

## 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、既知鉱床であるベクチミール第1鉱床及び第3鉱床の南延長域における鉱床の捕捉、発達状況の把握及び鉱量確認を、また、ベクチミール東部地区のプレオブラゼンスキイ複合岩体南東近傍における層序、鉱床の捕捉、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鉱床南地区（精査地区）で18孔、合計940.5 m、第3鉱床南地区（精査地区）で8孔、合計290.5 m、東部地区（概査地区）で41孔、合計1,036.5 m、以上67孔、総計2,267.5mのボーリング工事を実施した。現地ボーリング業者のキャンプはコイタス村近傍に設置した。

各ボーリング孔の位置を Fig. II-3-1 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（精査地区）

第2年次に引き続き、第1鉱床の確認済みIV-C<sub>2</sub>鉱量鉱画の東西延長について500×200 m のグリッドで3測線（26、22、18測線）、18孔、計940.5 mのボーリングを実施した。

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φ240 mm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。本年次も厚さ1.5m程度の砂礫を炭酸石灰が膠着した硬質礫層（カルクリート：Calcrete）が多く出現

し、掘削に非常な困難を伴った。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φ190 mm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14年7月6日から平成14年8月23日までの49日間である。

## (2) ベクチミール第3鉱体南地区（精査地区）

2A, 3G, 3A 測線において200 m 間隔8孔、計290.5mのボーリングを実施した。

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。泥水ピットはトラクターにより掘削し、ボーリング終了後に廃泥水が乾燥するのを待って埋め戻し復元した。

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14年7月11日から平成14年7月26日までの16日間である。

## (3) ベクチミール東部地区（概査地区）

本地区では11測線で41孔、計1,036.5mのボーリングを実施した。このうち、北部には4測線12孔、合計498m、南部には7測線29孔、合計538.5mを実施した。

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

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。アラル層の粘土、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 14 年 7 月 6 日から平成 14 年 7 月 10 日および平成 14 年 7 月 27 日から平成 14 年 8 月 27 日までの 37 日間である。

## 2) 室内試験

ボーリングで捕捉されたイルメナイト濃集部は、最大着鉱長 1m、最小着鉱長 0.3m で、パーカッションボーリングではコアの 1/4、ロータリーボーリングではコアの 1/2 を採取した。ベクチミール第 1 鉱床南では 191 試料、第 3 鉱床南では 78 試料、東部地区では 185 試料を採取した。採取した試料はそれぞれ湿重量、乾重量を計量したのち、全量を水中で十分に解砕して、石英、長石、重鉱物、粘土粒子を分離した。重鉱物のほぼ 100%は粒径 1.0mm 以下であるので、試料を乾燥後、1.0mm 篩で粒径 1.0mm 以下の粒子を篩い分けた。これを重液（ブロロホルム）分離して重鉱物を分け取り、磁力選鉱、静電分離等でイルメナイト(Ilmenite)、ジルコン(Zircon)、ルチル(Rutile)、リユーコキシソ(Leucoxene)、磁鉄鉱(magnetite)、その他に分離し、それぞれの重量を計量した(Appendix 2-10)。

ボーリングコアからイルメナイト濃集部 7 試料、イルメナイト精鉱 2 試料、基盤岩 1 試料、第四紀カルクリート礫 1 試料を採取し、室内試験として研磨薄片 7 枚（ベクチミール第 1 鉱床南 3 枚、東部地区 4 枚）、イルメナイト精鉱研磨片 2 枚（ベクチミール第 1 鉱床南 2 枚）を作成し、顕微鏡観察を実施した。東部地区のイルメナイトを含む 2 試料については構成鉱物を決定するために、粉末 X 線回折装置（BRUKER axs 製 MXP18、X 線発生装置 18kW、管電圧 40kv、管電流 150mA）による粉末 X 線回折 2 件を実施し、研磨薄片と研磨片 9 枚に認められる不透明鉱物 60 粒 61 点については EDX（日本電子製 JSM-5310）にて半定量分析を実施して、鉱物種の決定とチタン含有量を測定した(Appendix 2-20)。3 試料(MJBK-54 57.5m, MJBKE-29 14.1m, MJBKE-33 13.3m)については EPMA（日本電子製 JXA-8800R）による面分析を実施して、鉱物種の決定と Ti, Fe, Mn, O 分布を測定し、1 試料(MJBKE-29 14.1m)については線分析を実施した。また漂砂鉱床形成時の運搬・堆積作用の状態資料を得るために、顕微鏡画像処理によってイルメナイトなどチタン鉱物の半径、円相当径、円形度などを測定した(Appendix 2-18)。

ボーリングコアのアラル層から採取した粘土 9 試料については粘土鉱物を決定するために粉末 X 線回折装置（BRUKER axs 製 MXP18、X 線発生装置 18kW、管電圧 40kv、管電流 150mA）による粉末 X 線回折 9 件を実施し、このうち 8 件については

粘土鉱物決定のため、さらに定方位試料作成と EG 処理、HCl 処理を実施して粘土鉱物種を決定した(Appendix 2-4)。

### 3-3 調査結果

#### 3-3-1 地質

##### 1) 基盤風化殻 (C<sub>2-3</sub>mt)

基盤風化殻は石炭紀の堆積岩類、火山岩類および貫入岩類上に発達した、白亜紀後期(デンマーク世: 1億4000万年前)の熱帯湿潤気候下で化学的風化作用によって生じた風化殻である(Erofeyev,1969)。

ボーリング調査地域では、プレオブラゼンスキイ複合岩体南西に分布する中部石炭紀のブコン層(C<sub>2</sub>bk)砂岩および頁岩を原岩とする風化殻が認められる。風化殻は脆弱で帯褐色灰白色に漂白脱色し、湿潤状態のときには手で容易に解砕できる。僅かに層理構造を残す場合があるが、概ね不明瞭であり、上位に不整合をもって覆う第三紀アラル層との境界はしばしば漸移的である。

粉末 X 回折によればこれらの基盤風化殻は石英、カオリンを主とし、スメクタイトとイライトを混在することがある。しばしば少量の斜長石、カリ長石をとまなう。

##### 2) 第三紀アラル層(N<sub>1</sub><sup>1-2</sup>ar)

第三紀アラル層は基盤風化殻を不整合で覆い、さらに第四紀層により不整合で広く覆われている。第三紀中新世前期頃(2,300万年前)から堆積が始まったとされる(Erofeyev,1969)。

本層は層厚 10~45m の粘土、砂質粘土、粘土質砂層からなり、稀に礫層を挟在する。湿潤状態ではやや軟質で流動性を帯びるが、乾燥するとひび割れて脆弱となる。酸化鉄汚染、マンガン酸化物ウーライト、石膏結晶を含むことがある。岩層から下部層と上部層に区分される。

下部層: 緻密な淡灰色粘土質細砂ないし暗灰色砂質粘土からなり、ときに淡灰色細粒から粗粒砂層を挟む。暗灰色砂質粘土は緻密で、水田土壌に似ており有機物や木片を含む。砂層は厚さ 1~10m で不整合面直上ないし、不整合面から 4~15m 上位に挟在し、褐鉄鉱染または小瘤状の団塊によって褐色に汚染される部分がある。基底にしばしば石英亜円礫を含む。淡灰色砂層にはイルメナイト濃集部を伴い、イルメナイト漂砂鉱床を胚胎する。粉末 X 線回折によれば、砂質粘土層は多量の石英、斜長石、中量のカオリン、スメクタイト、少量のイライトからなる。淡灰色砂層には多量の石英、中量のカオリン、しばしば斜長石からなり、スメクタイトはときどきしか含まれない。

上部層: 褐灰色ないし淡赤褐色、黄灰色の雑色を呈する緻密な粘土からなり、褐鉄

鉍汚染や脈状の褐鉄鉍，径 3～5mm の水酸化マンガンのウーライトを含むことを特徴とする。粉末 X 線回折では多量の石英に中量のカオリンを伴い，しばしばスメクタイト，少量の斜長石を含む。

