

トルコ共和国ホパ地域 資源開発協力基礎調査報告書 総括報告書

平成 17 年 2 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
05-025

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、地質調査及びボーリング調査等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事業団（現：独立行政法人 国際協力機構）に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団（現：独立行政法人 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10月から平成17年2月までの3年間にわたって実施され、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、3年間の調査結果をとりまとめたものである。

終わりに、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

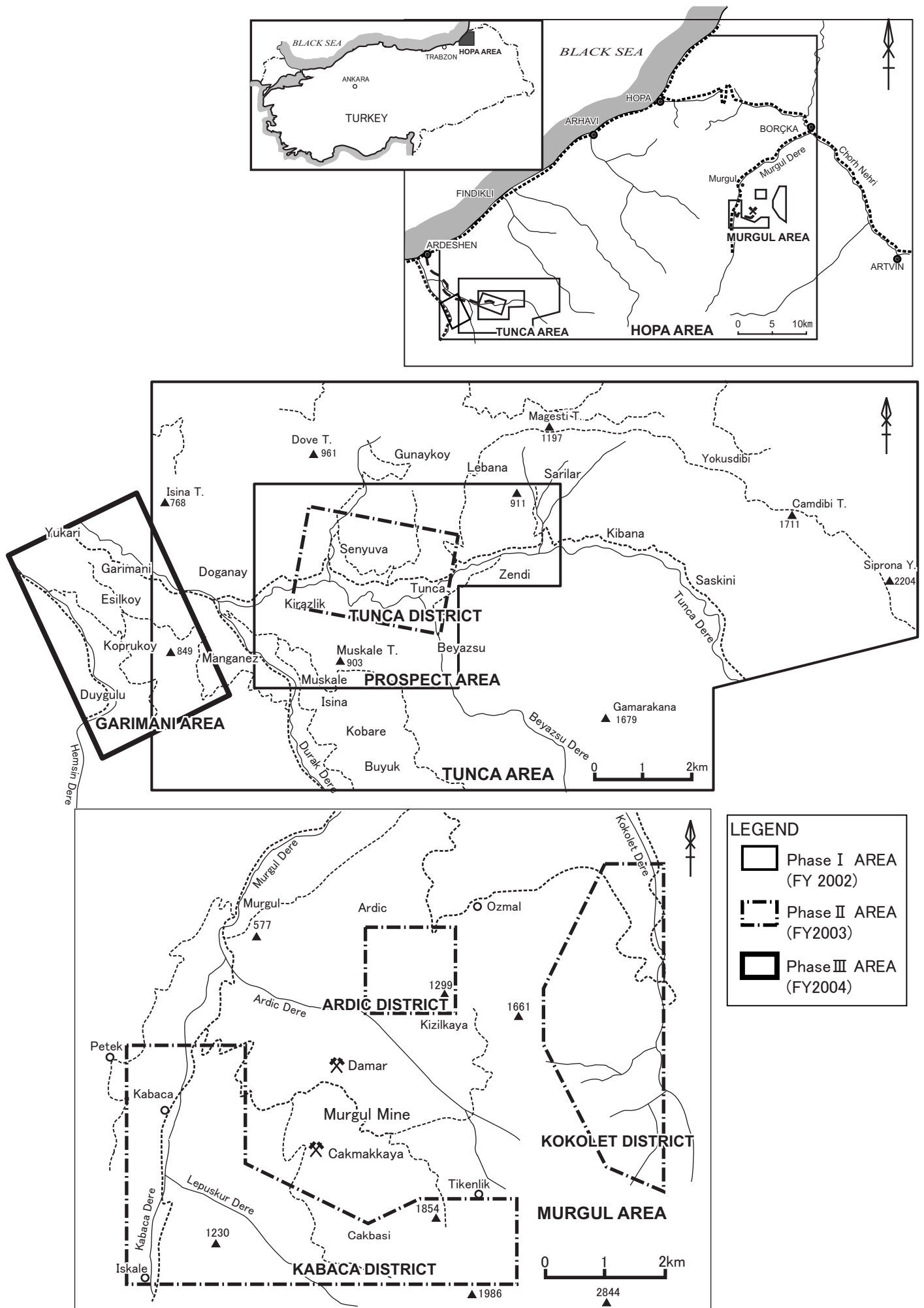


图1 調査地域位置図

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、経済性を有する火山性塊状硫化物鉱床を発見すること、及び相手国機関に対して技術移転を図ることを目的に2002年10月～2005年2月の間実施された。

調査は本地域西部の Tunca 地区と東部の Murgul 地区を中心に実施された。

[Tunca 地区]

Tunca 地区の地質は下位より上部白亜系の Alemağaç 層（下部層、上部層）、Çağlayan 層、Sivrikaya 層及び第三系の Hamidiya 層が分布し、石英安山岩等が貫入する。火山性塊状硫化物鉱化作用は Alemağaç 下部層の石英安山岩溶岩（Adcl）が形成する溶岩円頂丘の斜面で生じた水蒸気爆発により生じ、その胚胎層準は Çağlayan 層最下位の赤色石灰質泥岩（Cms）堆積前までの幅を持った範囲である。同鉱化作用により Tunca 鉱床、Şenyuva 鉱化帯及び Muskale 鉱化帯等が形成されたが、鉱化変質帯の規模が小さく、品位も低いことから大規模な鉱床に発展する可能性は低いと考えられた。また、Hemsin 川流域にある鉱脈型鉱化作用等の鉱化帯についても経済性がないと判断された。これらのことから、本地区内には経済性のある大規模鉱床が胚胎する可能性は低いと考えられる。しかし、Çayeli 鉱床の鉱床層準は本地区周辺に連続しており、本地区の周辺には経済性のある鉱床が胚胎する可能性が考えられる。

[Murgul 地区]

本地区の地質は下位より下部白亜系の Murgul 層（下部層、上部層）、Ardiç 層、Küre 層が分布し、花崗岩類等が貫入する。

本地区の Murgul 層下部層の石英安山岩類（Mdcl）は、広い範囲に火山性塊状硫化物鉱化作用を被っている。その変質鉱物分帯、強変質強度帯及び鉱徴地の分布はいずれも Murgul 鉱床群を通り、NE-SW 方向に連続しており、本地区の火山性塊状硫化物鉱化作用はこのゾーンに沿って生じている。鉱床層準は Murgul 鉱床群の南西側はすでに削剥されているが、北東側は Ardiç 層に被覆され、Ardiç 区域と Kokolet 区域間の山塊に連続する。

以上の調査結果を踏まえ、将来の調査として、下記の提案を行う。

[Tunca 地区]

調査範囲を広げて周辺地区での探査の実施。

[Murgul 地区]

Ardiç 区域東方山塊でのボーリング調査。

目 次

はしがき
調査地域位置図
要約
目次
図表一覧

第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査地域	1
1-3 調査方法及び調査量	1
1-4 調査期間及び調査員	1
1-5 調査地域の概要	1
1-5-1 位置及び交通	1
1-5-2 地形、気候及び植生	6
1-5-3 地質概要	6
1-5-4 鉱山及び鉱業活動	9
第 2 章 結論及び提言	13
2-1 結論	13
2-1-1 Tunca 地区	13
2-1-2 Murgul 地区	13
2-2 将来への提言	14

第 II 部 各 論

第 1 章 Tunca 地区	15
1-1 地質調査	15
1-1-1 地質	15
1-1-2 鉱化・変質作用	32
1-2 地化学調査	49
1-3 ボーリング調査	49

第2章 Murgul 地区	55
2-1 地質調査	55
2-1-1 地質	55
2-1-2 鉍化・変質作用	55

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論	71
1-1 Tunca 地区	71
1-2 Murgul 地区	71
第2章 将来への提言	72
参考文献	73

図 表 一 覧

図 1	調査地域位置図	
図 I - 1 - 1	調査フローシート	2
図 I - 1 - 2	鉱床有望地抽出フローチャート	3
図 I - 1 - 3	トルコの地質構造図	7
図 I - 1 - 4	PONTIDES 北東部広域地質図	7
図 I - 1 - 5	PONTIDES 北東部地質層序図	8
図 I - 1 - 6	HOPA 地域リニアメント図	11
図 I - 1 - 7	HOPA 地域周辺の火山性塊状硫化物鉱床	11
図 II - 1 - 1	TUNCA 地区地質平面図	17
図 II - 1 - 2	TUNCA 地区地質断面図	17
図 II - 1 - 3	TUNCA 地区地質模式層序図	19
図 II - 1 - 4	鉱徴地調査地区地質平面図	21
図 II - 1 - 5	鉱徴地調査地区地質断面図	21
図 II - 1 - 6	TUNCA 地区地質平面図	23
図 II - 1 - 7	TUNCA 地区地質断面図	25
図 II - 1 - 8	GARIMANI 地区地質平面図	27
図 II - 1 - 9	GARIMANI 地区地質断面図	27
図 II - 1 - 10	TUNCA 地区リニアメント図	29
図 II - 1 - 11	地層の走向と地質構造	31
図 II - 1 - 12	TUNCA 鉱床周辺鉱徴図	33
図 II - 1 - 13	TUNCA 塊状硫化物鉱床	35
図 II - 1 - 14	MUSKALE 鉱化帯鉱徴図	38
図 II - 1 - 15	SENYUVA 鉱化帯鉱徴図	39
図 II - 1 - 16	GARIMANI 鉱化帯分布図	41
図 II - 1 - 17	TUNCA 地区変質鉱物分帯図	45
図 II - 1 - 18	TUNCA 地区変質強度分帯図	47
図 II - 1 - 19	TUNCA 地区地化学探査解析図	51
図 II - 2 - 1	MURGUL 地区地質平面図	57
図 II - 2 - 2	MURGUL 地区地質断面図	57
図 II - 2 - 3	MURGUL 地区地質模式層序図	59
図 II - 2 - 4	MURGUL 地区鉱徴地位置図	60
図 II - 2 - 5	上部 KOKOLET 鉱徴地	61
図 II - 2 - 6	MURGUL 地区変質鉱物分帯図	65
図 II - 2 - 7	MURGUL 地区変質強度分帯図	67

