

たもので、第11項が補正密度の過不足による未補正項を表している。実際の計算は、求めようとする測点を中心とする半径数kmの円内の測点のデータを用いて最小2乗法によって(5-12)式の右辺の各項の係数を算出する。計算に用いたブーゲー異常値の補正密度に第11項の係数を加えた値が求める表層密度である。表層密度が求まれば、ブーゲー異常値は(5-11)式で容易に算出される。同じ計算をすべての測点について実施することにより、バリアブルデンシティによるブーゲー異常図が得られる。

5-1-3 解析方法

1. 岩石密度の測定

採取した岩石試料の密度は、以下の式により算出した。

$$\text{自然乾燥密度} = \frac{W_1}{W_2 - W_3} \quad (5-13)$$

$$\text{強制湿潤密度} = \frac{W_2}{W_2 - W_3} \quad (5-14)$$

W_1 : 試料を室内(常温)で数日間放置した状態(自然乾燥状態)の空中重量

W_2 : 試料を自然気圧下で約24時間浸水(強制湿潤)したのち、表面の付着水を拭きとった状態での空中重量

W_3 : 強制湿潤状態での水中重量

2. 重力解析の方法

a) 傾向面解析

傾向面解析は広域的な重力トレンドを低次の曲面(x, y に関する多項式)に近似する作業である。具体的には、点(x, y)のブーゲー異常値 $\Delta g(x, y)$ を用いて、多項式の各係数を最小二乗法で計算する。各次数の傾向面はそれぞれ次の式で表される。

・ 1次傾向面

$$\Delta g_1(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y \quad (5-15)$$

・ 2次傾向面

$$\Delta g_2(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 \quad (5-16)$$

・ n次傾向面

$$\Delta g_n(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + \dots + a_{n-1}xy^{n-1} + a_ny^n \quad (5-17)$$

ここで $m = n(n+3)/2$ である。

傾向面解析には、格子点の重力異常値を用いて傾向面を算出する方法と、特定の地質に着目してその地質が露出している場所の重力異常値を用いて傾向面を計算する方法の2種類があるが、本調査では格子データを用いて計算する方法を採用した。

ブーゲー異常から傾向面(広域的なトレンド)を差し引いたのが傾向面残差重力で、これは調査地域の密度構造を反映した重力分布を示す。

b) 周波数解析

ブーゲー異常を深部構造に起因する長波長異常や浅部構造に起因する短波長異常に分離するのが

周波数解析である。周波数解析では矩形領域 $l_1 \times l_2$ の2点 (x, y) における重力異常 $\Delta g(x, y)$ を2次元フーリエ級数

$$\begin{aligned} \Delta g(x, y) = & \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \{ A_{mn} \cos(m\omega_1 x) \cos(n\omega_2 y) + B_{mn} \cos(m\omega_1 x) \sin(n\omega_2 y) \\ & + C_{mn} \sin(m\omega_1 x) \cos(n\omega_2 y) + D_{mn} \sin(m\omega_1 x) \sin(n\omega_2 y) \} \end{aligned} \quad (5-18)$$

$0 \leq x \leq l_1, 0 \leq y \leq l_2$
 $\omega_1 = 2\pi/l_1, \omega_2 = 2\pi/l_2$
 $m, n: x$ 方向, y 方向の波数

に展開し、特定の波長領域を切り出す。フーリエ係数 A_{mn} は

$$A_{mn} = \frac{4}{\varepsilon_{mn} l_1 l_2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta g(x, y) \cos(m\omega_1 x) \cos(n\omega_2 y) dx dy \quad (5-19)$$

$$\varepsilon_{mn} = \begin{cases} 2 : m=n=0 \\ 1 : m, n=1, 2, 3, 4, \dots \end{cases}$$

として求めることができる。 B_{mn}, C_{mn}, D_{mn} についても同様である。

周波数解析によるフィルターとして、特定の波長より長い(低周波)成分を抽出するローパス・フィルター、特定の波長より短い(高周波)成分を抽出するハイパス・フィルター、ある幅の波長帯域を抽出するバンドパス・フィルターなどがあり、これらのフィルターを用いて長波長重力異常図や短波長重力異常図を作成する。

本調査では、FFT(高速フーリエ変換)を用いて計算を行い、長波長重力異常図、短波長重力異常図を作成した。

c) 2次元解析

2次元解析は、測定で得られた重力異常に最も近似する重力異常を引き起こす2次元の地下構造モデルを求める定量解析である。本調査では、2次元の地下構造モデルによる重力異常値を次のTalwani(1959)の式を用いて計算した。

$$g = 2G \Delta \rho \sum Z_i \quad (5-20)$$

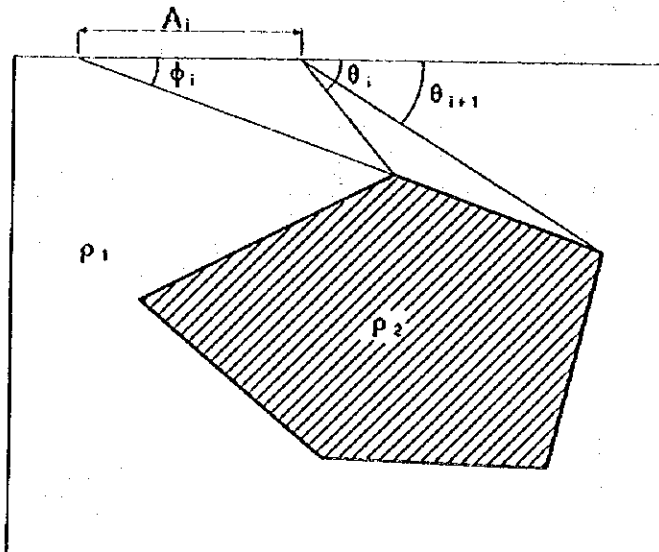
$$Z_i = A_i \sin \phi_i - \cos \phi_i \left[\theta_i - \theta_{i+1} + \tan \phi_i \log \frac{\cos \theta_i (\tan \theta_i - \tan \phi_i)}{\cos \theta_{i+1} (\tan \theta_{i+1} - \tan \phi_i)} \right] \quad (5-21)$$

g : 重力異常値

G : 万有引力定数

$\Delta \rho$: 密度差($\rho_2 - \rho_1$)

地下の密度構造を2層モデルで近似できる場合には、密度差と基準深度を指定し、密度境界面の形状を徐々に変えながら重力異常の計算値を測定値に近似させていく「逐次近似法」による自動解析計算でほぼ一義的な解が得られるが、構造が複雑な場合には多層構造モデルによる解析が必要となる。



Talwani の方法による密度構造解析模式図

5-2 調査結果

5-2-1 密度測定結果

調査地域で採取した 112 個の岩石試料の密度測定結果を表 5-1 に示した。また、地層・岩石別の平均密度(強制湿潤)を表 5-2 に示した。平均密度の計算では、ほかのサンプルに比較して密度が著しく高い No. 236, 202, 204, 240 の 4 試料は除外した。

表 5-2 から、次のことが指摘できる。

- (1) 一般に下位の地層ほど平均密度が高くなっている。
- (2) Kızılkaya 層とÇatak 層との間の密度差が比較的大きく、Çağlayan層とKızılkaya 層との間の密度差は小さい。
- (3) Çatak 層では安山岩溶岩及び安山岩質凝灰角礫岩の密度が高く、砂岩の密度はそれほど高くない。
- (4) 貫入岩類の密度はサンプルによってばらつきが大きいですが、花崗岩類と黒雲母デイサイトの密度が高い。

5-2-2 重力異常分布

1. 等重力線図

補正密度 $\rho = 2.20, 2.40$ 及び 2.60 g/cm^3 の 3 種類の等重力線図を図 5-3 ~ 図 5-5 に示した。これら 3 種類の等重力線図はどれもブーゲー異常値が調査地域の北部で高く、南部で低くなっており、ブーゲー異常値が北から南に向かって低くなる広域的なトレンドがこの地域に存在することを示している。

$\rho = 2.20 \text{ g/cm}^3$ の等重力線図では、地形に相関する顕著な低重力異常が調査地域南西部の Yaglı川流域と南東部の Karadona川流域の 2 カ所に見られる。これら 2 カ所の低重力異常は $\rho = 2.40 \text{ g/cm}^3$ の等重力線図ではかなり減衰し、さらに、 $\rho = 2.60 \text{ g/cm}^3$ の等重力線図ではほとんど見られなくなる。これは、調査地域の南東部から南西部にかけては 2.60 g/cm^3 前後の比較的高い密度が補正密度として適当であることを意味している。

表 5-1 岩石密度測定結果一覽表 (1/3)

Stratigraphic units	Sample NO.	Rock name	Density (g/cm ³)	
			Natural dry	Wet
Çağlayan Formation	123	Acidic Lapilli Tuff	2.22	2.26
	262	Acidic Tuff	2.43	2.45
	148	Hematic Dacite	2.46	2.49
	180	Dacite Lava	2.38	2.41
	186	Dacite Lava	2.38	2.42
	187	Dacite Lava	2.27	2.37
	189	Dacite Lava	2.42	2.45
Kızılkaya Formation	68	Dacite Lava	2.22	2.32
	69	Dacite Lava	2.37	2.44
	76	Dacite Lava	2.35	2.42
	77	Dacite Lava	2.55	2.56
	86	Dacite Lava	2.44	2.48
	87	Dacite Lava	2.33	2.39
	114	Dacite Lava	2.59	2.61
	116	Dacite Lava	2.29	2.39
	140	Dacite Lava	2.34	2.39
	167	Dacite Lava	2.34	2.42
	190	Dacite Lava	2.37	2.41
	216	Dacite Lava	2.47	2.50
	226	Dacite Lava	2.55	2.58
	236	Dacite Lava	(2.92)	(2.94)
	261	Dacite Lava	2.34	2.41
	263	Dacite Lava	2.50	2.54
	152	Hematic Dacite	2.47	2.49
	153	Hematic Dacite	2.42	2.46
	154	Hematic Dacite	2.52	2.55
	156	Hematic Dacite	2.51	2.54
158	Hematic Dacite	2.54	2.59	
160	Hematic Dacite	2.24	2.32	
223	Dacitic Tuff Breccia	2.45	2.49	
Çatak Formation	93	Andesite Lava	2.35	2.40
	102	Andesite Lava	2.59	2.61
	104	Andesite Lava	2.52	2.54
	106	Andesite Lava	2.55	2.57
	108	Andesite Lava	2.42	2.47
	109	Andesite Lava	2.60	2.63
	110	Andesite Lava	2.59	2.60
	115	Andesite Lava	2.54	2.59
	127	Andesite Lava	2.54	2.55
	130	Andesite Lava	2.62	2.63
	132	Andesite Lava	2.67	2.69
	138	Andesite Lava	2.52	2.55

表 5 - 1 岩石密度測定結果一覽表 (2/3)

Staratigraphic units	Sample NO.	Rock name	Density (g/cm ³)	
			Natural dry	Wet
Çatak Formation	163	Andesite Lava	2.66	2.70
	164	Andesite Lava	2.63	2.64
	166	Andesite Lava	2.70	2.70
	202	Andesite Lava	(2.92)	(2.93)
	204	Andesite Lava	(2.96)	(3.00)
	206	Andesite Lava	2.62	2.63
	220	Andesite Lava	2.70	2.70
	240	Andesite Lava	(2.83)	(2.83)
	243	Andesite Lava	2.67	2.68
	246	Andesite Lava	2.59	2.62
	247	Andesite Lava	2.51	2.54
	248	Andesite Lava	2.61	2.62
	264	Andesite Lava	2.74	2.75
	144	Sandstone	2.50	2.53
	201	Andesitic Tuff Breccia	2.64	2.66
209	Andesitic Tuff Breccia	2.68	2.71	
212	Fine Tuff Breccia	2.58	2.62	
249	Andesitic Tuff Breccia	2.48	2.54	
Intrusive Rocks	2	Nevaditic Dacite	2.38	2.42
	5	Nevaditic Dacite	2.41	2.46
	12	Nevaditic Dacite	2.07	2.12
	29	Nevaditic Dacite	2.40	2.43
	73	Nevaditic Dacite	1.74	2.00
	80	Nevaditic Dacite	2.31	2.35
	84	Nevaditic Dacite	2.43	2.46
	100	Nevaditic Dacite	2.44	2.48
	113	Nevaditic Dacite	2.50	2.53
	126	Nevaditic Dacite	2.47	2.51
	161	Nevaditic Dacite	2.58	2.59
	228	Nevaditic Dacite	2.56	2.57
	229	Nevaditic Dacite	2.65	2.66
	237	Nevaditic Dacite	2.58	2.60
	11	Hematic Dacite	2.16	2.21
	33	Hematic Dacite	1.94	2.17
	35	Hematic Dacite	1.77	1.90
	37	Hematic Dacite	2.07	2.17
	38	Hematic Dacite	2.27	2.34
	44	Hematic Dacite	1.93	1.97
52	Hematic Dacite	2.31	2.35	
64	Hematic Dacite	2.18	2.26	
66	Hematic Dacite	2.35	2.39	
70	Hematic Dacite	1.97	2.05	

表 5 - 1 岩石密度測定結果一覽表 (3/3)

Stratigraphic units	Sample NO.	Rock name	Density (g/cm ³)	
			Natural dry	Wet
Intrusive Rocks	71	Hematic Dacite	2.20	2.28
	90	Hematic Dacite	2.32	2.39
	146	Hematic Dacite	2.44	2.49
	168	Hematic Dacite	2.36	2.45
	179	Hematic Dacite	2.35	2.41
	197	Hematic Dacite	2.42	2.43
	199	Hematic Dacite	2.51	2.53
	255	Hematic Dacite	2.43	2.45
	256	Hematic Dacite	2.32	2.42
	62	Dacite	2.43	2.46
	81	Dacite	2.28	2.34
	131	Dacite	2.61	2.64
	134	Dacite	2.47	2.49
	135	Dacite	2.45	2.50
	136	Dacite	2.47	2.50
	174	Dacite	2.57	2.58
	194	Dacite	2.49	2.50
	200	Dacite	2.55	2.56
	219	Dacite	2.65	2.70
	221	Dacite	2.58	2.59
	232	Dacite	2.71	2.73
	234	Dacite	2.48	2.52
	238	Dacite	2.55	2.57
	265	Dacite	2.41	2.46
	137	Granodiorite	2.68	2.70
	165	Granitic Rock	2.57	2.59
231	Granitic Rock	2.62	2.63	
242	Granodiorite	2.69	2.70	

表 5 - 2 岩石平均密度表

Age	Stratigraphic units	Rock name	Number	Average density (g/cm ³)	Density (g/cm ³)	
MESOZOIC	Çağlayan Formation	Acidic Lapilli Tuff	2	2.35	2.41	
		Hematis Dacite	1	2.49	2.41	
		Dacite Lava	4	2.41	2.41	
	Kızılkaya Formation	Dacite Lava	15	2.46	2.47	
		Hematis Dacite	6	2.49	2.47	
		Dacitic Tuff Breccia	1	2.49	2.47	
	Çatak Formation	Andesite Lava	22	2.61	2.61	
		Sandstone	1	2.53	2.61	
		Andesitic Tuff Breccia	4	2.63	2.61	
	Intrusive Rocks	Nevaditic Dacite	14	2.44	2.43	
		Hematis Dacite	19	2.30	2.43	
		Dacite	15	2.54	2.43	
		Granitic Rock	4	2.65	2.43	
	Average			108	2.48	

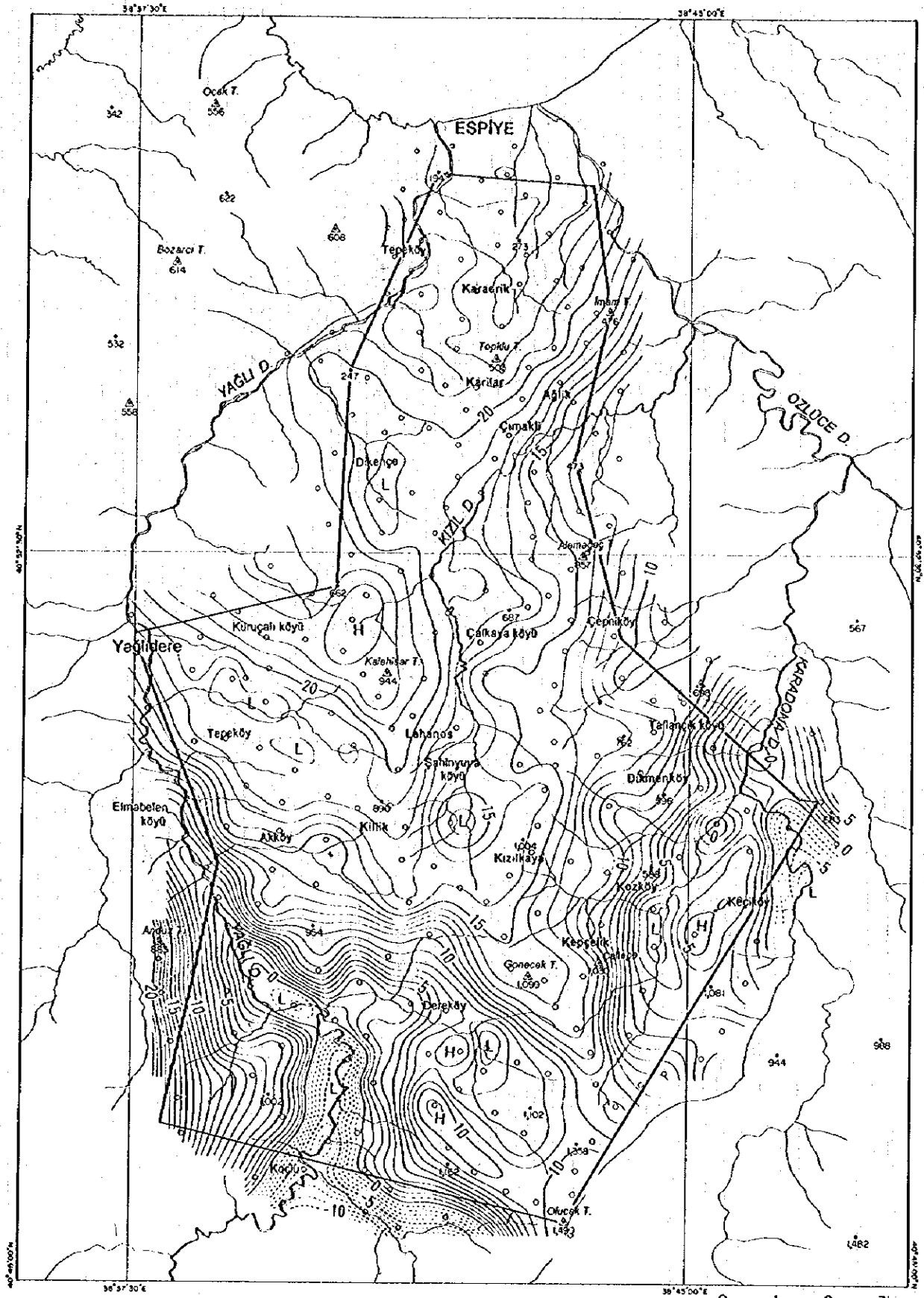


图 5 - 3 等重力線圖 ($\rho = 2.20\text{g/cm}^3$)

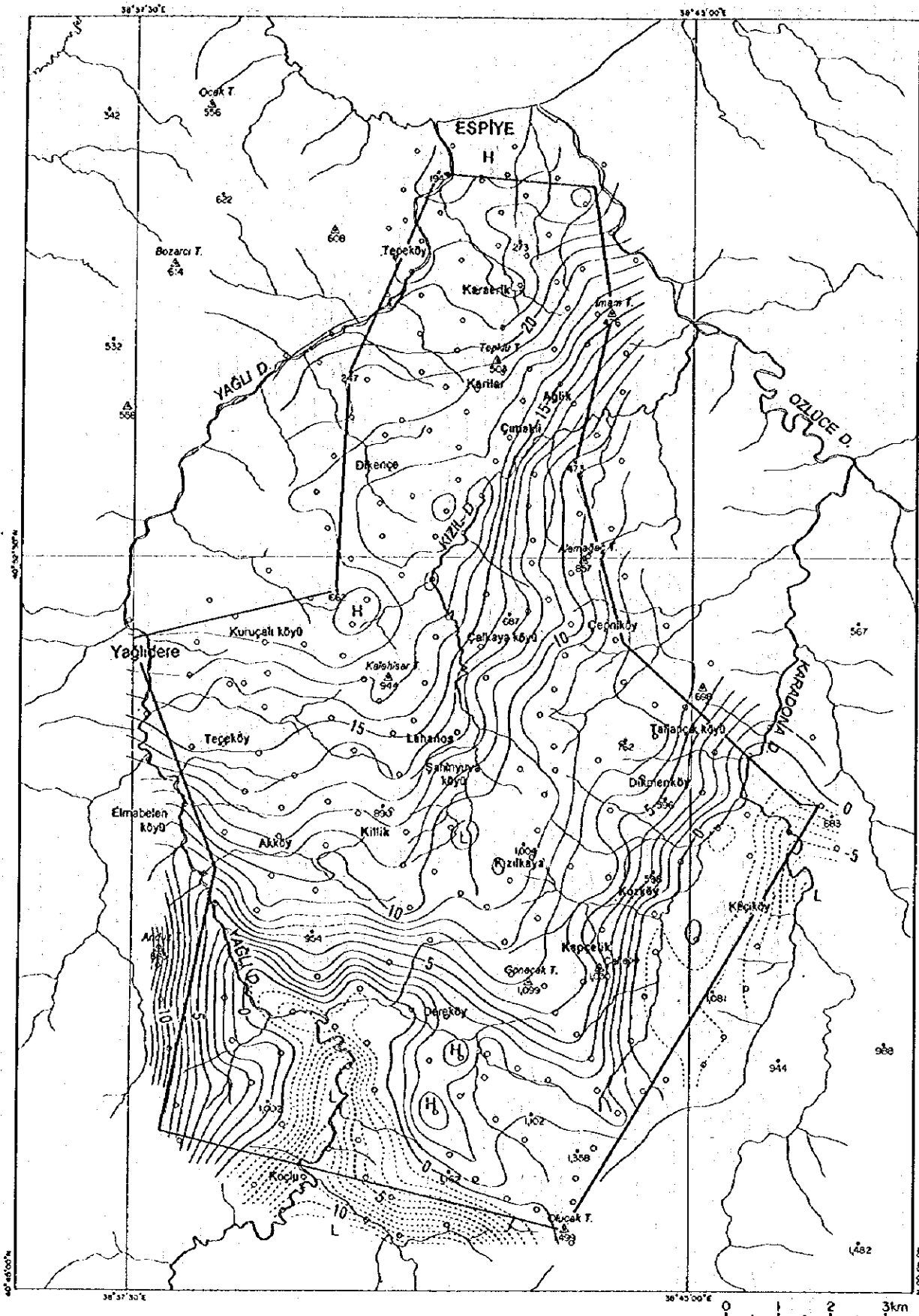


图 5 - 4 等重力線圖 ($\rho = 2.40\text{g/cm}^3$)

