

モンゴルの火成活動

蟹澤 聰 史¹⁾

はじめに

モンゴルは中央アジアのほぼ中央部に位置し、北はロシアと、西、南および東は中国と接している。地形的にみると、モンゴルの西部では、カザフスタンから南東方向に標高4,000mを越えるアルタイ山脈が続き、中央部にはこれとほぼ平行して3,000mに達するハンガイ山脈が発達する。モンゴルの南東部、アルタイ山脈の東からハンガイ山脈の南にはゴビと呼ばれるまばらに草の生える平原が発達する。ウランバートル北東部にはヘンティ山地がある。北方には東北方向からのバイカルリフトが延びており、モンゴルで最も大きいフブスグル湖につながる(第1図)。

モンゴル台地は、地質学的にはアンガラ楕状地(シベリア卓状地)と中朝地塊(北中国クラトン)に挟まれたAltaidsに属する。モンゴル台地は

2,500km×700kmの面積をもち、平均標高2,000mに達するモンゴル国の大部分とロシアのトランスバイカル地方を占めており、ハンガイ山脈やヘンティ山地などの大きなドームが重複している(Windley and Allen, 1993)。台地にはいくつかのリフトが発達する。また、ボルナイ断層などの東西性の大きな横ずれ断層が発達する。

現在のアジア地域はいくつかのプレートや微小プレートが合体して構成されているが、モンゴルおよび周辺地域は、北方のユーラシアプレート、東方のアムールプレートに囲まれて、モンゴル、トゥバ、東サヤンなどの微小プレートからなっている。これらの大小のプレートは三疊紀~ジュラ紀に集積して、現在の中央アジアを形成したと考えられている(Zonenshain and Savostin, 1981)。

現在の中央アジアに発達する山脈や横ずれ断層は、始新世におけるインド大陸とユーラシア大陸の



第1図 モンゴルの地形およびリフトの分布。

1) 東北大学大学院理学研究科:
〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉

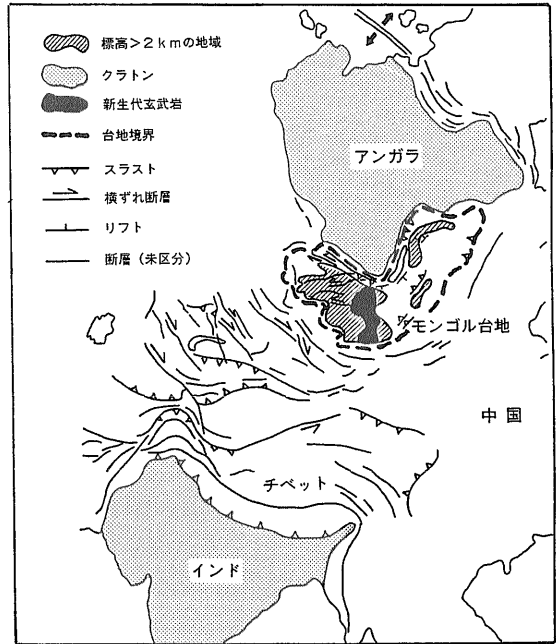
キーワード: 中央アジア, モンゴル, モンゴル-オホーツク褶曲帯, Altaids, プレート内火成活動, ハンガイ山脈, バヤンホンゴル, プリューム

衝突によって生じたものと考えられ、衝突による変形の影響は両大陸のプレート境界部から離れるにしたがって小さくなる (Molnar and Tapponnier, 1975). 一方、中央アジアにおける新生代後期の大規模な火山活動は、この衝突とは関係がなく、高温と未固結の異常マントルの影響によるものとの見解がある。Yarmolyuk *et al.* (1991)によれば、中央アジアの後期新生代の火山活動はインド、ユーラシア両プレートの衝突と、モンゴルのホットスポットの活動との相互作用の結果であり、さらにハンガイドームを中心とした狭い地域には150~15m.y.にわたって活発な玄武岩活動が続き、ジュラ紀初期から新生代後期の長期間、ホットスポットが継続して存在した。

著者は、1998年8月、モンゴルに滞在し、ハンガイ山脈周辺、特にバヤンホンゴル西北部の地質調査に携わる機会を得た。わずか2週間ほどの短い期間であったが、後期始生代から第四紀までの各地質時代にわたる火成岩類を見学することができた。さらにヒマラヤ-ユーラシア大陸衝突の影響、リフト帯や異常マントルによるとみられる火成活動や、島弧とは異なったテクトニクスに接することができたので、ここに紹介する。

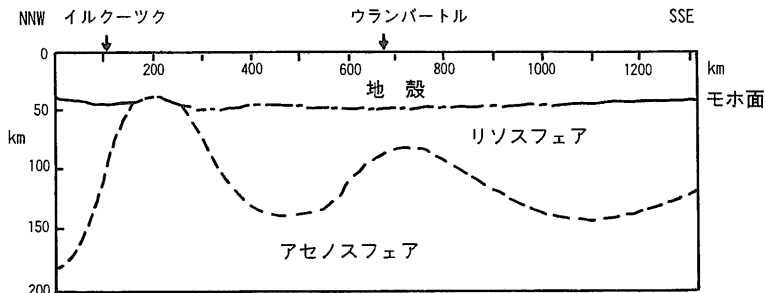
1. モンゴル台地の地球物理学的特徴

この付近のマントル、特にバイカルリフトの下部では地震波速度が非常に小さく、リソスフェアの厚さはシベリア楕状地ではおよそ200kmであるが、バイカルリフト下部から西モンゴルにかけて急激に薄くなり、50km程度かそれ以下となる。リソスフェアのもっとも薄いところはハンガイドームに一致する。ロシアの地質学者達は、モンゴル台地のリソス



