

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

総括報告書

平成10年3月

JICA LIBRARY



J1142072(6)

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資

JR

98-051

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

総括報告書

平成10年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1142072 (6)

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、既存データ解析、地質調査、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8月から平成10年2月までの3カ年にわたって実施され、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、3カ年間の調査結果をとりまとめたものである。

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

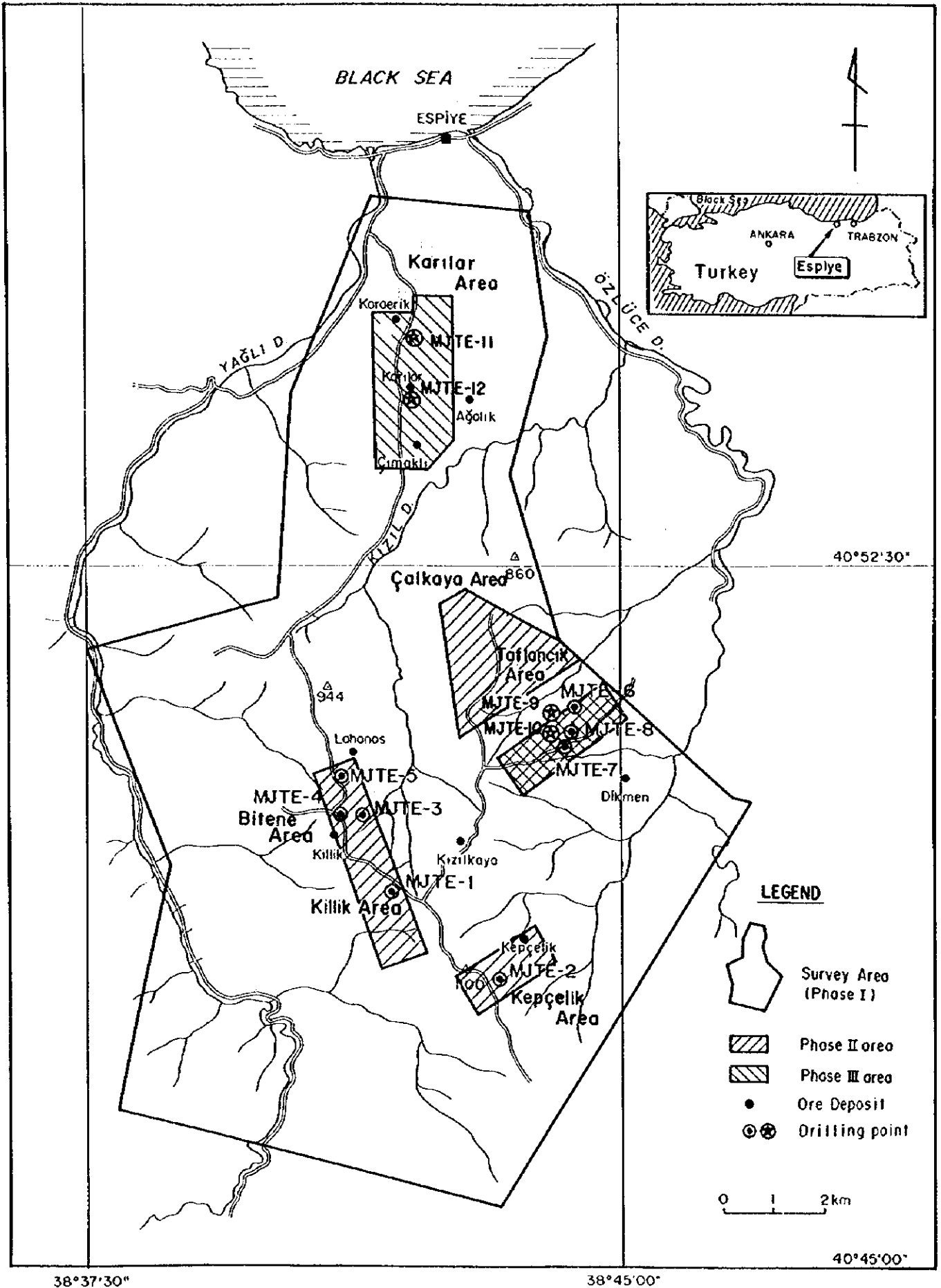
平成10年3月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 藤 田 公 郎

金 属 鉱 業 事 業 団

理 事 長 檜 山 博 昭



調査位置図

要 約

本調査報告は、トルコ共和国エスピーエ地域資源開発協力基礎調査の3カ年におわたる調査結果を総括したものである。

調査の目的は、エスピーエ地域において、地質・鉱化状況の調査および解析を通じ、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である。

調査の内容は、第1年次調査として、既存データ解析、地質調査（含地化学探査）、物理探査（重力法、IP法）を実施した。第2年次調査としては、物理探査（IP法）及びボーリング調査（8孔）を実施し、3年次調査では、物理探査（IP法、CSAMT法）、ボーリング調査（4孔）を実施した。

以上の調査結果から次のことが明らかとなった。

・地域内の鉱徴地には、塊状硫化物型の鉱徴以外に、より新期の鉱化作用に関連した鉱化が存在する。塊状硫化物の鉱床としては、現在稼行中のLahanos鉱床（鉱量約150万t）の他、Kizilkaya鉱床（残存鉱量約30万t）、Killik北及び南鉱床（残存鉱量約9万t）などがあり、古くから探鉱活動が行われている。

新期の鉱化作用に関連した鉱床としては、北部のKaraerik鉱床、Karılar鉱床などがあり、残存するカラミから、過去活発な鉱山活動があったことがうかがえる。

・本地域の地質は、下位から、安山岩質火山岩類からなるÇatak層、デイサイト～流紋岩質溶岩を主とし、凝灰岩を伴うKizilkaya層、デイサイト～流紋岩質火山岩類を主とし、多くの貫入岩類を伴うÇağlayan層で構成され、これらは白亜紀後期の火成活動に関連して形成された。このうち、Lahanos鉱床で代表される塊状硫化物鉱床は、Kizilkaya層上部に胚胎されÇağlayan層の凝灰岩、ヘマタイトデイサイトに覆われる。

・下盤Kizilkaya層デイサイトには、著しいセリサイト化を主とした粘土化変質がみられ、しばしばカオリンを伴う。この変質は調査地域中央部でLahanos鉱床、Killik鉱床、Kizilkaya鉱床を含み北東方向のÇalkaya～Taflancık地区に向けて広がり、しばしば上盤側まで連続することがある。

・ボーリング調査の結果は、各孔で部分的に優勢な網状鉱化帯を捕捉することができ、特にKillik地区のMJTE-1では銅の鉱染帯25cm（品位Cu 4.88%）、Bitene地区のMJTE-3では厚さ約20cmの黄鉱質塊状鉱（品位Cu 12.58%, Au 2.06ppm）、Taflancık地区のMJTE-6では黄鉱質の礫を捕えたが、大規模な塊状鉱体が存在する可能性は低いと判断された。

・IP法調査の結果からTaflancık地区や、Killik地区では下盤の広範囲な網状鉱化を反映した異常帯を新しく抽出することができたことにより、黒海地帯の上盤に厚く覆われた地域でもIP法は有効に活用できるといえる。

・調査地域周辺ではNE系の構造が支配的であると考えられることから、塊状硫化物鉱床の鉱化ゾーンとしてはLahanos～Kizilkaya鉱床を含みNE系に広がる地帯が有望であると考え

られる。

以上の結果を踏まえ将来に向けて以下の調査を実施することを提言する。

- ・Lahanos 鉱床のNE方向に広がる，Çalkaya地区に対する可採深度の深いIP法の再調査とボーリング探査。
- ・東黒海地域における塊状硫化物型鉱徴地の見直しと，下盤デイスайトの詳細な調査。

目 次

はしがき	
位置図	
要 約	
	頁
第I部 総 論	1
第1章 調査概要	1
1-1 調査地域	1
1-2 調査目的	1
1-3 調査方法及び調査量	1
1-4 調査期間及び調査員	1
第2章 従来 of 調査	6
第3章 調査地域周辺の地質概要	7
3-1 地質及び地質構造	7
3-2 鉱床	7
第4章 調査地域の概要	10
4-1 交通	10
4-2 調査環境	10
第5章 結論及び提言	11
5-1 結論	11
5-2 将来への提言	12
第II部 各 論	13
第1章 既存データ解析	13
第2章 地質調査	17
第3章 物理探査	41
第4章 ボーリング調査	90
第5章 調査結果の総合検討	105
第III部 結論及び提言	107
5-1 結論	107
5-2 将来への提言	108
参考文献	

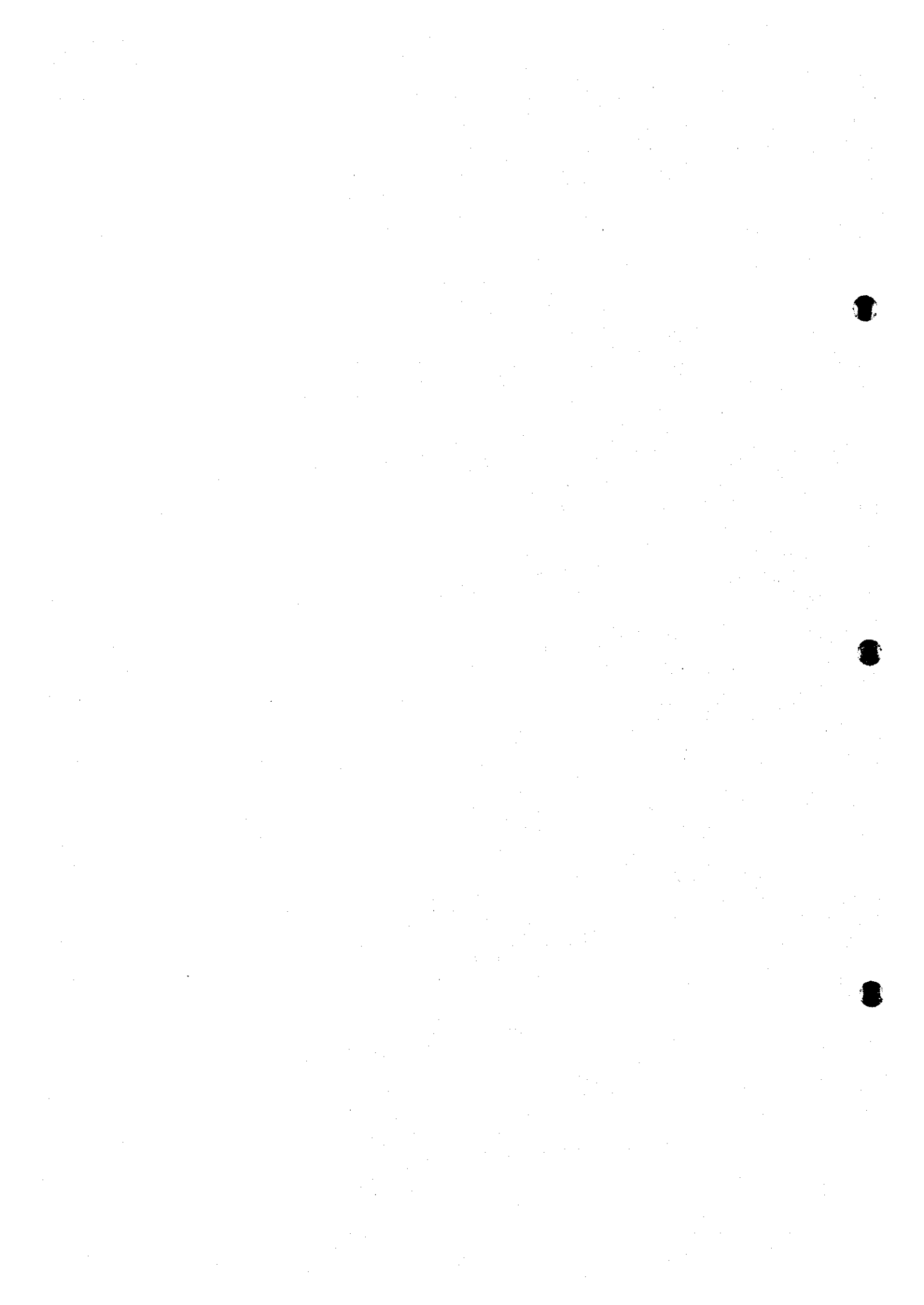
図表一覧

図	頁
図 I - 1 - 1 調査フローシート	2
図 I - 1 - 2 有望鉱床地抽出フローチャート	3
図 I - 3 - 1 黒海東部地区鉱床区図	9
図 II - 1 - 1 既存データ解析結果図	16
図 II - 2 - 1 地質図	21~22
図 II - 2 - 2 地質模式層序図	23
図 II - 2 - 3 変質帯分布図	33
図 II - 2 - 4 地化学探査結果図(岩石第2主成分)	40
図 II - 3 - 1 重力探査の手順	43
図 II - 3 - 2 広域傾向面残差図	44
図 II - 3 - 3 ブーゲー異常図 ($\rho = 2.40\text{g/cm}^3$)	45
図 II - 3 - 4 ブーゲー異常図 ($\rho = 2.60\text{g/cm}^3$)	45
図 II - 3 - 5 等重力線図(バリアブルデンシテイ)	46
図 II - 3 - 6 1次傾向面残差図(バリアブルデンシテイ)	46
図 II - 3 - 7 短波長重力図	47
図 II - 3 - 8 I P法測定概念図	49
図 II - 3 - 9 I P法計測方法概念図	49
図 II - 3 - 10 CSAMT法測定概念図	50
図 II - 3 - 11 見掛比抵抗・充電率断面図(第1年次 A, B, C, E測線)	55~56
図 II - 3 - 12 見掛比抵抗・充電率断面図(第1年次 D, F, G, H測線)	57~58
図 II - 3 - 13 解析断面図(第1年次 A, D測線)	59
図 II - 3 - 14 解析断面図(第1年次 E, G測線)	60
図 II - 3 - 15 見掛比抵抗・充電率断面図 Killik地区(A, B, C測線)	64
図 II - 3 - 16 見掛比抵抗・充電率断面図 Kepçelik地区(D, E測線)	65
図 II - 3 - 17 見掛比抵抗・充電率断面図 Taflancık地区(F, G測線)	66
図 II - 3 - 18 見掛比抵抗・充電率断面図 Taflancık地区(H, I測線)	67
図 II - 3 - 19 見掛比抵抗・充電率断面図 Çalkaya地区(J, K, L, M, N測線)	68
図 II - 3 - 20 解析断面図(第2年次 A, D測線)	69
図 II - 3 - 21 解析断面図(第2年次 F, H, I測線)	70
図 II - 3 - 22 Lahanos-Taflancık地区 I P法調査結果総括図	71~72
図 II - 3 - 23 見掛比抵抗断面図(Karlılar地区)	75
図 II - 3 - 24 充電率断面図(Karlılar地区)	76
図 II - 3 - 25 岩石及び鉱石の見掛比抵抗と充電率の関係	77

	頁
図 II - 3 - 2 6 岩石及び鉄石のMF	77
図 II - 3 - 2 7 解析断面図 (Karlılar地区 比抵抗)	78
図 II - 3 - 2 8 解析断面図 (Karlılar地区 充電率)	79
図 II - 3 - 2 9 解析断面図 (Karlılar地区 MF)	80
図 II - 3 - 3 0 解析断面図 (a=100m)	81
図 II - 3 - 3 1 CSAMT法見掛比抵抗平面図	85
図 II - 3 - 3 2 CSAMT法1次元比抵抗構造断面図	86
図 II - 3 - 3 3 CSAMT法1次元比抵抗構造平面図	87
図 II - 3 - 3 4 CSAMT法2次元比抵抗構造断面図	88
図 II - 3 - 3 5 Karlılar地区物理探査結果総括図 (IP法, CSAMT法) ..	89
図 II - 4 - 1 ボーリング調査位置図 (Bitene~Taflancık地区)	96
図 II - 4 - 2 ボーリング調査位置図 (Taflancık~Karlılar地区)	97
図 II - 4 - 3 ボーリング地質断面図 (MJTE-1, MJTE-2)	100
図 II - 4 - 4 ボーリング地質断面図 (MJTE-3, MJTE-4, MJTE-5)	101
図 II - 4 - 5 ボーリング地質断面図 (MJTE-6, MJTE-7, MJTE-8)	102
図 II - 4 - 6 ボーリング地質断面図 (MJTE-9, MJTE-10)	103
図 II - 4 - 7 ボーリング地質断面図 (MJTE-11, MJTE-12)	104
表	
表 I - 1 - 1 年度別調査方法及び調査総括表	4
表 I - 1 - 2 年度別調査期間及び調査員総括表	5
表 II - 1 - 1 既存データ解析資料一覧表	15
表 II - 2 - 1 地化学探査基本統計量一覧表	38
表 II - 2 - 2 相関係数一覧表	38
表 II - 2 - 3 主成分分析結果一覧	39
表 II - 3 - 1 岩石の密度表	44
表 II - 3 - 2 電気探査方法及び内容	48
表 II - 3 - 3 サンプルングタイム一覧表	49
表 II - 3 - 4 測定装置, 器材一覧表	51
表 II - 3 - 5 調査結果一覧表 (第1年次)	53
表 II - 3 - 6 解析結果総括表 (第1年次)	53
表 II - 3 - 7 調査結果一覧表 (第2年次)	61
表 II - 3 - 8 解析結果総括表 (第2年次)	62
表 II - 3 - 9 調査結果一覧表 (第3年次)	73

	頁
表II-3-10 解析結果総括表（第3年次）	74
表II-4-1 ボーリング試料化学分析結果一覧表	100

第 I 部
總論



第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要

1-1 調査地域

調査対象地域であるエスピーエ地域は、調査位置に示すように、トルコ共和国北東部、黒海沿岸の町エスピーエの南方に広がる面積約150km²の地域である。調査地域内には、現在稼行中の塊状硫化物鉱床であるLahanos鉱山をはじめ、数多くの鉱徴地が分布し、古い時代から採鉱活動が行われてる。

1-2 調査目的

エスピーエ地域には、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が、これらの鉱床に対する調査・調査手法の開発は十分とは言えず、これら鉱床に関する採鉱及び評価が急務とされていた。このため、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え、本地域の新鉱床発見のための基礎調査を行うと共に、同時にトルコ共和国機関への技術移転を図った。

1-3 調査方法及び調査量

本調査は、エスピーエ地域調査フローシート（図 I-1-1）及び有望鉱床地抽出フローチャート（図 I-1-2）に従って実施した。各年次の調査方法及び作業量を表 I-1-1 に示す。

1-4 調査期間及び調査員

各年次の調査の調査期間及び調査員名簿を表 I-1-2 に示す。

[調査フローシート]

