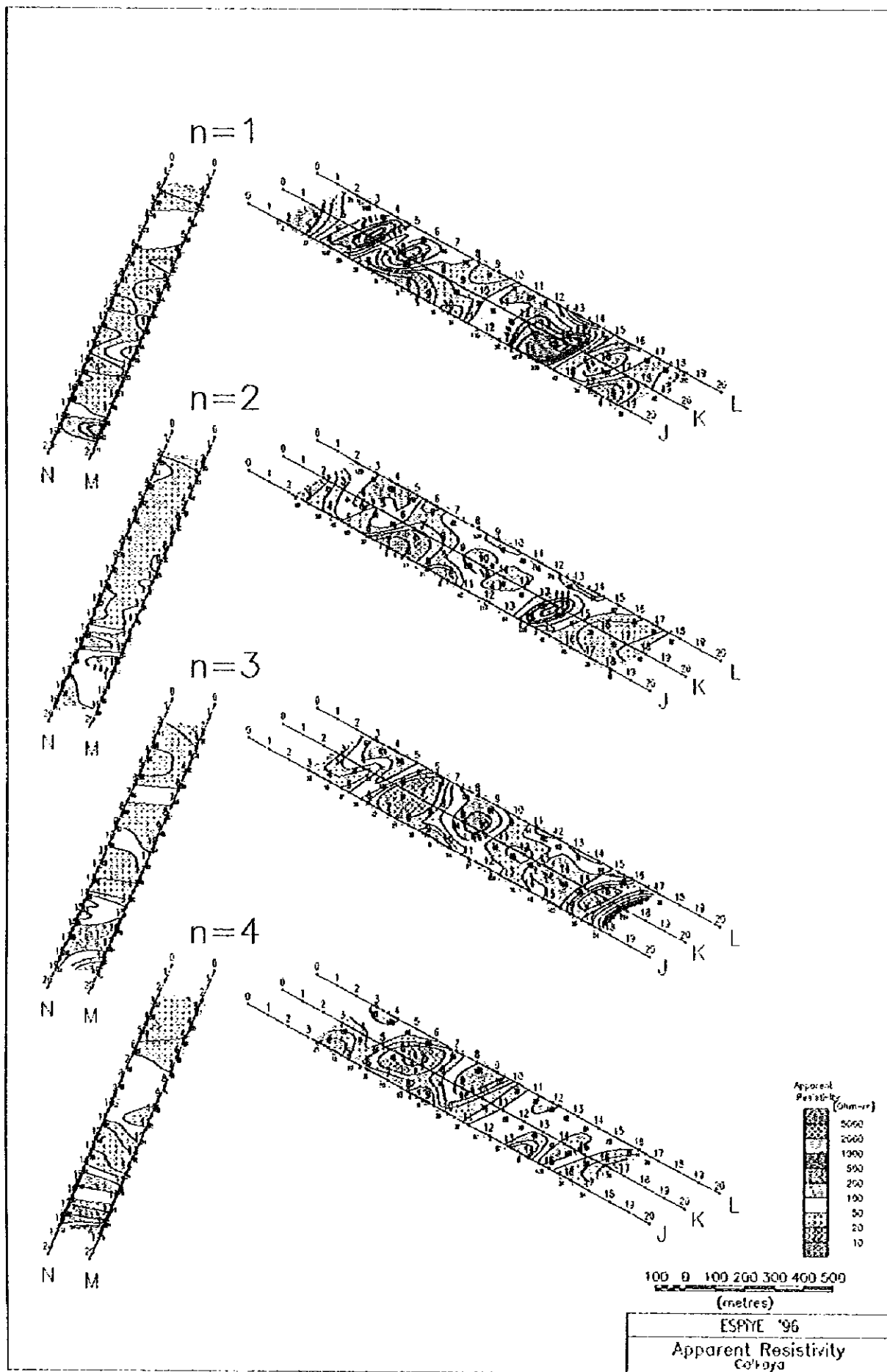


图 II - 1 - 22 見掛比抵抗平面図 (Çalkaya地区)

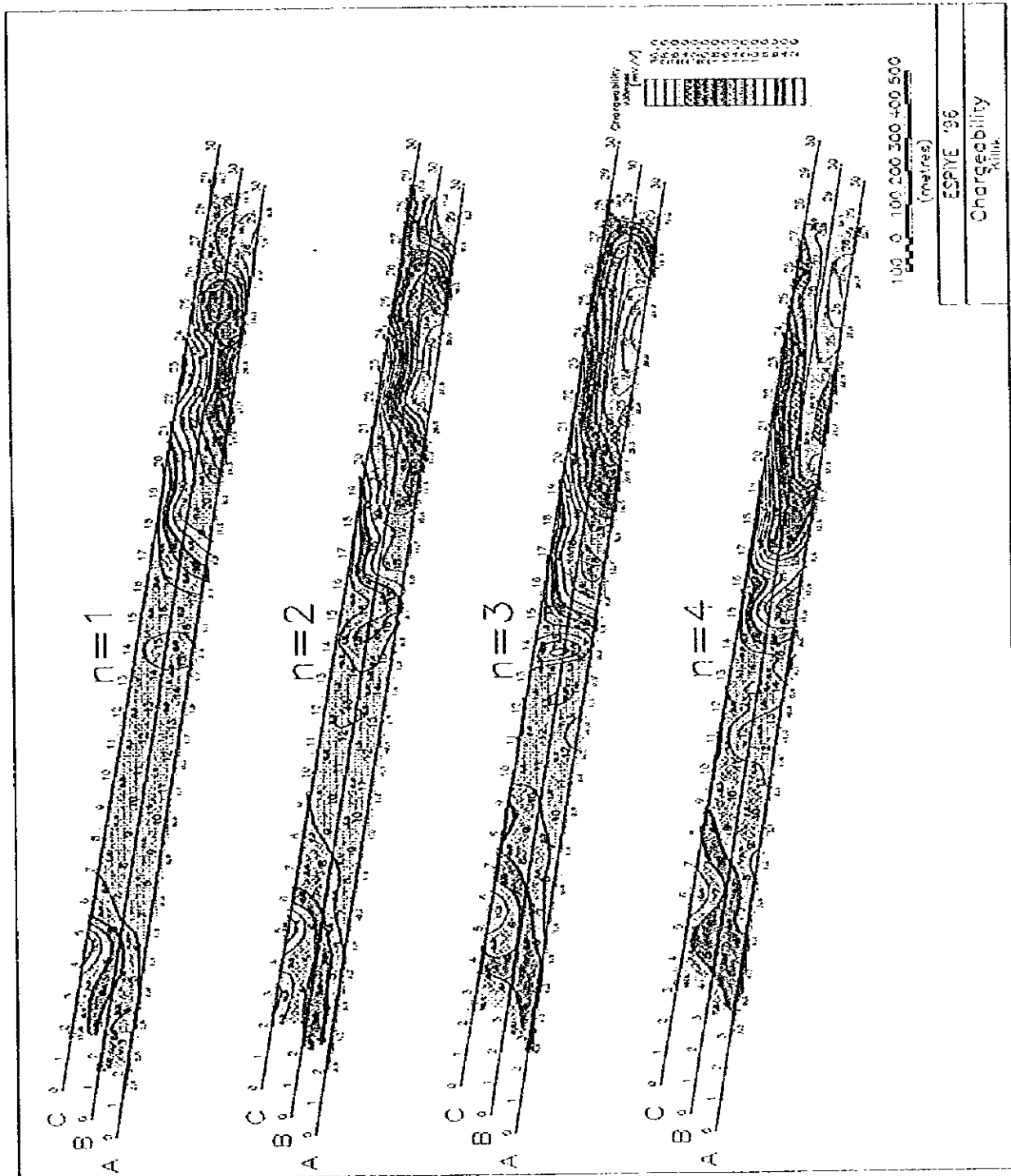


图 II-1-1-2-3 充電率平面图 (Kilik地区)

