

## 資 料

553. 64 : 551. 732. 2(517. 3)

### モンゴルのカンブリア系燐灰土\*

N. A. Donovan, Ye. V. Yedemskii, A. A. Yel'yanov,  
A. V. Il'in, M. M. Muzalevskii\*

岸本文男\*\*訳

#### 1. 概 説

1964年に N. A. Donovan と Ye. V. Yedemskii が Khubsugul 湖の西岸 (Kosogol 県) でモンゴルとしては初めての燐灰土鉱床を発見した。その後の調査・研究 (Muzalevskii, Terent'yev, Yedemskii ほか, 1965) によって同鉱床の面積はいちじるしく大きくなり, さらにこの Khubsugul 鉱床の北でも, Khubsugul 湖の南 (Donov, Sul'din, 1965) でも, Darkhat 盆地とその西側および北西側に接する山地 (Il'in, Yel'yanov, 1965) でも新たな燐灰土鉱床が発見された。

上記燐灰土鉱床のすべてが沿 Khubsugul 凹地の下部カンブリア系に胚胎された層状鉱体からなっている。その総延長は南北に近い方向に 250 km, 幅は 100 km 前後である。この沿 Khubsugul 凹地は Khubsugul 湖盆地, Darkhat 盆地およびそれを分ける高い山脈, そして Darkhat 盆地の北と西をとりまく低い山群で構成されている。既知の燐灰土鉱層胚胎層準は凹地の東縁部と西縁部 (中部東西帯の部分) に主として発達している。燐灰土鉱床の露頭はその東西帯の北側と南側にも認められ, この沿 Khubsugul 凹地が大型燐灰土鉱床生成盆であることを示唆している。

現在のところ, 沿 Khubsugul 凹地に堆積しているカンブリア系の総合層序柱状断面はまだ明らかになっていない。全体としてこのカンブリア系の特徴といえるのは, 層厚がいちじるしく大きいこと (9,000m 前後), 主に炭酸塩質組成であること, かなり複雑な転位をしていることである。さらに, I. T. Zhuravleva が決定した Archaeocyathus 化石群は, 当該堆積コンプレックスのすべてではないにしても, 大部分がカンブリア紀前期のものであることを物語っている。

#### 2. 層 序

沿 Khubsugul 凹地東縁部のカンブリア系の柱状断面は, 下位から上位に, Doodkhemgol, Yamatuingol, Ulgensair, Arasan, Khesen の 5 累層に分けられている (S. A. Kiselev)。

Doodkhemgol 累層は苦灰岩, チャート・珪質泥板岩・石灰質砂岩間層をまれには挟在することのある苦灰岩化石灰岩と同大理石化石灰岩からなっている。当該石灰岩中には藻類の化石が含まれているが, まだほとんど研究されていない。これらの岩石はすべていちじるしく瀝青質であり, 強く大理石化されている。本累層の厚さは 2,000m を超える。

Yamatuingol 累層は Doodkhemgol 累層上に整合・分布し, ときには漸移し, 各種の堆積相組成, すなわちポリミクト砂岩, 凝灰質砂岩, シルト岩, 珪質粘板岩, 黄鉄鉱化炭質-珪質頁岩, 噴石質凝灰岩, 結晶凝灰岩からなっている。本累層の厚さは 1,700-1,800m を超えない。

Ulgensair 累層は Yamatuingol 累層上に明瞭な不整合を示さず, 広く発達している。この累層は大理石化石灰岩を主とし, ときには 2 ないし 3 層の陸源岩層 (厚さそれぞれ約 100 m) を伴った礁成 Archaeocyathus 石灰岩および厚さ 100-200m の珪質-磷酸塩層が構成に加わっていることもある。この珪質

\* N. A. Donovan, E. V. Yedemskii, A. A. Elyanov, A. V. Il'in, M. M. Muzalevskii (1967): Кембрийские Фосфориты Монгольской Народной Республики; Советская Геология, No. 3, стр. 55-60.

