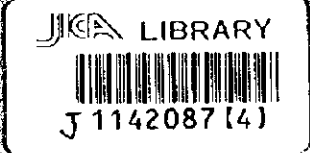


キルギス共和国アライ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成10年3月



国際協力事業団
金属鉱業事業団

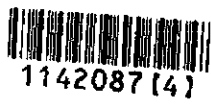
鉱 調 資
CR (2)
98-006

キルギス共和国アライ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成10年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1142087(4)

はしがき

日本国政府はキルギス共和国政府の要請に応え、同国の南西部に位置するアライ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、ボーリング調査など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、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、平成9年度を第1年次とする初年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査員を平成9年8月17日から平成9年12月28日まで現地に派遣した。

現地調査は、キルギス共和国政府機関、国家地質鉱物資源庁の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本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、本調査の実施にあたってご協力いただいたキルギス共和国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在カザフスタン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10年2月

国際協力事業団

総裁 藤田 公 郎

金属鉱業事業団

理事長 松 山 博 昭

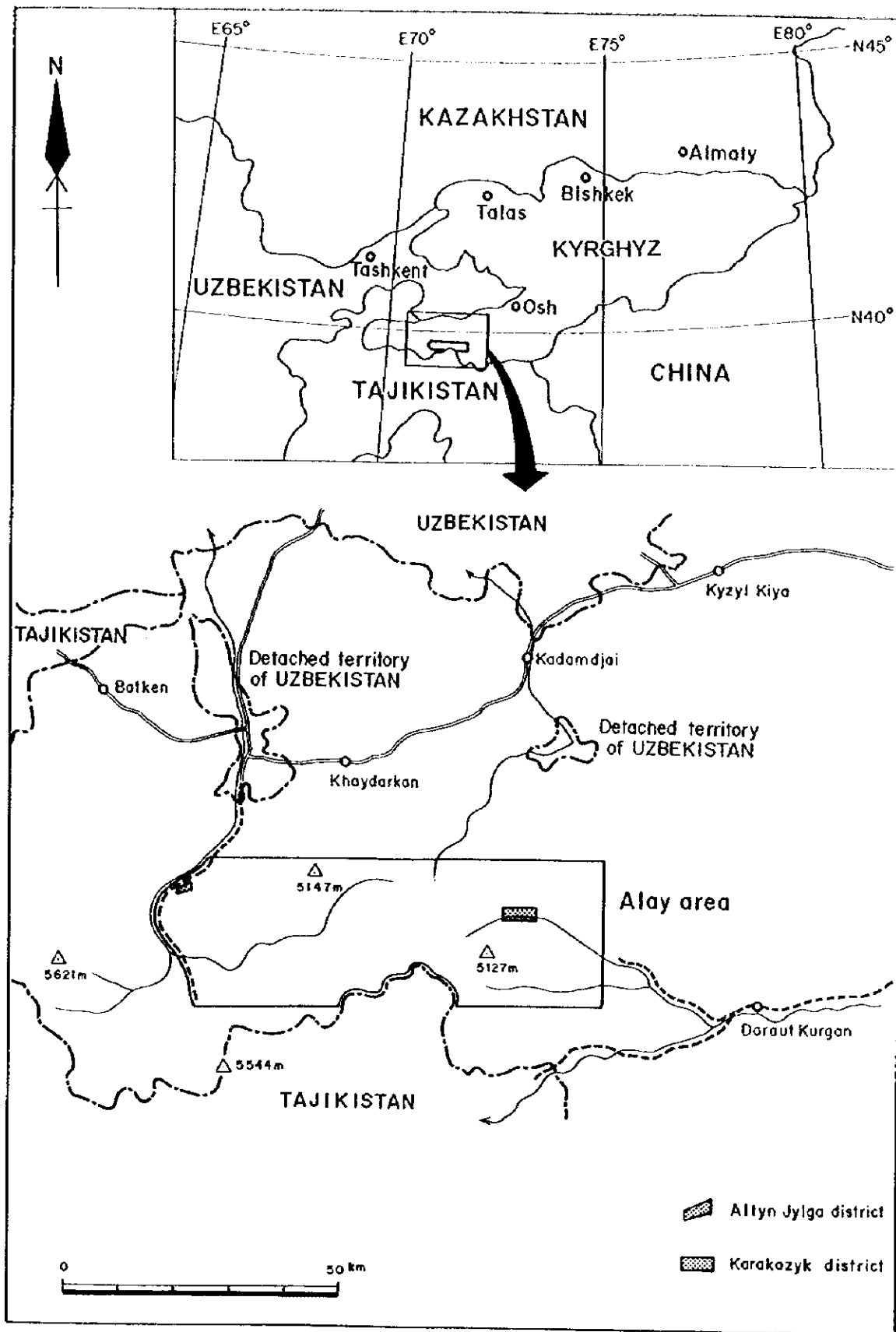


Fig. 1-1 Location Map of the Survey Area

要 約

本報告書は、キルギス共和国アライ地域において実施した資源開発協力基礎調査の第1年次調査結果をとりまとめたものである。本調査の目的は、本地域の地質状況及び鉱床賦存状況を解明し、新鉱床を発見することにある。現地調査は平成9年8月から平成9年12月にかけて実施された。

第1年次調査は、アライ地域全域1,900km²の衛星画像を処理・解析し、広域的な地質構造・岩相区分を把握するために写真判読作業を実施した。また、アルティン・ジルガ地区及びカラカズイク地区で地質並びに地質構造と鉱化作用の関係を把握するために地質精査をそれぞれ2.1km²及び12.0km²にわたって実施した。またアルティン・ジルガ地区ではスカルン及び鉱化変質の分類、鉱化作用と裂罅系の関係を把握するために既存坑道の坑道調査558mとトレンチ調査380mを実施した。さらに、アルティン・ジルガ鉱床北部において1940mL-1750mLにおける鉱化帯の捕捉とその規模・品位を直接的に確認するため10孔、合計1,811.2mのボーリング調査を実施した。調査結果及び第2年次調査の提言は以下のとおりである。

【調査結果】

全域

- (1) 本調査地域は南部天山山脈のトルキスタン-アライ地域に属し、東西方向の衝上断層が発達し、東西に伸長するいくつかの細長い構造帯に区分される。本調査地域を構成する地質単元は古生界の堆積岩類・貫入岩類及びこれらを覆う第四系堆積物からなる
- (2) 本調査地域の鉱床・鉱微地として、アルティン・ジルガ鉱床群(Au・Cu)、コクスー鉱床群(Au・Ag・Bi・W・Sb・Pb・Zn)、アウグル-ガピアン鉱床群(Au・Cu)、アラウティン鉱床群(Sn・W)が確認されている。
- (3) 衛星画像の地質判読結果から、33の地質単元に区分でき、これら地質単元は既存地質図の地質層序分布と概ね良い一致を示した。リニアメント及び地質構造の判読結果から、本地域のリニアメントの方向は東西系と北東-南西系が卓越することが判明した。東西系のリニアメント集中ゾーンとその周辺にアルティン・ジルガ鉱床群、コクスー鉱床群、アウグル鉱床群が分布する。このため広域的には、東西系の断層と鉱化作用との関連が指摘された。
- (4) 調査地域南西部には、衛星画像解析によるスペクトル異常が小規模に点在する。本異常は環状構造を示す貫入岩類の分布域にあるため、このスペクトル異常は貫入に伴う鉱化作用を反映している可能性が指摘される。

アルティン・ジルガ地区

- (1) 本地区の鉱床は、カラカズイク複合岩体の花崗閃緑岩とデボン系の大理石との接触部に形成された含金・銅スカルン鉱床である。
- (2) スカルンは単斜輝石スカルンが卓越する。また単斜輝石スカルンなどが珪化作用によって生じた珪化スカルンが、北部に多く分布する。
- (3) 北部の第4スカルン鉱体でのボーリング調査の結果、花崗閃緑岩体は下部で拡大し、地表部付近に広く分布するスカルン帯は深部で縮小していることが判明した。第4スカルン鉱体中に金鉱化作用が広く認められたが、Au 0.1-0.5g/tの低品位であり、一部の濃集部（最高品位 Au 55.6g/t, 幅50cm）を除き、まとまりの良い高品位部は捕捉されなかった。
- (4) 中央部の第3スカルン鉱体中に優勢な金鉱化作用の存在が、1930mLの既存坑道調査により再確認された。ここで捕捉された鉱化帯は、金品位5-6g/t, 鉱床範囲3,000m²程度の規模を示す。
- (5) 本年度の既存坑道調査の結果、第3スカルン鉱体中には北東-南西系と北西-南東系の断裂が卓越することが判明した。断裂系と金鉱化との関係を検討した結果、これら両系統の断裂交会部に金鉱化が集中すると推定された。
- (6) 金は粒径5-100 μ mのエレクトラムとして、ざくろ石・単斜輝石・石英・方解石などの脈石鉱物の粒間や割れ目沿いに晶出したり、黄銅鉱・斑銅鉱・輝蒼鉛鉱・閃蒼鉛銅鉱等の銅硫化物と共生して産出する。
- (7) ランプロファイアー岩脈は、第3スカルン鉱体の周辺部に特に高密度に発達する。アルティン・ジルガ沢周辺に分布するランプロファイアーはスカルン化作用を被り、二次酸化銅鉱を鉱染状に伴い、一部の岩脈に金鉱化(1.3-5.0g/t)が認められる。
- (8) 花崗閃緑岩とランプロファイアーのホルンブレンドのK-Ar年代はほぼ一致し(282-299Ma)、石炭紀末期～二畳紀初期を示す。ランプロファイアーはその分布と産状から花崗閃緑岩体と一連の火成活動の後期に形成したものであり、またスカルン鉱体はランプロファイアーに貫かれることから、スカルンの生成時期は石炭紀末期～二畳紀初期と推定される。
- (9) 中央部の第3スカルン鉱体では金鉱化は強く、全体として北に向かって劣勢になる傾向がある。北部と中央部の鉱化作用を比べると、北部は珪化作用が強く、硫砒鉄鉱に富み、均質化温度が低いなど、鉱化末端部の特徴を示している。
- (10) ランプロファイアー岩脈及び北東-南西系断裂は金鉱化作用に強く関連していると考えられる。第3スカルン鉱体の南南東に、顕著な金の地化学異常が認められ、鉱化の中心部に当たるのではないかと推定される。
- (11) 既存の1930mLの下向きボーリングにより、第3スカルン鉱体の下部に高品位部が確認されている。高品位部の位置は1930mLから60m下方(1870mL)である。ここでの規模・品位は、水平幅約13m, 平均金品位25.7g/tを示している。この高品位部を切る石英脈中の流体包有物

の均質化温度の平均値は140℃を、単斜輝石スカルンに伴う方解石の均質化温度は151℃を示したが、金富鉱部の温度としては低い温度であった。本年度の調査では均質化温度の測定個数が多くないため断定はできないが、スカルンの分布と均質化温度から判断すると、1870mLの高品位部は更に下方へ延長し、その深部に高品位部が賦存する可能性がある。

(12) 西部の地表には硫化鉱物を伴う輝石スカルン帯（第8・第9スカルン鉱体）が、30m×200mの範囲で広く発達し、最高 Au 10g/t の品位が得られた。

カラカズイク地区

(1) 左岸鉱床は苦灰質大理石と方解石質大理石との境界部の破砕帯に形成された含金・銅スカルン鉱床である。また、カラカズイク鉱床は花崗閃緑岩と大理石との接触部、あるいは破砕構造に伴う交代岩中に胚胎した含金・銅スカルン鉱床である。

(2) 地表で確認された鉱化帯の広がり、大きいもので20m-40mであるが、高品位部は小規模である。

(3) 高品位部はスポット状に散在しており、現時点では開発可能な鉱床に発展する可能性は小さいと判断される。

【第2年次調査への提言】

本年度の地質精査、ボーリング調査の結果、開発対象となりうる鉱床はアルティン・ジルガ鉱床第3スカルン鉱体であり、その深部に高品位部が賦存する可能性が大きいと判断された。

第2年次には、アルティン・ジルガ鉱床第3スカルン鉱体のポテンシャルを明確にし、鉱量の大幅増など開発に結びつく成果を目指す調査を実施することが望ましい。具体的な調査方法として、1930mLで確認されている第3スカルン鉱体の1850mL及びそれ以深の鉱況を確認するため、1850mLに坑道を開削し、既往ボーリングにより捕捉された高品位部の鉱況を直接確認するとともに、1850mL坑内から水平及び下向きボーリング調査を実施することが望ましい。

またアルティン・ジルガ鉱床全体の鉱化メカニズムを把握するため、鉱化帯の中心部と推定される第5・第1・第2鉱体の下方延長部に対し、1850mLでの坑道調査を延長し、坑内水平ボーリング調査を実施することが望ましい。

アルティン・ジルガ鉱床でのその他の探鉱余地として、MJKA-10孔と1930mL坑道間の鉱化状況を確認するための地表ボーリング調査、1930mLの鉱床範囲を確定するための水平ショート・ボーリング調査が望ましい。

さらに、広域的な地質構造から判断して、アルティン・ジルガ鉱床と類似の鉱床胚胎条件下にあると考えられるアウグル、ガビアンなどの鉱微地について、鉱床形成場の把握と鉱床ポテンシャル評価のために、地質・鉱床に関する情報収集と地質概査を実施することが望ましい。

平成9年度資源開発協力基礎調査
地域開発計画調査 キルギス共和国アライ地域
報告書

目次

は し が き

調査地域位置図

要 約

第I部 総 論

第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第1年次調査の概要	1
1-3 調査団の編成	3
第2章 調査地域の地理	5
2-1 位置及び交通	5
2-2 地形及び水系	7
2-3 気候及び植生	7
第3章 調査地域の既存地質情報	9
3-1 既往調査の概要	9
3-2 一般地質	10
第4章 調査結果の総合検討	19
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について	19
4-2 鉱床賦存のポテンシャルについて	20
第5章 結論及び提言	23
5-1 結 論	23
5-2 第2年次調査への提言	25

第II部 各	論	
第1章	衛星画像解析	27
1-1	調査目的及び解析方法	27
1-2	解析結果	32
1-3	考 察	38
第2章	アルティン・シルガ地区	47
2-1	地質鉱床概要	47
2-2	地質調査	48
2-2-1	調査目的	48
2-2-2	調査方法	48
2-2-3	調査結果	53
2-3	ボーリング調査	94
2-3-1	調査目的	94
2-3-2	調査方法	94
2-3-3	調査結果	100
2-4	考 察	118
第3章	カラカズイク地区	127
3-1	地質鉱床概要	127
3-2	地質調査	128
2-2-1	調査目的	128
2-2-2	調査方法	128
2-2-3	調査結果	128
3-3	考 察	146
第III部	結論及び提言	
第1章	結 論	149
第2章	第2年次調査への提言	153
REFERENCES		155

LIST OF FIGURES

- Fig. I -1 Location Map of the Survey Area
- Fig. I -2 Tectonic Divisions of the Turkestan-Alay
- Fig. I -3 Generalized Geological Map of the Survey Area
- Fig. II-1-1 Ground Coverage of Satellite Data
- Fig. II-1-2 False Color Digital Mosaic Spot Image
- Fig. II-1-3 Geological Interpretation Map of Spot Image
- Fig. II-1-4 Lineament and Geological Structure Map of Spot Image
- Fig. II-1-5 Ratioing Spot Image
- Fig. II-1-6 Compilation of Satellite Data Analysis
- Fig. II-2-1 Geological Map around the Altyn-Jylga District
- Fig. II-2-2 Schematic Geological Column of the Altyn-Jylga District
- Fig. II-2-3 Geological Map of the Altyn-Jylga District
- Fig. II-2-4 Geological Cross Sections of the Altyn-Jylga District
- Fig. II-2-5 Distribution of Ore Deposit and Mineral Manifestations in the Altyn-Jylga District
- Fig. II-2-6 Location Map of Trenches, Adit and Drillholes
- Fig. II-2-7 Geological Sketches of Trenches in the Altyn-Jylga Deposit
- Fig. II-2-8 Geological Sketch of 1930mL Adit in the Altyn-Jylga Deposit
- Fig. II-2-9 Underground Geological Map of 1930mL Adit in the Altyn-Jylga Deposit
- Fig. II-2-10 π -diagram of Shear Plane System at the 1930mL Adit
(Low-hemisphere projection)
- Fig. II-2-11 π -diagram of Joint System at the 1930mL Adit
(Low-hemisphere projection)
- Fig. II-2-12 Cumulative Frequency Diagram of Gold Assay at the 1930mL Adit
- Fig. II-2-13 Summary of Core Log in the Altyn-Jylga Deposit
- Fig. II-2-14 Geological Cross Section along MJKA-1 and 2
- Fig. II-2-15 Geological Cross Section along MJKA-4
- Fig. II-2-16 Geological Cross Section along MJKA-6, 7 and 13
- Fig. II-2-17 Geological Cross Section along MJKA-8 and 9
- Fig. II-2-18 Geological Cross Section along MJKA-10 and 11
- Fig. II-2-19 Geochemical Anomaly in the Altyn-Jylga District
- Fig. II-2-20 Schematic Profile of the Mineralization Zone in the Altyn-Jylga District

- Fig. II-3-1** **Geological Map and Cross Section of the Karakazyk District**
- Fig. II-3-2** **Schematic Geological Column of the Karakazyk District**
- Fig. II-3-3** **Distribution of Ore Deposit and Mineral Manifestations in the
Karakazyk District**
- Fig. II-3-4** **Geological Sketches of Mineral Manifestations in the Karakazyk
District**

LIST OF TABLES

Table I-1	Methods and Contents of the Survey
Table II-1-1	Specification of Original Satellite Data
Table II-1-2	Photogeologic Characteristics of Interpretation Units
Table II-2-1	Summary of Assay Result of Surface Samples in the Altyn-Jylga District
Table II-2-2	Summary of Assay Result of Ore from 1930mL Adit in the Altyn-Jylga Deposit
Table II-2-3	Comparison of Assay Results between this Study and Previous Study from 1930mL Adit in the Altyn-Jylga Deposit
Table II-2-4	General Results of Drilling Works
Table II-2-5	Major Mineralization Zones Confirmed by Drilling in the Altyn-Jylga Deposit
Table II-2-6	Summary of Assay Result of Drilling Core in the Altyn-Jylga District
Table II-3-1	Summary of Assay Result in the Karakazyk District

