

モンゴルの地質探訪記(その1): 東ユーラシア地質セミナー2003と古生代放散虫化石

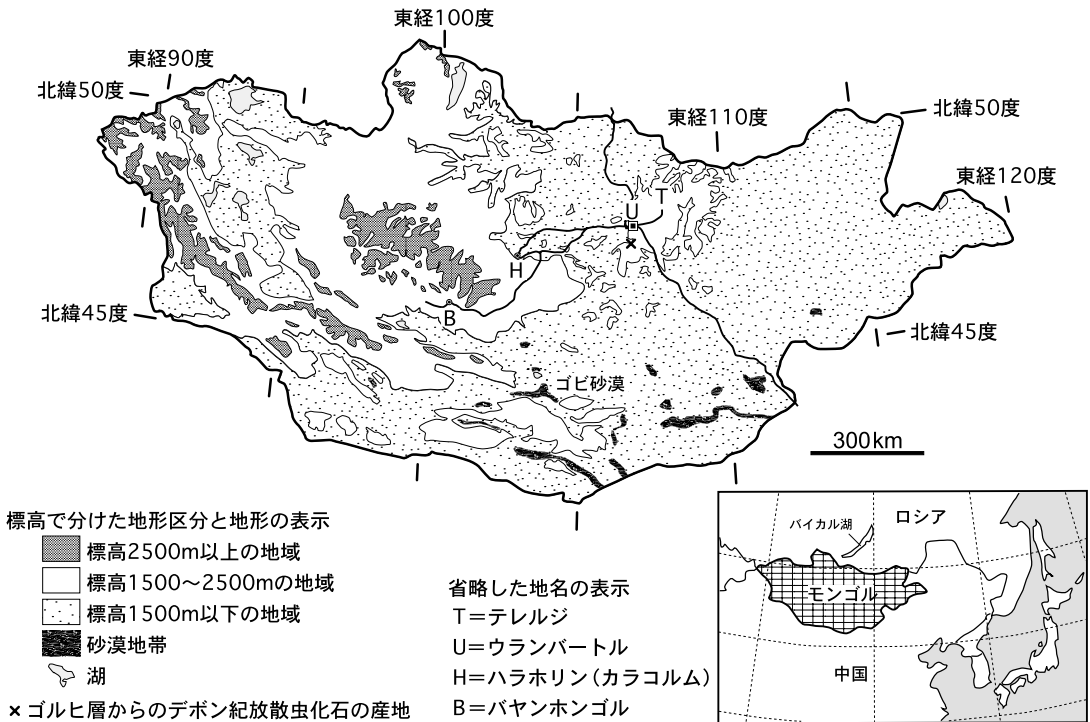
柏木 健司¹⁾・東田 和弘²⁾・高橋 裕平³⁾

モンゴルを紹介します

モンゴルと聞いて皆さんは何を思い浮かべられるでしょうか。広い大草原と乾燥した大地, 群れをなして歩く馬や羊などの動物, はるか遠くまで延々と続くゴビ砂漠などでしょうか。もちろん, モンゴルは東西に約2,300km, 南北に約1,200kmもの広い国土を持っているので, 行く先々でその風景や気候, 風土は違うものに映るはずで(第1図)。例えば,

中国と国境を接する南部地域には, 荒涼としたゴビ砂漠が広がっています。その一方, ロシアと国境を接する北西部地域には, 透き通るような水を満面に張る湖がいくつもあります。モンゴル国土の面積は約156万4,000km²で, 日本列島の面積のおおよそ4倍もあるのですから, それも納得していただけたと思います。

ところで, とても広い国土を持つモンゴルの地質は, これまでにどの程度調べられているのでしょうか



第1図 モンゴルの位置と地形。ダイヤモンド・ビッグ社発行の「地球の歩き方'03-'04, モンゴル」中のモンゴル国全図を用いて, 地形区分を簡略化して作成しました。また, 地名の日本語表記は同著書の表記に従っています。

1) 元産総研 地球科学情報研究部門
haz42540@wood.odn.ne.jp
2) 名古屋大学博物館
3) 産総研 地質情報研究部門

キーワード: モンゴル, 地質セミナー, ゴルビ層, 放散虫化石, デボン紀, 地質巡検, 地質調査

第1表 モンゴルと日本のプロジェクトタイプ技術協力による成果.

