

トルコ共和国ツンジェリ・コプタウ地区
資源開発協力基礎調査報告書

(総括報告書)

昭和56年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

トルコ共和国ツンジェリ・コプダウ地区
資源開発協力基礎調査報告書

(総括報告書)

JICA LIBRARY



1051049[3]

昭和56年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
輸入 品目 5842822	314
登録No. 13497	66.1
	MPN

は し が き

日本政府はトルコ共和国政府の要請に応え、同国東部ツン・コブ地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。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的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

本調査は、昭和52年から昭和55年まで4年間にわたって実施され、トルコ共和国政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。本報告書は4年間の調査の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あたって御協力をいただいたトルコ共和国政府・関係機関並びに通商産業省、外務省、及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和56年2月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

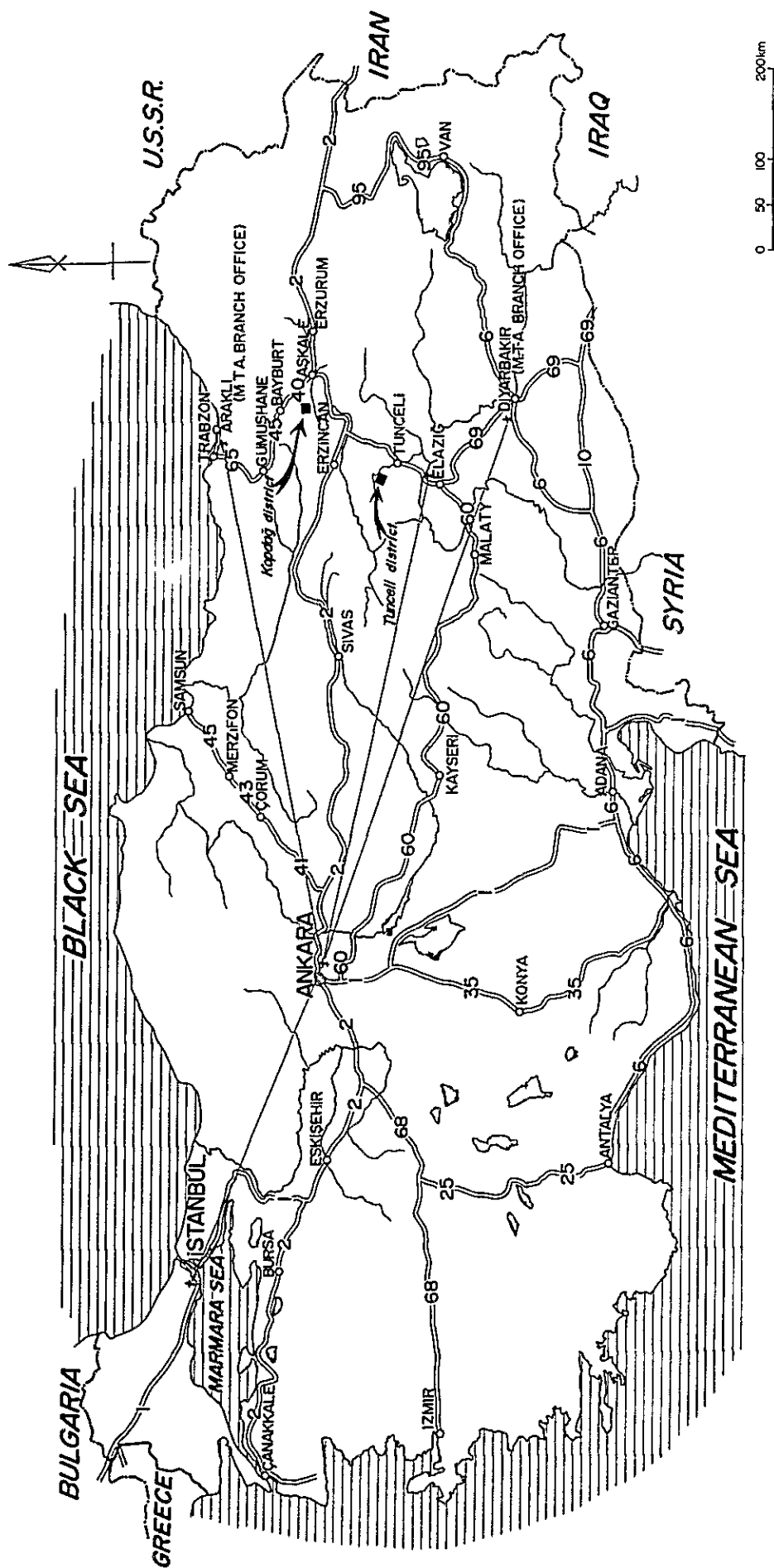


Fig. 1-1 Location Map of Tunceli and Kopdağ District

目 次

は し が き

位 置 図

1. 要 約	1
2. 探 鉱 経 過	6
3. Tunceli 地区調査結果	7
3-1 Tunceli 地区地質	7
3-1-1 地質概略	7
3-1-2 Munzur 層	7
3-1-3 Atadoğdu 層	9
3-1-4 Bentepe 層	9
3-1-5 Kamışlık 層	11
3-1-6 Düzpelit 層	11
3-1-7 Tırnas 層	12
3-1-8 Cevizlik 層	13
3-1-9 Savular 層	14
3-1-10 Göktepe 層	14
3-1-11 第四紀層	14
3-2 貫入岩類	15
3-2-1 蛇紋岩	16
3-2-2 石英安山岩類	16
3-2-3 花崗閃緑岩類	17
3-2-4 斑 岩	18
3-2-5 安山岩岩脈	18
3-3 地 質 構 造	19
3-3-1 地質構造	19

3-3-2	鉍化変質帯と地質構造との関係	20
3-4	Tunceli 地区の鉍化変質帯	21
3-4-1	Sin 鉍山	21
3-4-2	Mamlis 鉍山	21
3-4-3	Kört 鉍山	22
3-4-4	その他の鉍化変質帯	23
3-5	Tunceli 地区地化学探査結果	25
3-6	Mamlis, Sin地域の物理探査 (IP法)	27
3-6-1	調査経緯	27
3-6-2	測定方法および使用機器	27
3-6-3	Mamlis地域の調査結果	30
3-6-4	Sin地域の調査結果	33
3-7	Sin, Mamlis地域試錐探鉍	36
3-7-1	試錐目的	36
3-7-2	作業概要	36
3-7-3	試錐作業	37
3-7-4	Tunceli 地区における試錐作業について	38
3-7-5	試錐探鉍結果	40
3-8	結 び	41
4.	Kopdağ地区調査結果	42
4-1	Kopdağ地区地質	42
4-1-1	Kopdağ地区の地質概要	42
4-1-2	堆積岩類	42
4-1-3	オフィオライト累層	43
4-2	Coşan, Ezan地域の地質	45
4-2-1	Coşan地域の地質	45
4-2-2	Ezan地域の地質	47
4-3	地 質 構 造	48
4-3-1	堆積岩類および火成岩類の構造	48

4-3-2	断層および褶曲	49
4-3-3	構造運動と火成活動	49
4-4	クロム鉱床	50
4-4-1	Coşan 鉱山	51
4-4-2	Ezan 鉱山	51
4-4-3	クロム鉱床の形態および産状	52
4-4-4	鉱床帯, 単位鉱体および クローム鉄鉱バンドの方向	52
4-4-5	Ezan, Coşan 鉱山地域の剥土結果	54
4-5	Ezan 鉱山地域試錐探鉱	55
4-5-1	試錐目的	55
4-5-2	作業概要	55
4-5-3	試錐作業	55
4-5-4	Ezan 地域における試錐について	56
4-5-5	試錐結果	57
4-6	結 び	57
5.	将来への展望	59
5-1	調査の成果	59
5-2	探 鉱 方 法	59
5-3	探 鉱 量	60
5-4	Ezan ならびに Coşan 鉱山の鉱床規模	61

FIGURES

- Fig. 1-1 Location Map of Tunceli and Kopdağ districts
- 2-1 Location Map of the Survey Area in Tunceli
- 2-2 Location Map of the Survey Area in Kopdağ
- 3-1 Geological Succession of Tunceli District
- 3-2 Geological Map of Tunceli District
- 3-3 Cumulative Frequency Distribution and Histogram
of Geochemical Content
- 3-4 Correlation of Geochemical Content
- 3-5 Distribution Range of Resistivity in Laboratory
Measurements (Mamlis Area)
- 3-6 Interpretation Map of Mamlis Area
- 3-7 Distribution Range of Resistivity in Laboratory
Measurements (Sin Area)
- 3-8 Interpretation Map of Sin Area
- 3-9 Alteration Profile of Sin Area
- 3-10 Mineralized Zone of TS-3 (188 ~ 213 m)
- 4-1 Geological Succession of Kopdağ District
- 4-2 Geological Map of Kopdağ District
- 4-3 Geological Map of Coşan Area
- 4-4 Geological Map of Ezan Area
- 4-5 Geological Profiles of B Kafa and C Kafa Ore Bodies

TABLES

Table	2-1	Summary of the Surveys (1977 - 1980)
	2-2	List of the Technical Staffs Participated to the Project
	2-3	The Head of MTA Related to the Project
	3-1	Results of Chemical Analysis (Rock Samples)
	3-2	Geochemical Prospecting in Tunceli District
	3-3	Background and Threshold Value
	3-4	Correlation Coefficient of Geochemical Elements
	3-5	List of Drill Holes in Sin and Mamlis Areas
	4-1	List of Chromite Deposits
	4-2	Results of Chemical Analysis (Trench)
	4-3	Results of Chemical Analysis (Drill Hole)
	4-4	List of Drill Holes in Ezan Area

1 要 約

(1) 1977年 から 1980年の4年間にわたりトルコ共和国東部のTunceli (ツンジェリ), Kopdağ (コブダッ) 地区で鉱物資源開発基礎調査を実施した。調査地区はアンカラ市の東方約 600 km に位置し、銅、鉛、亜鉛の調査を対象としたTunceli 地区では地質調査、地化学探査・物理探査 (I P 法), ボーリング工事を実施。クロムの調査を対象としたKopdağ 地区では地質調査、旧坑道、剝土跡の調査、剝土工事、ボーリング工事等を実施した。

(2) Tunceli 地区は、これまで基礎調査がなされておらず、初年度はまず航空写真による地質解析から始めた。この写真地質により、いくつかの地質単元に区分され、断層を推定、変質帯が抽出された。第2年度は写真地質結果に基づき地質概査、地化学探査がおこなわれ地質層序を明らかにすると共に各鉱化変質帯の調査を実施した。これらのうち最も有望と考えられたMamlis (マムリス) と Sin (シン) 地域の地質精査も実施した。第3年度は深部の情報を得る目的でMamlis, Sin地域の物理探査 (I P 法) とTunceli 地区中央部の地質中精査を実施した。第4年度 (最終年度) はMamlis, Sin 地域の物理探査結果に基づく I P 異常箇所のうち、特に注目される箇所に対しボーリング工事を実施した。また地化学探査の結果得られた異常地域のなかから、Meterisler (メテリスレル), Sincik (シンジック), Ağtaş (アグタシ) 地域で地質精査と地化学探査の補足試料採取を実施した。

(3) Kopdağ 地区は現在夏季間のみ稼行しているEzan (エザン), Coşan (ジョシャン) 鉱山や多くの旧坑、剝土跡があるにもかかわらず、これまでに基礎調査がなされていない。初年度は航空写真による地質解析から始め、オフィオライト累帯の分布範囲を推定し、第2年度に地質調査・旧坑・剝土跡の調査により地質層序と鉱化状況を明らかにした。調査が進むにつれ当地区内のEzan, Coşan 鉱山地域の鉱床規模は大きくポテンシャルティも高いことが明らかとなってきたため地質精査を実施した。第3年度は地質調査結果に基づき鉱床の平面的、立体的拡がりを明らかにする目的でEzan 鉱山地域では剝土と試錐、これらと平行して鉱床付近の地質精査を実施、さらにCoşan 鉱山地域でも鉱床付近の地質精査を実施した。最終年度は鉱山地域の探鉱手段として剝土が効果的なためEzan, Coşan 鉱山地域で剝土工事を実施した。

(4) 4年間にわたる作業量は下記の通りである。

Tunceli 地区

写真地質解析 (1 : 25,000)	760	km ²
地質概査 (1 : 25,000)	640	km ²
地質中精査 (1 : 10,000)	155	km ²
地質精査 (1 : 2,000)	22	km ²
河川堆積物試料	225	pcs
土壌試料	2,279	pcs
物理探査 (I P 法)	53.6	km
ボーリング工事 (5 孔)	1,175.7	m

Kopdağ 地区

写真地質解析 (1 : 25,000)	820	km ²
地質概査 (1 : 25,000)	320	km ²
地質中精査 (1 : 10,000)	120	km ²
地質精査 (1 : 2,000)	10	km ²
〃 (1 : 1,000)	2	km ²
坑道調査	950	m
剝土工事	2,570	m ²
ボーリング工事 (14 孔)	1,004.15	m

(5) Tunceli 地区の地質は最下位の Munzur (ムンズール) 古生層からはじまり、第三紀始新世の Atadoğdu (アタドードゥ) 層, Bentepe (ベンテペ) 層, Kamışlık (カムシュルック) 層等が Munzur 古生層の影響を受け不整合にのっている。さらにこれらの地層を不整合におおい第三紀中新世の Düzpelit 層 (ドゥズペリット), Tırnas 層 (トゥルナス), Cevizlik 層 (セビズリック) Savular (サブラル) 層と整合に堆積している。当地域の基盤をなす Munzur 古生層は従来から二畳紀の地層とされていて、岩質は主として変成を受けた結晶質石灰岩, 泥質片岩, 緑色片岩からなる。中生代の地層は欠如し, Munzur 古生層の上位に不整合に始新世の Atadoğdu 層がきている。Atadoğdu 層, Bentepe 層, Kamışlık 層は比較的安定した堆積層を示し, Munzur 古生層の基盤の影響を受けながら比較的深い海に堆積したフリッシュ型の堆積層である。その後中新世に入り, 浅海成の石英安山岩質火成活動がはじまり, Düzpelit 層が堆積, 火山活

動の一時的休止期に Tırnas 層が堆積，再び石英安山岩質火山活動が活発になり，Cevizlik 層が堆積，その後は安山岩質火山活動期になり，Savular 層が調査地域一帯に広範囲にわたり堆積した。火山活動が休止，鮮新世になり，Göktepe 層が堆積している。

(6) Tunceli 地区の Munzur 古生層は広域変成作用を受けたのち，始新世にかけて東西性のいくつかの断層運動により地塊化され，調査地域内を南北に流れる Munzur 川以東と南部に広く分布している。当地域内には中生代の堆積物はないが，調査地域の北部にアルプス造山運動末期のオフィオライトの一部としてわずかに蛇紋岩の分布が見られるにすぎない。第三紀に入り始新世の主として石灰質泥岩の堆積物がみられ，これらは基盤の構造の影響を受け当地域の南部から西部にかけての Büyük (ブユック) 川流域では Atadoğdu 層が波状構造を呈しながら次第に南傾斜になる。中央部から北部にかけては，あたかも地塊化された基盤の Munzur 古生層をとりかこむように，半ドーム状構造をなして分布している。始新世末期から中新世にかけての一時期陸化し，中新世の火成活動の先駆的構造として Karataş (カラタシェ) 山から Kakbil (カクビル) 部落にかけての隆起部はいちじるしく侵蝕作用を受けた後，この地域を中心に中新世の浅海での火山活動による石英安山岩類と同質碎屑岩類の堆積の場になった。

この時期に Sin 石英安山岩，その他の石英安山岩類が Kakbil - Karataş 隆起部にそって貫入ややおくれで石英閃緑岩類が隆起部周辺に，さらにおくれ岩脈類が隆起部を中心に貫入している。

(7) Tunceli 地区の火山活動の中心は Karataş から Kakbil にかけての隆起部で，岩相を少しづつ異にする火山岩類が隆起部に沿って広く貫入している。この隆起部を境にして北側は北傾斜，南側は南傾斜となる。又隆起部から少し離れて，石英安山岩類より若干遅れて貫入した石英閃緑岩～閃緑岩類が分布している。鉍化作用はこの隆起部の南側で石英安山岩や閃緑岩の貫入がきている地域には全く認められず，隆起部ないし隆起部の北側にのみ認められた。鉍化作用のタイプは石英安山岩に関係した Sin 鉍化帯，石英閃緑岩に関係した Mamlıs, Kört (コルト) 鉍化帯が主なもので，前者は岩体中の鉍染型で，後者は岩体周辺部とこの岩体に接する Kamışlık 層，Düzpelit 層中に認められる網状型と鉍脈型とである。

Sin 鉍化帯は隆起部に位置し，Sin 石英安山岩々体の周辺部に顕著で，これらを結ぶと NW～SE 方向の弱線部が推定される。Mamlıs, Kört 鉍化帯は石英閃緑岩の貫入に関係し，N-S 系の裂罅にそって鉍脈型，E-W 系の裂罅にそって網状型の鉍化帯が発達している。

(8) Tunceli 地区では地質調査，地化学探査の結果，Sin と Mamlis の鉍化変質が注目され，I P 異常箇所に対し試錐探鉍がなされた。この結果，Sin 地域では強く変質を受けた石英安山岩ないし安山岩中に低品位ながら広範囲に及ぶ銅－亜鉛の網状型の鉍化作用が認められた。Mamlis 地域では黄鉄鉍をともなう珪化帯の部分を試錐探鉍したにとどまった。以上の結果より Sin 地域では地表でマラカイトステインの認められた箇所，I P 結果，これまでの試錐結果等を考慮に入れ，引き続き探鉍をする必要がある。また試錐探鉍の進展につれて Meterisler 地域へと探鉍地域を拡げていくべきである。Mamlis 地域は鉍化帯の周辺部を探鉍したにすぎず，今後も道路をつけ，地表で焼けが認められ I P 異常の抽出された個所の探鉍を実施していくべきである。

(9) Kopdağ 地区の地質は堆積岩としてジュラ紀最上部から白亜紀下部にわたる Meyramdağ (メイルムダウ) 石灰岩，中新世ないし鮮新世の Kopdağ (コブダウ) 石灰岩，第四紀以降の新时期堆積物等からなる。第四紀堆積物以外は，ほぼ ENE～WSW 走向をとり，北に緩く傾斜する単斜構造を示す。

Kopdağ 地区はオフィオライト帯に属し超塩基性岩類から塩基性～中性火成岩類にわたる層状貫入岩体からなっている。これらオフィオライト累層は堆積岩類と同様 ENE～WSW 方向の走向を示して広く分布している。この累層は下位の Meyramdağ 石灰岩を貫ぬき，上位 Kopdağ 石灰岩に不整合におおわれる。このオフィオライト帯構成岩の貫入の時期は白亜紀ないし古第三紀とされ，下位より南部ハルツバージャイト帯・北部ダナイト帯・北部ハルツバージャイト帯の3つに分帯される。

(10) Kopdağ 地区の超塩基性岩類および関連火成岩類は南から北に向って累重する層状貫入状を呈している。ハルツバージャイト・パイロキシナイト－ダナイト・パイロキシナイ－はんれい岩－閃緑岩－玄武岩。この順序は，オフィオライトのキュムレイトのシークエンスを示している。またクロム鉄鉍石自身にもしばしばキュムレイト構造がみられる。ただし，超塩基性岩類の最北限部にはハルツバージャイトのゾーンがくり返している。このハルツバージャイトの位置づけについては，E～W 系の構造的断層によるものと推定される。

当地区の断層や褶曲は火成岩貫入時および貫入後に生じたようである。超塩基性岩類との境界部の石灰岩中の小断層，小褶曲を除いて，本地域の断層は N～S，E～W の二系統に分けられる。N～S 系とした断層は NE～SW，N～S，NW～SE など種々の方向をとり，水平転位量は 400 m 以下である。この断層は Ezan 鉍山付近でよく見られ，超塩基性岩類がいくつかのブロ

ックに分断されそれぞれに転移している。E～W系の断層は、これに反し、地域内でははっきりと確かめられていない。本系統の断層はN～S系の断層より古い時代のものであり、その方向は超塩基性岩類の延長方向のENE～WSWにほぼ平行である。

(11) Ezan, Coşan 鉾山地域はオフィオライト帯 中部の北部ダナイト帯に属し、これら両鉾山地域はダナイト起源の蛇紋岩が卓越し、フィールドでの特徴より蛇紋岩を塊状蛇紋岩 (massive serpentinite), 葉片状蛇紋岩 (foliated serpentinite), 蛇紋岩化ダナイト (serpentinized dunite) に分けた。鉾床は地表では葉片状蛇紋岩中に胚胎し、連続性が追跡でき、鉾床の拡がる方向と蛇紋岩ダナイトとの方向とは一致している。

Ezan 鉾床付近には多くの断層が確認され、鉾床の拡がりと同じ方向のNEE～SWW系とこれを直角に切るN-S系の断層とからなる。一方Coşan 鉾床付近では不規則な方向の断層により転位はしているが、連続する鉾床の拡がり確認され、鉾床ゾーンが1つであるのに対し、Ezan 鉾床では少なくとも3つの鉾床ゾーンが確認された。

鉾床の大部分は鉾染状鉾からなるが、富鉾部は塊状鉾となりBati Ezan その他の鉾体でよく見られる。このような富鉾部は鉾体を切る断層や破砕が発達し、このような部分に沿ってケンメレライトやウバロバイトが発達している。鉾染状鉾の部分では沈積構造 (Cumulite structure) がよく発達している。

(12) Kopdağ 地区ではEzan, Coşan鉾山地域に重点を置き剥土を実施、鉾床の平面的拡がりや鉾体の相互関係を明らかにすることができた。Ezan 鉾山地域では試錐探鉾を実施してBati Ezan (バトゥエザン) B Kafa (ベークファ), C Kala (ジャーカファ) 等の各鉾体下部への拡がりを把握した。これまでの調査で鉾床の平面的拡がりは剥土が効果的で、明らかとなったので、今後は試錐による下部探鉾が必要である。

鉾床の母岩はダナイトであるが、鉾床付近では著しく蛇紋岩作用を受け、富鉾部では特に熱水作用によるケンメレライトやウバロバイトが多く、このような部分はもめている。また地表では植生がなく、大陸性の気候で乾燥しているため風化作用が進んでいる。さらに鉾床付近には数多くの断層が発達している等々あり、このため試錐探鉾を実施するにあたり低粘性泥水, オーバーサイズビット, オーバーサイズケーシング, 逸水防止剤等を準備して実施することにより下部探鉾が可能となり、両鉾山地域の鉾量が飛躍的に増大するであろう。

2 探 鉱 経 過

Tunceli, Kopdağ 地区の鉱物資源開発を目的として基礎調査は1977年10月より開始された。Tunceli地区は銅、鉛、亜鉛等の資源が期待され、Kopdağ 地区はクロム資源が期待された。両地区ともこれまでに基礎的調査がなされておらず、まず航空写真による写真地質解析により両地区の有望地域を抽出して1978年より野外調査が開始された。

M. T. A. アンカラの鉱床部との話し合いに基づき Tunceli 地区は Diyarbakır 支所管轄下^{*}で Kopdağ 地区は東部黒海支所管轄下で実施された。Tunceli は Tunceli 市郊外にベースキャンプを設営、ここより野外調査を実施した。調査範囲が広く現地に行くのに時間を要するときには前進キャンプを仮設した。Kopdağ 地区は調査地区のほぼ中央の Sıçankale 部落近くに仮設の小屋を建て、ここをベースに調査を実施した。とくに Kopdağ 地区の場合高地で交通の便が悪く、野外調査期間は6月～9月と短い上に毎年融雪後道路を補修してからの仮設小屋の建設のため調査開始時期がどうしても早やまらなかった。

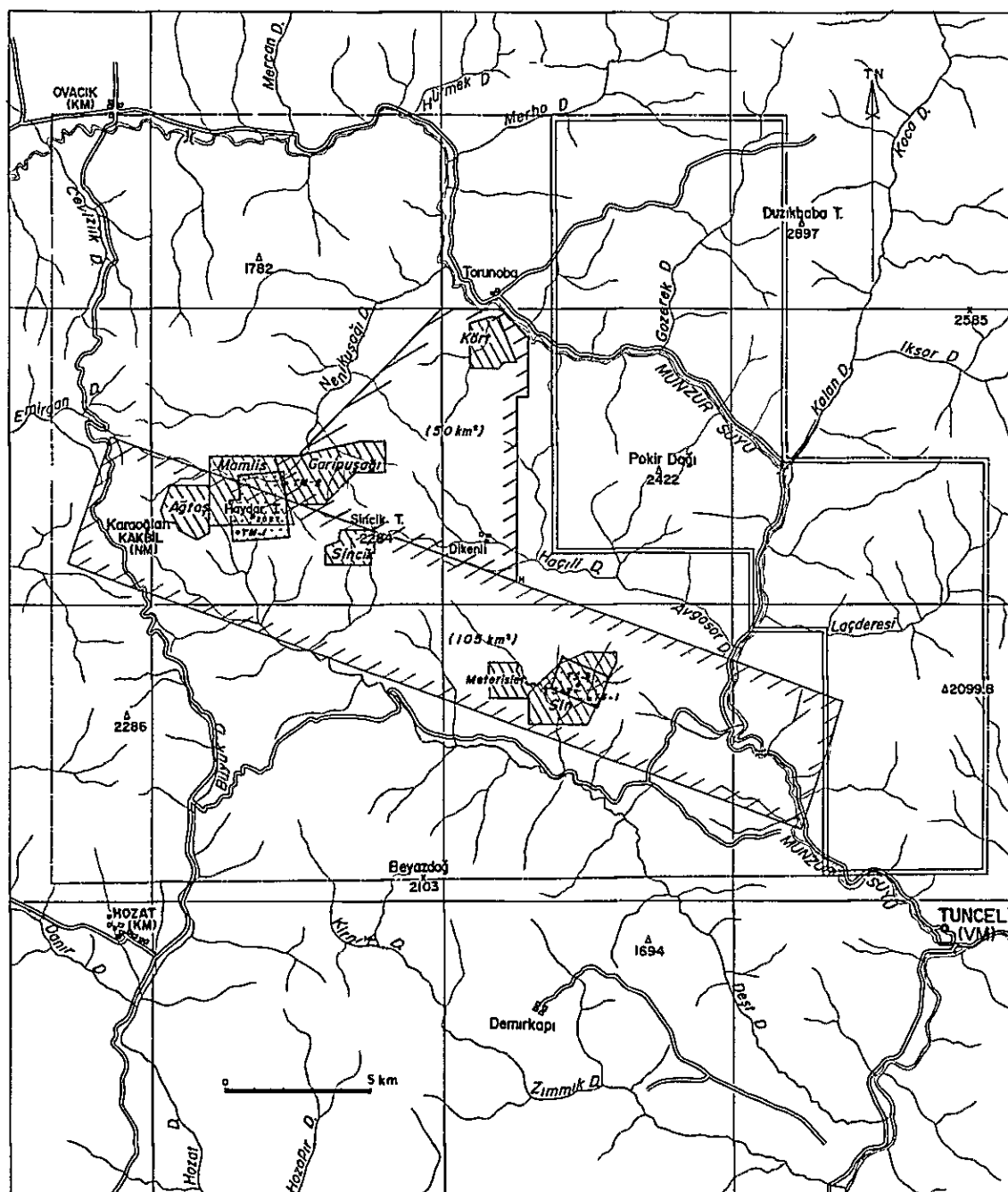
野外調査は Tunceli 地区では概査からはじめ鉱化変質の認められた地域に対しては地質中精査(1:10,000)、地質精査(1:2,000)、さらに並行して土壌試料の採取をおこなった。この結果 Mamlis, Sin 地域が注目され、これらの地域に物理探査(I P法)結果にもとづき試錐探鉱が実施された。

Kopdağ 地区でも概査からはじめ、調査の進行と共に超塩基性岩のダナイト帯中にクロム鉱床を伴うことが明らかとなり多くの旧坑剝土跡が発見され、このような地域に対し地質中精査(1:10,000)、地質精査(1:2,000)が実施された。これらのうち特に有望な Coşan と Ezan 地域では剝土を実施し鉱体の連続性を明らかにし、Ezan 地域では主要鉱体富鉱部の下部への掘りを見るための試錐を実施した。

以上の基礎調査を実施することにより両地区の地質、鉱化変質状況を把握することができた。Table 2-1に4年間の作業量、Table 2-2にこの間に Tunceli, Kopdağ プロジェクトに参加した日本、トルコ両国の技術者を、Table 2-3にこの間当プロジェクトに関与した M. T. A. 首脳部を表にまとめた。

* 最終年度は Malatya 管轄下で実施した。

Fig. 2-1 Location Map of the Survey Area in Tunceli



LEGEND

LEGEND		1977	1978	1979	1980
	Photogeological survey area	760 km	—	—	—
	1:25,000 Geological survey area	—	640 km ²	—	—
	1:10,000 Geological survey combined with geochemical survey area	—	105 km ² 1,561 pcs	50 km ² 620 pcs	— 100 pcs
	1:2,000 Geological survey area	—	10 km ²	7 km ²	5 km ²
	Geochemical survey area (stream sediments)	225 pcs	—	—	—
	Geophysical survey area	—	—	53.6 km	—
●	Drill hole	—	—	1,175.70 m	—

1. The first part of the document is a list of the names of the members of the committee.

2. The second part is a list of the names of the members of the committee.

3. The third part is a list of the names of the members of the committee.

4. The fourth part is a list of the names of the members of the committee.

5. The fifth part is a list of the names of the members of the committee.

6. The sixth part is a list of the names of the members of the committee.

7. The seventh part is a list of the names of the members of the committee.

8. The eighth part is a list of the names of the members of the committee.

9. The ninth part is a list of the names of the members of the committee.

10. The tenth part is a list of the names of the members of the committee.

11. The eleventh part is a list of the names of the members of the committee.

12. The twelfth part is a list of the names of the members of the committee.

13. The thirteenth part is a list of the names of the members of the committee.

14. The fourteenth part is a list of the names of the members of the committee.

15. The fifteenth part is a list of the names of the members of the committee.

16. The sixteenth part is a list of the names of the members of the committee.

17. The seventeenth part is a list of the names of the members of the committee.

18. The eighteenth part is a list of the names of the members of the committee.

19. The nineteenth part is a list of the names of the members of the committee.

Table 2-1 Summary of the Surveys (1977 - 1980)

