

キルギス共和国キチサンディク地域

資源開発協力基礎調査報告書

第1年次

平成10年3月

JICA LIBRARY



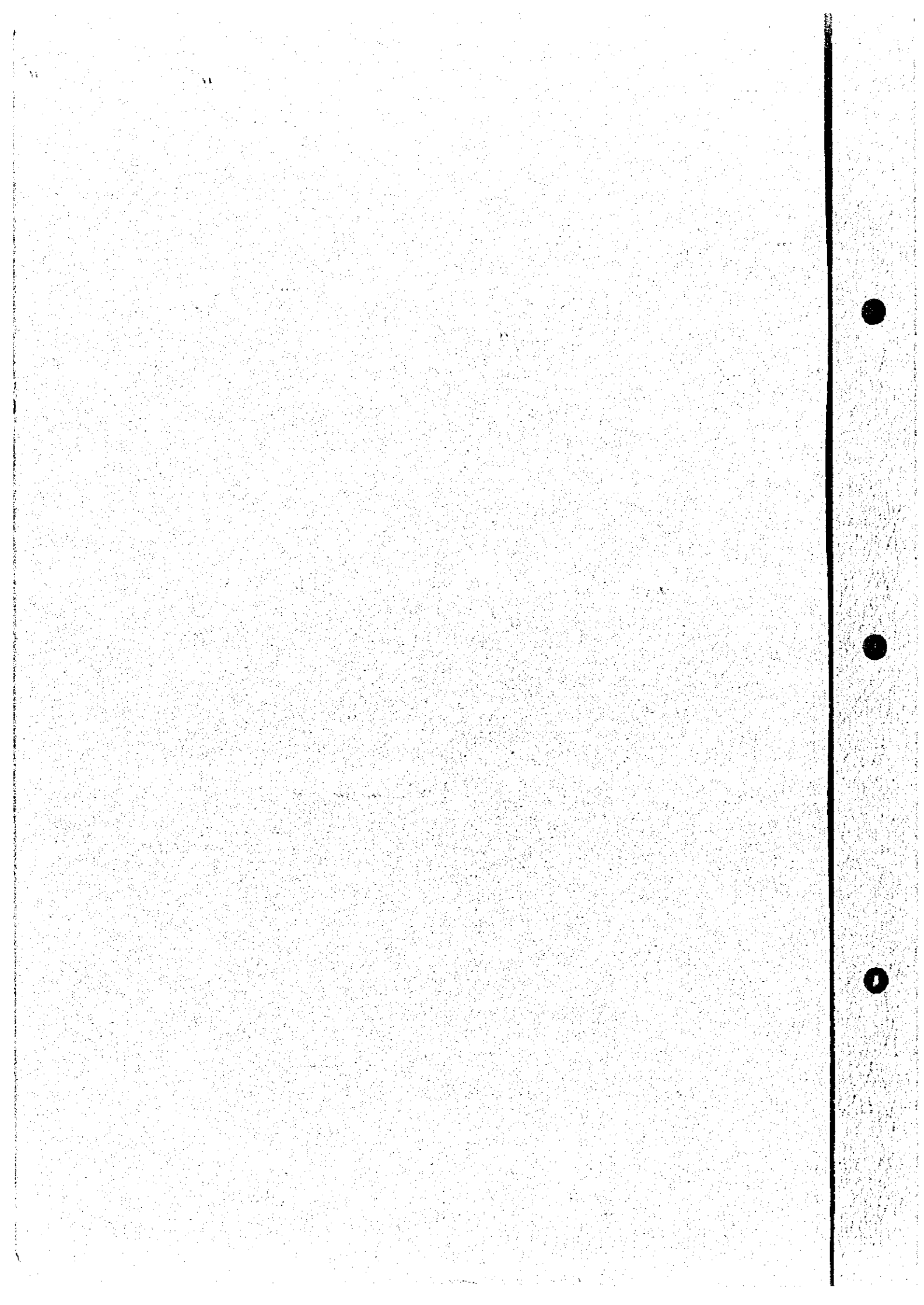
J1142051(0)

国際協力事業団
金属鉱業事業団

資源調査

CR(2)

98-087



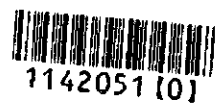
キルギス共和国キチサンディク地域

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



1142051 (0)

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、同国の西部に位置するキチサンディク地域の鈹物資源賦存の可能性を確認するため、衛星画像解析、地質調査などの鈹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鈹物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鈹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、金属鈹業事業団は 3 名の調査団を編成して平成 9 年 9 月 7 日から平成 9 年 10 月 18 日まで現地派遣した。

現地調査は、キルギス共和国政府関係機関、キルギス鈹業公社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及び政府関係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社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

1998年 3 月

国際協力事業団
総 裁 藤田公郎

金属鈹業事業団
理事長 桧山博昭

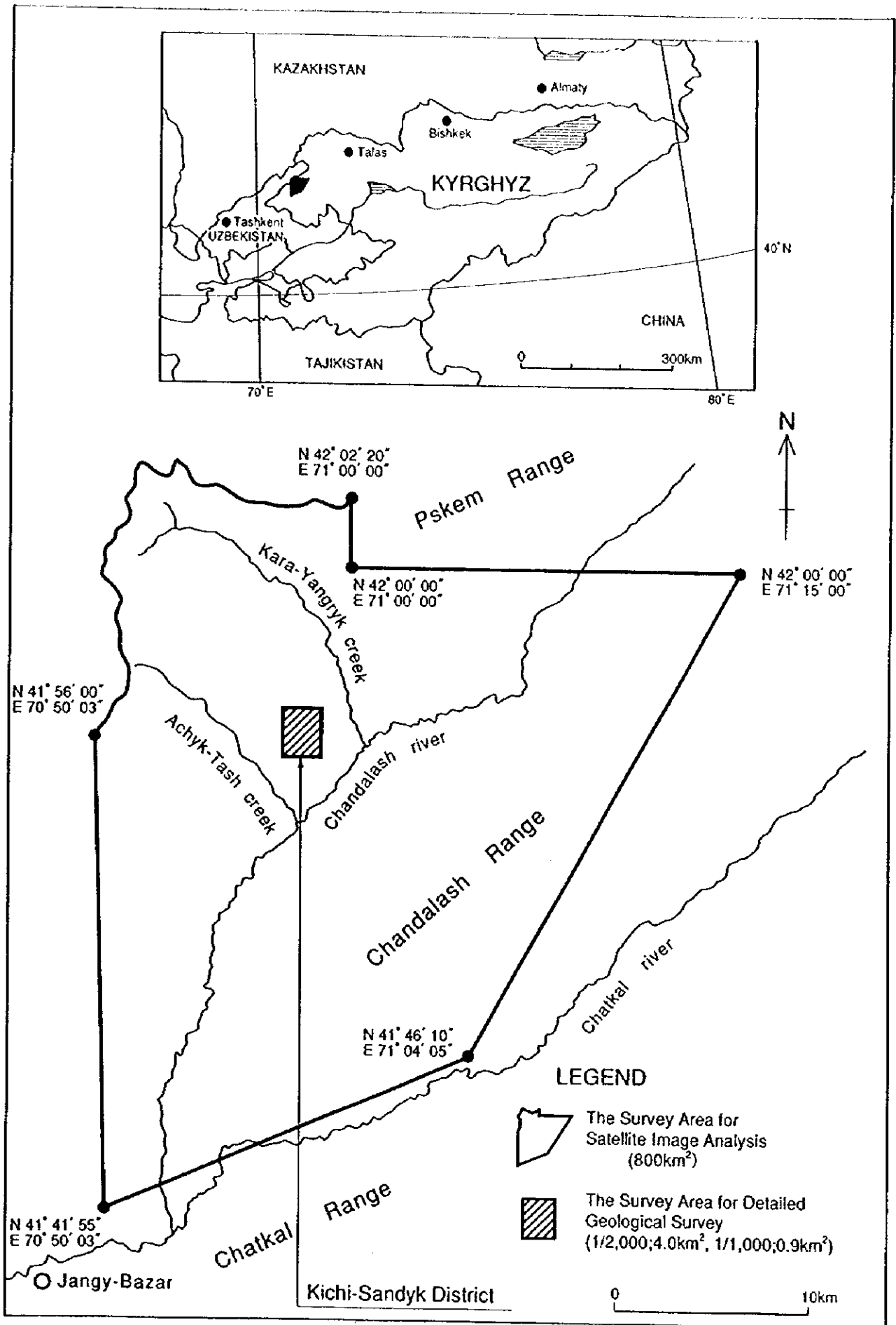


Fig. I - 1 Location Map of the Survey Area

要 約

本報告書は、キルギス共和国キチサンディク地域において実施した資源協力基礎調査の第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9月から平成9年10月にかけて実施された。

第1年次調査はキチサンディク地域（全域）800km²の範囲について、広域的な地質構造・岩相区分を把握するため衛星画像解析を実施した。さらに、同地域については、次年度以降の調査方針を策定するための手だてとするため既存データの収集・解析を実施した。また、上記範囲の内キチサンディク地区（4km²）及びキチサンディク鉱床（0.9km²）の範囲については、地質及び地質構造と鉱化作用の関係を把握するためトレンチ調査を含む地質精査を実施した。その結果、以下のような結果が得られた。

キチサンディク地域（全域）に対する衛星画像解析の結果、調査地域のほぼ中央部はリニアメント及びスペクトル異常域が集中する探鉱有望地域であることが判明し、キチサンディク鉱床は広域的にはその有望地域に含有されていることが明らかとなった。さらに、キチサンディク鉱床に次いで有望と期待されているトルバクトシュティ鉱地も、上記の探鉱有望地域の南端に所在し、しかも、キチサンディク鉱床の鉱化作用を規制している NNW-SSE 系リニアメントの延長部に位置し、周囲にはスペクトル異常域が抽出されている。さらに、地表で確認されている多数の鉱地の存在を合わせ判断すると有望探鉱地として考えられる。

キチサンディク鉱床中央部鉱化帯に対する今年度のトレンチ調査結果より、NW 系で南傾斜を示す多数の金・銅鉱化作用を伴う脈状スカルンを捕捉した。これらの脈状スカルンを規制する割れ目のパターンは断裂解析の結果、走向 N45° ~47° W、傾斜 56° ~74° SW の構造を示すものと推定された。さらに、トレンチ調査を実施して鉱化作用を確認した範囲を考慮すると、地表部で観察される鉱化部は割れ目に沿って走行方向に約 200m、下部方向へ少なくとも約 100m 連続する可能性が考えられる。今後は本鉱化帯の下方及び走向方向への連続性（構造、規模）及び鉱化状況を把握することが、ポテンシャル評価のために必要な課題といえる。

キチサンディク地区の地質精査(1/2,000)により、北部鉱化帯の層状スカルンは花崗閃緑斑岩と石灰岩の境界に沿って、SW 方向に断続的ながら約 2km 連続することが明らかとなった。しかも同スカルンは局部的に高品位を示す銅・金鉱化作用を伴い、北へ傾斜する傾向が推定された。

以上の調査結果を基に、第2年次の調査としては以下の調査を実施することが望ましい。

- 1) キチサンディク鉱床中央部鉱化帯の下部及び走向方向への連続性確認、及びその鉱化状況を直接把握するためのボーリング調査。
- 2) 北部鉱化帯に代表される層状スカルンの分布・構造及び鉱化作用の状況を解明するため、石灰岩と花崗閃緑斑岩の境界部を探査対象としたボーリング調査。同時に層状スカルンの露頭及び石灰岩と花崗閃緑斑岩の境界部に対するトレンチを含む地質精査(1/100~1/500)。
- 3) 衛星画像解析により、有望探鉱地域の条件をほぼ備えていると抽出された、キチサンディク地域南部に位置するトルバクトシュティ鉱微地、及びキチサンディク地区周辺の有望地に対する地質調査。

キルギス共和国キチサンディク地域
資源開発協力基礎調査
(第1年次)

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年次の範囲、目的及び作業の概要	1
1-3 調査団の編成	1
1-4 調査期間及び調査量	2
第2章 調査地域の地理	4
2-1 位置及び交通	4
2-2 地形及び水系	4
2-3 気候及び植生	5
第3章 調査地域の既存地質情報	6
3-1 既往調査の概要	6
3-2 調査地域周辺の一般地質	6
3-3 調査地域における金鉱化帯の分布と特徴	16
第4章 調査結果の総合検討	21
4-1 地質及び地質構造と鉱化作用の関係	21
4-2 スカルンと鉱化作用との関係について	21
4-3 鉱床ポテンシャルについて	22
第5章 結論及び提言	24
5-1 結論	24
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 解析方法	27
1-2 解析結果	35

1-3	考 察	39
1-4	結 論	45
第2章 既存データ解析		46
2-1	地 質	46
2-2	鉱 床	53
第3章 キチサンディク地区		65
3-1	調査目的及び調査方法	65
3-2	地 質	65
3-3	調査結果	67
3-4	考 察	78
第4章 キチサンディク鉱床		79
4-1	調査目的及び調査方法	79
4-2	地 質	79
4-3	調査結果	87
4-4	考 察	96
第III部 結 論		103
第1章 結 論		103
第2章 第2年次調査への提言		104
Collected Data		107
Appendices		A-1

LIST OF FIGURES

Fig. I -1	Location Map of the Survey Area
Fig. I -3-1	Tectonic Map of the Sandalash-Chatkal Ore Region
Fig. I -3-2	Schematic Geologic Column of the Survey Area
Fig. I -3-3	Ore Deposits and Showings in the Kichi-Sandyk Area
Fig. I -3-4	Summary of the Compilation
Fig. II-1-1	Area of Satellite Image
Fig. II-1-2	LANDSAT TM Color Composite Image
Fig. II-1-3	LANDSAT TM Ratio Image
Fig. II-1-4	Geologic Interpretation Map of LANDSAT TM Image
Fig. II-1-5	Lineaments Extraction Map
Fig. II-1-6	Integrated Interpretation of Image Analysis
Fig. II-3-1	Location Map of Access Road for the Survey Site
Fig. II-3-2 (1)	Geological Map of the Kichi-Sandyk District
Fig. II-3-2 (2)	Geological Map of the Kichi-Sandyk District
Fig. II-3-3 (1)	Geological Cross Section (A-A', B-B')
Fig. II-3-3 (2)	Geological Cross Section (C-C', D-D')
Fig. II-4-1 (1)	Geological Map of the Kichi-Sandyk Deposit
Fig. II-4-1 (2)	Geological Map of the Kichi-Sandyk Deposit
Fig. II-4-2	Geological Cross Section (A-A', B-B')
Fig. II-4-3	Central Ore Zone of Kichi-Sandyk Deposit
Fig. II-4-4	π -Diagram of Fracture System in Trench T1 & T2
Fig. II-4-5	π -Diagram of Fracture System in Trench T1
Fig. II-4-6	π -Diagram of Fracture System in Trench T2
Fig. II-4-7	Scatter Plots (logarithmic) for Skarnized Rocks
Fig. II-4-8	Scatter Plots (logarithmic) for Fresh Rocks

LIST OF TABLES

Table I -1	Period of Survey
Table I -2	Temperature & Humidity in the Kichi-Sandyk District
Table II -2-1	Isotopic Ages of Intrusive Rocks in Chandalash-Chatkal Region
Table II -2-2 (1)	List of Ore Deposits and Showings in the Kichi-Sandyk Area
Table II -2-2 (2)	List of Ore Deposits and Showings in the Kichi-Sandyk Area
Table II -4-1	Assay Results for Samples in 4 Different Rock Types
Table II -4-2	Coefficients of Correlation between elements were assayed
Table II -4-3	Characteristics of Mineralization in the Kichi-Sandyk Deposit

LIST OF PLATES

- Plate II-3-1 (1) Geological Map of the Kichi-Sandyk District
(1:2,000)
- Plate II-3-1 (2) Geological Map of the Kichi-Sandyk District
(1:2,000)
- Plate-II-3-2 (1) Geological Cross Section (A-A', B-B') of the
Kichi-Sandyk District (1:2,000)
- Plate-II-3-2 (2) Geological Cross Section (C-C', D-D') of the
Kichi-Sandyk District (1:2,000)
- Plate II-3-3 (1) Geological Map of the Kichi-Sandyk Deposit
(1:1,000)
- Plate II-3-3 (2) Geological Map of the Kichi-Sandyk Deposit
(1:1,000)
- Plate II-3-4 Geological Cross Section (A-A', B-B') of the
Kichi-Sandyk Deposit (1:1,000)
- Plate II-3-5 (1) Location Map of Rock and Ore Samples for
Laboratory Works (1:2,000)
- Plate II-3-5 (2) Location Map of Rock and Ore Samples for
Laboratory Works (1:2,000)
- Plate II-3-6 (1) Details Sketches of Trenches in the Kichi-Sandyk
Deposit (1:100)
- ~
- Plate II-3-6 (18) Details Sketches of Trenches in the Kichi-Sandyk
Deposit (1:100)
- Plate II-3-7 (1) Sketches of Bulldozer cuttings in the Kichi-Sandyk
Deposit(1:500)
- ~
- Plate II-3-7 (4) Sketches of Bulldozer cuttings in the Kichi-Sandyk
Deposit(1:500)

第 I 部 總 論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

キルギス鋳業公社(Kylghyzaltyn:State Concern of the Kyrgyz Republic)は、1996年4月キルギス共和国外国投資経済委員会を通じ日本国政府に対し協力要請を行った。1997年6月通商産業省、国際協力事業団及び金属鋳業事業団は事前調査団をキルギス共和国へ派遣し、同年キチサンディク(Kichi-Sandyk)地域に係る Scope of Work が取り交わされた。

本調査の目的は、衛星画像解析、既存資料収集解析、地質調査及びボーリング調査により調査地域の鋳床賦存状況を把握することにある。

1-2 第1年次の範囲、目的及び作業の概要

キルギス鋳業公社と国際協力事業団及び金属鋳業事業団との間で取り交わされた Scope of Work によれば調査対象範囲は800km²である。本年度調査では衛星画像解析、既存資料収集解析及び地質調査を実施した。

本年度調査の目的は、①調査地域の衛星画像の写真地質学的判読作業を行い、調査地域の広域的な地質構造を把握するとともに、スペクトル解析による変質帯の抽出を行うこと。②既存資料を収集、整理、解析することにより、地域内の鋳床及び鋳微地の概要及び賦存状況を把握すること。③トレンチ調査を含む地質精査を行い、鋳化作用の規模、程度、特徴を把握し、鋳化ポテンシャルを明らかにすることである。

