

トルコ共和国キューレ地域  
資源開発協力基礎調査報告書  
( 総 括 )

平成7年3月

JICA LIBRARY  
1124438(1)

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

95-000  
95-000



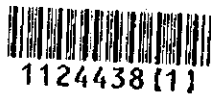
トルコ共和国キューレ地域

資源開発協力基礎調査報告書

( 総 括 )

平成 7 年 3 月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1124438 [1]

## は し が き

日本国政府はトルコ共和国政府の要請に応え、同国の中央北部に位置するキューレ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、物理探査及びボーリング調査などの鉱床調査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は、平成4年度を第1年次とした3年計画に基づき、両国から派遣された専門技術者により実施され、トルコ共和国政府関係機関、鉱業開発銀行（ETIBANK）の協力を得て本年度に予定通り完了した。

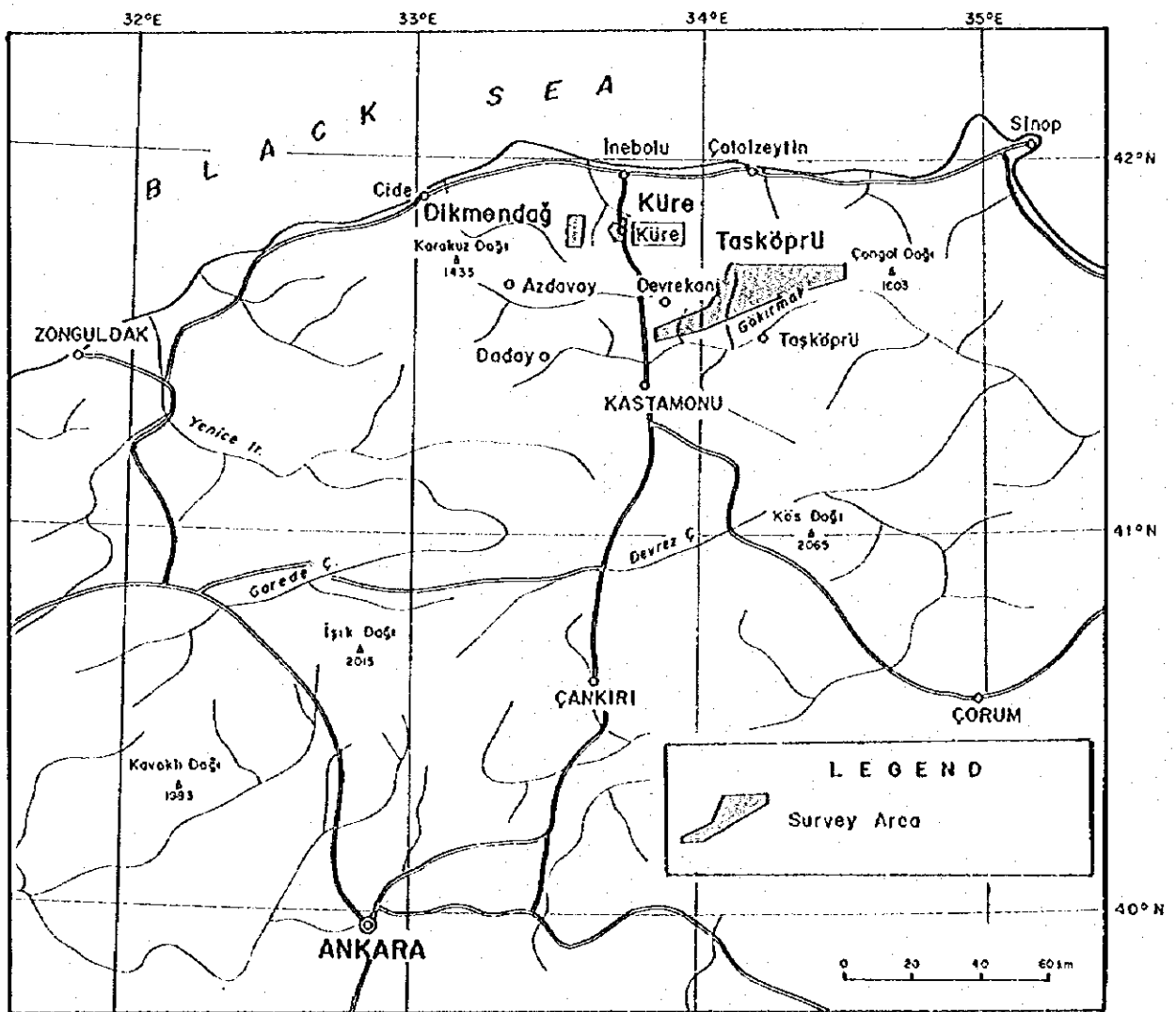
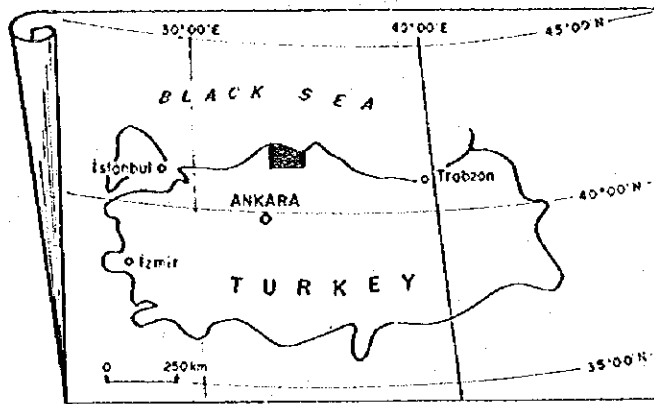
本報告書は、その3年間の調査結果をまとめたものである。

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

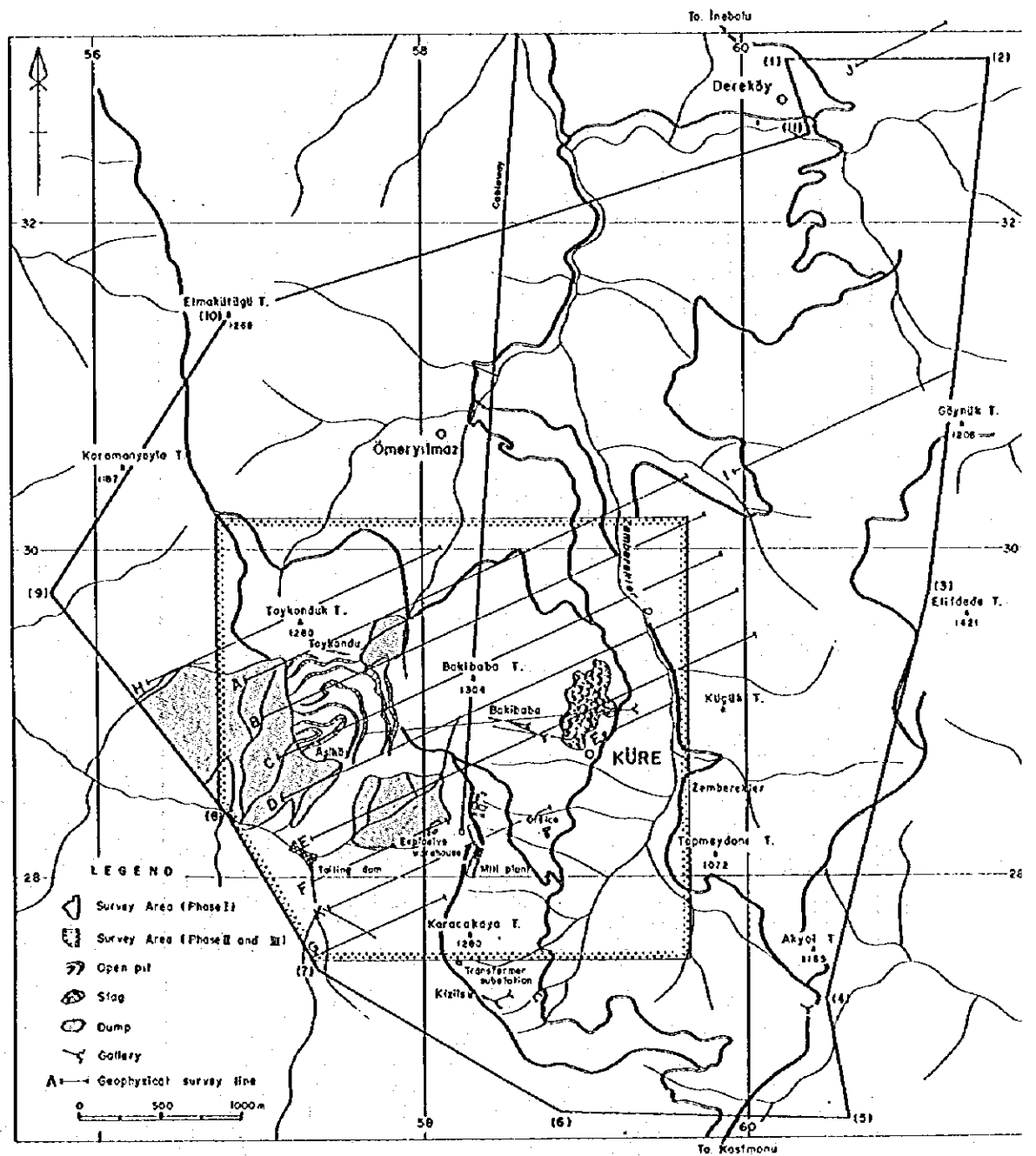
平成7年3月

国際協力事業団  
総 裁 藤田 公 郎

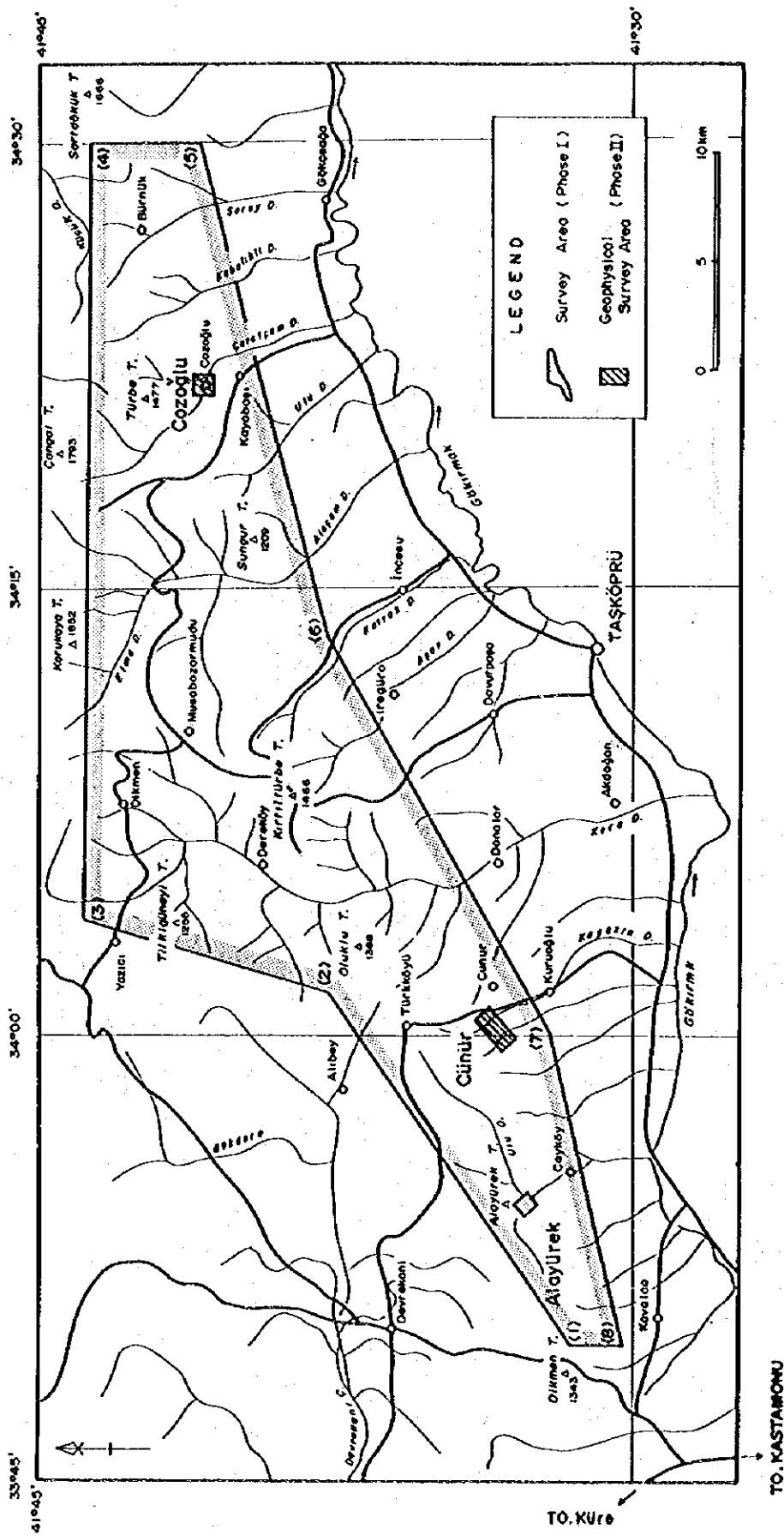
金属鉱業事業団  
理事長 石川 丘



第1-1圖 調査地域位置図

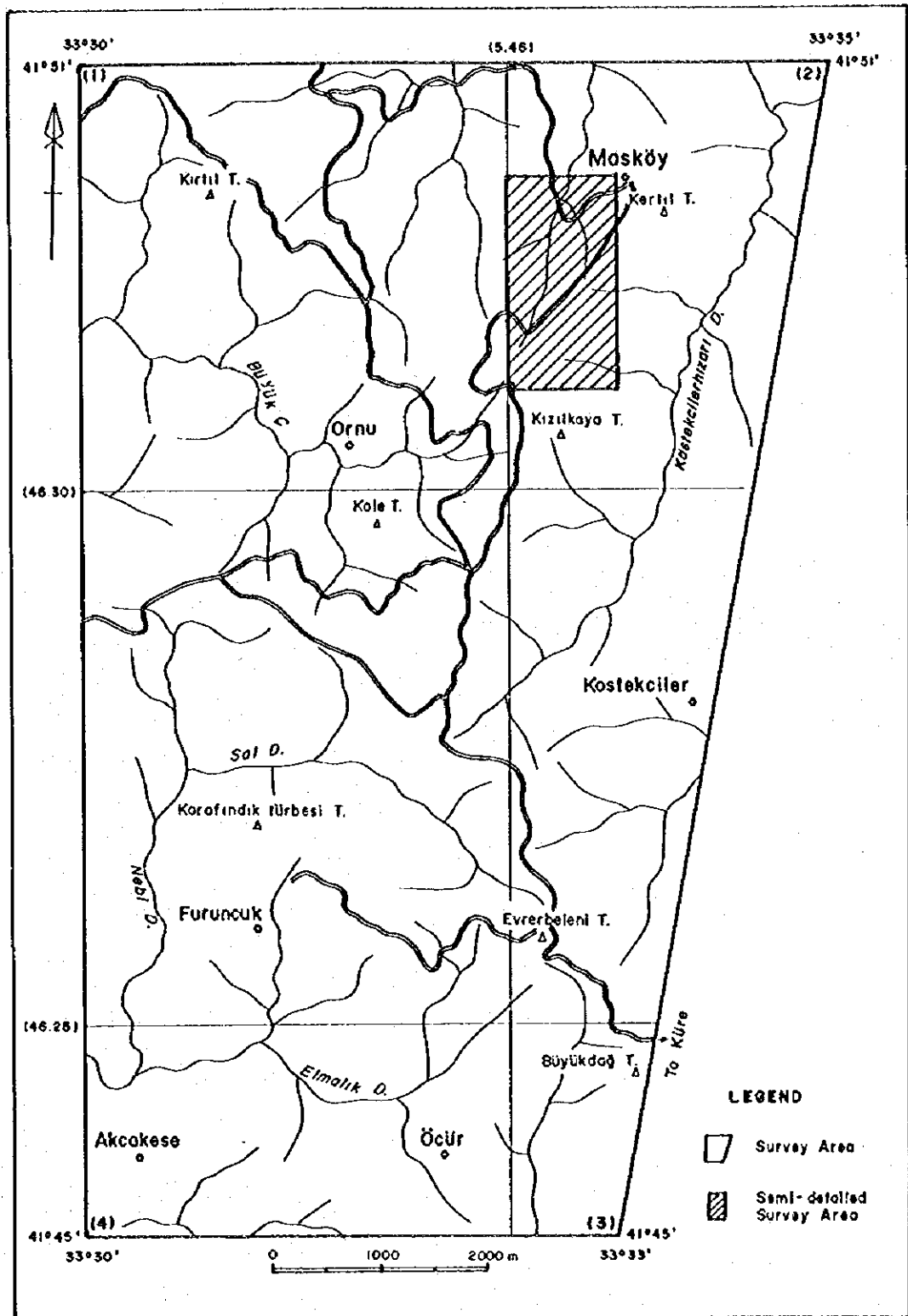


第1-2図 キューレ地区調査範囲図



第1-3図 タシキョブル地区調査範囲図





第1-4図 ディクメンダー地区調査範囲図



## 要 約

トルコ共和国キューレ地域において資源開発協力基礎調査が3年間にわたって行われ、その結果、キューレ地区において新たなキプロス型銅鉱床を発見できた。

本地域はキューレ地区、タシュキョブル地区及びディクメンダー地区の3地区からなる。

第1年次には本地域全体の既存資料解析が実施された。さらにキューレ地区では地質調査及び物理探査（CSAMT法及びIP法）が、タシュキョブル地区及びディクメンダー地区では地質調査が実施された。

第2年次にはキューレ地区でボーリング調査（4孔、総延長1,003.55m）と物理探査（電気検層）が、タシュキョブル地区では物理探査（IP法）が実施された。

第3年次にはキューレ地区においてボーリング調査（4孔、総延長953.70m）が実施された。

3年間の調査の結果得られた成果は以下の通り要約される。

### 【キューレ地区】

本地区の地質は、先ジュラ系の超マフィック岩類、ジュラ系キューレ層の玄武岩類及び堆積岩類、白亜系下部カラダナ層の灰白色含化石石灰岩、白亜系上部チャーヤン層の淡褐色白色マール及び崖錐堆積物、さらに、貫入岩類である閃緑岩及びデイサイトよりなる。

本地区の大部分を占めるジュラ系キューレ層の玄武岩類は、枕状溶岩、ハイアロクラスタイト及び塊状玄武岩に区分される。キューレ層の堆積岩類は、黒色頁岩、砂岩などが構造的に破砕され、これらの角礫が混在した角礫岩よりなる。キューレ層はメランジェと解釈される。メランジェを貫くデイサイトの貫入時期がジュラ紀ドッガー世と推定されることから、メランジェの形成時期はジュラ紀中期と考えられる。

本地区の地質構造は多数の断層構造により特徴づけられ、N-S系断層とこれを切るE-W系断層が発達する。玄武岩類はすべて鉱床下盤または鉱床胚胎岩と考えられ、それらは平面的にN-SないしNNW-SSE方向に伸長する覆瓦構造を示していると解釈される。

本地区に賦存する鉱床は、キプロス型銅鉱床であり、地区内には同タイプの新鉱床の賦存が期待できる。メランジェ形成時及びその後の構造運動により鉱床は転位しているが、鉱床は鉱床下盤の鉱化帯及び鉱床上盤の泥質岩とともに転位していることが多いと考えられる。

本地区においてCSAMT法により把握された低比抵抗帯は、鉱床の賦存を表現している場合

もあるが、泥質岩または玄武岩中の破碎帯を捉えていることが多いと考えられる。岩石及びボーリングコアの物性測定から低比抵抗異常は塊状鉱床、網状脈、黒色頁岩、一部の砂岩を反映していることが多いと言える。このため本地区の鉱床探査にはIP探査の方が好ましいと考えられる。本地区に賦存が期待される塊状鉱床は一般にその規模が小さいと考えられるので、IP探査に当たっては電極間隔及び測線間隔を密にして測定を実施することが必要と考える。

バキババ鉱床南西方において着鉱幅75cm、Cu4%の塊状硫化鉱床を把握した。本地点及び深度はCSAMT法による低比抵抗帯にはほぼ当たる。鉱石の特徴は既知鉱床と同様であり、新たなキプロス型鉱床の賦存を確認できた。

バキババ鉱床北方で実施したボーリングでは、鉱床発見には至らなかったが、前記ボーリング孔に見られた鉱床下位の粘土化帯と同じ鉱物組み合わせの粘土化帯を捕捉しており、近隣に新鉱床の賦存が期待できる。

バキババ鉱床周辺の地表には広く褐鉄鉱網状脈及び鉱染帯が分布している。これまでの探鉱はごく限られた範囲・深度でしか実施されておらず、広範囲にわたる積極的な探鉱の実施が望まれる。

バキババ鉱床では鉱床上位に網状脈帯及び鉱染帯が分布し、鉱床周辺では逆転構造が想定される。バキババ鉱床南方に位置するクズルス鉱床は下盤網状脈帯がその主体である。バキババクズルス鉱床間に露出するゴッサンは本地区に賦存が期待される塊状鉱床の下盤の鉱化変質帯である可能性が高いと考えられる。両鉱床間に新鉱床が賦存する可能性が高いと考えられるので、ボーリング調査の実施が望まれる。

#### 【タシュキョブル地区】

第1年次及び第2年次の調査によりジョゾール区域が鉱床賦存有望区域として抽出された。

ジョゾール区域の地質は、チャンガル・メタオフィオライト、下部白亜系クザジック層の石灰岩、上部白亜系アラチャム層の砂岩、頁岩及び石灰岩からなる。チャンガル・メタオフィオライトは、泥質片岩、塊状変玄武岩及び緑色片岩からなる。

本区域には、旧坑口が2箇所あり、多量の鉱滓及びズリが見られる。これらはいずれもチャンガル・メタオフィオライト中に分布する。

本区域の地表露頭には、ごく小規模な黄鉄鉱鉱染を除き鉱徴は認められない。

物理探査（IP法）により、旧坑口、鉱滓などが分布する範囲からさらに東方にかけて高充電率異常帯が把握された。本異常帯の断面上の形態及び地質から、本異常帯は急傾斜の

層状含銅硫化鉄鉍鉍床の賦存を示唆するものと解釈される。本区域南部のチャンガル・メ  
タオフィオライト分布域の地下にも、上記異常と同程度の充電率異常が得られた。本異常  
帯にも層状鉍床が賦存する可能性は高いと考えられる。

本区域においては、これまでの地質調査及び物理探査によって抽出された探鉍有望箇所  
に対してボーリング調査を実施し、その評価を行うことを提案する。ボーリング対象とし  
ては鉍滓等の分布範囲の東方が挙げられる。

#### 【ディクメンダー地区】

第1年次の地質調査によりマスキョイ鉍化帯が鉍床賦存有望区域として抽出された。本  
鉍化帯については今後物理探査を実施する必要があると考えられが、地表に見られる鉍化  
帯の平面的規模が小さいことからその優先度は低い。



# 目 次

は し が き	
調査地域位置図	
要 約	
目 次	
付図付表一覧	

## 第 I 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査地域	1
1-3 作業方法	2
1-4 調査期間及び調査団の編成	6
第 2 章 調査地域の地理	8
2-1 位置及び交通	8
2-2 地形及び水系	8
2-3 気候及び植生	9
第 3 章 調査地域の一般地質	10
3-1 カスクモヌ地域の一般地質	10
3-2 調査地域の地質的位置付け	10
3-3 鉍化作用概説	14
第 4 章 結論及び提言	21
4-1 結 論	21
4-2 今後の調査への提言	25

## 第 II 部 キューレ地区

第 1 章 キューレ地区概要	27
1-1 序 論	27
1-2 キューレ鉍山概要	27

第2章	地質調査	29
2-1	調査方法	29
2-2	地質層序	29
2-3	貫入岩類	36
2-4	地質構造	40
2-5	キューレ鉱床	40
2-6	その他の鉱徴地	48
2-7	考察	51
第3章	物理探査 (CSAMT法及びIP法)	53
3-1	探査方法	53
3-2	調査・解析方法	55
3-3	探査結果	58
3-4	物理探査結果の考察	65
第4章	ボーリング調査 (第2年次)	68
4-1	調査の概要	68
4-2	工法, 使用機材	68
4-3	ボーリング孔の地質及び鉱化作用	71
第5章	ボーリング調査 (第3年次)	73
5-1	調査方法	73
5-2	ボーリング工法, 使用機材	74
5-3	ボーリング孔の地質及び鉱化作用	76
第6章	電気検層及びボーリングコア物性測定	79
6-1	概要	79
6-2	測定機器	79
6-3	電気検層結果	80
6-4	ボーリングコア物性測定結果	81
第7章	考察	81
7-1	地質構造, 鉱化作用の特性と鉱化規制	81
7-2	物理探査異常と鉱化作用との関係	83
7-3	鉱床賦存のポテンシャル	84



## 第III部 タシュキョブル地区

第1章 広域調査	87
1-1 序論	87
1-2 地質調査	87
1-3 考察	95
第2章 ジョゾール区域	95
2-1 序論	95
2-2 地質調査	95
2-3 物理探査	97
2-4 考察	103
第3章 ジュヌール区域	105
3-1 序論	105
3-2 地質調査	105
3-3 物理探査	108
3-4 考察	113
第4章 アラユレック区域	115
4-1 序論	115
4-2 地質調査	115
4-3 考察	116

## 第IV部 ディックメンダー地区

第1章 広域調査	119
1-1 序論	119
1-2 地質調査	119
1-3 考察	123
第2章 マスキョイ区域	123
2-1 序論	123
2-2 地質調査	124
2-3 考察	124