\*\* 鉱床部

- 磷酸塩層は本累層の柱状断面上部に位置し、しばしば互層を繰り返す黒色チャート・石灰岩・頁岩・燐灰土で構成されているが、これら諸岩層の境界は通常不鮮明で、走向方向にもそれと直角な方向にも漸移関係を示すことが多い。燐灰土そのものは塊状・縞状・角礫状を呈し、地質断面の中では通常厚さ数 cm の薄層をなしているが、ときには厚さ 1-2 m からさらに 5-6 m の鈹層を形作っていることもある。この厚い鈹層の場合は延長 100 m ばかりで尖滅するか、あるいは磷酸塩石灰岩ないし同チャートに移り変わっている。この燐灰土鈹層の  $P_2O_5$  品位は幅広く変動し、数%から 36% に及ぶ。

Ulgensair 累層の岩石中に認められる *Archaeocyathus* 化石は、I. T. Zhuravlev が出した結論によると、下部カンブリア系カメシュコフスカヤ層に対比できる。本累層の厚さはほぼ 2,500 m である。

Arasan 累層は基底部に礫岩を伴い、雑色頁岩・砂岩・礫岩からなり、まれには石灰岩層を随伴している。その厚さは 1,500 m を超える。

Khesen 累層はカンブリア系柱状断面の最上部を占めている。その基底には厚さ 100-200 m の石灰岩質礫岩・角礫状石灰岩層が分布し、それを覆って厚さ 20-75 m の燐灰土質層が発達する。さらにその上に厚さ 40-50 m のチャート層と頁岩・燐灰土間層を挟在した、かなり均質な石灰岩層が分布し、この石灰岩層の厚さは 1,000 m 前後に達している。本累層の石灰岩と燐灰土中には化石が認められる。

本累層とその下位累層との空間的および層序上の密接な関係、両累層の堆積相の類似性から、この Khesen 累層も下部カンブリア系と解されている。

沿 Khubugul 凹地の西縁部に発達している主として炭酸塩質の厚い堆積コンプレックスは、A. V. Il'in, A. A. Yel'yanov その他の地質専門家によって下部 Bokson 累層と上部 Bokson 累層の 2 累層に分けられている。

下部 Bokson 累層は黒色石灰岩および多くの黒色チャート薄層を伴った淡色苦灰岩からなっている。この累層の中部部分には厚さ約 200 m の層理の細かな黒色泥板岩が分布する。含チャート苦灰岩は珪質物質の微脈・ポケット・皮殻 (incrustation) を伴うのが特徴である。本累層中にはしばしばカンブリア紀前期の藻類化石が産出する。

本累層の下部のものとして、燐灰土層と含燐灰土岩を伴った最大層厚 250 m の層が多く地域にまたがってその走向方向に断続追跡できる。この地層は主として暗灰色石灰岩、淡灰色および灰色苦灰岩、黒色チャート、黒色粘板岩からなり、燐灰土間層の数、それらの厚さ・構造・岩石学的組成は一定していない。本累層の厚さは 2,000 m から 3,500-4,000 m の範囲にある。

