

Figures

Figure 1-1	Location Map of the Project Area
Figure 1-2	Flow Chart of the Terektinsky Uplift area project
Figure 2-1	Geological Map of Central Kazakhstan
Figure 3-1	LANDSAT/TM False Color Image
Figure 3-2	LANDSAT/TM Rationing Image
Figure 3-3	Results of Geologic Unit Interpretation
Figure 3-4	Results of Geologic Structural Interpretation
Figure 3-5	Columnar Section of Terektinsky Uplift Area
Figure 3-6	Geology and Mineral Occurrence Location Map, Terektinsky Uplift Area
Figure 3-7	Geological Cross Sections of the Terektinsky Uplift Area
Figure 3-8	Geotectonic map and results of age dating in Terektinsky Uplift Area
Figure 3-9	Age of the igneous rock
Figure 3-10	Molar proportion of Na ₂ O+K ₂ O, FeO*(total iron) and MgO
Figure 3-11	SiO ₂ /Fe ³⁺ /Fe ²⁺ +Fe ³⁺ variation diagram
Figure 3-12	Molar proportion of CaO, Al ₂ O ₃ -Na ₂ O-K ₂ O and Fe ₂ O+MgO
Figure 3-13	Al ₂ O ₃ /Na ₂ O+K ₂ O +CaO/ SiO ₂ variation diagram
Figure 3-14	K ₂ O /Na ₂ O/ SiO ₂ variation diagram
Figure 5-1	Index Map of the Zalturbulak Area
Figure 5-2	Geological Map of the Zalturbulak Area
Figure 5-3	Gravity Anomaly Map
Figure 5-4	Magnetic Anomaly Map in Z component of the Zalturbulak Area
Figure 5-5	Map of Survey Lines
Figure 5-6	Potential Electrode Arrays
Figure 5-7	Model of Wave Forms Measured by IP Method
Figure 5-8	All Resistivity Sections by 2-D Inversion(1/2)&(2/2)
Figure 5-9	All Chargeability Sections by 2-D Inversion(1/2)&(2/2)
Figure 5-10	Panel Diagram of 2-D Inversion Resistivity
Figure 5-11	Panel Diagram of 2-D Inversion Chargeability
Figure 5-12	Rock Chip and Drillcore Assay Results;Gold and Arsenic (Central Zalturbulak Prospect)
Figure 5-13	Rock Chip and Drillcore Assay Results;Copper and Molybdenum

- (Central Zalturbulak Prospect)
- Figure 5-14 Rock Chip and Drillcore Assay Results;Lead and Zinc
(Central Zalturbulak Prospect)
- Figure 5-15 Rock Chip and Drillcore Assay Results;Barium and Silver
(Central Zalturbulak Prospect)
- Figure 5-16 Rock Chip and Drillcore Assay Results;K,Na,Ca,Mg
(Central Zalturbulak Prospect)
- Figure 5-17 IP Chargeability Image, Rock Chip and Drillcore Gold Result
(Central Zalturbulak Prospect)
- Figure 5-18 IP Chargeability Image, Rock Chip and Drillcore Copper Result
(Central Zalturbulak Prospect)
- Figure 5-19 Alteration mineral assemblage and assay results of the drill core samples from MJTA-1
- Figure 5-20 Alteration mineral assemblage and assay results of the drill core samples from MJTA-2
- Figure 5-21 Alteration mineral assemblage and assay results of the drill core samples from MJTA-3
- Figure 5-22 Alteration mineral assemblage and assay results of the drill core samples from MJTA-4
- Figure 5-23 Alteration mineral assemblage and assay results of the drill core samples from MJTA-5
- Figure 5-24 Interpretation Map of Geology, Geochemistry, Mineral Occurrence and Geophysical Survey of Central Zalturbulak Prospect
- Figure 5-25 Cross section through drilling sites
- Figure 5-26 Interpretation Map of Geology ,Geochemistry,Mineral Occurrence and Geophysical Survey of Southern Zalturbulak Prospect
- Figure 5-27 Mineral Occurrence of Central Zalturbulak zone
- Figure 5-28 Cross Section through Central Zalturbulk zone(1)-(4)
- Figure 5-29 Block diagram of Central Zalturbulak zone
- Figure 5-30 Geology and Mineral Occurrence of Northeastern Zalturbulak zone
- Figure 5-31 Geological Map of the Akmola Area
- Figure 5-32 Alteration Zoning Map of the Akmola Area
- Figure 5-33 Rock Chips and Drillcore Assay Results;Gold and Arsenic
- Figure 5-34 Rock Chips and Drillcore Assay Results;Copper and Molybdenum
- Figure 5-35 Rock Chips and Drillcore Assay Results;Lead and Zinc
- Figure 5-36 Rock Chips and Drillcore Assay Results;Barium and Silver

- Figure 5-37 Rock Chips and Drillcore Assay Results;K,Na,Ca,Mg
- Figure 5-38 Alteration mineral assemblage and assay results of the drill core samples from MJTA-6
- Figure 5-39 Alteration mineral assemblage and assay results of the drill core samples from MJTA-7
- Figure 5-40 Alteration mineral assemblage and assay results of the drill core samples from MJTA-8
- Figure 5-41 Alteration mineral assemblage and assay results of the drill core samples from MJTA-9
- Figure 5-42 Cross section through drilling sites
- Figure 5-43 Interpretation Map of Geology, Alteration and Geochemistry of Akmola Area
- Figure 5-44 Geological Map of Arlan Area
- Figure 5-45 Geology, Sample Location and Assay Result in Arlan Area
- Figure 5-46 Geological Map of Bidaik Area
- Figure 5-47 Bidaik Prospect Geology Map and Trench and Drillhole Location Map
- Figure 5-48 Bidaik Prospect Drill Sections I-I and II-II
- Figure 5-49 Fact Geology ,Sample Location and Assay Results in Bidaik Prospect
- Figure 5-50 Fact Geology, Sample Location and Assay Results in Bidaik-NE Prospect
- Figure 5-51 Taguloba Prospect Schematic Geological Map
- Figure 5-52 Fact Geology and Sample Location Map, Taguloba Prospect
- Figure 5-53 Geological map of Kuzultas area
- Figure 5-54 Fact Geology and Sample Location Map, Kuzultas -SW Prospect
- Figure 5-55 Fact Geology and Sample Location Map, Kuzultas -SE Prospect
- Figure 5-56 Fact Geology and Sample Location Map, Kuzultas –NW Prospect

TABLES

Table 1-1	Survey Works
Table 1-2	List of Laboratory tests and Measurement
Table 1-3	Survey team
Table 3-1	Geological Interpretation Chart
Table 4-1	Summary of mineral occurrence and their characteristics in the Terektinsky Uplift Area(Regional survey area)
Table 4-2	Summary of mineral occurrence and their characteristics in the Terektinsky Uplift Area(Detail-subdetail survey area)
Table 5-1	Production summary
Table 5-2	Specification of Survey Instruments
Table 5-3	Basic statistics
Table 5-4	Drillholes in Zalturbulak area
Table 5-5	Gold resources estimation in the Central Zalturbulak Zone
Table 5-6	Basic statistics
Table 5-7	Drillholes in Akmola area

APPENDICES

Appendix 1	Log of the Drill Hole “MJTA-1”(1/4-4/4)
Appendix 2	Log of the Drill Hole “MJTA-2”(1/4-4/4)
Appendix 3	Log of the Drill Hole “MJTA-3”(1/4-4/4)
Appendix 4	Log of the Drill Hole “MJTA-4”(1/4-4/4)
Appendix 5	Log of the Drill Hole “MJTA-5”(1/5-5/5)
Appendix 6	Log of the Drill Hole “MJTA-6”(1/4-4/4)
Appendix 7	Log of the Drill Hole “MJTA-7”(1/4-4/4)
Appendix 8	Log of the Drill Hole “MJTA-8”(1/4-4/4)
Appendix 9	Log of the Drill Hole “MJTA-9”(1/5-5/5)
Appendix 10	Geochemical Results for Central Zalturbulak prospect
Appendix 11	Geochemical Results for Akmola area

第1章 序論

1-1 調査目的

本調査の目的は、カザフスタン共和国テレクティンスキーアップリフト地域 (Figure 1-1) において地質および鉱床賦存状況を解明するとともに、新鉱床を発見することを目的とする。また、調査期間を通じて相手国機関の技術者に対して技術移転を図ることを目的とする。

1-2 調査内容

3年間の調査の流れをFigure 1-2に、内容と調査量をTable 1-1およびTable 1-2にそれぞれ示す。

1-3 調査地域

調査地域のテレクティンスキーアップリフト地域は中央カザフスタンのほぼ中央部に位置し、北緯 $48^{\circ} 10' 00'' \sim 48^{\circ} 50' 00''$ 、 $67^{\circ} 45' 00'' \sim 69^{\circ} 00' 00''$ の範囲であって、その調査面積は $6,900\text{km}^2$ である (Figure 1-1)。

地域の南西方約50kmにある州都ZhezkazganへはAlmatyから航空機を利用し、約2時間で到着できる。Zhezkazganから調査地域の南端部まで舗装道路が整備されている。調査地域内には未舗装の道路がネットワーク状に発達するが、主要部落間以外は道幅も狭く整備不良の部分も多いため、四輪駆動によらなければならない。

この地域の地形は地形学的輪廻による分類では老年期ないし準平原期の地形に属し、広大な平坦地と低い丘陵および丘陵を縫って分布する河川により特徴づけられる。地形状況は地区の西部と東部でやや異なる。地域西部の石炭系が主に分布する地区は比較的強く浸食され、標高も372.3m～645.3mと起伏変化が著しい。一方、地域東部の主にデボン系が分布する地区では、標高は413.6m～535.9mとなだらかな起伏を示す。

調査地域の気候は半乾燥気候に属す。年間平均気温は 5.5°C で、夏期には 33°C まで上昇し、冬期には -33°C まで下降する。年間の降水量は250mmで、6月に最大値17mmを示す。11月から3月にかけては積雪を見る。植生は草本類が占め、幹の発達した木はほとんど見ることができない。

