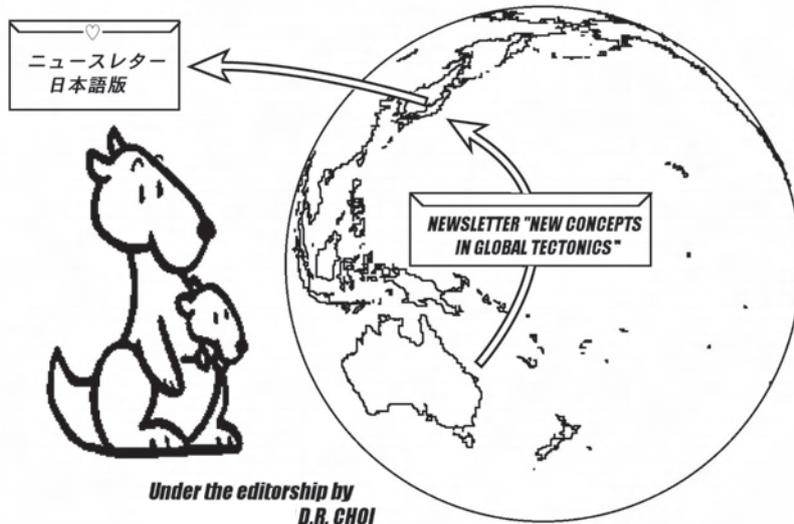


ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念

NEWSLETTER *New Concepts in Global Tectonics*

No. 39 2006年6月 ISSN: 1833-2560 編集: D.R. Choi (日本語版 2006年11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

★ 編集者から (p. 2) + ニュース (pp. 43-44)

ニュースレター読者の爆発的拡大や NCGT セッションなど、地球科学界における転換の萌しの紹介。

★ インドネシア弧 (pp. 2-12)

“沈み込み構造”に関する詳細な検証とブロック構造の提唱。

★ 山脈の隆起 (pp. 12-22)

ネオテクトニクス時代における起伏増大についての新資料。

★ 『地球科学』特集号 (pp. 37-41)

地団研新潟総会シンポ特集号の要旨・主要図の紹介。

も く じ

■ 編集者から	2	オーストラリアと太平洋の形態的類似性	27
■ 論 説		ジャワ地震とメラピ火山噴火と先駆	31
インドネシア 沈み込みはどこに?	2	■ 出版物	37
ネオテクトニクス期の山脈隆起	12	■ ニュース	43
地球と惑星の初生的構造の起源 その2	23	■ 財政的財政的支援・ニュースレターについて	44

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: negt@hotmail.com または negt@ozemail.com.au; 1ファイルは5MB(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9月下旬に発行予定. 投稿原稿は2006年9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.

お詫び

前号につづけて発行が遅れ, 申し訳ございません. 次号から定期発行の見通しです.

ひきつぎご購入のほど, よろしく願いいたします.

お詫びとお願いまで.

ご紹介

本号から新たに, 小松宏昭さんが翻訳に加わって下さいました. よろしく願いいたします.

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

小松宏昭 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

編集者から FROM THE EDITOR

（赤松 陽 [訳]）

私たちのニュースレターは爆発的に広がっています。私たちは今日、多すぎて発行が追いつかないほど多くの原稿を持っています。当然のことですが、私たちはえり抜かねばなりません。このニュースレターは、新しいアイデアや自由な精神のもとに行われる討論に開かれた場になっています。しかし、この点に関しては、アイデアや討論は私たち編集メンバーを納得させるだけのきちんとしたデータやしっかりした証拠によって裏付けられている必要があります。

本号の冒頭には、Choi氏による、南部スマトラ沖の地震探査断面図の再解釈に基づいて、インドネシアにおけるサブダクションの存在を徹底的に論破している論文が収められています。彼は、垂直ブロック運動がこの地域の地史を通じて優勢であったことと、現在のインド洋には前期～中期白亜紀に至るまでずっと古陸があったということを見ました。

昨年5月のジャワ中部地震の直後に、Blot氏は、この被害をもたらした浅発地震に対応する先駆的な深発地震を観測し、それらを近くのメラピ火山の噴火に関係づけました。他の多くの強い地震のように、地震エネルギーの移動は大きな構造帯に沿って起こり、この場合も基盤ブロックの西縁で発生しました。このような観察された事実は、将来起こるであろう破壊的地震の科学的予知への門戸を開くことになるでしょう。

Cliff Ollier氏らは、ネオテクトニクス時代の山地隆起の例をさらに追加して記載しました。それによれば、世界の山地の大部分は、平坦化作用の時期の後、過去数100万年の間に隆起したということです。彼らは次のように記しています。“衝突と沈み込みは、造山運動に対する魔法のような説明として提起されているが、一方では、そのような簡単な結論に飛躍する前に研究されるべき大量の情報を無視している”と。

ロシアからの2つの論文は、ともに惑星構造地質学に関するものです。Dolitsky氏は、地球や惑星の主要な地質構造が、核の形成と惑星の全般的な収縮の結果としてのマントル収縮に由来することを論じています。Kochemasov氏の興味深い論文は、彼の波動力学の視点から、太平洋とオーストラリアの形の類似を説明しています。

出版物紹介欄では、日本で発行された『地球科学』特集号に掲載されている論文のアブストラクトと図版が紹介されています。32～34ページのVassiliev論文のアブストラクトは、太平洋の海洋地殻は、今日の大陸の盾状地で普通に観察できるような大陸地殻が変質したもの以外の何物でもない、ということを読者に納得させるでしょう。久保田氏のグラーベンの形成機構は、特集号の中でも他の優れた論文とともに特別な興味深さがあります。

論 説 ARTICLES

インドネシア弧の下のどこにサブダクションがあるのか？
WHERE IS SUBDUCTION UNDER THE INDONESIAN ARC?

Dong R. Choi

Raax Australia Pty Ltd

6 Mann Place, Higgins, ACT 2615, Australia
E-mail:raax@ozemail.com.au

（赤松 陽・久保田 喜裕 [訳]）

摘 要

南部スマトラ沖の深部浸透地震探査断面図の徹底した分析は、大陸地殻の下に“海洋地殻”のサブダクションは存在しないことを示している。海洋玄武岩の下に伏在する“海洋地殻”は、大陸起源と考えられる。それは前弧地域の下では、より浅部へ上昇していく。地震探査断面図は、鉛直地殻変動がこの地域の発達史の全期間を通して卓越していたことを明らかにした。また、現在の深い海洋底に存在する主要な構造的隆起部は、先カンブリア紀～中生代のある時まで古陸を形成し、現在の大陸斜面や前弧域にある海盆に堆積物を供給していたことを示す。新第三紀に海溝と深海底で活発な沈降が起こったことは、海溝斜面～外弧に分布する古第三紀層や海底地形を変形させているスラストによって立証されている。この海盆は、先カンブリア紀以降の活発な地殻変動によって特徴づけられている。そこには最大20km以上にもおよぶ異常に厚い堆積物が堆積していて、炭化水素資源の見地から興味深い海盆である。内弧および外弧とも、先カンブリア界の高まりによって占められている。先カンブリア基盤は、ひじょうに断裂が発達した断層地塊となっている。海底地形に影響を及ぼしたこれらの基盤断層の再活動は、基盤隆起をつくっているこれらの地域において、特段に激しい。このような事実は、基盤の隆起部に沿って蓄積された異常な応力に応じておこなった、これらの深部に根をもつ断層系の再活動が、インドネシアにおける最近の破壊的地震の原因であることを示唆する。基盤の隆起部、大きな深い構造帯、地塊状構造運動、地震エネルギーの伝播などは、大災害を起こす地震を、科学的基礎の上に立って予知するための鍵となる。

緒 言

2006年5月26日に、もう一つの強い地震がインドネシアのジャワ島中部を襲い、6000人を越える犠牲者を出した。例によって権威ぶった地震学者達や関連組織は、この地震をプレートの沈み込みとプレートの衝突のせいにした。

2004年12月以来、インドネシアで発行された最近の破壊的地震に関する論文の大部分(例えば、Kruger and Ohmberger, 2005; Ni et al., 2005; Subarya et al., 2006; Henstock et al., 2006)は、彼らの議論を説明する中で、インドネシア弧の下のプレート沈み込みを疑問の余地のないものと考えている。彼らは、サブダクションは疑いなく証明されており、だから、質問を必要とするような問題は皆無いと決めてかかっている。

しかしながら、驚いたことに、彼らの堅い確信にもかかわらず、サブダクションや巨大スラストの存在を決定的に示す確実なデータについて言及したり発表したプレート支持者やサブダクション支持者の論文はまったく無い。わかりやすい事実は、今日まで、インドネシア地域における深部浸透地震探査断面図に基づいたサブダク

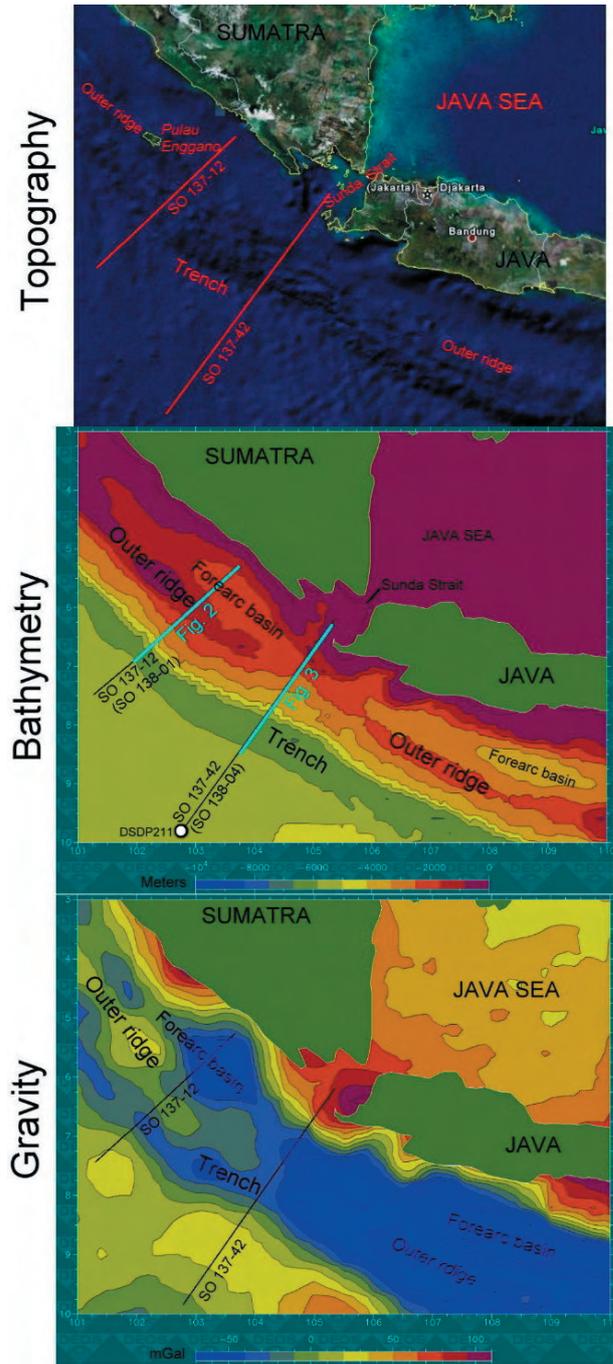


図1 地震探査断面線を記入した地形図、海底地形図、重力図。上図はGoogle・アース (<http://earth.google.com>)、中図・下図はDEOS (<http://www.deos.tudelft.nl/altim/ceo.html>)による。

ションに関する論文には、まじめな研究は何ひとつなかったということである。

私が知っている限りでは、インドネシア弧の深部浸透反射地震探査の報告が3件なされている。これらは、1) 1974年にBeck and Lehnerによって出されたバリ島沖の調査(Hamiltonも1979年にこの図を引用した)、2) スクリップス海洋研究所によるニマス島沖の調査(Moore and Curray, 1980; Moore et al., 1980)、そして最近では、3) ドイツのGEOMARグループによるSONNE号での南部スマトラ沖の調査(Flueh et al., 1999; Kopp et

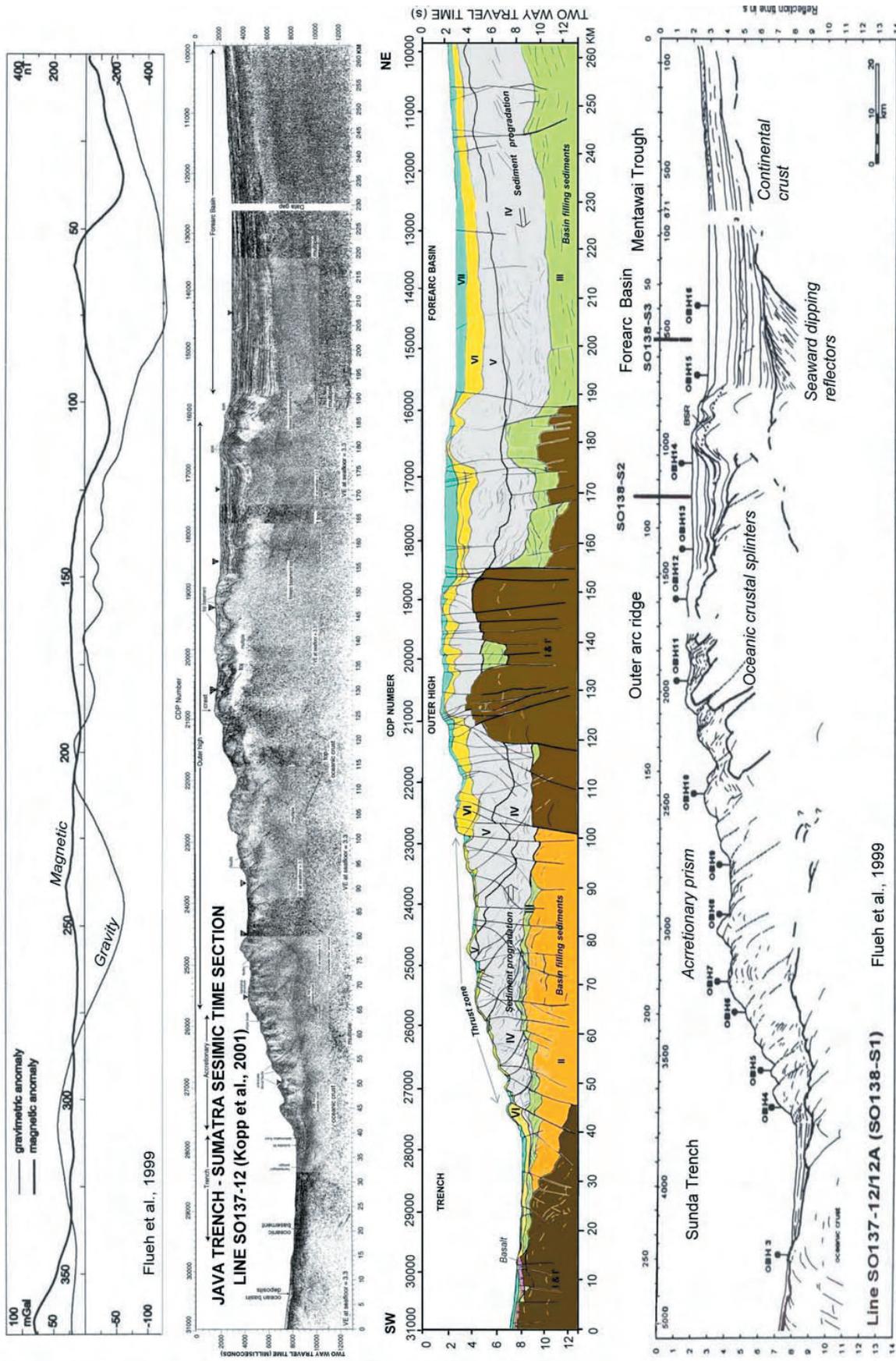


図2 地震探査時間断面 (Kopp et al., 2001), 重力 / 地磁気断面図 (Flueh et al., 1999), および, Flueh et al. (1999) による測線SO137-12の解釈と比較した筆者の解釈による断面図. 筆者とFluehらの解釈における著しい相違に注目された.

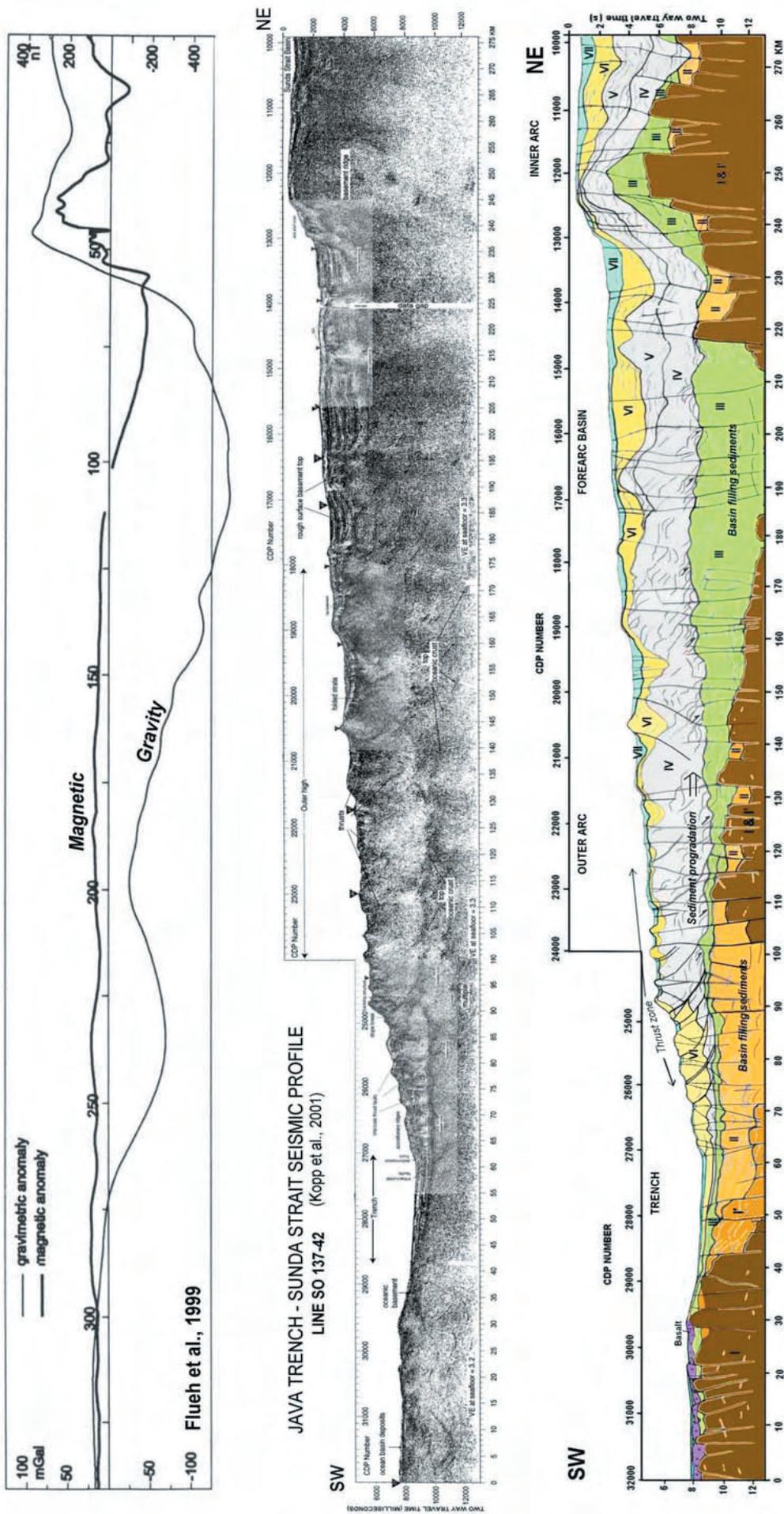


Figure 3. Line SO-137-42 geological interpretation by the author, seismic profile (Kopp et al., 2001), and gravity/magnetic profiles (Flueh et al., 1999).

図3 地震探査断面図 (Kopp et al., 2001) と重力 / 地磁気断面図 (Flueh et al., 1999). 筆者による測線 SO-137-42 の地質学的解釈.

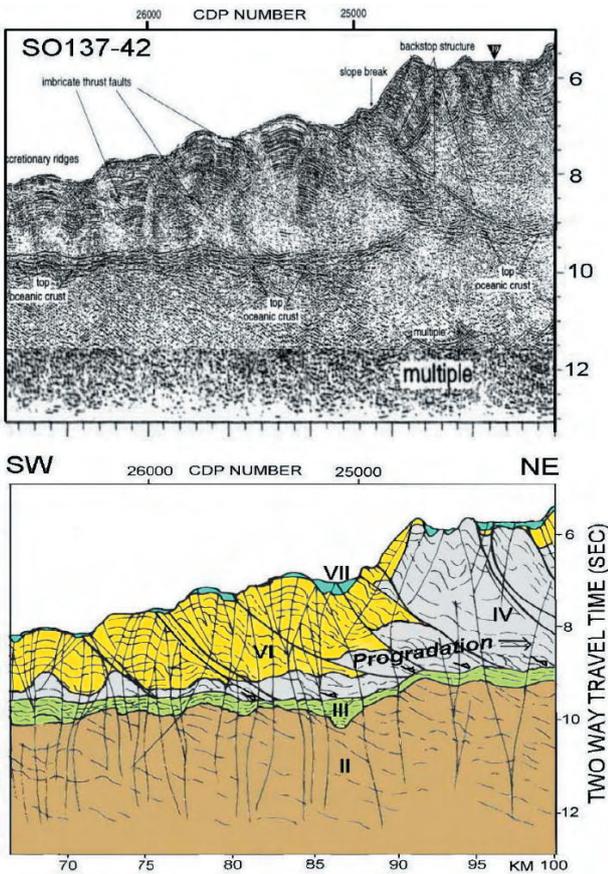


図4 測線 SO137-42 の海溝斜面の拡大図. ユニットIVとユニットVIに影響を与えているたいへん活動的なスラストと海底地形がよく表現されている. かき乱されてはいるが, 現在の陸の方向へダウンラップしている堆積物はユニットIVに見られる. 現在, 深海が占めている南西から供給された堆積物であることを示している. ユニットIVの前進堆積作用については, 図2および図3を参照されたい. スラストの変位は, ユニットIIIの表面で発生していることに注目いただきたい. ユニットVIは上部白亜系~古第三系と考えられるので, スラストの運動は新第三紀に発生した. 一般にこの地域の海底に影響を及ぼしている激しい構造運動は, 新第三紀のインド洋の活発な沈降によるものと考えられる. また, ユニットIIとユニットIIIの間の傾斜不整合, 河川~浅海での堆積作用を示唆するユニットIIIの低角の強い反射に注目いただきたい.

al., 2001; Schluter et al., 2002) である. 私は, すでにバリ島沖の地震探査断面図を, 地質学, 地形学, 衛星による高度測量, など他の有効なデータと連結して解釈し直した. そして, この地域にはサブダクションや巨大スラストはないという結論をくださった (Choi, 2005a). Moore and Curray によって公表されたニアス島沖の断面図は, 主にコンピュータ処理という人為的な結果—複合や移動の問題を含んでいる弱い信号対雑音比 (SN比: 信号と雑音の強さの比, 通信の品質を示す《訳者注》)—による干渉のために, そのまま詳細な解釈を行うには満足すべき質をそなえていない. 最新のドイツの調査に関して言えば, GEOMAR グループによって処理された断面図は優れた解像度をもつにもかかわらず, データの解釈は十分徹底してなされたわけではない. 彼らは, ぞんざいなスケッチ, あるいは厳密に解釈された地震探査断面図を用いることなく, 推論的なサブダクションモデルにもとづいて測線の一部分の解釈線画だけを公表した. であるから, 太平洋周縁部の他地域と同様に (Choi, 2005b),

インドネシア弧の下で沈み込みが実際に起こっているのかどうか判断するために, 信頼できる詳細な地質学的・地球物理学的情報は, 特にスマトラおよびジャワ島沖では得られない. サブダクションの争点に光を当てるために, 私は公表された SONNE の断面図を解釈し直した. ここに, その研究結果を述べる.

利用資料

Kopp et al. (2001) による南部スマトラ沖およびスンダ海峡の2つのマルチチャンネルの深部浸透地震探査時間断面 (図1; Lines SO137-12 & SO137-42) のデジタル画像が取り込まれ, 拡大され, 解釈のために利用された. 北の測線 SO137-12 は NE-SW 方向, パラオ エンガノの南, 海溝から南部スマトラへ設定された. もう一つの平行した測線 SO137-42 は, スンダ海峡から海峡を横切って深海底へ連続する方向に位置している. 彼らの処理は高い質をもち, 学術的基準にかなっていた. すなわち, 浅い海域の中でさえ, SN比は, うまく取り去るかまたは抑制し, 厳密に操作を切り替えて SN比を十分に高めた. この断面図はコンピュータ処理によって高周波信号をうまく表現しているので, 著者は複雑多岐な地下地質の情報を解釈できた. Kopp らの断面図の解像度は, 以前に公表されたバリ島沖 (Beck and Lehner, 1974; Hamilton, 1979) やニアス沖 (Moore and Curray, 1980) を含むインドネシア弧におけるいずれの地震波断面よりもはるかに優れたものである.

音響学的層序とテクトニクス

断面図はシーケンス層位学的方法で解釈された. その結果は, 重力/地磁気, そして地震探査断面図を並べた図2と図3に示されている. また, 図3は, 測線 SO137-12 についての Flueh et al. (1999) による解釈とこの論文の著者の解釈とを比較対照したものである.

南部スマトラ沖の音響層序は, 若干修正されたスマトラ断面の下部ユニット (Units I ~ III) を別にすれば, バリ島沖のそれ (Choi, 2005a) とほとんどあらゆる点で一致した.

Unit I と Unit I' は基盤を形成し, 弱い低周波の, 散在的な, 後者においては不連続な, 反射面を伴う. Kopp et al. (2001) の地震波速度/密度断面図からみると, 基盤は 6.3 ~ 7.2 km/sec の速度範囲を示す. 反射パターンから判断すると, 大きな構造の高まりは, 海溝の海側に存在している. また, 基盤は, 前弧海盆外縁隆起帯の下に, 特に北側の測線 SO137-12 (図3) で, 顕著な高まりを形成している. 断面図は, Unit II の堆積—おそらく前期原生代—の前にひじょうに激しいブロック構造運動が起こったことを示す. これは, この研究域の地質構造の組み立て, すなわち, 両側 (インド洋側と弧の内側—ボルネオ) の大陸にはさまれた巨大堆積海盆と現在みられる外弧の中央隆起の構造を決定した. 後続の構造運動は, 主にこの構造方向の再活動と補足的活動である.