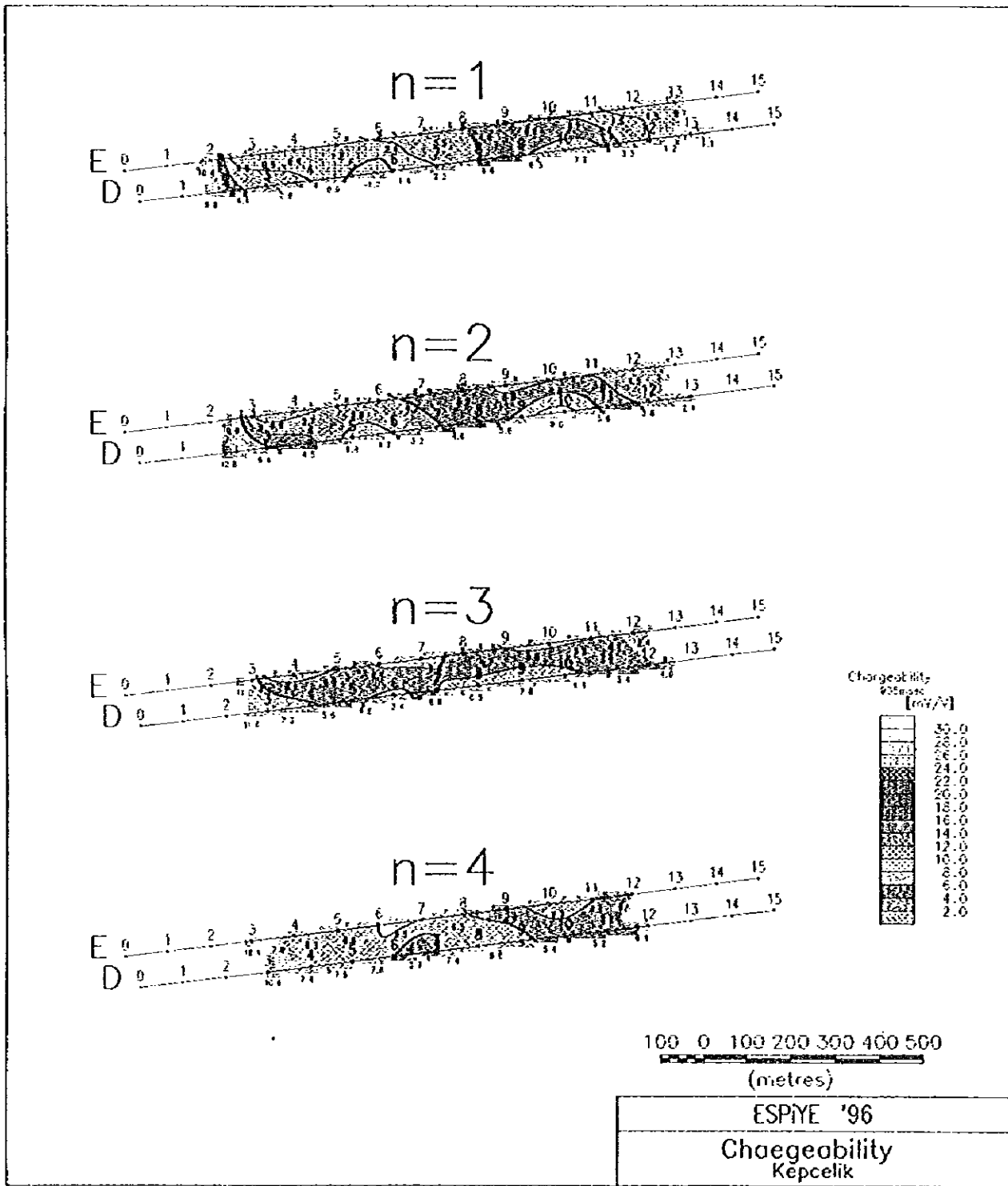


图 II - 1 - 24 充电率平面图 (Kepcelik地区)

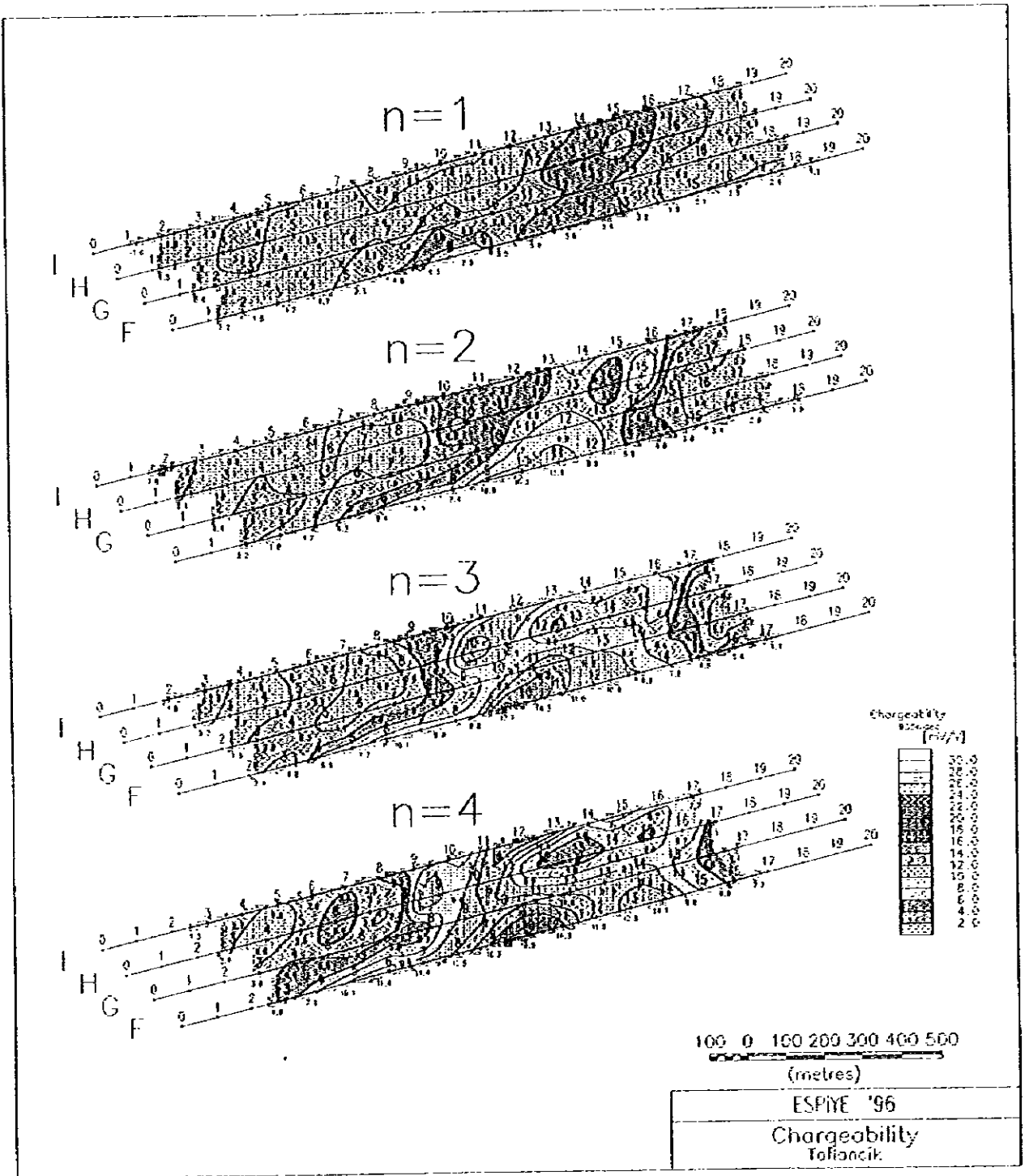


图 II - 1 - 25 充电率平面图 (Tafiancik地区)

