

# モンゴル国ウランバートル付近の地質見学

高橋 裕平<sup>1)</sup>・N. イチノロフ<sup>2)</sup>・S. ジャルガラン<sup>3)</sup>  
S. ヒグスレン<sup>3)</sup>・J. ハムスレン<sup>3)</sup>

## 1. はじめに

モンゴルは、かつて古生代から中生代にかけて、シベリアクラトンとタリム及びシノコリアクラトンに挟まれた大陸形成の場で、日本列島とは異なった地質学的な歴史を持つ地域である。加えて、豊かな鉱物資源を有し、恐竜をはじめとする化石の宝庫でもある。

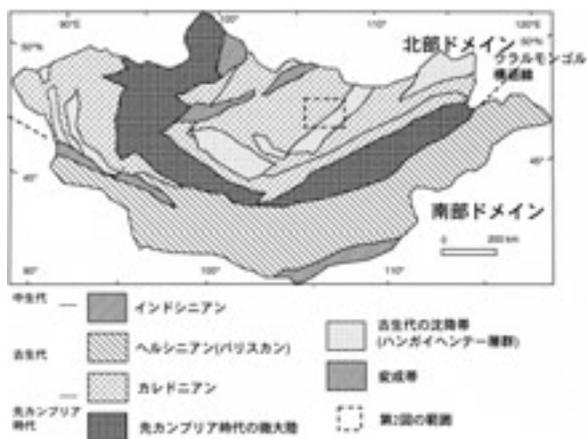
日本からモンゴルへは直行便が開設され、多くの観光客や商用で訪れる人が多くなった。短期間の滞在でも1日くらい自由になる時間ができた場合、地質見学を行えば中央アジアの壮大なドラマの一端に触れることができ、実り豊かなモンゴル滞在となろう。そこであまり時間はないが草原と羊料理だけでは物足りない方のために、首都ウランバートルから日帰り可能な地質見学地を解説してみた。

小論は2003年10月に行った東ユーラシア地質セミナーのプレ及びポストセミナー巡検に用意された案内書(英文)に手を加え、モンゴル全体の地質についても概略がわかるようにしたものである。なお鉱床については、鉱業という側面で別報(高橋, 2004)にて記述してある。

## 2. モンゴル全体の地質概説

モンゴルはウラルモンゴル構造線で大きく先カンブリア時代と前期古生代の岩石が卓越する北部ドメインと古生代の前期から後期の岩石が卓越する南部ドメインに分けることができる(Badarch *et al.*, 2002)。北部ドメインは従来カレドニアン、南部ドメインはヘルシニアンまたはバリスカンと呼ばれてい

たものである(例えば、都城, 1979; Dergunov編, 2001)。McKerrow *et al.* (2000)によれば、カレドニアンは現在の北米(北部アパラチア)からイギリスを経て北欧(スカンジナビア)にかけた地域で起こった前期古生代のIapetus海が閉じていく過程の構造運動に限り使うべきものである。そこでBadarch *et al.* (2002)は、モンゴルの構造にカレドニアンやヘルシニアンという用語を使うのは不適当として北部及び南部ドメインという名称を提案した。ただし、当面は、従来の文献を参照したり周辺国の地質を理解するために、これまで使い慣れた用語にBadarch *et al.* (2002)の用語を併記するのがよいかもしれない。そこでモンゴルの基本構造をDergunov編(2001)をやや簡略化し、Badarch *et al.* (2002)の用語を併記して第1図に示す。モンゴ



第1図 モンゴル地質概略図. Dergunov編(2001)を基にBadarch *et al.* (2002)の名称(北部ドメインと南部ドメイン)を加える。

1) 産総研 地質情報研究部門  
2) モンゴル科学アカデミー古生物センター  
3) モンゴル科学技術大学

キーワード: モンゴル, ウランバートル, 地質, ハラー層群, ヘンテー層群, 花崗岩

ル南東部には、中国側のインドシアンに延長できる上記の2つの地質体よりもやや若いペルム紀から三畳紀の地質体が分布している。第1図で示したのはモンゴルの基盤(2億年以前の地体構造)であるが、これらに古生代や中生代の花崗岩類が貫入し、ジュラ紀後期から白亜紀の非海成の火山岩類や堆積岩類が被覆している。