Unit II は、本研究によって新たに識別されたものである。このユニットはバリ島断面 (Choi, 2005a) の Unit III の下部に相当している。このユニットの速度は 5.5 ~ 6.6 km/sec である。スマトラ沖のユニット II は、基盤の下部を占めている (図 2-4)。それは海溝の陸側斜面の下でとくに厚い (10 km 以上)。一般的には、このユニットは明瞭な成層反射面をもち、ゆるく褶曲したり、断層で切断されている。それは、顕著な傾斜不整合を境に、ユニット III によって被われている。ユニット II の分布は、基盤凹地の中に限られている。それは広い範囲にわたって被ったのだが、その後、ユニット III の堆積前に起こった褶曲や断層運動の後、地上に露出した時に削剥されたと考えられる。堆積物の供給源は明らかに今日の海洋地域の中にあり、それは、ユニット II の堆積時に陸を形成していた。ブロック運動は、ユニット II の堆積の後、主に今日の前弧地域に起こり、ユニット III の堆積物に満たされた深い凹地が生じた。南西部 (現在は深海) の基盤ブロックの相対的な上昇は、海溝斜面下のユニット II を、穏やかな褶曲をともなって北東方向に約 20-25° (深度断面図に基づく) 傾斜させた (図 4)。

ユニット III は、前弧の下で最も厚く (そこでは 15 km 以上に達する)、場所によって、基盤の高まり上の谷を厚く埋積している。また、海溝斜面では薄く分布し、深海底では海洋玄武岩の下の基盤を薄く覆っているであろう。しかし、このユニットが、かつては調査地域のほとんどを覆い、広く準平原化した卓上地を形成していたことは明白である：バリ島沖の地震波断面でも、ユニット III がよく観察される (Choi, 2005a)。今後の検証が必要ではあるが、これらの事実は、このユニットが南アジアに広く分布している上部古生界~下部古生界 (先デボン系) の岩層に対比されることを示唆している。それは、とくに前弧海盆の下では、よく成層し、緩傾斜で、よく連続する内部反射面をもつ。低周波反射面は、とくに現在の海溝斜面~外縁隆起帯において明瞭に識別され、おそらく粗粒碎屑物質を多く含む河川~沿岸の湿地性環境下で堆積したと思われる (図 4)。この音波探査断面にみられる堆積様式全般は、今日では深海底になっている地域に大規模な乾陸が存在したことを示す。Kopp et al. の断面図によれば、このユニットは 5.3 ~ 6.2 km/sec の速度をもっている。ユニット III の堆積後、より北方にある外弧の基盤隆起の縁辺断層に沿ってブロック運動が生じた (測線 S0137-12)。この運動は、現在の海洋域と外縁隆起帯の背後にある前弧海盆の全般的沈降によって特徴づけられる (図 2, Shot Point 16,000 と 21,500 の間の大規模ブロック断層)。しかし、南部 (測線 S0137-42) では、内弧縁辺の大規模なブロック運動を除くと、主要な構造運動は、実質的には、ユニット III の堆積後に終息したようにみえる (図 3, SPs 12,000 ~ 12,000)。ユニット IV を堆積させた大規模海進が始まる前に、この地域の全域がかなり長期間にわたって陸上侵食作用を被った。

ユニット IV (3.0 ~ 4.0 km/sec) は、大陸斜面から海岸

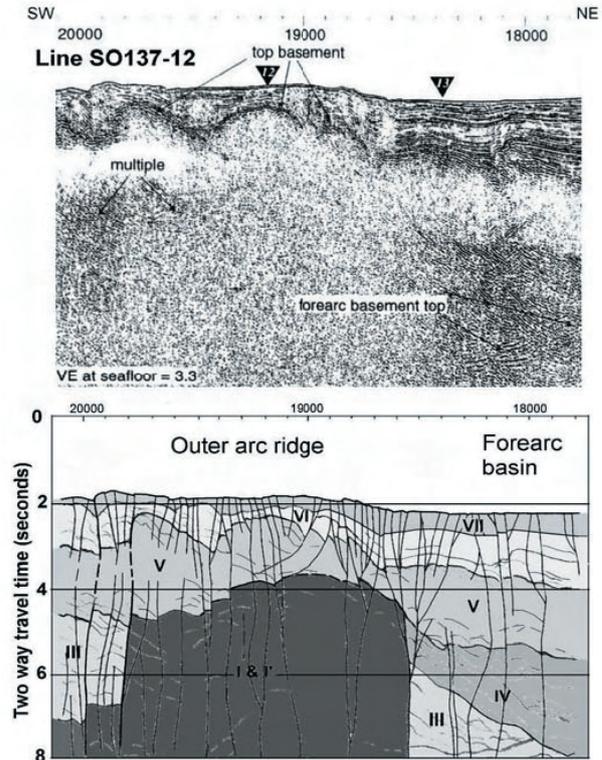


図 5 上図:地震探査断面 (Kopp et al., 2001), 下図:外弧リッジの解釈断面. この測線測線 S0137-12 は、海底を変形させる再活動した基盤断層を示すためのものである。外縁隆起帯 (図 2) ではなく低重力であり、その基盤が比較的低速度であること (3.8-5.0 km/sec- 図 6) は、基盤が主に花崗岩類で構成されていることを意味しているのであろう。基盤岩類の頂部は、熱帯性環境で強く風化されているようで、上位のユニット V とは対照的な、比較的小さい音響的インピーダンス (= 速度 x 密度) をもつ。これが、基盤とユニット V の境界に明瞭な反射面が欠けている原因になっているのであろう。基盤リッジ上のユニット V には、不明瞭ではあるが、南西から北東への前進堆積様式がみられる。この特異な地域のユニット V は、おもに細粒のシルト質堆積物からなる海盆底マウンドであろう。

まで全域に厚く分布していて、研究地域の主要な堆積ユニットになっている。最も厚い断面では、局所的には 12 km を超える。このユニットは、NW と NE の両側から盆地中心 (図 4) へ向かって顕著な前進堆積作用の様式を示すことで特徴づけられる。当時の盆地中心は、今日では、外縁隆起帯を構成する構造的高まりになっている。

この前弧盆地は、ユニット V の堆積時には、縮小したようにみえる。このユニットは、調査地域の南部 (測線 S0137-12) では厚化するが、北部 (測線 S0137-12) では薄化している。北部では、外弧の基盤隆起から海溝斜面にいたるまでユニット V が欠失していて、ユニット V の堆積時に、調査地域が地形的隆起部を形成していたことを意味する。ユニット V の堆積特性は、下位のユニット IV に類似していて、両側から盆地の中央へ向かって顕著な前進堆積様式がみとめられる。正断層に加えて、多くの衝上断層が発達している海溝と外弧の間を除くと、造構作用による構造の擾乱は、ユニット IV と V にはともにみられない (図 2-4)。

ユニット VI と VII は、現在の大洋域が完全に沈水した後、

LINE SO137-12

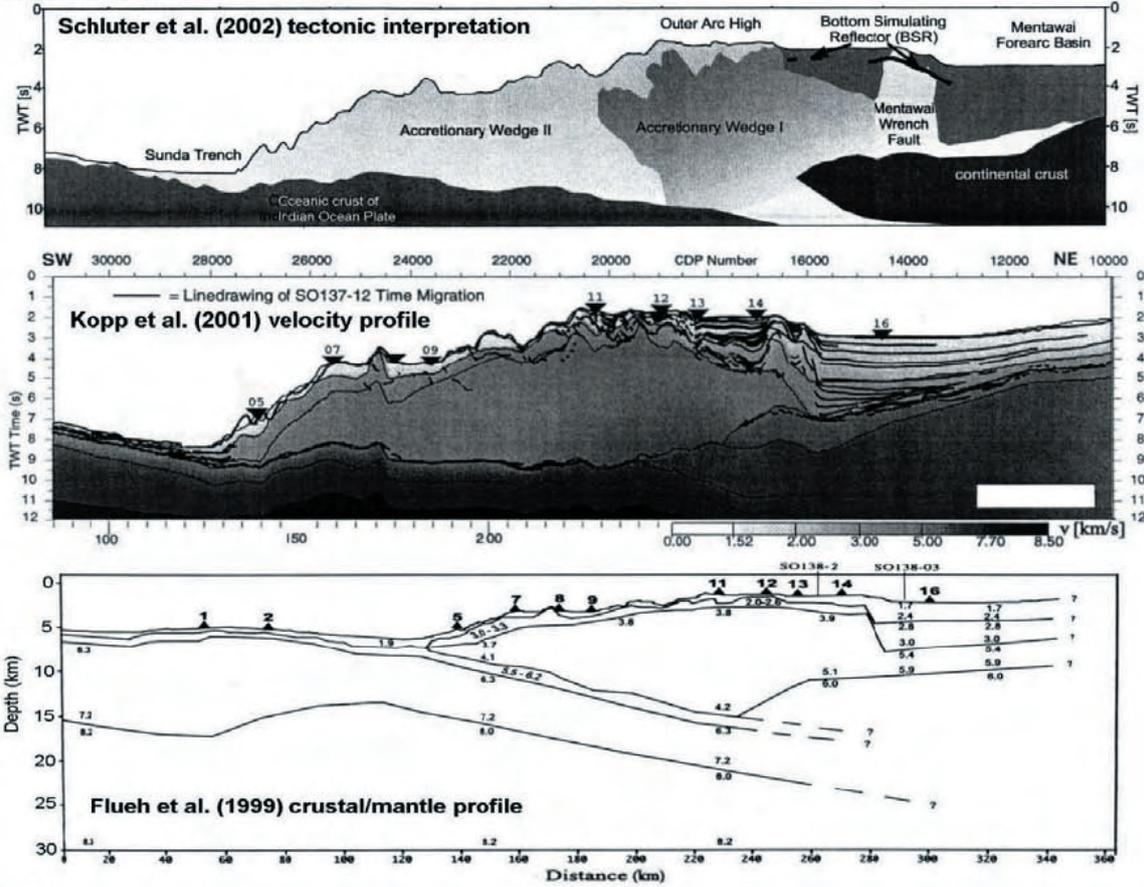


図6 Schluter et al. (2002), Kopp et al. (2001), Flueh et al. (1999) によるさまざまな解釈の比較。上の3図は測線 SO137-12, 下の2図は測線 SO137-42。

堆積したものである。これらの堆積物は、深海底を含む調査地域の全域に分布する。音波探査断面では、この堆積物はよく成層していて、構造的な擾乱はほとんどみられない。ただし、海溝斜面～外弧域には、大規模なスラストが発達する。DSDP211 孔 (位置は図1参照) は、上部白亜系 (Campanian) の含ナンノ化石粘土～軟泥を貫き、海底下 428.6m で含角閃石玄武岩に達した (Shipboard Scientific Party, 1974)。この地点の掘削結果と反射断

面は、後期白亜紀層が本論のユニット VI に対比されることを示した。層序関係から判断すると、ニアス島沖で Beauty and Moore (1981) が “音響層 F” (始新統であることが、探査井で確認) と記述した堆積物が、本論のユニット VI に対比されるであろう。ただし、筆者はこれら2つの海域をつなぐ地震探査側線のデータをもっていない。それゆえ、ユニット VI は上部白亜系～古第三系の堆積層を示すように思える。これは、海溝斜面から外

弧にかけての広域的スラスト運動 (この運動が、海溝の形成と現在の海洋の全般的沈降に関連しているのは明らかである) が新第三紀に起こったことを意味している。Vassiliev and Choi (2001) は、太平洋の縁辺の全域にわたって、同様の事実を発見した。Sunda 海峡 (図 2・図 3) においては、再活動したブロック断層運動は、内側の隆起部 (島弧主部) だけでなく、外縁隆起帯 (図 5) でも顕著である。これは、インドネシア弧で今日氾濫している破壊的地震の原因を考えるうえでとくに重要である。これらの活断層がバリ沖の断面では不明瞭 (Choi, 2005a) になることは注目に値する。バリ島沖断面のユニット III も、堆積後に、比較的弱い構造的擾乱を受けている。しかし、これは、スマトラ沖 (Kopp et al., 2001) とバリ沖 (Beck and Lehner, 1974) のデータの分解能の違いに由来するのかもしれない。それは、後者のデータ取得技術や処理ソフトが比較的古いことに起因する。

上述の新しい解釈は、図 2・図 3 にみられるように、重力データも満足させる。高重力はすべて、構造的高まりに一致している。最も低い重力異常は前弧域に位置していて、地質断面とも一致している。海溝斜面下のやや低い重力異常部も、ユニット II で埋積された基盤凹地に一致する。

筆者は、個々の音響層序ユニットの年代を確定するデータをもっていない。というのは、盛んに探査されてきたインドネシア諸島と北西オーストラリア大陸棚を結びつける掘削データや広域地震探査断面を持っていないからである。しかし、私のこの前の論文 (Choi, 2005a) で識別したように、南部スマトラ沖の層序がバリ沖の層序とほとんど同じであることには、すくなくとも注目すべきである。ただし、バリ沖断面の基盤ユニットはあまり明瞭な記録ではないので、対比から除外されている。筆者は、とりあえず、スマトラの断面に次の年代を当てはめている: ユニット I と I' = 先カンブリア紀; ユニット II = 前期原生代; ユニット III = 後期原生代~前期古生代; ユニット IV と V = 古生代~中生代; ユニット VI = 中生代 (後期白亜紀) ~ 古第三紀; ユニット VII = 新生代 (新第三紀~第四紀)。

再解釈されたスマトラ沖の海溝~前弧海盆の地質断面は、この地域の発達史を通じて鉛直運動が支配的であったことを示す。調査地域のテクトニクスは、ユニット V の堆積時まで陸上に露出していた現在の海洋域が沈降したことによって特徴づけられる。インド洋の沈水年代についてはいっそうの研究が必要であるが、Dickins (2005) と Wezel (1998 & 2005) による研究は注目に値する; 彼らは、南氷洋、インド洋、および大西洋が沈水したのは、前期白亜紀~白亜紀中頃であると述べた。これは、DSDP211 データ、すなわち、この掘削地点が後期白亜紀には深海底下にあったことと矛盾しない。

再解釈された地質断面とプレートテクトニクスによる解釈との比較

私の再解釈が、図 2・図 6 に示された Fluech et al. (1999), Kopp et al. (2001), および Schluter et al. (2002) の解釈と比較される。ドイツ人による解釈はすべて、優勢な鉛直造構運動、層序単元、不整合、シーケンス層序学によって容易に解釈されるはずの堆積様式や堆積作用 (海水準変動に応じた前進堆積作用、ダウンラッピング、斜面堆積作用、盆地底のマウンド) の認識に失敗している。Fluech et al. (1999) が根無しの“海洋断片”と解釈したもの (図 2 下) は、私の解釈では、基盤隆起であることが明確に説明される。この解釈は、この地域の高重力からも支持される。地震探査断面は、“海洋断片”の根が深部へ延びていることを明瞭に示す (図 5)。同じ図で彼らが言っている“海側傾斜反射面群”は、前弧でとくに厚く堆積しているユニット III・IV を含む全ての層序ユニットに観察される。彼らの言う“付加プリズム”は、私のいうユニット IV と VI に対比され、新第三紀の活発なスラスト運動によっていくらか乱されている。彼らの解釈断面は、ユニット III に傾斜不整合に重なるユニット II が見落とされている。

Kopp et al. (2001) が完全な解釈を公表してこなかったのは残念である; 彼らはただ、図 2~5 に再現された断面に直接的注釈をつけただけである。彼らの言う“上部海洋地殻”は“海洋”を表してはいない。それは、ダウンラッピングやマウンド、前進作用といった明瞭な堆積学的特徴を示す。それはよく成層し、断層で切られ、褶曲し、もうひとつのよく成層したユニット III に傾斜不整合で覆われる。斜面下方にある膨大なスラストは、海洋の堆積物の付加体というよりむしろ、中部~上部斜面に過剰堆積物に関与したユニット VI の堆積後に、現在の海溝や深海底に引き続き活発に起こった沈降運動の結果と解釈される方がよい。

Schluter et al. (2002) は、測線 S0137-12 の解釈を図 6 (上図) として公表した。彼らは、“海洋地殻”の上位に 2 つの“付加ウェッジ”を識別した。“付加プリズム 1”には、陸側からくさび状の大陸ブロックが押し込まれている。彼らの“付加ウェッジ 1”は、Fluech らの“海洋断片”に相当する。Schluter et al. の解釈は、地震探査断面に明瞭に観察される構造地質学的、堆積学的、層序学的特徴を完全に無視した押し売りで、また、これまでに十分に確立された地質学の原理への挑戦でもある。彼らの解釈に根拠がないことは明らかであり、この地域の炭化水素探査には全く役立たないであろう。

ここで、図 6 に示された地殻/マントル断面ならびに速度断面をみてみよう。速度値が重ねて表示された Fluech et al. の、そして、Kopp et al. の地殻/マントル断面では、ともに、測線 S0137-42 で 4.9~6.4 km/sec の速度、あるいは、測線 S0137-12 で 5.5~6.2 km/sec の速度を示す“海洋地殻”上部は、外弧の下では深部にあるが、内弧の下では NE 方向へ浅くなる。6.3~7.2 km/sec の速度にもつ“海洋地殻” (8.0 km/sec のマントルの上位に位置する) は、北東方向へ下降していると、証拠も

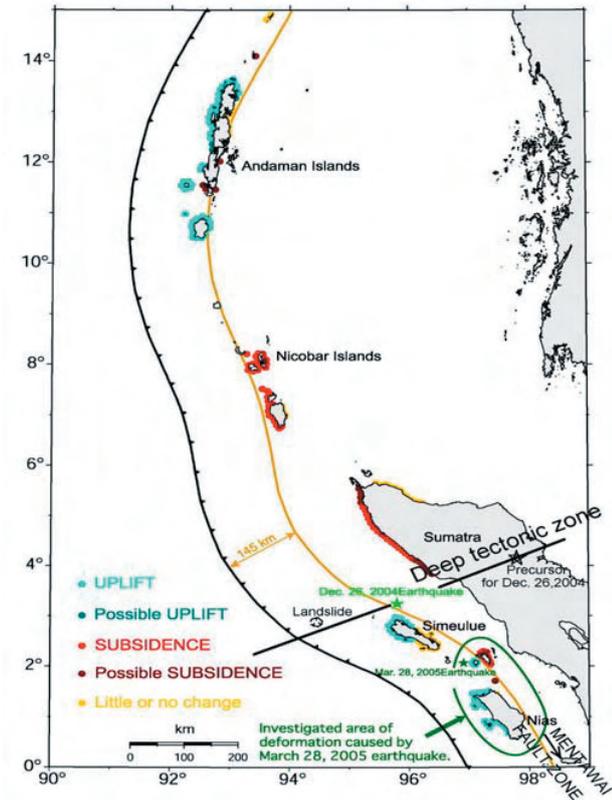


図7. Tobita et al. (2006) は、スマトラ沖で2004-2005年に発生した2つの地震による島の隆起と沈下を示した。Blot and Choi (2004) による深部のNE-SW構造帯と前兆地震、ならびに、英国水路部による大規模地すべりを重ねあわされている。隆起域と沈降域の境界が外弧リッジに沿ってのびていて、Mentawai断層帯 (Diamant et al., 1992) に連続することに注意。

なく主張されているものである。これは、深く沈降し、全層厚20kmを超える堆積物を集積させた地殻の一部と考えられる。これは、無批判にサブダクションモデルを適用して、沈み込むスラブであるとみなすより、ずっと自然な解釈である。

それゆえ、図6に示された“海洋地殻”のサブダクションは、すでに決められた造構モデルによって導かれた、完全に人為的で、空想的な解釈である。彼ら自身のデータが、彼ら自身の解釈と矛盾している。サブダクションは起きていない。終わりである。

最近のインドネシア地震との関わり

この研究は調査地域の地史全般にわたって、鉛直運動の優位性を明らかにした—それは、基盤のブロック運動によって特徴づけられる—。ブロックテクトニクスは、とくに基盤の高まりが伏在する外弧と内弧で活発である。基盤中のブロック境界断層のほとんどは、浅部にのび、海洋底の地形に影響を与えている (図4・図5)。これは、海底を変位させている現在の断層が基盤中の古いブロック境界断層の再活動に由来することを示す。

上記の事実—断層運動を強く受けた基盤リッジならびに深部における基盤断層の再活動—は、最近インドネシア

の大地震が氾濫している原因を考える際にきわめて重要な指針となる。この事実は、応力が基盤のリッジに沿って蓄積され、リッジに沿う断層で開放されていることを意味し、Anfiloff (1992) の“基盤リッジテクトニクス”を強く支持する。

この点について、Tobita et al. (2006) の研究は特別の注目に値する。彼らは、衛星画像 SAR (図7) を用いて、スマトラ北部沖で発生した2004～2005年の2つの破壊的地震 (2004年のクリスマス翌日地震と2005年3月のニース地震) による鉛直変位を図示した。彼らは、外弧の外側で隆起した地域、および、外弧の内側で沈下した地域を見いだした。隆起と沈降の境界は外弧の島列に沿って走り、スマトラ南部のMentawai断層帯 (Diamant et al., 1992) につながっている。これら2つの地震の本震の震央も、ほぼこの境界に位置している。Blot and Choi (2004) はすでに、深部の先駆地震、浅部の本震、および、大規模な海底地すべりが並ぶNE-SW方向の深部構造帯 (図6) に注目した。これらの事実は、最近の壊滅的なインドネシアの地震が、大規模な深部断層帯に沿って発達した基盤リッジのブロック運動に直接関係している、ということを示唆する。これらの事実からみると、水平運動が過度に主張されているGPS観測 (Bock et al., 2003; Subary et al., 2006; ほか多数) は、とくに、商業用GPSの分解能を考慮すると、ごまかしであるとしか理解できない。つまり、商業用GPSの分解能はミリメートルよりもメートルである、といわれている (Smoot, 2001)。そして、インドネシア弧においては、サブダクションやメガスラストは存在しないのである。

2004～2005年に大地震が氾濫したスマトラ北部において、構造地質的な問題を多方面から追求するチームによって、マルチチャンネル地震探査を含む幅広い研究がきちんと実施されることが、今こそ求められている。

炭化水素探査に対する新解釈の地質学的重要性

この研究による予期しない発見の一つは、最大20kmを超えるであろう異常な厚さの前弧海盆堆積物である。世界的にも、このような規模の堆積盆地を見つけることはきわめてまれである。往復走時12秒の断面底部でさえ、よく成層したユニットIIIが明瞭であり (図2)、このユニットの底部は未検出である。前述したように、この一連の堆積層は原生代～古生代である可能性がある。この堆積層の下位には、堆積性ユニットIIが分布する可能性さえある (図2-4)。それを覆うユニットIVとVも前進する三角州堆積物である。膨大な量の炭化水素がこの盆地で生成したことに疑う余地はない。重力図 (図2) は、これらの盆地が閉じていて、基盤隆起に取り囲まれていることを示す。生成した炭化水素の多くは活断層を通じて地表に散逸したかもしれないが、いくつかの乱されていない、炭化水素を胚胎したトラップ構造がまだ残されている可能性がある。当地域の前弧盆地は、鉱床地質的に大きな興味もたれ、さらなる注目に値する。

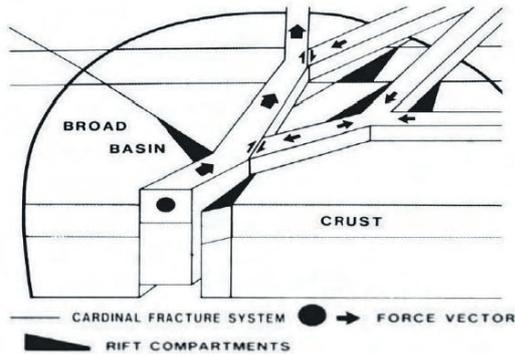


図8 Anfiloff (1992) の基盤リッジテクトニクス。基盤リッジの分岐ネットワークは水平圧縮によって支えられる。大きな矢印で示される水平力が不安定化すると、基盤リッジがわずかに変位し、地殻に狭い隙間ができ、リフトのための空間をもたらす。この造構モデルは、本研究地域のテクトニクスをよく説明する。

結 論

前項で述べたように、検討した地震探査断面には、プレートサブダクションやメガスラストの証拠は見られなかった。これは速度構造や重力断面によっても支持される。私は、音響層序、地震、トモグラフィ、地質および衛星画像について議論した。それらの全ては、インドネシア弧では、一般的に言われるプレートサブダクションやプレートテクトニクスの可能性がないことを明確に示した (Choi, 2005a)。同様の結論は、太平洋縁を含む他の地域でも確認された；音響層序や地史、現在の深海地域における古陸の存在、深発地震と造構運動の類似性など (Choi, 1987; Choi et al., 1990; Smoot and Choi, 2003; Choi, 2005a)。

この研究はまた、この地域の地史を通して、ブロックテクトニクスが優勢なことを明らかにした。これは、基盤ブロックから海底面に延びる多数のほぼ鉛直な断層によって証明される。その造構史は、現在の海洋 (インド洋東部) の全般的沈降で特徴づけられ、この海域はかつて、陸であり、東方の盆地に堆積物を供給していた。その沈降は、新第三紀に最も活発であったに違いない。そのブロック断層は、基盤リッジが伏在する海域でとくに強い。Kopp et al. の素晴らしい地震探査断面図は、これらの事実を明瞭に示している。これは、Anfiloff (1992) の「基盤リッジテクトニクス」(図8) を支持する。インドネシアにおける近年の破壊的地震の氾濫は、この観点から研究されるべきであり、大規模な深部断層帯やブロックテクトニクスとともに、Blot (1992) のエネルギー伝播の概念にも照らしてみるべきだ。これらの4つの観点は、科学的に筋道の通った地震予知方法を確立するためのカギになるであろう。すでに、Blot and Choi は、最近のインドネシア、カシミール、および日本の大地震の解析によって、これらの観点がきわめて重要であることを明らかにした (Blot and Choi, 2004, 2005 & 2006)。

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.
- Beaudry, D. and Moore, G.F., 1981. Seismic-stratigraphic framework of the forearc basin off central Sumatra, Sunda Arc. *Earth and Planet. Sci. Let.*, v. 54, p. 17-18.
- Beck, R.H. and Lehner, P., 1974. Oceans, new frontier in exploration. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, v. 58, p. 376-395.
- Blot, C., 1976. *Volcanisme et sismicité dans les arcs insulaires. Prevision de ces phénomènes*. Géophysique 13, ORSTOM, Paris, 206p.
- Blot, C. and 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.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2005. Forerunners of the catastrophic Kashmir earthquake (8 October, 2005) and their geological significance. *NCGT Newsletter*, no. 37, p. 4-16.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2006. On the recent catastrophic Java earthquake (26 May, 2006) and Merapi Volcano eruption: Their forerunners and regional tectonics. *NCGT Newsletter*, no. 39, p. 12- .
- Bock, Y., Prawirodirdjo, L., Genrich, J.F., Stevens, C.W., McCaffrey, R., Subarya, C., Puntodewo, S.S.O. and Calais, E., 2003. Crustal motion in Indonesia from global positioning system. *Jour. Geophys. Res.*, v. 108, no. B8, 2367, p. ETG 3-1 to 21. doi:10.1029/2001JB00324.
- Choi, D.R., 1987. Continental crust under the northwestern Pacific. *Jour. Petroleum Geology*, v. 10, p. 425-440.
- Choi, D.R., 2005a. Plate subduction is not the cause for the Great Indonesian Earthquake. *NCGT Newsletter*, no. 34, p. 21-26.
- Choi, D.R., 2005b. Deep earthquakes and deep-seated tectonic zones: A new interpretation of the Wadati-Benioff zone. *Boll. Soc. Geol. Italiana, Special volume no. 5*, p. 79-118.
- Choi, D.R., Vasil'yev, B.I., and Tuzov, I.K., 1990. The Great Oyashio Paleoland: a Paleozoic to Mesozoic landmass in the northwestern Pacific. In, *Critical aspects of the plate tectonics theory*, v. 1, Criticism on the plate tectonics theory. Theophrastus Publications, S.A., Athens, p. 197-213.
- Flueh, E., 1999. FS Sonne Cruise Report SO138 GINCO-2, GEOMAR Report 81. 333p.
- Diamant, M., Harjono, H., Karta, K., Deplus, C., Dahrin, D., Zen, M.T.Jr., Gerard, M., Lassal, O., Martin, A. and Malod, J., 1992. Mentawai fault zone off Sumatra. A new key to the geodynamics of western Indonesia. *Geology*, v. 20, p. 259-262.
- Dickins, J.M., 2005. Formation of the present continents, their margins and shelves, and hypsographic bimodality. *Boll. Soc. Geol. Italiana, Spec. Vol. no. 5*, p. 53-59.
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesian region*. Geological Survey Professional Paper 1078, US Government Printing Office.