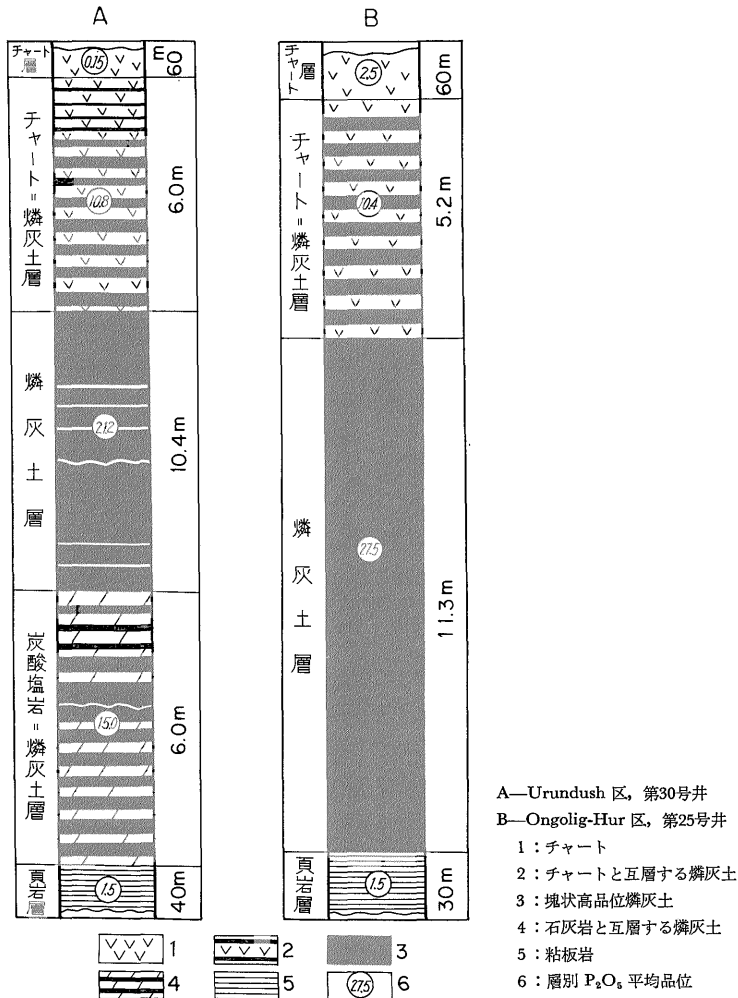
上部 Bokson 累層の堆積岩構成は比較的均一で、淡灰色の非頭晶質、白色の細粒質糖状・粒状のしばしば *Archaeocyathus* を多産する各石灰岩からなっている。ごくまれには片状シルト岩間層と薄いチャート間層が挟在することもある。本累層の厚さは約 2,000 m である。本累層が発達している地区の一つには厚さ 30 m の含燐灰土層が認められるが、この含燐灰土層の燐灰土はその性状が上記の下部 Bokson 累層のものによく似ている。当該含燐灰土層賦存地区の調査研究がきわめて不十分で、しかも露出が悪いので、この含燐灰土層を上部 Bokson 累層に入れるのが妥当か否かについてもすぐ答えることは難しい。

沿 Khubugul 凹地の中心部はまだ事実上調査・研究されていない、といってさしつかえない。そのことが凹地の西縁部と東縁部の柱状断面の比較・検討を難かしくしているのである。

### 3. 燐灰土鈹床

もっとも大規模、かつ調査・研究が比較的進んでいる燐灰土鈹床は Khubugul 鈹床で、これは Khesen 累層の下部層に胚胎されている。この累層は Khubugul 湖の西岸に沿って幅 3.5-5 km、延長 35 km にわたって南北方向に延びた、かなり狭長な向斜褶曲を形作っている。

この向斜の西翼には 1964 年に N. A. Donovan と Ye. V. Yedemskii が発見した Urundush 区の燐灰土が、また東翼には 1965 年に M. M. Muzalevskii と V. P. Terent'yev が明らかにした Ongolig=Nur 区の燐灰



第1図 Khibsugul 鉱床磷灰土胚胎層の柱状断面

土がそれぞれ分布している。

Khesen 累層の柱状断面中における上記両区の磷灰土の位置が等しく、かつ組成と構造・組織の特徴が酷似することは両磷灰土層が同一層準にあることを示すものと考えられる(第1図)。当該柱状断面でみると、石灰岩を挟在した含磷酸塩-珪質岩層、塊状黒色磷灰土層、磷酸塩化石灰岩層が互層し、互層の総層厚は20m(20号井)から75m(16号井)までの範囲にある。