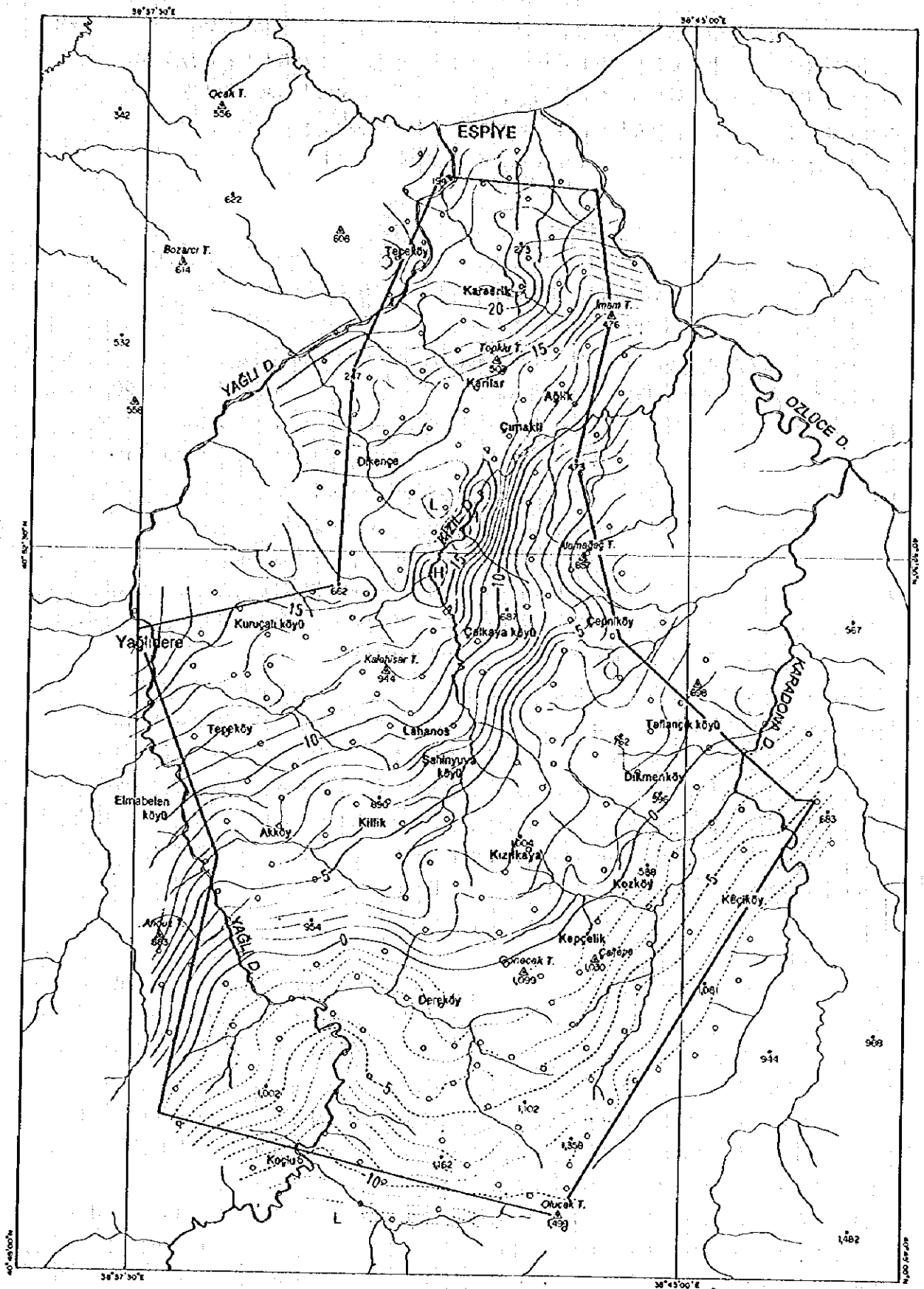


图 5 - 5 等重力線圖 ($\rho = 2.60\text{g/cm}^3$)

一方、 $\rho = 2.60 \text{ g/cm}^3$ の等重力線図には調査地域北部の Kızıl川流域に地形に相関する高重力異常が現れている。この高重力異常は $\rho = 2.20 \text{ g/cm}^3$ の等重力線図には見られないことから、調査地域北部では補正密度として 2.20 g/cm^3 前後の比較的低い密度が適当であることが分かる。

以上の事実は、地表付近に分布する岩石の密度が調査地域の北部と南部とで大きく異なっていることを示している。このような場合、単一の密度で補正を行うのは適当でなく、場所によって異なる補正密度を用いるバリエブルデンシティ補正を適用する必要がある。

2. 表層密度分布とバリエブルデンシティによるブーゲー異常

図5-6に表層密度分布図を、図5-7にバリエブルデンシティ補正による等重力線図をそれぞれ示した。図5-7の等重力線図は、各測点で図5-6に示す表層密度を補正密度として計算したブーゲー異常値にもとづいて図化したものである。

表層密度分布図によると、調査地域の北部で低密度、南部で高密度になっており、中央部で密度の変化が急である。北部では調査地域最北端部と Kızıl川流域とに 2.30 g/cm^3 より低い領域が見られる。調査地域南端部には 2.70 g/cm^3 より高い領域が広く見られ、最も高密度の部分は 2.74 g/cm^3 をこえている。図5-6の表層密度分布と図2-1の地質図とを対比すると、下位の Çatak層が高密度の領域に、上位の Kızılkaya層と Çağlayan層とが低密度の領域におおむね対応していることが分かる。この関係は表5-2の各地層と平均密度との関係にほぼ一致している。

バリエブルデンシティによる等重力線図では、地形の影響による重力異常が見られなくなっており、表層の影響が取り除かれ、表層より下の部分の密度分布をほぼ反映した重力分布を表している。ただし、実際の密度が局部的に図5-6の表層密度と異なる部分では、補正密度の過不足によって局所的な重力異常が形成されている可能性がある。

図5-7のバリエブルデンシティによる等重力線図は、ブーゲー異常値が北で高く南で低いこの地域の広域的な傾向をよく表した重力分布となっている。後述するように、広域重力図によると調査地域が位置する黒海南岸地域ではブーゲー異常値が北から南に向かって急勾配で低くなっている。そのため、この傾きの上に乗っているローカルな重力異常は形状が歪んでおり、等重力線図のままでは異常の特徴を読み取るのが難しくなっている。このような場合、ブーゲー異常から広域的な重力トレンドを取り除いてローカルな重力異常だけを抽出してやる必要がある。そこで、次に図5-7の等重力線図から広域トレンドを取り除く作業を行った。

3. 傾向面残差図

図5-8は5~10km間隔で測定された重力データにもとづいてMTAが作成した黒海沿岸地域の広域等重力線図である。ブーゲー異常値は図面の北端部で50mgal、南端部で約-100mgalで、南北方向の平均勾配は約-2 mgal/kmとなっている。コンターの流れは調査地域内ではNE-SWの方向性を示すが、広域的に見るとENE-WSWの方向性を示している。

広域重力トレンドは図5-8の重力分布を1次式に近似して計算した。その結果を図5-9に示す。1次傾向面は、コンターがENE-WSWの方向性を示し、ブーゲー異常値は調査地域北端部で22 mgal、南端部で-25mgalとなっている。

図5-7のバリエブルデンシティによる等重力線図から図5-9の重力トレンドを差し引いて作成したコンター図が図5-10の傾向面残差図である。図5-10によると、重力残差値は北部で低く、中央部から南部にかけて高くなり、Lahanos鉞山の北方約1 km付近を中心とする顕著な高重力異常

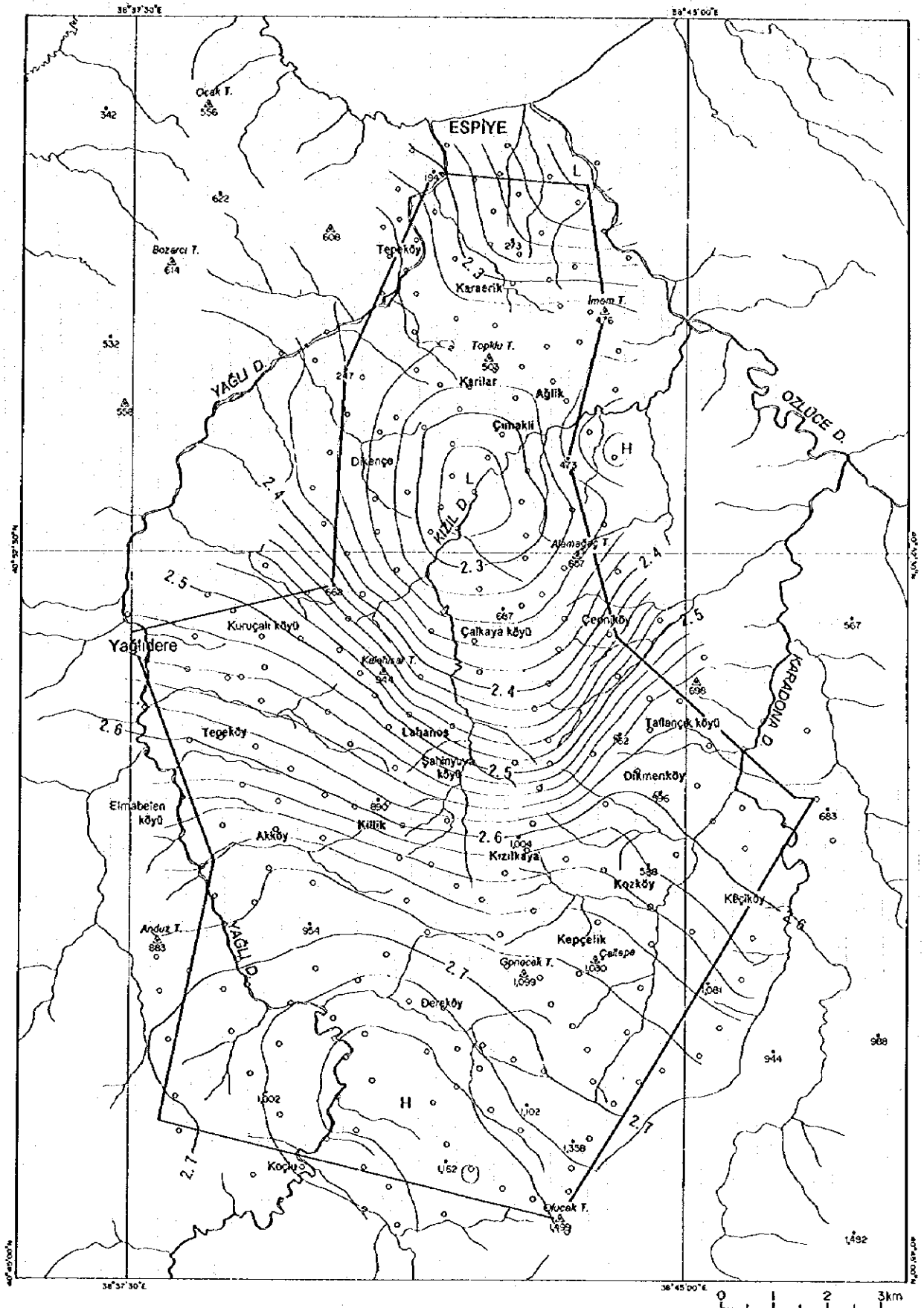


图 5 - 6 表層密度分布图



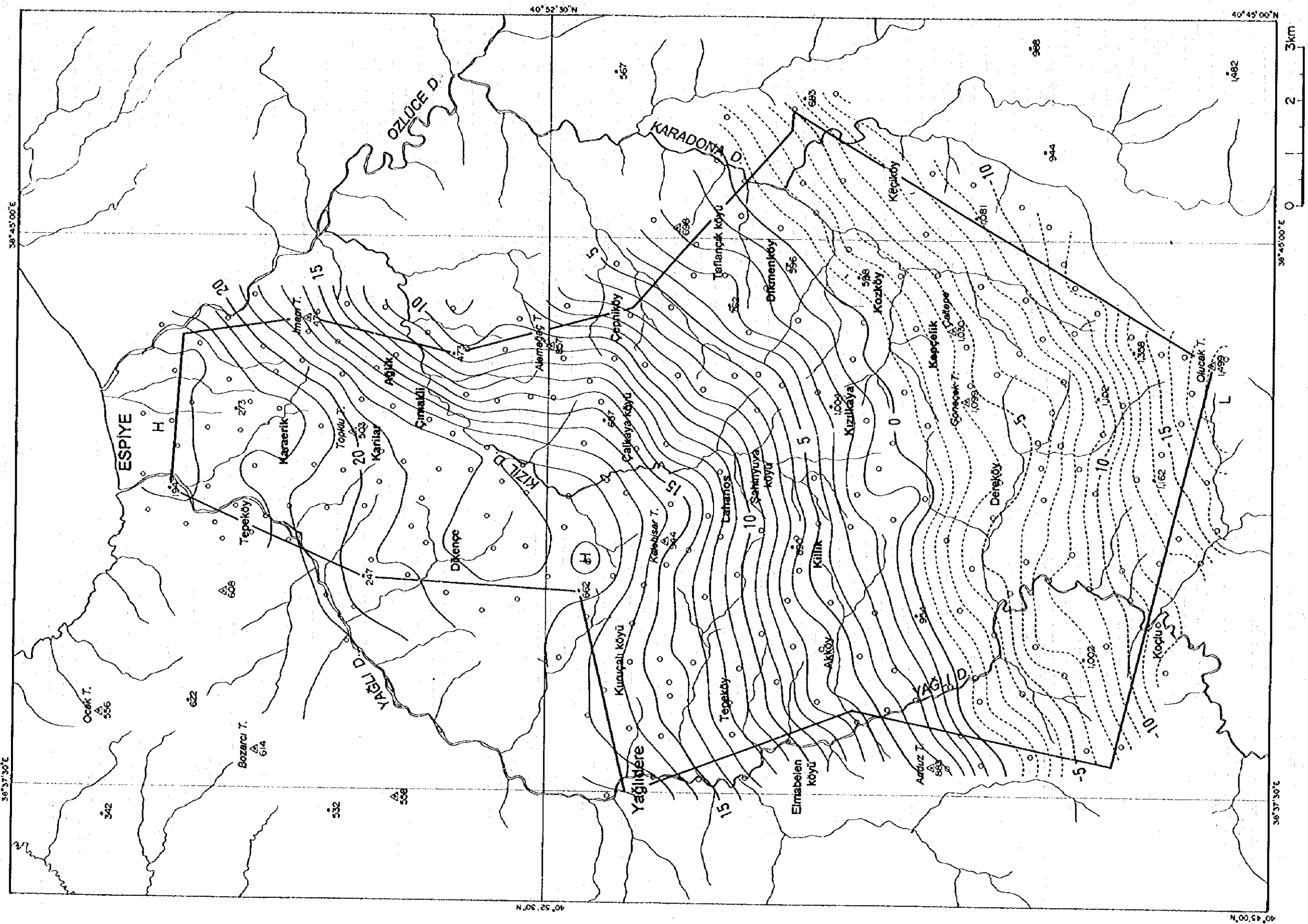


図 5-7 等重力線図 (バリアブルテンシティ)

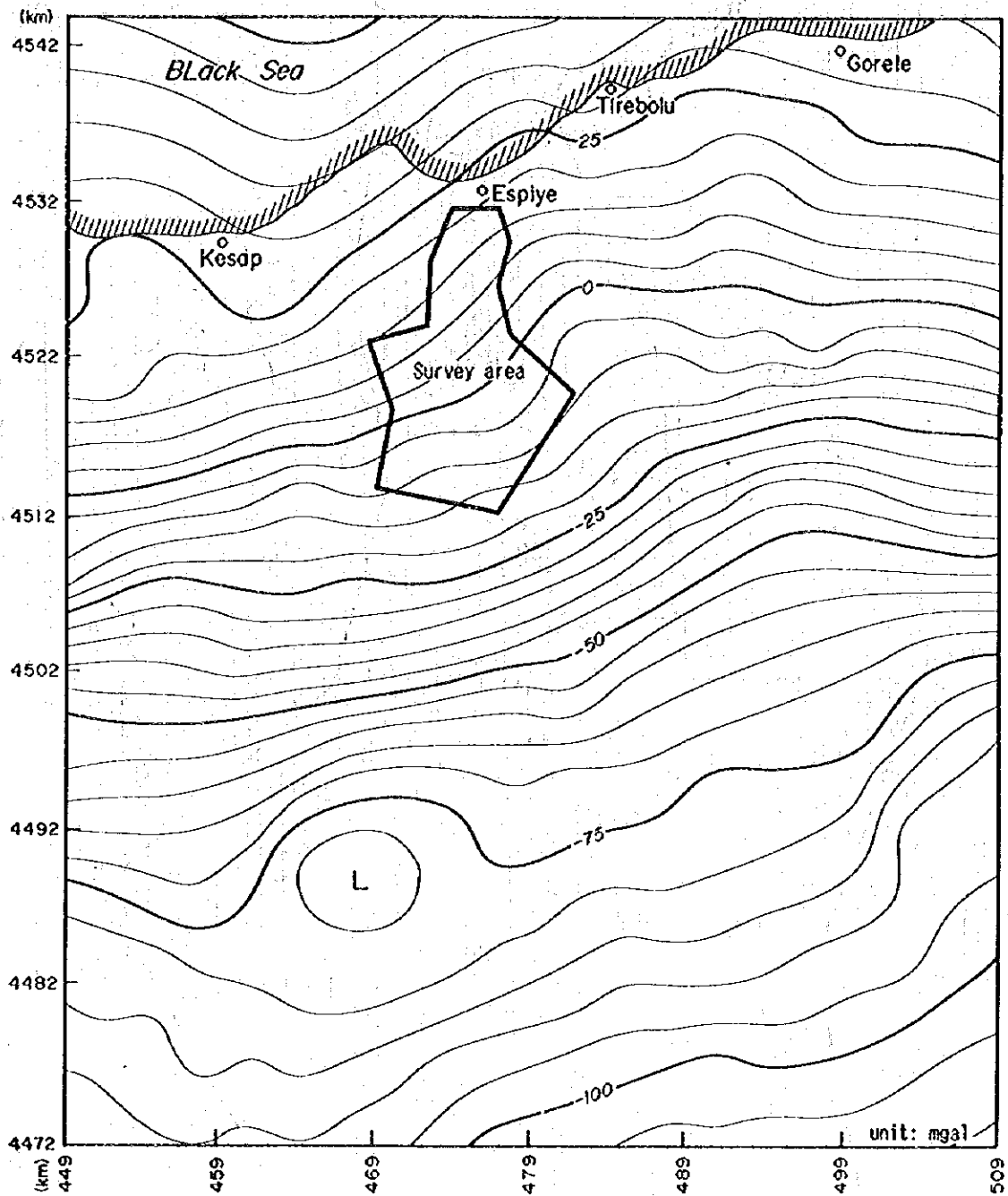


图 5 - 8 広域等重力線図 ($\rho = 2.67\text{g/cm}^3$)

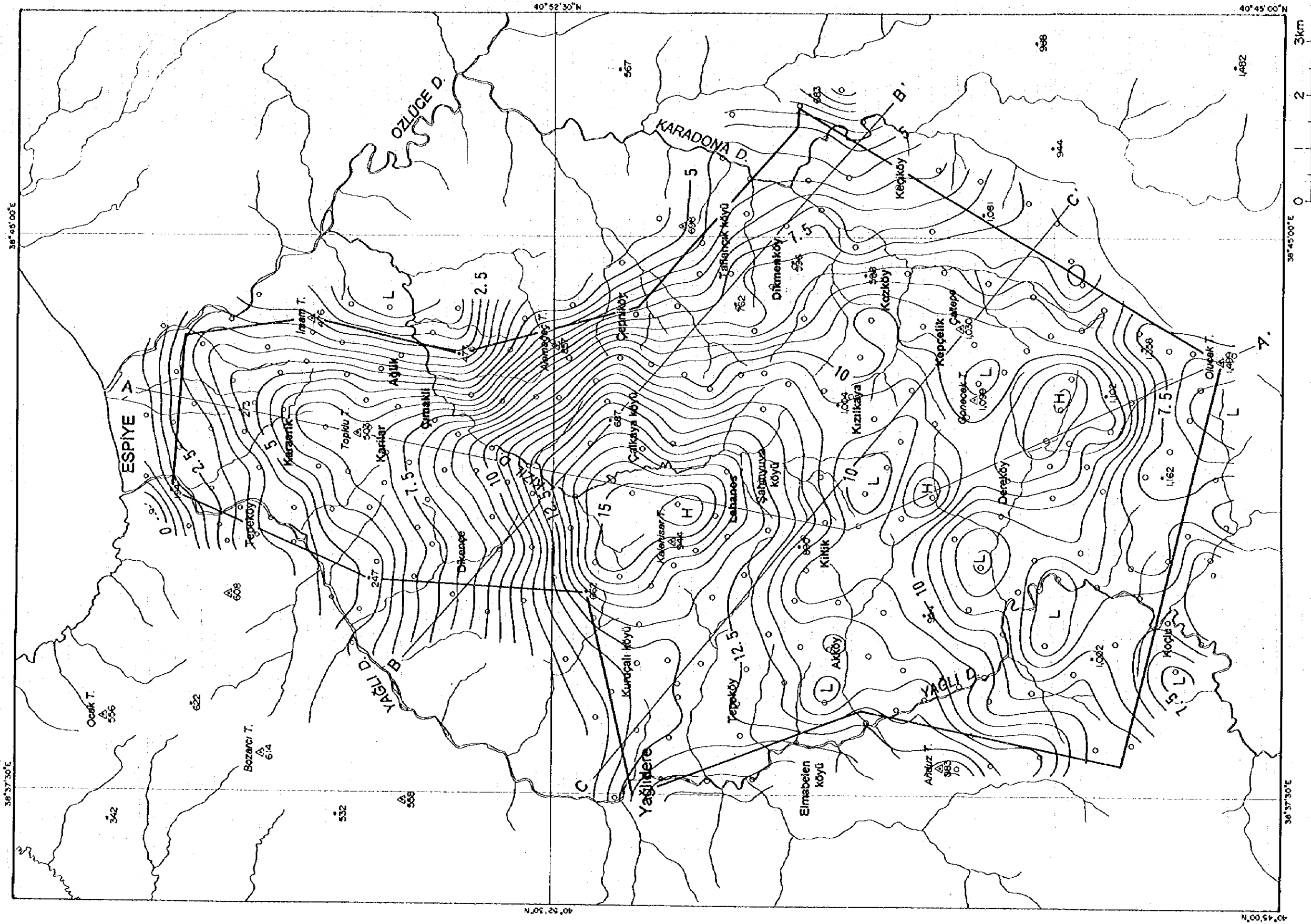


图5-10 1次傾向面図残差図 (バリアブルデンシティ)

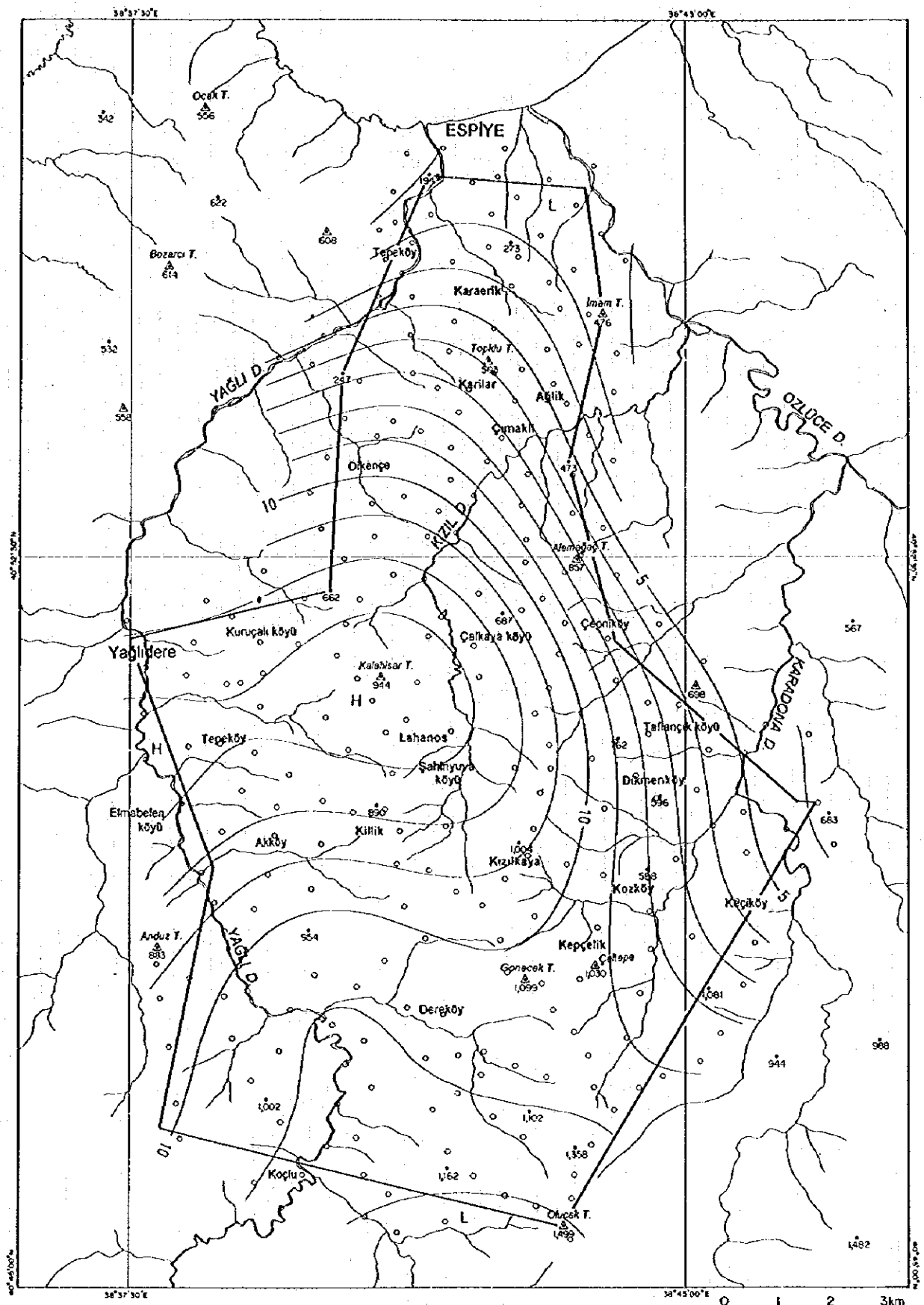


图 5 - 1 1 長波長重力図

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for transparency and accountability, particularly in financial reporting and compliance with regulatory requirements. The text notes that without reliable records, organizations may face significant challenges in identifying discrepancies, resolving disputes, and demonstrating adherence to applicable laws and standards.