第1年次
第2年次
第3年次

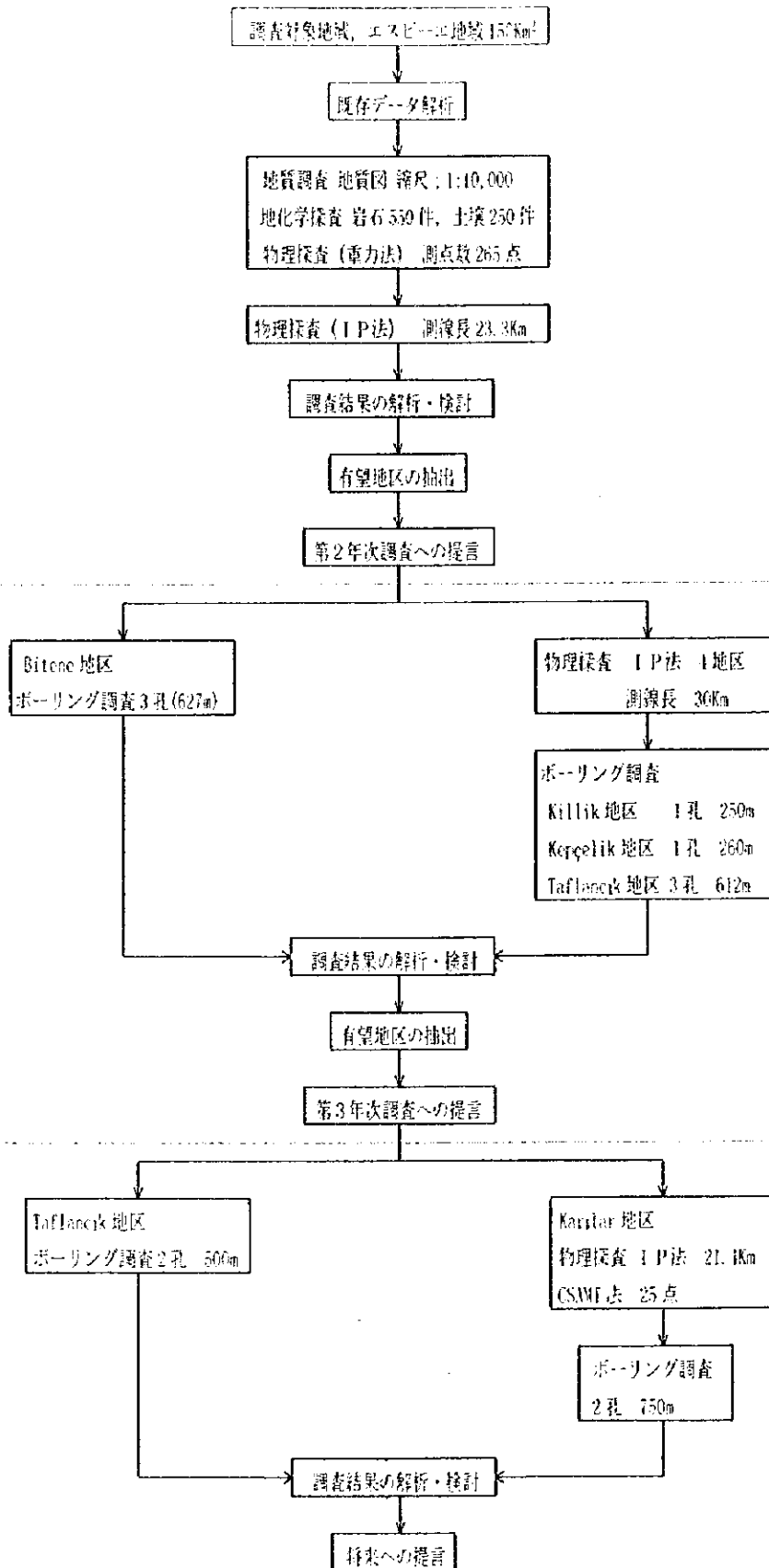


図 1-1-1 調査フローシート

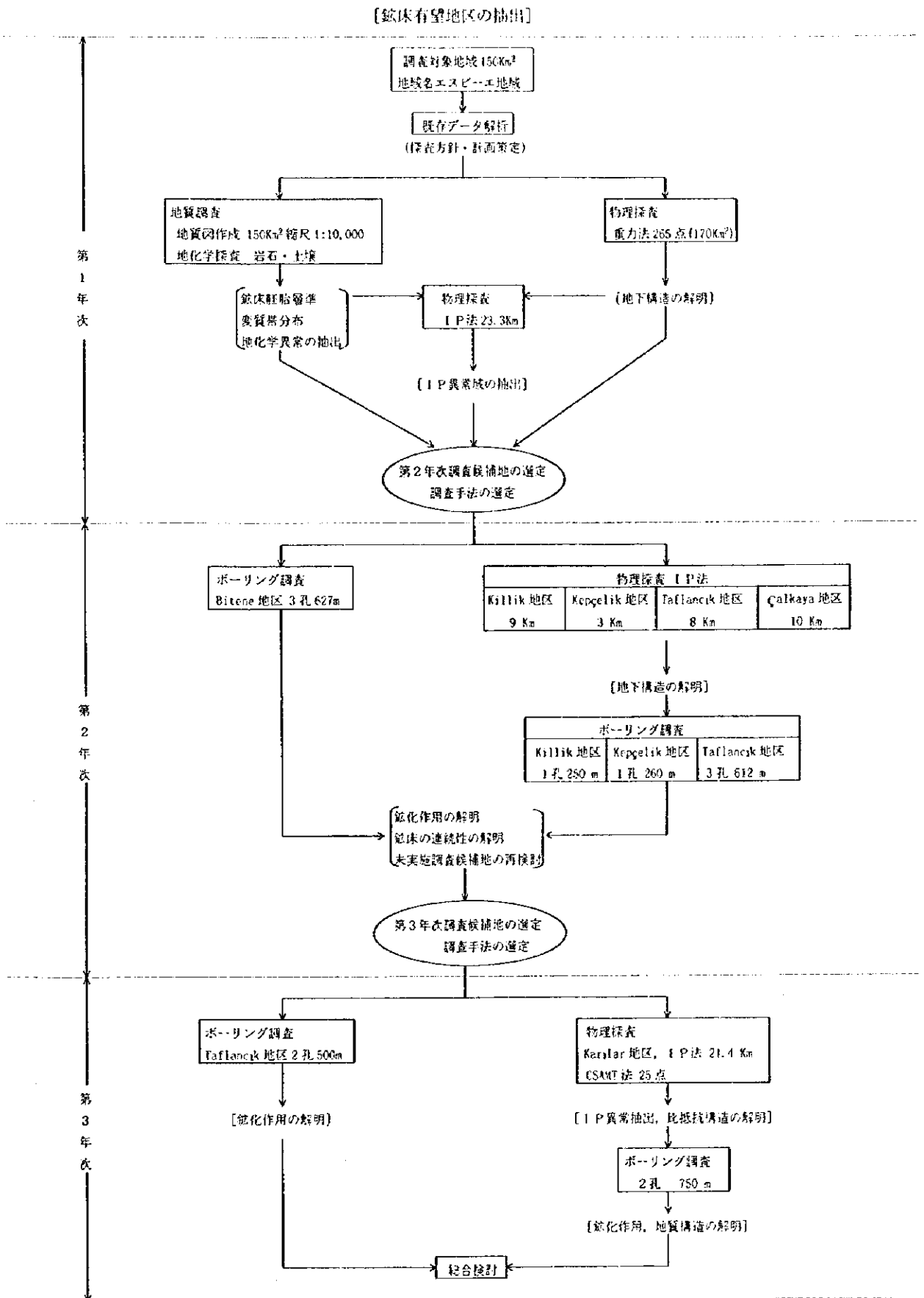


図 I - 1 - 2 有望鉄床地抽出フローチャート

表 1 - 1 - 1 年度別調査方法及び調査総括表

年度	調査方法	調査内容及び数量
第 1 年 次 (1995)	既存データ解析	既存文献の収集と解析 一式
	地質調査	調査面積 150 Km ² 踏査距離 100 Km 岩石薄片 20 件 鉍石研磨片 30 件 鉍石化学分析 50 件 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Mn, Mo, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, U, Th) 岩石化学分析 550 件 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Mn, Mo, Ba, SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , MnO, CaO, MgO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI) 土壤化学分析 250 件 (Mn, Fe, Cu, Zn, As, Ag, Mo, Sb, Ba, Au, Pb) X線回析試験 200 件
第 2 年 次 (1996)	物理探査	重力法 調査面積 170 Km ² 測点数 265 点 密度測定 112 件 IP法 測線延長 23.3 Km 測定点数 1,031 点 比抵抗及び分極率測定 45 件
	ボーリング調査	IP法 (Kilik, Kepçelik, Taflancık, Çalkaya 地区) 測線延長 30.0 Km 測定点数 1220 点 比抵抗・分極率測定 42 件 8孔 総掘進長 1,749.0 m 岩石薄片 15 件 鉍石研磨片 15 件 X線回析試験 40 件 K/Ar年代測 2 件 鉍石化学分析 43 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S)
第 3 年 次 (1997)	物理探査	Karılar 地区 IP法 測線延長 21.4 Km 測点数 370 点 CSAMT法 測点数 25 点 比抵抗・分極率測定 23 件
	ボーリング調査	Taflancık 地区 岩石薄片 12 件 2孔 掘延長 500 m 鉍石研磨片 10 件 Karılar 地区 X線回析試験 33 件 2孔 掘延長 750 m 鉍石化学分析 31 件 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, FeS)

表 I - 1 - 2 年度別調査期間及び調査員総括表

年度	調査期間	日本側メンバー	トルコ共和国側
第1年次	自1955. 8. 29 至1996. 3. 1	調査計画及び折衝	
		富永 潤一 (MMAJ)	Mehmet BALCI (MTA)
		高橋 健一 (JICA)	Yavuz ULUTÜRK (MTA)
		佐藤 直樹 (MMAJ)	Ramazan DOĞAN (MTA)
		岡本 孝 (MMAJ)	Murat ER (MTA)
		現 地 調 査	
		伊達 二郎 (DEC)	Murat ER (MTA)
		金龍 之緒 (DEC)	Nevzat KARABALIK (MTA)
		宮本 博 (DEC)	Huseyin YILMAZ (MTA)
		石川 潤一 (DEC)	Kemal ÖZDOĞAN (MTA)
		森林 成生 (DEC)	Mustafa K : KURUÇELİK (MTA)
岩城 倉榮 (DEC)	Ali Faik ALTINBAŞ (MTA)		
杉浦 則清 (DEC)	Turgut ÇOLAK (MTA)		
	Mustafa DEMİRHAN (MTA)		
	Hasan UĞURLU (MTA)		
	Hasan SOYLU (MTA)		
	Kadir DEMİR (MTA)		
	Ömer DUMAN (MTA)		
	Etem OFLU (MTA)		
	Erdem ÖZBAYRAK (MTA)		
現地指導監督			
	両角 春寿 (MMAJ)		
第2年次	自1996. 7. 15 至1997. 2. 28	現 地 調 査	
		藤原 茂久 (DEC)	Nevzat KARABALIK (MTA)
		石井 佐市 (DEC)	Huseyin YILMAZ (MTA)
		伊藤 金一 (DEC)	Mustafa K : KURUÇELİK (MTA)
		須藤 良一 (DEC)	Ali Faik ALTINBAŞ (MTA)
		岩城 倉榮 (DEC)	Turgut ÇOLAK (MTA)
		杉浦 則清 (DEC)	Hasan YEMEN (MTA)
		前川 勝利 (DEC)	Kadir DEMİR (MTA)
			Hasan SOYLU (MTA)
			Ömer DUMAN (MTA)
			Mustafa DEMİRHAN (MTA)
	Hürşit ASLANOĞLU (MTA)		
	Ersin KARABULUT (MTA)		
	Avni AKDENİZ (MTA)		
	Etem OFLU (MTA)		
	Erdem ÖZBAYRAK (MTA)		
現地指導監督			
	宮内 東洋 (MMAJ)		
	大野 克久 (MMAJ)		
第3年次	自1997. 6. 5 至1998. 2. 27	現 地 調 査	
		藤原 茂久 (DEC)	Nevzat KARABALIK (MTA)
		青山 達弘 (DEC)	Huseyin YILMAZ (MTA)
		岩城 倉榮 (DEC)	Mustafa K : KURUÇELİK (MTA)
		杉浦 則清 (DEC)	Ali Faik ALTINBAŞ (MTA)
		前川 勝利 (DEC)	Turgut ÇOLAK (MTA)
			Kadir DEMİR (MTA)
			Ömer DUMAN (MTA)
			Mustafa DEMİRHAN (MTA)
			Hürşit ASLANOĞLU (MTA)
			Avni AKDENİZ (MTA)
	Etem OFLU (MTA)		
現地指導監督			
	伊藤 正 (MMAJ)		
	遠藤 英史 (MMAJ)		

第2章 従来の調査

本地域は古くから（オスマン朝）鉱業活動が行われていたと言われるが、近代的な探査活動が行われるようになったのは、1930年代以後である。過去に稼行された形跡のみられる鉱山は、北部のKaraerik, Karılar, Ağalık, 中央部のLahanos, Killk, Kızılkayaなどであり、多量のカラミ（数万～数十万t）が残存している。これらの鉱山を含む鉱徴地に対して、近代になり、MTA, Etibankなど国の機関が主となり地質調査、物理探査（主にIP法などの電気探査）、ボーリング調査、坑道探鉱を展開した。

本地域内で現在唯一稼行されている鉱山であるLahanos鉱床は、1936からMTAによる調査が始まり、1960年まで地質調査、物理探査、ボーリング調査、坑道探鉱が行われた。引き続いて行われたK. B. I, Etibankによる坑道開削と坑内ボーリングにより推定鉱量230万t（平均品位Cu 3.6%, Zn 2.39%）の鉱体の存在が明かとなった。その後探鉱権を獲得したトルコの財閥系私企業（Demir Export A.Ş.）が1989年に地質精査、物理探査及び14箇所で、総延長1,315.5mのボーリング調査を実施し、鉱量1,124,000t（平均品位Cu 4.23%, Zn 3.31%）を確認し、1995年より操業を開始した。

広域的な地質図幅としては1/500,000地質図幅がトルコ全土をカバーしている。本地域を含む東黒海沿岸地域については、MTA黒海支所（トラブゾン）の地質技師により地質・鉱床に関するデータが蓄積されている。特に塊状硫化物鉱床はトルコに於いても重要なCu資源の供給源であり、塊状硫化物鉱床型の鉱徴地はよく探査されている。鉱床は白亜紀後期の酸性火山活動に関係して形成されたことが明かとなっており、その分布も北東国境近くのMurgulから黒海沿いに帯状に本地域西方のGiresunまで連続するとされている。

第3章 調査地域周辺の地質概要

3-1 地質及び地質構造

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～第四系である。

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。さらに, この上位には, 玄武岩～安山岩溶岩, 火山砕屑岩からなる始新世のカバキョイ(Kabaköy)層が不整合に重なる。この他第三紀と考えられる花崗岩質岩の分布が断続的にこのゾーンにみられる。

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

3-2 鉱床

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では鉱条(Stringer)・鉱染状であり, 銅を伴う細脈の集合体を露天掘りの対象としている。亜鉛, 石膏は鉱体の上部に限られて存在する。Çayeliでは鉱体は急傾斜のレンズ状鉱体であり, 上部から閃亜鉛鉱に富む砕屑(Clastic)鉱, 塊状黒鉱, 黄鉄の順である。調査地域

内に存在するLahanos鉛床は、Çayeliの鉛石と類似しているが、鉛床の分布形態がほぼ水平である点が異なる。

調査地域内では、唯一現在稼働しているLahanos鉛山があるが、この他Killik鉛床、Kızılkaya鉛床他多くの鉛徴地、休止鉛山が存在する。

地域外の北東約20kmにはKöprübaşı, Harkköy, İsrailなど多くの塊状硫化物鉛床群があり、本地域と合わせて、鉛床地帯を形成している。

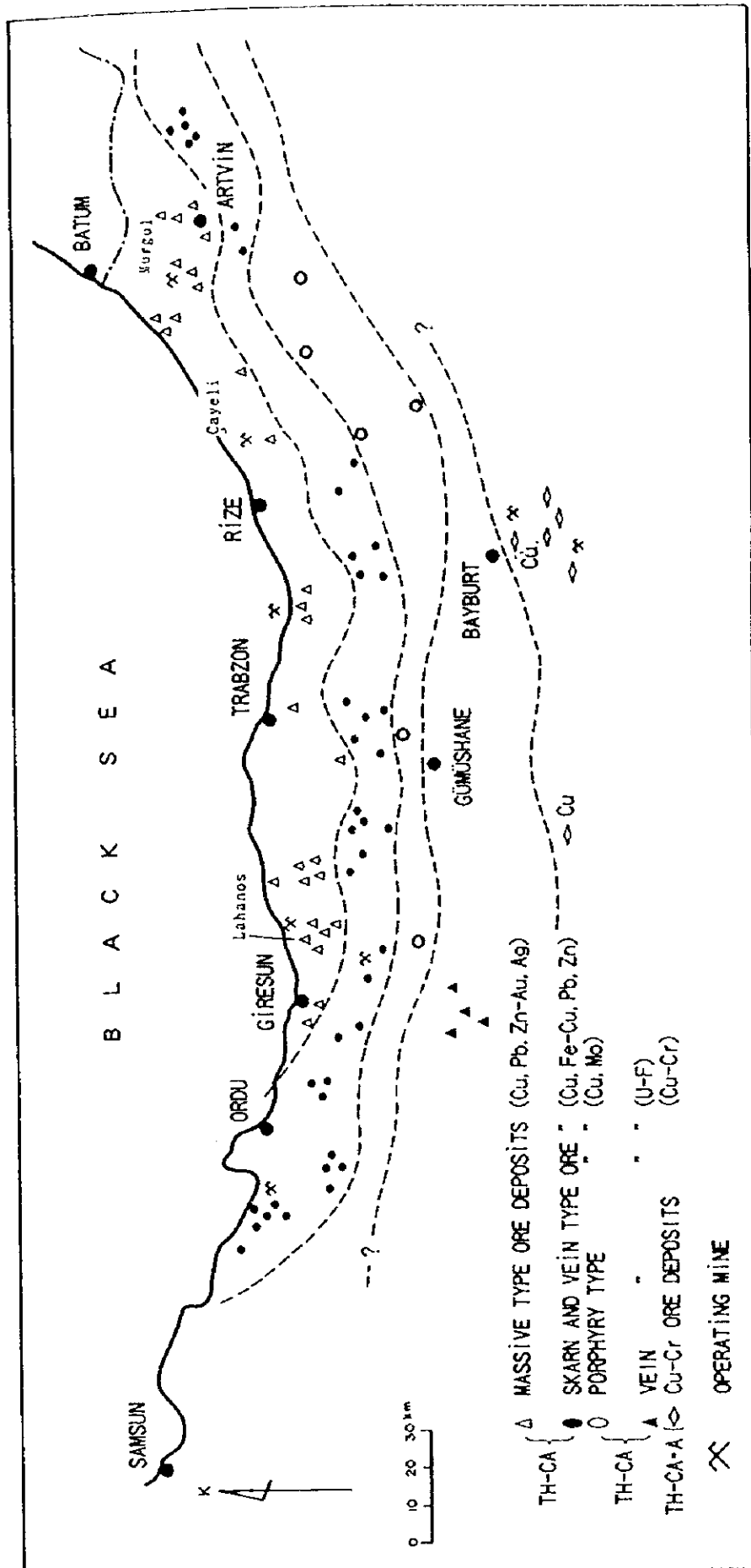


图 I - 3 - 1 黑海东部地区矿床区图

第4章 調査地域の概要

4-1 交通

エスピーエ地域は、トルコ共和国北東、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町 (Espiyе, 人口約1万) からその南方に広がる地域である。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経由し、車で約2時間弱である。

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ため、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。調査のベースとしたエスピーエ町からは、地域最南端まで四輪駆動車で約2時間を要する。

4-2 調査環境

4-2-1 地形及び水系

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

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

4-2-2 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、植生は比較的密に発達するところが多い。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、部分的に樅、ブナなどがみられる。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本地域では、既存データ解析、地質調査（鉱微地調査・地化学調査を含む）、物理探査（重力法・IP法・CSAMT法）、ボーリング調査が実施された。これら調査の結果を、総合的に解析した結果、次のような結論に達した。

調査地域には、稼行中のLahanos鉱床を始め数多くの鉱床・鉱微地が存在する。これまで、これら鉱床・鉱微地はすべて塊状硫化物型の鉱化作用に関係したものと考えられていたが、少なくとも北部のKarılar, Karaerik鉱床のように、新期の網状型の鉱化によるものが存在することが明らかとなった。

Lahanosなどの塊状硫化物型の鉱床は、後期中生代の酸性火山活動に伴い形成され、本地域では、Kızilkaya層の最上部に胚胎され、Çağlayan層の凝灰岩・ヘマタイトデイサイトに覆われる。鉱体近傍は、セリサイトを主とした著しい粘土化変質がみられ、しばしばカオリンを伴う。この変質作用は、Killik, Lahanos鉱床などで鉱体形成後も続き、上盤のÇağlayan層にも変質帯を形成した。Kızilkaya及びKarılar鉱床の近傍の変質帯から得られたセリサイトのK/Ar年代は77Maであった。

岩石地化学探査の結果では、主成分分析の第2主成分の高得点帯が鉱化作用を反映すると考えられた。

広域的行った重力探査の結果、地域周辺ではNE-SW～ENE-WSW系の重力トレンドが支配的であり、ブーゲー異常値は黒海に向かって高くなること、既存の地域内の鉱床は、高重力帯域の周辺に分布する物が多いことなどが明らかとなった。

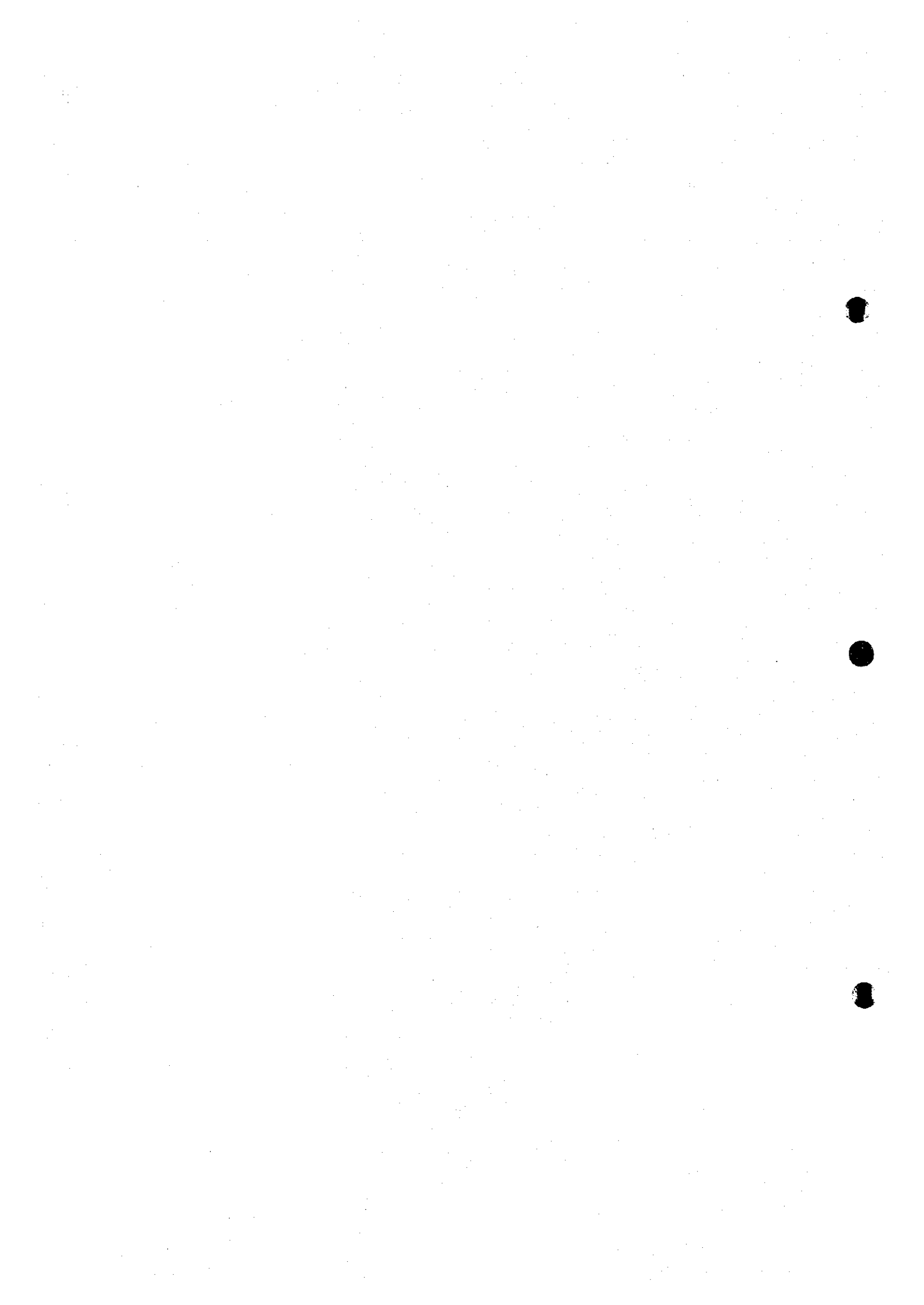
上盤に覆われた有望地区で実施した物理探査では、IP法が最も有効であると考えられた。すなわち、IP法の実施により、Taflancık地区では、広範囲で鉱化作用を反映した異常域が発見され、北部のKarılar地区では、既存の鉱体の形態をよく反映した異常を抽出した。また、Karılar地区で実施したCSAMT法では、鉱化作用に関連したENE-WSW系の構造が抽出された。

地表調査の結果などから抽出された有望地区で、第2年次、第3年次に合計12本のボーリング調査を実施した。その結果、Bitene地区で実施した、MJTE-3では厚さ20cmの黄銅質塊状鉱体（Cu 12.58%, Au 2.06ppm）を捕捉し、Taflancık地区では、MJTE-6で黄銅質の礫が確認された。その他の孔井でも下盤Kızilkaya層デイサイト中に、黄銅鉱や閃亜鉛鉱を伴う黄鉄鉱・黄銅鉱～網状鉱化帯が確認され、塊状硫化物鉱床に関係する鉱化帯が広く分布することが明らかとなった。主要な鉱化帯は、Lahanos鉱床～Kızilkaya鉱床を含むゾーンで北東方向へ連続すると考えられた。

5-2 将来への提言

1. Çalkaya地区における、可探深度の深いIP調査とボーリング探査。
2. 本地域における下盤Kizilkaya層ダイサイトの詳細な解明と、東黒海地域における塊状硫化物型鉱微地の見直し調査。

第 Ⅱ 部
各 論



第1章 既存データ解析

1-1 調査方法

当調査地域は古くから鉱山地帯として有名であったが、現存する主なる調査資料は1939年以降のものである。1939年以降、当調査地域内においてはMTA, Etibank(含むKBI, Demir Export)による地質調査, 物理探査, 試錐探鉱等が多数実施されている。これら資料の収集及び解析はアンカラ, トラブゾンのMTA事務所を中心に行われた。

1-2 調査結果

調査結果を図II-1-1及び表II-1-1に示した。

1-2-1 地質

トルコ共和国全土は、MTAによる1/50万地質図幅18葉によってカバーされているが、本地域はそのうちSAMUSUN図幅に含まれる。このほか広域的なものとしてMTA黒海支所の地質技師による1/50万の東黒海地域の地質図がある。また、Demir Export Co.による1/25000図幅が本地域をカバーしている。この中で1/50万の東黒海地域の図幅は広域的な対比に基づき作成されている。それによれば、調査地域及び周辺の地質は、ジュラ紀とされるベルディガー層の上に重なる後期白亜紀～晩新世と考えられる、チャタック(Çatak)層、クズルカヤ(Kızılkaaya)層、チャーラヤン(Çağlayan)層がこの順で整合に重なりとされる。

