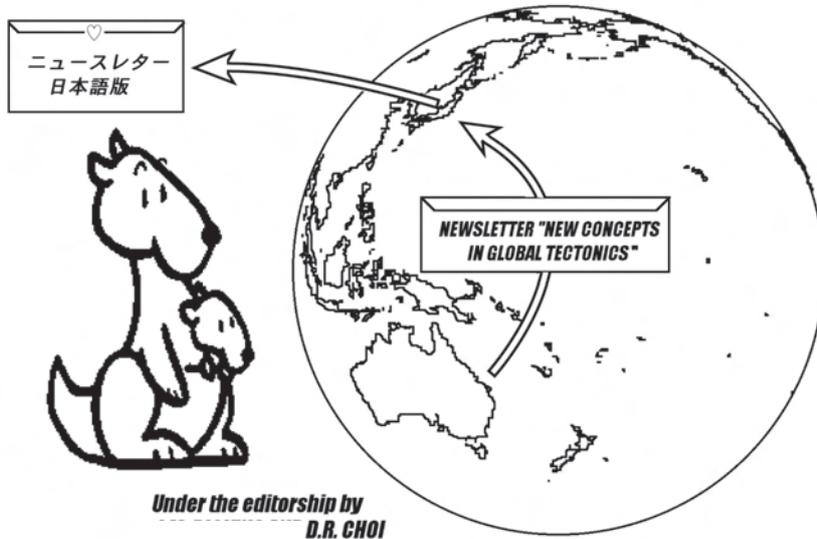


ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念

NEWS LETTER *New Concepts in Global Tectonics*

No. 37 2005年12月 ISSN: 1833-2560 編集: D.R. Choi (日本語版 2006年4月)

編集部: Peter JAMES, Australia (PO Box 95, Dunalley, Tasmania 7177); Leo MASLOV, USA (maslovlev@yandex.ru); Cliff OLLIER, Australia (cliffol@cyllene.uwa.edu.au); Nina PAVLENKOVA, Russia (ninapav@ifz.ru); David PRATT, Netherlands (dpratt@xs4all.nl); Giancarlo SCALERA, Italy (scalera@ingv.it); Karsten STORETVEDT, Norway (Karsten@gfi.uib.no); Yasumoto SUZUKI (yasu-suzuki@vega.ocn.ne.jp); Boris I. VASSILIEV, Russia (boris@poi.dvo.ru)



本号のハイライト

★ カシミール大震災の前兆現象と地質的重要性 (pp. 5-16)

パキスタン-カシミール地震にもエネルギー伝搬則にのっとった先駆深部地震が存在し、それらは地質構造規制を蒙っている。

★ 出版物 (pp. 28-32)

第32回 IGC シンポジウム特集号 (イタリア地質学会彙報), ならびに、太平洋国際地質学-地球物理学アトラスの紹介

★ 追悼 (pp. 28-32)

藤田至則教授 (2005年10月14日ご逝去) の追悼

も く じ

■ 新しい時代を迎えて	2	深発地震もとづくマントル構造	16
■ 財政的支援について	3	太平洋の大陸性シアル質地殻	19
■ 編集者への手紙	3	■ 出版物	28
■ 論 説		■ 追 悼	33
カシミール大震災の前兆現象	5	■ ニュースレターについて	24

連絡・通信・ニュースレターへの原稿掲載のためには、次の方法(優先順に記述)の中からお選び下さい: NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS 1) Eメール: ncgthotmail.com または ncgtozemail.com.au; 1ファイルは5M(メガバイト)以下, 2) ファックス(少量の通信原稿): +61-2-6254 4409, 3) 郵便・速達航空便など: 6 Man Place, Higgins, ACT 2615, Australia (ディスクはMS Wordフォーマット, 図面はjpgまたはpdfフォーマット), 4) 電話: +61-2-6254 4409. 次号は2006年3月下旬に発行予定. 投稿原稿は2006年3月上旬までに, 上記編集部員または直接に編集者へお送り下さい.

放棄 [DISCLAIMER] このニュースレターに掲載された意見, 記載およびアイデアは投稿者に責任があり, 当然のことながら編集者ならびに編集部の責任ではありません.

日本語版発行: New Concepts in Global Tectonics Group 日本サブグループ

翻訳・編集: NCGT ニュースレター翻訳グループ

赤松 陽 岩本広志 川辺孝幸 国末彰司 窪田安打 久保田喜裕 小泉 潔 小坂共栄

佐々木拓郎 柴 正博 角田史雄 宮川武史 宮城晴耕 山内靖喜・輝子 矢野孝雄

<翻訳に関心をおもちの方, ご連絡下さ~い!>

編集者から FROM THE EDITOR

新しい時代を迎えて We have entered a new era!
 (赤松 陽 [訳])

私は、私たちが NCGT ニュースレターを首尾良く再構築したことをお知らせでき、たいへん喜んでおります。本誌タイトル下のように、今や（私たちは）編集委員会と ISSN（国際標準逐次刊行物番号）を持つにいたりました。編集委員のみなさんは、これまでニュースレターや NCGT グループを熱心に支えてきた、確固不動の高い能力をもった科学者たちです。優れた経歴を持つ数名の科学者は、他の仕事との関わりや健康上の問題で、編集委員に加わることができませんでしたが、私たちへの援助のために、彼らができることならどのようなことでもおこなう熱意を示してくださっていることを述べておきたいと思います。来年は編集委員の仕事量が劇的に増えることは避けられそうにありません。これは、私のコンサルタントの仕事が最も忙しくなるだろうということによります。このような事態が生じる場合には、私は（編集作業を）仲間の一、二の編集委員にお願いすることになるでしょう。また、非常勤を基本とした、有能な編集助手 / 編集秘書もこのグループのための雇おうと思います。早々に、私たちのグループの財政的責務を果たすための会計監査役を推薦したいと思います。毎年、ニュースレターの 3 月号は、前年の監査報告を行うことになっています。

このような新しい体制になったことにより、あなたは原稿を、直接、編集者へ、あるいは上記の編集委員メンバーのどなたかへ送ることができます。私たちは、質の高い、しっかりしたデータを基礎にした、人々を啓蒙する論文を刊行するようつとめます。と同時に、それが確実な証拠に支えられ、また NCGT グループの目的にかなっている限り、自由で開かれた交流のおこなえる気風の中で、あなたの意見を表明するための伝達手段として機関誌（ニュースレター）を維持していきます。

私たちは自発的な篤志にもとづく財政的な援助（寄付）をひきつづきお願いしていくつもりです。私たちは、あるいくつかの国が、他の国と比較して、不当に不利な通過レートを採用していることを知っております。しかし、このような状況下でも、寄付をおこなえる余裕のある方々は、どうぞ、予約購読料を送っていただくか、この機関誌を支えるためのなにかの金額を送金していただきたいと願っています。寄付金は、文具類、臨時のタイプ料を含む印刷代や郵送料をまかなうためだけに使用させていただきます。新しい寄付金の体制と送金方法の詳細については、次ページに掲載してあります。私たちは、印刷代と郵送料のために、印刷物による本誌購読者の購読料を増額しなければなら

りません。しかしながら、オンライン購読者の購読料については今までと同様とさせていただきます。

私たちの努力にもかかわらず、私たちは 2005 年に、ある問題を解決することができませんでした。正当な方法でグループの登録がなされている一流出版物（としての登録という問題）です。私たちは、オーストラリアで、非営利組織（NCGT 法人）としてグループの登録を試みる際に、いくつかの困難に遭遇しました。しかし、私たちはこの問題を何とかしようとして取り組んでいます。近い将来、これらを解決する方法をみつけることができるにちがいありません。

本ニュースレターは、限られた数ですが印刷物という形を保持しながら、電子媒体で購読者に送り届けられるオンライン機関誌として維持されていきます。私たちは、複数の図書館と、諸事情によりまだコンピュータ形式よりも印刷物の方がよいという個人の方を（読者に）持っています。しかし、大幅な財政的な改善をとらなれた、私たちの機関誌の急速な、そして広範な普及のために、私たちはこのオンラインによる発行を強めたいと思います。現段階では、私たちの財力や人手はそこまで及びませんが、将来、私たちはインターネットの情報サイトを持つようになるでしょう。

私たちの機関誌は、私たちが現在得ている高いレベルの世界的な評価—必ずしも協力的でない人による—を獲得するために長い時間がかかりました。ニュースレターの最初の号は、9 年前の 1996 年 12 月に発行されました。本号は 37 号です。この機関誌は 2006 年に 10 周年を迎えました。この間の私たちの読者の熱烈な支援に感謝いたします。機関誌は数多くの重要な論文、アイデア、今の支配的な体制に挑戦するデータや情報などを公表してきました。本誌は、今やしっかり確立された国際的な地球科学雑誌となり、地球ダイナミクスの分野の科学的な思想に影響を与えてきました。

ここに、無私無欲で支えてくださり、私たちの目的のために尽くしてくださった全ての読者の方々に心から感謝したいと思います。

1 号から 36 号までの全てのバックナンバーは、休暇期間にデジタル化され、現在、pdf ファイルとして CD に納められています。もし、バックナンバーのいずれの号か、または全ての号をご希望の折には、どうぞ私た

ちにご連絡ください。

本号は2005年10月8日に起こった破壊的なカシュミール地震についてのBlot氏とChoi氏によるタイムリーな論文を掲載しています。Blot氏のエネルギー伝搬法則は、深さ210km付近で起こった中発先駆地震との関連性を証明しました。それは、本震の北西370kmで、3年7ヶ月前に起こったものでした。この特異な震動による地震エネルギーの伝搬は、インドスーコヒスタン地震帯と呼ばれている主要な深発地震構造帯に沿った南東方向に起こりました。ちなみに、私たちのグループの主要メンバー (Ismail Bhat 教授) の家族は、震央からおおよそ100kmほどのカシュミール地方のスリナガルに住んでいますが、破壊的被害に巻き込まれました。私たちは彼らの被災からの一刻も早い再起を願っています。

もう一つの論文は、Peter James氏による深部構造と深発地震に関するものです。彼は、深発地震の線状配列に基づいた地球外層のタマネギ皮状モデルに対する議論をおこなっています。本号の三つ目の論文で、Mishkin氏とVovna氏は、地殻シアル層の起源についての詳細な分析をおこなっています。この論文は特に興味深く、NCGT ニュースレターにくり返し載ったRezanov氏の見解や、第32回万国地質学会の紀要であるBoll. Soc. Geol. Italiana, spec. vol. no. 5, p. 9-22 (その概要は本号の28頁でご覧いただけます) に掲載された同様の趣旨のPavlenkova氏の考えと比較できます。

本号の全ての論文は有益でしかも刺激的な概念をもった内容です。これらの論文は、現在の状況のもとでは、主流の雑誌類に掲載することは許されないでしょう。私たちは、直にこれら珠玉の論説を読むことができる幸運に恵まれた科学者グループなのでしょう。

財政的支援について **FINANCIAL SUPPORT** 新購読料システム NEW SUBSCRIPTION FEE STRUCTURE

(赤松 陽 [訳])

私たちは、オンライン購読の場合、個人で可能な方からは30米ドル (45豪ドル) あるいは相当額以上の、また、図書館に対しては50米ドル (75豪ドル) あるいは相当額の財政援助をお願いしております (以前と同じ)。しかし、印刷物での購読の場合には、図書館では70米ドル (95豪ドル)、個人では50米ドル (75豪ドル) を新しく設定させていただきました。少額ですので、ばかにならない銀行手数料の支払いを避けるために、私たちは、銀行為替手形か、New Concepts in Global Tectonics宛ての支払い可能な個人小切手を発行してもらうことをお願いします。あて先は 6 Mann Place, Higgins, ACT2615, Australia.

銀行を通じて送金する方のための銀行預金口座細目：
銀行名 - Commonwealth Bank, Belconnen Mall ACT Branch (BSB 06 2913)10524718. 口座加入者名 - New

Concepts in Global Tectonics.

自国通貨が国際的に流通する国の方は、個人小切手の場合、自国の通貨立てで発行してください。たとえば、カナダからの送金の場合には、カナダドル立てでというように。というのは、もし、カナダから米ドル立てで発行されると40ドル、豪州ドル立てで発行されるとそれ以上の手数料がかかってしまうからです。また、銀行為替手形の場合は、豪州ドル立てで発行してください。もし米ドル立てで発行されると、同じように、それらには40豪州ドルあるいはそれ以上の手数料がかかってしまいます。

もし領収書が必要な場合には、送金して下さる際に一言、お知らせ下さい。

編集者への手紙 **LETTER TO THE EDITOR**

(赤松 陽 [訳])

こんにちは!!!
CLAUDE BLOT ならびに JOHN GROVER

今、私はJohn Grover氏の研究論文とClaude Blot氏の主張を詳細にわたって読んでいます。私は、残念

ながら (彼らのことを) 何年も知りませんでしたが、NCGTを通してClaude Blot氏の研究を見つけました。

私は、地震予知に関する情報を、幅広く確実に手に入れることに関しては、地球科学界をあまりに信用しず

ぎていたのではないかと思います。

1990年に、私は地震予知のためのいくつかのパターンを探索するために、地震に関する地球規模の研究を始めました。その時点ですでに、私はプレート説を考えてはいませんでした。

1992年に、私は、イスタンブールのカンディリ気象観測所・地震研究所で仕事をしていた Juergen Friedrich 氏にあらたな接近をはかりました。さらに、大洋断裂帯の曲線からなるパターンの発見へと私たちを導いてくれたグローバルテクトニクスに関する仕事もしてありました。私たちの研究の第二段階のために、私は、Juergen 氏と会ったアンカラからちょうど戻ってきたところでした。私は、Blot 氏の理論には、私たちのそれまでのどの研究よりも高い先取権があるべきであるとの判断をしました。私たちは、全地球を統計的に取りあつかう研究を始めています。エネルギー伝搬の理論に接する以前に、私たちは、地震予知との関わり合いに戻ることに興味をもっていました。

Jurgen 氏と私は、1999年のイズミット地震に深く心を動かされました。私は、そこで、翌日に余震に巻き込まれました。私はたいへん多くの(地震の)凶暴さを目の当たりにしました。その年、イズミット地域やトルコで、1年間丸々、私は地震技術者と関わり合い、講演をおこないました。その時点で、私は、地震予知の統計的研究に戻ろうとしましたが、どのように始めたらよいか、いかなる考えも持ち合わせていませんでした。少なくとも、私たちはすでに全世界のすべての規模の地震の詳細なデータベースを持っていました。

私は Claude Blot 氏の単行本 (1976) をいただきました。フランス語は私の母国語です。私は、ベニオフ帯とは異なる別の構造パターンの解析を行いたいと思っています。飛躍的進展をみるには多くの創造力を必要とするでしょう。Juergen 氏は、統計処理やモデル実験(境界や線要素)をおこなうことでは特別に優れた数学者です。ET 現象の数学的パターンはコンピュータによって簡単に発見されるはずで、私たちは数日間にわたってコンピュータネットワークを走らせることができます。そして全世界のデータベースについて、良い結果を得ています。

最近、私は、Claude 氏の理論の端々まで読み、また再読しています。私は、この理論の中で、地球の構造の人間の手による分析は重要であるということを知っています。しかし、私は、なお、コンピュータは仕事ができるということを確信しています。島弧の“円形”の形は、地震の震源をプロットせずともまさに、数学的に見いだすことができます。私たちは、1960年代や1970年代(Grover の 197 頁)における Latter 氏の主張とは同じ立場にはありません。ますます多くのコンピュータ分析によって、この種の誤った結果に気づきます。それ以来、実験工学は、甚だしい発展をもたら

しました。フィールドガイ(フィールド調査人)とコンピュータ技師の間での行き来するプロセスがあるべきでしょう。思っても長期にわたる仕事です。

私は、その方法が主に火山性地震(私は Grover 氏の 230 頁の地質構造の震動パターンを見て大変うれしくなった)に適用されていることを知りました。そして、私は、地質構造的な震動予知のために、これから関わりあうことになるたいへん長い年月が、私たちを待っていてくれるということも理解しています。今、Blot 氏と Grover 氏のみごとな研究の名誉をたたえる時です。Juergen 氏と私は 40 歳代後半です。Juergen 氏は、北アナトリア断層のモニタリングに取り組んでいます。この断層は、世界でも最も活動的で、太古以来の長い活動史をもつことでよく知られた断層の一つです。他の何人かの研究者たちのように、彼は政治的な内部問題のために、このプロジェクトから身を引きました。

アンカラでおこなわれた私たちの会議は、Blot 氏の理論の妥当性を受け入れるように私たちを導きました。なぜ、地球科学界から無視されてきたのか、私たちが不思議に思うほど、それはたいへん明白なことです。

Claude そして John に

Guy LEDUC
<guy@atlas.net.tr>
Izmit, Turkey

地震は電氣的に励起されている

観察された証拠や理論上の根本原理からのすべての兆候はもちろんのことですが、全てではないにしても、大部分の地震は電氣的に励起されています。海嶺に沿う微小地震(地殻微動)でさえ下からの光りのようです。あらゆる研究や地震予知に投じられている資金をもってしても、まだ明らかにされていないことからみて、今までのところ、予知の計画が失敗したことは不思議なことではありません。科学界全体にわたって未だにこのことに関して無知であることは、信じがたいことです。

Bruce LEYBOURNE
leybourne@hotmail.com
St. Louise, USA

関連論文:

Leybourne et al., 2004. Electrical wildfire propagation along geomagnetic anomalies. The 8th World Multi-conference on Systemics, Cybernetics and Informatics. Orland, FL, p. 298-299

論 説 ARTICLES

カシミール大震災 (2005 年 10 月 8 日) の前兆現象とそれらの地質学的重要性
**FORERUNNERS OF THE CATASTROPHIC KASHMIR EARTHQUAKE
 (8 OCTOBER, 2005) AND THEIR GEOLOGICAL SIGNIFICANCE**

Claude BLOT

Villa Mariette, 112 Impasse des Mesanges, 83210 La Farlede, France claude.blot@wanadoo.fr

Dong R. CHOI

Raax Australia Pty Ltd. 6 Mann Place, Higgins, ACT 2615, Australia raax@ozemail.com.au

(角田 史雄 + 岩本 広志 + 国末 彰司 [訳])

西ヒマラヤ弧で、大震災をともなった地震が、2005 年 10 月 8 日に起きた。この M 7.6 の地震は、パキスタン北部とインドのあちこちで、大震害をもたらした。震源は北緯 34.40°, 東経 73.55°, 深さ 10 ~ 20km だった (図 1, 表 1)。そしてパキスタンでは、86,000 人以上が亡くなった。

この地域では過去に、いくつかの強い地震が記録されている。そのなかでも、もっとも古いカシミール地震 (M 7) は 1885 年 5 月 30 日に発生した (北緯 34.12°, 東経 74.61°, 死傷者 3,200 人)。以後の地震は、これよりも小さく、1928 年 11 月 14 日 (北緯 35°, 東経 72.50°; M 6), 1937 年 11 月 14 日 (北緯 35°, 東経 73°; M 5.7), 1974 年 12 月 28 日 (北緯 35.05°, 東経 72.91°; M 6) などである。最近起こった地震は、過去数 100 年間にこの地域を襲った中で最大のものだった。

他の地域で起こった巨大地震に関する研究や調査 (Blot, 1976; Grover, 1998; Blot et al., 2003; Blot and Choi, 2004, Blot, 2005; Choi, 2005a) と同じように、この異常な巨大地震は、地殻の破壊強度を上回る力をもちつつ深部から上昇してくる現象 (地震エネルギー伝搬, つまり E T 現象, あるいは他の作用) が引き起こしたものである。つい先ごろの 2005 年に起こったパキスタン-カシミール地震は、大きな震災を引き起こした。このことを考え、ここでは、著者らの先輩諸氏が確立したエネルギー伝搬法則に基づいて、この地域で発生した過去の地震について、先駆地震と浅所で起こった本震の関連を解明してきよう。この小論では、予備的段階の研究ではあるが、研究結果の概要を紹介し、その地質学的重要性について検討する。

1. インド北西部の大地震 (2002 ~ 2005 年)

地震の国際カタログ (ゲーテンベルク-リヒター, US CGS と ISC) によれば、ヒンズークシ山脈の直下には、深発地震の集中域が認められる。これらの中深発地震 (100 ~ 300 km) の震源の大部分は、東西方向のヒンズークシ山脈が、北北東-南南西方向のバダクシャン地塊/

中央パミール帯 (Verma and Chandra Sekhar, 1985) へと屈曲する場所の直下に在る。震央のほとんどは、ほぼ同一地域 (北緯 36.5°, 東経 70.5° を中心に ± 5° の範囲) に集中している。

