

中国科学院植物研究所

植物分类学报

第 1 卷 第 1 期

1954 年 1 月

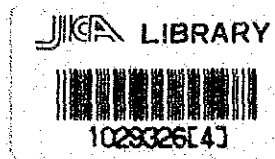
中国科学院植物研究所
北京 清华大学图书馆

PLANT
CLASSIFICATION
1954/1

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

総括報告書



16228

昭和61年12月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

國際協力事業団	
受入 月日 '87. 4. 27	314
登録No. 16228	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年度から昭和61年にわたって実施され、トルコ共和国関係機関の協力を得て予定どおり完了した。本報告書は3ヶ年の調査結果をとりまとめたものである。

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

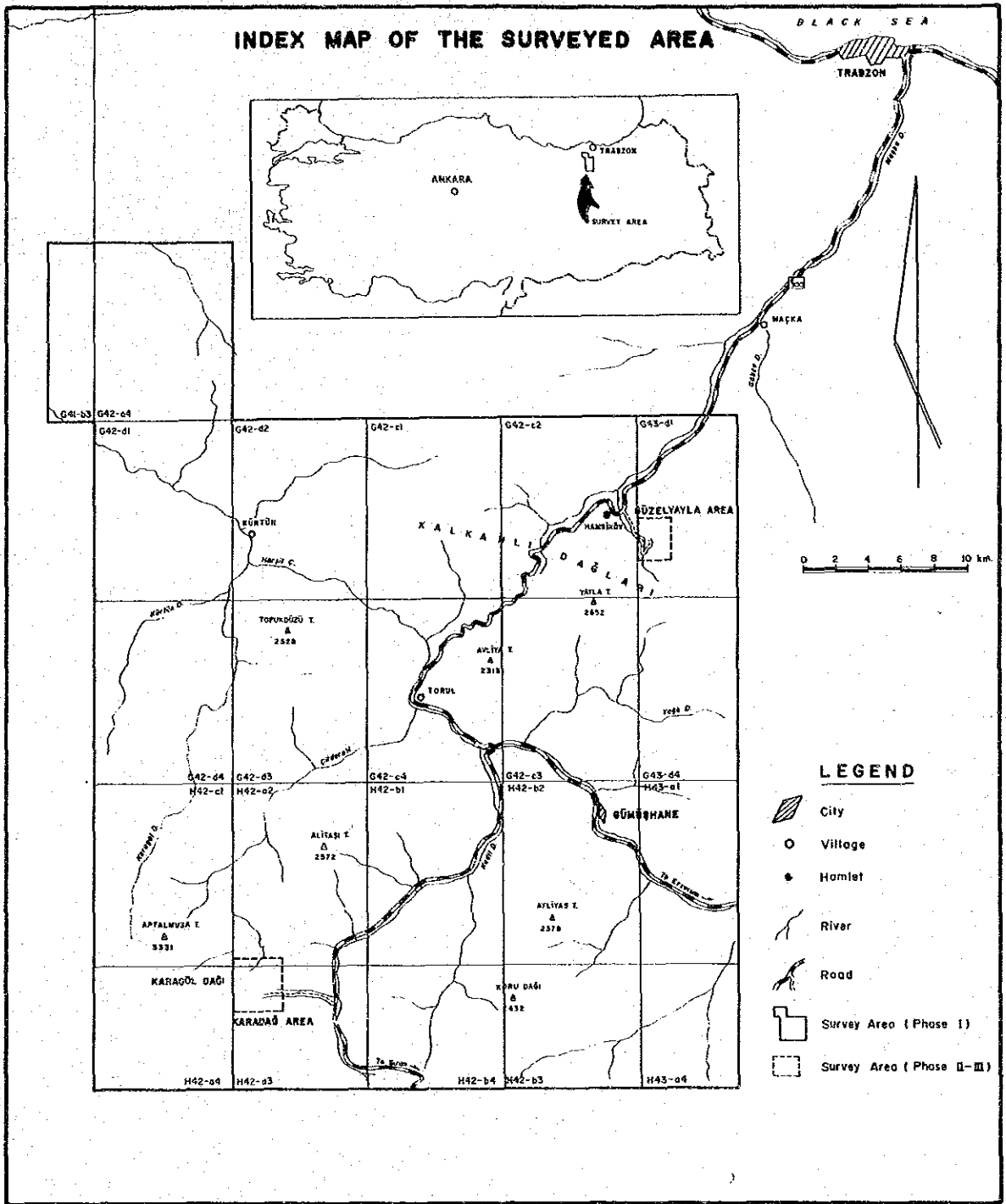
昭和61年12月

国際協力事業団

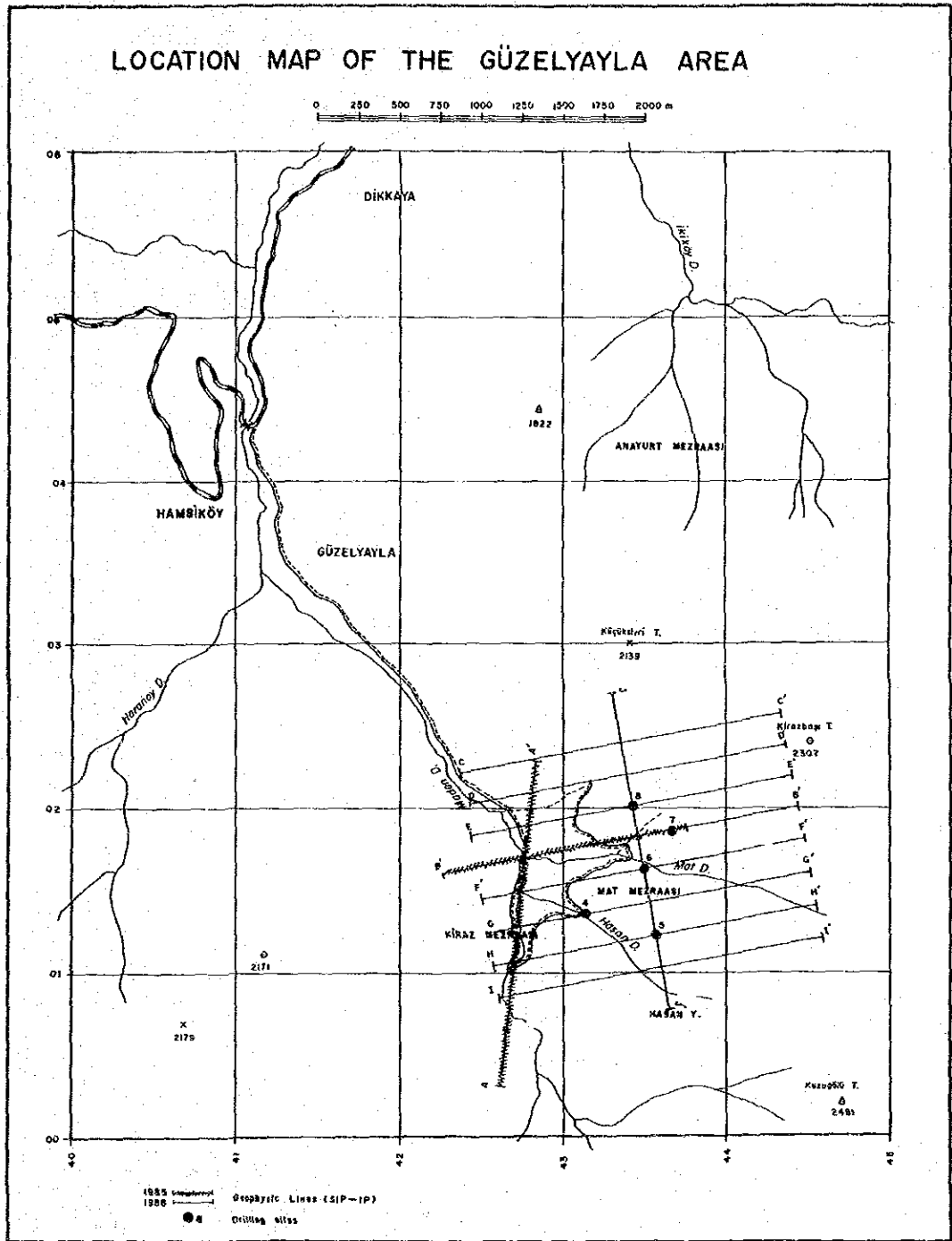
総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 佐藤 淳 一 郎