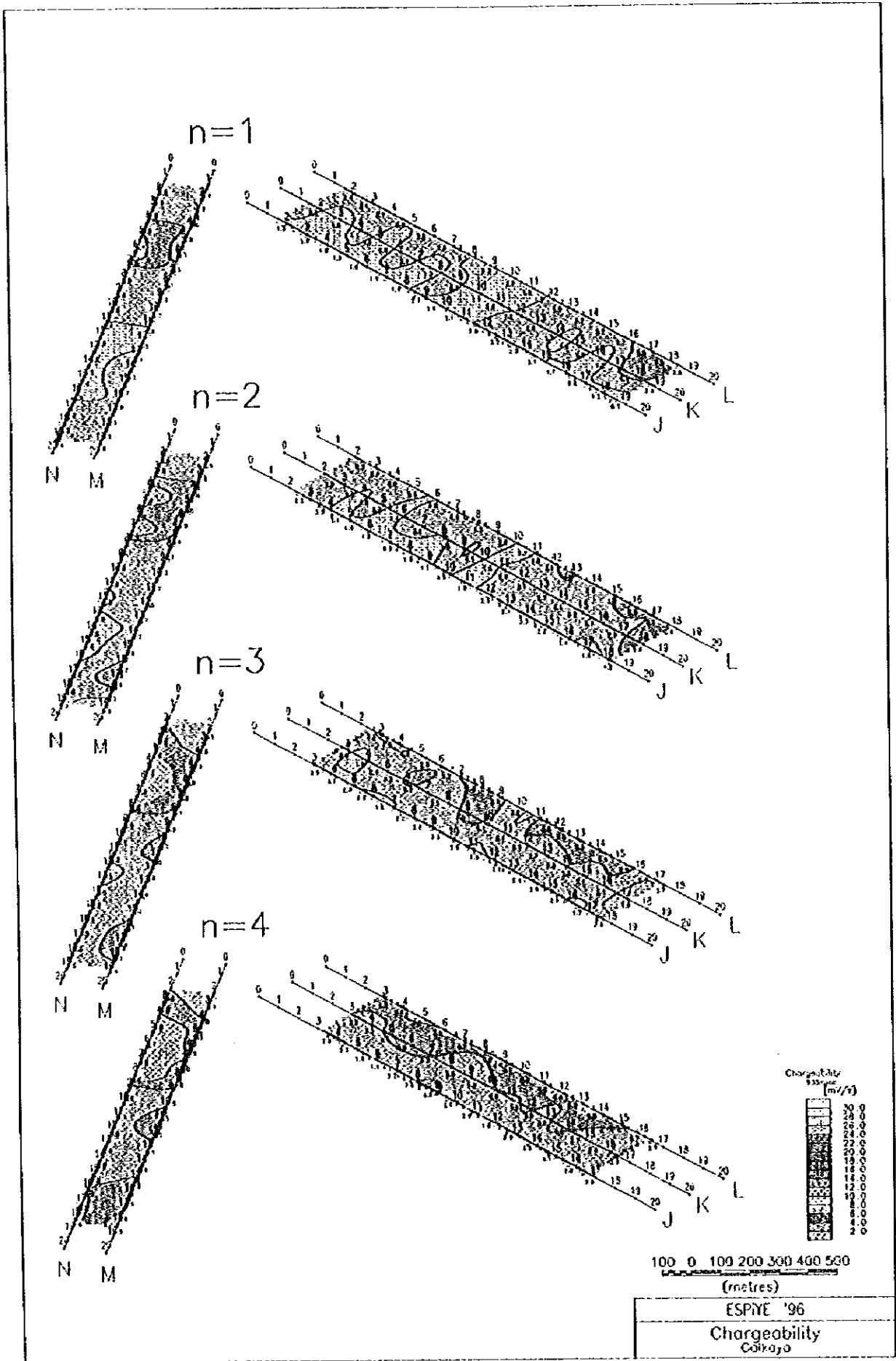


图 II - 1 - 26 充电率平面图 (Çalkaya地区)

1-2-2 岩石及び鉍石の物性

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42個についてタイム・ドメイン法により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 Ω ・m)に浸した。

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

試料の物性試験結果を表II-1-5に示す。

各試料の見掛比抵抗と充電率の関係を図II-1-27に示す。また、各ボーリング孔の見掛比抵抗と充電率を図II-1-28(1)~(2)に示す。

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。

各試料の比抵抗値は硬質な部分を反映し全体に高い値を示す。比抵抗は43~1,260 Ω ・mであり、試料の比抵抗値は変質の程度により大きく変化する。

充電率は0.55~115.04mV/Vである。

肉眼で黄鉄鉍を比較的明瞭に確認できる試料は約10mV/V以上を示す。

全調査孔における充電率では、比較的強い鉍化が認められるKızılkaya層のデイサイト溶岩及びÇağlayan層のデイサイト溶岩で部分的に100mV/V程の高充電率を示す。

充電率には同量の硫化物に対しマトリクスの比抵抗が反映した高比抵抗・高充電率の傾向が認められる。従って、ここでは[充電率/比抵抗値]を計算し鉍化程度を目安とする。

充電率M12(mV/V)/比抵抗(Ω ・m)が約0.2以上で明瞭な鉍化が認められる。

鉍化が最も強いボーリングコア試料はMJTE-3の深度109.8m(Kızılkaya層のデイサイト溶岩)で0.63である。ちなみに前年度の試料を含めてまとめると鉍化の無い岩石は約0.1以下、珪化鉍1~10、黒鉍が約20以上、黄鉍は約100以上の値である。

表 II - 1 - 5 比抵抗測定及び充電率測定結果一覧表

No.	Rec. No.	LEPTM (s)	Rock Typ.	Rd (Ω·m)	R1 60sec	R5 20sec	R5 10sec	R7 10sec	R8 20sec	R9 30sec	R10 50sec	R11 70sec	R12 90sec	R13 120sec	R14 150sec	R12/R90
1	WITE-1	59.10	Dh	82.10	27.61	25.64	23.81	21.94	19.73	17.55	15.31	13.04	10.75	8.75	6.85	0.13
2		89.50	Dh	425.41	32.09	27.87	24.39	21.07	18.05	15.39	12.81	10.67	8.74	7.09	5.64	0.03
3		179.60	Dh	158.71	22.85	19.91	17.74	15.73	14.00	12.25	10.53	8.90	7.31	5.87	4.58	0.05
4		160.00	Cdc	126.60	24.31	19.77	16.24	13.11	10.60	8.58	6.91	5.57	4.48	3.69	2.82	0.04
5		225.70	Kdc	153.81	285.01	244.41	229.60	194.81	169.97	145.25	124.41	101.21	82.57	70.95	57.63	Py net 0.44
6		250.00	Kdc	278.10	27.28	22.31	18.50	15.44	12.84	10.58	8.88	7.05	5.61	4.43	3.41	0.03
7	WITE-2	15.90	Ctf	185.70	14.85	12.91	11.24	9.61	8.41	7.45	5.98	4.90	3.91	3.08	2.27	0.03
8		61.00	Cdc	235.41	27.71	23.53	20.52	17.33	14.70	12.37	10.25	8.28	6.53	5.03	3.74	0.01
9		114.50	Cdc	215.41	17.21	14.21	11.81	9.91	8.15	6.70	5.23	4.14	3.15	2.26	1.53	0.01
10		209.00	Cdc	178.00	12.59	10.65	9.19	7.72	6.45	5.21	4.21	3.24	2.50	1.83	1.41	0.01
11		220.00	Kdc	165.20	19.55	16.31	13.53	10.65	8.74	6.94	5.44	4.14	3.21	2.35	1.72	0.03
12		232.00	Ctf	695.90	11.41	9.33	7.71	6.11	4.78	3.58	2.82	2.13	1.54	1.11	0.81	0.03
13	WITE-3	22.60	Ctf	208.00	16.57	15.04	12.31	9.87	7.97	6.31	5.01	3.91	2.91	2.30	1.71	0.01
14		60.50	Ad	122.20	8.88	6.52	5.07	3.83	2.94	2.13	1.61	1.13	0.81	0.59	0.51	0.01
15		76.50	Ctf	628.50	238.51	201.61	174.53	145.15	116.25	87.53	61.69	37.11	115.04	55.47	78.50	Py diss 0.15
16		109.80	Kdc	126.50	281.61	233.63	207.53	181.55	157.13	131.53	114.21	95.74	79.73	65.64	53.71	Py net 0.62
17		119.80	Kdc	109.00	135.52	116.55	99.90	84.21	70.41	58.53	45.12	32.14	31.63	25.31	20.13	Py diss 0.32
18	WITE-4	71.10	Ctf	115.70	8.13	5.12	3.21	1.85	1.92	1.28	1.31	0.91	0.71	0.58	0.37	0.01
19		126.00	Ctf	161.00	5.34	3.72	2.58	1.51	1.44	1.12	1.01	0.68	0.72	0.60	0.52	0.03
20		132.50	Kdc	352.50	2.55	1.92	1.43	1.01	1.52	1.32	1.41	1.32	1.13	0.93	0.75	0.03
21		178.00	Kdc	76.50	18.11	15.11	12.73	10.70	8.65	6.87	5.25	3.92	2.63	2.02	1.45	0.04
22		209.70	Kdc	77.50	22.00	19.61	17.58	14.61	12.15	9.64	7.47	5.50	4.07	2.91	2.09	0.03
23	WITE-5	115.70	Cdc	115.70	1.24	1.52	1.31	1.21	0.91	0.74	0.60	0.55	0.45	0.31	0.21	0.01
24		131.60	Kdc	72.60	23.00	18.50	15.65	13.15	11.31	9.71	8.21	7.12	6.15	5.25	4.11	0.05
25		161.60	Dh	193.60	15.05	12.45	10.45	9.04	7.25	6.03	4.82	3.85	3.13	2.33	1.76	0.01
26		192.90	Kdc	61.70	27.35	22.41	19.35	17.61	15.63	13.63	11.63	10.43	17.48	14.70	12.33	Py net 0.20
27		221.60	Kdc	43.21	24.75	21.61	19.11	16.61	14.31	12.31	10.51	8.91	7.45	6.02	4.94	0.10
28	WITE-6	52.50	Dh	362.60	12.27	9.65	7.83	6.31	5.17	4.03	3.61	2.93	2.41	1.95	1.62	0.01
29		83.70	Kdc	179.90	12.83	10.71	9.24	7.62	6.54	5.44	4.51	3.66	3.02	2.26	1.94	0.01
30		99.20	Kt2	258.60	25.00	20.00	16.00	13.00	10.00	8.00	6.00	4.00	3.00	2.00	1.50	0.01
31		127.30	Kdc	142.10	297.31	217.11	207.81	177.70	149.91	124.61	102.72	83.64	67.70	54.43	43.63	Py diss 0.49
32		194.80	Kdc	387.60	32.91	27.67	23.29	19.24	15.61	12.61	10.11	8.00	6.21	4.88	3.73	0.01
33	WITE-7	59.70	Cdc	60.00	22.72	21.05	19.31	17.53	15.05	12.71	10.57	8.45	6.50	4.82	3.53	0.08
34		109.00	Cdc	253.31	15.92	14.24	11.95	9.68	8.11	6.63	5.24	4.24	3.41	2.68	2.05	0.01
35		138.30	Kdc	299.00	14.39	15.41	13.13	11.67	10.13	8.53	7.53	6.13	5.13	4.13	3.13	Py diss 0.04
36		162.00	Kdc	132.10	283.83	255.02	228.83	200.25	172.91	147.21	124.13	103.55	85.85	70.60	57.97	Py net 0.55
37		177.50	Kdc	412.10	37.53	32.73	27.93	23.54	19.53	16.13	13.20	10.78	8.63	6.81	5.11	0.01
38	WITE-8	52.50	Dh	317.70	3.18	2.62	1.41	1.04	1.03	0.81	0.72	0.60	0.53	0.43	0.24	0.01
39		191.70	Dh	114.41	2.34	3.32	3.47	3.33	3.21	2.92	2.71	2.45	2.15	1.83	1.58	0.02
40		115.50	Kdc	111.90	27.53	34.63	31.53	28.05	24.53	21.43	18.37	15.55	13.05	10.81	8.81	Py net 0.12
41		178.00	Kt2	121.70	42.20	36.94	32.54	28.59	25.13	21.73	18.65	15.74	13.13	10.71	8.53	Py diss 0.11
42		200.00	Kdc	322.60	27.45	22.44	18.62	15.44	12.75	10.59	8.63	6.91	5.67	4.52	3.58	0.02
43	Lahanos		Ore	17.00	382.23	347.63	311.00	289.60	265.83	235.93	207.53	179.69	155.92	132.33	109.43	9.22
				8.60	453.50	422.53	391.30	357.13	322.84	288.54	254.48	223.00	192.21	164.55	139.63	22.35
				9.40	555.23	525.74	494.22	458.13	424.74	383.00	344.12	308.21	269.53	231.64	199.53	28.63
				358.60	214.18	192.43	171.38	149.50	128.54	108.92	91.44	75.59	61.62	50.15	40.44	0.10
				459.90	151.74	136.04	121.11	105.91	91.63	78.23	66.00	55.21	45.73	37.33	29.31	0.13

