

1) 異常タイプ1

本タイプの異常は、A測線No.10~12、No.14~16の深部、B測線No.2~4、No.14~15、No.17以南の浅部及びNo.4~5、No.9~12の深部、C測線No.4~5の浅部、No.6の深部、D2測線No.2~7の浅部~深部にそれぞれ分布する。本異常タイプは地区南西部の低地部に分布する。

2) 異常タイプ2

本タイプの異常は、A測線No.3~5、No.7~9の浅部、D2測線No.1~3の浅部、E測線No.2~3の中深部、F測線No.5~7、No.8~10の中深部にそれぞれ分布する。本異常タイプはA測線以外は地区北東部の山地部に見られる。

3) 異常タイプ3

本タイプの異常は、D1測線No.7~9、No.10~13の浅部~深部、E測線No.14以西の浅部、No.4~5、No.6~8の中深部~深部、No.9~11、No.13~15の中深部、F測線No.2~5、7~8、10以南の中深部、及びG測線No.4~6、8~9、11~12の浅部にそれぞれ分布する。本異常タイプは地区北東部の山地部に分布する。

(3) 2次元シミュレーション解析結果

本調査で捕捉されたIP異常について2次元シミュレーション解析を行った。シミュレーション解析結果をFig. II-2-13に示す。

2次元シミュレーション解析の結果、以下のことが明らかとなった。

IP異常源の分布は前項のIP異常タイプで記述した箇所と同様に地区南西部から地区北東部にほぼ連続して分布している。異常タイプ1（低比抵抗・高分極率）は、地区南西部（中南部を除く）の低地部に分布する。一方、異常タイプ2（中比抵抗・高分極率）及び異常タイプ3（高比抵抗・高分極率）は地区北東部の山地部に分布する。

2-4 考察(Fig. II-2-14)

地質調査の結果、本地区の地質は主にハルツバージャイトからなるカンラン岩とそれにレンズ状に伴うダンカンラン岩及びカンラン岩中に貫入するハンレイ岩の小岩体よりなる。本調査において確認された鉱化・変質帯は、ハンレイ岩の貫入岩体の周辺部に見られるカンラン岩の変質帯で、蛇紋岩化が著しく、モンモリロン石、緑泥石等の粘土鉱物を伴い、弱い黄鉄鉱の鉱染を伴うもののみで、鉱物資源基本図調査で抽出した、Au、Cu、Ni異常帯を反映するような鉱化帯は確認できなかった。

本地区で捕捉されたIP異常は、鉱物資源基本図調査の地化学異常帯（Cu）の分布範囲とほぼ調和的であった。一方、地質調査で確認されたハンレイ岩に伴う弱い鉱化・変質帯とははっきりした関係は見いだされなかった。地区南西部、ピナンドアンカチール川下流の、過去の調査で磁硫鉄鉱を主とし黄鉄鉱を伴う硫化物脈が確認されている地点（B測線南部）ではやや強いIP異常を示しており、地下に存在する硫化物の量は比較的多いと推定される。また、今回の調査では、さらに強いIP異常が地区南西部から北東部（B測線北部、D測線中央部、E測線北部、F測線南部、及びG測線中央部）に捕捉された。これらのIP異常の分布域の地表には顕著な鉱化・変質帯は認められなかったことから、IP異常源は潜頭性の貫入岩に伴う硫化物の鉱染あるいは鉱脈によるものと推定される。

地化探異常帯の存在および地区中央北部でこれと重複する顕著なIP異常の存在する点から、この地区の詳しい調査が望まれる。

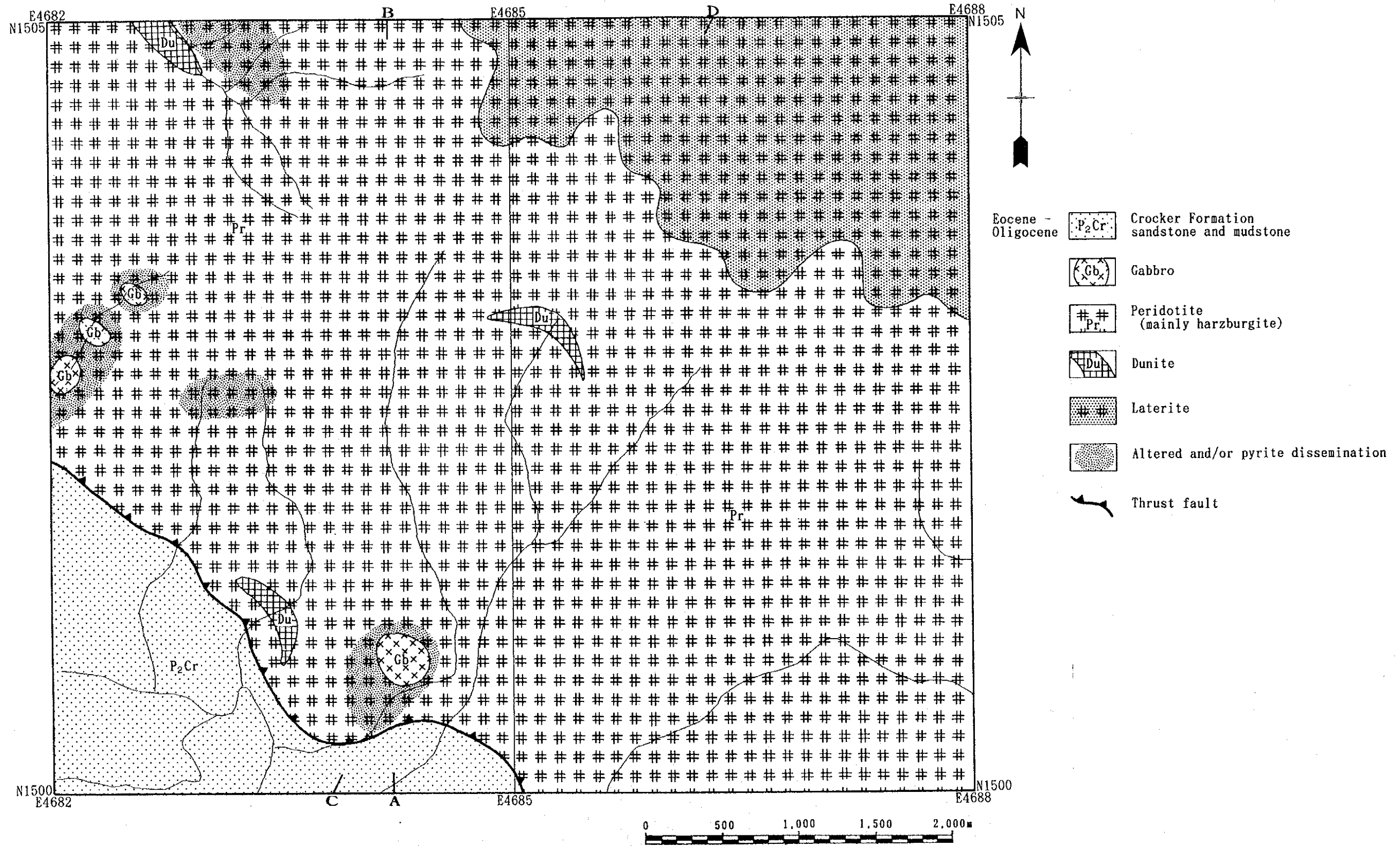


Fig. II-2-1 Geological map and cross sections of Pinanduan Sub-area (1)

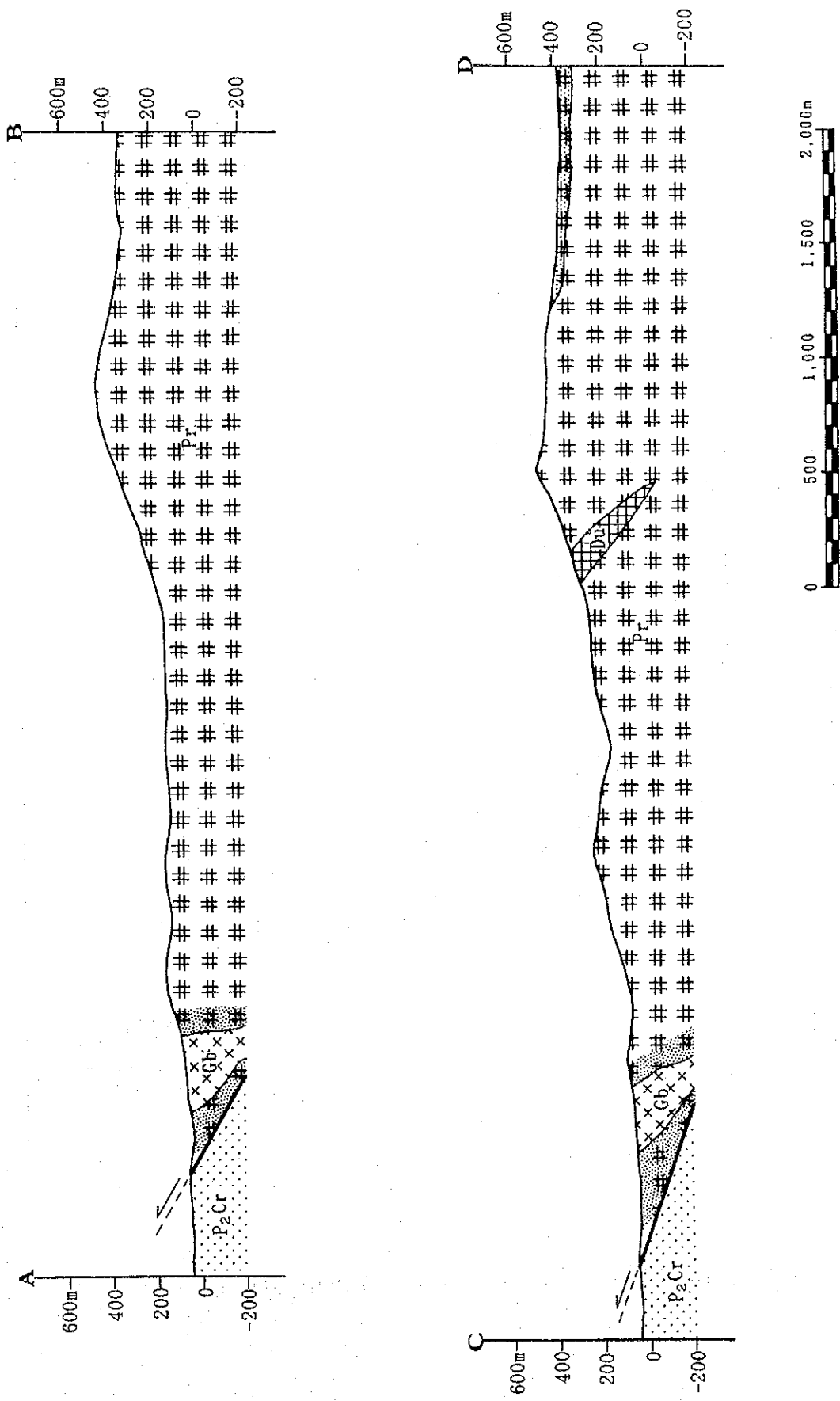


Fig. II -2-1 Geological map and cross sections of Pinanduan Sub-area (2)

Geologic Age	Lithological Unit	Description	Geologic Event
Quaternary			lateritization
Miocene		Laterite	tectonic movement nappe and thrust
		Peridotite (mainly harzburgite)	
Oligocene		Dunite	
Eocene		Gabbro	
		Alteration and/or pyrite dissemination	
	Crocker formation sandstone and mudstone		
Early Tertiary Cretaceous			intrusion of gabbro alteration, mainly serpentinization

Fig. II -2-2 Schematic lithological succession of Pinanduan Sub-area

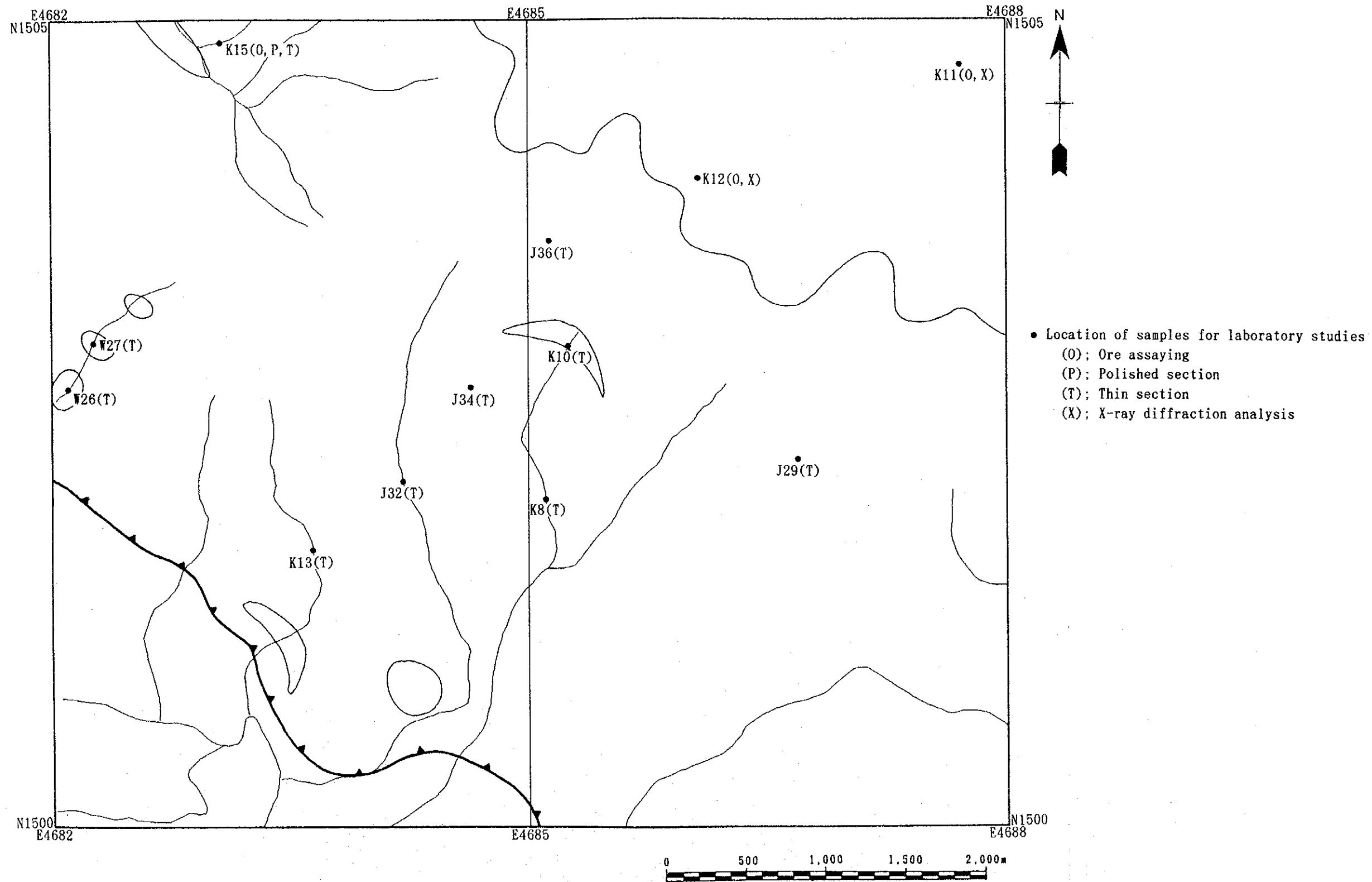


Fig. II -2-3 Location of mineral showings and laboratory work samples in Pinanduan Sub-area