第2図 モンゴルを中心とした中央アジアのインドプレートとアンガラ楕状地(シベリア卓状地)に囲まれた地域のテクトニクスを示す図 (Windley and Allen, 1993を簡略化)。

フェア下部には異常マントルのダイアピルのな上昇、オカーフスグレートウンカ三重会合点(第1図)下部のホットスポットなどを考えている。モンゴル台地の地殻の厚さはほぼ60kmで、もっとも厚いところと高い山地とが一致する (Zorin *et al.*, 1990)と考えられているが、もっと薄いという説もある。第2図に、モンゴルを中心とする中央アジア地域のテクトニクスと新生代の玄武岩活動の位置を示す。第3図にはイルクーツクからウランバートルを横切る地域のリソスフェアの構造 (Zorin *et al.*, 1994)を示す。



第3図 イルクーツク-ウランバートルを通り北北西-南南東に横切るモンゴル地域の深部構造 (Zorin *et al.*, 1994を簡略化)。

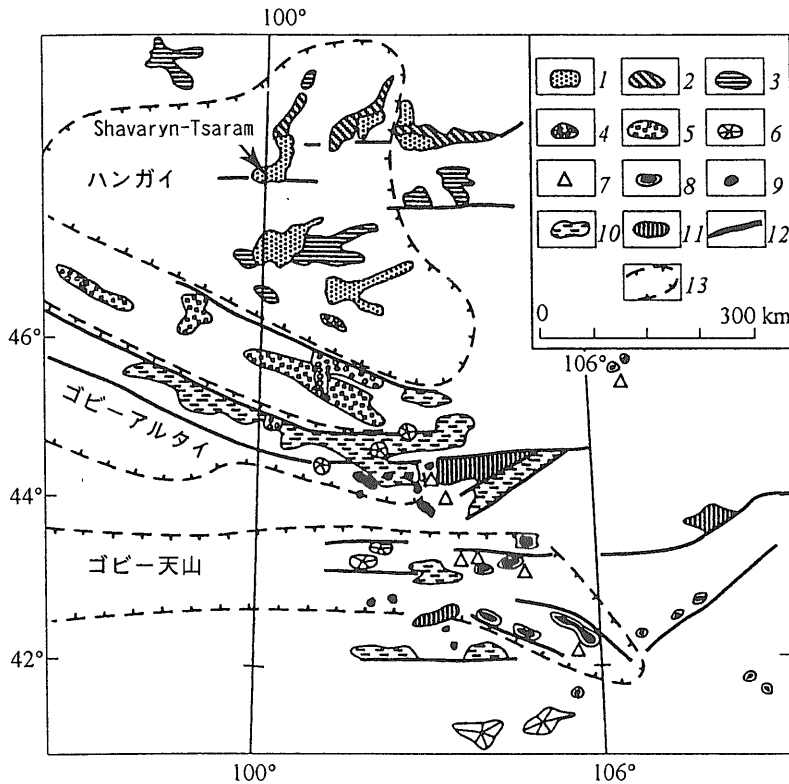
地殻熱流量は、ヘンテイドームで60-70mW/m²、ハンガイドームで70-90mW/m²、フブスグルリフトでは120mW/m²に達する。リソスフェアがもっとも薄いドーム上昇地域では最も高い。熱流量が高いため、ハンガイドームには幾つかの温泉が発達している。

モンゴル台地北東部のバイカルリフトはインド-アジア衝突に関連して形成された(Molnar and Tapponnier, 1975)という考えと、プリュームによる内因的なもの(Zorin, 1981, などロシアの学者)とする説がある。バイカルリフトは後期中生代の湖成堆積物とアルカリ玄武岩の活動に始まり、(1)後期白亜紀-始新世の前リフト期、(2)漸新世-現代に至る活動的リフティングの時期、の2期に分けられる(Mats, 1993)。このリフトは今なお活発に活動し、過去270年間にマグニチュード6.5以上の地震が13回も起こっている。ハンガイドーム内には6個のリフトがあり、最も大規模なものは鮮新世から第四紀にかけてのフブスグルリフトである。北西方向に延びるオカリフトは、中期~後期中新世の玄武岩活動に始まり、フブスグルリフトの北端およびトゥンカリフトの西端と交わって三重会合点を形成する

(第1図)。モンゴル台地のリフトは漸新世以降、いろいろな時期に形成された。

2. モンゴル地域の火成活動

中央アジアのアンガラ楯状地から中朝地塊にかけては、始生代から原生代にいたる火成岩類やそれらを原岩とする変成岩が各地に見られる。また、古生代にも各種の火成活動があった。アンガラ楯状地と中朝地塊の間には、中央アジア-モンゴル変動帯あるいはAltaidsと呼ばれる褶曲帯が発達している。Zonenshain *et al.* (1990)によるモンゴル-オホーツク褶曲帯はAltaidsの東部に位置し、古生代中期にシベリア大陸と中央モンゴル地塊などが衝突して生じたもので、その西縁はハンガイ山脈に達する。西縁部には主にデボン系~石炭系のタービダイトからなり、その上に三畳系~ジュラ系堆積物が載っている。ハンガイ山脈南西縁には、後期先カンブリア紀のオフィオライト帯が発達している。この褶曲帯を通じて、ペルム紀初期には、碎屑岩ならびにタービダイトを伴ったカルクアルカリ火成活動、斑れい岩~トータル岩の活動がみられる。