1-4 調査員

本調査現地調査に参加した調査員をTable 1-3に示す。

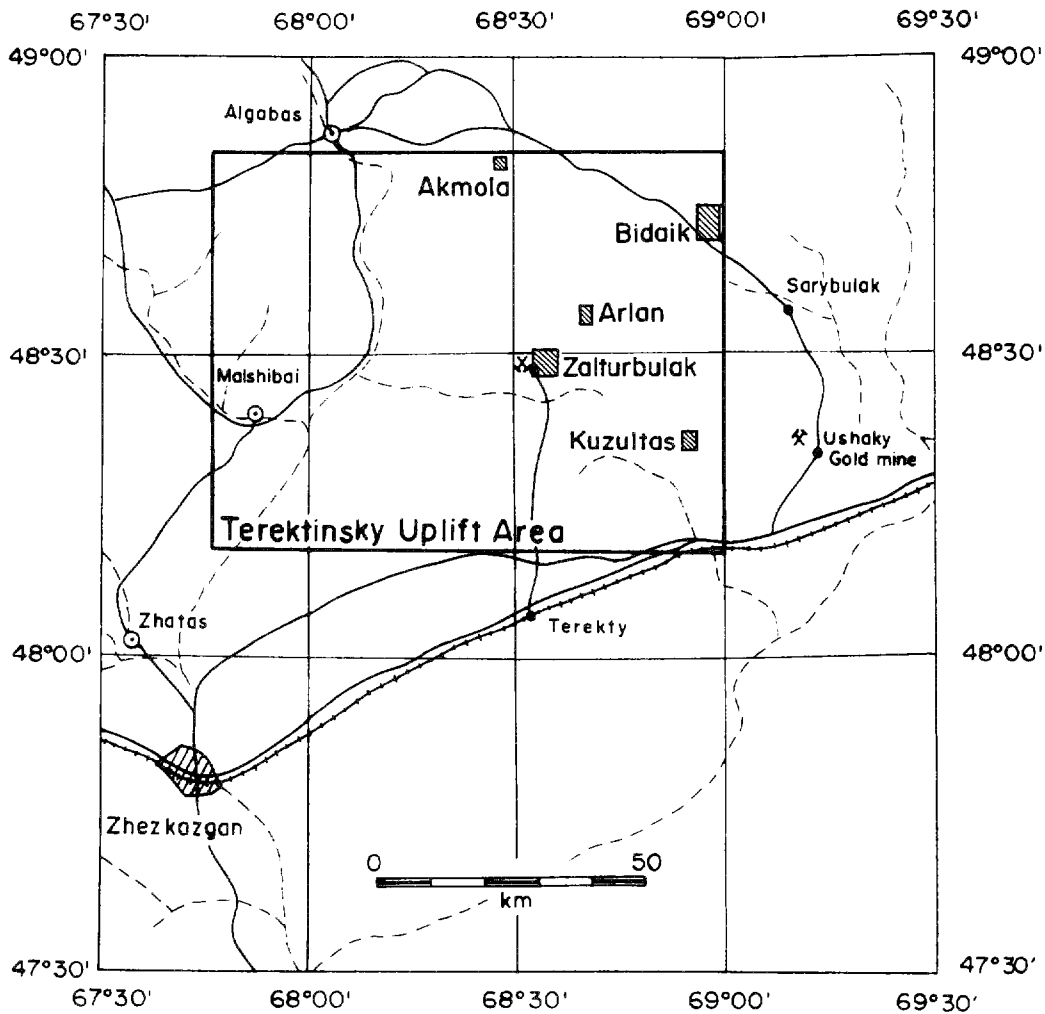
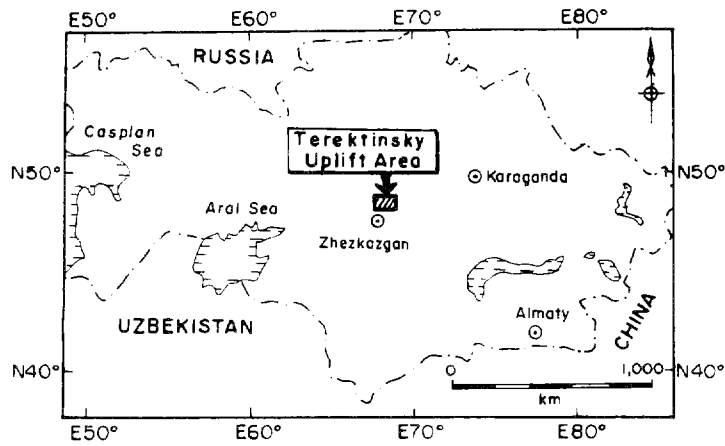
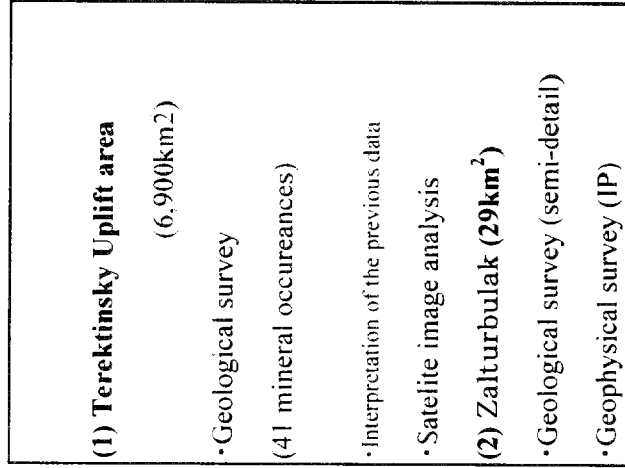
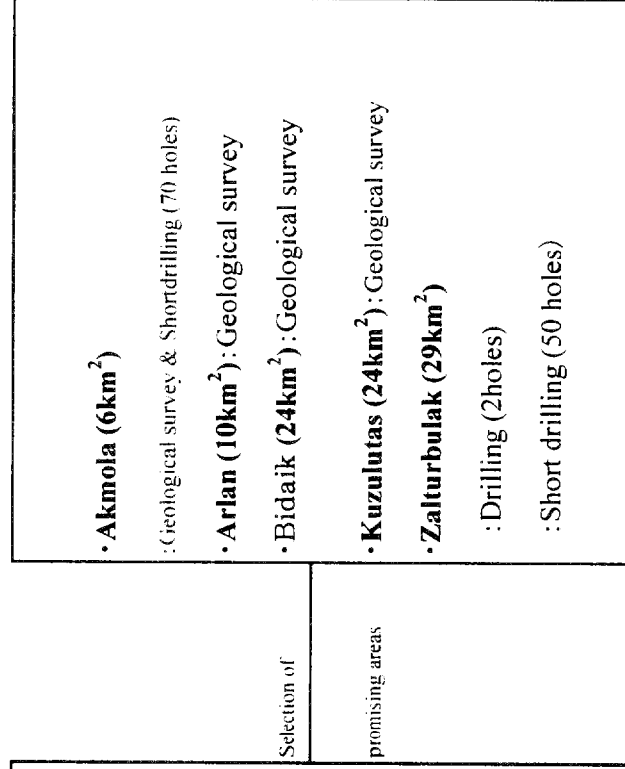


Figure 1-1 Location Map of the Project Area

Phase I (1997)



Phase II (1998)



Phase III (1999)

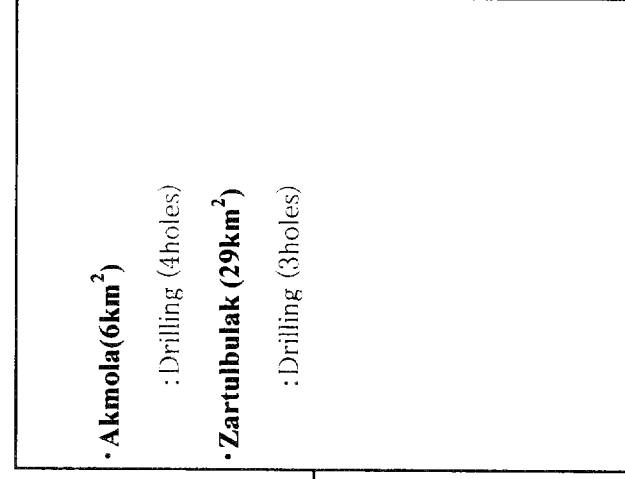


Figure 1-2 Flow Chart of the Terektnsky Uplift area project

Table 1-1 Survey Works

Phase	Survey method	Prospect area	Quantity of field works	
			Area	
Phase I	Satelite image analysis	All area	6,800km ²	
	Geological survey	4 l prospects	6,800km ²	
	Geological survey(semi-detail)	Zalturbulak	29km ²	
	Geophysical suevey(IP)	Zalturbulak	Measuring line 55.7km	Sampling points 497

Phase	Survey method	Prospect area	Quantity of field works	
			Area	
Phase II	Geological survey(semi-detail)	• Akmola	6 km ²	
		• Bidaik	10 km ²	
		• Arlan	24 km ²	
		• Kuzulutas	24 km ²	
	Short drilling (geochemical exploration)	• Akmola • Zalturbulak • Arlan	Holes	Total depth (m)
			70	1370
50			1400	
Drilling survey	• Central Zalturbulak zone • West of Aktau	Holes	Total depth (m)	
		2	30	
		1	350	
			1	350

Phase	Survey method	Prospect area	Holes×Depth	Total depth (m)
Phase III	Drilling survey	• West of Aktau	2×250	500
		• Wetern Zalturbulak	1×300	300
		• Akmola	3×250, 1×288	1038

Table 1-2 List of laboratory tests and measurement

(1) Phase I

Survey method	Item	Number
Geological survey	•Chemical analysis (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo)	305
	•Polished thin section	66
	•Thin section	78
	•Fluid inclusion (homogenization temp.)	46
	•X-ray diffraction	77
	•Age dating	4
Geological survey (semi-detail)	•Chemical analysis (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo)	161
	•Polished thin section	35
	•Thin section	31
	•X-ray diffraction	51
	•Fluid inclusion (homogenization temp.)	26
	•Age dating	3
Geophysical survey	•Resistivity	25
	Chargeability	25

(2) Phase II

Survey method	Item	Number
Geological survey	•Chemical analysis of Ore(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo)	300
	•Polished thin section	40
	•Thin section	35
	•Fluid inclusion (homogenization temp.)	6
	•X-ray diffraction	25
	•Age dating	3
Short drilling	•Chemical analysis of Ore(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo)	450
	•Polished thin section	40
	•Thin section	10
	•X-ray diffraction	10
Drilling	•Chemical analysis of Ore(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo)	400
	•Polished thin section	40
	•Fluid inclusion (homogenization temp.)	6
	•Thin section	10
	•X-ray diffraction	20

(3) Phase III

Survey method	Item	Number
Drilling	•Chemical analysis of Ore(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo)	850
	•Chemical analysis of Ore(S)	74
	•Polished thin section	50
	•Thin section	50
	•Fluid inclusion (homogenization temp. & salinity measurement)	10
	•X-ray diffraction	40
	•whole rock analysis	9
	•Age dating	5

Table 1-3 Survey team

Phase	Japan	Republic of Kazakhstan
Phase I	<p>Mr.Mitsuru Suzuki (Leader)</p> <p>Mr.Takaaki Nagao (Geologist)</p> <p>Mr.Goto Motomu (Geologist)</p> <p>Mr.Steven Luke Wolliamson (Geologist)</p> <p>Mr.Hiroyuki Ii (Chief Geophysist)</p> <p>Mr.Jyunnichi Sasaki (Geophysist)</p> <p>Mr.Zdenek Duchoslav (Geophysist)</p>	<p>Dr. Yriy Vasilenko (Chief Geophysist)</p> <p>Dr. Malik Rakhymbayev (Chief Geologists)</p> <p>Mr.Sergey Yaskevich (Geophysist)</p> <p>Mr.Askar Kazybekov (Geologist)</p> <p>Mr.Alexey Novikov (Geologist)</p> <p>Mr.Marar Usipbayev (Geologist)</p> <p>Mr.Oleg Solovyev (Geophysist)</p> <p>Mr.Dmitriy Danilin (Geophysist)</p>
Phase II	<p>Mr.Mitsuru Suzuki (Leader)</p> <p>Mr.Takaaki Nagao (Geologist)</p> <p>Mr.Norio Ikeda (Geologist)</p> <p>Mr.Kazuhiro Yamamoto (Geologist)</p>	<p>Dr. Yriy Vasilenko (Chief Geophysist)</p> <p>Dr. Malik Rakhymbayev (Chief Geologists)</p> <p>Mr.Sergey Yaskevich (Geophysist)</p> <p>Mr.Askar Kazybekov (Geologist)</p> <p>Mr.Alexey Novikov (Geologist)</p> <p>Mr.Marar Usipbayev (Geologist)</p> <p>Mr.Dmitriy Danilin (Geophysist)</p>
Phase III	<p>Mr.Mitsuru Suzuki (Leader)</p> <p>Mr.Takaaki Nagao (Geologist)</p>	<p>Dr. Yriy Vasilenko (Chief Geophysist)</p> <p>Dr. Malik Rakhymbayev (Chief Geologists)</p> <p>Mr.Askar Kazybekov (Geologist)</p> <p>Mr.Marar Usipbayev (Geologist)</p>

第2章 中央カザフスタンの地質と鉱床

2-1 広域地質構造

中央カザフスタンは先カンブリア紀の結晶質基盤岩類、カレドニアおよびパリスカンの褶曲帯およびそれらに伴う火山・深成岩コンプレックスが基盤岩の構造に支配されて発達し、南東方向に時代が新しくなるという帯状の分布を示す (Figure 2-1)。

古生界中には5つの褶曲系が知られている。この褶曲系はシベリアコンチネント下に大洋地殻が後期オルドビス紀以降後期石炭紀まで連続的に沈み込んだ結果として形成されたものとして一般的には理解されている (Glukhan and Serykh, 1996)。

沈み込みは当初、中央カザフスタンの東方～北東方にあった Turkestan 海の縁で起こった。その後デボン紀後期～石炭紀前期に中央カザフスタンの南方にも沈み込み帯が生じ、中央カザフスタンは南方からの横圧力を受けるようになる。さらに、南方に存在したアジア大陸とシベリア大陸の衝突が石炭紀前期～二畳紀初期に起き、これに起因してヘルシニア造山運動が生じた。中央カザフスタンの褶曲帯は当初 NE 系の構造を形成し、後に折れ曲がり、横ずれ破碎帯にそって移動したと推定されている。テレクティンスキーアップリフト地域はこのカレドニア変動の褶曲帯内の折れ曲がり帯の中に位置する。

テレクティンスキーアップリフト地域は古生代の Teniz 堆積盆地と Zhezkazgan 堆積盆地の間にある Sarysu-Teniz ブロック内に位置する。Sarysu-Teniz ブロックの地質構造は波長・振幅がともに小さい北西系の地累、地溝および高頻度で分布する東西走向の逆断層で特徴づけられる (Khain, 1985)。地累、地溝の軸部にはしばしば先カンブリア界や下部古生界が分布する。一方、地溝には激しく褶曲したデボン紀後期の碎屑岩・炭酸塩岩から構成される。

2-2 鉱床区

鉱床生成場、鉱床生成時期および鉱床タイプの記述を含む中央カザフスタンの鉱物資源に関する一般概要については Melchenko & Ermolov (1996) がまとめている。彼等によれば、テレクティンスキーアップリフトは Koktas-Sonaly 鉱床区に属する。この鉱床区には、デボン紀の火山・深成岩類を母岩としてカレドニア期後期に生成したタングステン、錫、モリブデン、銅、金の鉱化作用が知られている。既知のタングステン、錫およびモリブデンの鉱徴地はいずれも小規模で、探鉱のターゲットとは考えられなかった。最近になって Koktas-Sonaly 鉱床生成区には銅-モリブデン鉱床および金鉱床のポテンシャルが大きいと考えられるようになった。これは、ここ 10 年間において、デボン紀の火山岩および深成岩を母岩とした斑岩銅-モリブデン-金鉱床および鉱脈型金鉱床が相次いで発見されたことによる。

中央カザフスタンにおいて注目されるデボン系を母岩とした鉱化作用は以下の通りである。

1. Samarsky 型斑岩銅-金鉍化作用:このタイプの鉍床は中期デボン紀に貫入した斑状花崗岩類と火山性堆積岩類の境界部に主として分布する。
2. Ushoky 型石英-硫化物-金鉍化作用:このタイプの鉍床は下部デボン系を母岩とし、後期デボン紀に貫入した花崗岩類によって生成されたものである。
3. 石英-錫石, 錫石-電気石, 錫石-硫化物鉍化作用:バリスカン造山期の花崗岩類に関連したもの。
4. タングステンおよびモリブデン鉍化作用: バリスカン造山期の花崗岩類に関連して生成されたもの。

