

# トルコ共和国ホパ地域 資源開発協力基礎調査報告書 第3年次

平成 17 年 3 月  
(2005年)

独立行政法人国際協力機構  
独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

経済
JR
05-023

## は し が き

日本国政府は、トルコ共和国の要請に応え、同国の北東部、黒海沿岸に位置するホパ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査及び地化学調査の鉱物資源開発に関する調査を実施することとし、その実施を国際協力機構に委託した。国際協力機構は、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、調査の実施を石油天然ガス・金属鉱物資源機構に委託することとした。

本調査は平成 14 年度を第 1 年次とする第 3 年次にあたり、石油天然ガス・金属鉱物資源機構は 5 名の調査団を編成して平成 16 年 9 月から平成 16 年 11 月まで現地に派遣した。

現地調査はトルコ共和国政府機関、トルコ共和国エネルギー天然資源省鉱物資源総局（MTA）等の協力を得て予定どおり完了した。

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

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたトルコ共和国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、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 17 年 2 月

独立行政法人 国際協力機構  
担当理事 伊 沢 正

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構  
理事長 大澤秀次郎

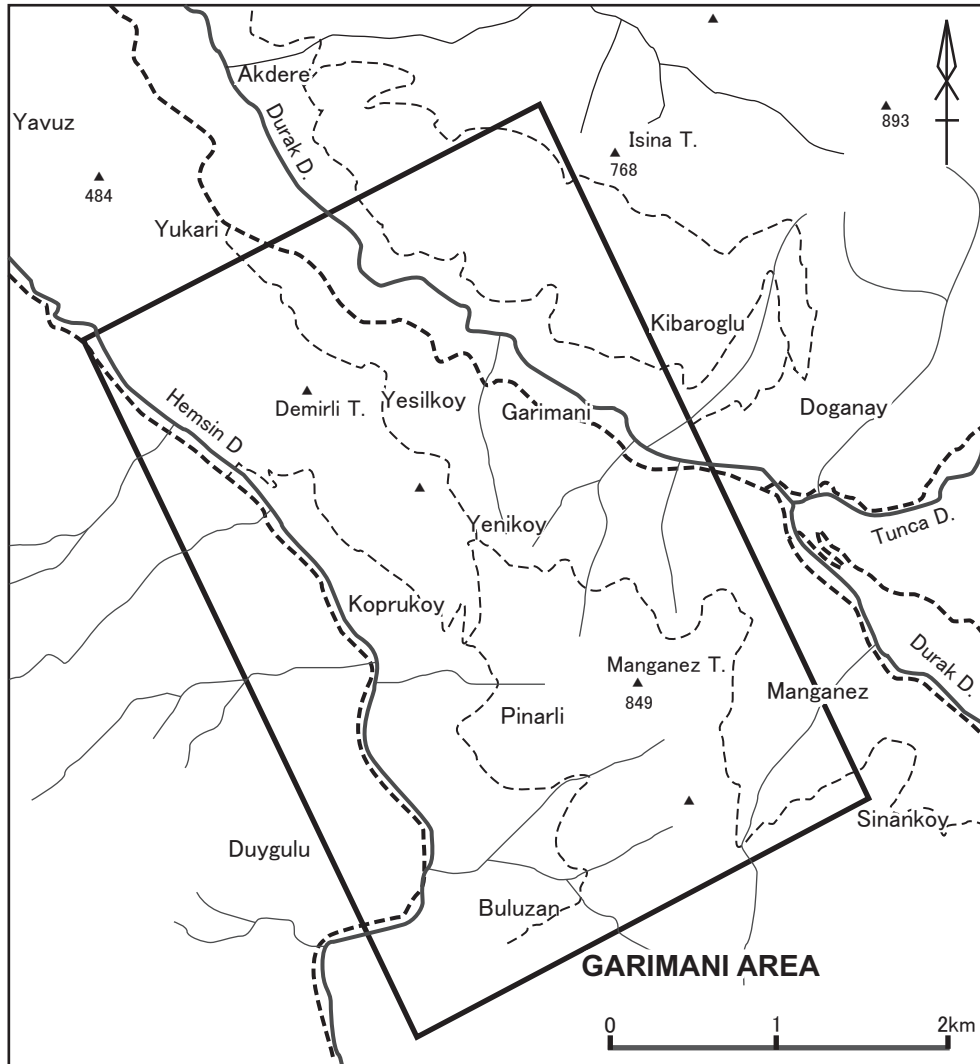
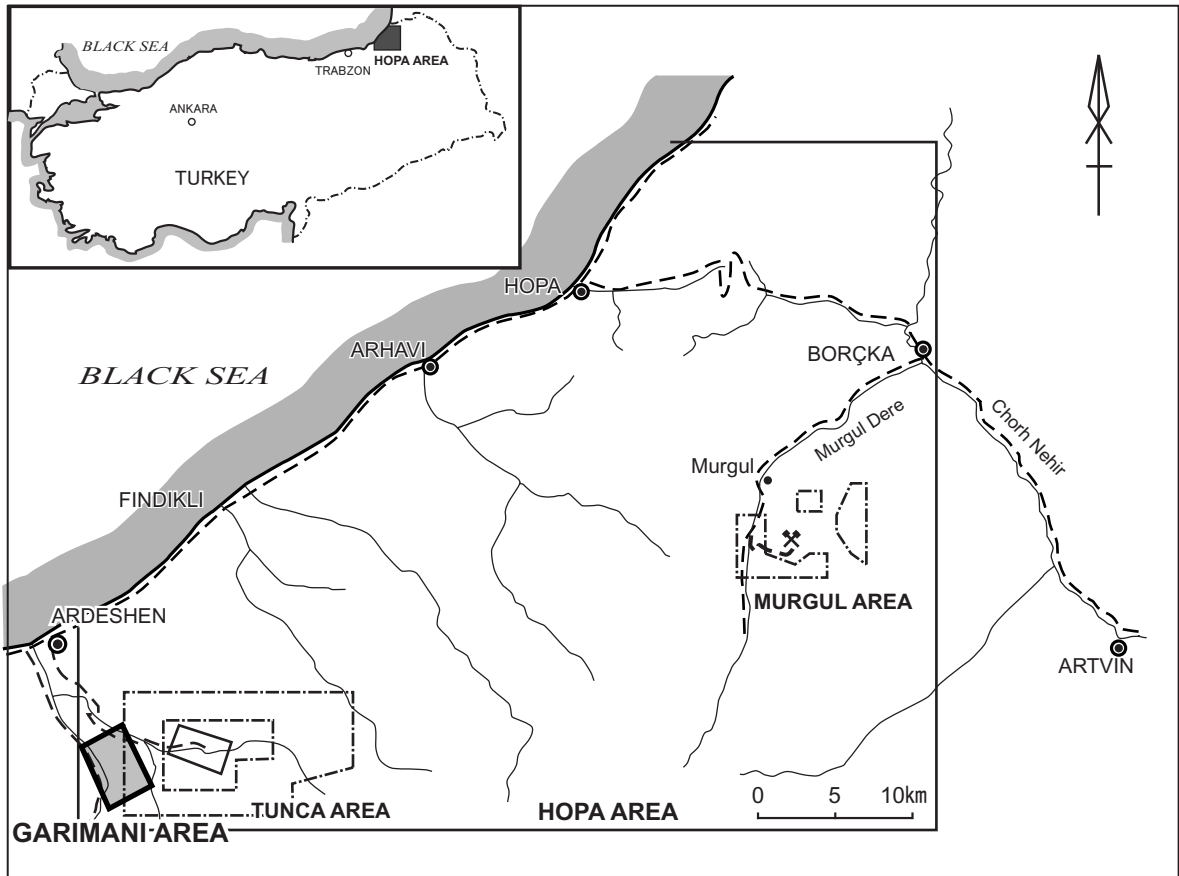


图1 調査地域位置図

## 要 約

本調査は、トルコ共和国ホパ（Hopa）地域を対象とし、地質状況及び鉱床賦存状況の調査・解析を通じ、火山性塊状硫化物鉱床をはじめとする金・銀・銅・鉛・亜鉛等の鉱床胚胎有望地区の抽出、及び相手国機関に対する技術移転を目的として実施された。

本年次は、第2年次調査により抽出された Garimani 地区において地質精査を実施した。

本地区は上部白亜系の Alemağaç 層、Çağlayan 層、Sivrikaya 層及び第三系の Hamidiya 層が分布し、石英安山岩や花崗岩類が貫入する。Alemağaç 層は無斑晶質石英安山岩 (Adu) 石英安山岩溶岩 (Adel) 及び同質火山碎屑岩類 (Atf) からなる下部層とパープルデイサイト (Adcp) グリーンデイサイト (Adcg) 及び同質火山碎屑岩類 (Attf) からなる下部層に区分される。本地区には NE-SW 系の構造が卓越し、断層系や貫入岩及び鉱化帯の方向に反映し、地層の走向も大局的には NE-SW 系を示す。

本地区には Garimani 鉱化帯、Yeşilköy 西方鉱化帯、Köprüköy 鉱化帯及び Duygulu 鉱化帯等の鉱化変質帯が存在する。このうち、Garimani 鉱化帯、Yeşilköy 西方鉱化帯、Köprüköy 鉱化帯は白亜紀後期にあたる Alemağaç 層上部層堆積前に構造運動があり、Garimani 鉱化帯については火山性塊状硫化物鉱化作用により、Yeşilköy 西方鉱化帯及び Köprüköy 鉱化帯については鉱脈型鉱化作用により形成された。一方、Duygulu 鉱化帯は始新世に花崗岩類の貫入に伴って形成された。

本調査の結果で確認された各鉱化変質帯は、いずれも黄鉄鉱の鉱染を主体として、黄銅鉱及び閃亜鉛鉱に乏しく、将来開発される可能性は低い。

Çayeli 鉱床の鉱床層準は本地区周辺に連続しており、今後は調査範囲を広げて探鉱を実施することが重要である。

# 目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要約	
目次	
図表一覧	

## 第 部 総 論

### 第1章 序 論

1 - 1 調査の経緯及び目的	1
1 - 2 第2年次調査の結論と提言	1
1 - 2 - 1 第2年次調査の結論	1
1 - 2 - 2 第3年次調査への提言	2
1 - 3 第3年次調査の概要	3
1 - 3 - 1 調査地域	3
1 - 3 - 2 調査目的	3
1 - 3 - 3 調査方法及び内容	4
1 - 3 - 4 調査団の編成	5
1 - 3 - 5 調査期間	5

### 第2章 調査地域の地理

2 - 1 位置及び交通	6
2 - 2 地形及び水系	6
2 - 3 気候及び植生	6
2 - 4 基盤整備状況	6

### 第3章 一般地質

3 - 1 トルコの地質概要	7
3 - 2 調査地域の地質概要	7
3 - 3 地質構造	10
3 - 4 鉱化・変質作用	10

### 第4章 調査結果の総合検討

4 - 1 地質構造・鉱化作用の特性	13
4 - 1 - 1 地質・地質構造	13

4 - 1 - 2 鉍化作用	13
4 - 2 鉍床賦存のポテンシャル	14
第5章 結論及び提言	16
5 - 1 結論	16
5 - 1 - 1 地質	16
5 - 1 - 2 鉍化作用	16
5 - 2 将来への提言	16

## 第 部 各 論

第1章 地質調査	17
1 - 1 調査位置	17
1 - 2 調査方法	17
1 - 3 調査結果	17
1 - 3 - 1 地質	17
1 - 3 - 2 地質構造	28
1 - 3 - 3 鉍化・変質作用	31

## 第 部 結論及び提言

第1章 結論	55
1 - 1 地質	55
1 - 2 鉍化作用	55
第2章 将来への提言	59
参考文献	61

## 資 料

- 資料1 偏光顕微鏡観察結果一覧表
- 資料2 反射顕微鏡観察結果一覧表
- 資料3 鉍石化学分析結果一覧表
- 資料4 岩石化学分析結果一覧表
- 資料5 元素別累積頻度分布・ヒストグラム
- 資料6 全岩分析元素別分布図
- 資料7 試料採取位置図

## 図 表 一 覧

図 1 調査地域位置図	
図 - 3 - 1	トルコの地質構造図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
図 - 3 - 2	PONTIDES 北東部広域地質図・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
図 - 3 - 3	PONTIDES 北東部地質層序図・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
図 - 3 - 4	HOPA 地域リニアメント図・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
図 - 3 - 5	HOPA 地域周辺の火山性塊状硫化物鉱床・・・・・・・・ 11
図 - 1 - 1	地質平面図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
図 - 1 - 2	地質断面図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21
図 - 1 - 3	地質模式層序図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
図 - 1 - 4	TUNCA 地区リニアメント図・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
図 - 1 - 5	鉱化帯・鉱徴地分布図・・・・・・・・・・・・・・・・ 33
図 - 1 - 6	変質鉱物分帯図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37
図 - 1 - 7	変質強度分帯図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
図 - 1 - 8	岩石地化学探査解析結果・・・・・・・・・・・・・・・・ 47
図 - 1 - 9	主成分分析の得点分布図・・・・・・・・・・・・・・・・ 50
図 - 1 - 10	GARIMANI 鉱徴地・・・・・・・・・・・・・・・・ 52
図	総合解析図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
表 - 1 - 1	調査数量一覧表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
表 - 1 - 2	室内試験数量一覧表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
表 - 1 - 1	X線回折結果一覧表・・・・・・・・・・・・・・・・ 35
表 - 1 - 2	変質強度・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
表 - 1 - 3	岩石分析値基本統計量一覧表（全岩石）・・・・・・・・ 43
表 - 1 - 4	岩石分析値基本統計量一覧表（Alemağaç 層）・・・・ 43
表 - 1 - 5	岩石分析値相関係数表（全岩石）・・・・・・・・ 44
表 - 1 - 6	岩石分析値相関係数表（Alemağaç 層）・・・・ 44
表 - 1 - 7	主成分分析因子負荷量・・・・・・・・・・・・・・・・ 49
表 - 1 - 8	K-Ar 年代測定結果一覧表・・・・・・・・・・・・・・・・ 49

### 付 図

- 付図 1 地質平面図 （縮尺 1：5,000）
- 付図 2 地質断面図 （縮尺 1：5,000）

第 部  
總 論



## 第 部 総 論

### 第1章 序 論

#### 1-1 調査の経緯及び目的

トルコ共和国の黒海沿岸地域は日本の黒鉛鉱床に類似した多金属元素を含む塊状硫化物鉱床の賦存ポテンシャルの高い地域であり、これまでトルコ鉱物資源総局 (MTA: MADEN TETKİK ve ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ) による鉱床調査が精力的に進められてきた。今回トルコ共和国政府は本地域東部の Hopa 地域において新たな金属鉱物資源調査の実施を計画し、日本国政府に協力を要請した。日本国政府はこの要請に応じて、当地域において地質状況及び鉱床賦存状況の調査・解析を通じ、火山性塊状硫化物鉱床をはじめとする金・銀・銅・鉛・亜鉛等の鉱床賦存有望地区の抽出を目的とした調査の実施とともに、相手国機関に対して技術移転を図った。

#### 1-2 第2年次調査の結論と提言

##### 1-2-1 第2年次調査の結論

第2年次調査は Tunca 地区において地質調査及びボーリング調査及び Murgul 地区において地質調査を実施した。これらの結果は次のようにまとめられる。

##### (1) Tunca 地区

###### (a) 地質

本地区の地質は下位より上部白亜系の Alemağaç 層、Çağlayan 層、Sivrikaya 層及び第三系の Hamidiya 層が分布し、石英安山岩や粗粒玄武岩等が貫入する。

Alemağaç 層は石英安山岩溶岩 (Adcl) 及び同質火山碎屑岩類 (Atf)、パープルデイサイト (Adcp)、グリーンデイサイト (Adeg) 及び同質火山碎屑岩類 (Attf)、石英安山岩質凝灰角礫岩 (Adlh)、石英安山岩質凝灰角礫岩 (Adlf) などからなる。石英安山岩溶岩 (Adcl) は本地区の南方の Muskale 山を中心に溶岩円頂丘を形成し、斜面で水蒸気爆発が起こり、同質火山碎屑岩類 (Atf) を形成した。パープルデイサイト (Adcp)、グリーンデイサイト (Adeg) 及び同質火山碎屑岩類 (Attf) は同一の岩体の岩相変化であり、本地区の南部を中心に広く分布する。石英安山岩質凝灰角礫岩 (Adlh) 及び石英安山岩質凝灰角礫岩 (Adlf) はボーリング調査により捕捉され、Tunca 区域北部の地下に分布する。

###### (b) 鉱化作用

本地区の火山性塊状硫化物鉱床は、Alemağaç 層の石英安山岩溶岩 (Adcl) が形成する溶岩円頂丘の斜面で水蒸気爆発が発生し、それに伴い熱水活動が生じて形成された。その直後の熱水活動が弱まりつつある時期にパープルデイサイトが貫入し、グリーンデイサイト

質火山砕屑岩類 (Attf) 中にも同鉍化作用が及んだと推定される。従って、鉍床層準は石英安山岩質火山砕屑岩類 (Atf) 上位から Çağlayan 層最下位の赤色石灰質泥岩堆積直前までの間の幅をもったゾーンと考えられる。

本地区の鉍化作用に関しては、鉍化作用そのものの勢いが弱かったとも考えられるが、本地区が主要な鉍化作用の中心から離れた周辺部に位置するとも考えられ、その場合、パープルデイサイトの賦存位置、MJTH-2 孔の状況及び Tunca 鉍床の形成過程、また、MJTH-3 孔で捉えた鉍徴等を考慮すると、本地区の鉍化作用の中心は本地区の東方にあると考えられる。

## (2) Murgul 地区

### (a) 地質

本地区は下位より、下部白亜系の Kabaca 層、及び上部白亜系の Murgul 層、Ardiç 層、Küre 層が分布し、石英安山岩、安山岩や花崗岩類等が貫入する。Kabaca 層は本地区の最下位層で、安山岩及び同質堆積岩等からなる。Murgul 層は火山性塊状硫化物鉍化作用を受ける下部層とその上位の上部層に区分される。下部層は本地区に広く分布し、石英安山岩溶岩及び同質火山砕屑岩類 (Mdcl) からなる。上部層は軽石凝灰岩及び細粒凝灰岩等からなる。Ardiç 層は玄武岩や安山岩溶岩の塩基性火山活動により特徴づけられ、塩基性火山岩類は間に挟まれる堆積岩類により、数層に区分される。Küre 層は堆積岩からなり、本地区の北方に分布する。Karatepe 石英安山岩は Murgul 層及び Ardiç 層に貫入し、Ardiç 層の下部塩基性火山岩の上面を火山砕屑岩となって被覆する。花崗岩類は Kokolet 川流域に分布し、岩株を形成する。

### (b) 鉍化作用

本地区は Murgul 層下部層を胚胎母岩として火山性塊状硫化物鉍化作用が認められる。鉍化変質に伴う変質鉍物分帯及び強変質強度帯の分布、及び鉍床・鉍徴地の配列はいずれも Murgul 鉍床群を通る北東 - 南西方向に連続し、本地区の火山性塊状硫化物鉍化作用はこのゾーンに沿って形成したと考えられる。

Murgul 鉍床群の南西側はすでに鉍床層準が削剥され、Murgul 層下部層が露出するが、北東側、すなわち Ardiç 区域から Kokolet 区域にかけての山塊は、Ardiç 層の塩基性火山岩類の下位に Murgul 層上部層が分布し、大規模な火山性塊状硫化物鉍床が胚胎する可能性は高いと考えられる。

## 1-2-2 第3年次調査への提言

第2年次調査により、Tunca 鉍床の北東方に火山性塊状硫化物鉍化作用の中心が考えられること、Murgul 地区では Ardiç 区域と Kokolet 区域の間の山塊に火山性塊状硫化物鉍化鉍床の胚胎する可能性が高いことが結論された。

第3年次調査では第2年次調査の結果及び第1年次調査の結果・提案を受け、以下の調査の実施を提案する。

[Tunca 地区]

(1) Beyazsu 区域東方

本地区の火山性塊状硫化物鉱化作用の中心が東方に存在する可能性がある。

- ・ボーリング調査

(2) Manganez 周辺調査

- ・地質精査
- ・ボーリング調査

本鉱徴地は第1年次に調査した Tunca 地域の西部にあり、マンガンの鉱徴地が存在する。近くに Alemağaç 層の石英安山岩溶岩 (Adcl) が分布し、黄銅鉱、閃亜鉛鉱が鉱染する。

[Murgul 地区]

Ardic 区域東方山域

- ・ボーリング

Murgul 鉱床群から続く火山性塊状硫化物鉱床の胚胎する可能性が高い。

[その他の地区]

Peronit, Kutunit 及び Syvrikaya 周辺

- ・地質調査
- ・ボーリング

MTA による予察調査で有望な鉱徴が得られており、精査範囲を拡大する。

### 1-3 第3年次調査の概要

#### 1-3-1 調査地域

第2年次調査結果に基づき提言された地域のうち、ガリマニ (Garimani) 鉱徴地周辺からマンガニズ (Manganez) にかけての地区 (Garimani 地区) を第3年次調査範囲として選定した。

#### 1-3-2 調査目的

本年度の調査は、第2年次調査の提言を受け、火山性塊状硫化物鉱床の賦存が期待される Garimani 地区において、地質状況を詳細に把握するとともに、鉱化状況を把握し、鉱床胚胎の可能性を調べることを目的とした。

1-3-3 調査方法及び内容

本年度は Garimani 地区において地質調査を実施した。内容を表 - 1 - 1 及び表 - 1 - 2 に示す。

**表 - 1 - 1 調査数量一覧表**

調査内容	調査量
地質調査	
Garimani 地区	
調査面積	14km <sup>2</sup>
調査ルート長	70km

**表 - 1 - 2 室内試験数量一覧表**

室内試験項目	件数
地質調査 ( Garimani 地区 )	
岩石薄片作成	39 件
鉱石研磨片作成	12 件
鉱石品位分析(Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ba,S,Ga,Ge,In,As)	23 件
X 線回折試験	48 件
全岩分析 ( 28 成分 )	77 件
(Au,Ag,Al,As,Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cr,Cu,Fe,K,Mg,Mn,Mo,Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Sr,Ti,V,W,Zn)	
K-Ar 年代測定	3 件

#### 1-3-4 調査団の編成

本年度調査に参加した調査団員は下記のとおりである。

##### 現地調査団

(日本側)	(担当)	
久谷 公一	団長、地質	ジオテクノス株式会社
藤原 茂久	地質	ジオテクノス株式会社
池田 精寿	地質	ジオテクノス株式会社
中堂 浩之	地質	ジオテクノス株式会社
新宮 弘久	地質	ジオテクノス株式会社

##### (トルコ側)

Mr. Şenol Karşlı	プロジェクト長	鉍物資源総局
Mr. Mustafa Özkan	キャンプ長	鉍物資源総局
Mr. İskender Kurt	地質	鉍物資源総局
Mr. Turgut Çolak	地質	鉍物資源総局
Mr. Mustafa Kemal Revan	地質	鉍物資源総局

##### (1) 現地指導監督

石油天然ガス・金属鉍物資源機構金属資源探査推進グループの山本耕次サブリーダーが10月26日～11月2日の間、現地監督を行った。

#### 1-3-5 調査期間

現地調査は下記の工程で実施された。

現地滞在期間	: 2004年9月28日～2004年11月2日
現地調査期間	: 2004年10月4日～2004年10月22日
現地解析期間	: 2004年10月23日～2004年10月29日

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

調査地域を図1に示す。ホパ(Hopa)地域はトルコ共和国の北東部、グルジア(Georgia)共和国との国境近くに位置し、おおよそ北緯 $41^{\circ}10' \sim 41^{\circ}30'$ 、東経 $41^{\circ}10' \sim 41^{\circ}45'$ に位置する。北を黒海に接し、南には標高3,000m級の東黒海山脈がNE-SW方向に連なる。

本年度の調査地域であるGarimani地区はHopa地域の南西端に位置し、Tunca地区の西側に接する。本地区の北東部には黒海に面した地方都市のアルハビ(Arhavi)があり、ここをベースキャンプとした。

調査地域へは、首都アンカラ(Ankara)からトラブゾン(Trabzon)まで航空路があり、約1時間を要する。TrabzonからArhaviまでは黒海沿いに舗装された国道が通じ、自動車ですら約3時間を要する。ArhaviからGarimani地区へは自動車で、約1時間で到達する。

### 2-2 地形及び水系

本地区を含む黒海の沿岸地域は、アルプス造山運動の初期に形成された褶曲山脈の東黒海山脈が海岸近くまで迫り、平野部はほとんどない。このため、東黒海山脈の北麓に位置する本地域は急峻な地形となっている。Garimani地区は、黒海に注ぐフルトゥナ(Firtina)川支流のヘムシン(Hemsin)川とデュラク(Durak)川に挟まれたの流域にあり、標高100~850mの地となっている。最高峰はManganez山(標高849m)である。水系は発達するものの勾配が急で水量は少ない。

### 2-3 気候及び植生

本地域では、黒海からの湿潤な風が黒海山脈に遮られるため、四季を通じて降水がみられる。気候はトルコ共和国でも最も降雨・降雪が多い黒海性気候(金属鉱物探鉱促進事業団、1970)に属し、植生が発達する。9月から3月までは降雨量が多く、Trabzonでは10月の月平均雨量は300mmに達する。11月から雨は雪に変わる。夏の最高気温は35を越えるが、冬の最低気温は氷点下5前後まで下がる。

植生は日本と同様に針葉樹や広葉樹が繁茂し、草本類も豊富である。Garimani地区は山地の南斜面を中心に茶畑が発達し、かなり奥地の急傾斜地においても茶畑がみられる。

### 2-4 基盤整備状況

調査のベースとしたArhaviは黒海に面した人口約1万人の地方都市で、行政上はアルトビン(Artvin)県に所属する。市街地はKabisre川の河口部付近に発達する。海岸線に沿って黒海沿岸の主要都市を結ぶ国道20号線が通過し、AnkaraやTrabzon、Artvin等を結ぶ長距離バスの便がある。市内には銀行、郵便局、ホテル等の産業基盤も整備され、製茶業等の産業もみられる。

## 第3章 一般地質

### 3-1 トルコの地質概要

トルコの地質構造図を図 - 3 - 1 に示す。トルコの位置するアナトリア (Anatolia) 半島はアルプス - ヒマラヤ - インドネシア山系 (Alpine-Himalayan-Indonesian orogene) の一部を構成し、北部から南へポントス帯 (Pontides)、アナトリア帯 (Anatolides)、タウルス帯 (Taurides) 及び周辺褶曲帯 (Border Folds) の4つの東西性の構造帯に区分される。アナトリア半島がのるユーラシアプレートに対して、南からアラビアプレート及びアフリカプレートが北上し、アラビアプレートはザグロス断層でユーラシアプレートと接し、アフリカプレートはエーゲ火山弧下へ沈み込んでいる。アラビアプレートの衝突により、北アナトリア断層以南のブロックは押し出され、同断層は第一級の右横ずれ活断層となっている。これらのプレートの活動は、ジュラ紀初頭から続くアルプス造山運動を引き起こし、特に、古第三紀以降に広域的な造山運動が発生した。このため古生代後期にテチス海の海域であった本地域は火成活動を伴う変動帯として陸化した。