### 3) 第四紀層 (Q)

本層は層厚 9m 程度で未固結の玉石，砂礫，シルトからなり，第三紀アラル層を不整合で広く覆う。礫種は石炭紀の頁岩，砂岩が多い。ベクチミール第一鉍床南地区では深度 10m 前後に砂礫を炭酸石灰が膠着したカルクリートが厚さ 2m 以下で挟在するところがある。本層には顕著なイルメナイト濃集部を含まないが，ベクチミール第二鉍床の一部には，本層の基底部にイルメナイト濃集部を伴うところがある (Geoincentre, 1999)。

## 3-3-2 ベクチミール第 1 鉍床南地区(精査地区)

第 2 年次に引き続いて，第 1 鉍床の確認済み IV-C<sub>2</sub> 鉍量鉍画の東西延長について 500×200 m のグリッドで 3 測線 (26, 22, 18 測線)，18 孔，計 940.5 m のボーリングを実施した。18 孔中 11 孔でイルメナイト濃集部を捕捉し，このうち 5 孔がイルメナイト 100kg/m<sup>3</sup> で鉍画に編入された。

調査結果をボーリング沿い地質断面図 (Fig. II-3-2～4) に示す。

鉍床は NEN-SWS 方向のアラル層基盤の幅広い古地形チャンネルに胚胎する。古地形チャンネル内部にはさらに小さな 2 本のチャンネル (MJBK-26-32-50 沿いと MJBK-42-48 沿い) が判別できる。イルメナイト濃集部は，MJBK-18-12-29-33 を結ぶ線よりも東部では基盤不整合面直上に堆積し，それよりも西部ではアラル層中に挟在する。ボーリングで捕捉された鉍床の厚さは 0.9～9.0 m，イルメナイト品位は 7～134 kg/m<sup>3</sup> であった。鉍床の被覆土の厚さは 41～54.3m で，西に向かって深度を増す。

鉍床西部の拡がり，測線 34, 30 について，第 2 年次調査の MJBK-19, MJBK-24 の結果により，鉍床の厚さ劣化と品位低下 (1.6 m×23.44 kg/m<sup>3</sup>, 1.3 m×119.46 kg/m<sup>3</sup>) を確認し，鉍床が閉じることが判明したが，南の測線 26, 22 では，MJBK-44, 45, 53 で鉍床の厚さが 2m 以下に減じるものの，イルメナイト濃集部は依然連続し，鉍床は閉じていない。また，MJBK-54 ではイルメナイト濃集部は幅 4.2m，品位 115kg/m<sup>3</sup> で鉍画への編入条件を満たしているため，高品位部は規模を縮小しながらも，西方に延長しているのかも知れない。

鉍床東部は測線 22, 18 の MJBK-41, 42, MJBK-46, 47, 48 の結果によってイルメナイト濃集部の品位劣化と基盤の急な高まりを確認し，鉍床が閉じることが判明した。MJBK-37 (無鉍徴) によってイルメナイト濃集部の南限を確認しているため，

鉱床延長方向は幅が狭まって西または南東に変化していくことが推定される。

1) MJBK-38 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 64.0 m) (Line-26)

(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 から孔底まではアラル層の粘土からなる。深度 6m のカルクリート試料(MJBK-38)は粒径 2.7cm の円礫と粒径 2~6mm の円礫からなる礫岩である。粒径 2.7cm の円礫は微細な石英片(粒径 0.01~0.025mm)を包有する方解石からなる。周辺部の細円礫は砂岩や頁岩岩片で, セメント部は再結晶した方解石(粒径 0.01~0.1mm)と, 微量の粒径 0.01~0.03mm イルメナイトと赤鉄鉱が認められる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-2 に示すように, 深度 59.00-62.00 m 間にイルメナイト濃集部(厚さ: 3.00 m, イルメナイト品位: 126.83 kg/m<sup>3</sup>)を捕捉した。

2) MJBK-39 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 39.0 m) (Line-26)

(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 9.00-31.80 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 粘土質砂, 深度 31.80 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-2 に示すように, イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

3) MJBK-40 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 64.5 m) (Line-26)

(1) 地質

孔口から深度 7.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 7.00 から孔底まではアラル層の粘土からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-6 に示すとおりである。

Fig. II-3-2 に示すように, 深度 46.00-48.00 m 間にイルメナイト濃集部(厚さ: 2.00 m, イルメナイト品位: 104.88 kg/m<sup>3</sup>)を捕捉した。

4) MJBK-41 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 40.0 m) (Line-22)

(1) 地質

孔口から深度 10.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 10.00-35.50 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 35.50 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-3 に示すように, イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

5) MJBK-42 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 44.0 m) (Line-22)

(1) 地質

孔口から深度 10.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 10.00-41.90 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 41.90 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-32 に示すように，イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

6) MJBK-43 (方向一，傾斜-90°，掘進長 50.0 m) (Line-22)

(1) 地質

孔口から深度 10.50 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 10.50-45.50 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 45.50 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は 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 41.50-43.70 m 間にイルメナイト濃集部（厚さ：2.70 m，イルメナイト品位：109.78 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

7) MJBK-44 (方向一，傾斜-90°，掘進長 60.0 m) (Line-22)

(1) 地質

孔口から深度 7.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 7.00 から孔底まではアラル層の粘土からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は 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 50.40-51.60 m 間にイルメナイト濃集部（厚さ：1.20 m，イルメナイト品位：119.57 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

8) MJBK-45 (方向一，傾斜-90°，掘進長 61.0 m) (Line-22)

(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 9.00-39.50 m から孔底まではアラル層の粘土からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は 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 53.00-54.90 m 間に弱いイルメナイト濃集部（厚さ：1.90 m，イルメナイト品位：63.59 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

9) MJBK-46 (方向一，傾斜-90°，掘進長 28.0 m) (Line-18)

(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 8.00-19.80 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 19.80 m から孔底までは風化殻からなる。

る。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-4 に示すように、イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

10) MJBK-47 (方向ー, 傾斜-90°, 掘進長 36.0 m) (Line-18)

(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 8.00-34.00 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 粘土質砂, 深度 34.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-4 に示すように、イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

11) MJBK-48 (方向ー, 傾斜-90°, 掘進長 51.0 m) (Line-18)

(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 8.00-49.50 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 粘土質砂, 深度 49.50 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は 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 48.60-49.50 m 間に弱いイルメナイト濃集部 (厚さ : 0.90 m, イルメナイト品位 : 61.60 kg/m<sup>3</sup>) を捕捉した。

12) MJBK-49 (方向ー, 傾斜-90°, 掘進長 54.0 m) (Line-18)

(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 7.50-52.40 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 粘土質砂, 深度 52.40 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は 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 39.00-41.60 m 間にイルメナイト濃集部 (厚さ : 2.60 m, イルメナイト品位 : 133.96 kg/m<sup>3</sup>) を捕捉した。

13) MJBK-50 (方向ー, 傾斜-90°, 掘進長 59.0 m) (Line-18)

(1) 地質

孔口から深度 7.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 7.00-57.00 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 粘土質砂, 深度 57.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部 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 38.00-45.10 m 間にイルメナイト濃集部（厚さ：7.10 m，イルメナイト品位：103.21 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

14) MJBK-51（方向－，傾斜-90°，掘進長 55.0 m）（Line-18）

(1) 地質

孔口から深度 7.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 7.00-51.70 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 51.70 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-4 に示すように、イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

15) MJBK-52（方向－，傾斜-90°，掘進長 55.0 m）（Line-18）

(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 8.00-50.60 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 50.60 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部 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 44.80-46.40 m 間にイルメナイト濃集部（厚さ：1.60 m，イルメナイト品位：133.49 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

16) MJBK-53（方向－，傾斜-90°，掘進長 65.0 m）（Line-26）

(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 から孔底まではアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-6 に示すイルメナイト濃集部とおりである。

Fig. II-3-2 に示すように、深度 56.50-57.10 m 間に（厚さ：1.10 m，イルメナイト品位：158.32 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

17) MJBK-54（方向－，傾斜-90°，掘進長 60.0 m）（Line-22）

(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-孔底まではアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂からなる。砂質粘土(試料 MJBK-54 54.7m)は、主に粒径 0.1～1.8mm の岩片や石英，セメント物質からなる。副成分として約 10% で粒径 0.02～0.5mm のイルメナイトと極微量のジルコン(粒径 0.1～0.2mm)，銅メタル(粒径 0.03mm)が認められる。イルメナイトは擬ルチル化が進行し、その割合