Intrusive rock: Dh: Hecatite Dacite, Dp: Prophyritic Dacite, Ad: Andesite
 Caglayan Formation: Ctf: Facitic Pyroclastics, Cdc: Facopyhritic dacite Lava
 Kizilgaya Formation: Kdc: Dacite Lava, Kt2: Dacitic Pyroclastics
 Catak Formation: Ctf: Dacitic Pyroclastics

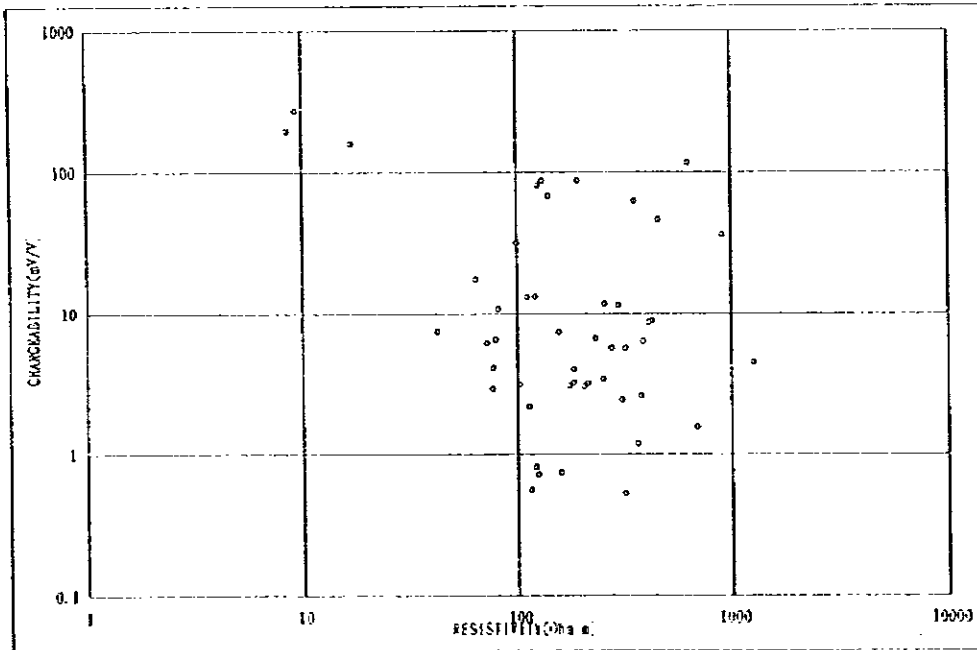
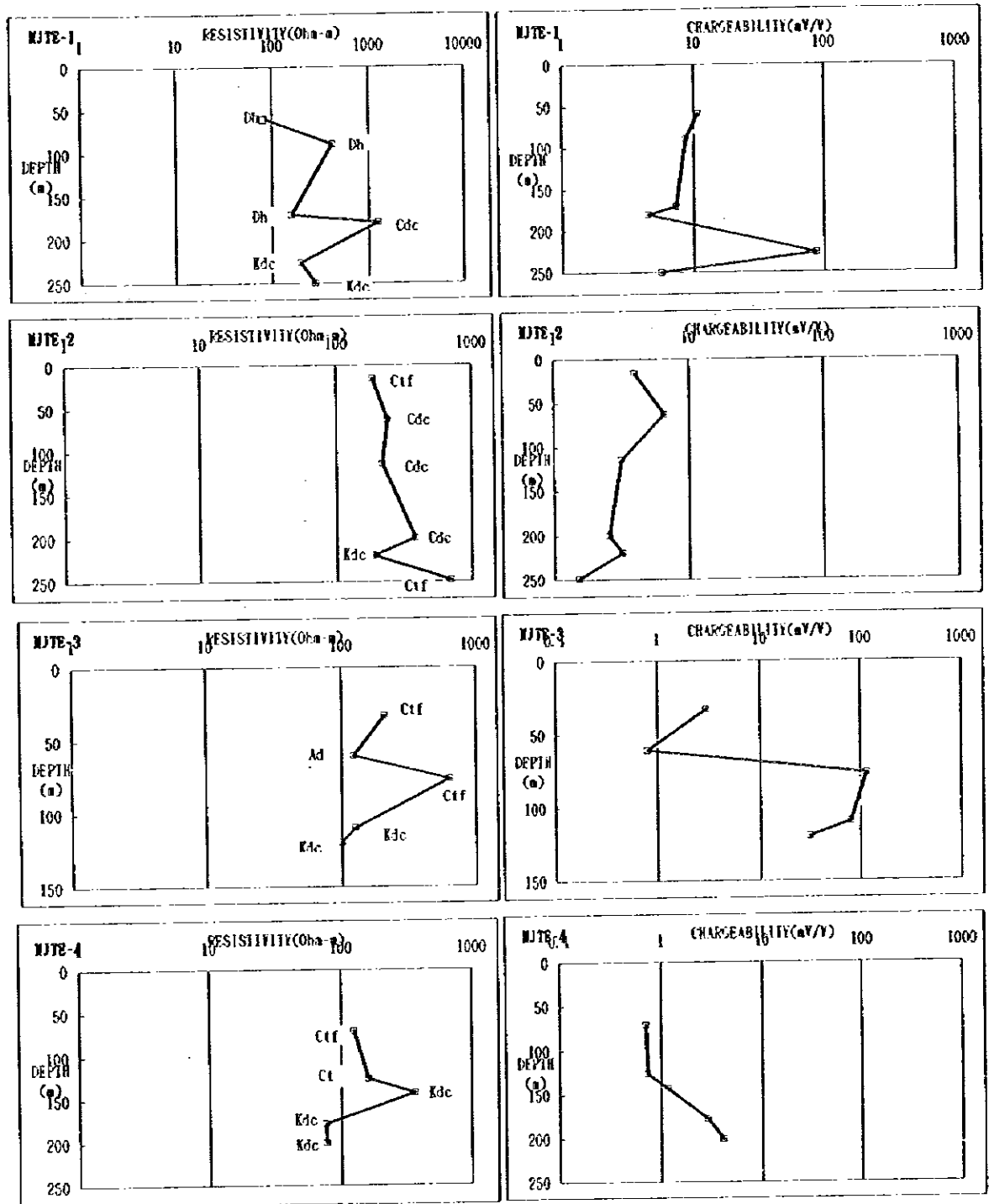