モンゴルの地質構造発達史の概略をながめてみる。後期原生代から古生代全般にかけての長い間にわたって多島海の時代であった。すなわちシベリアクラトンとタリム及びシノコリアクラトンの間の古アジア海で島弧や先カンブリア時代の小地塊が縫合していく。その過程では、島弧が発達して前弧や背弧の形成、サブダクションに伴う海洋堆積物の付加作用、関連する火成活動などさまざまな造構運動が起きた。モンゴルの大きな斑岩銅鉱床は、この間の島弧の火成活動に伴って形成された。中・後期古生代には北に向かって広がったモンゴルオホーツク海が形成された。

古アジア海が閉じて大陸化した時期は人によって多少見解が違いますが、後期古生代から前期中生代の間であることは一致をみる。古アジア海が閉じた後もモンゴルオホーツク海は広がっていたが、

それも時代とともに北へ徐々に閉じていく。中期中生代には現在のモンゴルの骨格がほぼできあがった。後期中生代には内陸盆地が発達して恐竜が闊歩していた。現在モンゴル国内で使われている多くの石炭はその頃に形成されたものである。

火成活動は後期原生代から古生代にかけて盛んでさまざまな火山岩類や花崗岩類が形成された。上記に述べた島弧の時代の火成活動である。中生代にも花崗岩が形成されたが、それ以前のものとは性質が異なり、リチウムに富むなどの特徴がある。プレート内火成活動として中生代から第四紀まで玄武岩の噴出が断続的に起こった。

### 3. ウランバートル周辺の地質概略

ウランバートル周辺は地質学的にBadarch *et al.* (2002)の北部ドメインに属する。古いものから順に、前期古生代のハラー(Haraa)層群、中・後期古生代のヘンテー(Hentey)層群、中生代花崗岩類、白亜紀のズーンバヤン(Zuunbayan)層、新生界からなる(Magic Project, 1998)。地質見学地を第2図に示す。

ハラー層群はウランバートルの西から北西にかけ



第2図 ウランバートル付近の地質見学地。



写真1 ナライハ炭鉱坑口(2002年11月撮影)。



写真2 バガヌール炭鉱(2002年9月撮影)。

て分布している。その延長はロシアのトランスバイカル地域にまでわたる。本層群の名称はウランバートルから北上するハラー川に由来する。以前にはネオ原生代とされていたことがあったが、現在は前期古生代の地層と考えられている。ただし年代を積極的に示す地質学的証拠はない。Badarch *et al.* (2002)によれば、カンブリア紀から前期オルドビス紀の緑色片岩相の変成作用を受けた砂質岩、泥質岩、少量の礫岩と凝灰岩からなる。100万分の1地質図(Tomurtogoo編, 1999)ではシルル紀と解釈された地層もある。Badarch *et al.* (2002)によれば、ハラー層群は背弧か前弧盆堆積物であるが、対応する島弧がはっきりしないという難点がある。

ヘンテー層群はウランバートル市内やその周辺に広く分布している。本層群の名称はウランバートルから北東に延びるヘンテー山地に由来する。本層群に対比できる地層がモンゴル中西部のハンガイ山地に広く分布している。そこでモンゴル全体を論じるときにはしばしばハンガイヘンテー層群と呼ばれる。

ウランバートル周辺のヘンテー層群は、砂岩や泥岩を主体とするデボン紀から石炭紀のタービダイト堆積物である。さらにチャートや石灰岩の薄層を挟む。最近、チャートからコノドントや放散虫化石が見つかり、地質時代について詳しい議論ができるようになりつつある(栗本, 私信; Kashiwagi *et al.*, 2004)。Badarch *et al.* (2002)のまとめによると、ヘンテー層群(ハンガイヘンテー層群)の地質学的位置づけについては、付加堆積物、モンゴルオホーツク海の湾の一部、アンデス型大陸縁部の盆地、

