

トルコ共和国ギユムシャネ地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第一年次)

昭和60年8月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

JICA LIBRARY



1029316[5]

12113

トルコ共和国ギュムシャネ地域

資源開発協力基礎調査報告書

(第一年次)

昭和60年8月

国際協力事業団

金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85.11.22	314
登録No. 12113	66.1 MPN

はしがき

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

本調査は昭和59年度が第一年次にあたり、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して、昭和60年3月22日から昭和60年6月12日まで現地に派遣した。

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

本報告書は第一年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。おわりに、本調査実施にあたって御協力いただいたトルコ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在トルコ日本大使館及び関係各位の方々に対して衷心より感謝の意を表すものである。

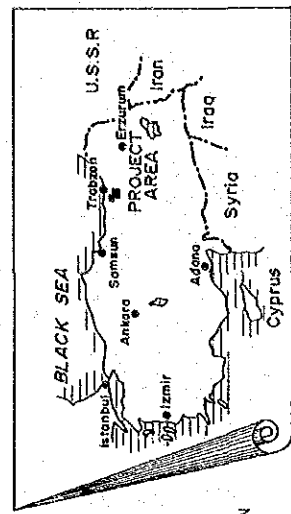
昭和60年 8月






国際協力事業団

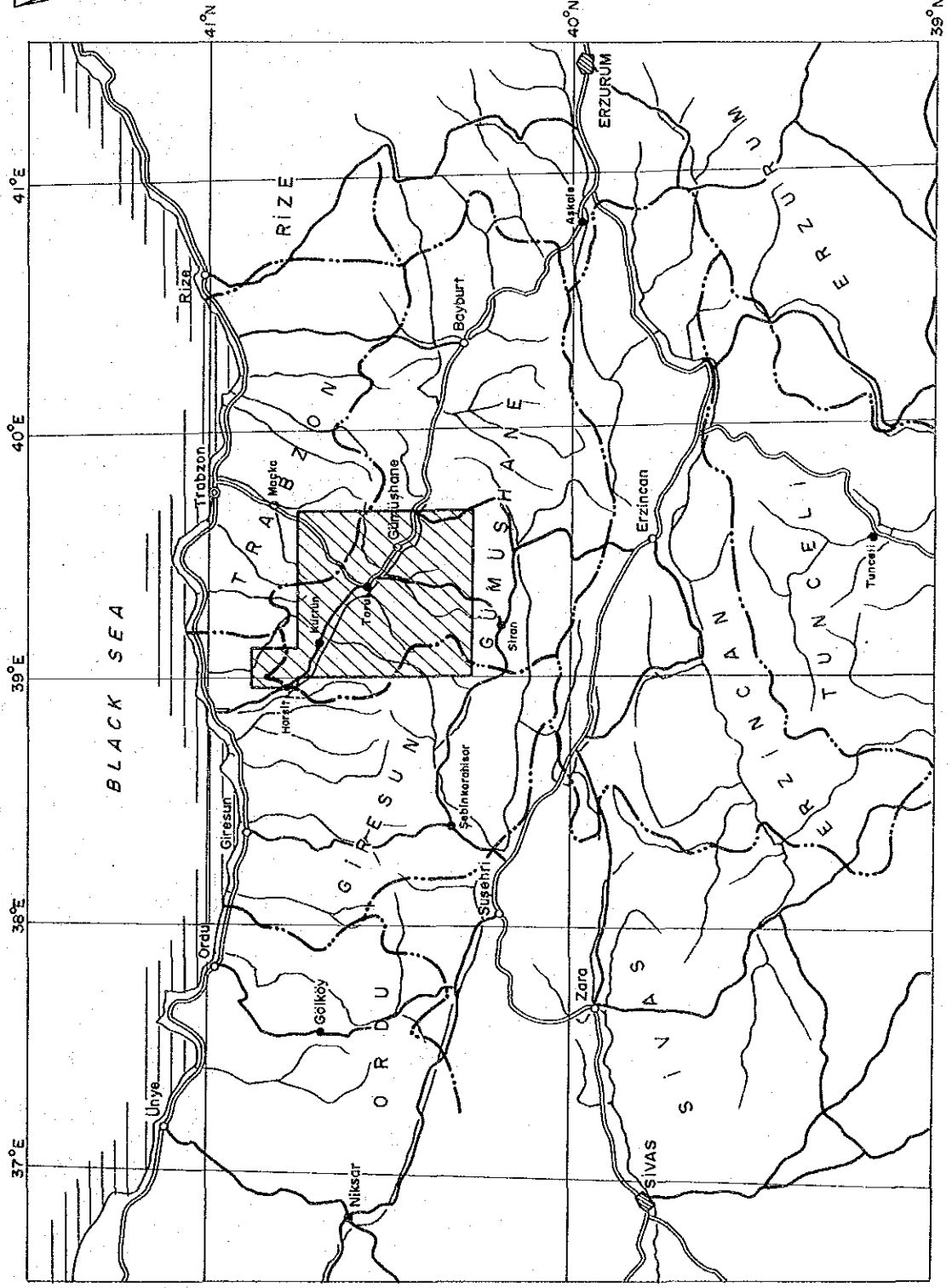
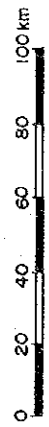
総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起



-  City
-  Village
-  River
-  Road
-  Survey Area



第1圖 調査地域位置図

要 約

本調査では Gümüşhane (ギュムシャネ) 地域の非鉄金属 (銀、銅、鉛、亜鉛等) 鉱床の賦存状況を把握することを目的とし、2,800km²に亘って地質調査、地化学探査を実施した。その結果鉱床賦存の有望地域として、

モリブデン—銅からなる鉱染型鉱床が期待される Hasandere (ハッサンデレ) 地域

銅—亜鉛からなる鉱染型鉱床が期待される Karadağ (カラダー) 地域

銅—鉛—亜鉛からなるスカルン型鉱床が期待される Belen Tepe (ベレンテペ) 地域

の3地域を抽出した。

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

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

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

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

鉱石鉱物はスカルン型では鏡鉄鉱・磁鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱、鉱脈型では黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱、鉱染型では主として黄鉄鉱からなることが多いが輝水鉛鉱、黄銅鉱・黄鉄鉱や黄銅鉱・閃亜鉛鉱の鉱物組み合わせからなる部分もあり注目される。

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

地化学異常と鉱化帯との関係では1970~1974年にかけて国連(UNDP)が実施した沢砂試料のうち本調査域内のB地域の約2000ヶ、去年MTAがHasandere地域で採取した土壌試料942ヶ、第一年度調査で試料採取した沢砂、A地域で406ヶ、B地域で504ヶ等の分析結果から得られた50箇所の異常域の中から地質調査結果を考慮に入れ、注目される地化学異常域はHasandere (Mo, Cu)、Karadağ (Ag,Cu,Pb,Zn)、Belen Tepe(Cu,Pb,Zn,Mo)の3箇所である。

目 次

はしがき

要約

第 1 部 序論

第 1 章 調査概要	1
1-1 緒 言	1
1-2 調査団日程及び調査団の編成	1
1-3 調査地域	3
1-4 調査方法及び調査量	4
第 2 章 調査地域概要	5
2-1 調査地域の地理（地形、気候、植生、交通、産業）	5
2-2 従来の調査	6
2-3 調査地域周辺の地質概要	9

第 2 部 地質調査

第 1 章 地質	11
1-1 概要	11
1-2 地質層序	12
1-3 貫入岩類	23
1-4 火山活動	26
1-5 続成作用と変質作用	29
1-6 地質構造	29
1-7 絶対年代測定	30
1-8 全岩分析	32

第 2 章	鉍化変質帯	43
2-1	概要	43
2-2	各論	44
第 3 部	地化学探査	
第 1 章	国連 (UNDP) データの再解析	81
1-1	UNDP による地化学探査の概要	81
1-2	UNDP 地化探データの再解析	82
1-3	再解析結果と本年度地化学探査の目的	83
第 2 章	試料採取及び分析方法	84
2-1	地化学探査の対象範囲	84
2-2	試料採取	84
2-3	分析方法	84
第 3 章	データの処理、検討	85
3-1	データの処理・検討	85
3-2	数値処理	85
3-3	相関	86
3-4	各成分のしきい値の決定	86
第 4 章	異常域の抽出及び評価	95
4-1	異常域の抽出	95
4-2	異常値及び異常域の分布特性	95
4-3	異常域の評価	96

第 5 章	Hasandere 鈹化帯の土地化学探査	103
5-1	概要	103
5-2	分析結果の処理	103
5-3	解析結果	104

第 4 部 総合検討及び結論

第 1 章	総合検討	121
1-1	地質構造と鈹化帯との関係	121
1-2	地化学異常と鈹化帯との関係	122
1-3	トルコのポーフイリーカッパー鈹床	123
第 2 章	結論	124
2-1	結論	124
2-2	第2年次への提言	126

参考文献

付図

- 第1図 調査地域位置図
- 第2図 調査範囲図
- 第3図 調査地域付近の一般地質図
- 第4図 Gümüşhane 地域地質概略図
- 第5図 Gümüşhane 地域模式柱状図
- 第6図 地域別岩相対比図
- 第7図 Gümüşhane 花崗岩の Rb—Sr 法による年代測定
- 第8図 Gümüşhane 地域花崗岩類の分類(ノルム—Qz-(ab+an)-or ダイアグラム)
- 第9図 Gümüşhane 地域火山岩類の分類(SiO₂-Na₂O+K₂O ダイアグラム)
- 第10図 MFA ダイアグラム
- 第11図 CaO-Na₂O-K₂O ダイアグラム
- 第12図 花崗岩類の Fe₂O₃-FeO ダイアグラム
- 第13図 火山岩類の SiO₂-FeO * /MgO ダイアグラム
- 第14図 分化指数と酸化物の組成変化
- 第15図 バリウムと SiO₂,D.I,K₂O の関係
- 第16図 鉱徴地分布図
- 第17図 Hasandere 地域地質図
- 第18図 Karadağ 鉱山地質図
- 第19図 Avliyana 鉱化帯図
- 第20図 Düzköy 鉱化帯図
- 第21図 Melek 鉱化帯図
- 第22図 Belen Tepe 地域地質図
- 第23図 Kırkavlı 鉱山地域コンパイル図
- 第24図 Hazine Mağara 鉱山地域コンパイル図
- 第25図 Köstere 鉱山スケッチ
- 第26図 Mastra 鉱山スケッチ
- 第27図 Midi 鉱山スケッチ
- 第28図 Istala 鉱山スケッチ

第29図	Haviyana-Mezraa 鉱山スケッチ
第30図	Mezraa 鉱山スケッチ
第31図	UNDP により抽出された地化学異常域図
第32図	地化学探査データ処理手順のフローチャート
第33図	沢砂の元素別頻度分布図(A 地域)
第34図	沢砂の元素別頻度分布図(B 地域)
第35図	沢砂の元素別累積頻度分布図
第36図	沢砂の元素間の相関(A 地域)
第37図	沢砂の元素間の相関(B 地域)
第38図	注目すべき地化学異常域分布図
第39図	土壤地化学探査の頻度分布・累積頻度分布・散布図
第40図	Cu・Mo 土壤地化学探査等値線図
第41図	提言図

付表

第1表	全岩分析一覧表(1,2)
第2表	鉱微地一覧表(1~4)
第3表	X線回折結果一覧表
第4表	検鏡結果一覧表
第5表	UNDP により抽出された異常域一覧表
第6表	統計値一覧表
第7表	相関係数一覧表
第8表	注目すべき地化学異常域一覧表
第9表	地化学異常域一覧表(1~5)
第10表	地化学試料分析結果
写真 1	調査地域南部の全景
写真 2	Gümişhane 衝上断層
写真 3	顕微鏡写真

添付図

第1-1~1-4図 調査地域地質図 縮尺 1:50,000

第 2 図 地質断面図 縮尺 1:50,000

第 3-1~3-4図 鉱徴地分布図 縮尺 1:50,000

第 4-1~4-4図 試料採取位置図 縮尺 1:50,000

第 5-1~5-4図 地化学探査解析結果図 縮尺 1:50,000

第 1 部 序

論

第 1 部 序 論

第 1 章 調査概要

1-1 緒言

トルコ共和国における資源開発協力基礎調査はこれまで Trabzon 地域 (1974~1976年)、ツンジェリ・コプダウ地域 (1977~1980年) の2地域において実施され、資源開発のための数多くの基礎資料を提供することができたほか、カウンターパートとなる資源開発調査研究所 (MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ 略称以下 MTA) に技術移転を行なってきた。

トルコ共和国は日本国政府に対し資源開発における協力調査を要請してきた。日本政府はその要請に応え、昭和60年2月3日から昭和60年2月14日まで安達健祐を団長とする調査団を現地に派遣し事前調査を行なうとともにカウンターパートとなるトルコ共和国資源開発調査研究所と協議を行った結果、Gümüşhane 地域において調査を実施することとなった。第一年次調査は鉱床賦存有望地域の抽出を目的とし Gümüşhane 地域の地質調査、地化学探査が実施された。

1-2 調査日程及び調査団の編成

1-2-1 調査計画策定及び折衝

Gümüşhane 地域資源開発協力基礎調査の計画策定について事前調査、協定折衝および第一年次計画打ち合わせのため調査団が下記日程で派遣された。

(1) 事前調査協定折衝

昭和60年2月3日より昭和60年2月14日

(2) 調査団の編成

団長	安達 健祐	(通商産業省)
団員	逆瀬川 敏夫	(金属鉱業事業団)
団員	江沢 忠昭	(金属鉱業事業団)
団員	和田 重夫	(国際協力事業団)

(3) トルコ側

資源開発調査研究所 総裁	Sıtkı SANCAR
副総裁	Orhan ÖZKOÇAK
金属鉱床部部长	Mehmet C.YILDIZ
金属鉱床部副部长	Ömer T. AKINCI
黒海支所長	Temer Y. NEBİOĞLU

1-2-2 第一年次調査

第一年次調査は昭和60年3月17日より昭和60年8月15日の日程で行なわれた。そのうち現地調査期間および調査団編成は次のとおりである。

(1) 現地調査期間

地質調査・地化学探査	自	昭和60年3月22日
	至	昭和60年6月12日

(2) 調査団編成

企画・調整	荒川 紘平 (金属鉱業事業団)
	浅井 克博 (金属鉱業事業団)
	江沢 忠昭 (金属鉱業事業団)
	北 良行 (金属鉱業事業団)