図 II - 1 - 27 ボーリングコアの見掛け比抵抗と充電率の関係



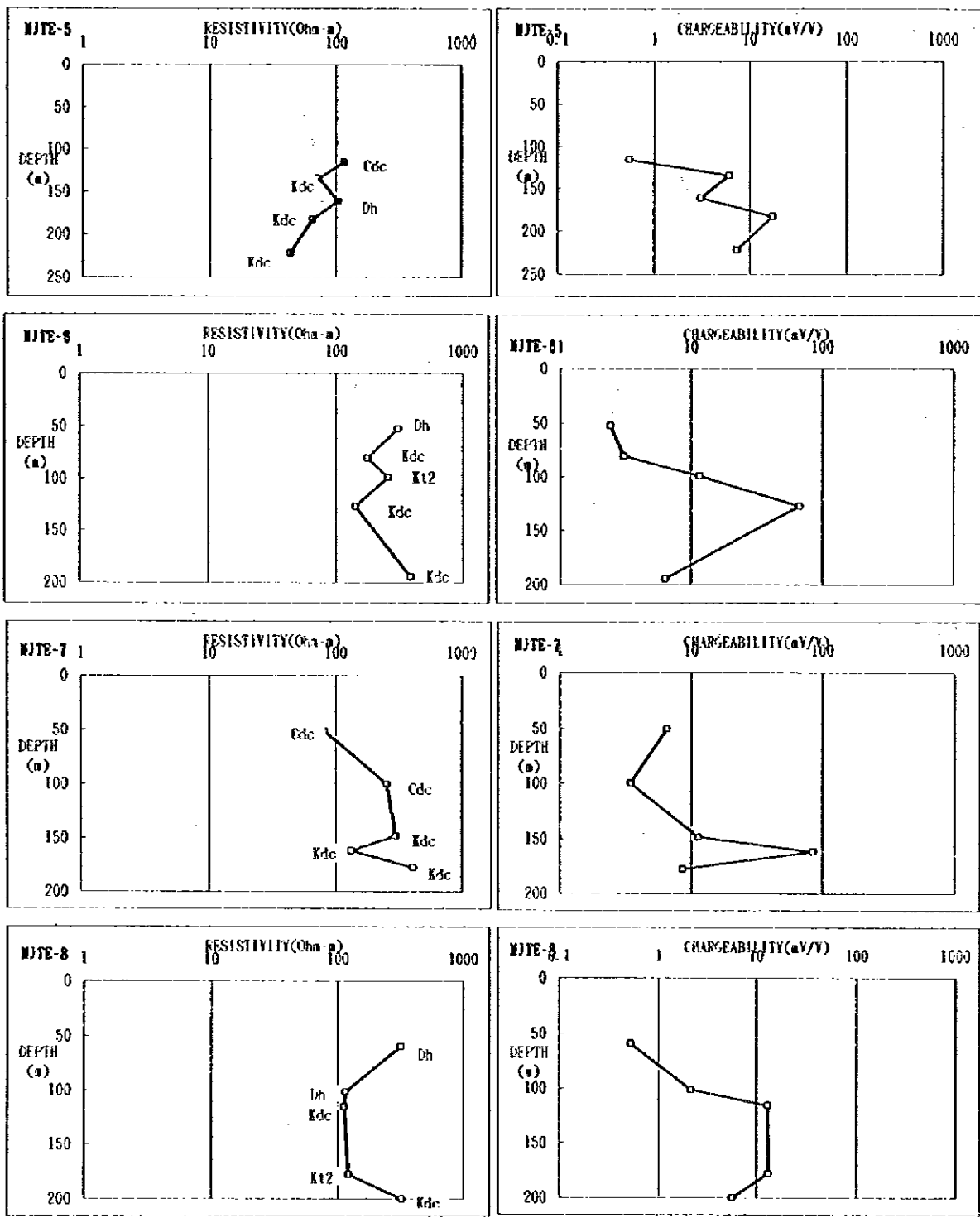
Intrusive rock
 Dh:Heatite Dacite
 Dp:Prophyritic Dacite
 Ad:Andesite

Çağlayan Formation
 Ctf:Dacitic Pyroclastics
 Cdc:Prophyritic dacite Lava

Kızılkaya Formation
 Kdc:Dacite Lava
 Kt2:Dacitic Pyroclastics

Çatak Formation
 Ctf:Dacitic Pyroclastics

図 II - 1 - 28 (f) ボーリング孔別の見掛比抵抗と充電率の関係



Intrusive rock
 Dh:Homatite Dacite
 Dp:Prophyritic Dacite
 Ad:Andesite

Caglayan Formation
 Ct1:Dacitic Pyroclastics
 Cdc:Pocphyritic dacite Lava

Kizilkaya Formation
 Kdc:Dacite Lava
 Kt2:Dacitic Pyroclastics

Catak Formation
 Ct1:Dacitic Pyroclastics

図 II - 1 - 2 8 (2) ボーリング孔別の見掛比抵抗と充電率の関係

1-2-3 解析結果

シミュレーション解析は岩石及び鉱石の物性試験結果を参考にし、主なIP異常を示したA、D、F、H及びI測線について行った。その結果をそれぞれ図II-1-29~33に示す。

A測線

No. 20~25付近のIP異常を対象にした。

IP異常は深度約100m以深に比抵抗が100~750 $\Omega \cdot m$ 、充電率が40~100mV/Vの異常源でほぼ適合した。最も強い異常源はNo. 25付近で深度約100m以深に推定される。比抵抗及び充電率は100 $\Omega \cdot m$ 、100mV/Vである。この異常源は鉱化の目安として物性試験結果の充電率(MI2)/比抵抗($\Omega \cdot m$)を適用すると、1.0で珪化鉱程度の鉱化状況と推定される。また、周辺はさらに弱い鉱化域が広範囲に分布すると考えられる。

No. 25付近の測定結果は地形の影響を強く受けていることが考えられるため、二次元解析した結果の比抵抗と充電率の異常源についても他の場所より強い地形の影響が含まれている。

D測線

No. 0~5付近の弱いIP異常を対象にした。

IP異常はNo. 3の深度約100m以深に比抵抗が300 $\Omega \cdot m$ 、充電率が90mV/Vの異常源でほぼ適合した。

異常源に鉱化の目安を適用すると0.3が算出される。この値は非常に弱い鉱化状況を反映しているものと考えられる。測線端のIP異常値だけから算出した異常源であるため分布状況などは不明である。

E測線のIP異常もD測線と類似のパターンを示していることからD測線と類似の異常源の分布が推定される。

F測線

No. 5~14付近のIP異常を対象にした。

IP異常はNo. 8~14の深度約100m以深に比抵抗が40 $\Omega \cdot m$ 、充電率が40mV/Vの異常源でほぼ適合した。異常源付近のボーリングコアの物性値によると約200 $\Omega \cdot m$ の値を示しているが、これは試験用に硬質な部分を採取したためである。マクロにみると粘土化、割れ目等で比抵抗が相当に低下することが予想できる。

異常源に鉱化の目安を適用すると1.0が算出される。この値は珪化鉱程度の比較的鉱化が良好な状況と考えられる。異常源は水平板状で広く分布する。

H測線

No. 9～11付近のIP異常を対象にした。

IP異常はNo. 4～11の深度約150m以深に比抵抗が $60\Omega \cdot m$ 、充電率が50mV/Vの異常源でほぼ適合した。

異常源に鉱化の日安を適用すると0.83が算出される。この値から非常に弱い鉱化状況を反映していると考えられる。異常源は水平板状で広く分布する。

I測線

No. 9～16付近のIP異常を対象にした。

IP異常はNo. 10～14の深度約150m以深に比抵抗が $3\Omega \cdot m$ 、充電率が40mV/Vの異常源でほぼ適合した。

異常源に鉱化の日安を適用すると13.3が算出される。この値は鉱化状況が比較的良好と考えられる。異常源は水平板状で広く分布する。

解析結果を表II-1-6にまとめた。

表II-1-6 IP調査結果総括表

測線名	IP異常源の比抵抗 充電率	解析IP異常源分布状況
A測線 Kılık 地域	150～750 $\Omega \cdot m$ 40mV/V 100 $\Omega \cdot m$ 100mV/V	・深度約100m以深。広範囲に分布する。 非常に弱い鉱化状況を推定。 ・No. 25深度100m以深、珪化鉱程度の鉱化状況を推定
D測線 Kepçelik 地域	300 $\Omega \cdot m$ 90mV/V	深度約150m以深。 非常に弱い鉱化状況を推定。 分布状況は不明。
F測線 Taflancık 地域	40 $\Omega \cdot m$ 40mV/V	深度約100m以深。 珪化鉱程度の鉱化状況を推定。
H測線 Taflancık 地域	60 $\Omega \cdot m$ 50mV/V	深度約150m以深。 非常に弱い鉱化状況を推定。 平板状で広く分布する。
I測線 Taflancık 地域	3 $\Omega \cdot m$ 40mV/V	深度約150m以深。 鉱化状況が比較的良好と推定。