はイルメナイト 70%，擬ルチル 30%と推定される。セメント物質中には絹雲母が認められる。砂質粘土(試料 MJBK-54 57.5m)は，主に粒径 0.05～2.3mm の岩片や石英，セメント物質，カリ長石からなる。副成分として約 15～20%で粒径 0.05～0.8mm のイルメナイトと擬ルチルと微量のジルコン(粒径 0.12～0.3mm)，極微量のルチル(粒径 0.2mm)，およびモナズ石(粒径 0.2～0.3mm)が認められる。イルメナイトは擬ルチル化がかなり進行し，その割合はイルメナイト 35%，擬ルチル 65%と推定される。セメント物質中には絹雲母が認められる。砂質粘土(試料 MJBK-54 56.5m)は，主に粒径 0.05～0.7mm の石英や擬ルチル，イルメナイト粒径 (0.005～0.375mm)，セメント物質からなる。また少量のカリ長石，斜長石，岩片が認められる。副成分として約 2%のジルコン(粒径 0.1～0.3mm)と微量のルチル(粒径 0.1～0.26mm)，銅メタル(粒径 0.002～0.05mm)が認められる。イルメナイトは擬ルチル化が進行し，その割合はイルメナイト 5%，擬ルチル 95%と推定される。セメント物質中には絹雲母が認められる。銅メタルはボーリングビット破片の混入物である可能性がある。

#### (2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部 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 54.30-58.50 m 間に(厚さ：4.20 m，イルメナイト品位：115.04 kg/m<sup>3</sup>) イルメナイト濃集部を捕捉した。イルメナイトは風化変質によって擬ルチル化し，その割合は深度が深くなるにしたがって増加する。

### 18) MJBK-55 (方向一，傾斜-90°，掘進長 58.0 m) (Line-18)

#### (1) 地質

孔口から深度 7.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 7.00-57.00 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 57.00 m から孔底までは風化殻からなる。

#### (2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-4 に示すように，イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

### 3-3-3 ベクチミール第3鉱床南地区(精査地区)

2A，3G，3A測線において200 m 間隔 8 孔，計290.5m のボーリングを実施した。8孔のうち4孔でカットオフ品位100kg/m<sup>3</sup>以上のイルメナイト濃集部を確認した。

調査結果をボーリング沿い地質断面図 (Fig. II-3-5～7) に示す。

鉱床はアラル層基盤のN30° E方向の1本のY字型に分岐した古地形チャンネル直上に堆積している。鉱床の幅は600m程度と推定され第1鉱床に比べて狭小で規模も小さい。今年次のボーリングで捕捉されたイルメナイト濃集部の厚さは0.5～6 m，

イルメナイト品位は13～134.5 kg/m<sup>3</sup>であった。鉱床の被覆土の厚さは25～34mで、ベクチミール第1鉱床と同様に、南側即ち下流側に向かうに従って厚さが増す傾向が認められる。

1) MJBKS-26 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 31.0 m) (Line-2G)

(1) 地質

孔口から深度 15.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 15.00-21.40 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 21.40 から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-5 に示すように, イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

2) MJBKS-27 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 40.5 m) (Line-2G)

(1) 地質

孔口から深度 10.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 10.00-23.00 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 粘土質砂, 深度 23.00m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-5 に示すように, イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

3) MJBKS-28 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 33.50 m) (Line-3G)

(1) 地質

孔口から深度 10.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 9.50-31.60 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 31.60m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-6 に示すように, イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

4) MJBKS-29 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 40.00 m) (Line-3G)

(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 8.00-36.00 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 36.00m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-6 に示すように, 深度 32.00-36.00 m 間にイルメナイト濃集部 (厚さ: 4.00 m, イルメナイト品位: 110.57 kg/m<sup>3</sup>) を捕捉した。

5) MJBKS-30 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 40.0 m) (Line-3A)

(1) 地質

孔口から深度 8.70 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 8.70-35.20 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 粘土質砂, 深度 35.20m から孔底までは風化殻からな

る。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は 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 34.00-34.50 m 間にイルメナイト濃集部（厚さ：0.50 m，イルメナイト品位：134.53 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

6) MJBKS-31（方向－，傾斜-90°，掘進長 41.0 m）（Line-3A）

(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 9.00-35.50 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 35.50m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は 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 32.00-35.50 m 間にイルメナイト濃集部（厚さ：3.50 m，イルメナイト品位：128.63 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

7) MJBKS-32（方向－，傾斜-90°，掘進長 40.00 m）（Line-3A）

(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 9.00-35.00 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 35.00 m から孔底までは風化殻からなる。アラル層の砂質粘土(試料 MJBK-52 10.0m, 20.0m, 32.5m,)および風化基盤岩 (35.6, 38.0m)の粉末X線回折結果では主として石英とからなり，中量のスメクタイト，少量のカオリンを含む。風化基盤岩の 38.0m では中量のイライトが混入する(Appendix 2-4)。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は 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 32.20-36.00 m 間にイルメナイト濃集部（厚さ：3.80 m，イルメナイト品位：117.35 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

8) MJBKS-33（方向－，傾斜-90°，掘進長 35.00 m）（Line-3A）

(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 9.00-29.80 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 29.80 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-7 に示すように、イルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

### 3-3-4 ベクチミール東部地区(概査地区)

本地区は2年次調査によって、新たに鉱床胚胎の可能性の高い地区として抽出され

た。即ち、イルメナイトの含まれる割合が多いと考えられる帯磁率  $1 \times 10^{-3}$  S.I.U.以下の花崗岩質岩類が上流域に分布し、かつ第三紀アラル層基盤の古地形凹部（古地形チャンネル）が2系統（北部および南部）予想された地区である。本地区では11測線で41孔、計1,036.5mのボーリングを実施した。このうち、北部には4測線12孔、合計498m、南部には7測線29孔、合計538.5mを実施し、南部に実施した10孔で新たにイルメナイト濃集部（Japan MMAJ 鉱徴と仮称）を捕捉した。

東部地区北部では、当初、現世河川の谷とほぼ同じ位置に主要な古地形チャンネル1本とその西側にやや小規模な別の古地形チャンネル1本を予想した。全体に第四紀ローム層が20~25mで厚く堆積し、アラル層も15~25mと厚く堆積していた。主要な古地形チャンネルはMJBKE-1~3, 7~9, 13~15および34で確認したが、イルメナイト濃集部はMJBKE-13（深度38.2~39.2mの1.0m間で $7.78\text{kg/m}^3$ 、ジルコン $1.15\text{kg/m}^3$ ）とMJBKE-34（深度30.0~30.5mの0.5m間で $7.94\text{kg/m}^3$ 、ジルコン $0.56\text{kg/m}^3$ で微量なイルメナイト濃集部を捕捉したにとどまった。当初予想された小規模な古地形チャンネルにはMJBKE-10と11を実施したが、20m以浅で基盤に逢着し、古地形チャンネルは存在しないことが判明した。

調査結果をボーリング沿い地質断面図（Fig. II-3-8）に示す。

1) MJBKE-1（方向—，傾斜-90°，掘進長 45.0 m）（Line-I）

(1) 地質

孔口から深度 7.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 7.00-43.50 m 間はアラル層の粘土，深度 43.50 m から孔底までは風化殻からなる。

(2)イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

2) MJBKE-2（方向—，傾斜-90°，掘進長 50.0 m）（Line-I）

(1) 地質

孔口から深度 12.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 12.00-43.30 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 43.30 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

3) MJBKE-3（方向—，傾斜-90°，掘進長 41.00 m）（Line-I）

(1) 地質

孔口から深度 7.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 7.00-35.20 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 35.20 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

4) MJBKE-4 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 17.00 m) (Line-IV)

(1) 地質

孔口から深度 3.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 3.00-13.50 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 13.50 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

5) MJBKE-5 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 18.00 m) (Line-IV)

(1) 地質

孔口から深度 5.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 5.00-14.70 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 14.70 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

6) MJBKE-6 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 22.00 m) (Line-IV)