1-3 調査団の編成

事前調査団は1997年7月26日から8月6日までの間、キルギス共和に派遣された。調査団員及び折衝相手は次のとおりである。

日本側

佐藤 彬(団長・総括)	金属鋳業事業団 海外部部長
縄田 透(企画調整)	国際協力事業団 鋳工業開発調査部
山口 聡(地質)	金属鋳業事業団 海外部

キルギス共和国側

Almas T. CHUKIN	資産委員会副議長
Sheysheraly M. MURZAGAZIEVB	地質鋳物資源庁副長官
Almazbek S. JAKYPOV	キルギス鋳業公社副総裁
Alexander V. YARKOV	キルギス鋳業公社 J/V チーフ・コーディネータ

Gennady A. SAVCHENKO

キルギス鉱業公社 地質主任技師

Erick I. KHAFIZOV

キルギス鉱業公社 海外課長

現地調査団は1997年9月8日から同年10月18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。

日本側：

高橋 幹男 (TAKAHASHI MIKIO)	団長・総括	三井金属資源開発株式会社
相澤 直人 (AIZAWA NAOTO)	地 質	三井金属資源開発株式会社
山崎 辰男 (YAMASAKI TATUO)	地 質	三井金属資源開発株式会社

キルギス側：

Alexander V. YARKOV	チーフデザイナー	キルギス鉱業公社
Gennady A. SAVCHENKO	主任地質	キルギス鉱業公社
Ryskul DZHUMAGULOV	現地調査調整	キルギス鉱業公社
Ignor A. APOG	地 質	キルギス鉱業公社
Anatoly NIKITEN	地 質	キルギス鉱業公社
Asunov BOBOSHCO	地 質	キルギス鉱業公社

衛星画像解析は国内にて次の調査員により実施された。

阿達 一宏 (ADACHI KAZUHIRO)	画像解析	三井金属資源開発株式会社
渡辺 英久 (WATANABE HIDEHISA)	画像解析	三井金属資源開発株式会社

1-4 調査期間及び調査量

調査期間及び調査量は以下のとおり。

Table I-1 Period of Survey

Items	1997					1998	
	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
Planning	14 — 29						
Satellite Image Anal.	14 — 29			1 — 1		30 — 30	
Field Survey		7 — 7	18 — 18				
Laboratory Works			20 — 20			30 — 30	
Making Report			20 — 20				27 — 27

調査内容及び数量は以下のとおり。

- | | | |
|-----------|-----------|---------------------|
| 1. 衛星画像解析 | キチサンディク地域 | 800 km ² |
| 2. 地質調査 | キチサンディク地域 | 縮尺 1:2,000 |
| | 調査面積 | 4.0 km ² |
| | 踏査ルート長 | 15.0 km |
| | キチサンディク鉱床 | 縮尺 1:1,000 |
| | 調査面積 | 0.9 km ² |
| | 踏査ルート長 | 15.0 km |
| | トレンチ調査 | 909.0 m |
| | 取付道路造成 | 47.5 km |
| | トレンチ開削 | 909.0 m |

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

本調査地域は、キルギス共和国の西端部、ウズベキスタン共和国との国境近くの中部天山山脈中に位置する。行政区分ではジャララバット(Dzhalal-Abad)州のアラブカ(Alabuka)地域チャトカル(Chatkal)地区に所在する。東西約 27km、南北 30km、の面積約 800km² の地域であり、次の緯度、経度で囲まれた範囲である(Fig. I-1)。

北緯 42° 02′ 20″、東経 71° 00′ 00″

北緯 42° 00′ 00″、東経 71° 00′ 00″

北緯 42° 00′ 00″、東経 71° 15′ 00″

北緯 41° 46′ 10″、東経 71° 04′ 05″

北緯 41° 41′ 55″、東経 70° 50′ 03″

北緯 41° 56′ 00″、東経 70° 50′ 03″

最寄りの村 ジャニーバザール(Jany-Bazar)はジャララバットの北西約 200km に位置し、ジャニーバザールから調査地までは、昔の調査用道路 (47km) が通じている。

首都ピシュケクからジャニーバザールへ至るには、トクトグルータシュクミールーアラブカーチャブカマ峠(2,841m)経由またはタラス(Talas)ーキロフスコエ(Kirovskoye)ーカラブラ峠(Kara-Buura;3,305m)経由の2つのルートがある。ピシュケクからの距離は前者では 800km、後者では 520km である。前者のコースは距離は長いものの、一年中通行できる。後者はその行程の大部分が、カラブラ峠をはじめ 3,000m 級の峠を越える山岳道路であり、道路の状態は悪く、また、冬期は利用できない。

2-2 地形及び水系

天山山脈は北部天山、中部天山、南部天山の3つに区分され、本調査地域はこのうちの中部天山山脈の南部に位置づけられる。本調査地域の北端にはウズベキスタン共和国との国境をなすプスケム(Pskem)山脈が南西ー北東方向に連っており、本地域の分水嶺をなす。

本調査地域はプスケム山脈の標高 2,600-3,000m の南斜面に位置し、鉱微地は標高 2,800-2,950m に分布する。地形は、急峻な溪谷に浸食された、ゆるやかな起伏をなす、ほぼ平坦な準平原状をなす。調査地域内の主要な河川はチャトカル川で、調査地域の南端をサンダラッシュ山脈及びチャトカル山脈に源流をなし、東北東から西南西に流下する。

2-3 気候及び植生

調査地域はその大部分が標高2,000m-3,000mに位置し、高山気候を示す。一年のうちで1月が最も寒く-40度未満に達し、最も暑いのは8月で+28度以上になる。気温の日較差も大きく、大陸性の厳しい気候を特徴とする。特に冬季は寒冷で、降雪が多い。10月初旬-中旬には降雪が見られ、年間降水量は740mm-1200mmに達する。調査地域(標高3,000m地点)の月別平均気温を下表に示す。

鉱微地の分布する2,800m周辺では土壌の発達が悪く植生は見られない。わずかに草、高原植物が分布するのみである。植生は標高2,000m以下の河川沿いに分布し、灌木を主とする他白樺、ポプラ等の広葉樹及び松に似た針葉樹が見られる。

Table 1-2 Temperature & Humidity in the Kichi-Sandyk Distrit

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ave. Temp (°C)	-19.5	-15.7	-8.0	-0.8	3.8	6.6	9.1	8.4	4.1	-2.1	-11.0	-17.8
Humidity*	60%	-	-	-	-	-	22%	-	-	-	-	-

* : relative humidity(%)

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

キチサンディク(Kichi-Sandyk)地域が存在するチャトカル(Chatkal)川及びサンダラッシュ(Sandalash)川地域は19世紀後半に地質調査が開始され、1898年にサンダラッシュ川流域の砂金鉱床が調査されている。

1931年から1936年にかけて行われた1:500,000の地質調査によりアチキタッシュ(Achyk-tash)川上流域に黄鉄鉱帯を含む一連の鉱化作用が捕捉され、サンダラッシュ川流域の砂金鉱床資源の見直しが行われた。これらの砂金鉱床は、第2次世界大戦時(1941~1945)にサンダラッシュ川上流域に存在するトヤルミッシュ(Toyalmysh)タングステン・モリブデン鉱床と共に採掘されている。

1948年から当地域に対する計画的な調査が開始され、1952年から1954年の間にチャトカル川地域に対する1:200,000の地質調査が実施された。

1965年から1968年の間に同地域の主要部に対して1:50,000の地質調査が実施され、この結果キチサンディク鉱床が発見され詳細な探鉱の必要性が提案された。

1973年から1976年にかけてチャングラッシューチャトカル鉱化地域に対する地質調査、重鉱物や地化探試料の採取、電気探査(IP)、磁力探査、重力探査等を含む調査が実施され、1:50,000の複合地質図や1:10,000の地質図、試料採集位置図等が作成された。

キチサンディク鉱床に対してはトレンチ、ブルドーザー剥土(2.7万 m^3)、ピット(612m)、短い坑道掘削(22m)等が実施された。主要鉱化帯に対し、横坑を有するピットや短い坑道掘削による地表下10~15mまでの調査が行われた。同時にチャンネルサンプリングによる試料採取が行われ、総計3,296個の試料が分析されている。

この結果キチサンディク地域に有望な金鉱床賦存の可能性が確認されたが、1976年以降はキチサンディク地域に対して調査・探鉱は実施されていない。

3-2 調査地域周辺の一般地質

本調査地域は、キルギス国の中部から西部にかけて帯状に延びて分布するヘルシニア褶曲帯の中部天山褶曲帯に属し、フェルガナ断層によって東西に分断されたキルギス西部に位置する。ウズベク共和国との国境をなすプスケム(Pskem)山脈の南斜面にあり、チャトカル川上流地域の右岸地域に挟まれた範囲である(Fig. I-1)。

中部天山褶曲帯は、カレドニア期の北部天山褶曲帯とヘルシニア期の南部天山褶曲帯の間に位置し、原生代中期(リフェアン期)にはすでに地向斜が形成され部分的には陸地の形態をなしてい

たと考えられている。本地域では、主に氷河堆積物、火山岩、(炭質)堆積岩よりなる中部原生界及びフリッシュ堆積物、陸源性堆積物及び火山岩質堆積物からなる古生界が基盤岩類として分布し、これらを覆って、湖成堆積物及びモラッセ堆積物よりなる新生界が分布する。

キルギス国内の火成活動は、プレートの沈み込みに伴うもの、大陸内部のアルカリ火成活動等多くのタイプの活動が原生代～古生代末期にかけて知られているが、調査地域においては、古生代末期(石炭紀及び二畳紀)の花崗岩類が基盤中に分布する。

キチサンディク地域の主な地質層序を以下に述べる。また、広域地質構造図を Fig. I-3-1 に、模式層序を Fig. I-3-2 にそれぞれ示す。

3-2-1 堆積岩類

1) 原生界の地層

(1)ウズンブラック(Uzunbulak)層 (中部原生界：リフェアン期)

本層はモラッセ堆積物より構成され、上部層と下部層に分けられる。層厚は 100m～600m である。サンダラッシュ山脈に分布する下部層は、大きな岩片に富む礫質粘板岩や種々の粒径の砂岩で特徴づけられる。本層の鉱化の特徴は金及び銅からなる鉱化作用で、細粒砂岩、シルト岩、シルト質頁岩には、漂砂鉱床発見の可能性がある。

(2)ムルサッシュ(Mursash)層 (上部原生界：ヴェンディアン期)

本層は炭質礫岩質頁岩、粗面玄武岩－粗面安山岩、炭質陸源性堆積物で構成される。層厚は 150m～200m に達し、ブスケム山脈の分水界付近に分布する。

本層の上部は砂岩・泥岩層(層厚 100m)で、希に炭酸塩岩の薄層を挟在する。本層の鉱化の特徴は明らかでないが、粗面玄武岩－粗面安山岩には銅－モリブデンの斑岩タイプの鉱化が期待できる。

(3)ショラサイ(Shorashuy)層 (上部原生界：ヴェンディアン期 (礫質泥岩)、(炭酸塩岩))

本層は礫質泥岩や炭酸塩岩で構成される。上部層と下部層に分けられ、層厚は 450m～800m と推定されている。ブスケム山脈ではムルサッシュ層を覆っているがサンダラッシュ山脈ではウズンブラック層を覆って分布する。

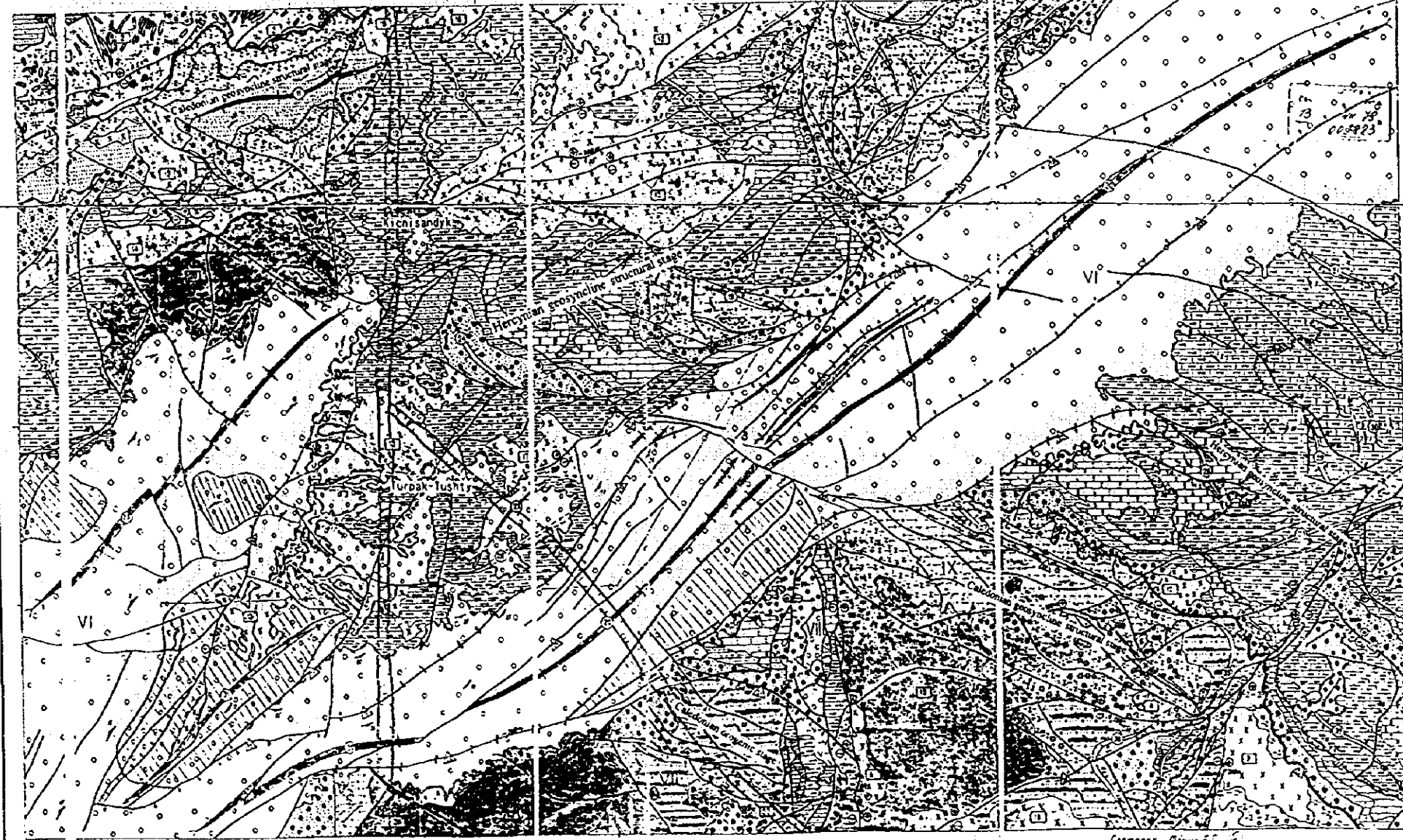
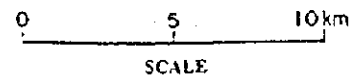
本層は金、タングステン、モリブデン、銅、多金属、銀、アンチモニー、その他の鉱化に関連する石炭紀中期の閃緑岩－花崗閃緑岩に貫入されている。このため本層や上位のサンダラッシュ層は貴金属や希少金属の砂鉱床胚胎層準として注目されている。

2) 古生界の地層

(1)サンダラッシュ層 (下部カンブリア系～中部オルドビス系)

TECTONIC MAP OF THE SANDALASH-CHATKAL ORE REGION

1997



LEGEND

- | | | |
|---|--|-----------------------------------|
| Structural stages and formations | | Intrusive massifs |
| Caledonian geo-syncline stage | Geosyncline basement complex (PR2) | a) Beshlor complex |
| | Molassa formation (V? Uzunbulak formation, V? Shorashay formation) | Beshlor-Tunduk |
| | Silica-carbonate-terrigenous formation (E-O26n) (Sandalash formation) | b) Tunduk complex |
| | Terrigenous formation (O2) | Sulutor group of sills |
| | Effusive-terrigenous formation (R.Vmv) | Ayutor group of sills and stocks |
| Caledonian orogenic stage | Terrigenous-flysh formation (O3*ut) (Ayutor formation) | Chanach group of stocks and sills |
| | Molassa green-color formation (S1, S2?) | c) Alabuka complex |
| Hercynian geo-syncline structural stage | Ancient red sandstone formation (D2-3R) (Tullubash formation) | Alabuka |
| | Terrigenous-carbonate formation (D3fm) | d) Sandalash-Chatkal complex |
| | Carbonate formation (C1t) | Aktam |
| | Silica-carbonate formation (C12-C1sp) | Tayalmysk |
| Hercynian orogenic structural stage | Carbonate-volcanic (C1-2kn) | Chakmak |
| | Early orogenic sub-stage
Volcanic formation (C2m) (Mudabak formation) | Sulutorerek |
| | Late orogenic sub-stage
Molassa red-color formation (C3*P1, P1kk, P1k) | Chanach |
| Alpine structural stage | Molassa various color formation (P3-Q) (Alamuyun and Musabek formations) | Muzbel |
| | | Middle Sandalash |
| Intrusive complexes | | Lower Sandalash |
| | Beshlor Upper Proterozoic (plagyo-granites) | Tshnach-Karakorum |
| | Tunduk Riphean volcano-plutonic complex. Dykes, sills of diabases | Jeyaktor |
| | Tunduk Upper Ordovician volcano-plutonic (sills, necks, dykes and emasure pipes, diabases, diabase porphyries and alkaline gabbro) | Karayan gyk |
| | Torgay Upper Ordovician ? ultrabasic (serpentines, pyroxenites, peridotites, gabbro) | Kayinsuy |
| | Alabuka Upper Silurian (granodiorites) | Chaktytor |
| | Sandalash-Chatkal (diorites, gabbro-diorites, gabbro, granodiorites, monzonites) | e) Kyzyltor complex |
| | Kyzyltor Upper Carbon (granites, adamellites) | Kyzyltor |
| | Chalmassy Permian (diorite porphyries, granodiorite porphyries) | Almasy |
| | Arashan Lower Triassic (granites) | f) Chalmassy complex |
| | | Kichisandyk |
| | | Kachalator |
| | | Kuruteerek |
| | | g) Arashan complex |
| | | Tuyak |

TECTONIC MAP
Fig. 1-3-1 OF THE SANDALASH-CHATKAL ORE REGION

Age			Formation	Lithology	
Cenozoic	Quaternary	Pleistocene		alluvium	
		Holocene		terrigenic sediments	
	Tertiary	Neogene	Alamuyun/Musabek	terrigenic sediments	
Paleozoic	Permian				
	Carboniferous	upper			
		middle	Minbulak	andesite, trachyandesite, tuff	
		lower/middle		molasse, limestone	
		lower		limestone, silt limestone, silt, dolomite, slate silt, limestone, dolomite	
	Devonian	upper		limestone, marl	
		lower/middle	Tulkubash	conglomerate, sandstone	
	Ordovician	upper/middle	Ayutor	sandstone, shale	
		middle	Chandalash	shale, limestone, dolomite	
Cambrian	lower	Chandalash	shale, limestone, dolomite		
Proterozoic	Vendian	upper	Shorashuy	mudstone, carbonate rock	
			Mursash	tuff, shale, trachybasalt, trachyandesite, sandstone	
	Ripheian	middle	Uzunbulak	sandstone, silt, shale	