モンゴル地質鉱物資源研究所プロジェクト (1994-1999年)	
同アフターケアプロジェクト (2002-2004年)	
地質調査と地質図の発行	: モンゴル中西部で20万分の1地質図幅を6葉作成
デジタル地質図の導入	: 地理情報システムの活用
各種分析機器の導入とその活用	: 原子吸光分光分析装置, X線解析装置, ICP, 帯磁率計
リモートセンシング技術の導入	: ASTER解析技術
モンゴル研究者の日本での技術研修	: 約20人の研究者を日本に招致し, 産総研, 鉱山会社, 機器メーカーで研修
国際セミナーの開催	: 1998年と2003年に地質セミナーを開催 (East Eurasian Geological Seminar)
モンゴル語による教材の作成	: 研究所や大学の教科書として利用
英文雑誌の発行	: 1996年から2004年までにMongolian Geoscientistを25冊発行
日常的な活動	: 分析法や技術の移転, 所内談話会, 大学での講義
モンゴル地質学会の活性化	: 年会の定着化や地方都市での年会の開催
日本の地質学の成果の普及	: 付加テクニクスや花崗岩系列の概念の導入

か、19世紀の半ばに、アメリカ人のパンペリー(R. Pumpelly)は北海道の地質を調査した後、大陸にわたってモンゴルの地質調査を行いました。1920年代に、アメリカの自然史博物館により行われた数回にわたる中央アジアの探検は、ゴビ砂漠から恐竜の骨と卵の化石の産出を初めて報告しました。また、モンゴルはソ連に続く社会主義国であったこともあり、20世紀前半頃からソ連(当時)を中心とするコメコンの地質研究者により繰り返し調べられてきました。さらに、1990年から始まった市場経済化に伴い、欧米やロシア、日本、韓国、中国などの国際的な共同プロジェクトが行われるようになりました。これらの成果は、専門的な地質関係の雑誌に英文等で公表されています。今回は、専門的な部分は棚の奥の方にしておくと、私達が2003年と2004年に経験した、モンゴルの首都ウランバートルで行われた国際研究集会“East Eurasian Geological Seminar 2003(東ユーラシ

ア地質セミナー2003)”と、モンゴルでの地質調査の様子を3回に分けて紹介したいと思います。

国際集会に参加しよう

産業技術総合研究所(産総研)は、独立行政法人化前の地質調査所の時代を含めて、JICA(独立行政法人国際協力機構)のプロジェクトの一環として、短期ないし長期の地質専門家を派遣してきました。モンゴルと日本の共同による成果は、第1表のように多岐にわたります。これらの活動において、モンゴルの鉱物資源庁、通産省、モンゴル地質学会、大学等から、様々な賞がプロジェクトに対して与えられました。1998年に開催された東ユーラシア地質セミナー1998は、モンゴルで初めての英語を公用語とした国際的な研究集会となりました。そして、2003年の3月に東ユーラシア地質セミナー2003が企画されました。



写真1 コンチネンタルホテル。東ユーラシア地質セミナーが行われた会場です。



写真2 セミナーの講演風景。演者は東北大学理学部4年生(当時)の長谷川さんです。

第2表 東ユーラシア地質セミナー2003の会議における日本人による発表の題目.

I. 資源地質

Mizuta, T. and Ishiyama, D. : Geological and Geochemical Features of Kuroko-type Volcanogenic Massive Sulfide Ore Deposits in Japan.