- Henstock, T.J., McNeill, L.C., and Tappin, D.R., 2006. Seafloor morphology of the Sumatran subduction zone: Surface rupture during megathrust earthquakes? *Geology*, v. 34, p. 485-488. doi:10.1130/22426.1
- Kopp, H., Flueh, E.R., Klaeschen, D., Bialas, J. and Reichert, C., 2001. Crustal structure of the central Sunda margin at the onset of oblique subduction. *Geophys. Jour. Intern.*, v.147, p. 449- 474.
- Kruger, F. and Ohmberger, M., 2005. Tracking the rupture of the Mw=9.3 Sumatra earthquake over 1,150 km at teleseismic distance. *Nature*, v. 435, p. 937-939.
- Moore, G.R. and Curray, J., 1980. Structure of the Sunda Trench Lower slope off Sumatra from multichannel seismic reflection data. *Marine Geophysical Researches*, v. 4, p. 319-340.
- Moore, G.F., Curray, J.R. and Moore, D.G., 1980. Variations in geological structure along the Sunda fore arc, northeastern Indian Ocean. In, Hayes, D. (ed.), "The tectonic and geological evolution of southeastern Asian seas and islands", p. 145-160.
- Ni, S., Kanamori, H. and Helmberger, D., 2005. Energy radiation from the Sumatra earthquake. *Nature*, v. 434, p. 582.
- Schulter, H.U., Gaedicke, C., Roeser, H.A., Schreckenberger, B., Meyer, H. and Reichert, C., 2002. Tectonic features of the southern Sumatra-western Java forearc of Indonesia. *Tectonics*, v. 21, no. 5, 11-1 to 11-15. doi:10.1029/2001C901048.
- Shipboard Scientific Party, 1072. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, vol. 22, Washington (US Government Printing Office), p. 13-36.
- Smooth, N.C., 2001. Fingernails, GPS, and Pacific Basin closure. *NCGT Newsletter*, no. 21, p. 24-25.
- Smoot, N.C., and Choi, D. R., 2003. The North Pacific Megatrend. *Intern. Geology Review*, v. 45, p. 346-370.
- Subarya, C., Chlieh, M., Prawirodirdjo, L., Avouac, J.-P., Bock, Y., Sihe, K., Meltzner, A.J., Hatawidjaja, D.H. and McCaffrey, R., 2006. Plate-boundary deformation associated with the great Sumatra-Andaman earthquake. *Nature*, v. 440, 2 March, p. 46-51. doi:10.1038/nature04522.
- Tobita, M., Suito, H., Imakiire, T., Kano, M., Fujiwara, S. and Murakami, M., 2004. Outline of vertical displacement of the 2004 and 2005. Sumatra earthquakes revealed by satellite radar imagery. *Earth Planets Space*, v. 58, e1-e4.
- Vassiliev, B.I. and Choi, D.R., 2001. Geology of the deep-water trenches and island arcs of the Pacific. *Vladivostok, Dalnauka*, 284p.
- Wezel, F.C., 1998. A young Jura-type fold belt within the Central Indian Ocean? *Boll. Ocean. Teor. App.*, v. 6, p. 75-90.
- Wezel, F.C., 2005. Geological evidence on the formation of the Atlantic Ocean. *Boll. Soc. Geol. Italiana, Spec. Vol. no. 5*, p. 61-78.

ネオテクトニクス時代における山脈の隆起—幾つかのさらなる例 NEOTECTONIC MOUNTAIN UPLIFT: SOME FURTHER INSTANCES

Cliff D. OLLIER - cliffol@cyllene.uwa.edu.au

School of Earth & Geographical Sciences, The University of Western Australia
Crawley WA 6009, Australia.

Leo. W.S. de GRAAFF - Leo.w.s.degraaff@hetnet.nl

Research Foundation for Alpine and Subalpine Environments (RFASE)
Stern 6, NL-1721 DR, Broek op Langedijk, Holland

Francisco GUTIEREZ - fgutier@unizar.es

Dpto. De Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza
C/- Pedro Cerbua, 12; 50009 Zaragoza, Spain.

Sergio GINESU - ginesu@uniss.it

Ist. Geological Mineralogiche, Universita degli Studi di Sassari
07100 Sassari, C. so Angio 10, Italy

Radoslaw DOBROWOLSKI - rdobro@biotop.umcs.lublin.pl
Zaklad Geografia Fizycznej I Paleogeografi, Instytut Nauk of Ziemi
20-033 Lublin, ul. Akademicka 19, Poland.

(小松 宏昭・柴 正博・小泉 潔 [訳])

はじめに

ネオテクトニクス時代の特徴を要約すると、平坦化期間の後につづく最近 200 万年間の隆起運動によって、世界のほとんどの山脈ができた、ということである。もし褶曲作用が起こったとすれば、それは、一般に、平坦化以前のことであり (Ollier and Pain, 2000 & 2001)。したがって、山脈の年齢は隆起年代にほかならず、最新の褶曲年代ではない。ネオテクトニクスな隆起は、活動的大陸縁、受動的大陸縁、大陸内部、および島弧にある諸山脈に影響を与えている。上記の文献では、世界中の山脈の例が記述され、それらとは別に最新の一覧表も公表された (Ollier, 2004; Ollier, 2005a & 2005b)。この論文では、さらなるいくつかの例について述べる。

ヨーロッパの山脈

次の例は、Rutten (1969) の一般化を支持するものである。彼は、西ヨーロッパ高地に関する章で、「つづいて第三紀後期と第四紀に、隆起運動の影響が、広大な、しかし不連続な地域に及んだ。これらの影響が比較的小さく、浸食力があまり強烈でなかったところは、現在、低い高原になっている。しかし、隆起や侵食が比較強く作用したところは高地になっている。」

「一方、これらの地域の歴史において、現在みられる高地がつくられたのは、かなり若い時代のことであり。それは、ヘルシニア造山運動の余波にさえかわるものではなく、第三紀後期～第四紀のことであり。……この時代は、“鮮新-更新世”と呼び慣わされている。しかし、いくつかの場合、特にアルデンヌ (Ardenne) 地方とそれに隣接するライン変成岩山地 (Rheinisches Schiefergebirge) の周辺では、第四紀だけが高地地形に関わっていて、更新世にはじまる隆起運動によって高地がつくられたことが証明されている。」

オーストリア アルプス (L. W. S. de Graaff)

アルプスが高山岳地帯になったのは、400 万年前よりも古くはない。地質学的な背景は複雑であるが、その歴史の一部は北方のモラッセ堆積盆地の発達に反映されている。この盆地は北部アルプスに沿って 1,000km 以上にわたって伸び、幅は Bavaria 地方で最大 130km に達する。

次の情報の多くは、Freudenberger & Schwerd (1996) に記述された Schwerd らの研究から得られた。

モラッセ盆地は、後期始新世以後に存在していたが、主として漸新世に発達した。堆積物としては、泥灰質粘土が主体で、部分的に砂岩や礫岩が占めている。それらは、いわゆる下部 (あるいは古期) モラッセとよばれる変動時堆積物である。堆積物の多くは、北 (ドイツ中部) や北東 (ボヘミア山塊) から供給された。アルプス地区の浸食に由来する堆積物は、初めて顕著な地形起伏が生じたことを示す。下部モラッセは現在の堆積盆にみられる

全埋積層の約 2/3 を占める。漸新世におけるモラッセ盆地の沈降は南部で最も強く、そこでは、北進していくアルプス構成層の前縁付近に層厚 4,000 ~ 5,000m の堆積物が累積した。東アルプスの西部地区では、これらの堆積物の上部は次第に長石に富むようになり (いわゆる花こう岩質モラッセ)、中部アルプスの花こう岩や変成岩からもたらされた砂礫が初めて多量に供給されたことを示す。堆積作用は前期中新世に進行したが、Aquitainian 以降の 200 万年間に堆積が中断した。

2 回目の沈降と堆積作用は、中新世に発生した。これらの堆積物は上部 (あるいは新期) モラッセとよばれる。中新世のモラッセ盆地の一部は、南から供給される粗粒砕屑物によって満たされた。この堆積相は、アルプス中部地区の比較的強い隆起によってはじまった。私の意見では、それが、重力テクトニクスとそれによってアルプス前縁がより北方へ移動したことが引き金になって起こったと考えている。この時期に著しい起伏が生じたことは、確実であろう。中期中新世の上部モラッセの最終堆積相には、巨大な扇状地状堆積物や、一部にはデルタ性礫質堆積物がアルプスにから放出された。しかしながら、これらの堆積物は、遠くのモラッセ盆地までは達しておらず、主に Constance 湖地域に主として発達し、さらには東方のインスブルック (Innsbruck) にまで達した。これは、中新世のこの期間に、アルプスのこの部分に地形起伏が広く発達したことを示すものである。現代の水系に相当するような堆積物の供給はなかったようで、ライン (Rhine) 河谷のような主要水系は存在しなかった。

およそ 1,200 万年前、堆積作用は再び停止した。そして、静穏な期間が 700 ~ 800 万年にわたって続いた。これが後期中新世～鮮新世の侵食期間であり、それはアルプスの地形起伏を極小化させたに違いない。この侵食期間は、Jackli (1985) も記載したように、周辺地域の大部分にも広がっていた。彼はモラッセ盆地、ならびに、ちょうど褶曲しはじめていたジュラ山脈の平坦化もこの侵食期間によるものとした。また彼の見解では、アルプス地区で再開した隆起運動は最近の 400 万年間のことであり、という。

モラッセ盆地の水系および堆積物の運搬方向は、南西から東北東へ、そしてその逆方向へと (ローヌ川とドナウ川の間で) 2 度変化した。東向き水系が再び発達したのは鮮新世の静穏期のことであり、それはドナウ川水系の一部へ発達していった。実際にも、鮮新世の河川系が再構築されることはほとんどなかった。鮮新世の礫質段丘は、ドナウ川自身に沿って認められるだけである。そして、更新世の氷河作用によって、アルプスの麓に沿った河川の痕跡がすべて浸食されてしまった (Schwerd et al., 1996 を見よ)。

大変興味ある点は、古期モラッセがその下の上部白亜系堆積物も含めて正断層によって変位しているのに対し、新期モラッセは変位していないことである。断層系は、

次の2つの方向に発達している。

1) 東部：断層は、ボヘミア地塊の縁(北西—南東方向)に平行して、ボヘミア地塊から遠ざかる方向へ正断層系が発達している。ホルスト状の構造('Landshut-Neuottinger 隆起')が発達していて、それは、モラッセ盆地の北東部(Brauner 地溝)を南西側の主堆積盆地(Wasserburger 地溝)から分離している。これらの地質構造の形成は、ボヘミア地塊の運動に関連していると考えられる(Unger : Freudenberger & Schwerd, 1996 中に紹介)。

2) この断層系は、第2のより若い正断層系によって切断されている。この断層系ははるか西方にも分布し、かつ、アルプス前縁に多かれ少なかれ平行に延びている。さらに、これらの断層のほとんどは明らかにアンチセティックで、後方への回転を示し、北への滑動を示す。Unger は、増大する造構運動に関係した南方からの圧力がより主要な要因になりつつある、と想定した。圧力は、通常、正断層を形成しない。著者は、モラッセ盆地のより非対称な沈降が、重力に由来する実質的な後方への運動をひきおこしたと想定している。後方とは、アルプスの造構的境界を意味する。いいかえれば、スランプ状堆積体が、堆積盆地のより深い部分に向かって後方へ傾く傾向を示した。モラッセ盆地が堆積物によってかなり埋めつくされた後に、すでに後期漸新世の終わりまでに、これら一連の作用が停止した。

古期モラッセは、接近しつつあるアルプス前縁から造構的剪断作用を被っていて、かなりの変形作用を引き起こしている。こうして、モラッセ層は部分的に衝上され、いわゆる褶曲モラッセが形成されたと思われる。それにもかかわらず、この褶曲地帯は西に向かって広くなり、褶曲はより対称的になる。これは、オーストリアの最西端に位置する Vorarlberg で最もよく発達している。この地域の褶曲作用は、アルプス山脈の造構的な外縁に沿って最も強く、そこでは地層がほぼ直立している。私見では、アンチセティックな断層運動は、アルプス前縁に向かう、実質的には後方への重力移動を含んでいると考えられる。これは、アルプス前縁に対するモラッセ層の褶曲作用にも貢献していると考えられる。重力移動は、Vorarlberg における古期モラッセ層の大半にみられる比較的対称的な褶曲を引き起こす主要な要因であると思われる。ここでのモラッセの構造がアルプス本体の押しつぶせ断層や非対称な地質構造とは異なっていることも、説明できるかもしれない。アルプスでは、同様な重力作用によって、造構単元のそれぞれの上端がより北方へ滑動しようとする。褶曲した古期モラッセに近い、あるいは接している Vorarlberg のアルプス層は、最も強烈な造構変形を被っている。前縁部の変形は、はるか後方から作用する何らかの造構力によって引き起こされたと考えられるよりも、むしろ、障害物に向かって進む後方への重力滑動の結果として発生した、と説明しよう。

古期モラッセの断層運動や褶曲運動は、ヨーロッパ

プレートに想定されている沈み込みを重視するあらゆる考え方に対する反証である。沈み込みには、モラッセ堆積物の圧縮によって引き起こされた他のさまざまな変動が随伴したであろう。次のような際立った相違がある：新期モラッセはアルプス山脈を最終的に形成した変動の前に堆積したが、断層や褶曲運動の影響をほとんど受けていない。中新世におけるモラッセ盆地の更なる沈降はあまり顕著ではなく、また断層運動や重力滑動を再生させるほど強くはなかった。モラッセ堆積盆は、あまりにも浅いままであった。造構的剪断をこれ以上除外することはできないが、現在の山脈形成には垂直変動が最終的に主要因としての役割を果たしたと考えられる。これらの作用はモラッセ盆地に影響を与えたが、その結果は、新期モラッセが隆起し、傾動し、侵食を被っただけである。

アルプスの前縁に沿う地震活動は比較的穏やかであり、火山活動は、フランス中央地塊と同様に、ドイツにおいては、はるか北方および北西方においてのみ活発であることが注目される。

以上のことから、ヨーロッパプレートの沈み込みは、古期モラッセの正断層や対称的褶曲の、また、第三紀の侵食期の主たる要因とはなりえない、と結論される。またそれは、最近の400万年におけるアルプスの急激で強烈な隆起と地形形成を説明することもできない。これらの異なったステージと作用は、すべて時間的に不連続であり、主導的な差別的垂直変動とそれに続く重力滑動に関与しているであろう。多くのことがらが説明されていないのが、事実である。そろそろ、プレートテクトニクスよりも、山脈形成に関するより優れた仮説を考える時期にきているものと思われる。

イベリア山系 (Francisco Gutierrez)

NW-SE 方向のイベリア山系は、400km の長さで 200km 以上の幅をもち、イベリア半島の北西部に位置する。広範囲に広がる平坦面は、通常、海拔 1,000m 以上に隆起し、褶曲した中生界～古第三系を裁頂している(図1)。その台地地形は、2,000m 以上に達する山塊(massifs)、ネオテクトニクス期の地溝、カルストポリエ(溶食盆地)、河谷、あるいは、残丘のために、局所的にとぎれるところがある。イベリア山系は海岸線とその沖合いのバレンシア舟状海盆にほぼ直交している。バレンシア海盆は、後期漸新世～中新世に発達した伸長構造で、西地中海リフト系の一部をなす。

イベリア山系におけるアルプス変動は、後期ペルム紀～前/中期中新世に発達した。白亜紀後期の堆積物は、現在のイベリア山系になっているほとんどの地帯が、その時までには海水準近くになっていたことを示す(Segura et al., 2002)。局所的には、それらの上部白亜系は、現在、あるいは、それらが侵食される以前には、海拔 2,000～2,500m 以上にまで隆起していた。ある研究者たちは、現在の海拔高度への隆起運動が、衝上構造を形成した白亜紀後期～前期中新世の圧縮期に起こったと信じ



図1 Albarraçin 山地 (Checa 村地域) では、約 1,600m の海拔高度の浸食平坦面がひろがり、褶曲した中生界を切頭している。

ている。別の研究者たちは、この隆起運動の主要部分は、圧縮期につづく新第三紀に発生したと考えている。

イベリア山系のほとんどにおよんだ中期中新世にはじまる伸張場が、地溝群を発生させた。これらの盆地はイベリア半島の内部に向かって順次若くなっていて、漸新世後期～中新世に沖合い海域にバレンシア舟状海盆を形成したリフティングの西方への伝播を反映している (Capote et al., 2002; Gutierrez et al., 2005)。伸張変形には、2つの主要時相が認められる (Capote et al., 2002)。最初の時相では、前期-中期中新統に始まるリフティングが、まずは、イベリア山系における2つの最大規模の山間盆地を発生させた。それらは、NW-SE 方向のカラタユド地溝と NNE-SSW 方向のテルエル地溝であり、両者とも 100km の長さをもつ。これらの地溝は中新-鮮新世の沖積扇状地堆積物 (層厚 0.5km) によって埋積され、堆積中心では湖成相 (炭酸塩岩～蒸発岩) に漸移する。

最初の伸張時期が終わるまでには、イベリア山系が広範囲におよぶ浸食平坦面 (主浸食面) でできた平滑な地形がひろがっていたことが、伝統的に想定されていた。この仮説的な単一の地形面は、その後に行進したネオテクトニクス期の変形作用の歪像を特定するひとつの指標として広く利用されてきた (Pena et al., 1984; Simon, 1984; Gutierrez and Gracia, 1997)。しかし、いくつかの地域での慎重なマッピングによって、階段状のいくつかの平坦面が存在することが明らかにされた (Gracia et al., 1988, 1996, 2002)。幸いにして、カラタユドおよびテルエル地溝では鮮新統石灰岩ユニットの堆積面 (図2: Pena et al., 1984; Gracia et al., 1988; Gutierrez, 1998)、ならびに、カタロニア海岸山脈に関連した地帯の下部中新統の碎屑物ユニット (Guimera and Gonzalez, 1998; Gonzalez et al., 1998) に地形的に連続していることにもとづいて、局所的ではあるが、いくつかの平坦面の形成年代が特定された。ほとんどの浸食平坦面が示す次の特徴は、それらの平坦面群が後造山期のある年代に形成されたことを支持する。すなわち、(1) それらが、褶曲した中生代～古第三紀の岩石を切頭している；(2) 局所的ながら、それらは、地形的に中新-鮮新世の後造山期堆積物に連続する；(3) それらは、圧縮性の構造によって影響されていない；(4) それらは、一般的に新第三系の構造盆地に向かって階段状に

下り、あるいは、傾斜している。

鮮新世～第四紀における第2伸張時相は、イベリア山系中央部において、いくつかの最も顕著な地形-造構特性を形成した。この時期の伸張ブロックテクトニクスは、浸食平坦面を変形させ、鮮新統の傾動や断層変位をとまなう Calatayud 地溝・Teruel 地溝の再活動をひきおこし、既存の新第三紀地溝群の西側に新しい半地溝を発生させた。これらの断層角盆を制御する主断層のいくつかについて、250m 以上の鉛直隔離と 0.06mm/年以上の変位速度が見積もられた (Gutierrez et al., 2005)。

中新世のイベリア山系に影響を与えた差動的鉛直運動は、たぶんバレンシア舟状海盆の西肩の上方撓曲作用に関連した造陸的 (epeirogenic) 隆起運動に付随するものだろう (Janssen et al., 1993)。鮮新世になると、この隆起運動は東イベリアとバレアレス諸島にまで拡大した。この広汎な隆起は、いくつかの場所では、離水した海成鮮新統の現在の海拔高度によって実証された運動である (Janssen et al., 1993, および、その引用文献)。この全般的隆起は、地溝をより深くすることやイベリア山系における水系の下方浸食と谷頭方向への伸長をもたらし、新第三紀と鮮新-第四紀の盆地を endorheic (閉鎖盆地) から exorheic (河川が流出する盆地) の状態に変化させた (Gutierrez et al., 1996)。

ベティクス (C.D. Ollier)

スペイン南部のこの山岳地帯は、カディツから西方に連なり、その構造はバレアレス諸島へ連続する。山地の中核は、花崗岩の進入を受けた古生代の堆積岩である。中生代層が山頂部に堆積していて、北側に衝上する。山脈の北部にはジュラ系～白亜系の地塊が分布し、それらは、重力テクトニクスによって三畳紀蒸発岩層上を滑動したものである。それらと対称の関係にある、南側に衝上するナッペが北アフリカのリフ山脈で発見されている。

浸食平坦面の遺物がベティク山系に保存されていて、それらは一般にポンティアン階 (中新世末期) に形成されたことが合意されている。そして、それらは鮮新世に隆起した (Choubert and Faure-Muret, 1974; Rondeel and Simon, 1974)。



図2 ジュラ紀の炭酸塩岩 (Cerro Gordo) と地形的に接する新第三紀テルエル地溝 (Alto de Celadas) の下部鮮新統の湖成炭酸塩岩を切頭した海拔約 1,200m の浸食平坦面。

Rodriguez-Fernandez and Sanz de Galdeano (2006) は、グラナダ山間盆地の研究からえられた情報をもとに、わずかに早い形成時代を示した。沈降と堆積作用はトートニアン階後期（後期中新世）に最大であった。その期間には、周辺地域が隆起して、顕著な地形起伏を形成した。この盆地への海進は、8.5～7.2Ma の期間に起こった。海退は、陸側の造構的隆起によって引き起こされた。グラナダ盆地の基盤の最低点とシエラネバダ山地の最高点の比高は約 5,000m である。隆起速度はトートニアン階後期に最大となり、約 700Ma^{-1} と見積もられる。この山地の最大平均隆起速度は、8.5Ma 頃の 200Ma^{-1} である。

Braga et al. (2003) は、全体的には、同様の結論に至った。彼らは、この地域の最初の陸地は中期中新世に出現し、トートニアン階末に大きく隆起したと言う。シエラ・カレラ産地はメッシニアン階後期に出現し、西から東へ順次隆起したことを示す。彼らは、シエラ・デ・ガドゥ山地の最大隆起速度を約 280Ma^{-1} と、また新第三紀後期の平均隆起速度を 200Ma^{-1} と算出した。彼らは、「連峰の斉一的高度は、それらが初めて離水し、最も高い山脈が海面上に初めて現れた時の状態を反映する」と述べている。これは、実際の山脈の形成には、圧縮と褶曲よりも、むしろ鉛直方向の隆起が重要であることを強調したものである。

サルジニア (Sergio Ginesu)

サルジニア島は、チレニア海と西地中海をわける島である。基盤は古生代後期（ヘルシニアン）の花崗岩プルトンに侵入された先カンブリア代と古生代の変成岩からなる。ひとつの南北方向のリフトが漸新-中新世に形成され、それは漸新-中新世の火山岩と海成堆積物によって埋積されている (Lecca et al., 1997 とその引用文献)。リフトは中新世後～更新世のいくつかの伸張時相により大きな影響を受けた結果、地溝は、複数の古生界隆起ブロックによって分割され、複雑な構造を示す (図3)。

鮮新-更新世の造構作用は、さまざまな玄武岩質火山活動を伴っていて、それらは、チレニアン海のオープニ

グに関連しているであろう。また、サルジニア-コルシカ島のブロックが、スペインとフランス（東西方向の位置関係）の間にあるリオン湾から、西地中海のオープニングにもなって現在の南北方向の位置まで漂移したと思われる。

サルジニア島中央部のリフトが、西部のいくつかの地塁と、東部の連続的の山地とを境している。この山地には、古生代後期の浸食平坦面が今でもよく保存されている。この浸食面が“ヘルシニア準平原” (Vardabasso, 1951) であるが、“後ヘルシニア浸食面”または“二畳-三畳紀浸食面”と呼ぶ方がよりよいだろう。

この浸食面は、古生代後期に、基盤の変成岩や火成岩を切頭した。そのひとつの例が、図4に示される。後ヘルシニア浸食平坦面の遺物は、サルジニア島が、個々に変位したブロックの寄せ集めであることを示している。

中～南部と北東部のガルウラ花崗岩地区では、隆起運動がペルム-石炭紀とジュラ紀前期の間に起こった。その時、サルジニア島の内部は海に水没した。東部の高地（約 $200 \times 50 \text{ km}$ ）は、ネオテクトニクス運動の著しい影響を受けて、隆起・沈降・傾動などの運動によって新しい変動地形が形成され、後ヘルシニア浸食平坦面はとどころで浸食されつくされた。

より若い浸食平坦面が、漸新-中新世火山岩類を切頭していて、その形成期は、サルジニアリフトの一部に海が浸入した前期-中期中新世である。後の浸食作用によって中新世の海成被覆堆積物が削剥された結果、先在した地形が発掘された。そして、この浸食平坦面は、サルジニア島北部の地形景観の多く部分の中に今だに残されている。

サルジニア島では、前期～中期更新世の2つの重要な浸食平坦面がひろく観察される。最もよい例が、島の北西部（ログドロ地区）と中央部の東海岸（バロニエ地区）に存在する。島全体から集められた鮮新-更新世火山岩類の多数の放射年代（5～0.1Maの範囲）は、更新世に

おける地形進化に制約条件をあたえる。

さらに、さまざまな浸食平坦面やサルジニア島自身を隆起させた造構時相を、隆起速度にもとづいて見積もることができる。

鮮新-更新世の玄武岩台地群にもとづいて、上昇速度の異なる4つの地帯を識別することができる。第1の台地は北部中央(ビッティ台地)に位置し、現在では750~800mの海拔高度にある。2番目の台地は南部中央部分に位置し、高度約950~1,000mにある。

