

トルコ共和国チャナッカレ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成元年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱計資

CR(3)

89-18

トルコ共和国チャナッカレ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

JICA LIBRARY



1072303191

18741

平成元年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



国際協力事業団

18741

はしがき

日本国政府はトルコ共和国政府の要請に応え、同国の東部に位置するチャナッカレ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探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、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和63年度を第1年次とする初年次にあたり、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して、昭和63年9月5日から昭和63年11月21日まで現地に派遣した。

現地調査はトルコ共和国政府関係機関、鉱物資源調査総局の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあ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。

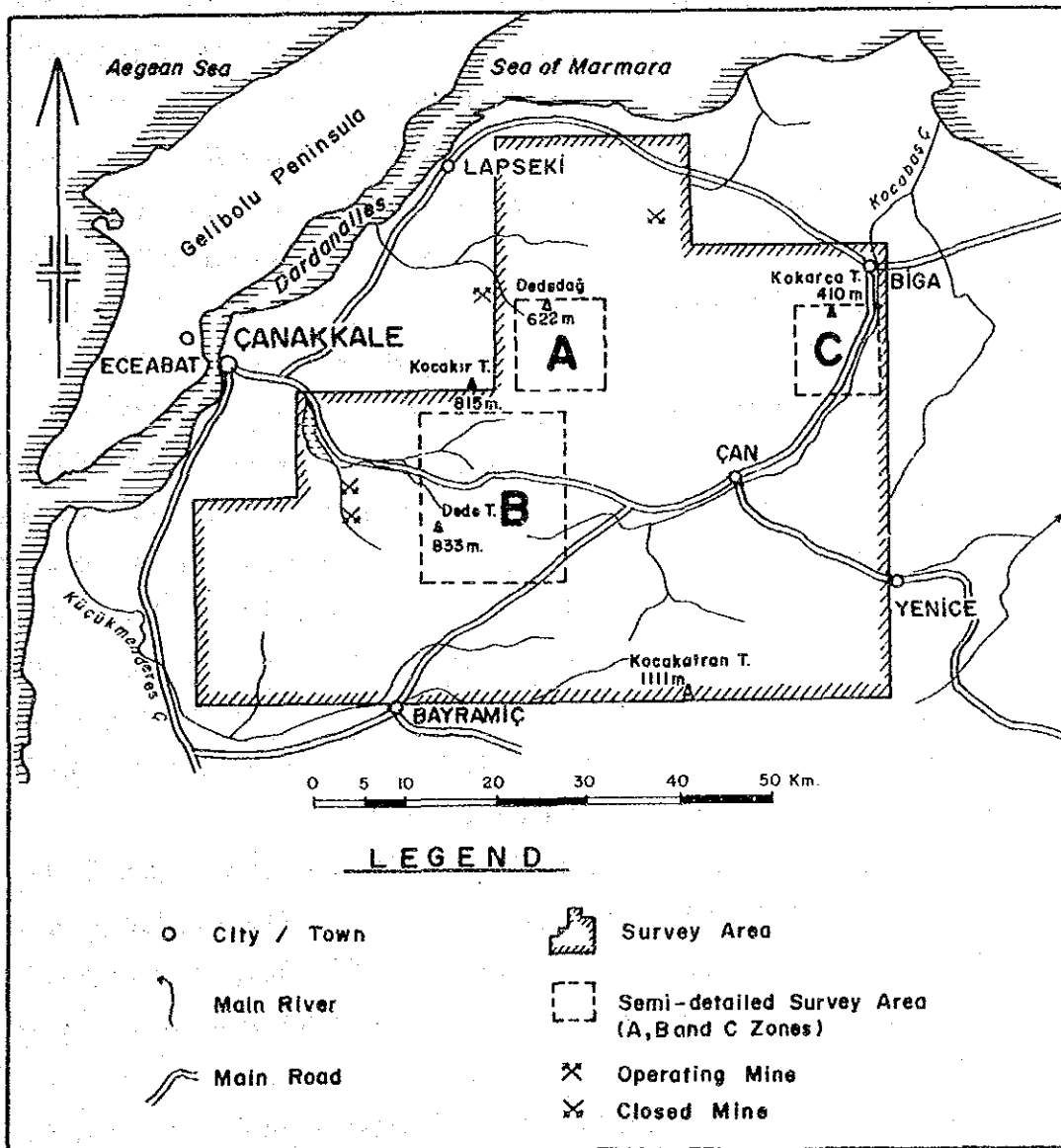
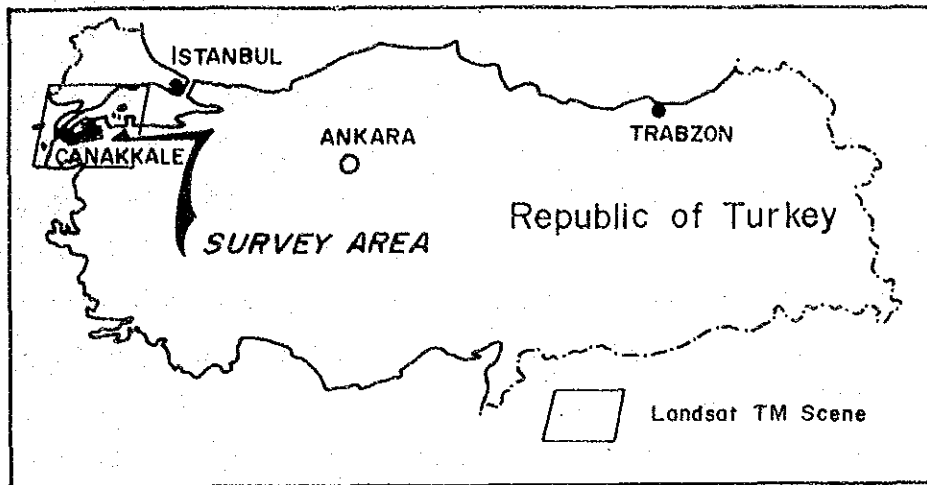
平成元年 2月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団

理事長 佐藤淳一郎



第1-1図 調査地域位置図

要 約

本調査ではチャナッカレ(Çanakkale)地域の金属鉱床(金, 銀, 銅, 鉛, 亜鉛, モリブデン等)の賦存状況を把握することを目的とし, 現地調査に先立ち, 既存地質, 地化学探査資料を入手し, 3,400km²にわたる地域のランドサット画像解析を行った。その結果, 珪化・変質帯の分布から貴金属鉱床の有望な調査地域としてA, B地区, 地化学探査のアノマリーから金属鉱床(ポーフリータイプ)の有望な調査地域としてC地区を抽出した。地質調査と併行して地化学探査のための岩石試料の採取と重鉱物調査とを実施した。さらに, MTAで採取した沢砂の残試料について金, その他の新たな成分の分析を行った。

本地域の最下位の地質は, 先三畳系のカズダー(Kazdag)層群で, 主として塩基性火成岩起源の変成岩からなり, A地区の北側とB地区の西側のいずれも調査地区外に分布している。カズダー層群の上位には, これを不整合に覆う三畳系のカラカヤ(Karakaya)層群に対比されるタシュデメック(Taşdibek)層(B地区), エメシェ(Emeşe)層(C地区)が認められ, これらを不整合に覆って第三紀始新世以降の中性火山岩類が広く分布している。A地区では基盤岩類は分布せず第三紀始新世と中新世の安山岩・同質の火砕岩からなり, この他には第三紀末期から第四紀にかけての石英安山岩・玄武岩がわずかに分布している。貫入岩としてはB, C地区で三畳紀と白亜紀後期ないし始新世とされる花崗閃緑岩が分布している。

地質構造はデックメン断層で代表されるNE-SW系の主要なリニアメント及び, これを切るE-W系のリニアメントが分布し, これらは, さらに, 新しいN-S系のリニアメントにより切られている。

鉱化作用は浅熱水性型と鉱染(ポーフリー-モリブデン-銅)型に大別される。浅熱水性鉱化作用はA地区で見られるような高品位で, 規模の小さい含金銀・鉛-亜鉛-銅-重晶石型鉱脈鉱床とB地区の低品位で, 規模の大きい金鉱床とからなる。鉱染型はC地区で認められ, デックメン花崗閃緑岩の貫入に伴い, その周辺の母岩中に発達しモリブデン・銅等よりなる低品位鉱化帯である。

地質構造と鉱化帯との関係を見ると, C地区ではランドサット画像解析による主要リニアメントのNE-SWからE-Wの方向に蛇紋岩とデックメン花崗岩とが配列し, ポーフリー型鉱化作用と浅熱水性鉱化作用が認められるのに対し, B地区では基盤岩類の隆起部周辺のNE-SW系の断層とNNE-SSW系~NW-SE系の新しい割れ目とに関連して金鉱化作用が認められる。

地化学異常と鉱化帯との関係では沢砂試料 304件, 岩石試料 1,010件等の分析結果と131件の重鉱物調査結果から得られた結果より, 金鉱床を目的とした場合, 本地域の沢砂試料中では金鉱化作用に関連した成分は, 広がる範囲が小さく効果的でない。むしろ岩石試料のほうがより効果的である。重鉱物調査では露頭より1~2km下流で採取した箇所で見つかり, この結果は岩石試料の結果とも一致する。

これらの地化学手法による結果と地質調査結果を総合的に検討し, 以下のように要約される。

A地区: 本地区は主として始新世のチャムヤイラ火山岩類及び中新世のバルジュラル火山岩類

が分布し、これらの火山岩類中に銅、鉛、亜鉛からなる鉱脈鉱床が胚胎している。鉱石の分析結果金、銀もかなり含有し、定量的に高品位である。脈幅は狭く、走行延長も短いことから、本地区内で把握された鉱床は規模の小さい鉱脈である。

B地区：タシュデメック層と花崗岩からなる基盤岩類周辺の中新世のシャプチュ火山岩類分布域の珪化・粘土化変質帯中で金の地化学異常を把握した。鉱化状況と地化学異常域の広がりから、規模の大きい低品位金鉱床が期待される箇所名は下記のとおりである。

- ① アルルク沢 (Arlik Dere)
- ② カライブラヒムレル (Karaibrahimler)
- ③ ケスタネ岳 (Kestane Dagı)
- ④ ビレン山 (Piren Tepe)

C地区：本地区ではデックメン花崗岩の貫入に伴うポーフイリーモリブデン(銅)鉱床が発見された。輝水鉛鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱等の硫化鉱物と鉄マンガン重石が微量に認められ、岩石試料の分析結果から金・砒素・水銀・アンチモン等の成分も伴っている。これらの点からポーフイリーモリブデン型鉱化作用のあと浅熱水性鉱化作用を被っており、二つの鉱化作用が重複しているものと考えられる。このタイプの鉱化作用の特徴から下部にも鉱化帯が広がり、規模の大きい低品位鉱床を形成している可能性が考えられる。局部的に金・アンチモンを伴うことから、今後の調査で鉱化作用の重複している部分でまとまった金を含有していることが明らかとなればより重要なターゲットとなろう。

目 次

は し が き	
調査地域位置図	
要 約	
目 次	
付図付表一覧	

第 I 部 総 論

第1章 序論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第1年次調査の範囲、目的及び作業の内容	1
1-2-1 重点項目	
1-2-2 調査方法	
1-3 調査団の編成	5
第2章 調査地域の地理	5
2-1 位置及び交通	6
2-2 地形及び水系	7
2-2-1 地形	
2-2-2 水系	
2-3 気候及び植生	7
2-3-1 気候	
2-3-2 植生	
第3章 調査地域の既存地質情報	8
3-1 既往調査の概要	8
3-2 ビガ半島北西地域の一般地質	8
3-3 調査地区の地質的位置づけ	11
3-4 ビガ半島北西地域の鉱業概要	12
第4章 調査結果の総合検討	18
4-1 地化学試料の分析結果から推定される鉱化作用	18
4-2 金鉱床及びポーフィリーモリブデン型鉱床のポテンシャル	19
4-2-1 金鉱床のポテンシャル	
4-2-2 ポーフィリーモリブデン鉱床のポテンシャル	
4-3 地質構造・鉱化作用の特性と鉱化規制について	28

第5章 結論及び提言	29
5-1 結論	29
5-2 第2年次調査への提言	30

第 II 部 ランドサット画像解析

第1章 ランドサット画像位置及び使用データ	35
1-1 画像位置	35
1-2 使用データ	35
第2章 ランドサット画像処理・作成及び解析方法	38
2-1 データ処理	38
2-1-1 フォーマット変換	
2-1-2 サブシーンからフルシーンへの接合	
2-1-3 通常処理	
2-1-4 特殊処理(比演算処理)	
2-2 画像の種類	46
2-3 解析方法	46
第3章 解析結果	49
3-1 地質判読	49
3-2 変質帯	50
3-3 地質構造要素の判読	53
3-3-1 褶曲構造	
3-3-2 リニアメント	
3-3-3 環状構造	
3-4 考察	57

第 III 部 各 論

第1章 チャナッカレ地域地質調査	59
1-1 概要	59
1-2 調査方法	59
第2章 A地区の地質調査	59
2-1 地質概要	59
2-2 地質階序	60
2-2-1 チャムヤイラ火山岩類	

2-2-2	バルジュラル火山岩類	
2-2-3	デデダー火山岩類	
2-2-4	バラバン玄武岩	
2-2-5	沖積層	
2-3	貫入岩類	63
2-4	地質構造	66
2-5	鉍化変質	66
第3章	B地区の地質調査	66
3-1	地質概要	66
3-2	地質層序	67
3-2-1	タシュデメック層	
3-2-2	キラズル礫岩層	
3-2-3	チャムヤイラ火山岩類	
3-2-4	シャプチュ火山岩類	
3-2-5	オスマンラル火山岩類	
3-2-6	カラキョイ層	
3-2-7	コジャチャクル玄武岩	
3-2-8	沖積層	
3-3	貫入岩類	70
3-4	地質構造	70
3-5	鉍化変質	76
第4章	C地区の地質調査	80
4-1	地質概要	80
4-2	地質層序	80
4-2-1	エメシェ層	
4-2-2	サルスバット層	
4-2-3	カランルック層	
4-2-4	アッカイラック火山岩類	
4-2-5	バカジャクル火山岩類	
4-2-6	沖積層	
4-3	貫入岩類	85
4-4	地質構造	85
4-5	鉍化変質	87
第5章	全岩分析	87
第6章	地化学探査	93

6-1	沢砂試料の地化学探査	93
6-1-1	沢砂試料の地化学探査	
6-1-2	既存地化学探査試料再分析	
6-1-3	化学分析方法	
6-1-4	分析結果の解析	
6-2	岩石試料の地化学探査	99
6-2-1	試料の採取	
6-2-2	化学分析方法	
6-2-3	分析結果の解析	
6-3	重鉍物の地化学探査	106
6-3-1	重鉍物調査の目的	
6-3-2	試料採取と処理	
6-3-3	重鉍物試料の測定	
6-3-4	測定結果	
6-3-5	重鉍物調査結果	
6-4	地化学異常と鉍化作用との関連	111
6-4-1	沢砂試料の分析結果と鉍化作用	
6-4-2	岩石試料の分析結果と鉍化作用	
6-4-3	重鉍物と鉍化作用	
6-5	地化学探査の手法別評価	113
第7章	考察	114
7-1	地質構造	114
7-2	鉍化作用	115
7-3	鉍化作用の地下深部への連続性	115
7-4	金粒の検出と珪化変質帯	115
7-5	変質作用	116

第IV部 結論及び提言

第1章	結論	117
第2章	第2年次調査への提言	118
参考文献		121

写真

巻末資料

付 図

- 第1-1図 調査地域位置図
- 第1-2図 調査範囲図
- 第1-3図 ビガ半島西部地域地質概略図
- 第1-4図 チャナッカレ地域地質概略図
- 第1-5図 鉍徴地・変質帯分布図
- 第1-6図 主要地化学異常域分布図
- 第2-1図 ランドサット画像位置図
- 第2-2図 ランドサット5号の軌道と観測パターン
- 第2-3図 補正済画像のサブシーンの分割
- 第2-4図 処理フローチャート
- 第2-5図 B S Qフォーマット
- 第2-6図 J P Xフォーマット
- 第2-7図 ラブラシアンオペレーター
- 第2-8図 エッジ強調オペレーター
- 第2-9図 エッジ強調後の各バンドのヒストグラム（フルシーン）
- 第2-10図 エッジ強調後の各バンドのヒストグラム（陸域部）
- 第2-11図 比演算の概念図
- 第2-12図 各バンド間の二次元ヒストグラム
- 第2-13図 比演算後のヒストグラム
- 第2-14図 ランドサット画像解析図
- 第2-15図 可視・近赤外域における鉄酸化物のスペクトル
- 第2-16図 短波長赤外域における粘土鉍物等のスペクトル
- 第2-17図 リニアメント密度図
- 第2-18図 リニアメントの本数・長さのローズ・ダイアグラム及び長さのヒストグラム
- 第3-1図 A地区地質平断面図
- 第3-2図 A地区模式柱状図
- 第3-3図 バルジュラル鉍化帯スケッチ
- 第3-4図 A地区鉍化・変質帯図
- 第3-5図 B地区地質図
- 第3-6図 B地区地質断面図
- 第3-7図 B地区模式柱状図
- 第3-8図 B地区鉍化・変質帯図
- 第3-9図 C地区地質平断面図
- 第3-10図 C地区模式柱状図

- 第3-11図 C地区鉍化・変質帯図
- 第3-12図 チャナッカレ地域花崗岩類の分類：ノルム $Qz \cdot (Ab + An) \cdot Or$ ダイヤグラム
- 第3-13図 チャナッカレ地域火山岩類の分類： $SiO_2 \cdot (Na_2O + K_2O)$ ダイヤグラム
- 第3-14図 MFA ダイヤグラム
- 第3-15図 $CaO \cdot Na_2O \cdot K_2O$ ダイヤグラム
- 第3-16図 花崗岩類の $Fe_2O_3 \cdot FeO$ ダイヤグラム
- 第3-17図 火山岩類の $SiO_2 \cdot FeO^* / MgO$ ダイヤグラム
- 第3-18図 分化指数と酸化物の組成変化
- 第3-19図 沢砂試料によるスコア図
- 第3-20図 岩石試料によるA地区スコア図
- 第3-21図 岩石試料によるB地区スコア図
- 第3-22図 岩石試料によるC地区スコア図
- 第3-23図 金粒表示と注目される金粒採取水系図
- 第4-1図 探査有望地区位置図

付 表

- 第1-1表 調査地区選定に使用したデータ表
- 第1-2表 ビガ半島層序表
- 第1-3表 ビガ半島産出主要化石表
- 第1-4表 ビガ半島北西地域の層序対比表
- 第1-5表 主要鉍微地一覧表
- 第1-6表 主要沢砂分析結果一覧表
- 第1-7表 主要A地区岩石試料分析結果一覧表
- 第1-8表 主要B地区岩石試料分析結果一覧表
- 第1-9表 主要C地区岩石試料分析結果一覧表
- 第1-10表 主要重鉍物試料一覧表
- 第1-11表 主要鉍微地地化学探査比較表
- 第2-1表 TMバンドの一般的特徴
- 第2-2表 ランドサット画像解析地質判読一覧表
- 第3-1表 鉍石分析結果一覧表
- 第3-2表 検鏡結果(研磨片)一覧表
- 第3-3表 全岩分析一覧表
- 第3-4表 検鏡結果(薄片)一覧表
- 第3-5表 沢砂試料の分析成分と検出限界一覧表

第3-6表	沢砂試料の基本統計量一覧表
第3-7表	沢砂試料の相関と共分散行列表
第3-8表	沢砂試料の固有ベクトルと固有値(相関行列)表
第3-9表	岩石試料の分析成分と検出限界一覧表
第3-10表	岩石試料の基本統計量一覧表
第3-11表	岩石試料の相関と共分散行列表
第3-12表	岩石試料の固有ベクトルと固有値(相関行列)表
第3-13表	重鉍物試料内訳表
第3-14表	金粒の算出内容

写 真

写真1	フルシーンのフォールスカラー合成画像(バンド4:青・5:緑・7:赤)
写真2	調査地域のフォールスカラー合成画像(バンド4:青・5:緑・7:赤)
写真3	比画像(バンド5/7:青・5/4:緑・3/1:赤)
写真4	比画像(バンド5/7:赤・5/4:緑・3/1:青)
写真5	現地調査に参加したメンバー
写真6	金粒の検出された珪化・粘土化変質帯の産状
写真7	顕微鏡写真(研磨片)
写真8	顕微鏡写真(薄片)

添 付 図

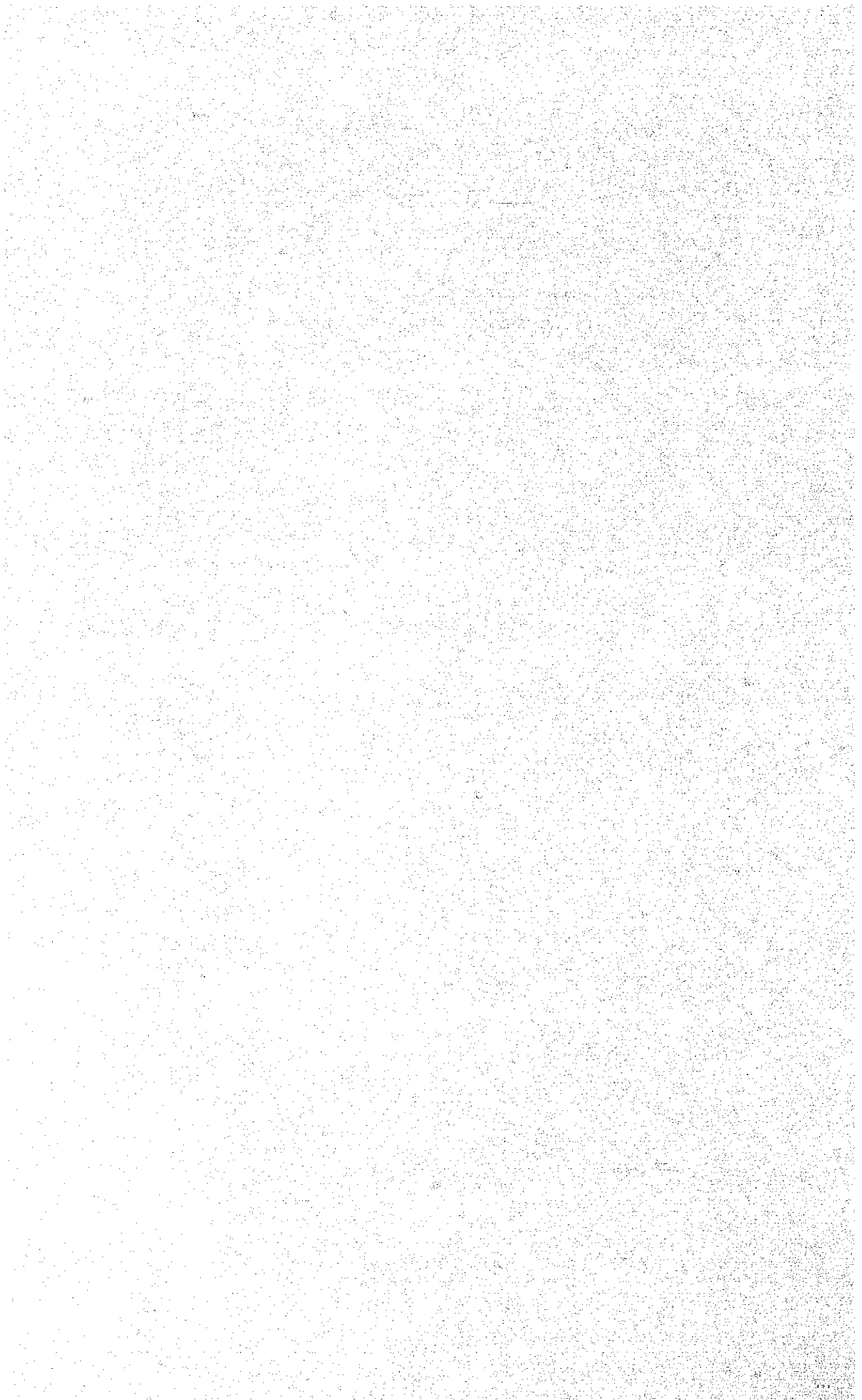
添付 第1図	ランドサット画像解析図	縮尺 1:100,000
添付 第2図	A地区地質平断面図	縮尺 1:25,000
添付 第3図	A地区岩石試料採取位置図	縮尺 1:25,000
添付 第4図	A地区変質帯分布図	縮尺 1:25,000
添付 第5図	B地区地質図	縮尺 1:25,000
添付 第6図	B地区地質断面図	縮尺 1:25,000
添付 第7図	B地区変質帯分布図	縮尺 1:25,000
添付 第8図	B地区岩石試料採取位置図	縮尺 1:25,000
添付 第9図	C地区地質平断面図	縮尺 1:25,000
添付 第10図	C地区岩石試料採取位置図	縮尺 1:25,000
添付 第11図	C地区変質帯分布図	縮尺 1:25,000
添付 第12図	沢砂試料解析結果(スコア)図	縮尺 1:100,000

添付 第13図	A地区地岩石試料解析結果(スコア)図	縮尺 1:25,000
添付 第14図	B地区地岩石試料解析結果(スコア)図	縮尺 1:25,000
添付 第15図	C地区地岩石試料解析結果(スコア)図	縮尺 1:25,000
添付 第16図	沢砂試料・重鋳物試料採取位置図	縮尺 1:100,000

巻末資料

第1表	地化学試料分析結果表(沢砂試料)	
第2表	主成分分析スコア表(沢砂試料)	
第3表	岩石試料記載表	
第4表	地化学試料分析結果表(岩石試料)	
第5表	主成分分析スコア表(岩石試料)	
第6表	重鋳物調査結果一覧表	
第7表	X線回折試料記載表	
第8表	X線回折粉末法試験結果一覧表	
巻末図	C地区デックメン花崗岩周辺部地質平断面図	縮尺 1:10,000

