

カザフスタン共和国 コクペティンスカヤ地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成13年 1 月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

## はしがき

日本国政府はカザフスタン共和国政府の要請に応え、同国の旧首都アルマティの北東方約 750km に位置するコクペティンスカヤ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、この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 12 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 名の調査員を平成 12 年 8 月 23 日から平成 12 年 10 月 16 日まで現地に派遣した。

現地調査は、カザフスタン共和国政府関係機関、カザフスタン共和国エネルギー・鉱物資源省（旧天然資源環境保護省）地質地下資源保護利用委員会の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、第 1 年次の調査結果をまとめたもので、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御協力をいただいたカザフスタン共和国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、在カザフスタン共和国日本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 13 年 1 月

国際協力事業団

総 裁 齊 藤 邦 彦



金属鉱業事業団

理 事 長 田 代 直 弘

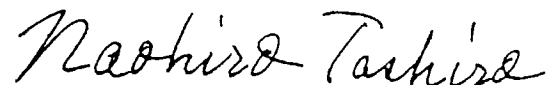




Fig. I -1 Location Map of the Kokpetinskaya Area

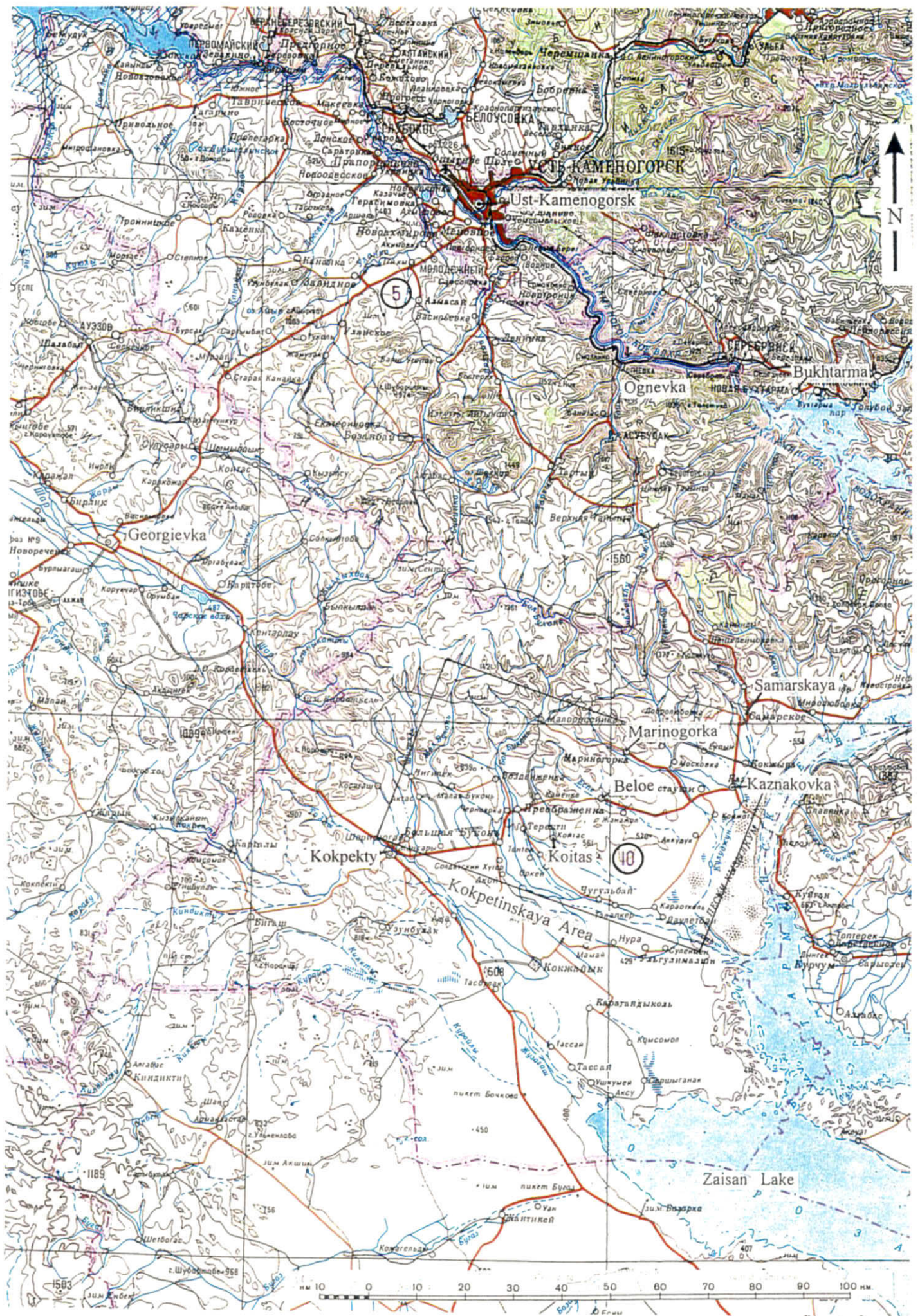


Fig. I -2 Detailed Location Map of the Kokpetinskaya Area

## 要 約

本調査は、国際協力事業団及び金属鋳業事業団とカザフスタン共和国、エネルギー・鋳物資源省（旧天然資源環境保護省）地質地下資源保護利用委員会の間で交わされた「Scope of Work」に基づいて3ヶ年計画で開始された「資源開発協力基礎調査：カザフスタン共和国コクペティンスカヤ地域」の初年次にあたる。

本調査の目的は、対象地域において漂砂型のイルメナイト鋳床を胚胎する地質及び同鋳床の賦存状況を解明し、相手国における資源開発の支援を行うことを目的とする。また、調査期間を通じて相手国機関に対し、技術移転を図ることを目的としている。

今年度は、コクペティンスカヤ地域の全域（2,700 km<sup>3</sup>）を対象に既存資料の収集・解析と地質調査（概査）を行った。また、ベクチミール第1鋳体南地区においてボーリング調査（12孔，471 m），ベクチミール第3鋳体南地区においてボーリング調査（5孔，184 m）を実施した。

これらの調査で得られた結果を総合的に検討し、以下の結論を得た。

本地域で有望な鋳床は、新第三系アラル層下部層中に胚胎するイルメナイト漂砂鋳床である。

今年度の調査結果で、ベクチミール第1鋳体南延長部では南側に行くに従ってイルメナイトの品位が僅かに低下し、被覆土の厚さが増すものの、鋳体の幅は増大し、鋳体の容量が増大する傾向にあることが明らかにされた。本年度の鋳量計算の結果、鋳量増分はC<sub>2</sub>カテゴリーに相当し、鋳量5百万 m<sup>3</sup>、イルメナイト量620千 t、イルメナイト平均品位は124 kg/m<sup>3</sup>であった。また、第3鋳体の南側では5孔のうち2孔で鋳体を確認した。

本年度の調査の結果、本地域のイルメナイト鋳床の堆積環境には2つの仮説が考えられた。第1の仮説は、断裂の弱線帯に規制された旧溪谷の河床底に堆積した漂砂鋳床であり、第2の仮説は、湖底地形平坦部に堆積した漂砂鋳床とするものである。

この考えに基づけば、既存鋳床の延長部の探鋳にはボーリング調査が有効であるが、全く未探鋳の地域においては物理探査等で旧河川の抽出を目的とした地下構造を把握する手法が有効と考えられる。

今後の調査としては、ベクチミール第1鋳体の南限と鋳体幅を確認するために、さらに追加ボーリングを実施し、第1鋳体南の鋳量評価を行う必要がある。但し、鋳体は南に向かって被覆土が厚くなることから、経済的に採掘可能な深度を見極めながら調査を行う必要がある。

また、ベクチミール第3鋳体南で捕捉された鋳化作用は上述する二つの仮説のどちらによるものか判別されないため、鋳体の方向を確認するボーリングが必要である。

既存資料によるとカラオトケル鉱床は多くのボーリングが実施され、ジルコン品位がやや高いもののイルメナイト品位が低いことから、既存資料による再評価を行うことにとどめ、ボーリング調査等の現地調査については他地区に較べて優先度が低い。

本漂砂鉱床の賦存の可能性は、イルメナイト、ジルコンの源岩となっているプレオブラゼンスキイ貫入複合岩類、カラオトケルスキイ貫入複合岩類の分布状況と地質構造に大きく左右される。そのため、ベクチミール北、ベクチミール、カラオトケル地区を含む地域で地質精査を実施し、これら貫入岩類の分布状況を明らかにすることでイルメナイトの探鉱有望地を絞り込むことが可能と考えられる。

また、イルメナイトが賦存する地質構造を把握する方法として、旧溪谷地形の抽出に効果的と考えられる物理探査も検討する必要があると考えられる。

カザフスタン共和国コクペティスカヤ地域

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	1
1-2 第1年次調査の概要	1
1-2-1 調査地域	1
1-2-2 調査内容	1
1-2-3 調査団の編成	4
1-2-4 調査期間	5
第2章 調査地域の地理	7
2-1 位置及び交通	7
2-2 地形及び水系	7
2-3 気候及び動植物	8
第3章 調査地域の既存地質情報	11
3-1 既往調査概要	11
3-2 一般地質及び地質構造	12
第4章 調査結果の総合検討	19
4-1 地質及び地質構造と鉍化作用の関係	19
4-2 鉍化作用の特性	19
4-3 イルメナイト及びジルコンの起源	23
4-4 鉍床賦存のポテンシャルについて	25

第5章 結論及び将来への提言	33
5-1 結論	33
5-1-1 地質調査	33
5-1-2 ボーリング調査	34
5-2 第2年次調査への提言	35

## 第 II 部 各 論

第1章 既存資料の解析	37
1-1 調査目的	37
1-2 既往調査の解析	37
第2章 地質調査	43
2-1 調査目的	43
2-2 調査方法	43
2-3 調査結果	43
第3章 ボーリング調査	51
3-1 調査目的	51
3-2 調査方法	51
3-3 調査結果	52
3-3-1 ベクチミール第1鉍体南地区	52
3-3-2 ベクチミール第3鉍体南地区	55
3-4 ベクチミール第1鉍体南地区の鉍量計算	56
3-4-1 計算方法	56
3-4-2 計算結果	57
3-5 まとめ及び考察	57
3-5-1 ベクチミール第1鉍体南地区	57
3-5-2 ベクチミール第3鉍体南地区	59



### 第 III 部 結論及び将来への提言

第 1 章 結論	87
1-1 地質調査	87
1-2 ボーリング調査	88
第 2 章 第 2 年次調査への提言	91
参考文献	93
巻末資料	A-1

## LIST OF FIGURES

Fig.I-1	Location Map of the Kokpetinskaya Area
Fig.I-2	Detailed Location Map of the Kokpetinskaya Area
Fig.I-3-1	Geological Map of the Kokpetinskaya Area
Fig.I-3-2	Schematic Geologic Column of the Kokpetinskaya Area
Fig.I-4-1	Schematic Structural Map of the Kokpetinskaya Area
Fig.I-4-2	Schematic Geological Map of the Kokpetinskaya Area
Fig.II-1-1	Existing Data of the Kokpetinskaya Area
Fig.II-2-1	Location Map of the Samples
Fig.II-3-1	Location Map of the Drillholes in the Kokpetinskaya Area
Fig.II-3-2	Location Map of the Drillholes on the Southern Flank of Bektemir No. 1 Ore Body
Fig.II-3-3	Geologic Cross Section along MJBK-1, 2, 3, 4 and 5 (Line-38)
Fig.II-3-4	Geologic Cross Section along MJBK-6, 7, 8, 9 and 10 (Line-34)
Fig.II-3-5	Geologic Cross Section along MJBK-16 and 17 (Line-30)
Fig.II-3-6	Longitudinal Geologic Cross Section along Bektemir No. 1 Ore Body
Fig.II-3-7	Geologic Cross Section along MJBK-11, 12, 13, 14 and 15 (Line-2G)
Fig.II-3-8	Geologic Cross Section between Bektemir No. 1 Ore Body and the Southern Flank of Bektemir No. 3 Ore Body

## LIST OF TABLES

Table I-1-1(1),(2)	Outline of the Survey
Table I-2-1	Geographic Coordinates of the Kokpetinskaya Area
Table I-2-2	Climatic Features of the Kokpetinskaya Area
Table I-4-1	List of the Placer Ore Bodies in the Kokpetinskaya Area
Table I-4-2	Ilmenite Content and Maximum Economical Stripping Ratio
Table II-1-1	Ore Reserves and Grade of the Karaotkel Placer
Table II-1-2	Ore Reserves and Grade of the Bektemir Placer
Table II-3-1	Quantity of Drilling Works, Core Recovery and Efficiency of Drilling in the Kokpetinskaya Area
Table II-3-2	Results of Drilling Survey by Each Hole in the Kokpetinskaya Area
Table II-3-3	Results of Drilling Survey by Each Machine in the Kokpetinskaya Area
Table II-3-4	General Results of the Drilling Works in the Kokpetinskaya Area
Table II-3-5	Consumable Drilling Articles in the Kokpetinskaya Area
Table II-3-6	Major Mineralization Zones Revealed by Drillings on the Southern Flank of Placer No. 1
Table II-3-7	Major Mineralization Zones Revealed by Drillings on the Southern Flank of Placer No. 3
Table II-3-8	Ilmenite Content, Ore Sands and Overburden Thickness at the Southern Flank of Placer No. 1 in Block III C <sub>2</sub>
Table II-3-9	Ore Reserves Calculation of Category C <sub>2</sub> for the Southern Flank of Placer No. 1

## LIST OF PLATES

PL. II-2-1	Geologic Map of the General Survey Area
PL. II-2-2	Schematic Structural Map of the Southern Flank of Bektemir Placer No. 1 and No. 3

## APPENDICES

- Appendix 1. Geologic Core Logs of the Drillings
- Appendix 2. Results of Laboratory Works
- Appendix 2-1 List of Laboratory Works
  - Appendix 2-2 Microscopic Observations of the Thin Sections
  - Appendix 2-3 Photomicrographs of the Thin Sections
  - Appendix 2-4 Results of X-Ray Diffraction Analysis
  - Appendix 2-5 Quantity Mineralogical Analysis of Usual and Check Samples
  - Appendix 2-6 Inside Geological Check of Mineralogical Analysis
  - Appendix 2-7 Outside Geological Check of Mineralogical Analysis
  - Appendix 2-8 Chemical Analysis of Check Samples for TiO and ZrO<sub>2</sub>
  - Appendix 2-9 Grainmetric Analysis of Monomineral Fraction of Ilmenite
  - Appendix 2-10 Grainmetric Analysis of Monomineral Fraction of Zircon
  - Appendix 2-11 Chemical and Spectral Quantity Analysis of Ilmenite
  - Appendix 2-12 Chemical and Spectral Quantity Analysis of Zircon
  - Appendix 2-13 Determination of Zircon Radioactivity
  - Appendix 2-14 Chemical Analysis of Water Sample
  - Appendix 2-15 Chemical Analysis of Water Sample According to the State Standard (GOST) "Drinking Water"
  - Appendix 2-16 Physical – Mechanical Test of Rock
- Appendix 3. Miscellaneous Data for the Drilling Survey
- Appendix 3-1(1)~(3) List of the Used Equipment for Drilling
  - Appendix 3-2(1)~(17) Miscellaneous Results of Drilling Works on Individual Drillhole
  - Appendix 3-3(1)~(7) Progress Record of Drilling
- Appendix 4. Amount of Exploration Works by the Kazakh Side

第 I 部 総 論

# 第1章 序 論

## 1-1 調査の経緯

本調査は、カザフスタン共和国政府の要請を受けて、2000年6月6日付で締結された Scope of Work に基づいて、日本国政府がカザフスタン共和国コクペティンスカヤ (Kokpetinskaya) 地域において、鉱物資源調査を実施するものである。

本調査の目的は、Fig. I-1 に示すカザフスタン共和国コクペティンスカヤ地域において、漂砂型のイルメナイト鉱床を胚胎する地質及び同鉱床の賦存状況を解明し、相手国における資源開発の支援を行うことを目的とする。また、調査期間を通じて相手国機関に対し、技術移転を図ることを目的としている。

カザフスタン共和国は、地下資源の豊富な国として知られ、金属資源埋蔵量は世界的な規模を誇るものが多い。近年の金属産業は、海外企業の投資に伴う技術移転や新しい経営手法等の要因により、主に金、チタン (スポンジチタン)、亜鉛、銅地金の成長が著しく、1997年現在における非鉄金属産業の伸び率は12%となった。これらのうちスポンジチタンの生産量は世界第4位、副産物のマグネシウム地金の生産量は同6位を占める。今後においても将来性のある鉱床が多数存在することから、更なる成長が期待されている。

本案件対象地域におけるチタン資源の埋蔵ポテンシャルは有望視されており、商業性の高い埋蔵量が確認された場合は、同地域では既に大規模なチタン製錬コンビナートが存在しており、比較的容易に事業化が可能と見込まれる。同国は外貨獲得に資する当該分野の発展に注力しており、かかる事情を背景として、新たに本案件が要請されたものである。

## 1-2 第1年次調査の概要

### 1-2-1 調査地域

コクペティンスカヤ地域は、旧首都アルマティ (Almaty) の北東方約750km、東カザフスタン州の州都ウスチカメノゴルスク (Ust-Kamenogorsk) の南方約150kmのコクペティンスキイ (Kokpetinskiy) 地区に位置している (Fig. I-1)。

本調査地域の地形は、標高500m程度のほとんど平坦で僅かに緩やかな傾斜を持つ丘陵地で、主に小麦、ヒマワリ等の畑地等が広がる。移動路は平坦な丘陵地を横切る舗装路及び一部未舗装道路である。

### 1-2-2 調査内容

第1年次は、調査対象地域 2,700 km<sup>2</sup> に対し既存資料の検討・解析及び地質調査、

地域内の2地区（第1鉍体南地区，第3鉍体南地区）においてボーリング調査（延17孔，合計655.0 m）を実施した。

1) 既存データ解析

(1) 目的

コクペティンスカヤ地域において，相手国機関等が地質調査等を実施して作成した地質図，構造図，地質文献・論文等の既存データを総合的に解析し，地域内の鉍床及び鉍徴地の概要並びに鉍床の賦存状況を明らかにし，次年度以降の調査方針を策定するのに必要なデータ・知識を理解・整理・解析する。

(2) 実施場所

日本国内で解析を実施した。

2) 地質調査

(1) 目的

地質概査により，調査対象地域の地質及び地質構造を把握する。特に，鉍床を胚胎している第三紀層の分布確認，古河川及び後背地の推定を行う。

また，ボーリングコア調査を実施し，コクペティンスカヤ地域の地質及び地質構造と鉍床の生成の関係を把握する。主に既存データから鉍床の賦存の可能性が高いベクチミール（Bektemir）地区において，イルメナイト鉍体の発達状況を把握する。これらの結果に基づき，本地域の鉍床規模の概要と採算性を明らかにする。

(2) 現地調査

コクペティンスカヤ地域全域（2,700 km<sup>2</sup>）で下記の地質概査を実施した。

Table I -1-1 Outline of the Survey (1)

調査項目	調査内容及び調査量
地質調査	地質調査（概査） 調査量 面積； 2,700 km <sup>2</sup> 踏査長； 72 km
	ボーリングコア調査（別表3） 総延長； 655 m （17孔）

踏査は，縮尺100,000分の1の地形図を拡大して縮尺50,000分の1ルートマップを作成し，調査結果は，縮尺100,000分の1の地質図に纏めた。ボーリングコア調査は縮尺200分の1のボーリングコア柱状図に纏め，ボーリング結果は探鉍

測線毎の地質断面図に纏めた。

また地質概査とボーリングコア調査と同時に Appendix 2-1 示す数量の室内試験を行い、解析に反映させた。

### 3) ボーリング調査

#### (1) 目的

ベクチミール地区において、既知鉱体であるベクチミール第1鉱体及び第3鉱体の南延長域における鉱体の捕捉、発達状況の把握を目的としたボーリングを実施する。

#### (2) ボーリング位置及び調査量

ボーリングは、Fig.II-3-1に示す位置において実施した。調査量を下に示す。

Table I -1-1 Outline of the Survey (2)

地区名	試錐番号	方位	傾斜	掘進長
ベクチミール (第1鉱体南) 500 m x 200 m グリッド	MJBK-1	—	-90°	32.0 m
	MJBK-2	—	-90°	44.0 m
	MJBK-3	—	-90°	41.0 m
	MJBK-4	—	-90°	36.0 m
	MJBK-5	—	-90°	37.0 m
	MJBK-6	—	-90°	30.0 m
	MJBK-7	—	-90°	43.0 m
	MJBK-8	—	-90°	43.0 m
	MJBK-9	—	-90°	42.0 m
	MJBK-10	—	-90°	36.0 m
	MJBK-16	—	-90°	41.0 m
	MJBK-17	—	-90°	46.0 m
小計	12孔			471.0 m
ベクチミール (第3鉱体南) 200 m間隔	MJBK-11	—	-90°	37.0 m
	MJBK-12	—	-90°	41.5 m
	MJBK-13	—	-90°	39.0 m
	MJBK-14	—	-90°	32.0 m
	MJBK-15	—	-90°	34.5 m
計	5孔			184.0 m
合計	17孔			655.0 m

#### (3) 現地調査

ボーリング掘進は、現地ボーリング業者の”GEOINCENTRE”を起用して実施した。鑑定と写真撮影を行った後にAppendix 2-1に示す数量の各種サンプリングを



行い、室内試験を実施した。コアの鑑定結果は縮尺200分の1の柱状図にまとめた。

### 1-2-3 調査団の編成

本調査の計画と折衝、現地調査に参加した調査員は次のとおりである。

#### 1) 調査計画及び折衝

日 本 側		カザフスタン共和国	
氏 名	所 属	氏 名	所 属
逆瀬川 敏夫 (団長,総括)	金属鉱業事業団	M. Saiduakasv	エネルギー・鉱物資源省(旧天然資源環境保護省)地下資源保護利用委員会
千葉 正之 (作業監理)	国際協力事業団	A. M. Zhylkaidarov	同上
神田 慶太 (地質)	金属鉱業事業団	S. B. Berikbolov	同上
安田 浩司 (鉱業事情)	同上		

#### 2) 現地調査団

日 本 側		カザフスタン共和国	
氏 名	所 属	氏 名	所 属
福元 勝治 (団長)	三井金属資源開発(株)	M. Saiduakasv (全般)	エネルギー・鉱物資源省 (旧天然資源環境保護省) 地下資源保護利用委員会
石塚 善章 (ホーリング)	同上	A. M. Zhylkaidarov (全般)	同上
山本 延彦 (ホーリング)	同上	S. B. Berikbolov (全般)	同上
		A. A. Malygin (全般)	東カザフスタンの地質局
		E. M. Selifonov (全般)	GEOINCENTRE
		I. E. Selifonov (全般)	同上
		E. G. Maksimov (地質)	同上
		V. Y. Pashov (地質)	同上

#### 3) 現地作業監理

沖畠 弘芳 金属鉱業事業団 平成 12 年 8 月 31 日～9 月 2 日, 9 月 24 日～9 月 27 日  
 伊藤 正 金属鉱業事業団 平成 12 年 9 月 21 日～9 月 30 日  
 増田 一夫 金属鉱業事業団 平成 12 年 9 月 21 日～10 月 7 日  
 片山 弘行 金属鉱業事業団 平成 12 年 9 月 21 日～10 月 7 日

1-2-4 調査期間

項目	2000年						2001年		期間
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	
計画・準備		17 — 22							8月17日～ 8月22日
現地調査		23 —		16 —					8月23日～ 10月16日
試験・分析			26 —				18 —		9月26日～ 1月18日
報告書作成				17 —			31 —		10月17日 ～1月31日

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

コクペティンスカヤ (Kokpektinskaya) 地域は、行政区としては東カザフスタン州コクペティンスキイ (Kokpektinskiy) 地区に位置し、2,700 km<sup>2</sup>の面積を占める (Fig. I-1,2)。

Table I -2-1 Geographic Coordinates of the Kokpetinskaya Area

Angular points of Area's contour	Coordinates	
	Northern latitude	Eastern longitude
1	48°46'51"	82°21'33"
2	49°07'22"	82°33'15"
3	48°54'37"	83°26'21"
4	48°34'07"	83°14'48"

人口密集地としては、地域南西にコクペクティ (Kokpekty) 村、北東にサマルスカヤ (Samarskaya) 村がある。鉱床付近にはベロエ (Beloe)、コイタス (Koitas) 等の村落がある。