第 1 圖 調查地域位置圖



第 2 図 Hasandere 地区調査位置図

要 約

トルコ共和国政府は Gümüşhane 地域資源開発基礎調査を日本政府に要請してきた。政府はこの要請に応え、昭和59年度より昭和61年度にかけて地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査を実施した。調査結果は次のように要約される。

1. 地質

当地域の地質は、基盤岩類として石炭系～二畳系とされる片麻岩、黒雲母片岩よりなる Kurtoğlu 変成岩類及び、この変成岩類に貫入している古期 Gümüşhane 花崗岩とがらなる。これらをジュラ系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、下位よりジュラ系下部の Kırıklı 層、ジュラ系上部の Kuşakkaya 石灰岩層、白亜系上部の Zigana 層、始新世の Venk Yayla 層に区分される。さらに上位に始新世上部とされる Gavur Dağı 火山岩類が分布する。

新期貫入岩としては白亜系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、北部では主として白亜紀上部の Zigana 層が広い範囲に分布する。新期貫入岩類は主として調査地域内の北側に多い。

2. 鉱化作用

鉱化作用は、スカルン型、鉱脈（裂罅充填）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、方鉛鉱を伴い、調査地域内では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 Mo-Cu, Cu-Zn, Fe-Mo 等よりなる低品位鉱化帯である。

3. 地質構造

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

4. 地化学探査

地化学探査は 1970~1974年 にかけて 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個に、MTA が Hasandere 地域で採取した土壌試料 1,331個、及び日本側で採取した沢砂試料 910個等からなる。解析結果から得られた50箇所のアノマリー域のなから地質調査結果を考慮に入れ、特に注目される地化学アノマリー域は Hasandere (Mo, Cu), Karadağ (Ag, Cu, Pb, Zn) の2箇所である。

5. Hasandere 地区調査結果

(1) 地質調査・土壌地化学探査結果より変質斑状花崗岩 (Pg1) の貫入に伴うポーフィリー銅型鉱化作用の分布範囲が推定された。さらに鉱化作用を伴う貫入岩とこの岩体の周辺部の被貫入岩体 (Zigana 層の安山岩) 中で実施したボーリング調査でも Cu-Mo からなる有望な鉱化帯を把握した。変質分帯では Pg1 の中心部が Potassic Zone で、外側に向け Phyllic Zone になり被貫入岩体中では Propylitic Zone となる。

(2) 鉱化帯の広がりや深部への連続性を解明するために実施した物理探査結果、地域の北半分に馬蹄形を呈する高 PFE 帯 (8% 以上)、地域中央部に南北方向に伸びる高 PFE 帯が把握された。これらは地表下浅部の Phyllic Zone の黄鉄鉱帯を示すものと考えられ、またボーリングコアの SIP 物性測定から、特徴のある位相スペクトルは主として黄鉄鉱に起因する。

(3) ボーリング調査は 8孔 2,508m 実施され、これまでに把握された鉱化帯のうち Cu 品位が比較的まとまっている MJT-3, 6, 8号部分の埋蔵鉱量を計算すると約 49 百万トン Cu: 0.227%, Mo: 0.013%, Cu 換算品位: 0.356% となる。Mo のまとまっている MJT-7号と MJT-8号下部を含くめると約 104 百万トンで Cu 換算品位: 0.300% となる。

