


キルギス共和国タラス地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成 7 年 3 月

JICA LIBRARY



1124669 [1]

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調査
95-052

キルギス共和国タラス地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成 7 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1124669[1]

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、同国の北西部に位置するタラス地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探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6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3名の調査団を編成して平成6年12月1日から平成7年1月24日まで現地派遣した。

現地調査は、キルギス共和国政府機関、国家地質地下資源管理委員会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、在ロシア連邦国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成7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 石川 丘

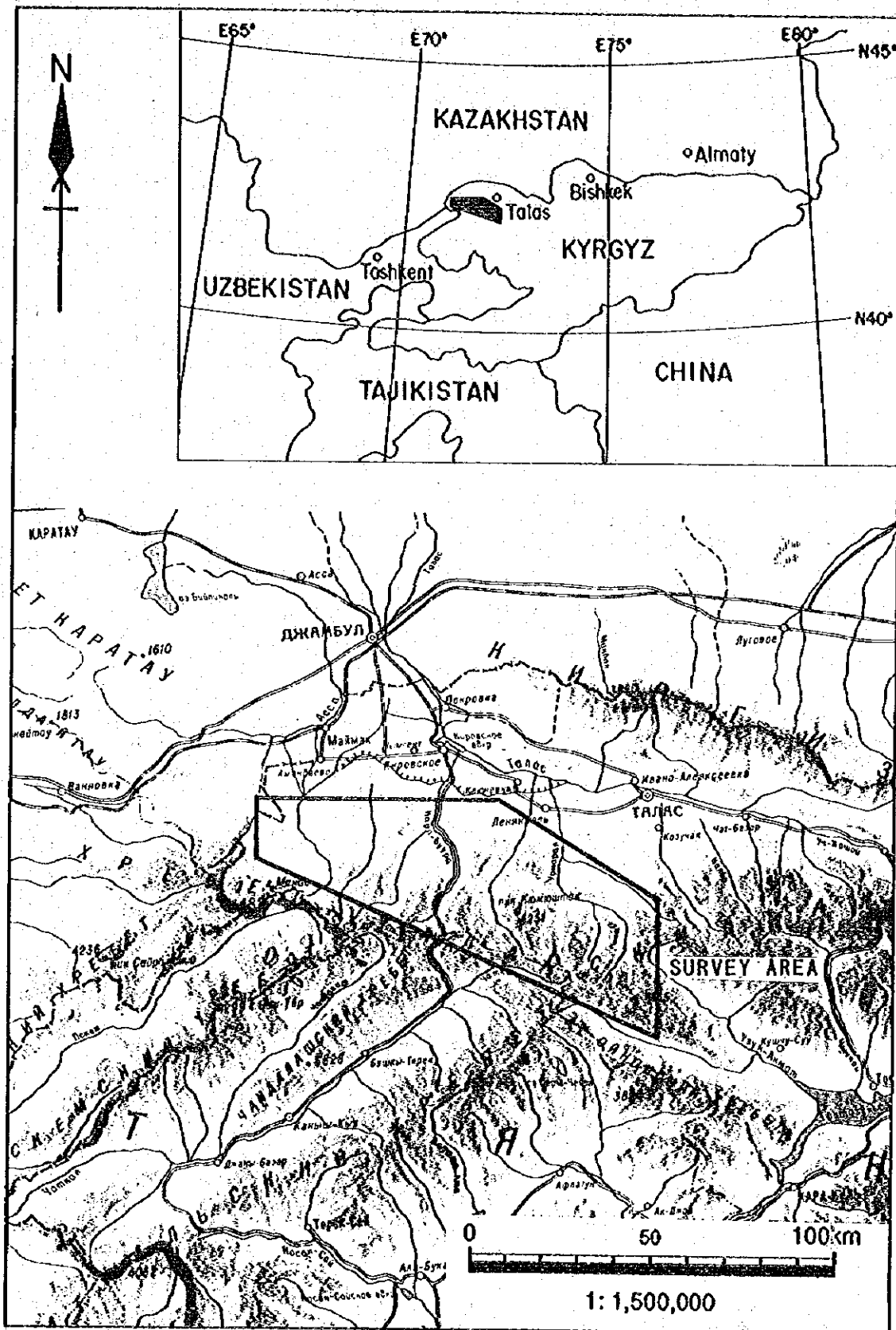


Fig. I-1 Location Map of the Survey Area

要 約

本報告書は、キルギス共和国タラス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6年12月から平成7年1月にかけて実施された。

第1年次調査はタラス地域約3,300km²の範囲について、地質・鉱床及び地化学探査に関する既存資料を収集、整理、解析し、調査地域内の鉱床と鉱徴地の概要及び鉱床の賦存状況を把握した。特に、調査地域内のクムイシュタッグからババハン地区については重点的に解析を実施した。

既存の鉱床・鉱徴地として40ヶ所が抽出された。これらは鉱種及び鉱床タイプから6つのグループに分類された。すなわち、①クムイシュタッグ花崗岩岩体中の含金鉱脈型鉱床（シラルジン鉱床）、②上部リーフェイ系～ベンド系中の含銀・鉛鉱脈型鉱床、③上部リーフェイ系中の塊状～鉱染状砒素鉱床、④クムイシュタッグ岩体中のグライゼン～網状ペリリウム鉱床、⑤クムイシュタッグ岩体周辺の含銅鉱脈型鉱床、⑥クムイシュタッグ岩体周辺の鉱脈型・スカルン型タングステン鉱床である。地質状況から判断して、本地域の鉱化作用はクムイシュタッグ花崗岩の活動と西北西-東南東系の断層・断裂に関連していると考えられる。

広域的な地化学探査結果を解析し、金濃集地区を13ヶ所抽出した。一方、別個に実施された地化学探査準精査により、金高異常地区が上記箇所とは別に10ヶ所抽出されていたことが判明した。

衛星画像の写真判読結果、東西系断層沿い及びこれに派生すると推定される北東-南西系断層、北西-南東系リニアメントに沿い鉱床・鉱徴地が分布する傾向がみられた。このことから、本地域の鉱床・鉱徴地は同系統の断層にも関連して形成された可能性がある。

さらにスペクトル解析により、主要河川最上流域の3地区に変質帯分布可能域が抽出された。これらの変質帯分布可能域は熱水活動による変質帯あるいはスカルン化を反映している可能性がある。

次年度以降の調査としては、シラルジン金鉱床の下部鉱化状況を確認するためのボーリング調査、既知鉱床の分布を加味した地化学探査の金異常濃集地区として抽出されたクムイシュタッグ、カラ・ブラ、ババハン、シャルバル・サイ、チムタッシュ、タブル・ガティの6地区に対する地質概査及び地化学準精査、衛星画像スペクトル解析により抽出されたババハン上流、クムイシュタッグ上流、チムタッシュ上流の変質帯分布可能域3地区に対するグラントルース、並びに既存の鉱床・鉱徴地についての地質精査を実施することが望ましい。

平成6年度資源開発協力基礎調査
資源開発調査 キルギス共和国タラス地域
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年次調査の範囲、目的及び作業の概要	1
1-3 調査団の編成	2
第2章 調査地域の地理	3
2-1 位置及び交通	3
2-2 地形及び水系	4
2-3 気候及び植生	4
第3章 調査地域の既存地質情報	5
3-1 既往調査の概要	5
3-2 一般地質及び調査地域の地質的位置付け	5
3-3 調査地域の鉱床学的位置付け	15
第4章 調査結果の総合検討	17
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について	17
4-2 鉱床賦存のポテンシャルについて	17
4-3 地化学異常と鉱化作用との関係について	18

第5章 結論及び提言	21
5-1 結論	21
5-2 第2年次調査への提言	21
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	32
1-3 考 察	42
第2章 既存資料解析	49
2-1 地 質	49
2-2 鉱 床	66
2-3 地化学探査	92
2-4 考 察	94
第III部 結論及び提言	
第1章 結 論	99
第2章 第2年次調査への提言	101
COLLECTED DATA	103
REFERENCES	104

LIST OF FIGURES

- Fig. I -1 Location Map of the Survey Area
- Fig. I -2 Regional Geologic and Tectonic Situation of Kyrgyz
- Fig. I -3 Tectonic Regions of Kyrgyz
- Fig. I -4 Distribution of Igneous Rocks and Mineralization Zone in Kyrgyz
- Fig. I -5 Metallogenic Map of in and around the Survey Area
- Fig. I -6 Generalized Results of the Survey
- Fig. II-1-1 Ground Coverage of Satellite Data
- Fig. II-1-2 LANDSAT TM False Color Digital Mosaic Image
- Fig. II-1-3 Lineament Map of LANDSAT TM Image
- Fig. II-1-4 Geologic Interpretation Map of LANDSAT TM False Color Image
- Fig. II-1-5 TM Band3 / Band1 Ratio and DPCA Composite Image
- Fig. II-1-6 Distribution of Spectral Anomalies on LANDSAT TM Image
- Fig. II-2-1 Geologic Blocks and Batholiths of Talas Massif
- Fig. II-2-2 Geological Map and Profile of the Survey Area
- Fig. II-2-3 Schematic Geologic Column of the Survey Area
- Fig. II-2-4 Stratigraphic Columns of the Survey Area
- Fig. II-2-5 Distribution of Ore Deposits and Mineral Occurrences
- Fig. II-2-6 Schematic Geological Map of Shyraldzhyn Deposit
- Fig. II-2-7 Schematic Geological Map of Kumyshtag Deposit
- Fig. II-2-8 Underground Plan of the Southwestern Slope of Uchimchek Mountain in Kumyshtag Deposit
- Fig. II-2-9 Underground Profile of the Southwestern Slope of Uchimchek Mountain in Kumyshtag Deposit
- Fig. II-2-10 Schematic Geological Map of Dzholsay Ore Field
- Fig. II-2-11 Schematic Geological Map of Dzholsay Deposit
- Fig. II-2-12 Schematic Geological Map of Kuru-Bakair Deposit
- Fig. II-2-13 Schematic Geological Map of Suluu-Bakair Deposit
- Fig. II-2-14 Summary of the Compilation

LIST OF TABLES

Table I-1	Summarized Recommendation for the Future Survey	1-1-1
Table II-1-1	Specification of Original Satellite Data	2-1-1
Table II-1-2	Photogeologic Characteristics of Interpretation Units	2-1-2
Table II-2-1	List of Ore Deposits and Mineral Occurrences	2-2-1
Table II-2-2	List of Reserve Calculation of Shyraldzhyin Deposit	2-2-2

LIST OF PLATES

- PL. -1 Lineament Map of LANDSAT TM Image
- PL. -2 Geologic Interpretation Map of LANDSAT TM False Color Image
- PL. -3 Distribution of Spectral Anomalies on LANDSAT TM Image
- PL. -4 Distribution of Ore Deposit and Mineral Occurrences
- PL. -5 Geological Map of Shyraldzhyn Deposit
- PL. -6 Assay Map of Main Orebody in Shyraldzhyn Deposit
- PL. -7 Geological Map of Kumyshtag Area
- PL. -8 (1) Geochemical Anomaly Map of the Survey Area (Au, Pb, Cu, Bi, V)
- PL. -8 (2) Geochemical Anomaly Map of the Survey Area (As, Hg, W, Mo)
- PL. -9 Geochemical Anomaly Map of the Shyraldzhyn and Kumyshtag Area
- PL. -10 Summary of the Compilation
- PL. -11 Generalized Results of the Survey

第 I 部 總 論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

キルギス共和国の地質は先カンブリア界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が広く分布する。金属鉱床賦存のポテンシャルは高く、金・銀・銅・鉛・亜鉛・水銀・アンチモン・錫・タングステン及びレアアースなどを産する。

このように、キルギス共和国は多くの鉱物資源に恵まれているが、鉱床の多くは規模が小さいことから開発されず、旧ソ連時代の鉱業は低調であった。現在までにキルギス全土で約1,700箇所鉱徴が発見され、このうち1,000箇所が開発の可能性があり、既に200の鉱床について探鉱が行われたが、稼行中の鉱山は93である。

キルギス国家地質地下資源管理委員会(GOSCOMGEOLOGY: State Committee on Geology, Usage and Protection of Natural Resources)は、平成6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調査要請を行なった。平成6年8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・協定折衝調査団をキルギス共和国へ派遣し、同年8月11日タラス(Talas)地域に係わるScope of Work が署名された。

本調査の目的は、既存資料解析、衛星画像解析、地質調査、地化学調査、物理探査及びボーリング調査により調査地域の鉱床賦存状況を把握することにある。

1-2 第1年次調査の範囲、目的及び作業の概要

国家地質地下資源管理委員会と国際協力事業団及び金属鉱業事業団との間にて取り交わされたScope of Work では調査対象範囲は約3,300km²である。本年度調査では既存資料解析及び衛星画像解析が全地域について実施された。

本年度調査の目的は、①調査対象範囲約3,300km²全域について既存資料を収集、整理、解析することにより、地域内の鉱床及び鉱徴地の概要及び賦存状況を把握すること。②全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。③既存資料解析及び衛星画像解析の結果を取りまとめ、調査地域の今後の探査課題を明らかにすることである。