Anatolides は変動帯の中軸をなし、基盤岩及びオフィオライト等からなるブロックを形成する。前弧側の Taurides はテチス海に堆積した石灰岩等の中生界からなる。Pontides はテチス海の収束によって Anatolides、Taurides と接合したブロックであり、基盤岩はデボン紀～石炭紀の変成岩類及びこれに貫入する花崗岩類からなる。その背弧側では白亜紀後期に黒海の拡大があり、背弧海盆には中生界のフリッシュ相の堆積岩が堆積し、海成火山岩類が噴出した。これに伴って火山性塊状硫化物鉱床が黒海沿岸に形成されている。

### 3-2 調査地域の地質概要

調査地域はトルコ共和国東部の黒海沿岸にあり、地質的には Pontides の北東部に位置する。Pontides 北東部の地質図及び層序図を図 - 3 - 2 及び図 - 3 - 3 に示す。

Pontides の基盤はデボン系～石炭系の片麻岩、片岩等の変成岩類とこれに貫入する古生代の花崗岩類からなり、その上に6つの層序学的ユニットが分布する。それらは下位から上部石炭系～下部白亜系、上部白亜系～下部始新統、中部～上部始新統、漸新統～中新統及び鮮新統～第四系からなる。

東部黒海沿岸には上部白亜系～下部暁新統に属する火山岩類が分布し、Murgul、Çayeli、Ceratepe 等で代表される火山性塊状硫化物鉱床を伴っている。

Güven et al (1992) は上部白亜系～下部暁新統を下位から安山岩～玄武岩質火山岩類を主とするチャタック (Çatak) 層、石英安山岩質火山岩類を主とするクズルカヤ (Kızılkaya) 層、安山岩～玄武岩溶岩と火山砕屑岩類等からなるチャーラヤン (Çağlayan) 層に区分した。Kızılkaya 層、Çağlayan 層は本地区のアレマーチ (Alemağaç) 層、Çağlayan 層にそれぞれ対応する。

本地域の南部には、始新世に活動した Kaçkar 花崗岩類が NE-SW 方向に分布する。

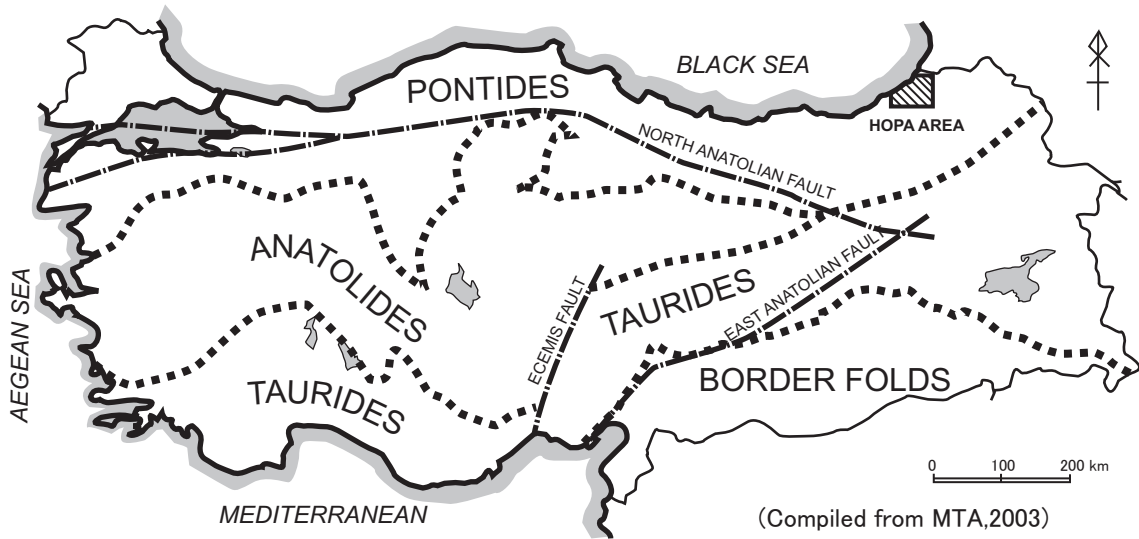


Fig. I - 3 - 1 トルコの地質構造図

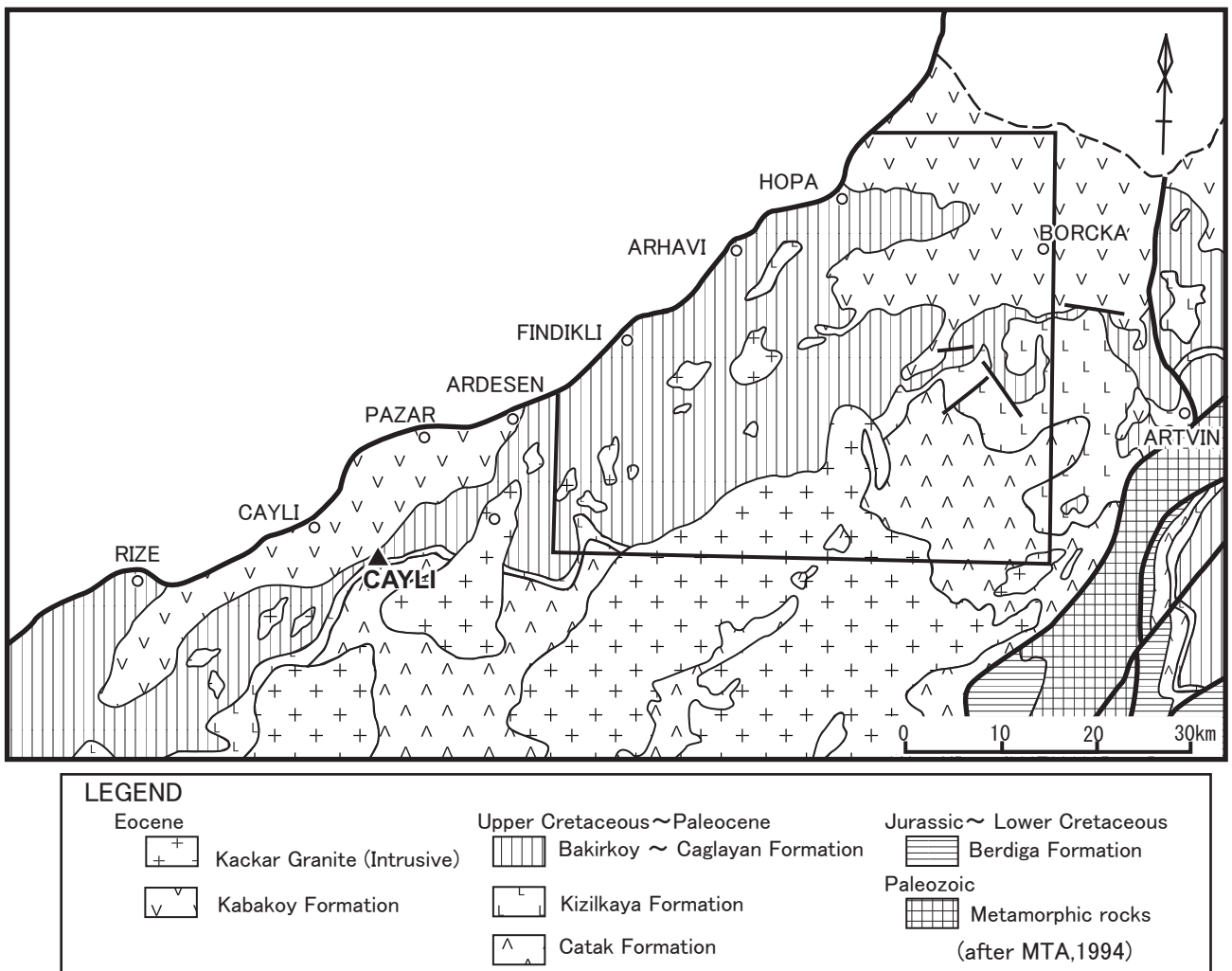


Fig. I - 3 - 2 PONTIDES北東部広域地質図



Era	Period	Epoch	Formation	Symbol	Thickness	Lithology	Explanation	Ore Deposits
Cenozoic	Tertiary	Pliocene-Qurtanary					Çakıltası, Kum, Kil	
		Miocene	Pazar	m	100		Kumtaşı, Kiltası, Killi kireçtaşı	
		Eocene	Kabaköy	ev	750		PIRENEYİK Andezit-Bazalt lav ve piroklastlar ( $\gamma 3$ ) Kaçkar Granitoyidi - II	
	Upper Cretaceous - Paleocene	Bakirköy	Ağillar	KrÜ5	150		ANADOLU Bakirköy For. Kumtaşı, Kiltası, Marn Ağillar For. Resifai kireçtaşı, Kumlu kireçtaşı	
		Tirebolu	Çayırbağ	KrÜ4	200		Tirebolu For. Trakiandezitik lav ve piroklastlar Çayırbağ For. Riyolit - Riyodasitik lav ve piroklastlar	● Zaviköy (Cu, Pb, Zn) Çötel Abazdağı (Cu, Pb, Zn)
		Çağlayan		KrÜ3	1000		Bazalt - Andezit lav ve piroklastlar	● Şavşat- Madenköy (Cu, Pb, Zn) Kabadüz (Cu, Pb, Zn) Sisorta (Zn, Pb, Cu) Tutak dağı (Zn, Pb, Cu) △ Korucular (Mn) Ocaklı (Mn) Akoluk (Sb, Cu, Pb, Zn)
		Kızılkaya	KrÜ2	500		Riyolit - Dasitik lav ve piroklastlar	▲ Murgul (Cu) Madenköy (Zn, Cu, Pb) Kutlular (Cu) Lahanos (Cu) Köprübaşı (Zn, Cu, Pb)	
		Çatak	KrÜ1	1500		Bazalt - Andezit lav ve piroklastlar ( $\gamma 2$ ) Kaçkar Granitoyidi - I	● Çamkerten (Zn, Pb, Cu) Foldere (Zn, Pb, Cu) Köstere (Cu) Batlama (Zn, Pb, Cu) Asarcık (U-Cu, Pb, Zn)	
		Malm-Lower	Berdiga	JKr	200		Orta ve kalın tabakalı kireçtaşı Kumlu kireçtaşı, Çörtlü kireçtaşı	■ Balcılı (Mo, Cu) Ulutaş (Mo, Cu) Güzelyavla (Mo, Cu)
		Jurassic	Madenler	Jm	150		Kırmızı konglomera, Kumtaşı, Resifal kireçtaşı, Kumlu kireçtaşı Bazalt lav ve aglomera	□ Karadağ (Mo, Cu) Başboynuyğun (Fe, Cu) Deregözü (Fe, Cu) Belentepe (Fe, Cu)
Hamurkesen	Jlh		750		Bazalt - Andezit - Dasitik lav ve piroklastlar			
Paleozoic						IERSINYEN ( $\gamma 1$ ) Pembe renkli Granit ( $\phi$ ) Gabro - Diyabaz (Pms) Metamorfik Temel	□ Kurtulmuş (Fe)	

(Compiled from MTA, 1994)

图 I - 3 - 3 PONTIDES 北东部地质层序图

### 3-3 地質構造

LANDSAT の TM 画像と、MTA が同画像から抽出 (MTA、2002) したリニアメントを図 - 3 - 4 に示す。同図からは本地域を含む Hopa 地域のリニアメントとしては NE-SW 系、NW-SE 系、NNW-SSE 系及び E-W 系のものがあり、NE-SW 系と NW-SE 系のものが卓越する。また、各所に環状構造が認められ、Tunca 地域においても直径が数 km 程度のものが認められる。これらの構造に関し、MMAJ(2001)は NW-SE 系のものは本地域の地質構造、すなわち Pontides 帯と Anatriides 帯の境界を反映し、NW-SE 系は黒海沿岸部に広く分布する上部白亜系の火山岩類中に発達するとしている。環状構造の分布をみると、NW-SE 系のリニアメントと同様に主に上部白亜系の火山岩類中に発達する。

日本の黒鉛鉱床と地質構造の関係については、多くの研究者が黒鉛鉱床は陥没構造に伴って分布することを指摘している。トルコにおいても石油公団 (1998) は、衛星データを用いて本地域を含むトルコ東北部の黒海沿岸地域の地質構造解析を行い、火山性塊状硫化物鉱床が特定層準の環状構造周辺に分布する確率が高いことを明らかにし、火山性塊状硫化物鉱床探査には環状構造を主とした構造解析が重要であると指摘している。

### 3-4 鉱化・変質作用

Hopa 地域周辺の火山性塊状硫化物鉱床の分布を図 - 3 - 5 に示す。Hopa 地域及びその周辺地域には Murgul、Cerattepe、Çayeli、Peronit、Kutunit といった数多くの火山性塊状硫化物鉱床が賦存する。これらの鉱床は石英安山岩溶岩及び同質火砕岩からなる上部白亜系の Kızılkaya 層 (Tunca 地区では Alemağaç 層) の上部に胚胎し、下部には硫化物の網状脈～鉱染鉱床が発達する。Sivrikaya 鉱床のように、上部の塊状鉱床を欠いて、下盤の網状脈～鉱染鉱床だけからなる鉱床も存在する。これらの鉱床は上部を Çağlayan 層の石灰質泥岩、玄武岩溶岩等により覆われている。

なお、東部 Pontides の火山性塊状硫化物鉱床については、2 回の鉱化作用があり、Peronit、Kutunit 等の鉱床は Tunca、Murgul、Cerattepe 鉱床等とは関係火成岩及び生成時期が異なるという考えもだされている。

変質作用は Murgul 鉱床周辺ではカオリナイト化、絹雲母化、緑泥石化が認められる。Çayeli 鉱床では鉱床を中心にしてスメクタイト・緑泥石・カオリナイト帯、カオリナイト・混合層粘土・スメクタイト帯、イライト・ナクライト・菱鉄鉱帯が取り巻く (Çağatay, 1993)。

F46-47 PAFTALARININ LANDSAT TM 453 (KYM) GÖRÜNTÜSÜ VE ÇİZGİSELLİĞİ

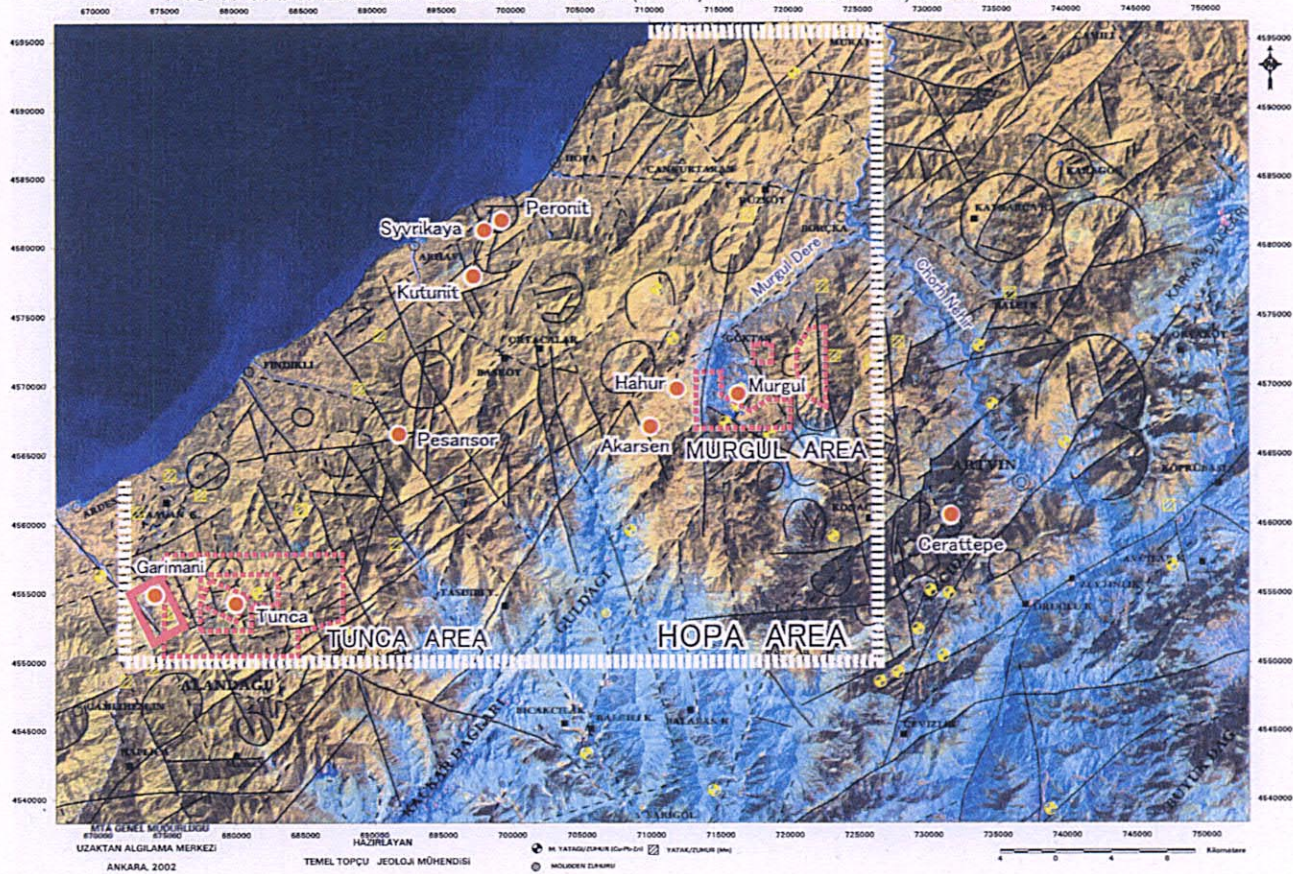


図 I-3-4 HOPA 地域リニアメント図

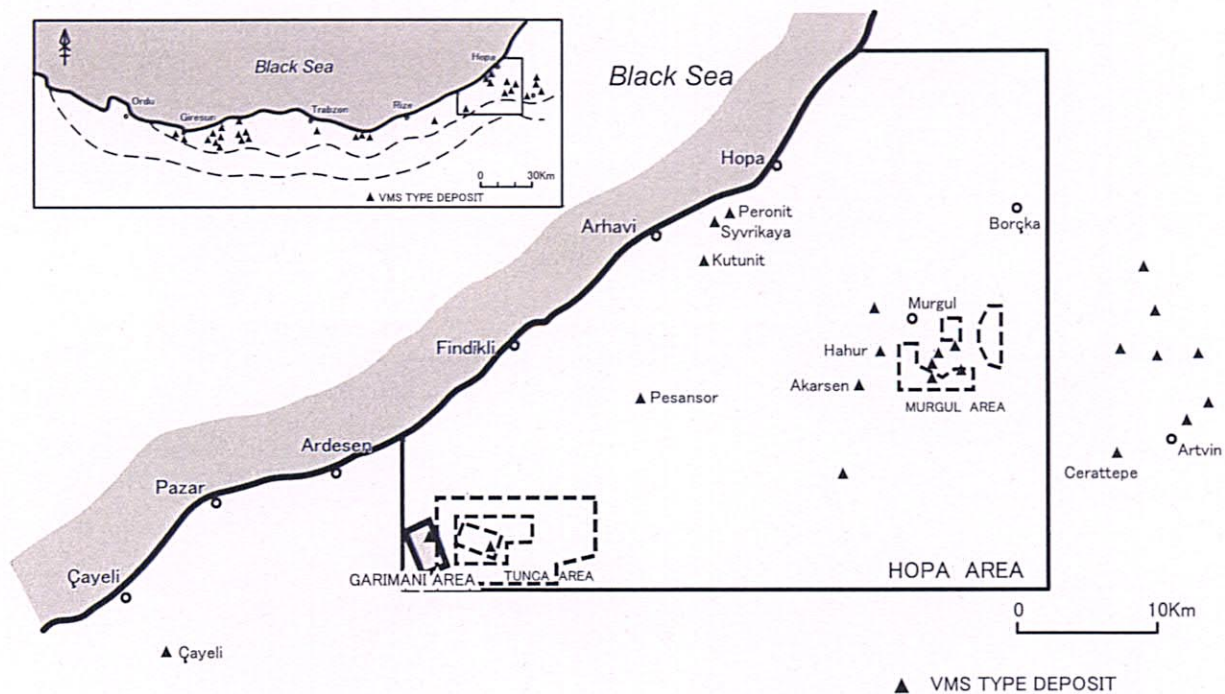


図 I-3-5 HOPA地域周辺の火山性塊状硫化物鉱床

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 地質構造・鉱化作用の特性

#### 4-1-1 地質・地質構造

本地区は下位より上部白亜系の Alemağaç 層、Çağlayan 層、Sivrikaya 層及び第三系の Hamidiya 層が分布する。Alemağaç 層は本地区の最下位層で、東部 Pontides において火山性塊状硫化物鉱床の胚胎母岩となる Kızılkaya 層に対比される。本層は無斑晶質石英安山岩 (Adeu)、石英安山岩溶岩 (Adel) 及び同質火山砕屑岩類 (Atf) からなる下部層とパープルデイサイト (Adep)、グリーンデイサイト (Adeg) 及び同質火山砕屑岩類 (Attf) からなる上部層に区分される。無斑晶質石英安山岩 (Adeu) は Hemsin 川沿いに分布し、ハイアロクラスタイトを主体とする。石英安山岩溶岩 (Adel) 及び同質火山砕屑岩類 (Atf) は Durak 川沿いに分布する。パープルデイサイト (Adep)、グリーンデイサイト (Adeg) 及び同質火山砕屑岩類 (Attf) は同一の岩体で、それぞれ、貫入岩相がパープルデイサイト、溶岩相がグリーンデイサイト、そして砕屑岩相が同質火山砕屑岩類に相当する。Durak 川沿い等に、小規模な塩基性火山活動が認められる。

Çağlayan 層は優勢な塩基性火山活動により特徴づけられ、玄武岩類 (Cbs) は挟在する堆積岩類により大きく下位、中位及び上位に区分される。Sivrikaya 層は酸性凝灰岩類 (Stf) 及び泥岩 (Smd) が卓越し、Hamidiya 層は凝集性の悪い堆積岩からなる。貫入岩類は本地区の各所に分布し、粗粒玄武岩が発達し、花崗岩類は始新統の Kaçkar 花崗岩類に対比される。

本地区は Garimani 断層を境に、地質状況が変化する。断層の北側には Alemağaç 層下部層が露出し、各種の貫入岩が分布する。一方、断層の南側は Çağlayan 層が広く分布し、Hemsin 川流域を中心に Alemağaç 層下部層中に鉱化帯が発達する。本地区には NE-SW 系の構造が卓越し、断層系や貫入岩及び鉱化帯の方向に反映し、地層の走向も大局的には NE-SW 系を示す。

#### 4-1-2 鉱化作用

本地区には Garimani 鉱化帯、Yeşilköy 西方鉱化帯、Köprüköy 鉱化帯、Duygulu 鉱化帯及び Yukarı 鉱徴地をはじめとする鉱化帯・鉱徴地があり、これらは Alemağaç 下部層の石英安山岩類 (Adeu、Adel 及び Atf) を胚胎母岩とし、火山性塊状硫化物鉱化作用、鉱脈型鉱化作用及び花崗閃緑岩の貫入に伴う鉱化作用により形成された。

Duygulu 鉱化帯以外の鉱化帯は NE-SW 方向に伸張し、近傍の Alemağaç 層上部層のグリーンデイサイト (Adeg) やパープルデイサイト (Adep) 及び Çağlayan 層の玄武岩類 (Cbs) が鉱化変質を受けておらず、いずれも Alemağaç 層上部層の形成前に鉱化作用が生じたと考えられる。Garimani 鉱化帯は Tunca 鉱床と同様に、珪化した石英安山岩溶岩 (Adel) が分布し、鉱化作用の中心部に石英-カリ長石-絹雲母帯が存在することから、火山性塊状硫

化物鉱化作用により形成したと推定される。一方、Yeşilköy 西方鉱化帯、Köprüköy 鉱化帯は構造運動に規制された鉱脈型鉱化作用により形成したと考えられる。K-Ar 法による鉱化年代（測定鉱物：絹雲母）は Garimani 鉱化帯が  $83.1 \pm 2.1\text{Ma}$ 、Köprüköy 鉱化帯が  $83.2 \pm 2.1\text{Ma}$  であり、白亜紀後期の Santonian 期（ $86.6\text{-}83.0\text{Ma}$ ）から Campanian 期（ $83.0\text{-}74.0\text{Ma}$ ）に相当する。

Duygulu 鉱化帯は花崗閃緑岩（Kgd）の貫入岩体の周囲に鉱化帯が発達し、この花崗閃緑岩の貫入に伴って鉱化作用が生じたと考えられ、その形成時期は花崗閃緑岩が Kaçkar 花崗岩類に対比されることから、始新世と推定される。

本地区の鉱化変質帯は規模が大きいものの、硫化物は黄鉄鉱の鉱染を主体とし、Cu 品位は  $<0.01\% \sim 0.54\%$  と低品位である。

#### (1) 変質分帯

鉱化作用に伴い、各鉱化帯では中心部から周辺にかけて 1) 石英-絹雲母-緑泥石帯、2) 石英-(絹雲母)-(緑泥石)-絹雲母/スメクタイト混合層鉱物帯が分布する。Garimani 鉱化帯は Tunca 鉱床と同様に、1) 石英-絹雲母-緑泥石帯の内側に、石英-カリ長石-絹雲母帯が存在する。

#### (2) 変質強度

変質強度（AI）の値が 90%以上の強変質強度帯は Garimani 鉱化帯、Yeşilköy 西方鉱化帯、Köprüköy 鉱化帯、Duygulu 鉱化帯及び Yukarı 鉱徴地に分布する。本地区の強変質強度帯は Duygulu 鉱化帯を除き、地質構造を反映した NE-SW 方向に伸張する。

#### (3) 地化学探査

Duygulu 鉱化帯からは Au, Cu, Zn, Cd 及び S、Yeşilköy 西方鉱化帯からは Au, Ag, As 及び S、Köprüköy 鉱化帯からは Pb, As 及び S、Garimani 鉱化帯からは Pb、そして Yukarı 鉱化帯からは Au, Pb, Cd 及び Ba の地化学異常値が得られた。本地区の地化学異常値は、おもに Alemağaç 層下部層の無斑晶質石英安山岩（Adu）試料から得られている。

### 4-2 鉱床賦存のポテンシャル

本地区の鉱化作用には、火山性塊状硫化物鉱化作用、鉱脈型鉱化作用及び花崗閃緑岩の貫入に伴う鉱化作用が認められる。火山性塊状硫化物鉱化作用と鉱脈型鉱化作用は Alemağaç 層上部層形成前、すなわち白亜紀後期に生じ、花崗閃緑岩の貫入に伴う鉱化作用は始新世に生じた。火山性塊状硫化物鉱化作用は Garimani 鉱化帯に代表され、他の鉱化作用に比べ、Cu, Zn に富む。Yeşilköy 西方鉱化帯及び Köprüköy 鉱化帯は鉱脈型鉱化作用により形成され、NE-SW 方向に伸張する。Duygulu 鉱化帯は Kaçkar 花崗岩類に対比される花崗閃緑岩の周囲に鉱化変質帯が広がる。