図Ⅱ－2－8	MURGUL 地区全岩分析解析図	69
表Ⅰ－1－1	年度別調査方法及び調査総括表	4
表Ⅰ－1－2	年度別調査期間及び調査員総括表	5
表Ⅱ－1－1	流体包有物測定結果一覧表	37
表Ⅱ－1－2	K-Ar 年代測定結果一覧表	43
表Ⅱ－1－3	ボーリング試料鉍石化学分析結果一覧表	53

別添図

総合解析結果図

第 部
總 論

第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要

1-1 調査目的

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 調査地域

調査地域を図 1 に示す。調査対象地域である Hopa 地域はトルコ共和国の北東部、グルジア (Georgia) 共和国との国境付近の、およそ北緯 $41^{\circ} 10' \sim 41^{\circ} 30'$ 、東経 $41^{\circ} 10' \sim 41^{\circ} 45'$ に位置する面積約 $1,800\text{km}^2$ の地域である。北を黒海に接し、南には標高 $3,000\text{m}$ 級の東黒海山脈が NE-SW 方向に連なる。調査地域内外には現在稼行中のムルグル (Murgul) 鉱山、チャイリ (Çayeli) 鉱山をはじめ、数多くの火山性塊状硫化物鉱床及び鉱徴地が分布する。

調査は、本地域西部のツンジャ (Tunca) 地区と、東部の Murgul 地区を中心に実施した。

1-3 調査方法及び調査量

本調査は図 I-1-1 に示すフローチャート及び図 I-1-2 に示す鉱床有望地抽出フローに従って実施した。各年次の調査方法及び作業量を表 I-1-1 に示す。

1-4 調査期間及び調査員

各年次の調査の調査期間及び調査員名簿を表 I-1-2 に示す。

1-5 調査地域の概要

1-5-1 位置及び交通

調査地域へは首都アンカラ (Ankara) から黒海沿岸の主要都市であるトラブゾン (Trabzon) まで航空路があり、約 1 時間を要する。Trabzon からベースキャンプを置いたアルハビ (Arhavi) までは自動車約 3 時間を要し、Arhavi から Tunca 地区及び Murgul 地区までそれぞれ自動車約 1 時間で到達する。

[調査フローシート]

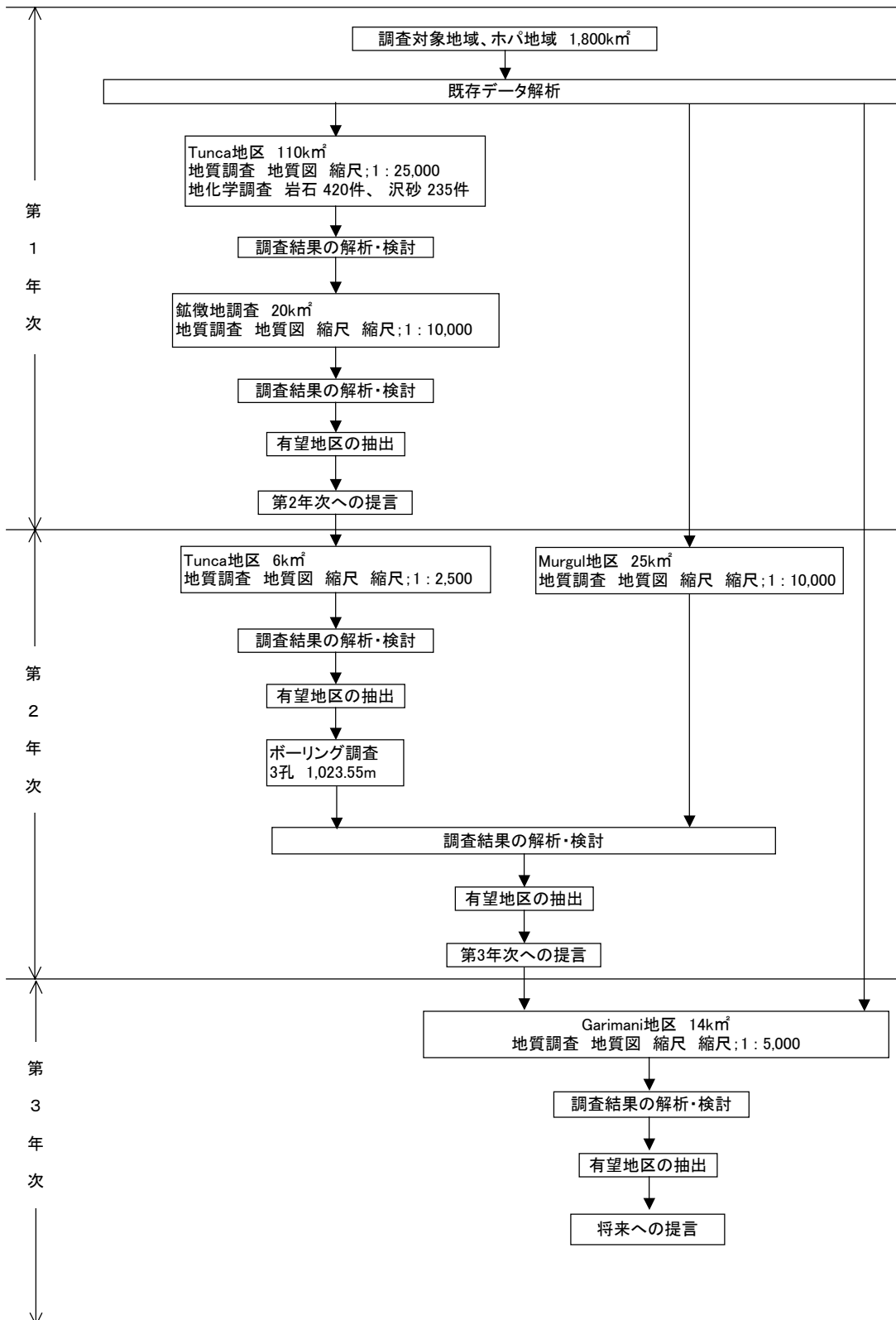


図1-1-1 調査フローシート

[鉱床有望地区の抽出]