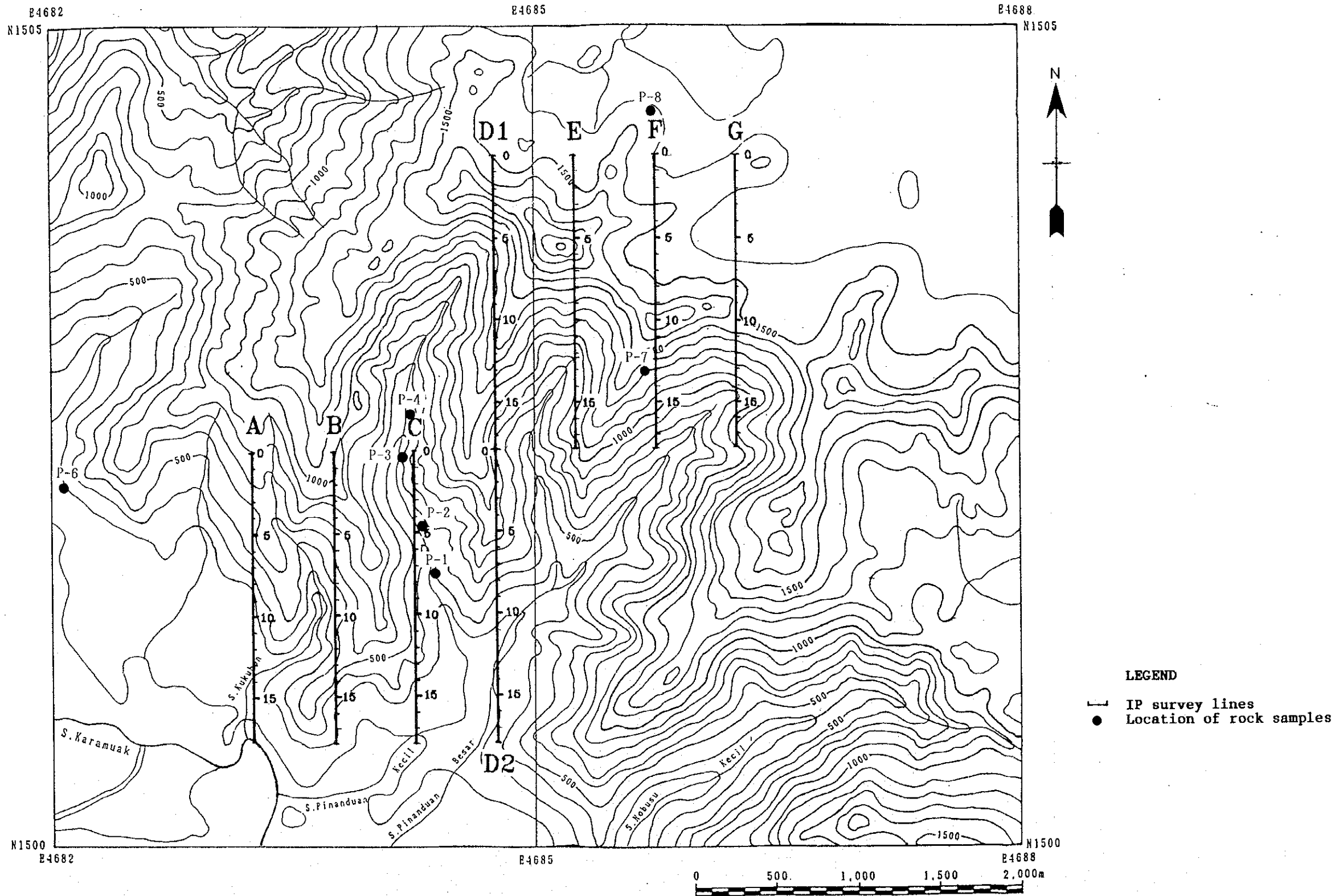


Fig. II-2-4 Location of survey lines and rock samples

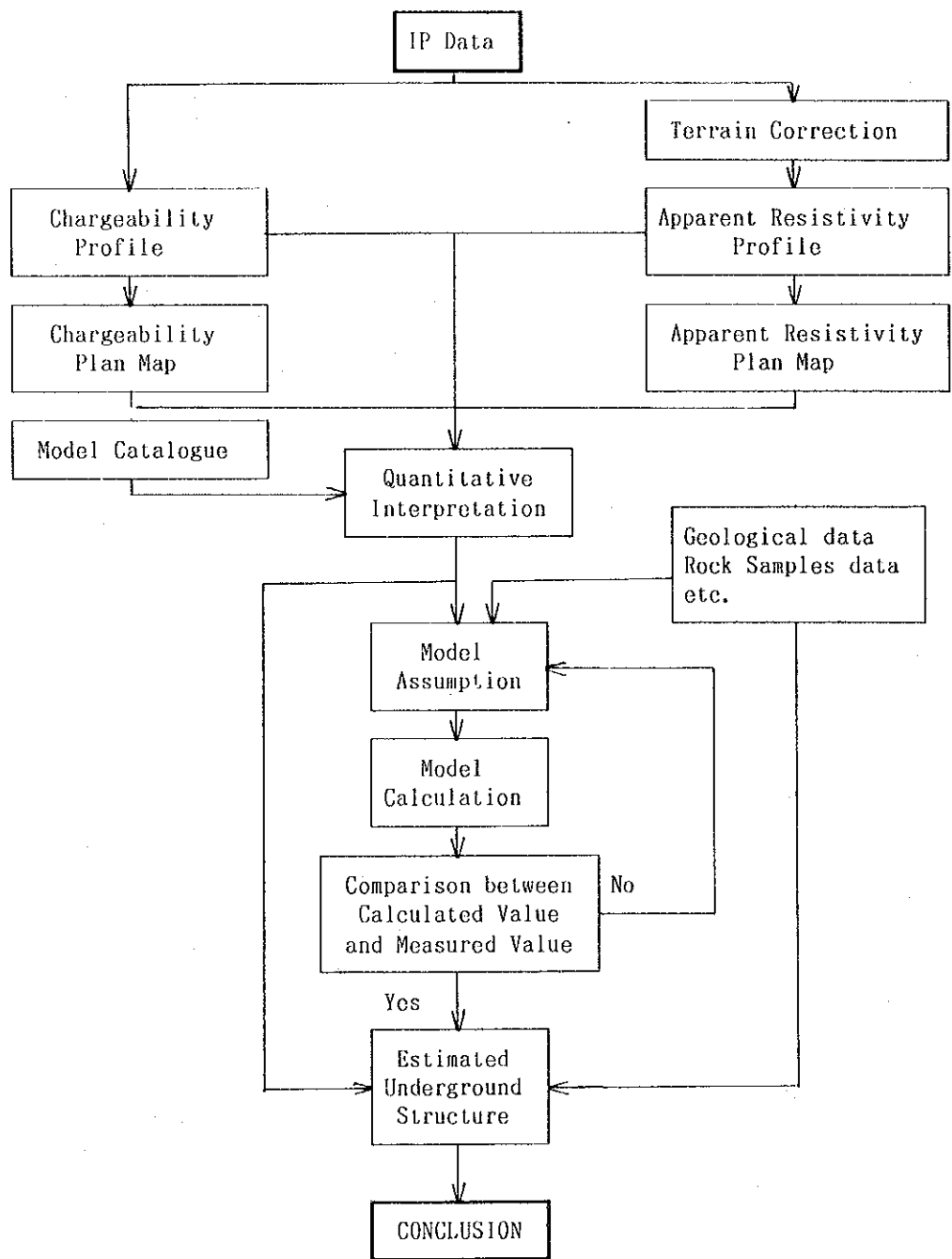


Fig. II -2-8 Flow chart of IP data analysis

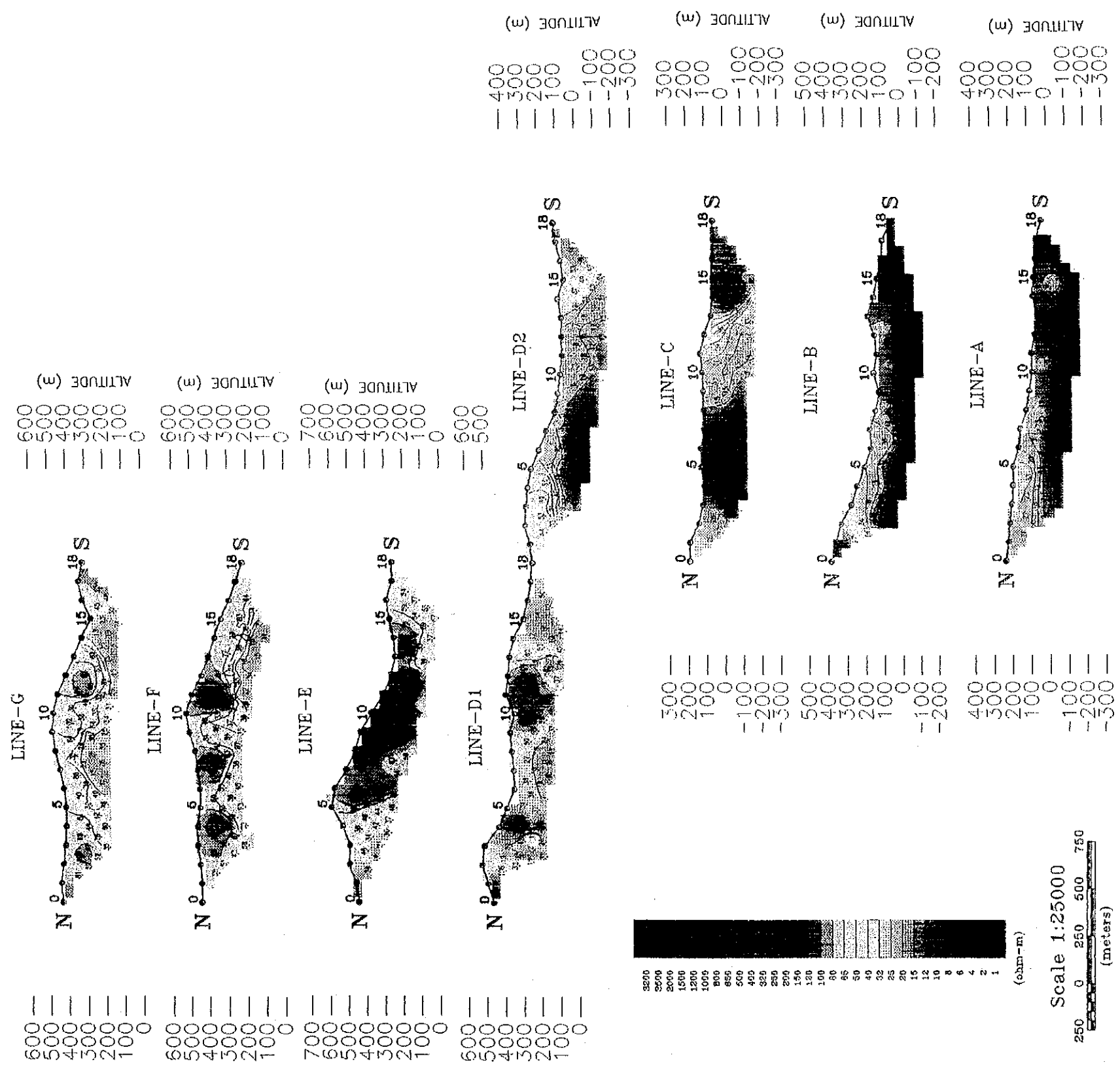


Fig. II-2-9 Pseudo-section of apparent resistivity

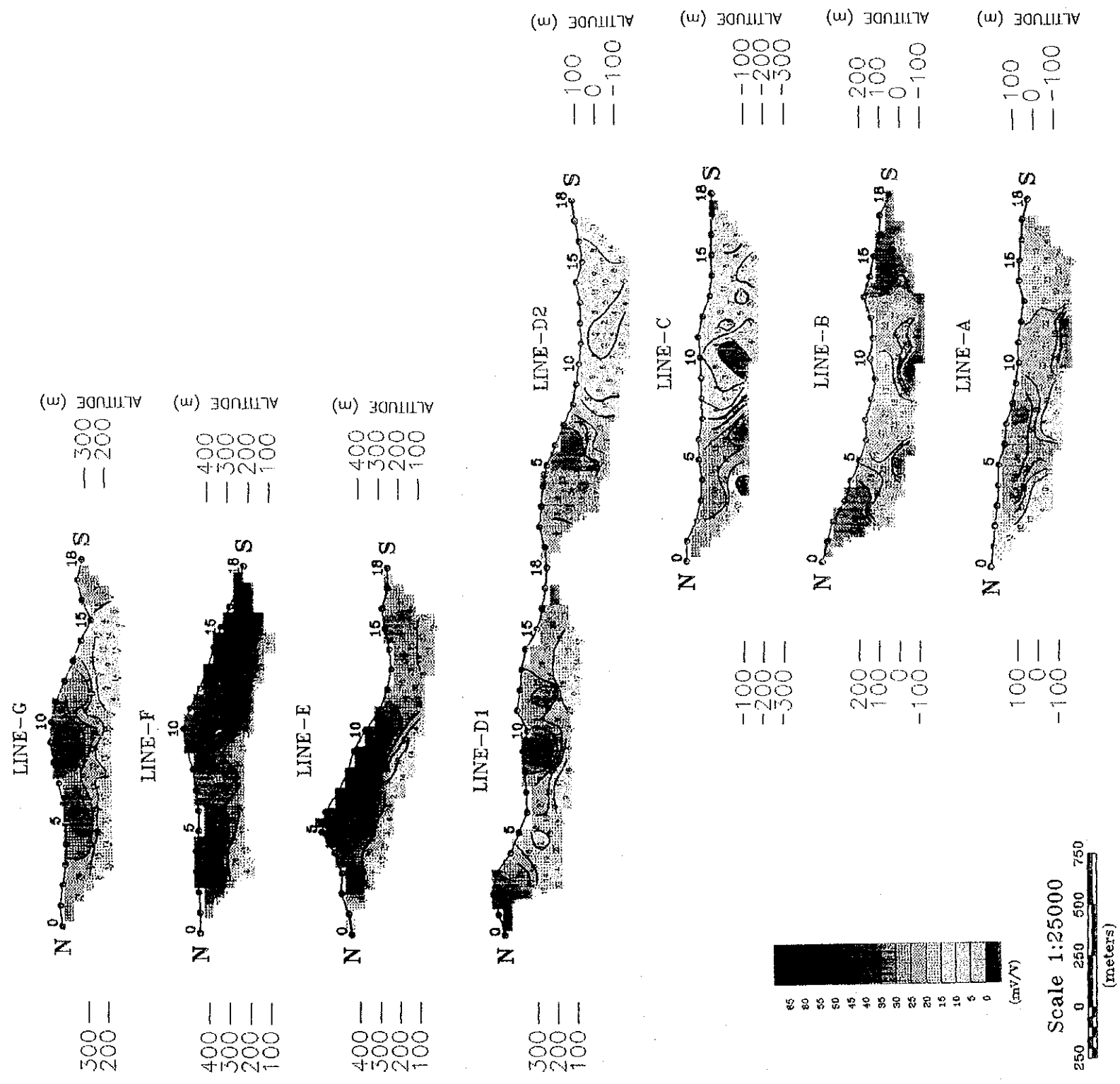