	Applied Surveys	Survey Area	Amount of Work	Number of Members	Period of Survey (Interpretation, Report)
1977	Photogeological survey	Tunceli Kopdağ	760 km ² 820 km ²	JAPAN TURKEY Geologist 2 3	Oct. 22, 1977 - March 31, 1978
1978	Geological survey	Tunceli Kopdağ Tunceli Kopdağ Mamlis & Sin Kopdağ	Reconnaissance 640 km ² " 320 km ² Semi detailed 105 km ² " 120 km ² detailed 10 km ² " 10 km ²	JAPAN TURKEY Geologist 8 8	June 23, 1978 - Nov. 27, 1978
	Geochemical survey	Tunceli Tunceli	Soil sample 1,561 pcs Stream sample 225 pcs		
	Sketch of trench & gallery	Kopdağ	15,090 m ³ , 950 m		
1979	Geological survey	Tunceli	Semi detailed 50 km ²	JAPAN TURKEY Geologist 4 6	May 19, 1979 - Nov. 30, 1979
	"	"	detailed 7 km ²	Geophysicist 3 3	
	"	Kopdağ	detailed 2 km ²	Drilling Engineer 1 1	May 27, 1980 - Oct. -, 1980
	Geochemical survey	Tunceli	Soil sample 620		
	Geophysical survey	Mamlis & Sin	T. P. line 53.6 km		
	Trench	Kopdağ	Ezan & Coşan 525 m ³		
	Diamond drilling	Kopdağ	Ezan 542.6 m ³ Ezan 461.55 m		

	Applied Surveys	Survey Area	Amount of Work	Number of Members	Period of Survey (Interpretation, Report)
1980	Geological survey	Tunceli	detailed 5 km ²	JAPAN TURKEY Geologist 2 4	May 27, 1980 - Nov. 31, 1980
	Geochemical survey	Tunceli	Soil sample 98 pcs	Drilling Engineer 4 3	
	Trench	Kopdağ	Ezan & Coşan 2,045 m ³		
	Diamond drilling	Tunceli	Mamlis & Sin 1,175.7 m		

Table 2-2 List of the Technical Staffs Participated to the Project

	1977	1978	1979	1980
Coordinator & Administrator	YOSHIHIRO SEKINE HIROYASU KAWAGUCHI EIICHI ASANO HISAMITSU MORIWAKI	KAZUHIRO CHIMURA HISAMITSU MORIWAKI HIROSHI OKANO	KYUZOH TADOKORO TETSUHIRO NAKANOMORI KAZUNORI KANOH HISAMITSU MORIWAKI	SHOZO SAWAYA KAZUNORI KANOH YOZO BABA KENJI ISHII
Leader of Japanese Team	HAJIME TAKAHASHI	HAJIME TAKAHASHI	HISASHI MIZUMOTO	HISASHI MIZUMOTO
Member & Counterpart Geologist	KEN OBARA SUNA HACALOĞLU İNCİ SOYSAL SERPIN İNAL	HISASHI MIZUMOTO KAZUYOSHI MASUBUCHI YOSHIHIRO WATANABE MASAHARU MARUTANI SHIGEHISA FUJIWARA HIDEO SUZUKI KAZUYASU SUGAWARA YILMAZ ALTUN MİTHAT KAYAALP TORUN YILMAZ HAYATI YAVUZ SADIK ACAN MAHİR İZMİR İBRAHİM KOÇ NECDET ÜDOSEK	KAZUYOSHI MASUBUCHI HIDEO SUZUKI NOBUYUKI GOTOH MİTHAT KAYAALP TORUN YILMAZ ERDEN YAZICI İBRAHİM KOÇ NECDET ÜDOSEK	HIDEO SUZUKI MİTHAT KAYAALP TORUN YILMAZ ERDEN YAZICI ÖSKAN BAŞTA
Prospector		REFİK ÖNAL HALUK DİKMEN SİNAN ORBAY	İBRAHİM KONAK	
Geophysicist			MASAYOSHI YOSHIZAWA TADASHI NYUI NORIYUKI SUGIURA	

	1977	1978	1979	1980
Geophysicist			DOĞAN YILDIRIM NECDET PAKER SEYRAN ŞARDAĞ	
Drilling Engineer			NOBUHIKO YAMAMOTO GÜNER AYTAÇ	MICHIYOSHI KIMAZUKA KOHICHI KAWAKAMI KANEI SHITAGAKI HISASHI SUZUKA SALİH ATUĞ SÜHA AKSOY CEMAL KUMRU

Table 2-3 The Head of MTA Related to the Project

	1977	1978	1979	1980
General Director	SADRETTİN ALPAN	SADRETTİN ALPAN	NEZİHİ CANİTEZ	SITKI SANCAR
Deputy General Director	ORHAN ÖZKOÇAK	ORHAN ÖZKOÇAK	EROL İMRE	ORHAN ÖZKOÇAK
Director of Mineral Exploration Dept.	RECAİ KUTLU	RECAİ KUTLU TANDOĞAN ENGİN	HÜSEYİN CETİN	MEHMET C. YILDIZ
Deputy Director of Min. Exp. Dept.	TANDOĞAN ENGİN	RAMİZ ÖZÖKAK	METE TEŞREKLİ	RAMİZ ÖZÖKAK ÖMER AKINCI
Chief of Copper Sect.	ÖMER AKINCI	ÖMER AKINCI	RUHİ ÇALGIN	YILMAZ ALTUN
Deputy Ch. of Co. Sec.	Mete TEŞREKLİ			
Chief of Chro. Sec.	TANDOĞAN ENGİN	ÜNAL ARTAN	ÜNAL ARTAN	ÜNAL ARTAN
Director of Geoph. Dept.	-	-	SİRRI KAVLAĞOĞLU	
Chief of E. Em. Sec.	-	-	IŞIK TURGAY	
Director of Drill. Dep.	-	-	ERSİN UNCÜ	TEOMAN ÖZGÜVEN

	1977	1978	1979	1980
Deputy Director of Drill. Dept.	-	-	BEKİR SEZGİN	BEKİR SEZGİN
Director of East Black Sea	TEMEL NEBİOĞLU	TEMEL NEBİOĞLU	MİTHAT KAYAALP	TEMEL NEBİOĞLU
Director of Diyarbakır	RAŞİT OSMANÇAVUŞOĞLU	RAŞİT OSMANÇAVUŞOĞLU OSMAN TAŞAN	OSMAN TAŞAN	ÜZEYİR KESER
Director of Malatya	-	-	-	KEHAL YÜMLÜ

3 Tunceli 地区調査結果

3-1 Tunceli 地区地質

3-1-1 地質概略

調査地域の地質は最下位の Munzur 古生層からはじまり、第三紀始新世の Atadoğdu 層、Bentepe 層、Kamışlık 層等が Munzur 古生層の影響を受け不整合にのっている。さらにこれらの地層を不整合におおい第三紀中新世の Düzpelit 層、Tırnas 層、Cevizlik 層、Savular 層、Göktepe 層と整合に堆積している。

当地域の基盤をなす Munzur 古生層は、従来から二疊紀の地層とされていて、岩質は主として変成を受けた結晶質石灰岩、泥質片岩、緑色片岩からなり、Munzur 川ぞいとこれより以東に広く分布している。中世代の地層は欠如し、Munzur 古生層の上位に不整合に始新生の Atadoğdu 層がきている。Atadoğdu 層、Bentepe 層、Kamışlık 層は比較的安定した堆積層を示し、Munzur 古生層の基盤の影響を受けながら比較的深い海に堆積したものである。その後中新世に入り、浅海成の石英安山岩質火成活動がはじまり、Düzpelit 層が堆積、火山活動の一時的休止期に Tırnas 層が堆積、再び石英安山岩質火山活動が活発になり、Cevizlik 層が堆積、その後は安山岩質火山活動期になり、Savular 層が調査地域一帯に広範囲にわたり堆積した。火山活動が休止、鮮新世になり、Göktepe 層が堆積している。以下各層別に述べる。

3-1-2 Munzur 層

本層は、Tunceli 市北部に広く分布する古生層で、本調査地域の基盤を形成している。岩質は青灰色～黒色の結晶質石灰岩を主とし、泥質片岩、緑色片岩、礫岩からなる。これらの岩石の分布は、大きく五つの地塊に分けられる。Munzur 川上流より下流へ、北西部地塊、北部地塊、中央地塊、東部地塊、南部地塊に分け、以下に述べる。

北西部地塊の岩質は、結晶石灰岩、泥質片岩、緑色片岩から成り、泥質片岩は地塊の南部（下位）を占め、緑色片岩は北部（上位）に多い。緑色片岩層の東延長部には、塊状緑色岩がみられるようになる。結晶質石灰岩は、青灰色～黒色を呈し、縞状構造の部分と、塊状構

造の部分に分けられる。縞状石灰岩には、縞状構造と平行に 0.5 ~ 2 mm の幅で方解石の薄層が挟在している。泥質片岩は、暗緑色～灰黒色を呈し、片理の発達が良い。酸化鉄の赤茶色のパッチが部分的に見られる。緑色片岩は、明緑色～暗緑色を呈し、片理が良く発達している。泥質片岩、緑色片岩とも方解石の薄層を挟み、部分的に微褶曲が見られる。

北西部地塊は、全体として走向 N 60° ~ 70° E、傾斜 30° ~ 40° 北落しの単斜構造を示す。地塊の北端は Munzur 川 と平行する Ösik 断層 で中生代の蛇紋岩を主とする塩基性～超塩基性岩と接する。また、Yaylagünü 断層が南端を走り、新第三紀の堆積物と接している。

北部地塊は、灰色～青灰色の塊状結晶質石灰岩からなり、Duzik 山 (2,897 m) を中心とする急峻な山塊を形成している。Duman tepe 部落 の東には、礫岩層が見られる。この層は結晶質石灰岩層と、古第三紀の灰色泥岩層との間に位置する。

北部地塊の構造は、フィールドでは石灰岩が塊状のため、詳しい構造は把握できなかったが、付近の地質状況より Duzik 山の西斜面に NE - SW 系の背斜軸が考えられ、Duzik 断層によりこの地塊は隆起し、大部分が結晶質石灰岩からなり、Munzur 層 の比較的下部の岩相を呈している。

中央地塊の岩相は、黒色～青黒色縞状結晶質石灰岩、灰色塊状結晶質石灰岩、泥質片岩、緑色片岩、礫岩からなる。石灰岩と片岩は、数 10 m の単位で互層をなす。結晶質石灰岩の構成鉱物は方解石のみで、粗粒結晶と細粒結晶とからなり緻密である。消光の違いで変成作用により結晶がゆ着した組織が観察される。

中央地塊の中央部を Venk 断層 が NE - SW 方向に走り、北部と南部に分けられる。地塊北部は Munzur 川 を軸とするゆるい背斜構造があり、ブランチは北落しである。下部より上部へ礫岩、縞状石灰岩、塊状石灰岩、縞状石灰岩、礫岩が観察される。

Venk 断層南部でもゆるい背斜構造が Munzur 川沿いと、支流の Avgasor 沢と Laç 沢にも見られ、いずれもブランチは北落しである。岩質は、縞状石灰岩、塊状石灰岩、泥質片岩、緑色片岩である。石灰岩は片岩と互層をなしている。

東部地塊の岩相は、主として青黒色～灰色縞状結晶質石灰岩と泥質片岩とからなり、わずかに緑色片岩、石英－白雲母片岩も見られる。この地塊は Asi 沢を背斜軸とする西落しの構造をもつ。

Fig. 3-1 Geological Succession of Tunceli District

AGE		FORMATION	THICKNESS	COLUMN	ROCK FACIES	IGNEOUS ACTIVITY	MINERALIZATION	REMARKS
Quaternary	Recent				Sand Gravel			
	Pleistocene		50m		Gravel bed (G)			
	Pliocene	Goktepe F	300m		Calcareous mudstone (Gmm)	Andesite (Ad) Dacite (Dd) Andesite (Ad)		plant
		Savular F	1200m		Andesitic lava Sandstone Andesitic agglomerate			Andesitic
Tertiary	Miocene	Cevizlik F	2000m		Dacitic lava Dacitic pyroclastics Dacitic pyroclastics (stratified)			
		Tirnas F	200m		Calcareous mudstone Clastic limestone			
		Duzpelit F	900m		Dacitic pyroclastic rock (Dmd) Limestone (Dml) Mudstone (Dmd)	Dacite (Di) Granodiorite (Gi) Porphyry (Pi) Andesite (Ai)		F Submarine Volcanism (Dacitic)
		Kamışık F	600m		Fine tuff - mudstone Calcareous sandstone Mudstone			F
	Eocene	Bentepe F	1200m		Limestone (Bel) Limestone conglomerate (Bec) Calcareous mud - sandstone Red mudstone			F
		Atırdöğdu F	1000m		Mudstone, calcareous sandstone (Alm) Limestone (Ael) Limestone with fossils (Ael)			F
	Mesozoic					Serpentine (Sic)		Flysch - type sediment Lutetian
Paleozoic	Permian	Munzur F	4000m		Conglomerate (Mpc) Pelitic, green, sericite, quartz - schist (Mps) Banded limestone (Mpl)			

F = Fossil

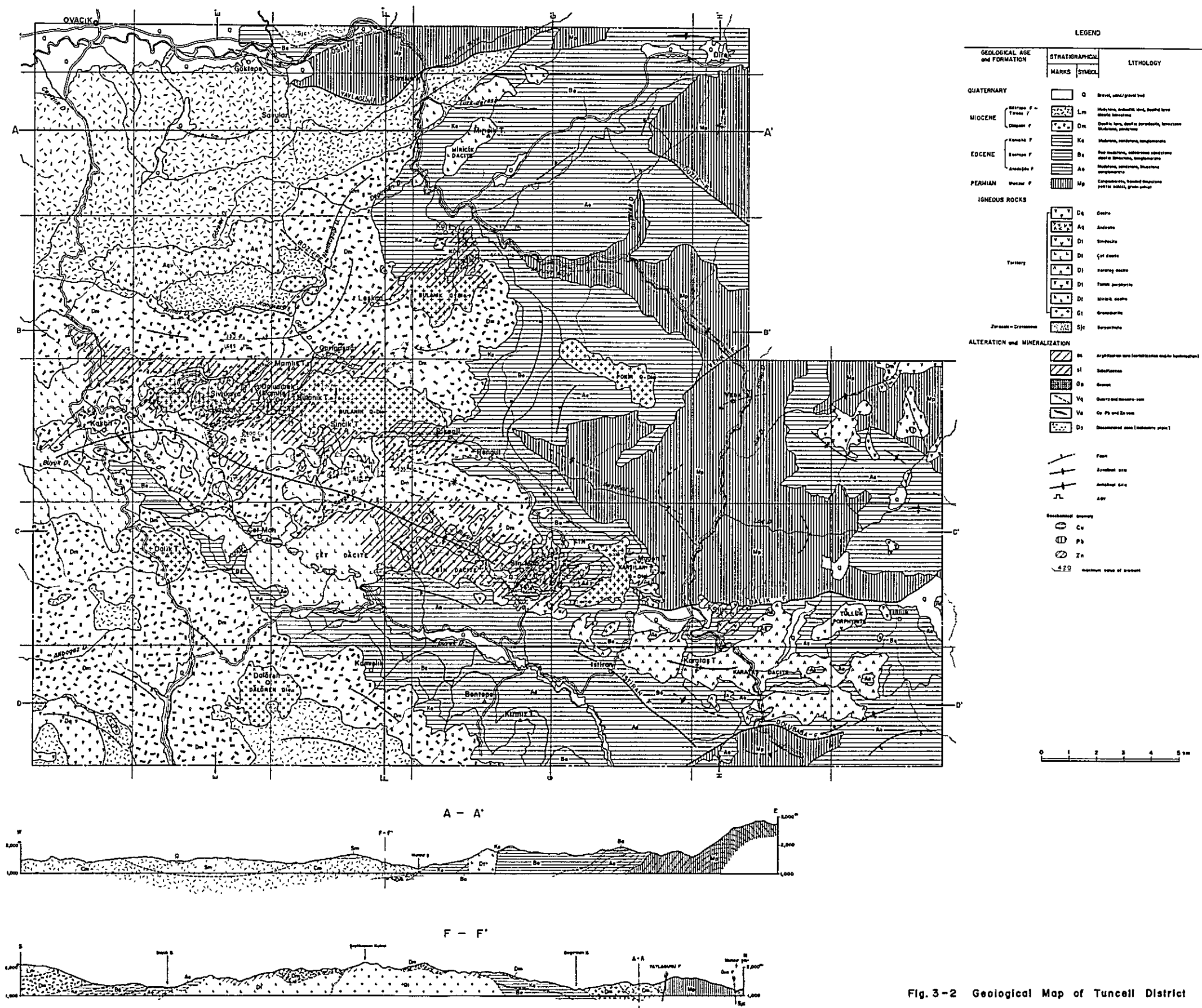


Fig. 3-2 Geological Map of Tunceli District

南部地塊の岩質は、主に青・黒色縞状結晶質石灰岩と泥質片岩から成る。Munzur 川 西岸付近をゆるい背斜軸とする南落しの構造をもつ。北端は東西に走る Dolubaba 断層により Atadoğdu 層と接する。南は調査地域外に続く。

以上、Munzur 層は主として結晶質石灰岩からなり、わずかに泥質片岩、緑色片岩の他、礫岩、変塩基性岩から構成され、断層により地塊化されている。この地層の下部層に近くなるほど結晶質石灰岩が多くなり、上部になると逆に泥質片岩が多く見られるようになる。

今回の調査では、本層から化石は発見されなかったが、AFSHAR, F. A. (1965) は、本調査地域の西 20 km に露出する結晶質石灰岩中より *Neoschwagerina carticulifera* を発見した。この地層は本層に対比されることから二疊系とした。

3-1-3 Atadoğdu 層

本層は、基盤の Munzur 古生層 を不整合に覆う。本層は、当地域での始新世の最下位層である。上部の Bentepe 層とは一部の地域を除いて殆んど整合関係である。本層は、Munzur 古生層の各地塊を囲むように分布する。また Büyük 川に沿って広く分布している。

岩質は、泥岩を主とし砂岩、石灰岩からなる。岩相の特徴により、化石を多量に含む石灰岩よりなる下部層、化石を含まない碎屑質石灰岩、石灰質泥岩、砂岩からなる中部層、石灰質泥岩、砂岩の有律互層からなる上部層に分けられる。下部層での化石の保存状態は一般に石灰岩中で良いが、泥岩や砂岩中では保存が悪く、かつ化石が破碎されている。また含 Nummulites 石灰岩は茶黒色～青黒色を呈し、緻密、塊状である。中部層は、Meydan 山付近から Çıralı 部落にかけてと、Zımayık 部落から Munzur 川にかけて、さらに Tüllük 部落南 3 km 付近に分布する。いずれの地域も肉眼的に化石の見られない碎屑質石灰岩で特徴づけられ、この石灰岩と石灰質泥岩・砂岩との互層からなる。上部層は、上記 3 地域中部層の上部に発達しているほか、Büyük 川に沿って広く分布する。岩質はゆるくうねっている泥岩、砂岩の互層よりなる。

本層は、基盤の Munzur 古生層の影響を受けて分布する。堆積相の特徴として本層の下部層を除き、石灰質の砂岩と泥岩とが有律互層をなし、層相変化に乏しいフリッシュ型堆積物である。また貫入岩の影響を受けている部分の走向、傾斜は変化に富むが、模式地付近や Büyük 川沿いは非常に安定した堆積相を示している。

3-1-4 Bentepe 層

本層は調査地域の中央部以東に広く分布し、Atadoğdu 層を整合に被い、Kamışlık 層により整合に被われている。

岩質は砂岩を主とし、小礫を含む礫岩と砂岩の互層、そして石灰質泥岩層を挟み、局部的に石灰岩を伴う。基底部の砂岩層は赤味を帯びた所謂赤色砂岩を普遍的に伴うことを特徴とする。この赤味を帯びた部分は泥岩、時に礫岩を伴う。本層は側方に岩相変化に富んでいることから、模式地とした Bentepe を中心とする南側の東西に延びた地域、中央部の古生層に規制された地域、北部の石灰岩を優勢に伴う地域と 3 地域に分けられる。

模式地とした Bentepe 付近は下部層の Atadoğdu 層から上部層の Kamışlık 層まで連続して観察出来、緩やかに南 5° ~ 10° で傾斜する単斜構造を示す。当地域は Atadoğdu 層の上に粗粒の赤色砂岩が発達、一部泥岩を挟みながら粗粒礫岩と赤色砂岩の互層から成り中央部に石灰質泥岩を挟んで、その上位に石灰質砂岩と砂岩の互層が続き最上部には再び石灰質泥岩を伴う。

中央部の本層は北側で Atadoğdu 層を欠いて直接 Balık 断層をさかいにして Munzur 古生層と接している。そして中央部および西側では、Sin 石英安山岩の貫入に伴い、Sin 部落から Siliç 部落にかけ変質帯をかたちづくっている。西側は Sin 石英安山岩および Karşılar 石英閃緑岩により貫かれ、本層の連続が断たれている。南西側は İstiran 断層により切断され、前述の Bentepe 地域までの間約 3 km は Atadoğdu 層が広く分布、本層は削剝されている。

北部の Sin 部落から Dikenlitarla を通り Körü 部落にかけては、Munzur 古生層の基盤に沿い、NW から NE さらに NW 方向へと走向をかえながら、Atadoğdu 層を整合におおい分布する。Körü 部落北方より方向を N 60° E と転じた本層は Ağaçpınar 部落まで広く分布し、傾斜は Körü 部落までは西落し、以北では北落しの 30° ~ 50° となる。基底部には砂岩が発達、Sin 部落から Körü 部落付近までは、下部層は礫岩と砂岩の互層、主体の中部層は赤色砂岩、上部層は石灰質砂岩と礫岩の互層である。

調査地域の本層は Munzur 川および Laç 沢付近に分布する古生層を囲むように、北部から南部にかけての半ドーム構造を示し分布する。南側においては İstiran 断層により切断され Bentepe 付近から再び緩かな南落しの単斜構造を示し、西に長く延びて分布する。

3-1-5 Kamışlık 層

本層は始新世最上部に対比され、Bentepe 層に整合でのり、Düzpelit 層に不整合におおわれる。岩質は、砂岩、泥岩を主体とし、下部は泥岩、上部は石灰質砂岩、そして凝灰質砂岩を主とする。

本層は Bentepe 層同様調査地域東部 Munzur 川および Laç 沢付近に分布する Munzur 古生層を中心として、西側に半ドーム構造を示し、調査地中央部から北に向い帯状に分布する。一方南域では İstiran 断層により方位を東西に転じ、ゆるい南落しを呈して分布する。

模式地とした Kamışlık 部落はこの南域の部分に当り、泥岩を主体とし、西側に沿い漸次凝灰質部分を多く含み、Bayır 山 (1,854 m) 付近で走向を NE に変え、背斜面を作り、尖波する。調査地北域の Sacak 部落付近では砂岩、火山礫凝灰岩の互層を主体とする。泥岩は黒色～灰色で成層よく、南側では粗粒の礫岩との互層を示すが、北側に移るに従い成層泥岩として本層の基底部を形成する。本層の上位部は、南部では泥岩と砂岩の互層を主とし、北部に移るにつれ、石灰質泥岩と砂岩の互層を挟む凝灰質砂岩へと漸移する。砂岩中には貝化石がみられる。

3-1-6 Düzpelit 層

本層は調査地域の中央部 Kortan 山 (1,921 m) から Sürübaba 山 (2,182 m) にかけての山岳に広く分布すると共に、北方にも若干岩相を変化させながら拡がり Gelin 山付近まで達している。南部では、模式地の Düzpelit 部落以西に広く分布している。

岩質は主として石英安山岩質火砕流によって構成され、場所により泥質～砂質の堆積物および石灰岩の薄層を介在する。下位の Kamışlık 層とは不整合に接するが、上位の Tırnas 層とは整合関係を示し、Boztepe 断層以北では Cevizlik 層に不整合におおわれている。

本層は分布上ならびに岩質の特徴より南部、中央部、北部、に分けて以下述べる。

南部：模式地の Düzpelit 部落以西に広く分布する。この部落 (海拔 1,400 m) 付近は、Büyük 川の水系に属し比較的平坦な地形をなすが、Düzpelit 部落以南から西部にかけては海拔 2,000 m の平坦な山岳部を形成し、この間の 600 m が急峻な地形をなし、本層の特徴が観察でき、本層は Kamışlık 層と一見整合のように接している。

本層の下部は石英安山岩質の無層理凝灰角礫岩～火山角礫岩で構成されており、一部自破砕熔岩を伴っている。上部にいくにつれ基質に対する石質礫の割合及び構成礫の粒径が減少

し、部分的に砂質を挟み、堆積構造が明瞭になる。上位の Tırnas 層との境界近くでは砂質な部分が優勢となり、火山礫凝灰岩と凝灰質砂岩との互層をなす。本層の一般走向は NW～SE で緩やかに南に傾斜している。

中央部：当地域は調査地域南部を SSE～NNW 方向に伸びる隆起帯の北部にあたる。隆起部には Karataş 石英安山岩、Sin 石英安山岩、Çet 石英安山岩と呼ばれる岩体が貫入し、隆起部を構成している。これら石英安山岩類の貫入する以前に Atadoğdu 層、Bentepe 層、Kamışlık 層は削剝され、本層は Atadoğdu 層ないし Bentepe 層を不整合におおっている。

岩質は大部分本層の下部層を構成する石英安山岩質凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩で、局部的に泥質凝灰岩を挟み、堆積構造のみられる箇所や、部分的に自破碎構造を示す石英安山岩質熔岩、レンズ状石灰岩等も見られる。レンズ状石灰岩中には下部中新世を示す貝化石が見つけられている。

本層は Sin 地域、Mamlıs 地域その他で強い変質作用を受け、白色粘土化、珪化を受けている。これは Sin 石英安山岩や Bulank 石英閃緑岩の貫入に伴う鉍化変質がもたらしたものと考えられる。中央部は本層の下部層が主体をなして分布する。しかも貫入岩の影響も受けているため乱され、構造は把握しにくい。

北部：Mamlıs 鉍山北部から Gelin 山付近にかけては本層の上部層が発達していて、火山礫凝灰岩や凝灰質砂岩が凝灰角礫岩中に挟在するようになり、堆積構造が明瞭になる Tırnas 層に近づくにつれ砂質～泥質に富むようになる。また連続性に乏しいレンズ状石灰岩も挟む。Gelin 山以北は本層は尖滅する。なお北東部では Kamışlık 層と不整合に接し、下部層の特徴である凝灰角礫岩の部分が発達している。

以上のことから明らかなように、本層は中央部が火山活動の中心で、下部層が発達し、南部、北部へと離れるにつれ、上部層の砂質～泥質な部分を挟在してくる浅海成の火山性碎屑岩の特徴を示している。

3-1-7 Tırnas 層

本層は調査地域北部の Tırnas 山から Reşo 部落にかけての約 10 km 間と南端部の Beyaz 山 (2,102 m) から西南端の Hızandağı 山 (2,102 m) にかけて分布している。本層は層厚は薄いが連続性に富み、本地域の地質構造を解明する上で鍵層的な役割をはたしている。

岩質は石灰質堆積岩が主で、貝化石を含むほかサンゴ等が見つけた。本層の北西部の Tırnas 山 から Reşo 部落までは石灰質泥岩をはさむ石灰岩（貝化石を含む）、スレート劈開の発達した石灰質黒色泥岩、碎屑性石灰岩、石灰質泥岩等の互層と一部凝灰質泥岩等からなる。東部にいくにつれ層厚が薄くなり、岩相も泥質な石灰岩～碎屑性石灰岩と石灰質砂岩～泥岩、凝灰岩等の互層となり、Reşo 部落の北方の Boztepe 断層で消滅する。途中 2 箇所ほど小断層で若干ずれている。走向は E～W ないし NE～SW 系で、北に 20°～40°で傾斜している。南西部での本層は Beyaz (2,102 m)以西で海拔 2,000 m以上の高地に分布し、南へ緩やかに傾斜する台地を形づくっている。また南西部の Sarısaltık 山 (2,286 m)、Sivri 山 (2,121 m)等の頂上には本層が分布している。岩質は北部に比して石灰質部分が多く、下部が碎屑性石灰岩、上部が石灰質砂岩～泥岩で、石灰岩中に多数の貝、サンゴの化石が発見され、走向は NW～SE で南に緩く傾斜する。貝化石より Tırnas 層中の化石は中新世を示す。これらの事実と岩相の特徴より堆積時の環境は浅海で、Reşo 部落以北は陸化していたと考えられる。

3-1-8 Cevizlik 層

本層は調査地域北西部の Tırnas 山以北から Munzur 川 をよこぎり Çayüstü 部落にかけて分布する。北西部では下位の Tırnas 層を整合におおひ Savular 層に整合におおわれるが、東部では本層は不整合に Düzpelit 層と Kamışlık 層をおおって、北東端では Yaylagünü 断層により Munzur 古生層と接している。

下部層は Düzpelit 火山碎屑岩と同岩質であり、緑灰色～灰紫色石英安山岩質火山碎屑岩からなる（主に火山角礫岩～凝灰角礫岩）。基地は緑灰色で、斜長石（角閃石）の結晶を多数含み、主要構成礫は灰紫色、斜長石の斑晶が目立つ石英安山岩で、他にガラス質石英安山岩等を含む。下部層は調査地域西端の Dagayla から Reşo 部落にかけて発達し、この部落の北側では消滅する。

中部層は下部層に比較して、より酸性の石英安山岩質火山碎屑岩である。主に凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩からなり、部分的に凝灰岩～凝灰質泥岩を挟む。基地は薄い緑色～紫灰色で薄緑色～白色の軽石を含む。主要構成礫は、白色～灰白色の石英安山岩、灰色のガラス質石英安山岩等である。分布範囲は、調査地域北西部の Göl Mah 部落から北東部の Çayüstü 部落

にかけて見られる。

上部層は中部層同様 Düzpelit 層に比較してより酸性の石英安山岩熔岩からなり、一部火山礫凝灰岩を挟む。本熔岩は、貫入部と熔岩流とからなる岩体である。

3-1-9 Savular 層

本層は上部中新世に対比され、本調査地域北西端の小地域（Ovecler 部落から Sorsivenk 鉦山付近まで）にのみ分布し、Cevizlik 層を整合におおひ、Göktepe 層におおわれる。

岩質は斑晶質安山岩を主体とし、Savular 部落南部に安山岩質集塊岩が認められ、西域では粗粒～細粒の砂岩を挟在する。模式地とした中央部の Savular 部落では斑晶質安山岩が卓越するが、一部自破砕角礫構造が認められる。本層は安山岩熔岩を主とし、一部安山岩質砕屑岩も伴う。安山岩は斜長石斑晶を多量に含むが、石英斑晶、磁鉄鉱を普通に含む。局部的に角閃石を多量に含み、西方にいくに従い角閃石を減じて石英斑晶を多く含み、石英安山岩に近い様相を呈する。