Fig. 1 -3-2 Schematic Geologic Column of the Survey Area

本層は陸源性堆積物（氷礫岩－珪質頁岩）、石灰岩、苦灰岩などで構成され、サンダラッシュ山脈やブスケム山脈に広く分布する。

サンダラッシュ山脈に分布する本層は暗灰色や黒色の粘土質－炭質・シルト質頁岩、石灰岩、粘土質頁岩で構成されている。層厚は 1,000m～1,500m と推定されている。ブスケム山脈の南斜面では、ショラサイ層の上位に本層下部の氷礫岩質礫岩が分布し、上位に向かってシルトや粘土質頁岩の互層や砂岩を挟む苦灰岩質石灰岩に変化する。

(2)アユートル(Ayutor)層（中～上部オルドビス系）

本層は砂岩と頁岩の互層を主とするフリッシュ堆積物で構成され、サンダラッシュ山脈及びブスケム山脈に分布する。基底部にはグレイワック砂岩が存在し、上位に向かってグレイワック砂岩(1-15m)と暗灰色の石英質硬砂岩(2-3m)のリズミカルな互層に変化し、最大層厚は 440m に達する。

(3)トルクバッシュ(Tulkubash)層（下～中部デボン系）

本層は主に陸源性の炭酸塩質堆積物よりなり、ブスケム山脈及びサンダラッシュ山脈に広く分布する。過去の調査データによれば、本層はさらに上部層と下部層に区分される。下部層は礫岩、硬砂岩、砂岩で構成される。層厚は数 m～630m に及ぶ。上部層はレンズ状～薄層状の中礫礫岩を伴う長石－石英砂岩と粘板岩で構成され、最上位には粘土質頁岩や泥灰岩が存在する。層厚は 350m～700m である。

本層の上部層は漂砂鉱床や銅、重晶石－銅などの鉱化のポテンシャルが高く、金鉱床発見の可能性が高いと考えられている。

(4)瀝青質石灰岩－炭質石灰岩層（上部デボン系：ファメニアン期）

本層は生物石灰岩層(層厚 100m～200m)と、炭質石灰岩層(層厚 200m～250m)とに分けられ、サンダラッシュ山脈の尾根に分布する。

本層は層状の銅－重晶石鉱化と関係があると考えられており、特に、本層がサンダラッシュ層を直接覆っているかまたは近接するところが鉱化の可能性が高いと期待されている。

(5)炭質・生物石灰岩－苦灰岩層（下部石炭系：トルネージアン期）

本層は炭酸塩岩層で、下部の石灰岩－苦灰岩層と上部の石灰岩、石灰質角礫岩に分けられる。層厚は 1200m～1300m である。

中央アジアでは下部石炭系の炭質・生物石灰岩－苦灰岩層に層状の含銀多金属鉱床が存在する。ブスケム山脈の尾根地域には上部デボン系や下部石炭系の炭酸塩岩が広く分布しており、同様な鉱化作用が存在する可能性がある。

(6)シルト質石灰岩－炭質堆積物層（下部石炭系：ヴィゼアン期）

シルト質石灰岩は、茶灰色のシルトを含有し、厚い板状～塊状の石灰岩からなる。層厚は 600m

である。腕足類-海百合-有孔虫類の化石を多量に含有しており、本層の時代はこれらの化石により同定されている。

炭質堆積物は粘板岩質/炭質/シルト質石灰岩、頁岩及び粘板岩で構成される。層厚は約2,000mに達する。

(7) 礁質/炭質石灰岩-火砕質モラッセ堆積物層 (下~中部石炭系: ヴィゼアン期~サーブクホビアン期)

本層下部を構成するは生物石灰岩は、中粒の石灰岩及び粘板岩薄層を伴う石灰岩で構成され、層厚は700m~850mである。中位には破碎した石灰岩が存在する他、苦灰岩質石灰岩の薄層が存在する。

本層上部は炭質石灰岩及び火砕質モラッセ堆積物からなり、石灰岩、凝灰岩質頁岩/粘板岩/砂岩のリズミカルな互層で構成される。層厚は310mである。

最上部には安山岩質凝灰岩が存在し、火山ガラス(径0.2mm)や安山岩質岩片などの火砕物質が多く存在する。

(11) ミンブラック(Minbulak)層 (中部石炭系: バシキーリアン期)

本層は破碎した安山岩溶岩、粗面安山岩、凝灰岩で構成され、トルバックタシュティ谷の底部に分布する。基底部には火砕質礫岩が存在する。

3) 新生界の地層

(1) アラムユウム(Alamuyum)層・ムサベック(Musabek)層 (新第三系下部中新統)

本層は岩相や構造から2つに分けられ、下部は陸源性炭酸塩岩で上部は陸源性堆積物で構成されている。

本層は沖積成堆積物、デルタ成堆積物、湖成堆積物などを特徴的に介在しており層厚は1,500mに達する。これらの堆積物の生成は大陸隆起活動と関連すると考えられている。

(2) 陸源性モラッセ堆積物 (第四系更新統~完新統)

本層は固結度の悪い陸源性モラッセ堆積物で、4つの不整合面で区分される。各堆積層は、起源、構造、構成物に大きな相違が見られる。

各ステージの沖積性堆積物、デルタ性堆積物には特徴的に砂金鉱床が認められている。

3-2-2 貫入岩類

(1) ベシュトール(Beshtor)岩体 (原生代前期(?), 原生代後期(?))

本岩体はトーナライト-斜長石花崗岩-花崗閃緑岩で構成され、大部分は明灰色~桃色斑岩状を呈し、絹雲母-両雲母花崗岩質岩である。

本岩体はブスケム山脈の分水界付近の北東方向に位置するサンダラッシュ背斜構造の軸部に沿って存在する。幅 3-7km、延長 35km の規模を有する。

上記花崗閃緑岩には平均で 0.06g/t、最大で 0.32g/t の金の含有が確認されており、本岩体は当地域の銅を伴う金鉱床や熱水性金鉱床の生成に関係する。

(2) トンディック(Tunduk)岩体 (原生代後期、一部オルドビス紀後期(?))

本岩体は変輝緑岩、斑れい岩-輝緑岩、粗粒玄武岩等の岩脈や小岩体で構成され、ブスケム山脈やサンダラッシュ山脈、一部チャトカル山脈に分布する。

本岩体はベシュトール岩体、中部原生界のウズンブラック層、上部原生界のショラサイ層を切り、下部カンブリア系~中部オルドビス系のサンダラッシュ層に覆われている。本岩体はニッケル、コバルト、プラチナ、チタンなどの鉱化に関係する。

(3) アラブカ(Alabuka)岩体 (シルル紀後期)

本岩体は花崗閃緑岩類で構成され地域南東部のチャトカル山脈に一箇所存在する。本地帯は古生代前期のカレドニア造山帯に属するものと考えられ、下部カンブリア系~中部オルドビス系のサンダラッシュ層を貫いて分布する。

(4) サンダラッシュ-チャトカル複合岩体 (古生代石炭紀後期)

本岩体は閃緑岩-花崗閃緑岩で構成され、サンダラッシュ山脈、ブスケム山脈を中心に一部チャトカル山脈中にも見られ、広範囲な分布を示す。

主要な岩体としてはキチサンディク鉱微地東南部に隣接する中部サンダラッシュ(Middle Sandalash)岩体、その北部のカラヤングルク(Karayangryk)岩体、キチサンディク鉱微地南部の下部サンダラッシュ(Lower Sandalash)岩体、カインスイ(Kayinsuy)岩体、キチサンディク鉱微地西部のイフナッチ-カラコルム(Ikhnach-Karakorum)岩体、ジャヤクトール(Jayaktor)岩体、サンダラッシュ川上流の小岩体であるタヤルミッシュ(Tayalmysh)、ムズベル(Muzbel)両岩体等が挙げられる。

本サンダラッシュ-チャトカル複合岩体は平面的には細長い形状を呈し、褶曲構造にディスコダントに分布する。放射性鉱物による年代測定で 303-326 百万年(石炭紀後期)と同定されており、中部石炭系(バシキーリアン期)のミンブラック層まで貫入する。

当地域の多くの鉱床・鉱微地は本複合岩体と関係があり、特に金、タングステン、ビスマス、銅を含有するスカルン鉱化との関係が深い。

(5) キジルサイ(Kyzylsay)岩体 (古生代石炭紀後期)

本岩体は粗粒斑岩状の花崗閃緑岩及び花崗岩で構成され、サンダラッシュ山脈、チャトカル山脈に広範囲に分布する。比較的大きい 2 岩体-キチサンディク鉱微地西部のアルマサイ(Almasay)岩体、東南部チャトカル山脈のキジルトール(Kyzyltor)岩体-が見られる。

当地域のスカルン多金属鉱化は、本キジルサイ岩体の貫入に関する。

(6)チャルマンサイ(Chalmansay)複合岩体 (古生代ペルム紀前期)

本岩体は粗粒斑岩状の花崗閃緑岩及び花崗岩で構成されキジルサイ岩体の初期のフェーズに類似する。本複合岩体はしばしば小岩株を形成する。主要岩体として、キチサンディク鉱微地の主要鉱化帯を形成するキチサンディク岩体、サンダラッシュ川上流の小岩体であるクルテゲレック(Kurutegerek)岩体、南部チャトカル山脈のカチャラトール(Kachalator)岩体が見られる。

当地域においては本チャルマンサイ複合岩体の多くの岩脈・小岩株貫入に関するスカルン多金属鉱化作用が多く認められており、銅一金の鉱化帯がキチサンディク鉱微地やクルテゲレック鉱微地等に認められる。

3-2-3 地質構造

キルギス共和国は過去4度(バイカル期、カレドニア期、ヘルシニア期、アルプス期)にわたる大きな地殻変動を受け、これらの構造運動に伴う断層、構造線に境されたいくつもの地塊から構成されている。ヘルシニア期以後中生代末期まで大きな地殻変動は起こらず、一旦、準平原化した。新生代に始まったアルプス期の活動により、再び地塊の小ブロック化と隆起が生じ現在の山岳地形が形成された。

調査対象地域は、ヘルシニア褶曲帯の中部天山褶曲帯に属しフェルガナ断層によって東西に分断されたキルギス西部、ウズベク共和国との国境付近にあり、チャトカル川上流地域の右岸地域に位置する。

キチサンディク地域の地質構造は、多くの褶曲構造の存在でより複雑になっている。これらの褶曲構造の中で、調査地域の全体が含まれ、幅30~40kmで180km以上にわたって追跡できる大褶曲構造のサンダラッシュ向斜構造が認められる。北西部にはブスケム背斜構造が存在し、この中心部に原生代前期のベシュトール花崗岩質岩体が入る。

ベシュトール岩体やトンディク花崗岩質岩体の浸食面上にモラッセ堆積物が分布し、上位に向かって原生代中期~後期の氷礫岩-火山岩質-陸源性堆積物に変化する。

カンブリア系~中部オルドビス系の炭酸塩岩-シルト-陸源性炭質堆積物、中~上部オルドビス系の火山成・陸源性フリッシュタイプの堆積物が幅7kmに及ぶカレドニア期の構造帯を形成し、これを不整合に覆って中~上部デボン系の赤色砂岩層が分布する。

ヘルシニア期前期の準地向斜堆積物は上位に向かって上部デボン系の陸源性石灰岩質堆積物、下部石炭系の炭酸塩岩、下~中部石炭系のシルト-炭酸塩岩に変化し、その層厚は4,500mに達する。

これらの堆積岩類には石炭紀後期のサンダラッシュ-チャトカル岩体、キジルサイ岩体やペル

ム紀前期のチャルマンサイ岩体等の小岩珠や岩脈が多数貫入する。

ヘルシニア造山後期の堆積物は発達が悪く、中部石炭系の安山岩や上部石炭系～下部ペルム系の赤色モッサセ堆積物などが小範囲に露出するだけで層厚は500mである。

3-3 調査地域における金鉱化帯の特徴

キチサンディックを含む地域一帯においては、下部石炭系の石灰岩と石炭紀及びペルム紀の閃緑岩、花崗閃緑岩、モンソナイト、花崗閃緑斑岩等の貫入岩類との接触部にしばしばスカルンが形成され、銅-金、アンチモニー、タングステン、モリブデンなどの鉱化作用が認められている。ペルム紀前期の花崗閃緑斑岩類(チャルマンサイ複合岩体)に関連するスカルンの方が石炭紀後期のサンダラッシューチャトカル複合岩体に伴われるスカルンより金の含有量が高いと考えられている。

本地域における銅-金鉱床の賦存する有望地としてキチサンディック及びトルバックタシュティ(Turpak-Tushty)の2ヶ所の鉱徴地域が挙げられ、この他に数ヶ所の鉱徴地域が確認されている。これまでのキルギス側による調査の結果、本地域の埋蔵ポテンシャルとして金量200トン(うち140トンがキチサンディック地域)、銅量35万トンが賦存するものと評価されている。

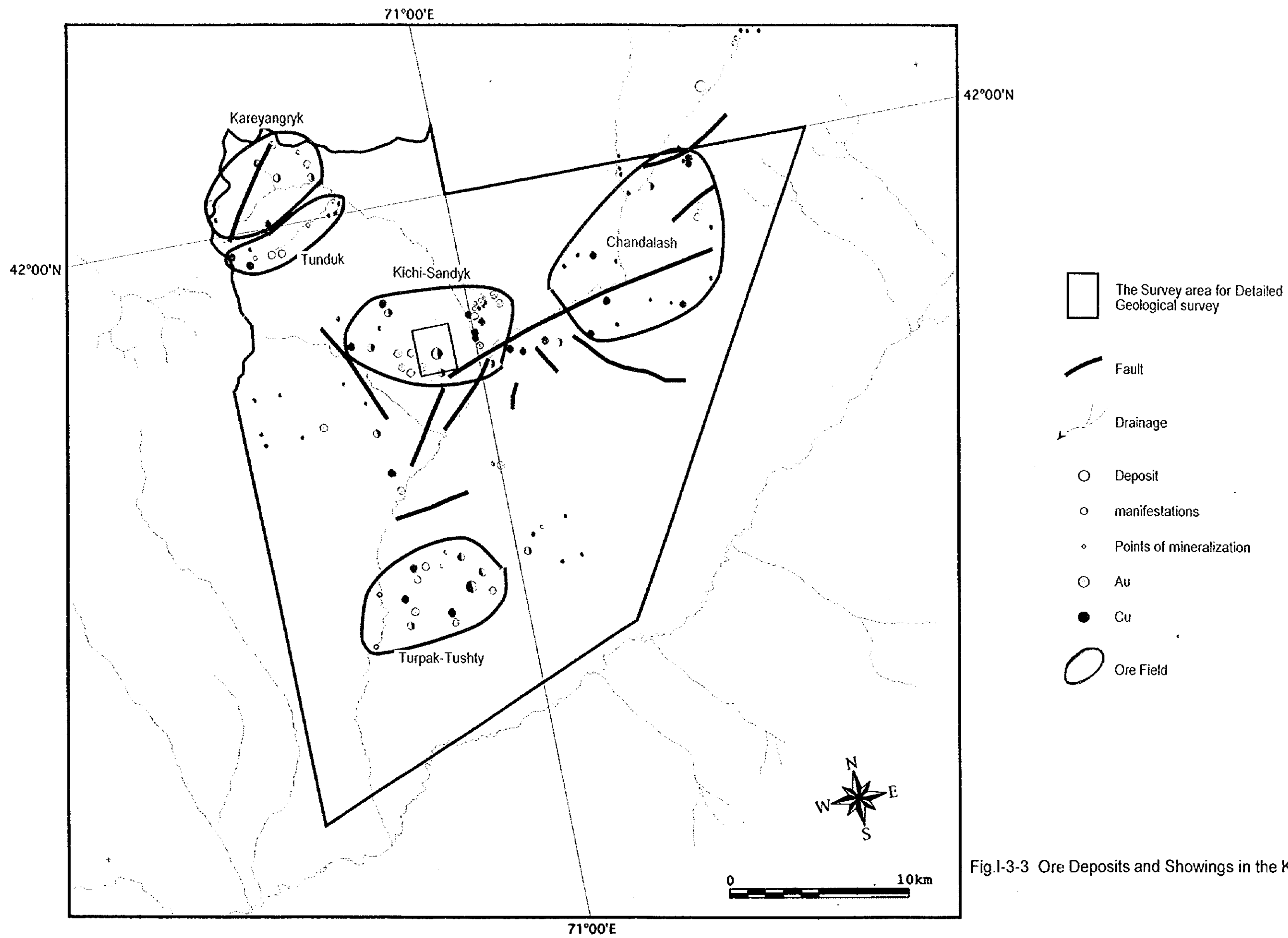
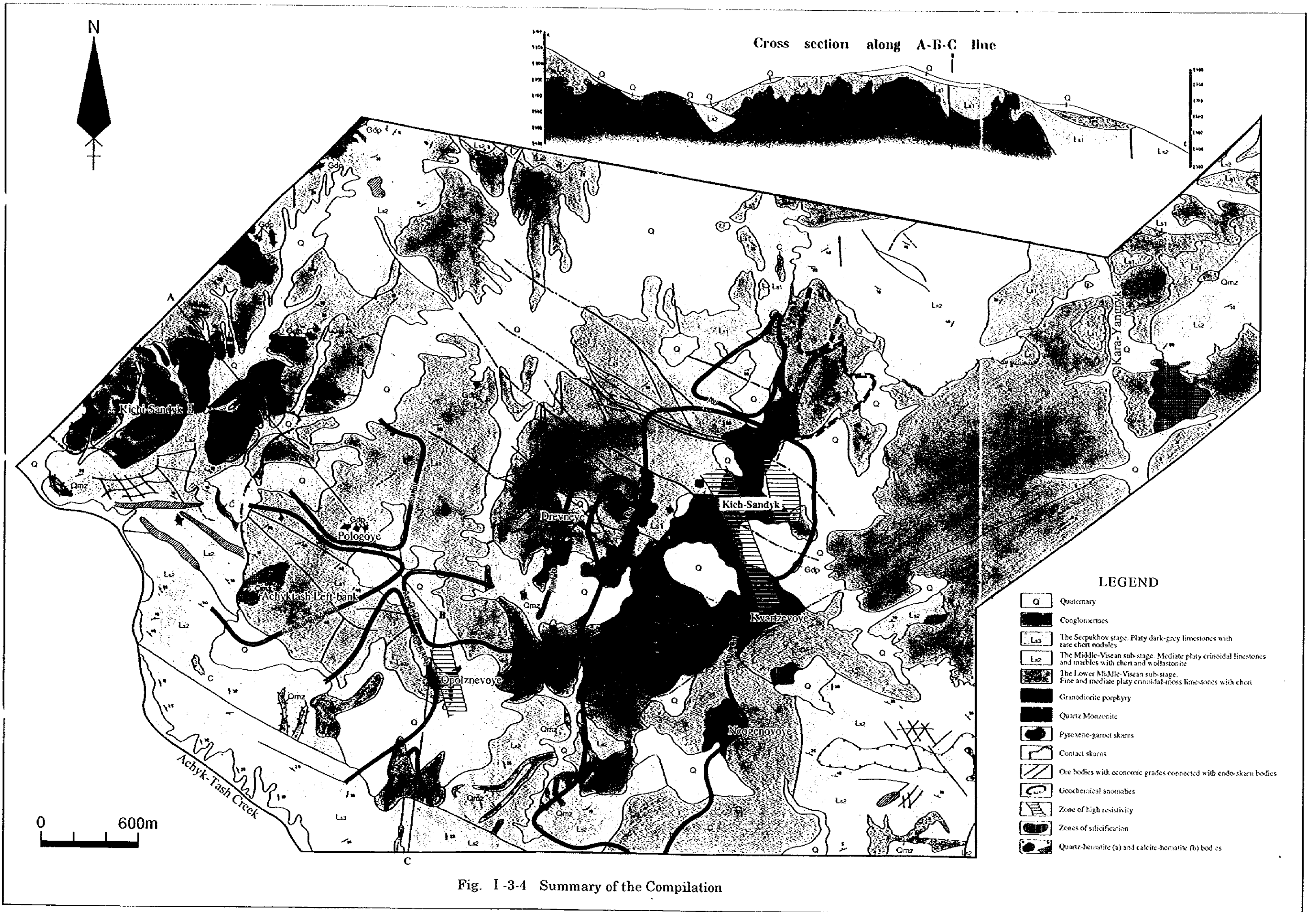