LIST OF PLATES

- PL. 1 Lineament and Geological Structure Map of Spot Image (1:200,000)
- PL. 2 Geological Interpretation Map of Spot Image (1:200,000)
- PL. 3 Geological Map of the Altyn-Jylga District (1:2,000)
- PL. 4 Geological Cross Sections of the Altyn-Jylga District (1:2,000)
- PL. 5 Location Map of Rock and Ore samples in the Altyn-Jylga District (1:2,000)
- PL. 6 Geological Sketch of Trenches in Altyn-Jylga Deposit (1:100)
- PL. 7 Geological Sketch of 1930mL Adit in Altyn-Jylga Deposit (1:200)
- PL. 8 Geological Map and Cross Sections of the Karakazyk District (1:10,000)
- PL. 9 Location Map of Rock and Ore Samples in the Karakazyk District (1:10,000)

LIST OF APPENDICES

- Apx. 1 Result of Laboratory Works
- Apx. 1-1 Sample List of Geological Survey
- Apx. 1-2 Core Sample List
- Apx. 1-3 Result of Microscopic Observations of Thin Sections
- Apx. 1-4 Photomicrographs of Thin Sections
- Apx. 1-5 Result of Microscopic Observations of Polished Sections
- Apx. 1-6 Photomicrographs of Polished Sections
- Apx. 1-7 Assay Results of Geological Survey
- Apx. 1-8 Assay Results of Core Samples
- Apx. 1-9 Result of X-ray Diffraction Analysis
- Apx. 1-10 Homogenization Temperature of Fluid Inclusions
- Apx. 1-11 Result of Isotopic Dating

- Apx. 2 Geologic Core Log of the Drillings

- Apx. 3 Miscellaneous Data of the Drilling Survey
- Apx. 3-1 List of Used Equipment for Drilling
- Apx. 3-2 Miscellaneous Result on Individual Drillhole
- Apx. 3-3 Consumable Drilling Articles
- Apx. 3-4 Drilling Meter of Diamond Bits
- Apx. 3-5 Progress Record of Diamond Drilling

第 I 部 総 論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

キルギス共和国の地質は、先カンブリア系から古生界の変成岩・堆積岩が卓越し、これらに貫入した花崗岩類からなる。金属鉱床の賦存ポテンシャルは高く、金・銀・銅・鉛・亜鉛・水銀・アンチモン・錫・タングステン・レアアースなどを産する。

キルギス共和国は多くの鉱物資源に恵まれているが、水銀とアンチモンを除き開発されず、旧ソ連時代から鉱業活動は低調であった。

ソ連崩壊後は、キルギス共和国は市場経済下で競争力のある鉱業の育成を急務と考え、とりわけ金鉱業の振興に力を注いでいる。一例としては、クムトール (Kumtor) 金山の西側鉱山企業との合併事業による開発があげられる。

日本政府は、1994年度から1996年度まで、キルギス共和国タラス (Talas) 地域において CIS 諸国に対して初めての資源開発協力基礎調査を実施し、大きな成果をあげた。

日本との協力調査を高く評価したキルギス共和国地質鉱物資源省 (現国家地質鉱物資源庁, State Agency of Geology and Mineral Resources) は、平成8年12月に、より鉱山開発に直結する可能性の高い次期候補地域として、アルティン・ジルガ (Altyn-Jylga) 及びカラカズィク (Karakazyk) 地区を含むアライ (Alay) 地域の協力調査を要請した。平成9年6月、通商産業省、国際協力事業団及び金属鉱業事業団は事前調査調査団をキルギス共和国へ派遣し、同年6月27日アライ地域に係る Scope of Work に署名した。

本調査は、キルギス共和国アライ地域において地質状況及び鉱床賦存状況を解明し、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に対し、調査・解析方法の技術移転を図ることを目的とする。

1-2 第1年次調査の概要

国家地質鉱物資源庁と国際協力事業団及び金属鉱業事業団との間で取り交わされた Scope of Work の調査対象範囲は、約1,900km²である (Fig. 1-1)。本年度調査としては衛星画像解析、地質調査及びボーリング調査を実施した (Table 1-1)。

本年度調査の目的は、①アライ地域全域の衛星画像を処理・解析し、写真地質学的判読作業を実施し、広域的な地質構造・岩相区分を把握すること。②アルティン・ジルガ地区及びカラカズィク地区で地質精査を実施し、地質及び地質構造と鉱化作用の関係を把握すること。また、アルティン・ジルガ地区では、付帯調査として既存坑道の坑内調査と既存トレンチ調

査を実施し、スカルン及び鉄化変質帯の分類、鉄化作用と裂隙系の関係を把握すること。

③アルティン・ジルガ地区でボーリング調査を実施し、アルティン・ジルガ鉄床北部～中部において、1940m～1750mレベルにおける鉄化帯の捕捉及びその規模・品位を確認すること。

④衛星画像解析、地質調査及びボーリング調査の結果を取りまとめ、新鉄床発見のため調査地域の今後の探査課題を明らかにすることである。

衛星画像の処理・解析は、現地での地質調査及びボーリング調査に先立って国内にて実施した。

Table 1-1 Methods and Contents of Survey

Methods	Contents			
Satellite Image Analysis	[Alay Area]		1,900km ²	
Geological Survey	[Altyn-Jylga District]		Scale 1/2,000	
	Surveyed Area		2.1km ²	
	Route Length		21.6km	
	Trench Survey		380.0m	
	Adit Survey		558.0m	
	[Karakazyk District]		Scale 1/10,000	
Drilling Survey	[Altyn-Jylga District]		Surface Drilling	
	Drilling Hole NO.	Length(m)	Direction	Inclination
	MJKA-1	160.1	105°	0°
	MJKA-2	244.5	105°	-40°
	MJKA-4	162.3	105°	0°
	MJKA-6	160.1	105°	0°
	MJKA-13	175.1	105°	-20°
	MJKA-7	281.0	105°	-45°
	MJKA-8	101.1	105°	0°
	MJKA-9	210.2	105°	-55°
	MJKA-10	111.9	105°	0°
	MJKA-11	204.9	105°	-45°
	Total	1,811.2		

(Laboratory Studies)

Methods	Item	Quantity
Geological Survey	[Altyn-Jylga District]	
	Observation of Thin Section	23pcs
	Observation of Polished Section	10pcs
	Chemical Analysis	102pcs
	Ore Assay(Au,Ag,Cu,Pb,Zn,As,Sb,Mo)	
	X-ray Diffraction Analysis	13pcs
	Dating	2pcs
	Homogenization Temperature of Fluid Inclusion	7pcs
	[Karakazyk District]	
	Observation of Thin Section	10pcs
	Observation of Polished Section	10pcs
	Chemical Analysis	21pcs
	Ore Assay(Au,Ag,Cu,Pb,Zn,As,Sb,Mo)	
	X-ray Diffraction Analysis	5pcs
Dating	2pcs	
Homogenization Temperature of Fluid Inclusion	4pcs	
Drilling Survey	[Altyn-Jylga District]	
	Observation of Thin Section	20pcs
	Observation of Polished Section	20pcs
	Chemical Analysis	1,170pcs
	Ore Assay(Au,Ag,Cu,Pb,Zn,As,Sb,Mo)	
	X-ray Diffraction Analysis	20pcs
	Homogenization Temperature of Fluid Inclusion	5pcs

1-3 調査団の編成

事前調査調査団は、平成9年6月22日から7月2日までの間、キルギス共和国に派遣された。
調査団員及び折衝相手は次のとおりである。

日本側

小泉 俊夫 (Toshio KOIZUMI)	金属鉱業事業団
鶴川 直秀 (Naohide TSURUKAWA)	通商産業省資源エネルギー庁
縄田 透 (Tobru NAWATA)	国際協力事業団
亀山 正義 (Masayoshi KAMEYAMA)	金属鉱業事業団

キルギス側

Bayseit T.TURSUNGAZIEV	国家地質鉱物資源庁
Sheyshenaly M.MURZAGAZIEV	国家地質鉱物資源庁
Vladimir P.ZUBKOV	国家地質鉱物資源庁
Alexander G.KONUKOEV	国家地質鉱物資源庁
Victor P.ROGALSKY	国家地質鉱物資源庁

現地調査団は、平成9年8月17日から平成9年12月28日まで派遣された。

調査団員及びキルギス側カウンターパートは次のとおりである。

地質調査及びボーリング調査は国家地質鉱物資源庁南キルギス探鉱隊(South Kyrgyz Geological Expedition)とその傘下のシュラン隊(Shuran Geological Team)及びコクスー隊(Ko-kusu Geological Team)の協力を得た。

日本側

土屋 春明 (Haruaki TSUCHIYA)	団 長 ・ 総 括	海外鉱物資源開発株式会社
丸谷 雅治 (Masaharu MARUTANI)	地質 ・ ボーリング	海外鉱物資源開発株式会社
中川 巖男 (Iwao NAKAGAWA)	地 質	海外鉱物資源開発株式会社
吉田 徹男 (Tetsuo YOSHIDA)	ボーリング	海外鉱物資源開発株式会社
武部 晃充 (Akimitsu TAKEBE)	地 質	海外鉱物資源開発株式会社

キルギス側

Sheyshenaly M.MURZAGAZIEV	総 括	国家地質鉱物資源庁
Vladimir P.ZUBKOV	地 質	国家地質鉱物資源庁
Victor P.ROGALSKY	ボーリング	国家地質鉱物資源庁
Ivan I.SOLOSHENCO	地 質	南キルギス探鉱隊
Ysmanaly MANSUROV	ボーリング	南キルギス探鉱隊
Nikolay A.PYKHOTA	地 質	南キルギス探鉱隊

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

本調査地域はキルギス共和国オシュ(Osh)州の南西部に位置し、北端を北緯39°47′、南端を北緯39°33′、東端を東経71°53′、西端をソホ(Sokh)川に囲まれた面積約1,900km²の地域で、行政区分に従えば、オシュ州カダムジャイ(Kadamdjai)、バッケン(Batken)及びチョン・アライ(Chon-Alay)郡に属する。本調査地域は、南部天山山脈を形成するトルキスタン・アライ(Turkestan-Alay)山脈のアライ山脈中に位置し、既知鉱床帯は西部のアルティン・ジルガ及び東部のカラカズイク地区の2地区に大別される。両地区は直線距離で約70kmであるが、4,500m級の急峻なアライ山脈に分断されているため、アクセス経路がまったく異なる。

両地区へのアクセスの拠点となり、南キルギス探鉱隊の本部があるオシュ市は、首都ビシュケクの南西約300kmに位置し、飛行機で約1時間である。オシュ市はオシュ州の州都で人口は約22万人である。

アルティン・ジルガ及びカラカズイク両地区の位置及び交通について以下に述べる。

(1) アルティン・ジルガ地区

本調査地区は、オシュ市から南西方向にキジルキヤ(Kyzyl-Kiya)、カダムジャイ、ハイダルクカン(Khaydarkan)及びソホを経由し、アルティン・ジルガに至る。

オシュ市からハイダルクカンまでは舗装道路で約174km、車で約3時間を要する。ハイダルクカンからアルティン・ジルガまではソホ川沿いに約50kmであるが、このうちソホ村までの約20kmは舗装道路で、残り30kmは未舗装の砂利道であるため、車で約1.5時間を要する。

ソホ村からアルティン・ジルガに至るソホ川沿いには、部落が散在する。調査地区に最も近い村は、北東方向2.5kmに位置するサリー・タラ(Sary-Talla)村で銅の製錬スラグがあり、以前から当地区では採掘が行われていたことがうかがえる。

カダムジャイにはアンチモン生産コンビナート及び南キルギス隊の探鉱部隊であるシュラン隊の本部がある。ハイダルクカンには水銀生産コンビナート及びシュラン隊の修理工場がある。

オシュからアルティン・ジルガに至る間に2個所でウズベキスタン領内(カダムジャイに入る直前とソホ村)を通過する。

(2) カラカズイク地区

本調査地区はオシュ市の南西方向、直線距離で約130kmに位置するが、アライ山脈を越え

る山道を経由するため、道路距離は約330kmとなる。

オシュ市よりタルディック(Tardykh)川沿いに南東方向に進み、標高2,406mの子ギルチク(Chigirehik)峠を越え、グルチャ(Gulcho)川沿いに南下、テレック(Tereck)村入り口まで約113kmである。グリチャ川を更に南に溯り、標高3,615mの峠(キルギス40周年峠)を越え、約50kmでサリ・タシュ(Sary Tash)に至る。

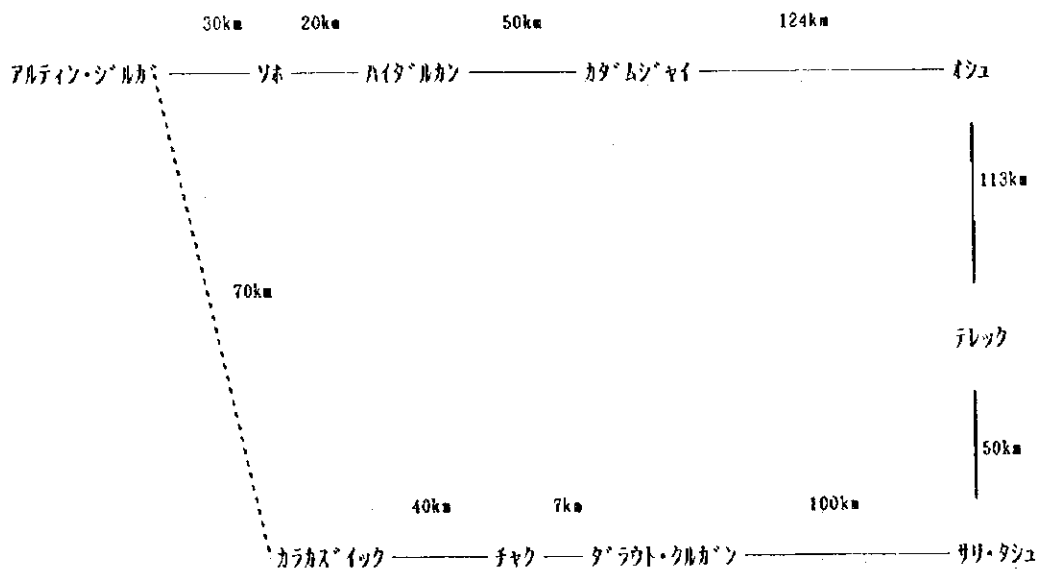
サリ・タシュは標高約2,900mに位置し、ここから南40kmのアライ南部山脈の峠(標高4,280m)がタジキスタンとの国境である。サリ・タシュには軍の検問所が設置され、麻薬輸出入防止のため厳しいチェックがなされ、検問を通過するのに、特に帰路には1-2時間要する。

サリ・タシュからアム・ダリア河の源流であるキジルスー(Kyzylsuyu)川沿いに約100km西に進むと、標高2,800mに位置するダラウト・クルガン(Daraut Kurgan)に至る。オシュからここまでは約6-8時間を要する。ダラウト・クルガンはチョン・アライ郡の中心地である。

ダラウト・クルガンの西方7kmのチャク(Chak)部落を経由し、キジルスー川の支流であるコクスー(Kokusu)川沿いの悪路を約40km溯ると、左岸(Levoberedihny)鉱床に至る。簡易道路のためここまでは2時間余りを要する。

カラカズィク鉱床までは直線距離では約4kmであるが、自動車道路がなく、騎馬(並足)で1時間を要する。

アルティン・ジルガ地区とカラカズィク地区の位置関係を模式的に示す。



アルティン・ジルガ地区とカラカズィク地区の位置関係

2-2 地形及び水系

キルギス共和国は世界有数の山脈である標高7,000m級の天山山脈に縦断されている。国土は、天山山脈の延長方向である東西方向に伸びた形を示しており、国土の東西端の距離は925km、南北端は425kmである。総面積は198,500km²であり、日本のおよそ半分の面積である。

天山山脈は北部天山、中部天山、南部天山の3山脈に区分される。本調査地域は南部天山山脈中のアライ山脈西部に位置している。

アルティン・ジルガ地区はソホ川の右岸に位置し、標高は1,800-2,200mである。周辺の地形は峻険な岩山（標高3,200-4,500m）と深い峡谷で特徴づけられている。当地区からはタジキスタンとの国境に聳えるトルキスタン山脈（標高5,000m級）を南西方向に望むことができる。

カラカズィク地区の鉄微地及び鉄床は、いずれも標高3,400m以上に位置している。コクスー川の兩岸には標高5,000m以上の高峰（最高峰は左岸沿いに位置する5,259m）があり、万年雪に覆われている。コクスー川の上流には、当地域最大のアブラモフ(Abramov)氷河があり、ソ連時代には氷河観測所があったが、現在は活動を停止している。当地区は険しい山岳地帯のため、春季には雪崩の危険性が非常に高い。夏季でさえ北向き斜面は岩石崩壊のため、道路は度々通行不可能となる。従って、野外調査の実施は5月から9月までに限定される。

アルティン・ジルガ地区を流れるソホ川はタジキスタンとの国境沿いを源流とする。当地区からソホ村までのソホ川は左右兩岸とも広く河岸段丘が発達していることより往時はかなりの川幅を有していたことが推察される。ソホ川の年間平均流量は50-60m³/sであるが、春季の融雪期に最大となる。春季から秋季にかけては氷河により削剥された砂の混入のため、自滞し、飲料水及び工事用用水としては適当でない。当地区周辺には、4つの部落が散在するが、いずれもソホ川の兩岸の沢沿いに集落を形成し、沢水が貴重な飲料水源となっている。

カラカズィク地区を流れるコクスー川は、アム・ダリヤの源流であるキシルスー川に合流する。コクスー川の年間平均流量は定かでないが、蛇行の激しさから、融雪期にはかなりの流量があるものと推察される。

2-3 気候及び植生

調査地域の気候は大陸性気候で、冬は寒く、夏は暑く、昼夜の温度差が激しいのが特徴である。アルティン・ジルガ地区の最高月間気温は、7月で30°~35°Cである。最低月間気温は、2月で-25°~-20°Cである。年間平均降雨量は250mm-300mm、最高月間降雨量は6月の69mm、最低月間降雨量は8月の6mmである。10月末から4月までは雪に覆われる。1年のうち220日は晴天である。カラカズィク地区の降雪は10月中旬から5月中旬まで続く。春季は不安定な気

候で、雪混じりの降雨が多い。根雪は多い年（1969年、5月上旬）で184cm、少ない年（1974年、5月上旬）で27cmと変化が大きい。アブラモフ氷河観測所のデータ（1969-1975年）によれば、年間平均降雨量は721mmで、最高月間降雨量は3月、5月の100mm、最低月間降雨量は8月の19mmである。8月の気温は25℃になる。

本調査地域は標高1,800m以上にあり、植生は標高3,000mまでは灌木類が多く、それ以上の標高では針状草類が多い。調査地域に向かう河川沿いには松類の針葉樹、ポプラなどの広葉樹も見られる。

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

本調査範囲の地質については部分的な地質調査がなされており、広域的地質は旧ソ連地質省の50万分の1地質図(Geological map of Kyrgyzstan of USSR; Ministry of Geology, USSR; 1980)に総括されている。