2. The second section addresses the role of internal controls in preventing fraud and errors. It highlights that a robust system of internal controls is not only a defensive mechanism but also a tool for improving operational efficiency and risk management. The document suggests that organizations should regularly review and update their internal control frameworks to address emerging risks and changes in their business environment. Key elements of an effective internal control system include segregation of duties, authorization procedures, and independent internal audits.

3. The third part of the document focuses on the importance of communication and collaboration among all stakeholders. It argues that clear and consistent communication is vital for ensuring that everyone involved in the organization's operations is aligned with its goals and objectives. The text encourages the use of various communication channels, such as meetings, reports, and digital tools, to facilitate the exchange of information and foster a culture of transparency and teamwork. Regular communication helps to identify potential issues early on and allows for timely resolution, thereby minimizing the impact of any problems that may arise.

4. The final section discusses the need for continuous improvement and learning. It states that organizations should not be satisfied with the status quo but should actively seek ways to enhance their performance and adapt to changing market conditions. This involves encouraging a culture of innovation and learning, where employees are empowered to share their ideas and insights. The document suggests that organizations should implement mechanisms for capturing and analyzing feedback, both from internal staff and external customers, to inform their strategic decisions and drive positive change. Continuous improvement is a key driver of long-term success and sustainability in a competitive market.

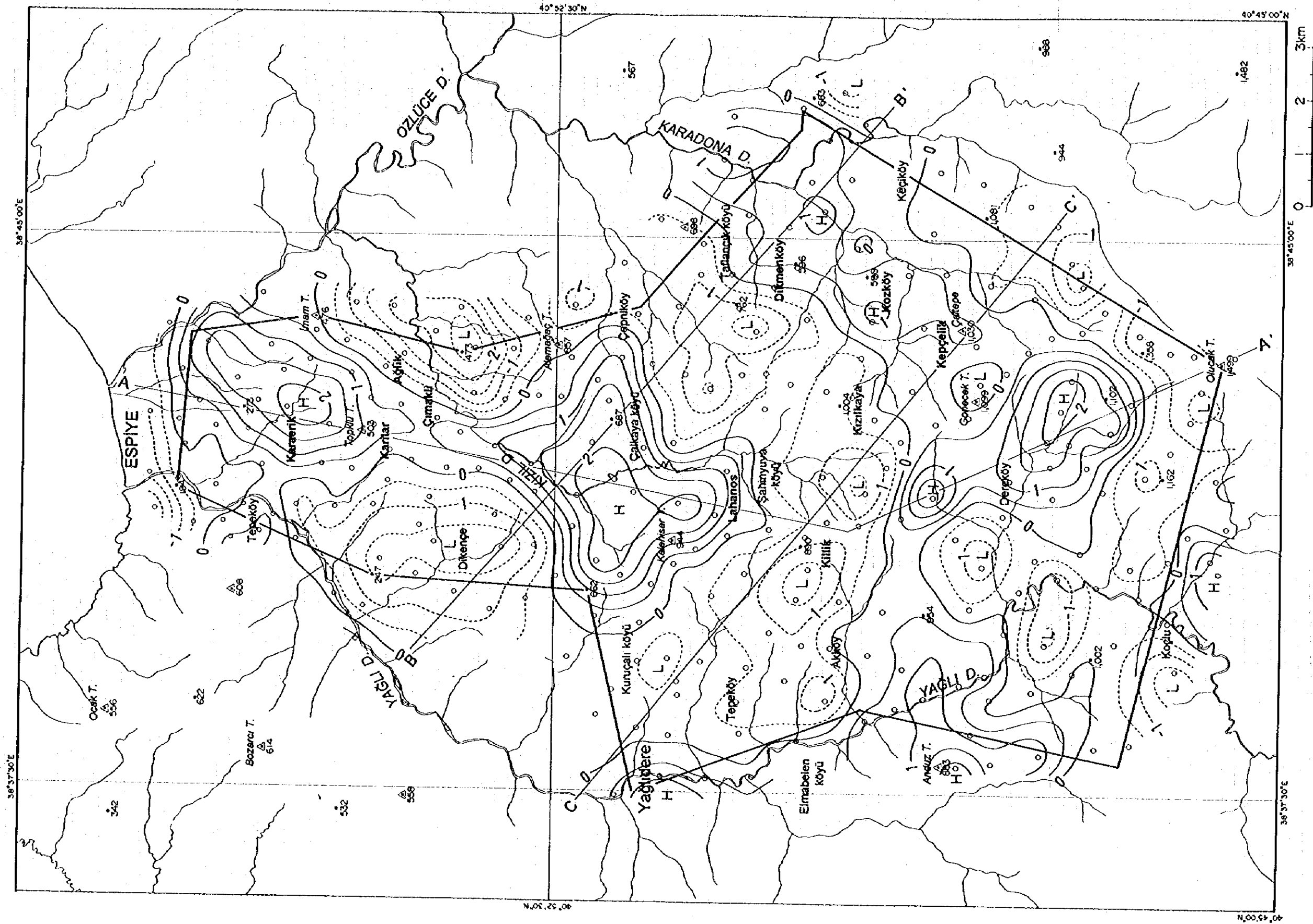


图 5-1-2 短波最长重力图

が調査地域中央部に浮かびあがってきた。この高重力異常は、中心に調査地域で最も高い15.5mgalの残差値をもち、重力勾配の緩やかな約1.5×2 kmの広い頂部と重力勾配の急な北斜面と東斜面をもつことに特徴がある。

調査地域北部では重力残差値は0~10mgalの範囲にあり、ほぼ単傾斜で北に向かって低くなっている。Karaerik鉱床と Karılar 鉱床との中間にコンターの緩い部分があり、局所的な高重力異常の存在を示唆している。

調査地域の南東部から南西部にかけての地域では残差値は5~10mgalの範囲にある。この地域では直径1~2kmの局所的な高重力異常と低重力異常とが多数分布し、複雑な重力分布を呈している。

調査地域西部の Yağlıdere 周辺は、その西方に存在が推定される大規模な高重力異常の周縁部に当たっており、残差値は13mgal以上の高い値を示している。この西部の高重力異常域と中央部の高重力異常とは12.5mgal以上の高い残差値の領域でつながっている。

4. 長波長重力異常図及び短波長重力異常図

図5-10のバリアブルデンシティによる等重力線図を、異常の規模が約7km以上の長波長異常と約7km以下の短波長異常に分離し、長波長重力異常は図5-11に、短波長重力異常は図5-12にそれぞれ示した。

長波長重力図によると、中央部の高重力異常は調査地域西方の高重力異常からの張り出しとして表されており、この張り出しはさらに南東方向へ連続するものであることが分かる。

短波長重力図によると、中心部の重力異常値が2mgalをこえる明瞭な高重力異常が中央部の Çalkaya köyü 西方、北部の Karaerik 付近、南部の Dereköy 東方、南西縁部の Anduz Tepe 付近の4カ所に存在する。一方、低重力異常は、中央部の高重力異常を取り囲むように、北西部の Dikence 付近、北東部の Çımaklı より東側の地域、中央部の Çalkaya köyü と Dikmenköy との間の地域と Kızılkaya から Killik にかけての地域に分布する。また、別のまとまった低重力異常域が南西部の Yağlı 川流域から南端部の Olucak Tepe にかけて見られる。

5-2-3 2次元解析結果

2次元解析は、図5-10傾向面残差図及び図5-12短波長重力図に示したA-A'、B-B'、C-C'の3断面について実施した。この解析では、深部構造と表層付近の浅部構造の解析をそれぞれ長波長重力異常と短波長重力異常を使用して別々に行った。解析結果は図5-13~図5-15に示した。

深部構造の解析では、解析の対象となる深部高密度層の深度及び密度に関する情報がまったくないため、その上面深度については調査地域中央部の高重力異常の中心部で海面下-500mに、また、上位の地層との密度差については0.20 g/cm³に仮定した。ただし、これらの仮定にはあまり根拠がないので、解析結果はあくまでも参考データでしかないことに注意する必要がある。計算は最初にA-A'断面について行い、B-B'断面とC-C'断面については、A-A'断面の計算結果をそれぞれの交点でコントロールポイントに使用して計算を行った。

浅部構造の解析では、地質断面図を参考にして異常源となる地層を特定し、それに適当な密度差を与えて計算した。この解析の結果により、大部分の短波長低重力異常は表層の低密度の地層でほぼ説明できることが分かった。

1. A-A' 断面

本断面上の短波長低重力異常は、Olucak Tepe付近のものを除き、Çağlayan層の凝灰岩類の分布によく対応していることから、この低密度の地層で十分に説明がつく。Çağlayan層の凝灰岩類は平均密度が表5-2によると 2.35 g/cm^3 （サンプル数2個）となっているが、解析結果によると周囲の地層に対して -0.20 g/cm^3 の密度差を示すことから、地層としての実際の密度はこれよりかなり低いと思われる。Olucak Tepe 付近の低重力異常は貫入岩のネバダイト質デイサイトによるものと考えられる。この部分の密度差 -0.20 g/cm^3 は周囲の Çatak層に対するものである。

計算値は短波長高重力異常の部分では測定値に一致していない。これに関して、表層に高密度の部分进行想定して両者を一致させることは容易であるが、地質断面図によると表層にそのような高密度の部分が存在することは考えにくく、高重力異常の原因は表層よりも深い部分に存在すると考えるのが妥当である。第一の可能性として、地質断面図に現れていない高密度の貫入岩類が伏在することが考えられ、第二の可能性としては、深部の高密度層が地表近くまで盛り上がっていることが考えられる。

深部高密度層は、解析結果によると Lahanos 鉱山付近を中心に大きく盛り上がっており、相対的に断面の北部と南部で深く沈みこんでいる。このような深部高密度層上面の形状は、地質断面と対比すると容易に分かるように、ほとんど Çatak層の構造に調和していない。これは、長波長重力異常が Çatak層より深い部分の構造を反映するものであることを示唆している。

2. B-B' 断面

本断面上の短波長低重力異常もKaradona川付近のものを除けば、Çağlayan層の凝灰岩類の分布によく対応している。本断面では凝灰岩類のÇağlayan層全体に占める比率は必ずしも高くないが、凝灰岩類の比率の高い場所で低重力異常が顕著であり、両者の間に密接な関係があることは自明である。Çağlayan層に関係しない低重力異常が分布するKaradona川付近は Çatak層の分布域であるが、Çatak 層の中でも比較的密度の低い砂岩などの堆積岩類が分布しており、それが低重力異常の原因になっていると考えられる。

Çalkaya köyüから Kızıl川にかけての高重力異常では計算値は測定値に一致していない。Kızıl-kaya層は地質断面図によるとこの部分で背斜構造を呈しており、高重力異常はこの背斜構造を反映したものである可能性が高いと考えられる。

深部高密度層は、解析結果によると DikenceとÇalkaya köyüの間で相対的に浅く、北西及び南東の両方向に向かって深くなっている。

3. C-C' 断面

本断面では、KillikからKızılkayaにかけての中央部と調査地域南東部（断面右端）に短波長低重力異常が見られるが、どちらもそれほど顕著なものではない。本断面にはÇağlayan層は広く分布せず、Killikから Kızılkayaにかけての低重力異常は Kızılkaya層の中の変質が著しい部分に起因していると考えられる。断面右端は Çatak層の分布域であるが、凝灰岩や泥岩が広く分布しており、これら比較的密度の低い堆積岩類が低重力異常の原因であると考えられる。

Kızılkaya からÇaltepeにかけての高重力異常では計算値が測定値に一致していないが、その差は僅かであり、高重力異常自体が顕著なものではないことから、あえてこの付近に高密度の岩体を想定する必要はないと考えられる。長波長重力異常は本断面では変化が小さく、当然、深部構造解析による高密度層上面の起伏も小さい。

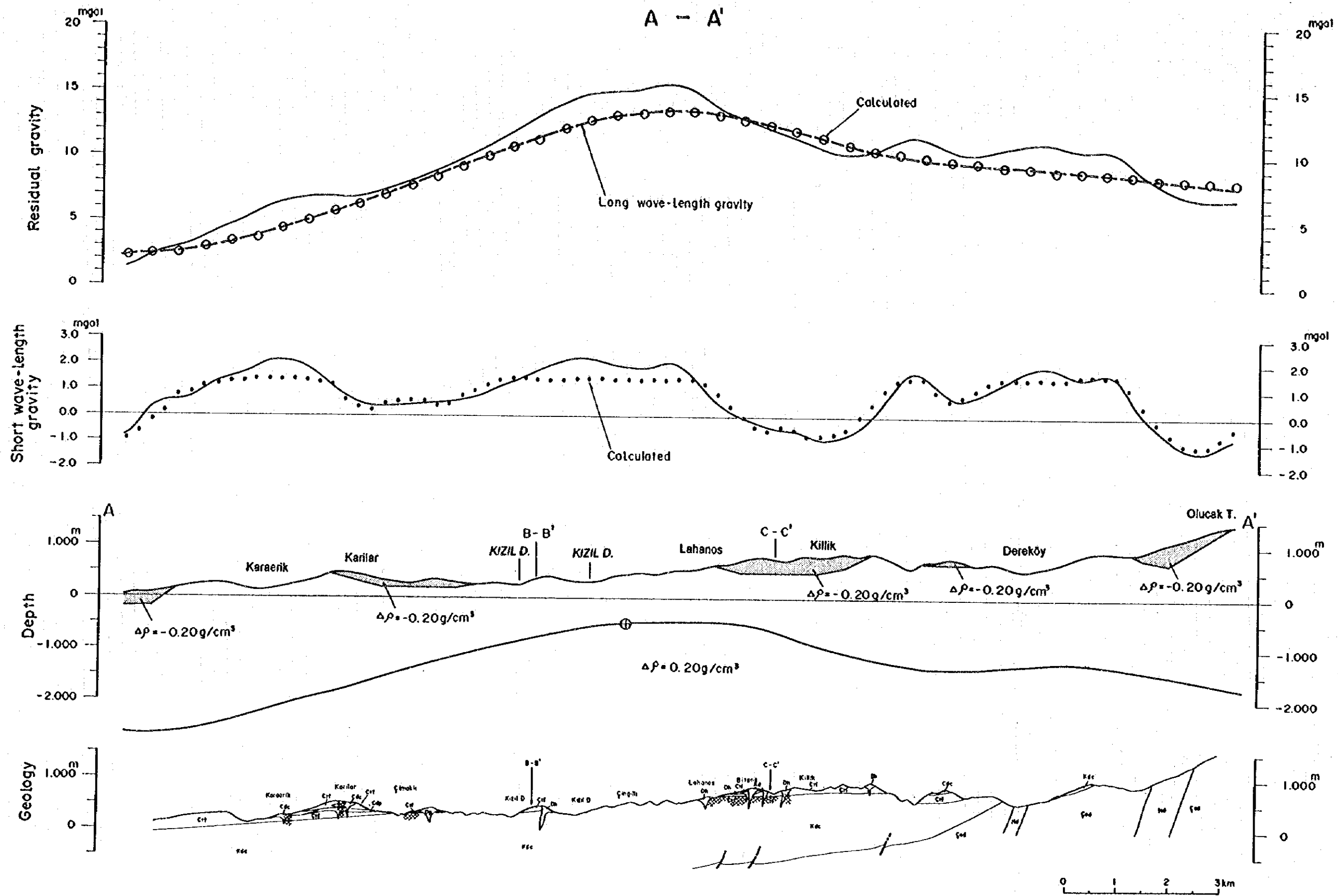


图 5 - 1 3 重力断面解析图(A-A')

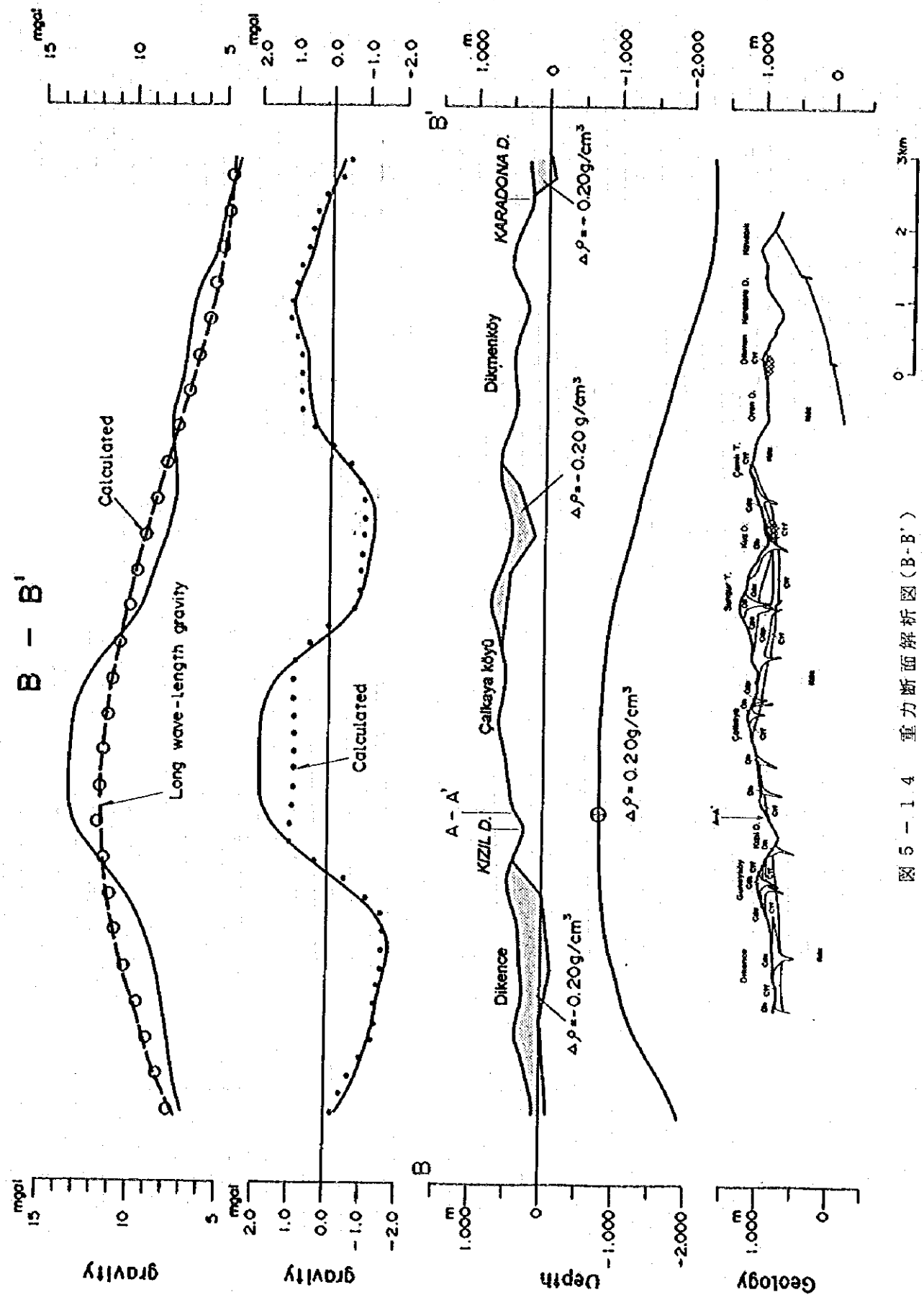


图 5-1.4 重力断面解析图 (B-B')

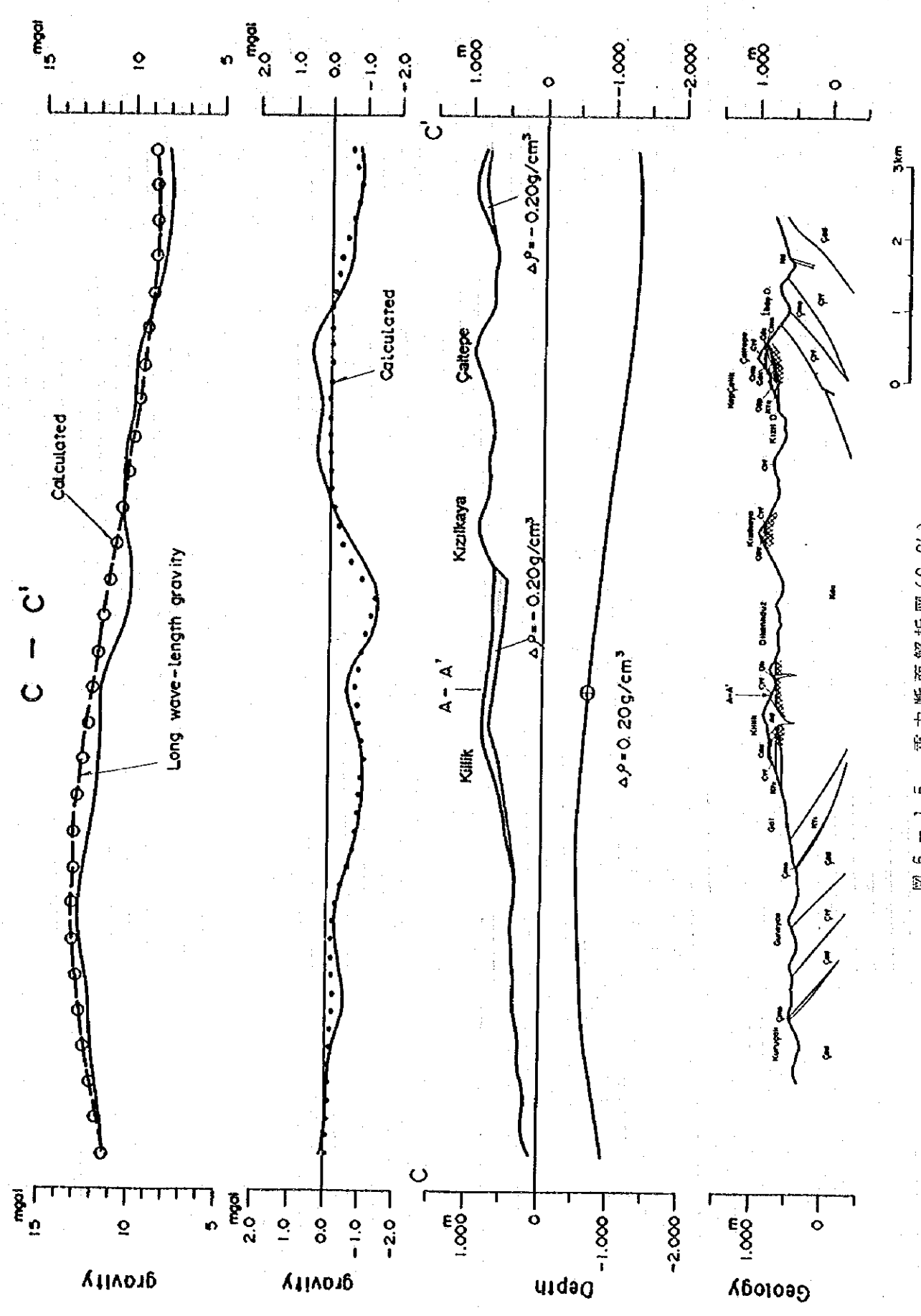


图 5-1.5 重力断面解析图 (C-C')

5-3 考 察

5-3-1 重力異常と地質との関係

1. 短波長異常と地質との関係

図5-12短波長重力図と図2-1地質図とを対比すると、概略次のことが指摘できる。

- (1) Çağlayan層の分布域は低重力異常にほぼ対応している。
- (2) Kızılkaya 層の分布域はどちらかといえば高重力異常に対応している場合が多い。
- (3) Çatak 層の分布域は高重力異常域と低重力異常域とがほぼ半々の割合となっている。
- (4) 貫入岩類は種類により低重力異常に対応するものと高重力異常に対応するものとが明瞭に分かれている。