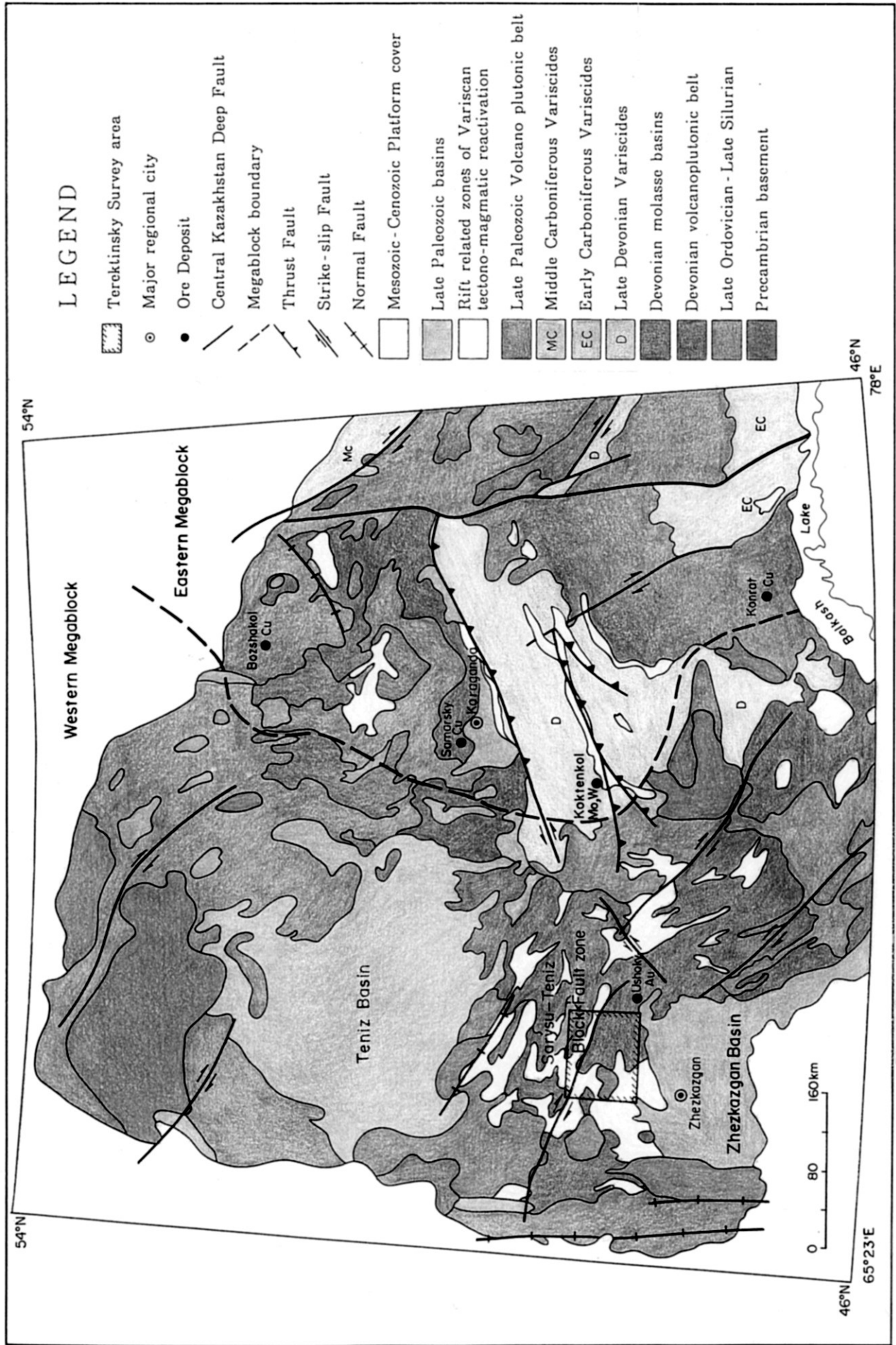


Figure 2-1 Geological Map of Central Kazakhstan
(modified after Orlov, Kondrashenkov, Shchebunyaev, in Glukhan and Serykh, 1996)

第3章 テレクティンスキーアップリフト地域の地質

3-1 衛星画像解析

第1年次の現地調査に先立ち、Landsat/TM データのフォ-ルスカラ-画像と比演算画像を用いてテレクティンスキーアップリフト地域の広域的な地質および地質構造の把握を試みた。

(1)使用データおよびデータ処理

1)使用データ

対象地域をカバーする最良のデータとして、下記の Landsat/TM データを選定した。

- ・パス：156,ロウ：026
- ・撮像年月日：07/12/86
- ・ID：LT5156026008619310

2) 画像作成

上記衛星画像データから地質構造・岩相区分・変質帯抽出に最適であるフォ-ルスカラ-画像および比演算画像を作成した。フォ-ルスカラ-画像におけるバンド組合せは、岩石・土壌の反射率の強さとバンド間のコントラストを考慮してバンド1(青)、バンド4(緑)、バンド5(赤)とした。また、比演算画像におけるバンド組合せは、鉄酸化物存在の可能性を検知するために比演算 3/1(青)および 5/4(緑)、さらに粘土鉱物存在の可能性を検知するために比演算 5/7(赤)とした。

3) データ処理

フォ-ルスカラ-画像および比演算画像を作成するために、次のデータ処理を実施した。

- ・データの読み込み,フォーマット変換
- ・画質のチェック(ストライプノイズ除去)
- ・簡易幾何補正(Navigation Chart)
- ・対象地域のトリミング
- ・バンド選定(B:G:R=1:4:5)
- ・比演算(B:G:R=3/1:5/4:5/7)
- ・濃度ストレッチ
- ・エッジ強調
- ・アノテーション

(2)画像判読

上記の処理後に作成した画像を Figure3-1 および Figure3-2 に示す。本調査ではこの画像を用いて、写真地質学的判読作業による地質単元の区分、地質構造抽出、ニアメント並びに変質帯の抽出を実施した。これらのすべての作業は、写真地質学専任の技術者によって

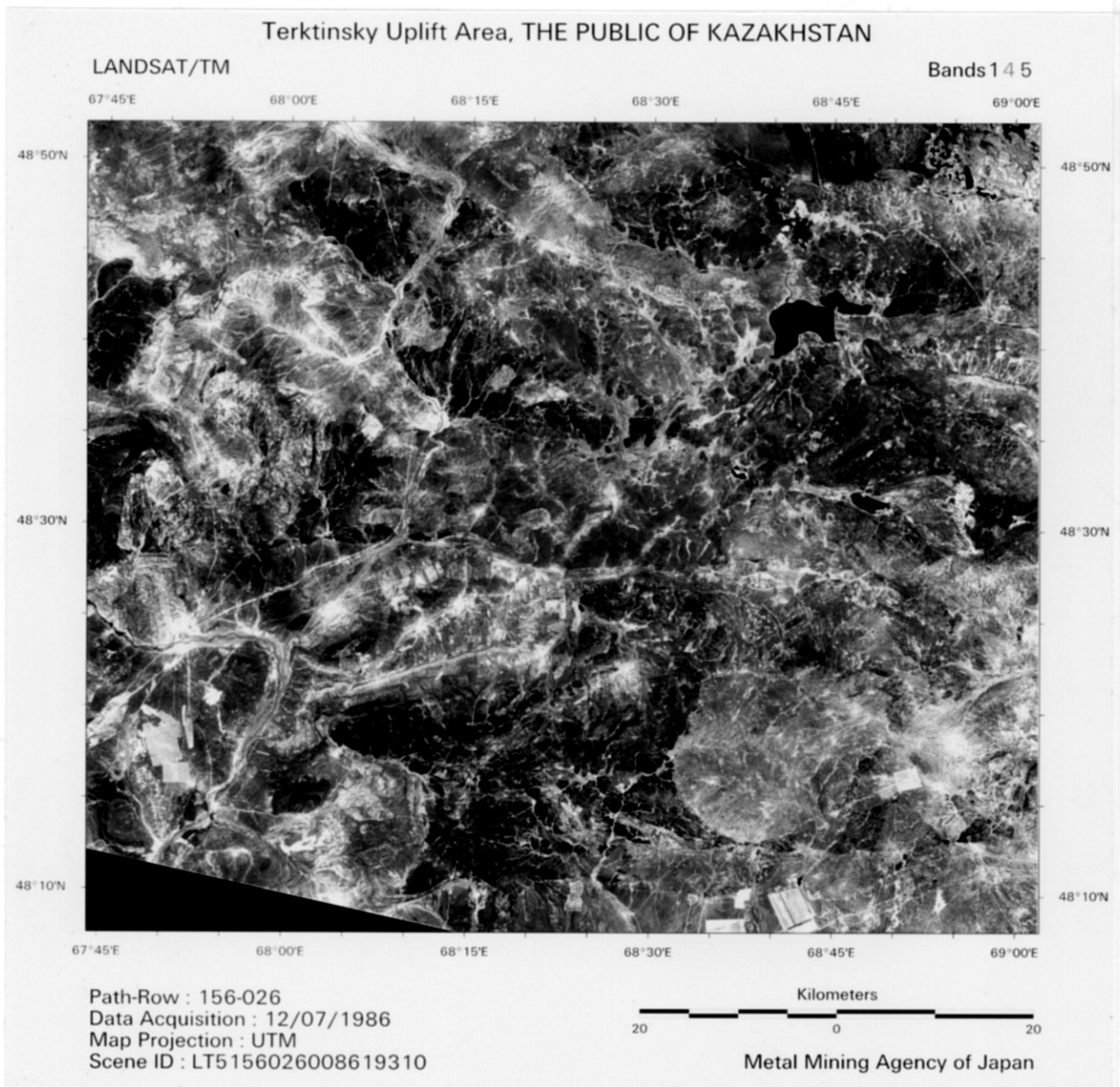


Figure 3-1 LANDSAT/TM False Color Image



Figure 3-2 LANDSAT/TM Ratioing Image

Table 3 - 1 Geological Interpretation Chart

Geologic Unit	Tone *1	Pattern	Density	Resistance	Texture	Landuse	Vegetation	Remarks	Comparison *2
Q	green, white	none	very high	very low	none	little	sparse	stream sediments, evaporites	Q(Quaternary)
P	reddish brown	dendritic	low	low	smooth	very poor	none	well bedded	P(Permian)
C	Orange	parallel	very high	high	very rough	very little	very poor	well bedded	C(Carboniferous)
D3	purple	subdendritic, parallel	high	intermediate	rough	very little	very poor	bedded	D3(Upper Devonian)
D2	dark brown	subdendritic	moderate	intermediate	smooth	none	very poor	well bedded	D2(Upper Devonian)
D1b	brown	subdendritic	high	intermediate	rough	very little	very poor	bedded, dykes	D1(Lower Devonian)
D1a	dark brown (bluish)	dendritic	high	intermediate	rough	none	very poor	poor bedded, dykes	D1(Lower Devonian)
S	reddish brown	subdendritic	high	low	smooth	very little	very poor		S(Silurian)
O	purple	subdendritic	high	low	smooth	very little	very poor	mottle	O(Ordovician)
I3	light grey	subparallel	high	intermediate	rough	very little	very poor	intrusive-like, dykes	D2-3(Upper Devonian)
I2	yellowish brown	subparallel	very high	intermediate	rough	very little	very poor	intrusive-like, dykes	D2-3(Upper Devonian)
I1	greenish brown	radial, parallel	very high	intermediate	smooth	little	very poor	intrusive-like, dykes	D2-3(Upper Devonian)

*1) Tone on LANDSAT/TM false color image

*2) Compared with "Regional Geological Map of the Tretinsky Uprift Area"