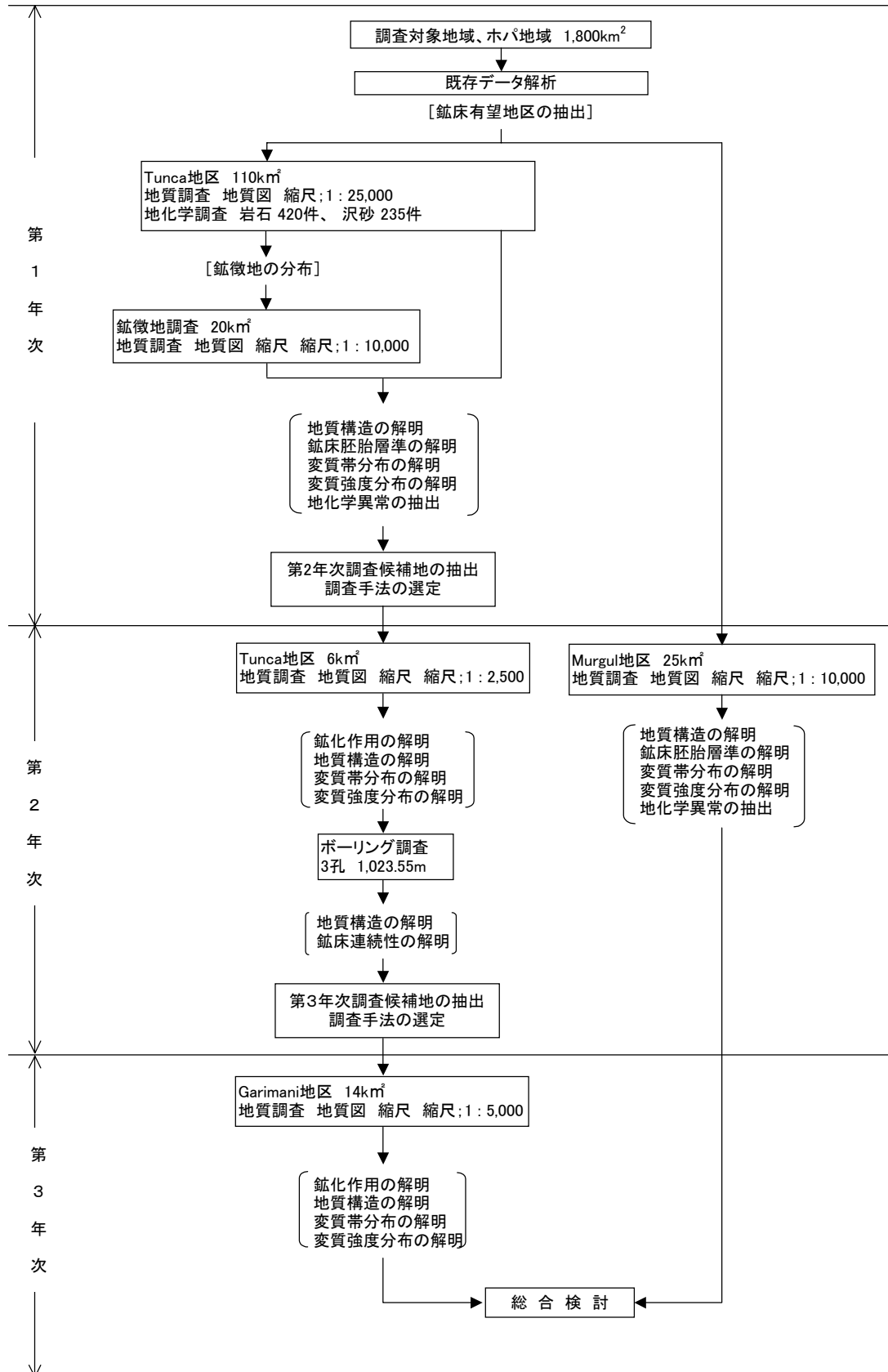


図1-1-2 鉱床有望地抽出フローシート

表 I - 1 - 1 年度別調査方法及び調査総括表

年度	調査方法	地 区	調 査 明 細	数 量
第 1 年 次	既存データ解析	全 域		
	地質調査	Tunca地区 調査面積 : 110 km ² 調査ルート長 : 220 km	岩石薄片 鉍石研磨片 X線回折 岩石分析 Ag,Al,As,B,Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cr,Cu,Fe,Ga,Hg,K,La,Mg,Mn, Mo,Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Sc,Sr,Ti,Tl,U,V,W,Zn,Au REE+HFS+LIL元素分析 Ag,Ba,Ce,Co,Cr,Cs,Cu,Dy,Er,Eu,Ga,Gd,Hf,Ho,La,Lu,Mo,Nd, Ni,Pb,Pr,Rb,Sm,Sn,Sr,Ta,Tb,Th,Tl,Tm,U,V,W,Y,Yb,Zn,Zr 鉍石分析 Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ba,S,Ga,Ge,In,As 同位体組成測定 炭酸塩(酸素、炭素) 珪酸塩(酸素) 硫化物・硫酸塩(硫黄) 流体包有物 均質化温度、塩濃度測定 年代測定 K-Ar法 微化石	100 件 100 件 100 件 420 件 (複製20件) 60 件 50 件 6 件 20 件 20 件 15 件 20 件 20 件
	地質精査	鉍徴地調査地区 調査面積 : 20 km ² 調査ルート長 : 120 km		
	地化学調査	Tunca地区 調査面積 : 110 km ²	沢砂分析 Ag,Al,As,B,Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cr,Cu,Fe,Ga,Hg,K,La,Mg,Mn, Mo,Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Sc,Sr,Ti,Tl,U,V,W,Zn,Au	235 件 (複製11件)
第 2 年 次		Tunca地区 調査面積 : 6 km ² 調査ルート長 : 30 km	岩石薄片 鉍石研磨片 X線回折 岩石分析 Au,Ag,Al,As,Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cr,Cu,Fe,K,Mg,Mn,Mo,Na,N i,P, Pb,S,Sb,Sr,Ti,V,W,Zn 鉍石分析 Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ba,S,Ga,Ge,In,As	30 件 10 件 30 件 60 件 (標準3件) 10 件
	地質調査	Murgul地区 調査面積 : 25 km ² 調査ルート長 : 70 km	岩石薄片 鉍石研磨片 X線回折 岩石分析 Au,Ag,Al,As,Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cr,Cu,Fe,K,Mg,Mn,Mo,Na,N i,P, Pb,S,Sb,Sr,Ti,V,W,Zn 鉍石分析 Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ba,S,Ga,Ge,In,As 鉍石同位体測定 硫化物(鉛)	30 件 10 件 30 件 60 件 (標準3件) 10 件 7 件
	ボーリング調査	Tunca地区 ボーリング数 : 3 本 総掘進長 : 1,023.55m	岩石薄片 鉍石研磨片 X線回折 岩石分析 Au,Ag,Al,As,Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cr,Cu,Fe,K,Mg,Mn,Mo,Na,N i,P, Pb,S,Sb,Sr,Ti,V,W,Zn 鉍石分析 Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ba,S,Ga,Ge,In,As	30 件 30 件 30 件 30 件 (標準2件) 30 件
	地質精査	Garimani地区 調査面積 : 14 km ² 調査ルート長 : 70 km	岩石薄片 鉍石研磨片 X線回折 岩石分析 Au,Ag,Al,As,Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cr,Cu,Fe,K,Mg,Mn,Mo,Na,N i,P, Pb,S,Sb,Sr,Ti,V,W,Zn 鉍石分析 Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ba,S,Ga,Ge,In,As K-Ar年代測定	39 件 12 件 48 件 77 件 23 件 3 件
第 3 年 次				

表 I-1-2 年度別調査期間及び調査員総括表

年次	調査期間	日本側メンバー	トルコ側メンバー
第1年次	自 2002.10.1 至 2003.2.28	調査計画及び折衝	
		杉内 直敏 (MMAJ)	A. Kemal İşiker (MTA)
		石塚 学 (MITI)	Ali İşcan (MTA)
		江原 由樹 (JICA)	Yusuf Ziya Özkan (MTA)
		高原 弘幸 (MMAJ)	Mesude Aydan (MTA)
		霜島 洋 (MMAJ)	İskender Kurt (MTA)
第2年次	自 2003.6.4 至 2004.1.31	現地調査	
		久谷 公一 (DEC)	Deniz Göç (MTA)
		宮本 博 (DEC)	İskender Kurt (MTA)
		武田 進 (DEC)	Mustafa Özkan (MTA)
		藤田 勝 (DEC)	Şenol Karşlı (MTA)
		大森 吉蔵 (DEC)	Turgut Çolak (MTA)
Mustafa Kemal Revan (MTA)			
現地指導			
高原 弘幸 (MMAJ)			
第3年次	自 2004.9.13 至 2005.2.18	現地調査	
		久谷 公一 (GEOTECHNOS)	İskender Kurt (MTA)
		宮本 博 (GEOTECHNOS)	Mustafa Özkan (MTA)
		西川 拓也 (GEOTECHNOS)	Şenol Karşlı (MTA)
		村岡 弘康 (GEOTECHNOS)	Turgut Çolak (MTA)
		Mustafa Kemal Revan (MTA)	
Avni Akdeniz (MTA)			
Resul Varlık (MTA)			
Ramazan Daştan (MTA)			
Baki Yılmaz (MTA)			
現地指導			
高原 弘幸 (MMAJ)			
第3年次	自 2004.9.13 至 2005.2.18	現地調査	
		久谷 公一 (GEOTECHNOS)	Şenol Karşlı (MTA)
		藤原 茂久 (GEOTECHNOS)	Mustafa Özkan (MTA)
		池田 精寿 (GEOTECHNOS)	Turgut Çolak (MTA)
		中堂 浩之 (GEOTECHNOS)	Mustafa Kemal Revan (MTA)
		新宮 弘久 (GEOTECHNOS)	İskender Kurt (MTA)
現地指導			
山本耕次 (JOGMEC)			

MITI:通産省
 JICA:国際協力事業団
 MMAJ:金属鉱業事業団
 JOGMEC:石油天然ガス・金属鉱物資源機構
 DEC:同和工営株式会社
 GEOTECHNOS:ジオテクノス株式会社

1-5-2 地形、気候及び植生

本地域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。Tunca 地区は、黒海に注ぐフルトゥナ (Firtina) 川の支流 Tunca 川とデュラク (Durak) 川の流域にあり、標高 100~2,200m の地となっている。一方、Murgul 地区は、Georgia 共和国のバツミー (Batumi) で黒海に注ぐチョルフ (Çhorh) 川支流の Murgul 川流域にあり、標高 500m~2,000m の地となっている。両地区とも水系がよく発達し、年間を通じて河川の流量は豊富である。

本地域は、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°C を越えるが、冬の最低気温は氷点下 5°C 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。Tunca 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。一方、Murgul 地区の東部は原生林で覆われているが、西部の Murgul 鉱山周辺は樹木がほとんどない、露岩地帯となっている。

1-5-3 地質概要 (図 I-1-3~図 I-1-5)

トルコ共和国の地質は北部より南へポントス帯 (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、本地域は Pontides 帯の北東部に位置する。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、その上に下位より上部石炭系~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 6 つの層序学的ユニットが分布する。

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、ジェラテペ (Cerattepe) 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、さらに、この上位には玄武岩~安山岩溶岩、火山砕屑岩からなる始新統のカバキョイ (Kabaköy) 層が不整合で重なるとした。Kızılkaya 層、Çağlayan 層は Tunca 地区のアレマーチ (Alemağaç) 層、Çağlayan 層に、また、Murgul 地区の Murgul 層、アルディッチ (Ardiç) 層にそれぞれ対応する。

