

# モンゴルにおける鉱業活動

高橋裕平<sup>1)</sup>

## 1. まえがき

モンゴルはそれが社会主義体制の頃、日本からは遠い国であった。鉱物資源情報についてもわずかにロシア語やモンゴル語の新聞などから最新情報を得るに過ぎず、その上、新たな鉱山の位置を特定するのは至難であった。このような苦勞を岸本(1979a, b)のモンゴル紹介記事からうかがい知ることができる。

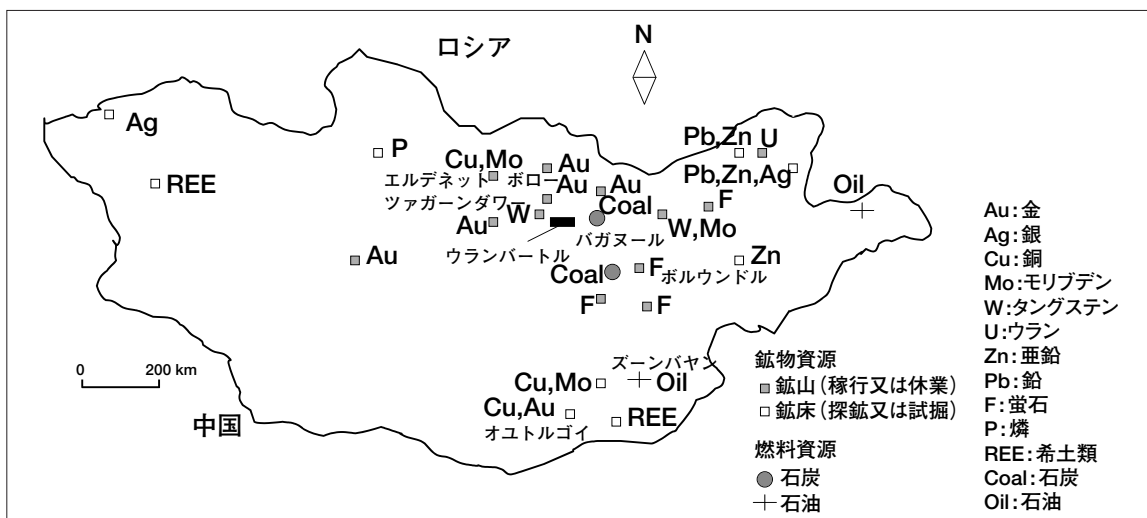
現在モンゴルは旧ソ連諸国の中でもっとも開かれた国のひとつとなって、地質と鉱床の基礎情報や鉱区取得状況について情報公開がなされている。モンゴル国政府は外資導入に積極的で、鉱物資源開発に関わる投資セミナーも頻繁に行われている。わが国もモンゴルが市場経済に転換した初期の頃から金属鉱業事業団(現石油天然ガス・金属鉱物資源機構)による開発調査がさまざまな形で

行なわれてきて、モンゴルの鉱物資源情報が日本に十分もたらされてきている。それらをまとめた総説(例えば、坂巻, 1999)や個々の鉱山についての見学記(内藤・須藤, 1999; 樋口ほか, 1997)もあり、モンゴルの鉱物資源について今では容易に知りうるようになった。

このように現在のモンゴルの状況はかつての東西対立からは隔世の感がある。小論では最近のモンゴル鉱業界の息吹を伝えるために、主に2002年から2003年にモンゴルであったいくつかの会議で得た資料やそれに伴う巡検で得た情報を紹介する。

## 2. モンゴルの地勢一般と鉱業概観

モンゴルは北東アジアに位置し、ロシアと中国に挟まれている(第1図)。面積は1,565,600km<sup>2</sup>で、



第1図 モンゴルの鉱物及び燃料資源 (Mining and Petroleum sectors, 2002).