後ヘルシニア浸食平坦面の南部と北部は、より低い高度にある。最北端(ガルーラ地区)は約450~500mで、南部(エスカラプラノ台地)では400~450mである。頂部に3.5Maの玄武岩溶岩を残すエスカラプラノ台地は、フルメンドサ川(サルジニアで2番目に大きい川)に削剥されて、エスカラプラノ渓谷をつくる。このことから、前期鮮新世以降に約250m隆起したことが見積もられる。この値は、約500m隆起したログドロ地域(島の中北部)で最新の玄武岩活動期(2.0Ma)に形成された水系変化に関連した“地形の逆転”過程によっても確認される。静穏期の後に、0.5~0.7Mに隆起運動が再発し、その時、サルジニア北部が少なくとも60mほど上昇した。要約すると、更新世を通じて、サルジニア北部が少なくとも350m隆起したわけである。

Lublin [ルブリン] 高原 (Radoslaw Dobrowlski)

ポーランド南東部のLublin高原は、Meta-Carpathian [メタカルパチア] アーチの一部であり、このアーチはCarpathian前縁の複背斜状隆起部にあたる。その南縁は、急崖で境されたRoztocze リッジと呼ばれるより高地になっている。このリッジは、地塁様の単一地形単位である、と考えられている (Burazynski, 1999)。

Lublin高原の深部基盤として次の構造単元が存在し、NW-SE方向にのびている。(1)東部ヨーロッパ剛塊の隆起断片:先カンブリア紀の結晶質岩類・堆積岩類からなり、いくつもの地塁構造を形成。(2)剛塊周縁の低位断片:大陸周縁の弱く変形した上部古生界からなる。(3)下部古生界の分布地域:バイカル期とカレドニア期に褶曲。これら3つの地質単元を境する断裂は、大規模な横ずれ断層であり、アルプスサイクルをはじめとする各構造サイクルを通じて継続的に活動した断裂系として、ひろく認識されている。

Lublin高原の地形は、さまざまな規模の鉛直ブロック運動に由来する。従来の説明 (Jahn 1956; Harasimuuk 1980; Palienko 1982; Buraczynski 1999; Maruszczak 2001)によると、この地形景観は、Meta-Carpathianアーチの周期的隆起と、それらの間の長期にわたる平坦化のくりかえしの結果として形成された。次の3つの浸食平坦面(高度測定における3つの主要レベル)が確認され、それらは、それぞれCarpathian浸食平坦面に対比され

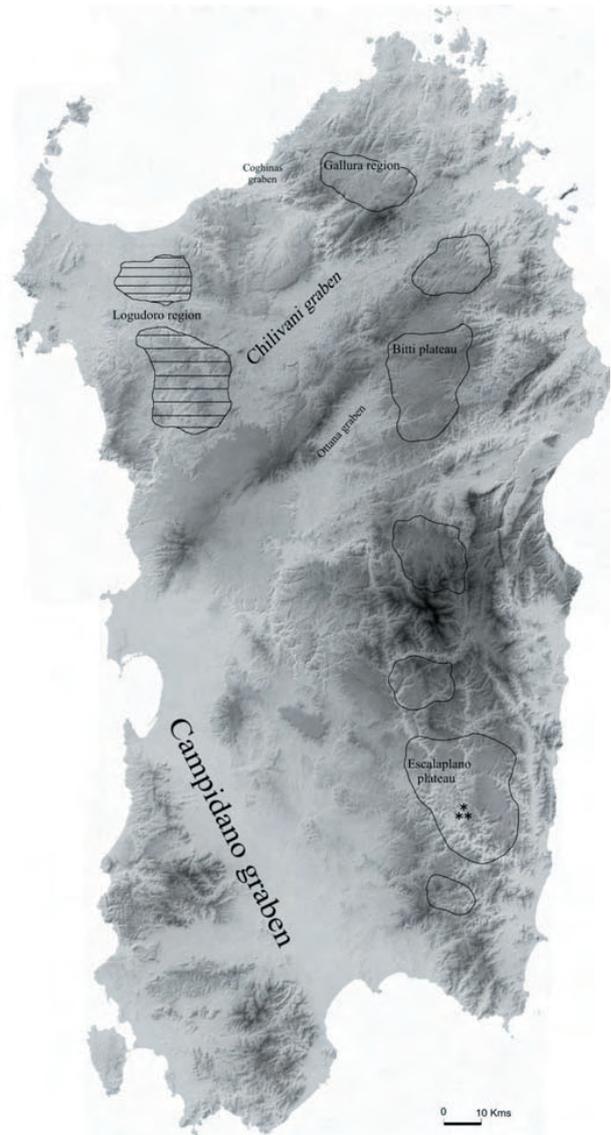


図3 後ヘルシニアンの浸食平坦面が存在する領域の分布(黒い境界線)。点は中生代石灰岩に覆われた古土壌の分布域。

ている。

- (1) 高位面: 前期鮮新世 (Roztocze 地域では海拔 320~350m, Lublin 高原では海拔 270~285m)
- (2) 中位面: 中期鮮新世 (Roztocze 地域では海拔 300~330m, Lublin 高原では海拔 250~260m)
- (3) 低位面: 前期更新世 (現谷底からの比高 20~30m)

隆起運動が活発化した新第三紀~更新世の連続的事件は、一般に、次の時相に関連する。

- (1) Styrian (後期 Langhian/ 前期 Serravallian = およそ 14Ma): 地塁構造として Roztocze リッジが初めて隆起: その結果、アンチセチックな縦ずれ断層系が発達し、それが南縁の急崖を形成した (Jaroszewski 1977)
- (2) Moldavian (中期 Tortonian = およそ 9.5Ma): 隆起運動が著しくなり、Lublin 高地からの Sarmatian (= 後期 Serravallian/ 前期 Tortonian) 海退が発生するとともに、横断方向の地溝の発達ともなう Roztocze 地域の主要ブロックが隆起した (Maruszczak 2001)



Fig. 4. A view of the post - Hercynian erosional surface in the south eastern of Sardinia, cut by the Flumendosa river.

図4 サルジニア島南東部における後ヘルシニア浸食平坦面の地形景観。Flumendosa川によって解析されている。

(3) Attic (中期 Zanclian = およそ 4.2Ma) : 比較的顕著な隆起運動が発生し, 著しい浸食作用によって Sarmatian 期の堆積面が解析された. (Roztocze 地区: 断層ブロック造構運動が強く発達)

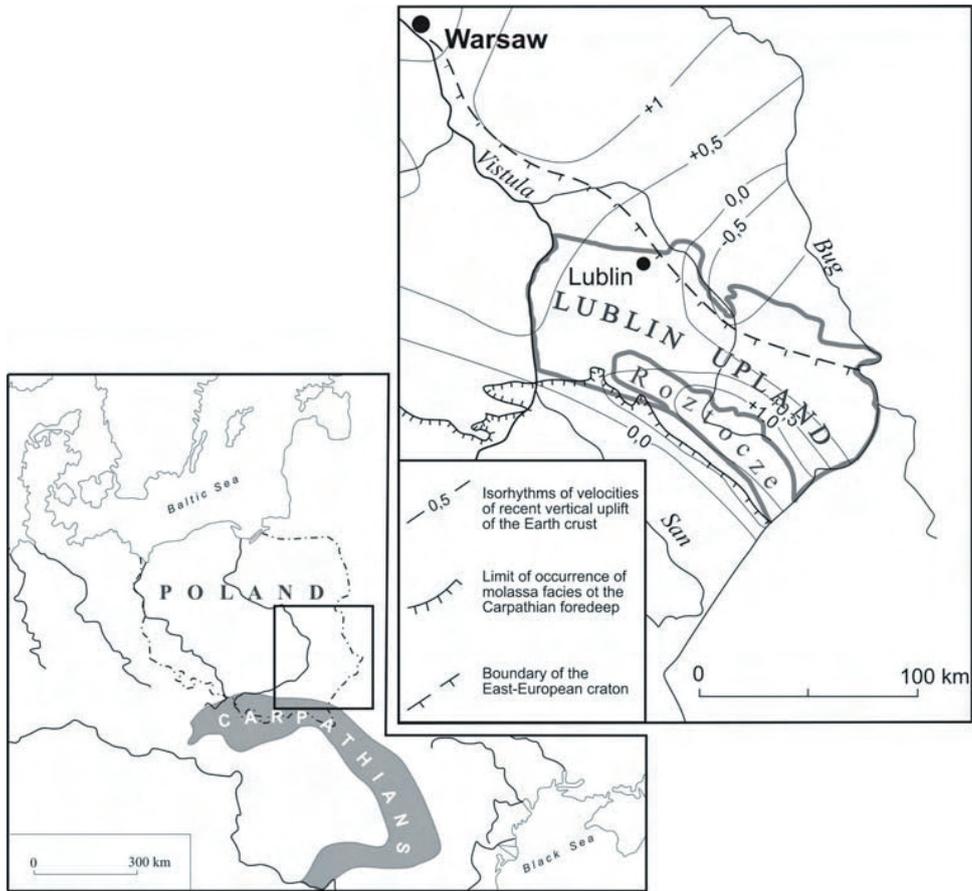
(4) Rhodanian (前期 Piacenzian = およそ 3.3Ma) : 隆起の規模・速度は Attic 時相に類似 (Maruszczak 2001), 前期鮮新統の浸食平坦面の解析

(5) Wallachian (初期更新世 = およそ 1.8Ma) : 強くはないが有意な隆起が Meta-Carpathian アーチ北部の急崖

を形成し, それを浸食凹地が深く解析 (それらの間の Vistula, Wieprz, および Bug 川沿いには, 先行河川が発生)

(6) Pasadenian (中～後期更新世 = およそ 0.8 ~ 0.01Ma) — 氷河性アイソスタシーと同期したネオテクトニックな運動の反復; それらは間接的に, 交互に起こった河谷の埋積と解析の繰り返しを制御した.

Meta-Carpathian アーチ東部における新第三紀～更新世



第5図 Lublin 高地における現在の鉛直地殻運動 Kowalski and Liszkowski (1972) による。

の隆起規模は、浸食平坦面の浸食・削剥の程度にもとづいて見積もられている。隆起量は、Lublin 高原西部の約 200m から東部の Roztocze 山地の 350m の範囲である (Palienko 1982; Maruszczak 2001)。それぞれのブロックにおける現在の鉛直運動 (第5図) は、約 0.5mm/年 (Lublin 高地)、約 1mm/年 (Roztocze 山地) と見積もられる (Kowalski & Liszkowski 1972)。

Cevennes [セベンス] (C.D. Ollier)

Cevennes は、ほんとうは1つの山地ではなく、Massif Central (中央地塊) 高原の端にある高地である。この高原は北西へきわめて緩やかに傾いていて、南東縁は地中海に面する巨大な断崖 <Great Escarpment> によって境されている。それは、基本的には、解析の進んだくさび状地形 <wedge> であり、もともとの傾斜した高原面は、わずかに残存しているだけである。Giusti (2005) は、Cevennes の隆起運動には、白亜紀～第四紀にかけての多くの時相が関与してきたことに注目している。彼自身は、長期間にわたり、しだいに加速される隆起運動が確かであると信じている。「リヨン湾周辺の堆積速度は、高地にはめこまれた地形や低地の浸食平坦面 (両者の形成は中新世) とともに、最近の大規模な広域的隆起を示している。」

Pyrenees [ピレネー] 山脈 (C.D. Ollier)

Pyrenees の歴史のまとめた印刷物が、2005年の第6回

国際地形学会議の巡検の際に、参加者に配布された。この山地の中核部は、古生界ならびに二畳紀花崗岩でできていて、白亜紀～始新世被覆層は褶曲している。平坦化作用は後期中新世に進行し、隆起運動は鮮新世である (Sala, 1984)。氷河作用を一度しか経験していないことは、この山地が最近になって隆起したことを証明する。

Calvet (1999a) はピレネー山脈東部について、「造山運動は変化が激しく、非常に突発的に起きる現象であり、いくつかの時相をもつように見える。そして、最新の時相、すなわち、後期中新統以降に進行した加速度的で、全般的な隆起運動だけによって、現在の山々ができあがった」と述べた。最後に平坦化作用を受けたのは、6～9Ma である。

Calvet (1999b) はピレネー山脈東部について、さらに、「第四紀前半までに再活動してきた数 100m 規模の引張性断層運動が証明され、削剥によって作られてきた既存の地形起伏を拡大した。正断層が後造山期隆起のより広い時代範囲で発達した。」と記述した。(彼の「造山運動」という用語は、山地の隆起ではなく、内部構造の形成を意味する)。そして、「第四紀中頃以降、現在にいたるまで、地表面の隆起運動が、地形起伏の形成にもっぱらの役割をはたしている。ピレネー山脈は鮮新世末以来、合計で 1,000m ほど隆起した」と述べている。

ここでは、次のことがらを述べておこう。Babault et al. (2005) はピレネー山脈の浸食平坦面の実在性に疑問

を持ったが, Gunnell & Calvet (2005) が効果的に回答した。そのみならず, 約 30Ma 以降は, ピレネー山脈の東端部が受動的大陸縁であったことを, あわせて指摘した。また最近では, 気候変動あるいは海水準変動がピレネー山脈を隆起させたとの意見がだされたが, Gunnell & Calvet (2005) は, 基本的には造構力によって, ピレネー山脈が現在にいたるまで断続的な地形進化をとげてきたことを証拠づけた。

ヨーロッパ以外の山脈

Timor [チモール] 島 (C. D. Ollier)

Timor 島は島弧の一部で, 3,000m 近い海拔高度の山脈をもつ。新第三紀の褶曲運動の末期までは, 一連のナッペ岩体が海洋底の深部にとどまっていた。それ以降の鉛直運動が山脈, および, それを覆っている階段状珊瑚礁の蓋を隆起させた。初期の隆起速度は 3mm/年であったが, 後には 1.5mm/年まで減速した (Audley-Charles, 1986)。De Smet et al. (1990) によると, 隆起運動は, 次の 2 つの主時相に起きた。1) 約 2.2 ~ 2.0Ma の 750m の急激な隆起によって北部 Timor の各地が離水した。2) その後の静穏期をへて, 0.2Ma に始まる第 2 の急激な隆起運動が現在にいたるまで継続している。隆起速度は, 5 mm/年から 10mm/年まで変化した。

Papua New Guinea [パプアニューギニア] の Finisterre 地域 (C. D. Ollier)

Finisterre 山脈は, 最近の 4Ma に隆起したことが知られていて, おそらく, その大部分は最近 2Ma に隆起したと考えられている (Abbott et al., 1997)。

漸新世~前期中新世の火山岩類が, 新第三紀~第四紀の海成炭酸塩岩によって不整合に覆われている。これらの堆積層は, 広範囲にわたる褶曲を形成していて, 背斜状構造をかたちづくる。背斜構造は解析され, 深い峡谷によって, いくつかの高い台地群に分割されている。

Nokopo 層の泥灰岩が高原のほとんどを覆っており, それから産出する多くの化石は堆積年代と古水深の見積もりを可能にする。年代および古水深の見積もりには最上部層準の地層が利用され, 15ヶ所の地質が記録されている。いくつかの証拠によって, 最近の時代における高原の浸食がわずかであることが解明された。

現在の海拔高度は約 2,500m であり, これは, 最近の 100 ~ 200 万年間の隆起量にほぼ匹敵する。いろいろな条件において隆起速度を計算すると, それは 0.8 ~ 2.1mm/年の範囲になる。これは, 最近 2.1 万年間における Markham 渓谷での 2.0 ~ 7.6mm/年や, 最近 34 万年間における Huon 半島の 3.0 ~ 0.5mm/年という隆起速度としても実測される。実測結果は類似した値を示すので, これらの速度は, 彼らが名づけた造構性地形面隆起速度

(Tectonic Surface Uplift Rate) の近似値として適切であると考えられる。

地球物理的考察は, 隆起の原因が地殻の厚化であるとの結論を導く。

結 論

山脈の起源についてのほとんどの論文や, 事実上すべての最近の教科書において, プレートが衝突したり, 沈み込みが起きる場での圧縮作用に由来する, プレートテクトニクス流の山脈形成論が強調されている。例えば, 「白亜紀中頃以来のアフリカとヨーロッパの収束はほとんど北向きに働きつづけ, これは, 伝統的にアルプスの短縮方向と見なされている。」(van der Pluijm & Marshak, 1997, p. 410)。ピレネー山脈について, Duff (1992) は「イベリアとヨーロッパの間の収束に関わる変形は, 中新世に終わったことに留意することが重要である」と述べている。もし山脈がプレート境界に都合良く位置していなかったら, 我々は「これらの“古代”の山系は, 現在のリソスフェアプレートの境界とはほとんど, あるいは, 全く関係がなく, 数億年前に形成され始めた。若くて活動的な造山帯ほど劇的でないにしても, 年代やプレート縁からの距離にかかわらず, これらの山系は未だに変形しつづけている (Owen, 2004)」と述べるであろう。本論文で紹介した実例のうち, Massif Centrale, Sardinia 及び Lublin 台地は “Alpine Chain (アルプス山系)” には属さないが, それらは全てネオテクトニクス期の隆起をしているのである。

プレートテクトニクスは, 正反対の事象—山脈の隆起と堆積盆地の下方撓曲, 沈み込みと表層テクトニクス—を説明することができる。「したがって, 長期間の沈み込みは大陸を押し下げる」(van der Pluijm & Marshak, 1997, p. 469) という事象は, 沈み込みによる山脈形成とは正反対であるように見える。プレートテクトニクス概念によって, 山脈の形成が単純化されることが, それが無合理であろうとも, 悲しいことに, あまりにもしばしばくりかえされてきた。そのような軽薄な早とちりをする前に研究すべき膨大な情報を無視して, “衝突” や “沈み込み” が山脈形成に奇術的な説明をあたえてきた。

我々は実際の山脈の地形を観察することができるだけであり, もしプレートテクトニクスの説明が有効であるとすれば, それを理解することができる。しかし, ここで簡潔に記述した多くの山脈形成の実例はすべて, ネオテクトニクス期の造山運動という概念, ならびに, 山脈形成における鉛直隆起運動の卓越性を支持し, プレートテクトニクス仮説を支持しない。

これらの実例は, 山脈研究に利用されうる手法のひろがりを示している。それらは, 他の地質学的手法とともに, 地形学と堆積学の融合の必要性を示す。浸食平坦面はまさにナッペ境界面と同程度に重要であり, 山脈隆起の研究においては核心的な重要性をもつ。花崗岩の露出時

期, 水系パターンの進化, および, 盆地における堆積作用の変化傾向などのようなさまざまな観察事実にはすべて, 造山運動のプロセスを研究するうえで重要な意義がある. そして, この論文で記述された事例は, 造山運動が進行している地域では, プレートテクトニクスで想定されている圧縮場ではなく, 展張場が卓越していることがくりかえし示された.

基本的メカニズムは, この論文ではほとんど説明されていない. すなわち, 鉛直隆起の原因や, それが最近の地質時代に起こった理由は, 未だに解明されていない. 想定されている側方圧縮 (ヨーロッパブロックに衝突するアフリカブロック) や沈み込み (例えば, ピレネー山脈下へのスペインとフランスの沈み込み) に鉛直隆起を関連づけて説明することは有効ではなく, この問題の解決には, 関与する時間スケールが端緒になると思われる. なんらかの深部作用が鉛直隆起の原因であることに疑いがないが, それが何であるかを憶測するよりは, 地表部の研究—山脈それ自身の研究—によって導かれる制約条件を研究することがより良い方法である. そして, これが, この総説の目的でもある.

文 献

- Abbott, L.D., Silver, E.A., Anderson, R.S., Smith, R., Ingle, J.C., Kling, S.A., Haig, D., Small, E., Galewsky, J. and Sliter, W., 1997: Measurement of tectonic surface uplift rate in a young collisional mountain belt. *Nature*, v. 385, p. 501-507.
- Audley-Charles, M.G., 1986: Rates of Neogene and Quaternary tectonic movements in the Southern Banda Arc based on micropalaeontology. *J. Geol. Soc. London*, v. 143, p. 161-175.
- Babault, J., Van Den Driessche, J., Bonnet, S., Casteltort, S. and Crave, A., 2005: Origin of the highly elevated Pyrenean peneplain. *Tectonics*, 24, TC2010, doi:10.1029/2004TC001697.
- Braga, J. C., Martin, J.M. and Quesada, C., 2003: Patterns and average rates of late Neogene —Recent uplift of the Betic Cordillera, SE Spain. *Geomorphology*, v. 50, p. 3-26.
- Buraczynski, J., 1999: Roztocze: budowa — rzezba — krajobraz. UMCS, Lublin: p.189. (in Polish)
- Calvet, M., 1999a: Stress regimes and volumes of relief in the Eastern Pyrenees. *Geomorphologie: relief, processes, environment*. v. 3, p. 253-278.
- Calvet, M., 1999b: Rythmes et vitesses d' evolution morphogenetique dans un orogene alpin. La cas de Pyrenees orientales franco-espagnoles. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.-Bd.* v. 118, p. 91-105.
- Capote, R., Munz, J.A., Simon, J.L., Liesa, C.L. and Arlegui, L.E., 2002: Alpine tectonics I: the Alpine system north of the Betic Cordillera. In: W. Gibbons and T. Moreno, (Eds.), *The Geology of Spain*. The Geological Society, London, p. 367-400.
- Choubert, G. and Faure-Muret, A., 1974: Moroccan Rif. In: Spencer, A.M. (ed.) *Mesozoic-Cenozoic Orogenic Belts*. Sc. Acad. Press, Edinburgh. p. 37-46.
- De Smet, M.E.M., Fortuin, A.R., Troelstra, S.R., Van Marle, L.J., Karmini, M., Tjokrosapoetro, S. and Hadiwasastra, S., 1990: Detection of collision-related vertical movements in the Outer Banda Arc (Timor, Indonesia), using micropaleontological data. *Journal of Southeast Asian Earth Science*, v. 4, p. 337-356.
- Duff, P.McL.D. (ed.) 1992: *Holmes' Principles of Physical Geology*. Chapman & Hall, London.
- Giusti, C., 2005: Cevennes et Montagne Noire (southern Massif Central, France). A megaform issued from the gradual activation of a passive margin. Abstracts, International Geomorphology Conference, Zaragoza, p. 267.
- Gonzalez, A., Guimer, J. and Luzon, A., 1998: Edad Oligoceno superior-Mioceno inferior para las superficies de erosion conservadas en el flanco SW de la cubeta de Bordon. Provincia de Teruel, Espana). *Geogaceta*, v. 24, p. 155-158.
- Gracia, F. J.; Gutierrez, F. and Gutierrez, M., 1996: Los poljes de la region de Layna (Cordillera Iberica Noroccidental). *Cuaternario y Geomorfologia*, v. 10, p. 33-45.
- Gracia, F.J., Gutierrez, F. and Gutierrez, M., 2002: Origin and evolution of Gallocanta polje. *Zeitschrift f Geomorphologie*, v. 46, p. 245-262.
- Gracia, F.J., Gutierrez, M. and Lernoz, B., 1988: Las superficies de erosion neogenas en el sector central de la Cordillera Iberica. *Revista de la Sociedad Geologica de Espana* v. 1, p. 135-142.
- Guimer, J. and Gonzalez, A., 1998: El relieve de la Cadena Iberica como producto de la compresion alpina. *Geogaceta* v. 24, p. 163-166.
- Gunnell, Y. and Calvet, M., 2005: Comment on "Origin of the highly elevated Pyrenean peneplain" by J. Babault et al. *Tectonics*, 24, doi: 1029/2004TC001697.
- Gutierrez, F., 1998: Fenomenos de subsidencia por disolucion de formaciones evaporiticas en las fosas neogenas de Teruel y Calatayud. PhD Thesis. University of Zaragoza. p. 569.
- Gutierrez, F, Gracia, F.J. and Gutierrez, M., 1996: Consideraciones sobre el final del relleno endorreico de las fosas de Calatayud y Teruel y su paso al exorreismo. Implicaciones morfo-estratigraficas y estructurales. In: A. Grandal D'Anglade and J. Pages Valcarlos (Eds.), IV Reunion Nacional de Geomorfologia. *Cadernos do Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, v. 21, p. 23-43.
- Gutierrez, M. and Gracia, F.J., 1997: Environmental Interpretation and evolution of the Tertiary erosion surfaces in the Iberian Range (Spain). In: M. Widdowson (Ed.), *Geological Paleosurfaces: Recognition, Reconstruction and Palaeoenvironmental Interpretation*. Geological Society special publication 120, p. 147-158.
- Gutierrez, F.; Gutierrez, M.; Gracia, F.J.; McCalpin, J.P.;

- Lucha, P. and Guerrero, J., 2005: Plio-Quaternary extensional seismotectonics and drainage network development in the central sector of the Iberian Chain (NE Spain). *Geomorphology*, submitted.
- Harasimiuk M., 1980: Rzeźba strukturalna Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. UMCS, Lublin, p. 136 (in Polish)
- Jackli, H., 1985: Zeitmasstabe der Erdgeschichte. Birkhauser Verlag Basel —Boston— Stuttgart, p. 149.
- Jahn A., 1956: Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd. *Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN*, v. 7: p. 448 (in Polish)
- Janssen, M.E.; Torn, M.; Cloetingh, S. and Banda, E., 1993: Pliocene uplift of the eastern Iberian margin: inferences from quantitative modelling of the Valencia Trough. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 119, p. 585-597.
- Jaroszewski W., 1977: Sedymentacyjne przejawy miocenyjskiej ruchliwości tektonicznej na Roztoczu Środkowym. *Przeł. Geol.*, v. 39, p. 413-427. (in Polish)
- Kowalski, W.C. and Liszkowski, J., 1972: Współczesne pionowe ruchy skorupy ziemskiej w Polsce na tle jej budowy geologicznej. *Biul. Geol. Univ. Warsz.*, 14. (in Polish, English summary)
- Lecca L., Lonis R., Luxoro S., Melis E., Secchi F. and Brotzu P., 1997: Oligo-Miocene volcanic sequences and rifting stages in Sardinia: a review. *Per. Mineralogia*, v. 66, p. 7-61.
- Maruszczak H., 2001: Relief development in the eastern part of the Meta-Carpathian Uplands during the post-Sarmatian period. *Przeł. Geograf.*, v. 73, p. 253-280. (in Polish, English summary)
- Ollier, C.D., 2004: Mountain building and climate: mechanisms and timing. *Geografia fisica e dinamica Quaternaria*. v. 27, p. 139-149.
- Ollier, C.D., 2005a: Mountain building and orogeny on an expanding Earth. In *Earth Dynamics beyond the plate paradigm*, ed. F.C. Wezel. *Bollettino della Societa Geologica Italiana, Spec. Vol. 5*, p. 169-176.
- Ollier, C.D., 2005b: Mountain uplift and the Neotectonic Period. *Annals of Geophysics (Annali di Geofisica)*, Suppl to Vol. 48, n. 4/5, Chapter 9, p. 971-984.
- Ollier, C.D. and Pain, C.F., 2000: *The Origin of Mountains*, Routledge, London.
- Ollier, C.D. and Pain, C.F., 2001: *The Neotectonic Period. New Concepts in Global Tectonics*, v. 20, p. 14-16.
- Owen, L.A., 2004: Cenozoic evolution of global mountain systems. In: *Mountain Geomorphology*, Eds. Owens, P.N. and Slaymaker, O. Edward Arnold, London. p. 33-58.
- Palienco, V.P., 1982: *Noveyshaya geodinamika i eye otrazheniye v rel'efe Ukrainy*. Naukova Dumka, Kiev: p. 116 (in Ukrainian)
- Pena, J.L., Gutierrez, M., Ibanez, M.J., Lozano, M.V., Rodriguez, J., Sanchez, M., Simon, J.L., Soriano, M.A. and Yetano, L.M., 1984: *Geomorfologia de la Provincia de Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses. Excma. Dip. Provincial de Teruel, Teruel, p. 149.
- Rondeel, H.E. and Simon, O.J., 1974: Betic Corilleras. In: *Mesozoic-Cenozoic Orogenic Belts: Data for Orogenic Studies; Alpine-Himalayan Orogens*. Geological Society of London Special Publication 4, p. 23-35.
- Rodriguez-Fernandez, J. and Sanz de Galdeano, C., 2006: Late orogenic intramontane basin development: the Granada basin, Betics (southern Spain). *Basin Research*, v. 18, p. 85-102.
- Rutten, M.G., 1969: *The geology of Western Europe*. Elsevier, Amsterdam.
- Sala, M., 1984: Pyrenees and Ebro Basin Complex. In Embleton, C. (ed.) *Geomorphology of Europe*. Macmillan., London, p. 294-322.
- Segura, M., Garcia, A., Carenas, B., Garcia-Hidalgo, J. and Gil, J., 2002: Upper Cretaceous of the Iberian basin. In: Gibbons, W. and Moren, M.T. (eds.). *The Geology of Spain*. Gociety, London, p. 288-292.
- Simon, J.L., 1984: *Compresion y distension alpinas en la Cadena Iberica oriental*. Instituto de Estudios Turolenses. Teruel. p. 269.
- Schwerd, K., Doppler, G. & Unger, H. J., 1996: in: *Freudenberger aGeologischen Karte von Bayern 1 : 500 000*, Bayerisches Geologisches Landesamt, Munchen. p. 329.
- van der Pluijm, B.A. and Marschak, S. 1997: *Earth Structure: and introduction to structural geology and tectonics*. WCB/McGraw-Hill, New York. p. 495.
- Vardabasso S., 1951: *La peneplaine hercynienne dedu centre-est*. *Essai paleogeographique*. *Rev. Geogr. Lyon*, v. 26, p. 131-139.
- Zagorchev, I. 2002. Neogene fluviolacustrine systems in the northern Peri-Aegean Region. - *Geologica Carpathica*, Special issue (CD) 53, p. 6.