カレドニアン造山作用で形成された基盤を覆う後造山期堆積物、等々いくつかの解釈がある。

ズーンバヤン層はウランバートルの東に分布する白亜紀の湖成堆積物である。本層から石炭が盛んに採掘されている。ズーンバヤンはモンゴル南東部の油田地帯の地名に由来する。

新第三系や現河川堆積物などの若い堆積物が山裾や河川沿いに分布している。粘土質堆積物が煉瓦生産のために採掘されている。

花崗岩類がハラー層群やヘンテー層群に貫入している。ウランバートルから100km以上北のやや遠いところには、オルドビス紀の花崗岩ないし花崗閃緑岩や後期石炭紀の花崗岩が分布している。ウランバートル近郊には三畳紀からジュラ紀の花崗岩が分布していて景勝地となっている。三畳紀からジュラ紀の花崗岩に関連してタングステン鉱床やペグマタイト鉱床が形成されている。金鉱床については最近解釈が変わりつつあるが、なんらかの花崗岩活動が関係していると考えられている。

#### 4. ウランバートル東の地質見学地

ウランバートルから東には舗装道路が伸びていて、ナライハ(Nalayh)とその先のバガヌール(Baganuur)の白亜紀の湖成層とそれに伴う石炭、ナライハから北への道をたどったテレルジ(Terelj)の中生代花崗岩とそれに伴うペグマタイト鉱床が地質見学地である。このほか、古生代のチャートを挟む砂岩泥岩層も見ることができる。

通常はタクシーでも貸切って見学することになる



写真3 ヘンター層群の露頭。



写真4 ゴルヒ花崗岩。写真の岩は、その形から亀岩と呼ばれている。

だろうが、これらの地域にはウランバートルから路線バスが出ている。地質見学地の前にバス停があるわけでないので、バスは必ずしも能率的ではないが、モンゴルの日常生活を垣間見ることができる。例えばウランバートルからナライハ行きではロシア製のバスが1時間おきに出て、そのほかにワゴン車を使ったマイクロバスが随時出ていて便利である(2003年夏)。

### ナライハ炭鉱

ナライハはウランバートルの南東35kmにある街である。周囲を山並みに囲まれた盆地である。この地域は白亜紀の湖成層(ズーンバヤン層)からなり、少量の礫岩層を挟む粘土からシルトの泥質岩と石炭層で構成されている。地表露頭は良くないので短期滞在の見学旅行には向かない。しかしながら、冬場になると家庭の暖房用に石炭を坑内で採掘しているので、坑口あるいは坑内で地層を見ることができる(写真1)。

### バガヌール炭鉱

バガヌールはウランバートルの東110kmほどにある比較的大きな街である。地質的にはナライハと同様に白亜紀の湖成層(バヤンズルフ層)からなる。バガヌールでは本層をさらに上中下の3つの部層に分けているが、いずれも主体は泥岩と砂岩である。石炭層は中部層と上部層に認められ、全部で23層が確認されている(写真2)。露天掘りで年間300万トンの石炭を火力発電用に採掘している。鉱山見学はもちろん勝手にはできないが、予約な

どなくいきなり行っても見せてもらえることがある。仮に構内に入れなくても、ズリ山を遠目に見るだけでも価値はある。

### テレルジ(ヘンター層群とゴルヒ花崗岩)

ナライハを経てすぐの分岐から北へ向かう道をたどり入った景勝地一帯は、ゴルヒ・テレルジ(Gorhi-Terelj)国立公園である。観光ガイドなどでは単にテレルジと称している。厳密にテレルジというのは、この景勝地の北端の集落の名前である。

公園の入り口に向かう手前に石を積み重ねたオポーがある。オポーは旅人が旅の安全を願うためのものである。安全を祈念しながら時計回りにまわり、あらたに石を積み重ねていく。

このオポー付近はヘンター層群である。砂岩泥岩を主としてチャートを伴う(写真3)。周囲の山並みを仰ぎ見ると、チャートが砂岩や泥岩よりも侵食に強いために浮き出て巨視的な地質構造がよくわかる。このオポーよりも少しナライハよりに戻ったところに露出している赤色のチャートから、後期デボン紀を指示するコドントが発見されている(栗本、私信)。