II. 岩石学

Matsumoto, I. and Tomurtogoo, O. : Petrological characteristics of the Hantaishir ophiolite complex, Altai region, Mongolia.

III. テクトニクス

Takahashi, Y., Weon-Seo KEE and Bok Chul KIM : Comparison between the Honam Shear Zone and the Funatsu Shear Zone – A study on geological correlation between the Korean Peninsula and the Hida Belt of southwest Japan.

Tsukada, K. : Forming process of the Hida Marginal Belt, SW Japan: as a Mesozoic tectonic zone.

IV. 古生物

Hasegawa, H., Ehiro, M. and Misaki, A. : Permian paleogeography of the South Kitakami Block (Northeast Japan) in Eastern Asia based on the ammonoid fauna.

ポスターセッション

Kashiwagi, K. and Yokoyama, S. : Structural characteristics of gravitational tilting structures caused by force of constant gravity: examples from Southwest Japan.

Nishioka, Y. : Standardized legend of plutonic rocks for the 1:200,000 quadrangle geological map series in Japan.

Watanabe K., Ochi A. and Matsumoto I. : Geological and geochemical characteristics of river sediments from the Turumi, the Kamo and the Tama rivers, Japan (a preliminary study).

東ユーラシア地質セミナー2003の会議報告が、Mongolian Geoscientistの第23号に英文で掲載されています。そのうち、図表を除く文章を高橋のホームページから読むことができます。発表の分野は、モンゴル、日本、中国および韓国を対象とした資源地質から岩石学、テクトニクス、古生物、地質図幅、応用地質など多岐にわたっています。

このセミナーは、2003年10月28日～31日にかけてウランバートル市内のコンチネンタルホテルで開催されました(写真1)。集会には、モンゴルから60人、日本から10人、中国から1人、韓国から1人の研究者が参加し、合計40件の研究発表がなされました(第2表)。20件の口頭発表は4つのセッションに分けられ、それとキーレクチャーのセッションが設けられました。これらの口頭発表は、ホテルの集会場の1室で行われました(写真2)。残りの20件のポスター発表はロビーに張り出され、会議の合間や

休憩時間に熱心な討論が行われました(写真3)。また、会議の前後に、モンゴルの地質を実際に野外で観察する地質巡検が、日帰りで行われました。このように、あまり規模の大きな国際集会ではないのですが、会議中や懇親会(写真4)、野外での地質巡検などで、参加していた多くの地質研究者と親密に話すことができました。また、日本、中国、韓国の参加者たちはモンゴルに滞在中、モンゴル科学アカデミーのイチノロフさん、国立科学技術大学のミンジン教授、セルスマさん、ジャルガランさん