地球と惑星のテクトニックな初期構造の起源 その2

ORIGIN OF THE PRIMARY STRUCTURES OF THE EARTH AND PLANETS PART 2

Alexander V. DOLITSKY

Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of
Sciences, Moscow, Russia avdolitsky@mail.ru

(山内 靖喜 [訳])

キーワード

収縮収縮仮説, 冷たい冷たい集積,
コアコアとマントルマントルの起
源, マントルの構造, 海洋地殻と大
陸大陸地殻

はじめに

本論文の“その1 (2006年3月発行のNo. 38のp. 16)”は、地球と地球型惑星の進化における3つの主要プロセス(ステージ)を明らかにした。

1. 高温衝突(4) — 原始惑星円盤中での鉄およびケイ酸塩の熱い微粒子の融合, ならびに, それらの重力分化 — 鉄の原始核とそれをとりまく液体ケイ酸塩殻の形成。
2. 低温衝突(3) — 原始惑星円盤中での冷たい粒子の融合, ならびに, 原始核の外殻の形成。
3. 放射性壊変(U, Th, K)による原始核の加熱と加圧。原始核物質の圧密と相転移, 核/マントル分離の進行。

1950年代と60年代には、低温衝突だけが起こりうると信じられていた。しばらくして、リモートセンシングのデータによって、月面に巨大な溶岩シートが発見されたとき、高温衝突の可能性、さらには普遍性さえもが広くとりざたされはじまった。1990年代には、この考えが、ほぼ世界的に認められるようになった。

本論文の“その2”で、筆者は地球と惑星の初期構造のデジタル復元の結果を読者に紹介し、それらの発端がマントルの沈降(ダウンウォーピング)と分裂構造にあったことを検証する。原始核が相転移によって、核そのものに変化するにつれて、原始核の収縮と圧密によって、マントルの運動が必然的に発生したのであろう。

地球と惑星の初期構造の復元研究は、確実に遂行できる。初期構造はマントルの変形構造であると仮定すれば、このような変形の原因を、原始核が現在の核に変質するにつれて進行する原始核の収縮に求めざるをえない。マントルは核の表面と一緒に必然的に沈み込み、惑星の自転軸に対称的なマントルのへこみをもたらし、マントルウォーピングの最大方向に沿う破砕作用によってマントルを破壊する。マントル浅部はまだ低温で、そこに発生した断層群は、マントルのより深部から供給された火成溶融体の通路の役割をはたした。溶岩の噴出に先立って、激しい爆発が発生した。これらの爆発に伴って、全球規模の応力場(爆発点に極をもつ)が短期間出現したであろう。そして、この時の応力場が、断層系として記録された。個々の爆発点の地表投影点を発見することができ

れば、さまざまな密度(頻度)と形状をもつ断層群をみつめることが可能になる。さらに、それらを比較分析することによって、特定の形状と方向をもつテクトニック構造と、これらの構造がつくるより高次の構造系を認識することも可能になる。

初期構造の復元手順が、この研究によって次のとおり定式化された:

1. 地球と惑星の断層データベースの作成。個々の断層は、2つの端点の座標によって定義される。
2. 断層運動の原因である全球規模の応力場の極を決定するソフトウェアの開発。
3. 推測されるマントル爆発の地表投影点の確定 — 全球応力場の地表投影点; 極集中地域の識別; このような地域の形状, 相対的位置, および方位の推定; 物理学的に説明可能な系の中に配置された任意のマントル変形構造としてのこれらの地域の解釈。

筆者は、爆発中に発生するマントル断層は法線圧縮主応力方向に沿っていて、それを横切る方向に引張応力が作用する、と仮定した。このことから当然の結果として、爆発の地表投影点は、断層を含む大円の弧の交点として決定される。このような点には、一定の数の虚偽の点が存在するであろうが、それでもなお、真の交点のすべてが含まれるはずである。多くの地震の震央と大円弧の交点の密集部が近接していることは、当然ありうることである。解析に必要なソフトウェアは、これらの仮定に基づいて開発されている。こうして、私たちは、端点で定義された断層を含む大円弧の交点のすべてを決定することが可能になった。決定された大円弧の交点(座標をもつ)のすべてのセットが、 2mm^2 の単位面積中の頻度で分類し、頻度が増加する順にソートした。利用者は、ディスプレイに示される定規の任意の部分を選択して、あるグループ中の真の極の数が左から右に増加することを考慮して、この基準にもとづいてすでに整理されている極グループの数を選ぶことができる。この研究によって、上述のソフトウェアを用いて記載された地球型惑星のいろいろなマントル構造中に配置されたさまざまな形状の極集中域を、私たちが認定することが可能になった。

断層データベースは A.V. Dolitsky and N.N. Semenova (地球, 月, 金星); Zh.F. Rodionova and A.

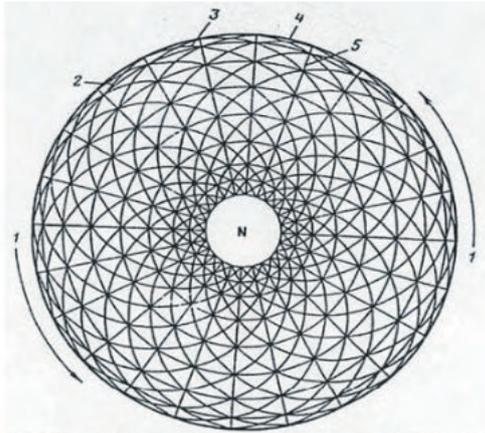


Fig. 1. The form of the rotational global stress field of the Earth and planets, symmetric about a geographical axis and their poles at their irregular rotation: 1 – direction of rotation of the Earth; 2, 3 – directions of maximal tangential stresses; 4, 5 – directions of principal normal stresses; N – North pole. The global stress fields symmetric with respect to the explosion pole have a similar form.

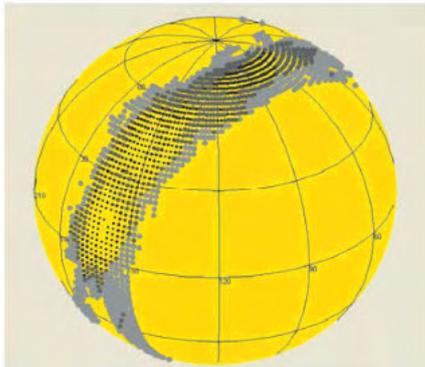


Fig. 2. Mercury. The global belt of high crushing and uplift.



Fig. 3. Iapetus. The global belt of uplift.

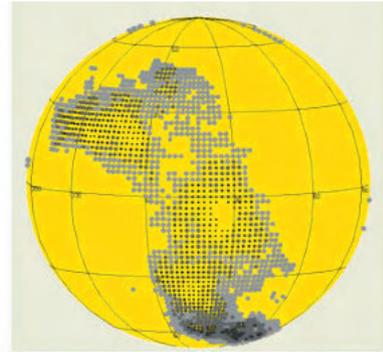


Fig. 4 Venus. The global belt of high crushing

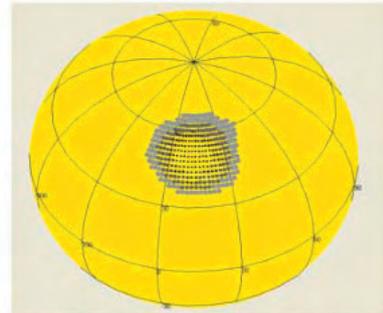


Fig. 5. The Earth. Circular polar structure.

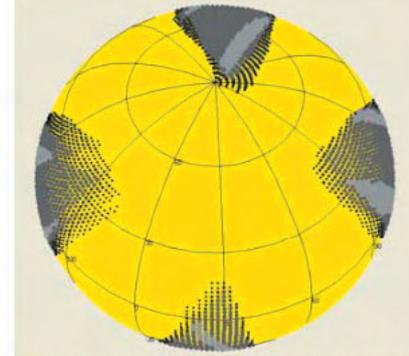


Fig. 6. The Earth. Four narrow uplifts, symmetric about circular polar structure.

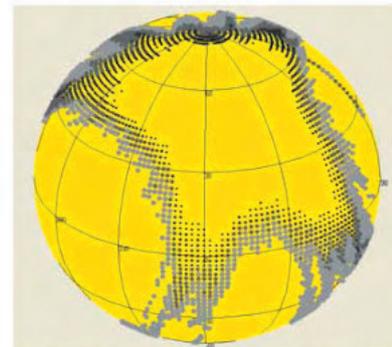


Fig. 7. The Earth. Four wide depressions, symmetric about circular polar structure.

第1図 地球と惑星の自転による全球規模の応力場の形状は、不規則に自転するときに地理学軸とそれらの極に周りで対称である：1 – 地球の自転方向；2, 3 – 最大接線応力方向；4, 5 – 法線主応力方向；N – 北極。爆発の極に関して対称な全球規模の応力場は同じ形をもつ。

第2図 水星。激しく押しつぶされ、隆起した全球規模の帯。

第3図 イアペトゥス（土星の衛星）。全球規模の隆起帯。

第4図 金星。全球規模の激しく押しつぶされた帯。

第5図 地球。円形の極構造。

第6図 地球。4つの狭い隆起部。それらは円形の極構造に関して対称である。

第7図 地球。4つの幅広い沈降部。それらは円形の極構造に関して対称である。

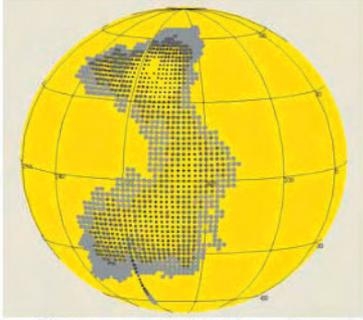


Fig. 8. Areas of presumed distribution of granitoid magma within the limits of North and South America.

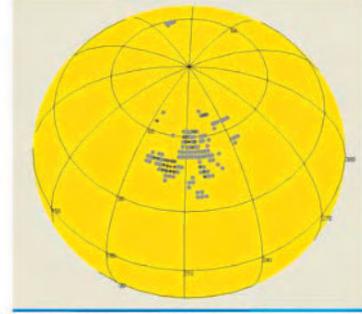


Fig. 10. Moon. Circular polar structure.

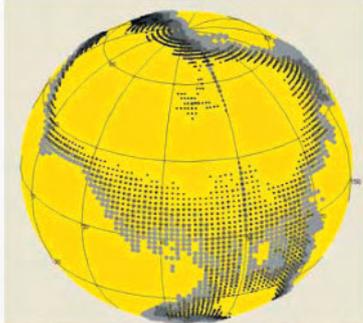


Fig. 9. Areas of presumed distribution of granitoid magma within the limits of Eurasia.

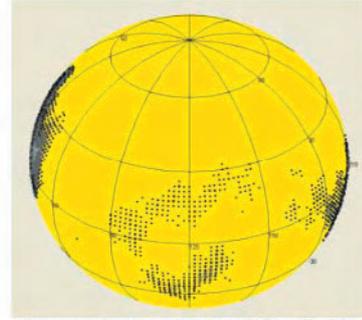


Fig. 11. Moon. Four narrow uplifts, divided by wide depressions, symmetric about circular polar structure.

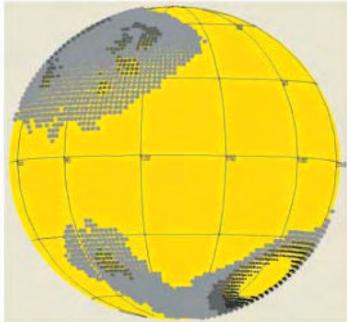


Fig. 9a. Eurasia and Antarctic continent at the first stage of their association.

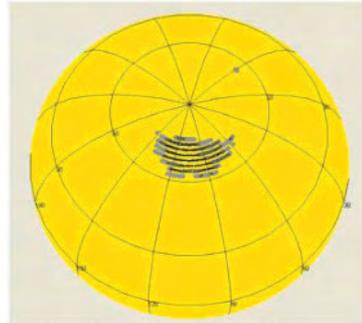


Fig. 12. Mars. Circular polar structure.

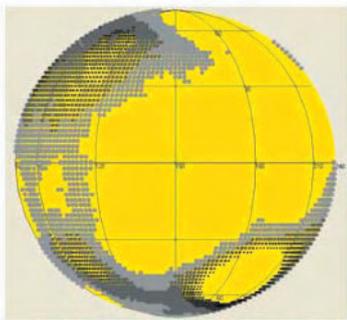


Fig. 9b. Eurasia and Antarctic continent at the second stage of association.

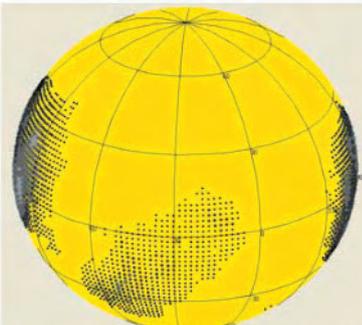


Fig. 13. Mars. Four narrow uplifts, divided by wide depressions, symmetric about circular polar structure.

第 8 図 南北アメリカの範囲内で花崗岩質マグマの分布が推定された地域。

第 9 図 ユーラシアの範囲内で花崗岩質マグマの分布が推定された地域。

第 9a 図 ユーラシア大陸と南極大陸の結合の第一段階。

第 9b 図 ユーラシア大陸と南極大陸の結合の第二段階。

第 10 図 月。円形の極構造。

第 11 図 月。4つの狭い隆起部。これらの間には広い沈降部があり、円形の極構造に関して対称である。

第 12 図 火星。円形の極構造。

第 13 図 火星。4つの狭い隆起部。これらの間には広い沈降部があり、円形の極構造に関して対称である。

Aynetdinova (火星); および E. A. Kozlova (水星) によって作られた。自転によって生まれる全球規模の応力場の幾何学と数値計算結果は, A. V. Dolitsky and I. A. Kiyko (1961) によって初めて公表された。図 1 は, 地球自転による全球規模の (応力) 場の図解である (図中の 1 は地球の自転方向, 2, 3 は最大接線応力方向, 4, 5 は法線主応力方向, N は北極を示す)。必要なソフトウェアは, A. V. Dolitsky and R. M. Kochetkov によって 2003 年に開発された。この研究結果は, 2004 年 10 月にロシア科学アカデミー Vernadsky 地球化学・分析化学研究所 (モスクワ) で開かれた International Micro-Symposium で, 初めて報告された。

惑星とその初期構造

惑星の初期のマントル構造を, 太陽からの距離の順に記述する。というのは, これらの構造が, 同じ順序で変化するためである。

水星 全球規模の応力場の極集中帯が確認された。それは $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の幅をもち, 両極地域を含み, 現在の地理学軸と 15° の角度をなす。現在の地理学極はこの集中帯の外側にあり, 上記の角度は, 集中帯の中心線 (帯の両側の縁から等距離にある帯内部の線) と地理学極のなす角を測定したものである (図 2)。この帯は, 惑星表面を 2 つの半球に分けており, 入手できる衛星画像によれば, 現在の地形にも表現されている。水星表面に認められるこの帯は, 土星の衛星イアペトゥス表面にみられる帯と形が似ている。

金星 両極地域を含む全球規模の応力場の極集中帯が確認された。これは $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の幅をもち, 現在の地理学極はこの集中帯の外側にあり, それと中心線との角度は約 30° である。この帯は, 水星の帯のように, 金星の表面を 2 つの半球に分けている。水星に 1 つの帯が認められるのとはちがって, 金星では 4 つのほぼ同じ長さの, わずかに湾曲した断片からなる (図 4)。

地球 円形の極構造が認められ, それは, 地球表面における全球規模の応力場の極が最も密に集中している地域に対応する (図 5)。その直径は, 3,000km である (中央ヨーロッパとその対蹠的位置にある南半球のある地域)。たいへん良く知られた断層の対称極は, この構造の中心に位置する。この極は, 大陸表面に分布する断層の図学的分析結果として著者によって初めて認められ, L 軸極と名づけられた (1)。これは現在の地理学極から 40° 離れている。極構造に近似した 4 つの狭いピークが明瞭に認められる (全球規模の応力場の極の高密度分布による) (図 6)。それらは幅広い楕円形の凹みの縁辺部にある相対的隆起帯を構成していて, L 軸に関して対称的である (図 7)。それらは, この軸に関しての子午線に沿って現れている。同じく, 全球規模の応力場の極集中帯は南北アメリカ (図 8) とヨーロッパ (図 9) に発見されている。ユーラシア大陸と南極大陸を結ぶ 2 つの場合が認められた (図 9 a, 9 b)。

月 月面上で全球規模の応力場の極が最も密に集中している地域に対応し, 30° の直径をもつ円形の極構造がみつかった (図 10)。この領域の中心は, 現在の地理学極から 40° 離れており, その形成期の構造の対称極—L 軸極に対応すると私たちは信じている。4 つの全球規模の応力場集中地域からなる系がみつかった—この 4 つの地域は卵型をして, 子午線方向に延びている—。その形状と赤道付近の L 軸帯から, これらの地域は L 軸に関して対称なトラフの隆起部として解釈される。3 つのこのような地域の画像がえられた (図 11)。

火星 火星表面で全球規模の応力場の極が最も密に集中している地域に対応し, 17° の直径をもつ円形の極構造がみつかった (図 12)。この円形構造の中心 (L 軸極) は現在の地理学極から 20° 離れている。4 つの全球規模の応力場集中地域は, 子午線方向に伸長した卵形を示し, それぞれの輪郭は赤道付近の L 軸帯に納まる。これらの領域は, 形状, 相対的位置および L 軸が赤道近くに現れることから, 月面でみつかったものと似ている。これらの事実にもどくと, それらは平らなトラフの隆起部であると解釈できる。

結 論

1. 地球を含む惑星の表面における断層分布のコンピュータ分析にもとづいて, これらの断層を発生させた全球規模の応力場の地表投影極を求めた。これらの断層は, 発生後も繰り返し再活動した。著しく異なる断層 (異なる方位をもつより新期の断層) は, 全断層セットの 20% 未満である。核が形成され, マントルが分離した直後に, 惑星の断層系が発生し, マントルを分解した。それらは, マントルウォーピングと相対的隆起が最大になる地域に発達し, 核表面まで沈降した地域の周りに押しつぶされた帯を発生させた。原始核の直径に比べて, この核の直径は著しく小さくなった。水星と火星では, 等面積の 2 つのトラフが形成され, それらは子午線沿いの押しつぶされ帯によって分離された 2 つの半球となった。地球では, マントルは 4 つの子午線沿いのトラフを発生させた。これらのトラフの交差部には押しつぶされた帯が形成され, それらはさらに延びて, 極で接続しあって円形の押しつぶされ構造をつくっている。それらの位置から考えて, それらは 4 つのトラフの対称な極であることを示した。このことは地球の環状構造の中心を対称極とみなすことを可能にし, この名前を月と火星の環状構造極にも当てはめた。円形の極集中地域と子午線方位をもつ極集中地域はこれらの惑星上で驚くほど認められる。しかしながら, 隆起部とトラフの間の厳密な境界は追跡できない。現在, その内部に全球規模の応力場の低密集度をもつ 4 つの平らで幅広いトラフと, それらを取り囲んでいる, 内部に高められた極集中をもつ平らで幅広い相対的隆起帯の存在について私たち述べることができる。これらの惑星上の環状構造の共通した起源を支持するさらなる証拠は, それらの内部に大円の交点が多く密集していることであり, その度合いは各グループのこ

のような点の可能な最大値をもつ。これらの惑星上では、このほかの類似した構造はみつからなかった。地球と惑星の初期のテクトニック構造は核形成 (原始核の容積減少) と惑星の一般縮小の結果としてのマントル収縮によってこれらの構造は形成されたことを私たちは認めなければならない。この点について、このような機構は収縮機構と似ている。しかし、それは核形成時という枠にしばられている。さらに、地球と惑星の進化はその他の力と機構の影響下で進んだ。

2. 全球規模の応力場の極が高密度に集中した地域は、現在の大陸と面積と形が似ている。このことは、大陸地殻の花崗岩層は花崗岩質マグマの蓄積によって起き、(核形成時に) その赤色-高熱の面からまだ冷たい初期のマントルの表面までこのマグマはマントル中に新たに形成された断層に沿って侵入したことを意味している。海洋地殻は現在のマントルであり、所どころで花崗岩質マグマの薄い層に覆われており、この層は内部熱によって温められ、その表面まで侵入してきた鉱物の蓄積によって豊富になった。これらが進行中には、深部から温められ、やがては水圏と気圏を作った深部からの液体が移動した。地球や惑星に形成時よりはむしろ核とマントルの形成時に花崗岩質マグマの噴出が広範囲に深部で起きたことをこれらのデータは連帯して示している。放射性壊変 (U, Th, K) の結果、原始核が温められたとするならば、この事実は冷たい付着の概念に戻ることを可能にしている。地球と惑星の初期の構造を復元することは実際に成し遂げられたが、それは地球と地球型惑星の表面において大陸移動が不可能であることを独自に証明した。その理由は、このような移動は初期の構造を発見することを拒むであろうとされていたであり、あたかも激しくねじられたフィルムから焼き付けられた写真の上でゆがみのない像を見つけることを試みるようなものとされてきた。惑星上の現在の地理学上の極の位置と核形成時のそれらの位置との間に重要な偏差があることが確認され、

マントルが核の周りを回転することはマントルが形成されたときから始まったことをこのことは証明した。

謝 辞

著者は、下記の方々のご援助にお礼を申し上げる。
 R. M. Kochetkov は必要なソフトウェアを開発された。
 Zh. F. Rodionova は私を惑星研究に導き、火星の断層のデータベースを作成された。A. A. Aynetdinova は火星の断層のデータベース作成を援助下さった。
 E. A. Kozlova は水星の断層データベースを作成された。
 N. N. Semenova は地球、月、および金星の断層のデータベース作成された。
 A. I. Kobrin は本論で明らかにした問題を理論力学の立場から討論して下さい。
 E. Ya. Murashova は本文を英訳して下さい。

文 献

Dolitsky, A.V., 1967. Axial symmetry of linear structural elements of an earth's crust. Reports of Academy of Sciences of the USSR, v. 177, no. 1, p. 159-162.
 Dolitsky, A.V., 2006. Origin of the primary tectonic structures of the Earth and planets. NCGT Newsletter, no. 38, p. 16-17.
 Dolitsky, A.V., Kochetkov, R.M., Kozlova, E.A., Rodionova, J.F., 2004. The new data on the early stage of development of the Earth, Mars, the Moon and Mercury. Microsymposium 40, abstract 21.
 Urey, H.C., 1962. Evidence regarding the origin of the Earth. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 26, p. 1-13.
 Ringwood, J.F., 1977. Composition of the core and implications for the origin of the Earth. Geochem. Jour., no. 11, p. 111-135.