Çağlayan層の分布域は、明瞭な高重力異常域であるKaraerik鉱床付近を除けば、ほぼ低重力異常域となっており、これは Çağlayan 層の岩石試料の平均密度が相対的に低いことと調和している。karaerik付近の高重力異常については、下位のKızılkaya 層の隆起構造か、比較的密度の高い貫入岩体のいずれかの影響によるものと考えられる。

Kızılkaya 層の分布域は2つの高重力異常帯、すなわち、Lahanos 鉱山付近からÇımaklı にかけて南北に伸びる高重力異常帯、DikmenköyからKozköyを経てDereköy付近に至る高重力異常帯とよく一致している。Kızılkaya 層は、岩石試料の密度は必ずしも高くはないが、密度の低い凝灰岩層や変質が著しい部分を除けば、実際には高重力異常を形成している場合が多い。これについては、密度から見てKızılkaya 層によるものとは考えにくく、基盤(深部高密度層)の隆起、あるいは高密度貫入岩体の影響が考えられる。

Kızılkaya 層分布域のうち Lahanos 鉱山西方からKillikにかけての地域と Kızılkaya 付近については低重力異常域となっているが、これはこの部分が密度の低い凝灰岩層、あるいは変質が著しい部分を含んでいるためと考えられる。

Çatak 層はÇağlayan層やKızılkaya 層に比較して岩石試料の密度は明らかに高いが、その分布域は必ずしも高重力異常に対応していない。これについては、Çatak 層でも密度が高くない砂岩などの堆積岩類がこの地域に卓越して分布することがその理由にあげられる。しかし、高密度の安山岩類が分布する地域でも高重力異常を形成していない部分があり、これについては原因がよく分からないが、潜在する低密度貫入岩体、あるいはÇatak 層の変質部分の存在を示唆している可能性がある。また、Çatak 層が実際には空隙や亀裂に富んでいて、マクロにみると必ずしも高密度ではないという可能性も考えられる。

貫入岩類のうちネバダイト質デイサイトは低重力異常によく一致しており、この関係は Çımaklı 東方の大きな岩体で特に明瞭である。ただし、Çımaklı 東方の低重力異常については、図5-16の広域重力残差図によるとネバダイト質デイサイトの岩体よりも大きな広がりを示していることから、その原因にネバダイト質デイサイト以外の要素も関係している可能性がある。

貫入岩で高重力異常に対応するものとしては黒雲母デイサイトがある。調査地域中央部の Kalehisar T. 付近に広く分布する黒雲母デイサイトの貫入岩体は、Çalkaya köyü西方を中心とする高重力異常の南西部分に対応していることから、この高重力異常の形成に強く関与しているとみるべきである。

2. 長波長異常と地質との関係

図5-11長波長重力図と図2-1地質図とを対比すると、両者の間にあまり相関がないことが分かる。このことは、長波長重力異常が地下深部の構造、少なくともÇatak層よりも下位の地層の構造を反映していると見るべきであることを示している。Çatak層より下位の地層に関しては情報が少ないため、現時点で長波長重力異常と地質との関係を議論することは難しいが、長波長高重力異常については、基盤（深部高密度層）が隆起しているとする見方と大規模な高密度貫入岩体が潜在しているとする見方の二通りが可能である。

5-3-2 重力異常と鉱床分布

本地域の鉱床は、北部にKaraerik, Karılar, Ağlık, Çımaklıの各鉱床が、中央部から南部にかけてLahanos, Killik, Kızılkaya, Kepçelik, Kozköy, Dikmenの各鉱床が分布する。

北部の鉱床は長波長重力図ではすべて高重力異常と低重力異常の中間部分に位置している。短波長重力図ではKaraerik鉱床が高重力異常の中心部に、その他の鉱床が同じ高重力異常の周辺部に位置している。

南部の鉱床は長波長重力図では、Lahanos鉱床が高重力異常の縁に、Kızılkaya鉱床とKepçelik鉱床が高重力異常の中心から南西に張り出す高重力異常の尾根の部分にそれぞれ位置している。また、Killik, Kozköy, Dikmenの各鉱床は高重力異常から低重力異常への遷移帯に位置している。

短波長重力図ではLahanos, Kepçelik, Kozköyの3鉱床が高重力異常域に、Killik, Dikmen及びKızılkayaの3鉱床が高重力異常から低重力異常への遷移帯にそれぞれ位置している。

以上に述べた調査地域内の鉱床と重力異常との位置関係を要約すると次のようになる。

- (1) 長波長重力異常との関係については以下のような比較的明瞭な傾向が認められる。すなわち、鉱床は高重力異常と低重力異常との中間部から高重力異常の縁にかけて分布しており、低重力異常の側に分布する鉱床は一つもない。このように、鉱床分布は長波長高重力異常との関係が密接であるが、このことは長波長高重力異常の形成に関与している地質構造と鉱床の成因との間に何らかの関連がある可能性を示唆している。
- (2) 短波長重力異常との関係でも、鉱床は低重力異常の中心部に位置するものではなく、低重力異常域から高重力異常域への遷移帯及び高重力異常域に分布する傾向がはっきりしている。

5-3-3 日本の黒鉱地帯の重力分布との比較

図5-17に日本の代表的な黒鉱地帯である北鹿地域の重力図を示した。北鹿地域のほとんどの黒鉱鉱床が高重力異常と低重力異常の中間部から高重力異常側に分布することを瀬谷(1965)が指摘しているが、その関係は図5-17でも容易に認められる。すでに述べたように本地域の鉱床と長波長重力異常との間にも同様の関係があり、本地域と北鹿地域とに共通性が認められる。

中島(1993)によると、北鹿地域の花岡、釈迦内、小坂などの大規模黒鉱鉱床は基盤地形の沈降部の縁に存在し、古遠部、相内、深沢などの中・小規模の黒鉱鉱床は尾根状の隆起地形に切り込む小さな谷の中に位置する。図5-17で見ると、大規模鉱床である花岡、釈迦内鉱床は高重力異常と低重力異常の境目の重力勾配の急な場所に、また、小坂鉱床は重力の急傾斜部ではないがそれに非常に近い場所に位置しており、中島の「基盤地形沈降部の縁」から予想される重力分布にまさに一致している。また、中・小規模鉱床である古遠部、深沢鉱床についても、高重力異常の張り出し部分に位置しており、中島の「尾根状の隆起地形」から予想される重力分布に一致している。

本地域の各鉱床を北鹿地域の黒鉱鉱床と重力異常との関係を基準にして単純に分類すると、重力勾配の比較的急な場所に位置する Ağlık 鉱床と Dikmen 鉱床が大規模鉱床型に、その他の鉱床が中・小規模鉱床型に分類される。しかし、本地域の場合、「基盤地形沈降部」に対応する低重力異常が十分には把握されておらず、Ağlık 鉱床と Dikmen 鉱床が位置する重力急傾斜部が本当に「基盤地形沈降部」の縁に相当するのか必ずしも明らかではない。図 5-16 によると調査地域東縁部からその東方にかけて大規模な低重力異常が存在しており、この低重力異常が「基盤地形沈降部」に対応するものである可能性があるが、今後、この方面にデータを追加して確認する必要がある。

現在までに鉱床が確認されていない場所で、既知鉱床の地質分布及び重力分布との類似性から鉱床の存在が期待される場所としては、Kızıl川を挟んで Lahanos 鉱床の対岸に位置する Çalkaya köyü から Çepniköy にかけての地域が挙げられる。この地域には鉱床上盤である Çaglayan 層が広く分布し、鉱床胚胎層である Kızılkaya 層の凝灰岩層は、存在しているとすれば、浸食から免れて残存しているはずである。重力分布でみると、Çalkaya köyü から Çepniköy にかけての地域は Lahanos 鉱床と同じ短波長高重力異常の張り出し部分に位置している。また、長波長重力異常との関係では、Çepniköy は重力の急傾斜部に位置しており、大規模鉱床型の条件を備えている。

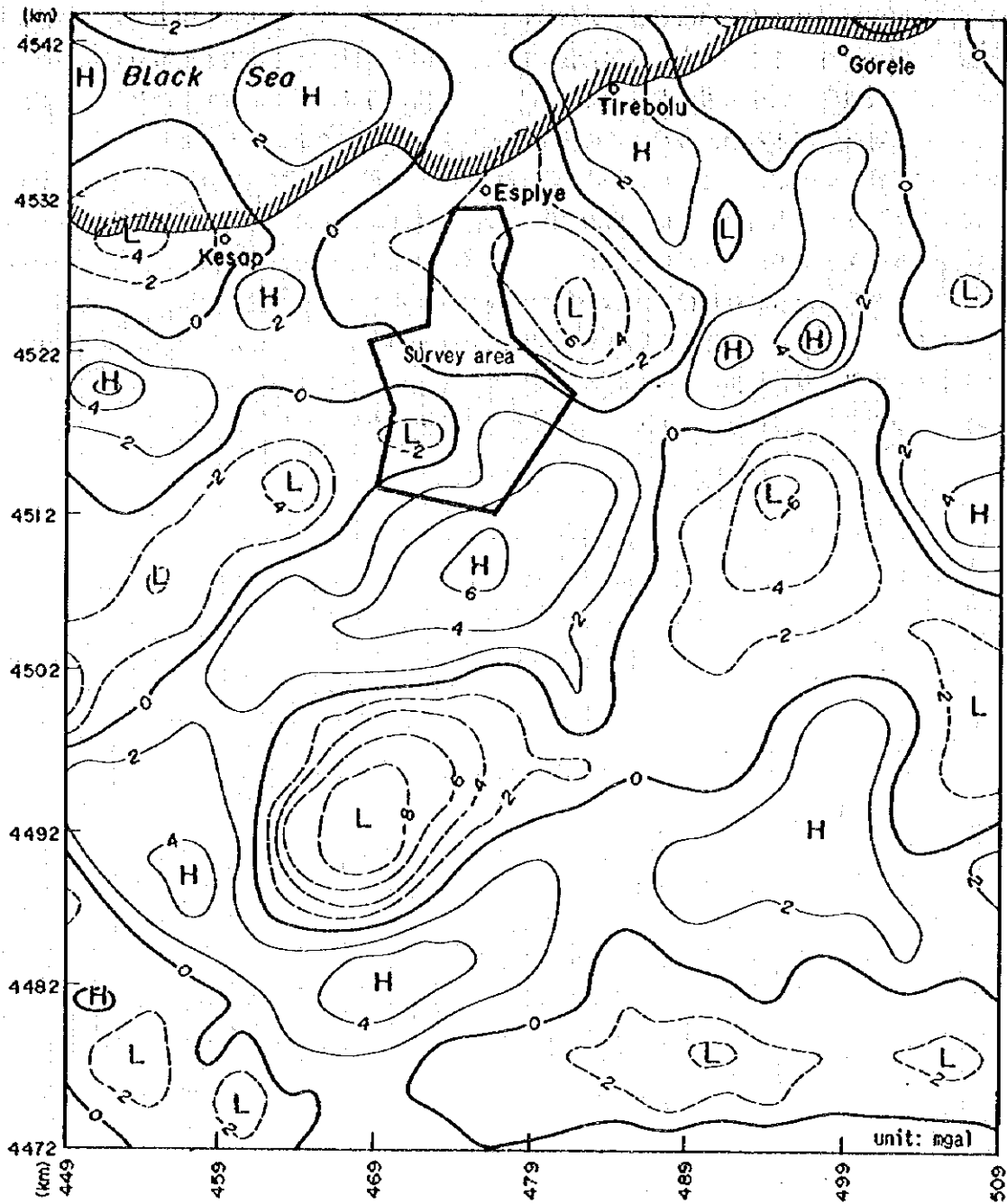
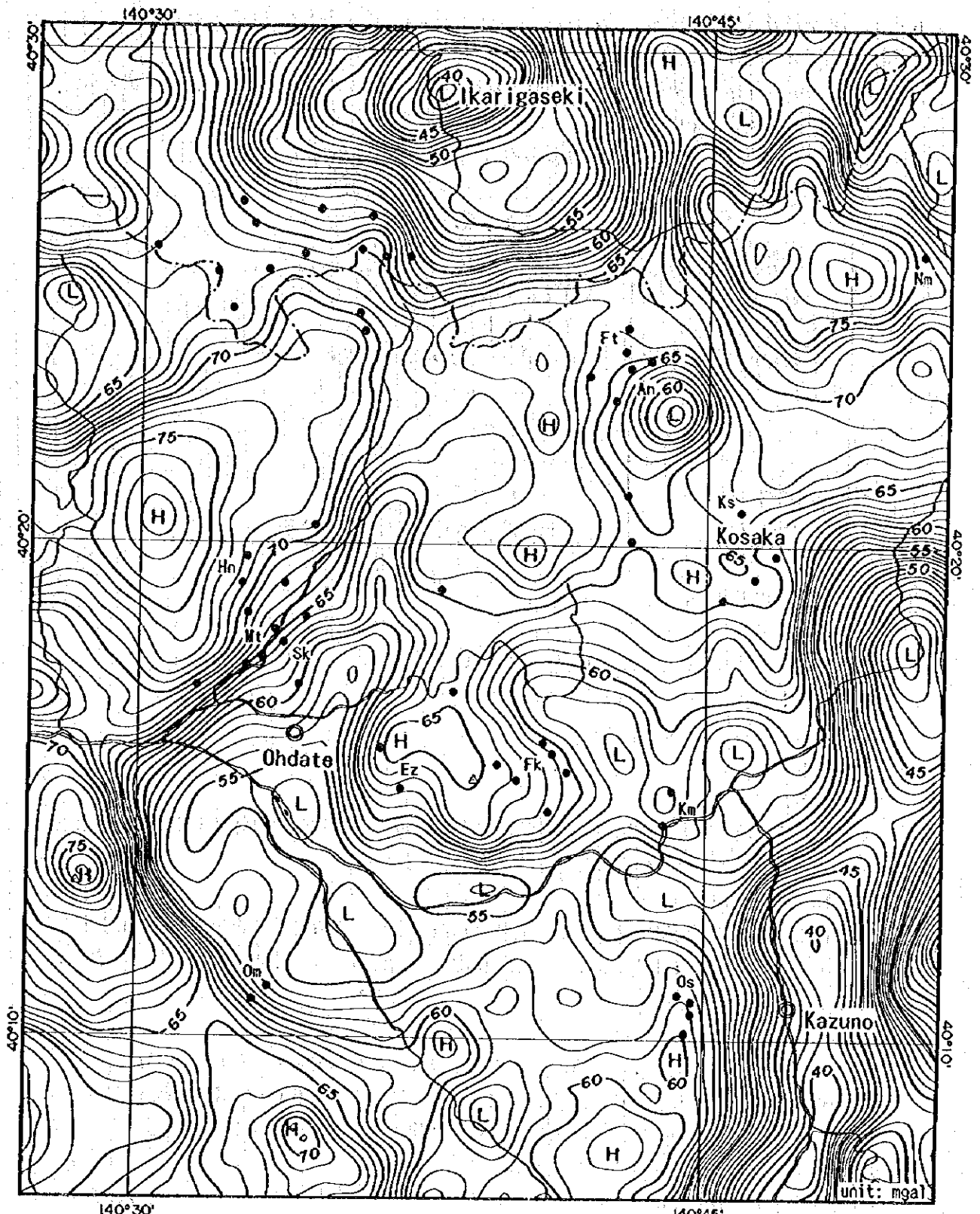


图 5 - 16 区域倾向面残差



● Kuroko mine
 An:Ainai Ez:Ezuri Fk:Fukazawa Ft:Furutobe Hn:Hanaoka Km:Komaki Ks:Kosaka
 Mt:Matsumine Nm:Namariyama Om:Ohmaki Os:Osarizawa Sk:Syakanai

図5-17 日本の黒鉱地帯の重力図

第6章 物理探査IP法

6-1 調査方法

6-1-1 調査内容

電気探査は主に既存資料解析や現地の地質・鉱微地調査結果に基づき測線を設定し、調査を行った。調査位置を図6-1に示す。

方法及び調査内容は表6-1の通りである。

表6-1 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	タイム・ドメイン法
電極配置	ダイポール・ダイポール配置
電極間隔	$a = 100\text{ m}$
電極間離係数	$n = 1 \sim 5$
測 線 数	8 測線
延測線長	23.3 km
物性試験	比抵抗及び充電率測定 45 個

6-1-2 調査測定方法

1. 測線設定, 測量

測線の設定は道路の交点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6-1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PE値で表せば約2%であり、硫化鉱物の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

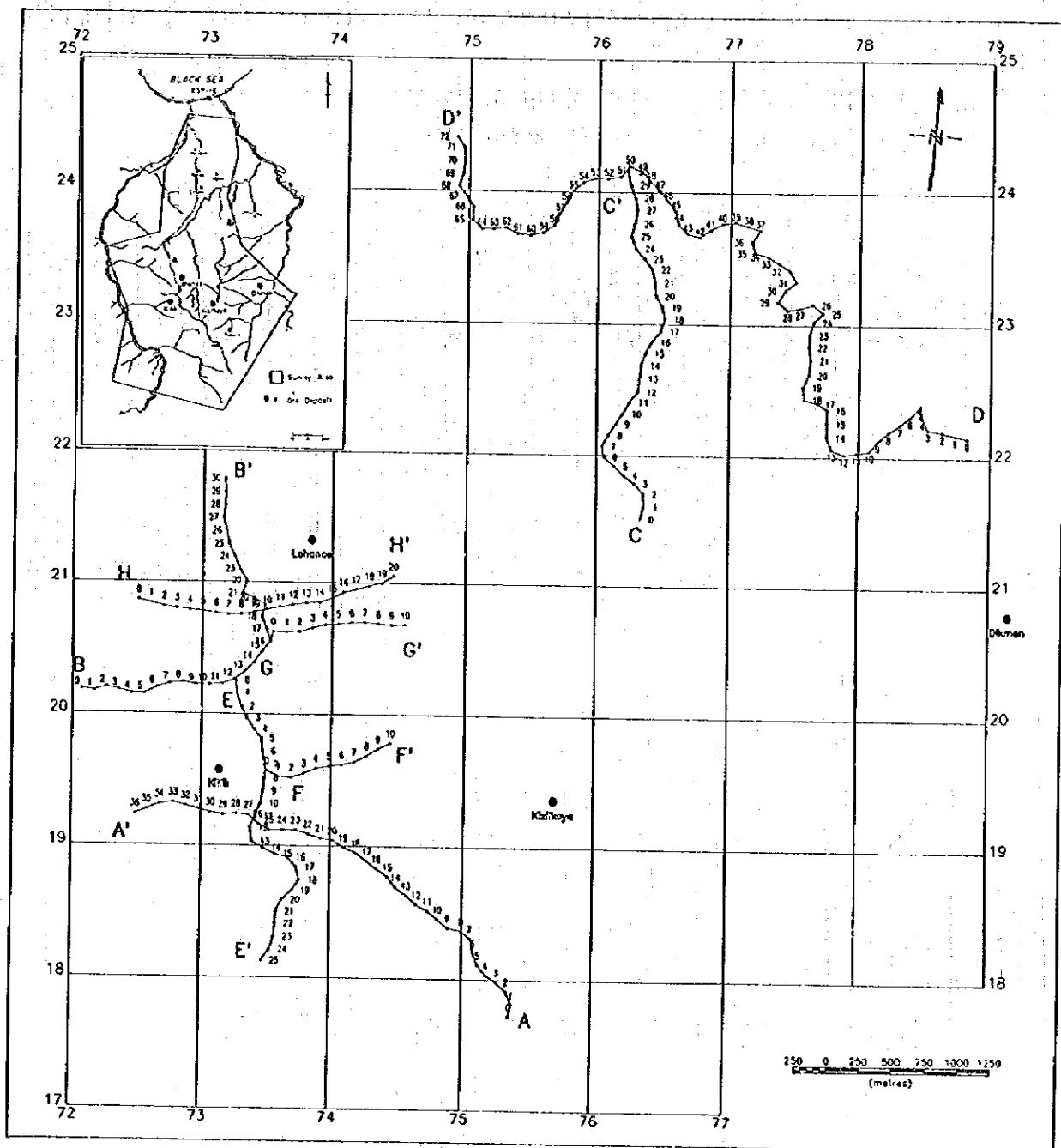


圖 6 - 1 測線位置圖

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 $V_s(t)$ を測定する。

今回の調査では、測定概念図(図6-2)、計測方法概念図(図6-3)及びサンプリングタイム一覧表(表6-2)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。

IP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Mid-point 935(msec)のデータを採用した。

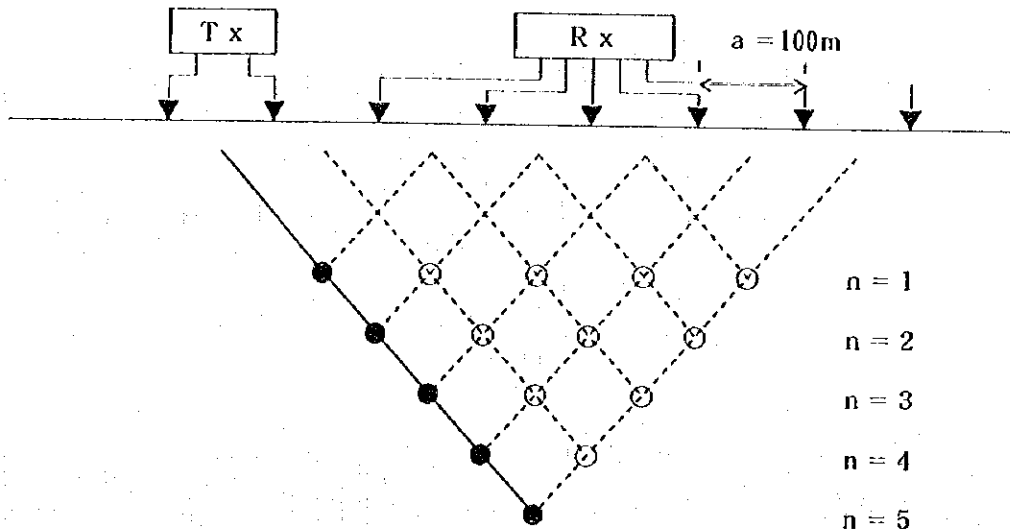


図6-2 測定概念図

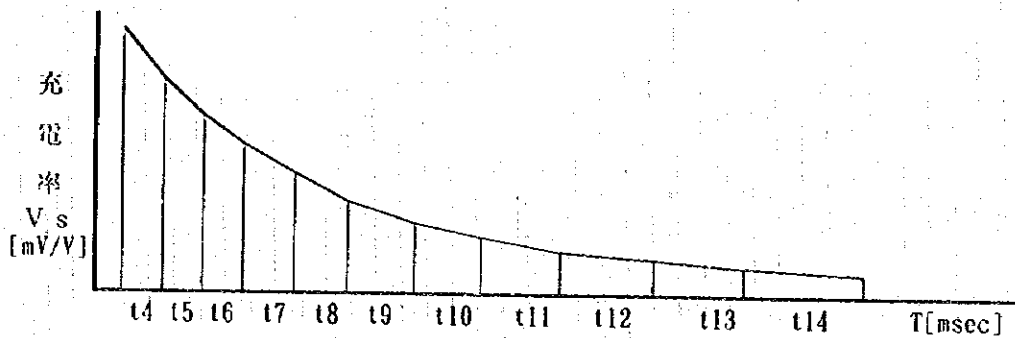


図6-3 計測方法概念図

表6-2 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, 機材

調査に使用した測定装置, 器材は表6-3のとおりである。

表6-3 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
エンジン 発電機	INDUSTRIAL/ COMMERCIAL	10DE	220V 400Hz 単気筒 2917cc 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)		VSP 1.25mm ² 電線	1式
測量器材	牛力製作所	ポケットコンパス 間縄	100m エスロンテープ	4台 4台
通信機	KENWOOD		出力: 5W	12台

(物性測定)

送信機	IRIS インストルメント	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

6-1-3 解析方法

疑似断面のシミュレーション解析

比抵抗法やIP法の場合も, 地表または地中の点電流源が作る大地内の電場は, その全エネルギーが最小になるように分布する。この場合, 電場エネルギー最小の条件は変分方程式

$$\int \nabla V \cdot \nabla (\Phi) \, dv = 0 \quad (1) \text{式}$$

で表される。 $\nabla \cdot (\sigma \nabla \Phi) = -2 J_s \cdot \nabla \Phi$ (2)式

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla \Phi) = -2 J_s \cdot \nabla \Phi \quad (2) \text{式}$$

(1)式は点電流源からの電流が通る大地全体の体積についての積分であるが, 有限要素法では十分な大きさの有限な体積をとって近似する。今回の解析は2次元問題として取扱ひ, 体積の代わりに十分な広さの断面積(水平10km \times 垂直3km)を採用した。