調査は次の要領で実施した。

既存資料の収集、整理、解析は首都ビシュケク(Bishkek)の国家地質地下資源管理委員会にて実施した。衛星画像の処理・解析は現地での既存資料解析に先だって国内にて実施した。

1-3 調査団の編成

事前調査・協定折衝調査団は平成6年7月21日から平成6年8月14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

大迫 次郎 (OSAKO Jiro)	金属鉱業事業団
小野 裕章 (ONO Hirofumi)	通商産業省資源エネルギー庁
高橋 健一 (TAKAHASHI Ken-ichi)	国際協力事業団
神谷 太郎 (KAMIYA Taro)	金属鉱業事業団

キルギス側

MURZAGAZIEV Sheyshenaly M.	国家地質地下資源管理委員会
KONYUKHOV Alexander G.	国家地質地下資源管理委員会
KAREV A. M.	国家地質地下資源管理委員会
KANITAEV K.	国家地質地下資源管理委員会

現地調査団は平成6年12月1日から平成7年1月24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。

日本側

丸谷 雅治 (MARUTANI Masaharu)	総括・地質	三井金属資源開発株式会社
柴田 精久 (SHIBATA Kiyohisa)	地 質	三井金属資源開発株式会社
藤井 昇 (FUJII Noboru)	地 質	三井金属資源開発株式会社

キルギス側

KONYUKHOV Alexander G.	総括・地質	国家地質地下資源管理委員会
RAZBOYNIKOV Anatolyi G.	地 質	国家地質地下資源管理委員会
PAKHOLUK Vasiliy P.	地 質	国家地質地下資源管理委員会
APAYAROV Farid	地 質	国家地質地下資源管理委員会

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

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北西部に位置し、北部天山山脈中に位置する。

行政区分に従えばほぼ全域がタラス州に属し、東西約100km、南北約30kmの面積約3,300km²の地域であり、次の緯度、経度で囲まれた範囲である。

北緯42°30′，東経71°00′

北緯42°30′，東経71°45′

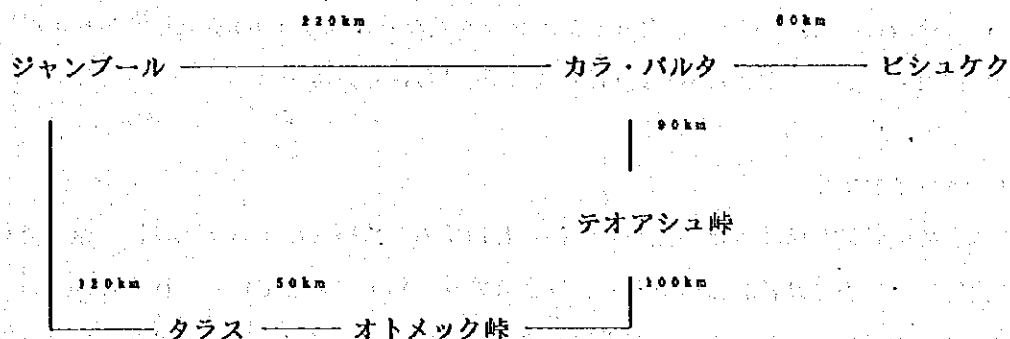
北緯42°17′，東経72°15′

北緯41°58′，東経72°15′

北緯42°22′，東経71°00′

野外調査の基地となるタラスは、首都ビシュケクの西南西約200kmに位置し、標高は約1,250mである。タラスはタラス州の州都であり、人口約30,000人である。

ビシュケクからタラスに至るには、2つのルートがある。1つはビシュケクから西方にカザフスタンのジャンプール(Dzhambul)を経由し、そこより東進してタラスに至るルートであり、他はビシュケクからカラ・バルタ(Kara-Balta)で南進し、テオアシュ峠(Teo-Ashuu)峠及びオトメック(Otmek)峠を越え、西進してタラスに至るルートである。これらの関係を次に模式的に示す。



前者は天山北路を経るもので通年じて利用可能であり、距離は400kmで、車で5~6時間を要す。後者は標高3,000m級の峠を2つ越えるため、積雪・雪崩・転石等により路面状況が悪く、冬期は利用不可能となる。後者は前者よりも距離は100kmほど短いですが、所要時間はほぼ同じである。

調査地域内の主要河川沿いには道路が発達し、ジープを利用することにより上流地域まで

入山することができる。山岳地域では馬による調査が一般的である。調査地域中央を北流するカラ・ブラ (Kara-Buura) 沿いには国道が走り、標高3,302mのカラ・ブラ峠を経てチャトカル (Chatkal) 州に至る。

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級の天山山脈を有することで知られている。国土は、天山山脈の延長方向である東西方向に延びた形を示している。国土の東西端の距離は925km、南北端は454km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、南部天山山脈の3つに区分され、本調査地域はこのうち北部天山山脈の南部に位置づけられる。本調査地域の南部には標高4,000m級のタラス・アラ・トゥ (Talas Ala-Too) 山脈が北西-南東方向に聳え、調査地域内の最高峰はクムイシュタック峰 (Kumyshtag peak: 4,251m) である。このため本調査地域はタラス・アラ・トゥ山脈の北斜面に位置する。

多くの峰々は氷河によって覆われ、氷食谷より流出した河川は峡谷を形成して北流し、調査地域北方でタラス川に流入する。タラス川は西流し、カザフスタンに入ると北西に流れを変え、カザフステップに分流・消失する。

調査地域内の主要な河川は、西から東へクルクレオ・スー (Kukureo-Suu)、スル・バカイ (Suluu-Bakayir)、カラ・ブラ、クムイシュタック及びウルマラル (Urmalar) であり、現地調査時に利用できる道路がこれら主要河川沿いに設けられている。

2-3 気候及び植生

調査地域の気候及び植生は標高差が3,000mにも達するため標高による変化が特に顕著である。標高3,000m以上は寒冷気候帯であり、植生は針状草類を主としている。標高1,000m~3,000m間は高山気候であり、かん木類を主とするが、河川沿いには松類の針葉樹、ポプラなどの広葉樹もみられる。

タラスの月平均気温は、1月で-5°C~-1°C、7月で+15°C~+20°Cである。年間平均降雨量は290mm、最高月降雨量は4月および5月に48mm、最低月降雨量は9月に5mmである。また年間照射時間は2,772時間である。調査地域の最高温度は43.8°C (7月)、最低温度は-33°C (1月) が記録されている。年間平均降雨量は、230mm~320mmで、積雪量はタラス川流域西部で4cm、流域東部で16cmである。風は冬季に強く、タラス川流域では風速5~7m/secの東風であるが、山岳地域では強い西風が吹き荒れる。

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または局所的地質調査はなされていたが、広域的地質調査は旧ソ連地質省の20万分の1図幅調査(Geological Map of USSR. Series of Northern Tien-Shan, K-42-XIII, K-42-XVIII, Ministry of Geology, 1963a, 1963b)をその嚆矢とする。

本調査地域の鉱床調査は、上記図幅調査と並行して実施されたパンニング重砂による地化学探査(Ministry of Geology, USSR, 1963c, 1963d), 並びに旧キルギス社会主義共和国地質部により実施されたタラス山脈中央部の既知鉱床調査(Ministry of Geology, USSR, 1987)及び河川堆積物による地化学探査(Geological Department Kyrgyz SSR, 1987c)があげられる。

3-2 一般地質及び調査地域の地質的位置付け

3-2-1 キルギスの広域的地質環境

(1) 地質構造

キルギスはウラル、天山、パミールなど複数の山脈と褶曲帯が合流する地点に位置し、複雑な地質構造を呈する(Fig. I-2)。

キルギス周辺では、過去4度にわたる大陸の衝突と褶曲帯の形成が存在し、これらの構造運動に伴う断層や構造線に境されたいくつもの地塊(Massif)と卓状地(Platform)から構成されている。4回の大陸の衝突時期は、①バイカル期、②カレドニア期、③ヘルシニア期、及び④アルプス期である。ヘルシニア期以後は、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、新生代初期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。

各地塊と卓状地について、Bakirov and Kotov(1988)を参考に以下に概略を記す。

①タリム卓状地(Tarim Platform)

タラス・フェルガノ(Talas-Fergansky)断層とクブチャック(Kypchak)断層に境された先カンブリア時代の地塊であり、中国、タリム盆地を中心にキルギスの南東側に広く分布する。キルギス国内では、中国との国境付近、イシク・クル州(Issyk-Kul)に一部が分布する。新生代後期以降、現世まで安定地塊である。

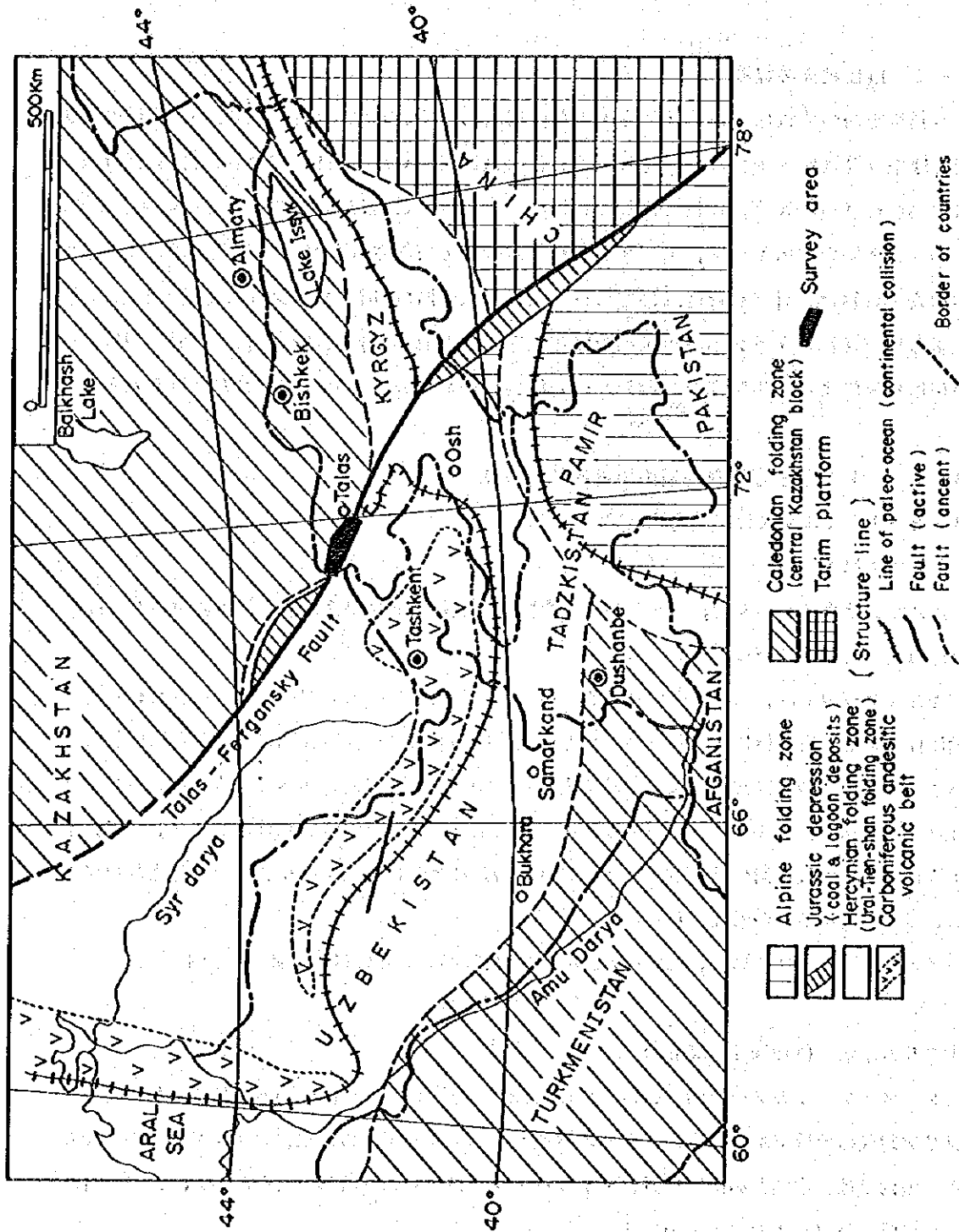


Fig. 1-2 Regional Geologic and Tectonic Situation of Kyrgyz

②カレドニア褶曲帯(Caledonian Folding Zone)

タラス・フェルガノ断層～ニコライエフ(Nikolaev)断層を南限とし、キルギス北部～カザフに広く分布する地塊(別名、中央カザフブロック;Central Kazakhstan Block)であり、キルギス国内では北部天山地塊(Northern Tien-Shan Massif)と称される。主にカレドニア期(古生代初期)の大陸の衝突により形成された地塊であるが、一部にはバイカル期(先カンブリア時代末期)の褶曲作用を受けた中・小地塊(middle-marginal massif)も含まれる。

キルギス南西方のトルクメニスタン一帯にも、同時代の褶曲運動を受けた地塊が分布する。

③ヘルシニア褶曲帯(Hercynian Folding Zone)