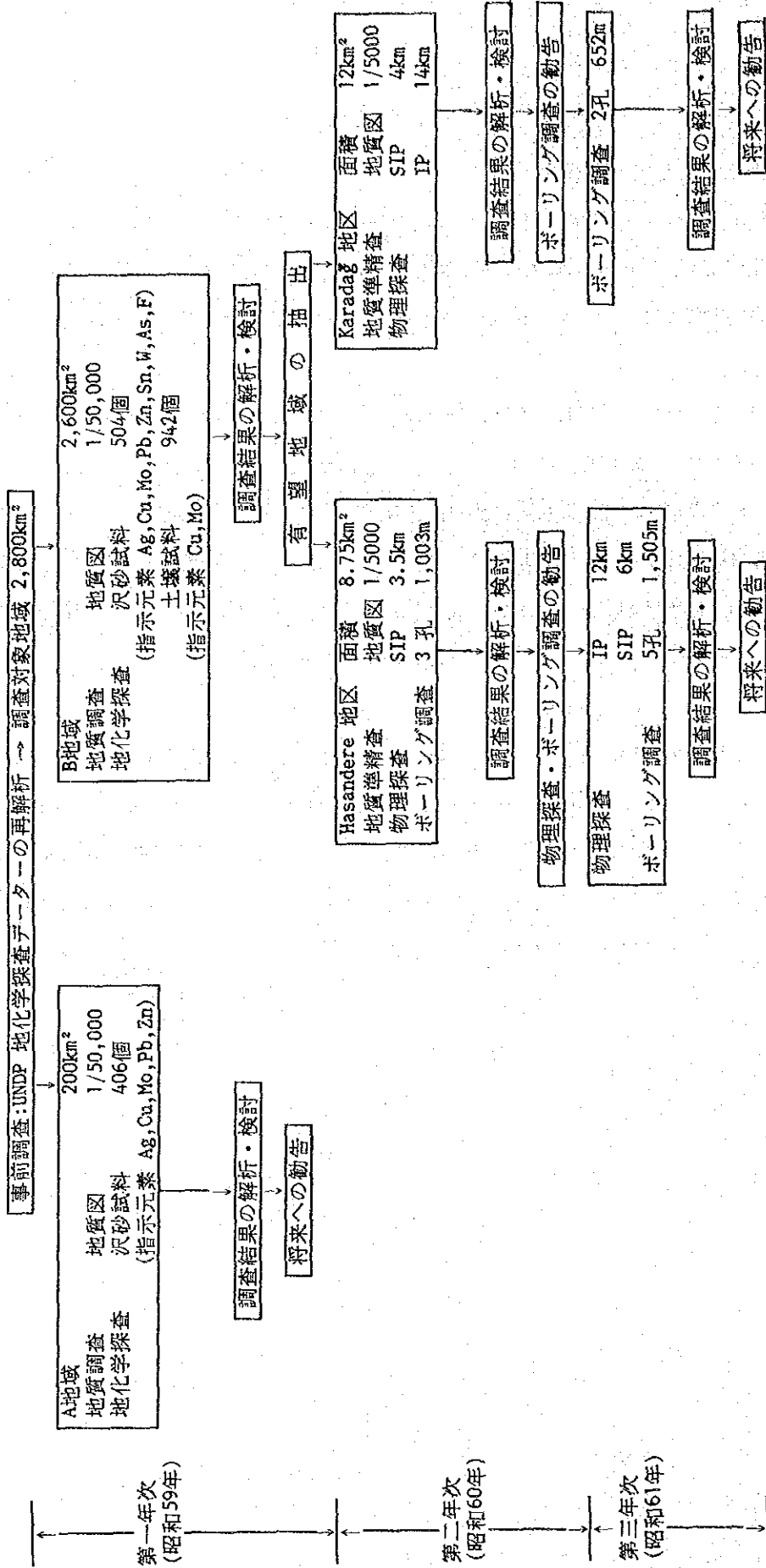
6. Karadağ 地区調査結果

(1) 旧 Karadağ 鉱床は Maden 沢の上流の石灰岩中に発達するスカルン帯中の Cu, Pb, Zn 鉱床と花崗閃緑岩の貫入に伴う鉱染型の鉱化帯が発達していると推定され、この付近の地化学探査により Ag, Cu, Mo, Pb, Zn, W の地化学アノマリーが認められた。

(2) 地質調査と平行して物理探査 (IP, SIP 法) が実施された。物理探査では 3箇所有望なアノマリーが把握された。そのうち 2箇所は地表下 200~300m で Zigana 層中に貫入した石英斑岩、花崗閃緑岩に伴う鉱化作用でアノマリーの広がりから鉱染型鉱床が、残りの 1箇所は下部で石灰岩が発達してくると予想されることからスカルン型と推定された。Karadağ 鉱床は地表下浅い部分に胚胎し、酸化によるためか、あるいは鉱床規模が小さいためか物理探査によるアノマリーは把握出来なかった。

(3) 以上の結果に基づいて鉱染型鉱床が期待される箇所 (MJT-9号) と、下部で石灰岩が発達してスカルン型鉱床と推定される箇所 (MJT-10号) とでボーリング調査が実施された。ボーリング調査の結果 MJT-9号の物理探査アノマリーは花崗閃緑岩中の黄鉄鉱の影響と考えられ、MJT-10号の物理探査アノマリーはスカルン化した石灰岩中の黄鉄鉱や孔雀石であり、直接鉱化帯を把握することは出来なかった。

第1表 Gumishane 地域調査フローシート



目 次

はしがき

要約

第 1 部 序 論

第 1 章 調査概要	1
1-1 緒 言	1
1-2 調査日程及び調査団の編成	1
1-3 調査方法及び調査量	1
第 2 章 調査地域概要	1
2-1 地勢	1
2-2 従来の調査	4
2-3 調査地域周辺の地質概要	5

第 2 部 調査結果

第 1 章 地質鉱床	7
1-1 地質概要	7
1-2 地質層序	8
1-3 貫入岩類	14
1-4 火山活動	16
1-5 続成作用と変質作用	16
1-6 地質構造	17
1-7 絶対年代測定	17
1-8 全岩分析	20
第 2 章 鉱化帯	29
2-1 概要	29
2-2 主要鉱化帯	31
第 3 章 地化学探査	37
3-1 UNDP データの再解析	37
3-2 沢砂地化学探査	39

第 3 部 Hasandere 地区

第 1 章 地質鉱床	47
1-1 概要	47
1-2 地質層序	47
1-3 地質構造	54
1-4 鉱化・変質作用	55
第 2 章 流体包有物	57
2-1 流体包有物の測定	57
2-2 塩濃度	59
2-3 流体包有物測定結果	60
第 3 章 土壌地化学探査	68
3-1 概要	68
3-2 解析結果	69
第 4 章 物理探査 (SIP法・IP法)	73
4-1 調査概要	73
4-2 調査方法	73
4-3 調査結果	78
第 5 章 ボーリング調査	90
5-1 調査概要	90
5-2 調査期間及び調査量	91
5-3 ボーリング孔の変質作用及び鉱化作用	91
5-4 コアの分析結果	102
第 6 章 考察	104
6-1 斑状花崗岩	104
6-2 安山岩 (Zigana 層)	104
6-3 硫化鉱物、その他の鉱石鉱物	104
6-4 鉱化作用	105
6-5 変質ゾーニング	105
6-6 鉱化帯内の割れ目	105
6-7 鉱床規模	106
6-8 ボーリング調査と物理探査との関連	111

第 4 部 Karadağ 地区

第 1 章 地質鉱床	113
1-1 概要	113
1-2 地質層序	113
1-3 地質構造	118
1-4 鉱化・変質作用	118
第 2 章 物理探査 (SIP法・IP法)	120
2-1 調査概要	120
2-2 調査方法	120
2-3 調査結果	120
第 3 章 ボーリング調査	131
3-1 調査概要	131
3-2 調査期間及び調査量	131
3-3 ボーリング孔の変質作用及び鉱化作用	131
3-4 コアの分析結果	133
第 4 章 考察	133
4-1 花崗閃緑岩	133
4-2 安山岩、石灰岩	133
4-3 変質鉱物とスカルン鉱物	135
4-4 地質構造	135
4-5 鉱化作用	136
4-6 変質作用	136
4-7 ボーリング調査と物理探査との関連	136

第 5 部 結論及び将来への提言

1 結論	137
2 勧告	138
参考文献	139

付 図

- 第 1 図 調査地域位置図
- 第 2 図 Hasandere 地区調査位置図
- 第 3 図 Karadağ 地区調査位置図
- 第 4 図 調査範囲図
- 第 5 図 調査地域付近の地質図
- 第 6 図 Gümüşhane 地域地質概略図
- 第 7 図 Gümüşhane 地域模式柱状図
- 第 8 図 地域別岩相対比図
- 第 9 図 Gümüşhane 花崗岩のRb-Sr法による年代測定
- 第10図 Gümüşhane 地域花崗岩類の分類(ノルム-Qz-(ab+an)-orダイヤグラム)
- 第11図 Gümüşhane 地域火山岩類の分類(SiO_2 - Na_2O+K_2O ダイヤグラム)
- 第12図 MFA ダイヤグラム
- 第13図 CaO - Na_2O - K_2O ダイヤグラム
- 第14図 花崗岩類の Fe_2O_3 - FeO ダイヤグラム
- 第15図 火山岩類の SiO_2 - FeO^*/MgO ダイヤグラム
- 第16図 分化指数と酸化物の組成変化
- 第17図 バリウムと SiO_2 , D, I, K_2O の関係
- 第18図 鉱徴地分布図
- 第19図 Avliyana 鉱化帯図
- 第20図 Belen Tepe 地域地質図
- 第21図 Kirkpavli 鉱山地域コンパイル図
- 第22図 Hazine Mağara 鉱山地域コンパイル図
- 第23図 UNDPにより抽出された地化学異常域図
- 第24図 地化学探査データ処理手順のフローチャート
- 第25図 注目すべき地化学異常域分布図
- 第26図 Hasandere 地区 地質図
- 第27図 Hasandere 地区 地質断面図
- 第28図 Hasandere 地区 模式柱状図
- 第29図 Hasandere 地区 変質帯分帯平面図

