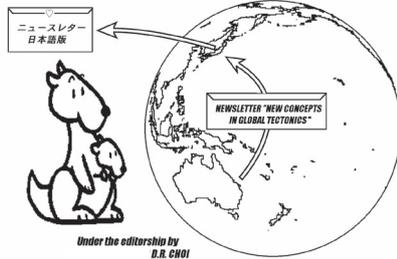


# ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念



**NEWSLETTER** *New Concepts in Global Tectonics*

No. 52 2009年9月 ISSN: 1833-2560 編集: D.R. Choi (日本語版 2010年1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)

## も く じ

|  |    |
|--|----|
| ■ 編集者から  | 2  |
| ■ 編集者への手紙  | 3  |
| ■ 原著論文   |    |
| ジオイド テクトニクス 第6章 主要な地質過程 Peter M. JAMES   | 9  |
| Geoid Tectonics: Chapter 6. Some major geological processes  |    |
| 太平洋, Clarion-Clipperton 断裂地域の海洋底基盤からの岩石 S.M. TABUNOV et al.  | 15 |
| Rock assemblages from the Pacific Ocean bedrock in the Clarion-Clipperton fault region                               |    |
| 世界で最も深い湾の起源 花田正明・星野通平  | 23 |
| Origin of the World's Deepest Bays   |    |
| “ジオトランス”大陸を横断する巨大な活動的鉱床集中帯 Leonid GALETSKIY  | 31 |
| “Geotrans” – a planetary geodynamic system of transcontinental ore-concentrating activation megazones                |    |
| ■ コメントと回答  |    |
| 地震地震の先駆現象 Peter JAMES and Valentino STRASER  | 39 |
| Earthquake precursors  |    |
| ■ 本の紹介   |    |
| 地震の癖(角田史雄著) Dong CHOI  | 40 |
| Habits of earthquakes by Fumio TSUNODA   |    |
| ■ 出版物  |    |
| 最新のデータからみた地球および他の惑星の半径減少と熱損失 V.V. ORELENOK   | 42 |
| Reduction of the radius and heat losses within the Earth and other planets in light of recent                        |    |
| 日本, 本州中央部における浅発および深発地震にともなう断層の環状配列について(その1)  |    |
| 鈴木尉元・島弧深部構造研究グループ  | 43 |
| On the ring-like arrangement of faults accompanied by shallow and deep earthquakes in central Honshu, Japan (Part 1) |    |
| ■ 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、次の方法の中からお選び下さい: NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS

1) Eメール: editor@ncgt.org, ncgt@ozemail.com.au, または ncgt@hotmail.com; 1ファイルは5 MB (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.

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と編集部の責任ではありません。

NCGT NEWSLETTER 季刊国際オンラインジャーナルです (発行: 3月, 6月, 9月, 12月)。

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])

## 地震とその予知 Earthquakes and their prediction

地震は地球内部の力学的作用を直接、生き生きと表現するものです。このようなことから、私たちは地球内部の構造と作用を解説するために地震を使うことができます。破壊的な地震が人類や社会に想像を絶する惨禍と悲劇をもたらすので、地震の研究はいっそう重要です。地震の原動力を正しく理解し、実現性のある予知方法を公式見解として科学的に表明することは緊急の仕事です。

しかし、世界の地震研究機関は、そのほとんどがプレートテクトニクス学説を採用し、地震を誘発するしかりとした地球力学モデルを明らかにすることに成功していません。したがって、信頼できる予知方法はいまだに提案されていません。彼らは地震の主要な原因として、今なおプレートの沈み込みについて論じています。プレートの運動を予測できないので、地震が予測できるはずもありません。これは私たちのおこなっている研究とは、まったく正反対のものです。私たちの研究は、プレートテクトニクスを拒絶するための膨大な量の納得のいく証拠をすでに提供してきました。

私たちは、読者が地震の研究を手がけることを奨励し、NCGTはこのテーマに関する数多くの論文を公表してきました。テーマとしては、先駆現象に加え、地球の浅部および深部の構造に関するテクトニクスと地震の地質学的重要性があげられます(末尾の文献リストを参照)。私たちの研究で解明されたことは、以下のようにまとめることができます。

1. 地震は、おもに構造的高まりや地殻ブロックの境界で起こる (Blot et al.; Suzuki; Suzuki et al.; Choi et al.).
2. 本震に先行して多くの現象、すなわち、より深い先駆的地震 (Blot)、雲 / 霧 (Shou)、電磁氣的現象 (Kolvanar, Bapat)、発光現象 (Straser)、などが起きる。これらの論文は、前震と本震の間の規則性に注目し、一般に、地震予知は実現可能であると結論づける。
3. 地震帯は、浅部低速度マントルに沿って発達する環太平洋帯の内部に集中し (Choi and Vasiliev)、低速度マントルが地震を含む火山やマグマの活動へ直接的に寄与していることを示す。
4. 深発地震 (300km 以深) は、西太平洋では、主にコアにまで達する主要深部断裂帯に沿って線状配列する。ところが、浅発地震は、比較的最近 (新生代に) できた島弧の構造に関係する。和達-ベニオフ帯は太平洋海盆の沈降に関連して形成されたスラスト帯である (Choi)。
5. 浅発地震は一般的に圧縮によるが、深発地震は引張に

よる (Meyerhoff et al.; Suzuki; Tarakanov)。

6. コアからのエネルギーの流れは地球浅部へ移動し、表層構造運動を引き起こす (Storetvedt; Scalera; Choi)。
7. 地球規模で大きく水平に広がるエネルギーは、主要な構造帯に沿ってマントル浅部を流れて、それらは局地的な噴火活動や地震現象の時間的遅延を調べることによって発見される (Tsunoda)。

著しく改良されたトモグラフィ画像のおかげで、上記の事実は、エネルギー (これが地震の引き金となっている) がコアから地球規模の断裂帯を通して上部マントルへほぼ鉛直に、そして上部マントルの中を大きな構造帯 (地背斜の方向と深部断裂帯) に沿ってほぼ水平に進んでいくという見方をとることによって、今いっそう理路整然と説明できるようになりました。最近、Tsunoda (本号 p. 52-55 参照) はこの線に沿ったモデルを提唱しました。それは、サージテクトニクスの完全に発展したバージョンです。角田モデルは、コアで発生している電磁氣的エネルギーが、上部マントル中のマグマ溜りと部分溶融体を刺激して再活性化させ、上載地殻ブロックを押し上げて拡大させ、ついには地震を引き起こすと仮定します。

それは、私たちが地震の構造や発生の正しい理解にいっそう近づきつつあることを示唆しています。私は、私たちが新しい実現可能な地震に対する構造モデルを確立し、それを基礎に、近い将来、科学的に確立された予知方法を公にすることができるだろうと確信しています。私は、読者がさまざまな角度からこの新しい視点を検討することを奨励します。もし私たちが実現可能な予知方法を確立できなければ、全地球社会へ奉仕していないこととなります。

### NCGT ニュースレターに掲載された地震に関する論文

- Bapat, A., 2007. Seismo-electro-magnetic and other precursory observations from recent earthquakes. No. 43.
- Blot, C., 2005. On the recent Sumatran earthquakes. No. 35.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2004. Recent devastating earthquakes in Japan and Indonesia viewed from the seismic energy transmigration concept. No. 33.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2005. Forerunners of the catastrophic Kashmir Earthquake (8 October, 2005) and their geological significance. No. 37.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2006. On the recent catastrophic Java earthquakes (May 26, 2006) and Merapi Volcano eruption:

- Their forerunners, No. 39.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2006. Great Southern Java Earthquake on July 17, 2006. No. 40.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2007. The Great September 12, 2007 southern Sumatra Earthquakes, as predicted by the seismic energy transmigration concept, Part 1. No. 44.
- Blot, C., Choi, D.R. and Grover, J.C., 2003. Energy transmigration from deep to shallow earthquakes: a phenomenon applied to Japan. No. 29.
- Blot, C., Choi, D.R. and Vasiliev, B.I., 2007. The great twin earthquakes in late 2006 to early 2007 in the Kuril Arc: their forerunners and the seismicity-tectonics relationship. No. 43.
- Choi, D.R., 2005. Plate subduction is not the cause for the Great Indonesian earthquake. No. 39.
- Choi, D.R., 2006. Where is subduction under the Indonesian arcs? No. 39.
- Choi, D.R. and Vasiliev, B.I., 2008. Geology and tectonic development of the Pacific Ocean. Part 4. Geological interpretation of seismic tomography. No. 48.
- Grover, J.C., 2003. Volcanic eruptions, great earthquakes and tsunamis: warning techniques to master the deadly science. No. 36.
- Kolvankar, V.G., 2008. Sun-induced semi-diurnal stresses on Earth's surface, which trigger earthquakes and volcanic eruption. No. 47.
- Scalera, G., 2006. The geodynamic meaning of the deep earthquakes: first clues for a global perspective for fold belts? No. 41.
- Shou, J., 2006. Precursor of the largest earthquake in the last 40 years. No. 41.
- Shou, J., 2007. The recent successful M6.4 Indonesia earthquake prediction. No. 42.
- Shou, J., 2007. The cloud of the M8.4 Indonesian earthquake on September 12, 2007. No. 45.
- Straser, V., 2007. Precursory luminous phenomena used for earthquake prediction – the Taro Valley, northwestern Apennines, Italy. No. 44.
- Straser, V., 2008. Planetary perturbations and “twin earthquakes”: a model for the long-term prediction of earthquakes. No. 46.
- Straser, V., 2008. 300-day seismic cycles in the southern segment of the San Andreas Fault, California. No. 49.
- Straser, V., 2009. A “jackpot” for the forecast of earthquakes: The seismic swarm in the north-western Apennines, December, 2008. No. 51.
- Suzuki, Y., 2001. A geotectonic model of South America referring to the intermediate-deep earthquake zone. No. 20.
- Suzuki, Y. and Research Group of Deep Structure of Island Arcs, 2009. The minute investigation of seismicity beneath the Japanese Islands and surrounding regions. No. 51.
- Tarakanov, R.Z., 2005. On the nature of seismic focal zone. No. 34.
- Tarakanov, R.Z., 2008. Seismic focal zone as a system of deep faults. No. 48.

その他の出版物

- Choi, D.R., 2005. Deep earthquakes and deep-seated tectonic zones: A new interpretation of the Waditi-Benioff Zone. *Boll. Soc. Geol. It., Spec. Vol. no. 5*, p. 79-118.
- Meyerhoff, A.A., Taner, I., Morris, A.E.L., Agocs, W.B., Kamen-Kaye, M., Bhat, M.I., Smoot, N.C., Choi, D.R. and Meyerhoff-Hull, D., 1996. *Surge tectonics: a new hypothesis of global geodynamics*. Kluwer Academic Publishers, 323p.
- Storetvedt, K.M., 2003. *Global wrench tectonics*. Fagbokforlaget, Bergen. 397.
- Suzuki, Y. and Kobayashi, K., 2005. The occurrence of intermediate and deep earthquakes in relation to geology in central Honshu, Japan. *Boll. Soc. Geol. It., Spec. vol. no. 5*, p. 149-157.
- Tsunoda, F., 2009. *Habits of earthquakes*. Kodansha, Tokyo. 190p.

---

## 編集者への手紙 **LETTERS TO THE EDITOR**

(赤松 陽 + 岩本 広志 [訳])

---

地球についての事実と機能的全地球理論のための研究  
 Facts about the Earth and the search for  
 a functional global theory

西アフリカ起源の発想であるゾンビは、魔術によって復活するという死体について言及しています。マントルプルームをめぐる現在進行中の論争において、反プルーム論を最も声高に発言している2人 – Don Anderson と Warren Hamilton – は最近、「ゾンビ科学

と地球科学」という題名の書籍 ([www.MantlePlumes.org](http://www.MantlePlumes.org)) を出版しました。その中で彼らは次のように述べています。

“編集者、評論家、資金提供者は、無意識のうちにゾンビ科学を不滅のものにしています。それは証拠に対して免疫になっている(影響されない)という点で単純に悪い科学というものとは異なるものです。その結果、ゾンビ科学は伝統的な学問として、また主流科学としてさえ

その地位が守られるようになっていきます。提案されたときには合理的だろうとされた推測が、常時くりかえされる教義によって強化され、反論を許さなくなり、頑な擁護者によって熱血的に守られるようになっていきます。”

同じ記事の後半で、プリュームの棺に使う多くの釘を列記した後、次のように加えています。“このすべてが、欠陥をもつ仮説-ゾンビ科学-であることを暗示しているが、憶測による解釈は科学の領域外で支持される。単純でエレガントな、簡潔で納得のいくように整った、偽りを立証する仮説は、複雑でやっかいな、汚い、虚偽であると立証され得ない怪物に変わってしまった。そして、横たわりながらも、死すことを拒絶している。”

しかし、著者らは、これが実際に現在の地球科学における世界的状況を完璧に(無意識のうちに?)描写したものであり、今日における特大のゾンビのうちの匹であるプレートテクトニクスの観念によってそれらが指導されていることを認識しえないうえです。40年以上にわたって、このエセ学説は、しだいに、矛盾する事実を使って自らにワクチン接種をするようになりました。ワクチンは、場当たりの補助仮説、戦略的誤報、大量の資金注入によって作りだされています。この邪悪な状況は、教化、専門的隔離、政治的圧力、利己主義と出世第一主義の統合 - 略して『ご都合主義的な無知』-によって誘発されたもので、すべての民主主義的手段で暴き出し、阻まなければなりません。最後まで抵抗するプレートテクトニクス熱狂的ファンは、長きにわたって進歩を妨げることはできないでしょう。

ニュースレター 2009年3月号の編集者の論説で、NCGTグループの過去の業績と将来の目標を要約して、あなたは、地球のいかなる現実的な理論においても必ず統合されなくてはならない4つの確かな証拠を列挙されました。私は、この基本的事実の核心に完全に同意する者ですが、以下のコメントを付け加えたいと思います。

**深海地殻玄武岩下の大陸性岩石** この数10年にわたって、大陸性岩石が海洋に広く存在し、海台や非地震性海嶺に露出し、さまざまな玄武岩層におおわれているという事実が増大しました。例えば、中央海嶺の中軸リフト沿いでの岩石採取によって、典型的な大陸褶曲帯の範疇に入る著しく変化に富む変成岩類の存在が明らかになりました(Kashintsev and Frikh-khar 1978; Udintsev et al.,1990; Pilot et al.,1998; 他 NCGT ニュースレターの多数の論文参照)。さらに、大陸地殻と海洋地殻は地球表層実体として明確な境界が定まってはいるわけではない、ということが古くから知られていました。地球物理学的方法によると、2つのタイプの地殻は、構成物と同様、厚さにおいてもかなり異質であり、多くの地域で内陸の厚い地殻から、深海の多くの玄武岩が貫入した薄い地殻へ向かって段階的な移行がみられます。

人は、元の汎地球的な厚い地殻がマンテル作用によってさまざまな程度に同化されてきた、と強く印象していま

す。これらの地殻を変化させる作用が、始生代後期のグリーンストーン帯形成期にはすでに活動していたことは明白です。しかしながら、惑星外殻のこの漸進的変化は顕生代後期に明確に加速され、こうして、地球史の新顔である現代の深海凹地の形成への道が拓かれました。例えば大西洋北部のモーリー海淵(Snow et al., 2001, および、参考文献のその項を参照)や中央大西洋における中央海嶺(www.sciencedaily.com/2007/03/07.0301112.htm参照)のような、大洋中央リフトのいくつかの区間において、推定される地殻剝削過程が完成したかに見えます。後者の海域においては、数千km<sup>2</sup>以上にわたってマンテルが海底に露出しています。地殻進化に関しては、私たちは、Joseph Barrell(1927)やVladimir Belousov(1962)の主張に立ち戻ったように思えます。彼らは、原始の汎地球規模の地殻が、地質時代を通して、さまざまな程度に薄化と塩基性化-“海洋化作用”-を被ってきたと考えています。