本地域の南部には、始新統のカチカル (Kaçkar) 花崗岩類が NE-SW 方向に分布する。

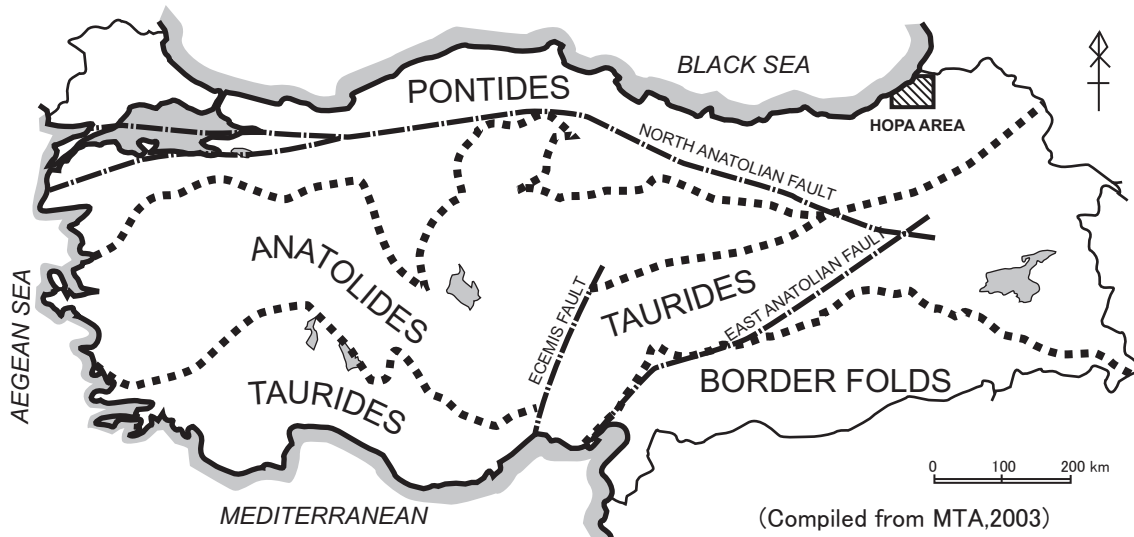


図 I - 1 - 3 トルコの地質構造図

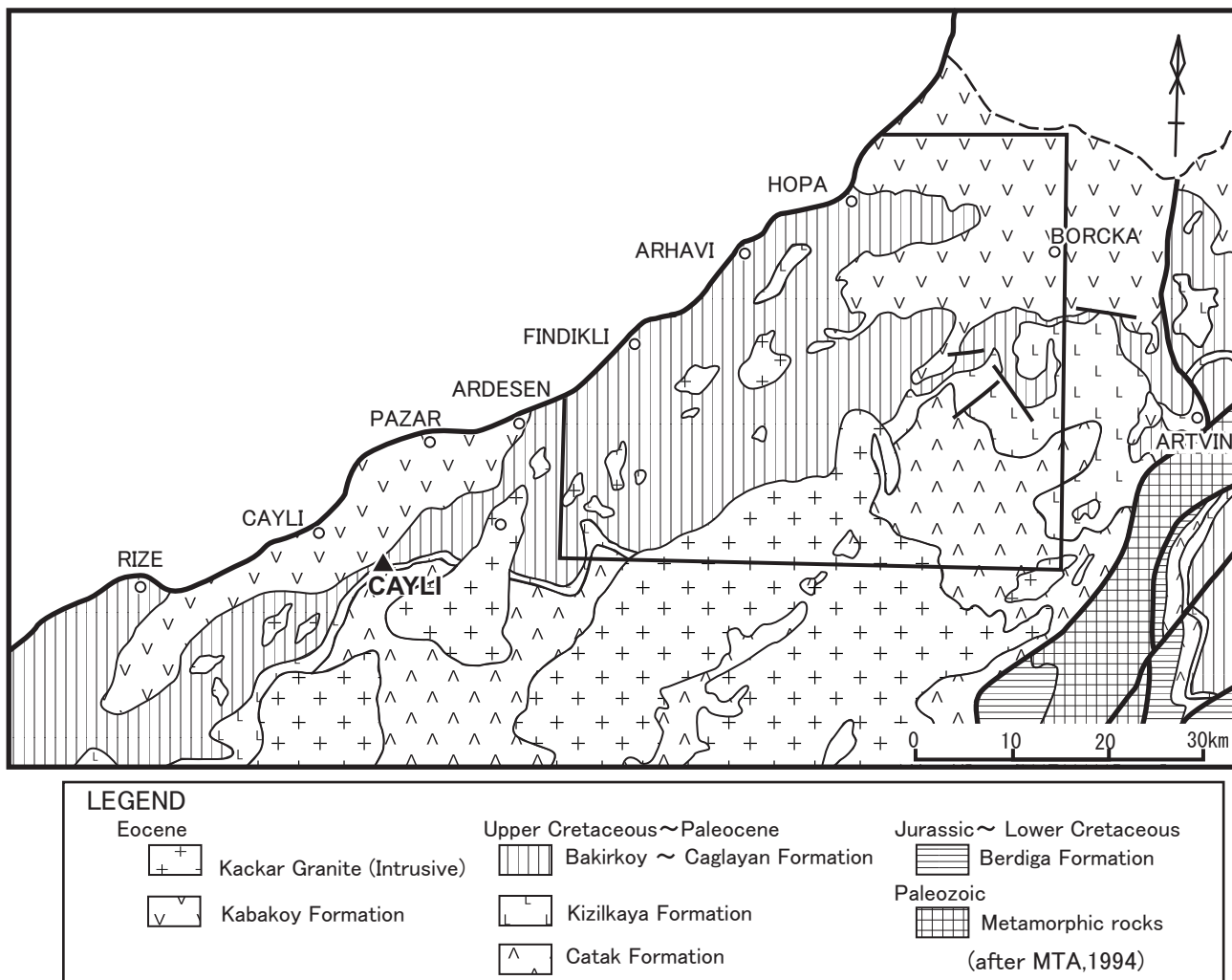


図 I - 1 - 4 PONTIDES北東部広域地質図

Era	Period	Epoch	Formation	Symbol	Thickness	Lithology	Explanation	Ore Deposits	
Cenozoic	Tertiary	Pliocene-Qurtanary					Çakıltaşı, 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		
	Mesozoic	Upper Cretaceous - Paleocene	Bakır	Ağillar	Kr5	150		ANADOLU Bakırköy Kumtaşı, Kiltası, Marn	
			Tirebolu	Çayırbağ	Kr4	200		Ağillar For. Resifai kireçtaşı, Kumlu	
								Tirebolu For. Trakiandezitik lav ve piroklastları	● Zaviköy (Cu, Pb, Zn) Çötel Abazdağı (Cu, Pb, Zn)
								Çayırbağ Riyolit - Riyodasitik lav ve piroklastları	
								Bazalt - Andezit lav ve pirok	● Şavşat- Madenköy (Cu, Pb, Zn) Kabadüz (Cu, Pb, Zn) Sisorta (Zn, Pb, Cu) Tutak dağı (Zn, Pb, Cu) Korucular (Mn) Çaklı (Mn) ▲ Murgul (Cu) Madenköy (Zn, Cu, Pb) Kutlular (Cu) Lahanos (Cu) Köprübaşı (Zn, Cu, Pb)
								Riyolit - Dasitik lav ve piro	● Çamkerten (Zn, Pb, Cu) Foldere (Zn, Pb, Cu) Köstere (Cu) Batlama (Zn, Pb, Cu) ■ Asarcık (U-Cu, Pb, Zn) Balcılı (Mo, Cu) Ulutas (Mo, Cu) □ Karadağ (Mo, Cu) Başboynuyğun (Fe, Cu) Deregözü (Fe, Cu) Belentepe (Fe, Cu)
								Bazalt - Andezit lav ve piroklastları	
								($\gamma 2$) Kaçkar Granitoyidi - I	
								Orta ve kalın tabakalı kireçtaşı Kumlu kireçtaşı, Çörtlü kireçtaşı	
Jurassic	Malm-Lower	Berdiga	JKr	200		Kırmızı konglomera, Kumtaşı, Resifal			
		Madenler	Jm	150		Resifal kireçtaşı, Kumlu kireçtaşı Bazalt lav ve aglomera			
	Lias-Dogger	Hamurkesen	Jlh	750		Bazalt - Andezit - Dasitik lav ve piroklastları			
Paleozoic						IERSINYEN ($\gamma 1$) Pembe renkli Granit (ϕ) Gabro - Diyabaz (Pms) Metamorfik Temel	□ Kurtulmuş (Fe)		

(Compiled from MTA, 1994)

图 I - 1 - 5 PONTIDES 北东部地质层序图

1-5-4 鉱山及び鉱業活動 (図 I-1-6～図 I-1-7)

本地域を含む東黒海沿岸地域はトルコにおける重要な銅資源の供給源であり、古くから鉱業活動が行われてきた。中世にはジェノバ人が Murgul、ペロニット (Peronit) 等で銅を採掘したと伝えられ、19 世紀末から 20 世紀初頭にかけてはアカルシェン (Akarsen)、クバルシャン (Kubarshan)、クツニット (Kutunit)、スジャナ (Sucana) 等の鉱床がドイツやロシア等の企業により開発された。

本地域での近代的な探査活動は 1935 年に MTA が設立されて以降で、地質調査、地化学調査及び物理探査が組織的に行われ、近年では衛星画像を用いた調査・解析も行われている。これらの成果が Çayeli 鉱床 (鉱量 1,600 万トン、品位 Cu:3.6%、Zn:5.7%) や Cerattepe 鉱床 (含金酸化鉱 100 万トン、品位 Au:3g/t、Au:150g/t。高品位硫化鉱 120 万トン、品位 Cu:10%、低品位硫化鉱 380 万トン、Cu:2.1%) 等の大規模・高品位鉱床の発見につながっており、現在では多くの国際資本が東黒海沿岸地域に注目し、本地域の内外で探鉱を進めている。

Tunca 地区に関する最初の学術的な調査報告書は Geoffroy(1960)によるもので、Çayeli-Pazar-Ardeşen 地域の地質と鉱床に言及している。1970 年代初頭にはトルコ-ユーゴスラビア共同の地質調査が行われ、その過程で Tunca 鉱床が発見された。

Murgul 地区には鉱徴地が数多くあり、古い採掘跡が各所に存在する。Murgul 鉱床は 20 世紀初頭のロシア占領時代に Caucasus Copper Co.Ltd.により開発された。その後 Etibank が経営に参加し、1963 年以降、地質調査、物理探査及びボーリング調査等の本格的な調査が実施された。1996 年からは Inco (加) 社の現地会社である Dardanel 社が Murgul 鉱床の周辺で火山性塊状硫化物鉱床を対象とした探鉱を進めている。