(1) アルティン・ジルガ地区

アルティン・ジルガ地区には過去に小規模に採掘された旧坑があり、鉍床帯の北方2.5kmに位置するサリー・タラ村に銅製鉍スラッグがあることから、本地区では相当以前から採掘されていたことがうかがえる。

本地区での最初の調査は1909年にペパーが実施した。1941年、フライベルゲルは硫砒鉄鉍の鉍脈に金の鉍化を伴うことを初めて報告した。小規模ではあるが、最高金品位37g/tであったので興味深い、との結論を出した。

1956-1957年、ソホ地質隊による本格的探査が実施された。この調査で地域の縮尺1万分の1の地質調査、鉍床帯の1千分の1の地質調査、重鉍物地化学探査が実施された。鉍床帯では詳細なトレンチ調査、試料採取が実施され、1トン余の金量が期待できる、との結論を得た(Smirnov and Fedorokaya, 1958)。

1968-1970年、トルキスタン・アライ地質隊は広域的に再調査を実施した。1987-1991年、東トルキスタン地質隊は詳細な地表調査を行い、鉍床の中央部周辺に強い鉍化作用があることを指摘した。

1994年、アルティン・ジルガ隊は中央部の鉍床評価調査のため、トレンチ・物理探査・地化学探査などの精査を実施し、1995年から1996年に中央地区で坑道探鉍500m余を実施した。

(2) カラカズィク地区

1935年、モスクビンが本地区の鉍化帯を初めて報告した。1954-1956年、最初の系統的調査はマルシキンを隊長とする20万分の1の概査であった。

1966-1967年、ダラウト・クルガン隊はコクスー川の沢沿いに2万5千分の1の地質調査を実施し、鉍石中に金が賦存していることを最初に確認した。

1970-1972年、火成岩の分類を主目的とする調査が実施され、左岸鉍床、カラカズィクなどの鉍徴地が記載された。

1976年、サイトは左岸地区で銅・金鉱石スカルンを発見した。

1980-1983年、地質・地化学探査・物理探査・トレンチ・ボーリング並びに左岸鉄床での坑道探鉱 800m等を含む総合的な調査が実施されたが、その後は探査されていない。

3-2 一般地質

(1) キルギスの地質構造

キルギスの地質構造は、北部天山地塊、中部天山地塊、南部天山地塊、北部パミール地塊、タリム卓状地北縁部という5つの大きな構造要素に区分される(Fig. I-2)。北部天山地塊は主にカレドニア期(古生代前期)の造山帯であり、中部天山地塊・南部天山地塊はヘルシニア期(古生代後期)の造山帯である。北部パミール地塊は新生代の造山帯(アルプス褶曲帯)である。タリム卓状地は、原生代後期以降の安定地塊である。

南部天山地塊は、タラス-フェルガナ(Talas-Fergansky)断層により、東西に分断されている。断層の東側はコクシャアル(Kokshaal)地域、調査地域が位置する西側はトルキスタン・アライ(Turkestan-Alay)地域と呼ばれている(Fig. I-2)。以下調査地域及びその周辺の地質について、キルギス側カウンターパートから得た情報をもとに記述する。

(2) トルキスタン・アライ地域

トルキスタン・アライ地域には原生界から新生界の地層が分布する。地質構造は主に東西方向の断層・褶曲で規制され、衝上断層により東西に細長いいくつもの構造帯に分断されている。これらの構造帯は古典的な地向斜造山論に従って、北部は優地向斜帯に、南部は劣地向斜帯に区分されている。北側の優地向斜帯は東西走向の断層(カウラウ; Kaurau断層, テゲルマチ; Tegermach断層, ハイダルカン断層)により南側の劣地向斜帯に衝上している。こうした地質構造は、最近では海洋底の沈み込みと、それに続くデボン紀から石炭紀の大陸の衝突、すなわち北側の活動的大陸縁辺が南側の受動的大陸縁辺へ衝突・衝上することにより形成されたと考えられている(Windley et al., 1990)。

トルキスタン・アライ地域では、優地向斜帯・劣地向斜帯ともに層序的には下部層・中部層・上部層に区分される。下部層はいずれの地域でもシルル系の遠洋性堆積物からなる。優地向斜帯では一部にスピライト質火山岩類が認められるが、劣地向斜帯ではこれを欠き、一部で細粒の陸源性堆積物が発達する。中部層はいずれも数千mにおよぶ厚い層序で特徴づけられ、時代はシルル紀後期から石炭紀中期*におよぶ。優地向斜帯では石灰岩・グレイワック及び粗面玄武岩-玄武岩類等からなり、劣地向斜帯では炭酸塩岩類を主体とする。上部層は両帯とも、

石炭紀中期の炭酸塩岩類・陸源性のフリッシュ相からなる。

*:ヨーロッパの標準層序では、石炭紀を前期（ミシシッピ世）と後期（ペンシルバニア世）に二分しているが、旧ソ連の地質年代区分では、中期石炭紀（バシキール期・モスクワ期）を設けている。

(3) アライ地域の地質

1) 層序

アライ地域は、上記の劣地向斜帯に含まれる。前述したように南部天山山脈は、ヘルシニア期の造山帯に属するため、著しい変形を被り、地質は断層により多数のブロックに分断されている。また、しばしば大規模な衝上断層・ナップ構造も発達する。異なるブロック間では、同時代の地層でも岩相の側方変化が著しく、正確な層序対比は困難であることが多い。このため、従来からキルギスにおける層序区分では、「地質ユニット (Geological Unit)」と呼ばれる地質单元による分類がなされている。地質ユニットとは、共通な層序が認識されるブロックを一括した地質体である。各地質ユニットにおける共通な層序はそれぞれのユニットの「標準層序 (Type Section)」と呼ばれる。本調査地域の地質図をFig.1-3に示す。

アライ地域の古生界は以下の地質ユニットに区分されている。

コーザチカン (Khodzhachkan)

アライ (Alay)

ガウミッシュ (Gaumysh)

ジリスー・カルマカスー (Dzhylisuu-Kalmakasuu)

サラブラック (Sarablak)

ゴルンディン (Gorundin)

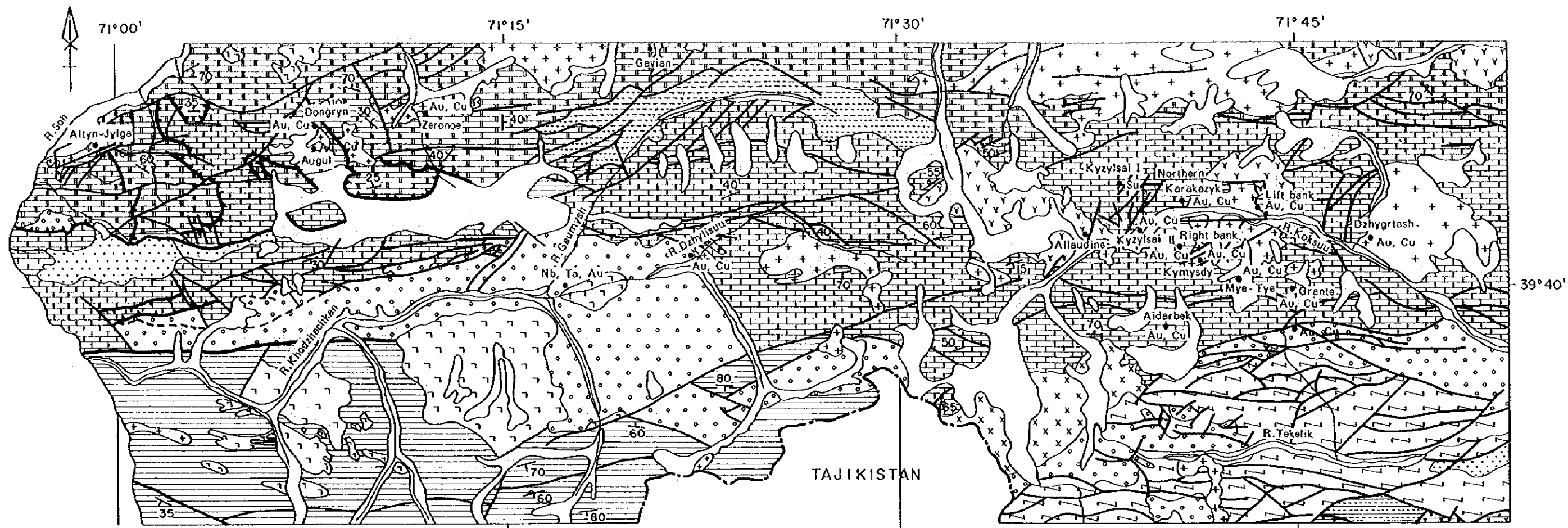
ザラフシャン (Zaravshan)

以下、各地質ユニットについて概要を述べる。

① コーザチカン

調査地域北部のジリスー川、ガウミッシュ川流域に分布する。上部シルル系（ラドロウ統）から中部石炭系（モスクワ階）の陸源性堆積岩ないしは炭酸塩岩類からなり、層厚は約1,900mである。

② アライ



LEGEND

- silt, sand, gravel, talus
- carbonate-terrigenous deposits
- molasse-flysh deposits
- terrigenous-carbonate-siliceous deposits
- limestone-dolomite
- limestone
- terrigenous-carbonate-siliceous deposits
- volcanic-carbonate-siliceous deposits
- terrigenous-subaqueous slumping deposits
- carbonate-siliceous-terrigenous deposits

Late Carboniferous-Early Permian

- Karakazyk complex gabbro-monzodiorite-granodiorite
- Archabashin complex monzonite-granite
- Surmetash complex monzonite-monzodiorite

Early-Late Permian

- Matchai complex granite, syenite

- thrust
- major fault
- fault
- strike, dip

- Allyn-Jylga Ore deposit or mineral manifestations
- Au Cu

- Alay area
- Allyn-Jylga district
- Karakazyk district

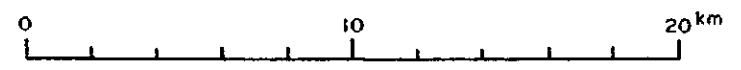


Fig. 1-3 Generalized Geological Map of the Survey Area

下部シルル系（ランドベリー統）から中部石炭系（モスクワ階）からなり、上部シルル系から中部石炭系（モスクワ階下部）の厚い炭酸塩岩類で特徴づけられるユニットである。なお、最下部の下部シルル系は火山性ないしは陸源性の堆積岩、最上部は陸源性堆積岩からなる。本ユニット中部は、調査地域ではアサンガバール(Asangavar)及びエキダバン(Ekkidavan)と呼ばれる、やや層序の異なる2つのサブユニットからなる。アサンガバール・サブユニットは、石灰岩・苦灰岩及び蒸発岩類からなり、火山岩類をはさむ。これらはデボン紀中期に発生した小規模なリフトに伴い形成されたものである。一方、エキダバン・サブユニットは、石灰岩・苦灰岩を主体とする。

③ ガウミッシュ

アライユニットの南側に位置し、調査地域東部から西部にかけて広く分布する。上部シルル系（ラドロウ統）から中部石炭系（モスクワ階）から構成され、石灰岩を主体とするユニットであるが、最下部は火山性ないしは陸源性の堆積岩から構成される。上部シルル系（ラドロウ統）、中部デボン系（アイフェル階）には陸源性堆積岩及び泥質岩が挟まれる。また最上部の中部石炭系（モスクワ階）は主として陸源性堆積岩からなる。

④ ジリスー・カルマカスー

調査地域南東部のテケリック(Tekelik)川・コクスー川流域に分布する。上部シルル系（ラドロウ統）から中部石炭系（モスクワ階）の陸源性堆積岩・炭酸塩岩類・泥質岩類からなり、海洋底から大陸（アライ・マイクロ大陸）斜面の場で形成されたユニットである。デボン系から下部石炭系の一部には、塩基性の海底火山岩類が挟まれる。層厚は1100mである。

⑤ サラブラック

調査地域南東部のキジルスー川流域に分布する。下部デボン系から中部石炭系（下部モスクワ階）からなり、層厚は1300mである。玄武岩・ドレライト複合岩体、海底地滑り堆積物、大陸斜面に形成された炭酸塩岩類・陸源性堆積物・泥質堆積物が発達する。

⑥ ゴルンディン

深海性の場で形成されたユニットであり、タービダイトからなる下部～中部オルドビス系のゴルンディン層と陸源性堆積物の海底地滑り堆積物からなるシルル系のカラスー(Karasuu)層から構成され、両層を合わせた層厚は850mである。

⑦ ザラフシャン

下部古生界から上部古生界（中部石炭系）の炭酸塩岩類・泥質堆積物・陸源性堆積物からなり、層厚は1200mである。本ユニットはアフガン・タジク古大陸の縁辺部に形成されたユニットである。下部古生界の火山起源・陸源性のタービダイトは緑色片岩相の変成を被っている。石炭系は付加体である。

このほか、独立したユニットとして認定されないオリストストロームを含む小規模なブロックが調査地域に断片的に分布する。また、上部古生界のフリッシューモラッセ層、後造山期の下部～中部ジュラ系赤色陸成層、白亜系の炭酸塩岩類・陸源性堆積物が上記地質ユニットを不整合に覆い調査地域内に断片的に分布する。

2) 貫入岩類

アライ地域には造山期の花崗岩類として、カラカジク複合岩体、アルカバシン(Archabashin)複合岩体、スルメタッシュ(Surmetash)複合岩体及びトゥルムスイ(Trumsuy)複合岩体が貫入している。これらは石炭紀末期～二畳紀初期の圧縮応力場のもとで活動している。また後造山期の活動としてアルカリ岩類が貫入しており、マチャイ(Matchai)複合岩体、ウルッコル(Ulukkol)複合岩体、ガウミッシュ複合岩体と呼ばれている。これらの岩石学的特徴は以下のとおりである。

① カラカジク複合岩体

カルクアルカリ岩系列(Calcic-alkalic rock series)のIタイプ花崗岩類に属し、アライ地域で最も広く分布する。斑れい岩-閃緑岩-花崗閃緑岩の組み合わせからなり、斑れい岩・石英閃緑岩・モンゾ閃緑岩・閃緑岩・アダメライトが出現する。背斜軸部に貫入することが多い。

② アルカバシン複合岩体

カラカジク複合岩体と同様なカルクアルカリ岩系列であるが、Iタイプ花崗岩とSタイプ花崗岩の中間的な性質を示す。斑状モンゾ閃緑岩・花崗閃緑岩・花崗岩等が出現する。

③ スルメタッシュ複合岩体

カルクアルカリ岩系(Alkalic-calcic series)に属し、斑れい岩-モンゾニ岩-閃長岩の組み合わせからなる。モンゾニ岩から非アルカリ花崗岩までが連続的に出現する。カラカジク複合岩体と同時代の活動とされている。

④ トゥルムスイ複合岩体

モンゾニ岩-モンゾ閃緑岩組成を示すカルクアルカリ岩系列(Calc-Alkalic series)の斑れい岩・閃緑岩・花崗閃緑岩の組み合わせである。スルメタッシュ複合岩体の活動に関連するとされている。トゥルムスイ複合岩体の石英モンゾニ岩は、カラカジク複合岩体の第2岩相の花崗岩類、スルメタッシュ複合岩体の第3岩相の花崗閃長岩と同時代の活動とされている。

⑤ マチャイ複合岩体・ウルッコル複合岩体

モンゾニ岩・閃長岩・ランプロファイアー等からなるアルカリ複合岩体である。

⑥ ガウミッシュ複合岩体

アルカリ岩系に属し、アルカリ玄武岩の小規模な岩脈として産する。

3) 鉱化作用

トルキスタンアライ地域では一般的に、金・銀・多金属鉱化作用はカルクアルカリ岩系（カラカジク複合岩体など）に伴われる。また錫・タングステンの鉱化はスルメタッシュ複合岩体のようなカルクアルカリ岩系列でもアルカリの多い岩石（Alkali-Calcic series）に関連して形成されている。レアメタルはアルカリ貫入岩体周囲のヘグマタイトや交代作用に伴われる。代表的な鉱徴地としては以下のものがある。

① アルティン・ジルガ鉱床群（Au・Ag・Cu）

カラカジク複合岩体に相当するアルティンジルガ岩体に関連して形成されたスカルン鉱床である。

② アウグル(Augul)ーガビアン(Gavian)鉱床群（Au・Ag・Cu）

アルティンジルガ鉱床の東に位置し、ドングルック（Dongruk）・アウグル・ガビアン等の鉱徴地が知られている。鉱化は中部石炭系石灰岩・苦灰岩（Ekkidavan層）及びオリストストローム（Gangidavan層）とこれらを通る花崗岩類（カラカジク複合岩体）中にスカルン及び石英脈として認められる。金は最高56g/tの品位が報告されている。

③ コクスー鉱床群（Au・Ag・Bi・W・Sn・Pb・Zn）

本鉱床群には、右岸地区（Right-bank）・キミスディクタ（Kymysdykta）・カラカズイク・アイダルベック（Aidarbek）・左岸地区（Left-bank）等で金・銀・ビスマス・タングステン・錫・鉛・亜鉛の鉱徴が知られている。鉱徴地はガウミッシュ・ユニットの炭酸塩岩類とカラカズイク複合岩体の花崗岩類との接触部に発達するスカルン中に胚胎する。

④ アラウディン鉱床群（Sn・W）

スルメタッシュ複合岩体に属するアラウディン岩体に関連して錫・タングステン・トリウム・ウラン・リチウム・緑柱石・螢石が胚胎している。石英・電気石・錫石脈および灰重石スカルンが発達する。

⑤ テケリック鉱床群（Au・Sb・W）

カラカズイク複合岩体およびアルカバシン複合岩体の閃緑斑岩・花崗閃緑岩に関連して形成されている。多数の鉱徴地および金・アンチモン・タングステン・銀・モリブデン・砒素・銅の地化学異常が認められる。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について

本調査地域は南部天山山脈のトルキスタン・アライ地域に属する。トルキスタン・アライ地域では東西方向の衝上断層が発達し、東西に伸長する細長い構造帯に区分される。

本調査地域ではヘルシニアン造山期のカラカズイック複合岩体及びトゥルムス複合岩体の花崗岩類が、銅-金、金-砒素、銀-多金属及びタングステンの鉱化に関連している。本調査地域の鉱床・鉱微地として、アルティン・ジルガ鉱床群(Au・Cu)、アウグル-ガビアン鉱床群(Au・Cu)、コクスー鉱床群(Au・Ag・Bi・W・Sb・Pb・Zn)、アラウディン鉱床群(Sn・W)がある。