第4図
南ハンガイ地域の各時代ごとの火山岩の分布(Yarmolyuk *et al.*, 1996を修正)。1-11は各時代における火山岩類を示す。1:更新世~完新世, 2:鮮新世, 3:中期~後期中新世, 4:初期中新世, 5:後期漸新世, 6:初期漸新世, 7:始新世, 8:後期白亜紀の末期, 9:後期白亜紀初期, 10:初期白亜紀, 11:後期ジュラ紀, 12:断層, 13:現在の山地の境界。

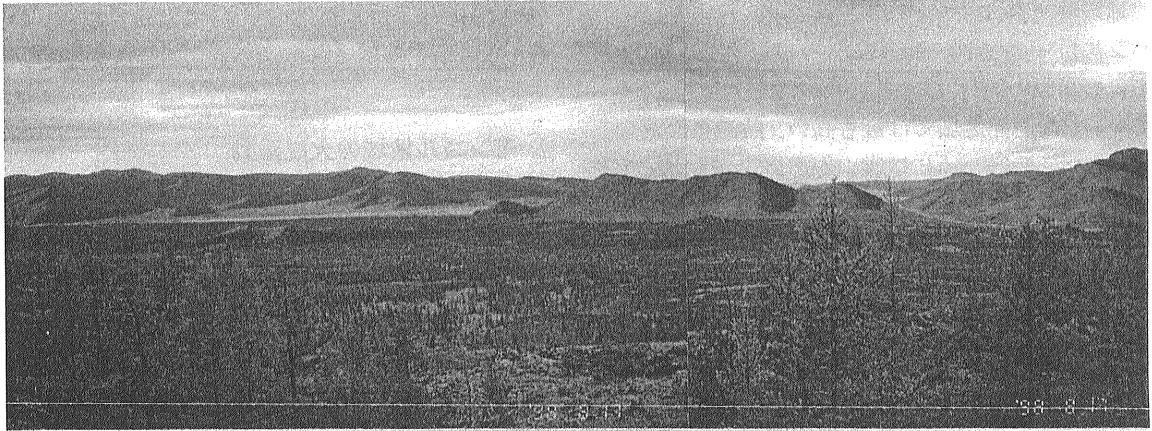
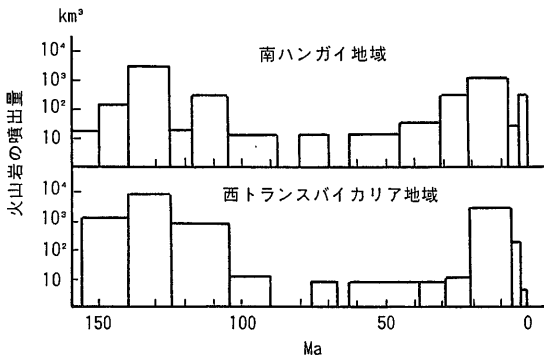


写真1 ハンガイ山脈の北, Khorgo-Terkh国立公園内の噴石丘と溶岩流.

Sengör *et al.* (1993) は、原生代後期から中生代初期にかけて、北アジアのアンガラ楕状地を核部としてそれを取り囲むように Altaiids の巨大な沈み込み-付加コンプレックスが発達し、アジアでは顕生代の間にかなりの大陸の成長があったとした。また、古生代における大陸への新しい物質の付加の半分が Altaiids によると説明した。後期中生代以降になると、西部では衝突が終わり、モンゴル-オホーツクペーゼンは閉じて東方に移動した。このような複雑な地史を持つため、古生代初期から中生代にかけて、島弧を含むプレート収束帯における花崗岩類や大陸衝突による花崗岩類が形成され、それらに伴ってポーフィリー銅、スカルン、ペグマタイト、希土類、鉛-亜鉛-金などを含む鉱床が形成された (Gerel, 1998)。モンゴルとその周辺では、アルカリ玄武岩、サブアルカリ玄武岩、粗面岩、

カーボナタイト、リチウム-フッ素花崗岩などのプレート内火成活動がおこった。バイカルリフト帯からハンガイ山脈、南ハンガイ山地および東モンゴル地域などに分布するプレート内火成活動の時期はジュラ紀後期から完新世まで続き、活動の時期と規模は第4, 5図のように幾つかに分けられる (Yarmolyuk *et al.*, 1996)。すなわち、ジュラ紀初期 (200~160Ma) には、西モンゴル、東~中部モンゴル、モンゴル-アルタイ地域でリチウム-フッ素花崗岩、アルカリ花崗岩などが活動した。ジュラ紀後期 (155~140Ma) には、ネフェリナイト、フォノライトなどのアルカリ岩がゴビーアルタイ系の断裂帯に沿って活動した。ゴビーアルタイ系は500kmにわたってグラーベンを形成し、白亜紀まで続いた。白亜紀初期 (136~120Ma) にはグラーベンでサブアルカリ玄武岩の大規模な活動が起こった。122~115Maには、一部に小規模な酸性火山活動があった。118~105Maには、再びリフト帯内部でサブアルカリ台地玄武岩が活動した。白亜紀後期には火成活動は急速に小規模化した。晩新世~始新世 (62~47Ma) には、ゴビーアルタイ山脈とゴビー天山山脈の北西境界部でサブアルカリかんらん石玄武岩が活動した。始新世後期~漸新世初期 (42~31Ma) には、ゴビーアルタイリフト帯東部でアルカリ玄武岩の活動があった。漸新世後期 (30~24Ma) にはゴビーアルタイリフトに平行な地域でアルカリ玄武岩の活動があり、9,000km²にわたる玄武岩台地として残っている。新生代後期には、中新世初期 (20~16Ma) に、アルカリ~サブアルカリ玄武岩の



第5図 南ハンガイ地域および西トランスバイカリア地域のプレート内火成活動の量と時代変遷との関係 (Yarmolyuk *et al.*, 1996を修正).