キルギス南部から西方に帯状に延びる褶曲帯である。中央部をヘルシニア期(古生代後期)の大陸衝突の縫合の残りである、一連の断層であるアトバシュ・エルニチェク(Atobash-Enylcheedsky)～カラスイ(Karansuisky)～南部フェルガノ断層(Southern Fergansky Fault)が東から西へ延び、アラル海付近より北上し、ウラル山脈褶曲帯へと続く。キルギス国内では、この縫合線を境に北側を中部天山地塊(Middle Tien-Shan Massif)、南側を南部天山地塊(Southern Tien-Shan Massif)と称する。本構造線沿いには部分的にオフィオライト、エクロジャイト等の超塩基性岩が露出する。

また、本構造線に沿って、大陸衝突前のプレートの沈込みに伴う火成活動と解釈されている石炭紀の安山岩質火山岩類が、帯状に分布する。

④アルプス褶曲帯(Alpine Folding Zone)

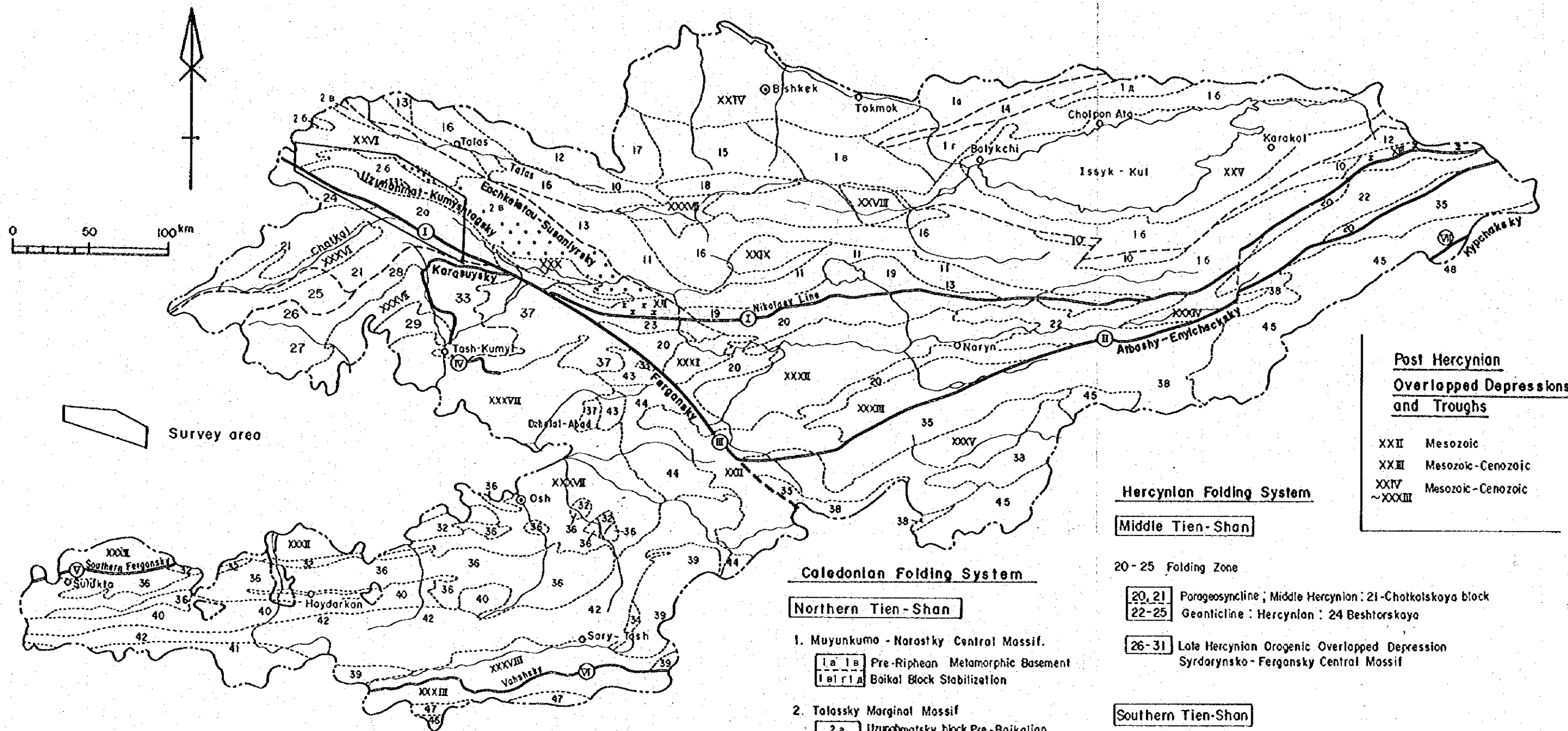
キルギス南方タジキスタンからパキスタンにかけて、パミール地塊(Pamir Massif)を形成する。北縁部は幅20kmの破碎帯を供う活断層帯である。新生代に発生したインドプレートの北上、ユーラシアプレートとの衝突に伴うヒマラヤ造山運動と時期を同じくする。

3-2-2 キルギスの地質

(1) 地質構造

キルギスの地質構造は、その基盤岩類の褶曲帯の区分に基づき、ほぼ東西方向に帯状に分布し、主に3つの地塊、①北部天山、②中部天山、③南部天山から構成される(Fig. I-3)。また、タリム卓状地と北部パミール地塊の一部が各々イシック・クル湖南東方とフェルガノ盆地南方に認められる。

各地塊は大規模な断層によって境される。中部、南部天山の各地塊は、キルギス中央部を北西から南東方向に横切るタラス・フェルガノ断層によって分断される。タラス・フェルガノ断層は、アルプス期の構造運動に伴い新第三紀の初期から本格的活動が開始したトランスフォーム断層であり、現在も活動中である。断層を挟む地層の対比から、本断層の性質は右横ずれ断



Post Hercynian Overlapped Depressions and Troughs

XXII Mesozoic
 XXIII Mesozoic-Cenozoic
 XXIV ~ XXXIII Mesozoic-Cenozoic

Hercynian Folding System

Middle Tien-Shan

20-25 Folding Zone

20, 21 Parageosyncline; Middle Hercynian; 21-Chotkotskaya block
 22-25 Geanticline; Hercynian; 24 Beshtorskaya

26-31 Late Hercynian Orogenic Overlapped Depression
 Syrdarynsko-Fergansky Central Massif

Southern Tien-Shan

32-45 Folding Zone

32-39 Eugeosyncline; Early-Middle Hercynian
 40-45 Miogeosyncline; Middle-Late Hercynian

Northern Pamir

46-47 Folding Zone

Tarimskaya Platform

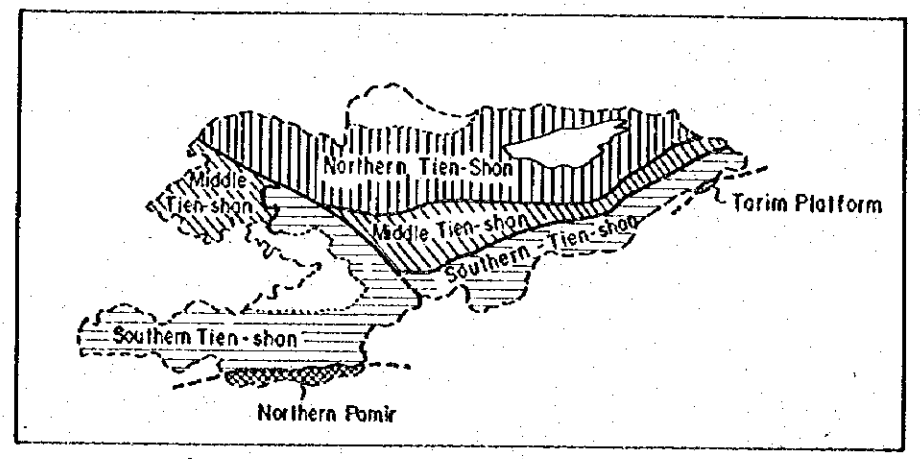
48 Overlapped Depression

Caledonian Folding System

Northern Tien-Shan

- Muyunkumo - Narastky Central Massif.
 - 1a, 1b Pre-Riphean Metamorphic Basement
 - 1e, 1f, 1d Baikalsky Block Stabilization
- Talassky Marginal Massif
 - 2a Uzundamatsky block Pre-Baikalian
 - 2b Karaburinsky block } Blocks of
 - 2e Kolbinsky block } Baikalsky Stabilization
- 3-9. Post-Baikalsky Cambrian-Ordovician Sediment
 - Beshtashsky
 - Kumyshlogsky
- 10-19. Folding Zone
 - 10-14 Eugeosyncline; Early-Late Caledonian
 - 15 Miogeosyncline; Late Caledonian
 - 16-19 Geanticline; Caledonian
- I-III Post Caledonian
 - I, II Volcanogenic; I-Aralsky, II-Utmeksky
 - III Carbonate-clastic III-Sonkul'sky

Survey area



層で、水平変位量は180kmと推定されている。

北部天山地塊はカレドニア期の褶曲を、また南部、中部天山及び北部パミールの各地塊は、ヘルシニア期の褶曲を受けている。

キルギスにおける主要な3地塊の地質構造の概要を以下に述べる。

①北部天山地塊(Northern Tien-Shan Massif)

原生代からオルドビス紀にかけての堆積岩類を基盤岩とする。これら基盤岩類は、主にカレドニア期に強い褶曲を被っている。

本地塊は主として西部のタラス付近のタラス周縁地塊(Talassky Marginal Massif)と、東部のイシック・クル湖付近のムイコンクマーナラストキ中央地塊(Muyunkumo-Narastky Middle Massif)の2つの安定地塊からなる。これら2つの安定地塊はバイカル期の褶曲作用を受けている。また、これらの安定地塊の周囲にカレドニア期褶曲帯が広く分布する。これらの中小地塊と褶曲帯を基盤岩類として、古生代初期の後バイカル期、古生代中期の後カレドニア期、及び中～新生代のベースン堆積物が不整合で被覆する。

本調査地域は、タラス周縁地塊に属する。

北部天山地塊は、南縁のタラス・フェルガノ断層とニコラエフ断層(両者併せニコラエフ構造線と称す)によって、中部及び南部天山地塊と接する。ニコラエフ構造線は、キルギスで最も重要な地質構造線であり、カレドニア期の大陸の衝突により形成された。

②中部天山地塊(Middle Tien-Shan Massif)

主に下部原生界～古生界が分布する。南部天山地塊と共に、フェルガノ断層によって東西に分断される。ヘルシニア期には褶曲帯が形成された。西部には後ヘルシニア期のベースン堆積物であるシルダリア・フェルガン中央地塊(Syrdarynsko-Fergansky Middle Massif)が分布する。これら基盤岩類を新生界が被覆する。

③南部天山地塊(Southern Tien-Shan Massif)

ヘルシニア期の褶曲を受けた下部始生界、原生界及び古生界を基盤岩とし、その上に中生界と新生界が分布する。中生界はタラス・フェルガノ断層の西側に沿って分布する。

(2) 火成活動

キルギス国内では、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岩活動など、多くのタイプ^{*}の火成活動が原生代～古生代末期にかけて生じた(Fig. I-4)。

北部天山地塊には、原生代から古生代末期にかけての花崗岩類が広く分布し、イシック・クル湖南東方に小規模に斑れい岩が貫入している。一方、中部天山と南部天山地塊には、主に古