- 第30図 Hasandere 地区 変質帯分帯断面図
- 第31図 均質化温度と塩濃度との関係図
- 第32図 Hasandere 地区 土地化学探査の頻度分布・累積頻度分布・散布図
- 第33図 Hasandere 地区 Cu 土地化学探査等値線図
- 第34図 Hasandere 地区 Mo 土地化学探査等値線図
- 第35図 Hasandere 地区 測線位置図
- 第36図 SIP 法測定装置ブロックダイヤグラム
- 第37図 見掛比抵抗パネル図 [0.125 Hz] (Line B~I)
- 第38図 PFE パネル図 [0.125-1.0 Hz] (Line B~I)
- 第39図 Hasandere 地区 解析図
- 第40図 ボーリング柱状図 MJT-1~8号
- 第41図 分析品位図 MJT-1~8号
- 第42図 Karadağ 地区 地質図
- 第43図 Karadağ 地区 地質断面図
- 第44図 Karadağ 地区 模式柱状図
- 第45図 Karadağ 地区 測線位置図
- 第46図 見掛比抵抗パネル図 [0.125 Hz] (Line A~G)
- 第47図 PFE パネル図 [0.125-1.0 Hz] (Line A~G)
- 第48図 Karadağ 地区 解析図
- 第49図 ボーリング柱状図 MJT-9,10号

付 表

- 第 1表 Gümüşhane 地域調査フローシート
- 第 2表 調査日程、調査員表
- 第 3表 全岩分析一覧表 (No 1, No 2)
- 第 4表 全岩分析採取位置座標
- 第 5表 鉱徴地一覧表
- 第 6表 UNDPにより抽出された異常域一覧表
- 第 7表 統計値一覧表
- 第 8表 相関係数一覧表

第 9表	地化学異常域一覧表
第10表	流体包有物試料表
第11表	箇所別流体包有物試料一覧表
第12表	気液相別包有物試料一覧表
第13表	均質化温度総括一覧表
第14表	SIP, IP 法測定機器一覧表
第15表	Hasandere 地区 岩種別 SIP 測定結果
第16表	Hasandere 地区 岩芯物性測定と Cu, Mo 品位
第17表	Cu, Mo 品位と位相差スペクトル
第18表	位相差スペクトル別物性値及び Cu, Mo 品位
第19表	Karadağ 地区 岩種別 SIP 結果
第20表	Karadağ 地区 岩芯物性測定と分析品位
第21表	Karadağ 地区鉍石分析結果表
第22表	Karadağ 地区コア分析結果表

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)、Tunceli・Kopdağ 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 (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引き続き資源開発における協力調査を要請し、日本政府はその要請に応え、MTA 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。初年次の調査結果に基づき第二、三年次は Hasandere 地区、Karadağ 地区で地質準精査、物理探査、ボーリング調査等が実施された。

1-2 調査日程及び調査団の編成

調査日程及び調査団の編成は第 2 表に示した。

1-3 調査方法及び調査量

調査方法及び調査量は第 1 表に示した。調査地域は第 4 図の経緯点で囲まれた面積 $2,800\text{km}^2$ の範囲である。

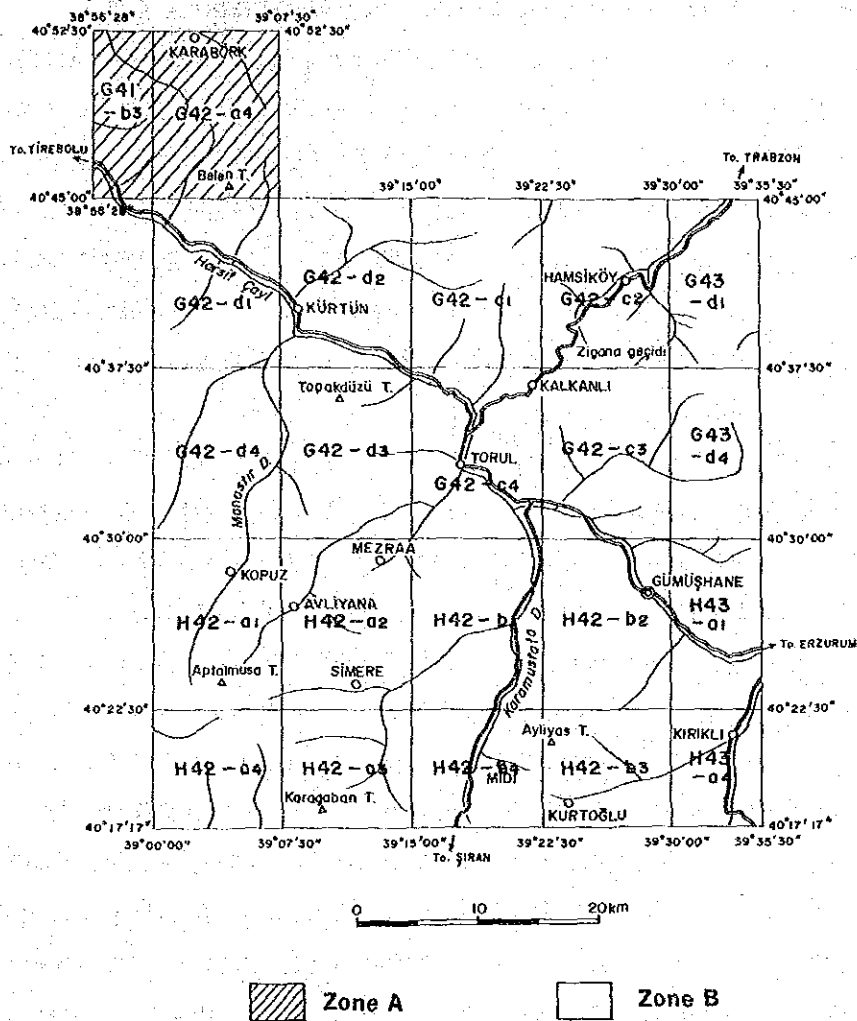
第 2 章 調査地域概要

2-1 地勢

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 の 300m、高い地点は Aptalmusa Tepe の 3,331m 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。初年次のベースキャンプとなった Torul は標高 940m で、この付近一帯の地勢は標高 1,000~1,500m である。