オーストラリアと太平洋：異なる規模とリソスフェアをもつ2つの地球造構地形の形態的類似性—それらの起源に関する波動力学にもとづく議論—
AUSTRALIA AND PACIFIC: SIMILAR SHAPES OF TWO TERRESTRIAL TECTONIC FEATURES OF DIFFERENT SIZES AND LITHOSPHERES ARGUE FOR THEIR ORIGIN BY ONE WAVE MECHANISM

G.G. KOCHMASOV kochem@igem.ru
 IGEN of the Russian Academy of Sciences
 35 Staromonetny, 119017 Moscow, Russia

(矢野 孝雄 [訳])

キーワード
 オーストラリア, 太平洋, 波動力学,
 二分性 (dichotomy)

現代の波動惑星学は、惑星地形の実際の配置が考察され、それらの配列がけっして無秩序 (random) ではないことがみだした (ただし、このような描像を、衝突跡 impact scars がいくぶん修飾しているようだ)。さら

に、テクトニクスの基本的課題—天体に遍在する二分性 < dichotomy [2つの半球が対照的な性質をもつこと? : 訳者] > (表裏2つの顔をもつヤヌス神) を説明する必要性—が、波動力学の手法で解明された [1, 2, など]。

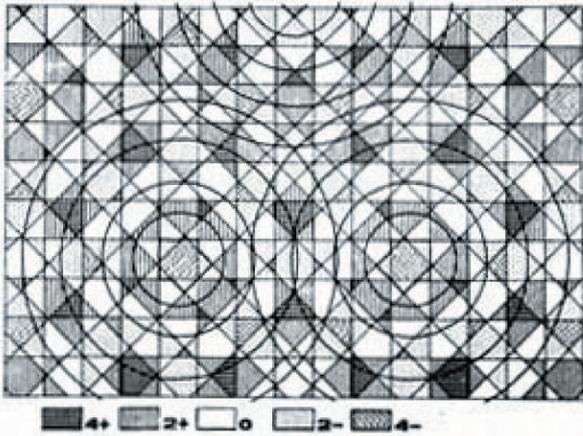


図1 4方向の波動の交差が、5種類のブロック、多重リングおよび鎖状のクレータ様構造を形成することを示す。

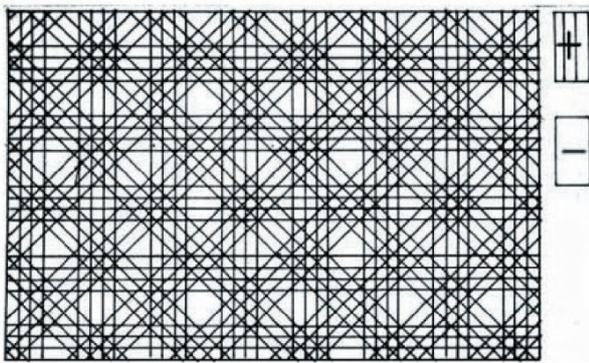


図2 4方向の波動の交差が、5種類のブロック、多重リングおよび鎖状のクレータ様構造を形成することを示す。

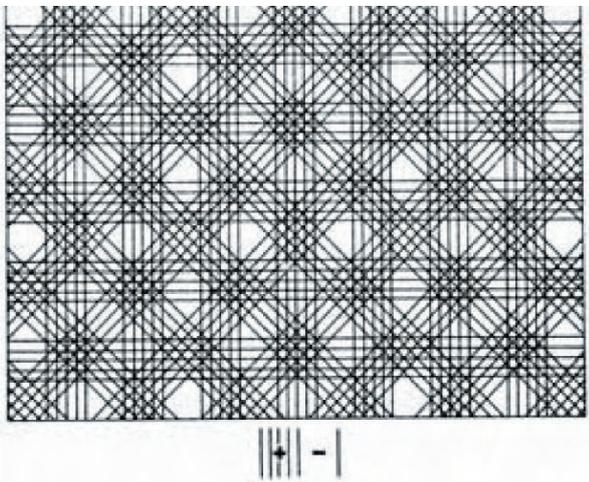


図3 4方向の波動の交差が、5種類のブロック、多重リングおよび鎖状のクレータ様構造を形成することを示す。

この課題については長期間にわたって、2つの対立するメカニズム—大規模天体の衝突と地球規模の対流—が検討されてきたが、それらがともに不適切であることは明瞭である。定常的な慣性重力波1の干渉による天体全体の波動的ねじれは、4つの直交方向および対角方向へ進行する。これによって、二分的< dichotomic >区域の大きさのみならず形状が説明される [1, 2].

このねじれ運動は、天体の大きさ、質量、化学組成およ

び物理状態にかかわらず、すべての天体に作用する。したがって、その原因は、天体外にあるはずで、宇宙の軌道エネルギーに由来するにちがいない。すべての天体は、主に2つの運動特性—移動と回転—をもつ。J. ケプラー以来、天体は楕円（および放物線）軌道上を移動していることが知られている。これは、次のことがらを意味している。すなわち、天体中において周期的に変化する加速度が、慣性重力をうみだし、回転体中に4方向に伝播する波動をもたらす。波動特性にもとづくと、それらの波長は調和関数によって記述される。基本波1（二分性< dichotomy >）は、第一倍音2（惑星分割作用）、ならびに、より弱い付属倍音をとまなう。この複合的ねじれに加えて、すべての天体に影響をおよぼしているのは、固有の軌道周期をもつ個々の天体に特徴的な付属 imposed 波である。高周期はより短い波長を、低周期はより長い波長を、それぞれ意味する。波動の交差は、多角形あるいは丸まった形状の構造単位をつくり、それらの規模は軌道周期に逆相関する [3, 4] (図7).

定常的および個別的に量子力学特性をもつ4つの波動（正弦曲線の形状をもたず、個別的に変化する上下変位、および、増減）が、たった5種類のブロックをつくりだす(図1, 2, 3). 2つの隆起 (4+, 2+), 2つの沈降 (4-, 2-) および1つの中立が、全体として相殺しあう結果 (0) となる [1, 2, 5]. 地表部では、楕状地 (4+), 剛塊あるいは卓状地 (2+), 海台および海 (2-), 海洋底 (4-), および造山帯 (0) が観察される。ブロックの規模は、波長に依存する。ブロックの形状は、あらゆる規模でくりかえし現れ、フラクタル性を示す。

天体にみられる主要な造構特性が、軌道エネルギー< orbital energies >によって形成される [Orbits make structures] ことを理解することができると、波動的惑星テクトニクス定理を次のとおり定式化することが可能になる；1. 天体は二分的< dichotomic >である；2. 天体は扇形< sectoral >である；3. 天体は granular (粒子からなる、表面がざらざらしている) である；4. さまざまな階層のブロックの角運動モーメントは等しくなるようにする [6 など]. 第4の定理は、高度ならびに造構運動からみて低所に位置するブロックは、高密度物質によって満たされているという事実を反映したものである。個々の天体でみると、低地は玄武岩質で、高地の平均組成は安山岩質（地球）、アノーソサイト質（月）、あるいは、岩塩を含む低密度の閃長岩質（火星）である。

造構的二分性< dichotomy >は小規模天体で顕著で、それらの天体は、1つの突出した半球ともうひとつの凹んだ半球をもつ楕円形< oblong shape (豆形) >を示す。研究がすすんでいる小惑星エロス [7] は、輝石に富む突出半球をもち、そこでは、密度が著しく増加する。より大きな重力をもつより大きな天体の場合は、より球形度が高く、それらの二分性< dichotomy >は、色、化学組成、あるいは、構造に示される。太陽系で二分性< dichotomy >が最初に認識されたのは地球であり、大陸性東半球と海洋性西半球の対立に二分性が現れる。西半

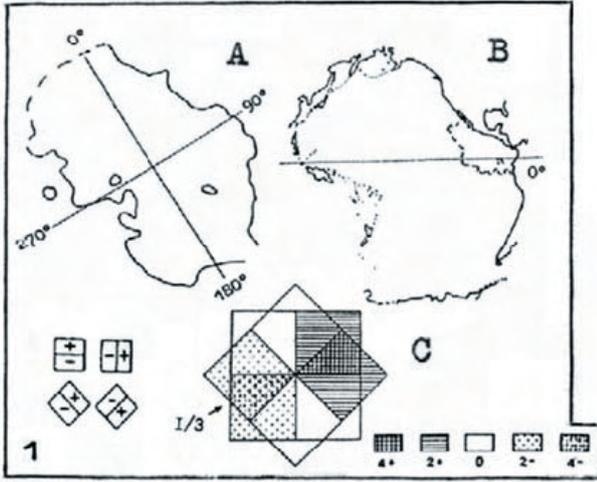


図4 火星と地球における造構的二分性< tectonic dichotomy >の形成—波動干渉モデル. A-火星の Vastitas Borealis. 等値線の内側での地殻厚度は 50km 以下 (天体内部からの描像, 等値線は反転). B-太平洋海盆. C-波動干渉 (4つの波動方向) の平面幾何モデル (頭脳のなかで, 平面モデルで天体を包む必要がある) [1, 2].

球の中心的地形である太平洋海盆の起源が波動に由来することが, その形状と規模 [1, 2] (図4・図5) のほか, 相対する西縁と東縁の構造的相違によっても明示される. より小規模な構造ブロック—オーストラリア大陸—にその形状が再現されていることは, これらのブロックの形状を決定したのが同一の波動切断メカニズムであることを支持する (図5).

沈降した太平洋海盆は, 波動論理 [1, 2] にもとづくと, 西縁における隆起ブロック (+, 大陸) と, 東縁における中立ブロック (0, 造山帯) に縁どられている. 実際, 西縁におけるアジアおよびオーストラリアは, 島弧と四辺形海からなる分節帯< a "branchiated zone" >によって, 太平洋を縁どる. 東縁には, アンデスとコルディレラという造山帯が存在する. 同様の状況が, 火星にみられる. Vastitas 北半球は, いっぽうで "chaos (無秩序な)" および "卓状<table>" の山地 ("分節した高地群<branchiated highlands>") を介して, 他方では, 巨大な溶岩原と火山群 (非玄武岩質), ならびに, もっとも高い火山である Olympus からなる Tharsis 隆起帯を介して, 南半球の高地に接する. 同様に, 主要な火山活動と顕著な安山岩質火山が, 南北アメリカ大陸の西海岸に沿う造山帯の特徴になっている.

4方向の波動が, 類似した輪郭を示す凸地形および凹地形をつくりだしている (図1~3). 実際, 最大の凹地形である太平洋海盆 (波動1または $2\pi R$ 構造) の輪郭は, より小規模な凸地形であるオーストラリア大陸 (波動1または $2\pi R$ 構造) に再現されている. これらの異なる大きさの2つの図形を重ね合わせてみると (図4), それらの輪郭の平行性, および, それらの形状の相似性が明瞭になる. オーストラリア大陸西縁の沈水した大陸ブロック (Naturalist, Carnarvon, Exmouth, Scott などの海台) を加えると, この相似性はもっとはっきりす



図5 太平洋海盆とオーストラリア大陸の形状比較 (破線部: 沈水した大陸地殻)

る. 符号は逆になるが, 大陸内部へ深く切れ込んでいる Carpenter 湾は, 海洋底の隆起部が, アメリカ大陸内部へ西に向かって突入している部分である. そこでは, Clipperton 島およびガラパゴス諸島を含む Albatros 海台が海側に突出している.

西太平洋における重要な Fiji 凹部は, 海洋地殻中への大陸性突出部を示すものであり, 衛星 Ipetus の低密度地殻にみられる暗部 Cassini Regio (図6, PIA08177) への同様の湾入部に類似する. Ipetus 画像にみられる明るい三角形は, この三角形と同じ大きさの凹地 (クレータ) の列を形成した波動運動の交差方向を示している. 太平洋と Cassini Regio 凹地は, 全惑星規模をもつこれらの凹地の輪郭全体と同様, 波動干渉モデルで予測され



図6 火星の衛星 Iapetus (画像 PIA08177, 出典: NASA/JPL). 半径: 1,468km. 上が北. この衛星の主要な側は, 低高度の暗部—Cassini Regio—に占められる. この地形は, 大きさ, 形, および, 特異な三角形の湾入にもとづいて, 地球の太平洋海盆に比較される.

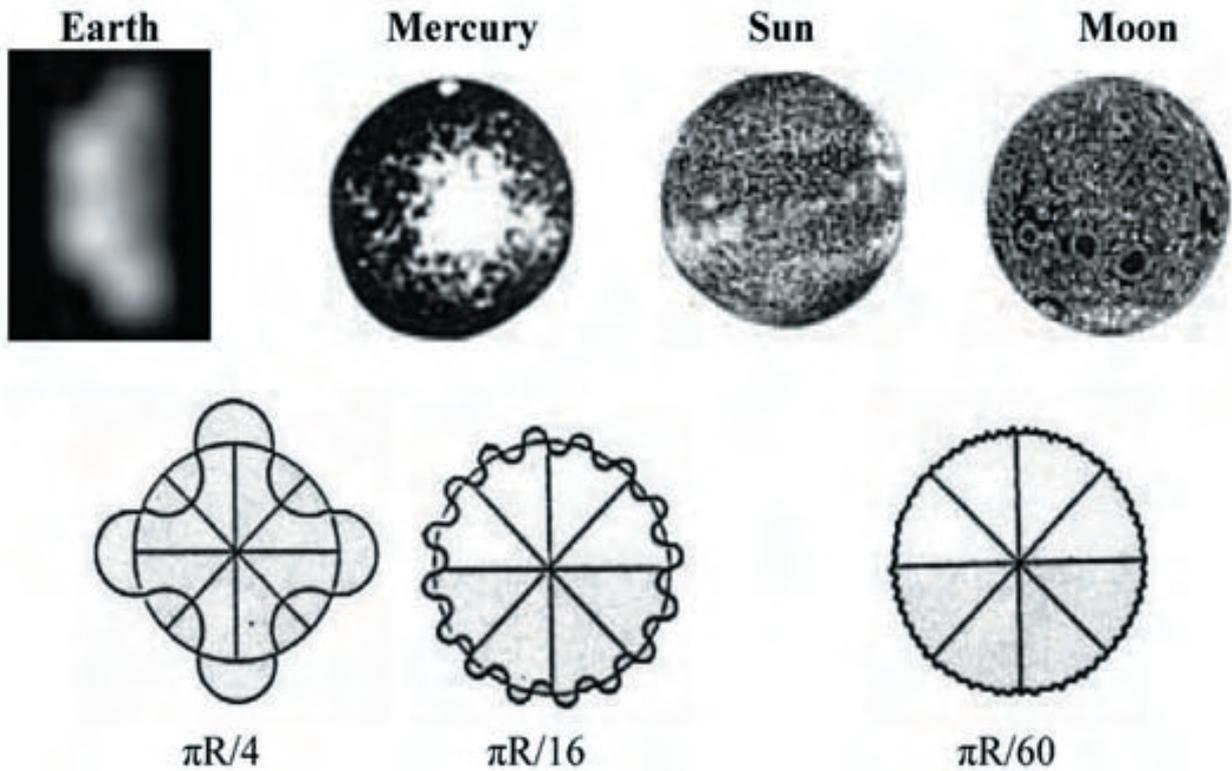


図7 上段: 惑星の粗さ < granulation >. a) 1,170,000kmの距離からみた地球 (PIA04159): 2005年8月のMRO (Mars Reconnaissance Orbiter) 画像. b) 水星, 地球からのレーダー画像 (Slade et al., 1992). c) 太陽光球の著しい粗さ < supergranulation >. d) 月の重力図 (Konopliv et al., 1998).
 下段: 軌道周期にもとづく地球 (a), 水星 (b), 太陽光球および月 (c) の理論的粗さ. 軌道周期が大きいほど, 荒さが小さいことを意味する [8].

たもので, このような全惑星の構造形成を説明する波動メカニズムを証明する. このメカニズムは, 大陸半球におけるチベット高原や, 南太平洋における "Superswell" (フランス領ポリネシア) が示す顕著な非対称性によっても支持される.

図7には, 軌道周期と天体の造構的粗さ < tectonic granulation > との間にみられる厳密な逆相関が示される. 最近になって, この図に示された地球の粗さ $\pi R/4$ が, 1,170,000km のかなたから直接観測された (2005年8月). この結果は, 大規模構造がよく観察できるのは, かなり遠距離からであることを示す. 私たちは, かつて, この粗さの大きさを地質データや深部地球物理データから認識していたが, 現在では, それを直接観ることができる. さらに, この画像の左半部は, 八面体 (波動2あるいは πR 構造) の3つの面を示す.

文献

[1] Kochemasov G.G. (2004) Mars and Earth: two dichotomies - one cause. In Workshop on "Hemispheres apart: the origin and modification of the martian crustal dichotomy", LPI Contribution # 1203, Lunar and Planetary Institute, Houston, p. 37.
 [2] Kochemasov G.G. (2005) Mars and Earth: two

dichotomies -one cause //NCGT Newsletter #35, 27-28.
 [3] Kochemasov G.G. (1998) Tectonic dichotomy, sectoring and granulation of Earth and other celestial bodies// Proceedings of the International Symposium on New Concepts in Global Tectonics, "NCGT-98 TSUKUBA", Geological Society of Japan, Tsukuba, Nov 20-30, 1998, -, 144-147.
 [4] Kochemasov G.G. (2003) Coherent structurization of the Earth's geospheres from core to atmosphere and lithospheric weakness zones favourable for concentration of metals// Global Tectonics and Metallogeny, Vol. 8, # 1-4, 209-212.
 [5] Kochemasov G.G. (1991) Periodic system of multi-ring planetary structures as result of interference of variously oriented lithospheric waves // Astronomical circular of the Russian Academy of Sciences, # 1550, 35-36 (In Russian).
 [6] Kochemasov G.G. (1999) Theorems of wave planetary tectonics // Geophys. Res. Abst. V. 1, no. 3, 13-15.
 [7] Kochemasov G.G. (2006) Wave structures in the Saturnian system // NCGT Newsletter, #38, 13-15.
 [8] Kochemasov G.G. (1992) Cencerted wave supergranulation of the solar system bodies // 16th Russian-American microsposium on planetology, Abstracts, Moscow, Vemadsky Inst. (GEOKHI), 36-37.

最近の壊滅的なジャワ地震 (2006. 5. 26) とメラピ火山の噴火 : それらの前兆 ON THE RECENT CATASTROPHIC JAVA EARTHQUAKE (MAY 26, 2006) AND MERAPI VOLCANO ERUPTION: THEIR FORERUNNERS

Claude BLOT

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

Dong CHOI

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

(久保田 喜裕 [訳])

要 旨

本論は、筆頭著者によって提唱された地震エネルギー伝播概念に基づいて、2006年5月末にインドネシアのジャワ中部で起きた地震の研究結果を記したものである。本論は、2006年5月の壊滅的な地震とジャワ中部のメラピ火山の噴火とともに、ジャワ海下の深部前兆地震とメラ

ピ火山直下の中深度の前兆地震とを関連づけた。構造図と地震イベント図は、地震エネルギーが南ボルネオからジャワ中部に広がる大規模な基盤ブロックの西縁に発達した深部断裂帯に沿って、南方へ移動したことを示す。深部構造帯と地震エネルギー伝播概念は、将来の壊滅的地震を予測するうえで、有用なツールになる。

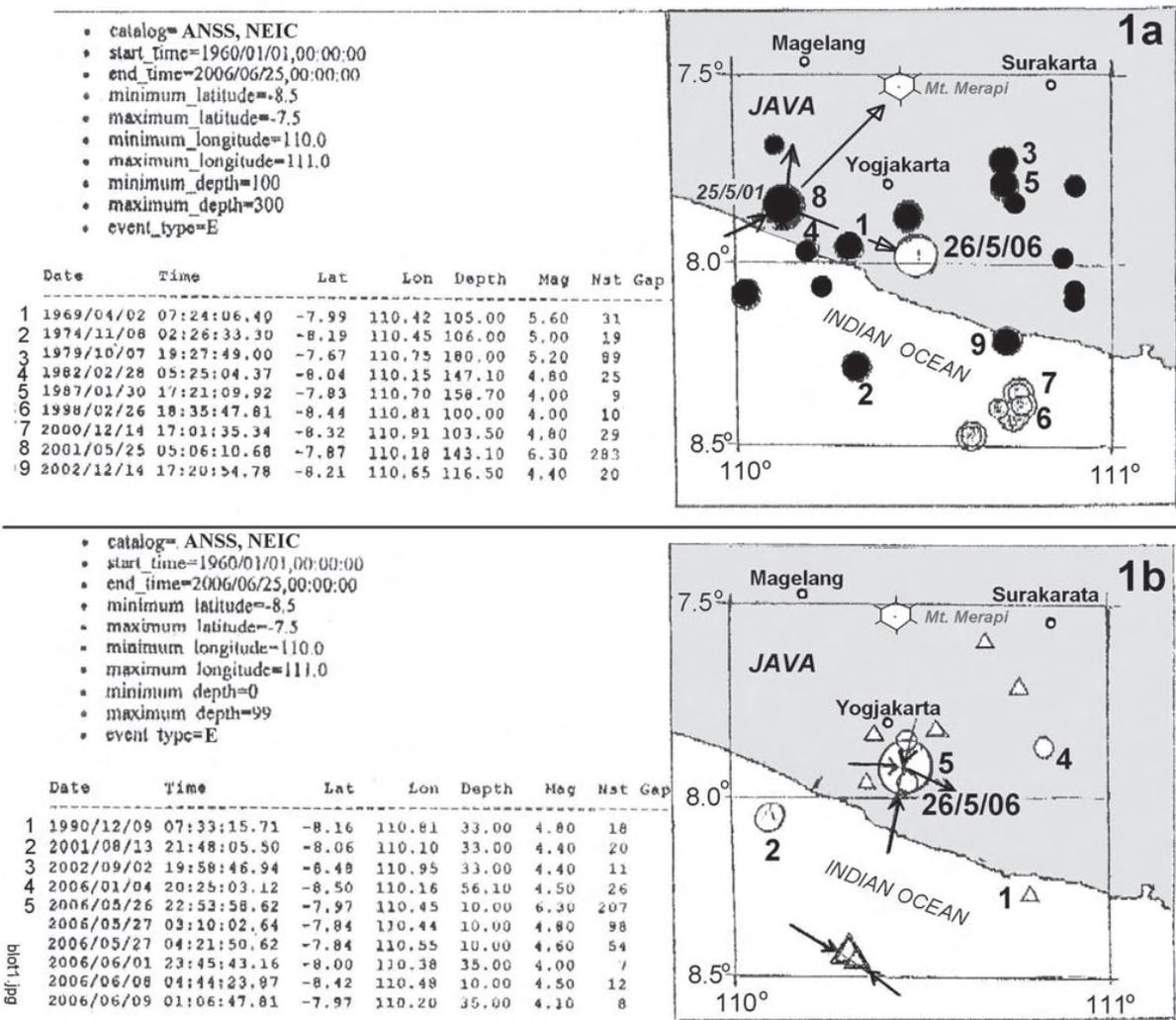


図1 2006.5の壊滅的な地震に先行するYogyakarta地域の地震 (USGS報告, 1960-2006).
図1a - 中発地震 (100-300km). 図1b - 浅発地震 (0-70km).

1. 2006年5月26日、インドネシア、ジャワにおけるマグニチュード6.3地震

2006年5月26日にジャワのインドネシア島の南岸で発生した地震は、中程度のマグニチュード (M=6.3) にもかかわらず、壊滅的であった。少なくとも600名が亡くなり、3,000名が負傷し、100,000名が家を失い、被害はYogyakartaの建物にも広がった (体感震度VII: 人々が感じた標準的な震度)。この震動は、ジャワ島のほとんどの地域で感じられた。

この地震が起きたとき、近くにあるジャワ中部のメラピ火山 (Yogyakartaの25km北) の活動が活発化した；それは2006年4月 (地震の危機) に再活動をはじめ、5月13日には激しく噴火した。インドネシア政府はメラピ火山に対してレベル4の注意警報を発した。それは火山の斜面に住む数千もの人々の避難を促すものだった。しかしながら、最近のデータからは、“5月26日の地震と数10km北のメラピ火山の進行しつつある噴火との間に関連があるかどうか”，それは明らかではないとされた (USGS地震災害プログラム報告, 2006.5.26, <http://earthquake.usgs.gov/epcenter/recenteqsww/Quakes/usneb6.php>)。

- 2006.5.26の地震: 震央, 7.98°S, 110.44°E; 震源の深さ, 約10km.
- メラピ火山, 等位, 7.54°S, 110.54°E; 標高, 2,911m.

2. 地震活動の特徴

この地域 (7.5°S ~ 8.5°S, 110°E ~ 111°E) で記録された1960年~2006年5月26日の地震は、数少なく、小規模なものであった。なかで目立つ地震は、この地域の中深度で起こった次の地震だけであった：

- 2001 05 25 7.87°S 110.18°E, 震源の深さ: 140km, M 6.3 (図1のno.8)

その震央は、破壊的な2006.5.26地震に近い。2001年の地震は、5年後に起こったこの非常に浅い未曾有な事件にとって、最初の予測可能な前兆現象であった。2002年からはこの地域で弱い浅発地震が起こりはじめ、それらはエネルギー伝播の事実を示す (図1b; 表1; Blot, 1976)。

ジャワ海の直下と北方では、5.5°S ~ 6.0°S・110°E ~ 111°E (図2) の矩形の範囲に深発地震群が発生している。これらの震源はジャワ島中部~南部における中-浅発地震と関連しているはずだ。1997年から地震の数とマグニチュードが著しく増加し、地震の移動法則に従って、1999-2006の大規模事件の前兆となった (図3; 表1)。

3. メラピ火山の活動

メラピ火山は、インドネシアの活火山のなかでも最も活発で、ジャワ中部に位置する大規模な成層火山である。火山層序解析によって、メラピ火山の噴火は400,000年

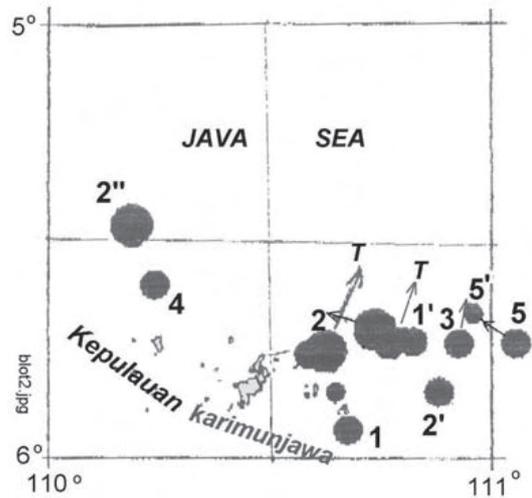


図2 ジャワ海直下の深発地震 (1997-2004), 深度 500-700km, モーメントテンソル解, MTS (表1参照) が解析されている。

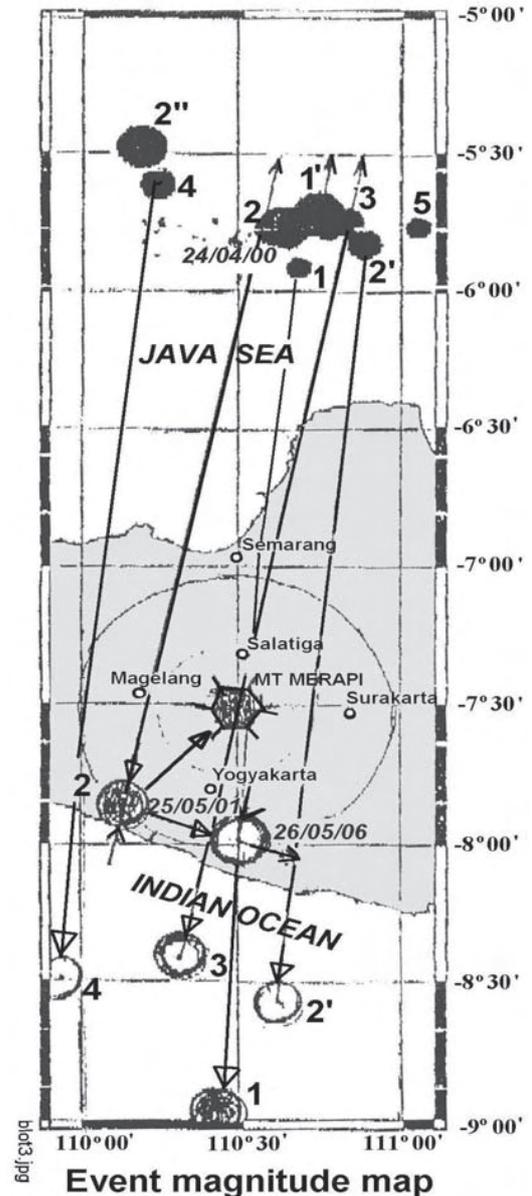
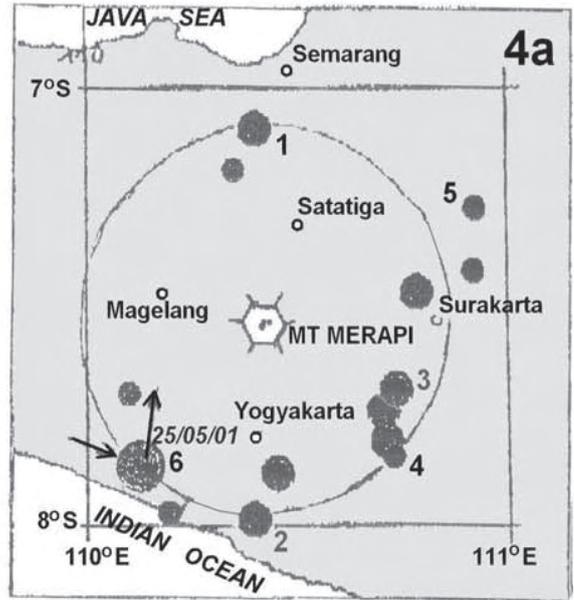