本層は付近の地質状況よりゆるく北落しの傾斜と推定され、北部 Göktepe 層におおわれ、北東部の Yaylagünü 断層を境に Munzur 古生層と接する。北部西側は第四紀層におおわれ、この第四紀層の台地は Ovacık 部落の丘陵を形成している。

本層は大部分が安山岩質岩類からなるため構造が把握しにくく、とくに下位の Cevizlik 層との境は明瞭ではなく、今後の岩石的究明により変る可能性がある。

3-1-10 Göktepe 層

本層は Göktepe 付近に分布し東西 3 km、南北 1 km と非常に狭い分布をして、南部では Savular 層を整合におおっている。北部では Ösük 断層を境に Bentepe 層の石灰岩、石灰質泥岩と接している。岩質は白色ないし淡褐色の石灰質泥岩からなり、植物の化石が含まれている。走向は E～W でゆるく北落し（ 10° ）で第四紀の礫層におおわれる。本層の時代は明らかでないが、火山活動休止後の浅海成の堆積物であるので鮮新世と推定される。

3-1-11 第四紀層

第四紀層として調査地域内には安山岩熔岩、石英安山岩熔岩、礫層等が見られる。

安山岩：調査地域北西部の Belbaba 山（2,142 m）から Kantar 山（1,763 m）にかけて

東西方向に分布し、Düzpelit 層をおおっている。東部では貫入後の塊状の安山岩質熔岩流をなすが、Barıkan 山 (2,184 m) 付近では自破碎熔岩ないし火山角礫岩をなす。

貫入部は緻密な暗黒色安山岩で節理が発達し、自破碎熔岩部は紫灰色～赤紫色でわずかに褐鉄鉱が網状ないし杏仁状を示す。

石英安山岩：調査地域の南西端の Çaylaşı 部落から北方約 2 km ，東方約 2 km にわたり分布している。

岩質は灰白色の斑状構造で、斑晶は斜長石、黒雲母、角閃石からなり、石基は石英に富んでいる。少量の磁鉄鉱を伴っている。

Karakaya 山 (2,100 m) と Kale 山 (2,086 m) では Tırnas 層をぬく中心部と推定され、熔岩流はこの地域のゆるい南斜面を流れている。とくに Çaylaşı 部落では Cevizlik 層をおおっている。

礫層：本層は一括して礫層としたが、地域により若干その性質を異にする。Ovacık 地域の広い礫層は段丘堆積物を一部含む可能性があるが、大部分は E～W 系の構造的な断層 (Yaylagünü 断層) に伴う礫層と推定される。

Karşılar 部落東方、Dedeagaç 部落付近、Tüllük 部落東方等は崖錐堆積層と呼ばれる性質の礫層である。以上のほかは全て段丘堆積物と考えられる。

3-2 貫入岩類

調査地域内にはほぼ全域にわたり貫入岩類が見られるが、その貫入時期は第三紀中新世のものである。貫入箇所はほぼ全域にわたるが、とくに調査地域南東部から NWW～SEE の方向に走る隆起帯があり、これにそって石英安山岩類 (一部玢岩も含まれる) の貫入が顕著にみられる。これら一連の貫入岩類が大部分で、その他にこの岩体に引き続き石英閃緑岩～閃緑岩の岩株状貫入岩体が見られる。このほか小規模な斑岩、安山岩岩脈も見られる。

石英安山岩類は地域によりその特徴を若干異にするため Karataş 石英安山岩、Sin 石英安山岩、Çet 石英安山岩、Miricik 石英安山岩、Tüllük 玢岩等に分けた。また花崗岩類も Karşılar 石英閃緑岩、Bulanık 石英閃緑岩、Dalören 閃緑岩、Pokir 石英閃緑岩、Dirik 石英閃緑岩等に分けた。

以上が第三紀中新世の貫入岩類であるが、これらの貫入岩体以外に調査地域には中生代の超

塩基性貫入岩が調査地域北部でわずかにみられる。

3-2-1 蛇紋岩

調査地域北部の Çolaklar 部落北方に分布している。この岩体は調査地域内では 5 km² とわずかであるが、1 : 500,000 の ERZURUM 地質図によると中生代（ジュラ紀ないし白亜紀）のオフィオライトが北方に広く分布（東西 200 km，南北 30 km にわたる）するなかで、南西端に位置する超塩基性岩体の一部である。調査地域内では、この岩体に入ると植生がみられなくなり地表は茶褐色～赤褐色となり、蛇紋岩体であるため風化がいちじるしい。この岩体の南側は Anakomu 部落から Munzur 川にかけては Armutlu 断層により Munzur 古生層と接し、Ösık 部落以西では Bentepe 層に不整合におおわれている。調査内の岩質は殆んど蛇紋岩であるが、一部はんれい岩や輝岩の転石等も見られた。

なお調査地域外ではあるが、このオフィオライト帯中に小規模なクロム鉄鉱の鉱化が知られている。

3-2-2 石英安山岩類

Karataş 石英安山岩：Sin 部落東部 Şeyömerler mezraası から調査地域東端 Tüllük 南部間にわたって分布する。産状は分布地区の西部では、角礫化した熔岩および貫入岩よりなる岩体である。中心部では半深成岩的特徴を示す部分も見られる。東部ではむしろ火山岩の特徴を示している。肉眼的には東部、西部では変質は認められないが中央部の周辺部で緑泥化作用および弱い珪化作用、微量の黄鉄鉱が見られる。

Sin 石英安山岩：Sepertek 東部から Sin, Siliç 部落にかけて分布している。産状は、Atadoğdu 層、Bentepe 層、および Düzpelit 層をぬいている。形状は岩株ないし円頂丘状である。場所によっては岩床状にきている。また非常に狭い範囲ではあるが自破砕質を示す部分もみられる。野外では Sin 石英安山岩のほとんどが何がしかの変質をうけ、かつ周辺層に変質を与えている。傾向としては岩体の周辺部に顕著な珪化作用および銅鉄鉱化作用がみられる。鏡下では斜長石は殆んど方解石、緑れん石に変わり一部絹雲母にも変っている。角閃石も殆んど緑泥石に変っているが一部緑れん石、方解石にもなっている。

Çet 石英安山岩：調査地域西端から調査地域中央部の Sepertek にわたって広く分布する。

産状は Düzpelit 層をぬいて岩株状ないしドーム状にみられる。場所によっては自破碎部が観察され、また岩質も石英安山岩質から安山岩質に近いものまでみられる。かなり長期活動が継続した、この岩体は岩質の変化に富む複合岩体であることから火成活動の期間は比較的長かったと推定される。変質は弱く、岩体の周辺部で部分的に粘土化、珪化を受けている。

Tüllük 斑岩～玢岩：調査地域南東部 Tüllük 部落から北部にわたって点在する。産状は Munzur 層、Atadoğdu 層及び Bentepe 層をぬいてドーム状ないし岩脈状にみられる石英安山岩から安山岩にかけての岩体である。岩相的には南部と北部で異なり、また周辺部に安山岩質な小岩体が貫入してきている。

Miricik 石英安山岩：調査地域北部 Miricik 山周辺部に分布する。産状は Bentepe, Kamışlık, Cevizlik 層をぬくドーム状石英安山岩体である。肉眼的特徴は淡褐灰色で斑晶として大きさ 1～2 mm の角閃石 10～15%，大きさ 1～3 mm の斜長石 25～30% で石基は無斑晶ないし微晶質である。部分的には酸化して赤褐色した角閃石もみられる。

3-2-3 花崗閃緑岩類

Karşılar 石英閃緑岩：調査地域中央南部 Maden 山～Ahmet 山間を中心に分布する。産状は Atadoğdu 層及び Bentepe 層をぬいている。周辺部は急冷周縁相化しこの岩体に接する堆積岩は熱の影響を受け変質している。ただしこの部分は境界部から数 10 cm～数 m 程度である。貫入形式はドーム状と考えられる。肉眼的には弱い緑泥石化と斜長石が一部緑れん石化しているのが見られる。

Bulanık 石英閃緑岩：調査地域中央部の Bulanık 山～Kula 山、その西部の Mamlis 地域及び北部の Yenisöğüt 部落に分布する。産状は周辺の石英安山岩質砕屑岩類および Çet 石英安山岩をぬいて貫入してきたバソリス状の岩体で調査地域中央部の山脈を形成している。岩体の周辺部に珪化、粘土化がみられ、このような部分に Cu-Pb-Zn の鉱染ないしは、これらの硫化鉱物をともなう石英脈が認められる。

Dalören 閃緑岩：調査地域南西部 Sultanseyit 山～Dalören 部落にかけて分布する。産状は Düzpelit 層及び Tırnas 層をぬくドーム状岩体である。肉眼的には変質は認められず。

鏡下では、黒雲母の一部がパーミキュル石および緑泥石に変わっている。

Pokir 石英閃緑岩：Bulanık 石英閃緑岩の東側，Pokir 山を中心に東西方向に延びる。産状は Aladoğdu 層をぬいてドーム状に貫入している。肉眼的には，変質作用は認められず鏡下では斜長石は一部ソーシュライト化作用を受け緑れん石に変わっている。角閃石も一部緑泥石化している。この岩体の特徴として岩体周辺の堆積岩の走向，傾斜は，ほとんど乱されておらず，この岩体との接触部付近のみ熱的影響を受けた現象がみられる。おそらくかなりゆっくりとこの岩体が上昇してきたものと推定される。

Dirik 石英閃緑岩：調査地域南西部 Dirik 山を中心に分布する。産状は Düzpelit 層をぬくドーム状岩体である。

3-2-4 斑 岩

大部分の斑岩は Çet 石英安山岩の分布する地域で見られる。規模は小さく脈巾 100 m 程度で N~S ないし NW~SE，NE~SW の方向性でほぼ垂直である。Düzpelit 層の下部層をぬいている。肉眼的特徴は Çet 石英安山岩の斑状岩体と似ていて暗灰色ないし緑灰色で未変質である。斑晶として斜長石，角閃石が目立つ。したがって Çet 石英安山岩と一連のものとも考えられ，ここでは単独に分布する岩脈状，産状をなす部分を斑岩とした。

その他に Uzundal 部落西方 2 km に N~S 方向の斑岩が分布する。この岩体は Çet 石英安山岩の分布する地域のもとの岩質は類似している。

上記岩体とは別に Mamlis 地域で Bulanık 石英閃緑岩や Düzpelit 層をぬいてくる斑岩がみられる。この岩体は NW~SW，ほぼ垂直で，斑晶として斜長石がめだち，石基部分は緑色である。いわば斜長斑岩と呼ばれるものでこの地域特有のものである。前記の斑岩よりさらに分布規模は小さい。

3-2-5 安山岩岩脈

Dalören 閃緑岩岩体の西方に，ほぼ N~S 方向性で巾 100 m 弱の安山岩質岩脈が分布する。Düzpelit 層をぬいている。岩質は暗灰色の緻密な岩体である。

Dalören 閃緑岩の西方でのみ認められることより，おそらく，この岩体に関係して派生した岩脈と推定される。

3-3 地質構造

3-3-1 地質構造

調査地域の基盤は Munzur 古生層で Munzur 川 ぞいから以東に広く分布している。変成層は泥質片岩中に黒雲母が見られ、緑色片岩中に緑れん石、普通角閃石ができていることから緑れん石-角閃石岩相（低変成度）である。Munzur 古生層は二疊系とされ、変成作用はそれ以後の広域変成作用によるものである。Munzur 古生層は広域作用を受けたのち、始新世にかけて東西性の断層運動により地塊化され、当地域内では5つの地塊に分れて分布している。この断層運動により Venk 断層と Balık 断層にはさまれた地塊と Duzık 断層以北の地塊とが結晶質石灰岩の発達した Munzur 古生層の下部層の岩相を呈している。

当地域内には中生代の堆積物はないが、調査地域の北部にアルプス造山運動末期のオフィオライトの一部としてわずかに蛇紋岩の分布が見られるにすぎない。

第三紀に入り始新世には Atadoğdu 層、Bentepe 層、Kamışlık 層等の主として石灰質泥岩の堆積物がみられる。いずれも基盤の構造の影響を受けている。Atadoğdu 層の下部層では Lutetian の貝石化を多量に含む、石灰岩～石灰質泥岩がみられ、以後安定した深海性の堆積物が卓越して分布している。その後の Bentepe 層が石灰岩、石灰質泥岩、礫層等の繰り返して比較的浅い海での堆積物であり、しかも下位の Atadoğdu 層とは一部不整合で接しているのに対し、Kamışlık 層は再び深海成堆積物となり、上部でわずかに火山性碎屑岩類が含まれるようになる。いわゆるフリッシュ型の堆積物である。

Büyük 川流域では Atadoğdu 層が波状構造を呈しながら次第に南斜傾になり Bentepe 層、Kamışlık 層と整合にのるが中央部から北部にかけては、あたかも基盤の Munzur 古生層をとりかこむように、半ドーム状構造をなして分布している。始新世末期から中新世にかけての一時期陸化し、中新世の火成活動の先駆的構造として Karataş 山から Kakbil 部落にかけての隆起部（Kakbil～Karataş 隆起部）はいちじるしく侵蝕作用を受けた後、この地域を中心に中新世の浅海での火山活動による石英安山岩類と同質碎屑岩類の堆積の場になった（Düzpelit 期）。

この時期に Sin 石英安山岩、その他の石英安山岩類が Kakbil - Karataş 隆起部にそって貫入ややぶられて石英閃緑岩類が隆起部周辺に、さらにおくれ岩脈類が隆起部を中心に貫入している。

この Düzpelit 期の末期になると火成活動も弱くなり堆積現象も見られるようになる。こ

の火成活動の休止期に石灰岩、石灰質泥岩を主とする Tırnas 層が隆起部の南部と北部に堆積した。その後再び火成活動が活発になり Cevizlik 層が堆積、安山岩質火成活動に変わったところより Savular 層として区別した。Cevizlik 層、Savular 層は主として北部地域に分布する。この間、Cevizlik 期にかけての貫入岩として Dalüren 閃緑岩と Bulanık 石英閃緑岩の西方に分布する小岩体（石英閃緑岩と推定）とが見られる。調査地域の最上部層は浅海での火成活動の休止により堆積した石灰質泥岩からなる Göktepe 層で終了している。Göktepe 層の堆積の時期は明らかでなく、中新世末期ないし鮮新世と推定される。Yaylagünü 断層はこの時期のものである。

3-3-2 鉍化変質帯と地質構造との関係

Tunceli 地区の地質は低度の広域変成作用を受けた Munzur 古生層が基盤で、この基盤を第三紀始新世のフリッシュ型の堆積物が不整合に覆い、さらに第三紀中新世の石英安山岩質火山砕屑岩類が覆っている。この砕屑岩類は下位層で凝灰角礫岩を主とするが上位層になると火山礫凝灰岩となり次第に火山活動が弱くなる。火山活動の中心は Karataş から Kakbil にかけての隆起部で、岩相を少しずつ異にする火山岩類が隆起部に沿って広く貫入している。この隆起部を境にして北側は北傾斜、南側は南傾斜となる。また隆起部から少し離れて、石英安山岩類より若干遅れて貫入した石英閃緑岩～閃緑岩類が分布している。鉍化作用はこの隆起部の南側で石英安山岩や閃緑岩の貫入がきている地域には全く認められず、隆起部ないし隆起部の北側にのみ認められた。鉍化作用のタイプは石英安山岩に関係した Sin 鉍化帯、石英閃緑岩に関係した Mamlis, Kört 鉍化帯が主なもので、前者は岩体中の鉍染型で、後者は岩体周辺部とこの岩体に接する Kamışlık 層、Düzpelit 層中に認められる網状型とである。

Sin 鉍化帯は隆起部に位置し、Sin 石英安山岩々体の周辺部が特に顕著で、これらを結ぶと NW～SE 方向の弱線部が推定される。Mamlis, Kört 鉍化帯は石英閃緑岩の貫入に関係し、N～S 性の裂罅にそって鉍脈型、E～W 性の裂罅にそって網状型の鉍化帯が発達している。

3-4 Tunceli 地区の鉱化変質帯

3-4-1 Sin 鉱山

Sin 鉱山は Sin Mah 部落の南東東約 1 km に位置し、Hasruk 沢の支流を左折して約 200 m 上流にある。Tunceli 市から Sin 部落まで車で約 1 時間、部落より鉱山までは徒歩で約 20 分を要する。

本地域の地質は Atadoğdu 層、Bentepe 層、Düzpelit 層とこれらの地層を Sin 石英安山岩が複雑にぬいている。この Sin 石英安山岩と岩体周辺の堆積岩類が変質を受け、これらの中に鉱化作用がみとめられる。Sin 石英安山岩は Sepertek 部落から Siliç 部落にかけて東西延長 12 km、巾約 4 km の範囲に分布する。この岩石にともなう珪化作用、粘土作用および黄鉄鉱の鉱染もほぼ同様地域に分布している。このうち特に変質の強い地域は Sin 部落付近で Sin 部落付近は Bilfer 社の行った河川堆積物の化探で異常値が検出されている。1978 年度に実施した土壌試料採取による地化学探査においても高い異常値を得ている。特に Sin 鉱山から Sin 部落にかけては珪化作用を受けたゾーンが延長 500 m、最大巾 300 m の範囲内で認められ普遍的に Malachite stain をともなう。この Malachite stain は節理にともなうものと網状のものとがみられる。後者の方が顕著な Malachite stain をともなっている。鉱石鉱物は二次銅鉱物の藍銅鉱、孔雀石、内亜鉛鉱、黄鉄鉱が認められた。

以上の石英安山岩岩体中の鉱化とは別に岩体周辺の Atadoğdu 層の泥岩が珪化を受け、この部分に銅、亜鉛、石英脈がみられる。脈巾は 1 m 弱で N40°E の走向、傾斜 70°~80° で西落してある。鉱化の規模としては前記の石英安山岩体中のものに比べるとかなり弱い。

当地域では変質作用として白色粘土（絹雲母）と緑泥石が認められるが、白色粘土の強い部分では、がいして鉱化は弱く、むしろ鉱化は珪化の強い部分で顕著になる傾向がある。

3-4-2 Mamliş 鉱山

Mamliş 鉱山は、本地域西部に位置し、Sincik 山（2284 m）の西方約 5 km にある。Tunceli 市からの交通は、ジープで Ovacık 町、Kakbıl 部落を経由で Çeper 部落に至る。所要時間約 2 時間。Mamliş 鉱山は Çeper 部落の南約 1300 m に位置する。

この地域の地質は、Düzpelit 層の石英安山岩質の火山砕屑岩類と、この地層に貫入した Bulanık 石英閃緑岩から成る。この石英閃緑岩の周辺に分布する石英安山岩質火山砕屑岩類は、強い変質作用を受けているため、原岩の組織、構造は把握しにくい。Çeper 部落の北

方 1.5 km 付近になると末変質となり、北落しの構造を示す。

Sivri Kaya 山を中心とした南北 1 km , 東西 1.4 km の石英安山岩質碎屑岩類は強く変質作用を受けたため珪化・白色粘土化帯となり、全域にわたり、硫化鉍物起源の褐鉄鉍がみられる。とくに Sivri Kaya 山の北斜面と Haydar 山の東部一帯 (Gezik 沢上流) に多数の N~S 方向の強珪化帯がある。珪化帯の巾は 5~10 m で延長は 100 m 以上におよび、このような部分は地形的にも突出し、これらの地域が強変質帯を形成している。

Mamlis 鉍山の旧坑は Çeper 部落南部の Maden 沢の支流で Gözerek 山と Haydar 山との中間の沢の標高 1,850 m 付近にある。付近には珪山が斜面を被い、所々にカラミが散在する。

鉍床は、石英閃緑岩体の周縁部に発達する黄銅鉍、石英脈及び方鉛鉍、閃亜鉛鉍をとまなう網状の石英脈から成る。

鉍化作用は、鉍山付近ばかりでなく、鉍山の東部から北東部にかけて、広範囲にわたり見られる。Haydar 山北側から、Gezik 沢の支流にかけて多数の褐鉄鉍石英脈がある。Haydar 山西尾根から東尾根、さらに 1,947 m 峰東尾根には、褐鉄鉍を多量に含んだ焼けの露頭が 5~6ヶ所見られる。これらの焼けは N 60°~80°E の走向に配列し、巾 10 m 内外である。また Gezik 沢一帯には閃亜鉛鉍を含む転石があり、Bilfer 社で実施した河川堆積物による化探でも異常値を得ている。1978, 1979 年度に実施したゴッサン、その他の化学分析結果は Table 3-1 の通りである。

3-4-3 Kört 鉍山

Kört 旧鉍山は Kört 部落東南約 700 m に位置する。Torunoba (トルノバ) 部落から南へ約 1 km の所にあり、新林道が開設されているが Munzur 川を渡る橋が狭い釣り橋のため車は通れない。Torunoba 部落は Munzur 川に沿って Tunceli から Ovacık に向かう街道の中間に位置し Tunceli から約 30 km , 道路状況は比較的恵まれている。

Kört 旧鉍山には旧坑が 2ヶ所あり、仮称 1 号坑は現在も露頭を観察できるが、立坑は 7~8 m 下部まで埋没しており入坑は不可能である。仮称 2 号坑は上記 1 号坑よりおよそ 100 m 西側の Pozvenk 沢側の斜面に面している。Kört 鉍山付近には N 20°E 系と N 60°W 系の剪断帯が分布し、N 60°W 系が N 20°E 系に比して優勢に発達する。Kört 旧鉍山は N 20°E 系の剪断帯に沿った鉍脈鉍床で、野外で約 400 m 追跡できる。またこれに平行な、小規模な裂隙も数条存在し、石英脈を伴った孔雀石のスティンが認められた。N 60°W 系の剪断帯は野外で 200~600 m 追跡できる。興味深い大きな剪断帯は北側から石英脈に若干の

Table 3-1 Results of Chemical Analysis
(Rock Samples)

Sample No.	Locality	Coordinates		Rock Name	Analysis (ppm)				
		N	E		Au	Ag	Cu	Pb	Zn
TAR 118	Mamlis	43 ⁴³ 300	5 ²⁴ 200	Sili-R	< 0.2	< 2		623	114
TAR 119	Mamlis	43 ⁴³ 300	5 ²⁴ 200	"	"	3		52	1,040
TAR 120	"	43 ⁴³ 300	5 ²⁴ 200	"	"	< 2		75	583
TAR 231	"	43 ⁴³ 550	5 ²⁴ 050	Dacitic Tuff diss. Pb. Zu	"	3		8,659	191
TMR 317	Garipuşağı	43 ⁴⁴ 650	5 ²⁷ 200	Dacitic Tuff	"	< 2		81	66
TSR 347	Mamlis	43 ⁴² 750	5 ²³ 350	Go	"	4		526	1,608
TWR 239	"	43 ⁴⁴ 450	5 ²² 700	Sili-R	"	< 2		224	868
TER 224	"	43 ⁴³ 950	5 ²⁵ 950	Go		4	40	37	120
TSR 590	Doludibek	43 ⁴³ 800	5 ²⁵ 850	Sili-R		11	630	2,500	225
TSR 802	Meterisler	43 ³⁶ 985	5 ³³ 370	Dacite			100	6,700	50
TSR 804	"	43 ³⁷ 880	5 ³¹ 910	"			60	30	13
TSR 806	"	43 ³⁷ 730	5 ³² 520	"			940	55	13
TSR 807	"	43 ³⁷ 695	5 ³² 380	"			5,850	430	37
TSR 830	Sincik T.	43 ⁴² 370	5 ²⁷ 600	Quartz vein			280	770	2,560
TSR 835	Ağtaş	43 ⁴⁰ 030	5 ²¹ 660	Go			35	70	112
M-1	Doludibek	43 ⁴² 950	5 ²⁴ 650	Go		3	60	87	535
M-2	"	43 ⁴² 900	5 ²⁴ 500	Go		7	50	56	3,300
M-4	"	43 ⁴² 850	5 ²⁴ 100	Go		5	70	68	375
M-5	"	43 ⁴² 800	5 ²³ 900	Go		26	300	787	45
M-9	"	43 ⁴² 750	5 ²³ 400	Go		6	20	187	490
M-11	"	43 ⁴³ 300	5 ²³ 550	Dacitic Tuff		2	55	37	60
M-21	Gözerek T.	43 ⁴² 700	5 ²² 850	Go		6	20	25	620
M-33	"	43 ⁴² 800	5 ²³ 100	Go		6	30	25	790
S-4	Sin	43 ³⁷ 000	5 ³⁵ 000	Dacite		3	400	56	150
S-5	"	43 ³⁷ 000	5 ³⁴ 950	"		5	2,250	56	610
S-6	"	43 ³⁷ 100	5 ³⁴ 950	"		3	7,850	37	180
S-7	"	43 ³⁷ 150	5 ³⁴ 900	"		3	60	87	535
TAR 009	Kört	43 ³⁹ 100	5 ³¹ 850	ore			4.73%	0.14%	5.55%
TSR 016	Sorsivenk	43 ⁵⁴ 900	5 ³⁰ 100	ore			1.15	0.01	0.06
TSR 356	Mamlis	43 ⁴³ 250	5 ²⁰ 800	ore			0.15	36.70	0.02
M-50	"	43 ⁴³ 250	5 ²⁰ 800	ore			1.17	25.47	0.70

Go: Gossan

孔雀石を伴うもの、孔雀石のスティンの主とする小裂隙、そして褐鉄鉱、石英、黄鉄鉱を主とする焼け等変化に富む。剪断帯の認められた北側から南側との間隔は 1,200 m である。これらの剪断帯の大半は南域に分布する石英閃緑岩の貫入期に起因するものと考えられる。

Kört 旧鉱山は Bentepe 層の珪質な礫岩とその上位の Kamışlık 層の泥岩を母岩とし、鉱石鉱物は閃亜鉛鉱、斑銅鉱、黄銅鉱のほか、二次銅鉱物として藍銅鉱、珪孔雀石等からなる。旧鉱山の貯鉱より採取した試料を分析、銅 4.73%, 鉛 0.14%, 亜鉛 5.55% の結果を得ている。採鉱を実施したときの資料が残っておらず詳細は不明である。

3-4-4 その他の鉱化変質帯

上記以外の鉱山、鉱化帯は下記の通りである。

Sorsivenk 鉱山：本鉱山は調査地域北西部に位置し、Sorsivenk 部落の北東 300 m の所にある。鉱石は、藍銅鉱、孔雀石を伴う、重晶石、方解石、石英脈で Munzur 古生層の石灰岩を母岩とし、石灰質珪質岩中に胚胎する。現在の鉱山位置は、坑口が崩れ落ち、わずかに坑口の天盤で網状脈を観察できるに過ぎない。小規模な鉱化帯である。

Maden 山鉱山：鉱山は Karşılar 部落の北北東 1.3 km、Maden 山の山頂より南東 400 m に位置し、標高は 1,640 m である。付近の地質は緑色片岩、結晶質石灰岩から成る。緑色片岩は、走向 N 30°E、傾斜 10°西落しの構造を示す。10 m × 15 m 規模の露天堀の跡があり、研、カラミなどによって埋められているため、現在の深さは 3 m である。鉱体は、結晶質石灰岩と緑色片岩の境界部に発達している。鉱体の上盤は緑色片岩で下盤は石灰岩である。露頭には、緻密、塊状の褐鉄鉱、赤鉄鉱から成る焼けが見られる。また肉眼では、スカルン鉱物（透輝石、緑閃石）の共生も見られる。磁鉄鉱、鉛、亜鉛などの鉱石鉱物は観察されなかった。鉱床の規模はあまり大きくなく、ポケット状の濃集体であろう。鉱床生成期は、Karşılar 石英閃緑岩の貫入にともなうと推定されるので新第三紀中新世であろう。

Venk 鉱山：Venk 鉱山は Venk 部落の西南 500 m の距離にあり、標高 1,450 m で、東斜面に面している。山道より 5 m 程左側（河沿）に降りた場所である。鉱床は緑色片岩を挟む泥質片岩中に胚胎される。周辺の片岩の構造は N 50°W、北落し 30 度である。

鉱床付近には、採掘された研が散在している。幅 2 m × 長さ 7 m × 高さ 2 m の走向方向（

山手)に延びた坑道が残っている。鉍石は多孔質、塊状である。肉眼では、褐鉄鉍や水酸化鉄、石英などが観察され、それらは貝殻状構造を示す。鉍石鉍物は、方鉛鉍(0.5×1cm)がまれに観察された。鉍山の付近には、鉍化と関係したと思われる火成岩は見られないが、西方約2kmにPokir石英閃緑岩が露出している。しかしながら、この岩体には変質作用は見られない。古生層は非常に安定しており、また、本鉍山付近以外には焼けが見られない。これらのことから、本鉍床は古生層中にスポット的に進入した火成岩によって形成された鉍のうと考えられる。鉍床生成時期は、周辺に露出する貫入岩から、新第三紀中新世であろう。

Garıpuşağı 鉍化変質：Garıpuşağı 部落はMamlis 部落の北東3kmに位置し徒歩で約1.5時間を要する。Garıpuşağı 鉍化帯は石英安山岩中に認められる。石英安山岩はDüzpelit 層中の熔岩円頂丘状の岩体で珪化作用、黄鉄鉍々染が著しく、局部的に赤鉄鉍の網状細脈を観察することが出来る。石英安山岩はBulanık石英閃緑岩々体の北縁に沿って400m～500m離れ略々E-W方向に分布し、分布範囲は延長部約2.0km、最大0.5kmを示す。この石英安山岩は珪化と弱い粘土化を受け節理が発達、赤鉄鉍が鉍染および細脈として認められる。特に黄鉄鉍々染の著しい個所はGarıpuşağı 部落付近と部落の上流Garip沢沿いに見られる。赤鉄鉍の網状細脈の認められた地域はGarıpuşağı 部落の西に当り、石英安山岩々体の西域部に位置する。

石英安山岩々体の北側周辺部で採取した粘土質な試料(TSR 550)では加水セリサイトとわずかにカオリンの存在がX線回折により確認された。また、石英安山岩々体の南側にはBulanık石英閃緑岩が発達、当岩体による変質も強く受けている。即ちBulanık石英閃緑岩中には銅・鉛・亜鉛・石英脈がN-S走向に走り、Garıpuşağı 部落東側には石英・セリサイト変質帯が同方向に走っている。これらの変質はBulanık石英閃緑岩周辺部の広範囲に及ぶ変質帯のものであると考えられる。以上のことよりGarıpuşağı 地域にはMamlis 地域のような褐鉄鉍の優勢な焼けは見られず石英・セリサイト変質帯と珪化および赤鉄鉍・黄鉄鉍鉍化作用を主とすると考えられる。