Çatak層は安山岩・玄武岩溶岩及び同質火山砕屑岩, 砂岩, シルト岩, 石灰岩より成っている。その層厚は、約1,500mであり、調査地域内の南部～西部に分布する。その上位のKızılkaaya層は、デイサイト・流紋岩溶岩及び同質火山砕屑岩より成っている。その層厚は約500mで、地域内中央部に分布する。また本層の最上部が塊状硫化物鉱床(黒鉄々床)の胚胎層準とされている。さらにその上位のÇağlayan層は地域内北部を中心として分布している。その岩相は広域的には玄武岩・安山岩溶岩及び同質火山砕屑岩を主とし砂岩, 泥岩, 石灰岩を随所に夾在するとされているが、当調査地域内ではデイサイト質火山砕屑岩に富み、デイサイト溶岩, 泥岩も夾在する。層厚は約1,000mである。

この他、調査地域外北東部に安山岩・玄武岩及び同質火山砕屑岩より成るカバキョイ(Kabaköy)層が約750mの層厚を持って分布している。時代は始新世と考えられ、下位層との関係は不整合である。

貫入岩体としては後期白亜紀の花崗岩質岩, 始新世の閃緑岩, 石英閃緑岩が調査地域周辺で認められる。

1-2-2 鉱床

調査地域内には現在稼行中の鉱山(Lahanos)及び多くの休止鉱山, 鉱徴地が分布するため、近代になってからもこれらを対象に多くの調査が実施されている。調査の多くが鉱床近辺の地質精査, 物理探査(主にIP等の電気探査), ボーリング調査であるが、これら鉱徴地が全て塊状硫化物型の鉱化作用との考え方が主流である。

現在稼行中の鉱山であるLahanos鉱山は、エスピーエ町の南方約15kmに位置する。MTAが1958～1960年に2ヶ所で探鉱坑道、10孔の坑内試錐、67孔の坑外試錐を実施し、鉱量230万t (Cu 3.59%, Zn 2.34%) を推定した。その後、Demir Export Co. (トルコの有力財閥の鉱業部門) が租鉱権を獲得し、1989年には14孔の試錐調査 (総掘進長1315.5m) を実施した結果、鉱量約150万t (Cu 4.25%, Zn 3.31%) を最終的に計上している。1995年4月から租鉱500t/day (Cu 3.8%, Zn 3.2%)、銅精鉱70t/day (Cu 22%, Zn 4%, Pb 2%)、亜鉛精鉱10t/day (Zn 50%, Cu 5%) を生産している。銅精鉱はサムスン市のKBIの製錬所へ、亜鉛精鉱はドイツ (Metallgesellschaft) へ売鉱している。従業員は探査、採鉱、選鉱、工務部門合わせて約100名。採鉱の能力が選鉱のそれを上回っており、租鉱の貯鉱が増加すると採鉱を一時中断して、人員を選鉱へ配置している。

鉱床は黄鉄鉱・黄銅鉱に富み少量の閃亜鉛鉱を含む塊状黄鉱で、その下位のデイサイト中には粘土化、珪化、角礫化、黄鉄鉱の鉱染及び網状脈が認められる。鉱体の厚さは最大15m、平均的には3～5m、数鉱体が同一層準にレンズ状に胚胎されている。

この他Lahanos鉱床南方にはKillik鉱床があり、MTA及びDemir Export Co.により行われた探査活動の結果鉱量約17万t (Cu 5.2%, Zn 5.0%) が確認されているが、現在は稼行されていない。また、Lahanos鉱床の南東にあるKizilkaya鉱床についてもMTA, Etibank, K. B. Iによる探査が行われ鉱体、計約30万tが確認されている。

残存するカラミの量から過去に稼行されたと考えられる鉱床として、北部のKaraerik, Kartlar, Ağalıkなどがある。近年になってMTAの探査が行われているがいずれも経済的な鉱体は確認されていない。この他の鉱徴地としては、Çımaklı, Dikmen, Kepçelikなどがあり探鉱が行われているが、鉱体の発見には至っていない。

1-2-3 物理探査

調査地域全体をカバーするものとして広域重力図があるが、これは、MTAが長年にわたってトルコ共和国全域を対象に実施してきたものである。この調査は測点の間隔が5～10kmで、国土の全域をほぼカバーしており、広域的な重力分布の傾向を知る上では有用である。ただし重力データは、地形図と同様に軍事機密扱いとなっているため、生データの形で入手する事はできず、コンター図の形でMTAから提供を受けた。提供された当調査地域周辺のコンター図はブーゲー異常図、残差図等で、60km×70kmの範囲が縮尺約1/500,000で図化されている。

鉱徴地近辺では電気探査 (主としてIP法) がしばしば実施されている。Lahanos鉱床直上では最大30mV/Vの異常が捕らえられている。その他の探査ではCSAMT法、SP法、EM法が試みられているが、いずれの調査においても、可探深度が浅く、見掛の測定データが主であり、2次元解析等の構造解析は行われていない。

表 II - 1 - 1 既存データ解析資料一覧表

Document Number	Author	Age	Title
01	Unidentified	1939	Electro-magnetic Data in Giresun-Espiye-Col Area.
02	Unidentified	1939	Geophysical Data in Giresun-Espiye-Karilar Area.
03	Eksper Muh and Brousse, J.J.	1940	Espiye-Israill Mintakasinda Yapilan Elektrik Prospeksiyonuna Mateallik Ikinci Rapor.
04	Muh. Jeol V. Kovenko	1940	Aglikmaden(Espiye) Ocaginin Ml Topografya Noktasi(Rakim Takriben 325m) Altinda Cevher Mevcudiyeti Imkantarina Mateallik Not.
05	Ragib Gencer	1940	Aglik(Espiye) P.S. Etudu Hakkinda Not.
06	Unidentified	1943?	Geophysical Data in Giresun-Espiye-Agalik Area.
07	Ahmet Acar	1960	Lahanos Ile Killik Arasindaki Sahanln Rezistivite Etudu.
08	Unidentified	1960	Electro-magnetic Data In Giresun-Espiye-Karilar Area.
09	Unidentified	1961	Electro-magnetic Data In Giresun-Espiye-Kozkoy Area.
10	Unidentified	1967	Eti Bank Espiye Santiyesi Giresun Vilayeti Lahanos Maden Kizilkaya Sahasi Jeofizik Etudu Raporu.
11	Ugur Kaynak	1969	Karaerik Bakirli Pirit Zuhuru Induced Polarization Etudu Hakkinda Rapor
12	Sinasi Apaydin	1970	Giresun-Espiye-Kizilkaya Bakir Aramalari Jeofizik I.P. Etudu Raporu.
13	Ugur Kaynak	1970	Eti Bank 1970 Ipecelik I.P. Etudu Raporu.
14	Ugur Kaynak	1970	Eti Bank 1970 Kizildere I.P. Etudu Raporu.
15	Ugur Kaynak	1970	Eti Bank Giresun Espiye 1970 Kizildere I.P. Etudu Raporu.
16	Ugur Kaynak	1970	Eti Bank Maden Aramalari Subesi Agalik 1970 IP Etudu Raporu.
17	Ugur Kaynak	1970	Eti Bank Maden Aramalari Subesi Espiye Karilar Pirit Maden 1970 I.P. Etudu Raporu.
18	Unidentified	1975	Geophysical Data in Giresun-Espiye-Dikmen area.
19	Karaman, I.	1981	Geologic Research Front Report of Giresun-Espiye area.
20	Emin Hokelekli and Pccai Boyukalin	1982	Israildere-Karilar-Karaerik-Killik Madeni Dogal Potansyel Calismalari.
21	Mustafa Cakir and Yusuf Cekic	1982	Giresun-Espiye Killik Yoresinin Jeoloji Raporu.
22	Seyran Sardar and Mustafa Demirhan	1987	Giresun-Espiye-Killik-Sahasi Bakir-Mursun-Cinko Aramalari Jeofizik Induklea Polarizasyon(I.P.) Etudu.
23	Mustafa Demirhan	1989	Giresun-Espiye-Cinakli-Karilar Sahasi Bakir-Mursun-Cinko Aramalari Indukleamis Polarizasyon(IP) Etudu.
24	Demir Export A.S.	1990	16.03.1988 Tarihli Anlasma Kapsaminda Giresun-Espiye Guneyi Sahalarinda 1989 Yilinda Yapilan Arama Calismalariyla Ilgili Faaliyet Raporu.
25	Demir Export A.S.	1990	Lahanos Bakir-Cinko Yataginda Yapilan Arama ve Degerlendirme Calismalari.
26	Demir Export A.S.	1992	16.03.1988 Tarihli Anlasma Kapsaminda Giresun-Espiye ve Tirebolu Sahalarinda 1991 Yilinda Yapilan Arama Calismalariyla Ilgili Faaliyet Raporu.
27	Demir Export A.S.	1993	Giresun-Espiye-Kizilkaya Cu-Zn Yataginin Jeoloji Raporu.
28	Demir Export A.S.	1994	16.03.1988 Tarihli Anlasma Kapsaminda Giresun-Espiye ve Tirebolu Sahalarinda Yapilan Arama Calismalariyla Ilgili Faaliyet Raporu.
29	Demir Export A.S.	1995	16.03.1988 Tarihli Anlasma Kapsaminda Giresun-Espiye Sahalarinda Yapilan Arama Calismalariyla Ilgili Faaliyet Raporu.

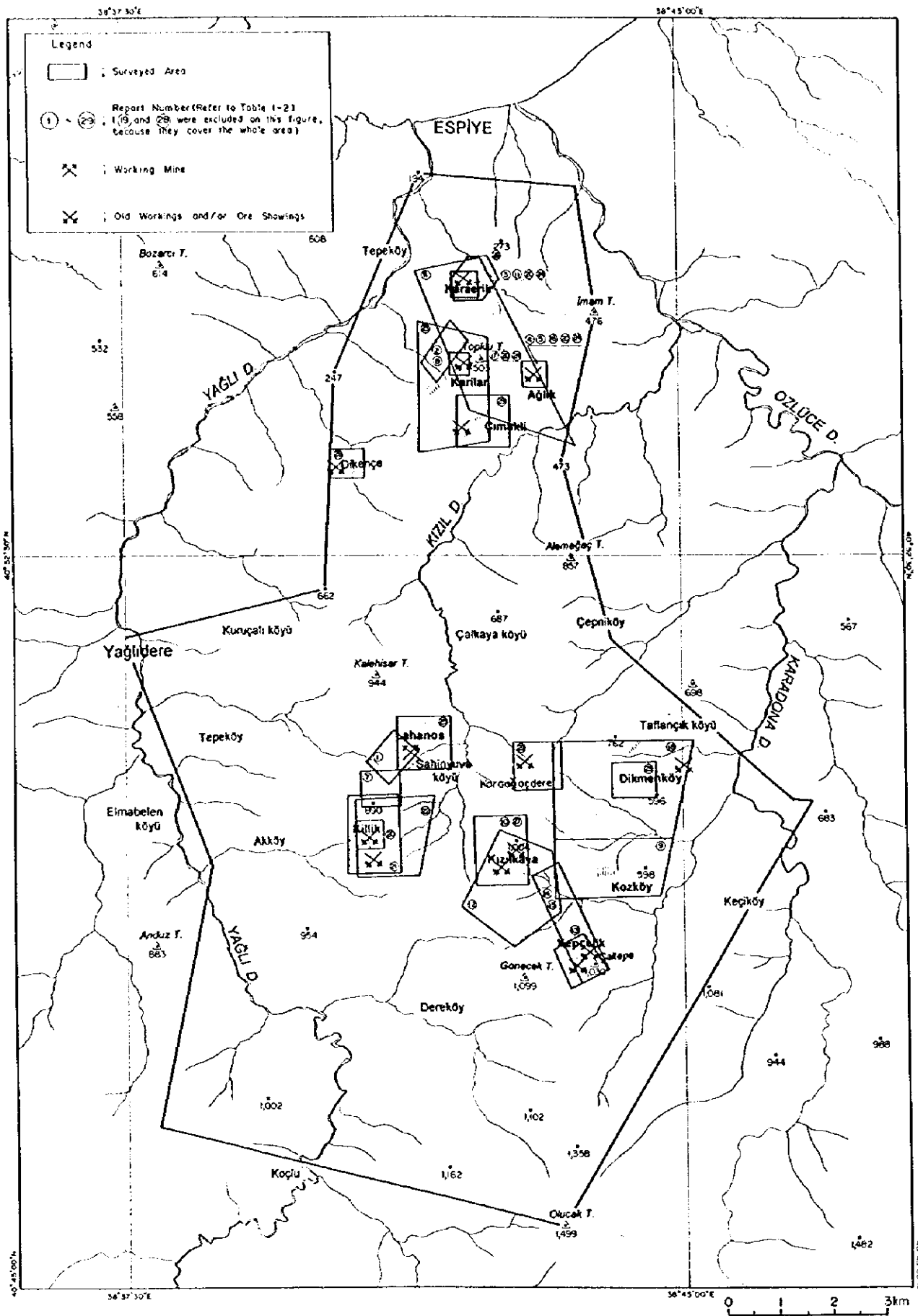


図 II - 1 - 1 既存データ解析結果図

第2章 地質調査

2-1 調査方法

本地域の地質調査は地質踏査と地化学探査からなる。地質踏査に当っては縮尺2万5千分の1の地形図を1万分の1に拡大し、これを使用してルートマップを作成した。踏査ルートの選定に際しては既存資料の解析結果を参考にした。

塊状硫化物鉱床はある特定の層準に規制されて胚胎することから、地層区分には特に注意を払った。本地域の上・下盤はともにデイサイト質で、類似した岩質を示すことから、両者の区分のため、上・下盤の境界に狭在する泥質岩（細粒凝灰岩）を鍵層とし追跡した。

2-2 調査結果

地質図及び模式層序図を図II-2-1～2に示す。

2-2-1 地質概論

調査地域の地質は下位より、後期白亜系～前期暁新統に属するÇatak層、Kızılkaya層、Çağlayan層及び貫入岩類から構成されている。これら地層名・地層区分はGüven et al. (1992)のトルコ北部の地質層序表に拠る所が多いが、本調査で行ったボーリング調査の結果も加味して以下に述べる。

2-2-2 地質各論

1. Çatak層

本層は、安山岩溶岩(Çad)及び同質火砕岩(Çtf)を主とし、泥質岩～石灰質岩(Çms)を狭在する。西部及び南部のYağlı川流域に広く分布し、その層厚は1,000mを越える。緑泥石化作用及び緑簾石化作用が特徴的であり、広域的な熱水～低温変成・変質作用を被っているが、強い変成作用は認められない。

安山岩溶岩(Çad)は自破砕状で、暗緑色～淡緑色を呈する。安山岩質火砕岩薄層を狭在する。粒径1～2mmの長石を普通に含み、粒径が5～10mmの長石を含むところも認められる。有色鉱物は緑泥石に交代している。また石基や空隙には緑簾石や沸石が晶出している。顕微鏡観察によれば、斑晶は斜長石や普通角閃石からなり、石基はガラス、斜長石、鉄鉱物からなる。変質作用により石英、黄鉄鉱、緑泥石、セリサイト、方解石、緑簾石などが生じている。

安山岩質火砕岩(Çtf)は、暗緑色～淡緑色の凝灰岩～凝灰角礫岩からなる。凝灰岩は層理が明瞭である。火砕岩の礫は本質礫からなる。層厚は200m以下である。鏡下では礫は安山岩の本質礫からなり、基質はガラスや斜長石からなる。変質作用により石英、粘土鉱物、方解石が生成している。

泥質岩(Çms)は灰緑色～灰褐色を呈し、層理が明瞭である。層厚は50m以下である。石灰質岩は灰色～灰白色を呈し、花崗岩貫入部付近では再結晶し、大理石化している。

2. Kızılkaya層

本層は、デイサイト溶岩(Kdc)及び同質火砕岩(Kt1, Kt2)からなる。地表では地域中央～

東部に広く分布する。

本層最上部にLahanos鉄床・Killik South鉄床（地域中央部）やAğalık鉄床（地域北部）などの塊状硫化物鉄床が胚胎する。

本層には緑泥石化作用とセリサイト化作用が普遍的に認められ、広域的な熱水変質作用を被っているが、変成作用は認められない。特に、塊状硫化物鉄床周辺では、広域的な熱水変質作用のほか、鉄化作用に伴う白色粘土化変質作用が著しい。

デイサイト質火砕岩(Kt1)は本層の最下位に位置する。緑色から淡緑色を呈する一部層理の発達した凝灰岩～凝灰角礫岩からなる。火砕岩の礫は本質～類質礫からなる。石英や長石を普通に含む。鏡下では、基質はガラス、斜長石、輝石や不透明鉄物などからなる。変質作用により、石英、黄鉄鉄、緑泥石などの粘土鉄物や方解石が生成している。

デイサイト溶岩(Kdc)は緑色から淡緑色を呈する。デイサイト質火砕岩の薄層を挟在する。本岩は水中自破砕溶岩を主とするが、岩相は斑状、無斑晶状、塊状など変化に富む。特に、Ağalık鉄床・Killik South鉄床下盤を形成するデイサイト溶岩は、Lahanos鉄床下盤のものより石英含有量が多い。鏡下では、斑晶は石英、斜長石や鉄鉄物からなり、石基はガラス、斜長石、輝石や不透明鉄物などからなる。変質作用により石英、黄鉄鉄、緑泥石やセリサイトなどの粘土鉄物や方解石などを生じる。

デイサイト質火砕岩(Kt2)は本層の最上位に位置する。緑色から淡緑色の凝灰岩を主とする。塊状硫化物鉄床と同層準である。塊状硫化物鉄床生成時に形成された赤褐色の鉄石英帯を伴う。鏡下では、基質はガラス、石英、斜長石や鉄鉄物などの不透明鉄物からなる。変質作用により石英、黄鉄鉄、緑泥石などの粘土鉄物や緑簾石が生成している。

3. Çağlayan層

本層は、自破砕状～塊状のデイサイト溶岩(Cdp, Cdc), デイサイト質火砕岩(Ctf), 流紋岩溶岩～火砕岩(Cry), ネバグイト質火砕岩(Cnv), 及び泥質岩(Cms)からなる。調査地域の北部に広く分布するとともに、中央部では、特に、高所にKızilkaya層を覆い分布している。広くモンモリロナイト化などの続成変質作用が認められるとともに、貫入岩付近では網状の鉄化作用に伴って、白色～赤褐色の熱水変質帯も認められる。

デイサイト溶岩は灰白色～淡緑色を呈する。粒径1～2mmの石英や長石の斑晶を含む斑状デイサイト溶岩(Cdp)や、これら斑晶の少ないデイサイト溶岩(Cdc)に分けられる。斑状デイサイトはÇağlayan層の下位に比較的多く分布する。変質作用を被った場所では、白色～淡緑色を呈する。特に赤鉄鉄化作用を強く受けているところでは赤色～褐色を呈する。

デイサイト質火砕岩(Ctf)は淡緑色～淡黄色を呈する。Lahanos～Killikに分布するものは、凝灰岩～火山礫凝灰岩で級化成層が認められることがある。北部のKarılar地区に分布するものは、ガラス質で固結度がやや低い。鏡下では、基質はガラス、石英、斜長石片からなり、異質礫や本質礫を伴う。変質作用により石英、粘土鉄物や、鉄鉄物が生成している。

ネバダイト質火砕岩(Cnv)は、淡緑色～淡黄色～灰白色を呈する。粒径3～5mmの石英や長石の斑晶を普通に含み、固結度が低い。弱い層理が認められる。

流紋岩溶岩～凝灰岩(Cry)は、灰緑色を呈し、MJTE-11, MJTE-12やKaraerik鉱床北部に分布する。自形の石英、斜長石、普通角閃石の結晶を有するガラス質岩である。ドーム状の溶岩または結晶凝灰岩である。鉱化作用は見られない。

泥質岩(Cms)は白色～緑灰色を呈し、層理の発達する泥岩、凝灰質泥岩や凝灰岩からなる。層厚は30m以下で、Çağlayan層の最下位に位置する。

4. 貫入岩類

貫入岩類は、花崗質岩(Gr)、安山岩(Ad)や粗粒玄武岩(Do)のほか、種々の岩相を示すデイサイト類が認められる。デイサイト類は野外調査に基づきヘマタイトデイサイト(Dh)、斑状デイサイト(Dp)、ネバダイト質デイサイト(Nd)や黒雲母デイサイト(Db)に区分した。

(1) 花崗質岩(Gr)

本地域の南端に、直径1kmの小岩体の一部が分布する。灰白色を呈し、粒径1mm前後の等粒状の石英、長石や有色鉱物からなる。本岩体の熱変成作用により、Çatak層との接触部付近では、泥質岩はホルンフェルス化し、石灰岩は大石化している。

(2) 安山岩(Ad)

本地域中央部のLahanos鉱床南方に小岩体として分布する。ほぼ東西方向に細長く分布し、長径は1.8km、短径は0.4kmである。Çağlayan層やヘマタイトデイサイト(Dh)を貫く。暗灰色を呈し、粒径1mm前後の長石や輝石の斑晶を含む。変質作用はほとんど被っていない。柱状節理を伴う。

鏡下では、斑晶は斜長石、普通角閃石や鉄鉱物からなり、石基はガラス、斜長石や不透明鉱物などからなる。変質作用により石英、緑泥石や方解石が生成している。

(3) 粗粒玄武岩(Do)

本地域の東部、北部や南西部に小岩体として分布する。本岩体はÇağlayan層を貫き、ネバダイト質デイサイト(Nd)に貫かれる。東部の岩体は東西や北北西方向に、北部や南西部の岩体は北北東方向に細長く分布する。長径は1km以下、短径は300m以下である。黒色から暗緑色を呈する。変質作用よりは風化作用を強く受け、砂岩状の岩相を呈する場合がある。

鏡下では斜長石、普通輝石やかんらん石からなり、石基はガラス、斜長石、輝石や不透明鉱物からなる。

(4) ヘマタイトデイサイト(Dh)

本岩は主に、本地域の中央部に分布する。Çağlayan層の活動と同時期であり、安山岩(Ad)に貫かれる。本岩は主として、北部のKarılar地区やÇalkaya～Taflancık地区、Lahanos～Kilic地区に、ドーム状溶岩、小貫入岩体状に分布する。小貫入岩体は細長く、主に北東方向を示すものが多いが、北北東から北北西方向を示すものも認められる。

全般に赤灰色～赤褐色を呈し、鉄酸化物の含有量が多い(含有量5%程度)。塊状で節理

の発達しているものが多い。一般に斑晶に乏しいが、北部では粗粒の長石が認められることが多い。鏡下では、斑晶は斜長石、普通角閃石や鉄鋳物からなり、石基はガラスからなる。変質作用により石英、黄鉄鉱、緑泥石などの粘土鋳物や赤鉄鉱が生成している。

(5) 斑状デイサイト(Dp)

本岩は主に、地域北部に小岩体状に分布する。Çağlayan層やネバダイト質デイサイト(Nd)を貫く。北北東や北北西の方向に細長く貫入し、長径は1km以下、短径は300m以下である。灰白色～茶灰色を呈し、粒径1～2mmの石英や長石を普通に含むのが特徴である。岩質は、全般的に緻密・堅硬であり、塊状で節理が発達する。