鉱物組成と構造・組織の特徴によると、上記の磷灰土は縞状鉱、塊状鉱、角礫・粒状鉱(炭酸塩鉱物で膠結)の3種に分けられる。

縞状磷灰土は、肉眼的には、厚さ数mmから1-2cmの黒色緻密塊状磷灰土と、暗灰色ないし灰色の磷酸塩化石灰岩各薄層の互層に起因する細かな縞状構造を備えた岩石(鉱石)である。顕微鏡観察の結果によると、この岩石(鉱石)は方解石の大粒と磷酸塩物質の集合体からなっていて、磷酸塩物質は非晶質で淡褐色を呈し、まれには魚卵状組織を有する。ときにはその中に石英および方解石の微小な包有物が認められることもある。

角礫・粒状磷灰土は暗灰色(から灰色)を呈し、顕微鏡下ではグラノプラスチック組織の結晶質方解石集合で膠結された黒色磷酸塩鉱物の微小(0.1-0.5mm、ときに3mm)球状ペレット(偽オーライト)

からなっている。

塊状燐灰土は暗灰色および黒色を呈する。顕微鏡下では、微小な球状生成体様の境界を伴った非晶質燐酸塩の緻密な集合が多く認められ、当該鉱石の大部分が偽魚卵状(粒状)組織類似の組織を示すが、炭酸塩鉱物で膠結された燐酸塩の球状粒がきわめて多量(70-80%)に含まれている点で粒状燐灰土の場合と異なっている。化学組成からいうと、Khubsugul 鉱床の燐灰土はソ連カザフ共和国の有名なカラ = ターウ層状燐灰土鉱床の場合に非常によく似ている。

Urundush 区の燐灰土鉱層は南北に近い走向を示し、延長 18.5 km にわたって追跡できる。その傾斜は東(方位角 80-110°, 傾斜角 50-60°)である。中心部では鉱層が 3.5 km にわたって厚さ 100-150 m の玄武岩に覆われている。また、北部では同鉱層が東西性断層によって長さ 0.5 km から 3 km の 5 体のブロックに切られている。可採燐灰土層の厚さはいちじるしく変動し、7.2 m (10号井)から最大 24.4 m (16号井)まで膨縮しているが、平均して 13.0 m、平均  $P_2O_5$  品位は 23.5% である。

Ongolig=Nur 区の燐灰土層は上記燐灰土層の東方 3.5-4.5 km にあって、それと平行に配列し、Khesen 向斜の反転翼部(inverted wing)に胚胎されている。同燐灰土層の総延長は南方 10 km に位置する Dzhan-khai 露頭(Dzhan-khai=Dava 山)を含めて 25 km に達し、厚さは平均 11.5 m、 $P_2O_5$  品位は平均して 23.0% である。

以上のように、Khubsugul 鉱床の燐灰土層の総延長は延 43.5 km、平均の厚さは 12.0 m、平均  $P_2O_5$  品位は 23.0% に達している。各燐灰土露頭の標高差を考えると、その傾斜延長は 400-600 m を下らないものと思われる。

Darkhat 盆地とその北にある燐灰土はまだほとんど研究されていない。しかし、それが下部 Bokson 累層の下部層に胚胎されたものであることはまず間違いない。この燐灰土層は一般に 1 部層だけからなり、その厚さは 20 m から 250 m の広範な変化を示し、柱状断面中でのその位置は一定していない。なお、ときには別の燐灰土層(間層)や含燐酸塩岩が主部層の上位ないし下位に分布することもある。

上記の主燐灰土部層の組成は複雑で、淡灰色・灰色苦灰岩、暗灰色石灰岩、黒色・暗灰色チャート、燐灰土、含燐酸塩岩の成層からなり、燐灰土はこの部層の 5-10% から 40-60% を占め、Khubsugul 鉱床のものよりも鉱物学的にも組織・構造上も異なった燐灰土がはるかに多い。