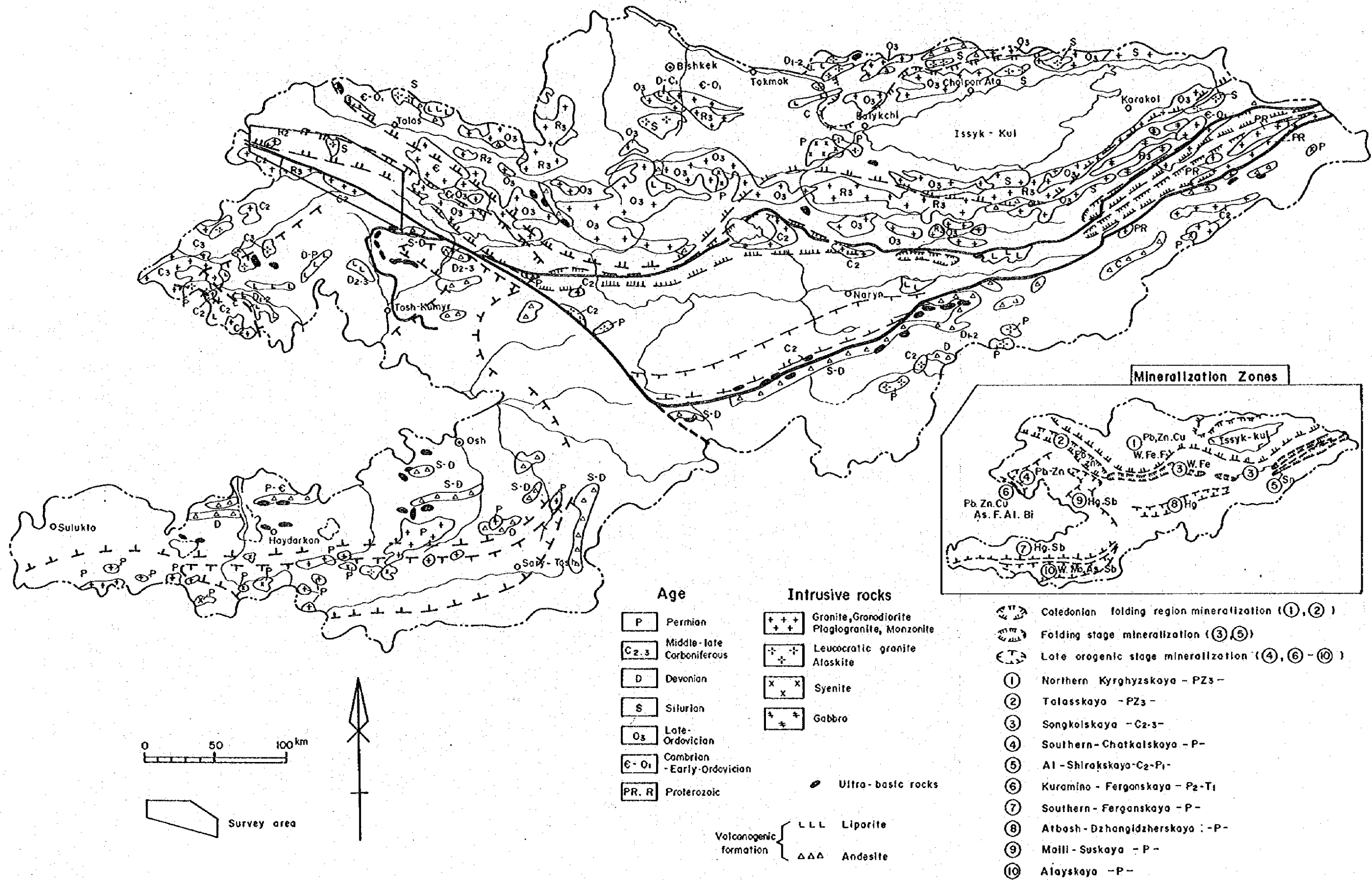


Fig. I-4 Distribution of Igneous Rocks and Mineralization Zone in Kyrgyz (after Atlas of Kyrgyz SSR, 1987)

生代末期(石炭紀及び二疊紀)の火成岩が分布する。

アルカリ火成活動はシルル紀に限られ、3つの地塊いずれにも分布する。

3-3 調査地域の鉱床学的位置付け

キルギスには水銀・アンチモンをはじめ、銅・鉛・亜鉛・錫・タングステンなど多種類の金属鉱床が分布する。

キルギスの鉱床分布は広域的な構造運動に基づき、3回の鉱化ステージと10の鉱床区に区分される(Fig. I-4)。鉱化ステージは、カレドニア褶曲鉱化期、褶曲鉱化期、造山運動後期鉱化期からなる

北部天山地塊はカレドニア褶曲鉱化期の地域に相当し、鉛・亜鉛・銅・レアアースと多種多様な金属の鉱床区となっている。中部天山地塊は、タラス・フェルガノ断層を挟んで、西部の鉛・亜鉛多金属鉱床区が、東部に錫・タングステン・鉄の各鉱床区が分布する。南部天山地塊にはアンチモンと水銀の鉱床区が分布する。

本調査地域は、カレドニア褶曲鉱化地域のタラス鉱化帯に属し、鉛・亜鉛熱水鉱床が卓越している(Magakyan, 1979)。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について

本調査地域は、キルギスの地質構造帯のタラス周縁地塊に含まれる。本地塊はニコラエフ構造線(タラス・フェルガノ断層～ニコラエフ断層)と、イチケレタウ・スサミル断層(Eachkeletau-Susamyrsky Fault)に挟まれた、北部天山地塊の西端に位置する小地塊である(Fig. I-3)。タラス地塊は、炭酸塩岩を伴う堆積岩類の卓越と、これを貫く酸性火成岩類で特徴づけられ、多くの衝上断層と褶曲が発達した複雑な地質構造を呈する。主要構造の方向は、タラス・フェルガノ断層系統の西北西-東南東の方向である。

衛星画像のリニアメント解析の結果、主要断層であるタラス・フェルガノ断層、ウズンアフマト・クムイシュタッグ断層は明瞭に判読されている。さらに、判読された断層・リニアメントの分布と既知鉍床の分布とは次のように関連していることが指摘された。調査地域西部のジョルサイ銀鉍床周辺では、東西系断層沿い及びこれに派生すると推定される北東-南西系リニアメントに沿い、鉍床・鉍微地が分布する傾向が認められた。また、調査地域東部のクムイシュタッグ周辺の銀・鉛・砒素・タングステン鉍床分布地域では、西北西-東南東系衝上断層と北東-南西系断層、及び北西-南東系リニアメントに囲まれた三角地域に多くの鉍床・鉍微地が分布している。このことから、西北西-東南東系衝上断層を形成した南北方向の応力に対応する裂罅系に規制されてこれらの鉍化作用が形成された可能性がある。

更に、既知鉍床の分布と地質構造から、本地域の鉍化作用は、①ウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層系の断層や副次的断層・断裂に関連する、鉍脈型及び塊状鉍化作用と、②クムイシュタッグ花崗岩に関連する、鉍脈型、グライゼン及びスカルン型に大別されることが判明した。このことは、リニアメント解析結果と調和的であり、本調査地域の鉍化作用は断層・断裂系とクムイシュタッグ花崗岩に規制されていると判断される。

4-2 鉍化賦存のポテンシャルについて

本調査地域に分布する金・銀・鉛・亜鉛・砒素・ベリリウム・銅及びタングステン等の多種類の鉍床は、6つのタイプに分類された。すなわち、①クムイシュタッグ花崗岩岩体中の含金鉍脈型鉍床、②上部リーフェイ系～ベンド系の石灰岩、砂岩中の含銀・鉛鉍脈型鉍床、③上部リーフェイ系石灰岩、砂岩中の塊状～鉍染状砒素鉍床、④クムイシュタッグ岩体中のグライゼン型～網状ベリリウム鉍床、⑤クムイシュタッグ岩体周辺の含銅鉍脈型鉍床、⑥クムイシュタッグ岩体周辺の鉍脈型・スカルン型タングステン鉍床である。本調査地域は多種

類の金属鉱床が分布する有望な鉱床地帯であることは確実である。

一方、本年度衛星画像のスペクトル解析による変質帯抽出の結果、調査地域西部のババハン上流、地域中央部のクムイシュタッグ上流、及び地域南東部のチムタッシュ上流の3地区に、スペクトル異常域を抽出した。これらのスペクトル異常は、西北西-東南東系の断層を通路とした熱水活動による変質帯、あるいはリーフェイ系炭酸塩岩中に生じたスカルン化を反映していると考えられ、鉱床の賦存の可能性がある。

更に、本地域での地化学探査の金異常濃集地区から、ウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層近傍に、金について広域的な探鉱余地があると考察され、クムイシュタッグ、カラ・ブラ、ババハン、シャルバル・サイ、チムタッシュ及びダブルガティの6地区には金鉱床賦存の可能性が高いと判断される。金の鉱床タイプとしては、含金脈型のみならずリーフェイ系の石灰岩などを交代した含金スカルン型鉱床の賦存が考えられる。

4-3 地化学異常と鉱化作用との関係について

地化学探査の概査結果、金の濃集域が13箇所抽出され、これらはウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層近傍に分布していることが指摘された。これらの金地化学異常域に現在までのところ、金鉱床の存在は知られていないが、同衝上断層や副次的な断層・断裂に関係して生成した金の鉱化作用が存在する可能性を示唆するものと考えられる。

また、地化学探査の準精査結果、金・錫・タングステン・ベリリウム・レアメタルの異常域はクムイシュタッグ岩体周辺の既知鉱床の分布と良い一致を示し、地化学異常が既存の鉱化作用を反映していることが判明した。このことから、この金異常域周辺にはシラルジン以外にさらに鉱脈型などの含金鉱床が賦存する可能性が考えられる。

以上のように地化学異常は、既に述べたようにウズンアフマト・クムイシュタッグ断層系及び副次系の断層・断裂と、クムイシュタッグ花崗岩が、本地域の鉱化作用に極めて重要な関連を有していることを裏付けていると考えられる。

本調査地域を含む鉱化作用について、Fig. I-5に示す模式的な鉱床生成図がキルギス側によって既に作成されている (Ministry of Geology, USSR, 1987)。本図の深成岩の時代については今後の年代測定値の公表によって変わる可能性があるが、本報告書では原図のまま用いた。

この鉱床生成図においても、上述したようにウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層系の断層・断裂と、シルル紀のクムイシュタッグ花崗岩が、本地域の鉱化作用に極めて重要な要素であることを指摘している。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本調査地域は、原生代から新生代までの地質単元が分布し、花崗岩類はババハン岩体とクムイシュタッグ岩体が出現する。金・銀・鉛・亜鉛・砒素・ベリリウム・銅及びタングステン等の多種類の鉱床が分布している。鉱化作用は原生代上部リーフェイ系〜ベンド系の石灰岩、砂岩中、及びクムイシュタッグ岩体中に生じている。地質構造及び鉱床の分布・タイプから、本地域の鉱化作用は、ウズンアフマト〜クムイシュタッグ衝上断層系の断層や副次的断裂に関連する鉱脈型及び塊状鉱化作用と、シルル紀のクムイシュタッグ花崗岩に関連する鉱脈型、グライゼン及びスカルン型鉱化作用に大別された。

シラルジン (Shyraldzhyn) 金鉱床は鉱脈の下部については未探鉱であるが、トレンチ調査の結果、P 鉱量 (推定鉱量) として金量16トン、平均金品位5g/tを計上している。本鉱床周辺には地化学金異常域が分布することから、金鉱化帯がさらに広がる可能性が指摘された。

衛星画像のリニアメント解析により、地域西部に位置するジョルサイ鉱床をはじめとする銀鉱床はほぼ東西方向の走向を持つ断層の近傍に位置し、同断層の走向に平行に配列する傾向が認められた。また、地域東部のクムイシュタッグ鉱床群西部から、中央北部のサリムサク鉱床にかけての範囲では、北北西-南南東〜北西-南東系リニアメントがやや卓越する傾向が認められた。

衛星画像の判読により、本調査地域は13の地質単元に区分された。判読結果と既存地質図の区分は比較的良好一致を示したが、クムイシュタッグ花崗岩岩体は既存地質図に比べより広い分布範囲で判読された。

スペクトル解析により、3地区にスペクトル異常域が抽出された。これらのスペクトル異常は、西北西-東南東系の断層を通路とした熱水活動による変質帯、あるいはリーフェイ系炭酸塩岩中に生じたスカルン化を反映している可能性が指摘された。

地化学探査の解析結果、金の濃集異常域はウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層近傍に分布していることが指摘され、これら異常域に広域的な探鉱余地があると判断された。

5-2 第2年次調査への提言

第2年次調査については、本年度調査結果をふまえ、以下の調査を実施することが望ましい。

1) 国家地質地下資源管理委員会により捕捉されたシラルジン金鉱床の地質精査及びボーリング調査の実施。

2) 既存資料解析と国家地質地下資源管理委員会により抽出された地化学異常地区、クムイシュタッグ、カラ・ブラ、ババハン、シャルバル・サイ、チムタッシュ及びタブルガテイの6地区での地質概査及び地化学準精査の実施。

3) 衛星画像スペクトル解析により変質帯分布可能域として抽出された、ババハン上流、クムイシュタッグ上流及びチムタッシュ上流のグランドトルースの実施。

4) 既存の40鉱床・鉱微地についての地質精査の実施。

以上の調査を調査手法別に優先順位を付し各調査予定地 (Fig. I-6) の優先度を検討すれば、Table I-1のとおり総括することができる。

Table I-1 Summarized Recommendation for the Future Survey

	Geological & Geochemical Semi-detail Survey	Check Survey for Satellite Imagery	Check Survey for Deposits	Drilling	Priority for Survey Area
Babahan	⊙	⊙	○		3
Shalbaly-Say	○				4
Kara-Buura	⊙		⊙		2
Kumyshtag	⊙	⊙	⊙		1
Shyraldzhyn			⊙	⊙	
Chymtash	○	○			5
Tabylgaty	○				6

Priority of the each surveying method ;