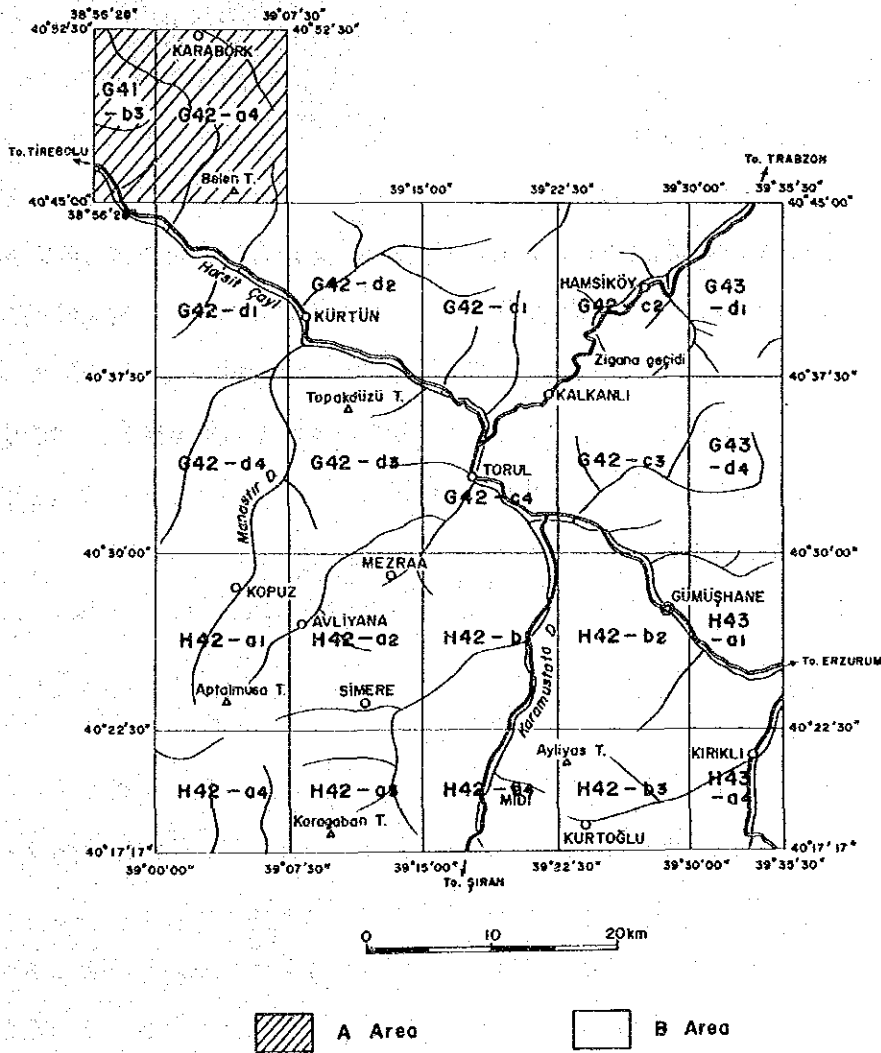
日本側	総括・地質・地化学探査担当責任者	水本 久 (日鉱探開株式会社)
	地質・地化学探査	武田 進 (日鉱探開株式会社)
	地質・地化学探査	菅原 一安 (日鉱探開株式会社)
	地質・地化学探査	神原 洋 (日鉱探開株式会社)

トルコ側 コーディネーター
 キャンプ責任者

Dr.Yusuf Z. OZKAN (MTA)
 İsmail H. GÜVEN (MTA)
 Murat ER (MTA)
 Huseyin YILMAZ (MTA)
 Ali İ. ERCİN (MTA)
 Kemal OZDOĞAN (MTA)

1-3 調査地域

調査地域は下記の経緯点で囲まれた面積2,800km²の範囲である。



第2図 調査範囲図

1-4 調査方法及び調査量

(1) 地質調査

縮尺1/25,000の地形図を縮尺1/10,000に拡大し、この地形図を基に地質調査を行い、既知鉱徴地周辺一帯は間縄を使用して調査を行なった。本地域は一般に2,000mを越す高地で残雪が多く地形も急峻な地域である。従って地質踏査の不可能な地域もある。そのような地域に対しては空中写真判読を行ない、地質踏査によって調査された結果と合せて地質区分を行なう際の一助とした。総踏査延長は1,568kmで、地質図は縮尺1/50,000に編集した。

全岩分析30試料、岩石検鏡35試料、X線回折10試料、絶対年代測定 Rb-Sr2試料、K-Ar3試料等を調査解析に使用した。

(2) 地化学探査

A地域(200km²)はこれまで沢砂試料採取がなされていないことから1km²当り2試料の割合で合計406試料採取した。残りのB地域(2600km²)については、あらかじめ入手した国連の沢砂分析結果を再解析することによりB地域の北部ではHasandere(ハッサンデレ)、Kalkanlı(カルカンルー)、Beşkise(ベシキセ)にしほり国連の採取点と重ならないように試料を採取、一方B地域の南部ではGümüşhane花崗岩中にグライゼン化作用が期待されることより、この岩体を中心にして合計504試料を採取した。

第2章 調査地域概要

2-1 調査地域の地理

(1) 地形;調査地域は首都 Ankara の東約550km、黒海沿岸の都市 Trabzon の南60kmに位置する。調査地域内で標高の低い地点は A 地域の北側で調査地域のキャンプ地点となった Karkbörk (カラバルク) の300m,高い地点は Aptalmusa Tepe (アプタルムサ山) の3,331である。高地をぬう小さな河川は急峻かつ凹凸に富む地形をなしている。

ベースキャンプとなった Torul (トルル) は標高940mで、この付近一帯の地勢は標高1,000~1,500mである。

(2) 気候;黒海沿岸の主要都市 Trabzon から Torul、Gümüşhane に通ずる国道65号の Zigana 峠 (標高2,000m) が分水嶺となり、東西方向に走る Zigana 山脈を境にこれより北側の Trabzon 側は雨量が多く、年間降雨量700~1,000mmで湿度が高い。南側は内陸性気候となり雨量が少く、年間降雨量150~300mmで湿度は低くなる。夏期は7月、8月で27~30℃に達する。冬期は12~2月で黒海沿岸の Trabzon では氷点下に達する日は稀れである。降雪は山岳部で多く数mに達する。このような地域は高地であることから融雪後も夏期でさえ冷涼である。特に Trabzon と内陸部との境となる分水嶺では雨量が多く、しばしば霧が発生する。

(3) 植生;分水嶺以北は雨量が多く、湿度も高いことから樹林が繁茂しているが、森林限界(約2,000m)を超える山稜部は草地となり夏期の牧草地(ヤイラ)となっている。分水嶺以南は雨量少く、乾燥しており植生は少いが、雑草とところどころに森林がみられる。

(4) 交通;首都 Ankara~Trabzon 間は毎日1往復トルコ航空のジェット機(DC9)が飛んでいる(所要時間1時間20分)ほか、Ankara~Trabzon を結ぶ長距離バスもある。Trabzon~Torul~Gümüşhane とを結ぶ国道65号線が調査地域内の幹線(舗装率70%)である。この幹線と各部落を結ぶ自動車道路がのびている。この道路は未舗装で、しかも冬季の降雪時には通行不可能となるほか、砂利は使われていないため融雪期や降雨期には、泥道となりジープのみがかるうじて通れる。

Trabzon~Torul (105km) は車で2時間30分を要する。調査地域内の未舗装自動車道路は、30

km/時以下のスピードで通行可能である。

(5) 集落;調査地域内の中心は Gümüşhane で人口12,000人、次いでベースキャンプとなった Torul3,000人、Kürtün (キュルトン) 1,500人以下等で、このほかは数軒から10数軒単位の部落が点在している。道路沿いにある部落は少く、多くの場合道路から離れ、急斜面の水がわき出ている処で集落をなしていることが多い。過疎化は進んでいない。

(6) 産業

農業、牧畜;調査地域内の住民は農業、牧畜により生計をたてている。農業は主として麦で水量豊富な川に沿って果物 (リンゴ、桃、サクランボ等) の栽培がなされている。A 地域はトルコ特産のナッツ、茶の栽培が盛んである。牧畜は羊が主で牛、ヤギ等で構成される。夏期は良質な牧草の豊富な標高1,500m 以上のサマーキャンプ (ヤイラ) に移動、夏から秋にかけ牧草をかりとり、冬期間にそなえ降雪前に部落に戻る。

林業;調査地域では建築用木材の原木を伐採し、原木のまま Trabzon に出す。このほかに Karadağ では小規模な製材工場が稼働している。

工業;Gümüşhane 市には小規模なセメント原料工場、ジュース工場、小麦製粉工場等がある。鉱山;Gümüşhane 市の南西15kmに位置する Midi 鉱山 (亜鉛) があり、夏期間のみ稼行、400t/年の生産規模である。

2-2 従来の調査

調査地域内にはこれまで数多くの旧鉱山、露頭がありこれらについてMTAの手で調査がなされているものの当地域全域に及ぶ調査はなく、コンパイルされた縮尺1:500,000の地質図のみである。このようなことからMTAでは本調査地域南部の地質調査をここ数年来実施してきている。当調査地域内で古い資料として記録があるのはEski Gümüşhane (エスキギュムシャネ) の Hazine Mağara (ハジネマーラ) 鉱山と Kırkpavli (クルクパブル) 鉱山である。1937年のKovenkoによる資料では前者が交代鉱床で主として銀を、後者が鉱脈鉱床で銀 (金) を採掘した記録があるものの、生産量については記録はない。その後、MTAがEski Gümüşhane地域の詳細な地質調査を実施している。又、Karadağ (カラダー) 鉱床は膨大なカラミの量から大昔盛大に稼行されたことでMTAによる概査がおこなわれている。一説によると紀元前に稼行されたとの

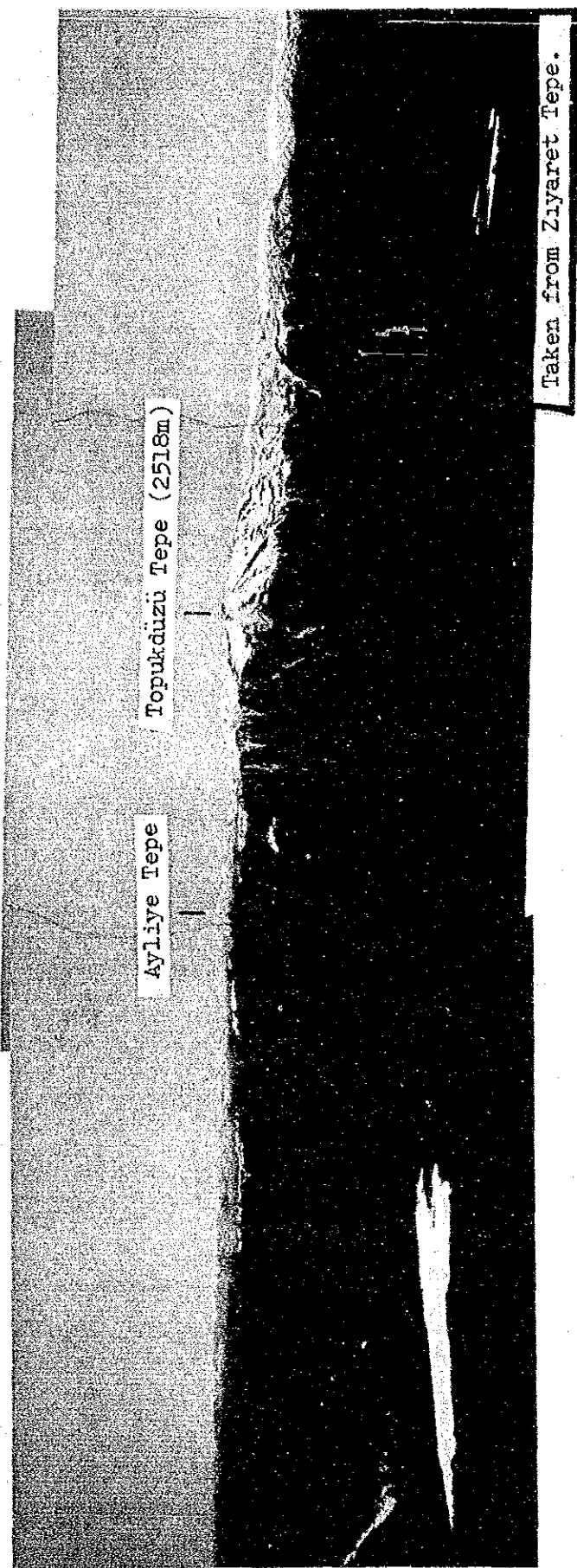


写真 1 本調査地域南部の全景

話もあり、記録は残されていないので明らかでない。以上のほかには1970～1974年にかけて国連が実施した地化学探査報告書と Yucel YILMAZ(1974) の「Gümüşhane 花崗岩の地質」の記載がある。

2-3 調査地域周辺の地質概要

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

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

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

第 2 部 地 質 調 査

第 2 部 地質調査

第 1 章 地質

1-1 概要

本調査地域の基盤岩類は Gümüşhane 南部に分布する古生界の Kurtoğlu 変成岩類（主として、片麻岩、黒雲母片岩よりなる）と、古生代末期に本岩類中に貫入した Gümüşhane 花崗岩である。これらの基盤岩類をジュラ系下部のリアス(Lias) 階の玄武岩質岩石からなる Kirikli 層が被う。本層は主として玄武岩溶岩からなり、その他にスピライト溶岩、砂岩等を含むほか、局部的に発達する赤色石灰岩が認められ、当調査地域よりわずか東に離れた石灰岩中に含まれる化石よりジュラ紀下部のリアス階に対比されている。また最下部には局部的に、基底礫岩が発達するところもある（Midi 鉱山付近）。

この Kirikli 層を Kuşakkaya 石灰岩層（塊状石灰岩）が被う。この塊状石灰岩中にジュラ紀を示す化石が見つまっていることより、本石灰岩層は Dogger-Malm（ドーガー～マーム）階に対比される。

上記の基盤岩類、Kirikli 層及び Kuşakkaya 石灰岩層を不整合に被って、Zigana 層が広く分布する。本層は大部分が安山岩質火山岩類より構成される。調査地域南部では本層下部に、玄武岩質火山活動が認められ、また Zigana 層の末期では石英安山岩質火山岩類を伴う。そして地域東南部では安山岩質火山活動の休止した時期を示すフリッシュ型堆積層が発達している。本堆積層は泥岩、砂岩のリズミカルな互層よりなる。また連続性に乏しい塊状石灰岩、赤色石灰岩、泥岩等を挟在し、本層下部の石灰岩中より、上部白亜紀の Senonian（セノン）階を示す化石が見出されている。

Zigana 層を不整合に被う Venk Yayla 層は安山岩質火山岩類とフリッシュ型堆積岩からなり、本地域中央部に分布する。本層下部には始新世とされる Nummulites（ヌンムリテス）を多量に含む石灰岩が発達する。以上の各層の時代対比は Gündüz (MTA) の化石資料による。