Fig. II-2-10 Pseudo-section of chargeability

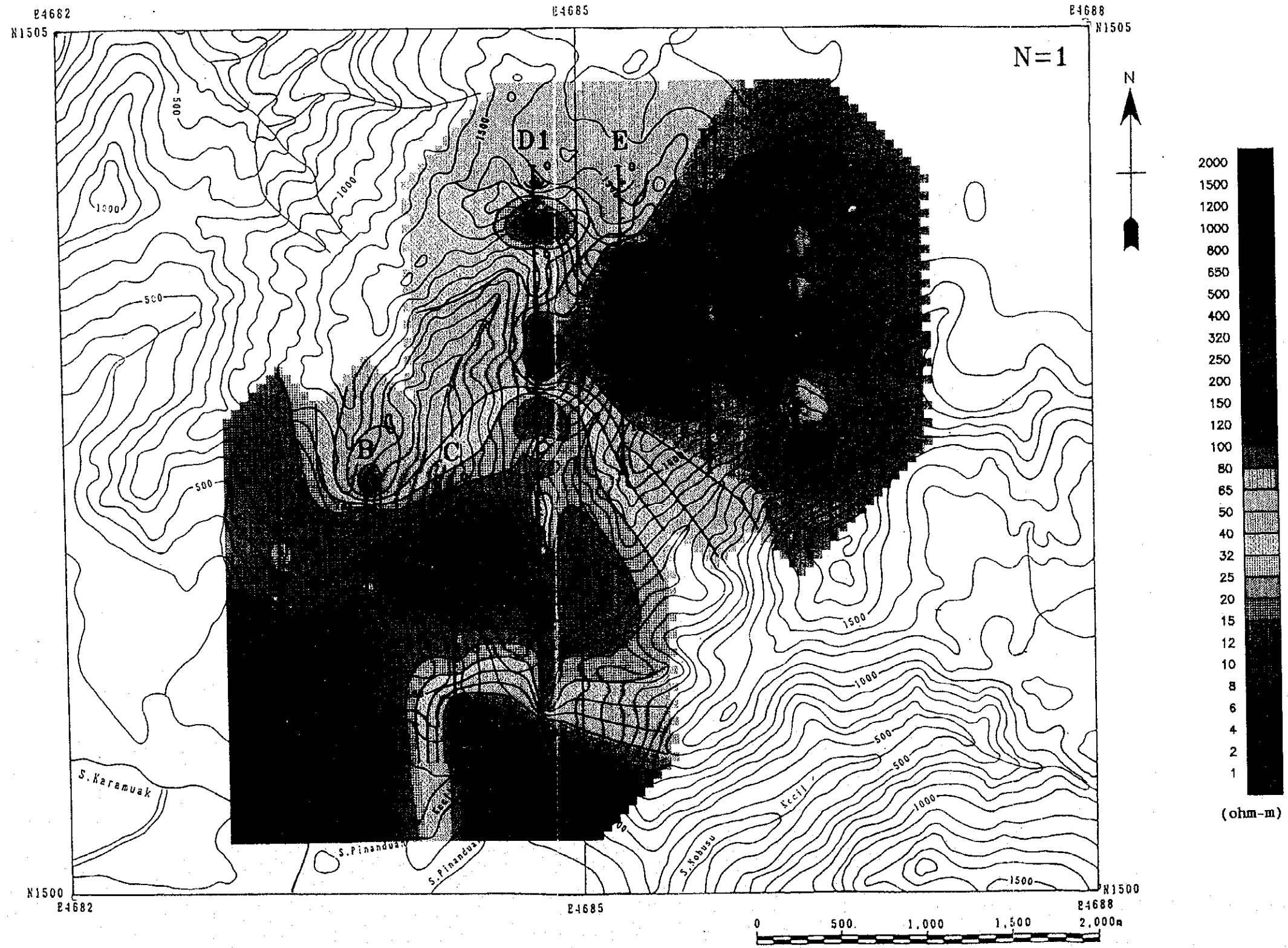


Fig. II-2-11 Plan map of apparent resistivity ($n=1$)

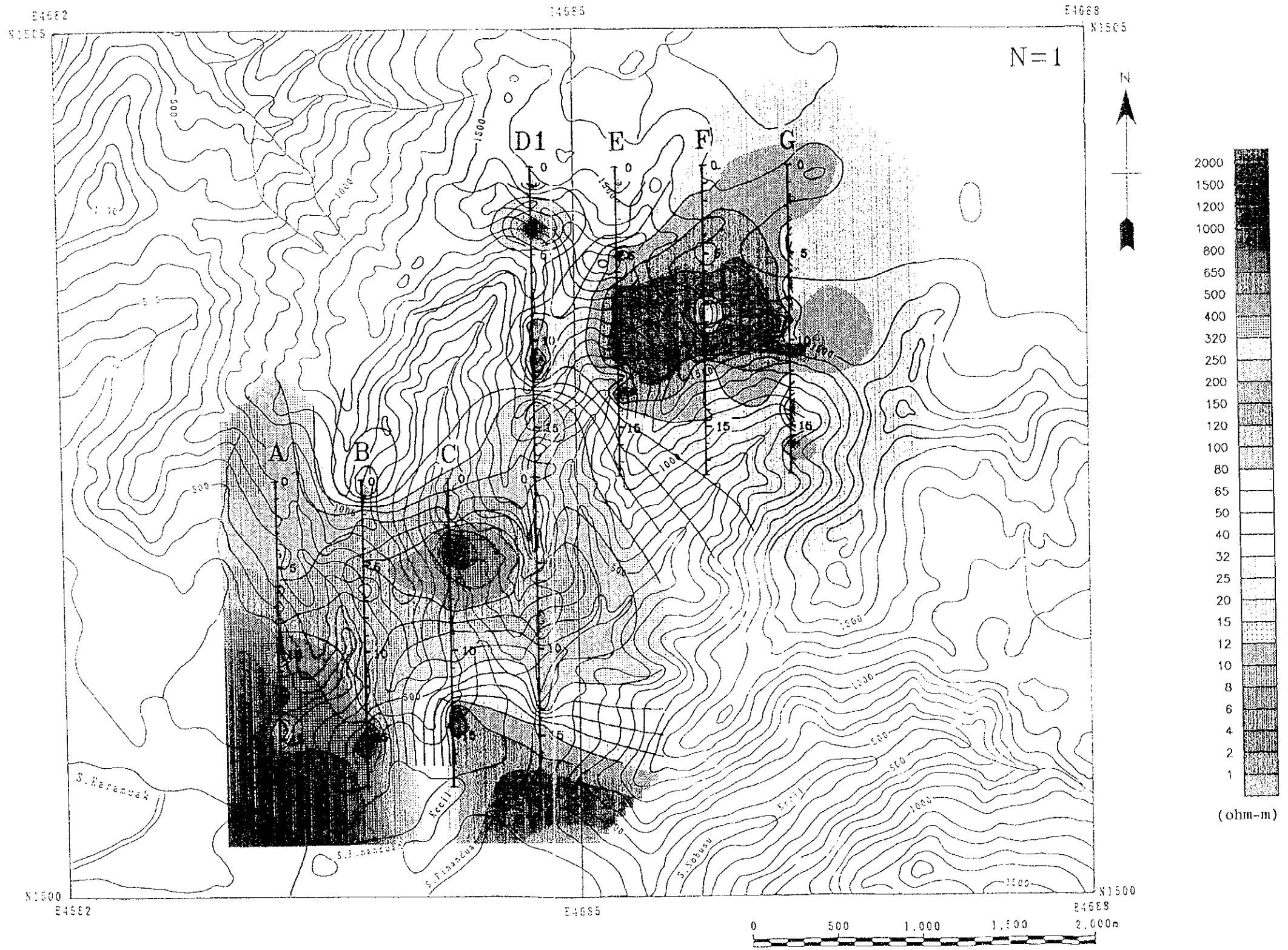


Fig. II-2-11 Plan map of apparent resistivity ($n = 1$)

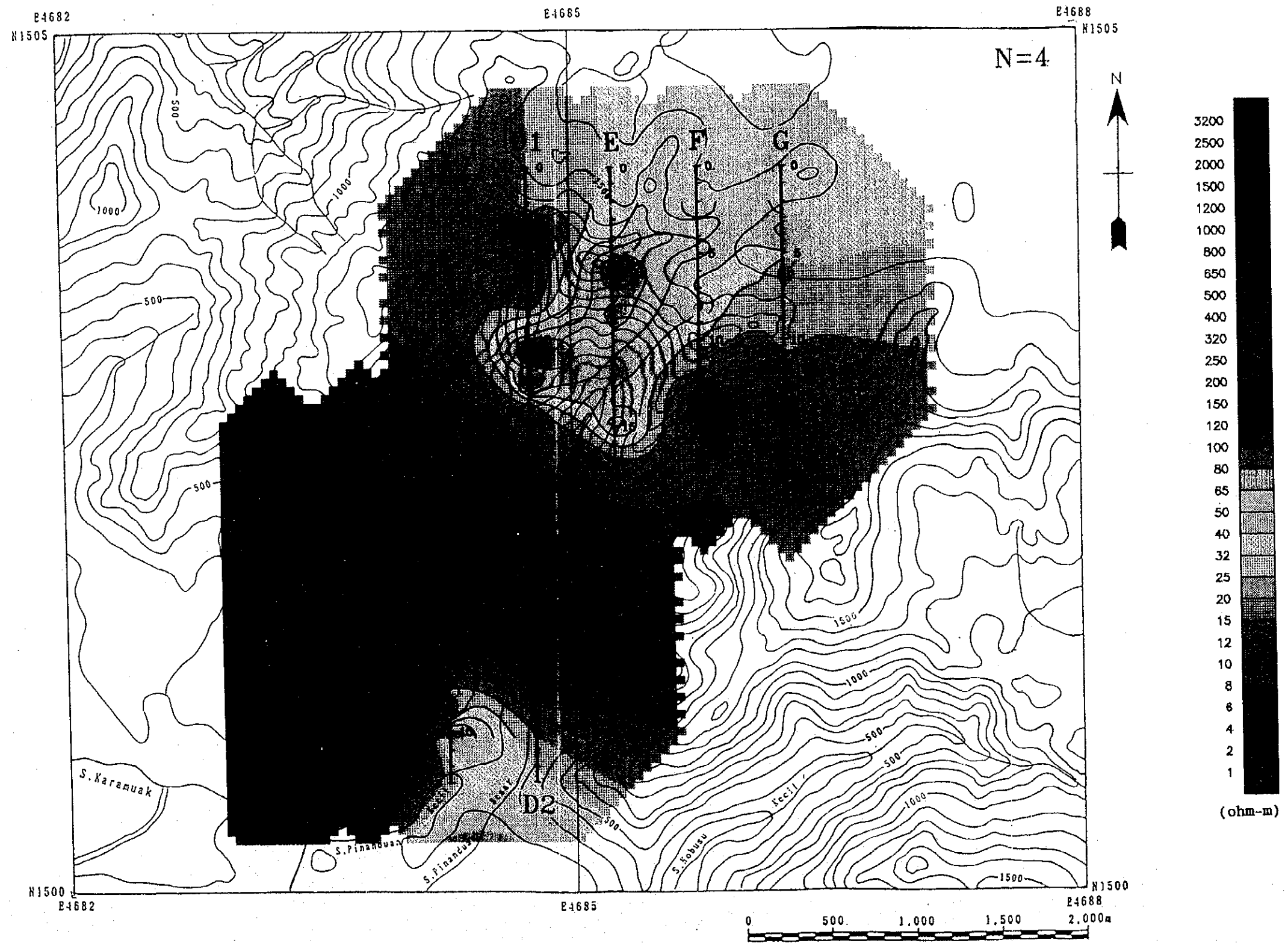


Fig. II-2-11 Plan map of apparent resistivity ($n=4$)