公園の入り口を過ぎ、清流(トーラ川)を越えていくと花崗岩の露岩からなる山並みが見えて来る(写真4)。ゴルヒ花崗岩と呼ばれもので、Gerel and Lkhamsuren(1999)によると黒雲母のK-Ar年代は205-220Maである。斑状粗粒黒雲母花崗岩や等粒状中粒黒雲母花崗岩など組織や粒度でいくつかの岩相に分けられている(Magic Project, 1998)。約800のペグマタイト鉱床が確認されてい



写真5 ブスヌールのピング地形。

て、かつては光学用レンズのために盛んに採掘されていた。現在でもかつての採掘跡が残っていて、ズリから自形の石英結晶(水晶)を採集できる。

### ブスヌール(ピング地形)

ナライハからテレルジへの分岐をたどらず幹線を少し東に進むと沼がある。沼の中央に小高い丘がある(写真5)。冬場に沼が完全に凍結すれば歩いてこの丘に近づくことができる。モンゴル国立大学に客員で来ているMichael Walther教授の話では周氷河地形のひとつでピングと呼ばれるものである。

## 5. ウランバートル北西の地質見学地

ウランバートルから北(北西)へ向かう幹線(国道)沿いにはさまざまな古生代の地層が分布している。100万分の1の地質図(Tomurtogoo編, 1999)によると、ウランバートルから北へ、順に下部石炭系、シルル系、カンブリア系-オルドビス系が分布する。はじめの下部石炭系はヘンター層群、後の2つはハラ層群である。花崗岩も地質図に示されているが、良い露出は幹線から外れている。あらかじめ許可を得ておけばボロー(Boroo)金鉱山やツァガンダワー(Tsagaan Davaa)タングステン鉱山も見学できる。

ウランバートルと北の都市を結ぶバスが走っている。以前はずんぐりしたあまり乗り心地のよくないロシア製のバスが使われていたが、最近はマイクロバスも加わり、さらに韓国製の大型バスも混じるようになった。地質図を手許におきながら車窓から



写真6 ハラー層群中のクロスラミナが発達した砂岩。

景色を楽しみながら地質を遠望することができるだろう。巨視的な地質構造を理解するには手取り早い。個々の露頭に近づいて観察するためには、路線バス利用では時間的に限界があるのでタクシーを貸切るしかない。

### ハラ層群

国道にはウランバートルの起点からの距離を示す標識が随時取り付けられている。61kmと63kmの標識付近にハラ層群がよく露出している。緑色味を帯びた砂質片岩を主としている。61kmの同岩は微褶曲していて褶曲軸は北北東にプランジしている。

さらに北で96kmの標識を過ぎ、ボルヌール(Bornuur)への分岐付近にはクロスラミナが発達した砂岩が露出している(写真6)。

### ボロー金鉱山

さらに北に向かうと118km地点付近が峠になっていてオボーが作られている。さらに進むと129km地点に「Boroo gold project」と書かれた看板があり(2003年冬現在)、そこを右折していけばボロー金鉱山である(写真7)。

ボロー金鉱床付近の地質はハラ層群とオルドビス紀の花崗岩からなり、鉱床付近では両者を珪長質の岩脈が貫入している。鉱床は金石英脈で平均品位は3.6g/tである。鉱化作用について、以前からオルドビス紀花崗岩が関連火成岩と考えられていたが、最近では広域的な断層運動に関係して鉱液がもたらされたと考えられている(Gantsetseg



写真7 生産に向けて準備が進むボロー鉱山(2003年9月撮影)。



写真8 ツァガンダワー鉱山坑内(2002年10月撮影)。人物が立っている目の前に鉄マンガン重石を含む石英脈が緩い傾斜で花崗岩中に貫入している。

et.al., 2003)。2003年に行われた投資家向けの会議では、花崗岩はもっと新しいもので、また変質鉱物の粘土の放射年代から鉱化作用は中生代という可能性が指摘された。

開発はCameco社が行っており、選鉱と精錬施設を建設して2003年冬から生産に入ったと新聞報道されている(The UB POST, 2003年10月16日, 2004年3月12日)。金の平均品位3.6g/tは、日本の金鉱山などと比べて高い品位とは言えないが、露天採掘なので採算が取れるのかもしれない。会社の説明では最大年間5.5トンの金を生産できる。