当地域の最上位層は調査地域南西部の海拔 2,500m 以上の高地に分布する Gavur Dağı 火山岩類で始新世末期の火山岩と思われる。

本地域に見られる貫入岩類としては主に花崗閃緑岩類、石英斑岩があり、このほかには小規模の石英安山岩、粗粒玄武岩等の岩脈が分布する。特に花崗閃緑岩類は Torul, Kürtün、Kopuz

(コプス) 3地域にバソリス状の岩体が認められる。また、Gümüşhane 花崗岩中にもいくつかの小岩体が貫入している。

地質構造的には WNW-ESE 方向の Gümüşhane 衝上断層を境にして、その南部では基盤岩類の Kurtoğlu 変成岩類と Gümüşhane 花崗岩、Kırıklı 層、及び Kuşakkaya 石灰岩層が発達している。これに対し、北部では主として Zigana 層と新期花崗閃緑岩類が広く発達している。

1-2 地質層序

(1) Kurtoğlu (クルトール) 変成岩類

模式地: 調査地域南部の Kurtoğlu 部落一帯

層 厚: 500m

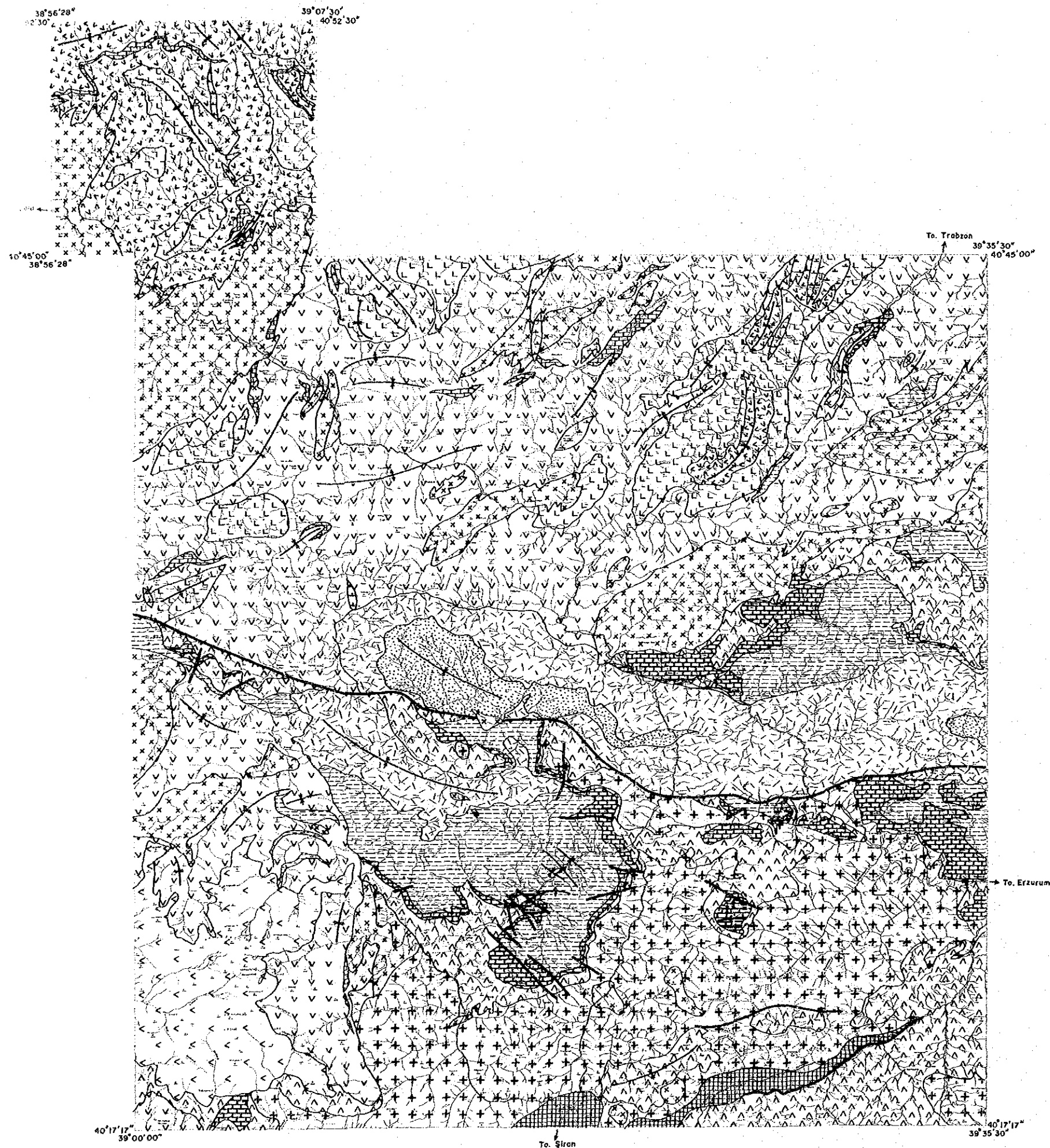
本変成岩は、調査地域南東部の Kurtoğlu 部落から Tezene (テゼネ) 川、Kurtoğlu 川沿いに幅数 km で ENE-WSW 方向に帯状をなして分布する他、Tersun (テルスン) 山脈付近に分布する。岩質は片麻岩、黒雲母片岩、白雲母片岩、石英-絹雲母片岩等からなる。片麻岩は Yeniköy (イェニキョイ) 部落付近から Kurtoğlu 川沿いに Kurtoğlu 部落の西方に亘って広く認められる。灰白色を呈し、粗粒で縞状構造が顕著である。時には白雲母の 2cm 位にも及ぶ巨晶を含む部分もある。白雲母片岩、石英-絹雲母片岩は、白色を呈し、片麻岩同様に白雲母の巨晶がしばしば認められる。黒雲母片岩は、暗茶褐色を呈し、細粒で硬質である。

鏡下では両雲母片岩は、レピドブラスチック組織を示し、黒雲母の定向配列が顕著である。黒雲母、白雲母、石英、斜長石を主とし、少量の不透明鉱物を伴っている。

また本変成岩中に 0.5m ほどの変成作用を受けた礫岩が認められ、レンズ状をなして挟在する。

変成作用を受け、褶曲しているため明らかではないが、片理方向及び褶曲の軸の方向とも E-W 系で北側に褶曲しながら落ち込んでいるものと推定される。また層厚も明瞭ではないが地表の分布状況から少なくとも 500m 以上と推定される。

本変成岩の南部は衝上断層により Kırıklı 層と接し、北部は Gümüşhane 花崗岩に貫かれている。衝上断層は Asağitezene (アサウテゼネ) 部落南方で認められ、方向は、ほぼ E-W で北傾斜を示し西方の Kurtoğlu 川方向に延びる構造が認められる。本変成岩は、YILMAZ (1974) によれば、石炭系~二畳系とされている。



LEGEND

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|--|---|
| Tertiary | Gavurdağı
Volcanics | | Andesite lava, Pyroclastics |
| | Venk yayla F. | | Flysh |
| | | | Andesite lava, Pyroclastics |
| Upper Cretaceous | | | Limestone |
| | | | Dacite lava, Pyroclastics |
| | Zığana F. | | Andesite lava, Pyroclastics, Dacite |
| | | | |
| | | | Andesite lava, Pyroclastics |
| | | | Flysh |
| Jurassic | Kuşaklıya
Limestone | | Limestone |
| | Kırıklı F. | | Sandstone, Mudstone
Basalt lava, Basaltic and Dacitic Pyroclastics |
| Paleo-zoic | Gümüşhane
Granite | | Granite |
| | Kurtoğlu
Metamorphics | | Gneiss, Schist |
| Intrusive rocks | | | |
| | | Granodioritic rocks, Porphyritic granite | |
| | | Quartz porphyry, Dacite | |
| | | Anticlinal axis, Synclinal axis | |
| | | Fault | |
| | | Thrust fault | |

第 4 图 Gümüşhane 地域地質概略图

(2) Kırıklı (クルクル) 層

模式地:Gümüşhane 南方約14kmの Kırıklı 部落周辺

層 厚:800m

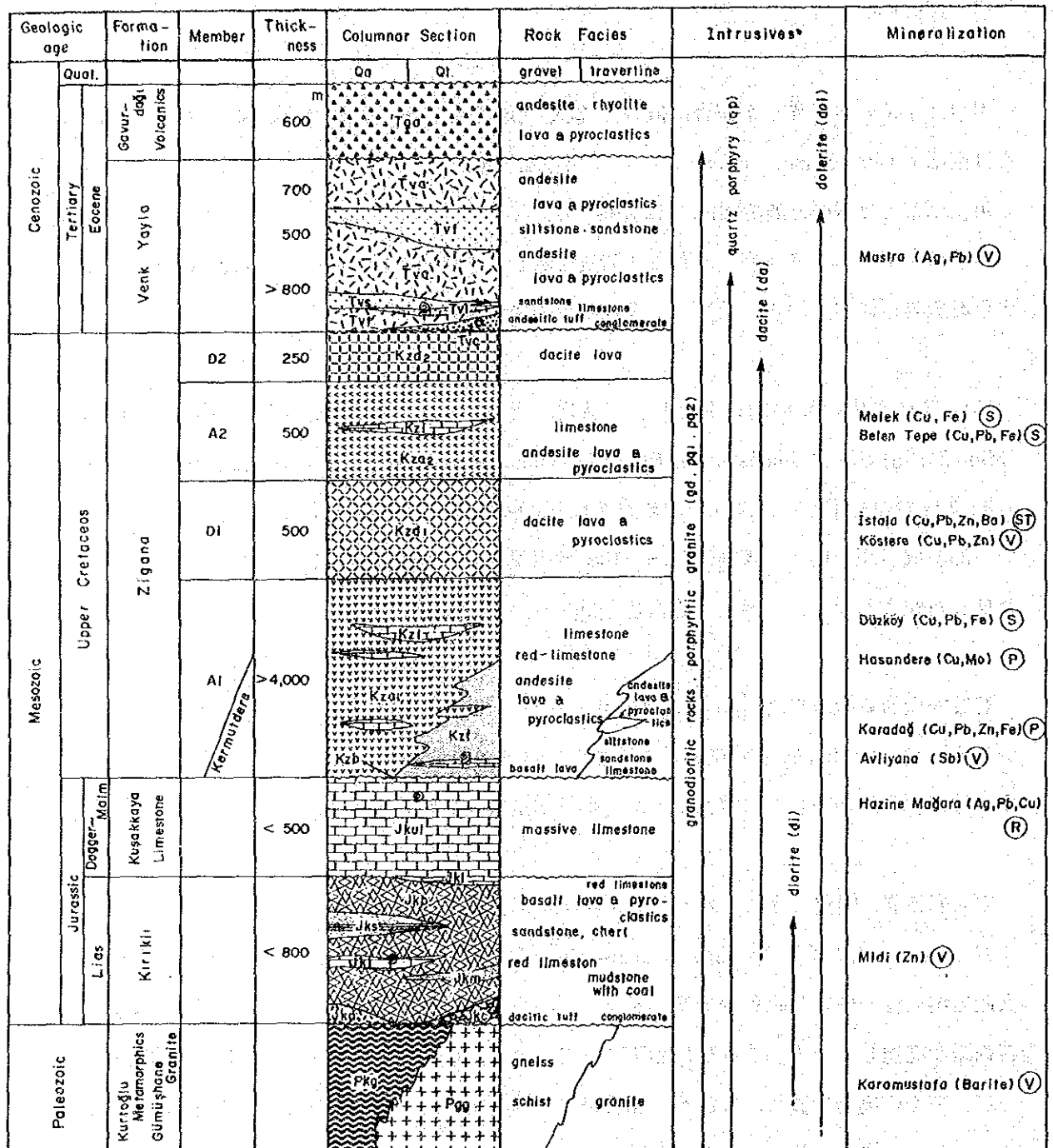
本層は下位の古生界を不整合に被って、調査地域各地に分布する。Kırıklı 部落以外の主なところは南部で Gümüşhane、Nivena (ニベナ) 川中流、Korum (コルム) 下流、北部ではハムスキョイ川、西部では Kopuz 部落北方等に分布する。

本層は下部から基底礫岩、石英安山岩質凝灰岩、玄武岩溶岩・同質火砕岩、スピライト溶岩、赤色石灰岩、砂岩、泥岩、チャート及び石炭の薄層から成る。

基底礫岩:本岩は局部的に発達し、連続性に乏しい。本調査地域南部及び南東部のミディ (Midi) 部落南方及び Gümüşhane 市周辺では Gümüşhane 花崗岩を、Kurtoglu 部落東方では、Kurtoglu 変成岩類を不整合に被うのが観察される。色調は、淡いピンク色を呈し、礫は大半花崗岩で一部変成岩類を伴う。礫径は数cm～10cmで円礫ないし亜角礫を示し、マトリックスは石英粒及び長石粒よりなり、淡緑色～灰白色を呈する。