## 第V部 広域地化学探査

第1章 地化学探査予察調査	127
1-1 調査目的	127
1-2 調査範囲	127
1-3 採取試料	127
1-4 室内試験	127
1-5 検討結果	132
1-6 考察	140

## 第VI部 結論及び提言

第1章 結論	145
1-1 キューレ地区	145
1-2 クシュキョブル地区	147
1-3 ディクメンダー地区	148
第2章 今後の探鉱への提言	149
2-1 キューレ地区	149
2-2 クシュキョブル地区	149
2-3 ディクメンダー地区	149

## 参考文献

## 付 図 一 覧

- 第1- 1図 調査地域位置図
- 第1- 2図 キューレ地区調査範囲図
- 第1- 3図 タシュキョブル地区調査範囲図
- 第1- 4図 ディクメンダー地区調査範囲図
- 第1- 5図 キューレ地域調査フローチャート
- 第1- 6図 キューレ地域鉱床賦存有望地域抽出フローチャート
- 第1- 7図 カスタモヌ花崗岩帯とその周辺の地質構造
- 第1- 8図 イネボル-カスタモヌ地域地質概略図
- 第1- 9図 キューレ地区調査結果総合解析図
- 第1-10図 タシュキョブル地区ジョソール区域調査結果総合解析図
- 第2- 1図 キューレ地区模式地質柱状図
- 第2- 2図 キューレ地区地質図
- 第2- 3図 キューレ地区地質断面図
- 第2- 4図 キューレ地区玄武岩の化学成分
- 第2- 5図 アシュキョイ鉱床平断面図
- 第2- 6図 バキババ鉱床平断面図 (ETIBANK, 1985)
- 第2- 7図 キューレ地区鉱徴地位置図
- 第2- 8図 キューレ地区物理探査測点・測線位置図
- 第2- 9図 キューレ地区物理探査解析結果図
- 第2-10図 キューレ地区CSAMT法2次元解析結果図
- 第2-11図 ボーリング孔位置図
- 第2-12図 ボーリング孔地質断面図 (第2年次)
- 第2-13図 ボーリング孔地質断面図 (第3年次)
- 第3- 1図 タシュキョブル地区模式地質柱状図
- 第3- 2図 タシュキョブル地区地質平断面図
- 第3- 3図 ジョソール区域地質平断面図
- 第3- 4図 ジョソール区域IP法測線位置図
- 第3- 5図 ジョソール区域見掛比抵抗断面図
- 第3- 6図 ジョソール区域充電率断面図
- 第3- 7図 ジョソール区域A測線モデルシミュレーション結果
- 第3- 8図 ジョソール区域B測線モデルシミュレーション結果

- 第3- 9図 ジュヌール区域地質平断面図
- 第3-10図 ジュヌール区域鉱化帯露頭スケッチ
- 第3-11図 ジュヌール区域IP法測線位置図
- 第3-12図 ジュヌール区域見掛比抵抗断面図
- 第3-13図 ジュヌール区域充電率断面図
- 第3-14図 ジュヌール区域E測線モデルシミュレーション結果
- 第3-15図 ジョソール区域H測線モデルシミュレーション結果
- 第3-16図 アラユレック区域鉱化帯露頭スケッチ
- 第3-17図 アラユレック区域地質平断面図
- 第4- 1図 デイクメンダー地区模式地質柱状図
- 第4- 2図 デイクメンダー地区地質平断面図
- 第4- 3図 マスキョイ区域地質平断面図
- 第4- 4図 マスキョイ鉱化帯スケッチ
- 第5- 1図 キューレ地区岩石試料採取位置図
- 第5- 2図 デイクメンダー地区岩石試料採取位置図
- 第5- 3図 デイクメンダー地区マスキョイ区域岩石試料採取位置図
- 第5- 4図 キューレ地区岩石地化学異常図 (Mo)
- 第5- 5図 キューレ地区岩石地化学異常図 (坑道)
- 第5- 6図 キューレ地区植物地化学異常図 (Cu)
- 第5- 7図 デイクメンダー地区マスキョイ区域岩石地化学異常図 (Hg)
- 第5- 8図 デイクメンダー地区マスキョイ区域岩石地化学異常図 (Be)
- 第5- 9図 デイクメンダー地区マスキョイ区域岩石地化学異常図 (Sr)

## 付 表 一 覧

- 第1- 1表 調査量総括表
- 第1- 2表 カスタモヌの月別気温
- 第1- 3表 カスタモヌの月別降水量
- 第2- 1表 CSAMT法測定使用機器一覧
- 第2- 2表 IP法測定使用機器一覧
- 第2- 3表 ボーリング孔別位置及び掘進長 (第2年次)
- 第2- 4表 ボーリング調査使用機材一覧 (第2年次)
- 第2- 5表 ボーリング孔別位置及び掘進長 (第3年次)

- 第2-6表 ボーリング調査使用機材一覧(第3年次)  
第5-1表 分析方法及び検出限界  
第5-2表 キューレ地区基本統計結果(岩石)  
第5-3表 デイクメンダー地区基本統計結果(岩石)  
第5-4表 キューレ地区基本統計結果(植物)  
第5-5表 キューレ地区主成分分析結果一覧表(岩石)

## 巻 末 資 料

- 第6-1表 岩石薄片検鏡結果一覧表  
第6-2表 鉱石研磨片検鏡結果一覧表  
第6-3表 粉末試料X線回折試験結果一覧表  
第6-4表 鉱石分析結果一覧表  
第6-5表 岩石試料全岩分析結果一覧表  
第6-6表 EPMA面分析測定結果一覧表  
第6-7表 硫黄同位体測定結果一覧表

# 第 I 部 總 論

# 第 I 部 総 論

## 第 1 章 序 論

### 1-1 調査の経緯及び目的

トルコ共和国における資源開発協力基礎調査は、これまでチャナッカレ地域（1988～1990）ほかの4地域において実施され、金属鉱物資源開発のための数多くの基礎資料を得ることができた。

トルコ共和国政府は、チャナッカレ地域に続く新たな金属鉱物資源調査の実施を計画し、日本政府に協力を要請した。日本政府はその要請に応え、平成4年3月にトルコ共和国鉱業開発銀行(ETiBANK)と協議を行った結果、キューレ地域における協力調査実施について合意した。

本調査の目的は、キューレ地域において、地質状況及び鉱床賦存状況を解明し、新鉱床を発見することである。また、調査期間を通じてトルコ側カウンターパートに技術移転を図ることも目的とする。

初年度調査として平成4年度には、キューレ地域の既存データ解析、キューレ地域キューレ地区の地質調査及び物理探査、さらにクシュキョブル地区及びディクメンダー地区の地質調査が実施された。

平成5年度には、キューレ地区では、初年度の地質調査及び物理探査の結果得られた鉱床賦存有望地域に対してボーリング調査（4孔、延長1,003.55m）、及びボーリング2孔について電気検層が実施された。クシュキョブル地区では初年度の地質調査の結果得られた有望鉱微地であるジュヌール区域及びジョソール区域において物理探査（IP法延長21km）が実施された。

平成6年度には、キューレ地区で鉱床賦存有望地域に対しボーリング調査（4孔、延長953.70m）が実施された。

### 1-2 調査地域

第1年次調査はキューレ地区、クシュキョブル地区及びディクメンダー地区の3地区で実施された。それぞれの地区は下記の経緯点で囲まれた範囲である。

#### (1) キューレ地区(面積 22km<sup>2</sup>)

1	北緯41°50.77'	東経33°43.58'	7	北緯41°47.73'	東経33°41.40'
2	北緯41°50.77'	東経33°44.48'	8	北緯41°48.27'	東経33°40.98'
3	北緯41°49.00'	東経33°44.17'	9	北緯41°49.00'	東経33°40.25'
4	北緯41°47.62'	東経33°43.68'	10	北緯41°49.92'	東経33°41.05'
5	北緯41°47.26'	東経33°43.78'	11	北緯41°50.48'	東経33°43.67'
6	北緯41°47.25'	東経33°42.50'			

(2) クシュキョブル地区(面積 559km<sup>2</sup>)

1	北緯41°31.63'	東経33°49.63'	5	北緯41°40.77'	東経34°30.00'
2	北緯41°37.50'	東経34°01.07'	6	北緯41°37.50'	東経34°13.27'
3	北緯41°43.85'	東経34°03.77'	7	北緯41°31.55'	東経34°00.00'
4	北緯41°43.65'	東経34°30.00'	8	北緯41°30.17'	東経33°49.63'

(3) ディクメンダー地区(面積 66km<sup>2</sup>)

1	北緯41°51.36'	東経33°30.36'	3	北緯41°45.41'	東経33°33.92'
2	北緯41°51.34'	東経33°35.42'	4	北緯41°45.42'	東経33°30.31'

第2年次調査はキューレ地区及びクシュキョブル地区で実施された。それぞれの調査範囲は下記の経緯点で示される。

(1) キューレ地区(面積 6km<sup>2</sup>)

1	北緯41°49.00'	東経33°41.12'	4	北緯41°47.58'	東経33°41.40'
2	北緯41°49.00'	東経33°43.04'	5	北緯41°47.99'	東経33°41.12'
3	北緯41°47.55'	東経33°43.09'			

(2) クシュキョブル地区

【ジュヌール区域(面積 2km<sup>2</sup>)】

1	北緯41°34.07'	東経33°59.56'	3	北緯41°32.97'	東経33°59.05'
2	北緯41°33.65'	東経34°00.08'	4	北緯41°33.39'	東経33°58.42'

【ジョゾール区域(面積 1km<sup>2</sup>)】

1	北緯41°41.18'	東経34°21.56'	3	北緯41°40.49'	東経34°22.27'
2	北緯41°41.17'	東経34°22.28'	4	北緯41°40.49'	東経34°21.55'

第3年次調査はキューレ地区で実施された。調査範囲は以下の通りである。

(1) キューレ地区(面積 6km<sup>2</sup>)

1	北緯41°49.00'	東経33°41.12'	4	北緯41°47.58'	東経33°41.40'
2	北緯41°49.00'	東経33°43.04'	5	北緯41°47.99'	東経33°41.12'
3	北緯41°47.55'	東経33°43.09'			

第1-2図、第1-3図及び第1-4図に各年次の調査範囲を示す。

1-3 作業方法

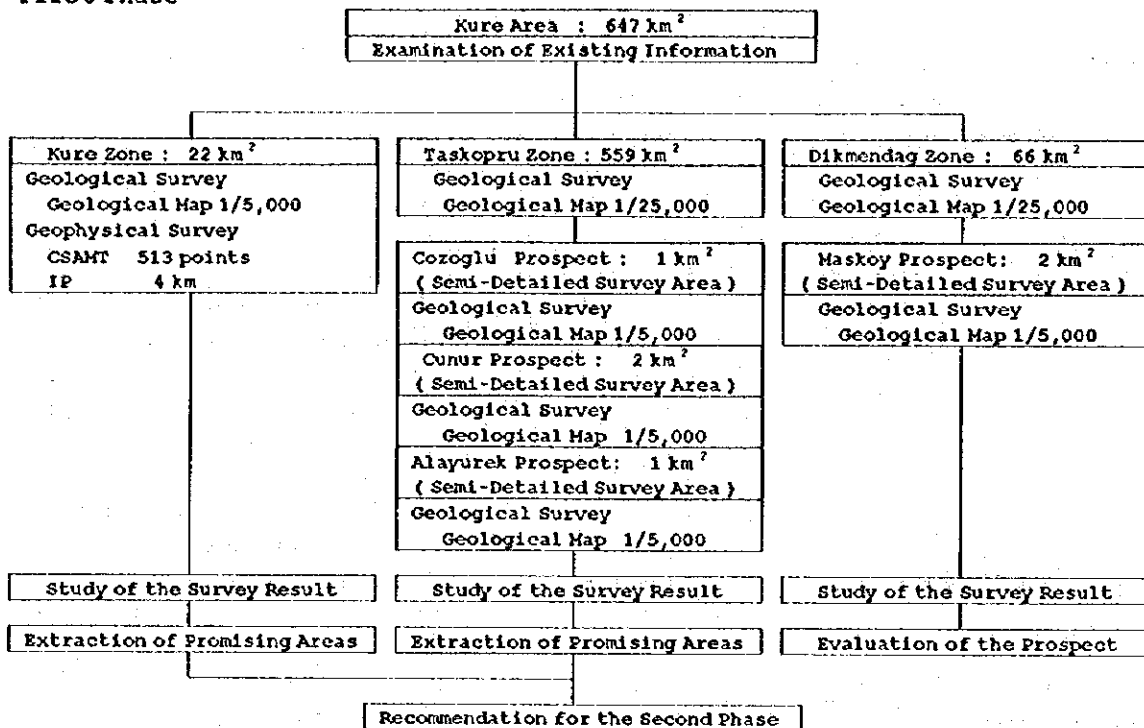
各年次の作業方法と調査量を第1-1表に総括した。



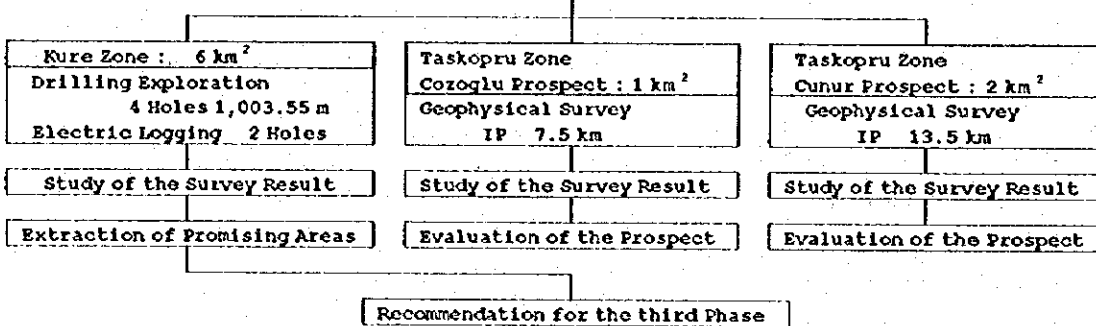
第1-1表 キューレ地域調査量総括表

Phase	Survey	Area	Amount of Work
First	Study of existing information	Whole area	
	Geological Survey	Kure Zone Taskopru Zone Dikmendag Zone	Area: 22km <sup>2</sup> Area: 559km <sup>2</sup> Area: 66km <sup>2</sup> [ Lab. Work ] Thin Sections 137 pcs Polished Sections of Ore 60 pcs X-ray Diffraction Analysis 12 pcs EPMA 7 pcs Sulphur Isotope Analysis 7 pcs Chemical Analysis Whole Rocks 30 pcs Ore Assay (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Co, S) 124 pcs
	Geophysical Survey	Kure Zone	Area: 22km <sup>2</sup> CSAMT 513 points IP 4 km Rock Properties Measurement 43 pcs
Second	Drilling Exploration	Kure Zone	Area: 6km <sup>2</sup> Drilling ( 4 Holes ) 1,003.55 m [ Lab. Work ] Thin Sections 28 pcs Polished Sections of Ore 9 pcs X-ray Diffraction Analysis 12 pcs Chemical Analysis Ore Assay (Au, Ag, Cu, Co, S) 22 pcs
	Geophysical Survey	Kure Zone	Area: 6km <sup>2</sup> Electric Logging ( 2 Holes )
		Taskopru Zone Cunur Prospect	Area: 2km <sup>2</sup> IP 13.5 km Rock properties Measurement 12 pcs
	Cozoglu Prospect	Area: 1km <sup>2</sup> IP 7.5 km Rock Properties Measurement 11 pcs	
Third	Drilling Exploration	Kure Zone	Area: 6km <sup>2</sup> Drilling ( 4 Holes ) 953.70 m [ Lab. Work ] Thin Sections 15 pcs Polished Sections of Ore 11 pcs X-ray Diffraction Analysis 9 pcs Chemical Analysis Ore Assay (Au, Ag, Cu, Co, S) 31 pcs Rock Properties Measurement 30 pcs

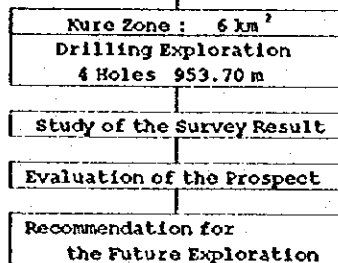
First Phase



Second Phase

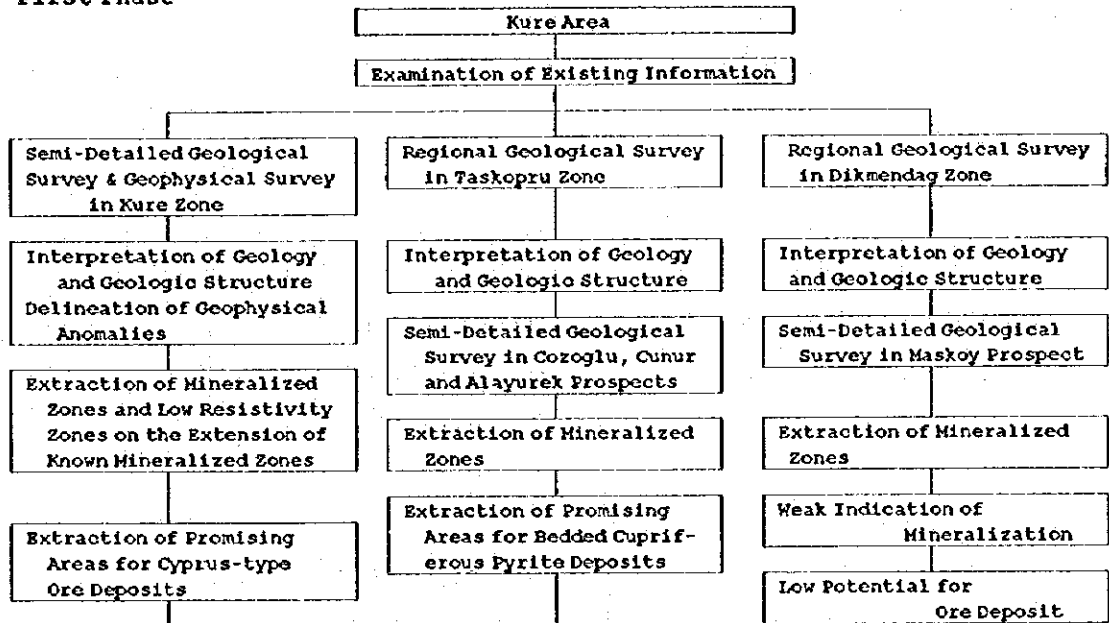


Third Phase

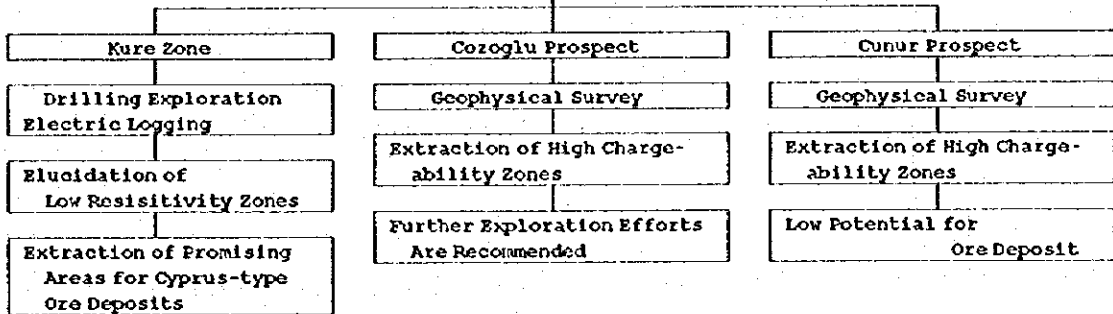


第1-5図 キューレ地域調査フローチャート

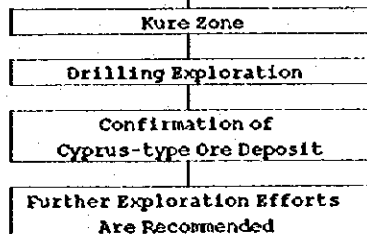
First Phase



Second Phase



Third Phase



第1-6図 キューレ地域鉱床賦存有望地域抽出フローチャート

#### 1-4 調査期間及び調査団の編成

##### (1) 事前調査及び協定折衝

キューレ地域資源開発協力基礎調査の計画策定にあたり事前調査、協定折衝のため調査団が下記日程で派遣された。

##### 【プロジェクト選定調査】

平成3年12月10日より平成3年12月18日

日本側事前調査団	トルコ側担当機関鉱業開発銀行
増田信行 金属鉱業事業団	Cumhur YILDIZ(企画部副部長)
安達直隆 金属鉱業事業団	Ahmet UNSAL(探査部)
	Sadik KARADAR(企画部)

##### 【事前調査・協定折衝】

平成4年3月7日より平成4年3月17日

日本側協定折衝団	トルコ側担当機関鉱業開発銀行
野口晏男 金属鉱業事業団	Taskin AKDENIZ(総裁)
中野則夫 外務省技術協力課	Namik Kemal ATALAN(副総裁)
西塔雅彦 通商産業省鉱業課	Ergun GURCAN(探査部部長)
前島正道 国際協力事業団	Cumhur YILDIZ(企画部副部長)
鈴木哲夫 金属鉱業事業団	Ahmet UNSAL(探査部)
安達直隆 金属鉱業事業団	Sadik KARADAR(企画部)

##### (2) 第1年次調査団

第1年次調査は既存データ解析、地質調査及び物理探査を平成4年6月29日から平成4年9月26日にかけて行い、現地調査は平成4年7月4日より平成4年9月23日の日程で行われた。そのうち現地調査期間および調査団編成は次のとおりである。

##### 【金属鉱業事業団】

辻本崇史 (現地指導・監督)  
松本和子 (現地指導・監督)

##### 【現地調査団編成】

日本側調査団	トルコ側調査団
(日鉱探開株式会社)	(鉱業開発銀行)
水本 久 (団長・地質調査)	Ahmet UNSAL (コーディネーター)
俣野米治 (地質調査)	Latif YIGIT (地質調査)
佐藤健二 (地質調査)	Necmettin CELIK (地質調査)

菅原一安	(地質調査)	Mursel OZTURK	(地質調査)
吉沢正夫	(物理探査)	Tayfun AKKUS	(物理探査)
高橋郁夫	(物理探査)	Orhan ERSOZ	(物理探査)
杉山伸一	(物理探査)		

(3) 第2年次調査団

第2年次調査は平成5年8月23日から平成6年2月25日に実施された。現地調査については、ボーリング調査及び物理探査が平成5年8月28日より平成6年1月6日の期間に行われた。

【金属鉱業事業団】

荻輪厚彦 (現地指導・監督)  
岡本信行 (現地指導・監督)

【現地調査団編成】

日本側調査団	トルコ側調査団
(日鉱探開株式会社)	(鉱業開発銀行)
俣野米治 (団長)	Ahmet UNSAL (コーディネーター)
石井佐市 (ボーリング調査)	Necmettin CELIK (コーディネーター)
畑沢 樹 (ボーリング調査)	Sadik KELESOGLU (ボーリング調査)
杉淵忠輝 (ボーリング調査)	Cemalettin SOLAK (ボーリング調査)
神成総二 (ボーリング調査)	Ahmet TUNCER (ボーリング調査)
田村公一 (ボーリング調査)	Tayfun AKKUS (物理探査)
野村光雄 (ボーリング調査)	Orhan ERSOZ (物理探査)
吉沢正夫 (物理探査)	
高橋郁夫 (物理探査)	
杉浦則清 (物理探査)	

(4) 第3年次調査団

第3年次調査は平成6年7月18日から平成7年2月28日に実施された。現地調査は平成6年9月27日より平成7年1月18日の期間に行われた。調査団編成は次のとおりである。

【金属鉱業事業団】

山本 恭久 (現地指導・監督)  
五十嵐吉昭 (現地指導・監督)

## 【現地調査団編成】

日本側調査団	トルコ側調査団
(日鉱探開株式会社)	(鉱業開発銀行)
俣野米治 (団長)	Ahmet UNSAL (コーディネーター)
石井佐市 (ボーリング調査)	Necmettin CELIK (コーディネーター)
佐々木吉夫 (ボーリング調査)	Sadik KELESOGLU (ボーリング調査)
杉瀬忠輝 (ボーリング調査)	Cemalettin SOLAK (ボーリング調査)
佐々木光男 (ボーリング調査)	Ahmet TUNCER (ボーリング調査)
野村光雄 (ボーリング調査)	
稲部洋雅 (ボーリング調査)	

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

調査地域名となったキューレは行政区上ではカスタモヌ県に属し、カスタモヌ市の北50kmに位置する。カスタモヌ市は人口約5万人で本県の最大の都市である。キューレ地域は首都アンカラの北方約225kmに、トルコ共和国最大の都市イスタンブールの東約400kmに位置する。

幹線道路はキューレ地区の中央部を南北に横断する国道765号線で、その他にはタシュキョプルのギョクマルマック川沿いに県道30号線が走っており、これらの道路の舗装率は100%に近い。この他、幹線道路と各部落を結ぶ自動車道路が延びている。これらの道路は未舗装で、冬季にも通行可能であるものの、砂利が敷かれてないため時には悪路となる。特に降雨期には泥道となる。イネボルーカスタモヌーアンカラ間の幹線道路は舗装され道路状況は良いものの、カスタモヌーキューレ鉱山間の約56kmはバスの便が少なく不便である。

### 2-2 地形及び水系

#### 2-2-1 地形

キューレ地域は、アナトリア高原の北側を東西に走るキューレ山脈中にあり、北側を黒海、南側をアナトリア高原により挟まれた植生の多い分水嶺に位置する。調査地域内を東西方向にキューレ山脈が走り、本山脈は西のカラクズ山(標高1,435m)、東のチャンガル山(1,605m)で代表される。地形は比較的急峻で、キューレ鉱山付近で海拔約1,000mである。