Fig.1-3-3 Ore Deposits and Showings in the Kichi-Sandyk Area



第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質及び地質構造と鉱化作用の関係

キチサンディク地区の地質は、主にカンブリア後期-石炭紀前期(ヴィゼアン期)の大理石化した石灰質堆積岩と、これに貫入するペルム紀の花崗閃緑斑岩(チャルマンサイ複合岩体)から構成される。

前者は主に地域北部-西部に分布し、大部分が珪灰石を伴う大理石に変わっている。貫入岩との接触部には、層状のスカルン(exsokarn:外成スカルン)が形成されている。スカルンはザクロ石、珪灰石及び緑簾石からなり、銅を伴う金鉱化作用が認められる。本調査地区は全体に露頭が少なく、本層状スカルンは花崗閃緑斑岩との境界部に沿って北東-南西方向の伸びを示し、断続的な分布であるが調査地域内を2km以上連続する。

花崗閃緑斑岩は優白質で、白色粘土化、炭酸塩化、緑泥石化及び珪化等の熱水変質を普遍的に受けている。調査地区のほぼ中央に位置する中央部鉱化帯では、北西-南東走向で、南傾斜の裂隙・節理が多数発達する。この割れ目に沿って、脈状にスカルン(endskarn:内成スカルン)が形成されている。上記層状スカルンに比べ小規模で、大部分が幅10-100cm程度の脈状を呈する。ただし、花崗閃緑斑岩中のスカルン化ゾーンは幅30m程度連続する。スカルン鉱物は主にザクロ石からなり、他に少量の単斜輝石、葡萄石を随伴する。鉱石鉱物として緑色銅鉱、斑銅鉱、黄銅鉱及び自然金が見られる。

調査地域内には、北西-南東走向で急傾斜を示す断層地形が発達する。このような断層構造が、中央部鉱化帯に見られるように花崗閃緑斑岩中のスカルンを伴う脈状鉱化帯を規制しているものと考えられる。

4-2 スカルンと鉱化作用の関係

4-2-1 層状スカルン(外成スカルン)

本スカルンは、大理石化した石灰質堆積岩とこれに貫入した花崗閃緑斑岩との接触部に形成され、調査地域内を北東-南西方向に伸長した分布を示す。主にザクロ石、珪灰石、緑簾石、方解石よりなり、塊状の集合体をなす。花崗閃緑斑岩との境界部に沿って、断続的ながら2km以上連続する分布が認められた。また、伸長方向に直交する幅は5-70mに達する。

スカルンと花崗閃緑斑岩とは、シャープで明瞭な境界を示し、花崗閃緑斑岩側にはしばしば石英細脈が発達する。

上記スカルン中には孔雀石及び珪孔雀石をはじめとする緑色銅鉱、斑銅鉱、黄銅鉱が鉱染する他、自然金、褐鉄鉱、赤鉄鉱を伴う。

鏡下での自然金の産状は、ザクロ石の自形結晶の粒間を充填する黄銅鉱中にエレクトラムが輝着鉛鉱と共に生じて見られる(Appendix 6)。また、ザクロ石の割れ目、結晶粒間に単体で賦存する他、銅の二次鉱物と推定される含銅 Fe-Si 鉱物中に賦存するエレクトラムも認められる。

4-2-2 脈状スカルン (内成スカルン)

中央部鉱化帯の花崗閃緑斑岩中には、北西-南東走向で南東へ急傾斜の割れ目、節理が卓越する。この割れ目に沿ってスカルンが脈状に形成されている。上記層状スカルンに比べその規模は小さく、脈幅は 10-100cm 程度のもが多く認められる。ただし、花崗閃緑斑岩中のスカルン化ゾーンは幅数mから最大 30mまで連続する。主な産状は、割れ目の中心を褐鉄鉱または粘土が充填し、スカルンはその両側をほぼ対称的に、脈状及び小レンズ状を呈して産する。スカルン鉱物はザクロ石 (淡緑色及び淡褐色の 2 種類の色調が見られる)、単斜輝石、葡萄石及びアクチノ閃石からなる。

鉱石鉱物は主に孔雀石、珪孔雀石からなる緑色銅鉱、斑銅鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、褐鉄鉱及び自然金の他鏡下の観察により、銅藍、輝銅鉱、白鉄鉱が認められた。金はエレクトラムで、ザクロ石スカルン中の微小クラック及び結晶粒間に単体で賦存する。

銅・金鉱化作用は脈状スカルン中に最も良く集中して見られる他、鉱石試料の分析結果より、スカルン化花崗閃緑斑岩及び変質花崗閃緑斑岩にも及んでいることが明らかとなった。露頭及び鏡下で観察される銅・金鉱化作用及び分析結果より判断すると、鉱化作用は少なくともスカルン化作用の後に、割れ目の集中するゾーンを中心に発達し、結果として脈状スカルンを主な胚胎層として硫化物及び金を沈殿させたものと推定される。

4-3 鉱床ポテンシャルについて

これまでのキルギス側による探鉱の結果、キチサンディク鉱微地(中央部鉱化帯、北部鉱化帯)及び周辺の鉱化帯を含めたキチサンディク鉱微地域には、金埋蔵ポテンシャル(C2+P1+P2)として 140 トンが期待されると報告されている。

本年度の衛星画像解析の結果から、本地域北東部の貫入岩分布域及び南西部の同岩体との間にリニアメント及びスペクトル異常が集中する明瞭な傾向が見られ、キチサンディク鉱微地はその高密度のリニアメントゾーンに位置することが明らかとなり、キチサンディク地域は広域的には鉱床賦存の可能性の高い地域であることが検証された。

一方、中央部鉱化帯を対象としたトレンチ調査の結果、南北約 400m、東西約 200m、高度差約 100m の範囲に、NW 系の割れ目に規制された脈状スカルンに伴って多数の金鉱化ゾーンが捕捉された。また、局部的には、1.2m 幅で Au 品位 54g/t を示す高品位部も見られ、中央部鉱

化帯は本調査地内での鉱化作用の中心である可能性が推測される。

さらに、本年度の中央部鉱化帯を含むキチサンディク地区(2km²)の地質精査により、調査地域内には断続的ながら、層状スカルンが2 km 以上に渡り連続して分布することが明らかとなった。しかも、同スカルン中には部分的に高品位を有する銅・金鉱化部が胚胎されることが判明し、中央部鉱化帯の周辺にも高いポテンシャルを有する鉱微地が存在することが確認された。

この様に、地表部のデータによれば、本調査地域は金鉱床賦存の可能性の高い地域として期待される。今後は、鉱化部の下部及び走向方向への広がり・連続性の確認、富鉱部の捕捉が鉱床ポテンシャルを評価する上で必要となる。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

1) 衛星画像解析の結果、調査地域のほぼ中央部はリニアメント及びスペクトル異常域が集中する探鉱有望地域であることが判明し、キチサンディク鉱床は広域的にはその有望地域に含有されていることが明らかとなった。さらに、キチサンディク鉱床に次いで有望と期待されているトルバクトシュティ鉱微地は、探鉱有望地域の南端に位置し、しかも、キチサンディク鉱床の鉱化作用を規制している NNW-SSE 系リニアメントの延長部に位置し、周囲にはスペクトル異常域が抽出されている。さらに、地表で確認されている多数の鉱微地の存在を合わせ判断すると有望探鉱地として考えられる。

2) トレンチ調査により、中央部鉱化帯に以下の金鉱化部（単位：g/t）を捕捉した。

トレンチ T 1 : Au 3.20(620cm)、Au 1.95(250cm)、Au 4.33(460cm)、
Au 1.61(120cm)、Au 2.32(870cm)、Au 1.08(120cm)、
Au 2.14(230cm)、Au 2.81(120cm)、Au 2.61(130cm)、
Au 1.22(200cm)、Au 1.20(90cm)、Au 3.77(110cm)、
Au 8.22(590cm)、Au 3.96(100cm)、Au 3.85(220cm)、

トレンチ T 2 : Au 1.87(300cm)、Au 1.95(100cm)、Au 2.80(190cm)、
Au 2.08(300cm)、Au 2.63(100cm)、Au 1.91(110cm)、
Au 2.78(180cm)、Au 1.88(100cm)、Au 1.2.60(130cm)、
Au 2.30(100cm)、Au 1.65(350cm)、Au 4.09(320cm)、
Au 1.42(100cm)、Au 1.14(150cm)、

鉱化を規制する割れ目のパターンの解析結果によれば、上記の金鉱化部は走向 $N45^{\circ} \sim 47^{\circ} W$ 、傾斜 $56^{\circ} \sim 74^{\circ} SW$ の構造を示すものと考えられ、トレンチ調査を実施した範囲を考慮すると、走行方向に約 200m、下方へ少なくとも約 100m 連続する可能性が高いと考えられる。今後は本鉱化帯の下方及び走向方向への連続性（構造、規模）及び鉱化状況を把握することが、ポテンシャル評価のために必要な課題といえる。

なお、本調査地区の地表の露出状況、厚い酸化帯、昔の採掘廃石による地表部の汚染等を考慮すると、これ以上地表調査を続けても、鉱化作用の全貌を把握することは極めて困難であると考えられる。

3) キチサンディク地区の地質精査(1/2,000)により、北部鉱化帯の層状スカルンは花崗閃緑斑

岩と石灰岩の境界に沿って、SW 方向に断続的ながら約 2km 連続することが明らかとなった。しかも同スカルンは局部的に高品位を示す銅・金鉱化作用を伴い、トレンチ T3 では北へ傾斜して潜り込んでいる。今後はこの層状スカルンの構造解明、鉱化作用の規模・程度の把握が層状スカルンに対する探鉱の課題といえる。

5-2 第2年次調査への提言

第2年次調査については、本年度調査結果に基づき以下の調査の実施が望まれる。

- 1) キチサンディク鉱床中央部鉱化帯の下部への連続性と鉱化状況を直接確認するためのボーリング調査。
- 2) 北部鉱化帯に代表される層状スカルンの規模・構造を解明するため、石灰岩と花崗閃緑斑岩の境界部を探査対象としたボーリング調査。同時に層状スカルンの露頭に対するトレンチ調査を含む地質精査 (1/100~1/500)。
- 3) 衛星画像解析により探鉱有望地域の条件をほぼ備えている地域、特にキチサンディク地域南部に位置するトルバクトシュティ鉱微地を中心とした地質調査。

第II部 各 論

第1章 衛星画像解析

1-1 解析方法

1-1-1 目的

衛星データの持つスペクトル情報及びテクスチャー情報を利用した地質単元区分、リニアメント解析及び鉄化変質帯を示唆すると考えられるスペクトル異常域の抽出により、次年度の探鉱計画作成のための基礎的データを作成することを目的として解析を実施した。

1-1-2 使用データ

本調査に使用した画像データは Path 153 / Row 31 の LANDSAT TM データである。データ諸元を以下に示す。

- プラットフォーム : LANDSAT 5
- センサー : TM (Thematic Mapper)
- パス : 153
- ロウ : 30
- シーン ID : 52379000000
- 観測日 (年/月/日) : 1990/09/04
- 太陽高度 : 46 度
- 太陽方位 : 136 度

フルシーンの画像範囲及び解析範囲を、Fig. II-1-1 に示す。解析範囲内に雲は存在しないが、高標高地域には雪あるいは氷河が分布する。

1-1-3 作業内容

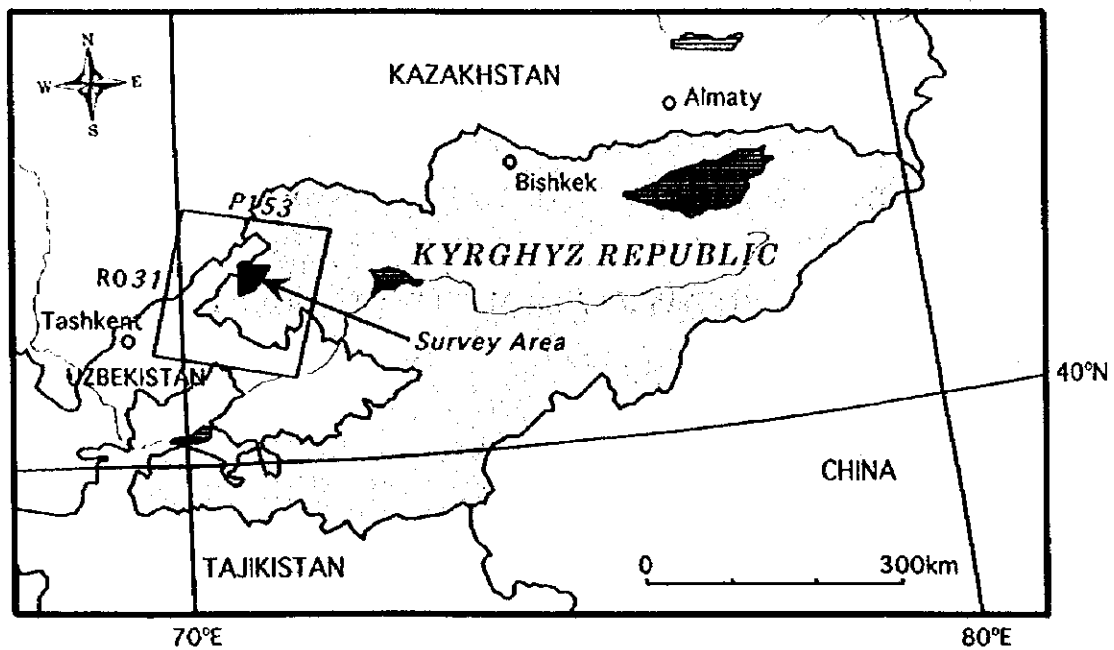
解析作業は以下の手順により実施した。

1) 解析範囲の切り出し

調査地域をカバーする 1682×1682 画素 (50×50km、29.72m/pixel) のサブシーンデータを作成した。

2) カラー合成画像作成

バンド間の相関係数及び3つのバンドの組み合わせによる情報エントロピーを計算し、相関係数が低く、情報エントロピーの値が高いバンド組み合わせによるカラー合成画像を数種類作成し、画面上で判読技術者が最も地質判読に適するバンド組み合わせを決定した。その結果、バンド 1, 4, 5 をそれぞれ青、緑、赤に配色した画像が最も良く地形情報を反映し、かつ、岩相の違いに起因する画像上での色調差も比較的良好に表現されていると判断された。従ってバンド 1, 4, 5 にそれぞれリニアストレッチ及びエッジ強調フィルター処理を施し、それぞれを青、緑、赤に配



Specification of Data Used

Satellite: LANDSAT 5
 Sensor: TM
 Path-Row: 153-31
 Scene I.D.: 52315000000
 Observation Date(Y/M/D): 90/07/02
 Sun El./ Az.(degree): 59/117

Fig. II-1-1 Area of Satellite Image

色したカラー合成画像を作成し、縮尺 20 万分の 1 で出力した。作成した画像を Fig. II-1-2 に示す。

3) 比演算画像作成

以下の手順により、比演算画像を作成した。

- a. 雪氷被覆部分 (バンド 1=255) の除外：雪及び氷河の被覆はスペクトル解析を実施する上でのノイズとなるため、これらの画素を解析対象から除外した。
- b. 疑似反射率への変換 (ログ・レジデュアル法)：リモートセンシングデータで得られるラディアンズデータには、大気中の散乱・吸収や地形の影響が含まれていて、そのままの形では直ちに地表物質を識別できない。画素の位置に依存する地形ファクターと波長に依存するイルミネーションファクターを除去し、対象地域の平均反射率からの反射率の差を全画素について求めることにより、反射率の近似値を求めるのが本手法である。
- c. 植生指標 (NDVI) の計算：NDVI (Normalized Differential Vegetation Index) は次式により算出される。

$$NDVI = (\text{バンド 4} - \text{バンド 3}) / (\text{バンド 4} + \text{バンド 3})$$

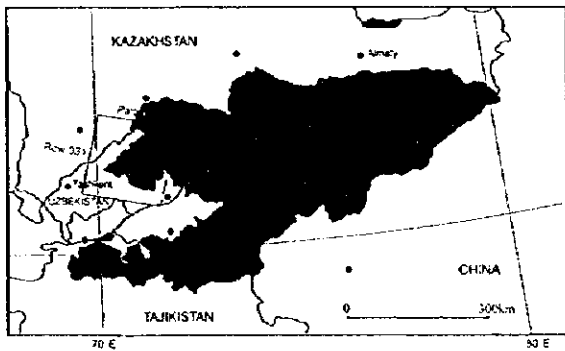
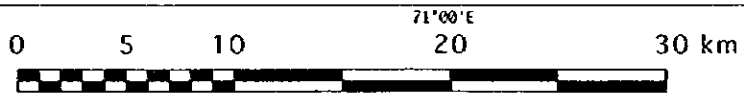
NDVI が高いほど植生が密に分布すると判定される。