本地域周辺の行政の中心であるコクペクティは、本地域の南西境界付近にあって、州都のウスチカメノゴルスク (Ust-Kamenogorsk) とは東側主要道路のコクペクティ --- サマルスカヤ --- ウスチカメノゴルスク線 (224 km) と西側のコクペクティ --- ゲオルギエフカ (Georgievka) --- ウスチカメノゴルスク線 (200 km) で連絡される。これらの道路は、冬季の山間部における吹雪、雪崩による短期間の閉鎖を除き年間を通じて通行可能である。

本地域内の多くの小村を結んでネットワーク状の車道が発達する。

5月～10月の間は、カズナコフカ (Kaznakovka) から6 kmに位置するブクトルマ (Bukhtarma) 貯水池の波止場から船でウスチカメノゴルスク、ブクトルマ駅まで通行可能である。

最寄りの駅は、ベクチミール (Bektemir) 鉱床北方約100 kmにオグネフカ (Ognevka) がある。

### 2-2 地形及び水系

#### 1) 地形

本地域の地形は、カルビンスキイ (Kalbinskiy) 山脈南麓地域、山脈－盆地漸移帯の小丘地域、ザイサンスカヤ (Zaysaskaya) 盆地北西縁辺部の3つに区分することができる。

カルピンスキイ山脈南麓地域は、本地域北部に位置する山岳地帯で、尾根に岩石が露出する。尾根部の標高は1,200-1,400 m、峡谷底の標高は750-800 mである。

山脈-盆地漸移帯の小丘地域は、マルブコン (Mal.Bukon) , ボルブコン (Bol.Bukon) , クルジュン (Kuludzhun) 川等の中流地域にあたり、標高は尾根部で960-970 m、山麓部のポドゴルノエ (Podgornoye) , ペロエ, マリノゴルカ (Marinogorka) 村付近で550-600 mである。

ザイサンスカヤ (Zaysaskaya) 盆地北西縁辺部は、ポドゴルノエ, ペロエ, マリノゴルカ村の南部にあたる平坦地で、第四系中にプレオブラゼンスキイ (Preobrazhenskiy) , カラオトケルスキイ (Karaotkelskiy) 貫入岩体と接触変成作用を被った石炭系の風化残丘が露出する。標高は、北部及び北西部の丘陵部で650 m、ボーリング探鉱地 (ハクチミル第1鉱体南, 第3鉱体南) のある南部の平坦地で450-480 mである。

## 2) 水系

本地域は、イリティッシュ (Irtysh) 川 (現在のザイフ貯水池) の左岸に位置し、調査地域内にはカルピンスキイ山脈に源を発するマルブコン, ボルブコン, クルジュン等の河川がある。これらの河川は南流して下流のテンテク-ボルブコン (Tentek-Bol.Bukon) 川の沼沢地域で東方に方向を変える。

山間、山麓地域の河川の増水期は4月~6月、下流では4月~5月が氾濫期にあたる。6月からは表流水がなくなる。また、11月末~12月末になると河川は凍結し、4月に氷は溶解する。

## 2-3 気候、動植物

### 1) 気候

本調査地域は、モンゴル型大陸性、中央アジアステップ・半砂漠、西シベリア型大陸性気候の混合であり、気温の日、季節、年間変化が著しく、湿度が低いのが特徴である。

主要な気象データを Table I -2-2 に示す。

冬季の天気は主として晴である。最も寒い月は1月で、最低気温は-36~-45℃に達する。降雪は10月20日頃から始まり、11月に激しくなる。表土は深さ1.5 mまで凍結し、0.9-1.1 mの雪で覆われる。根雪となる日数は、年間150-160日である。冬季には風速4-7 m/秒の北風と東風が多い。吹雪は月3-15日 (平均10日) 頻発する。融雪は3月末~4月初めに始まる。

夏季の天気も主として晴である。日中の気温変化が著しく変化し、最も暑い7月の気温は35~42℃である。夏季の降雨量は年間降雨量の30~40%を占める。降

雨は主として雷を伴う豪雨であるが洪水災害は希である。春から夏の乾燥期は1～2ヶ月である。

野外での作業期間は、4月～10月中旬が適する。

## 2) 動植物

### (1) 植物

植生は雑多であり、自然植生の他、耕作地、植林地、草地、牧草地がある。

カルピンスキイ山地の山腹、峡谷では野バラ、スイカズラ、サンザシ等の低木が藪を形成する。川沿いには、柳、野桜、野バラ、ガマズミ、フサスグリの藪が成長する。

小丘地帯の川沿いにはホップや黒イチゴの藪が繁殖し、氾濫原は耕されて耕作地として利用されている。

サイサンスカヤ盆地北西端の川沿いにはスゲ、トウシン草の藪や泥地、耕作地が多い。

### (2) 動物

山間部、低山間部には黒雷鳥、ハシバミ雷鳥、ヤマウズラ、野バト、狐、狼及び蛇が生息する。

本地域北部のカルピンスキイ山脈はカバルガカモシカ、イノシシ、ステップ野ガン、トビネズミ、その他の固有種が保護されている。

Table I -2-2 Climatic Features of the Kokpetinskaya Area

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average
Temperature (°C)	-17,9	-15,4	+9,9	+4,9	+13,4	+19	+21,4	+19,8	+19,1	+4,9	-7,2	-15,6		+3,04
Precipitation (mm)	27	20	30	33	45	47	42	46	19	12	15	23	359	-
Evaporation from the surface (mm)	-	-	-	60	98	99	96	90	70	51	-	-	564	-
Average number of days with unfavorable conditions; Strong wind ( $\geq 15$ m/sec)	-	-	-	0,8	1,5	1,3	1,0	1,4	1,0	-	-	-	7.0	-
Ditto; Dust storms	-	-	-	0,5	2,1	2,7	3,3	3,2	2,3	-	-	-	14.1	-

## 第3章 調査地域の既存地質情報

### 3-1 既往調査概要

#### 1) 地質調査

1952年, G.I. Sokratovが1:200,000のM-44-XXIX図幅について1:200,000の地質調査を実施し, 1964年に地質図, 1965年に図幅説明書を作成した (Fig.II-1-1)。

1956-1958年, B. F. Baranov, N. I. BykovaとM. A. MurakhovskiyがM-44-XXX図幅について1:200,000の地質調査を実施し, 1963年に地質図を発行した。

1961年, N.N. PopovaとV.E. Popovが1:200,000の地質図 (M-44-XXIX) と図幅説明書を作成した。

1964-1968年, アルタイ地質・物探隊が1:50,000の磁気探査と電気探査を実施したが有望な鉱床は抽出できなかった。

#### 2) 鉱床探査

1960年代から現在に至るまで, 本地域の金, 石炭及びチタン砂鉱床の探鉱が断続的に実施されている。

##### (1) 金

1973-1975年, AltayzolotoのK. S. Akhmetovがコクペティンスカヤ地域を含む地域でカルビイ (Kalby) 金鉱床の予備評価作業を実施した。19世紀後半から20世紀前半まで採掘された金及び硫化鉱物を伴い石英脈の多くがポテンシャルありと評価された。

最近, 地質科学研究所アルタイ (Altay) 支所が金の探鉱を提案している。

##### (2) 石炭

1951年, V. G. Sagunovはコクペティンスカヤ地域で石炭鉱床を探鉱し, B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>カテゴリーの鉱量88千tを計上したが, 非常に小規模である。

1965~1967年間に非金属原料地質隊によって石炭ボーリングが実施され, コクペクティ (Kokpekti) 層上部層に石炭胚胎層が確認されたが, 有望なポテンシャルは確認されなかった。

現在まで, 第四系に被われたコクペクティ層上部層の石炭胚胎層の濃集状況は不明である。

##### (3) チタン

1965~1967年, 非金属原料地質隊によって石炭を対象とするボーリングが実施され, カラオトケル (Karaotkel) イルメナイト・ジルコン鉱床が発見された。

1972年, 同地質隊によって初期探鉱が実施された。

1983~1989年, 国家レアメタル研究所 (GIREDMET) によって長石, 石英を含

めて鉱量の再評価が実施された。1990年、再計算された鉱量が国家鉱量委員会によって承認された。

しかし、長石に対する需要不足、複雑な砂鉱床処理のための資金困難、チタン・マグネシウムコンビナート（TMK）社の関心不足によってカラオトケル鉱床の開発は保留となった。

1988-1992年、アルタイ地質探査部隊がカラオトケル鉱床地域でスケール1:50,000の地化探・物理探査を実施し、1989年ベクチミール（Bektemir）イルメナイト鉱床を発見した。1990-1995年、同探査部隊がプレオブラゼンスキイ（Preobrazheskiy）貫入複合岩体地域で探鉱・評価作業を実施した。これらの探鉱の結果、プレオブラゼンスキイ貫入複合岩体の周辺に3つのイルメナイト鉱床（第1、第2、第3鉱体）が確認された。

1997-1998年、チタン・マグネシウムコンビナート社の資金によりコンサルタント会社“Geoincenter”社が第1鉱体の技術的、経済的評価を実施し、国家鉱量委員会はC<sub>2</sub>カテゴリーの鉱量9,269千m<sup>3</sup>、イルメナイト1,634千t、イルメナイト平均含有量176.3 kg/m<sup>3</sup>を承認した。

1998-1999年、チタン・マグネシウムコンビナート社の資金により“Geoincenter”社が第1鉱体の詳細探鉱を実施し、国家鉱量委員会はB+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>カテゴリーの鉱量11,958千m<sup>3</sup>、イルメナイト1,815千t、イルメナイト平均含有量151.78 kg/m<sup>3</sup>を承認した。

さらに1999年、UNIDOによってベクチミール鉱床のイルメナイト選鉱場プロジェクトに関するフィージビリティスタディが実施された。

### 3-2 一般地質及び地質構造

本地域の地質は下記の地質单元よりなる（PL.II-2-1, Fig. I -3-1, Fig. I -3-2）。

#### 1) 基盤岩類（古生界）

##### (1) 下部石炭系アルカリク（Arkalyk）層

本層は、堆積岩類、火山砕屑岩類、石灰岩からなる。

##### (2) 下部石炭系コクベクティ（Kokpekti）層

本層は、堆積岩類、火山砕屑岩類、石灰岩からなる

##### (3) 中部石炭系ブコン（Bukon）層

本層の下部は礫岩、砂岩、頁岩、上部は頁岩、石炭質頁岩からなり、まれに砂岩、凝灰質砂岩を含む。

##### (4) 中部-上部石炭系マイティアブ（Maityab）層

本層は薄い凝灰岩、凝灰質砂岩を挟む安山岩質ヒン岩、安山岩まれに玄武岩



質，輝緑岩質ヒン岩の噴出岩類からなる。

## 2) 上部白亜系風化殻

上部石炭紀の堆積岩類，火山岩類及び貫入岩類上に発達した白亜紀の風化殻で，粘土化（カオリン，モンモリロナイト，イライト）が著しい。

## 3) 新生界

新生界は，新第三系と第四系からなる。

### (1) 新第三系アラル（Aral）層

本層は粘土，砂質粘土，砂，ロームからなり，まれに礫を含む。本層はイルメナイト砂鉱床の胚胎層準である。

### (2) 第四系

第四系は下部の玉石混じり砂礫，中部－上部のローム，粘土，風成砂，現世の河床堆積物からなる。

## 4) 火成岩類

古生界中に貫入したプレオブラゼンスキイ（Preobrazhenskiy）貫入複合岩体，カラオトケルスキイ（Karaotkelskiy）貫入複合岩体と岩脈類が分布する。

### (1) プレオブラゼンスキイ貫入複合岩体，カラオトケルスキイ貫入複合岩体

これらの貫入複合岩体は，下記の貫入時期，岩相に区分できる。

① マクストスキイ（Maksutskiy）貫入複合岩体（上部二畳紀－下部三畳紀）；斑巖類，閃緑岩，モンゾニ岩

② サイカンスキイ（Saikanskiy）貫入複合岩体（中部－上部三畳紀）；閃長岩，閃緑岩，花崗閃長岩

③ デルベゲテイスキイ（Delbegeteyskiy）貫入複合岩体（下部－中部ジュラ紀）；花崗岩，花崗閃長岩

### (2) 岩脈類

花崗斑岩，閃長斑岩，花崗閃緑岩，石英斑岩，アブライトが古生界に貫入している。

## 5) 地質構造

コクペティンスカヤ地域は，カザフスタニ（Kazakhstani）大陸とゴルニーアルタイ（Gorny Altai）旧大陸との衝突地域に位置している。衝突は，NW方向に延長800 km，幅10-15～70kmにわたって延びるゴモスタエフスコ（Gornostayevsko）－チャルスコ（Charsko）－ジムナイスカヤ（Zimunayskaya）断裂帯に沿って，ヘルシニアン構造運動の最終期に発生した。本地域の北東を通過するWNW-ESE方向のバラジャルスキイ（Baladzhalskiy）断層は本断裂帯の一部を構成する（Fig. I-4-1, 2）。

ヘルシニアンの断裂帯は複雑な構造を有し，褶曲，断層，衝上断層によって転位

した時代の異なる地層からなるメランジェが帯状、レンズ状、ブロック状に露出している。メランジェはシルル紀からヴィセアン (Viséan) (下部石炭紀) の石灰岩、スピライト、輝緑岩、安山岩、珪岩、泥岩などからなる。

褶曲と上部ヴィセアンの浸食の後、モラッセが形成された。中部～上部石炭紀の海成及び陸成のコクベティ層、陸成のプロコン層、マイティアブ層がこれに相当する。モラッセの厚さは8 kmに達する。

バラジャルスキ断層は溶融マグマの通路と考えられ、プレオブラゼンスキ貫入複合岩体、カラオトケルスキ貫入複合岩体の貫入も本断裂帯に関連すると考えられる。

NE-SW方向のベクチミルスキ (Bektemirskiy) 断層、エスピンスキ (Espinskiy) 断層は、横ずれ断層あるいは変位の少ない断層と考えらる。

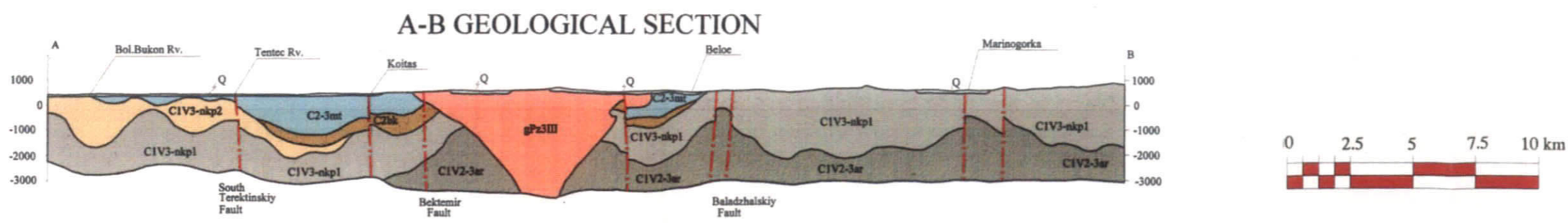
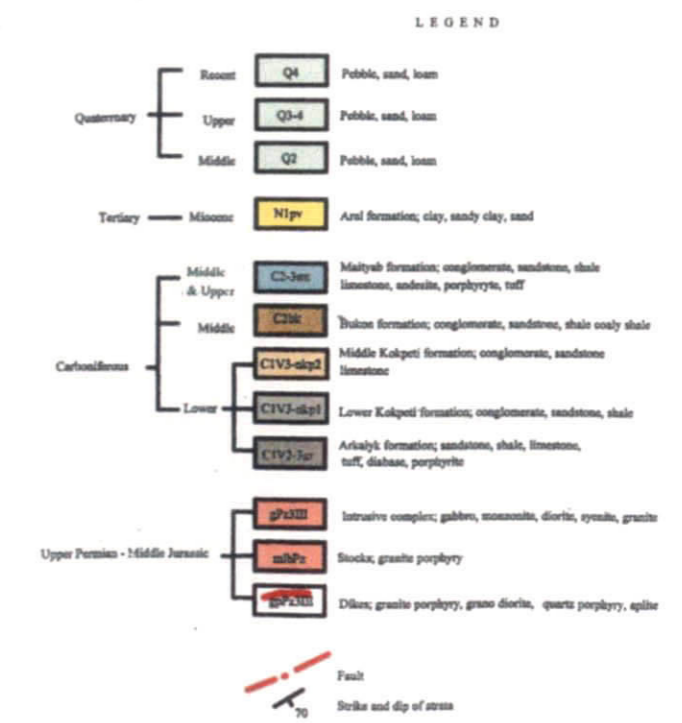
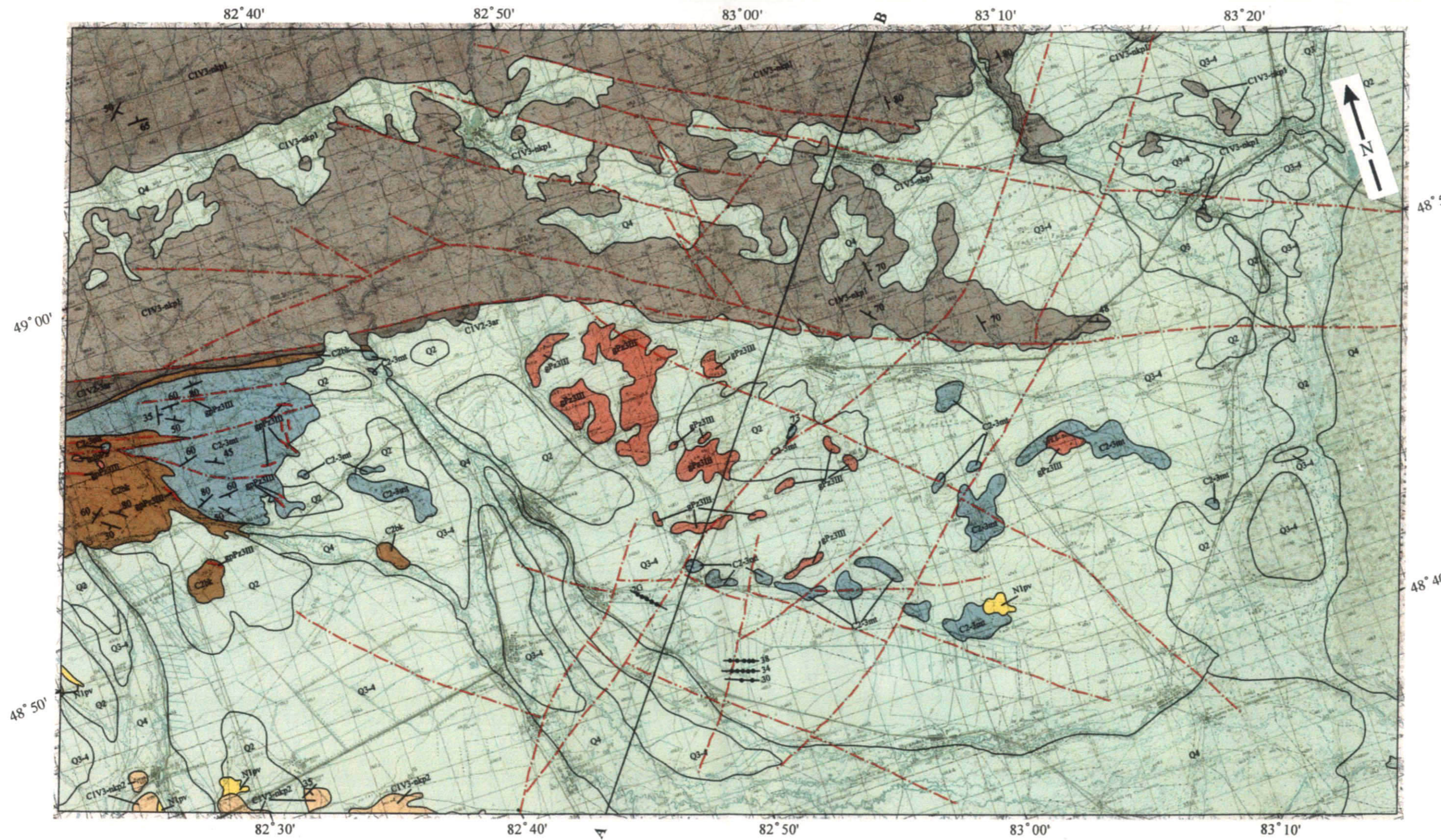


Fig. I-3-1 Geological Map of the Kokpetinskaya Area

System	Series	Stage	Mark	Geologic column	Thickness	Characteristics of rock	
Quaternary	Recent		Q <sub>4</sub>		0-5	Pebble, sand, sandy loam, loam and clay with rock fragments	
	Upper		Q <sub>3,4</sub>		0-15	Pebble, sand, sandy loam, loam and clay with rock fragments	
	Middle		Q <sub>2</sub>		0-10	Pebble, sand, clay, loam and sandy loam	
	Lower		Q <sub>1</sub>		0-10	Sand, pebble and gravel	
Neogene	Miocene		Ni <sup>1</sup> Py		0-20	Aral formation; clay, sandy clay and sand with ilmenite placer	
Carboniferous	Middle and Upper		C <sub>3m1</sub>		1500-2000	Maityab formation; Conglomerate, sandstone, siltstone, shale, limestone, andesite, porphyrite and tuff, with flora and fauna	
	Middle		C <sub>3b1</sub>		1500-2000	Bukon formation; Conglomerate, arkose sandstone, sandstone, siltstone, shale, coaly shale and coal with flora	
	Lower	Viscan and Namur		C <sub>3v1n1p2</sub>		300-500	Upper Kokpekti formation; Conglomerate, greywacke sandstone, siltstone, shale and coal with flora and fauna
				C <sub>3v1n1p2</sub>		1000	Middle Kokpekti formation; Tuffaceous conglomerate, sandstone, siltstone, shale and limestone with fauna
		Viscan		C <sub>3v1s1p1</sub>		1500	Lower Kokpekti formation; 1. North east zone-Tuffaceous sandstone, siltstone and shale 2. South west zone- Conglomerate, tuffaceous sandstone, siltstone, and shale with flora and fauna
Viscan		C <sub>3v1s1p1</sub>		1500 1000	Arkalyk formation; 1. North east zone- Sandstone, siltstone, shale, limestone, tuff, diabase, porphyrite, felsite 2. South west zone- Shale, siltstone, sandstone, tuff, limestone with fauna		

Fig. 1-3-2 Schematic Geologic Column of the Kokpetinskaya 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

鉱床地域は、ザイサン (Zaisan) 盆地の北西部にあたり、東ザルミンスキイ (East Zharminskiy) 複向斜帯に位置する。本複向斜帯は北側を WNW-ESE 方向のバラジャルスキイ (Baladzhalskiy) 断層によって境され、西カルピンスキイ (West Kalbinskiy) 複向斜帯に接している (Fig. I-4-1)。バラジャルスキイ断層は、延長 800 km、幅 10-15~70 km にわたって延びるゴモスタエフスコ (Gornostayevsko) - チャルスコ (Charsko) - ジムナイスカヤ (Zimunayskaya) 断裂帯の一部である。最初の断裂は後期石炭紀-二畳紀に始まる構造運動期に発生し、おそらく古第三紀にも継続したと考えられる。

本地域には、これら構造運動によって WNW-ESE 方向のマイトイビンスカヤ (Maytuibinskaya) 地溝状向斜、テレクティンスカヤ (Terektinskaya) 地溝状向斜と中間のベクチミルスカヤ (Bektemirskaya) 地壘状背斜が形成された (Fig. I-4-1)。

バラジャルスキイ断層は溶融マグマの通路と考えられ、プレオブラゼンスキイ (Preobrazhenskiy) 貫入複合岩体、カラオトケルスキイ (Karaotkelskiy) 貫入複合岩体はベクチミルスカヤ地壘状背斜に沿って貫入したと考えられる。

ベクチミルスカヤ地壘状背斜は、これら貫入複合岩体の貫入と共に完成され、それ以降第四紀まで周辺凹部 (マイトイビンスカヤ地溝状向斜、テレクティンスカヤ地溝状向斜) へ流入する削剥物の源となった。バラジャルスキイ断層、南テレクティンスカヤ断層等の WNW-ESE 系断層の転位によって形成された構造が削剥と堆積の場を決定し、砂鉱床の形成に重要な役割を果たしたと考えられる。

NE-SW 方向のベクチミルスキイ (Bektemirskiy) 断層、エスピンスキイ (Espinskiy) 断層は横ずれ断層あるいは変位の少ない断層と考えられ、暁新世以降、断層弱線に沿って削剥されて谷部が形成された。中新世には、旧ザイサン (Zaisan) 湖の拡張に伴い、これら溪谷は浸水し、イルメナイト、ジルコン鉱砂を含むアラル (Aral) 層が堆積したと考えられる。