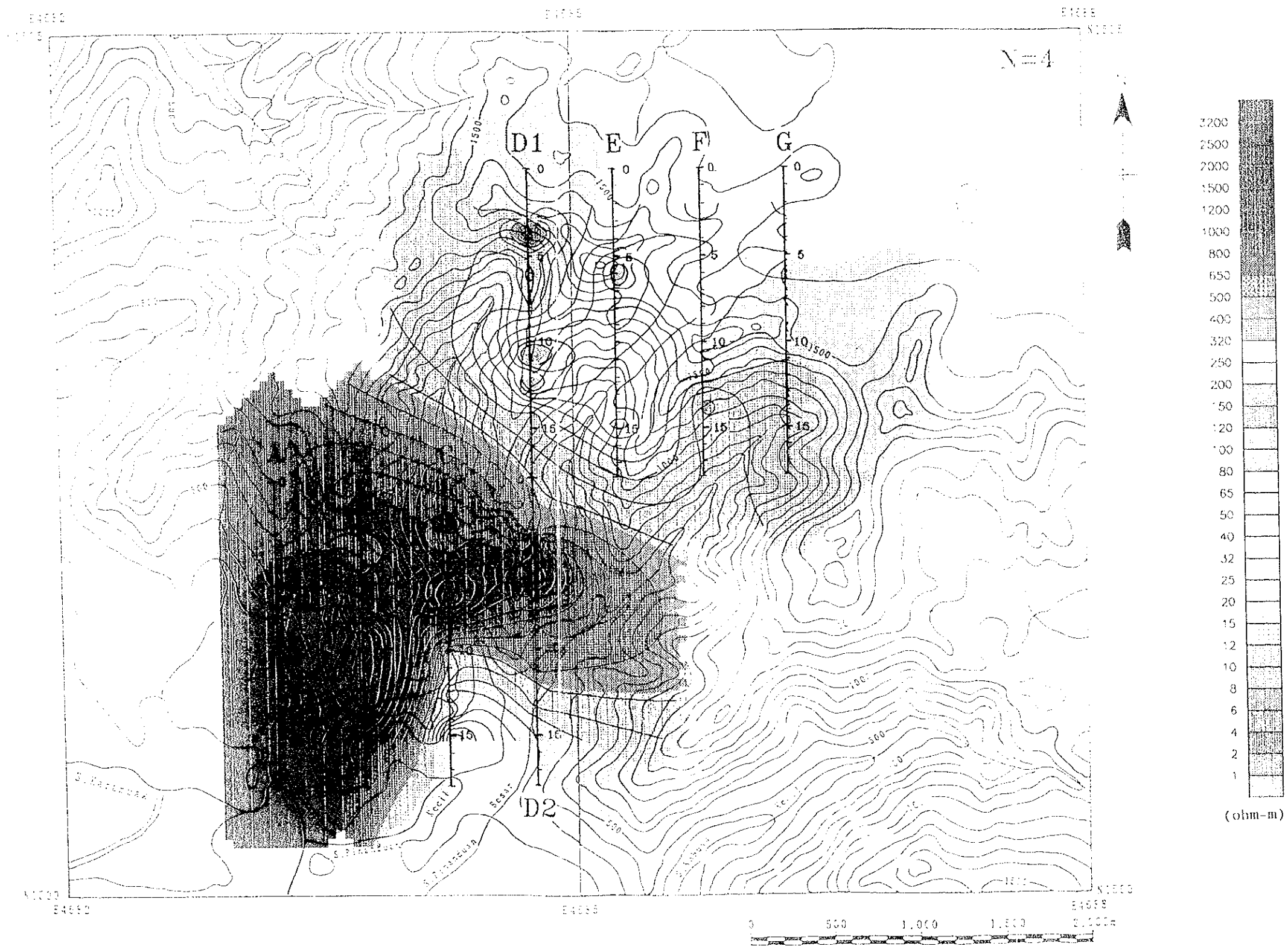


Fig. II-2-11 Plan map of apparent resistivity ($n=4$)

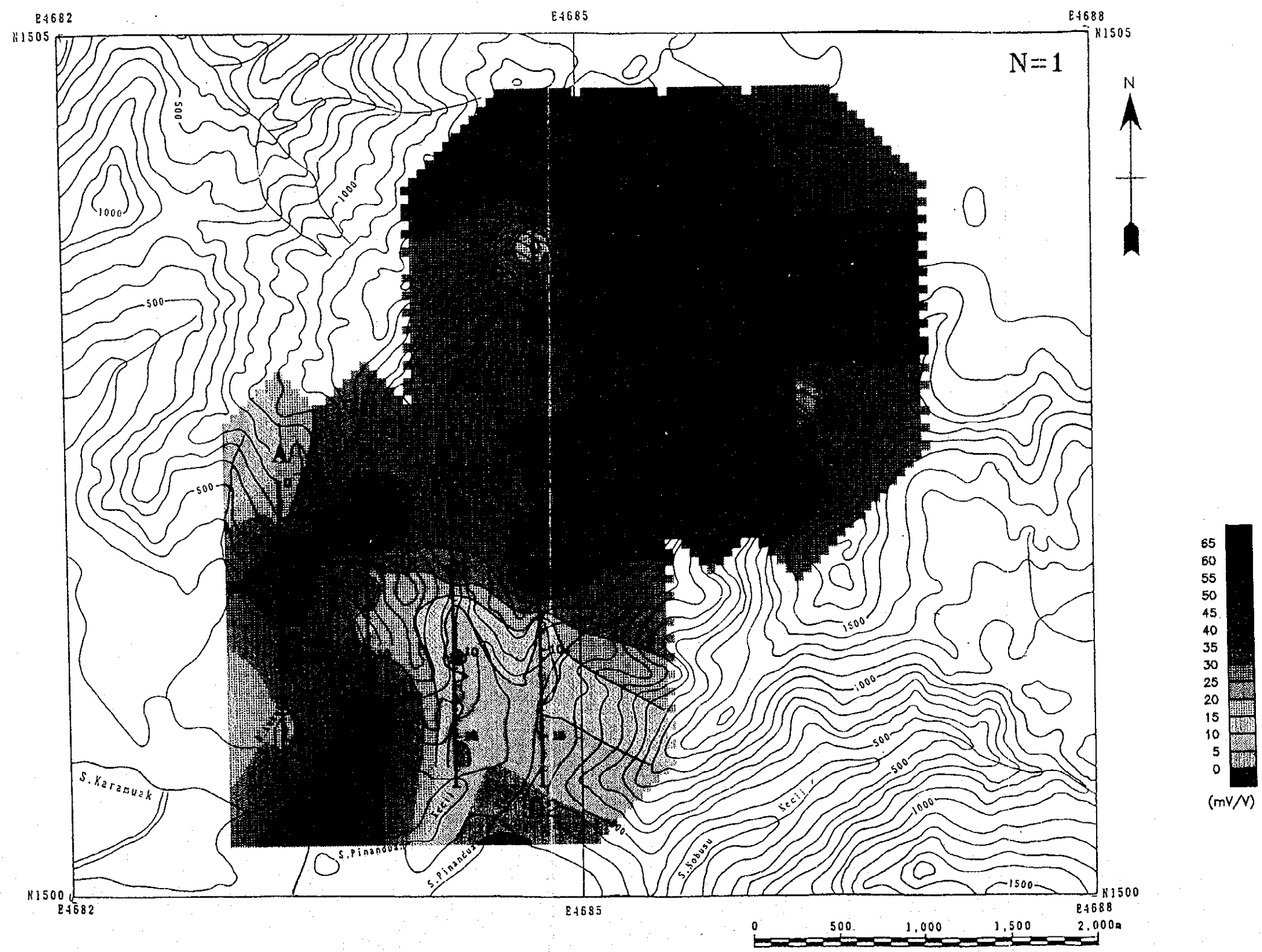


Fig. II -2-12 Plan map of chargeability (n = 1)

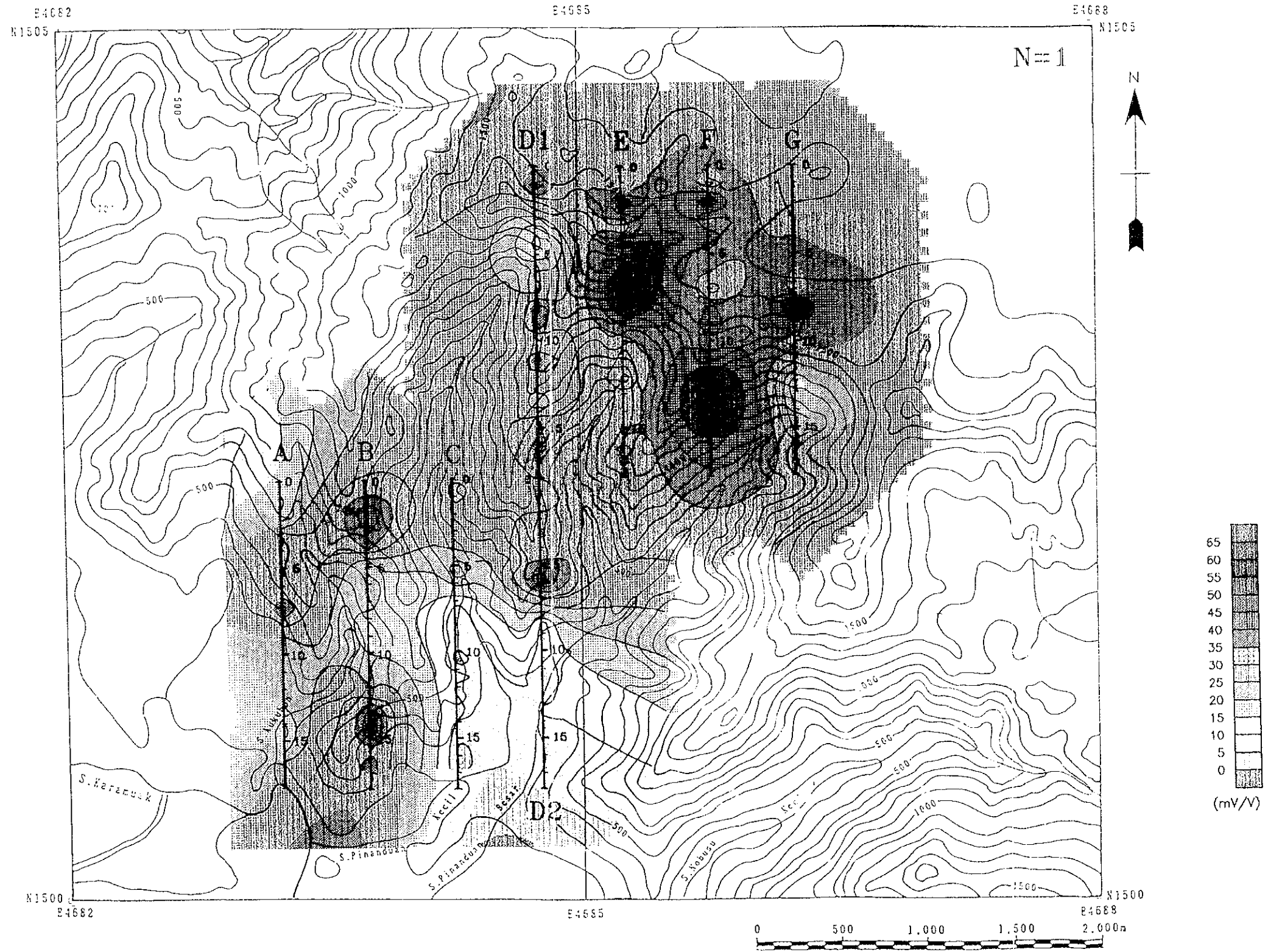


Fig. II-2-12 Plan map of chargeability (n=1)