第 2 表 調査日程、調査員表

調 査	現地調査期間	調 査 員	
		日本調査団	トルコ調査団
第一年次(昭和59年次) 調査計画策定及び折衝	1985. 3.17~ 3.26 1985. 6. 8~ 6.17	荒川 敏平 浅井 克博 江沢 忠昭 北 良行	Orhan ÖZKOÇAK Mehmet C.YILDIZ Ömer T. AKINCI Temel Y. NEBİOĞLU
地質調査・地化学探査	1985. 3.22~ 6.12	水本 久 武田 進 神原 洋 菅原一安	Dr.Yusuf Z.ÖZKAN Ismail H.GUVEN Murat ER Kemal ÖZDOĞAN Hüseyin YILMAZ Ali I ERÇİN
第二年次(昭和60年次) 調査計画策定及び折衝	1985. 8.31~ 9. 8 1985.11. 3~11.15	和泉 武 森川市参 北 良行 岡本秀樹	Orhan ÖZKOÇAK Ramiz ÖZOCAK Ömer T. AKINCI Temel Y. NEBİOĞLU
地質準精査	1985. 9. 4~10. 7	水本 久 神原 洋	Dr.Yusuf Z.ÖZKAN Ismail H.GUVEN Murat ER Kemal ÖZDOĞAN Hüseyin YILMAZ Ali I. ERÇİN
物理探査(IP,SIP 法)	1985. 9. 4~11. 4	吉沢正夫 山石 毅 杉山伸一	Mustafa DEMIRHAN Asim ÖZMEN Kadircan AKTAŞ Faik SARAÇ Ethem OFLU
ボーリング調査 (Hasandere 地区)	1985. 9.12~10.30	石井佐市 杉淵忠輝 野村光雄	Cemal ÖZSOY Levent MEHMET
第三年次(昭和61年次) 調査計画策定及び折衝	1986. 5.12~ 5.20 1986.10. 5~10. 6	石田 真 折田憲一 上木隆司 北 良行 岡本秀樹	Orhan ÖZKOÇAK Ramiz ÖZOCAK Ömer T. AKINCI Temel Y. NEBİOĞLU
物理探査(IP,SIP 法)	1986. 5.14~ 7. 7	吉沢正夫 杉山伸一 菅原一安	Mustafa DEMIRHAN Hasan UGURLU Ethem OFLU Cemil ÖZTURK
ボーリング調査	1986. 6.17~10. 6	水本 久	Dr.Yusuf Z.ÖZKAN Murat ER Kemal ÖZDOĞAN
Hasandere 地区	1986. 6.17~9. 27	石井佐市 佐々木吉夫 野村光雄	Cemal ÖZSOY Ali KARTAL
Karadağ 地区	1986. 6.30~ 8.22	柿下 孝 杉淵忠輝 加藤準市	Yemilhan YUREKLİ Ilker ÖZKAN



第 4 図 調査範囲図

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 では水点下に達する日は稀れである。山岳部では降雪が多く数 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の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。

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（Yayla）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、雑草と処々に森林がみられる。

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) が運行 (所要時間約1時間) されているほか、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ろうじて通れる。Trabzon~Torul 間 (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、30km/時以下のスピードで通行可能である。

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Torul 3,000人、Kürtün 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。

産業；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、ヤギ等が飼育されている。夏期は良質な牧草が豊富な標高1,500m以上のサマーキャンプに移動、夏から秋にかけて牧草をかりとり、冬期間にそなえ降雪前に部落に戻る。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。鉍山はGümüşhane市の南西15kmに位置するMidi鉍山 (Zn) があり、夏期間のみ稼行、400t/年の生産規模である。

林業では建築用木材の原木を伐採し、原木のままTrabzonに出すほか、Karadağでは小規模な製材工場が稼動している。

2-2 従来の調査

調査地域内には数多くの旧鉍山、露頭があり、これらについてこれまでMTAの東部黒海支所により調査がなされているものの当地域全域に及ぶ調査は縮尺1:500,000にコンパイルされた地質図のみである。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のHazine Mağara鉍山とKirkpavli鉍山である。Kovenko (1937年) によると前者が交代鉍床で主としてAgを、後者が鉍脈鉍床でAg-Auを採掘した記録がある。生産量についての記録はない。その後、MTAがEski Gümüşhane地域の詳細な地質調査を実施している。また、Karadağ鉍床は膨大なカラミの量から昔盛大に稼行されたと推定されるが生産実績、資料等の記録は残されていない。

近年MTAにより調査地域内の概査が行なわれている。これらのほかには1970~1974

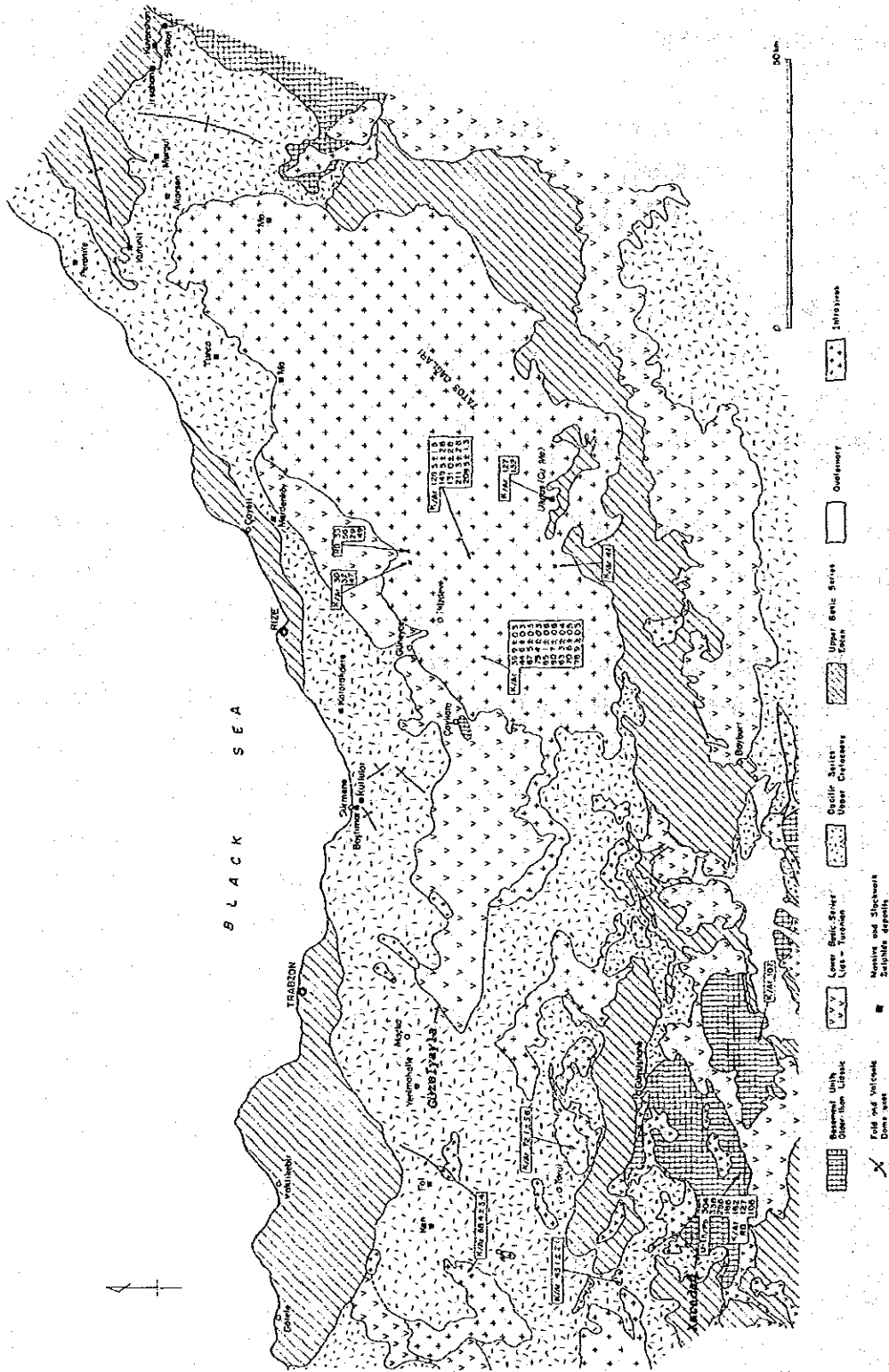
年にかけて国連が実施した地化学探査報告書と Yucel YILMAZ (1974) の “Gümüşhane 花崗岩の地質” の記載がある。