### 4-2 鉱化作用の特性

本調査地域にはベクチミール (Bektemir) 鉱床とカラオトケル (Karaotkel) 鉱床が知られ、このうちベクチミール鉱床は現在 3 つの漂砂鉱床 (第 1, 第 2, 第 3 鉱体) が知られている (Fig. I-4-2, Table I-4-1)。

#### 1) ベクチミール第 1 鉱体

##### (1) 位置

プレオブラゼンスキイ貫入複合岩体の南部に位置する。

(2) 形態

第1 鉱体は旧河川に堆積した漂砂鉱床であり、北東-南西方向の主流と右岸側の支流からなる。

鉱体のサイズは、探鉱済みの延長は 5,250 m、最大幅は北部で 150-250 m、南部で 650 m である。鉱体の厚さは 1.1-11 m である。

河床傾斜は上流で 10-12 m/km、下流では 3-4 m/km である。河床底は風化殻の粘土または風化古生界である。河底の高低は緩やかであるが、しばしば溪谷と断層との交會部で細長い凹部が認められる。旧溪谷の両斜面は中央に向かってスムーズに傾斜している。

(3) 岩相

鉱体は、旧河川に堆積したアラル (Aral) 層中の砂と青味がかった砂質粘土に胚胎する。Aral 層の土質は下記のように分類でき、粘土含有量が高いのが特徴である。

- ① 粘土化砂：粘土分 65 %以下
- ② 粘土質砂：粘土分 65～75 %
- ③ 砂質粘土：粘土分 75～95 %
- ④ 粘土 : 粘土分 95 %以上

上記土質は、一般に深部に向かって砂の粒度が増し、粘土分が減少する明らかなグレイディングを示す。グレイディングの基底は細粒砂や淘汰不良の砂からなり、下位には擬河床の役割を果たした粘土層が存在する。

(4) 鉱化作用

鉱体中の砂層には薄層状、レンズ状のイルメナイト砂層が存在する。鉱体中には最大4つのグレイディングの繰り返しが確認されており、その数は旧溪谷の両斜面に向かって減少する。

イルメナイトの粒度分布は、今年度の粒度分析の結果、-0.315+0.040 mm の範囲に 92-98 %が入る。

イルメナイトの化学組成と国際商取引規格を次に示す。

Element	TiO <sub>2</sub> (%)	FeO (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
Assay result	53.4～ 58.7	15.1～ 26.7	1.7～3.5	0.01～ 0.03	0.02～ 0.03	0.14～ 0.21
International Trading Standard	≥ 54	28～32	≤ 1.5	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.1

上記の様に、世界の商取引規格から外れるものがあり国際商品として扱うには難しいが、カザフスタンでの第 1 級規格 (TU-48-4-236-72) に該当し、スポンジチタン及び酸化チタンの製造には適すると考えられる。

鉍体北部の既探鉍地域で、鉍層の厚さは 1.1~11.0 m (平均 5.4 m)、剥土厚は 7.5~31.0 m (平均 18.7 m) である。ボーリング着鉍部毎のイルメナイト含有量は 94.6~279.55 kg/m<sup>3</sup> を示し、平均は 151.78 kg/m<sup>3</sup> である (Table I -4-1)。

鉍体南部の今年度探鉍地域で、鉍層の厚さは 2.1~8.9 m (平均 5.5 m)、剥土厚は 24.0~36.0 m (平均 29.6 m) である。ボーリング着鉍部毎のイルメナイト含有量は 105.41~201.10 kg/m<sup>3</sup> (平均は 123.95 kg/m<sup>3</sup>) で、ジルコン含有量は微量 (0.5~3.4 kg/m<sup>3</sup>) である。他に僅少のルチル、白チタン鉍が確認された。

鉍体は南側に行くに従って幅と容量が増大し、鉍砂の品位が低下、剥土量が増大する傾向にある。

鉍量計算の結果、2000 年探鉍による C<sub>2</sub> 鉍量増分は下記のとおりである。

- ・ カットオフ条件 ; 鉍体の上盤 70 kg/m<sup>3</sup>, 下盤 100 kg/m<sup>3</sup> 以上  
または厚さ 2.0 m x 100 kg/m<sup>3</sup> 以上
- ・ 鉍量 ; 5 百万 m<sup>3</sup>
- ・ イルメナイト量 ; 620 千 t
- ・ イルメナイト平均品位 ; 124 kg/m<sup>3</sup>
- ・ 剥土比 ; 5.38 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

カザフスタンにおいては、イルメナイト品位と限界剥土比の関係から、鉍体が露天掘りによって経済的に採掘可能かどうかの指標 (旧ソ連基準) が存在し、この指標によると本鉍体は経済的に採掘できることを示している。

**Table I -4-2 Ilmenite Content and Maximum Economical Stripping Ratio**

Average content of ilmenite (kg/m <sup>3</sup> )	Maximum economical stripping ratio (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
100	2.58
110	3.90
120	5.21
<b>124</b>	<b>5.75</b>
130	6.56
140	7.87
150	9.21

## 2) ベクチミール第 2 鉍体

### (1) 位置

ブレオブラゼンスキイ貫入複合岩体の北東部に位置する。

## (2) 形態

第2 鈇体は旧河川に堆積した漂砂鈇床であり、ペロエ (Beloe) 村地域で合流する2つの旧河川支流からなる。

第1の支流は南西から北東方向を示し、長さ約3 km、幅は上流で200 m、下流で400 m、河床傾斜は上流で20 m/km、下流で4-7 m/kmである。

第2の支流は北西から南東方向を示し、長さ約4 km、幅は200~400 m、河床傾斜は上流で20 m以上/km、下流で4-5 m/kmである。

鈇体の厚さは2~34 m、平均で7.7 mである。

## (3) 鈇化作用

旧河川に堆積したアラル層中の淡灰色~緑灰色砂質粘土、淘汰不良の粘土質アルコース砂に不規則鈇染状のイルメナイトを伴う。

イルメナイトの粒度分布は既存資料から、大部分は-0.25+0.1 mmの範囲に入る。イルメナイトの化学組成(既存資料)を次に示す。

Element	TiO <sub>2</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
Assay result	53.8~54.8	0.015~0.02	0.015~0.022	0.19~0.23

イルメナイト含有量は1~150 kg/m<sup>3</sup>と変化し、平均含有量は80.2 kg/m<sup>3</sup>である。ジルコンの含有量は0.5~1.5 kg/m<sup>3</sup>と僅少である。

## 3) 第3 鈇体

### (1) 位置

プレオブラゼンスキイ貫入複合岩体の中央部から西部にかけて分布する。

### (2) 形態

第3 鈇体は旧河川に堆積した漂砂鈇床であり、WNW-ESE 方向を示し、東から西へ12.5 km以上にわたって連続する。鈇体の西端は未確認である。

主流のほか南北方向、東西方向の多くの支流が存在する。これらの支流は、主流に対して右岸側から流入している。

主要漂砂鈇床の幅は上流で100-200 m、下流で600-800 m、支流の幅は50-200 m~300-400 mである。

河床傾斜は支流で50 m/km、主流の上流で11.5 m/km、主要漂砂鈇床部で2-3 m/kmと変化する。

### (3) 鈇化作用

鈇体はアラル層のアルコース質砂と砂質粘土に胚胎する。



鉍画毎の計算に基づく鉍体の厚さは 7.6-14.5 m である。  
 イルメナイトの平均含有量は 64.8 kg/m<sup>3</sup> である。

### 3) カラオトケル鉍床

#### (1) 位置

カラオトケルスキイ貫入複合岩体の中央部から南東部にかけて分布し、ベクチミール第 1 鉍体の東南東 15 km に位置する。

#### (2) 形態

本鉍床は旧河川に堆積した漂砂鉍床であり、北西-南東方向の主流と多数の支流からなる。

鉍体のサイズは、探鉍済みの延長は 12,000 m, 最大幅は北西部の支流で 300-600 m, 南東部の主流で 1,000-1,600 m である。鉍体の厚さは平均 7.3 m である。

#### (3) 鉍化作用

鉍体は、旧河川に堆積したアラル層中の粘土質砂に胚胎するほか、中生代の風化殻中にも弱い鉍化作用が認められる。

鉍体中のアラル層は、62-64 % の粘土分、36-38 % の砂分からなる。

風化殻は、カラオトケルスキイ貫入複合岩体の閃長岩、閃長閃緑岩上に発達し、55 % の粘土分、45 % の砂分からなる。

イルメナイトの粒度分布は、既存資料から、-0.315+0.04 mm の範囲に 86 % が入る。

イルメナイトの化学組成（既存資料）を次に示す。

Element	TiO <sub>2</sub> (%)	FeO (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
Assay result	53.8	11.2	1.84	0.08	0.01

アラル層中の鉍体のイルメナイト含有量は 18-20~200 kg/m<sup>3</sup>, ジルコン含有量は 3~30 kg/m<sup>3</sup> を示す。風化殻中の鉍体のイルメナイト含有量は 18~83 kg/m<sup>3</sup>, ジルコン含有量は 1.5~6 kg/m<sup>3</sup> を示す。

鉍層の厚さは平均 7.3 m, 剥土厚は平均 7.6 m である。イルメナイト含有量の平均は 23.3 kg/m<sup>3</sup> である (Table I -4-1)。

### 4-3 イルメナイト、ジルコンの起源

イルメナイト・ジルコン漂砂鉍床はプレオブラゼンスキイ貫入複合岩体とカラ

オトケルスキイ貫入複合岩体の露頭周辺部にあつて、潜頭する旧河川部に堆積していると推定される分布状況を示している (Fig.II-2-2)。これら漂砂鉱床の分布状況からイルメナイト、ジルコンはプレオブラゼンスキイ貫入複合岩体とカラオトケルスキイ貫入複合岩体から供給されたと考えられる。

貫入岩類の中で  $\text{TiO}_2$  含有量は斑糲岩類、モンゾニ岩が最も高い。花崗岩、閃長岩では  $\text{TiO}_2$  含有量が減少し、 $\text{ZrO}_2$  含有量が増える傾向にある。既存資料による各岩石の  $\text{TiO}_2$  含有量を次に示す。

No.	Rock	Intrusive Rock Body	$\text{TiO}_2$ (%)
1	Gabbro	Karaotkelskiy	1.75 to 8
2	Monzonite	Karaotkelskiy	1.54-1.65 ~4-5
3	Granodiorite	Karaotkelskiy	1.17
4	Syenite	Karaotkelskiy	1.17-3
5	Alkaline granite	Karaotkelskiy	0.07-1.07 ~1.8
6	Gabbro	Preobrazhenskiy	max.12

今年度、JEOL エレメントアナライザー3200 で行った成分分析の結果を次に示す。

No.	No. of sample	Intrusive Rock Body	Rock	$\text{TiO}_2$	$\text{ZrO}_2$
1	9-16-9	Karaotkelskiy	Aegirine granite	0.18	0.11
2	9-20-4	Maityab formation	Andesite tuff	0.64	0.02
3	9-28-2	Preobrazhenskiy	Granite	0.37	0.03
4	9-28-3	Preobrazhenskiy	Granite	0.09	0.03
5	9-28-4	Preobrazhenskiy	Monzonite	1.10	0.02
6	9-28-10	Preobrazhenskiy	Granite	0.18	0.02

以上より斑糲岩類、モンゾニ岩中のイルメナイト高含有が風化残留物中でのイルメナイト濃集とその後の砂鉱床生成の原因となつたと考えられる。

また、斑糲岩類、モンゾニ岩に富むプレオブラゼンスキイ貫入複合岩体を後背地とするベクチミール鉱床にイルメナイト含有量が高く、花崗岩、閃長岩の多いカラオトケルスキイ貫入複合岩体を後背地とするカラオトケル鉱床がイルメナイ

ト含有量が低く、比較的ジルコンに富むのは後背地の源岩によるものと考えられる。

#### 4-4 鉱床賦存のポテンシャルについて

既存データ及び本年度の調査結果について検討した結果、本調査地域における鉱床賦存のポテンシャルについては以下のようにとりまとめることができる。

##### 1) ベクチミール地区

###### (1) 第1鉱体

今年度のボーリングの結果では、第1鉱体は南側に行くに従ってイルメナイトの品位が僅かに低下し、被覆土の厚さが増すものの、鉱体の幅は増大し、鉱体の容量が増大する傾向にある。今後さらに追加ボーリングを実施し、第1鉱体の南限と鉱体幅を確認する必要があるが、鉱体は南に向かって被覆土が厚くなることから、経済的に採掘可能な深度を見極めながら調査を行う必要がある。また、第1鉱体南には、WNW-ESE方向の南テレクティンスキイ（South Terektinskiy Fault）断層の存在が予想される。本断層はベクチミルスカヤ地累状背斜に由来するイルメナイトの堆積の場になったと考えられるテレクティンスキイ地溝状向斜の南限となる断層であるため、本断層の南側ではイルメナイト鉱化作用が劣化する可能性もある。

###### (2) 第2鉱体

第2鉱体については、カザフ側によって多量のボーリング探鉱が実施され、 $C_2+P_1$  鉱量（鉱量 36,048 千  $m^3$ ， $Il$ 対 $It$ 品位 80.24  $kg/m^3$ ）が計上されている。今後、本鉱体でボーリング探鉱を実施しても、大幅な鉱量増とイルメナイト品位の上昇は見込めない。

###### (3) 第3鉱体

第3鉱体については第2鉱体と同様に、カザフ側によって多量のボーリング探鉱が実施され、 $C_2+P_1$  鉱量（鉱量 59,447 千  $m^3$ ， $Il$ 対 $It$ 品位 64.81  $kg/m^3$ ）が計上されている。本鉱体も今後ボーリング探鉱を実施しても、大幅な鉱量増とイルメナイト品位の上昇は見込めない。

今年度ボーリング調査を実施した第3鉱体南地区は、ボーリングで捕捉したイルメナイト鉱体の堆積環境に2つの仮説が考えられる。第1の仮説は、断裂の弱線帯に規制されたNE-SW方向の旧溪谷の河床底に堆積した漂砂鉱床とするものである。第2の仮説は、湖底地形平坦部に堆積した漂砂鉱床とするもので、着鉱したボーリングは第3鉱体西側から第1鉱体南側に連続するNW-SE方向の鉱体の北東端を捕捉したと考えられる。以上の様に、漂砂鉱床の方向性によっ

て本地区のイルメナイト砂鉱床のポテンシャルが大きく変化するので、今年度捕捉された鉱体の連続性をボーリングまたは物理探査で確認することが重要となる。

## 2) カラオトケル地区

既存資料によると、カラオトケル鉱床は鉱量（B+C<sub>1</sub> 鉱量，147,579 千 m<sup>3</sup>）が大きく、イルメナイト品位（23.3 kg/m<sup>3</sup>）が低い。本地区はカザフ側によって多量のボーリング探鉱が実施されているため、今後ボーリング探鉱を実施しても大幅な鉱量増とイルメナイト品位の上昇は見込めない。しかし、既存資料の再評価によってイルメナイト高品位部を抽出すれば、部分的に採掘可能な部分が存在する可能性がある。また、カラオトケル鉱床の西側とベクチミール鉱床との間については、これまでイルメナイトを対象とした調査は行われていないが、鉱床の堆積環境である旧溪谷を形成した断層やイルメナイト鉱微地も存在することから、今後の調査によっては鉱床賦存の可能性はある。

## 3) ベクチミール北地区

既存資料解析の結果、これまでイルメナイトを対象としたボーリング等による調査が行われておらず、プレオブラゼンスキイ貫入岩体から源を発した旧溪谷と湖底平坦地形の存在が予想されることから、新たな漂砂鉱床の賦存する可能性がある。

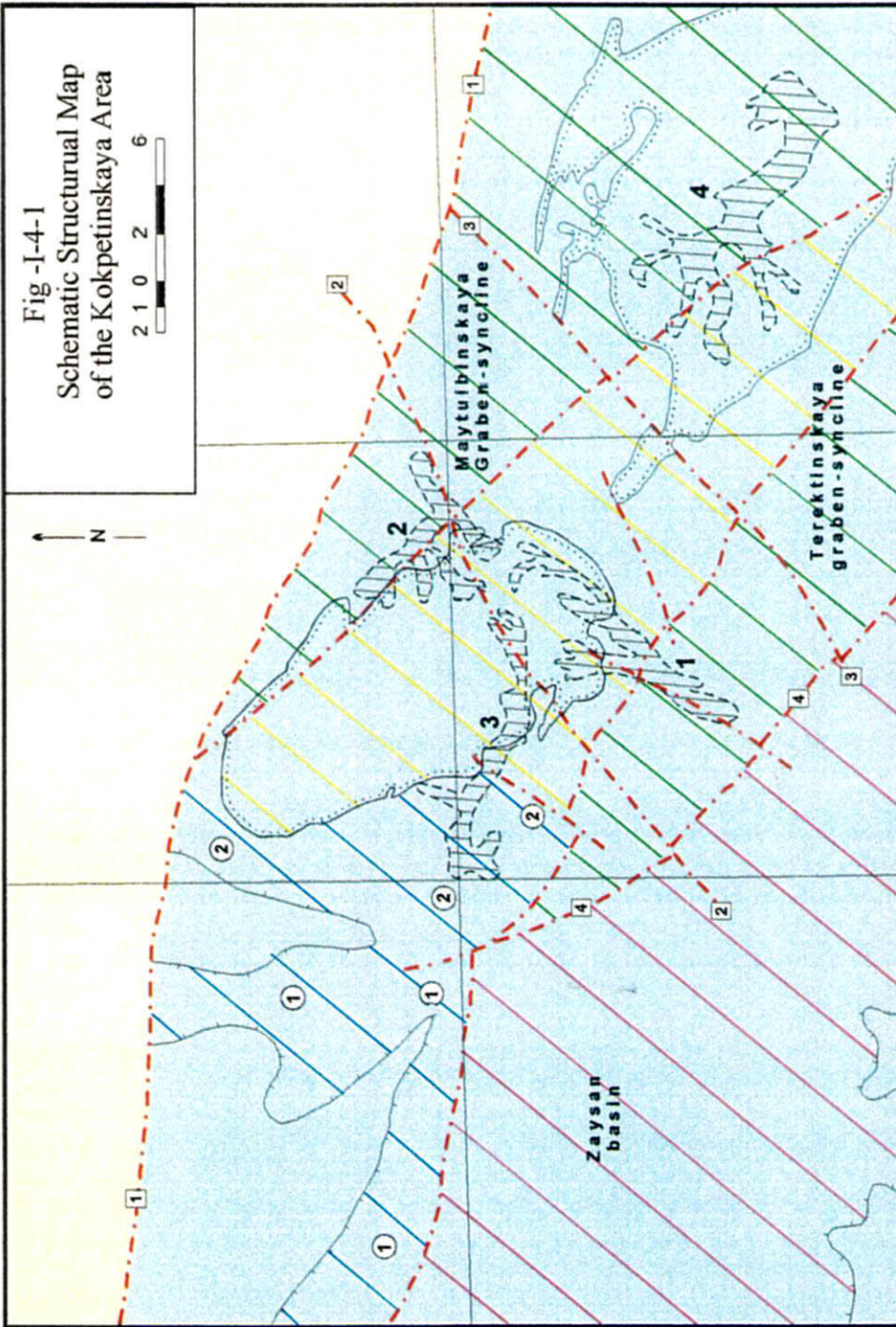
Table I -4-1 List of the Placer Ore Bodies in the Kokpetinskaya Area

Name of the Ore Bodies	Size of Ore Body		Ore Reserves		Ilmenite Grade (kg/m <sup>3</sup> )	Zircon Grade (kg/m <sup>3</sup> )	Thickness of the Ore Body (m)	Thickness of the Overburden (m)	Source Rock of Ilmenite
	Length (m)	Width (m)	Category	Ore Reserves (th.m <sup>3</sup> )					
Bektemir No.1 Ore Body	5,250	150-250 ~650	B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	11,958	151.78	—	5.4	18.7	Preobrazhenskiy intrusive body
South of Bektemir No.1 Ore Body (MMAJ, 2000)	1,000	650	C <sub>2</sub>	5,009	123.95	0.5-3.4	5.5	29.6	Preobrazhenskiy intrusive body
Bektemir No.2 Ore Body	4,000	200 ~400	C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	36,048	80.24	0.5-1.5	7.7	—	Preobrazhenskiy intrusive body
Bektemir No.3 Ore Body	12,500	100-200 ~800	C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	59,447	64.81	—	7.6-14.5	—	Preobrazhenskiy intrusive body
Karaotkel Ore Body	12,000	300-600 ~1,600	B+C <sub>1</sub>	147,579	23.3	1.7-5.9	7.3	7.6	Karaotkelskiy intrusive body

— : No data

Fig -I-4-1  
Schematic Structural Map  
of the Kokpetinskaya Area

2 1 0 2 6



LEGEND

I. Gertsin folding

West-Kalbinskiy zone

East-Tarminskiy zone

Deposit

1- Bektemir №1

2- Bektemir №2

3- Bektemir №3

4- Karaotkel

II. Superposed structure of the Upper Carboniferous-Mesozoic

Activated in Paleogene

Activated in Paleogene to Lower Quaternary

Paleozoic basement without Aral Formation

III. Superposed new structure

Depression

Uplift: Bektemirskaya horst-anticline

Boundary of ore forming intrusive massif

IV. Major fault

1 Baladzhalskiy

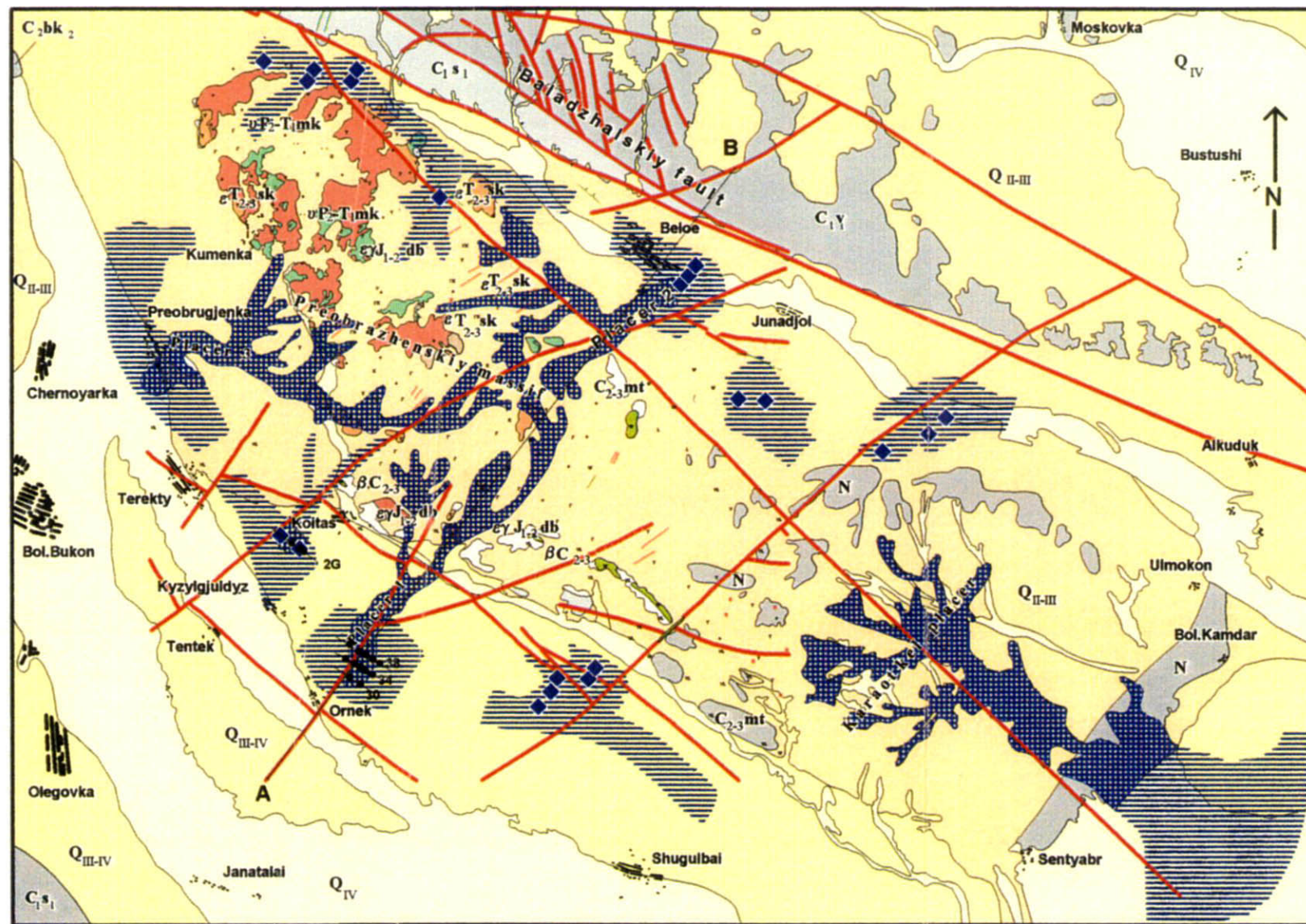
2 Bektemirskiy

3 Espinskiy

4 South Terekinskiy

Fig. I-4-2

Schematic Geological Map of the Satpaev Ore Field



0 5 km

Cross section A-B



Q II-III Q III-IV Q IV Quaternary deposits

N<sub>1</sub> ar Neogene deposits (Aral formation)