## 2-2-2 水系

タシュキョブル地区は、西方に流下するギョクマツク川の上流域である。キューレ地区及びディックメンダー地区は、カラジェヘンネンボアーズ川の上流域である。いずれの河川とも春先の融雪期に水量が多い。東西に走るキューレ山脈は夏でもガスがかかり霧雨が見られ、沢では水流が見られる。

## 2-3 気候及び植生

本地域の年間降雨量は年度により異なるが、黒海沿岸のイネボルで600mm、内陸部のカスタモヌで400mm程度と少い。年間平均気温は、イネボルで14.4℃と比較的温暖的な黒海沿岸気候であるが、カスタモヌでは内陸でやや高緯度に位置することから9.1℃と低い。調査地域は海拔がやや高く、年間平均気温10℃程度と推定される。夏は涼しく、冬は降雪も見られ、かなり冷え込む地域である。冬期の12月から3月にかけては降雪が多く積雪量は2m～3mに達する。

カスタモヌからタシュキョブルにかけてはギョクマツク川に沿って平坦で肥沃な土地が広がり、野菜、果物、小麦の栽培のほか、牛、羊、山羊の牧畜が盛んである。山間の平坦地は、小麦の栽培が行なわれ、植生が多いことから林業が盛んな地域である。

カスタモヌ気象観測所より得られた月平均気温と年間降雨量は下記の通りである。

第1-2表 カスタモヌの月別気温（1989年～1993年11月）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最高 (℃)	17.0	14.2	26.4	23.8	26.0	32.0	35.0	35.0	29.2	29.0	17.0	9.8
最低 (℃)	-8.9	-6.8	-2.4	-2.1	5.2	10.0	11.1	10.5	0.5	4.3	-3.8	-10.0
平均 (℃)	-2.5	-0.7	4.7	9.1	12.9	16.9	19.6	19.8	14.8	10.8	4.1	-0.8

年間平均気温 9.1℃

第1-3表 カスタモヌの月別降水量（1989年～1993年11月）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降水量 (mm)	20	12	18	47	64	96	24	19	24	39	36	37	438

### 第3章 調査地域の一般地質

#### 3-1 カスタモヌ地域の一般地質

カスタモヌ地域の基盤は、西部ではボル変成岩塊、中央部ではダダイーデブレカーニ変成岩塊、東部では貫入花崗岩体を含むウルガス変成岩塊からなる（第1-7図）。

ボル変成岩塊は中程度の圧力下で形成された角閃岩相を示す先カンブリア系の変成岩類からなり、シルル系～デボン系の非変成アルコース礫岩に覆われる。

ウルガス変成岩塊は藍閃石片岩相から緑色片岩相を示す先カンブリア系の変成岩類からなる。

ダダイーデブレカーニ変成岩塊は、2つのユニットからなり、下位より先カンブリア系の変堆積岩層群及び先ライアス統のチャンガル変オフィオライトに区分されている。

基盤岩より上位の層序は、下位よりアックギョル層、ブルヌック層、イナルツ層及びチャーラヤン層に区分されている（第1-8図）。

アックギョル層は、暗灰色から黒色の頁岩、シルト岩、細粒砂岩、石灰岩、スピライト、輝緑岩、斑禰岩、蛇紋岩等の深海性環境を示す岩石からなる。地域の一部で本層は、ドッガー統初期のテクトニクス及びドッガー統の貫入岩による変成を受けた粘板岩、千枚岩、メタオフィオライトからなる。

ブルヌック層は、山間部の扇状地堆積物であり、赤色礫岩、砂岩、シルト岩、砂質石灰岩からなる。上部ドッガー統から下部マルム統とされる。

イナルツ層は、マルム世初期の広域的な海進による、南から北へと広がる浅海性堆積岩で、灰色から青みを帯びた灰色の石灰質岩、石灰質砂岩からなる。上位の地層に不整合に覆われる。

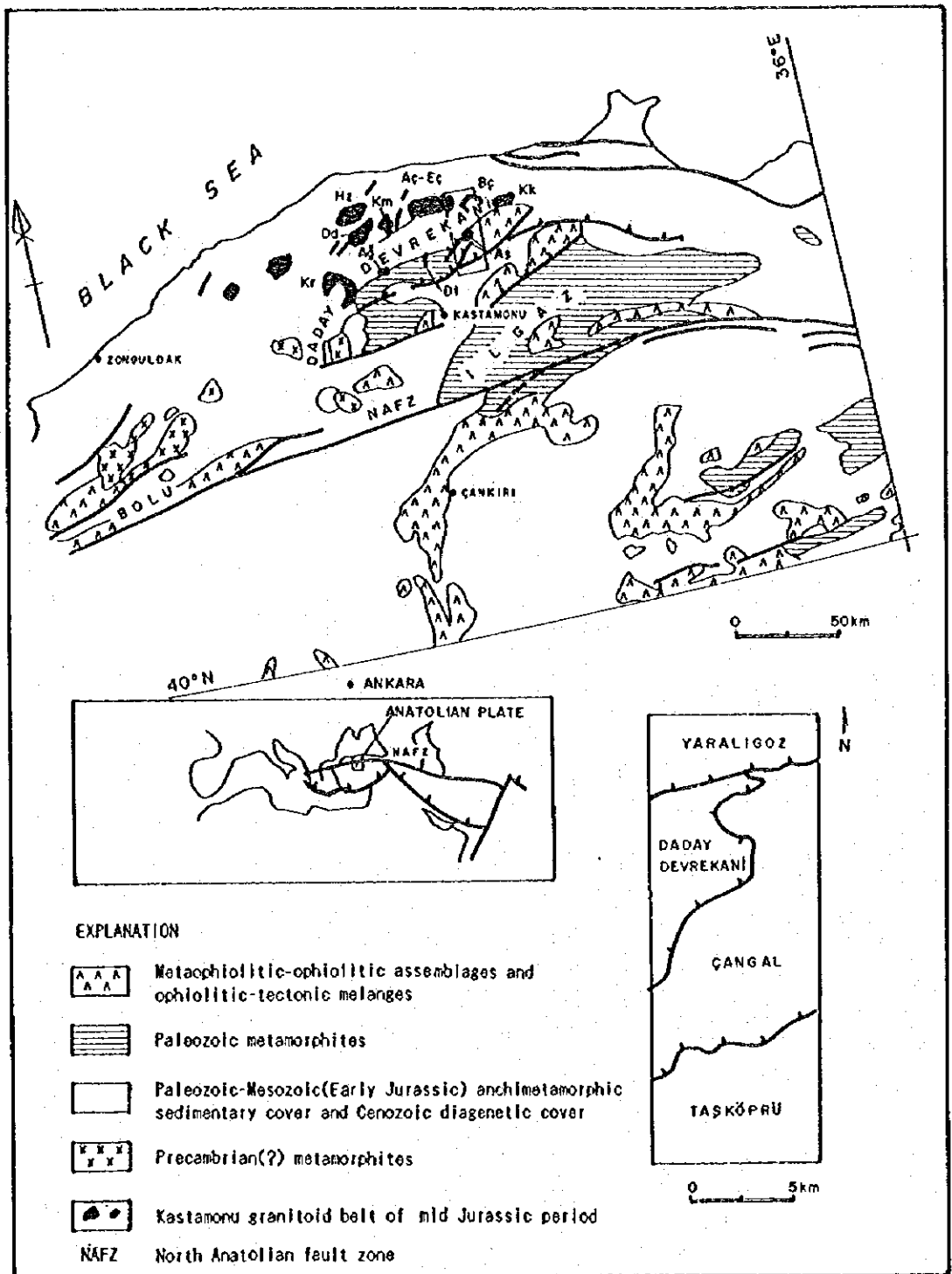
チャーラヤン層は、黄色から灰色のタービダイト、礫岩、暗灰色石灰質砂岩からなり、白亜紀の示準化石が認められる。

#### 3-2 調査地域の地質的位置付け

##### (1) キューレ地区

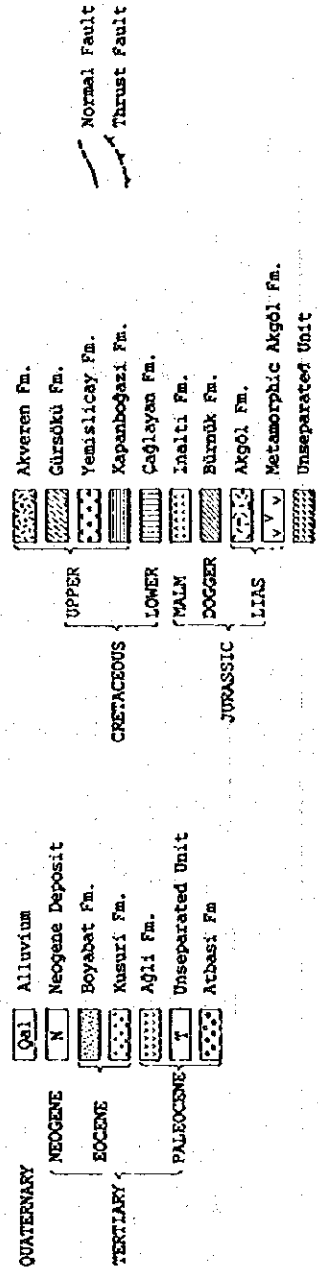
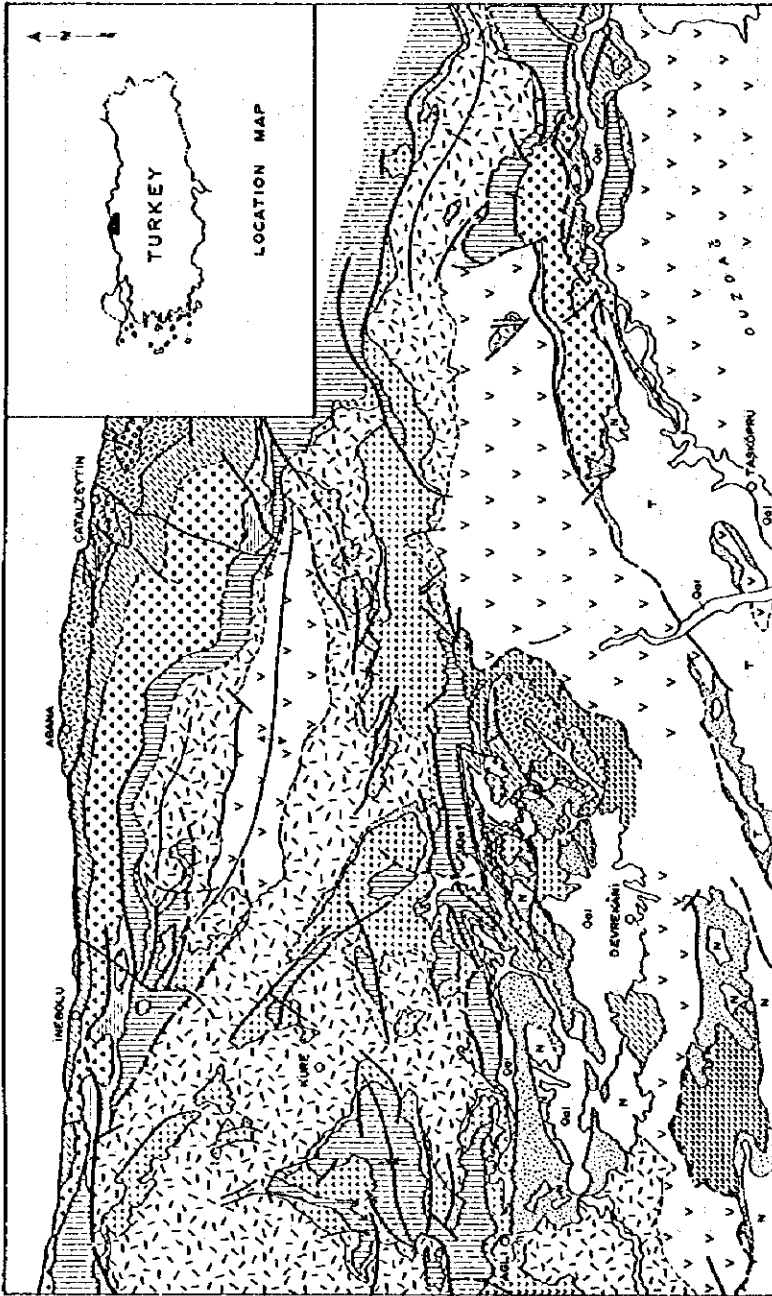
本地区の地質は、先ジュラ系の超マフィック岩類、ジュラ系キューレ層の玄武岩類、堆積岩類、白亜系下部カラダナ層の灰白色含化石石灰岩、白亜系上部チャーラヤン層の淡褐色白色マール及び崖錐堆積物、さらに、貫入岩類である閃緑岩及びデイサイトよりなる。本地区の大部分を占めるジュラ系キューレ層の玄武岩類は、枕状溶岩、ハイアロクラスタイト及び塊状玄武岩に区分される。キューレ層の堆積岩類は、黒色頁岩、砂岩などが構造的





Structural-geologic map of Kastamonu granitoid belt and surrounding areas, modified after Yılmaz (1979) and Boztuğ et al. (1985). Rectangle outlines: mapped area, enlarged at lower right. Granitoid outcrops: Bç, Büyükçay; Aç-Eç, Ahiçay-Elmalıçay; Kk, Karacakaya; As, Asarcık; Dd, Dikmendağ; Hz, Hayzer; Ağ, Ağlı; Kr, Kürek; Km, Karaman; Dt, Devrekani town.

第1-7図 カスタモヌ花崗岩帯とその周辺の地質構造



第1-8図 イネボル-カスモヌ地域地質概略図

に破碎され、これらの角礫が混在した角礫岩よりなる。砂岩は角礫となり、黒色頁岩は強く破碎され、粘土質になっていることが多い。基質は泥質岩である。キューレ層の堆積岩類及び玄武岩類はメランジェであると解釈される。

本地区の地質構造は多数の断層構造により特徴づけられ、N-S系断層とこれを切るE-W系断層が発達する。閃緑岩及びデイサイトの貫入岩類及びカラダナ層を除き、超マフィック岩類を含むすべての地層の境界は大小を問わず転位をしている。貫入岩類の地表における伸長方向は、近隣の断層の走向方向、また、キューレ層の堆積岩類と玄武岩類の境界方向と調和した方向である。

### (2) タシュキョブル地区

本地区最古の岩石は、デブレカーニ変成岩類に属する黒雲母片麻岩である。本地区北西端に分布する。

デブレカーニ変成岩類と断層関係で接して、チャンガル・メタオフィオライトが本地区の大部分を占めて分布する。蛇紋岩、変玄武岩類、緑色片岩、泥質片岩などからなる。

黒色頁岩、シルト岩、細粒砂岩、石灰岩と玄武岩類からなるカヤディビ層が本地区東部に分布する。

カヤディビ層を不整合に覆い、ドッガー統上部からマルム統下部の赤色礫岩、砂岩、シルト岩、砂質石灰岩からなるムズルップ層が本地区北端に分布する。

ムズルップ層を不整合に覆いマルム統下部の石灰質岩、石灰質砂岩からなるクザジック層が本地区北端に分布する。

タービグイト、礫岩、石灰質頁岩からなるアラチャム層が下位層を不整合に覆い本地区南端に分布する。

砂岩、安山岩溶岩及び火山砕屑岩、砂質石灰岩からなるチャイキョイ層がアラチャム層を不整合に覆って本地区南側に分布する。

貫入岩としては、花崗岩類が本地区北部及び東部に、デイサイトが本地区中央部に分布する。

本地区の構造は、変成作用を受けていて複雑な動きをしているため把握しにくい、概して急傾斜をなして、東西方向に延びる構造と推定される。

### (3) ディックメンダー地区

本地区の地質は、下位より黒色頁岩・シルト岩・細粒砂岩からなる堆積岩類と玄武岩類で構成されるキューレ層（本地区では堆積岩類が卓越）、白亜系の石灰質岩、石灰質砂岩からなるキョステックジックレル層及び、タービグイト質砂岩、礫岩、暗灰色石灰質頁岩などで構成されるサツキョイ層からなる。

貫入岩類としては、キューレ層を貫く閃緑岩及びデイサイトがある。それらの分布範囲は狭い。

本地区のキューレ層はキューレ地区と同様メランジェと推定される。キューレ層を覆って分布するキョステックジレル層、及びサツキョイ層はNE-SW方向の軸を有する向斜構造を示す。また、本地区南部ではキョステックジックレル層はキューレ層とNE-SW方向の断層で接する。

### 3-3 鈳化作用概説

#### (1) キューレ地区

本地区には、既知鈳床としてアシュキョイ・トイコンツ鈳床、バキババ鈳床及びクズルス鈳床がある。これらの鈳床は、キューレ層ハイアロクラスタイトと黒色頁岩との境界部、またはハイアロクラスタイト中に胚胎する。このほか大きな平面的広がりを持つ鈳化帯としてゼンベレクレル鈳化帯がある。

アシュキョイ鈳床は、本地区内で最大規模の鈳床である。鈳床は複数の鈳体からなり、そのうち最も規模の大きな鈳体は東西方向380m、南北方向200mの範囲に分布し、鈳床の厚さは15~35mを有する。

鈳石は、黄銅鈳含有量の多少はあるが、肉眼的にほぼ均質な塊状鈳、塊状鈳礫を黄銅鈳・黄鉄鈳が充填する礫状鈳、黒色頁岩中の径10~30cmの亜円~亜角礫の塊状鈳礫からなる礫状鈳、網状鈳、鈳染状鈳よりなる。鈳石鈳物として多量の黄鉄鈳、少量の黄銅鈳、閃亜鉛鈳、白鉄鈳、微量の銅藍、四面銅鈳、磁硫鉄鈳を含有し、脈石鈳物として石英、稀に金紅石、白チタン石、粘土鈳物、炭酸塩鈳物を含む。

アシュキョイ鈳床で塊状鈳を捕捉しているボーリングの着鈳品位を見るとCu 1~9%、S 40~48%である。

塊状鈳下盤のハイアロクラスタイトは、1~3m程度の範囲が脱色珪化していることがあり、変質鈳物として多量の石英と少量の絹雲母を含有する。網状鈳の母岩は緑色を呈することが多いが、細脈の密度が高くなり強く鈳染した網状鈳の場合は母岩が脱色珪化している。

本地区に分布する鈳床は、周囲の地質、鈳石の産状及び鈳種の組み合わせからキプロス型の鈳床の特徴を示し、キプロス型の塊状鈳床の賦存が期待できる。

#### (2) タシュキョブル地区

タシュキョブル地区には、鈳染状の黄鉄鈳を主体に黄銅鈳とわずかに閃亜鉛鈳を伴う鈳化作用が、変玄武岩及び緑色片岩の卓越した箇所で認められる。これらの鈳化帯は珪化・粘土化変質帯を伴う。鈳化作用は産状から層状、レンズ状、鈳染状等に区分される。

このほか、多量の鉍滓が分布し、付近に旧坑が見られるが、地表露頭、ズリ中には鉍化の認められない箇所もある。

本地区では母岩が変玄武岩及び緑色片岩であるため、賦存が期待される鉍床は層状含銅硫化鉄鉍鉍床である。

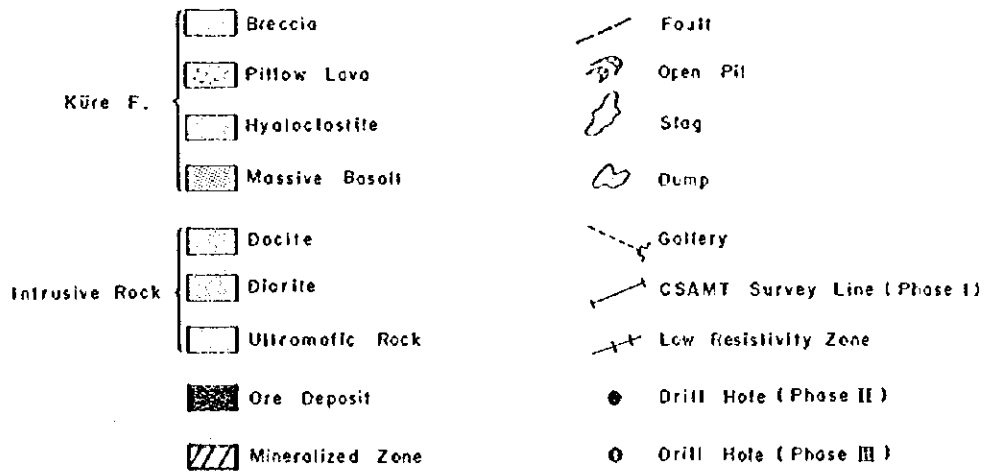
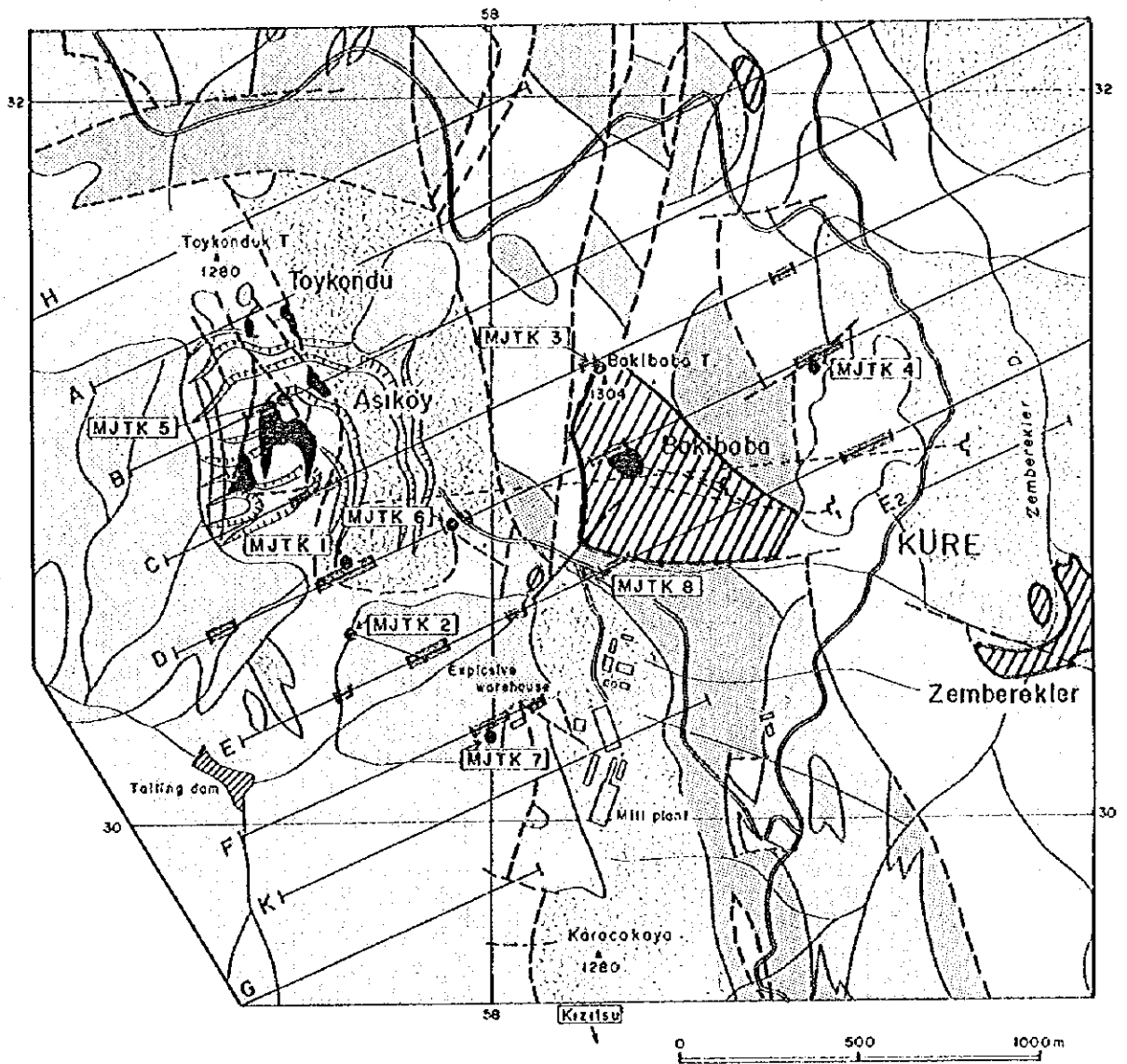
### (3) ディックメンダー地区

本地区には、デイサイトと接するキューレ層玄武岩中に面積300×50mの広がりを持つ褐鉄鉍網状脈及び黄鉄鉍鉍染帯またはゴッサンが見られる。また、本地区南部の2箇所にて玄武岩中に弱い黄鉄鉍鉍染を認めた。