本年度に実施した衛星画像のリニアメント及び地質構造判読の結果、本地域のリニアメントの方向は東西系と北東-南西系が卓越している。東西系のリニアメント集中ゾーンとその周辺にコクスー鉱床群、アウグル鉱床群、アルティン・ジルガ鉱床群の金銅鉱床・鉱微地が分布する。このため広域構造的に、東西系の断裂と鉱化作用との関連が指摘される。

アルティン・ジルガ地区のアルティン・ジルガ鉱床は、本年度のボーリング調査結果から北部の第4スカルン鉱体では、花崗閃緑岩体は下部で拡大し、地表部付近に広く分布するスカルン帯は深部で縮小していることが明らかとなった。一方、中央部の第3スカルン鉱体では、坑道と坑内ボーリング調査結果から、東へ約70°傾斜する層状構造を持つことが明らかになっている。このようにスカルン帯胚胎の場合は、花崗閃緑岩体の形態に規制されていると推察される。

放射年代測定(K-Ar法)の結果から、アルティン・ジルガ岩体の花崗閃緑岩とランプロファイアー岩脈の年代はほぼ一致し、石炭紀末期～二畳紀初期(280～300Ma)に相当することが明らかとなった。岩脈は第3スカルン鉱体の周辺部に特に高密度に発達する。ランプロファイアー岩脈の産状・分布から、ランプロファイアーはアルティン・ジルガ岩体の一連の火成活動末期に生じたものと推定された。またスカルン帯はランプロファイアーに貫かれることから、スカルン化作用はアルティン・ジルガ岩体の火成活動に起源し、石炭紀末期～二畳紀初期に形成されたと推定される。

ランプロファイアー岩脈の貫入面は、北部～中央部では走向N-SからNE-SWで東に傾斜、南部では走向E-Wで南傾斜のものが多く、岩脈は周辺の岩石の剪断割れ目にできた隙間に貫入したものと考えられる。岩脈の集中する範囲と貫入面の軸方向から判断し、アルティン・ジルガ鉱床の中央部と南部の南東方に、岩脈の貫入活動の中心部が推定される。

アルティン・ジルガ沢周辺に分布するランプロファイアー岩脈は、母岩の大理石との接触部

並びにランプロファイアー-それ自身を輝石スカルン化させ、しばしば二次酸化銅鉱を鉱染状に伴い、岩脈の一部では最高品位Au 5.0g/lの金鉱化が認められた。

坑道調査の結果、第3スカルン鉱体中にはNE-SW、系東または西傾斜の断裂とNW-SE系、東急傾斜の断裂が卓越する。断裂系と金鉱化との関係を検討した結果、これら両系統の断裂交全部に金鉱化が集中すると推定された。

検鏡結果から、金は粒径5-100 μ mのエレクトラムとして、ざくろ石・単斜輝石などのスカルン鉱物の粒間や微小な割れ目沿いに晶出したり、黄銅鉱・斑銅鉱などの銅硫化物鉱物や、輝砒鉛鉱・閃砒鉛銅鉱などのビスマス硫化物・ビスマス硫酸鉱物と共生していることが明らかとなった。そのほか、エレクトラムは石英・炭酸塩鉱物と伴って産することが、キルギス側の研究で明らかになっている。

以上のことから、アルティン・ジルガ地区のスカルン化作用と金鉱化作用は、花崗閃緑岩体・ランプロファイアー岩脈の貫入機構やNE-SW系・NW-SE系の断裂系に規制されていると推察される。

カラカズィック地区の左岸鉱床は苦灰質大理石と方解石質大理石との境界部の層間破碎帯に形成された含金・銅スカルン鉱床である。また、カラカズィック鉱床は花崗閃緑岩と大理石との接触部、あるいは破碎構造に伴う交代岩中に胚胎した含金・銅スカルン鉱床である。地表で確認された鉱化帯の広がり、大きいもので20m-40mで、高品位部は小規模である。高品位部はスポット状に散在しており、現時点では開発可能な鉱床に発展する可能性は小さいと判断される。

4-2 鉱床賦存のポテンシャルについて

本調査地域には、アルティン・ジルガ鉱床群、コクスー鉱床群、アウグルーガビアン鉱床群などの金・銀・銅の鉱床・鉱微地がある。

本年度調査の結果、開発対象となりうる鉱床はアルティン・ジルガ鉱床第3スカルン鉱体である。

アルティン・ジルガ鉱床中央部の第3スカルン鉱体に対しては、1995年から南キルギス探鉱隊によって1930mLで坑道探鉱が実施され優勢な金鉱化帯が捕捉されている。探鉱坑道での含金スカルン鉱体の幅は10m-15m、長さ300m程度である。南キルギス探鉱隊による1997年1月現在の第3スカルン鉱体の埋蔵鉱量(カットオフ品位: Au 1g/l)は、予想鉱量1,138千トン、金量8.6トン、平均金品位7.6g/lと報告されている。

1930mLの下向きボーリングにより、第3スカルン鉱体下部に高品位部が確認されている。

高品位部の位置は1930mLから60m下方(1870mL)である。ここでの規模・品位は、着鉱幅18.5m(水平幅換算13m)、平均金品位25.7g/tを示した。この高品位部を切る石英脈中の流体包有物の均質化温度の平均値は140℃を、単斜輝石スカルンに伴う方解石の温度は151℃を示し、金富鉱部の温度としては低い温度であった。スカルンの分布・構造と均質化温度から判断すると、1870mLの高品位部は更に下方へ延長し、その深部に高品位部が連続する可能性がある。

0 1

0 1

0 1

第5章 結論及び提言

5-1 結論

5-1-1 全域

- (1) 本調査地域は南部天山山脈のトルキスタン-アライ地域に属し、東西方向の衝上断層が発達し、東西に伸長するいくつかの細長い構造帯に区分される。本調査地域を構成する地質単元は古生界の堆積岩類・貫入岩類及びこれらを覆う第四系堆積物からなる
- (2) 本調査地域の鉱床・鉱微地として、アルティン・ジルガ鉱床群(Au・Cu)、コクスー鉱床群(Au・Ag・Bi・W・Sb・Pb・Zn)、アウグル-ガビアン鉱床群(Au・Cu)、アラウディン鉱床群(Sn・W)が確認されている。
- (3) 衛星画像の地質判読結果から、33の地質単元に区分でき、これらの地質単元は既存地質図の地質層序分布と概ね良い一致を示した。リニアメント及び地質構造の判読結果から、本地域のリニアメントの方向は東西系と北東-南西系が卓越する。東西系のリニアメント集中ゾーンとその周辺にアルティン・ジルガ鉱床群の金銅鉱床・鉱微地、コクスー鉱床群、アウグル鉱床群が分布する。このため広域的には、東西系の断裂と鉱化作用との関連が指摘された。
- (4) 調査地域南西部に小規模に点在するスペクトル異常は、環状構造を示す貫入岩類の分布域にあるため、このスペクトル異常は貫入に伴う鉱化作用を反映している可能性が指摘された。

5-1-2 アルティン・ジルガ地区

- (1) 本地区の鉱床は、カラカズイク複合岩体の花崗閃緑岩とデボン系の大理石との接触部に形成された含金銅スカルン鉱床である。
- (2) スカルンは輝石スカルンが卓越する。輝石スカルンなどが珪化作用によって生じた珪化スカルンが、北部に多く分布する。
- (3) 北部の第4スカルン鉱体でのボーリング調査の結果、花崗閃緑岩体は下部で拡大し、地表部付近に広く分布するスカルン帯は深部で縮小していることが判明した。第4スカルン鉱体中に金鉱化作用が広く認められたが、Au 0.1-0.5g/tの低品位であり、一部の濃集部(最高品位 Au 55.6g/t、幅50cm)を除き、まとまりの良い高品位部は捕捉されなかった。
- (4) 中央部の第3スカルン鉱体中に優勢な金鉱化作用の存在が、1930mLの既存坑道調査により再確認された。ここで捕捉された鉱化帯は、金品位5-6g/t、鉱床範囲3,000m²程度の規模

を示す。

- (5) 本年度の既存坑道調査の結果、第3スカルン鉱体中にはNE-SW系とNW-SE系の断裂が卓越した。断裂系と金鉱化との関係を検討した結果、これら両系統の断裂交会部に金鉱化が集中すると推定された。
- (6) ランプロファイアー岩脈は、第3スカルン鉱体の周辺部に特に高密度に発達する。アルティン・シルガ沢周辺に分布するランプロファイアーはスカルン化作用を被り、二次酸化銅鉱を鉱染状に伴い、一部の岩脈に金鉱化(1.3-5.0g/l)が認められる。
- (7) 花崗閃緑岩とランプロファイアーのホルンブレンドの放射年代はほぼ一致し、石炭紀末期～二畳紀最前期に相当する。ランプロファイアーはその分布と産状から花崗閃緑岩体と一連の火成活動の後期に形成したものであり、またスカルン鉱体はランプロファイアーに貫かれることから、スカルンの生成時期は石炭紀末期～二畳紀初期と推定される。
- (8) 中央部の第3スカルン鉱体では金鉱化は強く、全体として北に向かって劣勢になる傾向がある。北部と中央部の鉱化作用を比べると、北部は珪化作用が強く、硫酸鉄鉱に富み、流体包有物の均質化温度が低いなどがあげられ、鉱化末端部の特徴を示していると思われる。
- (9) ランプロファイアー岩脈、NE-SW系断裂は金鉱化作用に強く関連していると考えられる。第3スカルン帯の南南東に、顕著な金の地化学異常が認められ、鉱化の中心部に当たるとではないかと推定される。
- (10) 1930mLの下向きボーリング(SK8-13孔)により、第3スカルン鉱体下部に高品位部が確認されている。高品位部の位置は1930mLから60m下方(1870mL)である。ここでの規模・品位は、水平幅約13m、平均金品位25.7g/tを示している。この高品位部を切る石英脈中の流体包有物の均質化温度の平均値は140℃を、単斜輝石スカルンに伴う方解石の温度は151℃を示し、金富鉱部の温度としては低い温度である。本年度の調査では均質化温度の測定個数が多くないため、断定はできないが、スカルンの構造分布と均質化温度から判断すると、1870mLの高品位部は更に下方へ延長し、その深部に高品位部が賦存する可能性がある。
- (11) 西部の地表には硫化鉱物を伴う輝石スカルン帯(第8・第9スカルン鉱体)が、30m×200mの範囲で広く発達し、最高 Au 10g/t の品位が得られた。

5-1-3 カラカズイク地区

- (1) 左岸鉱床は苦灰質大理石と方解石質大理石との境界部の層間破碎帯に形成された含金・銅スカルン鉱床である。また、カラカズイク鉱床は花崗閃緑岩と大理石との接触部、あるいは破碎構造に伴う交代岩中に胚胎した含金・銅スカルン鉱床である。

- (2) 地表で確認された鉍化帯の広がり、大きいもので20m-40mであるが、高品位部は小規模である。
- (3) 高品位部はスポット状に散在しており、現時点では開発可能な鉍床に発展する可能性は小さいと判断される。

5-2 第2年次調査への提言

本年度の地質精査、ボーリング調査の結果、開発対象となりうる鉍床はアルティン・ジルガ鉍床第3スカルン鉍体であり、その深部に高品位部が賦存する可能性が大きいと判断された。

第3スカルン鉍体のポテンシャルを明確にし、鉍量の大幅増など開発に結びつく成果を目指す調査を実施することが望ましい。具体的な調査方法としては、1930mLで確認されている第3スカルン鉍体の1850mL及びそれ以深の鉍況を確認するため、1850mLに坑道を開削し、既往ボーリング(SKB-13孔)により捕捉された高品位部の鉍況を直接確認するとともに、1850mL坑内から水平及び下向きボーリング調査を実施することが望ましい。

またアルティン・ジルガ鉍床全体の鉍化メカニズムを把握するため、鉍化帯の中心部と推定される第5・第1・第2鉍体の下方延長部に対し、1850mLでの坑道調査を延長し、坑内水平ボーリング調査を実施することが望ましい。

そのほか、アルティン・ジルガ鉍床の探鉍余地として、MJXA-10孔と1930mL坑道の間の鉍化状況を確認するための地表ボーリング調査、1930mLの鉍床範囲を確定するための水平ショート・ボーリング調査が望ましい。

さらに、広域的な地質構造から判断して、アルティン・ジルガ鉍床と類似の鉍床胚胎条件下にあると考えられるアウグル、ガビアンなどの鉍微地について、鉍床形成場の把握と鉍床ポテンシャル評価のために、地質・鉍床に関する情報収集と地質概査を実施することが望ましい。

第II部 各 論

第1章 衛星画像解析

1-1 調査目的及び解析方法

1-1-1 目的

衛星画像の写真地質学的判読作業により、アライ地域の全域の広域的な地質構造・岩相区分を把握することを目的として、処理・解析を行った。

1-1-2 使用データ

本調査に使用した画像データは、カラム187~189/ライン270の3シーンのSPOTデータである。各シーンの範囲をFig. II-1-1に示し、使用したデータをTable II-1-1に示す。

使用した画像では、高標高部に積雪・氷河の発達が認められる。また、調査地域の東半分（カラム189, ライン270に相当する範囲）では雲が多く、後述する比演算処理上で障害となるので雲のデータをマスクし、解析の範囲から除外した。

1-1-3 作業内容

解析作業は以下の手順により実施した。

(1) 画像処理

解析対象地域が3シーンの画像にまたがるため、UTM座標上でデータをデジタル的につなぎ合わせた。つなぎ合わせる際には、両シーンの色調のばらつきを生じないように、各バンドごとのDN値ヒストグラムを調整した。こうしてつなぎ合わせたデータのバンド1・2・3にリニアストレッチ処理を行い、それぞれに青・緑・赤に配色したカラー合成画像を作成し、縮尺20万分の1のペーパープリントに出力した (Fig. II-1-2)。

上記によりつなぎ合わせた画像データについて、変質帯の抽出を目的に比演算処理を行った。処理は鉄酸化物の指標としてバンド1・2を選び、正規化された比（差/和；バンド2 - バンド1 / バンド2 + バンド1）として比演算を行った。

(2) 写真地質判読

20万分の1フォールスカラー画像を使用し、写真地質学的判読手法により地質単元の区分、リニアメント及び地質構造判読を行った。

(1) 地質単元区分

画像上から色調、水系パターン、地表面のテクスチャー、浸食に対する抵抗度の違い、層

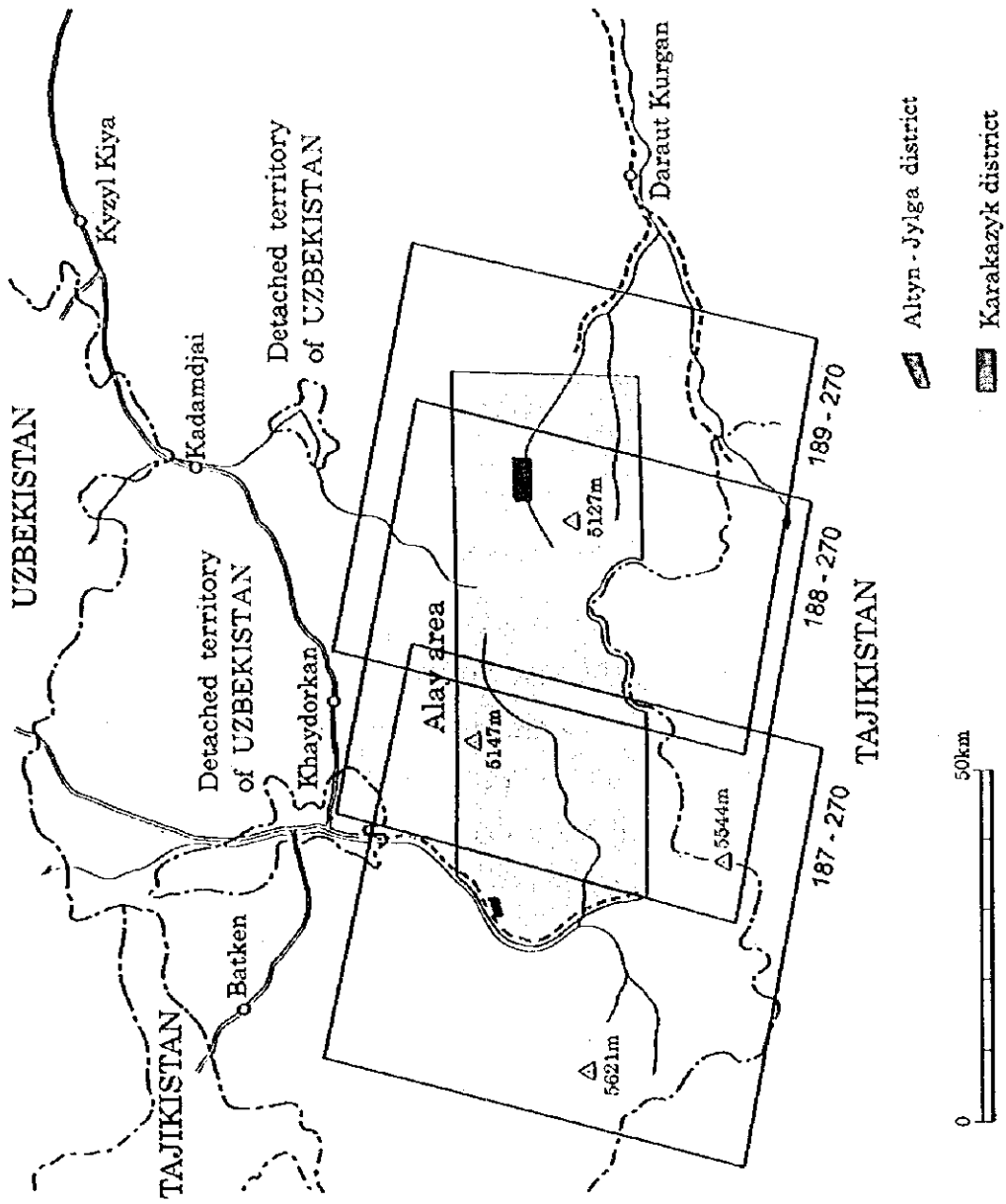
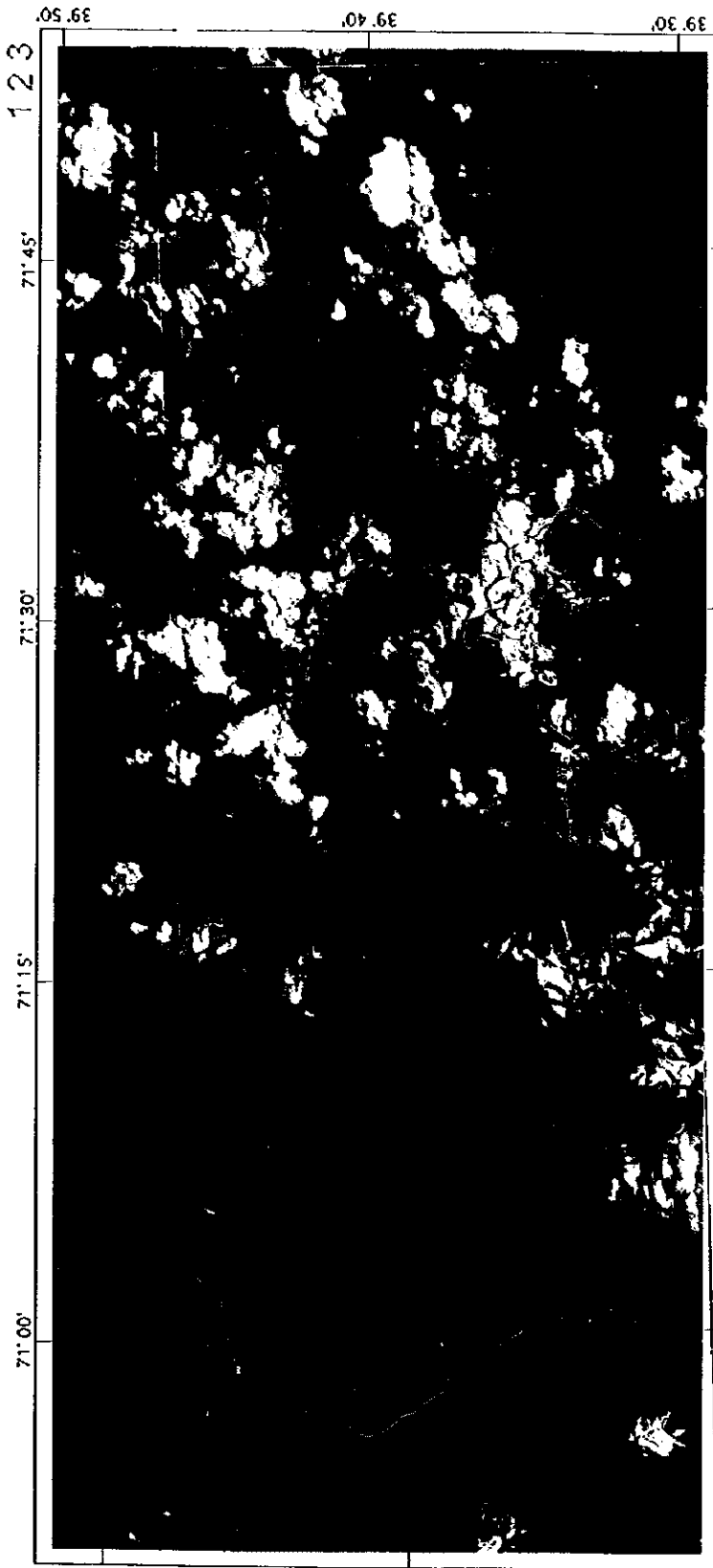