第 I 部 総 論



第1章 序 論

1-1 調査の経緯および目的

本年次調査はトルコ共和国チャナッカレ地域資源開発協力基礎調査の初年度にあたり、既存地質資料、地化学探査資料を入手、現地調査に先立って実施した3,400km²の範囲のランドサット画像解析結果を考慮に入れて検討した結果、金属資源の探査有望地区としてA地区(100km²)、B地区(300km²)、C地区(100km²)の3地区を抽出した。

A、B地区は第三紀火山岩類が卓越し、珪化変質帯が認められた付近に地化学異常の抽出された箇所を含む地区である。また、C地区は花崗岩分布域で地化学異常が認められた地区である。抽出するにあたり使用したデータを第1-1表にまとめた。これら3地区で昭和63年9月5日から11月21日の2.5ヶ月間にわたる地質調査と地化学探査を実施した。

本調査地域はトルコの地質構造区分によると西部ポンチードス帯に属し、過去3回にわたり資源開発基礎調査が実施されたトラブゾン地域の東部ポンチードス帯と類似する地質である。地質は基盤の先三疊紀・三疊紀の変成岩類と、これらを不整合に覆う第三紀の中性火山岩類とからなる。貫入岩類は花崗閃緑岩、蛇紋岩等が三疊紀の基盤岩類の発達している地域に分布している。第三紀始新世から中新世にかけて中性火山岩類・同質火砕岩類が卓越していることも特徴的で、この時期の火成活動に伴う小規模な鉱脈型の鉱化作用が認められる他、珪化・粘土化変質帯も発達している。

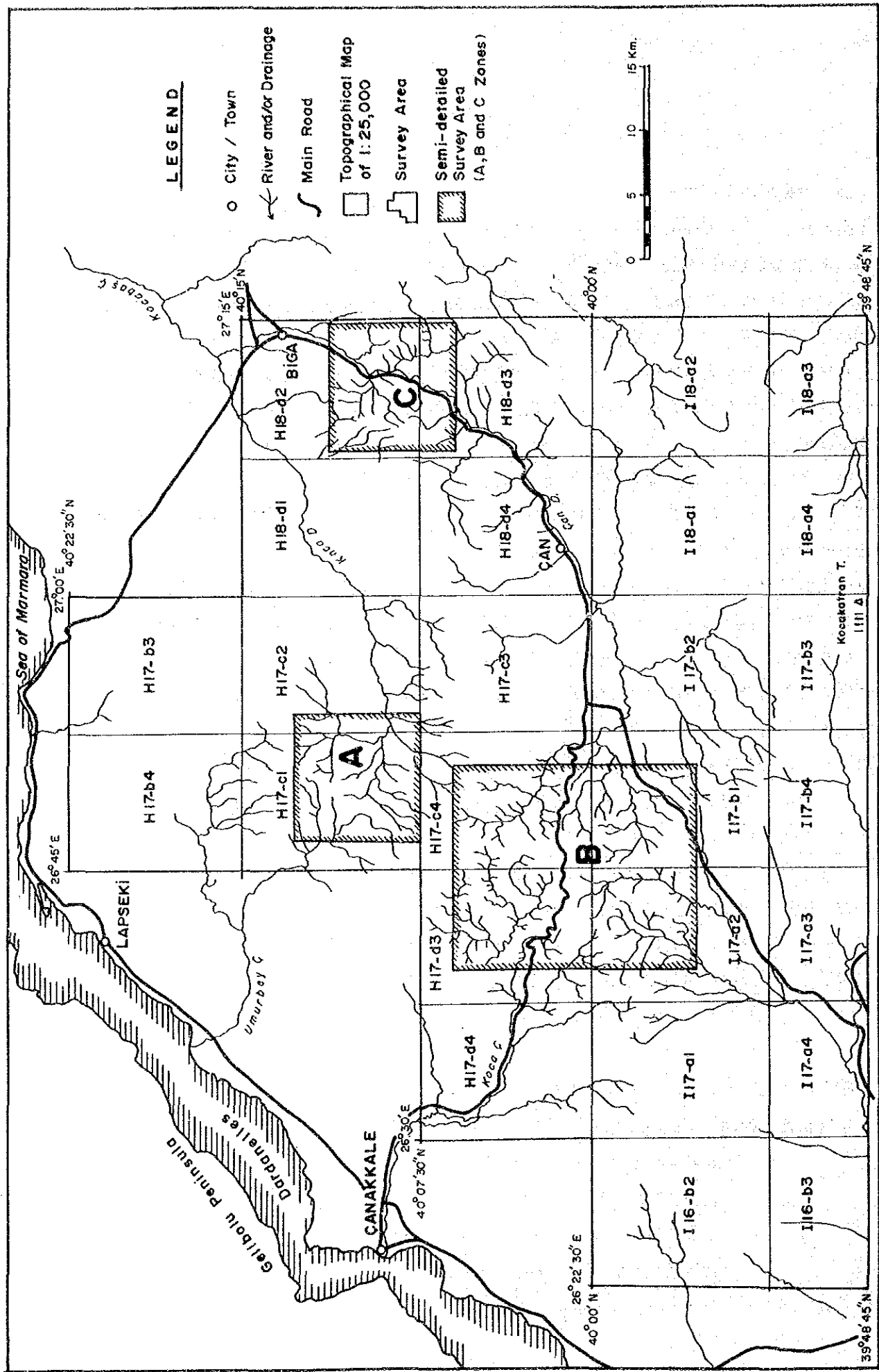
このようなことから本地域内で期待される鉱床としては、花崗閃緑岩に伴うポーフィリーモリブデン(銅)鉱床、小規模な高品位銅・鉛・亜鉛鉱脈鉱床、珪化変質帯中に期待される金鉱床の3つのタイプが考えられる。これらのタイプのなかで、本地域の西部域では珪化変質帯に伴う金鉱脈が2箇所知られており、かつて採掘され、その後のMTAの探鉱により新鉱脈が見つけたとの報告(R. Higgs, 1962)がある。これと類似する珪化変質帯が東方に広がっていることから、A、B地区では金鉱床探査を目的に調査を実施した。C地区では地化学探査異常域が抽出されている。この異常域は花崗閃緑岩類の貫入に伴う銅・鉛・亜鉛・モリブデンの異常域と考えられ、ポーフィリーモリブデン(銅)型鉱床が期待されることから調査を実施した。

1-2 第1年次調査の範囲、目的および作業の内容

第1年次調査の範囲は下記の経緯点で囲まれた面積 3,400km²である。

北緯40°22'30"	東経26°22'30"
北緯40°22'30"	東経27°15'00"
北緯39°48'45"	東経27°15'00"
北緯39°48'45"	東経26°22'30"

上記の4点で囲まれた3,400km²の範囲を第1-2図で示した。



第1-2図 調査範囲図

第1-1表 調査地区選定に使用したデータ表

	No. ※ ¹	Name of Geochemical Anomaly	Minerals	Geological Environments※ ²	Remarks※ ³					Selected Survey Areas(km ²)
					1	2	3	4	5	
MINERALIZATION Related with younger volcanics	1	Kuştepe	Cu	A ₁ +T ₁ with Tsi	A	×				
	2	Çamlıtepe	Cu,Pb,Zn	ditto	A					
	3	Kuşdakçılar	Cu,Pb,Zn	ditto	A			○	○	
	4	Yaylalar	Pb,Zn	ditto	A			○		100(A)* ¹
	5	Balcılar	Pb,Zn	ditto	A			○	○	
	12	Sivridağ Kocalar	Cu,Pb,Zn	A ₁ +T ₁ with Tsi/Gd	A	×		○		
	30	Torunlar	Cu,Mo	A ₁ +T ₁ with Tsi	A		○		○	300(A)* ²
	31	Karacaören	Cu,Pb,Zn,Mo	A ₁ +T ₁ /nd	A		○	○		
	13	Kavak Dere	Zn	A ₁ +T ₁ with Tsi	A	×			○	
	27	Karınca	Pb	A ₁ +T ₁ /nd	A	×	○		○	
	28	Y.Palamut	Cu,Pb,Mo	ditto	A		○		○	120(B)
	34	Doğancı	Cu,Mo	nd/Hs	A		○			
	Related with older v.	39	Bardakçılar	As,Pb,Zn,Sb	A ₁ +T ₁ with Tsi/Gd/Hs	A	×		○	○
61		Sakardağ	Cu	Gn/Gd/Hs	A					
101		Çalılı	Cu	A ₁ +T ₁ with Tsi/Hs	A					
102		Dibektaş	Cu	ditto	A	×				80(B)
103		Kızıldam	Cu	ditto	A					
6		Kocamusalar	Cu	Efl	B					
7		Mağara Tepe	Pb,Zn	A ₁ +T ₁	B					
9		Manyasobası	Cu,Pb,Zn,Sb	ditto	B		○		○	
10		Karadağ	Cu,Pb,Zn,Sb	ditto	B		○			80(B)
11		Doğancılar	Cu,Pb,Zn,Sb	ditto	B					
Related with granitoids	14	Uvezdere	Pb	ditto	B	×	○			
	29	Kayalıdağ	Mo(Pb,Zn)	ditto	B	×		○		100(B)
	32	Bıyıklı	As	ditto	B		○			
	99	Adatepe	Sb,As	A ₁ +T ₁ /ng	B	×				
	100	Çataltepe	Sb,Pb,Zn	A ₁ +T ₁ /Ep	B					
	8	Sayatepe	Pb,Zn	Gn/Gd	C					
	19	Danapınarı	Pb,Zn,Mo	ditto	C					
	20	Dikmen	Cu,Zn	ditto	A					
	21	Katrançı	Mo,Cu,Pb,Zn	ditto	A					
	22	Cilingir	Cu	ditto	A					100(A)* ³
	23	Okcular	Sb	ditto	A					
	24	Doğacı	As	ditto	C					
	25	Kayacık	Cu	Ep/Gd/A ₁ +T ₁	C					
	26	Kuşçayırı	Cu,Pb,Zn,Sb	Ep/Gd	C		○			
	38	Hacıbekirler	Pb,Zn,Cu	A ₁ +T ₁ /mum/Gd	C		○			
	40	Kanlıoba	As,Cu,Pb,Zn	mum/Gd	C	×				
	41	Yesilköy	As	ditto	C	×				
42	Korucağ	As,Sb,Pb	A ₁ +T ₁	C		○				
43	Tongurlu	Cu	Gd/Hs	C	×					
58	Sazak	W?	Gn/Gd	C						
104	Karaeyrek	Cu	Ep/Gd	C						
105	Susamalan	Cu	ditto	C						
109	Salihler	Cu,Pb,Zn	ditto	C						

※¹ Geochemical Data of Northwest Anadolu Branch of MTA (1985)

※² Simboles are same in Table 1-2. Hs : Hot spring

※³ 1: Priority, A, B, C in order

2: Including the concession of private sector

3: Including the concession of MTA

4: Indicating ring structure of TM image

5: Including the siliceous tuff zone

*¹: Zone A, *²: Zone B, *³: Zone C

1-2-1 重点項目

本地域の地質の主要構成岩類は第三紀の中性火山岩類・火砕岩類からなり、これらを母岩とする鉍化作用が多く箇所で認められる。現地調査を実施するにあたり、既存地化学探査資料の再解析とランドサットTM画像の解析結果により注目される変質帯が抽出されたことから、下記の点に重点を置き調査を進めた。

- (1) 火山岩類・火砕岩類が分布する地域の地質構造解析。
(Volcanic center, Fracture zone, Fault structure等)
- (2) 抽出された変質帯に重点を置いた地化学岩石試料の採取。
- (3) X線回折による変質帯の分帯。
- (4) TM画像から判読されたりニアメントの究明。
- (5) 地化学異常と鉍化作用との関連の解明。
- (6) 鉍化作用の地下深部への連続性の解明。
- (7) 異常帯の抽出及びその性質の解明。

1-2-2 調査方法

(1) TM画像による変質帯の抽出

ランドサットTMデータを使用してチャナツカレ地域(3,400km²)の解析作業を実施した。これまでのアメリカや南米などの地域の解析成果を参考にして、ランドサットTMデータの各バンドを比演算処理し、比画像を作成する方法が変質帯の抽出に有効と考えられ、5/7、5/4、3/1の比演算処理データにそれぞれ青、緑、赤等の色を割りあてた比画像及びフォールスカラー画像(いずれも縮尺1/100,000)を作成し、変質帯の抽出とリニアメントの判読を行った。

(2) 地質調査

本地域の地質調査は、これまでにMTA独自の調査と、西ドイツとの共同調査により地質概要が明らかにされている。初年度は、これらの結果をベースにして、ランドサット画像解析結果から抽出された火山岩類分布地域中の変質帯に重点を置き調査を進めた。殆どの地化学異常域は火山岩類の分布地域に限られることから、火山活動と鉍化帯との関連及び変質作用の究明を行った。

(3) 地化学探査

既存データとランドサット画像解析から抽出された準精査地区の500km²について、地質調査と平行して岩石試料を採取した。採取密度は1km²あたり平均2個になるように採取した。調査地区内には珪化・粘土化変質帯が発達し、所によっては温泉化作用も認められ、このような部分を中心に岩石試料を採取した。

(4) 地質調査・地化学探査の作業量

調査面積(ランドサット画像解析)	3,400km ²
準精査面積	500km ²
踏査延長	750km
岩石薄片作成	15件
鉍石研磨片作成	16件
地化学探査試料(Au, Ag, As, Hg, F, Tl, Se, Sb, Ba, Cu, Pb, Zn, Mo, Bi, Cd)	1,009件
既存地化学探査試料(Au, Ag, As, Hg, F, Tl, Se, Sb)	304件
鉍石分析 (Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, W)	16件
全岩分析	15件
X線回折粉末法試験	150件
パニング	131件

1-3 調査団の編成

調査計画策定及び折衝:チャナッカレ地域資源開発協力基礎調査の計画策定にあたり事前調査、協定折衝のため調査団が下記日程で派遣された。

【プロジェクト選定調査】(昭和63年1月27日より昭和63年2月1日)

日本側事前調査団		トルコ側担当機関 鉍物資源調査総局(MTA)	
和泉 武	金属鉍業事業団	Sıtkı SANCAR	総裁
福田秀樹	通商産業省	Dr. Ramiz ÖZOCAK	金属鉍床部部长
平野英雄	金属鉍業事業団	Dr. Unal ARTAN	金属鉍床部副部长
神谷雅博	外務省	Adnan INAN	金属鉍床部副部长
北 良行	国際協力事業団	Engin ÇUBUKÇU	海外室長
		Mehmet Abid GENÇ	Balıkesir支所長
		Nizamettin ÇETINKAYA	Balıkesir副支所長

【事前調査・協定折衝】(昭和63年6月22日より昭和63年6月30日)

日本側協定折衝団		トルコ側担当機関 鉍物資源調査総局(MTA)	
平野英雄	金属鉍業事業団	Dr. Orhan BAYSAL	総裁
守屋 猛	通商産業省鉍業課	Atilla AYMAN	副総裁
北 良行	国際協力事業団	Dr. Ramiz ÖZOCAK	金属鉍床部部长
安達直隆	金属鉍業事業団	Dr. Unal ARTAN	金属鉍床部副部长
		Adnan INAN	金属鉍床部副部长
		Engin ÇUBUKÇU	海外室長
		Mehmet Abid GENÇ	Balıkesir支所長
		Nizamettin ÇETINKAYA	Balıkesir副支所長

第1年次調査団

第1年次調査は既存資料の検討及びランドサット画像解析を昭和63年8月2日から昭和63年8月31日にかけて行い、現地調査は昭和63年9月5日より昭和63年11月21日の日程で行われた。そのうち現地調査期間および調査団編成は次のとおりである。

【現地調査期間】

地質調査・地化学探査 自 昭和63年9月11日
至 昭和63年11月15日

【現地調査団編成】

日本側調査団(日鉱探開株式会社)	トルコ側担当機関 鉍物資源調査総局(MTA)
水本 久 (団長・地質・地化学探査)	Necmi YUCE (コーディネーター)
小原 賢 (地質・地化学探査)	Ahmet KARA (キャンプ責任者)
(ランドサット画像解析)	Hasan BATIK (地質・地化学探査)
佐藤哲男 (地質・地化学探査)	Sinan ORBAY (地質・地化学探査)
菅原一安 (地質・地化学探査)	Hakan SAKA (地質・地化学探査)
	Turhan ALPAN (重鉍物調査)

第2章 調査地域の地理

2-1 位置および交通

当該調査地域はピガ(Biga)半島に位置し、行政区上はチャナッカレ県に属する。チャナッカレは首都にあたり、ピガ半島最大の都市である。チャナッカレは首都アンカラの西方約550kmで、トルコ共和国最大の都市イスタンブールの南西約250kmに位置する。

首都アンカラからチャナッカレまではエスキシェヒル(Eskişehir)、ブルサ(Bursa)経由で約600km、長距離バスでの所要時間は11時間を要する。本調査地域はMTAのバルケシル支所管轄となっている。同支所はMTAの支所の中で最大規模のスタッフをかかえている。

幹線道路は調査地域の中央部を東西に横断する国道60号線、マルマラス海からエーゲ海の海岸線に沿って国道2号線が走っており、舗装率は100%に近い。この他、幹線道路と各部落を結ぶ自動車道路がのびている。これらの道路は未舗装で、冬季にも通行可能であるものの、砂利が敷かれてないため悪路となり、特に降雨期には、泥道となる。バルケシルとチャナッカレ間の幹線道路は舗装され、道路状況は良いものの約250km離れているため、車での所要時間は3時間を要する。第1年次のベースキャンプとしてチャナッカレが選ばれ、ここよりジープでA、B、C地区に通い調査を実施した。A地区への所要時間は1時間半、B地区へは1時間、C地区には2時間を要した。

2-2 地形および水系

2-2-1 地形

ビガ半島北西地域に位置するチャナッカレ地域は北側をマルマラス海、西側をエーゲ海に、南側は東西に広がるカズ(Kaz)山脈(最高峰 1,710m)に囲まれた地域である。調査地域内での最高峰は海拔1,111mのコジャカトラン(Kocakatlan)山が南側の調査範囲の境界付近に位置する。初年次の準精査範囲(500km²)は内陸部であるものの海拔200~800mと比較的なだらかな地形をなしている地域である。沿岸部の海拔200m以下の地形の平坦な地域には多くの集落があり、野菜、果物の栽培が盛んである。海拔200m以上の高地では麦の栽培や牧畜が盛んに行われている。

2-2-2 水系

調査地域のA地区はダーダネルス(Dardanelles)海峡を河口とし、東に伸びるウムルベイ(Umurbey)川の上流域で、かつビガへ流れるコジャバシュ(Kacabaş)川の上流域である。B地区はチャナッカレを河口とするコジャ(Koca)川と、コジャバシュ川の支流のチャン(Çan)沢の上流域である。C地区はチャン沢流域である。いずれの河川とも春先の融雪期にのみ水流が見られるが、その他の季節は涸れた状態となる。

2-3 気候および植生

2-3-1 気候

本地域の年間降雨量は600mmに達し、平坦な肥沃な土地が広がり、野菜、果物、小麦の栽培のほか、牛・羊・山羊の牧畜が盛んである。年間平均気温はチャナッカレで14.6℃と温暖な地中海気候に近いが、高緯度であることから海拔のやや高い調査地区では夏は涼しく、冬は降雪もみられ、かなり冷え込む。20℃を越えるのはチャナッカレでは6~9月の4ヶ月間で、地質調査期間の9~11月は降雨量の少ない季節から、次第に雨の多い季節へと変わり、月平均温度は9月の19.7℃から11月の11.8℃と次第に野外作業の厳しい季節となった。チャナッカレ気象観測所より得られた月平均気温と年間降雨量は下記のとおりである。

月平均	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
気温(℃)	5.9	6.5	8.0	12.3	17.2	21.8	24.6	23.9	19.7	15.6	11.8	8.1	14.6

年間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
降雨量(mm)	98	72	67	40	29	23	11	8	24	46	86	105	607

(1931~1987年間の平均)

2-3-2 植生

地形の高い地域は平地に比べ雨量が多く植生が発達している。針葉樹(松)が大部分であるが、この他に闊葉樹も認められ、前者は建材として、後者は薪として伐採されている。平坦な地域は耕作地として利用されているが、それ以外の地域は下草が繁茂し、放牧地となっている。

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

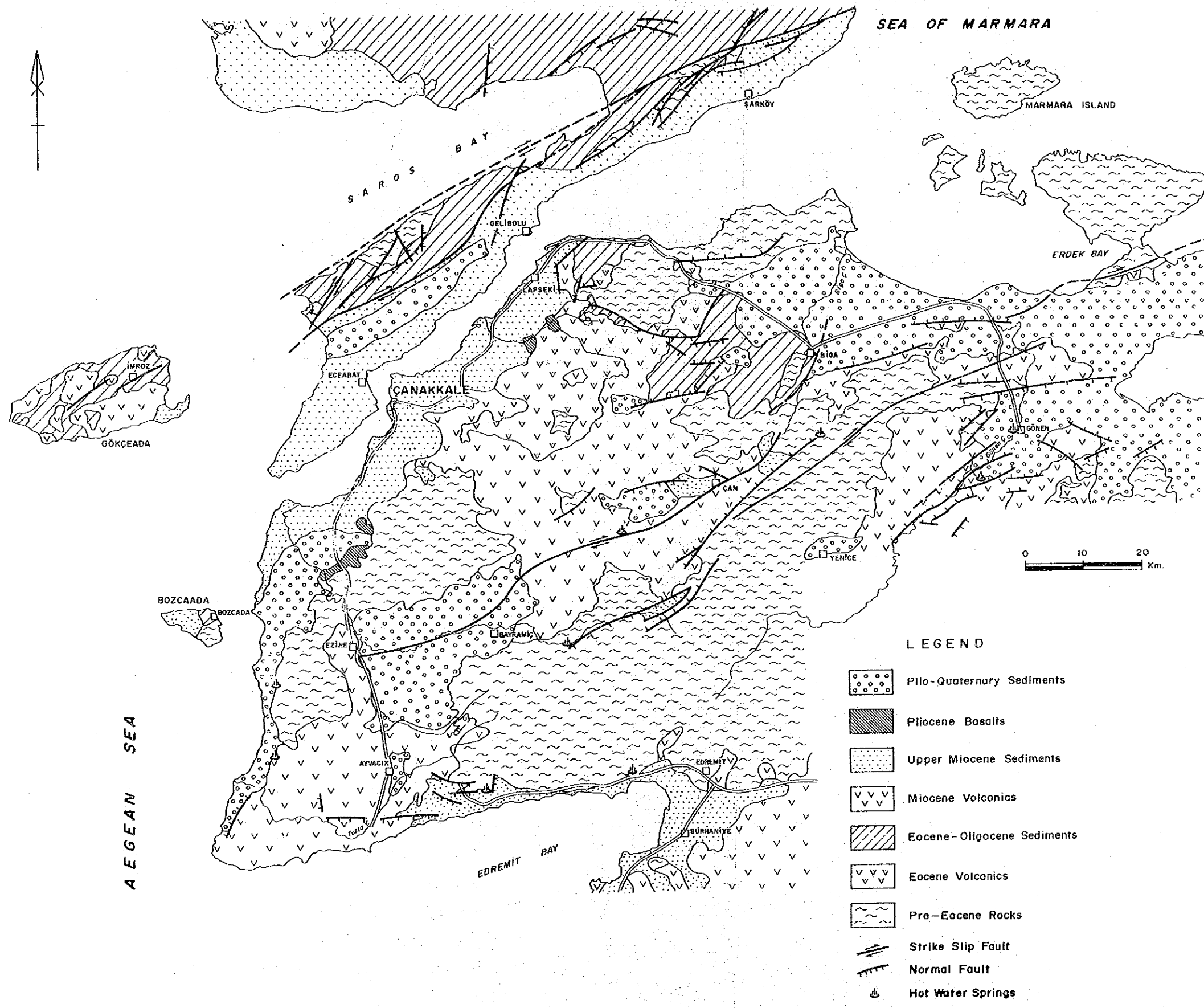
既往調査資料として1980年MTAアンカラの地質部のアキュレクとソヤル (Behçet AkyürekとYılmaz Soysal)によるビガ半島北西地域の地質調査報告書と、この調査結果に基づいて1980年以降に地化学探査(沢砂による)が行われている。最近では1987年トルコ石油公社の探鉱グループがエデレミット (Edremit) 湾(ビガ半島の南側の入江の部分)で石油探査を目的とした掘削に先立ち、ビガ半島全域にわたる地質調査を行っている(第1-3図)。

MTAの調査結果によると、当地域の基盤岩類は先三疊系の変成岩類(Kazdag層群)で、主として片麻岩、塩基性火成岩起源の変成岩、結晶質石灰岩からなる。これを不整合に覆って中生界の堆積岩類と第三紀中新世の中性火山岩類が分布している。珪化・粘土化変質帯が抽出された地域は始新世から中新世にかけての火山活動による安山岩、石英安山岩、流紋岩及びこれらと同質の火砕岩類が発達し、調査地域の中央部に広く分布している。貫入岩としては三疊紀及び上部白亜紀から始新世にかけての花崗閃緑岩が各所に分布、これまでの調査で花崗閃緑岩の貫入に関連して鉄、銅、鉛及び亜鉛の鉱化作用が認められている。チャナッカレ地域の地質層序は第1-2表のとおりである。この調査結果に対しトルコ石油公社の結果では、ビガ半島中央部に広く分布する火山岩類は始新世、中新世、鮮新世以降の3つの主要な火山活動に分けている。また、各所に深成岩類として分布する花崗岩類は上位と下位の地層中に産する化石より三疊紀と白亜紀後期～始新世の2つの時期があるとしている。このようにトルコ石油公社では堆積岩類中から産する化石の同定結果を考慮に入れ地質調査結果をまとめている。層序上両者の調査結果は似ているものの分布域が異なっている。主として異なる地域は第三紀の火山岩類の分布域である。初年次の調査中にトルコ石油公社より入手した、ビガ半島地域で産出された代表的な化石リスト(未公表)を第1-3表にまとめた。