このほか本地区中央部及び南部には銅を含有する鉍滓が3箇所で見られる。

本地区にはキューレ地区と同様の玄武岩類が分布することから、キプロス型の鉍床が賦存する可能性がある。

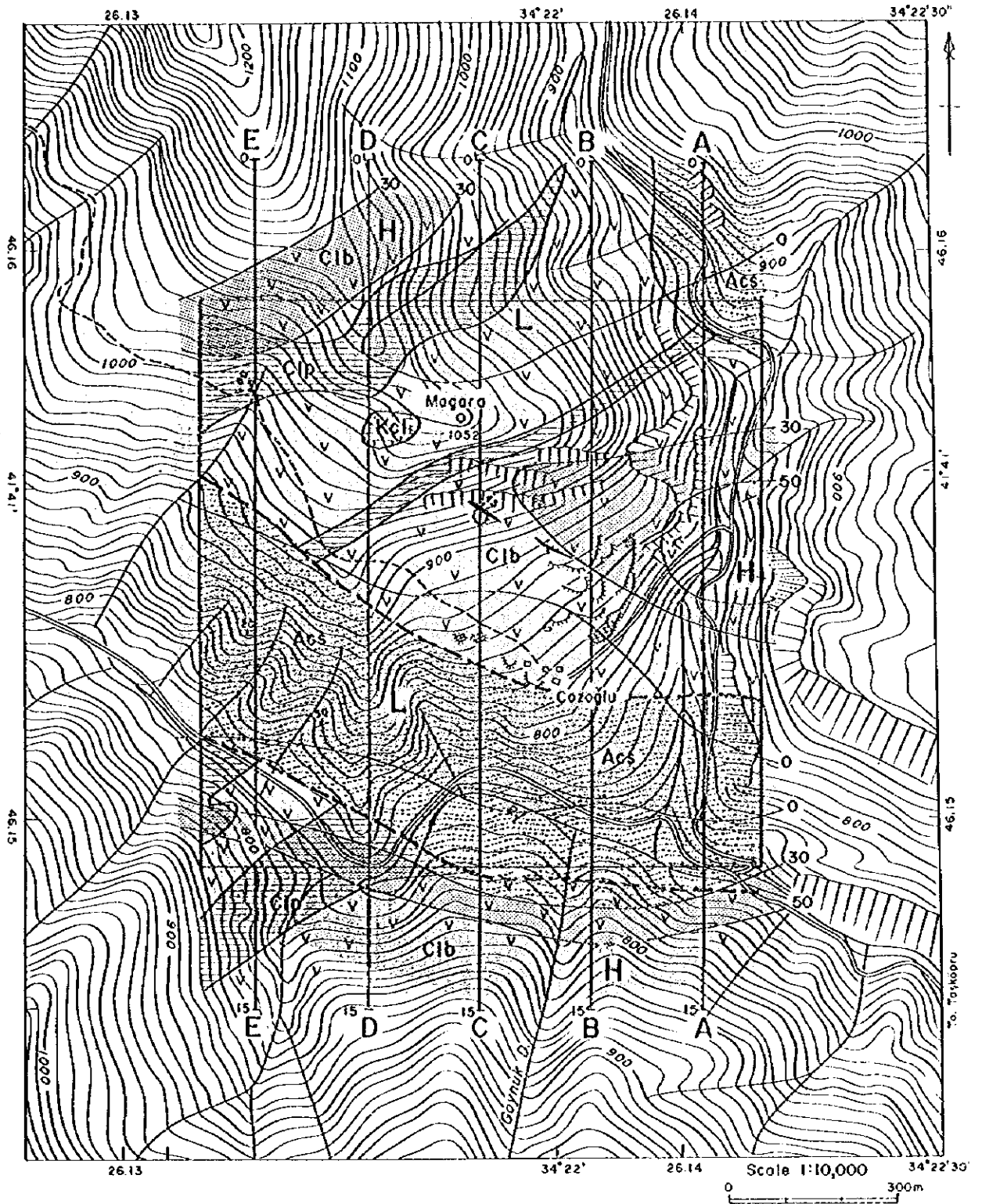




第1-9図 キューレ地区調査結果総合解析図







- |                               |                                 |                               |  |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--|
| Afagan Formation              | Asc Sandstone and shale         | Star                          | Contour Line Value & Chargeability Zone (mV/V) |
| Kizilik Formation             | Kcl Limestone                   | Adit                          | 50 250 mV/V                                    |
| Cangal Metaphyllite           | Cib Metabasalt and green schist | Dump                          | 30 230 mV/V                                    |
|                               | Cip Palaeozoic schist           | Fault                         | 0 20 mV/V                                      |
| Mineralization and alteration | Cossan silth quartz vein        | Strike and dip of strata      | ○ < 0 mV/V                                     |
|                               |                                 | Strike and dip of schistosity |  |
|                               |                                 |                               | H : High Zone L : Low Zone                     |

第1-10図 タシュキョブル地区ジョソール区域調査結果総合解析図



## 第4章 結論及び提言

### 4-1 結論

#### 4-1-1 キューレ地区

キューレ地区では、初年度に地質調査、物理探査(CSAMT法及びIP法)が、第2年度にはボーリング調査及び電気検層が、第3年度にはボーリング調査が実施された。これらの調査により、以下の結論が得られた。

(1) 本地区の地質は、先ジュラ系の超マフィック岩類、ジュラ系キューレ層の玄武岩類及び堆積岩類、白亜系下部カラダナ層の灰白色含化石石灰岩、白亜系上部チャーラヤン層の淡褐色白色マール及び崖錐堆積物、さらに、貫入岩類である閃緑岩及びデイサイトよりなる。

(2) 本地区の大部分を占めるジュラ系キューレ層の玄武岩類は、枕状溶岩、ハイアロクラスタイト及び塊状玄武岩に区分される。キューレ層の堆積岩類は、黒色頁岩、砂岩などが構造的に破碎され、これらの角礫が混在した角礫岩よりなっている。キューレ層はメランジェと解釈される。メランジェを貫くデイサイトの貫入時期がジュラ紀ドッガー世と推定されることから、メランジェの形成時期はジュラ紀中期と考えられる。

(3) 本地区の地質構造は多数の断層構造により特徴づけられ、N-S系断層とこれを切るE-W系断層が発達する。閃緑岩及びデイサイトの貫入岩類及びカラダナ層を除き、超マフィック岩類を含むすべての地層の境界は大小を問わず転位をしている。貫入岩類の地表における伸長方向は、近隣の断層走向方向、特に、キューレ層の堆積岩類と玄武岩類の境界方向と調和した方向である。玄武岩類はすべて鉱床下盤及び鉱床胚胎岩と考えられ、それらは平面的にN-SないしNNW-SSE方向に伸長する覆瓦構造を示している。

(4) 本地区に賦存する鉱床は、キプロス型銅鉱床である。既知鉱床は、ハイアロクラスタイトと泥質岩の境界部またはハイアロクラスタイト中に位置する塊状、礫状、網状及び鉱染状硫化鉱物鉱床である。

(5) メランジェ形成時及びその後の構造運動により鉱床は転位していると推定される。鉱床は鉱床下盤の鉱化帯及び鉱床上盤の泥質岩とともに転位していることが多いと考えられる。

(6) バキババ鉱床南西にて着鉱幅75cm, Cu4%の塊状鉱床を捕捉した。本地点及び深度はCSAMT法による低比抵抗帯にほぼ当たる。鉱石の特徴は既知鉱床と同様であり、新たなキプロス型鉱床の賦存を確認できた。

(7) バキババ鉱床北方に得られていた低比抵抗帯には玄武岩が分布し、その中には小規模な黄鉄鉱を主体とする細脈が認められたのみである。1孔のボーリングでは本低比抵抗帯が意味するものを明らかにできなかった。本孔で把握した粘土化帯の鉱物組み合わせは前記バキババ鉱床南西部で鉱床下位に分布する粘土化帯のそれと同様であった。このことは本孔近隣に新鉱床が賦存する可能性があることを示すものとする。

(8) ゼンベクレル鉱化帯の北北西に新たな鉱化帯の存在を把握した。本鉱化帯からゼンベクレル鉱化帯にかけて低比抵抗帯が分布しており、この間に新鉱床の賦存が期待できる。

(9) アシュキョイ鉱床南方に得られていた低比抵抗帯は、泥質岩及び断層破碎帯を表したものと考えられる。アシュキョイ鉱床南方では塊状鉱床が断層により変位して浅部に胚胎することが期待されたが、既知鉱床と同規模の塊状鉱床が浅部に賦存する可能性は低いと判断される。深部にアシュキョイ鉱床に連続する塊状鉱床が賦存するか否かについては、その深度が深すぎるため解明できなかった。

(10) バキババ鉱床周辺の地表には広く褐鉄鉱網状脈及び鉱染帯が分布しているが、これまでの探鉱はごく限られた範囲・深度でしか実施されておらず、広範囲にわたる積極的な探鉱が望まれる。

(11) バキババ鉱床南方で把握されている塊状鉱床は鉱床下位に珪化帯を随伴するという特徴を有する。バキババ鉱床北方のバキババ山、バキババ鉱床-クズルス鉱床間のカラジャカヤ山に認められる珪化帯が類似の珪化帯として注目される。

(12) バキババ鉱床では、現在の鉱床上位に網状脈帯及び鉱染帯が分布することから、鉱床周辺では逆転構造が想定される。クズルス鉱床は網状脈帯がその主体である。バキババ鉱床-クズルス鉱床間に露出するゴッサンは、本地区に賦存が期待される塊状鉱床の下盤の鉱化変質帯を意味している可能性が高いと考えられる。

(13)本地区においてCSAMT法により把握された低比抵抗帯は、鉱床の賦存を表現している場合もあるが、泥質岩または玄武岩中の破碎帯を捉えていることが多いと考えられる。岩

石及びボーリングコアの物性測定から、低比抵抗異常は塊状鉄床、網状脈、黒色頁岩、一部の砂岩で生じることが多いと言える。このため本地区の鉄床探査にはIP探査の方が好ましいと考えられる。本地区に賦存が期待される塊状鉄床は、一般にその規模が小さいと考えられるので、IP探査に当たっては電極間隔及び測線間隔を密にして測定を実施することが必要と考える。

#### 4-1-2 タシュキョブル地区

本地区では、初年度に地質調査が、第2年度には物理探査(IP法)が実施された。これらの調査により、以下の結論が得られた。

(1) 本地区の地質は、下位より、デプレカーニ変成岩類、チャンガル・メタオフィオライト、カヤディビ層、ムズルupp層、クザジック層、アラチャム層及びチャイキョイ層からなる。

(2) 本地区の鉄徴地として、ジョゾール、ジュヌール、アラユレック、ボヤル、ムサゾラルムット、セイヤイラ、ケベス及びジュヌール東部鉄化帯がある。いずれもチャンガル・メタオフィオライト中の銅・亜鉛を伴う鉄化作用である。既存資料解析結果及び地質調査結果からジョゾール及びジュヌールが鉄床賦存有望地域として抽出された。

(3) ジュヌール区域の地質は、チャンガル・メタオフィオライトからなり、泥質片岩、塊状変玄武岩及び緑色片岩から構成される。本区域に認められる鉄化帯は、緑色片岩中に見られる8箇所のレンズ状ないしは層状のゴッサンよりなる。これらのゴッサンは石英-褐鉄鉄-黄鉄鉄網状脈及び褐鉄鉄鉄染帯よりなる。ゴッサンには脱色珪化または粘土化が認められる。タイムドメインIP法による調査の結果、ゴッサンの下部の比抵抗値はバックグラウンド程度であり、充電率は周囲より低い値を示すことから、ゴッサン下部に期待できる鉄化帯は小規模と考えられる。区域内に広く分布する珪化帯の下部については、その充電率が地表に露出する珪化帯の充電率と同程度であるため、硫化鉄物の潜頭性鉄化帯の存在は期待しにくい。本区域南部の珪化帯に隣接する範囲に認められた高充電率異常帯は、その異常形態、充電率及び比抵抗値、さらに周囲の地質から、硫化鉄物鉄染帯であろう。

(4) ジョゾール区域の地質は、チャンガル・メタオフィオライト、下部白亜系クザジック層の石灰岩、上部白亜系アラチャム層の砂岩、頁岩及び石灰岩からなる。チャンガル・メタオフィオライトは、泥質片岩、塊状変玄武岩及び緑色片岩からなる。本区域には、旧坑

口が2箇所あり、多量の鉄滓及びズリが見られる。これらはいずれもチャンガル・メクオフィオライト中に分布する。本区域の地表露頭には、ごく小規模な黄鉄鉄鉄染を除き、鉄徴は認められない。物理探査により、旧坑口、鉄滓などが分布する範囲からさらに東方にかけて高充電率異常帯が把握された。本異常帯の断面上の形態及び地質から、本異常帯は急傾斜の層状含銅硫化鉄鉄鉄床の賦存を示唆するものと解釈される。本区域南部のチャンガル・メクオフィオライト分布域の地下には、上記異常と同程度の充電率異常が得られた。本異常帯にも層状鉄床が賦存する可能性は高いと考えられる。

#### 4-1-3 ディクメンダー地区

本地区では、初年度に地質調査が実施された。この調査により、以下の結論が得られた。

(1) 本地区の地質は、下位より、ライアス統のキューレ層、白亜系のキョステックジレル層及びサツキョイ層、貫入岩としての閃緑岩及びデイサイトからなる。

(2) 本地区北東部にはマスキョイ鉄化帯が分布する。このほか南部のフルンジュック部落の北及びウジュール部落の玄武岩類中に黄鉄鉄を伴う弱い鉄化作用が認められた。また、鉄滓がオルヌ部落の南1km、オルヌ部落の南東1.6km、フルンジュック部落の南1kmの3箇所を確認された。

(3) マスキョイ鉄化帯を除くと黄鉄鉄網状脈または鉄染の地表における規模は小さく、キプロス型銅鉄床の賦存を否定する材料は無いが、他地区に比べ探鉄優先順位は低いと判断される。

(4) マスキョイ鉄化帯はNE-SW方向に延びる、面積300×50mの灰がりを持つ褐鉄鉄網状脈及び黄鉄鉄鉄染帯またはゴッサンよりなる。母岩は玄武岩であり、黄鉄鉄鉄染帯では珪化し暗灰色を呈する。鉄化帯周辺にはデイサイトが見られるが、新鮮で変質鉄化は認められない。マスキョイ鉄化帯がキプロス型の鉄化であるか否かについて議論する十分なデータはない。

## 4-2 今後の探鉱への提言

### 4-2-1 キューレ地区

本地区においては、これまでの調査の成果を発展させ、新たな鉱床を確認するため今後ボーリング調査を主とする調査を継続することを提案する。今後の調査では次の範囲においてボーリングを実施することが望ましい。

- (1) MJTK-8周辺、バキババ南方鉱床周辺及びバキババ鉱床北方における精密調査。
- (2) バキババ鉱床-クズルス鉱床間の新鉱床探査。
- (3) MJTK-4からゼンベレクレル鉱化帯間の新鉱床探査。

CSAMT法により把握した低比抵抗帯でボーリング調査を実施していない箇所については測点間隔及び測線間隔を密にしたIP法により探査を行うことを提案する。

### 4-2-2 タシュキョブル地区

ジョゾール区域においては、これまでの地質調査及び物理探査によって抽出された探鉱有望箇所に対してボーリング調査を実施し、その評価を行うことを提案する。ボーリング対象としては鉱滓等分布範囲の東方が挙げられる。

### 4-2-3 ディクメンダー地区

マスキョイ鉱化帯については今後物理探査を実施する必要があると考えられる。しかし、地表に見られる鉱化帯の平面的規模が小さいことからその優先度は低い。





第Ⅱ部 キューレ地区



## 第Ⅱ部 キューレ地区

### 第1章 キューレ地区概要

#### 1-1 序論

本地区には現在操業中のキューレ鉱山があり、稼行中の鉱床と類似した新鉱床の賦存が期待され調査地域として選ばれた。

本地区は鉱業開発銀行所有の鉱区により占められ、面積22km<sup>2</sup>の範囲からなる。本地区はキューレ地域の中央北部に位置し、アナトリア高原の北側を東西に走るキューレ山脈中にあり、植生の多い分水嶺に当たる。本地区ではバキババ山を最高点(1,304m)とし、地形は急峻である。

本地区においては、第1年度に既存データ解析、地質調査及び物理探査が、第2年度には物理探査及びボーリング調査が、第3年度にはボーリング調査が実施された。

#### 1-2 キューレ鉱山概要

##### 1-2-1 探査・開発状況

現在の探掘対象鉱体はアシュキョイ鉱体及びバキババ鉱体である。選鉱場へ供給される鉱石の大部分がアシュキョイ鉱体の露天採掘により得られている。バキババ鉱体からは探鉱出鉱がなされているのみである。

アシュキョイ鉱体は今後坑内採掘に切り替えられる計画である。そのための準備として、アシュキョイ鉱体の下部とバキババ鉱体下部とを結び、主要運搬坑道となる920MLの水平坑道がバキババ鉱体の東側から開削された。さらにアシュキョイ鉱体南側からの斜坑と結ばれた。

鉱業開発銀行によるボーリング調査は試錐機4台で実施されており、坑内に2～3台、坑外1～2台の試錐機が配置されている。坑内ではアシュキョイ鉱体下部探査、坑外はバキババ鉱体南部で新鉱床探査が実施されている。

##### 1-2-2 探掘対象鉱量

公表されている可採鉱量は次の通りである。

鉱体	アシュキョイ鉱体	バキババ鉱体
鉱量	12,800,000 T	890,000 T
銅品位	Cu:1.74%	Cu:3.24%
硫黄品位	S:36.12%	S:35.00%

### 1-2-3 生産状況

鉱石鉱物はその大部分が黄鉄鉱及び黄銅鉱であり、わずかに閃亜鉛鉱、コバルト鉱物を含み、金もトン当たりグラム単位の品位が見込まれる。鉱石は、硫化鉱物の角礫とこれを充填する硫化鉱物からなり、全体として塊状を呈する。黄銅鉱は結晶質黄鉄鉱及びコロフォーム状黄鉄鉱中に細粒として分布しているため、選鉱で分離をする際細かく砕く必要がある。この

ために銅精鉱の品位の低下(15%を下回る)と水分(8%)の増による銅精鉱の質の低下をきたしている。

精鉱は索道とトラックとによりイネボル港まで搬出され、船積みされる。選鉱の生産能力は銅精鉱 150,000T/年、硫化精鉱 460,000T/年あるが、能力一杯の生産をしたことはない。選鉱設備はフィンランドのオートクンプ社製である。

人員は管理者及び技術者が140人、労働者500人の計640人で操業を行っている。管理者及び技術者は本社及び関連鉱山から転勤してきて社宅住まいであるが、労働者は地元のキューレ町ないしは付近の部落の自宅より鉱業開発銀行のサービスカーないしは自家用車で通勤している。

アシュキョイ鉱体及びバキババ鉱体からの過去の生産実績は以下の通り見積もられる。

アシュキョイ鉱体：粗鉱約480万トン

バキババ鉱体：粗鉱約 60万トン

### 1-2-4 鉱山の近代化

索道：ドイツPBH社の技術を導入し、延長21kmに及ぶ索道を山元からイネボルまで設置した。精鉱の運搬能力は140T/時間である。

ダム建設：分水嶺に位置するため比較的雨量の多い地域であるが、夏期は雨量が少なく、操業用及び生活用水に支障をきたしている。このため現在ダムを建設中である。

選鉱場のオートメーション化：アメリカのOutomic, Andel and Denver社と生産性の向上をめざし、設備の近代化のための設備投資を進めている。

坑内開発：トルコのエンジニアリング会社のTeknomad社とアシュキョイ鉱体及びバキババ鉱体の坑内開発に関連してコンサルタント契約を行い、開発を進めている。

## 第2章 地質調査

### 2-1 調査方法

調査に当たっては、既存データ解析を実施し、これに基づき地質調査を実施した。

地質調査は縮尺1:5,000の地形図を使用しルートマップが作成された。アシュキョイ鉱床については、縮尺1:1,000のビット図を使用し調査がなされた。地質調査結果は縮尺1:5,000の地質図にまとめられた。

第2-1図に本地区の模式柱状図を、第2-2図に地質図を、第2-3図に地質断面図を示す。

### 2-2 地質層序

#### 【超マフィック岩類】

調査地域北西部のカラマンヤイラ山、エルマクツウ山、オメルイルマズ部落周辺で広範囲にみられ、さらにバキババ北方または南南西方に小規模に露出する。

本岩類は、黒色塊状を呈するパイロキシナイト、かんらん岩及び蛇紋岩からなる。鏡下では本岩類は多量の蛇紋石化した輝石及びかんらん石、さらに少量の斜長石を含み完晶質である。本岩類は、キューレ層と断層で接している。本岩類は内部に縞状構造を持たず、また、周囲に熱変成を与えていないことから固体貫入岩体と考えられる。

#### 【キューレ層】

調査地域中央部ゼンベレクレル川の中流から上流を模式地とし、調査地域東端部のエルフデ山周辺、同じく南端部、北西部のカラマンヤイラ山、エルマクツウ山及びオメルイルマズ部落周辺を除き、本地区の大部分を占めて分布する。

本層を構成する岩石は玄武岩、黒色頁岩及び砂岩である。

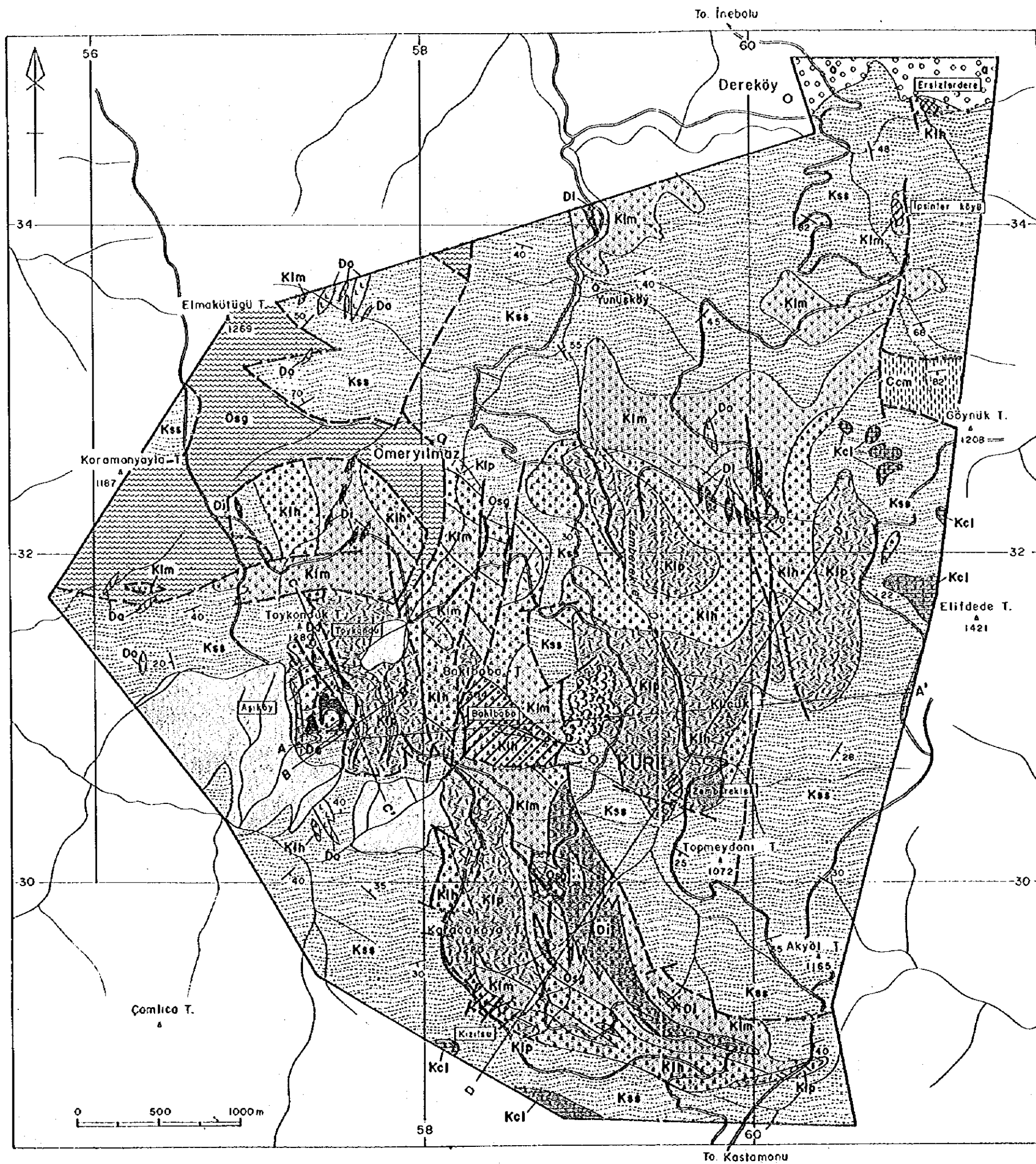
玄武岩はその産状から大きく、枕状溶岩、ハイアロクラスタイト及び塊状玄武岩に区分できる。地質図においてはこれら3種の産状を示す玄武岩のそれぞれが卓越する部分をまとめて、枕状溶岩部、ハイアロクラスタイト部及び塊状玄武岩部として表している。

枕状溶岩は暗灰色ないし暗緑灰色を呈する。本岩はピローが互いに密接したクローズパッキング枕状溶岩と角礫岩状枕状溶岩（ピロープレッチャ）ないしは枕状溶岩からなる。前者のピローの形状は楕円体から球体を示し、その長径は1.5~2m程度である。クローズパッキング枕状溶岩が見られる地域では、一部に塊状玄武岩を随伴し、ハイアロクラスタイトを伴うことは少ない。これらはゼンベレクレル川上流部、アシュキョイ鉱体東方に分布する。角礫岩状枕状溶岩ないしは枕状溶岩のピローの形状は球体をなすことが多く、直径は最大1m程度である。本岩は塊状玄武岩及びハイアロクラスタイトを伴うことが多い。こ