写真3 ポスターセッションの様子。ポスターは専用のボードの他に、ホテル内の店のショーウィンドウなどにも張り出されました。



写真4 懇親会の様子。コンチネンタルホテルの食堂で行われました。



写真5 移動式住居のゲルで建てられたベースキャンプ。ここを基地に、数ヶ月にわたり地質図幅の調査が行われます。



写真6 水晶鉱山の坑道跡。坑道は、縦に数mの深さまで掘られています。

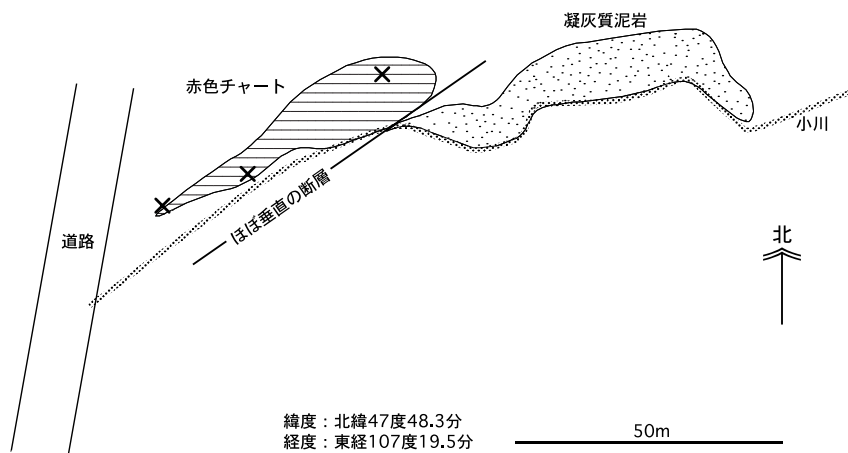
などに、会議以外にも様々な面でお世話になりました。

ところで、このセミナーの開催時期は、モンゴルの地質調査の実情に深く関係しています。モンゴルにおける地質調査のうち、とくに地質図の作成を中心とした地質図幅の調査は、主として5月から10月頃にかけて行われます。その時期、地質屋は現地にゲル（移動式の住居）を構えて、そこで寝泊まりや食事をしながら、長期の調査にたずさわります（写真5）。研究集会等は、この時期を外さないとほとんどモンゴル人の地質屋が集まらないこととなります。また、あまり寒い時期になってしまうと、降雪のため野外での地質巡検ができなくなってしまいます。この時期は、国際集会を行うまさにベストなタイミングだったといえそうです。

地質巡検に参加しよう

国内や国外を問わず、初めて訪れた地域の地質を効率良く知るには、学会中に開催される地質巡検に参加するのが近道です。このセミナーでも、会議の前後に日帰りの地質巡検が行われました。

会議前の巡検は、ウランバートル東方のテレルジで古生代の堆積岩類のゴルヒ層、中生代の花崗岩と水晶鉱山などを対象に行われました。ゴルヒ層の赤色チャートの露頭では、岩石の露出の状況を示すルートマップを作るとともに、多数の赤色チャートの岩石試料を採取しました（第2図）。花崗岩の中にある水晶の鉱山跡では、小さな坑道跡がそこかしこに見られ（写真6）、見栄えの良い数cmの大きさの水晶をたくさん拾いました。テレルジ国立公



第2図
ゴルヒ層のルートマップ。この地点は高橋ほか（2004）の写真3と同じ地点に当たります。×印は放散虫化石を抽出するための試料を採取した地点です。



写真7 亀岩. 観光地として有名で、ガイドブックに必ず紹介されています。

園では、亀の形をしていることで有名な亀岩に立ち寄りました(写真7)。日本にも、各地に動物の名前のついた自然物がありますが、このような感覚は世界共通なのでしょう。

会議後の巡検は、ウランバートル北西で前期古生代の結晶片岩や、中生代の花崗岩に伴うタングステン鉱床と選鉱所を観察しました。タングステン鉱床は、当初はハンガリーにより経営されていましたが、しばらく休山した後に、最近になってモンゴル資本により再開されました(写真8)。ところで、柏木と東田は会議後の巡検に参加していません。実は、ミンジン先生にお願いして、特別にゴルヒ層の地層を重点的に観察するコースを新たに組んでもらったためです。この様子は、次の章の「地質調査に行こう」で述べたいと思います。なお、会議前後に行われた地質巡検の各地点の位置と地層については、高橋ほか(2004)に詳しく述べられているので、参考にして下さい。

地質調査に行こう

地質調査というと、皆さんはどのようなイメージを持っているでしょうか。日本では、山の中の沢や尾根をくまなく歩いてルート沿いの岩石の種類や構造を地図の上に落とし、岩石の分布を示す地質図を作ります。では、モンゴルではどうでしょうか。今回、私たちはロシア製のジープでモンゴルの大地を走りまくり、目的の地点ごとに調査やサンプリング(試料の採取)を行いながら、日本の地質調査



A



B

写真8 タングステン鉱山. A: 坑道への入り口. 坑道内部の写真は、高橋ほか(2004)の写真8に示されています. B: 鉱山事務所前での巡検参加者の記念集合写真。