- d. 比演算 1：粘土鉱物・炭酸塩鉱物の多くが TM のバンド 7 に吸収特性を持つことから、(バンド 5 - バンド 7) / (バンド 5 + バンド 7) の比演算によりそれらの鉱物の分布域を抽出することが可能である。
- e. DCPA (Directed Principal Component Analysis)：植生分布域が同様にバンド 7 に吸収特性を示すことから、植生による異常と変質帯による異常を識別する目的で、NDVI と比演算 1 による主成分分析を行う。本地域のように、植生の分布が比較的多い地域では、第一主成分に植生の量比が、第二主成分に変質鉱物の量比が反映されると解釈される。
- f. 比演算 2：酸化鉄帯の抽出を目的として、(バンド 2 - バンド 1) / (バンド 2 + バンド 1) の比演算を実施した。一般に酸化鉄帯の抽出ではバンド 3 / バンド 1 が多く用いられているが、ある種の酸化鉄鉱物はバンド 3 にも吸収特性を示すことから、ここではバンド 2 を用いた。
- g. レベルスライス：DPCA の第二主成分と比演算 2 のそれぞれについて、最大値から 1% と 5% を閾値として、スペクトル異常帯を抽出した。解析結果をバンド 5 モノクロ画像と合成して、縮尺 20 万分の 1 で出力した。作成した画像を Fig. II-1-3 に示す。

4) 地質判読

20 万分の 1 カラー合成画像を使用し、写真地質学的手法により以下の作業を実施した。

- a. 地質単元区分：画像上の色調、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



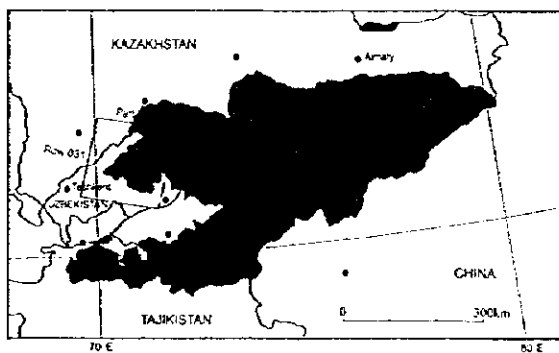
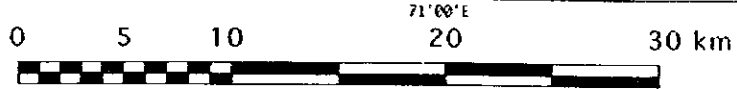
LANDSAT TM COLOR COMPOSITE IMAGE

Blue = band 1
 Green = band 4
 Red = band 5

THE KICHI-SANDYK AREA, THE KYRGHYZ REPUBLIC

Processed by Mitsui Mineral Development Engineering Co., Ltd. (MIDECO)

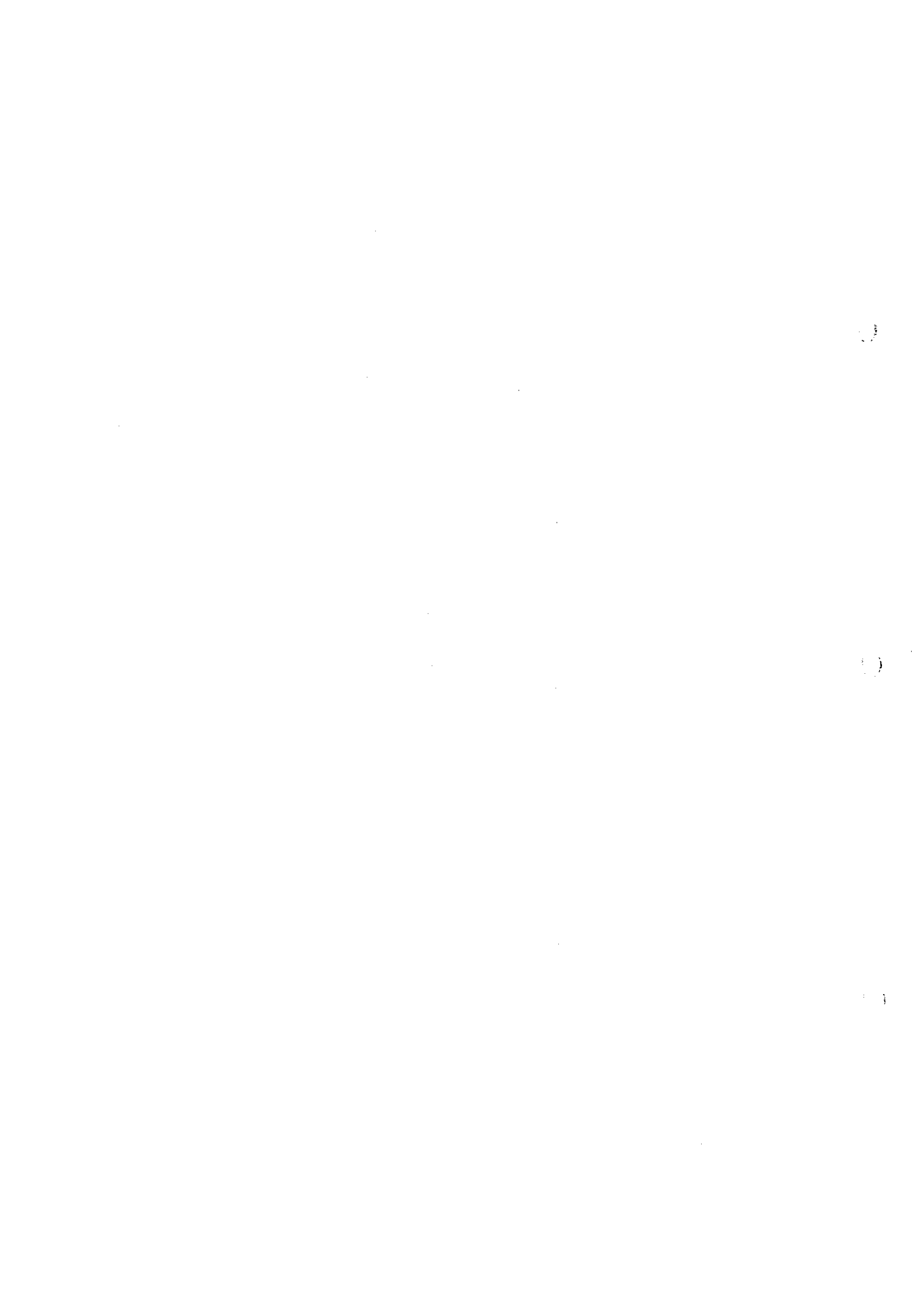
Fig. II-1-2 LANDSAT TM Color Composite Image



LANDSAT TM RATIO IMAGE
 Ratio $(\text{band}2 - \text{band}1) / (\text{band}2 + \text{band}1)$
 ● 1 % from maximum ratio
 ○ 5 % from maximum ratio
 The second principal component of PCA
 by $(\text{band}4 - \text{band}3) / (\text{band}4 + \text{band}3)$
 and $(\text{band}5 - \text{band}7) / (\text{band}5 + \text{band}7)$
 ⊗ 1 % from maximum DN
THE KICHI-SANDYK AREA, THE KYRGHYZ REPUBLIC

Processed by Mitsui Mineral Development Engineering Co., Ltd. (MMECO)

Fig. II-1-3 LANDSAT TM Ratio Image



違い、層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、縮尺 20 万分の 1 地質単元区分図を作成した。判読結果を既存地質図と対比し、判読された各地質単元の岩相及び時代を決定した。

b. リニアメント抽出：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、急涯、及び鞍部の連続をリニアメントとして抽出し、20 万分の 1 リニアメント図を作成した。既存地質図において断層とされ、かつ画像上で明瞭なリニアメントとして抽出されたものは断層として記載した。

5) リニアメント密度分布の作成

上記で作成したリニアメント図から、単位面積あたりに含まれるリニアメントの総延長を求め、これから格子データを作成して、リニアメント密度分布図を作成した。

6) スペクトル異常域の抽出

比演算画像において、 $(\text{バンド } 2 - \text{バンド } 1) / (\text{バンド } 2 + \text{バンド } 1)$ が最大値から 1% までの画素が、ゾーンとして抽出できる程度の広がりを持って分布する地域をスペクトル異常域として選定した。

1-2 解析結果

1-2-1 地質単元区分

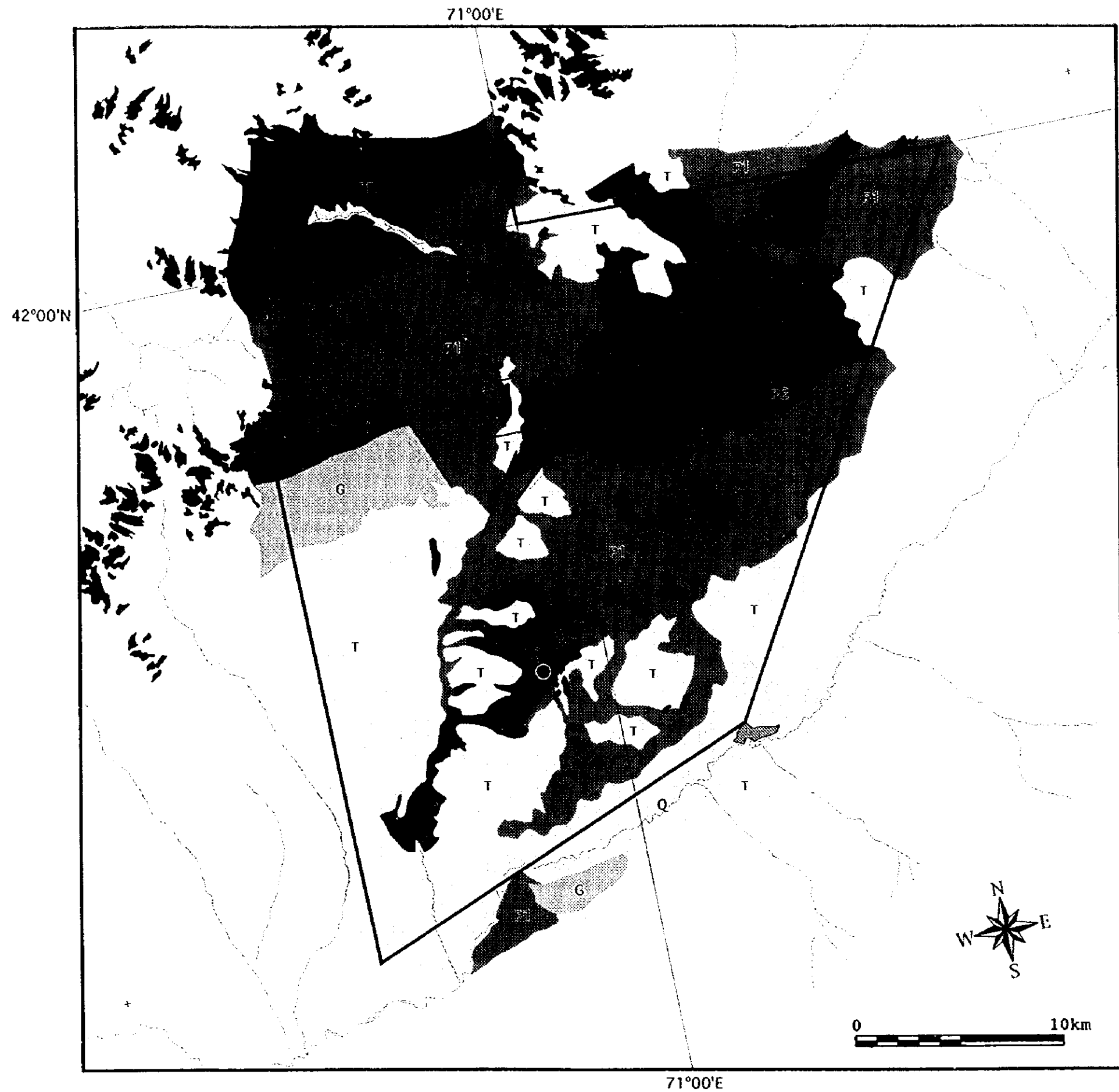
カラー合成画像から作成した地質単元区分図を Fig. 11-1-4 に示す。解析範囲を 7 単元に区分した。植生被覆が比較的高密度で、岩相の違いがスペクトル特性にあまり反映されていないため、各岩相の分布を正確に把握することは困難である。地域北東部の花崗岩体の南東側を取り囲むように分布する古生層 (P2) は、層理面が明瞭で岩相変化に富むことから他の古生層と区別した。以下に各単元の特徴を述べる。

-単元 Q：主要水系沿いに分布し、ほぼ水平な地形を形成することから、沖積層と判断される。

-単元 T：対象地域南部に主に分布し、緩傾斜地や段丘状の地形を形成する。また、植生が濃く繁茂している。軟質の堆積岩と解釈され、既存地質図における新生代モラッセ堆積物に対比される。

-単元 P1：地域中央から北部にかけて広く分布する。画像上では赤桃色を呈し、浸食抵抗は中程度である。一部に成層構造が認められるが、あまり顕著ではない。既存地質図では、古生代堆積岩類 (モラッセ、石灰岩、結晶片岩) に対比される。

-単元 P2：地域中央から北東に後述の単元 D を囲むように分布する。やや明るい赤桃色を呈し、成層構造が顕著に認められる。P1 と同じく、古生代堆積岩類 (モラッセ、石灰岩、結晶片岩) に対比される。



Sedimentary Units

- Q Alluvial deposit
- T Cenozoic molasse
- P1 Paleozoic 1
- P2 Paleozoic 2
- P3 Proterozoic

Intrusive Rocks

- G Granite
- D Diorite

Others

- Spectral anomaly
- Fault
- Bedding trace
- Glacier
- Town
- Drainage
- The Survey area for Detailed Geological Survey
- Turpak-Tushty ore field

Fig. II-1-4 Geologic Interpretation Map of LANDSAT TM Image

-単元 PR：地域北西部に分布する。非常に暗い色調を呈し、浸食抵抗がやや高い。既存地質図の原生界変成岩コンプレックスに対比される。

-単元 G：対象地域の西部に分布し、高い尾根を形成する。明るい赤褐色を呈し、浸食抵抗はやや高い。既存地質図の後期石炭紀花崗岩～アグメロ岩類に対比される。

-単元 D：地域北東部、西部、南部に分布する。浸食抵抗は中程度で、やや緩い傾斜地を形成する。二畳紀の閃緑斑岩～花崗閃緑斑岩コンプレックスに対比される。

1-2-2 リニアメント解析

リニアメントの抽出結果を Fig. II-1-5 に示す。解析対象地域で抽出されたリニアメントの分布傾向は以下のようにまとめられる。

- a. 主要水系の方向 (NE-SW) に平行なりニアメントが多く抽出された。
- b. 東部の古生層中に、半径 10km 程度の半環状の構造が認められる。
- c. キチサンディック鉱床は NNE-SSW 方向に断続するリニアメント上に位置している。また、この付近は特にリニアメント密度が高い地域に含まれている。

1-2-3 スペクトル解析

変質帯抽出を目的としたスペクトル解析の結果以下のことが判明した。

- a. 粘土化・炭酸塩化変質帯：DPCA による解析の結果、変質帯の可能性のあるスペクトル異常域は対象地域内に存在しない。
- b. 酸化鉄帯：酸化鉄帯の存在を示唆すると解釈されるスペクトル異常域の分布には以下のような傾向が認められる。
 - キチサンディクなどの既知鉱化帯の周辺にやや集中する。
 - 地域南部で NNW-SSE 方向に断続するリニアメントに沿って分布する。
 - 地域北東部の単元 D の周囲に分布する。
 - 層理が明瞭で、岩相変化に富む P2 古生層中に散在する。

1-3 考察

解析結果総括図を Fig. II-1-6 に示す。地質単元区分図から貫入岩類 (単元 D 及び G) の分布、断層・リニアメントの分布、スペクトル異常域の分布及び、リニアメント密度分布を図中に示した。

対象地域北東部の閃緑岩～花崗閃緑岩コンプレックス (単元 D) と南西部の同岩体との間にリニアメント及びスペクトル異常域が集中する傾向が明らかである。また北東部の岩体の南東側に同様にリニアメントとスペクトル異常が集中する。

