

## 第2章 既存データ解析

### 2-1 地質

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

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

調査地域の地質層序、火成活動及び地質構造について以下に述べる。

#### 2-1-1 堆積岩類

##### 1) 原生界の地層

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2) 古生界の地層

### (1) サンダラッシュ層 (下部カンブリア系～中部オルドビス系)

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

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

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

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

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

サンダラッシュ山脈に分布する本層は暗灰色や黒色の粘土質-炭質・シルト質頁岩、石灰岩、

粘土質頁岩で構成されている。氷礫岩を狭在し、ときには砂岩が広範囲に存在しており層厚は1,000m～1,500mと推定されている。

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

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

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

#### (2)アユトール(Ayutor)層 (中～上部オルドビス系)

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

#### (3)トルクバッシュ(Tulkubash)層 (下～中部デボン系)

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

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

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

#### (4)瀝青質石灰岩-炭質石灰岩層 (上部デボン系：ファメニアン期)

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

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

#### (5)炭質・生物石灰岩-苦灰岩層 (下部石炭系：トルネージアン期)

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

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

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

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

#### (6)シルト質石灰岩－炭質堆積物層（下部石炭系：ヴィゼアン期）

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

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

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

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

本層の鉱化の特性は明らかでない。

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

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

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

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

### 3) 新生界の地層

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

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

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

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

#### (2)陸源性モラッセ堆積物（第四系更新統～完新統）

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

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

### 2-1-2 貫入岩類

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

#### (1)ベシュトール (Beshtor) 岩体（原生代後期(?)）

本岩体はトーナライト－斜長石花崗岩－花崗閃緑岩で構成される。

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

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

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

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

#### (3)アラブカ (Alabuka) 岩体（シルル紀後期）

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

#### (4)サンダラッシュ－チャトカル複合岩体（古生代石炭紀後期）

本岩体は閃緑岩－花崗閃緑岩で構成され、サンダラッシュ山脈、ブスケム山脈を中心に一部チャトカル山脈中にも見られ、広範囲な分布を示す。本複合岩体は活動時期・岩相の違いから以下の4つフェーズ(Phase)に区分される。主要な岩体としてキチサンディク鉍微地東南部に隣接する中部サンダラッシュ(Middle Sandalash)岩体、その北部のカラヤンギルク(Karayangryk)岩体、キチサンディク鉍微地南部の下部サンダラッシュ(Lower Sandalash)岩体、カインスイ(Kayinsuy)岩体、キチサンディク鉍微地西部のイフナッチーカラコルム(Ikhnach-Karakorum)岩体、ジャヤクトール(Jayaktor)岩体、サンダラッシュ川上流の小岩体であるタヤルミッシュ(Tayalmysh)、ムズベル(Muzbel)両岩体等が挙げられる。

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

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

#### (5)キジルサイ(Kyzylsay)岩体 (古生代石炭紀後期)

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

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

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

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

##### ①フェーズ－1 (<dg M1P1>)

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

##### ②フェーズ－2 (<dg M2P1>)

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

③フェーズ-3 (<dg M3P1>)

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

④フェーズ-4 (<dg M4P1>)

珪長岩類、石英斑岩類で構成されている。

### 2-1-3 地質構造

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

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

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

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

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

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

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

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