とは異なるモンゴルの地質調査の一端を経験しました。

広大なモンゴルの大地で岩石が露出している所は、尾根付近や低山の表面に限られます。樹木はあまり見られず、岩石はその表面に露出しています(口絵1)。そのため、色調が明るい岩石などは、遠方から簡単に確認できることが少なくありません。今回、我々は古生代の堆積岩類からなるゴルヒ層という地層を、ウランバートルの南方で調査しました(第1図の×で記した地点周辺)。ゴルヒ層は、おもに灰色を呈する砂岩から構成されていて、赤色のチャートを所々に挟んでいます(写真9, 10)。このチャートは、鮮やかな赤色を示しているので、遠方から容易にその存在を見て取ることができます。さらに、チャートは砂岩に比べて堅い岩石なので侵食されにくく、周囲に比べて高まった地形を作ります。そのことも、遠方からのチャートの確認を容易にしてくれます(口絵2)。



写真9 ゴルヒ層の赤色チャートの露岩状況。斜面の所々に、層理面がはっきりしたチャートの露岩が見られます。

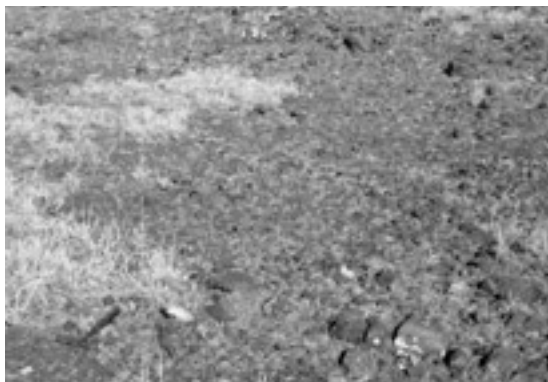


写真10 ゴルヒ層の赤色チャートの露岩状況。露頭と露頭の間には、チャートの転石が表面に広く散在している様子がしばしば観察されます。

ところで、モンゴルの道路は町中や町を結ぶ主要幹線道路を除いて、ほとんどすべてが舗装されていないオフロードです。そのため、目的とする岩石が地表に現れている露頭に行く際、ほとんどオフロードを走ることになります。また、道を外れて草原の中を走ったり丘陵を登ったりすることも珍しくありません。パッと見た感じではあまり傾斜のきつくない斜面でも、実際に車に乗りながらその登り降りを体験すると、とてもスリリングで大丈夫かいなどドキドキします。でも、さすがモンゴル人のドライバーです、ちょっとした悪路でもなんなくこなしていきます。実は、ドライバーは車を運転するためだけに雇われていて、地質屋がみずから車を運転することはありません。日本では考えられないことで、最初は少しびっくりしました。今回は、1日限りの調査でしたが、2004年の夏に約2週間にわたる長期の調査を経験しました。2004年の地質調査の様子は、次報で紹介したいと思います。

さて、我々は赤色チャートを狙って多くの地点で試料をサンプリングしました。その理由は、赤色チャートにたくさん含まれている動物プランクトンの化石にあります。

放散虫化石を調べよう

皆さんは放散虫というものを御存じでしょうか。放散虫は大きさが1mmにも満たない動物プランクトンで、カンブリア紀から現在まで海洋に生息している息の長い生物です。放散虫の化石は、肉眼で

ほとんど識別できない程の微小な化石(専門用語で微化石と呼んでいます)ですが、実はここ30年余りの間に日本列島の地質を大きく塗り替えたすごいやつらです。その詳細については、本誌1994年10月号に栗本史雄さん(産総研)が簡潔にまとめています(栗本, 1994)ので、興味のある方は参考にして下さい。