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード: モンゴル, 鉱業, 金, 銅, 蛍石



写真1 国境警備隊、かつてほどの緊張感はなく兵士と子供の記念撮影。検問所(写真撮影不可)ではパスポートのほか、軍からあらかじめ用意された許可書を提示しなければならない(2003年7月)。

フランスの約3倍、わが国の約4倍の面積である。東部から南部を経て西部にかけては中国と国境を接し、その延長は4,673kmになる。北部はロシアと接し、3,485kmになる。旧ソ連とは友好関係にあったが、中国とは1960年代後半からしばらく緊張状態があった。このため今でも中国との国境付近にはモンゴル人ですら特別の許可書がなくては近づけず、かつ要所所で国境警備隊の検問を受ける(写真1)。

モンゴルでは鉱業はもっとも大きな産業分野で、工業生産高の半分、輸出総額の40%以上を占めている(MRAM, 2003)。ここ数年で本格的に生産されている鉱種は、金、銅、モリブデン、蛍石である。生産高は少ないが、タングステンも生産統計に載っている。燃料資源では石炭、石油が生産されている。このほか銀、鉛・亜鉛、ウラン、燐鉱石などに有望な鉱床が従来から知られている。以下の鉱床各論は、特に出典を示さない限りMRAM(2003)に基づく。

### 3. 鉱物資源各論

#### 3.1 金

金の生産量は1994年以前には年間1-2トンであったが、その後急速に生産高を増やし1998年に10トンを超え、現在に至っている。生産量が伸びた背景には金相場などの外的な要因もあるが、国内的には1997年に鉱業法を改正して、それまで国内

の業者にのみ許可されていた金採掘が外資系会社にも開放されたことも大きいようだ。

モンゴルの主要な金鉱化作用は二疊紀、三疊紀、ジュラ紀の火成活動に伴うもので、漂砂鉱床は白亜紀、新第三紀-第四紀に形成された。生産統計に載っている金の生産は全て漂砂鉱床によるものである。現場で聞いたところ、1m<sup>3</sup>あたり(漂砂鉱床であるため、1トンあたりではない)0.5gの金があれば採算が取れるそうである。

漂砂鉱床以外では、金石英脈を対象に、ウランバートルの西約150kmのザーマル(Zaamar)地域で1999年の段階で北米の会社による金の生産が間近であるように高橋(1999)で記したが、結局生産に入る前に探鉱をやめて引き揚げてしまった。その後中国が権利を得て開発を行おうとしているという。

ウランバートルの北約100kmのボロー(Boroo)地域は、金の鉱床地域として漂砂鉱床から金が採掘されてきた。その地域の石英脈には金が含まれ、探鉱は続けられてきた。新聞の見出しに従えば、今まさに「モンゴルで最初の岩石からの金採掘」が、カナダのCameco Goldによって行なわれはじめた(The UB POST, 2003年10月16日, 2004年3月12日)。

2003年9月に投資家を対象とした鉱業会議があったが、その会議の資料(Discover Mongolia 2003, 2003)によるとボロー地域の探鉱経緯や現況は次の通りである。1997年からモンゴル北部地域で外資系数社が探鉱を行っていた。Cameco社はその地域のGatsuurt鉱床の探鉱を行っていて、1998年から2003年でその鉱床の探鉱活動に450万米ドルを費やした。2002年3月に同社はその鉱床の西35kmのボロー鉱床についてそれまで調査を行っていた別の会社から権利を譲り受け、モンゴルで最初の本格的な金鉱山の開発に乗りだした。

さらに同資料によれば、鉱床は金の平均品位は3.6g/tで埋蔵量は10メガトン、フル稼働すれば年間5.5トンの生産能力がある(写真2)。同社がこれまで探鉱していたGatsuurt鉱床については、1-2年位の評価の後に、ボローまでの輸送体制が整えば生産できるだろうと見込んでいる。

ボロー鉱床の地質について、Gantsetseg *et al.* (2003)に従うと次の通り。当地域は前期古生代の



写真2 ボロー鉱山。選鉱、製錬施設が建設中(2003年9月)。



写真3 エルデネット鉱山におけるSX-EW法による銅製錬施設(2003年2月)。

変成した泥岩砂岩からなるハラー層群とそれに貫入する前期古生代の花崗岩からなる。それらよりやや新しいデイサイトや流紋岩、あるいはアプライト岩脈が花崗岩と変堆積岩類に貫入している。