Geologic Age		Formation	Thick-ness	Rock Facies	Rock name	Mineralization and Intrusives
Cenozoic	Quaternary		+50m		Sand, Gravel	
	Tertiary					
Mesozoic	Cretaceous	Upper	Cağlayan F. +300m		Ccm : Marl	
		Lower	Karadana F. +100m		Kcl : Limestone	
	Malm					
	Dogger					Diorite/ Dacite
	Lias	Küre F.			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ksc : Clay/Shale</li> <li>Kss : Shale</li> <li>Ksg : Graywacke</li> <li>Ore : Massive Sulphide</li> <li>Klh : Hyalo-clastite</li> <li>Klp : Pillow Lava</li> <li>Klm : Massive Basalt</li> </ul>	Cyprus-type Mineralization
Pre-Jurassic				Osy : Ultramafic Rock		

第2-1図 キューレ地区模式地質柱状図





L E G E N D

- Talus Deposit
- Çağlayan F.** Çam Marl
- Karadamo F.** Kcl Limestone
- Küre F.**
  - Kss Breccia (Block Shale, Sandstone)
  - Klp Pillow Lava
  - Kih Hyaloclastite
  - Kim Massive Basalt
- Intrusive Rock**
  - Do Docile
  - Di Diorite
  - Osg Ultramafic rock
- Ore Deposit
- Gosson
- Fault
- Strike and Dip of Strata
- Open Pit
- Slog
- Dump
- Gallery
- A—A'** Profile Section

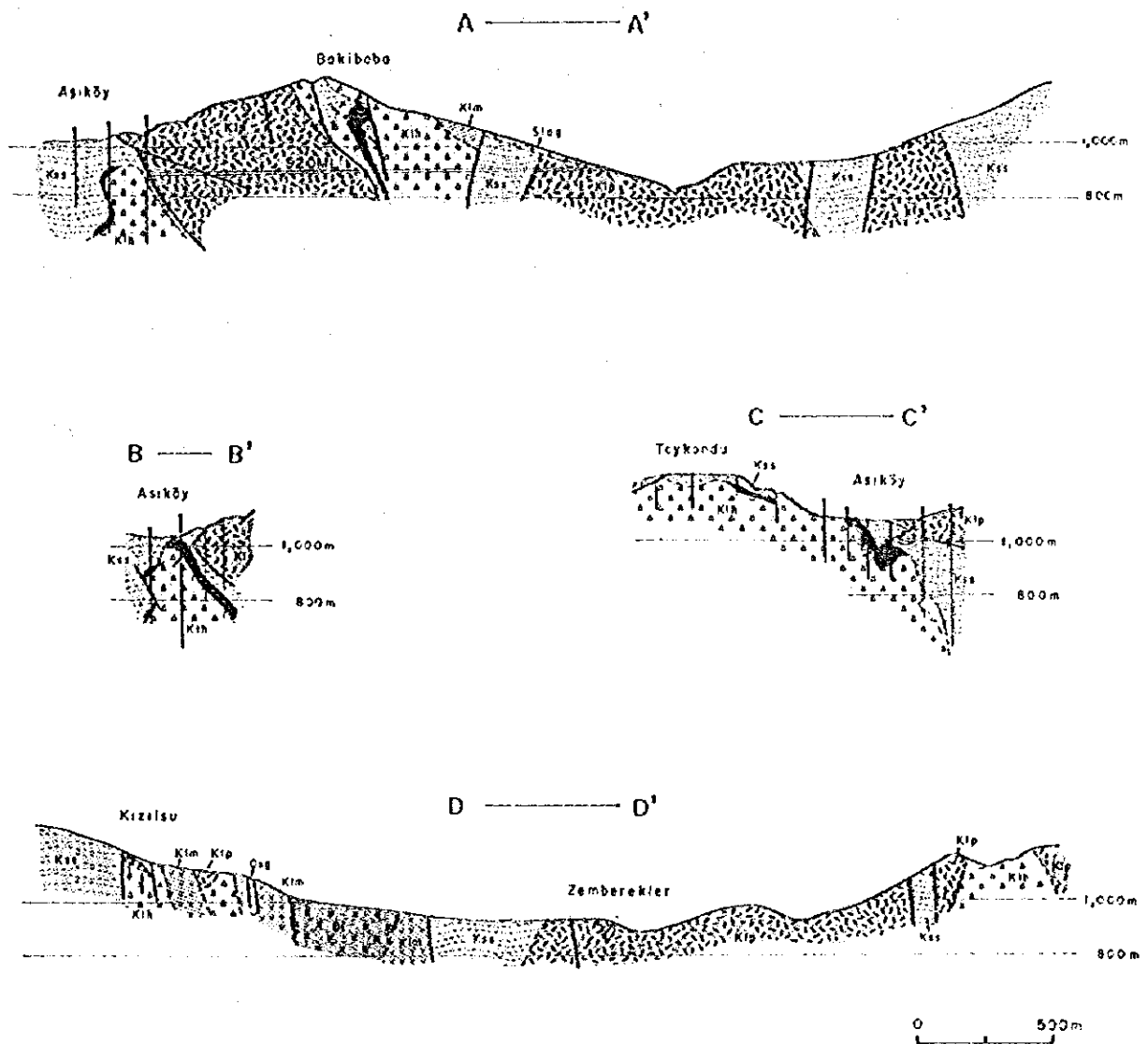
第2-2図 キューレ地区地質図











L E G E N D

Küre F.		Kss Breccia (Black Shale, Sandstone)		Ore Deposit
		Klp Pillow Lava		Gesson
		Kih Hyaloclastite		Slog
		Kim Massive Basalt		Fault
Intrusive Rock		Di Diorite		Drilling Hole
		Osg Serpentinite, Gabbro		

第2-3図 キューレ地区地質断面図



れらはゼンベクレル川中流部、カラジャカヤ山周辺に分布する。

ハイロクラスタイトは緑灰色を呈する。本岩は火山礫サイズの岩片を含み、基質部は細粒物質からなるもので、本岩中にはピローの破片やピローを含むことが多い。火山礫サイズの岩片は塩基性ガラスや玄武岩よりなり、肉眼的には基質部と類似色を呈する。本岩分布域には塊状玄武岩を随伴することが多い。ゼンベクレル川上流部東方では、基質部が泥質物質よりなるペペライトが見られる。

塊状玄武岩は暗灰色ないし緑灰色を呈するもので、露頭単位では肉眼的に均質な玄武岩である。

玄武岩はこれら3種の産状を示すが、鏡下ではインターグラニューラー、インターサークル、オフィティック、サブオフィティック、斑状、ポイキリティックなどの組織を示し、産状の違いによる組織の差異は認められない。斑晶としては斜長石、普通輝石を含み、石基として斜長石、単斜輝石、不透明鉱物が見られる。肉眼的に新鮮に見える玄武岩であっても、変質鉱物として方解石、炭酸塩鉱物、絹雲母、緑泥石、緑簾石や稀にブドウ石が認められる。枕状溶岩の一部には曹長石化（スピライト化）が認められる。

砂岩は細粒～中粒石英質ワッケないしグレーワッケであり、産状は厚層をなすもの、黒色頁岩とともに出現するもの及び黒色頁岩中でレンズ状をなすものがある。

黒色頁岩は、鱗片状壁開を持つことが多く、特にレンズ状砂岩を挟在する場合は鱗片状壁開が顕著である。

キューレ層の堆積岩類は、ボーリング・コアでの観察から、基質となる泥質岩中にグレーワッケなどの異質岩塊を含むものと見ることができる。また、地表の一部において泥質岩中に玄武岩小塊を含んでおり、基質の泥質岩が片状組織または鱗片状壁開を示すことと合わせ考えると、これら堆積岩類はメランジエを構成する岩層であると解釈される。玄武岩岩体も同じく泥質岩中の大きな岩塊と見なすことができる。

本地区に分布する岩石の化学成分についての検討は、Guner(1980)により既に報告されている。ここではGunerの結果を参考に本地区に分布する玄武岩類の化学成分について以下にまとめる。第2-4図にそれぞれの化学成分の分布をしめす。巻末資料第5-5表に岩石試料全岩分析結果をしめす。

AFMダイヤグラム上では、玄武岩類は通常の塩基性岩に比して $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ が高く曹長石化が進んでいることを示し、カルクアルカリ岩系に入る。

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ ダイヤグラムでは、変質の影響のため $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ の含有量が高く、アルカリ岩系の領域に入るものが多い。

$\text{SiO}_2-\text{FeO}^*/\text{MgO}$ ダイヤグラム上では、ソレイアイト岩系の範囲に入るものが多い。

$(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ダイヤグラム(Kuno, 1960)では、アルカリ含有が高いことからア

ルカリ岩系の領域に属するが、シリカ含有の低い玄武岩類の中にはソレイアイト岩系に属するものも認められる。

$Al_2O_3$ - $TiO_2$ ダイヤグラム (Hubbard, 1969) 上では、高アルミナ、低いチタンの特徴をもつ海嶺ソレイアイトの領域にプロットされる。

因結指数 (Kuno, 1957) と  $TiO_2$ - $Al_2O_3$ ダイヤグラム上では、海洋島型から海嶺型ソレイアイトの領域にプロットされる。

$TiO_2$ - $FeO^*/MgO$ ダイヤグラム (Miyashiro, 1975) では、海洋型から海嶺型ソレイアイトの領域にプロットされる。

$P_2O_5$ - $TiO_2$ ダイヤグラムでは、 $P_2O_5$ 、 $TiO_2$ 共に値が低く海嶺型ソレイアイト領域にプロットされる。

微量成分として Ba, Nb, Rb, Sr, Y, Zr の希土類元素の分析を行った。これらの分析値を見ると、海嶺型を示す試料が半数以上を占める。

本地区に出現する玄武岩類は、変質による影響でアルカリ値が高く、アルカリ値を使ったダイヤグラムはアルカリ岩系の領域にプロットされるが、主成分の値及び微量成分の値から海嶺型のソレイアイトに極めてよく似ていると言える。

#### 【カラダナ層】

キューレ鉱山南部のカラダナ部落 (調査範囲外) を模式地とする。層厚は 100m 程度である。調査地域東端部のエリフデデ山周辺及び地域南端部に、下位のキューレ層を不整合に覆い分布する。本層は灰白色含化石石灰岩よりなる。

#### 【チャーラヤン層】

キューレ鉱山東部のチャーラヤン部落 (調査範囲外) を模式地とする。層厚は 300m 程度である。調査地域東部ギョイヌック山の北西側に、下位のキューレ層と断層関係で、小規模に分布する。本層は成層した淡褐色白色マールよりなる。

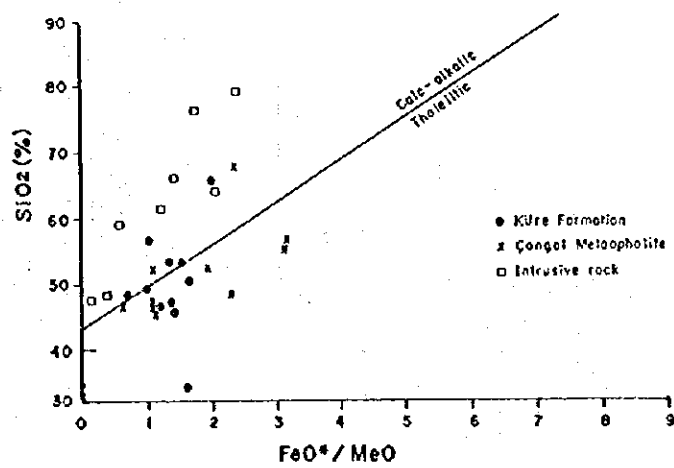
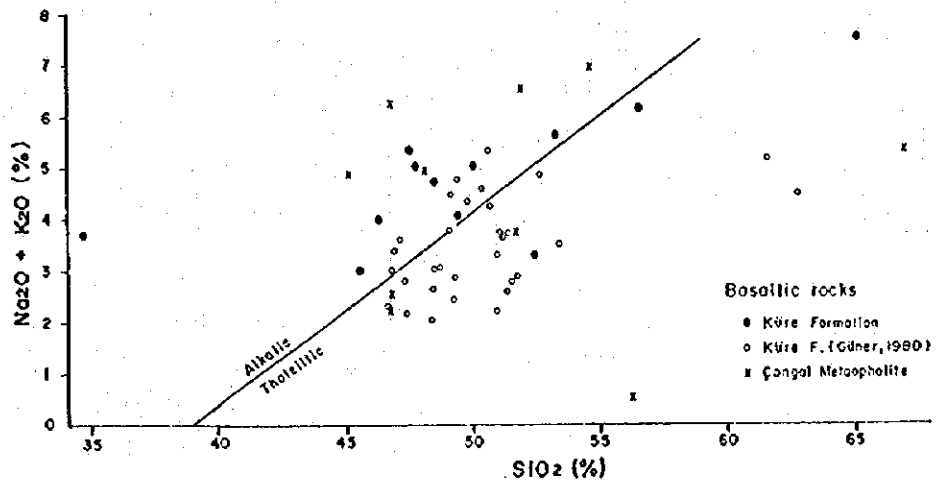
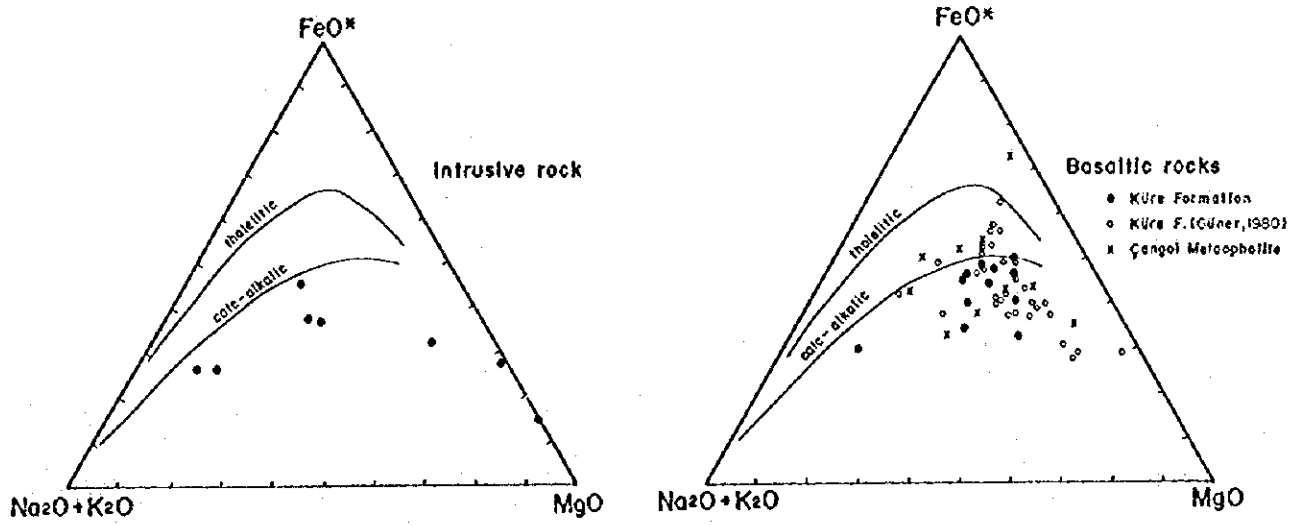
#### 【崖錐堆積物】

調査地域北東端に分布し、チャーラヤン層石灰岩が形成する山地の裾野に発達した崖錐堆積物で、多量の石灰岩角礫を含む。

### 2-3 貫入岩類

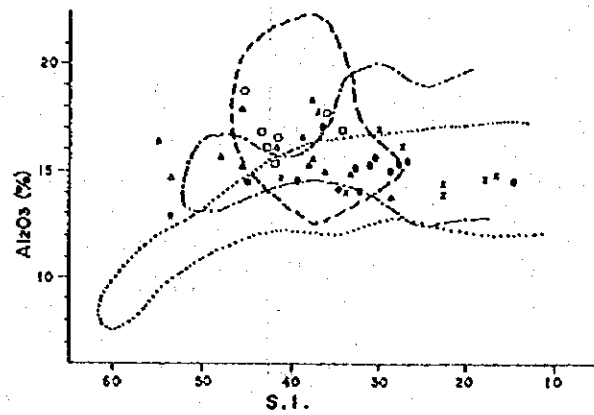
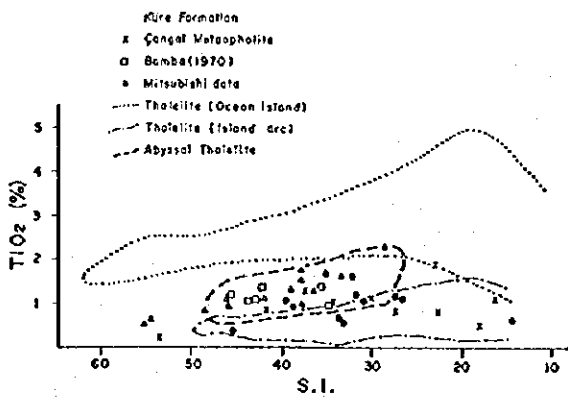
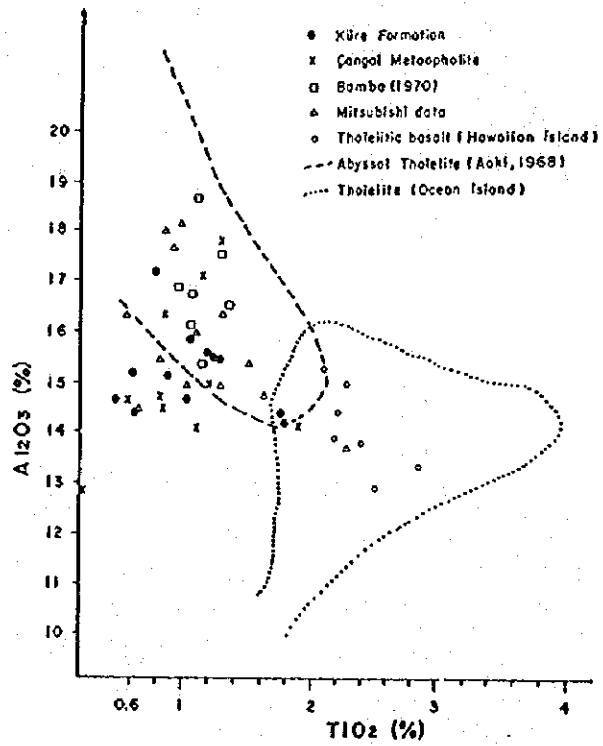
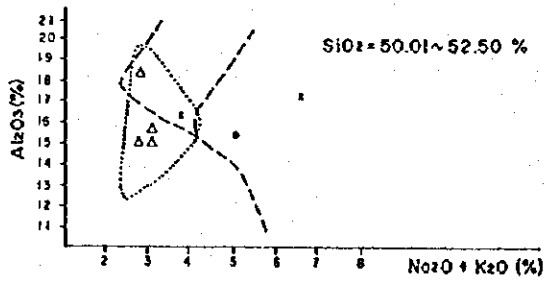
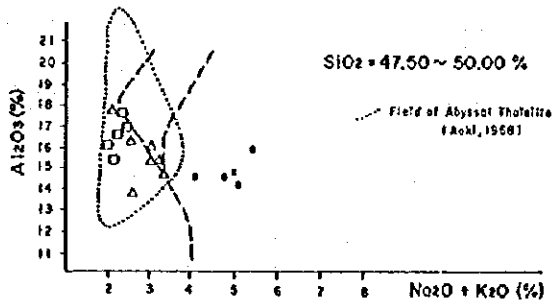
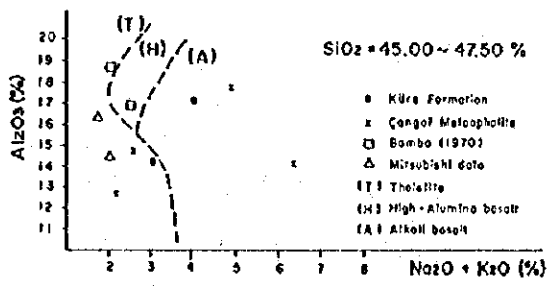
#### 【閃緑岩】

カラジャカヤ山東部の  $0.2 \times 2$  km の範囲を占め、さらに地域各所に小規模岩体として分布

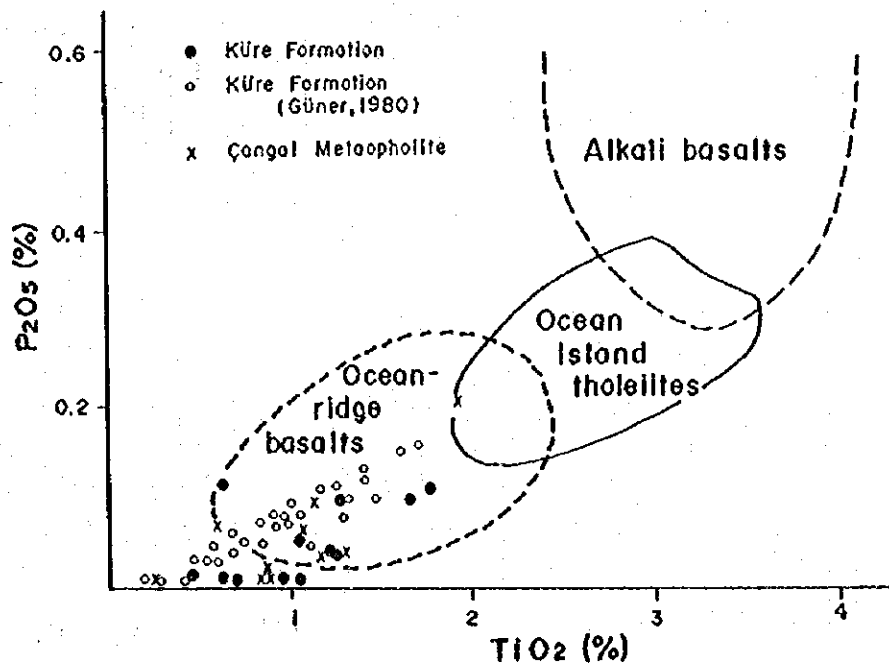
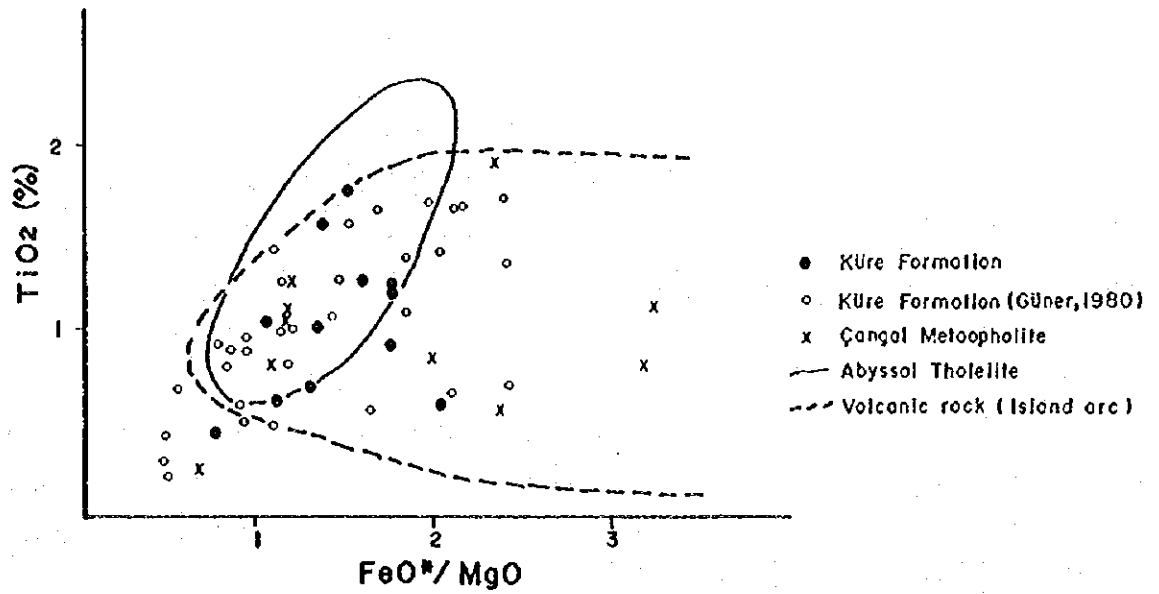


第2-4図 キューレ地区玄武岩の化学成分 (1/3)





第2-4図 キューレ地区玄武岩の化学成分 (2/3)



第2-4図 キューレ地区玄武岩の化学成分 (3/3)

する。キューレ層の塊状玄武岩中に貫入していることが多い。淡緑色を呈する閃緑岩または暗緑色を呈する斑れい岩からなり、鏡下では斜長石、普通角閃石、普通輝石などの斑晶からなる完晶質組織を示す。

#### 【デイサイト】

地域北西端エルマクツウ山周辺、地域西端、アシュキョイ鉱体西方及びバキババ北東方で、キューレ層の玄武岩類または黒色頁岩中に、いずれも幅の狭い岩脈として産する。灰色を呈するデイサイトからなり、鏡下では石英、斜長石及び黒雲母の斑晶が認められ、石基は二次細粒石英及び緑泥石から構成され、斑状組織を示す。

### 2-4 地質構造

キューレ層の黒色頁岩と砂岩の走向傾斜は一定の傾向を示さない。両者の走向傾斜の頻度分布をみて強いてその傾向を挙げれば、全体としては走向NE-SWまたはNW-SE、傾斜30～60°Sを示すことが多い。地域北部では走向NW-SE、傾斜S、地域南部では走向NE-SW、傾斜Sを示すことが多い。

閃緑岩及びデイサイトの貫入岩及びカラダナ層を除き、超マフィック岩類を含むすべての地層は大小問わず転位をしている。玄武岩類中においても多数の断層が認められる。

キューレ層中に認められる断層の主要なものは、NNE-SSW～NW-SE系とこれを切るNW-SE～ENE-WSW系よりなる。アシュキョイ・ピットなどでのこれまでの探鉱結果から前者は縦すべり要素の強い断層であると考えられる。超マフィック岩とキューレ層との境界は、NNE-SSW～NW-SE系、NW-SE系、E-W～WNW-ESE系の3方向の断層が合わさったように見える。