石灰質-燐酸塩砂岩と燐酸塩-石灰質砂岩はかなり広く分布し、細粒状・中粒状・粗粒状構造を有し、炭酸塩物質に膠結された非晶質燐酸塩鉱物と細粒状石灰岩のそれぞれ丸味を帯びた粒からなっている。燐酸塩鉱物粒は本岩の 20% から 50% を占めている。ときには、本岩中に単独のオーライトや貝殻片が認められることがある。膠結物が石英-炭酸塩物質の場合も幾らか認められる。本砂岩の  $P_2O_5$  品位は 7.05% から 15.22%、厚さは 5-30 cm である。

石灰質-燐酸塩礫岩、燐酸塩-石灰質礫岩および同堆積角礫岩は細礫岩を経て、あるいは燐酸塩鉱物礫を伴った細礫岩を経て前期燐酸塩砂岩に漸移する関係にあり、黒色塊状非晶質燐酸塩(燐灰土)の碎屑、粒状燐灰土の碎屑、細粒質石灰岩の碎屑とそれらを膠結した炭酸塩物質からなっている。その碎屑の大きさは数 mm から 3-5 cm (まれには 20 cm) で、その形は一般に平たいものが多いが、ときには球状を呈し、円琢度はさまざまである。しばしば鋭角状の碎片も産出する。膠結物の構成物として、炭酸塩鉱物のほかに、石英が存在することもまれではない。 $P_2O_5$  品位は 7.38-18.65%、層の厚さは 10-40 cm である。

縞状燐灰土は Khubsugul 鉱床の場合と非常によく似た産状を呈することがあり、あるものは石灰岩・塊状非晶質燐酸塩層・粒状燐灰土の細かい互層(厚さ 1 mm-2 cm)からなっている。この互層の  $P_2O_5$  品位は 24.25% から 29.15% の範囲にあり、厚さは 10-30 cm、おそらく実体はそれ以上であろう。

粒状燐灰土は縞状燐灰土中に薄い間層として、また石灰質-燐酸塩礫岩中の碎片として産出する。この燐灰土は石灰質-燐酸塩砂岩に似ているが、燐酸塩鉱物粒の含有量が多い(70-80%前後)点で後者と異なる。この場合の燐酸塩鉱物粒は多くが不規則な形を呈する。なお、粒状燐灰土の  $P_2O_5$  品位は 21.06-26.10% である。

塊状燐灰土は縞状燐灰土部層中に薄い（10 cm 以下）間層を作っているか、あるいは石灰質-燐酸塩礫岩中の碎片として産出する。カンブリア系炭酸塩岩層が分布する地域の北東縁部（Khabkhain=gol 河口地区）にだけ厚さ約 3 m に及ぶ、塊状燐灰土層が賦存するにすぎない。この塊状燐灰土層の燐灰土は褐色非晶質燐酸塩からなる黒色、緻密な非晶質体で、その風化面はしばしば空色の藍鉄鉱の薄い皮殻に覆われている。本燐灰土層の  $P_2O_5$  品位は 30.20-37.69% である。

上にあげたもののほか、ときには、含燐酸塩珪岩、含燐酸塩石灰岩、含燐酸塩苦灰岩、そして海底地に構造を備えた燐灰土などが認められることもある。

今まで述べてきた岩石（鉱石）のその特徴といえるのは強い再結晶作用を受けていることで、しばしば非晶質燐酸塩鉱物が完全に粒状燐灰石、ときには単結晶の燐灰石に変わっている。

#### 4. 結 び

Darkhat 盆地の西部では 7 体の燐灰土の鉱床が発見されている。同地区の小縮尺地質図の内容はそれらの鉱床の規模がきわめて大きく、鉱石の  $P_2O_5$  品位が高いことをはっきりと示している。また、Khubsugul 旗地域で発見されている燐灰土はきわめて重要な工業タイプに属するものである（石灰岩・珪岩・苦灰岩と特有の共生関係を備えた層状地向斜型燐灰土）。その品位も高く、鉱量も大きい。このように、新しく発見されたモンゴルの含燐灰土盆地は堅実な稼行価値を備えている。

