

上海科學出版社一九六一年出版

普通物理學力學部分報告集

第三年次

（附錄）

上海科學出版社
上海南京路

1961年
CIP 130303

トルコ共和国ギユムシャネ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第三年次

JICA LIBRARY



1029322[3]

16225

昭和61年12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 '87. 4. 27	314
登録No. 16226	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、同国ギュ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61年度が第三年次にあたり、金属鉱業事業団は10名の調査団を編成して、昭和61年 5月12日から昭和61年10月9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。

本報告書は第三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。

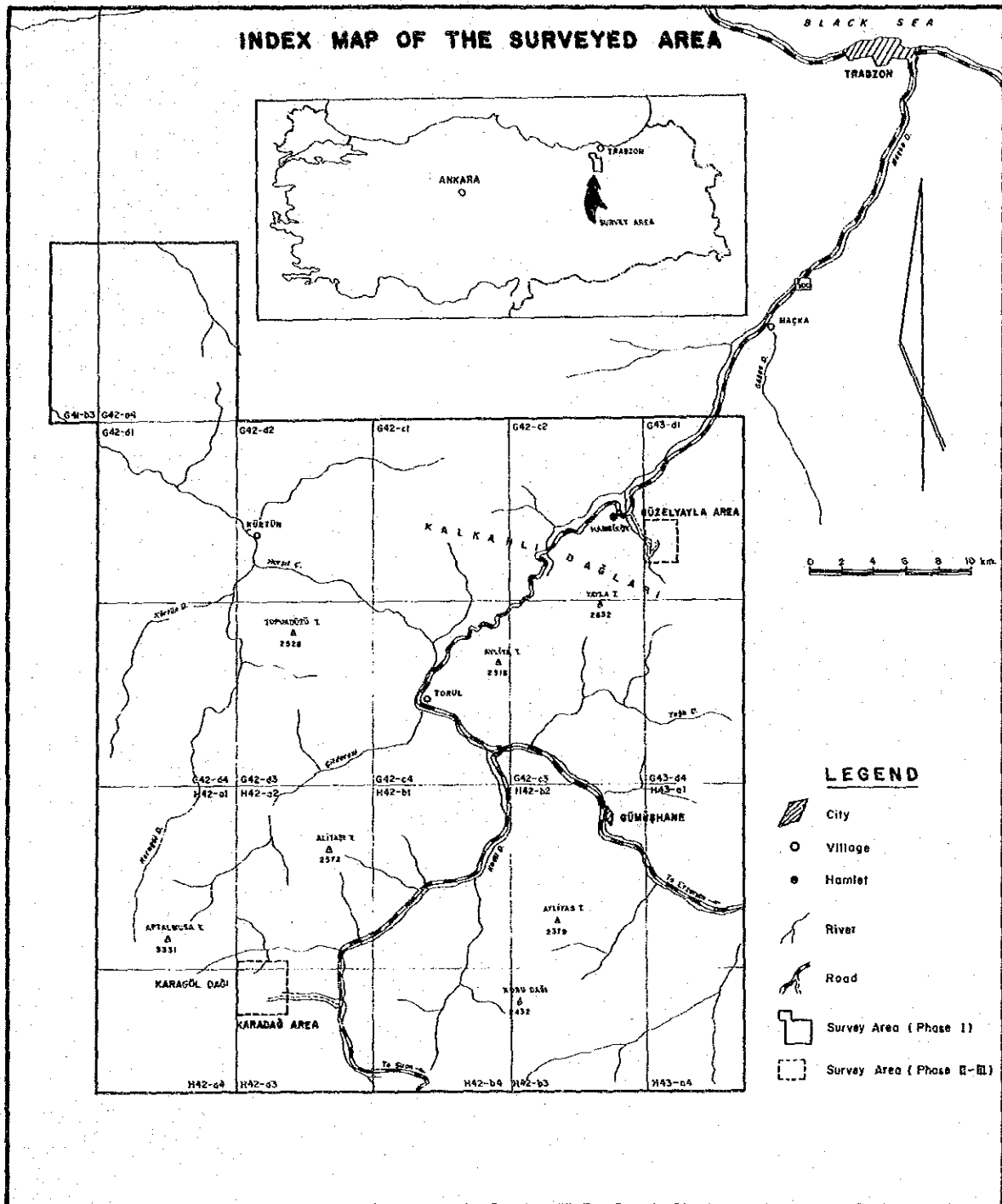
昭和61年12月

国際協力事業団

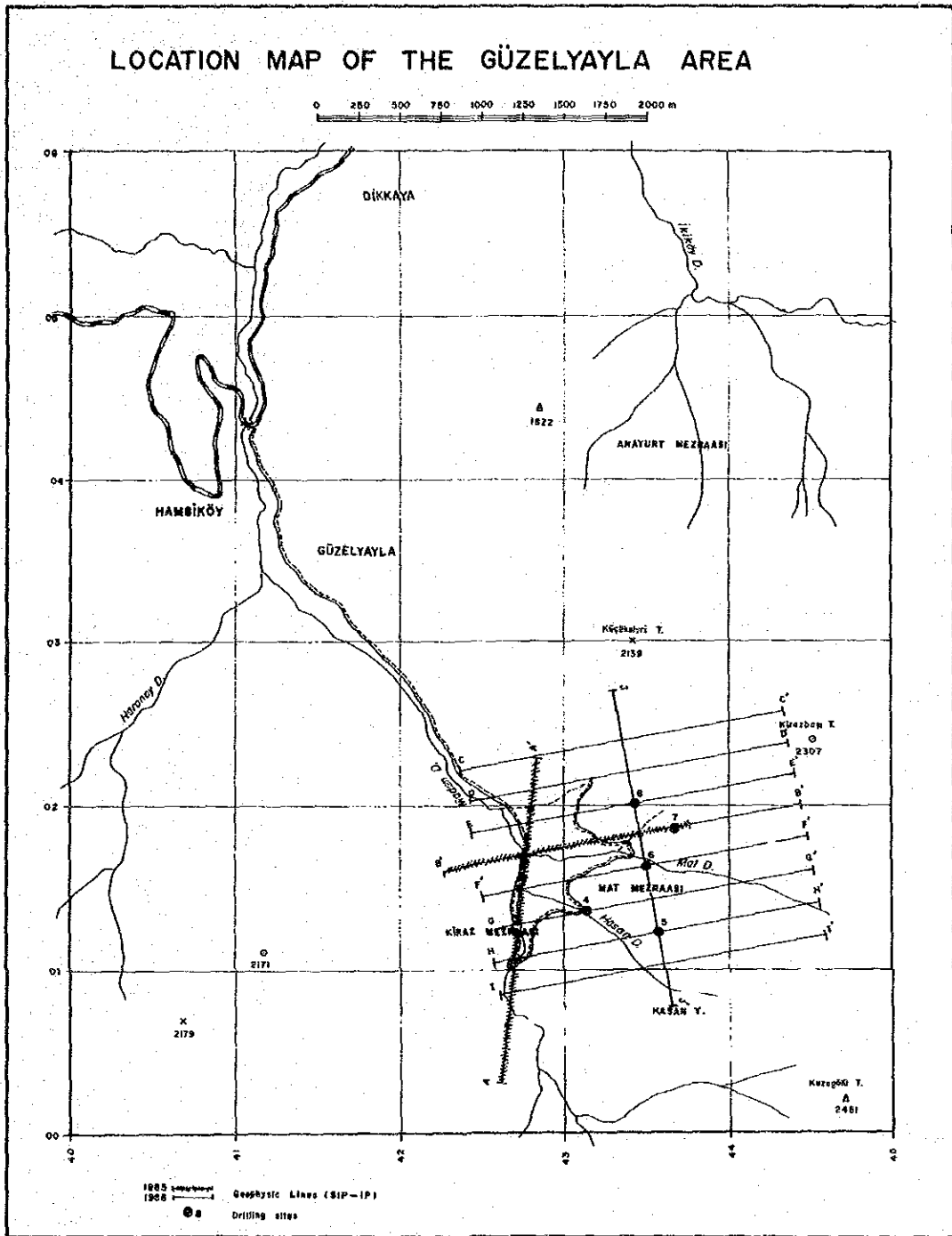
総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 佐藤 淳 一 郎

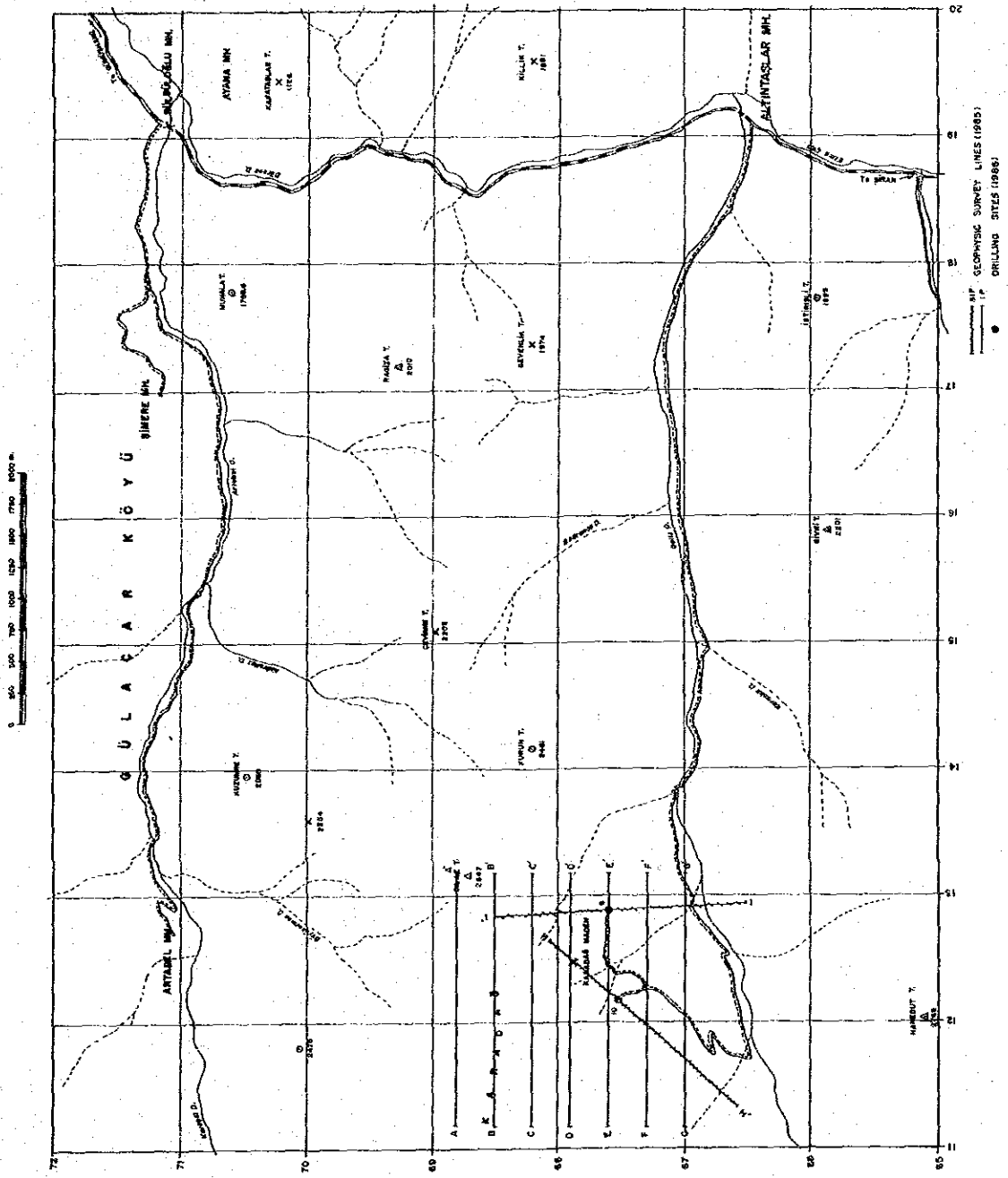


第 1 図 調査地域位置図



第 2 図 Hasandere 地区調査位置図

LOCATION MAP OF THE KARADAĞ AREA



第 3 图 Karadağ 地区調査位置图

要 約

トルコ共和国 Gumüşhane(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 (Ag, Cu, Pb, Zn, Mo) を対象とし 2800km² にわたる地質調査、地化学探査が実施された。

その結果鉍床賦存の有望地域として下記の 2地区が抽出され、第二年次の結果に基づいて第三年次調査はこれら 2地区に対して物理探査、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) ; | 物理探査(SIP法) | 6.00km |
| | 物理探査(IP法) | 12.00km |
| | ボーリング調査(5孔) | 1,505.00m |
| 2. Karadağ 地区 (カラダー) ; | ボーリング調査(2孔) | 652.00m |

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 についての地化学アノマリーが認められ、地質調査結果よりポーフイリー銅型鉍化帯が期待された。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 (Pg1) の貫入に伴うポーフイリー銅型鉍化作用分布範囲が推定され、鉍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 Cu-Mo からなる有望な鉍化帯を把握した。このため第三年次では Potassic Zone の中心や、Phyllic Zone の南東部等の未探鉍地域で、構造ボーリング調査を実施すると共に、本鉍化帯全域に亙る物理探査を実施し、その結果に基づいてボーリング調査を実施した。各ボーリング調査の結果は下記の通りである。

NJT-4号 ; 岩株状をなす変質斑状花崗岩(Pg1)のほぼ中心で 301m 掘進、低品位 Cu-Mo 鉍化帯を把握した。0.00~301.00m 間の平均 Cu 換算品位は 0.105% で、変質帯は Potassic Zone である。

