

トルコ共和国 ギュムシャネ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第二年次

昭和61年2月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



トルコ共和国 ギュムシャネ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第二年次

JICA LIBRARY



1029317[3]

15148

昭和61年2月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

国際協力事業団		
受入 月日	61.8.12	314
登録 No.	15148	66.1 MPN

## は し が き

日本国政府はトルコ共和国政府の要請に応え、同国ギユムシャネ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和60年度が第二年次にあたり、金属鉱業事業団は8名の調査団を編成して、昭和60年8月31日から昭和60年11月16日まで現地に派遣した。

現地調査はトルコ共和国政府関係機関の資源開発調査研究所の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は第二年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。おわりに、本調査実施にあたって御協力いただいたトルコ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在トルコ日本大使館及び関係各位の方々に対して衷心より感謝の意を表するものである。

昭和61年2月

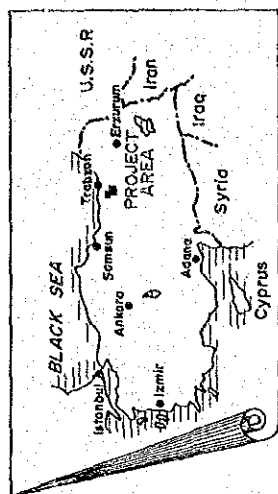
国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

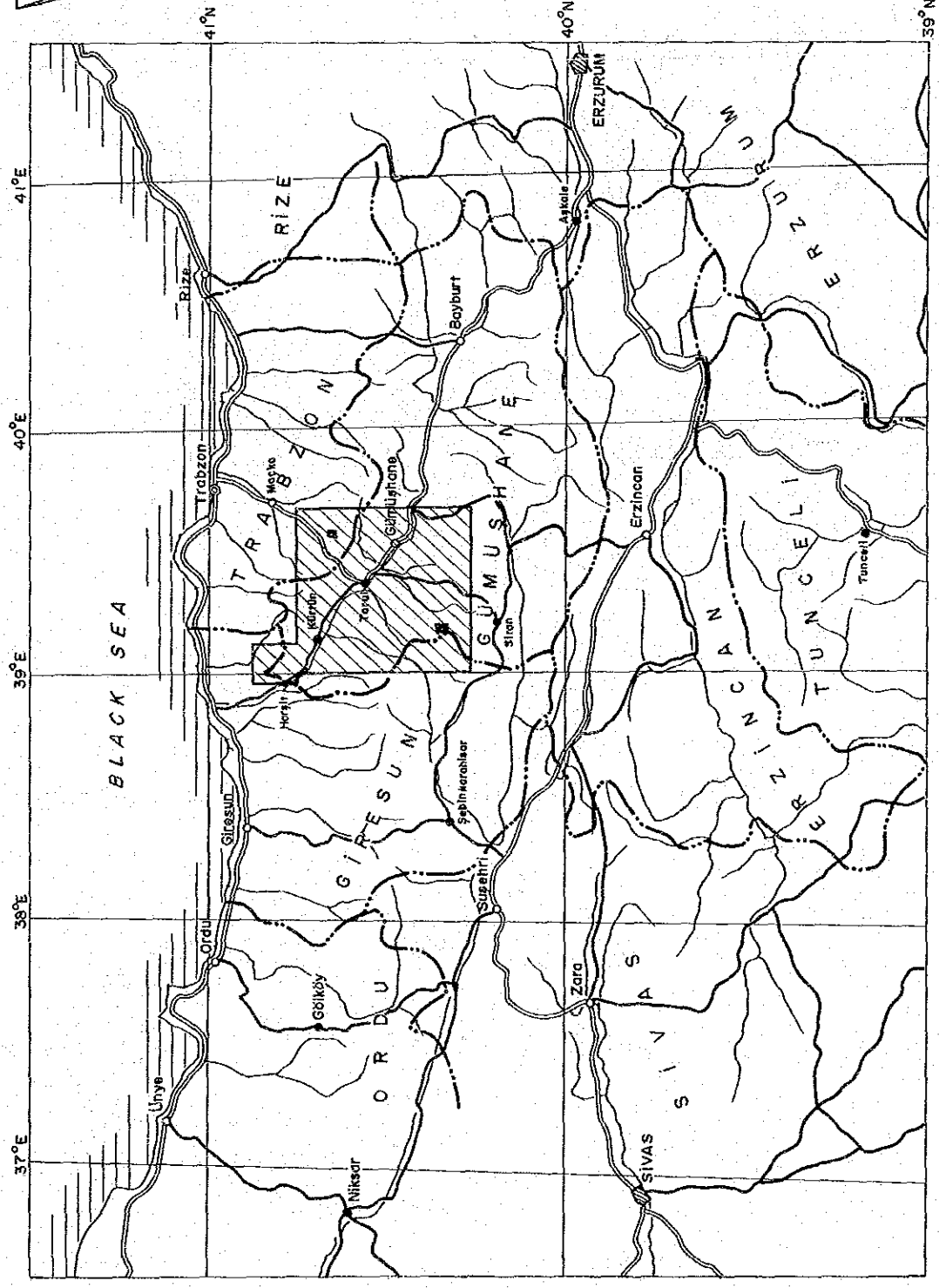
金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起





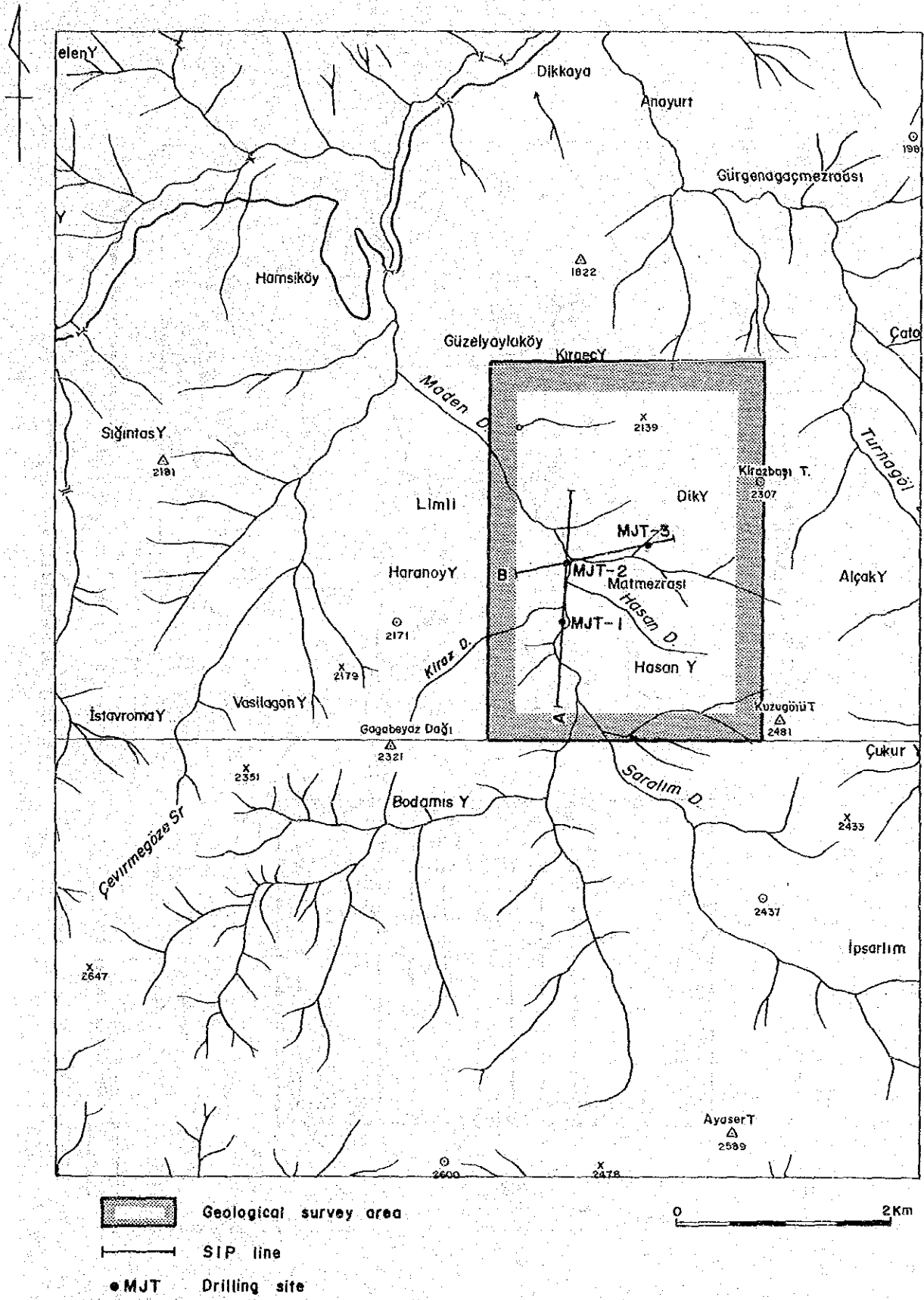
- City
- Village
- River
- Road
- Survey Area (Phase I)
- Survey Area (Phase II)



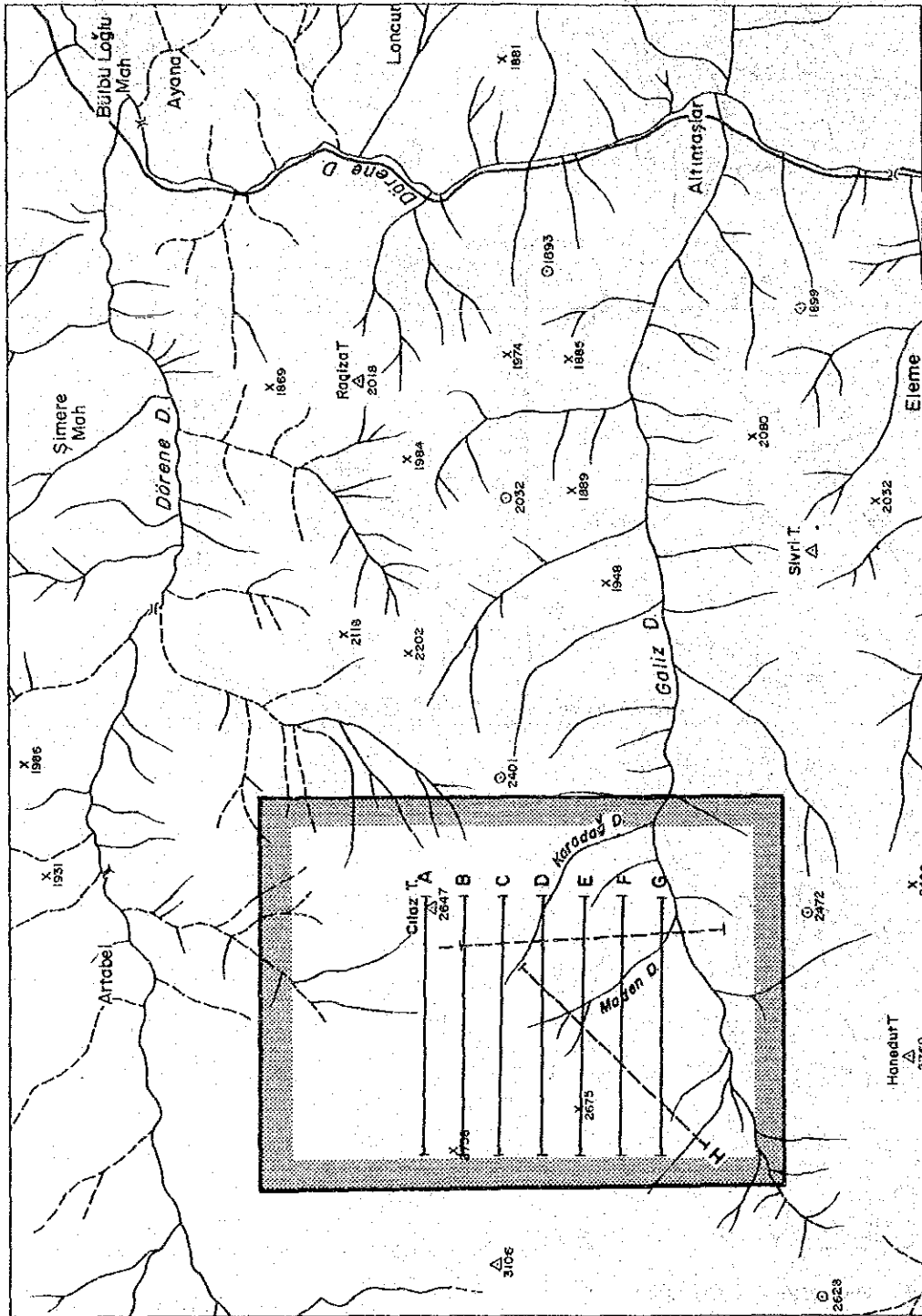
第I圖 調査地域位置圖







第 2 図 Hasandere 地区調査位置図



第 3 图 Karadağ 地区調査位置図

## 要 約

トルコ共和国 Gümüşhane(ギュムシャネ)地域における資源開発基礎調査の第一年次調査は非鉄金属(銀, 銅, 鉛, 亜鉛, モリブデン)を対象とし 2800 km<sup>2</sup>にわたる地質調査, 地化学探査が実施された。

その結果鉱床賦存の有望地域として下記の 2 地区が抽出され, 第二年次調査はこれらに対して地質調査, 物理探査, ボーリング調査からなる調査が次のとおり実施された。

1. Hasandere 地区 (ハッサンデレ) ;	地質準精査	8.75 km <sup>2</sup>
	物理探査(SIP 法)	3.50 km
	ボーリング調査(3 孔)	1,003.00 m
2. Karadag 地区 (カラダー) ;	地質準精査	12.00 km <sup>2</sup>
	物理探査(IP 法)	14.00 km
	物理探査(SIP 法)	4.00 km

それぞれの調査結果を要約すると以下の通りである。

### 1. Hasandere 地区

第一年次調査で Ag, Cu, Mo, Pb, Zn, Sn, W についての地化学異常が認められ, 地質調査結果よりポーフイリーカッパー型鉱化帯が期待された。 第二年次調査では地質調査, 地化学探査により変質斑状花崗岩 (pg 1) の貫入に伴うポーフイリーカッパー型鉱化作用分布範囲が推定され, 鉱化作用を伴う貫入岩とこの岩体の周辺部の岩体 ( Zigana 層の安山岩) 中で実施したボーリング調査で銅・モリブデンからなる有望な鉱化帯を把握した。各ボーリング調査の結果は下記の通りである。

MJT-1 号 ; 岩株状をなす変質斑状花崗岩周辺部の被貫入岩体 ( Zigana 層の安山岩中) を 301 m 掘進, 低品位銅-モリブデン鉱化帯を把握した。9.90~301.00 m 間の平均銅換算品位は 0.091 % で, 変質帯は Propylitic Zone である。

MJT-2 号 ; Zigana 層の安山岩中を 301 m 掘進, やはり低品位銅-モリブデン鉱化帯を把握した。9.50~301.00 m 間の平均銅換算品位は 0.257 % で, 変質帯は Propylitic Zone である。

MJT-3 号 ; 変質斑状花崗岩 (pg 1) 中を 401 m 掘進, 銅-モリブデン鉱化帯を把握した。0~401.00 m 間の平均銅換算品位は 0.345 % で, 変質帯は Phyllic Zone → Potassic Zone である。