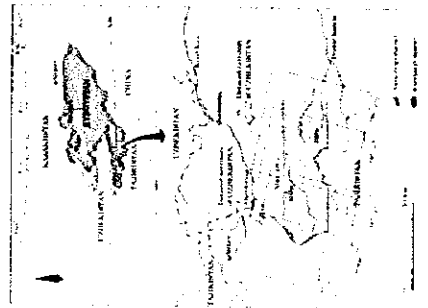
Fig. II-1-1 Ground Coverage of Satellite Data



COLOR COMPOSITE IMAGE

Band 1 : Blue
 Band 2 : Green
 Band 3 : Red

SATELLITE : SPOT
 INSTRUMENT : HRV 1, HRV 2
 SCENE ID : 3 187 - 270 96/08/25 06:12:58 1 X
 1 188 - 270 86/07/01 06:14:55 2 X
 1 189 - 270 86/08/17 06:11:10 1 X



THE ALAY AREA, THE KYRGHYZ REPUBLIC

Japan International Cooperation Agency
 Metal Mining Agency of Japan
 1998

Fig. II-1-2 False Color Digital Mosaic Spot Image

Table II -1-1 Specification of Original Satellite Data

	Scene parameters		
	1	2	3
Scene ID	3 187-270 96/08/25 06:12:58 1 X	1 188-270 86/07/01 06:14:55 2 X	1 189-270 86/08/17 06:11:10 1 X
K-J identification	187-270	188-270	189-270
Date	96/08/25	86/0701	86/008/17
Time	06 h 12 mn 58 s	06 h 14 mn 55 s	06 h 11 mn 10 s
Instrument	HRV 1	HRV 2	HRV 1
Spectral mode	XS	XS	XS
Number of spectral bands	3	3	3
Spectral band indicators	XS1 XS2 XS3	XS1 XS2 XS3	XS1 XS2 XS3
Sun angles(degrees)	Azimuth: 148.9 Elevation: 057.8	Azimuth: 136.3 Elevation: 068.9	Azimuth: 145.8 Elevation: 060.4
Number of lines	3002	3003	3002
Number of pixels per line	3147	3151	3144
	Scene Center Location		
Latitude	39°38'02" N	39°37'59" N	39°37'59" N
Longitude	71°00'05" E	71°23'43" E	71°40'20" E

理あるいは片理の発達状況等の写真地質学的特徴に基づき、地質単元区分を行った。判読に際しては、既存の50万分の1地質図 (Ministry of Geology, USSR, 1980)及び南キルギス探鉱隊作成の未公表地質図 (縮尺5万分の1)を参考にした。

(2) リニアメント及び地質構造判読

画像上に現れた、地質的要因によると推定される直線的な谷地形、急崖及び鞍部の連続をリニアメントとして抽出した。また画像から明瞭に地層の走向・傾斜方向が判読できる部分では、その方向を記載した。

1-2 解析結果

1-2-1 地質単元区分

地質判読の結果、33の地質単元に区分することができた。判読された地質単元の一覧をTable II-1-2に、地質単元区分図をFig. II-1-3に示す。前述したように、積雪・氷河・雲が調査地域東側を広く覆い、地質単元相互の対比及び連続性の認定の障害となった。これに対し、調査地域西部では、積雪・氷河・雲はほとんど無いものの、東部と比較してやや植生が発達し、色調による単元区分の障害となった。判読結果は既存地質図とは概ね良好な一致を示した。以下、判読結果と既存地質図との対比について述べる。

(1) 単元Q

調査地域全域の主要河川、氷河周辺に分布する。沖積層・段丘堆積物・崖錐・氷河成層と考えられる。

(2) 単元M1, M2

調査地域西部のコーザチカン(Khodzhaachkan)川右岸に分布する。単元M1は褐色を呈し、やや低い浸食抵抗、滑らかな表面組織で特徴づけられる。単元M2は赤色を呈し、中程度の浸食抵抗を示す。既存地質図との対比から、それぞれ第三系(M1)及び白亜紀(M2)のモラッセ堆積物(シルト岩・砂岩・礫岩)に相当すると考えられる。

(3) 単元C1, C2, C4, C6

調査地域西部(C1, C2)、中央部ガウミッシュ(Gaumysh)川流域(C4)、中央部～東部(C6)に分布する。単元C1, C4は高い浸食抵抗を示し、粗い表面組織で特徴づけられる。C2, C6は滑らかな表面組織で特徴づけられる。いずれも層理の発達は認められない。既存地質図との対比から、下部～中部石炭系の泥質岩・砂岩等と考えられる。

Table II-1-2 Photogeologic Characteristics of Interpretation Units

Units	Photocharacteristics		Drainage		Geomorphologic aspects		Correlation	Rock Types
	Color	Texture	Pattern	Density	Resistance	Bedding		
Q	gray to dark brown	fine	parallel	very low	very low	none	Quaternary	sand, gravel
M1	brown	fine	dendritic	low	low	none	Tertiary, Cretaceous	silt, ss, cgl
M2	red	moderate	dendritic	high	moderate	poor	Cretaceous	silt, ss, cgl
C1	red	coarse	dendritic	high	moderate	none	L-M Carboniferous	mdst, ss
C2	dark gray	fine	subparallel	moderate	low	none	L-M Carboniferous	mdst, ss
C3	dark gray to red	fine	subparallel	moderate	low	none	M-U Carboniferous	mdst, ss, cgl
C4	reddish gray	coarse	subparallel	high	high	none	L-M Carboniferous	mdst, ss
C5	dark gray	coarse	dendritic	high	high	poor	M-U Carboniferous	mdst, ss, cgl
C6	dark brown	fine	dendritic	moderate	moderate	none	L-M Carboniferous	mdst, ss
C7	dark brown	moderate	subdendritic	high	high	well	L-M Carboniferous	ls, dol
Cud	red	moderate	dendritic	high	moderate	poor - well	Carboniferous	ss, cgl, ls, dol
D1	reddish gray	coarse	subdendritic	high	high	none	Devonian	ls, dol, ma
D2	dark gray	fine	subparallel	moderate	low	none	Devonian	ls, dol, ma
D3	dark gray	fine	subdendritic	moderate	moderate	partially well	Devonian	ls, dol, ma
D4	red to pinkish brown	coarse	subparallel	moderate	low	none	Devonian	ls, dol, ma
D5	dark gray	fine	subparallel	moderate	low	none	Devonian	mdst, ss
D6	red to pinkish brown	coarse	subparallel	moderate	low	none	Devonian	ls, dol, ma
D7	gray to dark brown	coarse	subdendritic	high	high	none	Devonian	ls, dol, ma
D8	light gray	moderate	subdendritic	high	high	poor	Devonian	ls, dol, ma
S-D	dark gray	coarse	subdendritic	high	very high	poor	Devonian - Devonian	marble
S1	dark gray	fine	subdendritic	moderate	low	none	Silurian	mdst, ss
S2	dark gray	coarse	subdendritic	high	high	none	Silurian	mdst, ss
S3	red to reddish gray	moderate	dendritic	moderate	moderate	partially well	Ordovician - Silurian	mdst, ss
I1	reddish pink	coarse	subdendritic	high	very high	none	L-U Permian	Matchai complex
I2	dark gray	coarse	annular	high	very high	none	L-U Permian	Matchai complex
I3	dark gray	coarse	subtrellis	high	very high	none	L-U Permian	Matchai complex
I4	dark brown	fine	dendritic	moderate	moderate	none	U Carb. - L Perm.	Karakazyk complex
I5	dark brown	moderate	dendritic	moderate	high	none	U Carb. - L Perm.	Archabashin complex
I6	dark brown	coarse	subdendritic	high	moderate	none	U Carb. - L Perm.	Surmetash complex
I7	dark brown	coarse	subdendritic	moderate	moderate	none	U Carb. - L Perm.	Karakazyk complex
I8	dark brown	moderate	subparallel	moderate	moderate	none	U Carb. - L Perm.	Ulukkol complex
I9	dark brown	fine	dendritic	moderate	moderate	none	U Carb. - L Perm.	Ulukkol complex
I10	dark brown	coarse	subparallel	moderate	moderate	none	U Carb. - L Perm.	Surmetash complex

Abbreviation: silt: siltstone, ss: sandstone, mdst: mudstone, cgl: conglomerate
 ls: limestone, dol: dolomite, ma: marble

(4) 単元C3, C5

単元C3は滑らかな表面構造と低い浸食抵抗, 単元C5は粗い表面組織とやや高い浸食抵抗で特徴づけられる。既存地質図との対比から石炭系中～上部のモラッセ堆積物(泥質岩・砂岩・礫岩)と考えられる。

(5) 単元C7

調査地域東部に分布し, 高い浸食抵抗と層理の発達で特徴づけられる。既存地質図との対比から, 石炭系の石灰岩・苦灰岩等と考えられる。

(6) 単元Cud

調査地域南東部に分布する。植生及び雲により詳細な単元区分が困難であったため, Cudとして一括した。既存地質図では石炭系の分布域に相当する。

(7) 単元D1～D4, D6～D8

調査地域西部(D1～D4), 調査地域中央部(D6)及び調査地域中部～東部(D7, D8)に分布する。D1, D4, D6, D7, D8は粗い表面組織あるいは高い浸食抵抗で特徴づけられる。単元D2, D3は滑らかな表面組織とやや低い浸食抵抗で特徴づけられる。単元D1～D4及び単元D6～D8は既存地質図との対比から, デボン系の石灰岩・苦灰岩・大理石に相当すると考えられる。

(8) 単元D5

調査地域西部に分布し, 滑らかな表面組織と低い浸食抵抗で特徴づけられる。既存地質図との対比から, デボン系の泥質岩・砂岩等に相当すると考えられる。

(9) 単元S-D

調査地域西南部に分布し, 粗い表面構造と非常に高い浸食抵抗で特徴づけられる。既存地質図との対比からシルル系～デボン系の大理石に相当すると考えられる。

(10) 単元S1, S2

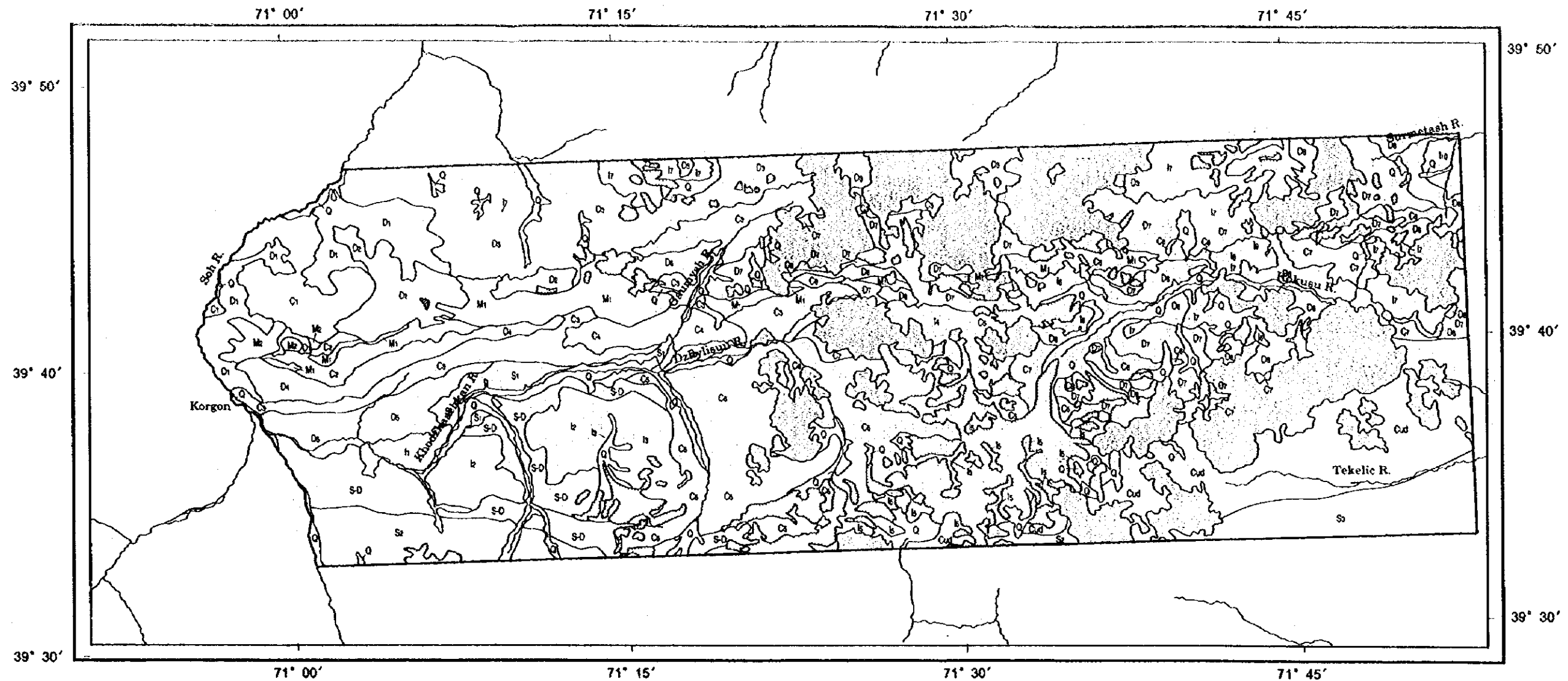
調査地域西部に分布する。S1は滑らかな表面組織と低い浸食抵抗, S2は粗い表面組織と高い浸食抵抗で特徴づけられる。既存地質図との対比から, シルル系の泥質岩・砂岩に相当すると考えられる。

(11) 単元S3

調査地域南東部に分布する。既存地質図との対比からオルドビス系・シルル系の泥質岩・砂岩に相当すると考えられる。

(12) 単元I1, I2, I3

調査地域南西部に分布する。粗い表面構造と極めて高い浸食抵抗で特徴づけられる。また後述する地質構造判読により, 一部に環状構造が認められた。既存地質図との対比から, マ



Photogeologic Characteristics of Interpretation Units

Units	Photocharacteristics		Drainage		Geomorphologic aspects		Correlation	Rock Types
	Color	Texture	Pattern	Density	Resistance	Bedding		
Q	gray to dark brown	fine	parallel	very low	very low	none	Quaternary	sand, gravel
M1	brown	fine	dendritic	low	low	none	Tertiary, Cretaceous	silt, ss, cgl
M2	red	moderate	dendritic	high	moderate	poor	Cretaceous	silt, ss, cgl
C1	red	coarse	dendritic	high	moderate	none	L-M Carboniferous	mdst, ss
C2	dark gray	fine	subparallel	moderate	low	none	L-M Carboniferous	mdst, ss
C3	dark gray to red	fine	subparallel	moderate	low	none	M-U Carboniferous	mdst, ss, cgl
C4	reddish gray	coarse	subparallel	high	high	none	L-M Carboniferous	mdst, ss
C5	dark gray	coarse	dendritic	high	high	poor	M-U Carboniferous	mdst, ss, cgl
C6	dark brown	fine	dendritic	moderate	moderate	none	L-M Carboniferous	mdst, ss
C7	dark brown	moderate	subdendritic	high	high	well	L-M Carboniferous	ls, dol
Cud	red	moderate	dendritic	high	moderate	poor - well	Carboniferous	ss, cgl, ls, dol
D1	reddish gray	coarse	subdendritic	high	high	none	Devonian	ls, dol, ma
D2	dark gray	fine	subparallel	moderate	low	none	Devonian	ls, dol, ma
D3	dark gray	fine	subdendritic	moderate	moderate	partially well	Devonian	ls, dol, ma
D4	red to pinkish brown	coarse	subparallel	moderate	low	none	Devonian	ls, dol, ma
D5	dark gray	fine	subparallel	moderate	low	none	Devonian	mdst, ss
D6	red to pinkish brown	coarse	subparallel	moderate	low	none	Devonian	ls, dol, ma
D7	gray to dark brown	coarse	subdendritic	high	high	none	Devonian	ls, dol, ma
D8	light gray	moderate	subdendritic	high	high	poor	Devonian	ls, dol, ma
S-D	dark gray	coarse	subdendritic	high	very high	poor	Silurian - Devonian	marble
S1	dark gray	fine	subdendritic	moderate	low	none	Silurian	mdst, ss
S2	dark gray	coarse	subdendritic	high	high	none	Silurian	mdst, ss
S3	red to reddish gray	moderate	dendritic	moderate	moderate	partially well	Ordovician - Silurian	mdst, ss
I1	reddish pink	coarse	subdendritic	high	very high	none	L-U Permian	Matchai complex
I2	dark gray	coarse	annular	high	very high	none	L-U Permian	Matchai complex
I3	dark gray	coarse	subparallel	high	very high	none	L-U Permian	Matchai complex
I4	dark brown	fine	dendritic	moderate	moderate	none	U Carb - L Perm	Karakazh complex
I5	dark brown	moderate	dendritic	moderate	high	none	U Carb - L Perm	Archabashin complex
I6	dark brown	coarse	subdendritic	high	moderate	none	U Carb - L Perm	Sumtash complex
I7	dark brown	coarse	subdendritic	moderate	moderate	none	U Carb - L Perm	Karakazh complex
I8	dark brown	moderate	subparallel	moderate	moderate	none	U Carb - L Perm	Ullakol complex
I9	dark brown	fine	dendritic	moderate	moderate	none	U Carb - L Perm	Ullakol complex
I10	dark brown	coarse	subparallel	moderate	moderate	none	U Carb - L Perm	Sumtash complex