図3 深発地震と主要な浅部現象との関係, 1997-2006 (表1参照)。全ての深発前兆地震は南部の浅部現象に関連していることに注意。地震エネルギーが南方へ移動。

- * catalog= ANSS, NEIC
- * start_time=1963/01/01,00:00:00
- * end_time=2006/06/20,00:00:00
- * minimum_latitude=-8.0
- * maximum_latitude=-7.0
- * minimum_longitude=110.0
- * maximum_longitude=111.0
- * minimum_depth=100
- * maximum_dcpth=300
- * event_type=E

Data	Time	Lat	Lon	Depth	Mag	Nst	Ga
1	1966/01/26 04:20:28.30	-7.10	110.40	238.00	5.00	5	
2	1969/04/02 07:24:06.40	-7.99	110.42	105.00	5.60	31	
3	1979/10/07 19:27:49.00	-7.67	110.75	180.00	5.20	89	
4	1987/01/30 17:21:09.92	-7.83	110.70	158.70	4.00	9	
5	1997/01/26 08:57:43.17	-7.29	110.93	150.00	4.70	16	
6	2001/05/25 05:06:10.68	-7.87	110.18	143.10	6.30	283	



- * catalog= ANSS, NEIC
- * start_time=1963/01/01,00:00:00
- * end_time=2006/06/21,00:00:00
- * minimum_latitude=-8.0
- * maximum_latitude=-7.0
- * minimum_longitude=110.0
- * maximum_longitude=111.0
- * minimum_depth=0
- * maximum_depth=100
- * event_type=E

Data	Time	Lat	Lon	Depth	Mag	Nst	Gap
1	1995/10/02 16:02:08.41	-7.02	110.24	33.00	4.10	8	
2	2006/05/26 22:53:58.62	-7.97	110.45	10.00	6.30	207	
3	2006/05/27 03:10:02.64	-7.84	110.44	10.00	4.80	98	
4	2006/05/27 04:21:50.62	-7.84	110.55	10.00	4.60	54	
5	2006/06/01 23:45:43.16	-8.00	110.38	35.00	4.00	7	
6	2006/06/09 01:06:47.81	-7.97	110.20	35.00	4.10	8	

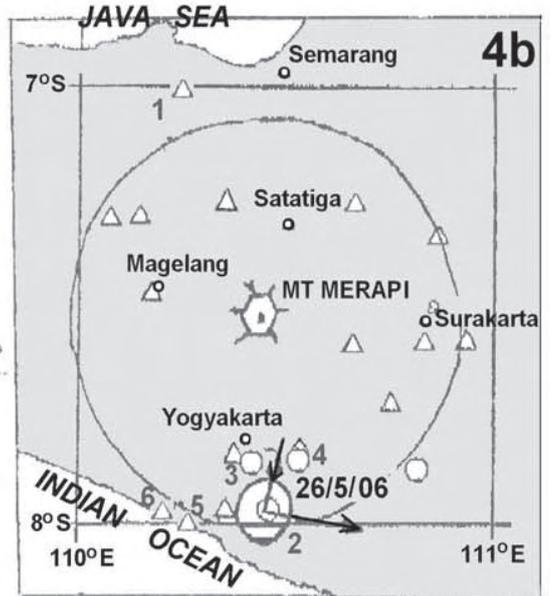


図4 メラピ火山直下の地震 (1963-2006). 図4a- 中発地震 (100-300km). 図4b- 浅発地震 (0-70km). 図4c- 深度150-200kmの地震を伴うジャバ島中央のメラピ山.

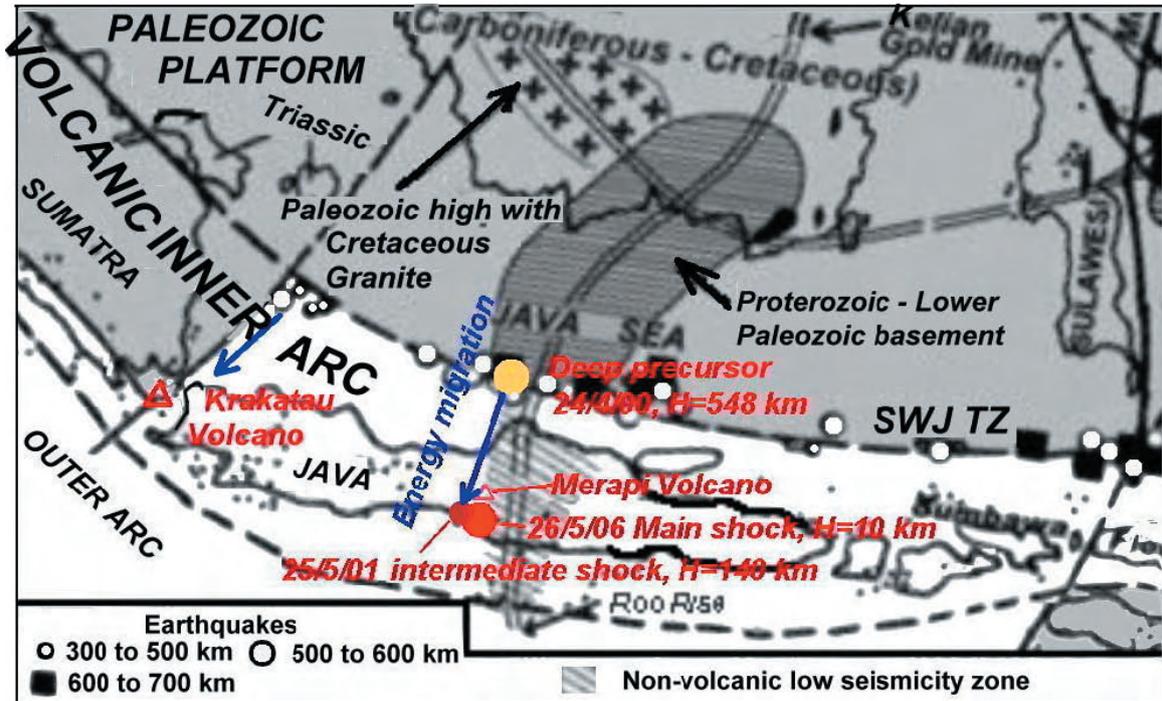


図5 研究地域の広域的な構造骨格 (Choi, 2005). 深発および中発前兆地震 (1997-2003), メラピ火山, そして2006. 5. 26 地震が, 基盤隆起 (原生界~下部古生界) の縁辺に配列することを示す. 大規模深部断層帯 (ブロック境界断層) は基盤隆起の縁辺に位置し, それに沿って地震エネルギー伝播が生じている. SWJ TZ = Shan Boundary- West Malaysia- Java Sea Tectonic Zone. 深発地震 (300km以深) は, 東西方向の構造帯に沿って配列している. Krakatau火山と深発地震が位置するジャワスマトラ間のNE-SW構造帯にも注意. 深部構造帯, 地震, 火山の間には, きわめて密接な関係があることは明瞭である.



図6 衛星画像 (Google Earthからダウンロード, <http://earth.google.com>). 基盤ブロック (原生界~下部古生界) 縁辺に, 2006. 5. 26 の本震とメラピ火山を含む3の火山が南北配列することを示す. 北部 (ジャワ海) の深部前兆地震から南部沿岸付近の2001. 5. 25 の中発地震へのエネルギー伝播路も示されている. このエネルギー源は, メラピ火山の噴火と2006. 5. 26地震の両者を契機として発生したと考えられる.

表1 2006.5.26 ジャワ地震, マグニチュード6.3

Ref.	Date Y M D	Epicenter		Depth Magnitude		Correlations				Focus mechanism			
		S°	E°	h km	m b	M s	t days	h1/h2	K	d°	a°	k	MTS
1	neic 1997 05 10	5.91	110.68	600	5.0								
	isc	.80	.63	560	4.8								
1'	neic 1997 07 11	5.70	110.80	574	5.6	6.0							
	ISC	.72	.73	578	5.4								
	hrvd (09h 55m)	.70	.65	592									T= 23 P= 276
	neic (10h 00m)	5.71	110.70	571	4.9								
	isc	.75	110.77	596	4.7								
							573 592 / 81		663 3.3		35	543	
1-->	neic 1999 02 04	8.96	110.51	100	5.2	6.1							
	isc	.97	.43	96	5.3								T= 318 P= 166
	hrvd	.87	.64	81	5.3								
	neic 1999 02 13	8.34	110.09	113	4.2	5.3							
	isc	.43	.12	106	4.1								
	neic 1999 03 13	8.69	110.21	39	4.2								
	isc	.70	.17	65	4.3								
2	neic 2000 04 24	5.82	110.58	548	4.5	5.6							
	isc (15h 40m)	.77	.58	547	4.3								
2	neic (16h 54m)	5.78	110.60	556	4.3	5.6							
	isc	.77	.61	553	4.4								
2'	neic 2000 05 22	5.86	110.80	538	4.4	5.7							
	isc	.83	.88	532	4.2								
2''	neic 2000 06 12	5.46	110.14	545	4.2	4.8							
	isc	.47	.18	551	4.5								
2'''	neic 2000 09 21	5.71	110.62	561	5.3	6.6							T= 46 P= 22
	isc	.77	110.62	572	5.3								T= 23 P= 260
	hrvd	.73	110.66	570	5.4								
							396 550 / 130		632 2.1		30	547	
2-->	neic 2001 05 25	7.87	110.18	140	5.8	6.3							T= 9 P= 203
	isc	.86	.13	131	5.9								
	hrvd	8.07	110.24	134		6.3							T= 6 P= 242
							538 550 / 79		638 2.9		33	535	
2-->	neic 2001 10 14	8.60	110.63	67	5.6	5.8							T= 13 P= 107
	isc	.68	.67	77	5.7								
	hrvd	.83	.68	92		5.8							T= 8 P= 100
				79									
3	neic 2002 02 24	5.70	110.89	545	5.1	5.7							
	isc	.75	.82	538	5.2								
	hrvd	6.36	.67	581	5.2								T= 19 P= 267
							561 538 / 67		620 2.7		30	537	
	neic 2003 09 08	8.55	110.19	51	5.4	5.9							T= 309 P= 125
	isc	.42	.31	67	5.3								
	hrvd	.98	.62	44		5.8							T= 303 P= 160
4	neic 2002 12 31	5.53	110.23	549	4.6	5.6							
	isc	.61	.24	557	4.4								
							597 553 / 65		642 2.9		32	544	
	neic 2004 08 19	8.29	109.79	80	5.3	6.3							
	hrvd	.56	.94	51	5.2								T= 150 P= 277
5	isc 2003 07 11	5.75	111.05	576	4.2	5.4							
5'	neic 2003 09 07	5.71	110.84	556	4.7								
	isc	.68	.96	588	4.5								
5-->	neic 2006 05 26	7.96	110.46	10	6.3								T= 105 P= 15
	hrvd	8.00	110.49	33									T= 277 P= 186
	+ aftershocks												
	neic 2006 05 27	7.85	110.46	10	4.8								
	(03h 10m)												
	neic (04h 21m)	7.86	110.81	10	4.5								
	neic 2006 06 01	8.00	110.38	35	4.0								
	neic 2006 05 09	7.97	110.20	35	4.1								
Precursory earthquakes:													
	isc 2002 06 19	7.82	110.53	S	3.5								
	isc 2002 11 17	7.59	110.83	s	3.5								
	isc 2003 07 30	7.84	110.37	s	3.5								
	isc 2003 09 01	7.96	110.35	s	3.5								
	isc 2004 05 11	8.14	110.30	s	3.6								

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

前に始まったことがわかる。それ以降、10,000年前までの噴火によって溢れ出た溶岩は玄武岩質であった (Free Encyclopedia, Wikipwdia)。その後の噴火は、さらに激しくなり、しばしば溶岩ドームをつくるような粘性の大きい安山岩質溶岩によるものであった。ドームはしばしば崩れ、火砕流を生じた。近年の噴火は1922年に始まり、約10年間続いた。溶岩ドームが成長し、その隆起量は1日に50cmに達することもあった。最近では1994年にドームがほとんど完全に崩壊して、40～60人の人々の命を奪った大規模火砕流を生じた。

火山の深部で発生した地震のリストを作成した結果、私たちはメラピ火山の周囲半径約50kmの環状の地帯に震源が配列していることに気づいた (図4)。火山の深い根の周辺で、このような震源の分散が観測されるのは、通常のことである (半径の違いは、おそらく火山のタイプによるのであろう)。

4. 広域的造構運動ならびに地震 / 火山噴火についての考察

対象地域における1997年以降の中-深発前兆地震と浅発地震が、公表されている構造図にプロットされた (図5; Choi, 2005)。この図をみると、深発前兆地震、中発前兆地震、ジャワ中部のメラピを含む3つの火山、および2006年5月の本震が、南北に配列していることが明瞭である (図6)。他の全ての前兆地震とそれらに関連する浅発地震も、この方向に並ぶ (図3)。この南北線は、南ボルネオからジャワ中部へひろがる大きな基盤 (上部原生界～下部古生界) 隆起の西縁に一致する。深発前兆地震は、この構造帯と東西方向の主要構造帯 (Shan 境界—西部マレーシア—ジャワ海構造帯) との交点にあたるジャワ海の深部に位置し、それらに沿って深発地震 (300km以深) が並んでいる。それゆえ、2006年5月の地震エネルギーは最初ジャワ海の深部で発生したものが、基盤隆起の縁に発達した大規模深部断裂系帯に沿って南方へ移動し、地震と火山噴火として地表に現れた、ということは明白である。我々は、同様の構造骨格—深部構造帯、地震エネルギー伝播、破壊的な地震と火山噴火との関連—を、日本列島とスマトラ島 (Blot and Choi, 2004)、さらにカシミール (Blot and Choi, 2005) で発見した。このことは科学的地震予知方法を確立するツールとなる。

5. 結論

重大な被害をもたらした2001年5月25日の地震の震源がメラピ火山の深部の根に位置すること、そして、それゆえ、メラピ火山の活動に関連していることが注目される。報告された事件 (爆風、ドーム状溶岩のなだれの崩壊、火砕流、など) の多さや多様性のため、噴火の開始を火山下で発生した地震と時間的に対比することは困難である。

メラピ火山の根にある環状構造の大きな拮がりは、ジャ

ワ島南岸にまで達するであろう巨大規模の安山岩質マグマが火山の下に存在することを示唆する。

2006年5月26日の破壊的な浅発地震の発生は、“マグマの移動”に起因し、断層 (造構性地震) の発生にいたる圧力をもたらしたのであろう。

このように、メラピ火山の巨大噴火とYogyakarta付近の破壊的地震は、明らかに連動している。というのは、これらの現象は、ともに、ある種の内部エネルギー伝播現象 (この場合は、地下のマグマあるいは流体の進化) を引き起こす同一の中発地震を契機にしているからである。

これらの近接した深発地震と浅発地震の間にある比較的長期の時間間隙 (5年) は、El Chichon, Pinatubo など (Grover, 1998, p. 238-243) や Montserrat 島の Soufriere Hills のような死火山が再び活動をはじめる場合にみられる。

日本、カシミール、スマトラ、ジャワなど、最近の他の大規模地震のように、地震エネルギー伝播は大規模な深部構造帯に沿って起きる。このことは、将来の大地震を予知するうえで考慮されるべき重要な事実である。

文 献

- Blot, C., 1976. *Volcanisme et sismicité dans les arcs insulaires. Prevision de ces phenomenes.* Geophysique, v. 13, Orstom, Paris, 206 p.
- 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.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2004. Forerunners of the catastrophic Kashmir Earthquake (8 October, 2005) and their geological significance. NCGT Newsletter, no. 37, p. 4-16.
- Choi, D.R., 2005. Deep earthquakes and deep-seated tectonic zone: a new interpretation of the Wadati-Benioff zone. *Boll. Soc. Geol. Italiana, Spec. Vol. no. 5*, p. 79-118.
- Grover, J.C., 1998. *Volcanic eruptions and great earthquakes — Advanced warning techniques to master the deadly science.* Copyright Publishing Co., Pty Ltd., Brisbane, 272 p.

出版物 PUBLICATIONS

2006年『地球科学』第30巻第3号に特集された“東アジア大陸縁と太平洋における造構作用と深部要因”(久保田喜裕編集)に掲載された論文の要旨といくつかの図面

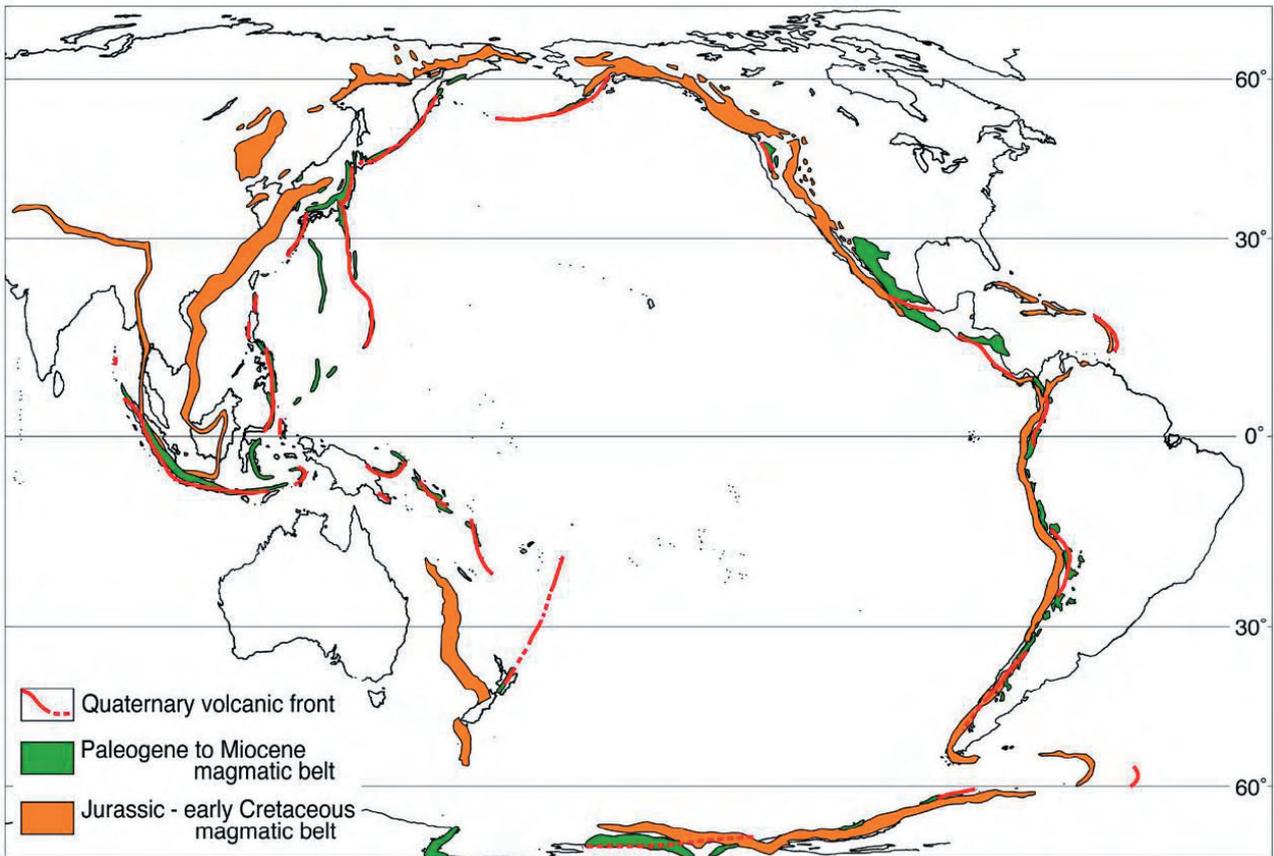
Abstracts and selected figures of papers published in Chikyu Kagaku (Earth Science), vol. 30, no. 3, 2006. Special Issue, "Tectonic process and its deep factor in the continental margin of East Asia and the Pacific Ocean" (Edited by Yoshihiro KUBOTA)

(地学団体研究会の許可をえて、要旨および図面を転載)

(矢野 孝雄 [訳])

アンデスのグリーンタフ Green tuff on the Andes

矢野孝雄：鳥取大学地域学部地域環境学科，日本，680-8551，鳥取市
足立久男：東京都立練馬高等学校，日本，179-8908，東京都



環太平洋変動帯における主要火成活動帯 (Yano and Wu, 1985 を修正). ジュラ紀～前期白亜紀火成活動帯, 古第三紀～中新世火成活動帯, および, 第四紀火山フロントは, それぞれ, 藤田 (1980) による燕山, グリーンタフおよび島弧変動を代表する.

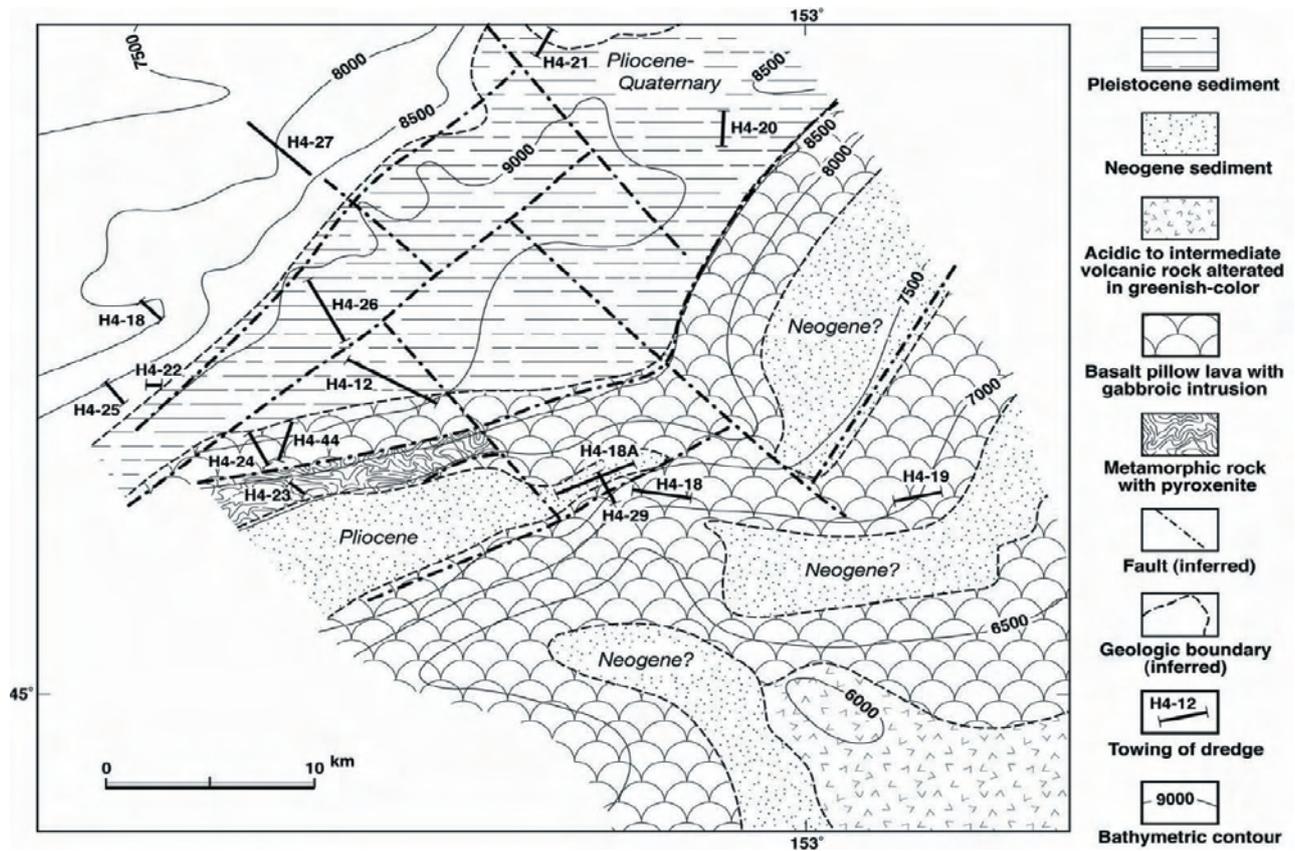
太平洋の地質構造と起源 Geological Structure and origin of the Pacific Ocean

Boris I. VASILIEV: V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690041, Russia

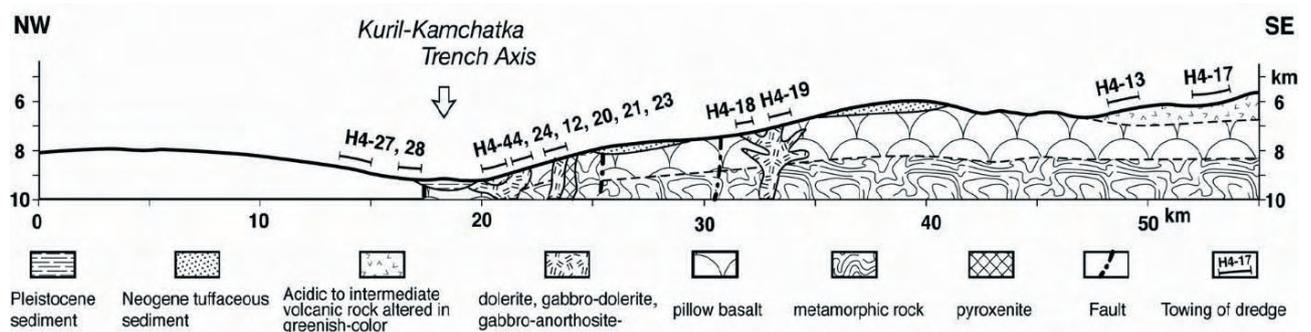
私たちの35年間におよぶ海洋地質研究にもとづいて、太平洋の基本構造を解明し、もっとも信憑性のある太平洋の起源論を提案する。

太平洋巨大海盆の基本構造は、3つの地質-構造ステージからなる。第1ステージは、始生代にさかのぼる超塩基性岩類(塑性流動を履歴)と変成岩類に代表され、それぞれ、海洋島火山岩中の包有物として産出し、海溝・断裂帯・海台などに露出する。第2ステージは、三畳紀~ジュラ紀を中心とする海洋性トラップ層(層状塩基性貫入岩と玄武岩類のコンプレックス)であり、海盆下のほぼ全域に伏在する。第3ステージは、海盆底や海山・海台を構成するジュラ紀後期~現世の火山岩類と堆積層であり、ブロック運動による深海化を記録している。