1900 年代の前半に、いくつかの強い深発地震 (M 7 クラス) が記録された。この期間以降、強い地震が、アフガニスタン、パキスタン北部、インド北部を襲い、2002 年 3 月 3 日 12 時 8 分 12 秒 (UTC 時刻) に中央アジアの諸国を襲った地震までつづいた。この地震には 2 回の主震があり、最初のものが UTC 時刻 12 時 8 分 12 秒の M 6.3 (深さ 209 km) で、つぎに、その 10 秒後の UTC 時刻 12 時 8 分 22 秒の M 7.4 (深さ 225 km) の地震である。

これらに先行して 2 つの注目すべき地震が発生している: つまり、

- 1) 2002 年 1 月 1 日, 深さ 256km, M 6.3
- 2) 2002 年 1 月 3 日, 深さ 129km, M 6.2

これらの地震で、約 150 名が亡くなった。

これらの深発地震がヒンズークシで起こってから 3 年 7 ヶ月後に、カシミールの巨大地震 (M 7.6) が、深発地震から約 370km 南東で発生した。余震は本震の震央の北西側にあり、インド-コヒスタン地震帯 (IKSZ, Armbruster et al., 1978) の対曲構造を横切っている。そして、それらは北西-南東に配列し、正確にヒンズークシ深発地震群の中心へ向かって配列していた (図 1・図 2)。

これらと同様、巨大マグニチュード、震央の地理的-地質学的対応関係、地震発生の時系列が、インドネシア (Blot and Choi, 2005), 日本 (Blot et al., 2003), バヌアツ (Blot, 1976; Grover, 1998) などにおける地震群として観測された。

わたしたちの考えを立証するためには、次の伝搬に関する式が、これらの地震に適用されるかどうかを確認する必要がある:

表1 パキスタンにおける M7.7 の破壊的カシミール地震群 (2005 年 10 月 8 日) 深発地震と浅発地震との対応関係

Table 1.
Pakistan, catastrophic Kashmir earthquakes M : 7.7, 2005 / 10 / 08
 CORRELATIONS BETWEEN THE DEEP SHOCKS AND THE SHALLOW EARTHQUAKES

n°	Infos	Date	Epicentres		Depth	Magnitude	Parameters of Correlations						Mechanism of foci					
			y	m d			°N	°E	h km	mb	Ms	t	h1/h2	K	d°	a°	k	Tension
Forerunner earthquakes																		
1	neic	2002 01 03	36.09	70.69	129	5.8	6.2											T: 325 N: 235 P: 145
	isc		36.04	70.68	128	5.9												
	hrvd		35.71	70.76	123	6.0												T: 344 N: 232 P: 139
								1374	129/20	1697	3.0	72	524	1--> 4				
2	neic	2002 03 03	36.43	70.44	209	6.3												
	isc		36.47	70.45	195	6.5												
2'	neic	2002 03 03	36.50	70.48	214	6.6	7.4											T: 24 N: 117 P: 208
	isc		36.50	70.52	209	6.5												
	hrvd		36.57	70.42	229	7.3												T: 22 N: 287 P: 196
								1315	214/12	1051	3.2	60	526	2--> 4				
3	neic	2003 03 29	35.98	70.59	110	5.9	5.9											T: 20 N: 221 P: 121
	isc		35.98	70.57	112	5.9												
	hrvd		35.98	70.58	114	5.8												
								924	110/26	1475	2.5	70	504	3--> 4				
Catastrophic earthquake																		
4	neic	2005 10 08	34.40	73.56	26	7.7												
	mts		34.43	73.54	20	7.3												T: 4 N: 132 P: 241
	hrvd		34.37	73.47	12	7.6												T: 338 N: 128 P: 222
Major after-shocks																		
	neic	03: 57: 20	34.24	73.58	10	5.9												
	neic	04: 26: 13	34.82	73.13	10	5.9												
5	neic	10: 46: 28	34.73	73.10	8	6.0	6.4											
	mts		34.69	73.07	7	6.2												T: 147 N: 331 P: 241
	hrvd		34.71	73.10	12	6.4												T: 347 N: 139 P: 230
	neic	21: 13: 32	34.73	73.18	10	5.9												
												
								1376	256/8	914	2.7	55	524	0--> 5				
?	isc	2002 01 01	36.99	72.34	256	6.3												

? This earthquake is listed in the ISC but not in NEIC bulletins.

Note: Research of forerunner earthquakes with the migration law: $t = k \cdot \log(h1/h2) \cdot 1/\cos a$
 t: days, h1,h2: km, a: degree

$t = k \cdot \log(h1/h2) \cdot 1/\cos a$
 ただし、 $t = 1315$ 日、 $h1 = 214$ km、 $h2 = 12$ km、 $a = 60^\circ$

この関係式から導かれる係数 $k = 526$ は、先人が開発を重ね、1960 年に創出された全地球地震エネルギー伝搬概念に基づいて得られた定数 k (Blot, 1976) にほぼ相当する。この計算結果は、表 1 に示される。

2. 北部パキスタンの地震頻度

上述のように、北部パキスタンの Kohistan 地域で 2005 年 10 月 8 日に起きた壊滅的な地震は、ハザラ弧 (Armbruster 他, 1978) の強烈な変形帯の北側に位置し、

”ヒマラヤ衝突帯” の範囲内にあたる。ハザラ弧はヒマラヤ前縁帯の北西側末端部を示し、南東側はヒンズークシュ (35-37°N, 70-72°E) の強烈な深部活動帯に位置する。

この地域におけるヒマラヤ山脈の地震活動と変形作用の間の関係を理解するうえでは、2005 年 10 月に発生した大規模な破壊的地震についての、地震発生頻度に関する研究は、とくに興味深い。

最も重要な浅発地震は、それらに関係するヒンズークシュ (1*) の中深発地震とともに、表 2 に示される。

 (1*) 対象となる地震において深発地震と浅発地震の相

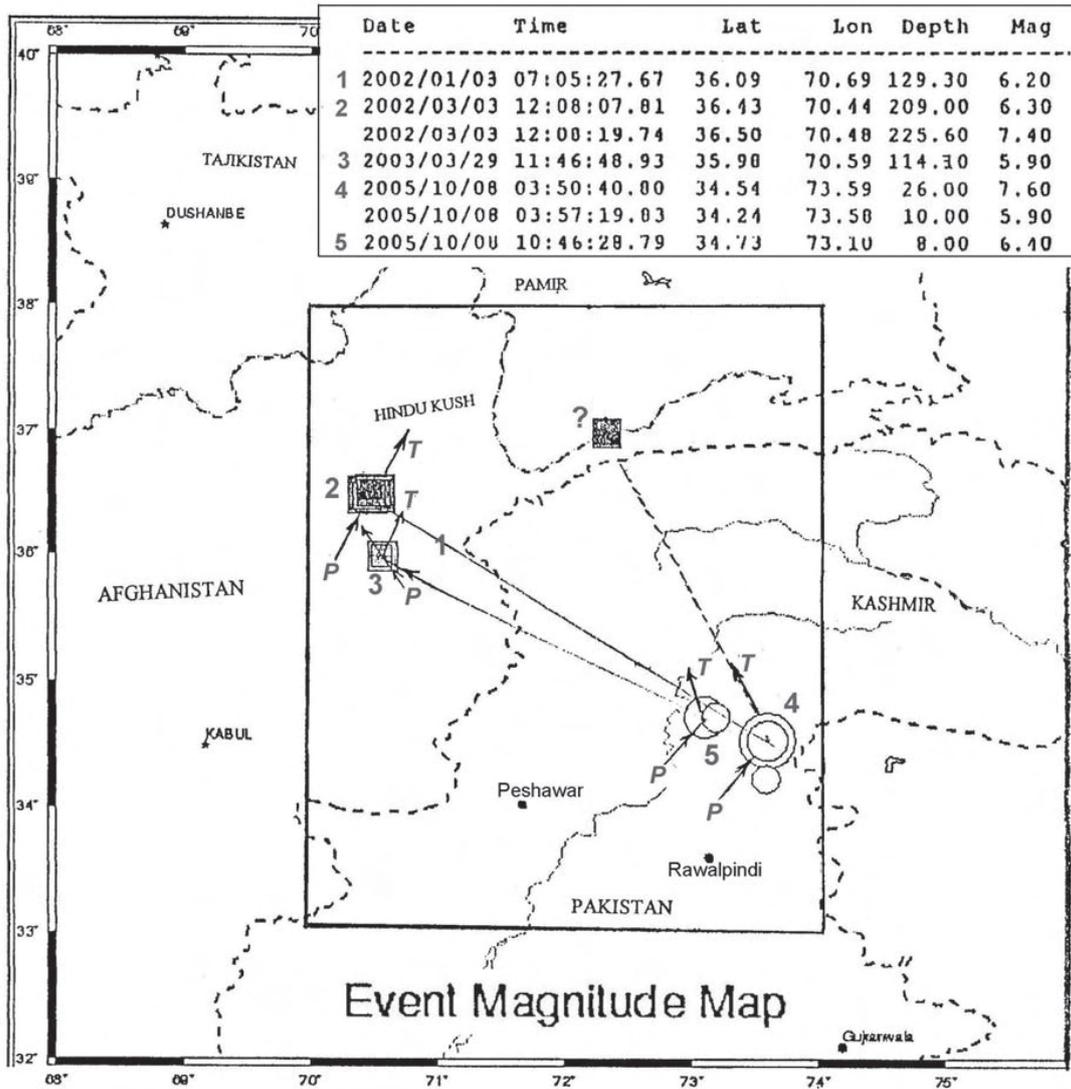


図1 パキスタン-カシミール破壊的地震 (2005年10月8日) の先駆的地震と本震: それらの震央と主要地震の時系列リスト

互関係は、この固有領域における地震エネルギー伝播の法則によって既に決められていて、関係は以下の通り。

$$T = k \cdot \log(h_1/h_2) \cdot 1/\cos a$$

t: 日, k = 525 ± 25, h1= 浅発地震深度 (km) h2= 深発地震深度 (km)

a: 対象地震 (浅発~深発) の傾斜角

No. (n.)1-2 地震はグーテンベルグ・リヒターのカタログから得られる。それらに与えられている深度は100km (誤差 ± 80km)。当時、この地震は、精度を欠いたわずかな地震観測点で記録されたもので、記録は非常に貧弱である。この地域での震源は、厚さ10~50kmの地殻内にある。原因に関する情報は、得られていない。

No. 3 1972年9月3日のハムラン地震
この地震 (震源の深さ約36km, 実体波マグニチュード Mb 6.3) では、ハムラン渓谷で少なくとも100人の死者を数え、1000棟以上の家屋が倒壊した。ラワルピンディ、ペシャワール、カブールで強い揺れを感じ、M5を超える多くの余震が続いた。

No. 4 1974年12月28日のパタン地震 (震源深さ約22km, 表面波マグニチュード Ms 6.2)。非常に破壊的で、震源が浅く、数多くの余震が続いた。公的な試算では死者は5,300人に及び、怪我人は17,000人と見積もられる。大部分の被害はパタン村に集中し、そこは殆ど完全に破壊された。この地震はカブールで震度V、インダス谷の数1000平方マイルの地域にも影響した。

No. 5 1981年9月12日のダレル地震 (震源深さ約30km, Ms 6.2)。ダレルとタンギル渓谷に深刻な破壊を引き起こし、死者は220人、怪我人は2500人と見積もられた。この地震は1972年のハムラン地震と同様な性質と大きさで現われた。相当大きな余震が1つだけ、テレサイズミック [遠隔地震観測] によって記録されている。

No. 6 2002年11月20日のギルギット地震 (深さ約19km, マグニチュード6.5)。その前に、次の2つの中規模地震があった。1) 2002年11月1日: 北緯35.54°, 東経74.64°, 震源深さ約30km, Ms 5.5。広域で感じられ、この地域で発生した地すべりで1名が死亡した。2)

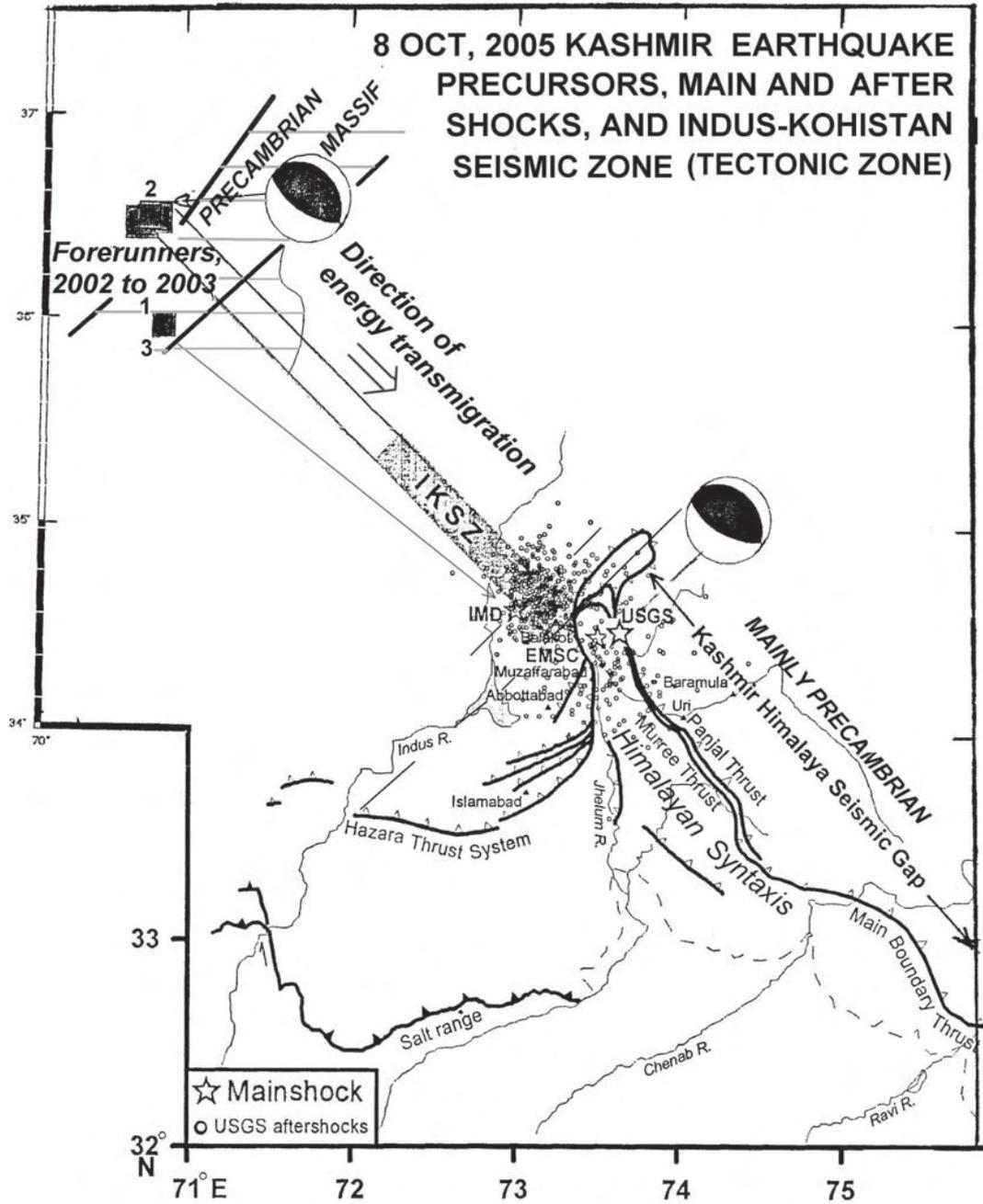


図2 2002年3月のヒンズークシ山脈下で発生した中発地震と2005年10月8日のカシミール-パキスタンでの破壊的浅発地震の造構関係 (表1)。余震は、2005年10月8日～2005年11月22日の期間のものである。本震および余震は、IKSZとNE-SW方向の主要リニアメントの会合部に位置する。このリニアメントは、ヒマラヤ対曲による屈曲構造の形成やNE-SW方向のインダス川流路の原因と考えられている。実際、Ambruster et al. (1978)は、USGSが決定した本震の南西側にNE-SW走向の断層を描いている。彼らは、同じ地域にNE-SW方向の地震の線状配列をみいだした (図3)。カシミール-ヒマラヤ地震間隙は、先カンブリア地塊に位置している。これは、震央分布にかかわって世界的に共通する事象である。つまり、浅発地震と地震間隙は、基盤隆起部に位置する傾向にある (Choi, 2005b)。

2002年11月3日：北緯35.50°，東経74.50°，震源深さ30km，マグニチュード5.3。イスラマバードやペシャワルでも感じられた。広範囲に地すべりが発生。少なくとも17人死亡，けが人65名，1500人の家屋が失われた。本震は2002年11月20日に発生し，23人死亡。大規模地すべりが報告されたギルギトとアストア渓谷では深刻な被害を受けた。この地震は，パキスタンのイスラマバード，インドのスリナガルでも感じられた。

ンダス-コヒスタン地震帯に発生し，2005年の破壊的地震から北西へ数kmの場所で起こった。2004年の震源 (北緯34.77°，東経73.22°) は，2005年10月8日の大地震の余震域 (北緯34.73°，東経73.18°) と同じ場所にあり，2004年の地震は2005年の大地震の先駆地震と考えるのが論理的である。

3. パミール・ヒンズークシ地域での地震発生頻度

No. 7 2004年2月14日のIKSZ地震。
これらの中規模地震 (震源深さ約11km，Mb 5.4) は，イ

パミール・ヒンズークシ地域において，国際地震学カタログに記録された1964～2004年の被害地震は，4回し

表 2 北部パキスタンにおける主要地震 (34° ~ 36°N, 72° ~ 75°E) とヒンズークシ直下の深発地震 (35° ~ 37°N, 70° ~ 72°E) の関係

Table 2.
Significant earthquakes occurred in northern Pakistan (34° -36°N, 72° -75°E)
CORRELATIONS WITH THE DEEP SHOCKS BENEATH HINDU KUSH (35° -37°N, 70° -72°E)

n°	Infos	Date y m d	Epicentre		Depth h km	Magnitude		Parameters of correlations					Mechanism of foci				
			°N	°E		h km	mb	Ms	t	h 1/h 2	K	d°	a°	K	Tension Nodal Pressure		
1	G.R.	1925 12 18	36.5	71.0	230		6.0										
	G.R.	1928 11 14	35.0	72.5	S		6.0	1062	230 / 12	828	2.1	50	501				
2	G.R.	1935 02 03	36.5	70.5	230		6.0										
	G.R.	1937 11 07	35.0	73.00	S		5.7	1008	230 / 15	850	2.6	53	512				
3	neic isc	1970 11 13	36.91	71.62	124		5.3										
			37.01	71.55	103		5.1										
	neic isc	1972 09 03	35.98	73.42	36	6.3	6.2	660	124 / 36	1229	1.6	65	519				
			35.94	73.33	45		6.2										
4	neic isc	1972 07 08	36.30	71.40	121		5.6										
			36.43	71.42	105		5.6										
4'	neic isc	1972 07 11	36.38	70.73	206		5.4										
			36.46	70.72	199		5.1										
	neic isc	1974 12 28	35.05	72.87	22		6.0	903	121 / 22	1220	1.8	65	516				
			35.06	72.91	45		5.9	900	206 / 22	926	2.3	55	531				
5	neic isc	1979 06 26	36.48	71.22	228		5.7										
			36.47	71.24	229		5.7										
	neic isc	1981 09 12	35.69	73.59	33	6.2	5.9	809	228 / 30	918	2.3	55	526				
			35.68	73.60	30		6.0										
	hrvd		34.82	72.90	20												T: 166 N:290 P: 22
	6	neic isc	1999 11 08	36.52	71.24	226		6.2									
36.52				71.23	215		6.1										
hrvd			36.48	79.81	237		6.5										T: 278 N: 17 P: 108
neic isc hrvd	2002 11 20	35.41	74.52	33	6.0	6.5	1108	226 / 19	1030	3.0	60	515				T: 118 N: 209 P: 345	
		35 35	74.59	19		6.4											
		35.52	74.56	15		6.3											T: 134 N: 229 P: 354
7	neic isc	2000 07 17	36.28	70.92	132		6.0										T: 325 N: 71 P: 170
			36.26	70.96	114		6.1										
	hrvd		36.24	70.82	146		6.3										T: 308 N: 69 P:173
7'	neic isc	2000 07 28	36.53	71.01	225		4.9										T: 119 N: 9 P: 277
			36.55	71.01	229		5.0										
	hrvd		36.62	70.90	237		5.3										T: 35 N:168 P: 267
neic hrvd	2004 02 14	34.77	73.22	11		5.4	1307	132 / 11	1211	2.7	65	512					
		34.75	73.22	12		5.4											T: 311 N: 134 P: 44
neic hrvd	10h30m22s 11h56m57s	34.80	73.21	11		5.4											
				19		5.3											