本地区の鉱化帯は鉱化作用及び鉱化時期は異なるものの、次のような特徴を有する。

- ・ 硫化物は黄鉄鉱の鉱染を主体とし、黄銅鉱及び閃亜鉛鉱をほとんど伴わない。
- ・ 鉱石分析値は一部の試料を除き、Cu, Zn とも 0.2%以下と低い。
- ・ 鉱化帯の水平方向及び上下方向による鉱化状況の変化はみられない。

したがって、Garimani 地区で確認された各鉱化帯が開発される可能性は低い。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

#### 5-1-1 地質

本地区は下位より上部白亜系の Alemağaç 層、Çağlayan 層、Sivrikaya 層及び第三系の Hamidiya 層が分布し、石英安山岩や花崗岩類及び粗粒玄武岩等が貫入する。Alemağaç 層は下部層と上部層に区分され、下部層は無斑晶質石英安山岩( Adcu )、石英安山岩溶岩( Adcl )及び同質火山砕屑岩類( Atf)、そして上部層はパープルデイサイト( Adep)、グリーンデイサイト( Adcg)及び同質火山砕屑岩類(Attf)からなる。下部層は Hemsin 川及び Durak 川沿いに分布し、鉍化変質を受けている。パープルデイサイト( Adep)、グリーンデイサイト( Adcg)及び同質火山砕屑岩類(Attf)は同一の岩体の岩相変化であり、花崗岩類は本地区の南方に分布する Kaçkar 花崗岩類に対比される。本地区には NE-SW 系の構造が卓越し、断層系や貫入岩及び鉍化帯の方向に反映する。

#### 5-1-2 鉍化作用

本地区には Alemağaç 層上部層形成前、すなわち、白亜紀後期に生じた火山性塊状硫化物鉍化作用及び鉍脈型鉍化作用、そして始新世に花崗閃緑岩の貫入に伴って生じた鉍化作用が認められる。Duygulu 鉍化帯以外の鉍化帯は地質構造に規制され、NE-SW 方向に伸張する。各鉍化変質帯とも硫化物は黄鉄鉍の鉍染からなり、Cu, Zn は低品位で、水平方向及び上下方向による鉍化状況の変化はみられない。

### 5-2 将来への提言

第3年次調査により、Garimani 地区で確認された各鉍化帯はいずれも将来開発される見込みがないことが結論された。

しかし、本地区の南西約 25km には大規模かつ高品位な Çayeli 鉍床(埋蔵鉍量 1,600 万トン、品位 Cu:3.6%、Zn:5.7%)が賦存し、その胚胎層準が本地区周辺にも連続することから、本地区の周辺部には優秀な鉍床が賦存する可能性は高い。

したがって、今後は探鉍範囲を周辺地区へ広げていくことが重要である。

第 部  
各 論



## 第Ⅱ部 各 論

### 第1章 地質調査

#### 1-1 調査位置

調査象地域の Hopa 地域は図 1 に示すように、トルコ共和国の北東部、グルジア共和国との国境近くに位置する。今年度の調査は Hopa 地域の西端にある Garimani 地区で調査を実施した。

#### 1-2 調査方法

##### (1) 現地調査

現地調査にあたり、踏査ルートは MTA が所有する地質データ等の既存資料を十分に検討して設定した。位置の確認には GPS を活用した。地質調査は 1/25,000 の地形図を拡大して作成した 1/5,000 の地形図を使用して実施し、岩石記載を行うとともに、鉱化帯・露頭の位置は必要に応じて簡易測量により求めた。

##### (2) 試料採取及び室内試験

地質解析に供するため、室内試験用の岩石・鉱物試料を採取した。本調査で実施した室内試験は岩石薄片観察、鉱石研磨片観察、全岩分析、粉末 X 線回折、鉱石分析及び K-Ar 年代測定である。

#### 1-3 調査結果

##### 1-3-1 地質

本地区は下位より上部白亜系の Alemağaç 層、Çağlayan 層、Sivrikaya 層及び第三系の Hamidiya 層で構成され、花崗岩類や粗粒玄武岩等が貫入する。地質平面図を図 - 1 - 1 に、地質断面図を図 - 1 - 2 に、地質模式層序図を図 - 1 - 3 に示す。

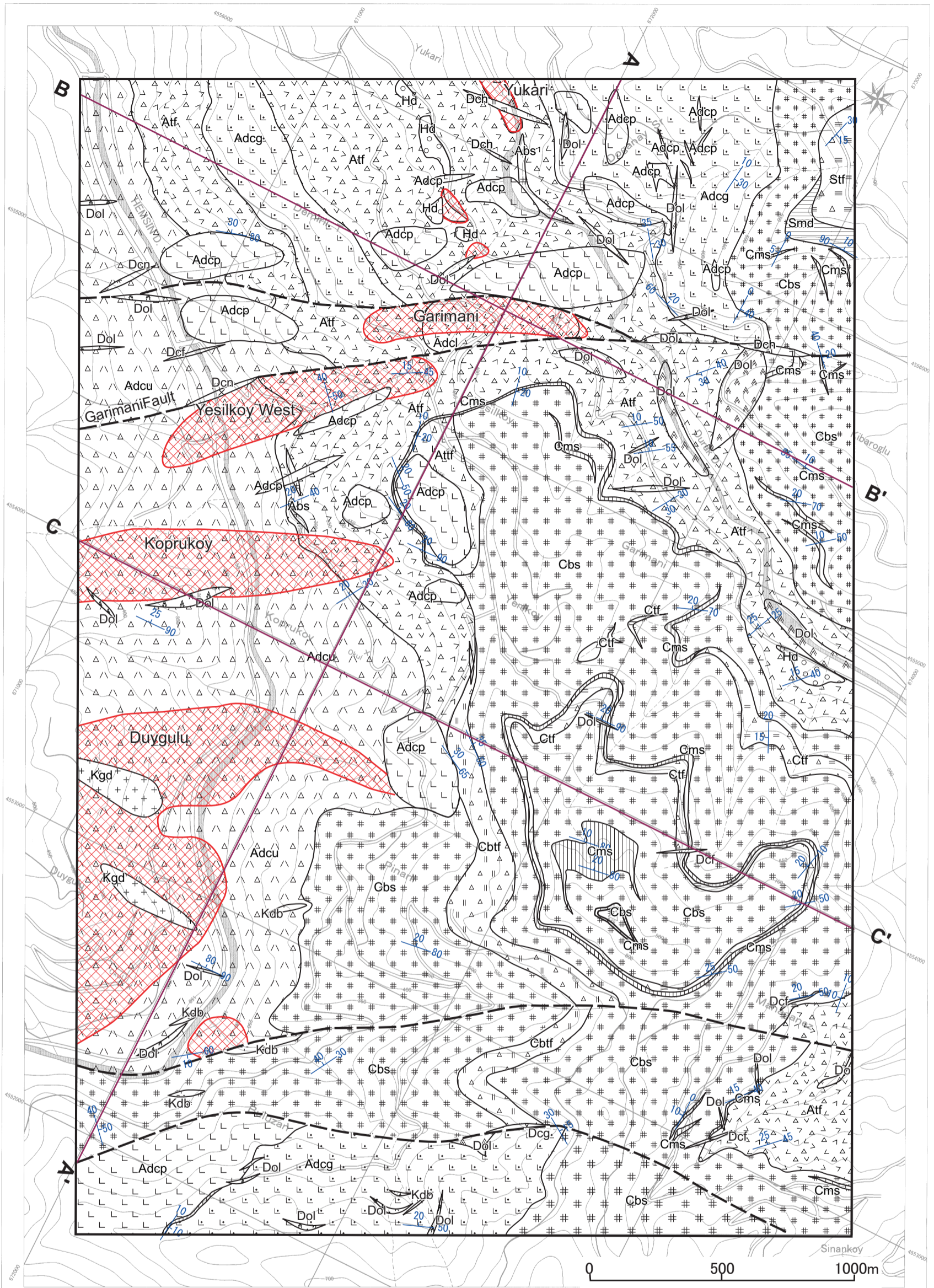
##### (1) Alemağaç 層

本層は本地区に分布する最下位層で、石英安山岩溶岩及び同質火山碎屑岩類等からなり、一部には先駆的な塩基性火山活動による小規模な玄武岩溶岩が認められる。

これまで本層は一括して Alemağaç 層としてきたが、本報告書では火山性塊状硫化物鉱化作用を受ける下部層と、その上位の上部層に区分する。

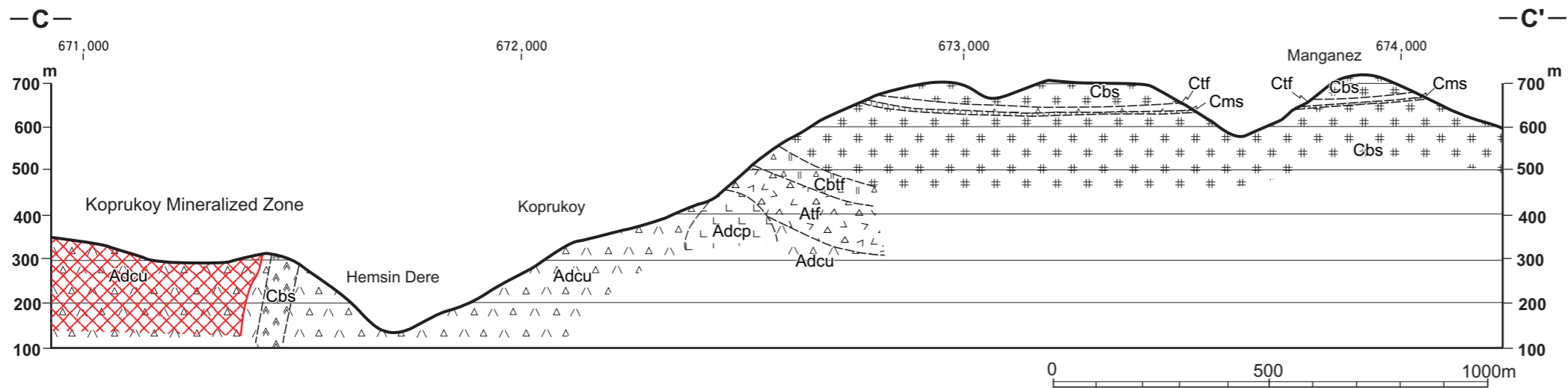
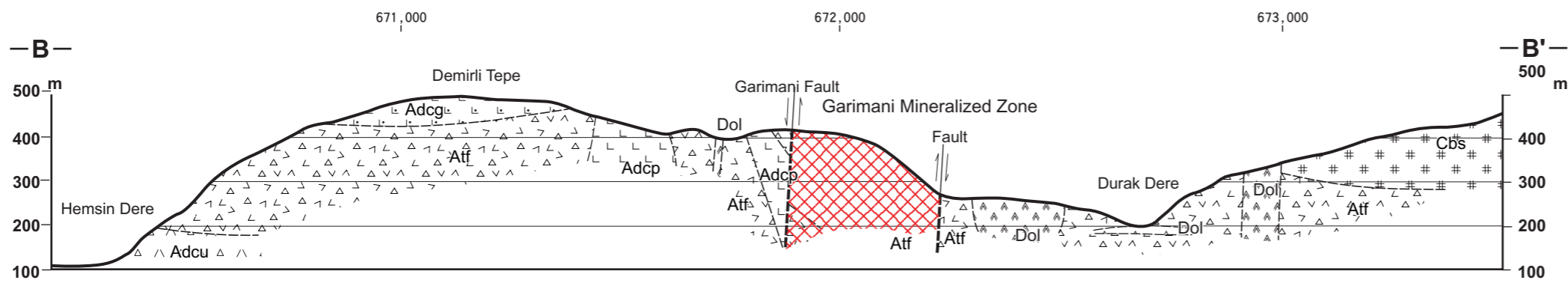
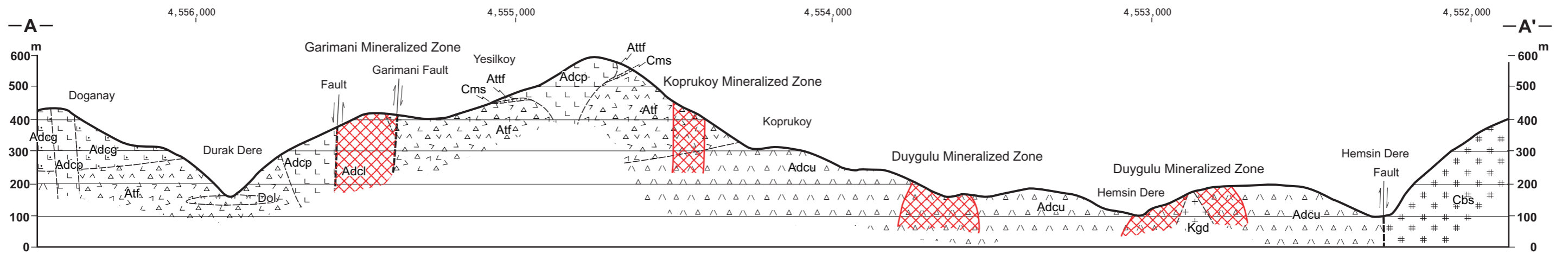
##### (a) Alemağaç 層下部層

下部層は下位の無斑晶質石英安山岩 (Adu) とその上位の石英安山岩溶岩 (Adcl) 及び同質火山碎屑岩類 (Atf) に区分され、Hemsin 川や Durak 川沿いを中心に分布する。



Legend		Cağlayan Formation		Alemğac Formation		Intrusive Rocks	
Hamidiya Formation	Cağlayan Formation	Alemğac Formation	Intrusive Rocks				
Sediment	Fine Tuff/Mudstone	<b>Upper Member</b>	Granodiorite	Dacitic Pyroclastics	Porphyritic Biotite Dacite	Strike and Dip	
Sivrikaya Formation	Acidic Tuff	<b>Purple Dacite</b>	Hornblende Dacite	Green Dacite	Plagioclase Dacite	Fault	Mineralized Zone
Acidic Tuff	Basic Tuff	Purple Dacite	Dolerite	Purple Dacite	Fine grained Dacite	Cross Section Line	
Fine Tuff/Mudstone	Basalt Lava	<b>Lower Member</b>	Vitric Dacite	Basalt Lava	Dolomite		
	Calcarious Mudstone	Basalt Lava		Dacitic Pyroclastics			
		Dacite lava		Aphyric Dacite			
		Aphyric Dacite					

图 II-1-1 地质平面图



Legend	
	Sediment
	Acidic Tuff
	Fine Tuff/Mudstone
	Fine Tuff/Mudstone
	Acidic Tuff
	Basic Tuff
	Basalt Lava
	Calcareous Mudstone
	Intrusive Rocks
	Granodiorite
	Porphyritic Biotite Dacite
	Hornblende Dacite
	Plagioclase Dacite
	Fine grained Dacite
	Vitric Dacite
	Dolerite
	Fault
	Mineralized Zone
<b>Alemğac Formation</b>	
<b>Upper Member</b>	
	Dacitic Pyroclastics
	Green Dacite
	Purple Dacite
<b>Lower Member</b>	
	Basalt Lava
	Dacitic Pyroclastics
	Dacite lava
	Aphyric lava

图 II - 1 - 2 地質断面图



無斑晶質石英安山岩 (Adu) は Hemsin 川流域を中心に本地区の西部に広く分布する。本岩は緑色を呈する無斑晶ガラス質の岩石で、自破碎構造のみられるハイアロクラスタイトを主体とし、Duygulu 周辺等では珪化した異質礫を少量含む。Köprüköy の西方や Duygulu 等では貫入岩相を呈し、柱状節理が発達する。Duygulu 鉍化帯や Köprüköy 鉍化帯及び Yeşilköy 鉍化帯は主に本岩中に胚胎し、黄鉄鉍の鉍染や珪化、粘土化が認められる。

石英安山岩溶岩 (Adcl) 及び同質火山碎屑岩類 (Atf) は Durak 川沿いや Yeşilköy、そして Manganez 付近に分布する。石英安山岩溶岩 (Adcl) は Garimani 鉍化帯付近に小岩体を形成し、南東側は同質火山碎屑岩類 (Atf) と、そして北西側は後述するパープルデイサイト (Adcp) と断層で接する。本岩は淡灰色～淡緑色を呈する無斑晶質の岩石で、まれに少量の石英や斜長石の斑晶が認められる。

石英安山岩質火山碎屑岩類 (Atf) は、下位の石英安山岩溶岩 (Adcl) 由来の岩片を主とした凝灰角礫岩や火山礫凝灰岩からなり、局所的に黒色の珪質礫を含む。本岩は淡黄褐色～淡緑灰色を呈し、基質部は同質の粗粒で粗鬆な凝灰岩からなり、緑色のガラス片を伴う場合がある。Durak 川東側では火山礫凝灰岩や細粒の凝灰岩が主体となり、成層構造が発達し、少量の赤色石灰質泥岩の薄層を挟む。

本地区北部の Durak 川沿い等には小規模な玄武岩 (Abs) 及び同質凝灰岩類が分布する。

#### [ 顕微鏡観察 ]

無斑晶質石英安山岩 (Adu): 斑晶として少量の斜長石を含み、ガラス質組織を示す。変質鉍物として石英、方解石、緑泥石や粘土鉍物等が生成する。

石英安山岩溶岩 (Adcl): 斑晶は少量の斜長石が認められる。石基はガラス質組織で、無色ガラスから構成されていたとみられる。鉍化変質を被り、石英、絹雲母、黄鉄鉍や閃亜鉛鉍等が生じている。

石英安山岩質火山礫凝灰岩 (Atf): 主として石英安山岩質の岩片からなり、結晶片は少量の斜長石を含む。変質鉍物として石英、絹雲母、緑泥石、方解石や水酸化鉄等が生じている。

#### (b) Alemağaç 層上部層

上部層はパープルデイサイト (Adcp)、グリーンデイサイト (Adcg) 及び同質火山碎屑岩類 (Attf) からなる。パープルデイサイトは淡紫灰色を呈する貫入岩相の岩石で、Garimani 断層以北に卓越して分布するとともに、Yeşilköy や Bülüzan 等にも分布し、Alemağaç 層下部層やグリーンデイサイトに貫入して小岩体や岩脈を形成する。本岩は Alemağaç 層下部層の石英安山岩溶岩 (Adcl) と同様に無斑晶質で、まれに少量の石英及び斜長石の斑晶を有する。Demirli Tepe や Bülüzan ではガラス質となる。

グリーンデイサイト (Adcg) 及び同質火山碎屑岩類 (Attf) は Doğanay、Yeşilköy、Demirli Tepe 及び Bülüzan 等に分布する。本岩類は緑色～淡緑色を呈し、濃緑色の縞を有する溶岩相の岩石で、少量の石英や斜長石の斑晶を含み、末端では同質の火山碎屑岩類に移化する。

パープルデイサイトの礫を含むことが多く、Demirli Tepe や Bülüzan では、ガラス質のパープルデイサイトの礫を多量に伴う火山角礫岩や凝灰角礫岩を形成する。

パープルデイサイト及びグリーンデイサイトに関し、次のような現象が観察される。

- ・ グリーンデイサイト中にパープルデイサイトの礫を含む。
- ・ グリーンデイサイトにパープルデイサイトが貫入する。
- ・ 両者は密接に伴って分布する。そして、両岩体の末端部では境界が不明瞭となり、遷移関係を示すことが多い。

これらのことから、両者は同一の岩体で、グリーンデイサイト中のパープルデイサイト礫は、自破碎溶岩の礫部と考えられる。両者の関係についてはパープルデイサイトが貫入し、海底面に達して溶岩流を形成した部分がグリーンデイサイトと推定され、パープルデイサイトはグリーンデイサイトが形成後も岩体の内部で自己進入を繰り返したとみられる。その活動時期については、Alemağaç 層下部層の石英安山岩類 (Adcl 及び Atf) が形成した直後と考えられるが、Yeşilköy 南方の岩体は Çağlayan 層下部の赤色石灰質泥岩層 (Cms) の上位に分布しており、一部の岩体は Çağlayan 層に入ってから活動したと推定される。

[ 顕微鏡観察 ]

パープルデイサイト (Adep): 少量の石英と斜長石の斑晶を含む。石基は隠微珪長質構造を示し、石英や長石のマイクロライトと無色ガラスからなる。弱い珪化を受け、微小石英が生成する。

グリーンデイサイト (Adcg): 石英と斜長石の小型斑晶が散在し、斑状組織を示す。石基は隠微珪長質組織を示し、石英や長石のマイクロライトやガラス等からなる。変質の程度は低く、少量の石英、方解石、緑泥石や粘土鉱物等が生成する。

グリーンデイサイト質火山礫凝灰岩 (Attf): 石英安山岩質火山礫～粗粒火山灰からなり、間隙を同質の細粒火山灰が充填する。火山礫や火山灰は少量の石英と斜長石を含む。変質鉱物としては石英、緑泥石、粘土鉱物や水酸化鉄等が生成する。

## (2) Çağlayan 層

本層は Garimani 断層以南及び Durak 川以東に分布し、玄武岩溶岩 (Cbs) 及び同質凝灰岩類 (Cbtf) 石灰質泥岩 (Cms) 及び酸性凝灰岩類 (Ctf) 等からなり、優勢な塩基性火山活動により特徴づけられる。

塩基性火山岩類は濃緑色～黒褐色を呈する玄武岩溶岩を主とし、同質凝灰岩類を伴う。玄武岩類は無斑晶質なもの、有色鉱物の斑晶を含み、斑状を示すものなど各種のものがああり、複数の地点から長期にわたって間欠的に噴出したと考えられるが、個々の岩体を識別することは不可能である。しかし、挟在する赤色石灰質泥岩や凝灰岩類により大きく下位、中位及び上位の3つの岩体に区分される。

下位の玄武岩類は本地区南部の Pınarlı から Bülüzan にかけて分布し、緻密質塊状の比較的新鮮な岩石で、集塊岩～凝灰角礫岩状を示すことも多く、一部では杏仁状を呈する。

Pınarlı から Bülüzan への林道沿いには粗粒で輝石の斑晶が目立つ、規模の大きな粗粒玄武岩の岩体がシート状に貫入しているとみられるが、玄武岩と区別することは困難である。下位の玄武岩類は石灰質泥岩や酸性凝灰岩類を挟まない。一方、中位や上位の玄武岩類は岩体中に赤色石灰質泥岩や酸性凝灰岩類の薄層を多く挟在し、Garimani 南東方では厚い酸性凝灰岩層が存在する。また、杏仁状構造が普遍的にみられ、枕状溶岩が発達し、空隙部は方解石や沸石により充填される。Durak 川東岸では同質の集塊岩や凝灰角礫岩が発達し、石灰質泥岩を巻き込んだマッドボールが認められる。上位の玄武岩類は Manganez 山の周囲に分布し、中位の玄武岩類とは赤色石灰質泥岩や酸性凝灰岩類からなる厚さ約 20m の堆積岩層により境される。この堆積岩類は Yeniköy から Manganez への林道沿いに分布し、NE-SW ~ E-W 走向で傾斜は 10 ~ 20 ° N を示す。酸性凝灰岩類には青緑色で細粒緻密質のものや、淡緑色で石英安山岩の細礫を含むものなど各種のものが存在する。

赤色石灰質泥岩は玄武岩溶岩中に薄層をなしたり、レンズ状に取り込まれる。Durak 川の西岸では Alemağaç 層と Çağlayan 層との境界に赤色石灰質泥岩層が存在し、膨縮を繰り返しながら、Garimani から Yeniköy にかけて約 2km にわたって追跡される。

塩基性凝灰岩 (Cbtf) は玄武岩の細礫を含む火山礫凝灰岩や凝灰岩からなり、Manganez 山の西側では下位の玄武岩類の上部に、厚い塩基性凝灰岩層を形成するとともに、中位や上位の玄武岩類は各所に石灰質泥岩などとともに薄層をなす。

#### [ 顕微鏡観察 ]

玄武岩 (Cbs) : 斑晶は普通輝石、斜長石からなり、少量のかんらん石を伴う。気泡が発達し、内部は方解石、緑泥石や沸石により充填される。石基は填間組織を示し、ガラス、斜長石、普通輝石や酸化鉄等からなる。変質の程度は低く、変質鉱物として方解石、緑泥石、沸石や粘土鉱物等が生成する。

玄武岩質粗粒凝灰岩 (Cbtf) : 角礫状の玄武岩質粗粒火山灰からなる。玄武岩は斜長石の斑晶を含み、多孔質である。変質鉱物として方解石や緑泥石が生成し、石英や水酸化鉄等も認められる。

酸性火山礫凝灰岩 (Ctf) : 円礫状の石英安山岩や安山岩及び玄武岩の火山礫 ~ 火山灰からなる再堆積物。変質鉱物として石英、絹雲母及びスメクタイト等が認められる。

赤色石灰質泥岩 (Cms) : 有孔虫化石、泥からなる。泥は赤鉄鉱や含み、酸化マンガンを伴う場合がある。

### (3) Sivrikaya 層

本層は本地区の北東部に分布し、下部は灰色 ~ 褐色の泥岩 (Smd) として上部は酸性凝灰岩類 (Stf) からなる。凝灰岩類は緑灰色を呈し、石英安山岩や玄武岩等の細礫を含み、基質部に濃緑色の縞模様が認められる。

本層は南部では E-W 走向で北傾斜を示すが、北部では NNE-SSW 走向で、東に傾斜する。

#### [ 顕微鏡観察 ]

酸性粗粒凝灰岩 (Stf): 石英安山岩、安山岩及び玄武岩などの粗粒火山灰サイズの円礫からなり、安山岩及び石英安山岩質のものが多い。二次堆積物で、変質の程度は低い。変質鉱物として、石英、絹雲母、緑泥石や緑簾石等が認められる。

#### (4) Hamidiya 層

本層は本地区の最上位層で、下位の地層を不整合に覆い、Durak 川沿いの Yukari 南東方や Garimani 東方に局所的に分布する。灰白色の凝集性の悪い堆積岩からなり、石英安山岩、玄武岩や泥岩等の礫を含む。本層の形成時期は不明ながら、中新世頃とされている。

#### (5) 貫入岩類

貫入岩は本地区の各所に分布し、各種の石英安山岩類 (Dch、Dcn、Dcf、Dcg)、花崗岩類 (Kgd、Kdb) 及び粗粒玄武岩 (Dol) 等が認められる。

##### (a) 普通角閃石石英安山岩 (Dch)

本岩は、Kibaroglu や Yukari 付近の Durak 川河床、及び Hemsin 川の北部に分布し、Alemağaç 層の無斑晶質石英安山岩 (Adu) や石英安山岩質火山砕屑岩類 (Atf) 中に貫入し、E-W ~ NE-SW 方向に伸張する。灰色 ~ 紫灰色を呈し、石英と斜長石の大型斑晶が散在する。鏡下では斑晶は石英、斜長石、黒雲母、普通角閃石や鉄鉱物で、石基は石英、長石、黒雲母やガラス等からなる。