⊙ : the First, ○ : the Second

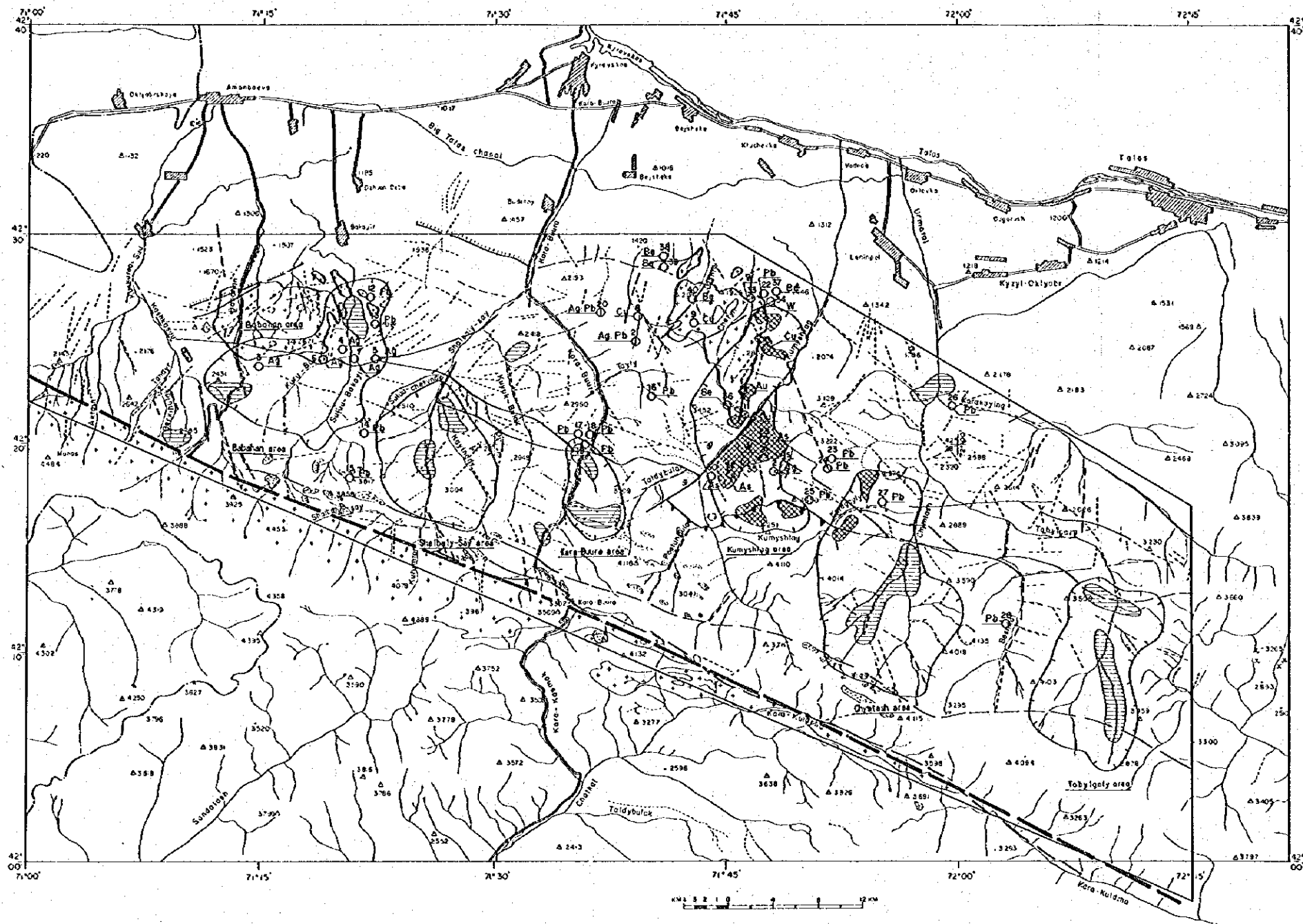


Fig. I -6 Generalized Results of the Survey

THE MINERAL EXPLORATION
IN
THE TALAS AREA, THE KYRGYZ REPUBLIC
(PHASE I)
Generalized Results of the Survey

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY 1995
Prepared by MINLECO

- LEGEND**
- The promising area for future survey
 - Site of deposit, number and kind of element
 - Geochemical gold anomaly of semi-detail survey
 - Geochemical gold anomaly of reconnaissance survey
 - Spectral anomaly after satellite image analysis
 - Interpreted fault and major lineament
 - Minor lineament
 - Granitic batholith
 - Fault

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及びリニアメント解析、さらに鉍化変質帯の可能性のあるスペクトル異常域の抽出により、次年度以降に予定される現地調査のための基礎的資料を作成することを目的とした。

1-1-2 使用データ

本調査に使用した画像データは、Path 152~153 / Row 30~31の4シーンのLANDSAT TMデータである。各シーンの範囲をFig. II-1-1に、各データの諸元をTable II-1-1にそれぞれ示す。

画像は4シーンとも雲量10%以下であるが、解析対象地域内でタラス-アラ・トウ山脈主稜部では特に雲量が多く、また冠雪も認められる。これらはスペクトル解析の障害となるため、雲及び雪の画素は同解析の対象から除外した。使用したデータの媒体は1/2インチCCTである。

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) デジタル・モザイクの作成

解析対象地域が4シーンの画像にまたがるため、解析にあたり各シーンを個別に処理したのでは全域を均等に評価することはできない。従って、前処理として対象地域全域をカバーするデジタル・モザイク・データを作成し、それを解析に用いた。モザイク・データの作成手順は以下のとおりである。

- ① P153/R30 (左上) のシーンと他の3シーンの重複部分にGCP (Ground Control Point ; 幾何補正基準点) を約30点設定する。
- ② P153/R30上のGCPを基準として他の3シーンにそれぞれ幾何補正を施す。
- ③ P153/R30の各バンドの輝度値を基準として、他の3シーンのバンド6 (熱赤外バンド) を除く全ての可視~短波長赤外域バンドについて、輝度をマニュアルにて補正する。
- ④ P153/R30を除く3シーンから重複部分を削除し、画像データを結合する。
- ⑤ 解析対象地域周辺の主要な都市、道路、鉄道等位置確認の可能なポイントを含む範囲の

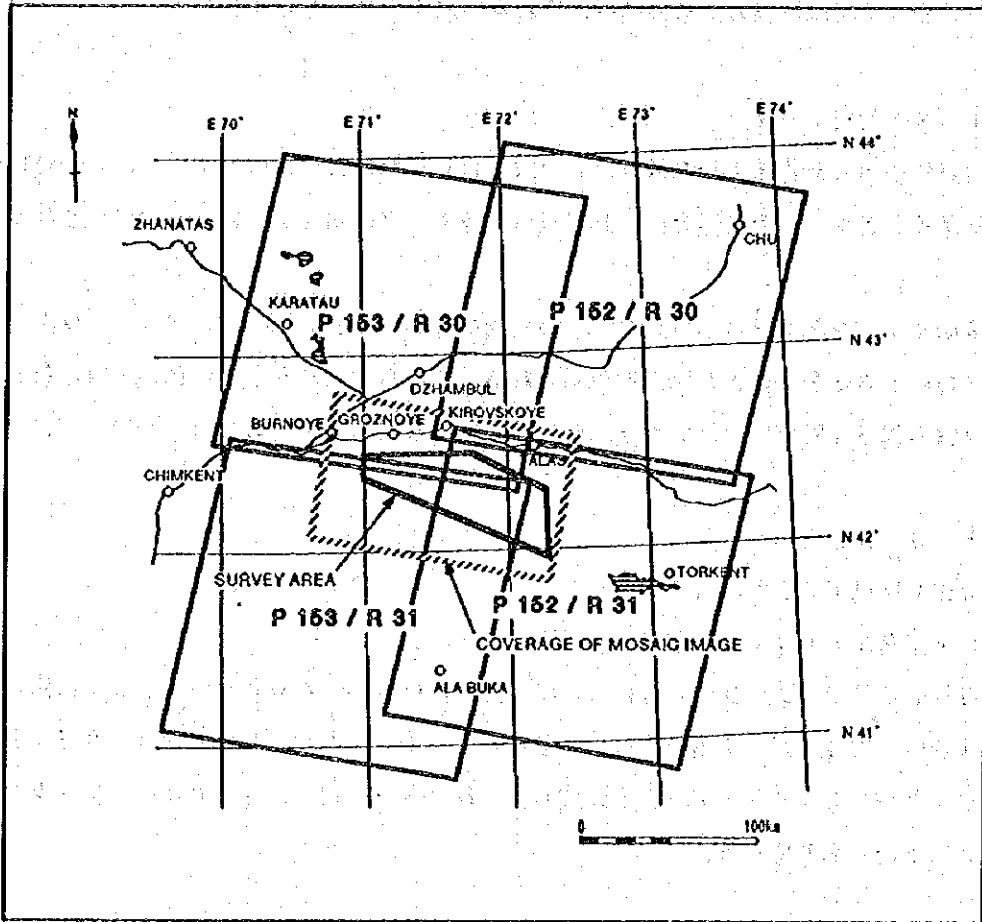
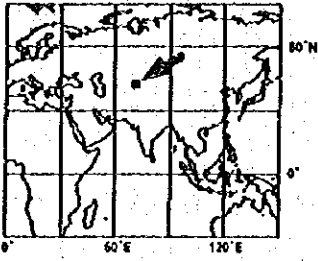


Fig. II-1-1 Ground Coverage of Satellite Data

Table II-1-1 Specification of Original Satellite Data

Satellite	Sensor	Path-Row	Scene I.D.	Date (Y/M/D)	Sun El./ Az. (degree)
LANDSAT 5	TM	152-30	52340000000	90/07/27	55/123
LANDSAT 5	TM	152-31	53412000000	93/07/03	59/117
LANDSAT 5	TM	153-30	52379000000	90/09/04	46/136
LANDSAT 5	TM	153-31	52315000000	90/07/02	59/117

画像を切り出す。

(2) 疑似カラー合成画像作成

地質単元区分を実施するにあたり、画像データの持つスペクトル情報及びテクスチャー情報の両者が有効に利用できるバンド組み合わせを検討した。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疑似カラー合成画像を数種類作成し、画面上及びハードコピーを用いて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するという方法により実施した。その結果、バンド1, 4, 5をそれぞれ青, 緑, 赤に配色した疑似カラー合成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, 赤に配色した疑似カラー合成画像をフィルム出力した。出力フィルムから縮尺20万分の1のペーパープリントを作成し、判読に供した。

(3) 変質帯抽出画像作成

変質帯抽出に有効とされる既存手法についてそれぞれ検討した。今回試みた手法及び抽出対象は以下のとおりである。

- ① 比演算 バンド3/バンド1：酸化鉄鉱物及び水酸化鉄鉱物分布域の抽出。
- ② 比演算 バンド5/バンド7：粘土鉱物及び炭酸塩鉱物分布域の抽出。
- ③ 比演算合成 バンド3/バンド1, バンド5/バンド4, バンド5/バンド7をそれぞれ赤, 緑, 青に配色。酸化鉄鉱物及び水酸化鉄鉱物分布域では赤, 緑泥石分布域では緑, 粘土鉱物及び炭酸塩鉱物分布域では青が強調される。
- ④ DPCA (Directed Principal Component Analysis) : 上述のバンド5/バンド7の比演算値は植生分布地域でも高い値を示すことが知られている。従って、当地域のように比較的植生分布の多い地域では、植生の影響によるスペクトル異常と粘土鉱物及び炭酸塩鉱物分布によるスペクトル異常を区別する必要がある。そのために、緑色植物が高い反射率特性を示すバンド4と吸収特性を示すバンド3との比演算値を求め、その値とバンド5/バンド7の値を用いた主成分分析を行う。植生に起因するスペクトル異常はバンド4/バンド3とバンド5/バンド7が良い相関を示すが、変質鉱物の分布に起因するスペクトル異常は両者の間に相関はない。当地域のように比較的植生分布の多い地域では上述の主成分分析の第1主成分には植生の分布が、また、第2主成分には変質鉱物の分布が反映される。

当地域では、変質帯に関する既存情報が全く得られなかったため、特定の変質鉱物あるいは既知の変質帯のスペクトルパターンを教師として、最適手法を判断することはできない。そのため、本調査では抽出の対象が明瞭なバンド3/バンド1の比演算及びDPCAの第2主成分を用い、それぞれを赤及び緑に配色した画像を作成した。

なお、画像の出力にあたり、単に比演算値あるいは主成分分析結果を出力した場合、地形情報が失われ、地形図上あるいは現地において画像上のスペクトル異常域を特定することが困難になる。そうした欠点を解消するため、可視～短波長赤外域の6つのバンドのうち、最も良く地形の起伏による輝度値の差異を反映しているバンド5を、バンド3/バンド1の比演算値に、またDPCAの第2主成分に、各々掛け合わせた2成分からなる合成画像を作成し、フィルムに出力した。出力画像は縮尺20万分の1でペーパープリントし、解析に供した。

(4) 写真地質判読

20万分の1疑似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。

① 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、急崖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リニアメント解析図を作成した。抽出にあたっては、リニアメントを形成する地形の明瞭度（谷の深さ及び連続性）によりリニアメントを2ランクに区分した。また、環状に連続する尾根及び谷地形を環状構造として抽出した。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。合わせて、地層の走向・傾斜方向から推定される背斜構造軸面の地表面との交差部を背斜軸として記載した。

② 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、疑似カラー合成画像から20万分の1地質単元区分図を作成した。画像から明瞭に地層の走向・傾斜方向及び傾斜の程度が判読できる部分では、それらの方向を記載した。また、走向・傾斜方向から推定される背斜構造については、背斜軸を記載した。断層についてその傾斜方向あるいは落としの方向が推定できる部分はそれらを記載した。