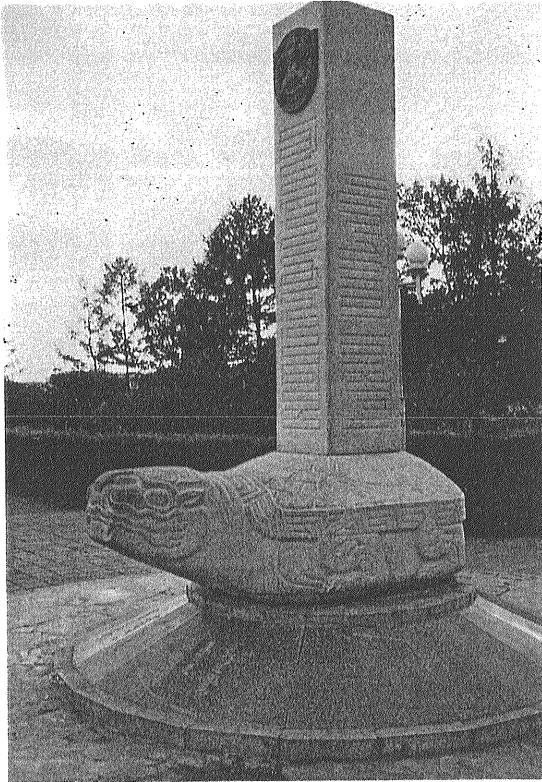


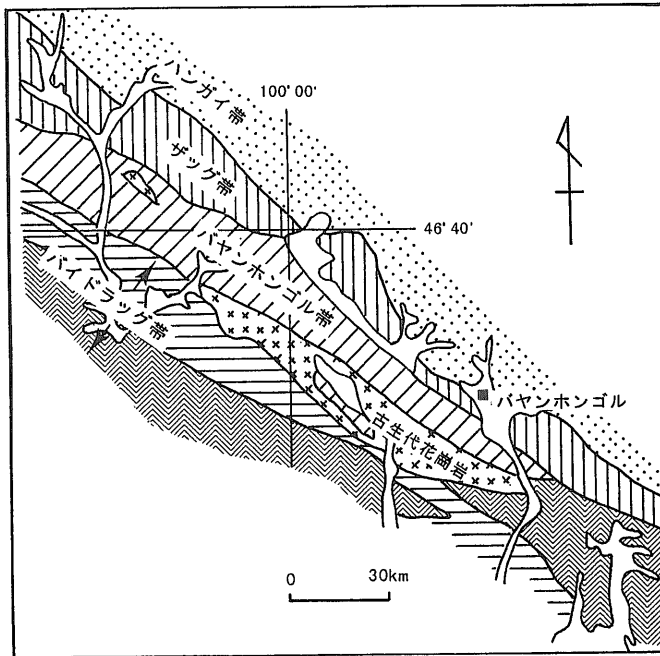
写真2 ウランバートル市内にあるアマゾナイト花崗岩を利用した彫像。この写真のような亀の台座は亀踏(きぶ)と呼ばれ、碑文を建てるためのものといわれる。

活動が一部で見られ、中新世中期(15~9Ma)になると、サブアルカリかんらん石玄武岩の活発な活動がハンガイ山脈中央部で起こった。鮮新世(6~2.5Ma)の活動はテフライトやかんらん石玄武岩の活動により、噴石丘や溶岩流を形成した。鮮新世~完新世(<2Ma)になると、ハンガイ山脈の中央部、北部~北東部で、アルカリ玄武岩を主とする大規模溶岩流や噴石丘が形成された(写真1)。

ウランバートル市内には道路の縁石や彫像の石材に淡青色~淡緑色の一見ヒスイに似た石がふんだんに使用されている(写真2)。これはアマゾナイトと呼ばれる淡青緑色のカリ長石を含んだ優白質花崗岩である。この岩石は希土類、リチウムおよびフッ素に富んだA-タイプ花崗岩で、後期中生代~新生代のプレート内火成活動によるものである。ウランバートル市からほど近い採石場から運ばれたものだそうだ。

3. バヤンホンゴル地域のオフィオライトおよび花崗岩類

モンゴル中央部バヤンホンゴル(Bayankhongor)地域は、ハンガイ(Khangay)山脈の南に位置し、ウランバートルから直線距離で西南西600kmほどのところである。この地域の人と自然、地質につ



第6図
バヤンホンゴル地域の構造区分 (Jargalan and Murao, 1998による。各帯の名称はTungalag, 1997を引用)。



写真3 バヤンホンゴル地域、バイドラッグ帯の始生代トーナール岩を貫く2,308Maの花崗岩。

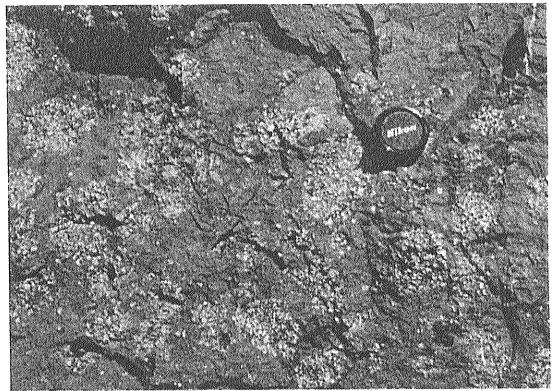


写真4 バヤンホンゴル帯、オフィオライト中の不均質な斑れい岩。

いては栗本(1997)によって本誌に紹介されている。バヤンホンゴル地域は、モンゴル-オホーツク褶曲帯の西縁にあたり、Teraoka *et al.* (1996), Tungalag (1997), Takahashi *et al.* (1998), Kurimoto *et al.* (1997, 1998)らによって研究されており、第6図に示されるように、南から北に向かってバイドラッグ(Baidrag)、バヤンホンゴル、ザッグ(Dzag)およびハンガイ帯に分けられる(Tungalag, 1997)。