##### (b) 斜長石石英安山岩 (Dcn)

Hemsin 川沿いに分布し、Alemağaç 層下部層の石英安山岩類 (Adu、Atf) 中に小岩脈を形成する。鏡下では少量の斜長石を斑晶として含む。石基は填間組織を示し、石英、長石、酸化鉄マイクロライト等からなる。比較的新鮮な岩石で、変質鉱物として少量の緑泥石や方解石が生成する。

##### (c) 細粒石英安山岩 (Dcf)

本岩は Manganez 付近に分布し、幅数 m 程度の岩脈状をなして、Çağlayan 層の玄武岩に貫入する。本岩は灰色 ~ 灰緑色を呈する細粒緻密質の岩石で、石英の小さな斑晶を有する。

##### (d) ガラス質石英安山岩 (Dcg)

本岩は Bülüzan 上流に分布し、Çağlayan 層の玄武岩類中に小岩脈を形成する。チョコレート色を呈するガラス質の岩石で、大きな斜長石の斑晶に富む。鏡下では斜長石は自形を示し、石基は隠微珪長質で石英、長石マイクロライト、ガラス等からなる。変質鉱物として、石英、緑泥石、絹雲母や方解石が認められる。



(e) Kaçkar 花崗岩類

本岩類は、本地区南西の Duygulu や Bülüzan 周辺に分布し、Alemağaç 層の石英安山岩類や Çağlayan 層の玄武岩類に貫入する。その貫入方向は Duygulu 周辺では E-W 方向に、一方、Bülüzan 周辺では NE-SW 方向と考えられる。本岩類は花崗閃緑岩 (Kgd) や斑状黒雲母石英安山岩 (Kdb) からなり、オリーブ灰色～暗緑色を呈し、石英、長石、黒雲母、角閃石等を含む。Duygulu 周辺に分布するものは、その周囲の無斑晶質石英安山岩 (Adeu) が広範に熱水変質し、黄鉄鉱の鉱染が認められることから、本岩類の貫入に伴って、鉱化作用が生じたと推定される。

本岩類は本地域南方に分布する始新世統の Kaçkar 花崗岩類に対比されると考えられる。

[ 顕微鏡観察 ]

斑状黒雲母石英安山岩 (Kgd): 斑状組織が発達する。石英及び斜長石の大型斑晶に富み、黒雲母も認められる。変質の程度が強く、多量の緑泥石、絹雲母、方解石、石英及び黄鉄鉱が認められる。

(f) 粗粒玄武岩 (Dol)

本岩は本地区の各所に岩脈や小岩体を形成し、特に Durak 川周辺には多数の粗粒玄武岩が分布する。貫入方向は NE-SW 系が卓越する。Durak の川床沿いに本岩のシートが発達し、Pınarlı から Bülüzan への林道に沿っても規模の大きな岩体がシート状に貫入するとみられるが、玄武岩と区別することは困難である。本岩は濃緑色を呈する緻密質な岩石で、鏡下では主成分鉱物は斜長石、普通輝石や酸化鉄鉱物からなり、副成分鉱物として黒雲母やアルカリ長石を伴う。二次鉱物として緑泥石、絹雲母及び沸石等が認められる。

1-3-2 地質構造

本地区は Garimani 鉱化帯付近を通る NE-SW 系の Garimani 断層 (仮称) を境に地質状況が変化する。Garimani 断層の北側では Çağlayan 層の玄武岩類 (Cbs) は分布せず、Alemağaç 層下部層が露出し、これにパープルデイサイト (Adcp) 及びグリーンデイサイト (Adcg) の小岩体や、NE-SW 系の石英安山岩類の小岩脈が貫入する。一方、Garimani 断層の南側では広く Çağlayan 層の玄武岩類が分布し、Hemsin 川流域を中心に、Alemağaç 層下部層の石英安山岩類中に NE-SW 系の鉱化帯が賦存する。これらの NE-SW 系の地質構造は本地域の基盤の構造を反映すると考えられ、本地区の断層系、貫入岩及び鉱化帯の伸張方向を支配し、地層の走向も変化はあるものの、NE-SW 系が卓越する。NE-SW 系以外にも NW-SE 系の構造も認められ、Hemsin 川や Durak 川の流路に反映する。

なお、図 - 1 - 4 に示すように、LANDSAT の TM 画像からは、Bülüzan のすぐ南西方に、直径約 3km の環状構造が認められ、本地区南端に分布する Alemağaç 上部層のパープルデイサイト (Adcp) 及びグリーンデイサイト (Adcg) はこの構造に関連して形成されたと推定される。

TUNCA (ARDESEN) ÇEVRESİNİN LANDSAT TM 453 (RGB) GÖRÜNTÜSÜ ve ÇİZGİSELİĞİ



UYSAL GÖRÜMLER BAKANLIĞI  
UZAK GÖRÜMLER GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
ANKARA, 2003

İNHAZLAYAN  
TAMER TOPRAK / ARSLAN İMRENOĞLU

図 II-1-4 TUNCA地区リニアメント図

### 1-3-3 鉍化・変質作用

本地区には Hemsin 川沿いを中心に鉍化変質帯が分布する。鉍化帯・鉍徴地分布図を図 - 1 - 5 に示す。主要なものには Garimani 鉍化帯、Yeşilköy 西方鉍化帯、Köprüköy 鉍化帯、Duygulu 鉍化帯及び Yukarı 鉍徴地があり、Garimani 鉍化帯は火山性塊状硫化物鉍化作用により形成され、Yeşilköy 西方鉍化帯、Köprüköy 鉍化帯及び Yukarı 鉍徴地は鉍脈型鉍化作用により形成されたと考えられる。また、Duygulu 鉍化帯は花崗岩類の貫入岩体の周辺に鉍化帯が形成されている。

これらの鉍化変質帯は Alemağaç 層下部層の石英安山岩類 (Adu、Adcl 及び Atf) 中に胚胎する。

#### (1) 変質

##### (a) 変質分帯

X 線回折結果を表 - 1 - 1 に、分帯図を図 - 1 - 6 示す。本年度の X 線回折試験により、本地区では下記の変質鉍物組み合わせが認められた。

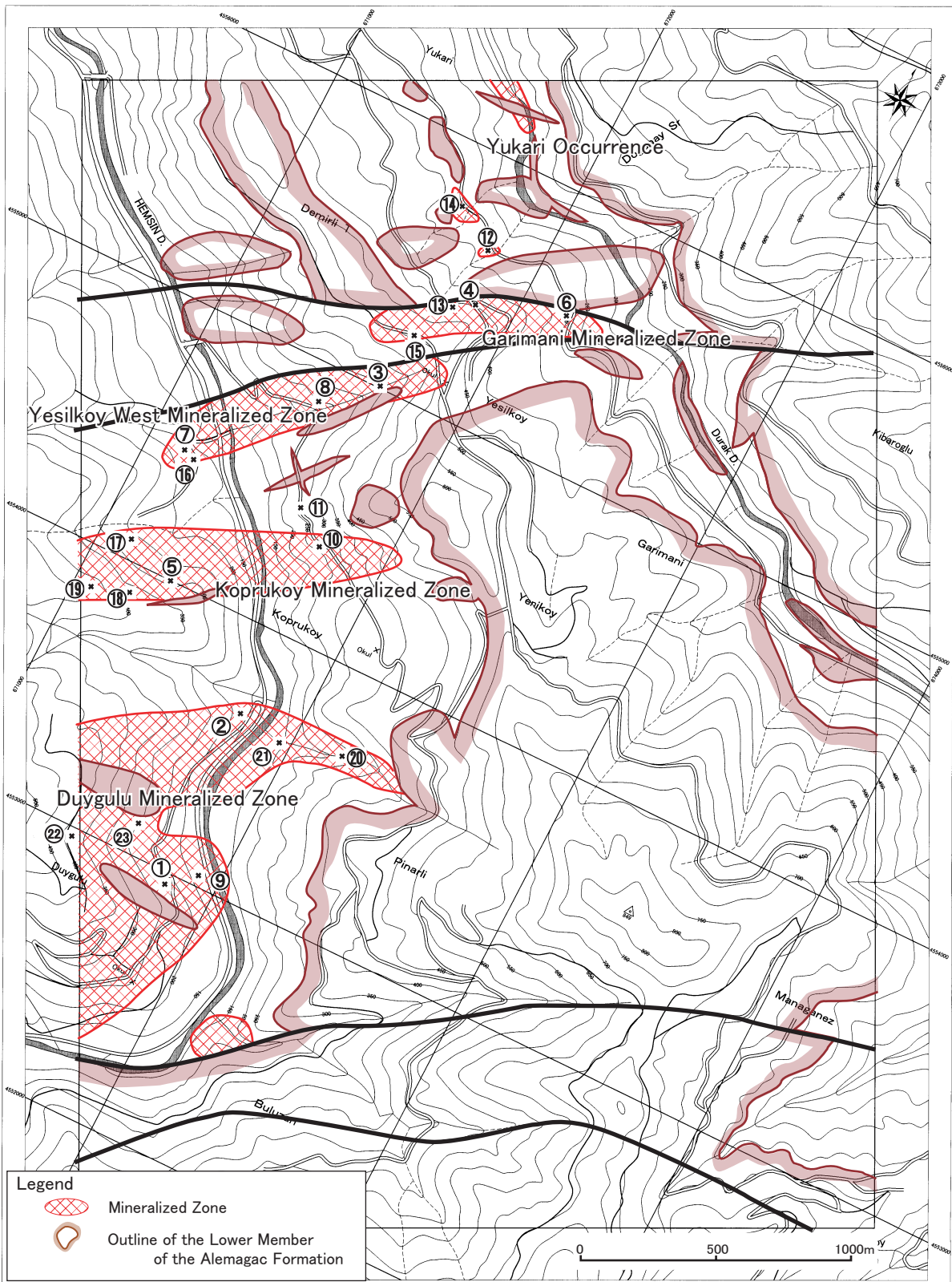
- 1) 石英
- 2) 石英-絹雲母-緑泥石
- 3) 石英(-絹雲母)-(緑泥石)-絹雲母/スメクタイト混合層鉍物
- 4) 石英-(絹雲母)-(緑泥石)-濁沸石
- 5) 絹雲母

これらの鉍物組み合わせのうち、1) 石英は Garimani 鉍化帯のごく一部に存在し、2) 石英-絹雲母-緑泥石帯は各鉍化帯や点在する鉍徴地を周囲に分布する。本変質鉍物帯は NE-SW 方向に伸張し、その周囲には 3) 石英(-絹雲母)-(緑泥石)-絹雲母/スメクタイト混合層鉍物帯が分布する。この変質鉍物帯は Hemsin 川流域に広く分布し、Manganez にも存在する。4) (絹雲母)-(緑泥石)-濁沸石帯は Çağlayan 層の玄武岩類中の酸性凝灰岩類 (Ctf) に認められる。5) 絹雲母帯は Yeşilköy 西方鉍化帯中の破碎帯を充填する粘土に認められ、黄鉄鉍を伴う。

今回の調査では確認できなかったが、第 1 年次調査では、Garimani 鉍化帯の中心部から石英、絹雲母とともに、カリ長石が検出 (A101) されており、本鉍化帯では 2) 石英-絹雲母-緑泥石帯の内側に石英-カリ長石-絹雲母帯が存在すると考えられる。石英-カリ長石-絹雲母帯は、火山性塊状硫化物鉍床である Tunca 鉍床の中心部付近にも分布し、日本では、会津地方にある黒鉍鉍床の変質帯の中心部にカリ長石帯が存在する (歌田, 1977)。

##### (b) 変質強度

鉍化作用に伴う鉍化変質の程度を判定するため、全岩分析値を用い、Alemağaç 層下部層の石英安山岩類 (Adu、Adcl 及び Atf) について変質強度 (AI) を求めた。値を表 - 1



No.	Sample	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ba (%)	S (%)	No.	Sample	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ba (%)	S (%)
①	M031	0.10	2.10	0.166	0.001	0.020	0.360	40.64	⑬	Q071	0.27	1.40	0.118	0.005	0.150	0.388	1.12
②	M035	0.02	0.95	0.002	0.002	0.002	0.030	13.00	⑭	R011	0.08	0.50	0.002	<0.001	0.021	0.055	4.99
③	M040	<0.01	0.50	0.002	<0.001	0.007	0.077	2.00	⑮	R020	0.18	0.65	0.419	0.001	0.008	0.022	3.33
④	M073	0.01	0.65	0.018	0.007	0.812	0.014	1.23	⑯	R041	0.92	0.50	0.002	<0.001	0.004	0.043	4.64
⑤	M081	0.02	0.60	0.032	0.001	0.020	0.040	1.69	⑰	R043	1.64	0.50	0.001	<0.001	0.008	0.027	0.07
⑥	N011	0.12	2.00	0.537	0.006	5.130	0.011	12.90	⑱	R050	0.04	10.00	0.080	0.003	0.019	0.027	30.79
⑦	N031	<0.01	0.75	0.034	0.002	0.020	0.036	0.12	⑲	R057	<0.01	1.35	0.005	0.002	0.008	0.035	25.70
⑧	N034	0.07	0.75	0.002	<0.001	0.060	0.085	38.40	⑳	R088	<0.01	2.25	0.004	0.001	0.003	0.026	2.10
⑨	N042	<0.01	0.50	0.001	<0.001	0.002	0.035	3.66	㉑	R091	<0.01	0.50	0.001	0.001	0.032	0.015	1.12
⑩	Q027	<0.01	0.50	0.001	0.001	0.006	0.042	2.70	㉒	R098	<0.01	0.45	0.003	0.001	0.062	0.035	1.41
⑪	Q031	<0.01	0.45	0.014	<0.001	0.006	0.049	0.69	㉓	R100	<0.01	0.60	0.002	<0.001	0.004	0.038	4.56
⑫	Q069	0.01	1.40	0.015	0.006	0.323	0.045	2.65									

图 II - 1 - 5 鉍化带·鉍徵地分布图

表 II - 1 - 1 X線回折結果一覽表

No.	Sample	Location	Coordinates		ROCK TYPE	Alteration zone	MINERALS														Remarks							
			UTM-E	UTM-N			Quartz	K-Feldspar	Albite	Epidote	Smectite	Sericite/Smectite	Chlorite/Smectite	Sericite	Chlorite	Kaolin Minerals	Halloysite	Laumontite	Analcime	Gypsum		Barite	Pyrite	Chalcopyrite	Sphalerite	Siderite	Dolomite	Calcite
1	M001	Kıbaroğlu	73750	55237	Cbs	Zeo			3				1													7		
2	M007	Doğanay	72725	55777	Atf	S/Sm	28		4			<1	<1															
3	M019	Doğanay	72363	56367	Adcg	S/Sm	19					<1	<1															
4	M028	Duygulu	71814	52547	Adcu	Ser-Ch	30		3			<1	<1	<1														
5	M031	Duygulu	71877	52938	Adcu	Ser-Ch	11							<1	3													
6	M035	Duygulu	71787	53710	Adcu	Ser-Ch	15							2	<1										1			
7	M040	Yeşilköy	71655	54943	Atf	Ser-Ch	23							1	2										<1			
8	M048	Bülüzan	72260	52580	Adcu	Ser-Ch	24		5					<1	<1											1		
9	M053	Manganez	74162	53254	Atf	-	34		8	<1																		
10	M059	Manganez	74286	53647	Atf	S/Sm	30		2			<1		<1											<1		3	
11	M063	Garimani	73430	54809	Atf	-	16	2	6	<1	<1		<1											<1				
12	M066	Garimani	72249	55412	Atf	S/Sm	22		2			<1												<1				
13	M073	Yeşilköy	71816	55411	Adcl	Ser-Ch	39							<1	<1									<1	<1			
14	M077	Pınarlı	72524	53690	Adcg	Ser-Ch	30		2					<1														
15	M081	Köprüköy	71259	53921	Adcu	Ser-Ch	32							1	1									<1			<1	
16	N005	Garimani	72654	55305	Atf	-	28		6			<1																
17	N011	Garimani	72179	55525	Atf	Ser-Ch	7							4										1	2		<1	
18	N017	Kıbaroğlu	72480	55625	Atf	-	20		9					<1	<1												1	
19	N019	Garimani	72965	54685	Ctf	Zeo	15		5					<1				3						<1			5	
20	N022	Garimani	72183	55486	Atf	S/Sm	34		2			<1		<1														
21	N031	Köprüköy	71125	54485	Adcu	Ser-Ch	2							<1										8			<1	
22	N034	Yeşilköy	71500	54835	Clay	Ser									2									6				
23	N042	Duygulu	71950	53045	Adcu	Ser-Ch	35							1										<1				
24	N043	Yukarı	71653	56207	Atf	Ser-Ch	28							<1	2									<1				
25	N046	Bülüzan	72937	52520	Ctf	Zeo	22							<1	<1			<1	4									
26	N050	Bülüzan	73137	52275	Adcg	-	26		15			<1		<1										<1			<1	
27	N056	Manganez	74547	53695	Atf	Zeo	15	2	2	1	<1		<1					<1										
28	P004	Manganez	73518	53905	Ctf	-	26		6					<1														
29	P040	Yeşilköy	72130	55020	Ctf	S/Sm	16	<1				<1		1														
30	Q013	Yeniköy	72850	54140	Ctf	Zeo	34		5			<1						2										
31	Q027	Köprüköy	71790	54380	Atf	Ser-Ch	26	<1						<1										2				
32	Q028	Köprüköy	71715	54400	Atf	Ser-Ch	24							<1										<1				
33	Q031	Köprüköy	71545	54600	Atf	Ser-Ch	27							<1	<1									<1				
34	Q034	Kıbaroğlu	73050	55800	Cbs	Zeo	2		4			2			1				3							7		
35	Q069	Yukarı	71790	55600	Atf	Ser-Ch	31							<1	<1									6				
36	Q071	Yeşilköy	71785	55410	Adcl	Q	32																<1	<1			<1	
37	R011	Yukarı	71635	55760	Atf	Ser-Ch	18							<1	4									<1				
38	R020	Yeşilköy	71740	55260	Atf	Ser-Ch	39							1										<1				
39	R041	Köprüköy	71145	54480	Adcu	Ser-Ch	29							2	<1									<1	1		<1	
40	R043	Köprüköy	71150	54090	Adcu	Ser-Ch	30							2	2									<1				
41	R050	Köprüköy	71260	53930	Adcu	Ser-Ch	3							<1	<1									4			<1	
42	R057	Köprüköy	71075	53845	Adcu	Ser-Ch	8							<1										5				
43	R060	Köprüköy	70385	55260	Adcu	-	13		21					<1										<1				
44	R076	Bülüzan	73495	52695	Adcg	S/Sm	8		<1			<1		<1														
45	R088	Pınarlı	72275	53715	Adcu	Ser-Ch	20							<1										3				
46	R091	Pınarlı	71950	53610	Adcu	Ser-Ch	10		1					<1	4									<1				
47	R098	Duygulu	71410	52955	Adcu	Ser-Ch	30							<1	<1									<1				
48	R100	Duygulu	71595	53120	Adcu	Ser-Ch	35							1										<1				
*	A101	Garimani	72217	55451	Adcl	K-Ser	40	2						2										1	5		1	2002 survey

Q : Quartz, Ser-Ch : Quartz-Sericite-Chlorite, S/Sm : Quartz-(Sericite)-(Chlorite)-Sericite/Smectite mixed layer  
 Zeo : Quartz-Smectite-Laumontite, Ser : Sericite K-Ser : Quartz-K feldspar-Sericite

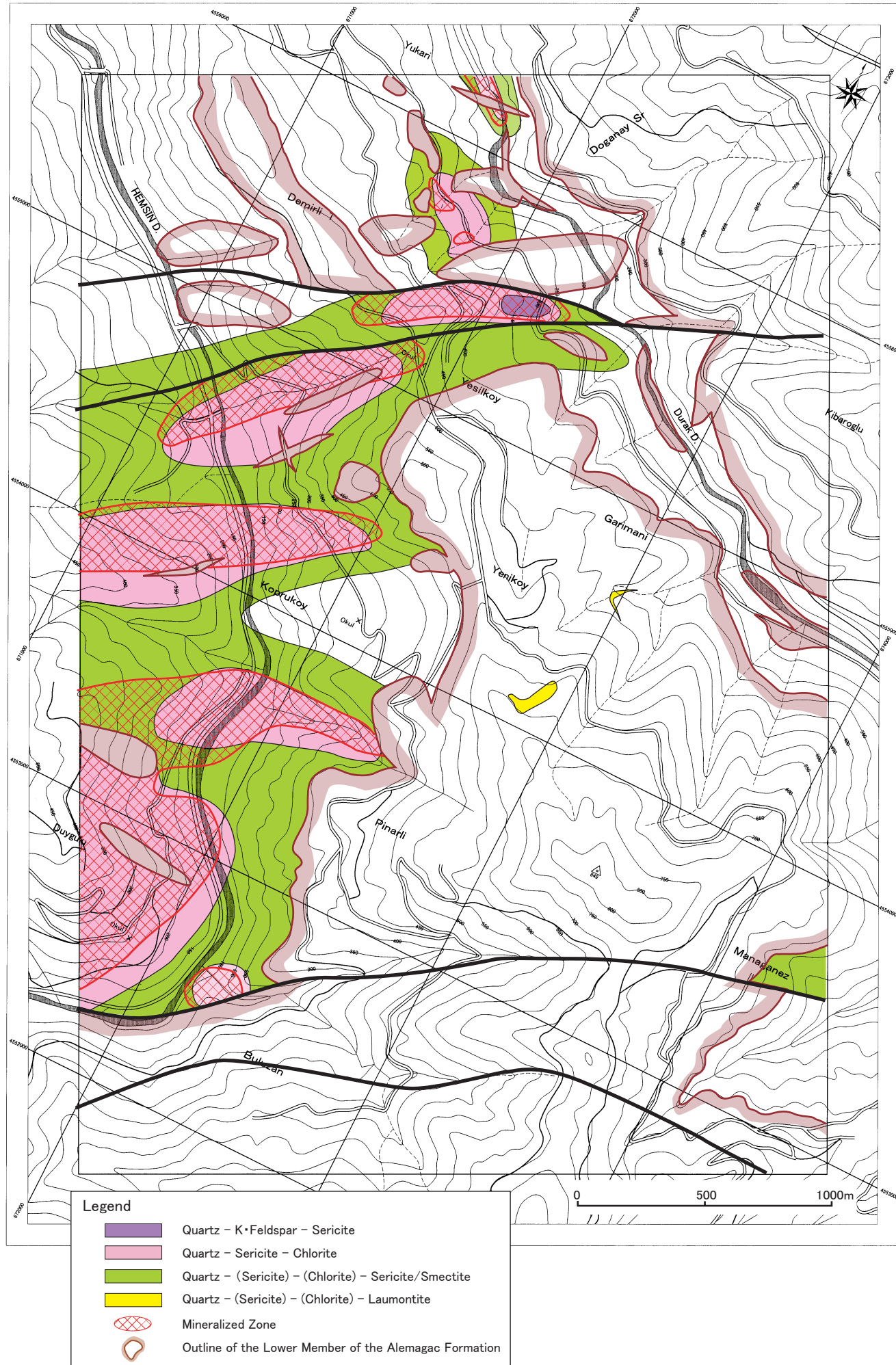


图 II - 1 - 6 变质鉱物分带图

- 2 に、分布を図 - 1 - 7 に示す。変質強度 (AI) の値が 90%以上の高い値が得られたのは Garimani 鉱化帯、Yeşilköy 西方鉱化帯、Köprüköy 鉱化帯、Duygulu 鉱化帯及び Yukarı 鉱徴地であり、これらの鉱化帯・鉱徴地以外にも Manganese に 90%以上を示す地点が認められる。また、Durak 川右岸の Doğanay 周辺には 80 - 90%の範囲の値を示す地点 (M010) も存在する。本地区の強変質強度帯 (90%<AI) は Duygulu 鉱化帯を除き、地質構造を反映した NE-SW 方向に伸張する。

表 II - 1 - 2 変質強度

Sample	Coordinates		Rock Type	Alteration Index(AI)	Ca %	K %	Mg %	Na %	Sample	Coordinates		Rock Type	Alteration Index(AI)	Ca %	K %	Mg %	Na %
	UTM-E	UTM-N								UTM-E	UTM-N						
M007	72725	55777	Atf	68	0.39	1.90	0.62	0.73	N013	72178	55575	Adcl	57	0.10	1.73	0.47	1.53
M010	72396	55887	Atf	82	0.22	3.09	1.04	0.64	N016	72382	55755	Atf	30	1.22	1.10	0.48	2.32
M026	71712	52466	Adcu	97	0.01	2.21	0.28	0.06	N018	72835	55505	Atf	30	0.96	1.27	0.60	3.44
M028	71814	52547	Adcu	95	0.03	2.42	0.35	0.10	N022	72183	55486	Adcl	74	0.08	2.13	0.34	0.72
M030	71566	53003	Adcu	40	0.05	0.97	0.14	1.51	N029	71130	54515	Adcu	96	0.03	2.13	0.21	0.05
M034	71728	53412	Adcu	98	0.03	1.66	1.60	0.04	N038	71025	54745	Adcu	37	0.54	1.31	0.50	2.51
M037	71788	55070	Atf	28	0.16	1.10	0.14	2.78	N040	72175	52725	Adcu	38	1.02	1.36	0.63	2.21
M042	71455	54761	Atf	97	0.03	2.35	1.11	0.06	N043	71653	56207	Atf	97	0.04	2.14	1.44	0.07
M043	71376	54733	Atf	97	0.02	2.40	0.25	0.06	N056	74547	53695	Atf	54	2.37	2.73	0.75	0.37
M048	72260	52580	Adcu	29	1.69	1.28	0.28	1.98	Q025	71885	54330	Atf	19	0.24	0.67	0.30	3.81
M052	74126	52974	Atf	63	0.11	2.02	0.27	1.13	Q028	71715	54400	Atf	98	0.01	3.57	0.59	0.06
M053	74162	53254	Atf	9	0.89	0.42	0.09	4.07	Q054	71470	54275	Adcu	72	0.26	1.52	1.46	0.94
M059	74286	53647	Atf	35	3.36	1.73	0.51	0.48	Q056	71620	54095	Adcu	61	0.14	1.94	0.97	1.70
M062	74281	53107	Atf	91	0.08	1.56	0.23	0.08	R060	70930	54805	Adcu	22	1.10	0.16	1.12	4.40
M063	73430	54809	Atf	53	1.13	3.42	0.45	2.00	R066	70385	55260	Adcu	8	0.17	0.28	0.10	4.42
M065	72645	55310	Atf	33	0.22	1.07	0.51	2.97	R067	70615	54940	Adcu	54	0.88	2.36	0.67	1.55
M066	72249	55412	Atf	67	0.46	3.17	0.92	1.45	R084	72465	53640	Atf	9	0.11	0.28	0.03	2.81
M074	71885	55414	Adcl	98	0.02	1.84	0.50	0.03	R092	71965	53635	Adcu	88	0.08	1.56	2.50	0.52
M080	71940	53029	Adcu	97	0.01	2.49	0.27	0.07	R102	71575	53380	Adcu	68	0.09	1.53	1.18	1.25
N005	72654	55305	Atf	25	0.23	0.15	0.74	2.86									