判読結果を50万分の1地質図 (Ministry of Geology, USSR, 1980) と対比し、画像上の特徴と合わせて各地質単元の岩相を推定した。

(5) スペクトル異常域の抽出

上述の変質帯抽出画像においてバンド3/バンド1の比演算値が高いゾーンは酸化鉄鉱物あるいは水酸化鉄鉱物の分布を、DPCA第2主成分が高いゾーンは粘土鉱物あるいは炭酸塩鉱物の分布を示唆する可能性がある。本調査では、バンド3/バンド1の比演算値及びDPCA第2主成分の両者がともに高いゾーン、すなわち画像上で黄色の発色を示すゾーンが最も変質帯を示唆する可能性が高いゾーンであると考え、スペクトル異常域として抽出した。

スペクトル異常域の抽出にあたっては、地質的に鉄化変質とは無関係であることが明らかである、第四系分布域の粘土鉱物あるいは水酸化鉄鉱物による異常を、抽出の対象から除外した。また、単一の地質単元がその単元全域にわたりほぼ同程度の色調異常を示す場合は、その異常は鉄化変質を示唆するものではなく、地質単元を構成する岩相そのものに起因する異常と解釈し、この場合も抽出対象から除外した。

1-2 解析結果

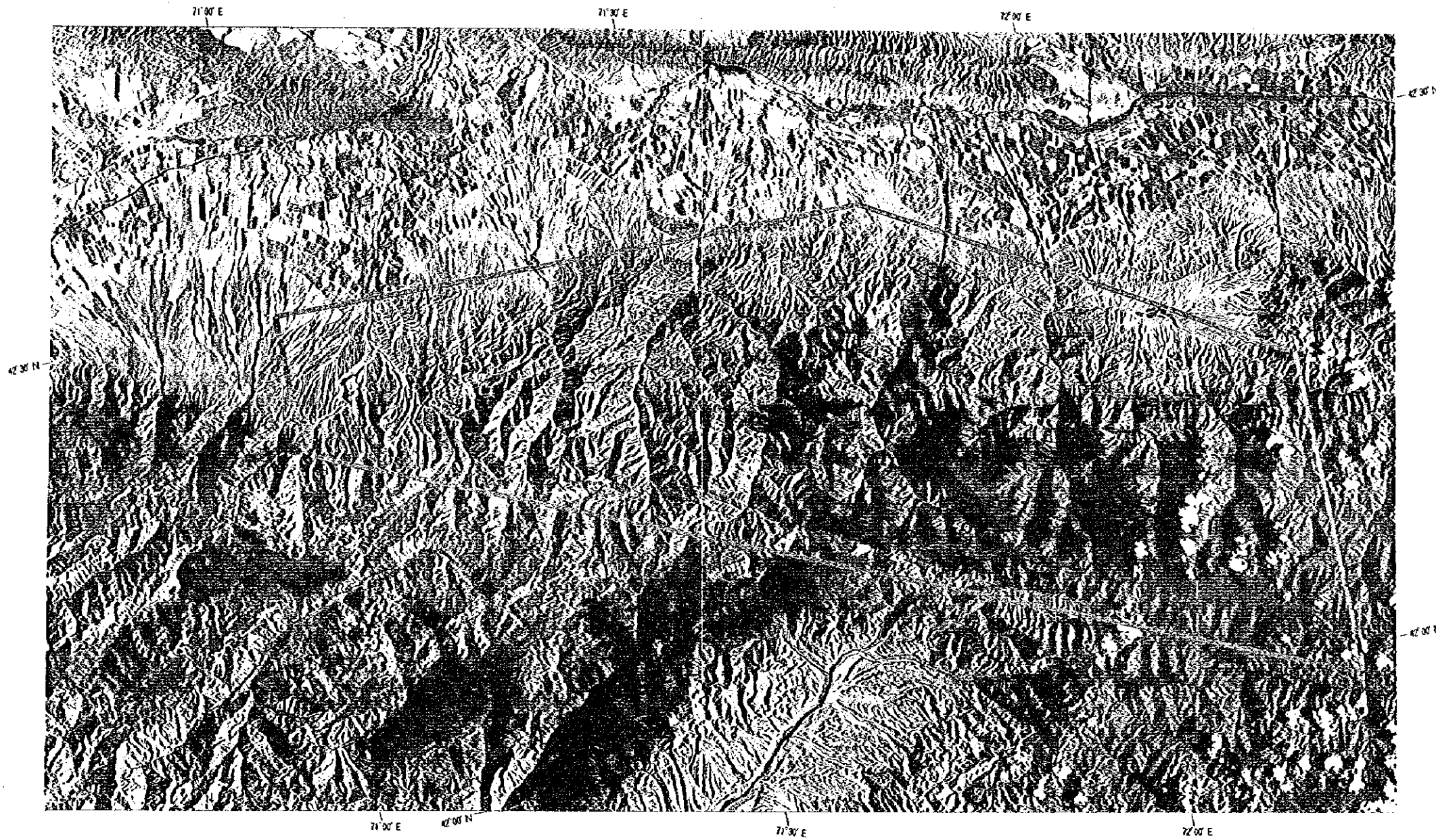
1-2-1 リニアメント解析

疑似カラー合成画像 (Fig. II-1-1) から判読したリニアメント解析図をFig. II-1-3に示す。解析対象地域で抽出されたリニアメントの分布は、以下のようにまとめられる。

- (1) 地域西部の第四系中に北北東-南南西～北東-南西系リニアメントが多数抽出された。
- (2) 地域西部に位置するジョルサイ鉱床をはじめとする銀鉱床・鉄微地はほぼ東西方向の走向を持つ断層の近傍に位置し、同断層の走向に平行に配列する傾向が認められる。また、同地域の断層北側の東西約15km、南北約4kmの範囲では、北東-南西系の不明瞭ではあるが連続性の比較的高いリニアメントが多く抽出された。
- (3) 東部のクムイシュタッグ鉱床群西部から、中央北部のサリムサック鉱床にかけての延長約20km、幅約5kmの範囲では、北北西-南南東～北西-南東系リニアメントがやや卓越する傾向がある。
- (4) 以下に述べる地質単元区分図の単元中、Grl単元の中に直径約400～600mの3つの環状構造が抽出された。

1-2-2 地質単元区分

疑似カラー合成画像から、本調査地域は13の地質単元に区分された。Fig. II-1-4に地質単元区分図を示し、Table II-1-2に各地質単元の写真地質学的特徴及び50万分の1既存地質図との対比表を示す。既存地質図との対比において、各系毎の単元区分は判読結果と既存地質図の区分が比較的良好な一致を示すが、リーフェイ系中の小単位については判読結果の区分と既



**THE MINERAL EXPLORATION
IN THE TALAS AREA,
THE KYRGYZ REPUBLIC
(PHASE 1)**

LANDSAT TM DIGITAL MOSAIC IMAGE

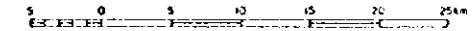
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY, 1995

Data Acquisition Date:

Path 152	Row 30	July 27,	1990
Path 152	Row 31	July 03,	1993
Path 153	Row 30	Sept. 04,	1990
Path 153	Row 31	July 02,	1990

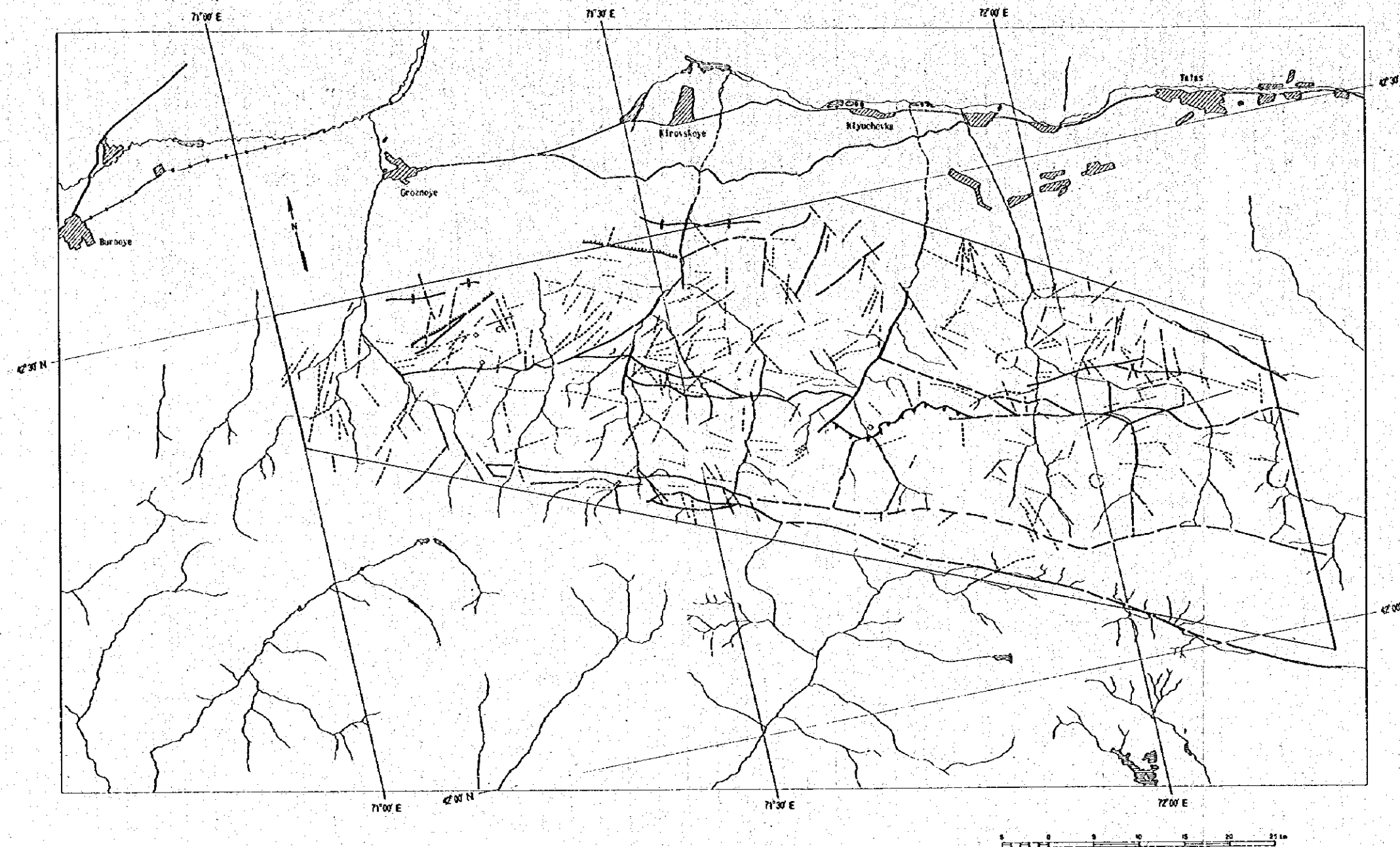
Color Combination:

Band 1	= blue
Band 4	= green
Band 5	= red



Prepared by Mitsui Mineral Development
Engineering CO., LTD. (MMD&E)