3-2 ビガ半島北西地域の一般地質

本地区の調査結果、基盤岩類はB、C地区では三疊系のカラカヤ(Karakaya)層群に対比される地層が最下位で、これを不整合に覆って第三紀始新世以降の中性火山岩類が広く分布している。A地区では第三紀始新世以降の中性火山岩類が広く分布している。これら3地区の地質の大部分は始新世から中新世にかけての安山岩及び同質の火砕岩からなり、この他には第三紀末期から第四紀にかけての石英安山岩・玄武岩がわずかに分布している。貫入岩類としてはB、C地区で三疊紀と白亜紀後期ないし始新世とされる花崗閃緑岩が主なものである。

ビガ半島の地質は、上述のMTAアンカラの地質部とトルコ石油公社による調査ならびに、今回の調査結果をと対比すると第1-4表の通りである。この表からも明らかなように初年次の調査結果、層序はトルコ石油公社のものと一致する。トルコ石油公社の地質図に初年次の調査結果をいれて、まとめた地質図を第1-4図に示す。



Muzaffer SİYAKO-Kerem BÜRKAN (1987)
 Turkish Petroleum Co.-Exploration Group

第1-3図 ビガ半島西部地域地質概略図

第1-2表 ビガ半島層序表
(Behçet AKYUREX, Yılmaz SOYSAL, 1980)

新 生 代	第四紀	完新世	沖積層(A1) 段丘堆積物(Ta) 虚錐堆積物(Qd)
		更新世	オリビン玄武岩(Boh) Gevşek 火山灰層(Pl)
	新第三紀	鮮新世	Göl 堆積岩類(n) <ul style="list-style-type: none"> — Killi 石灰岩層(ng) — 火砕岩類(nd)
		中新世	火砕岩類(A ₁ +T ₂) <ul style="list-style-type: none"> — 集塊岩(Agps, Arag) — 珪質凝灰岩(Tsi) — 石英安山岩-流紋岩(DR) — 溶結凝灰岩, 流紋岩, 流紋石英安山岩, 安山岩, 凝灰岩類
	古第三紀	漸新世	
		始新世	砂岩-礫岩(Efl)-石灰岩(Ekkçt)【中生界オリストリス】 安山岩, 凝灰岩(A ₁ +T ₁) 花崗閃緑岩(Gd) 接触變成岩(KMK)
		暁新世	
	中生代	白亜紀	Alancık 層(Kçtsy)
		ジュラ紀	Terzialan 砂岩層 <ul style="list-style-type: none"> — 砂岩(Kkır) — 砂質石灰岩(Kkçt)
			三疊紀
先三疊紀		Kazdağ	弱變成片岩(Ep) Sarıkız 層(Mr) Bozağaç 山層(Gn) Tozlu 層(mum) <ul style="list-style-type: none"> — Kozburun 部層(Af) — Boluca 部層(MGa) — Babadağ 部層(MD)

3-3 調査地区の地質的位置づけ

本調査地区は基盤岩の三疊紀の弱變成岩類と花崗岩類を除くと、大部分が始新世以降の火山岩類からなる。A地区では始新世の火山岩類が卓越、B地区では中新世の火山岩類が卓越している等第三紀の火山活動の活発な地区で、マーデンダー鉱山及びカルタルダー鉱山地区からA、B地区にかけて、NE-SE方向に広がる。このような火山岩の卓越する地区で珪化・粘土化変質帯が顕著であり、浅熱水性金鉱床の期待される地区でもある。C地区は三疊紀の弱變成岩類中のNE-SW系の構造線にそって蛇紋岩、花崗岩が貫入し、花崗岩は変質し、割れ目が発達、このような部分にポーフィリーモリブデン(銅)鉱化作用が認められる地区である。

第1-3表 ビガ半島産出主要化石表

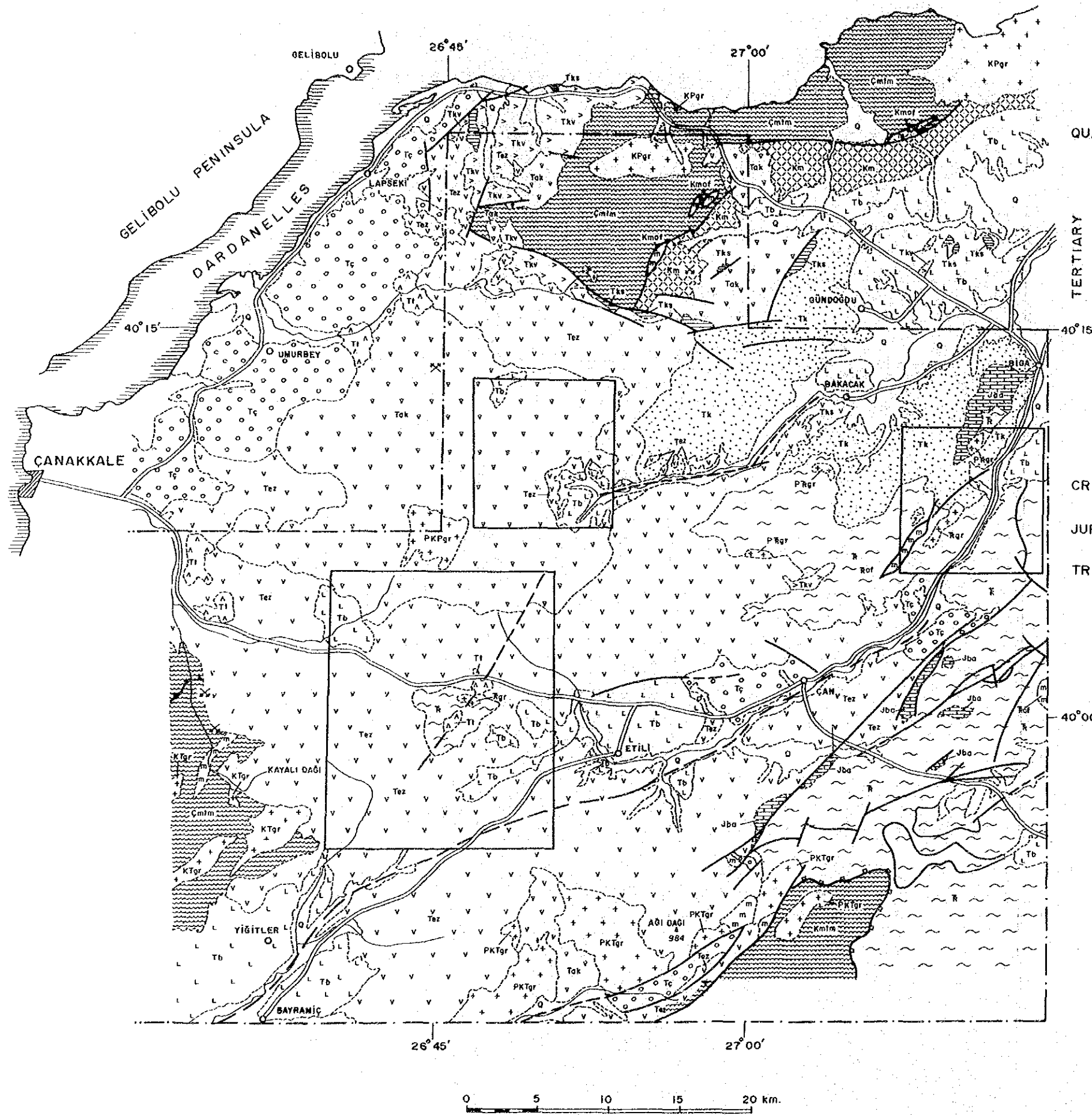
Formation	Geologic Age	Location (Map No.)	Name of Fossils
Karakaya Group	Carboniferous~ Permian	South of Çan (H18-a)	Textularia sp. Valvulina sp. Schwagerinidae: Upper Permian Codonofusiella ? sp.: ditto Goniatitaceae: ditto
Bayırköy Formation	Upper Jurassic	South of Çan (H18-a)	Protopeneloplis striata Miliolidae (shows lagoon environment)
Manyas Melanji	Cretaceous	West of Beypınarı (H17-b)	Hedbergella sp.
Çan Formation	Middle Miocene	Northeast of Kızıldağ (H17-b)	Lindarina sp. Globigerina sp. Discocyclina sp. Bryozoa Red alga
		West of Şevketiye (H17-b)	Numerulites spp. Asterigerina spp. Bryozoa Red alga
Ezine Volcanics	Middle Miocene	North of Kazmalı (H17-c)	Eoannularia eocenica Red alga Bryozoa
Kirazlı Formation	Middle~ Upper Miocene	South of Çanakkale Erenköy (H16-c)	Pityosporites microalotus Compositae type pollens Tricolpopollenites gramineoides Periporopollenites cf. stigmus Triatriopollenites sp. Subtripropollenites sumplex
Alçitepe Formation	Upper Miocene	Southwest of Lapseki (H17-a)	Triatriopollenites spp. Casinipollenites cf. bculus noctis Subtriporopollenites sumplex Inaperturopollenites undulosus Zonalapollenites sp.

トルコ石油公社(未公表, 1988)

3-4 調査地域の鉱業概要

チャナッカレ地域を含むビガ半島はトルコ共和国で最も重要な鉛・亜鉛鉱床区といわれ、他にアンチモン・金・水銀・鉄鉱床、窯業用原料等が見つけられている。このようなことからビガ半島地域についてはMTAのプロジェクトとして取り上げられ、地質調査、地化学探査、マイニング・スタディ等が実施されている。またトルコ/西ドイツの共同プロジェクトとしても取り上げられ、その結果有望な鉛・亜鉛鉱床が見つけられている。

本年度のランドサット画像解析の対象地域となった3,400km²内には既存の金鉱床として良く知



LEGEND

QUATERNARY	Q	Alluvium	
PLIOCENE	Taştepe Basalt	A	Basalt
PLIOCENE	Bayramic F.	L	Conglomerate/volcanics
MIOCENE	Çan F. Ezine Volcanics	Tc, Tks, Tkv	Sandstone, siltstone, conglomerate etc. Andesitic lava and pyroclastics
		Tk	Siltstone, sandstone
EOCENE	Soğucak F.	Tks, Tkv	Sandstone, siltstone, limestone
		Tka	Andesite lava and pyroclastics
	Akcaalan Volcanics	Tka	Andesite lava and pyroclastics
CRETACEOUS		M	Melange
JURASSIC	Bayırköy F.	Jba	Sandstone, siltstone, sandy limestone
TRIASSIC	Karakaya Grup.	R	Meta sandstone, meta volcanics marble
	Camlica Kazdağ Metamorphics	Cmim, Kmim	Mica schist, gneiss marble etc.

Intrusives	
	Granitic rocks
	Ophiolite
	Kmof
	Rof
	KPgr
	PKPgr
	(PKTgr)

Igneous Activities

- Ophiolite Kmof : Cretaceous ophiolite
- Rof : Triassic ophiolite
- Granite KPgr : Cretaceous ~ Palaeogene granite
- PKgr : Paleozoic ~ Triassic granite
- PKPgr : Paleozoic ~ Palaeogene granite

第1-4図 チャナッカレ地域地質概略図

第1-4表 ビガ半島北西地域の層序対比表

Geologic Age	Turkish Petroleum Co. Exploration Group (1987)	Yılmaz SOYSAL Behçet AKYÜREK (1980)	Turkish-Japanese Joint Project (1989)			
			Zone A	Zone B	Zone C	
Cenozoic	Quaternary	Alluvium	Alluvium	Alluvium	Alluvium	
		Taştepe Basalt		Balaban B.	Koçaçaklı B.	
	Pliocene	Gulpınar F.	Olivine Basalt		Karaköy F.	Bakacaklı V.
		Bayramiç F. Ergene G.	ng/nd Göl Sediment Agps Agglomerate Arag Agglomerate		Osmanlar V.	
	Miocene	Alçıtepe F.	DR Dacite/Rhyolite			
		Kirazlı F.	A ₂ +T ₂ Volcanics			
		Gazhanedere F.	Tsi Silicified tuff			
	Oligocene	Ezine Volcanics	A ₂ +T ₂ Volcanics	Balcılar V.	Şapçı V.	
		Hisarlıdağ Volcanics				
	Eocene	Yenimahar G.	Osmancık F. Mezardere F.			
		Keşan G.	Volcanics Ceylan F. Sogucak F. Koyunbaba F.	Ef1 Sandstone & Conglomerate		Kirazlıgacit M. Kızılcık M.
		Akcaalan Volcanics	A ₁ +T ₂ Andesite & Tuff	Çanyayla V.	Çanyayla V.	
		Fıçitepe F. Karaağaç F.				
	Palaeocene					
	Mesozoic	Jurassic~Cretaceous	Manyas Melange (Ophiolite & Limestone)			
Vezirhan F.					Sarısuval F.	
Bilecik Limestone Bayırköy F.					Kirazlı Conglomerate	
Triassic		Granite	Granite			
		Hasanlar F.				
		Çınarcık Limestone				
Pre-Triassic	Kazdag Metamorphics	Kazdag Group				

られているマードンダー (Madondagi) 鉱山とカルタルダー (Kartaldagi) 鉱山がある他、現在は操業を中止しているものの小規模に採掘しているチャタルテペ (Çatalı Tepe) 鉱山(鉛・亜鉛の鉱脈鉱床)、C地域で今回の調査結果で明らかとなったポーフィリーモリブデン型鉱床(Dikmen鉱化帯)等がある。この他にはいずれもランドサット画像解析範囲のわずかに外側となるが現在操業中のコルキョユ (Koru Köyü) 鉛・亜鉛鉱山及び現在探鉱中のイエニジェ (Yenice) 金鉱床等がある。

マードンダー鉱山：チャナッカレの南東約 50kmに位置する。1914～1918年に英国企業のアスティラ金鉱山会社 (Astyra Gold Mining Co.) により採掘されている (E. W. Molly, 1958)。それ以前にも採掘されているが不詳である。MTAでは1960～1962年にかけて地質調査、坑道探鉱、試錐探鉱を実施、15,000t (Au:5.8～6.8g/t) の小規模な鉱量を把握している。現在は西ドイツ企業と合併のトゥプラ (Tüprağ) 社が旧鉱山より西側の中新世の安山岩質火砕岩類中の珪化帯の発達している地区でトレンチ、試錐による探鉱を実施している。

マードンダー旧鉱床は先三疊紀の角礫化された片岩中の石英脈で、この石英脈は第三紀の安山岩質火山活動に伴う鉱化作用と考えられている。角礫帯は強く珪化を受け、走向N60～70°W、南傾斜の割れ目に沿った石英脈が主要脈で、褐鉄鉱質粘土を伴い富鉱部を形成、これから派生した割れ目 (N20～30°E 及び N60°E方向) に沿って広がっている。この地域では網状石英脈も発達し、黄鉄鉱の鉱染も見られ、低品位金鉱化帯をなしている。現在旧鉱床の北側で探鉱中の地区は中新世の安山岩・同質火砕岩の分布域で、この地区では珪化・褐鉄鉱化(硫化鉱物の酸化による)・粘土化及び黄鉄鉱化等が顕著であり、珪化帯中では割れ目も発達している。トレンチ調査がほぼ50mの間隔で実施され、また、グリッド試錐も実施される等、浅熱水性金鉱床を対象とした探鉱がなされている。今回珪化・粘土化変質帯での土壌を対象とした重鉱物調査結果からも、多量の金粒を確認している。

カルタルダー鉱山：チャナッカレの南東約 55kmに位置する。1914～1918年に英国企業のアスティラ金鉱山会社により採掘されている (E. W. Molly, 1958)。それ以前にも採掘されているが不詳である。ただ、この鉱山地域では大昔の採掘時に含金鉱石を平らな石の上で砕き、この石に溝を切り、水を利用して溝を樋として利用し、金を採取した溝付きの平らな石が見つけれられている。MTAでは1960～1962年にかけて地質調査、坑道探鉱、試錐探鉱を実施、50,000t (Au:trace～5.2g/t) の小規模な鉱量を把握している。現在はチャナッカレ鉱山会社が昔採掘した坑道を1987年8月より、7人の作業員により取り明けを行っている。1988年11月中旬の時点で坑口より130m下部まで進んでいた。

カルタルダーでは安山岩質溶岩が広く分布し、この岩体中をE-W、NE-SW方向の断層が走り、この断層に沿って珪化・変質帯が発達している。旧鉱床はN20～30°E方向の断層中にレンズ状をなし胚胎、北西に70°傾斜している。金品位の富鉱部は黄鉄鉱も多く、この付近ではカオリン化作用が顕著である (MTA 1970)。カオリン化された部分にも金が含有すること、鉱山付近の河砂、土壌から多量の金粒が見つかることからマードンダーと類似する鉱床と考えられる。

イエニジェ鉱床：イエニジェ部落の南部に位置する。エティ銀行 (Eti Bank) が鉱区を所有し、

探鉱をMTAに依頼し、昨年より地質調査、地化学探査(パニングを含む)、トレンチ等が実施されている。鉱床規模、品位等は明らかでないが、パニング調査の結果からは10~500 μ の細粒の金粒がかなり見つっている。

地質は中新世の安山岩及び同質火砕岩類が分布する地域で金鉱化帯の中心部のカヤテペ(Kaya-tepe)付近は珪化・粘土化・プロピライト化が顕著で、東西方向に広がるとともに、シリカ・キヤップを形成している。やはり浅熱水性金鉱床と考えられている。

コルキョイ鉱山：コルキョイ部落の北西に位置し、規模の小さい鉛-亜鉛脈鉱床でチャナッカレ鉱山会社により現在操業されている。作業員70人、100~150トン/月の塊鉱を山元で選別し、チャナッカレの郊外にある選鉱場に送り亜鉛精鉱、鉛精鉱としてイタリアに販売している。

チャタルテペ鉱山：ラプセキ(Lapseki)の東20kmに位置し、小規模な鉛-亜鉛脈鉱床でチャナッカレ鉱山会社により最近まで操業されていたが、現在は休止している。詳しい状況は不明である。

その他の鉱床：本地域では燐業用資源としてのカオリン鉱床と亜炭鉱床が挙げられる。

第1-5表 主要鉱床地一覧表

Name	Kind of Mineral Deposits	Host Rocks	Type of Mineral Deposits	Age of Mineralization
Madendagi	Au	Breccia zones of schist(Pre-Triassic)/ Andesite lava & pyroclastics(Miocene)	Epithermal	Tertiary
Kartaldağı				
Karapınar	Cu	Schistose marbles (Pre-Triassic)	Hydrothermal (Shear zones)	Miocene
Kuşçayırı	Fe-As	Ayrışmış andesitic tuff(Miocene)		Upper Miocene
Kundakçı-larobası	Pb-Zn-Ab	Andesitic lava & pyroclastics(Eocene)	Epithermal (Vein)	Tertiary
Koru Köyü	Pb-Ba-Ag	Andesitic lava pyroclastics(Eocene)	Meso-epithermal (Vein)	Tertiary
Çamyurt	Cu	Schist(Pre-Triassic)/ Qz diorite	Meso-epithermal (Qz vein)	Tertiary
Çataltepe	Pb-Zn-Cu	Andesitic lava & pyroclastics(Eocene)	Epithermal (Vein)	Tertiary
Nusretiye	Pb-Zn-Cu	Andesitic lava pyroclastics(Eocene)	Epithermal	Tertiary
Balcılar	Ag-Pb-Zn	Andesite (Miocene)	Epithermal (Vein)	Tertiary
Kocalar	Pb-Zn	Andesitic lava pyroclastics(Eocene)	Epithermal (Vein)	Tertiary
Kocayayla	Zn-Pb-Cu	Volcanic rock(Miocene)/ phyllic schist(Triassic)	Mesothermal (Brecciated zone)	Miocene
Doğançılar	Cu-Pb-Zn	Block-faulted volcanic rocks	Qz vein/veinlet	

(鉱床位置は第1-5図に示す)

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地化学試料の分析結果から推定される鉱化作用

沢砂試料の分析結果と鉱化作用：MTAで採取した沢砂の残試料を金鉱床探査の観点から、これまでに分析していない金、銀、沸素、水銀、タリウム、セレン、砒素、アンチモンの8成分を選び分析を行った。試料は主としてA、B、C地区内から選び、さらに、これら地区の周辺部のものも含めた結果、分析件数は304件となった。このうち金品位 20ppb 以上検出された試料は全部で14試料で内訳はA地区3試料、B地区3試料、C地区1試料、準精査地区外7試料である。地区別には以下のとおりである(第1-6表、第1-6図、添付第12図)。

A地区：バルジュラル鉱脈鉱床下流域(既存鉱脈鉱床箇所)及びクンダルクチュラロバス(Kundarkçılarobası)鉱山域のハローと推定される。

B地区：ケスタネ岳の西側の沢とカライブラヒムレルの南東部。

C地区：オバジク南東部のデックメン断層が通過する付近。

以上の点からA地区では鉛・亜鉛の鉱脈型鉱床が分布する付近より採取した試料から、かなりの金(銀)が検出されている。この地化学異常は規模の小さい鉱脈型鉱床に起因することから、今後の探査有望地区とみなさない。B地区では金の他に砒素、水銀、アンチモン、バリウム等を伴う鉱化作用である。X線回折結果と合わせると、いわゆる、酸性-硫酸塩型の浅熱水性鉱化作用である。C地区ではMTAにより既に異常域として抽出されたデックメン域(銅、鉛、亜鉛、モリブデン)以外には新たな鉱化作用の鉱徴は見つからなかった。

岩石試料の分析結果と鉱化作用：岩石試料は準精査地区から1,000試料、準精査地区外のMTA鉱区から10試料採取した。分析成分は金、銀、沸素、水銀、タリウム、セレン、アンチモン、砒素、銅、鉛、亜鉛、モリブデン、カドミウム、ビスマス、バリウムである。岩石試料はA、B地区では珪化・粘土化変質帯から採取、C地区ではデックメン花崗岩と、この貫入岩体の近傍で鉱化作用が認められた箇所から採取した。分析結果に基づき金 50ppb 以上、モリブデン 100ppm 以上の値の得られた試料について、その結果を地区別にまとめると、以下のとおりである(第1-7表から第1-9表、添付第14、15、16図)。

A地区：本地区では135件の岩石試料を分析した。このうち金 50ppb以上は15件で第1-7表に示すように、クンダルクチュラロバス鉱脈域及びバルジュラル鉱脈域で鉱脈型鉱化作用に伴う金で、銅・鉛・亜鉛を伴う地化学異常である。

B地区：本地区では664件の岩石試料を分析した。この地区の特徴は金50ppb以上を示す殆どの試料で銅、鉛、亜鉛等の含有量が少なく、金以外には砒素、水銀、アンチモン、ビスマス、バリウム等の含有量が多いことである(第1-8表)。箇所名はカライブラヒムレル域、アルルク沢域、ピレン山域、ケスタネ岳域で、これらの他にも検出されている

が、それぞれ離れて単独に分布していること、沢砂試料と重鉍物の結果では把握されていないことなどから、規模の小さい金鉍化作用と推定される。

C地区：本地区では200件の岩石試料を分析した。採取した試料の大部分はデックメン花崗岩と、この岩体近傍の変質帯からである。地質調査結果ではデックメン花崗岩から周辺の岩体に向け石英細脈に輝水鉛鉍を伴うポーフィリーモリブデン(銅)型の鉍化作用である。金、水銀、アンチモン、バリウム等の低温型の鉍化作用に伴う成分も検出されたことから二つのタイプの時期の異なる鉍化作用が重なって来ているものと推定される(第1-9表)。

その他：B地区南部のMTA鉍区から10試料分析したが、注目される結果は得られなかった。

重鉍物と鉍化作用：重鉍物調査は金鉍床探査を目的に実施した。マーデングー鉍山とカルタルダー鉍山とがあり、この付近からA、B地区にかけてに広がる珪化・粘土化変質帯を対象とし、重鉍物の採取は大部分珪化岩体の下流域で行われた(添付第16図)。今回131件の重鉍物試料を採取した中で、沢の上流域で金鉍床の期待の出来そうな試料を巻末資料の第6表の重鉍物試料結果一覧表から選び、地域別に表示した(第1-10表)。主な注目される箇所は以下のとおりである。

A地区：沢砂試料と同様鉍脈型鉍床に起因する地化学異常である。

B地区：カライブラヒムレル(Karaibrahimler)部落付近と、この珪化岩体の西側を流れるシャルプ(Sarp)沢、ケスタネ岳(Kestane Dağı)、コジャタシュ山(Kocataş Tepe)、アルルク沢(Arılık Dere)、コラジャオレン山(Koracaören Tepe)である。

その他の地区ではマーデングー鉍山～カルタルダー鉍山地区及びA地区の北側に位置するデデダグー(Dededag)付近である。

4-2 金鉍床およびポーフィリーモリブデン型鉍床のポテンシャル

4-2-1 金鉍床のポテンシャル

本地区は第三紀始新世から中新世にかけて中性火山岩類・同質火砕岩類が卓越している。A地区では始新世のチャムヤイラ火山岩類が発達し、この時期の火成活動に伴い規模の小さい鉍脈型鉍化作用が認められるのに対し、B地区では中新世のシャプチュ火山岩類が発達し浅熱水性金鉍化作用に関連する珪化・粘土変質帯が広く分布している。チャナッカレ地域にはマーデングー鉍山、カルタルダー鉍山等の金鉍山が在り、これらの鉍山付近よりB地区にかけて珪化・粘土化変質帯が広がっている。ランドサット画像解析と地質調査結果から、多数の珪化・粘土化変質帯が分布していることが明らかとなったが、総ての珪化・粘土化変質帯に金を伴うわけではなく、限られた箇所のみ認められる。