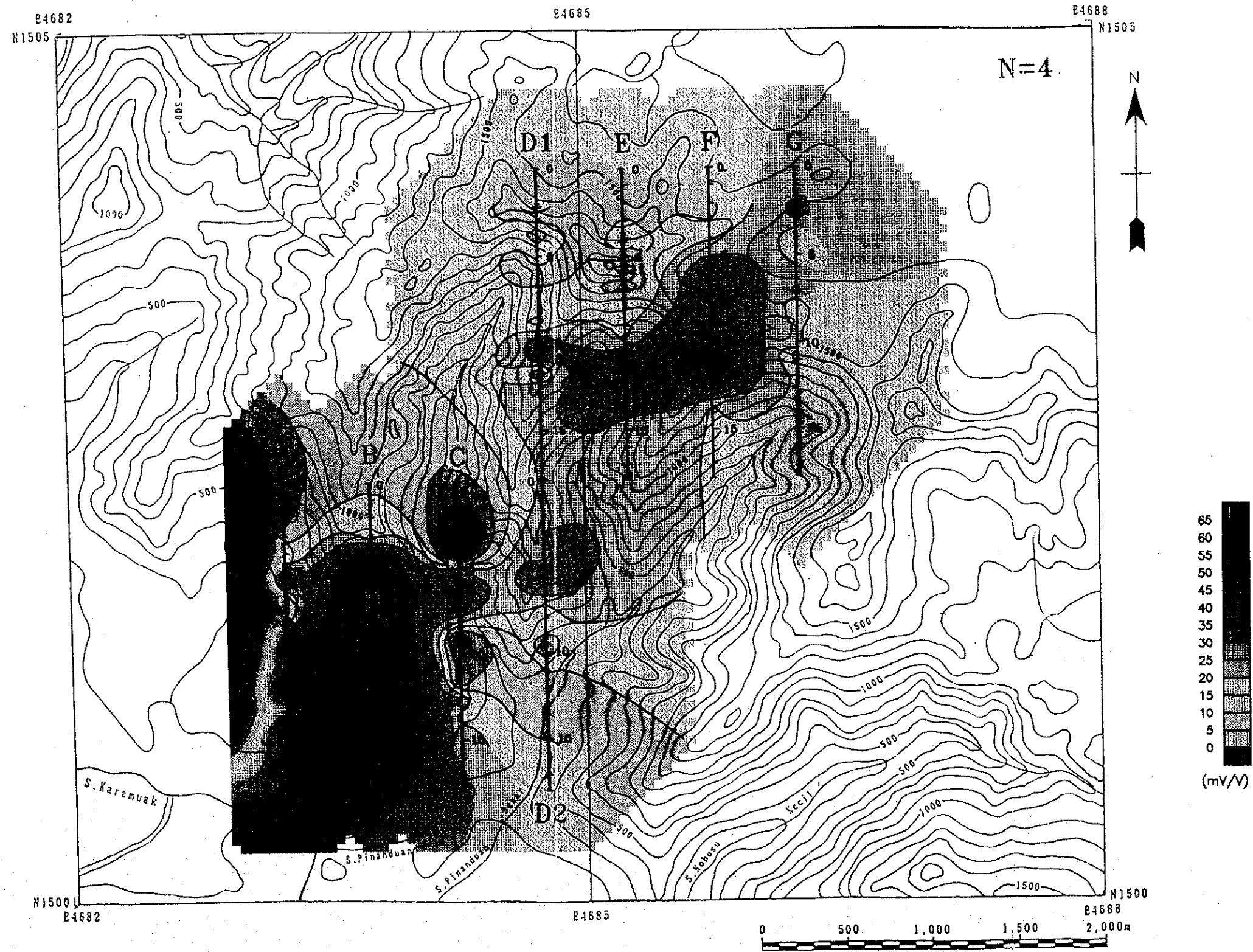


Fig. II-2-12 Plan map of chargeability ($n=4$)

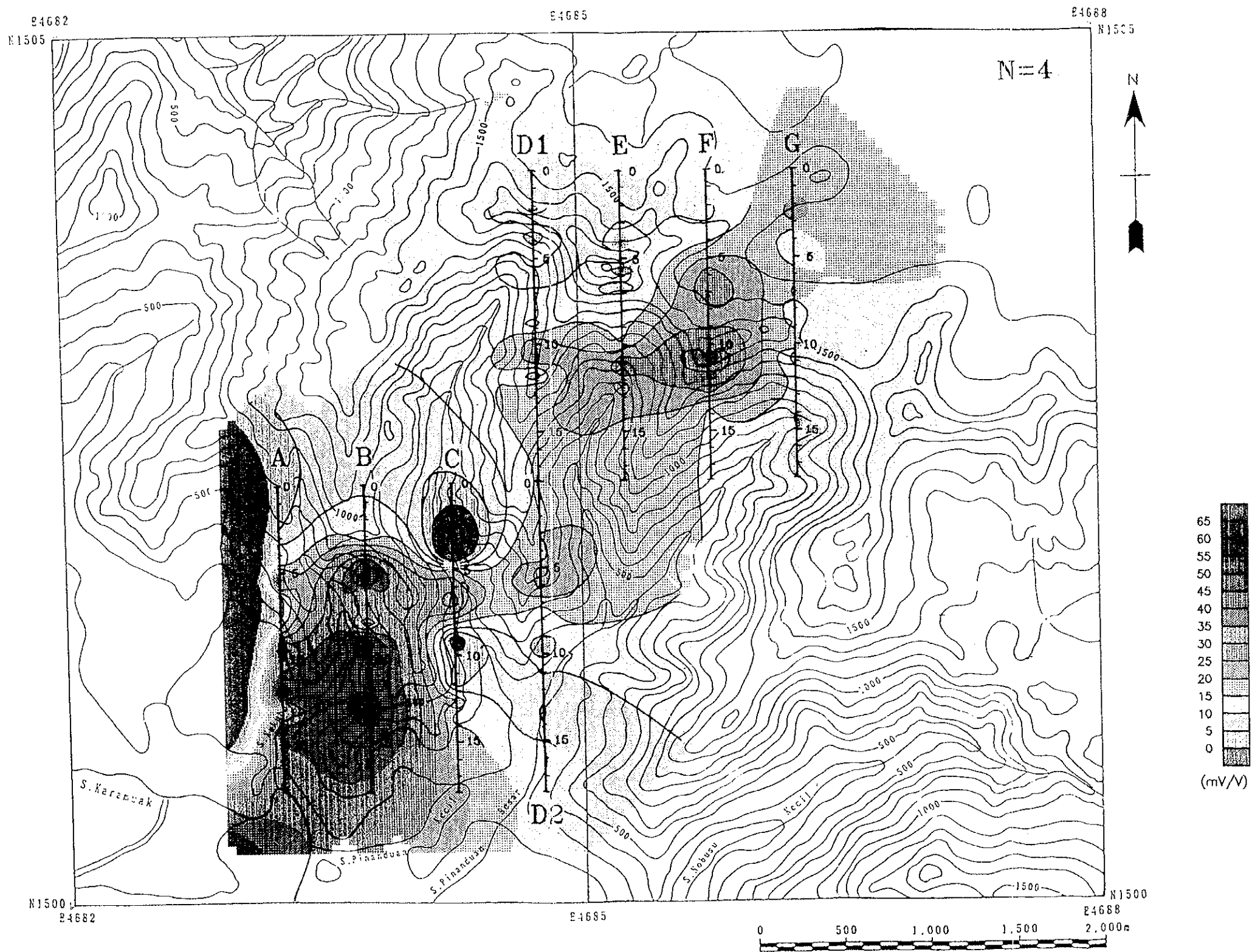


Fig. II-2-12 Plan map of chargeability ($n=4$)