Crust of weathering (on section)

C<sub>1</sub> v<sub>1</sub> Sedimentary rocks of Carboniferous Period

Intrusive rocks (a, b, - granitoid, g - gabbroid)

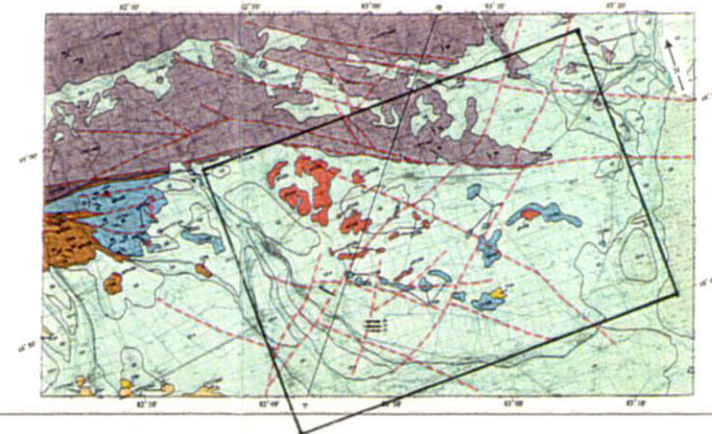
Fault

Ilmenite placer (a - prospected, b - unprospected)

Locality of ilmenite mineralization

Ore horizon (on section)

Holes drilled in 2000



## 第5章 結論及び将来への提言

### 5-1 結論

#### 5-1-1 地質調査

##### 1) 地質

本地域の層序は、古生界基盤岩類と新生代の新第三系-第四系からなる。

##### (1) 基盤岩類

石炭系の堆積岩類（頁岩，砂岩，礫岩），火山砕屑岩類，溶岩類（安山岩，ヒン岩）からなる。

##### (2) 上部白亜紀風化殻

石炭系の堆積岩類，火山岩類，貫入岩類上に発達した粘土質風化残留物で新第三系及び第四系に被われる。厚さは一般に 10-20 m，断裂帯では 50-60 m に達する。著しいカオリン，モンモリロナイト，イライト化を被る。

##### (3) 新第三系アラル（Aral）層

基盤岩類あるいはその風化殻を不整合で被い，第四紀層に被覆される。本層は粘土，砂質粘土，粘土質砂からなり，希に礫層を挟む。本層下部の砂質粘土～粘土質砂にイルメナイト漂砂鉱床を胚胎する。

##### (4) 第四系

洪積世の砂礫，ローム，粘土，風成砂と現世の河床堆積物からなる。

##### (5) 火成岩類

プレオブラゼンスキイ（Preobrazhenskiy）貫入複合岩体，カラオトケルスキイ（Karaotkelskiy）貫入複合岩体が分布する。これらの貫入複合岩体は，下記の貫入時期，岩相に区分できる。

上部二畳紀-下部三畳紀；斑禰岩類，閃緑岩，モンゾニ岩

中部-上部三畳紀；閃長岩，閃緑岩，花崗閃長岩

下部-中部ジュラ紀；花崗岩，花崗閃長岩

TiO<sub>2</sub>品位は斑禰岩，モンゾニ岩で高い。花崗岩，閃長岩では TiO<sub>2</sub>品位は低く，ZrO<sub>2</sub>品位が高い。プレオブラゼンスキイ貫入岩体は，主として斑禰岩類が多くイルメナイト含有量が多い。

##### 2) 地質構造

鉱床地域はザイサン（Zaisan）盆地の北西部にあたり，東ザルミンスキイ（East Zharminskiy）複向斜帯に位置する。北側を WNW-ESE 方向のバラジャルスキイ（Baladzhalskiy）断層によって境され，西カルピンスキイ（West Kalbinskiy）複向



斜帯に接する。

構造運動は後期石炭紀—二畳紀に始まり、おそらく古第三紀にも継続して、WNW-ESE 方向のマイトイビンスカヤ (Maytuibinskaya) 地溝状向斜、テルクテチンスカヤ (Terektinskaya) 地溝状向斜と中間のベクチミルスカヤ (Bektemirskaya) 地壘状背斜を形成した。ベクチミルスカヤ地壘状背斜には貫入複合岩体を伴い、地溝状向斜部へ流入する削剥物とイルメナイトの源となった。

NE-SW 方向の断層は貫入複合岩体及び石炭系を切り、断層弱線に沿ってイルメナイト砂鉱体を胚胎する場となった谷が形成された。

### 3) 鉱床

鉱床はイルメナイト漂砂鉱床で、ベクチミール地区、カラオトケル地区及びベクチミール北地区に鉱体が分布する。

イルメナイト漂砂鉱床は新第三系アラル層下部層の砂質粘土、粘土質砂中に胚胎する。アラル層は、粘土質で玉石を含まぬ特徴から、旧ザイサン (Zaisan) 湖の拡張に伴い浸水した旧溪谷に堆積した湖成層と考えられる。

ベクチミール鉱床のイルメナイトは、プレオブラゼンスキイ貫入岩体の深成岩類に由来すると考えられる。特に、斑禰岩類、モンゾニ岩中のイルメナイト高含有が、風化残留物中でのイルメナイト濃集とその後の砂鉱床生成の原因となったと考えられる。

## 5-1-2 ボーリング調査

### 1) 第1 鉱体南

第1 鉱体の確認済み C<sub>2</sub> 鉱量鉱画の南側 1 km にわたって 500 x 200 m のグリッドで3 測線 (38, 34, 30 測線)、12 孔、471 m のボーリングを実施した。

鉱体は旧溪谷の河床底に堆積し、ボーリングで捕捉された鉱体の厚さは 2.1~8.9 m、イルメナイト品位は 105.41~201.10 kg/m<sup>3</sup> であった。ジルコン品位は微量 (0.5~3.4 kg/m<sup>3</sup>) であった。

鉱体は南側に行くに従ってイルメナイトの品位が僅かに低下し、被覆土の厚さが増すものの、鉱体の幅は増大し、鉱体の容量が増大する傾向にある。

鉱量計算の結果、C<sub>2</sub> カテゴリーに相当する鉱量増分は下記のとおり。

カットオフ条件を鉱体の上盤 70 kg/m<sup>3</sup>、下盤 100 kg/m<sup>3</sup> 以上、または 2.0 m x 100 kg/m<sup>3</sup> 以上とした場合、鉱量 5 百万 m<sup>3</sup>、イルメナイト量 620 千 t、イルメナイト平均品位 124 kg/m<sup>3</sup>、剥土比 5.38 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> であった。

カザフ側の基準によると上述のイルメナイト品位と剥土比は、本鉱体が露天掘りによって経済的に採掘可能な範囲であることが示されている。

## 2) 第3鉱体南

2G 測線において 200 m 間隔の 5 孔, 184 m のボーリングを実施した。

5 孔のうち 2 孔 (MJBK-12, 15) でカットオフ品位以上のイルメナイト鉱化作用を確認した。MJBK-12 は厚さ 1.9 m, イルメナイト平均品位  $110.72 \text{ kg/m}^3$ , MJBK-15 は厚さ 4.4 m, イルメナイト平均品位  $121.11 \text{ kg/m}^3$  の鉱体を捕捉した。鉱体深度は、それぞれ 28.0 m, 24.5 m である。

ボーリングで捕捉したイルメナイト鉱体の成因には 2 つの仮説が考えられる。第 1 の仮説は、断裂の弱線帯に規制された旧溪谷の河床底に堆積した漂砂鉱床とするものである。本仮説によると、捕捉された鉱化作用は、NE-SW 方向のベクチミルスキ断層帯に規制された 2 つの溪谷に堆積したと考えられる。

第 2 の仮説は、湖底地形平坦部に堆積した漂砂鉱床とするものである。本仮説によると、着鉱したボーリングは第 3 鉱体西側から第 1 鉱体南側に連続する NW-SE 方向の鉱体の北東端を捕捉したと考えられる。

以上の様に、本地区の砂鉱床の方向性を確認することが今後の探鉱線を設定する上で重要となる。

## 5-2 第2年次調査への提言

本年度の調査の結果、以下のような鉱床探査の指針が得られた。

本地域のイルメナイト鉱床の成因には後背地に斑禰岩やモンゾニ岩等の  $\text{TiO}_2$  含有量の高い貫入岩類の分布が推定され、鉱床の堆積環境として下記の 2 つの仮説が考えられる。

- ① 断裂の弱線帯に規制された旧溪谷の河床底に堆積した漂砂鉱床
- ② 湖底地形平坦部に堆積した漂砂鉱床

この考えに基づけば、既存鉱床の延長部にはボーリング調査が有効であるが、全く未探鉱の地域においては物理探査等で旧河川の抽出を目的とした地下構造を把握する手法が有効と考えられる。

各地区について、第 2 年次調査の調査方針をとりまとめた。

### 1) ベクチミール地区

#### (1) 第 1 鉱体南

第 1 鉱体の南限と鉱体幅を確認するために、さらに追加ボーリングを実施し、

第1 鉱体南の鉱量評価を行う必要がある。但し、鉱体は南に向かって被覆土が厚くなることから、経済的に採掘可能な深度を見極めながら調査を行う必要がある。

## (2) 第3 鉱体南

今年度確認した鉱体の方向を確認するボーリングが必要である。

今年度捕捉された鉱化作用は上述する仮説①、②のどちらによるものか判別されないため、例えば着鉱した MJBK-15, MJBK-12 を通り 2 G 測線に直角な NE-SW 方向の測線、あるいは 2 G 測線の北東及び南西に 2 G 測線と平行な 2 測線でボーリングを実施する必要がある。また、第3 鉱体西部と第1 鉱体南の間に鉱体の連続性が期待される場合には、これらの間でボーリングを行う必要がある。

## 2) カラオトケル地区

既存資料によるとカラオトケル鉱床はジルコン品位がやや高いもののイルメナイト品位が低いことから、既存資料による再評価を行うことにとどめ、ボーリング調査等の現地調査については他地区に較べて優先度が低い。

## 3) ベクチミール北地区

既存資料解析の結果、本地区にもプレオブラゼンスキイ貫入岩体から源を發した旧溪谷と湖底地形平坦部に堆積した漂砂鉱床の存在が予想される。旧溪谷と湖底地形を確認するための物理探査を実施し、イルメナイトが堆積していると推定される箇所においてボーリングを実施する必要がある。

なお、本漂砂鉱床の賦存の可能性は、イルメナイト、ジルコンの源岩となっているプレオブラゼンスキイ貫入複合岩類、カラオトケルスキイ貫入複合岩類の分布状況と地質構造に大きく左右されることから、ベクチミール北、ベクチミール、カラオトケル地区を含む地域で地質精査を実施し、これら貫入岩類の分布状況を明らかにすることでイルメナイトの探鉱有望地を絞り込むことが可能と考えられる。

また、イルメナイトが賦存する地質構造を把握する方法として、旧溪谷地形の抽出に効果的と考えられる物理探査を検討する必要があると考えられる。

第II部 各 論

## 第1章 既存資料の解析

### 1-1 調査目的

コクペティンスカヤ (Kokpetinskaya) 地域内の鉱床及び鉱徴地の概要と賦存状況を明らかにすることを目的とし、既存資料の収集、整理、解析を行った。

### 1-2 既往調査の解析

本地域の既存資料をFig. II-1-1に示した。

#### 1) 地質調査

1952年, G. I. Sokratovが1:200,000のM-44-XXIX図幅について地質調査を実施し, 1964年に地質図, 1965年に図幅説明書を発行した。

1956-1958年, B. F. Baranov, N. I. BykovaとM. A. MurakhovskiyがM-44-XXX図幅について1:200,000の地質調査を実施し, 1963年に地質図を発行した。

1961年, N. N. PopovaとV. E. Popovが1:200,000の地質図 (M-44-XXIX) と図幅説明書を作成した。

1960年代には, 1:200,000の地質調査によって本地域の層序の基礎と貫入火成活動の概念が確立された。これらはその後の地質調査, 鉱床調査に利用された。

#### 2) 鉱床探査

##### (1) カラオトケル (Karaotkel) 鉱床

1965~1967年, 非金属原料地質隊によって石炭を対象とするボーリングが実施され, カラオトケル鉱床のイルメナイト・ジルコン鉱床が発見された。

1972年, 同地質隊によってカラオトケル鉱床の初期探鉱が完了し, イルメナイトとジルコンの鉱量 (B+C<sub>1</sub>) が計算され, 選鉱試験が実施された。

1973年, 国家レアメタル研究所 (GIREDMET) がカラオトケル鉱床のF/Sを実施した。その結果, 鉱量が僅かで品位も低く, 採算の合う開発対象とならないこととなった。同時に, もし長石精鉱の開発を行うなら採算性が上がるとされた。

1983-1989年, カラオトケル鉱床について長石, 石英を含めて鉱量の再評価が行われた。これら作業の結果に基づいて, 鉱量が計算された。1990年, 再計算された下記の鉱量がソ連国家鉱量委員会によって承認された。

Table II-1-1 Ore Reserves and Grade of the Karaotkel Placer

Name of Ore Body	Category	Cut-Off Range (kg/m <sup>3</sup> )	Ore Reserves (th. m <sup>3</sup> )	Ilmenite Grade (kg/m <sup>3</sup> )	Ilmenite Reserves (th. t)
Karaotkel	B+C <sub>1</sub>	≥ 15	147,579	23.3	3,438

イルメナイト以外に下記品位の成分の鉍量(カテゴリ-B+C1)が承認された。

① 白チタン石	0.51(kg/m <sup>3</sup> )
② ジルコン	3.5 (kg/m <sup>3</sup> )
③ 長石	290.7 (kg/m <sup>3</sup> )
④ 雲母	107.4 (kg/m <sup>3</sup> )
⑤ 粘土	1,079.6 (kg/m <sup>3</sup> )

しかしカラオトケル鉍床は下記の理由により当時及び近い将来に開発される可能性はないとされた。

- ① イルメナイトの含有量はコンサルタント会社Geoincenterが計算した限界品位(鉍層上部70 kg/m<sup>3</sup>, 鉍層底部100 kg/m<sup>3</sup>)よりかなり低い。
- ② 鉍石中の長石は、カザフスタンにおける市場が小さいために長石精鉍の販売が困難である。
- ③ 鉍石に粘土分が多く、チタン鉍物のサイズが小さい(-0.315~+0.04 mm間に86%分布)ため通常のチタン-ジルコン選鉍法を採用することが困難である。精鉍を得るためには、選鉍ラインに追加の工程を導入する必要がある、それは選鉍コストにマイナスの影響をもたらす。
- ④ イルメナイトの特性から、チタン工業の中で最も販売しやすく、儲けの大きいチタン白の生産に使用できない。

## (2) ベクチミール (Bektemir) 鉍床

1988-1992年、アルタイ (Altay) 地質探査部隊のジリアノフスク (Zyryanovsk) 探査隊によるカラオトケル地区の物理探査(磁気探査, VES電気探査), 地化学探査(ボーリング, 岩石地化探) (Fig.II-1-1) が実施された際に, 1989年, ベクチミール鉍床が発見された(Kudinov,1992)。この探鉍作業と同時にプレオブラゼンスキイ貫入岩体地域で探鉍・評価作業が実施された (Pakharukov, 1995)。これらの探鉍の結果, プレオブラゼンスキイ貫入岩体の周辺部にイルメナイトを伴う中新世の砂鉍床(第1, 2, 3鉍体)が確認された。発見された砂鉍体のうち第1鉍体, 第3鉍体南西部の旧溪谷部が有望であり次期ステージの探鉍作業を行うポテンシャルがあると評価された。

1997-1998年, チタン・マグネシウムコンビナート (TMK) によるボーリング探鉍が実施された結果, ベクチミール鉍床が評価され, 鉍量が計算され, 採鉍・選鉍の基準書が作成された (Geoincenter, 1998)。

1999年, カザフスタン国家鉍量委員会によって承認されたベクチミール鉍床の鉍量, イルメナイト量及びTiO<sub>2</sub>量を次表に示す。

Table II-1-2 Ore Reserves and Grade of the Bektemir Placer

Name of Ore Body	Category	Cut-Off Range (kg/m <sup>3</sup> )	Ore Reserves (th. m <sup>3</sup> )	Ilmenite Grade (kg/m <sup>3</sup> )	Ilmenite Reserves (th. t)
No. 1	B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	70/100	11,958	151.78	1,815
No.2	C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	≥ 40	36,048	80.24	2,893
No.3	C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	≥ 40	59,447	64.81	3,853

1999年、Geoincenterによってベクチミール第1鉱体南地区及びベクチミール第3鉱体南地区の探鉱基準書 (Passport) が作成された。

さらに1999年、UNIDOによってベクチミール鉱床のイルメナイト選鉱場プロジェクトに関するフィージビリティスタディが実施された。

### (3) 金

1973-1975年、AltayzolotoのK. S. Akhmetovがコクベティンスカヤ地域を含む地域でカルビイ (Kalby) 金鉱床の予備評価作業を実施した。19世紀後半から20世紀前半まで採掘された金及び硫化鉱物を伴い石英脈の多くがポテンシャルありと評価された。

最近、地質科学研究所アルタイ (Altay) 支所が金の探鉱を提案している。

### (4) 石炭

1951年、V. G. Sagunovはコクベティンスカヤ地域で石炭鉱床を探鉱し、B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>カテゴリーの鉱量88千tを計上したが、非常に小規模である。

1965～1967年間に非金属原料地質隊によって石炭ボーリングが実施され、コクベクティ (Kokpekti) 層上部層に石炭胚胎層が確認されたが、有望なポテンシャルは確認されなかった。現在まで、第四系に被われたコクベクティ層上部層の石炭胚胎層の濃集状況は不明である。

### 3) 物理探査

本地域では、1:200,000及び1:50,000での地質調査と同時に物理探査が実施された (Fig. II-1-1)。特に、1988-1992年にはアルタイ地質探査部隊のジリヤノフスク (Zyryanovsk) 地質隊がM-44-118-B,C,D図幅、M-44-119-A,B,C図幅 (1:50,000) の磁力探査、電気探査 (VES法) 及び地化学探査を実施し、1989年ベクチミール鉱床を発見した。

広域的な重力探査の結果では、プレオブラゼンスキイ岩体、カラオトケルスキイ岩体付近は10-30 mGL以内は低異常で特徴付けられる。オフィオライトを伴うチ

チャルスコージムナイスカヤ (Charsko - Zimunayskaya) 断裂帯は高異常として表れた。

磁力探査では、プレオブラゼンスキイ岩体、カラオトケルスキイ岩体の斑縞岩-花崗岩類は200-1,000 nTLの正異常、厚さ約10 kmの石炭紀堆積岩類分布地域は負異常を示した。

地質調査、物理探査の結果によるとプレオブラゼンスキイ岩体、カラオトケルスキイ岩体はロボリス状を呈し、深度別に下記の面積を占め、下部では単一岩体を形成すると推定された。

Depth (km)	Area of Preobrazhenskiy Intrusive Body (km <sup>2</sup> )	Area of Karaotkelskiy Intrusive Body (km <sup>2</sup> )
Surface	164	126
-1.8	—	800
-3	340	450
-5	—	90

プレオブラゼンスキイ岩体、カラオトケルスキイ岩体の岩石組成は下記のように推定された。

① プレオブラゼンスキイ岩体；

斑縞岩類：70 %，

花崗岩，モンゾナイト，閃長岩：30%

② カラオトケルスキイ岩体；

アルカリ花崗岩、閃長岩：90 %

モンゾナイト，斑縞岩：10 % (岩体の北東部及び南西部に分布し，深度1.8 kmで増加すると推定された)



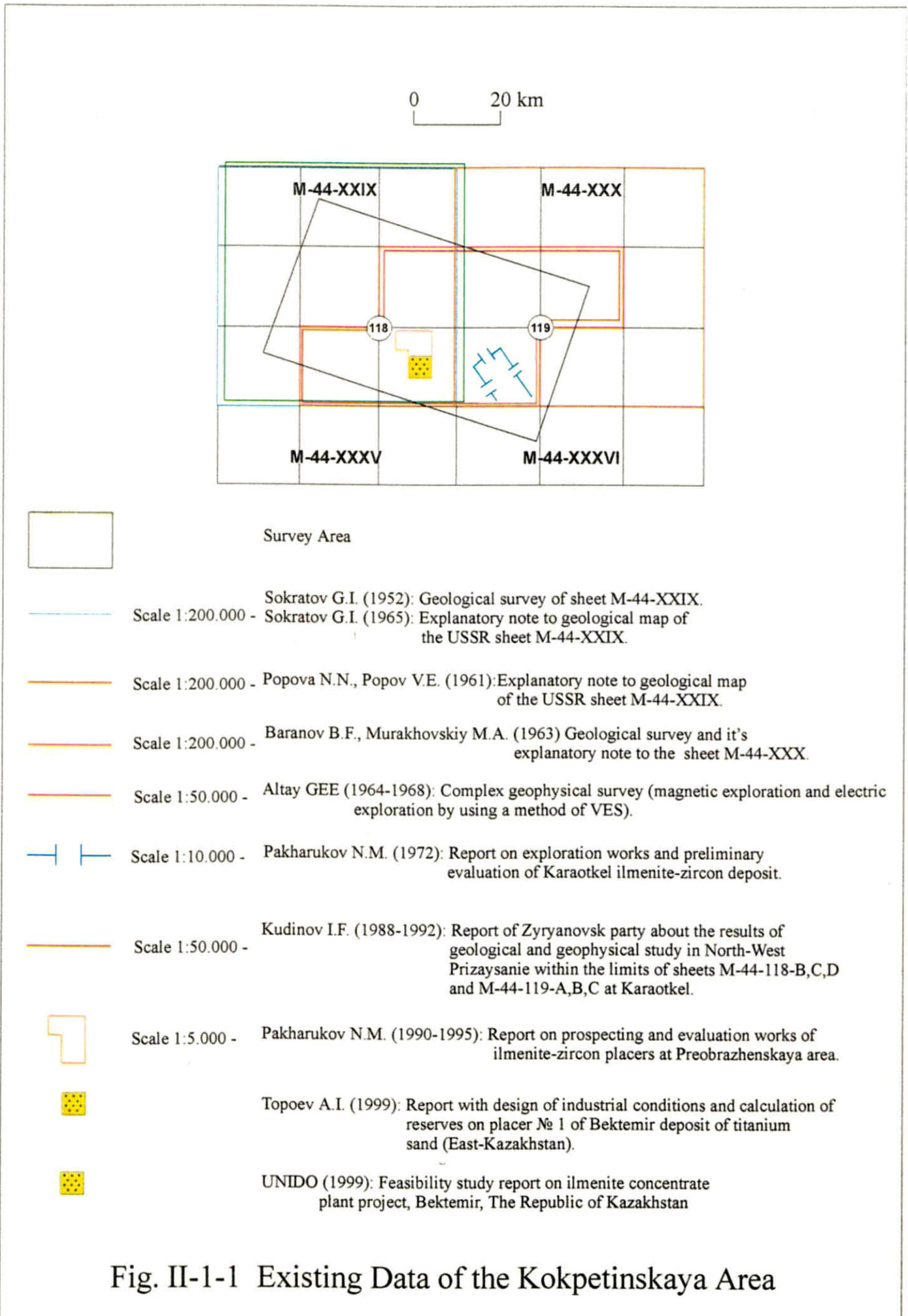


Fig. II-1-1 Existing Data of the Kokpetinskaya Area

## 第2章 地質調査

### 2-1 調査目的

コクペティンスカヤ地域の地質及び地質構造と鉍化作用との関係を把握する。

### 2-2 調査方法

コクペティンスカヤ地区において Table I-1-1 に示す量の地質概査を行った。ベースキャンプはサマルスカヤ (Samarskaya) のホテル内に置いた。

地質調査は、縮尺 1:100,000 分の 1 の地形図を拡大した縮尺 50,000 分の 1 の地形図を使用してルートマップを作成し、調査結果は縮尺 200,000 分の 1 の地質図及び断面図 (Fig. I-3-1) と縮尺 100,000 分の 1 の地質図並びに断面図 (PL.II-2-1) にまとめた。