鏡下では、斑晶は石英、斜長石、黒雲母や鉄鋳物からなり、石基はガラス、石英、鉄鋳物からなる。変質作用により石英、緑泥石やセリサイトなどが生成している。

(6) ネバダイト質デイサイト(Nd)

本岩は地域南部から北東部にかけて大規模岩体～小岩体として分布する。Çağlayan層を貫き、斑状デイサイト(Dp)に貫かれる。北東部 Çalkaya地区には、直径5km以上の円形状大規模貫入岩体に属する一部が分布し、中央部から南部にかけては小岩体が多数分布する。この小岩体は北東方向を示す場合が多く、北北東を示すものも認められる。

本岩は灰白色～灰色を呈し、粒径5mm程度の大型の石英及び斜長石を普遍的に含む。岩質は、全般的に緻密・堅硬であり、塊状を呈する。

鏡下では、斑晶は石英、斜長石、黒雲母や鉄鋳物からなり、石基はガラス、石英、斜長石や不透明鋳物からなる。変質作用により石英、緑泥石、セリサイトや緑簾石などが生成している。

Çalkaya地区に分布する本岩のÇağlayan層との境界部付近は、粘土化作用や赤鉄鉱化作用などの変質作用を被っているが、それ以外の地域での変質作用は弱い。

(7) 黒雲母デイサイト(Db)

本岩は地域中央部に比較的大きな岩体から小岩体として分布する。本岩体はÇağlayan層を貫き、ヘマタイトデイサイト(Dh)の捕獲岩を含む。貫入方向は北西ないし北北東を示し、大きな岩体は長径5km、短径1kmの規模であるが、小岩体は長径1km以下、短径200m以下である。

本岩は灰色～灰黒色を呈し、径1～2mm程度の長石や黒雲母が普遍的に認められる。岩質は、全般的に緻密・堅硬であり、しばしば流理構造が認められる。

Çağlayan層との境界部付近で白色の粘土化作用や赤褐色の赤鉄鉱化作用が認められ、風化により砂状を呈するところ以外は、概ね新鮮である。

鏡下では、斑晶は石英、斜長石、黒雲母、普通角閃石や燐灰石からなり、石基はガラス、石英、斜長石や不透明鋳物からなる。変質作用により石英、黄鉄鉱や緑泥石などの粘土鋳物が生成している。

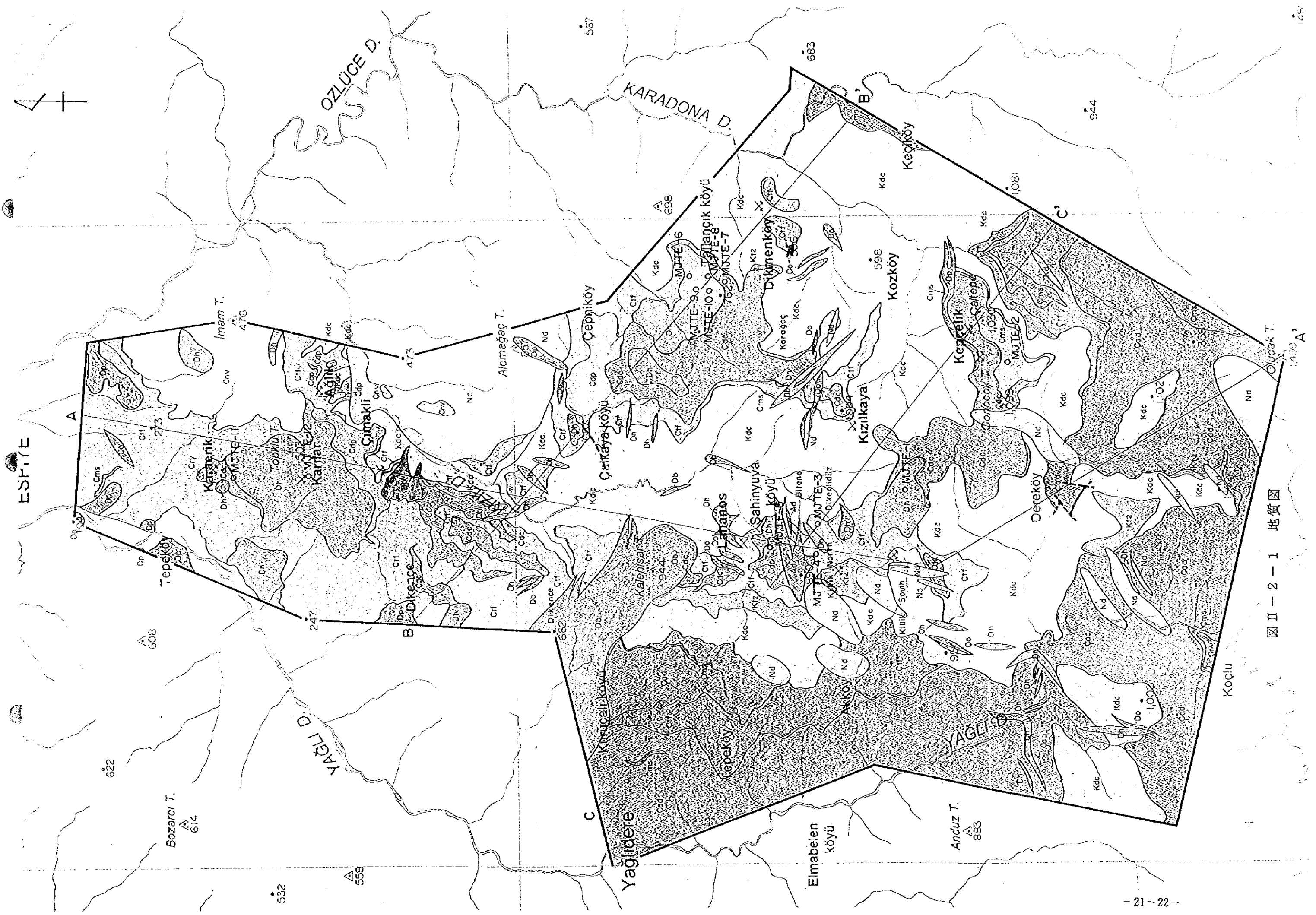
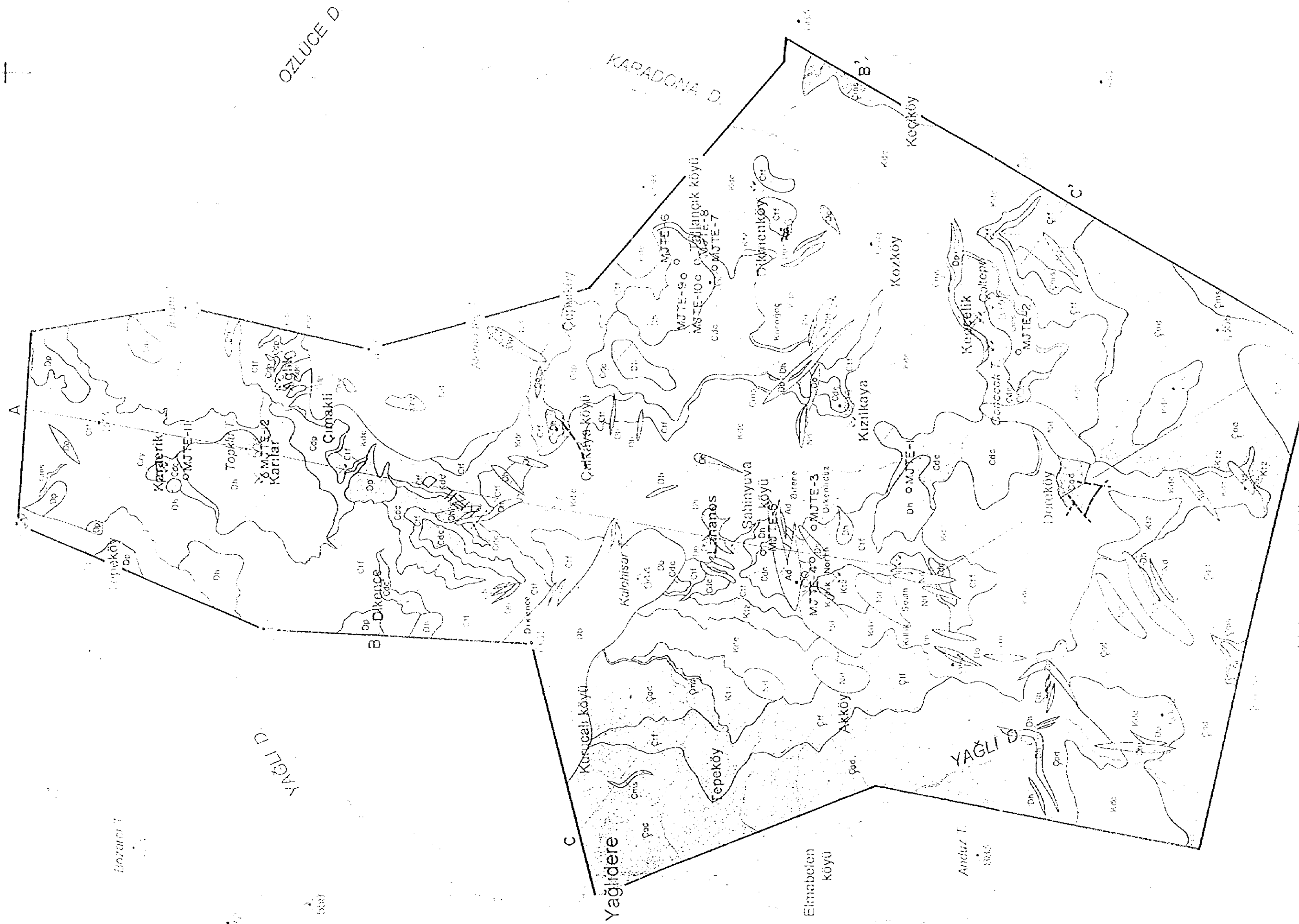
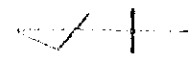


图 II-2-1 地质图



OZLUCE D

KARADONA D.

YAĞLI D.

図二二一 地質図

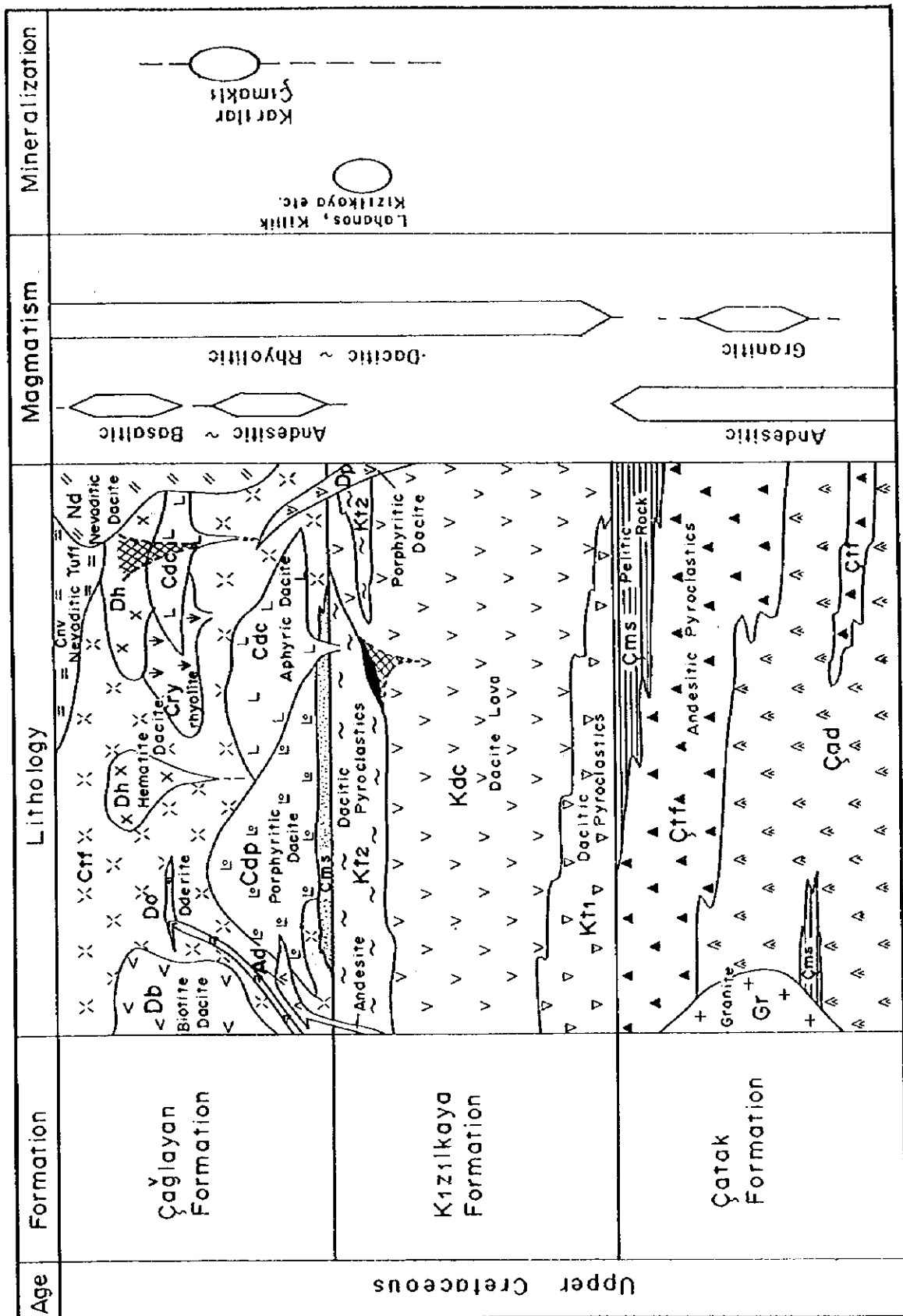


图 II - 2 - 2 地質模式層序圖

5. 地質構造

Çatak層分布域のうち、南東部では走向は北東、傾斜は北西方向を示す。南西～西部では走向は北西～北北西、傾斜は北東～東北東方向を示す。従って、Kızilkaya層は北東と北西～北北西の構造に規制され、かつ北に開いた盆状構造の中に堆積している。

Kızilkaya層分布域のうち、地域西部の最下位層分布域では、Çatak層と同様な北北西の走向と東北東の傾斜を有するが、地域中央部の同層上位層分布域では北北西の走向、東北東の緩傾斜か、北北東の走向、西北西の緩傾斜を示す場合が多い。つまりÇatak層中の盆状構造を埋めるように火山活動が活発化し、Kızilkaya層を堆積している。

Çağlayan層分布域のうち、地域中央部ではKızilkaya層と同様な堆積方向を有しているが、北部では東北東の走向、北北西の緩傾斜を示している。Çatak層からÇağlayan層に渡って、これら地層が北側に傾斜していることから、これら地層の堆積時代を通して、南部地域が相対的に隆起したことを示している。

貫入岩類はこれら地質構造を反映した貫入方向を示す。つまり、地域南部のÇatak層分布域では、主構造の北東方向と同方向の貫入方向を示すものが多い。地域中央部～北部のKızilkaya層とÇağlayan層分布域では、北東、北西方向のほか、北北西、北北東方向の貫入方向を示す。

本地域には連続性のある大規模な断層は認められないが、地域南部には北西と北東方向の断層が認められる。これら断層はともに高角の逆断層である。また、地域中央部Çalkaya地区のÇağlayan層中には、北東の走向を有する右横ずれ断層が、地域北部のÇağlayan層中には、北北西の走向方向を有する逆断層が認められる。

2-2-3 鉍徴地・変質帯調査

1. 既知鉍床・鉍徴地

調査地域の既知鉍床・鉍化帯としてはLahanos (ラハノス), Killik (キリック), Kepçelik (ケプチェリク), Kızilkaya (クズルカヤ), Dikmen (ディクメン), Ağalık (アーリック), Çimaklı (チマクル), Karılar (カルラール), Karaerik (カラエリク)などが知られている。Lahanos鉍床は現在稼行されているが、その他は休止中である。

(1) Lahanos鉍床

本鉍床は調査地域の中央部に位置する。現在、Demir Export Coが坑内採掘を行っている。Demir Export (1990)によると、推定鉍量は約150万t (Cu 3.6%, Zn 2.3%)。

本鉍床はKızilkaya層デイサイト溶岩の最上部に胚胎する塊状硫化物鉍床である。鉍床層準凝灰岩には、1m以下の鉄石英帯が認められる。上盤はÇağlayan層のデイサイト質火砕岩(CtF)、ヘマタイトデイサイト(Dh)などである。

鉍体の厚さは最大15m、平均3～5mである。鉍石は塊状・礫状の黄鉍・半黒鉍を主とし、珪鉍や硫化鉍を伴う。顕微鏡観察では、黄鉍質鉍石は黄鉄鉍、黄銅鉍、閃亜鉛鉍、重晶石を主とし、方鉛鉍、四面銅鉍、斑銅鉍や硫砒鉄鉍などを伴う。半黒鉍質鉍石は黄鉄鉍、閃

亜鉛鉱，黄銅鉱を主とし，方鉛鉱，四面銅鉱や重晶石を伴う。硫化鉱は黄鉄鉱を主とし，閃亜鉛鉱，黄銅鉱，方鉛鉱や四面銅鉱を伴う。脈石鉱物では，重晶石のほか石英，セリサイト，炭酸塩鉱物も報告されている。鉱石には黄鉄鉱，黄銅鉱や閃亜鉛鉱によるコロフォーム組織が顕著に観察され，フランボイダルな黄鉄鉱も認められる。

化学分析ではAu0.4~6.3g/t, Ag7~490g/t, Cu0.28~24.20%, Pb<0.01~3.64%, Zn0.31~20.00%, Fe9.61~45.80%, Mn<0.01~0.08%, Ba0.01~21.60%, La<1~3ppm, Ce1~13ppm, Nd<5ppm, Sm<1~7ppm, Eu<1ppm, Tb<1~2ppm, Yb1ppm, Lu<1ppm, U<1~10ppm, Th<1~1ppmである。

黄鉱ではAu, Ag, Cuの含有量が高く，半黒鉱ではAu, Ag, Znの含有量が高い。硫化鉱ではこれらの含有量が低い。Baは黄鉱や半黒鉱の一部では，含有量が10%を越える。

鉱床の下盤のKızilkaya層は，強い白色粘土化変質作用を主とし，一部で珪化や黄鉄鉱鉱染の強いところも見られる。上盤のÇağlayan層も，塊状硫化物鉱床生成後の新しい熱水変質作用により，粘土化や赤鉄鉱化作用を受けている。

(2) Killik North及びKillik South鉱床

本鉱床はLahanosの南方2km(Killik North)と，3km(Killik South)に位置する。ボーリング27本，総掘進長2,440mの探鉱により，推定鉱量17万2千t，平均品位Cu1.1%，Zn2.5%，Pb0.7%の鉱体を捕捉したが，9万tの鉱量を残して休止している。

両鉱床とも塊状硫化物鉱床である。Killik North鉱床の下盤は，塊状硫化物鉱床の層準凝灰岩であるKızilkaya層のデイサイト質火砕岩(Kt2)で，上盤はÇağlayan層の泥質岩(Cms)やデイサイト質火砕岩(Ctf)である。

Killik South鉱床の下盤は，Kızilkaya層のデイサイト溶岩(Kdc)や同質火砕岩(Kt2)で，上盤はÇağlayan層の泥質岩(Cms)やデイサイト質火砕岩(Ctf)である。デイサイト溶岩は粒径2~3mmの石英や斜長石を普通に含み，斑状であり，Lahanos鉱床の下盤デイサイト溶岩の無斑晶質な岩質とは異なる。

鉱石には塊状・糜状の黄鉱質鉱石・半黒鉱質鉱石・硫化鉱や，網状の珪鉱が認められる。鏡下では，黄鉱質鉱石は黄銅鉱，黄鉄鉱，閃亜鉛鉱を主とし，方鉛鉱，四面銅鉱や重晶石を伴う。半黒鉱質鉱石は黄鉄鉱，重晶石，閃亜鉛鉱，黄銅鉱からなる。硫化鉱は黄鉄鉱と重晶石を主とし，閃亜鉛鉱，黄銅鉱や四面銅鉱を伴う。珪鉱は石英，黄鉄鉱を主とし閃亜鉛鉱を伴う。脈石鉱物では重晶石のほか石英，セリサイト，炭酸塩鉱物も報告されている。鉱石には黄鉄鉱によるコロフォーム組織が顕著に観察される。

化学分析では，Au0.08~6.98g/t, Ag2~132.0g/t, Cu0.02~16.20%, Pb<0.01~2.22%, Zn0.02~5.79%, Fe6.10~29.80%, Mn<0.01%, Ba0.29~17.50%, La<0.1~8ppm, Ce<1~19ppm, Nd<5~9ppm, Sm<1~2ppm, Eu<1ppm, Tb<1~2ppm, Yb1~2ppm, Lu<1ppm, U<1~6ppm, Th≤1ppmである。黄鉱ではAu, Ag, Cu, Znの含有量が高く，珪鉱ではこれらの含有量が低い。Baは硫化鉱や黄鉱の一部で10%を越える。

(3) Kizilkaya 鉱床

本鉱床は調査地域の中央部に位置する。過去大規模に稼行され、近年のMTA, Etibank, Demir Exportによる探鉱により、3鉱体、残存鉱量は32万t、品位はCu3.5%, Zn2.8%, Pb0.7%, Ag77g/t (第2鉱体) が確認されている。

本鉱床には、Kizilkaya層中の珪化した網状や鉱染状鉱体や、Kizilkaya層のデイサイト溶岩(Kdc)を下盤、Çağlayan層の泥質岩(Cms)やデイサイト質火砕岩(Ctf)を上盤とする塊状硫化物鉱体がある。網状～鉱染状鉱体は1km×1kmと分布が広く、珪化のほか粘土化や赤鉄鉱作用も強く受けている。また、この鉱化作用は鉱床周辺のÇağlayan層にも強く及んでいる。網状～鉱染状鉱体には塊状の硫化鉱物が濃集する箇所も報告されている。

鉱石は塊状の黒鉱質鉱石、硫化鉱や網状の珪鉱などからなる。鏡下では、黒鉱質鉱石は閃亜鉛鉱と方鉛鉱を主とし、黄鉄鉱、黄銅鉱や四面銅鉱を伴う。硫化鉱は黄鉄鉱と重晶石を主とし、閃亜鉛鉱や黄銅鉱を伴う。脈石鉱物として、重晶石のほか石英、炭酸塩鉱物(菱鉄鉱、アンケライト、菱マンガン鉱)やセリサイトが報告されている。酸化帯には二次鉱物の褐鉄鉱、赤鉄鉱、斑銅鉱、銅藍が認められる。黄鉄鉱にコロフォーム組織が普通に観察される。

化学分析では、Au0.09～3.71g/t, Ag2～212g/t, Cu<0.01～0.08%, Pb<0.01～14.7%, Zn<0.01～4.26%, Fe1.20～33.20%, Mn<0.01%, Ba0.01～33.90%, La<0.1～6ppm, Ce<1～13ppm, Nd<5～5ppm, Sm<1～1ppm, Eu<1ppm, Tb≤1ppm, Yb<1ppm, Lu<1～2ppm, U<1～2ppm, Th<1～2ppmである。