本解析により、リニアメント密度及びスペクトル異常域の分布が貫入岩体の分布に規制されて

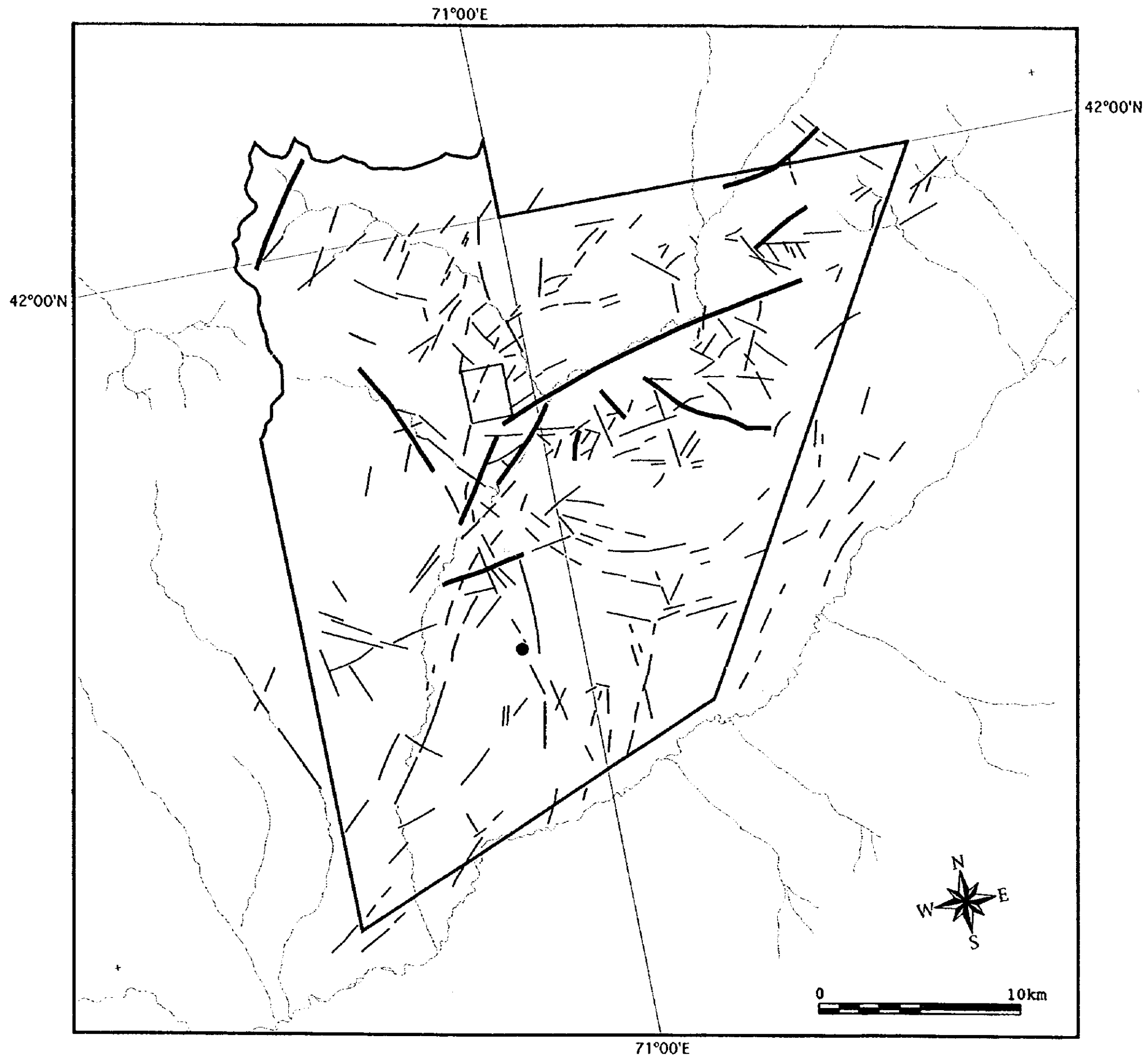


Fig. II-1-5 Lineament Extraction Map

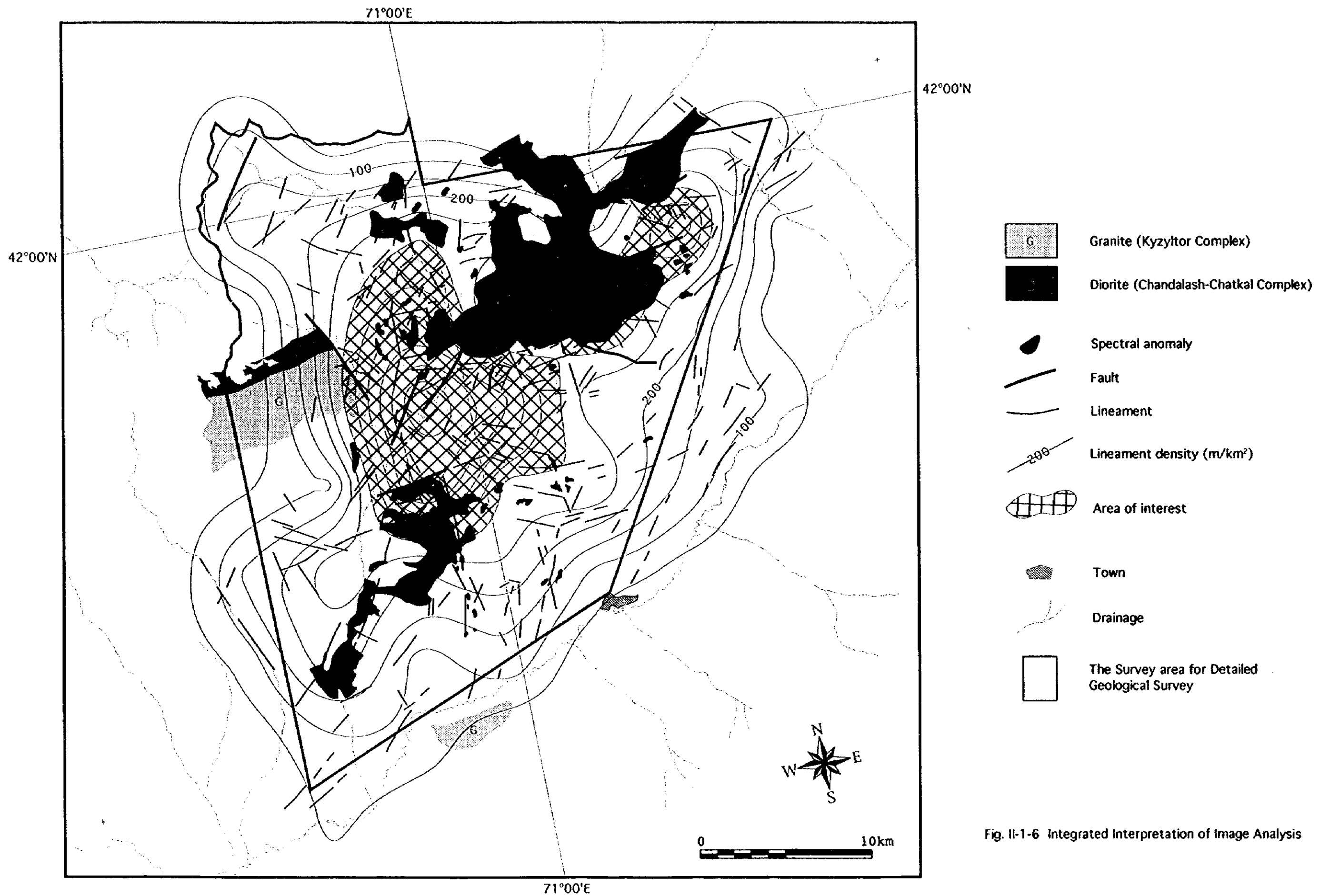


Fig. II-1-6 Integrated Interpretation of Image Analysis

いることが推定される。これらが高密度で分布するゾーンには、鉍化作用が存在する可能性も高いと考えられるため、リニアメント密度が 3000 (m/km²) 以上のゾーンを探鉍有望地域として選定した。

1-4 結論

本年度に地質調査を実施したキチサンディク鉍床は、上述の探鉍有望地域に含まれ、その周囲にはスペクトル異常域が点在する。これらのスペクトル異常域について、鉍化作用との関連を検証するための地表調査の実施が望まれる。

また、本調査地域においてキチサンディク鉍床に次いで有望地区と期待されている、トルパクトシュティ(Turpak-Tushty) 鉍微地は、位置的には上述の探鉍有望地域の南端に位置するが、NNW-SSE の断続するリニアメントの近傍に位置し、しかも周囲にスペクトル異常域も抽出されていることから、地表での鉍微を合わせ判断するとキチサンディク鉍床とともに有望な探鉍箇所として考えられる。

第2章 既存データ解析

2-1 地質

本調査地域は、キルギス国の中部から西部にかけて帯状に延びて分布するヘルシニア褶曲帯の中部天山褶曲帯に属し、フェルガナ断層によって東西に分断されたキルギス西部、ウズベク共和国との国境付近にあり、チャトカル川上流地域の右岸地域、プスケム(Pskem)山脈の南斜面に位置する。

中部天山褶曲帯は、カレドニア期の北部天山褶曲帯とヘルシニア期の南部天山褶曲帯の間に存在し、原生代中期(リフェアン期)にはすでに地向斜が形成され部分的には陸地の形態をなしていたと考えられている。調査地域の広域地質構造図を Fig. I-3-1 に示す。

調査地域の地質層序、火成活動及び地質構造について以下に述べる。

2-1-1 堆積岩類

1) 原生界の地層

(1)ウズンブラク (Uzunbulak) 層 (中部原生界：リフェアン期)

本層はモラッセ堆積物より構成され、上部層と下部層に分けられる。層厚は 100m~600m である。サンダラッシュ山脈に分布する下部層は走行方向に連続性の悪い大きな岩片に富む礫質粘板岩や種々の粒径の砂岩で特徴づけられる。礫質粘板岩は緑色がかった灰色を示し、珩岩、珩質シルト、花崗岩、頁岩、塩基性火成岩類などの中礫から砂利大の礫を含んでいる。下部の粗い礫岩質堆積物は上位に向かってしだいに灰緑色の砂岩、頁岩、ときに石灰岩の薄層を伴う、砂岩と粘板岩のリズミカルな互層に変化する。本層の鉱化の特徴は金及び銅の鉱化作用で、細粒砂岩、シルト岩、シルト質頁岩には、漂砂鉱床発見の可能性がある。

(2)ムルサッシュ (Mursash) 層 (上部原生界：ヴェンディアン期)

本層は炭質礫岩質頁岩、粗面玄武岩-粗面安山岩、炭質陸源性堆積物で構成される。層厚は 150m~200m に達し、プスケム山脈の分水界付近に分布する。本層最下部には原生代前期のト-ナライト-斜長花崗岩-花崗閃緑岩の浸食面上に礫岩や礫質硬砂岩が存在する。基底部から上位に向かい凝灰岩、凝灰岩質頁岩、破碎した熔岩、粗面玄武岩、粗面安山岩、粗面岩等の層厚 100m に達する火山岩質堆積物に変化する。

本層の上部は砂岩・泥岩層 (層厚 100m) で、希に炭酸塩岩の薄層を狭在している。本層の鉱化の特性は明らかでないが、粗面玄武岩-粗面安山岩には銅-モリブデンの斑岩タイプの鉱化が期待できる。

(3) ショラサイ (Shorashuy) 層 (上部原生界：ヴェンディアン期)

本層は礫質泥岩や炭酸塩岩で構成される。上部層と下部層に分けられ層厚は 450m～800m と推定されている。プスケム山脈ではムルサッシュ層を覆っているがサンダラッシュ山脈ではウズンブラック層を覆って分布する。

基底部には花崗岩質岩、炭酸塩岩、変成頁岩、粘版岩、溶岩等の径 1.5m に達する巨礫や中礫を含有する分級の悪い氷礫岩が存在する。

上部層は細粒炭質・破砕質陸源性堆積物で、砂岩層 (グレイワッケ砂岩、アルコース砂岩、石英・長石砂岩、石英砂岩) と頁岩層 (石英・長石シルト、石英シルト、シルト-粘土質頁岩、絹雲母質頁岩、緑泥石-絹雲母質頁岩) とに分けられ露出状況はよくない。

本層は下部カンブリア系～中部オールドビス系のサンダラッシュ層に被覆されている事実に基づきヴェンディアン期のものであることが確認されている。

本層は金、タングステン、モリブデン、銅、多金属、銀、アンチモニー、その他の鉱化に関連する石炭紀中期の閃緑岩-花崗閃緑岩に貫入されている。このため本層や上位のサンダラッシュ層は貴金属や希少金属の砂鉱床胚胎層準として注目されている。

2) 古生界の地層

(1) サンダラッシュ層 (下部カンブリア系～中部オールドビス系)

本層は陸源性堆積物 (氷礫岩-珪質頁岩)、石灰岩、苦灰岩などで構成され、サンダラッシュ山脈やプスケム山脈に広く分布する。

本層下部の氷礫岩-珪質頁岩には粘土質石灰岩と珪質頁岩のリズミカルな互層が存在する。若干の化石片を含んでおり、これらの化石片から本層の時代が同定されている。層厚は場所によって異なり 80m～350m と変化する。

本層準は銀、バナジウム、ウラニウムを伴う層状の多金属鉱化で特徴づけられ、銅、鉛、亜鉛、貴金属に富むベシュトール (Beshtor) 岩体を覆って氷礫岩-珪質頁岩が分布する所には層状多金属鉱床賦存の可能性が高い。

氷礫岩-珪質頁岩層は上位に向かって炭質石灰岩-苦灰岩層、炭質・珪質頁岩-陸源性堆積物へと変化し珪質頁岩に覆われている。

炭質・珪質頁岩-陸源性堆積物は氷礫岩質礫岩-氷礫岩-炭質・珪質頁岩等で構成され層厚は 100m～200m である。中位にはシルト質の炭質石灰岩が存在し、その上位にはシルトやシルト質石灰岩のレンズが見られる。本層の時代は筆石類の化石から同定されている。

サンダラッシュ山脈に分布する本層は暗灰色や黒色の粘土質-炭質・シルト質頁岩、石灰岩、粘土質頁岩で構成されている。氷礫岩を狭在し、ときには砂岩が広範囲に存在しており層厚は 1,000m～1,500m と推定されている。

ブスケム山脈の南斜面では、弱い浸食を受けたショラサイ層の頁岩、砂岩層の上位に層厚の不安定な本層下部の水礫岩質礫岩が分布し、上位に向かってシルトや粘土質頁岩の互層や砂岩を挟む苦灰岩質石灰岩に変化する。

上部では炭質物に富む石灰岩や苦灰岩が卓越し、磨耗度や分級のよい粗粒珪質砂岩(厚さ 30m 程度)を伴っている。

ショラサイ川流域では、弱い浸食を受けたショラサイ層の砂礫堆積物の上に本層の水礫岩(厚さ 50m)が存在し、上位に向かってしだいに苦灰岩のレンズを含む炭質・珪質頁岩へと変化し層厚は 180m である。本層は化石類により時代が同定されている。

(2)アユートル(Ayutor)層 (中～上部オルドビス系)

本層は砂岩と頁岩の互層を主とするフリッシュ堆積物で構成され、サンダラッシュ山脈及びブスケム山脈に分布する。基底には炭酸塩岩の岩片に富む、塊状灰色のグレイワッケ砂岩が存在しときに薄層～レンズ状の中礫礫岩のを挟在する。上位に向かって炭酸塩岩の岩片に富む緑灰色、ときに青灰色のグレイワッケ砂岩 (1-15m) と暗灰色の石英質硬砂岩 (2-3m) のリズムカルな互層に変化し最大層厚 440m に達する。

(3)トルクバッシュ (Tulkubash) 層 (下～中部デボン系)

本層は主に陸源性の炭酸塩質堆積物でよりなり、ブスケム山脈及びサンダラッシュ山脈に広く分布する。過去の調査データによれば、本層はさらに上部層と下部層に区分される。

下部層は礫岩、硬砂岩、砂岩で構成される緑色の礫岩-砂岩層でその層厚は数 m～630m に及ぶ。上部層はレンズ状～薄層状の中礫礫岩を伴う長石-石英砂岩と粘板岩で構成され、その上位には粘土質頁岩や泥灰岩が存在する。層厚は 350m～700m である。

本層の上部層(石英質砂岩)は漂砂鉱床や銅、重晶石-銅などの鉱化のポテンシャルが高く、金鉱床発見の可能性が高いと考えられている。

(4)滌青質石灰岩-炭質石灰岩層 (上部デボン系：ファメニアン期)

本層は頁岩や有機質石灰岩で構成される生物石灰岩層 (層厚 100m～200m) と、石灰岩、泥灰岩、有機質石灰岩及び苦灰岩質石灰岩とのリズムカルな互層で構成される炭質石灰岩層 (層厚 200m～250m) とに分けられ、サンダラッシュ山脈の尾根に分布する。

本層は層状の銅-重晶石鉱化と関係があると考えられており、特に、本層がサンダラッシュ層を直接覆うか、近接して分布するところが鉱化の可能性が高いと期待されている。

(5)炭質・生物石灰岩-苦灰岩層 (下部石炭系：トルネージアン期)

本層は炭酸塩岩層で、下部の薄い層をなす石灰岩-苦灰岩層と上部の厚い層をなす石灰岩、石灰質礫岩に分けられる。層厚は 1200m～1300m である。

下部層は層厚約 400m で、苦灰岩及び暗灰色～明灰色の薄層をなす石灰岩よりなる。や

上部層はレンズ状の黒色シルトや腕足類-海百合石灰岩を伴う中粒、板状の暗灰色~黒色を呈する炭質石灰岩で構成される。層厚は 800m。本層の鉱化の特性は明らかでない。

中央アジアでは下部石炭系の炭質・生物石灰岩-苦灰岩層に層状の含銀多金属鉱床が存在する。プスケム山脈の尾根地域には上部デボン系や下部石炭系の炭酸塩岩が広く分布しており、同様な鉱化作用が存在する可能性がある。

(6)シルト質石灰岩-炭質堆積物層 (下部石炭系:ヴィゼアン期)

シルト質・生物石灰岩層は、茶灰色のシルトを含有し、有機質で明灰色~緑灰色を呈する厚い板状~塊状の石灰岩で構成される。層厚は 600m である。腕足類-海百合-有孔虫類の化石を多量に含有しており、本層の時代はこれらの化石により同定されている。

炭質堆積物層はレンズ状~薄層状石灰岩を伴う粘板岩質-炭質石灰岩、頁岩、粘板岩で構成される。層厚は約 2,000m に達する。本層の鉱化の特性については明らかでない。

(8)礁質/炭質石灰岩-火砕質モラッセ堆積物層 (下~中部石炭系:ヴィゼアン期~サーブクホピアン期)

本層下部を構成する生物石灰岩は、中粒で有機質な灰色の石灰岩からなり、層厚は 700m~850m である。中位には有機質で破碎した石灰岩が存在する他、炭質、苦灰岩質石灰岩の薄層が存在する。

本層の鉱化の特性は明らかでない。

(9)シルト-石灰岩層 (下~中部石炭系:ヴィゼアン期~サーブクホピアン期)

本層は暗色粘板岩薄層を伴う明灰色~灰色石灰岩で構成される。層厚は 400m~500m である。上部や下部には有機質で破碎した石灰岩が存在し、中位には炭質、苦灰岩質石灰岩の薄層が存在する。本層上部は炭質石灰岩及び火砕質モラッセ堆積物からなり、有機質石灰岩、凝灰岩質頁岩、凝灰岩質粘板岩、凝灰岩質砂岩のリズミカルな互層で構成される。層厚は 310m である。本層の鉱化の特性については明らかでない。

(10)ミンブラック (Minbulak) 層 (中部石炭系:バシキーリアン期)

本層は破碎化安山岩溶岩、粗面安山岩、凝灰岩で構成される安山岩層で凝灰岩質砂岩等の堆積物は少ない。基底には火砕質礫岩が存在する。

3) 新生界の地層

(1)アラミュウム (Alamuyum) 層・ムサベック (Musabek) 層 (新第三系下部中新統)

本層は岩相や構造から 2 つに分けられ、下部は陸源性炭酸塩岩で上部は陸源性堆積物で構成されている。

下部層は分級の悪い細粒~粗粒碎屑岩からなり、上部層は分級の悪い中礫を含有する硬砂岩、大礫-巨礫岩、角礫岩等より構成される。

本層は沖積成堆積物、デルタ成堆積物、湖成堆積物などを特徴的に介在しており層厚は 1,500m に達する。これらの堆積物の生成は大陸隆起活動と関連すると考えられている。

(2)陸源性モラッセ堆積物 (第四系更新統～完新統)

本層は固結度の悪い陸源性モラッセ堆積物でそれぞれ不整合で境される 5 層に分けられ、起源、構造、構成物に大きな違いがある。

各ステージの沖積成堆積物、デルタ成堆積物には特徴的に砂金鉱床が認められている。

2-1-2 貫入岩類

キルギス国内の火成活動は、プレートの沈み込みに伴うものや、大陸内部のアルカリ火成活動等多くの種類の活動が原生代から古生代にかけて生じた。本調査地域の所在するキチサンディク地域では主に古生代末期 (石炭紀及びペルム紀) の火成岩が分布する。本地域に産する主な貫入岩の同位体年代を Table II-2-1 に示す。

(1)ベシュトール (Beshtor) 岩体 (原生代後期(?))