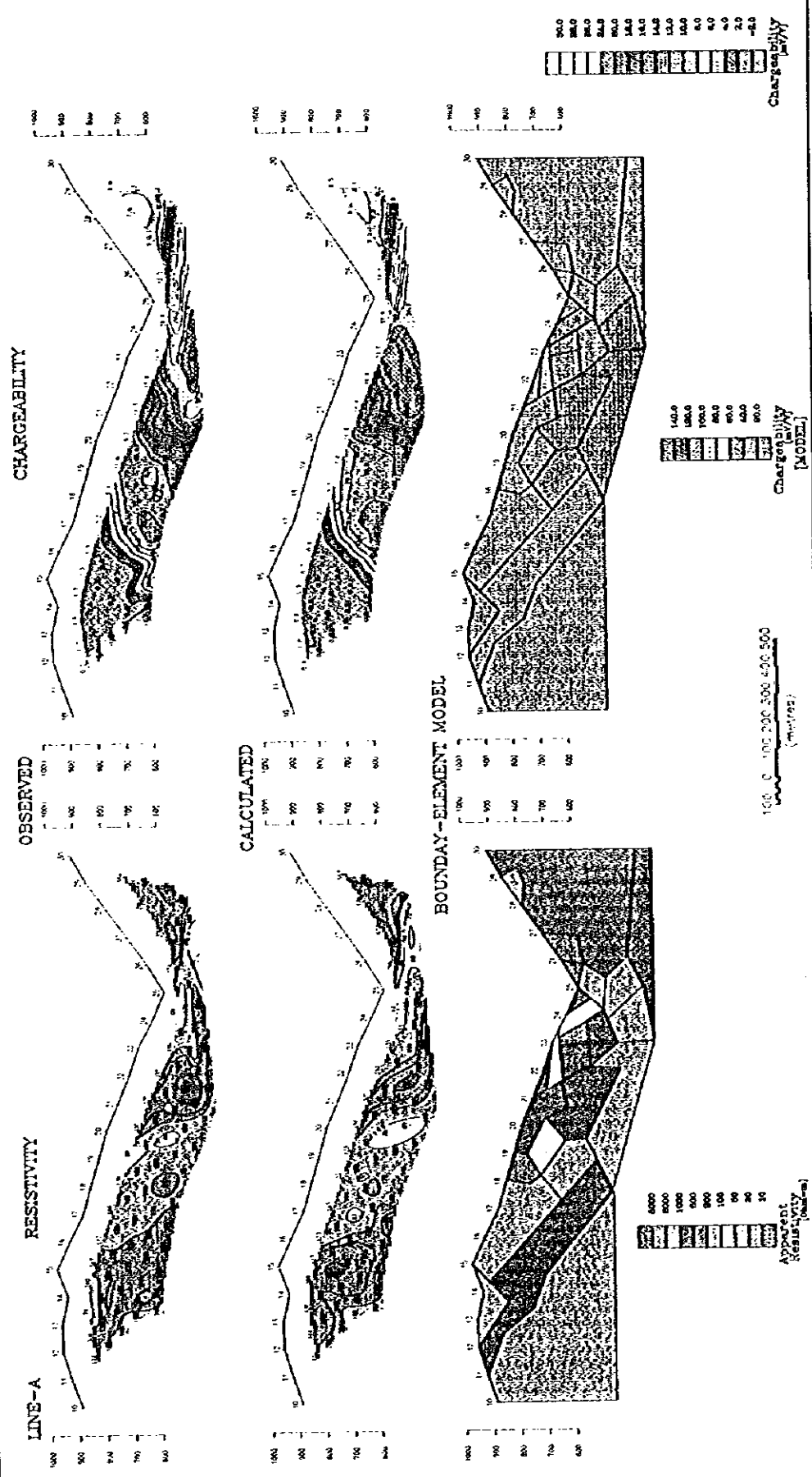
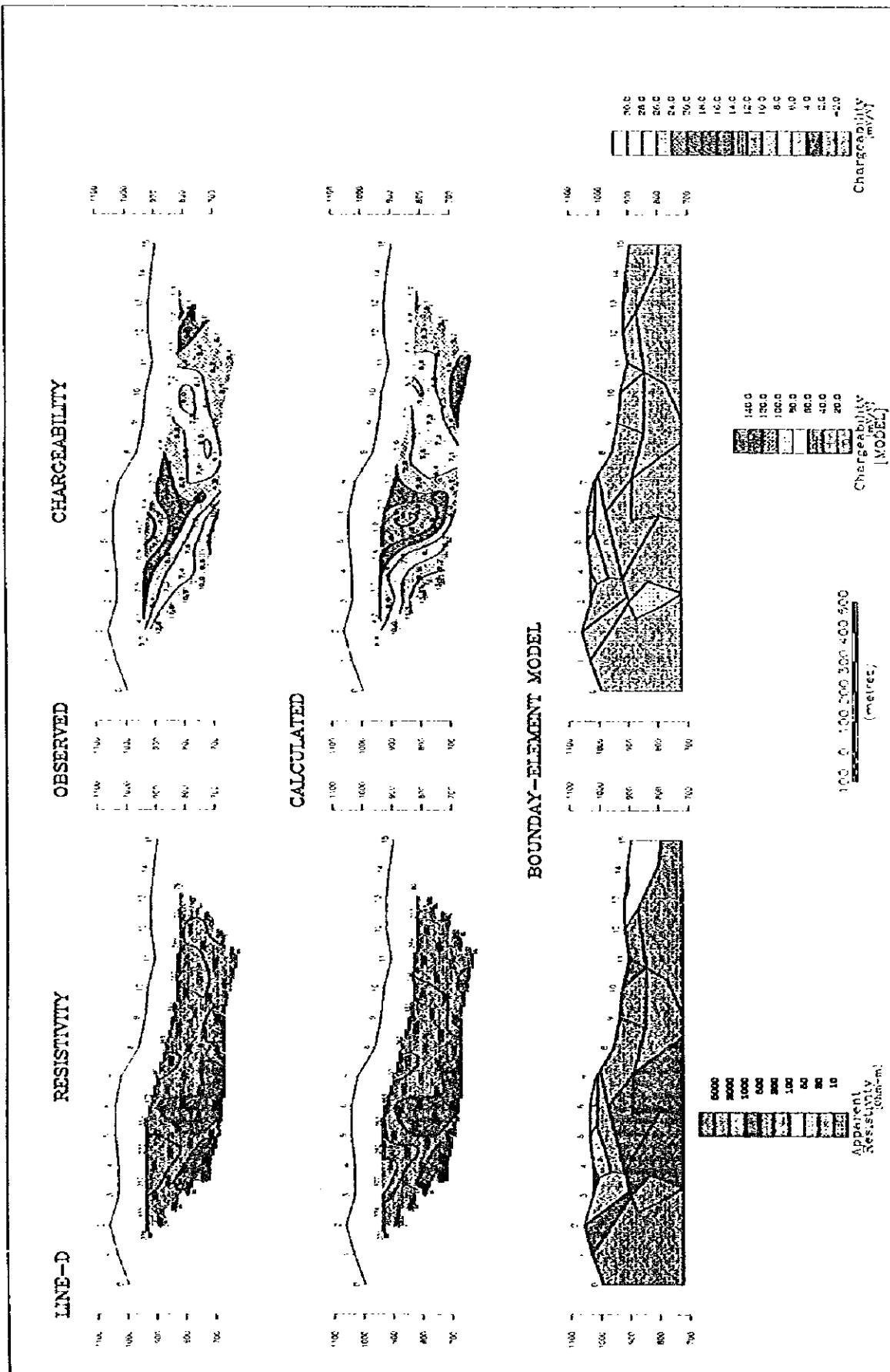
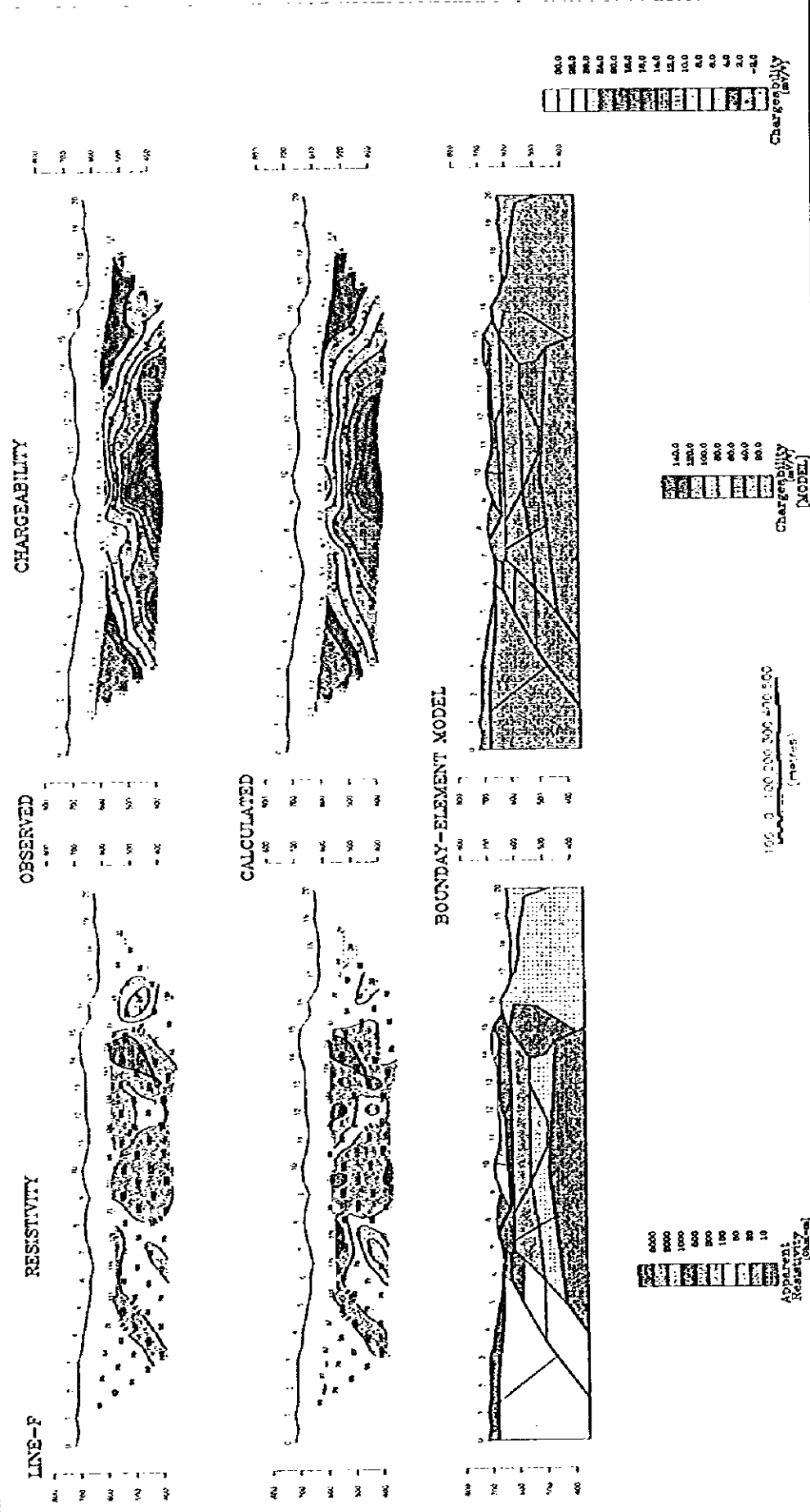