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2.5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。

6-2 調査結果

6-2-1 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6-4~11に示す。また、見掛比抵抗平面図を図6-12~14に、充電率平面図を図6-15~17に示す。

1) 見掛比抵抗・充電率断面図

A測線

地質はKızılıkaya層の石英安山岩質溶岩及び石英安山岩質火砕岩、Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩が分布する。No. 15及びNo. 30付近では貫入岩を伴う。

No. 15及び30付近は赤色石英安山岩及びネバダイト質石英安山岩の貫入岩類の分布域に対応し $500\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗を示す

No. 26付近のÇaglayan層の石英安山岩質火砕岩分布域では $50\Omega \cdot m$ 程の比抵抗であるが、広く分布する石英安山岩溶岩分布域では、 $200\Omega \cdot m$ 以下で比抵抗が変化する。

充電率は最大 $12mV/V$ である。

No. 6~7及び29付近は地表近くの弱いIP異常源を反映した「ハの字」パターンが認められる。

B測線

地質はKızılıkaya層の石英安山岩質溶岩及び石英安山岩質火砕岩、Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩が分布する。No. 6及びNo. 13, 16付近では貫入岩を伴う。

No. 6付近は地表付近に広く分布する粘土化に対応し $20\Omega \cdot m$ 程の低比抵抗を示す。

No. 16~22付近は貫入岩やÇaglayan層の石英安山岩溶岩に対応し、高・低と比抵抗が変化する。

No. 24付近のÇaglayan層の石英安山岩質火砕岩は $40\Omega \cdot m$ 程である。

充電率は最大 $10mV/V$ 程である。

No. 19~20の比較的深部に弱いIP異常が認められる。

C測線

地質はKızılıkaya層の石英安山岩質溶岩、Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩が分布する。No. 10~17付近では貫入岩を伴う

No. 8, 18及び22付近の地質境界付近で低比抵抗になる傾向を示すが、全体に岩相と比抵抗には明瞭な対応が認められない。

充電率は最大 $5mV/V$ と全体に低く、充電率分布パターンに特徴が認められない。

D測線

地質はKızılıkaya層の石英安山岩質溶岩、Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩、石英安山岩溶岩及び斑状石英安山岩溶岩が分布する。No. 19付近では赤色石英安山岩が分布する。

Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩及びKızılıkaya層の石英安山岩質溶岩の分布域で $20\sim 80\Omega \cdot m$ 程で全体に低比抵抗である。石英安山岩溶岩と貫入岩類では比抵抗との対応が明瞭でない。

全体に地表の粘土化変質を反映し $20\sim 40\Omega \cdot m$ 程の低比抵抗分布である。

充電率は最大 $17mV/V$ である。

No. 11の比較的深部に明瞭なIP異常が認められる。

No. 63深部に弱いIP異常が認められる。

E 測線

地質はKızılıkaya層の石英安山岩質溶岩、Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩、石英安山岩溶岩が分布する。

No. 9付近は粘土化変質に対応し $30\Omega \cdot m$ 程の低比抵抗を示す。

No. 14及び19付近は貫入岩に対応し約 $4,000\Omega \cdot m$ の高比抵抗を示す。

充電率は最大 $15mV/V$ である。

No. 23~25では下盤であるkızılıkaya層の石英安山岩質溶岩の露出部に対応した明瞭なIP異常が認められる。

No. 14~15及び19~20の浅部は貫入岩に対応した高比抵抗・高IP分布を示す。

F 測線

地質はKızılıkaya層の石英安山岩質溶岩、Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩が分布する。No. 2付近は赤色石英安山岩を伴う。

岩相と比抵抗に明瞭な対応が無い。

充電率は最大 $8mV/V$ である。

深部ほど高充電率を示す傾向にある。

G 測線

地質はKızılıkaya層の石英安山岩質溶岩、Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩が分布する。No. 13付近は赤色石英安山岩及び安山岩を伴う。

岩相と比抵抗に明瞭な対応が無い。

充電率は最大 $18.3mV/V$ である。

No. 3~10で高充電率を示す。

H 測線

地質はKızılıkaya層の石英安山岩質溶岩及び石英安山岩質火砕岩、Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩及び石英安山岩溶岩が分布する。No. 13付近では貫入岩を伴う。

No. 13付近の貫入岩の分布域では $200\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗を示す。

No. 4付近は粘土化変質に対応し $40\Omega \cdot m$ 程の低比抵抗である。

充電率は最大 $16mV/V$ である。

全体に $100\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗分布域では高充電率を示す。

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 $n=1\sim3$ を採用する。

以下、調査地域南西に展開したA, B, E, F, G及びH測線を含む地域をLahanos地域調査地域北東の地域をÇalkaya地域とする。

比抵抗平面図

200 $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗帯が大部分を占め500 $\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗帯が点在する。

Lahanos地域の高比抵抗帯はLahanos鉾山の南側H測線のNo. 13からB測線のNo. 13付近やE測線のNo. 14, 19及びA測線のNo. 21に分布し、赤色石英安山岩、安山岩及びネバダイト質石英安山岩の貫入岩類の分布域に良く対応する。また、Çalkaya地域ではD測線No. 49付近の粗粒玄武岩の分布域が4,000 $\Omega \cdot m$ の高比抵抗帯である。

B測線のNo. 3及びNo. 8付近はネバダイト質石英安山岩貫入岩の縁にあたり強い粘土化が認められる。約50 $\Omega \cdot m$ 以下の粘土変質に関係した低比抵抗域はネバダイト質石英安山岩分布域に伴い南側に広がると考えられる。

全体に約200 $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗域では変質等により比抵抗と岩相の対応が妨げられている。

充電率平面図

全体に約6mV/V以上の充電率の分布域は200 $\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗分布域に対応するする場合と約200 $\Omega \cdot m$ 以下の比較的比抵抗な分布に対応する場合がある。

貫入岩分布域に対応し高比抵抗・高充電率を示すのはÇalkaya地域でD測線のNo. 46, Lahanos地域でE測線のNo. 14付近等である。

比較的比抵抗で約6mV/V以上の充電率帯はLahanos鉾山南側H測線11~20, G測線6~10, E測線20~25, Çalkaya地域のD測線9~17付近に認められる。

以上の結果から各測線の比抵抗、IP分布の特徴をまとめて表6-4に示す。

表6-4 IP調査結果一覧表

測線名	見掛比抵抗($\Omega \cdot m$)	充電率(mV/V)	IP分布の特徴
A	40~2,675	-0.4~12.1	No. 6~7, 29付近弱いIP異常
B	7~1,432	0.9~10.1	No. 19~20の比較的深部に弱いIP異常
C	14~798	-0.5~5.8	IP異常無し
D	6~8,306	-11.0~18.3	No. 11深部に明瞭なIP異常, No. 63弱いIP異常
E	43~4,559	-0.7~14.8	No. 23~25明瞭なIP異常, No. 14弱いIP異常
F	38~246	0.4~7.9	深部ほど高IP分布
G	80~386	1.8~18.3	No. 3~10明瞭なIP異常
H	19~1,267	0.9~15.7	高比抵抗帯で高充電率

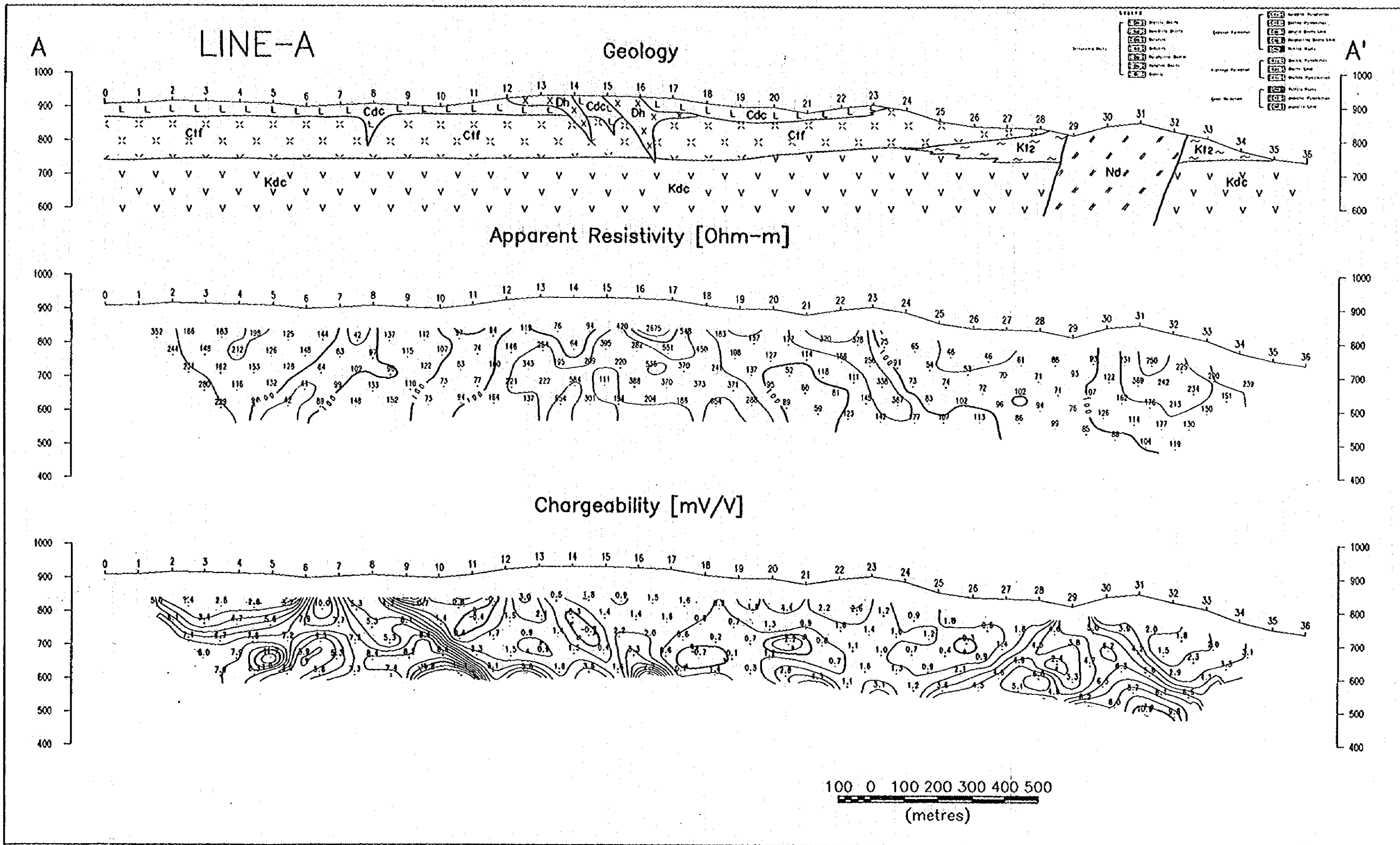


圖 6-4 見掛比抵抗・充電率断面図 (A 測線)

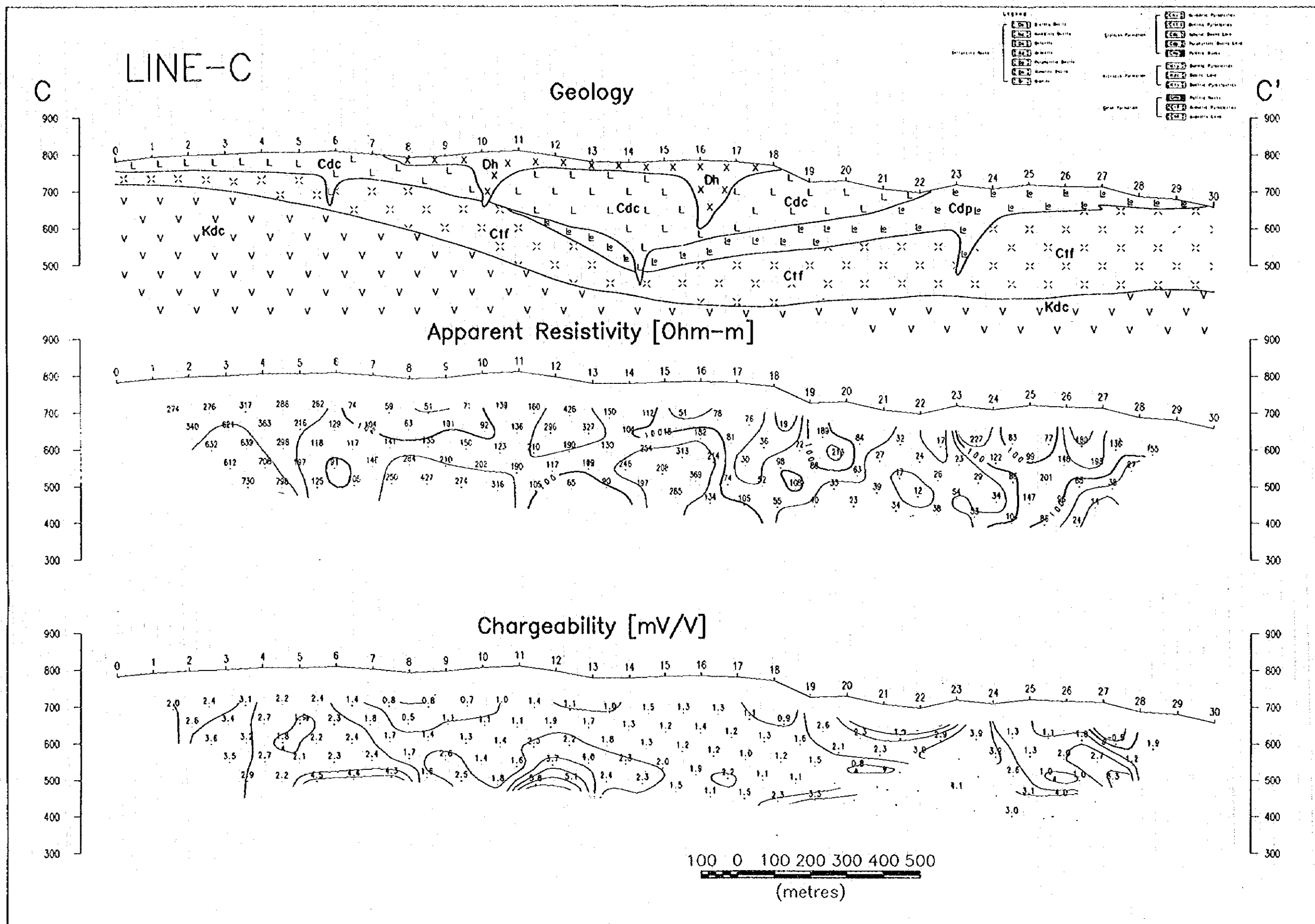


图 6-6 見掛比抵抗・充電率断面図 (C測線)

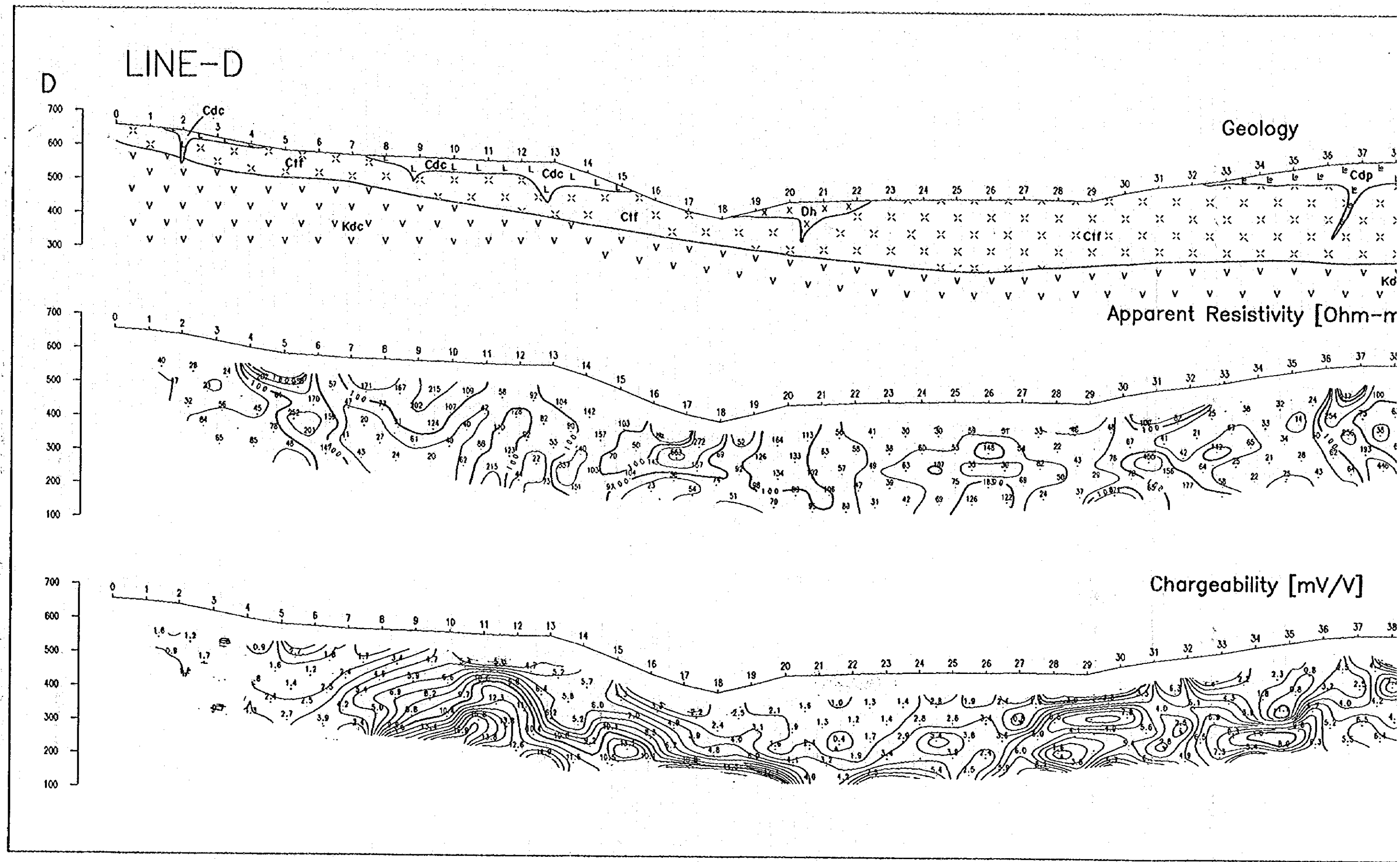


圖 6-7 見掛比抵抗・充電率

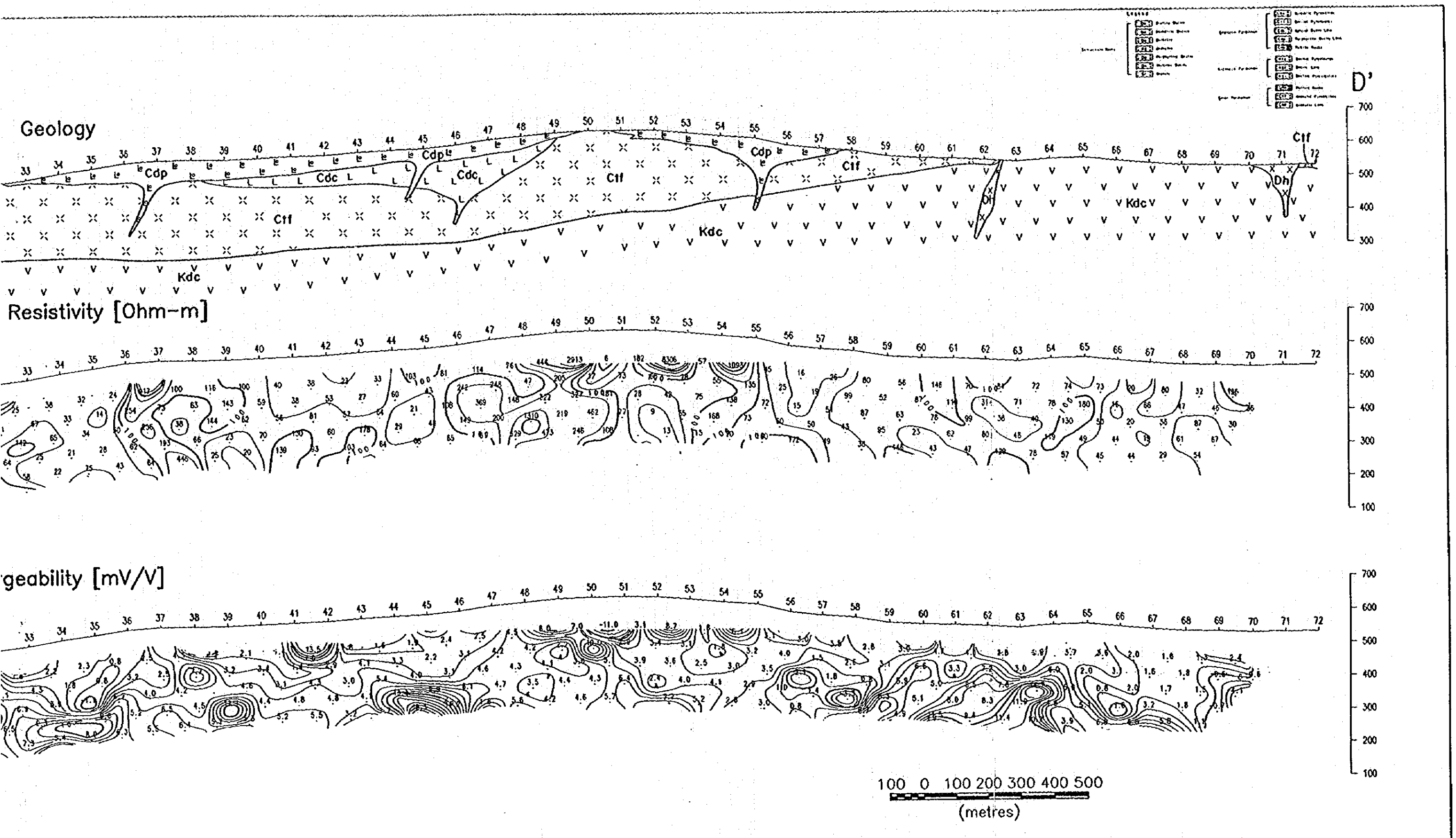


圖 6-7 見掛比抵抗・充電率断面図 (D測線)

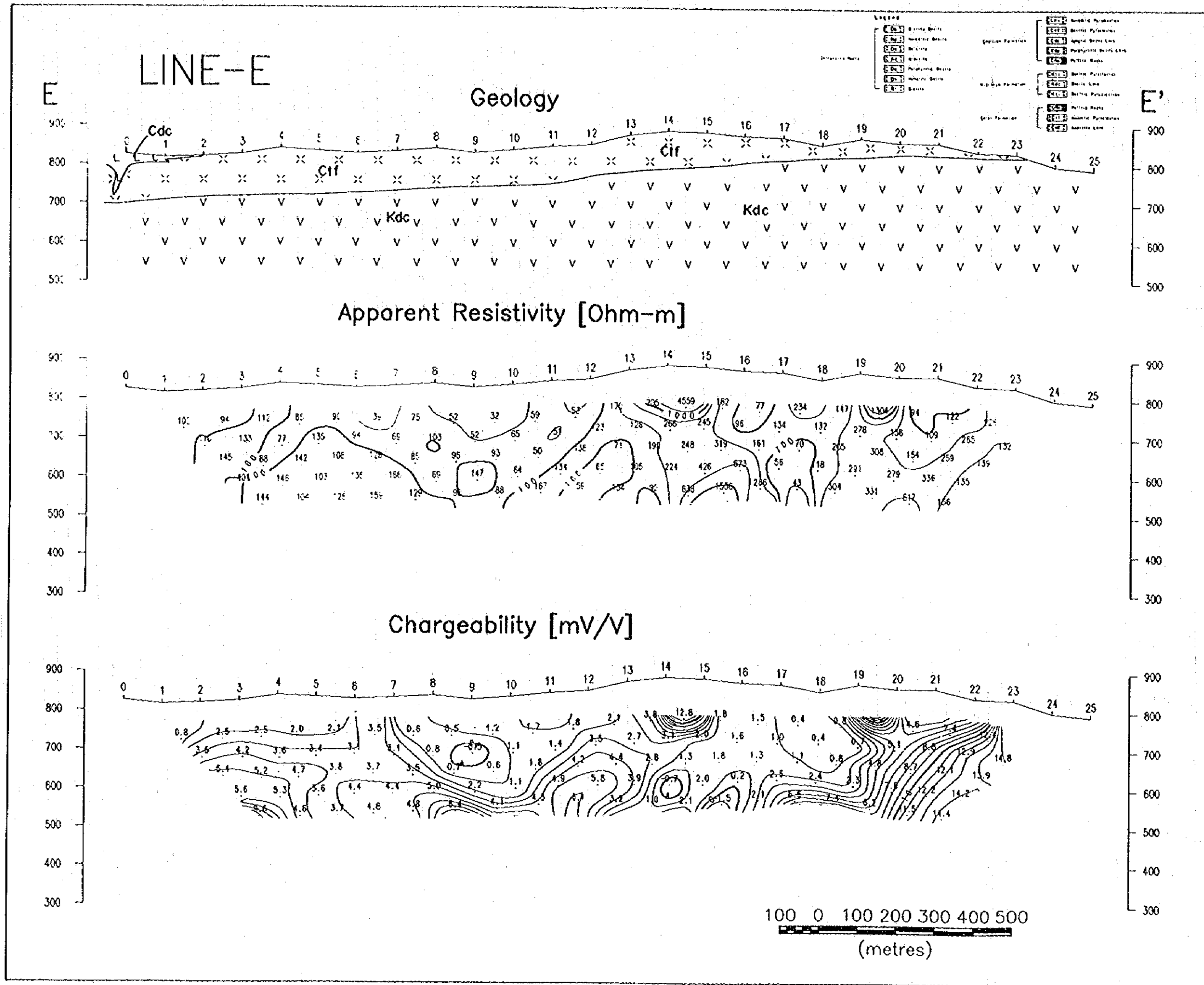


图 6-8 見掛比抵抗・充電率断面图 (E 测线)