さて、ゴルヒ層とそれに似ている地層の赤色チャートから、栗本史雄さんが古生代デボン紀(約3億6千万年前)のコノドント化石(原始的なせきつい動物の一種と考えられています)をすでに報告していました(Kurimoto *et al.*, 1997)。また、ゴルヒ層の赤色チャートの中にはたくさんの放散虫化石が含まれていることが、8倍程度のルーペで岩石の表面を観察してすぐに分かりました。そこで、現地で化石がたくさん入っている岩石をサンプリングしました。大きさが1~2cm程度の岩石でも、その中には数えきれないほどの化石が含まれています。こうして採取された赤色チャートは、産総研と名古屋大学で薬品処理されて、微小な放散虫化石が岩石から分離されました。

ところで、産総研で処理した15個の赤色チャートのうち、調べるのに十分な量と保存状態を示す放散虫化石を産したのは、わずか2試料のみでした。これには少しがっかりしましたが、どうも前期中生代(2億年前頃)の花崗岩マグマの活動のために、ゴルヒ層が熱を受けている(専門用語で熱変成と呼んでいます)ことが少なからず影響しているように思えます。産出した放散虫化石は、丸くて格子

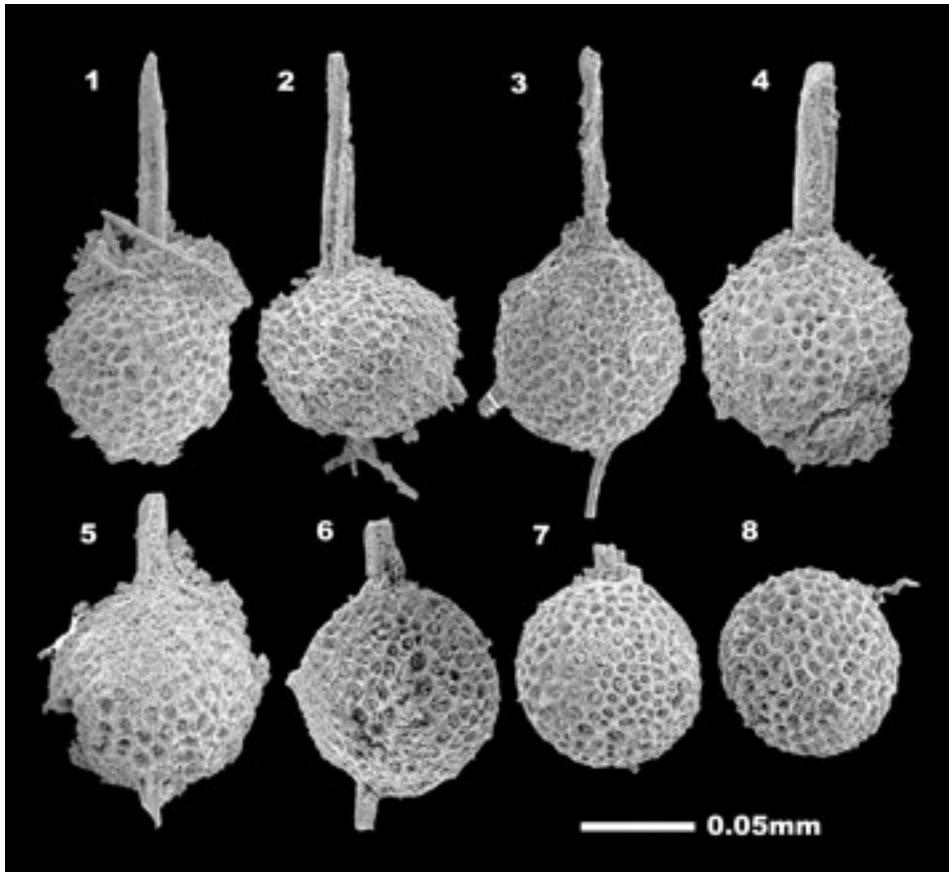


写真11 ゴルヒ層の赤色チャートから産した放散虫化石.