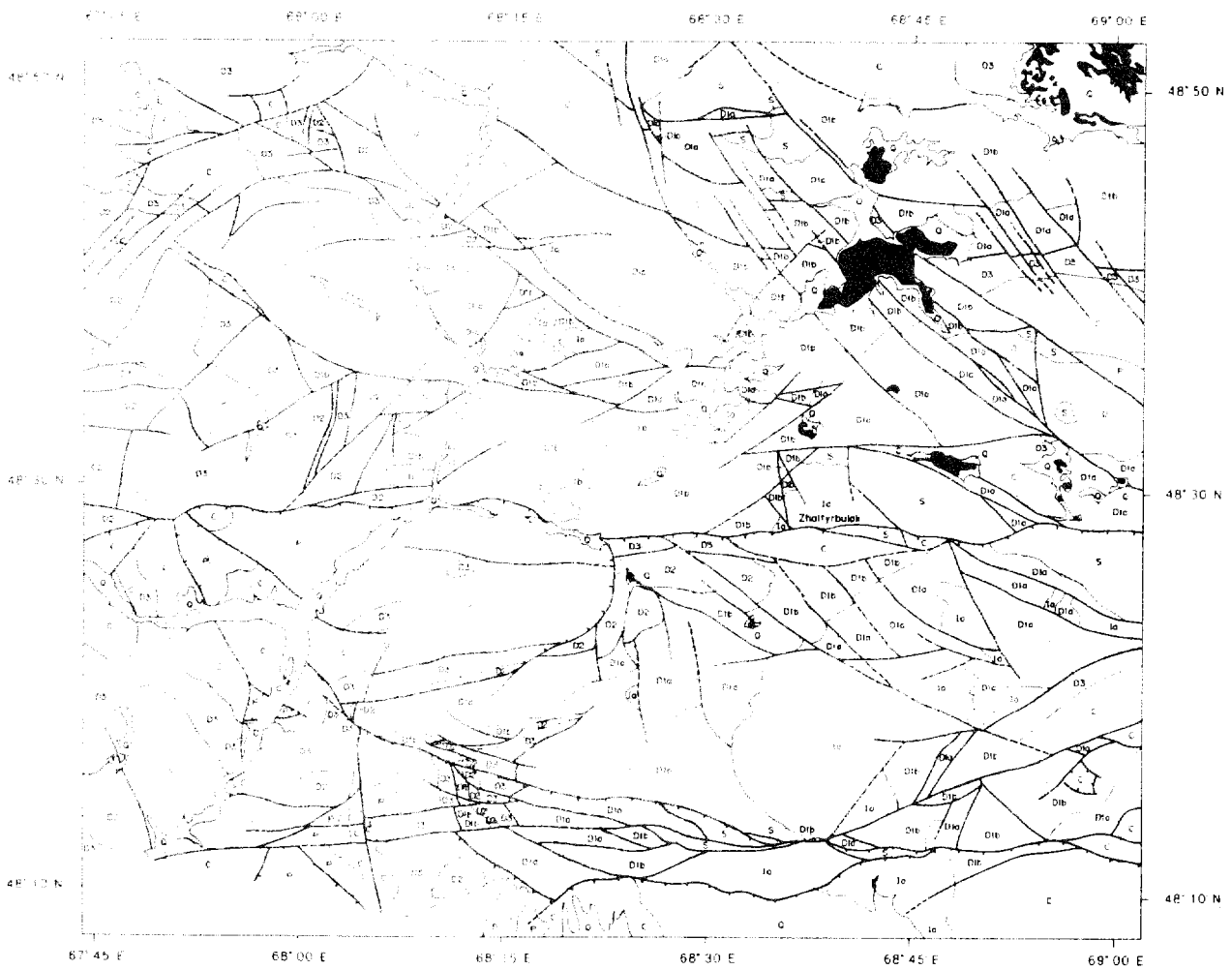
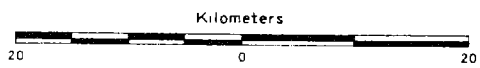


Image Data used : LANDSAT/TM
 Path-Row : 156-026
 Data Acquisition : 12/07/1986
 Map Projection : UTM
 Scene ID : LT5156026008619310



Metal Mining Agency of Japan

LEGEND


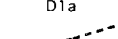



-  Geologic unit boundary
-  D1a Geologic unit name
-  Fault(certain/inferred, thorn showing younger block)
-  Drainage
-  Lake/pond

Figure 3-3 Results of Geologic Unit Interpretation

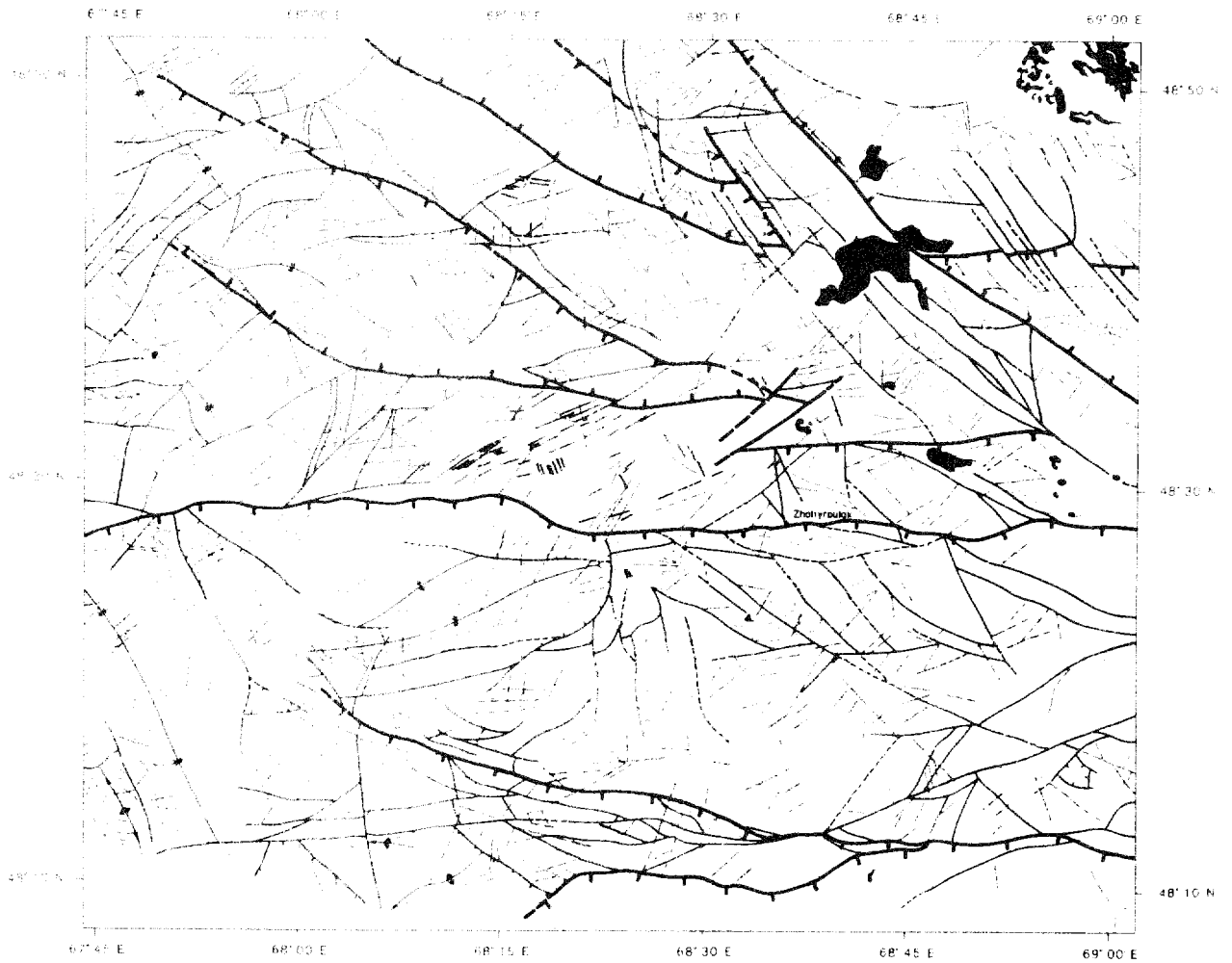
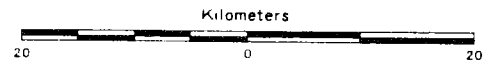


Image Data used : LANDSAT/TM
 Path-Row : 156-026
 Data Acquisition : 12/07/1986
 Map Projection : UTM
 Scene ID : LT5156026008619310



Metal Mining Agency of Japan

LEGEND


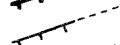







-  Major fault(certain/inferred, thorn showing younger block)
-  Minor fault(certain/inferred, thorn showing younger block)
-  Anticlinal axis (with plunging direction)
-  Synclinal axis (with plunging direction)
-  Lineament
-  Dyke
-  Bedding trace
-  Drainage
-  Lake/pond

Figure 3-4 Results of Geologic Structural Interpretation

ライトテーブル上で行われた。

地質単元区分表を Table 3-1、地質区分図を Figure 3-3 に、地質構造解析図を Figure 3-4 に示す。これらの結果は現地グラウンドツルースにより評価し、地質図作成の基礎資料として用いた。

3-2 地質

現地調査およびランドサット画像の解析結果を総合的に検討して地質図を作成した。第 1 年次に実施した地質概査ではほとんどすべての主要な地層を調査することができた。調査には 1/100,000 地形図を用いて観察事項をルートマップにまとめた。位置の決定には GPS を用いた。地質解釈、岩石・鉱石の同定および地質年代を決めることを目的として Table 1-3 に示した室内試験を採取した。

3-2-1 地質概要

テレクティンスキーアップリフト地域は古生代後期の Sarysu-Teniz ブロック断層帯内に位置する。Sarysu-Teniz ブロック断層帯内では、北西-南東方向に伸張する地累状の背斜と地溝状の向斜が交互に分布する。これらの背斜および向斜は多数の東西系逆断層により切られる (Khain, 1985)。地累状背斜の軸部には先カンブリア系の基盤岩類や下部古生界が分布する。一方、地溝状の向斜には、褶曲構造が発達した後期デボン紀および前期石炭紀の浅海堆積物が分布する。オルドビス紀およびデボン紀前期～石炭紀後期にかけて貫入した火成岩類が下部古生界中に分布する。これらの火成岩類の大部分は中央カザフスタンに広く認められるカレドニア造山およびパリスカン造山時に貫入した火山・深成作用の一部に相当するものである。

3-2-2 層序

調査地域の地質は、先カンブリア界(原生界)を基盤とし、下位からオルドビス紀の火山岩類・堆積岩類、前期～中期デボン紀の火山岩類とそれらに挟在する堆積岩類、後期デボン紀および前期石炭紀の炭酸塩岩および堆積岩類、未固結の第四紀の河川堆積物・湖成堆積物から構成される。模式層序図を Figure 3-5 に、地質図および地質断面図を Figure 3-6 と Figure 3-7 に示す。

(1) 原生界

調査地域の最古の岩石で、西部に分布する。既存地質図によれば下部原生界に属す。主な岩質はヒン岩、緑泥石-セリサイト-曹長石片岩および下部～中部 Riphean 統に属する石英-セリサイト片岩と石英-緑泥石片岩である。

(2) 古生界

1) 中部および上部オルドビス統(O₂ および O₃)

Geologic Age		Columnar Section	Symbol	Russian Formation Symbol	Thickness (m)	Lithology	Tectonic Event	Igneous Activity	Mineralization
Cenozoic	Quaternary		Q1-Q111	Q	1-10	Undifferentiated clay, sand, gravel and loam	Stable platform		
Paleozoic	Carboniferous	Upper-Middle	C	C2-3dz	365-630	Postorogenic marine terrigenous and carbonate sequence: limestone, sandstone, siltstone and conglomerate	Basin and trough formation by tectono-magmatic reactivation		Au Cu, Mo Western Zaiturbulak
		Middle		C2ts					
		Lower		C1B1	150-250				
				C1d1					
				C1jag					
				C1is					
	Devonian	Upper	D3	D3sism	200-500				
				D3ut	200-1200				
				D3zd	800-1000				
				D3dz	1000				
		Middle	D2	D2t1	2400				
	Lower	D1a	D1a	D1uz	900				
				D1z	600				
				D1tz	1125				
				D1c	D1ut				
Ordovician	Upper	O3	O3	1800					
			O3krb						
	Middle	O2	O2a1	1500					
			O2sv	600					
			O2kt	600					
Lower		O1-2ks	500						
Proterozoic	Riphean	Middle-Lower	PR	R1-2		Quartz-sericite and quartz-chlorite schist	Metamorphism		Gabbro
	Lower Proterozoic		PR1			and porphyrite			

Figure 3-5 Columnar Section of Terektinsky Uplift Area



Figure 3-6 Geology and Mineral Occurrence Location Map, Terektinsky Uplift Area

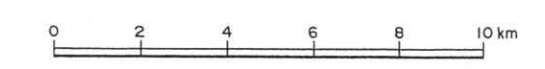
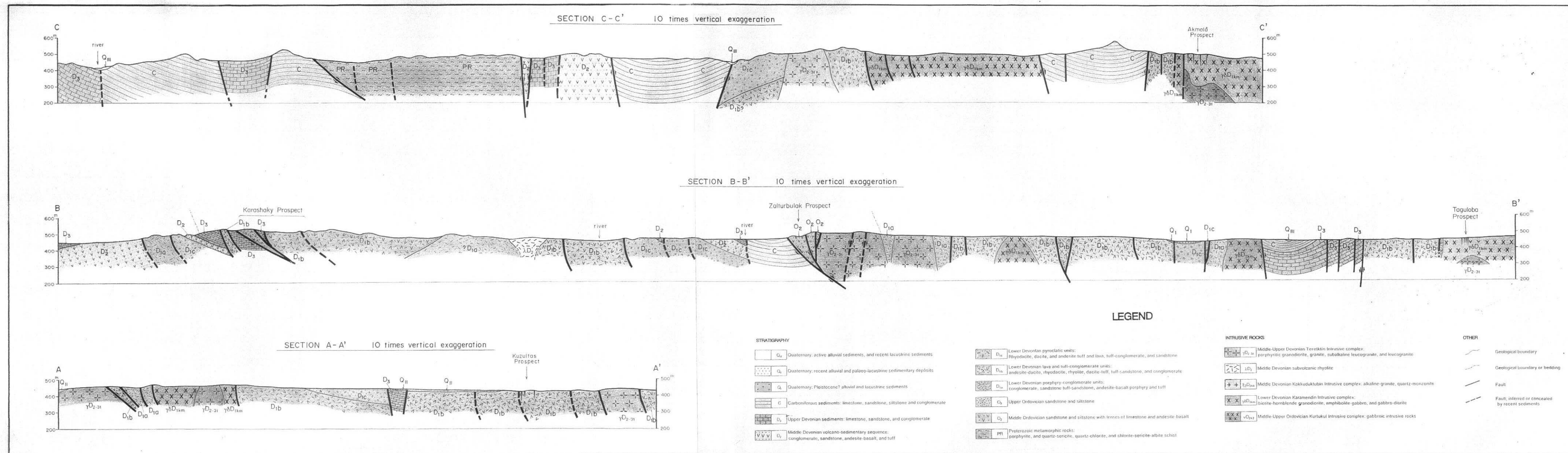