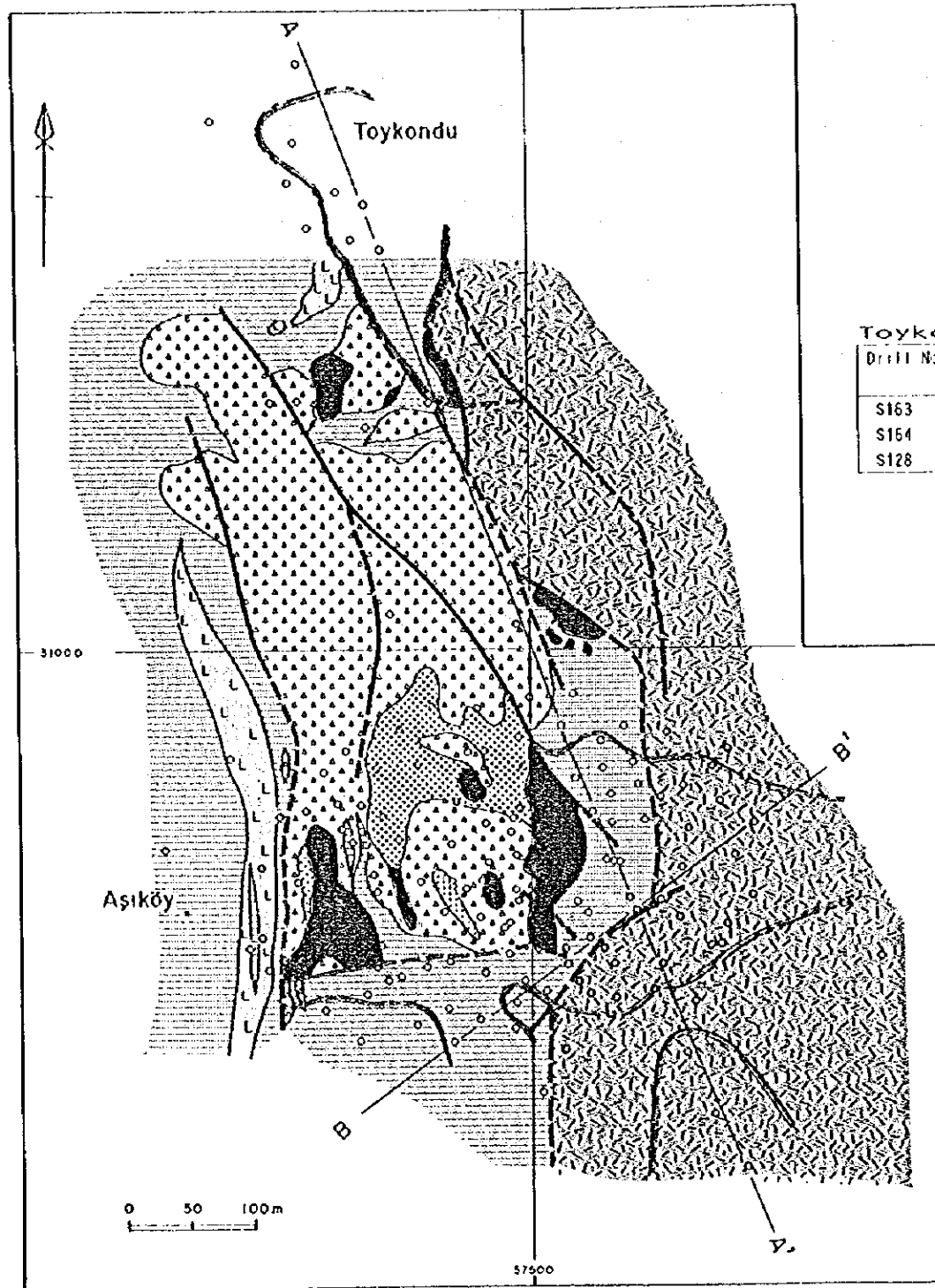
貫入岩類の地表における伸長方向は、キューレ層の堆積岩類と玄武岩類の境界方向と調和した方向である。

### 2-5 キューレ鉱床

#### 【アシュキョイ・トイコンツ鉱床】

アシュキョイ・トイコンツ鉱床は、アシュキョイ・ピット付近からピット北方にかけての範囲に分布する鉱床である。これらはピット北部からさらに北方に延びるトイコンツ鉱床とアシュキョイ・ピット中央部から南部に位置するアシュキョイ鉱床とに分けられる。アシュキョイ鉱床はオープンピットで観察可能であり、さらに鉱床の下部及び側方延長部についてはボーリング調査により捕捉されている。トイコンツ鉱床の一部はピットで観察できるが、その大部分はボーリング調査が実施されているのみである。第2-5図にアシュキョイ鉱床平断面図を示す。



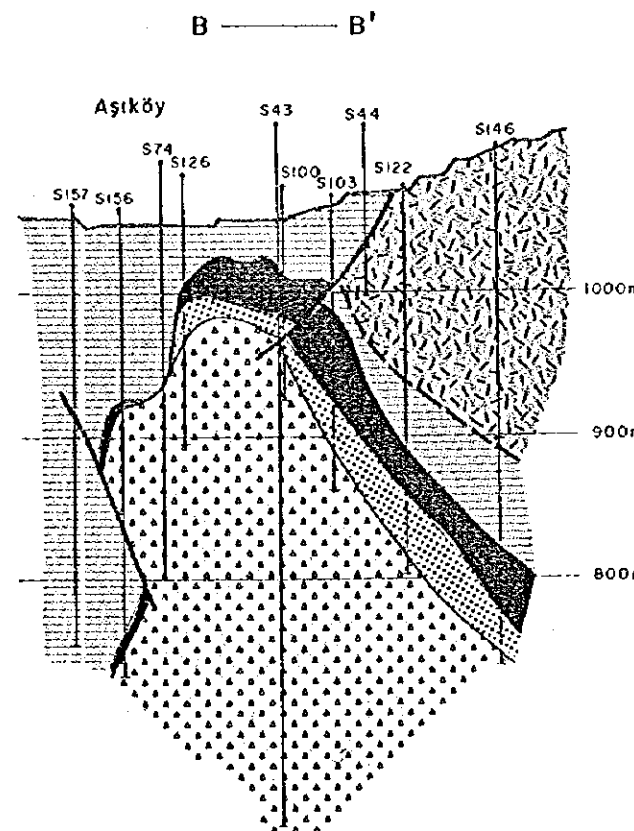


L E G E N D

- Breccio (Black Shale, Sandstone)
- Küre F Pillow lava
- Hyoclastite
- Intrusive rock Dacite
- Massive ore
- Network and disseminated ore
- Massive ore delineated by drill holes
- Drill hole

Toykundu

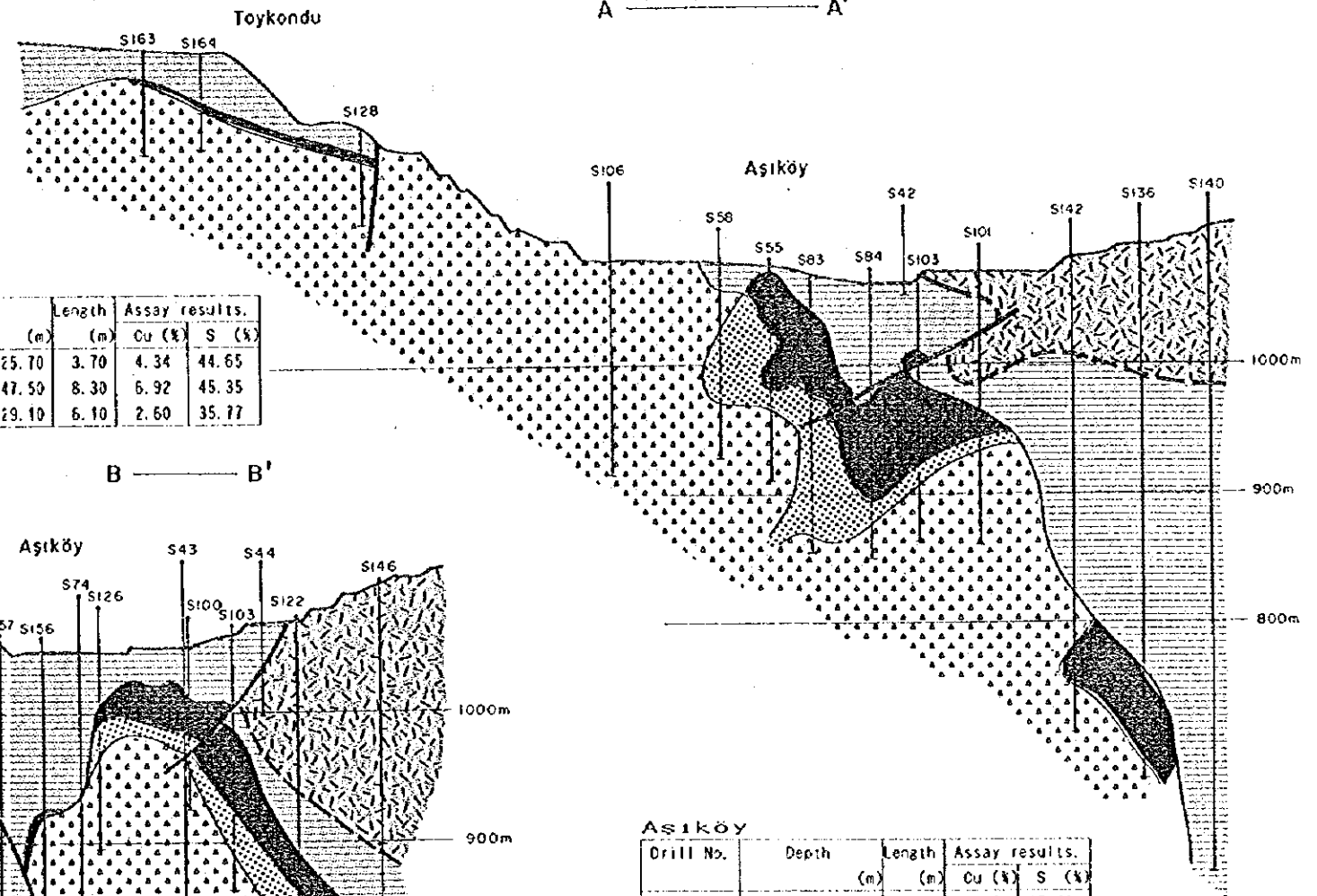
Drill No.	Depth (m)	Length (m)	Assay results.	
			Cu (%)	S (%)
S163	22.00~25.70	3.70	4.34	44.65
S154	39.20~47.50	8.30	6.92	45.35
S128	23.00~29.10	6.10	2.60	35.77



Aşıköy

Drill No.	Depth (m)	Length (m)	Assay results.	
			Cu (%)	S (%)
S156	135.00~142.00	7.00	3.15	28.08
	300.50~313.80	13.30	2.47	26.95
	72.35~88.10	15.75	1.99	44.62
S126	88.10~116.25	28.15	0.70	21.66
	99.30~138.20	47.90	1.31	48.52
	58.00~85.40	27.40	1.76	46.32
S100	85.40~99.65	14.25	0.84	18.37
	120.80~144.00	23.20	0.25	8.81
	61.50~73.40	11.90	1.36	46.44
S103	86.75~149.00	62.25	1.22	45.15
	149.00~167.50	18.50	0.08	27.51
	186.00~209.50	23.50	8.53	42.65
S122	209.50~234.00	24.50	3.71	26.90
	234.00~258.00	24.00	0.44	10.18
	279.00~326.00	47.00	5.00	43.92
S146	335.50~361.00	25.50	0.36	12.04

A ——— A'



Aşıköy

Drill No.	Depth (m)	Length (m)	Assay results.	
			Cu (%)	S (%)
S58	79.00~135.90	56.00	0.20	27.40
S55	10.08~42.00	31.92	3.62	44.71
	42.00~65.00	24.00	2.48	38.14
	66.00~76.00	10.00	1.43	31.06
	75.00~106.50	30.50	0.61	49.94
	106.50~118.50	12.00	0.83	35.02
S83	32.00~46.00	14.00	9.40	35.44
	46.00~102.00	55.00	1.85	40.99
	104.00~210.50	106.50	0.37	19.16
S81	103.90~184.60	80.70	3.09	47.02
	184.60~189.70	5.10	0.59	18.15
S103	61.50~73.40	11.90	1.39	46.44
	86.75~149.00	62.25	1.23	45.15
	149.00~167.50	18.50	0.08	27.50
S101	127.75~151.80	24.05	2.53	42.03
	151.80~165.10	14.30	1.64	18.42
S142	294.00~295.65	1.65	3.66	38.30
	328.00~357.50	29.50	0.47	42.66
S135	357.50~397.00	39.50	0.09	35.21
S135	372.50~435.25	62.75	3.19	47.54

第2-5図 アシキョイ鉄床平断面図









アシュキョイ鉱床付近の地質は、キューレ層の黒色頁岩・グレーワック、ハイアロクラスタイト及び枕状溶岩、さらに堆積岩類を貫くデイサイトからなる。平面的にはピット東側では枕状溶岩が、ピット中央部では鉱床、黒色頁岩・グレーワック及びハイアロクラスタイトが、ピット西部では黒色頁岩・グレーワック及びデイサイトが、南北方向に伸びた分布を示す。

トイコンツ鉱床付近の地表地質はキューレ層の黒色頁岩・砂岩及びデイサイトからなる。

アシュキョイ・トイコンツ鉱床付近には、多数の断層が発達している。NNW-SSE～N-S系、E-W系、及びNE-SW系の走向を持ち、傾斜方向は一定しないが急傾斜（50～80°）である。黒色頁岩は鱗片状壁開を持つことが多いが、一部の塊状鉱直上では黒色頁岩は塊状をなし、鱗片状壁開は認められない。

アシュキョイ鉱床はキューレ層の黒色頁岩・グレーワックとハイアロクラスタイトとの境界部またはハイアロクラスタイト中に胚胎している。鉱石は、黄銅鉱含有量の多少はあるが、肉眼的にほぼ均質な塊状鉱、塊状鉱礫を黄銅鉱・黄鉄鉱が充填する礫状鉱、黒色頁岩中の径10～30cmの亜円～亜角礫の塊状鉱礫、ハイアロクラスタイト中の網状鉱よりなる。

アシュキョイ鉱床はピット中央部に位置する鉱床とその北方及び南西方に位置する鉱床よりなる。北側の鉱床は平面的な広がり70×20mの塊状鉱、さらにその南に隣接する黒色頁岩中の塊状鉱礫よりなる。ピット中央部の鉱床は東西方向380m、南北方向200mの範囲を占め、塊状鉱及び網状鉱よりなる。このうち塊状鉱は全体として南側に凸の湾曲した平面的な分布を示すが、そのうち東側は面積180×200mの範囲を占め、西側に比べその鉱床分布範囲は広い。

ピットで観察される東部の塊状鉱とその上位の黒色頁岩との境界の走向傾斜は南北方向、50～70°Eであり、その鉱床の厚さは15～35mである。塊状鉱を捕捉しているボーリングの着鉱品位を見るとCu1～9%、S40～48%である。網状鉱はハイアロクラスタイト中に幅0.1～1cmの黄鉄鉱・黄銅鉱・石英細脈が網状に分布し、さらにこれら硫化鉱物が鉱染したものである。

塊状鉱の下盤のハイアロクラスタイトは厚さ1～3m程度脱色珪化していることがあり、変質鉱物として多量の石英と少量の絹雲母を含有する。網状鉱の母岩は緑色を呈することが多いが、細脈の密度が高くなり、強く鉱染した網状鉱の母岩は脱色珪化している。この場合変質鉱物は大部分が石英で、わずかに絹雲母を伴う。

ピット南西方に位置する鉱床は、ボーリングにて捕捉された塊状鉱及び網状鉱よりなる。その南西側の広がり未確認である。

アシュキョイ鉱床の塊状鉱は、鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、少量の黄銅鉱、閃亜鉛鉱、白鉄鉱、微量の銅藍、四面銅鉱、磁硫鉄鉱を含有し、脈石鉱物として石英、稀に金紅石、

白チタン石、粘土鉱物、炭酸塩鉱物を含む。網状脈を構成する、あるいは鉱染している鉄石鉱物は塊状鉄と同様である。

トイコンツ鉄床はピット北部からさらに北方にかけての約200m×50mの広がりを持つ塊状鉄床と、さらにその周囲に平面的な広がりが50×20m以下の数個の塊状鉄床からなる。

ピット北部からさらに北方にかけて分布する鉄床のボーリングでの着鉄幅は3~15m、品位はCu1~4%、S32~51%である。地表より黒色頁岩・グレーワック、塊状鉄、ハイアロクラストイトの順で垂直方向に配列している。塊状鉄は、鉄石鉱物として、多量の黄鉄鉄、少量の黄銅鉄、閃亜鉛鉄、微量の斑銅鉄、四面銅鉄、銅藍、白鉄鉄、磁硫鉄鉄を含有し、脈石鉱物として石英を含む。塊状鉄の化学分析値はボーリングB-164号でCu6.92%、S45.35%を得ている。

トイコンツ鉄床のうち、平面的な広がりが50×20m以下の鉄床は、黒色頁岩・グレーワックとハイアロクラストイトの境界部に位置する塊状鉄ないしは礫状鉄よりなる。礫状鉄は黄銅鉄・黄鉄鉄よりなる塊状鉄礫を粉状~粗目状の黄鉄鉄が充填したものである。一部にはハイアロクラストイト中に直径10~20cmの亜円形の塊状鉄礫が見られる。このハイアロクラストイトの東側は断層で枕状溶岩と接するが、断層から西側に向い塊状鉄礫の含有比率が低下するとともに、母岩の脱色珪化の程度も弱くなる。

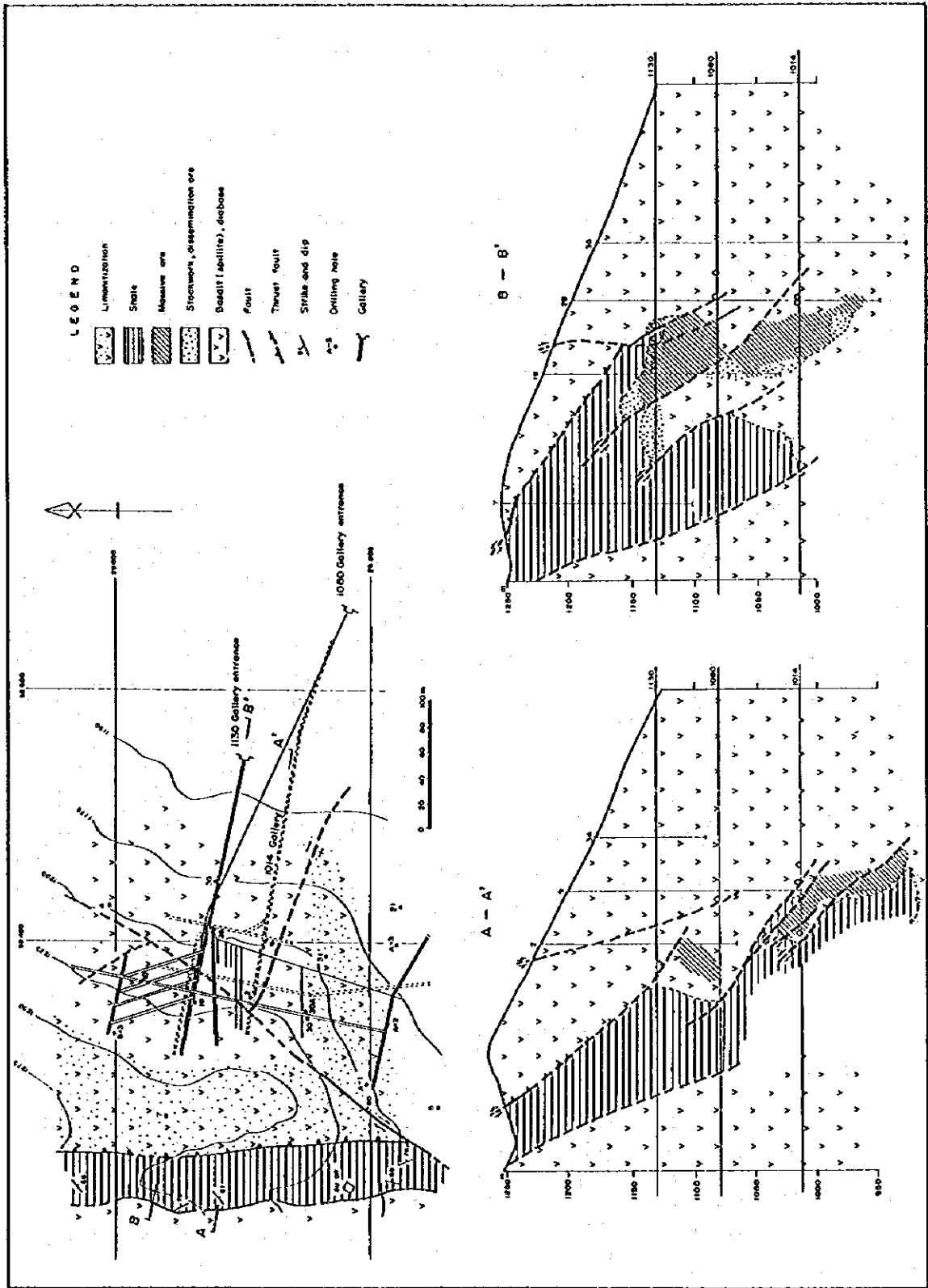
ハイアロクラストイトに見られる変質としては、塊状鉄直下のハイアロクラストイトの一部が脱色珪化し(厚さ1~2m)、さらにその下位のハイアロクラストイトの基質部に赤鉄鉄が見られるほかは特に顕著な変質はない。

#### 【バキババ鉄床】

バキババ鉄床は、アシュキョイ鉄床の東方約900mに位置する。キューレ鉄山発祥の鉄床で、古くはギリシャ時代から断続的に採掘されている。バキババ鉄床の地表に大量の鉄滓の堆積が見られ、現在のバキババ鉄床近くの別鉄床採掘によるものと考えられている。現在は坑外ボーリングにより探鉄が実施されている。バキババ鉄床の平断面図を第2-6図に示す。

バキババ鉄床周辺の地質は、黒色頁岩・砂岩、ハイアロクラストイト及び枕状溶岩(一部塊状玄武岩)からなる。地表では鉄床西方から枕状溶岩、黒色頁岩・砂岩及びハイアロクラストイトが南北方向に伸長して分布する。それぞれの岩石は断層により境され、断層は東傾斜を示している。

バキババ鉄床は黒色頁岩・砂岩と、ハイアロクラストイトの境界部またはハイアロクラ



第2-6图 バキババ鉱床平面断面図 (ETIBANK, 1985)

スタイト中に胚胎する塊状鉱よりなる。塊状鉱は落し方向に伸長した芋状の形状をなし、鉱床の平面的形態は $40 \times 70 \sim 80 \times 80$ mのほぼ楕円形から円形を示す。鉱床の落しは $50 \sim 60^\circ$  SEであり、その延長は130mまで確認されている。

920m地並坑道では西から枕状溶岩、珪化ハイアロクラスタイト（黄鉄鉱鉱染）、塊状鉱、黒色頁岩、ハイアロクラスタイト（一部黄鉄鉱網状細脈）の順で分布し、塊状鉱は厚さ10mで南北方向に伸長している。本坑道に見られるハイアロクラスタイトの変質は珪化であり、幅5m程度で東西方向に伸長する。

バキババ鉱床の塊状鉱は、鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、少量の黄銅鉱、閃亜鉛鉱、微量の銅藍、磁硫鉄鉱を含有し、脈石鉱物として石英を含む。塊状鉱の化学分析値はCu4~15% S40%以上と局部的に銅品位の高い部分が認められる。

バキババ鉱床周辺の地表は、 $600 \times 500$ mの範囲にわたって硫化鉱物が酸化褐鉄鉱化し、赤褐色を呈する。

バキババ鉱床の東方600mには面積 $550 \times 330$ mの範囲に鉱滓があり、これら鉱滓は微量の黄銅鉱、斑銅鉱、銅藍、磁硫鉄鉱、磁鉄鉱、赤鉄鉱を含有しており、Cu1~4% Co0.2~0.4%の品位を有する。

#### 【クズルス鉱床】

クズルス鉱床はバキババ鉱床の南1.7kmに位置する。ボーリングにより着鉱した高品位部分は既に採掘された。

クズルス鉱床周辺の地質は、黒色頁岩・砂岩、ハイアロクラスタイト及び塊状玄武岩（一部枕状溶岩）からなる。地表では南西側から黒色頁岩・砂岩、ハイアロクラスタイト及び塊状玄武岩の順に、ほぼNW-SE方向に伸びて分布する。黒色頁岩・砂岩とハイアロクラスタイトとは断層で接している。

鉱床はハイアロクラスタイト中に胚胎する網状鉱及び塊状鉱よりなる。鉱床の平面的広がりには $300 \times 150$ mである。ボーリング調査結果によれば、鉱床の大部分が網状鉱であり、塊状鉱でまとまった広がりを出すのは面積 $80 \times 40$ m、着鉱幅15m程度である。塊状鉱及び網状鉱とも、鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、少量の黄銅鉱、微量の閃亜鉛鉱、斑銅鉱、銅藍、四面銅鉱、白鉄鉱を含有し、脈石鉱物として石英を含む。