本岩体はトーナライト-斜長石花崗岩-花崗閃緑岩で構成される。

本岩体はブスケム山脈の北東方向に位置するサンダラッシュ背斜構造の軸部に沿って存在する。幅 3-7km、延長 35km の規模を有する。本岩体には平均で 0.06g/t、最大で 0.32g/t の金の含有が確認されており、当地域の銅を伴う金鉱床や熱水性金鉱床の生成に関係する。

(2)トンディック (Tunduk) 岩体 (原生代後期、一部オルドビス紀後期(?))

本岩体は変輝緑岩、斑れい岩-輝緑岩、粗粒玄武岩等の岩脈や小岩体で構成され、ブスケム山脈やサンダラッシュ山脈、一部チャトカル山脈に分布する。

本岩体はベシュトール岩体、中部原生界のウズンブラック層、上部原生界のショラサイ層を切り、下部カンブリア系～中部オルドビス系のサンダラッシュ層に覆われている。本岩体はニッケル、コバルト、プラチナ、チタンなどの鉱化に関係する。

(3)アラブカ (Alabuka) 岩体 (シルル紀後期)

本岩体は花崗閃緑岩類で構成され、地域南東部の古生代前期のカレドニア造山帯に属するチャトカル山脈に一箇所存在する。下部カンブリア系～中部オルドビス系のサンダラッシュ層を貫いて分布する。

(4)サンダラッシュ-チャトカル複合岩体 (古生代石炭紀後期)

本岩体は閃緑岩-花崗閃緑岩で構成され、サンダラッシュ山脈、ブスケム山脈を中心に一部チャトカル山脈中にも見られ、広範囲な分布を示す。本複合岩体は活動時期・岩相の違いから以下の4つフェーズ(Phase)に区分される。主要な岩体としてキチサンディク鉱微地東南部に隣接する中部サンダラッシュ(Middle Sandalash)岩体、その北部のカラヤンギルク(Karayangryk)岩体、

Table II -2-1 Isotopic Ages of Intrusive Rocks in Chandalash-Chatokal Region

Name of Intrusive	Rock Body	Rock Name	Media	Sample No.	Isotopic Age (Ma)	Geological Age
Chalmansay	Kichi-Sandyk	Granodiorite porphyry	whole rock	T1-212*	261±13	Permian
	Kichi-Sandyk	Granodiorite porphyry	whole rock	T2-226*	262±13	Permian
	Kichi-Sandyk	Granodiorite porphyry	whole rock	A-018*	274±14	Permian
Chandalash-Chatkal	Ikhnach-Karakorumsky	Granodiorite	biotite		278±10	Early-Permian
	Lower Chandalashsky	Granodiorite	biotite		283±9	Early-Permian
	Middle Chandalash	Granodiorite porphyry	whole rock	A-134*	304±15	Carboniferous
Alabuka	Alabukinsky	Granodiorite	biotite		450±12	Ordovician
	Alabukinsky	Granodiorite	biotite		480±13	Ordovician
Tunduk		No data				Late-Proterozoic
Beshtor	Beshtorsky	Granite	muscovite		800±25	Early-Proterozoic
	Beshtorsky	Pegmatite	muscovite		830±18	

* : Phase I survey in Kichi-Sandyk Area, 1997

キチサンディク鉱微地南部の下部サンダラッシュ(Lower Sandalash)岩体、カインスイ(Kayinsuy)岩体、キチサンディク鉱微地西部のイフナッチーカラコルム(Ikhnach-Karakorum)岩体、ジャヤクトール(Jayaktor)岩体、サンダラッシュ川上流の小岩体であるタヤルミッシュ(Tayalmysh)、ムズベル(Muzbel)両岩体等が挙げられる。

本サンダラッシューチャトカル複合岩体は平面的には細長い形状を呈し、褶曲構造にディスコージョントに分布する。K-Ar 法同位体年代測定で 303-326 百万年(石炭紀後期)と同定されており、中部石炭系(バシキーリアン期)のミンブラック層まで貫入する。

当地域の多くの鉱床・鉱微地は本複合岩体と関係があり、特に金、タングステン、ビスマス、銅を含有するスカルン鉱化との関係が深い。

(5)キジルサイ(Kyzylsay)岩体 (古生代石炭紀後期)

本岩体は粗粒斑岩状の花崗閃緑岩及び花崗岩で構成され、岩脈や小岩株を形成してサンダラッシュ山脈、チャトカル山脈に広範囲に分布する。比較的大きい2岩体ーキチサンディク鉱微地西部のアルマサイ(Almasay)岩体、東南部チャトカル山脈のキジルトール(Kyzyltor)岩体ーが知られている。当地域のスカルンー多金属鉱化は、本キジルサイ岩体の貫入に関係する。

(6)チャルマンサイ(Chalmansay)複合岩体 (古生代ペルム紀前期)

本岩体は粗粒斑岩状の花崗閃緑岩及び花崗岩で構成されキジルサイ岩体の初期のフェーズに類似する。本複合岩体はしばしば小岩株を形成する。主要岩体として、キチサンディク鉱微地の主要鉱化帯を形成するキチサンディク岩体、サンダラッシュ川上流の小岩体であるクルテゲレック(Kurutegerek)岩体、南部チャトカル山脈のカチャラトール(Kachalator)岩体が見られる。

当地域においては本チャルマンサイ複合岩体の多くの岩脈・小岩株貫入に関係するのスカルン多金属鉱化作用が多く認められており、銅ー金の鉱化帯がキチサンディク鉱微地やクルテゲレック鉱微地等に認められる。本複合岩体は、以下の4つのフェーズに細分されている。

①フェーズー1 (<dg M1P1>)

閃緑岩類、閃緑ひん岩類、石英閃緑斑岩類で構成され、その構造から他と区別される。

②フェーズー2 (<dg M2P1>)

花崗閃緑斑岩類、アダメライト斑岩類で構成され、岩株においてはアダメライトが徐々にはっきりした斑状構造に変わっている。

③フェーズー3 (<dg M3P1>)

花崗斑岩類で構成され、石英・長石の良く発達した桃色～灰色の結晶が特徴的である。

④フェーズー4 (<dg M4P1>)

珪長岩類、石英斑岩類で構成されている。

2-1-3 地質構造

キルギス共和国は過去 4 度 (バイカル期、カレドニア期、ヘルシニア期、アルプス期) にわたる大きな地殻変動を受け、これらの構造運動に伴う断層、構造線に境されたいくつもの地塊から構成されている。ヘルシニア期以後中生代末期まで大きな地殻変動は起こらず、一旦、準平原化した。新生代に始まったアルプス期の活動により、再び地塊の小ブロック化と隆起が生じ現在の山岳地形が形成された。

調査対象地域は、ヘルシニア褶曲帯の中部天山褶曲帯に属しフェルガナ断層によって東西に分断されたキルギス西部、ウズベク共和国との国境付近にあり、チャトカル川上流地域の右岸地域に位置する。

キチサンディック地域の地質構造は多くの褶曲構造の存在でより複雑になっている。これらの褶曲構造の中で、調査地域の全体が含まれ、幅 30~40km で 180km 以上にわたって追跡できる大褶曲構造のサンダラッシュ向斜構造が認められる。北西部にはブスケム背斜構造が存在し、この中心部に原生代前期のベシュトール花崗岩質岩体が貫入する。

ベシュトール岩体やトンディック花崗岩質岩体の浸食面上にはモラッセ堆積物が分布し、上位に向かって原生代中期~後期の氷礫岩→火山岩質→陸源性堆積物へと移化する。

カンブリア系~中部オルドビス系の炭酸塩岩-シルト-陸源性炭質堆積物、中~上部 オルドビス系の火山成・陸源性フリッシュタイプの堆積物が幅 7km に及ぶカレドニア期の構造帯を形成し、これを不整合に覆って中~上部デボン系の赤色砂岩層が分布する。

ヘルシニア期前期の準地向斜堆積物は上位に向かって上部デボン系の陸源性石灰岩質堆積物、下部石炭系の炭酸塩岩、下~中部石炭系のシルト-炭酸塩岩に変化し、その層厚は 4,500m に達する。

これらの堆積岩類には石炭紀後期のサンダラッシュ-チャトカル岩体、キジルサイ岩体やヘルム紀前期のチャルマンサイ岩体等の小岩珠や岩脈が多数貫入する。

ヘルシニア造山後期の堆積物は発達が悪く、中部石炭系の安山岩や上部石炭系~下部ヘルム系の赤色モラッセ堆積物などが小範囲に露出するだけで層厚は 500m である。

2-2 鉱床

キチサンディックを含む地域一帯においては、下部石炭系の石灰岩と石炭紀及びヘルム紀の閃緑岩、花崗閃緑岩、モンゾナイト、花崗閃緑斑岩等の貫入岩類との接触部にしばしばスカルンが形成され、銅-金、アンチモニー、タングステン、モリブデンなどの鉱化作用が認められている。

ヘルム紀前期の花崗閃緑斑岩類(チャルマンサイ複合岩体)に関連するスカルンの方が石炭紀後期の閃長岩-閃緑岩-モンゾナイト(サンダラッシュ-チャトカル複合岩体)に伴われるスカルン

より金の含有量が高いと考えられている。

これまでのキルギス側による調査の結果、本地域における銅-金の有望地としてキチサンディック及びトルバックタシュティ(Turpak-Tushty)の2鉱微地域が挙げられ、この他に数ヶ所の鉱微地域が確認されている(Fig I-3-3、Table II-2-2(1)、(2))。さらに、本地域の埋蔵ポテンシャルとして金量 200 トン(うち 140 トンがキチサンディック地域)、銅量 35 万トが賦存するものと評価されている。以下各鉱微地の概要について記す。

2-2-1 キチサンディック鉱微地域

キチサンディック鉱微地域はブスケム山脈の南斜面アチキタッシュ(Achyktash)谷とカラヤンギルク(Karayangryk)谷に挟まれた 25km²の範囲に存在する。

当鉱微地域には多くの鉱微地が知られているが、キチサンディック背斜中央部に存在するキチサンディック鉱微地(中央部、北部の2鉱化帯)及びその周辺鉱微地(ドレヴネエ、オボルズネヴォエ、ポロゴイエ、アチキタッシュ左岸、キチサンディック-2、クヴァルツヴォエ及びネオゲノヴォエの7鉱微地)の2つに大別される(Fig. I-3-4)。

1) キチサンディック鉱微地

本鉱微地は北東走向のキチサンディック背斜中央部に存在し、鉱化作用は上部カンブリア系～下部石炭系(ヴィゼアン期)のシルト-石灰質堆積岩とヘルム紀前期のチャルマンサイ岩体との境界に発達するスカルンに關係して生成する。

また、地域内には北西走向で急傾斜の断層地形が特徴的に認められ、これらの断層が中央部鉱化帯に見られる花崗閃緑斑岩中の脈状鉱化帯を規制する。

地表部は完全に酸化されているが、この酸化帯(風化残留部)は 6～7 世紀に採掘されその深度は 10-20m に達する。古い露天掘り跡が多数存在し、最も大きいものは長さ 800m、幅 500m に達する。酸化ゾーンの深さは 20～25m と推定されている。

鉱化作用のタイプとしてはキルギス側のトレンチ、浅深度の坑道(20m)や鉱体群に対する剥土調査(1973～1976 年)などにより、外成スカルン(貫入岩体の貫入接触部周縁や被貫入岩中のスカルン:Exo skarn)中の層状鉱化と、花崗閃緑岩中の急傾斜脈状鉱化(貫入岩体中の脈状スカルン:Endo skarn)の2つのタイプが認められている。

層状タイプの鉱化部(幅 4～9.5m)に金 3.7～4.3g/t、銅 0.52～1.27%が、また脈状タイプの鉱化部(幅 4～8.5m)に金 2.7～9.3g/t、銅 0.38～1.28%が伴われていることがキルギス側の調査によって確認・報告されている。

鉱化作用はザクロ石スカルン、まれにザクロ石-輝石スカルンに關係する。ザクロ石はアンド

ラダイトーグロッシュラー成分で淡緑色～茶色をなし、細粒の炭酸塩鉱物及び緑簾石に交代されている。輝石はヘデンベルグ輝石である。

鉱化帯の主要な鉱石鉱物は金、銀、銅鉱物である。銅の二次鉱物としては珪孔雀石、孔雀石、藍銅鉱等が多く認められ、0.1mm～数 mm の集合体をなす。金はこれらの銅の二次鉱物に伴われ、金粒の大きさは 0.01mm～1.0mm で細粒のものがより卓越する。

硫化鉱物としては斑銅鉱や黄銅鉱が多く、まれに輝銅鉱や銅藍が認められる。斑銅鉱と黄銅鉱は緻密な集合体を形成し、このような部分では金(10g/t～300g/t)、銀(100g/t～1,500g/t)の品位が高い。

2) 周辺の鉱微地

キチサンディック鉱微地域の西部～南部を取り囲むように、ドレヴネエ、オポルズネヴォエ、ポロゴイエ、アチキタッシュ左岸、キチサンディック-2、クヴァルツェヴォエ及びネオゲノヴォエの7 鉱微地が知られている(Fig. I-3-4)。

(1)ドレヴネエ(Drevaeye)鉱微地

キチサンディック中央部鉱化帯の西方約 1km に存在する。花崗閃緑斑岩と大理石化した石灰岩の接触部にスカルンが認められ、一部は崖錐で覆われているが過去に採掘された形跡が認められる。

スカルンの分布範囲は約 150m×250m 程度と見られ、鉱化スカルン(採掘残鉱)には斑銅鉱や若干の黄銅鉱が鉱染する。トレンチにより含金量 9.0g/t 及び 18g/t の鉱化帯が確認されている。

(2)オポルズネヴォエ(Opolznevoye)鉱微地

キチサンディック中央部鉱化帯の南西方約 2.2km、アチキタッシュ谷左岸の標高 2,700 ～2,750m に位置する。。

大理石化した石灰岩中に花崗閃緑斑岩の小岩体が貫入し、接触部に輝石-ザクロ石スカルンが認められる。スカルンの北部と東部は崖錐で覆われている。

スカルンの厚さは 35m に達し部分的に珪化を受けており、銅の硫化物やその二次鉱物が不規則に鉱染する。過去に採掘した跡が見受けられる。

花崗閃緑斑岩中にはレンズ状あるいは細脈状のザクロ石スカルンが発達する。トレンチにより剥土されたスカルン部分に 2g/t の含金量が認められ、金 12.5g/t、銀 19.4g/t、銅>1%を示す塊鉱試料も確認されている。

(3)ポロゴイエ (Pologoye)鉱微地

キチサンディック中央部鉱化帯の西方約 2.4km に位置する。

大理石化した石灰岩中に花崗閃緑斑岩の岩脈・小岩体が貫入し、接触部に沿ってザクロ石スカ

ルンが発達する他、花崗閃緑斑岩中にも脈状のスカルンが発達する。

スカルンの厚さは3-7mで銅の硫化物や二次鉱物が鉱染する。過去に採掘した形跡が認められ、トレンチで剥土されたスカルン試料で3.2g/tの金含有が認められている。

(4)アチキタッシュ(Achyktash)左岸鉱微地

キチサンディック中央部鉱化帯の西方約3km、に位置する。

花崗閃緑斑岩の岩株が大理石化した石灰岩中に貫入しており、石灰岩中にスカルン化が見られる。ザクロ石スカルン、ザクロ石-輝石スカルン、スカルン化石灰岩等からなるスカルン帯が約180m×250mの範囲に分布しており、自然金を伴う銅硫化物や二次鉱物が認められている。過去に採掘された形跡が認められ、金含有2.5-10g/tが確認されている。

(5)キチサンディック-2 鉱微地

キチサンディック中央部鉱化帯の西方約3.8km、アチキタッシュ谷左岸斜面の標高2,800~2,900mに位置する。

花崗閃緑斑岩の岩脈・岩株が大理石化した石灰岩中に貫入分布しており、部分的に上部新第三系の赤色礫岩層や第四紀の崖錐で覆われている。

花崗閃緑斑岩と石灰岩の境界部には輝石-ザクロ石スカルン、ザクロ石スカルンが約30m×180mの範囲に細長く認められ、黄銅鉱、輝銅鉱、輝着鉛鉱、輝安鉱等の硫化鉱物の他、酸化帯には二次鉱物等が確認されている。

金の含有は0.5-1g/tで、まれに5g/tに達し、銅<0.5%、銀41.9g/tが確認されている。花崗閃緑斑岩中に黄鉄鉱が強く鉱染する。部分が、約250m×300mの範囲で存在するが金の含有量は0.1-0.7g/tと低い。

(6)クヴァルツェヴォエ(Kvartzevoye)鉱微地

キチサンディック中央部鉱化帯の南方約0.7kmに位置する。

花崗閃緑斑岩中に網状の石英脈が認められ内成スカルン脈、外成スカルンの残骸が見られる。岩体の南側は部分的に上部新第三系の礫岩・ロームで覆われている。

種々の方向性を有す幅0.5-3cmの石英細脈が約600m×500mの範囲に網状に分布し、黄鉄鉱、黄銅鉱の鉱染が認められる。金の含有量は0.7g/t(ときに4.9g/tも見られる)と低い。

(7)ネオゲノヴォエ(Neogenovoye)鉱微地

キチサンディック中央部鉱化帯の南方約1.4kmに位置する。

花崗閃緑斑岩やスカルンが新第三紀の褐色粘土・礫岩層中に窓状に露出する。スカルンは約360m²の範囲に認められ、種々の方向性を有する石英細脈も存在する。黄銅鉱、輝安鉱の弱い鉱染が認められ、若干の自然金を伴う。金1-1.5g/t、銀4g/t、銅1.1%が確認されている。

2-2-2 トルバックタシュティ鉱微地域

本鉱微地域はキチサンディック鉱微地域の南約 13km、サンダラッシュ川下流の左岸、トルバックタシュティ谷周辺に位置する。

本鉱微地域に対する調査は 1963 年に開始され、1969 年から 1987 年にかけての調査でアクサイ(Aksay)谷とアクタシュ谷の間に数多くの鉱微地が発見されている(Fig. I-3-3)。

本地域の地質は下部石炭系の大理石化石灰岩及び中部石炭系のミンブラック層火山性堆積岩とこれに貫入する石炭紀後期の閃緑岩-花崗閃緑岩類(サンダラッシュ-チャトカル複合岩体)から構成されており、この他にベルム紀前期の小規模石英斑岩類岩株(チャルマンサイ複合岩体)、花崗閃緑斑岩-閃緑斑岩類岩脈が見られる。