NJT-5号 ; 変質斑状花崗岩と Zigana 層の安山岩からなる部分を301m掘進、やはり低

品位 Cu-Mo 鉱化帯を把握した。0.00~301.00m 間の平均 Cu 換算品位は 0.071% で、変質帯は Pg1 の部分は Phyllic Zone、安山岩の部分は Propylitic Zone である。ここでは二次富化帯が厚く 9~105m 認められたものの、この間の平均 Cu 品位は 0.066% と低い。

MJT-6号；変質斑状花崗岩(Pg1)を掘進したが、43.00~53.00m、112.50~244.00m で未変質斑状花崗岩 (Pg2) が発達、また 289.00m 以深では玄武岩、Pg2 の貫入岩により実質鉱化帯を掘進したのは 143m で、この間の平均 Cu 換算品位は 0.487% で、変質帯は最初は Phyllic Zone であるが Pg2 がぬけた 244m から Potassic Zone となる。

MJT-7号；変質斑状花崗岩 (Pg1) 中を 301m 掘進、やはり低品位 Cu-Mo 鉱化帯を把握した。0.00~301.00m 間の平均 Cu 換算品位は 0.247% で、ここでは二次富化帯が 6.00~57.00m 認められ、この間の平均 Cu 換算品位は 0.287% である。変質帯は最初は Phyllic Zone であるが、254.00m より Potassic Zone となる。

MJT-8号；変質斑状花崗岩と安山岩との接触部を 301.00m 掘進、地表から 169m までは Pg1、169~233.40m は安山岩、233.40m 以深は再び Pg1 となった。孔口から孔底まで黄 Cu 鉱、輝水鉛鉱の鉱化帯で、この間の平均 Cu 換算品位は 0.264% である。ここでは二次富化帯が 9.00~54.00m 認められ、この間の平均 Cu 換算品位は 0.314% である。変質帯は最初は Phyllic Zone であるが、41.00~233.40m が Propylitic Zone、233.40~283.00m は Potassic Zone、283.00m 以深は再び Phyllic Zone となる。

以上のボーリング調査に先立って実施した物理探査は SIP法 3測線、IP法 6測線 合計 9測線を 200m 間隔で配置し、鉱化帯の広がりや深部への連続性を解明するために実施した。その結果、地域の北半分に馬蹄形を呈する高 PFE 帯 (8% 以上)、地域中央部に南北方向に伸びる高 PFE 帯が把握された。これらは地表下浅部の Phyllic Zone の黄鉄鉱帯を示すものと考えられ、MJT-7, 8号はこの高 PFE 域より少し離れた地点で実施した。またボーリングコアの SIP 物性測定から、特徴のある位相スペクトルは主として黄鉄鉱に起因する傾向があり、Cu, Mo 品位の高い試料には、この特徴的なスペクトルを示す試料は検出されなかった。

第二、三年次のボーリング調査より、これまでに把握された鉱化帯のうち Cu 品位が比較的まとまっている MJT-3, 6, 8号部分の埋蔵鉱量を計算すると約 49百万トン Cu:0.227%, Mo:0.013%, Cu 換算品位:0.356% となる。Mo のまとまっている MJT-7号と MJT-8号下部をふくめると約 104百万トンで Cu 換算品位:0.300% となる。

2. Karadağ 地区

第一年次調査で Ag、Cu、Mo、Pb、Zn、W についての地化学アノマリーが認められ、地質調査結果より鉍染型の鉍化帯が期待された。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) が実施された。物理探査では 3箇所有望なアノマリーが把握され、2箇所は地表下 200~300m で Zigana 層中に貫入した石英斑岩、花崗閃緑岩に伴う鉍化作用でアノマリーの広がりから鉍染型鉍床が期待され、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た。

旧 Karadağ 鉍床は Maden 沢の上流の石灰岩中に発達するスカルン帯中の Cu、Pb、Zn 鉍床と推定され、この付近の下部より採掘されている。Karadağ 鉍床は地表下浅い部分に胚胎し、酸化によるためか、あるいは鉍床規模が小さいためか物理探査によるアノマリーは把握出来なかった。

以上の結果に基づいて第三年次では鉍染型鉍床が期待される箇所 (MJT-9号) と下部で石灰岩が発達してスカルン型鉍床と推定される箇所 (MJT-10号) とでボーリング調査を実施した。各ボーリング調査の結果は下記の通りである。

MJT-9号; 黄鉄鉍を伴った玄武岩質安山岩が 182.20m まで続き、182.20m 以深は磁鉄鉍-赤鉄鉍-黄鉄鉍を伴った花崗閃緑岩となり、期待された Cu-Pb-Zn 等の鉍化帯は把握出来なかった。物理探査のアノマリーは花崗閃緑岩中の黄鉄鉍の影響と考えられる。

MJT-10号; 口付は花崗閃緑岩から始まったが、46m でぬけ石灰岩となった。石灰岩は上部では灰白色で塊状であったが、次第に結晶質になり 300m に達してもぬけないため 50m 増掘により石灰岩がぬけると期待した。当初 200~250m 付近に鉍化帯が発達していると期待された部分は予想より深く、351m 掘進しても鉍化帯まで達することが出来なかった。200~250m 付近のアノマリーは石灰岩が処々でスカルン化し黄鉄鉍や孔雀石が認められることから、このアノマリーこのような鉍化作用に由来したものと考えられる。

以上の Hasandere 地区、Karadağ 地区とも有望な鉍床が期待される。Hasandere 地区は Cu-Mo を伴うポーフイリー-銅型鉍床で、今後品位のより高い部分を見つけるためのボーリング調査が必要である。一方 Karadağ 地区は Cu、Pb、Zn を伴う接触型と鉍染型の鉍床で、第三年次のボーリング調査から物理探査アノマリーの強い部分は黄鉄鉍ゾーンと思われるので、このゾーンより若干離れ下部で鉍化帯が発達してくると予想される地域での探鉍が必要である。

目 次

はしがき

要約

第 1 部 序 論

第 1 章 調査概要	1
1-1 緒 言	1
1-2 調査日程及び調査団の編成	1
1-3 調査方法及び調査量	2
第 2 章 調査地域概要	3
2-1 Hasandere 地区	3
2-2 Karadağ 地区	3
2-3 従来の調査	4
2-4 調査地域周辺の地質概要	4

第 2 部 Hasandere 地区調査結果

第 1 章 調査概要	9
1-1 第一年、二年次調査結果概要	9
1-2 第三年次調査目的	10
1-3 調査方法及び調査量	10
第 2 章 地質概要	16
2-1 地質層序	16
(1) Kırıklı 層	
(2) Kuşakkaya 石灰岩層	
(3) Zigana 層	
(4) 第四紀	
2-2 貫入岩類	17
2-3 地質構造	19

第 3 章 鈹化, 変質作用.....	19
3-1 鈹化作用.....	19
3-2 変質作用.....	21
第 4 章 物理探査 (SIP法・IP法).....	22
4-1 調査概要.....	22
(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	
4-2 データ処理と岩石試料測定.....	24
(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	
4-3 解析結果.....	36
(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	
第 5 章 ボーリング調査.....	75
5-1 調査概要.....	75
(1) 調査目的	
(2) 試錐概要	
(3) 実施量	
5-2 ボーリング工法及び使用機械.....	77
(1) ボーリング工法	
(2) 試錐機及び消耗機材	
(3) 作業形態	

(4) 道路開設と機材運搬	
(5) ボーリング用水	
(6) 撤収	
5-3 掘進状況	78
(1) MJT-4号	
(2) MJT-5号	
(3) MJT-6号	
(4) MJT-7号	
(5) MJT-8号	
5-4 ボーリング孔の地質及び鉍化作用	106
(1) MJT-4号	
(2) MJT-5号	
(3) MJT-6号	
(4) MJT-7号	
(5) MJT-8号	
(6) コアの分析結果	
5-5 ボーリング調査と地質調査との関連	118
(1) 斑状花崗岩	
(2) 安山岩類	
(3) 硫化鉍物、その他の鉍石鉍物	
(4) 地質構造	
(5) 鉍化作用	
(6) 変質ゾーニング	
(7) 鉍化帯内の割れ目	
5-6 鉍床規模	120
5-7 ボーリング調査と物理探査結果との関連	135
第 6 章 流体包有物	137
6-1 均質化温度の測定	137
6-2 塩濃度の測定	139
6-3 流体包有物測定結果	140
第 7 章 結論及び将来への提言	153
7-1 結論	153

7-2	将来への提言	154
-----	--------	-----

第3部 Karadag 地区調査結果

	第1章 調査概要	157
1-1	第一、二年次調査結果概要	157
1-2	第三年次調査目的	158
1-3	調査方法及び調査量	158
	第2章 地質概要	158
2-1	地質層序	158
	(1) Gümüşhane 花崗岩	
	(2) Kırıklı 層	
	(3) Kuşakkaya 石灰岩層	
	(4) Zigana層	
2-2	貫入岩類	163
2-3	地質構造	164
	第3章 鉱化、変質作用	164
	第4章 ボーリング調査	165
4-1	調査概要	165
	(1) 調査目的	
	(2) 試錐概要	
	(3) 実施量	
4-2	ボーリング工法及び使用機械	166
	(1) ボーリング工法	
	(2) 試錐機及び消耗機材	
	(3) 作業形態	
	(4) 機材運搬	
	(5) ボーリング用水	
	(6) 撤収	
4-3	掘進状況	168
	(1) MJT-9号	
	(2) MJT-10号	

4-4	ボーリング孔の地質及び鉍化作用.....	169
	(1) MJT-9号	
	(2) MJT-10号	
	(4) コアの分析結果	
4-5	ボーリング調査と地質調査との関連.....	183
	(1) 花崗閃緑岩	
	(2) Zigana 層の安山岩類、石灰岩	
	(3) 変質鉍物とスカルン鉍物	
	(4) 地質構造	
	(5) 鉍化作用	
	(6) 変質作用	
4-6	物理探査結果と鉍化作用との関係.....	186
	第 5 章 結論及び将来への提言.....	186
5-1	結論.....	186
5-2	将来への提言.....	188
	第 4 部 結論及び将来への提言	
	第 1 章 Hasandere 地区.....	189
1-1	結論.....	189
1-2	将来への提言.....	190
	第 2 章 Karadağ 地区.....	191
2-1	結論.....	191
2-2	将来への提言.....	192
	参考文献.....	197
	巻末資料	
1	MJT- 4号柱状図～MJT-10号柱状図	
2	コアサンプルの位相スペクトルとコール・コール図	

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 Karadag 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 地区地質図
- 第 7 図 Hasandere 地区地質断面図
- 第 8 図 Hasandere 地区模式柱状図
- 第 9 図 Hasandere 地区測線位置図
- 第 10 図 IP 法測定装置ブロックダイヤグラム
- 第 11 図 SIP 法測定装置ブロックダイヤグラム
- 第 12 図 コール・コール図
- 第 13 図 マグニチュードスペクトル図
- 第 14 図 位相差スペクトル図
- 第 15 図 岩石試験測定装置
- 第 16 図 岩石試料の位相差スペクトルタイプ
- 第 17 図 見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=1)
- 第 18 図 見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=3)
- 第 19 図 見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=5)
- 第 20 図 見掛比抵抗パネル図 [0.125 Hz] (Line B~I)
- 第 21 図 PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=1)
- 第 22 図 PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=3)
- 第 23 図 PEF 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=5)
- 第 24 図 PFE パネル図 [0.125-1.0 Hz] (Line B~I)
- 第 25 図 位相差断面図 (Line D)
- 第 26 図 位相差断面図 (Line G)
- 第 27 図 位相差断面図 (Line I)
- 第 28 図 各種スペクトル図 (Line D)
- 第 29 図 各種スペクトル図 (Line G)
- 第 30 図 各種スペクトル図 (Line I)
- 第 31 図 デカップル処理図 (Line D, G, I)
- 第 32-1 図 シミュレーション解析図 (Line B)

- 第 32-2 図 シミュレーション解析図 (Line E)
- 第 32-3 図 シミュレーション解析図 (Line F)
- 第 33 図 見掛比抵抗、PFE断面図 (Line J)
- 第 34 図 シミュレーション解析図 (Line J)
- 第 35 図 Hasandere 地区 解析図
- 第 36 図 Hasandere 地区ボーリング位置図
- 第 37 図 掘進工程図 MJT-4号
- 第 38 図 掘進工程図 MJT-5号
- 第 39 図 掘進工程図 MJT-6号
- 第 40 図 掘進工程図 MJT-7号
- 第 41 図 掘進工程図 MJT-8号
- 第 42 図 ボーリング柱状図 MJT-4号
- 第 43 図 ボーリング柱状図 MJT-5号
- 第 44 図 ボーリング柱状図 MJT-6号
- 第 45 図 ボーリング柱状図 MJT-7号
- 第 46 図 ボーリング柱状図 MJT-8号
- 第 47 図 分析品位図 MJT-4号
- 第 48 図 分析品位図 MJT-5号
- 第 49 図 分析品位図 MJT-6号
- 第 50 図 分析品位図 MJT-7号
- 第 51 図 分析品位図 MJT-8号
- 第 52 図 Hasandere 地区物理探査ライン地質断面図
- 第 53 図 Hasandere 地区ボーリング孔間地質断面図
- 第 54 図 Hasandere 地区変質帯分帯平図
- 第 55 図 Hasandere 地区変質帯分帯断面図
- 第 56 図 均質化温度頻度分布図 (No 1, No 2)
- 第 57 図 均質化温度頻度分布図 (石英脈)
- 第 58 図 均質化温度頻度分布図 (石英斑晶)
- 第 59 図 均質化温度頻度分布図 (全試料の気液相)
- 第 60 図 均質化温度と塩濃度との関係図
- 第 61 図 Hasandere 地区提言図
- 第 62 図 Karadağ 地区地質図
- 第 63 図 ボーリング孔間地質断面図
- 第 64 図 Karadağ 地区模式柱状図
- 第 65 図 Karadağ 地区ボーリング位置図