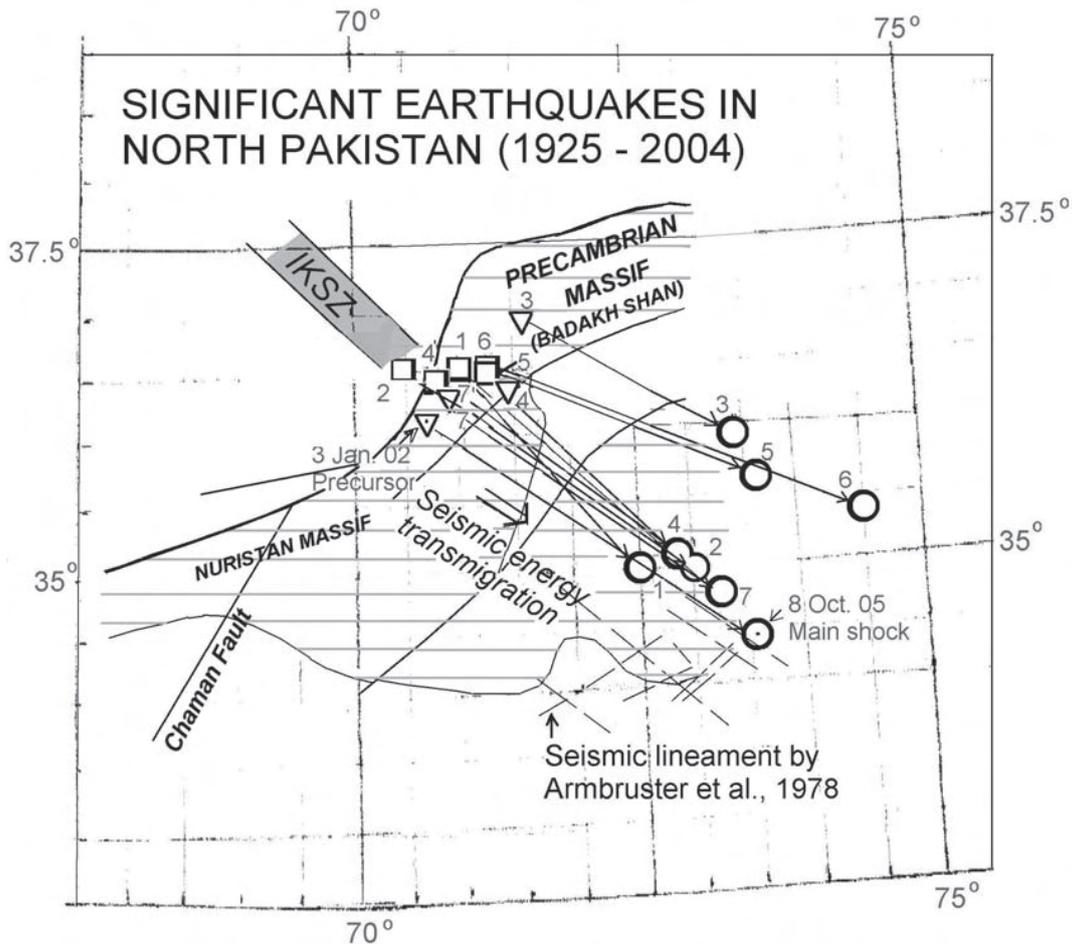


図 3 北部パキスタンにおける 1925 ~ 2004 年の主要地震 (表 2) と主な構造要素を重ね合わせた図。比較のために、最新のパキスタン-カシミール地震の先駆地震と本震も図示されている。深発地震は、先カンブリア地塊縁をなす NE-SW 方向の主要深部構造帯とインドス-コヒスタン地震帯 (IKSZ) が交差する部分に見られる。地震エネルギーは、IKSZ に沿って北西から南東へ伝搬した。

かない。

- 1) 1972 年 8 月 24 日 : 北緯 36.40°- 東経 69.67°
h=47km M=6.1 (死者+負傷者数 30)
- 2) 1982 年 12 月 16 日 : 北緯 36.15°- 東経 69.01°
h=35km M=6.7 (死者+負傷者数 500)
- 3) 1998 年 5 月 30 日 : 北緯 37.11°- 東経 70.11°
h=30km M=6.9 (死者+負傷者数 4000)
- 4) 2003 年 3 月 25 日 : 北緯 36.06°- 東経 69.32°
h=8km M=6.2 (死者+負傷者数 1000)

地震エネルギー伝搬則にもとづくと、これらの地震に先駆地震をみいだすことができ、表 3 と図 4 に調査結果を記す。深発地震が浅発地震と同じエネルギー (マグニチュード) であることが判明し、係数 k の値が正しいことが分かる。我々は中間地震の上方移動をみいだすことができ、それは火山噴火の前兆の出現時期に似ている。

4. 地質学的考察

研究地域はユーラシア-インドプレートの境界であるとされており、沈み込み・衝突に関する様々な推論的モデルが提案され、Nowroozi (1971), Billington et al. (1977), Armbruster et al. (1978), Chatelain et al. (1980), Verma and Chandra Sekhar (1985) をはじめ、

多くの支持を得ているが、それらの全ては決定的な証拠を欠いている。

しかし、Belousov et al. (1980) は天山からパミールを通過してヒマラヤにいたる地域の震央分布パターンの研究からえられた地殻深部やマンテルの断面に基づいて、この地域への沈み込みモデルの適用について疑いの目を向けた。彼は、この地域全体において地殻深部~マンテルでは垂直テクトニクスが優勢であることを、次のように強調した。“..... 地殻の主要な巨大ブロックやこれらのブロックを境する深部の板状の断層帯。地震活動は、地質的・重力的特性 (図 7 左) が急変するブロック境界に規制されている。”我々の研究は、この主張を十分に支持している。ヒマラヤ地域のどんなテクトニックモデルも、この事実に調和するものでなければならない。微小地震データ (図 6) や地質学的・地球物理学的データをはじめ、私たちが検討した全ての情報は、インドプレートの沈み込みとユーラシアプレートとの衝突をきっぱりと否定する。

先カンブリア地塊の北西縁における微小地震のほぼ鉛直な分布が、Chatelain et al. (1980) に図示された (図 7 右)。中発地震の分布中心は基盤の高まり (図 4・図 5、ヒンズークシの Nuristan 地塊~パミールの Badakh Shan

表3 ヒンズークシで発生した主要地震 (35. ~ 38°N, 69° ~ 72°E)

Table 3. Major earthquakes occurred in Hindu Kush (35-38°N, 69-72°E)

N°	infos	Date			Epicentre		Depth		Magnitude		
		y	m	d	°N	°E	h km	mb	Ms		
1	neic isc	1971	06	10	36.50	71.70	383	4.5			
					36.56	71.66	377	4.3			
	neic isc	1971	08	04	36.35	70.72	206	5.6	6.1	_____	
					36.42	70.73	207	5.6	6.0		
	neic isc	1971	09	13	35.70	69.90	120	4.8			
					35.88	69.98	103	5.1			
	325 206 / 47 506										
	neic isc	1972	01	25	35.60	69.80	74	5.4			
					35.57	69.84	96	5.2			
	(206 - 47) / 325 = 0.49 km/day										
	neic isc	1972	06	24	36.23	69.67	47	6.0	6.1	_____	
					36.28	69.69	47	5.9			
2	neic isc	1981	05	02	36.40	71.10	229	6.3	_____		
					36.40	71.15	217	5.9			
	neic isc	1981	07	08	36.40	70.70	216	5.3			
					36.38	70.71	212	5.2			
	593 229 / 35 727 2.0° 45° 514										
	neic isc	1981	11	01	36.50	70.70	208	5.1			
36.46					70.72	202	5.1				
neic isc hrvd	1982	12	16	36.15	69.01	36	6.2	6.6	_____		
				36.13	68.98	35	6.1	6.7			
				35.85	68.67	33	6.8				
3	neic isc hrvd	1997	05	13	36.41	70.95	196	6.1	_____		
					36.48	71.00	198	5.9			
					36.51	70.68	189	6.4			
	382 189 / 33 504										
	neic isc	1997	08	13	36.89	70.78	100	5.0			
					36.91	70.78	100	4.8			
(198 - 30) / 382 = 0.44km/day											
neic isc hrvd	1998	05	30	37.11	70.11	33	5.9	6.9	_____		
				37.15	70.12	30	5.7	6.7			
				37.38	70.08	24	6.6				
4	neic isc hrvd	1999	11	08	36.52	71.24	228	6.2	6.5	_____	
					36.52	71.23	214	6.1			
					36.48	70.81	237	6.5			
	neic isc hrvd	2000	01	19	36.37	70.38	207	5.5	6.0	_____	
					36.39	70.38	206	5.4			
					36.30	70.29	224	5.9			
neic isc hrvd	2000	05	12	35.97	70.66	108	6.2				
				35.91	70.68	77	6.1				
				36.04	70.53	106	6.3				
796 207 / 8 563 1° 25° 510											
neic	2002	03	25	36.06	69.32	8	6.2	6.2	_____		
				36.01	69.27	28	5.8	6.2			
				36.28	69.06	15	6.1				

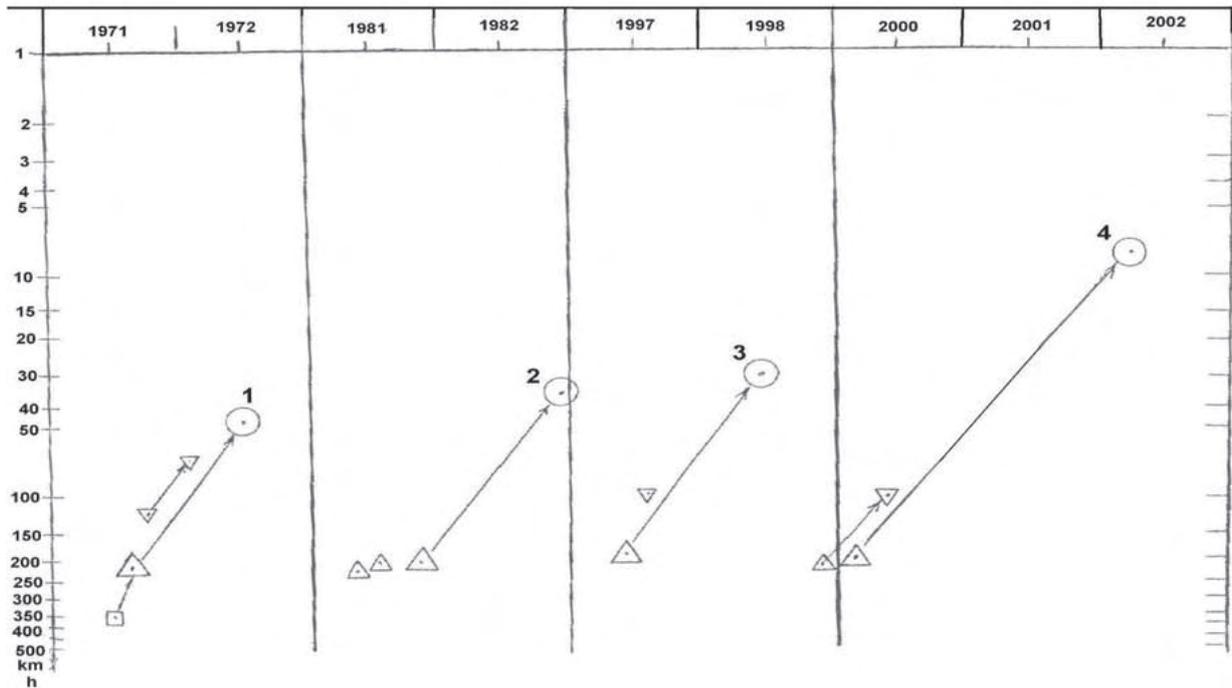
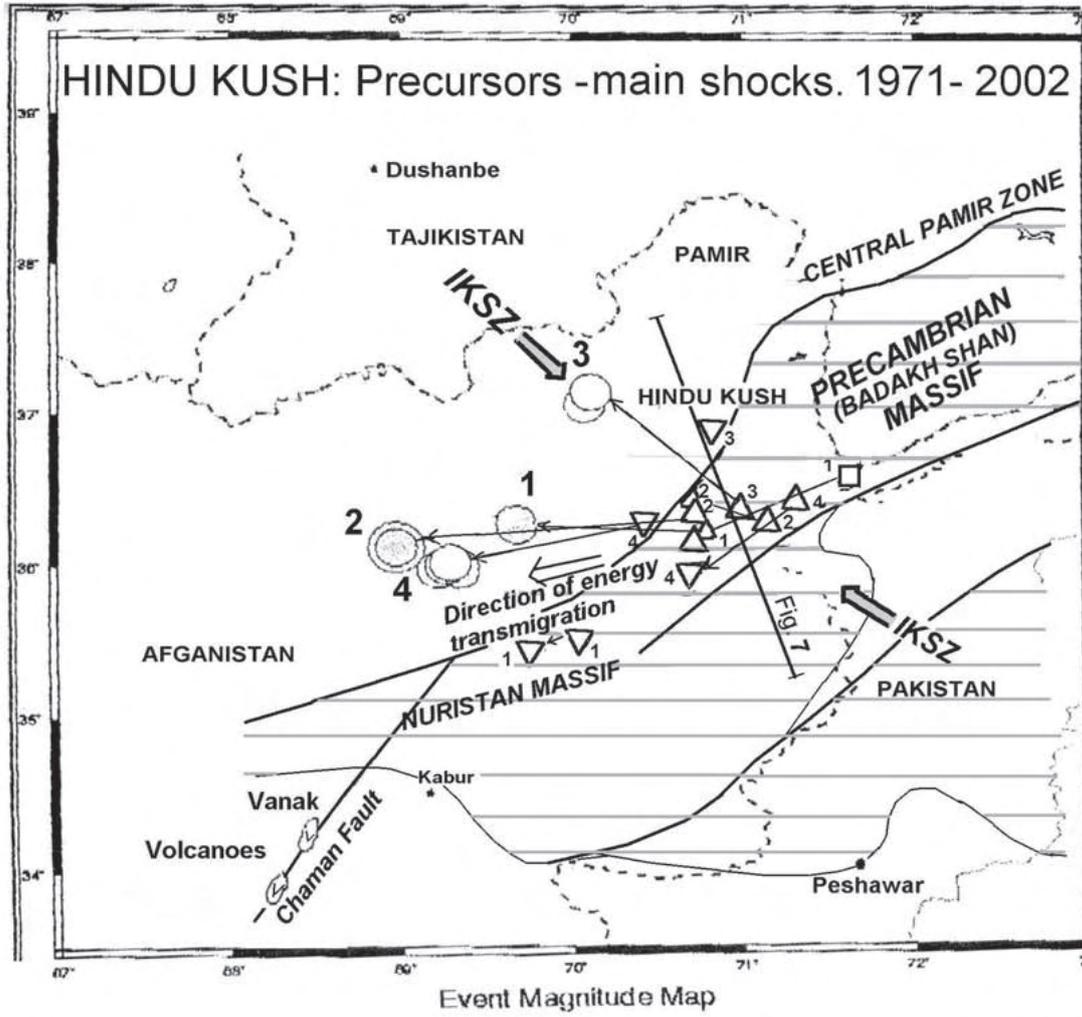


図4 ヒンズークシにおける1971～2002年の地震とそれらの先駆地震。深部の先駆地震群は、先カンブリア地塊の北西縁がIKSZと交差する部分に集中している。深部地震エネルギーの大半は、西方へ伝搬した。no. 3だけは、IKSZに沿って北西へ伝搬している。時間-深度図は、これらの地震に関連性があることを示す。

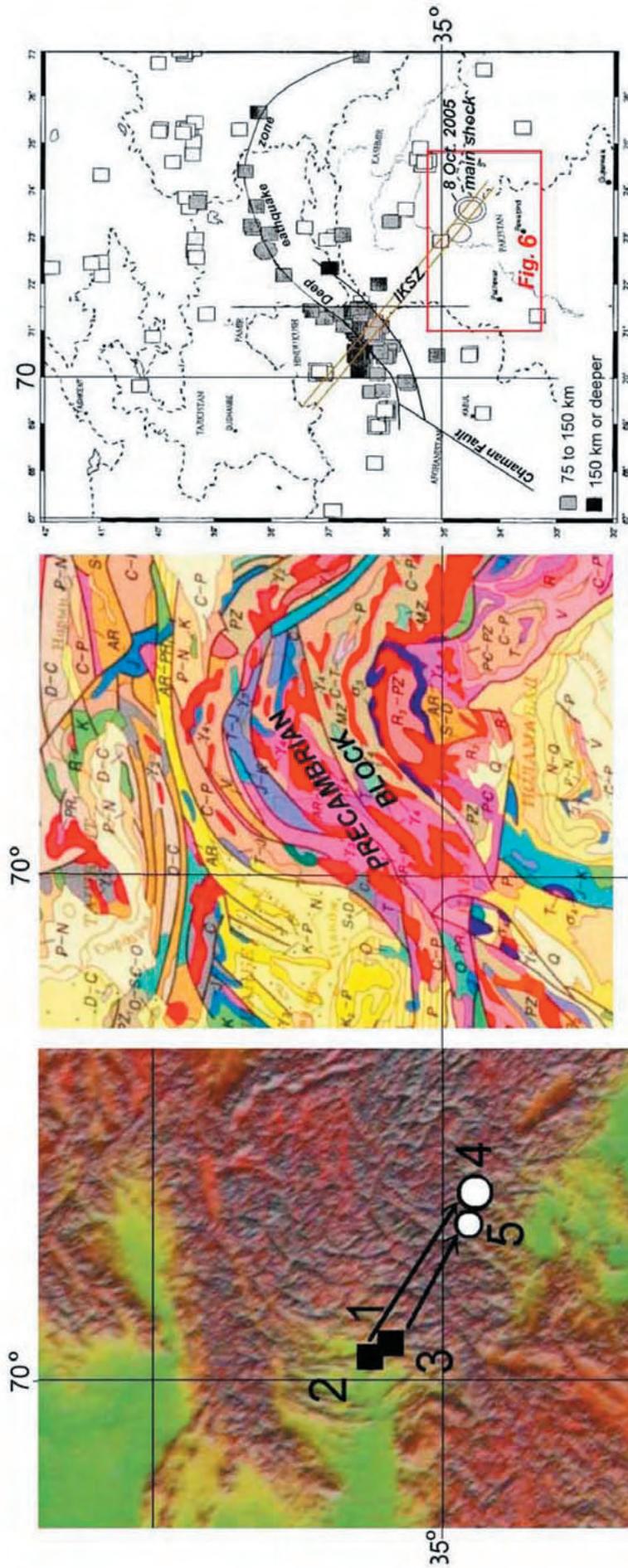


Figure 5. Topography (left, Sloss, 2000), tectonic setting (center, Jatskevich, 2000) and intermediate depth quake distribution (right) of the study area. On the left figure the most recent Pakistan-Kashmir earthquake's forerunners and main events are superimposed. Note, 1) well developed NW-SE and NE-SW linear trends on the topographic relief map, 2) deep quakes occurring at the margin of the Precambrian massif where the major tectonic zone is developed (right figure), 3) intermediate quakes along the margin of the massif, 4) deep quakes (over 150 km depth) are particularly dense in the area where the IKSZ meets the Precambrian massif, and 5) the precursors and main shocks of the Pakistan-Kashmir earthquake (8 Oct., 2005) are aligned on the IKSZ.

図5 研究地域における地形起伏 (左: Sloss, 2000), 造構環境 (中: Jatskevich, 2000), および中発地震分布 (右). 左図には, パキスタン-カシミール地震の先駆地震と本震も重ねて示されている. 次の点に注意: 1) 北西-南東および北東-南西方向の線状構造の発達, 2) 主要構造帯となっている先カンブリア地塊縁辺に発生する深部地震 (右図), 3) 地塊縁における中発地震, 4) 150km 以上の深発地震は, IKSZ と先カンブリア地塊の会合部にとくに集中, 5) パキスタン-カシミール地震 (2005年10月8日) の主要地震は, IKSZ に沿って配列.