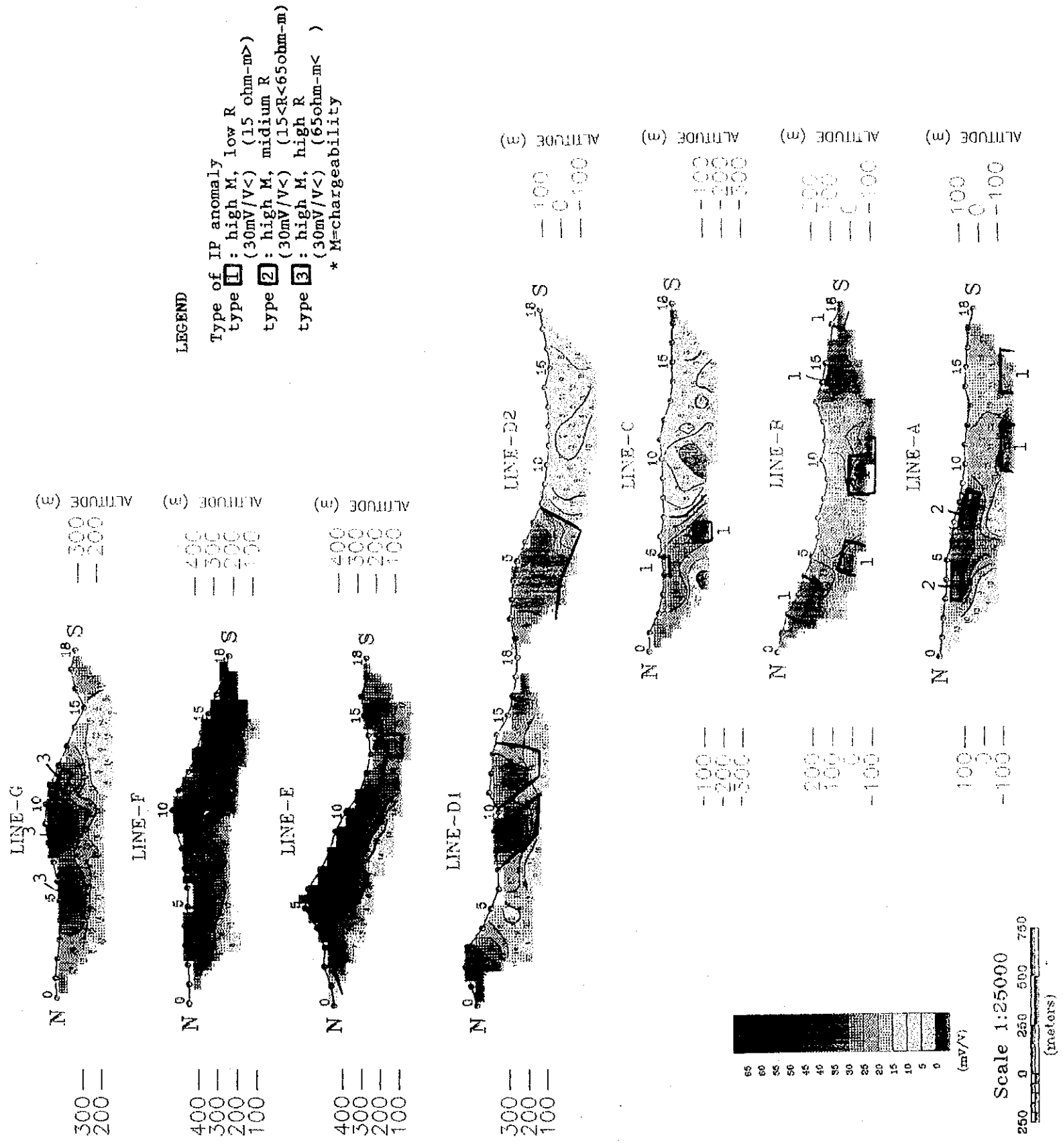


Fig. II -2-13 Results of model simulation

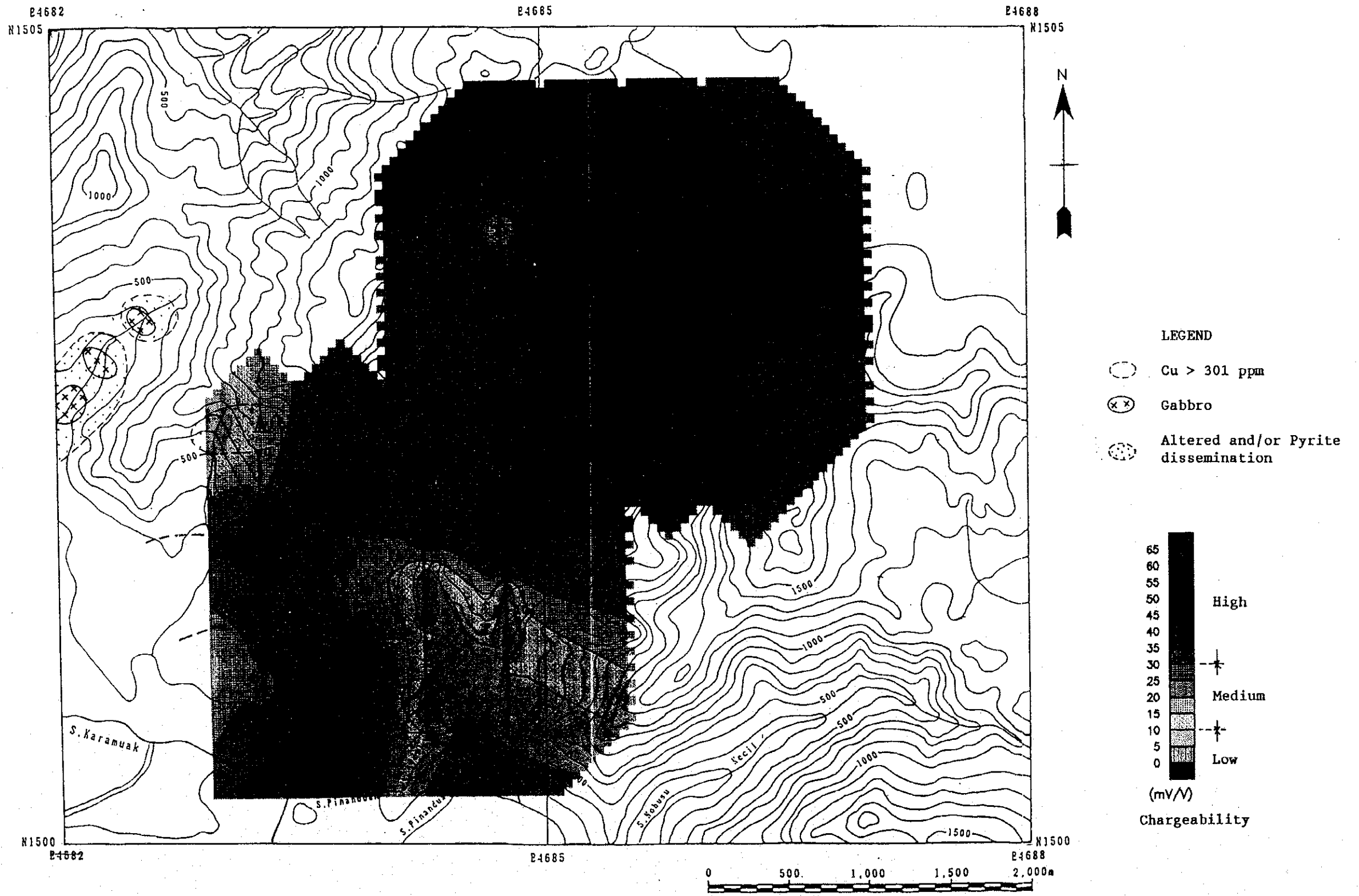


Fig. II -2-14 Compilation of survey results in Pinanduan Sub-area

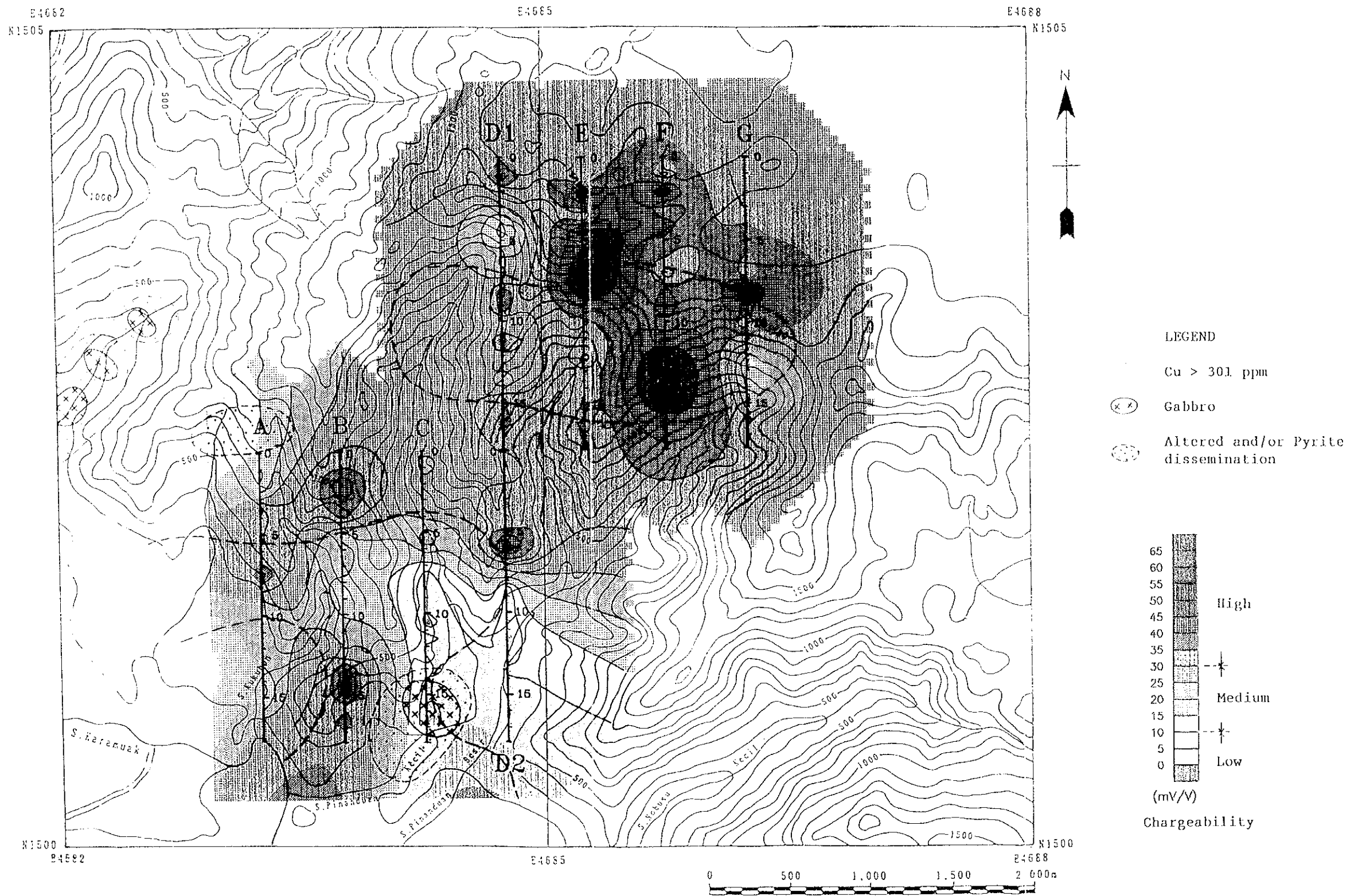


Fig. II -2-14 Compilation of survey results in Pinanduan Sub-area

Table II-2-4 Assay results of Pinanduan Sub-area

Ser. No.	Sample No.	Coordinates		Descriptions	Assay results							Remarks and sampling width (m)
		N	E		Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	S (%)	
1	K11	4687.73	1504.72	limonitic gossan	<0.1	<0.1	19	10	88	<1	0.07	grab sample
2	K12	4686.08	1504.01	limonitic gossan	<0.1	<0.1	32	10	113	<1	0.08	grab sample
3	K15	4683.09	1504.85	serpti. peridotite with py. dissm.	<0.1	<0.1	5	<1	31	<1	0.91	grab sample

Table II-2-7 Resistivity and chargeability of rock samples

Sample No	Resis. (ohm-m)	Charge. (mV/V)	Rock Name	Alt./Mineral	Remarks
P-1	205.0	5.8	Peri.	Chloritized	
P-2	2400.0	51.7	Peri.	Serpentinized	
P-3	10000.0	19.7	Peri.	Serpentinized	
P-4	404.0	7.5	Peri.	Serpentinized	
P-6	8360.0	37.3	Peri.	Serpentinized	
P-7	6400.0	3.5	Alt.Peri.	Serpentinized	
P-8	2070.0	19.3	Lat.Peri.	Oxidized	Goethite rich

Resis : Resistivity Charge : Chargeability Alt : Alteration
 Peri : Peridotite Lat : Latelite

第3章 インバック川地区

3-1 調査の概要

3-1-1 調査地区の概要

インバック川地区は、サバ中央地域南部に位置し、南北14km、東西7km、の広がりを持つ。この内、北側の南北4km、東西7kmの地域は鉱物資源基本図調査のラプク地区および地化学探査準精査のT地区にふくまれ、南側の南北10km、東西7kmの地域は、鉱物資源基本図調査の地域より更に南へ延長した地域である。前者のインバック川地区北部においては、地質調査（準精査）、物理探査を、後者のインバック川地区南部（グノングクリ地区）においては地化学探査準精査を行った。

(1) インバック川地区北部

インバック川地区北部は、ほとんどがインバック川の南側支流の流域にあたり、この河川の小支流が地区内に扇状に広がって分布し、南から北に流れる。本地区南東部の河川は、クアムー川の水系に属する。地形は、地区北部及び西部では300mから400mの比較的緩やかな山岳地形をなすが、地区南部に向かって急激に急峻となり、南端部では900m以上に達してグノングクリ山を含む稜線に続く。本地区の植生はすべて初生のジャングルで、耕作あるいは林業等の人為的な活動の形跡は認められない。アクセスは悪く、地区内には車両の通行できる道路等は一切ない。木材運搬用道路が本地区に最も近接する地点にベースキャンプを設営し、さらに調査地域内に前進キャンプを設営して調査を行った。ベースキャンプと前進キャンプの間には、なるべく傾斜の少ない尾根沿いに延長約6kmのトレールをつくり物理探査機材の運搬及び資材の補給路とした。

(2) インバック川地区南部（グノングクリ地区）

インバック川地区南部の土地地化学探査の地区（グノングクリ地区）は、基本図調査のラプ地域の南限よりさらに南方に延びた東西7km×南北10km（70km²）の地区で、地質の情報が十分得られていない地域である。本地区は、地質調査及び物理探査を行ったインバック川地区北部と稜線で隔てられ、クアムー川（S. Kuamut）の支流のクリ川（S. Kuli）の流域にあたる。地区内の主要な水系はクリ川で、地区西部から南部へ向かって流れ、その支流が地区東方を北から南へ向かって流れる。地区内の地形は南東部の一部を除くと全体に急峻で、標高900m（3,000フィート）以上を成す稜線が、最大標高5,010フィートを伴い地区内をNNW-SSE方向に縦断する。尚、標高4,549フィートのクリ山（Gunong Kuli）が、この稜線に存在する。

本地区の植生はすべて初生のジャングルで、耕作あるいは林業等の人為的な活動の形跡は認められない。アクセスは悪く、地区内には林道等の道路は一切存在せず、調査はすべて移動キャン

プで行った。

3-1-2 調査の経緯

本地区は今まで詳細な地質調査が行われたことのない地域で、全体的に第三紀の堆積岩類が分布するとされていた。鉱物資源基本図調査における第3年次の広域地化学探査の結果、本地区を流れるインバック川の南側支流において河床堆積物で高濃度のAu、Hg（最大値：Au 6,530ppb、Hg 24,735ppb）が得られ、金の鉱化作用の存在が推定され、その上流域で閃緑岩質岩の貫入岩を一箇所を確認した。引き続き第4年次にこの支流の流域70km²の地域（T地区）で土壌による地化学探査の準精査を実施した。この調査によりT地区南部でAs、Au、Cu、Hg、S、Znの異常帯が確認された。転石も含めて鉱石分析を行った結果、3試料より高品位（Au 9.0 g/t Ag 278.3 g/t、Au 18.4 g/t Ag 115.7 g/t、Au 15.4 g/t Ag 931.4 g/t）の分析値が得られた。これら、異常帯及び鉱石試料の分布する地域は、小規模な閃緑斑岩の貫入岩体が散在し、泥岩は珪化し黄鉄鉱の鉱染を伴う。これらの点からT地区南部に金及び銀の鉱化作用が存在することが確認され、この鉱化作用はT地区南部から南方につながって延長している可能性があることが指摘された。

これらの点から、本調査では、T地区南部とその南方に延長した地区を含めてインバック川地区とし、T地区南部（インバック川地区北部）において、地質準精査及び物理探査を、その南方に延長したグロングクリ山を含む地域（インバック川地区南部）においては土壌による地化学探査の準精査を実施した。

3-1-3 探査手法及び調査量

インバック川地区北部において金及び銀の鉱化作用の探査を目的として地質調査（準精査）及びIP法による物理探査を実施した。調査量は、調査面積 28 km² の地区内において調査ルート長 52 km の地質調査（準精査）及び測線延長21.0 km（測線数10本）のIP法による物理探査である。なお、鉱化作用に伴う化学的ハローを確認するため、地質調査と平行して岩石試料を採取し、岩石地化学探査をおこなった。採取試料数は201である。これらの調査により金及び銀の鉱化作用の性質を明らかにし、地質状況と鉱化作用の関係を把握すること、鉱化・変質帯の地下深部における連続性の把握及び地下構造の解明を目的とする。

インバック川地区南部（グロングクリ地区）において、インバック川地区北部の金及び銀の鉱化作用の南方への連続性を把握する目的で土壌による地化学探査を実施した。調査量は、調査面積70 km²の地域内で283個の土壌試料を採取した。

3-2 地質調査

インバック川地区北部において地質調査（準精査）を行った。

3-2-1 調査方法

(1) 地質調査

本調査は、5万分の1地形図を基にして作成した地形図を拡大して5千分の1とし、ルートマップとして使用した。調査は、主に主要河川沿いに行い、物理探査の測線沿い及び露頭が分布する尾根沿いも行った。主要な鉱徴地では間縄を使用して詳細なスケッチを行った。代表的な岩石試料及び鉱石試料については、岩石薄片及び鉱石研磨片を作成した。更に、鉱徴地では変質の性質を明らかにするとともに鉱化作用に伴う変質帯のハローを確認するため、X線回折試験を行った。鉱化作用を伴う露頭では、試料を採取し以下の元素による鉱石分析を行った。

元素名	検出限界	元素名	検出限界	元素名	検出限界
Au	0.1 g/t	Mo	1 ppm	S	0.01 %
Ag	0.1 g/t	Pb	1 ppm		
Cu	1 ppm	Zn	1 ppm		

さらに、貫入岩類の年代を明らかにするためK-Ar法による年代測定を行った。

(2) 岩石地化学探査

地質調査の踏査ルートに沿って、岩石地化学探査の試料を採取した。採取試料は201個で、試料採取密度は、地区中央南部の鉱徴地周辺では他の地域よりやや密と成るように試料を採取した。各試料の採取地点では、その露頭を代表する試料を採取し、試料ごとに記載を行い試料リストを作成した。

岩石試料の分析元素とその検出限界は、以下のとおりである。

元素名	検出限界	元素名	検出限界	元素名	検出限界
Ag	0.02 ppm	Hg	10 ppb	Rb	1 ppm
As	1 ppm	K	0.01 %	S	0.001 %
Au	1 ppb	Na	0.01 %	Sb	0.2 ppm
Ca	0.01 %	Mg	0.01 %	Sr	1 ppm
Cu	1 ppm	Pb	2 ppm	Zn	1 ppm

岩石試料の分析結果は、データの統計処理のためコンピュータに入力した。この入力データを用い統計処理、単変量解析及び多変量解析を行った。

単変量解析では、各元素ごとのヒストグラム、累積頻度図を作成するとともに各元素の統計値を計算した。計算には、コンピュータを使用した。検出限界以下の値を示す試料については検出限界値の半分の値を用い計算した。計算した平均値は幾何平均値である。

濃度分布図の作成に先立って、調査地区の水系をデジタイザーを用いコンピュータに入力し、コンピュータ処理により濃度図を作成した。各元素の異常値の抽出には、EDA (Exploratory Data Analysis) 法 (Kurzl H.; 1988) を採用した。この手法は、単成分データの分布の型に関係せず、統計的な数値処理によってしきい値 (異常値) を抽出する手法である。

多変量解析としては、因子分析法を採用した。因子分析法は、各成分間の関係よりその関係の原因となる因子を抽出する手法である。各元素間の関係は相関係数を計算し検討した。

解析には、その地区の地質が重要な要素となるので、既存資料と本調査の結果に基づいて作成した地質図を使用した。

岩石地化学探査に使用した201個の試料の内、51個に対してX線回折試験を実施し、地化学探査の異常帯と変質の関係を検討した。

3-2-2 地質 (インバック川地区北部)

本地区の地質は、前期~中期中新世のタンジュン(Tanjong)層(N₂Tj)とそれに貫入する閃緑斑岩(I₁)から成り、閃緑斑岩の貫入岩が多く分布する地域ではタンジュン層は珪化し、黄鉄鉱の鉱染を伴う。本地区の地質図及び断面図をPlate II-3-1、Fig. II-3-1に、模式層序図をFig. II-3-2示す。また各種室内試験の試料採取位置及び鉱徴地の分布をFig. II-3-3に示す。岩石薄片及び鉱石研磨片の観察結果をTable II-3-1及びTable II-3-2に、X線回折試験結果及び鉱石試料分析結果を、それぞれ、Table II-3-3及びTable II-3-4に示す。更に、閃緑斑岩について行ったK-Ar法による年代測定の結果をTable II-3-5に示す。