- 第 66 図 掘進工程図 MJT-9号
- 第 67 図 掘進工程図 MJT-10号
- 第 68 図 ボーリング柱状図 MJT-9号
- 第 69 図 ボーリング柱状図 MJT-10号

付 表

- 第 1 表 SIP, IP法 測定機器一覧表
- 第 2 表 Hasandere 地区岩芯試料 SIP 測定結果一覧表
- 第 3 表 Hasandere 地区岩種別 SIP 測定結果
- 第 4-1 表 Hasandere 地区岩芯物性測定と Cu, Mo 品位
- 第 4-2 表 Cu, Mo 品位と位相差スペクトル
- 第 4-3 表 位相差スペクトル別 物性値及びCu品位
- 第 5 表 使用機器一覧表
- 第 6 表 ダイヤモンドビット使用状況表
- 第 7 表 消耗品使用明細表
- 第 8 表 作業時間総括表
- 第 9 表 掘進作業実績表 MJT-4号
- 第 10 表 掘進作業実績表 MJT-5号
- 第 11 表 掘進作業実績表 MJT-6号
- 第 12 表 掘進作業実績表 MJT-7号
- 第 13 表 掘進作業実績表 MJT-8号
- 第 14 表 掘進成績総括表 MJT-4号
- 第 15 表 掘進成績総括表 MJT-5号
- 第 16 表 掘進成績総括表 MJT-6号
- 第 17 表 掘進成績総括表 MJT-7号
- 第 18 表 掘進成績総括表 MJT-8号
- 第 19 表 累積平均品位表
- 第 20 表 検鏡結果一覧表 (薄片)
- 第 21 表 検鏡結果一覧表 (研磨片)
- 第 22 表 X線回折結果一覧表 (No 1, No 2)
- 第 23 表 流体包有物試料表
- 第 24 表 箇所別流体包有物試料一覧表
- 第 25 表 気液相別包有物試料一覧表
- 第 26 表 均質化温度総括一覧表

第 27 表	使用機器一覧表
第 28 表	ダイヤモンドビット使用状況表
第 29 表	消耗品使用明細表
第 30 表	作業時間総括表
第 31 表	掘進作業実績表 MJT-9号
第 32 表	掘進作業実績表 MJT-10号
第 33 表	掘進成績総括表 MJT-9号
第 34 表	掘進成績総括表 MJT-10号
第 35 表	Karadag 地区ボーリングコア分析結果表
第 36 表	Karadag 地区コア試料 S I P 測定結果一覧表
写真 1,2	顕微鏡写真
写真 3,4	流体包有物顕微鏡写真

巻末資料

巻末資料 1	ボーリング柱状図 MJT- 4号~MJT-10号
巻末資料 2	コアサンプルの位相スペクトルとコール・コール図

添付図

付図 1	Hasandere 地区 測線位置図	(縮尺1:5,000)
付図 2	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=1)	(縮尺1:5,000)
付図 3	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=3)	(縮尺1:5,000)
付図 4	見掛比抵抗平面図 [0.125 Hz] (n=5)	(縮尺1:5,000)
付図 5	見掛比抵抗パネル図 (Line B~I)	(縮尺1:5,000)
付図 6	PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=1)	(縮尺1:5,000)
付図 7	PFE 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=3)	(縮尺1:5,000)
付図 8	PEF 平面図 [0.125-1.0 Hz] (n=5)	(縮尺1:5,000)
付図 9	PFE パネル図 (Line B~I)	(縮尺1:5,000)
付図 10	見掛比抵抗、PFE 断面図 (Line J)	(縮尺1:5,000)
付図 11	各種スペクトル図 (Line D)	
付図 12	各種スペクトル図 (Line G)	
付図 13	各種スペクトル図 (Line I)	
付図 14	Hasandere 地区 解析図	

第1部 序論

第 1 部 序論

第 1 章 調査概要

1-1 緒言

トルコ共和国 Gümüşhane 地域資源開発協力基礎調査の第三年次の調査は第二年次の調査結果に基づいて Hasandere 地区と Karadag 地区で実施した。

Hasandere 地区では、これまでの地質調査、物理探査 (SIP法)、ボーリング調査の結果有望なポーフリーカッパー型鉱床が Hasandere 地区の Mat 沢~Hasan 沢を中心に広がっていることが予想されるにいたった。

特に、第二年次のボーリング調査では MJT-1号、2号、3号と次第に着鉱品位が上昇し、3号では薄いながらも二次富化帯も認められた。これらのうち 3号が一番鉱化作用が強く地表から孔底の 40m 間の平均 Cu 換算品位は 0.345% となり、低品位の大型鉱床が期待されるにいたった。このため第三年次では Cu・モリブデン品位のより高い鉱化帯がどのような広がりとなるか、物理探査 (IP、SIP法) により下部の鉱化帯を究明し、この結果に基づいて有望なアノマリーに対しボーリングを実施すると共に、本鉱化帯全体を把握する目的で Potassic Zone、Phyllic Zone でもボーリングを実施した。

Karadag 地区では、第二年次に実施した物理探査 (IP、SIP法) により有望なアノマリーが 3箇所抽出された。これらの箇所は地質調査で NE~SW 方向性の断層が推定され、地質構造的にも弱線部に沿って鉱化を伴った貫入岩類が発達していることが予想され、2箇所でもボーリング調査を実施した。

1-2 調査日程及び調査団の編成

第三年次調査は昭和61年 5月12日より昭和61年10月9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

物理探査	自	昭和61年 5月14日
	至	昭和61年 7月 7日
ボーリング調査 Hasandere 地区	自	昭和61年 6月24日 (掘進開始日)
	至	昭和61年 9月23日 (掘進終了日)
Karadag 地区	自	昭和61年 7月 7日 (掘進開始日)
	至	昭和61年 8月15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)
石田 真	(海外部、計画課長)	Orhan ÖZKOÇAK 副総裁
岡本 秀樹	(ロンドン事務所長)	Ramiz ÖZOCAK 金属鉱床部部长
折田 憲一	(通商産業省)	Ömer T. AKINCI 金属鉱床部副部长
北 良行	(海外部、計画課)	Temel Y. NEBİOĞLU 東部黒海支所長
上木 隆司	(国際協力事業団)	

(3) 調査団 (物理探査・ボーリング調査)

日本側	トルコ側
団長 (総括)	コーディネーター
水本 久 (日鉱探開株式会社)	Dr. Yusuf Z. ÖZKAN (MTA)
コア調査	
水本 久 (日鉱探開株式会社)	Murat ER (MTA)
	Kemal ÖZDOĞAN (MTA)
物理探査 (IP、SIP 法)	
吉沢 正夫 (日鉱探開株式会社)	Mustafa DEMİRHAN (MTA)
杉山 伸一 (日鉱探開株式会社)	Hasan UĞURLU (MTA)
菅原 一安 (日鉱探開株式会社)	Ethem OFLU (MTA)
	Cemil ÖZTURK (MTA)

ボーリング調査

Hasandere 地区	
石井 佐市 (日鉱探開株式会社)	Cemal ÖZSOY (MTA)
佐々木吉夫 (日鉱探開株式会社)	Ali KARTAL (MTA)
野村 光雄 (日鉱探開株式会社)	
Karadag 地区	
柿下 孝 (日鉱探開株式会社)	Yemlihan YÜREKLI (MTA)
杉淵 忠輝 (日鉱探開株式会社)	İlker ÖZKAN (MTA)
加藤 準市 (日鉱探開株式会社)	

1-3 調査方法及び調査量

(1) 物理探査

Hasandere 地区	(SIP法)	測線長	6km
		測点数	240点
	(IP法)	測線長	12km

(2) ボーリング調査

Hasandere 地区	MJT- 4号	301m
	MJT- 5号	301m
	MJT- 6号	301m
	MJT- 7号	301m
	MJT- 8号	301m
Karadağ 地区	MJT- 9号	301m
	MJT-10号	351m

(3) 室内試験試料

岩石薄片	30件
鉍石研磨片	30件
化学分析 Cu、Mo	506件
Au、Ag、Mo、Sn、W	10件
Cu、Zn	60件
流体包有物 (均質化温度、塩濃度)	50件
室内 SIP 試験	35件

第 2 章 調査地区概要

2-1 Hasandere 地区

本調査地区は Trabzon の南約 50km 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 1,400~2,400m である。交通は比較的便利で、本年度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 700~1,000mm 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 40km に位置 (Gümüşhane 県、Torul 郡、Altıntaşlar 村の西約 5km) 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(2,647m) を中心として、海拔 2,000 ~2,700m 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 Kirkpavli(クルクパブル) 鉱山である。1937年の Kovenko(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 Gümüşhane 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から 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「Gümüşhane 花崗岩の地質」の記載がある。