金鉱化作用は花崗岩そのものに起因すると考えられたこともあったようだが、Gantsetseg *et al.* (2003)によれば、最近では広域的な断層運動によるという考えで探査を行っている。Gantsetseg *et al.* (2003)の後に行われた別の会議での同じグループの発表によれば、花崗岩はもっと若いもので、また変質鉱物の粘土の放射年代に基づく中生代に鉱化作用が起きたということであった。この内容については印刷公表がされていないので詳しく紹介できないが、モンゴルの鉱床を考える上で興味深い。古生代の島弧の火成活動ではなく、中生代になってからの大陸内部のテクトニクスが金鉱化作用に寄与するのであろうか。

### 3.2 銅

#### エルデネット鉱山

銅は現在エルデネット(Erdenet)斑岩銅鉱床から生産され、そこでの銅やモリブデンの生産がモンゴルの経済を支えていると言って過言ではない。エルデネット鉱床はウランバートルの北西365kmにあり、鉱石運搬のために鉄道の支線が延びている。

エルデネット鉱山は1978年から操業されており、現在では年間2,000万トンの鉱石を採掘できる能力がある。これは年間で銅精鉱35万トン、モリブデン精鉱3,500トンにあたり、それぞれの金属純分

は銅124,000トン、モリブデン1,672トンである。ただし、大部分は精鉱の形で輸出されている。精鉱から一部はSX/EW法による精練で年間3,000トンの純銅が得られ、日本にも輸出されている(写真3)。最近ではタングステンも生産されるようになった。

エルデネット鉱山の地質と鉱床について内藤・須藤(1999)による日本語の紹介がある。それによると、鉱床付近の地質は基本的には後期二畳紀のセレンゲ(Selenge)複合岩体に属する花崗岩、閃緑岩、はんれい岩が広く分布し、やや古い(二畳紀の)片麻岩や火山岩類がこれに貫かれたり、やや新しい(三畳紀からジュラ紀の)火山岩類がセレンゲ岩体を覆っている。さらに鉱床に関連する後期二畳紀から三畳紀初めのエルデネット複合岩体と呼ばれる斑岩類がセレンゲ岩体に貫入している。Dejidmaa and Naito (1998)によれば、エルデネット岩体の分布域と高品位鉱の分布域、強変質域が一致していて、エルデネット鉱床はエルデネット岩体の貫入・固結に伴って形成されたと考えられている。

鉱床地域の酸化溶脱帯における銅の平均品位は0.1% Cuで、その下部の二次富化帯で銅が0.65ないし1.35%の範囲で平均0.81%、モリブデンが0.077から0.3%、平均0.17%である。鉱床主部の推定埋蔵量は、銅0.5%、モリブデン0.014g/t、銀1.81g/t、金0.05g/tの平均品位を有して2,295メガトンである。

#### オユトルゴイ鉱床

モンゴル南部の中国との国境近くで斑岩銅金



写真4 オユトルゴイ。地下の大規模な鉱床発見につながった地表の銅鉱兆地(2003年8月)。



写真5 ツァガンダワーにおけるタングステン鉱石の選鉱(2003年10月)。

鉱床の探鉱活動が盛んに行われている。それはカナダのIvanhoe Minesによるオユトルゴイ(Oyu Tolgoi)プロジェクトである。オユトルゴイとはモンゴルゴビ地方のローカルな地名で、その意味はトルコ石の丘である(写真4)。以前から地表に銅の鉱兆があった地域で、地下に有望鉱床があることは日本の金属鉱業事業団が90年代前半に指摘していた、しかしながらこの日本の貢献は表舞台には出てこない。Perello *et al.* (2001)によればオユトルゴイ鉱床の発見は1995年のMagma Copper社の調査結果が発端になったとある。その後、1996年にオーストラリアのBHP社(現BHP Billiton)が同社を買収して探鉱活動を続け、1997年に総延長1,002.4mの6本の試錐を行い、そのうちの2本が有望鉱床の発見に至った。その後Ivanhoeが興味を示し、2002年初めにBHP Billitonから同地における探鉱の権利を全て得た。

Ivanhoeはオユトルゴイのみならず、その周辺で有望鉱床を見つけるに至った。2003年7月時点でオユトルゴイと同源的な4鉱床が距離5kmの範囲で見つかり、平均品位で銅0.61%、金0.14g/tで総計24億トンという。Ivanhoeはオユトルゴイに加えてさらに探鉱地域を広げて、モンゴル中央から南部にかけて96,000km<sup>2</sup>の面積について鉱区を得て探鉱を行っている。