写真9 マンジュシルのボグドウール花崗岩。中腹の建物は資料館。

### ツァガンダワータングステン鉱山

上記の観察地点の途中、ウランバートルから70km足らずにバヤンチャンドマン(Bayanchandmani)という街がある。この街の北の端から舗装道路を外れ西に向かう道をしばらくたどるとタングステンの選鉱所がある。途中これといった建物が無いのですぐわかる。選鉱所からさらに西へ数km進むと鉱山がある。

かつてハンガリーがこの鉱山を開発していたが、数年前に休止した。2003年に、モンゴル資本の会社が再開し、選鉱所付近の残土から試しにタングステンを選鉱しアメリカに輸出したという。

鉱床付近は後期三畳紀から前期ジュラ紀のトホム(Tohom)花崗岩で中・粗粒の黒雲母花崗岩が広く分布している。鉱床はこの花崗岩中の鉄マンガン重石石英脈である(写真8)。最も大きな一号脈は平均1.23m幅で平均品位は $W_2O_3$ で1.23%である。

## 6. ウランバートル南の見学地

ウランバートル市内の南側にはボグド(Bogd)山の山並みが広がっている。ボグド山山頂周辺は中生代のボグドウール(Bogd uul)花崗岩、その周りは被貫入岩の中・後期古生代のヘンター層群の砂岩や泥岩からなる。ボグド山一帯は日本の山のような下草が生い茂ってはならず、蚊もいないのでハイキングは快適だが、降りた場所によってはバス停まで遠く結構平地を歩くことになる。

### ボグドウール花崗岩

花崗岩を手っ取り早くみるにはマンジュシル(Manzushir)がよい。ウランバートルから南40kmほどにあるゾーモッド(Zuumod)という町から北に数km入ったところにある(写真9)。かつて寺院と宿坊があったところで、その歴史を知る展示が資料



写真10 ザイサントルゴイ。写真中央の白い塔(戦勝記念塔)が立っている小高い丘。

館にある。ゾーモッドまではウランバートルから頻繁にマイクロバスが出ているが、そこからマンジュシルまでは公共交通はない。約6km歩くことになるのでタクシーを使う方がよい。

ゾーモッドからマンジュシルに至る道路沿いには、砂岩を主とするヘンター層群が分布している。マンジュシルの駐車場あたりから北側が花崗岩である。このボグドウール花崗岩とヘンター層群との貫入関係を近くの丘の上で見ることができる。境界部付近では花崗岩は優白質となり、しばしばヘンター層群の堆積岩塊が取り込まれているのを観察できる。

ボグドウール花崗岩は黒雲母花崗岩と普通角閃石黒雲母花崗岩からなり、さらに組織から斑状と等粒状に分けられる。等粒状組織の花崗岩は粗粒相と細・中粒相に細分できる(Magic Project, 1998)。従来、本花崗岩は黒雲母のK-Ar年代からジュラ紀とされてきたが、最近得られたジルコンのPb-Pb年代では三畳紀を示唆し、既に述べたゴルヒ花崗岩やトホム花崗岩などとほぼ同時期の火成活動と考えて良い(Khishigsuren *et al.*, 2003)。

## 7. ウランバートル市内

ウランバートル市内でもモンゴルの地質を理解する機会はある。市内を歩いてよく注意していると、歩道の敷石の花崗岩中に緑色の鉱物が含まれていることに気づく。これはカリ長石の一種で特にアマゾナトと呼ばれている。カリ長石に微量の鉛が入る



写真11 地質鉱物資源博物館の展示の例。エルデネット鉱山の説明と試料の展示。この鉱山については、ウランバートルからやや離れているので本文では触れていない。現在モンゴル最大の銅鉱山で、概略は高橋(2004)参照。