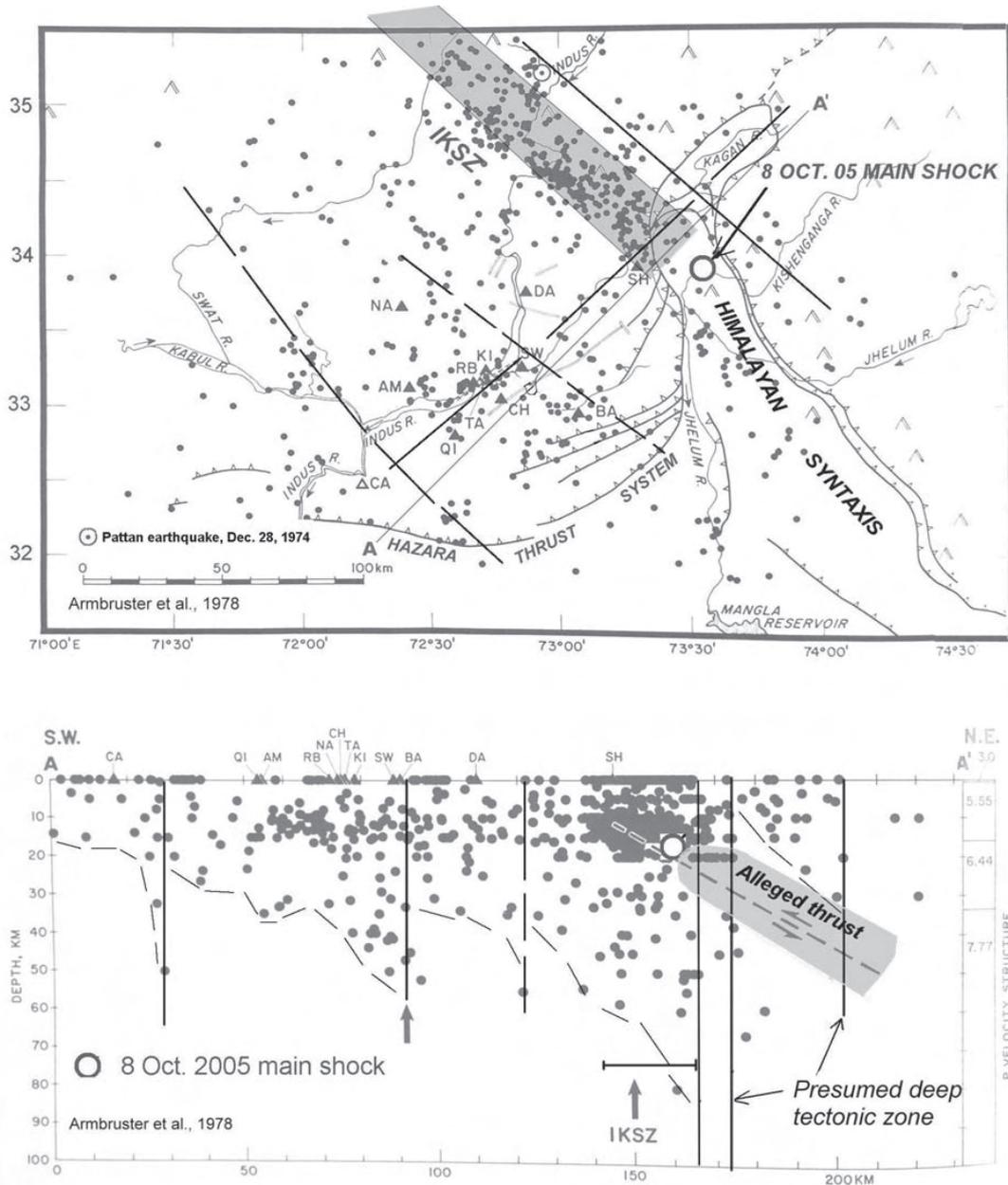


図6 ヒマラヤ西部における1973年8月15日～1974年7月12日の微小地震分布 (Armbruster et al., 1978). 推定される深部断裂系も表示. これらの深部断裂系が地震発生を支配していることは明瞭である. 地震分布は, 下図の右端に示されるインドプレートの沈み込みを示すと主張されている衝上断層の存在を支持しない. この衝上断層が存在しないことは, 明らかである.

地塊: Verma and Chandra, 1985)の縁辺に沿った狭い地域, 特に IKSZ と交差する地域に分布する. これらのデータは, パミール～ヒンズークシ地域の先カンブリア地塊の縁辺部には深部構造帯が発達し, 中発地震と造構運動の集中域であることを示す.

この研究では, 地震エネルギー伝搬則が, 中発地震とそれらが地球浅部にもたらす圧倒的な衝撃との間に関連性があることを確認した. エネルギー伝搬は, 特に IKSZ (図1～図3)のような深部断裂帯に沿って生じ, ヒンズークシでは浅部へのエネルギーの流れが西に向かったのである (図4).

地形起伏図 (図5) は, 直交2方向 (北東-南西及び北西-南東) の規則正しいパターンを示し, 一部, ヒマラヤ山脈北西端のパミールに重なる半円状の新期パターン

によって乱されている. この直交パターンは, たとえば, 図5中央の構造図によく現れている. Armbruster et al. (1978)による微小地震の震央分布でも, このパターンが確認されている (図6).

直交断裂は, 地球形成の初期段階に発生した全世界的なシステムであり, 顕生代テクトニクスの影響をこうむっている (たとえば, Anfiloff 1992, Choi 2005b). IKSZ は, これらの深部断裂システムの一つと考えられ, 研究地域においては現在最も活動的である. IKSZ の南東延長がヒマラヤ山系 (図2及び図6) に一致し, それらの中央に位置する位置関係は極めて興味深い.

パキスタン-カシミール地震のエネルギー伝搬と地表への発現は, 明らかにこれらの直交構造帯, 主に北西-南東系の IKSZ 構造帯と北東-南西系の構造帯 (図2・図3)

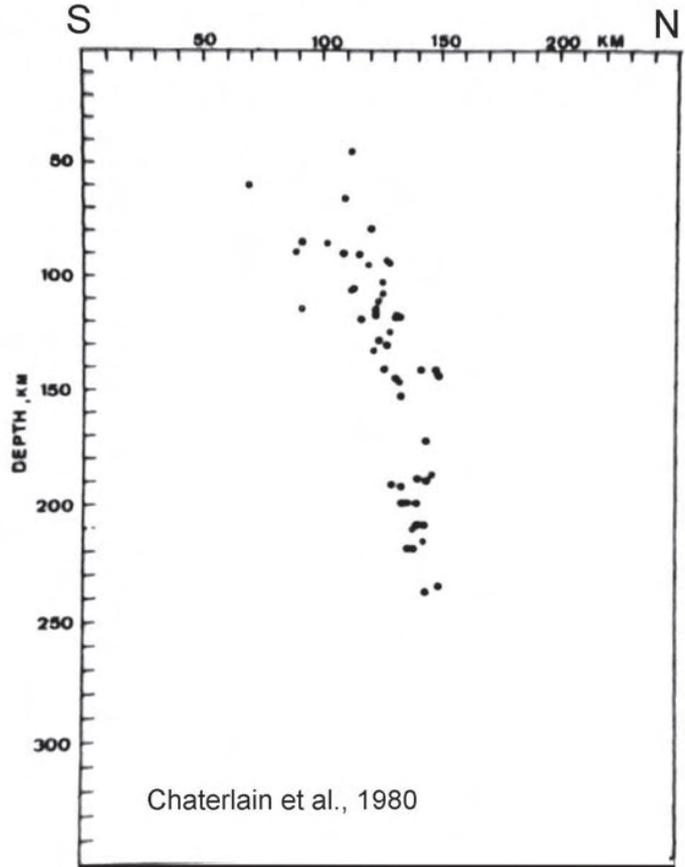
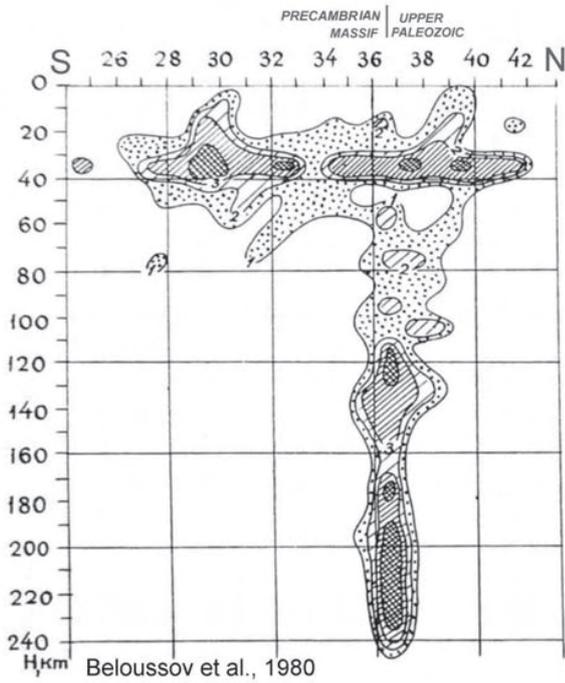


図7 震源の深度分布. 左: パミール～インドにおける震源等密度線図 (Belousov et al., 1980). 右: 微小地震分布 (Chatelain et al., 1980: 断面線位置は図4参照). ほぼ鉛直の深部地震帯は先カンブリア地塊と古生界上部 (石炭系～二畳系) の境界に位置する (Jatskevich, 2000 の図面によった).

によって支配されている. 同様のケースは 2004 年のスマトラ沖地震にも見られる (Choi, 2005a).

5. 結論

1. 十分に構築された地震エネルギー伝搬則は, パミール, ヒンズークシ, パキスタン北部及びインド北部において, 過去数年の浅発地震に関係した先駆的中発地震を特定することを可能にした. 2005 年 10 月 8 日の破壊的なパキスタン-カシミール地震の前兆は, ヒンズークシに求められる. エネルギー伝搬は, ヒンズークシ地震帯 (IKSZ) に沿って, 南東へ向かって生じた.

2. 中発地震の大部分は, 先カンブリア地塊 (Badakh Shan と Nuristan 地塊) 縁辺に沿う北東-南西方向の構造帯が IKSZ と会合するアフガニスタン北西部ヒンズークシの狭い範囲に発生する. この地塊の北側及び北西縁辺部は多くの中発地震の発生場となっていて, 中発地震の発生帯に沿って深度 150 ~ 300km のマントル内で造構活動が生じていることを示す. この事実は先カンブリア系の構造がマントルまで深く達していることの証拠であり, Belousov et al. (1980) の観察を支持する.

3. IKSZ は上部マントルに達する主要構造帯の一つと考えられ, 造構運動が現在最も活発な地帯である. この地

帯はヒマラヤ山系の変形作用に直接関与していると考えられる.

4. 全ての入手可能なデータ (地質, 構造, 地震, 地形) は, この地域で垂直テクトニクスが優勢であることを示し, ユーラシアプレート下へのインドプレートの沈み込みや両者の衝突といったことを支持しない.

文献

- Anfiloff, V., 1992. The tectonic framework of Australia. In: Chatterjee, S. & Hotton, N., III. (eds.), *New concepts in global tectonics*, p. 75-109, Texas Tech. Univ. Press, Lubbock.
- Armbruster, J., Seeber, L., and Lacob, K.H., 1978. The northwestern termination of the Himalayan Mountain Front: Active tectonics from microearthquakes. *Jour. Geophys. Res.*, v. 83, No. B1, p. 269-282.
- Avadh, R. and Yadav, L., 1984. Focal mechanism solutions of earthquakes and tectonics of the Hindukush region. *Tectonophysics*, v. 10, p. 85-97.
- Belousov, V.V., Belyaevsky, N.A., Borisov, A.A., Volvovsky, B.S., Volvovsky, I.S., Resvoy, D.P., Tal-Virsky, B.B., Khamrabaev, I.K.H., Kaila, K.L., Narain, H., Marussi, A., and Finetti, J., 1980. Structure of the lithosphere along the deep seismic sounding profile: Tien Shan-Pamir-Karakoru ~ Himalayas. *Tectonophysics*, v.

- 70, p. 193-221.
- Bilham, R. and Ambraseys, N., 2004. Apparent Himalayan slip deficit from summation of seismic moments for Himalayan earthquakes, 1500-2000. *Current Science*, p. 1-10.
- Bilham, R., V.K. Gaur, P. Molnar. 2001. Himalayan Seismic Hazard. 2001. *Science*, v. 293, 1442-4.
- Billington, S.B., Isacks, B.L., and Barazangi, M., 1977. Spatial distribution and focal mechanisms of mantle earthquakes in the Hindu-Kush-Pamir region: a contorted Benioff zone. *Geology*, v. 5, p. 699-704.
- Blot, C., 1976. Volcanisme et sismicite dans les arcs insulaires. Prevision de ces phenomenes. *Geophysique* 13, ORSTOM, Paris, 206p.
- Blot, C., 2005. On the recent Sumatran earthquakes and their forerunners. *NCGT Newsletter*, no. 35, p.3-7.
- Blot, C., Choi, D.R., and Grover, J.C., 2003. Energy transmigration from deep to shallow earthquakes: A phenomenon applied to Japan. *NCGT Newsletter*, no.29, p.3-16.
- Blot, C., and Choi, D.R., 2004. Recent devastating earthquakes in Japan and Indonesia viewed from seismic energy transmigration concept. *NCGT Newsletter*, no. 33, p. 3-12.
- Chatelain, J.L., Roecker, S.W., Hatzfeld, D. and Molnar, P., 1980. Microearthquake seismicity and fault plane solutions in the Hindu Kush region and their tectonic implications. *Jour. Geophys. Res.*, v. 85, no. B3, p. 1365-1387.

深発地震分布にもとづくマントル構造についての再考察 FURTHER INFERENCES ON STRUCTURE IN THE MANTLE FROM DEEP EARTHQUAKE PATTERNS

Peter M.JAMES
Geotechnical Engineer/Engineering Geologist
P.O. Box 95, Dunalley, Tasmania 7177, Australia

(小泉 潔 [訳])

1. はじめに

Dong Choi (1)によると、地震波トモグラフィをテーマとする最近の論文では、とくに大陸および海洋ドメインの境界領域では、地球内部の最上部 1000km ほどの部分は決して均質で等方向的でないことが示される。Choi 論文は、地球外殻に関する伝統的文献に示される単純なタマネギ・モデルを、事実上、排除するものである。

地球内部の深部不連続構造の推定には、深発地震の震源分布パターンを直接利用することが可能である。

2. いくつかの深発地震の震源分布パターン

地震についての現在の知識では、深さ 650 ~ 700km (上部マントルと下部マントルの境界レベル) あたりが、地震活動の限界深度ということになる。この事象については、文献によく記録されたとおりであり、付け加えることはない。ただ、この深度に達する震源帯は、主に太平洋縁に関連していて、典型的な場合、これらの地震は、長さ数 100km の曲った線状 (curvilinear) の trace (震源面と地表との交線) に沿って発生している。これらの深発地震の配置と大陸と海洋ドメインの (傾いた) 境界領域との間の関係は、あまりよくわかっていない (2)。

次の提案は、地震活動についての論理的な説明として、現在、何が問題になりつつあるか?、ということに基づいている。すなわち、もしより深くからでなければ、それは下部マントルのような地球内部における未知の深部

からの“揮発性物質”の上方への移動と関係している。この移動の最初の出現は、上部および下部マントル境界に記録されている。この境界は、改めて議論されるが、球殻状に明瞭に区分できるものではなく、震源分布パターンはこの境界で相変化が起きているという考えを強く支持する。その一例として、上部マントルが水圧破砕をうける状態があげられる。

以下の例は、NEIC から入手されたデータにもとづく。

2.1 トンガ地域

南緯 18° を中心に西経 178 ~ 179° の範囲において、1973 ~ 1982 年に発生した深発地震の震源位置が図 1 に示される。二つの傾向が見られる。ライン A は、この地域での深発地震の一般的な震源配列である。証拠のないサブダクション作用の末端ゾーンに相当する。余談ではあるが、この深発地震の震源配列は南緯 19° で中断し、事実上、次の 100km 以上にわたって深発地震が記録されていないことは注目に値する。ライン B は、主要配列を横断し、東方では、上に寄りかかっているベニオフ帯の真下を偶然に通る、より活動的なゾーンを表現している。

ライン B ゾーン内で、多くのほぼ同時発生した地震あるいは群発地震が、1973 ~ 2001 年に発生している。多くの群発地震は 1 日から数日の間に発生し、そのうち二つの例が、図 2 a と図 2 b に三次元的化してプロットされている。

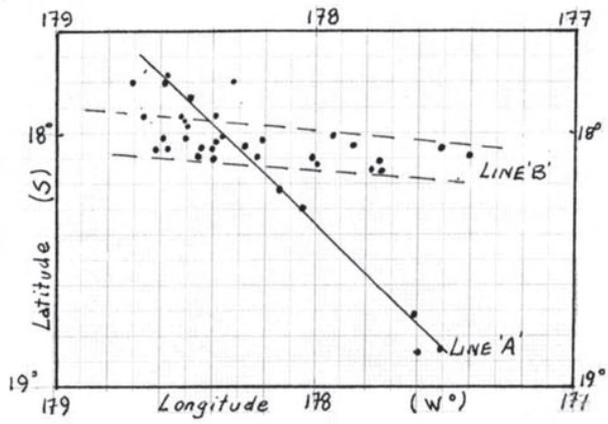


図1 トンガ地域. 地震, 1973 ~ 2001年: 深度 > 600km; M > 5.

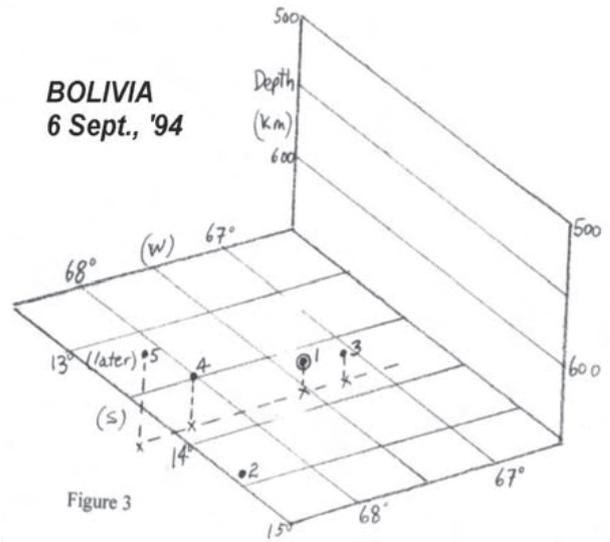


図3

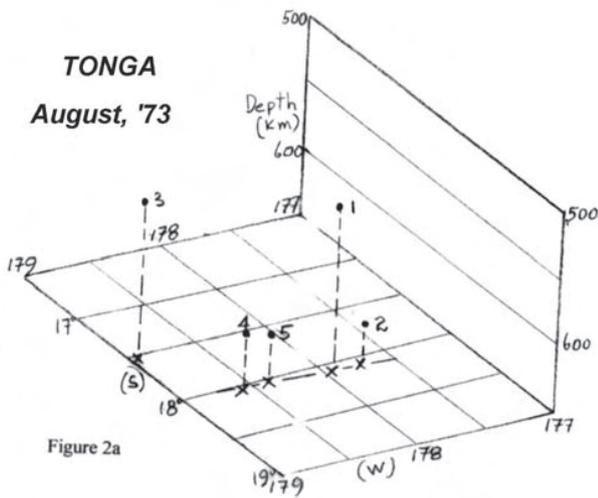


図2a

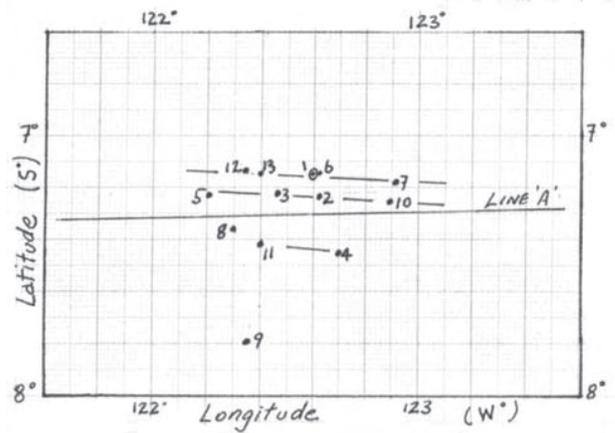


図4 インドネシアにおける1996年6月17日の地震. 深度 ≒ 600km; M > 4.