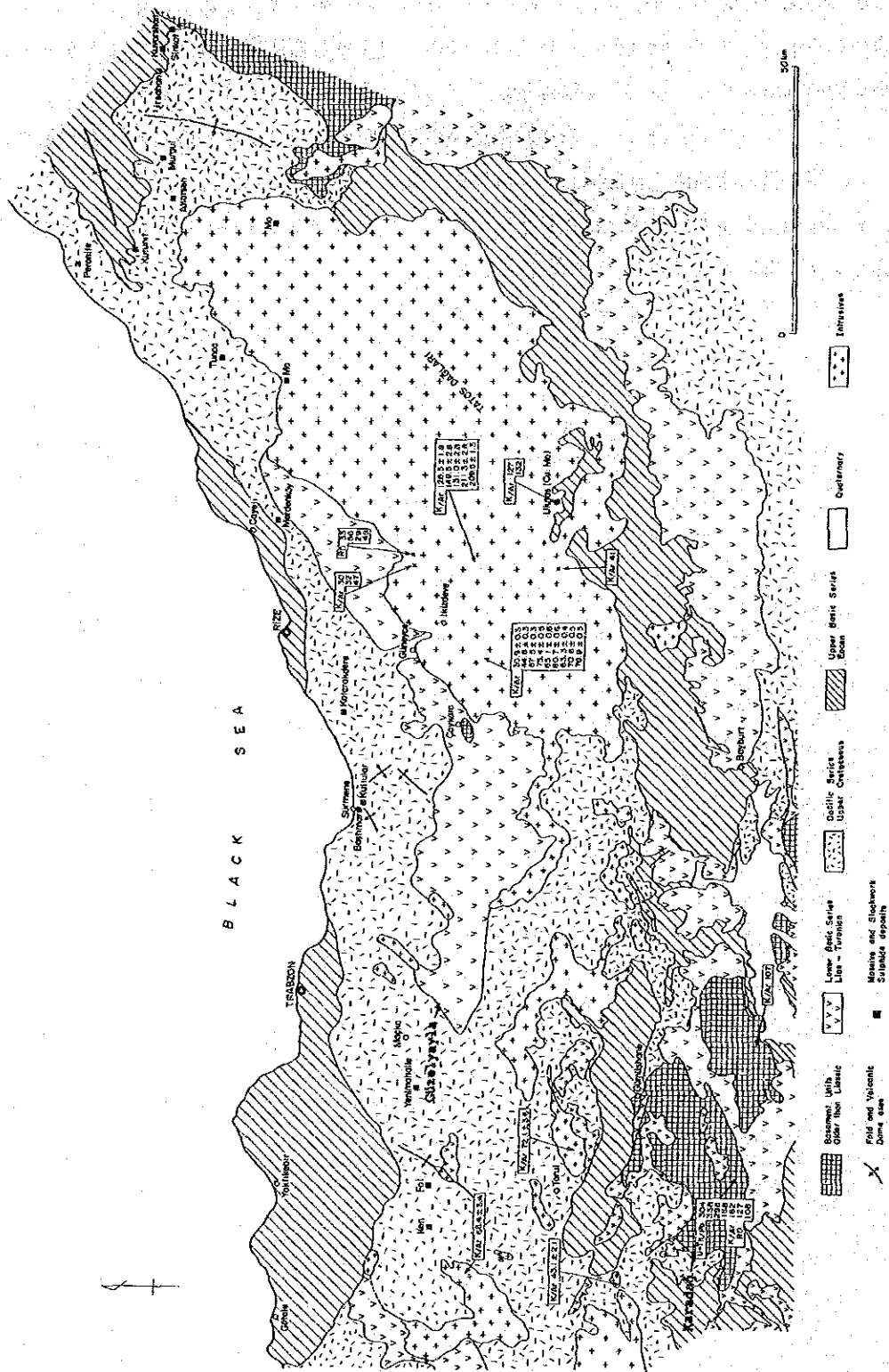
2-4 調査地域周辺の地質概要

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。

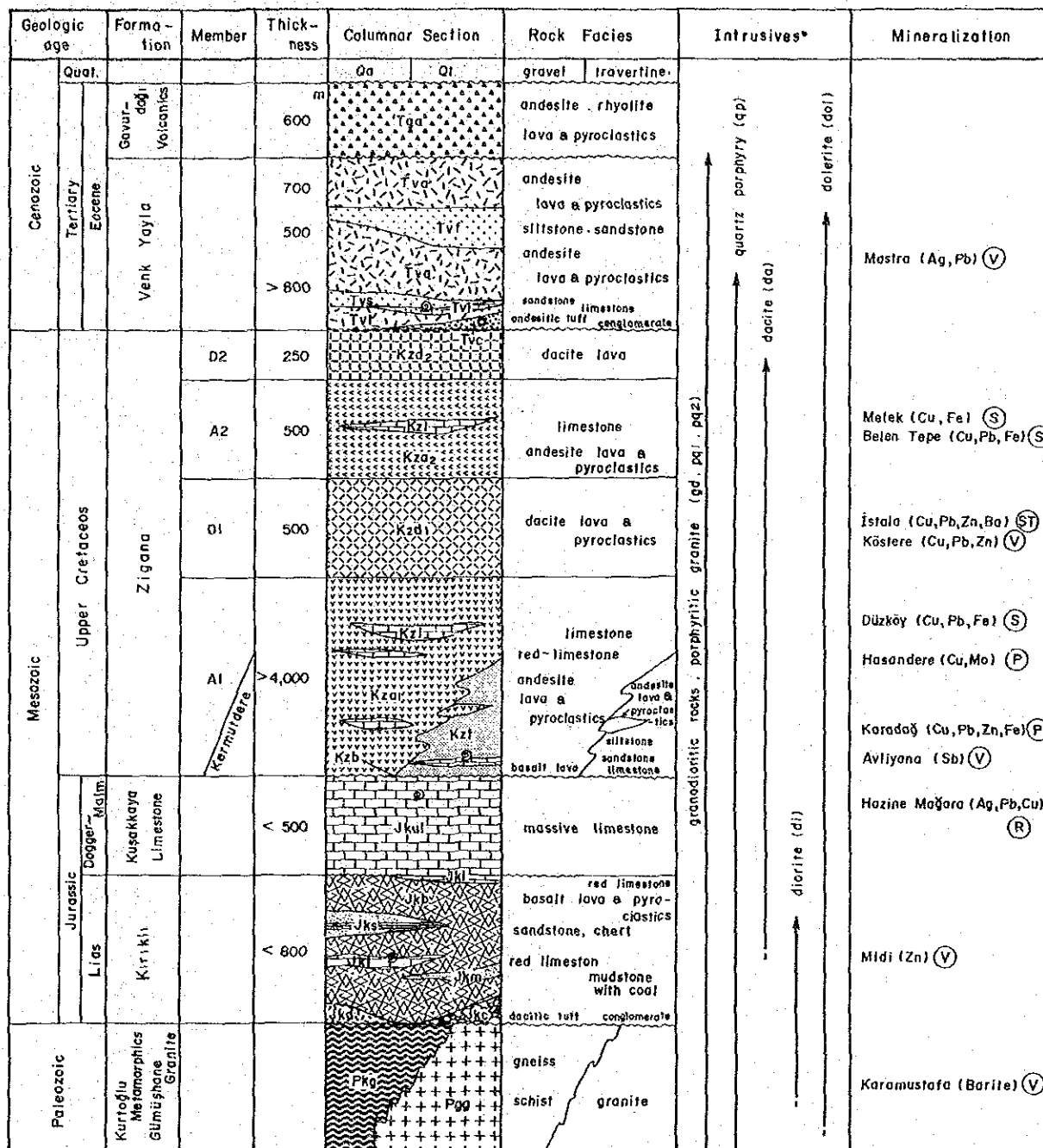
本調査地域では白亜紀後期の Zigana 層が卓越している。本層は褶曲をくりかえしながら北側にゆるく傾斜している。安山岩、同質火砕岩の A1 部層が卓越しているが、1974~1976年にかけて実施した Trabzon 地域の資源開発協力基礎調査結果によると本調査地域北側では石英安山岩、同質火砕岩が卓越してくる。

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Etibank(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 Cu, Pb, Zn 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 Ulutaş(ウルタス) 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 圖 Gumushane 地域模式柱状圖

第2部 Hasandere 地区調査結果

第 2 部 Hasandere 地区調査結果

第 1 章 調査概要

1-1 第一、二年次調査結果概要

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 層は初年度調査で区分された A1 部層である。斑状花崗岩は Maden (マードン) 沢から Turnagöl (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ことから、斑状花崗岩と呼称した。この斑状花崗岩はその変質により、変質斑状花崗岩 (Pg1) と未変質斑状花崗岩 (Pg2) 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、緑泥石を主とする鉍化変質を受け、黄鉄鉍-輝水鉛鉍-黄銅鉍を伴うポーフィ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後者が前者を切る関係であると推定した。

当地域は 1970～1974 年にかけて UNDP が実施した沢砂による地化学探査により Cu-Mo のアノマリーが抽出されたのが端緒となり、第一年次では地質調査と平行して沢砂による地化学探査が実施された。一方 MTA も当地域の探査に注目し土壌試料を採取した。この結果、土壌では沢砂の分析結果より 5～9 倍の高い値が検出され、第一、二年次で Cu-Mo の異常値の検出された範囲は 1.8km × 1.8km となった。

変質ゾーニングは Pg1 を中心に Potassic Zone → Phyllic Zone → Propylitic Zone となるポーフィリーカッパー型特有の変質パターンが得られた。即ち、Pg1 の中心部が Potassic Zone、周辺部にかけて Phyllic Zone となり、被貫入岩の安山岩では Pg1 近くで Phyllic Zone となるものの、殆どが Propylitic Zone である。各変質ゾーニングの特徴は Potassic Zone でカリ長石が少なく、硬石膏が多いこと、Phyllic Zone では 2M₁ タイプの絹雲母が大部分であること、Propylitic Zone では磁鉄鉍が多いこと等である。変質ゾーニングと土壌化探の関係では Potassic Zone を取り囲むように Mo のアノマリーが抽出された。

これまでの地質調査と沢砂、土壌の地化学探査で有望なアノマリーが得られたことより本鉍化帯は下部で発展すると予想され、第二年次でボーリング 3 孔、1,003m が実施された。ボーリングの 3 孔はどれも鉍化の強弱はあるものの Cu-Mo の鉍化帯が把握され

れ、MJT-1号 → 2号 → 3号と次第にボーリング調査が進むにつれ Cu-Mo の品位が上昇、平均 Cu 換算品位で 1号: 0.091% (9.90~301m 間)、2号: 0.257% (9.50~301m 間)、3号: 0.345% (0.0~401m 間) となった。Au, Sn, W も分析したが最も良いもので Au:60 ppb, Sn:2 ppm, W:17 ppm であった。

鉍化作用は割れ目に沿って黄鉄鉍-石英、黄鉄鉍-輝水鉛鉍-石英、黄銅鉍-黄鉄鉍、黄銅鉍-黄鉄鉍-石英等の鉍物共生でることが多い。1, 2号では割れ目に沿って鉍化作用が発達しているのに対し、3号では鉍染が主体の鉍化作用であったことから、Cu-Mo 品位が上昇した。

流体包有物は 10 μ 以下の小型の気液相包有物が多く、多相包有物はポーフィリー銅-銅型鉍床にしては比較的少なく、この中に含まれる固相は主に halite からなる。被貫入岩中では気相包有物が少ないが、Mat 沢~Hasan 沢にかけての Potassic Zone とされる変質斑状花崗岩では気相包有物が多く、しかも均質化温度が高く出ている。この付近では固相が目立ち、高塩濃度の流体包有物が認められ、流体密度の高い包有物と低い包有物が共存する“沸騰”を伴っている。

ボーリング孔間を結ぶ物理探査 (SIP法) では、黄鉄鉍の強い鉍化帯で異常が把握され、また断層を境とする末鉍化帯との区別ができ、今後の下部探鉍の指針となるデータが得られた。

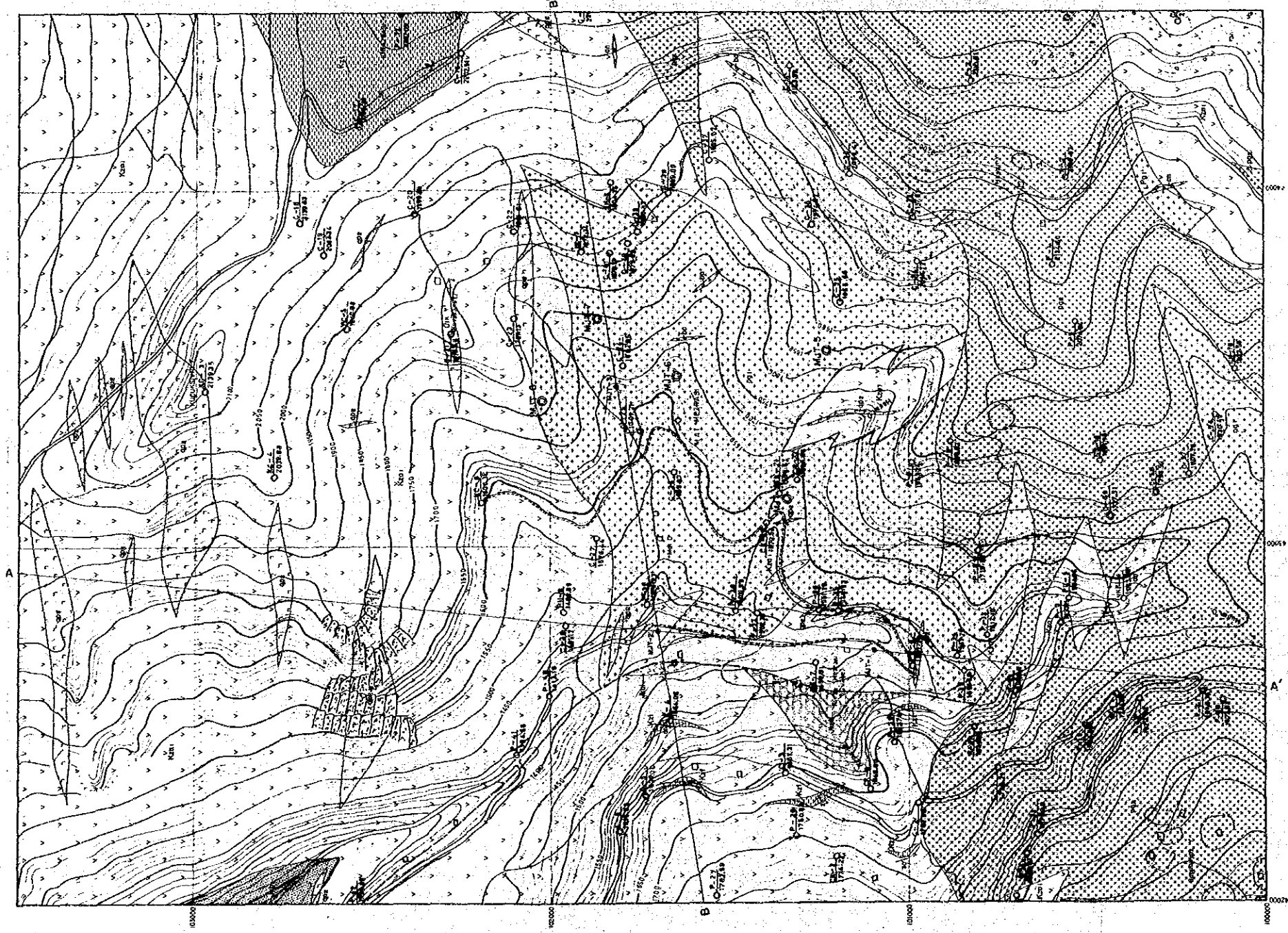
1-2 第三年次調査目的

Hasandere 地区については、これまでの地質調査、物理探査 (SIP法)、ボーリング調査の結果より有望なポーフィリー銅-銅型鉍床が Hasandere 地区の Mat 沢~Hasan 沢を中心に広がっていることが予想されるにいたった。

第二年次のボーリング調査では MJT-1号, 2号, 3号と次第に着鉍品位が上昇し、3号では薄い二次富化帯が認められた。3号が一番良く地表から孔底の 401m 間の平均 Cu 換算品位は 0.345% となり、今後のボーリングの着鉍状態によっては稼行可能な鉍床に発展すると期待される。このため第三年次では物理探査 (IP, SIP 法) により本鉍化帯を究明すると共にボーリング調査で下部の鉍化状況を把握することを目的とした。