地質調査と同時に、Fig. II-2-1 に示す位置で Appendix 2-1 に示す数量の各種サンプリングを行い、室内試験を実施した。室内試験として、岩石薄片観察及び X 線回折分析を行った。岩石薄片の鑑定結果及び顕微鏡写真をそれぞれ Appendix 2-2 及び Appendix 2-3 に、X 線回折分析結果を Appendix 2-4 に示した。

### 2-3 調査結果

本地域の地質は、古生界基盤岩類と新生代の新第三系-第四系からなる。基盤岩の石炭系は陸源性、火山性堆積岩類及び中性熔岩及び貫入岩類からなる。

基盤岩類中には、いくつかの貫入相に分かれ時期の異なる貫入岩類が貫入している。新生界は、新第三紀-第四紀の砂質粘土、砂、砂礫層を含む堆積岩類からなる。

#### 1) 基盤岩類

##### (1) 下部石炭系アルカリク (Arkalyk) 層 ( $C_1 V_{2,3} ar$ )

本地域の北西部でバラジャルスキ断層の南側に沿って幅 1.5 km の狭い帯状に分布する。本層は、頁岩、シルト岩、砂岩、凝灰岩及び石灰岩からなり、腕足類、珊瑚等の化石を含む。全層厚は約 1,500 m である。

##### (2) 中部石炭系コクペティ (Kokpeti) 層 ( $C_1 V_3 -nkp$ )

本層は下部層、中部層及び上部層に区分される。

##### ① 下部層 ( $C_1 V_3 -nkp_1$ )

本地域の北部でバラジャルスキ断層の北側に広く分布する。本層は、礫岩、凝灰岩質砂岩、砂岩、シルト岩、頁岩からなる。全層厚は約 1,500 m である。

##### ② 中部層 ( $C_1 V_3 -nkp_2$ )

本地域の南西部に局部的に分布する。本層は礫岩、凝灰岩質礫岩、凝灰岩質砂岩、シルト岩、頁岩及び石灰岩からなり、珊瑚、腕足類などの化石を含む。全層厚は約 1,000 m である。

### ③ 上部層 (C<sub>1</sub>V<sub>3</sub>-nkp<sub>3</sub>)

地域外南西方に局部的に分布する。本層は礫岩、グレイワック砂岩、シルト岩、頁岩及び石灰岩からなり、腕足類、二枚貝、珊瑚などの化石を含む。全層厚は 300-500 m である。

## (3) 中部石炭系ブコン (Bukon) 層 (C<sub>2</sub>bk)

バラジャルスキ断層の南側の南西部から中央部にかけて散点的に分布する。本層の下部は礫岩、アーコース砂岩、砂岩、シルト岩、頁岩からなる。岩石はしばしば破碎され、石英、炭酸塩鉱物、アラゴナイトの細脈を含む。上部は頁岩、石炭質頁岩、石炭質シルト岩の互層からなり、まれに砂岩、凝灰質砂岩を含む。プレオブラゼンスキイ貫入岩体との接触部では岩石はホルンフェルス化し、石炭質頁岩は石墨化している。全層厚は 1,500-2,000 m である。

## (4) 中部-上部石炭系マイティアブ (Maityub) 層 (C<sub>2-3</sub>mt)

バラジャルスキ断層の南側の西部から東部にかけて散点的に分布する。本層は、薄い凝灰岩、凝灰質砂岩を挟む安山岩質ヒン岩、安山岩まれに玄武岩質ヒン岩、輝緑岩質ヒン岩の噴出岩類からなる。安山岩質ヒン岩、安山岩は、しばしば結晶度の異なる岩片を含む角礫状組織を呈する。このため、本岩は風化面で多孔質スポンジ状の外観を呈する。本岩はプレオブラゼンスキイ貫入岩体によって強く変成され、強いホルンフェルス化（角閃岩相まで）を示す。

## 2) 上部白亜紀風化殻

風化殻は上部石炭系の堆積岩類、火山岩類上に発達し、新第三系及び第四系に覆われる。形態上2つのタイプがある。

- ① 広がりのある風化殻；厚さ 10-20m で広く分布する。
- ② 線状風化殻；主として断裂帯に限られ厚さは 50-60m に達する。

風化核は、一般に上部から下部に下記のゾーンに分けられる。

- ① カオリナイト帯；原岩組織を完全に失い、漂白された粘土質風化残留物である。
- ② イライト帯；母岩の組織を残しながら化学分解によって生じた粘土によって形成された粘土質風化残留物である。母岩物質は、部分的または完全にイライトやモンモリロナイトの集合体によって交代されている。
- ③ 分解帯；完全に原岩の組織を残しながら風化し、漂白された岩石からなる風化残留物である。母岩の変化は、アルカリ成分の部分的溶脱と雲母類の

水酸化が認められる。少量のイライトと褐鉄鉱が生じ、長石が部分的にカオリナイト化している。

### 3) 新第三系アラル (Aral) 層 ( $N_1^{1-2ar}$ )

アラル層は古生界の基盤岩類あるいはその風化核を不整合で覆い、広く第四紀層に被覆されている。本層は、砂質粘土、粘土質粗粒石英-長石砂からなり、まれに礫層を挟む。本層はイルメナイト漂砂鉱床を胚胎する。

本層は、下記の下部層及び上部層に分けられる。

#### (1) 下部層

暗灰色で青みを帯びる砂質粘土で、粘土質粗粒砂、礫層及び木片を含む。鉱床地域では、本層は多量のイルメナイトを含み、漂砂鉱床を胚胎する。

#### (2) 上部層

褐灰色から淡灰色に変化し、しばしば雑色あるいは褐色-褐灰色を呈する粘土からなり、砂質分が 3-5 %以下と少ない。多量の水酸化鉄、水酸化マンガンのウーライトを含み、まれに石膏結晶とその集合体を含む。

### 4) 第四系 (Q)

第四系は本地域に広く分布する。動物化石相、土質、地形的特徴から、下部層、中部-上部層、上部-現世層及び現世層に分けられる。

#### (1) 下部層 ( $Q_1$ )

下部更新統は玉石層を特徴とし、新第三系や古生界の基盤岩を覆って、本地域の南部及び西部に分布する。本層の上部は、赤褐色、褐色のローム及び粘土でレンズ状砂層を伴う。下部は玉石層である。礫の円摩度は中程度あるいは良好で、サイズは 2-3 cm から 7-12 cm である。巨礫は 30 cm に達するものがある。礫種は凝灰質砂岩、フリント質泥岩、ヒン岩、安山岩及びホルンフェルスからなる。本層の厚さは 5~13-14 m である。

#### (2) 中部-上部層 ( $Q_{2,3}$ )

本層は、黄土状の褐灰色ロームよりなり、アラル層あるいは古生界の基盤岩を覆って分布する。通常、最下部に暗褐色砂質粘土層があり、細礫混じりの粗粒砂層を伴う。これらの地層にしばしばイルメナイト (最大 5-12 kg/m<sup>3</sup>) が認められる。本層の厚さは 2~20 m と変化する。

#### (3) 上部-現世層 ( $Q_{3,4}$ )

本層は大量の古生界基盤岩岩片を含むロームからなる。礫の量とサイズは谷の上流に向かって大きくなる。本層の厚さは 1-2 m を超えない。

#### (4) 現世層 ( $Q_4$ )

本層は河川の河床堆積物からなり、玉石、礫、砂、砂質ローム、シルト、ロー

ム及び粘土からなる。本層の厚さは 0.5~2.5 m である。

## 5) 貫入岩類

古生界中に貫入したプレオブラゼンスキイ貫入複合岩体、カラオトケルスキイ貫入複合岩体と岩脈類が分布する。

### (1) プレオブラゼンスキイ貫入複合岩体、カラオトケルスキイ貫入複合岩体

これら貫入複合岩体は、下記の貫入時期、岩相に区分できる。

#### ① マクストスキイ (Maksutskiy) 貫入複合岩体 (P<sub>2</sub>-Tmk)

上部二疊紀~下部三疊紀に貫入した斑縞岩、ノーライト、モンゾニ岩、閃緑岩からなる。岩体頂部に多くの石炭系のルーフペンダントが存在することより、岩体内への浸食深度は僅かと考えられる。斑縞岩、モンゾニ岩は他の貫入岩類に比べ、燐灰石、イルメナイト、磁鉄鉱の含有量が高いとされている。今回エレメントアナライザーで成分分析を行ったモンゾニ岩の TiO<sub>2</sub> 含有量は 1.10 % を示した。既存資料では斑縞岩の TiO<sub>2</sub> 含有量は高く (最大 12 %)、ジルコンの含有量は低いとされている。

#### ② サイカンスキイ (Saykanskiy) 貫入複合岩体 (T<sub>2-3</sub>-sk)

中部-上部三疊紀に貫入した閃長岩で、貫入岩体の縁辺部に沿って貫入している。不均一な岩石学的組成を示し、閃長岩、閃長岩-閃緑岩、花崗閃長岩が認められる。閃長岩は少量のイルメナイトを含む (2 kg/m<sup>3</sup> 以下)。

#### ③ デルベゲトイスキイ (Delbegeteyskiy) 貫入複合岩体 (J<sub>1-2</sub>-db)

下部-中部ジュラ紀に貫入した花崗岩類からなりプレオブラゼンスキイ貫入複合岩体、カラオトケルスキイ貫入複合岩体に広く分布する。本岩類はピンク味を帯びた淡灰色を呈し、中粒組織を示す。これらの岩体は、風化残丘として散在する。

## (2) 岩脈類

花崗斑岩、閃長斑岩、花崗閃緑岩、石英斑岩、アプライトの岩脈が古生界に貫入している。

## 6) 地質構造

コクペティンスカヤ地域は、カザフスタニ (Kazakhstan) 大陸とゴルニーアルタイ (Gorny Altai) 旧大陸との衝突地域に位置している。衝突は、NW 方向に延長 800 km (幅 10-15~70km) にわたって延びるチャルスコ (Charsko) - ジムナイスカヤ (Zimunayskaya) 断裂帯に沿って、ヘルシニアン構造運動の最終期に発生した。本地域の北東を通過する WNW-ESE 方向のバラジャルスキイ断層は本断裂帯の一部を構成する (Fig. I-4-1)。

断裂帯は複雑な構造を有し、褶曲、断層、衝上断層によって転位したシルル紀

からヴィセアン (Visean) (下部石炭紀) の石灰岩, スピライト, 輝緑岩, 安山岩, 珪岩, 泥岩などからなるメランジエが, 帯状, レンズ状, ブロック状に分布している。

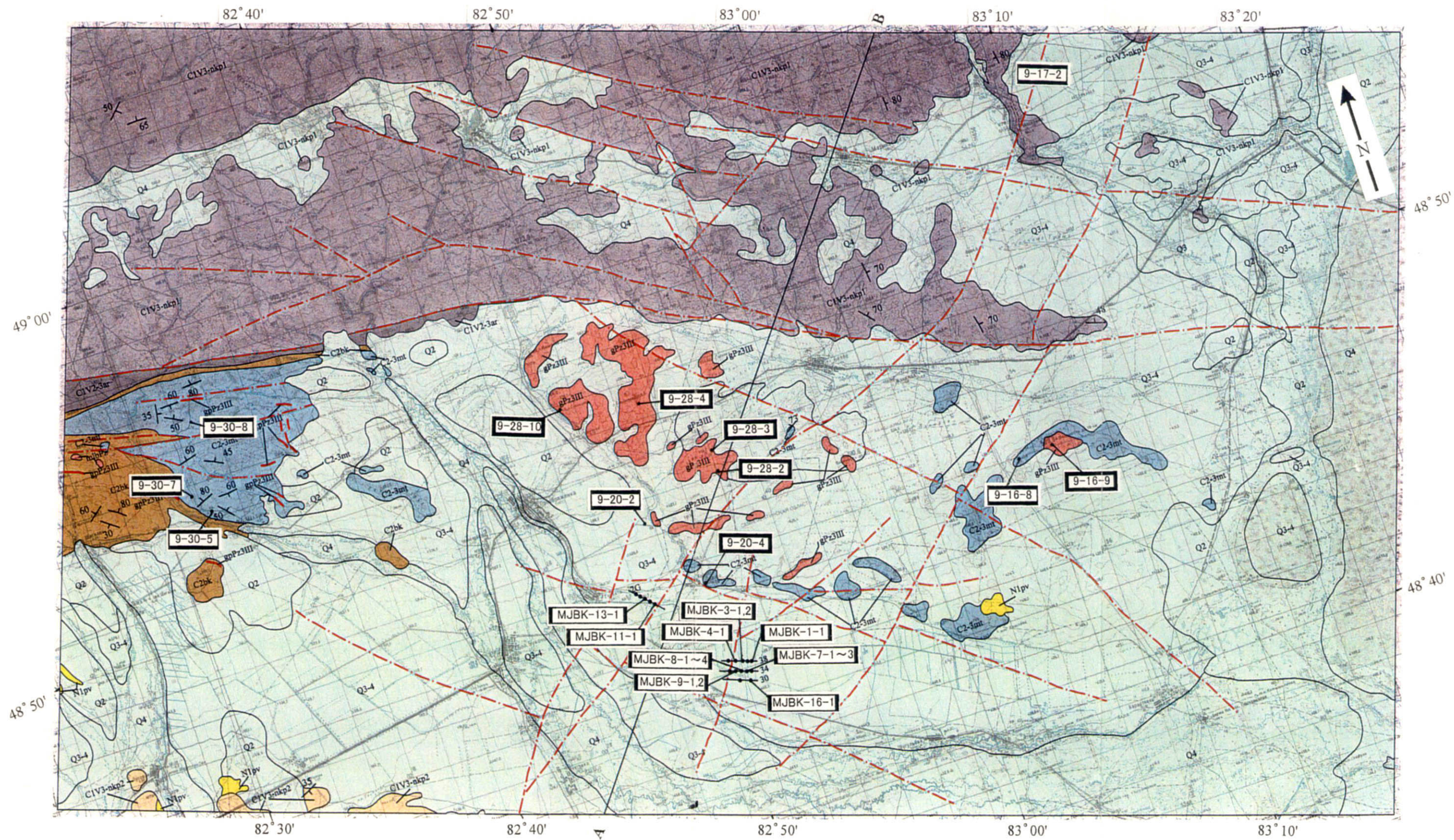
中部～上部石炭紀には厚いモラッセ (コクペティ層, ブコン層, マイテチアブ層) が形成され, 先上部ヴィセアンのメランジエと共に褶曲し, 断層によって切られ転位している。

バラジャルスキイ断層は溶融マグマの通路と考えられ, 上部二畳紀～中部ジュラ紀にかけて貫入したプレオブラゼンスキイ貫入複合岩体, カラオトケルスキイ貫入複合岩体も本断裂帯に沿って貫入したと考えられる。

中生代には, 基盤の堆積岩類と貫入岩類は隆起し, 深く浸食された。中生代末期には準平原化して上部白亜紀の風化殻が形成された。貫入岩体上の風化殻にはイルメナイト, ジルコン, 長石, 石英, イライト及びカオリナイトが濃集したと考えられる。構造運動は古第三紀にもおそらく継続しており, 2つの WNW-ESE 方向の地溝状向斜すなわちマイトイピンスカヤ (Maytuibinskaya) 地溝状向斜, テレクティンスカヤ (Terektinskaya) 地溝状向斜と中間のベクチミルスカヤ (Bektemirskaya) 地壘状背斜を形成した。ベクチミルスカヤ地壘状背斜は, 貫入複合岩体の完入と共に完成され, それ以降第四紀まで周辺凹部へ流入する削剥物の源となった。

本地域に発達する NE-SW 方向のベクチミルスキイ (Bektemirskiy) 断層, エスピンスキイ (Espinskiy) 断層等は横ずれ断層あるいは変位の少ない断層と考えられる。暁新世以降, これら断層の弱線に沿って削剥されて谷部が形成され, イルメナイト漂砂鉱床胚胎の場を提供した。

新生代には旧ザイサン (Zaisan) 湖の拡張に伴いこれら溪谷は浸水し, 中新世になってイルメナイト, ジルコン鉱砂を含むアラル (Aral) 層が堆積したと考えられる。



- 9-16-8 Sample for thin sections
- MJBK-1-1 Sample for X-Ray analysis
- 9-20-4 Sample for thin sections & X-Ray analysis



Fig. II-2-1 Location Map of the Samples

## 第3章 ボーリング調査

### 3-1 調査目的

ベクチミール地区において、既知鉱体であるベクチミール第1鉱体及び第3鉱体の南延長域における鉱体の捕捉、発達状況の把握を目的としたボーリングを実施する。

### 3-2 調査方法

#### 1) 作業概要

現地ボーリング業者“GEOINCENTER”が調達した人員・機材を用い、第1鉱体南で12孔、合計471.0m、第3鉱体南で5孔、合計184.0mのボーリング工事を実施した。

各ボーリング孔の位置を Fig. II-3-1, 2 及び PL.II-2-2 に示す。

各孔の掘進長、コア採取率及び能率は Table II-3-1 のとおりである。本ボーリング工事の作業時間、消耗品使用状況等をそれぞれまとめて Table II-3-2 から Table II-3-5 に示す。また、主要機械・設備類、各孔別作業結果及び工程をそれぞれまとめて巻末の Appendix 3-1 から Appendix 3-3 に示す。

#### (1) ベクチミール第1鉱体南地区

試錐機は、2台のロシア製 UGB-3UK（パーカッション式）を使用した。

工事の作業形態は、原則として1方8時間の2交代制とした。ただし、設営及び撤去は1日1方とした。

人員は技術者1名、機長2名、助手3名、組長1名、水運搬2名の9名編成とした。

ボーリング資機材の各孔への移動及び設営作業はトラック及びトラクターを使用して実施した。

表土及び玉石混じり砂礫層は、パーカッション工法にてφ240mmのベラーで掘削し、10インチケーシングパイプを打設・挿入した。アラル（Aral）層の粘土、粘土質砂及び風化殻は、パーカッション工法にてφ190mmの打ち込み式サンプラーで掘削した。

ボーリング工事期間は、平成12年8月30日から平成12年10月7日までの39日間である。

#### (2) ベクチミール第3鉱体南地区

試錐機は、1台のロシア製 UGB-2A-2（ロータリー式）を使用した。

工事の作業形態は、原則として1方8時間の2交代制とした。ただし、設営及び撤去は1日1方とした。



人員は技術者 1 名，機長 2 名，助手 3 名，組長 1 名，機械工 1 名，水運搬 2 名の 10 名編成とした。

ボーリング資機材の各孔への移動及び設営作業はトラック及びトラクターを使用して実施した。

泥水は 2m<sup>3</sup>のタンク車によって現場まで運搬した。

表土及び玉石混じり砂礫層は，ロータリー普通工法で 4 インチトリコンビットを使用し，ベントナイト泥水を循環しながら掘削し，127 mm ケーシングパイプを挿入した。Aral 層の粘土，粘土質砂及び風化殻は，ロータリー普通工法で φ92 mm メタルビットを使用し，ベントナイト泥水を循環しながら掘削した。

ボーリング工事期間は，平成 12 年 9 月 12 日から平成 12 年 9 月 26 日までの 15 日間である。

### 3-3 調査結果

#### 3-3-1 ベクチミール第 1 鉱体南地区

調査結果をボーリング沿い地質断面図 (Fig. II-3-3~6) に示す。

##### 1) MJBK-1 (方向 — ，傾斜-90°，掘進長 32.0 m) (Line-38)

###### (1) 地質

孔口から深度 12.80 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 12.80-29.90 m 間はアラル層の粘土，深度 12.80 m から孔底までは風化殻からなる。

###### (2) 鉱化作用

Fig. II-3-3 に示すように，深度 28.00-29.90 m 間に弱いイルメナイト鉱化作用 (厚さ：1.90 m， $\text{Il}$ 対付品位：1.60 kg/m<sup>3</sup>) を捕捉した。

##### 2) MJBK-2 (方向 — ，傾斜-90°，掘進長 44.0 m) (Line-38)

###### (1) 地質

孔口から深度 12.10 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 12.10-42.90 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 42.90 m から孔底までは風化殻からなる。

###### (2) 鉱化作用

主な鉱化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-3 に示すように，深度 26.00-27.40 m 間にイルメナイト鉱体 (厚さ：1.40 m， $\text{Il}$ 対付品位：106.95 kg/m<sup>3</sup>) を捕捉した。

##### 3) MJBK-3 (方向 — ，傾斜-90°，掘進長 41.0 m) (Line-38)

###### (1) 地質

孔口から深度 10.30 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 10.30-38.20 m 間

はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 38.20 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-3 に示すように，深度 29.30-38.20 m 間にイルメナイト鉍体（厚さ：8.90 m， $\text{kg/m}^3$ ）を捕捉した。

4) MJBK-4（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 36.0 m）（Line-38）

(1) 地質

孔口から深度 9.80 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 9.80-33.90 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 33.90 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-3 に示すように，深度 29.20-33.90 m 間にイルメナイト鉍体（厚さ：4.70 m， $\text{kg/m}^3$ ）を捕捉した。

5) MJBK-5（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 37.0 m）（Line-38）

(1) 地質

孔口から深度 7.80 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 7.80-29.90 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 29.90-34.00 m 間は再堆積した風化殻，深度 34.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-3 に示すように，深度 29.00-29.90 m 間にイルメナイト鉍体（厚さ：0.90 m， $\text{kg/m}^3$ ）を捕捉した。

6) MJBK-6（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 30.0 m）（Line-34）

(1) 地質

孔口から深度 8.80 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 8.80-27.70 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 27.70 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-4 に示すように，深度 25.70-27.70 m 間に弱いイルメナイト鉍化作用（厚さ：2.00 m， $\text{kg/m}^3$ ）を捕捉した。

7) MJBK-7（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 43.0 m）（Line-34）

(1) 地質

孔口から深度 9.20 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 9.20-37.30 m 間は

アラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 27.70 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-4 に示すように，深度 29.50-37.30 m 間にイルメナイト鉍体（厚さ：7.80 m， $\rho$ 対付品位：151.94 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

8) MJBK-8（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 43.0 m）（Line-34）

(1) 地質

孔口から深度 8.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 8.00-41.00 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 41.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-4 に示すように，深度 28.50-30.60 m 間にイルメナイト鉍体（厚さ：2.10 m， $\rho$ 対付品位：201.10 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

9) MJBK-9（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 42.0 m）（Line-34）

(1) 地質

孔口から深度 8.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 8.00-37.70 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 37.70 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-4 に示すように，深度 30.00-37.70 m 間にイルメナイト鉍体（厚さ：7.70 m， $\rho$ 対付品位：110.87 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

10) MJBK-10（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 36.0 m）（Line-34）

(1) 地質

孔口から深度 8.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 8.00-34.60 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 34.60 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-4 に示すように，深度 29.00-34.60 m 間にイルメナイト鉍体（厚さ：5.60 m， $\rho$ 対付品位：119.36 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

11) MJBK-16（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 41.0 m）（Line-30）

(1) 地質

孔口から深度 9.10 m までは表土及び玉石混じり砂礫層、深度 9.10-39.00 m 間はアラル層の粘土、砂質粘土、粘土質砂、深度 39.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-5 に示すように、深度 34.00-39.00 m 間にイルメナイト鉍体（厚さ：5.00 m、 $\text{Ilmenite}$ 品位：114.46 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

12) MJBK-17（方向 - ，傾斜-90°，掘進長 46.0 m）（Line-30）

(1) 地質

孔口から深度 9.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層、深度 9.00-44.00 m 間はアラル層の粘土、砂質粘土、粘土質砂、深度 44.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-5 に示すように、深度 36.00-43.00 m 間にイルメナイト鉍体（厚さ：7.00 m、 $\text{Ilmenite}$ 品位：105.41 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