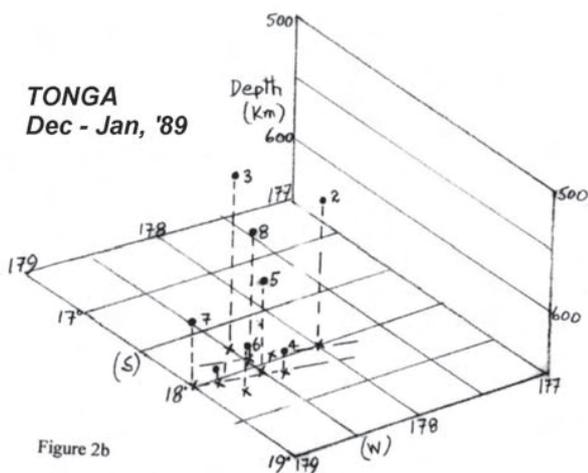


図2b

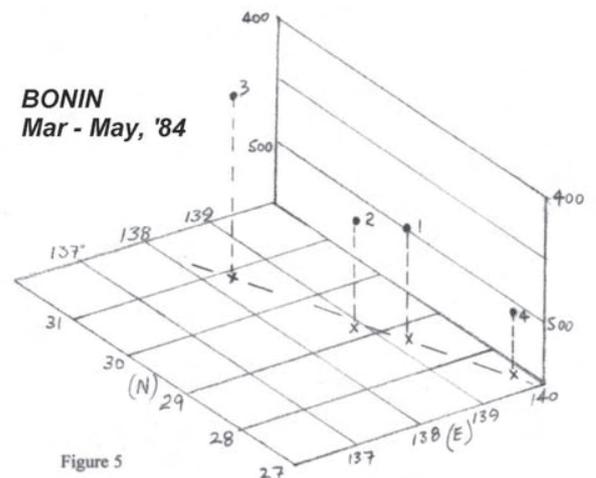


図5

図2に示されている活動の性質は、地震が上部マントルではほぼ鉛直な構造あるいは平面的に不連続なくつかの形態によって制御されていて、それはラインBに沿って東西方向に平行配列しているという強い印象をあたえる。これらの線状構造は、この地域のほかの場所でもみられる。このような構造の意味合いとして、上部マント

ルがほとんど可塑的でないことを示す。

2.2 ボリビア

南緯 13°、西経 68° 付近で 1994 年に発生した深部巨大地震 (M8.2) は、水平方向に 100km 以上離れたところまで、

ほぼ同時発生した同様な深さの地震を誘発した。三次元的には、これらの地震は、南アメリカ直下の深発地震帯を横断して、東西方向にプロットされる(図3)。また、下部および上部マントル境界には、いくつかのほぼ鉛直な面状構造が示されている。

2.3 インドネシア

スマトラ島の南端付近からスラウェシ島の南東方にのびる深く雁行した震源配列に沿って、群発地震がよく起こる。1996年6月17日に、非常にたくさんの地震(M>4)が深さ600kmのところや、それに非常に近接したところで記録された。図4に、それらの二次元プロットが示される。地震活動は、上の場合のように、東西方向に配列しているように見える。しかし、この方向は横断方向ではなく、ラインAの深発地震の震源配列にほぼ平行する。

2.4 日本

すべての上部マントルの地震“構造”が東西走向というわけではない。日本の小笠原諸島地域では、NNW-SSE走向の浅発地震帯に、深発地震がわずかに発生している。これと同様な方向は、図5のほぼ同時期の地震によっても示されている。ちなみに、この方向は、ちょうど西方のやや深い地震のもう一つの線状配列とともに、菱形を形成する。

2.5 ニューヘブリデス

1993~2001年のニューヘブリデス諸島地域の深発地震の方向が、図6にプロットされている。これらの地震はすべて600km以深であり、マントル内部に線状構造が存在することのさらなる証拠を提供する。また、2つの同時発生地震(1と2と番号がついている)が、北東-南西方向の線状構造の一つに沿っている。ここで明らかになった幾何学的形態は、相対的に脆性物質内での共役剪断を暗示する。同様な幾何学的形態は、偶然にシシリー島北の地中海における深発地震帯でも明らかにされた。このような地震の震源分布パターンは、サブダクション

の概念に対抗するさらなる証拠を提供している。

図6の北西角に、1955~1974年に一連の地震が発生しているということが、フランスの地球物理学者 Claud Blot によって記録されていることは興味深い。同様なNW-SEとNE-SW方向の配列は、Blotも想定している。この両方とも、Grover(3)の第68図(129ページ)に見いだすことができる。人間的な表現をすると、長時間にわたって構造規制をうけた地震活動が保持されていることを示す。

3. コメント

以上いくつかの例によって示されたように、上部マントルにおける線状構造の存在は、その起源についての疑問を提供している。地球の伝統的なタマネギ・モデルが問題になっているレベルで有効であれば、下部マントルから上昇してくる揮発性物質がこの境界で横に広がっていくことが論理的に予想される。それらは、下部マントルに由来する構造に沿って、また、下部マントルから上部マントル内に連続する構造に沿って、揮発性物質が上昇することを示唆する。これはChoi(同)によって示された地震波トモグラフィーと調和的である。つまり、これまでは熱く可塑的であると考えられてきたが、この論文は、下部マントルの物理的状態はそのような構造を維持しそうにもない、という新しい考え方を提出した。

さらに、次の指摘を付け加える。地震が群発している間に、下部マントルから大量の揮発性物質が解放される場合も想定できる。この解放が、中~深発地震そして次に浅発地震または火山噴火の前兆になると予想される(図4・5)。しかし、群発地震の個々の地震が縦横ともに100kmほども離れた地域に同時に発生する場合、深い“群発地震”に続く最後の地震をどのようにして的確に予想しうるか? どの地震が的確な予測として選ばれることになるのだろうか?

我々は、さらなる問題に直面している。すなわち、深発地震エネルギーが、深発地震帯の上にしばしば横た

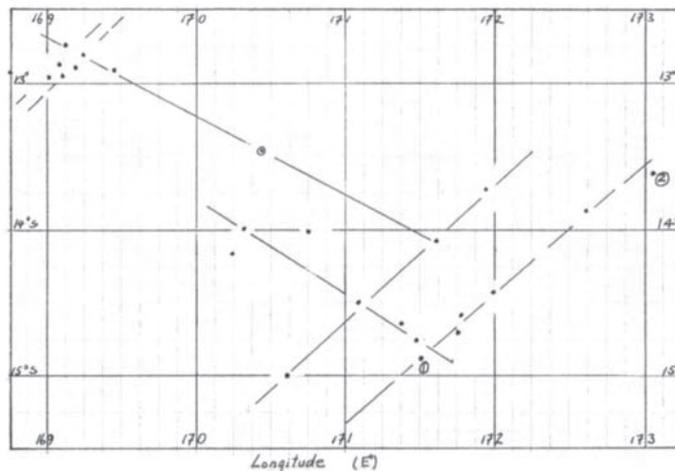


図6 ニューヘブリデス諸島における1973~2001年の地震、: 深度≧600km; M>5.

わっている地震のない地帯をどのように横切って上昇してくるのか? ニューヘブリデス地域での例では、深さ 300km と 600km の間で、大地震 ($M > 5$) がほとんど完全に欠ける。我々は深発地震後の指定された時間に大きな中深発地震が、深いところでの出来事に直接起因しているということを信用する義務を課せられているだろうか? 地震のない地帯のより良い理解が必要とされ、たぶん、それは低エネルギーの地震の研究を通じてもたらされるだろう。幸いにも、地震エネルギーが深さ 300 ~ 350km あたりのベニオフ帯にいったん到達すると、この予想に従った状況になるように見える。

文 献

- 1 Choi D.R. (2004). Deep tectonic zones and structure of the Earth's interior as revealed by seismic tomography. NCGT Newsletter, no. 30, p. 7-14.
- 2 James P.M. (2005). Earthquake patterns from Sumatra: Addendum. NCGT Newsletter, no. 34, p. 27-32
- 3 Grover J.C. (1998). Volcanic Eruptions and Great Earthquakes. Copyright Publ., Brisbane.
- 4 Blot C., Choi D.R., Grover J.C. (2003). Energy transmigration from deep to shallow earthquakes: a phenomenon applied to Japan. NCGT Newsletter, no. 29, p. 3-16.
- 5 Blot C. & Choi D.R. (2004). Recent devastating earthquakes in Japan and Indonesia viewed from the seismic energy transmigration concept. NCGT Newsletter, no. 33, p. 3-12.

**太平洋の大陸性シアル質初期地殻
EARLY SIALIC CRUST OF THE CONTINENTAL FRAME OF
THE PACIFIC OCEAN**

M.A. MISHKIN and G.M. VOVNA

Far East Geological Institute, Far East Branch of the Russian Academic of Sciences
159, Prospect 100-letiya Vladivostoka, 690022 Vladivostok, Russia
E-mail: grabkoluda@mail.ru (M.A. Mishkin)

(矢野 孝雄 + 窪田 安打 [訳])

マントルにおける地球化学的および地球物理学的不均一性は、現代地球科学ではひろく認められている。さらに、変成岩類の岩石学および地球化学、ならびに、それらの同位体地球化学に関する歴大な情報がえられ、地球のシアル質原始地殻、その構造、および起源についての新しい概念を定式化することができるようになった。

最近の数 10 年間の研究 [28, 36, 50, など] は、剛塊のグラニュライト-片麻岩地域における原始地殻 ("灰色片麻岩 grey gneiss") が、超深部地殻を構成するエンダーバイト (enderbite: 斜方輝石を含む花崗岩類の総称。火成岩起源であるか変成岩起源であるかを問わない) 複合岩類によって代表されることを明らかにした。この複合岩類は、最初は安山岩-デイサイトで構成され、次に、コマチアイト-ソレーアイトからなる複合火山岩類と陸源堆積岩類が付け加わった。剛塊のうち浸食が進んでいない部分 (花崗岩-グリーンストーン地域) において、初生的組成がこれらの enderbite 複合岩類に類似している岩石は、変成作用を被った場合でいうと角閃岩相の変成岩類であり、それらは黒雲母-角閃石、黒雲母および角閃石を含む斜長石片麻岩であり、角閃岩および変堆積岩を挟む。剛塊の褶曲部における変成複合岩類の岩石学的研究や同位体年代測定によって、原生代前期、後期および古生代の年代を示す同様の "灰色片麻岩 grey gneiss" の構造ブロックが存在することが解明された。これらのデータは、地球のシアル質初期地殻が、幾人かの研究者 [2 など] が信じているように、始生代前

期に一斉に形成されたものではなく、地球史をつうじて漸進的に形成され、最古期の剛塊中心から側方へ拡張しながら形成されたことを証明する。同時に、大半の研究者 [66, 60, 38, など] は、玄武岩質原始地殻がまず形成され、次に、その融解によってシアル質原始地殻が形成された、と考えている。

シアル質原始地殻の起源

私たちは、マントルブリュームという概念にもとづいて、地球のシアル質初期地殻の起源を考察する。この概念については、多くの研究者 [30 など] によって、さまざまな側面から、現在も研究がすすめられている。私たちの研究は、地球の不均一集積という既存モデルにもとづいている。それは、原始惑星雲の冷却にともなう一連の元素凝縮および粒子集積過程に関する天文学的研究成果からえられた。このモデルが示唆するところは、一連の元素凝縮の結果、粒子集積過程において形成された微惑星が、地球マントルの初生的不均一性をもたらした、という点である [61 など]。このような研究によって、地球発達初期、すなわち先地質時代の地球の熱的状態が、衝突および重力エネルギーに支配されていて、コアとマントルを分離させたことがひろく認められている。この初期段階において、上部マントルの大半は、融点に達していなかった。多くの研究者 [64, 66, 67, 43] が考えているように、地球発達史のうち地質時代においては、²³⁸U, ²³⁵U, ²³²Th, ⁴⁰K などの長寿命放射性同位体の壊変

エネルギーが熱構造にもっとも重要な役割をはたした。V. I. Vernadsky [64, p. 99] は、この放射性元素壊変の熱的効果はたいへん大きく、それ以前に惑星が融解したという仮説は排除されるという。彼はまた、温度上昇によって惑星がさまざまな部分に分化したと信じている。

これらの考え方を発展させて、著者らは、地球発達史の地質時代初期から、上部マントルにおけるマントル貯留部 (reservoirs) は、放射性元素に富む、中程度に富む (enriched), 枯渇した (depleted), という3つに区分 (漸移関係ながらも) できると考えている。放射性元素に富む上部マントル貯留部は現在の始生代剛塊の下に、中程度に富む貯留部は褶曲帯の下に、そして、枯渇した貯留部は太平洋の下に、それぞれ位置する。放射性元素に富むマントル貯留部としては、9つの領域が識別され、それらは、地表における次の剛塊に相当する: 北大西洋, 東ヨーロッパ, シベリア, 中国, インド, アフリカ, オーストラリア, 南アメリカ, 南極。

始生代剛塊におけるシアル質原始地殻の形成過程を説明するもっとも流布されたモデルは、プリュームモデルであり、A. M. Gudvin [18] によって初めて提唱された。Gudvin のモデルにしたがうと、カナダ楯状地の最初の原始大陸は、長寿命のマントル流 (プリューム) の中心の上に形成された。その後、この定性モデルは、A. Krener and P. Lyer [24] によって拡充・改良された。彼らは、上昇する高温プリュームとその部分熔融部の上に初期コマチアイト-玄武岩地殻のサッグ (sag, 曲凹) 状沈降 (文献 24 の第 3 図参照) が形成され、中性~酸性マグマが発生することを予測した。安山岩~デイサイト組成のシアル質初期地殻の形成を説明する数値プリュームモデルが、Mishkin et al. [36] によって提示された。

本論文の著者らは、マントルプリュームモデルにもとづいて、シアル質初期地殻の形成問題に関する新しい研究方法を提案する。その主な特徴は、次のとおりである。

1. マントルプリュームの影響によるシアル質初期地殻の形成は、現代的プレートテクトニクスモデルが主張するように始生代に限られるわけではなく、顕生代までつづく。すなわち、始生代前期にあらわれた地球の地殻形成様式は、当然ながら原生代と顕生代にもあてはまる。
2. マントルプリュームの形成 (したがって、シアル質初期地殻の形成) は、時空的にある一定の傾向をもつ。この傾向は、地球の集積段階に形成された上部マントルにおける放射性元素の初生的不均一分布に起因する。すなわち、マントルプリュームの発生は、始生代剛塊下の放射性元素に富むマントル貯留部にはじまり、もっとも枯渇した貯留部へ向かって進行し、後期原生代~顕生代には太平洋下で起こった。

初期玄武岩地殻が最初に形成されたのは始生代前期のことであり、それは、放射性元素の含有量をもっとも高い異常なマントル貯留部の上においてであった。放射壊変熱が集積した結果、マントルプリュームが形成され、そ

れらが上昇して減圧融解することによって、コマチアイト-ソレーアイト系マグマが発生した。この系列のマグマが地表まで上昇したところが、かなり厚い初期玄武岩質地殻の最初の形成場となった。つづいてシアル質地殻が形成されたのは、新しいプリュームが発生し上昇したことの結果である。それらの熱的影響によって、初期玄武岩質地殻が変成作用を被って角閃岩相の変成岩類が初めて形成され、さらに部分熔融して、カルクアルカリ岩系の安山岩-デイサイトマグマを発生させた。マントルプリュームは流体に富む周縁相をともなっていて、この周縁相は還元成分 (H_2 , CO , CH_4) で構成されていた。上昇するにつれて、しだいに組成変化して、水および二酸化炭素-水相になった [32]。この流体は、玄武岩質初期地殻基底部分の変成作用と部分熔融を促進し、初期海洋の形成要因になった。著者らは、上述の諸作用が、全地球史をつうじて進行した初期シアル質地殻の形成に重要な役割をはたしたと信じている [35]。

初期シアル質地殻の構造

上述のモデルにしたがうと、初期シアル質地殻は、一般に、安山岩およびデイサイト組成の火山岩組み合わせによって特徴づけられる。最近では、剛塊の基底部分を構成する“灰色片麻岩 grey gneiss”の岩石学のおよび同位体地球化学的研究によって、それらの火山岩特性が解明された。個々の剛塊において詳細に研究された最古期の層準は、いずれの場合も、地表で形成された岩層で構成される。この岩層は、主に安山岩-デイサイト組成の火山岩類 (“基底複合岩類を構成する片麻岩類”) によって代表され、より新しい形成年代を示す花崗岩類と互層する。シベリア剛塊では、地殻基底層準を代表する深部 enderbyite の岩石学のおよび地球化学的研究が行われた。同様の詳細な研究が、アルダン楯状地では私たちによって [36]、アナバー (Anabar) 楯状地では O. M. Rozen et al. によって [50]、アンガラ-カンスク岩棚 (Angara-Kansk Ledge) においては A. D. Nozhkin and O. M. Turkina によって [41]、実施された。研究史の早期に、初期シアル質地殻が火山性であるとの考え方を支持したのは、O. A. Bogatkov et al. [7] などである。同時に、多くの研究者は、初期シアル質地殻がトーナライト、トロンジェマイト、花崗閃緑岩 (灰色片麻岩) といった貫入岩によって特徴づけられると信じている。しかしながら、この場合には、それらの母岩についての疑問が残る。そのような母岩となりうるのは、初期玄武岩だけである。初期玄武岩地殻の露頭は、いまだ、地球上のいずれにおいても発見されていない。

アルダン楯状地では、初期シアル質地殻の岩層が、グラニュライト-片麻岩ならびに花崗岩-グリーンストーン (Olekminskaya 地域) の地帯に知られている。グラニュライト-片麻岩地域におけるこれらの岩石は、enderbyite 複合岩類に代表される。それらを、かつての研究者たちは、岩石組み合わせ (suites) [57, 49] あるいは岩層 [33, 46] と認識したり、また、花崗閃緑岩組成の非成層地殻内岩層 (nonstratifiable intracrustal formations) と記述した [13]。花崗岩-グリーンストー

ン地帯では、グラニュライト-片麻岩域の深部を構成する enderbyite 複合岩類に類似する物質は、角閃岩相の黒雲母-角閃石片麻岩複合岩類である。多くの研究者たちは、花崗岩-グリーンストーン地帯は、あまり浸食されていないグラニュライト-片麻岩地域である、と考えている。そのようなグラニュライト-片麻岩地域と花崗岩-グリーンストーン地帯との関係が、アルダン楕状地にも存在する、と著者らは考えている。アルダン楕状地の西部では、グラニュライト相から、角閃岩相をへて、Olekminskaya 花崗岩-グリーンストーンへ漸移する関係が観察される。アルダン楕状地における浸食度が西から東へ増加することは明らかである [14]。前期始生代 Olekminskaya 系の初生的火山起源岩層は、角閃岩相に変成している。それらの深部岩層が Olekminskaya 造構ブロックに露出し、enderbyite に代表される。深部の Sutamsky enderbyite 複合岩類の構造をみると、2つの岩層を識別することができる [36]。基底層準は、紫蘇輝石-斜長石 enderbyite で構成されていて、変塩基性岩類 (matasites), 変超塩基性岩類 (meta-ultrabasites) の “はさみ” やレンズがところどころに含まれる。最上部層準は、ザクロ石-斜長石片麻岩で構成される。Sutamsky enderbyite 複合岩類の上部層準は、複雑な岩相構造を示す。主要岩石は、enderbyites とさまざまな斜長石片麻岩 (ザクロ石-斜長石片麻岩, 黒雲母斜長石片麻岩, など) である。副次的岩石は、高アルミニウム片岩, 複輝石片岩, および、さまざまな石英砂岩 (磁鉄鉱質石英砂岩を含む) である。calciphyres や石灰-珪質岩石の量はかなり少ない。地質データや主要岩石要素と副次要素の法則によると、基底層準の源岩はカルクアルカリ岩系およびコマチアイト-ソレアイト岩系の火山岩類であることは明瞭である。火山岩類は、浅所貫入岩相を示す同時期の小規模貫入岩を伴う。基底層準のカルクアルカリ岩系の初生的火山岩類は、岩体体積の 90% 以上を占め、次のさまざまな岩石で特徴づけられる: 安山岩卓越岩類 (玄武岩-安山岩-デイサイト-流紋デイサイト組み合わせ) とデイサイト卓越岩類 (安山岩-デイサイト組み合わせ)。コマチアイト-ソレアイト岩系は、カンラン岩質コマチアイト, コマチアイト質玄武岩, ソレアイト質玄武岩からなり、コマチアイト-玄武岩組み合わせを形成する。上部岩層の源岩は、カルクアルカリ岩系の火山岩類 (安山岩-デイサイト組み合わせ: 岩石体積の約 50% 占める) の火山岩類および陸源堆積岩類からなり、次のようなさまざまな岩石を含む: グレイワック, 泥質岩, 火山砕屑岩, 珪質岩 (鉄質珪質岩を含む), 炭酸塩岩層。以上のように、Sutamsky enderbyite 複合岩体は、2つの初生岩層, すなわち、下部の火山起源岩層, 上部の火山-堆積起源岩層に代表される。

Sutamsky 複合岩体に産する初生火山岩類の形成モデルは、2段階になっている。第1段階では、コマチアイト-玄武岩組み合わせが、上昇するマントルブリュームに由来する物質の減圧部分溶融によって形成された。溶融率 25~40%, 深度 110~130km で、カンラン岩質コマチアイトが分離される。溶融率が 10% ほどのより浅部で、玄武岩質コマチアイトが形成される。第2段階では、上昇するマントルブリュームの熱によって初生玄武岩地殻

が部分溶融し、安山岩-デイサイト組み合わせの火山岩類が形成される。安山岩-デイサイト組み合わせの複合岩石は、深度 30~40km, 10~30% の溶融率で融解する [36]。Sutamsky 複合岩体のコマチアイト-玄武岩およびカルクアルカリ岩系の初生火山岩類は、31 億年前の火成活動サイクルによって形成され [53, 37], 28.5 億年前のグラニュライト相の変成作用をこうむった [34]。