1-3 調査方法及び調査量

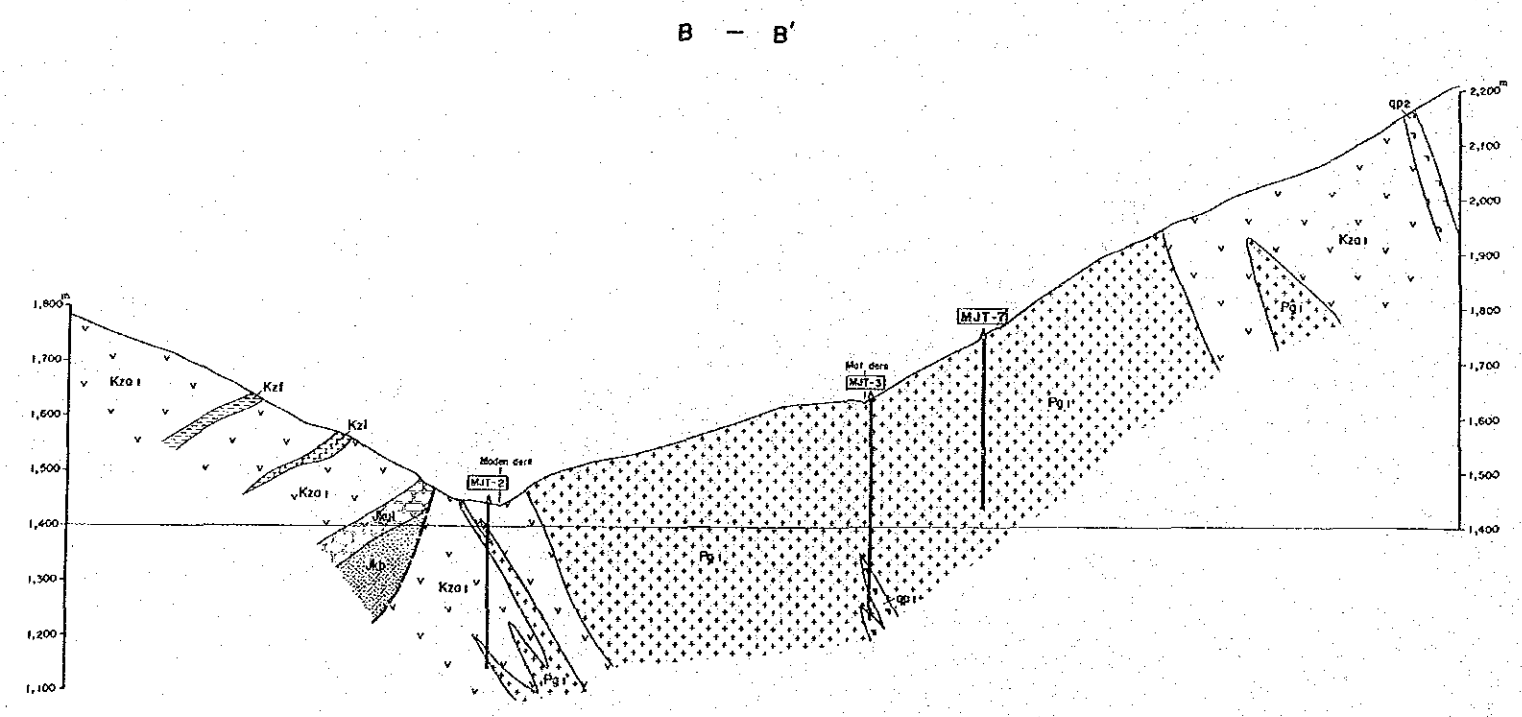
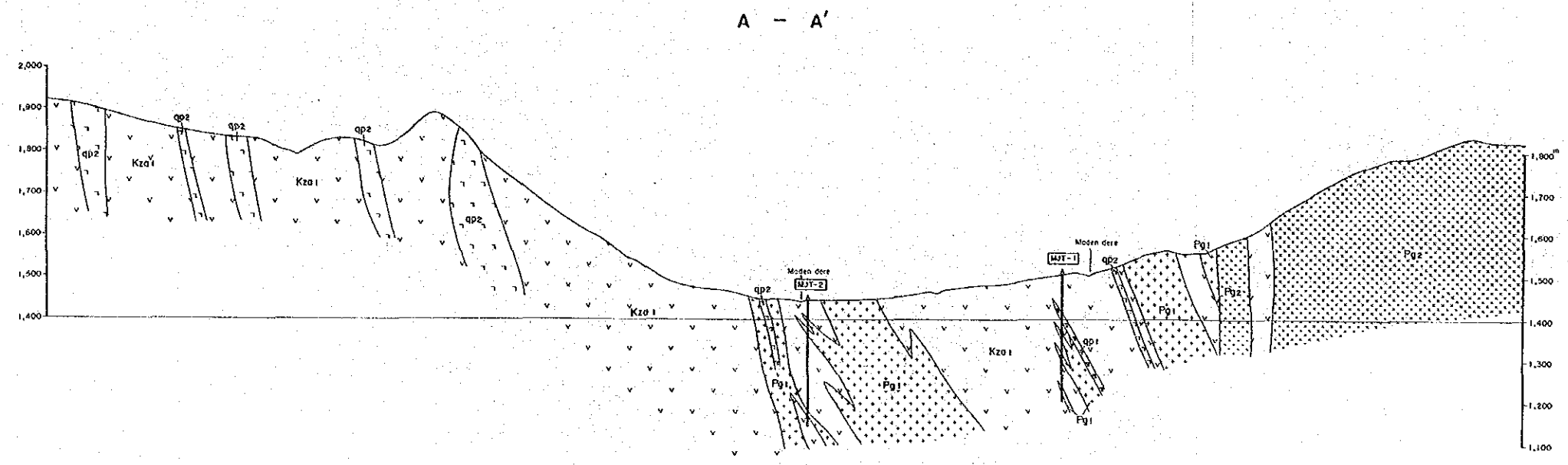
物理探査は第二年次に実施した MJT-2 ~ 3号を結ぶ SIP ラインと平行に 200m 間隔に北側に 4測線、南側に 3測線を設定し、IP、SIP 測線を交互に実施することにより本鉍化帯を究明した。IP 測線は 4本で 8km、SIP 測線は 3本で 6km 実施した。共同調査終了後 MTA 独自で IP 調査を 4 km 実施した。これらの位置、範囲は第 2 図に示した。



LEGEND

Upper Cretaceous	521 Limestone	522 Limestone	523 Limestone	524 Limestone	525 Limestone	526 Limestone	527 Limestone	528 Limestone	529 Limestone	530 Limestone	531 Limestone	532 Limestone	533 Limestone	534 Limestone	535 Limestone	536 Limestone	537 Limestone	538 Limestone	539 Limestone	540 Limestone	541 Limestone	542 Limestone	543 Limestone	544 Limestone	545 Limestone	546 Limestone	547 Limestone	548 Limestone	549 Limestone	550 Limestone	551 Limestone	552 Limestone	553 Limestone	554 Limestone	555 Limestone	556 Limestone	557 Limestone	558 Limestone	559 Limestone	560 Limestone	561 Limestone	562 Limestone	563 Limestone	564 Limestone	565 Limestone	566 Limestone	567 Limestone	568 Limestone	569 Limestone	570 Limestone	571 Limestone	572 Limestone	573 Limestone	574 Limestone	575 Limestone	576 Limestone	577 Limestone	578 Limestone	579 Limestone	580 Limestone	581 Limestone	582 Limestone	583 Limestone	584 Limestone	585 Limestone	586 Limestone	587 Limestone	588 Limestone	589 Limestone	590 Limestone	591 Limestone	592 Limestone	593 Limestone	594 Limestone	595 Limestone	596 Limestone	597 Limestone	598 Limestone	599 Limestone	600 Limestone																				
Lower Cretaceous	601 Limestone	602 Limestone	603 Limestone	604 Limestone	605 Limestone	606 Limestone	607 Limestone	608 Limestone	609 Limestone	610 Limestone	611 Limestone	612 Limestone	613 Limestone	614 Limestone	615 Limestone	616 Limestone	617 Limestone	618 Limestone	619 Limestone	620 Limestone	621 Limestone	622 Limestone	623 Limestone	624 Limestone	625 Limestone	626 Limestone	627 Limestone	628 Limestone	629 Limestone	630 Limestone	631 Limestone	632 Limestone	633 Limestone	634 Limestone	635 Limestone	636 Limestone	637 Limestone	638 Limestone	639 Limestone	640 Limestone	641 Limestone	642 Limestone	643 Limestone	644 Limestone	645 Limestone	646 Limestone	647 Limestone	648 Limestone	649 Limestone	650 Limestone	651 Limestone	652 Limestone	653 Limestone	654 Limestone	655 Limestone	656 Limestone	657 Limestone	658 Limestone	659 Limestone	660 Limestone	661 Limestone	662 Limestone	663 Limestone	664 Limestone	665 Limestone	666 Limestone	667 Limestone	668 Limestone	669 Limestone	670 Limestone	671 Limestone	672 Limestone	673 Limestone	674 Limestone	675 Limestone	676 Limestone	677 Limestone	678 Limestone	679 Limestone	680 Limestone	681 Limestone	682 Limestone	683 Limestone	684 Limestone	685 Limestone	686 Limestone	687 Limestone	688 Limestone	689 Limestone	690 Limestone	691 Limestone	692 Limestone	693 Limestone	694 Limestone	695 Limestone	696 Limestone	697 Limestone	698 Limestone	699 Limestone	700 Limestone

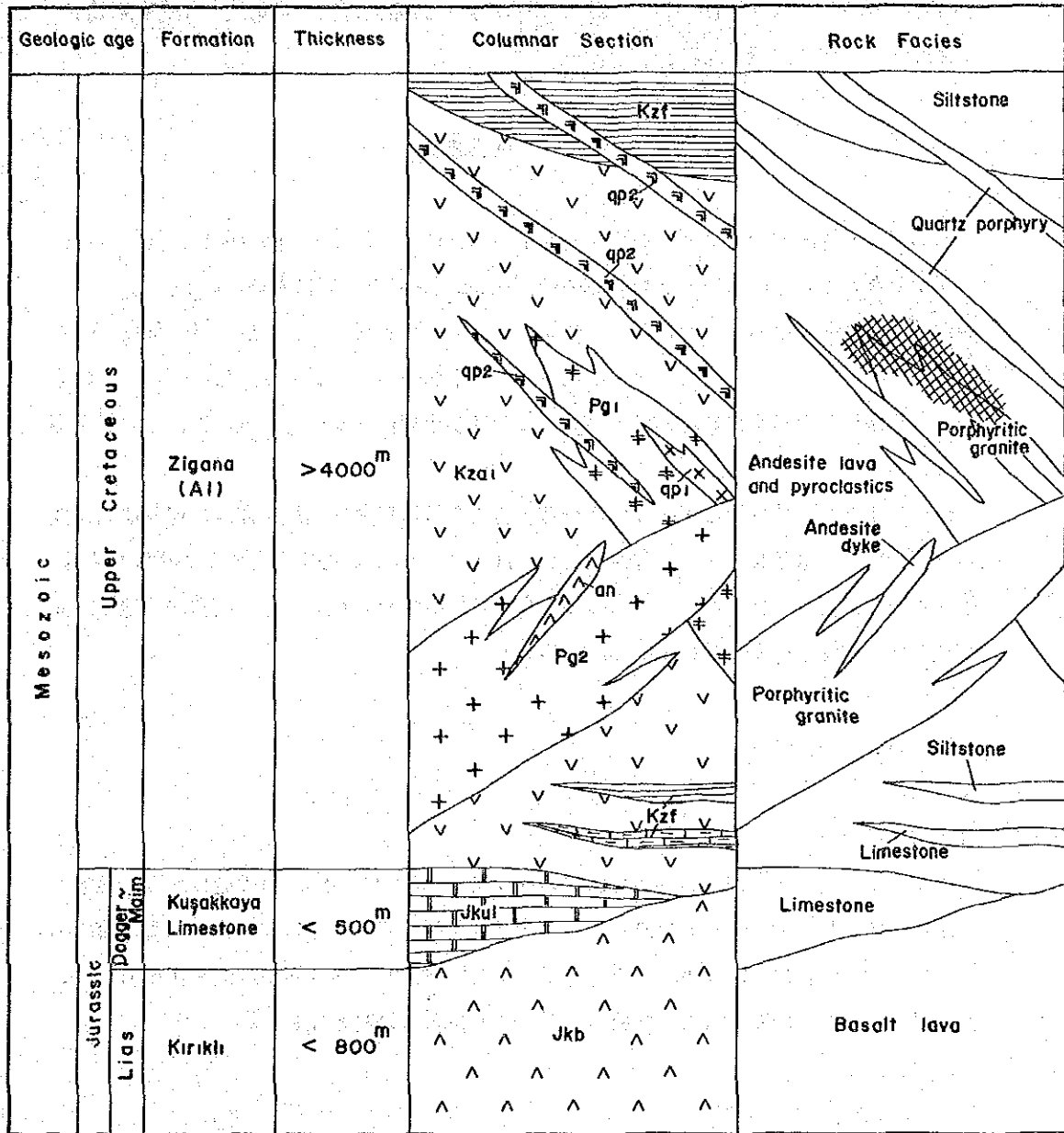
第 6 图 Hasandere 地区地质图



LEGEND

Upper Cretaceous		Kzi Limestone
		Kzf Sandstone - Sandstone
		Kza1 Andesite lava and pyroclastics
Miocene		Jb1 Limestone
		Jb2 Basalt lava
Intrusive		qp2 Andesite / Basalt
		qp1 Quartz porphyry 2 (qp2)
		qp3 Quartz porphyry 1 (qp1)
		pg2 Porphyritic granite 2 (pg1)
		pg1 Porphyritic granite 1 (pg1)
		Fault (Inferred)
		Dip and strike
		Profile line
		Drilling site

第 7 図 Hasandere 地区地質断面図



第 8 图 Hasandere 地区模式柱状图

ボーリング調査では MJT-4号は Potassic Zone の中心に、MJT-5、6号は Phyllic Zone に、MJT-7、8 号は物理探査結果に基づくアノマリー (Phyllic Zone) に対して実施した。

鉍化変質作用の特徴を明らかにするため、全コアをスプリットして化学分析すると共に、室内試験試料として検鏡用試料 (薄片、研磨片)、流体包有物 (塩濃度、均質化温度)、X線回折試料を採取した。

第 2 章 地質概要

Hasandere 地区の地質は下位からジュラ系の Kirikli (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 5つの層序単位の Kernut 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。

斑状花崗岩は鉍化作用と密接な関係を有する変質斑状花崗岩と鉍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。

2-1 地質層序

(1) Kirikli 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、緑簾石化が著しい。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 Kiraz (クラズ) 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 Kirikli 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。Kiraz 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、硫化鉍物は伴っていない。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 層の硫化鉍物を伴う変質を受けた安山岩と接している。

(3) Zigana 層

Zigana 層は初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 Kirazbası (クラスバス) 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。

2-2 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 1.5km、南北約 1.5km 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伴って、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 Turnagöl (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 川で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 Saralı (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 10m の細脈が 4箇所、また MJT-6号下部でも認められた。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。

2-3 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おり、東側では北ないしは東落としており。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。

第 3 章 鉱化・変質作用

3-1 鉱化作用

本鉱化帯は Hamsiköy 南東 4km 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 (Pg1) 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 (Pg1) と変質が弱く鉱化が認められない岩体 (Pg2) 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に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 方向の広がりをなしで広い範囲に分布している。