本地域では、今後も潜頭型の新鉱床が発見される可能性は非常に高いが、地形が急峻で深い森林に覆われていることから、これまで十分な調査が行われていない。

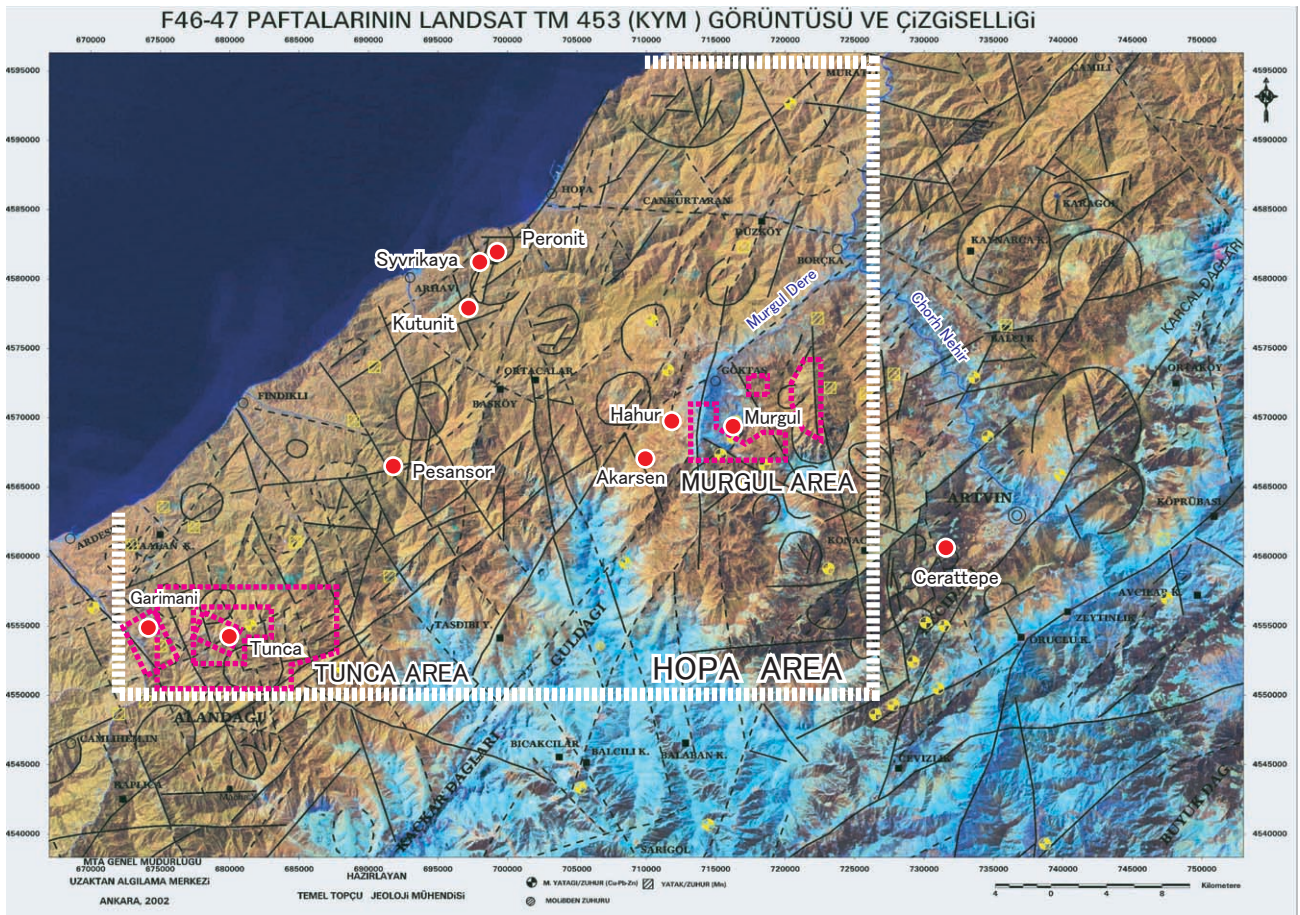


図 I - 1 - 6 HOPA 地域リニアメント図

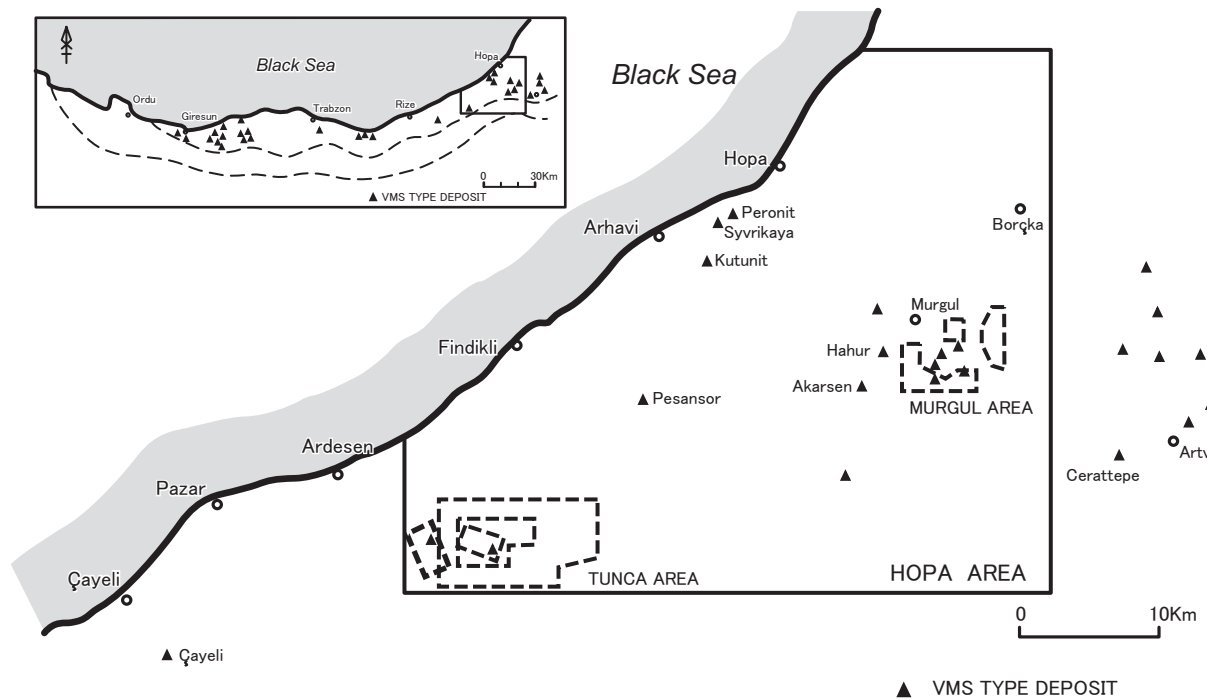


図 I - 1 - 7 HOPA地域周辺の火山性塊状硫化物鉱床

第2章 結論及び提言

2-1 結論

2-1-1 Tunca 地区

本地区へは Çayeli 鉱床の鉱床層準である Kızılkaya 層 (Alemağaç 層) が連続し、本地区の火山性塊状硫化物鉱化作用は、Alemağaç 層下部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、同質火山碎屑岩類 (Atf) を形成した際に生じた。同鉱化作用が弱まりつつある時期にパープルデイサイト (グリーンデイサイト) 岩体が貫入し、グリーンデイサイト質火山碎屑岩類 (Attf) 中にも硫化物の鉱染が生じた。したがって、鉱床層準は石英安山岩質火山碎屑岩類 (Atf) から Çağlayan 層最下位の赤色石灰質泥岩 (Cms) 堆積直前までの幅をもった範囲である。

本地区は Alemağaç 層を最下底とし、その上位を緩傾斜の地層が厚く被覆する急峻な地形であり、探鉱深度や新規鉱床の経済性を考慮すれば、探鉱可能な範囲は Çağlayan 層との境界より数百mから最大 1km 程度と考えられる。今回の調査では各所に火山性塊状硫化物鉱化作用による鉱化帯及び鉱徴地を確認したが、黄鉄鉱の鉱染を主体として Cu・Zn 品位が低く、変質帯も Murgul 地区に比べて連続性に乏しい。また、Tunca 鉱床に関しても、北方で掘削された MJTH-2 孔では、微弱な鉱徴しか捕捉されず、鉱床本体の規模の小さいことが考えられた。さらに、Hemşin 川沿いには鉱脈型鉱化作用等に伴う鉱化変質帯が分布するが、品位が低く、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。これらのことから、本地区に経済性のある大規模鉱床が賦存する可能性は低いと推定される。

2-1-2 Murgul 地区

本地区には、火山性塊状硫化物鉱化作用を被った Murgul 層下部層の石英安山岩類が広く分布する。その鉱化作用に関して、以下の知見が得られた。

- ・ 鉱化変質帯の中央部は石英-カオリナイト-絹雲母帯からなり、Çakmakkaya 鉱床を通り北東-南西もしくは NNE-SSW に Kızılkaya 方面へ連続する。
- ・ 変質強度の強変質強度帯 (90%<AI) は Murgul 鉱床群を通る NNE-SSW 方向に連続する。
- ・ 巨視的には本地区の鉱徴地は NE-SW 方向に連なる。そしてその北東端には Murgul 層下部層の最上部に“バライト鉱”を有する上部 Kokolet 鉱徴地が分布する。

これらの知見は、本地区の火山性塊状硫化物鉱化作用が Murgul 鉱床群を通る NE-SW 方向のゾーンに沿って形成したことを示している。Murgul 鉱床群の南西側はすでに鉱床層準が削剥されている。一方北東側、すなわち Ardiç 区域から Kokolet 区域にかけての山塊は、地表を上盤の Ardiç 層の塩基性火山岩類が被覆し、その下部に大規模な火山性塊状硫化物鉱床が胚胎する可能性は非常に高いと考えられる。

2-2 将来への提言

Tunca 地区では、経済性のある大規模鉍床が賦存する可能性が低いこと、Murugul 地区では Ardiç 区域と Kokolet 区域間の山塊に火山性塊状硫化物鉍床の胚胎する可能性が高いことが結論された。

将来への提言として、下記のことを提案する。

[Tunca 地区]

- ・本地区内に経済性のある鉍床が賦存する可能性は低い。しかし、Çayeli 鉍床の鉍床層準は本地区周辺に連続することから、調査範囲を広げての探鉍の実施。

[Murgul 地区]

- ・ Ardiç 区域東方山塊でのボーリング調査

第 部
各 論

第Ⅱ部 各 論

第1章 Tunca 地区

本地区では地質調査、地化学調査（沢砂、岩石）及びボーリング調査を実施した。地質調査は Tunca 地区（面積 110km²、縮尺 1/25,000）、鉍徴地調査地区（面積 20km²、縮尺 1/10,000）、Tunca 地区（面積 6km²、縮尺 1/2,500）及びガリマニ（Garimani）地区（面積 14km²、縮尺 1/5,000）で実施した。

1-1 地質調査

1-1-1 地質（図Ⅱ-1-1～図Ⅱ-1-11）

本地区は下位から上部白亜系の Alemağaç 層、Çağlayan 層、シブリカヤ（Sivrikaya）層及び第三系のハミディヤ（Hamidiya）層及び貫入岩からなる。