学術文献の解析によると、上部原生界 Sutamsky 複合岩体を形成した初期岩層の構造は、他の剛塊 (Anabar 楕状地, Anabar 複合岩体, Enderby Earth, 南極, Napier 複合岩体, など) の基底層を形成する始生代の地殻被覆変成岩複合岩体の構造に類似する。

enderbyite 複合岩体は Anabar 楕状地に広く分布し、ここでは、B.G. Luts [28] および O.M. Rozen et al. [50] によって詳細に研究された。Anabar グラニュライト複合岩体の基底層を占める Daldynskaya 系は、enderbyites, 複輝石片麻岩, 変超塩基性岩で構成される。Anabarskaya 系上部を覆うのは、enderbyites, 複輝石片岩および変堆積岩 (石英砂岩, 高アルミニウム片麻岩) である。Daldynskaya 系における初生構造のなかで主要な役割を果たしているのは、安山岩およびデイサイトが卓越するカルクアルカリ岩系の火山岩類である。この岩層の基底層は、大量のコマチアイトとソレアイト玄武岩類の互層である。私たちの見解では、Daldynskaya 系は初生火山岩層に、Anabarskaya 系上部は火山性-堆積性岩層に、それぞれ相当し、アルダン楕状地の Sutamsky 複合岩体で識別されたこれらの岩層に類似する。

南極の 40 億年前の Napier 複合岩体 [6] は、下位から、Ragat, Tyula という 2つの地質系で構成される。Ragat 系は、主に安山岩-デイサイト構造の enderbyite からなり、複輝石片岩および超塩基性片岩をともなう。Tyula 系は、一連の enderbyites で構成され、高アルミニウム片麻岩および石英砂岩をはさむ。Ragat および Tyula 系は、それぞれ火山岩起源および火山性-堆積性といった特徴を示す。

上述したことは、Sutamsky 変成複合岩体で識別された初生岩層は共通の起源をもち、地球の剛塊群の始生代基底層を構成するグラニュライト複合岩体の主要構造を依然として保持している。この事実は、始生代の初期地殻を構成する岩層が類似したメカニズムによって形成されたことを示唆する。始生代剛塊において、これらの岩層の源岩は、グラニュライト-片麻岩地域では、広域的深部グラニュライト変成作用条件下で変成した。また、剛塊中のあまり浸食されていない領域を代表する花崗岩-グリーンストーン地域では、角閃岩相の変成作用を被った。

初期シアル質地殻の年代と産状

最初のシアル質地殻は、始生代前期に出現した。それは、オーストラリア剛塊西部における始生代前期の石英砂岩中の砕屑性ジルコンの年代 [11] として知られるように、おそらくは 42~43 億年前のできごとであろう。

約 40 億年前の片麻岩が、カナダ楕状地の西部 [8, 52] および南極楕状地 [6] で発見された。他の剛塊の最古期シアル質地殻は、既知の同位体年代によると、より若い年代のものである：中国 38 億年前 [55]、南アメリカ 34.5 億年前 [12]、シベリア 33.3 億年前 [42]。個々の剛塊においては、中心核をつくる最古のシアル質地塊は、シアル質地殻をもつより新期の始生代地帯にとりまかれながら、側方へ成長した。まずは、シベリア剛塊のアルダン楕状地において、このような帯状構造を検討しよう [36]。アルダン楕状地における古期シアル質核は、おもに 33.3 億年前の年代を示す enderbyite 複合岩類からなり、マントルにおけるマグマ生成の後続サイクル (32 億年前 [42], 31 億年前 [37] および 27 億年前 [42]) によって、つねに側方へ拡大してきた。このようなシアル質地殻の成長は、次のように進行した：熱エネルギー集積とプリューム形成作用によって、初期のマントル溶融場をとりまく領域に、新しいマントル溶融部が発生する。すなわち、プリューム形成作用が、放射性元素のいくつかの異常濃集部から、放射性元素により乏しい周辺部へ向かって拡大したというわけである。このような作用の結果、原始海洋によって互いに隔離された広大なシアル質ブロックが、始生代の期間にできあがった。これらの剛塊は、手に入る放射性年代にもとづいて (信頼度は異なる)、図 1 に描かれている。放射性年代は、おもには、始生代剛塊の縁辺部から得られたものである。始生代剛塊の古期シアル質地殻は、野外調査、ボーリング [4, 21, 29] および同位体研究 [25] に示されるように、より若いグリーンストーン帯の基盤をなす。

原始玄武岩質地殻および初期シアル質地殻の形成、および、それらに続いて生じたより若いグリーンストーン帯の発達の結果、地震トモグラフィに認められる柱状の“冷たい”マントルが形成された。“高速度”の冷たいマントル柱 (いわゆる“大陸の根”) は、深度 300 ~ 700km まで追跡される [1, 16 など]。“大陸の根”は、マントル分化過程で溶融しやす成分が融解した後に残った、非凝縮性元素に枯渇した超塩基性残留物に特徴づけられる。もっとも顕著な冷たいマントル柱は、始生代剛塊下に存在する。これらの柱の地表への投影が、図 1 の始生代剛塊の輪郭として用いられた。

前期原生代には、マントルプリュームの火成活動の結果、始生代剛塊をとりまいて、大量のシアル質地殻が成長した (図 1)。前期原生代のシアル質地殻は、図 1 に示される既知の同位体年代に証拠づけられるとおり、顕生代の中央アジア、アルプス-ヒマラヤ、太平洋の褶曲帯の基盤、ならびに、北大西洋剛塊の東部褶曲帯の基盤を構成する。上に掲げた褶曲域を形成する原生代~顕生代の優地向斜帯は、始生代剛塊における先カンブリア紀前期のグリーンストーン帯に類似する。

前期原生代の初期シアル質地殻の代表例は、24 ~ 25 億年前の年代を示す Pribaikalye の Sharyzhalgaisky グラニュライト複合岩体である。この複合岩体の protolytes (原岩) は、構造上、始生代シアル質地殻で識別された上述の 2 つの岩層に相当する。さまざまな研究 [26, 44,

41] によると、深部の Sharyzhalgaisky 複合岩体は、岩体体積の 30% までが enderbyites とその花崗岩化生成物である charnockites で構成される成層岩体からなる。それらは、複輝石-および複輝石-角閃石片岩、ザクロ石-, 黒雲母-ザクロ石-, 黒雲母-紫蘇輝石-, 透輝石-斜長石片麻岩, アルミニウムに富む珪線石-ザクロ石-堇青石-, ザクロ石-紫蘇輝石-珪線石-, および石英-sapphirine 片麻岩, 石英砂岩の互層やレンズからなり、磁鉄鉱が含まれる。原岩のうち火成岩は、安山岩, デイサイト, ソレイト玄武岩, コマチアイトに代表され、また、化学的沈殿岩および陸源堆積岩は珪岩, 石灰岩, 粘土岩, グレイワックによって代表される。A. D. Nozhkin and O. M. Turkina の地球化学研究によると、Sharyzhalgaisky 複合岩体は塩基性基盤の上に形成された [41]。前期原生代のシアル質地殻の初期源岩は、一般に、広域的深部グラニュライト相または角閃岩相の広域変成作用をこうむっている。

著者の見解では、大陸型地殻は、現在の大西洋、インド洋および北極海の海洋底の全体を構成している。インド洋と大西洋接合部では、さまざまな研究者たち [47, 62, 56] が、多数の大陸地殻ブロックを認定している。この論文の著者は、始生代地殻とともに、前期原生代のシアル質地殻も同様に分布すると信じている。このことは、大西洋中央海嶺上でドレッジされた変成岩の同位体年代測定によって証明される [3, 45, 58]。そこでは、深海掘削によって前期原生代岩石が得られた事実が、とくに重要である [45]。

インド洋のケルゲレン (Kerguelen) 海嶺では、陸上堆積した溶岩流と凝灰岩層の間にはさまれる砂岩・礫岩層が掘削され、花崗岩類およびザクロ石-黒雲母片麻岩の礫が含まれることが明らかとなった。ザクロ石-黒雲母片麻岩の年代は、25.47 億年である [40]。

最近、北極海のメンデレフ (Mendeleev) 海嶺における音波探査研究によって、花崗岩-片麻岩質基盤と卓状地被覆層の存在が証明された [68]。後者の年代は、原生代動物化石群によって特定された。

パンゲアの最終的完成をみた前期原生代には、地球表面の残余はパンサラッサ-古太平洋の祖先であり、その後、現在の太平洋の祖先となった一に占められていた。パンサラッサは、放射性元素にもっとも乏しいマントル領域に一致している。その結果、後期原生代には、シアル質地殻の形成作用が明瞭に鈍化した。地球発達のこの段階では、初期のシアル質地殻がパンゲアの周縁に狭い地帯を形成し、パンサラッサをとりまいていた (図 1)。後期原生代のシアル質地殻の顕著な例は、フォークランド諸島西部の Meredith 岬複合岩体である [19]。Meredith 岬複合岩体は、中性~酸性組成の片麻岩類と角閃岩類との互層で構成される。その岩層には、少量の泥質変成岩と石灰質-珪質岩がはさまれる。後期原生代のシアル質初期地殻は、グラニュライト-角閃岩相、もしくは、角閃岩相の変成帯を構成する。後期原生代に沈水したパンサラッサ域では、初生的玄武岩質地殻の形成が行われ

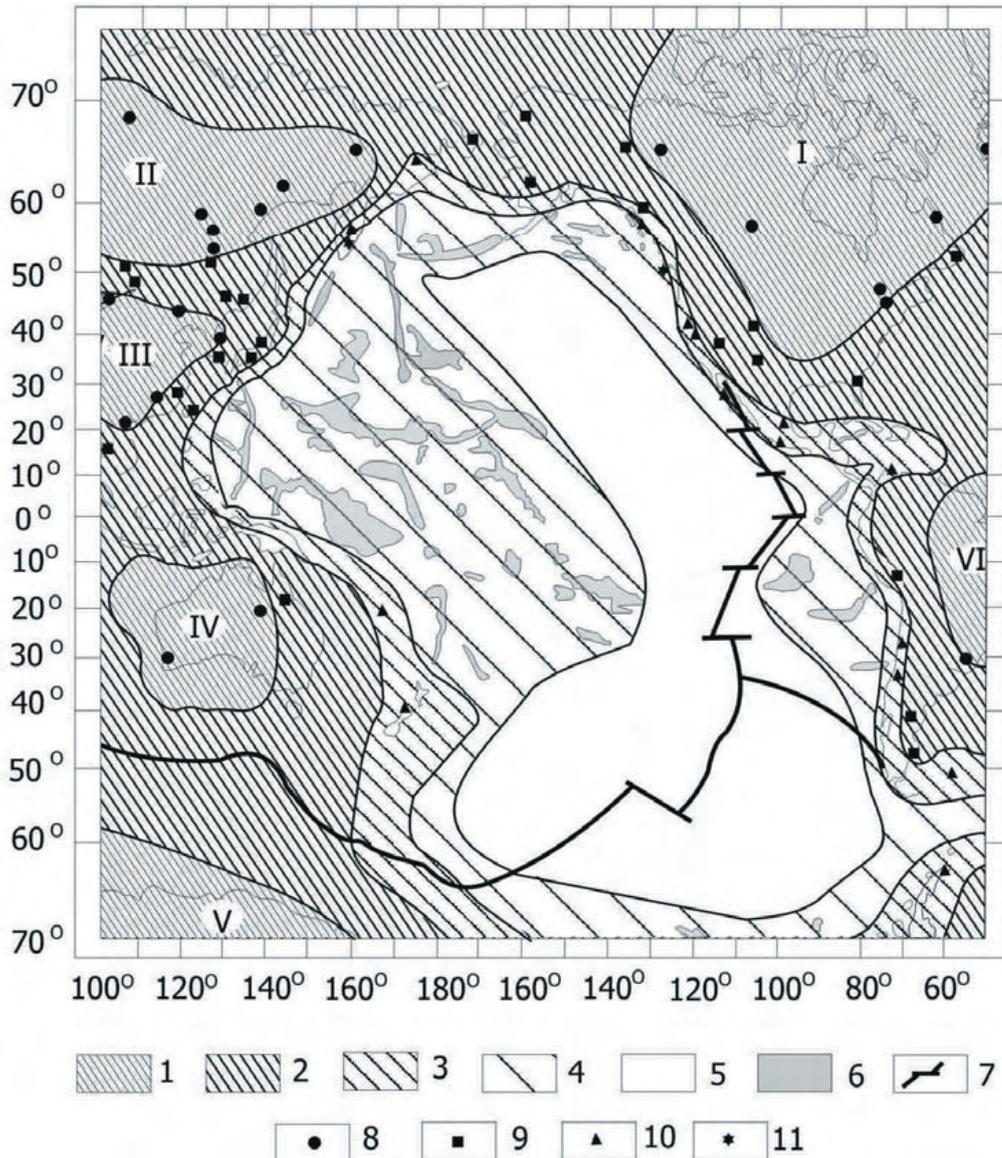


図1 地球の太平洋区における初期シアル質地殻の分布図：1-始生代(40-25億年前)，2-前期原生代(25-16億年前)，3-後期原生代(16-5.6億年前)，4-未成熟な古生代～中生代(5.4-0.65億年前)，5-シアル質地殻を欠く領域，6-太平洋海盆底の隆起部，7-中央海嶺，8～11-同位体年代データ位置，8-始生代，9-前期原生代，10-後期原生代，11-古生代．ローマ数字は始生代剛塊を示す：I-北大西洋，II-シベリア，III-中国，IV-オーストラリア，V-南極，VI-南アメリカ．この図は，著者の同位体年代データベースにもとづく．

表1 アジア大陸縁および太平洋海盆の諸構造におけるソレアイト質変玄武岩と玄武岩に含まれる放射性性元素(RAE)含有率.

Structure	Age of the basalts	Contents of the RAE		
		U g/t	Th g/t	K ₂ O mass%
Ganalsky massif, Kamchatka [48]	Pz ₁₋₂	0.22	0.41	0.34
Oceanic island arcs of the western part of the Pacific Ocean [39]	Kz	0.16	0.35	0.18
East Pacific Rise [39]	Kz	0.06	0.16	0.09

た．後期原生代における地殻形成の結果，古太平洋が形成され，その輪郭は，現在の太平洋の輪郭に類似する．古太平洋のシアル質初期地殻のさらなる形成が，古生代前期～中期になって，原始大陸域の周縁部に生じた．この時期の東太平洋の地殻の例が，カナダ西海岸のバンクーバー島に分布する変成岩層である[9]．この地殻は，

Sm-NdおよびRb-Sr同位体年代によると421 ± 36Maの年代を示す起源の若い地殻である[51]．西太平洋における古生代前期～中期の初期地殻は，東カムチャツカのGanalsky山地のVakhtalkinsky地塊に露出する変成岩類であり[17]，420 ± 44Maの年代を示す[27]．これらの変成岩類は，白亜紀に角閃岩相の変成作用をこうむった

[5]. Vakhtalkinsky 地塊の基底層準の変成岩ユニットは、角閃石-黒雲母-斜長石片麻岩をはさむ角閃岩で構成される。この岩層の残りの部分は、角閃岩とさまざまな斜長石片麻岩の互層を含む角閃岩類で構成される。石英砂岩、eulysites, calciphyres および石灰質-珪質岩はまれである。この年代の地殻は、オントンジャワ、ヘス、シャツキー海膨など、大規模な海洋性隆起地形の基層を構成しているであろう。

つづいて古生代後期～中生代に形成された未成熟なシアル質地殻は、西太平洋のいくつかのより小規模な隆起部や、トンガ-ケルマディック、伊豆-ボンニン、マリアナなどの海洋性島弧の基部を構成しているであろう。これは、これらの島弧の噴出岩中に発見される片麻岩や花崗岩の捕獲岩 [15]、海溝 [63] や隆起部 [22] でのドレッジ物質中に発見される同様な岩石によって証拠づけられる。私たちの意見では、太平洋の東部では、未成熟なシアル質地殻が欠けていて、そこでは初生的玄武岩質地殻の形成が、現在進行中である (図 1)。東アジアから東太平洋海膨へ向かって放射性元素含有率が減少していること、そして、その結果、同じ向きに地殻形成作用の減衰を示す間接的証拠が、表 1 のソレアイト質玄武岩類に関するデータである。シアル質地殻を形成したパンゲアのマンタルの地球化学特性は、現在のインド-大西洋中央海嶺および地球の太平洋区に産出する玄武岩類の Pb, Nd, Sr 同位体に関する信頼のおけるデータによって示される [20]。太平洋に“花崗岩”層が欠けていることは、すでに、V. I. Vernadsky [65], A. P. Vinogradov [66], などによって支持されたことがらである。

この論文に提示されたデータは、地球の地質学的非対称性に関する Vernadsky の考え方 [5, p. 226] を確認するものであり、それが地球マンタルの初生的な地球化学的不均一性によって前もって決定されていたことを示す。

まとめ

地球の太平洋域の始生代大陸塊のシアル質初期地殻は、深部の enderbyite 複合岩類からなる。これは、初期の火成活動 (安山岩-デイサイト複合岩類) と火成活動-堆積作用による (安山岩-デイサイト複合岩類+陸源堆積岩) の岩層からなる。類似の初生構造は、始生代大陸塊を構成する初期シアル質地殻の褶曲域における岩層の特徴にみられる。

太平洋の地殻を構成する初期シアル質地殻形成の新しいモデルが提案された。その主な特徴は、前期始生代から現在まで、地球の発達を通して、マンタルプリュームの影響下でシアル質初期地殻の形成が継続することである。それは、プレートテクトニクスによって主張されているように、始生代に限られるものではない。

マンタルプリュームの形成 (したがって、シアル質初期地殻) は、ある時空的方向性を持っている。この方向性は、地球初期の集積ステージに、上部マンタルで熱を発生させた放射性元素 (U, Th, K) の不均質分布によって決定づ

けられた。つまり、現在の始生代大陸剛塊下における放射性元素にもっとも富むマンタル貯留部から、太平洋下の放射性元素が乏しい領域へと方向づけられていた。

始生代のマンタルプリュームの出現の結果、初期の玄武岩地殻が放射性元素に富む上部マンタル貯留部の上に発生し、その後、これらの溶融により、将来の大陸やシアル質大陸核も形成された。前期原生代のマンタルプリュームは、放射性元素が中程度に含まれたマンタル貯留部に発生した。結果として、多量のシアル質地殻の付加が始生代大陸塊の周辺に起こり、パンゲアが生まれた。その他の残りの地球表面は、パンサラッサ-古太平洋の原型であり、その後、現代の太平洋になった—によって占められた。パンサラッサは、放射性元素に乏しいマンタル貯留部に一致していた。結果として、後期原生代にシアル質地殻形成作用が急激に鈍化した。この地球発達のステージに、シアル質初期地殻が、古太平洋を構成するパンゲアの周縁の狭い区域に形成された。顕生代に、個々のシアル質初期地塊が西太平洋に形成された。東太平洋では、シアル質初期地殻が欠けていて、そこでは初期玄武岩地殻が形成された、と我々は考えている。地球の様々な年代のシアル質初期地殻の分布図が、同位体年代測定にもとづいて作成された。

上述のデータは、地球の地質学的な非対称性についての V. I. Vernadsky のアイデア [65] を追証し、それが初期地球のマンタルにおける全地球的化学的不均質に起因することを論証した。

文 献

1. Anderson D.L., Dzevonsky A.M. Seismic tomography. // V Mire Nauki. 1984. N 12. P. 16-25. (in Russian).
2. Armstrong R.L. Radiogenic isotopes: the case for crustal recycling on a near-steady-state no-continental growth Earth. // Philos. Trans. R. Soc. London. Ser. A V. 301. 1981. P.443-472.
3. Belyatsky B.V., Levsky L.K., Trukhalyov A.I., et al. Pre-Cambrian granite-gneiss of the Median-Atlantic Ridge (26°N). Results of U-Pb and Sm-Nd isotope studies. // Geochemistry. 1997. N 8. P. 876-880. (in Russian).
4. Bickle. M.J., Nisbet. G.G., Martin A., Archean Greenstone Belts are Not Oceanic Crust // J. Geol. 1994. V. 2. P. 121-138.
5. Bindeman I.N., Vinogradov V.I., Valley J.W., et al. Archean Protolith and Accretion of Crust in Kamchatka: SHRIMP Dating of Zircons from Sredinny and Ganal Massifs. // J. Geol. 2002. V.110. P. 271-289.
6. Black L.P., Williams I.S., Compston W. Four zircon ages from one rock: the history of a 3930 Ma - old granulite from Mount Sones, Enderby Land, Antarctica // Contribs. Mineral. and Petrol. 1986. V. 94 P. 427-437.
7. Bogatikov O.A., Bogdanova S.V., Markov M.S. "Grey gneisses" and a problem of orientation in the development of the continental Earth's crust // Izv. AN SSSR . Geol.Series. 1980. N 4. P. 8-14. (in Russian).
8. Bowring, S.A., Williams I.S. Priskoan (4.00-4.03 Ga) orthogneisses from northwestern Canada. // Contribs. to Mineral. and Petrol.