**大陸の深い根** 現代の地震波トモグラフィは大陸と海洋のマンテルの間の比較的明瞭な相違-大陸性上部マンテルの相対的高速度とそれに対応する海洋性マンテル断面の低速度-を明らかにしています。今ではすでに、“大陸の根”は広く認められた重要な概念になっています。マンテルの鉛直方向への細分化は、おそらくコア/マンテル境界の深さまでつづいていて、ウェゲナー流のリソスフェアの側方運動を否定します。さらに、マンテル対流という考え方に矛盾しないようにすることは、著しく困難です。もし海底拡大やある種の地球膨張が起こっているとしたら、シート状岩脈は、予測どおり海洋底基盤に固有の特徴になったことでしょう。しかしながら、深海掘削はこれまでに、そのような岩脈中の岩脈のような複合岩体が深海地殻中にほとんど存在しないことを明らかにしました。海洋底拡大と地球膨張仮説を否定する他のいくつかの証拠のひとつは、中央海嶺での熱流量が驚くほど低いことです(中央海嶺は基本的に冷たく、温かくはないのです)。アイスランド/ヤンマイエンはさておき、実際には、海嶺頂部に大規模な火山活動は起きていません。

深海盆は中生代後期以降に限って存在した。それらは長期にわたる発展の産物であるが、地球初期に形成された汎世界的大陸型地殻の不規則な薄化-塩基性化作用の産物である。一般化された顕生代の海水準曲線を見ると、海退のカーブがより顕著で、主な地質時代境界に対応しています。この曲線は、地殻薄化の進行、ならびに、進化を遂げつつある海洋基盤のアイススタシー沈降の段階を示すものでしょう。中生代前期に始まった長期にわたる海進は、白亜紀後期(およそ100Ma)のセノマニアン海進の際に、再度低地に進入して最高潮に達し、その終末期にひき続いて大きな海退が起こりました。このきわだった海退期以降、現在の薄い地殻からなる海洋盆が広く形成されました。この著しい地殻薄化にともなって、地殻-リソスフェアの力学的強度が大きく低下し、直後に起こった(慣性に起因する)地球力学事件-アルプス変動-が、造構運動および環境変動によって地球に惨劇

をもたらしました。

では、地球史解明のための私たちの次のステップはどのようなものでしょうか？ 上述の証拠から、地球が地球型惑星として誕生して以来ずっと、比較的同じような半径を保持してきた、と私は思います。しかし、層を重ねて大きくなった複雑なマントルからみれば、現在、地震波トモグラフィによって説明されるように、地球が未だ脱ガス状態にあると推測することは妥当なようです。地球内部では地質時代の初期から、安定した温度-化学平衡へ向かう大規模な質量再配置が行われてきたことは明らかです。こうして誘発された慣性モーメントの急変が、真の極移動(移動した自転軸に対応して、地球を空間的に再配置する)や惑星自転速度の変化という現象をもたらす慣性-力学的変化と、それに伴う表層造構作用をひき起こしました。私が理解しているとおり、これは、とくに破局的で、そして比較的短命であり、地質年代の境界をなす変動に示される地球史の不規則な変化を手際よく説明しています。言い換えると、地質学的記録の挿話的性質は、惑星自転ともなって発生する気まぐれな変化によってもたらされるのかもしれませんが。

コラ(半島)と南ドイツ(KTB)における大陸の深部掘削は、裂罅や空隙もなくカラカラに乾いていると伝統的に考えられていた地殻深部に(ガスをともなった)含水溶液の自由な循環をとまなう開口割れ目が存在することを明らかにし、新しい見解をもたらしました。この点に関しては、KTB掘削の結果について述べているサイエンスレポーター Richard Kerr(1993)氏の次の発言を聞いてみましょう。「ドリル刃先が3km以上にわたる乾いた岩盤を貫通した後、多量の水の中に突っ込んだ。深度3.4kmで回収されたコアサンプルには、おそらく液体を流したであろう幅1cm以上の開口割れ目をともなう脈が発達していた。それはまさに深度4kmに何が存在するかを示すヒントであり、ガスを豊富に含んだ50万リットル以上の、海水の2倍に濃縮されたCa-Na塩化物の塩水が井戸に注入していた。豊富な流体が、深度6kmという超深層から噴出したのである。」

増加する証拠は、全般的に見て、地球の動力学的活動を維持している脱ガス作用-鉛直に運動している比較的低温な地球深部イメージに好都合です。外側の岩石圏(地殻)におけるガス/揮発性物質の高圧力の原因は、観察された深さ方向への間隙の増加に由来する可能性があります。それは、エクロジャイト化/デラミネーションといった作用や臨界水による岩石変質を通じて、下からの地殻の薄化に効果的作用をもたらすでしょう。古地磁気学と衛星測地学のデータはある種の大陸の相対的移動を強力に支持します。しかし、ウェゲナー流の漂移やプレート説が求めるような側方分裂、もしくは、地球膨張説は、多種多様な地質学的・地球物理学的根拠によって退けられるはずで、それに代わるのは、可動性にかかわる地球物理的証拠をすぐに満足させるリソスフェアブロックの慣性力による現位置回転です。

グローバルな地質学にかかわる現在の困惑状態からみれば、新しい理論が必要であることは明白です。現在の行き詰まりから抜け出す試みとして私が提案しているのは、一つの二者択一的な(脱ガスを基礎にした)地球理論-レンチテクトニクス(Storetvedt, 1997&2003)です。アニメーション付きの新理論の要約が、新たに増補された私のウェブサイトでご覧いただけます:<http://www.storetvedt.com/karsten/index.htm>

文 献

Barrell, J., 1927. On continental fragmentation and the geologic bearing of the Moon's surface features. *Am. Jour. Sci.*, v. 213, p. 283-314.  
 Belousov, V.V., 1962. *Basic Problems in Geotectonics*. McGraw-Hill, New York  
 Kashintsev, G.L and Frikh-khar, D. 1978. Structure of the oceanic crust in the Eltanin Fault Zone (Pacific Ocean) based on petrographic data. *Oceanology*, v. 18, p. 39-42.  
 Kerr, R., 1993. Looking deeply into the Earth's crust in Europe. *Science*, v. 261, p. 295-296.  
 Pilot, J. et al., 1998. Paleozoic and Proterozoic zircons from the Mid-Atlantic Ridge. *Nature*, v. 393, p. 676-679.  
 Snow, J. et al., 2001. Magmatic and hydrothermal activity in the Lena Trough, Arctic Ocean. *EOS*, v. 82, p. 193.  
 Storetvedt, K.M., 1997. *Our Evolving Planet*. Fagbokforlaget (Alma Mater), Bergen, 456p.  
 Storetvedt, K.M., 2003. *Global Wrench Tectonics*. Fagbokforlaget, Bergen, 397p.  
 Udintsev, G.B. et al., 1990. *International Geological-Geophysical Atlas of the Atlantic Ocean*. UNESCO: Intergovernmental. Oceanographic Comm.