2-3 調査地域周辺の地質概要

トルコの地質は 4つの地質分帯に大別される。これらの地質分帯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、縁辺褶曲帯からなり、それぞれの分帯は東西方向に広がる。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鉍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、安山岩、同質火砕岩の A1部層が卓越している。1974~1976 年にかけて実施した Trabzon 地域 (Gümüşhane 地域北部) 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鉍床は黒海沿岸に近い地域ほど酸性岩類が卓越し、時代は異なるものの日本の黒鉍々床に類似した層状鉍床が多く知られている。その代表的な鉍山が Murgul 銅鉍山である。また、最近ヘルプスドッジと Etibank とが共同開発をしている Çayeli 鉍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鉍床となり、主として鉄鉍物からなるが、ときには Cu, Pb, Zn を伴うこともある。ポンテードス褶曲帯には、白亜紀後期から第三紀始新世にかけての貫入活動があり、この時期の貫入活動に伴う鉍床として鉍染型がある。Bakırçay や Ulutaş は試錐探鉍まで実施した鉍化帯で、ララミード期の石英閃緑岩、石英モンゾニ岩に伴う Cu-Mo の鉍化作用からなる。なお、調査地域付近の地質図は第 5 図に示す。



第 5 圖 調査地域付近の地質図

第2部 地区調査結果

第 2 部 調査結果

第 1 章 地質鉱床

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 Kurtoglu 変成岩類と、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 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系下部 Lias 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。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かったことより、本石灰岩層は Dogger~Malm 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。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レ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、泥岩等を挟み、本層下部の石灰岩中より、上部白亜紀の Senonian 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レ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 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 Gunduz (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な石英安山岩、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 の 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 NNW-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 Kurtoglu 変成岩類と Gümüşhane 花崗岩、Kirikli 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。調査地域の地質概略図は第 6 図に、模式柱状図は第 7 図に示す。

1-2 地質層序

Kurtoğlu 変成岩類：本変成岩は、調査地域南東部の Kurtoğlu 部落から Tezene 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ほか、Tersun 山脈付近に分布する。岩質は片麻岩、黒雲母-白雲母片岩、石英-絹雲母片岩等からなる。

片麻岩：Yeniköy 部落付近から Kurtoğlu 川沿いに Kurtoğlu 部落の西方にわた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。

黒雲母-白雲母片岩、石英-絹雲母片岩：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。黒雲母の多い部分は暗茶褐色を呈し、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 0.5 m 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 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 川方向に伸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。

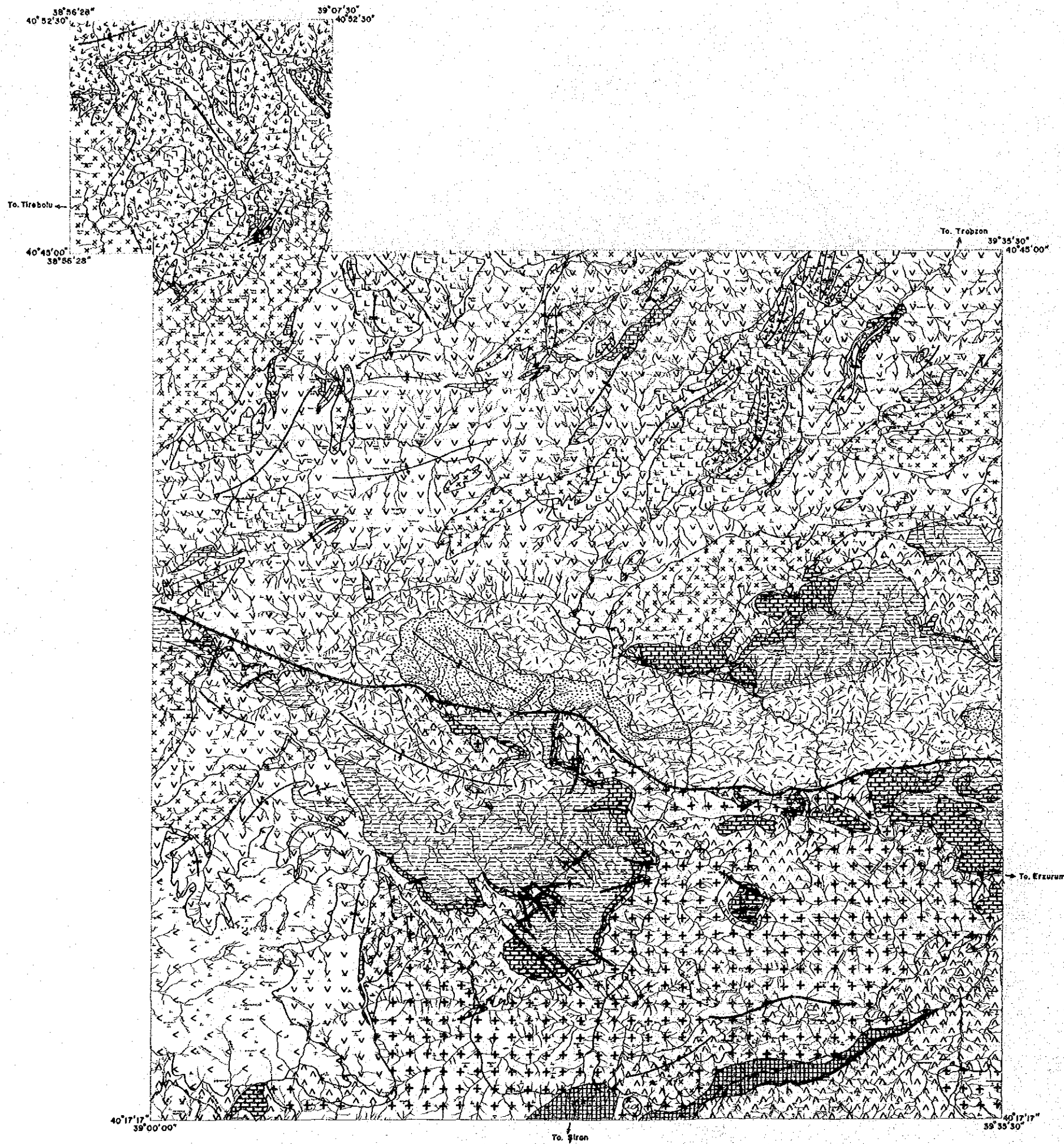
Kırıklı 層：本層は下位の古生界を不整合に被って、調査地域各地に分布する。Kırıklı 部落以外の主なところは南部で Gümüşhane, Nivena 川中流, Körüm 沢下流、北部では Hansiköy 川、西部では Kopuz 部落北方等に分布する。