Konak 沢鉍化変質帯：Köri 旧鉍山南部のKonak 沢付近では熔岩円頂丘状の石英安山岩が700m×400mの範囲に分布している。岩体の北側は貫入状であるが南側では熔岩流をなしている。岩体自体は白色変質し黄鉄鉍の鉍染と孔雀石のステインとが認められる。本岩体の南はBulanık石英閃緑岩と接しているため、この岩体の影響もあるかと思われるが、本

岩体全体が変質して付近の他の鉍化と異なるため区別した。

Siliç 変質体：調査地域南西部の Siliç 部落一帯に変質帯がみられる。この変質帯は Sin 石英安山岩の貫入にともなうもので、白色粘土化し、若干の黄鉄鉍の鉍染を伴っている。この黄鉄鉍が酸化し、地表は褐色化している。変質帯の規模は Sin 石英安山岩とその周辺の母岩（Bentepe 層の石灰質泥岩）に限られている。

この地域の調査時には、たまたま Munzur 川にそって幹線道路より Siliç 部落に達する自動車道路が出来あがり、この道路で変質、鉍化状況が見られ、焼け、変質とも地表より、道路の切り割りで弱く、地表から下ると急激に弱くなる傾向が把握された。

Bilfer 社でおこなった化探では、当地域から銅、亜鉛、モリブデン等の異常値が得られているため、100 m スパンで土壌採取をおこなった。しかしながら、地表の概査では、かなりの侵蝕が進んでいることが明らかとなり、鉍化のポテンシャルは低いと判断された。

Mehmet 変質帯：Mehmet 部落は、調査地域のほぼ中央に位置し、この部落一帯に変質と焼けが見られた。変質帯は、北側では Bulanık 石英閃緑岩が広く分布、南側は未変質の Düzpelit 層が分布し、これらには含まれた部分である。母岩は、石灰質泥岩、石灰岩等からなる Bentepe 層である。この変質帯は Kört 鉍山から南東に伸びる変質帯等と似ており、いずれも Bulanık 石英閃緑岩岩体周辺に見られる一連の鉍化変質帯である。

3-5 Tunceli 地区地化学探査結果

初年度の写真地質解析結果にもとづき抽出された鉍化変質は鉍床タイプとしてボーフィリーカッパーが考えられたため地化学探査の指示元素として銅・鉛・亜鉛、モリブデンを選んだ。試料の採取は河川堆積物と土壌で、河川堆積物は概査地域のなかから、これまで河川堆積物の試料採取を実施していない概査地域東部の 220 km² を対象とした。土壌試料の採取は第三紀火山活動の中心をなす Karataş から Kakkıl にかけての隆起部（NWW～SEE 方向）と、これより以北に貫入している Bulanık 石英閃緑岩の分布している一帯でなされた。

河川堆積物試料は 1ヶ/km² を基準とし主要河川で採取した。土壌試料の採取方法は Ridge and Spur 法によりなるべく等間隔で採取するように努めたが、鉍化変質の注目される Mamliş

Sin, Siliç 地域では 100 m 間隔, その他の地域では 300 m 間隔となった。採取地化探試料は下記の通りである。

Table 3-2 Geochemical Prospecting in Tunceli District

Year	Sample	Area	Locations	Average
1978	Stream Sediments	220 km ²	225	1/km ²
1978	Soil	115 km ²	1,561	13/km ²
1979	Soil	50 km ²	620	12/km ²
1980	Soil	5 km ²	98	15/km ²

地化学探査試料の分析結果, 河川堆積物の採取地域内では A, B ランクにあたる高異常値は見つからず, また地質調査結果からも注目される鉍化変質は把握できなかった。

土壌試料は 1978, 1979 年度と 2 年度にわたり採取しており, 2 年度の合計試料 2,281 ケで再計算した結果にもとづき作成した異常図を Fig 3-2 に示した。なお累積度数分図は Fig 3-3, 後背値, しきい値, 偏差値などは Table 3-3 に, そして 4 元素間の相関係数は Table 3-4, 相関図は Fig 3-4 に示した。

土壌試料による地化学探査の結果は地質調査結果ともよく一致し, Kört 鉍山, Mamlis 鉍山周辺の石英閃緑岩に付随した異常そして Sin 鉍化帯周辺の石英安山岩に付随した異常が第一級である。

1980 年には 3 ケ所の地域で計 5 km² のなかから 98 ケの土壌試料を採取し, 1978 年度地質調査, 地化学探査のなかから特に興味ある異常域に対しチェック作業を実施した。この結果 Sin 鉍化帯の西方 Meterisler において興味ある鉍化変質帯の詳細を確認することができた。

以上の結果より次のようなことが明らかとなった。

- (1) 土壌試料により得られた異常域は Karataş ~ Kakbil 隆起部の Sin 石英安山岩, Çet 石英安山岩の分布域の中と Bulanık 石英閃緑岩分布域の周辺部である。
- (2) 第一級 (A ランク) の異常の認められたのは Sin, Mamlis, Kört で銅, 鉛, 亜鉛いずれの異常も認められた。
- (3) 当地域における地化学探査異常域の中心は Sin と Mamlis そして Kört 地域であり, 周辺部に B ランクの異常が認められる。この B ランク異常は主として隆起部付近に分布する貫入岩類に関係したものである。

Table 3-3 Background and Threshold Value

	Population (N) 2.181			
	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Mo ppm
Background value (b)	52	66	116	2.2
Geometric diviation (s')	2.500	2.500	2.456	2.863
Standard diviation (s)	0.397	0.397	0.390	0.456
Threshold value (t)	290	375	560	15.0
*1 Supplementary threshold value (t')	150	185	295	6.8
Supplementary threshold value (2t)	580	750	1,120	30.0

*1: t' is the value either equal to or less than 10% of cumulative frequency percentage of "t value" or corresponds to less than 16% of the highest value of total number of cumlative frequency.

Table 3-4 Correlation Coefficient of Geochemical Elements

	Cu	Pb	Zn	Mo
Cu				
Pb	0.3795			
Zn	0.4143	0.4299		
Mo	0.0659	0.0027	0.1492	

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION

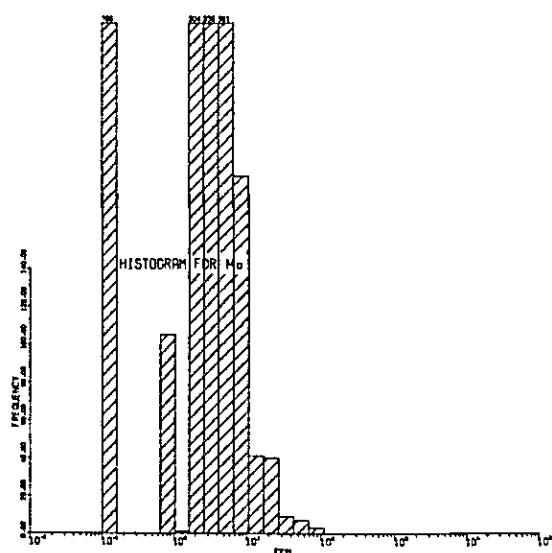
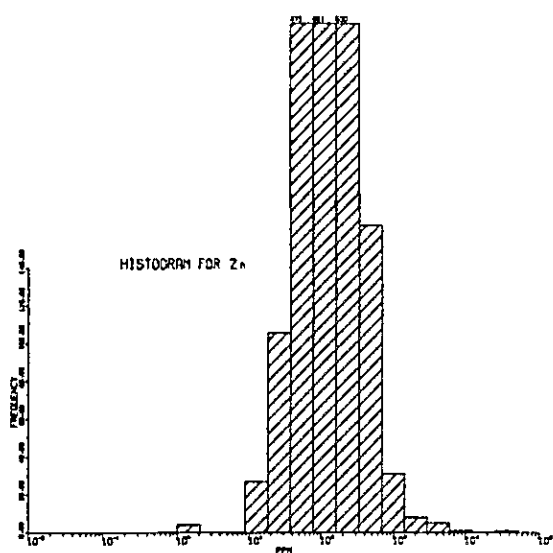
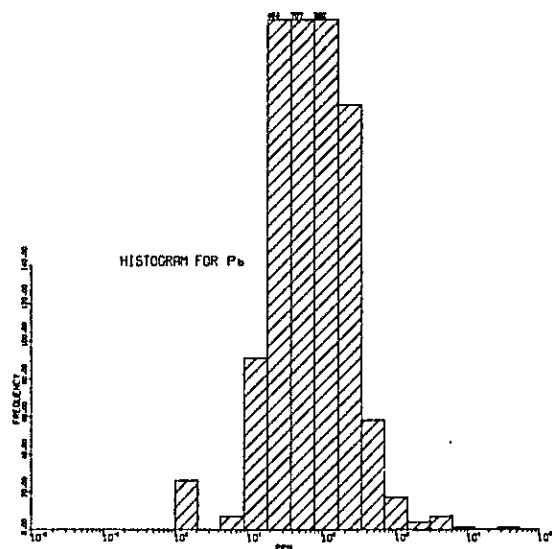
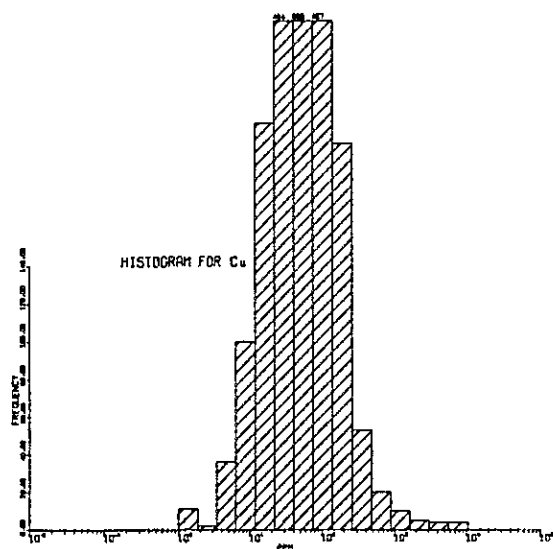
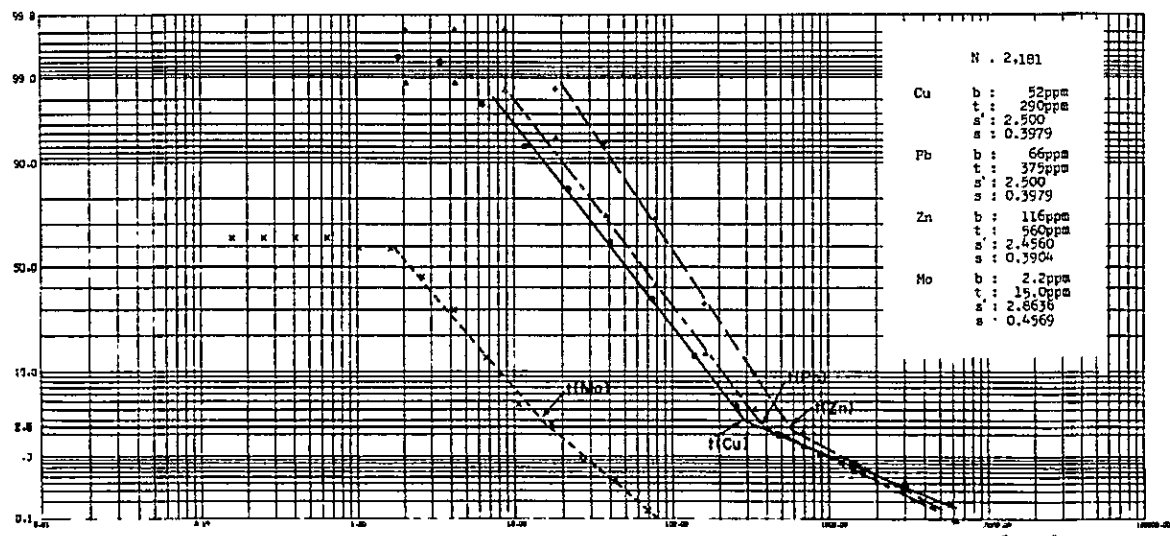
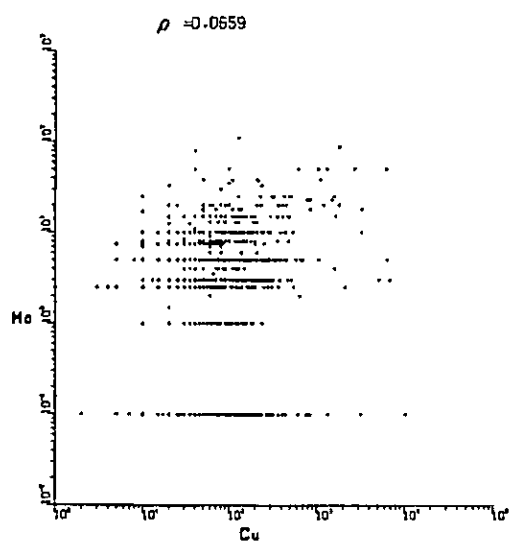
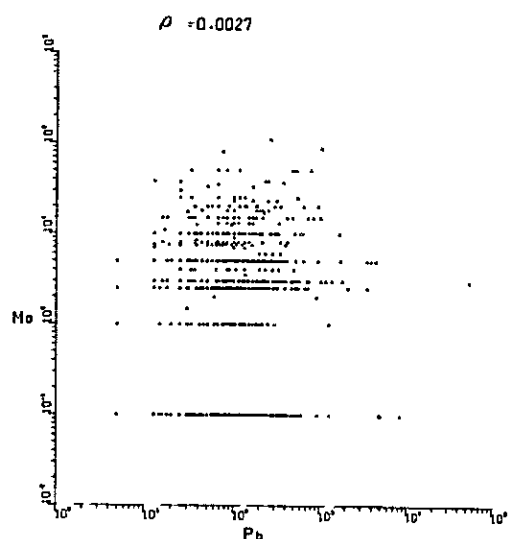
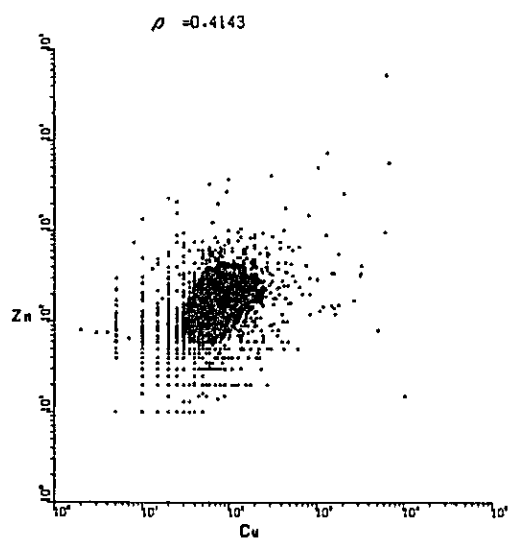
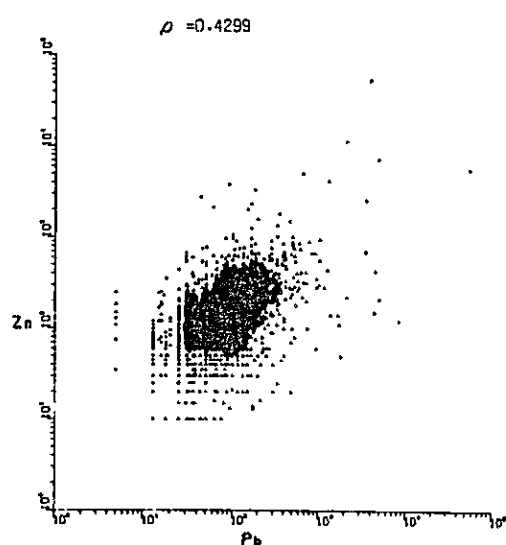
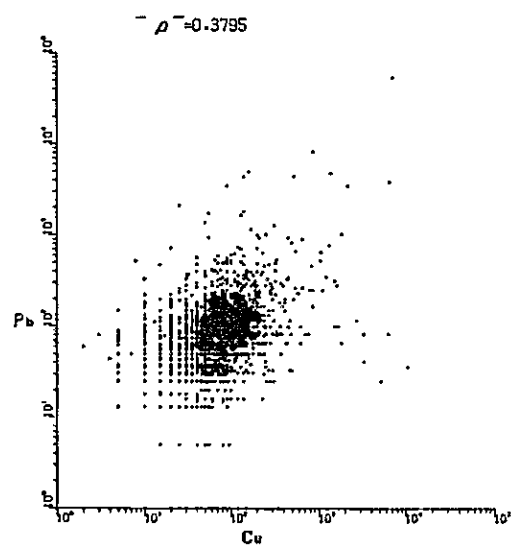


Fig. 3-3 Cumulative Frequency Distribution and Histogram of Geochemical Contents



ρ : Coefficient of correlation

Fig. 3-4 Correlation of Geochemical Contents

3-6 Mamlis, Sin地域の物理探査(I P法)

3-6-1 調査経緯

1978年度のTunceli地区地質調査および地化学探査によって、Mamlis, Sinの両地域に鉱床の胚胎が期待される有望な鉱化変質帯、および地化学探査の異常が把握された。

Mamlis地域においては、石英閃緑岩中及びその岩体の周辺部に鉱脈型の鉱化作用が、また石英安山岩質火山砕屑岩(Düzpelit 層)中に網状型の鉱化作用が把握されている。特に後者は、強い酸化作用を受けて完全に褐鉄鉱化しており、下部に初生硫化鉱物が期待される。

Sin地域においては、Sin石英安山岩の貫入に伴い、岩体と周辺部の堆積岩類が変質を受け、これらの中に鉱化作用が認められる。特にSin部落の南東約1 kmのSin鉱山露天掘跡およびその周辺では、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱を伴う有望な鉱化変質帯を把握している。

これらのことからMamlis地域、Sin地域において、上記鉱化変質帯の規模および鉱況を把握し、さらに深部地質情報を得ることを目的とする物理探査(I P法)が計画された。調査の規模は、両域合計面積約6 km²、測線総数28本、測線総延長53.6 kmである。

現場作業は、1979年6月19日より開始し、同年9月27日終了した。データ整理はTunceli-Camp およびAraklıにある東部黒海支所で実施したが、見掛比抵抗の地形補正岩石試料のI P測定およびシミュレーション解析は、日本において実施した。

3-6-2 測定方法および使用機器

I P法には可変周波数法(Frequency domain Method)とパルス法(Pulse Method)の2通りの方法があるが本調査では、現在広範囲に用いられている周波数法を採用した。

I P法で扱われるデータとしては周波数効果(Frequency Effect 以下 Eと略す)、見掛比抵抗(Apparent Resistivity 以下 A Rと略す)、金属伝導係数(Metal Conduction Factor 以下 M Fと略す)であるが、これらについて簡単に述べる。

周波数効果(F E)：周波数法におけるF Eは、2種類の周波数における比抵抗値の差を百分率で表現するもので、Wait (1959年)が次式で定義している。

$$F E = \frac{\rho(f)_{f \rightarrow \infty} - \rho(f)_{f \rightarrow 0}}{\rho(f)_{f \rightarrow 0}} \times 100(\%) \quad (1)$$

本調査では 3 Hz と 0.3 Hz における見掛け抵抗 $\rho(3\text{ Hz})$, $\rho(0.3\text{ Hz})$ を用いて次式により算出している。

$$F E = \frac{\rho(3\text{ Hz}) - \rho(0.3\text{ Hz})}{\rho(3\text{ Hz})} \times 100 (\%) \quad (2)$$

見掛け抵抗 (AR) : Dipole - Dipole 電極配置による見掛け抵抗は次式により算出される。

$$\rho = \pi a \cdot n(n+1)(n+2) \frac{V}{I} (\text{ohm} \cdot \text{m}) \quad (3)$$

ここに a : 電極間隔 (meter)

n : 電極隔離係数

V : 受信機の入力電圧 (Volt)

I : 送信機の実出力電流 (Amp)

π : 円周率 (3.14159.....)

本調査では 3 Hz における見掛け抵抗 $\rho(3\text{ Hz})$ を算出した。

金属伝導係数 (MF) : 野外での測定の結果得られるデータは上記 FE, AR であるが、硫化鉱床では一般に高 FE, 低 AR を示すことが多く、これらの特徴をさらに強調させるために (2), (3) 式を用いて MF を定義している。

$$M F = \frac{F E}{\rho(3\text{ Hz})} \times 1000 \quad (4)$$

本調査で実施した測定方法の諸元を次に記載する。

	Mamlis 地域	Sin 地域
測 線 方 向	N 6.5°W	N 66.5°W
基 線 方 向	N 83.5°E	N 23.5°E
測 定 方 式	可変周波数法	可変周波数法
使 用 周 波 数	30 ~ 0.3 Hz	3.0 ~ 0.3 Hz
電 極 配 置	Dipole - Dipole	Dipole - Dipole
電 極 間 隔	100 m, 50 m * 1	100 m
測 線 間 隔	200 m	100 m
電極隔離係数	n = 1 ~ 5	n = 1 ~ 5

	Mamlis 地域	Sin 地域
電極移動間隔	100 m, 50 m*1	100 m
測線数	12 測線	16 測線
測線長	26.6 km	27.0 km
測点数	1,150 点	1,030 点

*1 Line W₃ (8~18), Line W₄ (8~18) で実施。

測定機器：本調査で使用された測定機器は下記の通りである。

Mamlis 地域

(送信機) 名称・型式：IP 方形波発振器 Model T2800

製 作 所：Geotronics Co. 米国

1 次入力電圧：95~120 V, 400 Hz

出 力 電 圧：95~800 V

出 力 電 流：0.05~2.0 A

周 波 数：0.1, 0.3, 1, 3, 10 Hz

(受信機) 名称・型式：Phase Lock IP 受信器 Model 5280

製 作 所：Geotronics Co. 米国

入 力 電 圧：10 μ V~1 V 11 段切換

入力インピーダンス：10 M ohm

時 定 数：2.6, 15, 60, 150, 600 秒

(電 極) 電 流 電 極：ステンレススチール棒

電 位 電 極：多孔質電極壺 (飽和硫酸銅溶液)

(発電機) 型 式：Mark II - 400

製 作 所：McCulloch 米国

出 力：115 V 400 Hz 2kw

Sin 地域

(送信機) 名称・型式：IP 方形波発振器 Model T2800

製 作 所：Geotronics Co. 米国

1 次入力電圧：95~120 V, 400 Hz

出力電圧：95～800V

出力電流：0.05～20A

周波数：0.1, 0.3, 1, 3, 10, Hz

(受信機)名称・型式：IP受信機 Geomite Model R401

製作所：Geotronics Co. 米国

入力電圧：9.0 μ V～10V 6段切換

入力インピーダンス：10M ohm

時定数：2, 6, 15, 60, 150, 600 sec

(電極)電流電極：ステンレススチール棒

電位電極：多孔質電極壺(飽和硫酸銅溶液)

(発電機)型式：Mark II-400

製作所：McCulloch 米国

出力：115V, 400Hz, 2kw

3-6-3 Mamlis 地域の調査結果

岩石試料のIP測定結果：Mamlis 地域においては33個の岩石試料を採取し、FE、比抵抗の測定を実施した。測定結果をFig 3-5に記載した。また、岩種別に分類し、最大値最小値を除いたFE値、比抵抗値の分布範囲および平均値は次の通りである。

岩石名	FE(%)	平均値	比抵抗 (ohm-m)	平均値
鉍石	18.7～49.2	(35.0)	10～64	(37)
ゴッサン	3.8～5.2	(4.5)	525～1,910	(1,010)
閃緑岩	2.6～4.3	(3.2)	634～3,850	(1,750)
石英安山岩	2.5～3.1	(2.8)	142～493	(318)
珪質岩	1.1～2.3	(1.5)	192～674	(336)
凝灰岩	0.8～1.7	(1.2)	76～332	(162)
斑岩	4.9		3,470	

岩石試料のIP測定結果から次の事項が指摘される。

FE：(1) 鉍石の平均値は35%で、他の試料に比べて著しく高く、花崗閃緑岩にCu-Pbの細脈がある試料でも20%前後のFE値を示している。

(2) ゴッサンは比較的lowく、2.6～5.2%の範囲にあり、母岩に比べて若干高い程度である。

(3) 閃緑岩は平均値3.2%で母岩としては比較的高い。これは黄鉄鉱の鉱染を受けた試料が多く、それが平均値を高めているものと考えられる。

(4) 本地域に広く分布する凝灰岩は、1～2%である。

(5) 斑岩は、1個であるが4.9%の比較的高い値を示している。この試料の近くで採取された珪質石英安山岩も3.1%と他の試料に比べ若干高いことから、鉱化作用の影響が考えられる。

比抵抗：(1) Fig 3-5からも明らかなように、鉱石は50 ohm-m以下の低比抵抗値を示すが、他の試料は、相互に重複して75～5,600 ohm-mの範囲に分布している。

(2) ゴッサン、閃緑岩は、比較的高く、平均値がそれぞれ1010, 1750 ohm-mを示している。一方、石英安山岩、珪質岩の平均値は、それぞれ318, 336 ohm-mと比較的低い。凝灰岩はさらに低く162 ohm-mの平均値を示している。

(3) 珪質岩は、比較的低い比抵抗値を示し、珪化作用は、比抵抗にさほど影響を与えていないものと推定される。

(4) 岩種毎の比抵抗は広範囲に分布し、しかも、重複しているため岩種による有意差があるとは言い難い。したがって比抵抗による岩石分類は困難であると考えられる。

調査結果：野外調査で得られた測定値は、各測線毎に周波数効果 (FE)，見掛比抵抗 (AR)，金属伝導係数 (MF)，および地質断面を断面図に表示した。また、平面図としては、FE, AR, MFについて、深度別に地表下100 m (n=1)，200 m (n=3) 300 m (n=5) の3レベルを表示した。さらにFE, ARについては、立体的な考察を容易にするため、パネルダイヤグラムを作成している。

これらの結果と地質データ、岩石試料のIP測定の結果等を考慮し、解析した結果、つぎの異常が把握された。

弱異常～異常帯 (2.5%以上) は、次の5ヶ所に把握された。

- A) Aşağı Mamış 部落周辺 (FE-I 異常)
- B) Sivri Kaya 北 部 (FE-II 異常)
- C) Haydar Tepe 南 東 部 (FE-III 異常)
- D) Haydar Tepe 西 南 部 (FE-IV 異常)

E) Mamlis Maden 南部 (F E - V 異常)

これらの異常の分布範囲、特徴および地質との相関等について述べる。

A) Aşağı Mamlis 異常 (F E - I 異常)

- (1) F E 異常のパターンによると広範囲な鉍染帯、粘土化帯の発達が推定される。
- (2) F E 2.5 % 以上の異常域は、石英閃緑岩中の黄鉄鉍々染、珪化、粘土化変質帯にほぼ一致する。Line E₆ の石英閃緑岩の分布域では、A R が岩石試料の比抵抗値より低いことから、東部に変質帯が発達するものと推定される。
- (3) 本異常は N W - S E の分布を示し、F E 異常の状況から北方への発達が期待される。
- (4) 深部への連続性は余り期待できない。

B) Sivri Kaya 北部異常 (F E - II 異常)

- (1) 石英安山岩質火山砕屑岩の分布域に把握された異常で、F E 3 % のコンターはゴッサンの範囲とほぼ一致する。東部では、深部へ連続する可能性が推定される。
- (2) ゴッサンの下部に初生硫化鉍物が胚胎する可能性は少い。

C) Haydar Tepe 南東部異常 (F E - III 異常)

- (1) ゴッサンに対応する異常で、Line E₂ ~ Line E₆ 間で E - W 系の連続性が認められる。
- (2) 異常源の胚胎深度は、Line E₂ , E₃ では浅く、Line E₄ , E₅ では深い。さらに東部の Line E₆ で再び浅くなっているものと考えられる。また鉍床の賦存状態は地質調査の結果によると南に若干傾斜すると予想されているが、シミュレーションでは確認できなかった。
- (3) 地質調査の結果では、本異常の西部 Line W₁ ~ Line W₂ に最も良いゴッサンが確認されている。しかしこのゴッサンに対応する異常は検出されず、したがってゴッサンが下部に連続発展する可能性は少ないものと推定される。
- (4) ゴッサンの下部で初生硫化鉍物の期待される部分は、Line E₄ 又は、Line E₅ の No 16 ~ 17 である。

D) Haydar Tepe 南西部の異常 (F E - IV 異常)

- (1) 調査地域南西端で把握された異常で、異常全体が把握できなかったが、西部および南部への発展が期待される。
- (2) 浅部の異常源によるもので、深部の状況は推定し難い。