Karsten M. Storetvedt, Bergen/Norway  
 karsten.storetvedt@gf.uib.no

\*\*\*\*\*

北大西洋航海による観察  
 North Atlantic Cruise Observations

2009年8月12-30日の北大西洋を横切った最近の航海では、アイスランドでの活動的拡大縁と関連するであろう顕著な氷雪の欠如のような、確実な事象を探索した。ここに、私が見つけたことを記す：

我々はアイスランド北東部のセイジスフィヨルズルと南西部のレイキャヴィークに滞在した。航海は南方ルートで、過去の巨大な(8,300km<sup>2</sup>)ヴァトナヨークトル氷河(アイスランド島南東部)と呼ばれた氷河域で、生きていたようであった。南回りの航海はレイキャヴィークを出発し、シンクヴェトリル地域(注:レイキャヴィークの東、約45kmにあるレイジャーズ半島の近く)に行った。この場所は、西暦1000年当初よりバイキングが運営してきたアイスランドの議会所在地で、大西洋中央海嶺の拡

大中心でもあり、この地域ではレイキャネス・リッジと呼ばれている。

我々は、この場の拡大速度が2.5cm/年のオーダーであることを繰り返し聞かされてきた。縁辺部には数mの誤差があるものの、そこは、最近1000年間に約20mにわたって拡大した裂罅でなくてはならない。バイキング達が彼らの政治的・社会的違いを調整するためにこの裂け目でキャンプをしたので、拡大量を測定するのは容易である。この割れ目は、当時から1cmも広がっていない。

我々は、ツアーガイドに地球温暖化をどう思うか訊ねてみた。彼は“...は、アル・ゴアのような人物がニュースに登場しつづけるために造られた事象である。アイスランドでは、地球温暖化を信じない。なぜなら、我々の氷河域は成長しているからである。”

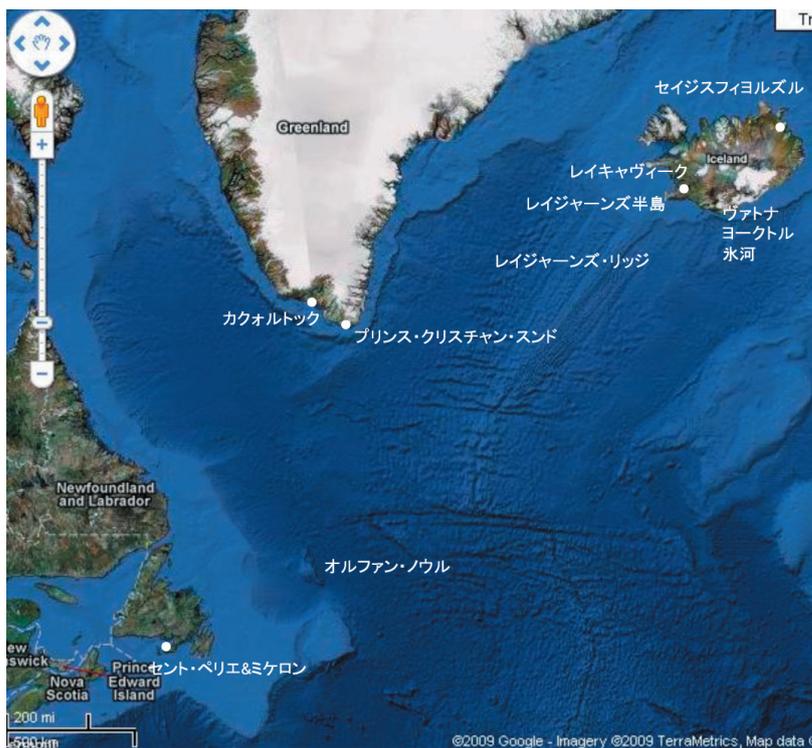
我々の船旅は、グリーンランド南端のプリンス・クリスチャン・スンドを通過した。グリーンランド氷床の縮小は、ゴア主義にしたがった新しい説明文句に拠っている。あまりにも多くの氷山が分離し、危険な氷塊が増えたため、私たちの船は今夏水路を通過する初の航海者となった。私たちの後を航海していた船は、水中のすべての氷を安全に通過することができないので引き返した。この航海中に私が観察した7つの氷河のうち、5個は前進し、2個は後退していた。ゴアには、それだけを与えたので十分である。私は船の衛星天気図を見て、幸い、8月22日にグリーンランドのアイスクャップは少しもそこなわれていないことを報告することができる。2005年のゴアのレポートが明らかにした氷冠の溶解現象は世間一般への警告とされたが、実際には、この期間に厚くなっている。グリーンランドにおいては、活動的な火山領域を除いては、実際に氷が消失することはない。

最後に、グリーンランドのカクオルトック (グリーンランド島南西:プリンス・クリスチャン・スンドの西) からセント・ペリエ & ミケロン (カナダ:ニューファンドランド島の南) へとラブラドル海を横切る際に、我々はローラシアの分裂 (より厳密に言えばグリーンランドとスコットランドの分裂) という考え方に関して、地質学分野の名誉教授たちと議論した。両者の基盤岩は37億年前の岩石で、それらの位置について、彼らは6,500万年前に大西洋が開いたとする現今の仮説を支持する立場をとっていた。しかし、最終的には、一人が北大西洋の拡大中心を探ることができるただで、アイスランドがその位置にある。北アメリカとグリーンランドの両者がその西側に位置していて、6500万年前とされる北アメリカからグリーンランドを分離させた拡大中心の場所がどこにあるのか、自ずと疑問が湧く。ラブラドル海は、その底部が海洋中央チャンネルになっている海盆である。ちなみに、大陸起源のオルファン・ノウルが海盆中に位置している。

個人的な観察にもとづくと、私が期待したものを私は得たわけではないと言わざるを得ない。無条件反射反応は、我々が科学と呼ぶものの基礎としては適切ではない。地面の事実調査が解答をもたらすであろう。気候的意義以外の問題で、すべてのさまざまな移動論者から、私がこの度見てきたことを、合理的に説明してほしいと思う。私は、将来の夢ではなく、事実にもとづいている。それは、可能だろうか？

Chris Smoot

6460 Falling Water Lane, Hoschton, Georgia 30548 USA  
Christiansmoot532@gmail.com



Google Map を用いて岩本作成

\*\*\*\*\*

ニュースレター 40 号で、私は大気中における異常現象と、北西アペニンのタロ・ラインとルニギアナを引用した。地震地域における地震において、両者の間に存在する関係を説明することを試みた。大気中の光の出現と関係した地震との時間間隔はタロ・ラインでは52日を超え、ルニギアナ地震帯では約48日、半径約50km縁域では3日±を要している(図1)。

直接的な観測を基礎としたデータ収集は非常に困難で、私はUF0の目撃回数を集め、しばしば写真やビデオによるものが添付され、これらはオンラインで公開されている。物事の核心を突くこと無しに、このことは、UF0の存在を前提にしたマスコミ報道によってセンセーションに描きだされた。私は、発光と地震の時間間隔という同



図1 インデックス・マップ

- 大気中での発光現象が目撃された地点
- 関係した地震の震央域

じ課題について1つの解析結果をNCGTニュースレター44号に投稿した。発光現象の目撃に向けられた注目はUF0が技術的な調査と比較して確かに偉大であるものと見なされ、それ故にこの力が提供する付加的なデータは地震の前兆の調査として便利なとも言える。私の調査はそれ故にUF0の存在の説明とその行為が無意味なもので、むしろ地震前兆としての識別不能物体(発光ボール)の認識の可能性を試すことにある。結果は肯定的で、下記のとおり:

1. UF0目撃の回数と場所がウェブサイト公表された。
2. 関係する地震がINGVネットワークに記録された。
3. 発光と地震の時間間隔

■ **ボローニア** 2009年4月29日 — フランススコ・ファッビリニによるレノ・セッタ谷からのニュース。“私の夫は、寝れないで起きていた。彼は窓に行き空の動きのない丸い発光物を凝視、場所はセッタ谷口、ピッコロパラディツソの上空。彼は数分間の発光球の光の強さが増減する事実に仰天した。この奇妙な現象を見て、このような非日常的現象の解釈について助言を求めたために、彼は私を起こした。私の夫がその光を見ていた時間は、約1日の午前中の半分だったようだ。私達はその飛行物体を約10分間の間見つけた。”

■ **マッサ** 2009年5月13日 — “多くのマッサの住民がロンチ近くの海岸線付近で1機或いはもっと多くのUF0を見たことを報告した。その飛行物体は、それを見たと言う多くの人が、ほとんど同じ経路だと述べていた。彼らはそれが大きな空飛ぶ円盤のようだという。他の目撃者はそれらUF0が現われたのは突然で、数分間そのまま停止し突然いなくなったと報告した。”

■ **パルマ** 2009年5月30日 — “奇妙な目撃がフィデンツァ上空であった。数日前に数名の運転手が識別不能の発光物を見た報告。空に回転する物体が、少なくとも半時間は見えた。”

文献

Straser, V., 2007. Precursory Luminous phenomena used for earthquake prediction. The Taro valley, North-western Apennines, Italy. NCGT Newsletter no.44, p.17-31.