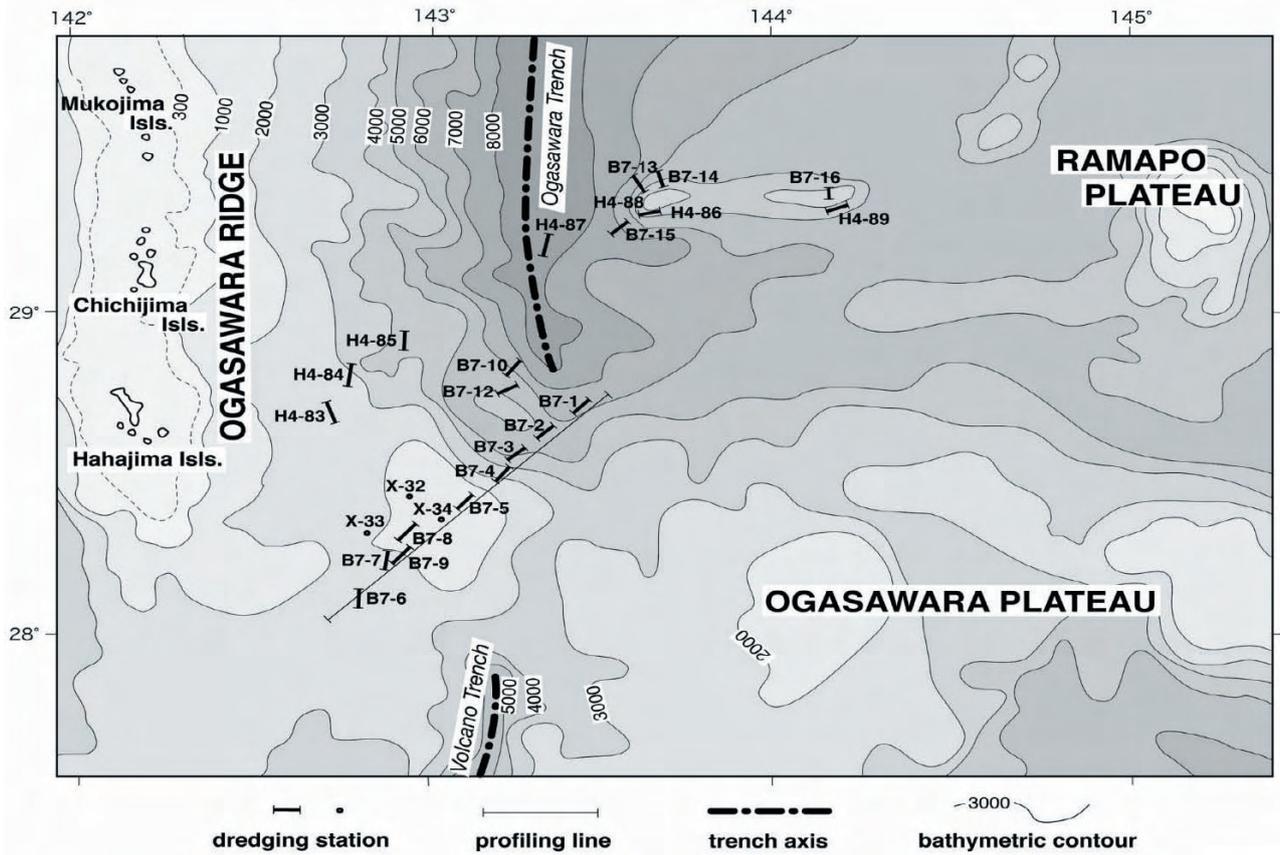
太平洋巨大海盆は、地球最大のユニークな地形-地質構造であり、おもに苦鉄質な地殻をもつ。①その原型は、地球-月システムをうみだした約45億年前の天体事件によって形成され、その後、②周縁の大陸から数10億年間にわたって供給された膨大な陸源物質が、海盆底の火山噴出物や伏在する超塩基性岩類とともに変成-熔融し、少量の酸性岩類を形成した。さらに、中-新生代における全地球的海洋形成作用にもなって、③三畳紀~ジュラ紀を中心に海盆のほぼ全域にトラップ層が形成され、④ジュラ紀後期にはじまるブロック沈降による深海化と火山活動-堆積作用が現海盆の複雑な地形-地質構造を形成した。



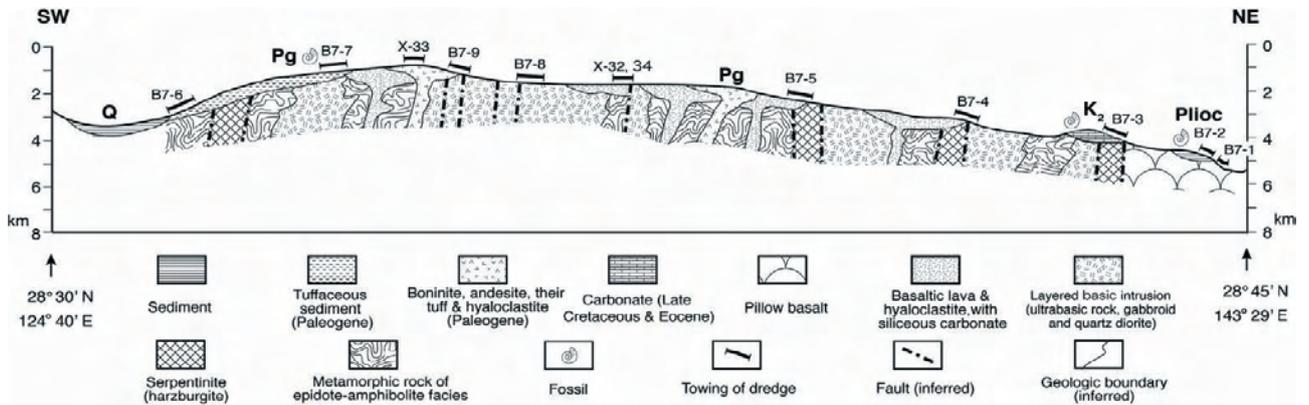
千島-カムチャッカ海溝中央部における海側海溝斜面の地質構造図



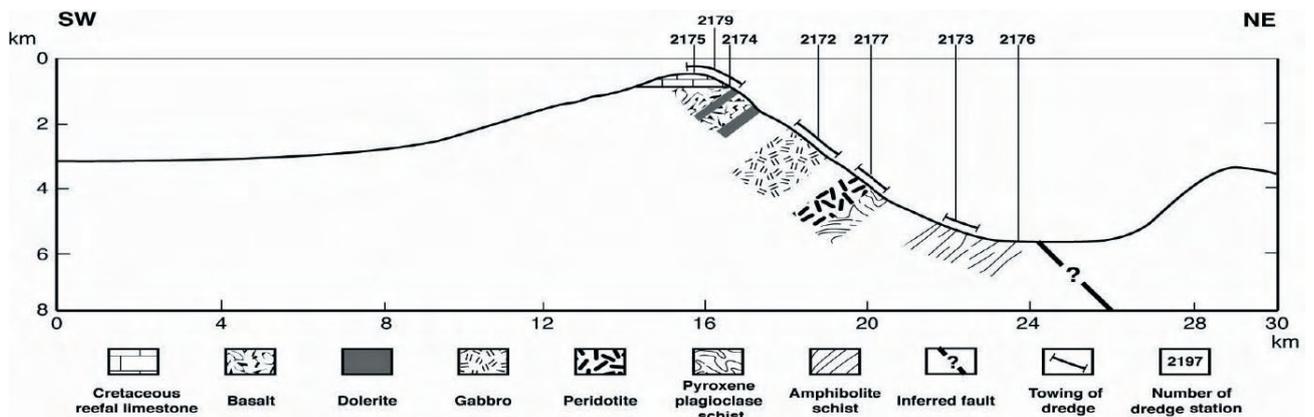
千島-カムチャッカ海溝中央部における海側海溝斜面の地質断面図



小笠原海溝と小笠原海台の連結部の海底地形図



小笠原海溝と小笠原海台の連結部の地質断面図



エルターニン断裂帯のヒーゼン断裂における地質断面

Geological-structural stage	Geologic age	Lithologic structure	Constituent	Component rocks	Remarks
THIRD	Cenozoic	reef limestone	sea water	pillow basalt, hyaloclastite, tuff	forming the present topographic-geologic structure of the mega-basin block subsidence of the Pacific mega-basin (≒6 km)
		seamount, plateau & rise	sediments		
		horst graben	volcanics		
SECOND	Jurassic		volcanics & intrusives	pillow basalt, tuff, breccia, tuffaceous sediments, intrusions	accumulated in shallow marine environments
	Triassic		massive plutonics	olivine gabbro-norite, gabbro, gabbro-diabase, metagabbro, epidote amphibolite (originated from diabase)	underlying most part of the Pacific mega-basin
			layered basic intrusions	cumulates	
FIRST	Archean (3.5 Ga)		acidic rocks metamorphics ultrabasics	epidote-amphibolite schist, amphibolite schist, epidote amphibolite, pyroxene-plagioclase metamorphic rock, chlorite-talc rock, serpentinite (granite, gneiss, granulite) dunite, lherzillite, wehrlite, garnet peridotite, garnet pyroxenite	outcropping at trenches, fracture zones and plateaus occurring as nodules in volcanic rocks on oceanic islands

太平洋巨大海盆の基本構造

太平洋の形成モデル Tectonic model for Pacific Genensis

矢野孝雄：鳥取大学地域学部地域環境学科，日本，680-8551，鳥取市
 呉 根耀：中国科学院地質与地球物理学研究所，中国，10029，北京

中生代を中心とする時代に太平洋および周縁で同時的に発生した2つの巨大変動は、ダーウィン海膨と環太平洋変動帯における造構-火成活動である。これらの変動の構造解析の結果、太平洋の形成が①太平洋規模の巨大プルーム頭部と上載リソスフェアとの重力不安定、ならびに、②おそらくは地球自転に起因するアセノスフェアの東方流動によって駆動される、というモデルがえられた。

外側向きに負の圧力勾配がもたらされた。この圧力勾配は、プルーム幹部からの上昇流とともに、上載リソスフェアをドーム状に隆起させ、ダーウィン海膨を形成し、広域的火山活動を発生させた。アセノスフェアの東向き流動は、プルーム頭部と同様に、マグマフロントや変形フロントを東へ移動させた。

重力不安定は、太平洋海盆の沈降をひきおこし、それとともにプルーム頭部周辺における向心的反転流が生じた。この反転流は環太平洋変動帯の非対称アーチングと軸部火成活動を生み出すとともに、プルーム頭部には

このモデルの成否はともかく、太平洋研究の基本的方向は『太平洋問題』に提起されたとおり、ひろく国際交流をすすめながら、太平洋底と環太平洋変動帯の地質研究を相補的に発展させていくことにあると考えられる。

一等三角点の改測資料による日本列島の水平変動の解析

Recent horizontal deformation of the Japanese Islands deduced from the displacement of first order triangulation stations

小林 和宏：長野県望月高等学校，日本，384-2202

日本列島の一等三角点は、全国に40～50km間隔で埋設され、1895年、1958年、1979年前後に改測が行われた。それらの測量結果を用い、隣り合う3点で構成された三角形領域内の面積歪み、最大せん断歪み、および主歪み軸の大きさとその方向をもとめた。まず面積歪みの解析結果に基づいて、日本列島を数100kmくらいの広さの領域に分割した。第1期に膨張、収縮を示した地域は、第2期にはそれが反転する傾向がある。その際、変動する

境界はほとんど移動しない。次に、被害地震は主に10⁵以上の最大せん断歪みをもつ領域で発生し、その領域は面積歪みの膨張・収縮の境界部であることを示した。これは、面積歪みの解析に基づく、日本列島がいくつかの領域に分割されているという我々の結果を支持する。また、膨張域と収縮域は水準点変動の隆起と沈降にそれぞれ対応し、その変動は日本列島の地下深部の運動に関連していると思われる。

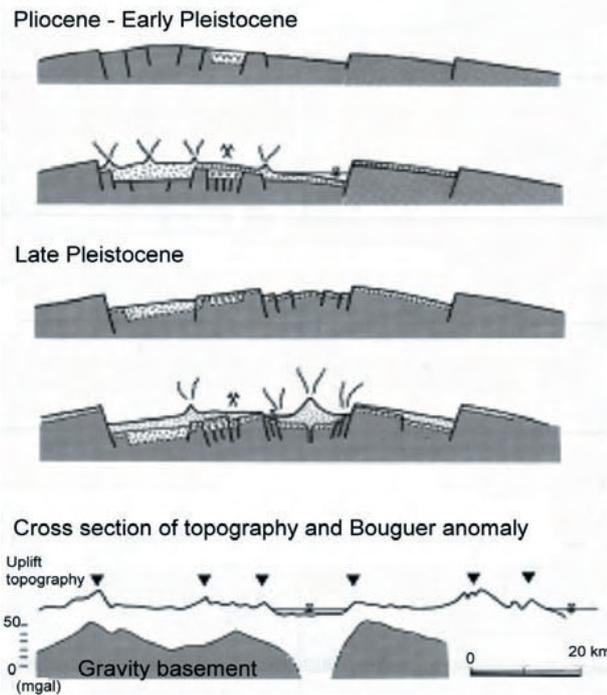
九州のグラーベンと内在コールドロン群との関係 —とくに先行隆起について—
Genetic relationship between graben and clustered cauldrons in Kyushu, Japan
-With special reference to pre-collapse uplifting-

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

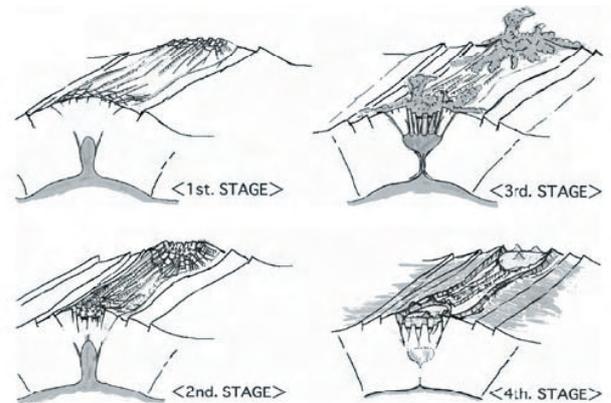
九州に分布する別府-島原グラーベンと鹿児島グラーベン，およびそこに内在するコールドロン群との成因的関連について，陥没に先立つ先行隆起現象に着目して検討した。

九州のコールドロンの陥没様式は，火山活動に先行する一次陥没と，火山活動に後れて発生するカルデラ型の二次陥没という，本宿型二重コールドロンに類似している。スケールモデル実験によると，マグマの上昇は地表を隆起させ，隆起部に放射状断裂系や，盆地縁辺部に傾動地塊状の“隆起地形”を形成した。このマグマが複数の場合にはそれぞれの隆起部を連結する“連結断層系”が形成された。すなわち，これらは隆起運動を示唆する地形

-地質現象といえる。マグマの上昇により地表にはすぐさま一次陥没が生ずるが，マグマと地表の断裂系は連続していないため，マグマ噴出後に形成される陥没カルデラが先行することはない。一次陥没で終わるか，二次の陥没カルデラが生ずるかは，マグマの供給量や規模に規制されると考えられる。複数の大規模なカルデラ型陥没が生じた場合には，カルデラ群を取り巻くように一回り大きい陥没凹地が形成される。この大規模陥没凹地の形態は，マグマの配列形態に規制され，連鎖する場合には鹿児島グラーベンのような狭長な陥没凹地へ，広がりをもって散在・群生した場合には九重-別府グラーベンのような幅のある陥没凹地へ転化する。



鹿児島グラーベンの鮮新-更新世の構造発達史と曲隆構造を示す地形断面（久保田，1986を一部改変）。▼印は“隆起地形”の位置。



連鎖するコールドロン群をとまなうリフト/グラーベンの形成モデル

- 1st：マグマの上昇，地表の連鎖ドーミング，および，“連結断層系”と“傾動地形”の形成。
- 2nd：火山活動に先行する一次陥没，および，湖成堆積物の堆積。
- 3rd：激しい噴火
- 4th：マグマ溜りの収縮，カルデラ陥没，および，一回り大きい陥没凹地（リフト/地溝の外郭凹地）の形成

ヨーロッパにおける炭素排出権取引価格評価システムの最近の崩壊
Recent collapse of the European Carbon Credit pricing system

Louis HISSINK
 Field Geology Services, Unit 29, 13-15 Cantonment Street, Fremantle, WA 6160, Australia
 E-mail <fgserv7747@fastmail.com.au>

ヨーロッパにおける炭素取引価格評価システムの最近の崩壊は驚くに値しないが、CO₂が汚染物質であるとの考え方は依然として広く保持されている。これは、不思議なことである。なぜならば、炭素は生命体の基本物質であり、私たちは呼吸という活動そのものによって二酸化炭素をつくりだしているからである。そして、二酸化炭素は、植物界にとって基本的栄養源を構成するものでもあり、哺乳動物と植物界は相互に共生関係をつくるからである。次に二酸化炭素のような性質の良いガスを汚染物質と考えるのは怪奇であり、それは、なにか、かなり間違っただけで考え抜かれた結果、あるいは、むしろ科学のかなり不完全な理解の結果とみなすほかはない。

さらに、間違っただけの信念—唯一の熱源が太陽であり、それは、放射エネルギーとして供給される—が存在する。これは部分的には正しくも、最新の New Concepts of Global Tectonics Newsletter no. 38 に掲載された科学的論文は、これまで無視されてきた巨大熱源—それは、地球内部の電気ダイナモによって常時発生する—の存在を指摘した Leybourne, Gregori and de Hoop は、放射性壊変が地球内部の主要熱源であるとの一般的認識が、地球物理学的モデル化のさまざまな試みに制約をもたらすであろう、と述べた。

だれもが、地球が磁場をもっていることを知っている。しかし、この磁場がある適切な電場を随伴していなくてはならないことを深く理解している人はまれである。電気性火災が発生するときには、抵抗中を電流が流れるために熱が発生することも、私たちはよく知っている。

地球磁場は定常状態にあるとみなされるので、電流を維持するためにエネルギー供給がおこなわれていることも明らかである。コア/マントル境界に由来する電気源は、太陽誘導作用によって促進される潮汐駆動ダイナモである、いいかえると、地球と太陽の間には電磁氣的相互連関が存在する、と私は提案する。

Gregori は、地球の内部エネルギー供給の約 60% は穏やかな地熱流として放出され、残りの 40% が他のすべてのエネルギー様態、すなわち、地震活動や地球ダイナミクス (海嶺拡大、火山活動および潮汐現象) によって放出される、という。さらに、地球内部エネルギーはエルニーニョ事件をとまなう海洋盆の加熱をひきおこすであろう。いっぽう、太陽コロナの大放出は電気性山火事の伝播をもたらす。

南極および北極におけるオーロラも、まったく同じようにして、大気中の電流によって発生する。よく知られているように、抵抗中を流れる電流は熱を発生させるのである。NASA は、昨年、巨大電圧がハリケーンやサイクロンにともなって発生することを発見した。10,000V/m に達する電圧が観測された。ここでも電流が関係していて、ハリケーンが大気のような抵抗物質中をながれる電流を発生させる。さらに熱を発生させるか否かは、今後の課題である。

さらに、地球のどこかで、常時、発光現象が発生していて、別種の電流が抵抗物質中をながれ、そのために、熱を発生させている。

太陽に由来する熱源だけを扱った既存の気候モデルでは、このような巨大な地球熱源が無視されている。このように気候学説は根本的にまちがっていて、太陽によって調整されている地球の熱活動によって気候が基本的に支配されている、と人々が結論することを妨げている。そして、もしそうであるとすると、人為的二酸化炭素による地球温暖化学説は存立できなくなる。

気候学において、地球自身の巨大な内的熱生産を完全に無視することは、きわめて怪奇なことである。

観測・測定された全地球気温の上昇についていうと、これは、何よりも、気温測定器がどんどんと発達したことに由来する人為的結果である。文献で議論されている ±0.4 Kelvin の温度異常は、二酸化炭素によるというよりも、測定機器の精度よりも小さい値である。

カナダの機械技術者である Bob Pawley は、次のように記述している。「これらの地球温暖化論者たちは、まったく不確かな方法で、最近 100 年で地球の平均気温が最大 1° 上昇したという。これは、私が注目している点である。私は 35 年間にわたって工業的測定・制御分野に就いていたが、セ氏であれ華氏であれ 1° の全地球的温度変化を確実に測定する精度をもつ廉価で、使いやすい温度測定装置に出合ったことがない。もし私たちが今日においてもこの必要性をみだしていないとすれば、100 年前の温度測定結果についてのいかなる主張もにわかに信じることはできない。」

測定機器

いかなる測定でも、かならず、使用器具の精度に依存している。使用される器具は、必要性和価格によって選ばれる。次の点に、注意していただきたい。精度決定は非精密科学であり、多数の要素、すなわち、不純度や製造技術のほか、機器の維持と目盛検証がいかに良好に、どのくらいの頻度で行われるか、によって決まるのである。

精度には、2つのタイプのものがある。1) 絶対精度：測定がどれほど正確におこなわれるかは、標準物質あるいは他の同様な測定機器の測定をどれほど正確に再現できるか。2) 相対精度：同一測定機器によって、すでに測定された温度をいかに正確に再現できるか。

従来、企業あるいは政府の気象業務は、気温測定装置の反復精度に頼っていた。地球温暖化論者たちは、まちがって、これらの装置による情報を利用した。その典型例として、電気抵抗温度測定装置 (Resistance Temperature Device: RTD) には、製造業者と価格にもよるが、0.01° ~ 0.2° という、たいへん優れた反復精度が備わった。

製造業者によると、これらの装置の絶対精度は±0.5°とされているが、装置の測定温度範囲にも依存する。保証精度は、±数度と見積もられている。これら2つの説明のうちで精度のよい第1の説明においてさえも1°の温度誤差があり、これは、地球温暖化論者たちが頼っている1°という温度に相当する。

このようなデータから、私たちが考えている地球温暖化は、最良の装置で測定できる温度誤差よりも小さく、測定された温暖化はこの装置では検出できないのである。

したがって、実際には、温暖化は起こっていない。もちろん私たちの地球自身は、電磁気結合によって熱的に太

陽と関連している。私たちが想定している昼と夜という日周期は気象変化をもたらす唯一の熱源であることは別に、私たちが観察している気象や変動する気温は、人類が大気中に放出した微量の二酸化炭素よりも、未発見の地球物理源によって変化しているのである。

大気中の二酸化炭素が倍増すると、全大気容積の0.04%から0.08%になる、ということをお願いしてほしい。たとえば、モグラが掘りあげた土で、山ができあがっているのである。

(“Hissing File —2006年4月30日 <http://www.henrythornton.com/article.asp?article_id=400>” から、Hissinkの許可をえて引用)

ニ ュ ー ス NEWS

(矢野 孝雄 [訳])

**AAPG ヨーロッパ会議 2007年11月 “われわれの神話に挑戦よせ”
主題に非伝統的観点をとりあげた主要な国際石油会議**

**AAPG European Meeting, November, 2007 "Challenge our myth"
Major international petroleum conference putting unconventional view on the agenda**

AAPG (American Association of Petroleum Geologists アメリカ石油技術者協会) のヨーロッパ部会は、2007年11月18～21日にギリシアの首都アテネで開催される主要会議を準備中である。資源会社の会議としての性格上、それは、環地中海、中東およびカスピ海域の石油地質特性の解明を主要目標としているが、これらの地域以外の商業的“ホットスポット”も含まれている。発表の大半は、事例史、開発状況、および将来的見通しをあつかったものである。会議の主な標題—われわれの神話に挑戦せよ—は、関連のある非慣習的観点も歓迎される。

AAPG ヨーロッパ会議の議長は Geir Lunde (ノルウェー, オスロ) < Geir.Lunde@viencogroup geirlunde@yahoo.com > である。

石油、天然ガス、金属および他の鉱産資源の起源と地理的分布をはじめ、地球科学のすべての分野には、未解明の問題や逆説が多い！ 私たちは、科学に現実的逆説が存在しない、といった状況をにわかに肯定することはできない。観測および解釈において直面している謎は、私たちが求めている基本的理解が不完全であったり、基本的にまちがっていたりすることを、自然が私たちに伝えようとしている傾聴すべきメッセージである。たとえば、世界のガスハイドレートほとんどが、多くの大陸縁のちょうど海側の深海部に分布しているのはなぜなのか？ また、地震が多く、火山活動が活発なインドネシア弧の陸側に、たいへん多くの商業的石油ガス田が存在するのはなぜか？ これらの疑問や他の多くの事例は、大規模テ

クトニクスと炭化水素資源との間に密接な関連があることを示唆する。しかし、既存の考え方は単純で、納得できる解決/関連性をもたらさない。ちなみに、これまでのテクトニックな枠組みでは、地震そのものが、それらの背景になっている真因をはじめ、多くの謎めいた問題を抱えている。

準備中のアテネ会議では、セッションの議長と発表者は、会議の標題に掲げられたように、独自の解釈を提出するよう求められている。今日の権威づけられた地球科学的見解において、そのような根本問題を自由に討論できる環境は、公式の学術的討論でも、資源会社の会議においても、これまでには全くなかったことである。さらに、NCGT グループにとってとくに興味深いのは、組織者が、「全地球的そして大規模地質における非伝統的学説と考え方」というセッションあるいはシンポジウムを準備したことである。これは、おそらく転換点になるであろう。というのは、地質学のなかで、もっとも影響力のある分野の会議において、非伝統的学説がプログラムに組み込まれたことのみならず、この会議の標題がまさにそれらを直接とりあげていることが初めてであるからである。

この会議では、ほとんどが半日のセッションで構成されることになる。しかし、“非伝統的学説”シンポジウムは他のいかなるセッションよりも会議標題に適合しているセッションであるので、私たちのシンポジウムには丸一日が割り当てられることを希望している。イタリアの IGC2004 で成功裏に開催された NCGT プログラムに加

えて、来るアテネ会議は、1) 地球の運動についての再考、
ならびに 2) 地殻資源に関わる基本的視点の再検討を促

するもうひとつの重要な会議になるであろう。

オスロ IGC33 ニュース

OSLO IGC33 NEWS

すでに、多くの読者のみなさまは、IGC33 のファーストサーキュラーをうけとっているだろう。この会議は、2008 年 8 月 5 ~ 14 日にスウェーデンのオスロで開催される。私たちは、オスロ IGC プログラム委員会へ、“地球学説—グローバルテクトニクスの新概念”という標題で NCGT セッションの開催を提案した。2004 年の IGC32 の際にイタリアの Urbino で行ったように、基金があれ

ば会議後の集会も開催されるだろう。これらの会議の会議録も出版予定である。

会議招集者 Karsten Storetvedt (karsten.storetvedt@uib.no)
Forese Wezel (wezel@uniurb.it)
Dong Choi (ncgt@ozemail.com.au)

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.

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、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。

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

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。

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と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。