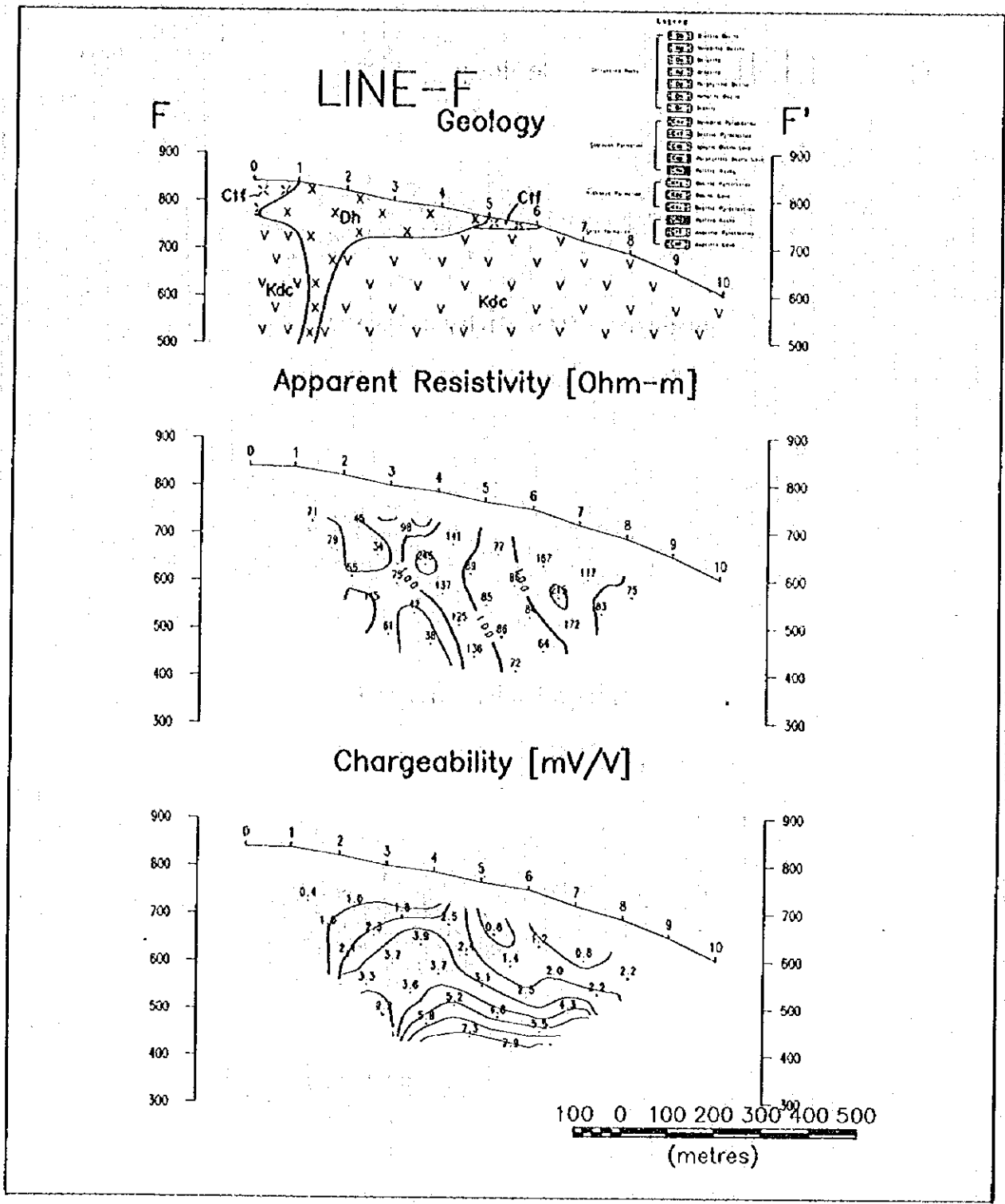


図 6 - 9 見掛比抵抗・充電率断面図 (F 測線)

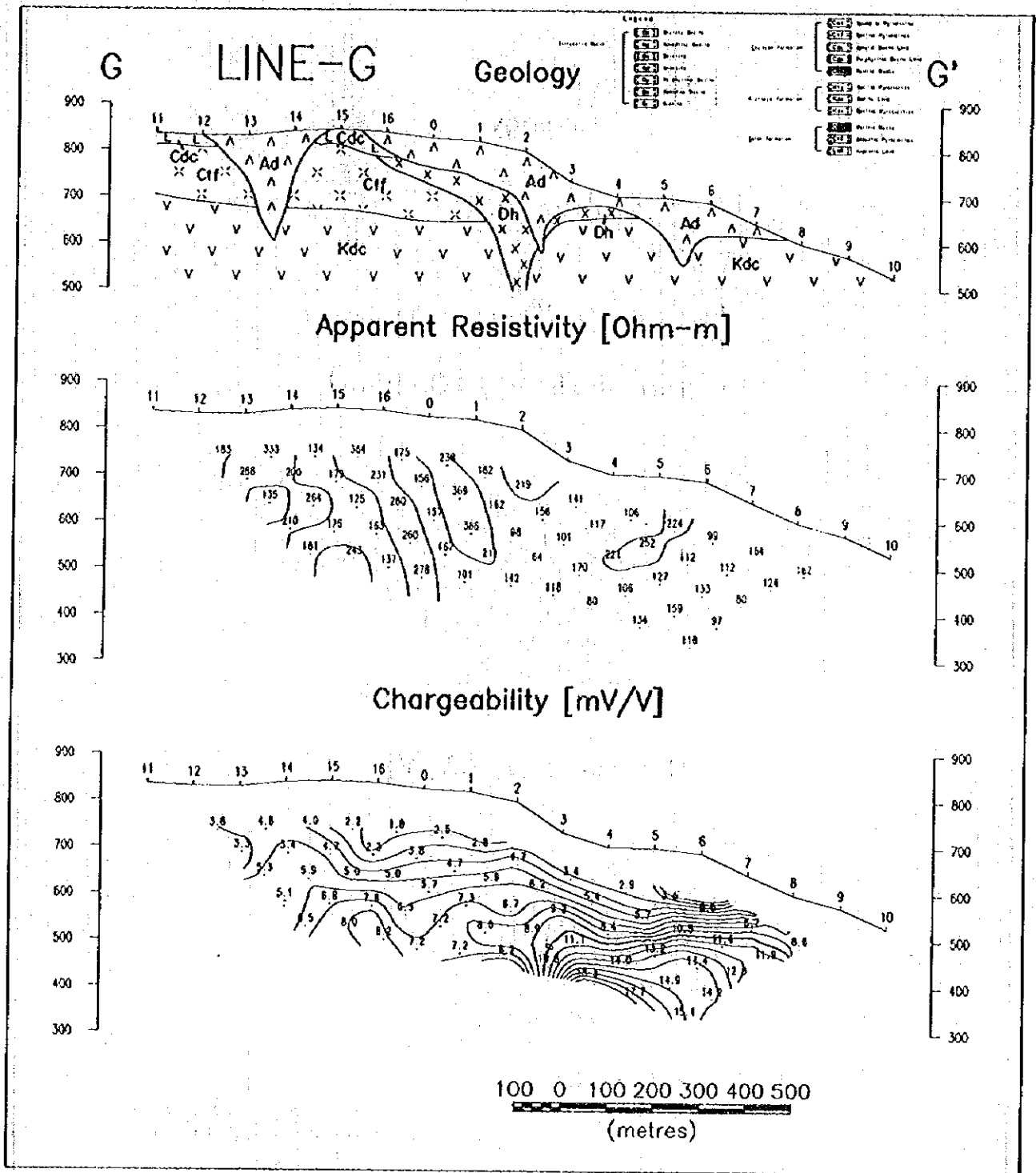


图 6 - 10 見掛比抵抗・充電率断面图 (G 測線)

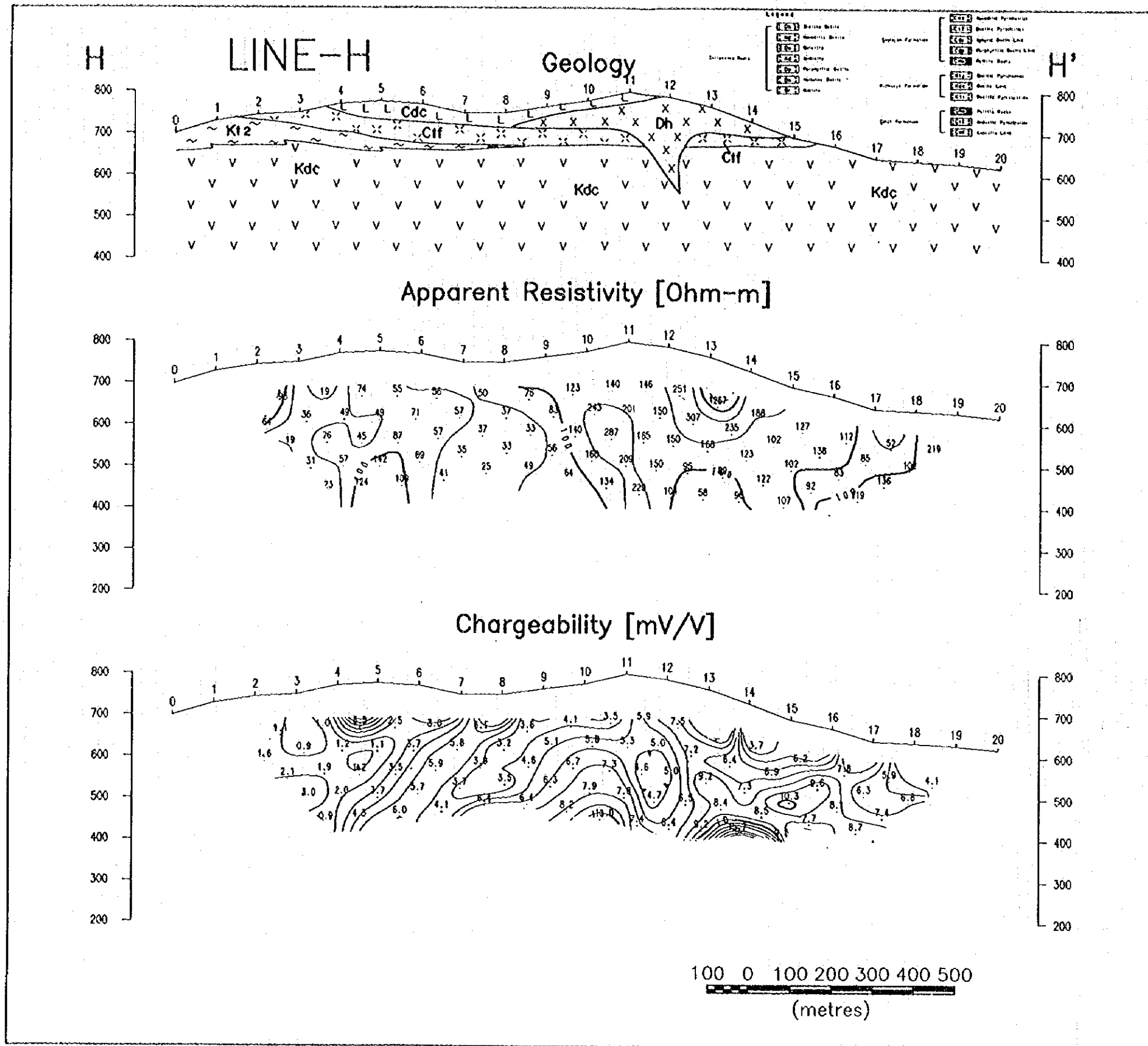


图6-11 見掛比抵抗・充電率断面図 (H測線)

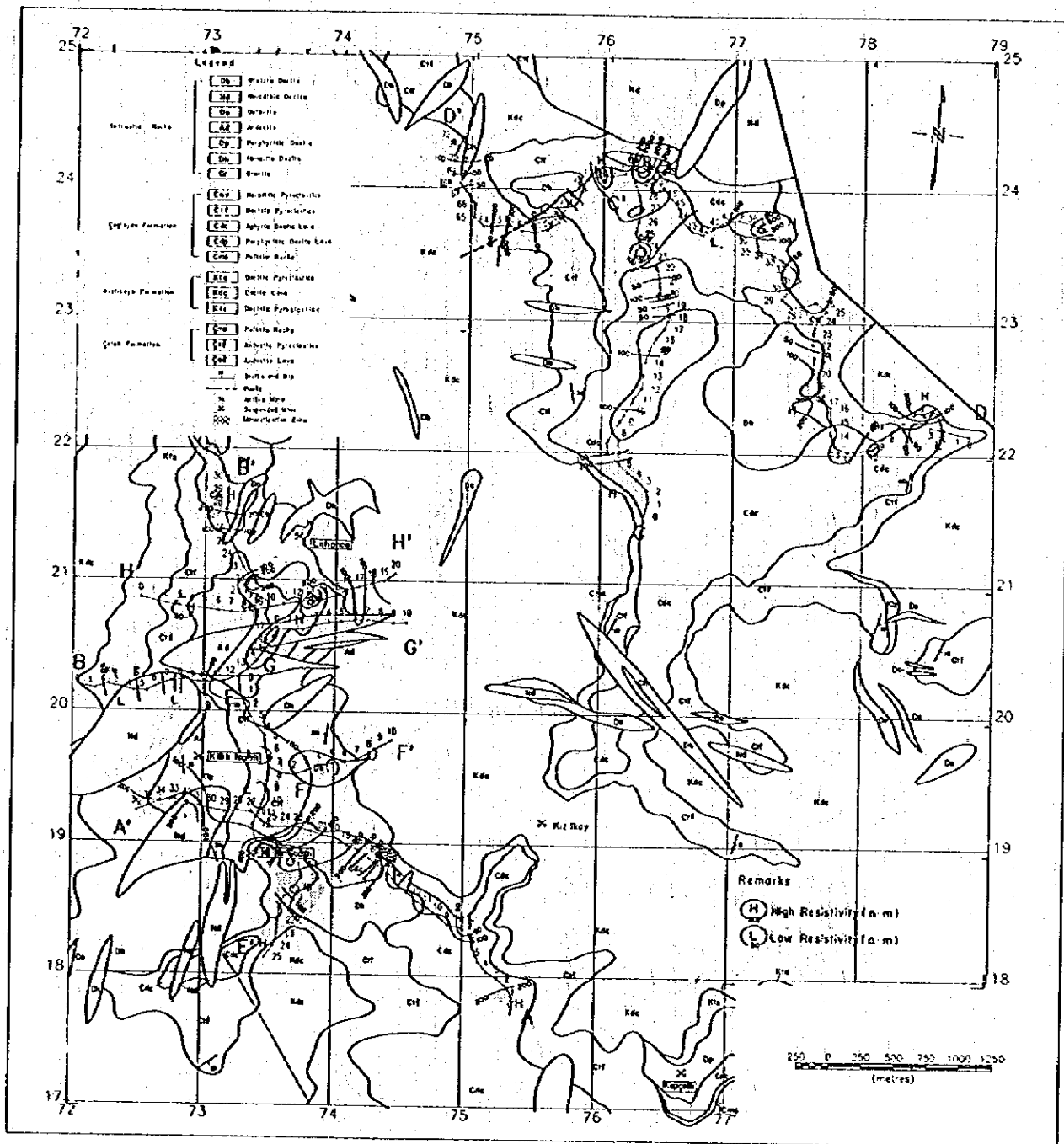


图 6 - 1 2 見掛比抵抗平面図 (n = 1)

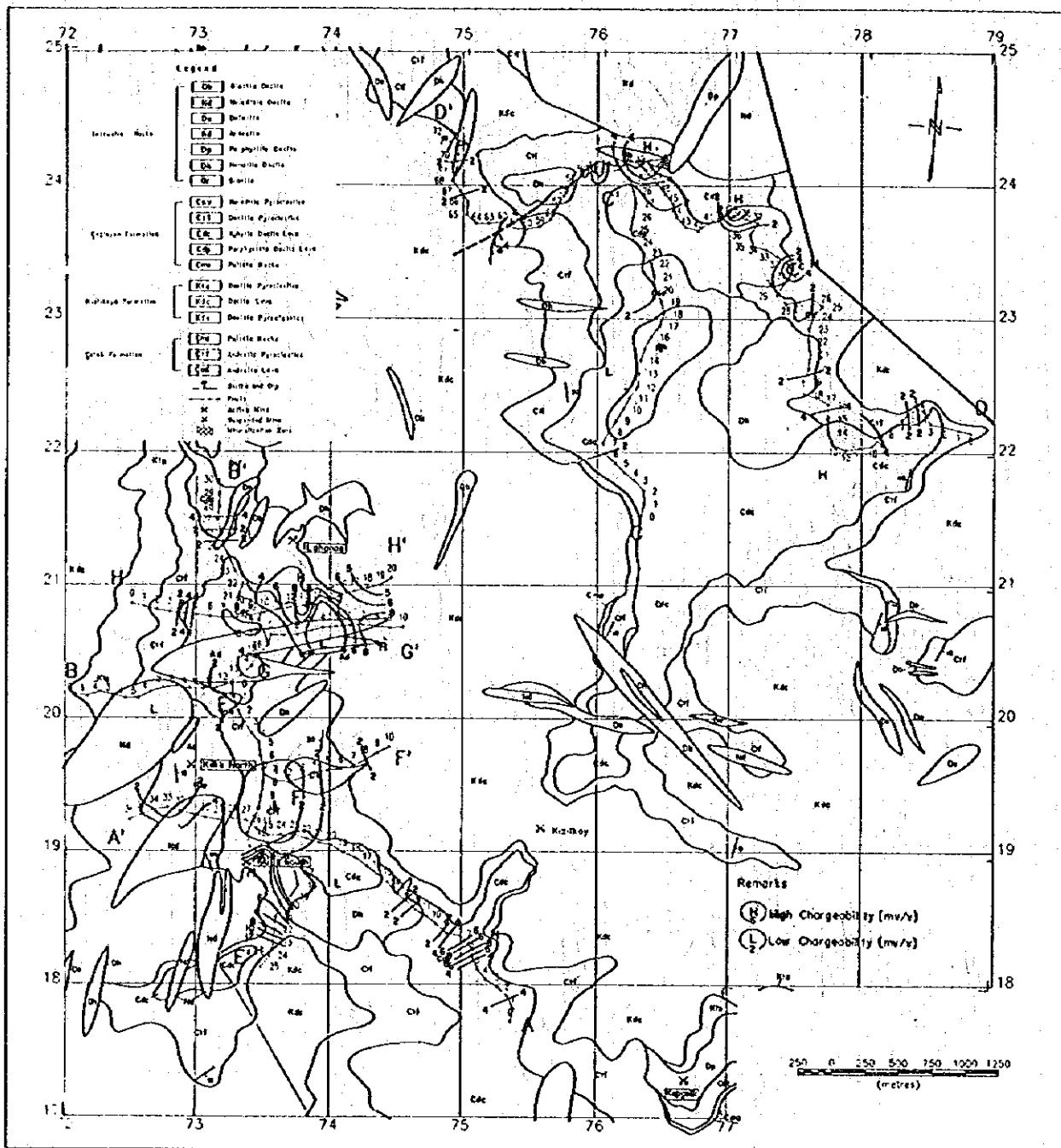


图 6-15 充电率平面图 (n=1)

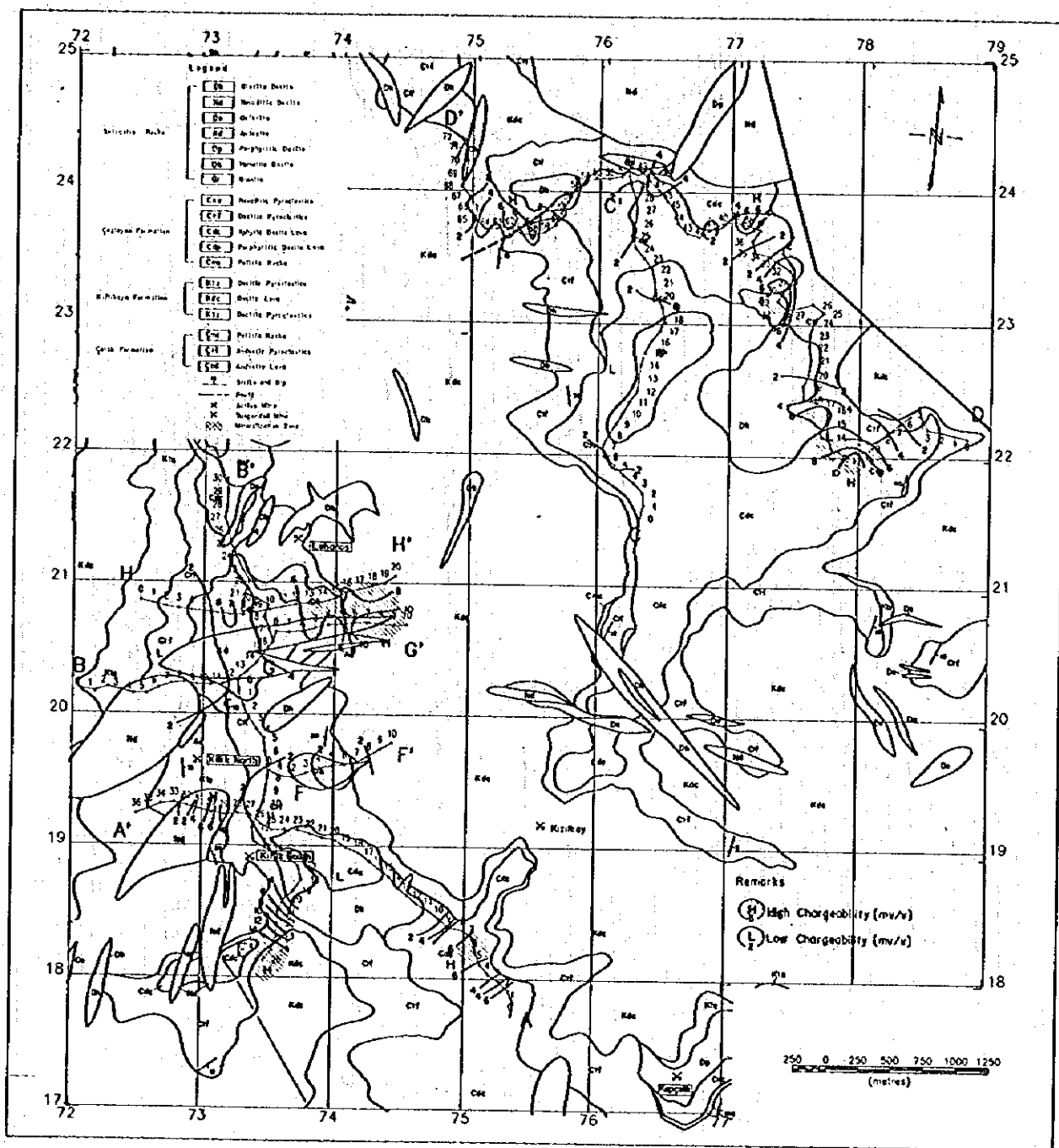


图 6-16 充电率平面图 (n=2)