1999. V. 134. P. 3-16.
9. Brandon M.T., Orchard M.J., Parrish R.R. et al. Fossil ages and isotopic dates from the Paleozoic Sicker Group and associated intrusive rocks, Vancouver Island, British Columbia // *Geol. Survey Canada paper*, 86-1A. 1995. P. 683-696.
 10. Compston W., and Kroner A., Multiple zircon growth within early Archean tonalite gneiss from the Ancient Gneiss Complex, Swaziland. // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 1988. V. 87. N 1/2. P. 13-28.
 11. Compston W., Pidgeon R.T. Jack Hills, evidence of more very old detrital zircons in Western Australia // *Nature*. 1986. V. 321. P. 766-769.
 12. Dantas E.L., Hackspacher P.C., Van Schmus W.R., de Brito Neves B.B. U/Pb and Sm/Nd Dating of middle (>3.4 Ga) and Late (Ca 2.7 Ga) Archean Crust in Borborema Province, Northeastern Brazil // 30th Internat. Geol. Cong. Beijing. Abstracts. 1996. V. 2. P. 525.
 13. Duk V.L., Kitsul V.I., Petrov A.F., et al. The Early Pre-Cambrian of Southern Yakutia. M.: Nauka, 1986. 280 pp.
 14. Evolution of the Early Pre-Cambrian lithosphere of the Aldan-Olekmo-Stanovoy region. Leningrad: Nauka, 1987. 309 pp. (in Russian).
 15. Frolova T.I., Perchuk L.L., Burikova I.A. Magmatism and transformations of the Earth's crust of active margins. M.: Nedra. 1989. 261 pp. (in Russian).
 16. Fukao Y., Maruyama S., Obayashi M., Inoue, H., Geologic implication of the whole Mantle P-wave tomography // *J. Geol. Soc. Japan*. 1994. V. 100. P. 4-23.
 17. German L.L. Most ancient crystalline complexes of Kamchatka. M.: Nedra. 1978. 128 pp.
 18. Goodwin A.M. Precambrian belts, plumes and shield development // *Am. J. Sci.* 1974. N 274. P. 978-1028.
 19. Greenway M.E. The geology of the Falkland Island // *British Antarctic Survey Sci. Rept.* 1972. V. 76. 42 p.
 20. Hickey-Vargas R., Hergt J.M., Spudea P. The Indian Ocean-Type Isotopic Signature in Western Pacific Marginal Basins: Origin and Significance // *Active Margins and Marginal Basins of the Western Pacific. Geophys. Monogr.* 88 American Geophys. Union. 1995. P. 175-197.
 21. Hunter M.A., Bickle M.J., Nisbet E.G. et al. Continental extensional setting for the Archean Belingwe Greenstone Belt Zimbabwe // *Geology*, 1998. V. 26. P. 883-886.
 22. Korsakov O.F., Golovinsky V.I., Kudrentsova N.A., et al. The find of plagiogneiss in the central part of the Pacific Ocean. DAN SSSR. 1983. T.270. N 6. P. 1420-1424. (in Russian).
 23. Kroner A., Compston W., and Williams I.S. Growth of early Archean crust in the Ancient Gneiss Complex of Swaziland as revealed by single zircon dating. // *Tectonophysics*. 1989. V. 161. P. 271-298.
 24. Kroner A., Layer P.W. Crust Formation and Plate Motion in the Early Archean. // *Science*. 1992. V. 256. P. 1405-1411.
 25. Kroner A., Hegner E., Wendt J.I., Byerly G.R. The oldest Part of the Barberton granitoid greenstone terrain South Africa: evidence for crust formation 3.5 and 3.7 Ga. // *Precambrian Res.* 1996. V. 78. P. 105-124.
 26. Kuznetsova F.V. Granulitic complex of Southwest Pribaikalye. Novosibirsk: Nauka. 1987. 182 pp. (in Russian).
 27. Kuz'min V.K., L'vov A.B., Belyatsky B.V. Sm-Nd isotope systematization of metamorphic and magmatic rock of Ganalsky Ledge (East Kamchatka) // *Problems of geology and metallogeny of the Northeast Asia on a boundary of millennia. Materials of XI Session of SVO VMO. Magadan.: SVKNII DVO RAN.* 2001. V. 1 p. 172-175. (in Russian).
 28. Luts B.G. Magmatism of mobile belts of the early Earth. M.: Nauka. 1985. 216 pp. (in Russian).
 29. Magmatic and metamorphic complexes of rocks from the Kola ultradeep well. / Ed.: Kozlovsky E.A. Leningrad: Nedra, 1986. 228 pp. (in Russian).
 30. Mantle plumes and metallogeny. Materials of the International Symposium / Editors: Grachev A.F., Vrevsky A.B., Genshaft Yu.S., et al. Petrozavodsk - Moscow. 2002. 515 pp. (in Russian).
 31. Marakushev A.A. Problems of mineral facies of metamorphic and metasomatic rocks. M.: Nauka, 1965. 327 pp. (in Russian).
 32. Marakushev A.A. Petrology of oceans. // *Pacific Geology*. 1996. V. 15. N 6. P. 3-18. (in Russian).
 33. Mishkin M.A. Metamorphic formations and evolution of metamorphism in a zone of transition from the Asian continent to the Pacific Ocean. Abstract of the Doctoral Thesis on Geology and Mineralogy. Vladivostok: FEGI FEB RAS, 1985. 50 pp. (in Russian).
 34. Mishkin M.A., Maslovskaya M.N., Lavrik S.N., Vovna G.M. Geochemistry and Rb-Sr isotopy of the Archean metabasite-enderbite formation of the South Aldan Shield (Sutamsky Block). // *Geochemistry*. 1999. N 9.931-940. (in Russian).
 35. Mishkin M.A., Vovna G.M. Evolution of mantle diapirs and formation of the Earth's crust. // *Petrography on a boundary of XXI century. Results and prospects. Materials of the Second All-Russia Petrographic Symposium. Syktyvkar.* 2000. P. 71-74 (in Russian).
 36. Mishkin M.A., Vovna G.M., Lavrik S.N., Oktyabr'sky R.A. Geochemistry and origin of deep Archean enderbites from the South Aldan Sheild (Sutamsky Block) // *Geochemistry*. 2001. N 7. P. 691-711. (in Russian).
 37. Mishkin M.A., Karpenko S.F., Lavrik S.N., et al. Sm-Nd isotope systematization of Sutamsky granulitic complex (South Aldan Shield) // *Stratigraphy. Geological correlation*. 2000. V.8. N2. P. 3-8. (in Russian).
 38. Moorbath A. Ages, isotopes and evolution of Precambrian continental crust // *Chem. Geol.* 1977. V. 20 _2. P. 151-187.
 39. Nikolaeva O.B. K-U-Th systematization of terrestrial magmatic rock for planetological correlations: volcanic rocks of oceanic island arcs of the Earth and the material from the Venus surface // *Geochemistry*. N 5. 1997. P. 488-512. (in Russian).
 40. Nicolaysen K., Bowring, S., Frey, F. et al. Provenance of Proterozoic garnet-biotite gneiss recovered from Elan Bank, Kerguelen Plateau, Southern Indian Ocean // *Geology*. 2001. V. 29. P. 235-238.
 41. Nozhkin A.D., Turkina O.M. Geochemistry of granulites. Novosibirsk: Nauka. 1993. 223 pp. (in Russian).
 42. Nutman A.P., Chernyshev I.V., Baadsgaard H., Smelov A.P. The Aldan shield of Siberia, USSR.: the age of its Archean components and evidence for widespread reworking in the mid-Proterozoic // *Precambrian Research*. 1992. V. 54. P. 195-210.

43. Ozima M. Geohistory Global Evolution of the Earth. Tokyo: Springer-Verlag, 1987. 165p.
44. Petrova Z.I., Levitsky V.I. Petrology and geochemistry of granulitic complexes of Pribaikalye. Novosibirsk: Nauka. 1984. 201 pp. (in Russian).
45. Pilot J., Werner C-D., Haubrich F., Baumann N., Paleozoic and Proterozoic zircons from the Mid-Atlantic Ridge // Nature. 1998. V. 393. P. 676-679.
46. Popov N.V., Smelov A.P. Metamorphic formations of the Aldan Shield // Geology and Geophysics. 1996. V.37. N1. P. 148-161. (in Russian).
47. Puscharovsky Yu.M. Tectonic phenomena of oceans. // Fundamental problems of the general tectonics. Moscow: Nauchny Mir. 2001. P. 174-230. (in Russian).
48. Puzankov Yu.M. Radioactive elements and heat generation in the Earth's crust of the eastern margin of the Okhotsk Plate (Kamchatka) // Temperature, cryolite zone and radiogenic heat generation in the Earth's crust of the Northern Asia. Novosibirsk. Siberian Branch of the RAS. 1994. P. 112-131. (in Russian).
49. Reutov L.M. Pre-Cambrian of the Central Aldan. Novosibirsk: Nauka. 1981. 184 pp. (in Russian).
50. Rozen O.M., Andreev V.P., Belov A.N., et al. Archean of the Anabar Shield and problems of the early evolution of the Earth. M.: Nauka. 1988. 253 pp. (in Russian).
51. Samson S.D., Patchett P.J., Gehrels, G.E., Anderson R.G. Nd and Sr isotopic characterization on the Wrangelia terrane and implications for crustal growth of the Canadian Cordillera // J. Geol. 1990. V. 98. P. 749-762.
52. Sano Y, Terada K., Hidaka H. et al. Paleoproterozoic thermal events recorded in the ~ 4.0 Ga Acasta gneiss, Canada: Evidence from SHRIMP U-Pb dating of apatite and zircon // Geochim. et Cosmochim. Acta, 1999. V. 63. N 6. P. 899-905.
53. Shemyakin V.M., Glebovitsky V.A., Berezhnaya N.G., et al. About the age of the most ancient formations of Sutamsky block (Aldan granulitic areal). // Doklady RAN. 1998. V. 360. N 4. P. 526-529. (in Russian).
54. Sobotovich E.V., Kamenev E.N., Komaristy A.A., et al. The most ancient rock of Antarctica (Enderby Land). // Izv. AN SSSR. Geol. Series. 1974. N 11. P. 30-50. (in Russian).
55. Song, B., Natman, P.A., Wu, J. et al. The Geological Evolution of the Archean at Anshan Area, NE China // 30th Internat. Geol. Congr. Beijing. Abstracts. 1996. V. 2 of 3, P. 525.
56. Storetvedt K.M. Our evolving Planet. Earth History in New Perspective. Bergen. Alma Mater Forlag. 1997. 456 p.
57. Tcherkasov R.F. Archean of the Aldan Shield. M.: Nauka, 1979. 160 pp. (in Russian).
58. Trukhalyov A.I., Pogrebitsky Yu.U., Belyatsky B.V., et al. Ancient rock in the Middle-Atlantic Ridge // Otechestvennaya Geologiya. 1993. N 11. P. 81-89. (in Russian).
59. Tucker R.D., Ashwal L.D., Handke N.S et al. U-Pb Geochronology and Isotope Geochemistry of the Archean and Proterozoic Rocks of North-Central Madagascar. // J. Geol. 1999. V. 107. P. 135-153.
60. Tugarinov A.I., Bibikova E.V. Evolution of the chemical composition of the Earth's crust. // Geochemistry. 1976. N8. P. 1151-1159. (in Russian).
61. Turekian K.K., Clark S.P. Inhomogeneous accumulation of the Earth from the primitive Solar nebula. // Earth Planet. Sci. Lett. 1969. V. 6. N 5. P. 346-357.
62. Udintsev G.B. Non-uniformity of the ocean riftogenesis and heterogeneity of the ocean floor. // Disputable aspects of plate tectonics and possible alternatives. M.: G.A. Gamburtsev Institute of the Earth's Physics. 2002. P. 14-26. (in Russian).
63. Vassiliev B.I., Choi D.R. Geology of the Pacific deep-water trenches and island arcs. Vladivostok. Dal'naya nauka. 2001. 183 pp. (in Russian).
64. Vernadsky V.I. Selected works. V. I. 1954. M.: Publishing House of the USSR AS. 1954. 696 pp. (in Russian).
65. Vernadsky V.I. Selected works. V. IV. Book 1, 1959. Moscow: Publishing House of the USSR AS. 624 pp. (in Russian).
66. Vinogradov A.P. Chemical evolution of the Earth. M.: USSR AS. 1959. 44 pp. (in Russian).
67. Zharkov V.N. About the thermal mode of the Earth. DAN SSSR. 1981. V.261. N2. P. 321-325. (in Russian).
68. Zamansky Yu.Ya., Ivanova N.N., Langinen A.E., et al. Seismological studies of the Earth's crust at the "Arctic-2000" expedition. // Razvedka I Okhrana Nedr. 2002. N9. pp 2-7. (in Russian).

出版物 PUBLICATIONS

(久保田 喜裕 + 矢野 孝雄 + 山内 靖喜 [訳])

第 32 回 IGC 会報 プレートパラダイムにつづく地球ダイナミクス

IGC 32 PROCEEDINGS Earth dynamics beyond the plate paradigm
WEZEL, F.C. (編) Boll. Soc. Geol. It., Volume Speciale 5, Roma, October, 2005, 187p

招聘編集者 : Force Carlo WEZEL
Bollenttino della Geologica Italiana, special volume no.5, 187p

以下は編集者のイタリア地質学会長, Wezel 教授の許可を得た特集号の要旨である. 特集号のコピーや情報に関しては, Wezel 教授 (Wezel@uniurb.it) に連絡していただきたい.

地球のダイナミクスについての流体-循環概念
Fluids-rotation conception of
global geodynamics

Nina PAVLENKOVA

ロシア科学アカデミー, 地球物理研究所

B. Grusinskaya 10, 123810, Moscow, Russia

ninapav@ifz.ru

地球物理学的研究は、現代の地球ダイナミクスの概念では説明できない地球の構造において、いくつかの規則性を示している。(1) 地球の規則性は巨大なリニアメントや環状構造の分布に現れている。最も主要な要素は太平洋の輪である；(2) 大陸下に深い根 (>300km) がみられる；(3) アセノスフェアは連続する層として追跡できない。また、リソスフェアはレオロジー的にみて層状になっていない；(4) かつての大陸の岩石や厚い亜大陸性の地殻が海洋の広い範囲で見つかっている。

提案された流体-回転仮説は、地球ダイナミクスの二つの主要な原因を想定している：すなわち、地球の脱ガス作用と自転の変化の二つである。古地磁気極の移動は、核付近のマントルの回転によって説明される。宇宙への脱ガス作用における不均衡は、マントル溶融と多くの流体によって大陸地殻を生産した。海洋下では、流体の流れは貧弱で、ごく小さな亜大陸地殻のかけらをつくただけである。リソスフェアにおけるレオロジー的に弱い地帯と深部断層（ベニオフ帯を含む）は、深部での流体流動のためのチャンネルとして形成された。リソスフェアにおけるなんらかの地帯への流体集中は、変成作用、部分溶融、火成活動、その結果として、地殻ブロックの鉛直および水平運動を助長する。

海山列, 断裂帯, および海洋のメガトレンド
Fluids-rotation conception of
global geodynamics

N. Christian SMOOT

306 Kipukai Pl., Honolulu, Hawaii 96825, USA

smootn001@hawaii.rr.com

断裂帯や海山列は、海洋底に偏在して刻印されていて、プレートテクトニクス仮説によると、それらは、それぞれ、別個の造構作用によって形成された。上部マントル深部に帯するリソスフェアまたはプレートの相対運動は、断裂帯の方位や、それに直交する海洋底の組織構造（造構性開裂構造とよばれる）などの開裂現象によって示される。リソスフェアの絶対運動は、地表における海山・島弧のような連続的的年代変化を示すホットスポット・トラックなどの線状地形によって明瞭に示される。このことは、二組の線構造が同一リソスフェア上に共存しうることを意味し、さらに、絶対運動は、提案されている43Ma 事件のように、不規則に変化するものである。より詳細な研究では、ホットスポット/マントルダイアピル作用によって生産された連続的的年代変化を示す海山列の概念は、ほとんど証明されていない。というの

は、連続的に年代変化する海山列はきわめて少ないからである。マルチビーム音波探査データを使うことによって、断裂帯は固定されておらず、堅硬でもないことが分かってきた。むしろ、それらは、断裂帯の上に形成されている多量の海山によって明らかなように、脆弱で透過性の地帯であるのが実体である。衛星高度データの進歩とともに、海洋底を横切るより長大なトレンドが見つかっている。これらのトレンドは、全ての海洋底で、少なくとも4つの方位を示すパターンをもち、断裂帯と海山列を取りまく。リニアメントは、これまでいわれている180Maよりむしろ、1.5Gaまでの岩石を切断している。

あらゆる構造運動のゆえに、リニアメントは、“ホットライン”。すなわち、線状に配列したある種のマグマ溜まりの上に横たわっているようにみえる。リニアメントはメガトレンドとよばれ、それらは、自らの存在によって、海洋底拡大の証拠とされている。さらに、メガトレンドは陸上のリニアメントへ連続し、大陸を横断し、さらに、近隣の海盆を横切っている。ほとんどのメガトレンドは水平運動によるオフセットを示しておらず、その代わりに垂直運動を受けたことを示している。

現大陸, 大陸縁, 大陸棚の形成および高度的二峰性
Formation of the present continents, their margins
and shelves, and hypsographic bimodality

J. McGregor DICKINS*

14 Bent Street, Turner, ACT 2612, Australia

* 故人

西部・南部オーストラリアの一部の地震断面は、大陸縁の非活動的状態を示している。その縁辺部は、非常に大規模な高角の引張性断層運動によって形成されている。その断層運動は一般的にはジュラ紀とされるが、白亜紀前期より古くなく、明らかに新しくもない。オーストラリアの南縁における最近の研究でも、これらの構造は大陸斜面と近海においては、リストリック断層運動によって形成されたものではないとされる。対岸の南極大陸縁の未公表データも、まったく同様の特徴を示している。この事実を最も簡単に説明するには、海洋が沈降して大陸縁を形成したというものである。いわゆる Gondwana 大陸の分裂を証拠付ける大陸の水平運動といった現象はみられない。これは、白亜紀中期（中・上部アルブ統）に地殻の引張と圧縮がくりかえし生じたことによる。おそらく大陸と海洋の異なった一般的高度（高度的二峰性）は、広大な台地の高度に対応している。これらのすべての特徴は、繰り返す圧縮と引張の時期を受けてきた地球の脈動の概念によってのみ理解される。そして、地殻は、現在、完全な圧縮状態にある。

大西洋の形成に関する地質的事実
Geological evidence on the formation of
the Atlantic Ocean

Forse Carlo WEZEL,
ウルビノ大学環境ダイナミクス研究所, 61029 - Urbino,
Italy Wezel@uniurb.it

大西洋の基盤は、古期の "basin and arch (盆地とアーチ)" 構造を示し、地塊とメゲオサツレス 地質縫合線 (繰り返し活動する過去の古傷) といった構造を随伴する。このような構造特性は、近隣の大陸 (アフリカなど) の構造に類似する。構造的類似性のみならず、造構運動には顕著な同期性も存在する。同期性は、白亜紀中期を境に、リフティングから広域的な盆地沈降と地殻改変へ主要造構運動が同時に変化することに現れている。この現象は、大西洋の真の始まりを表すものであり、引張から圧縮という地球規模の応力体系の大規模な変化に伴う熱的事変に由来すると思われる。圧縮変形のため、背弧の地殻破壊が縁辺から始まり、大西洋中央へと向かって進行した。

海洋の磁気異常は、玄武岩の噴出、キュリー点以下への冷却、水平方向への移動という一連のプロセスが、海洋の外側から内側へ連続的に発生してきたことによると説明されてきた。大西洋中央海嶺の構造形成は、新しいネオテクトニクスイベントによると信じられている。大西洋に関する限り、地質学データは、主流の海洋底拡大パラダイムと相容れない。というのは、大西洋は、大陸地殻の広大な部分が急速に沈降することによって形成されたものであり、かつて、地殻底の浸食によって海洋地殻することによって著しく薄化して、大西洋ができたからである。海洋と大陸は、もはや別個のものとして考察されるべきではないことを意味する。

**深発地震と深部に位置する構造帯：
和達-ベニオフ帯の新しい解釈**

**Deep earthquakes and deep-seated tectonic zones:
A new interpretation of the Wadati-Benioff Zone**

Dong R. CHOI
6 Mann Place, Higgins, ACT2615, Australia
raax@ozemail.com.au

太平洋縁における深部構造帯と震発地震の研究によって、和達-ベニオフ帯という震源集中帯の新しい解釈がなされ、地球の深部構造研究にあらたな光明がみいだされた。深度 300-700km に達する深発地震は、地球の始原的な断裂系であり、マントル-核境界に達する大規模な深部造構帯に沿って分布する。いっぽう、150km 以浅の浅発地震は、おもに、太平洋海盆の全般的沈降によって形成された島弧地域に集中し、衝上断層を形成する新期構造に関係している。地震波トモグラフィ断面において、深部造構帯は、高速度マントル塊 (おもに現在の大陸下) と低速マントル地塊 (海洋) の境界に位置する。この構造帯沿いでは、高速マントルが発達しがちである。1) これらの深部の造構帯と浅部のスラスト帯に沿って生ずる地震活動、および 2) 最も高速のマントルレンズに一