3-3-2 ベクチミール第3鉍体南地区

調査結果をボーリング沿い地質断面図（Fig. II-3-7）に示す。

1) MJBK-11（方向 - ，傾斜-90°，掘進長 37.0 m）（Line-2G）

(1) 地質

孔口から深度 11.70 m までは表土及び玉石混じり砂礫層、深度 11.70-24.00 m 間はアラル層の粘土、砂質粘土、深度 24.00-27.20 m 間は再堆積した風化殻、深度 27.20 m から孔底までは風化殻からなる。

(3) 鉍化作用

Fig. II-3-7 に示すように、イルメナイト鉍化作用を捕捉できなかった。

2) MJBK-12（方向 - ，傾斜-90°，掘進長 41.5 m）（Line-2G）

(1) 地質

孔口から深度 13.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層、深度 13.00-29.90 m 間はアラル層の粘土、砂質粘土、粘土質砂、深度 29.90-35.00 m 間は再堆積した風化殻、深度 35.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉍化作用

主な鉍化示徴は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-7 に示すように、深度 28.00-29.90 m 間にイルメナイト鉱体（厚さ：1.90 m、ルメイト品位：110.72 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

3) MJBK-13（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 39.00 m）（Line-2G）

(1) 地質

孔口から深度 12.30 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 12.30-23.00 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 23.00-32.80 m 間は再堆積した風化殻，深度 32.80 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉱化作用

Fig. II-3-7 に示すように、イルメナイト鉱化作用を捕捉できなかった。

4) MJBK-14（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 32.00 m）（Line-2G）

(1) 地質

孔口から深度 14.50 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 14.50-23.70 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 23.70-29.00 m 間は再堆積した風化殻，深度 29.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉱化作用

Fig. II-3-7 に示すように、イルメナイト鉱化作用を捕捉できなかった。

5) MJBK-15（方向 — ，傾斜-90°，掘進長 34.5 m）（Line-2G）

(1) 地質

孔口から深度 12.50 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 12.50-28.90 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 28.90-29.80 m 間は再堆積した風化殻，深度 29.80 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) 鉱化作用

主な鉱化示徴は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-7 に示すように、深度 24.50-28.90 m 間にイルメナイト鉱体（厚さ：4.40 m、ルメイト品位：121.11 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

### 3-4 ベクチミール第1鉱体南地区の鉱量計算

今年度は、第1鉱体の確認済み C<sub>2</sub> 鉱量鉱画の南側 1 km にわたって 3 測線、500 x 200 m のグリッドでボーリングを実施した。これらの結果から、今年度の獲得鉱量評価を行うため概略の埋蔵鉱量を試算した。

#### 3-4-1 計算方法

1) 鉱量計算対象鉱体部

ボーリングで確認されたイルメナイト鉱化作用のうち、上盤側 70 kg/m<sup>3</sup> 以上、

下盤側 100 kg/m<sup>3</sup>以上を鉍体とした。また、厚さ 2.0 m x 100 kg/m<sup>3</sup>以上を鉍体とした。

## 2) 鉍画の範囲

ボーリングで捕捉した鉍体延長部のボーリングで鉍体を確認できなかった場合は、中間点までを鉍画の範囲とした。ボーリングで捕捉した鉍体の延長部を未探鉍の場合は、原則として鉍体捕捉ボーリングから 50 m までを鉍画の範囲とした。

## 3) 鉍画毎の品位

ボーリングで確認した鉍体の品位を鉍体の厚さにより加重平均し、測線毎の鉍画品位とし、さらに鉍画全体の平均品位を算出した (Table II-3-8)。

品位算定には、40-20, 40-16, 40-14 孔の既存データも計算に入れた。

## 4) 鉍量

鉍画のイルメナイト鉍量算出は次式によった (Table II-3-9)。

$$V = S \times W \times C \times 1/1,000$$

V : イルメナイト鉍量 (t)

S : 鉍体の平面積 = 909,000 m<sup>2</sup>

W : 鉍体の平均厚さ = 5.51 m

C : 鉍体の平均イルメナイト含有量 = 123,95 kg/m<sup>3</sup>

### 3-4-2 計算結果

埋蔵鉍量試算の結果、今年度は第1鉍体南延長部で C<sub>2</sub>カテゴリーの獲得鉍砂鉍量 5 百万 m<sup>3</sup>、イルメナイト鉍量 621 千 t を得た (Table II-3-9)。

### 3-5 まとめ及び考察

#### 3-5-1 ベクチミール第1鉍体南地区

##### (1) まとめ

試錐機 UGB-3UK (ハ<sup>o</sup>-カッション式) を使用して、第1鉍体の確認済み C<sub>2</sub>鉍量鉍画の南側 1 km にわたって 500 x 200 m のグリッドで 3 測線 (38,34,30 測線) 12 孔, 471 m のボーリングを実施した。

12 孔のボーリングで確認された鉍層の厚さは 2.1~8.9 m、イルメナイト品位は 105.41~201.10 kg/m<sup>3</sup> である。ジルコン品位は微量 (0.5~3.4 kg/m<sup>3</sup>) である。

38 測線については、鉍体幅を確認した。鉍体西側は MJBK-5、東側は MJBK-2 の結果によって鉍層の厚さの劣化 (0.9 m, 1.4 m) を確認し、鉍体の限界品位 (2.0 m x 100 kg/m<sup>3</sup>) 以下の鉍化作用となった。MJBK-1 によって鉍化帯 (上盤側 30 kg/m<sup>3</sup> 以上, 下盤側 70 kg/m<sup>3</sup> 以上) の東限を確認した。

34測線では、MJBK-6によって厚さ2.0 m、イルメナイト品位52.99 kg/m<sup>3</sup>の弱い鉱化帯を捕捉し、鉱体東限を確認した。

34測線の西側、30測線の東西両側及び南側については鉱体の範囲が確認されていない。

## (2) 考察

石炭系及び貫入岩体を切るNE-SW系断層に沿って構造的弱線が生じ、漂砂鉱床を胚胎する場となった谷が形成された。鉱体は、旧溪谷の河床底に堆積した新第三系アラル層下部層の砂質粘土及び粘土質砂中に胚胎する。

アラル層は、粘土成分が多く玉石を含まぬ特徴から河床堆積物ではなく、旧ザイサン (Zaisan) 湖の拡張に伴い浸水した谷に堆積した湖成層と考えられる。

ベクチミール鉱床のイルメナイトはプレオブラゼンスキイ貫入岩体の深成岩類に由来すると考えられる。特に、斑縞岩、モンゾニ岩中でイルメナイト含有量が多いとされ、風化残留物中にイルメナイトが濃集し、漂砂鉱床生成の原因となったと考えられる。

鉱体は南側に行くに従ってイルメナイトの品位が僅かに低下し、被覆土の厚さが増すものの、鉱体の幅は増大し、鉱体の容量が増大する傾向にある。

鉱量計算の結果、C<sub>2</sub>カテゴリーの鉱量獲得分は下記のとおり。

カットオフ条件；鉱体の上盤70 kg/m<sup>3</sup>以上，下盤100 kg/m<sup>3</sup>以上

または2.0 m x 100 kg/m<sup>3</sup>以上

鉱量；5 百万 m<sup>3</sup>

イルメナイト量；621 千t

イルメナイト平均品位；124 kg/m<sup>3</sup>

剥土比；5.38 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

上記獲得鉱量は、第1鉱体の確認済みB+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>鉱量（鉱量；12 百万t，イルメナイト平均品位；151.78 kg/m<sup>3</sup>）に対し大幅増となった。

カザフスタンにおいては、イルメナイト品位と限界剥土比の関係から、鉱体が露天掘りによって経済的に採掘可能かどうかの指標（旧ソ連基準）が存在し、この指標によると本鉱体は経済的に採掘できることを示している。

Table I -4-2 Ilmenite Content and Maximum Economical Stripping Ratio

Average content of ilmenite kg/m <sup>3</sup>	Maximum economical stripping ratio m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
100	2.58
110	3.90
120	5.21
<b>124</b>	<b>5.75</b>
130	6.56
140	7.87
150	9.21

### 3-5-2 ベクチミール第3鉱体南地区

#### (1) まとめ

URB-2A-2 (ロータリ-式) を使用して、2G測線において200 m 間隔の5孔、184 mのボーリングを実施した。

5孔のうち2孔 (MJBK-12, 15) でカットオフ品位以上のイルメナイト鉱体を確認した。すなわち、MJBK-12は厚さ1.9 m、イルメナイト平均品位110.72 kg/m<sup>3</sup>、MJBK-15は厚さ4.4 m、イルメナイト平均品位121.11 kg/m<sup>3</sup>の鉱体を捕捉した。鉱体深度は、それぞれ28.0 m、24.5 mである。

#### (2) 考察

ボーリングで着鉱したイルメナイト鉱体の堆積環境には2つの仮説が考えられる。

第1の仮説は、断裂の弱線帯に規制された旧溪谷の河床底に堆積した砂鉱床とするものである。本仮説によると、捕捉された鉱化作用は、NE-SW方向のベクチミールスキ断層帯に規制された2つの溪谷に堆積したと考えられる。

第2の仮説は、湖底地形平坦部に堆積した漂砂鉱床とするものである。本仮説によると、着鉱したボーリングは第3鉱体西側から第1鉱体南側に連続するNW-SE方向の鉱体の北東端を捕捉したと考えられる。

以上の様に、本地区の砂鉱体の方向性を確認することが今後の探鉱線を設定する上で重要となる。



Table II -3-1 Quantity of Drilling Works, Core Recovery and Efficiency of Drilling in the Kokpetskaya Area

Hole No.	Drilling length (m)	Length of casing pipes (m)	Core recovery (%)	Efficiency		Ratio of drilling work (%)						
				m/shift	m/hr	Drilling	Outdrilling	Recovery from accident	Preparation	Dismount/Mobilization	Transportation of water	Others
MJBK-1	32.00	18.00	100.0	3.20	2.00	17.4	56.4	—	8.7	4.4	13.0	—
MJBK-2	44.00	13.00	100.0	6.29	2.44	28.1	28.1	—	25.0	6.3	12.5	—
MJBK-3	41.00	13.00	100.0	4.10	1.58	27.1	33.3	—	16.6	6.4	16.6	—
MJBK-4	36.00	9.20 33.00	100.0	2.00	2.00	10.7	59.5	2.4	9.5	3.6	14.3	—
BJBK-5	37.00	6.70	100.0	5.29	2.31	24.6	30.8	—	24.6	6.2	13.8	—
BJBK-6	30.00	9.10	100.0	5.00	1.67	32.7	32.7	—	7.3	14.6	12.7	—
MJBK-7	43.00	8.50	100.0	5.38	1.72	33.8	33.8	2.7	6.7	9.5	13.5	—
BJBK-8	43.00	13.00	100.0	3.31	1.87	19.8	18.1	34.5	13.8	3.5	10.3	—
MJBK-9	42.00	13.00	100.0	4.67	2.10	23.3	18.6	13.9	9.3	18.6	16.3	—
MJBK-10	36.00	9.00	100.0	3.60	1.33	27.6	17.3	16.3	8.2	12.2	18.4	—
MJBK-11	37.00	13.00	100.0	18.50	2.64	50.0	14.3	—	10.7	10.7	14.3	—
MJBK-12	41.50	13.50	100.0	6.92	1.30	47.8	13.4	—	11.9	10.5	16.4	—
MJBK-13	39.00	11.00	100.0	4.88	0.93	47.7	20.5	—	18.2	4.5	9.1	—
MJBK-14	32.00	16.00	76.3	6.40	1.19	38.5	18.6	8.6	9.7	9.7	13.9	—
MJBK-15	34.50	12.00	93.7	4.93	1.92	20.9	25.6	—	9.3	27.9	16.3	—
MJBK-16	41.00	10.00	100.0	8.20	2.41	34.0	22.0	—	8.0	16.0	20.0	—
MJBK-17	46.00	10.00	100.0	7.67	2.00	38.3	21.7	—	10.0	10.0	20.0	—
Total	655.00	244.00	1,600	100.34	31.41	522.3	464.7	78.4	207.5	174.6	251.4	—
Average by each hole	38.50	14.40	98.2	5.90	1.84	30.7	27.3	4.6	12.8	10.3	14.8	—

Table II -3-2 Results of Drilling Survey by Each Hole in the Kokpetinskaya Area

Hole No.	Period of Drilling	Drilling length	Quantity of working shift	Total workers				Contents of work									Consumable materials										Non-core	Core	Casing			
				Engineer			Worker Assistant/driver	Drilling	Preparation	Dismount	Out-drilling	Recovery from accident	Transportation of water	Other	Total	Bit			Shoe				Deisel oil	Gasoline	Lubricating oil	Grease				Bent-onite	Total amount of water	
				Japanese	Operator	Geologist										4" T.B.	mm 190	mm 92	mm 400	mm 270	mm 220	mm 127										
MJBK 1	2000. 9.21 2000. 9.27	32.00	10	6	17	1.5	60	16.0	8.0	4.0	52.0		12.0		92.0		1						1,150	115	10	7		36	12.8	19.2	13.0	
MJBK 2	2000. 9.18 2000. 9.21	44.00	15	4	11	1.5	35	18.0	16.0	4.0	18.0		8.0		64.0		1						1,280	60	8	5		24	12.0	32.0	13.0	
MJBK 3	2000. 9. 1 2000. 9. 4	41.00	8	7	17	10.0	40	26.0	16.0	6.0	32.0		16.0		96.0		1		1				1,900	122	17	10		48	—	41.0	13.0	
MJBK 4	2000. 9. 5 2000. 9.14	36.00	18	14	31	15.0	95	18.0	16.0	6.0	100.0		4.0		168.0		2			1	1		2,995	130	13	17		72	9.0	27.0	33.0	
MJBK 5	2000. 9.14 2000. 9.17	37.00	7	4	8	3.0	35	16.0	16.0	4.0	20.0		9.0		65.0		2						1,190	55	6	6		27	7.8	29.2	6.7	
MJBK 6	2000. 9.27 2000. 9.29	30.00	6	2	7	3.0	30	18.0	4.0	8.0	18.0		7.0		55.0		1						1,150	60	5	5		21	8.8	21.2	9.1	
MJBK 7	2000. 9.23 2000. 9.26	43.00	8	2	12	1.5	40	25.0	5.0	7.0	25.0		2.0		74.0		1						1,595	80	12	11		30	8.5	34.5	8.5	
MJBK 8	2000. 9.15 2000. 9.22	43.00	11	6	18	3.0	68	23.0	16.0	4.0	21.0		40.0		116.0		1						1,530	105	17	8		36	8.0	35.0	13.0	
MJBK 9	2000. 9.27 2000.10. 2	42.00	9	4	12	2.0	50	20.0	8.0	16.0	16.0		12.0		86.0		1						1,520	120	13	12		42	8.0	34.0	13.0	
MJBK 10	2000.10. 2 2000.10. 6	36.00	9	4	8	5.0	42	27.0	8.0	4.0	17.0		16.0		90.0		1						980	70	7	5		54	8.0	28.0	9.0	
MJBK 11	2000. 9.20 2000. 9.20	37.00	2	1	3	1.0	10	14.0	3.0	3.0	4.0		4.0		28.0		1		2			2	420	55	7	3	40	12	13.0	24.0	13.0	
MJBK 12	2000. 9.17 2000. 9.19	41.50	6	2	10	3.0	30	32.0	8.0	7.0	9.0		11.0		67.0		1		2			2	720	65	15	5	37	33	14.0	27.5	13.5	
MJBK 13	2000. 9.14 2000. 9.16	39.00	5	3	19	6.0	50	42.0	16.0	4.0	18.0		8.0		88.0		1		2			3	680	85	10	5	43	24	9.0	30.0	11.0	
MJBK 14	2000. 9.21 2000. 9.22	32.00	5	2	9	3.0	25	27.0	7.0	7.0	13.0		6.0		70.0		1		2			3	700	80	8	5	45	30	13.0	14.5	16.0	
MJBK 15	2000. 9.24 2000. 9.26	34.50	6	2	12	4.0	30	18.0	8.0	24.0	22.0		14.0		86.0		2		2			5	630	70	10	5	40	42	12.0	21.1	12.0	
MJBK 16	2000. 9.30 2000.10. 2	41.00	5	1	6	2.0	25	17.0	4.0	8.0	11.0		10.0		50.0			2			1		1,120	50	15	7		30	9.5	31.5	10.5	
MJBK 17	2000.10. 2 2000.10. 4	46.00	6	1	5	3.0	32	23.0	6.0	6.0	13.0		12.0		60.0			1					970	60	8	7		33	9.0	37.0	10.0	
Total	2000. 9. 1 2000.10. 6	655.00	136	65	205	67.5	697	380.0	165.0	122.0	409.0		80.0		1355.0		6	15	10	1	12	1	15	20,530	1,382	181	123	205	594	162.4	486.7	239.5

Table II-3-3 Results of Drilling Survey by Each Machine in the Kokpetinskaya Area

Content of work		Quantity of working shift	Total workers				Contents of work							Consumable materials				
			Engineer			worker	Transport	Carrying	Preparation	Waiting for material	Recovery from accident	Dismount	Other	Total	Gasoline	Diesel oil	Lubricating oil	Grease
			Japnaese	Operator	Geologist	Locals												
Detailed survey (No.1 machine)							hr	hr	hr	hr	hr	hr					kg	
Travel	Tokgo-Almaty-Samarskaya	5	5									40.0	40.0					
Preparation	2000. 8. 30~2000. 8. 31	1.5	2	4	2	10	8.0	6.0					16.0	20	250	20	5	
Holiday																		
Dismount	2000. 10. 7~2000. 10. 7	1	1	1		8					8.0		8.0	10	300	15	10	
Travel	2000. 10. 2~2000. 10. 8	7	7									56.0	56.0					
Total	2000. 8. 30~2000. 10. 8	14.5	15	5	2	18	8.0	6.0			8.0	96.0	120.0	30	550	35	15	
Detailed survey (No.2 machine)																		
Travel	Tokgo-Almaty-Samarskaya																	
Preparation	2000. 9. 14~2000. 9. 14	1	1	2	1	12	10.0	2.0					16.0	10	130	10	5	
Holyday																		
Dismount	2000. 10. 6~2000. 10. 6	1	1	1		7					8.0		8.0	9	250	15	8	
Travel																		
Total	2000. 9. 14~2000. 10. 6	2	2	3	1	19	10.0	2.0			8.0		24.0	19	380	25	13	
General survey (No. 3 machine)																		
Travel	Tokgo-Almaty-Samarskaya	5	5									40.0	40.0					
Preparation	2000. 9. 11~2000. 9. 11	1	1	3	1	8	9.0	1.0					20.0	15	280	20	10	
Holyday																		
Dismount	2000. 9. 27~2000. 9. 27	1	1	3	1	10					12.0		12.0	10	300	25	15	
Travel	2000. 10. 2~2000. 10. 8	7	7									56.0	56.0					
Total	2000. 9. 11~2000. 10. 8	14	14	6	2	18	9.0	1.0			12.0	96.0	128.0	25	580	45	25	
Total		30.5	31.0	14.0	5.0	55.0	27.0	9.0				28.0	192.0	272.0	74	1,510	105	53

Table II-3-4 General Results of the Drilling Works in the Kokpetinskaya Area

Drilling machine		NO.1 machine	NO.2 machine	NO.3 machine	Total	Description	
District		South of Placer No.1	South of Placer No.1	South of Placer No.3			
Number of holes		7	5	5	17		
Length of drilling (m)		268.00	203.00	184.00	655.00		
Ave. length of drillholes (m)		38.29	40.60	36.80	38.53		
Survey days	Period	2000.8.30	2000.9.14	2000.9.11	2000.8.30		
		2000.10.7	2000.10.5	2000.9.27	2000.10.7		
	Drilling days	22.6	14.5	8.7	45.8		
	Other days	16.4	7.5	8.3	32.2	Travel, transport, preparation and dismount	
	Holidays	—	—	—	—		
	Total days	39	22	17	78		
Workers	Local staff	Engineer	155	62	67	284	
		Worker	375	210	165	750	
		Geologist	34	12.5	17	63.5	
		Total	564	284.5	249	1,097.5	
	Japanese staff	54	32	17	103		
Efficiency of drilling days (m/day·machine)		11.86	14.00	21.15	14.30		
Efficiency of survey days (m/day·machine)		6.87	9.23	10.82	8.40		

Table II -3-5 Consumable Drilling Articles in the Kokpetinskaya Area

Item	Unit	Quantity	Average		Note
Tricone bit (4")	pcs	6	30.67 m/pc	1.20 pcs/hole	
Metal bit (φ 92mm)	pcs	10	18.40 m/pc	2.0 pcs/hole	
Metal bit (φ 190mm)	pcs	15	31.40 m/pc	1.25 pcs/hole	
Shoe (φ 400mm)	pcs	1	13.00 m/pc	1.0 pcs/hole	
Shoe(φ 270mm)	pcs	12	39.25 m/pc	1.0 pcs/hole	
Shoe(φ 220mm)	pcs	1	36.00 m/pc	1.0 pcs/hole	
Shoe(φ 127mm)	pcs	15	12.27 m/pc	3.00 pcs/hole	
Gas oil	liters	20,530	31.34 l/m	1,207.65 l/hole	
Gasoline	liters	1,382	2.11 l/m	81.29 l/hole	
Lubricating oil	liters	181	0.28 l/m	10.65 l/hole	
Grease	kg	123	0.19 l/m	7.24 kg/hole	
Bentonite	bags*	205	1.11 bags/m	41.0 bags/hole	
Total amount of water	m <sup>3</sup>	594	0.91 m <sup>3</sup> /m	34.91 m <sup>3</sup> /hole	

\*1bag=25kg

**Table II-3-6 Major Mineralization Zones Revealed by Drillings on the Southern flank of Placer No.1**

Hole No.	Depth (m)	Width (m)	Ilmenite content (kg/m <sup>3</sup> )	Zircon content (kg/m <sup>3</sup> )	Remarks
MJBK-2	26.00~27.40	1.40	106.95	2.71	
	27.40~30.20	2.80	40.64	0.73	
MJBK-3	28.50~29.30	0.80	42.35	1.22	
	29.30~38.20	8.90	106.52	1.84	
MJBK-4	28.00~29.20	1.20	41.04	1.24	
	29.20~33.90	4.70	118.95	2.44	
MJBK-5	29.00~29.90	0.90	123.61	1.62	
MJBK-6	25.70~27.70	2.00	52.43	0.89	
MJBK-7	29.50~37.30	7.80	151.94	2.33	
MJBK-8	25.30~28.50	3.20	58.07	1.51	
	28.50~30.60	2.10	201.10	3.40	
	30.60~41.00	10.40	49.14	1.40	
MJBK-9	29.00~30.00	1.00	65.92	1.28	
	30.00~37.70	7.70	110.87	1.90	
MJBK-10	27.00~29.00	2.00	31.50	0.63	
	29.00~34.60	5.60	119.36	1.84	
MJBK-16	28.20~34.00	5.80	63.20	1.16	
	34.00~39.00	5.00	114.46	1.71	
MJBK-17	34.00~36.00	2.00	38.95	0.87	
	36.00~43.00	7.00	105.41	1.56	
	43.00~43.50	0.50	60.84	1.22	

**Table II-3-7 Major Mineralization Zones Revealed by Drillings on the Southern flank of Placer No.3**

Hole No.	Depth (m)	Width (m)	Ilmenite content (kg/m <sup>3</sup> )	Zircon content (kg/m <sup>3</sup> )	Remarks
MJBK-12	24.30~28.00	3.70	19.34	0.55	
	28.00~29.90	1.90	110.72	4.22	
MJBK-15	24.50~28.90	4.40	121.11	3.28	

**Table II-3-8 Ilmenite Content, Ore Sands and Overburden Thickness  
at the Southern Flank of Placer No.1 in block III-C<sub>2</sub>**