バイドラッグ帯は始生代の角閃岩相～グラニューライト相変成岩および原生代の緑色片岩相の変成岩からなる。バイドラッグ帯では、写真3のように著しく褶曲した2,650Maの始生代トーナール岩を2,308Maの花崗岩が貫いているところが観察される(年代はKozakov *et al.*, 1997による)。

ハンガイ山脈の北西部から南東部にかけての山麓に、幅10～15km、長さ150kmにわたって発達するバヤンホンゴル帯は最末期原生界～古生界の砂質、泥質、苦鉄質片岩で石灰質～珪質岩を挟む。さらに、上部に向かって、変成超苦鉄質岩類、層状岩体をなす斑れい岩～輝岩-シーテッド岩脈、枕状溶岩および深海堆積物が発達する(Kopteva *et al.*, 1984)。これらのオフィオライトは、原生代後期～古生代初期のものと考えられている。シーテッド岩脈の厚さはほぼ0.5～2mで、無斑晶のドレライト岩脈の中央部に斜長石斑晶が濃集したものが多く、斑れい岩は、粗粒部と細粒部がみられ、粒度、鉱物量比などはしばしば不均質で、粗粒の部分が礫状に細粒部の中に取り込まれているものな

どが見られる(写真4)。一部に数10cmの優白質斜長石花崗岩が貫入する。これらのドレライトの無斑晶質の部分は海洋底ソレアイトの性質を持つ(Kopteva *et al.*, 1984)。また、ぶどう石-パンペリー石相の変成作用を被っている(Teraoka *et al.*, 1996)。バヤンホンゴル帯の泥質片岩中の白雲母のK-Ar年代は453.9および447.4Maの変成年代を示す(Kurimoto *et al.*, 1998)。

ザッグ帯はカンブリア紀～オルドビス紀の砂岩からなり、礫岩や泥岩を挟む。ハンガイ帯はデボン紀～石炭紀のタービダイト堆積物からなる。これらに各種の花崗岩類が貫入している。

バヤンホンゴル地域の花崗岩類は、1,000～1,220Maを示す原生代後期のものが少量みられる。カンブリア紀～オルドビス紀の花崗岩類はバイドラッグ複合岩体と呼ばれ、この地域の中央部から東部にかけて広く分布し、バイドラッグ帯の変成岩に貫入する。主として斑状の黒雲母花崗岩で、東部では中粒の優白質のものである(Takahashi *et al.*, 1998)。この中の中熱水石英脈には多量の金が含まれる(Jargalan and Murao, 1998)。後期古生代花崗岩類は、閃緑岩～花崗岩複合岩体で、バイドラッグおよびバヤンホンゴル帯に貫入している。帯磁率の広域的時空変化は、原生代後期のものはチタン鉄鉱系が卓越し、古生代前期でもチタン鉄鉱系が卓越するが、南西部のものは磁鉄鉱系花崗岩類が見られる。古生代後期になると、磁鉄鉱系が卓越するようになる。両者の境界は、古生代前期から後期にかけて北東方向に移動した。中生代

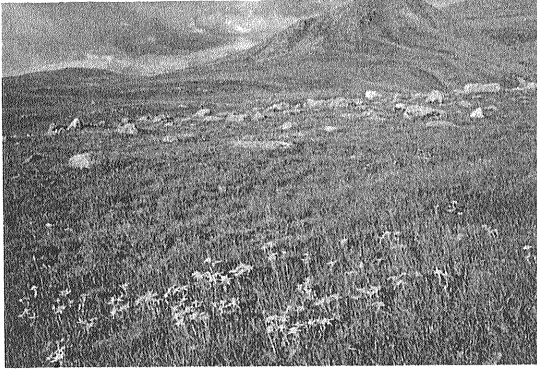


写真5 ハンガイ山脈, Egiyn Davaa北方のモレーンとエーデルワイス.

花崗岩類はチタン鉄鉱系である (Takahashi *et al.*, 1998).

バヤンホンゴルからハンガイ山脈を越えて、北に向かうと草原の緑が次第に濃くなり、また山の北斜面には樹木が多くなる。峠の標高はほぼ2,500mほどであるが、非常になだらかで、ところどころにモレーン堆積物の礫層が大量にみられる。司馬遼太郎の『モンゴル紀行』によれば、「モンゴル語では見渡してあおあおとした台地をハンガイと言い、漠然と見れば茶褐色にみえても、地面に目を近寄せると、まばらに短い草が生えている土地をゴビという」のだそうだ。ここを横切ると、ハンガイとゴビの違いがよく分かる。ハンガイ山脈中央部の峠をやや北に下ると、モレーン堆積物上の草原にエーデルワイスやマツムシ草が一面に咲いている (写真5)。

4. モンゴル台地の新生代火成活動

中新世以降のモンゴル台地では、プレート内の特徴を持つ活発な玄武岩活動があり、ホットスポット、あるいはホットリージョンの火成活動 (Zonenshain *et al.*, 1991) と考えられている。その性質は、中新世におけるサブアルカリ～アルカリ火成活動と、鮮新世～第四紀のアルカリ火成活動である。ハンガイのアルカリ玄武岩中には、マントルダイアピルで運ばれたものと考えられるスピネルレールゾライト捕獲岩がみられる (Stosch *et al.*, 1986)。中新世、鮮新世および第四紀火山活動の中心はバイカルリフトおよびそれに伴う北東のリフトに多いが、大量の玄武岩の活動地域はこのリフト帯の東翼に