(1) 地質

孔口から深度 3.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 3.00-19.80 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 19.80 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように, 深度 19.00-19.80 m 間に弱いイルメナイト濃集部 (厚さ: 0.80 m, イルメナイト品位: 19.60 kg/m<sup>3</sup>) を捕捉した。

7) MJBKE-7 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 44.00 m) (Line-II)

(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 8.00-34.20 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 粘土質砂, 深度 34.20 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

8) MJBKE-8 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 59.50 m) (Line-II)

(1) 地質

孔口から深度 4.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 4.00-51.80 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 51.80 m から孔底までは風化殻からなる。アラル層の砂質粘土(試料 MJBKE-8 41.4m, 50.4m, 57.8m)の粉末X線回折結果では主として石英とカオリンからなり, 中量のスメクタイトとイライトを含む。下位の 57.8m

では中量の斜長石が混入する。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

9) MJBKE-9 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 60.00 m) (Line-II)

(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 8.00-48.50 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 48.50 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

10) MJBKE-10 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 22.00 m) (Line-II)

(1) 地質

孔口から深度 18.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 18.00-18.80 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 18.80 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

11) MJBKE-11 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 12.0 m) (Line-II)

(1) 地質

孔口から深度 6.00 m まではローム, 深度 6.00-10.00 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 10.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

12) MJBKE-12 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 29.00 m) (Line-IX)

(1) 地質

孔口から深度 9.00 m まではローム, 深度 9.00-28.00 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 粘土質砂, 深度 28.00 m から孔底までは風化殻からなる。孔底の 29.0m から採取した風化基盤岩(試料 MJBKE-12 29.0m)は斑状閃緑岩で, 主にモンモロロナイトと推定される粘土鉱物と少量の石英(粒径 0.02~0.5mm)からなり, 斜長石の斑晶状組織を残存する。本岩は中部－上部石炭系マイティアブ (Maityub) 層 (C<sub>2-3</sub> mt) に貫入する小岩株である可能性がある。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

13) MJBKE-13 (方向－, 傾斜-90°, 掘進長 42.00 m) (Line-III)

(1) 地質

孔口から深度 21.00 m まではローム, 深度 21.00-39.20 m 間はアラル層の粘土,

砂質粘土，深度 39.20 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔では 38.2~39.2m の 1.0m 間で  $7.78\text{kg/m}^3$ ，ジルコン  $1.15\text{kg/m}^3$  の微量なイルメナイト濃集部を捕捉した。

14) MJBKE-14 (方向－，傾斜-90°，掘進長 48.00 m) (Line-III)

(1) 地質

孔口から深度 22.00 m まではローム，深度 22.00-46.50 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 46.50 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

15) MJBKE-15 (方向－，傾斜-90°，掘進長 45.0 m) (Line-III)

(1) 地質

孔口から深度 23.00 m まではローム，深度 23.00 -41.40 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 41.40 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

16) MJBKE-16 (方向－，傾斜-90°，掘進長 29.00 m) (Line-IX)

(1) 地質

孔口から深度 6.40 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 6.40-27.80 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 27.80 m から孔底までは風化殻からなる。

(2)イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように，深度 24.00-27.80 m 間に弱いイルメナイト濃集部（厚さ：3.80 m，イルメナイト品位： $25.50\text{kg/m}^3$ ）を捕捉した。

17) MJBKE-17 (方向－，傾斜-90°，掘進長 25.0 m) (Line-IX)

(1) 地質

孔口から深度 6.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 6.00-20.10 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 20.10 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

18) MJBKE-18 (方向－，傾斜-90°，掘進長 17.00 m) (Line-IX)

(1) 地質

孔口から深度 7.60 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 7.60-16.00 m 間は

- アラル層の粘土，砂質粘土，深度 16.00 m から孔底までは風化殻からなる。
- (2) イルメナイト濃集部  
本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。
- 19) MJBKE-19 (方向－，傾斜-90°，掘進長 19.00 m) (Line-IV)
- (1) 地質  
孔口から深度 2.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 2.00-14.90 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 14.90 m から孔底までは風化殻からなる。
- (2) イルメナイト濃集部  
本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。
- 20) MJBKE-20 (方向－，傾斜-90°，掘進長 12.00 m) (Line-IV)
- (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 8.00m から孔底までは風化殻からなる。
- (2) イルメナイト濃集部  
本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。
- 21) MJBKE-21 (方向－，傾斜-90°，掘進長 18.00 m) (Line-IV)
- (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 9.00-17.20 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 17.20 m から孔底までは風化殻からなる。
- (2)イルメナイト濃集部  
本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。
- 22) MJBKE-22 (方向－，傾斜-90°，掘進長 8.00 m) (Line-V)
- (1) 地質  
孔口から深度 7.50 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 7.50 m から孔底までは風化殻からなる。
- (2) イルメナイト濃集部  
本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。
- 23) MJBKE-23 (方向－，傾斜-90°，掘進長 15.00 m) (Line-V)
- (1) 地質  
孔口から深度 8.30 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 8.30 m から孔底までは基盤岩からなる。
- (2) イルメナイト濃集部  
本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。
- 24) MJBKE-24 (方向－，傾斜-90°，掘進長 12.00 m) (Line-V)

(1) 地質

孔口から深度 6.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 6.00 m から孔底までは基盤岩からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

25) MJBKE-25 (方向－，傾斜-90°，掘進長 29.00 m) (Line-IV)

(1) 地質

孔口から深度 4.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 4.00m-26.50 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 26.50 m から孔底までは風化殻からなる。砂質粘土(試料 MJBKE-25, 24.5m)は，主に粒径 0.5～1.5mm の石英，カリ長石と少量のセメント物質と黒雲母からなり，約 2%のイルメナイト(粒径 0.04～0.325mm)と微量の磁鉄鉱(粒径 0.2～0.4mm)と赤鉄鉱(粒径 0.25mm)，極微量のルチル(粒径 0.04mm)とジルコン(粒径 0.1mm)が認められる。イルメナイトは粒子の表面や割れ目に沿って灰白色の擬ルチルに変質している。イルメナイトと擬ルチルの割合はイルメナイト 80%，擬ルチル 20%程度である。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように，深度 22.00-26.50 m 間に弱いイルメナイト濃集部(厚さ：4.50 m，ルチル品位：27.80 kg/m<sup>3</sup>)を捕捉した。深度 23.7m の精鉱試料(試料 MJBKE-25 23.7m)の粉末 X 線回折結果では主としてイルメナイト，ジルコン，石英からなり，微量の赤鉄鉱を伴う。

26) MJBKE-26 (方向－，傾斜-90°，掘進長 27.0 m) (Line-IV)

(1) 地質

孔口から深度 6.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 6.00-20.70 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 20.70 m から孔底までは風化殻からなる。深度 21.2m の砂質粘土(試料 MJBKE-26 21.2m)の粉末 X 線回折結果では主として石英，カオリン，スメクタイトからなり，中量の斜長石を伴う。

(2)イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

27) MJBKE-27 (方向－，傾斜-90°，掘進長 6.0 m) (Line-X)

(1) 地質

孔口から深度 5.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 5.00m から孔底までは基盤岩からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

28) MJBKE-28 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 15.00 m) (Line-XI)

(1) 地質

孔口から深度 10.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 10.00-13.00 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 13.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

29) MJBKE-29 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 20.00 m) (Line-XI)

(1) 地質

孔口から深度 10.70 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 10.70-14.10 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 14.10 m から孔底までは風化殻からなる。砂質粘土(試料 MJBKE-29)は, 主に粒径 0.03~2mm の石英, 0.1~5mm の岩片, セメント物質からなる。副成分として約 2~3% で粒径 0.03~0.25mm のイルメナイトと極微量のルチル(粒径 0.03~0.14mm)が認められる。イルメナイトはかなり擬ルチル化が進行する。セメント物質中には絹雲母と針鉄鉱が認められる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように, 深度 12.00-14.00 m 間に弱いイルメナイト濃集部(厚さ: 2.00 m, イルメナイト品位: 21.90 kg/m<sup>3</sup>)を捕捉した。

30) MJBKE-30 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 19.00 m) (Line-XI)