No.	Profiles No.	Hole No.	Average thickness		Average ilmenite content	Thickness x ilmenite content	Stripping ratio
			Ore sands	Over-burden			
			m	m	kg/m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
1.	30	MJBK-17	7.0	36.0	105.41	737.87	
2.	30	MJBK-16	5.0	34.0	114.46	572.30	
<b>Sum</b>			<b>12.0</b>	<b>70.0</b>		<b>1,310.17.</b>	
<b>Average at profile 30</b>			<b>6.0</b>	<b>35.0</b>	<b>109.18</b>		<b>5.83</b>
1.	34	MJBK-10	5.6	29.0	119.36	668.42	
2.	34	MJBK-9	7.7	30.0	110.87	853.70	
3.	34	MJBK-8	2.1	28.5	201.10	422.31	
4.	34	MJBK-7	7.8	29.5	151.94	1,185.13	
<b>Sum</b>			<b>23.2</b>	<b>117.0</b>		<b>3,129.56</b>	
<b>Average at profile 34</b>			<b>5.8</b>	<b>29.25</b>	<b>134.89</b>		<b>5.04</b>
1.	38	MJBK-4	4.7	29.2	118.95	559.06	
2.	38	40-20	3.3	29.0	151.02	498.37	
3.	38	MJBK-3	8.9	29.3	106.52	948.03	
<b>Sum</b>			<b>16.9</b>	<b>87.5</b>		<b>2,005.46</b>	
<b>Average at profile 38</b>			<b>5.63</b>	<b>29.17</b>	<b>118.67</b>		<b>5.18</b>
<b>TOTAL:</b>		<b>9 holes</b>	<b>52.1</b>	<b>274.5</b>		<b>6,445.19</b>	
<b>Average between Profiles 30-38</b>			<b>5.8</b>	<b>30.5</b>	<b>123.70</b>		<b>5.26</b>
1.	40	40-16	6.0	27.5	103.54	621.24	
2.	44	44-14	2.5	24.0	177.94	444.85	
<b>Sum</b>			<b>8.5</b>	<b>51.5</b>		<b>1,066.09</b>	
<b>TOTAL:</b>		<b>11 holes</b>	<b>60.6</b>	<b>326.0</b>		<b>7,511.28</b>	
<b>Average at block III-C<sub>2</sub></b>			<b>5.51</b>	<b>29.64</b>	<b>123.95</b>		<b>5.38</b>



**Table II-3-9 Ore Reserves Calculation of Category C<sub>2</sub>  
for the Southern Flank of Placer No.1**

Block No.	Block area ths.m <sup>2</sup>	Ore bed thickness m	Ore sands reserves ths.m <sup>3</sup>	Ilmenite content kg/m <sup>3</sup>	Ilmenite reserves ths. t	Overburden thickness m	Overburden volume ths. m <sup>3</sup>	Stripping ratio m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
III— C <sub>2</sub>	909.0	5.51	5,008.59	123.95	620.81	29.64	26,942.76	5.38

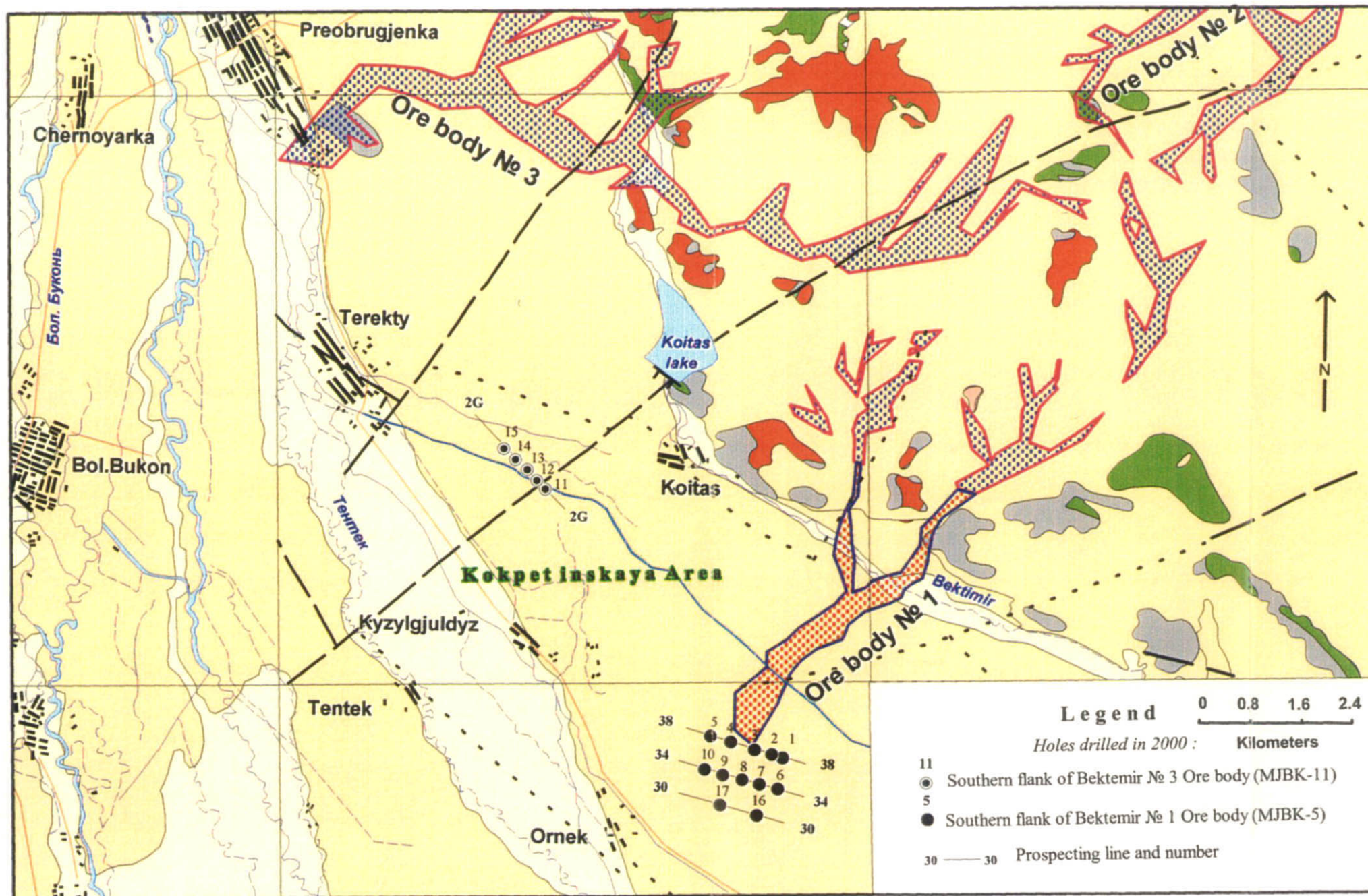
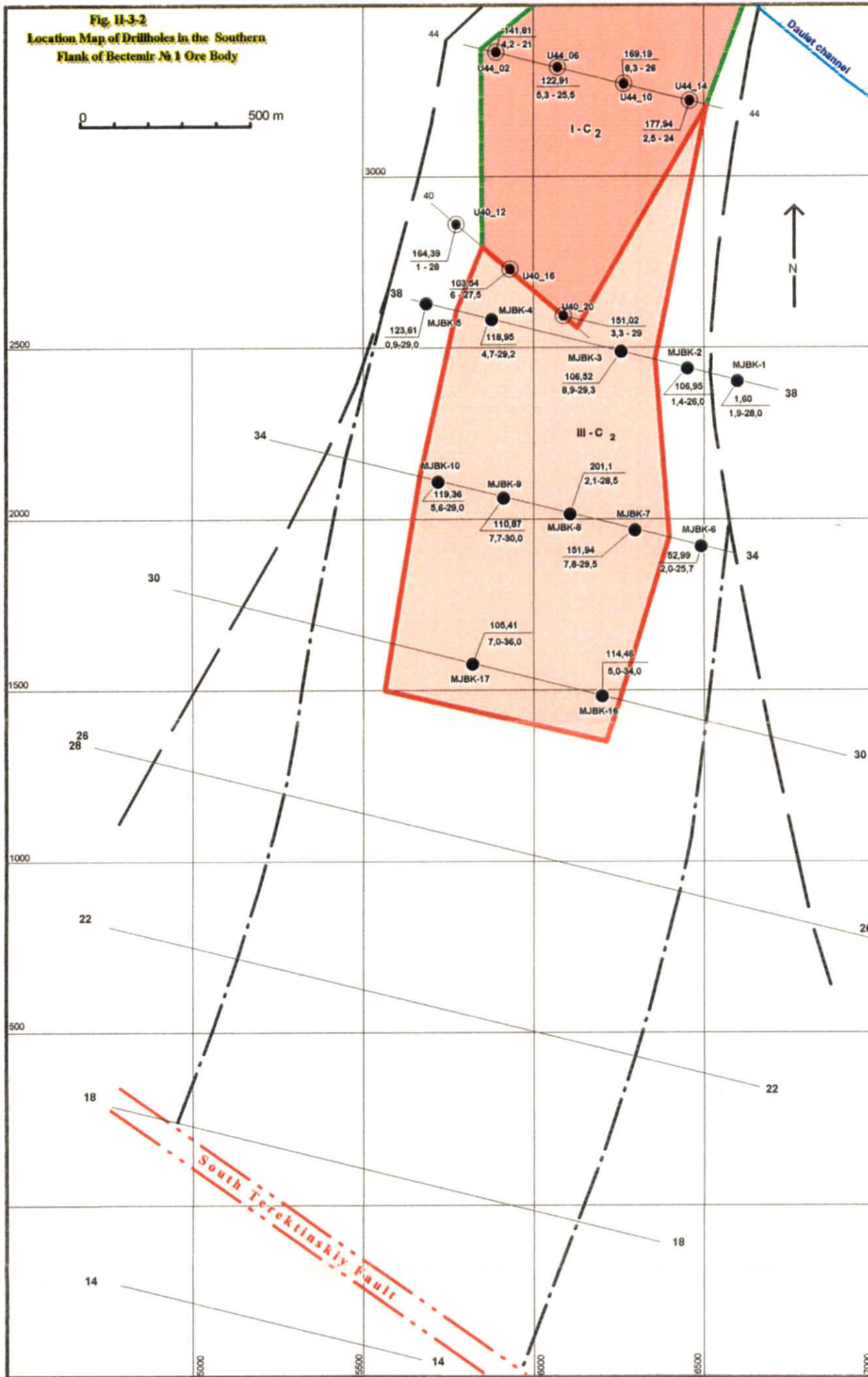
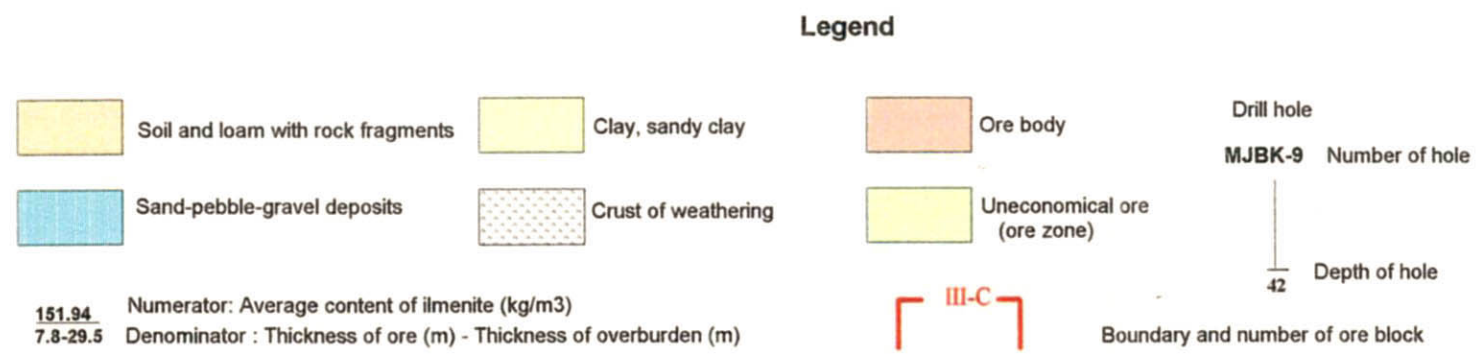


Fig. II-3-1 Location Map of the Drillholes in the Kokpetinskaya Area

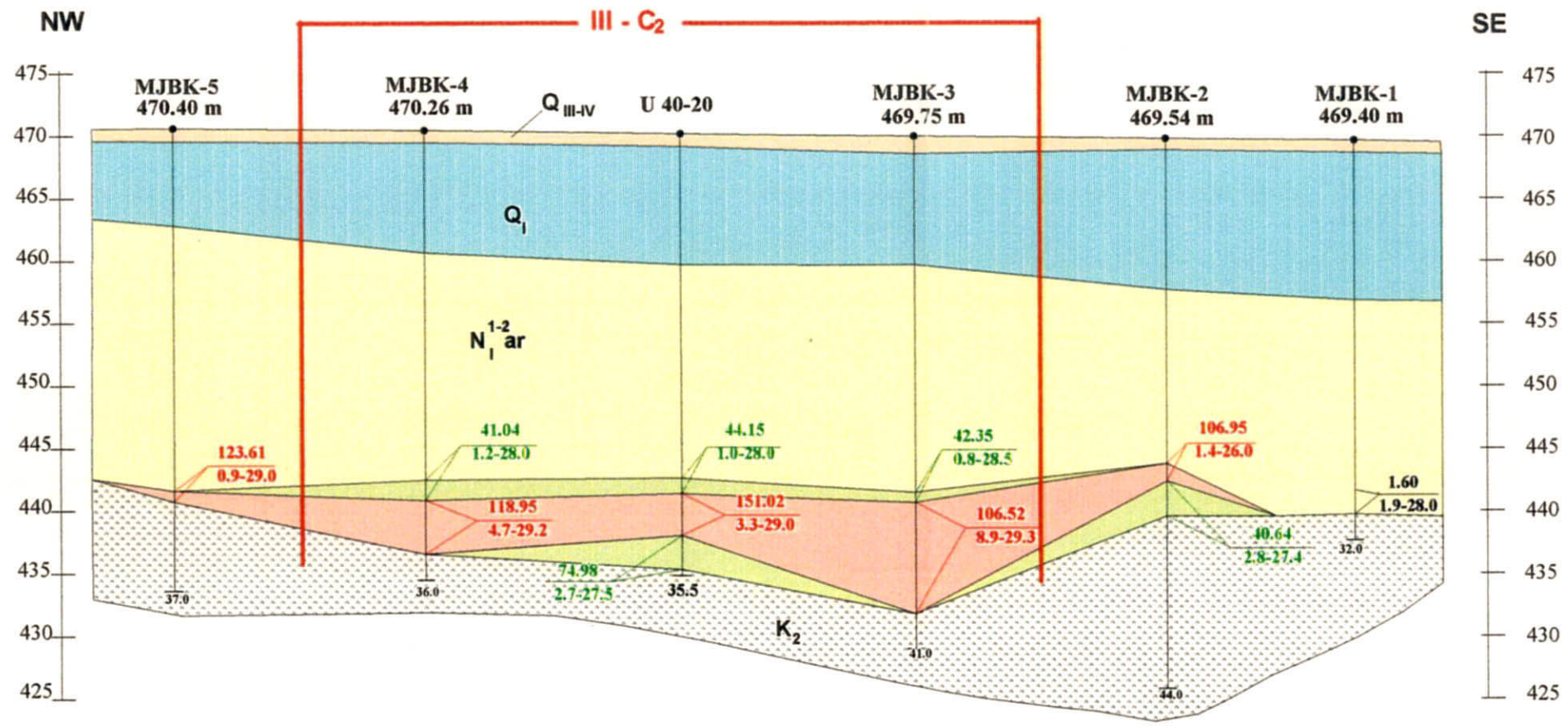
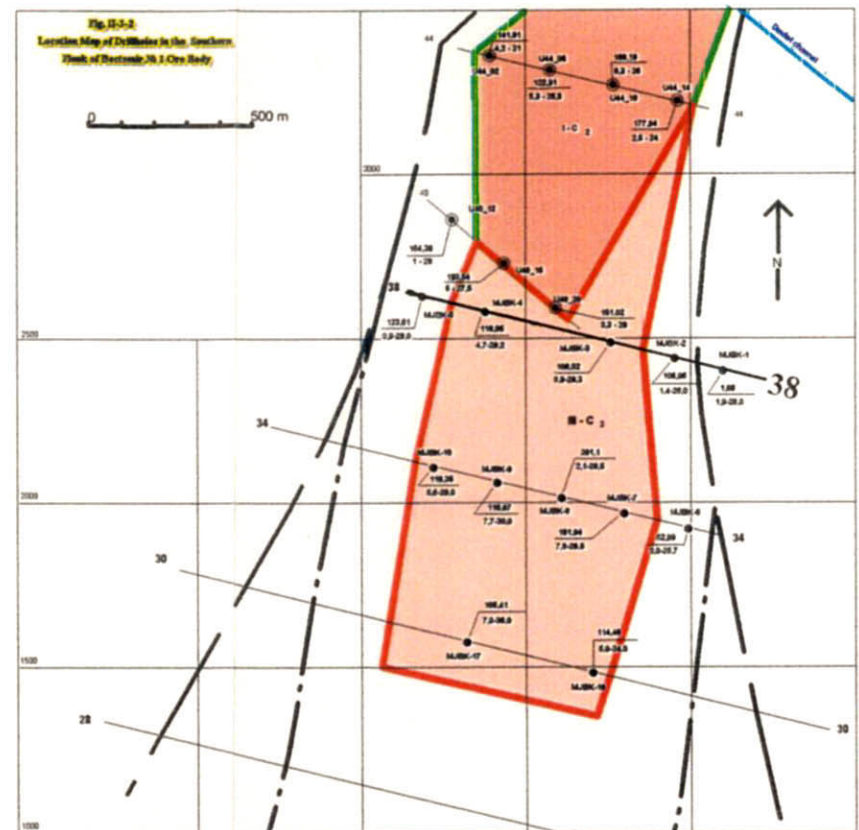


- Legend**
- Ore reserves of category C :
    - Approved reserves by State Committee of Reserves ( 02.02.1999 )
    - Increased reserves in 2000
  - III - C<sub>2</sub>** Number of ore block
  - Boundary of ore zone
  - Ore section**
  - $\frac{151,02}{3,3-29,0}$  Numerator: Average content of ilmenite (kg/ m ),  
Denominator: Thickness of ore (m.) - Thickness of overburden (m.)
  - Drilled holes, number:**
  - U40\_20 Drilled holes in 1998 ( Kazakh side )
  - MJBK-6 Drilled holes in 2000
  - 30 Prospecting line

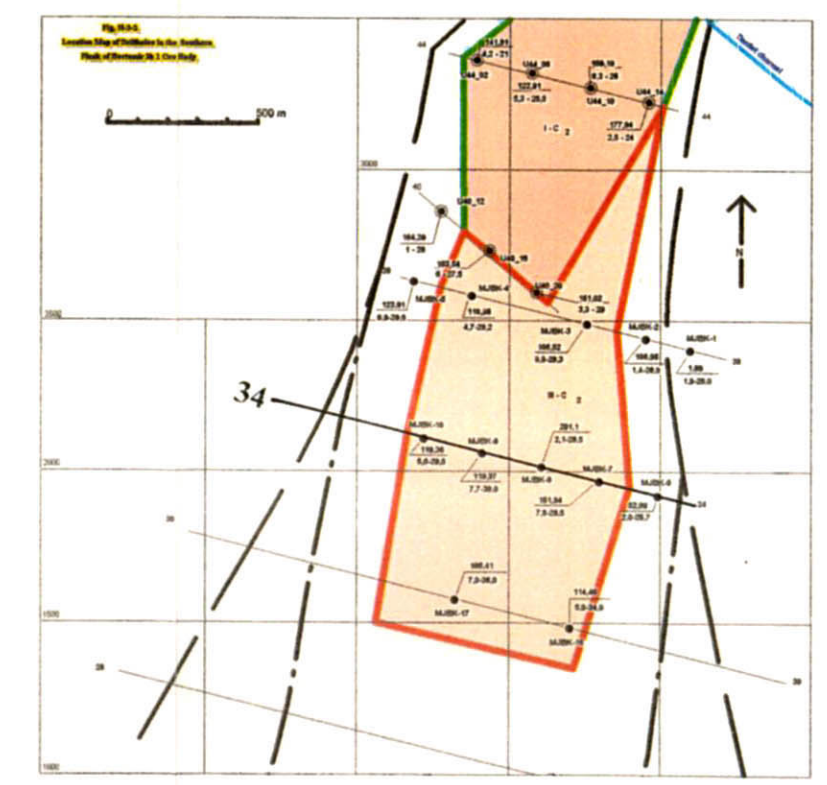
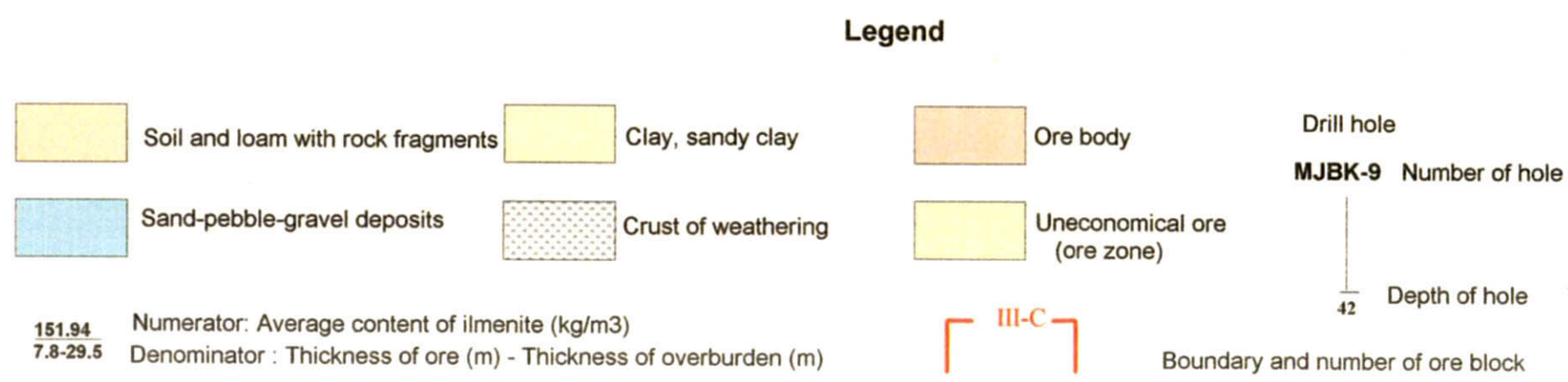
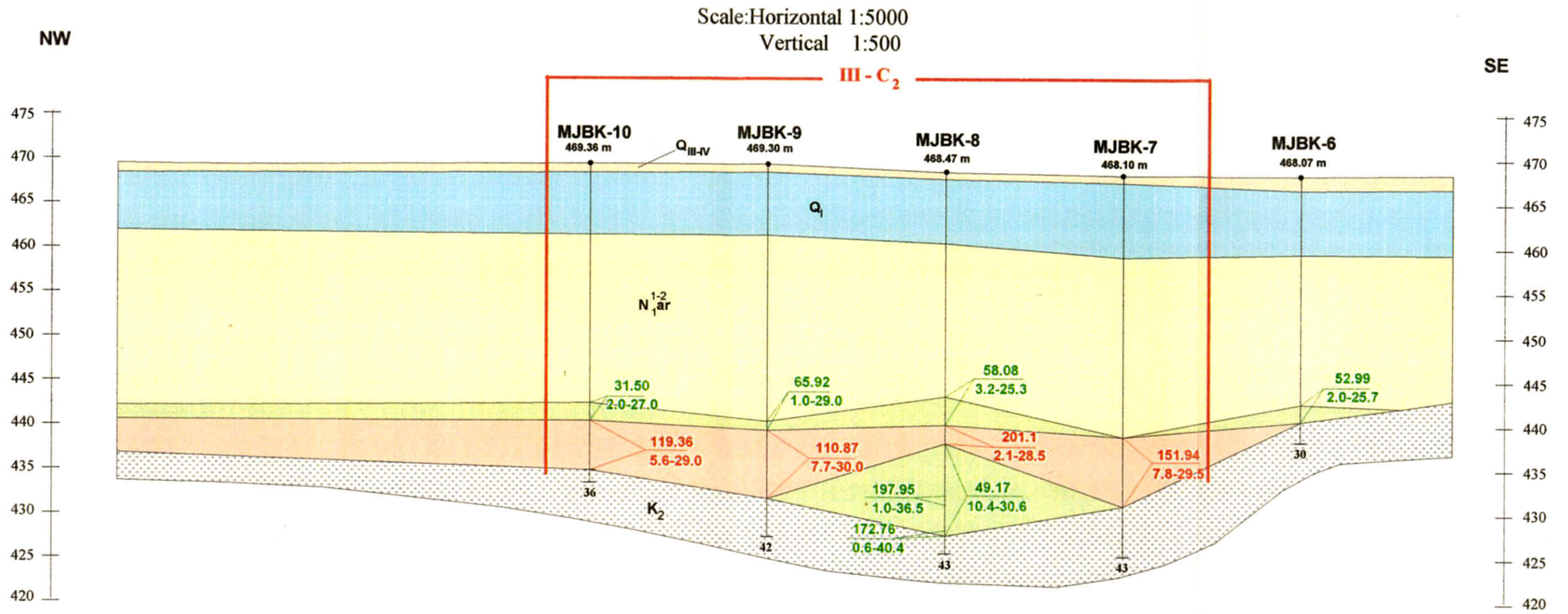
Fig. II-3-2 Location Map of the Drillholes on the Southern Flank of Bektemir No. 1 Ore Body