これらのボーリング孔間を結ぶ 物理探査 ( SIP 法) では, 黄鉄鉱の強い鉱化帯で異常が

把握され、また断層を境とする未鉱化変質帯との区別もでき、今後の下部探鉱の指針となるデータが得られた。

## 2. Karadağ 地区

第一年次調査で Ag,Cu,Mo,Pb,Zn,W についての地化学異常が認められ、地質調査結果より鉱染型の鉱化帯が期待された。第二年次調査では更に詳しい地質調査と平行して物理探査 (IP,SIP 法) が実施され、物理探査では 3 箇所有望な異常が把握された。2 箇所は地表下 200~300 m で Zigana 層中に貫入した石英斑岩、花崗閃緑岩に伴う鉱化作用で異常の広がりから鉱染型鉱床が期待される。残りの 1 箇所は下部で石灰岩が発達してくると予想されることからスカルン型と推定される。

Maden 沢の上流の石灰岩中に発達するスカルン帯に銅、鉛、亜鉛がきている旧 Karadağ 鉱床は、この付近の下部より採掘されている。Karadağ 鉱床は地表下浅い部分に胚胎し、酸化によるためか、あるいは鉱床規模が小さいためか物理探査による異常は把握出来なかった。

以上の Hasandere 地区、Karadağ 地区とも有望な鉱床が期待され、Hasandere 地区は銅、モリブデン、Karadağ 地区は銅、鉛、亜鉛で、今後下部探鉱が必要である。

# 目 次

はしがき

要約

## 第 1 部 序 論

### 第 1 章 調査概要

1-1 緒 言 .....	1
1-2 調査日程及び調査団の編成 .....	2
1-3 調査方法及び調査量 .....	3

### 第 2 章 調査地域概要

2-1 Hasandere 地区 .....	4
2-2 Karadağ 地区 .....	4
2-3 従来 of 調査 .....	4
2-4 調査地域周辺の地質概要 .....	5

## 第 2 部 調 査 結 果

### 第 1 章 Hasandere 地区

1-1 概要 .....	9
1-1-1 第 1 年次調査結果概要 .....	9
1-1-2 第 2 年次調査目的 .....	9
1-1-3 調査方法及び調査量 .....	9
1-2 地質 .....	10
1-2-1 地質概要 .....	10
1-2-2 地質層序 .....	10
1-2-3 貫入岩類 .....	11
1-2-4 地質構造 .....	13
1-3 鉱化、変質作用 .....	19
1-3-1 鉱化作用 .....	19
1-3-2 変質作用 .....	20
1-4 流体包有物 .....	30
1-4-1 地表の岩石中の流体包有物試料 .....	30

1-4-2	均質化温度の測定	30
1-4-3	岩石中の流体包有物の均質化温度	31
1-4-4	ボーリングコア中の流体包有物の均質化温度	32
1-4-5	塩濃度	36
1-4-6	流体包有物測定結果	36
1-5	土地化学探査	59
1-5-1	概要	59
1-5-2	分析結果の処理	59
1-5-3	解析結果	59
1-6	物理探査(SIP法)	68
1-6-1	調査概要	68
	(1) 調査目的	
	(2) 調査範囲	
	(3) 調査仕様	
	(4) 調査方法	
	(5) 測定機器	
1-6-2	データ処理と岩石試料測定	70
	(1) SIP法データ処理	
	(2) デカップル処理	
	(3) 岩石試料測定	
1-6-3	解析結果	78
	(1) 見掛比抵抗平面図及び断面	
	(2) PFE平面図及び断面図	
	(3) 位相差断面図	
	(4) 各種スペクトル図	
	(5) デカップル処理図	
	(6) シミュレーション解析図	
	(7) 検討及び解析図	
1-7	ボーリング調査	112
1-7-1	調査概要	112
	(1) 調査目的	
	(2) 試錐概要	
	(3) 実施量	
1-7-2	ボーリング工法及び使用機械	114
	(1) ボーリング工法	

	(2) 試錐機及び機材	
	(3) 作業形態	
	(4) 機材運搬	
	(5) ボーリング用水	
	(6) 撤収	
1-7-3	掘進状況 .....	115
	(1) MJT-1号	
	(2) MJT-2号	
	(3) MJT-3号	
1-7-4	ボーリング孔の地質及び鉱化作用 .....	129
	(1) MJT-1号	
	(2) MJT-2号	
	(3) MJT-3号	
	(4) コアの分析結果	
1-7-5	ボーリング調査結果 .....	158
	(1) MJT-1号	
	(2) MJT-2号	
	(3) MJT-3号	
1-7-6	ボーリング調査と地質調査との関連 .....	159
	(1) 斑状花崗岩	
	(2) 安山岩類	
	(3) 硫化鉱物、その他の鉱石鉱物	
	(4) 地質構造	
	(5) 鉱化作用	
	(6) 変質ゾーニング	
	(7) 鉱化帯内の割れ目	
1-7-7	ボーリング調査と物理探査との関連 .....	161
1-7-8	トルコのポーフイリーカッパー-鉱床 .....	162
第2章 Karadağ 地区		
2-1	概要 .....	166
2-1-1	第1年次調査結果概要 .....	166
2-1-2	第2年次調査目的 .....	166
2-1-3	調査方法及び調査量 .....	172
2-2	地質 .....	172

2-2-1	地質概要	172
2-2-2	地質層序	172
2-2-3	貫入岩類	174
2-2-4	地質構造	174
2-3	鉱化, 変質作用	175
2-4	物理探査 (SIP 法・IP 法)	179
2-4-1	調査概要	179
	(1) 調査目的	
	(2) 調査範囲	
	(3) 調査仕様	
	(4) 調査方法	
	(5) 測定機器	
2-4-2	データ処理と岩石試料測定	181
	(1) IP 法データ処理	
	(2) SIP 法 データ処理	
	(3) デカップル処理	
	(4) 岩石試料測定	
2-4-3	解析結果	186
	(1) 見掛比抵抗平面図及び断面図	
	(2) PFE 平面図及び断面図	
	(3) 位相差断面図	
	(4) 各種スペクトル図	
	(5) デカップル処理図	
	(6) シミュレーション解析図	
	(7) 検討及び解析図	
2-4-4	物理探査と地質調査結果との関連	218

### 第 3 部 結論及び提言

1	Hasandere 地区結論	221
2	Karadağ 地区結論	222
3	第 3 年次への提言	222

参考文献

巻末付図



## 付 図

- 第 1 図 調査地域位置図
- 第 2 図 Hasandere 地区調査位置図
- 第 3 図 Karadağ 地区調査位置図
- 第 4 図 調査地域付近の一般地質図
- 第 5 図 Gümüşhane 地域模式柱状図
- 第 6 図 Hasandere 地区 模式柱状図
- 第 7 図 Hasandere 地区 地質図
- 第 8 図 Hasandere 地区 地質断面図
- 第 9 図 Hasandere 地区 分析結果図(チップサンプル)
- 第 10 図 Hasandere 地区 変質帯分帯図
- 第 11 図 均質化温度頻度分布図 (岩石 1)
- 第 12 図 均質化温度頻度分布図 (岩石 2)
- 第 13 図 均質化温度頻度分布図 (岩石 3)
- 第 14 図 均質化温度頻度分布図 (コア 1)
- 第 15 図 均質化温度頻度分布図 (コア 2)
- 第 16 図 均質化温度頻度分布図 (岩石中の石英斑晶)
- 第 17 図 均質化温度頻度分布図 (岩石中の石英脈)
- 第 18 図 均質化温度頻度分布図 (岩石・コア別の気液相)
- 第 19 図 均質化温度頻度分布図 (全試料の気液相)
- 第 20 図 均質化温度と塩濃度との関係図
- 第 21 図 Hasandere 地区 土壤地化学探査の頻度分布・累積頻度分布・散布図
- 第 22 図 Hasandere 地区 Cu 土壤地化学探査等値線図
- 第 23 図 Hasandere 地区 Mo 土壤地化学探査等値線図
- 第 24 図 Hasandere 地区 測線位置図
- 第 25 図 SIP 法測定概要図
- 第 26 図 SIP 測定装置ブロックダイヤグラム
- 第 27 図 コール・コール図
- 第 28 図 マグニチュードスペクトル図
- 第 29 図 位相差スペクトル図
- 第 30 図 岩石試験測定装置
- 第 31 図 岩石試料の位相差スペクトルタイプ
- 第 32 図 見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=1)

- 第 33 図 見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=3)
- 第 34 図 見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=5)
- 第 35 図 見掛比抵抗・PFE 断面図 (Line A)
- 第 36 図 見掛比抵抗・PFE 断面図 (Line B)
- 第 37 図 PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=1)
- 第 38 図 PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=3)
- 第 39 図 PEF 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=5)
- 第 40 図 位相差断面図 (Line A)
- 第 41 図 位相差断面図 (Line B)
- 第 42 図 各種スペクトル図 (Line A)
- 第 43 図 各種スペクトル図 (Line B)
- 第 44 図 デカップル処理図 (Line A, Line B)
- 第 45 図 シミュレーション解析図 (Line A) (A), (B)
- 第 46 図 シミュレーション解析図 (Line B)
- 第 47 図 Hasandere 地区 解析図
- 第 48 図 ボーリング位置図
- 第 49 図 掘進工程図 MJT-1 号
- 第 50 図 掘進工程図 MJT-2 号
- 第 51 図 掘進工程図 MJT-3 号
- 第 52 図 ボーリング柱状図 MJT-1 号
- 第 53 図 ボーリング柱状図 MJT-2 号
- 第 54 図 ボーリング柱状図 MJT-3 号
- 第 55 図 分析品位図 MJT-1 号
- 第 56 図 分析品位図 MJT-2 号
- 第 57 図 分析品位図 MJT-3 号
- 第 58 図 ボーリング地質断面と変質ゾーニングとの関係図
- 第 59 図 Karadağ 地区 地質図
- 第 60 図 Karadağ 地区 地質断面図
- 第 61 図 Karadağ 地区 模式柱状図
- 第 62 図 Karadağ 地区 分析結果図 (チップサンプル)
- 第 63 図 Karadağ 地区 測線位置図
- 第 64 図 IP 測定装置ブロックダイヤグラム
- 第 65 図 見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=1)
- 第 66 図 見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=3)
- 第 67 図 見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=5)

第 68 図	見掛比抵抗断面図 [0.125 Hz] (Line A~G)
第 69 図	見掛比抵抗・PFE 断面図 (Line H)
第 70 図	見掛比抵抗・PFE 断面図 (Line I)
第 71 図	PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=1)
第 72 図	PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=3)
第 73 図	PEF 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=5)
第 74 図	PFE 断面図 [0.125-1.0 Hz] (Line A~G)
第 75 図	位相差断面図 (Line H)
第 76 図	位相差断面図 (Line I)
第 77 図	各種スペクトル図 (Line H)
第 78 図	各種スペクトル図 (Line I)
第 79 図	デカップル処理図 (Line H, Line I)
第 80 図	シミュレーション解析図 (Line D)
第 81 図	シミュレーション解析図 (Line G)
第 82 図	シミュレーション解析図 (Line I)
第 83 図	Karadağ 地区 解析図
第 84 図	第三年次提言図

## 付 表

第 1 表	Hasandere 地区 鉱石分析結果一覧表 (No 1~No 4)
第 2 表	X 線回析結果一覧表 (No 1~No 3)
第 3 表	流体包有物試料表 (No 1~No 5)
第 4 表	箇所別流体包有物試料一覧表
第 5 表	気液相別包有物試料一覧表
第 6 表	均質化温度総括一覧表
第 7 表	検鏡結果一覧表 (薄片)
第 8 表	検鏡結果一覧表 (研磨片)
第 9 表	SIP,IP 法 測定機器一覧表
第 10 表	Hasandere 地区 岩石、鉱石試料 SIP 測定結果一覧表
第 11-1 表	Hasandere 地区 岩種別 SIP 測定結果
第 11-2 表	Hasandere 地区 岩芯物性測定と Cu,Mo 品位
第 12 表	使用機器一覧表
第 13 表	ダイヤモンドビット使用状況表
第 14 表	消耗品使用明細表

第 15 表	作業時間総括表
第 16 表	掘進作業実績表 MJT-1 号
第 17 表	掘進作業実績表 MJT-2 号
第 18 表	掘進作業実績表 MJT-3 号
第 19 表	掘進成績総括表 MJT-1 号
第 20 表	掘進成績総括表 MJT-2 号
第 21 表	掘進成績総括表 MJT-3 号
第 22 表	累積平均品位表
第 23 表	Karadağ 地区 鉱石分析結果一覧表
第 24 表	Karadağ 地区 岩石試料 SIP 測定結果一覧表
第 25 表	Karadağ 地区 岩種別 SIP 結果
写真 1~4	流体包有物顕微鏡写真
写真 5,6	顕微鏡写真

#### 添 付 図

付図 1	Hasandere 地区 地質図 (縮尺 1:5000)
付図 2	Hasandere 地区 地質断面図 (縮尺 1:5000)
付図 3	Karadağ 地区 地質図 (縮尺 1:5000)
付図 4	Karadağ 地区 地質断面図 (縮尺 1:5,000)
付図 5	Hasandere 地区 試料採取位置図 (縮尺 1:5,000)
付図 6	Karadağ 地区 試料採取位置図 (縮尺 1:5,000)
付図 7	Hasandere 地区 測線位置図 (縮尺 1:5,000)
付図 8	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=1) (縮尺 1:5,000)
付図 9	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=3) (縮尺 1:5,000)
付図 10	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=5) (縮尺 1:5,000)
付図 11	見掛比抵抗・PFE 断面図 (Line A) (縮尺 1:5,000)
付図 12	見掛比抵抗・PFE 断面図 (Line B) (縮尺 1:5,000)
付図 13	PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=1) (縮尺 1:5,000)
付図 14	PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=3) (縮尺 1:5,000)
付図 15	PEF 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=5) (縮尺 1:5,000)
付図 16	各種スペクトル図 (Line A)
付図 17	各種スペクトル図 (Line B)
付図 18	Hasandere 地区 解析図

付図 19	Karadağ 地区 測線位置図 (縮尺 1:5,000)
付図 20	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=1) (縮尺 1:5,000)
付図 21	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=3) (縮尺 1:5,000)
付図 22	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=5) (縮尺 1:5,000)
付図 23	見掛比抵抗断面図 [0.125 Hz] (Line A~G) (縮尺 1:5,000)
付図 24	見掛比抵抗・PFE 断面図 (Line H) (縮尺 1:5,000)
付図 25	見掛比抵抗・PFE 断面図 (Line I) (縮尺 1:5,000)
付図 26	PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=1) (縮尺 1:5,000)
付図 27	PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=3) (縮尺 1:5,000)
付図 28	PEF 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=5) (縮尺 1:5,000)
付図 29	PFE 断面図 [0.125-1.0 Hz] (Line A~G) (縮尺 1:5,000)
付図 30	各種スペクトル図 (Line H)
付図 31	各種スペクトル図 (Line I)
付図 32	Karadağ 地区 解析図



第一章 序論





## 第1部 序論

### 第1章 調査概要

#### 1-1 緒言

初年度の調査では Gümüşhane 地域の非鉄金属（銀、銅、鉛、亜鉛等）鉱床の賦存状況を把握することを目的とし、2,800 km<sup>2</sup>に亘って地質調査、地化学探査を実施した。その結果鉱床賦存の有望地域として、