塊状鉱の化学分析値はCu4%、S40%であり、ゴッサンの化学分析値はCu1%以下、Si~2%である。

鉱床上部はゴッサンとなっており、母岩のハイアロクラスタイトは、脱色珪化し変質鉱物として多量の石英と少量の絹雲母が認められる。

### 【鉍石の顕微鏡下での特徴】

キューレ鉍山産の鉍石研磨片の鏡下での主な特徴は以下のように要約される。鉍石研磨片検鏡結果は巻末第5-2表に示す。

黄鉄鉍：黄鉄鉍は2つのタイプからなる。鉍化作用の初期に晶出し、結晶粒が大きく、その大部分でカクラスチック組織の認められる黄鉄鉍と、鉍化作用の末期のメリニコバイトが生成されるような環境下での組織を示すコロフォーム状からゲル状の黄鉄鉍とからなる。殆どの研磨片で両者の組織が認められ、前者の組織がより顕著に認められる。

黄銅鉍：カクラスチック組織の粒間を黄銅鉍が充填している。

閃亜鉛鉍・方鉛鉍：離溶状で黄銅鉍と共生しているが、亜鉛・鉛の分析値1%以下であることから存在量は少ない。

コバルト鉍物：黄鉄鉍と同じ結晶構造であり、硫コバルト鉍と多形をなすカロライト、黄鉄ニッケル鉍とが鏡下で認められる。前者は粒状で、後者は大きな結晶となり、この中にコバルトの含有のより高い脈状部分が見られる。

チタン鉍物：白チタン石、金紅石、鋭錐石等が鏡下で認められる。これらのチタン鉍物が黄鉄鉍中に微細に離溶状組織をなすこともあるが、白チタン石は有色鉍物(苦鉄質鉍物)からの変質と推定されるように、脈石鉍物中に金紅石・鋭錐石は微細な結晶として、黄鉄鉍ないし脈石鉍物中に認められることが多い。

### 【鉍石分析結果(化学分析及びEPMA)】

銅・鉛・亜鉛以外の鉍石分析結果は以下のように要約される。巻末第5-4表に鉍石分析結果を示す。

金：アシュキョイ・バキババ鉍床では8g/Tと比較的高い品位を示すことがあるが、一般に1~2g/Tが多い。トイコンツ鉍床でも4g/Tまでである。クズルス鉍床、バキババ鉍床地表のゴッサン、バキババ鉍床地表の鉍滓等で1g/T程度の金含有を示す試料が認められた。

銀：大部分が検出限界以下で、最高25g/Tである。

コバルト：キューレ鉍床の鉍石では最高0.5%まで含有する。バキババ鉍床近くの鉍滓で3.31%まで検出された。

硫黄：キューレ鉍床では40~50%と含有が高い。

アシュキョイ鉍床から4個、バキババ鉍床から3個の代表的試料を鉍石分析すると共に、EPMAにより鉍石中に含まれる微量成分の定性分析を行った。測点は21点、成分は17元素である。各成分については以下のような傾向が認められた。なお、分析結果は巻末第5-6表に示す。

金：7件の試料の検鏡観察ではエレクトラムや自然金は検出されなかった。金の特性X線像でも得られず、一般的に検出限界以下である。黄銅鉱中で0.08%(Max)、黄鉄鉱中で0.09%、閃亜鉛鉱中で0.06%含まれる。

銀：銅-銀硫化鉱物が黄鉄鉱中に存在する。一般的には分析の検出限界付近から限界以下である。黄銅鉱中で0.03%(Max)、黄鉄鉱中で0.02%含まれる。

マンガン：極微量黄銅鉱・黄鉄鉱などに含まれる(0.02~0.03%)ことがある。

砒素：黄鉄鉱中で最高0.28%、黄銅鉱/黄鉄鉱間に形成されている未同定鉱物中で0.10%まで、黄銅鉱中に最高0.04%含まれる。

アンチモン：黄銅鉱及び黄鉄鉱中に0.02%まで含まれることがある。

ビスマス：一部の黄鉄鉱中では0.15%(Max)含まれる。黄銅鉱中に0.06%まで、閃亜鉛鉱中に0.03%まで含まれる。

セレン：黄銅鉱/黄鉄鉱間に形成されている未同定鉱物中で0.08%まで、黄銅鉱及び閃亜鉛鉱中で0.07%まで、黄鉄鉱中で0.02%まで含まれる。

コバルト：一部の黄鉄鉱中では0.75%(Max)、黄銅鉱/黄鉄鉱間に形成されている未同定鉱物中で0.41%まで、黄銅鉱中では0.06%まで含まれる。

ニッケル：黄銅鉱中で0.01%、黄鉄鉱中で0.1%まで含まれる。

#### 【S同位体分析結果】

アシュキョイ鉱床から6試料、バキババ鉱床から1試料を選び、バルクの硫黄を測定した。測定機器はフィニガンマツト社製のdelta-Edで錫強燐酸法で硫黄を抽出した。測定値は国際標準隕石硫黄(CDT)に対する千分率偏差(‰)で表示し、精度は $\pm 0.1‰$ である。測定結果を巻末第垂5-7表に示す。

$\delta_{34S}$ 値の範囲は $+5.43 \sim +12.72‰$ である。塊状鉱石中で黄銅鉱の多い部分と黄鉄鉱の多い部分とでは有意差は認められないが、脈状部で $+8 \sim +12‰$ と高い値となる。

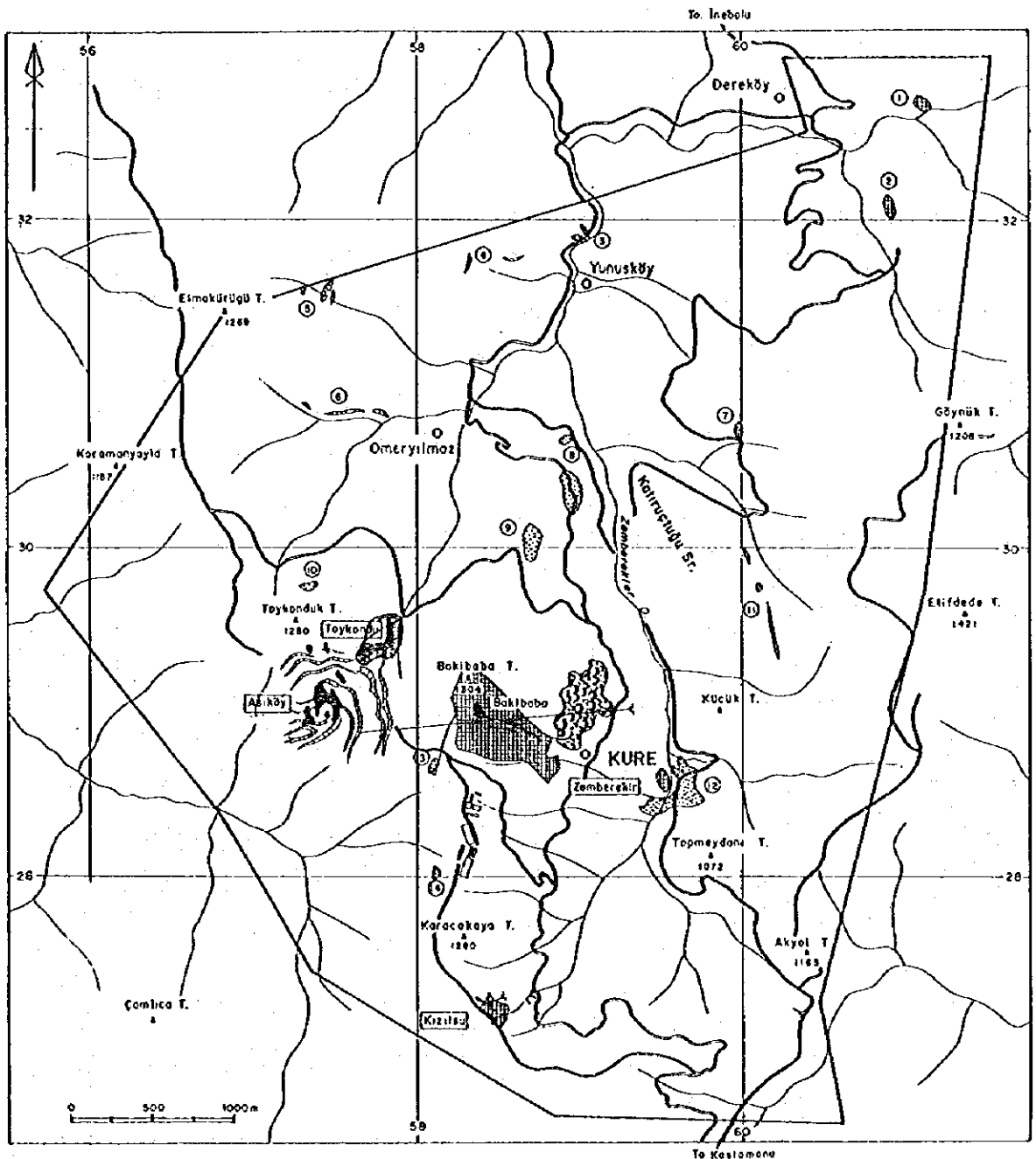
今回の測定値は数が少ないが、オフィオライトの $\delta_{34S}$ 値とほぼ同じ領域であることから、本鉱床は深海での海水の影響を受けずに同成的に生成された鉱床と推定される。

#### 2-6 その他の鉱微地

本地区に認められた鉱微地を第2-7図に示す。

#### 【エルシズレルデレ】

バキババ鉱床の北東4.7kmに位置する。キューレ層の塊状玄武岩及びハイアロクラスタイト中に胚胎する網状褐鉄鉱細脈及び石英-褐鉄鉱脈よりなる。本鉱微地の平面規模は $100 \times 40m$ である。



L E G E N D

- |                         |                       |                     |                      |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| ① Ersizlerdere          | ② İpsinler Köyü       | ③ North of Yunusköy | ④ West of Yunusköy   |
| ⑤ East of Esmakütüğü    | ⑥ West of Ömeryılmaz  | ⑦ West of Göynük T. | ⑧ East of Ömeryılmaz |
| ⑨ North of Bakibaba     | ⑩ North of Toykonduk  | ⑪ East of Bakibaba  | ⑫ Zemberekler        |
| ⑬ Southwest of Bakibaba | ⑭ North of Karacakaya |                     |                      |
- 
- |               |          |                   |        |
|---------------|----------|-------------------|--------|
| ● Massive ore | ▨ Gossan | ⊙ Mineral showing | ⊘ Slag |
|---------------|----------|-------------------|--------|

第2-7図 キューレ地区鉄微地位置図

#### 【イブシンレル】

バキババ鉱床の北東4kmに位置する。キューレ層の塊状玄武岩及び砂岩が珪化し、褐鉄鉱染が見られる。本鉱徴地の平面規模は150×50mである。

#### 【ユヌスキョイ北部】

デレキョイ部落南西1.3kmに位置する。キューレ層塊状玄武岩中のNW-SE系裂か沿いに見られる幅0.4~0.5mの脈状の珪化-黄鉄鉱染帯である。

#### 【ユヌスキョイ西部】

バキババ鉱床の北2.9kmに位置する。キューレ層の黒色頁岩・砂岩中のNNW-SSE系断層または黒色頁岩・砂岩と超マフィック岩との境界をなすNNE-SSW系断層沿いの幅2m程度のレンズ状の珪化岩であり、褐鉄鉱の鉱染が見られる。

#### 【エルマクツーウ東方】

バキババ鉱床の北北西2.9kmに位置する。キューレ層の塊状玄武岩またはデイサイトの一部が珪化し、黄鉄鉱の鉱染が認められるものである。

#### 【オメルイルマズ西部】

バキババ鉱床の北北西2kmに位置する。黒色頁岩・砂岩と超マフィック岩とを境するE-W方向の断層沿いの脈状珪化岩であり、褐鉄鉱染を認める。脈状珪化岩は不連続ながら500mにわたって分布する。

#### 【ギョイヌック西部】

バキババ鉱床の北東2.4kmに位置する。キューレ層の塊状玄武岩中に認められる珪化-黄鉄鉱染で、その平面規模は100×50mである。

#### 【オメルイルマズ東部】

オメルイルマズ部落の東300m付近の黒色頁岩・砂岩と接するハイアロクラスタイト中に2カ所の鉱徴地が見られる。北側は幅2~3mの珪化-黄鉄鉱網状脈であり、南側は250×100mの範囲が脱色変質し、一部に珪化及び褐鉄鉱染が見られるものである。

#### 【バキババ北方】

バキババ鉱床の北北東0.6kmに位置する。キューレ層の枕状溶岩、ハイアロクラスタイト



トまたは塊状玄武岩が200×100mの範囲にわたり珪化したもので、一部に褐鉄鉱鉄染が見られる。珪化岩は変質鉱物として多量の石英と絹雲母、緑泥石を含有する。

#### 【トイコンツ北方】

トイコンツ鉱床北方250m地点の枕状溶岩と塊状玄武岩とが断層で接している部分にゴッサンが分布する。

#### 【バキババ東方】

バキババ鉱床の東2kmに位置する。キューレ層の玄武岩類中の断層及び黒色頁岩・砂岩-玄武岩類境界断層沿いに見られる脈状珪化岩で褐鉄鉱の鉄染を伴う。これらの中の白色変質岩には変質鉱物として多量の石英と少量の緑泥石が認められる。

#### 【ゼンベレクレル】

バキババ鉱床の南東1.2kmに位置する。キューレ層の枕状溶岩中に2カ所の鉄微地を認めた。1カ所は面積120×50mの範囲に赤色土壌（ゴッサン）が認められるもので、周囲には鉄滓が分布する。他はさらに南東に位置し、面積400×150mの範囲が珪化し一部に黄鉄鉱鉄染または細脈を認めるものである。珪化岩は変質鉱物として多量の石英を含み、少量の黄鉄鉱または白鉄鉱の鉄染が認められる。

#### 【バキババ南西】

バキババ鉱床の南西0.4kmに位置する。キューレ層の黒色頁岩が変質脱色し、褐鉄鉱の鉄染が認められるものである。

#### 【カラジャカヤ北方】

バキババ鉱床の南南西1kmに位置する。キューレ層のハイアロクラストイトが珪化し褐鉄鉱の鉄染が見られる。本鉄微地の平面規模は50×50mである。

### 2-7 考 察

本地区の地質は、先ジュラ系の超マフィック岩類、ジュラ系キューレ層の玄武岩類、堆積岩類、白亜系下部カラダナ層の灰白色含化石石灰岩、白亜系上部チャーラヤン層の淡褐色白色マール及び崖錐堆積物、さらに、貫入岩類である閃緑岩及びデイサイトよりなる。

本地区の大部分を占めるジュラ系キューレ層の玄武岩類は、枕状溶岩、ハイアロクラストイト及び塊状玄武岩に区分される。

キューレ層の堆積岩類は、黒色頁岩、砂岩などが構造的に破碎され、これらの角礫が混

在した角礫岩よりなる。砂岩は角礫となり、黒色頁岩は強く破碎され粘土質になっていることが多い。基質は泥質岩である。キューレ層の堆積岩類及び玄武岩類はメラランジェであると解釈される。

本地区の地質構造は多数の断層構造により特徴づけられ、N-S系断層とこれを切るE-W系断層が発達する。閃緑岩及びデイサイトの貫入岩類及びカラダナ層を除き、超マフィック岩類を含むすべての地層の境界は大小を問わず転位をしている。貫入岩類の地表における伸長方向は、近隣の断層の走向方向、また、キューレ層の堆積岩類と玄武岩類の境界方向と調和した方向である。

本地区には、既知鉱床としてアシュキョイ・トイコンツ鉱床、バキババ鉱床及びクズルス鉱床がある。これらの鉱床は、キューレ層ハイアロクラストイトと黒色頁岩との境界部またはハイアロクラストイト中に胚胎する。このほか大きな平面的広がりを持つ鉱化帯としてゼンベレクレル鉱化帯がある。

アシュキョイ鉱床は、本地区内で最大規模の鉱床である。鉱床は複数の鉱体からなり、そのうち最も規模の大きな鉱体は東西方向380m、南北方向200mの範囲に分布し、その厚さは15~35mを有する。

鉱石は、黄銅鉱含有量の多少はあるが、肉眼的にほぼ均質な塊状鉱、塊状鉱礫を黄銅鉱・黄鉄鉱が充填する礫状鉱、黒色頁岩中の径10~30cmの歪円~歪角礫の塊状鉱礫からなる礫状鉱、網状鉱、鉱染状鉱よりなる。鉱石鉱物として多量の黄鉄鉱、少量の黄銅鉱、閃亜鉛鉱、白鉄鉱、微量の銅藍、四面銅鉱、磁硫鉄鉱を含有し、脈石鉱物として石英、稀に金紅石、白チタン石、粘土鉱物、炭酸塩鉱物を含む。

アシュキョイ鉱床で塊状鉱を捕捉しているボーリングの着鉱品位を見るとCu1~9%、S40~48%である。

塊状鉱下盤のハイアロクラストイトは、1~3m程度の範囲が脱色珪化していることがあり、変質鉱物として多量の石英と少量の絹雲母を含有する。網状鉱の母岩は緑色を呈することが多いが、細脈の密度が高くなり強く鉱染した網状鉱の場合は母岩が脱色珪化している。

本地区に分布する鉱床は、周囲の地質、鉱石の産状及び鉱種の組み合わせなどからキプロス型の鉱床の特徴を示す。本地区には既知鉱床以外にも鉱徴地が知られ、これら及び既知鉱床周辺にキプロス型塊状鉱床の賦存が期待できる。

### 第3章 物理探査 (CSAMT法及びIP法)

#### 3-1 探査方法

キューレ地区における地下構造をCSAMT法電磁探査を用いて解明すること、また鉱化帯との関係をIP法電気探査を併用して解明するとともに異常帯を抽出し、今後の探鉱指針を得ることを目的とする。

キューレ地区全域が物理探査の対象地域である。

探査はCSAMT法とIP法からなる。CSAMT法は特定地域を対象とし、直線状に測定するアレイ式とキューレ地区全域の比抵抗構造を把握するためのランダム点に区分される。アレイ式CSAMT法は10測線、総測線長20,000m、400測点、ランダム点CSAMT法は113箇所を測定した。また鉱化作用の確認のためIP法は、3測線で総測線長4,000mで実施した(第2-8図)。

これら各測線の測線長と測点数は下記の通りである。

#### 【アレイ式CSAMT法】

測線名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	合計
測線長(m)	3000	3000	3000	3000	3000	900	900	2000	600	600	20000
測点数	60	60	60	60	60	18	18	40	12	12	400
測点間隔(m)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	

測線間隔 約250m

#### 【ランダム点CSAMT法】

測点数 113点

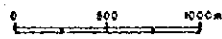
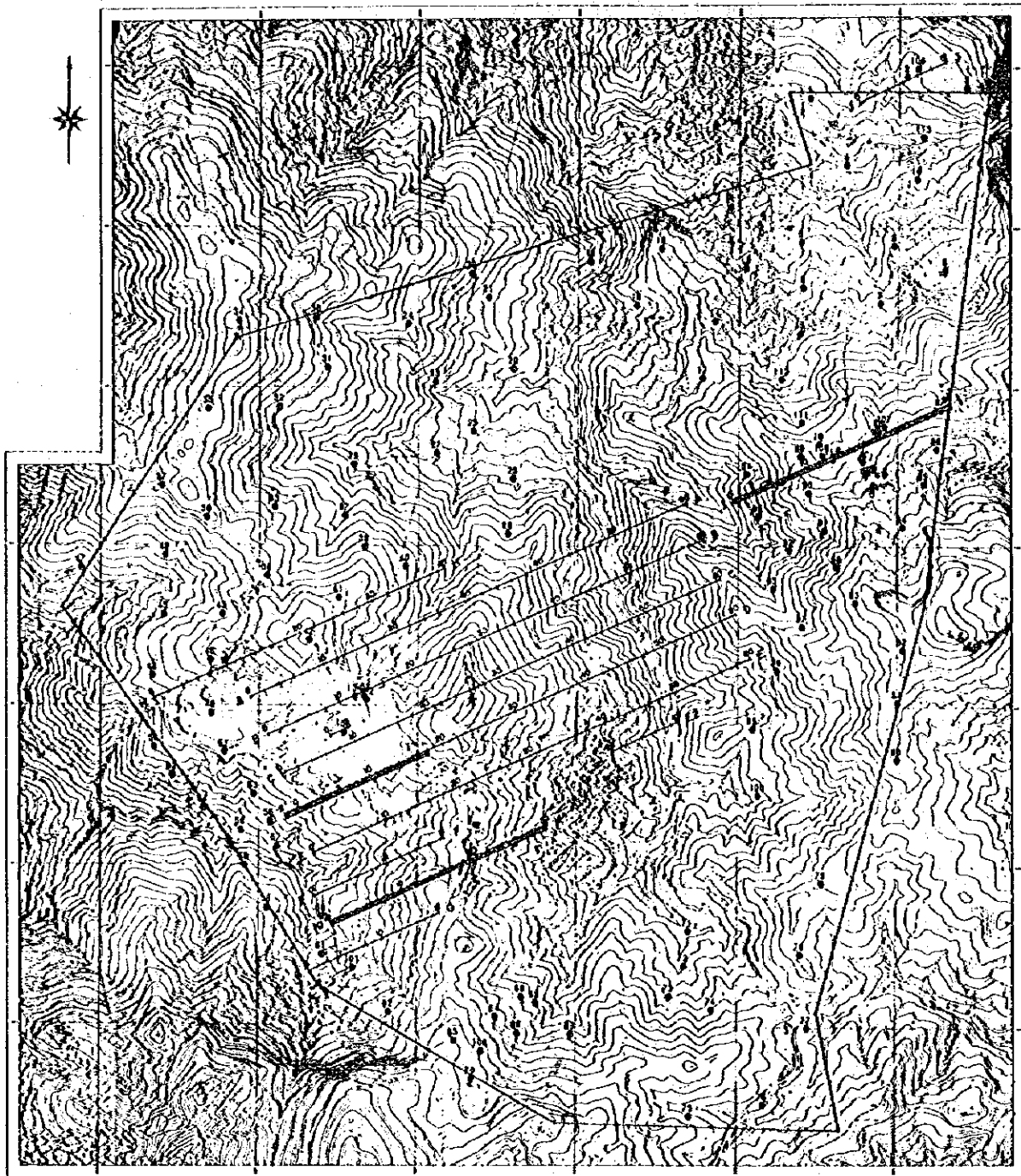
測点間隔 200~500m

#### 【IP法】





測線名	DD	II	K	合計
測線長(m)	1000	1500	1500	4000
測点数	30	55	55	140

#### 【測線設定】

アレイ式CSAMT法により本地区中央部の比抵抗構造を明らかにし、アシュキョイ鉱床及びバキババ鉱床との関連性を解明するため、5測線をアシュキョイ鉱床付近にN63°E方向約250m間隔で設定した。この一次探査の結果と既存データ解析結果から、アシュキョイ鉱床の南東部及びトイコンツ鉱床周辺に対し、それぞれ2測線と1測線を追加設定した。ま



L E G E N D

-  Survey Area
-  Random Point for CSAMT
-  Survey Line for Array CSAMT
-  Survey Line for IP Method

第2-8図 キューレ地区物理探査測点・測線位置図

たランダム点による測定結果で検出された、地区北東域の2箇所の異常地点に対し600mのアレイ式測線を設定した。

IP法はアレイ式及びランダム点 CSAMT法で検出された異常が鉱化作用に起因するか否か確認するため、アシュキョイ鉱床とクズルス鉱床の間に2測線とキューレ北東域に1測線を設定した。

### 3-2 調査・解析方法

#### 3-2-1 CSAMT法

##### 【測定方法及び測定機器】

アレイ式CSAMT法では電場測定のために測線上に7個の硫酸銅電極(ポーラスポット)を用い、電極間隔 50mのダイポール6個を設置して電位電極とした。また、磁場測定にはフェライトコアを芯とするコイルを使用した。設置場所は1組のアレイの中心位置において、測線(電場測定用ダイポール)に直交する方向に、受信器から約10 m離して水平に設置した。

測定周波数は 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 Hzの10周波数である。測定時には、各周波数毎に3回以上の測定を行い再現性を確認している。

本調査で使用した測定機材はソング社製(米国)のもので、周辺機器も含めて第2-1表に示す。

信号の送信源(流電点)はキューレ鉱山の南南東約4kmのウズヌスチャユ川支流に1カ所を設定した。流電電極は各測定地点から約4km以上離れるように考慮し、また電極間隔は約1.9kmとした。流電電極の方向は測線方向とほぼ平行なN63°E方向である。

流電電極の諸条件は次記のとおりである。

CSAMT法 流電電極データ

位置	標高(m)	方位	Dipole 間隔(m)	電流値 (Amp)	接地抵抗 (ohm)
NE : Lat 41° 46' 54" 電極 : Long 33° 44' 52"	900	N63°E	1,900	11.0	75
SW : Lat 41° 46' 30" 電極 : Long 33° 43' 39"	950				

第2-1表 CSAMT法測定機器一覧表

Item	Model	Specification
Transmitting System	Chiba Electric Transmitter CH-120A	Output Voltage :400, 600, 800, 1000V Output Current :0.1 ~ 20A Wave Form :Rectangular wave 1 pc Frequency :DC ~ 8192 Hz Weight :40 Kg
	Zonge GGT-20 Transmitter	Output Voltage :400, 600, 800, 1000V Output Current :0.4 ~ 40A Wave Form :Rectangular 1pc Frequency :DC ~ 8,192Hz Weight :120kg
	Zonge XMT-16 Transmitter controller	Frequency :DC ~ 8,192Hz Weight :5.8Kg 1 pc Power Requirement:12 Volt Battery
	Zonge ZMG-20 Engine Generator	Maximum Power :20 KW Frequency :400 Hz 1 pc Output Voltage :115V Power :62Hp
Receiving System	Zonge GDP-16/8 Data Processor	Input Channel :8 ch. Sensitivity :0.03 $\mu$ V 1 pc Weight :23Kg Power Requirement:DC 12 Volt
	Toshiba Computer J-3100GT	16 bits 1 pc
	Zonge ANT/1B Antenna	1 Coil 1 pc Weight :6.2Kg
Electrode	Current Potential	Fe Plate 24cm X 36cm 15 Sheets Non-polarizable CuSO4 Porous Pot
Walkie Talkie	Yaesu	Output :5.0 watt 900 MHz 4 pcs