(2) 地化学探査

本地区の鉱化作用の特性を把握するため、Alemağaç 層下部層の石英安山岩類を主体に 77 試料を採取し、岩石地化学探査を実施した。分析元素は Au(0.001ppm), Ag(0.5ppm), Al(0.01%), As(5ppm), Ba(10ppm), Be(0.5ppm), Bi(2ppm), Ca(0.01%), Cd(0.5ppm), Co(1ppm), Cr(1ppm), Cu(1ppm), Fe(0.01%), K(0.01%), Mg(0.01%), Mn(5ppm), Mo(1ppm), Na(0.01%), Ni(1ppm), P(10ppm), Pb(2ppm), S(0.01%), Sb(5ppm), Sr(1ppm), Ti(0.01%), V(1ppm), W(10ppm), Zn(2ppm)の 28 元素で、括弧内は検出限界値を示す。試料は ALS Chemex Lab 社の ICP-AES 分析に供した。分析結果を資料 4 に示す。Sb と W はすべての試料で検出限界以下であり、Au, Ag, As, Bi, Cd, Mo 及び S の 7 元素は多くの試料は検出限界以下であった。

分析結果を解析するため、単変量解析及び主成分分析を実施した。

(a) 単変量解析

単変量解析は Alemağaç 層下部層の石英安山岩類について実施した。39 試料である。全試料及び Alemağaç 層下部層の石英安山岩類の元素別基本統計量を表 - 1 - 3 ~ 表 - 1 - 4 に、元素別の相関係数を表 - 1 - 5 ~ 表 - 1 - 6 に、そして累積頻度分布・ヒ

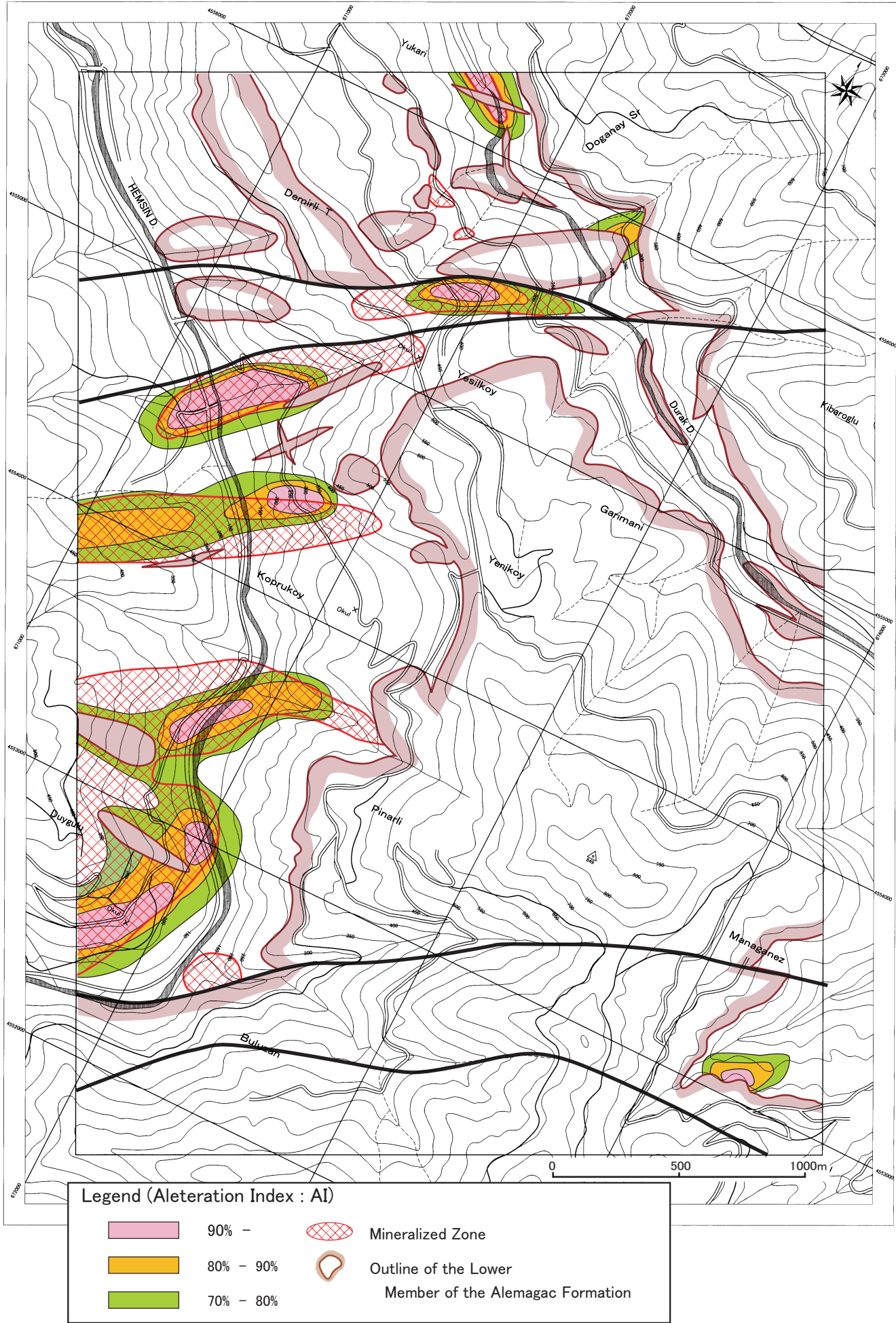


図 II - 1 - 7 変質強度分帯図



表 II - 1 - 3 岩石分析值基本統計量一覽表(全岩石)

Whole Rock	Au ppm	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	K %
No. of samples	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
Max.	0.038	2.0	7.87	51	900	1.3	8	6.66	5.3	6	106	273	7.7	3.57
Min.	<0.001	<0.5	4.14	3	10	<0.5	<2	0.01	<0.5	1	10	1	0.6	0.15
Arithmetic Mean	0.004	0.3	6.15	10	221	0.7	1	0.64	0.4	1	42	34	2.48	1.69
Arithmetic $\sigma$	0.007	0.3	0.83	11	194	0.3	1	1.22	0.8	1	21	63	1.53	0.89
Geometric Mean	0.001	0.3	6.10	6	145	0.7	1	0.18	0.3	1	37	10	2.11	1.35
Geometric $\sigma$	3.444	1.5	1.15	3	3	1.6	2	5.57	1.9	2	2	5	1.79	2.22
Geometric $\mu + \sigma$	0.005	0.4	7.00	16	399	1.0	2	1.00	0.6	2	65	47	3.76	3.00
Geometric $\mu + 1.5\sigma$	0.009	0.5	7.50	25	661	1.3	2	2.37	0.8	2	86	100	5.03	4.48
Geometric $\mu + 2\sigma$	0.016	0.7	8.04	40	1,098	1.6	3	5.59	1.0	3	115	213	6.72	6.67

Whole Rock	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P ppm	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Ti %	V ppm	W ppm	Zn ppm
No. of samples	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
Max.	2.50	5,470	4	4.42	10	530	750	3.03	<0.5	521	0.49	237	<10	779
Min.	0.03	65	<1	0.03	<1	20	<2	<0.01	<0.5	3	0.06	<1	<10	8
Arithmetic Mean	0.63	895	1	1.46	3	175	36	0.26	-	67	1.11	14	-	129
Arithmetic $\sigma$	0.51	1,023	1	1.38	2	113	121	0.66	-	99	0.64	37	-	143
Geometric Mean	0.46	551	1	0.63	2	142	9	0.02	-	31	0.82	6	-	86
Geometric $\sigma$	2.45	3	2	5.13	2	2	4	8.05	-	4	2.74	3	-	2
Geometric $\mu + \sigma$	1.12	1,568	2	3.22	4	286	31	0.17	-	114	2.23	19	-	212
Geometric $\mu + 1.5\sigma$	1.75	2,646	2	7.30	6	406	59	0.48	-	217	3.70	34	-	332
Geometric $\mu + 2\sigma$	2.74	4,465	3	16.55	9	576	113	1.36	-	414	6.12	60	-	520

表 II - 1 - 4 岩石分析值基本統計量一覽表(Alemağaç層)

Whole Rock	Au ppm	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	K %
No. of samples	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Max.	0.038	2.0	7.87	51	900	1.3	8	6.66	5.3	6	106	273	7.7	3.57
Min.	<0.001	<0.5	4.14	3	10	<0.5	<2	0.01	<0.5	1	10	1	0.6	0.15
Arithmetic Mean	0.004	0.3	6.15	10	221	0.7	1	0.64	0.4	1	42	34	2.48	1.69
Arithmetic $\sigma$	0.007	0.3	0.83	11	194	0.3	1	1.22	0.8	1	21	63	1.53	0.89
Geometric Mean	0.001	0.3	6.10	6	145	0.7	1	0.18	0.3	1	37	10	2.11	1.35
Geometric $\sigma$	3.444	1.5	1.15	3	3	1.6	2	5.57	1.9	2	2	5	1.79	2.22
Geometric $\mu + \sigma$	0.005	0.4	7.00	16	399	1.0	2	1.00	0.6	2	65	47	3.76	3.00
Geometric $\mu + 1.5\sigma$	0.009	0.5	7.50	25	661	1.3	2	2.37	0.8	2	86	100	5.03	4.48
Geometric $\mu + 2\sigma$	0.016	0.7	8.04	40	1,098	1.6	3	5.59	1.0	3	115	213	6.72	6.67

Whole Rock	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P ppm	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Ti %	V ppm	W ppm	Zn ppm
No. of samples	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Max.	2.50	5,470	4	4.42	10	530	750	3.03	<0.5	521	0.49	237	<10	779
Min.	0.03	65	<1	0.03	<1	20	<2	<0.01	<0.5	3	0.06	<1	<10	8
Arithmetic Mean	0.63	895	1	1.46	3	175	36	0.26	-	67	1.11	14	-	129
Arithmetic $\sigma$	0.51	1,023	1	1.38	2	113	121	0.66	-	99	0.64	37	-	143
Geometric Mean	0.46	551	1	0.63	2	142	9	0.02	-	31	0.16	6	-	86
Geometric $\sigma$	2.45	3	2	5.13	2	2	4	8.05	-	4	1.44	3	-	2
Geometric $\mu + \sigma$	1.12	1,568	2	3.22	4	286	31	0.17	-	114	0.22	19	-	212
Geometric $\mu + 1.5\sigma$	1.75	2,646	2	7.30	6	406	59	0.48	-	217	0.26	34	-	332
Geometric $\mu + 2\sigma$	2.74	4,465	3	16.55	9	576	113	1.36	-	414	0.31	60	-	520



ストグラムを資料 5 に示す。分析値が検出限界値以下の場合は統計処理上、検出限界値の 2 分の 1 の値として処理した。

解析にあたっては分析値の標準偏差を基準に区分し、幾何平均値 ( $\mu$ ) +2 以上を異常値とした。しかし、+2 を越える試料がない場合は  $\mu+1.5$  を、また、分析値がほとんど検出限界値以下の場合は検出限界値以上の値をもって異常値とした。

以下に各元素のしきい値を示す。

Au : 0.016ppm	Ag : 0.7ppm	Al : 7.50%	As : 40ppm
Ba : 661ppm	Be : 1.3ppm	Bi : 3ppm	Ca : 5.59%
Cd : 1.0ppm	Co : 3ppm	Cr : 86ppm	Cu : 213ppm
Fe : 6.72%	K : 3.00%	Mg : 1.75%	Mn : 4,465ppm
Mo : 3ppm	Na : 3.22%	Ni : 9ppm	P : 406ppm
Pb : 113ppm	S : 1.36%	Sb : -	Sr : 414ppm
Ti : 0.31%	V : 60ppm	W : -	Zn : 520ppm

主要元素である Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Ba, S, As, Cd の 9 元素の分布は次のとおりである。

( i ) Au

Yeşilköy 西方鉍化帯及び Duygulu 鉍化帯で異常値が得られた。Au の最高値は Duygulu 鉍化帯の M028 地点の 0.038ppm である。

( ii ) Ag

Yeşilköy 西方鉍化帯及び Yukari 鉍徴地で異常値が得られた。Ag の最高値は Yeşilköy 西方鉍化帯の M043 地点の 2.00ppm であり、同地点は Au に関しても 0.017ppm と高い値を示す。Yukari 鉍徴地の N043 地点も Ag:0.90ppm と高い値を示し、同地点では Ba, Cd, Pb に関しても異常値を示す。

( iii ) Cu

Duygulu 鉍化帯で異常値が得られ、最高値は M026 地点の 273ppm である。Garimani 鉍化帯では複数の地点で+ 以上の値を示す。

( iv ) Pb

Garimani 鉍化帯、Köprüköy 鉍化帯及び Yukari 周辺で異常値が得られた。Pb の最高値は Yukari 鉍徴地の N043 地点の 750ppm である。Garimani 鉍化帯及び Köprüköy 鉍化帯では複数の地点で+1.5 以上の値を示す。

( v ) Zn

Duygulu 鉍化帯で異常値が得られ、最高値は M034 地点の 779ppm である。Garimani

鉍化帯においても高い値を示す。

(vi) As

Köprüköy 鉍化帯で異常値が得られ、最高値は Q028 地点の 51ppm である。

(vii) Ba

Yukari 鉍徴地の N043 地点が最も高い値を示し、900ppm である。

(viii) Cd

Garimani 鉍化帯及び Duygulu 鉍化帯で異常値が得られた。最高値は Duygulu 鉍化帯の M034 地点の 5.3ppm で、同鉍化帯では複数の地点で+1.5 以上の値を示す。

(ix) S

Yeşilköy 西方鉍化帯、Köprüköy 鉍化帯及び Duygulu 鉍化帯で異常値が得られた。最高値は Yeşilköy 西方鉍化帯の N029 地点の 3.03ppm である。異常値が得られた各鉍化帯では多くの地点で S の含有量が高い。

(x) 調査結果

図 - 1 - 8 に岩石地化学探査解析結果を示す。Duygulu 鉍化帯からは Au, Cu, Zn, Cd 及び S の地化学異常値が得られ、As に関しても+1.5 以上の値を示す地点が分布する。また本鉍化帯では Au と Cu、及び Zn と Cd の地化学異常域が重なるなど、地化学異常域が広範に分布する。Yeşilköy 西方鉍化帯では Au, Ag, As 及び S の地化学異常値が得られ、Au と Ag の地化学異常域が重複する。Köprüköy 鉍化帯では Pb, As 及び S の地化学異常値が得られた。Yeşilköy 西方鉍化帯及び Köprüköy 鉍化帯はいずれも鉍化帯の伸張方向である NE-SW 方向に地化学異常域が分布する。Garimani 鉍徴地では Pb に関し、地化学異常値が得られ、Ag, Zn に関して+1.5 以上の値が得られている。Yukari 鉍徴地は Au, Pb, Cd 及び Ba の地化学異常値が得られ、Cu, Zn に関して+1.5 以上の値が得られている。

本地区の地化学異常値は、おもに Alemağaç 層下部層の無斑晶質石英安山岩 (Adu) 試料から得られている。

(b) 主成分分析

元素の挙動を総合的に判断するため、主成分分析を実施した。解析に際しては岩相の影響を強く反映する元素は除外した。主成分分析の因子量を表 - 1 - 7 に示す。

第一主成分は Mo, Au, Ba, Cu, Ag, Bi の負荷量が高く、次いで As, Pb, Zn の負荷量も高いことから、鉍化作用を総合的に示す因子であると考えられる。寄与率は 23.2%である。

第二主成分は Co, V, Ni, Mn の負荷量が高い。岩石、特に玄武岩類を反映したものと考え

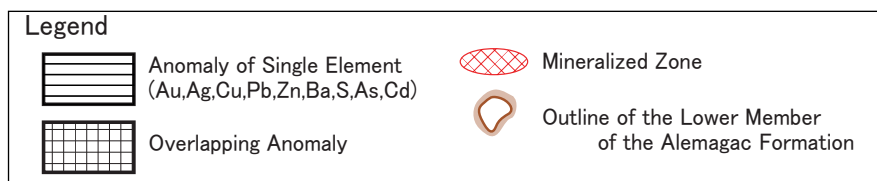
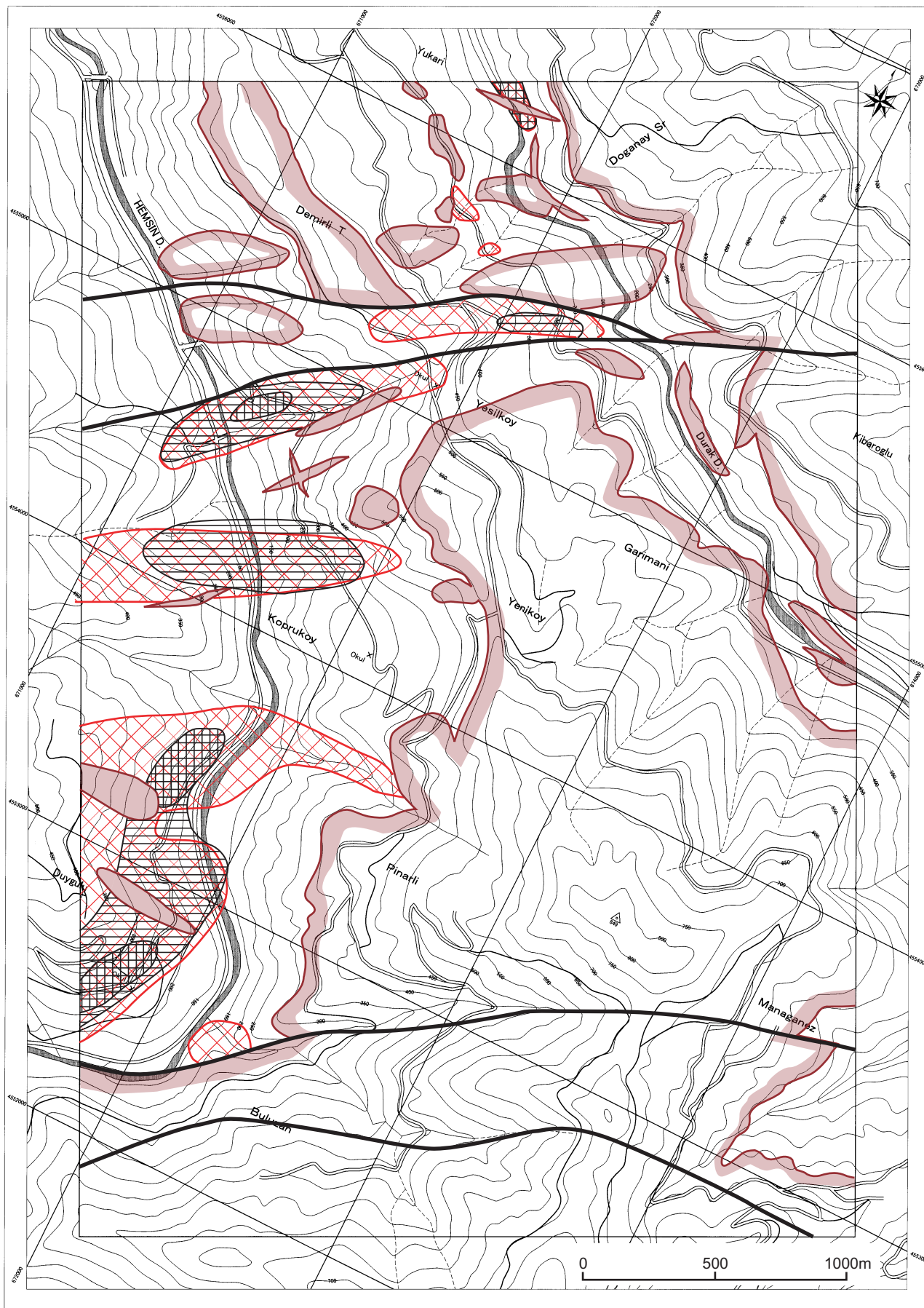


圖 II - 1 - 8 岩石地化学探查解析結果

られる。寄与率は 16.9%である。

第三主成分は Zn, Cd, Mn の負荷量が高いことから、閃亜鉛鉱の鉱化作用を示す因子と考えられる。寄与率は 15.3%である。

第三主成分までの累積寄与率は 55.4%であり、本地区の全般的な鉱化作用を説明するには、第一主成分が最も効果的と考えられる。第一主成分の得点分布を図 - 1 - 9 に示す。同図より高得点（スコア 2 以上）が得られたのは Köprüköy 鉱化帯、Duygulu 鉱化帯及び Yukarı 鉱徴地からである。Duygulu 鉱化帯では花崗閃緑岩（Kdr）を囲んで多くの地点でスコアが 1 以上の値を示しており、広い範囲に鉱化作用が及んでいると推定される。

表 II - 1 - 7 主成分分析因子負荷量

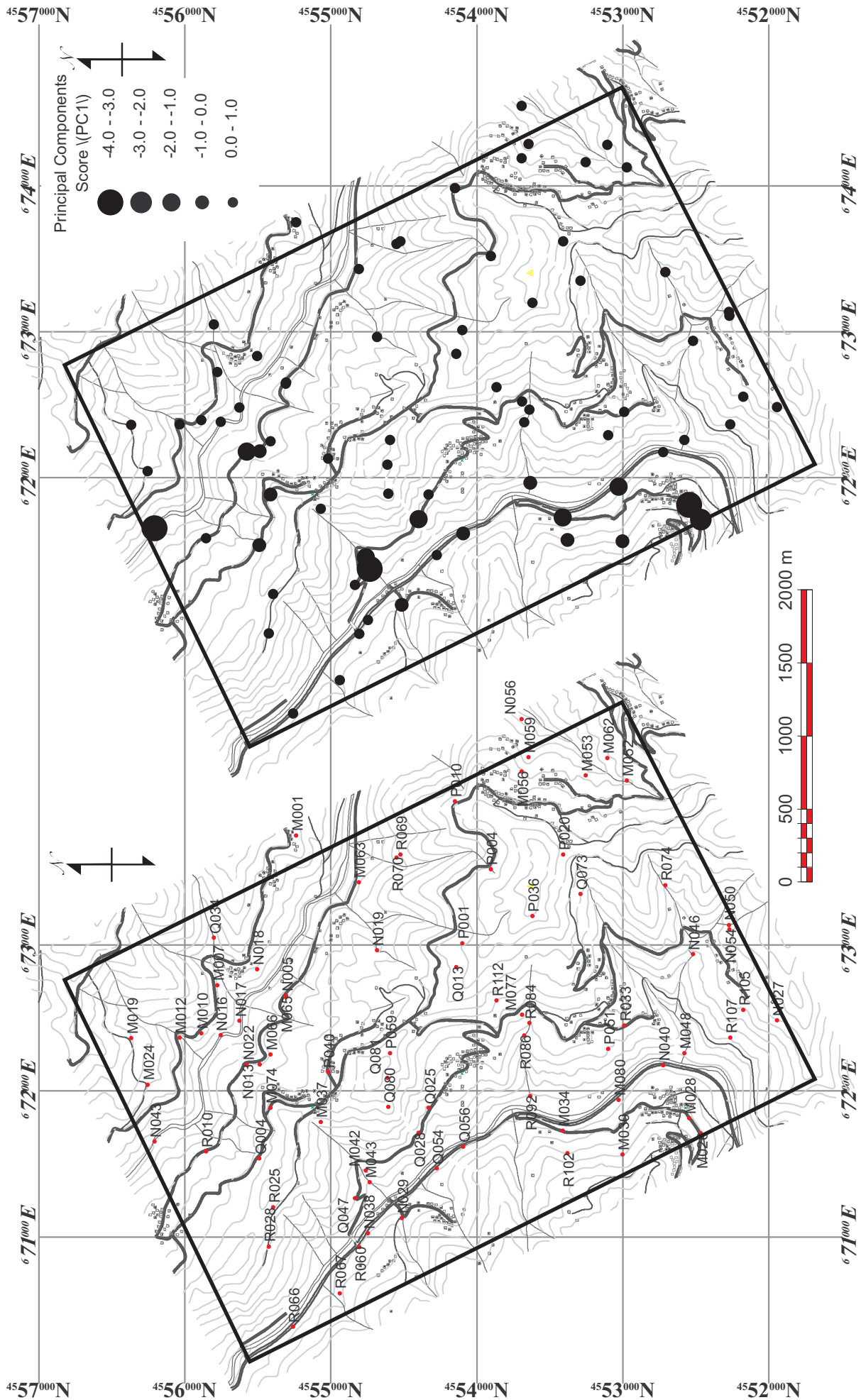
	Component 1	Component 2	Component 3	Component 4
Au	-0.719	-0.117	0.359	-0.416
Ag	-0.638	0.048	0.315	0.444
As	-0.465	-0.105	0.175	-0.528
Ba	-0.704	0.040	-0.269	0.259
Be	0.093	0.451	-0.407	0.091
Bi	-0.659	0.040	0.479	0.098
Cd	-0.362	-0.245	-0.663	-0.146
Co	0.250	-0.858	0.219	0.069
Cr	0.233	-0.134	0.241	0.420
Cu	-0.670	-0.385	-0.024	-0.212
Mn	-0.121	-0.553	-0.647	-0.003
Mo	-0.806	-0.008	0.242	0.174
Ni	0.276	-0.762	0.212	0.165
Pb	-0.467	-0.050	-0.214	0.477
S	-0.169	0.060	0.261	0.008
V	0.167	-0.862	0.134	0.028
Zn	-0.386	-0.199	-0.824	0.049
Eigenvalue	3.941	2.872	2.606	1.270
Contribution	0.232	0.169	0.153	0.075

(2) 年代測定

鉱化作用の形成年代を調べるため、鉱化変質帯から絹雲母を採取し、K-Ar 年代測定を実施した。選定した試料は Garimani 鉱化帯（VMS）、Köprüköy 鉱化帯（鉱脈）及び Tunca 鉱床（VMS）から各 1 試料の 3 試料である。測定結果を表 - 1 - 8 に示す。

表 II - 1 - 8 K-Ar 年代測定結果一覧表

No.	Sample	Location	Coordinates		Rock	K-Ar age	Age	Dating Mineral	Mineralization Type
			UTM-E	UTM-N					
1	N009	Garimani Mineralized Zone	72172	55517	Adcl	83.1 ± 2.1	Upper Cretaceous	Sericite	Volcanogenic Massive Sulphide
2	R051	Köprüköy Mineralized Zone	71235	54790	Adcu	83.2 ± 2.1	Upper Cretaceous	Sericite	Vein
3	A189	Tunca Deposit	78174	54761	Adcl	82.0 ± 1.6	Upper Cretaceous	Sericite	Volcanogenic Massive Sulphide



図Ⅱ-1-9 主成分分析の得点分布図

測定の結果、各試料は鉍化作用の違いに関わらず  $82.0 \pm 1.6 \sim 83.2 \pm 2.1\text{Ma}$  という近似した年代を示し、ほぼ同時期に形成したと考えられる。これらの年代は白亜紀後期の Santonian (86.6-83.0Ma) から Campanian (83.0-74.0Ma) に相当する。