6-2-2 岩石及び鉱石の物性

1. 物性試験方法

岩石及び鉱石の電気的特性基礎データを収集する目的で、調査地域の代表的な試料45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日水道水に浸した。

2. 使用機器

物性測定に使用した装置・機材は、表6-3の通りである。

3. 試験結果

試料の物性試験結果を表6-5に示す。

各試料の見掛け比抵抗と充電率の関係を図6-18に示す。

高品位の鉱石は比抵抗が数 $\Omega \cdot m$ 、充電率が100mV/V以上を示す

低品位の鉱石は比抵抗が数 $\sim 100 \Omega \cdot m$ 、充電率が数 $\sim 100 mV/V$ と変化が大きい。

Çaglayan層の石英安山岩溶岩及び石英安山岩質火砕岩は比抵抗が20 $\sim 1,000 \Omega \cdot m$ 、充電率は1 $\sim 10 mV/V$ を示す。

Kızılıkaya層の石英安山岩質溶岩は比抵抗が数 $\sim 900 \Omega \cdot m$ 、充電率が1 $\sim 14 mV/V$ である。

Catak層の安山岩溶岩は比抵抗が約100 $\sim 300 \Omega \cdot m$ 、充電率が3mV/V程を示す。

貫入岩類は比抵抗が30 $\sim 600 \Omega \cdot m$ 、充電率が1 $\sim 14 mV/V$ を示す。

全体に地層別に分類した比抵抗には明瞭な関係が無く、粘土化変質を反映した比抵抗変化を示している。また、鉱化を受けたものほど高充電率を示す。

貫入岩類で約10mV/V以上の高充電率を示すのは磁鉄鉱を反映したもので高比抵抗を示す。

6-2-3 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、E及びG測線についておこなった。その結果をそれぞれ図6-19 \sim 22に示す。

A測線

No. 6付近のIP異常を対象に解析した。貫入岩分布域のIP異常である。

IP異常はNo. 7 \sim 9地表下約50m以深に比抵抗が140 $\Omega \cdot m$ 、充電率が17mV/Vの異常源で適合した。

弱いIP異常パターンはKızılıkaya層からÇaglayan層の地表付近に延びた鉱化帯あるいは貫入岩類によると想定された。

D測線

No. 11付近のIP異常を対象に解析した。Çaglayan層の石英安山岩質火砕岩分布域のIP異常である。

IP異常はNo. 11及び16の地表下約100m以深のKızılıkaya層からÇaglayan層に比抵抗が2 $\sim 35 \Omega \cdot m$ 、充電率が20 $\sim 42 mV/V$ の異常源で適合した。

IP異常は地表下約100m以深に比較的広く分布する鉱化帯を反映したと考えられる。

E測線

No. 23 \sim 25のIP異常を対象とした。Kızılıkaya層の石英安山岩質溶岩分布域のIP異常である。

IP異常は比抵抗が50 $\sim 180 \Omega \cdot m$ 、充電率が10 $\sim 20 mV/V$ の異常源で適合した。

表 6-5 岩石及び鉱石の物性試験一覧表

No.	Sample No.	Location	Rock Type	M12-935sec													
				U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14
1	TC-1	Lahnas	Yellow Ore	0.77	283.72	252.52	229.71	202.70	177.54	154.61	131.70	114.17	95.14	83.10	71.47		
2	TC-11		Yellow Ore (anisotropic measurement)	0.84	310.66	289.22	264.15	249.75	225.71	206.08	189.44	167.85	154.63	138.92	122.95		
3	TC-18	Kizilirmak	Pyrite	1.13	334.50	298.05	187.17	175.71	151.64	132.41	120.15	103.05	87.36	81.17			
4	TC-21		Pyrite (anisotropic measurement)	1.74	354.59	332.52	308.09	275.11	241.64	212.32	189.99	165.41	143.44	114.08			
5	TC-24	Kizilirmak	Yellow Ore	0.47	354.59	285.19	257.63	236.13	215.78	198.92	174.96	154.83	135.17	122.50			
6	TC-27		Yellow Ore (anisotropic measurement)	0.43	482.55	424.11	372.98	339.05	309.17	278.56	242.29	209.29	174.94	147.67			
7	TC-29	Kizilirmak	Black Ore	0.72	312.04	236.31	270.30	251.88	228.37	204.84	180.86	153.43	136.96	117.85			
8	TC-30		Black Ore (anisotropic measurement)	0.95	368.51	343.18	316.64	285.07	256.70	230.95	206.76	179.52	150.82	138.35			
9	TC-32	Kizilirmak	Siliceous Ore	25.34	113.30	95.53	85.25	72.40	61.08	50.30	42.32	34.73	28.49	23.13			
10	TC-33		Siliceous Ore (anisotropic measurement)	5.30	111.03	94.35	83.69	70.51	58.84	47.58	38.69	31.93	25.85	20.92			
11	TC-34	Kizilirmak	Siliceous Ore	7.35	196.93	174.73	154.04	139.38	114.43	97.15	81.91	68.53	57.12	47.28			
12	TC-35		Siliceous Ore (anisotropic measurement)	11.56	187.57	165.34	144.67	124.70	106.51	90.41	75.32	64.25	54.65	45.15			
13	TC-37	Diksan	Black Ore	8.07	366.01	341.11	314.30	286.66	258.95	231.15	205.83	181.66	160.01	140.52			
14	TC-39		Black Ore (anisotropic measurement)	7.87	570.33	533.43	436.82	456.27	419.14	378.50	339.15	301.39	259.85	221.99			
15	TC-42	Agallic	Siliceous Ore	3.39	540.36	603.14	569.92	529.02	483.66	443.99	458.65	371.47	336.16	303.83			
16	TC-45		Siliceous Ore (anisotropic measurement)	5.94	35.02	30.57	25.62	21.03	17.03	12.34	9.23	6.83	6.75	6.43			
17	TC-50	Karitar Galliose	Pyrite	1.45	414.71	378.09	342.65	314.27	269.81	238.66	208.22	187.04	155.72	131.46			
18	TC-53		Pyrite (anisotropic measurement)	0.84	323.03	291.12	250.69	230.24	203.73	180.10	159.48	140.57	125.15	110.04			
19	TC-65	Engeljan Formation	Pyrite	27.11	119.64	105.90	92.68	79.20	66.72	55.38	45.54	36.59	29.77	23.61			
20	TC-65		Pyrite (anisotropic measurement)	33.73	134.19	117.69	102.17	86.85	73.37	61.71	51.54	42.25	33.14	27.26			
21	TC-106	Engeljan Formation	C d c	63.09	11.17	9.21	7.72	6.37	5.23	4.26	3.40	2.77	2.21	1.74			
22	TC-106		C d c (anisotropic measurement)	85.10	23.71	19.59	16.21	13.14	10.54	8.45	6.84	5.20	4.07	3.22			
23	TC-100	Engeljan Formation	C d c	67.32	13.59	11.71	10.15	8.69	7.31	6.07	4.99	4.05	3.25	2.55			
24	TC-100		C d c (anisotropic measurement)	63.37	13.92	12.11	10.60	9.11	7.74	6.43	5.30	4.44	3.60	2.91			
25	TC-143	Engeljan Formation	C d c	75.14	20.27	17.07	14.45	12.09	10.02	8.17	6.70	5.35	4.46	3.42			
26	TC-143		C d c (anisotropic measurement)	317.85	19.73	16.77	14.30	11.85	9.87	8.07	6.53	5.24	4.17	3.28			
27	TC-143	Engeljan Formation	C d c	436.97	18.33	15.32	13.33	11.17	9.24	7.58	6.17	4.92	3.91	3.08			
28	TC-143		C d c (anisotropic measurement)	211.06	20.07	17.41	15.15	12.94	10.93	9.10	7.53	6.13	4.94	3.93			
29	TC-143	Engeljan Formation	C d c	303.39	11.74	9.83	8.41	7.05	5.85	4.80	3.91	3.15	2.52	2.01			
30	TC-143		C d c (anisotropic measurement)	21.48	15.77	13.50	11.53	9.65	7.95	6.44	4.98	3.69	2.96	1.95			
31	TC-143	Engeljan Formation	C d c	27.95	24.31	21.80	19.45	17.55	15.70	14.11	12.90	11.17	10.05	8.43			
32	TC-143		C d c (anisotropic measurement)	40.85	6.53	5.43	4.45	3.65	2.85	2.19	1.55	1.18	0.84	0.73			
33	TC-143	Engeljan Formation	C d c	41.70	11.13	9.30	7.84	6.42	5.22	4.24	3.45	2.83	2.30	1.81			
34	TC-143		C d c (anisotropic measurement)	81.10	20.20	17.45	15.14	12.89	10.88	9.04	7.27	5.78	4.43	3.56			
35	TC-143	Engeljan Formation	C d c	259.81	23.33	19.86	16.89	14.09	11.62	9.45	7.60	6.01	4.68	3.56			
36	TC-143		C d c (anisotropic measurement)	357.19	25.39	22.43	19.14	15.07	13.39	11.03	8.97	7.27	5.75	4.53			
37	TC-143	Engeljan Formation	C d c	95.15	21.52	18.06	15.25	12.58	10.29	8.45	6.93	5.69	4.64	3.76			
38	TC-143		C d c (anisotropic measurement)	74.74	18.35	15.92	13.51	11.32	9.41	7.75	6.33	5.20	4.18	3.36			
39	TC-352	Kizilirmak Formation	K 1 2	15.82	16.84	14.28	12.14	9.89	8.03	6.41	5.02	3.89	2.91	2.05			
40	TC-352		K 1 2 (anisotropic measurement)	12.72	18.40	16.31	14.53	12.78	10.72	8.99	7.63	6.08	4.76	3.85			
41	TC-52	Kizilirmak Formation	K d c	34.30	18.36	16.37	14.53	12.78	10.72	8.99	7.63	6.08	4.76	3.85			
42	TC-52		K d c (anisotropic measurement)	229.08	24.09	21.20	18.67	16.13	13.81	11.85	9.68	7.85	6.41	5.23			
43	TC-56	Kizilirmak Formation	K d c	75.53	19.20	16.21	13.75	11.52	9.49	7.70	6.25	5.10	4.14	3.45			
44	TC-56		K d c (anisotropic measurement)	376.89	17.64	15.48	13.42	11.42	9.38	7.92	6.47	5.22	4.14	3.26			
45	TC-288	Kizilirmak Formation	K d c	344.13	18.73	16.29	12.18	10.21	8.54	7.05	5.78	4.59	3.83	3.11			
46	TC-288		K d c (anisotropic measurement)	20.71	55.03	48.77	42.17	35.71	29.05	24.53	20.18	16.45	13.36	10.82			
47	TC-289	Kizilirmak Formation	K d c	17.55	67.83	54.46	45.73	39.12	32.24	25.85	20.73	15.44	13.00	9.82			
48	TC-289		K d c (anisotropic measurement)	29.76	12.23	10.13	8.43	6.89	5.62	4.41	3.57	2.77	2.32	1.81			
49	TC-71	Kizilirmak Formation	K d c	32.62	6.38	5.64	5.23	4.34	3.45	2.85	1.98	1.21	0.65	0.52			
50	TC-71		K d c (anisotropic measurement)	52.73	6.18	5.07	4.64	3.60	2.97	1.74	1.34	0.94	0.75	0.53			
51	TC-275	Diksan	K d c	624.98	6.65	7.39	6.25	5.19	4.23	3.38	2.68	2.07	1.65	1.21			
52	TC-275		K d c (anisotropic measurement)	840.50	12.28	10.42	8.90	7.45	6.18	4.98	4.00	3.31	2.53	1.75			
53	TC-113	Diksan	D h	8.25	27.64	24.42	21.60	18.86	15.22	13.82	11.83	9.75	8.03	6.31			
54	TC-113		D h (anisotropic measurement)	15.51	19.85	16.73	14.02	11.05	8.29	5.74	3.37	1.76	0.73	0.14			
55	TC-253	Diksan	C r m s	85.40	9.68	7.91	6.53	5.29	4.23	3.22	2.63	2.03	1.51	1.10			
56	TC-253		C r m s (anisotropic measurement)	140.22	10.75	8.78	7.18	5.72	4.55	3.54	2.83	2.22	1.59	1.15			
57	TC-333	Diksan	C a d	295.34	9.78	8.65	6.95	5.87	4.84	4.06	3.20	2.56	2.01	1.59			
58	TC-333		C a d (anisotropic measurement)	195.58	11.92	9.53	7.82	6.54	5.39	4.43	3.63	2.83	2.11	1.54			
59	TC-62	Diksan	C a d	124.32	14.95	12.91	11.16	9.35	7.71	6.35	5.15	4.11	3.29	2.57			
60	TC-62		C a d (anisotropic measurement)	145.42	16.52	13.99	11.95	10.03	8.34	6.88	5.65	4.62	3.75	3.07			
61	TC-56	Diksan	C a d	125.26	19.23	16.09	13.45	11.04	8.98	7.22	5.77	4.57	3.69	3.01			
62	TC-56		C a d (anisotropic measurement)	127.07	16.47	13.75	11.58	9.58	7.85	6.41	5.19	4.11	3.29	2.56			
63	TC-8	Diksan	C r m s	250.34	7.43	5.95	4.83	4.26	4.00	3.58	2.74	2.26	1.81	1.46			
64	TC-8		C r m s (anisotropic measurement)	314.09	7.18	6.12	5.29	4.49	3.77	3.12	2.55	2.04	1.64	1.26			
65	TC-54	Diksan	D h	34.60	17.76	14.48	11.80	9.59	7.67	6.05	4.78	3.72	2.83	2.20			
66	TC-54		D h (anisotropic measurement)	32.25	17.44	14.61	12.24	9.54	7.37	6.30	5.07	4.23	3.31	1.94			
67	TC-36	Diksan	D h	318.68	37.52	32.83	28.83	23.61	19.71	16.35	13.34	11.05	9.03	6.82			
68	TC-36		D h (anisotropic measurement)	415.15	37.45	32.20	27.63	23.38	19.45	16.08	13.19	10.68	8.54	6.89			
69	TC-37	Diksan	N d	232.64	18.37	15.36	12.91	10.81	8.61	6.89	5.43	4.19	3.18	2.39			
70	TC-37		N d (anisotropic measurement)	251.98	14.48	12.09	10.08	8.29	6.68	5.28	4.09	3.11	2.33	1.69			
71	TC-212	Diksan	N d	544.08	10.13	15.79	13.72	11.72	9.95	8.24	6.78	5.52	4.45	3.51			
72	TC-212		N d (anisotropic measurement)	573.13	19.73	17.10	14.68	12.72	10.74	8.95	7.34	6.03	4.81	3.79			
73	TC-236	Diksan	N d	415.21	25.64	23.28	20.58	17.54	14.97	12.63	10.59	8.77	7.22	5.86			
74	TC-236		N d (anisotropic measurement)	462.70	26.97	23.90	20.19	17.28	14.73	12.41	10.39	8.58	7.06	5.79			
75	TC-14	Diksan	D b	263.23	44.73	39.56	34.89	30.17									

IP異常源はKızılıkaya層の弱い鉍化帯がNo. 25浅部からNo. 18付近の深部まで延びるものとして想定された。

G測線

No. 4~6付近のIP異常を対象に解析した。Kızılıkaya層の石英安山岩質溶岩分布域のIP異常である。

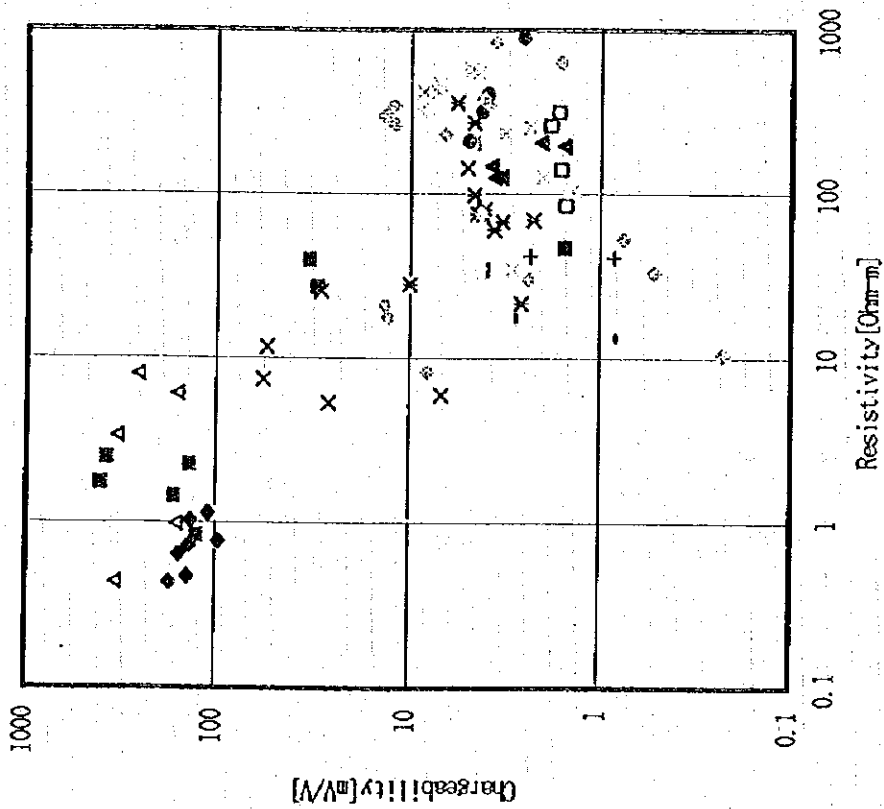
IP異常は比抵抗が20~200Ω・m, 充電率が16~29mV/Vの異常源で適合した。

IP異常は地表下約100m以深のKızılıkaya層からÇaglayan層の鉍化帯を反映したと考えられる。

解析結果を表6-6にまとめた。

表6-6 IP調査結果総括表

測線名	IP異常体の比抵抗・充電率	解析IP異常体分布状況
A Lahanos 地域	120Ω・m 14mV/V 140Ω・m 17mV/V	・深部に広く分布。 ・地表付近は垂直平板状モデル。 Kızılıkaya層からÇaglayan層に分布
D Çalkaya 地域	2Ω・m 42mV/V 35Ω・m 20mV/V 2Ω・m 40mV/V	・深度約200m以深平板状モデル。 ・深度約100m以深に平板状モデル。 ・深度約100m以深に平板状モデル。 Kızılıkaya層からÇaglayan層に分布
E Lahanos 地域	180Ω・m 10mV/V 30Ω・m 20mV/V	・地表下から深部にかけて広がるモデル。 ・地表から深部まで分布。 Kızılıkaya層
G Lahanos 地域	200Ω・m 15mV/V 20Ω・m 32mV/V	・地表下約100m以深に水平板状モデル。 ・上記異常体と一体の傾斜板状のモデル。 Kızılıkaya層



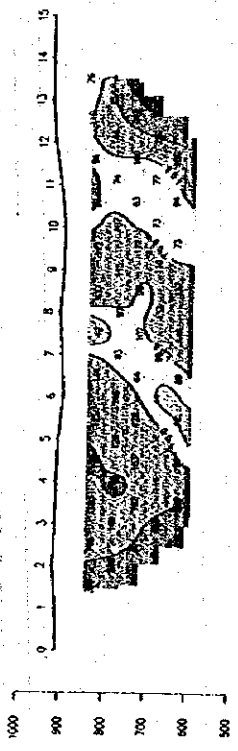
- ◆ Yellow Ore
- Pyrite
- △ Black Ore
- × Siliceous Ore
- × Aphyric Dacite Lava
- Dacitic Pyroclastics
- + Pelitic Rock
- Dacitic Pyroclastics
- Dacitic Pyroclastics
- ◇ Dacite Lava
- Pelitic Rock
- ▲ Andesite Lava
- × Hematite Dacite
- × Nevaditic Dacite
- ⊕ Biotite Dacite
- Andesite
- ~ Granite

Ore
Caglayan
Kızılkaya
Catak
Intrusive

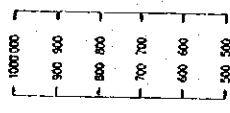
図 6-18 岩石及び鉱石の見掛け抵抗と充電率の関係

LINE-A

RESISTIVITY



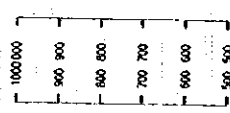
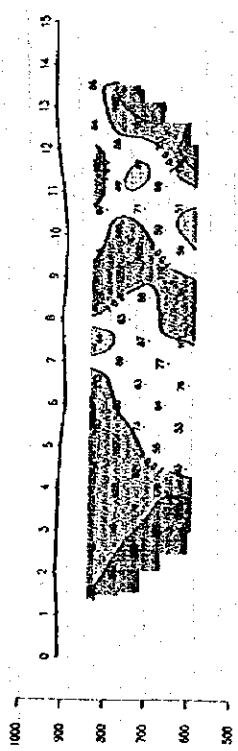
OBSERVED



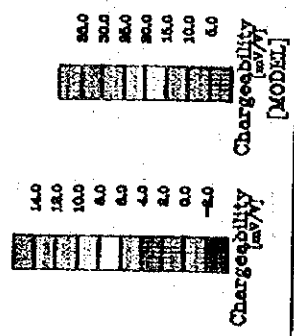
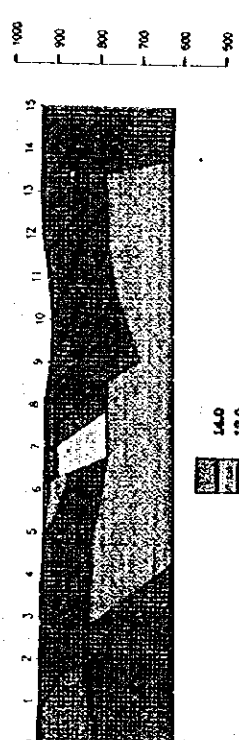
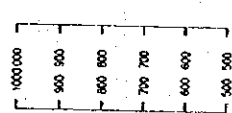
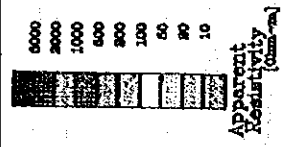
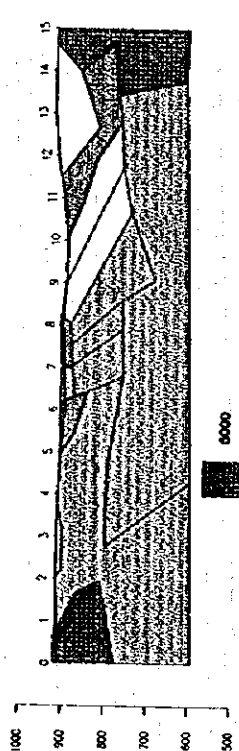
CHARGEABILITY



CALCULATED



BOUNDARY-ELEMENT MODEL



100 0 100 200 300 400 500 (metres)

図 6-19 2次元シミュレーション解析図 (A測線)