モリブデン—銅からなる鉱染型鉱床が期待される Hasandere 地域

銅—亜鉛からなる鉱染型鉱床が期待される Karadağ 地域

の2地域を抽出した。

当地域の地質は、基盤岩類として石炭系～二畳系と云れる片麻岩、黒雲母片岩よりなる Kurtoğlu 変成岩類及び、Gümüşhane 花崗岩とが分布する。これらをジュラ紀から始新世にかけての塩基性～酸性の火山岩、火砕岩類が不整合に被う。火山活動の休止期には石灰岩、泥岩、砂岩等を挟在する。この堆積岩中に含まれる化石から、下位よりジュラ紀下部の Kırıklı 層、ジュラ紀上部の Kuşakkaya 石灰岩層、白亜紀上部の Zigana 層、始新世の Venk Yayla 層に区分されている。さらに上位に始新世上部とされる Gavur Dağı 火山岩類が分布する。

貫入岩は古生代に貫入した古期花崗岩の Gümüşhane 花崗岩と白亜紀後期から第三紀始新世にかけて貫入した新期花崗閃緑岩類、石英斑岩及び粗粒玄武岩からなる。

地質構造は E～W 系の Gümüşhane 衝上断層を境にして南部では Gümüşhane 花崗岩とジュラ紀下部の玄武岩が発達しているのに対して北部では主として白亜紀上部の安山岩が広い範囲に分布する。新期貫入岩類は主として北側に多い。

鉱化作用は、スカルン型、鉱脈（裂罅充填）型、鉱染（ポーフィリー—銅）型に大別される。スカルン型は Zigana 層中の安山岩と石灰岩との接触部に鉄鉱物を、時には黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱を伴う、主として北側に多い。鉱脈型は小規模高品位で Kırıklı 層、Zigana 層、Venk Yayla 層等で見られる。鉱染型は新期貫入岩に伴い花崗閃緑岩や、その周辺の母岩中に発達しモリブデン—銅、銅—亜鉛、黄鉄鉱—モリブデン等よりなる低品位鉱化帯である。そのほか特殊な鉱物を伴う鉱脈として、Avliyana では Zigana 層中に脈巾が狭いが走向方向に断続的に 500 m 以上にわたって分布する輝安鉱を主とする鉱脈や Gümüşhane 花崗岩中にもみ脈状に発達する重晶石脈も見られる。

鉱石鉱物はスカルン型では鏡鉄鉱・磁鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱、鉱脈型では黄

銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱、鉱染型では主として黄鉄鉱からなることが多いが輝水鉛鉱、黄銅鉱・黄鉄鉱や黄銅鉱・閃亜鉛鉱の鉱物組み合わせからなる部分もあり注目される。

地質構造と鉱化帯との関係をみると調査地域全域の主要貫入岩の貫入方向は ENE～WSW から NE～SW の方向に対し、鉱脈の割れ目はこれらと平行する ENE～WSW から E～W 系の弱線沿いに配列することが多い。またトルコの地質構造は東西系の褶曲、断層が多く本地域も同様東西系の割れ目が多いものと推定される。

地化学異常と鉱化帯との関係では 1970～1974 年にかけて国連 (UNDP) が実施した沢砂試料のうち本調査域内の B 地域で約 2000 ケ、1984 年 MTA が Hasandere 地域で採取した土壌試料 942 ケ、第一年度調査で試料採取した沢砂試料 910 ケ 等の分析結果から 50 箇所の異常域が抽出された。これらのうち地質調査結果を考慮に入れ、最も注目される地化学異常域は Hasandere (Mo,Cu), Karadağ (Ag,Cu,Pb,Zn) の 2 箇所である。

## 1-2 調査日程及び調査団の編成

第二年度調査は昭和 60 年 8 月 31 日より昭和 60 年 11 月 16 日の日程で行なわれた。そのうち現地調査期間および調査団編成は次のとおりである。

### (1) 現地調査期間

地質調査・地化学探査	自	昭和 60 年 9 月 4 日
	至	昭和 60 年 10 月 7 日
物理探査	自	昭和 60 年 9 月 4 日
	至	昭和 60 年 11 月 4 日
ボーリング調査	自	昭和 60 年 9 月 12 日 (掘進開始日)
	至	昭和 60 年 10 月 30 日 (掘進終了日)

### (2) 調査団編成

企画・調整	日本側 (金属鉱業事業団)	トルコ側 (資源開発調査研究所)
和泉 武 (海外部長)		Orhan ÖZKOÇAK 副総裁
岡本 秀樹 (ロンドン事務所長)		Ramiz ÖZOCAK 金属鉱床部部長
森川 市参 (海外部)		Ömer T. AKINCI 金属鉱床部副部長
北 良行 (海外部)		Temer Y. NEBİOĞLU 黒海支所長

調査団 (地質・物理探査・ボーリング調査)

日本側	トルコ側
団長 (総括・地質・ボーリング調査)	コーディネーター

水本 久 (日鉱探開株式会社)	Dr. Yusuf Z.ÖZKAN (MTA)
地質調査	
神原 洋 (日鉱探開株式会社)	İsmail H.GÜVEN(MTA)
	Murat ER (MTA)
	Kemal ÖZDOĞAN (MTA)
	Hüseyin YILMAZ(MTA)
	Ali İ. ERÇİN (MTA)
物理探査 (IP, SIP 法)	
吉沢 正夫 (日鉱探開株式会社)	Mustafa DEMIRHAN(MTA)
杉山 伸一 (日鉱探開株式会社)	Asım ÖZMEN (MTA)
山石 毅 (日鉱探開株式会社)	Kadircan AKTAŞ (MTA)
	Faik SARAÇ (MTA)
	Ethem OFLU (MTA)
ボーリング調査	
石井 佐市 (日鉱探開株式会社)	Cemal ÖZSOY (MTA)
杉淵 忠輝 (日鉱探開株式会社)	Levent MEHMET (MTA)
野村 光雄 (日鉱探開株式会社)	

### 1-3 調査方法及び調査量

#### (1) 地質調査 (準精査)

Hasandere 地区	調査面積	8.75 km <sup>2</sup> 、踏査延長	29.50 km
Karadağ 地区	調査面積	12 km <sup>2</sup> 、踏査延長	43.00 km

#### (2) 物理探査

Hasandere 地区 (SIP 法)	測線長	3.50 km	測点数	135 点
Karadağ 地区 (IP 法)	測線長	14.00 km		
(SIP 法)	測線長	4.00 km	測点数	160 点

#### (3) ボーリング調査

Hasandere 地区	MJT-1 号	301 m
	MJT-2 号	301 m
	MJT-3 号	401 m

#### (4) 室内試験試料

岩石薄片		30 件
鉱石研磨片		30 件
化学分析	Hasandere 地区 地質調査用 (Cu,Mo)	102 件

	ボーリング調査用 (Cu,Mo)	301 件
	ボーリング調査用 (Au,Cu,Mo,Sn,W)	33 件
Karadağ 地区	地質調査用 (Cu,Zn)	31 件
	流体包有物 (均質化温度、塩濃度)	100 件
	室内 SIP 試験	60 件

## 第 2 章 調査地区の概要

### 2- 1 Hasandere 地区

本調査地区は Trabzon の南約 50 km の Hamsiköy 村の Güzelyayla に位置する。行政区では Trabzon 県、Maçka 郡 Dikkaya 村 字 Güzelyayla に当たり、海拔は 1,400~2,400 m である。交通は比較的便利で、本年次調査のベースキャンプ地となった Hamsiköy と Trabzon 間は車で約一時間を要する。

東西方向に走る Zigana 山脈を境として北側の Trabzon 側は雨量が多く、年間降雨量 700~1,000 mm で湿度が高い。特に Hasandere 地区はこの分水嶺の北側に当たり、霧が発生しやすく年間を通じて一日中快晴の日は少ない。野外調査は 4 月から 10 月まで可能である。黒海の大都会 Trabzon に近く、降雨量が多く、付近一帯の高地は肥沃な牧草地が多いことから麓の Hamsiköy から Dikkaya にかけての国道沿いには集落が多い。

### 2- 2 Karadağ 地区

本調査地区は Torul の東南約 40 km に位置 (Gümüşhane 県、Torul 郡、Altıntaşlar 村の西約 5 km) し、初年度調査のベースキャンプとなった Torul よりジープで約一時間で達する。Karadağ 連山の東部を形成する Cilaz 山 (2,647 m) を中心として、海拔 2,000~2,700 m の山岳地域である。

当地区一帯は内陸性気候で雨量が少なく、湿度が低い。高地のため冬期間の降雪が多く、野外調査期間は 5 月から 9 月頃が最適である。

### 2- 3 従来の調査

調査地域内にはこれまで数多くの旧鉱山、露頭がありこれらについて MTA の手で調査がなされているものの当地域全域に及ぶ調査はなく、コンパイルされた縮尺 1:500,000 の地質図のみである。このようなことから MTA では本調査地域南部の地質調査をここ数年来実施してきている。当調査地域内で古い資料として記録があるのは Eski Gümüşhane (エ

シキギムシャネ) の Hazine Mağara (ハジネマラー) 鉱山と Kirkpavlı (クルクパブル) 鉱山である。1937 年の Koven-ko (コベンコ) による資料では前者が交代鉱床で主として銀を、後者が鉱脈鉱床で銀 (金) を採掘した記録があるものの、生産量については記録はない。その後、MTA が Eski Gümlüşane 地域の詳細な地質調査を実施している。

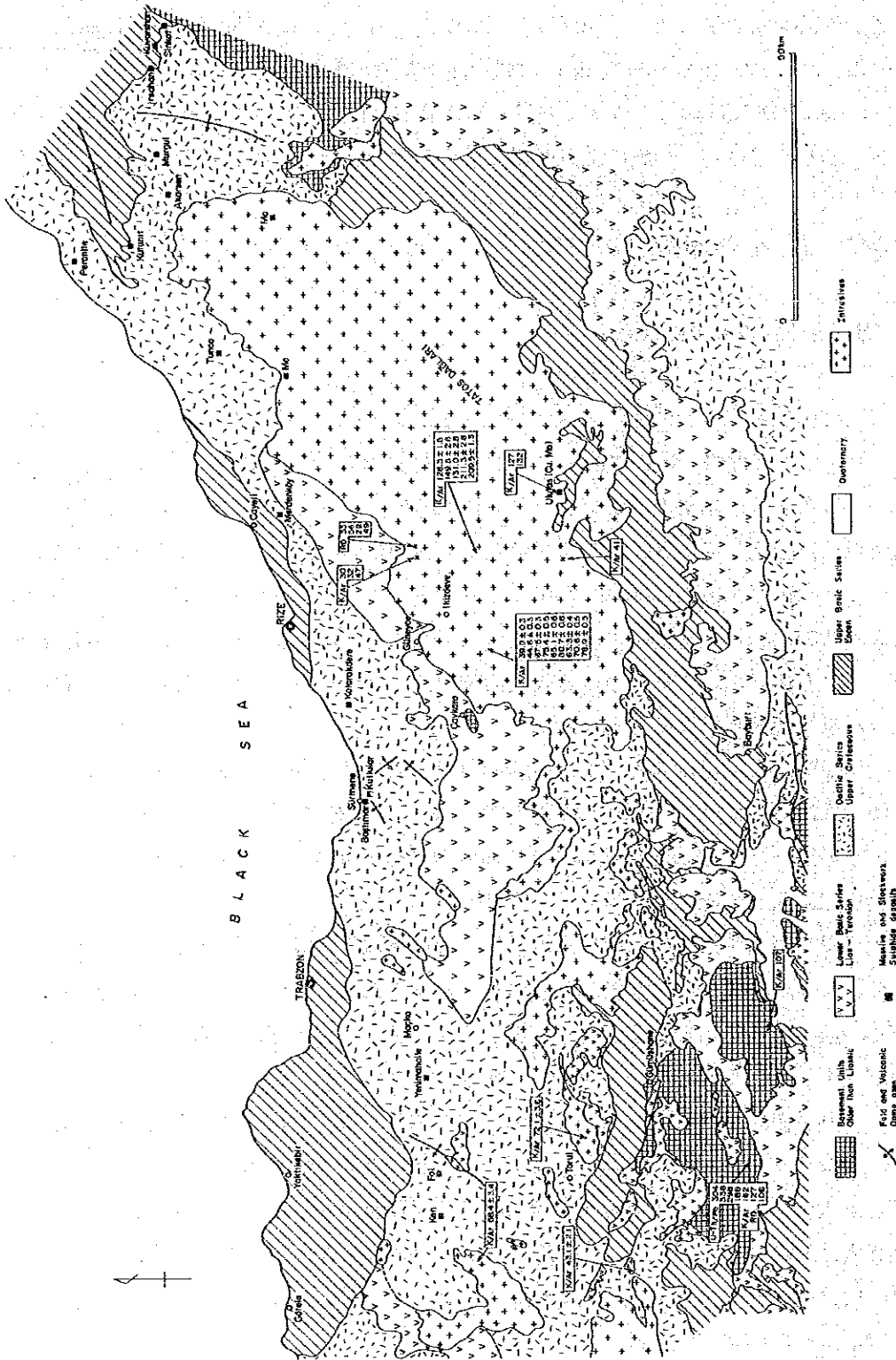
また、Karadağ 鉱床は膨大なカラミの量から大昔盛大に稼行されたことで MTA による概査がおこなわれている。一説によると紀元前に稼行されたとの話もあり、記録は残されていないので明らかでない。以上のほかには 1970~1974 年にかけて国連が実施した地化学探査報告書と Yucel YILMAZ (1974) の「Gümlüşane 花崗岩の地質」の記載がある。