Alemağaç 層は東部 Potides で火山性塊状硫化物鉍床の胚胎母岩となる Kızılkaya 層に対比され、下部層と上部層に区分される。下部層は無斑晶質石英安山岩（Adeu）、石英安山岩溶岩（Adcl）及び同質火山碎屑岩類（Atf）等からなり、無斑晶質石英安山岩は（Adeu）はハイアロクラスタイトを主体とする。石英安山岩溶岩は斑晶に乏しく、Muskale 山を中心に NW-SE 方向に延びる溶岩円頂丘を形成し、自破碎構造を特徴とする。上部の同質火山碎屑岩類（Atf）は下位の石英安山岩溶岩の岩片を主とする凝灰岩・火山礫凝灰岩からなり、溶岩円頂丘の山腹で生じた水蒸気爆発により形成された。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）等からなる。これらは同一の岩体の岩相変化で、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、そして碎屑岩相がグリーンデイサイト質火山碎屑岩類に相当する。

Çağlayan 層は優勢な塩基性火山活動により特徴づけられ、最下底の赤色石灰質泥岩（Cms）を厚い玄武岩類（Cbs）が被覆する。玄武岩類中には堆積岩類（Cms、泥岩（Cmd）、酸性凝灰岩（Ctf）及び塩基性凝灰岩（Cbtf））が挟在する。

Sivrikaya 層は酸性凝灰岩類（Stf）、砂岩（Sss）及び泥岩（Smd）等の堆積岩類からなり、地形的な高所に分布する。Hamidiya 層（Hd）は淘汰の悪い堆積岩類からなり、下位の地層を不整合に覆い、局所的に分布する。

貫入岩類は各所に分布し、花崗岩類（Kgr）、石英安山岩類（Dci, Dcp, Dcb）及び粗粒玄武岩（Dol）等が認められる。花崗岩類は本地区の南方に分布する始新統の Kaçkar 花崗岩類に対比される。

本地区は NE-SW 系と EW-SE 系のリニアメントが卓越し、環状構造も認められる。ムスカレ（Muskale）山を中心に分布する Alemağaç 層下部層の石英安山岩溶岩（Adcl）は、Tunca 環状構造上に噴出し、溶岩円頂丘を形成した。

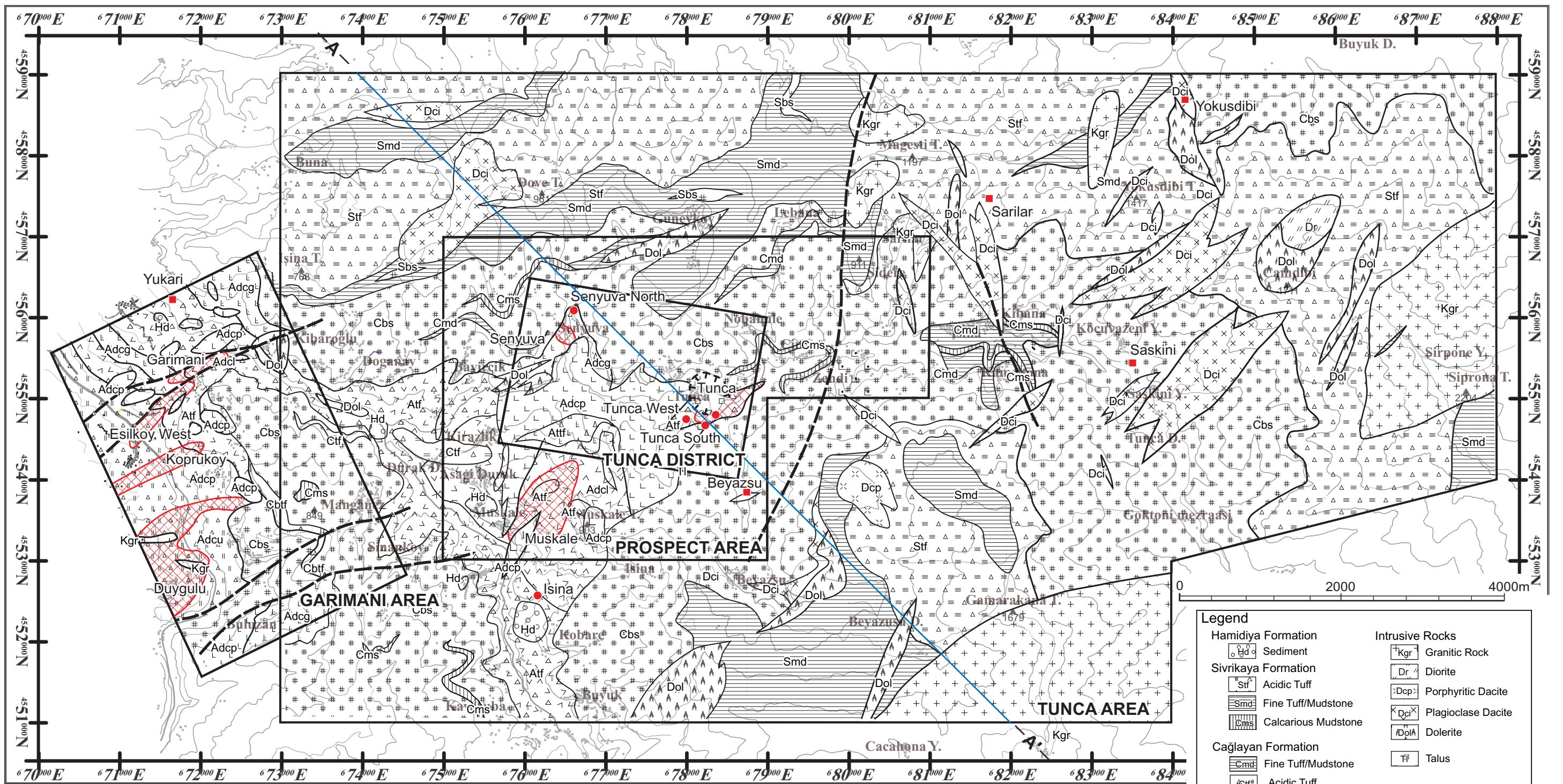


图 II-1-1 TUNCA地区地质平面图

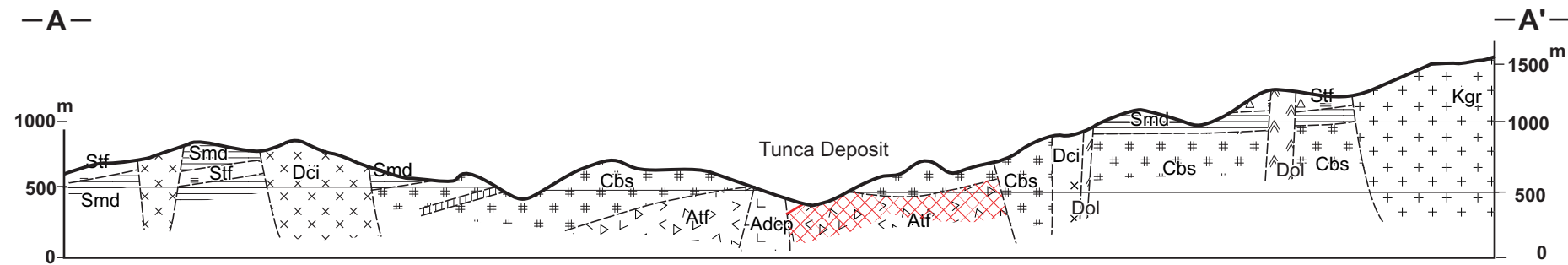
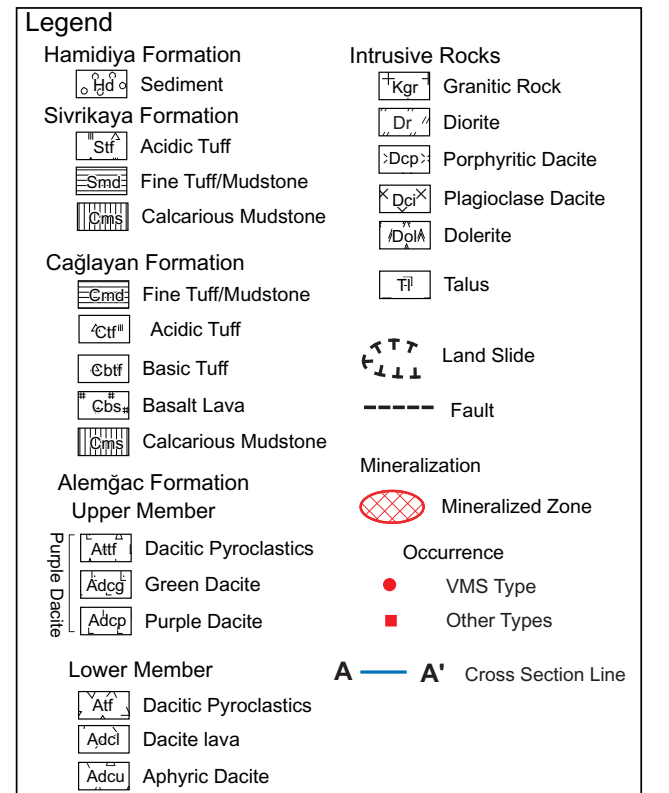