A地区、B地区、マーデングー鉍山～カルタルダー鉍山について地化学探査結果、X線回折結果との関係をまとめると第1-11表のとおりである。

第1-6表 主要沢砂試料分析結果一覽表

Zone	Location	Sample No.	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Hg (ppb)	Sb (ppm)	Se (ppm)	F (ppm)	Tl (ppm)
Zone A	Kundaçlıarobası (Vein-type) Eastern part Balçılar Vein-type	153: JT 153	25	0.1	25	100	1.0	0.2	360	0.3
		155: JT 155	40	0.3	33	270	3.2	1.0	360	0.3
		158: JT 158	375	0.1	17	110	0.1	0.2	400	0.1
Zone B	Kestane Dağı Kestane Dağı Southwest of Karabrahimler Denizbüyük Tepe	3: JT 003	205	0.5	2100	260	26.0	0.2	250	2.1
		4: JT 004	30	0.1	1000	180	18.4	0.2	240	1.3
		65: JT 065	20	0.1	36	60	0.4	0.2	310	0.5
		39: JT 039	40	0.1	14	210	0.7	0.2	480	0.1
Zone C	Southeast of Oracak	298: JT 298	30	0.1	23	90	1.2	0.2	560	0.4
		131: JT 131	40	0.1	29	90	2.4	0.2	570	0.6
Out of Area	South of Zone B Southeast of Zone B Between Zone A and C ditto ditto ditto	144: JT 144	400	0.1	25	430	0.1	0.2	360	0.3
		258: JT 258	20	0.1	10	60	0.2	0.2	470	0.2
		263: JT 263	200	0.3	140	270	2.3	0.2	400	0.4
		264: JT 264	30	0.7	520	120	5.8	0.2	340	0.5
		275: JT 275	50	0.2	16	90	1.1	0.2	440	0.5

第1-7表 主要A地区岩石試料分析結果一覽表

Name of Mineralization	Sample No. No.	X	Y	Au (ppb)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Hg (ppb)	Sb (ppm)	Bi (ppm)	F (ppm)	Ba (ppm)	Tl (ppm)
Kundakçılarobası (Cu-Pb-Zn)	387: HS213	8530	5084	60	10000	1	196	470	3.30	1.50	16	0.20	90	1.30	0.80	70	70	0.5
	997: TS252	8518	5075	65	750	4	2350	980	1.60	0.90	46	0.46	20	1.20	0.30	370	1200	1.5
	388: HS215	8530	5084	375	10000	1	1250	3000	12.80	16.00	19	0.20	50	1.30	0.90	180	180	0.4
	389: HS216	8530	5084	590	10000	1	1350	4300	16.30	23.00	9	0.20	30	1.20	0.70	200	50	0.2
Baicalar Vein (Pb-Zn-Barite)	1009: TS299	8586	4725	2150	385	1	10000	10000	10.30	148.00	19	0.20	4600	3.80	0.10	150	440	0.1
	1010: TS300	8595	4701	1070	243	1	390	9300	0.70	43.00	7	0.20	540	0.40	0.10	60	580	0.1
Others (Vein Type with Alteration)	414: HS267	8604	4840	100	1000	21	10000	10000	8.00	170.00	260	2.40	2100	39.00	0.10	110	10000	0.2
	415: HS268	8604	4840	100	38	1	10000	730	19.00	6.50	9	0.40	220	8.20	0.10	40	660	0.1
	392: HS224	8410	5127	50	34	1	580	54	0.10	0.10	6	0.20	130	0.30	0.10	70	510	0.8
	400: HS250	8548	5020	320	10000	1	900	2850	11.00	15.00	14	0.20	30	0.40	2.20	7400	30	1.4
	1004: TS276	8210	4934	525	10000	24	830	45	2.30	0.10	19	1.20	30	0.50	0.60	220	180	0.2
	416: HS283	8450	4846	50	19	1	590	16	0.10	0.10	12	7.00	30	0.60	0.20	340	330	0.7
	781: NY168	8166	4642	210	55	10	1850	5	74.00	0.10	260	0.20	840	17.40	0.90	80	130	0.2
	782: NY169	8169	4647	65	900	8	10000	92	35.00	0.10	700	0.20	3900	175.00	0.20	110	310	0.2
783: NY170	8177	4653	90	37	13	900	19	25.00	0.10	46	0.60	940	13.40	0.70	100	200	0.2	

第1-8表 主要B地区岩石試料分析結果一覽表 (1)

Name of Mineralization	Sample No.	X	Y	Au (ppb)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Hg (ppb)	Sb (ppm)	Bi (ppm)	F (ppm)	Ba (ppm)	Tl (ppm)
Kerabrahimier	451: KB065	8071	2751	80	7	1	10	3	0.10	0.10	25	1.00	150	1.20	1.50	180	70	0.1
	83: HB057	8867	3045	65	5	9	14	4	0.10	0.10	6	0.20	20	0.50	0.30	120	30	0.2
	84: HB060	8350	3065	240	17	35	31	19	0.15	0.15	30	0.20	10	0.20	0.80	140	110	0.2
	85: HB061	8349	3068	95	6	1	53	2	0.10	0.10	4	0.20	10	0.30	1.10	110	70	0.2
	86: HB062	8331	3085	50	2	1	3	2	0.10	0.10	11	0.20	10	0.20	0.10	70	50	0.1
	475: KB081	8248	3017	65	14	1	74	6	0.10	0.10	12	0.20	40	0.40	0.30	80	140	0.1
	481: KB088	8347	2953	3050	7	1	34	7	0.10	0.10	5	0.20	30	4.00	0.50	80	30	0.5
	526: KS132	8425	3051	170	6	25	37	11	0.10	0.10	14	0.20	50	0.60	0.20	300	690	0.4
	527: KS133	8405	3052	55	3	1	26	3	0.10	0.10	5	0.20	40	0.60	1.80	570	270	0.2
	628: KS134	8380	3088	60	4	1	3	3	0.10	0.10	4	0.20	30	0.40	0.10	320	30	0.1
Ariik Dere	645: KS186	8010	2975	225	6800	41	10000	9000	100.00	8.00	630	0.40	950	55.00	200.00	140	20	0.1
	660: KS205	8271	3038	145	3	2	68	3	2.20	0.10	9	0.40	40	2.40	5.00	60	90	0.2
	663: KS210	8318	3004	130	28	1	57	6	1.00	0.10	32	6.00	430	1.40	24.00	350	200	0.1
	670: KS217	8307	3054	70	25	7	120	24	0.10	0.10	50	0.40	20	0.50	8.00	110	990	0.3
	671: KS218	8279	3069	50	7	3	22	6	0.10	0.10	11	0.20	20	0.20	0.50	120	50	0.1
	820: SR127	8552	2941	200	7	1	5	2	0.10	0.10	5	0.20	60	3.80	0.20	90	90	0.1
	91: HB072	8212	2143	630	6	4	11	2	0.10	0.10	79	0.20	110	7.80	0.20	60	50	0.1
	92: HB073	8212	2143	2060	3	1	9	1	0.10	0.10	80	0.20	70	13.20	0.20	60	70	0.1
	93: HB075	8208	2152	115	12	1	12	5	0.30	0.10	130	0.20	660	28.00	8.50	50	180	0.1
	94: HB076	8208	2152	175	10	2	12	6	0.50	0.10	140	0.20	110	22.00	3.70	60	70	0.2
Piren Tepe	95: HB077	8208	2152	135	11	1	27	2	0.20	0.10	530	0.20	50	38.00	13.00	50	1420	0.1
	96: HB078	8174	2139	55	21	1	3	12	0.10	0.10	4	0.20	20	0.60	0.10	40	310	0.1
	545: KB180	7922	2084	140	12	2	20	6	0.10	0.10	110	2.20	500	4.80	3.50	820	550	0.3
	546: KB181	7925	2083	100	57	2	12	14	0.10	0.10	370	4.20	100	1.00	8.50	1500	490	0.3
	547: KB182	7947	2085	470	70	5	200	21	1.00	0.10	1600	1.20	290	17.00	65.00	200	880	1.1
	552: KB187	8033	2119	50	20	15	76	3	0.10	0.10	24	4.00	30	1.60	0.90	580	380	0.2
	555: KB190	8095	2102	260	25	1	10	7	1.30	0.10	110	4.00	2400	21.00	5.50	60	1680	0.1

第1-8表 主要B地区岩石試料分析結果一覽表 (2)

Name of Mineralization	Sample No.	X	Y	Au (ppb)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Hg (ppb)	Sb (ppm)	Bi (ppm)	F (ppm)	Ba (ppm)	Li (ppm)	
Kestane Dagı	363: HS176	7562	2952	110	33	1	492	20	6.15	0.10	240	4.40	4200	34.00	18.00	70	710	0.4	
	366: HS179	7566	2905	75	148	3	4600	15	0.10	0.10	120	6.20	80	10.00	2.80	760	310	0.2	
	370: HS183	7584	2875	65	8	2	71	10	0.10	0.10	16	2.40	140	1.00	0.90	1700	130	0.1	
	371: HS184	7584	2875	60	8	3	80	4	0.10	0.10	6	0.20	160	1.80	1.80	450	310	0.1	
	372: HS185	7600	2872	170	150	32	880	14	0.10	0.10	70	7.00	80	54.00	9.60	1300	360	5.0	
	374: HS187	7613	2898	60	5	2	186	3	0.10	0.10	38	0.20	230	4.40	12.90	2000	600	5.2	
	378: HS194	7550	2966	100	29	3	26	13	0.10	0.10	36	0.80	80	2.20	1.80	840	30	0.2	
	758: NY116	7493	2850	80	10	1	20	103	0.20	0.10	150	0.20	20	0.70	1.20	320	90	0.6	
	767: NY128	7419	3008	115	108	3	1	8	0.10	0.10	60	26.00	20	0.40	3.70	670	400	0.4	
	886: TS099	7503	2815	75	32	1	5	13	0.40	0.10	68	5.00	30	21.00	5.00	160	110	0.4	
	887: TS100	7484	2831	50	47	1	7	42	0.10	0.10	60	2.20	20	1.20	2.20	340	180	1.2	
	929: TS156	7511	2776	1430	158	1	1000	16	40.00	0.10	60	82.00	28800	105.00	82.00	70	470	0.3	
	930: TS158	7517	2768	50	85	5	41	53	0.10	0.10	12	5.00	90	1.00	2.20	700	110	2.1	
	931: TS159	7516	2753	100	30	330	145	9	0.10	0.10	370	7.00	30	8.20	9.70	1700	250	4.9	
	932: TS160	7512	2745	200	265	94	28	11	0.30	0.10	35	3.60	60	2.80	0.80	640	180	1.8	
	Others (Au Mineralization of small scale)	933: TS161	7517	2733	200	44	43	330	8	2.00	0.10	480	12.60	40	67.00	8.80	380	250	1.5
		935: TS163	7522	2707	120	22	33	9	5	0.30	0.10	15	1.40	180	5.00	3.80	920	380	3.1
941: TS169		7480	2790	50	38	6	14	10	0.30	0.10	80	6.20	20	17.60	1.20	350	290	1.6	
947: TS175		7373	2721	440	740	13	77	20	0.10	0.10	1000	6.40	50	5.20	4.20	170	660	0.1	
948: TS176		7367	2717	300	273	22	41	17	0.30	0.10	390	7.40	660	0.50	1.40	320	510	2.0	
128: HB127		8080	2530	120	3	1	30	1	0.20	0.10	35	0.20	140	8.40	9.60	80	220	0.2	
198: HM047		7155	3880	140	66	11	50	83	0.40	0.40	210	0.20	70	2.40	1.70	250	110	0.4	
245: HM134		7124	3071	65	8	1	3	8	0.10	0.10	210	1.00	220	4.20	0.50	110	50	0.1	
269: HM209		7118	3197	50	28	1	87	4	17.80	0.10	110	9.00	2300	210.00	16.00	170	2600	0.1	
309: HS089		7125	2450	60	8	8	72	9	0.10	0.10	60	5.00	370	3.00	4.10	110	70	0.1	
313: HS093		7229	2510	100	950	1	430	7	0.80	0.10	220	0.20	140	2.20	6.00	1380	310	0.2	
326: HS119		7836	2342	100	43	6	443	48	0.80	0.10	1900	19.00	50	16.60	4.30	100	360	0.4	
466: KB072		8091	3023	50	51	21	750	93	1.50	0.20	1000	4.00	1900	60.00	2.80	220	1000	3.9	
565: KB209		8316	2575	50	21	4	1	7	0.10	0.10	9	0.60	90	0.40	0.10	60	70	0.2	
639: KS167		7813	3015	70	216	1	1600	235	1.90	0.70	150	0.20	1800	18.40	2.00	70	30	0.1	
716: NY059		7355	3736	150	750	1	472	48	1.00	0.10	270	0.20	120	330.00	84.00	120	550	0.1	
717: NY060		7354	3756	70	12	1	59	2	0.10	0.10	9	0.20	30	2.80	2.80	970	90	0.1	

第1-9表 主要C地区岩石試料分析結果一覽表

Name of Mineralization	Sample No. No.	X	Y	Au (ppb)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Hg (ppb)	Sb (ppm)	Bi (ppm)	F (ppm)	Ba (ppm)	Tl (ppm)	
	63: HB008	1479	4325	65	21	8	4	27	0.10	0.10	4	0.20	40	2.20	0.10	270	650	1.1	
	66: HB016	1435	4204	600	10000	35	360	3800	28.00	58.00	4200	0.40	2300	48.00	0.30	60	530	0.1	
	67: HB017	1435	4204	120	3000	4	263	1700	2.90	81.90	500	0.20	430	180.00	4.30	270	380	1.5	
	280: HS049	1402	4094	50	18	1	23	228	0.10	0.40	110	0.20	530	10.00	0.30	270	250	0.6	
	429: KB020	1460	4342	3100	90	13	94	13	8.00	0.60	19	0.20	5200	55.00	1.30	80	380	0.1	
	433: KB026	1430	4165	530	50	1	8	114	0.10	0.10	240	0.20	140	13.80	0.20	320	140	0.3	
	440: KB035	1480	4323	120	40	2	255	20	0.90	0.10	25	0.20	3300	77.00	0.40	320	110	0.4	
	599: KS036	4284	4124	55	207	28	50	76	0.10	0.50	70	0.20	17000	64.00	2.20	1350	90	0.5	
	700: NY033	1395	4296	100	19	59	182	69	1.50	0.50	15	0.20	600	40.00	0.10	240	470	0.3	
	835: TS025	1417	4153	560	29	1	7	100	0.20	0.10	60	0.20	90	6.40	0.10	100	200	0.1	
	836: TS026	1418	4161	90	46	1	11	90	0.40	0.40	39	0.20	70	3.60	0.10	150	220	0.5	
	Dikaaen	193: HM032	1330	4163	350	498	140	1200	488	10.50	6.40	60	2.00	2900	250.00	3.20	380	30	0.6
		617: KS060	1277	4106	400	10000	144	50	1200	13.80	10.70	8900	0.20	43000	1000.00	28.00	90	50	0.4
689: NY032		1383	4301	1000	730	500	10000	150	100.00	69.00	2500	0.20	81000	1000.00	0.10	160	2900	1.3	
60: HB005		1308	4151	5	5	1000	5	5	0.10	0.10	4	0.20	140	0.80	0.10	60	50	0.2	
62: HB007		1495	4331	5	12	600	15	9	0.10	0.10	5	0.20	230	1.10	0.30	70	70	0.2	
69: HB020		1449	4197	5	19	130	6	17	0.10	0.20	23	0.20	230	3.30	0.10	60	30	0.2	
70: HB022		1505	4194	15	26	140	3	10	0.10	0.20	10	0.20	130	1.20	0.10	50	30	0.2	
78: HB039		1470	4344	<5	10	120	2	2	0.10	0.10	6	0.20	40	0.40	0.10	40	20	0.1	
188: HM026		1311	4139	<5	105	270	13	135	0.10	0.30	50	0.20	890	16.60	2.10	320	30	0.3	
190: HM029		1319	4155	<5	172	9	3	52	0.10	1.30	60	0.20	2800	11.80	0.10	410	250	0.5	
192: HM031		1327	4161	<5	326	150	1	35	0.10	0.20	90	0.20	510	16.00	0.10	270	70	0.2	
194: HM034		1342	4169	<5	105	110	8	103	0.10	0.60	22	0.20	2000	31.00	0.30	330	140	0.3	
595: KS032		1301	4128	<5	24	130	29	104	0.10	0.10	19	0.20	910	5.00	0.80	30	110	0.1	
702: NY035	1400	4276	<5	62	500	16	52	0.10	0.10	16	0.20	840	65.00	0.50	840	220	1.5		
706: NY039	1383	4227	10	16	240	6	6	0.10	0.10	19	0.20	2800	18.80	0.40	130	420	0.3		
707: NY040	1379	4205	<5	64	108	4	104	0.10	0.20	38	0.20	300	20.00	0.10	300	290	0.2		
Others	426: KB017	1564	4300	50	22	1	153	2100	1.40	2.90	290	0.20	7600	32.00	8.50	220	30	0.2	
	582: KS007	1496	4449	65	640	1	295	4200	5.60	73.00	9	0.20	390	11.00	40.00	100	50	0.2	
	791: SR018	1129	4132	100	29	1	13	42	0.80	0.10	130	0.20	190	1.40	0.10	100	90	0.8	

第1-10表 主要重鉱物試料一覽表 (1)

Name of Area	Sample No.	Gold No.	Size of Gold Grain					Heavy Minerals													Anomaly	Distance from Outcrops												
			A	B	C	D	E	Ba	Gr	Ep	Bi	Px	Mz	Ci	Il	Zr	Mg	Hm	Py	Sp			Ga	Sc	Sh	Ru	Ch							
Karaibrahimler	TA069D*	22			9		13	⊙	○	△		△	△	○	1	△	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	Au-Ba Au-Pb-Hg	1.5km
	TA099D	5	2	2	1	1	2	○																								Au-Ba	0.5km	
	TA113D	57	51	2	1	1	2	⊙							1																	Au-Ba	0.5km	
	TA114D	6	6					⊙																								Au-Ba	0.5km	
	TA115D	74	70	2	1	1	1	⊙	○																							Au-Ba	0.5km	
	TA116T*	27	20	4	1	1	1	⊙																								Au-Ba	0.5km	
Kestane Dağı	TA026D	16	7	7	2			□																								Au	2km	
	TA075D	16	6				10	△					⊙	□																		Au	1.5km	
	TA076D	20	16				2	□																								Au-Pb	1km	
	TA111D	8	3	2	2	2	1	⊙																								Au-Pb-Hg	2.5km	
	TA112D	13	1	2	2	2	4	□																								Au-Pb	2km	
	TA033D	65	48	5	3	4	4	△	○																							Au	2km	
Kocatas Tepe	TA037D	25	22	2			1	○																								Au	1.4km	
	TA039D	9	1	8				⊙																								Au	2km	
	TA095D	10	8	2				△																								Au-Ba		
	TA099D	9						○																								Au		
	TA013D	13	12			1		△																									Au	1.3km
	TA014D	13	13					△																									Au	1km
Madendağı	TA049D	6	2	1	1	1	1	△																								Au	1km	
	TA066D	16	12	2	2	2		○																								Au-Ba		
	TA006D	14	4	5		5		□																								Au-W		
	TA007D	18	11	7				△																								Au		
	TA010D	16	11	4	1	1	1	□																								Au		
	TA011D	109	102	3	1	1	1	△																								Au	2km~	
Dedeğaz	TA012D	59	46	10	1	1	1	□																								Au	2.5km	
	TA016D	4	2			1		△																								Au		
	TA091D	10	9	1				⊙																								Au-Ba	2km	

Qualitative amount Abundant ⊙, Common ○, Few □, Rare △, Trace *

Size of gold grain : A:50μ, B:50-100μ, C:100-150μ, D:200-300μ, E:300μ

Heavy mineral: Ba:barite, Gr:garnet, Ep:epidote, Bi:biotite, Px:pyroxene, Mz:monazite, Ci:cinnabar

Il:ilmenite, Zr:zircon, Mg:magnetite, Hm:hematite, Py:pyrite, Sp:sphalerite

Ga:galena, Sc:scapolarite, Sh:shpene, Ru:rutile, Ch:chlorite

*:Stream sediment *2:Soil sample

第1-10表 主要重鉍物試料一覽表 (2)

Name of Area	Sample No.	Coordinates	Locality	km ² %	Conditions of Samples ^{※1}							Geology	Weight ^{※2}							Remarks	
					SD	KD	S	IC	AC	TS	-2mm		-1mm	Li	Si	Ar	Py	He			
Karaibrahimler	TA099D	8070 2719	S.Karibrahimk	3.5	X		X				Sapci V.	7	100							2C izabe	
	TA099D	7800 2696	Sarp D.	3.0		X					Sapci V.	5	50								
	TA113D	8095 2765	NE.Karaibrahimler	0.5			X		X		Sapci Vol.	3	60		△						
	TA114D	8060 2770	N.Karaibrahimler	0.5			X		X		Sapci Vol.	3	35								
	TA115D	8030 2765	Köse D.	1.0		X				X	Sapci Vol.	3	90		△						
	TA116T	8070 2760	Karaibrahimler	-							Sapci Vol.	3	30		○						
Kestane Dağı	TA026D	7682 3229	N.Karakuz T.	2.0			X			X	Sapci V.	8	45								
	TA075D	7408 2990	Hacıkar D.	2.0							Sapci V.	6	105		△						
	TA076D	7412 3000	W.Kestane Dağı	1.5		X				X	Sapci V.	6	50							2A izabe	
	TA111D	7825 3091	Karakoz D.	3.0	X				X		Sapci V.	6	130		○					Spinel△, Pb□	
	TA112D	7802 3100	Topallar D.	2.0		X				X	Sapci V.	6	105		○						
Kocatas Tepe	TA083D	8297 2946	İncirlik D.	1.0						X	Sapci V.	5	50							Schseelite *	
	TA037D	8447 3285	Arılık D.	4.0			X			X	Sapci V.	6	65							1A izabe	
South of Karacaören Tepe	TA099D	7810 2410	S.Gökyakan D.	2.0			X			X	Sapci V.	5	165		○					1A izabe	
	TA095D	7524 2596	Egri D.	2.5	X				X		Sapci V.	6	35								
Kirazlıçantepede	TA009D	7302 3195	Kirazlıçantepede D.	5.0			X			X	Sapci V.	5	75								
	TA013D	7054 3413	Armutçuk Çay	13		X				X	Out of area	8	95								
	TA014D	7390 3621	Kavzımac D.	30		X			X		Canavaya V.	8	90								
	TA049D	7170 1980	E.Çesmetepe	1.5		X			X		Out of area	6	60								1E 300μ
	TA066D	8350 2538	S.Fasağıl T.	0.5			X			X	Sapci V.	4.5	40								2B izabe
	TA008D	6810 3197	N.Sarp D.	2.0			X			X	Out of area	5	65		○						Scheelite○
Madendağı	TA007D	6858 3160	N.Isret T.	2.0		X			X		Out of area	5	35								1A izabe
	TA010D	6280 3488	Koca D.	3.5		X			X		Out of area	10	265								2B izabe
Kartaldağı	TA011D	6252 3422	Kocaçay D.	7.0		X			X		Out of area	12	115								2B izabe
	TA012D	6590 3321	Eksiçay	18	X					X	Out of area	10	445								2B izabe
	TA016D	6670 3038	S.Pırnalı T.	9.0					X	X	Out of area	8	130		◎						1A izabe
Dededag	TA091D	8317 5533	Asi Dere Vanı	3.0			X			X	Out of area	7	120								Diopside◎

※1 Area of stream

※2 SD : wet stream sediment (sulu dere), KD : stream sediment (kuru dere), S : flood sediment (sellemeli)

IC : fine-grained sediment (ıy kantsantre), AC : coarse-grained sediment (orta kantsantre), TS : blend sediment of stream and soil (topraklı kantsantre)

※3 weight of sample

Qualitative amount : Abundant ○, Common □, Few △

Izabe:melted gold

第1-11表 主要鉍微地地化学探査比較表

Zone	Area	Stream Sediment	Chip Sample	Heavy Mineral	Alteration
A	Balcılar	⊙	⊙	⊙	Sericite
	Kundakçılarobası	△	○	×	Kaoline
B	Karaibrahimler	△	△	⊙	Christobalite
	Arlık Dere	×	⊙	⊙	Alunite
	Piren Tepe	×	⊙	△	Pyrophyllite
	Kestane Dağı	○	⊙	⊙	Barite
Madendağı~Kaltardağı		a.d	a.d	⊙	

Indication of gold : ⊙: Common, ○: Rare, △:Trace, ×: No indication, n.d: not determine

A地区の鉍化作用は含金銀鉍脈型鉍床で、地表調査の結果、細脈で走向延長は短いことが判明した。従って鉍化作用の規模が小さいと判断される。

B地区では地化学探査試料で金鉍化作用が確認された主な箇所は第1-11表及び添付第7図のとおりで、これらの箇所でのポテンシャルは今後の調査で次第に明らかとなるが、これまでの調査で明らかになった点は、

- (1) B地区の中央部にはタシュデメック層及びアクブナル花崗岩から構成される基盤岩類が隆起帯を形成し、この基盤岩類を取り巻くように分布する珪化・粘土化変質帯に金鉍化作用が認められる。
- (2) 珪化・粘土化変質帯で採取した試料をX線回折した結果、クリストバライトを伴い、カオリン、明ばん石、パイロフィライト等からなる酸性変質が認められる箇所に金鉍化作用が認められる。
- (3) 珪化変質帯が塊状に発達している箇所では金含有率は低い、割れ目(角礫化)があり、この割れ目に沿って褐鉄鉍、赤鉄鉍質粘土が認められる箇所では概して金含有率が高い。
- (4) 岩石試料の分析結果に基づく解析結果から、第1主成分の固有値ベクトルの絶対値の大きな成分は金以外には銅、鉛、亜鉛、銀、水銀、砒素、カドミウム、アンチモンで、これらの成分は金鉍化作用に関連したものと考えられる。