E) Sivri Kaya 南西部の高 A R 帯

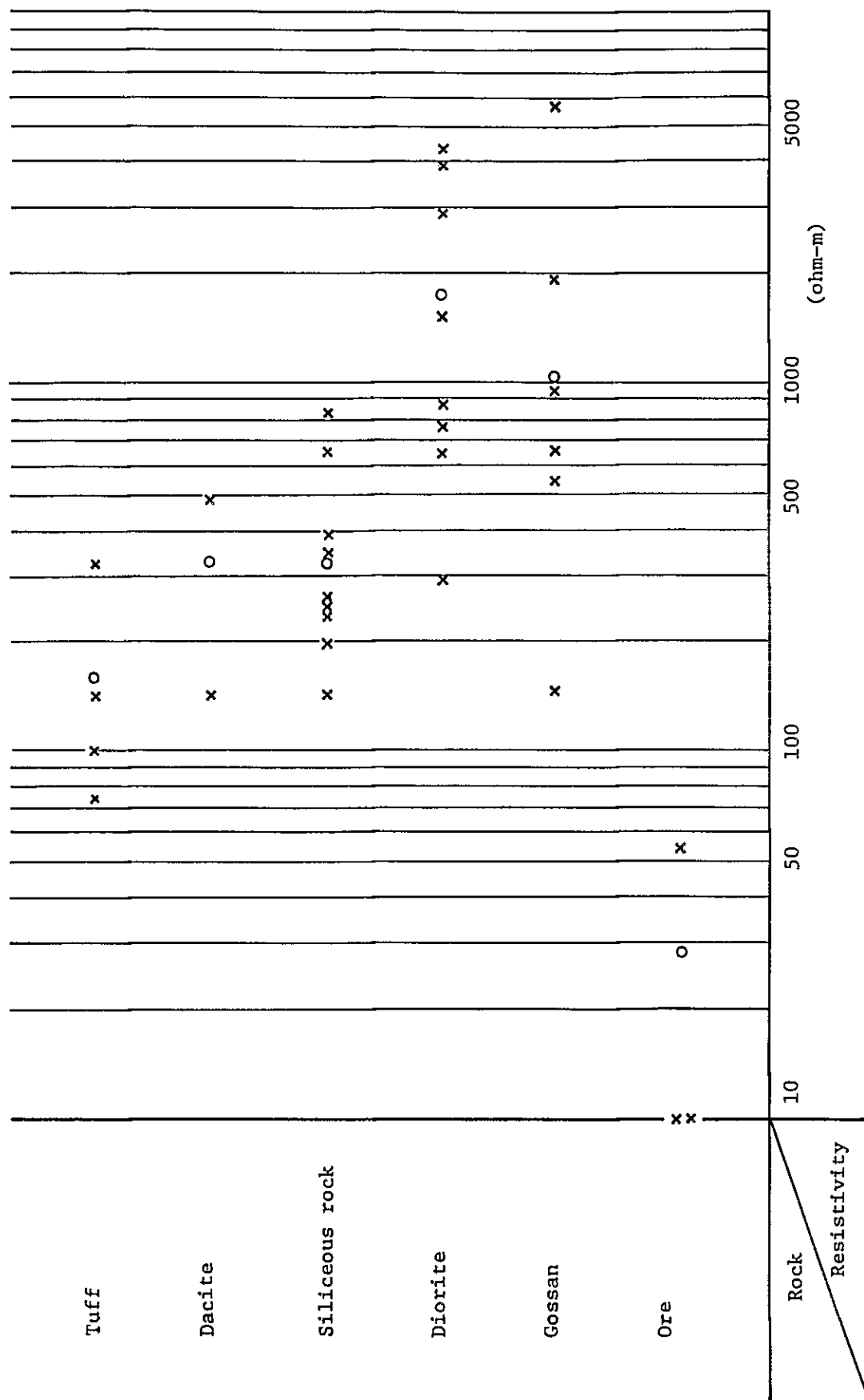
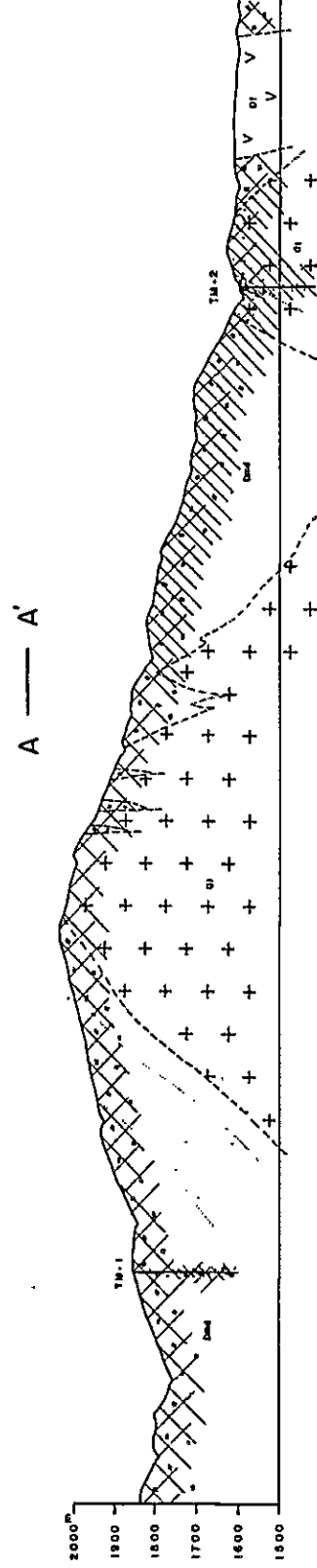
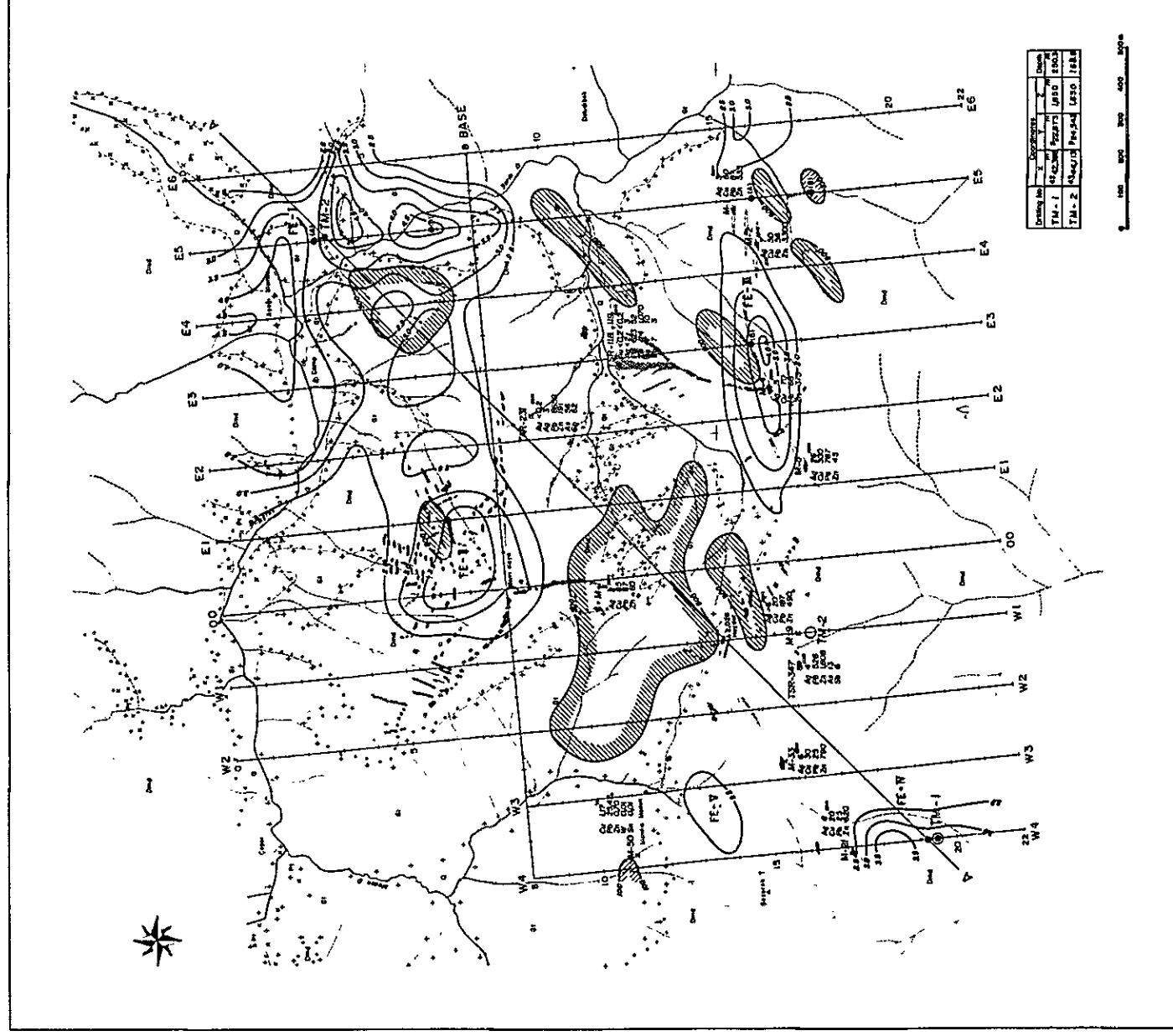


Fig. 3-5 Distribution Range of Resistivity in Laboratory Measurements (Mamlis Area)

Fig. 3-6 Interpretation Map of Mamalis Area



- (l) Sivri Kaya 南西部の 500 ohm-m 以上の高 A R 帯は、石英閃緑岩の分布に一致する。しかし F E 異常が把握されないことから深部には鉍化変質を受けてない新鮮な岩体が発達するものと予想される。

F) Mamlis 鉍山に関連する事項

- (1) 電極間隔 100 m では、明瞭な異常として検出されず、50 m 間隔での測定で把握されており、特に Line W₃ (8-18) では明瞭な異常が捕捉されている。しかし Line W₄ (8-18) では、極めて弱い異常となっているので西方への発展は期待できない。

今後の探鉍方針

- (1) 本調査で抽出された異常を確認するためには下記試錐探鉍を希望したい。

ランク	異常名	試錐位置	方向	深 度
A	F E - III	Line E ₅ № 16~17	垂直	250 ~ 300 m
A	F E - I	Line E ₅ № 4 ~ 5	垂直	100 ~ 150 m
B	F E - IV	Line E ₄ № 19~20	垂直	200 ~ 250 m
B	F E - III	Line E ₂ № 15~16	垂直	250 ~ 300 m
B	F E - I	Line E ₅ № 7	垂直	100 ~ 150 m
B	F E - III	Line E ₅ № 18	垂直	250 ~ 300 m

- (2) 北東部で得られた F E - I 異常の全容把握のため北および東へ地域を拡大し I P 探査を継続することが望まれる。
- (3) 南東部で把握された F E - IV 異常は西部および南部への発展が期待されるので、全容把握のため I P 探査の継続が望まれる。

3 - 6 - 4 Sin 地域の調査結果

岩石試料の I P 測定結果：Sin 地域においては、27 個の岩石試料について F E と比抵抗の測定を実施した。測定結果を Fig 3 - 7 に示す。また、岩種別に分類し、最大値および最小値を除いた F E 値、比抵抗値の分布範囲および平均値は次の通りである。

岩石名	F E (%)	平均値	比抵抗 (ohm-m)	平均値
鉍 石	2.9 ~ 18.2	(8.2)	1,580~3,280	(2,200)
石英安山岩	1.6 ~ 3.5	(2.6)	185~3,160	(903)
凝 灰 岩	1.1 ~ 1.9	(1.5)	196~ 217	(207)
石 灰 岩	1.4 ~ 2.4	(1.9)	773~1,810	(1,290)
泥 岩	0.7 ~ 2.1	(1.3)	258~1,530	(746)

物性測定の結果から，Sin地域に分布する岩石のF E，比抵抗の特徴として，次の点が指摘できる。

F E：(1) 鉍石は2.9～18.2%の範囲に分布するが，Mamlis地域や一般の鉍石より低い値を示している。これは，酸化鉍物が多いためと推定される。

(2) 石英安山岩，凝灰岩，石灰岩，泥岩のF E値は，0.7～3.5%の範囲にあり黄鉄鉍，赤鉄鉍－石英脈の認められる試料は若干高い傾向を示している。

比抵抗：(1) Sin地域の岩石試料の比抵抗値は64～8,550 ohm-mの範囲に分布する。特に石英安山岩，泥岩は，広い比抵抗分布を示している。

(2) 鉍石は，1,000 ohm-m以上の値を示すが，母岩が珪質な石英安山岩であること，強い酸化作用のため酸化鉍物が多いことなどが高比抵抗を示す原因と考えられる。

(3) 石灰岩および凝灰岩は，試料数が少ないが，傾向としては石灰岩が高比抵抗（1,000 ohm-m内外）で，凝灰岩は低比抵抗（200 ohm-m内外）である。

(4) Sin地域の比抵抗特性から判断すると比抵抗による岩石分類は，困難と考えられる。

調査結果：野外調査で得られた値は，Mamlis地域と同様に各測線毎に周波数効果（F E）見掛け比抵抗（A R），金属伝導係数（M F）および地質断面を断面図に表示した。

また，平面図としては，深度別にF E，A R，M Fについて地表下100 m（n=1），200 m（n=3），300 m（n=5）の3レベルを表示した。さらにF E，A Rについては，立体的な考察を容易にするため，パネルダイアグラムを作成している。

これらの結果と地質データ，岩石試料のI P測定の結果等を考慮し，解析した結果次の4個所でF E異常が抽出された。

A) 地域中央部の異常（F E－I異常）

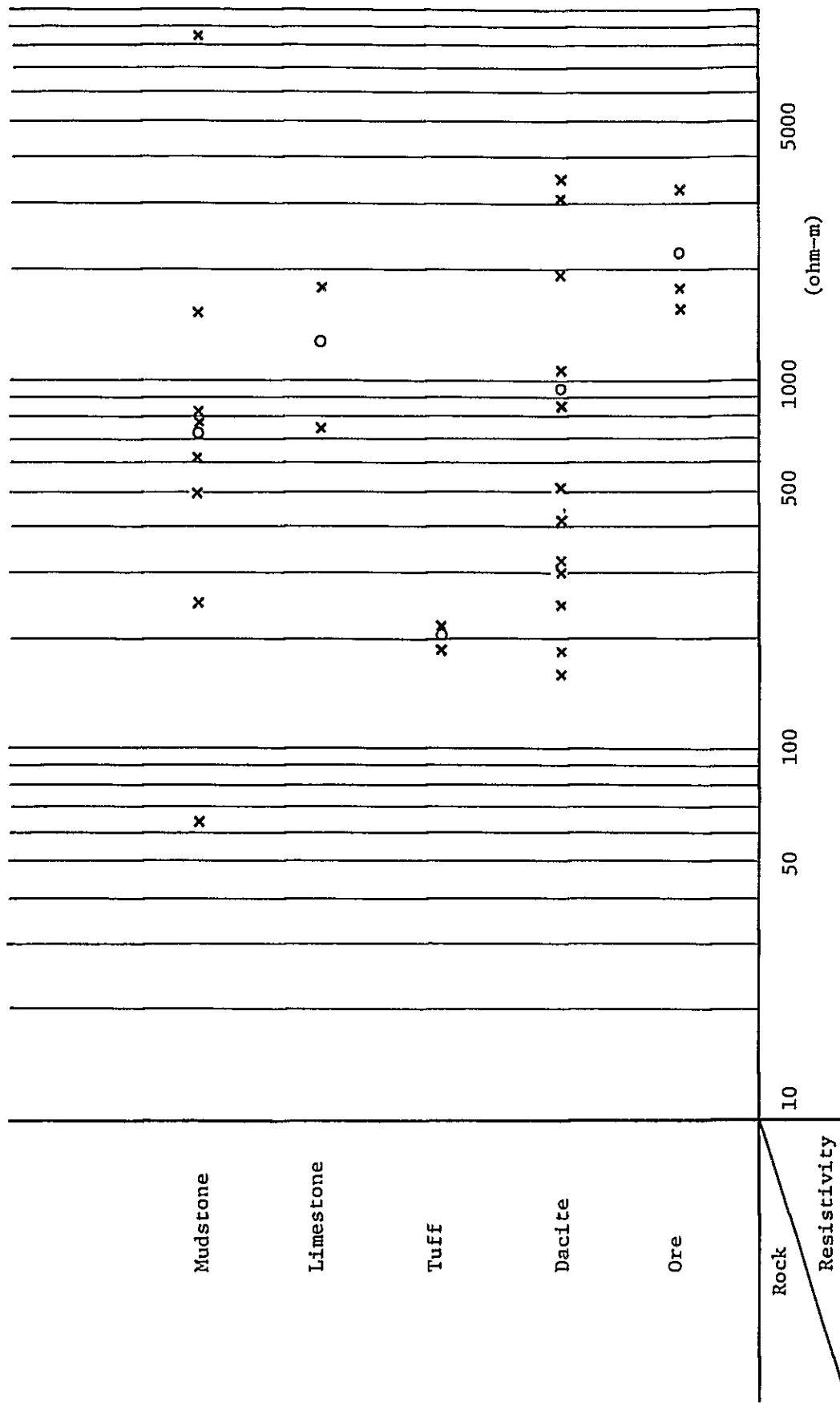


Fig. 3-7 Distribution Range of Resistivity in Laboratory Measurements (Sin Area)

B) 地域南東部の異常 (F E - II 異常)

C) 地域南西部の異常 (F E - III 異常)

D) 地域中央西部の異常 (F E - IV 異常)

これらの異常の分布範囲，方向性，深部での状況および地質との対応について，断面図および平面図により定性的な解析を実施した。また，これらの異常の定量的解析に関しては，電子計算機を用いるシミュレーション解析を実施し，F E 値，比抵抗値，胚胎深度等を推定した。ここでは，これらの結果について要約し，さらに今後の探鉱について述べる。

A) 地域中央部の異常 (F E - I 異常)

(1) Sin 鉱山の露天掘跡周辺の鉱化帯による異常で，シミュレーションによると西落しの高 F E ゾーン (F E 20 % ，比抵抗値 1,500 ohm-m) が推定される。

(2) この異常は，南及び西に向って深度を増しながら連続するものと推定され，深部では，それぞれ F E - II ， F E - III 異常に連続している。

B) 地域南東部の異常 (F E - II 異常)

(1) Line S₂ №13 の深部に認められた異常で，F E 値も大きく，まともの良の有望な示徴を形成している。シミュレーション解析の結果によると №12～13 の地表下 200 m 以深に F E 20 % ，比抵抗 1,500 ohm-m のゾーンが推定される。

C) 地域南西部の異常 (F E - III 異常)

(1) Line S₂ の №5～7 ， Line S₃ の №6～8 の下部に認められた異常である。

(2) シミュレーション解析の結果によると，Line S₂ の №6～7 に F E 20 % ，比抵抗 1,500 ohm-m のゾーンが推定される。

D) 地域中央西部の異常 (F E - IV 異常)

(1) Line N₁ ， №5～9 ， Line N₂ ， №6～9 に検出された異常で，地表で把握された鉱化変質帯に対応するものである。

(2) シミュレーション解析の結果によると，Line N₁ ， №7～9 で F E 20 % ，比抵抗 1,500 ohm-m のゾーンが推定される。

今後の探鉱方針

(1) 抽出された異常を確認するため下記の試錐探鉱を希望したい。

ランク	異常名	試錐位置	方向	深 度
A	F E - II	Line S ₂ №12～13	垂直	250 m

ランク	異常名	試錐位置	方向	深 度
A	F E - II	Line S ₂ № 6 ~ 7	垂直	2 5 0 m
B	F E - I	Line S ₁ № 10 ~ 12	垂直	2 0 0 m
B	F E - IV	Line N ₁ № 7 ~ 8	垂直	2 0 0 m
C	F E - I	Line S ₁ № 13 ~ 14	垂直	2 0 0 m

(2) F E - II 異常は南への発達が期待されるので、調査地域を南へ拡大することが望まれる。

(3) 東部に認められる小規模な網状脈確認のためには、電極間隔 5 0 m 程度の精密 I P 探査が考えられる。

3 - 7 Sin, Mamlis 地域試錐探査

3 - 7 - 1 試 錐 目 的

Tunceli 地区の Sin, Mamlis 両地域で 1978, 1979 年度に実施した地質調査、物理探査 (I P 法) の結果認められた銅、鉛、亜鉛鉱化帯の下部探鉱と地質構造の解明を目的として実施した。Sin 地域は 3 孔、試錐延長 7 5 0 m、Mamlis 地域では 2 孔、試錐延長 500 m をそれぞれ計画した。

3 - 7 - 2 作 業 概 要

試錐探鉱は 1980 年 6 月 12 日 に作業を開始し、11 月 9 日に終了したが、この期間に掘さくした孔数は 5 孔で総掘進延長は 1,175.70 m である。作業は日本人技術者 3 名とトルコ人技術者 1 名、機長 3 名にて 3 班を編成し、3 台の試錐機 (Atlas Corp, D-750) を使用して主として 1 方制で実施した。掘進は、表土の部分はトリコンビットにより、次いで NQ-WL, BQ-WL にてコアリングを実施した。試錐の結果は、一部の破砕帯および軟弱層において孔壁の崩壊、逸水等が発生したため、掘進能率、岩芯採取率ともに低率であった。

各孔別の試錐箇所および掘進延長は Table 3 - 5 のとおりである。

Table 3-5 List of Drill Holes in Sin and Mamlis Areas

Drilling site	Drilling number	Direction inclination	Total drill length	Core recovery rate
Sin	TS-1	-90°	250.50 m	100 %
Sin	TS-2	-90°	250.50	82.5
Sin	TS-3	-90°	255.80	84.0
Mamlis	TM-1	-90°	250.30	99.8
Mamlis	TM-2	-90°	168.60	78.6
Total	5 holes		1,175.70	90.0

3-7-3 試錐作業

設営および機材搬入：作業実施に先だってキャンプ設営，車輛類，人夫の手配はM. T. Aの手により完了していた。6月12日より搬入路の補修，および試錐座の整地を行ない，次いで試錐機および機材をM. T. A Malatya支所とDiyarbakır支所より各試錐地点にトラックにより搬入された。Mamlis地域への移設はブルドーザーによる道路の造成後トラックにより行った。

掘進作業：試錐の対象岩石はSin地域では主として石英安山岩，泥岩，砂岩等であり，Mamlis地域では石英安山岩，閃緑岩等で両地域ともに破碎帯と粘土化帯の存在が予想された。掘進にはワイヤーライン工法を摘要し，ベントナイト泥水を使用することにした。

試錐の結果，表土の厚さは0.6 mから7.50 mの範囲であり，これらの掘進には4 $\frac{5}{8}$ トリコンビットを使用した。次いでNQ-WL，BQ-WLにてコアリングを実施した。掘進状況は，TS-2号およびTM-2号において粘土化を伴う破碎帯に達し，孔壁の崩壊と逸水が発生したが，これらの部分にはケーシングパイプの延長またはセメンテーションを行なって孔壁の保護を図りながら掘進した。他の3孔は比較的順調に掘進することができ初期の目的を達成することができた。これらの結果は全孔平均の成績で総作業1方当り3.91 m，実掘進作業1方当り5.45 mであり，コア採取率は全体平均で90.0%であった。各孔別の成績はTable 3-5に示したとおりである。

解体，搬収作業：1980年10月27日最終孔TM-2号の掘進終了後，ただちに抜管，解体作業に入り，11月9日すべての機材をトラックにてMalatyaに運搬し，MTA 倉庫に格納して現地における全作業を完了した。

3-7-4 Tunceli 地区における試錐作業について

1980年度 実施した試錐の結果から，当地域における試錐の問題点と対策についての検討結果を述べて今後の参考としたい。

試錐機の選定：効率的な掘さくを図るためには，計画深度に対して十分な能力を有する試錐機の選定が肝要である。また，地質状況によっては増掘を行うことも考慮に入れて選定する必要がある。選定に当って，最終口径をBXサイズとした場合には一段上のNXサイズで計画最終深度を掘さくできる能力を持った試錐機を充当することが望ましい。尚，高地での作業はエンジン効率の低下も考慮する必要がある。

泥水：ベントナイト泥水は石英安山岩，閃緑岩等の安定した岩石の掘進には有効であるが破碎帯および変質帯等の掘進時にはソリッド含有量が多くなり粘性および流動特性が上昇し張付が起きたり，脱水量が増加したりして泥壁形成性が悪化する。このような場合には，低粘性下で泥水機能を満たす分散解こう剤（例えばXP-20，Spersen）を加えた泥水に切替えることが必要である。

逸水対策：逸水現象はロッドストリングのバイブレーションを誘発してコア採取率の低下ダイヤモンドの過大な消耗，機器の損傷等を起こし易いのでできるだけ逸水を止めることが大切である。

少量の逸水であればベントナイトの圧入，或いはセメント注入，また，大量逸水のときは込物装填（例えば薬くず，パーライト等）が有効である。このような方法で対処できないような逸水に遭遇したときは，作業能率を考慮し，ケーシングパイプの挿入が得策であるが，この様な場合，逸水がどこまで続くかを見極めることが望ましい。逸水帯における岩石が充分コアになるものであれば，そのまま掘進を継続し逸水帯を脱した位置でケーシングパイプを挿入することが得策である。

岩芯採取率の向上：Sin, Mamlis 地域の岩質は破碎性に富み、かつ粘土化を伴う。このためコア詰りが激しいうえコア詰りの察知が難しいので粘土部分のコア採取が困難である。特に B Q サイズでのコア採取は困難であった。コア採取率の向上を図るには次の施策をこうじることが必要である。

- (1) できるだけ N Q サイズで掘進する。
- (2) 良質な泥水を使用して孔壁の保護を図るとともにスラッジを完全に排除する。
- (3) 送水量は必要最小限にとどめ、掘さく速度は早めに、ビット回転数を低めにする。コアリング器具の完全な整備と適正な使用。

ダイヤモンドビット：1980年度 使用したダイヤモンドビットは N Q, B Q のサイズでその平均ライフは N Q で 1 4.1 0 m, B Q では 1 4.1 2 m であった。当地域の岩石に対するビットライフとしては非常に低い値である。ビットライフの短い理由として掘進時のスラッジの排除が不完全であったこと、粘土化帯の掘進時にコア詰りを察知することがむづかしく掘進を続行したこと、またビットに与えた過負荷によってダイヤモンドの破損を早めたこと等があげられる。

スラッジの排除については、常に良質な泥水を使用しスラッジの排除に必要な送水量を与えることが肝要である。この場合多すぎる送水量は過大な水圧を生じ逸水、孔壁の崩壊等を誘発するので注意しなければならない。必要な送水量は孔内条件、スラッジの粒度、循環水の機能等により異なるので一概に適正送水量を数字で表わすことはできないが、スラッジの排除に必要とされる環状部の上昇流速 1.00 m/sec 以上を得るための送水量は N Q - W L ストリングで 40 l/min 以上、B Q - W L ストリングでは 24 l/min 以上である。これらの送水量を目安として掘さく条件に合った送水量を与えることが望ましい。

コア詰りについては、コアバーレル、ポンプ圧力計等の完全な整備とともに掘進状況の変化に充分な注意を向けることが大切である。

ビット負荷については、ビットに加える理論的な正味荷重は N Q で $1,500\text{ kg}$, B Q で $1,000\text{ kg}$ であるが、実際には孔底においてビットに加わる荷重を機械的に正しく捕えることは、孔内におけるストリングの座屈、その他の要因で困難である。したがって、掘進時の岩種を把握して適正な掘進速度を与えることが必要である。当地域に分布する岩石別の掘進速度は概ね次のとおりである。

	掘進速度	回転数
花崗岩，閃緑岩	25 mm～40 mm／分	700～1000 rpm
石英安山岩，珪質岩，砂岩	35 mm～60 mm／分	500～700 rpm
凝灰岩，泥岩	50 mm～80 mm／分	300～500 rpm

以上の掘進速度の維持が困難になったときは、ビットを孔内より引き揚げて検査し、再使用の可否を決めることが必要である。この場合ダイヤモンドの破損が25%以上と観察された時はビットの交換をすることが望ましい。

今後の作業の進め方：当地域における作業可能期間は6月から10月までの4ヶ月間であり、作業は効率的に行わなければならない。作業の実施に当っては試錐計画にそった機材の準備とともに設備の有効利用，掘進率の向上，コストの低減を図るため3方制による24時間繰業の実施を考慮すべきと考える。

3-7-5 試錐探鉱結果

Sin地域：3本のボーリング工事の結果，石英安山岩中に顕著に発達する網状石英脈に伴った黄銅鉱を確認した。TS-1号は204.15m～205.10m（巾95cm）間にCu 1.21% Pb 2.63%，Zn 4.86%。TS-3号では171.70m～251.20m（79.40m）間に銅あるいは亜鉛の鉱染が認められ，特に鉱染の顕著な180m～205m間の平均品位はCu 1,262 ppm，Pb 145，Zn 363 ppmである。黄銅鉱は鉱染状および細脈として石英脈に伴い，また変質帯として石英・絹雲母化帯，ピロピライト化帯，および正長石化帯などが観察され，興味ある地域と考えられる。

Mamlis 地域：2本のボーリング工事の結果，目立った鉱化を確認出来なかった。TM-1号は局部的に珪化，絹雲母化作用を受けた弱い黄鉄鉱化を確認したが，主要鉱化帯は確認出来なかった。即ち露頭からの落しが高勾配を呈し，さらに深部に潜っている可能性が高い。TM-2号は石英閃緑岩中の珪化，黄鉄鉱々染を確認したが，黄銅鉱は極くわずかに石英の細脈に付随するのみである。なお当地域の探鉱は今後さらに数本のボーリングを実施し，鉱化変質の機構を解明して行く必要がある。