鉱微地には断層が発達し、主な断層として北東走向のジュティジンガン(Dzhetyzingan)断層やコクサイ(Koksay)断層が知られている。

本鉱微地域は、熱水性の石英-硫化物脈及び層状スカルンに金、ビスマスを伴う多金属鉱化作用で特徴づけられる。

本地域には、トルバックタシュティ、テゲルメン(Tegermen)、ジュティジンガン、アッコモウ(Akkomou)、オタルノエ(Otvalnoe)、コッカイリー等約 20 の鉱微地と 55 以上の鉱化点(兆候)が確認されている。主な鉱微地について Table II-2-2(1)及び(2)に示す。

1) トルバックタシュティ鉱微地

本鉱微地はサンダラッシュ川左岸、サンダラッシュ山脈の南西端、標高 2,780m~3,200m に位置する。

本鉱微地に対しては 1969~1976 年及び 1980~1987 年に調査が行われ、トレンチによる剥土、浅深度の坑道探鉱等が実施されている。

石英-セリサイトで構成され多量の黄鉄鉱を伴う花崗閃緑岩中の熱水変質ゾーンに、金の鉱化作用が認められている。鉱化ゾーンは北東走向を有し、南東へ 80~85° の急傾斜をなす。このゾーンは北東方向に向かって石灰岩中の硫化物を伴う破碎帯に変化する。本鉱化ゾーンの幅は 1m-12.6m と変化し、平均 1.95m-2.2m である。走向方向へは 1.5km 追跡可能で、深部へは 100m 程度連続すると推定されている。

構成鉱物は石英、長石、緑泥石、絹雲母、方解石を主とし、金属鉱物として黄鉄鉱、金及び若干の黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、蒼鉛鉱、モリブデナイトを伴う。

1980~1987 年に実施された調査の結果、予想埋蔵量(P1)として、鉱量 695 千ト、金量 2.9 トン(平均品位 4.22g/t) が計上されている。

2) テゲルメン鉱微地

本鉱微地はトルバックタシュティ鉱微地の南西、アッコモウ谷上流部の右岸に存在する。

Table 11-2-2(1) List of Ore Deposits and Showings in the Kichi-Sandyk Area

Ore field	Name of ore showings	Location	Geological Characteristics	Description of mineralization
Turpak-Tushty	Turpak-Tushty	At the south-western end of Chandalash ridge on a left board of Chandalash valley. Distance from the deposit site to the nearest village of Jany-Bazar, using ground road, is 25km.	The deposit localized in steeply-falling zones of hydrothermally altered rocks, which consisted of quartz and sericite with a lot of pyrite. Zones cut granodiorite, also in exo-skarns.	Ore zone has a NE strike and steepdipping(80-85°) to SE. It transits into limestone in the form of crushing zone with a sulfide mineralization. Au grade in limestone is lower than in granodiorite. Width of the main ore body ranges 12.6m to 1m; average width is 1.95-2.2m. Traced extension along the strike is 1.5km; to the depth 100m.
Turpak-Tushty	Tegermen	At the right side of upper part of the Akkomu stream, to the south-west from the Turpak-Tushty deposit.	The area composed of carbonate rocks of lower Carboniferous, forming a folding in syncline	Mineralization is represented by two types of ore bodies: in skarns and quartz veins. Mineralization in skarns is poor, gold grade in veins is traces to 3g/t, silver from traces up to 18g/t. Width 0.1-2.0m. Max. 50m
Turpak-Tushty	Oravalno (Jetyzindan)	Jetyzindan mountain, 3km to the south-west from the Turpak-Tushty deposit	Limestones, where extended skarn deposits are developed	Mineralization shown in skarns and silicified limestone
Turpak-Tushty	Akkomou	At the upper part of the Akkomou stream, 2 km to the south-west from the Turpak-Tushty deposit.	The are composed of granodiorite framed by limestone in Visean age	Mineralization is related to feathering structure of Jetyzindan fault. Ore zone extends to ENE direction. Composed of quartz, hematite and beresite mineralization. An extension of ore bodies is up to 170m, width up to 2.5m, an average gold grade is 3-6g/t, Max. 33g/t.
Turpak-Tushty	Kokayky	At the upper part of the Kokayky stream, 2 km to the north from the Turpak-Tushty deposit.	The area composed of diorite and granodiorite	Mineralization is localized in the crushing zone, crosscutting diorite and granodiorite. Width of the zone is 50m and been traced for 800m. Crushed rock consists of pyrite and chalcopyrite, in places where these minerals intensively developed the Au grade reaches 8.5g/t, Ag 643g/t, Cu 0.7%.

Table 11-2-2(2) List of Ore Deposits and Showings in the Kichi-Sandyk Area

Ore field	Name of ore showings	Location	Geological Characteristics	Description of mineralization
Turpak-Tushy	Turpak-Tushy Skarn	At the lower flow of the Turpak-Tushy river, in 3.5km to the north-west from the Turpak-Tushy deposit.	The area composed of the early Carboniferous limestone, intruded by granodiorite.	Mineralization is related to skarn deposition, width of the largest one is up to 30m, extension. Mineralization is polymetallic with high gold grade (up to 5g/t) silver from 1 up to 2.58g/t, copper; up to 6.5%, zinc; up to 1.2%.
Chandalash	Chandalash	At the middle and upper flow of the Chandalash river, elongated from the north-east direction along the Chandalash river for 15km with a width of 2-3km.	The area composed of carboniferous limestone ~ terrigenous deposition of the Chandalash suite of Cambrian - middle Ordovician. In the south portion of the area the Early Paleozoic depositions changing on limestone and dolomite of the Famen stage of Devonian age. All of these rocks intruded by granodiorite of the middle Chandalash massif of the middle Carboniferous age.	Mineralization is represented by two groups of ore showings: Mo-W-Au-Cu; 35 ore objects were registered within the area: 15 ore showings and 20 ore dots (Au-Cu mineralization) is registered in skarns and sulfide veins. Gold grade is usually low.
Tundyk	Tundyk	In axis of the Pskem range, in the north portion of license area	The area composed of plagiogranite and two mica granite (Beshtor complex). Granite bedding unconformably with conglomerate and overlapped by Riphean-Vendian molassa on a bottom.	25 ore showings 16 ore dots were registered within the area; Au, Au-Cu, Au-polymetal, Ag, As. Ore mineralization was noticed in zones and veins consisting sulfide. Gold grade is up to 2g/t, silver up to 40g/t, copper up to 1%.
Karayangryk	Karayangryk	Within the watershed portion of the Pskem range, on the north-west portion of the area.	The area composed of plagiogranite of the early Proterozoic age with diabase and quartz porphyrite dikes, small veins and pegmatite veinlets.	Mineralization is confined to fault zone on the area of 1.5km with a width of 70m. Represented by pyrite, hematite and chalcopyrite, localized within the silicification and crushing zones. Gold grade is up to 3g/t.

本鉍徴地には下部石炭系の石灰岩とこれに貫入する花崗閃緑岩が分布する。

鉍化作用は北東走向のジェティジンガン断層に規制され、スカルン中及び石英脈中の2つの鉍化作用が認められている。石英脈の幅は0.1m~2mで長さは数m~50mに達する。スカルン中の鉍化作用は弱く、石英脈では金がtr~3g/t、銀がtr~181g/t認められている。

3) オタバルノエ (ジェティジンガン) 鉍徴地

本鉍徴地はトルバックタシュティ鉍徴地の南西3km、ジェティジンガン山脈の北東斜面に位置する。

花崗閃緑岩と石灰岩の接触部に発達するスカルン部に鉍化作用が認められる他、珪化を受けた石灰岩中にも銅の鉍化作用が認められている。

4) アッコモウ鉍徴地

本鉍徴地はトルバックタシュティ鉍徴地から南西に2km、アッコモウ谷の上流に位置する。

本鉍徴地には下部石炭系(ヴィゼアン期)の石灰岩とこれに貫入する花崗閃緑岩が分布する。

北東走向のジェティジンガン断層が主要構造として存在し、鉍化作用はこの断層帯に認められている。鉍化帯の走向は東-北東及び東西でその幅は1m~15mである。鉍化作用は破碎を受けた石英-赤鉄鉍帯と関連しており、金含有はtr~33g/tと変化する。

富鉍部の平均的金品位は3.6g/t、銀品位は1g/tで、金品位の高いゾーンの幅は数センチ~2.5mで、長さは170mに達する。

本鉍徴地は過去に地表下約10mまで採掘されており、採掘廃石の分析結果(金8.1g/t)から判断して、金含有は高かったものと推定される。

5) コッカイリー鉍徴地

本鉍徴地はトルバックタシュティ鉍徴地から北へ2km、コッカイリー谷の上流部に位置する。

閃緑岩-花崗閃緑岩の中を北東走向に走る破碎帯中の石英脈に黄鉄鉍、銅の鉍化作用が認められる。破碎帯の幅は50mで、800m程追跡される。強い鉍化作用を受けた部分では金8.5g/t、銀643g/t、銅0.7%が確認されている。

本鉍徴地に対しては、若干の地表調査がなされているだけである。

6) トルバックタシュティ・スカルン鉍徴地

トルバックタシュティ・スカルン鉍徴地はトルバックタシュティ鉍徴地から北西に約3.5km、トルバックタシュティ谷の下流に位置する。

下部石炭系の石灰岩に花崗閃緑岩が貫入する。その接触部にスカルンが発達し、同スカルン中に金を伴う多金属鉍化鉍化作用が認めらる。最も大規模なスカルンは幅が30m、長さ400m。金がtr~5g/t、銀が数g/t~258g/t、銅がtr~6.85%認められているが、スカルン全体の平均的な品位は経済的に引き合うものではない。

2-2-3 その他の鉱徴地域

1) チャンダラッシュ地域

チャンダラッシュ地域はキチサンディック鉱徴地地域の東北東約 10km、チャンダラッシュ川の上流～下流域に位置し、長さ 15km、幅 2.3km の長方形を示す。

本地域内には 35 箇所の鉱化帯、15 箇所の鉱徴地、20 箇所の金-銅の兆候が認められている。

本地域はブラチア (Brachia) 向斜構造の南西端に位置し、カンブリア系～中部オールドビス系チャンダラッシュ層の炭質石灰岩-陸源性堆積物が分布する。これらの堆積物は南へ向かって上部デボン系 (フアメニアン期) の石灰岩-苦灰岩に変わっている。地層の傾斜は底角 (15~20°) で緩い褶曲構造を示す。

これらの堆積岩に、石炭紀後期のチャンダラッシュ-チャトカル複合岩体が貫入する。

ペルム紀前期のチャルマンサイ複合岩体のフェルサイト、石英斑岩の薄い岩脈 (5-6m) 認められ、これらには硫砒鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱などの鉱染が伴われている。

本地域には稀少金属-モリブデン-タングステン鉱化作用及び金-銅鉱化作用の 2 つのタイプが認められているが後者が主要である。

金-銅鉱化作用は下部石炭系の石灰岩とチャンダラッシュ貫入岩体の接触部に生成したザクロ石スカルン中に認められ、スカルンの幅は数十 m に及んでいる。

2) トンディック地域

本鉱徴地はキチサンディック鉱徴地地域の西北西約 10km、ブスケム山脈の軸部付近に位置し、25 の鉱徴地と 16 の兆候が知られている

本地域には原生代前期(?)の斜長石花崗岩-優白色両雲母花崗岩 (ベシュトール複合岩体) が分布し、これらと不整合関係で、基底部に礫岩を有する中部～上部原生界 (リフェアン期～ヴェンディアン期) のモラッセ堆積物が覆っている。

金の鉱化を伴う石英脈、硫化物を伴う花崗岩の珪化ゾーン、硫化物を伴う断層沿いの脈状部などが認められている。

金、金-銅、金-多金属、銀、砒素などの鉱化作用が認められ、金品位 1r~2g/t、銀品位 40g/t、銅品位 1%程度が確認されている。

3) カラヤングリク (Karayangryk) 鉱徴地

本鉱徴地はブスケム山脈の南斜面の分水界付近、カラヤングリク川最上流部に位置する。

本地域には原生代前期(?)のベシュトール複合岩体に属する斜長石花崗岩、輝緑岩、石英斑岩の岩脈、ペグマタイトの細脈や微脈群が分布する。これらは北東走向のカラカニッシュ (Karakanysh) 断層に切断されており、鉱化作用はこの断層帯に認められている。

本鉱化帯の幅は 70m、長さは 1.5km で、北西及び北東走向を示し、珪化された岩石中に黄鉄

鉍、赤鉄鉍、黄銅鉍等が認められている。珪化花崗岩の試料に金含有 3g/t が認められている。

カラカニッシュ断層帯の外側にも数多くの金の鉍微が発見されており、その幅は数 m から 40m、延長は 300m に達する。いくつかの試料で 1t~3g/t の金含有が確認されている。

本地域はアプローチが困難なため十分な調査が実施されていないが、地区の北方ウズベキ共和国領土内では古い時代の花崗岩中に金の探鉍地が知られている。

2-2-4 金埋蔵ポテンシャル

State concern Kyrghyzaltyn(project finding study, 1997)によれば、これまでのキルギス側による探鉍の結果、キチサンディク鉍微地（中央部鉍化帯、北部鉍化帯）及び周辺の鉍化帯を含めたキチサンディク鉍微地域には、金埋蔵ポテンシャル（C2+P1+P2）として 140 トンが期待されると報告されている。その内訳を以下に示す。

地 区	C2(t)	P1(t)	P2(t)	小計(t)
中央部鉍化帯／北部鉍化帯	16.7	16.1	32	65
Drevneye			30	30
キチサンディク西部			35	35
キチサンディク北西部			10	10
合 計	16.7	16.1	107	140

この他の鉍微地域では、南部のトルバックタシュティ鉍微地域において金約 3 トンの予想埋蔵量（P1）が報告されている以外には、探鉍の進捗段階の相違等から鉍微地域ごとの具体的な金埋蔵ポテンシャルについての報告はないが、全体として約 60 トンの金埋蔵ポテンシャルがあると期待されている。

1) キチサンディク鉍微地域

(1)キチサンディク鉍微地

中央部鉍化帯や北部鉍化帯を対象として埋蔵量が試算されている。数カ所のトレンチ（剥土）によりその連続性が十分確かめられている鉍体や、地質図の露頭に基づいて鉍体の境界が決定できる鉍体について埋蔵量（C2）を検討している他、過去に採掘されたピットやスカルン露頭の下部に対しては予想埋蔵量（P1）を見込んでいる。各鉍体の幅は 0.3m~4.4m と変化しており、

小規模鉱脈の選別採掘は不可能なため近接する小脈は脈間の未鉱化部分を含めて一つの鉱体としてまとめられている。

各鉱体の幅や品位はまとめられた範囲内の分析結果に基づいて決められている。下部方向への連続性は最も連続性のよい鉱体の長さの半分 (1/2)、平均 100m と推定されている。

比重は岩石密度測定結果から、 3.3 t/m^3 としている。

これらの前提に基づき、鉱量 8,517 千トン、金量 33 トン (平均品位 3.85g/t)、の C2 鉱量と P1 鉱量とが見込まれている。ただし、鉱床範囲の設定について詳細な資料が無く、また、計算基準も不明確であり、上記鉱量計算は鉱量試算の段階と判断される。

TableII-2-3 Summary of reserves & resources in the Kichi-Sandyk deposit

Ore body	C2			P1			Total		
	Amount	Au grade	Au metal	Amount	Au grade	Au metal	Amount	Au grade	Au metal
	×1000t	g/t	t	×1000t	g/t	t	×1000t	g/t	t
Centralny*1	3,711	4.0	15.0	4,203	3.6	15.3	7,914	3.8	30.3
Severny*2	403	4.3	1.7	202	4.3	0.9	605	4.3	2.6
Total	4,114	4.1	16.7	4,405	3.7	16.1	8,519	3.9	32.9

* 1 : central ore zone、* 2 : north ore zone

上述の埋蔵量 (C2+P1) は、中央部鉱化帯と北部鉱化帯の一部を対象にしただけで全体の可能性を示したものではない。

昔の露天採掘跡がある鉱化帯の南西部、内成・外成スカルンが新第三紀や第四紀の堆積物で覆われている鉱化帯の東部に対しては詳細な探鉱は実施されていない。また、過去の探掘規模から推定して未だ剥土されていない北部地域に対しても期待がもたれている。以上の未探鉱地域(中央部鉱化帯及び北部鉱化帯と類似の地質条件が連続すると仮定)には 32 トンの予想埋蔵金量 (P2) が期待されており、中央部鉱化帯と北部鉱化帯を合わせて金量 65 トンの埋蔵量 (C2+P1+P2) ポテンシャルが見込まれている。

(2)周辺の鉱徴地

ドレヴネエ鉱徴地はスカルンの発達や分布状況などがキチサンディック鉱徴地の北部鉱化帯と類似しており、金量 30 トンの予想埋蔵量 (P1) が見込まれている。

キチサンディック鉱微地の西側には小規模な花崗閃緑斑岩岩株の境界部にスカルンが存在し、ボロゴイエ、アチキタッシュ左岸、オボルツネヴォエ等の鉱微地が存在する。

この岩株は大きな岩体の頂部が現れているもので、比較的浅部にもっと広範囲のスカルンが存在するもの予想されている。これらの地区に対して金量 35 トンの予想埋蔵量(P2)が見込まれている。

中央部鉱化帯から北西にかけた地域には厚い第四紀の堆積物で覆われた大理石化した石灰岩が分布する。過去の物理探査の結果によると、大理石の下部深度 150m~200m に花崗岩質岩体が存在し、これらの境界部に銅-金鉱化作用を伴うスカルンの賦存する可能性が示唆されている。この地区に対して金量 10 トンの予想埋蔵量(P2)が見込まれている。さらにこの他周辺の鉱微地には、合計金量 75 トンの予想埋蔵量(P2)が期待されている。

以上、キチサンディック鉱微地域全体として、総合計 140 トンの金埋蔵ポテンシャルが存在すると評価されている。

2) トルバックタシュティ鉱微地域

熱水変質を受けた花崗閃緑岩中の黄鉄鉱を伴う石英-絹雲母変質ゾーンを対象に、予想埋蔵量(P1)として鉱量 695 千トン、金量 2.9 トン(平均品位 4.22g/t)が計上されている。

3) その他の鉱微地・鉱微地域

トルバックタシュティ鉱微地域内のテゲルメン鉱微地等、及びサンダラッシュ鉱微地域等の鉱微地域をひっくるめた全体として、金量 65 トン~70 トンの予想埋蔵量(P2)の賦存が報告されているが、詳細は不明である。