图 II-1-2 TUNCA地区地质断面图



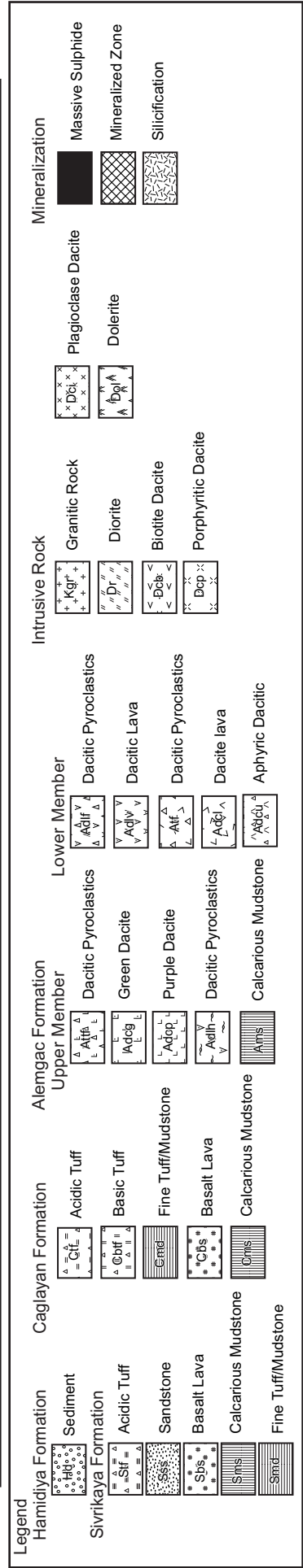
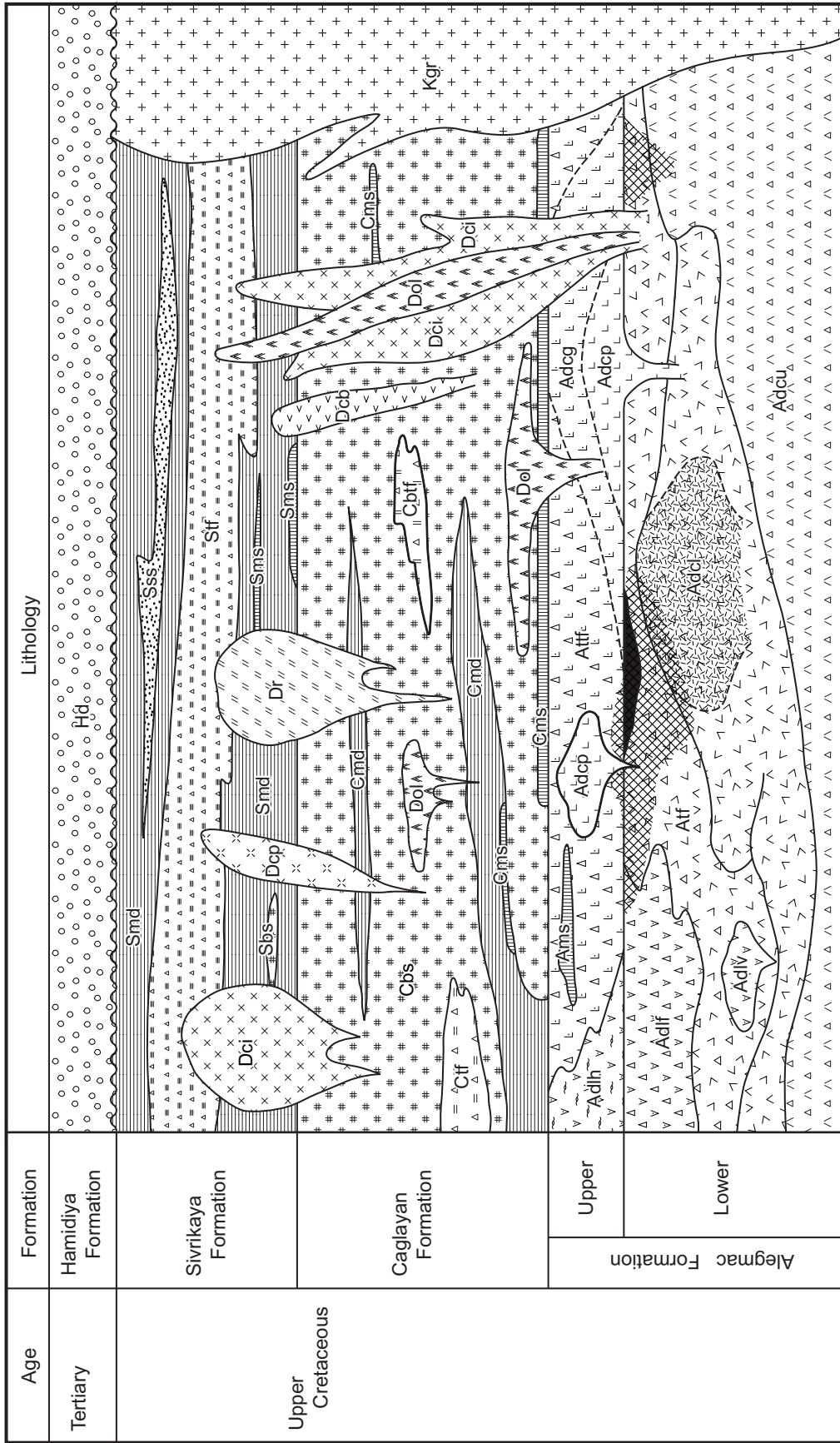


图 II - 1 - 3 TUNCA地区地質模式層序图

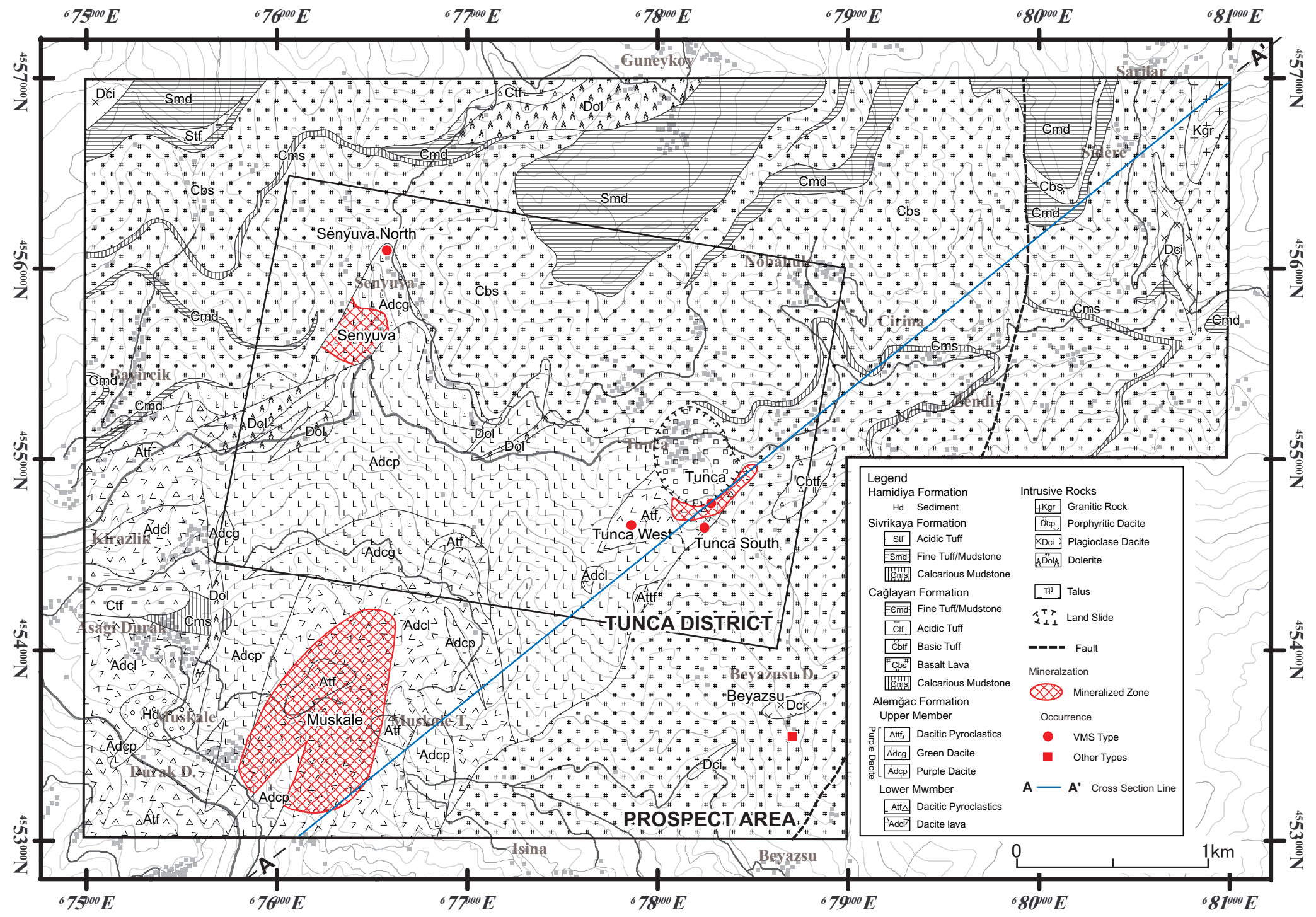


图 II-1-4 钼微地调查地区地质平面图

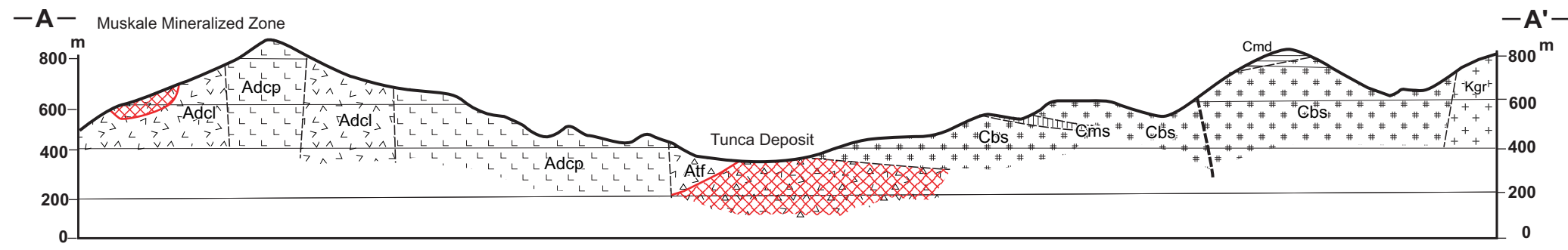
























图 II-1-5 钼微地调查地区地质断面图

Legend

- Land Slide
 -  Talus
- Intrusive Rocks
 -  Porphyritic Dacite
 -  Biotite Dacite
 -  Dolerite
- Hamidiya Formation
 -  Sediment
- Sivrikaya Formation
 -  Mudstone
- Çağlayan Formation
 -  Mudstone
 -  Basic Tuff
 -  Doleritic Basalt
 -  Basalt Lava
 -  Calcareous Mudstone
- Alemağaç Formation
 - Upper Member
 -  Dacitic Pyroclastics
 -  Green Dacite
 -  Purple Dacite
 - Lower Member
 -  Dacitic Pyroclastics
 -  Dacite lava
-  Strike and Dip
-  Fault
-  Occurrence
-  Massive Sulphide
-  Drilling point
-  Cross Section Line