Valentino Straser fiffimio@tiscali.it

■ ボローニア

| 大気中における発光イベント (L) |        |                          | 地震 (E)    |             |                    |         | ( $\Delta T = E - L$ ) |
|-------------------|--------|--------------------------|-----------|-------------|--------------------|---------|------------------------|
| 年月日               | 場所     | 座標                       | 年月日       | 場所          | 座標                 | マグニチュード | 間隔                     |
| 2009.4.29         | サツマルコニ | 44°23'44"N<br>11°02'00"E | 2009.6.18 | レッジョ<br>エミア | 44.552°<br>10.512° | 3.6     | 51日                    |

■ マッサ

| 大気中における発光イベント (L) |     |                        | 地震 (E)    |     |                 |         | ( $\Delta T = E - L$ ) |
|-------------------|-----|------------------------|-----------|-----|-----------------|---------|------------------------|
| 年月日               | 場所  | 座標                     | 年月日       | 場所  | 座標              | マグニチュード | 間隔                     |
| 2009.5.13         | マッサ | 44°2'00"N<br>10°7'58"E | 2009.6.28 | マッサ | 44.3°<br>9.949° | 3.3     | 48日                    |

■ パルマ

| 大気中における発光イベント (L) |               |                          | 地震 (E)    |              |                    |         | ( $\Delta T = E - L$ ) |
|-------------------|---------------|--------------------------|-----------|--------------|--------------------|---------|------------------------|
| 年月日               | 場所            | 座標                       | 年月日       | 場所           | 座標                 | マグニチュード | 間隔                     |
| 2009.5.30         | フィデンツァ<br>パルマ | 44°52'01"N<br>10°03'17"E | 2009.7.18 | ネーイノ<br>アルテニ | 44.559°<br>10.296° | 2.7     | 50日                    |

\* \* \* \* \*

親愛なる編集者諸氏

多分貴方はオーストラリア南部ビクトリア地方における小規模”地震”についての幾つかの報告を見たことがあるでしょう (協定世界時間 2009 年 9 月 22 日, 8 時 20 分 32 秒, マグニチュード 2.7, 深度 0km, 南緯 38.280°, 東経 145.250°). 2 つ目は, 火曜日の夕方のはんの数分離れた時間に報告されている. 実際には, 震動は絶え間なく続き, 私の家族と私はそれらを観察し議論している. 我々の住居の動きとは別にキシミ音を伴い, 床板の分離, 壁面クラック, 壁の漆喰の崩落という偶発事故が発生した. 小規模な現象として, 容器中の粒子 (粉) が移動した. 私が粥を, 押しオート麦に加えて即席オートを買ったとき, 私はそれらをブリキ缶に入れる前に大きなボウルで注意深くかき混ぜる. 私がこのブリキ缶をあけたとき, 粒の細かい即席オートが底に, 押しオート麦が上に位置していた.

同じような現象がブライトン海岸 (メルボルン南方) で見られた. 震動と波動が原因となって, 海岸の縁の表面に粗砂が溜まり, より細かいサンドフィルターが底に, 海岸線より数 m 離れた場所で圧密現象が観測された.

私達はこの同一原理として同属の寓話を持っている: 組織化のために貴方がたのタスクは, 貴方方の時間, エネルギー, お金の揺れの中の岩石として考えられ, 場所はもっとも大きな・重要なものとして最初に考えられる. 次により小さなサイズのものとして, より大きな岩石の間の都合が良いものとして適合される小さな震動に関する揺れで, 一握りの砂が落ちるような, 貴方方の忙しい, 幸運な, 満足した生活の中の最小のタスクである.

我々の地球は, 今まさに緩和された誘引力の複合として強い震動の影響を受けているように思われるだろうが, しかし我々の宇宙が膨張するものとして他の天体からの放射エネルギーが増えて, 地球表面上の個々の粒子の結束が強まるものとして, 重力の増加と結合しエネルギーが与えられる. 小さな粒は震動によって内部へ沈降し, これは表面に維持される構造を変化させる.

より揮発性の要因として地球から逃げるガスは, 暖

められたり, 広がったり, 地表への通路へ漏れたりすることが起こっている可能な噴出口の場所がどこであろうが, 私はブライトン海岸やアンダーソンズ入江の入り口 (両者はビクトリア), クージー (丁度シドニーの南) での砕波の効果に単に似ていないような周りが泡立った岩石の写真を持っている. 私が観察できた最初の 2 つは汀線での粗砂と多くのカサ貝 (振動のあった時, 足が出され岩石にくっついている, 脇の岩の上でこれを観察し採取できる場所). ブライトン海岸ではイオウ・或いは塩素のガス臭がして, 海岸から出てくる臭いに対し, 時と共に人々はそれらを “湾を被った工場群” のせいにした. グージーでは私は海岸を散歩中の地元の婦人と話したが, 彼女はそれらが階段上のアイルランド人旅行者の小便が海岸に落ちたものとして, 悪臭だと肯定した. 私は行ってその臭いを嗅いでみたが, 階段には小便臭がなく, 湿った砂混じりの階段と湿り気のある海の空気によっていつも洗われた凝固物が唯一期待されることである. 私がアンダーソン入江で休日を過ごした時, 地元の人が私に臭いのある空気は時間と共に海からやってきたと言ってくれて, 私は大量の恐竜化石がこの地域から見出されたことを学んだ.

そのことは私にそこには岩石の 2 重に曲がった役割があるように思われる. 安定した表面では活発なエネルギーを持った生命体と振動が形成される恐れから保護されている. それらは地球の内部からの熱の伝導と継続的な通路を与えている. 大気中に高 (速) 微粒子がある時, 酸素を生産する光合成に必要な太陽光からの地球の保護では, 生命体は暖かい場所へと生存地を探して移動し, このようにして恐竜化石は形成された. クージーの周りでは恐竜達の出現がどうだったのかは解らないが, 見る興味があるかどうか誰か知りませんか?

Margaret Levin [mannerim@ozramp.net.au](mailto:mannerim@ozramp.net.au)

2009 年 9 月 24 日

(編集者の注釈: 南部ビクトリアとポート・フィリップ湾は地震や温泉を形成するようなマントル中に活動的なマグマが地下に存在すると考えられている. 白亜系堆積盆地はこの地域で発達した. 北西-南東方向の主要構造帯はポート・フィリップ湾からメルボルンに沿って走っている. マーガレット レビンの観察はこのような地質 / 構造的なセッティングより成っている. マーガレットは最近死去したジョン グローバーの遠縁である.)