(1) 地質

孔口から深度 9.50 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 9.50m-11.30 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 11.30 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

Fig. II-3-7 に示すように, 深度 9.50-10.80 m 間に弱いイルメナイト濃集部(厚さ: 1.30 m, イルメナイト品位: 10.96 kg/m<sup>3</sup>)を捕捉した。

31) MJBKE-31 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 19.0 m) (Line-XI)

(1) 地質

孔口から深度 9.60 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 9.60-12.00 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 12.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

32) MJBKE-32 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 15.0 m) (Line-XI)

(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 8.00-8.50 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 8.50 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかつた。

33) MJBKE-33 (方向－，傾斜-90°，掘進長 22.00 m) (Line-XI)

(1) 地質

孔口から深度 8.50 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 8.50-13.80 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 13.80 m から孔底までは風化殻からなる。砂質粘土(試料 MJBKE-33 13.3m)は，主に粒径 0.1～4mm の岩片や石英，セメント物質，微量のカリ長石や斜長石からなる。副成分として約 7%で粒径 0.03～0.8mm のイルメナイトと約 0.5%の赤鉄鉱(粒径 0.04～0.33mm)，極微量のジルコン(粒径 0.03mm)，褐色の水酸化鉄鉱染が認められる。イルメナイトはかなり擬ルチル化が進行し，その割合はイルメナイト 20%，擬ルチル 80%と推定される。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように，深度 9.30-13.70 m 間に弱いイルメナイト濃集部(厚さ：4.40 m，イルメナイト品位：31.86 kg/m<sup>3</sup>)を捕捉した。

34) MJBKE-34 (方向－，傾斜-90°，掘進長 34.00 m) (Line-VII)

(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 13.00-30.70 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 30.70 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

本孔では深度 30.0～30.5m の 0.5m 間で 7.94kg/m<sup>3</sup>，ジルコン 0.56kg/m<sup>3</sup>で微量なイルメナイト濃集部を捕捉したにとどまった。

35) MJBKE-35 (方向－，傾斜-90°，掘進長 16.00 m) (Line-XI)

(1) 地質

孔口から深度 10.10 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 10.10m-11.60 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 11.60 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように，深度 10.80-11.50 m 間に弱いイルメナイト濃集部(厚さ：0.70 m，イルメナイト品位：22.20 kg/m<sup>3</sup>)を捕捉した。

36) MJBKE-36 (方向－，傾斜-90°，掘進長 20.0 m) (Line-X)

(1) 地質

孔口から深度 4.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 4.00-17.80 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 17.80 m から孔底までは風化殻からなる。深度 17.8m の砂質粘土（試料 MJBKE-36 17.8m）は，主に粒径 0.03～1.0mm の石英とセメント物質，少量の絹雲母からなり，約 1.5%，粒径 0.04～1.5mm のイルメナイト，微量の赤鉄鉱（粒径 0.4mm），極微量のルチル（粒径 0.1～0.275mm），ジルコン（粒径 0.1～0.25mm）が認められる。イルメナイトは粒子の周辺部や割れ目に沿って灰白色変質部が認められ，擬ルチルを生じている。イルメナイトと擬ルチルの割合はイルメナイト 50%，擬ルチル 50%と推定される。セメント部には絹雲母や極微量の黒雲母，角閃石が認められる。

#### (2)イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように，深度 17.00-17.80 m 間に弱いイルメナイト濃集部（厚さ：0.80 m，イルメナイト品位：31.97 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

#### 37) MJBKE-37（方向－，傾斜-90°，掘進長 21.0 m）（Line-X）

##### (1) 地質

孔口から深度 2.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 2.00-17.00 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，粘土質砂，深度 17.00 m から孔底までは風化殻からなる。

##### (2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

#### 38) MJBKE-38（方向－，傾斜-90°，掘進長 21.00 m）（Line-XII）

##### (1) 地質

孔口から深度 12.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層，深度 12.00-13.00 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 13.00 m から孔底までは風化殻からなる。

##### (2) イルメナイト濃集部

本孔ではイルメナイト濃集部を捕捉できなかった。

#### 39) MJBKE-39（方向－，傾斜-90°，掘進長 15.00 m）（Line-XII）

##### (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 13.00-14.60 m 間はアラル層の粘土，砂質粘土，深度 14.60 m から孔底までは風化殻からなる。

##### (2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように，深度 13.20-14.80 m 間に弱いイルメナイト濃集部（厚さ：1.60 m，イルメナイト品位：32.19 kg/m<sup>3</sup>）を捕捉した。

40) MJBKE-40 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 14.50 m) (Line- XII)

(1) 地質

孔口から深度 11.00 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 11.00-13.80 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 13.80 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように, 深度 12.80-13.80 m 間に弱いイルメナイト濃集部 (厚さ: 1.00 m, イルメナイト品位: 33.52 kg/m<sup>3</sup>) を捕捉した。

41) MJBKE-41 (方向一, 傾斜-90°, 掘進長 18.00 m) (Line- XII)

(1) 地質

孔口から深度 9.90 m までは表土及び玉石混じり砂礫層, 深度 9.90-15.00 m 間はアラル層の粘土, 砂質粘土, 深度 15.00 m から孔底までは風化殻からなる。

(2) イルメナイト濃集部

主なイルメナイト濃集部は Table II-3-7 に示すとおりである。

Fig. II-3-8 に示すように, 深度 13.00-15.00 m 間に弱いイルメナイト濃集部 (厚さ: 2.00 m, イルメナイト品位: 61.50 kg/m<sup>3</sup>) を捕捉した。

### 3-3-5 鉍量計算

ベクチミール第1鉍床南および第3鉍床南地区では概略の埋蔵鉍量, ベクチミール東部地区南部ではまだイルメナイト濃集鉍徴の域であるため, ポテンシャルのみを計算した。ベクチミール東部地区北部では僅かなイルメナイト存在徴候を捉えたのみだったため, 鉍量に関する計算は実施しなかった。

#### 1) ベクチミール第1鉍床南地区の鉍量計算

今年次は, 第1鉍床の確認済み IV-C<sub>2</sub> 鉍量鉍画の東西延長について 500×200 m のグリッドで3測線 (26, 22, 18 測線) でボーリングを実施した。これらの結果から, 今年次の獲得鉍量評価を行うため概略の埋蔵鉍量を試算した。

(1) 計算方法

① 品位分析と品位計算

パーカッションボーリングで捕捉されたイルメナイト濃集部は, 最大着鉍長 1m, 最小着鉍長 0.3m でコアの 1/4 サンプリングし, 湿重量, 乾重量を計量したのち, 全量を水中で十分に解砕して, 石英, 長石, 重鉍物, 粘土粒子を分離した。重鉍物のほぼ 100%は粒径 1.0mm 以下であるので, 試料を乾燥後, 1.0mm 篩で粒径 1.0mm 以下の粒子を篩い分けた。これを重液分離して重鉍物を分け取り, 磁力選鉍, 静電分離等でイルメナイト, ジルコン, ルチル, リューコキシム, 磁鉄鉍その他に

分離し、それぞれの重量を計量した。計量した重量を試料の乾重量で割り、試料 1t 当たりの品位を求めた。鉱床 1m<sup>3</sup> の密度を 1.8 として、1t 当たりの品位に 1.8 を乗じて鉱床 1m<sup>3</sup> 当たりの品位を算出した。

$$G=M/O \times 1000 \times 1.8$$

G：イルメナイト品位 (kg/m<sup>3</sup>)

M：分離したイルメナイトの乾重量(g)

O：試料の乾重量(kg)

## ② 鉱量計算対象鉱床部

ボーリングで確認されたイルメナイト濃集部の平均品位は、着鉱長による加重平均として算出した。このうち、100 kg/m<sup>3</sup> 以上を鉱床とし、さらに上盤側にイルメナイト濃集部が存在する場合には、70 kg/m<sup>3</sup> 以上を鉱床に含めた。また、厚さ 2.0 m × 100 kg/m<sup>3</sup> 以上を鉱床とした。