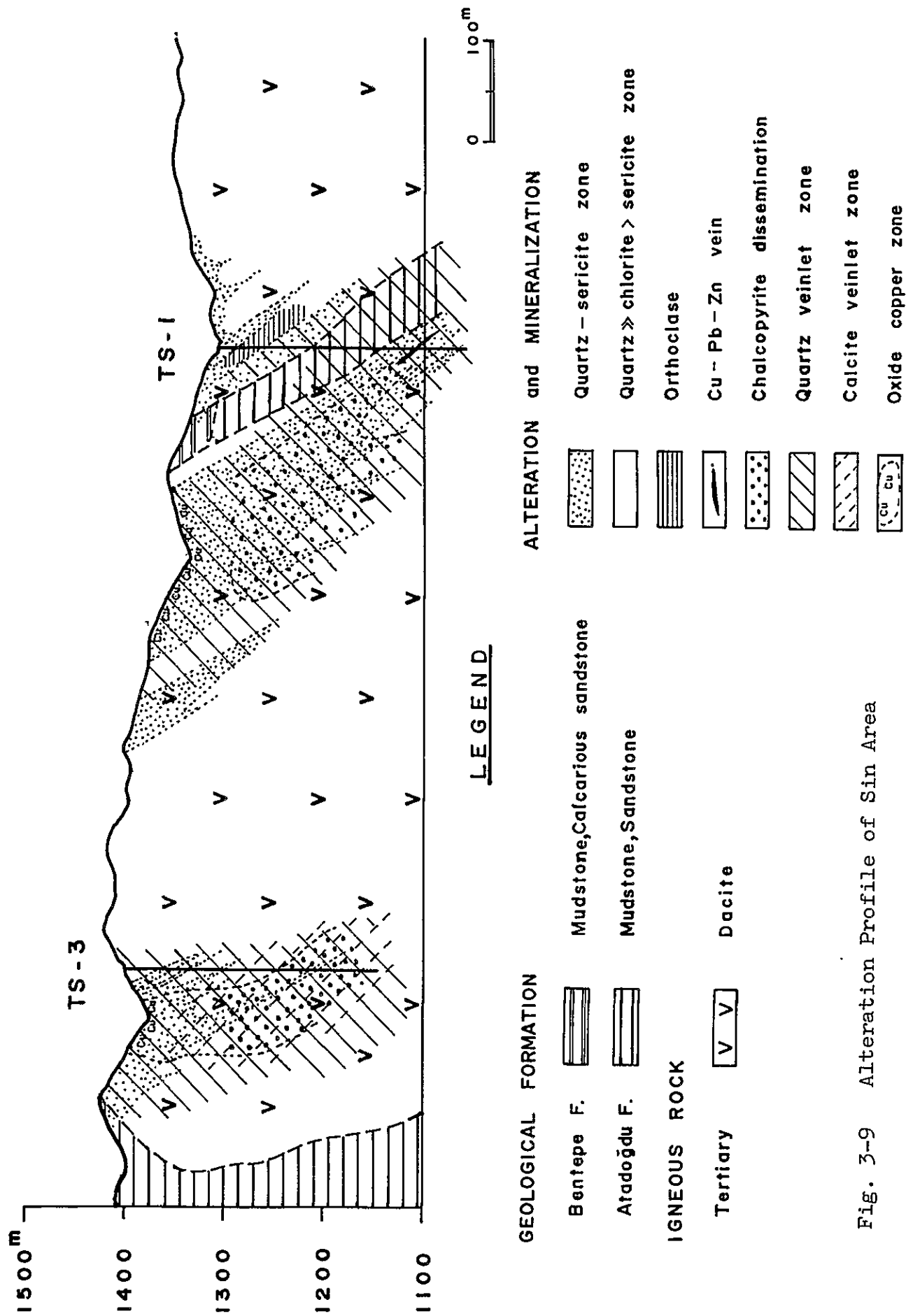
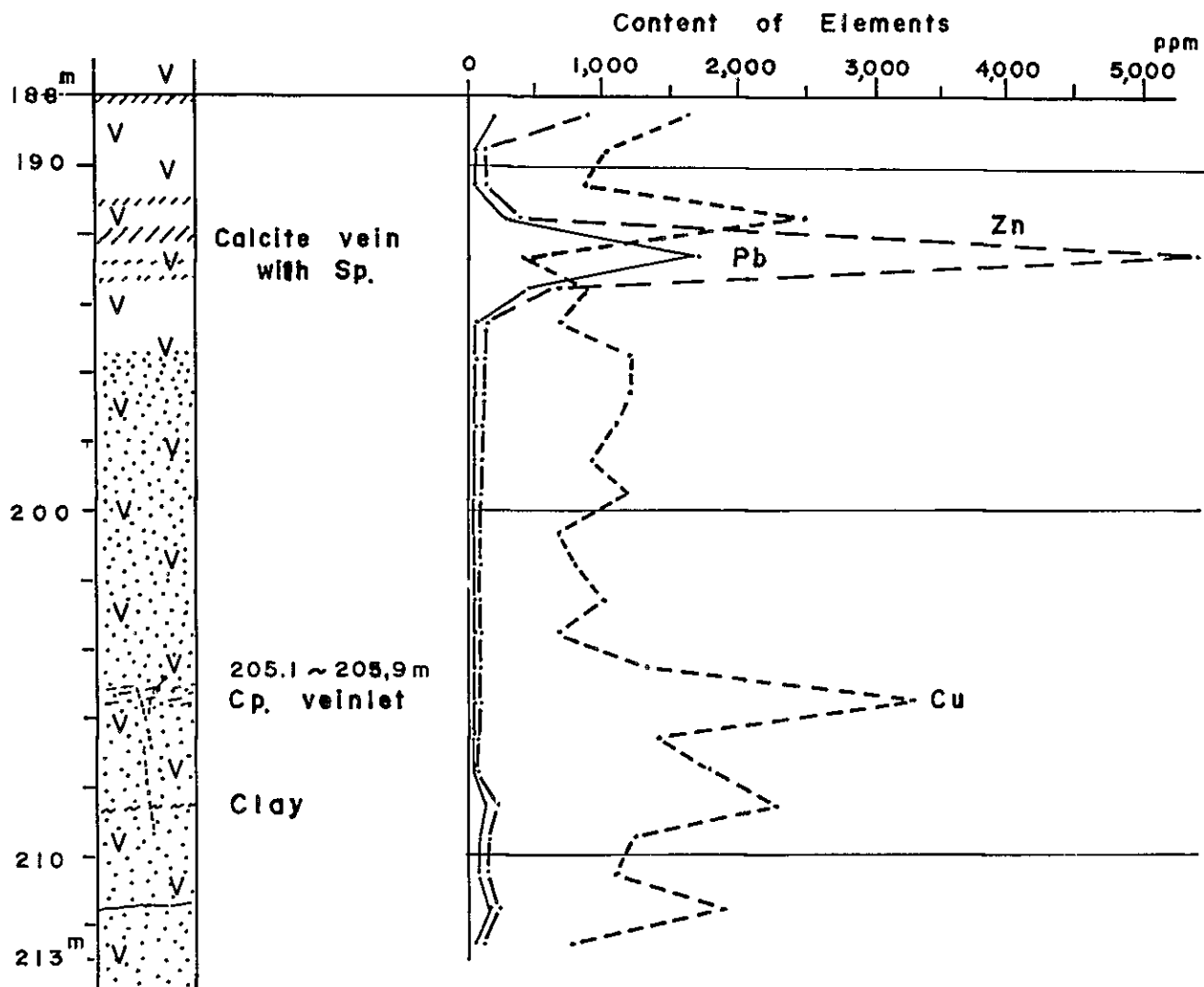


Fig. 3-9 Alteration Profile of Sin Area



LEGEND

- | | |
|--|--|
| | Dacite |
| | Calcite vein |
| | Chalcopyrite veinlet and pyrite diss. zone |
| | Pyrite veinlet |

Sp : Sphalerite

Cp : Chalcopyrite

Fig. 3-10 Mineralized zone of TS-3 (188~213m)

3-8 結 び

Tunceli 地区では地質調査，地化学探査結果，Sin と Mamlis 地域の鉍化変質が注目され，I P 異常箇所に対し試錐探鉍がなされた。この結果 Sin 地域では強く変質を受けた石英安山岩ないし安山岩中に，低品位ながら広範囲に及ぶ銅-亜鉛の網状型の鉍化作用が認められた。Mamlis 地域では黄鉄鉍をともなう珪化帯の部分を試錐探鉍したにとどまった。

以上の結果より，Sin 地域では地表でマラカイト・ステインの認められ箇所，I P 結果，これまでの試錐結果等を考慮に入れ，引き続き探鉍をする必要がある。試錐探鉍の進展につれて Meterisler 地域へと探鉍地域を拡げていくべきである。Mamlis 地域は鉍化帯の周辺部を探鉍したにすぎず，今後は道路をつけ，地表で焼けが認められ I P 異常の抽出された箇所の探鉍を実施していくべきである。

4 Kopdağ 地区調査結果

4-1 Kopdağ 地区地質

4-1-1 Kopdağ 地区の地質概要

Coşan および Ezan 地域を含む Kopdağ 地区の地質調査は 1978 年度に実施され、その結果にもとづく Kopdağ 地区の地質と模式層序を Fig. 4-1 と Fig. 4-2 に示す。

当地域の地質は堆積岩としてジュラ紀最上部から白亜紀下部にわたる Meyramdağ 石灰岩、中新世ないし鮮新世の Kopdağ 石灰岩、第四世紀以降の新期堆積物等からなる。第四世紀堆積物以外は、ほぼ E W E ~ W S W 走向をとり、北に緩く傾斜する単斜構造を示す。

Kopdağ 地区はオフィオライト帯に属し超塩基性岩類から塩基性～中性火成岩類にわたる層状貫入岩体からなっている。これらオフィオライト累層は堆積岩類と同様 E N E ~ W S W 方向の走向を示して広く分布している。この累層は下位の Meyramdağ 石灰岩を貫ぬき、上位の Kopdağ 石灰岩に不整合におおわれる。このオフィオライト帯構成岩の貫入の時期は白亜紀ないし古第三紀とされ、下位より南部ハルツバーチャイト帯・北部ダナイト帯・ハルツバーチャイト帯の 3 つに分帯される。

4-1-2 堆積岩類

Meyramdağ 石灰岩；本石灰岩は灰白色、細粒で、層理の発達が顕著である。本岩中にはこの他にわずかに石灰質泥岩、石灰質シルト岩が挟在し、局部的に石膏も認められる。

鏡下ではオーライト質で、極めて細かい等粒の方解石よりなり、少量の粘土鉱物が含まれる。

南部ハルツバーチャイト帯との接触部では、サッカロイダルになっている箇所も見られるが、その他では超塩基性岩の貫入による影響は認められない。

本岩は当地域の南部に広く分布し E N E ~ W S W 方向で、一般に北 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ で傾斜し厚さは 500m 以上に達する。本岩から化石はあまり発見されておらず、わずかにアンモナイトの化石が発見され、ジュラ系最上部ないし白亜系下部に対比されている。

Kopdağ 石灰岩；本地域の北部に分布する。本石灰岩は北部ハルツバーチャイト帯を不整合に覆い、極めて緩い北傾斜である。一部南部の Karasu 河沿いの山頂にも分布し、層厚は

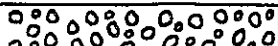
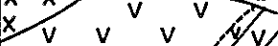
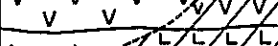
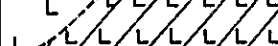
Geological age	Stratigraphy	Columnar Section	Thickness	Lithology	Chromite deposits
Quaternary	Alluvium		10m±	gravel, sand, silt, clay	Coşan mine Ezan mine Tecer mine
Plio-Pleistocene	Terrace & Talus deposits		30m±	conglomerate, sandstone, mudstone, talus breccia	
Pliocene Miocene	Kopdağ limestone		500m	limestone sandstone	
Paleogene Cretaceous	Northern harzburgite zone		300m	gabbro basalt harzburgite Serpentinized harzburgite	
	Northern dunite zone		1200m 1500m	dunite serpentinized dunite dunite dunite pyroxenite dunite pyroxenite dunite	
	Southern harzburgite zone		3000m	serpentinized harzburgite dunite pyroxenite intermediate rocks dunite harzburgite dunite pyroxenite intermediate rocks	
Cretaceous Jurassic	Meyramdağ limestone		500m+	limestone	

Fig. 4-1 Geological Succession of Kopdağ District

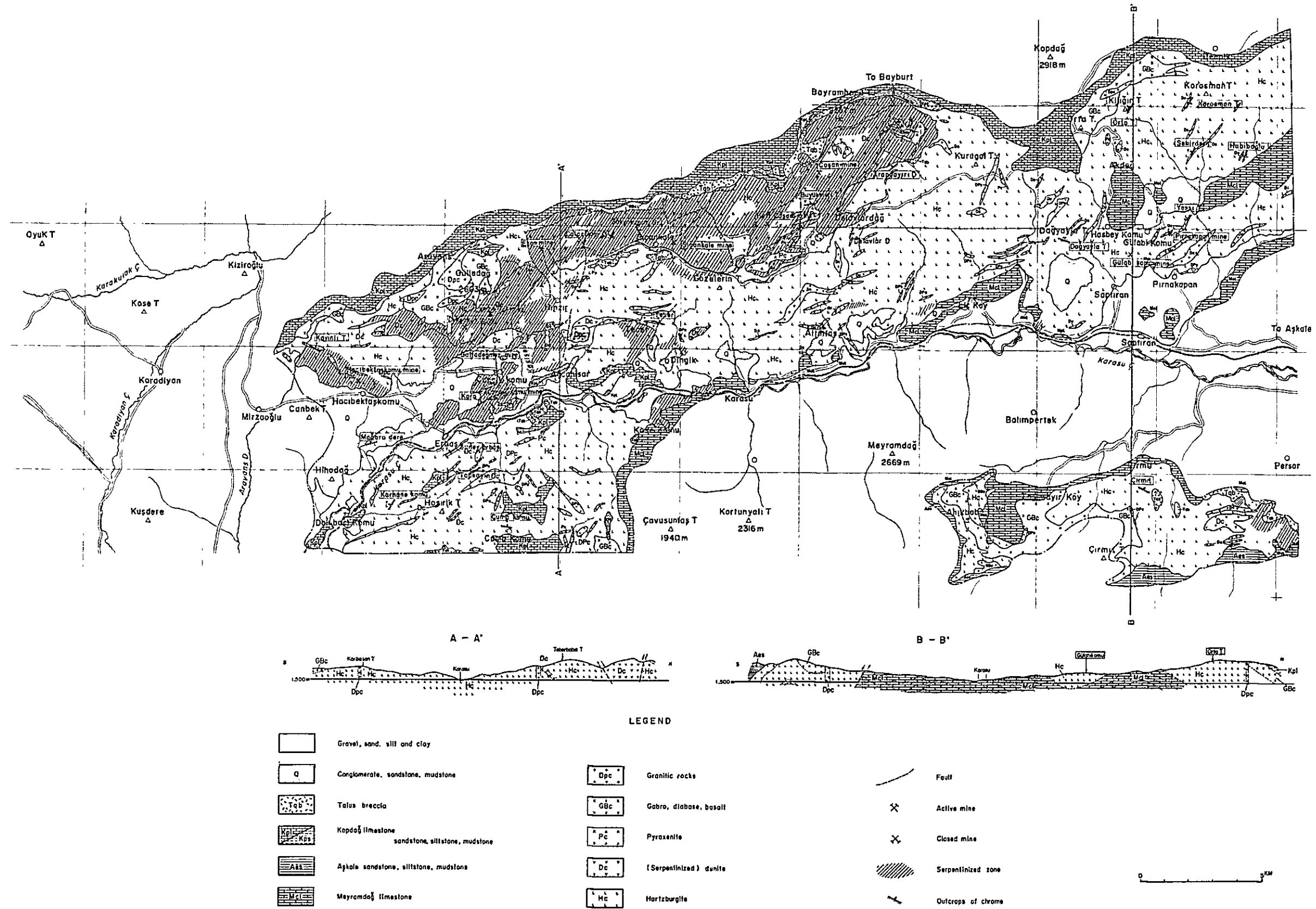


Fig. 4 - 2 Geological Map of Kopdağ District

500 m以上に達する。大部分は石灰岩から構成されるが、一部に石灰質砂岩、細粒礫岩、シルト岩、泥岩を挟み石膏もみられる。本岩も化石に乏しく、わずかに認められる介化石や魚の化石から、中新世ないし鮮新世に対比されている。

テラス堆積物と段丘堆積物；テラス堆積物は超塩基性岩の分布区域の各所に見られる。分布は全く不規則で一露頭の規模は200 mを超えず、厚さも数10 m以下である。本堆積物は超塩基性岩類やKopdag^v石灰岩などを不整合に覆い、帯褐カーキ色を呈し、堆積物は分級されておらず、一般に層理を欠き塊状である。本堆積物は5～10 cm、ときに30 cmの大きな角礫ないし亜角礫より成り、礫種は大部分が現地性の超塩基性岩類、はんれい岩、閃緑岩、石灰岩である。クローム鉱床付近では、クローム鉄鉱石の礫がよく見受けられる。礫の量比は極めて大きく、基質は細粒の炭酸塩鉱物からなる。

段丘堆積物はKarasu河沿いに発達している。分布の方向性は全く不規則であり、傾斜角は小さい。本堆積物は超塩基性岩を不整合に覆い、主として礫岩よりなり、泥岩、シルト岩、砂岩の薄層が挟み込む。礫種は超塩基性岩類、はんれい岩、閃緑岩などであり、基質は炭酸塩鉱物、石英にとむ。

沖積層；本層はKarasu河沿いに発達している。規模や厚さは場所により変化に富んでいる。本層は未固結の泥、粘土、シルト、砂、礫で構成されている。

4-1-3 オフィオライト累層

南部ハルツバージャイト帯；本帯を構成する岩類は超塩基性岩類からなり、オフィオライト累層の下位層準に対比され、東西方向に分布する。大部分はハルツバージャイト起源の蛇紋岩で構成され、一部にダナイト起源の蛇紋岩、パイロキシナイト、塩基性～中性の岩脈や岩株が発達している。

これら岩類は東西方向に40キロメートル以上にわたって分布し一般にENE～WSW走向、20°～40°北傾斜である。ハルツバージャイトないしハルツバージャイト起源の蛇紋岩は濃緑色で、輝石の粗い結晶あるいはその残晶が肉眼で認められる。輝石の分布は不均質で鉱物組成上、ダナイト質～パイロキシナイト質までの変化が見られる。また部分的に脱色し、帯緑白色の蛇紋岩に変質している。鏡下では、本岩はカンラン石、頑火輝石よりなり、カンラン石は、殆どの場合蛇紋石に変質しており、頑火輝石もごく普通にバスタイトに変

っている。

ダナイトないしダナイト起源の蛇紋岩は、ハルツバージャイト中にレンズ状岩体をなして分布している。これらは、ダナイト層として産する場合とダナイト岩脈として産する場合とがある。ダナイトは帯緑オリーブ色ないし帯灰オリーブ色を示し、肉眼上粗粒であり、多少の蛇紋岩化作用を受けているものの、その程度は北部ダナイト帯のダナイトに比べてはるかに弱い。小規模ではあるが多数のクロム鉄鉱が本岩相中に産する。

鏡下では、殆んどカンラン石起源の蛇紋石で、少量のクロム鉄鉱、磁鉄鉱を伴っている。その他にブルーサイト、炭酸塩鉱物、アスベスト、滑石が認められる。

パイロキシナイトはハルツバージャイト中に岩脈として、または岩床状をなしてごく普通に産する。規模は延長数100 mから数mまで、厚さは数10 mから数10 cmまで変化にむ。本岩は濃緑色、粗粒でその露頭は突起し、ハルツバージャイトと容易に区別される。

塩基性～中性の岩脈や岩株に閃緑岩、閃緑玢岩、石英閃緑玢岩、石英斑岩などがある。これらは互に漸移し、岩相上区分し難い。本岩類は最大2～3 Kmの延長、10～15 mの幅をもっており、全体の分布の方向とは不調和でN～S、NE～SW、WNW～ESE、の方向をとる。

北部ダナイト(ダナイト起源蛇紋岩)帯；本帯は、超塩基性岩類の中位層準を占め、下位のハルツバージャイトと同様ENE～WSW方向に分布する。本帯中には現在夏期間のみ稼行されているCoşan 鉄山およびEzan 鉄山など主要鉄床をはじめとし、鉄化帯の殆んどが含まれる。

本帯は、ダナイト起源の塊状および片状の蛇紋岩およびパイロキシナイトよりなり、分布の規模は東西18 Kmに達し、厚さは1,200～1,500 mで、北に20°～70°傾斜する。本帯の大部分は蛇紋岩化ダナイトで構成される。

蛇紋岩化ダナイトは暗灰色～灰色～褐色で肉眼上粗粒であり、強い蛇紋岩化作用を蒙ったもので、特にEzan 地域では顕著である。

鏡下での蛇紋岩化ダナイトは大部分蛇紋石からなり、ブルーサイトとクロム鉄鉱、磁鉄鉱により構成されていて、その他に炭酸塩鉱物、アスベスト、滑石もみられる。鏡下ではかんらん石起源と考えられる仮像もみられることから、明らかにダナイトが蛇紋岩化作用を受けてできたものであろう。Ezan 地域ではその後の熱水作用と風化作用がかさなり、蛇紋岩化ダナイトは脆くなり、地表では粉状を呈する。このような場所では、上記鉄物のほかに白色の水菱苦土石が多量に含まれ、細かい網状脈が顕著で鳥糞状構造が広範囲にわたり見られる。

このようにさらに一段と蛇紋岩化が進み葉片状の特徴のあるものは葉片状蛇紋岩とし蛇紋岩化ダナイトと区別した。蛇紋岩化ダナイトや葉片状蛇紋岩中の蛇紋石のX線回析の結果アンティゴライト、クリソタイル、リザールタイトからなっていることが明らかにされた。

パイロキシナイトは層状岩体として、あるいは岩脈として産出する。規模は小さく、走向方向の延長1 Km以下、厚さ10～20 mが普通である。本岩は褐色～緑色の透輝石の密集塊で、つねに多少の変質を蒙っている。

鏡下では本岩は等粒状、透輝石を主とし、少量のカンラン石、クロム鉄鉱を伴う。

北部ハルツバージャイト帯；本帯は上述オフィオライト累層の上位層準を占め、NE～SW方向に分布し、傾斜は約40° NWで、厚さは300 m以上である。下位の北部ダナイト帯とは断層により接している。

本帯は、下位よりハルツバージャイト、はんれい岩、玄武岩よりなる。ハルツバージャイトは暗灰色を呈し、0.5 cm前後の輝石の粗粒結晶が散点する。岩質は不均質で、鉱物分布から一部はダナイト相、一部はパイロキシナイト相をつくるなどの岩相の変化がみられる。

鏡下では、本岩は主としてカンラン石、斜方輝石よりなるが、まれに、単斜輝石を伴うこともある。

はんれい岩は濃緑色を呈する完晶質岩で、本帯の北限ハルツバージャイト、ダナイト中に貫入し、岩株状として産する。分布の方向はENE～WSWで超塩基性岩類と調和的で、その上位はKopdag[✓]石灰岩に不整合に覆われる。

鏡下では普通輝石を包有する帯緑褐色の他形普通角閃石、および半自形ないし自形の斜長石からなり、斜長石の組成は中性長石～曹灰長石の範囲内で変化する。

玄武岩は超塩基性岩類とKopdag[✓]石灰岩との境界付近に限られ、せまい範囲に分布する。玄武岩の周辺に凝灰岩が認められることと、玄武岩の産状から本岩は熔岩と判断される。分布の規模は延長100 m、厚さ20 mを超えない。

4-2 Coşan , Ezan 地域の地質

4-2-1 Coşan 地域の地質

Coşan 鉱山地域は北部ダナイト帯に含まれる。本地域の地質図と地質断面図をFig 4-3に示す。調査地域に分布する岩石はダナイト超源蛇紋岩、パイロキシナイト、葉片状蛇

紋岩およびテラス堆積物である。トレンチおよび露天掘り以外にはほとんど露岩がなく、大部分は表土、岩屑により覆われている。

ダナイト起源塊状蛇紋岩；ここでは本岩をその岩相から2つに区別する。1つは暗灰色を呈し、緻密堅硬の岩石である。この岩石は鉱床の近くに広く分布し、フィールドでの特徴より塊状蛇紋岩とした。他はハイδροマグネサイトと網状に交代されたもので、蛇紋岩化ダナイトとした。

前者は、鏡下では主として蛇紋石（クリソタイル，アンチゴライト，リザールダイト等）よりなり、これに少量のブルーサイト，クロム鉄鉱，磁鉄鉱を伴う。鏡下での蛇紋岩は90%以上に達し、縫合状構造を呈しバスタイトが認められないことから原岩はダナイトと考えられる。この岩体にはクロム鉄鉱が普遍的に含まれている。又，ブルーサイトおよび滑石の脈もみられる。

後者は暗灰色～暗褐色を呈し、肉眼的にはやや粗粒である。クロム鉄鉱バンドも多くみられる。水菱苦土石やアスベスト，滑石からなる細かい網状脈が数cm～数10cmの間隔でみられる。網状脈の産状からダナイトの節理等にそって上記鉱物による交代が進んだものと考えられる。鏡下ではかんらん石起源と考えられる仮像がみられることから原岩はダナイト考えられる。

パイロキシナイト；パイロキシナイトは数10cmから数mの厚さでダナイト蛇紋岩中に分布している。比較的鉱床の下盤側に多い。緑色～暗灰色を呈する。暗灰色を呈するものの一部はウェーライト質であり，緑色を呈するものはほとんど透輝石よりなる。

鏡下では粗粒のカンラン石および透輝石よりなる。カンラン石はほとんど蛇紋石に変質している。又，カンラン石の仮像をブルーサイトがうめている。透輝石は粗粒で，部分的に蛇紋石に交代されている。

葉片状蛇紋岩；葉片状蛇紋岩は鉱床の母岩であることが多い。淡緑色を呈し，もろい。本岩石はダナイト起源と考えられ，上記の塊状蛇紋岩がさらに片状化作用を強く受けた結果，葉片状化したと考えられる。X線回折から，蛇紋岩のほかに，ブルーサイト，アルティナイトが同定された。クロム鉄鉱は普遍的にみられる。

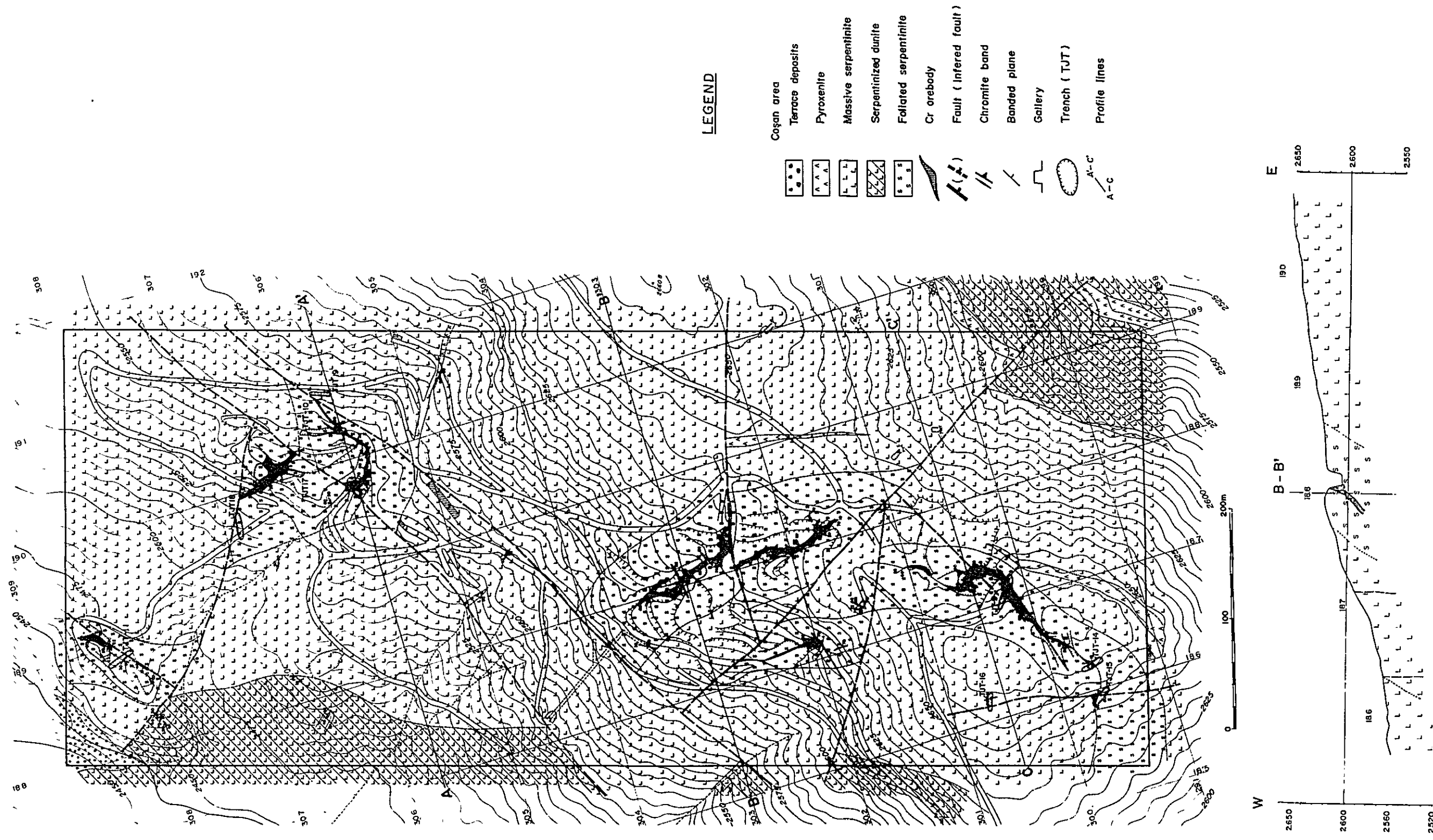


Fig. 4-3 Geological Map of Coşan Area

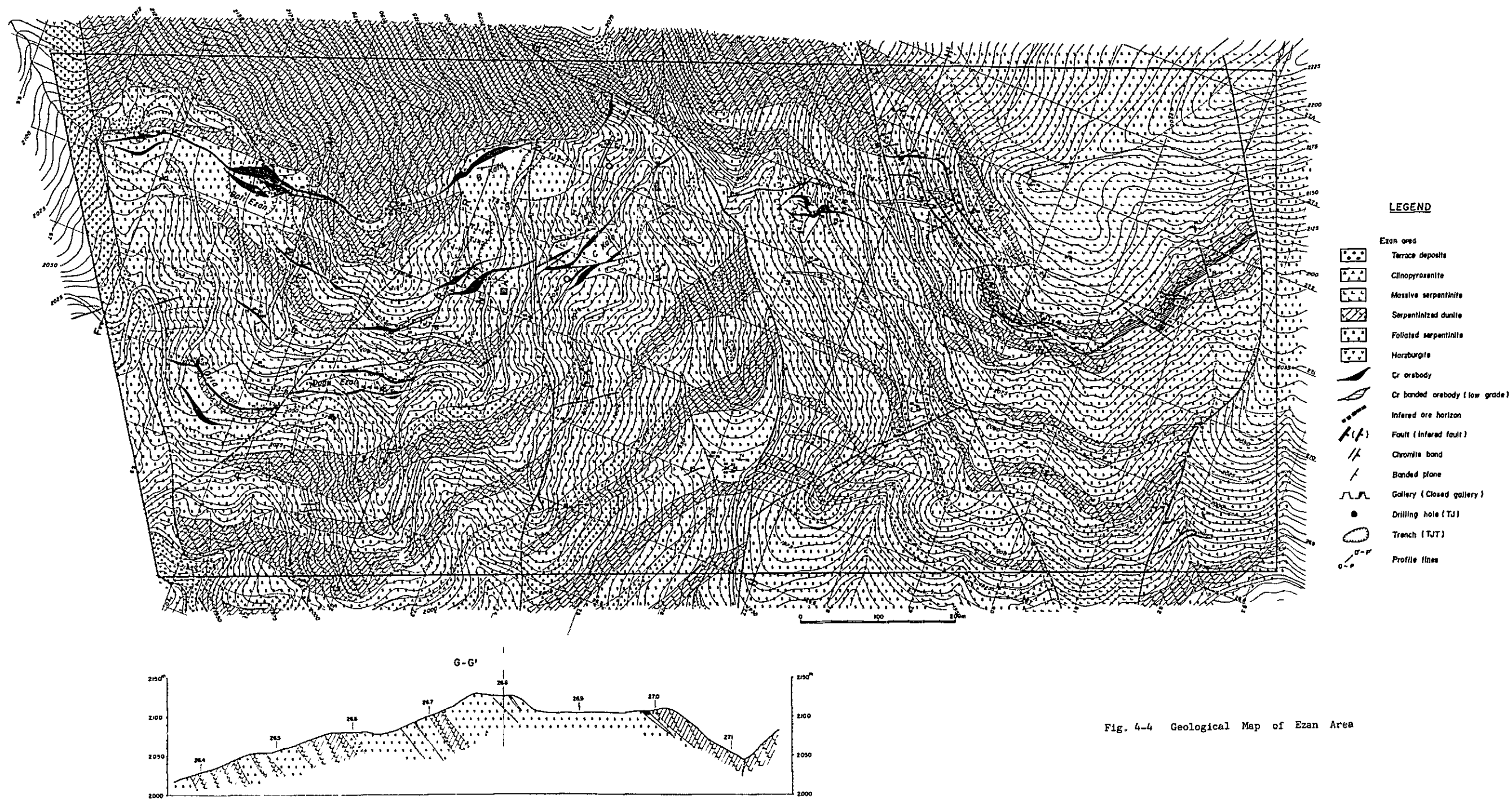


Fig. 4-4 Geological Map of Ezan Area

テラス堆積物：テラス堆積物は当地区北部に少量みられるにすぎない。礫種は超塩基性岩類，クロム鉄鉱，石灰岩からなる。角礫～亜角礫で褐色を呈する。マトリックスは石灰質で固結度が高い。