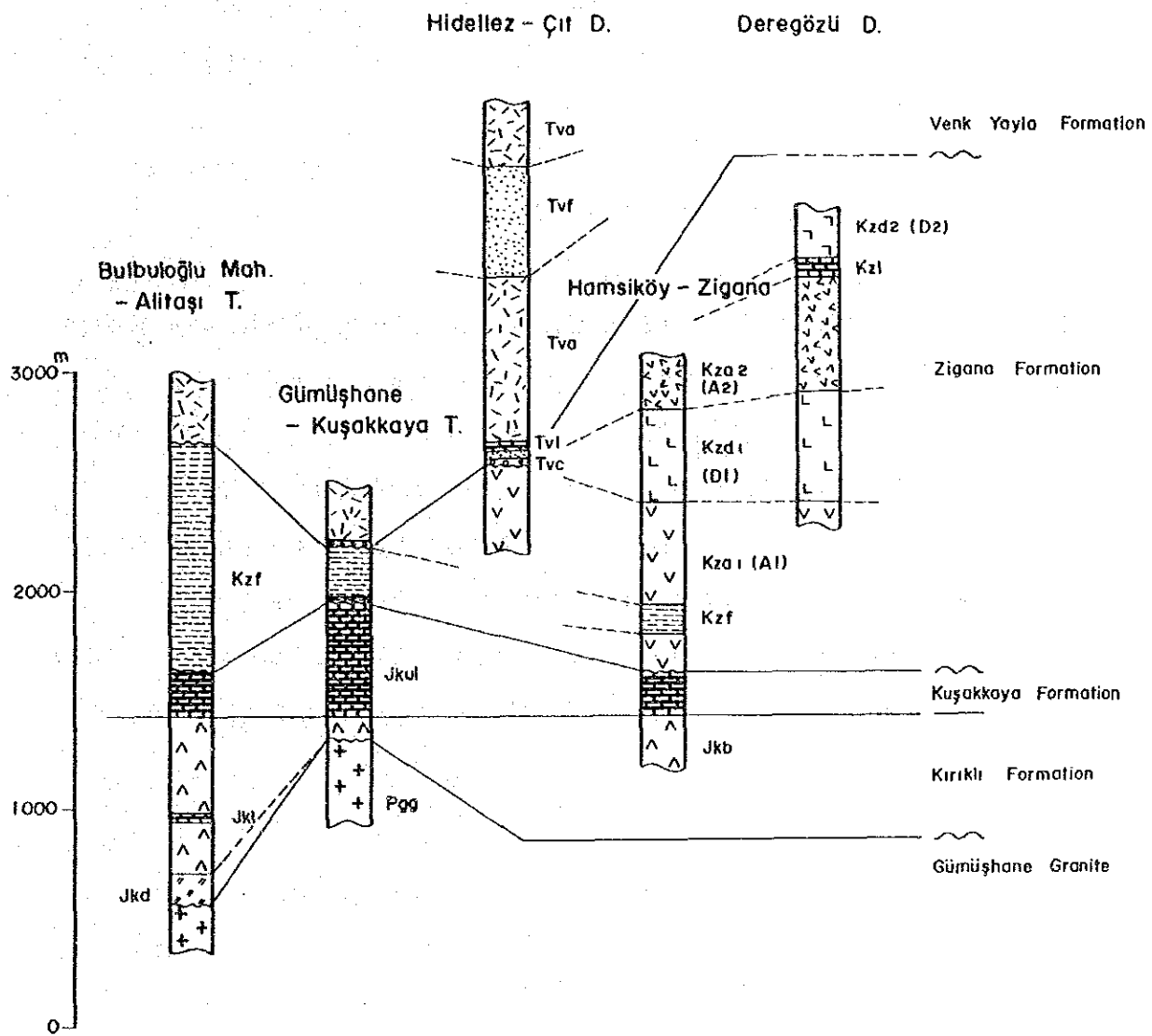
石英安山岩質凝灰岩:本岩は調査地域南部 Altıntaşlar (アルトゥンタシュラル) 部落北方に分布するのみで Gümüşhane 花崗岩を不整合に被うのが認められる。色調は淡黄色を呈し、珪化・粘土化作用が著しく、黄鉄鉱、酸化銅鉱の鉱染及び石英脈が発達する。

玄武岩溶岩、同質火砕岩、スピライト溶岩:本岩は調査地域南～南東部の主に Altıntaşlar 部落北方、Mezraa (メズラア) 部落、Gümüşhane 市付近及び東部の Korum 沢下流域等に分布する。玄武岩溶岩は一般に暗緑色～赤褐色を呈し、斜長石は緑色を帯び緑泥石化、緑簾石化し、方解石細脈が発達している。玄武岩は鏡下では斑晶として1～2mmの半自形の斜長石を普遍的に含むが、多くの場合変質し、緑泥石、絹雲母、方解石化している。紫蘇輝石、普通輝石の斑晶も認められるが緑泥石化している。石基はほとんど緑泥石に変質しているが、ところどころに短冊状の斜長石間をガラスが埋めている部分が認められる。同質火砕岩は玄武岩溶岩と同一の色調で暗緑色～赤褐色を呈する。スピライト溶岩は斜長石の短冊状斑晶が顕著に発達するのが特徴的である。また Korum 沢下流域で局部的に枕状溶岩が認められる。



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

第 5 图 Gümüshane 地域模式柱状图



第 6 图 地域別岩層对比图

赤色石灰岩:本岩はレンズ状に分布し、連続性に乏しい。調査地域南部の Şimere 部落、南東部 Uzun (ウズン) 沢上流域、及び Gümüşhane 市南西方等に分布する。本岩は、マール質石灰岩で赤色の色調を示すのが特徴的である。Gümüşhane 市東方約10kmの Kermut (ケルムト) 部落 (調査範囲外) では以下の化石が報告されている (MTA 資料)。

Inyolutina liassica (Jones)

Trocholina sp.

Spirillina sp.

Lenticalina sp.

これらの化石はジュラ紀下部のリアス階に対比される。

砂岩、泥岩、チャート、石炭層:本岩は調査地域南東部 Kırıklı 部落付近及び Kurtoğlu 部落に分布する。砂岩を主とする砂岩・泥岩の互層で、層理が明瞭に発達し、部分的に玄武岩溶岩・同質火砕岩を挟在する。砂岩は暗灰色～灰色を呈し、粗粒～細粒である。泥岩は大部分は砂質泥岩である。また調査地域南西部 Karagaban (カラガバン) 山付近の砂岩は、赤灰色を呈し、粗粒でほとんど石英、斜長石の粗粒子からなるアルコーズ質砂岩である。チャートは調査地域南部 Şimere 部落南西部に分布し砂岩・泥岩の互層中に認められる。赤色～優白色を呈し、ところによってオパール質である。また、Gümüşhane 市南方では玄武岩溶岩中にも認められる。石炭層は Eski Gümüşhane 部落南西部の泥岩中に挟在する。黒色～暗青色を呈す瀝青炭である。厚さ1 cm～10cmのレンズ状薄層が3層認められる。

(3) Kuşakkaya (クサクカヤ) 石灰岩層

模式地:Gümüşhane 市東方約2kmの Kuşakkaya 山周辺

層 厚:500m

本層は下位の Kırıklı 層を被うが、Kırıklı 層の赤色石灰岩を整合に被う部分と Kırıklı 層の火砕岩を不整合に被う部分からなる。本層は Kırıklı 層の分布域に限られ、主として調査地域南部に分布する。灰白色～白色を呈し、大部分塊状の石灰岩であるが、赤色石灰岩、苦灰岩質石灰岩、碎屑性石灰岩等も見られる。

Altıntaşlar (アルトウインタシュラール) 部落の北東約3kmの Ucbacah (ウチバジャル) 山付近では以下の化石が報告されている (MTA 資料)。

Cuneolina sp.

Ophthalmidium sp.

Miliolida

Textulariidae

これらの化石は、ジュラ紀上部の Dogger-Malm 階に対比されている。

(4) Zigana (ジガナ) 層

本層は5つの層序単位に細分され、下位から A1部層、D1部層、A2部層、D2部層及び、A1部層と同時異相の関係にある Kermut dere (ケルムットデレ) 部層とからなる。

模式地; A1、D1、A2部層は国道65線で Trabzon~Gümüşhane 間の Zigana 峠付近、D2部層は A 地域の Kertaş 山 (1,713m) 付近、Kermut dere 部層は Gümüşhane 市の東方10kmの Kermut 川流域

層厚; 5,000m

Kermut dere 部層; 分布地域は Gümüşhane 花崗岩の北西部と北部で、Gümüşhane 花崗岩の北西側の岩体に近づくにつれほとんどが泥岩、砂岩の互層となるが逆に離れて Avliyana 部落付近になると泥岩、砂岩が急激に少なくなり安山岩が卓越してくる。淡灰色~淡灰白色、時には褐灰色~淡褐色の泥岩、石灰質シルト岩、砂岩等がリズムカルな互層をなし、次第に上位に向って安山岩、同質火砕岩を挟在しながら A1部層へと変っていく。いわゆるフリッシュ型堆積層である。走行傾斜は変化に富み場所によっては急傾斜になることもあるが、緩傾斜 (30°位) が一般的である。また断層も多いが大きなものは少ない。H.GÜNDÜZ (MTA) によると本部層中の石灰質シルト岩より

Globotruncana sp.

Globigerinidae

等の化石を鑑定、この結果より本部層は上部白亜紀のセノン階に属する。本層が発達している地域では Kuşakkaya 石灰岩層を不整合に被っているところが多い。

A1部層; Zigana 層の大部分は本部層である。下位の部分ほど玄武岩溶岩が発達しているが、次第に安山岩質溶岩、自破碎質溶岩、集塊岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、中粒～細粒凝灰岩などの岩質となる。一般に淡緑色ないし暗緑色を呈する。玄武岩質溶岩は南部の Karadağ-Avliyana 及び Torul 北部10kmの背斜軸に沿って発達している。その他は安山岩類である。Zigana から Torul 付近一帯は溶岩、火砕岩が卓越し火山活動の中心地と考えられる。北方や西方にかけて次第に泥岩、砂岩、石灰岩、シルト岩類を挟在するようになる。挟在する堆積岩は連続性に欠けるが層理およびラミナの発達認められる。

玄武岩は鏡下では斜長石と少量の輝石の斑晶が認められるが、いずれも変質が著しく、全て緑泥石・絹雲母化しており外形をとどめるのみである。石基はハイアロピリティック組織を示し、長柱状の斜長石の間隙をガラスが埋めるが、ほとんど緑泥石・方解石化している。

安山岩は顕微鏡観察によると、普通輝石安山岩で続成変質作用を蒙り有色鉱物は緑泥石・方解石等に変質している。このほか、局部的に強く変質し白色ないし淡灰色となり、安山岩の面影を残さない程に変質している部分もある。数 m から数10m の単位で白色粘土化した部分もある。この部分と続成作用を蒙ってプロピライト化した部分がくりかえすことが多い。この現象は Zigana 峠から Torul にかけての国道で顕著に見られる。

D1部層;主として石英安山岩、同質火砕岩からなる。石英安山岩は灰白色ないし灰緑色で塊状で流理構造の認められる溶岩類と、灰白色から白色の自破碎状溶岩からなる。火砕岩は凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、細粒凝灰岩等からなる。これら火山岩類は変質作用を受け、白色ないし淡緑色をなし、微量の黄鉄鉱を伴う。D1部層の分布域は Zigana 峠から北にかけた山岳地域、Kürtün 北部、南西部の山岳地域 (標高1,500m 以上)、A 地域等である。A 地域の南部では流理構造の認められる溶岩流が目立ち柱状節理が発達している処もある。その他の地域では自破碎状溶岩や同質火砕岩が顕著である。これら石英安山岩質火砕岩中に安山岩溶岩や同質火砕岩、石灰岩等を介在するが、D1部層の安山岩と A1部層中に認める安山岩とは肉眼的特徴は同じである。石英安山岩は鏡下では石英・斜長石の斑晶を認め、変質が著しく絹雲母化している。石基はほとんどが二次的に生じた微細な石英と絹雲母・緑泥石・方解石からなっている。D1部層は A1部層を整合に被覆している。

A2部層;主として安山岩、同質火砕岩からなり A1部層の岩質と類似している。分布地域は Zigana 峠の北部と A 地域とに分布し、D1部層を整合におおっている。全体の傾向としてはアン

デュレイトしながら北に傾斜することから北側の A 地域になると分布が広がる。

Zigana 峠付近では安山岩溶岩が優勢であるが、さらに北側の Dikkaya (ディクカヤ) 部落の西側になるとほとんどが暗緑色の安山岩質集塊岩から凝灰角礫岩となる。分布範囲は Zigana 層付近で狭く、堆積岩類は挟在しないが A 地域ではその分布範囲が広くなり、塊状石灰岩を挟在し、比較的よく連続する。A 地域の東部では灰白色塊状石灰岩を最下位として、A2部層の安山岩となるところもあるが、A 地域の中央部から西部にかけては D1部層を直接覆う。一方 A 地域北部では灰白色～白色の塊状石灰岩を挟在して、比較的広い範囲に膨縮しながら A2部層が連続している。A2部層の岩質で特徴的なことは安山岩溶岩や灰黒色から暗黒色の安山岩質細粒凝灰岩が目立つことである。

D2部層:淡緑色から白色の石英安山岩質溶岩で A 地域西部の比較的地形の高い山岳部の標高 1,400~1,800m の狭い範囲に分布する。A2部層を整合に被覆している。

(5) Venk Yayla (ヴェンクヤイラ) 層

模式地:Gümüşhane 市西方約4kmの Venk Yayla 部落周辺

層 厚:2,000m

本層は古生界、中生界を不整合に被って、調査地域中央部の Çit (チット)、Kodil (コディル)、Haşara (ハシャラ) 川等の流域に分布している。本層は石英安山岩質な安山岩溶岩、同質火砕岩を主体とし、この火山活動の休止期にフリッシュ型堆積物が発達する特徴を有している。下位から、基底礫岩、石灰岩、砂岩及び安山岩質火砕岩の畚重からなり、この火山活動の休止期に形成された砂岩—シルト岩の有律互層をなす層相変化に乏しいフリッシュ型堆積物が占める。なお本層は古第三系に形成された堆積盆に発達し、この堆積盆は調査地域の西部で閉じているものの、東側は調査地域外まで連続している。その規模は東西に60km、南北に10数kmである。

基底礫岩:本層は局部的に発達し、連続性に乏しい。Avliyana 川の Dere 部落では Kırıklı 層を、Venk Yayla や Hidrellez (ヒデルレルレズ) 部落周辺では、Zigana 層の安山岩を、また Gümüşhane 市西方の Bapdağı (バプダウ) 周辺では Kermut 層を不整合に被うのが観察される。礫岩は帯赤

褐色を呈し、マトリックスはやや凝灰質、砂質で、最大層厚10m程度である。

石灰岩:本岩は層厚30-60mで、基底礫岩の直上に暗灰色の砂岩薄層を挟んで発達する。灰色塊状で、ヌムリテスを代表とする大型有孔虫を多量に含む。ヌムリテスは径2mm~1cmの大きさで多産し、風化侵食を受けているため化石の部分が浮き上がっていることが多い。地域的には黒色を呈する石灰質砂岩が主体となる場合もある。H.GÜNDÜZ(MTA)の化石鑑定により Venk Yayla 部落では以下の微化石が報告されている。

Nummulites sp.

Discoyclina sp.

Aktinocyclus sp.

Operculina sp.

Sphaerogypsina sp.

Globorotalia sp.

Globotruncana sp.

また調査地域に近い Kozerresi (コゼヴレス) 川 (Gümüşhane の西約10km) では以下の化石が同定されている。

Nummulites sp.

Assilina sp.

Discoyclina sp.