黒鉱質鉱石ではAu, Ag, Pb, Znの含有量が高いが、硫化鉱や珪鉱ではこれら分析元素の含有量が低い。Baの含有量は、黒鉱や硫化鉱の一部で30%を越える。

(4) Keçelik 鉱化帯

本鉱化帯は調査地域の東南部に位置する。探鉱坑道内でレンズ状の塊状鉱が認められたと言うが、その後のEtibankの探鉱ボーリング(2箇所)では経済的な鉱体は発見されていない。

旧坑は、斑状デイサイト(Dp)と無斑晶デイサイト(Cdc)の境界部に掘削されている。

ズリ中の鉱石は半黒鉱質鉱石、硫化鉱や珪鉱などからなる。鏡下では、半黒鉱質鉱石は閃亜鉛鉱、黄鉄鉱や黄銅鉱を主とし、方鉛鉱、四面銅鉱や石英を伴う。一部黄鉄鉱にコロフォーム組織が観察される。珪鉱は石英、黄鉄鉱を主とし、閃亜鉛鉱や石英やセリサイトなどの脈石鉱物を伴う。

化学分析では、Au0.01～3.75g/t, Ag2～281g/t, Cu0.02～24.50%, Pb<0.01～10.50%, Zn0.41～31.20%, Fe7.75～32.20%, Mn<0.01～0.03%, Ba0.02～1.07%, La<1ppm, Ce<1～7ppm, Nd<5ppm, Sm<1ppm, Eu<1ppm, Tb≤1ppm, Yb<1ppm, Lu<1ppm, U<1～4ppm, Th<1ppmである。

黄鉄鉱ではAu, Ag, Cu, Pb, Znの含有量が高く、珪鉱ではこれら分析元素の含有量が低い。Baの含有量は1%以下である。

(5) Dikmen 鈳化帯

本鈳化帯は調査地域の東部に位置する。Etibank, MTAの探鈳が行われているが、経済的な鈳体は発見されていない。

鈳化帯は, Kizilkaya層最上部に存在する塊状硫化物型のもので, 下盤はKizilkaya層のデイサイト溶岩(Kdc)や同質火砕岩(Kt2)で, 上盤はÇağlayan層の泥質岩(Cms)やデイサイト質火砕岩(Ctf)である。

鈳石は塊状～礫状の硫化鈳や網状の珪鈳などからなる。鏡下では, 硫化鈳は黄鉄鈳を主とし, 閃亜鉛鈳を伴う。四面銅鈳, 石英や炭酸塩鈳物の随伴も報告されている。

化学分析では, Au0.01~0.17g/t, Ag1~30g/t, Cu<0.1~1.28%, Pb<0.01~0.62%, Zn<0.01~7.51%, Fe2.91~23.10%, Mn<0.01%, Ba0.01~0.08%, La<1~5ppm, Ce2~10ppm, Nd<5ppm, Sm<1ppm, Eu<1ppm, Tb<1ppm, Yb<1ppm, Lu<1ppm, U≤ppm, Th≤ppmである。

珪鈳の一部ではZnの含有量の高いものもあるが, 硫化鈳や珪鈳ではこれら分析元素の含有量が低い。Baの含有量も, これら鈳石では1%以下である

(6) Ağalık 鈳床

本鈳床は調査地域の北部に位置する。かつてMTAやEtibankにより探鈳(2探鈳坑道含む)が実施され, 推定鈳量140万t, 品位Cu0.6%, Zn2.0%, Ag96g/tの鈳体を捕捉している。

本鈳床はKizilkaya層最上部に胚胎する塊状硫化物型鈳床と考えられる。下盤はKizilkaya層のデイサイト溶岩(Kdc)で, 上盤はÇağlayan層のデイサイト質火砕岩(Ctf)である。デイサイト溶岩はKillik鈳床の下盤と同様に, 粒径2~4mmの石英や斜長石を普通に含み, 斑状であり, Lahanos鈳床の下盤デイサイト溶岩の無斑晶質な岩質とは異なる。

鈳石は塊状～礫状の硫化鈳を主とする。鏡下では, 硫化鈳は黄鉄鈳と閃亜鉛鈳を主とする。重晶石と黄銅鈳の随伴も報告されている。

化学分析では, Au0.72~0.78g/t, Ag16~31g/t, Cu<0.01~0.05%, Pb0.02%, Zn0.08~0.18%, Fe44.2~44.5%, Mn<0.01%, Ba0.10~0.93%, La<0.1ppm, Ce2~3ppm, Nd<5ppm, Sm<1ppm, Eu<1ppm, Tb<1ppm, Yb<1ppm, Lu<1ppm, U<1ppm, Th<1ppmである。分析試料は硫化鈳でAu, Ag, Cu, Pb, Zn, Baの含有量が低く, Feの含有量が高い。

(7) Çimaklı 鈳化帯

本鈳化帯は調査地域の北部に位置する。MTAやEtibankにより探鈳ボーリング(5箇所, 総掘進長845m)などが実施された。

鈳化帯はKizilkaya層最上部にみられ, 下盤のKizilkaya層デイサイト溶岩(Kdc)には白色粘土化帯(カオリンを伴う)が広がっている。デイサイトには2~4mmの石英や斜長石を普通に含み, 斑状であり, Lahanos鈳床の下盤デイサイト溶岩の無斑晶質な岩質とは異なる。

鈳石は珪鈳や硫化鈳を主とする。鏡下では黄鉄鈳, 黄銅鈳, 閃亜鉛鈳を主とし, 四面銅鈳, 方鉛鈳, 銀鈳物を随伴することが報告されている。脈石鈳物は石英, 重晶石, セリサイトや炭酸塩鈳物からなる。

(8) Karılar鉱床

本鉱床は調査地域の北部に位置する。MTAやEtibankにより探鉱ボーリング（3箇所、総掘進長325m）などが実施され、推定鉱量10万t、品位Cu0.5~1.1%、Zn0.7~2.5%、Pb1.0%、Ag50~69g/t、Fe46.2%が捕捉されている。

本鉱床は、Çağlayan層中のデイサイト質火砕岩(Ctf)やヘマタイトデイサイト溶岩(Dh)中に胚胎する網状~鉱染状の鉱体からなる。網状鉱体中には塊状の硫化鉱が濃集するところも報告されている。

鉱石は網状や鉱染状の珪鉱や、塊状の硫化鉱を主とする。鏡下では硫化鉱は粗粒黄鉄鉱とを主とし、閃亜鉛鉱、黄銅鉱や石英を伴う。脈石鉱物では石英のほか、重晶石や炭酸塩鉱物も報告されている。

化学分析では、Au0.07g/t、Ag1~2g/t、Cu<0.01~0.05%、Pb<0.01%、Zn0.02~0.03%、Fe44.60~46.50%、Mn<0.01%、Ba≤0.01%、La≤1ppm、Ce3~6ppm、Nd<5ppm、Sm<1ppm、Eu<1ppm、Tb<1ppm、Yb<1ppm、Lu<1ppm、U<1ppm、Th<1ppmである。化学分析試料は硫化鉱でAu、Ag、Cu、Pb、Zn、Baの含有量が低く、Feの含有量が高い。

(9) Karaerik鉱床

本鉱床は調査地域の北部に位置する。かつて、長年にわたり稼行されたと考えられるが、近年MTAやEtibankにより探鉱が行われているが、経済的鉱体の発見には至っていない。

本鉱床は、主にÇağlayan層中のデイサイト質火砕岩(Ctf)やデイサイト溶岩(Cdc)中に胚胎する網状~鉱染状の鉱体からなるが、鉱化作用は斑状デイサイト貫入岩にもおよんでいる。網状鉱体中には塊状の硫化鉱が濃集するところも報告されている。

鉱石は網状や鉱染状の珪質~硫化鉱を主とし、塊状の硫化鉱を伴う。鏡下では硫化鉱は黄鉄鉱を主とし、閃亜鉛鉱を伴う。黄銅鉱、石英、重晶石や炭酸塩鉱物の随伴も報告されている。また貫入岩の境界部にはマンガン酸化物細脈も報告されている。網状鉱体周辺は変質作用により珪化、セリサイト化、褐鉄鉱化を受けている。

化学分析では、Au0.55g/t、Ag2g/t、Cu0.025%、Pb<0.01%、Zn0.01%、Fe46.60%、Mn<0.01%、Ba<0.01%、La<1ppm、Ce<1ppm、Nd<5ppm、Sm<1ppm、Eu<1ppm、Tb<1ppm、Yb<1ppm、Lu<1ppm、U1ppm、Th<1ppmである。化学分析試料は硫化鉱でAu、Ag、Cu、Pb、Zn、Baの含有量が低く、Feの含有量が高い。

(10) Dikence鉱化帯

本鉱化帯はLahanos鉱床とÇimaklı鉱床の中間に位置する。MTAの探鉱（地表調査）が実施されている。

本鉱化帯はÇağlayan層のデイサイト溶岩(Cdc)やデイサイト質火砕岩(Ctf)中にある。周辺にはヘマタイトデイサイト(Dh)や黒雲母デイサイト(Db)などが貫入している。本鉱化帯は小規模の網状から層状の鉱体からなる。鉱石鉱物は黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱からなり、脈石鉱物は石英、セリサイト、重晶石などからなることが報告されている。

(11) Bitene地区の鉍徴地

本地区は調査地域中央部に位置する。Lahanos鉍床とKillik鉍床の中間に位置する。MTAにより調査がなされたこともあるが、本格的な探鉍はまだ実施されていない。

鉍化・変質帯はKızıl川枝沢に広く分布し、鉍石の転石も確認される。下盤はKızılkaya層のデイサイト溶岩(Kdc)で、上盤はÇağlayan層のデイサイト質火砕岩(Ctf)と予想される。

デイサイト溶岩はLahanos鉍床の下盤デイサイト溶岩のような無斑晶質な岩質である。ヘマタイトデイサイト(Dh)が鉍徴と上盤の境界部に沿って進入しているところもある。安山岩(Ad)がさらにこれら岩体や鉍徴を分断して貫入している。

鉍石(転石)は塊状の半黒鉍質鉍石や硫化鉍からなる、半黒鉍質鉍石は縞状構造を有する。鏡下では硫化鉍質鉍石は黄鉄鉍、閃亜鉛鉍、重晶石を主としている。黄鉄鉍にはフランボイダルな形状のものも認められる。脈石鉍物では石英とセリサイトも報告されている。

鉍石の化学分析では、Au<0.01~0.20g/t, Ag1~3g/t, Cu<0.01~0.06%, Pb≤0.01%, Zn≤1%, Fe5.22~31.20%, Mn<0.01%, Ba0.04~0.58%, La2~5ppm, Ce5~8ppm, Nd<5ppm, Sm<1~2ppm, Eu<1ppm, Tb<1~2ppm, Yb2ppm, Lu<1ppm, U3~13ppm, Th3~4ppmである。分析した硫化鉍と珪鉍試料ではAu, Ag, Cu, Pb, Zn, Baの含有量が低い。

(12) Çalkaya~Taflancık 地区の鉍徴地

本地区は調査地域の東部に位置する。本地区では本格的な探鉍は実施されていない。

鉍化・変質帯がKızılkaya層のデイサイト溶岩(Kdc)やÇağlayan層のデイサイト質火砕岩(Ctf)に認められる。珪化や粘土化変質が強く、黄鉄鉍の鉍染も認められる。

化学分析では、Au2.74g/t, Ag21g/t, Cu0.01%, Pb0.09%, Zn0.08%, Fe9.05%, Mn<0.01%, Ba0.01%, La4ppm, Ce8ppm, Nd<5ppm, Sm<1ppm, Eu<1ppm, Tb<1ppm, Yb<1ppm, Lu<1ppm, U<1ppm, Th<1ppmである。分析した珪質鉍石試料ではAuを含有する。

(13) Karaağaç地区の鉍徴地

本地区の鉍化帯はKızılkaya鉍床の1.5km北北東に位置する。尾根を挟んで両側に鉍徴地がみられ、西に硫化物の鉍染、東は塊状硫化鉍のブロック状地すべり堆積物である。MTA, Demir Export Co.により、探鉍されたが、経済的な鉍床は捕捉されなかった。

西の鉍化帯はKızılkaya層上部の網状~鉍染状鉍体からなる。鉍石鉍物は黄鉄鉍、黄銅鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍からなり、脈石鉍物は石英、セリサイト、重晶石などからなる。

東の鉍徴は、沢沿いに地滑りにより再堆積した塊状黄鉍鉍石を主としたブロック状の露頭(5m×15m)である。

(14) その他

Lahanos鉍床とKillik鉍床間や、Killik鉍床とKepçelik鉍床間のÇağlayan層や貫入岩分布域には鉍化帯が分布する。珪化、粘土化や赤鉄鉍化作用により生成された変質帯中に黄鉄鉍や閃亜鉛鉍などの鉍染が認められる。

また、Kızılkaya層の広く分布する地域中央部のKızıl川流域や、地域東部のKozköy地区

ではデイサイト溶岩(Kdc)中に黄鉄鉱や閃亜鉛鉱などからなり、鉄染～網状の鉄化帯が認められる。化学分析では、Au0.01～0.05g/t, Ag1g/t, Cu<0.01%, Pb<0.01%, Zn<0.01%, Fe20.70～36.40%, Mn<0.01%, Ba0.02～0.04%, La<1～16ppm, Ce2～38ppm, Nd5～20ppm, Sm<1～2ppm, Eu<1ppm, Tb<1～2ppm, Yb<1ppm, Lu<1ppm, U1ppm, Th≦1ppmである。分析した硫化鉄質鉄石試料では、これら元素の濃集は認められなかった。

2. 変質作用

変質作用を広域変質作用と鉄化変質作用の2タイプに区分した。変質帯の分布や変質の状況は次の通りである。変質帯の分布を図II-2-3に示した。

(1) 広域変質作用

Çatak層は安山岩溶岩や同質火砕岩を主とし、野外観察では全般的に緑色の変質を被っている。本調査域南部のÇatak層は、変質作用により長石、有色鉄物やガラスが変質鉄物で交代されている。変質鉄物としては、主に石英、曹長石、緑泥石が生成し、方解石、モンモリロナイト、黄鉄鉱や沸石鉄物（東沸石、濁沸石）などを伴っている。鉄化帯の付近ではセリサイトも随伴する。

調査域西部のÇatak層は、南部より変質の程度が低い。つまり、斜長石の曹長石化があまり進行していないため、主にモンモリロナイトや、モンモリロナイト/セリサイト混合層粘土鉄物が生成し、石英、黄鉄鉱、曹長石、方解石や沸石（モルデン沸石）などを伴っている。

Kızilkaya層はデイサイト質溶岩や同質火砕岩などを主とし、最上位に塊状硫化物鉄床を胚胎している。本層は調査域の中央部から北部にかけて広く分布し、広域的な中程度から強い変質作用を受け、淡緑色から灰白色を呈している。変質作用により原岩の長石やガラスは大部分が変質鉄物で交代されている。変質鉄物は石英、曹長石、セリサイトや緑泥石を主とし、黄鉄鉱、モンモリロナイトや菱鉄鉱などの炭酸塩鉄物を伴っている。

Çağlayan層はデイサイト質溶岩や同質火砕岩などを主とする。本調査域の北部は、野外観察によれば、広域的な強い変質は受けていないため、溶岩部では原岩の色彩をとどめていることも多い。しかし、火砕岩は続成作用や弱い変質作用により、淡黄色、淡緑色や淡青色を呈するものが多い。また、鉄化帯から離れているところでは、原岩の長石やガラスなどが未変質で残存している場合が多い。変質鉄物はモンモリロナイトを主とし、モンモリロナイト/セリサイト混合層粘土鉄物、クリストバライトやトリディマイトを随伴している。

一方、調査域中央部は、下位のKızilkaya層にLahanos鉄床などの鉄化帯を伴っているため、北部より変質の程度が強く、淡緑色を呈する場合が多い。原岩の長石やガラスなどの変質も北部より進行している。変質鉄物は曹長石、モンモリロナイト、モンモリロナイト/セリサイト混合層粘土鉄物やクリストバライトなどからなっている。

貫入岩類は、境界部に沿う強い鉄化変質部を除き、広域的な変質作用の影響は弱く、モ

ンモリロナイトが僅かに生成している程度である。

(2) 鉍化変質作用

上述した広域的な変質作用のほか、鉍化作用に伴った変質作用が認められる。しかし、Çatak層分布域には大規模な鉍化変質作用は認められない。貫入岩の境界部周辺で鉍化変質作用が認められるところでは、曹長石-緑泥石変質帯中にセリサイトの強変質帯が狭く分布する。

Kızilkaya層には塊状硫化物鉍床が胚胎するため、鉍床周辺には強変質帯が形成されている。特に、地域中央部のLahanos鉍床や隣接のBitene鉍化帯周辺、さらに地域東部のÇalkaya~Taflancık地区の鉍化変質帯では石英、セリサイトのほかカオリナイト、ディッカイト、黄鉄鉍が多く生成し、明礬石、パイロフィライトやセリサイト/モンモリロナイト混合層粘土鉍物などを随伴している。

一方、地域中央部のKillik鉍床、Kızilkaya鉍床、地域東南部~東部のKepçelik鉍化帯、Dikmen鉍化帯、地域北部のAğalık鉍床やÇımaklı鉍化帯などの既知鉍床周辺では、中性環境下の変質鉍物である石英、セリサイトや黄鉄鉍を多く生成し、重晶石などを随伴しているが、カオリナイトなどの酸性環境下の鉍物を伴っていない。

Çağlayan層にも網状~鉍染状鉍床が胚胎するため、鉍床周辺には強変質帯が形成されている。地域中央部のLahanos~Killik間や、Killik~Kepçelik間のÇağlayan層分布域には、網状~鉍染状の鉍化作用が断続的に分布し、その周辺は強変質帯を形成している。この鉍化変質帯には石英やセリサイト、黄鉄鉍が多く生成し、カオリナイトが随伴することもある。

また、同じく地域東部のÇalkaya~Taflancık地区、北部のKaraerik鉍床やKarlılar鉍床周辺のÇağlayan層も鉍化変質作用により、石英やセリサイト、黄鉄鉍が多く生成し、カオリナイト、赤鉄鉍が随伴している。

貫入岩周辺の強変質帯には石英やカオリナイトのほか赤鉄鉍など生成しているが、その分布範囲は狭い。

Kızilkaya及びKraerik鉍床のセリサイト化帯から採取した資料のK/Ar年代測定結果は、どちらも77Ma前後を示し、白亜紀後期の値が得られた。

広域的な変質作用と鉍化作用に伴う変質作用の特徴は下記にとりまとめた。

地 層 名	変 質 の タ イ プ	変 質 作 用
貫入岩類	①広域の変質：	未変質～弱変質作用 ・モンモリロナイト
	②鉍化変質： 貫入部付近 白色＋赤色変質帯	中～強変質作用 酸性変質作用 ・石 英 ・カオリナイト ・赤鉄鉍／黄鉄鉍
Çağlayan層	①広域の変質： 淡緑色変質帯	弱変質作用 ・モンモリロナイト ・クリストパライト ・モルデン沸石
	②鉍化変質： 白色＋赤色変質帯 網状～鉍染状鉍床	中～強変質作用 酸性～中性変質作用 ・石 英 ・カオリナイト ・セリサイト ・黄鉄鉍／赤鉄鉍
Kızılkaya層	①広域の変質 淡緑色変質帯	中～強変質作用 中性変質作用 ・セリサイト ・緑泥石
	②鉍化変質： 白色変質帯 塊状硫化物鉍床	強変質作用 中性～酸性変質作用 ・石 英 ・セリサイト ・カオリナイト ・マグネサイト
Çatak層	①広域の変質 緑色変質帯	弱～中変質作用 中性～アルカリ性変質作用 ・緑泥石 ・緑れん石 ・沸 石