Scale: Horizontal 1:5000  
Vertical 1:500



**Fig. II-3-3 Geologic Cross Section along MJBK-1, 2, 3, 4 and 5 (Line-38)**



**Fig. II-3-4 Geologic Cross Section along MJBK-6, 7, 8, 9, and 10 (Line-34)**

Soil and loam with rock fragments
  Clay, sandy clay

Sand-pebble-gravel deposits
  Crust of weathering

$\frac{151.94}{7.8-29.5}$  Numerator: Average content of ilmenite (kg/m<sup>3</sup>)  
 Denominator: Thickness of ore (m) - Thickness of overburden (m)

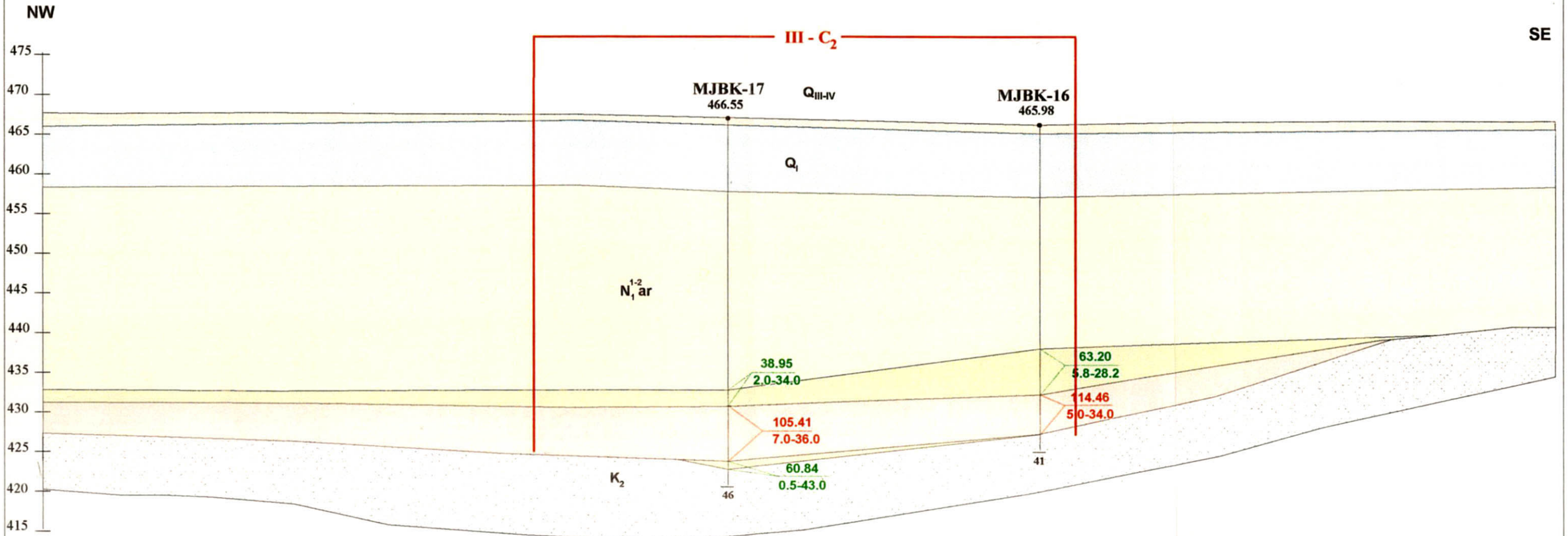
**Legend**

Ore body
  Uneconomical ore (ore zone)

[ III-C ] Boundary and number of ore block

Drill hole  
**MJBK-9** Number of hole  
 Depth of hole  
 $\frac{42}{42}$

Scale: Horizontal 1:5000  
Vertical 1:500



**Fig. II-3-5 Geologic Cross Section along MJBK-16 and 17 (Line-30)**

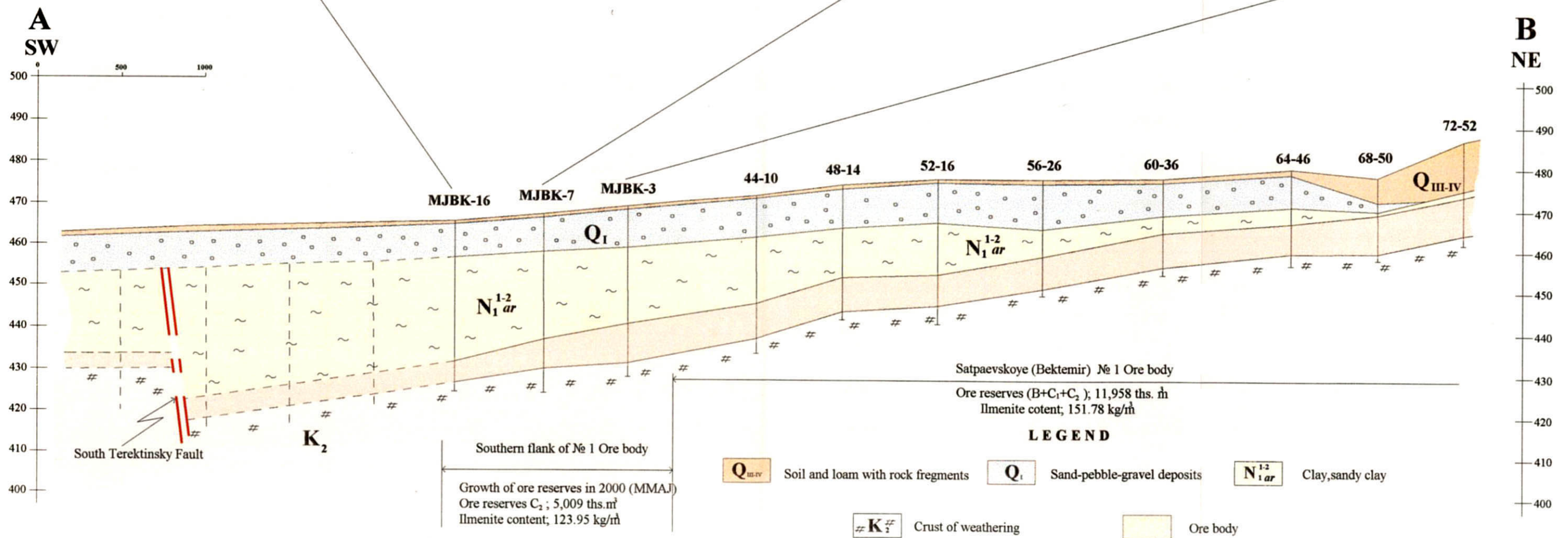
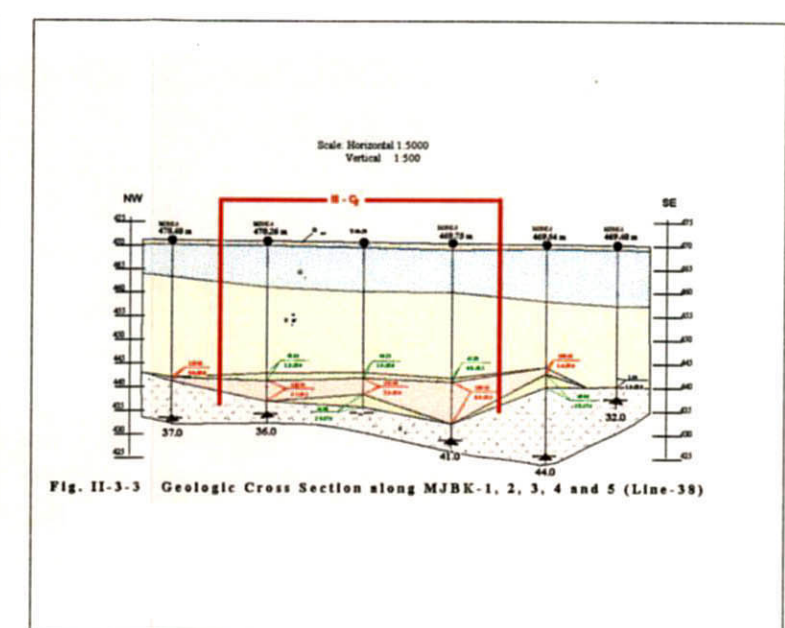
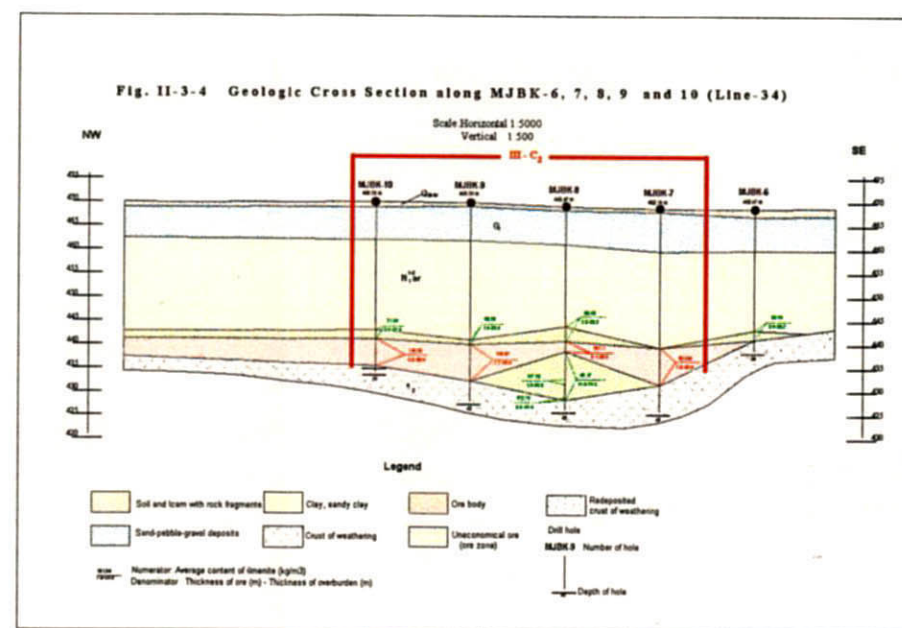
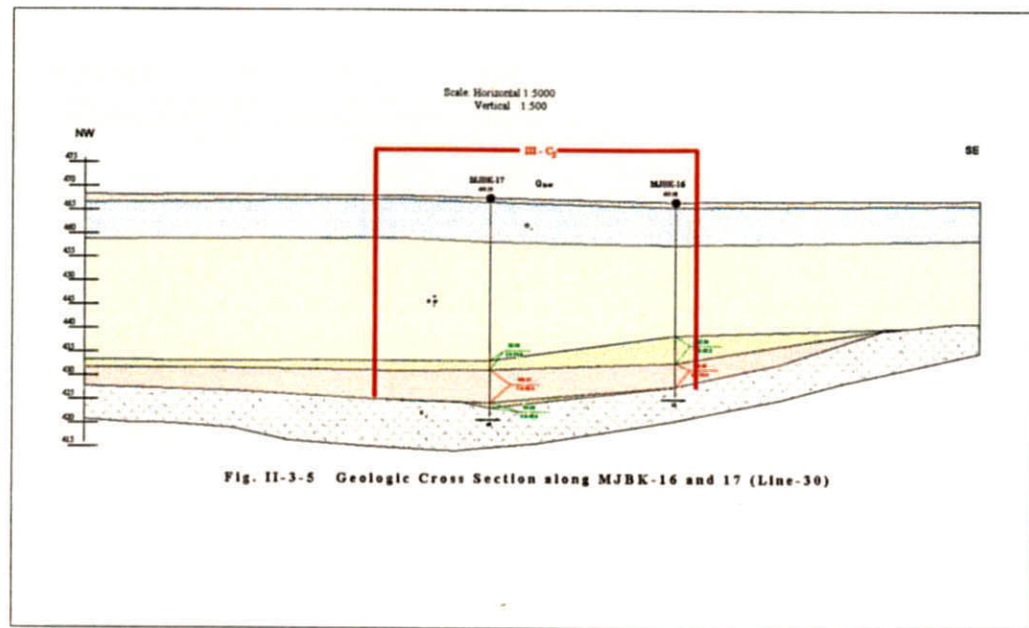
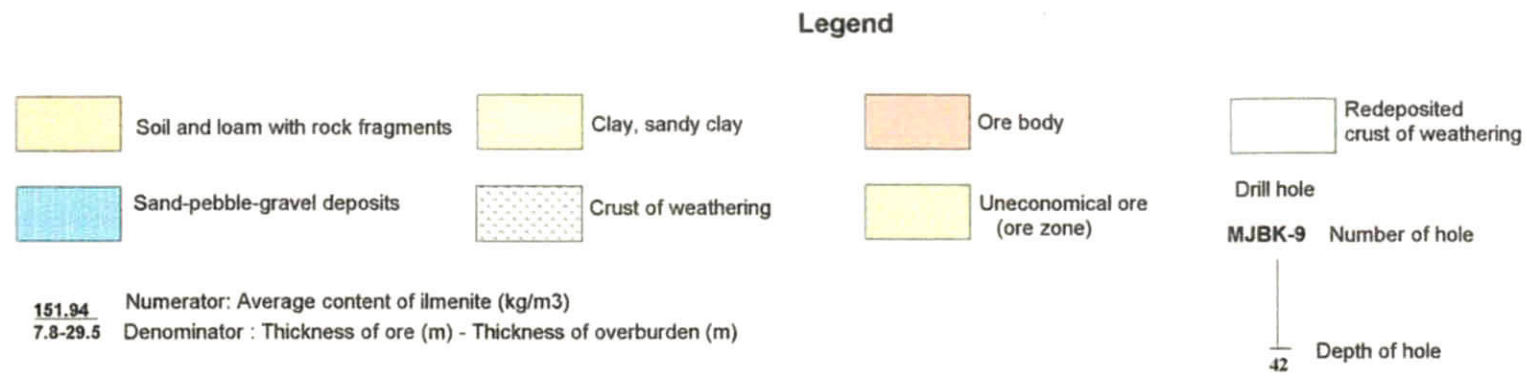


Fig. II-3-6 Longitudinal Section along Satpaevskoye (Bektemir) № 1 Ore body



Scale: Horizontal 1:5000  
Vertical 1:500

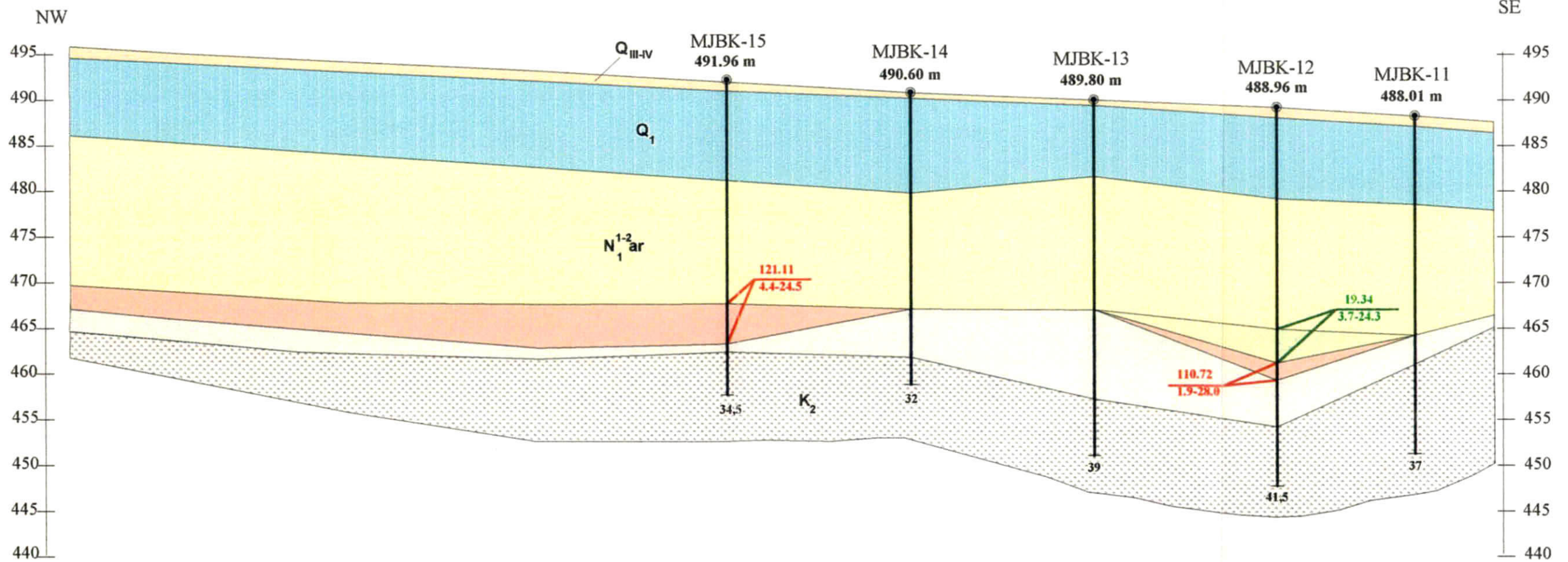
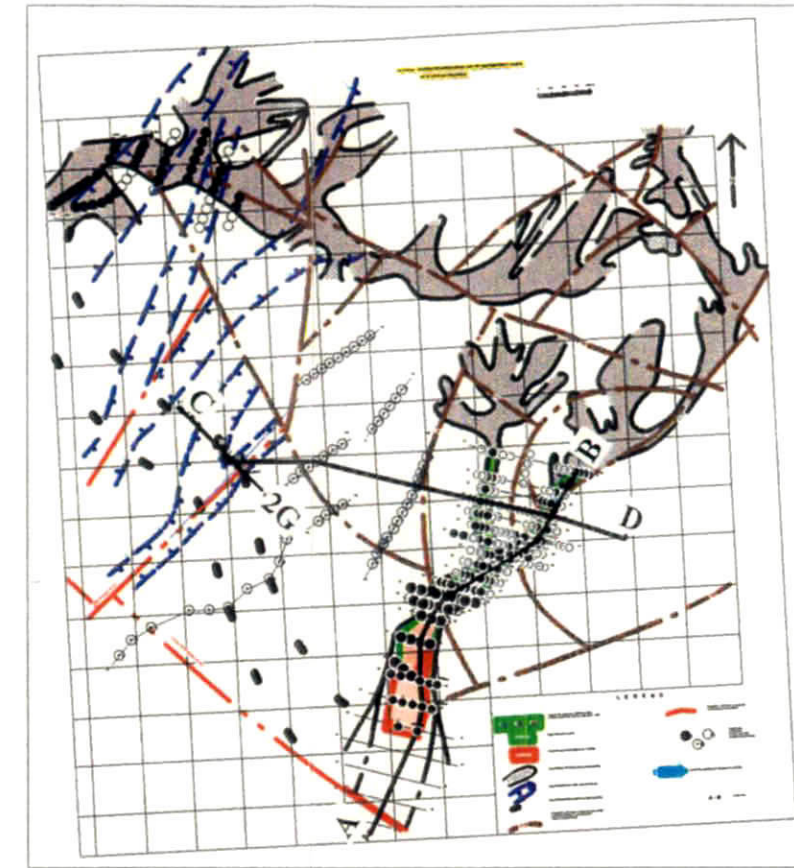


Fig. II-3-7 Geologic Cross Section along MJBK-11, 12, 13, 14 and 15 (Line-2G)



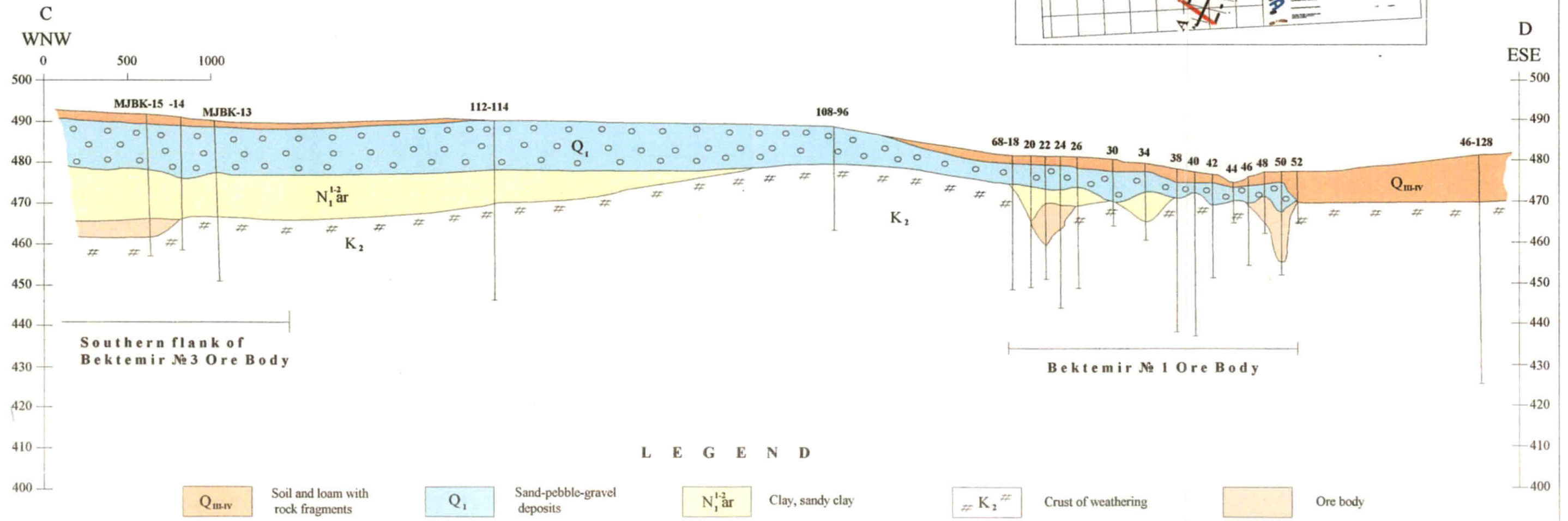
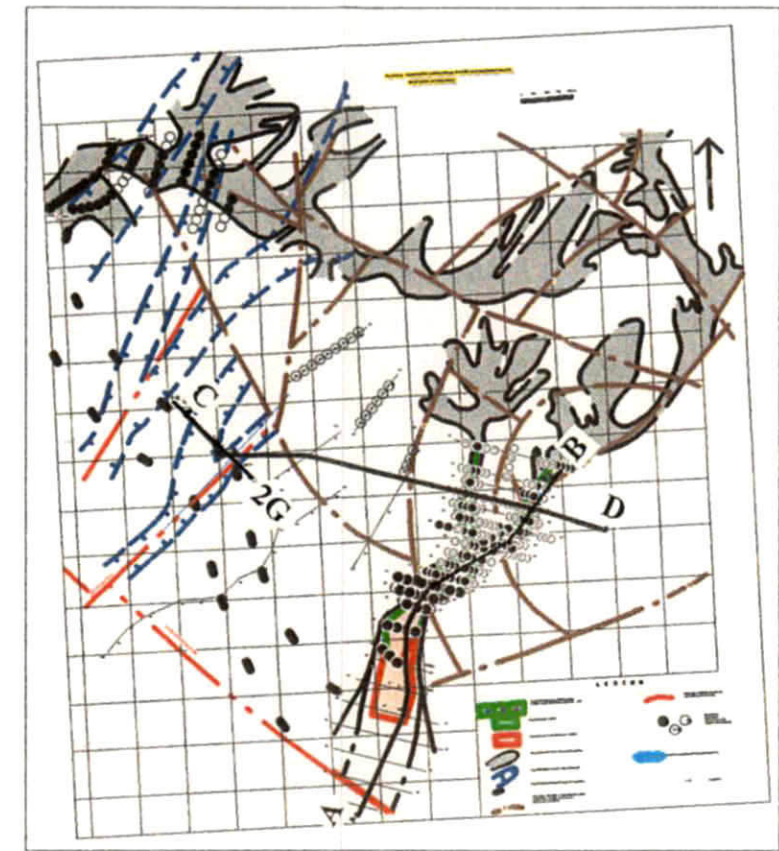


Fig. II - 3 - 8 Geological Cross Section between the Bektemir №1 Ore Body and the Southern Flank of the Bektemir №3 Ore