この他、斧足類(*Ostra* sp.)、腕足類、腹足類の軟体動物の化石が見られる。上記の微化石より始新世の Lutetian (ルテシア) 階に対比される。

安山岩、同質火砕岩:岩質はやや石英安山岩質で普通角閃石の斑晶を特徴的に含む溶岩と同質の火砕流によって構成され、局部的には石英安山岩、輝石安山岩を挟在する。凝灰岩は帯赤緑色で、斜長石-普通角閃石の結晶、時には黒雲母を含み、粗粒である。溶岩は灰色ないし帯赤灰色で斜長石、普通角閃石の斑晶を含み、塊状~破碎状を呈する。鏡下では主に斜長石・普通角閃石・普通輝石からなり、黒雲母・紫蘇輝石を伴うこともある。石基は長柱状の斜長石と柱状あるいは粒状の輝石、不透明鉱物の隙間をガラスが埋めるハイアロオフィティック組織を示す。一部の試料では空隙に沸石が生じているのが確認された。また、この火山岩類は局部的に凝灰質砂岩を挟み、Öglets (ウクレットシュ) 山~Kuşhuktaş (クシュクタアシュ) 山では安山岩溶

岩が、この砂岩中に入り込み、水冷破碎された角礫間を砂が充填する現象がみられる。Siran (シーラン) への国道沿いでは柱状節理が大規模に発達している。Topçati (トオプチャツ) 部落では流理構造が顕著に発達する帯赤白色の普通角閃石—石英安山岩が挟在する。

フレッシュ型堆積岩類:本岩は砂岩—シルト岩の互層で Çit 川流域で大規模に発達し、層厚500 mに達する。次第に東に行くにつれ、厚さを減じ、100m程度になる。この堆積岩類の最下位にはヌムリテスを含む石灰質シルト岩が見られる。上位になるにつれ、安山岩質火砕岩を挟むようになる。

(6) Gavur Dağı (ガールダウー) 火山岩類

模式地:Gavur Dagi 山岳地域

層 厚:600m

本火山岩類は調査地域の南西に位置する Aptalmsa (アプタルムサ) 山を主峰とする Gavur 連山を構成する火山岩類で、古生界、中生界 (Gümüşhane 花崗岩、Kırıklı 層、Zigana 層) を不整合に被う。南北約15km、東西10kmの範囲に分布するが、調査地域の西方外にまで広がっている。本火山岩類は主に淡灰色～灰褐色で斜長石斑晶に富む安山岩溶岩と同質の凝灰角礫岩からなる。この安山岩には普通角閃石斑晶を少量伴うが、局部的には角閃石斑晶が顕著となり、流理構造を示す場合がある。一般に溶岩は塊状を呈し、節理が発達するが、自破碎状をなすこともある。層理不明瞭な帯赤褐緑色の凝灰角礫岩を挟在する。

Eşekmeydan (エシャクメイタン) 山周辺では帯紫—灰白色の粗しょう質な石英安山岩溶岩が分布する。本岩は数mm大の斜長石斑晶を含む他、普通角閃石、黒雲母の自形斑晶により特徴づけられる。Boğaz Dere (ボアズデレ) では縞状の細かい流理構造を示す灰褐色の流紋岩が小規模に分布する。本岩には斑晶がほとんど認められない。

1-3 貫入岩

(1) 先ジュラ紀貫入岩—Gümüşhane 花崗岩

模式地:Gümüşhane 市南部

本岩は、本地域南東部の Gümüşhane 市南部から、南西方向に伸びて広範囲に分布している。分布範囲は東西37km、南北部15kmの範囲に及ぶ。

本岩については、1974年に Yılmaz による詳しい岩相の記載した報告書がある。それによると本貫入岩は花崗閃緑岩、Camlica (チャムリチア) アダメロ岩、ギユムシャネアダメロ岩及び斑状細粒花崗岩の4つの岩相に分けているが、大部分は斑状細粒花崗岩である。本調査ではこの細分を野外調査でするのは難しく古生代に貫入した花崗岩として調査した。

岩質は一般に塊状で灰白色、緑灰色、黄灰色ないしピンク色を呈し、細粒から粗粒までさまざまな岩相を呈する。全体の傾向として岩体周縁部では細粒で岩体内部になると粗粒花崗岩となる。Gümüşhane 市付近から同市南部一帯の広い範囲は粗粒で、全体に脆く2~3mmの石英及びカリ長石の巨晶が認められる他、黒雲母に富む。鏡下では、完晶質等粒状~斑状組織を示し、石英、アルカリ長石、斜長石、黒雲母、白雲母、角閃石等から構成されている。アルカリ長石は他形~不定形でパーサイト組織を示すことが多い。斜長石は自形~半自形でアルバイト双晶を示すものが多く、累帯構造を示す場合もある。一部の有色鉱物は緑泥石・緑簾石に交代されている。鏡下観察では石英モンゾニ岩に分類される。本岩体の西部の Altıntaşlar (アルトゥンタシュラール) 部落西方、Artabel (アルタベル) 部落東方、Edire (エデレ) 部落付近等では半花崗岩状を呈する部分も認められる。また、半花崗岩状を呈する部分は石英、斜長石、長石に富み緻密、塊状である。

本岩は古生代に貫入し、一般にジュラ系下部の Kırık 層に被われるが一部、本岩体の西方では、白亜系の Zigana 層に被われているほか、Gümüşhane 市及び西方では、Venk Yayla 層と衝上断層を挟んで接する。

(2) 新期貫入岩

半深成岩類:上部白亜紀の海底火山活動に密接に関係した石英安山岩、石英斑岩等の貫入岩は上部白亜系の Zigana 層 (A1 部層、D1部層、A2部層) 中に数多く認められる。これらのほとんどが NE~SW、N~S を示し NW~SE 方向はごく稀れである。これらの貫入岩は Gümüşhane 衝上断層以北に主に分布する。両岩とも緻密で、肉眼的には変質の程度は弱く灰色から淡褐色をしている。黄鉄鉱をわずかに伴う。以上のほかに Venk Yayla 層や花崗閃緑岩類を貫入している最も若い石英斑岩も分布する。その他 Gümüşhane 花崗岩中に小規模な粗粒玄武岩の貫入も見られる。

深成岩類:大部分は花崗閃緑岩類で、分布している地域より Kopuz 花崗閃緑岩、Kürtün 花崗閃緑岩、Torul 花崗閃緑岩、Hasandere 斑状花崗岩に分類される。これらの貫入岩は NE-SW ないしは N-S 方向の伸びで、調査地域の中央部から北部にかけバソリス状岩体として分布する。これらバソリス状岩体の周辺部では岩株状の小岩体認められる。Gümüşhane 花崗岩中にも花崗閃緑岩や閃緑岩等の貫入岩があるが、他の岩体に比して規模が小さい。

コプス花崗閃緑岩:Kopuz (コプス) ~Asağı (アシャウ) 部落にかけて発達する花崗閃緑岩で、主に3つの岩体よりなる。

Kopuz 部落北東の岩株状岩体はやや細粒の黒雲母一角閃石花崗閃緑岩で東西約3km、南北2kmの範囲に分布する。鏡下では斜長石、アルカリ長石、角閃石、黒雲母、不透明鉱物により構成される。斜長石は自形粒状でカールスバット双晶、アルバイト双晶を示し、累帯構造が顕著である。

Asağı 部落周辺の岩体は規模が大きく、調査地域西方外へと広がっている。岩質は淡灰白色を呈し、2~3mmの自形の角閃石を伴う花崗閃緑岩である。鏡下では完晶質等粒状組織を示し、斜長石の自形性が強い。構成鉱物は斜長石、石英、アルカリ長石、角閃石、不透明鉱物である。また岩体の周辺部には小規模な岩株状岩体がいくつか認められ、Beşkise では岩株状岩体とその外側の被貫入岩中に黄鉄鉱を伴う変質帯が発達している。

Kürtün 花崗閃緑岩:Kürtün から A 地域の調査範囲外の西方にあたる Doğankent (ドーアンケント) にかけて大規模に発達するバソリス状岩体で、主に角閃石花崗閃緑岩、黒雲母花崗閃緑岩からなるが一部では石英斑岩、石英安山岩、粗粒玄武岩の岩脈を伴っている。

花崗閃緑岩は鏡下では完晶質等粒状組織を示し、一部斜長石の斑状巨晶が見られることがある。構成鉱物は斜長石、石英、アルカリ長石、角閃石であり黒雲母を伴う場合もある。有色鉱物の一部は緑泥石・緑簾石に交代されている。

Torul 花崗閃緑岩:Torul 周辺にかけていくつかの中規模~小規模な花崗閃緑岩岩体が分布する。これらをまとめて Torul 花崗閃緑岩と呼称する。これら岩体は一般に NE~SW の伸長方向を示す。Torul 北西7km の Sarısamn (サルサマン) ~Şive (シベ) 部落にかけて発達する岩体は淡灰色~淡褐白色ないしはピンク色を呈する角閃石花崗閃緑岩であるが、岩体の東側では細粒

ないしは石英安山岩状を呈することが多い。

TorulからAyaser (アヤセル) 山南方にかけて発達する岩体は20km×5kmの規模でNE-SW~ENE-WSW方向の伸びを示す。黒雲母を特徴とする花崗閃緑岩で、鏡下では石英、斜長石、アルカリ長石、黒雲母、白雲母及び緑簾石、不透明鉱物等が観察される。アルカリ長石、斜長石は変質し、細粒化している場合もある。この岩体はKurtoglu層とZigana層を切っている。また、この岩体の北のAyaser山はやや細粒の角閃石-黒雲母花崗閃緑岩より構成されている。

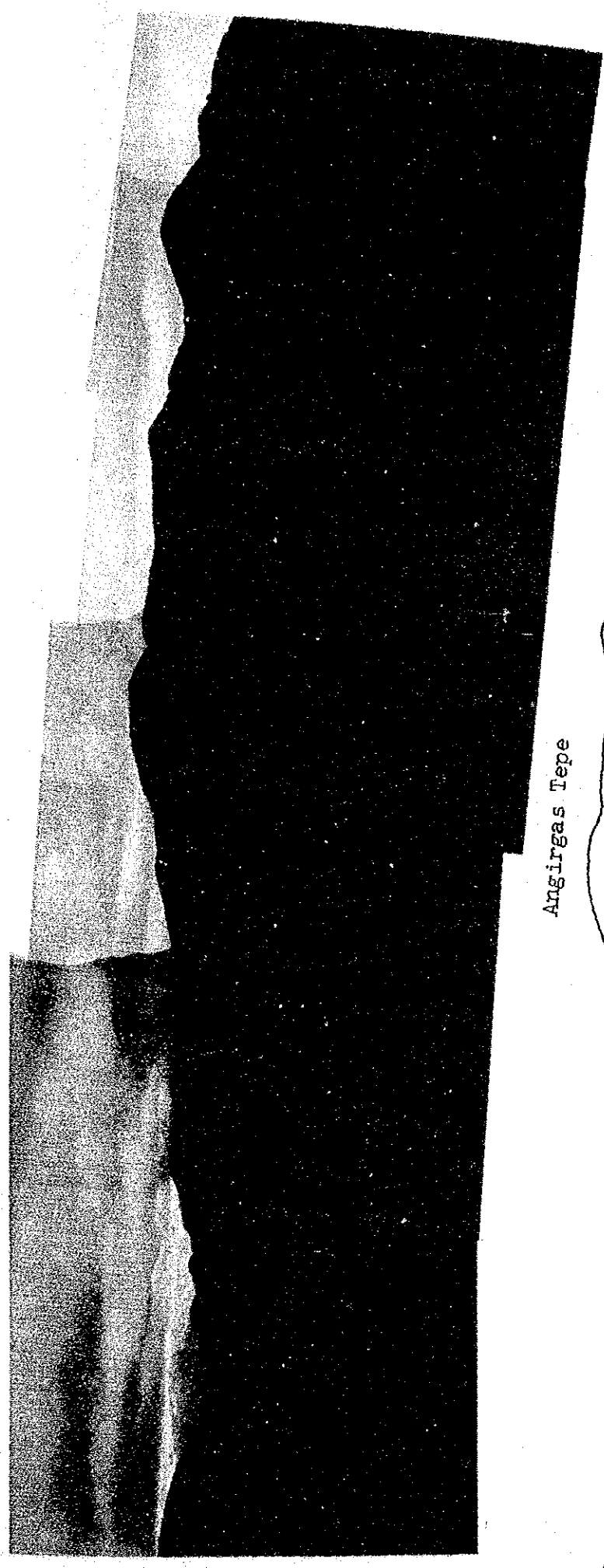
Hasandere斑状花崗岩:Hasan沢の本流であるMaden (マーデン) 沢からTurnagöl (トルナギョル) 川にかけて発達する斑状花崗岩である。全般に石英及び斜長石の斑状組織が顕著で、一部では等粒状組織を示す部分も認められるが局部的であるため、斑状花崗岩と呼称する。

Hasandere斑状花崗岩はその変質により2種類(pg1とpg2)に区別され、変質斑状花崗岩(pg2)はHasan沢~Mat沢にかけての小規模な岩種で絹雲母、黒雲母を主とする粘土化及び珪化変質を受けている。一方pg1はENE-WSWの伸長を有する未変質斑状花崗岩である。

1-4 火山活動

本地域は上部白亜紀と第三紀の激しい火山活動によって特徴づけられるポンテードス褶曲帯に属している。この火山活動のほとんどは海底噴火で、塩基性から酸性へと変化する活動のサイクルが何回かくりかえされている。

火山活動は枕状溶岩で特徴づけられるリアス階の浅海での玄武岩質火山活動で始まり、一端隆起、沈降後石灰岩の堆積作用がある。上部白亜紀になると再び玄武岩質火山活動が始まるが、その後の安山岩質火山活動の時期が長く、しかも活発で大量の溶岩や火砕岩を伴い、広い範囲に及んでいる。安山岩質火山活動の初期の頃は深い海の乱泥流堆積物のフレッシュ型堆積物を伴うが次第に火山活動が活発になり、中心部のZigana~Torul間はほとんど火山岩と同質火砕岩となる。中心部から離れるに従い泥岩や石灰岩を挟在するようになるものの連続性に欠ける。堆積の場と海底火山活動の場が次第に北側へと移ると共に石英安山岩の海底火山活動が優勢となった。所によっては安山岩の活動が並行していた。白亜紀末期から始新世にかけ隆起、沈降後再び海底火山活動が始まった、この時期の火山活動は石英安山岩質な安山岩を主とするもので、小規模な石英安山岩を供ない、フレッシュ型堆積物を挟在する堆積盆での火山活動であった。この時期の海底火山活動は上部白亜紀と比べるとはるかに規模の小さいものである。これ