図 II-1-29 2次元シミュレーション解析図 (A測線)



図II-1-30 2次元シミュレーション解析図(D測線)



図II-1-31 2次元シミュレーション解析図 (F測線)

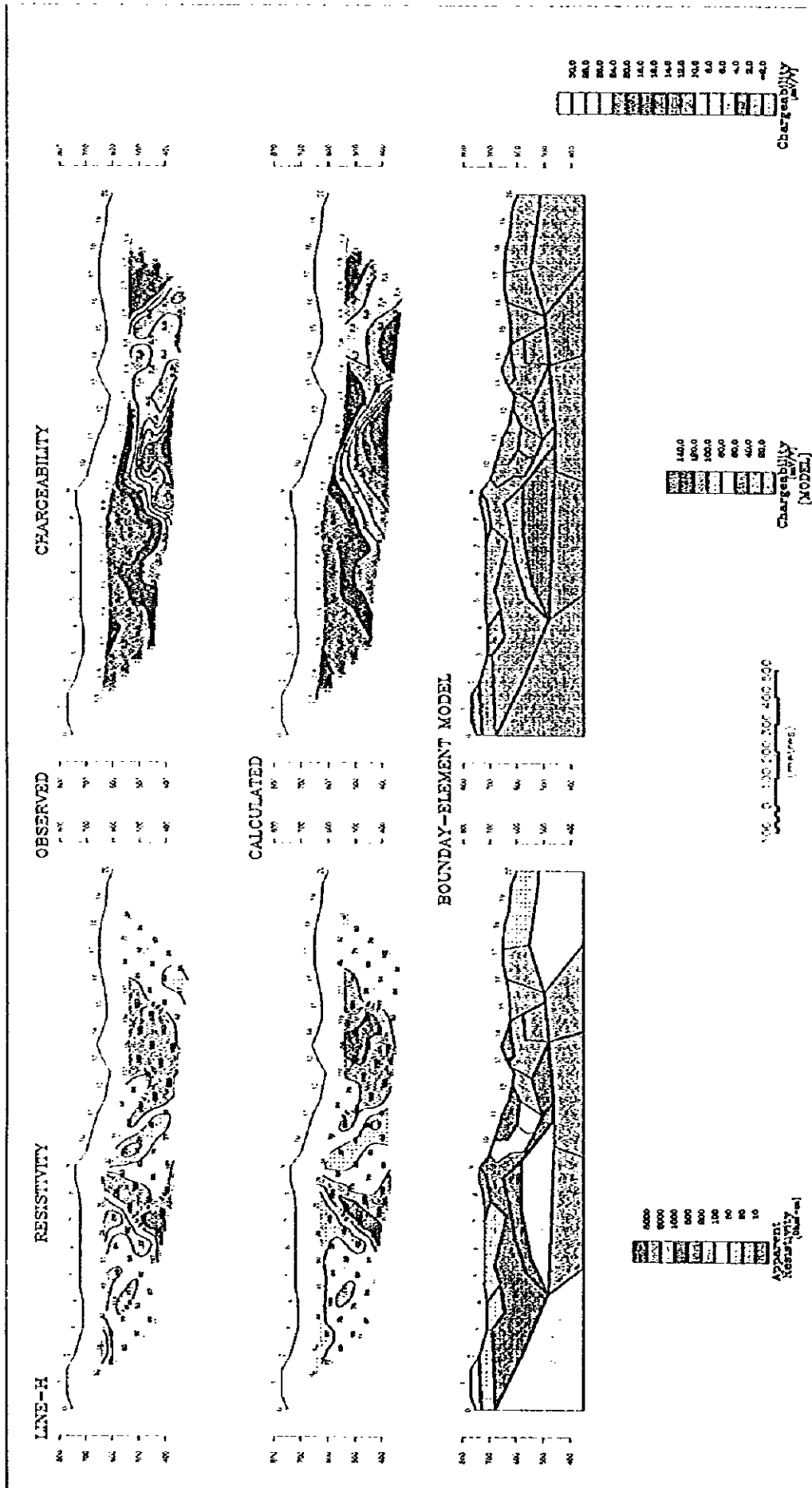


図 II-1-32 2次元シミュレーション解析図 (H測線)