#### 2-4 調査地域周辺の地質概要

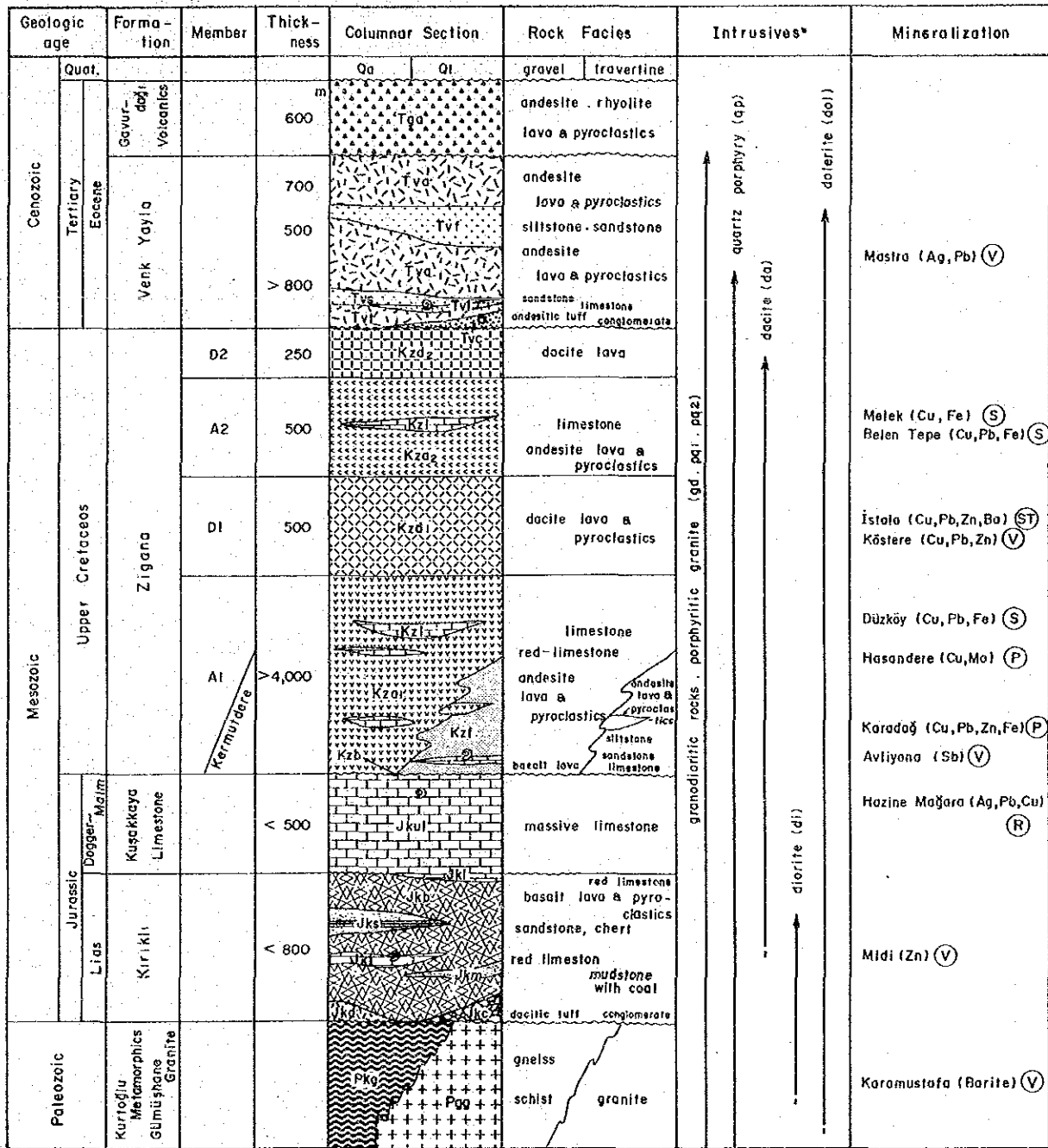
東西方向に広がるトルコの地質は、北から南へポンテードス褶曲帯、アナトリア中間地帯、タウリットス褶曲帯、縁辺褶曲帯の 4 構造区に分けられる。本調査地域は、このうちポンテードス褶曲帯に属する。ポンテードス褶曲帯はオルドビス紀以降の地層が分布し第三紀漸新世には陸化している。このポンテードス褶曲帯の特徴はジュラ紀前期に地向斜の沈降が始まり、白亜紀後期にはカルクアルカリ岩系の玄武岩—安山岩—石英安山岩の活発な海底火山活動の場となり、この火山活動は第三紀始新世紀末まで続いた、この間に深成岩の貫入活動もあった。これら一連の火成活動に伴う鉱化作用が認められる。これ以降は、第三紀鮮新世まで著しい火成活動はなかった。

本調査地域では白亜紀後期の Zigana 層が卓越している。本層は褶曲をくりかえしながら北側にゆるく傾斜している。安山岩、同質火砕岩の A1 部層が卓越しているが、1974~1976 年にかけて実施した Trabzon 地域の資源開発協力基礎調査結果によると本調査地域北側では石英安山岩、同質火砕岩が卓越してくる。

ポンテードス褶曲帯東部の鉱床は黒海沿岸に近い地域ほど酸性岩類が卓越し、時代は異なるもの、日本の黒鉱々床に類似した層状鉱床が多く知られている。その代表的な鉱山が Murgul (ムルグル) 銅鉱山である。また、最近ヘルプスドッジと Eti Bank (エテイバンク) とが共同開発をしている Çayeli (チャイリー) 鉱床も同一のタイプである。ポンテードス褶曲帯からアナトリア中間地帯にかけては、安山岩が卓越し石灰岩を挟在することからスカルン型の鉱床となり、主として鉄鉱物からなるが、ときには銅、鉛、亜鉛を伴うこともある。ポンテードス褶曲帯には、白亜紀後期から第三紀始新世にかけての貫入活動があり、この時期の貫入活動に伴う鉱床として鉱染型が知られている。Bakırçay (バクルチャイ) や Uludağ (ウルダス) は試錐探鉱まで実施した鉱化帯でララミード期の石英閃緑岩、石英モンゾニ岩に伴う Cu-Mo の鉱化作用である。



第 4 図 調査地域付近の一般地質図



(V) : Vein type    (S) : Skarn type    (ST) : Stratiform type    (P) : Porphyry type    (R) : Replacement type

第 5 图    Gümüşhane 地域模式柱状图





## 第 2 部 調査結果



## 第 2 部 調査結果

### 第 1 章 Hasandere 地区

#### 1-1 概要

##### 1-1-1 第一年度調査結果概要

本調査地域はポンテードス褶曲帯に属し、白亜紀後期から第三紀始新世にかけて深成岩の貫入活動により特徴づけられる。本調査地域の地質は白亜紀後期の Zigana 層とこれを貫く斑状花崗岩、石英斑岩等からなり、Zigana 層は安山岩、同質火砕岩と石灰岩及びシルト岩の薄層からなる。この Zigana 層は前年度調査で区分された A1 部層である。斑状花崗岩は Maden (マーデン) 沢から Turnagol (トルナギョル) 川にかけて発達し、全般に石英及び斜長石の斑状組織が顕著で、一部では等粒状組織を示す部分も認められるが局部的であるため、前年度調査では斑状花崗岩と呼称された。この斑状花崗岩はその変質により、変質斑状花崗岩と未変質斑状花崗岩の 2 種類に区別され、前者は Hasan 沢～Mat 沢にかけての小規模な岩体で、絹雲母、黒雲母を主とする鉍化変質を受け、黄鉄鉍-輝水鉛鉍-黄銅鉍のポーフイリー-カッパー型の鉍化作用が認められた。一方、後者は ENE～WSW の伸長を有する岩体である。これら両岩体の貫入時期については不明瞭であったが、前年度調査では前者が後者を切る関係であると推定した。

前年度調査で実施した沢砂による地化探では Ag, Cu, Mo, Pb, Zn, Sn, W の 7 成分について顕著な地化学異常が認められ、特に W を伴う Cu, Mo の高い異常が目された。その値は Mo で 28 ppm、Cu で 780 ppm に達する。また、MTA による土壤地化学探査でも、Cu, Mo の異常が検出された。その異常域は 1.7 km × 1.4 km の範囲でさらに北側、北東側に広がるのが予想された。

##### 1-1-2 第 2 年度調査目的

ポーフイリー型鉍床が期待される本地区 (調査面積 8.75 km) に対し、Cu-Mo の鉍化作用に関係する斑状花崗岩の分布、鉍化作用の特徴、変質パターンを明らかにし、鉍床賦存状況、規模を解明することを目的とした。

##### 1-1-3 調査方法及び調査量

踏査に当たっては、トルコ共和国資源開発調査研究所作成の 5,000 分の 1 の地形図を

2,000 分の 1 に拡大した地形図を使用して、ルートマップを作成した。調査地区中央部の Mat 沢、Hasan 沢では 1,000 分の 1 の実測図を 2,000 分の 1 に縮小して使用した。調査結果は 5,000 分の 1 の地形図にまとめた。

鉱化変質作用の特徴を明らかにするため、室内試験試料として検鏡用試料（薄片、研磨片）、化学分析（Au, Cu, Mo, Sn, W）、流体包有物（塩濃度、均質化温度）、X 線回折試料を採取した。

## 1-2 地質

### 1-2-1 地質概要

Hasandere 地区の地質は下位からジュラ系の Kırklı (クルクル) 層及び Kuşakkaya (クサクカヤ) 石灰岩層と上部白亜系の Zigana (ジガナ) 層に大別される。Zigana 層は前年度調査結果では 5 つの層序単位の Kermut dere (ケレムットデレ) 部層、A1 部層、D1 部層、A2 部層及び D2 部層に細分されたが、本地区では最下部の A1 部層のみが分布する。これらを斑状花崗岩及び石英斑岩が貫いている。このほか小規模な安山岩岩脈、玄武岩岩脈が認められる。

斑状花崗岩は鉱化作用と密接な関係を有する変質斑状花崗岩と鉱化作用を伴わない未変質斑状花崗岩の 2 種類のタイプに区分され、前者は Hasan 沢を中心とする小規模な岩体であるが、後者は ENE~WSW 方向の伸長を有する岩体を形成している。地質図、地質断面図及び模式柱状図をそれぞれ第 6~8 図に示した。

### 1-2-2 地質層序

#### (1) Kırklı 層

本層は調査地区北西部から調査地区外の Hamsiköy (ハムスキョイ) 周辺にかけて発達する玄武岩熔岩及び同質火砕岩である。調査地区北西部での分布は小規模で玄武岩熔岩のみである。その岩相は暗緑色~赤褐色を呈し、細粒塊状で、緑泥石、緑廉石化が著しい。玄武岩の鏡下での観察では杏仁状構造を示し、斜長石は緑泥石化している。

#### (2) Kuşakkaya 石灰岩層

本層は Kırız (クラス) 沢下流に分布する塊状石灰岩であり、その分布は調査地区内では限られているが、調査地区北方の Dikkaya (デッカヤ) 部落周辺では下位の Kırklı 層を広く被って発達している。本石灰岩層は塊状、無層理で灰白色~白色を呈する。Kırız 沢下流では斑状花崗岩の貫入による熱により細粒の結晶質石灰岩となっているが、硫化鉱物

は伴っていない。また、後述するが、この石灰岩層の東側は断層により上位の Zigana 層の硫化鉱物を伴う変質を受けた安山岩と接している。

### (3) Zigana 層

Zigana 層は昨年度の地質調査により、下位から Kermut dere 部層、A1 部層、D1 部層、A2 部層及び D2 部層に細分されたが、調査地区内では A1 部層のみが広く分布する。本部層は安山岩熔岩、同質火砕岩及び石灰岩—シルト岩の薄層により構成されている。

安山岩熔岩：本岩は淡緑色～濃緑色を呈し、塊状ないし水冷破碎状をなす玄武岩質安山岩である。Kiraz Mezrası 付近では水冷破碎により著しい角礫化し、同質のマトリックスとからなる産状が認められ、一部では石灰岩あるいはシルト岩の異質礫を取り込んでいる。水冷破碎状熔岩は側方で塊状の熔岩相に移化する。調査地区西部のほぼ南北に走る断層を境として、著しい変質の差が認められる。即ち、断層の西側では変質は弱く、緑泥石、緑簾石化が認められるのみであるのに対し、東側では著しい変質を受けると共に貫入岩の影響で割れ目が発達している。その変質は後述する斑状花崗岩 (pg1) を中心として、絹雲母、緑泥石化の変質作用である。Maden 川の崖及び林道の切通しでは割れ目や石英脈に伴って、黄銅鉱、輝水鉛鉱及び黄鉄鉱の鉱化が認められる。このような部分では鏡下での変質が著しく原岩の判定が難しい。

安山岩質凝灰岩：安山岩熔岩中に局部的に層理の発達する本層が挟在する。淡緑色～帯赤緑色を呈し、粗粒である。連続性は局部的であり、水冷破碎状熔岩と漸移することより、本層は一種のハイアロクラスタイトであろう。

シルト岩—砂岩及び石灰岩：安山岩熔岩中に連続性に乏しい薄層として挟在する。調査地区東部の Kirazbasi (グラスバス) 山では層理の発達する厚いシルト岩—砂岩互層が分布する。石灰岩は連続性に乏しく、層準的にはシルト岩—砂岩層に移化する。また、一部では結晶質石灰岩になっている。

### (4) 第四紀層

調査地区では第四紀層である礫岩層及びトラバーチンが分布する。礫岩層は地区中央部の Maden 川に沿って認められる。トラバーチンは主に Kiraz 沢の両岸に発達している。地質図上では、第四紀層は表現しなかった。

### 1-2-3 貫入岩類

主な貫入岩類は斑状花崗岩と石英斑岩であり、他に小規模な安山岩と玄武岩岩脈が分布する。斑状花崗岩及び石英斑岩はその変質によりそれぞれ2種のタイプに区分される。

変質斑状花崗岩 (pg1) : Hasan 沢、Mat 沢を中心として東西約 1.5 km、南北約 1.5 km の範囲に分布し、Zigana 層の安山岩中に貫入している。石英及び斜長石の斑状組織が顕著であり、後述する未変質斑状花崗岩 (pg2) と岩質は類似するが、絹雲母及び黒雲母を主とする粘土化及び珪化変質を著しく受けているため容易に識別される。Hasan 沢では割れ目や石英脈にともなって、黄銅鉱、輝水鉛鉱及び黄鉄鉱の鉱化が認められる。また、地区南部の一部では黄鉄鉱鉱染を伴う白色化した本岩が分布している。変質及び鉱化状況については次章で詳述する。鏡下では石英閃緑岩質斑岩から花崗閃緑岩質斑岩の岩質変化が認められ、斑状組織を有し一般的には著しい変質を受けているが、石英閃緑岩質とされる岩石は鏡下では黒雲母、普通角閃石がやや多く、これらの鉱物は緑簾石、緑泥石化しているものの変質の程度は弱い。

未変質斑状花崗岩 (pg2) : 本岩は Gagabeyaz Yayla (ガガベヤズヤイラ) から調査地区外の Turnagol (トゥルナゴル) 川にかけて発達し、ENE~WSW の伸長を有する大規模な岩体を形成している。淡緑色~灰色で、全般に石英及び斜長石の斑状組織が顕著である。苦鉄質鉱物が一部変質し、緑泥石や緑簾石に変化している程度で全般に変質は弱い。変質斑状花崗岩との時期的関係は露頭では観察されなかったが、変質斑状花崗岩との境界に近い部分の本岩には、変質斑状花崗岩に見られる鉱化変質が全く認められない事より本岩の貫入時期は変質斑状花崗岩よりは後と考えられる。鏡下観察では斑状組織を有し、黒雲母、角閃石が緑泥石、緑簾石、絹雲母、方解石化している。

石英斑岩 (qp1) : MJT-1, 3号で確認された岩体である。MJT-1号では Zigana 層の安山岩中に貫入、MJT-3号では斑状花崗岩中に貫入している。両箇所とも珪化、絹雲母化作用を受け、岩体中の割れ目や石英脈に黄銅鉱、輝水鉛鉱を伴っている。鏡下では斑状組織を有し石英斑晶以外の石基部分は二次石英、絹雲母の集合体となっている。

石英斑岩 (qp2) : Kucuksiviri (クルチュクスヴル) 山周辺や Maden 川に主に安山岩熔岩中に貫入する岩体である。一部では変質斑状花崗岩岩体 (pg1) 切る産状がみられたことより、この活動は pg1 の後と考えられる。