## 原著論文

## ARTICLES

ジオイド テクトニクス 第6章 主要な地質過程  
GEOID TECTONICS  
CHAPTER 6 SOME MAJOR GEOLOGICAL PROCESSES

Peter M. JAMES

Consulting Engineering Geologist, Australia, pmjgeotech@yahoo.com.au

(角田 史雄・矢野 孝雄 [訳])

**要旨:** ジオイドテクトニクスのモデルによれば、過去の地向斜は、海洋地殻内における古赤道ぞいの大陸と楕状地との境界地帯に分布することを、前章で予察的に述べた。このことは、現在の赤道がそのような状況下で、地向斜の特徴を示していることを意味し、その確証はインドネシア群島にあるに違いない。楕状地内に位置するアマゾンと中央アフリカ堆積盆は、沈降運動が楕状地内で進行中であることを示す事例である。地向斜から褶曲山脈への過程を比較的単純に歩んでいるのはロッキー山脈とアパラチア山脈である。一方、複雑なアルプス-ヒマラヤ系も、上述のモデルや、赤道に沿いの領域の波状運動とよく対応する。これに対して、異常な「マダラン飛び地 (PNG)」の場合は、このモデルから言えば、過去から現在への赤道の移行過程にあるもので、変動のくり返しによって地殻が短縮しているためである、と説明できよう。

**キーワード:** 現在の赤道, 褶曲山脈由来, マダラン飛び地, 反復性の変動

前報 (NCGT # 51) で述べたジオイドテクトニクスの概要は、以下に要約される:

- ・赤道域は引張場にある。そこは、たまたま、赤道に沿った膨張域で、楕状地と海洋地殻との境界地域が連なっていて、引張力の影響をうけやすい。こうした場の条件により、リフティングと沈降が起こりやすく、地向斜が生じることになる。
- ・境界地域の地殻は、赤道とほぼ平行な引っ張り力を受けやすいので、以前に形成されていた地向斜の線状構造が現れてくる。
- ・過去の赤道は、現在のそれとは異なる位置にあった。したがって、過去の地向斜では、緯度的位置や圧縮場がたびたび変化した。こうして、褶曲や深部層の隆起などが起きた。おそらく、沈降と隆起との周期的な反復が、褶曲山脈の形成に必要なのだろう。

このモデルから想起されることは2つある。つまり、第1に、Warren Carey 教授が地質の野外調査にもとづいて指摘されたように、あらゆる褶曲山脈は赤道に起源をもつ (Carey, pers. comm.)。第2に、古赤道に見られた特徴のいくつかは、現在の赤道に現れていることである。

まずは、現在の赤道を見てみよう。

### 6.1 現在の赤道

インドネシア群島のほとんどは海洋地殻からできているが、花崗岩質岩層も、マレー半島〜中部ボルネオに広がっ

ている。このためオーストラリアの大陸棚はインドネシア南西部の島々の土台になっている。このようにインドネシア群島は海面下に広がる2つの大陸地殻領域にはさまれて分布し、赤道沿いに発達する地向斜と考えると良さそうである。実際、多くの地質学者が、その南部域をそうだと考えている。島のテクトニクスでは、図 6.1 のようなリフトと引張裂罅などが見られる。これらの擾乱は、島を横切り、リフトのいくつかには海拔 400m を越える高度まで隆起した湖があるが、それらの基底高度は海面レベルまでは達していない。このような湖は火山性カルデラとは関係なく、その特異な地形から、引張場における地殻の裂け目と考えられる。

もっと長い擾乱帯は、東西方向の断層群になっている。これは赤道にほぼ平行するばかりでなく、すでに前章で指摘したように、大陸地殻の縁辺域を縁どる。最大のもの左ずれ断層で、ニューギニアのバードヘッドの北を通り、スラウエン東岸の対岸で途切れる。つぎに大きいものは、セラム島の北岸に沿っている。1896年の大地震では、セラム北岸にあった大きな岩塊が海中へ没した。

主ベニオフ帯は、スラウエンの赤道に沿うトミニ湾の両岸で区切られる。他のベニオフ帯は、赤道をまたぐように分布し、55°〜60°の角度で赤道側へ傾いている。このような構造は、現在も発達過程にある、赤道をまたぐ大きなグラーベンの特徴を示す。このゾーン内では沈降運動の記録もあり、おそらく、それは現在もひき続いている。

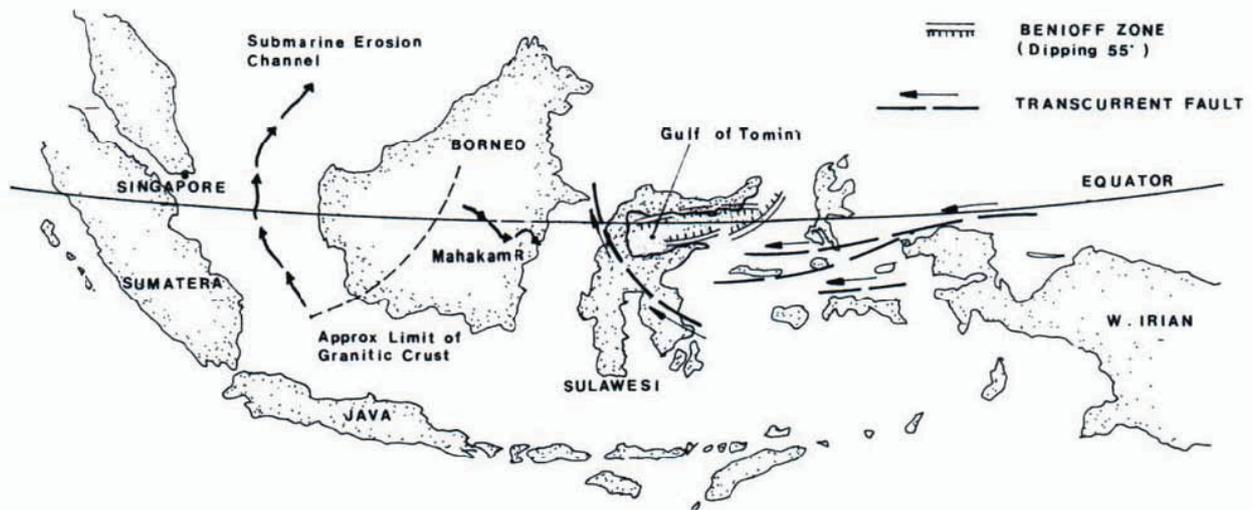


図 6.1 ジオイドテクトニクスモデルで予測された赤道沿いのさまざまな特徴：地殻境界で観察されるリフト、沈降、長大な引き裂き断層。

17 世紀のスパイス島にいたオランダ人航海者が見つけたセレベス (スラウェシ) の地図には、トミニ湾は乾陸として描かれている。この地図が正しければ、この湾は、年平均数 m の速さで沈んだことを示す。この沈降速度は、知られている限りでは、世界のどこよりも速い。かりに地図自体が正しくないとしても、より良い解釈がある。つまり、そうであっても、湾が相当な速度で、ごく最近まで沈降したはずである。その深さは、もっとも新しい時代の堆積物からみて、2~3km、場所によっては 4km にも達している。そして、湾の北側にある山地から海底にいたるまでの斜面は平均 10° で傾いている。この斜面勾配は、個々の山野ピークとか海山を除けば、地球上のどの斜面勾配よりも大きいであろう。

ボルネオの東海岸では、スラウェシから西へマハカム三角州までの間に、もっとはっきりした沈降の証拠がある。石油の掘削井の記録では、ここには、鮮新世までさかのぼる浅海堆積物が厚く堆積している。しかし、この堆積物は現在のマハカム川で運ばれたものではなく、もっと西から流れていた河川によって運搬されてきたものである。そうした河川は、スラウェシから、今の深い海域を横切って流れていたことになる。

ボルネオとスマトラの間にあるスダ海には、大陸棚を横切って、著しく平坦な大きな海底峡谷がある。ちなみに、海底峡谷の起源は問題にはならない。なぜなら、この海域自体がきわめて浅く、最終氷期というごく最近まで地表に露出していたからである。しかし、1°N~4°N の海図によると、峡谷の平均勾配はわずか 1/30,000 にすぎない。この勾配では、谷は陸上洪水などによって形成されることはない。一方、赤道のすぐ北側の斜面は、まったく傾斜していない。これほど平坦であるため、赤道沿いで沈降があった後で、ひき続いて谷形成が行われたと解釈するほかはない。最初は通常の河川が形成され、ひきつづいて最終氷期に谷形成が起きたとすれば、1.5