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 Midi 部落南方及び Gümüşhane 市周辺では Gümüşhane 花崗岩を、Kurtoğlu 部落東方では Kurtoğlu 変成岩類を不整合に被うのが観察される。

石英安山岩質凝灰岩：本岩は調査地域南部 Altıntaşlar 部落北方に分布するのみに 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 部落、Gümüşhane 市付近及び東部の Körüm 沢下流域等

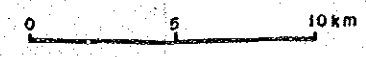


LEGEND

Tertiary	Gavurdağı Volcanics		Andesite lava, Pyroclastics
	Venk yöyle F.		Flysh
Upper Cretaceous		Zigano F.	
			Limestone
			Dacite lava, Pyroclastics
			Andesite lava, Pyroclastics, Dacite
			Dacite lava, Pyroclastics
			Andesite lava, Pyroclastics
Jurassic	Kuşakaya Limestone		Limestone
	Kirikli 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
- Structural features**
- Anticlinal axis, Synclinal axis
 - Fault
 - Thrust fault

第 6 圖 Gümüşhane 地域地質概略圖



Geologic age	Formation	Member	Thickness	Columnar Section		Rock Facies	Intrusives*	Mineralization
				Ga	Qt			
Cenozoic	Tertiary	Venk Yayla	600	Tga	Qt	gravel andesite, rhyolite lava & pyroclastics	quartz porphyry (qp) dacite (da) dolerite (dol)	Masira (Ag, Pb) (V)
				Tva		andesite lava & pyroclastics		
	Eocene	500	Tvi		siltstone, sandstone andesite			
Mesozoic	Upper Cretaceous	Zigana	D2	250	Kzd2	dacite lava	granodioritic rocks, porphyritic granite (gd, pa, pqz)	Melek (Cu, Fe) (S) Belen Tepe (Cu, Pb, Fe) (S) İstafa (Cu, Pb, Zn, Ba) (ST) Köstere (Cu, Pb, Zn) (V) Düzköy (Cu, Pb, Fe) (S) Hasandere (Cu, Mo) (P) Karadağ (Cu, Pb, Zn, Fe) (P) Avliyana (Sb) (V) Hazine Mağara (Ag, Pb, Cu) (R) Midi (Zn) (V)
			A2	500	Kz1	limestone andesite lava & pyroclastics		
			D1	500	Kzd	dacite lava & pyroclastics		
			A1	> 4,000	Kz1 Kz2 Kz3 Kz4 Kz5 Kz6 Kz7 Kz8 Kz9 Kz10	limestone red-limestone andesite lava & pyroclastics basalt lava		
	Jurassic	Kırıklı	< 800		Jk1	red limestone basalt lava & pyroclastics		
					Jk2	sandstone, chert		
	Döğger-Malm	Kuşaklıya Limestone	< 500		Jk3	red limestone mudstone with coal		
					Jk4	dacite tuff conglomerate		
	Paleozoic	Kurtuluşlu Metamorphics Gümüşhane Granite			Pg1	gneiss schist granite		
					Pg2			

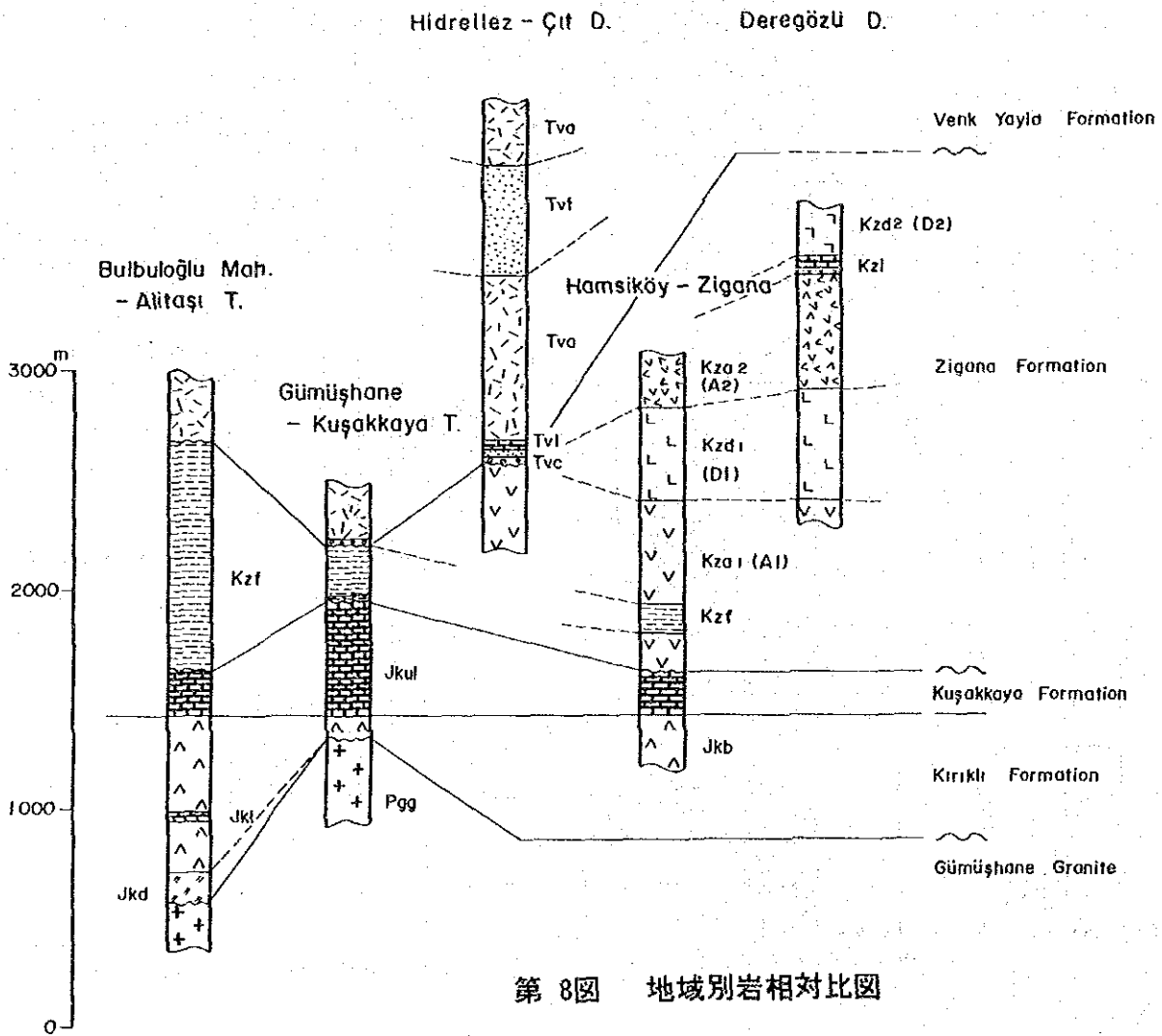
(V) : Vein type (S) : Skarn type (ST) : Stratiform type (P) : Porphyry type (R) : Replacement type