以上のような点を総合するとB地区では基盤岩類周辺の限られた珪化・粘土化変質帯に規模の大きい低品位金鉍床が期待される。

4-2-2 ポーフイリーモリブデン鉍床のポテンシャル

C地区ではデックメン花崗岩の貫入に伴うポーフイリーモリブデン(銅)鉍床が発見された。鉍化作用はNE-SW方向に伸びるデックメン花崗岩の東側からスーリレック(Sıgırirek)沢のエメシェ層に及んでいる。この部分では白色変質し、石英細脈に伴って輝水鉛鉍、黄銅鉍、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍等の硫化鉍物及び鉄マンガン重石が微量に認められる。顕微鏡下では認められないが岩石試

料の分析結果(第1-9表)から金、砒素、水銀、アンチモン等の成分も伴っている(添付第15図)。X線回折結果では粘土鉱物として絹雲母の他にカオリンが同定され、ポーフィリーモリブデン型鉱化作用のあと浅熱水性鉱化作用が来ており、二つの鉱化作用が重複しているものと考えられる。

ポーフィリーモリブデン鉱床は、このタイプの特徴から下部にも広がりが期待され、規模の大きい低品位鉱床となる可能性がある。局部的に金・アンチモンを伴うことから、今後の調査で重複していることが明らかとなれば、より重要なターゲットとなる。

4-3 地質構造・鉱化作用の特性と鉱化規制について

A地区：本地区は始新世のチャムヤイラ火山岩類と中新世のバルジュラル火山岩類からなり、これら火山岩類が卓越しているため本地区特有の目立った構造は認められなかった。これらの火山岩類中に銅・鉛・亜鉛からなる鉱脈型鉱床が認められ、鉱化作用の特徴は重晶石を伴い、金・銀の品位の高い浅熱水性鉱脈鉱床である。ただし、B地区の珪化・粘土化変質帯で見られるようなクリストバライトを伴い、カオリン、明ばん石、パイロフィライト等からなる酸性変質は認められず、弱い絹雲母、緑泥石、緑簾石等の粘土化変質からなり、わずかにカオリンを伴っている。本地区のカオリンは広域に及んだ弱いカオリン化作用により生成したものと思われる。

B地区：B地区の中央部には、タシュデメック層及びアクプナル花崗岩から構成される基盤岩類が隆起帯を形成し、この基盤岩類を取り巻くようにシャプチュ火山岩類が分布する。珪化・粘土化変質帯はこの基盤岩類の周辺部に顕著で、さらに、外側に広がっていくが、金鉱化作用が認められるのは基盤岩類の隆起部の周辺部に限られる。このような箇所ではクリストバライトを伴い、明ばん石、パイロフィライト等からなる酸性変質が認められる。岩石試料の分析結果、金以外には銅、鉛、亜鉛、銀、水銀、砒素、カドミウム、アンチモンが含まれ、これらの成分は金鉱化作用に関連したものと考えられる。

基盤岩類の隆起部を通る NNE-SSW方向の断層沿いに第四紀のコジャチャクル玄武岩が貫入、噴出し溶岩として分布する。このことから基盤岩類周辺部が浅熱水性鉱液の通過しやすい場所となり酸性変質を伴い金鉱床が形成されたと推定される。

C地区：本地区南部では三疊紀のエメシェ層の分布が卓越している。NE-SW方向の構造線が走り、デックメン断層とほぼ平走する潜在性の断層に沿って蛇紋岩が貫入、白亜紀末期から始新世にかけてデックメン花崗岩がやはり同一方向に貫入している。この岩体の貫入によりエメシェ層の石灰岩・変火山岩の一部はスカルン化、珪化・粘土化変質し、デックメン花崗岩の貫入により生じた割れ目に沿って石英細脈と輝水鉛鉱他の硫化鉱物が認められる。

第三紀になると中性火山活動が活発になり始新世から中新世にかけての火山岩の噴出により溶岩と火砕岩が大量に堆積した。チャナッカレ地域一帯に見られる珪化・粘土化変質作用に伴う金鉱化作用の時代(第三紀末期から第四紀にかけてと推定)になっても、引き続きNE-SW方向の構造が

残っており、この方向に沿って局部的に金含有量の高い部分が認められるが、この範囲はNE-SW方向に4kmで幅2~3kmの限られた地域である。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本調査ではチャナッカレ地域の鉱床の賦存状況及びポテンシャルを究明する目的で、既存地質資料及び地化学探査資料を入手、現地調査に先立ち実施した3,400km²の範囲のランドサット画像解析等により、金属資源の探査有望地区としてA、B、Cの3地区を抽出、地質調査及び地化学探査を実施した。

地質調査ではA地区 100km²、B地区 300km²、C地区 100km²の計 500km²の範囲で鉱化帯及び変質帯を確認し、その規模、タイプ及び地質と鉱化作用との関連について解明を行った。また、地化学探査ではMT-Aの地化学探査データ及び本年次の地化学探査データ等を合わせ解析した結果、その鉱化の規模、品位から有望な地化学異常域が把握された。地質状況及び地化学異常域の広がり等から、B地区の4箇所とC地区の1箇所の計5箇所を精査の有望箇所として抽出した。

- (1) アルルク沢 (Arlık Dere).....金(浅熱水性鉱床)
- (2) カライブラヒムレル (Karabrahimler).....金(浅熱水性鉱床)
- (3) ケスタネ岳 (Kestane Dagı).....金(浅熱水性鉱床)
- (4) ピレン山 (Piren Tepe).....金(浅熱水性鉱床)
- (5) デックメン (Dikmen).....モリブデン・銅・金

(ポーフィリーモリブデン-銅型鉱床
及び浅熱水性鉱床)

(1)~(4)の4箇所は中新世のシャプチュ火山岩類分布地域であり、珪化・粘土化変質帯中で金の地化学異常を把握している。箇所別には以下のとおりである。

- (1) アルルク沢：アルルク沢で採取した重鉱物試料で多数の金粒が見つかり、この沢の上流域にかなり大きな珪化・粘土化変質帯が広がっていて、この珪化変質帯で採取した多くの岩石試料から金の含有が確認された。
- (2) カライブラヒムレル：カライブラヒムレル部落の下流で採取した重鉱物試料、部落の上流で3つの沢に別れる地点で採取した重鉱物試料、この付近の珪化・粘土化変質帯の土壤試料、いずれの試料からもかなりの金粒が検出された。この付近のシャプチュ火山岩類は珪化・粘土化変質を受けている。金粒は300 μ 以上の大きいものもあるが、一般に50 μ 以下のものが多く、形状は微細な結晶金の周辺がやや丸くなっていることから距離にして1~2km上流域から運ばれてきたものと推定される。また、この珪化岩体の西側を流れるシャルプ(Sarp)沢でも金粒が見つかり、これら2箇所での特徴は重晶石を伴っている点である。

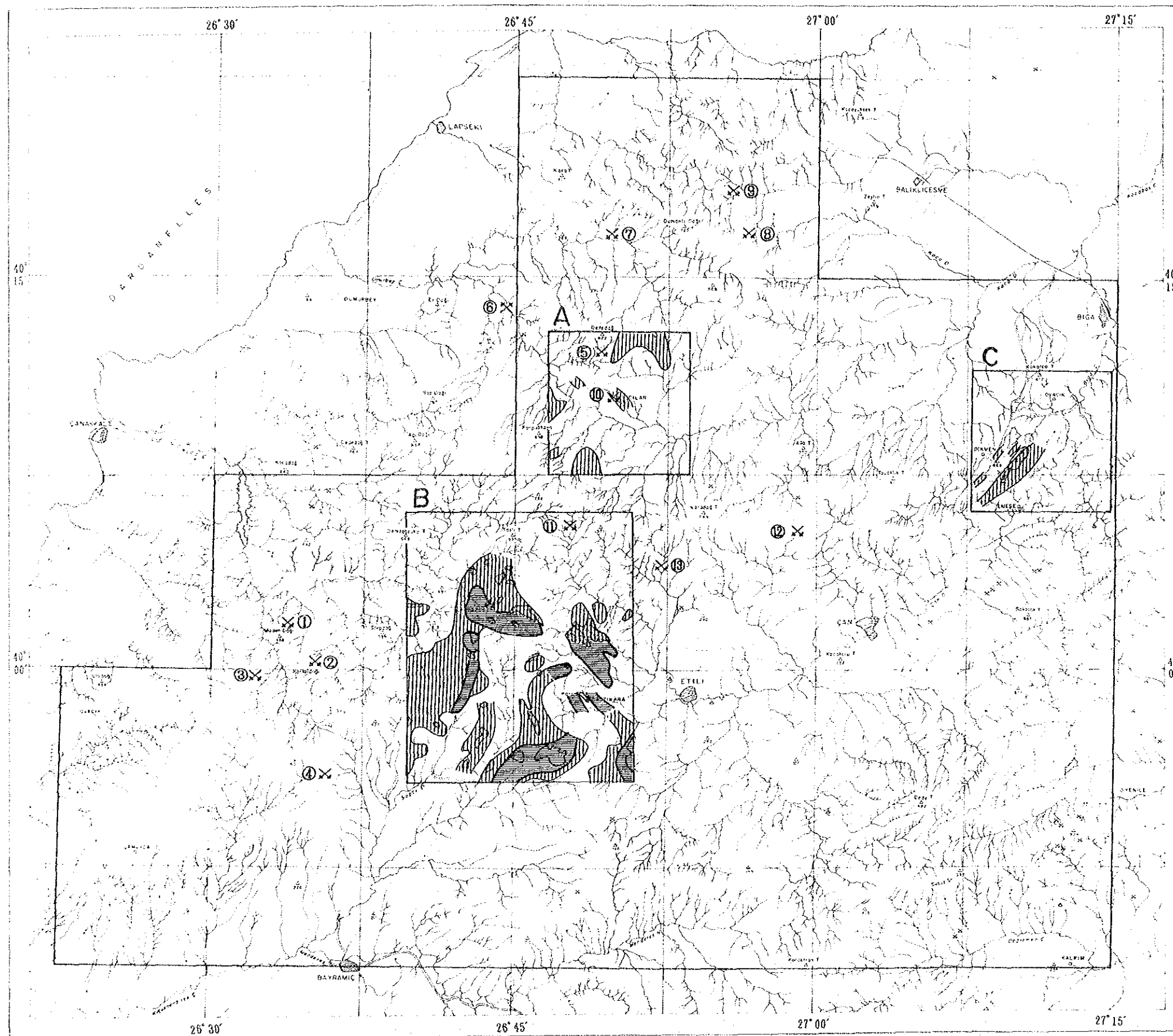
- (3) ケスタネ岳：ケスタネ岳の西側の沢の2箇所と北側の3箇所から金粒が見つかり、300 μ 以上の大きなものも見つかっている。この地区の金粒は形状より2~3km上流域から運ばれてきたものと推定される。この付近もシャプチュ火山岩類が分布、珪化・粘土化変質を受けている。重鉱物としては方鉛鉱を伴っている。
- (4) ピレン山：ピレン山一帯で東西方向に広がる珪化・粘土化変質帯の南側の珪化変質帯中の岩石試料から金含有の異常値が検出された。
- (5) C地区ではデックメン花崗岩の貫入に伴うポーフィリーモリブデン(銅)鉱床が発見された。鉱化作用はNE-SW方向に伸びるデックメン花崗岩の東側からスーリレック(Sigirirek)沢のエメシェ層に及んでいる。この部分では白色変質し、石英細脈に伴って輝水鉛鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱等の硫化鉱物及び鉄マンガン重石が微量に認められる。岩石試料の分析結果から金・砒素・水銀・アンチモン等の成分も伴っている。粘土鉱物として絹雲母の他にカオリンが同定され、これらの点からポーフィリーモリブデン型鉱化作用のあと浅熱水性鉱化作用が来ており、二つの鉱化作用がオーバーラップしているものと考えられる。
- (1)~(4)は地質調査及び地化学探査結果を総合すると基盤岩類周辺の珪化・粘土化変質帯の中で規模の大きい低品位金鉱床が期待される。(5)のポーフィリーモリブデン鉱床は、このタイプの特徴から下部にも広がり、規模の大きい低品位鉱床となろう。局部的に金・アンチモンを伴うことから、今後の調査で鉱化作用が重複している部分でまとまった金を含有していることが明らかとなれば、より重要なターゲットとなろう。

5-2 第2年次調査への提言

前項の有望箇所に対し、下記の調査を実施することが望ましい(第4-1図)

B地区の4箇所に対しては、地質調査と地化学探査により把握された珪化・粘土化変質帯の金鉱床地は浅熱水性鉱化作用が期待され、平面的な広がりと下部に発展すると予想される。地質精査により珪化・粘土化変質帯の分布状況を究明し、この付近の重鉱物を調査することにより、金鉱化帯の位置を明らかにする。これらの調査結果に基づいて下部の鉱化状況を把握するための試錐探鉱(傾斜)を実施する。

C地区のデックメンに対しては、地質精査・地化学探査と平行して物理探査を実施する。地質精査では金含有が確認された箇所、粘土化変質帯、スカルン帯の分布状況を究明し、地化学探査により二つのタイプの鉱化作用を究明する。物理探査ではIP法で低抵抗帯とFE異常を把握し、その後情報量のより多いSIP法によりIP法で得られた異常を精査し、露頭より下部へ広がる鉱化帯を把握する。



L E G E N D

- Silicified Zone
- ⊗ Dikmen Granite

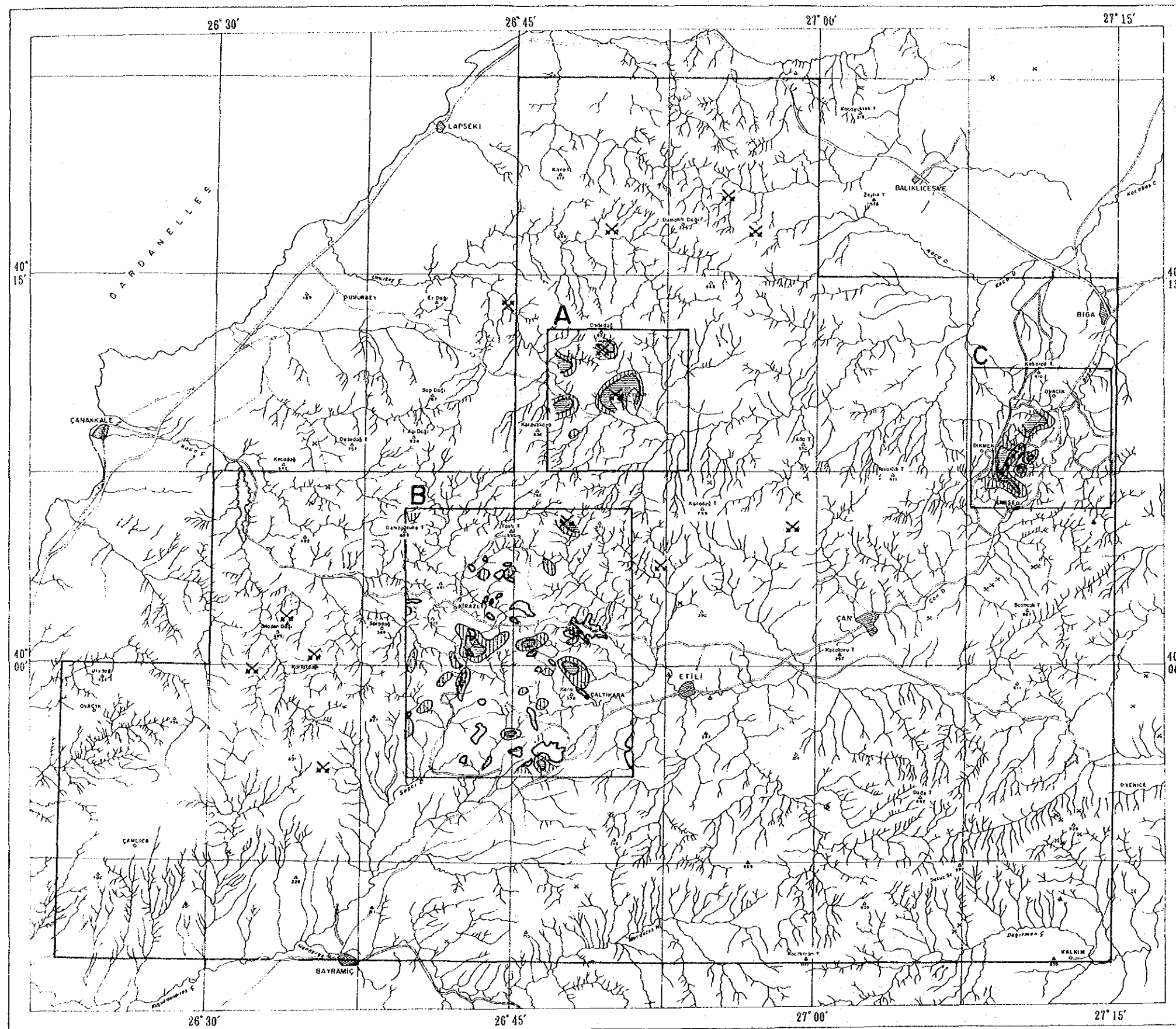
Alteration Zone

- Kaoline, Alunite, Pyrophyllite and Cristobalite Zone
- Kaoline Zone
- ⊗/x Operating Mine
- ⊗/x Closed Mine
- ♁ Hot water spring








Location of Ore Deposits

No.	Name	Kind of Ore Deposits	Host Rocks
①	Madendagi	Au	Breccia zones of schist(Pre-Triassic)/ Andesite lava & pyroclastics(Miocene)
②	Kartaldagi		
③	Karapinar	Cu	Schistose marbles (Pre-Triassic)
④	Kuççayırı	Fe-As	Ayrılmış andesitic tuff(Miocene)
⑤	Kundakçı-larobası	Pb-Zn-Ag	Andesitic lava & pyroclastics(Eocene)
⑥	Koru Köyü	Pb-Ba-Ag	Andesitic lava pyroclastics(Eocene)
⑦	Çaayurt	Cu	Schist(Pre-Triassic)/ Qz liorite
⑧	Çataltepe	Pb-Zn-Cu	Andesitic lava & pyroclastics(Eocene)
⑨	Nusretiye	Pb-Zn-Cu	Andesitic lava pyroclastics(Eocene)
⑩	Balcılar	Ag-Pb-Zn	Andesite (Miocene)
⑪	Kocalar	Pb-Zn	Andesitic lava pyroclastics(Eocene)
⑫	Kocayayla	Zn-Pb-Cu	Volcanic rock(Miocene)/ phyllic schist(Triassic)
⑬	Doğancılar	Cu-Pb-Zn	Block-faulted volcanic rocks

第1-5図 鉍微地・変質帯分布図



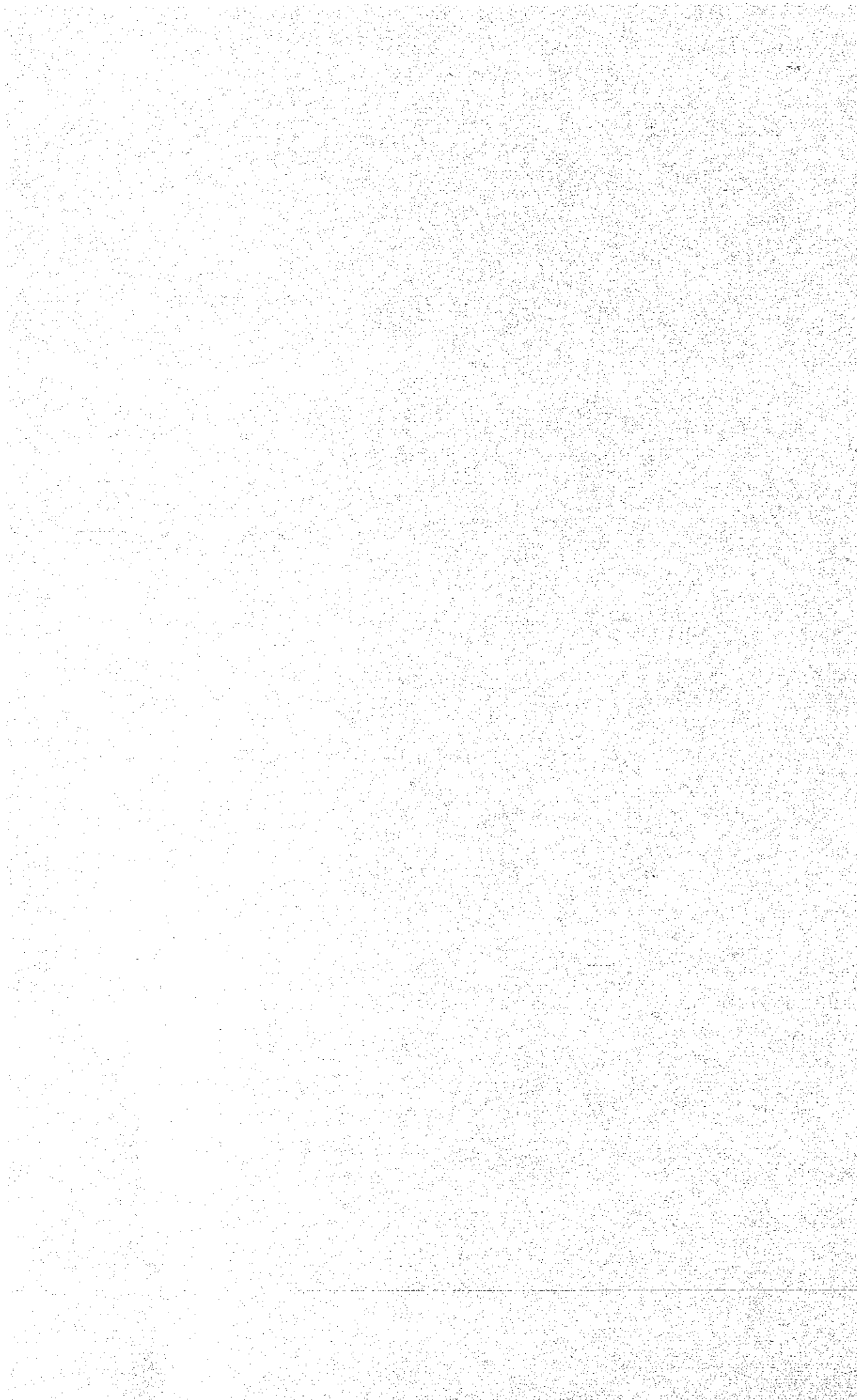
LEGEND

-  Silicified Zone
-  Dikmen Granite
-  Component Score is more than 1
-  Component Score is more than 2
-  Operating Mine
-  Closed Mine
-  Hot water spring

第1-6图 主要地化学异常域分布图



第 II 部 ランドサット画像解析



第1章 ランドサット画像位置及び使用データ

1-1 画像位置

ランドサット画像位置は、トルコ共和国西部ビガ(Biga)半島及びゲリボル(Gelibolu)半島を中心とし、エーゲ海及びマルマラ海を含む(第2-1図)。

1-2 使用データ

本解析に使用した画像データは、ランドサット5号Thematic Mapper(以下TMと記す)によって取得されたCCT(Computer Compatible Tape)1シーンであり、雲及び積雪の見られないシーンである。使用データの入手先はEOSAT(Earth Observation Satellite Company:c/o, EROS Data Center, Sioux Falls, South Dakota 57198, USA)である。データの明細は次のとおりである。

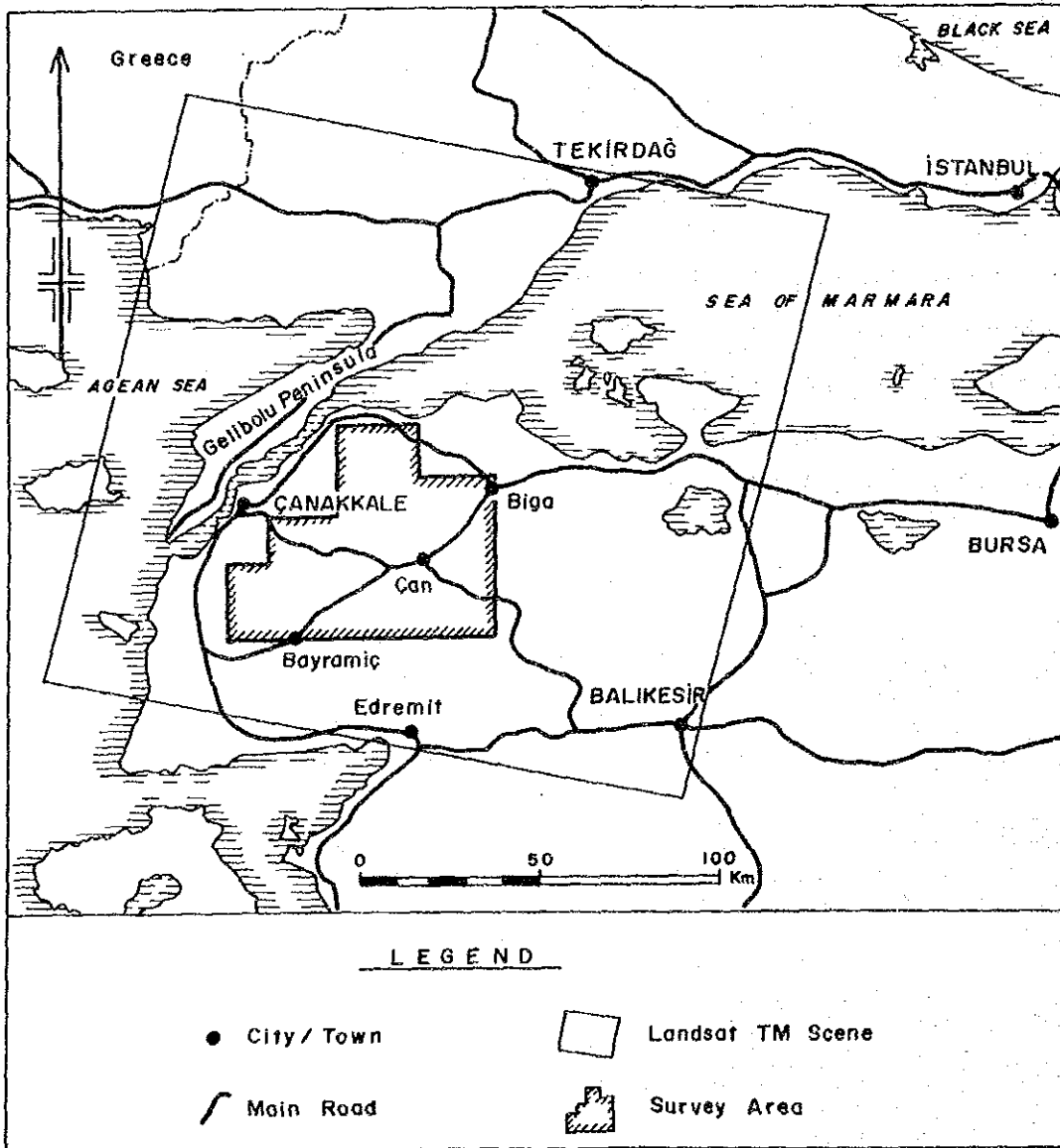
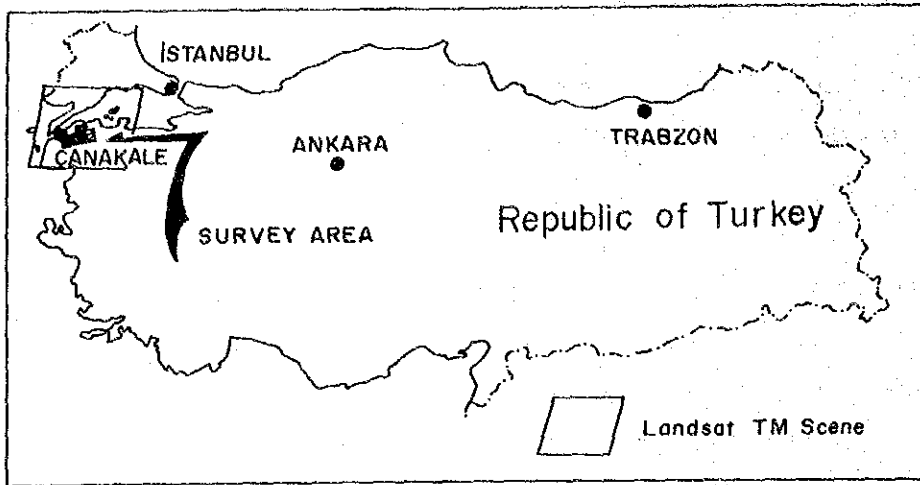
PATH	ROW	観測年月日	雲量	ID番号	太陽位置	
					仰角	方位角
181	32	1987-5-11	0%	Y5116608154X0	56°	124°