Figure 3-7 Geological Cross Sections of the Terektinsky Uplift Area

調査地域の中央部と北西部の地層構造を示す地区に分布する。調査地域に分布する古生界の最古期岩と推定される。中部オルドビス系(O₂)は砂岩・シルト岩を主体とし、石灰岩レンズと安山岩～玄武岩を挟有する。上部オルドビス系(O₃)は主に砂岩とシルト岩からなる。これらは整合的に累重し、次々と新期の地層が堆積したと考えられる。その後隆起・浸食し、下部～中部デボン紀の花崗岩類(Karamendin コンプレックス)が貫入した。これらの諸層の全層厚は3,000～5,000mである。

2) 下部～中部デボン系(D_{1a}, D_{1b}, D_{1c} および D₂)

下部デボン系および中部デボン系はオルドビス系を不整合に覆う。下部デボン系は調査地域中央部および東部に、中部デボン系は地域の西部にそれぞれ分布する。主な岩相は造山時の火山岩類と後造山時のモラッセ堆積物である。これらには下部～中部デボン系の花崗岩類(Karamendin コンプレックス)が貫入している。下部～中部デボン系の全層厚は3,500m～4,100mである。

3) 上部デボン系(D₃)

上部デボン系は調査地域縁部の向斜構造内に主に分布し、中部デボン系を不整合に覆う。上部デボン系は礫岩および砂岩を主とする。これらの粗粒堆積物は後造山時のモラッセ堆積物と考えられる。上部デボン系はデボン系最上部の石灰岩により不整合に覆われる。石灰岩の存在はある時期から環境が陸域から浅海域に変化したことを示す。この変化はカレドニア構造の再活動に起因すると推定されている。上部デボン系の全層厚は2,200m～3,700mである。

4) 石炭系

石炭系は上部デボン系の石灰岩を不整合に覆い、主に調査地域縁部の向斜構造内に分布する。石炭系は大きく下部石炭系と上部石炭系に区分される。下部石炭系は浅海の堆積物で、砂岩、シルト岩、石灰岩、苦灰岩およびマールなどから構成される。一方、上部石炭系は湖成堆積物を主体とし、砂岩、シルト岩、頁岩、礫岩などの岩質から構成される。石炭系の全層厚は600m～1,150mである。

5) 第四系(Q_I, Q_{II}, Q_{III})

第四系は大きくQ_I, Q_{II}, Q_{III}に区分される。Q_{III}は現世の沖積層および湖成堆積物である。Q_{II}は古河川および古湖の未固結堆積物からなる。Q_Iはさらに古期の、更新世と考えられる砂層および礫層からなる。

3-2-3 貫入岩類

貫入岩類は、概査地域のほぼ 25%を占めて分布する。貫入岩類は Kurtukul コンプレックス(中部オルドビス系)、Karamendin 貫入岩コンプレックス(デボン～石炭系)、Terektin コンプレックス(デボン系)に区分される。これらのなかで Karamendin 貫入岩コンプレックスが 鉍化作用との関連で重要である。Karamendin 貫入岩コンプレックスは、後期古生代の造構運動・マグマ再活動および上昇運動に関連して北東系または東西系の断層により境され、テレクティンスキーアップリフト地域の中央部および東部で巨大なバソリスをなして分布する(Figure 3-8)。岩質は花崗閃緑岩～花崗岩が卓越する。本調査および既存資料による放射年代では、Karamendin 貫入岩コンプレックスとして一括されているものにはカレドニア造山の中期、後期およびバリスカン造山期に関連するものがあると考えられる (Figure 3-9)。本コンプレックスは多くの鉍徴地の母岩となっており、更なる年代値の集積が望まれる。

第4章 テレクティンスキーアップリフト地域の鉍化帯

テレクティンスキーアップリフト地域には金およびベースメタルの鉍徴地が多数ある。第1年次調査では既存鉍徴地の位置が示されている縮尺 1/200,000 地化学異常図に基づき実施計画をたて、約 41 の鉍徴地の調査を行った。

4-1 調査方法

調査には 1/10,000 の地形図およびランドサット画像を用い、既存の縮尺 1/200,000 地化学異常図に記載されている鉍徴地を GPS により位置を確認しながら行った。鉍徴地では簡易測量を行い鉍化帯の正確な産状を把握した。また、鉍化帯の特徴を把握できるように詳細な露頭の観察を行い、スケッチ図を作成した。同時に室内試験試料を採取した。化学分析用の採取にさいしては露頭試料の場合は、できるだけチャンネルサンプリングを行い、それが不可能な場合でも数 kg の試料を採取した。転石試料の場合は広範囲(10m×10m 程度の場合が多い)から 5~10kg の試料を採取した。なお、この方法は 2 年次以降の地質準精査でも採用した。

4-2 調査結果

以上の調査の結果、本地域の鉍徴地を以下のように分類した。

- (1) タイプ 1：斑岩型鉍化作用(Samarsky 型)：デボン紀の斑状貫入岩体に関連して生成した鉍染状硫化物鉍徴地
- (2) タイプ 2：下部デボン系の火山岩類を母岩として含金石英脈型鉍徴地(Ushoky 型)
- (3) タイプ 3：その他の鉍徴地であり 4 タイプに細分した。
 - タイプ 3-1：下部デボン系の花崗岩類を母岩とした含金石英脈型鉍徴地
 - タイプ 3-2：火山岩を母岩とした鉍染型および割れ目支配型鉍徴地
 - タイプ 3-3：貫入岩との接触部に生成した硫化物-石英脈鉍徴地
 - タイプ 3-4：その他、データ不足で分類できないもの

Table 4-1 と Table 4-2 に調査結果をまとめた。各鉍徴地の位置は Figure 3-6 にも示した。上記の各種鉍徴地の中で、鉍石の分析品位、変質帯の規模等からタイプ 1 とタイプ 2 の鉍徴地に有望と考えられるものが多かった。Table 4-2 に示した各鉍徴地はその中でも特に有望と判断され、第 2 年次調査以降にも調査を行ったものである。これについては第 5 章以降に記述する。一方 Table 4-1 に示した鉍徴地は次期探査の優先度は低いかまたはそれが不要と判断した鉍徴地である。これらについては JICA/MMAJ.1998 に鉍徴地別に調査結果を詳しく述べている。

Table 4-1: Summary of mineral occurrence and their characteristics in the Terektinsky Uplift Area (Regional survey area)

番号	鉱床地または 鉱化帯名	位置		地質および鉱化帯の性状	鉱化帯の トレンド	変質帯		流体包有物 均質化温度 (℃)	分析結果 (最高値ppm)							鉱石鉱物 (顕微鏡観察結果)	鉱化帯 区分	鉱化帯または変質帯の規模	旧探鉱活動(現地確認)	
		緯度 N	経度 E			変質 強度	野外で同定した 変質鉱物		X線回折試験結果	試料数	Au	Ag	Cu	Pb	Zn					other
15	Akmola Southeast (Zabutaia)	48°47'07"	68°27'56"	強変質したデボン紀の堆積岩類・細粒花崗岩が分布	?	S	Oz-Ser-Clay	Oz-Ser-Kao		3	<0.01	<0.2	5.5	12	3.4	Ba:429		3-1	50 m × 50 m (変質帯)	
16	Baidos	48°12'38"	68°16'08"	強変質または花崗岩類が母岩とした珪化帯	NS	S	Oz-Ser-Clay- Hem	Oz-Prp-Dia-Py± Kao±Ser		4	<0.01	<0.2	39.8	11	2	Ba:697	黄銅鉱、黄鉄鉱、磁硫 鉄鉱	3-1	700 m × 50 m (珪化帯)	
17	Demdi	48°41'52"	68°56'41"	デボン紀の堆積岩・火山岩分布域中の石英脈帯	?	?	?			4	<0.01	0.4	54	59	33.3	Ba:1150	黄銅鉱、黄鉄鉱、磁硫 鉄鉱	3-1		ボーリング孔跡:1
18	G1	48°28'	68°31'	Karamendin コンプレックスの花崗閃緑岩を母岩とした石英脈	N5W	W	Oz	Oz-Pl-Or-Hor-Chl		2	<0.01	<0.2	9.3	3	2.2			3-1	20 m × 4 m (石英脈)	
19	G2	48°37'	68°46'	下部デボン系を母岩とした石英脈または網状石英脈		W	Oz-Hem	Oz-Pl		2	0.08	0.3	89.5	11	3.7	Ba:1330	黄銅鉱、黄鉄鉱、赤鉄 鉱、褐鉄鉱	3-1	2km × 2kmの範囲に石英脈 石ゾーン数箇所	トレンチ1本
20	G3	48°34'	68°16'	Karamendin コンプレックスの花崗閃緑岩を母岩とした5本の 石英脈	N10E	W	Oz-Clay	Oz-Or-Pl-Chl±Ser	158-338	2	<0.01	<0.2	20.5	5	<0.5			3-1	10 m × 3 m (石英脈の平均値)	トレンチ3本
21	G4	48°18'	68°33'	Terektinコンプレックスの黒雲母花崗岩を母岩とした網状 石英脈および石英脈石ゾーン	N20E	W	Oz	Oz-Pl-Or-Bi	259-419	5	<0.01	<0.2	17.2	6	2.7			3-1	117 m × 3 m (石英脈石ゾーン)	
22	Greisen	48°32'	68°27'	Karamendin コンプレックスの花崗閃緑岩を母岩とした石英 脈石ゾーン	N45W	W	Oz		229-366	2	<0.01	<0.2	17.7	<2	<0.5			3-1	50m×20m, 10m×15m (石英脈石ゾーン)	トレンチ1本
23	Karashaky -A	48°15'43"	68°15'19"	デボン紀火山岩中の大規模強変質帯	N75E	S	Oz-Clay	Oz-Ser-Kao-Or		9	<0.01	<0.2	12.4	13	9.9	Ba:5360		2?	1000 m × 300 m (変質帯)	トレンチ4本 (総長約1,600m)
24	Karashaky B, C, D	48°16'	68°17'	デボン紀火山岩・堆積岩中の石英脈	E-W&NE	S	Oz-Clay	Oz-Ser-Kao		5	<0.01	<0.2	26.2	15	19.2	Ba:364		2	4km × 4km	トレンチ多数 (平均長100m)
25	Koktal	48°45'44"	68°48'15"	花崗岩類(Karamendin コンプレックス)と輝緑岩の接触部 付近に発達した石英脈	N30W	VW	Oz-Zeolite?	Oz-Pl-Or-Bi-Ser		3	<0.01	<0.2	76	5	35.3			3-3	400m × 50m	トレンチ10本(総長約132m), ボーリング孔跡:2箇所
26	Kuzultas West	48°20'43"	68°53'11"	デボン紀の酸性火山岩類を母岩とした石英脈・角礫岩 ゾーン	N50W	W	Oz-Py		324-343	1	0.29	2.1	16.3	18	3.7			2	20 m × 2 m (石英脈石ゾーン)	
27	Luguvoc	48°41'07"	68°59'12"	デボン紀の火山岩類を母岩とした石英脈?														3-4		ボーリング孔跡:3
28	N1	48°26'11"	68°56'30"	前期デボン紀の火山岩類を母岩とした石英脈石ゾーン	N30E	W	Oz-Hem			5	<0.01	<0.2	18.5	23	5.1		赤鉄鉱	3-4	120 m × 80 m (石英脈石ゾーン)	
29	N2	48°30'03"	68°34'27"	前期-中期デボン紀の火山岩分布域中の石英脈帯	N80E	W	Oz			1	<0.01	<0.2	21.3	6	2.2			3-4	80 m × 60 m	
30	N3 (Koktem?)	48°36'28"	68°34'29"	石英脈、花崗岩を源岩とする強珪化ゾーン	N40W	S	Oz				<0.01	<0.2	50.2	17	11.4		赤鉄鉱、針鉄鉱	3-1	300 m × 70 m (珪化岩転石ゾーン)	
31	N4 (Shilde-1?)	48°37'58"	68°36'19"	デボン紀中性〜塩基性火山岩類分布域中の石英脈石 ゾーン	N35E	W	Oz		246-379		<0.01	0.2	19.7	2	2.5			2?	150 m × 1 m	
32	Reper	48°24'00"	68°47'30"	前期-中期デボン紀の流紋岩質火山岩類を母岩とした 裂つた充填型鉱床。割れ目は放射状に発達する	NS (General trend)	M	Oz-Ser-Hem	Oz-Ser-Pl	234-305	7	0.07	5.6	58.5	64.3	177	As:928, Sb:103	エレクトラム、針鉄鉱、 褐鉄鉱	3-2	200 m × 50 m (石英脈石ゾーン)	
33	S1	48°28'18"	68°56'01"	前期デボン紀火山岩類を母岩とした石英脈石ゾーン。鉱化 帯は前期-中期デボン紀の火山岩類と石英脈の境界部の 境界部に位置する	N40W	M	Oz			1	<0.01	0.3	31.5	4	4			2	80 m × 2 m	
34	S2	48°26'49"	68°46'56"	前期デボン紀の細粒酸性火山岩類を母岩とした網状石英 脈石ゾーン・角礫岩ゾーン。鉱化帯は前期-中期デボン紀の 酸性火山岩類と石英脈の境界部の境界部に位置する	N75E	W	Oz			1	<0.01	<0.2	11.3	3	5.9			2	150 m × 1 m	
35	S3	48°45'30"	68°18'30"	花崗閃緑岩・閃緑岩類(Karamendin コンプレックス)と堆積 岩の接触部付近に発達した石英脈。堆積岩類はホルン フェルス化	N35W	W	Oz			6	<0.01	<0.2	37	9	35.5		黄銅鉱、エレクトラム	?		
36	S4	48°45'24"	68°57'55"	花崗閃緑岩を母岩とした石英脈石ゾーン	N90E	M	Oz		134-328	4	<0.01	<0.2	14	4	5.4			3-1	60 m × 2 m	トレンチ2本
37	Sartas	48°15'	68°57'	デボン紀の酸性火山岩類・堆積岩類に貫入した花崗閃 緑岩(Karamendin コンプレックス)を母岩とした網状石英脈 石ゾーン	N0E	W?	Oz-Hem	Oz-Ser-Anh-Pl	222-295		0.56	0.2	37.2	11	11.1	Ba:665	鉄酸化物	2?	50 m × 50 m	
38	Shenber-A	48°17'44"	68°04'44"	強珪化岩を母岩とした鉄酸化物を含む石英脈石ゾーン	N70W	S	Oz			4	0.01	<0.2	16.9	28	9.9	Ba:5360		3-4	<200 m × 100 m	
39	Shenber-B	48°18'38"	68°04'14"	鉱化帯は前期デボン紀の火山岩類と後期デボン紀の堆 積岩類の境界部付近に位置する。鉱化帯は石英脈の転 石ゾーンからなる	N80W	M?	Oz-Hem	Oz-Pl±Kao		4	<0.01	<0.2	14.6	8	57	Ba:4590		3-4	500 m × ?	
40	Shilde-2	48°36'	68°29'	ホルンフェルス化した砂岩中の石英脈	NE	M	Oz			6	<0.01	<0.2	17.9	26	7.6	As:102.B a:1940		3-3	100 m × 40 m	
41	Shubarkol	48°44'35"	68°46'35"	花崗閃緑岩(Karamendin コンプレックス)とデボン紀の火 山岩類を母岩とした石英脈石ゾーン	N75E	W	Oz-Ser	Oz-Ser-Pl	126-169	8	0.04	0.4	36.7	333	21.5	As:29	黄銅鉱、針鉄鉱、ジャ ロサイト、褐鉄鉱	2	1500 m × 2 m	トレンチ9本
42	Shubarkol NW	48°45'17"	68°46'10"	花崗閃緑岩(Karamendin コンプレックス)とデボン紀の火 山岩類を母岩とした石英脈石ゾーン	ENE	W	Oz-Epi	Oz-Dol-Hor-Py	159-263	3	<0.01	<0.2	19.6	31	13.1		黄銅鉱、針鉄鉱、ジャ ロサイト、褐鉄鉱	3-1	100 m × 50 m	
43	Sn1	48°17'	68°48'	前期デボン紀の酸性火山岩類を母岩とした石英脈帯	NE?	W	Oz-Clay-Py	Oz-Ser-Kao	220-306		<0.01	1	43.5	48	47.6		針鉄鉱、赤鉄鉱	3-4	8 km × 2 km	
44	Tamuz	48°32'	68°38'	前期デボン紀の火山岩類・堆積岩類を母岩とした石英脈 帯	?	S	Oz-Hem	Oz-Pl±Kao±Hem± Ser±Bi±Or	156-165	6	0.62	7.7	91.6	1150	11.8	As:104, Sb:129	エレクトラム、黄銅鉱、 磁鉄鉱、黄鉄鉱、針鉄 鉱、褐鉄鉱	2?	100 m × 100 m	
45	Uchastok "B"	48°12'	68°47'	花崗閃緑岩(Karamendin コンプレックス)を母岩とした石 英脈石ゾーン	N35E	W	Oz-Epi	Oz-Pl-Ser±Py±Cc	125-385	4	<0.01	<0.2	16.5	3	1.4			3-1?	100 m × 60 m	
46	Western Karamendin	48°34'	68°00'	オルビス紀の堆積岩類に貫入した石英脈帯を母岩とし た石英脈帯および石英脈石ゾーン	N60E	W	Oz	Oz-Ser-Pl-Kao	175-404	7	0.02	17.7	51.3	901	170		エレクトラム、磁硫鉄鉱	2?	4km × 4km (石英脈石ゾーン)	トレンチ多数
47	Zhamantas II	48°38'	68°29'	花崗閃緑岩(Karamendin コンプレックス)を母岩とした石 英脈石ゾーン	?	?	Oz				0.01	<0.02	16.4	5	1.5			3?	30 m × 30 m	ピット1