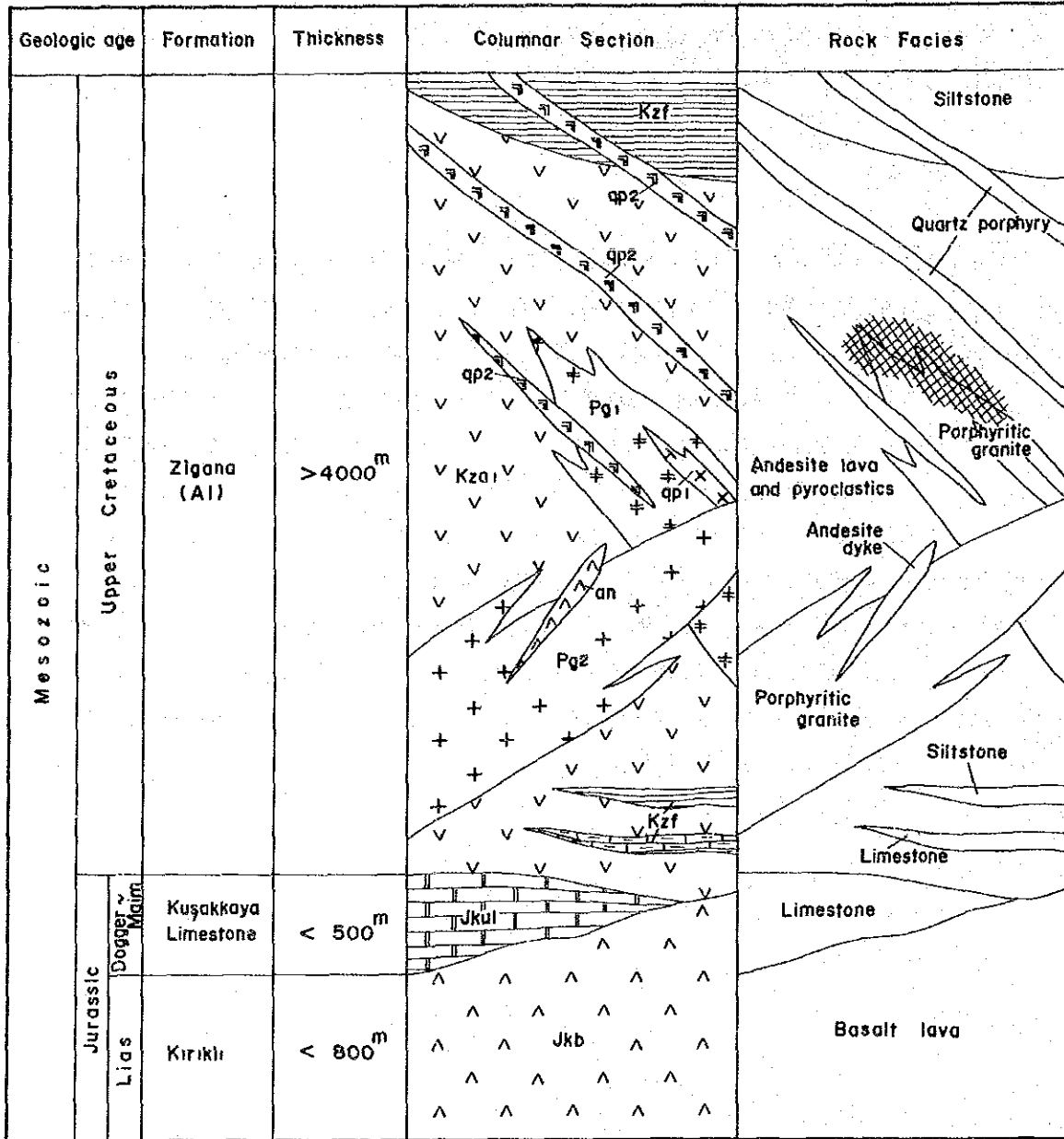
安山岩岩脈 (an) : Maden 沢と Saralim (サラルム) 沢との合流点付近に認められ、暗緑色塊状の安山岩岩脈である。Zigana 層の安山岩と未変質斑状花崗岩を切り、その貫入方向は E~W ないしは NNW~SSE である。このほか、Mat 沢上流では変質斑状花崗岩及び Zigana 層の安山岩を切る小規模な岩脈が幾つか認められた。鏡下では含石英安山岩で

斑状組織を有し斜長石、角閃石、輝石が弱い変質を受け、緑泥石、方解石化している。

玄武岩岩脈 (ba) : Mat 沢の上流で幅数 m の細脈が 4 箇所認められた。いずれも斑状花崗岩 (pg1, pg2) を貫いている。方向は N~S, NE~SW, NW~SE と様々である。鏡下では玄武岩特有の填間状組織を有し斜長石、黒雲母、角閃石等がわずかに変質し緑泥石、方解石化している。

#### 1-2-4 地質構造

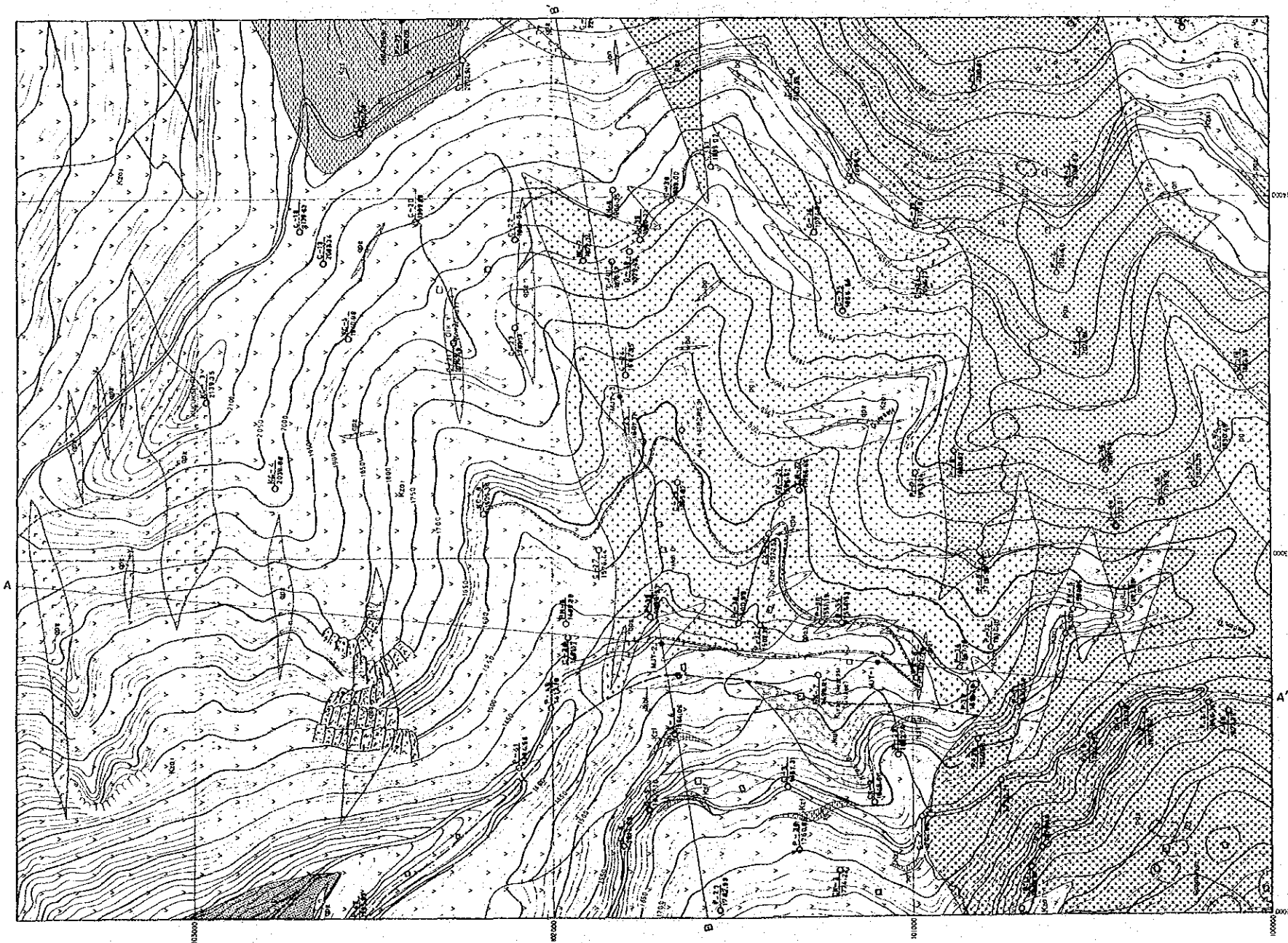
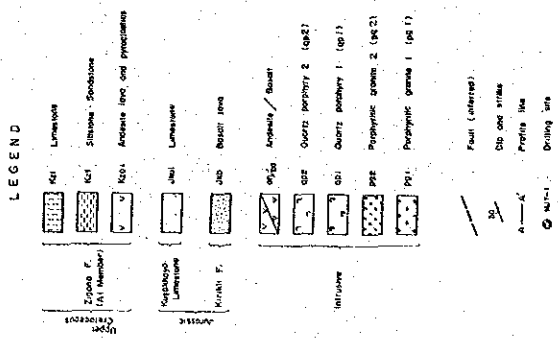
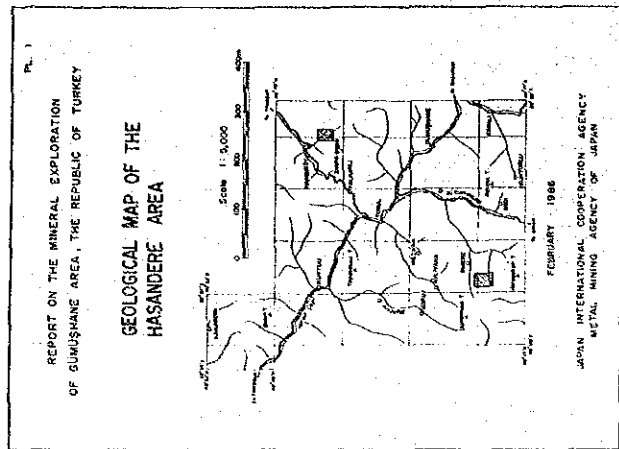
当調査地区は Hamsiköy から Dikkaya にかけての N-S~NE-SW 方向の向斜構造の翼部に位置しており、基本的にはこの向斜構造に支配されている。しかし、調査地区中央部から南部にかけて進入した斑状花崗岩岩体の影響あるいはこの進入後の断層活動により、若干の乱れがみられる。断層の西側では西落としてあり、東側では北ないしは東落としてある。断層は Maden 沢の東側に推定され、N-S 系で、断層の南方向は未変質斑状花崗岩 (pg2) により切られ、消滅している。一方、北方向は NW~SE 系に転じ調査外に延びていくものと思われる。この断層による転位は断層の西側が相対的に上昇する変位である。このことは即ち、西側でより下位の Kuşakkaya 石灰岩層が分布することから判断される。また、断層の西側では、Mo-Cu の鉱化作用あるいは鉱化変質が全く認められないことと調和的であり、石灰岩層に再結晶化が認められることより、この変位量はそれほど大きくはないと思われる。また、地表に分布する未変質石英斑岩 (qp2) の主要な貫入方向は N-S 系の断層と異なり E~W 系で直行する方向である。



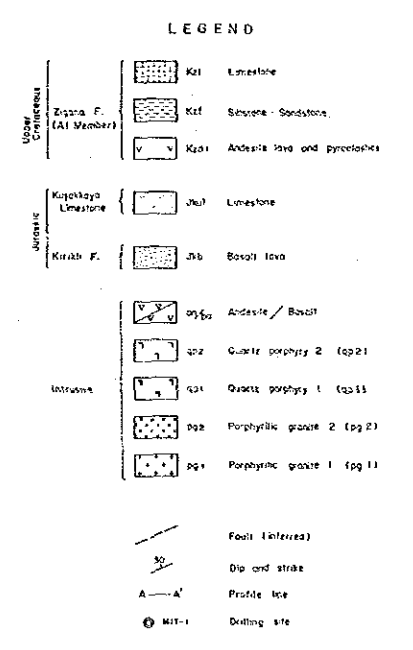
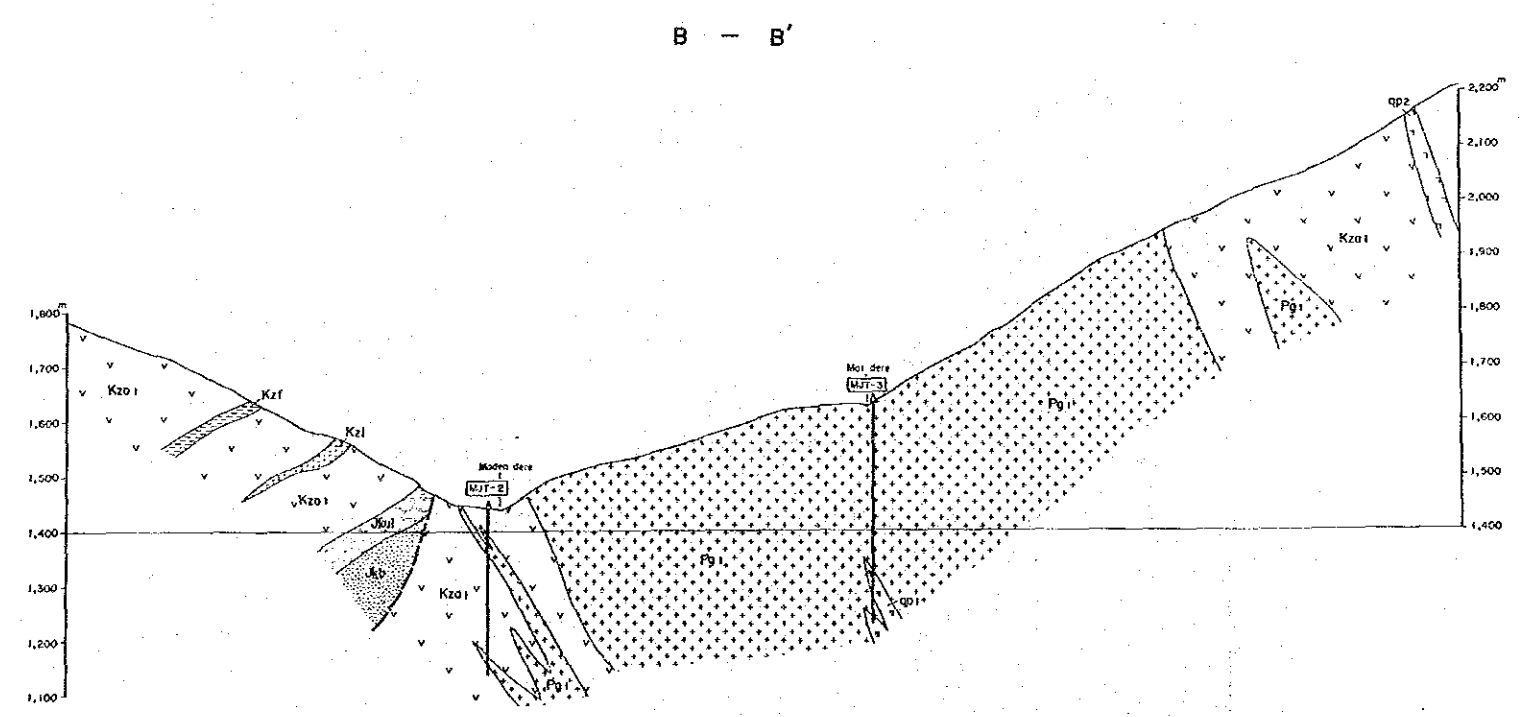
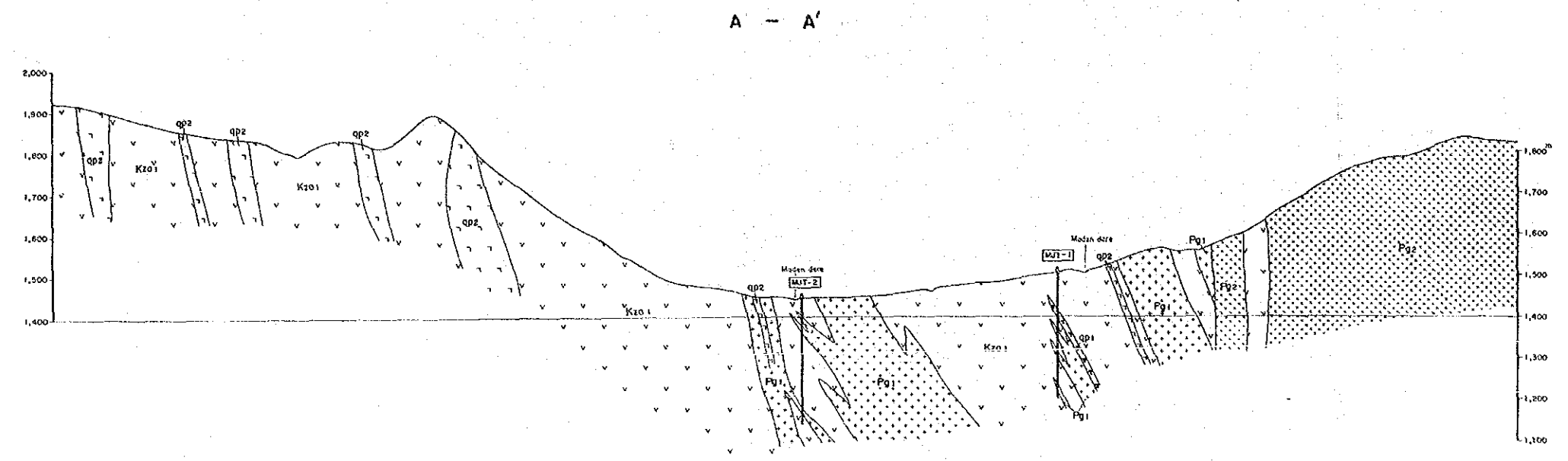
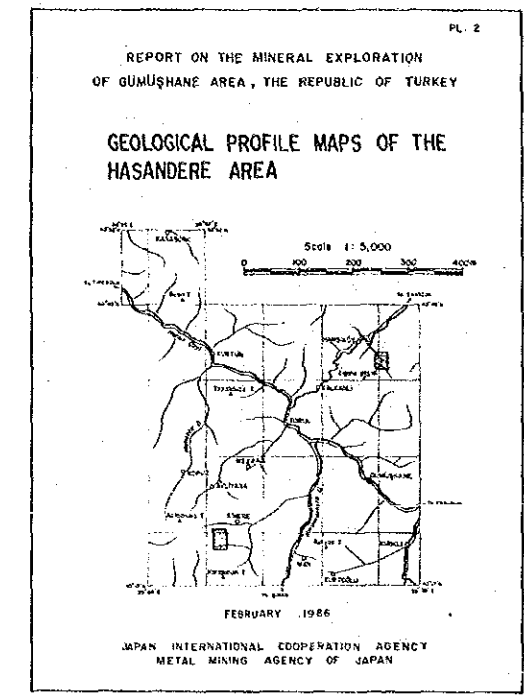
Mineralization