Angirgas Tepe

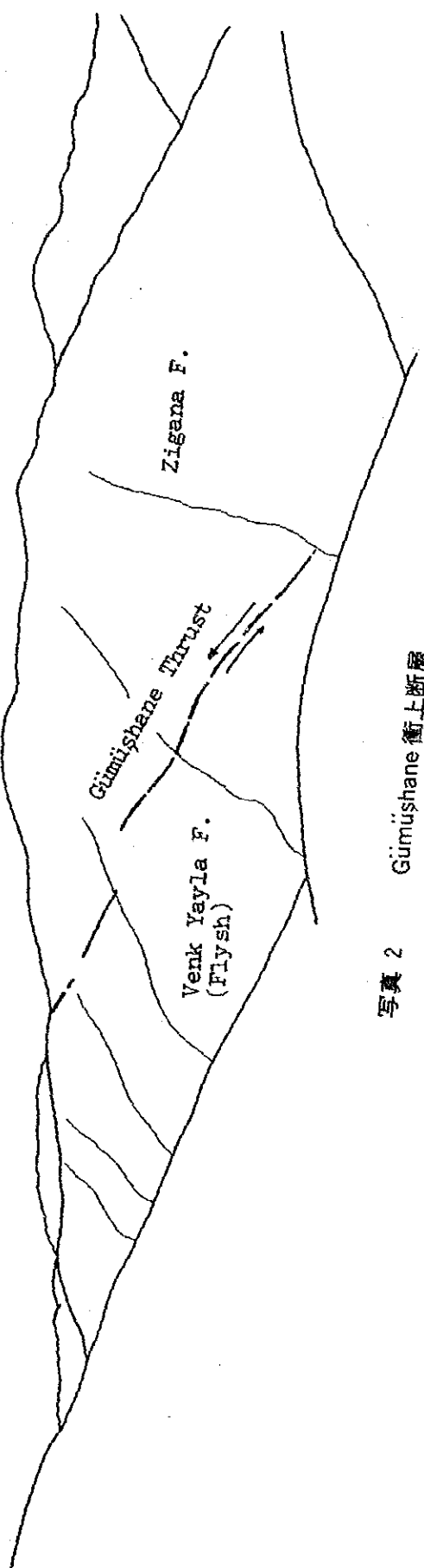


写真 2

Gümüşhane 衝上断層

Taken from Emirler

以後の火山活動は始新世末期と思われる安山岩質 Gavur Dağı 火山岩類のみである。

1-5 続成作用と変質作用

本調査地域では広範囲に及ぶ続成作用と著しい変質作用を蒙っているのは Kırıklı 層と Zigana 層である。Kırıklı 層では緑簾石、緑泥石、炭酸塩化が著しい。これに対し Zigana 層の A1、A2部層の安山岩では原岩の新鮮な構成鉱物の残っている岩石もあれば、続成作用により緑簾石、二次石英、緑泥石ができ、新しい鉱物組成に完全に変化しているものもある。

Kırıklı 層で変質作用を受けているのは Haviliyana (ハヴィリヤナ) と Altıntaşlar の2箇所、ここでは黄鉄鉱を伴う珪化、粘土化が著しい。Zigana 層では Torul~Zigana 間で強く変質を受け、弱線部に沿って白色粘土化(絹雲母化)したり珪質な白色岩に変化し原岩がわからない程になっているものもある。また花崗閃緑岩に接する部分でも変質しているところがあり、特に D1部層では著しい粘土化が認められる。

1-6 地質構造

当地域の地質構造は、E~W 系衝上断層と NE-SW 系の褶曲構造に大きく支配されている。断層構造:調査域のほぼ中央を WNW-ESE 方向に走る Gümüşhane 衝上断層を境にして、その南部では主に基盤岩類である Kurtoglu 変成岩類および Gümüşhane 花崗岩が広い範囲にわたって露出するが、これに対し、北部では主に上部白亜系の Zigana 層が分布する特徴を示す。また、小規模な衝上断層が認められ、1つは ENE-WSW 系のもので、Asağitezene (アサウラテゼネ) 部落付近で認められる。この衝上断層は Kurtoglu 変成岩類と Kırıklı 層を境にして北側に約40°位で傾斜している。

Gümüşhane 衝上断層は Venk Yayla 層を切っており、新期花崗閃緑岩がこの衝上断層にそって貫入していることから、始新世末期から中新世にかけて形成されたと推定される。その他の断層は Kırıklı 層、Kuşakkaya 石灰岩層の発達している南部地域で多く見られるが、ほとんどが100 m 以下の転位で NW~SW、NE~SW 系である。

褶曲構造:中央部から北部では上部白亜系の地層がゆるくうねりながら、全体として低角度で北に傾斜している。その褶曲軸方向は NE-SW、NNE-SSW、NW-SE 系で、特に NE-SW 系が顕著である。また、この方向に沿って新期花崗閃緑岩類が貫入している。南部では Gümüşhane 衝上断層

と同様の NWN-SES 系の褶曲構造が主に認められる。

1-7 絶対年代測定

本調査地域における花崗岩類にはジュラ紀以前に貫入した古期花崗岩の Gümüşhane 花崗岩と、これに対し白亜紀から第三紀にかけて貫入したとされる新期花崗岩類の Torul、Kürtün、Kopuz、Hasandere 等の花崗閃緑岩類とに大別される。古期花崗岩はおよそ 300Ma と想定され Rb-Sr 法により、新期花崗閃緑岩類は 100Ma と予想され K-Ar 法により絶対年代の測定を実施した。

(1) Rb-Sr 法

絶対年代測定試料は 2箇所 で採取した。1箇所は Gümüşhane 花崗岩体の北側で、国道 65号 沿いの Gümüşhane 市 (試料番号 H-1, 5, 7 で H シリーズとする)、もう 1箇所は南側の Karamustafa (カラムスタファ) (試料番号 A-2, 3, 5 で A シリーズとする) である。試料採取のさいには新鮮な試料を採取するように努めた。また同一岩体でもできるだけ岩相の異なる試料を採取した。顕微鏡下ではこの岩体は両雲母花崗岩で角閃石や黒雲母は周辺部が緑泥石、緑簾石により交代されたり、斜長石の一部は絹雲母化したりして、野外では新鮮なようでも変質が進行していた。また試料により構成鉱物の量比が異なる。試料は米国のテレグインアイソトープ社で全岩による測定をした。測定結果は下記の通りである。

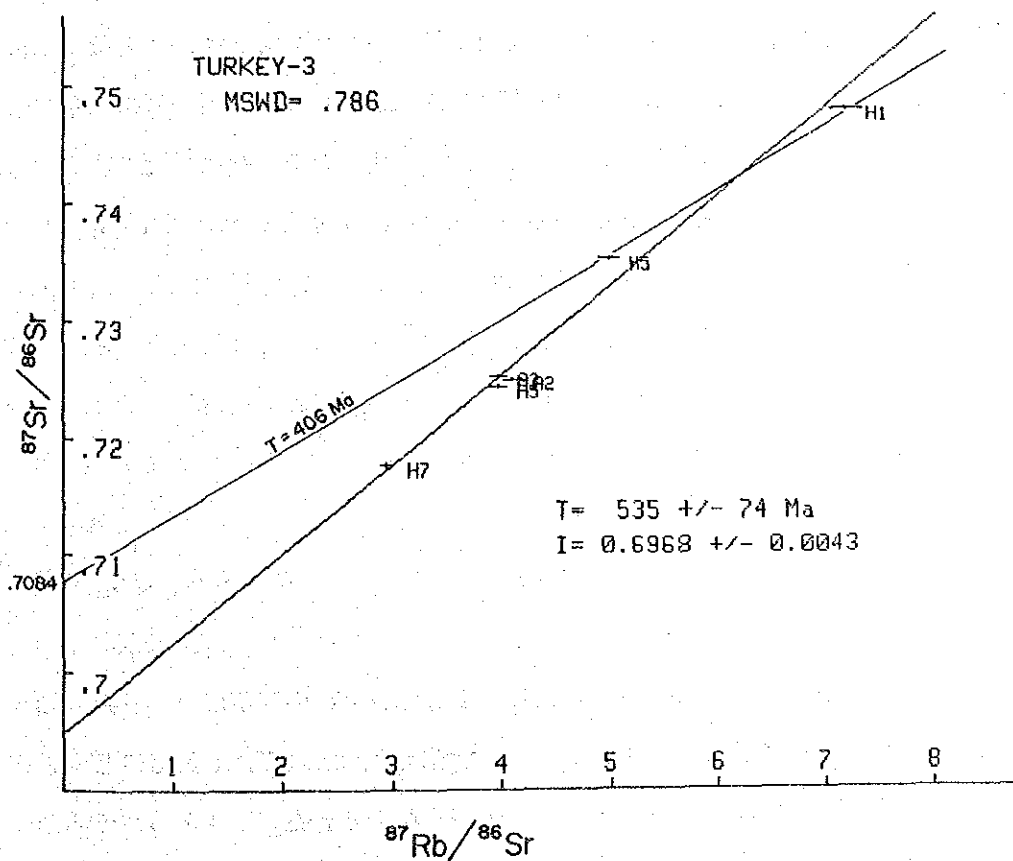
	Rb	Sr	$87\text{Rb}/86\text{Sr}$	$87\text{Sr}/86\text{Sr}$
H-1	183.5ppm	74.1ppm	7.200.	74999 ± 0.00005
H-5	163.5ppm	95.2ppm	4.990.	73721 ± 0.00009
H-7	143.2ppm	140.9ppm	2.950.	71965 ± 0.00006
A-2	138.3ppm	97.8ppm	4.100.	72695 ± 0.00009
A-3	141.6ppm	103.7ppm	3.960.	72721 ± 0.00013
A-5	143.2ppm	105.0ppm	3.960.	72630 ± 0.00010

以上の結果をコンピューターで図化したのが第 7 図である。

H シリーズは $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ のヴァリエーションがあるが、A シリーズでは $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ が似た値となりまとまってきている。H シリーズを最小自乗法で求めたアイソクロンから533Ma となるが、同位体初生値は0.6975となって極めて低くまずありえない値である。

A シリーズも岩相が少しずつ異なるのにほぼ同じような値を示す。意味ある値と思われるが絶対年代の決めてとならず、H シリーズに加えて計算すると第7図の如く535Ma となる。これも初生値が0.6968と極めて低く在りえない。H-1、H-5の2点では Rb-Sr 法による絶対年代の決めてとはならないが、試みると初生値は0.7084で406Ma となりデボン紀初期となる。

これまでに本岩体の絶対年代を測定した例では U-Th/Pb 法により298,338Ma と石炭紀の貫入岩体との結果が得られている。この時期の深成貫入岩体はヘルシニア造山運動のものとされデボン紀でなければならぬが、絶対年代の測定では若く (rejuvenation) 出ている。このように時代が定まらないのは同一岩体でも Isotopic disequilibrium で何らかの影響を受け同位体の比が変化していることからアイソクロンの初生値が低くでているものと思われる。



第 7 図 Gümüşhane 花崗岩の Rb-Sr 法による年代測定

(2) K-Ar 法

絶対年代測定試料は Torul (試料番号 M-30)、Kürtün (試料番号 S-69)、Kopuz (試料番号 T-1) の3箇所の花崗閃緑岩類より採取した。

試料番号	40Ar * (Sec/gm × 10 ⁻⁵)	% 40Ar	* % K
M-30	0.450, 0.474	93.0, 94.7	2.72, 2.73
S-69	0.561, 0.590	74.1, 74.5	2.12, 2.13
T-1	0.881, 0.915	88.5, 88.2	3.13, 3.15

Ar *; Radiogenic Argon

その結果

Torul 花崗閃緑岩	72.1 ± 3.6Ma	上部白亜紀
Kürtün 花崗閃緑岩	68.4 ± 3.4Ma	上部白亜紀
Kopuz 花崗閃緑岩	43.1 ± 2.2Ma	中部始新世

なお年代測定に用いた崩壊定数は $\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10}/Y$ 、 $\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10}/Y$ である。以上のように Torul や Kürtün 花崗閃緑岩類の K-Ar 年代は上部白亜紀を示している。このことは上部白亜紀の海底火山活動の末期に貫入していることと推定される。一方、Kopuz 花崗閃緑岩の年代は始新世を示している。ポンテードス褶曲帯にはこのように中生代から第三紀にかけて花崗閃緑岩類の貫入が見られ広く分布している。Torul 北東の一連の岩体が分布している Tatos (タトス) でも絶対年代測定 (K-Ar) がおこなわれ、30~80Ma という結果が得られている (Taner, 1977)。この時期はアルプス造山運動の中期に当り、北米でのララミー時期に相当する。北米の主要ポーフイリーカッパー鉱床に関連する花崗岩類の K-Ar 年代は 54~72Ma を示し Tatos とほぼ同じ時期に当る。

1-8 全岩分析

全岩分析は調査地域を代表する古期花崗岩類9個、新期花崗閃緑岩類10個及びジュラ系~始新統に属する火山岩類11個、合計30個について実施した。分析成分は微量成分であるバリウムを含め13成分である。分析方法は FeO については過マンガン酸カリ滴定法によりその外の成分についてはケイ光 X 線法または原子吸光法により行なわれた。第1表にその分析結果及び算出されたノルム鉱物量、分化指数 (D.I.: Differentiation Index)、固結指数 (S.I.: Solidification Index) を

示した。

なお、全岩分析に供した全試料は鏡下観察も行なわれた。花崗岩類の一部の試料は絶対年代の測定用にも供した。

(1) 花崗岩類

古期花崗岩類及び新期花崗閃緑岩類の化学組成について第8図～第14図に示すダイヤグラム上で検討した。その結果は次のようにまとめられる。

- ① ノルム石英—長石—正長石 三角ダイヤグラム上で、古期花崗岩類は新期のものにくらべてノルム正長石が高い領域、すなわち Bateman et al (1963)の花崗岩の分類区分で石英モンゾニ岩の領域に入る。一方、大部分の新期花崗閃緑岩は花崗閃緑岩の領域を占める。
- ② 両花崗岩類は D.I.—酸化物組成変化図で示されるように明瞭な組成変化の範囲を有している。

	古期花崗岩類	新期花崗閃緑岩類
D.I.	82~91	60~78
SiO ₂	71~75	61~69
MgO	0.3~1.2	1.1~ 2.6
CaO	0.5~1.8	2.0~ 5.4

- ③ 同様な傾向が CaO—アルカリ比にも表われ、新期花崗閃緑岩類は CaO の高い領域にまとまっている (第11図)。

最近、Chappell and White(1974)や Ishihara(1977)等により花崗岩類の成因的 분류が提案されている。Chappell and White(1974)の分類では Na₂O の含有量、Al₂O₃/(Na₂O+K₂O+CaO)モル比、ノルムデイオプサイト及びノルムコランダム値が分類基準として挙げられている。これらの基準から古期花崗岩類及び新期花崗閃緑岩類とも I—タイプに分類される。また、絶対年代測定の際でもふれたように、古期花崗岩類の低い⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初生値も古期花崗岩類が I タイプに属していることを示している。