Mineralization Type: 1: Porphyry type; 2: Gold bearing quartz vein and disseminated sulphide mineralization (Samarsky porphyry type); 3: Others; 3-1: Vein style quartz sulphide-Au mineralization hosted by Lower Devonian granitic rocks; 3-2: Volcanic hosted disseminated and fracture controlled sulphide mineralization; 3-3: Intrusive contact related quartz-sulphide veins; 3-4: Miscellaneous occurrences

Table4-2 Summary of mineral occurrence and their characteristics in the Terektinsky Uplift Area (Detail-subdetail survey area)

番号	鉱微地または鉱化帯名	地質および鉱化帯の性状	鉱化帯の トレンド	変質		流体包有物 均質化温度 (°C)	分析結果(本調査)	鉱石鉱物	鉱化帯	鉱化帯または 変質帯の規模	資源量	旧探鉱活動
				特徴	変質鉱物 (X線回折試験)							
1	Central Zalturbulak (Aktau west)	デボン紀の安山岩類中に貫入した閃緑岩斑岩に関連した鉱染状銅鉱化帯	NE-SW	広域的なProp. 変質帯と内側に白色変質帯	Q-Ser-(Chl)→Py-Chl-Epi-Ca	>300 (from ore min. assemblage)	Cu: 1308,934ppm (MJTA-4, W=3m), Au: 477ppm (MJTA-4, W=3m)	黄銅鉱, 黄鉄鉱, 磁鉄鉱, 磁硫鉄鉱, キューバ鉱	Porphyry Cu-Au	0.3km×0.5km	-	ボーリング調査:2孔, トレンチ:10溝以上
2	Central Zalturbulak (Aktau west)	花崗閃緑岩に貫入した花崗岩中の鉱染状銅モリブデン鉱化帯	NE-SW	広域的なProp. 変質帯と内側に珪化帯	Q-Ser→Py-Chl-Epi-Ca	-	Cu: 645,605ppm (MJTA-3, W=1m), Mo: 400ppm (MJTA-3, W=3m)	黄銅鉱, 黄鉄鉱, 輝水鉛鉱, 磁鉄鉱, 磁硫鉄鉱	Porphyry Cu-Mo	0.15km×0.5km	-	-
3	Central Zalturbulak (Western Zalturbulak)	花崗閃緑岩に貫入した花崗岩中の鉱染状銅モリブデン鉱化帯	NNW-SSE	広域的なProp. 変質帯と内側に珪化帯	Q-Ser→Py-Chl-Epi-Ca	205-324	Cu: 645,605ppm (MJTA-3, W=1m), Mo: 695ppm (MJTA-5, W=1m)	黄銅鉱, 黄鉄鉱, 輝水鉛鉱, 磁鉄鉱, 磁硫鉄鉱	Porphyry Cu-Mo	0.7km×2km	-	ボーリング調査:4孔, トレンチ:15溝以上
4	Zalturbulak prospect (Central Zalturbulak zone)	花崗閃緑岩中の鉱脈型金鉱化帯。鉱化帯は12脈から構成される。主鉱脈の走向延長は250m	NNW-SSE	脈際のセリサイト変質が特徴的, 周囲にプロピライト変質が広がる	Ser-Chl-Py	164-424	Au: 20.8ppm (W-4 vein; grab), Au: 0.95ppm (C-1 vein; W=30m), Au: 18.9ppm (P-5 vein; W=1.5m), Au: 2.5ppm (P-4 vein; W=1.5m), Au: 3.0ppm (P-2 vein; W=1.6m)	エレクトラム, 黄鉄鉱, 黄銅鉱, 輝水鉛鉱, 四面銅鉱, 方鉛鉱, 磁鉄鉱	Au vein	300m×200m	7398kg (C1+C2): 既存資料	調査孔2溝, ボーリング調査:40孔以上, トレンチ:15溝以上
5	NE Zalturbulak	安山岩中に貫入した角閃石閃緑岩に規制される鉱脈型金鉱化帯。角閃石閃緑岩体は長径150m, 短径50mの紡錘型。	E-W	プロピライト変質	Epi-Chl-Ca	-	-	エレクトラム, 黄鉄鉱	Au vein	150m×80m	777kg (P2): 旧ソビエト	ボーリング調査:8孔, トレンチ:8溝
6	Aktau	安山岩中に貫入した閃緑岩に規制される鉱脈型金鉱化帯。	ENE-WSW	プロピライト変質	Q-Ser-Kao-Py→Chl-Epi	±170	Au: 17.1ppm (W=1m): 旧ソビエト	エレクトラム, 黄鉄鉱	Au vein	400m×400m	616kg (P2): 旧ソビエト	ボーリング調査:5孔, トレンチ:30溝以上
7	Akmola	石英斑岩に伴う斑岩モリブデン鉱化帯	NW-SE	広域的なProp. 変質帯と内側に白色変質帯	Q-Ser→Py-Chl-Epi-Ca	150-360	Mo: 445ppm (MJTA-9, W=38m)	輝水鉛鉱, 黄鉄鉱, 黄銅鉱	Porphyry Mo	Mo鉱化帯: L: ±400m?, D: ±100m?, W: 20m	2Mt? (Mo:0.04%)	ボーリング調査:4孔, トレンチ:35溝
8	Arlan	デボン紀の火山岩類中に貫入した小規模閃緑岩岩体際に発達する網状石英脈中の金鉱化作用。閃緑岩体はNNW-SSE系のせん断帯に貫入	NNE-SSW	閃緑岩体およびその際は珪化帯, その外側に粘土化帯→プロピライト化帯が発達。強珪化部には電気石の球状集合物が特徴的。	Q-Ser-Tour-Kao-Py-Chl-Epi	±180	Au: 4.16ppm (boulder)	黄銅鉱, 黄鉄鉱, 磁硫鉄鉱, エレクトラム	Au vein	2000m×300m	-	ボーリング調査:4孔, トレンチ:4溝以上
9	Bidaik	前期デボン紀のデイサイト質～安山岩質火山岩類母岩とした含金石英脈ゾーン。石英脈ゾーンは延長275m, 最大幅20m, 深部方向に40～80m連続。	NS	石英脈際の珪化, その外側の緑泥石化。総延長は約600m	Q-Ca-Ser	129-288	Au: 29.08ppm (boulder)	エレクトラム, 黄銅鉱, 黄鉄鉱, 酸化鉄鉱物	Au vein	275m×20m	129kg (P2): 旧ソビエト	ボーリング調査:7孔 1031m, トレンチ:4溝 450m
10	Taguloba	優白質花崗斑岩を母岩とした石英脈。周囲にガプロ～閃緑岩の伏在が推定され, これが鉱化関連火成岩の可能性がある。	NNE-SSW	石英脈際の珪化, その外側の緑泥石化	Q-Ser/Smec-Tour?	115-189	Au: 1.7ppm (boulder)	酸化鉄鉱物	Au vein	800m×400m (石英脈群)	-	ボーリング調査:1孔 145.6m, トレンチ:9溝 3380m
11	BidaikNE (No.2 zone)	前期デボン紀のデイサイト質～安山岩質火山岩類母岩とした三個所の含金石英脈ゾーン。部分的に高品位(>300g/t Au)を示す。	NNE-SSW	石英脈際の珪化が特徴的	Q-Ser-Ser/Smec-Lm	137-334	Au: 286～364ppm (boulder), Au: 0.93ppm (W=2m)	エレクトラム, 黄銅鉱, 黄鉄鉱	Au vein	200m×2m (石英脈)	-	トレンチ:1溝 10m
12	Kuzulutas ゾーン SW	前期デボン紀の酸性火山岩類と礫岩を母岩とした含金石英-重晶石-赤鉄鉱脈ゾーン。	NW-SW	石英脈際の珪化	Q-Ser/Smec-Ca	183-243	Au: 0.9ppm (W=3m)	黄銅鉱, 黄鉄鉱	Au vein	700m×100m	5330kg (P2, 深度15mまで): 旧ソビエト	ボーリング調査:3孔以上, トレンチ:70溝 1250m (ゾーンSEとの合計)
13	Kuzulutas ゾーン SE	鉱化帯ゾーンは4以上の石英脈から構成される。ゾーンの北西半部では大規模な調査溝掘削による探鉱が行われた	E-W, WNW-ESE, NW-SE	石英脈際の珪化	Hm-Ba, Q-Ser/Smec-Ca	133.2-267.5 (133.2-190 (集中))	Au: 0.36ppm (boulder)	黄銅鉱, 酸化鉄	Au vein	1400×600m	-	トレンチ:10溝 3380m
14	Kuzulutas ゾーン NW	強珪化岩を母岩とした石英脈。珪化ゾーン	E-W, N-S, NE-SW	珪化, セリサイト化	-	-	Au: 0.46ppm (boulder)	-	-	400×300m	-	-