第 6 图 Hasandere 地区 模式柱状图





第7图 Hasandere 地区 地质图



第 8 图 Hasandere 地区 地質断面图



### 1-3 鉍化・変質作用

#### 1-3-1 鉍化作用

本鉍化帯は Hamsiköy 南東 4 km に位置する Maden 川支沢の Mat 沢から Hasan 沢にかけて分布する岩株状の変質斑状花崗岩 (pg 1) と、その周辺に分布する安山岩類 (Zigana 層の A1 部層) 中に発達する。斑状花崗岩は前章で述べたように微細な割れ目に沿って Mo-Cu を伴う岩体 (pg 1) と変質が弱く鉍化が認められない岩体 (pg 2) とからなる。肉眼的な特徴はよく似ているものの貫入時期に若干のずれがあり、前者は限られた地域のみ分布し若干早く貫入しているのに対し、後者は前者の南部に NE~SW 方向の広がりをして分布している。

鉍化の特徴は斑状花崗岩 (pg 1) の貫入の際に生じた微細な割れ目に沿う輝水鉛鉍-黄銅鉍-黄鉄鉍の鉍化作用で、

- ① 割れ目に沿って石英脈と共に発達する部分 (脈状)
- ② 割れ目に沿ってフィルム状に発達する部分 (網状)
- ③ 母岩全体に鉍染状に認められる部分 (鉍染状)

等からなる。

Maden 沢、Mat 沢、Hasan 沢等では上記の①、②の産状がよく認められるが、地形がやや高くなる尾根の部分では降雪、降雨と酸化によるリモナイト化が著しく、しかも森林に被われていることもあって上記のような特徴は見られない。このようなところは銅分は溶脱し土壤化探でも極めて低い含有量を示す。

ボーリング調査でも MJT-1, 2 号では Maden 沢であったことから上記の①、②の産状が地表から孔底の 301 m まで続いた。これに対し地形の凸部に近い MJT-3 号では自然銅や輝銅鉍からなる二次富化帯が認められたものの地表から 16 m 付近までで発達は弱い、以下③を主とし①、②を伴う鉍化作用となった。

鉍石鉍物は Maden 沢、Mat 沢、Hasan 沢等では黄鉄鉍が主で輝水鉛鉍、黄銅鉍からなり、Mat 沢の転石で輝銅鉍、Maden 沢沿いに孔雀石が認められた。第一年次の土壤化探で抽出されたモリブデンのアノマリー地域の Mat 沢では輝水鉛鉍を見つけることは出来なかった。ボーリングコアでは、これらの他に微量ではあるが自然銅、銅藍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍、磁鉄鉍、赤鉄鉍等が含まれる。鉍石鉍物のうち黄鉄鉍は鉍染状、網状、脈状をなし、他の硫化鉍物と共存し、鉍化作用の初期から末期にかけて長い stage にわたり認められる。黄銅鉍は殆どの場合黄鉄鉍と共存し、割れ目に沿って発達、輝水鉛鉍-黄鉄鉍-石英脈に

切られている。この現象は MJT-2 号で顕著であるが、3 号では黄鉄鉱、黄銅鉱、の鉱染状の部分の割れ目に沿って輝水鉛鉱、黄鉄鉱・(石英)脈が認められる。

鏡下では磁鉄鉱の aggregate した部分を切って黄鉄鉱-黄銅鉱がきていることから初期に晶出したのは磁鉄鉱で、その後黄鉄鉱-黄銅鉱の stage となり、更に遅れ黄鉄鉱の自形の周辺の割れ目(空隙部分)に沿って輝水鉛鉱-石英が晶出している。輝水鉛鉱は石英中に針状結晶をなしている。ごく微量に存在する閃亜鉛鉱は黄銅鉱と共に離溶構造を示すこともあり、ほぼ同じような時期に晶出したものと思われる。

以上のことより磁鉄鉱→黄鉄鉱→黄銅鉱・閃亜鉛鉱→輝水鉛鉱の順で晶出し、鏡下、野外での産状と一致する。

鉱化帯の範囲は MTA で採取した土壤化探結果から Mat 沢~Hasan 沢にかけた Mo の高濃度部が中心で Cu の  $M + \sigma = 200$  ppm 以上のアノマリーを結ぶと NE~SW の pg1 の伸びの方向に 1.8~2.0 km、この方向と直行する方向に 1.8 km の広がりとなし、岩株状貫入岩体の変質斑状花崗岩 (pg1) から、この岩体の周辺の被貫入岩の安山岩にまで及んでいる。

このように ポーフイリー-銅-鉄床特有の鉱徴が認められる Hasandere 地区で、第二年次は地質調査と平行してチップサンプル試料を採取した。本流の Maden 沢 39 ケ、Hasan 沢の水系 37 ケ、Mat 沢水系 26 ケ、これら三つの沢で合計 102 ケの試料を採取した。分析結果は第 1 表のとおりである。これによると 地表に露出している部分は降雨量、降雪量の多い地域のため銅は溶脱し、モリブデンも土壤化探のアノマリーが出ている箇所を除き品位が低く、102 ケ分析した試料のうち銅で 70% ほどの試料が銅品位 0.1% 以下、モリブデンでは 80% ほどの試料が 0.015% 以下で、銅は溶脱されているためチップサンプルではあるもののボーリングコアの平均的分析結果より一段と低く出ている。なお、品位の高い部分では MJT-1 号に近い Maden 沢で銅 1% 以上が 2 箇所、モリブデンでは Hasan 沢で 0.01% が 14 箇所 検出された。Cu と Mo の相関性は土壤地化探でも認められなかったようにチップサンプルでも認められない。

### 1-3-2 変質作用

変質帯のゾーニングを把握する目的で Maden 沢、Mat 沢、Hasan 沢等で 岩株状貫入岩体の pg1 と被貫入岩の安山岩にかけて X 線回折用試料 44 ケ とボーリングコアより 16 ケ 計 55 ケ をバルクによる X 線回折と、薄片による検鏡観察結果とも合わせ変質帯分布図を作成した。X 線回折結果は第 2 表に、地表の変質帯分布図は第 10 図に、ボーリングコアによる変質帯図は第 58 図に示した

X 線回折では変質粘土鉱物は絹雲母、緑泥石、カオリン、パイロヒライトからなり、大

部分が絹雲母、緑泥石からなる。X線回折では絹雲母と黒雲母との区別が難しい、回折パターンがやや異なるものの、はっきりした決め手とならず薄片による検鏡観察結果も加味して変質帯の“コア”となる Potassic Zone とした。Potassic Zone とした範囲内の試料のうち YY-10, YY-15, KY-23, HH-26, 等は薄片の検鏡結果より、また第一年次の地質調査結果より Hasan 沢の下流では非常に細かいフィルム状の輝水鉛鉱—黄銅鉱の鉱化がきていて、変質斑状花崗岩中での黒雲母変質が顕著である点から HH-24, HH-46 は Potassic Zone に含めた。

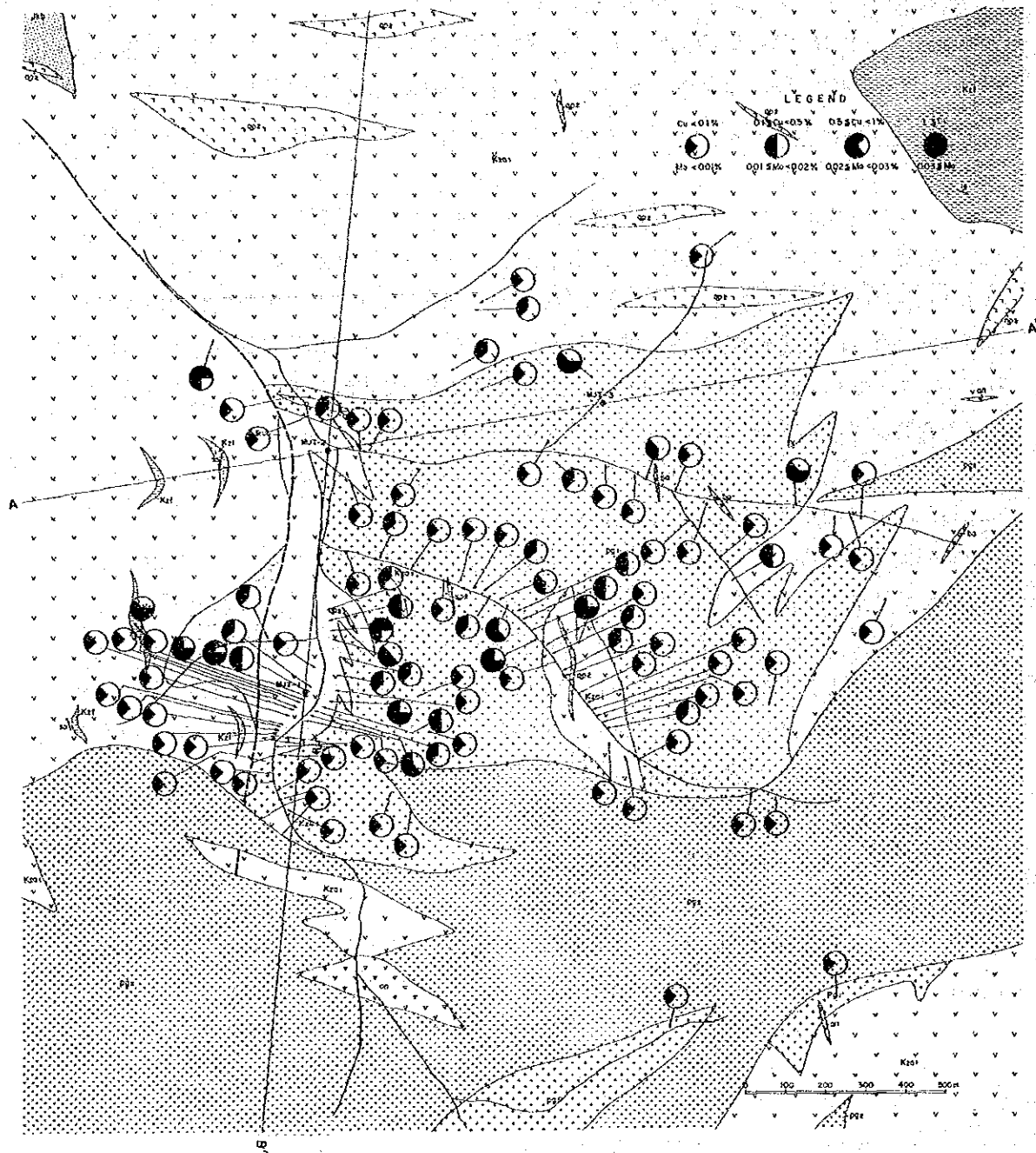
この Potassic Zone とした周辺は絹雲母、緑泥石からなり、変質した原岩が白色で定性的に絹雲母の多いものは Phyllic Zone に含め、原岩が緑色がかかり定性的に緑泥石の多いものは Propylitic Zone に含めた。たとえば Maden 川と Hasan 沢との合流点の南 400 m に沿って認められる露頭部では黄銅鉱と輝水鉛鉱が A1 部層の安山岩の節理や割れ目に沿ってフィルム状に発達したり、あるいは、石英細脈に伴って出現している。この付近では母岩の変質が主に絹雲母であることから Phyllic Zone とした。