## ③ 鉱画の範囲

ボーリングで捕捉した鉱体延長部のボーリングで鉱床を確認できなかった場合は、中間点までを鉱画の範囲とした。ボーリングで捕捉した鉱床の延長部が未探鉱で閉じていない場合は、原則として鉱床捕捉ボーリングから 50 m までを鉱画の範囲 (V-C<sub>2</sub>) とした (Fig.II-3-9)。

## ④ 鉱画毎の品位

ボーリングで確認した鉱床の品位を鉱床の厚さにより加重平均し、測線毎の鉱画品位とし、さらに鉱画全体の平均品位を算出した (Table II-3-9)。

## ⑤ 鉱量

鉱画のイルメナイト鉱量算出は次式によった (Table I-5-2)。

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

V：イルメナイト鉱量 (t)

S：鉱体の平面積 = 500,000m<sup>2</sup>

W：鉱体の平均厚さ = 3.60 m

C：鉱体の平均イルメナイト品位 = 113.47 kg/m<sup>3</sup>

$$V=500,000 \times 3.60 \times 113.47 \times 1/1,000=204.246$$

## (2) 計算結果

埋蔵鉱量試算の結果、今年次は第 1 鉱体南延長部で C<sub>2</sub> カテゴリーの獲得鉱砂鉱量 0.5 百万 m<sup>3</sup>、イルメナイト品位 113.47 kg/m<sup>3</sup>、イルメナイト鉱量 204 千 t、剥土比 12.83 を得た (Table I-5-2)。

## 2) ベクチミール第 3 鉱体南地区の鉱量計算

今年度は、第3鉱体南地区で、400×400～400×600mのグリッドで概査ボーリングを実施し、1本の古地形チャンネルに胚胎すると推定されるイルメナイト濃集部を確認した。

#### (1)埋蔵鉱量

100 kg/m<sup>3</sup>以上の品位を有するボーリング孔は6孔のみで鉱量計算に供するためには充分ではないが、着鉱ボーリング孔を中心に半径100mを鉱画として埋蔵鉱量を試算した。

##### i) 計算方法

###### ①品位分析と品位計算

ロータリーボーリングで捕捉されたイルメナイト濃集部は、最大着鉱長1m、最小着鉱長0.3mでコアの1/2サンプリングし、品位分析と計算はベクチミール第1鉱床と同様とした。

###### ② 鉱量計算対象鉱床部

ベクチミール第1鉱床と同様とした。

###### ③ 鉱画の範囲

ベクチミール第1鉱床と同様とした。

###### ④鉱画毎の品位

ボーリングで確認した鉱床の品位を鉱床の厚さにより加重平均し、測線毎の鉱画品位とし、さらに鉱画全体の平均品位を算出した (Table II-3-10)。

###### ⑤鉱量

鉱画のイルメナイト鉱量算出は次式によった (Table I-5-3)。

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

V : イルメナイト鉱量 (t)

S : 鉱体の平面積 = 220,000m<sup>2</sup>

W : 鉱体の平均厚さ = 3.70 m

C : 鉱体の平均イルメナイト品位 = 113.49 kg/m<sup>3</sup>

$$V = 220,000 \times 3.70 \times 113.49 \times 1/1,000 = 108.66$$

##### ii) 計算結果

埋蔵鉱量試算の結果、今年度は第3鉱体南地区で埋蔵鉱量 0.814 百万 m<sup>3</sup>、イルメナイト品位 113.49 kg/m<sup>3</sup>、含有イルメナイト量 108.66 千 t、剥土比 8.49 を得た (Table I-5-3)。

#### 3) ベクチミール東部地区南部のポテンシャル計算

本地区南部でのイルメナイト濃集部はその端緒が捕捉されたに過ぎず、鉱量を計算するには資料が充分ではないが、概略のポテンシャルを試算した。

## (1) 計算方法

### ① 品位分析と品位計算

ロータリーボーリングで捕捉されたイルメナイト濃集部は、最大着鉱長 1m、最小着鉱長 0.3m でコアの 1/2 サンプリングし、品位分析と計算はベクチミール第 1 鉱床と同様とした。

### ② 鉱画の範囲

鉱床断面の設定には、隣接するボーリングのイルメナイト 20kg/m<sup>3</sup> 以上の濃集部を繋ぎ台形とし、両端は鉱徴を確認できなかった最も隣接するボーリング孔までの距離の 1/2 の三角形とし、隣接するボーリング孔がないときには距離 50m の三角形とした。鉱床断面の平均品位はボーリング着鉱長の加重平均とした。

(Fig.II-3-8)。

### ③ 鉱画毎の品位

2 断面間の候画の品位 ( $G$  kg/m<sup>3</sup>) は 2 断面品位 ( $G_1, G_2$  (kg/m<sup>3</sup>)) の断面面積 ( $A_1, A_2$  (m<sup>2</sup>)) の加重平均とし、 $G=(G_1 \times A_1 + G_2 \times A_2) / (A_1 + A_2)$  で計算した。連続する鉱画  $V_1, V_2, V_3, \dots$  の品位 ( $G$  kg/m<sup>3</sup>) は各鉱画の鉱量 ( $V_1, V_2, V_3$  (m<sup>3</sup>)) の加重平均とし、 $G=(G_1 \times V_1 + G_2 \times V_2 + G_3 \times V_3 + \dots) / (V_1 + V_2 + V_3 + \dots)$  で計算した。鉱画総和の品位についても鉱量の加重平均とした。ボーリングで確認した鉱床の品位を鉱床の厚さにより加重平均し、測線毎の鉱画品位とし、さらに鉱画全体の平均品位を算出した (Table II-3-11)。

### ④ 鉱量

$d$  m 離れた 2 断面 ( $A_1, A_2$  (m<sup>2</sup>)) 間の鉱画の鉱量  $V$  (m<sup>3</sup>) は  $V=d \times (A_1 + A_2) / 2$  で計算した。南北の一番端の断面 ( $A_3$  (m<sup>2</sup>)) の鉱画は距離 50m を隔てた錐形とし、 $V=1/3 \times 50 \times A_3$  で計算した (Table II-3-11)。

## (2) 計算結果

ポテンシャル試算の結果、ベクチミール東部地区南部で P<sub>2</sub> カテゴリーのポテンシャル 1.05 百万 m<sup>3</sup>、イルメナイト品位 30.92 kg/m<sup>3</sup>、イルメナイト鉱量 32.5 千 t、剥土比 15.97 を得た。このうち、比較的剥土比の低い南部 2 測線でのポテンシャル計算では、ポテンシャル 0.34 百万 m<sup>3</sup>、イルメナイト品位 38.36 kg/m<sup>3</sup>、イルメナイト鉱量 13.1 千 t、剥土比 11.48 を得た (Table I-5-4)。

### 3-3-6 重鉱物の鉱物学的記載

ベクチミール第 1 鉱床南地区のボーリング MJBK-54 深度 54.7m と 57.5m および MJBK-54 深度 56.5m のイルメナイトを含む淡灰色砂層試料について、樹脂で固めたうえで研磨薄片を作成して顕微鏡観察を実施した。また MJBK-44 深度からはイルメナ

イトを濃集分離して樹脂で固めたうえで研磨薄片を顕微鏡観察した。ベクチミール東部地区のボーリング MJBKE-25 深度 24.5m, MJBKE-36 深度 17.8m, MJBKE-33 深度 13.3m, MJBKE-29 深度 14.1m のイルメナイトを含む帯褐淡灰色粘土質砂層試料については、樹脂で固めたうえで研磨薄片を作成して顕微鏡観察を実施した。

ボーリング MJBK-21 深度 41.0m と MJBK-29 深度 48.0m のイルメナイトを含む淡灰色砂層試料は、鏡下では角礫状ないし亜角礫状、粒度 0.05~0.3mm の多量の石英とイルメナイト、微量のジルコン、長石からなり、これらの粒間を集片状の粘土鉱物が充填している。イルメナイトは自形ないし半自形で、粒子外縁や粒子内の割れ目に沿って、幅 5~15 $\mu$ m で明色に変色し細かい割れ目を伴う粗鬆組織に変質している部分が認められる(Appendix 2-8)。これらの部分は変質していない部分に比べて Fe が少なく Ti が多く含まれている。TMK テストピット産精鉱では、未変質部分は平均 TiO<sub>2</sub> 53.0%, FeO 45.8%, MnO 2.4% であるのに対して、変質部分では平均 TiO<sub>2</sub> 58.6%, FeO 35.3%, MnO 2.1% であった(Appendix 2-5)。これはイルメナイトが花崗岩質岩類から風化離脱し、堆積濃集する過程で酸化し、Fe が溶脱されて Ti が富化されたものと考えられる。