第 7 圖 Gümüşhane 地域模式柱状图

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。

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 Üzun 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。

砂岩、泥岩、チャート、石炭の薄層：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。



第 8図 地域別岩相対比図

Kuşakkaya 石灰岩層：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。

Zigana 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 部層とからなる。

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殆ど泥岩、砂岩の互層となるが逆に離れて Avliana 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。いわゆるフレ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. GUNDUZ (MTA) によると本部層中の石灰質シルト岩より化石を鑑定、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 ~ Avliana 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及びラミナの発達が認められる。

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。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 部層を整合に被っている。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 部落の西側になると殆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。

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。

Venk Yayla 層：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, Kodil, Hasara 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累重からなり、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。

Gavur Dağı 火山岩類：本火山岩類は調査地域の南西に位置する Aptalmsa 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、局所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、自破砕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。

1-3 貫入岩類

古期貫入岩 - Gümüşhane 花崗岩：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、YILMAZ (1974年) 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 アダムロ岩、Gümüşhane アダム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 部落西方、Artabel 部落東方、Edire 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 Kirikli 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、Gümüşane 市及び西方では、Venk Yayla 層と衝上断層を挟んで接する。

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 層中に数多く認められる。これらの殆どが 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 Gümüşane 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 Gümüşane 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が認められる。Gümüşane 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。

Kopuz 花崗閃緑岩：Kopuz ~Asağı 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パット双晶、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、2~3mの自形の角閃石を伴う花崗閃緑岩である。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 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 Sarısağın～Sive 部落にかけて発達する岩体は単灰色～淡褐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 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、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 沢から Turnagöl 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 (Pg1) 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 Pg2 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。この火山活動の殆どは海底噴火で、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 Lias 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 間は殆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伴い、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变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 と Altıntaşlar の 2 箇所で、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分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。断層構造は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 Kurtuluş 変成岩類及び Gümüşhane 花崗岩が広い範囲にわたって露出する。これに対し北部では主に上部白亜系の Zigana 層が広く分布する。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 部落付近で認められる。この衝上断層は Kurtuluş 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、殆どが 100m 以下の転位で NW~SW, NE~SW 系である。褶曲構造は中央部から北部の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 WNW-SES 系の褶曲構造が主に認められる。

1-7 絶対年代測定

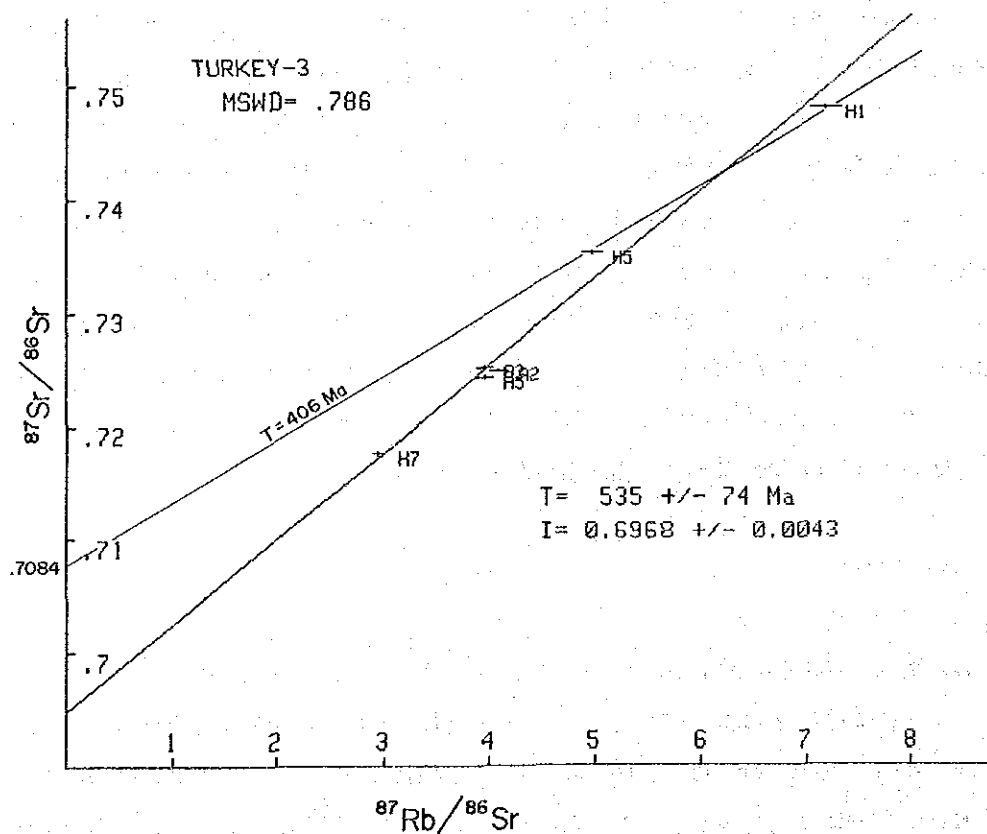
本調査地域における花崗岩類にはジュラ紀以前に貫入した古期花崗岩の Gümüşhane 花崗岩と、これに対し白亜紀から第三紀にかけて貫入したとされる新期花崗岩類の Torul, Kürtün, Kopuz, Hasandere 等の花崗閃緑岩類とに大別される。古期花崗岩は Rb-Sr 法によりおよそ 300Ma と想定され、新期花崗閃緑岩類は K-Ar 法により 100Ma との絶対年代の測定がなされた。

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 (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。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	7.20	0.74999 ± 0.00005
H-5	163.5ppm	95.2ppm	4.99	0.73721 ± 0.00009
H-7	143.2ppm	140.9ppm	2.95	0.71965 ± 0.00006
A-2	138.3ppm	97.8ppm	4.10	0.72695 ± 0.00009
A-3	141.6ppm	103.7ppm	3.96	0.72721 ± 0.00013
A-5	143.2ppm	105.0ppm	3.96	0.72630 ± 0.00010

以上の結果をコンピューターで図化したのが第 9 図である。



第 9 図 Gümüşhane 花崗岩の Rb-Sr 法による年代測定

II 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。II 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、II 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。

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。

Granodiorite	$^{40}\text{Ar}^*$ (Sec/gmX10 ⁻⁵)	% $^{40}\text{Ar}^*$	%K	Age Determination
Torul	0.450, 0.474	93.0, 94.7	2.72, 2.73	72.1±3.6 Ma
Kürtün	0.561, 0.590	74.1, 74.5	2.12, 2.13	68.4±3.4 Ma
Kopuz	0.881, 0.915	88.5, 88.2	3.13, 3.15	43.1±2.2 Ma

$$\lambda e = 0.581 \times 10^{-10}/Y, \quad \lambda \beta = 4.962 \times 10^{-10}/Y \quad \text{Ar}^*; \text{Radiogenic Argon}$$

その結果 Torul, Kürtün 花崗閃緑岩は上部白亜紀の海底火山活動の末期に貫入していると推定される。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 でも絶対年代測定 (K-Ar) が行なわれ、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。北米の主要ポーフィリー銅-鉛-鋅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。