鉱化作用の特徴は斑状花崗岩 (Pg1) の貫入の際に生じた微細な割れ目に沿う輝水鉛鉱—黄銅鉱—黄鉄鉱の鉱化作用で、

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母岩全体に鉱染状に認められる部分（鉱染状）

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壌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号、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 301m まで続いた。これに対し地形の凸部に近い MJT-3~8号では地表下数m は溶脱しているが、その下から自然銅、輝銅鉱、銅藍からなる二次富化帯が認められた。MJT-5号は地形の関係もあるが地表下 100m 以上も二次富化帯が続いた。MJT-8号でも 80m 付近まで達している。以下③を主とし①、②を伴う初生鉱化作用となっている。

鉱石鉱物は Maden 沢、Mat 沢、Hasan 沢等では黄鉄鉱が主で輝水鉛鉱、黄銅鉱からなり、Mat 沢の転石で輝銅鉱、Maden 沢沿いに僅かに孔雀石が認められた。第三年次の MJT-5号向け道路では輝銅鉱-黄銅鉱-黄鉄鉱が、MJT-7号、8号向け道路では輝水鉛鉱-輝銅鉱-黄銅鉱等が認められた。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、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、灰重石、磁鉄鉱、赤鉄鉱等が含まれる。鉱石鉱物のうち黄鉄鉱は鉱染状、網状、脈状をなし、他の硫化鉱物と共存し、鉱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。黄銅鉱は殆どの場合黄鉄鉱と共存し、割れ目に沿って発達、輝水鉛鉱-黄鉄鉱-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、MJT-3~8号では黄鉄鉱、黄銅鉱の鉱染状部分の割れ目に沿って輝水鉛鉱、黄鉄鉱・（石英）脈が認められることが多い。

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。二次富化鉱物の輝銅鉱、銅藍は黄銅鉱の周辺部や割れ目に沿って認められる。

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 で採取した土壌化探結果から 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 Pgl 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 (Pgl)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。

3-2 変質作用

変質帯のゾーニングを把握する目的で第二年度に 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線回折用試料を採取し、地表の変質分帯と、ボーリングコアより下部の変質分帯を実施した。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。第三年度は MJT-4号から MJT-8号までのコア 100 試料を選び、X線回折結果を第 22 表にまとめ、ボーリングコアによる変質帯図を第 55 図に示した。

X線回折では変質粘土鉱物は絹雲母、緑泥石、黒雲母、カオリン、モンモリロナイト、混合層鉱物等からなり、大部分が絹雲母、緑泥石である。X線回折はバルクにより試料中の定性的な鉱物比を求め変質帯図を作成した。

“コア”となる Potassic Zone は Hasan 沢下流地域が中心で、この中心部で実施した MJT-4号では終始黒雲母を伴う Potassic Zone であった。MJT-6~8号の下部では硬石膏を伴う Potassic Zone で地表よりは下部で広がっていることが明らかになった。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。Phyllic Zone のさらに外側に、緑泥石と磁鉄鉱の顕著な 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。これらの他に局部的ではあるが、MJT-4号の地表から 105m にかけて上部でカオリン、モンモリロナイトが認められた。

以上のことより南東部に約 60° 傾斜する Pg1 の中心は Potassic Zone で Pg1 の周辺にかけて Phyllic Zone となる。Potassic Zone は下部で広がり中心部は主として黒雲母からなるが Phyllic Zone にかけて硬石膏の多い Potassic Zone となる。Pg1 の縁辺部は Phyllic Zone であるが、Zigana 層の安山岩に入ると Propylitic Zone となる。

変質帯のパターンはポーファイリー-カッパー-鉱床のモデルで、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でないことから、初年度、第二年度で MTA で採取した土壌試料の Mo, Cu のアノマリーから、鉱化を伴う Propylitic Zone の範囲を 1.8km×1.8km と推定した。

第 4 章 物理探査 (SIP 法・IP 法)

4-1 調査概要

(1) 調査目的

本地域は 第一年次の地質調査及び地化学探査によりボーファイリーカッパー型の鉱化帯が把握された地域である。第二年次の調査は地質準精査、物理探査 (SIP法)、ボーリング調査が実施された。このうち物理探査の SIP 法は ボーリング地点を通る 2測線で実施し、

ボーリング調査と SIP 探査調査の結果を検討することにより、各ボーリング間の鉱化帯の状況を究明した。本年度は IP 法と SIP 法を併用することにより、本鉱化帯の平面的な広がり把握し、又地下深部への連続性を解明することを目的として物理探査が実施された。

(2) 調査範囲

調査域は Hamusikoy の部落より約 4km 南東部の Maden 沢と Hasan 沢との合流点を中心とする地域である。測線は 二年次実施された MJT-2号と MJT-3号のボーリングを結ぶ B測線と平行に200m 間隔で 7測線を計画し、IP 法と SIP 法の測線を交互に配置した。

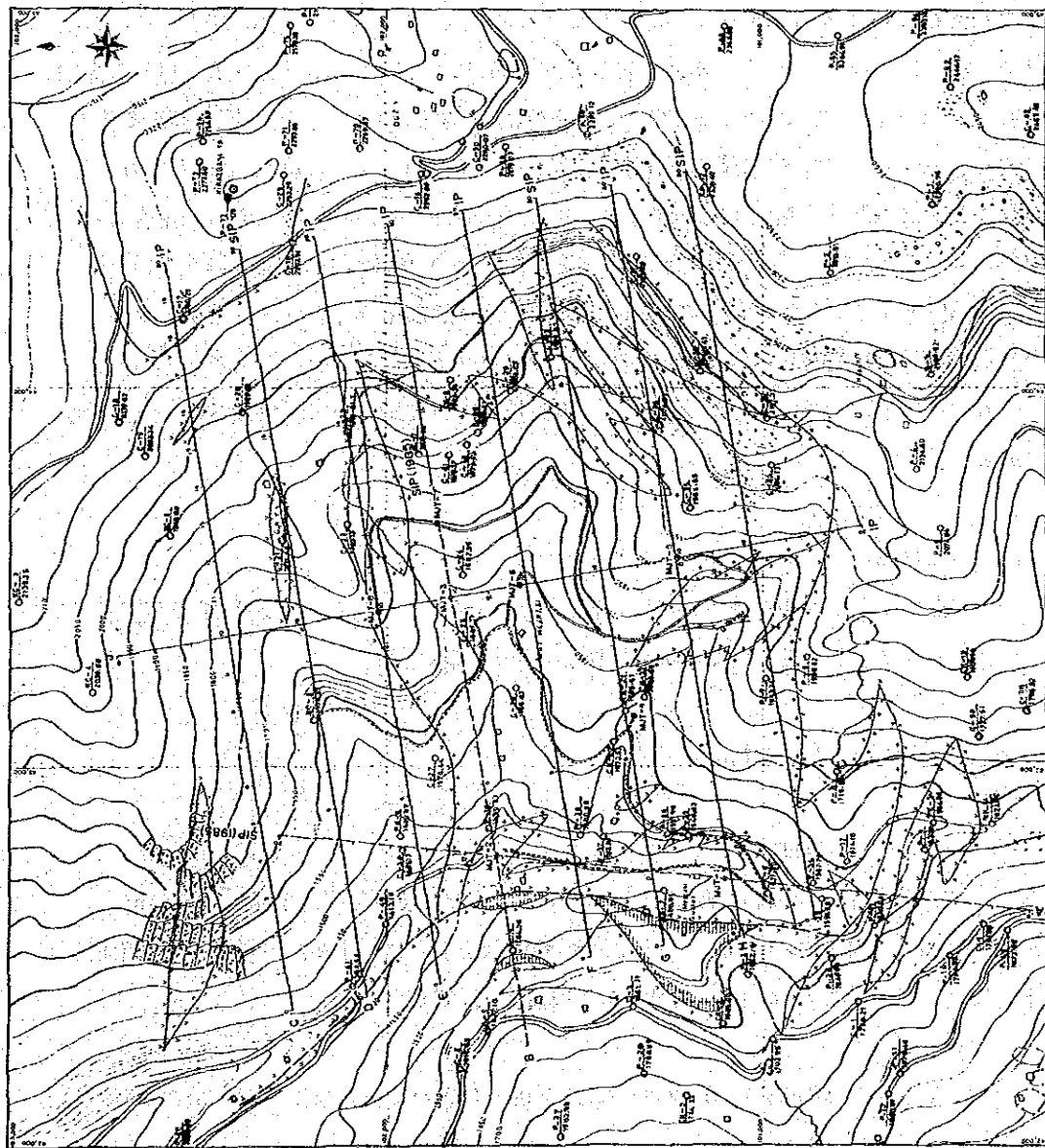
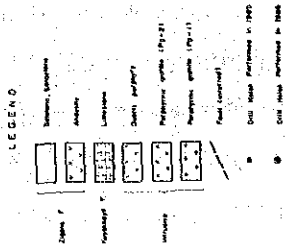
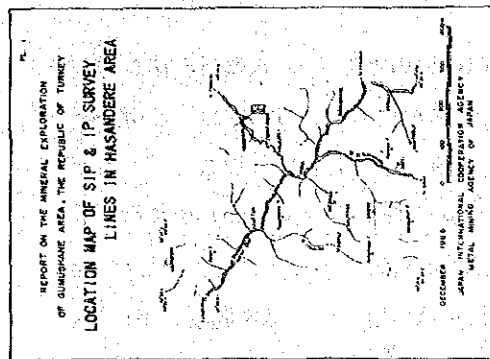
また、MTAとの協議により、B測線の再測と交差測線の測定を実施した。

調査位置を 第 2 図に、調査範囲及び測線配置については 第 9 図に示す。

(3) 調査仕様

調査に関する測定諸元は下記のとおりである。

- a. 電極配置 : ダイポール・ダイポール配置
- b. 電極間隔 : 水平距離 100m
- c. 電極隔離係数 : $n = 1 \sim 5$
- d. 測線間隔 : 200m
- e. 測定方式 : 周波数領域
- f. 測定周波数 : SIP 法 0.125 Hz ~ 88 Hz (18 周波数)
IP 法 0.125 Hz/1.0 Hz
- g. 測線長 : 9 測線 18.0km
SIP 法 3測線 6.0km
D, G, I測線 各 2.0km 各 80 測点
I P 法 6測線 12.0km



第 9 图 Hasandere 地区测线位置图

(4) 調査方法

SIP 法は、Spectral Induced Polarization Method の略称で、従来の IP 法が 2つの周波数における 比抵抗変化を百分率で表すものであるのに対し、SIP 法は、0.01 ~ 100Hz 間の多周波数での比抵抗変化 および位相差等を測定するもので、従来の IP 法と原理的に同じ方法である。測定値は 位相差 (Phase) 及び振幅 (Magnitude) のスペクトル図、コール・コール図に表現され、これらの IP 応答を解析することにより、鉱種・鉱床タイプの判別や、電磁カップリング (大地の比抵抗が低い場合や、電極間隔や電極隔離係数が大きくなった場合に生じる) を除去しようとするものである。

本調査では ゾング社 (米国) の開発したハーモニックシステムを使用した。この装置は 0.125, 1, 8Hz の 3つの基本波に対して それぞれ、3倍, 5倍, 7倍, 9倍, 11倍の高調波を FFT で解析、抽出することにより、0.125Hz ~ 88Hz までの IP 応答を測定するものである。SIP 法では 位相差も測定するので、送信機側の波形観測が必要となり、そのために受信機と送信機間を結ぶ信号ケーブル (Communication wire) を、測定する本測線から 25~30m 離して平行に展開する。受信点では 飽和硫酸銅溶液-銅棒を用いたポット電極 3個とプリアンプにより 信号が増幅される。増幅された信号は 信号ケーブルで受信機本体 (GDP-12/2GB) へ送られてデータ処理され、プリントアウトされる。