ランドサット5号は1984年3月18日に打ち上げられた人工衛星であり、飛行高度 約700kmで太陽同期軌道を周回し、16日で元の軌道に回帰する(第2-2図参照)。搭載しているセンサーにはTMの他にランドサット1号から採用されているMSS(Multispectral Scanner)がある。

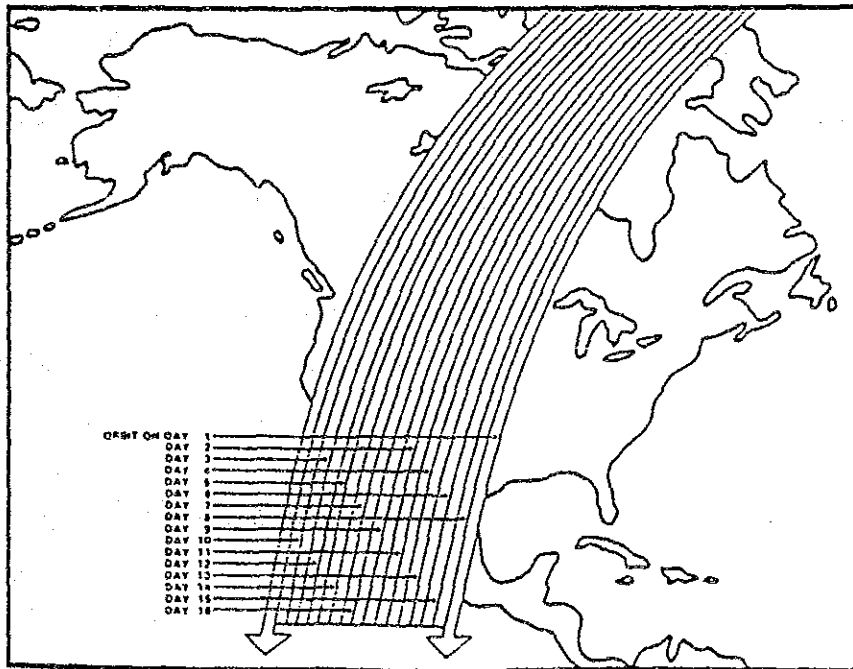
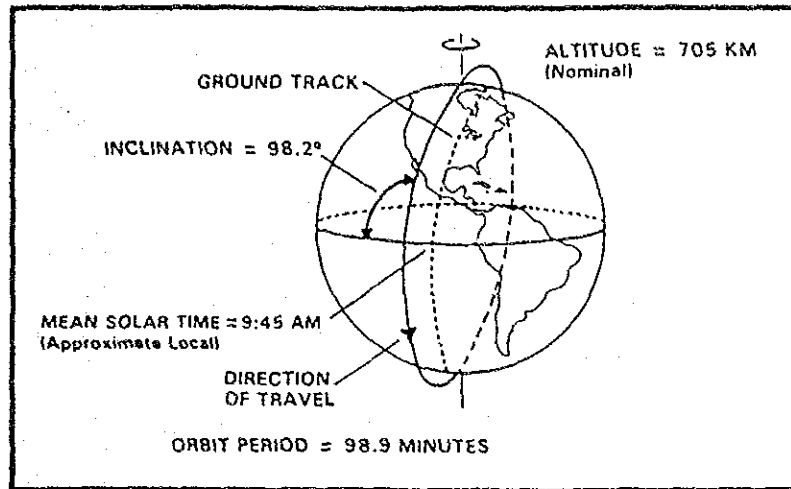
一般にTMデータはMSSデータと比較して分解能、バンド数、波長帯域等の点で異なる。例えば、MSSの公称分解能が80mであるのに対してTMの公称分解能は30mであり、従ってTM画像ではMSS画像よりも詳細な判読が可能である。またMSSが4バンドデータであるのに対して、TMの場合は7バンドであり、スペクトル情報も多い(第2-1表)。

第2-1表 TMバンドの一般的特徴

バンド	バンドの波長域	特 徴	主な利用分野	備 考
TM 1	0.45~0.52 μ m	沿岸水域の区別や落葉樹と針葉樹の判別等への応用を目的としている。波長が短いため大気散乱の影響を受けやすい。	・大気の情報 ・海洋環境	可視域の青～緑色に対応。
TM 2 3	0.52~0.60 μ m 0.63~0.69 μ m	クロロフィルを主とする色素による吸収。	・植生の区分と 活性度評価 ・植生の分類	TM 2は可視域の緑色、TM 3は赤色に対応し、各々MSSの4(0.5~0.6 μ m)、5(0.6~0.7 μ m)と相関が高い。
TM 4	0.76~0.90 μ m	植物からの反射が大きいため、植物量の調査に有用である。海と陸の輝度差がはっきりしている。	・地形区分 ・土地利用区分 (土壌、植生、地質)	近赤外域。
TM 5 7	1.55~1.75 μ m 2.08~2.35 μ m	TM 5は植物・土壌などの水分含有量の推定及び雲と雪の区分を目的としており、TM 7は熱水変質地域の識別を目的としている。	・地表の含水量測定 ・植生区分	中間赤外域。
TM 6	10.4~12.5 μ m	地表から輻射熱量に感応し、地表温度が高くなるにしたがって、画像データの輝度値は大きく(地表からの輻射が大きく)なる。	・地熱分布 ・岩石・土壌の熱特性 ・自然環境特性	遠(熱)赤外域。 他バンドに比べ、瞬間視野が4倍の120mである。



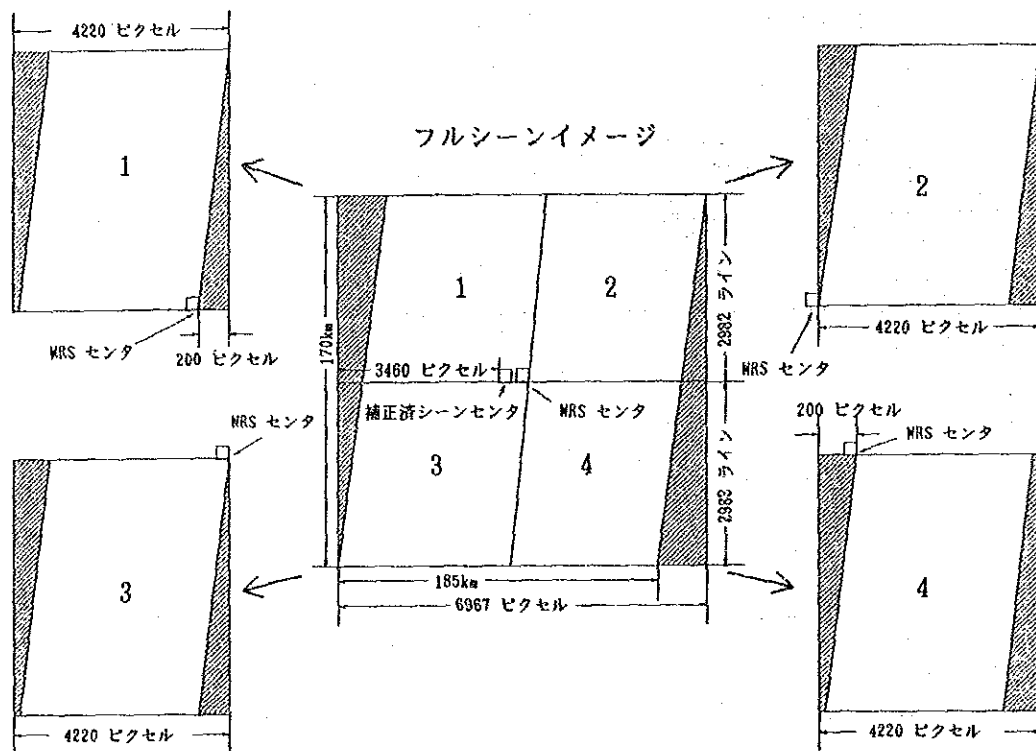
第2-1図 ランドサット画像位置図



第2-2図 ランドサット5号の軌道と観測パターン

ただし、解析に供するカラー画像を作成する場合、7つのバンドから3つのバンドを選択しなければならないため、本解析では各バンドの特徴及び推定情報量を考慮し、かつ後述(2-3節)する研究結果を参考にバンドの組み合わせを選んだ。

なお、TMの1シーンは、ランドサットデータの標定システムであるWRS(World Reference System)の座標を中心として分割され、その4つのサブシーンから構成される(第2-3図参照)。



第2-3図 補正済画像のサブシーンの分割

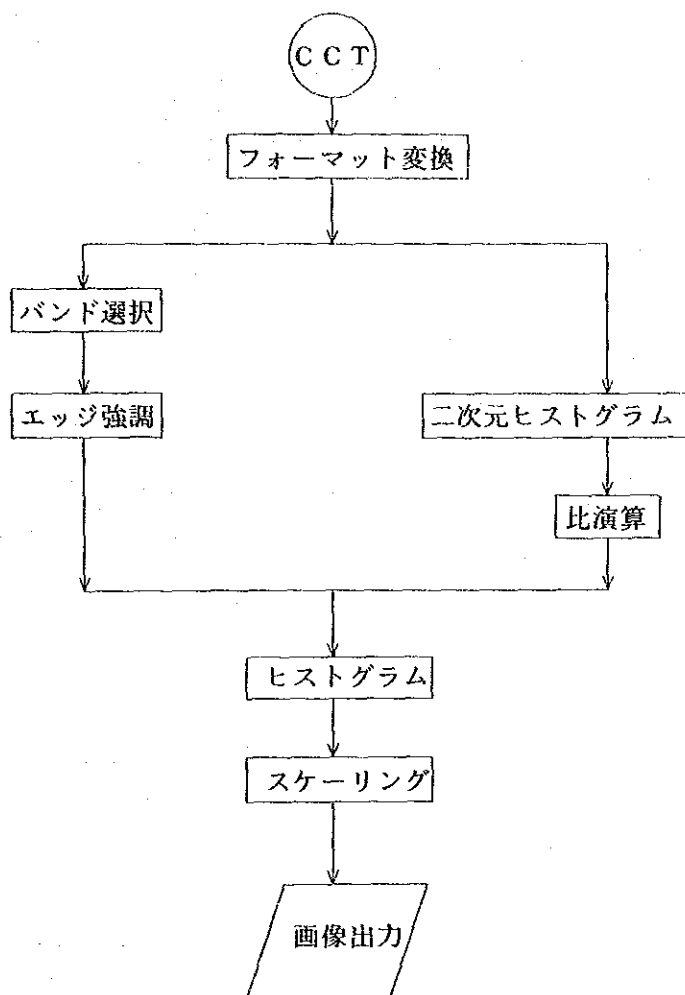
使用データはラジOMETリック及びジオMETリックの補正済みBSQ(Band Sequential)フォーマットにより、各サブシーン毎に記録されている。また、用いられている投影法はSOM(Space Oblique Mercator)である。

第2章 ランドサット画像処理・作成及び解析方法

2-1 データ処理

データ処理は、通常処理と特殊処理の2種類に大別される。通常処理は解析のあらゆる段階で使用される最も基本となるフォールスカラー画像の作成を目的とするものであり、一方、特殊処理はフォールスカラー画像のみでは判読の困難な地域や、地質解釈上有効な情報となり得ると考えられる画像の作成を目的とするものである。今回の特殊処理としては比演算処理を行った。

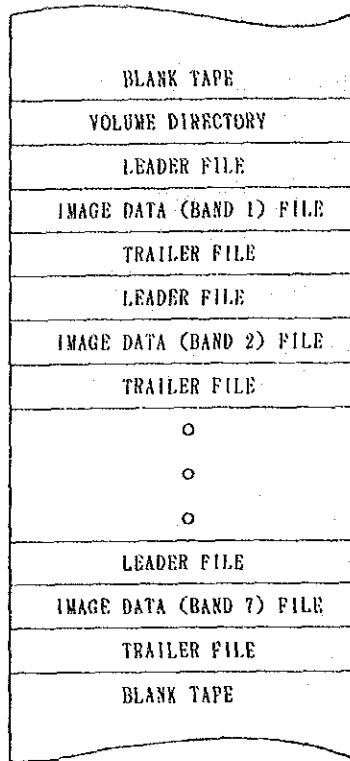
第2-4図は今回のデータ処理のフローチャートである。以下各々の処理内容について述べる。



第2-4図 処理フローチャート

2-1-1 フォーマット変換

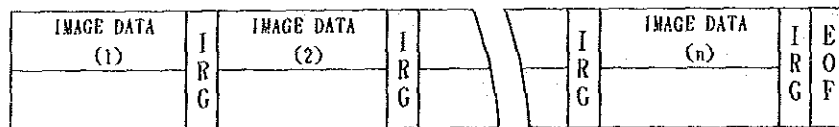
リモートセンシングデータは、その取得方法により、或は計算機の出装置等の要請でいく種類かのフォーマットにより記録される。本処理ではEOSATから入手したBSQフォーマットデータ(第2-5図)を、JGII(JAPEX Geoscience Institute, Inc., 2-17-22, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107, Japan)のリモートセンシングデータ処理用のJPXフォーマット(第2-6図)に変換した。



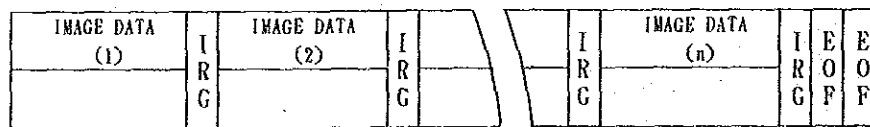
第2-5図 B S Qフォーマット



FILE 1



FILE 2

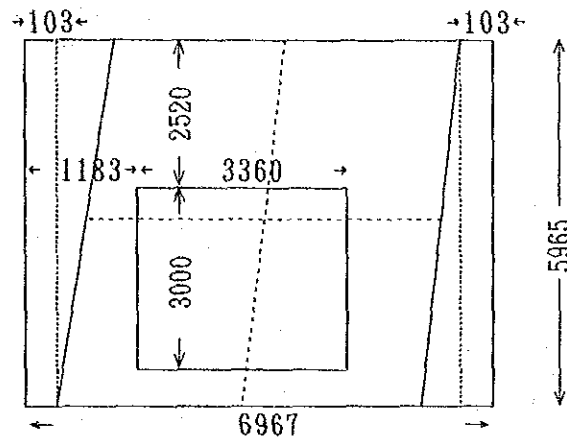


FILE n

第2-6図 J P Xフォーマット

2-1-2 サブシーンからフルシーンへの接合

本解析の対象区域は複数のサブシーンに亙るため、サブシーンからフルシーンへの接合処理を加えた。この接合はサブシーンの各イメージデータレコードのフィールド番号10及び11に記録されている画像の左右の補充ピクセル数に基づいて接合処理を行った。



接合処理後の大きさは5965ライン × 6967ピクセルであるが、フルシーンの出力は左右の103ピクセルを取り除いたものである。

2-1-3 通常処理

(1) バンドの選択

1-2の節で述べたように、TMバンドデータは従来のMSSバンドデータに比べ、そのバンド数が増し波長域も広がっている。そのためフォールスカラー画像を作成する場合には、7つのバンドから3つのバンドを選択する方法が取られるが、実際には6番目のバンド(熱赤外域)は他のバンドと波長帯域や分解能が大きく異なるので、このバンドを除いた6つのバンドを選択の対象とする。6つのバンドから3つのバンドを選択する場合、各バンドの色の割り当てを考えなくても、 $C_3=20$ とおりの組み合わせが考えられる。

そこで本処理では、1982年以降金属鉱業事業団・資源観測解析センターにより進められている研究成果の中から、鉱床と関係する変質帯を抽出する手法を採用し、TMバンド4、5、7の組み合わせを選択、フォールスカラー画像を作成した。

(2) エッジ強調処理

エッジ強調処理は、画像上においてリニアメントや地形的情報の抽出を容易にするために、原画像に適当な高域強調フィルターをかけ、画像の尖鋭化及び鮮明化を図ることである。

空間オペレーターとして2次微分の代表的な演算子ラプラシアンオペレーターを差分化したもの(第2-7図)を用いた。このオペレーターは等方的であり、またサイズも小さいことで一般的に用いられている。しかし、このままで画像化すると原画像の情報が損なわれるので、エッジ強調画像としてユニットオペレーターからラプラシアンオペレーターを引いた形のエッジ強

	1	
1	-4	1
	1	

第2-7図 ラプラシアンオペレーター

調オペレーター（第2-8図）と原画像とのコンボリューションを行った。これにより高周波成分の強調が行われ、平野部の細かな構造や、リニアメント等の地形的情報が強調される。

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline & 0 & \\ \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline & 0 & \\ \hline \end{array}
 -
 \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1 & \\ \hline 1 & -4 & 1 \\ \hline & 1 & \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|c|c|} \hline & -1 & \\ \hline -1 & 5 & -1 \\ \hline & -1 & \\ \hline \end{array}$$

ユニットオペレータ ラプラシアンオペレータ エッジ強調オペレータ

第2-8図 エッジ強調オペレータ

第2-9図はフルシーンにおけるエッジ強調後の各バンドのヒストグラムである。各バンドとも輝度値6付近に最も高いピークが認められるが、これは海域部のスペクトル情報を示すものであり、今回の目的のためには海域部の情報を除去する必要がある。

(3) コントラスト強調処理

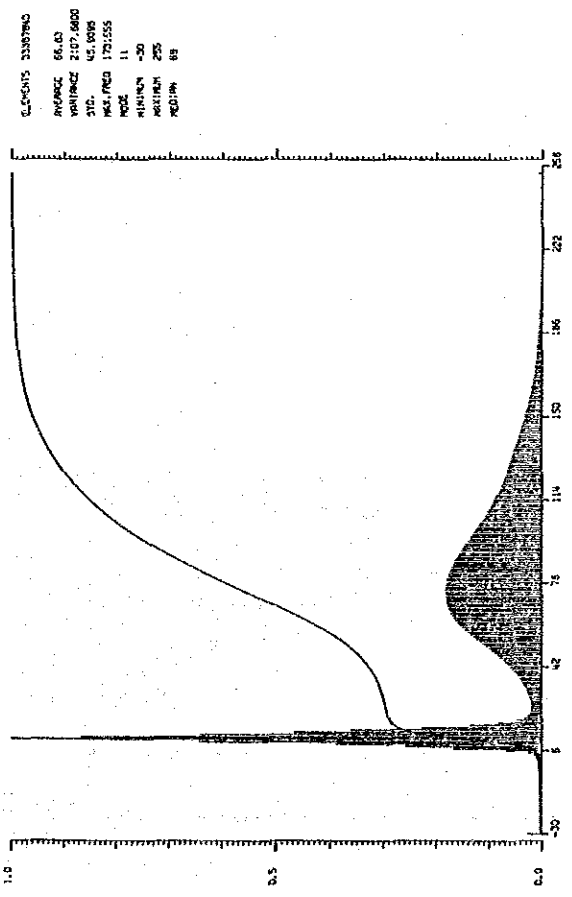
画像出力する際に原輝度値のままでは出力画像のコントラストが非常に弱く、輝度値の差を識別することが出来ないため、この輝度値の分布を出力装置のダイナミックレンジに対応させた分布に変換する必要がある。この変換処理をコントラストストレッチと呼び、コントラストのある出力画像を得ることが出来る。コントラストストレッチの方法にはヒストグラムイコライゼーションストレッチ法、ハイブリッドストレッチ法、リニアストレッチ法等があるが、ここではエッジ強調処理後のヒストグラムの形状からリニアストレッチ法が適当と判断され、これを用いた。なお、第2-10図は陸域部のみのスペクトル情報に基づいたエッジ強調後の各バンドのヒストグラムである。

2-1-4 特殊処理（比演算処理）

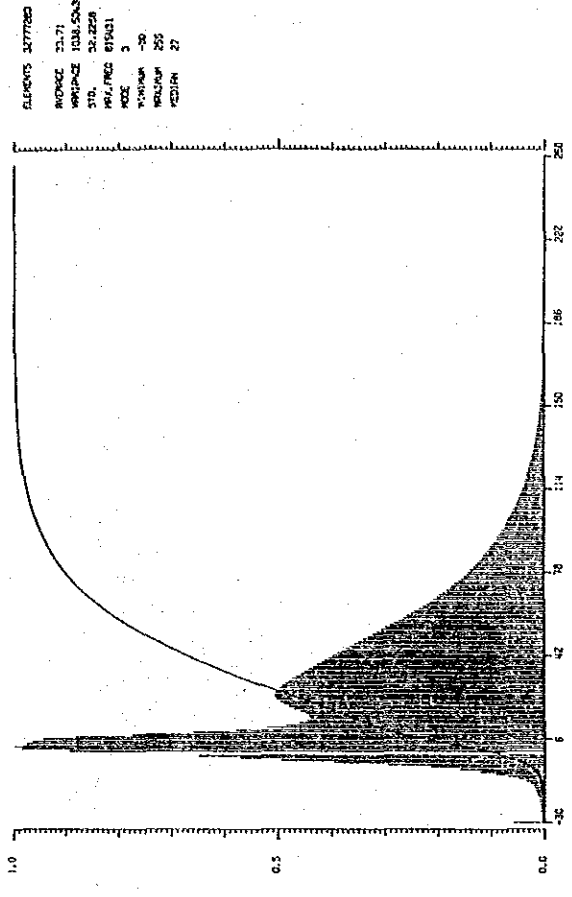
TMの多バンドデータから任意の2つのバンドの輝度値の比をとる。これは第一義的には地形による太陽のあたり方の違いを弱め、地形情報の除かれた地表からのスペクトル情報のみで映像を見ることを目的とする（第2-11図）。この比の値Zは一般には2つのバンドの輝度値をx, yとした場合、次のように定義される。

$$Z = f\left(\frac{x-a+1}{y-b+1}\right)$$

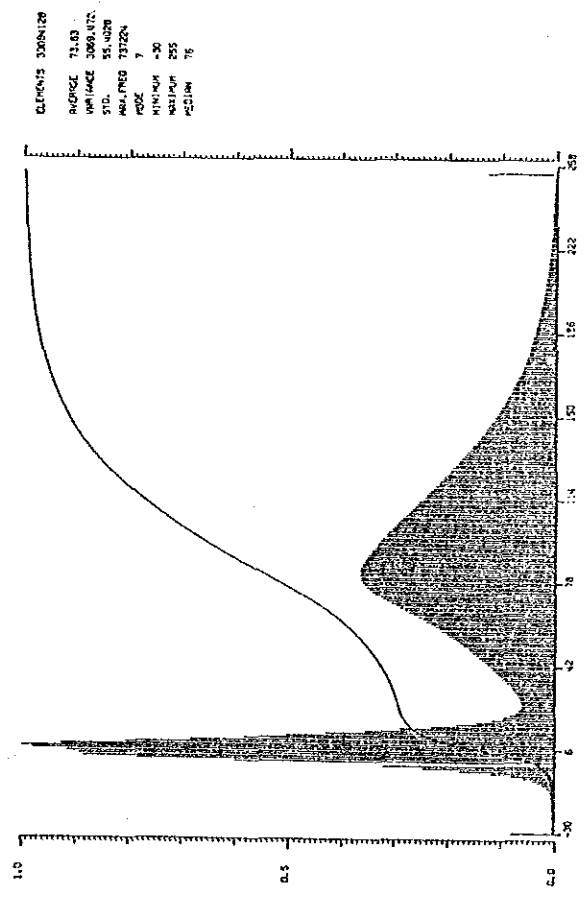
a, bは、x, yバンドの輝度値の最小値でfは適当な関数を表す。原データからa, bの値を引くのは、これらの値a, bが大気散乱によるものであり、地表からの情報は見掛けの輝度