### (3) 鉍化帯

Garimani 鉍化帯、Yeşilköy 西方鉍化帯及び Köprüköy 鉍化帯は NE-SW 方向に伸張する。これらの鉍化帯の近傍には Alemağaç 上部層のパープルデイサイト (Adpc) や Çağlayan 層の玄武岩類 (Cbs) が分布するものの、鉍化作用を受けておらず、各鉍化帯の鉍化時期は Alemağaç 層上部層形成前と考えられる。これは Tunca 地区の火山性塊状硫化物鉍化作用とほぼ同時期であり、本地域周辺では Alemağaç 層上部層の形成する前後に構造運動があって、火山性塊状硫化物鉍化作用および構造規制を受けた鉍脈型の鉍化作用が生じたと推定される。

Garimani 鉍化帯は Yeşilköy 西方鉍化帯の近傍に賦存し、NE-SW 系を示すことから同鉍化帯と同様に、鉍脈型の鉍化作用により形成したとも考えられるが、

- ・ Tunca 地区と同じく Alemağaç 層下部層の鉍化変質した石英安山岩溶岩 (Adel) が存在する。
- ・ Tunca 鉍床と同様に、鉍化変質帯の中心には石英-カリ長石-絹雲母帯がある。
- ・ 本地区の他の鉍化帯とは異なり、銅・亜鉛の鉍化作用に富む。

などの特徴を有し、火山性塊状硫化物鉍化作用により形成した可能性がある。

Duygulu 鉍化帯は他の鉍化帯と同様に、Alemağaç 層下部層の石英安山岩類中に胚胎し、北部では NE-SW 系を示す。しかし、南部では始新統の Kaçkar 花崗岩類に対比される花崗閃緑岩貫入岩体の周囲に鉍化変質帯が分布し、東方の Çağlayan 層の玄武岩類に弱い鉍化作用が認められる。このことから、本鉍化帯の南部は花崗閃緑岩体の貫入に伴って始新世に形成したと考えられる。したがって、本鉍化帯は 2 つの時期が異なる鉍化作用、すなわち、白亜紀後期の鉍脈型鉍化作用と、始新世の花崗岩類の貫入に伴う鉍化作用が近接して存在し、見かけ上 1 つの鉍化帯を形成している可能性がある。

本地区の鉍化変質帯は、いずれも黄鉄鉍の鉍染を主体とし、まれに微量の黄銅鉍及び閃亜鉛鉍を伴う。硫化物の細脈も存在するが局所的で非常に少なく、石英脈は存在しない。

本地区には Çağlayan 層の玄武岩類に挟在される赤色石灰質泥岩に伴って酸化マンガンの濃集帯がみられるが、その分布は限られている。

以下に主要な鉍化帯・鉍徴地について記述する。

#### (a) Garimani 鉍化帯

本鉍化帯は珪化、絹雲母化及び緑泥石化した Alemağaç 層下部層の石英安山岩溶岩 (Adel) 及び同質火山砕屑岩 (Atf) 中に胚胎し、Garimani 鉍徴地から Yeşilköy 西方の尾根にかけて NE-SW 方向に 800m にわたり分布する。Garimani 鉍徴地のスケッチを図 - 1 - 10



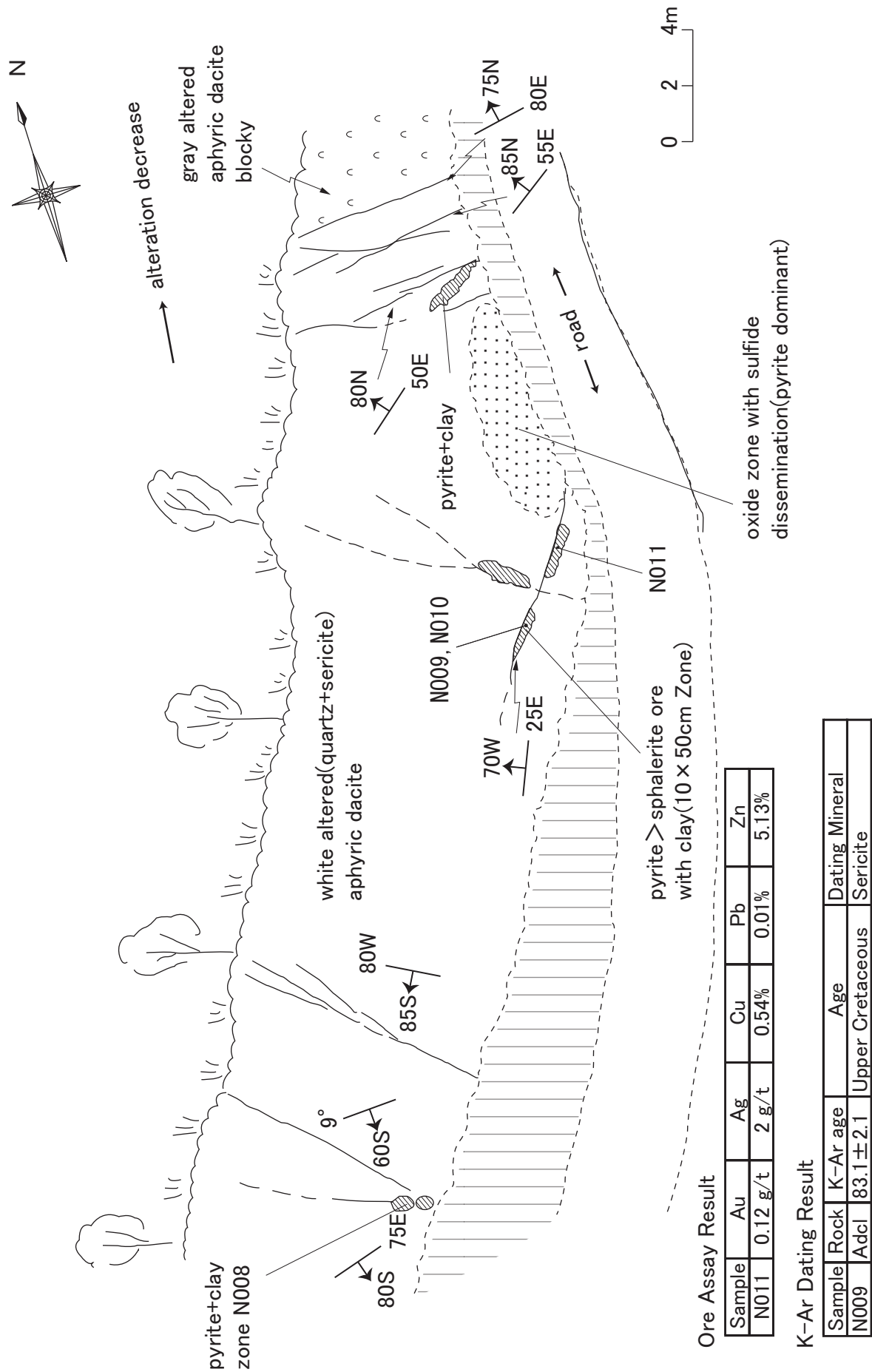


图 II - 1 - 10 GARIMANI 鈇徵地

に示す。本鉍徴地は Garimani 部落の北西約 1km にある、幅 80m、高さ約 30m の切通しで、本鉍化帯の中心と考えられ、強珪化した石英安山岩溶岩 (Adel) が分布する。本岩は Tunca 鉍床や Muskale 鉍化帯が胚胎する下盤の石英安山岩溶岩に対比され、鉍化変質帯の中心付近には石英・カリ長石・絹雲母帯が存在する。硫化物は鉍染状を呈する黄鉄鉍を主体とするが、Garimani 鉍徴地では黄銅鉍や閃亜鉛鉍が多くなり、一部は細脈状を呈する。反射顕微鏡では黄銅鉍、閃亜鉛鉍、四面銅鉍及び黄鉄鉍が認められる。鉍石分析の結果(4 試料)は Au:0.01 ~ 0.27g/t、Ag:0.65 ~ 2.00g/t、Cu:0.01 ~ 0.54%、Pb:<0.01 ~ 0.01%、Zn:0.01 ~ 5.13%、Ba:0.01 ~ 0.05%、S:1.23 ~ 12.90%で、このうち、Garimani 鉍徴地の試料(N011)は Au:0.12g/t、Ag:2.00g/t、Cu:0.54%、Pb:0.01%、Zn:5.13%、Ba:0.01%、S:12.90%で Zn に富む。本鉍化帯は他の鉍化帯に比べ、銅や亜鉛に富み、Yeşilköy 近傍の林道沿いには二次酸化銅鉍が生成する。

本鉍化帯は火山性塊状硫化物鉍化作用により形成したと推定され、K-Ar 法により  $83.1 \pm 2.1$ Ma という年代が得られている。

岩石地化学調査の結果、本鉍化帯からは Pb の地化学異常が得られた。

#### (b) Yeşilköy 西方鉍化帯

本鉍化帯は Yeşilköy 西方にあり、Garimani 鉍化帯に近接する。本鉍化帯は NE-SW 方向に約 1,000m の規模を有し、Hemsin 川の西岸へ連続する。Alemağaç 層下部層の無斑晶質石英安山岩 (Adu) 中に胚胎し、周囲には未変質のパープルデイサイトが貫入する。母岩は鉍化変質により珪化、絹雲母化及び緑泥石化し、Hemsin 川の西岸では珪化が強くなるとともに、多量の黄鉄鉍が鉍染する。反射顕微鏡により黄銅鉍、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍及び赤鉄鉍が認められた。鉍石分析の結果(5 試料)は Au:<0.01 ~ 0.92g/t、Ag:0.45 ~ 0.75g/t、Cu:<0.01 ~ 0.03%、Pb:<0.01%、Zn:<0.01 ~ 0.06%、Ba:0.04 ~ 0.08%、S:0.12 ~ 38.40%である。

岩石地化学調査の結果、本鉍化帯からは Au, Ag, As 及び S の地化学異常が得られた。

#### (c) Köprüköy 鉍化帯

Hemsin 川をはさみ、Köprüköy 部落西方 ~ 北方にかけて分布する。Alemağaç 層下部層の無斑晶質石英安山岩 (Adu) が分布し、粗粒玄武岩が貫入する。鉍化変質帯は幅 200m 程度で NE-SW 方向に約 1,000m の規模を有し、その標高差は 300m に達する。本鉍化帯では、鉍化変質により珪化、絹雲母化及び緑泥石化が認められ、上部では粘土化を主体とするが、下部では珪化が強くなる。硫化物は黄鉄鉍が鉍染し、一部には少量の黄銅鉍等を伴う。反射顕微鏡では黄銅鉍と黄鉄鉍が認められた。本鉍化帯は Yeşilköy 西方鉍化帯と同じく、本地域の地質構造に規制された鉍脈型の鉍化作用により形成したと推定され、K-Ar 法により、 $83.2 \pm 2.1$ Ma という年代が得られている。

鉍石分析の結果(5 試料)は Au:<0.01 ~ 1.64g/t、Ag:0.50 ~ 10.00g/t、Cu:<0.01 ~ 0.08%、

Pb:<0.01%、Zn:0.01~0.02%、Ba:0.04%、S:0.07~30.79%である。

岩石地化学調査の結果、本鉱徴地からは Pb, As 及び S の地化学異常値が得られた。

#### (d) Duygulu 鉱化帯

本鉱化帯は、本地区南西の Duygulu 部落付近から Pınarlı 北方にかけて存在し、周辺には Alemağaç 層下部層の無斑晶質石英安山岩 (Adu) が分布する。鉱化帯の中心付近には、始新統の Kaçkar 花崗岩類に対比される花崗閃緑岩 (Kgd) が貫入し、この岩体を取り囲む広い範囲で石英安山岩類が珪化、絹雲母化及び緑泥石化し、黄鉄鉱が鉱染する。一部に微量の閃亜鉛鉱を伴う。反射顕微鏡では黄銅鉱と黄鉄鉱が認められた。

本鉱化帯の北部は破碎帯に沿って粗粒の黄鉄鉱が鉱染し、NE-SW 方向に伸張することから、Köprüköy 鉱化帯等と同じく Alemağaç 層上部層形成前の鉱脈型鉱化作用の可能性があり、時期の異なる二つの鉱化作用が重なっている可能性がある。鉱石分析の結果 (7 試料) は Au:<0.01~0.02g/t、Ag:0.45~2.25g/t、Cu:<0.01~0.17%、Pb:<0.01%、Zn:<0.01~0.06%、Ba:0.04~0.36%、S:1.12~40.64%と S 含有量を除きいずれも低品位である。

岩石地化学調査の結果、本鉱化帯から Au, Cu, Pb, Zn, Cd 及び S の地化学異常値が得られた。

#### (e) Yukarı 鉱徴地

本地区北端の Durak 川床にあり、母岩の Alemağaç 層下部層の無斑晶質石英安山岩 (Adu) は珪化、絹雲母化及び緑泥石化し、黄鉄鉱が鉱染する。

岩石地化学調査の結果、本鉱徴地から Au, Pb, Cd 及び Ba の地化学異常値が得られた。

#### (f) その他の鉱徴地

本地区には、上記した以外に Hemsin 川沿いや本地区北部の Durak 川沿いなどに、小規模な黄鉄鉱の鉱染帯が存在する。

第 部  
結論及び提言

## 第 部 結論及び提言

### 第1章 結論

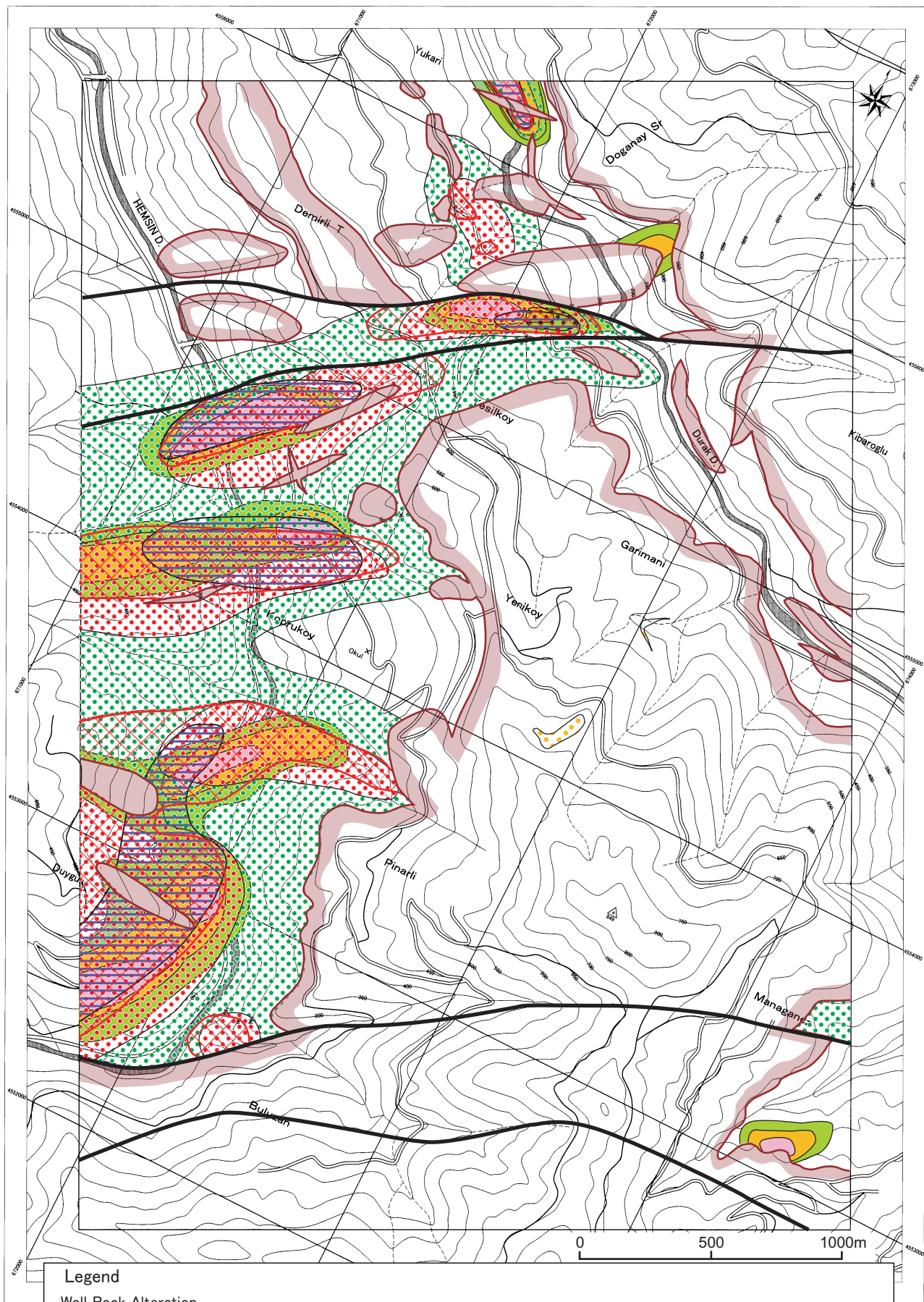
本調査は地質調査からなる。調査結果を以下に述べるとともに、総合解析結果を図 に示す。

#### 1-1 地質

本地区は下位より上部白亜系の Alemağaç 層、Çağlayan 層、Sivrikaya 層及び第三系の Hamidiya 層が分布し、石英安山岩や花崗岩類及び粗粒玄武岩等が貫入する。Alemağaç 層は下部層と上部層に区分され、下部層は無斑晶質石英安山岩( Adcu )、石英安山岩溶岩( Adcl )及び同質火山砕屑岩類( Atf )、そして上部層はパープルデイサイト( Adep )、グリーンデイサイト( Adcg )及び同質火山砕屑岩類( Attf )からなる。下部層は Hemsin 川及び Durak 川沿いに分布し、鉍化変質を受けている。パープルデイサイト( Adep )、グリーンデイサイト( Adcg )及び同質火山砕屑岩類( Attf )は同一の岩体の岩相変化であり、花崗岩類は本地区の南方に分布する Kaçkar 花崗岩類に対比される。本地区には NE-SW 系の構造が卓越し、断層系や貫入岩及び鉍化帯の方向に反映する。

#### 1-2 鉍化作用

本地区には Alemağaç 層上部層形成前、すなわち、白亜紀後期に生じた火山性塊状硫化物鉍化作用及び鉍脈型鉍化作用、そして始新世に花崗閃緑岩の貫入に伴って生じた鉍化作用が認められる。Duygulu 鉍化帯以外の鉍化帯は地質構造に規制され、NE-SW 方向に伸張する。各鉍化変質帯とも硫化物は黄鉄鉍の鉍染からなり、Cu, Zn は低品位で、水平方向及び上下方向による鉍化状況の変化はみられない。



Legend		Geochemical Survey	
<b>Wall Rock Alteration</b>			
Mineral Assemblage of Hydrothermal Alteration		Alteration Index (AI)	
	Quartz-K-Feldspar-Sericite		90%-
	Quartz-Sericite-Chlorite		80%-90%
	Quartz-(Sericite) -(Chlorite)-Sericite/Smectite		70%-80%
	Quartz-(Sericite) -(Chlorite)-Laumontite		Anomaly of Single Element (Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ba,S,As,Cd)
			Mineralized Zone
			Outline of the Lower Member of the Alemagac Formation

図Ⅲ 総合解析図  
- 57 -

## 第2章 将来への提言

第3年次調査により、Garimani 地区で確認された各鉱化帯はいずれも将来開発される見込みがないことが結論された。

しかし、本地区の南西約 25km には大規模かつ高品位な Çayeli 鉱床（埋蔵鉱量 1,600 万トン、品位 Cu:3.6%、Zn:5.7%）が賦存し、その胚胎層準が本地区周辺にも連続することから、本地区の周辺部には優秀な鉱床が賦存する可能性は高い。

したがって、今後は探鉱範囲を周辺地区へ広げていくことが重要である。

## 参考文献



## 参 考 文 献

- 相沢恒、伊達二郎、佐藤庸一(1981): 秋田県・餌釣鉛床における鉛床探査の展開 日本の鉛床探査(第一巻) 160-167
- Çağatay M. N. (1993): Hydrothermal Alteration Associated with Volcanogenic Massive Sulfide Deposits: Examples from Turkey. *Economic Geology* vol. 88, 606-621
- 伊達二郎 (1993):トルコの黒鉛類似鉛床 資源地質 44(1) 65-74
- Eren M.,Kadir S.(2001): Color genesis of Upper Cretaceous pelagic red sediments within the Eastern Pontides, NE Turkey. *Yerbilimleri*, 71-79
- Erendil, M. (1994): Geology of the Anatorian Peninsula. *Geology & Mineral Resources of Turkey*. MTA 1-10
- Fehn U., Doe B. R., Delevaux M. H. (1983): The Distribution of Lead Isotopes and the Origin of Kuroko Ore Deposits in the Hokuroku District, Japan. *Economic Geology Monograph* 5, 488-506.
- Friedman I., O'Neil, J.R. (1977) Compilation of stable isotope fraction factors of geochemical interest. USGS Professional Paper, Data of Geochemistry, Chapter KK, KK1-KK12.
- 石川洋平(1991): 黒鉛 世界に誇る日本の資源をもとめて 共立出版
- Japan International Cooperation Agency( 1996 ): The Mineral Resources Exploration in The Espiye Area, The Republic of Turkey. Phase
- Japan International Cooperation Agency( 1997 ): The Mineral Resources Exploration in The Espiye Area, The Republic of Turkey. Phase
- Japan International Cooperation Agency( 1998 ): The Mineral Resources Exploration in The Espiye Area, The Republic of Turkey. Phase
- Japan International Cooperation Agency( 2003 ): The Mineral Resources Exploration in The Hopa Area, The Republic of Turkey. Phase
- Japan International Cooperation Agency( 2004 ): The Mineral Resources Exploration in The Hopa Area, The Republic of Turkey. Phase
- 神原洋、佐藤健二、佐藤修一、平山晴彦(1983): 釈迦内鉛山における鉛床と酸性火山活動の関係 鉛山地質特別第 11 号「黒鉛・島弧・縁海」 197-214
- 経済産業省資源エネルギー庁(2000): 平成 12 年度広域地質構造調査報告書 東北北部地域。
- 経済産業省資源エネルギー庁(2001): 平成 12 年度広域地質構造調査報告書 構造解析総合調査
- Korkmaz S., Er M., Van A., Musaoğlu A., Keskin I., Tüysüz N. (1992) Stratigraphy of the Eastern Pontides, NE-Turkey. *Proceedings of ISGB (International*

Symposium on the Geology of the Black Sea Region)

- Kraëff, A. (1963): Geology and Mineral Deposits of Hopa-Murgul. MTA Bull., no.60, 45-60
- Kraëff, A. (1963): A contribution to the geology of the region between Sirya and Ardanuç. MTA Bull., no.60, 37-59
- 松久幸敬、歌田実(1993): 北鹿地域西部の変質岩の酸素同位体比からみた黒鉛化熱水の活  
金属鉛業事業団(2001): テチス海収束地域(トルコ・コーカサス周辺)、  
平成 12 年度海外衛星画像解析調査報告書
- 金属鉛業事業団(2002): テチス海収束地域(トルコ・コーカサス周辺)、平成 13 年度海外衛  
星画像解析調査報告書
- 動 地質調査所月報 44(2/3/4) 155-168
- MTA (1957): A guide to the known minerals of Turkey.
- MTA (1965): Pyrites and Sulphur Deposits of Turkey
- MTA (1972): Lead, Copper and Zinc Deposits of Turkey
- MTA (1972): Çamlıköy, Peronit, Sivrikaya, Tepeköy, Kutnit, Artvin. Yörelerinin-Maden  
Jeolojisi Raporu.
- MTA (1994): Exploration of Massive Sulphide Deposits in Ardesen-Hopa Region,  
Eastern Black Sea. Proposal Report
- MTA (1994): Geology and Mineral Resources of Turkey
- MTA (2001): A Joint Mineral Exploration Project Proposal Two Areas( Bursa-Eskisehir  
and Hopa – Fındıklı areas ) in Turkey.
- MTA (2002): MTA-MMAJ-JICA Team Technical Exploration Program Around  
Rize-Artvin Area
- MTA (2003): Geological Features of Anatolian Peninsula.
- Özgür N. (1993): Volcanogenic Massive Sulfide Deposits in the East Pontic Metallotect,  
NE Turkey. Soc. Resource Geol. Japan, Spec. Issue 17, 180-185
- Pearce, J.A. (1983): Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active  
continental. Continental basalts and mantle xenoliths. Siva Publishing,  
230-249
- 酒井均、松久幸敬(1996): 安定同位体地球化学 東京大学出版会
- 佐々木昭(1977): 安定同位体と鉛床、現代鉛床学の基礎 東京大学出版会 77-95
- 佐藤和郎(1983): 黒鉛の鉛の起源 - 同位体比から見た束縛条件 鉛山地質特別第 11 号「黒  
鉛・島弧・縁海」 111-116
- 資源・環境観測解析センター(1999): トルコ・トラブゾン地域の金属資源探査における衛星  
データ解析技術の研究 平成 10 年度委託事業 石油資源遠隔探知技術の  
研究開発報告書 3/5 241-285

- 資源・環境観測解析センター(2000): トルコ・トラブゾン地域における資源形成に関する地質構造抽出のための地形解析手法の研究 平成 11 年度委託事業 石油資源遠隔探知技術の研究開発報告書 3/5 223-269
- 資源・環境観測解析センター(2001): トルコ・トラブゾン地域における資源形成に関する地質構造抽出のための地形解析手法の研究 平成 12 年度委託事業 石油資源遠隔探知技術の研究開発報告書 3/5 1.3.16-1 - 1.3.16-15
- Şkuletiç T. (1973) Semidetailed 1 : 10,000 Scale Mapping and Prospecting of the Tunca – Zigam Area, SE of Ardesen. MTA.
- 谷村昭二郎、山田亮一(1981): 深沢鉛床における探査の展開 日本の鉛床探査(第一巻) 151-160
- Todoroviç Z. and Nebioğlu T. (1972) Tunca Bakir Zuhuru. Derleme. MTA.
- 通商産業省資源エネルギー庁(2000): 地化学探査技術の開発。平成 11 年度鉛物資源探査開発技術の開発(同位体地化学探査)
- 歌田実(1977): 鉛床母岩の変質作用 現代鉛床学の基礎 東京大学出版会 145-159
- Utada, M. (1988): Hydrothermal Alteration Envelope Relating to Kuroko-Type Mineralization: A Review. Soc. Mining Geol. Japan, Spec. Issue, 11 79-92
- 山岸宏光(1985): 水中火山噴出物の最近の研究 伊豆・マリアナ火山作用(1) 月刊地球 627-631
- Yildiz B. (1983): The relationships between Cu-Pb-Zn mineralizations and certain structures identified on LANDSAT IMAGES in the eastern Black Sea region. Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey.,No.99, 49-55