オユトルゴイとその周辺は古生代の火山岩、堆積岩、貫入岩からなり、島弧的な性格を持っている。鉱床付近はシルル紀からデボン紀の安山岩や玄武岩及び同質の火山砕屑岩からなり、それらにさまざまな斑岩や岩脈が貫入して鉱化作用を起こし

ている。その後閃長岩質花崗岩や流紋岩質から安山岩質の岩脈が貫入している。Perello *et al.* (2001)によると鉱化作用に関係したカリウム変質帯の黒雲母の年代は411Ma、鉱化作用後の閃長岩の年代は307Maである。みょうばん石は117Maと93Maの年代を示し、二次富化が白亜紀にあったと解釈できる。

### 3.3 モリブデン、タングステン、錫

モリブデンは精鉱で年間1,500トン前後である。モリブデンの生産はエルデネット鉱山の銅生産に伴っているものである。タングステンはここ数年は精鉱で毎年40から90トン生産がある。最近のタングステンの生産量のあるものもエルデネット鉱山における副産物である。錫は1997年まで生産統計に載っているが、それ以降はない。漂砂鉱床を対象としていた。

ウランバートルから北西約70kmにあるツァガンダワー(Tsagaan davaa)鉱床は、ウランバートルから手軽に見学できるタングステン鉱山である。以前はハンガリー資本で経営していたが、この数年休山していた。2003年になりモンゴル資本の会社が再開しようと選鉱所の整備から始めている(写真5)。2003年には選鉱所周辺の残滓からタングステン鉱石を比重選鉱してアメリカに輸出している。鉱床本体は選鉱所から約5kmのところであり、中生代花崗岩中の石英脈に鉄マンガン重石が胚胎している(写真6)。詳しい埋蔵量は不明だが鉱山側の説明では10年くらいの生産が可能だという。

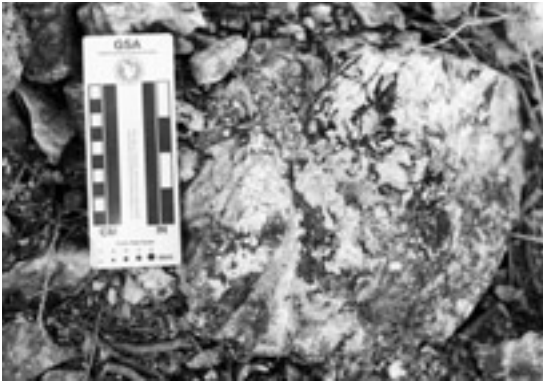


写真6 ツァガンタワー鉱床、石英脈中の鉄マンガン重石(2003年10月)。



写真7 ボルウンドル鉱山、蛍石の選鉱(2002年9月)。

### 3.4 蛍石

モンゴルの蛍石の埋蔵量は世界で4番とか5番とか言われている。Lkhamsuren and Hamasaki (1998)によるとモンゴルの蛍石鉱床はほとんどが熱水鉱床で火山岩か深成岩に関連するかで二分される。

最近の蛍石の生産量は鉱石で年間40万から70万トンである。もっとも大きな鉱床はボルウンドル(Bor Ondor)にありモンゴロスツベトメ社が採掘から製品化まで行っている(写真7)。同鉱床はウランバートルから南東約270kmにあり、鉱石運搬のために鉄道の支線が伸びている。周辺の小規模な鉱山の鉱石も本社に運ばれ製品化されている。主に製鉄やアルミニウム精練のためにロシアやウクライナへ輸出されている。日本のガラス会社が試みに数千トン輸入したことがあるという。

ボルウンドル鉱床地域は四方を断層で境され、そのブロックの中心には三畳紀の花崗岩が分布し、蛍石化した粗面流紋岩の岩脈で切られている。北側に二畳紀の酸性火山岩が、東側にジュラ紀後期から白亜紀前期の安山岩質玄武岩が分布し、両者に鉱床が産する。北西及び北東方向の断層が鉱化に関係していると考えられている。鉱床は大きく4つのグループに分かれ、2-10km離れている。鉱体は厚さ0.5-32m、地層の走向方向に100-3,400m、傾斜方向に20-350mの広がりがある。成分的には $\text{CaF}_2$ が28-44%、 $\text{SiO}_2$ が40-55%、 $\text{CaCO}_3$ が0.8-2.2%である。