ことで緑色を呈すると言われている。このアマゾナト花崗岩はウランバートルの西100km足らずのところで採掘されている。採掘場所は刑務所にあり簡単には見学できない。

市内南部にザイサントルゴイ(Zaysan tolgoi)という小高い丘があり、ソ連により戦勝記念塔が建てられている(写真10)。ここからウランバートルを一望できる。この丘を形成しているのはヘンター層群の砂岩と泥岩で、ここでは層理面とスレート劈開の斜交関係がよくわかる。よく注意すると砂岩中にクロスラミナなどの堆積構造がわかる。

市内にはいくつか地質関連の博物館がある。そのうち、自然史博物館については既に高橋(2001)で紹介した。モンゴルの自然全般にわたる博物館で、地質のみならず動植物の展示もある。地質関係では恐竜標本や隕鉄が目玉である。

モンゴル科学技術大学の本校舎2階に地質鉱物資源博物館がある。少し古い観光ガイドには、市内の別の場所にあるレーニン博物館に同施設があると記されている。1996年のモンゴル国内の省庁改編に伴い、同施設はモンゴル科学技術大学に移管された。この地質鉱物資源博物館ではモンゴル国内の岩石、鉱物、資源の選りすぐった標本を展示している。さらに鉱山の模型と壁に貼ってある資源図を併せると、モンゴルの鉱物資源開発について理解が進む(写真11)。

## 8. あとがき

ウランバートル周辺では、このほかに錫鉱山跡、炭酸水を産する鉱泉、砂丘など興味深いところがある。もっと多くの見学地を訪れるには、例えば現地の旅行会社を介して大学やアカデミーの研究者に現地を案内してもらえばよいかもしれない。

地質見学をするためには地質図が必要となるかもしれない。モンゴル全土やウランバートル付近の地質図は、市内中央部にある地質情報センターで購入できる。最近のものはデジタル情報としてPDF形式でも入手できる。

**謝辞：**小論のかなりの部分は筆頭筆者（高橋）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

- Badarch, B., Cunningham, W.D. and Windley, B.F. (2002) : A new terrane subdivision for Mongolia: implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia. *Jour. Asian Earth Sciences*, 21, 87-110.
- Dergunov, A. B. ed. (2001) : *Tectonics, Magmatism, and Metallogeny of Mongolia*. Routledge, 288p.
- Gantsetseg, O., Cluer, K. and Kotlyar, B. (2003) : Boroo Gold Deposit, Mongolia (Definitive gold deposit type in North Khentei terrain). *Mongolian Geoscientist*, no. 21, 44-46.
- Gerel, O. and Lkhamsuren, J. (1999) : The Gorkhi Granite Pluton with miarolitic pegmatites. *Excursion Guide, International Geological Symposium on East Asia*, 12p.
- Kashiwagi, K., Tsukada, K. and Minjin, B. C. (2004) : Paleozoic spherical radiolarians from the Gorkhi Formation, southwest Khentei range, central Mongolia; a preliminary report. *Mongolian Geoscientist*, no. 24, 17-26.
- Khishigsuren, S., Bombach, K., Tichomirowa, M. and Munkhbat, B. (2003) : New zircon age data of the Bogd uul Granite, central Mongolia. *Mongolian Geoscientist*, no. 19, 103-107.
- Magic Project (1998) : *Geologic map of Ulaanbaatar*, scale 1:100,000. Geological Information Center.
- McKerrow, W. S., Niocall, C. W. and Dewey, J. F. (2000) : The Caledonian orogeny redefined. *Jour. Geol. Soc., London*, 157, 1144-1154.
- 都城秋穂 (1979) : アジア大陸のテクトニクス概説. 岩波講座地球科学16世界の地質. 237-261.
- 高橋裕平 (2001) : モンゴル国自然史博物館. 地質ニュース, no.556, 48-49.
- 高橋裕平 (2004) : モンゴルにおける鉱業活動. 地質ニュース, no.600, 18-24.
- Tomurtogoo, O. editor-in-chief (1999) : *Geologic Map of Mongolia*, scale 1:1,000,000. Mineral Resources Authority of Mongolia.

---

TAKAHASHI Yuhei, ICHINNOROV Niiden, JARGALAN Sereen, KHISHIGSUREN Sodnom and LKHAMSUREN Jargal (2004) : *Geology around Ulaanbaatar, Mongolia*.

---

< 2004年3月2日 >