4-2-2 Ezan 地域の地質

調査地域はCoşan地域と同一層準で北部ダナイト蛇紋岩帯に属する。当地域の地質図と地質断面図をFig 4-4に示す。分布する岩石はダナイト起源塊状蛇紋岩，葉片状蛇紋岩，パイロキシナイト，ハルツバージャイト起源蛇紋岩およびテラス堆積物である。当地区の岩石は強い蛇紋岩化作用を受けている。

ダナイト起源塊状蛇紋岩；本岩にはCoşan地域と同様2種類ある。1つは暗灰色～オリーブ色を呈し，緻密堅硬な岩石で塊状蛇紋岩とした。Sulu Ocak北東部およびTepedaşıなどに分布する。この岩石はCoşan地域に分布する岩石と類似の岩石である。

鏡下では主として蛇紋石（クリソタイル，アンチゴライト，リザルダイト）からなり，少量のブルーサイト，クロム鉄鉱，磁鉄鉱等も認められる。蛇紋岩中にバスタイトが認められないことより，ダナイト起源と考えられる。ときに網目状構造が著しく，この構造をブルーサイトおよび水菱苦土石脈が切って発達している。

もう1つの蛇紋岩は片状化いちじるしく，やや粗粒で，粉状のものは褐色～灰色を呈する。前述の塊状蛇紋岩とは漸移する。

鏡下では，カンラン石が繊維状蛇紋岩およびブルーサイトにおきかえられ仮像がよく認められる。このほかクロム鉄鉱，菱苦土石，磁鉄鉱および滑石がみとめられる。蛇紋岩はメッシュ状構造を呈し，繊維状蛇紋石のドメインをつくっている。一般に輝石の残晶に乏しく，ダナイト起源とみなされる本岩石は鉱床付近に発達していて，層状をなし，クロム鉄床と調和的に分布する。本岩には輝石の残晶すなわちバスタイトが認められないので，地質図Fig 4-4では蛇紋岩化ダナイトとした。

葉片状ないし粉状蛇紋岩；淡緑色～灰白色を呈し，脆い岩石である。大部分は粉状を呈する。本岩石はダナイト起源の蛇紋岩がさらに著しく片状化作用を受けたものと考えられる。本岩石は蛇紋岩化ダナイトへ漸移する。本岩石中に鉄床が胚胎し，水菱苦土石による鳥糞状構造が著しく，1つの特徴をなしている。

X線回折によれば、蛇紋石のほか、水菱苦土石、ブルーサイト、スティヒタイト、マグネシオクロマイトなどが認められた。

パイロキシナイト；パイロキシナイトは褐色～緑色を呈し、一定層準内に産する。当地区の南部に、特に鉍床下盤側に多く分布している。厚さは数m～数10mで、走向延長も数100mである。

本岩石は数cmから数10cmの単位で蛇紋岩化ダナイトと互層するものが大部分である。鉍床延長方向とも調和的である。脂成にとむ緑色を呈するものはクロム透輝石の可能性もある。

鏡下では等粒状の透輝石を主体とし、少量の斜方輝石、カンラン石、クロム鉄鉍を伴う。カンラン石は完全に蛇紋石化している。透輝石中には自形のクロム鉄鉍が認められる。透輝石の劈開、あるいは割れ目にそって方解石が認められる。そこには、粘土鉍物も見られる。

テラス堆積物；テラス堆積物はArmtlu 付近に広く分布している。外観は褐色を呈し、角礫ないし亜角礫より成り、礫種はハルツバージャイト、ダナイト起源の蛇紋岩、パイロキシナイトおよびクロム鉄鉍鉍石などである。礫の量比は極めて高く、基質は細粒の炭酸塩鉍物である。

4-3 地質構造

4-3-1 堆積岩類および火成岩類の構造

調査地域はポントス山脈の中央部に位置しており、アルプス造山運動に関連して生じた種々の構造線の存在が予想される。火成岩、堆積岩の層序は南から北に累重し、主要構造線の方法はENE～WSWである。当地区の基盤をなす。

Meyramdağ 石灰岩はE～W走向で20°～30°N傾斜の単斜構造を示す。超塩基性岩との境界では、衝上断層がみられる。上位のKopdağ 石灰岩も一般にE～W走向で、20°N傾斜を示し、超塩基性岩との境界部でのみ地層が乱れている。

超塩基性岩類は縞状構造より走向NE～SWで、30°～40°NWに傾斜するものと考えられ、また、Coşan 地域およびEzan 地域でみられるパイロキシナイトの方法はクロム鉄鉍鉍床およびクロム鉄鉍バンドの方法とほぼ一致する。また超塩基性岩類には沈積構造が存

在する。

超塩基性岩類および関連火成岩類は南から北に向って累重する層状貫入状を呈している。累重の順序は下位から次の通りである。

ハルツバージャイト・パイロキシナイトーダナイト・パイロキシナイトーはんれい岩ー閃緑岩ー玄武岩。

この順序は、オフィオライトのキュムレイトのシークエンスを示している。またクロム鉄鉱鉱石自身にもしばしばキュムレイト構造がみられる。ただし、超塩基性岩類の最北限部にはハルツバージャイトのゾーンがくり返している。このハルツバージャイトの位置づけについては今後の問題として残したい。

4-3-2 断層および褶曲

本調査地域の断層や褶曲は火成岩貫入時および貫入後に生じたようである。超塩基性岩類との境界部の石灰岩中の小断層、小褶曲を除いて、本地域の断層はN～S，E～Wの二系統に分けられる。

N～S系とした断層はNE～SW，N～S，NW～SEなど種々の方向をとり、水平転位量は400m以下である。この断層はEzan 鉱山付近でよく見られ、超塩基性岩類がいくつかのブロックに分断され、それぞれに転移している。

E～W系の断層は、これに反し、地域内でははっきりと確かめられていない。本系統の断層はN～S系の断層より古い時代のものであり、その方向は、超塩基性岩類の延長方向のEN E～WSWにほぼ平行である。また、はんれい岩、閃緑岩の分布方向、蛇紋岩化帯の方向もこの方向をとる。すなわち、この方向はアルプス造山時における褶曲構造の方向であり、E～W系断層はこれに関係したものと考えられる。

褶曲構造は超塩基性岩類と Meyramdağ 石灰岩および Kopdağ 石灰岩の境界部と Ezan 鉱床の一部に小褶曲構造として見られるにすぎない。

4-3-3 構造運動と火成活動

本地域の構造、火成活動、地層の形成は概略次のように考えられる。

- (1) ジュラ紀末より、白亜紀初期にかけてのフリッシュの堆積。堆積物は殆んどが石灰質であり、厚い層をなした。激しい沈降運動がこの時期を通じて見られる。
- (2) アルプス造山運動に伴う超塩基性岩類の貫入。この時期は白亜紀より古第三紀へわた

っている。貫入の順序は南部ハルツバージャイト、北部ダナイトとその上位のはんれい岩—閃緑岩—閃緑玢岩—石英斑岩がほぼ同時に現在の位置を占めたものと考えられる。

(3) オフィオライトの火成活動後に大きなE～W系統の断層運動が行なわれた。当調査地にははんれい岩や玄武岩がオフィオライトとしては少ないのは、この運動によると考えられる。また、超塩基性岩類のうち、北部ハルツバージャイト下位のダナイトと断層で接していることもあり、下位の南部ハルツバージャイトとしたものがくり返しここに出現しているのかもしれない。

(4) この後、ほとんど時をおかず多量の石灰質物質が堆積する。その初期には火山岩の活動が部分的に見られた。この堆積の時期は第三紀中新世ないし鮮新世で、この時期にEzan地域で良く見られるN～S系の断層運動が行なわれた。この地塊運動は、造山末期のいわゆるゲルマン型構造運動に属する。

(5) テーラス堆積物や河岸段丘堆積物は更新世以降の産物であろう。

(6) 本地域は、北東Anadolu断層とも呼ばれる活断層帯に属しており、現在でも地塊はミクロ的には不安定である。

4-4 クロム鉱床

本地域での有用鉱床は、超塩基性岩類中に胚胎するクローム鉄鉱床である。

クローム鉄鉱床は三つのゾーンに分布する。一つはÇamlı Tepe から Baltadeğmez まで北部ダナイト帯に胚胎するもので、以後北部クローム帯と呼称する。

一つはKarhanekomu から Cancıkkomu を通り Tecer まで、Karasu 河の両岸に沿って点在するもので、以後南部クローム帯と呼称する。これら二つのゾーンは一括して西Kop 鉱床と呼称されている。

他の一つは、Gülabıkomu, Pırnakapan 周辺に分布するもので、東Kop 鉱床と呼称されている。

これらの中では北部クローム帯が最大で、二つの稼行鉱山、Coşan 鉱山およびEzan 鉱山は本帯中にある。他の二つのゾーンのクローム鉱床については、昔稼行した鉱山が幾つか見られるが、鉱床の規模から見て、経済的に重要であるとは考えられない。Coşan, Ezan 鉱山を除きトレンチ跡、旧坑の調査結果をTable 4-1にまとめた。

4-4-1 Coşan 鉍山

Coşan 鉍山はİskınığdereの右岸にあり、Sıçankale Y.より 65° NE方向に北方7Kmである。標高は2,450～2,670 mで、BayburtおよびSıçankale Y.よりDelavlardağ 経由でトラック道路が通じており、Bayburtからは2.5時間、Sıçankale Y.からは30分を要する。本鉍山は6月より10月まで操業し、11月より翌年の5月までの冬期間は、気象条件悪化により露天掘りは不可能なため休業している。

Coşan 鉍山は私企業に属し、EGEMETAL鉍業者により経営されている。1973年に開発され、現在、年産粗鉍量は約10,000トンで、平均品位 Cr_2O_3 41～42%のクロム鉍石を採掘している。鉍山労働者数は30～42名で、トラック2台により出鉍されている。鉍石は手選ののち、Karataşにある貯鉍場に運ばれて、ここよりTrabzonまでトラックにより搬出されている。

4-4-2 Ezan 鉍山

Ezan 鉍山はİsliayla Tepeの南斜面に位置し、標高1,930～2,150 mの間にある。Sıçankale Y.からは5Km西に位置する。夏期間は鉍山までトラックが通行することができ、Sıçankale Y.からは30分を要する。本鉍山はCoşan 鉍山と同様夏期間の6月より10月まで操業している。

Ezan 鉍山は私企業のKROMİT 鉍業社により経営されている。1954年に開発され、1970年に22,000トン、1971年に24,000トン、1972年に26,000トン、1973年より1977年までは年間30,000トン、1978年は18,000トン採掘され、1979年度は40,000トンの採掘を予定していた。平均品位は Cr_2O_3 で45%前後である。現在鉍山労働者数は123名で、トラック10台で出鉍している。鉍床は東から西に、Sulu Ocak, C Kafa, B Kafa, Doğu Ezan, Orta Ezan, Armutlu, Tepebaşı, Civelekの各鉍体がある。現在までの主な鉍体の出鉍量および品位は次の通りである。Orta Ezanが75,000トンで平均品位44%～46%, Batı Ezanが50,000トンで平均品位46%, Sulu Ocakが40,000トンで平均品位44～48%, C Kafeが40,000トンで平均品位36～42%, B Kafeが30,000トンで平均品位38～44%, Doğu Ezanが25,000トンで平均品位44%, Armutluは1978年より採掘し、3,000トンである。

鉍石には手選ののち、大部分は鉍山よりErbaş駅までトラックで運搬され、これより列車でİskenderunへ運ばれる。一部はKarataşにある貯鉍場に運ばれ、さらにトラックにより

Trabzon に搬出されている。

4-4-3 クロム鉱床の形態および産状

P, T, Thayer はアルプス造山帯地域に出現するクロム鉱床を Podiform 型（豆さや、またはアルプス型）、アフリカの Bushveld 複合岩体中に胚胎するクロム鉱床を Stratiform 型（層状）に分けている。調査地域内に産するクロム鉱床はアルプス造山帯地域の Podiform 型で鉱床の形態はレンズ状が多く、一部脈状、層状、塊状、不規則分岐状などのさまざまな形態を示している。当地域のクロム鉱化帯と蛇紋岩化帯とはほぼ一致している。一般的には蛇紋岩化作用それ自体は、クロムの鉱化作用に関係しないが、地域内のクロム鉱床は超塩基性岩体の中でも特にダナイト中に胚胎し、このダナイトが蛇紋岩作用を最も強く受けており、一見して蛇紋岩中にクロム鉱床が胚胎している。したがって当地域では蛇紋岩化作用を強く受けている地域は探鉱上重要な指針の一つになりうると考える。

クロム鉱化帯の分布はダナイトおよびパイロキシナイトの貫入方向、すなわち、ENE~WSW 方向にほぼ一致する。クロム鉱化帯の方向と単位鉱帯の方向は Ezan 地域ではほぼ一致し、ENE~WSW 方向である。しかし Coşan 地域においては単位鉱帯は N~S 方向に延びているものが多い。クロム鉄鉱層の方向と単位鉱帯の方向もほぼ一致している。しかし断層帯の近くのものの変位変形し、単位鉱帯の方向は乱れる。

単位鉱体の規模は走向方向へは Ezan 地域で 200m 以下であり、他はさらに小さい。鉱体の厚さは最大 20m で、普通数 10m 以下である。

当地域のクロム鉱床の特徴として上盤は断層により母岩と接している場合が多い。鉱床付近には小さな断層が多く、特に鉱床内で小断層が発達している箇所では熱水性の鉱物、すなわちケンメレライト（草泥石）が見られ、緻密塊状で高品位の鉱石を産出する。

4-4-4 鉱床帯、単位鉱帯およびクロム鉄鉱バンドの方向

本地域で非常に興味深く、また重要なことは、単位鉱帯の方向と鉱体帯との方向は殆どの場合一致することである。

1) 単位鉱体の方向と鉱床帯との方向

(1) N 系の方向をとる単位鉱体で

鉱床帯の方向と一致、またはほぼ一致する鉱床；Coşan, Sıçankale（一部）、Gök-
kyokuşun Sr.（一部）、Gülabıkomu、Çırmıtı、Tepebaşı、Pembe Gül、Hacıbektaş-

Table 4-1 List of Chromite Deposits

Zone	Name	Number of Trench and Gallery	Direction				Size and Grade of the Unit Ore Body			Extension of the Ore Zone (m)	Estimated Ore Taken Out from Trench (t)	Remarks	
			Ore Zone	Unit Ore Body		Chromite Band		Extension to Strike Side (m)	Width (m)				Grade (%)
				Strike	Dip	Strike	Dip						
North Chromite Zone	Çamlı Tepe	1		N50°E	60°NW	N80°E	80°N	10	1	35		<10	
	Arapçayındere	4	N40°E	N40°E	60°NW			10	0.5-1			<10	
	Büyüksivri Tepe	3		N10°W	30°E	N14°E	28°W	30	1-3	35		320	
			N80°E										
	Batı Coğan	9	N70°E	N12°-40°E	40°NW	N4°-30°E	30°-50°NW	10-40	2-4	30	370	900	
	Sırtkale	2	E	N5°E	50°W	N50°E	40°NW	5	0.5	35-40	180	50	uppermost horizon
		8	N70°E			N55°E	30°NW	5	1.5-3	30-45	200	160	upper horizon
		11	N60°-70°E	N50°-80°E	50°NW	N3°-40°E	60°W	40	1-6	30-40	450	5,700	middle horizon
		8	N60°E	N60°-88°E	50°NW	N10°-30°E	40°-60°NW	7	0.2-1.5	30-40	150	330	lower horizon
	Ökyokuşun Str.	7	N30°E	N8°W-N15°E	52°-70°W	N15°-45°E	50°-70°NW	7	0.5-3		250	40	upper horizon
		6	N30°W	N30°E	40°NW	N35°E	75°NW	8	0.3-0.5		300	30	lower horizon
	Çalassızlarandara	3	N15°E	N30°E	60°NW	N30°-50°E	50°-60°NW	0.5	0.3-1.5	30-40	750	<10	
						N55°-80°W	40°-55°SW						
	Petabe Gölü	9	N10°-20°E	N-60°W	40°-65°NW	N10°-60°W	30°NE	30	0.2-2	25-40	70	1,000	
				N5°-50°E									
South Chromite Zone	Baltadegmez	3	N75°-90°E	N70°-75°E	45°N	E	30°N	25	0.8-1.5	30-40	160	470	
	Dikyoğuş	3	N85°W	N85°E	30°N	N70°-85°W	50°N	10	0.2-0.8	20	400	50	
	Karaküney Tepe	3	N80°E	N65°W	35W			2.4	0.2	45	90	<10	
	Hacıbektaşköyü	12	N30°-55°W	N10°-70°W	60°NE	N10°-30°W	50°-70°NE	11	0.3-0.6	35	380		
	Kayınalı Tepe	3	N60°W	N65°W		N60°W	35 SW	4.5	0.3	30-35	40	<10	
						N80°E							
	Mağaradere	6	N75°E	N75°E	65°-90°N			7	0.25-0.6	25-35	420	220	
	Karabanköyü	1		N30°E	30°W			15	0.3-1	25-40	300		
	Cancikköyü	2	N25°W					10	0.3-1	20-40	95	100	
	Kara Tepe	1		N60°E				3.5	0.2	40-45		<10	
	Güney Erbağ	7	N60°E	N75°W-55°E		N75°W	40°N	12	0.3-1	30-40	800	170	
	Topkayın Tepe	1		N40°E				3	0.1			<10	
	Tecer	4	N75°W	N40°E	60°NW	N85°W	45°N	1.5	0.3-1	40	800	10	
			N60°E										
	East Chromite Zone	Cumaköyü	2	N80°W	N80°W				25	1-2	20	80	1,790
Delavlıdağ		1		N70°-35°E	65°SE	N20°E	65°SE	10	0.4	30-35		10	
					75°NW								
Orta Tepe		5	N30°E	N60°-70°E	20°-65°NW	N68°-70°E	20°-65°NW	8	0.2-0.8	15-30	45	30	
	Kürüman Tepe	1				N85°W	70°N	25	0.8	30-40		220	

Zone	Name	Number of Trench and Gallery	Direction				Size and Grade of the Unit Ore Body			Extension of the Ore Zone (m)	Estimated Ore Taken Out from Trench (T)	Remarks	
			Ore Zone	Unit Ore Body		Chromite Band		Extension to Strike Side (m)	Width (m)				Grade (%)
				Strike	Dip	Strike	Dip						
East Chromite Zone	Şehirdere	1		N25°E		N-30°E	35°-50°SE	8	0.8	30	30		
	Habiboğluközü	3	N20°E	N-35°E	50°-50°W			4.5	0.3-0.6	35-40	150	20	
	Çilabiközü	32	N10°-80°E	N-70°E	25°-65°NW	N50°-85°E	20°-70°N	25	0.3-5	20-35	1,000	3,630	
			N30°-40°W	N10°-85°W	75°S	N-60°W	35°-70°NE						
	Değiyayla Tepe	1		N70°W				12	2		80		
	Fırtınaközü	6	N70°W	N70°W	30°N	N70°E	40°SE	30	0.3-1.2	20-40	150	680	
				N80°E		N80°E	30°N						
	Tasarı Tepe	3		N20°W		N-85°E	30°-80°NW						
				N70°E		N30°-60°W	60°NW	5	0.2-0.5		30		
Çırcık	2	N30°E	N10°-30°E	80°-85°W	N10°E	45°SE	12	0.6-1	25-40	200	30		

şkomu

鉾床帯の方向と一致しない鉾床：Batı Coşan, Gökyokuşun Sr.

(2) E系の方向をとる単位鉾体で、

鉾床帯の方向と一致、またはほぼ一致する鉾床：Sıçankale, Ezan, Civelek

Baltadegmez, Dikyokuş, Mağaradera, Güney Erbaş

鉾床帯の方向と一致しない鉾床：Hacıbektaşkomu (一部), Tecer (一部)

2) 単位鉾体の方向とクローム鉄鉾バンドとの方向

(1) N系の方向をとる単位鉾体で、

クローム鉄鉾バンド方向と一致、またはほぼ一致する鉾床：Batı Coşan, Gökyokuşun

Sr., Tepebaşı, Delavlarıdağ

クローム鉄鉾バンドの方向と一致しない鉾床：Coşan, Sıçankale (一部), Tepebaşı (一部)

(2) E系の方向をとる単位鉾体で、

クローム鉄鉾バンドの方向と一致、またはほぼ一致する鉾床：Çamlı Tepe, Ezan,

Civelek, Baltadegmez, Dikyokuş, Güney Erbaş, Orta Tepe

クローム鉄鉾バンドの方向と一致しない鉾床：Sıçankale

なお、Ezan 鉾床は、標記三者の方向の関係は様々である。

クローム鉄鉾バンドの方向が単位鉾体の方向と一致しない場合、両者の交角が下盤側に向うにつれて大きくなる例が見られる。この理由が、クローム鉄鉾バンドの二次的形成によるのか、クローム鉾液の沈殿時における、小断層における転位によるのか、何れの確証も得られていない。

鉾床帯の方向と、単位鉾体の方向が異なる原因は、鉾床帯が、超塩基性岩体の比較的大きな構造に支配されるのに対し、単位鉾体はミクロな構造に影響されること、および鉾床形成時、形成後の小さな断層により単位鉾体が転位したことである。特に小さな鉾体では、これらの原因による影響が大きいだろう。

次に、単位鉾体の方向とクローム鉄鉾バンドの方向の異なる原因としては、鉾床形成時における小さな傾動、小さな断層運動によるクローム鉄鉾の移動、二次的なバンドの形成、クローム鉄鉾床の形成が二度以上くり返されたことが考えられる。しかし、いずれの原因によっても確証を得ていない。

4-4-5 Ezan, Coşan 鉍山地域の剝土結果

1979年, 1980年と2年間にわたる剝土作業の結果, Ezan, Coşanの両鉍山地域で, それぞれの鉍体の拡がりを明らかにすることができたと共に, 各鉍体の相互関係も明らかにすることができた。具体的には下記の如くである。

Ezan 鉍山地域

- (1) T J T-5 のトレンチで鉍石ゾーンがでてきたことは, Ezan 地域で最大の Batı Ezan 鉍体と B Kafa 鉍体とは連続する一連の鉍体であること。
- (2) T J-6 号の試錐位置付近に NNW~SSE 方向の断層があり, ここを境にして西側を B Kafa, 東側を C Kafa としているが, 実際には同一層準で C Kafa 鉍体とされるべきこと
- (3) T J T-6 のトレンチにより, C Kafa 鉍体はさらに西側に拡がっていくこと。
- (4) T J T-1, 2, 3, 4, 12, 13 等のトレンチにより, Sulu Ocak 鉍体の拡がりが西側では N-S 走向から, 東へといくにつれ E~W から NW~SE へと変化し, 低品位の層状鉍化帯へと連続していくことが明らかとなった。

Coşan 鉍山地域

- (1) 地質精査とトレンチ結果より, 鉍床ゾーンは Ezan 鉍山地域と異なり, 断層により切られ転位しているが, 単一鉍体であること。
- (2) T J T-10, 11, 17, 18, 19, のトレンチにより, Coşan 鉍床の北部で鉍床の相互の連続性と鉍床の拡がりを把握したこと。

等々の結果を得た。当地域の超塩基性岩類は非常に強い蛇紋岩化作用を受け, しかも風化作用, 熱水作用の影響を受けているため, 試錐による下部探鉍は特殊な技術を必要とするが, トレンチは軟弱な地質なためやりやすく, 大きな探鉍成果を得た。

Table 4-2 Results of Chemical Analysis (Trench)

Trench No.	Location	Cr ₂ O ₃ (%)	FeO+ Fe ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	MgO (%)
TJT-1	Sulu Ocak	34.70	15.99	7.57	17.75	19.90
		27.65	15.29	9.91	13.88	23.41
TJT-2	Sulu Ocak	27.23	15.90	14.45	7.23	25.48
		42.08	17.28	3.36	18.35	16.30
		46.33	17.54	4.07	15.97	16.07
TJT-3	Sulu Ocak	44.97	17.51	5.27	13.10	17.14
		24.99	20.54	12.92	16.80	19.46
		37.85	15.80	6.58	17.39	19.52
		32.86	14.62	10.32	20.00	21.36
		36.49	18.16	7.90	17.13	16.50
TJT-4	Sulu Ocak	15.71	16.69	21.76	11.92	26.39
TJT-5	Ezan	38.71	16.42	6.20	21.20	17.34
		28.55	15.91	12.48	19.69	21.31
TJT-6	Ezan	2.11	6.41	31.64	2.84	38.87
		27.02	18.80	11.98	19.70	19.38
		24.81	12.01	14.17	17.03	26.96
TJT-8	Ezan	13.78	13.47	23.48	12.59	31.29
TJT-9	Coşan	27.25	13.80	14.50	19.82	23.03
		37.86	15.54	7.00	21.02	18.30
TJT-10	Coşan	34.89	15.58	9.70	18.48	21.17
		36.09	16.99	8.35	19.33	19.16
TJT-11	Coşan	10.04	11.74	32.24	3.44	33.00
TJT-12	Ezan	31.61	12.84	16.42	9.90	24.65
		34.54	12.79	15.50	10.00	24.16
		40.39	15.62	11.00	11.26	20.39
TJT-14	Coşan	29.02	18.03	17.52	6.17	25.01
TJT-17	Coşan	39.62	14.84	10.96	12.20	21.17
		47.62	16.86	7.02	13.65	16.41
		49.14	14.35	5.80	16.07	16.00

4-5 Ezan 鉾山地域試錐探鉾

4-5-1 試錐目的

本試錐探鉾は、Kopdag 地区における 1978 年度の調査結果にもとづき、クロム鉾床の賦存している地域のなかから特に有望な Ezan 地域の地質構造の解明と鉾床下部の鉾況を把握する目的で 12 孔試錐延長 1000m を計画した。

4-5-2 作業概要

試錐探鉾は 1979, 1980 兩年度に亘って実施された。1979 年度は 7 月 12 日に作業を開始し、試錐孔数 8 孔、総試錐延長 542.60m を掘さくして 10 月 6 日に終了した。作業は日本人技術者 1 名とトルコ人技術者 1 名、機長 5 名により 5 班を編成し、5 台の試錐機、(Acker N-18, Atlas Cop. D-750) を使用して一方制で実施した。掘進には普通工法とワイヤーライン工法を併用し、ベントナイト泥水を使用した。葉片状蛇紋岩、蛇紋岩化ダナイト等の孔壁の崩壊が激しく掘進は極めて困難であった。1980 年度は試錐孔数 6 孔、総試錐延長 461.55m を 6 月 20 日に開始し、10 月 1 日に終了した。人員構成は昨年同様で 3 班を編成し、3 台の試錐機により一方制で実施した。掘進はワイヤーライン工法により、オーバーサイズビットとリグネイト泥水を使用した。結果は、掘進能率、コア採取率ともに前年をうわまわる成績を得ることができた。

当地域において 2 年間に亘って実施した試錐孔数は 14 孔、総試錐延長は 1,004.15m で初期の目的を達成し終了した。各孔の試錐箇所および掘進延長は Table 4-4 のとうりである。

4-5-3 試錐作業

設営および機材搬入；1979, 1980 年度とともに融雪をまって 6 月中旬にキャンプの設営を開始し、次いで道路の補修および新設を行なった。試錐機および資材類は Araklı の M, T, A 黒海支所からトラックにより各々の試錐箇所に運搬された。試錐座の整地および搬入路の新設、補修等はブルドーザーで行った。

掘進作業；1979 年度に実施した試錐 TJ-1 ~ TJ-8 号の 8 孔は風化帯の部分は $4\frac{5}{8}$ トリコンビットにより、次いで NX, BX サイズによる掘進を行った。掘進状況は葉片状蛇

紋岩、亀裂の発達した蛇紋岩化ダナイト等の孔壁の崩壊が激しく、また逸水を伴ってロッドストリングのジャミング事故が続発し、掘進は極めて困難であった。これらの部分はケーシングパイプを延長しながら掘進した。全般にベントナイト泥水を使用して孔壁の保護に努めたが、アスベスト、水酸化マグネシウム等による泥水の悪化が著しく適正な泥水機能の維持は困難であった。1980年度の試錐の実施にあたっては、泥水はリグネイト泥水に切替え、ビットも泥水の活用をはかるためオーバーサイズにして掘進した結果、これらの施策が適合し掘進率において1979年度の8孔平均、総作業1方当り掘進長1.62mに対し11.31mの成績を得ることができた。コア採取率でも1979年度の全孔平均50.1%に対し78.9%を得ることができ、初期の成果を達成することができた。各孔別の試錐成績はTable 4-4に示したとおりである。

解体、撤収作業；1979年度は10月6日、1980年度は10月1日に、それぞれ最終試錐孔の解体、搬出作業を終了した。全ての機材類をAraklıのM. T. A黒海支所の倉庫に格納し、現地における全作業を終了した。

4-5-4 Ezan 地域における試錐について

当地域において2年間に亘って実施した試錐結果から、試錐工法上の留意点を述べて今後の参考としたい。当地域における試錐の対象岩石は葉片状蛇紋岩、蛇紋岩化ダナイト等で鉱床付近では断層が発達し、破碎性に富んでいる。このような地層における試錐の問題点と対策を以下に述べる。

逸水および崩壊対策；当地域における掘進中の逸水は、地表近くの葉片状蛇紋岩の破碎部からの大量逸水と、蛇紋岩化ダナイトの小さな亀裂からの少量逸水とに分けることができる。これらはいずれも孔壁の崩壊を誘発して掘進困難になるので逸水の発生した時点ですみやかに防止することが大切である。地表近くの破碎部に対しては、ケーシングパイプの挿入が良く、亀裂に対しては濃泥水の圧入またはベントナイトをダンゴ状にして押し込む方法が有効である。