* TURKEY LANDSAT 0181-32 TM BAND 4

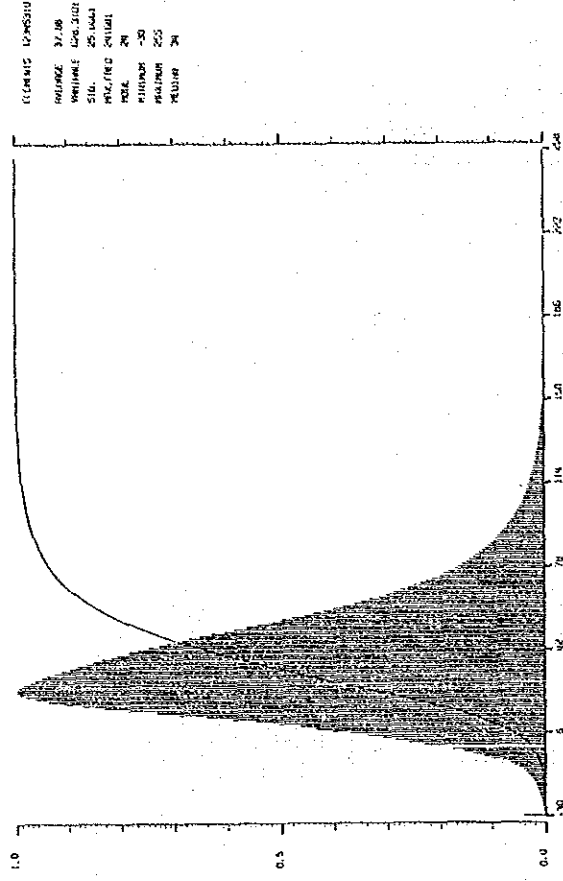
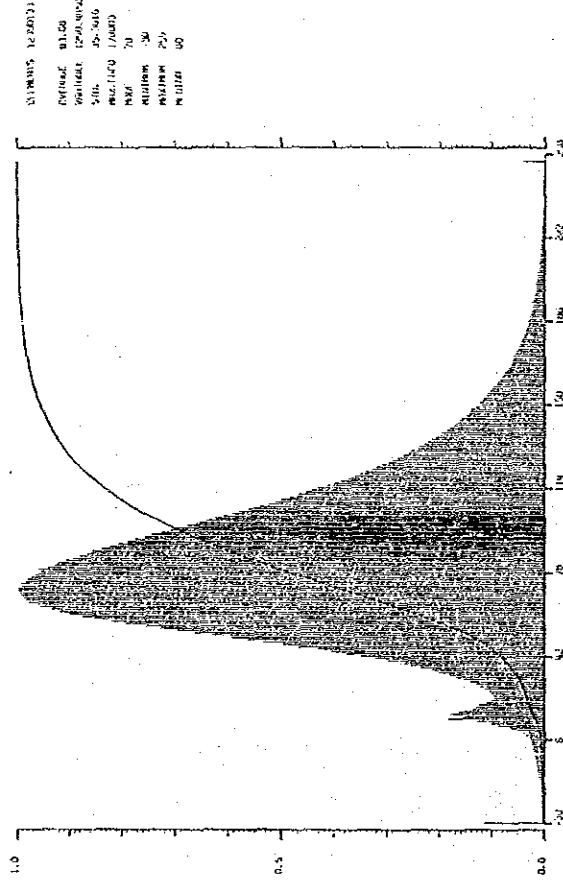
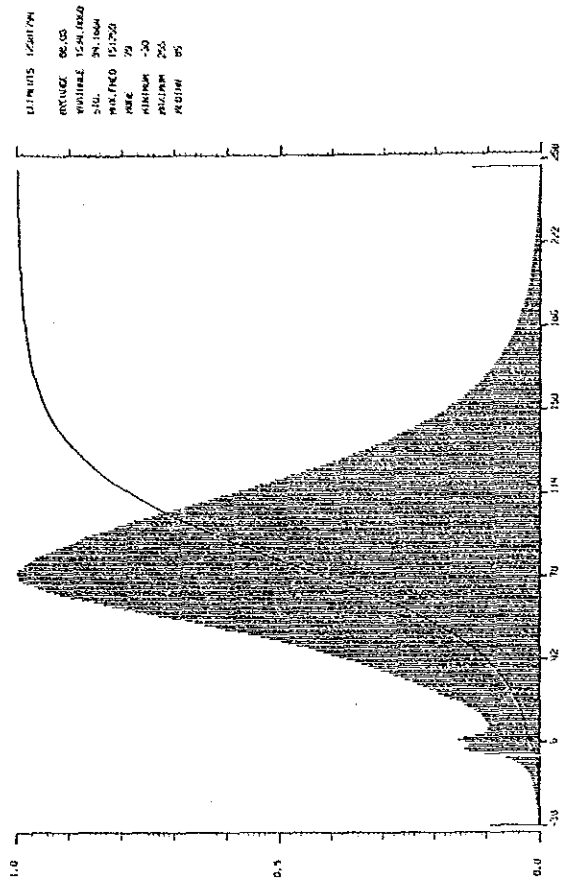
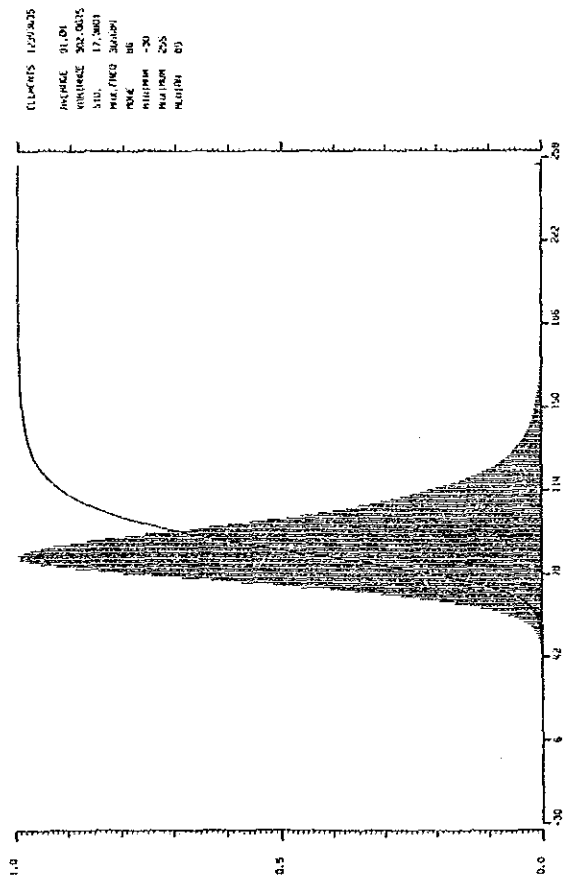


* TURKEY LANDSAT 0181-32 TM BAND 7

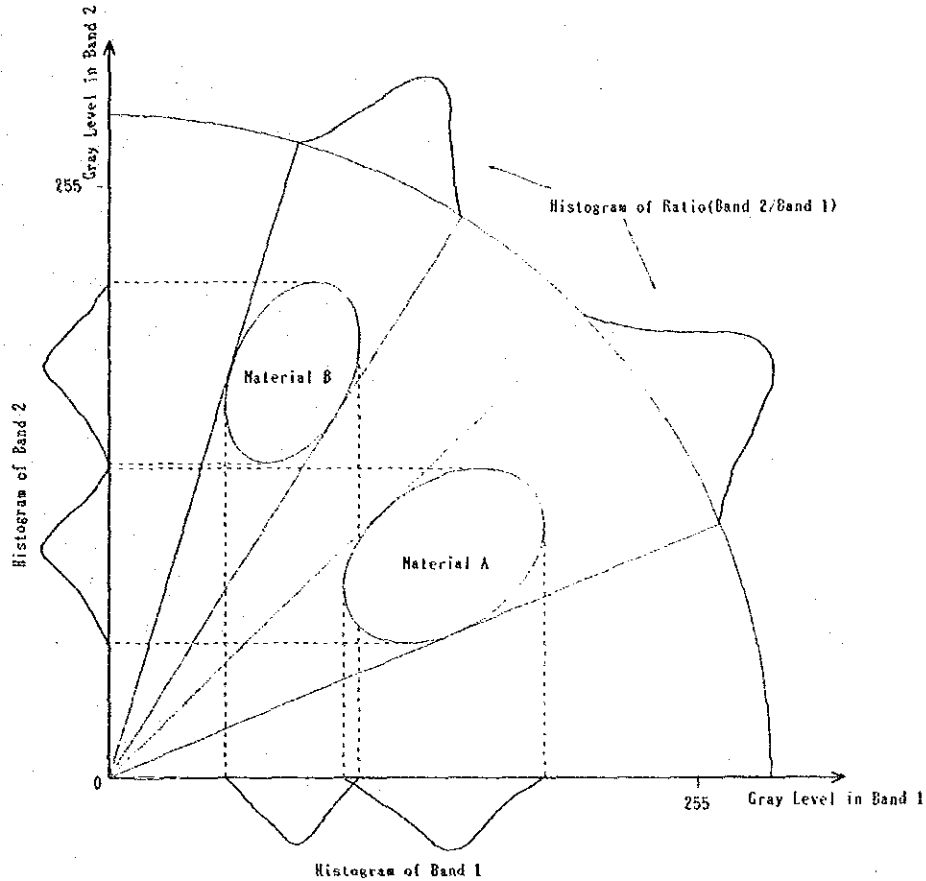


* TURKEY LANDSAT 0181-32 TM BAND 5

第2-9図 エッジ強調後の各バンドのヒストグラム (フルシーン)



第2-10図 エッジ強調後の各バンドのヒストグラム (陸域部)



第2-11図 比演算の概念図

値から a 、 b の値を引いて得られるというモデルによる。これら a 、 b の値は主として大気の影響によって左右されるため、短波長ほど大きな値をとる(即ち、短波長ほど散乱され易い)。

一般に関数 f としては、次の3つが良く使われる。

$$f(z) = Az + B \quad (\text{Direct Ratio})$$

$$f(z) = A \log z + B \quad (\text{Log Ratio})$$

$$f(z) = A \arctan z + B \quad (\text{Arctangent Ratio})$$

$$\text{但し, } z = \frac{x-a+1}{y-b+1}$$

この中で Log Ratio と Arctangent Ratio は、比の値 Z が 1 未満と 1 以上の場合での分布の対称性が Direct Ratio より優れているため、比較的良く用いられる。本処理では Arctangent Ratio を採用した。計算式は次のとおりである。

$$Y = A \times \arctan \left(\frac{X_1 - B_1}{X_2 - B_2} \right) - C$$

なお、 X_1 及び X_2 は各バンドの輝度値であり、 A 、 B_1 、 B_2 、 C はパラメータである。

また、比を取るバンドの組み合わせとしては、岩石のスペクトル情報が特に短波長赤外域(1.5 ~ 2.5 μm)で顕著であることから、短波長赤外域を中心に用いた 3/1、5/4、5/7 の組み合わせを採用した。

第2-12図に各バンド間の2次元ヒストグラムを示した。TMバンド5とTMバンド4の2次元ヒストグラムが広い分布を示しているのは植生によるものと考えられる。

これらのデータを基に、比演算後のストレッチングの値を与えて得られたのが、比演算後のヒストグラムである(第2-13図)。なお、比演算で用いたパラメータ、それによって得られたタンジェント角度は次のとおりである。

バンド比	パラメータ				タンジェント角度(°)	
	A	B ₁	B ₂	C	最小値	最大値
3/1	471	0	510	271	33	64
5/4	265	0	0	973	21	76
5/7	503	0	0	448	51	80

2-2 画像の種類

本解析において以下の画像を作成、使用した。

- ① CCTによるエッジ強調フォルスカラー合成画像(F/Cと略す) :

バンド及びフィルターの組み合わせ: 4(青)・5(緑)・7(赤).....縮尺 1/10万

- ② CCTによる比演算処理画像A(R/C₁と略す) :

バンド及びフィルターの組み合わせ: 5/7(青)・5/4(緑)・3/1(赤).....縮尺 1/10万

- ③ CCTによる比演算処理画像B(R/C₂と略す) :

バンド及びフィルターの組み合わせ: 5/7(赤)・5/4(緑)・3/1(青).....縮尺 1/10万

- ④ CCTによる比演算処理画像C(R/C₃と略す) :

バンドの組み合わせ: 5/7(白黒).....縮尺 1/10万

2-3 解析方法

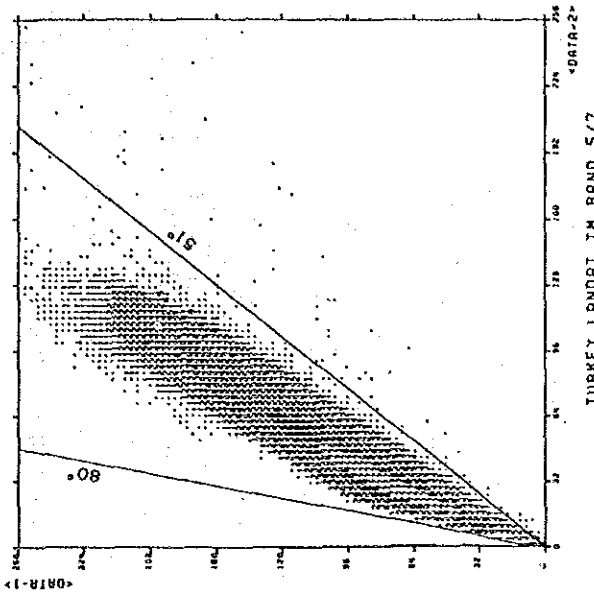
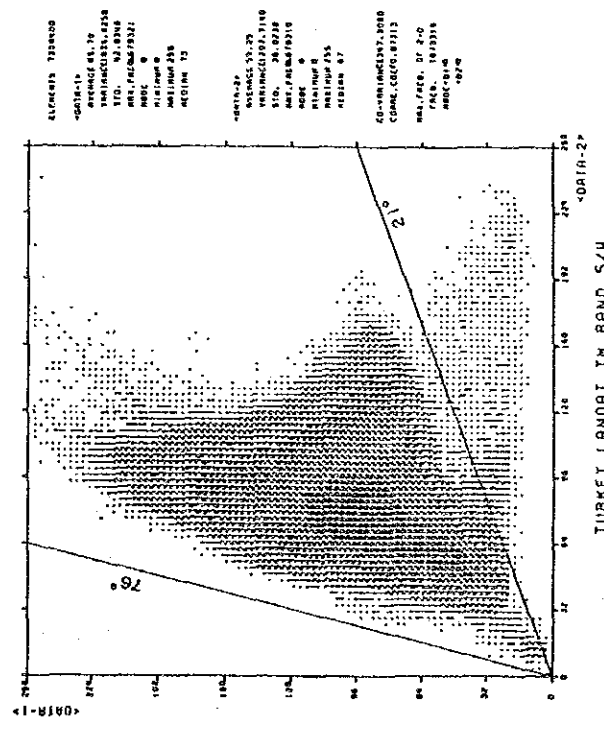
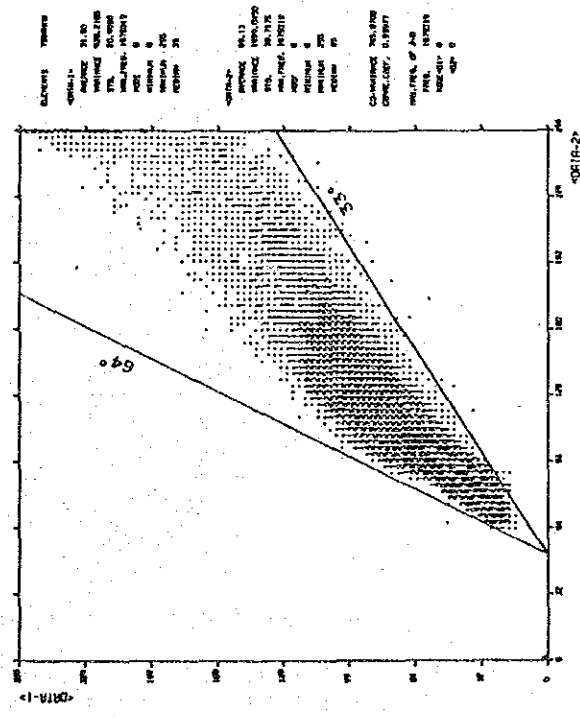
資源探査のための資源衛星データ解析作業については、1982年以降金属鉱業事業団・資源観測解析センターにより研究が進められている。その成果の1つに、ランドサットTMデータの各バンドを演算処理し、作成された画像から変質帯を抽出する試みが行われている。

今回同様な目的で作成された画像類は、本地域においても金鉱床等と密接な関係を持つ粘土化変質帯等の抽出を容易にさせ得るものと考えられた。

解析に当たっては、写真地質学上の判読要素である写真的特徴(色調、きめ)及び地形的特徴(水系パターン、水系密度、岩石の抵抗度、ベディングの有無)の諸性質に着目し、地質単元(岩相)区分やリニアメント、環状構造、褶曲構造等の判読・抽出を行った。

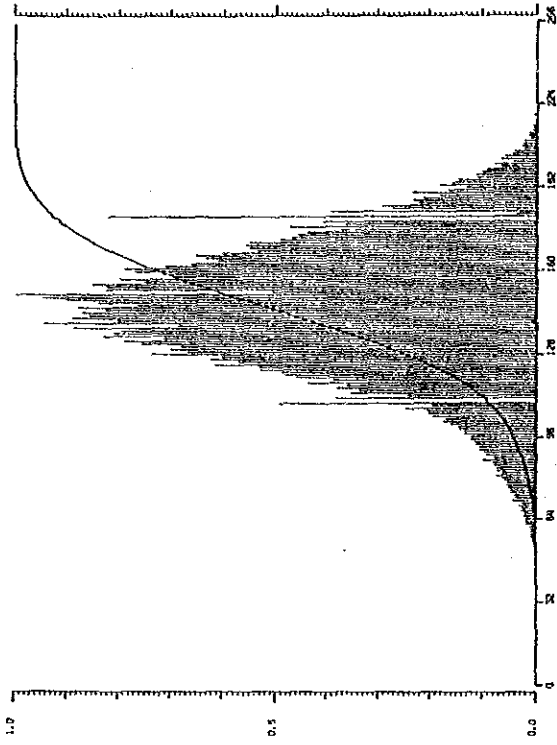
なお、リニアメントは断裂を暗示する地形現象であり、判定基準の主要なものは以下のとおりである。

- a) 断層崖(fault scarp)の存在
- b) 直線的な谷(断層谷: fault valley)の存在



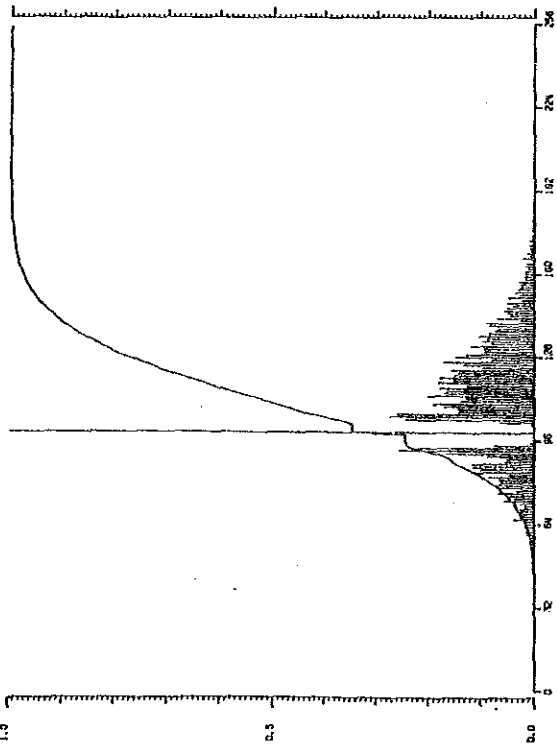
第2-12図 各バンド間の二次元ヒストグラム

ELEMENTS UNITS
 MEAN 198.78
 VARIANCE 107.0593
 STD. 10.3470
 PEARSON 0.99796
 MODE 151
 WENTZ 0
 PEARSON 255
 MEDIAN 198



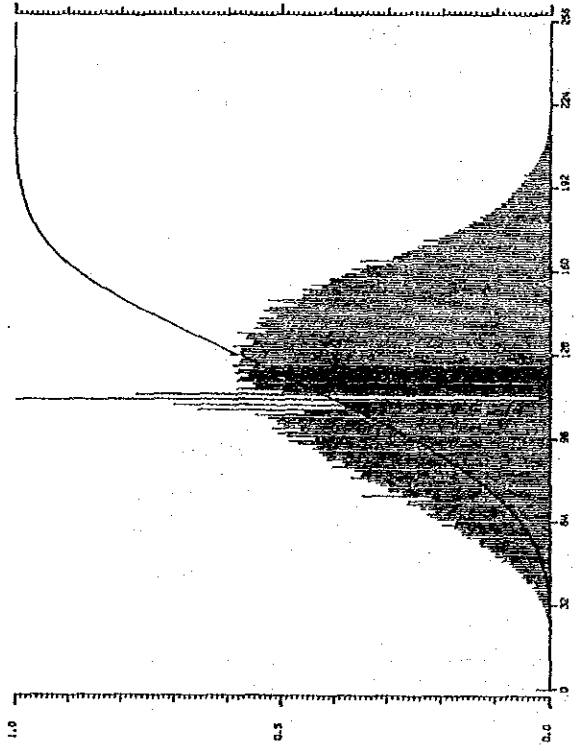
TURKEY LANDSAT D181-32 TM RATIO BAND 5/7

ELEMENTS UNITS
 MEAN 111.48
 VARIANCE 528.8910
 STD. 23.0220
 PEARSON 0.98725
 MODE 99
 WENTZ 0
 PEARSON 255
 MEDIAN 110



TURKEY LANDSAT D181-32 TM RATIO BAND 3/1

ELEMENTS UNITS
 MEAN 110.95
 VARIANCE 155.0260
 STD. 12.4510
 PEARSON 0.9996
 MODE 111
 WENTZ 0
 PEARSON 252
 MEDIAN 121



TURKEY LANDSAT D181-32 TM RATIO BAND 5/4

第2-13図 比演算後のヒストグラム

c) 河川の流路が著しく直線状を示す場合

d) 断層鞍部(ケルンコル: kerncol), 断層突起(ケルンバット: kernbut)の存在

e) 山腹斜面の傾斜変換点(break point of slope)が直線的に連続する場合

これら地形現象は, 判読対象地域を構成する地質や地質構造, または岩石の地質時代によって地域性があり, 発達度に必ずしも普遍性はないが, 経験的にはこれらの地形現象でリニアメントの大半が説明される。

第3章 解析結果

3-1 地質判読

本画像から判読される単元は, 第2-14図に示したとおり単元A~Dの4単元に区分される。各単元の判読結果の要約は第2-2表のとおりであるが, 以下に主な特徴を記す。

第2-2表 ランドサットTM画像判読一覧表

Units	Tone			Texture	Drainage		Rock Resistance	Bedding	Geological Environment
	F/C ₁ ¹	R/C ₁ ²	R/C ₂ ³		Pattern	Density			
D	blue,chrome yellow	red,greenish blue	yellow,royal purple	fine,speckled	meandering	very low	very low	-	mainly Quaternary sediments (Al, Ta, Qd), and Pliocene sediments (n)
C	lilac,chrome yellow	light blue	yellow green	fine	-	-	very high	-	mainly Miocene siliceous tuff (Tsi), and Eocene andesite-tuff (A ₁ +T ₁)
B	bluish purple chrome yellow	orange,light blue	royal purple emerald green	coarse	dendritic	medium	moderate to high	-	mainly Eocene andesite-tuff (A ₁ +T ₁), and Pliocene volcanic ash (Pt)
A	bluish purple chrome yellow	pink,blue	royal purple,yellow	coarse,banded	dendritic	high,low	high to very high	very thin	mainly Pre-Tertiary rocks (Ep, Gn, SPO, DPO), and Eocene granodiorite (Gd)

¹ F/C₁(False colour image): Bands 4(Blue)-5(Green)-7(Red)

² R/C₁(Ratio colour image): Band ratio 3/1(Blue)-5/4(Green)-5/7(Red)

³ R/C₂(Ratio colour image): Band ratio 3/1(Red)-5/4(Green)-5/7(Blue)

(1) 単元A

本地域の北部, 南西部, 東部から南部にかけて分布する。分布規模は後述の単元Bに次いで広い範囲(調査地域の約37%)を占め, また地形的には比較的高い所に相当する。

写真的特徴の要素をなす『色調』は, F/C 画像では青紫色及び山吹色, R/C₁ 画像では桃色及び青色, R/C₂ 画像では濃赤紫色及び黄色を呈する。また『きめ』は全般に粗粒を示すが, 本地域の南西部では一部縞状の部分がみられる。

地形的特徴の要素をなす『水系』は、全般に高密度の樹枝状を示すが、本地域の南東部ではリニアメントに直交する高密度の平行状のものが認められる。但し本地域の南西部では密度の低い樹枝状の所も見られる。『岩石の抵抗度』は高から極めて高い。なお、上述の縞状の『きめ』を示す部分はベディングまたは片理を示唆する地形現象である。

本単元は、既存地質資料では主として先第三紀の岩石、すなわち先三疊紀カズダー(Kazdag)層群に属する弱変成片岩(EP)及びボザーチ(Bozagaç)山層(Gn)、中生代三疊紀下部に属する変スピライト(SPO)及び碎屑岩(DPO)と、古第三紀始新世の花崗閃緑岩(Gd)の分布域に相当する。