ベクチミール第 1 鉱床では、イルメナイトの EDX 半定量分析によれば、上流部に位置する TMK テストピットでは平均 TiO<sub>2</sub> が 49.5% と低いのが、下流部の MJBK-21 では平均 TiO<sub>2</sub> 52.7%、さらに下流部の MJBK-29 では TiO<sub>2</sub> 57.0% と品位が上昇する。

鉄鉱物・チタン鉱物は FeO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub> 系に属する鉱物組成をなし、互いに固溶体および離溶体をなす。ベクチミール第 1 鉱床のイルメナイト精鉱は、ロシア産イルメナイトに比較して FeO が多く TiO<sub>2</sub> が少ないが、西豪州ケイペル(Capel, South West)産のイルメナイトとほぼ同様な品質である。日本における砂鉄成分(宮本, 1960)では、花崗岩に伴う酸性砂鉄はチタン鉱物が少なく、塩基性砂鉄はチタン分が多く含まれ、とくに現地残留砂鉄中にはチタン鉱物を主としたものがあつたという。

なお、ジルコンの品位は ZrO<sub>2</sub> 平均 60.6%, Hf 0.51%, Th < 0.01% であつた。

イルメナイト粒度は -0.40+0.05mm の範囲で 95.8~99.5%、平均 98.5% が入り、また -0.40+0.10mm の範囲で 76.7~90.3%、平均 86.3% が入り、モードは 0.2mm 程度で、第 1, 2 年次とほぼ同様の粒度分布である。個別にみると 0.1mm 以上の粒度の粗いイルメナイトの割合は古地形チャンネルの谷部中央に多く、0.1mm 以下の細かいイルメナイトは谷部周辺部に多い。これは流速の早い古地形チャンネル中央部では粗粒のイルメナイトが運搬され堆積するのに対し、流速の遅い岸部では細かいイルメナイトが堆積するためと考えられる。また、流速は古地形チャンネルの最大傾斜に左右されるため、ベクチミール第 1 鉱床の既存縦断面図によって、ボーリング孔付近の傾斜と鉱床品位の関係性を求めた (Fig. II-3-12)。その結果、古地形チャンネルの傾斜が約 2° 以上になると、流速が大きくなり過ぎイルメナイトが堆積し難い状態となると考えられ、100kg/m<sup>3</sup>

以上の高品位のイルメナイト濃集部は、傾斜 $2^{\circ}$ 以下のところに多いことが判明した。

ベクチミール東部地区南部のイルメナイト濃集部について、上流から下流方向へのイルメナイト粒の粒度、円形度などの変化を解析した。上流から下流に実施したボーリング孔着鉱部（MJBKE-16 深度26.4m, MJBKE-6 深度19.7m, MJBKE-25 深度23.7m, MJBKE-29 深度14.1m, MJBKE-33 深度12.7m, MJBKE-39 深度13.5m）からイルメナイトを濃集させ、樹脂で固めたうえで研磨薄片を作成して反射顕微鏡画像を解析し、面積、円相当径、半径、円形度、サイズ、流体直径、凹凸度、線形度、重心距離最大、重心距離最小、重心距離平均、絶対最大長、絶対最大長始点XY、絶対最大長終点XY、楕円長軸、楕円短軸、楕円長短比を求めた。半径(r)はイルメナイト粒の面積と同じ面積(s)の等価円半径 $r=\sqrt{s/\pi}$ 、円形度(R)はイルメナイト粒の周囲長(l)から円形度 $(R)=4\pi s/l^2$ により求めた(Appendix 2-18)。また、円相当径は粒子の面積と同じ面積の等価円の直径、サイズは $2 \times \text{面積}(s)/\text{周囲長}(l)$ 、流体直径は $4 \times \text{面積}(s)/\text{周囲長}(l)$ 、凹凸度は $\text{周囲長}^2/\text{面積}(s) \times 1/4\pi$ 、線形度は絶対最大長二乗( $L^2$ )/ $\text{面積}(s) \times \pi/4$ で求めた。粒の半径は上流では平均0.03mmであるが、下流に向かい0.024mm, 0.026mmとなり、さらに下流では0.029, 0.03mmと再び粗粒になる傾向が認められた(Fig. II-3-13)。また円形度は上流では平均0.57で比較的角張っているが、下流に向かい0.61, 0.60とやや丸みを帯び、さらに0.57と再び角張っていることが判明した(Fig. II-3-14)。

### 3-4 まとめおよび考察

#### 3-4-1 鉱床および示徴

##### 1) ベクチミール第1鉱体南地区（精査地域）

第1鉱床の確認済みIV-C<sub>2</sub>鉱量鉱画の東西延長について500×200 mのグリッドで3測線（26, 22, 18測線）、18孔、計940.5 mのボーリングを実施した。

34, 30測線については、鉱床西側はMJBK-19, MJBK-24の結果によって鉱層の厚さの劣化と品位低下を確認し、鉱床が閉じることが判明した。30, 26測線では、鉱体東側はMJBK-20, MJBK-25の結果によって鉱層の厚さの劣化と品位低下を確認し、鉱床が閉じることが判明した。MJBK-37（無鉱徴）によってイルメナイト濃集部の南限を確認し、鉱床延長方向が西または南東に変化していくことが推定された。

鉱床は南側に行くに従って厚さが僅かに減少する傾向があり、被覆土の厚さが増加するものの、鉱床の幅が2,000mにも増大し、鉱量が増大する傾向にあり、南東側方限界が未確認のままである。

カットオフ条件を鉱床の $100 \text{ kg/m}^3$ 以上、または $2.0 \text{ m} \times 100 \text{ kg/m}^3$ 以上とした場合、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（鉱画V-C<sub>2</sub>）は下記のとおりで、鉱量0.5百万  $\text{m}^3$ 、イルメナイト量204千t、イルメナイト平均品位 $113 \text{ kg/m}^3$ 、剥土比

12.8であった。

また、第1, 2年次確認済みIII-VI-C<sub>2</sub>鉱量との第3年次の合計鉱量増分（鉱量鉱画III+IV+V-C<sub>2</sub>）は下記のとおりで、鉱量13.3百万 m<sup>3</sup>、イルメナイト量1,686千t、イルメナイト平均品位126.7 kg/m<sup>3</sup>、剥土比 7.83であった。

Table I-5-2 Ore Reserves Calculation of Category C<sub>2</sub> for the Southern Flank of Placer No.1

Block No	Block area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Ore bed thickness m.	Ore sands reserves 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Ilmenite content, kg/m <sup>3</sup>	Ilmenite reserves 10 <sup>3</sup> t	Overburden thickness m	Overburden volume 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Stripping ratio, m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
III+IV-C <sub>2</sub>	2,273.0	4.95	11,251.35	130.84	1,472.13	35.94	81,691.6	7.3
V-C <sub>2</sub>	500.0	3.60	1,800.00	113.47	204.25	46.20	23,100	12.83
III+IV+V-C <sub>2</sub>	2,773.0	4.80	13,310.40	126.67	1,686.03	37.45	103,848.9	7.83

## 2) ベクチミール第3鉱床南（精査地域）

2A, 3G, 3A測線において200 m 間隔8孔、計290.5m のボーリングを実施した。8孔のうち4孔でカットオフ品位100kg/m<sup>3</sup>以上のイルメナイト濃集部を確認した。

鉱床はアラル層基盤のN30° E方向のY字型の古地形チャンネル直上に堆積している。鉱床の幅は600m以下と推定され第1鉱床に比べて狭小である。ボーリングで捕捉された鉱床の厚さは0.5～6 m、イルメナイト品位は13～135 kg/m<sup>3</sup>であった。鉱床の被覆土の厚さは20～31mで、南側即ち下流側に向かうに従って厚さが増す傾向が認められる。