Ishihara(1977)は鏡下での不透明鉱物モード量及び Fe_2O_3/FeO 比を分類規準として挙げている。反射光下での不透明鉱物の観察は行なっていないが、不透明鉱物モード量及び第12図に示した Fe_2O_3-FeO ダイアグラムから判断して、新期花崗閃緑岩類は磁鉄鉱系列である。古期花崗岩類については Fe_2O_3/FeO が低い値を示すものも認められるが、そのストロンチウム初生値や不透明鉱物モード量からは磁鉄鉱系に属していると推定される。一般に磁鉄鉱系列の花崗岩類は Mo で、イルメナイト系列では Sn の鉱化作用で特徴づけられる。新期花崗閃緑岩類や古期花崗岩類が磁鉄鉱系列に属していることは本調査地域内で Sn を伴うグライゼン化作用が認められないことを示唆しているものと思われる。

(2) 火山岩類

$SiO_2-Na_2O+K_2O$ 図による分類(第9図)では、Venk Yayla 層の火山岩は安山岩～石英安山岩の範囲にわたる。Zigana 層の安山岩～石英安山岩は流紋岩の領域に入るが変質のため SiO_2 が増加したためであると考えられる。また Zigana 層の玄武岩や Kirikh 層の玄武岩質安山岩はアルカリ成分 (Na_2O+K_2O) がやや高い特徴が示されているが、鏡下での観察結果では著しい変質が認められるため、詳細な議論は差しひかえる。

また、MFA 図(第10図)や $SiO_2-FeO * /MgO$ 図(第13図)では Venk Yayla 層の火山岩類はカルクアルカリ岩系に属していることを示している。

(3) バリウムについて

バリウムは一般にそのイオン半径からカリウムと挙動をともにし、黒雲母やカリ長石中に含まれる(Mason,1966)。このことから、 SiO_2 、 K_2O 、及び D.I.との関係について注目し、第15図に關係を示した。

本図から次の關係が読みとれる。

- ① 花崗岩類は Venk Yayla 層を除く火山岩類と比べてバリウムの高い領域を占める。
- ② 古期花崗岩類ではバリウム量が200～1,000ppm と広い範囲にわたるのに対し、新期花崗岩類では比較的狭い範囲である。
- ③ 花崗岩類ではバリウムは SiO_2 、 K_2O の含有量と対応する相関關係は認められないが、D.I.が高くなるとバリウム量が急激に下がる傾向がある。

- ④ 火山岩類はバリウムの高い集団と低い集団に区分される。Venk Yayla 層の火山岩ではバリウム値は高く、 SiO_2 、 K_2O 、及び D.I. の変化に対応する正の関係が認められるが、Zigan 層あるいは Kirikh 層の火山岩類はバリウム値が低く、 SiO_2 、 K_2O 、及び D.I. との対応関係は明瞭ではない。

第 1 表 全岩分析一覽表(1)

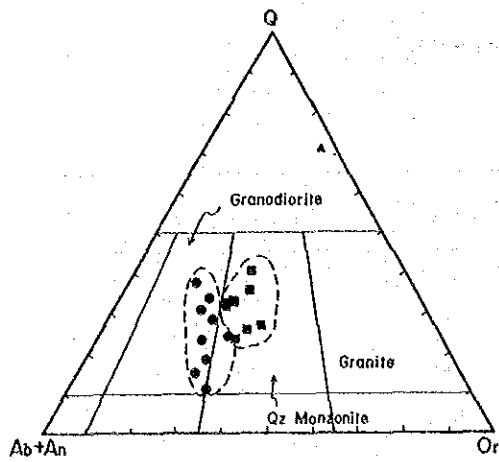
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sample No.	H-1	H-3	H-5	H-6	H-7	A-2	A-3	A-5	T-107	E-198	S-69	E-3	M-30	H-141	Y-2
SiO ₂	71.47	74.88	70.85	71.28	71.30	71.30	72.35	70.45	73.05	61.42	74.79	68.02	61.69	61.05	68.47
TiO ₂	0.29	0.24	0.37	0.34	0.31	0.33	0.31	0.29	0.29	0.61	0.24	0.38	0.52	0.54	0.38
Al ₂ O ₃	15.08	13.36	14.59	14.47	13.94	15.17	14.42	14.88	14.65	15.97	13.17	15.30	16.76	16.83	14.93
Fe ₂ O ₃	0.62	0.55	0.25	0.01	0.40	1.37	0.01	1.42	0.18	2.04	0.75	1.18	2.22	0.70	1.49
FeO	1.09	0.82	1.72	2.44	2.11	0.11	1.82	1.23	1.48	3.74	1.16	2.12	3.23	4.74	1.57
K ₂ O	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.10	0.08	0.10	0.10	0.13	0.10
MgO	0.45	0.43	0.69	1.23	0.83	0.29	0.45	0.50	0.42	2.63	0.69	1.31	2.46	2.49	1.69
CaO	0.71	0.53	0.89	0.63	1.80	1.55	1.41	0.91	1.28	5.44	1.51	3.22	5.07	5.03	1.94
Na ₂ O	4.39	3.52	3.81	3.40	3.63	3.89	3.70	4.55	3.85	2.79	4.36	3.36	3.39	3.31	3.99
K ₂ O	5.12	4.08	5.41	4.11	3.82	3.81	4.00	4.87	4.10	3.71	2.47	4.46	3.72	4.26	2.96
P ₂ O ₅	0.25	0.20	0.31	0.08	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.14	0.05	0.10	0.13	0.17	0.09
H ₂ O(+)	0.58	0.83	0.80	1.76	1.61	1.07	0.87	0.85	0.73	1.62	0.49	0.59	0.86	0.46	1.84
H ₂ O(-)	0.12	0.15	0.14	0.22	0.16	0.37	0.22	0.26	0.09	0.21	0.25	0.06	0.17	0.14	0.19
Total	100.24	99.66	99.91	100.04	100.05	99.40	99.69	100.34	100.24	100.42	100.01	100.20	100.42	99.85	99.64
Fe (ppm)	299	164	274	998	714	656	561	612	960	999	405	877	1001	897	1082
Q	24.33	37.22	24.79	30.97	29.19	30.54	30.65	22.45	30.72	15.11	35.28	22.10	13.12	9.23	26.96
C	1.62	2.67	1.59	3.47	0.70	2.00	1.58	0.59	1.67	-	0.70	-	-	-	1.85
or	30.26	24.11	31.97	24.29	22.58	22.52	23.64	28.78	24.23	21.93	14.60	26.36	21.98	25.18	17.49
ab	37.15	29.79	32.24	28.77	30.72	32.92	31.31	38.50	32.58	23.61	36.89	28.43	28.69	28.01	33.76
an	1.89	1.32	2.39	2.60	8.54	7.25	6.60	4.19	6.02	20.09	7.16	13.49	19.53	18.48	9.04
ne	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
wo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.50	-	0.76	1.99	2.24	-
en	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.43	-	0.42	1.23	1.01	-
fs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.95	-	0.32	0.65	1.22	-
hy	1.12	1.07	1.72	3.06	2.07	0.72	1.12	1.25	1.05	5.12	1.72	2.84	4.90	5.19	4.21
fs	1.14	0.78	2.49	4.04	3.18	-	2.95	0.76	2.22	3.41	1.26	2.16	2.61	6.26	1.21
ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mt	0.90	0.80	0.36	0.01	0.58	-	0.01	2.06	0.26	2.96	1.09	1.71	3.22	1.01	2.16
hm	-	-	-	-	-	1.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-
il	0.55	0.46	0.70	0.65	0.59	0.38	0.59	0.55	0.55	1.16	0.46	0.72	1.18	1.03	0.72
ru	-	-	-	-	-	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ap	0.58	0.46	0.72	0.19	0.14	0.16	0.14	0.12	0.12	0.32	0.12	0.23	0.30	0.39	0.21
S.I.	3.86	4.57	5.81	10.99	7.69	3.06	4.51	3.98	4.19	17.64	7.32	10.54	16.38	16.06	14.44
D.I.	91.74	91.12	89.00	84.03	82.48	85.97	85.60	89.73	87.53	60.65	86.77	76.89	63.79	62.42	78.21

Rock Name	Geological Unit	Locality
1. Biotite-hornblende quartz monzonite	Gümüşhane Granite	Gümüşhane
2. Biotite-muscovite quartz monzonite	ditto	ditto
3. Biotite-muscovite quartz monzonite	ditto	ditto
4. Muscovite quartz monzonite	ditto	Southeast of Gümüşhane
5. Biotite quartz monzonite	ditto	ditto
6. Biotite quartz monzonite	ditto	Midi
7. Biotite quartz monzonite	ditto	ditto
8. Biotite quartz monzonite	ditto	ditto
9. Biotite quartz monzonite	ditto	West of Altıntaşlar
10. Hornblende granodiorite	Younger Granitic rocks	Çami (A area)
11. Biotite granodiorite	ditto	Ikibaca
12. Hornblende quartz monzonite	ditto	Sarısaman
13. Biotite-muscovite quartz monzonite	ditto	Demircıköy
14. Hornblende-biotite granodiorite	ditto	West of Ayazlar Tepe
15. Porphyritic granodiorite	ditto	Haden dere(Hasandere area)

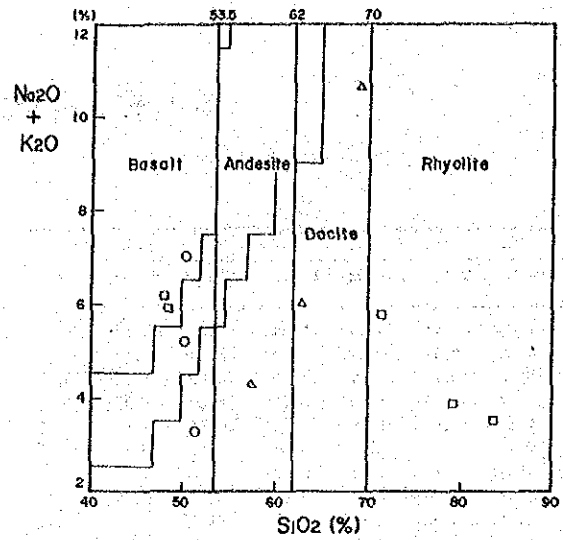
第 1 表 全岩分析一覽表(2)

No.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sample No.	H-38	T-1	E-202	E-201	H-31	H-108	E-204	E-205	E-158	Y-70	M-74	E-113	A-172	A-173	E-203
SiO ₂	67.53	69.43	69.31	78.88	69.09	63.10	57.58	47.88	48.35	71.30	79.26	83.52	51.38	49.87	50.28
TiO ₂	0.38	0.37	0.32	0.12	0.31	0.47	0.56	1.59	0.59	0.31	0.13	0.12	0.83	0.70	1.37
Al ₂ O ₃	15.86	15.21	14.07	13.36	15.42	16.63	16.65	19.35	17.51	12.89	11.47	8.97	17.11	15.53	16.59
Fe ₂ O ₃	1.32	1.06	1.52	0.01	1.08	2.31	3.59	5.23	1.81	1.19	1.34	0.19	4.39	4.26	6.74
FeO	2.05	1.60	1.64	0.79	0.54	2.32	2.83	4.45	6.81	2.53	0.62	0.69	3.53	4.09	2.54
MnO	0.10	0.12	0.11	0.05	0.08	0.11	0.13	0.09	0.13	0.16	0.06	0.06	0.10	0.14	0.20
MgO	1.32	1.14	1.38	0.52	0.70	2.40	3.73	7.04	5.95	1.75	0.60	0.46	3.84	4.37	6.55
CaO	3.51	2.96	4.42	0.01	0.69	5.54	8.34	6.73	5.11	0.97	0.01	0.14	8.93	10.51	3.45
Na ₂ O	3.84	3.52	2.90	0.41	5.24	3.60	3.17	4.12	4.87	4.69	0.43	2.23	2.80	4.52	6.30
K ₂ O	3.68	3.67	3.03	3.80	5.41	2.39	1.11	2.06	1.05	1.10	3.47	1.32	0.46	0.67	0.75
F ₂ O ₅	0.11	0.09	0.07	0.01	0.07	0.15	0.18	0.31	0.08	0.07	0.02	0.01	0.11	0.09	0.30
H ₂ O(+)	0.54	0.45	1.54	1.94	0.96	0.95	2.06	1.23	6.96	2.31	2.63	1.91	5.73	4.40	4.99
H ₂ O(-)	0.09	0.17	0.24	0.07	0.32	0.09	0.58	0.21	0.46	0.16	0.03	0.45	1.16	0.98	0.29
Total	100.33	99.87	100.55	99.97	99.91	100.06	100.51	100.29	99.68	99.43	100.30	100.07	100.37	100.23	100.35
Ba (ppm)	1095	949	802	634	1492	881	804	204	221	139	108	102	192	168	135
Q	21.24	26.29	29.95	62.04	15.67	18.11	13.91	-	-	33.75	64.32	64.07	10.36	-	-
C	-	0.28	-	8.76	-	-	-	-	-	2.39	7.23	3.64	-	-	-
or	21.74	21.69	17.91	22.81	31.97	14.12	6.56	12.17	6.21	6.50	20.59	7.80	2.72	3.96	4.43
ab	32.49	29.79	24.54	3.14	44.34	30.46	26.82	28.88	38.42	39.69	3.67	18.87	23.69	33.88	51.95
an	15.17	14.10	16.42	-	2.57	22.16	27.92	28.22	22.82	4.35	-	0.63	32.67	20.82	14.77
ne	-	-	-	-	-	-	-	3.24	1.51	-	-	-	-	2.34	0.74
wo	0.64	-	2.11	-	0.16	1.81	5.13	1.31	0.84	-	-	-	4.52	13.34	0.16
di	0.36	-	1.38	-	0.14	1.28	3.93	1.07	0.48	-	-	-	3.45	9.48	0.14
fs	0.25	-	0.58	-	-	0.38	0.65	0.08	0.33	-	-	-	0.60	2.69	-
en	2.93	2.84	2.05	1.30	1.60	4.70	5.36	-	-	4.36	1.50	1.15	6.12	-	-
fs	1.99	1.82	0.86	1.45	-	1.40	0.89	-	-	3.45	0.13	1.02	1.07	-	-
fo	-	-	-	-	-	-	-	11.54	10.05	-	-	-	-	0.99	11.34
ol	-	-	-	-	-	-	-	1.01	7.68	-	-	-	-	0.31	-
fa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.18	4.87
mt	1.91	1.54	2.20	-	1.10	3.35	5.20	7.58	2.62	1.72	1.85	0.28	6.36	6.18	3.38
il	0.72	0.70	0.61	0.46	0.59	0.89	1.06	3.02	1.12	0.59	0.15	0.23	1.58	1.33	2.60
ru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ap	0.25	0.21	0.16	-	0.16	0.35	0.42	0.72	0.19	0.16	-	0.02	0.25	0.21	0.70
S.I.	10.81	10.30	13.18	9.40	5.40	18.43	25.85	30.74	29.04	15.54	9.29	9.41	25.57	24.40	28.63
D.I.	75.48	77.77	72.40	87.99	91.98	62.70	47.30	44.30	46.14	79.94	88.58	90.74	36.77	40.23	57.12