上述の諸検討結果および西沿 Khubsugul 地域とその隣接地域の地質構造解析結果から、次のような結論が得られる。

1. アジア中部の古生代褶曲区の中では下部カンブリア系が燐灰土に関してもっとも有望である。それを示唆しているのがソ連のカラ=ターウ山脈（Keller, Pokrovskaya, 1965）とモンゴルの燐灰土の絶対地質年代に関する最新のデータである。カンブリア紀は主要な燐灰土形成期の一つと考えられる。

2. モンゴル北部のカンブリア系下部層は、シベリア南部の場合と同じように、珪質-炭酸塩質層系と礁成石灰岩層系の主として炭酸塩質コンプレックスおよび噴出岩コンプレックスの 2 種の同時相コンプレックスからなっている。燐灰土はもっぱら前者のコンプレックス中に産し、珪質-炭酸塩質層系の岩層中に胚胎されている。

上述の両コンプレックスは、Sangilen-Khubsugul (Kosogol) 構造相帯と Ider=Dzhida 構造相帯の 2 構造相帯を構成している。しかし、早期に圧密され、分化作用も比較的弱く、カンブリア紀前期にあまり強く撓下しなかった Ider=Dzhida 構造相帯と違って Sangilen=Khubsugul 構造相帯ではその中央部に新発見の燐灰土胚胎盆地が広がっている。Ider=Dzhida 構造相帯は典型的な内地向斜撓曲帯であり、Sangilen=Khubsugul 構造相帯はモンゴル北部およびシベリア南部の古期褶曲体系中の大型内地向斜隆起帯である。これら両構造相帯内ではカンブリア系下部層が各撓曲凹地を満たし、いずれも燐灰土鉱層の賦存が期待できる。

3. モンゴル領内では沿 Khubsugul 地域西部と南部のカンブリア系下部層が、隣接するソ連領地域ではモンゴルの Sangilen=Khubsugul 構造相帯中にも発達しているものと同じ東サヤンの Bokson 累層（カンブリア系下部層）が、またショーラ=バテネゴ内地向斜隆起（Mossakovskii, 1962）あるいはバテネゴ丘陵・ベルイク丘陵・ゴルナヤ ショーリア地域中央部・マン盆地など東サヤン地背斜山塊などに分布する地質生成体を含めたエニセイ地背斜山塊（Khomentovskii, 1960）のカンブリア系下部層がいずれも有望である。

地質発達史からみると、Sangilen=Khubsugul 構造相帯は東カザフ劣地向斜帯との類似点が多く、Ider=Dzhida 構造相帯はチンギス優地向斜帯との類似性が大きい。両構造相帯の位置は卓状地に接する部分に当たるといふ点で同一といえる。Sangilen=Khubsugul 構造相帯と東カザフ劣地向斜帯が同じような発達状況にあったことは、カラ=ターウ凹地と沿 Khubsugul 凹地のカンブリア系下部層中に多量の燐酸塩が賦存することが物語ってくれている。

文 献

- B. M. KELLER, N. V. POKROVSKAYA (1965) New data on the age of phosphorites in KARA-TAU: Izvestiya of Science Academy, USSR, geology series, No. 6 (in Russian).
- A. A. MOSSAKOVSKII (1962) Tectonics of Minusinsk basins and their fundament: in Book "Tectonics of Siberia", vol. 2, Novosibirsk (in Russian).
- V. V. KHOMENTOVSKII (1960) Formations of structure-formation zone in the south-western Siberia and its relation with useful minerals: in Book "Regularities of useful minerals distribution", vol. 3 (in Russian).