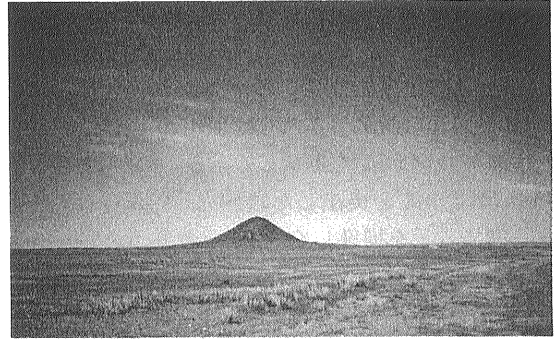
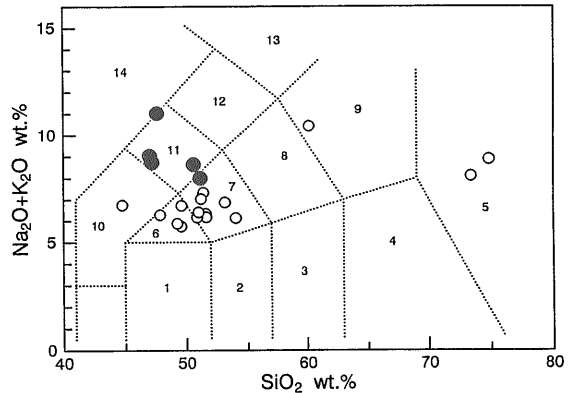


写真6 バヤンホンゴル西方に見られる玄武岩岩類.



第7図 モンゴル台地における火山岩類のSiO₂-(Na₂O+K₂O)関係。○：南ハンガイおよび東モンゴル地域における後期ジュラ紀以降の火山岩類 (Yarmolyuk *et al.*, 1996のデータより)。●：ハンガイ山脈北部のShavaryn-Tsaram火山溶岩 (Press *et al.*, 1986のデータをプロット)。境界線はLe Maitre (Ed., 1989)によるTAS分類。後期ジュラ紀以降の火山岩類の大部分は粗面玄武岩 (6)、粗面玄武岩質安山岩 (7)、一部は粗面岩 (9)と流紋岩 (5)に、Shavaryn-Tsaramの溶岩の大部分はフォノテフライト (11)に属する。

ある。トゥンカ沈降帯では、鮮新世から更新世にかけて、厚さ600mに達する溶岩流や噴石丘を形成した。始新世、中新世、鮮新世～更新世初期にかけての顕著な火山岩地帯がハンガイドームに伴ってみられる。フブスグルリフト地域では、鮮新世～第四紀の活動年代が測定されている (Whitford-Stark, 1987)。モンゴル台地の玄武岩活動はバイカル、ハンガイなどの高熱流量、薄いリソスフェアのリフト地域に集中する。また、モンゴル台地の周辺ないし縁辺部には、完新世に活動した台地内部に傾くスラストが発達しており、現在の地形に影響を

与えている。

ハンガイ山脈の南では、漸新世～中新世の年代を示す K_2O に富む玄武岩の活動がみられる(Whitford-Stark, 1987)。これらは頂上がほぼ水平のテーブルマウンテンを形成している。また、平らな草原にはぼつんと突出した岩頭としてみられ(写真6)、輝岩などを捕獲していることが多い。

ハンガイドームの中、Tariat凹地には噴石丘や溶岩流からなる多くの火山が発達し、付近はKhorgo-Terkh国立公園となっている。その1つのShavaryn-Tsaram火山(第4図)のアルカリ岩は、 $Na_2O + K_2O$ が7.5～11%に達し(第7図)、 SiO_2 に著しく不飽和で、ノルムネフェリンが20%を越える。 K_2O/Na_2O 比が高く、ほぼ1に達する(Press et al., 1986)。

5. レールゾライト捕獲岩

モンゴルのマントル捕獲岩は、ハンガイドームのTariat凹地、Dolina Ozer, ウランバートルの西北などのリュウサイトテフライト～ベイサナイト、 K -ハワイアイト、リンバージャイトなどのカリに富む火山岩中から報告されている(Sobolev and Nixon, 1987)。捕獲岩としては、スピネルレールゾライト、ウェブステライト、ハルツバージャイトがみられ、稀にガーネット(Py_{72-74})レールゾライトが含まれる。Shavaryn-Tsaram火山の溶岩中には、グラニユライト、エクロジャイト、レールゾライト捕獲岩を多数産する。このうち、スピネルレールゾライトのかんらん石粒子はほとんど機械的変形を被っていない。また、無水で角閃石やフログパイトなどの含水鉱物をあまり含まない。また、高温のマグマ中を上昇する間に含水鉱物が分解して生じたメルトポケットなども含まない。 SiO_2 は43.5～45.3%、 MgO は43.2～35.4%の範囲にある。 MgO と TiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO は負の、 NiO 、 Yb 、 Sc は正の相関を示す(Press et al., 1986)。捕獲岩は20億年のモデル年代と、始源的～やや枯渇した性質を示し、60kmほどの深部に由来したものと推定される。この地域の20億年前の地殻と下部マントルは分化作用の係りにあり、主成分に影響しない程度($<5\%$)の少量の融解が起こったと考えられている(Stosch et al., 1986)。