Fig. II-1-2 LANDSAT TM False Color Digital Mosaic Image



**THE MINERAL EXPLORATION
IN THE TALAS AREA,
THE KYRGYZ REPUBLIC
(PHASE I)**

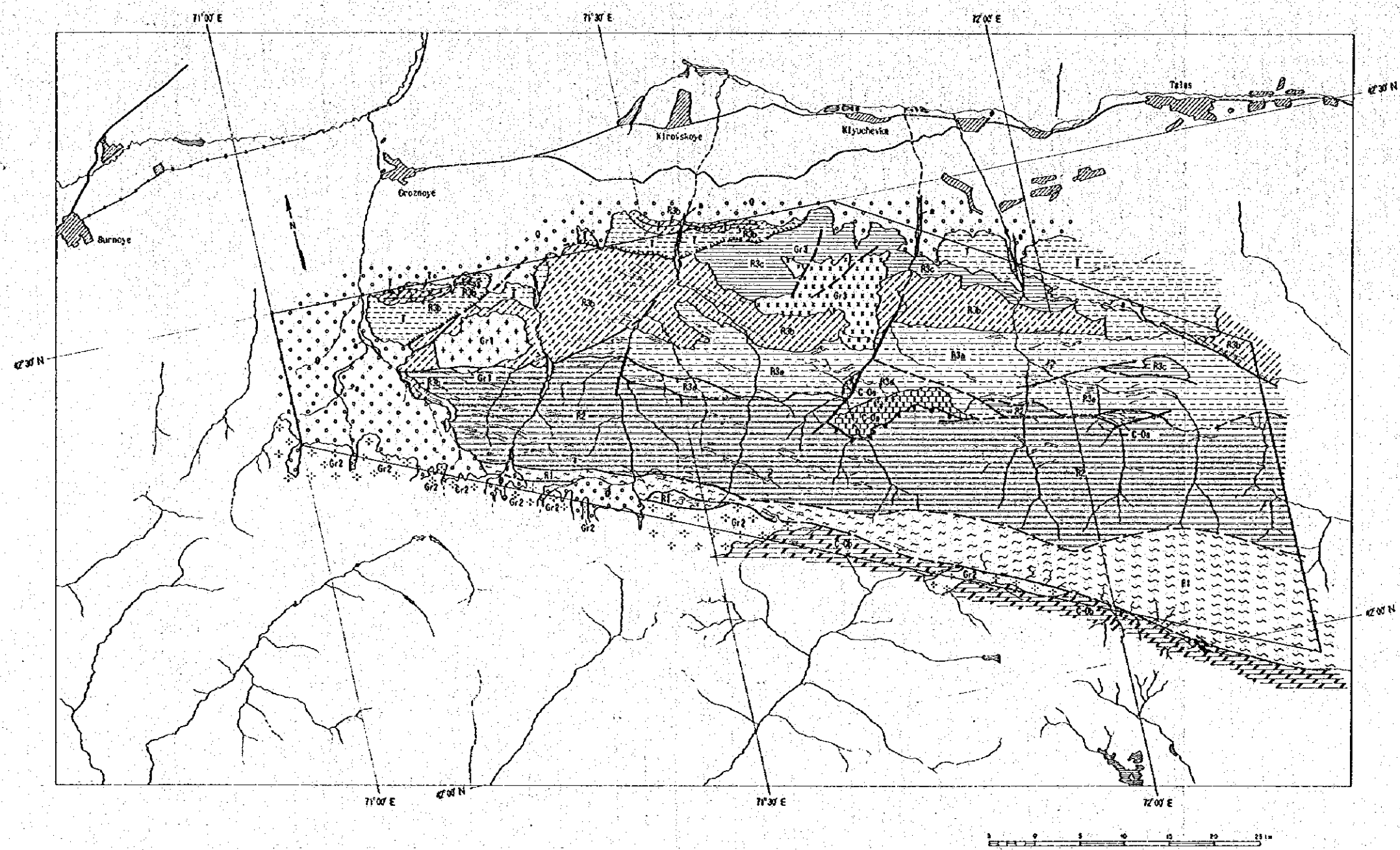
LINEAMENT MAP OF LANDSAT TM IMAGE

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY, 1998

LEGEND

	Fault (dashed on downfalls side)
	Inverted Fault (dashed on downfalls side)
	Thrust Fault
	Major Lineament
	Minor Lineament
	Circular Structure
	Anticline
	Drainage
	Lake, Pond
	Urban Area
	Major Road
	Rail Way

Fig. II-1-3 Lineament Map of LANDSAT TM Image



**THE MINERAL EXPLORATION
IN THE TALAS AREA,
THE KYRGYZ REPUBLIC
(PHASE I)**

**GEOLOGIC INTERPRETATION MAP OF
LANDSAT TM FALSE COLOR IMAGE**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY, 1995

LEGEND

Symbol	Unit	Correlation with Geologic Map	Probable Rock Type
□	II	Q	gravel, loam
□	Q		
□	T	Tr-2, Tr-1	clay, sandstone
□	C-Oa	C-Oa b	limestone
□	C-Ob		
□	R3c	R3c	shale, siltstone, sandstone
□	R3b		
□	R3a	R3a, R3d	shale, siltstone, sandstone
□	R2	R2d, R2b	sandstone, shale, phyllite, limestone
□	R1	R1-2b	phyllite, limestone
□	Gr3	γ3d	granitic rock
□	Gr2		granitic rock ?
□	Gr1	γ1a, γ	granitic rock

↗	bedding face or schistosity (arrows show dip direction)
↘	fault (arrows on downfall side)
↘	inferred fault (arrows on downfall side)
↘	thrust fault
↘	anticline
↘	anticline
○	lake, pond
□	urban area
—	major road
—	rail way

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

Table II-1-2 Photogeologic Characteristics of Interpretation Units

No.	Units	Color	Tone	Drainage			Geomorphological aspects						Vegetation Density	Landuse	Correlation	Rock Types
				Pattern	Density	Cross Profile	Resistance	Texture	Bedding, Schistosity	Lineament Density	Landform					
1	a	green, red-brown	moderate	contorted	moderate	gentle U-shape	very low	smooth	none	very low	valley, basin	high	frequent	Q	gravel, loam	
2	Q	green, red-brown	light	radial	high	gentle V-shape	low	smooth	none	low	alluvial fan	low	sparse	Q	gravel, loam	
3	T	reddish brown	moderate	pinate	high	sharp V-shape	moderate	rough	very poor	moderate	hilly	very low	none	N1-2, P3-N1	clay, sandstone	
4	C - Oa	purple, red brown	dark, light	parallel	high	shallow V-shape	moderate	rough	very well	low	hilly	low	none	C - O2 fs	limestone	
5	C - Ob	green	moderate	dendritic	moderate	gentle V-shape	moderate	smooth	poor	low	hilly	high	none	C - O2 fs	limestone	
6	R3c	reddish brown	light	dendritic	high	shallow V-shape	low	rough	very poor	moderate	hilly	sparse	none	R3sr	shale, siltstone, sandstone	
7	R3b	reddish brown	moderate	dendritic	high	V-shape	moderate	rough	poor	high	hilly	sparse	none	R3sr	shale, siltstone, sandstone	
8	R3a	purplish brown	dark	pinate	moderate	deep V-shape	high	fine	well	high	mountainous	moderate	none	R3sr, R3ct	shale, siltstone, sandstone	
9	R2	gray-blue, brown	dark	dendritic	moderate	deep V-shape	high	smooth	fine	moderate	mountainous	high	none	R3ct R1-2kb	sandstone, shale, phyllite, limestone	
10	R1	grayish blue	moderate	parallel	moderate	shallow V-shape	moderate	fine	well	low	mountain range	high	none	R1-2kb	phyllite, limestone	
11	Gf3	green	light	dendritic	moderate	gentle V-shape	moderate	smooth	none	low	hilly	very high	none	γSd	granite	
12	Gf2	greenish brown	moderate	parallel	high	shallow V-shape	moderate	fine	none	low	hilly	high	none		granite ?	
13	Gf1	reddish brown	light	dendritic	high	shallow V-shape	moderate	rough	none	moderate	hilly	low	none	γOv ?	granite	

存地質図の区分にはかなりの相違が認められる。貫入岩類の内、クムイシュタツグ花崗岩類が既存地質図に比べより広い分布範囲で判読された。以下、各地質单元毎に画像上での特徴、写真地質学的特性に基づき、推定される岩相及び既存地質図との対比について述べる。

(1) 单元a:

本单元は疑似カラー合成画像上で緑色を呈す部分と赤褐色を呈す部分からなり、前者は植生繁茂地域、後者は裸地に対応する。水系沿いの広い谷地形中及び小規模な盆地に平坦地を形成して分布し、表面は滑らかで、浸食抵抗が著しく低いこと等から、本单元は未固結の砂・礫・シルト等を主体とする沖積層であると推定される。既存地質図では未区分の第四系に含まれその岩相は砂礫・ロームである。

(2) 单元Q:

本单元も单元a同様の色相を呈し、地表状況も同様と解釈されるが、全体に明度が高い。これは本单元が单元aに比較して含水率の低い岩相であるためと推定される。表面は滑らかで、浸食抵抗が低いことから未固結の砂・礫・シルトを主体とすると考えられるが、山腹斜面に分布して扇状地を形成し单元aに被覆されることから单元aよりもやや時代の古いことが推定される。既存地質図では未区分の第四系(砂礫・ローム)に対比される。

(3) 单元T:

本单元は画像上で赤褐色を呈し、植生被覆のほとんどない裸地と考えられる。表面組織は粗く、小丘陵を形成し、浸食抵抗は中程度であること及び顕著ではないが層理面が認められることから、中程度の硬さを持つ砂岩・礫岩等の堆積岩であることが推定される。既存地質図では古～新第三系及び新第三系の粘土及び砂岩に対比される。

(4) 单元C-0a:

本单元は暗い紫色の発色を示す見掛け上上部と、やや明るい赤褐色の発色を見掛け上下部からなる。両者とも中程度の浸食抵抗、粗い表面組織を示し、丘陵地を形成する。赤褐色部では層理が良く発達し、軟質岩と硬質岩の互層を形成していることから、炭酸塩岩/泥灰岩あるいは砂岩/頁岩の互層と推定される。紫色部は層理の発達は顕著ではなく、暗色の砂岩等の厚層が分布する可能性がある。既存地質図では石炭系からオルドビス系の石灰岩分布域に対比される。

(5) 单元C-0b:

本单元は地域南部を北西-南東に横切る構造線の南西側に分布する。画像上で緑色を呈し、植生密度が高いことが推定される。中程度の浸食抵抗を示し、表面は滑らかであるが、部分的には層理の発達が認められる。植生の被覆により岩相の推定は困難であるが、砂岩あるいは

は炭酸塩岩を主体とする堆積岩の可能性がある。既存地質図では単元C-0aと同じく石炭系からオルドビス系の石灰岩分布域に対比される。

(6) 単元R3c:

本単元は地域北部から東部にかけて分布し、画像上明るい赤褐色を呈す。浸食抵抗は低く、粗い表面組織を示し、層理の発達度は非常に低い。頁岩・シルト岩等の軟質の堆積岩であると推定され、既存地質図のリーフェイ系上部頁岩、シルト岩、砂岩に対比される。

(7) 単元R3b:

本単元は単元Tには不整合で覆われ、R3cには整合的に覆われて地域北部から東部にかけて帯状に分布する。地域北部では、層理面の傾斜方向から、背斜構造を形成していることが推定される。画像上中程度の明度で赤褐色を呈し、中程度の浸食抵抗、粗い表面組織を示す。層理の発達度は低い、単元R3cよりも高い。頁岩・シルト岩等の軟質堆積岩を主体とし、砂岩等の硬質岩を挟在するものと推定される。既存地質図では、R3cと同じリーフェイ系上部の頁岩、シルト岩、砂岩に対比される。

(8) 単元R3a:

本単元はR3bに整合的に覆われ、地域中央から東部にかけて帯状に分布する。画像上で暗い紫褐色を呈し、浸食抵抗は高く、細かい表面組織を呈す。層理の発達が良いことから砂岩を主体とする硬質の堆積岩であると推定される。既存地質図ではリーフェイ系上部の頁岩、シルト岩、砂岩に対比される。

(9) 単元R2:

本単元は他の単元とは断層で接し、地域南西部から南東部にかけて広い帯状の分布を示す。画像上の明度は暗く、灰青色あるいは褐色を呈し、高い浸食抵抗、滑らかな表面組織、細かい層理あるいは片理の発達により特徴づけられる。暗色の砂岩あるいは炭酸塩岩等の硬質な堆積岩類を主体とする互層から構成されると推定される。既存地質図上のリーフェイ系上部砂岩、頁岩及びリーフェイ系下部～中部千枚岩、石灰岩分布域に対比される。

(10) 単元R1:

本単元は地域南部を北西-南東に横切る構造線の北側に細長く分布し、他の単元と断層で接する。特に単元C-0aとの境界は断層の傾斜方向から衝上断層である可能性が高い。画像上で一般に灰青色を呈し明るい赤褐色の薄層を多数挟在する、浸食抵抗は灰青色部では中程度、赤褐色部で高く、細かい表面組織、良好な層理あるいは片理の発達により特徴づけられる。暗色で中硬質の堆積岩（粘板岩等）を主体とし、硬質の砂岩あるいは炭酸塩岩を挟在すると推定される。既存地質図ではリーフェイ系下部～中部の千枚岩、石灰岩に対比される。

(11) 単元Qr3:

本単元は地域中央やや北寄りに塊状に分布し、画像上で明るい緑色を呈すことから植生に密に覆われていることが推定される。浸食抵抗は中程度でなめらかな表面組織をもつ丘陵地を形成している。層理面が認められず、塊状の分布を示すことから花崗岩質の貫入岩であると推定される。既存地質図ではクムイシュタッグ花崗岩の分布域にほぼ対応する。

(12) 単元Gr2:

本単元は地域南西端に分布し、画像上で帯緑褐色を呈す。浸食抵抗は中程度、表面組織は細かく、層理あるいは片理は認められない。塊状でやや明るい色調を呈すことから花崗岩類の可能性はある。既存地質図ではマナス花崗岩に対比される。

(13) 単元Gr1:

本単元は地域北東部に塊状に分布する。画像上で明るい赤褐色を呈し、中程度の浸食抵抗、粗い表面組織を示し、層理あるいは片理は認められない。これらの特徴から花崗岩質の貫入岩であるものと推定される。既存地質図ではババハン花崗岩に対比される。

1-2-3 スペクトル解析

スペクトル解析による変質帯抽出画像をFig. II-1-5に、変質帯抽出結果図をFig. II-1-6に示す。前述の方法により、以下のような地区にスペクトル異常が抽出された。

(1) 地域西部のババハン上流周辺で、R1単元を境する西北西-東南東系断層沿いに、西北西-東南東系の方向を有する小規模なスペクトル異常域が多数集中し、そのうち1つはツユクトール (Tuyuktor) 鉱徴地の位置にほぼ一致する。