### 3.5 その他の鉱物資源

以前からモンゴル北東部の鉛亜鉛鉱床や北西部山岳地域の銀鉱床、南部や北西部の希土類鉱床が注目されていて、既に一部の地域で鉱業権が取得されているが、まだ生産には至っていない。

炭酸塩岩に伴う堆積性の磷灰石鉱床がモンゴル北部フブスゴル湖周辺にあり、埋蔵量24億トンと推定されている。しかしながら当地は環境保護区であるため大規模な開発は困難となっている。

ウラン鉱床について旧ソ連とモンゴルとで1940年代に探査が始まり、石炭に伴い多くのウラン鉱床が見つかった。1967年から1988年にかけて系統的な探査が行われ、モンゴル東部のウラン鉱床が1989年から1993年まで採掘された。1998年にはモンゴル・ロシア・アメリカの合弁で鉱山を再開したが市場価格の低迷ですぐに再び休止した。

工業原料として石灰岩、ふっ石、石膏、石墨、石材、砂礫をあげることができる。生産統計はわからないが、石灰岩採掘をいくつかの地域で見ることができる。ウランバートルの北約250kmにダルハンという工業都市がありそこにはセメント工場がある。その周辺ではネオ原生代の石灰岩が盛んに採掘されている。

## 4. 燃料資源

### 4.1 石炭

モンゴルでは石炭を発電や家庭用の暖房のため採掘している。年間500万トン程度生産している。このうち最も生産量の多いのはウランバートルの東



写真8 バガヌール鉱山. 年間300万トンの石炭を生産する(2002年9月).



写真9 ウランバートル近郊の鉱山. 坑内掘りで石炭を小規模に採掘(2002年10月).

110kmのバガヌール(Baganuur) 鉱山で, 年間約300万トンを露天採掘している(写真8). ウランバートルの発電所の燃料の約8割がこのバガヌール鉱山からの石炭で賄われている. この地域は白亜紀ズーンバヤン(Zuunbayan) 層からなり, 砂岩泥岩からなり石炭層を挟む. 石炭は2層準に合計23の炭層があり, 露天採掘可能な石炭の埋蔵量は6億トンである.

バガヌール鉱山をはじめ主要な炭鉱は露天掘りであるが, 小規模な鉱山は坑内掘りである(写真9). これら現在稼行中の鉱山はジュラ紀から白亜紀の地層を対象としている.

モンゴル南部には古くから知られているタバントルゴイ(Tavantolgoy) 鉱床がある. これは地質, 量ともにモンゴルのほかの鉱床と異なっている. 地質的にはほかの鉱床がジュラ紀から白亜紀の地層に胚胎しているのに対して, 同鉱床はもっと古く, 後期二畳紀の砂岩, シルト岩, 礫岩中に16の炭層が挟まっている. 総埋蔵量は50億トンで, そのうち露天採掘可能な量は28億トンとほかの鉱床に比べてはるかに大きなものである. 炭質も優れ, 高品質の歴青炭である. 現在は小規模な鉱山が唯一採掘を行っているにすぎないが, すでに述べたオユトルゴイ金銅鉱床の開発にあたってのエネルギー資源として注目されている.

#### 4.2 石油

モンゴルの石油についてはMining and Petroleum sectors (2002)に基づいて記す. 歴史的にはソ連とモンゴルによる探査にはじまり, さらにモンゴル

南東部のズーンバヤン(Zuunbayan)で1941年から1969年にかけて石油採掘が行われ, 約200の生産井から55万トン(400万バレル)生産された. この間に石油精製施設も整備された. その後火災などがありモンゴルでは石油の生産はしばらく無かった.

1990年代中ごろから西側諸国による探査と開発がはじまり, 現在では上記のズーンバヤン地域でROC社が生産と探査を続けている. さらにモンゴル東部ではSOCO社が採掘権を得ている.