Abbreviation: silt, siltstone, ss, sandstone, mdst, mudstone, cgl, conglomerate, ls, limestone, dol, dolomite, ma, marble



LEGEND

- Interpretation unit and boundary
- Glacier, snow cover
- Cloud
- Drainage
- Alay area

Fig. II-1-3 Geological Interpretation Map of Spot Image

チャイ複合岩体に相当する花崗岩類と考えられる。

(13) 単元 I 4, I 7

単元 I 4は調査地域中央部に、単元 I 7は調査地域北西部～北東部にかけて広く分布する。単元 I 4は滑らかな表面組織、I 7は粗い表面組織で特徴づけられる。いずれも浸食抵抗は中程度である。既存地質との対比から、いずれの単元もカラカズイク複合岩体に相当する花崗岩類と考えられる。

(14) 単元 I 5

本単元の分布域は積雪・氷河の発達が顕著で、本単元の露出は山稜部に狭い範囲に認められるだけであるが、高い浸食抵抗と色調の差から、周囲の単元から区別できる。既存地質図との対比から、本単元はアルカバシン複合岩体に相当する花崗岩類と考えられる。

(15) 単元 I 6, I 10

調査地域東部のコクスー川上流部 (I 6) 及び調査地域北東縁のスルメタッシュ川上流部 (I 10) に分布する。粗い表面組織と、中程度の浸食抵抗で特徴づけられる。既存地質図との対比から、スルメタッシュ複合岩体に相当するアルカリ花崗岩類と考えられる。

(16) 単元 I 8, I 9

現地調査を実施したカラカズイク地区付近に分布する。明るい色調を呈する周囲の石灰岩・大理石 (単元 D 8) と明瞭に区別できる。現地調査でウルコック複合岩体に属する閃長岩 (単元 I 8)、モンソニ岩 (単元 I 9) であることが確認された。

1-2-2 リニアメントおよび地質構造判読

解析結果をFig.II-1-4に示す。リニアメントの方向は主に東西系 (WNW-ESE方向ないしENE-WSW方向) 及び北東-南西系 (NNE-SSW方向ないしNE-SW方向) が卓越する。個々のリニアメントの長さは、一般に数百m～数kmであるが、なかには、ほぼ同じ方向のリニアメントが、その走向方向に断続的に連なるいくつかのリニアメント集中ゾーンが認められる。顕著なりニアメント集中ゾーンは次の4つである。

- ①カラカズイク地区付近から調査地域をほぼ東西に横切り、調査地域西縁、ソホ川左岸のコルゴン (Korgon) 集落に向かって追跡されるN80°W方向のリニアメント集中ゾーン。
- ②アルティン・ジルガ地区東方から、調査地域中央部に追跡されるN85°W方向のリニアメント集中ゾーン。
- ③コルゴン集落から調査地域中央南部に追跡される、N70°W方向のリニアメント集中ゾーン。
- ④アルティン・ジルガ地区東方を通り、コルゴン集落付近へ追跡されるN15°E方向のリニアメント集中ゾーン。

また、調査地域中央部から西部のジリスー川～コーザチカン川の左岸地域には、直径数kmあるはそれ以上の環状構造ないしは半環状構造が認められる。

1-2-3 比演算処理

比演算処理画像をFig.11-1-5に示す。バンド1の吸収を示す赤色のスペクトル異常は、調査地域東部では、全体に広く分布する。一方、調査地域西部ではこうしたスペクトル異常の広範囲な分布は認められないが、調査地域中央部から西部にかけて、赤色を呈する部分が東西に断続的に帯状に分布する。また調査地域南西部のジリスー川左岸で、小規模なスペクトル異常が点在する。

1-3 考察

衛星画像データの総合解析図をFig.11-1-6に示す。

調査地域を横切る東西系のリニアメントの集中ゾーン及びその周辺には、左岸鉱床、カラカズイク鉱床、セルノエ (Zerhoe), アウグル, ドングルン, アルティン・ジルガ鉱床などの金鉱床・鉱微地が分布する。この東西系のリニアメント集中ゾーンは、コルゴンからアルティン・ジルガ地区東方を通る南北系のリニアメント集中ゾーンに切られる。

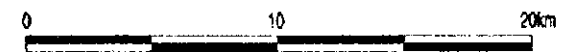
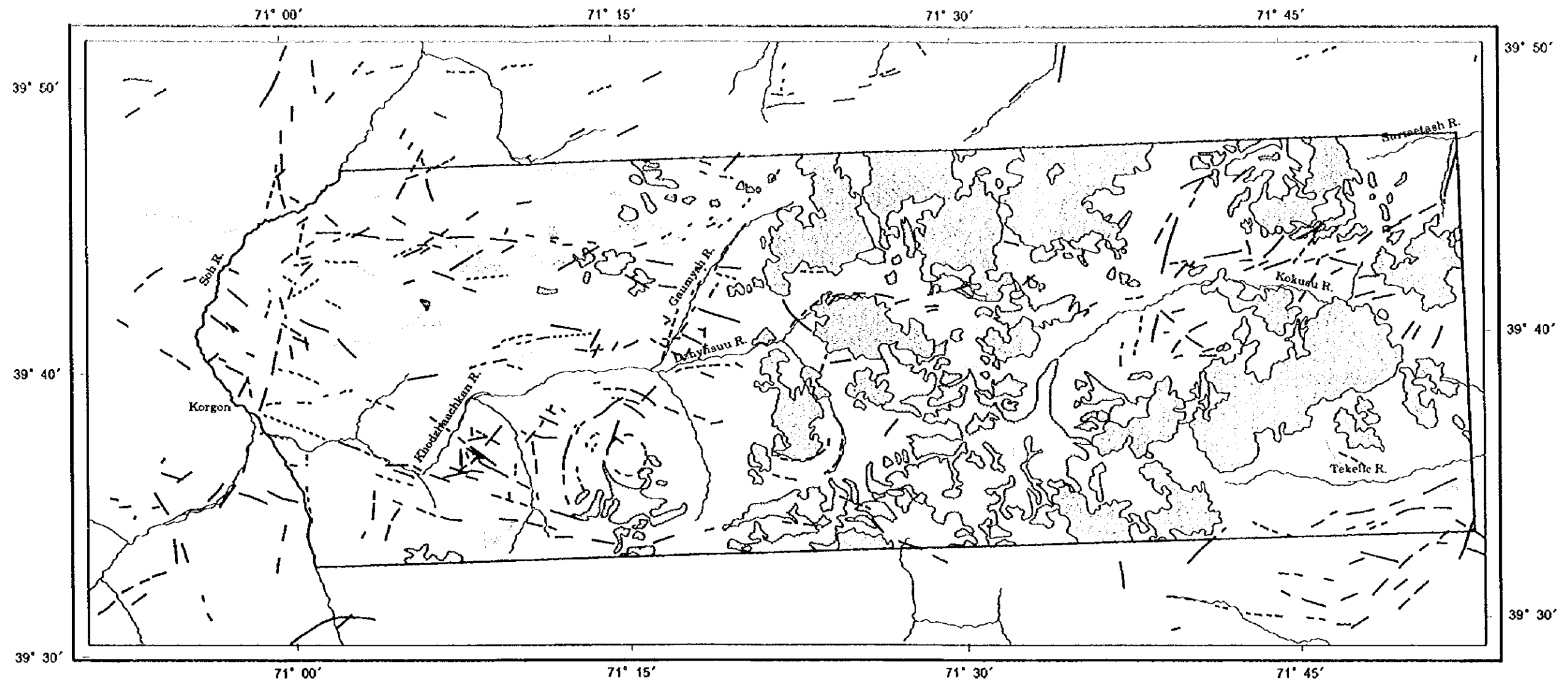
1-3-2で述べたように、本地区を含むトルキスタン・アライ地域は、東西性の構造に支配されている。上述のリニアメント集中ゾーンは、このような東西性断裂系の一部と考えられる。このようなリニアメント上に鉱床・鉱微地が集中することは、鉱化作用が東西性断裂系と関連があることを示唆している。

比演算処理で、調査地域中央部から西部にかけた東西の帯状に分布するスペクトル異常は、地質単元M1の分布域にほぼ一致する。単元M1は第三系のモラッセ堆積物からなり、赤色陸成層を挟むことが報告されている。したがってこのスペクトル異常はこうした特定の層準を表しており、鉱化変質帯とは直接関係は無いと考えられる。

また、調査地域東部で広く認められるスペクトル異常は、急峻な尾根付近を中心に分布する。これらは明らかに地形的な要素が反射スペクトルに影響を与えていると判断されるため、鉱化変質帯とは無関係と判断される。

ジリスー川左岸の小規模なスペクトル異常は、環状構造を伴う貫入岩 (マチャイ複合岩体) の分布に位置している。マチャイ複合岩体は、閃長岩・ネフェリン閃長岩などのアルカリ岩類からなる。従来この付近には鉱微地は報告されていないが、トルキスタン・アライ地域のアルカリ岩類は、ベグマタイト・交代作用に関連する鉱化を伴うことが報告されている

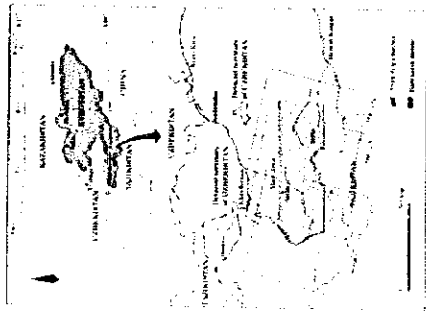
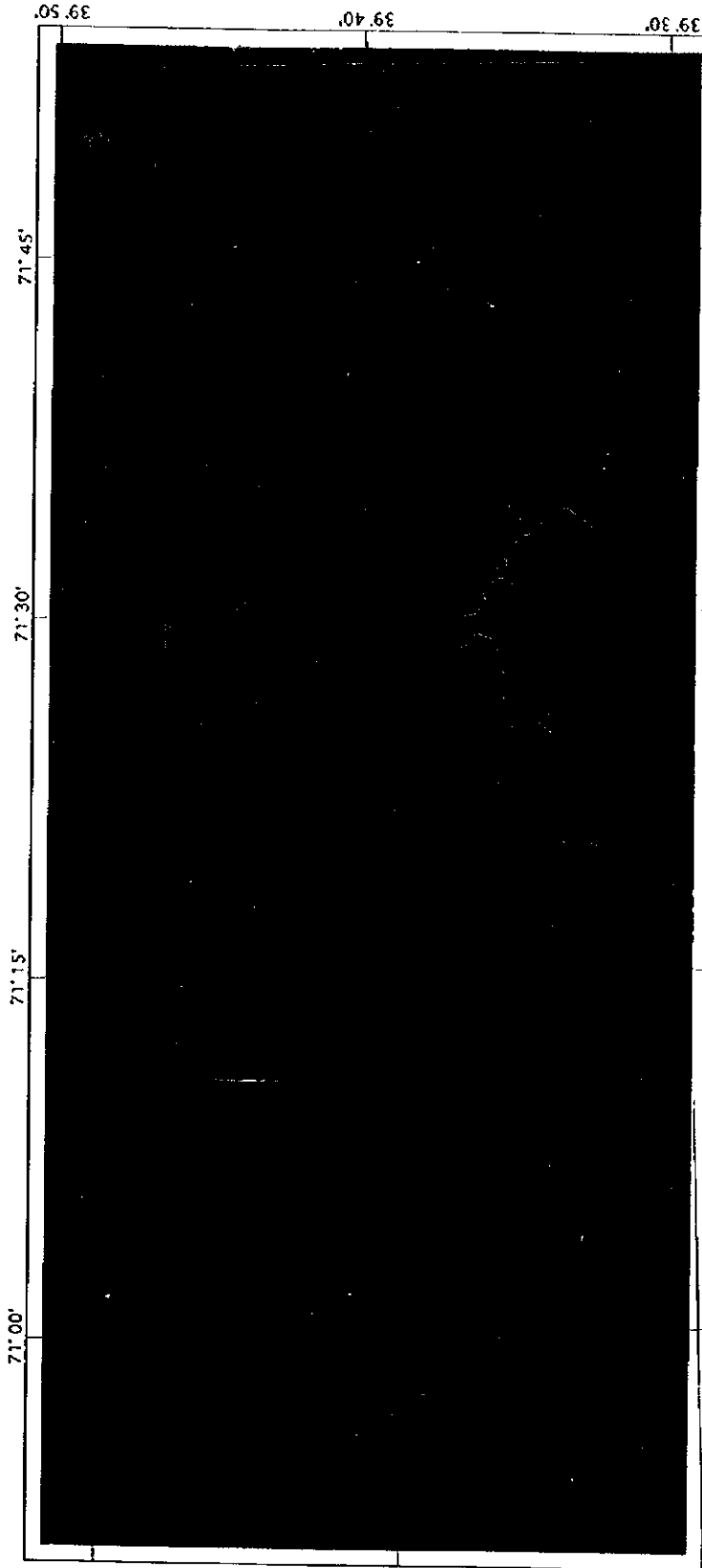
(1-3-2 参照)。従って、スペクトル異常はこのような貫入岩に伴う何らかの鉍化作用を反映しているかもしれない。



LEGEND

- Bedding trace and dip direction
- Lineament
- Glacier, snow cover
- Cloud
- Drainage
- Alay area

Fig.II-1-4 Lineament and Geological Structure Map of Spot Image



RATIO IMAGE

Band 3 : Blue
 Band 2 : Green
 (Band 2 - Band 1) / (Band 2 + Band 1) : Red

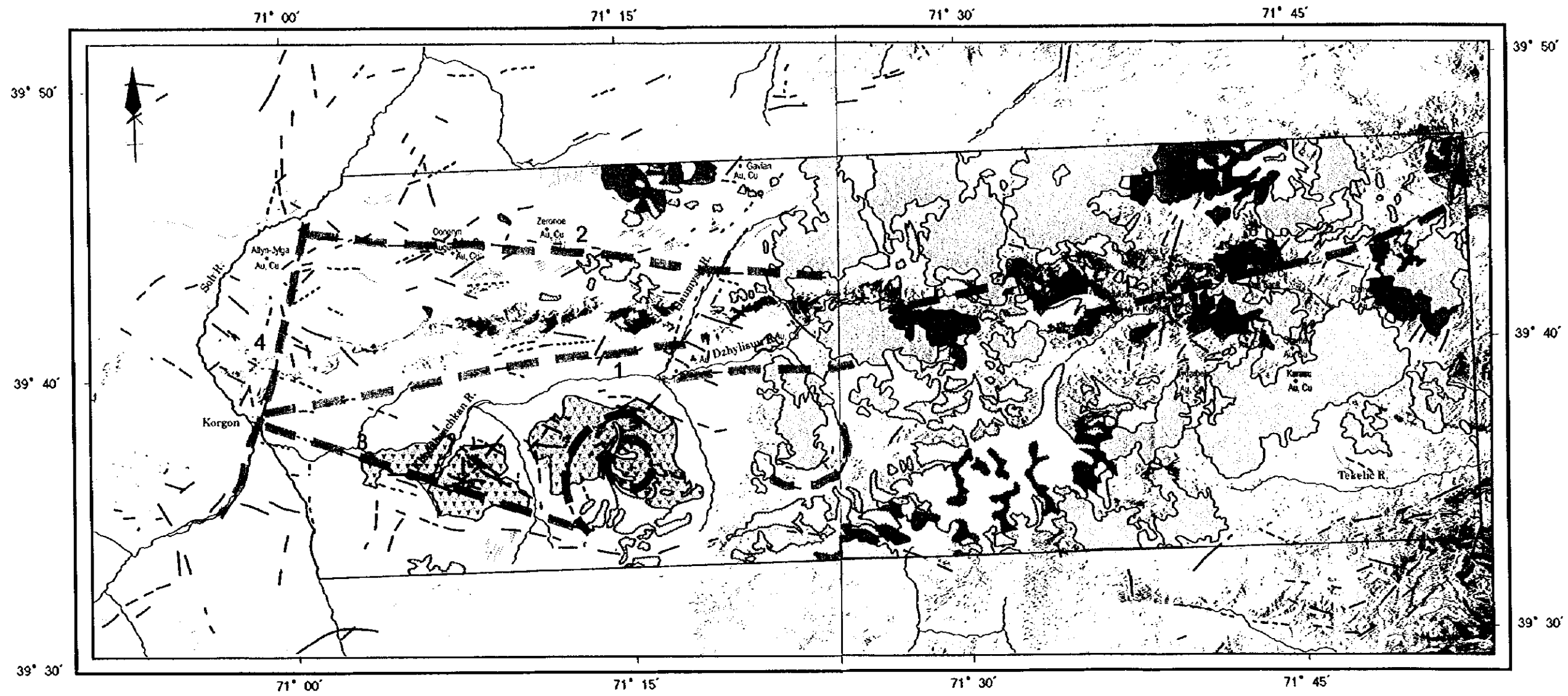


SATELLITE : SPOT
 INSTRUMENT : HRV 1, HRV 2
 SCENE ID : 3 187 - 270 96/08/25 06:12:58 1 X
 1 188 - 270 86/07/01 06:14:55 2 X
 1 189 - 270 86/08/17 06:11:10 1 X