6. プリウムモデル

Windley and Allen (1993)は、モンゴル地域における火成活動について次のような見解を述べている。リフトの形成、高い熱流量、アルカリ玄武岩の活動はリソスフェアの伸張の特徴を示すものであるが、インド-アジア衝突によって生じたアジア陸域の分裂の起源とは整合的ではない。(1)台地の上昇は、通常のアセノスフェアに載っているリソスフェアの薄化とは整合しない。(2)アルカリ火成作用と、高い熱流量の起こっている場所は、局所的なりフトばかりでなく、台地を横切っている。(3)リフトの発達は無方向性を持っていない。オカフブスグルートウカ三重会合点はドーム状の上昇によって生じたことを示唆する。このことは、アジアを横断する南北の圧縮によって生じた東西の伸張モデルとは整合しない。

マントルプリウム-大陸のリソスフェア相互作用の初期段階については、ほとんど知られていないが、上昇、アルカリ火成活動、高い熱流量、リソスフェアの薄化が特徴的である。Windley and Allen (1993)は、モンゴル台地の地質学的、地球物理学的なデータがこれまでに知られたプリウムで形成された地域と一致し、ロシアの学者が主張しているような、高温のマントルダイアピル、あるいはプリウムが新生代におけるモンゴル台地の一部または全域の上昇やリフティングに関係したという考えを強調している。この考えによれば；(1)モンゴルおよびトランスバイカリアのリフトは、インド-アジア衝突による外因的なものではなく、内因的なプリウムによる台地上昇である、(2)海洋底拡大や、大陸移動などのプリウム-大陸リソスフェア相互作用の後期～最終段階に関する知識とは対照的に、この過程の初期段階の知識が欠如していることを示す。モンゴル台地は、初期段階におけるマントルプリウムとその上に載っている大陸リソスフェアの間の相互作用の情報を与えるものである、(3)プリウムは平行移動断層などの複雑な変形を経たリソスフェアに突き当たる、というものである。これらの活動については、プリウムの影響、あるいはインド-アジア衝突の影響など、岩石学的、ならびにテクトニクスについて、今後検討すべき問題が残っている。

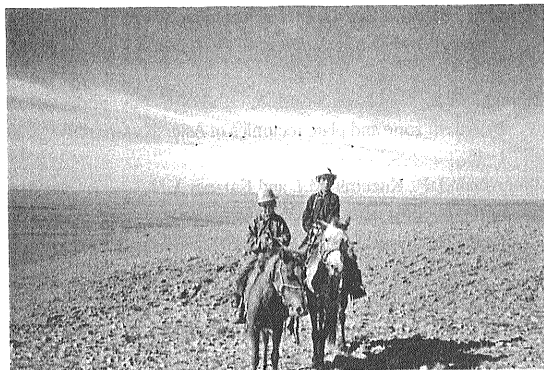


写真7 バヤンホンゴル付近の草原で逢った少年。この兄弟がキャンプを訪れたとき、名前と住所を聞いておいたので、帰国後写真を送ったら丁寧な返事をくれた。

おわりに

以上、モンゴルを中心とした中央アジアの火成活動について紹介したが、すでに述べたように、この地域は古いアンガラ楕状地や中朝地塊、Altaiの沈み込み-付加などが重なっており、複雑な地史を経ている。また、中生代以降、大規模プルームに関係したと見られる火成活動が活発に行われており、さらにインド-ユーラシアプレートの衝突とも関連した変動の影響も見られ、テクトニクスや岩石学の見地から大変興味のある地域である。金、銅、タンゲステン、モリブデン、スズ、蛍石などの資源も豊富である。

モンゴルの面積は156万6,500km²で、日本の約4倍である。96年末の人口は235万人余りで、人口密度は1km²あたり1.5人である。1924年以来人民共和国を宣言してソ連の影響のもとに社会主義国として発展してきたが、ペレストロイカとともに政治、経済改革が加速され、1992年の新憲法の施行とともにモンゴル国へと国名が変わった。ここに住む人々の顔はわれわれ日本人にとってもよく似ている。しかし、遊牧を生業とし、土地に対する執着のないことなど、精神面ではとても異なった面を持っている。「そこは空と草だけでできあがっている。人影はまばらで、そのくらしは天に棲んでいるとしかおもえない」(司馬遼太郎『草原の記』)との件を想起しながら調査していると、忽然と馬に乗った少年に出逢う(写真7)。まさに、空と草原との間に棲

んでいる人たちである。ゲルに住む人々は、私たちが近くにキャンプを張っていると、あたかも旧知のように現地の人として迎え、嗅ぎ煙草を振る舞い、馬乳酒やヤクのバターなどを差し入れてくれる。人々も自然もとても魅力的である。今後、相互乗り入れによって研究を続けることが出来れば、興味のある多くの成果が期待されよう。

謝辞：今回の調査に誘って下さった藤巻宏和教授に深く感謝する。現地では、伊藤司郎氏をはじめ国際協力事業団の方々に大変お世話になった。S. Jargalan, L. Bayarmandalの両氏には現地を案内していただいた。O. Gerel教授と永広昌之博士には文献についてご教示を賜った。記して感謝する。