4-3 地質構造と鉍化帯

ここでは、本地域の地質構造と鉍化帯の関係について考察する。

本地域の各鉍化帯のトレンドを10°ごとにまとめてみると NNW-SSE~NS 方向が著しく卓越する(Figure 3-8 左上)。 Zalturbulak 地区では貫入岩の貫入方向と石英脈の方向が一致することから、この方向の石英脈は、NNW-SSE 方向に最大水平圧縮応力がある広域応力場により生じたテンションクラックに沿って熱水が上昇して生成されたと考えた(第2年次報告書)。 Kuzulutas 周辺(Figure 3-9 の右下)では NNW-SSE 系と WNW-ESE 系の2方向の割れ目が卓越する。この2方向の割れ目の内、NNW-SSE 系は左雁行配列を示す左横ずれ断層なので、二つの系列の割れ目は NW-SE 方向の圧縮により生じた共役断層と推定される。本地域に見られる NNW-SSE 系~NS 系の鉍化帯は前述のいずれかの断層に規制され生じたものと考えられる。どちらをとるにしてもこの地域の鉍脈の多くは南東方向からの圧縮という場に大きく規制されて形成されたものと推定される。

一方、Akmola 地区における岩脈の貫入方向や Western Karamandin、Shubarkol 鉍化帯の一般走向、および Zalturbulak 東方の岩脈群の走向などで示されるようにテレクティンスキーアップリフト北部~北西部の広く花崗岩類が分布する地域では EWE-SWS 系の水平圧縮の場を示唆する徴候がある。地区の北西部には先カンブリア紀の基盤やオルドビス系等の古期の地層が広く分布する。また、Akmola の鉍化をもたらした岩脈の貫入時期もデボン紀前期以前と推定され、その母岩はさらに古いものである。以上のことからテレクティンスキーアップリフトの北部~北西部の相対的に古い地層は、南東方向からの広域的圧縮を受ける以前に、それとはことなる EWE-SWS 系の水平圧縮の広域応力場を受けたと推測される。Sengor ほか(1993)によれば中央カザフスタンは石炭紀前期以後南方にできた新たな沈み込み帯によりそれ以前とは異なる広域応力場にあった。テレクティンスキーアップリフトに推定される広域応力場の転換はこのイベントに対応するように思われるが、現状では証拠が少ないため推測の域を出ない。

また、Shenber 鉍化帯、Karashaky 鉍化帯のようにテレクティンスキーアップリフトの南部には E-W 系のトレンドを示す鉍化帯がある。これらは付近に分布する逆断層に規制されたものと考えられる。この地域の逆断層は石炭紀以降にヨーロッパ大陸とアジア大陸の衝突に起因して生じたと考えられる。E-W 系のトレンドを持つ鉍化帯には顕著なものは確認されない。

4.4 全岩化学分析結果

ここでは全岩化学分析値を用いて、斑岩タイプの鉍化帯の可能性が強い Zalturbulak 地区 (Aktau 西部; 2 試料、西部 Zalturbulak ; 3 試料)および Akmola 地区(3 試料)の鉍化帯母岩や貫入岩の化学的特徴を各種図を用いて記載する。これらの図には参考のため、Qonyrat 斑岩モリブデン-銅鉍床(石炭紀後期生成: Kudryavtsev(1996)のデータを用いた)、Bozshakol 斑岩モリブデン-銅鉍床(カンブリア紀生成: Kudryavtsev,1996)および Koktenkol 斑状モリブデン

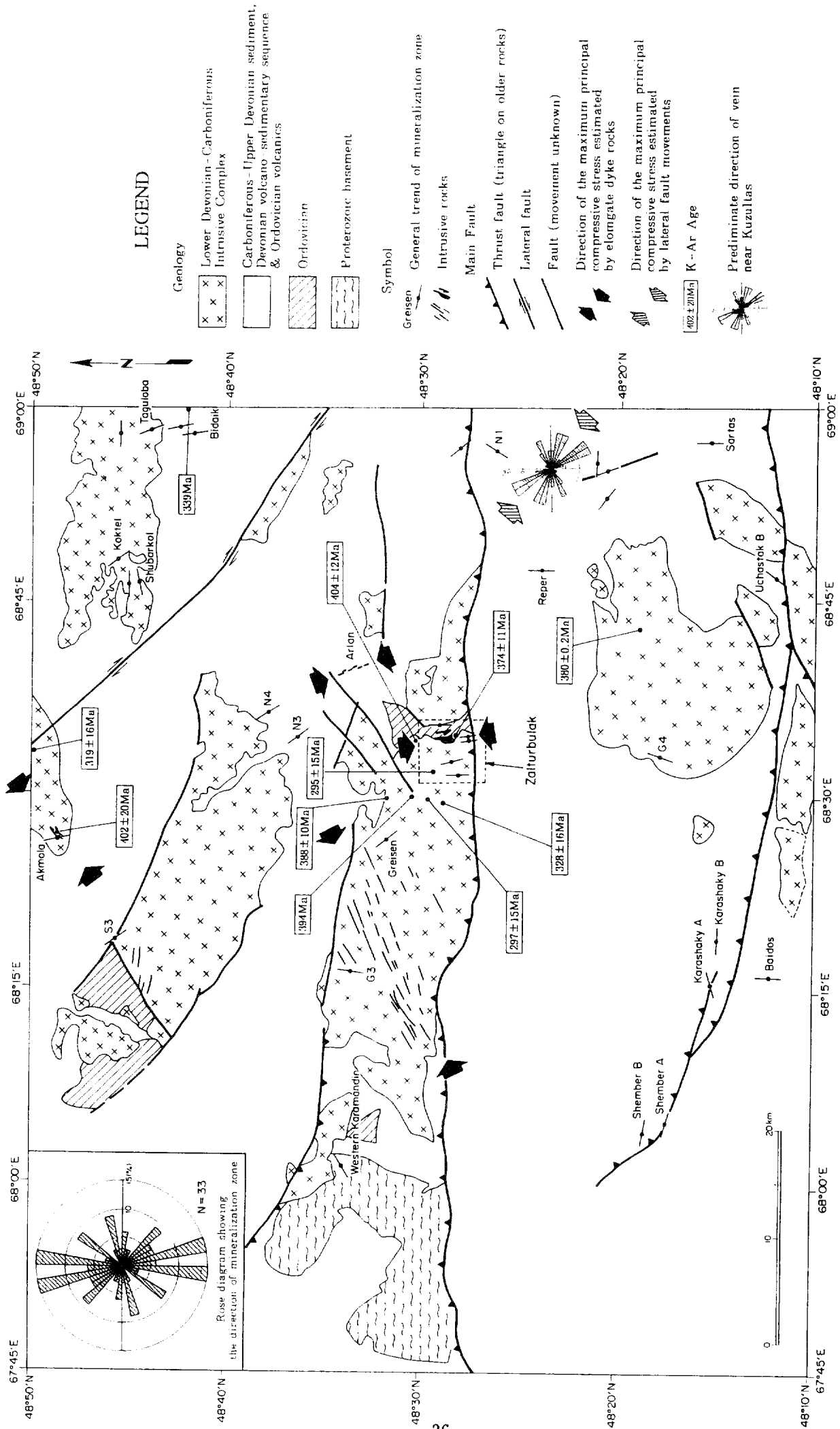
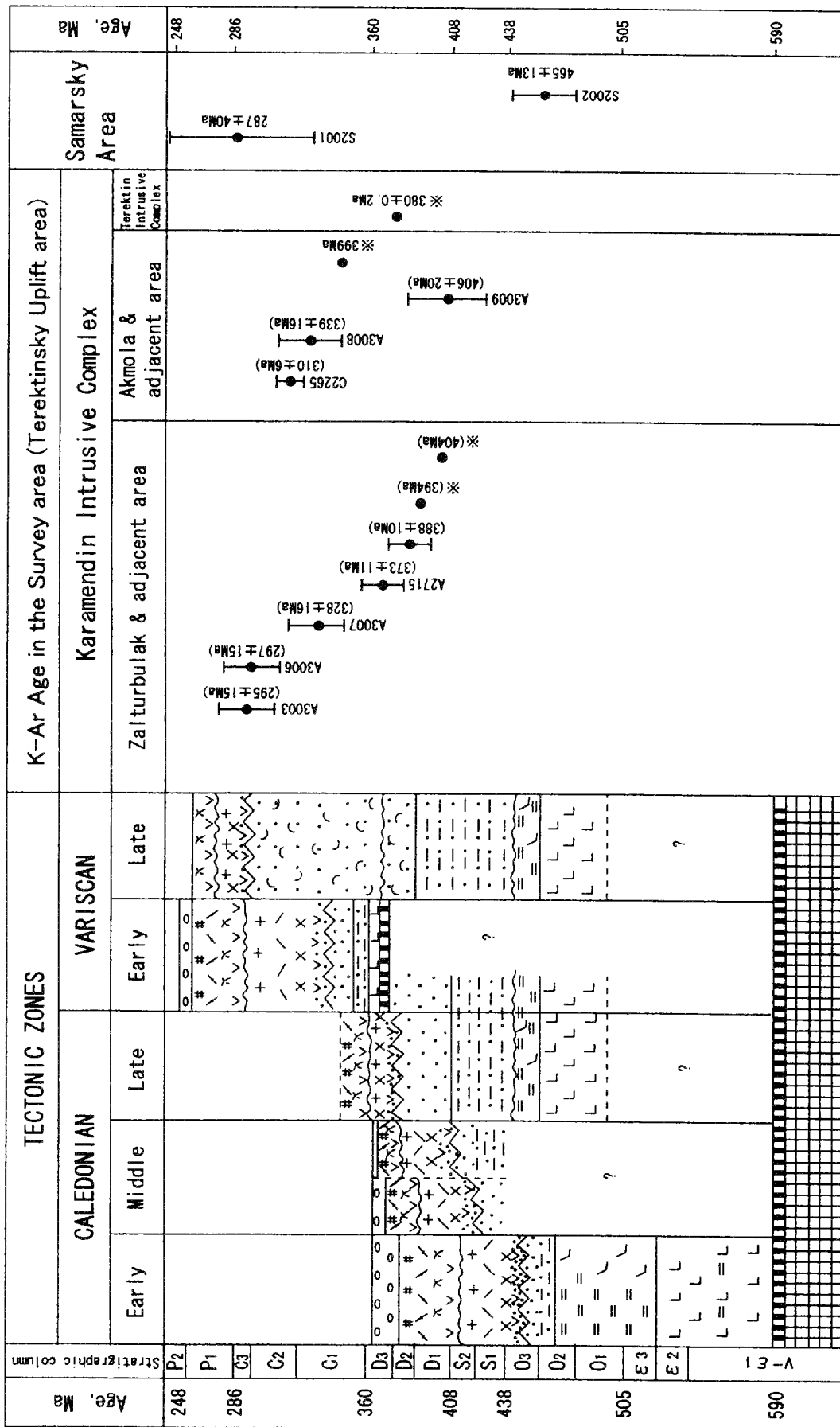


Figure 3-8 Geotectonic map and results of age dating in Terekitsky Uplift Area



※ After Kostitsyn(1996)

1- Precambrian basement; 2- platform sedimentary cover; 3-18- Paleozoic rock associations: 3- cherty-basalt, 4- trachybasalt, 5- andesitic basalt, 6- jasper, 7- flysch, 8- tuffaceous-terrigenous, 9- terrigenous variegated (in early Caledonides with olistostromes), 10- island arc andesite-rhyodacite, 11- tonalite-granodiorite, 12- rhyolite (subaerial), 13- leucogranite, 14- trachyandesite-trachyrhyodacite (subaerial), 15- granosyenite, 16- subalkaline rhyolite, 17- alaskite, 18- continental red molasse, 19- continental breakup events; 20- main folding events and corresponding unconformities: a- main, b- secondary.