万年に 1mm という妥当な沈降速度になる。また、この海域における海水準変動という観点からみると、13 世紀にマルコポーロがシンガポール海峡を通過できなかったのは、そこが未だ海峡になっていなかったためだろう。そうであれば、沈降あるいは海水準変動は、はるかに大きな速度だったことになる。

19 世紀にチャールズ・ダーウィンがモルジブ諸島の住民から聞いた話では、それらの島々は 200 年間にわたって沈み続けているという。この諸島は環礁からできていて、赤道から緯度にして 6° 北にある。赤道にもっとも近い環礁では、ラグーンの水深は 20~40m で、それより北にある環礁のそれより深い。珊瑚礁でのラグーンの水深は、古くから、沈降の目安とされている。それは、珊瑚礁の鉛直方向の成長速度が、年に 1cm オーダーの沈降速度あるいは海水準上昇速度に対応しているからである。

インドネシアからみて地球のほぼ反対側に、アマゾンがある。この河の 5 つの支流は、いずれも大河川である。アマゾン河で運ばれる堆積物の容積は膨大である。ナイルやミシシッピなどをはじめとする大河と顕著に異なっているのは、河口に三角州をもたないことである。その代わりに、アマゾンには、沈水してできた入り江がある。さらに、先カンブリア系からなる南米楕状地は、図 6.2 のように、アマゾン堆積盆の全域にわたって沈下している。かりに、この現象の詳細に疑義あるにしても、赤道沿いの地域での沈降という基本は揺らがないから、結局、沈降域はペルー~コロンビア国境付近まで達していて、アマゾン流域への海浸が証明されるはずである。アマゾンの植生、あるいは、伐採・搬出後に残される植生が、将来は石炭母材として保存される。

他の赤道沿いの大河川は、コンゴにある。しかし、その河川は、流路を何度も峡谷にはばまれた後に、赤道の近くではなく、やや南へそれた場所で海に注ぐ。にもかかわらず、その中心部は、アマゾンとまったく同じように

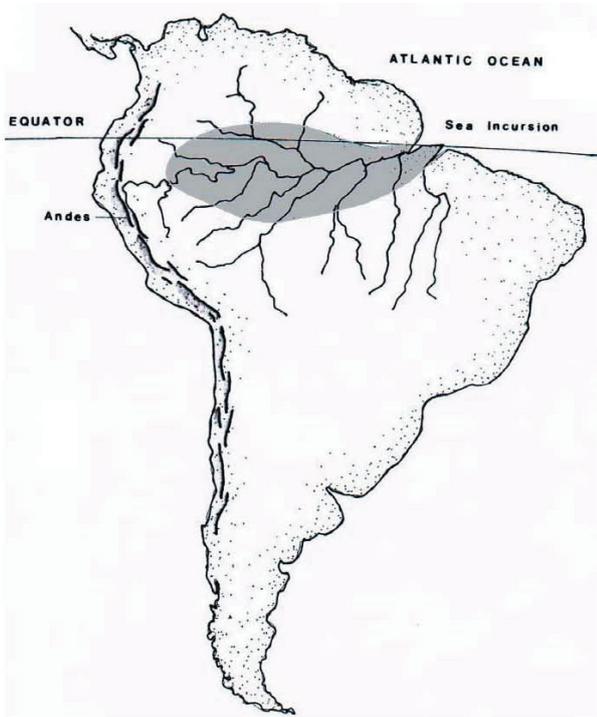


図 6.2 アマゾン堆積盆は、南米の先カンブリア紀楕状地にある広い凹地の流域である。その膨大な流送堆積物にもかかわらず、おそらく沈降運動のために、河口には三角州がない。

(図 6.3), 先カンブリア紀の楕状地内にある沈下域に位置する。それ自体は、赤道沿いの沈降域であるとは言えない。しかし、アーサーホームズ (1944) によれば、ビクトリア湖の近くでは、地殻が東へ傾斜した状態になっていて、河川が東流する条件が保証されている。

上の概観でははっきりしたように、赤道沿いにおける沈降域という考え方には、十分な理論的確認がある。これらを基に、次には、第 2 章 (NCGT#41) で解明された古赤道位置を基本にして、いくつかの褶曲山脈システムを例にして地史をまとめることにする。

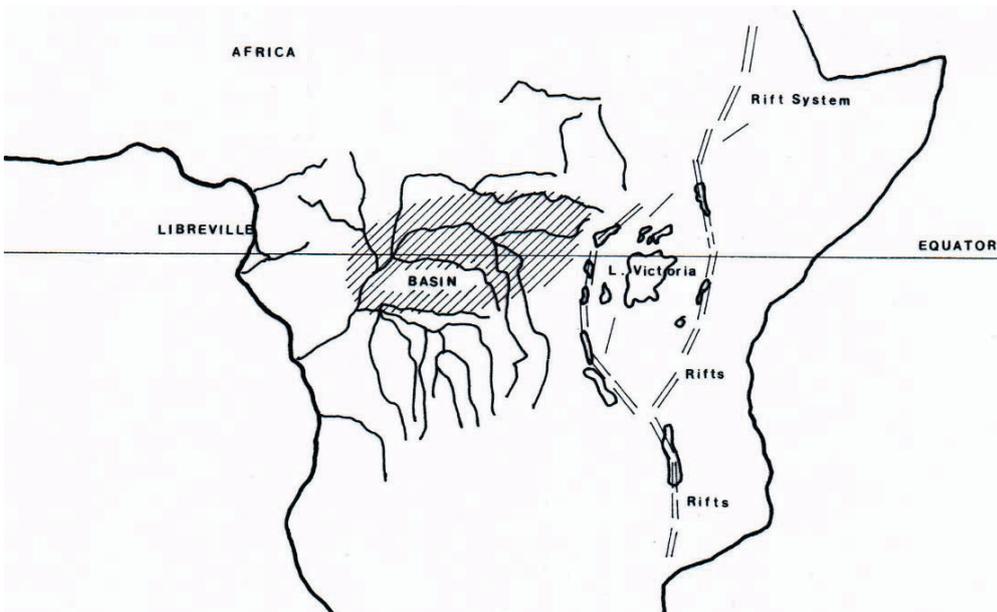


図 6.3 赤道下のコンゴ堆積盆中央部は、アフリカ楕状地の沈下域で、流域でもある。赤道下のビクトリア湖は、楕状地内での沈降域として有名である。

## 6.2 北米の地向斜

Opdyke (1962) の古地磁気データによれば、前期カンブリア紀の古赤道は、今の北米西海岸に在ったようである。このゾーンはカナダ楕状地の縁にぶつかるような形をした海路だった。ここでは深さ 20km 以上の沈降が記録され、深いトラフに地層が堆積し、その中には隣接する楕状地から岩片が搬入された。

このゾーンの向きは、NCGT#51 の図 5.9 に示されるように、古赤道に平行になっていた。この場所におけるそれぞれのテレーンは、古地磁気に刻印されたものとは若干異なっている。既報のとおり、この方向の線状構造は長大なトラフの痕跡と考えられる。このトラフは、薄い海洋地殻が防波堤のような厚い楕状地に沿って引き裂かれたために生じたと考えられる。