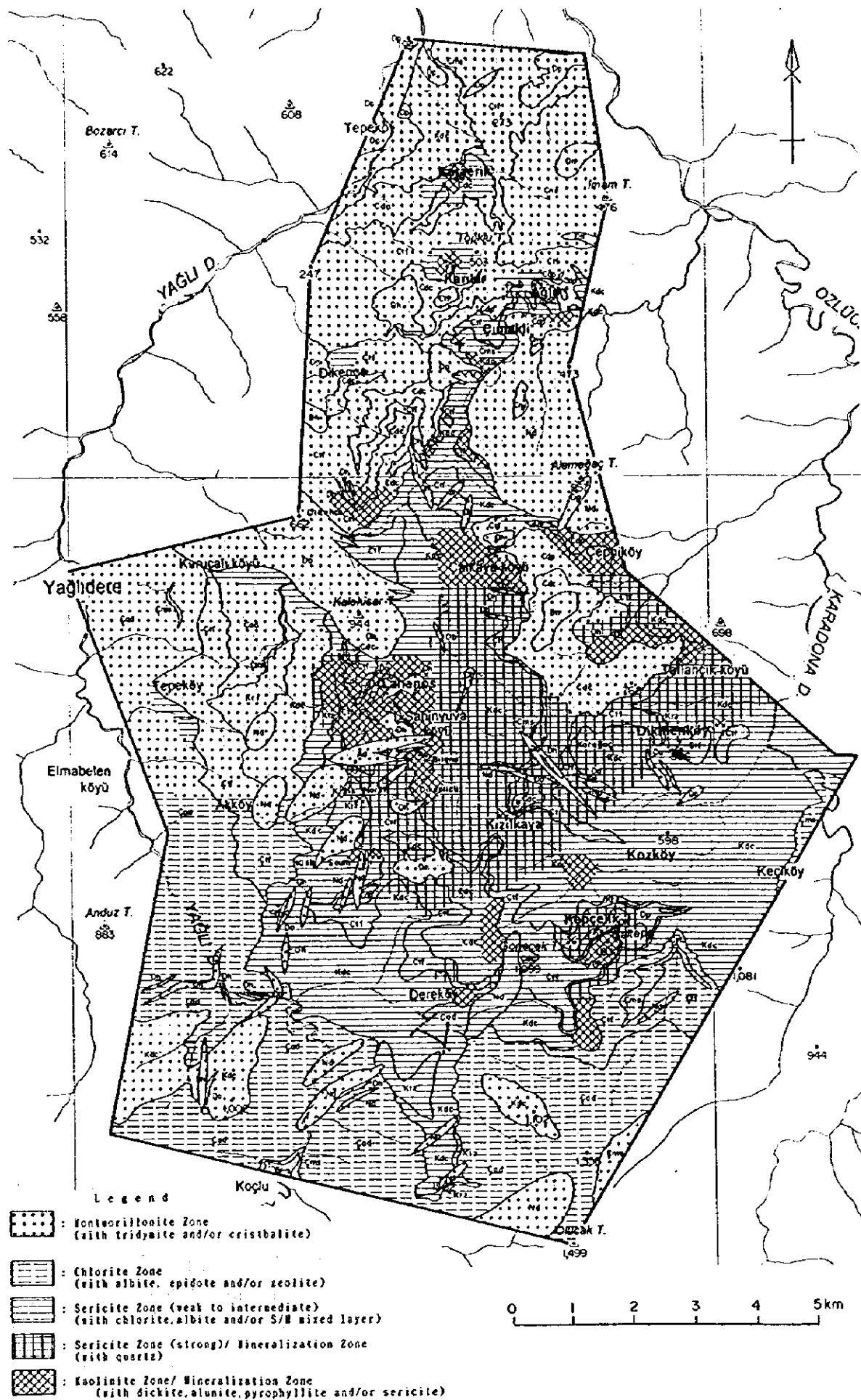


図 II - 2 - 3 変質帯分布図

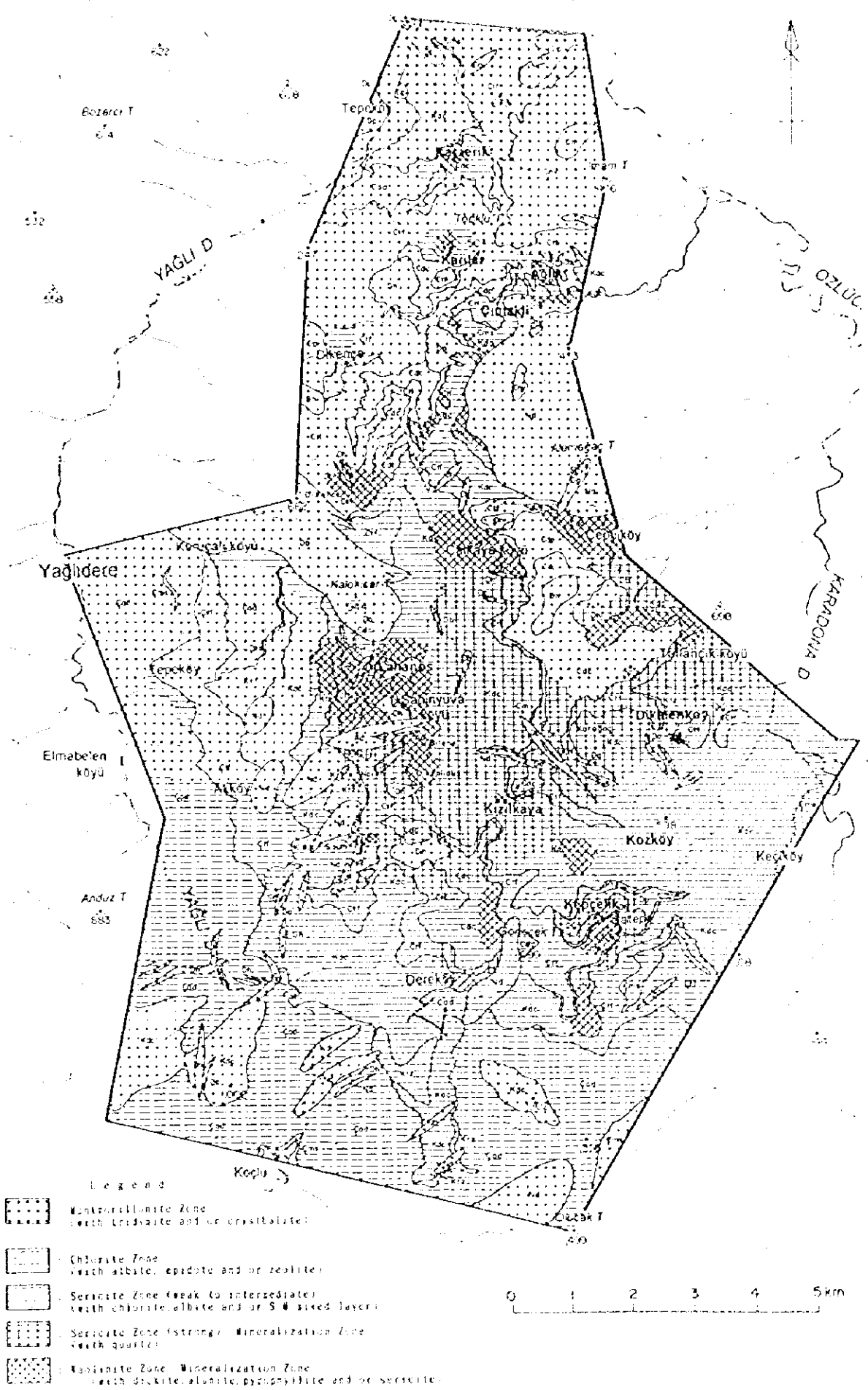


图 II - 2 - 3 变质带分布图

2-2-4 地化学探査

岩石の分析試料数は560試料である。岩石の化学分析元素（指示元素）はAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Mn, Fe, Mo, Ba, SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃, Cr₂O₃, CaO, MgO, MnO, Na₂O, K₂O, P₂O₅, LOIの23元素で、一部試料(50試料)で希土類元素(La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu)やU, Thなど10元素を追加した。

土壌の分析試料数は255試料である。土壌の化学分析元素はAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Mn, Fe, Mo, Baの11元素である。化学分析結果から各分析元素の基本統計量を算出するとともに、主成分分析を行った。調査結果をまとめて表II-2-1~3, 図II-2-4に示した。

1. 岩石地化学探査

各元素は岩質、鉍化作用や変質作用により含有量に違いが生じるので、バックグラウンド値、高濃度あるいは低濃度分布状況から次のように区分される。

① 鉍化作用により岩石に添加される元素

Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Mo, Ba

② 岩質による含有量の差を示す元素

(鉍化作用による添加も示す元素)

SiO₂, K₂O, P₂O₅, LOI

③ 岩質による含有量の差を示す元素

(鉍化作用による溶脱も示す元素)

TiO₂, CaO, U, ThやLa, Ceなどの希土類元素

④ 岩質による含有量の差を示す元素

(鉍化作用により溶脱または添加も示す元素)

Mn, Fe, Al₂O₃, MgO, Na₂O

岩石地化学探査範囲にはLahanos, Killik, Kepçelikなどの塊状硫化物鉍床のほか, KarılarやKaraerik鉍床などの網状~鉍染状鉍床が分布している。塊状硫化物鉍床はKızıl kaya層上部層に胚胎し, 網状~鉍染状の鉍徴はÇağlayan層堆積時の火成活動時に形成されたため, Kızıl kaya層とÇağlayan層両層にわたって胚胎している。

鉍化作用により添加される元素のうちAu, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Moは, これら塊状硫化物鉍床や網状~鉍染状鉍床周辺で濃集する傾向にある。特にAsはすべての既知鉍床周辺で濃集がみられる。また変質作用により添加される元素のうちSiO₂とK₂Oは既知鉍床周辺で濃集するが, 上記金属元素より濃集部の分布範囲は広くなる傾向を有する。変質作用により溶脱される元素のうちNa₂OとCaOは既知鉍床周辺で減少するが, SiO₂やK₂Oと同じように, 減少部の分布範囲が広くなる傾向を有する。これらの現象はKızıl kaya層で著しいが, 鉍化作用の及んでいるÇağlayan層でも認められる。

また, その他の元素分布の特徴として, 特にSiO₂, K₂O, P₂O₅, LOIは, 中性の岩石(Çatak層)で少なく, 酸性の岩石(Kızıl kaya層やÇağlayan層)で多い傾向を有するとともに, 珪

化や粘土化作用（セリサイト化，モンモリロナイト化）などの変質作用で増加している。

Mn, Fe, MgO, Na₂Oのうち，一般に，Mn, Fe, MgOは中性の岩石（Çatak層）で多く，逆に，Na₂Oは酸性の岩石（Kızılkaya層やÇağlayan層）で多い傾向を有するが，本地域では，Çatak層が変質作用により黄鉄鉱化，緑泥石化や曹長石化しているため，Mg, FeのほかNaにも富む。

また，Kızılkaya層やÇağlayan層でも変質作用により，マンガン酸化物や黄鉄鉱，緑泥石や曹長石が生成しているところでは，NaのほかMn, Fe, MgOに富むところも認められる。

これら元素の濃集部は，特徴のある方向性を有する。Auの濃集部はLahanos, Kep Çelik, Killik鉱床を中心に，NNW方向やNNE方向に配列している。一方，Cu, Pb, Zn, As, Moの濃集部は，NW方向やNE～ENE方向に配列している。

主成分分析の結果によると，第1主成分と第2主成分の寄与率はそれぞれ29%と16%を示し，第3成分以下の寄与率は低いため，第1主成分と第2主成分で元素間の変動関係の45%を説明できる。

第1主成分はAl₂O₃, TiO₂, Na₂O, CaO, MgO, P₂O₅, LOI, Cu, Pb, Zn, Mn, Feの因子負荷量（係数）が高く，As, Sb, Mo, Ba, SiO₂, K₂Oの因子負荷量が低い。第2主成分はAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Moの因子負荷量が高く，Mn, SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, CaO, MgOの因子負荷量が低い。つまり，第1主成分は造岩鉱物元素の大部分と，金属元素の一部が連動して増加または減少する傾向を説明している。一方，第2主成分は金属元素が連動して増加または減少するとともに，金属元素が増加すれば造岩鉱物元素が減少する傾向を説明している。

第1主成分の高得点帯は，調査地域南部や西部のÇatak層や，北部のÇağlayan層に，低得点帯はKızılkaya層や既知鉱床周辺に分布する。従って，第1主成分の高得点帯はÇatak層やÇağlayan層の分布や，これら地層中の弱い鉱化作用を説明している。

第2主成分の高得点帯は，調査地域中央部や北部の既知鉱床周辺に分布する。これら金属元素は，鉱床により濃集に元素の組み合わせにわずかな差があるものの，鉱化作用により添加された一連の元素であると判断される。

既知鉱床以外で，第2主成分が高得点帯を形成している地区は，Lahanos鉱床南方のBitene地区，Lahanos～Killik間，Çalkaya～Taflancık間，Killik～Kepçelik間やLahanos～Dikence間であり，Lahanos鉱床などの既知鉱床と同様な鉱徴が期待できる。高得点帯の方向性は，地域中央部ではLahanos鉱床を中心に，NW～NNW系とNE～ENE系を示す。地域北部ではKaraerik鉱床を中心に，NW系やENE系を示す。

La, Ceなどの希土類元素やU, Thを含む33元素（50試料）の分布傾向は，Lahanos～Bitene間に範囲を限定して検討した。これら元素による第1主成分と第2主成分の寄与率はそれぞれ19%と15%を示すが，第3成分以下の寄与率は10%以下と低いため，第1主成分と第2主成分で元素間の変動関係の34%を説明できる。

第1主成分はSiO₂, Na₂O, K₂O, CaO, MgO, U, Thなどの造岩鉱物元素やLa, Ceなどの希土類元素の因子負荷量（係数）が高く，Cu, Pb, Znなど金属元素の因子負荷量が低い。つまり，これ

ら造岩鉱物元素と希土類元素が連動し、鉱化作用によりCu, Pb, Znなどが添加されること
では、造岩鉱物元素や希土類元素が低く、鉱化作用の弱いところでは、逆に高くなること
を示している。

Lahanos鉱床周辺やBitene地区では、Kızilkaya層の第1主成分の低得点帯を形成している
ため、鉱化作用により形成されたアノマリーと考えられる。

第2主成分はSiO₂, Mo, Baの因子負荷量が高く、Pb, Zn, MnやCaO, MgOなどの造岩鉱物元素や
希土類元素の因子負荷量が低い。つまり、珪化作用や重晶石の鉱化作用が強いところでは、
造岩鉱物元素や希土類元素が低くなることを示している。

Lahanos鉱床からKillik Tepeにかけては、第2主成分の高得点帯がNE方向で分布している。
これは珪化作用や重晶石の鉱化作用に関係したアノマリーと考えられる。

2. 土地化学探査

土地化学探査地区は、調査地域中央部のKuruculu～Lahanos～Killik間で実施した。こ
の区間には、Lahanos鉱床やKillik鉱床のような塊状硫化物鉱床や、網状～鉱染状の鉱徴が
認められる。塊状硫化物鉱床はKızilkaya層上部層に胚胎し、網状～鉱染状の鉱徴はÇağla
yan層堆積時の火成活動時に形成されたため、Kızilkaya層とÇağlayan層両層にわたって胚
胎している。

両タイプの鉱化帯が胚胎するこの地区で、Pb, Zn, As, Baは主にKızilkaya層に濃集する。
Au, Ag, Cu, As, MoはKızilkaya層で高濃度だが、Çağlayan層にも濃集する。一方、Mn, FeはÇa
ğlayan層に主に濃集する。このように、Kızilkaya層とÇağlayan層堆積時の両鉱化作用には、
数種の元素で濃集程度に差が認められる。これら元素の濃集部は、地区毎に特徴のある方
向性と元素の組み合わせを有する。つまり、Lahanos NorthやLahanos South地区では、Mnを
除く元素がENE方向の高濃集部を形成している。Killik North～Bitene間ではCu, Zn, Baが
NE方向で、Lahanos～Killik North地区間ではAu, Ag, Cu, Mo, Fe, MnがNNE方向で、Dikenlidu
z～Guzlek地区間ではAu, AgがNNW方向で、Killik North～Mizuran地区間ではSbがNNE方向で
それぞれ濃集部を形成している。

Lahanos NorthとLahanos South両地区ではKızilkaya層からÇağlayan層堆積時まで、ENE
方向の地質構造（断裂系）に関係して、塊状硫化物鉱床と網状鉱床に関連した両鉱化作用
が重複したと考えられる。一方、Bitene～Killik間ではKızilkaya層堆積時はNE方向の塊状硫
化物鉱床と関係した、Çağlayan層堆積時にはNNWやNNE方向の網状鉱床と関係した鉱化作用
が発達し、上述した元素の組み合わせを有する濃集部を形成したと考えられる。

主成分分析の結果から、第1主成分と第2主成分の寄与率はそれぞれ38%と16%を示し、第
3成分以下の寄与率は8%以下と低いため、第1主成分と第2主成分で元素間の変動関係の54%
を説明できる。

第1主成分はAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Mn, Mo, Baの因子負荷量（係数）が高く、これらの元
素グループは連動して増加または減少する傾向を説明している。第2主成分はCu, Fe, Mnの元

素グループが連動している。

第1主成分の高得点帯はLahanos North, Lahanos South, Killik North, Bitene, Dikenliduz地区などのKizilkaya層中に認められ、特にLahanos鉱床やKillik North鉱床など塊状硫化物鉱床分布域付近で高得点を示す。このことから、第1主成分は塊状硫化物鉱床に関係して生じた地化学異常と判断される。従って、土地化学探査からは、第1主成分の高得点を示すLahanos South~Killik North間のNE方向のゾーンやKillik South~Bitene間のENE方向のゾーンの、Çağlayan層に覆われるKizilkaya層最上位層に、Lahanos鉱床のような塊状硫化物鉱床の胚胎が期待される。

一方、第2主成分の高得点帯はMizuran, GuzlekやToroman Tepe地区などのÇağlayan層中や、Lahanos North, Lahanos SouthやKillik North地区などのKizilkaya層中に認められ、特にGuzlekやToroman Tepe地区のÇağlayan層中で高得点を示すことから、Kizilkaya層より新しい鉱化作用に関係した地化学異常と推定される。

表 II - 2 - 2 相關係數一覽表 (1)

Soil	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
Ag	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	0.32	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	0.42	0.37	0.56	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	0.19	0.16	0.57	0.54	-	-	-	-	-	-	-
As	0.44	0.36	0.46	0.74	0.35	-	-	-	-	-	-
Sb	0.25	0.30	0.33	0.60	0.30	0.56	-	-	-	-	-
Mn	-0.05	-0.05	0.10	-0.01	0.46	-0.11	-0.01	-	-	-	-
Fe	0.33	0.18	0.41	0.52	0.50	0.34	0.31	0.51	-	-	-
Mo	0.22	0.24	0.24	0.37	-0.01	0.39	0.31	-0.28	0.11	-	-
Ba	0.29	0.28	0.28	0.34	0.10	0.41	0.24	0.00	0.21	0.22	-

Rock(1)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
Au	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	0.24	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	0.27	0.21	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	0.05	0.22	0.50	0.60	-	-	-	-	-	-	-
Zn	0.31	0.20	0.32	0.28	0.09	-	-	-	-	-	-
As	0.28	0.21	0.31	0.33	0.15	0.63	-	-	-	-	-
Sb	-0.24	0.05	0.03	0.08	0.42	-0.33	-0.30	-	-	-	-
Mn	0.05	0.12	0.36	0.37	0.47	0.10	-0.01	0.50	-	-	-
Fe	0.30	0.15	0.21	0.14	-0.09	0.47	0.41	-0.42	-0.14	-	-
Mo	0.01	0.05	-0.05	-0.02	-0.16	0.17	0.15	-0.24	-0.41	0.20	-

Rock(2)	SiO2	Al2O3	TiO2	Fe2O3	CaO	MgO	Fe2O3	Cr2O3	MnO	P2O5	LOI
Au	0.01	-0.19	-0.10	-0.26	-0.04	-0.20	-0.21	0.05	0.13	-0.23	0.00
Ag	-0.11	-0.08	0.04	-0.08	-0.03	0.00	-0.02	0.12	0.05	0.01	0.14
Cu	-0.36	0.00	0.08	-0.15	-0.13	0.05	-0.05	0.35	0.03	0.00	0.18
Pb	-0.43	0.09	0.24	-0.14	-0.12	0.10	0.11	0.37	0.00	0.06	0.29
Zn	-0.45	0.20	0.21	0.11	-0.16	0.28	0.25	0.47	-0.05	0.40	0.25
As	0.05	-0.29	-0.07	-0.40	0.18	-0.36	-0.30	0.10	0.03	-0.33	0.01
Sb	0.09	-0.42	-0.15	-0.33	0.08	-0.28	-0.27	-0.01	0.09	-0.30	-0.14
Mn	-0.49	0.35	0.36	0.43	-0.18	0.62	0.57	0.50	-0.11	0.96	0.39
Fe	-0.70	0.21	0.38	0.11	-0.36	0.42	0.34	1.00	-0.16	0.47	0.45
Mo	0.17	-0.34	-0.18	-0.43	0.16	-0.29	-0.25	-0.14	0.06	-0.43	-0.16
Ba	0.37	-0.14	-0.12	-0.12	0.51	-0.27	-0.14	-0.41	-0.02	-0.19	-0.15

Rock(3)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
La	-0.24	-0.22	0.03	-0.17	0.16	-0.41	-0.20	0.09	-0.05	-0.14	0.14
Ce	-0.03	-0.11	0.15	-0.12	-0.14	-0.25	-0.08	-0.02	-0.14	-0.02	0.05
Nd	-0.14	-0.21	0.16	-0.15	-0.10	-0.23	-0.13	0.29	0.02	-0.16	0.05
Sm	0.07	-0.16	-0.02	-0.24	-0.25	-0.21	-0.23	0.16	0.13	-0.14	0.07
Eu	0.00	-0.02	0.07	0.01	0.03	-0.05	-0.15	0.05	0.10	-0.12	-0.09
Tb	-0.03	-0.05	-0.21	-0.12	-0.14	-0.05	-0.05	0.06	-0.15	0.11	0.26
Yb	-0.23	-0.19	-0.29	-0.13	0.04	-0.35	-0.40	0.08	-0.28	-0.13	0.03
Lu	-0.03	-0.08	0.05	-0.10	-0.07	-0.05	0.04	0.08	-0.01	-0.31	0.09
U	-0.10	-0.03	0.08	0.00	-0.07	-0.21	0.05	-0.34	-0.42	-0.05	0.33
Th	0.09	0.06	0.05	0.13	0.21	-0.04	0.10	0.05	-0.18	0.02	0.00

表 II - 2 - 1 地化学探査基本統計量一覽表

Soil	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
No. of Samples	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
Arithmetic Min.	0.01	0.01	9	54	17	4	5	79	0.89	1	52
Arithmetic Mean	0.13	2.06	136	252	125	70	5	436	3.25	3	304
Arithmetic Max.	8.79	175.00	3,600	10,100	799	4,000	313	2,670	13.40	65	3,830
Arithmetic σ	0.64	12.06	343	957	102	298	24	383	1.71	6	690
Geometric Mean	0.05	0.22	64	138	104	22	2	319	2.34	1	239
Geometric σ	0.02	0.84	106	184	138	38	0.4	480	3.64	2	325
Background Value	0.002	0.1	15	17	36	7.5	2	320	2.10	2.5	300

Rock(1)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
No. of Samples	557	557	557	557	557	557	557	557	557	557	557
Arithmetic Min.	0.01	0.01	5	18	8	1	1	12	0.08	1	10
Arithmetic Mean	0.04	1.37	78	110	120	25	2	517	2.65	1	332
Arithmetic Max.	1.69	57.10	7,860	1,360	3,020	3,640	184	8,030	31.92	46	3,630
Arithmetic σ	0.11	2.90	373	102	232	162	8	764	3.06	4	318
Geometric Mean	0.01	0.56	31	94	71	6	0.3	229	1.74	0.2	210
Geometric σ	0.02	1.60	50	120	110	12	0.6	447	2.76	0.5	246
Geometric $\mu+1.0\sigma$	0.05	4.60	82	154	171	26	1.4	374	4.39	1	563
Background Value	0.002	0.04	12	18	51	2.1	0.2	350	1.42	1.3	340

Rock(2)	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	Cr2O3	MnO	CaO	MgO	Na2O	K2O	P2O5
No. of Samples	557	557	557	557	557	557	557	557	557	557	557
Arithmetic Min.	19.10	0.04	1.72	0.11	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01
Arithmetic Mean	69.53	0.42	12.76	3.79	141	1.34	1.83	2.2	1.76	1.07	0.07
Arithmetic Max.	94.94	1.66	30.88	45.21	4.14	1.04	29.20	15.91	3.18	7.29	0.42
Arithmetic σ	11.20	0.25	3.30	4.37	273	0.10	2.98	2.20	1.53	1.09	0.06
Geometric Mean	68.44	0.36	12.27	2.48	67	0.02	0.30	0.95	1.25	1.09	0.05
Geometric $\mu+1.0\sigma$	75.23	0.43	14.28	3.95	135	0.05	0.70	1.82	2.20	2.02	0.08
Geometric $\mu+1.0\sigma$	82.70	0.63	16.55	6.79	273	0.13	1.63	3.52	3.83	3.75	0.13

Rock(3)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	U	Th
No. of Samples	557	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Arithmetic Min.	0.66	3	18	1	1	1	1	1	1	1
Arithmetic Mean	5.75	11	32	6	3	1	12	0.6	0.8	2
Arithmetic Max.	24.98	24	49	17	17	1	34	3	3	6
Arithmetic σ	4.21	5	3	3	3	1	6	0.9	0.8	2
Arithmetic Mean	4.55	10	31	3	2	1	12	0.2	0.4	1
Geometric $\mu+1.0\sigma$	6.29	13	35	7	4	1	15	0.5	0.7	2
Geometric $\mu+1.0\sigma$	8.98	16	39	13	8	1	17	0.9	1.4	3
Background Value	55	57	57	57	57	57	57	57	57	57

表 II - 2 - 2 相関係数一覧表 (2)

Rock(4)

	SiO2	Al2O3	TiO2	Na2O	K2O	CaO	MgO	Fe2O3	Cr2O3	MnO	P2O5	LOI
La	0.07	0.22	0.00	0.07	-0.04	0.30	0.14	-0.09	-0.01	0.21	0.15	0.15
Ce	0.01	0.36	0.06	0.07	-0.02	0.22	0.05	-0.14	-0.05	0.11	0.12	0.16
Nd	0.01	0.28	0.04	0.13	0.01	0.46	0.27	0.02	-0.05	0.31	0.42	0.19
Sm	-0.02	0.07	0.23	0.12	0.04	0.27	0.16	0.13	0.22	0.18	0.19	0.01
Eu	-0.16	0.18	0.24	-0.06	0.02	-0.05	0.15	0.10	-0.02	0.12	-0.05	0.26
Tb	0.20	-0.31	0.14	-0.09	0.15	0.08	0.08	-0.16	0.08	-0.02	-0.03	-0.29
Yb	0.07	0.24	0.25	0.27	0.17	0.29	0.32	-0.28	-0.09	0.09	-0.16	0.07
Lu	0.12	-0.08	0.13	-0.03	0.10	-0.10	0.02	0.07	0.15	0.19	-0.21	0.08
Th	0.06	0.30	0.09	-0.12	0.07	-0.15	-0.05	-0.42	-0.01	-0.20	-0.33	-0.10
U	-0.10	0.10	0.43	-0.06	0.40	0.01	0.26	-0.17	-0.10	-0.07	-0.36	0.01