タンジュン層は、本地区全体にわたって分布し、泥岩、砂岩及びそれらの互層からなる。泥岩及び砂岩の分布量に基づきタンジュン層を、下部の泥岩卓越層と上部の砂岩卓越層に二分した。

泥岩卓越層は本地区北部及び西部の比較的地形の平坦な地域に分布する。暗灰色から黒色でやや軟質の泥岩が主体をなし、まれに泥岩中に1mから50cmの、灰色から暗灰色で硬質の砂岩層が互層する。地区東部では、砂岩のみから成る露頭も見られ、やや砂岩の量が多い。

砂岩卓越層は、南部から西部にかけての地形が急峻な地域に分布する。灰色から暗灰色の細粒砂岩が卓越し、これに暗灰色の泥岩層が伴う。地区西部では、砂岩のみからなる露頭もあるが砂岩の量が優る砂岩と泥岩の互層が主体を成し、両者は数mから数10cm厚さで互層する。一方、中央南部では、岩石が珪化しているため、砂岩と泥岩の区分が不鮮明な所もあるが、細粒の砂岩のみからなる場合が多く、この岩石が急峻な地形や滝を形成している。

顕微鏡では泥岩は、0.02から0.03mmの石英を主とし少量の斜長石を伴う碎屑片よりなり、それらの間を細粒の石英が埋め、副成分鉱物としてジルコン、電気石を伴う。二次鉱物として絹雲母が碎屑片の間を埋めるように発達する。変質が強くなると、絹雲母の量が増し、二次石英と共に碎屑を覆いつくす。さらに、カオリナイト及び緑泥石の量が増加する。変質の強い泥岩は、閃緑斑岩の貫入岩近辺で見られる傾向がある。砂岩は、新鮮な岩石ではソーティングの良いアルコーズ砂岩で0.1mmから0.3mmの石英を主とし斜長石、カリ長石、岩石片(泥岩、安山岩、凝灰岩)な

どの碎屑片からなる。基質は石英を主としジルコン及び電気石が伴う。変質した砂岩では二次的石英が増加し絹雲母がネットワーク状に見られる。

堆積岩の構造は、走行は南部を中心とする地形の急峻な地域では全体的にNW-SE、傾斜は 20° ~ 40° SWである。地形が平坦な北部では、構造は一定しない傾向があり、北西部ではNE-SWで 20° ~ 40° のNW傾斜であり、北東部ではN-S走行が卓越し 40° ~ 60° のW傾斜である。地区中央部で泥岩がやや破碎しているところが見られるたり、小断層も随所で見られるが、地質図に表すような主要断層は確認できなかった。

閃緑斑岩は灰色をなし、数mmの斜長石及び角閃石の斑晶を持つ中性の斑状岩である。地区北部の中央部から西部にかけて分布し、貫入幅は小規模なものは数mから大規模なものは数100mに達する、堆積岩に調和的ないしはやや斜交して貫入する岩体である。西部から中央部のものは、貫入幅数mから数10mの小規模なものが多く、東部に向かって大規模となり数100mに達する。それに伴い、岩石の粒度も西部のものでは細粒で、斑晶がはっきりしない安山岩様の岩石が多く、東部のものでは、はっきりした斑状の組織を示すが、深成岩に近い見かけを持つ。閃緑斑岩はいろいろな程度に変質を受けており、新鮮な岩石から変質して灰白色となり斜長石の斑晶の名残がわずかに残るもの、白色の粘土化を受け軟質な源岩の形跡を留めない岩石までであるが、著しく変質した岩石でも、堆積岩に貫入した形態を成している。このような、変質した閃緑斑岩は、本地区中央部から中央南部にかけて多く見られ、小規模の岩体で全体的に変質しているものが多い。顕微鏡観察では、新鮮な岩石は顕著な斑状組織を示し、斑晶は主に0.5から数mmの角閃石及び斜長石でまれに黒雲母、単斜輝石が見られる。一般に角閃石の斑晶は二次的な緑泥石及び方解石に、斜長石の斑晶は絹雲母に変質していることが多い。石基はほとんど斜長石及び不透明鉱物からなり、細粒の間粒状組織を示す安山岩に近いものから、やや粗粒で半自型粒状の組織を示すものまでである。変質した岩石は、全体に石英、絹雲母、方解石、緑泥石の変質鉱物が発達し、斑晶の名残を僅かに残るものと、すべて石英、絹雲母に置き換えられ源岩の組織を全く残さないものまでである。

K-Ar法による年代測定の結果、4試料とも近い年代を示し、 7.25 ± 0.18 (Ma) から 7.82 ± 0.20 (Ma) の範囲に入る。従って、閃緑斑岩の貫入年代は第三紀鮮新世前期と考えられる。

3-2-3 鉱化作用

本地区の主要な鉱化・変質作用は、中央南部の地質図に示す珪化及び黄鉄鉱の鉱染帯中で見られ、小規模の閃緑斑岩が多く貫入する地域である。この地域では、タンジョン層の砂岩及び泥岩は珪化あるいは粘土化し、黄鉄鉱まれに硫砒鉄鉱の鉱染を伴い、石英の細脈及び黄鉄鉱の網状脈を伴う。さらに、一部堆積岩類の構造に調和的なものもあるが堆積岩類の構造を切って10から20cm前後の硫化物（黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱）により満たされた石英脈及びレンズが見られる。これらの脈及びレンズの分布の規則性は認められず、珪化・黄鉄鉱の鉱染帯中に散在する。以下、主要な鉱徴地を記載する (Table II-3-6)。

IM-1 (Sketch 1) : 強い粘土化を受けた、白色の閃緑斑岩が一部変質を受けない部分をのこしながら40mにわたって露出する。硫化物は弱く黄鉄鉱に鉱染する以外はほとんど認められない。薄片観察及びX線回折試験の結果、構成鉱物はほとんどが石英からなり、それに絹雲母/モンモリロン石の混合層、緑泥石でまれにカオリナイト、絹雲母が伴う。鉱石分析の結果、ほとんど主要な金属元素の濃集は見られない。

IM-2 : 沢に、大きさ1mから数mの表面が酸化して赤褐色となった、珪化ないしは粘土化して黄鉄鉱に鉱染した砂岩の礫が多く見られる。研磨片の鑑定結果、黄鉄鉱と少量の閃亜鉛鉱を伴うのみで、鉱石分析の結果、Au 0.7g/tから5.2 g/tであるが、その他の金属元素で高い値を示すものはない。

IM-3 (Sketch 2) : 高度差約150mの珪化し、弱く黄鉄鉱に鉱染した泥岩中に、1cmから20cmの硫化物(黄鉄鉱、硫砒鉄鉱)に富む石英脈及びレンズが堆積岩の構造を切て散在する。これらの脈及びレンズの一般的走行は、N-Sで、70° から80° W 傾斜である。最大のもは、幅15cmで長さ11mに及ぶものが2条見られる。鉱物組み合わせは、硫砒鉄鉱、黄鉄鉱を主とし少量の黄銅鉱、閃亜鉛鉱が伴う。まれに、方鉛鉱および銅藍が見られる。鉱石分析の結果これらの脈及びレンズはAu 7.0 g/tから9.5 g/t、Ag 22 g/tから196 g/tを示し、まれにCu (0.16%、0.14%)、Pb (0.15%)、Zn (0.21%) をやや含むものもあるが、Au、Ag以外の品位は低い。

IM-4 (Sketch 3) : 珪化し、弱く黄鉄鉱に鉱染した泥岩の層理に調和的に幅12cmと10cmの硫化物(黄鉄鉱、硫砒鉄鉱)に富む石英脈が2条見られる。幅12cmの脈は小沢の底面に沿って分布し、幅10cmの脈は小沢の南岸に見られ、かなり酸化して硫化物は酸化物に置き換えられた脈である。顕微鏡によると、硫化物は主に黄鉄鉱、硫砒鉄鉱よりなり、それに閃亜鉛鉱、黄銅鉱、銅藍が伴う。2試料(M31、M37)において硫砒鉄鉱中に自然金が確認された(Fig. II-3-5)。確認されたなかで最大粒径のものは、60 μ ×40 μ で、平均的には数10 μ の粒度である。さらに、2試料(M31、M37)において、輝銀鉱が確認された。鉱石分析の結果、硫化物-石英脈は、Au7g/tから72g/tで、Ag17g/tから67g/tであり、IM-3の鉱徴地に比べてAuが高くAgは低い関係にある。それ以外の金属元素では、Cuが0.18%から0.55%とやや高いが、Pb、Zn、Moと共に低い。硫化物-石英脈の母岩の鉱石分析の結果、Au0.3g/tで母岩にも弱いながら金の鉱化作用が及んでいると考えられる。

IM-5 : 珪化し、黄鉄鉱に鉱染した泥岩中に幅25cm、長さ2mの硫化物(黄鉄鉱、閃亜鉛鉱)に富む石英のレンズが存在する。顕微鏡によると、構成鉱物は黄鉄鉱、方鉛鉱、閃亜鉛

鉱の主要鉱物の他、少量の黄銅鉱、硫砒鉄鉱が伴う。鉱石分析の結果Zn8.9%、Pb2.0%、Cu0.1%とベースメタルに富み、Agも105g/tと高いが、Auは0.4g/tと低い。母岩を成す泥岩の分析を行ったが、1試料でAg5.9g/tの値が得られたがそれ以外は、低品位である。このAgにやや富む試料は顕微鏡によると、黄鉄鉱のほかに黄銅鉱、閃亜鉛鉱を少量含み、硫砒鉄鉱は認められない。

上記の主要鉱徴地以外にもIM-3の上流域には、小規模ながら石英脈(K-24、K-25)が見られ、Au、Agを含み、IM-3の鉱徴地と似たAgに富み、Auが低い傾向を示す。地区中央北部で得られた黄鉄鉱に鉱染した閃緑斑岩の転石は、Ag573g/tでAgの品位が最大である。

以上まとめると、本地区の鉱化作用は、閃緑斑岩の調和的岩体が多く分布する地域に見られ、堆積岩類は、珪化及び黄鉄鉱の鉱染を伴っている。珪化・黄鉄鉱鉱染帯には、硫化物(黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱)に富む石英脈がみられ、これらが高品位のAu、Agを伴う。硫化物-石英脈は、三つのタイプがあると考えられ、IM-4のような $Au \geq Ag$ のタイプ、IM-3のような $Ag > Au$ タイプ、IM-5の様なPb、Znに富みAgを伴うタイプである。前二者の鉱物組み合わせは黄鉄鉱、硫砒鉄鉱が主要鉱物で、後者では硫砒鉄鉱はほとんど見られず黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱よりなる。粘土化した閃緑斑岩は強度の変質を受けているが、鉱化作用はほとんど見られない。珪化・黄鉄鉱の鉱染を伴う堆積岩類は、閃緑斑岩との接触部あるいは硫化物-石英脈に付随する部分でAu、Agをやや含むものもあるが、鉱染状に堆積岩中に広範囲でAg、Auを伴う様なものは確認されなかった。

3-2-4 岩石地化学探査及び変質帯

(1) 試料採取

本地区の調査では地質調査に加えて岩石による地化学探査を実施した。本調査で採取した試料の採取位置をFig. II-3-6に示す。各試料の採取地点では必要事項の記載を行いAppendix 2に示す試料一覧表を作成した。採取した岩石試料は粉砕した後、縮分し分析試料とした。

(2) 統計処理結果

各試料の分析結果をAppendix 3に示す。これらの分析結果をコンピューターに入力し統計処理を行った。統計処理した結果をTable II-3-7に示す。

地化学探査の解析に使用した201個の岩石試料の内、17個は閃緑斑岩で、それ以外は砂岩及び泥岩である。砂岩及び泥岩の間には化学組成の相違は見られないがこの二者と閃緑斑岩の間にはやや化学的な相違が存在する。すなわち以下の関係がある。

閃緑斑岩で明らかに高い元素：Ca、Sr

閃緑斑岩でやや高い元素：Cu、Mg、Na

閃緑斑岩でやや低い元素：As

さらに、新鮮な閃緑斑岩と変質した閃緑斑岩と比較した場合、後者でAs、Kが増加し、Ca、Naが低下する。

Ag、As、Au、Hg、S では高い値を示す試料が存在し、最大値はそれぞれAg 17.37ppm、As 13,675ppm、Au 6,920 ppb、Hg 2,290ppb、S 11.15%である。

各元素間の関係を明らかにするため相関係数を計算した。この結果、良い相関（相関係数 0.500以上）を示す元素の関係は以下のグループに分けられる。

Ag-Au-As、Ca-Mg-Na-Sr、K-Rb、Mg-Zn

この結果では、Ag、As、Auの間に良い相関が見られ、鉱化作用との関係が推定される。Ca、Mg、Na、Srはいずれも、閃緑斑岩において高い元素である。

(3) 単変量解析結果

各成分の統計処理結果に基づきEDA法によりしきい値を決定した。このしきい値とメディアンの値を用い Appendix 4に示す濃度分布図を作成した。この濃度分布図による各元素の分布傾向は以下に要約される。

Ag：異常帯は、地区中央南部の珪化・黄鉄鉱染帯に集中して見られ、その北方延長にも濃度の高いハローが分布する。高濃度を示す試料が北西部にまとまって見られ、西部では散在する。

As：Agとほぼ類似した分布傾向を示し、異常帯及び高濃度帯は地区中央南部の珪化・黄鉄鉱染帯に集中して見られ、その北方延長にも高濃度帯が分布する。

Au：分布の傾向は、Ag及びAsと類似し、異常帯及び高濃度帯は珪化・黄鉄鉱染帯に集中して分布する。濃度の高い試料と低い試料がはっきりと区分され、珪化・黄鉄鉱染帯以外の地域より採取した試料はほとんど検出限界以下である。

Ca：異常値を示す試料は、閃緑斑岩より採取した試料である。珪化・黄鉄鉱染帯内では、閃緑斑岩以外の試料はほとんど後背値以下の値を示す。それ以外では特徴的分布傾向は認められない。