(2) 単元B

上述の単元Aに取り囲まれた形で本調査地域の約42%を占める。地形的には低い所から高い所に当たる。

『色調』は、F/C画像では単元Aと同様青紫色及び山吹色、R/C₁画像では橙色及び水色、R/C₂画像では濃赤紫色及びエメラルド色を呈する。『きめ』は全般に粗粒を示す。

『水系』は、全般に中密度の樹枝状を示す。『岩石の抵抗度』は中程度から高い。

本単元は、既存地質資料では主として始新世の安山岩、凝灰岩(A₁+T₁)と、更新世のゲブシェク(Gevşek)火山灰(Pt)の分布域に相当する。

(3) 単元C

本地域の比較的中央部寄りで、ほぼ単元Bの分布域に分布する。全単元中最も小範囲(調査地域の約3%)である。地形的には最も高い所に当たる。

『色調』は、F/C画像では薄紫色及び山吹色、R/C₁画像では水色、R/C₂画像では黄緑色を呈する。『きめ』は細粒を示す。

『岩石の抵抗度』は極めて高い。

本単元は、既存地質資料では主として中新世の珪質凝灰岩(Tsi)と、始新世の安山岩、凝灰岩(A₁+T₁)の分布域に相当する。

(4) 単元D

本地域の北東部から南西部にかけて分布する。分布規模は調査地域の18%を占め、地形的には主要河川沿いの低地部を占める。

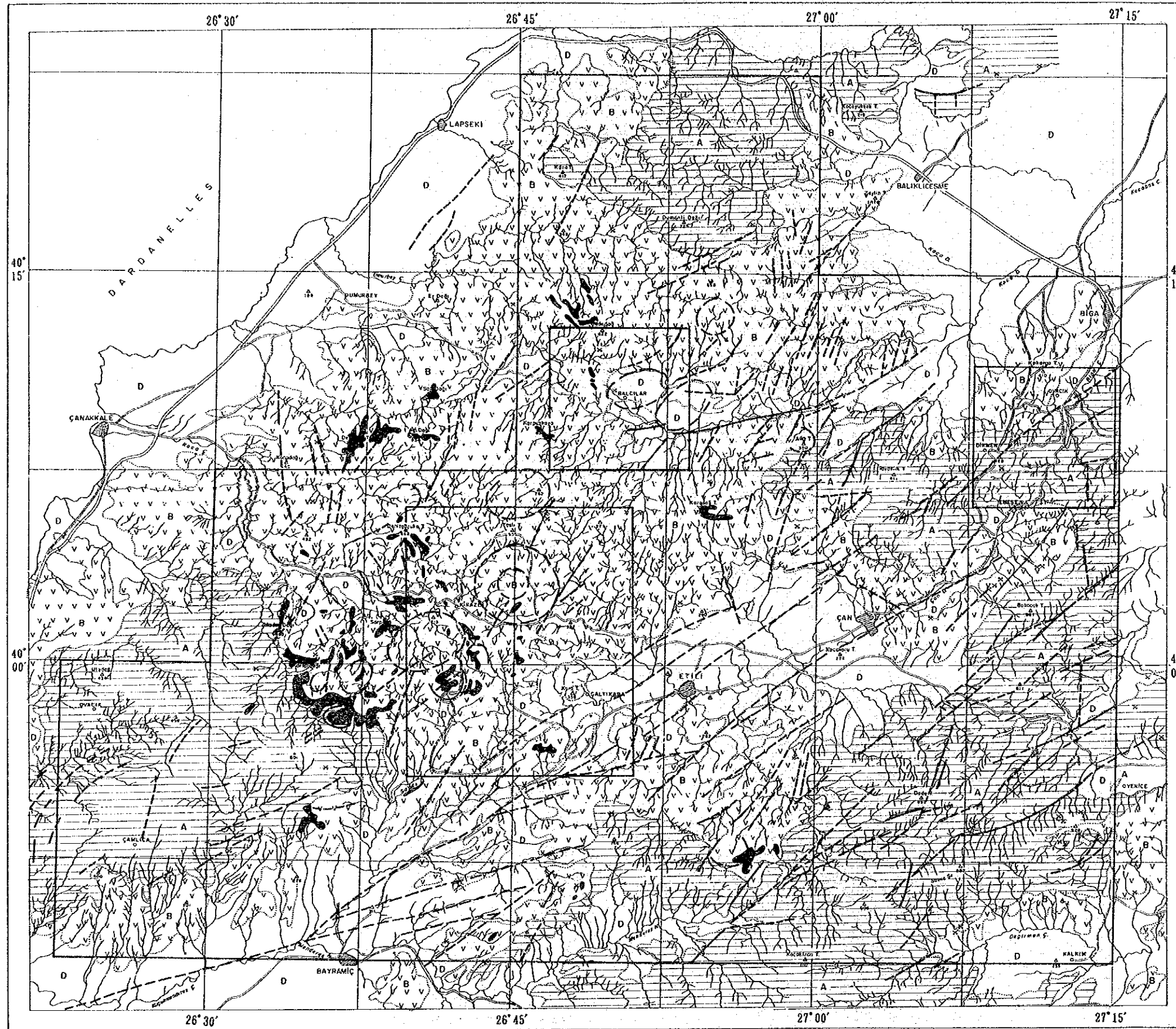
『色調』は、F/C画像では青色及び山吹色、R/C₁画像では赤色及び緑青色、R/C₂画像では黄色及び濃赤紫色を呈する。『きめ』は全般に細粒を示すが、耕作地を示唆するモザイク状の部分も多く見られる。

『水系』は蛇行状を示す。『岩石の抵抗度』は極めて低い。

本単元は、既存地質資料では主として第四紀完新世の沖積層(AI)、段丘堆積物(Ta)、崖錐堆積物(Qd)と、鮮新世のGöl堆積岩類(n)の分布域に相当する。








3-2 変質帯

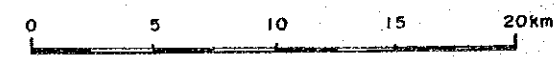
今回作成した画像類から、変質帯の抽出を試みたが、地域全体が植生により覆われているため、



LEGEND

Units	Rock Resistance	Geological Environments
D	very low	mainly Quaternary sediments(A, Ta, Od), & Pliocene sediments(n)
C	very high	mainly Miocene siliceous tuff(Tsi), and Eocene andesite-tuff(A, tT.)
V, V, B, V	moderate to high	mainly Eocene andesite-tuff(A, tT.), and Pliocene volcanic ash(Pt)
A	high to very high	mainly Pre-Tertiary rocks (Ep, Gn, SPO, DPO), and Eocene granodiorite(Gd)

-  Lineament (Certain)
-  Lineament (Uncertain)
-  Annular structure
-  Synclinal axis
-  Operating Mine
-  Closed Mine
-  Hot water spring



第2-14図 ランドサット画像解析図

いずれのランドサット画像からも、ゴールドフィールド鉱山及びエスコンディーダ鉱山等※1の例でそれぞれの鉱床を表示するような『淡緑色系の色調』または特徴的な色調は認められなかった。しかし、2-1の節で述べたとおり、単元Cは、『抵抗度』が高く、丸味を帯びまたは突起した山稜形態を示し、起伏量も大きい、等の特徴を有する。これらは他の単元と異なった特徴的な地形形態であり、また、その多くが既存地質資料でいう珪質凝灰岩(A₁+T₁)と一致している。これらの事から単元Cは、南薩等で見られるような珪化帯、或は岩脈状の珪質岩体等からなるものと推定される。

3-3 地質構造要素の判読

3-3-1 褶曲構造

通常、褶曲構造の判読に際してはベッディングの追跡によって行われる。本地域のベッディング（または片理）は2-1の節で述べたように、本地域の南西部に分布する単元A中に、NE方向に伸長し、NWに傾斜する単斜構造がみられるのみで、褶曲構造は認められない。

一方、水系パターンまたは山稜形態に着目した判読方法があり、これでは本地域東部の2箇所にそれぞれ単元A及び単元Bに認められ、複数の湾曲した水系または山稜が同軸方向に配列している。これらはいずれもNE方向の軸をもつ向斜構造と推定される。

3-3-2 リニアメント

今回作成した画像から判読・抽出された本地域のリニアメントは、第2-14図に示したとおり合計210本である。リニアメントの分布密度は第2-17図に見られるように北東部から南部にかけて高い。

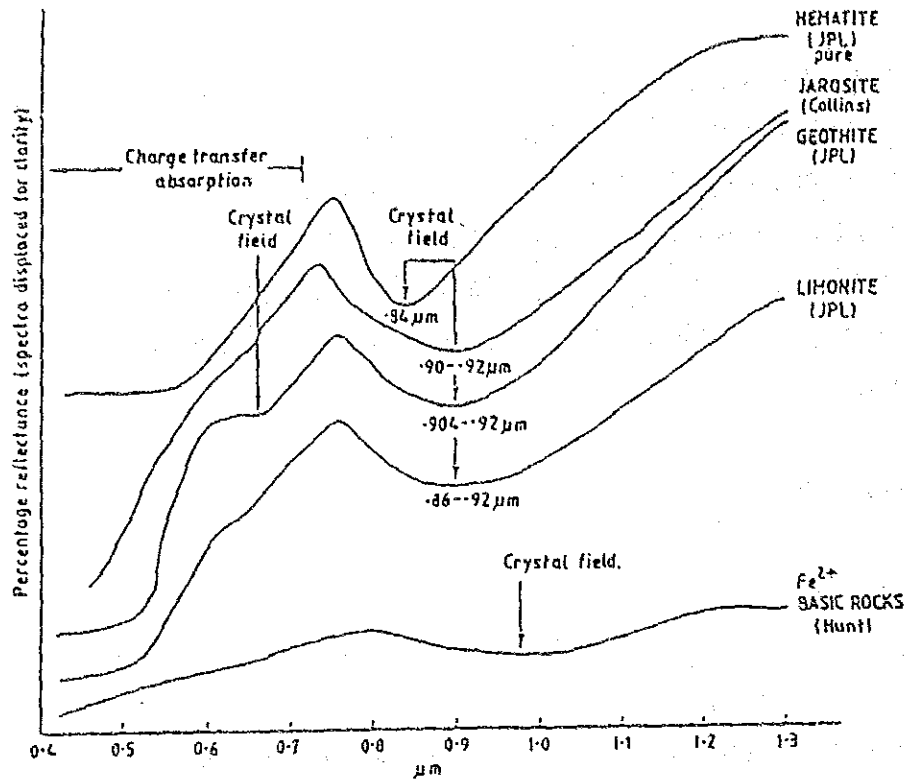
第2-18図に本地域におけるリニアメントの本数・長さのローズダイアグラム、及び長さのヒストグラムを示す。これによると卓越方向は、次に示すように全体としてはNE系が強いが、一部地区によって本数及び長さの方向性に相異なる傾向が見られる。

方向	本数	長さ	説明
N45-75°E	38%	54%	長いリニアメントが多く、本地域の北東部から南部にかけて見られ、主要地質構造方向を示す
N15-35°E	22	17	短いリニアメントが多く、本地域の北部寄りに見られる

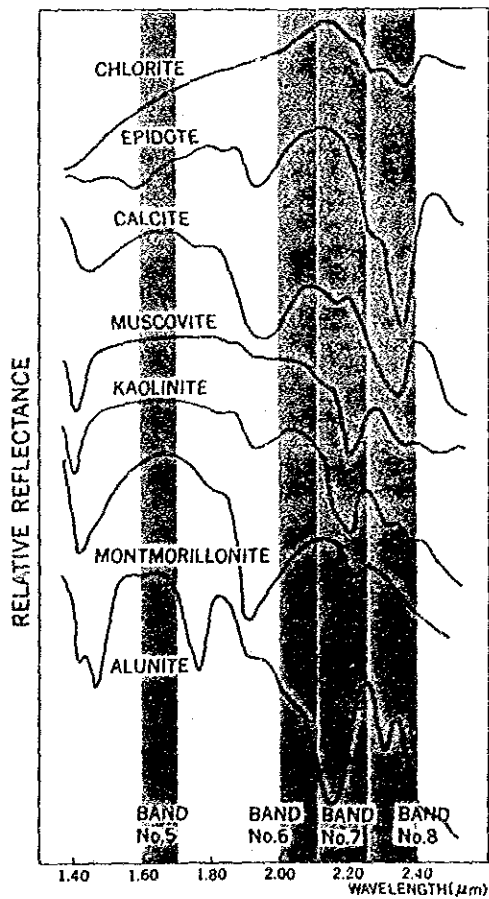
また、2km単位に取った長さでは2km未満が85本、2~4kmが75本で、両者を合わせると全体の76%を占める。なお、20km以上のものは3本認められる。

※1 金鉱化作用に伴う変質帯が発達しているゴールドフィールド鉱山（アメリカ合衆国ネバダ州）、及び含金ボーファイリー銅鉱床といわれているエスコンディーダ鉱山（チリー共和国北部）等の変質帯は、バンド4・5・7にそれぞれ青・緑・赤を加色合成したフォールスカラー合成画像上で『淡緑色系の色調』として表示されている。

参考までに第2-15図に可視・近赤外線における鉄酸化物のスペクトル、第2-16図に短波長赤外線における粘土鉱物等のスペクトル特性を示す。第2-16図から分かるようにゴールドフィールド鉱山付近の変質帯は、バンド5でスペクトル反射率のピーク、バンド7で吸収を示す粘土鉱物が含まれており、『淡緑色系の色調』はバンド5の影響を反映したものと考えられている。

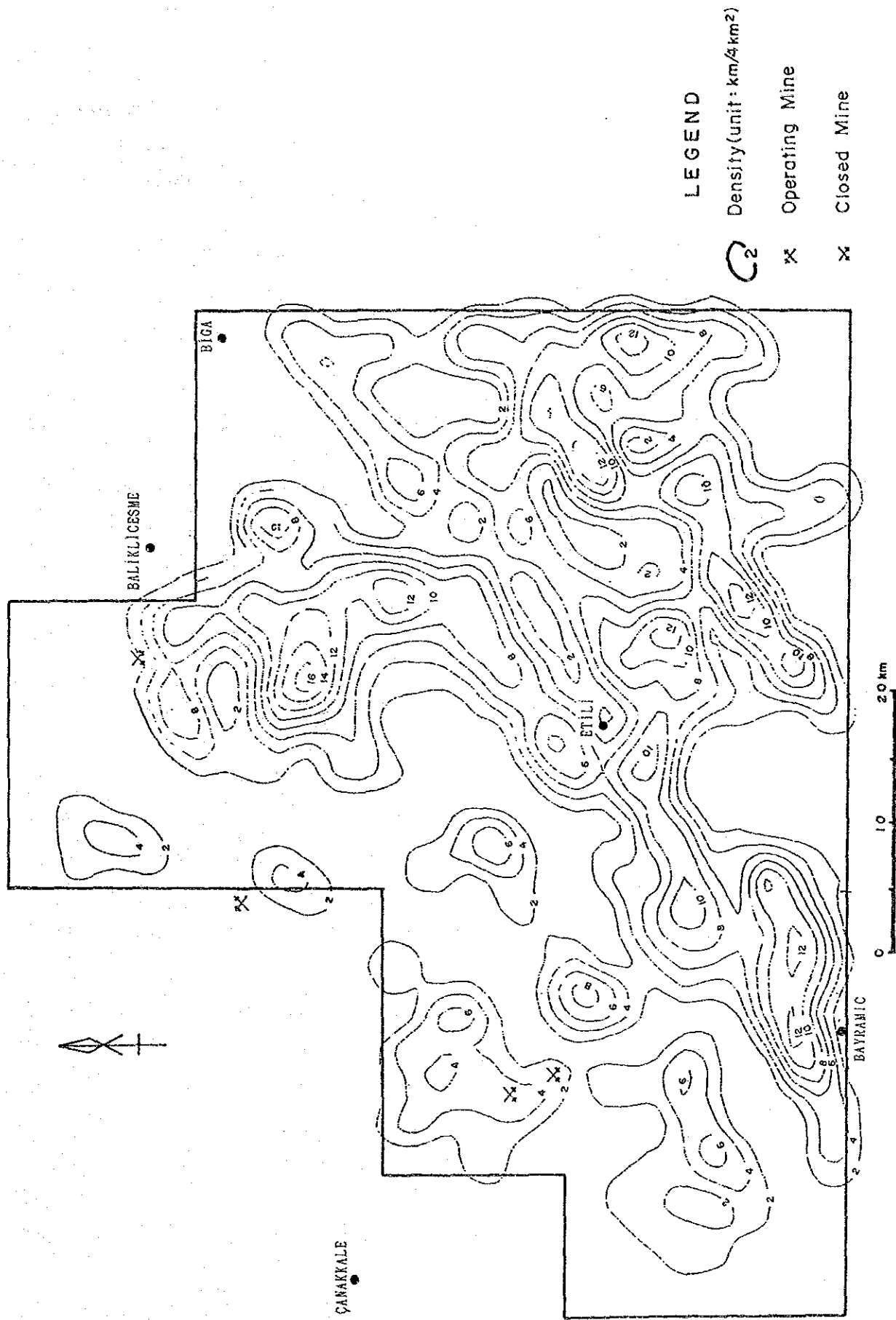


第2-15図 可視・近赤外域における鉄酸化物のスペクトル (MNAJ and ERSDAC, 1986)



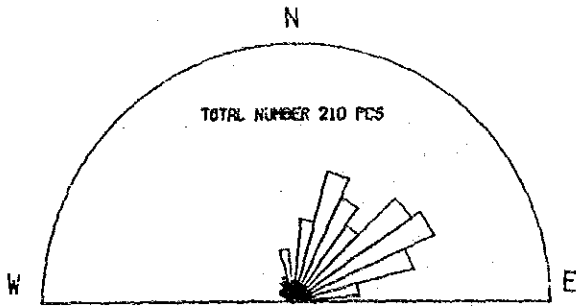
BAND No.	WAVELENGTH(μm)	BAND No.	WAVELENGTH(μm)
1	0.52-0.60	5	1.60-1.71
2	0.63-0.69	6	2.01-2.12
3	0.76-0.86	7	2.13-2.25
4	0.76-0.86(STEREO)	8	2.27-2.40

第2-16図 短波長赤外域における粘土鉱物等のスペクトル (ERSDAC, 1988)

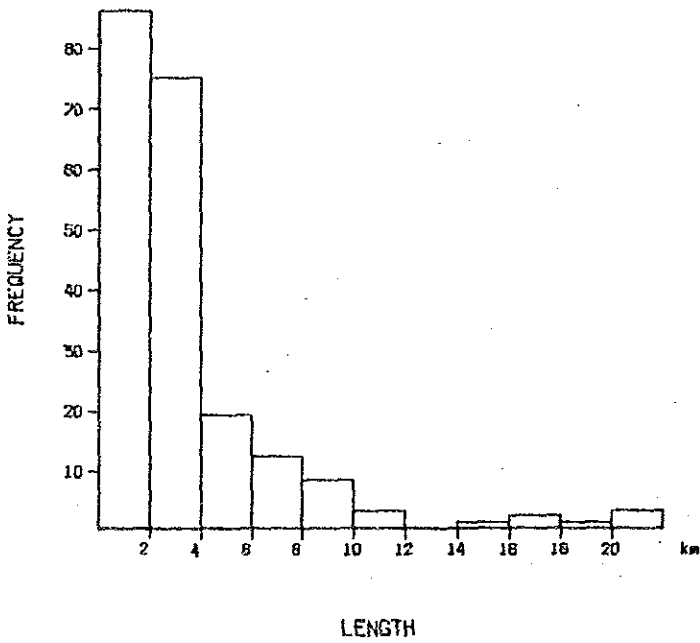
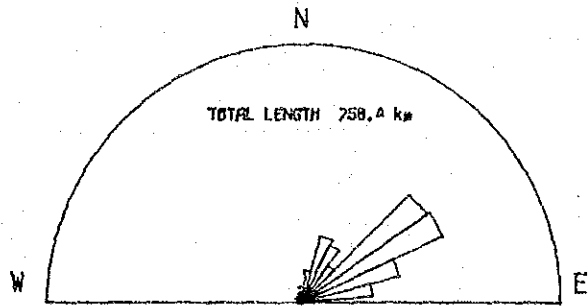


第2-17図 リニアメント密度図

RATIO OF NUMBER



RATIO OF LENGTH



DIRECTIONS	NUMBER		LENGTH	
	PCS	%	km	%
N90°E-N85°E	2	1	7.5	1
N85°E-N75°E	13	6	71.6	9
N75°E-N65°E	24	11	102.1	13
N65°E-N55°E	30	14	156.7	21
N55°E-N45°E	28	13	153.7	20
N45°E-N35°E	18	9	45.0	6
N35°E-N25°E	22	10	63.4	8
N25°E-N15°E	26	12	69.4	9
N15°E-N 5°E	16	8	32.8	4
N 5°E-N 5°W	4	2	10.7	1
N 5°W-N15°W	10	5	16.1	2
N15°W-N25°W	5	2	9.4	1
N25°W-N35°W	4	2	4.2	1
N35°W-N45°W	3	1	3.6	0
N45°W-N55°W	0	0	0.0	0
N55°W-N65°W	3	1	7.6	1
N65°W-N75°W	1	0	1.3	0
N75°W-N85°W	1	0	3.3	0
N85°W-N90°W	0	0	0.0	0
TOTAL	210		758.4	

第2-18図 リニアメントの本数・長さのローズ・ダイアグラム及び長さのヒストグラム

3-3-3 環状構造

今回作成した画像から判読・抽出された環状構造は合計17個である。これらは次に示すとおりである。

環状形態	個数	単元との関係				規模(直径)
		単元A	単元B	単元C	単元D	
ほぼ完全	10個	—	7	—	3	3~6 km
不完全	7	1	6	—	—	1~2.5

これらの環状構造は、比較的リニアメントの分布密度の低い地区に見られが、その大局的なトレンドはリニアメントの卓越方向と同様にNE方向を示している。

単元Cの規模が小さいために環状構造との直接的な関係は分からないが、単元Cは同構造の周辺または同構造中に見られるものもある。なお、単元B中に見られる2つのものは同心円状に完全な環状形態を示している。

3-4 考察

上述のように、今回作成した画像解析の結果 本地域の地質及び地質構造が把握された。その中で鉱床特に金鉱床探査の観点にたつて寄与できる地質情報として、以下の事項が上げられる。

(1) 『抵抗度』が高く、丸味を帯びるまたは突起した山稜を示し、起伏量も大きい等の地形的特徴的を有する単元Cは、その多くは珪質凝灰岩(A₁+T₁)と一致している。これらのことから単元Cは、南薩等で見られるような珪化帯、或は岩脈状の珪質岩体等からなるものと推定される。

特に本地域の鉱化作用の1つに上げられている「第三紀末期の酸性火山活動(と第四紀の温泉化作用)に伴う低温型の金鉱化作用」との関連性の究明が重要な点と考えられる。

(2) 環状構造の成因については不明であるが、現象的には本地域の基盤を構成する単元Aに取り囲まれた形で分布する単元Bの分布域に多く見られる。その一部には単元Cを含み、あるいは環状構造の周辺に単元Cが見られる。また2、3のものは最も若い地質年代に当たる単元Dにも認められる。

なお大局的な環状構造のトレンドはNE方向であり、これは本地域の最も優勢なリニアメントの方向とも一致する。仮に環状構造が火成活動の場と関係があるとすれば、鉱化作用をもたらす環境の場ともなっている可能性があると考えられる。

(3) 今回判読・抽出されたリニアメントのうち、本地域西部寄りに位置する単元B中のものはNSあるいはNW方向を示し、かつ周辺には単元Cや環状構造が発達しており、他の地区とは様相を異

にしている。

(4) リニアメント相互の関係は、コジャ(Koca)川流域ではNE系のリニアメントがEW系のリニアメントによって切られ、またイエニジェ(Yenice)西部ではNE系及びEW系のリニアメントがNS系のリニアメントによって切られているように見受けられる。

なお、本地域外に位置するダーダネルス(Dardanelles)海峡(トルコではÇanakkale海峡ともいう)に直交したNW方向の地形的断裂(Çanakkale及び対岸のEceabatとの間)に相当する方向のリニアメントは、仮に断層である場合は、NE系よりも若い時期のものと考えられるが、この方向のリニアメントは本地域内では極めて少ない。しかし本地域の鉱化作用が若い時期のものに関係があるとするれば、フィールド作業ではこれらの方向の断裂に留意する必要があると考える。

(5) 今回作成したフォールスカラー合成画像によって、珪化・粘土化変質帯の抽出を試みたが、地域全体にわたり植生が繁茂しているため、変質帯を表示する『淡緑色系の色調』は認められていない。このためもう一方の比画像においても変質帯を示すような色調は見い出されなかった。

これは植生及び裸地密度の関係に起因する問題でもあり、地表での観察結果を今後の画像解析に反映させたい。

なお、上記の観点から、鉱床探査上有効と考えられる情報としては、

- ・ 鉄珪化・変質帯の可能性をもつ単元C、及び同周辺の単元Bの分布域。
- ・ 環状構造及び同周辺。
- ・ リニアメントの分布パターンが異なる(NS及びNW方向を示す)本地域西部寄りの単元Bの分布域。

が上げられる。

以上の考察及び地質調査の結果から、次のようにまとめられる。

- (a) 珪化帯と推定された地質単元は、いわゆる珪化岩体であり、その周辺にはカオリナイト化等の粘土化変質帯を伴っている事が判明した。珪化帯の分布はほぼ一致していたが、ところによって判読範囲よりも広範囲である場合もあり、また、今回判読されなかった箇所に珪化岩体の存在が確認された。
 - (b) 断裂が示唆されたリニアメントは、現地の地形及び地質状況からその存在が十分予測され、広域の地質構造を解釈する上で有効な一情報と考えられる。
 - (c) 判読された環状構造の中で、
 - 明らかに珪化帯の分布形態と一致するもの。
 - 大局的に向斜構造の分布を示すもの。
 - 環状構造線に沿うような形でより若い時代の火山活動現象が認められるもの。
- 等があり、必ずしも同一の地質現象とは考えられないことが判明した。