Rock(5)

	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Th	U
La	1.00									
Ce	0.81	1.00								
Nd	0.68	0.67	1.00							
Sm	0.14	0.26	0.26	1.00						
Eu	0.20	0.09	0.15	0.15	1.00					
Tb	-0.07	-0.15	-0.05	0.21	-0.06	1.00				
Yb	0.28	0.14	0.18	-0.02	0.23	-0.03	1.00			
Lu	0.28	0.18	0.06	-0.02	0.18	-0.03	0.17	1.00		
Th	0.42	0.38	0.07	-0.10	0.16	0.02	0.25	0.25	1.00	
U	0.13	0.04	-0.05	-0.09	0.20	0.06	0.40	0.18	0.51	1.00

表 II - 2 - 3 主成分分析結果一覧

1. Soil Sample

	Ratio	Factor Loading										
		Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
First Component	0.38	0.57	0.51	0.61	0.81	0.67	0.71	0.88	0.62	0.08	0.44	0.50
Second Component	0.16	-0.15	-0.23	0.62	-0.22	-0.13	0.19	-0.02	0.41	0.83	-0.55	-0.19

2. Rock Sample

	Ratio	Factor Loading										
		Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
First Component	0.29	-0.17	0.06	0.22	0.33	0.55	-0.28	-0.30	0.79	0.77	-0.45	-0.44
Second Component	0.16	0.54	0.37	0.68	0.67	0.43	0.72	0.67	-0.24	0.38	0.52	-0.01

	Ratio	Factor Loading											
		SiO2	Al2O3	TiO2	Na2O	K2O	CaO	MgO	Fe2O3	Cr2O3	MnO	P2O5	LOI
First Component	0.29	-0.82	0.57	0.59	0.38	-0.41	0.70	0.63	0.77	-0.17	0.76	0.55	0.54
Second Component	0.16	-0.27	-0.24	0.05	-0.50	-0.08	-0.21	-0.21	0.38	0.03	-0.27	0.13	0.27

3. Rock Sample(with rare earth elements)

	Ratio	Factor Loading										
		Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
First Component	0.19	-0.54	-0.67	-0.68	-0.63	-0.45	-0.76	-0.62	0.29	-0.71	-0.21	0.56
Second Component	0.15	0.00	-0.14	-0.26	-0.39	-0.51	0.09	0.17	-0.65	-0.32	0.35	0.26

	Ratio	Factor Loading											
		SiO2	Al2O3	TiO2	Na2O	K2O	CaO	MgO	Fe2O3	Cr2O3	MnO	P2O5	LOI
First Component	0.19	0.58	0.14	0.19	0.48	0.34	0.24	0.49	-0.71	0.02	0.27	-0.30	-0.57
Second Component	0.15	0.50	-0.51	-0.49	-0.38	-0.34	-0.65	-0.61	-0.32	0.24	-0.67	-0.26	-0.54

	Ratio	Factor Loading									
		La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Th	U
First Component	0.19	0.37	0.25	0.27	0.19	0.03	0.20	0.44	0.11	0.26	0.12
Second Component	0.15	-0.35	-0.32	-0.50	-0.24	-0.29	0.18	-0.29	-0.12	0.09	-0.16

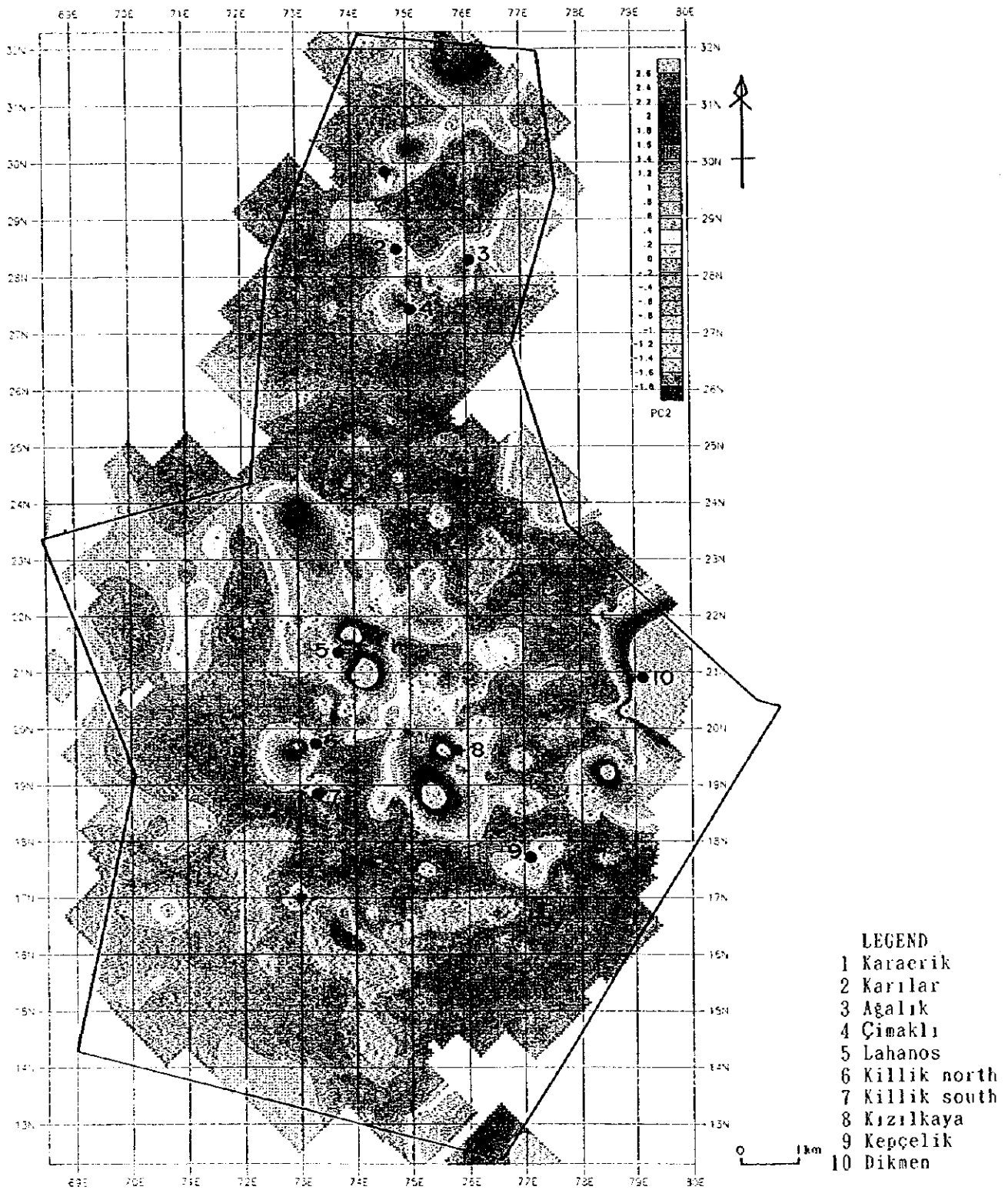


图 II - 2 - 4 地化学探查结果图 (岩石第2主成分)

第3章 物理探査

3-1 重力探査

重力探査の手順を図II-3-1に示す。

3-1-1 調査方法

エスピーエ地域を含む、面積約170km²の調査範囲について、合計265点の重力測定を実施した。また、密度測定用の試料112個を採取した。

重力測定には2台のラコステG型重力計を使用し、重力測定の基点(No. 1000)は調査基地エスピーエの中心部に設置した。

基点の重力値はエスピーエの近くにあるMTAの重力点No. 187及びNo. 193との間で測定を行って決定した。

水準測量は、GPS(Global Positioning System)静止測量による相対測位で実施した。

GPS基点はエスピーエ中心部の5階建てビルディングの屋上に設置した。その標高は調査地域北東部にある三角点 Imam Tepe(476m)との間で行った測定によって決定した。

3-1-2 調査結果

1. 岩石の密度測定結果

測定結果を表II-3-1表に示した。この結果から、次のことが明らかとなった。

- (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) 貫入岩類の密度は試料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。

2 重力異常と地質構造との関係

調査結果図を図II-3-2～7に示した。

エスピーエ地域を含む、地域周辺では、NE-SW～ENE-WSW方向の広域重力トレンドが、支配的であり、ブーゲー異常値は黒海方向に向かって漸次高くなる。広域傾向面残査図では、NE-SW～ENE-WSW方向の高重力異常と低重力異常の分布と共にこれに斜交したやや小規模な、NW-SE方向の高・低の異常が対に分布する傾向が見られる。

本調査で得られた短波長重力異常(異常の規模が7km以下)と地質との関係は、以下のようによまとめられる。

- (1) 高重力異常は、北部のKaraerik鉱床東、中央部のLahanos鉱床北、南部のGonecek山南方に存在する。このうち、Lahanos北部の異常は、黒雲母デイサイト貫入岩体の分布と、また、南部の高異常はÇatak層の分布に対応するが、北部の異常の原因は不明である(潜頭貫入岩体?)。

(2) 低重力帯異は、北部ではDikence地区とÇimaklı東部でまとまって存在し、Dikence地区では、Çağlayan層の分布域と、Çimaklı東部ではネバダイトデイサイト貫入岩体の分布と一致している。

中央部では、Taflancık～Kızılkaya～Killik間に、Lahanos北部の高重力帯を取り囲むように分布し、ここではÇağlayan層及びKızılkaya層の分布域、一部Çatak層の凝灰岩に対応している。地層の他、この付近一帯では鉍化作用に伴う粘土化変質の影響も考えられる。南部では、Yağlı川の上流部にやや散点的に分布する。主にKızılkaya層の分布を反映したものが多し。

3. 重力異常と鉍床との関係

本地域の鉍徴地は、北部と中央部にまとまっている。北部の鉍徴地4箇所は、高重力帯の周り・低重力帯との移行部に分布する傾向がみられる。鉍徴地のうち、少なくともKaraerik, Karılar鉍床は塊状鉍床の可能性は少なく、網状型の新期鉍床の可能性がある。高重力帯の原因は不明であるが、これら新期鉍化作用に関連した潜頭貫入岩体の可能性もある。

中央部では、明瞭ではないが高重力帯に近い部分の鉍徴地として、Kep Çelik, Dikmenがある。高重力帯から低重力帯への移行部のものとしては、Lahanos鉍床, Killik南鉍床, Taflancık及びÇalkayaの鉍徴地がある。また、低重力帯中のものとしては、Killik北鉍床, Kızılkaya鉍床, Karaağç地区の鉍徴地がある。

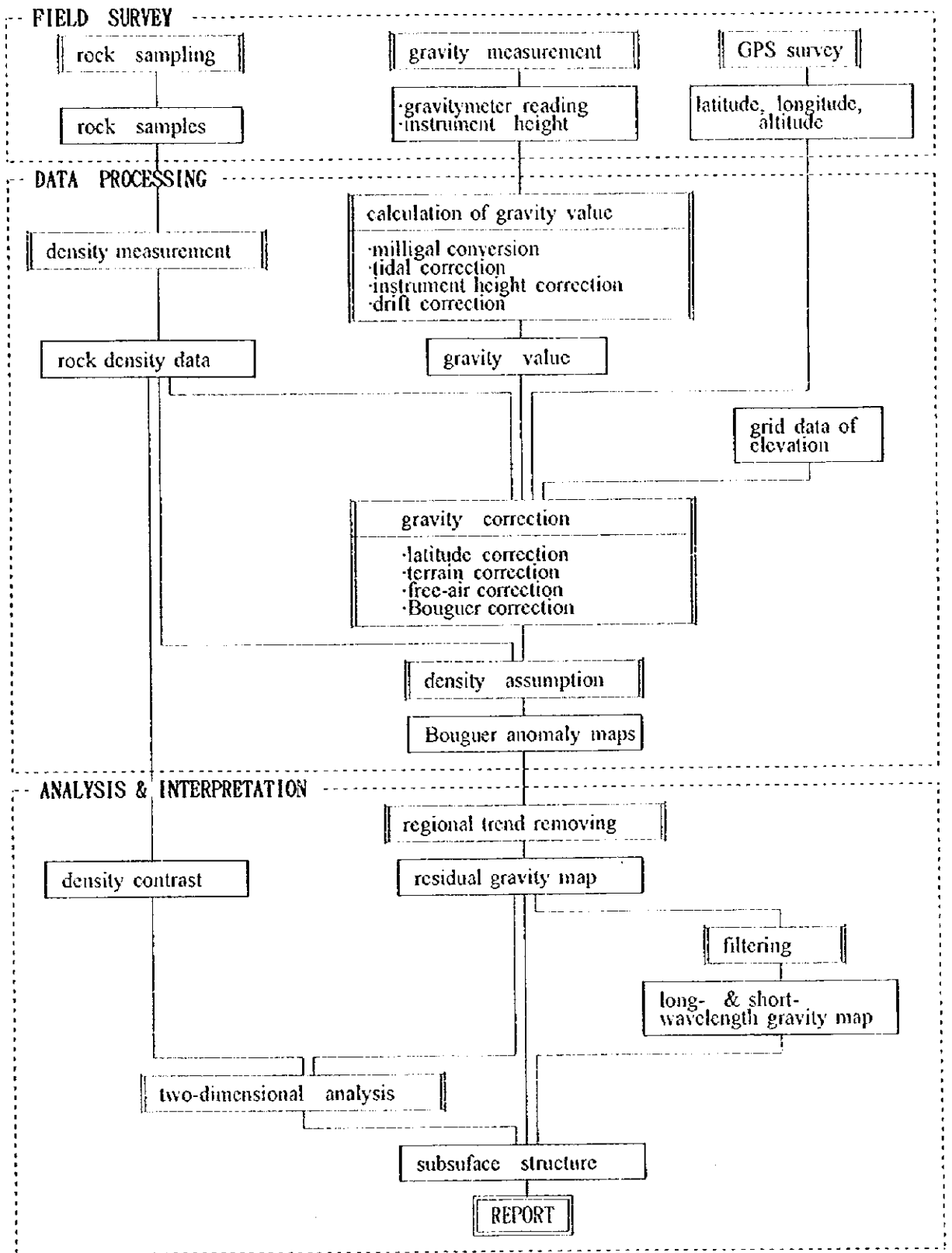


図 II - 3 - 1 重力探査の手順

表 II - 3 - 1 岩石の密度表

Age	Stratigraphic units	Rock name	Number	Average density (g/cm ³)		Density (g/cm ³)		
						2.0	2.5	3.0
MESOZOIC	Çağlayan Formation	Acidic Lapilli Tuff	2	2.35				
		Basaltic Dacite	1	2.49	2.41			
		Dacite lava	4	2.41				
	Kızılkaya Formation	Dacite Lava	15	2.46				
		Basaltic Dacite	6	2.49	2.47			
		Dacitic Tuff Breccia	1	2.49				
	Çatak Formation	Andesite Lava	22	2.61				
		Sandstone	1	2.53	2.61			
		Andesitic Tuff Breccia	4	2.63				
	Intrusive Rocks	Nevaditic Dacite	14	2.44				
		Basaltic Dacite	19	2.30	2.43			
		Dacite	15	2.54				
		Granitic Rock	4	2.65				
	Average			108	2.48			

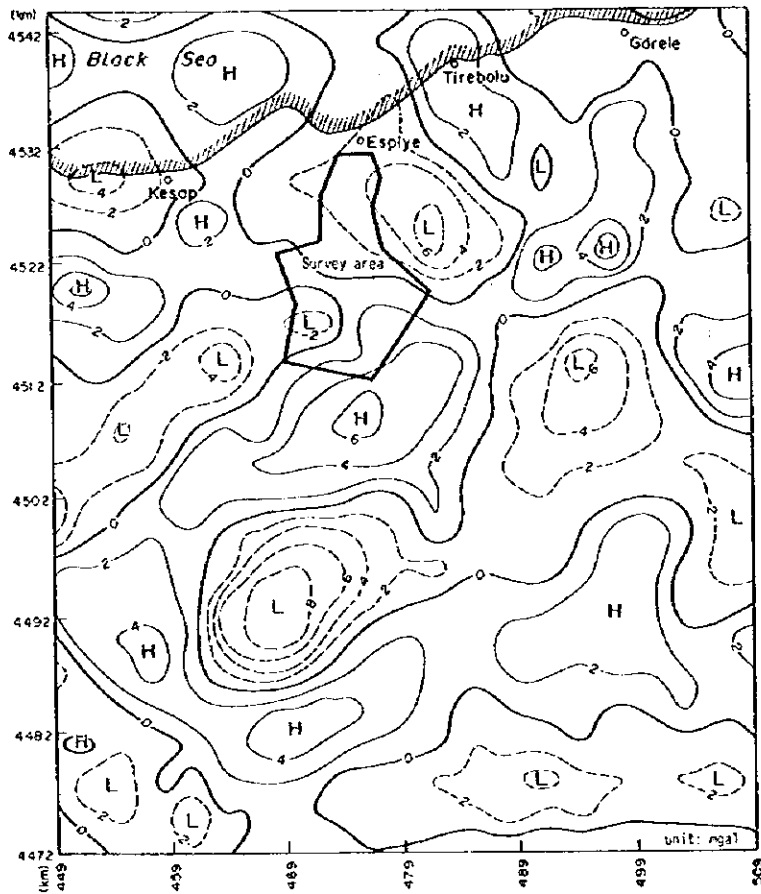


図 II - 3 - 2 広域傾向面残差図

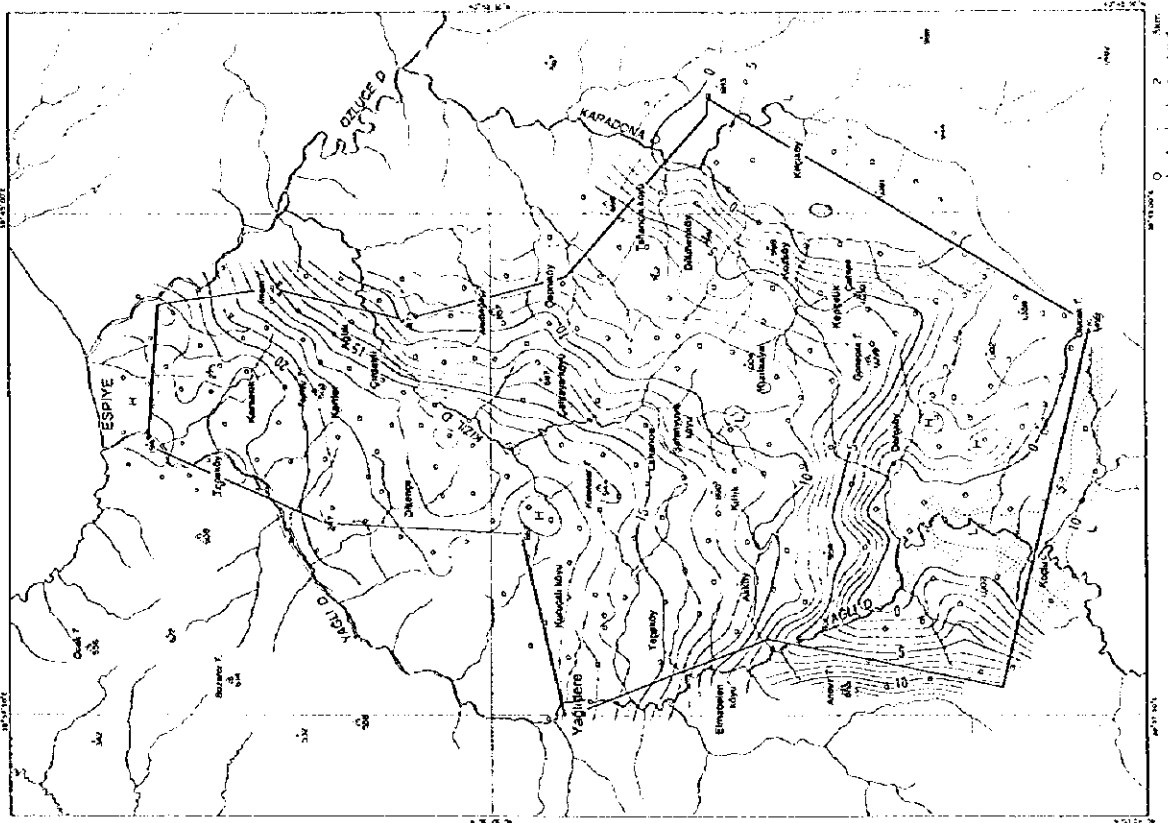


図 II-3-3 ブーゲー異常図 ($\rho = 2.40\text{g/cm}^3$)

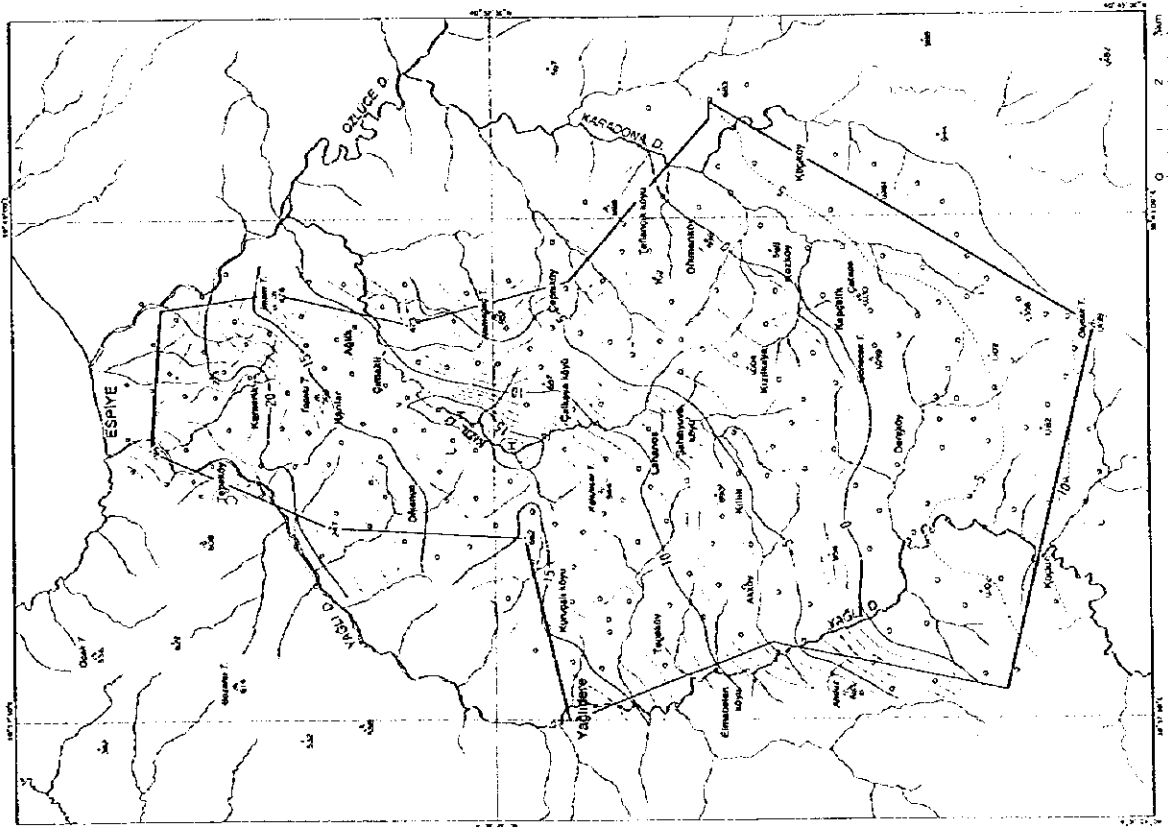


図 II-3-4 ブーゲー異常図 ($\rho = 2.60\text{g/cm}^3$)