Figure 3-9 Age of the Igneous Rock

-銅鉱床(石炭紀後期生成：Mazurov1996)のデータもプロットした。参考にした各鉱床の位置は Figure 2-1 に示した。化学分析結果は第3年次報告書の Appendix 8 に示してある。

(1)AFM ダイアグラム(Figure 3-10;Irvine and Baragar, 1971)

まず、分析値を AFM ダイアグラムにプロットした。これからテレクティンスキーアップリフト地域の花崗岩類はカルクアルカリ岩系に属することがわかる。参考にした鉱床の母岩も Qonyrat 鉱床の一試料を除いてすべてカルクアルカリの岩系領域に入る。

(2)花崗岩系列(Figure 3-11:磁鉄鉱系列とチタン鉄鉱系列)

西部 Zalturbulak の 3 試料は磁鉄鉱系列とチタン鉄鉱系列の境界部にプロットされ、Akmola 地区は 1 試料が境界部、2 試料が磁鉄鉱系列に入る。Aktau 西部の試料は磁鉄鉱系列の領域に入る。他の鉱床では Koktenkol がチタン鉄鉱系列にあり、その他は一部境界領域に入るがおおむね磁鉄鉱系列の領域にプロットされる。なお、研磨片の顕微鏡観察では Aktau 西部と西部 Zalturbulak 地区の花崗岩類には普遍的磁鉄鉱が観察された。また、Akmola の花崗岩類で磁鉄鉱が観察されたのは数十試料中数試料である。

(3)花崗岩系列(I タイプと S タイプ)

Chappell と White(1974)の花崗岩系列のうち S タイプは砕屑性堆積岩、特に泥質堆積岩がマグマの生成に深く関与したと考えられる花崗岩である。I タイプは火成岩類が再溶融して生成されたと考えられる花崗岩である。両タイプの識別には $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ 比 (モル比で 1.1 以上が S タイプ、1.1 以下が I タイプ) や $CaO/((Al_2O_3-Na_2O-K_2O)+CaO+(FeO+MgO))$ 比(ACF ダイアグラム)が使われる。

ACF ダイアグラム(Figure 3-12)では調査地域の試料の全てが I タイプである。他鉱床では Qonyrat と Bozshakol が両方のタイプにまたがり、Koktenkol の二点が S タイプの領域に入り、他は I タイプの領域にある。

$Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ 比(Figure 3-13)では調査地域の試料はすべて I タイプである。他の鉱床では Qonyrat と Bozshakol が両方のタイプにまたがり、Koktenkol は一点が S タイプの領域に入り、他は I タイプである。

(4) K_2O/Na_2O (Figure 3-14)

K_2O/Na_2O 比では、Aktau 西部の試料が K_2O に富み、西部 Zalturbulak と Akmola はこれに比較して Na_2O に富む。他の鉱床では Bozshakol が一般に K_2O に富み Koktenkol は Na_2O に富む。

以上をまとめると Aktau 西部の花崗岩類はカルクアルカリ岩系、I タイプで磁鉄鉱系列に属す。西部 Zalturbulak の花崗岩類は I タイプの領域に落ち、チタン鉄鉱系列と磁鉄鉱系列の境界領域にプロットされる。すなわち、Aktau 西部に比較し 2 価の鉄に相対的に乏しい。

Akmola は 1 試料が境界部で 2 試料が磁鉄鉱系列の領域にプロットされた。

その他の鉱床に関連する花崗岩類はカルクアルカリ岩系に属し、そのうち Koktenkol 鉱床がチタン鉄鉱系列で他は磁鉄鉱系列に入るが、I タイプと S タイプが混在している。

調査地域内の花崗岩類では K_2O/Na_2O に比較的是っきりした差があらわれ、Aktau 西部でこの比が低く、西部 Zalturbulak や Akmola ではこの比が高い。この比からは Aktau 西部の花崗岩類は Bozshakol に類縁性があると思われる。

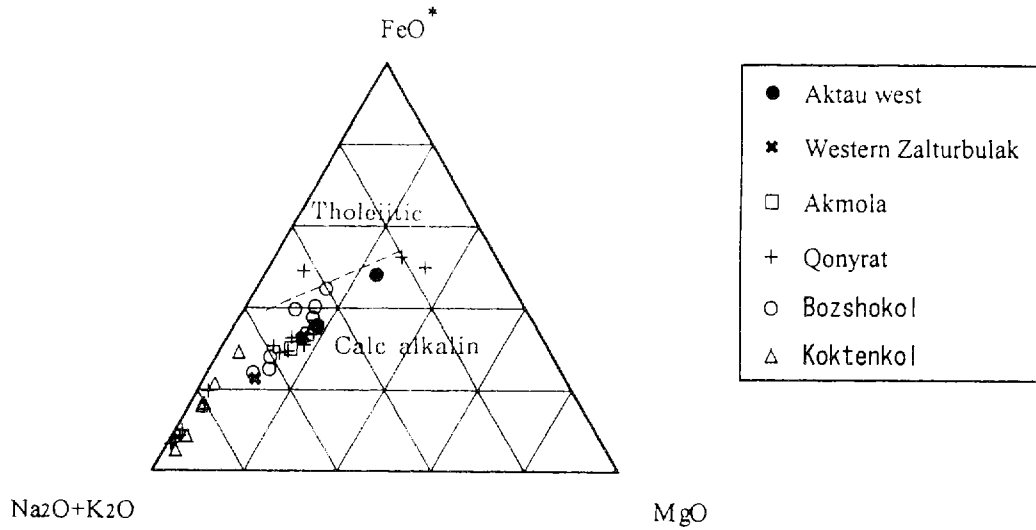


Figure 3-10 Molar proportion of Na₂O+K₂O, FeO*(total iron) and MgO

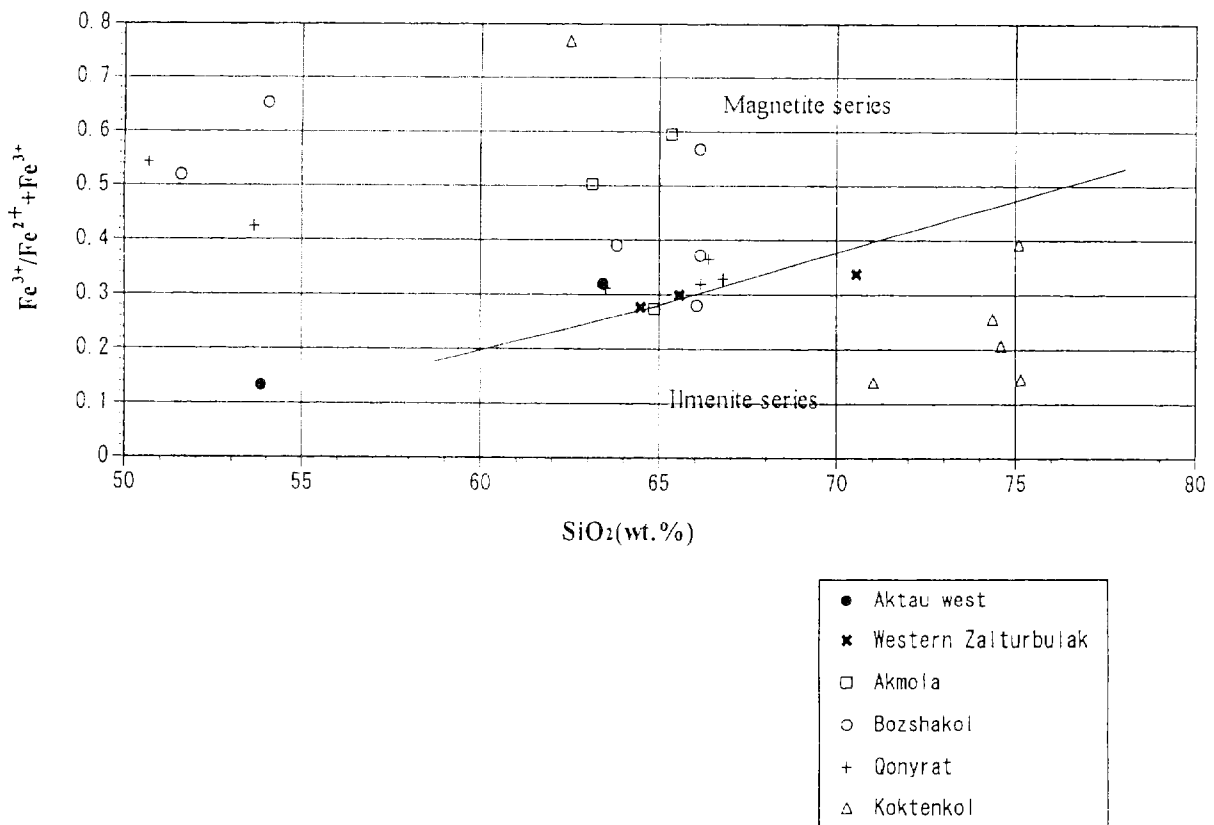


Figure 3-11 SiO₂/Fe³⁺/Fe²⁺+Fe³⁺ variation diagram

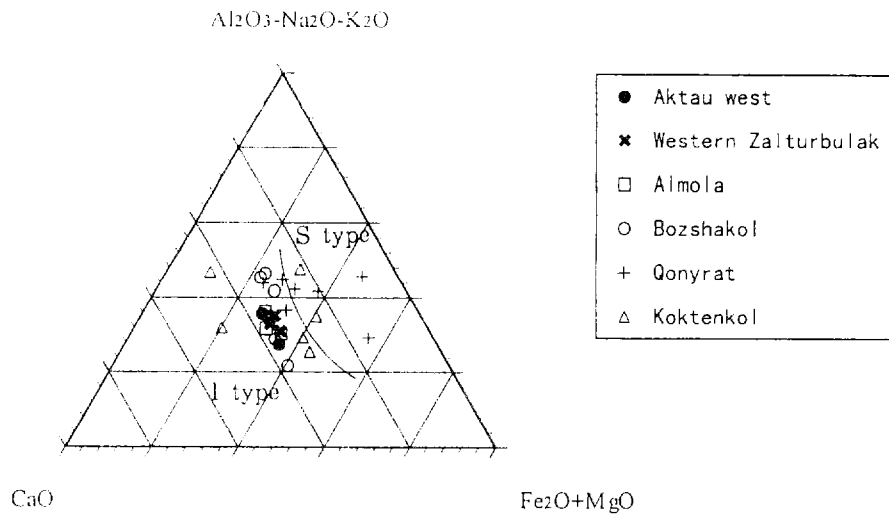


Figure 3-12 Molar proportion of CaO, Al₂O₃-Na₂O-K₂O and Fe₂O+MgO

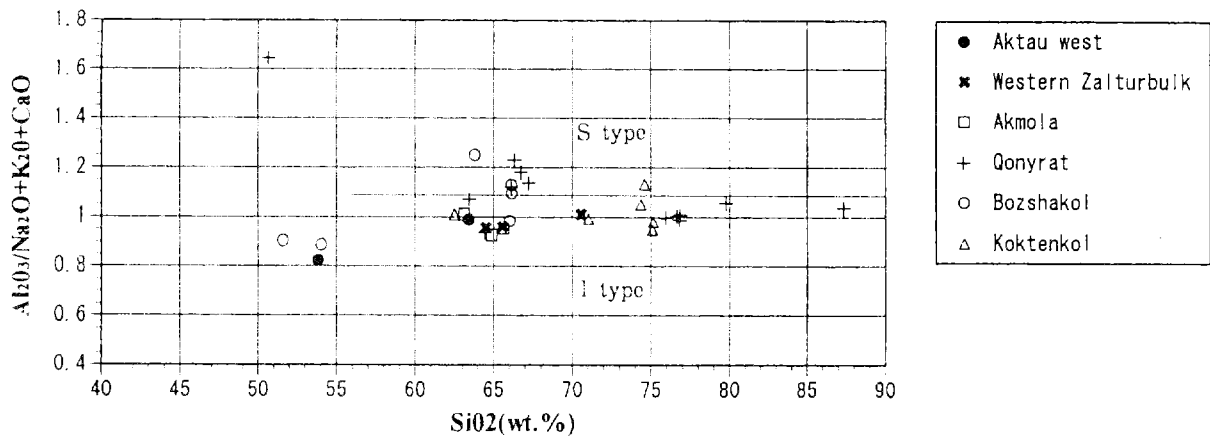


Figure 3-13 Al₂O₃/Na₂O+K₂O+CaO/ SiO₂ variation diagram

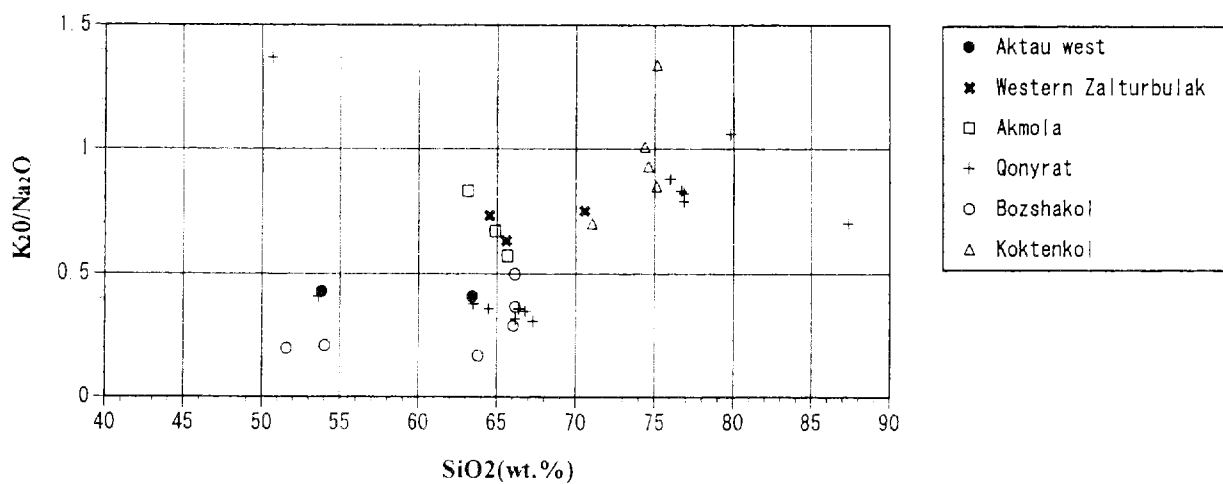


Figure 3-14 K₂O/Na₂O/ SiO₂ variation diagram