状の模様を持つ殻に、細長い棘を付けているもので占められています(写真11)。コノドント化石の年代から、このチャートからデボン紀を示す放散虫化石が出ると予想していました。しかし、化石個体の形の特徴があまりに単純なために、これではチャートの年代を正確に決めることはできません。新潟大学の栗原敏之さんと東北大学の鈴木紀毅さんに助言をもらいながら、約500個体の化石を検討したものの、棘の付いた丸い殻以外の形の放散虫化石を得ることはできませんでした。結局、これまで世界各地で報告されているデボン紀の放散虫化石と比較することで、ゴルヒ層のチャートから得られた放散虫化石の年代を恐らくデボン紀と結論づけました。

この成果は、モンゴルから初めての放散虫化石の報告になりました。この内容を、数人の専門家のチェックが入る学術雑誌に投稿しても、年代を正確に決めることができていないので、受理されない恐

れがあります。受理されないと、論文はいつまでたっても出版されません。そこで、モンゴルのみならず世界中の地質研究者に、モンゴルにおける放散虫化石研究の今後の方向性を示すために、モンゴル唯一の英文誌である *Mongolian Geoscientist* の第24号に成果をすぐに公表しました (Kashiwagi *et al.*, 2004)。

おわりに一言

11月1日の日本に帰る日、早朝から雪が降って飛行機の離陸が6時間ほど遅れました。韓国の研究者は、ソウルからの飛行機のやりくりがつかなくなり、2日遅れで帰国したそうです。ウランバートル周辺は、これから3月頃まで本格的な冬の季節になります。スキーもできますが、リフトといった便利なものは無く、歩いて登ってすべって、また登っての繰り返しだそうです。一気にすべり降りるのがもった

い無い気がします。

滞在中、何回かビールを飲みに行きました。生ビールを日本の半額以下で飲めるので、お金を気にせずたくさん飲むことができます。とくに、チンギスビールがお勧めです。その他、モンゴルウオッカのアルヒヤミルクティーのソーテーチャイ、定食料理のゴリアシなど、お勧めの飲み物や食べ物がたくさんあります。次の報告で、紹介したいと思います。

本稿を記すにあたって本文中に記した方々にいろいろな面で助けてもらいました。また、産総研の中嶋輝允さんとパイオニアケイピングクラブの芦田宏一さんには粗稿を読んでもらい、原稿がとても良くなりました。ここに記して深く感謝します。

文 献

- 地球の歩き方編集室 (2003) : 地球の歩き方 '03~'04, モンゴル, 210p, 株式会社ダイヤモンド・ビッグ社.
- 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. (高橋のホームページから文章をHTMLファイルとして、柏木のホームページから図をjpgファイルとしてダウンロードできます.)
- 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. *Bulletin of the Geological Survey of Japan (地質調査所月報)*, 48, 9, 487-491.
- 栗本史雄 (1994) : 放散虫生層序と5万分の1地質図幅. *地質ニュース*, no.482, 21-30.
- 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.
- 高橋裕平・Ichinnorov Niiden・Jargalan Sereene・Khishigsuren, Sodnom Lkhamsuren Jargal (2004) : モンゴル国ウランバートル付近の地質見学. *地質ニュース*, no.603, 12-19.

ホームページ

高橋のモンゴル地質情報 :

<http://www.geocities.jp/y95480/index.html#Japanese%20top>

柏木のモンゴル情報 :

<http://page.freett.com/accretion/>

地質ニュース : 論文をPDFファイルとしてダウンロードできます.

http://www.gsj.jp/Pub/News/c_news.html

地質調査所月報 : 論文をPDFファイルとしてダウンロードできます.

<http://www.gsj.jp/Pub/Bull/index.html>

モンゴル地質情報センター

<http://www.mram.mn/Introduc.htm#The%20Geological%20Information%20Center>

KASHIWAGI Kenji, TSUKADA Kazuhiro and TAKAHASHI Yuhei (2004) : Geological expedition to Mongolia (part 1) : East Eurasian Geological Seminar 2003 and Paleozoic radiolarians.

<受付 : 2004年10月4日>