THE ALAY AREA, THE KYRGHYZ REPUBLIC

Japan International Cooperation Agency
 Metal Mining Agency of Japan
 1998

Fig. II-1-5 Ratioing Spot Image



LEGEND

- | | | | |
|---|---------------------|---|--|
|  | Karakazyk complex |  | Rationing anomaly |
|  | Archabashin complex |  | Lineament |
|  | Surmetash complex |  | 1 Lineament zone |
|  | Matchai complex |  | Abyn-Jyga Au, Cu Mineral manifestation |
|  | Glacier, snow cover |  | Alay area |
|  | Cloud | | |
|  | Drainage | | |

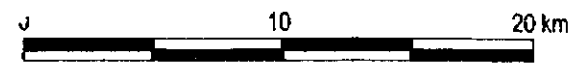


Fig. II-1-6 Complication of Satellite Data Analysis

第2章 アルティン・ジルガ地区

2-1 地質鉱床概要

2-1-1 地質概要

調査地区を構成する地質単元は古生界の堆積岩類・貫入岩類及びこれらを覆う第四系堆積物からなる。アルティン・ジルガ地区及びその周辺の地質図をFig. II-2-1に、模式層序図をFig. II-2-2に示す。

トルキスタン・アライ地域における層序区分(1-3-2)に従えば、アルティン・ジルガ地区及びその周辺に分布する古生界の堆積岩類は、アライ・ユニット及びガウミッシュ・ユニットに区分される(Fig. II-2-2)。アライ・ユニット中のサブユニットであるエキダバン(Ekki-davan)・サブユニットは、アライ・ユニットの主部層とは断層で接している。ガウミッシュ・ユニットはアライ・ユニットの上にナップとして衝上していると考えられている。

調査地区にはエキダバン・サブユニットのデボン系下部～中部の苦灰岩・石灰岩(クンベル: Kumbel層)及び石炭系上部の頁岩・シルト岩・砂岩(サリチャシュマ: Sarychashma層)が分布する。クンベル層は貫入岩付近で著しい大理石化・スカルン化・珪化を受けて、鉱床母岩となっている。

貫入岩類はカラカズイク複合岩体の花崗岩類のストック状岩体(アルティン・ジルガ岩体)及びランプロファイアー・閃緑斑岩などの岩脈からなり、上記古生界を貫いている。アルティン・ジルガ岩体は花崗閃緑岩を主とし、全体として北東ないし東西方向に伸長して分布する。岩脈の走向も北東方向のものが多し。火成活動はいずれも石炭紀後期から二畳紀初期と考えられている。

調査地区の第四系は主に山麓斜面に分布する崖錐堆積物である。

2-1-2 鉱床概要

花崗閃緑岩を主とするアルティン・ジルガ岩体南東部とクンベル層の石灰岩類との接触部にスカルン鉱床が形成されている。スカルンは主に輝石スカルン・珪化スカルンからなる。本調査地区の鉱床鉱徴地をFig. II-2-5に示す。

輝石スカルンの他に、輝石・ざくろ石スカルン及びざくろ石スカルンがあり、硫化鉱物を鉱染状に伴う。輝石スカルンは暗緑色を呈し、主に細粒・緻密の単斜輝石からなる。ざくろ石スカルンは茶褐色を呈し、灰鉄ざくろ石を主とする。

スカルン鉱床は、アルティン・ジルガ沢を中心に、標高1,900m-2,050mの範囲に第1-第4

スカルン鉱体が分布し、西部には第8・9スカルン鉱体が標高2,000m-2,100mにかけて分布する。これらの鉱床は主に金鉱床であるが、銀・銅を伴う。中央部の第3スカルン鉱体の地表露頭での平均金品位は9.4g/t、最高金品位は121g/tであり、鉱体は約60°ないし70°で東南東に傾斜している。

1995年から第3スカルン鉱体を対象に、南キルギス探鉱隊によって坑道探鉱（標高1930mL）が実施され、鉱化状況の概要が明らかになりつつある。探鉱坑道での含金スカルン鉱体の幅は10m-15m、長さ300m程度である。南キルギス探鉱隊による1997年1月現在の第3スカルン鉱体の埋蔵鉱量（カットオフ品位: Au 1g/t）は、予想鉱量1,138千トン、金量8.6トン、平均金品位7.6g/tと報告されている。鉱石鉱物としてエレクトラム・黄銅鉱・黄鉄鉱・磁鉄鉱・磁硫鉄鉱などが報告されている。

2-2 地質調査

2-2-1 調査目的

アルティン・ジルガ地区の地質及び地質構造と鉱化作用の関係を把握することを目的として、坑内地質調査及びトレンチ調査を含む地質調査（精査）面積2.1km²を実施した。

2-2-2 調査方法

南キルギス探鉱隊が作成した縮尺1/2,000地形図を調査基本図として踏査・解析に使用した。踏査ルートは既存資料を検討して設定し、北部-中部-南部を中心に踏査密度を高めて実施した。調査はポケットコンパスあるいはクリノコンパス・高度計・間縄を利用し、簡易測量を実施しながら地質観察事項をルートマップ上に記載した。

トレンチ調査は、南キルギス探鉱隊が過年度実施したトレンチを再調査した。トレンチについては閉塞測量を実施し、トレンチと鉱化帯露頭の相対位置関係を明確に把握するように努めた。調査前に再掘削し、岩盤を露出させ、縮尺1/100の調査図上に観察事項を記載した。

坑道調査は、キルギス側が1995-1996年に掘削した坑道を、縮尺1/200で天盤と両側壁の3面スケッチ実施した。特にスカルンの分類、鉱化作用と裂隙系との関係を中心に調査した。

ベースキャンプはアルティン・ジルガ地区内の標高1,700m地点に設けた。

化学分析用の試料は、層別に長さ1mを基準に採取した。化学分析は南キルギス探鉱隊付属の分析研究所にて、金・銀・銅・鉛・亜鉛・砒素・アンチモン及びモリブデンの8成分を分析した。試料は自然乾燥後、ジョークラッシャー、ローラークラッシャーによって径1mm以下に粉砕し、最終的にスピンドルミルにより径0.074mm以下にまで細粉砕して、分析に供した。

11

12

13

Age	Ma	Alay Unit			Ekkidavan Subunit			Gaunmysh Unit			
		Formation (thickness)	Geologic column	Lithology	Formation (thickness)	Geologic column	Lithology	Formation (thickness)	Geologic column	Lithology	
Cenozoic	Quaternary		^ ^	talus		^ ^	talus		^ ^	talus	
	Tertiary	1.64									
Paleozoic	Mesozoic	65									
	Permian	245									
		Gzehlman	290								
	Carboniferous	Kasimovian	295								
		303									
	Middle	Moscovian	Khozaachkan Fm. 500-700m (C _{2nd})		conglomerate with sandstone, siltstone layer				Kuruksay Fm. <450m (C _{2-3Kr})		siltstone sandstone limestone
		311	Sarychashma Fm. 800m (C _{2sr})		shale siltstone sandstone						
	Early	Bashkirian	323								
		Serpukhovian	333								
	Visean	350									
		Tournaisian	363								
	Late	Famennian	367								
		Frasnian	377	Kaldymakhmud Fm. 200-400m (D _{2-3km})		siltstone with limestone layer	Tolboskul Fm. 700m (D _{2-stb})		limestone dolomite with siltstone	Mustor Fm. <800m (D _{2-3ms})	
	Middle	Givetian	381			F		limestone with siltstone, shale layer acidic to intermediate volcanics gypsum, anhydrite			
		Eifelian	386	Sussulak Fm. 500m (D _{2-3ss})		dolomite with dolomitic limestone, claystone	Kumbel Fm. 500m (D _{1-2kb})		gray thick layered limestone with siltstone layer	Ukan Fm. <200m (D _{1-2uk})	
	Early	Coblentzian	409								
		Gedinnian	411	Dashir Fm. 0-820m (D _{2ds})		shale, dolomite with acidic tuff					
Silurian	Pridoli	424									
	Ludlow	430									
	Wenlock	439									
	Llandovery		Zardin Fm. 500-830m (S ₁ Zr)		shale, siltstone sandstone						

• F : fault contact Fm : Formation.
• Time scale : after Har land, W. B. et al., 1990

Fig. II-2-2 Schematic Geological Column of the Altyn-Jylga District

金は最初にスペクトル金分析法で分析し、次にAu 0.5g/t以上の試料について試金法で再分析した。

方法	測定範囲	精度	適用試料
(a)化学スペクトル金分析法	0.012~10g/t	±70%	低品位鉱, 岩石
(b)試金法	0.2g/t~max	±30%	鉱石

銀・銅・鉛・亜鉛・砒素・アンチモン及びモリブデンの7成分は、スペクトル分析法によって分析した。各成分の検出下限は以下のとおり。

銀 0.1g/t, Cu 0.001%, Pb 0.0001%, Zn 0.003%, As 0.012%, Sb 0.003%, Mo 0.00012%

2-2-3 調査結果

(1) 地質

本調査地区の地質図と断面図をFig. II-2-3とをFig. II-2-4に示す。

1) 古生界

クンベル層は主に、北東方向に伸長するアルティン・ジルガ岩体の南東側に広く分布する。クンベル層の石灰岩は白色ないしは灰色を呈し、しばしば炭質物によると思われる縞状組織が認められる。前述したように、アルティン・ジルガ岩体との接触部では交代作用、変成作用により、大部分がスカルン化し、珪化を受けている。さらにその周辺部では再結晶して大理石となっており、原組織が残っている石灰岩の分布は少ない。大理石は白色を呈し、一般に径数mm以上の等粒状組織を示す。アルティン・ジルガ岩体（北東部岩体）の北西側では、調査地区東部のアルティン・ジルガ沢下流部左岸にクンベル層と考えられる石灰岩・大理石が小規模に分布する。

サリチャシュマ層は、暗灰色～黒色の頁岩からなる。アルティン・ジルガ岩体の北西側に分布し、上記のアルティン・ジルガ沢下流部左岸に分布する石灰岩・大理石の北西側と西部山腹地区で小規模な露頭が認められる。西部山腹地区では花崗閃緑岩に貫かれており、接触部に蛇紋岩化した輝石スカルンが認められた。

2) 貫入岩類

アルティン・ジルガ岩体は、調査地区東部では北東方向に伸長する0.5km×1.2kmのストック状岩体（北東部岩体）として貫入している。調査地区西部では、約2kmにわたり東北東ないし東西方向の貫入面で南側のクンベル層に接している（南西部岩体）。南西部岩体の北側は崖錐堆積物で広く覆われ、被貫入岩との関係は不明である。北東部岩体と南西部岩体との接続部（西部山腹地区）では、幅数m～数十mの多数の分岐状の花崗閃緑岩脈が分布している。

アルティン・ジルガ岩体の花崗閃緑岩は、このほか北部～中央部～南部にかけて、幅数mの岩脈としてクンベル層中に多数分布する。岩脈の貫入方向は、南北方向から北東方向が多く、北北東方向が最も卓越する。

アルティン・ジルガ岩体は、周囲の岩石にスカルン化作用を与えているほか、岩体内部にもスカルン化が発達することがある。

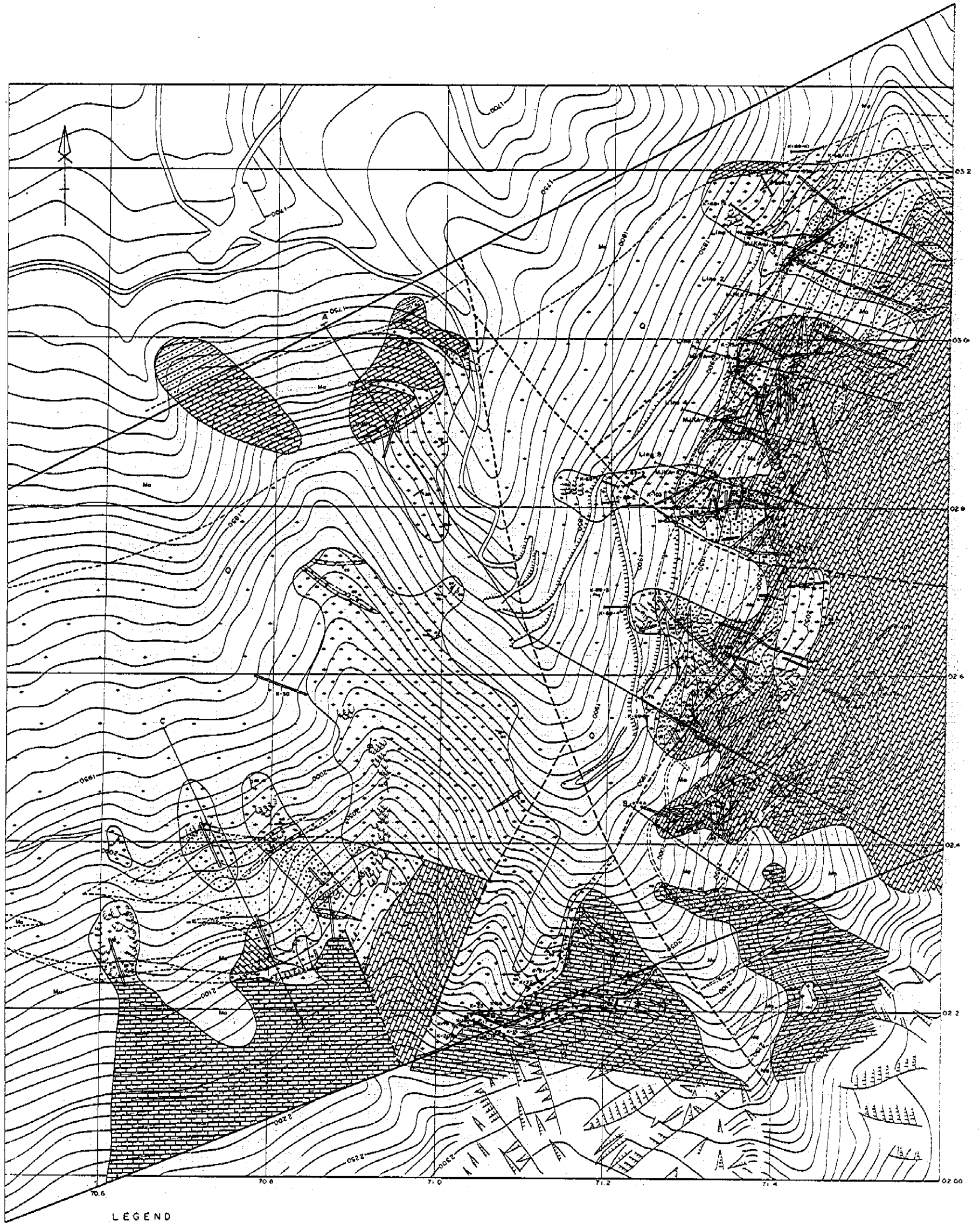
アルティン・ジルガ岩体の岩相は、花崗閃緑岩を主とし、モンゾ閃緑岩・石英閃緑岩・花崗岩等を伴う。代表的な花崗閃緑岩(Apx.1-3, 7T0008)の薄片観察では、粗粒な完晶質・等粒状組織を示し、石英・カリ長石・斜長石・黒雲母・ホルンブレンド・単斜輝石からなる。変質鉱物としてセリサイト・緑泥石・方解石が認められた。西部では、花崗閃緑岩中に幅数mのカンラン石輝岩(Apx.1-3, 7T0017)が分布する。花崗閃緑岩との関係は漸移的で、境界は不明瞭である。鏡下の観察ではカンラン石・単斜輝石・斜長石・ホルンブレンドからなり、等粒状組織を示す。カンラン石輝岩は花崗閃緑岩中の捕獲岩と推定される。

ランプロファイアーは、幅数十cm～数mの岩脈として産する。分布は北部～中央～南部で多数認められ、特に中央部・南部に集中する。代表的な試料(Apx.1-3, 7N0040)の鏡下の観察では、斜長石・黒雲母・ホルンブレンド及び少量の石英・燐灰石が認められた。準長石が認められないことから、カルクアルカリ・ランプロファイアーに区分される。ランプロファイアーには、石英や斜長石の斑晶が多く認められ(Apx.1-3, 7N0072, 7T0002)、記載岩石学的には、安山岩(7N0072)やひん岩(7T0002)に分類されるものもあるが、石英・斜長石はいずれも外来結晶であり、他の組織は代表的なランプロファイアー(7N0040)と良く類似している。従って、これらの岩相は一連の活動によるものと考えられ、ランプロファイアーとして一括した。ランプロファイアーは、スカルンを切って貫入している。さらに、南部のアルティン・ジルガ沢周辺では、周囲の岩石にスカルン化作用を与えているほか、鏡下では黒雲母やホルンブレンドが単斜輝石に交代され、それ自身もスカルン化している場合があることが観察された(Apx.1-3, 7T0002, 7T0005)。

岩脈としてはこのほか、斑れい岩・カンラン石角閃岩等が産する。いずれも幅数m以下のものが僅かに認められたのみで、分布は小規模である。

1930m探鉱坑道坑口に露出する花崗閃緑岩(Apx.1-3, 7T0008)中のホルンブレンドのK-Ar法による放射年代は、 282 ± 14 Maを示した(Apx.1-11)。また坑内の鉱体上盤大理石中に貫入したランプロファイアー(Apx.1-3, 7N0040)中のホルンブレンドの放射年代は、 299 ± 15 Maを示した(Apx.1-11)。両者の放射年代は、石炭紀末期～二畳紀最前期に相当する。

3) スカルン



LEGEND

- | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|--------------------|--|------------------|--|--------|------------------------------|------------|
| Quaternary | | Talus | | Skarn | | MJKK-1 | | Drill hole |
| Devonian to Carboniferous | | Limestone, marble | | Silicified skarn | | | Trench | |
| | | Argillaceous slate | | Limonitization | | | Adit | |
| Intrusive Rocks | | Lamprophyre | | Serpentinization | | | Fault | |
| | | Porphyry | | bedding | | | Concealed and inferred fault | |
| | | Aplite | | fissure, contact | | | | |
| | | Granitic rock | | | | | | |