100 kg/m<sup>3</sup>以上の品位を有するボーリング孔は6孔のみで鉱量計算に供するためには充分ではないが、カットオフ条件を鉱床の100 kg/m<sup>3</sup>以上、または2.0 m× 100 kg/m<sup>3</sup>以上とした場合、鉱量計算の結果、C<sub>2</sub>カテゴリーに相当する鉱量は下記のとおりで、鉱量0.8百万 m<sup>3</sup>、イルメナイト量109千t、イルメナイト平均品位133.5 kg/m<sup>3</sup>、剥土比 8.5であった。

Block No	Block area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Ore bed thickness m.	Ore sands reserves 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Ilmenite content, kg/m <sup>3</sup>	Ilmenite reserves 10 <sup>3</sup> t	Overburden thickness, M	Overburden volume 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Stripping ratio, m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
II-C <sub>2</sub>	220.0	3.7	814.0	133.49	108.66	31.40	6,908.0	8.49

## 3) ベクチミール東部地区（概査地域）

本地区は2年次調査によって、新たに鉱床胚胎の可能性の高い地区として抽出された。即ち、①後背地の花崗岩質岩類として、閃緑岩ーモンゾニ岩で、かつイルメナイトの割合が多いと考えられる、帯磁率1×10<sup>-3</sup> (S.I.U.)以下の岩体が上流域に存在し、②第三紀アラル層基盤の古地形凹部（古地形チャンネル）が2系統予想された地区である。

本地区では11測線で41孔、計1,036.5mのボーリングを実施した。このうち、南部

に実施した7測線29孔のうち10孔で新たにイルメナイト濃集部を捕捉した。捕捉されたイルメナイト濃集部はアラル層基盤のN10~45° E方向の古地形チャンネル直上に胚胎し、幅200~600m、厚さ0.7~4.5m、イルメナイト品位14.3~61.5 kg/m<sup>3</sup>で、カットオフ品位イルメナイト20kg/m<sup>3</sup>としたときのポテンシャルは、下記のとおりである。南部の測線では、ベクチミール第1鉱床および第3鉱床に比べて、被覆層が9.3~13.2mと薄く、かつ第四紀層砂礫からなりアラル層粘土が少ない。また下流の南方向に向かうに従って品位と鉱床幅が良好となる傾向が認められる。

Table I-5-1 Ore Reserves Calculation of Category P<sub>1</sub> for the East Placer

Block No	Ore sands reserves 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Ilmenite content, kg/m <sup>3</sup>	Ilmenite reserves 10 <sup>3</sup> t	Overburden thickness, m	Overburden volume 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Stripping ratio, m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
P <sub>1</sub>	1,050.1	30.9	32.5	16.0	11,502.5	10.95

### 3-4-2 重鉱物

イルメナイトを含む淡灰色砂層試料は、角礫状ないし亜角礫状の多量の石英とイルメナイト、微量のジルコン、長石からなり、これらの粒間を集片状の粘土鉱物が充填している。イルメナイト粒子外縁や粒子内の割れ目に沿って、擬ルチルやリュウコキシンを含むと推定される灰白色粗鬆な組織に変質している部分が認められ、変質していない部分に比べてFeが少なくTiが多く含まれている。ベクチミール第1鉱床では、上流部から下流部へ向かうほどTiO<sub>2</sub>品位が上昇する。このことから、イルメナイトが花崗岩質岩類から風化離脱し、堆積濃集する過程で酸化し、Feが溶脱されてTiが富化されたものと考えられる。

イルメナイト粒度は-0.40+0.05mmの範囲で95.8~99.5%、平均98.5%が入り、また-0.40+0.10mmの範囲で76.7~90.3%、平均86.3%が入り、モードは0.2mm程度で、第1,2年次とほぼ同様の粒度分布である。個別にみると0.1mm以上の粒度の粗いイルメナイトの割合は古地形チャンネルの谷部中央に多く、0.1mm以下の細かいイルメナイトは谷部周辺部に多い。これは流速の早い古地形チャンネル中央部では粗粒のイルメナイトが運搬され堆積するのに対し、流速の遅い岸部では細かいイルメナイトが堆積するためと考えられる。古地形チャンネルでは河底の流速は、TMKテストピット付近のような上流部では0.5m/sec.程度以上、下流部では0.45m/sec.程度以上だったと推定される。

### 3-4-3 考察

#### (1) 鉱床胚胎チャンネル

調査地域の主要な弱線として、北東側をWNW-ESE方向のバラジャルスキ断層、

南西側を南テレクチンスキイ断層があり、これらの間ではNEN-SWS方向の割れ目がプレオブラゼンスキイ複合岩体および先花崗岩質岩類の石炭紀層を切る。これらの弱線に沿って白亜紀後期の熱帯湿潤気候下で風化剝削が進行し、古地形チャンネルが形成されたと考えられる。古地形チャンネルは丘陵部ではNEN-SWS方向が卓越するが、平野部でWNW-ESE方向のバラジャルスキイ断層および南テレクチンスキイ断層に近づくとNW-SE方向の割れ目が卓越するために、NW-SE方向に変化するものと推定される。

したがって、ベクチミール第1鉱床延長の調査を始めとする、平野部でのイルメナイト漂砂鉱床調査では、古地形チャンネルがNW-SE方向に急変することを考慮すべきである。

## (2) 鉱床の経済性

### ① イルメナイト品位と剥土比

カザフスタン共和国においては、鉱体が露天掘りによって経済的に採掘可能であるかどうかの指標（旧ソビエト連邦基準）が存在する。この指標によるとベクチミール第1鉱床南地区で第3年次に獲得した鉱床部分のみでは、極めて剥土比が大きいため、経済的に採掘できないことを示している。

Table I-4-1 Ilmenite Content and Maximum Economical Stripping Ratio

Average content of ilmenite	Maximum economical stripping ratio
kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
100	2.58
110	3.9
<b>113.5</b>	<b>12.8</b>
120	5.21
130	6.56
140	7.87

また、第1、2年次に獲得した鉱床部分と併せて鉱量計算しても、指標に対して下表のとおり、経済的に採掘できないことを示している。

Average content of ilmenite	Maximum economical stripping ratio
kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
100	2.58
110	3.9
120	5.21
130	6.56
<b>133.5</b>	<b>8.5</b>
140	7.87

これらの指標は露天掘を前提として計算されたものであり、さらに採掘方法の経済

性を検討したうえで再度鉱量を計算することが必要と考えられる。また、イルメナイトが花崗岩質岩類から風化離脱し、堆積濃集する過程で酸化し、Feが溶脱されてTiが富化されるため、上流部から下流部へ向かうほどTiO<sub>2</sub>品位が上昇する傾向があり、品位の高い部分を抽出して、より経済的な鉱画を設定し、再度高品位鉱量を計算することが必要と考えられる。

② イルメナイト精鉱の品質

イルメナイト粒度は-0.40+0.05mmの範囲で95.8～99.5%，平均98.5%が入り，モードは0.2mm程度で，第1,2年次とほぼ同様の粒度分布である。イルメナイトの品質は下記のとおりで，国際規格(吉田，1992)を満たしていないが，カザフスタン共和国でのスポンジ・チタンおよび酸化チタンの製造要件を満足しているといわれる。ベクチミール第1鉱床のイルメナイト精鉱は，ロシア産イルメナイトに比較してFeOが多くTiO<sub>2</sub>が少ないが，西豪州ケイペル産のイルメナイトとほぼ同様な品質である。

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	48.25～ 50.84	12.93～ 26.76	1.16～ 2.59	0.01～ 0.30	0.015～ 0.026	0.157～ 0.260
Average	49.31	19.82	2.04	0.04	0.02	0.18
International Trading Standard	≥ 54	≥ 28	≤ 1.5	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.1

スリランカ鉱砂輸出公団(Sri Lanka Mineral Sands Corp.)の保証品位

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> (%)
Grade	≥ 53	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 1	≤ 1	≤ 0.05		

マレーシア産イルメナイト精鉱（低品位）標準品位

Element	TiO <sub>2</sub> (%)	FeO* (%)
Grade	≥ 50	≥ 30

\* 硫酸法による酸化チタンの製造にはFeOを適量(28～32%)含んでいるの方が好ましく，FeOが少ないとペナルティーとなる。