致するこれらの断裂帯に基づくと、浸透性のある断裂帯は、上昇し地表から散逸するさまざまなマントル物質とエネルギー (ガスや流体) の導管として振る舞う。そのため、地震トモグラフィにおける地震波速度偏倚は、熱的状态ではなく、マントルの化学的枯渇状態に由来すると考えられる。

**イタリアの地球ダイナミクスの根拠と事実
Reasoning and beliefs about Italian geodynamics**

Keity BELL
Ottawa-Cartleton Geoscience Centre, Ottawa, Ontario
K1S 5B6, Canada kib@magma.ca

Guisy LAVECCHIA & Francesco STOPPA
Dipartimento di Scienze della Terra, Campus
Universitario di Madonna delle Piane, Università G.
d'Annunzio, Chieti Scalo, Italy
glavecchia@unich.it, fstoppa@unich.it

我々は、始新世後期~漸新世前期のはじまりに、漸移帯 (深度 410 ~ 670km) 内で捕らえられた非対称プリュームの東側への漸進的な成長が、ヨーロッパとアフリカ大陸の断片、および地中海の漸進的開裂において、能動的役割を果たしたことを提案する。

サブダクションに関連する場と考えられた伸張性地球ダイナミクス環境は、先ティレニア火成活動における岩石学的、地球化学的、および同位体的特徴によって支持される。とくに、イタリア半島の多量の lucite 含有岩石や、内側アベニングラーベン系内の希少なカーボナタイト-kamafugite 系の出現によって支持される。

そのプルームは、同位体からは 3 つの端成分の組み合わせからなる。二つは海洋島玄武岩データに基づいて決定された FOZO と EMI に類似する。一方、三つ目の ITEM (Italian Enriched Mantle) は、高放射性で、大陸地殻や、プレート内深部マントルの含ダイヤモンド岩 (たとえば lamproites と雲母に富むキンパーライト) に類似する Pb, Sr, Nd 同位体的特性を示す。

EMI に伴う FOZO 様の成分は、イタリアの火山活動と深部マントルの間に確たる関係を築いている。マントル岩塊と揮発物質/流体が上方へ移動する最も簡単な方法は、プルーム活動によるものである。ITEM はまれな端成分で、超塩基性超アルカリ性岩石中に存在することとあわせて、普通でないマントルに起源が求められる。ITEM は深部マントル、あるいはサブダクションに関連した地殻物質のいくつかの基本的な特徴を反映しているが、答えるべき疑問が残されている。

**日本の本州中央部における中深発・深発地震の特徴
The occurrence of intermediate and deep earthquakes
in relation to geology in central Honshu, Japan**

鈴木尉元
272_0824 千葉県市川市菅野 4_4_15
yasu-suzuki@vega.ocn.jp

小林和宏
386-1106 長野県上田市小泉 2068
kobakazu@ued.janis.or.jp

中深発・深発地震の深度は、一般的に本州中央では西方に増大するが、非震性地帯によって分断された地帯(それぞれ幅 100km 程度)に沿って起こっている。破壊的な浅発地震帯はこれらの地震帯に沿って分布する傾向にあり、そこでは三角点変動解析により計算された最大剪断は 10⁻⁵ 以上である。この密接な関係は、破壊的地震帯が深部へ根を下ろしていることを示唆している。

P 波射出パターンから推定すると、ほとんどの断層は、中部と近畿地方では一般に正断層である。その周辺域(関東山地、関東平野、伊豆湾、遠州灘)を除いて、断層の走向は、本州中央部を中心に、楕円を描いて延びている。

地中海弧の新しい解釈：

サブダクションに代わるマントルクさびの貫入

**A new interpretation of the Mediterranean arcs:
Mantle wedge intrusion: instead of subduction**

Giancarl SCALERA
INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e
Vulcanologia. Via di Viga Murata 605.
00143 Rome, Italy scalera@ingv.it

島弧、海溝、和達-ベニオフ帯、火山・地震活動、そして論拠もなく主張されたリソスフェアスラブの典型的な水平曲げ作用など、イタリアと地中海のいくつかの構造場が東アジアのそれにきわめて類似している。環太平洋の島弧-海溝地帯の問題を敷衍できる解をみいだすために、地中海の地質的および観測された証拠についての新しい解釈が模索される。

地表地質、火成活動、地球化学、さまざまな方法のトモグラフィなどから得られた事実は、理由もなく主張されたアフリカ-ユーラシアの収斂に矛盾している。リフティングの手がかりは、圧縮場での形成を説明することである。始めからプレート衝突に起因すると解釈されている多くの造構場は、リフティングの現象に関連しているか、リフティングの要素を含んでいる。2つの拡大するリソスフェアプレート間への、マントル物質のくさびの上昇運動は、きつとあたらしい説得力のある仮説になる、という提案が前面に打ち出される。

地球の膨張で、ユーラシアとアフリカの間に挟まれた地域は、半径一定という前提で古地理を復元されている巨大な古テーチスと新期のテーチスについては、いつも小規模で低緯度の伸張場に置かれてきた。これまでで近いとされてきた古テーチスと新テーチスの開裂時相を識別

することで、地球膨張の観点からついにそれは可能になる。それは、原生代の土台にパリスカンとアルプスのテレーンをそれぞれ付加してきたことである。

これらの時相と造山帯は伸張時相と考えなければならないし、付加されたアフリカ由来のテレーン(アドリア大陸片など)は、大陸アフリカが移動し去った後に残された大陸片と考えるべきであろう。この観点において、原生代起源としての開裂の進展過程を考えると、地中海は、一逆説的に一かなり古い海洋ではなく、のちにあらたに発生した海洋ということができる。

九州におけるグラーベンとコールドロンおよび断層系の関係

**—コールドロン群からグラーベンと断層系の形成へ—
Relationship between grabens, cauldrons, and fault systems in Kyushu, Japan
- Formation of a graben and fault system through clustered cauldrons -**

久保田喜裕
950-2181 新潟市五十嵐二の町 8050 新潟大学理学部
kubota@env.sc.niigata-u.ac.jp

日本列島の西南の九州は、鹿児島グラーベンと別府-島原グラーベンの二つの大きなグラーベンが分布している。別府-島原グラーベンは近年大陸リフトとして位置づけられている。九州は鮮新-更新世~現世にかけての激しい陸上の火山-地熱地帯の場である。その内部には鮮新-更新世に形成されたコールドロン群と断層群が配列している。九州のグラーベンとコールドロン群、断層群との関係をみるため、スケールモデル実験を行った。提案された形成モデルは以下のとおりである：マグマ性の隆起の後、多角形陥没がまず起こり、マグマ性ダイアピルからのびた断裂はまだ地表に達していないため、湖成層が堆積する。マグマの引き続く上昇により、断裂は地表と連結し、火山活動がはじまり、大きなカルデラ陥没が生じる。もしマグマの供給が少なければ、一時陥没で終わる。もし充分多量なら、最初の陥没は破壊され、大規模な陥没カルデラが形成される。複数のマグマの上昇にとともに、二つの隆起部を連結するような断裂は隆起時に形成される。激しい火山活動ののち、コールドロン群を取り囲むような一周り大きい凹地がカルデラ陥没時に形成される。一周り大きい凹地はグラーベン状の形態を示す。

**膨張地球における山脈形成と造山運動
Mountain building and orogeny on
an expanding Earth**

Cliff OLLIER
School of Earth and Geographical Sciences,
University of Western Australia,
Crawley, Western Australia 6009, Australia

cliffol@cyllene.uwa.edu.au

the Pacific Ocean

山地は、鉛直隆起と“山脈形成”の後の浸食作用によってできた地形起伏である。それは、しばしば、造山運動“orogeny”—褶曲帯における構造形成—とまちがえられる。多くの山は、褶曲していない岩石、花崗岩および玄武岩溶岩流によって形成されているので、褶曲作用と山脈形成の間には直接の関係はない。

ほとんどの山地形成は、ネオテクトニクス期と呼ばれる最近の数100万年間に起こった。既存の山地形成学説は、この形成時期に問題をかかえている。これらの学説は、大陸縁の褶曲帯以外でも山地が形成される点、鉛直隆起が側方圧縮に転換する点で失敗している。

とってかわる学説は、鉛直隆起だけで山地ができあがるというものである。それには、2つの主要なタイプがある。1つは、側方拡大や褶曲した岩石に関連した隆起運動にかかわるものである。もう1つは、地殻の展張と断層ブロック山地にかかわるものである。

極移動と全地球テクトニクス
Polar wander and global tectonics

Karsten M. STORETVEDT

Institute of Geophysics, University of Bergen,
 N-5007 Bergen, Norway Karsten@gfi.uib.no

地球における不規則な脱ガス作用が、マントルにおける側方への物理化学変異をもたらし、さらにそれが、惑星の慣性モーメントにおける変化を誘導した証拠がある。それらの結果として、間歇的に発生した地球の空間的再配置（極移動）と惑星回転速度の連続的およびときどきの変化の混合が起きた。こうして、リソスフェアの発達には時間依存性が生まれ、再度、緯度に依存したねじれ(wrenching)を段階的に被った。こうして、各時代における赤道にそって褶曲帯が形成され、造構-火成活動によって古子午線方向のリフト群が発生する。時間とともに地球自転が減速することによって、リフト帯は、古赤道に直交しつつ、それから離れ、顕生代の期間中に比べて先カンブリア紀にはより著しくなった。しかしながら、歴史的過程で、全地球的造構パターンが極移動事件をひきおこしてきた。赤道方向への膨らみとそれに関連した褶曲帯は、地球を横切ってそれらの位置がづつづつに変化した。相対的に高速で自転していた始生代地球は、現在の空間的配置方向とほぼ一致していた。しかし、始生代-原生代境界の頃に、極移動の主要事件が起こり、地球史における重要な変化をもたらされた。慣性が駆動する大陸の回転運動が、現在観測される古地磁気極移動経路の不一致をもたらし、基本的には、最大のアルプス変動期以降の時間を刻む。

太平洋国際地質学-地球物理学アトラス
International Geological-Geophysical Atlas of

第7回国際的学際的科学シンポジウム及び国際的ジオサイエンス計画 (IGCP-476) 講演集「ジオスフェアの構造と発展の規則性」の61-64頁から若干修正して引用。著者は了解済みである。

B. I. VASSILIEV

V. I. Il'ichev 太平洋海洋研究所, FEB
 ロシア, ウラジオストック, RAS,
 boris@poi.dvo.ru

2003年サンクトペテルブルグでのIOC-UNESCO会議で、太平洋国際地質学・地球物理学アトラス—このシリーズの第3部である(1975年のインド洋地図と1990年の大西洋地図につづく)—の作成が決まった。この3つの地図すべてについて、その編集長はUdintsevである。10カ国から総計248人(そのうちの90人がロシア人である)の科学者が太平洋の地図を編集することに参加した。

このアトラスの大きさは70×100cmあり、192頁の説明書がつく。このアトラスと説明書のセットは、2001年1月1日現在の太平洋、その中の特定地域および縁海の地形、地質、地球物理に関してロシア語と英語の地図製作上の情報と説明文を充分にもっている。

導入部は、太平洋の研究に関連した航海の写真と特徴、および太平洋の海底地形の地図作りの歴史が判るように古い測深図の一部からなる。次の節は、この海洋の地質学的-地球物理学的研究の新しい技術と方法に関するデータからなる。すなわち、有人潜水艇、航海システム、マルチビームエコー測深器、サイドスキャンソナー、反射法地震探査、マルチチャンネル地震断面図、深海地震探査、衛星による高度測定、地熱研究、深海掘削、地震トモグラフィである。この節では、これらの技術と方法を用いて得られた写真、地図の一部、断面図類などを用いて図解されている。

このアトラスは主にメルカトル投影による45°の緯線に沿った10,000,000分の1地図を使っており、深度図、地磁気異常図、重力異常図、海洋底の高まりを示す地図、表層堆積物の厚さ示す地図、堆積物の種類示す地図、地震分布図、鉱物資源図などからなる。このセットの地図は、太平洋の特定のよく調査された地域、トランスフォーム断層と東太平洋海嶺、ジャツキー海膨、オブルチェフ海膨、深海の海溝、島弧および縁海の詳細な等高線図、断面図および表を使って補足している。また、掘削船“グロマーチャレンジャー”と“ジョイデスリゾリューション”(第148次航海までを含む)によって掘削された坑井の柱状図も含まれている。アトラスの末尾には、使用した資料のリストが載せてある(800件)。

補足のために、世界の海洋についていくつかの編集図が載せてある。それらは、衛星測量と測深に基づく海底地形図、衛星測量による重力分布図、線状磁気異常、リソスフェアのジオダイナミクスおよび火山分布を示した地

図である。

事実が記述され、鮮明に表示された莫大で多様な地質学的-地球物理学的資料は、下記の点に達した2000年刊行の世界地質図の分析的な検討の過程において、その早い時期に私達が引き出した主たる結論を支持している。

太平洋とその周りの褶曲帯は今もって構造的に活動的であり、他に類をみない地球規模の構造を表している。この構造は、しばしば地球の太平洋区とよばれてきた。その固有性は多面的である。すなわち、玄武岩類(basaltoid)の組成が大西洋やインド洋のソレアイト組成と大きく異なるだけでなく、太平洋海盆の等軸的形狀、東太平洋海嶺が非対称な位置にあり、そのことが他の中央海嶺と大きく違うこと、西部の深海海溝、島弧、縁海というシステムを持った活動的縁辺部の優先的な発達などが、地殻と上部マントルのはっきりした地球物理学的特徴である。太平洋海盆を縁取る環状構造は、鉱床成因においても、独自の特性を示し、巨大断層の放射状-同心円状の系統をもつ。

太平洋国際地質学・地球物理学地図中に引用されている資料の分析から、太平洋巨大海盆とそれを取り囲む構造帯は地球発達史の初期の段階で形成された第一級の地形構造である。太平洋巨大海盆の地殻は主に苦鉄質である。この海盆は、ジュラ紀に始まって今日まで続いている沈降の結果として形成されたのであり、それは地球規模の海洋化作用を示している。しかし、過去においても同じくここに周期的な巨大振幅の隆起と沈降が起きたことは十分に考えられることであり、それらは太平洋の周囲の大陸の古生物地理学的研究の結果として導かれる。

太平洋巨大海盆の西部と東部では地質構造において先カンブリア紀以降明瞭な違いが存在することは、プレートテクトニクスによって主張された仮説の“拡大”過程を排除する。事実に基づいた資料はどれ一つとして、深海海溝における“沈み込み”過程が正しいことを証明していない。MPR（中央太平洋海膨）から離れるに従って基盤岩の年代がしだいに古くなることを示すものは同

じく一つもない。“リソスフェア・プレートテクトニクス”のその他の多くの仮定もまた正しいことが証明されない。この思索に満ちた概念が根拠のないものであることを、これらのすべてが証明した。

太平洋巨大海盆とその周縁の構造解析は、その誕生と発展に関する概念を大変豊かで明確なものにした。約45億年前に、恐らく宇宙でまれに生じる出来事の結果として、多分、月-地球システムの出現と関係して、それは創られたのである。このできごとは、原始地球から月が分離したのか、大きな惑星との衝突の結果のいずれかによって起きたのである。

こうして、太平洋巨大海盆特有の特徴、すなわちその等軸的な形状、本質的に苦鉄質な地殻組成、活発な造構-火成活動、および、等軸的に形成された変動帯などができあがった。これらの特徴は、古い卓状地(platform)の縁の破壊、その後何回か生じた地向斜-造山運動の結果として形成されたのである。

太平洋巨大海盆とともに造構-火成活動も、何回も繰り返して起きたが、超苦鉄質の下位層[マントル]に近接していることが、周縁の変動帯に比べて、海盆を“剛体的”にした。このような点で、太平洋巨大海盆を海洋性剛塊(thalassocraton)とみなすことができる。

45億年間にわたって、大量の碎屑物と火山起源物質が、大陸から太平洋巨大海盆内に流れ込んだ。それらは超苦鉄質下位層と一緒に溶解と変成作用を受け、その結果、最終的には太平洋の地殻の組成を平均化し、酸性岩まで生じるまでになった。私の意見では、このアトラスの掲載資料は、この仮説が正しいことを示している。

このアトラスの印刷部数がたったの300部と極めて少ないことは大変残念であり、そのため、全世界の科学界全体からの要望を満足させることができない。明らかに、増補版の再発行を勧告することは望ましいことであり、その場合、初版には載せられていない太平洋とその縁海の地質図を補充する必要がある。

追悼 OBITUARY

(山内 靖喜 [訳])

日本のNew Concept in Global Tectonicsグループの指導者である藤田至則教授は、2005年10月14日に川崎において享年82歳で逝去された。

氏は1923年に千葉県に生まれ、1948年に東京教育大学地質学鉱物学教室を卒業した。

卒業後、氏は同大学の助教授・教授として、層序学や

実験的手法を含めた構造地質学を専門とする多くの学生を育てた。地質学者として、氏は本州中部の新第三系と第四系の地質調査に従事し、1953年には堆積の中心の移動によって地層は倒れるような形状で重なり合うという堆積モデルを、1970年には群馬県の本宿団体研究グループのメンバーと一緒に陥没盆地説を提唱した。それによれば、新第三紀~第四紀のグリーンタフ変動の堆積の初期段階では、広域的な隆起が先行し、

その後陥没盆地が生じる。これらの研究は日本の地質学界に大きな影響を与えた。

1965年、湊正雄ほかによって編集された記念碑的な大著「The Geological Development of the Japanese Islands」(日本列島地質構造発達史英語版)が出版され、藤田は島弧ステージの章の主要な執筆者の一人であった。1973年に藤田が出版した「日本列島の成立」は主に第二次大戦後の困難な地質調査に基づいて書かれており、新第三紀と第四紀におけるグリーンタフ変動を総括したものであった。この本は日本の地質学者に大きな影響を与えた。

1972年から1980年にかけて、氏はペロウソフやメイヤーホフのプレートテクトニクスへの批判を紹介し、主に日本の地質に基づいてプレートテクトニクス説に批判的な多くの論文を書き、地球内の深部過程を提唱した。

1978年に、氏は新潟大学積雪地域災害研究センターの教授になり、そこで氏は地すべり、土石流及び地震による軟弱堆積物の液状化を研究した。氏は地すべりブロックの変形のMモードを明らかにし、その防止法を提案した。氏は、碎屑性堆積物の液状化に伴う大きな水平変位を発見した。これらの研究は大いに評価されたが、この時期に氏のエネルギーが災害問題にさかれて、ジオテクトニクスへの寄与が限られたのは残念であった。1988年に氏はこのセンターを退職した。

氏はすばらしい野外地質学者であり、成果を上げた団体研究グループの卓越した指導者であった。

日本における構造地質学とジオテクトニクスを発展させるために、1966年に氏は構造地質研究会を設立した。しかし、その後、氏はこの研究会において野外調査が軽く見られる傾向を心配して、1991年に構造コロキウムを設立した。1998年に筑波で開かれたNew Concepts in Global Tectonicsグループのシンポジウムは、このコロキウムのメンバーによって計画され、運営された。藤田はこのシンポジウムの会長であった。



藤田 至 則 教授 (1923 ~ 2005)

氏は教育において大変熱心であり、地質学の学生が野外地質に加えて地球物理学を勉強し、実験の手法を構造地質学に導入することを奨励した。氏は「地質学へ招待」を出版し、そこにおいて、どのようにして地質学を学び、どのようにして感受性と理性をきたえるか、論文の書き方、科学的精神及びプレートテクトニクスへの批判を書いている。

New Concepts in Global Tectonicsグループの日本のメンバーである私たちは、卓抜した指導者を失ったが、地球科学を発展させるよう努力する。

鈴木尉元

E-mail: yasu-suzuki@vega.ocn.ne.jp

市川市

ニュースレターについて

ABOUT THE NEWS LETTER

このニュースレターは、1996年8月に北京で開催された第30回万国地質学会のシンポジウム“Alternative Theories to Plate Tectonics”の後でおこなわれた討論にもとづいて生まれた。New Concepts in Global Tectonics というニュースレターのタイトルは、1989年のワシントンにおける第28回万国地質学会に連携して開催された、それ以前のシンポジウムにちなんでいる。

目的は次の事項を含む：

1. 組織的照準を、プレートテクトニクスの観点に即座には適合しない創造的な考え方にあわせる。

2. そのような研究成果の転載および出版を行う。とくに検閲と差別の行われている領域において。
3. 既存の通信網では疎外されているそのような考え方や研究成果に関する討論のためのフォーラム。それは、地球の自転や惑星・銀河の影響、地球の発達に関する主要学説、リニアメント、地震データの解釈、造構的・生物学的変遷の主要ステージ、などの視点から、たいへん広い分野をカバーするべきものである。
4. シンポジウム、集会、および会議の組織。
5. 検閲、差別および犠牲があった場合の広報と援助。