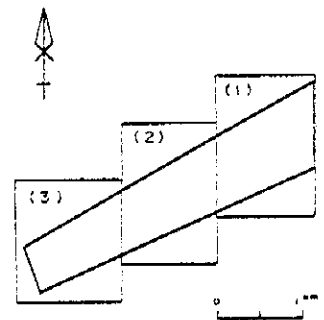
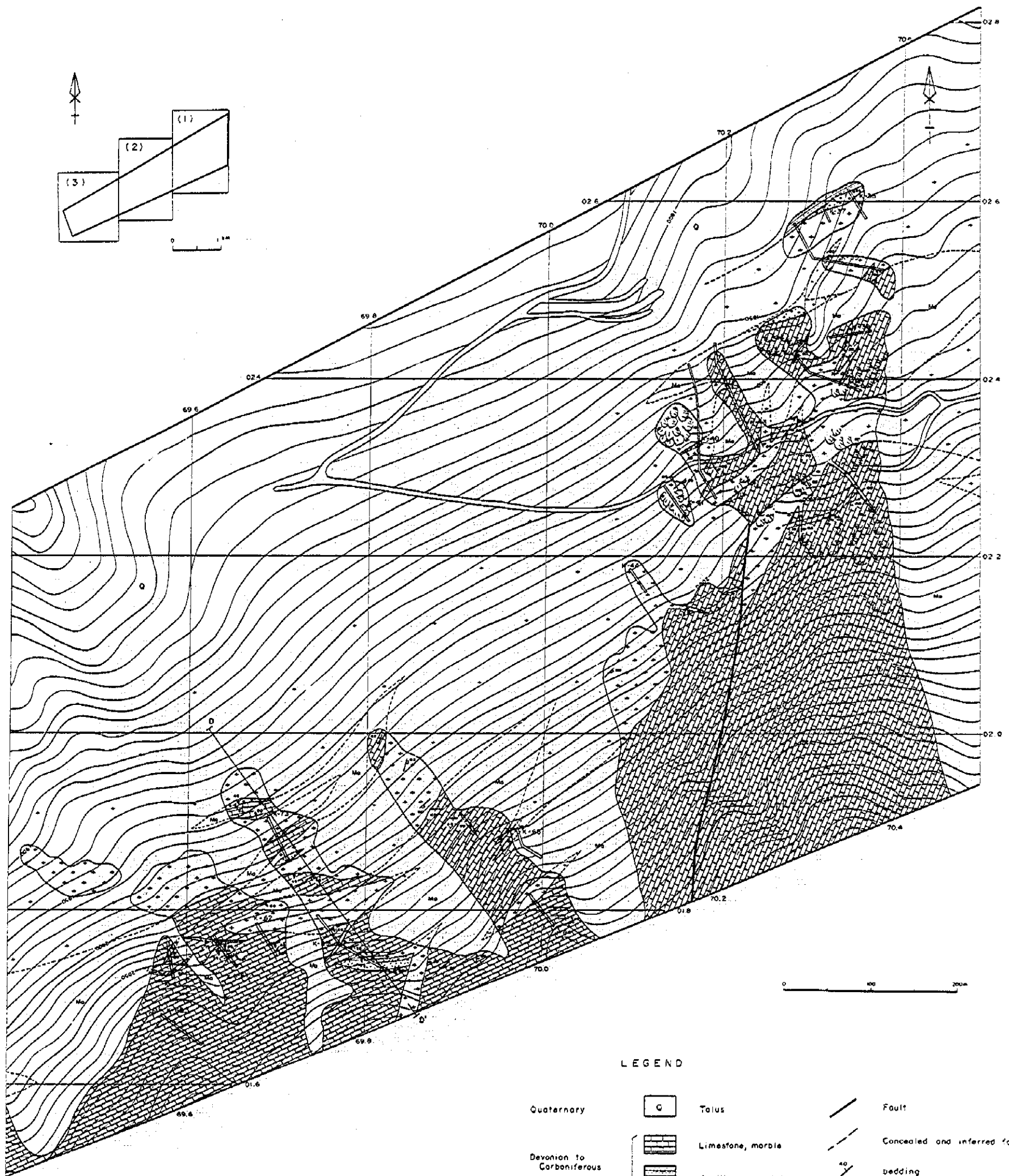


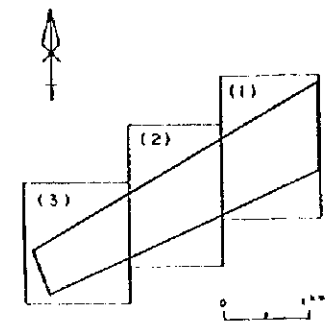
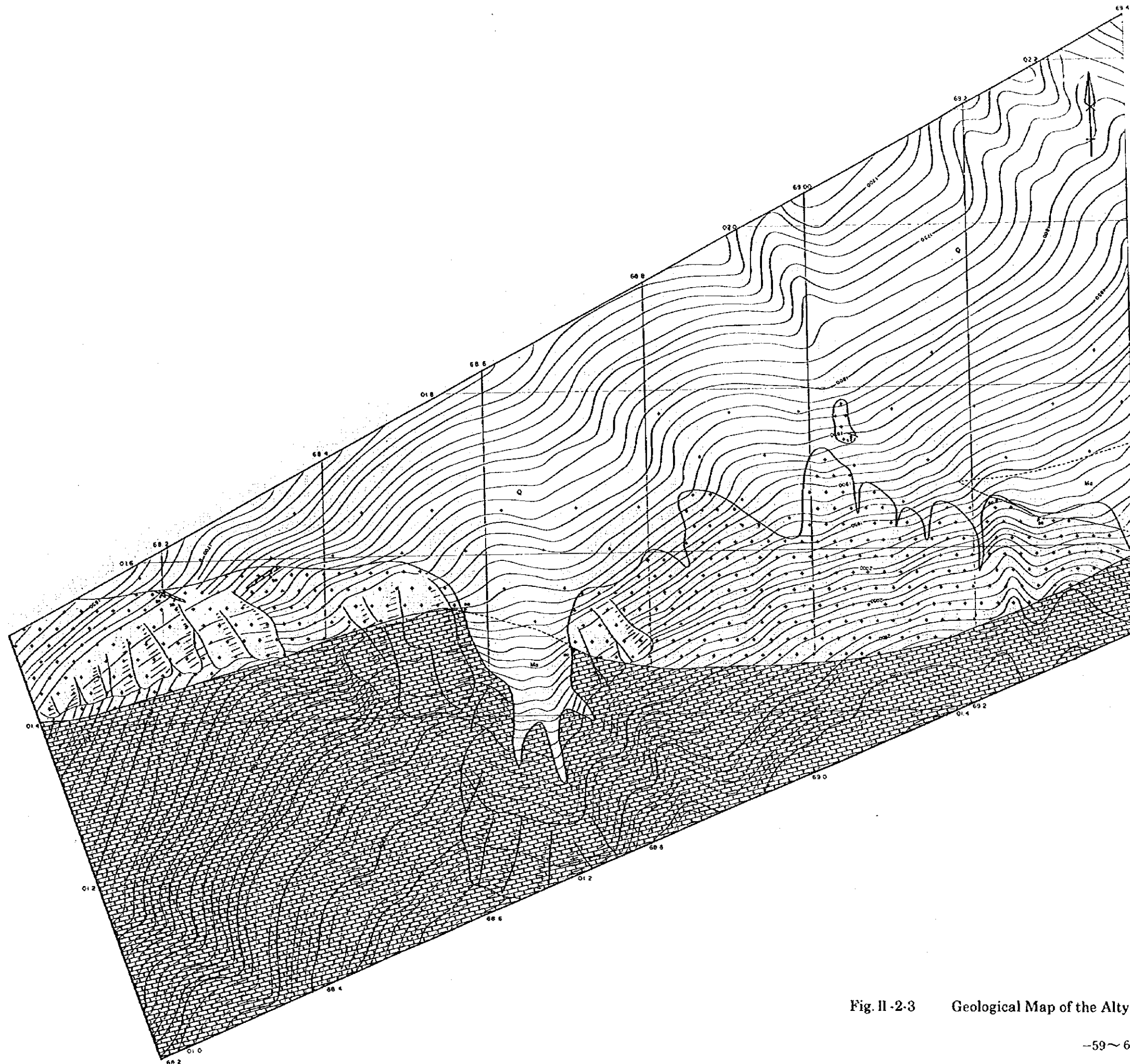
Fig. II-2-3 Geological Map of the Altyn-Jylga District (1)



LEGEND

- | | | | | | |
|---------------------------|--|--------------------|--|------------------------------|--|
| Quaternary | | Talus | | Fault | |
| Devonian to Carboniferous | | Limestone, marble | | Concealed and inferred fault | |
| | | Argillaceous slate | | fissure, contact | |
| Intrusive Rocks | | Lamprophyre | | Trench | |
| | | Porphyry | | | |
| | | Aplite | | | |
| | | Granitic rock | | | |
| | | Skarn | | | |
| | | Silicified skarn | | | |
| | | Limonitization | | | |
| | | Serpentinization | | | |

Fig. II-2-3 Geological Map of the Altyn-Jylga District (2)



LEGEND

- | | | |
|---------------------------|----------|------------------------------|
| Quaternary | Q | Talus |
| Devonian to Carboniferous | [Symbol] | Limestone, marble |
| | [Symbol] | Argillaceous slate |
| Intrusive Rocks | [Symbol] | Lamprophyre |
| | [Symbol] | Porphyry |
| | [Symbol] | Aplite |
| | [Symbol] | Granitic rock |
| | [Symbol] | Skarn |
| | [Symbol] | Silicified skarn |
| | [Symbol] | Limonitization |
| | [Symbol] | Serpentinization |
| | [Symbol] | Fault |
| | [Symbol] | Concealed and inferred fault |
| | [Symbol] | bedding |
| | [Symbol] | fissure, contact |
| MJKA-1 | [Symbol] | Drill hole |
| | [Symbol] | Trench |
| | [Symbol] | Adit |

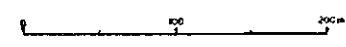


Fig. II-2-3 Geological Map of the Altyn-Jylga District (3)

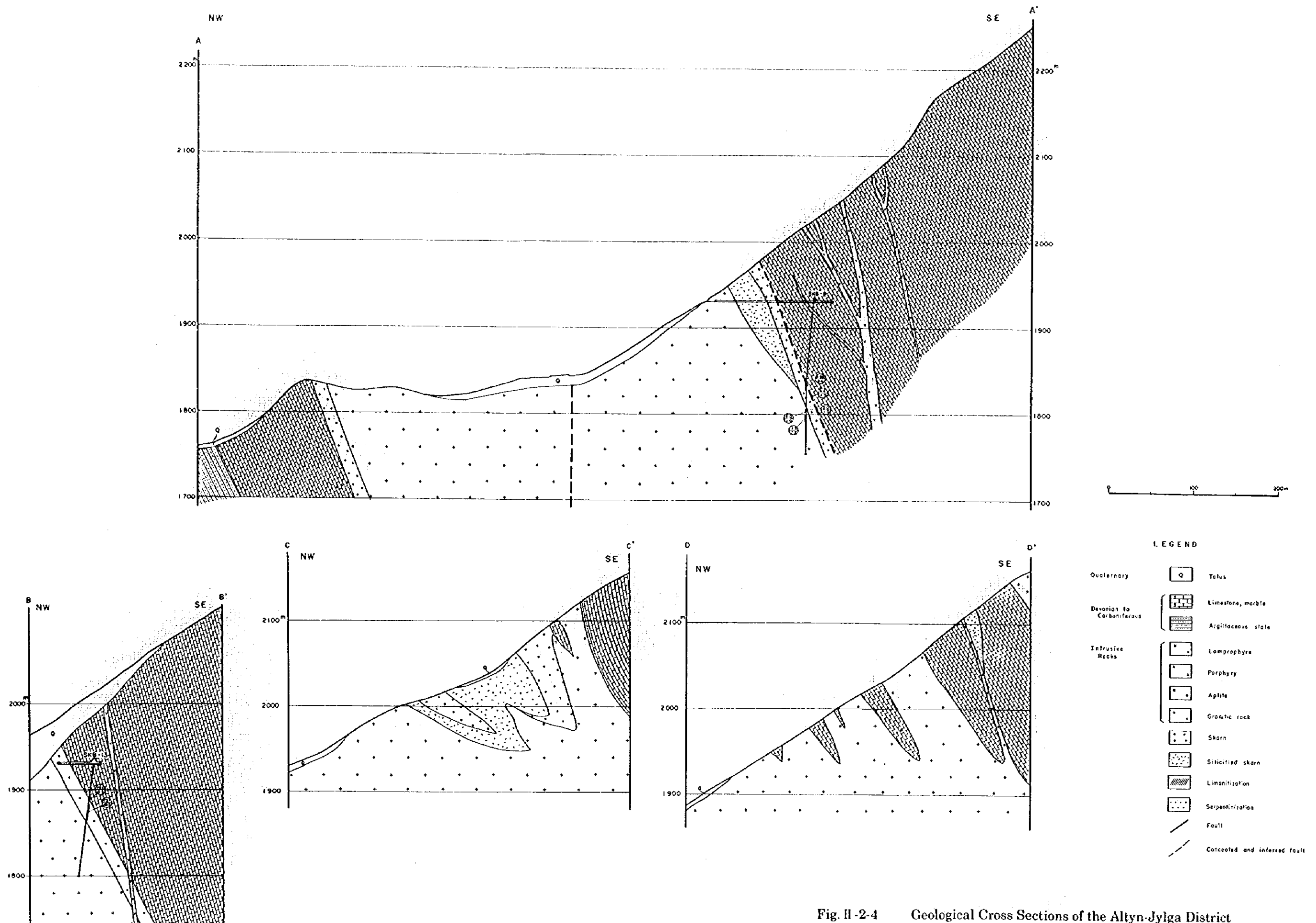


Fig. II-2-4 Geological Cross Sections of the Altyn-Jylga District

北東部岩体周辺では、クンベル層の大理石・石灰岩との接触部にスカルンが帯状に分布する。岩体東側の北部から中央部にかけて、スカルン帯は幅約100m、長さ800mにわたり北北東-南南西方向に追跡される。南部では、スカルンは幅数~十数m、長さ約200mにおよび、西部では、東北東-西南西の方向に長さ約300m、幅約200mにわたって追跡される。岩体の北西側では、スカルンの分布は小規模で、最大幅数mで確認されたのみである。

南西部岩体周辺では、全般にスカルンの発達程度は弱い。北東部岩体との接合部付近（西部山腹地区）では、花崗閃緑岩岩脈と大理石との接触部に幅数m以下の小規模なスカルンが散在するほか、蛇紋石化を伴う。

スカルンは、単斜輝石スカルン・輝石-ざくろ石スカルン・珪灰石スカルン・珪化スカルンからなる。

単斜輝石スカルンは、調査地域で最も広く分布するスカルンであり、単斜輝石を主体とする細粒・緻密な岩相が卓越する。鏡下の観察(Apx.1-3, 7M0002, 7N0001, 7T0010)では、単斜輝石のほか、石英・黒雲母・アクチノ閃石・ホルンブレンド・スフェンを伴う。方解石は脈状・充填状に普遍的に認められる。単斜輝石の粒径は多様であるが、一般に0.5mm以下の細粒・緻密な場合が多い。

輝石-ざくろ石スカルン・ざくろ石-輝石スカルンは、中央部、特に1930mL坑道内の南部で顕著に発達する。鏡下の観察(Apx.1-3, 7M0008, 7M0009, 7M0011, 7N0076)では単斜輝石・ざくろ石を主体とし、石英・斜長石・セリサイト・緑泥石・緑簾石・アクチノ閃石・ホルンブレンド及び珪灰石を伴う。方解石は普遍的に含まれる。

珪灰石スカルンは、中央部・北部で認められる。代表的な試料(7M0012)の鏡下では、柱状結晶に顕著に発達した珪灰石が単斜輝石と共存していることが観察された。

珪化スカルンは、調査地区で広く認められるが、特に北部に広く発達する。鏡下(Apx.1-3, 7M0006, 7T0011)では、石英・単斜輝石のほか、カリ長石・斜長石・セリサイト・緑泥石・珪灰石を伴い、細粒でグラノプラスチック組織を示す。石英の粒径は不均質で、縞状組織が発達する。石英・単斜輝石は一般に共存するが、7T0011では石英をほとんど含まない単斜輝石の集合体が発達する。こうした集合体では、周囲の石英と共存する単斜輝石部に比べ、単斜輝石の粒径は大きい傾向がある。

4) 変質

断裂に伴われる破碎部は、しばしば黄褐色を呈する変質帯を伴う。変質帯は、幅数十cmから数mで粘土、褐鉄鉱を伴い、走向は北東方向のものが多い。変質帯から採取した試料のX線回折分析(Apx.1-9)の結果、石英-セリサイト(=方解石)、石英(-セリサイト)-カオリナイト

-方解石、石英(-セリサイト)(-カオリナイト)-ハロイサイト、石英-セリサイト(-カオリナイト)(-ハロイサイト)-緑泥石の組み合わせの変質鉱物が検出された。

5) 地質構造

調査地区のクンベル層は大部分が大理石化・スカルン化・珪化により層理面などの源岩組織が失われ、地質構造は不明な点が多い。いくつかの露頭で測定された走向傾斜は不規則な方向を示し、複雑な褶曲構造の発達を示唆しているが、既往のキルギス側の調査結果では、大局的な地質構造はアルティン・ジルガ岩体の形態と調和的な構造を示すようである。また、調査地区には、北東方向及び北西方向の断層が認められた。いずれもクンベル層及びアルティン・ジルガ岩体を切っている。

北東部岩体の構造は、岩体の東側に相当する北部及び中央部において、ボーリング・坑道によりその形態が明らかになっている。北部では、本年次調査で実施したボーリング（後述）から、全体に緩く東へ傾斜していることが解明された。中央部では既往の坑道と坑内ボーリング(SK8-8孔、SK8-13孔)から、北東部岩体の構造は、東へ約70°傾斜していることが明らかになっている。南部の露頭では、貫入面は東へ約64°傾斜している。西部(Fig. II-2-4, C-C'断面)の露頭では、貫入面の傾斜は30°~60°を示す。北東部岩体の北西側では、サリチャシュマ層との貫入面は南東へ約70°傾斜している。

南西部岩体では岩体東部(Fig. II-2-4, D-D'断面)で南東へ50~60°傾斜であるが、岩体西部（調査地区西端部）では、北80°あるいは南80°傾斜と立った構造を示す。

ランプロファイアの貫入面は、北部~中央部で南北から北東走向で東に傾斜、南部では東西走向で南傾斜のものが多く、岩脈の集中する範囲と貫入面の方向から、中央部と南部の南東方にランプロファイアの貫入の中心が推定される。

(2) 鉱床

1) スカルン鉱体

鉱体は第1・第2スカルン鉱体（南部）、第3鉱体（中央部）、第4鉱体（北部）、第5鉱体（南東部）、第8・9鉱体（西部）などに区分されている(Fig. II-2-5)。

トレンチ調査は、第3及び第4スカルン鉱体を切るトレンチを中心に調査前に再掘削した。調査したトレンチの位置をFig. II-2-6に、スケッチをFig. II-2-7とPL.6に示す。

中央部の第3スカルン鉱体は、アルティン・ジルガ沢の右岸、標高1,930m-2,000m付近に露出し、北北東-南南西の走向方向に150m、東西の幅は50-150mである。鉱体は東に60°-70°傾斜である。坑道上部のトレンチK-1A付近では、西側の花崗閃緑岩から東側の大理石の間に、珪