Phyllic Zone のさらに外側に緑泥石の顕著な Propylitic Zone が認められ、離れるにつれ緑泥石が減じ、緑簾石が増加する傾向にある。

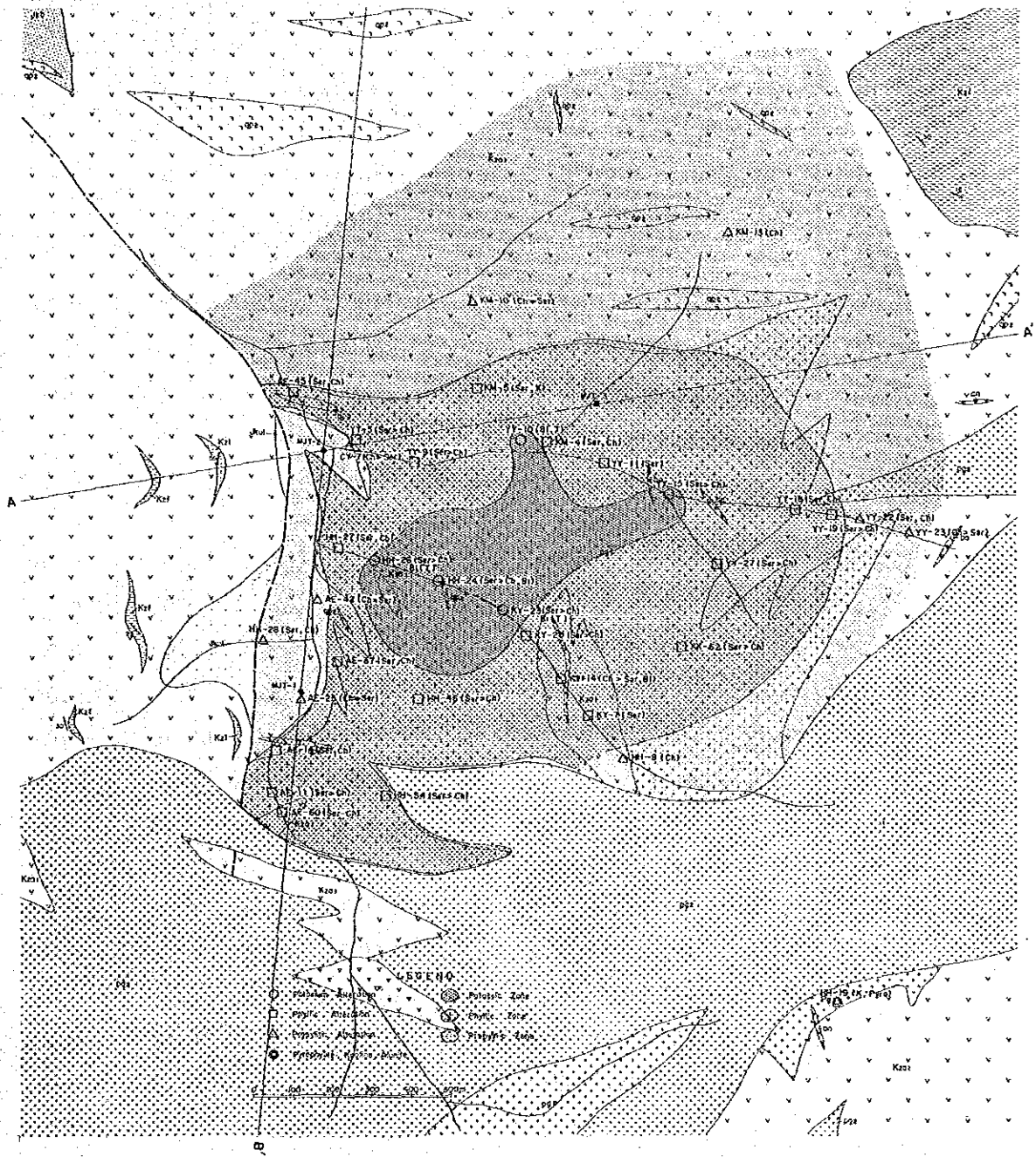
上記の他に局部的ではあるが、pg2 に貫入された 岩株状岩体 ( pg 1 ) の最南端ではパイロヒライト、カオリンが存在する。

変質帯のパターンはポーフィリー—銅—鉛床のモデルで、一般に Lowell & Guilbert (1970) による変質分帯で言われるように、中心より外縁に Potassic—Phyllic—Argillic—Propylitic Zone と良く類似している。即ち Potassic - Phyllic - Propylitic を示す。Potassic の中心が核となり Phyllic にかけて変質作用が顕著になる傾向がある。

Propylitic Zone は外側へと広がっていくが、その限界は次第に弱くなり明瞭出ないことから、初年度では MTA で採取した土壌試料で Mo, Cu の異常値の出ている 1.7 km × 1.4 km の範囲とした。本年度は初年度の外側 (北側と北西側) で土壌試料を採取した結果、銅、モリブデンの異常域が広がったことから、外側の Propylitic Zone の範囲は 1.8 km × 1.8 km とした。



第 9 図 Hasandere 地区 分析結果図 (チップサンプル)



第 10 图 Hasandere 地区 变质带分带图



第 1 表 Hasandere 地区 鉬石分析結果一覽表(1)

Sample No	Description	Location	No 1	
			Cu %	Mo %
AE- 8	Pg1 with Qz-vein	Maden dere	0.04	tr
AE- 9	Pg1 with Py-diss	Maden dere	0.02	tr
AE-10	Pg1 with Py-diss	Maden dere	0.01	tr
AE-11	Pg1 with Py-Qz vein	Maden dere	0.01	tr
AE-12	Pg1 with Py-diss	Maden dere	0.01	tr
AE-13	ditto	Maden dere	0.02	tr
AE-14	Andesite with Mo-Py-Qz vein	Maden dere	0.02	0.001
AE-15	Andesite with Py-Qz vein	Maden dere	0.01	tr
AE-16	ditto	Maden dere	0.01	0.001
AE-17	Andesite with Py diss	Maden dere	0.02	tr
AE-18	Andesite with Py-Qz vein	Maden dere	0.01	0.002
AE-19	Andesite	Maden dere	0.02	tr
AE-20	Andesite with Py-Qz vein	Maden dere	0.01	0.001
AE-21	ditto	Maden dere	0.02	0.007
AE-22	Andesite with Mo-Py-Qz vein	Maden dere	0.03	0.002
AE-23	ditto.	Maden dere	0.07	0.003
AE-24	Andesite with Mo-rich Py-Qz vein	Maden dere	0.10	0.072
AE-25	ditto.	Maden dere	0.35	0.065
AE-26	Andesite with Mo-Py-Qz vein	Maden dere	0.18	0.011
AE-27	Andesite with Py-diss	Maden dere	0.10	0.001
AE-28	ditto.	Maden dere	0.04	0.002
AE-30	Andesite with limo-Qz vein	Maden dere	0.01	0.001
AE-31	Andesite with Mo-Py-Qz vein	Maden dere	0.12	0.020
AE-32	Andesite with Py-Qz vein	Maden dere	0.17	0.008
AE-33	Andesite with Mo-Py-Qz vein	Maden dere	0.10	0.012
AE-34	Andesite with Mo-Py-Qz vein	Maden dere	0.13	0.154

Ditection Limit : Mo 1 ppm ,Cu 10 ppm

Analytical method : Atomic Absorption and Common Assay

第 1 表 Hasandere 地区 鉬石分析結果一覽表(2)

No 2

Sample No	Description	Location	Cu %	Mo %
AE-35	Andesite with Py-diss	Maden dere	0.02	0.002
AE-36	ditto	Maden dere	0.13	0.001
AE-37	Andesite with Py-(Mo)-Qz vein	Maden dere	0.16	0.003
AE-38	Andesite with Qz-vein	Maden dere	0.04	0.026
AE-39	Andesite with Py-Mo-Cp-Cc-Qz vein	Maden dere	1.30	0.017
AE-40	Andesite with Py-Mo-Qz vein	Maden dere	0.12	0.011
AE-41	Andesite with Py-Qz vein	Maden dere	0.16	0.001
AE-42	Andesite with Py-Qz vein	Maden dere	0.96	0.11
AE-43	Pgl with Mo-Py vein	Maden dere	0.04	0.005
AE-44	Andesite with Mo-Py vein	Maden dere	0.09	0.001
AE-45	Pgl with Qz-veinlets	Maden dere	0.02	tr
AE-60	Andesite with Py-diss	Maden dere	0.04	0.001
YY- 5	Andesite with Mo-Qz vein	Mat dere	0.41	0.007
YY- 6	Pgl with Mo-Py-Qz vein	Mat dere	0.07	0.004
YY- 7	Pgl	Mat dere	0.01	tr
YY- 9	Pgl with Qz vein	Mat dere	0.01	0.009
YY-11	Qz-vein,limonitization.	Mat dere	0.01	0.002
YY-12	Unaltered pgl (no-mineralization)	Mat dere	0.03	tr
YY-13	Limonite-Qza vein	Mat dere	0.02	0.017
YY-15	Pgl with limonite-Py-Qz vein	Mat dere	0.02	0.001
YY-16	Pgl with stili-limo	Mat dere	0.01	0.002
YY-18	Unaltered pgl	Mat dere	0.05	0.034
YY-19	Sili.-limonitized pgl	Mat dere	0.01	0.006
YY-21	Andesite with Py-diss	Mat dere	0.03	0.001
YY-22	ditto.	Mat dere	0.03	0.001
YY-23	Unaltered pgl	Mat dere	0.01	tr
YY-26	Pgl with Py-Qz vein	Mat dere	0.04	0.003
YY-27	ditto.	Mat dere	0.03	0.002
YY-28	Altered Pgl	Mat dere	0.11	0.012
YY-29	Pgl.	Mat dere	0.01	tr

Ditection Limit :Mo 1 ppm ,Cu 10 ppm

Analytical method :Atomic Absorption and Common Assay

第 1 表 Hasandere 地区 鉬石分析結果一覽表(3)

Sample No	Description	Location	Cu %	Mo %
HY- 1	Andesite with Mo-Qz vein	Maden dere	0.02	0.054
HH- 7	Andesite with Py-diss	Hasan dere	0.04	tr
HH- 8	ditto.	Hasan dere	0.01	tr
HH- 9	Andesitewith Qz-vein	Hasan dere	0.02	tr
HH-13	Pg2 with Py-diss	Hasan dere	0.01	tr
HH-15	ditto	Hasan dere	tr	tr
HH-19	Wht-alt pgl sili-limonitized	Hasan yayla	tr	tr
HH-22	Wht-alt pgl	Hasan yayla	tr	tr
HH-24	Bi-alt pgl with Qz-vein	Hasan dere	0.07	0.001
HH-25	Bi-Alt pgl with Py-diss	Hasan dere	0.06	0.001
HH-26	Pg1 with Mo-Py-Qz vein	Hasan dere	0.15	0.005
HH-27	alt Pg1 with Qz vein	Hasan dere	0.01	0.003
HH-28	Andesite with strong Py-diss.	Hasan dere	0.15	0.002
HH-46	wht pgl with Qz-vein	South Hasan	0.01	0.001
HH-47	Pg1 with Qz-vein & Py-diss	South Hasan	0.01	tr
HH-53	Pg1 with limo vein	South Hasan	0.01	tr
HH-54	ditto	South Hasan	0.01	tr
KY- 1	Andesite with Py-Qz vein	Hasan dere	0.14	tr
KY- 3	Andesite with Py-diss	Hasan dere	tr	tr
KY- 5	ditto	Hasan dere	0.07	tr
KY- 7	Andesite with Py-Qz vein	Hasan dere	0.04	tr
KY- 9	ditto	Hasan dere	0.02	0.003
KY-11	Andesite	Hasan dere	0.01	tr
KY-14	Andesite with Py-diss	Hasan dere	0.04	tr
KY-15	ditto	Hasan dere	0.12	0.001
KY-16	ditto	Hasan dere	0.05	0.001
KY-17	ditto	Hasan dere	0.16	0.001
KY-18	Andesite with Py-Mo-Qz vein	Hasan dere	0.09	tr
KY-19	Pg1 with Py-Mo-Qz vein	Hasan dere	0.41	0.038
KY-20	ditto	Hasan dere	0.15	0.178

Ditection Limit :Mo 1 ppm ,Cu 10 ppm

Analytical method :Atomic Absorption and Common Assay

第 1 表 Hasandere 地区 鉬石分析結果一覽表(4)

No 4

Sample No	Description	Location	Cu %	Mo %
KY-21	Pgl with Mo-Py-Qz vein	Hasan dere	0.32	0.016
KY-22	ditto	Hasan dere	0.13	0.018
KY-23	Pgl with Mo-Qz vein	Hasan dere	0.10	0.027
KY-24	ditto	Hasan dere	0.06	0.015
KY-25	Pgl with Qz vein	Hasan dere	0.13	0.006
KY-26	Pgl	Hasan dere	0.12	0.003
KY-27	Pgl with Qz veivlets	Hasan dere	0.05	0.001
KY-28	Pgl with Qz veinlets	Hasan dere	0.01	tr
KM- 3	Pgl with Cp diss	Mat dere	0.13	tr
KM- 4	Pgl with Cp diss. & qz veinlets	Mat dere	0.07	tr
KM- 5	White altered pgl	Mat dere	0.01	0.001
KM- 7	Andesite	Mat dere	0.18	0.002
KM- 9	ditto	Mat dere	0.11	tr
KM-10	Altered and with qz veinlets	Mat dere	0.01	0.007
KM-13	Magnetite-actionolite skarn	Mat dere	tr	0.001
MM- 7	Limonitized pgl	Mat dere	0.01	0.061

Ditection Limit :Mo 1 ppm ,Cu 10 ppm

Analytical method :Atomic Absorption and Common Assay

第 2 表 X線回析結果一覽表(1)

Hasandere Area		No 1														Remarks								
Sample No.	Name and Description	Mo	Ch	Ser	K	P	Qz	Ep	C	K-f	An	Al	Gy	Ah	Ma	Py	Cp	Li	Mo	Ce	Pi	Bi	Ho	
AE-11	Pg1 with Py-Qz vein	□	□	○	○	○	○								□	□					○			
AE-14	Andesite with Mo-Py-Qz vein	□	□	□	□	○	○								□	□					○			
AE-25	Andesite with Mo-rich Py-Qz vein	○	○	○	○	○	□	△							□	□								
AE-37	Andesite with Py-(Mo)-Qz vein	○	○	○	○	○	○	△							□	□					□			Sericite (2M1)
AE-42	Andesite with Py-Qz vein	○	○	○	○	○	○	△							□	□								Sericite (2M1)
AE-45	Pg1 with Qz veins	□	□	□	□	□	○								△	△					○			Sericite (2M1)
AE-60	Andesite with Py-dissemination	□	□	□	□	□	○	△							□	□					?			Sericite (2M1)
YY-5	Andesite with Mo-Qz vein	□	□	○	○	○	○	△							□	□					△			
YY-7	Pg1	○	○	○	○	○	○								□	□					○			
YY-9	Pg1 with Qz vein	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
YY-11	Qz vein, limonitization	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
YY-15	Pg1 with limonite-Py-Qz vein	□	□	○	○	○	○								□	□					○			
YY-18	Unaltered pg1	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
YY-19	Pg1, silicified and limonitized	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
YY-22	Andesite with Py-dissemination	□	□	□	□	□	○	□							□	□					○			
YY-23	Unaltered pg1	○	○	○	○	○	○	?							□	□					○			
YY-27	Pg1 with Py-Qz vein	□	□	○	○	○	○								□	□					○			
HH-8	Andesite with Py-dissemination	○	○	○	○	○	○								□	□					○			
HH-19	White altered pg1 (sil. and li)	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
HH-24	Biotite-altered pg1 with Qz vein	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
HH-26	Pg1 with Mo-Py-Qz vein	□	□	○	○	○	○								□	□					○			
HH-27	Altered pg1 with Qz vein	□	□	○	○	○	○								□	□					○			
HH-28	Andesite with strong Py-diss.	□	□	□	□	□	○	□							□	□					○			
HH-46	White pg1 with Qz vein	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
HH-54	Pg1 with limonite-Qz vein	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
KK-62	Altered pg1	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
KY-7	Andesite with Py-Qz vein	□	□	○	○	○	○	□							□	□					○			
KY-14	Andesite with Py-dissemination	□	□	□	□	□	○	□							□	□					○			
KY-20	Pg1 with Mo-Py-Qz vein	□	□	□	□	□	○	□							□	□					○			
KY-23	Pg1 with Mo-Qz vein	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
KM-4	Pg1 with cp-diss. and Qz veins	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
KM-5	White altered pg1	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
KM-10	Altered rock (Andesite)	□	□	□	□	□	○								□	□					○			
KM-13	Magnetite-actinolite skarn	□	□	□	□	□	○								□	□					○			Actinolite

第 2 表 X 線回析結果一覽表 (2)