地質学的にはモンゴルと中国にまたがって分布する2つのジュラ-白亜紀堆積盆が対象で, モンゴル南東部はErlian Basin, モンゴル東部はHailar-Tamtsag Basinに属する. 同盆地は中国における石油胚胎状況から類推して今後とも有望な地域と考えられている.

#### 5. あとがき

小論はまえがきでも述べたように, 2002年から2003年に得た会議資料や会議中の議論, ならびに同期間に見学した鉱山の印象に基づいてモンゴルの鉱業の現況を紹介したものである. したがってモンゴルの鉱業の網羅的な紹介ではない. 見学した鉱山の数も限られているので, 重要なことがもれているかもしれない. 網羅的にかつ最新の情報を知るには, モンゴルの関係機関のホームページが手軽かもしれない. 参考のためにモンゴル鉱物資源庁(Mineral Resources Authority of Mongolia)とモンゴル石油資源庁(Petroleum Authority of

Mongolia)のアドレスを以下に記す。

モンゴル鉱物資源庁 <http://www.mram.mn/>

モンゴル石油資源庁 <http://www.pam.mn/>

このほかモンゴルの地質に関する英文情報誌 (Mongolian Geoscientist) には論説やセミナーの要旨に加え、現地の新聞記事の抜粋も載っている。本雑誌は地質調査総合センター・石油天然ガス・金属鉱物資源機構・国際協力機構・資源エネルギー庁鉱物資源課それにいくつかの大学に送られている。内容の一部はテキストだけだがHTML形式で公開されている。雑誌のアドレスは次の通り。

<http://www.geocities.jp/y95480/mg.html>

**謝辞：**小論のかなりの部分は筆者が国際協力機構の専門家として現地に滞在した際に知りえたことである。そのような機会を設けていただいた同機構に感謝する。

#### 文 献

- Dejidmaa, G. and Naito, K. (1998) : Previous studies on the Erdenetiin ovoid porphyry copper-molybdenum deposit, Mongolia. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 49, 299-308.
- Discover Mongolia 2003 (2003) : First International Mining Conference and Investors Forum, Forum Guide. 26p.
- Gantsetseg, O., Cluer, K. and Kotlyar, B. (2003) : Boroo Gold Deposit, Mongolia (Definitive gold deposit type in North Khen-tei terrain). *Mongolian Geoscientist*, no. 21, 44-46.
- Lkhamsuren, J. and Hamasaki, S. (1998) : Fluorite deposits in Mongolia: an outline. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 49, 309-318.
- 樋口三岐子・村尾 智・佐藤芳治 (1997) : モンゴル国ブンバッド鉱山の概要. *ぼなんご*, 1997.7, 4-12.
- 岸本文男 (1979a) : モンゴルの斑岩銅鉱床の開発. *地質ニュース*, no.299, 49-55.
- 岸本文男 (1979b) : 新鉱床の発見つづくモンゴル. *地質ニュース*, no.299, 56-57.
- Mining and Petroleum sectors (2002) : Investor' Forum-2002. *International Finance Cooperation*, 33p.
- MRAM (Mineral Resources Authority of Mongolia) (2003) : *Mongolia: Discovering new mineral opportunities*. 42p.
- 内藤一樹・須藤定久 (1999) : モンゴル・エルデネット鉱山を訪ねて. *地質ニュース*, no.534, 19-30.
- Perello, J., Cox, D., Garamjav, D., Sanjdorj, S., Diakov, S., Schissel, D., Munkhbat, T.O. and Oyun, G. (2001) : Oyu Tolgoi, Mongolia: Siluro-Devonian Porphyry Cu-Au- (Mo) and High-Sulfidation Cu mineralization with a Cretaceous Chalocite Blanket. *Econ. Geol.*, 96, 1407-1428.
- 坂巻幸雄 (1999) : モンゴル国の鉱物資源開発-現状と問題点-. *資源と素材*, 115, 865-870.
- 高橋裕平 (1999) : モンゴルの地質と調査研究活動. *地調月報*, 50, 279-289.
- TAKAHASHI Yuhei (2004) : *Mining activities in Mongolia*.  
 <受付: 2004年2月17日>