ランダム点におけるCSAMT法の測定条件は、電場測定の電極が1組である点を除けばアレイ式CSAMT法と同じ条件で測定した。

【解析方法】

見掛け抵抗を周波数別に平面図にプロットしたものが見掛け抵抗平面図である。この平面図から各周波数における見掛け抵抗の分布状態が把握できる。また、表皮深度（可探深度）は、周波数が低い程大きいので、各測点において上部に高い周波数を下部に低い周波数をとって縦軸とし、測点間を結び断面図を作成したものを見掛け抵抗断面図と呼ぶ。この断面図からは深度方向の定性的な見掛け抵抗の垂直分布が把握できる。

### 【一次元CSAMT曲線の解析】

現場調査で得られた各測点でのデータ，すなわち，10周波数に対する見掛け比抵抗値から各測点でのCSAMT曲線が得られる。このCSAMT曲線に対する一次元の多層構造解析は自動解析法を用いて以下に述べる手順で実施した。

- ① 予めBostick Inversion等により，実測のCSAMT曲線を定性的に解析し，初期モデルを設定する。
- ② 初期モデルのパラメータ(各層の比抵抗値 $\rho$ および厚さ $d$ )を初期値として，非線型最小自乗法を用いてパラメータの修正を行う。
- ③ モデルによる理論曲線が実測の曲線に十分に近似しているか調べる。
- ④ ②，③を繰り返す，最適モデルを求める。

なお，本調査のデータはNear Fieldに漸移するTransient Dataが認められるのみで，MT多層構造理論式に適合しないNear Fieldを示すデータは測定されなかった。従って，Near Field補正処理は実施せず一連の解析を実施している。

### 【二次元インバージョン解析】

2次元比抵抗構造解析は1次元解析の結果をもとに，推定されるモデルによる2次元の理論計算を行って，観測値と比較検討してモデルを修正し，最適モデルを求める順計算法(フォワード法)と観測値から逆に直接モデルを計算で求める逆計算法(インバージョン解析法)がある。本調査では小川，内田(1988，地質調査所)のインバージョンプログラムを利用してCSAMT異常部を解析した。この方法は2次元モデルの順計算を行って，応答関数のパラメータに関する偏微分係数を算出し，次に特異値分解を用いて逆解析を行って，新たなパラメータを設定する。このパラメータを用いて観測値との誤差が最小のものを選び出す方法である。

### 3-2-2 IP法探査

#### 【測定方法及び測定機器】

測定は受信電極と送信電極を測線上に設け，電極相互の間隔を離しながら測定を行う，一般的な方法を採用した。

測定の様子は下記のとおり。

電極配置：ダイポール・ダイポール配置

電極間隔：水平距離 100m

電極隔離係数： $n = 1 \sim 5$

測定周波数：0.3Hz及び3Hz

使用した測定機器を第2-2表に示す。

【解析方法】

測定されたFE値及び見掛比抵抗値は、測線断面にプロットしてそれぞれFE断面図及び見掛比抵抗断面図として表される。

見掛比抵抗には地形の影響が認められ、これを取り除くためコンピュータを利用した地形補正を実施してから断面表示した。この断面図から定性的なFE及び比抵抗の特徴が把握され、さらに2次元のモデルシミュレーションによって定量的なFE及び比抵抗の分布状況が把握できる。

第2-2表 IP法測定機器一覧表

Item	Model	Specification
Transmitter	Chiba Electric Lab. Model 8104T	Output Voltage : 200 V ~ 800 V Output Current : 0.2 ~ 2.5 Amp Wave Form : Square Wave Frequency : 0.1 Hz ~ 3 Hz
Engine Generator	McCulloch MK-2	Output : 2 kW Frequency : 400 Hz Output Voltage : 115 V
Receiver	Chiba Electric Lab. Model 8104R	Sensitivity : 10 V Frequency Range : 0.1 ~ 3 Hz Power Requirement 006Px4 pcs
Electrode	Current Potential	Stainless $\phi$ 0.6cm, Length 60 cm Non polarizable CuSO <sub>4</sub> Porous pot

3-3 探査結果

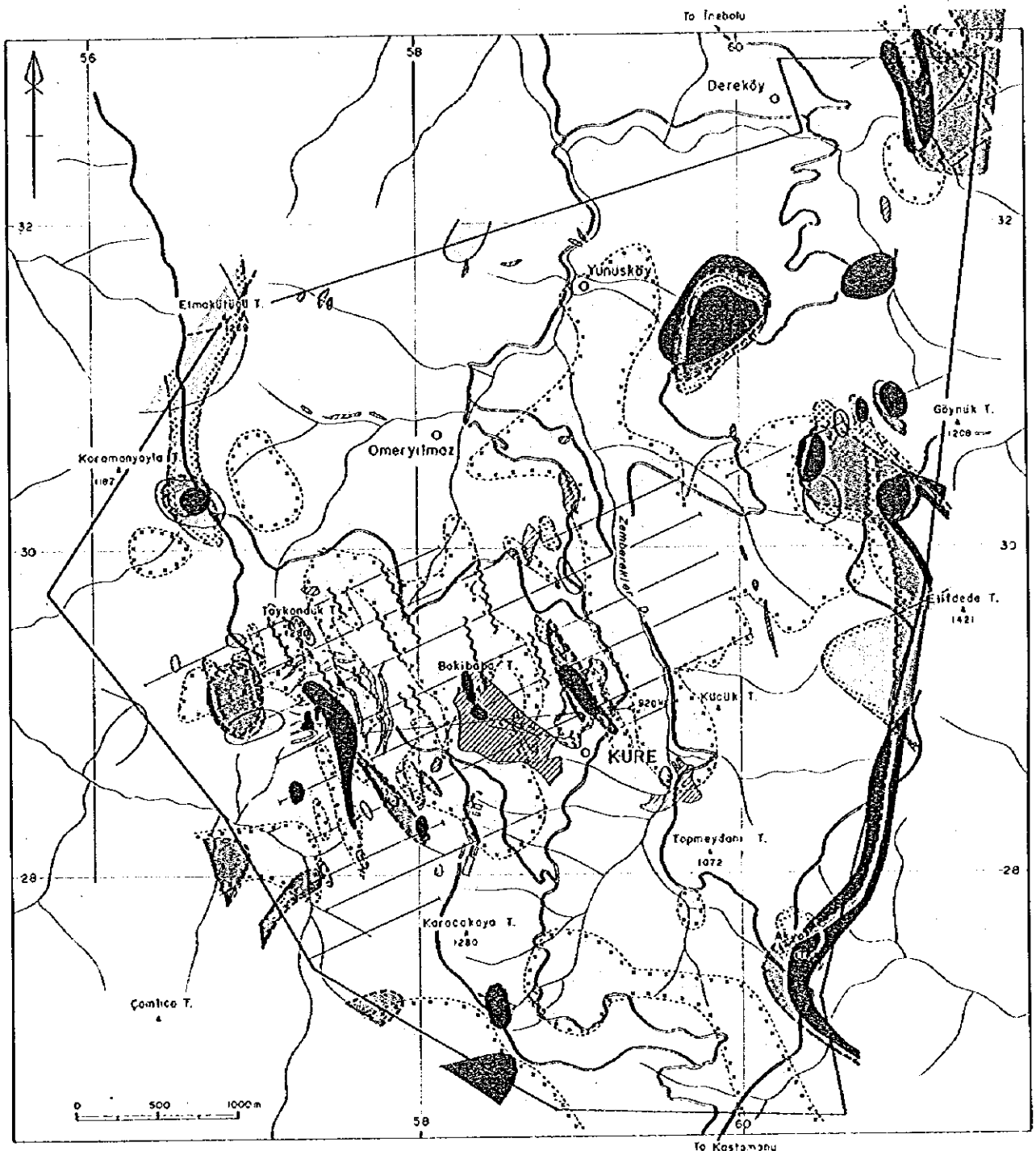
3-3-1 CSAMT法探査

本探査では、CSAMT法によりアレイ式で400点、ランダム点で113点、合計513の測点で測定を実施した。CSAMT法総合解析結果を第2-9図に、CSAMT法2次元解析結果を第2-10図に示す。

CSAMT法の調査結果、比抵抗構造の特徴として下記事項が指摘できる。また把握された低比抵抗異常の特性は次記のとおりである。

- 1) キューレ地区全体としては、100~300  $\Omega \cdot m$ の中間の比抵抗値が卓越しており、中比抵





LEGEND

<30 ohm-m Low Resistivity Zone

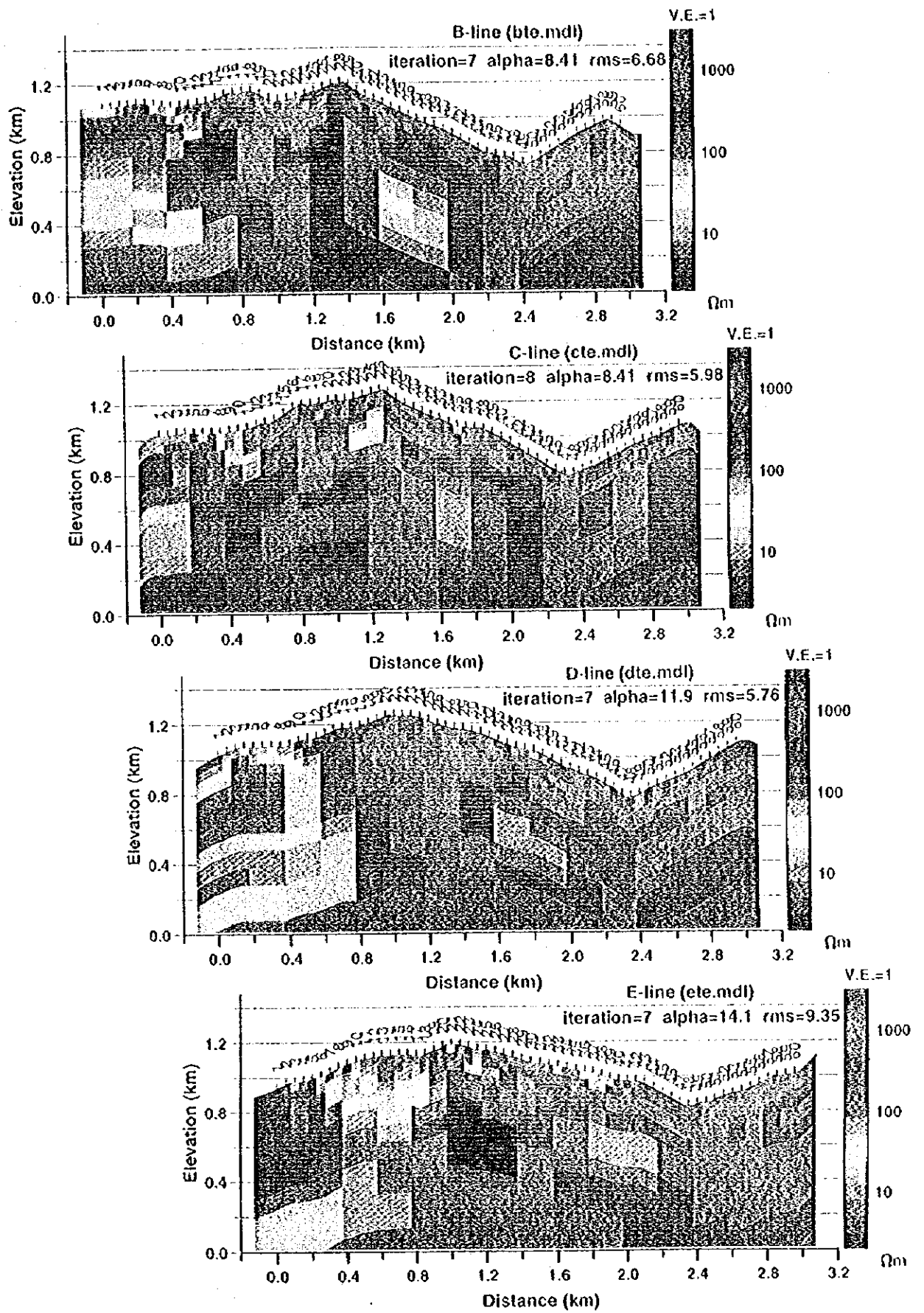
>1000 ohm-m High Resistivity Zone

- 100m Level
- 200m Level
- 300m Level
- 500m Level

- at-100m~-500m Levels
- Line of resistivity discontinuity
- Ore body
- Mineral showing
- Slag

第2-9図 キューレ地区物理探査解析結果図





第2-10図 キューレ地区CSAMT法2次元解析結果図



抗のゾーンが調査地の周辺域に広がっている。1,000 $\Omega\cdot m$ 以上の高比抵抗ゾーンは主として地域の中央部に集中しており、NW-SE方向に延びている。この高比抵抗ゾーンは深部に向かって分布が拡大する傾向が認められ、地表下500m以深では300 $\Omega\cdot m$ 以上の比抵抗ゾーンが地域全域に認められる。

2) 低比抵抗異常はアシュキョイ鉱床、バキババ鉱床及びクズルス鉱床に関連する異常が顕著である。特にアシュキョイ鉱床の南東方には小規模な異常群が本調査の結果検出されている。また、バキババ鉱床の北部と南部には小規模ながら顕著な低比抵抗異常が把握されている。

3) 弱異常に関しては、2ヶ所が指摘できる。1ヶ所はバキババ北東方の鉱徴地に関連づけられるバキババ北東方弱異常で、他の1ヶ所はバキババ東方異常である。バキババ北東方異常の南部には旧バキババ鉱山から排出された鉱滓が広範囲に堆積している。このため鉱徴地として記録されていないが、本調査の結果では鉱滓の下部にNNW-SSE方向に延びるバキババ東方異常が解析された。この異常は Line C から E 2 の 4 測線にかけて連続しており、北部ではバキババ北東方弱異常と雁行し、南延長上にはゼンベルックレル沢鉱化帯が位置する。

4) キューレ地区の北東部にはエルシズデレ及びイブシンレル鉱徴地が知られている。これらの地点では、ランダム点が設定されて異常の有無が検討されたが、若干比抵抗の低下が認められるものの異常とは言い難い。

5) クズルス鉱床及びゼンベルックレル沢鉱徴地はポテンシャルの高い地区であるが、複数の送電線によりノイズが多く、測定不能であったためランダム点の配置ができなかった。

6) ランダム点による調査域周辺の測定結果からは、イブシンレル鉱徴地の南約1kmとエルシズデレ鉱徴地の北約400mに顕著な低比抵抗異常が把握された。アレイ式の測定が追加実施され、その結果、両地点で顕著な低比抵抗ゾーンが解析された。これらの地点に鉱化作用が期待できるか否かを検討するためにIP法が適用された。

7) Line A及びBの西端の異常、地域北部のユヌスキョイの東南東に検出された異常及び北西部のコラマンヤイラ山の東に検出された各低比抵抗異常は、分布範囲が広く顕著に見えるが、これらは2,3測点にまたがる異常であって、測定点の間隔が大きいことによって分布範囲が広がっている。

8) 高比抵抗の分布は玄武岩類の分布に良く調和していることが分かる。また、高比抵抗の分布形態はNW-SEないしNNW-SSE方向に伸張しており、また比抵抗不連続線も同じ方向を示している。

### 3-3-2 IP法探査

IP法電気探査は鉱床を直接把握するために用いられる探査方法であり、本調査ではCSAMT法の異常箇所をチェックのために、Line DD, Line II及びLine Kの3測線が設定された。

3測線で実施されたIP法の結果では顕著なFE異常が把握されなかった。特にLine IIに関してCSAMT法によって把握された低比抵抗は硫化鉱物に起因する異常とは推定困難であり、崖錐堆積物(石灰岩)中に検出されていることから、地下水に起因する低比抵抗と考えられる。

### 3-3-3 室内試験結果

本地区に分布する岩石の比抵抗とFE値に関するデータを得るために岩石試料の採取を行い、測定に用いた測定機器で試料の物性特性を測定した。採取した試料は立方体または立方体に整形して測定を実施した。

本地区に分布する岩石物性に関して、下記の事項が指摘できる。

1) 比抵抗に関して全般的な傾向は、閃緑岩及び玄武岩類が高く $300\sim 4,000\Omega\cdot m$ の範囲にある。一方堆積岩類の黑色頁岩及び砂岩は低く、 $70\sim 1,300\Omega\cdot m$ の範囲にある。各岩石の値は広い範囲にバラついており、各岩石の範囲は、重複して分布している。黑色頁岩及び砂岩は一般的な値より高い傾向が認められる。

2) 最も高い比抵抗値を示す岩石は石灰岩で $28,200\Omega\cdot m$ を示し、次が蛇紋岩、ハイアロクラスタイトの順に低くなり、枕状溶岩>塊状玄武岩>閃緑岩>砂岩>黑色頁岩の順となる。最低値は黑色頁岩の $302\Omega\cdot m$ である。

3) FEに関しては比抵抗ほど値のバラつきは認められない。値も一般的な範囲に入っていると見える。

4) FE値に関しては、蛇紋岩が最も高い12.1%を示し、次に黑色頁岩、ハイアロクラスタイトの順に低い値となる。以下、砂岩>閃緑岩>塊状玄武岩>枕状溶岩>石灰岩の順に低い値を示す。最も低い値を示す石灰岩では0.4%である。

5) 蛇紋岩に関しては、比抵抗値、FE値ともに高く、それぞれ20,000  $\Omega \cdot m$ 及び8%の平均値を示す。また、石灰岩は一般的に知られている範囲の値で高比抵抗、低FE値である。

6) これらの岩石に対し、アシュキョイ鉱床、バキババ鉱床及びクズルス鉱床の鉱石類は40%前後のFE値と7.5  $\Omega \cdot m$ の極めて低い比抵抗値を示し、母岩類とは、比抵抗及びFEともに有為差が認められる。ゴッサン及びカラミに関してはFE値が予想外に低く、それぞれ4.2%及び17.9%であった。比抵抗については、ゴッサンは高く964  $\Omega \cdot m$ を示し、閃緑岩や玄武岩類とほぼ同じ値を示すが、カラミは220  $\Omega \cdot m$ と低く、堆積岩の示す値の範疇である。

### 3-4 物理探査結果の考察

アレイ式400点及び周辺域に配したランダム113点のCSAMT法によって地域の比抵抗構造及び鉱床、鉱化帯との関連を調査し、また検出された有望な異常に対してIP法が4 km実施された。その結果と地質調査の結果とを合わせ以下に考察する。

本地区にはアシュキョイ・トイコンツ鉱床、バキババ鉱床及びクズルス鉱床の既知鉱床のほか、14箇所の鉱徴地が確認されている。

以下にこれら既知鉱床周辺区域と鉱徴地について物理探査結果から検討する。さらに地質構造と比抵抗値の関係について考察し、CSAMT調査及びIP調査における問題点を述べる。

#### 3-4-1 既知鉱床周辺

アシュキョイ鉱床からその南東方にかけて把握された顕著な低比抵抗異常群は、その深度が50から300mと地質的に予想される鉱床胚胎深度に比べ浅いことから、アシュキョイ鉱床の南側延長部を示しているとは考えられない。しかし、鉱床延長部または新鉱床が地質構造的に変位し、浅部に位置する可能性は十分高い。

アシュキョイ鉱床とトイコンツ鉱床の間に捕捉された極端な低比抵抗異常はアシュキョイ鉱床下盤の密な網状脈帯を示しているか、または変位した塊状鉱床を示している可能性が高い。

バキババ鉱床の北方及び南方に捕捉された小規模ながら顕著な低比抵抗異常は、地表にゴッサンが分布しており鉱床の賦存を示していると考えられる。

クズルス鉱床周辺には複数の送電線が配置され、このためノイズが多く測定不能であった。従って本鉱床周辺の物理探査による評価は行えなかった。

#### 3-4-2 その他の鉱徴地

バキババ鉱床東方のNW-SE方向にゼンベルックレル沢鉱徴地に連なる低比抵抗異常帯については玄武岩類と堆積岩類との境界部に位置していること、920ML坑道でも境界部付近

に黄鉄鉱染帯が知られていること、さらにこれらの異常帯北延長部にはバキババ北方鉄化帯が賦存していることから本異常帯に新鉄床が賦存する可能性が高いと考えられる。

本地区北東部のエルシズデレ及びイブシンレル鉄微地についてはランダム点が設定されて異常の有無が検討されたが、若干比抵抗の低下が認められるものの異常とは言い難い。

ユヌスキョイ北部、ユヌスキョイ西部、エルマクツウ東方、ギョイヌック西部、トイコンツ北方の各鉄微地についてもランダム点が配置されたが比抵抗値の異常は認められない。

バキババ南西鉄微地についてはアレー式測点が設定されたが顕著な低比抵抗異常は得られていない。

これらの鉄微地については物理探査の面からみると鉄床のポテンシャルの評価は低い。

オメルイルマズ西部、オメルイルマズ東部、バキババ東方、ゼンベレクレル、バキババ南西及びカラジャカヤ北方の各鉄微地については物理探査が実施できず評価は行えなかった。

地質調査の結果明らかとなった鉄微地以外で物理探査異常が得られている。

イブシンレル南方の低比抵抗異常及びエルシズデレ鉄微地北方の2個所で検出された顕著な低比抵抗異常では顕著なFE異常が把握されていない。崖錐堆積物(石灰岩)中に異常が検出されていることから地下水に起因する低比抵抗と考えられる。

Line A及びBの西端の異常、地域北部のユヌスキョイの東南東に検出された異常及び北西部のコラマンヤイラ山の東に検出された弱い異常は、分布範囲が広く顕著に見えるが、これらは2、3測点にまたがる異常であって、測定点の間隔が大きいことによって分布範囲が広がっている。前二者が頁岩・砂岩層、後者が蛇紋岩分布域に検出されており、また異常の周辺には鉄微地がないこと等の理由により異常としての評価は低い。

### 3-4-3 地質構造との関係

高比抵抗は、岩石分布との対応及び岩石試料の試験結果から、蛇紋岩及び玄武岩類に起因するものと判明した。高比抵抗の分布は玄武岩類の分布にほぼ対応していることが判明した。また、高比抵抗の分布はNW-SEないしNNW-SSE方向に伸びており、また比抵抗不連続線も同じ方向を示している。これらの方向は地域の地質構造の方向と調和する結果となっている。

地域に分布する岩石を比抵抗に依って分類することは、室内物性測定結果から困難と言えるが、蛇紋岩、閃緑岩及び玄武岩類と堆積岩類の黒色頁岩及び砂岩とを区分することは



可能性がある。

#### 3-4-4 CSAMT法について

一次元多層構造解析で得られた、アシュキョイ鉱床南東方及びバキババ鉱床東方の中～深部の低比抵抗異常が二次元解析結果では消滅している。この原因としては一次元と二次元の解析法の相違に起因するものと考えられる。即ち、一次元解析は各測定点毎に、半無限に広がる水平多層構造を仮定して、測定値との誤差が最小となる構造を求めている。一方、二次元解析では、解析対象の範囲（複数の測定点）全体が測定値に対して最小誤差となるよう解析計算がなされている。従って、1ないし2測点のみの異常に対して二次元解析を行う場合には、計算の範囲と格子(セル)の大きさに注意を払うことが重要である。

本地域のように地層が急傾斜である地域に対する解析法は、一般的には水平な多層構造を仮定した一次元解析は問題があつて、二次元解析の方がより信頼性が高いと言える。しかしアシュキョイ鉱床南東方及びバキババ鉱床東方の低比抵抗異常いずれも既知鉱床及び鉱徴地に関連しており、しかも連続性もあることからこれらの異常の信頼性は低くはないと考えられる。両異常域に対する探鉱を進めるには、計算範囲や格子の大きさを考慮した二次元再解析を試みる必要性もあるものと考えられる。

本調査は現在操業中のキューレ鉱山及び市街地の周辺域に調査の重点が置かれたので、選鉱場、送電線、索道等の鉱山施設からのノイズが大きな障害となった。このためクズルス鉱床、エルシズデレ沢鉱徴地等のポテンシャルの高い地点に、十分な配点または測線の設定ができなかった。またアレイ式 CSAMT法の実施された国道39号線の東側は3本の送電線によるノイズが多く、通常の測定のように磁場測定用のアンテナをアレイの中央に設置できなかった。又一部では比抵抗曲線の乱れを除去するため強度のスムーズ化を施さざるを得なかった。このように国道39号線東側、その他一部の解析は若干ラフな精度と言わざるを得ない箇所もある。

アシュキョイ鉱床南東方には深度50～100mに低比抵抗異常が多く検出された、またトイコンツ鉱床周辺の着鉱ボーリング上(40～80m着鉱幅)でのチェック測定では検出不可能であったこと等を考慮すれば、測定は高い周波数範囲にまで広げて浅部の情報が把握できるようにする必要がある。現在の測定技術では周波数上限が8,000Hz程度であるから可探深度は、20～30m程度まで情報入手が可能になると考えられる。

#### 3-4-5 IP法について

Line DDの地表下浅部異常が明確に検出されなかった原因としては、胚胎深度50m程度の異常に対しては電極間隔  $a=100\text{m}$  のIP法では無理があつて、25～50m程度の狭い電極間隔が適しているものと考えられる。