Cu：異常帯及び高濃度帯は珪化・黄鉄鉱染帯内及び地区東部の閃緑斑岩中で見られる。

Hg：高濃度を示す試料が地域内に散在し、特徴的な分布傾向を示さない。珪化・黄鉄鉱染帯内では、高濃度を示すものもあるが後背値以下の値を示すものが多い。地区西部に高濃度を示す試料がまとまって分布する。

K：珪化・黄鉄鉱染帯内及びその西方延長域、さらに東部の閃緑斑岩の分布域に高濃度を示す試料が分布する。

- Mg: 閃緑斑岩が高濃度を示し、それ以外でも高濃度を示す試料が堆積岩の分布域で散在する。珪化・黄鉄鉱染帯内では、閃緑斑岩の試料以外ではほとんどが後背値以下の値を示す。
- Na: 閃緑斑岩は異常値及び高濃度を示す。堆積岩類中では東部より西部でより高い値を示す傾向がある。珪化・黄鉄鉱染帯内では、閃緑斑岩の試料以外ではほとんど後背値以下の値を示す。
- Pb: 異常値を示す試料はすべて珪化・黄鉄鉱染帯内に分布する。それ以外は、あまり特徴的分布傾向を示さない。
- Rb: あまり特徴的な分布傾向を示さないが、高濃度を示す試料が多く珪化・黄鉄鉱染帯内に分布し、それ以外では堆積岩域に散在する。
- S: 異常値及び高濃度を示す試料が珪化・黄鉄鉱染帯中央部及び南部に分布する。それ以外にも中央北部の堆積岩分布域に高濃度帯が分布する。
- Sb: 高濃度を持つ試料が地域内に散在し、特徴的な分布傾向は見られない。
- Sr: 異常値及び高濃度を示す試料はほとんど閃緑斑岩である。
- Zn: 異常値を持つ試料が珪化・黄鉄鉱染帯内に分布し、高濃度帯が北部の泥岩分布域に見られる。

各元素の濃度分布図より、本地区の探査に有効と推定されるおもな元素の異常帯あるいは高濃度帯の分布をFig. II-3-7 に示す。この図で明らかなようにAg、As、Au、Cu、Sの異常帯あるいは高濃度帯は、珪化・黄鉄鉱染帯を覆うように重複して分布する。銅の異常帯は、珪化・黄鉄鉱染帯内の堆積岩の分布域及び珪化・黄鉄鉱染帯以外でも粘土化していない閃緑斑岩の分布域にみられる。珪化・黄鉄鉱染帯の北延長域にAs、Ag、Cu、Auの高濃度帯が重複して見られる。さらに、地区北東部にS及びAgの高濃度帯が分布する。

珪化・黄鉄鉱染帯で、Ca、Mg、Naが明らかに低いことは、変質作用によりこれらの元素が取り去られた事を示唆していると思われる。

(4) 多変量解析結果

多変量解析の手法としては、因子分析法を採用した。因子分析の結果をTable II-3-8 に示す。抽出された因子と各元素との関係は次の通りである。

第1因子: -Ag、-As、-Au、Ca、Mg、Na、Sr

第2因子: -Cu、-Hg、-Mg、-S、-Zn

第3因子: K、Rb

第4因子: -Ag、-Au

第5因子: -Pb、-Zn

これらの元素の関係及び単成分の濃度の分布傾向からすると、第1因子、第2因子、第5因子は本地区の鉱化作用及び変質作用を反映した因子であると考えられる。これらの因子に対して、因子得点分布の合成図を作成した。この合成図をFig. II-3-8に示す。この図で採用した各因子と色の関係は以下の通りである。

第1因子：赤、 第2因子：青、 第5因子：黄

この図より各因子の因子得点の分布傾向は、以下に要約される。

第1因子：高因子得点を示す試料の分布域は、珪化・黄鉄鉱染帯の地域に広く分布し、さらにその南延長域にも見られる。

第2因子：高因子得点の分布は、珪化・黄鉄鉱染帯内の中央部に、南北に延びて分布し第1因子の高因子得点の分布域と重複して見られる。

第3因子：高因子得点の分布は、珪化・黄鉄鉱染帯の東部の縁に強く見られ、閃緑斑岩の大きな岩体が貫入する地域であり、鉱徴地IM-5がこの地域に存在する。

第1因子(-Ag、-As、-Au、Ca、Mg、Na、Sr)は、Ag、As、Auの本地域の鉱化作用を特徴付ける元素と、それに反する変質作用と共に減少する、Ca、Mg、Na、Sr、の組み合わせで、本地区の鉱化・変質作用を特徴付ける因子であると考えられ、この因子の高因子得点の分布する地域が鉱床賦存の可能性の高い地域と考えられる。第3因子(-Pb、-Zn)は、Pb、Znの鉱化作用が見られるIM-5の鉱徴地周辺に高因子得点域が分布し、珪化・黄鉄鉱染帯東縁にPb、Znの鉱化作用が存在することを支持している。

(5) 変質作用

本地区の鉱化作用に伴う変質作用を明らかにするため、鉱化帯周辺及び変質した露頭より18個の試料を採取しX線回折試験を行った。さらに、本地区の変質帯のハローを抽出する目的で、岩石地化学探査に使用した試料より51個を選びX線回折試験を実施した(Table II-3-3)。その結果を薄片観察の結果と合わせて解析した。

本地区の変質作用を受けた岩石は、粘土化した閃緑斑岩及び硫化物-石英脈の母岩を成す泥岩及び砂岩、閃緑斑岩の貫入岩体周辺に分布する泥岩、砂岩である。粘土化した閃緑斑岩では変質鉱物組み合わせは、石英-絹雲母-Se/Mo(絹雲母/モンモリロン石混合層鉱物)-カオリナイト-(緑泥石)である。一方、変質した泥岩及び砂岩の変質鉱物組み合わせは石英-絹雲母を常に持ちそれに、緑泥石、カオリナイト、Se/Moを伴う。さらに、斜長石が多い試料では、絹雲母が少なく、絹雲母が多い試料では、斜長石が少ないかあるいは存在しない。従って、変質作用に伴い、斜長石が変質して絹雲母となり、絹雲母の量は変質作用の強度を示す指標となると考

えられる。

岩石地化学探査の試料51個に見られる鉱物組み合わせは、ほとんどの岩石で石英-絹雲母-カオリナイトを普遍的に含み、それらに緑泥石及びSe/Moが伴うものと、伴わないものがある。

上記の絹雲母と斜長石の関係から、絹雲母の量を指標とし存在度が微量以上の試料、緑泥石が存在する試料、Se/Moが存在する試料を図にプロットして示した (Fig. II-3-9)。図に示す様に、これら3つの要素の分布域は地区内でゾーニングをなして分布する。すなわち、Se/Moの存在する試料の分布域は、本地区西部を中心に分布し、珪化・黄鉄鉱染帯を取り囲む様にその外側に分布する。緑泥石の存在する試料の分布範囲は、本地区中央部から東部にかけて分布し、珪化・黄鉄鉱染帯の境界部付近を中心に分布する。一方、絹雲母が微量以上存在する試料は、地区中央南部の珪化・黄鉄鉱染帯内に限られて分布する。すなわち、これら三つのゾーンは珪化・黄鉄鉱染帯を中心にして外側から内側に向かって、Se/Mo帯、緑泥石帯、絹雲母帯の同心円状の配列をなす。これらの帯状配列は、中性の熱水により生成されたと考えられ、前者から後者に向かって変質の強度および温度が増すと考えられる。すなわち、珪化・黄鉄鉱染帯内で変質の強度は最大となり、鉱床賦存の可能性が高い。粘土化した閃緑斑岩は、珪化・黄鉄鉱染帯の外側にも存在し、その周りの泥岩、砂岩は、ほとんど変質を受けていないことが多く、堆積岩の変質作用と異なる変質作用で生成されたと考えられる。

3-3 物理探査 (インバック川地区北部)

3-3-1 調査方法

(1) 調査内容

物理探査は、本地区において鉱物資源基本図調査で捕捉された地化学探査異常帯 (Au、Cuなど) の広がり及び地質構造を考慮し、10本の測線を設定し、IP法電気探査を実施した。

調査内容は、Table II-3-9に示す。また、調査位置図をFig. II-3-10に各々示す。

Table II -3-9 Survey Specification

Method	Induced Polarization (IP)
Method	Time domain method
Array	Dipole-dipole array
a-spacings	100 m
n-factor	n=1~4
Total lines	10 lines
Line length	21.0 km
Line Interval	300 m
IP measurement in laboratory	
Resistivity and chargeability 14 pcs	

(2) 現地測定方法

本地区で使用した測定方法はピナンドアン地区と同様、時間領域（タイムドメイン）法（過渡現象法）である。方法の記載は2-3-1項に記述している。

測定データは、 $5\Omega \cdot m$ 以下の極低比抵抗を示す地区北部の平地部で一部電磁カップリングの影響が認められたが、その他の地区では再現性のある良質なデータが得られた。更に、測定データの信頼性を向上させるためスタッキング回数を10回以上と多くするとともに、測定回数を3回以上とした。分極率は、ピナンドアン地区と同様スライス#12（820 ~ 1050 msec、ミッドポイント935 msec）を採用した。

(3) 室内物性測定

岩石の電気的特性データを集める目的で、地表の代表的な岩石・鉱石試料14個を採取し、IP測定を行った。

3-3-2 解析方法

解析方法についてもピナンドアン地区と同様である。

3-3-3 調査結果

(1) 岩石物性測定結果

本地区では14個の岩石試料を採取し、自然状態における比抵抗及び分極率を測定した。岩石試料採取位置をFig. II-3-10に、測定結果をTable II-3-10に示す。岩石試料は、泥岩、砂岩、閃緑斑岩及び硫化物に富む鉱石からなる。

Table. II-3-10より、岩石試料の比抵抗値は、3~4,040 $\Omega \cdot m$ の広い範囲で変化している。試料I-3、I-7は硫化物を多く含む鉱石試料であり、10 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗値を示している。また、試料I-9、I-13、I-15の前2者は泥岩で亀裂が多くみられ、残り1個は砂岩で硫化物をスポット状に含み、いずれも中比抵抗を示している。そのほかの試料は顕著な変質作用も認められず高比抵抗を示している。一方、硫化物量の目安となる分極率値は、1.7~124.2mV/Vの範囲を示し、特に試料I-3とI-7は鉱石試料で、それぞれ49mV/V及び124.2mV/Vの強分極率値を示し、更に、試料I-1は黄鉄鉱鉱染が認められる試料で、31.9mV/Vと強分極率値を示す。その他の試料は11.1mV/V以下の弱分極率を示している。

(2) 見掛比抵抗分布及び分極率分布 (Fig. II-3-11~Fig. II-3-14)

本地区の見掛比抵抗及び分極率分布から、便宜上、以下のように分類される。

見掛比抵抗・分極率の分類

分類	見掛比抵抗 ($\Omega \cdot m$)	分極率 (mV/V)
高	65 以上	30以上
中	15~ 65	10~30
低	15未満	10未満

IP異常の分類

IP異常分類	IP 特 性	地質状況
タイプ1	低見掛比抵抗・中～高分極率	強変質・多硫化物 鉍染型に多いタイプ
タイプ2	中見掛比抵抗・中～高分極率	中変質・多硫化物 鉍染・鉍脈混合型 に多いタイプ
タイプ3	高見掛比抵抗・中～高分極率	弱変質・多硫化物 鉍脈型に多いタイプ

見掛比抵抗分布は $1\sim 1000\ \Omega \cdot m$ の広い範囲で分布し、地区北半部の緩地形を呈する泥岩分布範囲では $40\ \Omega \cdot m$ 未満の中～低比抵抗を示している。地区南半部の急峻地形を呈する珪化砂岩分布範囲では $65\ \Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗を示している。特に、F測線の北部を中心とするハ型の相対的高比抵抗帯は貫入岩の分布域と一致している。また、本地区中央南部（D測線南端部）に位置する鉍徴地付近からF測線南部に至る地区では $40\ \Omega \cdot m$ 未満の中～低比抵抗を示している。この付近の沢沿いには珪化帯が認められている。一方、主に、黄鉄鉍化の強弱を表現すると考えられる分極率 (Chargeability: mV/V) の分布は $-40\sim 77\ mV/V$ と大きく変化している。分極率は、地区北半部で $10\ mV/V$ 未満と弱く、地区南部では $20\ mV/V$ 以上と強くなり、特にD・E・F測線の南部では局部的に $50\ mV/V$ 以上の強分極率異常が捕捉された。また、強分極率異常は、更に南へ広がる傾向が推定される。

本地区のタイプ別IP異常は、以下のように分類される。

(1) 異常タイプ1

本タイプの異常は、D測線No. 16～17の浅部、E測線No. 15～17の浅部、No. 16～17の中深部、F測線No. 10～11の中深部、No. 11～12の浅部～深部にそれぞれ分布する。本異常タイプは地区中央南部に分布する。

(2) 異常タイプ2

本タイプの異常は、D測線No. 12～13の浅部～中深部、E測線No. 12～14の中深部～深部にそれぞれ分布する。本異常タイプも地区中央南部に見られる。

(3) 異常タイプ3

本タイプの異常は、本地区では検出されなかった。

(3) 2次元シミュレーション解析結果

本調査で捕捉されたIP異常（特にD、E、F測線南部）について2次元シミュレーション解析を行った。シミュレーション解析結果をFig. II-3-15に示す。

2次元シミュレーション解析の結果、以下のことが明らかとなった。

IP異常源の分布は前項のIP異常タイプで記述した箇所と同様に地区中央南部にほぼ連続して分布している。異常タイプ1（低比抵抗・高分極率）は、地区中央南部（F測線南部の異常帯及びD測線 No. 16～17付近）に分布する。一方、異常タイプ2（中比抵抗・高分極率）も地区中央南部（D測線及びE測線）に分布する。異常タイプ3（高比抵抗・高分極率）は本地区に分布していない。