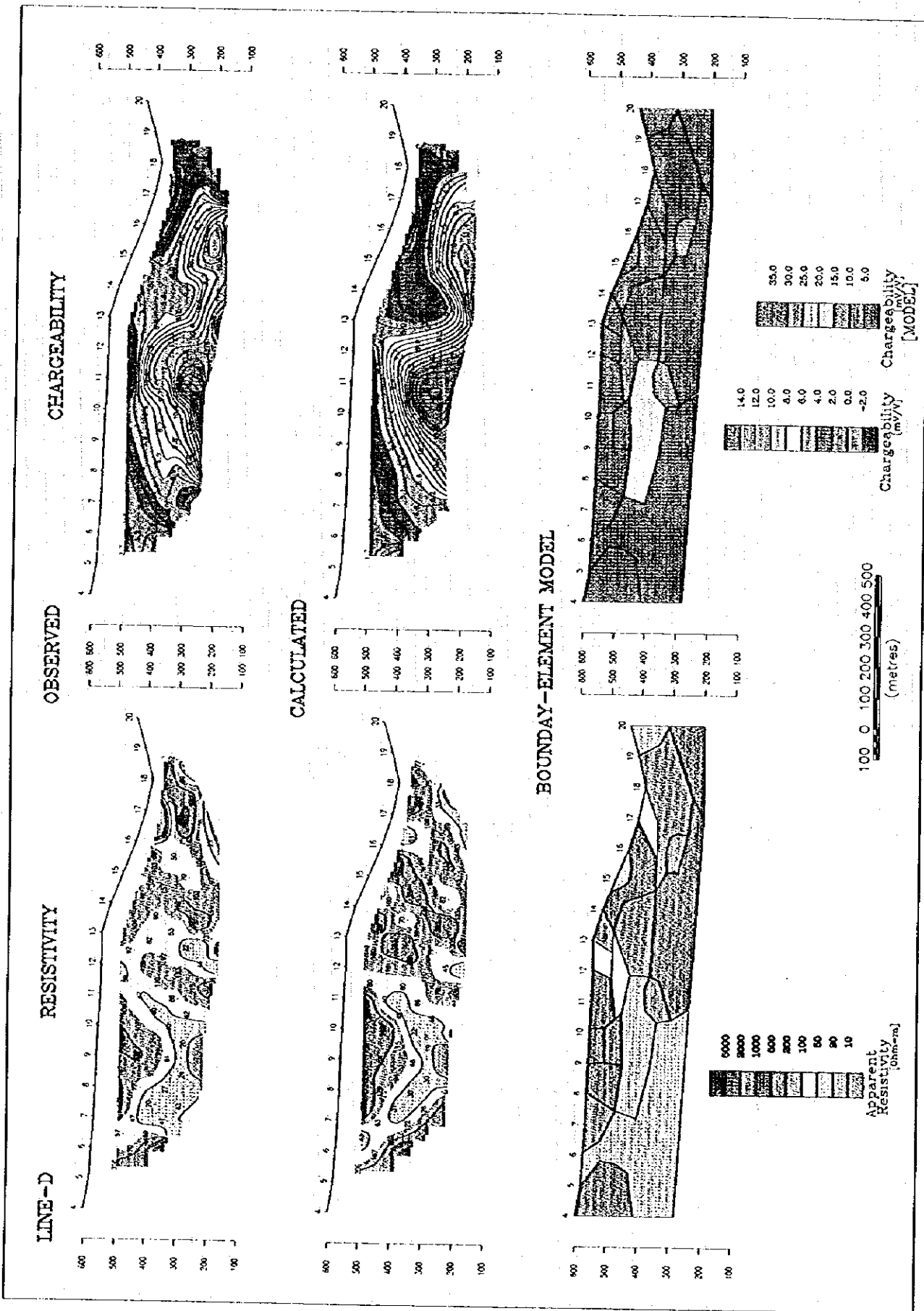


図 6-20 2次元シミュレーション解析図 (D測線)

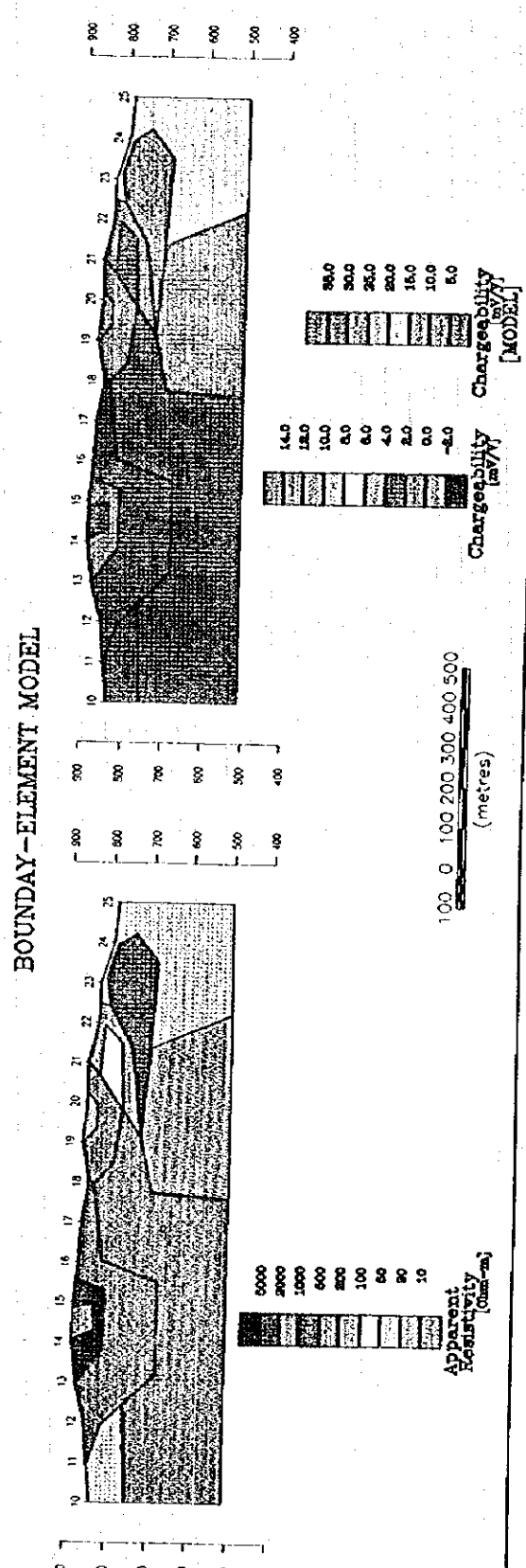
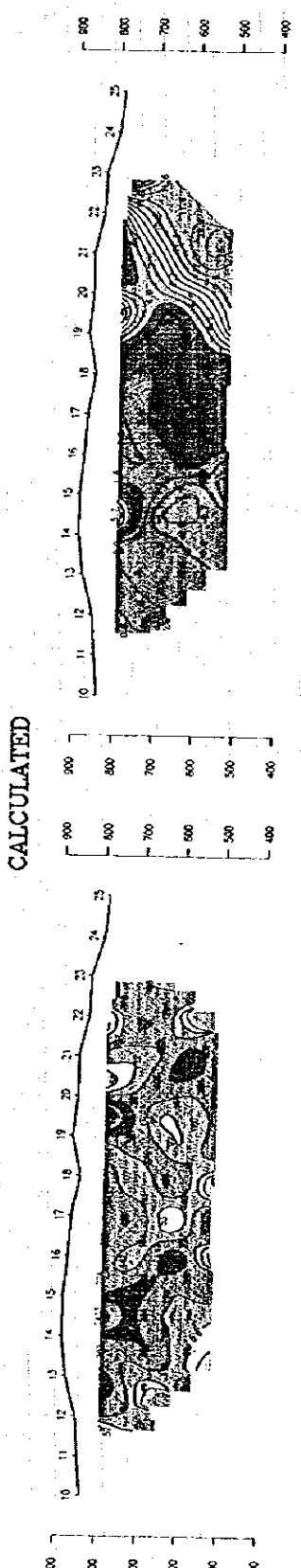
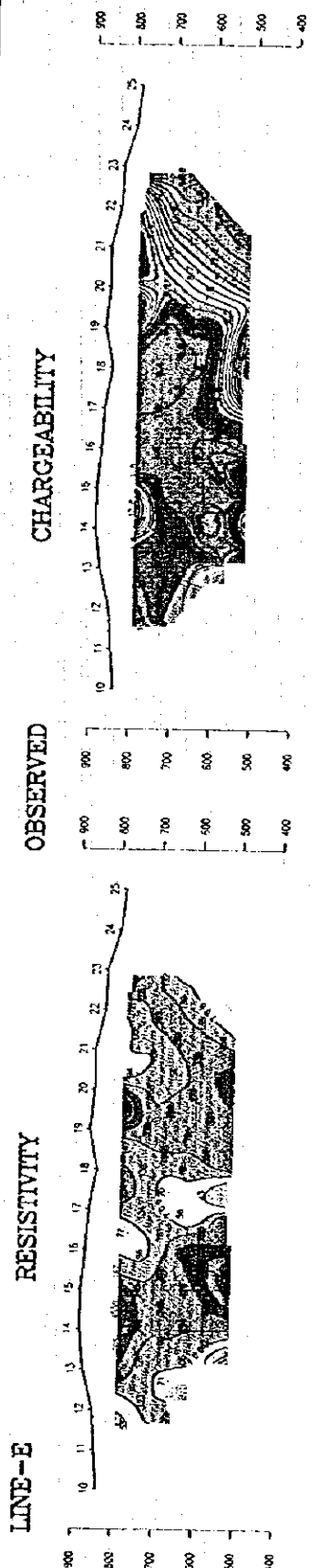


図 6-2-1 2次元シミュレーション解析図 (E測線)

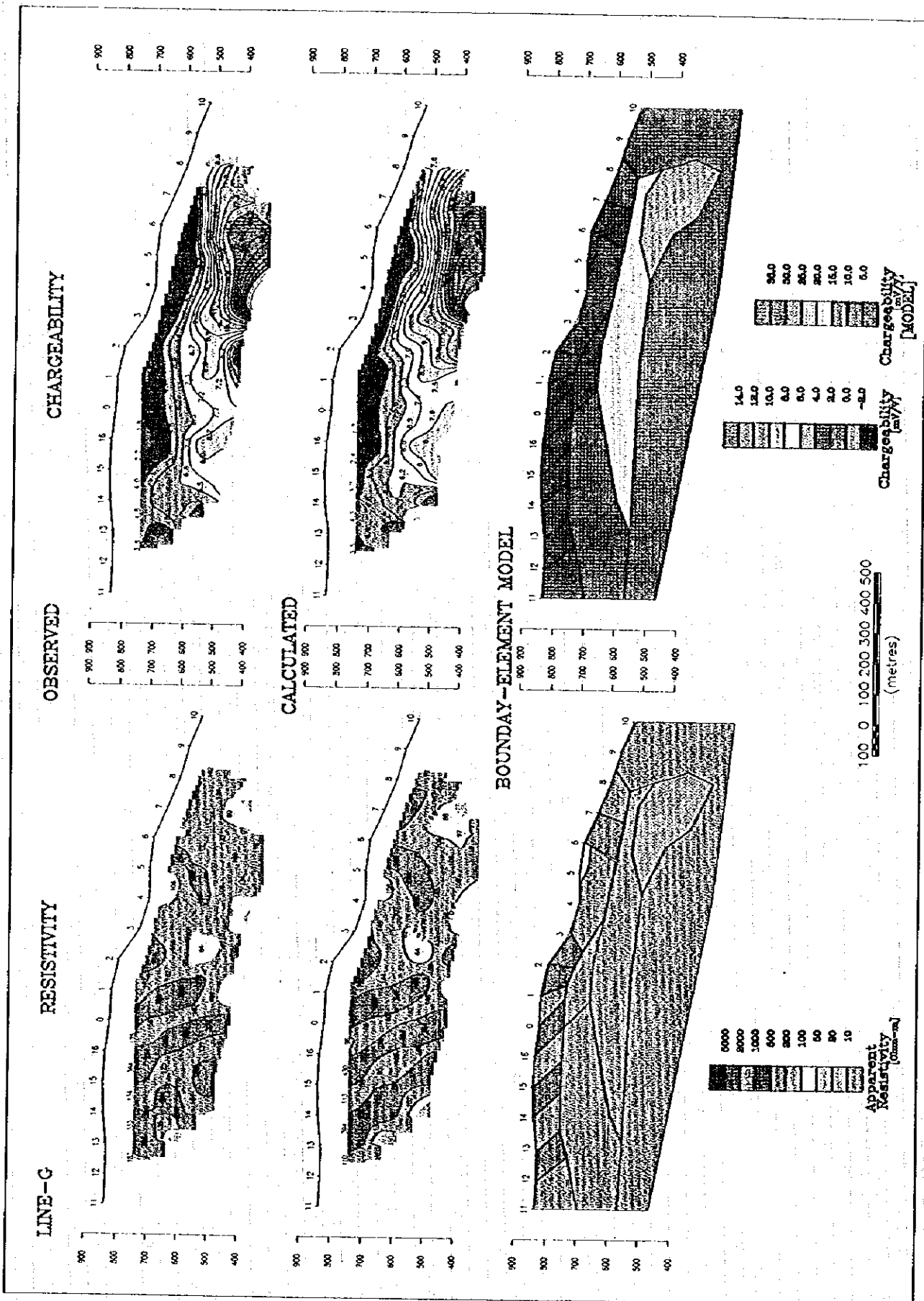


図 6 - 2 2 2 次元シミュレーション解析図 (G 測線)

6-3 考察

調査結果をまとめて図6-23の電気探査解析図に示す。

調査結果で得られた比抵抗分布のうち $500\Omega\cdot m$ 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Kızılıkaya層とÇaglayan層の岩相差より全体に鉍化作用や粘土化変質程度により比抵抗が変化し岩相との対応が認められない。

約 $50\Omega\cdot m$ 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ものである。

岩石及び鉍石の物性試験では品位の高い鉍石が低比抵抗・高充電率を示すが、低品位の鉍石は低比抵抗・低～高充電率を示し変化が大きい。僅かに鉍化を受けた岩石では石英安山岩溶岩及び石英安山岩質火砕岩等とほぼ同じ物性値を示す場合がある。

貫入岩類で比較的高い充電率を示すのは磁鉄鉍を反映したもので $200\Omega\cdot m$ 以上の高比抵抗である。

充電率で明瞭な異常パターンを示したのはA、D、E及びG測線である。また、F及びH測線等にも深部に非常に弱いながらもIP異常分布らしき存在が推定される。

A、D、E、G測線についてシミュレーション解析を行った結果、A測線の浅部のIP異常は異常源として貫入岩または弱い鉍化を受けた石英安山岩質火砕岩が推定される。

D測線のIP異常は異常源として比較的深部のKızılıkaya層及びÇaglayan層内の鉍化変質が推定される。

E及びG測線のIP異常は異常源としてKızılıkaya層内の石英安山岩質溶岩の鉍化変質が推定される。

調査結果のIP異常は鉍化変質の一部を捕捉しているものと考えられる。従って、D、E、G測線の明瞭なIP異常については、この周辺の精密調査を行うことにより、より強いIP異常源を明らかにする必要がある。

第 Ⅲ 部

結論及び提言

第III部 結論及び提言

第1章 結論

本調査は既存データ解析、地質調査（地質調査と地化学探査）と物理探査（重力法・IP法）からなる。これら調査の結果を次に述べるとともに、図7-1の総合解析図に示す。

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層は石英安山岩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狭在する。これらの地層を赤色石英安山岩や黒雲母石英安山岩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層石英安山岩は、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層石英安山岩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. 重力解析

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Kızılkaya層は、広域的な中性の粘土化変質を強く被っている。

4. 鉱床

塊状硫化物鉱床と網状～鉱染状鉱床がある。Lahanos鉱床やKillik鉱床などの塊状硫化物鉱床は、Kızılkaya層の最上部に層準に規制され胚胎している。Karaerik鉱床やKarılar鉱床などの網状～鉱染状鉱床は、Çağlayan層に胚胎している。

塊状硫化物鉱床の鉱石は黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱を主とし、方鉛鉱、四面銅鉱、金・銀鉱物を伴う。網状～鉱染状鉱床の鉱石は黄鉄鉱を主とし、黄銅鉱や閃亜鉛鉱を伴う。塊状硫化物鉱床の鉱体規模や鉱石品位は、網状～鉱染状鉱床のより優勢である。

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～酸性の鉱化作用に伴う変質作用が認められる。

塊状硫化物鉱床のLahanos鉱床周辺では、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、黄鉄鉱などが生成している。KillikやKızılkaya鉱床などの、その他の塊状硫化物鉱床周辺では、中性で白色の強変質帯が形成され、石英、セリサイト、黄鉄鉱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

岩石や上境地化探分析値を、主成分分析により統計処理した。その結果、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る。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、既知鉍床付近の鉍微や変質帯の分布とよい対応を示している。

上境地化探の第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Çağlayan層中の鉍化帯付近に分布することから、Çağlayan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、塊状硫化物鉍床を胚胎するKızılkaya層がÇağlayan層に覆われ、かつ両層に鉍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以上の強IP異常や、4～6mV/Vの弱IP異常が広範囲に検出されている。これらIP異常は主に、Kızılkaya層とÇağlayan層との境界部付近や、Kızılkaya層中に平板状に分布しているため、塊状硫化物鉍床に関係した鉍微に起因すると考えられる。一方、低比抵抗帯もIP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層中の鉍染状鉍化帯や粘土化変質帯に対応していると考えられる。

8. 探鉍有望地区

既知鉍床の地質、鉍微、変質帯、地化学異常やIP異常と比較し、次の新規地区を探鉍有望地区として抽出した。

(1) Lahanos～Killik鉍床間

LahanosやKillikの塊状硫化物鉍床を胚胎するKızılkaya層が、Çağlayan層に覆われて分布する。Lahanos鉍床南方のBitene地区には硫化鉍の鉍微が認められる。Kızılkaya層には、Lahanos鉍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層にも黄鉄鉍を主とする鉍染状の鉍微や、セリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Kızılkaya層にAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sbの高異常帯が分布する。IP異常が広範囲に分布するが、IP測定間隔が粗い。

(2) Killik～Kepçelik鉍床間

塊状硫化物鉍床を胚胎するKızılkaya層が、Çağlayan層に覆われて分布する。Kızılkaya層には、Killik鉍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、黄鉄鉍を主とする鉍染状の鉍微や、セリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Kızılkaya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。

(3)Çalkaya~Taflancık間

Kızılkaya層がÇağlayan層に覆われて分布する。Kızılkaya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微や、セリサイトを含む中性変質帯が形成されている。Kızılkaya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IP異常を捕捉している。土地化学探査は未実施で、IPの測定間隔も粗い。

(4)Çimaklı~Karaçelik鉱床間

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鉱床のような、黄鉄鉱を主とする鉱染状鉱床や、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IP調査は未実施である。

(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層には黄鉄鉱を主とする鉱染状鉱床や、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。

第2章 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年次では次の調査の実施を提言する。

地質、鉍微地・変質帯、重力分布、地化学異常やIP異常から、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を提言する。

調査地区

- (1)Lahanos～Killik鉍床間
- (2)Killik～Kepçelik鉍床間
- (3)Çalkaya～Taflancık間
- (4)Çimaklı～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は、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て実施する。

(4)Çimaklı～Karaerik鉍床間では、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。

参 考 文 献

参 考 文 献

- Abhijit Dey and H. Frank Morrison(1973):Electromagnetic Coupling in Frequency and Time-Domin Induced-Polarization Surveys Over a Multilayered Earth. Geophysics, VOL. 38, NO. 2
- Coggon, J. H. (1971):Electromagnetic and Electrical Modeling by the Finite Element Method. Geophysics, Vol. 36, No. 1, 115-132
- Date, J. (1982):Quantitative Estimation of Mobile Components During Mineralization in Footwall Dacite Lava of Fukazawa Kuroko Deposits, Akita Prefecture. Vol. 32, No. 1, P35-45.
- Date, J. (1993):Zonal Alteration around the Fukazawa Kuroko Deposits, Akita Prefecture, Northern Japan. Mining Geology, Monograph 5, P365-386.
- Date, J. (1994):Ore Deposits Resemble to Black Ore Deposits in Turkey, Vol. 44, No. 1, 65-74P.
- Date, J. and Watanabe, H. (1979):Alteration around Fukazawa Kuroko Deposits, Akita Prefecture, with Special Reference to Aonal Distribution of Alteration Minerals in Hanging Wall Rocks. Vol. 29, No. 6, P351-P361.
- Demir Export(1990):Lahanos Bakir-Cinko Yatağında Yapılan Arama Ve Değerlendirme Çalışmaları.
- Geological Survey of Japan(1993):Chishitu News, No. 467, 69P.
- Güven, I. H., Serdar, A. H., Er. M. and Ozdogan, K. (1992):Mineral Deposits and Metalogenic Zonality of the Eastern Pontides Magmatic Arc, NE Turkey. Proceedings of ISGB, P. 61.
- Ishikawa, Y., Sawaguchi, T., Iwaya, S., Horiguchi, M. (1976):Delineation of Prospecting Targets for Kuroko Deposits Based on Mode of Volcanism of Underlying Dacite and Alteration Haloes. Mining Geology, Vol. 26, P105-117.
- 井上英一(1970):トルコの地質ならびに銅, 鉛, 亜鉛の開発(トルコの地質概説). 金属鉱物探鉱促進事業団資料センター編. 海外資料第15号, P1~P68.
- 加藤碩一(1991):トルコ東部のプルアパートベイズン. 構造地質, 第36号, P65-75.
- Kormaz, S., Er, M., Van, A., Musaogul, A., Keskin, I. and Tuysuz, N. (1992):Stratigraphy of the Eastern Pontides, NE-Turkey. Proceedings of ISGB, P. 17.
- 森林成生(1990):Variable Density補正の新しい方法, 物理探査, vol. 43(2), p. 97-106.
- Murat Erendil(1993):Geological Setting of Anatolia(Japanese). Chishitu News No. 467, P11-20.
- 中島輝允(1993):北鹿ベイズンの地質構造・火成活動と黒鉄鉱床形成場, 地質調査所月報, vol. 44 (2/3/4), p. 251-282.
- 日本鉱業会(1977):地球化学探査ハンドブック, 238P.
- Rijo, Luiz. (1977):Modeling of Electric and Electromagnetic Data. Phd. Thesis, University of Utah.
- Rose, A., Hawkes, H. E., Webb, J. S. (1979):Geochemistry in Mineral Exploration. 657P.
- 瀬谷 清(1965):重力異常から見た秋田県北鹿地帯の地下構造ならびに重力異常と鉄床群との関係について, 地質調査所月報, vol. 16(6), p. 361.

The Society of Mining Geologists of Japan(1974):Geology of Kuroko Deposits. Mining
Geology Special Issue, No. 6. 435P.

Talwani, M., Worzel, J.L. and Landisman, M. (1959):Rapid gravity computation for two-
dimensional bodies with application to the Mendocino Submarine fracture zones.
Jour. Geophys. Res., vol. 64, p. 49-59.

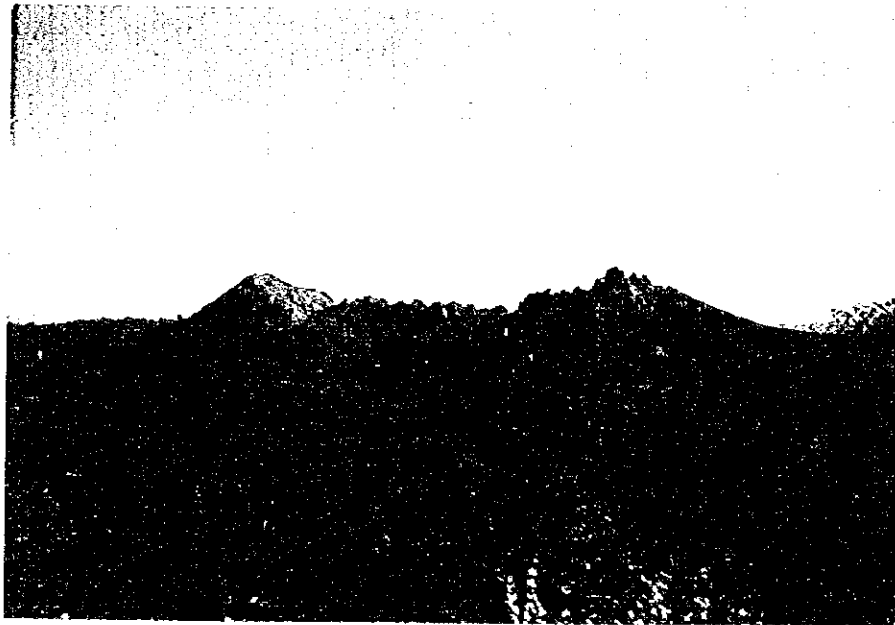
その他の文献は表1-2 既存調査一覧表に記載。

卷末資料

A-1 調査地域写真



Lahanos Mine



Kizilkaya Mine

卷末資料 A - 1 調査地域写真

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for transparency and accountability, particularly in financial reporting and compliance with regulatory requirements. The text notes that organizations should implement robust internal controls and audit trails to ensure the integrity of their data.

2. The second section addresses the challenges of data security and privacy in the digital age. It highlights the need for organizations to adopt advanced security measures, such as encryption and access controls, to protect sensitive information from unauthorized access and cyber threats. Additionally, it stresses the importance of adhering to data protection regulations, such as the GDPR, to maintain trust with customers and stakeholders.

3. The third part of the document explores the role of technology in improving operational efficiency and productivity. It discusses how automation and digital tools can streamline processes, reduce errors, and free up resources for more strategic tasks. The text also mentions the importance of investing in employee training and development to ensure that the workforce is equipped to leverage these technologies effectively.

4. The final section discusses the importance of fostering a culture of innovation and continuous improvement. It encourages organizations to embrace change, experiment with new ideas, and learn from failures. The text suggests that regular communication and collaboration between departments are key to driving innovation and achieving long-term success.