(2) 地域中央部のクムイシュタッグ上流のR2単元中に、北西-南東系の層理に平行に小規模なスペクトル異常域が点在する。

(3) 地域南東部のチムタッシュ上流のR1単元中に、同単元を境する西北西-東南東系断層に平行な方向に伸長したスペクトル異常域が点在する。

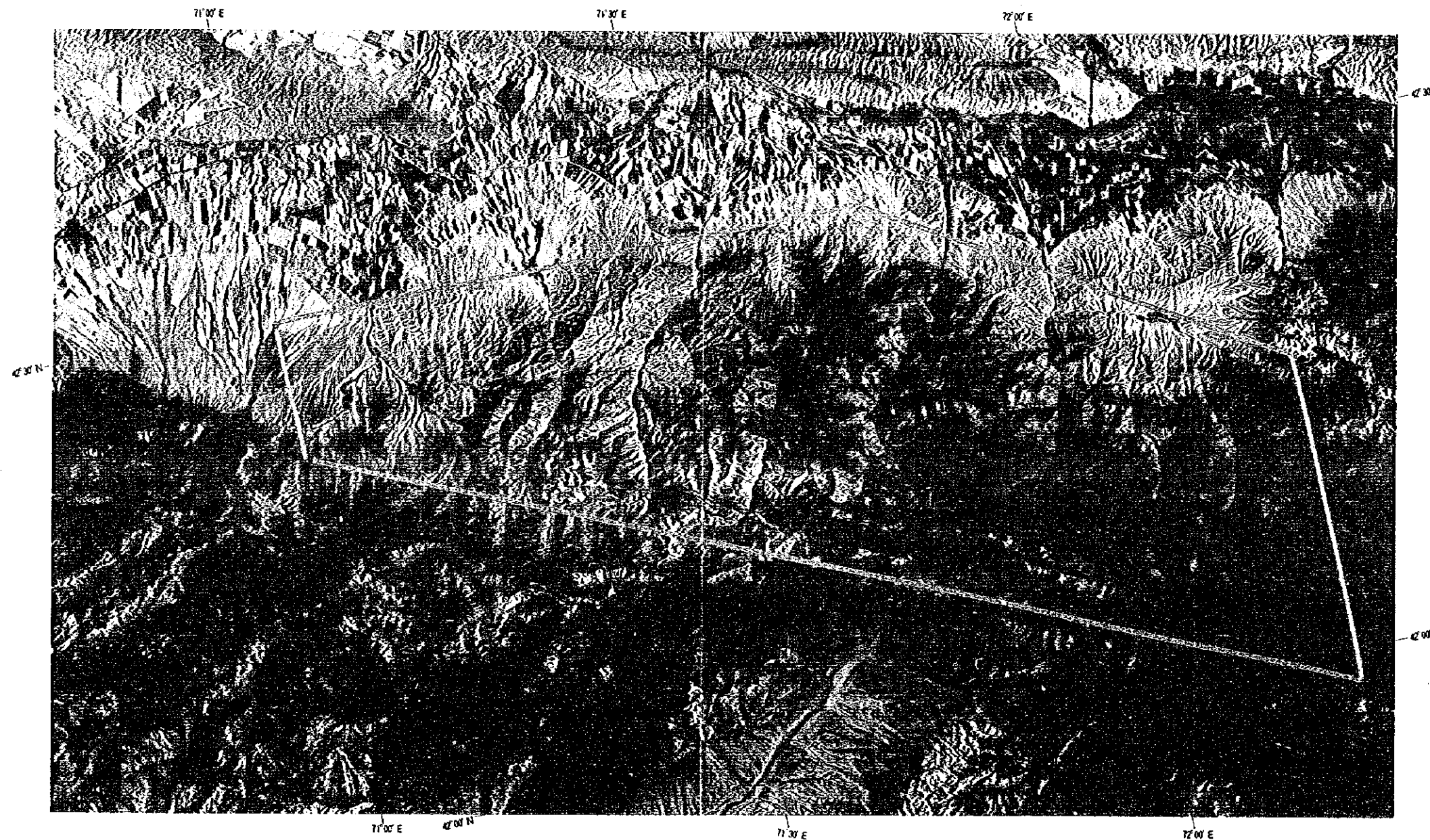
1-3 考 察

1-3-1 リニアメント解析

画像から判読された断層・リニアメントの分布を対象地域の既存鉱床・鉱徴地の分布等と対比し、次のことがあげられる。

(1) 地域西部銀鉱床・鉱徴地分布地域 (特に、ジョルサイ鉱床周辺)

東西系断層沿い及びこれに派生すると推定される北東-南西系リニアメントに沿った鉱床・鉱



**THE MINERAL EXPLORATION
IN THE TALAS AREA,
THE KYRGYZ REPUBLIC
(PHASE 1)**

**LANDSAT TM 3/1 RATIO AND DPCA
COMPOSITE IMAGE**

THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY, 1992

Data Acquisition Date:

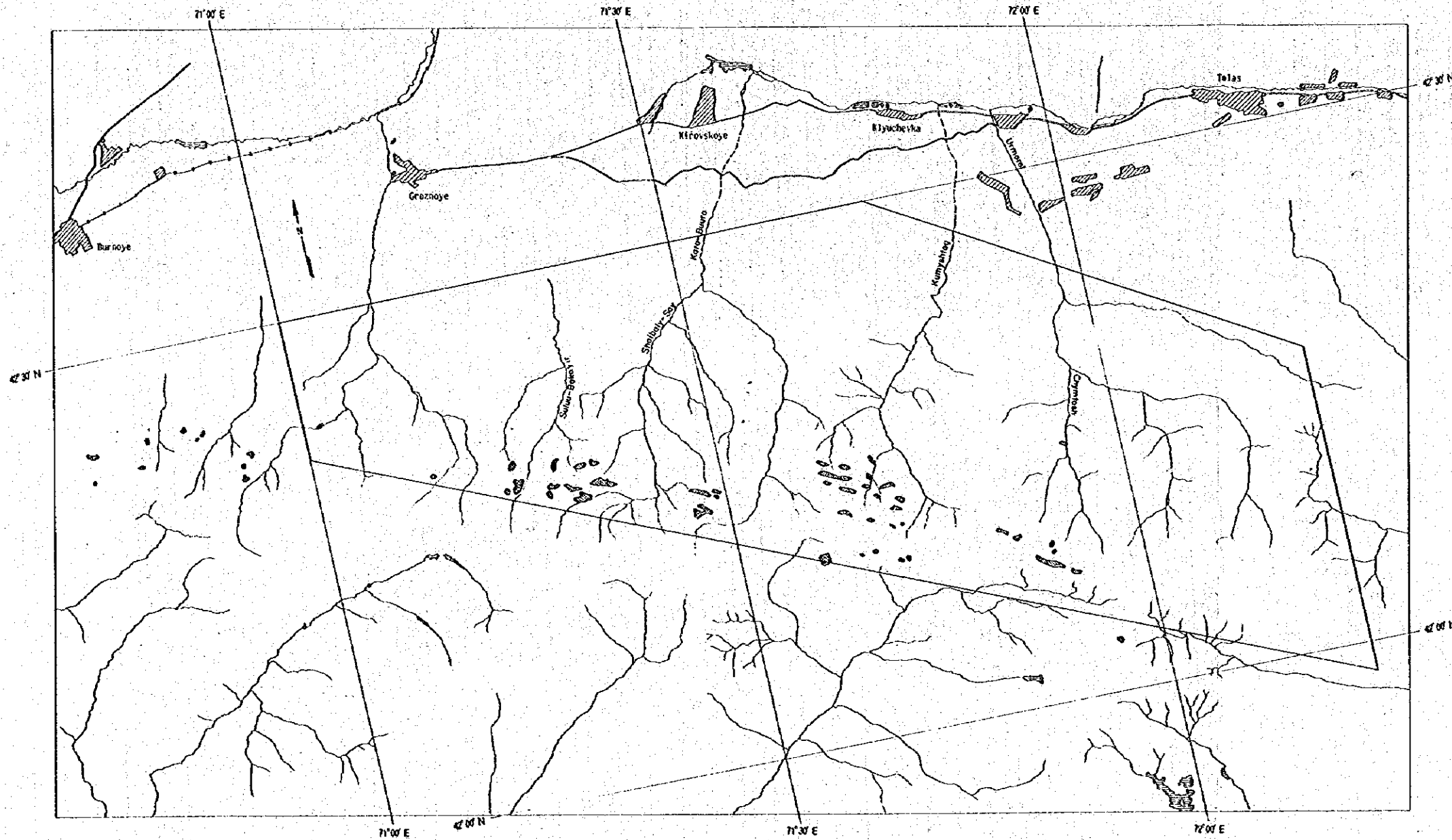
Path 152	Row 30	July 27	1990
Path 152	Row 31	July 03	1993
Path 153	Row 30	Sept.04	1990
Path 153	Row 31	July 02	1990

Color Combination:

Red = Band3 / Band1 Ratio
Green = Principal Component 2 of
DPCA (Corrected Principal Component Analysis)

Prepared by Mitsui Mineral Development
Engineering CO., LTD. (MINDECO)

Fig. II-1-5 TM Band3 / Band1 Ratio and DPCA Composite Image



**THE MINERAL EXPLORATION
IN THE TALAS AREA
THE KYRGYZ REPUBLIC
(PHASE I)**

**DISTRIBUTION OF SPECTRAL ANOMALIES
ON LANDSAT TM IMAGE**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY, 1991

LEGEND

	Spectral Anomalies on Band3/Band1 Ratio and DNCA Image
	Drainage
	Lake, Pond
	Road Line
	Major Road
	Rail Way

Fig. II-1-6 Distribution of Spectral Anomalies on LANDSAT TM IMAGE

微地分布する傾向が認められる。このことから、これらの鉱化作用は同系統の裂罅系により規制されている可能性がある。

(2) 地域東部銀、鉛・亜鉛、砒素、タングステン鉱床・鉱微地分布地域（特に、クムイシユタツグ鉱床周辺）

東西系衝上断層、北東-南西系断層、北西-南東系リニアメントに囲まれた三角地域に多くの鉱床・鉱微地が分布する。東西系衝上断層を形成した南北方向の応力に対応する裂罅系に規制されてこれらの鉱化作用が形成された可能性がある。

1-3-2 地質単元区分

TM疑似カラー合成画像による地質単元区分図を既存鉱床・鉱微地の分布等と対比し、次のことがあげられる。

(1) 地域中北部Gr3単元周辺地域

既に述べたように、本単元は既存地質図によるクムイシユタツグ花崗岩に対比されるが、判読図による分布域は、50万分の1既存地質図よりもやや広く、現地調査団が本年度入手した20万分の1地質図 (Ministry of Geology, USSR, 1963a) に近い分布を示している。

本単元の境界部近傍には、シラルジン金鉱床をはじめ、多数の銅、鉛、タングステン、ベリリウム等の鉱床・鉱微地が分布する。これらは、花崗岩質岩の貫入に伴う接触変成作用あるいは、同貫入岩を熱源とする熱水活動に関連して形成された可能性が指摘される。

(2) 地域西部Gr1単元南東方（ジョルサイ鉱床周辺）

同単元の南方から南東方近傍にはジョルサイ鉱床をはじめとする銀鉱床・鉱微地が分布する。上述したように同地域では東西～北東-南西系リニアメントが卓越することから、これらの鉱化作用は、同単元を構成するババハン花崗岩が熱源となり、東西～北東-南西系の裂罅に規制された鉱化作用である可能性が指摘される。

1-3-3 スペクトル解析

スペクトル解析の結果、抽出されたスペクトル異常の分布は、既存資料による当地域の鉱床・鉱微地の分布とはほとんど一致していない。本調査地域に分布する鉱床・鉱微地の多くは幅数 m の鉱脈型であること、また胚胎母岩が堆積岩類を主体とすることを考え合わせると、鉱化に伴う熱水変質帯の広がり、空間分解能 $10m$ のTMデータで捕えられるほどの大きさを持

たないものと予想される。従って、既存鉱床・鉱微地ではスペクトル異常が抽出されなかつたと解釈される。

抽出されたスペクトル異常の多くは、R1及びR2单元中に分布し、特にR1单元を境する西北西-東南東方向の断層近傍に位置し、同断層の走向に平行な方向に伸長した形状を示している。従って、これらのスペクトル異常を生じた地質状況の形成には同断層が何らかの形で関与しているものと推定される。

本地域でスペクトル異常が集中して抽出された各ゾーンについて、鉱化作用との関連の可能性に関して以下のような考察が可能である。

(1) 地域西部のババハン上流で、R1单元を境する西北西-東南東系断層に沿い、断続的に分布するスペクトル異常域は、同系統の断層を通路とした熱水活動の存在を示唆する可能性がある。

(2) 地域中央部のクムイシュタッグ上流のR2单元中に抽出された同单元の走向方向に平行して断続的に分布するスペクトル異常域は、R2单元を構成する炭酸塩岩の一部に生じた変質あるいはスカルン化を反映している可能性がある。

(3) 地域南東部のチムタッシュ上流で、R1单元を境する西東西-東南東系の断層系断層に沿い同断層の走向方向に伸長するスペクトル異常域は、上記(1)と同様に同系統の断層を通路とした熱水活動の存在を示唆する可能性がある。