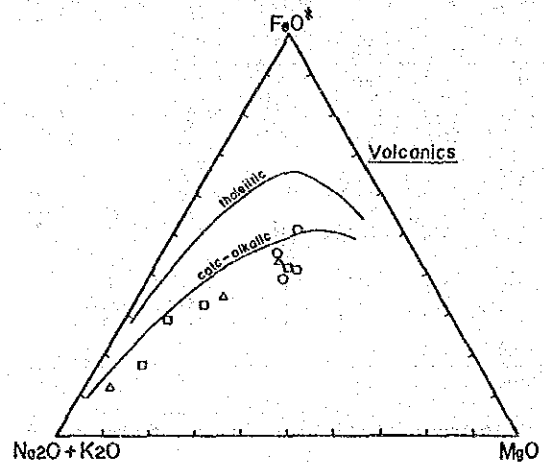
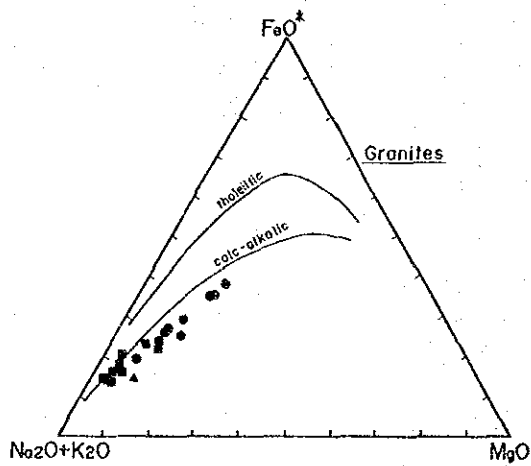
Rock Name	Geological Unit	Locality
16. Hornblende granodiorite	Younger Granitic rocks	Aşağı
17. Hornblende-biotite granodiorite	ditto	Kopuz
18. Hornblende granodiorite	ditto	Karadağ area
19. Muscovite quartz porphyry	Dyke	ditto
20. Augite-hornblende dacite	Venk Yayla Formation	Topcatı
21. Biotite-hyperthene-augite-hornblende dacite	ditto	Southeast of Hidrellez
22. Qz bearing hyperthene-biotite-augite-hornblende andesite	ditto	Kodil
23. Basalt	Zigana Formation	Avliyana
24. Basalt	ditto	North of Evliya Tepe
25. Andesite (altered)	ditto	Çalman
26. Dacite (altered)	ditto	Soğuksu Dere (A area)
27. Dacite (altered)	ditto	Ziyaret Tepe
28. Basaltic andesite	Kırıklı Formation	Kırıklı
29. Hyperthene-augite basaltic andesite	ditto	Yeniköy
30. Basaltic andesite	ditto	Loncnos



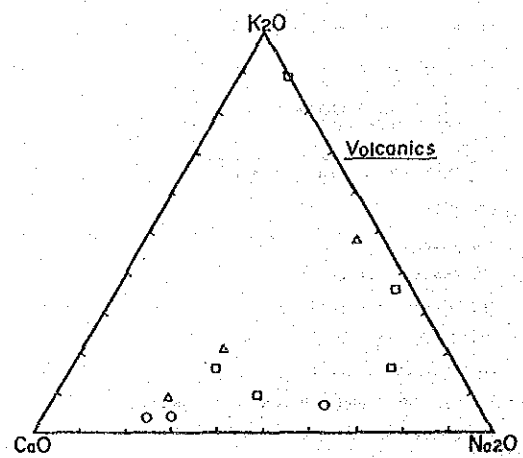
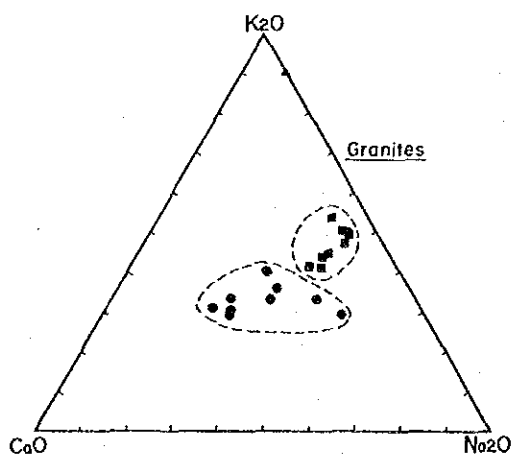
第 8 図* Gümüşhane 地域花崗岩類の分類



第 9 図* Gümüşhane 地域火山岩類の分類

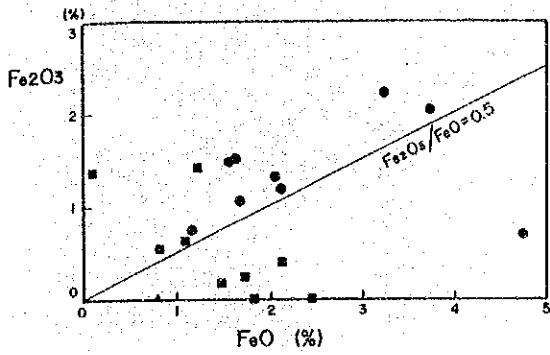


第10図* MFA ダイアグラム

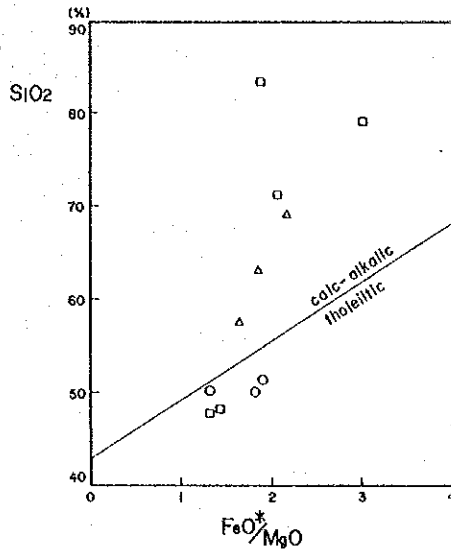


第11図* CaO-Na₂O-K₂O ダイアグラム

*各図面上のシンボルは第15図に示す

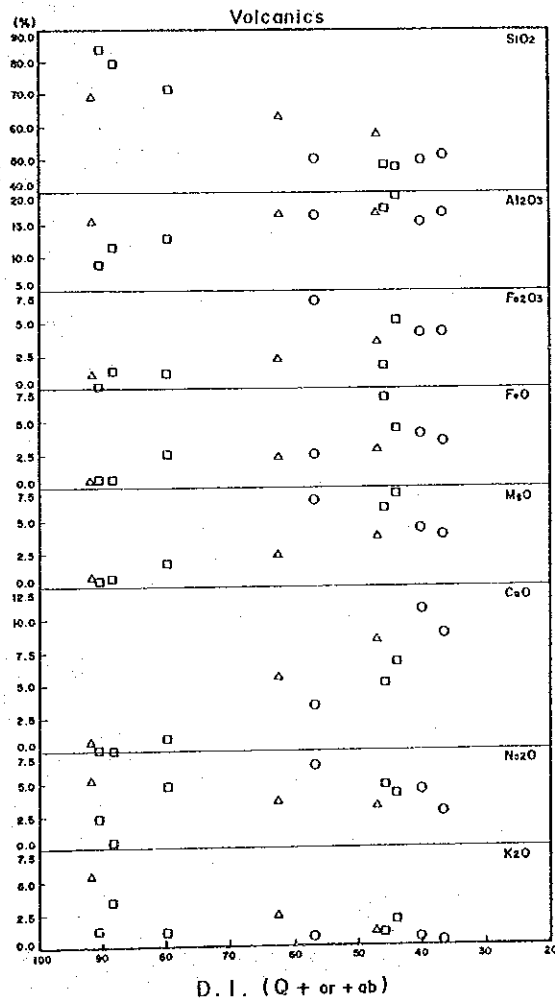
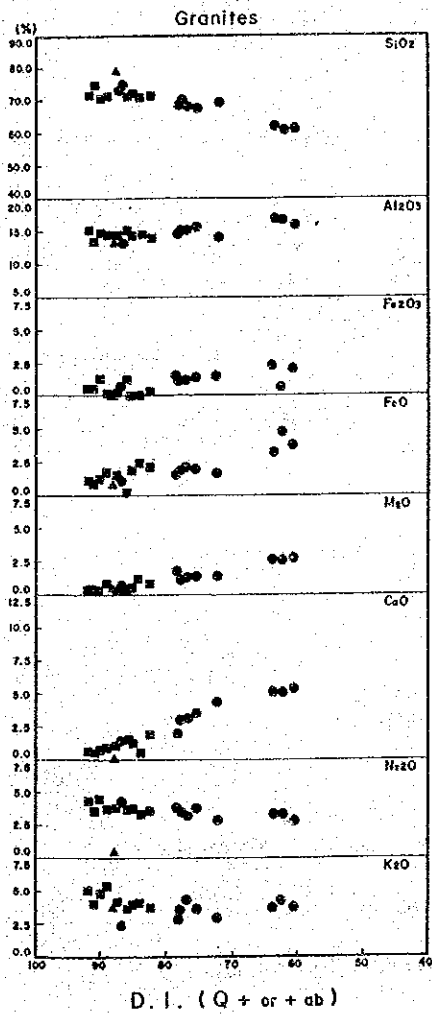


第12図* 花崗岩類の Fe_2O_3 - FeO ダイアグラム



第12図* 火山岩類の SiO_2 - FeO^*/MgO

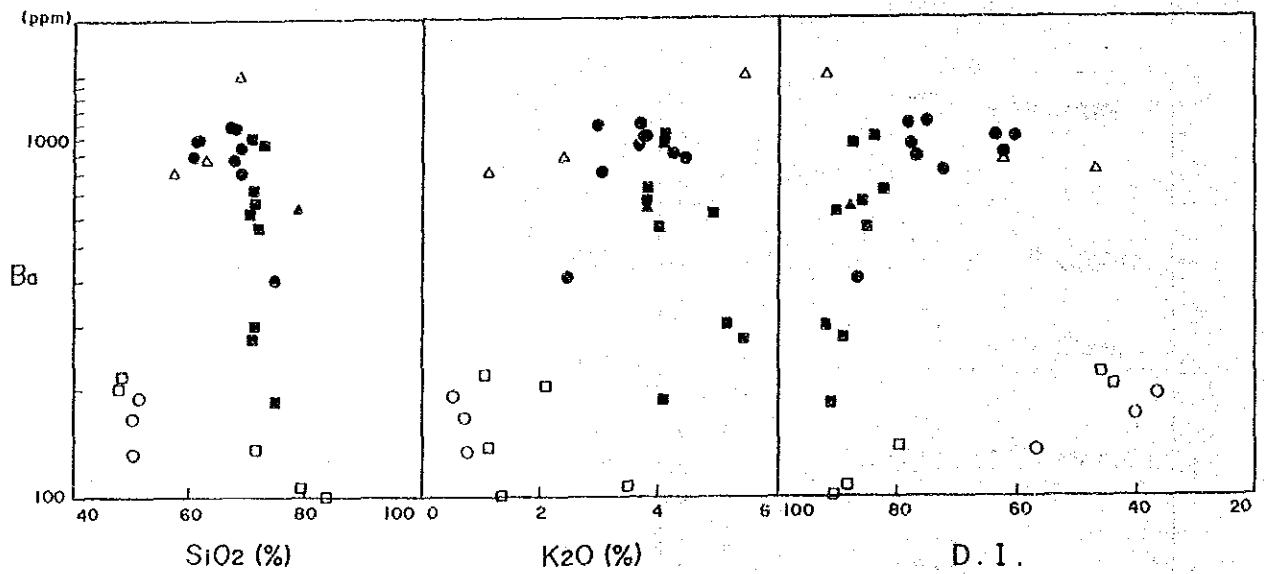
ダイアグラム



第14図*

分化指数と酸化物の組成変化

*各図面上のシンボルは第15図に示す



Symbols (Same as in Fig.8 ~ Fig.14)

■ : Gümüşhane Granife

△ : Venk Yayla Formation

● : Younger Granitic rocks

□ : Zigana Formation

▲ : Quartz porphyry dyke

○ : Kırıkkı Formation

第15図 バリウムと SiO₂, D.I., K₂O の関係



Sample No.: A-2
 Locality: Midi
 Rock Name: Gümüşhane
 Granite
 (Biotite quartz
 monzonite)

q: quartz
 kf: K-feldspar
 bi: biotite
 Cross nicols

0 _____ 1mm

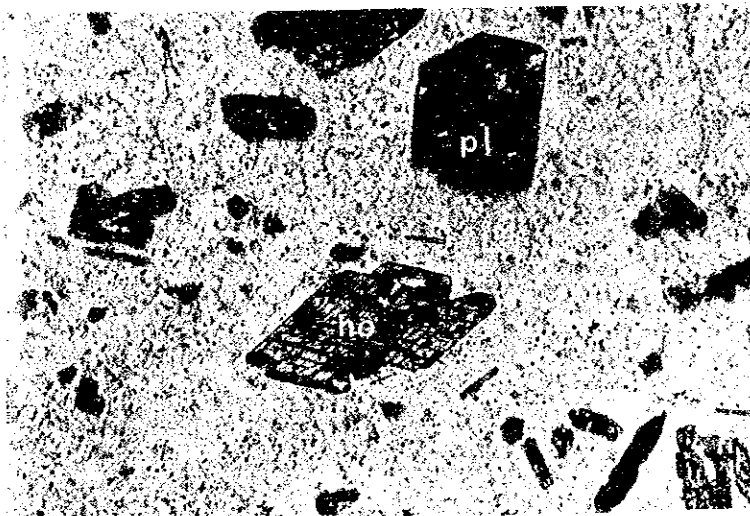


Sample No.: E-198
 Locality: Çami
 Rock Name: Younger
 Granitic Rocks
 (Hornblende grano-
 diorite)

q: quartz
 kf: K-feldspar
 ho: hornblende

Open nicol

0 _____ 1mm



Sample No.: H-31
 Locality: Topcatı
 Rock Name: Venk Yayla
 Formation
 (Augite-hornblende
 dacite)

pl: plagioclase
 ho: hornblende

Open nicol

0 _____ 1mm

写真 3 顕微鏡写真