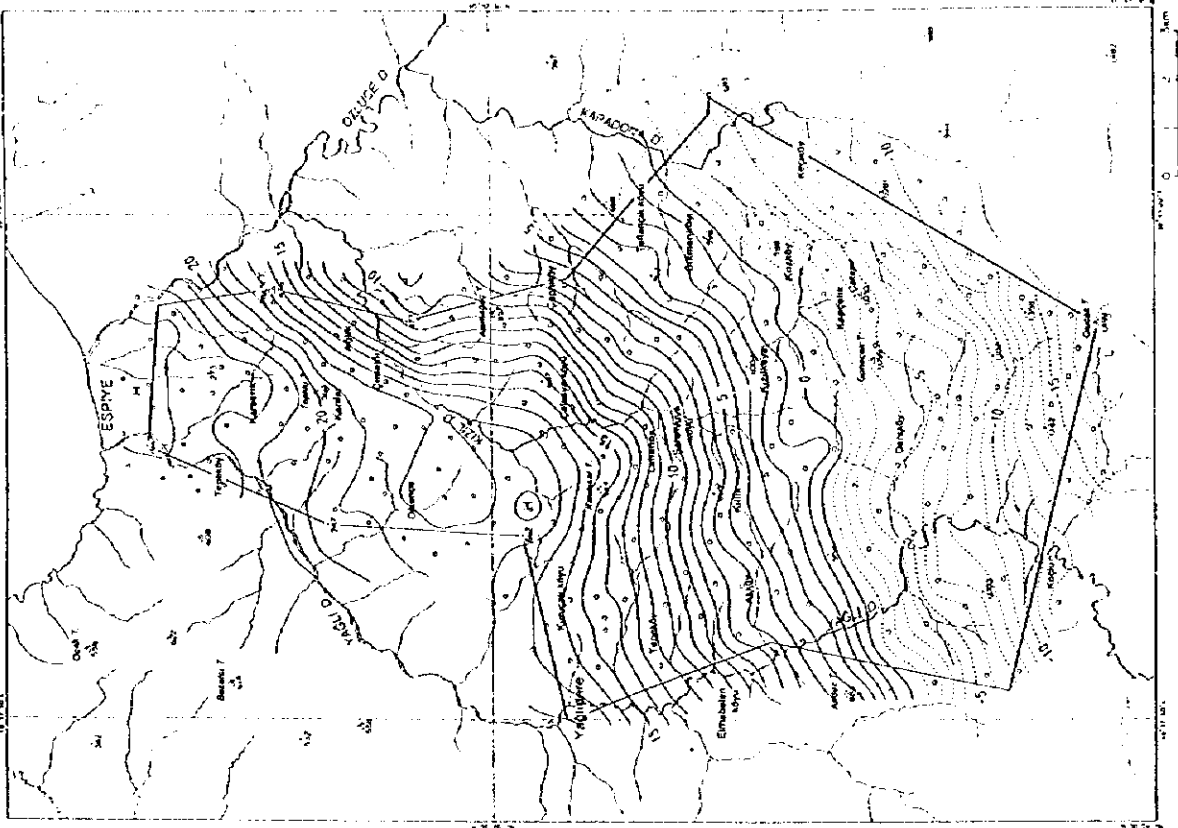


図 II-3-5 等重力線図 (バリアブルデンシテイ)

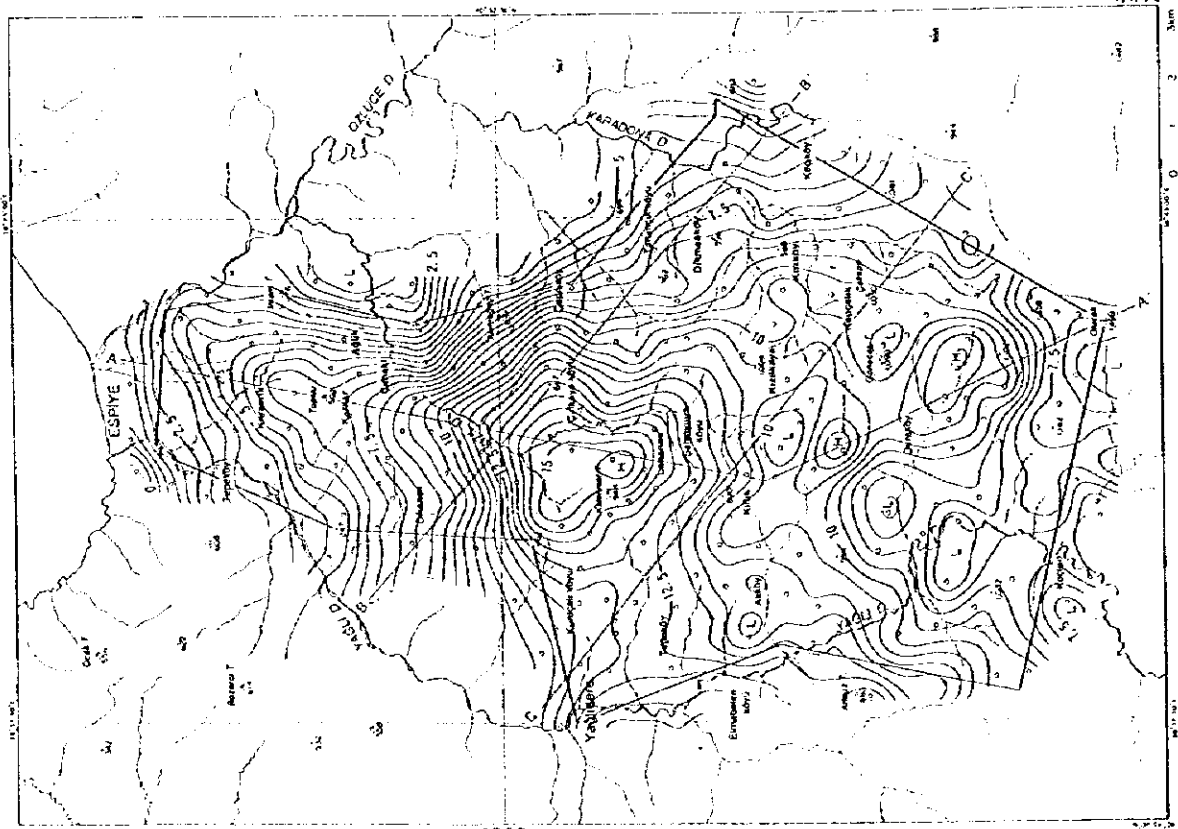


図 II-3-6 1次傾向面残差図 (バリアブルデンシテイ)

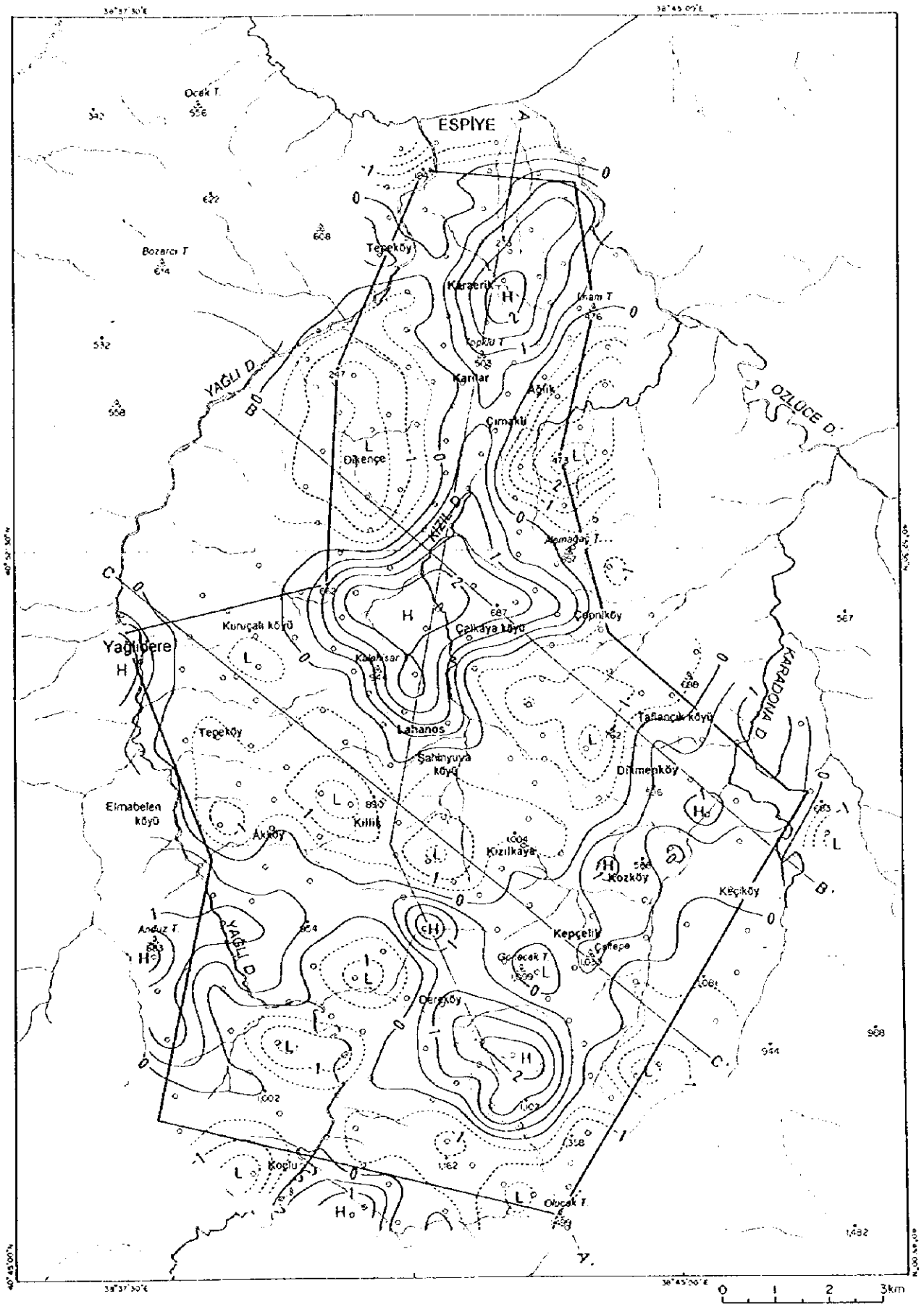


図 II - 3 - 7 短波長重力図

3-2 電気探査 (IP法, CSAMT法)

電気探査は現地の地質・鉱徴地調査結果に基づき測線を設定し調査を行った。

3-2-1 調査内容

各年度の調査方法及び調査内容は表II-3-2のとおりである。

表II-3-2 電気探査方法及び内容

	電気探査方法	内 容	
第 1 年 次	方 法	Induced Polarization Method	
	測定方式	Time Domain	
	電極配置・電極間隔	Dipole-Dipole Array ・ a=100m	
	電極隔離係数	n=1~5	
	測 線 数	8測線	
	延測線長	23.3km	
	物性試験	比抵抗及び充電率測定 45個	
第 2 年 次	方 法	Induced Polarization Method	
	測定方式	Time Domain	
	電極配置・電極間隔	Dipole-Dipole Array ・ 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 (ホーリングコア)	
第 3 年 次	方 法	Induced Polarization Method	
	測定方式	Time Domain	
	電極配置・電極間隔	Dipole-Dipole Array ・ a=200m, 100m	
	電極隔離係数	n=1~4	
	測 線 数	7測線	
	延測線長	21.4km	
		物性試験	比抵抗及び充電率測定 23個 (ホーリングコア)
		方 法	CSAMT Method
		測点数	25点
		測定周波数	12周波数 (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048Hz)
		流電電極間隔	1,500m
		流電電極方位	N4°E
	電位電極間隔	50m	

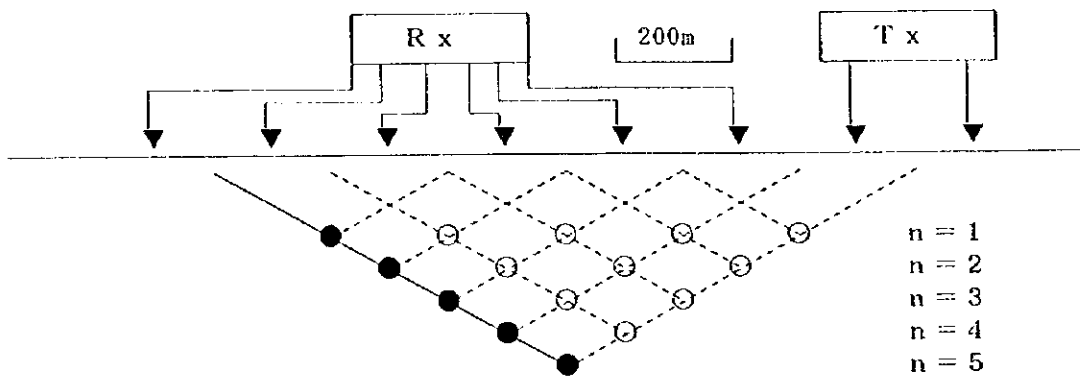
3-2-2 調査方法

1. 測定方法

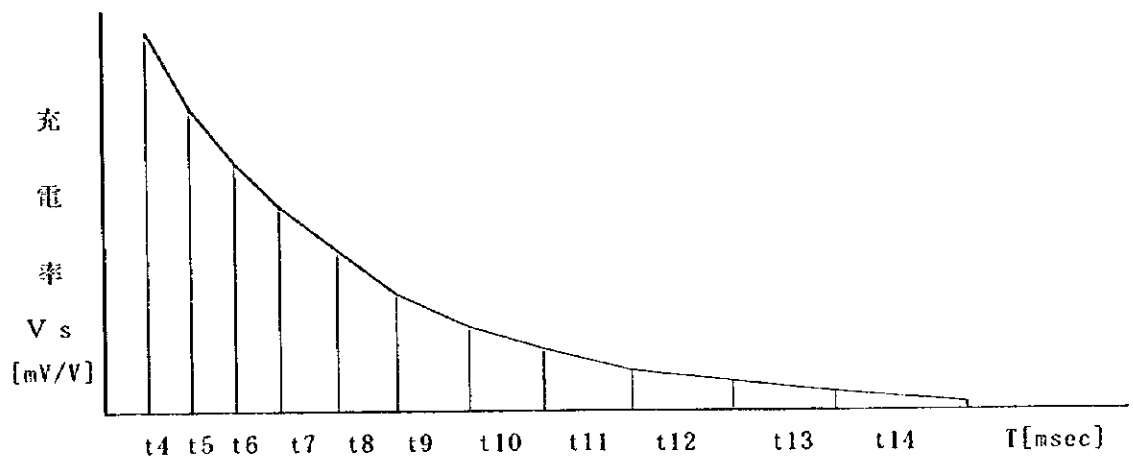
1) IP法

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

今回の調査では、IP法測定概念図（図II-3-8）、IP法計測方法概念図（図II-3-9）及びサンプリングタイム一覧表（表II-3-3）に示すように電流切断後の時間T($t_4 \sim t_{14}$)における $V_s(t_4 \sim t_{14})$ を測定した。Time Domain法のIP効果測定値は充電率と呼ばれ、 V_s/V_p [mV/V]で表される。以下、充電率は820~1,050[msec]間の値である。



図II-3-8 IP法測定概念図



図II-3-9 IP法計測方法概念図

表II-3-3 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

2) CSAMT法

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

流電電極は調査地域の西側約4KmのYağlı Dere河川敷に設定した。

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

本調査では、信号源となる両端を接地した電線に可聴周波数領域の電流を流し、離れた測点で信号源と平行な電場と直行する磁場を測定した。測定概念図を図II-3-10に示す。

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

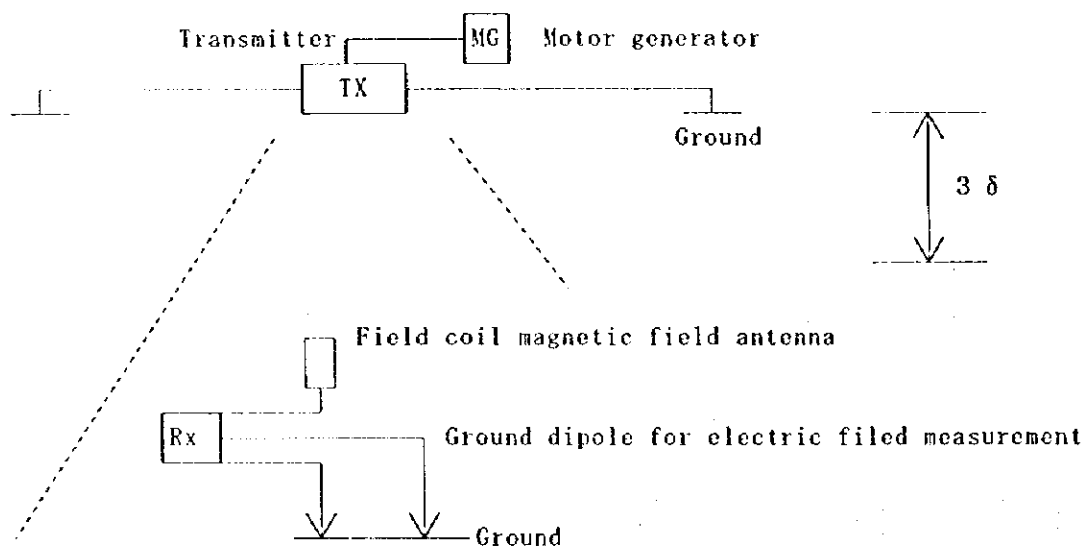
表皮深度は、均質大地(比抵抗 ρ)に入射した電磁波が $1/e$ (約37%)にまで減衰する深度で、探査深度の目安として利用される。表皮深度は次の式より与えられる。この表皮深度の約70%が探査深度とされる。

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

δ : 表皮深度

ρ : 均質媒質の比抵抗 ($\Omega \cdot m$)

f : 周波数 (Hz)



図II-3-10 CSAMT法測定概念図

2. 測定装置, 器材

調査に使用した測定装置, 器材は表II-3-4のとおりである。

(I P法) 表II-3-4(1) 測定装置, 器材一覧表

機器	メーカー	形式	仕様・性能	数量
* 送信機	PHOENIX	IPT-2	1000V, 15A max 出力: 15KW	1台
	SCINTREX		1500V, 10A max 出力: 3.0KW	1台
* エンジン 発電機	WESTINGHOUSE		30Kw 400Hz 220V	1台
	ELECTRIC		2気筒 4サイクル	
	SCINTREX		220V 400Hz 8Hp 1気筒 2サイクル	
* 受信機	SCINTREX	IPR-12	8チャンネル, 149バンド Input Range: 50 μ V to 14V	1台
電 極		電流線	ステンレス棒	1式
		電位線	飽和硫酸銅溶液非分極性電極	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	ポケットコンパス		4台
		間縄	100m エスロンテープ*	1式
* 通信機	KENWOOD		出力: 5W	12台

(C S AMT法)

機器	メーカー	形式	仕様・性能	数量
* 送信機	PHOENIX	IPT-2	出力: max 1000V, 15A, 15KW	1台
* エンジン 発電機	WESTINGHOUSE		30Kw 400Hz 220V	1台
	ELECTRIC		2気筒 4サイクル	
* 受信機	ZONG	GDP-16	16チャンネル 0.001~8KHz 感度: 0.03 μ V	1台
* トランスミッター コントローラ	ZONG	XMT-16	0.001~8KHz	1式
電 極		電流線	ステンレス棒	1式
		電位線	飽和硫酸銅溶液非分極性電極	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	ポケットコンパス		4台
		間縄	100m エスロンテープ*	1式
* 通信機	KENWOOD		出力: 5W	12台

* MTA所有

(室内試験) 表 II - 3 - 4 (2) 測定装置, 器材一覧表

送信機	IRIS Instruments	IP-L	出力: $1\mu\text{A} \sim 100\mu\text{A}$ max 10V	1式
受信機	SCINTREX	IPR-12	8チャンネル, 14ビット Input Range: $50\mu\text{V} \sim 14\text{V}$	1式
電極		Pt線		1式

3. 解析方法

1) IP法

第1, 2年次

比抵抗及び充電率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。

第3年次

比抵抗及び充電率疑似断面の解析には2次元Inversionプログラム(Zong社)を用いた。

解析結果を表す一つの範囲は, 水平長さ100m, 垂直長さ50~70mである。

MF (MetalFactor)の値は"100*比抵抗/充電率"により求めた。

2) CSAMT法

一次元解析

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

解析は水平多層構造の層数, 層厚及び比抵抗をパラメータとする初期モデルについて各周波数に対する見掛比抵抗値を計算し, 実測値 (Yamashita and Hallof(1985)の方法によるnear filed補正後の値) に近づくようにモデルのパラメータを修正するシミュレーション手法により行った。

2次元断面解析

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

3-2-3 調査結果、解析結果及びまとめ

1. IP法

1) 第1年次

①調査結果

測線位置を図II-3-22に示す。

調査結果をまとめて図II-3-11~12及び表II-3-5に示す。

表II-3-5 調査結果一覧表 (第1年次)

測線名	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

②解析結果

解析結果をまとめて図II-3-13~14及び表II-3-6に示す。

表II-3-6 解析結果総括表 (第1年次)

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 Lahanos 地域	120 $\Omega \cdot m$ 14mV/V 140 $\Omega \cdot m$ 17mV/V	・ 深部に広く分布。 ・ 地表付近は垂直平板状モデル。 Kizilkaya層からÇaglayan層に分布
D Çalkaya 地域	2 $\Omega \cdot m$ 42mV/V 35 $\Omega \cdot m$ 20mV/V 2 $\Omega \cdot m$ 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。 Kizilkaya層からÇaglayan層に分布
E Lahanos 地域	180 $\Omega \cdot m$ 10mV/V 30 $\Omega \cdot m$ 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。 Kizilkaya層
G Lahanos 地域	200 $\Omega \cdot m$ 15mV/V 20 $\Omega \cdot m$ 32mV/V	・ 地表下約100m以深に水平板状モデル。 ・ 上記異常源と一体の傾斜板状モデル。 Kizilkaya層

③まとめ

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Kızılirmak層とÇaglayan層の岩相差より全体に鉄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。

岩石及び鉄石の物性試験では品位の高い鉄石が低比抵抗・高充電率を示すが、低品位の鉄石は低比抵抗・低～高充電率を示し変化が大きい。僅かに鉄化を受けた岩石ではデイサイト溶岩及びデイサイト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鉄を反映したもので $200 \Omega \cdot m$ 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鉄化を受けたデイサイト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Kızılirmak層及びÇaglayan層内の鉄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Kızılirmak層内のデイサイト質溶岩の鉄化変質が推定される。

調査結果のIP異常は鉄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。