一方、IP法は 0.125Hz 及び 1.0Hz の 2周波数を用いた通常の周波数領域に属する手法である。

(5) 測定機器

本調査に使用した測定機器を 第 1 表に示す。また、IP 法及び SIP 法の測定機器ブロックダイアグラムをそれぞれ第 10 図、第 11 図に示す。

4-2 データ処理と岩石試料測定

(1) IP 法データ処理

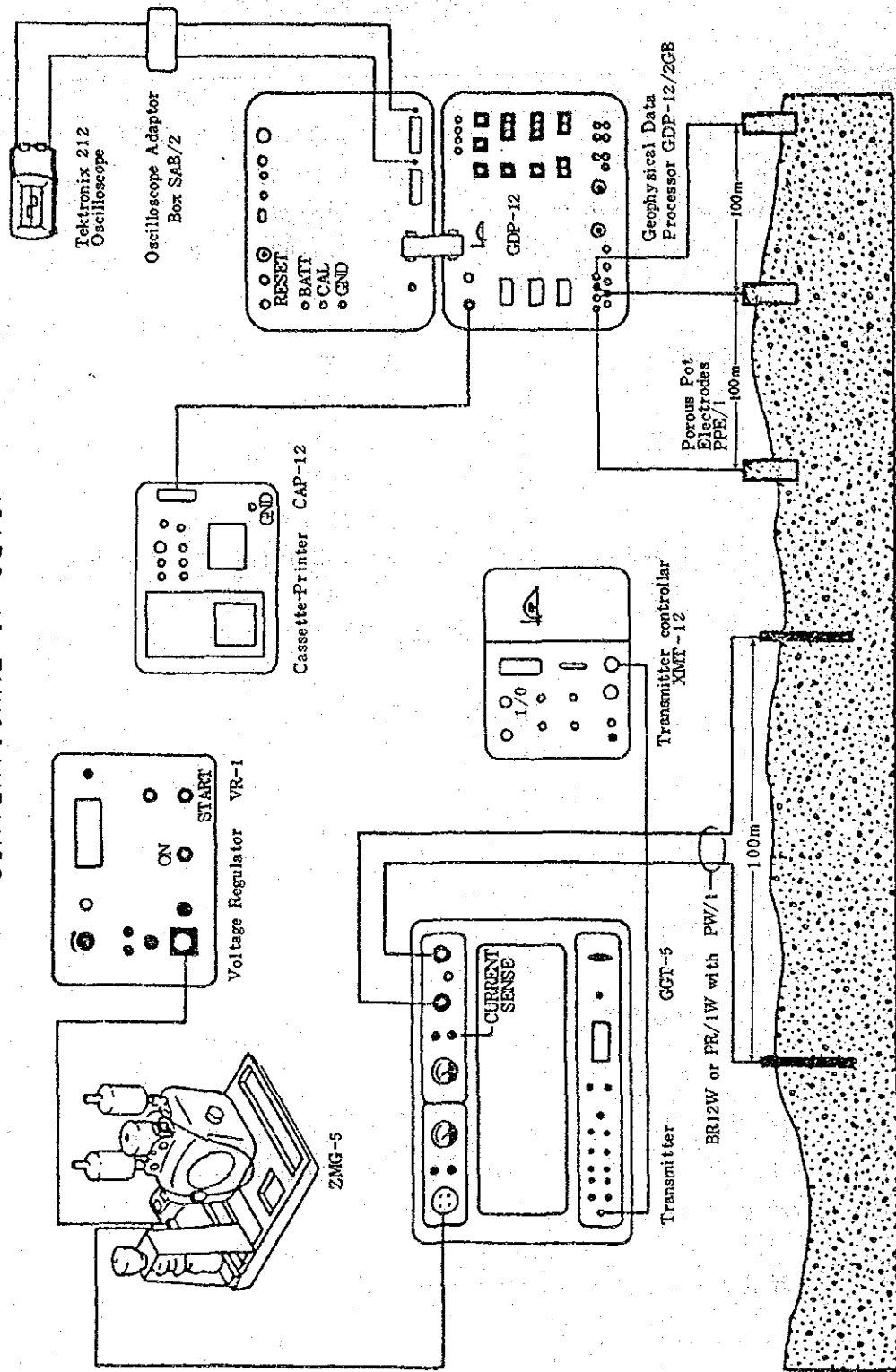
周波数効果 (Percent Frequency Effect : PFE) 及び見掛比抵抗 (Apparent Resistivity : AR) について、各測線毎の断面図をもとにパネル図を作成し、平面図に関しては電極隔離係数 $n = 1, 3, 5$ の 3平面図を作成した。

(A) 周波数効果(PFE)は 0.125Hz 及び 1.0Hz における振幅 (Magnitude:M) の値が次式によって計算される

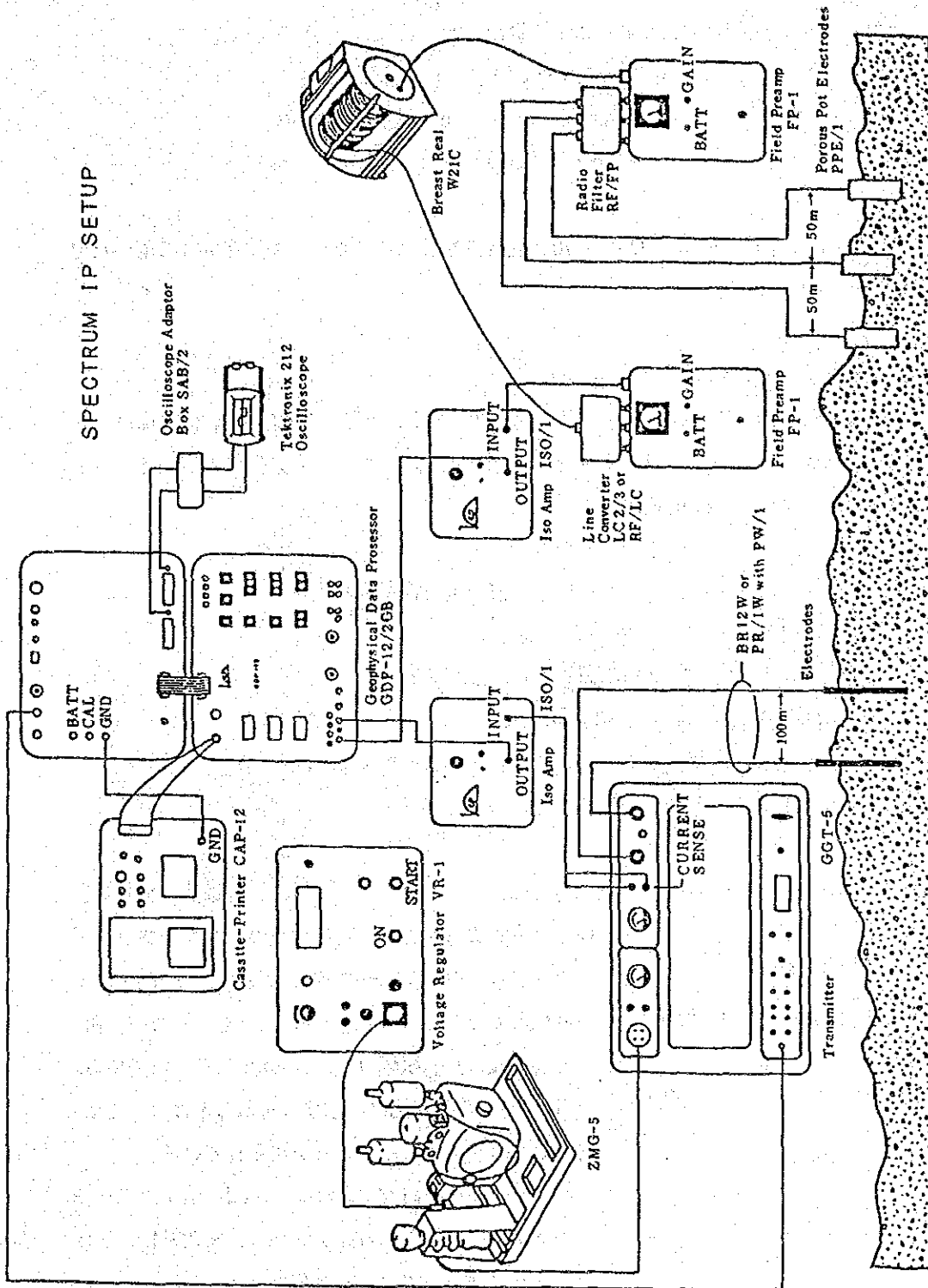
第 1 表 SIP, IP法 測定機器一覧表

種 類	名 称	仕 様	数 量
送信機システム	ゾング社 GGT-5 トランスミッター	出力電圧: 250, 500, 750, 1000V 出力電流: 0.2~20A 出力波形: 短形波 出力周波数: 1/1,024Hz~2,048Hz 重 量: 61Kg	1 台
	XMT-12 送信制御器	制御周波数: 1/1,024Hz~2,048Hz 重 量: 58Kg 電 源: 12Vバッテリー	2 台
エンジン 発電機	ZMG-5 発電機 Honda G400	最大出力: 5KW 周 波 数: 400Hz 定 格 電 圧: 115V エ ン ジ ン: 10hp1気筒空冷4サイクル	1 台
受信機システム	GDP-12/2GB型	信号入力: 2チャンネル 受信周波数: 1/8~88Hz (18種類) 受信電圧感度: 0.2 μ V 重 量: 15Kg 電 源: 12Vバッテリー	2 台
	CAP-12 ミニカセット記録計	重 量: 6.2Kg 電 源: 12Vバッテリー	2 台
	テクトロニクス 212オシロスコープ		1 台
	ISO/1 Isolation Amp	重 量: 1Kg	3 台
	FP-1 Field Preamp		3 台
電 極	電流電極	ステンレス: ϕ 0.6cm, 長さ61cm	200本
	電位電極	飽和硫酸銅溶液非分極性電極	5 個
電 線	送電線	VSF \times 1.25mm ² ビニール電線	12,000m
	信号ケーブル	640m巻 シールド電線	3 巻
測定器材	牛方ポケットコンパス	100mエスロン間縄	2 台
トランシーバー		出 力: 500mw 27MHz	10 台

CONVENTIONAL IP SETUP



第 10 図 IP 法測定装置ブロックダイヤグラム



第 11 図 SIP 法測定装置ブロックダイヤグラム

$$\text{PFE} = \frac{M(0.125\text{Hz}) - M(1.0\text{Hz})}{M(0.125\text{Hz})} \times 100 \quad (\%)$$

(B) 見掛比抵抗(AR)は次式によって算出される。

$$\text{AR} = \pi a \cdot n (n+1)(n+2) \cdot V / I \quad (\text{ohm-m})$$

ここで a : 電極間隔 (m) n : 電極隔離係数
 V : 受信電圧 (Volt) I : 送信電流 (Amp)

本調査では、0.125Hzにおける見掛比抵抗値を計算しており、また導電紙を用いた地形補正を実施している。

(2) SIP 法データ処理

フィールド測定で得られるデータは各周波数における信号の実数成分 (Real part) 虚数成分 (Imaginary part) および基本波の見掛比抵抗、位相差、入力信号の振幅等である。

これらのデータから次の図面が作成される。

- ① コール・コール図 (Cole-Cole Diagram)
- ② マグニチュードスペクトル (Magnitude Spectrum)
- ③ 位相差スペクトル (Phase Spectrum)
- ④ 各周波数毎の位相差断面図 (Raw Phase)
- ⑤ PFE 断面図 (PFE Pseudo-section)
- ⑥ 見掛比抵抗断面図 (Apparent Resistivity Pseudo-section)

以下これらの図面の作成および解析方法について述べる。

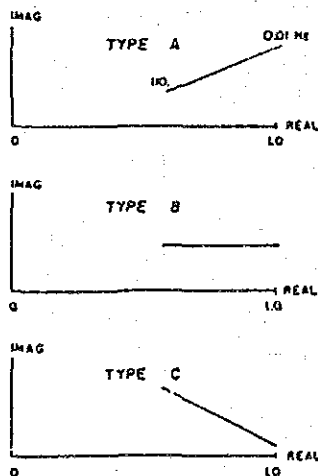
(A) コール・コール図 (Cole-Cole Diagram) : コール・コール図は、横軸に実数成分、

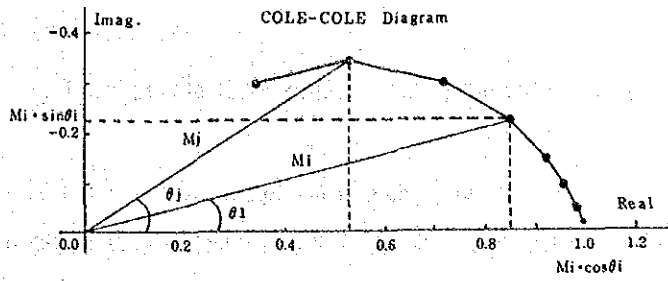
縦軸に虚数成分をとり、各周波数のプリントアウトデータをプロットしたもので第 12 図にその一例を示す。

同図における θ_i および M_i は、それぞれ位相角 (Phase angle)、振幅 (Magnitude) と呼ばれている。

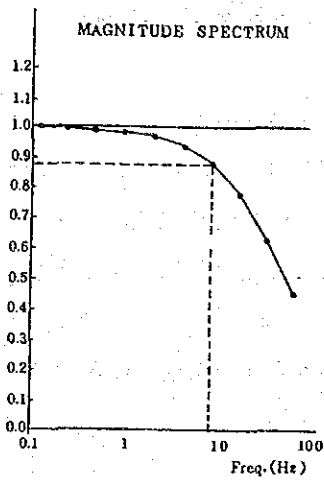
コール・コール図は、鉱種や岩種などによっては特有なスペクトルを示すことが知られている。

Zonge et al の研究によれば、左図に示すような 3 つのタイプに分けられる。すなわち、硫化鉱物、強変質、グラファイトでは、右上がり (Type A)、少量の黄鉄鉱を含むもの、中程度の変質では水平 (Type B)、弱変質、沖積層、新鮮な火成岩、石灰岩等では右下がり (Type C) を示す。

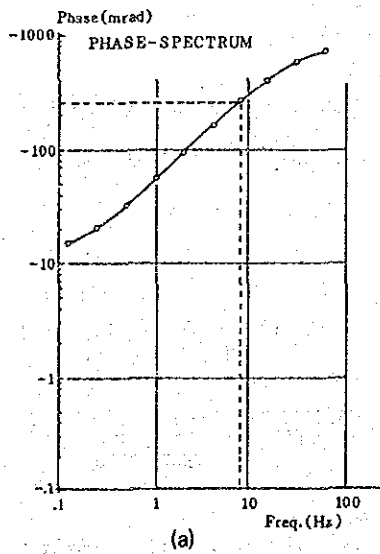




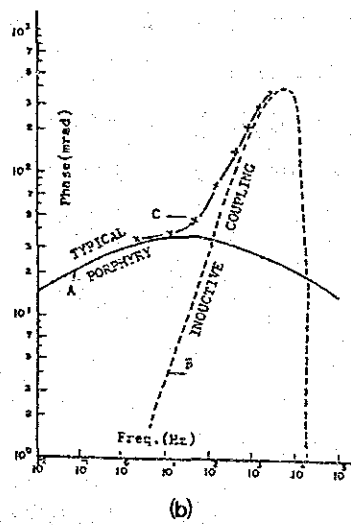
第 12 図 コール・コール図



第 13 図 マグニチュードスペクトル図



(a)



(b)