# 卷 末

## 資料 1

### 偏光顯微鏡觀察結果一覽表





## 資料 2

### 反射顯微鏡觀察結果一覽表



資料2 反射顯微鏡觀察結果一覽表

No.	Sample	Location	Coordinates		Ore Type	Py	Mc	Hm	Sp	Gn	Cp	Bn	Dg	Cv	Tet	Remarks
			UTM-E	UTM-N												
1	M031	Duygulu	71877	52938	Silicified Tuff breccia with Pyrite dissemination.	◎										
2	M035	Köprüköy	71787	53710	Silicified Dacite with Pyrite dissemination.	◎										
3	M040	Yeşilköy, West	71655	54943	//	◎					△					
4	M073	Garimani	71816	55411	Silicified Tuff breccia with Pyrite, Chalcopyrite dissemination.	◎			○		△					
5	M081	Köprüköy, West	71259	53921	Silicified Rock with Pyrite dissemination.	◎					△					
6	N011	Garimani	72179	55525	Silicified Dacite with Chalcopyrite, Sphalerite dissemination.	◎			◎		◎					
7	N031	Köprüköy, West	71125	54485	Clay with Pyrite.	◎			•		△					
8	N034	Yeşilköy, West	71500	54835	Dacite with Pyrite Vein	◎			•							
9	N042	Duygulu	71950	53045	Silicified Dacite with Pyrite dissemination.	◎					△					
10	R020	Garimani	71740	55260	Argilized Tuff with Pyrite.	◎			△		○					
11	R088	Köprüköy	72275	53715	Silicified Rock with Pyrite dissemination.	◎			•							
12	R091	Köprüköy	71950	53610	Silicified Dacite with Pyrite dissemination.	◎										

◎ : abundant, ○ : common, △ : few, • : rare

Py : Pyrite, Mc : Marcasite, Hm : Hematite, Sp : Sphalerite, Gn : Galena, Cp : Chalcopyrite, Bn : Bornite, Dg : Digenite, Cv : Covellite, Tet : Tetrahedrite

### 資料 3

## 鉍石化学分析結果一覽表

資料3 鉍石化学分析結果一覽表

No.	Sample	Location	Coordinates		Ore Type	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ba (%)	S (%)	Ga (ppm)	Ge (ppm)	In (ppm)	As (ppm)	Remarks
			UTM-E	UTM-N													
1	M031	Duygulu	71877	52938	Silicified Tuff breccia with Pyrite dissemination.	0.10	2.10	0.166	0.001	0.020	0.360	40.640	30	< 1	1	47	
2	M035	Köprüköy	71787	53710	Silicified Dacite with Pyrite dissemination.	0.02	0.95	0.002	0.002	0.002	0.030	13.000	26	1	< 1	47	
3	M040	Yeşilköy, West	71655	54943	"	< 0.01	0.50	0.002	< 0.001	0.007	0.077	2.000	24	< 1	< 1	3	
4	M073	Garimani	71816	55411	Silicified Tuff breccia with Pyrite, Chalcopyrite dissemination.	0.01	0.65	0.018	0.007	0.812	0.014	1.230	16	1	< 1	17	
5	M081	Köprüköy, West	71259	53921	Silicified Rock with Pyrite dissemination.	0.02	0.60	0.032	0.001	0.020	0.040	1.690	26	< 1	< 1	7	
6	N011	Garimani	72179	55525	Silicified Dacite with Chalcopyrite, Sphalerite dissemination.	0.12	2.00	0.537	0.006	5.130	0.011	12.900	38	1	1	305	
7	N031	Köprüköy, West	71125	54485	Clay with Pyrite.	< 0.01	0.75	0.034	0.002	0.020	0.036	0.115	30	< 1	< 1	6	
8	N034	Yeşilköy, West	71500	54835	Dacite with Pyrite Vein	0.07	0.75	0.002	< 0.001	0.060	0.085	38.400	42	< 1	< 1	21	
9	N042	Duygulu	71950	53045	Silicified Dacite with Pyrite dissemination.	< 0.01	0.50	0.001	< 0.001	0.002	0.035	3.660	18	< 1	< 1	5	
10	Q027	Köprüköy, North	71790	54380	Silicified Dacite with Pyrite dissemination.	< 0.01	0.50	0.001	0.001	0.006	0.042	2.700	24	< 1	< 1	27	
11	Q031	Köprüköy, North	71545	54600	"	< 0.01	0.45	0.014	< 0.001	0.006	0.049	0.692	17	1	< 1	3	
12	Q069	Yeşilköy, North	71790	55600	"	0.01	1.40	0.015	0.006	0.323	0.045	2.650	5	1	< 1	127	
13	Q071	Garimani	71785	55410	Clay with Pyrite. Gossan	0.27	1.40	0.118	0.005	0.150	0.388	1.120	11	1	4	43	
14	R011	Yeşilköy, North	71635	55760	Silicified Dacite with Pyrite dissemination.	0.08	0.50	0.002	< 0.001	0.021	0.055	4.990	15	< 1	< 1	5	
15	R020	Garimani	71740	55260	Argilized Tuff with Pyrite.	0.18	0.65	0.419	0.001	0.008	0.022	3.330	18	< 1	1	11	
16	R041	Yeşilköy, West	71145	54480	Silicified Dacite with Pyrite dissemination.	0.92	0.50	0.002	< 0.001	0.004	0.043	4.640	12	1	< 1	5	
17	R043	Köprüköy, West	71150	54090	Silicified Dacite with Pyrite dissemination.	1.64	0.50	0.001	< 0.001	0.008	0.027	0.072	4	< 1	< 1	3	
18	R050	Köprüköy, West	71260	53930	Clay with Pyrite. Rich in Pyrite	0.04	10.00	0.080	0.003	0.019	0.027	30.790	30	< 1	2	26	
19	R057	Köprüköy, West	71075	53845	Dacite with Pyrite Vein	< 0.01	1.35	0.005	0.002	0.008	0.035	25.700	9	< 1	< 1	770	
20	R088	Köprüköy	72275	53715	Silicified Rock with Pyrite dissemination.	< 0.01	2.25	0.004	0.001	0.003	0.026	2.100	17	< 1	< 1	49	
21	R091	Köprüköy	71950	53610	Silicified Rock with Pyrite dissemination.	< 0.01	0.50	0.001	0.001	0.032	0.015	1.120	37	< 1	< 1	5	
22	R098	Duygulu	71410	52955	Granodiorite with Pyrite dissemination.	< 0.01	0.45	0.003	0.001	0.062	0.035	1.410	24	1	< 1	8	
23	R100	Duygulu	71595	53120	Silicified Rock with Pyrite dissemination.	< 0.01	0.60	0.002	< 0.001	0.004	0.038	4.560	23	< 1	< 1	7	

## 資料 4

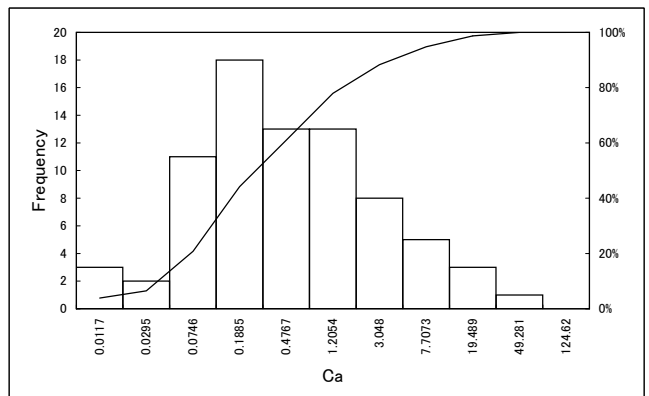
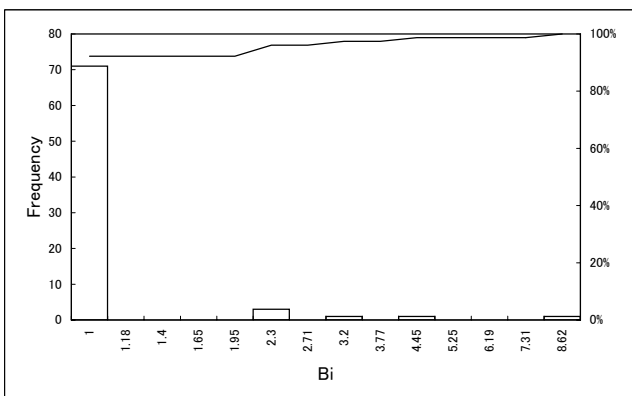
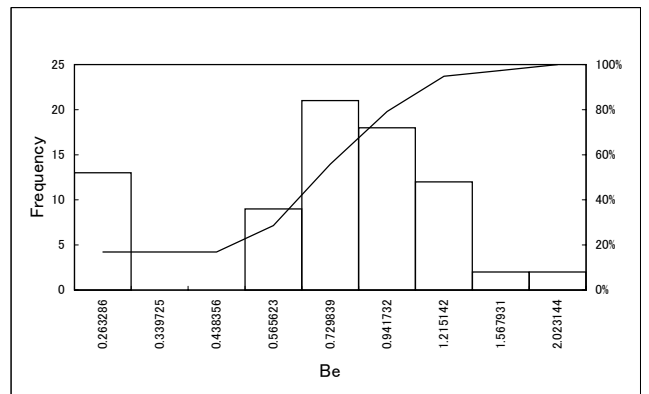
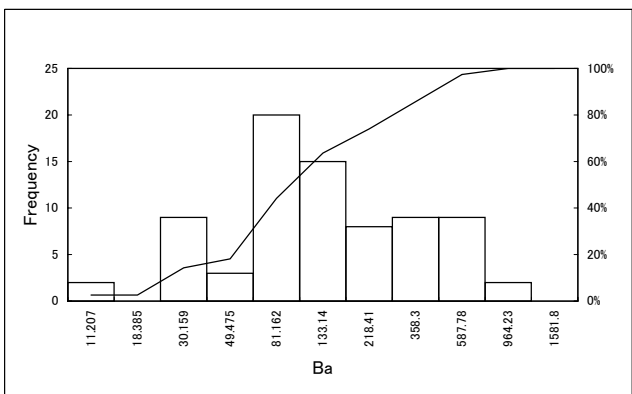
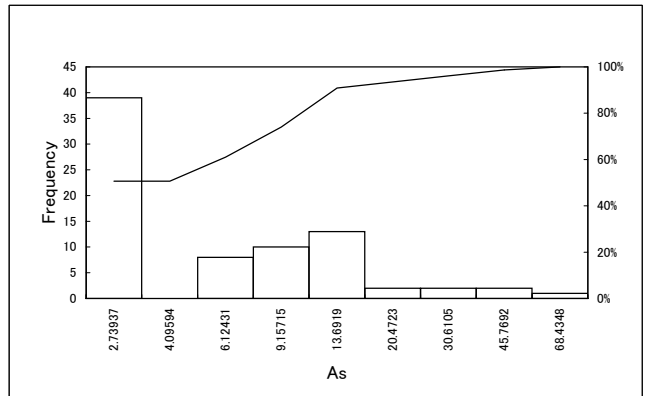
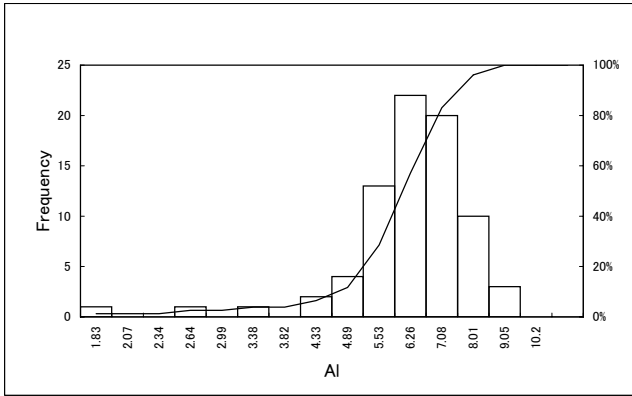
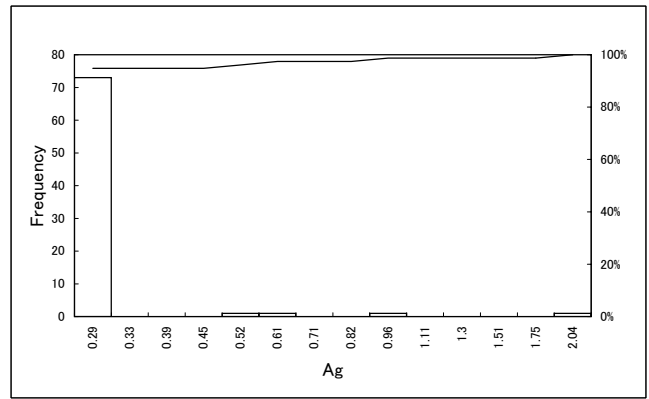
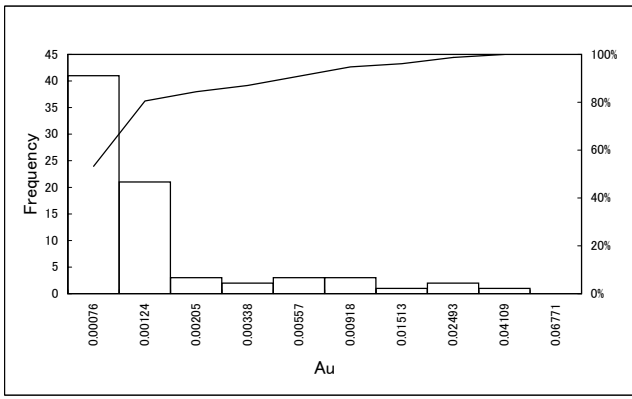
### 岩石化学分析結果一覽表





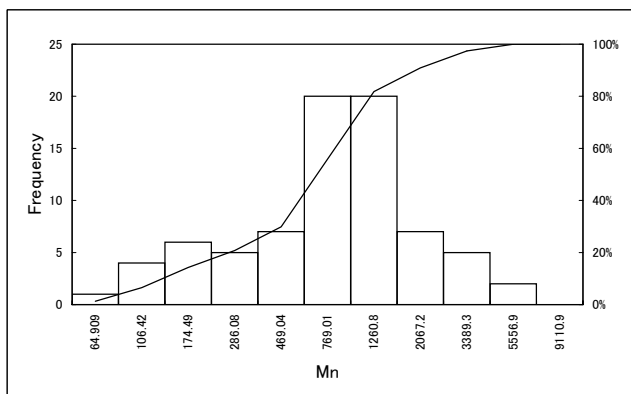
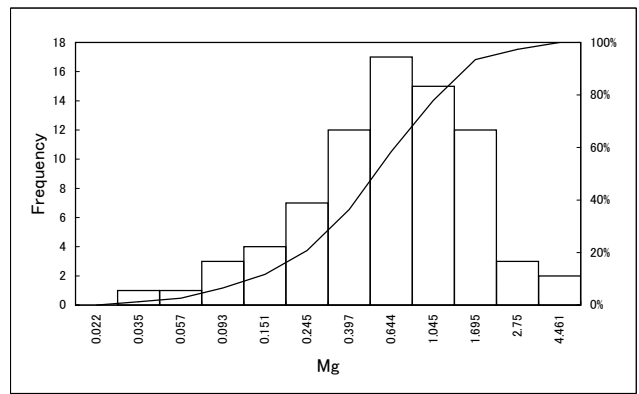
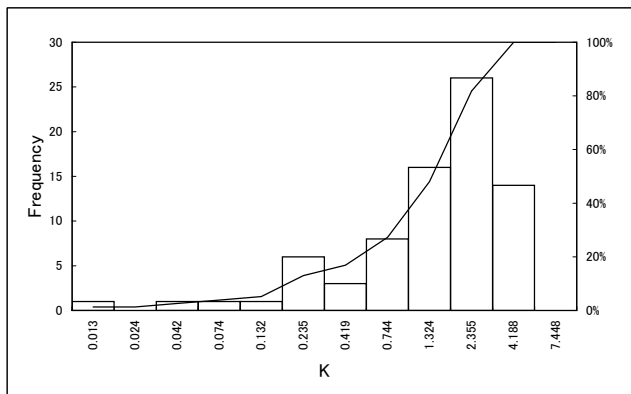
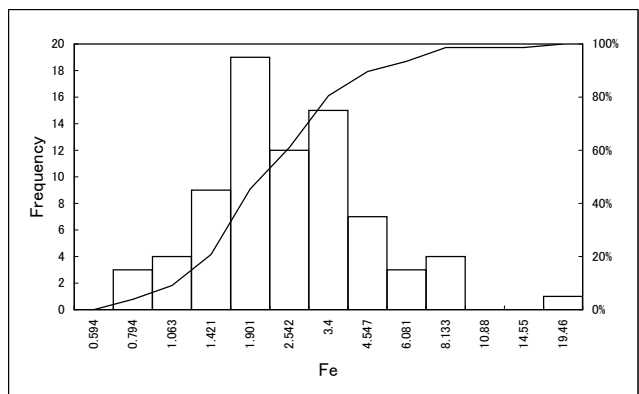
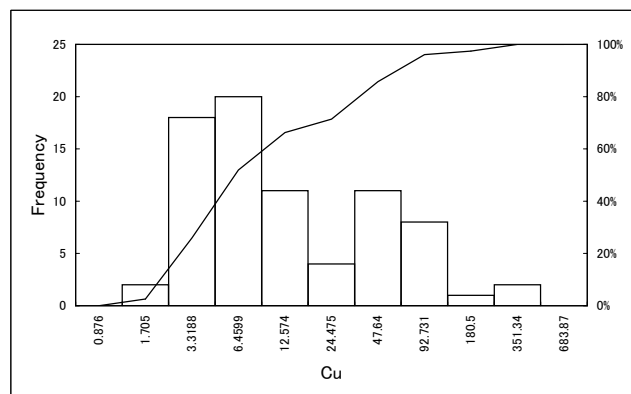
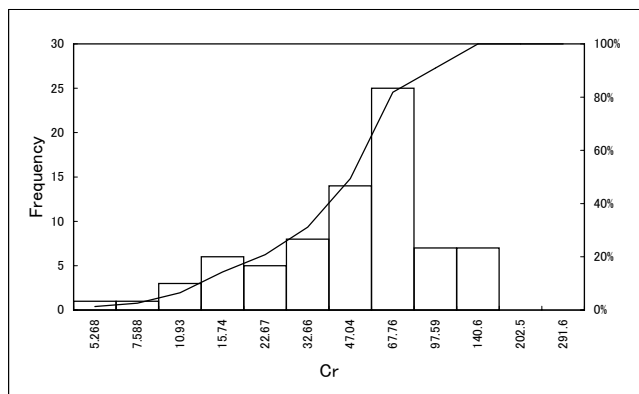
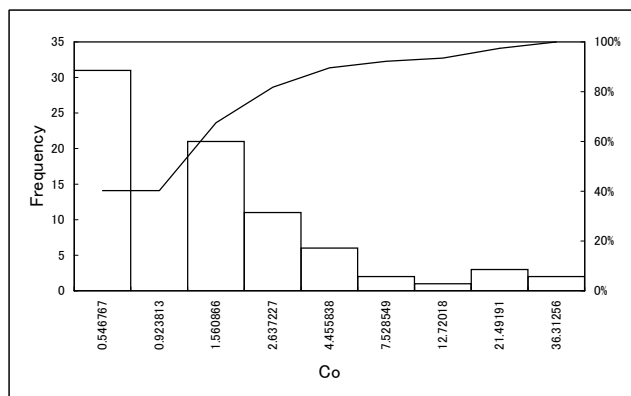
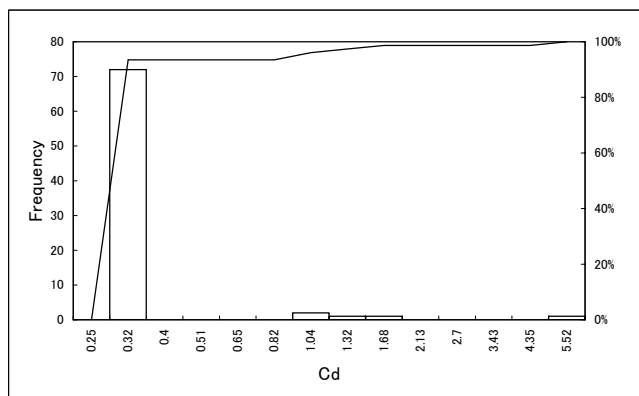
## 資料 5

### 元素別累積頻度分布・ヒストグラム

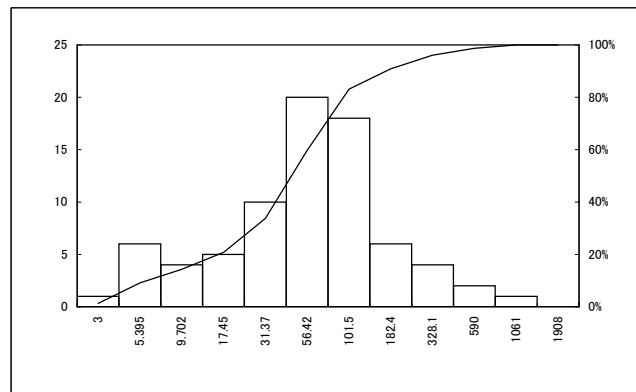
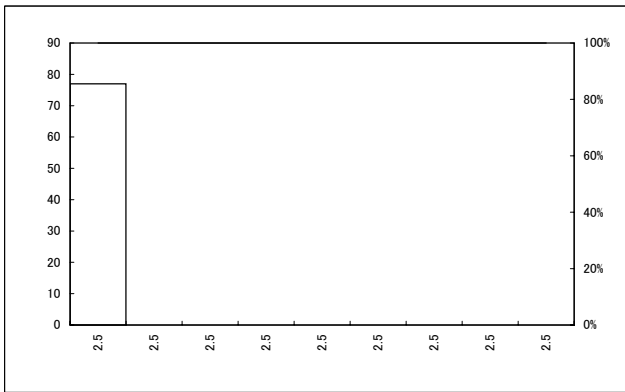
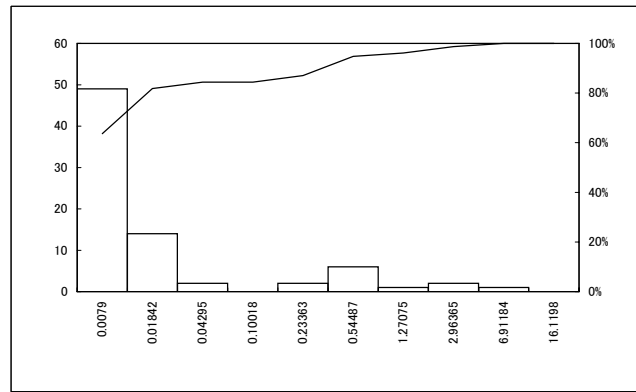
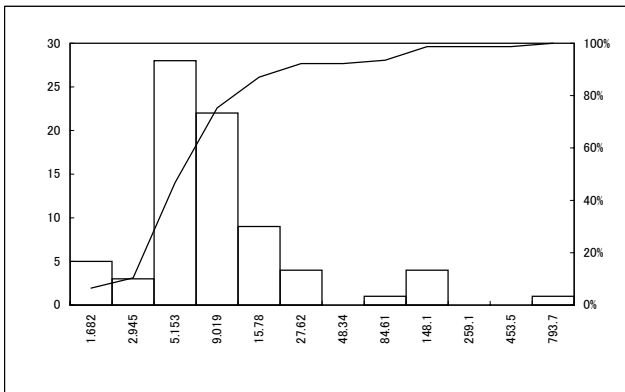
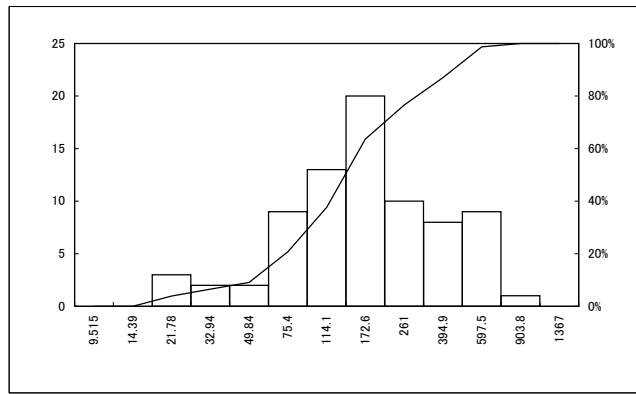
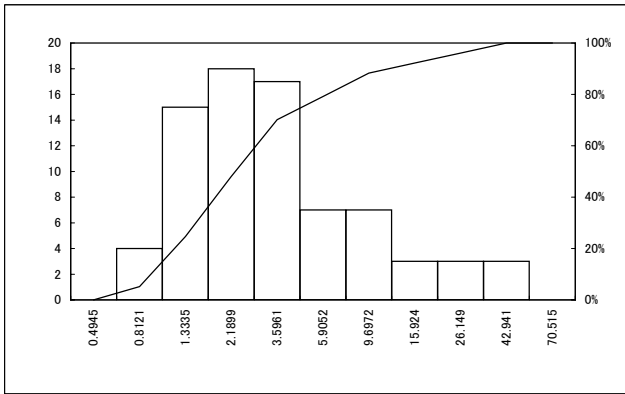
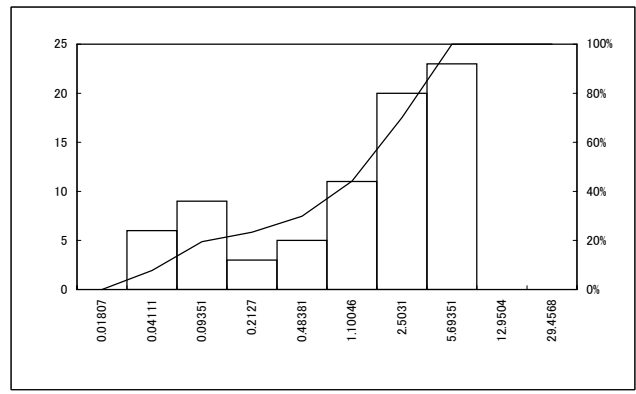
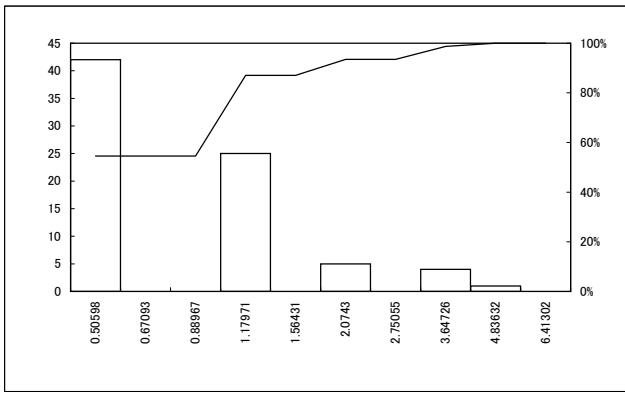


資料5 元素別累積頻度分布・ヒストグラム(全試料)(1)