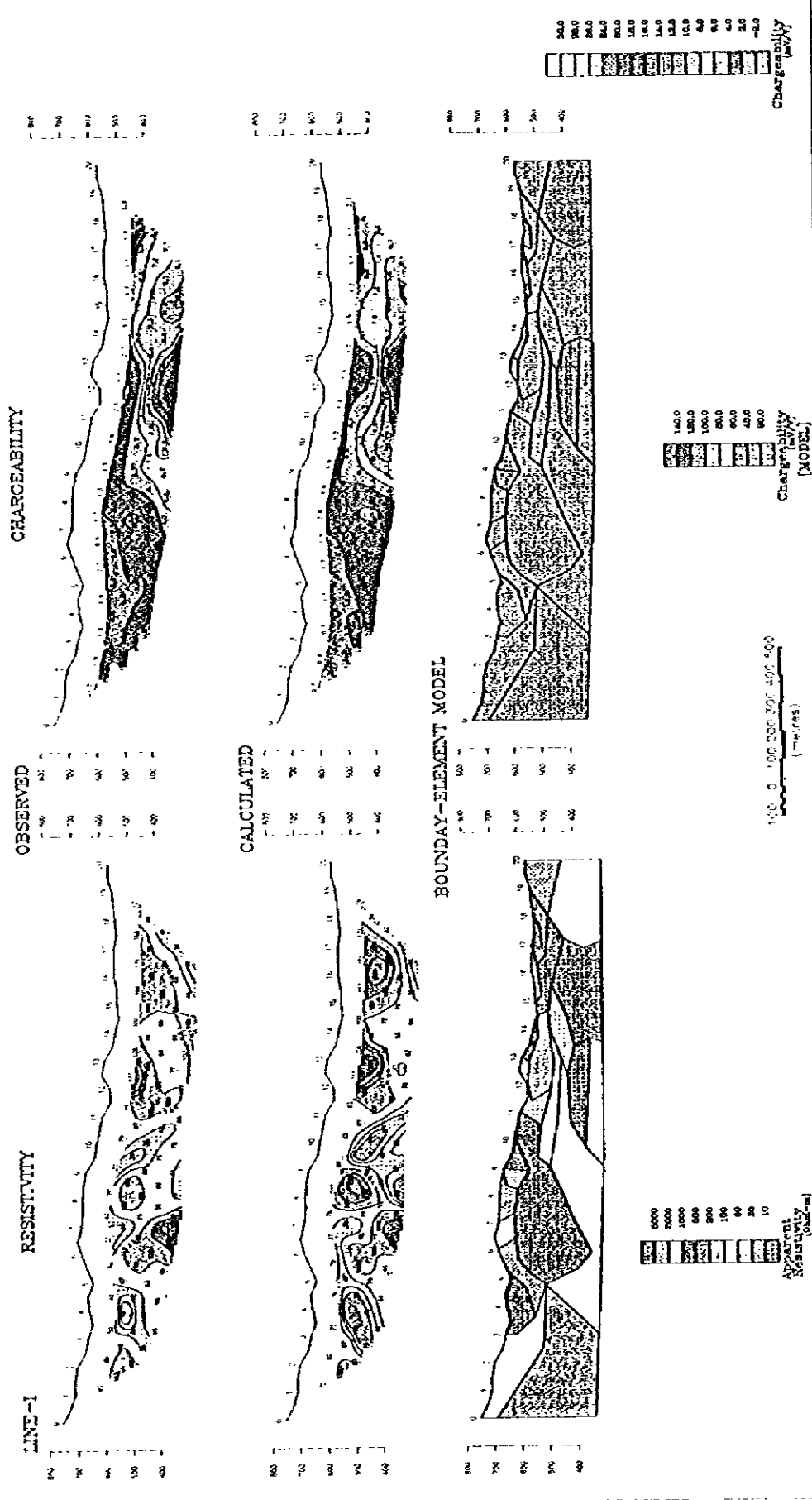


図 II-1-33 2次元シミュレーション解析図 (1 測線)

1-3 考察

調査結果をまとめて図II-1-34の総合解析図に示す。

本調査において、前年度に抽出されたTaflancık地区IP異常帯の分布状況がより明瞭になった。また、Killik地区では新たなIP異常帯が把握された。

調査結果で得られた地表付近を代表する $n=1$ の比抵抗のうち $300\Omega\cdot m$ 以上の高比抵抗帯では貫入岩類に良く対応した結果が得られた。しかし、約 $200\Omega\cdot m$ 以下の比抵抗帯では貫入岩、Kızılıkaya層及びÇaglayan層の岩質差より全体に鉱化作用や粘土化変質程度により比抵抗が変化している。

約 $40\Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗帯では地上の粘土化変質に良く対応する。

充電率にはÇalkaya地区を除いて各地区特有の異常分布を示した。しかし、全体に充電率の値は低く最大値は $30mV/V$ 程であった。

1. killik地区

Killik地区では各測線ともNo. 25付近を最大とした広範囲に分布する明瞭な充電率異常が認められた。最大 $30mV/V$ 程の充電率異常はKızılıkaya層のデイサイト溶岩の分布域であった。

A測線のシミュレーション解析結果によると最も強い異常源はNo. 25深度 $100m$ 以深に比抵抗 $100\Omega\cdot m$ 、充電率 $100mV/V$ の珪化鉱程度が考えられる。周辺は弱い鉱化域が広範囲に分布すると考えられる。

IP異常は昨年度の異常帯とをまとめると、非常に広範囲に分布することになる。このIP異常分布状況や急峻な地形の影響を考慮すると、本調査では強いIP異常源の把握までに至っていないと考えられる。

2. Kepçelik地区

Kepçelik地区では各測線とも測線端に類似の弱い異常が認められた。

B測線のシミュレーション解析結果によると異常源としてNo. 3の深度約 $100m$ 以深に比抵抗が $300\Omega\cdot m$ 、充電率が $90mV/V$ が推定されるが、測線端のIP異常値から算出した異常源である為分布状況などは不明である。非常に弱い鉱化状況を反映していると考えられる。

3. Taflancık地区

Taflancık地区では各測線にIP異常が認められた。IP異常の分布はNNE-SSW方向に延びる傾向を示している。

シミュレーション解析結果によると異常源はF測線でNo. 8~14の深度約 $100m$ 以深に比抵抗が $40\Omega\cdot m$ 、充電率が $40mV/V$ 、H測線ではNo. 4~11の深度約 $150m$ 以深に比抵抗が $60\Omega\cdot m$ 、充電率が $50mV/V$ の異常源が、I測線ではNo. 10~14の深度約 $150m$ 以深に比抵抗が $3\Omega\cdot m$ 、充電率が $40mV/V$ の異常源がそれぞれ推定された。

全測線に弱い鉱化が推定されるが、I測線では比較的良好と考えられる。

4. Çalkaya地区

Çalkaya地区では各測線とも明瞭なIP異常が認められなかった。

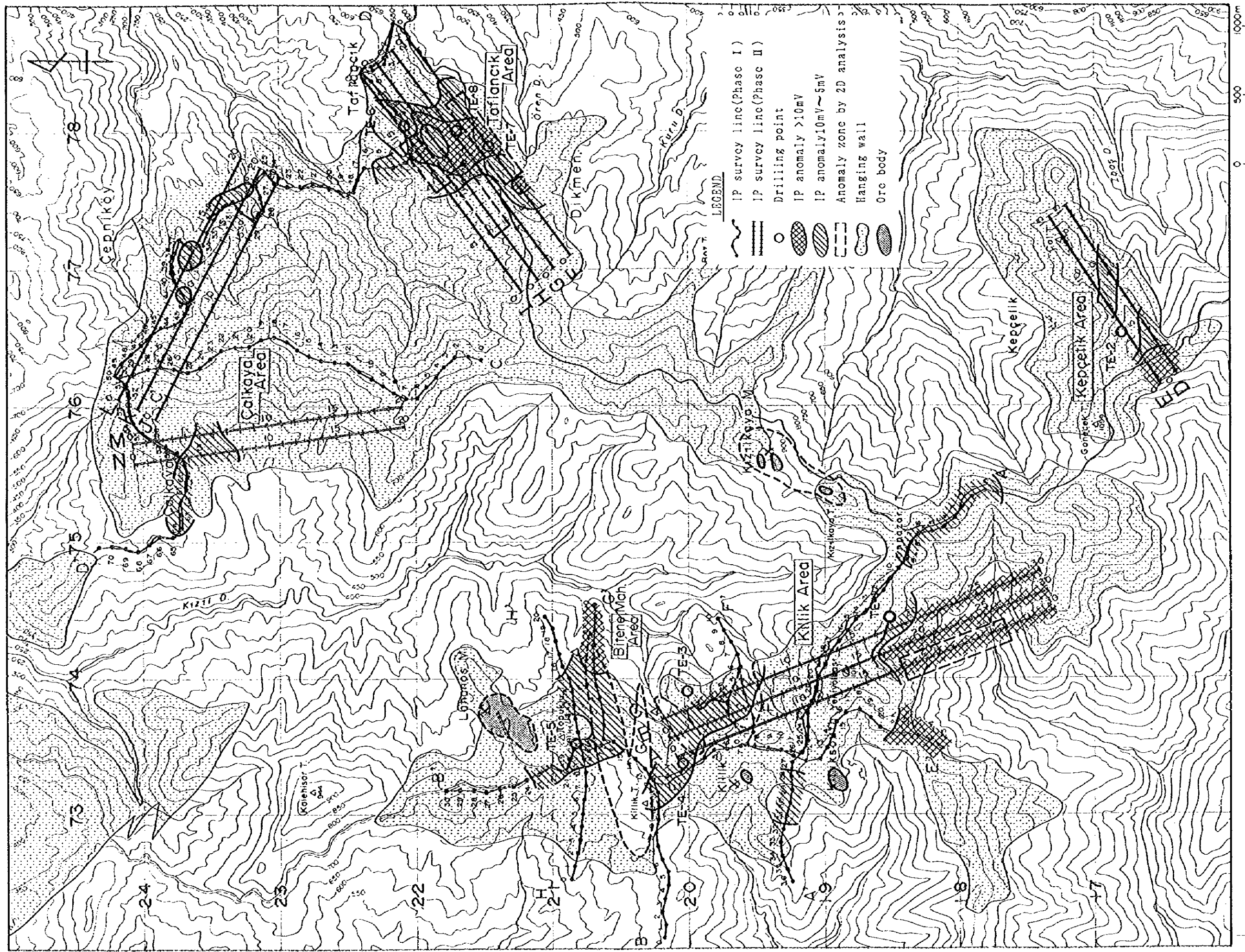


图 II-1-34 総合解析图