第 14 図 位相差スペクトル図

本調査でもコール・コール図の判定にはこの種の Type 分けに準拠した。

(B) マグニチュードスペクトル図 (Magnitude Spectrum) マグニチュードとは 第 12 図に示す M_i や M_j のことで、フィールドデータの実数成分および虚数成分から容易に求められる。この値は最低周波数 (0.125Hz) のマグニチュード (M_0) で割算され、正規化される。これらのマグニチュードを縦軸に、横軸には周波数をとってプロットしたものがマグニチュードスペクトル図である (第 13 図)。マグニチュードスペクトル図では、鉱化作用、変質のない新鮮な岩石は、ほとんどフラットであり、強変質、硫化鉱物、グラファイト等では高い周波数で下がるスペクトルを示す。

(C) 位相差スペクトル (Phase Spectrum)

位相差スペクトル図は 第 12 図の位相角 θ を縦軸に周波数を横軸にプロットしたものである (第 14 図(a))。フィールドで測定されるデータには本来の IP 効果 (第 14 図(b)実線A) と電磁カップリングによる偽の IP 効果 (同図破線B) が含まれており、両者が合成された同図 C で示される \times - \times 線がフィールドデータとしてえられる。すなわち 第 14 図(a) のような位相差スペクトルが測定される。

(3) デカップル処理

フィールドデータから電磁カップリングで生じる偽の IP 効果分を除去することをデカップル処理と呼んでいる。本調査では、D、G及び I 測線の全データについてデカップル処理を行っている。以下 電磁カップリング除去法について述べる。

デカップリング除去法

本調査の STP 測定値に対する電磁カップリングの除去法は、P. G. Hall of と W. H. Pelton の考案した解析法に準じて行った。この解析法の概略を以下に述べる。

SIP 測定で得られる複素インピーダンス $Z_A(f)$ を次式で近似する。

$$Z_A(f) = R_0 \left[1 - m_1 \left(1 - \frac{1}{1 + (i2\pi f \tau_1) c_1} \right) - m_2 \left(1 - \frac{1}{1 + (i2\pi f \tau_2) c_2} \right) + m_3 \left(1 - \frac{1}{1 + (i2\pi f \tau_3) c_3} \right) \right]$$

ここに、 m は充電率、 τ は時定数、 C は周波数従属、および f は周波数である。

式は、次の 3 つの項に分類される。

$$1 - m_1 \left(1 - \frac{1}{1 + (i2\pi f \tau_1) c_1} \right) \quad (1)$$

$$- m_2 \left(1 - \frac{1}{1 + (i2\pi f \tau_2) c_2} \right) \quad (2)$$

$$+ m_3 \left(1 - \frac{1}{1 + (i2\pi f \tau_3) c_3} \right) \quad (3)$$

この3つの項はそれぞれ第(1)項はIP応答、第(2)項は均質大地による電磁カップリング、および(3)項は良電導体による電磁カップリングの量を表現したものである。

非線型最小二乗法により、SIP測定値を用いて上式の10個のパラメータ P (R_0 , m_1 , τ_1 , c_1 , m_2 , τ_2 , c_2 , m_3 , τ_3 , c_3) を決定する。上式から電磁カップリングを表現する第(2)および第(3)項を除去し、IP応答だけによる複素インピーダンス $Z_{co}(f)$ を求める。

$$Z_{co}(f) = \left[1 - m_1 \left(1 - \frac{1}{1 + (i2\pi f \tau_1) c_1} \right) \right]$$

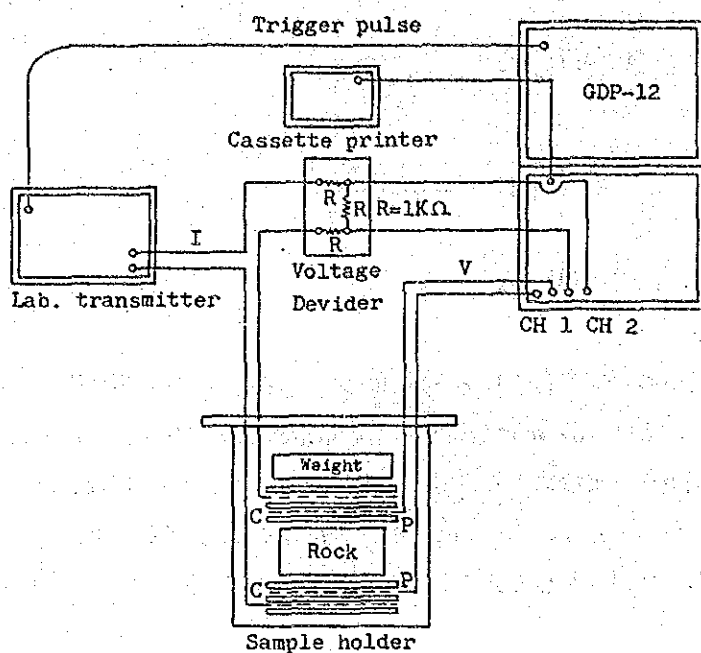
(4) 岩石試料測定

調査域に分布する主要な岩石、および鉍石のSIP特性を知ることは調査結果を考察するうえで重要なことである。本調査では本年度実施されたボーリングのうち Hasandere

地区 25 個、Karadağ 地区 10 個、合計 35 個の試料についてSIP測定を行い、位相差及びマグニチュードのスペクトル、コール・コール特性、PFE、比抵抗値を調べた。

測定は次の手順によった。

- ① 試料の整形：標準として1辺が3cmの立方体に整形した。
- ② 水浸：試料が十分に湿潤状態となるよう、24時間蒸留水に浸す。
- ③ 測定：測定装置は第15図に概要図を示す。実験用送信機 (Labo. Transmitter) を除き、すべてフィールドと同じ測定機器および測定方法である。電流値は $50 \mu A$ を標準とした。



第 15 図 岩石試験測定装置

岩芯試料のSIP 測定結果

測定結果を第 2 表に、岩種別に昨年度実施した結果も含めてまとめたものを第 3 表に示す。また 岩石の SIP 特性をプロットした結果、位相差スペクトルは 第 16 図に示した A, B, C, D, E, X, Y の 7 種類のスペクトルに分類できる。またコール・コール図のタイプとの比較は 位相差スペクトル A ~ D がコール・コールの “C” タイプで、位相差スペクトルの E, X, Y がコール・コールの “A” タイプを示すケースが多い。

これらの表から次の事項が指摘できる。

- ① 位相差、PFE に関しては 安山岩、玄武岩質安山岩 が最も高く、次に斑状花崗岩 (Pg1) が高い。しかし、同種の岩石でも変質程度や黄鉄鉱染の強弱により位相差、PFE 値は大幅に変化し幅広く分布する。
- ② 位相差と PFE には 正の相関が認められる。
- ③ 比抵抗に関しては 126~12,650 ohm-m の広い範囲の値を示すが、全般に高い値の試料が支配的であって、500 ohm-m 以下の比抵抗値を示すものは 6 試料 (全体の 17%) である。
- ④ 位相差スペクトルとの関連では、位相差、PFE ともに高い値の試料は X, Y タイプを示すが、比抵抗値とは 関連性が認められない。
- ⑤ 一方 弱い鉱化作用~新鮮な岩石試料は 比抵抗が 2000 ohm-m 以上のものが多く、位相差スペクトルも A~D タイプに属するものが多い。

第 2 表 Hasandere 地区岩芯試料 SIP 測定結果一覽表

No.	Location (m)	Rock	Phase (-mrad)	PFE (%)	Resistivity (ohm-m)	Phase spectrum	Minera- lization	Alteration
1	16.5	Pg1	31.1	4.3	797	B	Py	ser-bio
2	52.0	Pg1	83.1	13.3	990	D	Cp, Py	bio-ch
3	100.0	Pg1	8.5	0.4	360	E		ser-bio-ch
4	150.0	Pg1	41.8	6.3	1,390	D	Py	bio-ser
5	200.0	Pg1	17.7	2.3	258	D		ser-ch-bio
6	250.0	Pg1	28.7	3.7	852	Y		bio-ser
7	300.0	Pg1	19.5	2.4	1,100	Y, (E)		ser-bio-ch
8	49.0	Pg1	63.0	9.3	3,560	A	Cc, Cp	ser
9	99.0	Pg1	41.2	6.6	2,160	D		ser
11	13.3	Pg1	27.9	3.8	1,440	B		ser
13	100.05	Pg1	18.7	2.5	892	D, (E)		ser-ch
16	250.0	Pg1	27.6	5.2	889	D		
18	16.0	Pg1	16.4	2.7	7,300	D		ser, Qz vein
19	55.0	Pg1	54.5	10.2	2,530	D		ser
20	255.0	Pg1	47.9	8.3	1,600	D		ser, Qz vein
21	300.0	Pg1	62.7	8.7	4,200	Y		ser-anhydrite
22	36.5	Pg1	24.0	3.7	6,700	A		ser
24	146.35	Pg1	20.3	2.7	911	E		ser, Qz vein
25	190.1	Pg1	31.2	3.9	195	E		ser, Qz vein
(Average value)			35.0	5.28	2,000			
12	49.8	Pg2	24.7	3.6	1,630	B	Py	
14	150.0	Pg2	17.5	2.6	3,720	B		
15	198.8	Pg2	40.1	6.0	1,580	B		
17	301.0	Pg2	20.5	2.4	405	E		silicified
(Average value)			25.7	3.65	833			
10	195.0	BA	114.0	20.2	5,690	D, (B)		
23	46.6	Qz	13.8	2.2	3,120	A		

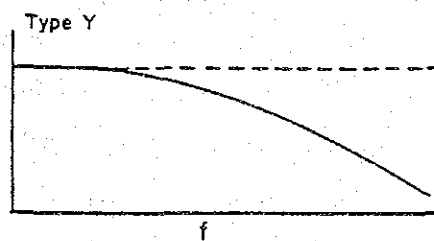
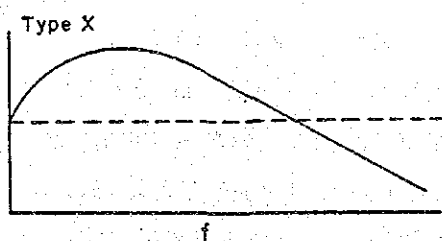
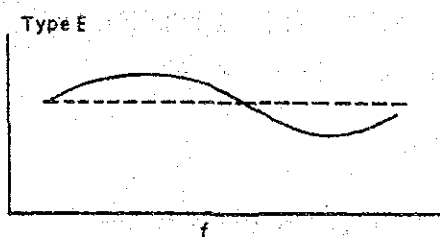
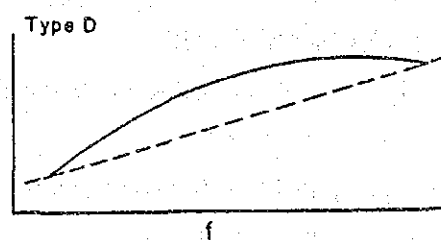
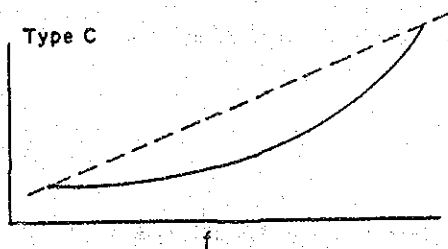
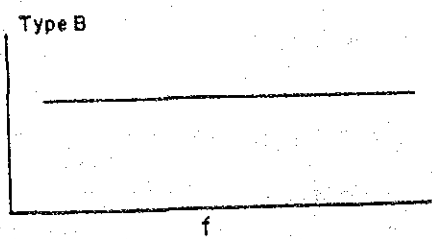
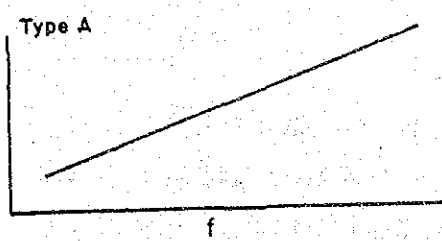
Abbreviation Pg1: Porphyritic granite
Pg2: Porphyritic granite (Intrusive)
BA: Basaltic andesite
Qz: Quartz vein
Py: pyrite ser: Sericite
Cp: Chalcopyrite bio: Biotite
Cc: Chalcocite ch: chlorite

第 3 表 Hasandere 地区岩種別 SIP 測定結果

R o c k	Sample No.	Phase (-mrad)	P F E (%)	Resistivity (ohm-m)	Phase spectrum type								
					A	B	C	D	E	X	Y		
Andesite													
Andesite	13	-4.3~56.16 (109.6) (10.1)※	-0.19~144.57 (25.68) (1.73)※	126~10,068 (1,753) (1,976)※	4			4			3	2	
Basaltic Andesite	6	3.5~376.2 (108.5) (14.3)※	0.45~88.31 (22.20) (2.19)※	547~7,164 (3,970) (5,408)※	2	1		1			2		
Pyroclastic Andesite	3	3.9~5.1 (4.4)	0.58~0.73 (0.63)	1,819~4,996 (3,828)	3								
Porphyritic granite													
Pg-1	28	7.8~208.8 (38.5)	0.40~38.71 (5.97)	195~7300 (2,281)	5	4		11	3	2	3		
Pg-2	5	17.5~40.1	2.40~ 6.00	405~6,551	1	3			1				
Quartz Porphyry	1	6.5	0.84	5,207				1					
Quartz vein	1	13.8	2.20	3,120	1								
Calcareous mudstone	1	10.1	1.16	4,322				1					
Siltstone	2	1.9~ 2.4	0.32~0.34	3,273~12,649	2								
Total	60				18	8	2	16	4	7	5		

() Average value

※ Excepted anomalous value



第 16 図 岩石試料の位相差スペクトルタイプ