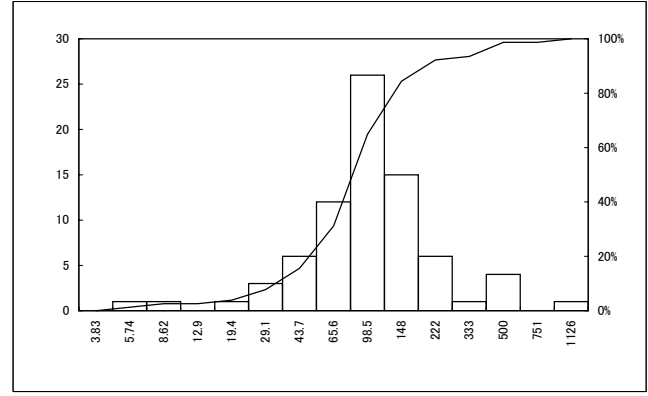
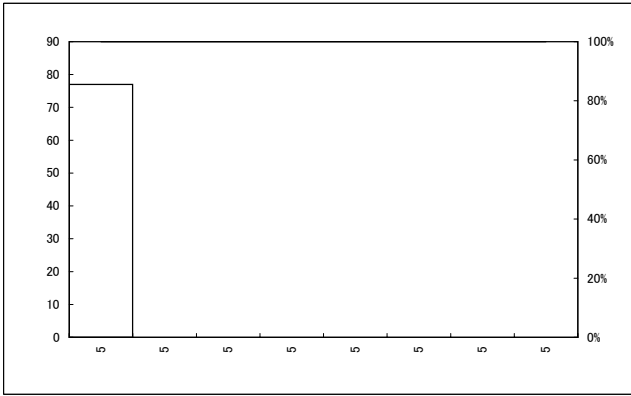
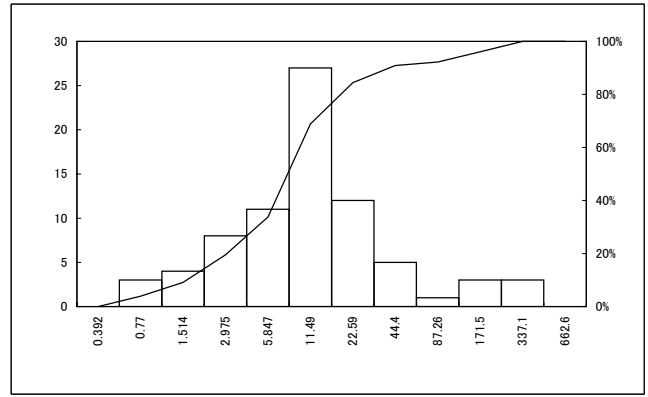
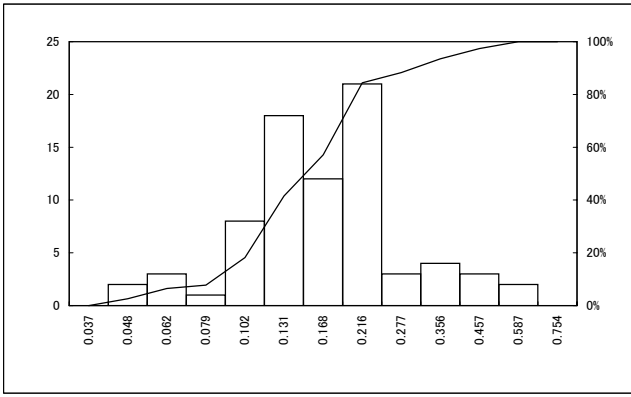




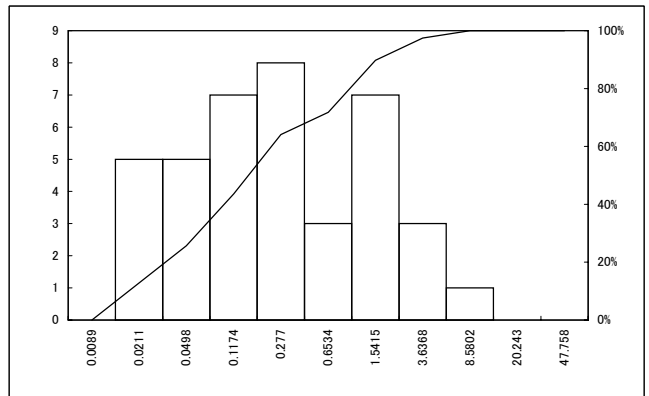
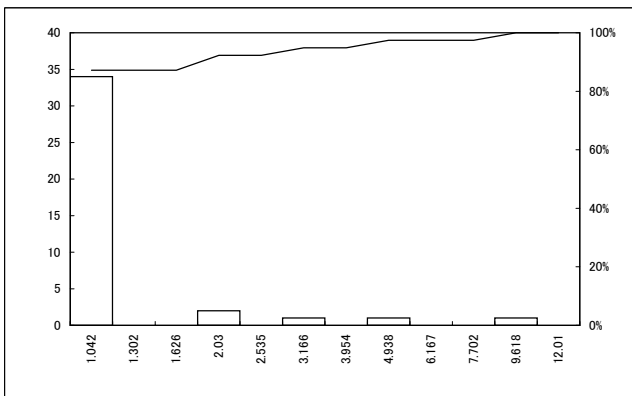
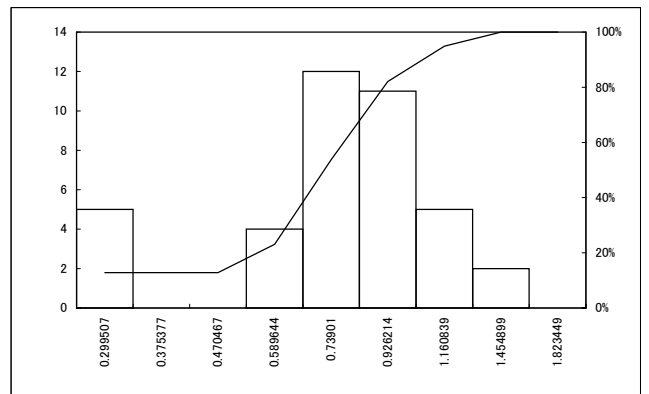
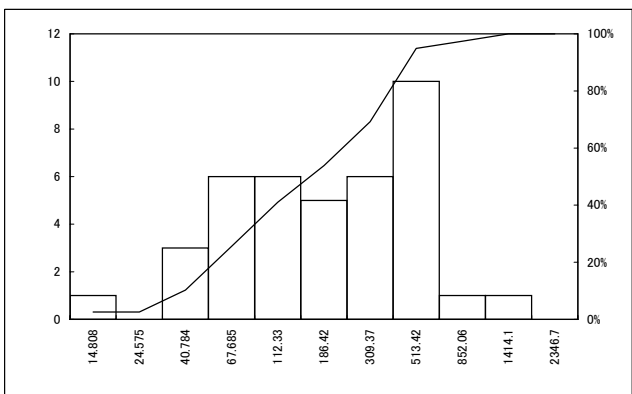
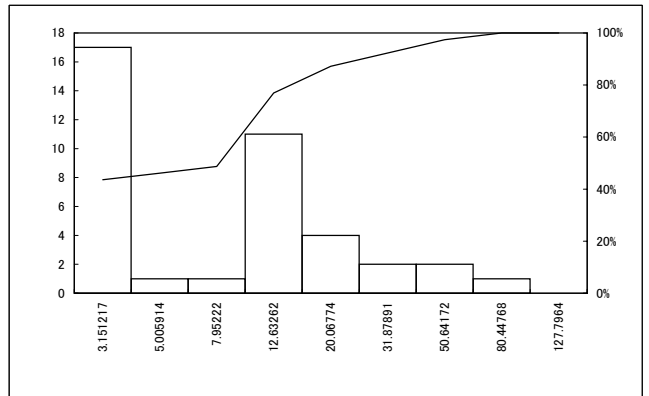
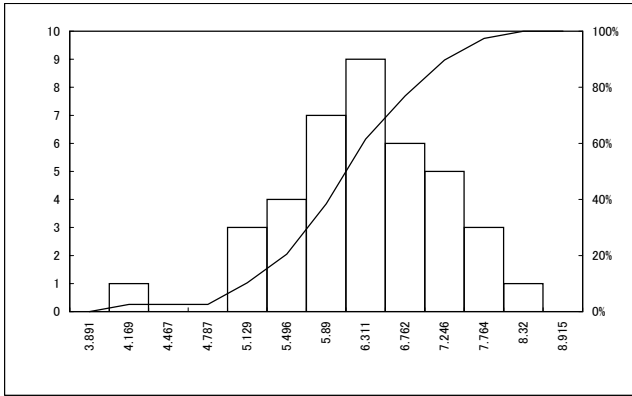
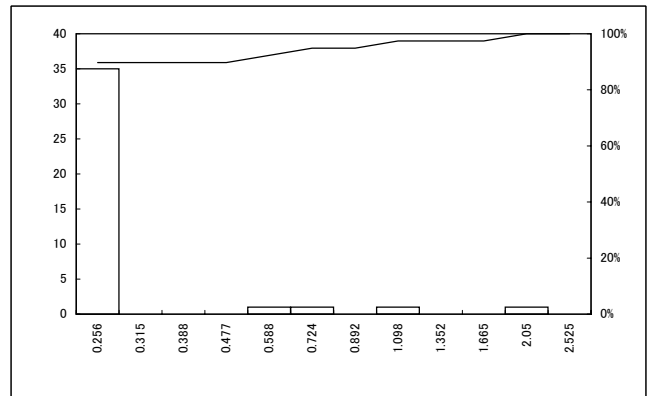
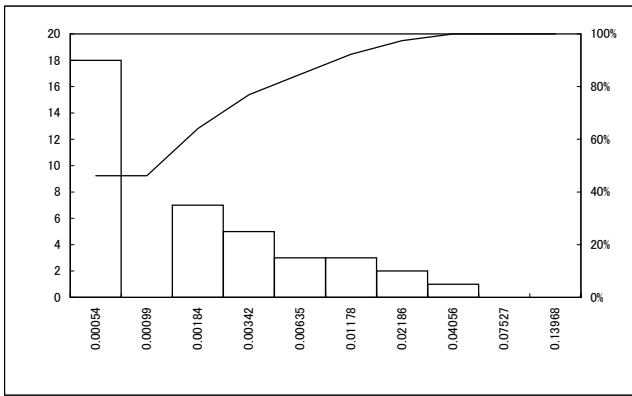
資料5 元素別累積頻度分布・ヒストグラム(全試料)(2)



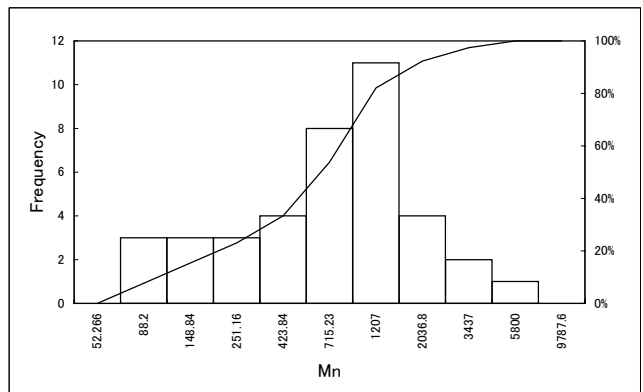
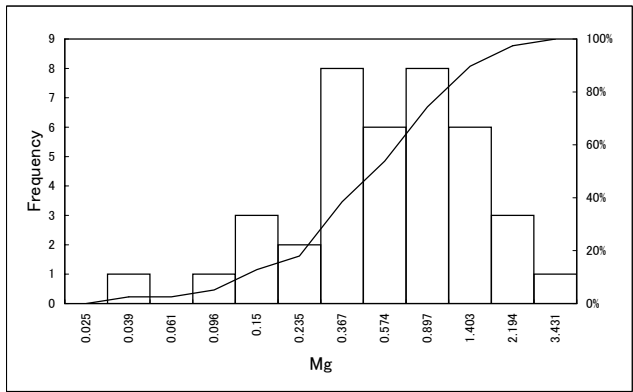
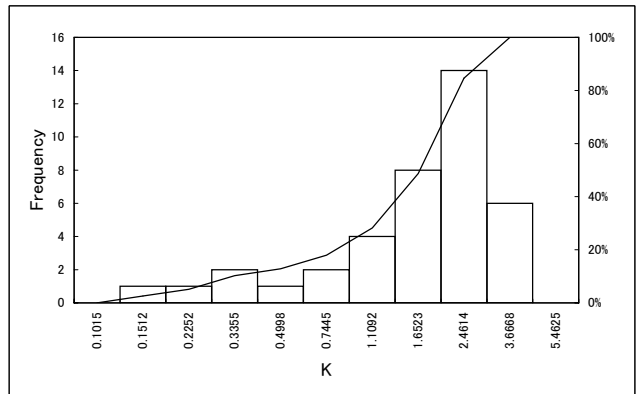
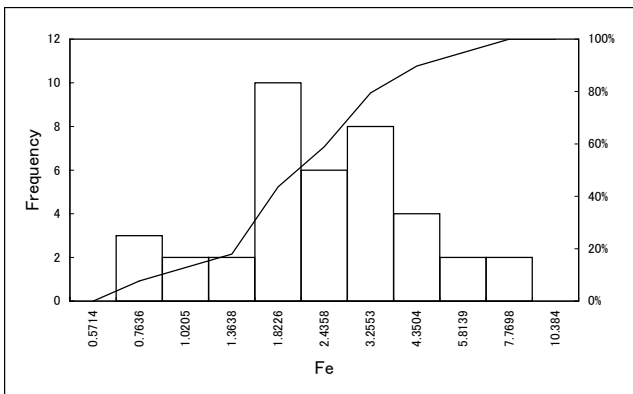
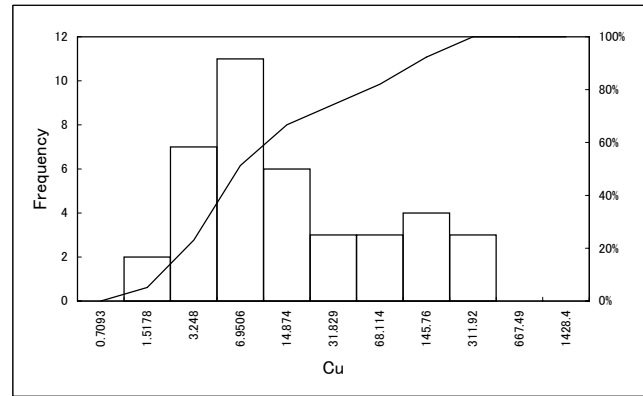
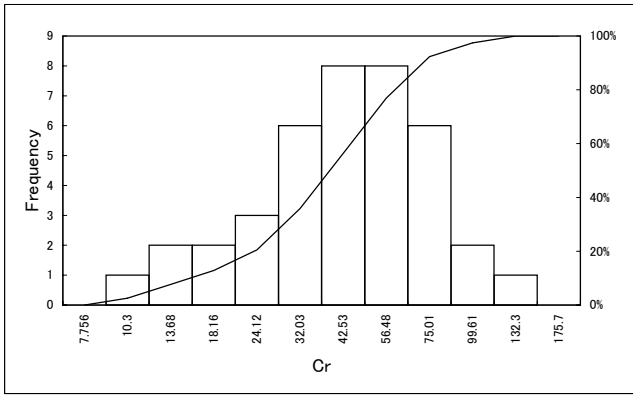
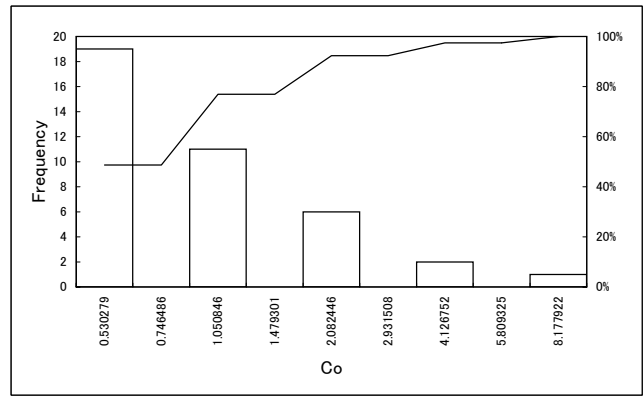
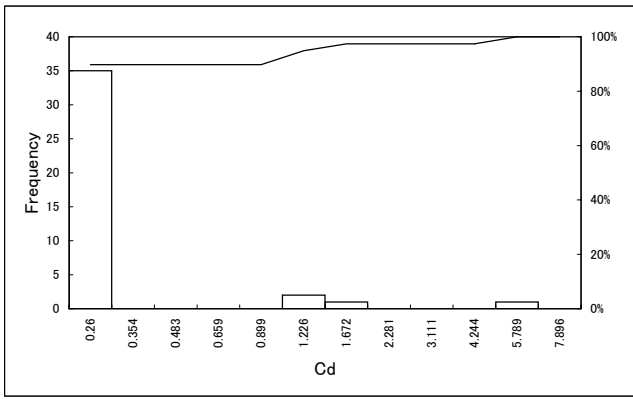
資料5 元素別累積頻度分布・ヒストグラム(全試料)(3)



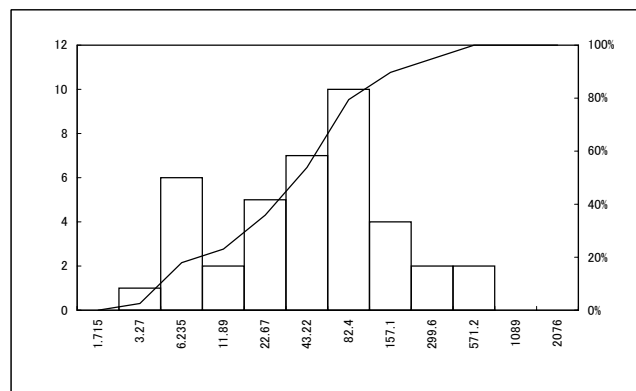
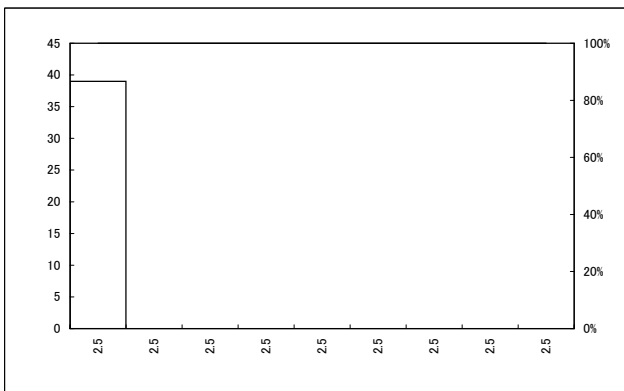
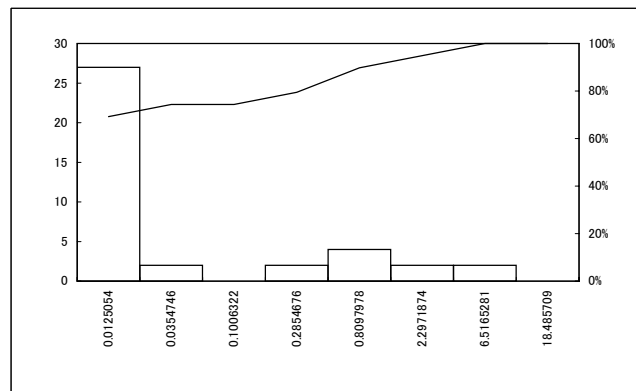
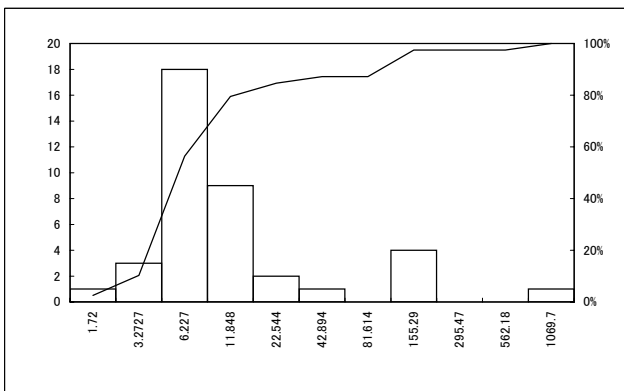
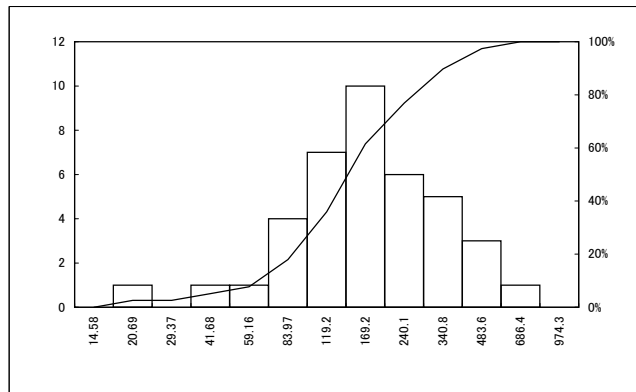
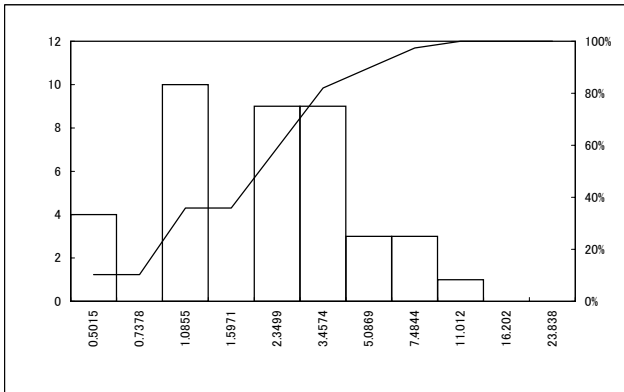
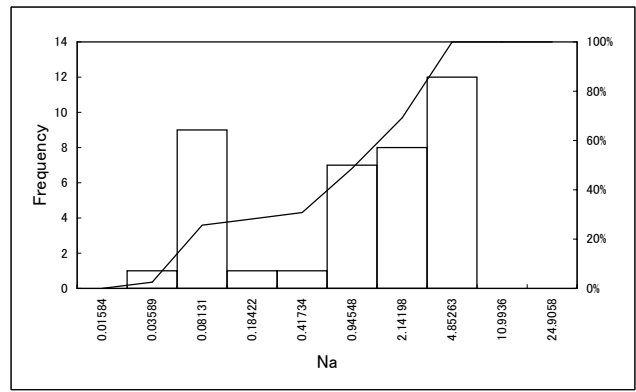
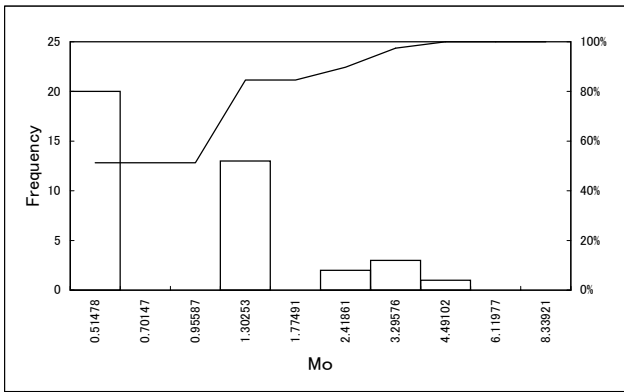
資料5 元素別累積頻度分布・ヒストグラム(全試料)(4)



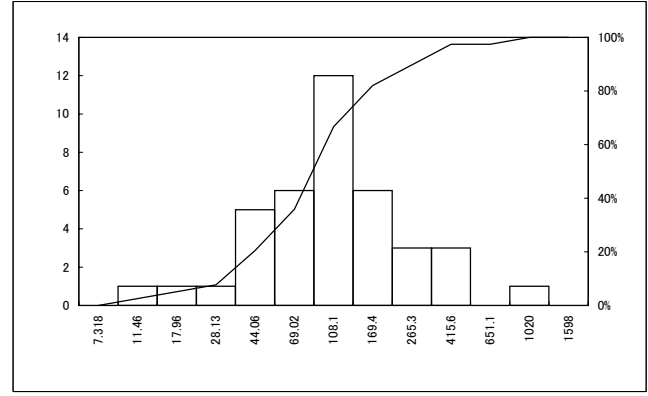
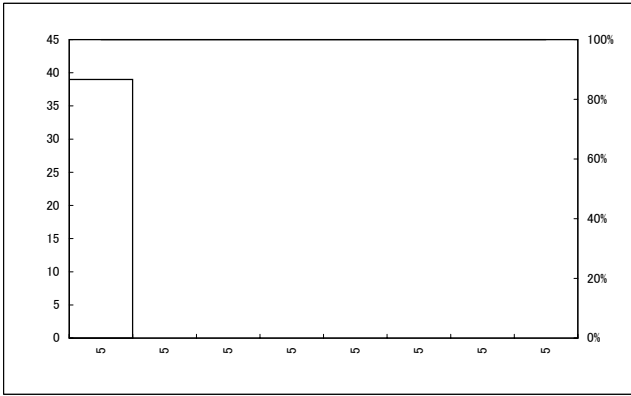
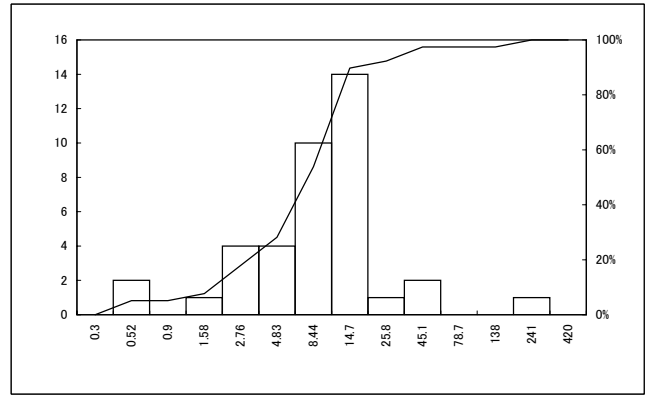
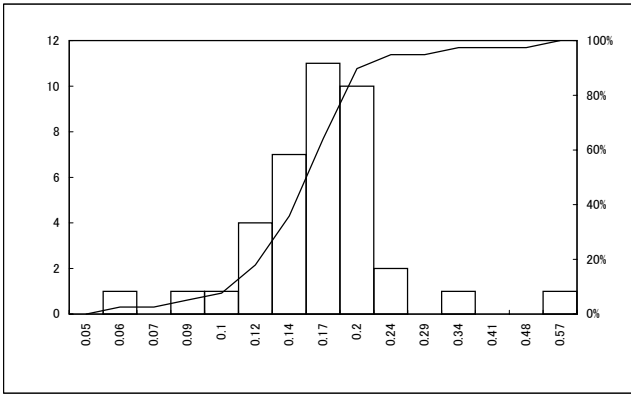
資料5 元素別累積頻度分布・ヒストグラム(Alemağaç下部層)(1)



資料5 元素別累積頻度分布・ヒストグラム(Alemağaç下部層)(2)



資料5 元素別累積頻度分布・ヒストグラム(Alemağaç下部層)(3)



資料5 元素別累積頻度分布・ヒストグラム(Alemağaç下部層)(4)