Sample No.	Name and Description	No. 2														Remarks									
		Mo	Ch	Ser	K	P	Qz	Ep	C	K-f	An	Al	Gy	Ah	Ma		Py	Mag	Li	Mo	Ce	Pi	Bi	Ho	
MJT-1: 20.5m	Chloritized andesite (Ch,Ep,Mag)		⊙	□						△						□									Sericite (2M1)
MJT-1 87m	Silicified andesite (Ser,Ch)		⊙	⊙						□						□									Sericite (2M1)
MJT-1 108m	Silicified op1 (Ser,Ch)		□	⊙												□									Sericite (2M1)
MJT-1 189m	Basaltic andesite (Ch,Ser,Ep,Mag)		⊙	⊙	?	⊙	△			△						□									
MJT-1 259m	Andesite (Ch,Ep,Mag)		⊙	△	?	⊙	△									□									
MJT-2 29m	Andesite (Ch,Ser)		⊙	□												□									
MJT-2 89m	Silicified andesite (Ch,Ep,Ser)		⊙	⊙												□									
MJT-2 132m	Brecciated basaltic andesite (Ch)		⊙	⊙												□									
MJT-2 176m	Basaltic andesite (Ch,Ser)		⊙	⊙							○					△									
MJT-2 299m	Basaltic andesite (Ch,Ep,Mag)		⊙	⊙						△						□									
MJT-3 23m	White pgl (Ser)		□	⊙												□									
MJT-3 56m	White pgl (Ser)		□	⊙												△									
MJT-3 119m	Strongly altered pgl (Ser)		□	⊙												△									
MJT-3 167m	Strongly silicified pgl (Ser,Ch,Ep)		△	⊙					?							□									
MJT-3 233m	Strongly silicified pgl (Ser,Ch,Ep)		□	⊙					?							□									
MJT-3 308m	Quartz porphyry (Bi,Ser)		□	□												□									

Karadag Area

第 2 表 X 線回析結果一覽表 (3)

Sample No.	Name and Description	No. 3														Remarks									
		Mo	Ch	Ser	K	P	Qz	Ep	C	K-f	An	Al	Gy	Ah	Ma		Py	Cp	Li	He	Ce	Pi	Bi	Ho	
HH-145	Siliceous garnet skarn with galena and op.			△			⊙																		
HH-154	Oxcp and blackish coloured mineral/s?		△				⊙									□									
HH-147	Oxidized garnet skarn						⊙									□									
KK-141	Clay ( montmorillonite)						⊙									△									
MM-124	White clay		△	○			⊙									□									Sericite (2M1)

⊙: Abundant ○: Common □: Few △: Rare  
 Mo: Montmorillonite, Ch: Chlorite, Ser: Sericite, K: Kaoline, P: Pyrophyllite, Qz: Quartz  
 Ep: Epidot, C: Calcite, K-f: Potassium feldspar, An: Andradite, Al: Alunite, Gy: Gypsum  
 Ah: Anhydrite, Ma: Malachite, Py: Pyrite, Cp: Chalcopyrite, Li: Limonite, Mo: Molybdenite  
 He: Hematite, Ce: Cerussite, Pi: Plagioclase, Bi: Biotite, Ho: Hornblende oxcp: oxidized copper

## 1-4 流体包有物

### 1-4-1 地表の岩石中の流体包有物試料

流体包有物測定試料は Hasandere 地区で採取された。第一年次の地質調査と地化学探査よりポーファイリー-銅床が期待される地区で岩石が採取された。測定対象試料岩石と試料数は下記の通りである。

変質斑状花崗岩 ( pg 1 )	39 個
未変質斑状花崗岩 ( pg 2 )	7 個
安山岩 (Zigana 層)	21 個
計	67 個

以上の他ボーリングのコア 33 個 で全部で 100 個 となる。

上記の試料で pg 1 は鉍化をもたらした貫入岩で、この中に含まれる石英脈と石英斑晶を、pg 2 は鉍化を伴わず pg 1 より若干遅れて貫入した貫入岩で石英斑晶を測定対象とした。また被貫入岩の安山岩は岩体中の石英脈に含まれる流体包有物を測定した。

### 1-4-2 均質化温度の測定

加熱実験にはライツ顕微鏡 加熱ステージ 1350 型を、温度検定補正試料には分析用重クロム酸カリウム (熔融点: 394°C) を、20 °C 目盛りのガルバノメーター (温度読み取り誤差は ± 10°C 以下) を使用した。試料は全部で 116 件作成したが、この中 16 件は 10 μ 以下と細粒で測定不可能であった。

包有物の測定温度の再現性をチェックすることで 1 個の包有物について 5~6 回測定を行った。その誤差は概ね ±10°C 以下で、測定個数は試料数、67 個に対し流体包有物の測定個数は 1,153 個、1 試料当たり測定数は 10~21 個 で、平均は 17 個 である。岩種別の測定数は下記の通りである。

斑晶	石英脈		計
変質斑状花崗岩 ( pg 1 )	368	326	694
未変質斑状花崗岩 ( pg 2 )	93	-	93
安山岩中の石英脈 (Zigana 層)	-	366	366
合計	461	692	1,153

なお 均質化温度の測定結果は第 11~13, 15~19 図、第 4, 5 表に示す通りである。

測定された全部の均質化温度の中は 250℃～660℃ と温度中は広いが 300℃から 450℃の範囲に 90% 以上が含まれる。同一試料での各包有物間の均質化温度は 50～100℃ の範囲に入るものが 80% 以上で、正規分布に近いものが多い。この傾向は石英斑晶より石英脈で顕著である。

#### 1-4-3 岩石中の流体包有物の均質化温度

測定可能な流体包有物は 20～30 μ 程度で、ときには 10 μ、数 10 μ のものも測定した。包有物が小さいため 0.3～0.4 mm 以下の薄い薄片を作り両面を研磨した。石英に含まれる包有物は透明度が高く、かなり多く認められる。10 μ 以下のものがかなり多い、形は楕円形のものが多い。中には石英の負結晶（六角形）を示すものも認められた。また擬二次包有物、二次包有物は不規則な形状を示し、これらは湾曲面またわ分岐面に沿って配列し明らかに二次生と判断され測定に際しては除かれた。当地区の流体包有物の特徴は気相の割合が多い。

Hasandere 地区の流体包有物は他のポーフイリーカッパー鉱床と同様、多相包有物を含み、60% 以上の気泡と僅かな液相とよりなり加熱すると液相が蒸発し包有物は気相によって満たされる気相包有物、10～40% の球状の気泡と水溶液とよりなり加熱すると水溶液が膨張しつつ液相によって包有物が充填される液相包有物等からなる。一般的に気相包有物の均質化温度の誤差は大きいので可能な限り液相包有物の測定をおこなった。このため測定した包有物 1,153 個のうち液相包有物 1,021 個、気相包有物 132 個と圧倒的に液相包有物が多い。液相包有物と気相包有物の均質化温度を比較した場合、母岩のいかん、また石英脈、石英斑晶のいかんをとわず、いづれも気相包有物の均質化温度が 50℃ 程度高く出ている。

石英脈や石英の斑晶に含まれる流体包有物の大部分は

- ①気液 2 相の包有物である。
- ②液相では二酸化炭素と思われる流体包有物が多い。
- ③多相包有物中で認められる固相のうち 260℃ 前後で消失するもの（正方形を示し NaCl の結晶と考えられる）と 260℃～620℃ 前後で消失するもの（やや丸味があるものの不規則な形を有する）とが認められる。
- ④上記の他に 600℃ に達しても多相包有物中の容積の変わらない固相もわずかに存在する。
- ⑤流体包有物の大きさは全般的に 20 μ 以下の小形包有物が非常に多い。

全体の均質化温度を平均した場合、pg 1 中の石英脈は 390℃、安山岩中の石英脈は 381℃ と若干 pg 1 の方の均質化温度が高めに出ている。両者平均すると 386℃ となる。一方 pg 1



の石英斑晶もほぼ同一値で 392℃ となる。上記の表から明らかなように pg2 を除き、それぞれ 330~360 個 測定して平均してみた場合には「有意差」は認められない。

地域別に均質化温度の結果を表したのが第 14, 15 図である。これらのヒストグラムより pg1 の石英斑晶では Hasandere 付近の均質化温度が 427℃ と高く Mat 沢で 405℃、Maden 沢で 358℃ と周辺に行くにしたがって温度が下がる。pg1 の南部は pg2 に貫入されており、pg2 に貫入さらに南部の pg1 では更に低くなり 303℃ となる。

これに対し pg2 では石英脈はなく石英斑晶のみが測定され、試料は 5 個 と pg1 の 23 個 と比較して、はるかに測定試料数が少なく比較しにくい。今回の測定で pg1 の 392℃ に対し 348℃ と 50℃ ほど低く出ている。

気相と液相包有物の均質化温度差を比較すると、pg2 が大きく 100℃ 以上、次いで Maden 沢、Hasan 沢の安山岩、Maden 沢の pg1 が 100℃ 程度で Mat 沢の安山岩が 20℃ 弱と液相、気相の均質化温度が近いことを示している。

石英斑晶中の流体包有物の特徴を pg1 と pg2 を比較した場合、pg2 では小型の気相包有物が多い。これに対し pg1 ではやや大きい気相包有物が多いのが特徴である。これらの石英斑晶中の多相包有物のなかには、まれに pg2 の AE-54 のように 590℃ で消失、390℃ で再現するものや、pg1 の YY-12 のように 620℃ で消失する固相包有物(?)らしきものが認められた。以上が pg1, pg2 中の石英斑晶中で認められる流体包有物の特徴である。

石英脈中の気液相包有物では地域別に見た場合は pg1 では Mat 沢付近が 408℃ と高く、Hasan 沢で 391℃、Maden 沢で 375℃ と温度勾傾はゆるいもののが下がっていく傾向がうかがえる。安山岩中の石英脈でも似たような傾向があり Mat 沢の北側でモリブデンのアノマリーが認められる地域が高く 406℃、Hasan 沢で 384℃、Mat 沢で 377℃ となる傾向がある。多相包有物の特徴として小型の固相が存在、Maden 沢の AE-39、Mat 沢の YY-15、Hasan 沢の HH-47 等で、YY-15 では 260℃ で消失する NaCl や、AE-39、HH-47 では NaCl とと思われるものが認められた。気相包有物は Mat 沢、Maden 沢、Hasan 沢等で他の地域に比べていづれも多く認められ、なかでも均質化温度が高いのが Mat 沢である。

#### 1-4-4 ボーリングコア中の流体包有物の均質化温度

流体包有物の測定試料は第二年次に実施されたボーリングコアより 33 個 を選び測定した。測定対象試料の内訳は下記の通りである。

安山岩 (Zigana 層)	MJT-1	7 個
	MJT-2	11 個
変質斑状花崗岩 (pg 1)	MJT-1	1 個
	MJT-2	1 個
	MJT-3	10 個
変質石英斑岩 (qp 1)	MJT-3	3 個
計		33 個

均質化温度測定条件は前項の地表の岩石中の流体包有物と同一で、測定試料 33 個 に対し流体包有物の測定個数は 562 個、1 試料当たりの測定数は 10~20 個 で、平均 17 個 である。岩種別の測定数は下記の通りである。

	石英斑晶	石英脈	計
安山岩中の石英脈	-	324	324
変質斑状花崗岩 (pg 1)	92	91	183
変質石英斑岩 (qp 1)	55	-	55
計	147	415	562

なお、均質化温度の測定結果は第 14~19 図、第 5,6 表に示す通りである。測定された全部の均質化温度の幅は 290~500℃ と温度幅は地表の岩石結果の 250~660℃ より狭く、350~450℃ の範囲に 90% 以上が含まれ、きれいな正規分布を示すが、個々にみた場合には測定数が少ないこともありバラツキが見られる。コア中に含まれる包有物の特徴は

- ① 気液 2 相の包有物の他、固相包有物が地表と比較して多くなっている。
- ② MJT-1, 2 号の安山岩中に含まれる包有物の大きさは小型のものが多く、気相包有物が少なく、しかも更に小型で、この傾向は深度 200~300 m にかけて顕著である。
- ③ 固相 (NaCl) は 260℃ で消失する。
- ④ 変質斑状花崗岩では一段と気相包有物が多くなる。
- ⑤ 変質石英斑岩は気相は比較的少なくなり、包有物の大きさも一段と小型になる。

コア全体の均質化温度を平均した場合 398℃ となり地表の岩石の 385℃ に対し 13℃ 程高く出ている。岩石別に見た場合には、安山岩中の均質化温度は地表よりややコアが高いが、変質斑状花崗岩ではコア中の気相包有物 (石英脈、斑晶) の均質化温度は 406~410℃ と Mat 沢、Hasan 沢付近の 430~480℃ と比較して低い結果が出ている。変質石英斑岩の気相の均質化温度は 416℃ で MJT-3 号の変質斑状花崗岩よりは高いものの、地表の変質斑状花崗岩の気相均質化温度より一段と低い結果となった。

流体包有物の測定結果に基づき、これまで岩種別、地域別について均質化温度の測定結果を検討してきた。全体の流体包有物の測定数の 65 % を占めるが石英脈中に含まれる流体包有物で、石英脈中に含まれる硫化鉱物の差により鉱化作用について論ずるデータが得られるかとの観点から下記のように石英脈、石英脈中に含まれる硫化鉱物の黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱に富むもの等、それぞれに別けて均質化温度の平均値を求めると

硫化鉱物-石英	包有物	測定数(個)	均質化温度	
			範囲(°C)	平均(°C)
石英脈	液相	209	300~560	386
	気相	40	370~550	441
黄鉄鉱-石英	液相	228	280~520	374
	気相	21	380~480	421
黄銅鉱-石英	液相	132	320~500	390
	気相	25	380~500	414
輝水鉛鉱-石英	液相	384	250~580	385
	気相	47	360~560	440

となる。これによると全体の傾向と同じで気相包有物が液相包有物より高いこと、硫化鉱物の違いによる均質化温度の差は明瞭ではないが、僅かな温度差より黄銅鉱の晶出温度が高く早期で、やや遅れて温度が下がり気相の均質化温度が高くなり輝水鉛鉱が晶出していると推定される。

深度別の液相包有物の均質化温度は下記の通りとなる。

MJT-1号 安山岩石英脈中の深度別液相包有物の均質化温度

深度	測定数(個)	均質化温度	
		範囲(°C)	平均(°C)
52.80 m	20	330~430	370
99.80 m	20	340~400	375
210.50 m	14	360~420	392
222.80 m	20	370~430	401
290.70 m	15	390~470	420

MJT-2号 安山岩石英脈中の深度別液相包有物の均質化温度

深度	測定数(個)	均質化温度	
		範囲(°C)	平均(°C)
58.40 m	12	320~430	365
68.50 m	12	350~430	371
71.80 m	13	360~440	393
129.80 m	20	370~410	383
145.30 m	19	350~420	398
213.50 m	20	350~400	371
248.00 m	19	380~430	406
255.30 m	15	320~390	357
268.50 m	15	380~500	409
272.90 m	18	370~420	401
283.40 m	19	370~450	410

MJT-3号 変質斑状花崗岩, 石英斑晶中の深度別液相包有物の均質化温度

深度	測定数(個)	均質化温度	
		範囲(°C)	平均(°C)
10.15 m	9	350~490	404
59.00 m	11	350~450	384
238.90 m	6	370~430	397
255.60 m	17	390~480	435

以上の結果、明らかなように MJT-1号では深度が深くなるにつれ均質化温度は上昇している。2、3号では若干の出入りがあるものの全体を眺めた場合、深度が増すにつれ均質化温度はやはり上昇するような傾向が認められる。