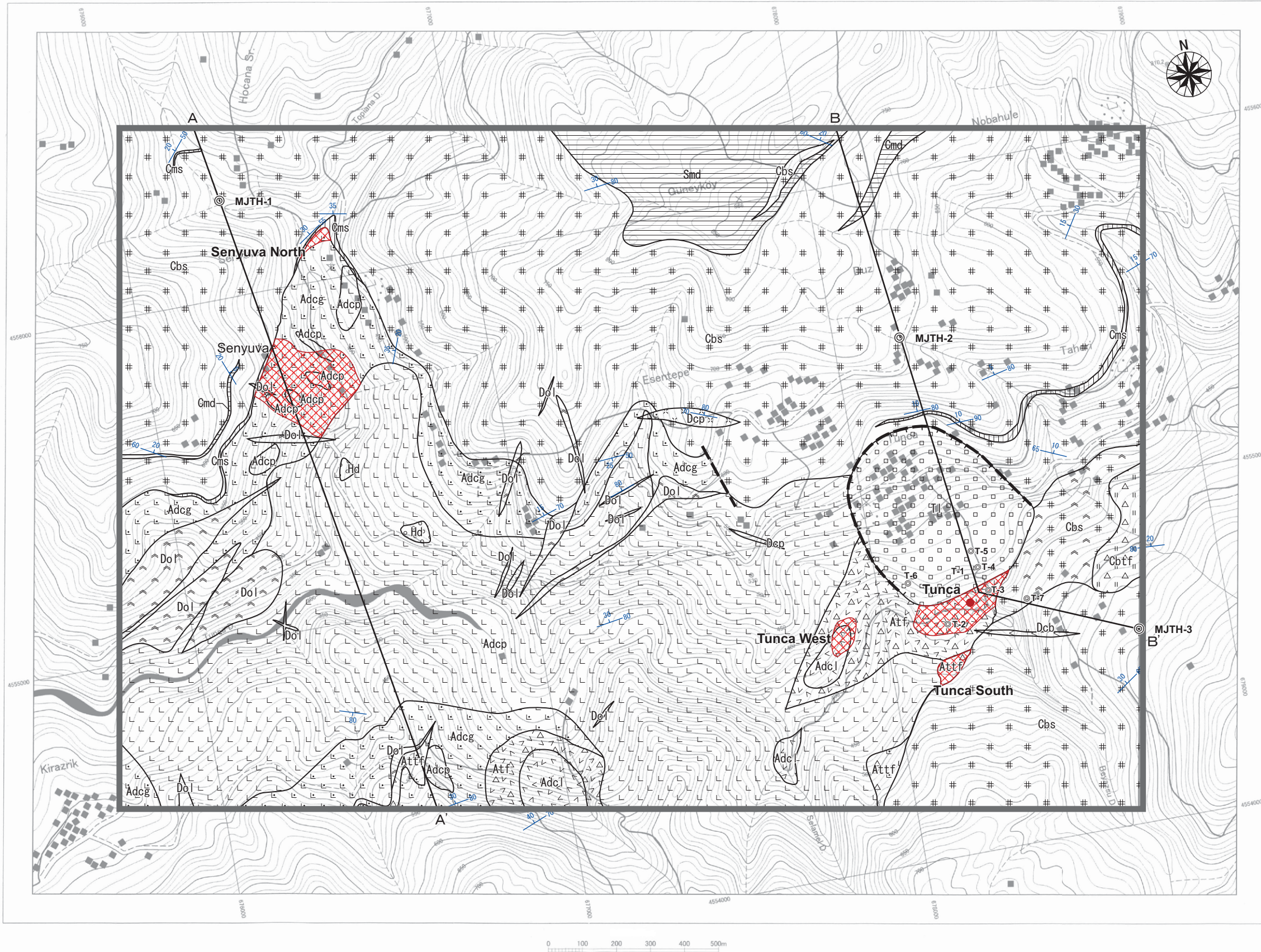
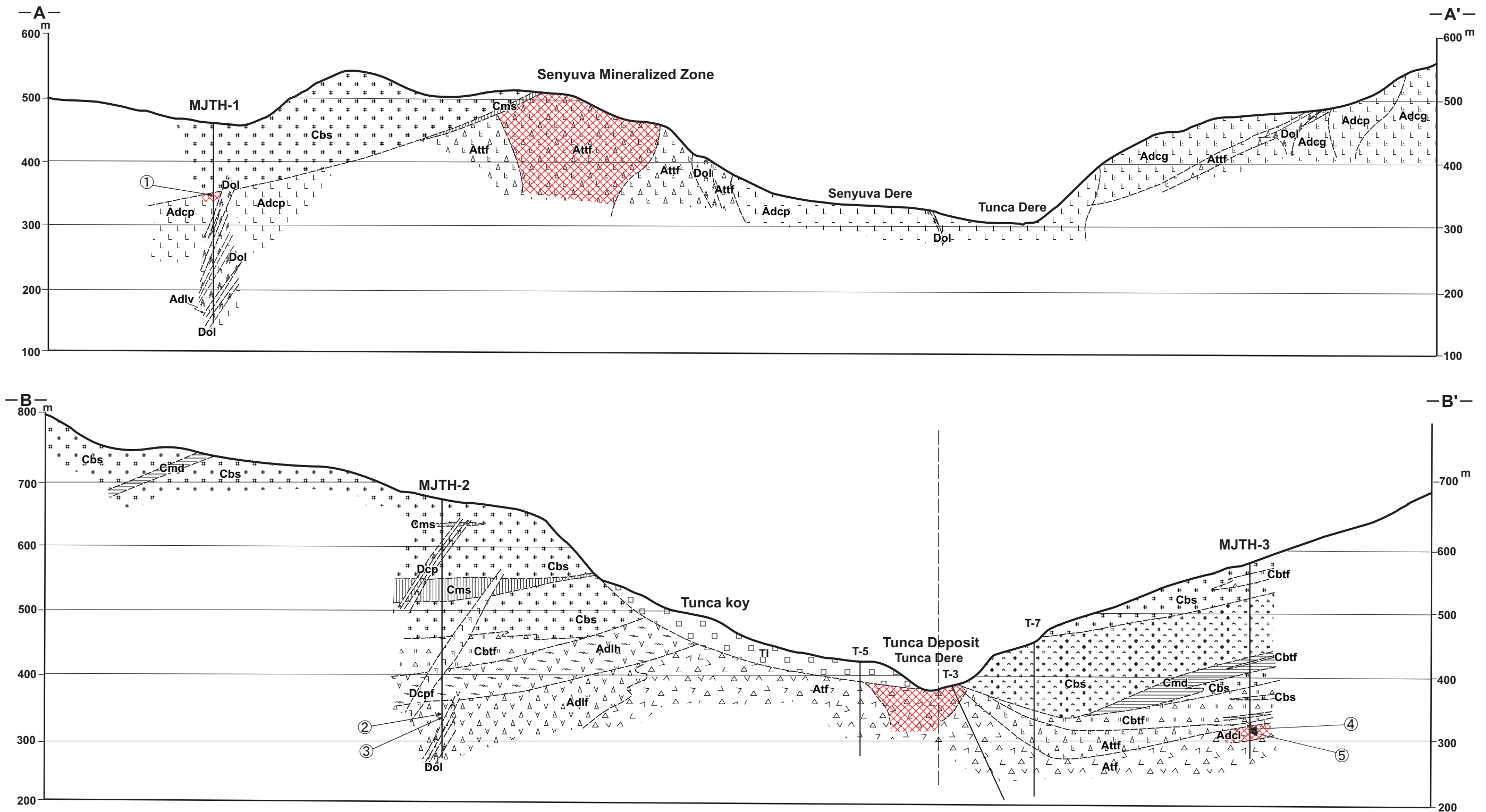


图 II - 1 - 6 TUNCA地区地质平面图



Cağlayan Formation		Alemğac Formation		Intrusive Rocks		Mineralization	
	Fine Tuff/Mudstone	Upper Member			Porphyritic Dacite		Mineralized Zone
	Basic Tuff	Lower Member			Porphyritic Dacite		Land Slide
	Basalt Lava		Dacitic Pyroclastics		Biotite Dacite		Talus
	Doleritic Basalt		Green Dacite		Dolerite		
	Calcareous Mudstone		Purple Dacite		Dacite lava		
			Dacitic Pyroclastics				
			Dacite lava				

No.	Drilling No.	Depth(m)		Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	S (%)	Remarks	
		From	To								
①	MJTH-1	113.50	115.00	1.50	0.001	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	2.35	Argilized Purple Dacite. (Py) diss.
②	MJTH-2	342.20	342.40	0.20	0.034	3.35	0.02	0.02	0.02	3.20	Silicified Tuff Breccia. ((Cp)) diss.
③	MJTH-2	352.30	352.50	0.20	0.046	8.20	0.01	0.01	0.02	1.37	Silicified Tuff Breccia. ((Cp)) diss.
④	MJTH-3	271.30	273.00	1.70	0.009	1.14	<0.01	<0.01	0.01	1.24	Argilized Tuff Breccia. (Py) diss.
⑤	MJTH-3	274.00	275.00	1.00	0.005	1.98	0.01	0.02	0.05	1.16	Silicified Tuff Breccia. (Py) diss.

图 II - 1 - 7 TUNCA地区地质断面图