岩芯採取率の向上；軟弱層、特に葉片状蛇紋岩は掘進時の循環水によって容易に流出され、岩芯の高率採取は極めて困難である。したがって、ポンプの送水量、掘進速度等の加減による技術的工夫を施すとともに良質な泥水による孔壁の保護およびスラッジの完全な排除を図ることが肝要である。コアリングはワイヤーライン工法でできるだけ大きな口径（NQ以上）を使用することが望ましい。

Table 4-3 Results of Chemical Analysis (Drill Hole)

		width (m)	core (m)	Cr ₂ O ₃	FeO+ Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Cr ₂ O ₃
TJ-9	28.15-29.15	1.00	0.60	31.92	17.58	14.68	8.26	24.40	31.92
TJ-10	62.00-62.50	0.50	0.13	44.20	17.85	7.90	11.85	17.25	44.20
TJ-11	36.00-36.25	0.25	0.25	24.91	12.37	19.28	8.20	30.13	28.84
	36.25-37.45	1.20	1.20	26.84	12.52	17.14	9.32	29.24	
	37.45-38.75	1.30	1.10	31.45	13.26	15.10	11.73	26.57	
	66.35-66.85	0.50	0.40	28.48	14.30	19.00	10.22	24.30	28.48
TJ-12	46.60-49.60	3.00	2.10	37.41	14.75	11.00	11.70	23.60	36.69
	49.60-51.00	1.40	1.05	35.14	15.00	15.06	11.90	21.86	
	80.60-81.60	1.00	1.00	27.18	14.30	17.60	6.38	29.47	24.45
	81.60-83.05	1.45	1.45	19.51	12.10	21.48	6.13	32.60	
	83.05-84.65	1.60	1.55	27.51	13.11	17.20	8.12	28.82	
	84.65-85.30	0.65	0.65	23.76	13.26	18.98	6.02	30.66	40.85
	88.20-89.30	1.10	1.10	40.85	16.54	8.96	13.00	19.73	
TJ-13	35.45-37.15	1.70	1.65	34.10	15.65	13.08	9.71	23.73	26.84
	37.15-40.20	3.05	2.15	22.30	12.81	19.72	6.87	30.80	
	40.20-40.50	0.30	0.30	31.89	15.10	13.42	10.00	25.91	12.76
	40.50-42.00	1.50	1.50	12.76	10.43	26.60	3.73	36.52	
TJ-14	63.70-64.35	0.55	0.50	30.95	14.42	16.50	9.45	24.60	32.44
	64.35-65.35	1.00	1.00	32.25	14.32	14.00	10.64	24.82	
	65.35-66.35	1.00	1.00	32.69	14.20	14.08	10.12	24.90	
	66.35-67.35	1.00	1.00	33.21	14.00	14.00	10.38	24.46	

ダイヤモンドビット；当地域における軟弱地層の掘進には、泥水の使用が必要であるが、スタンダードサイズのビットでは損失圧力が大きくなって掘進困難となるばかりでなく、孔壁の崩壊、逸泥の原因になり、掘進能率の低下、ダイヤモンドビットの短命、コア採取率の低下等をきたす。これらの解決等としては、良質な泥水を使用するとともにビットをオーバーサイズにすることが効果的である。

泥水；当地域における葉片状蛇紋岩、蛇紋岩化ダナイト等はアスベスト、水酸化マグネシウム等を多量に含むため、泥水は分散解こう剤（XP-20, Spersen）を配合した低粘性の物を使用することが効果的である。

4-5-5 試錐結果

1979年度に8孔、5426m、1980年度に6孔4615.5mのボーリングを実施した結果以下のことが明らかとなった。

- (1) 地表では鉱床の上盤で、多くの断層が確認され、ボーリングによりさらに鉱床を切る数多くの断層が確認された。特に鉱床の近傍で複雑な動きをしている。
- (2) 地質は剝離性に富む蛇紋岩と蛇紋岩化したダナイトからなり、場所によりこれらが破碎され、このような箇所が断層と推定された。
- (3) 1979年度のボーリングはEzan鉱山で稼行している鉱体の地表下50m付近を探鉱する目的で各鉱体の上盤側より垂直に実施したが、(1)の理由により各鉱体の下部を把握することができなかった。トレンチでは平面的な各鉱体の連続性を追跡でき、鉱体の膨縮がいちじるしく、しかも断層が複雑な動きをしていることが、明らかとなった。
- (4) 1980年度のボーリングではEzan鉱山のBatı Ezan, B Kafa, C Kafa, 等、各鉱体の富鉱部の下部に対し探鉱を実施、6孔全てで着鉱をみた。富鉱部の下部はかなり安定して下部へと拡がっていることがボーリング結果より明らかとなった。

4-6 結び

Kopdağ 地区ではEzan, Coşan鉱山地域に重点を置き剝土を実施、鉱床の平面的拡がりや鉱体の相互関係を明らかにすることができた。Ezan鉱山地域では試錐探鉱を実施してBatı Ezan, B Kafa, C Kafa 等の鉱体の下部への拡がりを把握した。これまでの調査で鉱床の平面的拡がりは剝土が効果的で、明らかになったので、今後は試錐による下部探鉱が必要で

ある。

鉾床の母岩はダナイトであるが、鉾床付近では著しく蛇紋岩化作用を受け、富鉾部では特に熱水作用によるケンメレライトやウバロバイトが多く、このような部分はもめている。また地表では植生がなく、大陸性の気候で乾燥しているため風化作用が進んでいる。さらに鉾床付近には数多くの断層が発達している等々あり、このため試錐探鉾を実施するにあたり低粘性泥水、オーバーサイズビット、オーバーサイズケーシング、逸水防止済等を準備して実施することにより、下部探鉾が可能となり、ポテンシャルの高い両鉾山地域での鉾量が飛躍的に増大することが予想される。

Table 4-4 List of Drill Holes in Ezan Area

FY	Drilling site	Hole No.	Direction, inclination	Drill length	Core recovery
1979	Armutlu	TJ-1	-90°	76.95 ^m	73.1%
	Armutlu	TJ-2	-90°	65.20	49.7
	Batı Ezan	TJ-3	-90°	90.10	50.3
	Sulu Ocak	TJ-4	-90°	50.15	58.6
	Batı Ezan	TJ-5	-90°	102.20	62.5
	B Kafa	TJ-6	-90°	52.10	24.8
	Sulu Ocak	TJ-7	-90°	22.50	34.8
	Doğu Ezan	TJ-8	-90°	82.60	61.1
	Sub total			542.60	57.1
1980	C Kafa	TJ-9	S, -60°	47.40	38.9
	Batı Ezan	TJ-10	S60°E, -60°	62.50	67.8
	B Kafa	TJ-11	S7°W, -60°	81.40	89.3
	B Kafa	TJ-12	-90°	106.00	91.3
	C Kafa	TJ-13	-90°	63.95	60.7
	B Kafa	TJ-14	-90°	100.30	92.4
	Sub total			461.55	78.9
Total		14		1,004.15	67.1

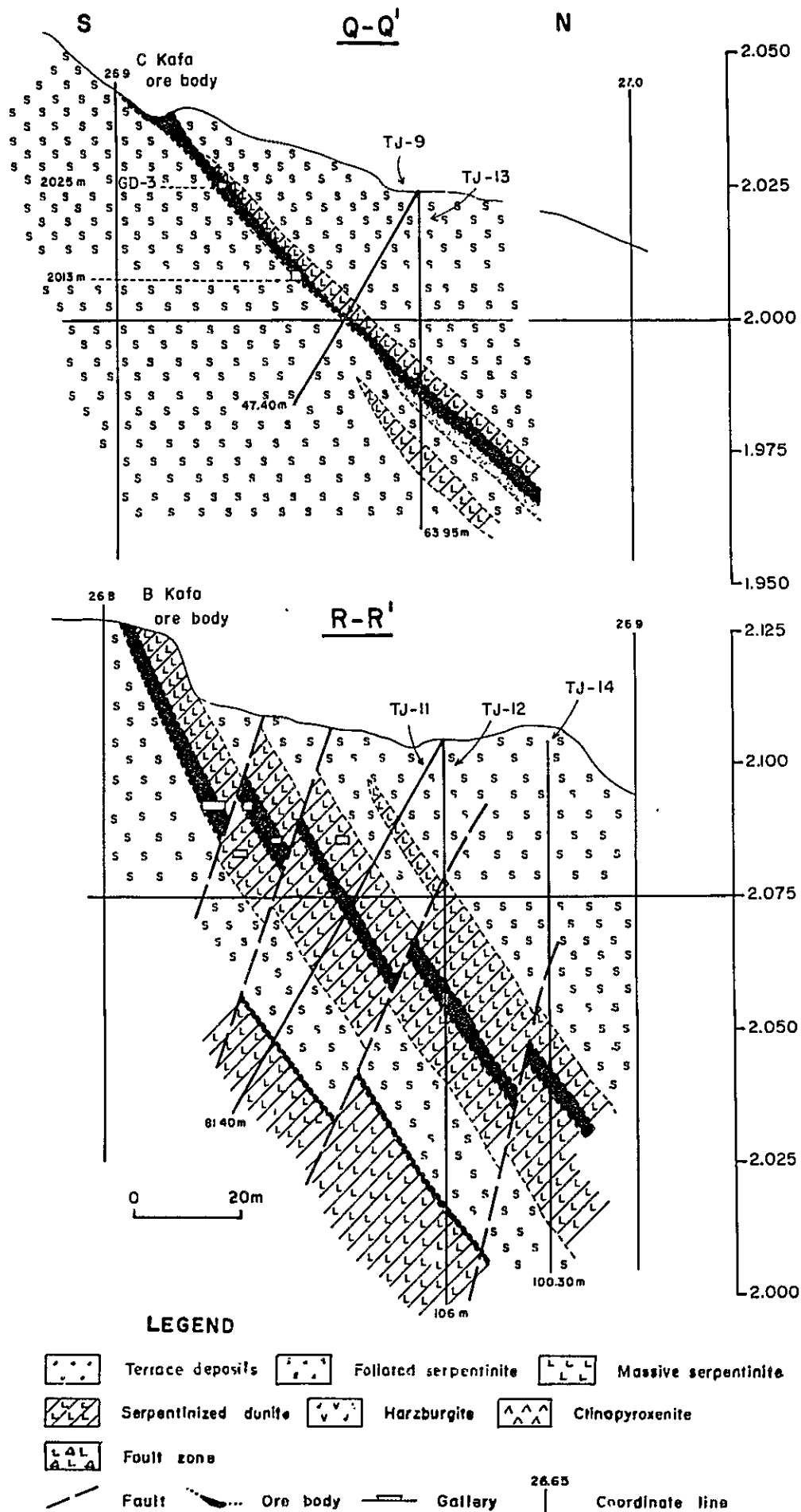


Fig. 4-5 Geological Profiles of B Kafa and C Kafa Ore Bodies

5 将来への展望

5-1 調査の成果

Tunceli 地区では航空写真による地質解析からはじめ、地質概査、地質中精査、地質精査と次第に調査地域をしぼり、これらと平行して河川、土壌の試料採取も進めた。これらの結果、有望地域として Sin と Mamlis 地域にしぼられ、これら両地域に対し物理探査 (IP 法) を実施、興味ある異常箇所が抽出された。これらの箇所に対し試錐探鉱を実施、網状石英脈にともなう鉍化作用を把握することができた。

Kopdog 地区ではやはり航空写真による地質解析からはじめ、地質概査、地質中精査、地質精査と次第に調査地域をしぼっていった。また当地区内で発達している超塩基性岩々体中で認められるクロム鉍の鉍化帯に対し、多数のトレンチ、旧坑があるためこれらの調査も平行して進めた。その結果、現在稼行している Ezan, Coşan 両鉍山地域がポテンシャルが高く、しかも鉍床の拡がりや相互の関係が明らかでないのでトレンチを実施、Ezan 鉍山地域では試錐も実施した。以上の調査より鉍床の拡がりや相互の関係を明らかにすることができ、一部ではあるが、下部への拡がりも把握することができ、大きな成果をあげることができた。

5-2 探鉱方法

Tunceli 地区では4年間の調査で Sin と Mamlis 地域に焦点が絞られ、これらの地域の鉍化状況を究明するためにも、引き続き試錐探鉱が必要である。TS-1, 3号で低品位ながら網状石英脈にともなう鉍化作用を把握しているので、今後試錐探鉱をすることにより、品位の高い部分を見つける必要がある。地表は溶脱帯であることと、比較的垂直に近い鉍化作用と推定されることなどから、間隔のせまい試錐探鉱が効果的であると考えられる。当地域の Sin 石英安山岩は珪化、粘土化作用を受け、脆い岩質に変わっているので、コア採取には十分注意を払う必要がある。

Mamlis 地域は道路を作らなければ当地域に広く発達するゴッサンの箇所にはアプローチできないので、まず試錐探鉱を容易にするためにも道路作りが必要である。しかる後に Ip 異常箇所に対し試錐探鉱を実施して、地表に発達しているゴッサンの下部で硫化鉍物が発達しているのか、みきわめる必要がある。地質調査、物理探査でもゴッサンの拡がりがあるE-Wに対し、

北落しか、あるいは南落しかを明らかにすることができなかったので、この点十分留意すべきである。

Kopdağ^y 地区は当面の探鉱は Ezan と Coşan 鉱山地域で、これまでの調査で鉱体の拡がりや相互関係が明らかとなったが、鉱床付近には初生の E～W 系の断層、その後の二次的な N～S 系の断層等数多くの断層が推定され、しかも単位鉱体の規模が小さいことなどから、今後も引き続き採掘の進展にともない、各鉱体の詳細なスケッチを実施し、これらの拡がりをフォローアップする必要がある。

鉱体の下部への拡がりとは最終年度の 1980 年に B Kafa と C Kafa 鉱体で把握したにすぎず、今後も各鉱体別に試錐探鉱を進めるべきである。この場合、鉱体の落しが重要で、最初に地表での富鉱部の落しを想定、この部分に対し、地表下 30～50 m をねらい、その後に下部での鉱体の拡がりを究明すべきである。なお、鉱床付近の地質は蛇紋岩化作用を強く受けているため軟弱で、Ezan 地域ではさらに風化作用と一部熱水作用も重なってきている。このため地表には植生はなく、白色ないし淡褐色の粉状を呈している。このような地域での試錐探鉱には 1980 年度で効果を上げたリグナイト泥水とオーバーサイズビットを併用することにより可能となり、コア採取率も 90% 以上で鉱化状況を確実に把握できるようになった。

5-3 探鉱量

1980 年度の調査結果に基づき、将来の探鉱箇所や探鉱量が検討され、さしあたり必要な試錐として

Sin 地域 $250\text{ m} \times 3\text{ 孔} = 750\text{ m}$

Mamlis 地域 $250\text{ m}, 300\text{ m}, 350\text{ m}$ の 3 孔計 900 m

Ezan 地域 $60\text{ m} \times 6\text{ 孔} = 360$

$100\text{ m} \times 6\text{ 孔} = 600$

があげられる。これらの試錐探鉱がなされたあと探鉱結果を考慮に入れ、次の探鉱計画を立案されるべきである。また物理探査として Sin 西部の Meterisler 地域 2 km^2 をあげたい。

上記の試錐を実施するにあたり、Sin-Mamlis 地域と Ezan 地域にそれぞれ試錐機 1 台づつを投入し、3 の方制で効果的な作業を実施すべきである。

5-4 Ezan ならびに Coşan 鉍山の鉍床規模

Tunceli, Kopdoğ 地区の調査は1980年が最終年度となるため、これまでの調査結果に基づき Ezan ならびに Coşan 鉍山の鉍床規模を推定するために埋蔵鉍量の計算をした。これによると Ezan の鉍床規模はこれまでの採掘量も加えて約400万トン, Coşan の鉍床規模は1/4の約100万トンと推定され、今後の試錐探鉍により鉍床規模の増大が予想される。

A P P E N D I X



Appendix 1 : Chemical Composition of Ore Samples

a) Drilling core in Sin area

Drill Holl	Sample No.	Locality	Depth (m)	Analysis (ppm)			
				Cu	Pb	Zn	Mo
TS-1	1	Sin	0.60-3.10	15	37	40	2
"	2	"	3.10-5.30	10	31	55	8
"	3	"	5.30-6.70	10	43	50	4
"	4	"	6.70-8.70	10	18	60	4
"	5	"	8.70-11.20	10	43	30	6
"	6	"	11.20-12.70	10	37	30	4
"	7	"	12.70-14.20	20	62	70	4
"	8	"	14.20-15.20	10	37	65	4
"	9	"	15.20-16.90	10	37	50	2
"	10	"	16.90-19.20	10	50	70	4
"	11	"	19.20-20.20	10	50	65	6
"	12	"	20.20-23.20	10	62	70	4
"	13	"	23.20-24.80	20	50	60	4
"	14	"	24.80-25.80	50	56	70	6
"	15	"	25.80-26.50	20	50	50	10
"	16	"	26.50-27.80	10	50	30	6
"	17	"	27.80-28.90	10	62	65	2
"	18	"	28.90-31.40	10	56	70	2
"	19	"	31.40-33.50	10	31	125	4
"	20	"	33.50-35.30	80	43	100	6
"	21	"	36.30-38.00	20	50	65	4
"	22	"	38.00-41.10	110	56	80	6
"	23	"	41.10-44.20	25	37	65	6
"	24	"	44.20-47.30	90	318	250	6
"	25	"	47.30-50.30	15	31	65	4
"	26	"	50.30-53.30	15	25	60	2
"	27	"	53.30-55.50	20	13	60	2
"	28	"	55.50-58.60	20	13	60	4
"	29	"	58.60-61.60	25	13	60	4
"	30	"	61.60-64.60	20	62	70	4
"	31	"	64.60-66.90	15	43	70	2
"	32	"	66.90-70.00	40	43	70	4
"	33	"	70.00-72.00	60	37	85	4
"	34	"	72.00-75.10	20	100	155	6
"	35	"	75.10-78.20	20	25	75	8

Drill Holl	Sample No.	Locality	Depth (m)	Analysis (ppm)			
				Cu	Pb	Zn	Mo
TS-1	36	Sin	78.20-81.30	20	37	95	8
"	37	"	81.30-84.40	10	37	90	6
"	38	"	84.40-87.50	15	50	175	6
"	39	"	87.50-88.70	40	50	320	4
"	40	"	88.70-91.80	75	75	2150	4
"	41	"	91.80-94.90	175	81	2150	4
"	42	"	94.90-98.00	220	43	1000	4
"	43	"	98.00-99.10	140	43	5150	4
"	44	"	99.10-102.20	30	31	795	4
"	45	"	102.20-105.30	30	25	395	4
"	46	"	105.30-108.30	20	13	80	6
"	47	"	108.30-111.40	20	13	85	6
"	48	"	111.40-113.15	250	43	440	6
"	49	"	113.15-115.70	40	62	3000	6
"	50	"	115.70-117.40	65	13	345	6
"	51	"	117.40-120.00	130	75	395	4
"	52	"	120.00-122.10	450	106	165	4
"	53	"	122.10-124.00	30	68	450	6
"	54	"	124.00-126.85	60	13	105	6
"	55	"	126.85-129.85	40	13	60	8
"	56	"	129.85-132.95	50	31	75	4
"	57	"	132.95-136.00	25	25	80	4
"	58	"	136.00-139.10	30	31	75	4
"	59	"	139.10-141.90	25	31	75	4
"	60	"	141.90-145.00	25	13	55	4
"	61	"	145.00-148.10	20	56	70	8
"	62	"	148.10-151.20	30	25	85	4
"	63	"	151.20-154.30	20	31	85	4
"	64	"	154.30-157.40	85	62	500	4
"	65	"	157.40-160.50	65	25	65	6
"	66	"	160.50-163.60	40	13	65	6
"	67	"	163.60-166.70				
"	68	"	166.70-169.80				
"	69	"	169.80-172.90				
"	70	"	172.90-176.00				
"	71	"	176.00-178.50				
"	72	"	178.50-179.10	15	50	60	4

Drill Holl	Sample No.	Locality	Depth (m)	Analysis (ppm)			
				Cu	pb	Zn	Mo
TS-1	73	Sin	179.10-182.20	10	75	70	6
"	74	"	182.20-185.80	10	100	70	4
"	75	"	185.80-188.40	75	175	1480	4
"	76	"	188.40-191.50	65	62	140	4
"	77	"	191.50-194.60	50	137	125	6
"	78	"	194.60-197.70	225	81	170	6
"	79	"	197.70-200.80	95	75	70	2
"	80	"	200.80-203.15	65	68	105	4
"	81	"	203.15-204.15	730	1520	2420	<1
"	82	"	204.15-205.10	12100	26275	48600	<1
"	83	"	205.10-207.00	100	<40	50	<1
"	84	"	207.00-210.10	105	50	50	4
"	85	"	210.10-213.20	40	31	20	8
"	86	"	213.20-216.30	85	25	40	10
"	87	"	216.30-219.40	145	13	45	8
"	88	"	219.40-222.50	65	13	40	8
"	89	"	222.50-225.60	40	18	20	6
"	90	"	225.60-227.40	25	13	20	6
"	91	"	227.40-230.50	40	13	25	4

Drill Holl	Sample No.	Locality	Depth (m)	Analysis (ppm)			
				Cu	Pb	Zn	Mo
TS-3	1	Sin	59.00-61.45	355	37	225	30
"	2	"	85.90-85.70	620	18	155	40
"	3	"	90.70-93.20	1560	31	110	40
"	4	"	93.20-94.10	755	18	110	70
"	5	"	153.2-154.75	630	31	140	16
"	6	"	154.75-165.05	900	112	90	30
"	7	"	165.05-157.80	970	43	130	16
"	8	"	157.80-159.60	715	13	100	20
"	9	"	159.60-161.90	1050	13	95	16
"	10	"	161.90-163.40	1250	43	175	40
"	11	"	163.40-166.35	770	745	2800	30
"	12	"	166.35-169.40	730	262	260	30
"	13	"	169.40-171.90	570	250	570	20
"	14	"	171.90-174.75	550	56	120	12
"	15	"	174.75-176.10	565	106	250	16
"	16	"	176.10-179.15	695	62	165	20
"	17	"	179.15-182.20	805	281	600	20
"	18	"	182.20-185.25	590	50	130	80
"	19	"	185.25-188.00	670	68	200	30
"	20	"	188.00-189.00	1675	162	890	8
"	21	"	189.00-190.00	1015	< 40	81	6
"	22	"	190.00-191.00	860	< 40	97	6
"	23	"	191.00-192.00	2480	247	317	14
"	24	"	192.00-193.00	385	1700	5430	7
"	25	"	193.00-194.00	890	473	642	3
"	26	"	194.00-195.00	685	< 40	70	5
"	27	"	195.00-196.00	1200	< 40	82	20
"	28	"	196.00-197.00	1210	< 40	84	20
"	29	"	197.00-198.00	1080	< 40	78	9
"	30	"	198.00-199.00	925	< 40	62	20
"	31	"	199.00-200.00	1170	< 40	63	20
"	32	"	200.00-201.00	630	< 40	72	22
"	33	"	201.00-202.00	775	< 40	70	26
"	34	"	202.00-203.00	1000	< 40	85	13
"	35	"	203.00-204.00	635	< 40	70	30
"	36	"	204.00-205.00	1315	< 40	62	30
"	37	"	205.00-206.00	3270	< 40	56	13

Drill Holl	Sample No.	Locality	Depth (m)	Analysis (ppm)			
				Cu	Pb	Zn	M
TS-3	38	Sin	206.00-207.00	1,360	< 40	52	12
"	39	"	207.00-208.00	1,780	< 40	46	11
"	40	"	208.00-209.00	2,260	102	170	12
"	41	"	209.00-210.00	1,230	62	100	12
"	42	"	210.00-211.00	1,100	62	97	9
"	43	"	211.00-212.00	1,890	160	220	20
"	44	"	212.00-213.00	750	< 40	82	15
"	45	"	213.00-214.00	1,450	62	135	20
"	46	"	214.00-215.00	1,500	62	105	30
"	47	"	215.00-216.00	550	162	545	14
"	48	"	216.00-217.00	880	43	105	30
"	49	"	217.00-218.00	1,450	81	145	30
"	50	"	218.00-219.00	1,900	1,437	5,450	30
"	51	"	219.00-220.00	1,300	143	205	20
"	52	"	220.00-221.00	1,320	100	450	20
"	53	"	221.00-222.00	750	106	255	12
"	54	"	222.00-223.00	1,640	250	760	20
"	55	"	223.00-224.00	780	25	105	20
"	56	"	224.00-225.00	1,600	25	85	14
"	57	"	225.00-226.00	1,300	13	75	70
"	58	"	226.00-227.00	1,520	62	22	30
"	59	"	227.00-228.00	1,480	31	65	40
"	60	"	228.00-229.00	1,840	18	70	40
"	61	"	229.00-230.00	1,560	25	65	40
"	62	"	230.00-231.00	1,680	18	65	30
"	63	"	231.00-232.00	2,600	13	60	18
"	64	"	232.00-233.00	1,550	62	140	16
"	65	"	233.00-234.00	685	43	65	16
"	66	"	234.00-235.00	715	43	50	20
"	67	"	235.00-236.00	1,480	56	55	30
"	68	"	236.00-237.00	1,950	43	75	140
"	69	"	237.00-238.00	780	62	75	20
"	70	"	238.00-239.00	1,840	43	50	30
"	71	"	239.00-240.00	1,500	3,062	9,850	14
"	72	"	240.00-241.00	2,040	43	50	70
"	73	"	241.00-242.00	1,720	50	70	70

a) Drilling core in Sin area

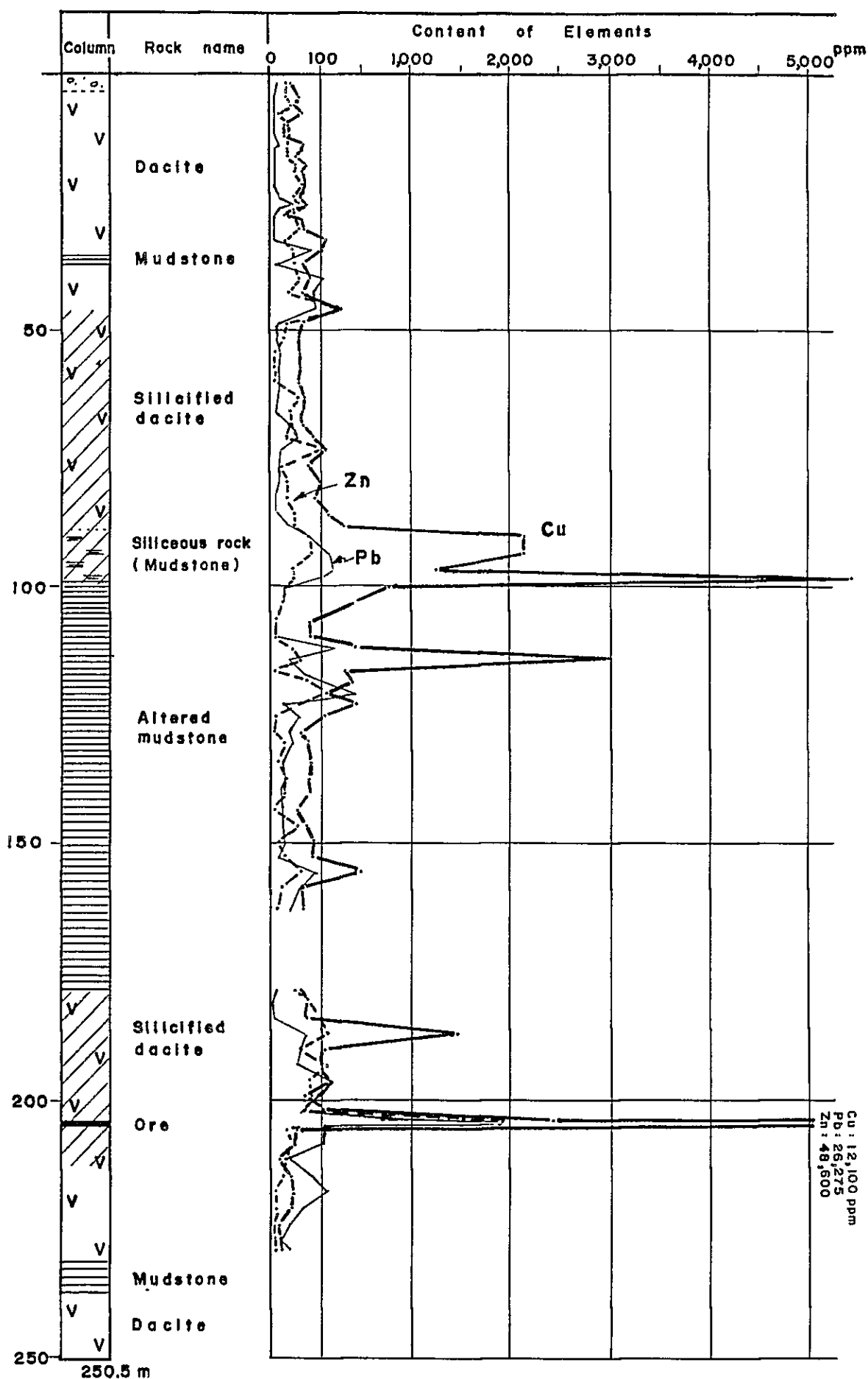
Drill Holl	Sample No.	Locality	Depth (m)	Analysis (ppm)			
				Cu	Pb	Zn	Mo
TS-3	74	Sin	242.00-243.00	1850	81	75	12
"	75	"	243.00-244.00	1640	37	135	30
"	76	"	244.00-245.00	2080	50	70	30

b) Drilling core in Mamlis area

Drill Holl	Sample No.	Locality	Depth (m)	Analysis (ppm)			
				Cu	Pb	Zn	Mo
TM-1	1	Mamlis	219.50-221.80	60	62	85	10
"	2	"	225.80-228.70	50	37	65	6
"	3	"	245.50-247.50	30	43	70	6

Drill Holl	Sample No.	Locality	Depth (m)	Analysis (ppm)			
				Cu	Pb	Zn	Mo
TM-2	1	Mamlis	105.65-112.05	45	43	115	4
"	2	"	124.50-130.20	45	25	90	6
"	3	"	132.20-139.00	65	13	85	6
"	4	"	150.40-157.30	20	56	85	4
"	5	"	157.30-161.70	25	31	80	4
"	6	"	161.70-163.00	25	18	95	8
"	7	"	166.30-168.60	20	37	100	6

Appendix 2 Mineralized zone of TS - 1



Appendix 3 Mineralized zone of TS - 3 (153.2 ~ 245.0m)