引用文献

- Gerel, O. (1998) : Phanerozoic felsic magmatism and related mineralization in Mongolia. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 49, 239-248.
- Jargalan, S. and Murao, S. (1998) : Preliminary study on the characteristics of Tsagaan tsakhir uul gold deposit, Bayankhongor, southern Mongolia. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 49, 291-298.
- Kopteva, V., Kuz' min, I. and Tomurtogoo, O. (1984) : Structure of the upper part of the Bayan-Khongor ophiolite zone, Mongolia. *Geotectonics* (English translation from *Geotektonika*, 1984), 18, 481-491.
- Kozakov, I.K., Kotov, A.B., Kovach, V.P. and Sal' nikova, E.B. (1997) : Crustal growth in the geologic evolution of the Baidarik Block, central Mongolia: Evidence from Sm-Nd isotopic systematics. *Petrology*, 5, 201-207 (English translation from *Petrologiya*, 5, 227-235, 1997).
- 栗本史雄 (1997) : モンゴル草原, バヤンホンゴルを訪ねて。地質ニュース, no.509, 49-58.
- Kurimoto, C., Ichinnorov, N., Koike, T., Tungalag, F. and Bayarmandal, L. (1997) : The discovery of Late Devonian (Famennian) conodonts in the Bayanhongor area, west Mongolia. *Bull. Geol. Surv. Japan*. 48, 487-491.
- Kurimoto, C., Tungalag, F., Bayarmandal, L. and Ichinnorov, N. (1998) : K-Ar ages of white micas from pelitic schists of the Bayanhongor area, west Mongolia. *Bull. Geol. Surv. Japan*. 49, 19-23.
- Le Maitre, R.W. ed. (1989) : *A classification of IGNEOUS ROCKS and glossary of terms*. Blackwell Scientific Pub. Oxford. 193pp.
- Mats, V.D. (1993) : The structure and development of the Baikal rift depression. *Earth Science Rev.* 34, 81-118.
- Molnar, P. and Tapponnier, P. (1975) : Cenozoic tectonics of Asia: effects of a continental collision. *Science*, 189, 419-426.
- Press, S., Witt, G., Seck, H.A., Eonov, D. and Kovalenko, V.I. (1986) : Spinel peridotite xenoliths from the Tariat depression, Mongolia. I: Major element chemistry and mineralogy of a primitive mantle xenolith suite. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 50, 2587-2599.
- Sengör, A.M.C., Natal' in, B.A. and Burtman, V.S. (1993) : Evolution of

- the Altai tectonic collage and Palaeozoic crustal growth in Eurasia. *Nature*, 364, 299-307.
- Sobolev, N.V. and Nixon, P.H. (1987) : Xenoliths from the USSR an Mongolia: a selective and brief. In Nixon, P.H. (ed.) "Mantle Xenoliths" John Wiley & Sons Ltd., 158-165.
- Stosch, H.G., Lugmair, G.W. and Kovalenko, V.I. (1986) : Spinel peridotite xenoliths from the Tariat Depression, Mongolia. II: Geochemistry and Nd and Sr isotopic composition and their implications for the evolution of the subcontinental lithosphere. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 50, 2601-2614.
- Takahashi, Y., Oyungerei, S., Naito, K. and Delgertsogt, B. (1998) : The granitoid series in Bayankhongor area, central Mongolia. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 49, 25-32.
- Teraoka, Y., Suzuki, M., Tungalag, F., Ichinnorov, N. and Sakamaki, Y. (1996) : Tectonic framework of the Bayankhongor area, west Mongolia. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 47, 447-455.
- Tungalag, F. (1997) : Stratigraphy and structural geology of Precambrian and Paleozoic strata in Bayankhongor area. *Mongolian Geoscientist*, No. 3, 4-11.
- Whitford-Stark, J.L. (1987) : A survey of Cenozoic volcanism on mainland Asia. *Geol. Soc. Amer., Special Paper* 213, 74p.
- Windley, B.F. and Allen, M.B. (1993) : Mongolian Plateau: evidence for a late Cenozoic mantle plume under Central Asia. *Geology*, 21, 295-298.
- Yarmolyuk, V.V., Kovalenko, V.I. and Ivanov, V.G. (1996) : The intraplate late Mesozoic-Cenozoic volcanic province in central east Asia as a projection of the mantle hot field. *Geotectonics* (English translation from *Geotektonika*, 1995), 29, 395-421.
- Yarmolyuk, V.V., Kovalenko, V.I. and Samoylov, V.S. (1991) : Tectonic setting of Late Cenozoic volcanism of central Asia. *Geotectonics* (English translation from *Geotektonika*, 1991), 25, 53-63.
- Zonenshain, L.P. and Savostin, L.A. (1981) : Geodynamics of the Baikal rift zone and plate tectonics of Asia. *Tectonophysics*, 76, 1-45.
- Zonenshain, L.P., Kuzmin, M.I. and Natapov, L.M. (1990) : *Geology of the USSR: a plate-tectonic synthesis* (translated from "Tektonika litosfernykh plit territorii SSSR") Ed. by B.M. Page, Geodynamic Series 21, American Geophysical Union, Washington, D.C. 242pp.
- Zonenshain, L.P., Kuzmin, M.I. and Bocharova, N.Yu. (1991) : Hot-field tectonics, *Tectonophysics*, 199, 165-192.
- Zorin, Yu.A. (1981) : The Baikal rift: an example of the intrusion of asthenospheric material into the lithosphere as the cause of disruption of lithospheric plates. *Tectonophysics*, 73, 91-104.
- Zorin, Yu.A., Novoselove, M.R., Turutanov, E.Kh. and Kozhevnikov, V.M. (1990) : Structure of the lithosphere of the Mongolian-Siberian mountainous province. *Jour. Geodynamics*, 11, 327-342.
- Zorin, Yu.A., Belichenko, V.G., Trutanov, E.Kh., Mordvinova, V.V., Kozhevnikov, V.M., Khozbayar, P., Tomurtogoo, O., Arvisbaatar, N., Gao, Sh. and Davis, P. (1994) : Baikal-Mongolian Transsect. *Geologiya i Geophysica*, 94-110 (in Russian)
- ほかに、司馬遼太郎『街道をゆく5 モンゴル紀行』朝日文艺文庫、『草原の記』新潮文庫より引用した。

KANISAWA Satoshi (1999) : Igneous activity in Mongolia.

< 受付 : 1998年11月13日 >