後期カンブリア紀～オルドビス紀に、古赤道はわずかに移動した。古気候および古地磁気データによれば、NCGT#41 の図 2 に示したように、大陸を南西から北東へ横切るように位置していた。多くの古地磁気データは、McIlhinney (1973) によって得られたものである。McIlhinney の見解は基本的にプレート説に基づいて展開されたものであったが、最近のデータによってもっと明確に検証された。メルカトル図法では、本来、赤道の移動が大きさに見えるが、実際の移動距離はそんなに大きくはない。このことは、地球儀で確認できる。赤道の位置移動は、多くの記録に示される。後期カンブリア紀には、カナダ楕状地の中央部に赤道があったが、モデルでも指摘しておいたように、地向斜はまだ形成されていなかった。しかし、当時すでに、大陸の中央部を横切るように海進がすすみ、楕状地の沈下がなんらかの形で始まっていたと見られる。リフトが小規模である場合、楕状地では、こうした引張や沈下を伴いやすい。

後期カンブリア紀の変動ともなって、楕状地の西側部

分は圧縮応力場になった。このオルドビス紀～シルル紀の古地磁気データは、コルディレラのロッキー山脈における複雑な構造形成の初期段階に、極と赤道の配置がつつぎに変化したことを示す。

一般に、古赤道は東へ遷移し、カナダ楕状地東縁の沿岸地域に達していた。シルル紀～デボン紀の古地磁気データはこうした傾向を反映し、ニューヨークにおけるシルル紀岩塩もそれを物語る。当時の古気温は38°～40°もあった。

古赤道がカナダ楕状地東縁の沿岸地域へ達した、という考えを支持するデータがある。すなわち、アパラチア変動帯における褶曲山脈の最古の産物で、全ての始まりとなった厚さ10kmもの地向斜性トラフに関する野外データ記録をもう一度みてみよう。堆積物のほとんどは浅海性の砂岩・石灰岩・頁岩などであり、これらの地層は大規模な沈降運動によってつくられる。注目されるのは、これらの堆積物の供給源の大部分が、地向斜の東～南東に存在していた大陸塊に由来する点である。これらの後背地について移動論者たちは、北米東海岸に接して分布する1つの大きな大陸塊、すなわちヨーロッパとしか考えていない。しかし、誰も何故そう考えるのか、疑問に思う。まず、アパラチアの東にある大陸地殻の長大な縁辺があるが、それは、フロリダからニューヨークまでのびている。これは、オルドビス紀に高く隆起したことを示し、それから削剥された後、赤道沿いの沈降域になったという過程を経た。インドネシアとバルバドスの証拠に示されるとおり、海水準の大規模な変動は、最新の地質時代にさえ発現しているのである。

アパラチア山脈に沿う線状構造の方向はこれとほぼ平行であり、かつての古赤道とも関連した分布形態を示す。

アパラチアでは、地向斜形成後に圧縮が強まった。その北縁で隆起がはじまったが、それは、デボン紀に起きた古赤道の移動と同一の現象である。隆起の最盛期はペルム紀～石炭紀で、そのとき、きわめて短時間のうちに古赤道が南へ移動した。

これと同時期にあたる古生代前～中期に、大陸の西側地域は中緯度の気候にあった。しかし、古赤道移動後のシルル紀には、コルディレラのロッキー山脈への成長をうながす何らかの隆起が始まっていた。

北米以外でも、同じような状態の隆起があったことを指摘しておくことに、意味がある。第2章 (NCGT#41) の関連図を一瞥すれば、古赤道は、オルドビス紀、シルル紀、あるいはそれ以降も、先アパラチア帯に沿う地域のみならず、大西洋にまで及んでいたことがわかる。たとえそれが一時的であったにせよ、現在のイギリス諸島の北部とスカンジナビアにいたる大陸塊の先端にまで達していたのである。これと同じような状況は、カレドニア地向斜でも発生していた。そこでのたいへん厚い堆積物の累積した痕跡を示す線状構造は、現在でもなお、イギリス

諸島とスカンジナビア半島の先端を横切って、南西から北東へのびている。

カレドニアとアパラチアの両山脈間にある同じような線状構造は、大陸移動で残された残片の証拠とされている：つまり、それらの互いに似た線状構造は、2つの大陸がかつては接合していたと言うのである。すでに前章で指摘したように、この他に考えられる解釈としてはジオイドテクトニクスによるものがある。しかし、いずれにせよ、この線状構造は、ほぼ同じ時代と思われる古赤道の位置を示すものというほかはない。

これについては、推論をもっと先に進めることができる。つまり、カンブリア紀には、古気候学的に見た古赤道は、北米からバルト楕状地の東側に位置するロシア中央部を横切って、北北東から南南西方向へのびる。そこにある深さ5～6kmにも達する巨大リフトは、当時、ウラル山脈が誕生したことを示す変動の証拠とされる。

北米に話を戻すと、トリアス紀まで、海進は無かったという。このことは、その時代に、ある種の広域的な古赤道の遷移が在ったことと対応している。大陸西部に存在したトリアス紀のトラフで見つかった化石は、テチス系のフズリナを含んでいる。これらの古赤道域の化石は、南東アジアの同時代の地層からも見つかっている。これにもとづいて移動論者は、もともと相互に接合していた南東アジアの断片が、その後、太平洋を移動して北米のテレーンとして付加した、と解釈している。こうした提案がまじめな話として出てくるのは、移動論者の教義通りの受け売りであるばかりでなく、実際に起こったさまざまなメカニズムの分析を欲しないことに由来するようにみえる。

ジュラ紀になると、古赤道は北米から離れて、ほぼ今の位置に落ち着いた。その結果、トリアス紀の堆積物が、ネバダ変動とその後の始新世のララミー変動による圧縮力を受けた。コルディレラのロッキー山脈では、場所によっては、現在も隆起が続いている。この隆起は、リソスフェアの強度が、この高い山脈の荷重をうまわまることを示す1つの目安にもなっている。

### 6.3 アルプス－ヒマラヤ事件

アルプス－ヒマラヤ褶曲帯は長く、幅広い複雑な発達史をもつ存在であり、少なくともその歴史の一部は石炭紀前後に出現したテチス海として知られている。とくに石炭－二畳紀には、すべての古赤道がテチス海域にあった。したがって、沈降と萌芽的地向斜の発達史は、地殻境界という環境で生じたのであろう。このような特徴は、ヘルシニアサイクル [単数または複数] の幅広い地帯にみられる。ジュラ紀には赤道環境が中断するが、白亜紀には復活し、始新世まで存在しつづけた。この経緯については、既刊ニュースレター no. 41 の図 2.12 に示される。同様に、ヒマラヤ山脈は、南のインドと北の中国にはさまれた地向斜 [単数または複数] に由来する。そ

してここでも、始新世に赤道が別の地域へ移動すると、隆起運動が起きた。

既刊ニュースレター no. 51 の図 5.10 に示されるように、アルプス-ヒマラヤ帯の大部分では、主要構造方向が石炭紀の原赤道にほぼ平行する。そして、いくつかのめくり上がった付加部をとまなうものの、白亜紀の古赤道 [単数または複数] にも、ほぼ平行している。

ここで、ヨーロッパの石炭-二畳紀挟炭層にみられる周期的堆積作用について、考えられる原因を議論しておくべきであろう。2 章 (NCGT no. 41) から、石炭-二畳紀のヨーロッパの大半は一時的に赤道環境におかれ、当時は、イギリス~北アフリカが複雑な沈降帯となっていた。挟炭層の周期的堆積には、このような条件が必要であったのである。

移動する極はある点から別の点へ移動する際に、かならずしも直裁に移動するとはかぎらず、半径が減少しつつある地球をめぐる大円にそって新しい地点へたどりつく、と仮定してみよう。それにとまって、赤道配置は地球表面を上下に移動するだろう (既刊 NCGT no. 50 の図 4.4)。このようにして、一連の熱帯~温暖帯は、極移動にしたがって移動するだろう。熱帯化する時代には、青々とした植生が淡水性湿地に繁茂し、それらの根によって穿孔された粘土層である "seat earth" の上に重なる石炭薄層が形成される。赤道帯の沈降が続くと、海進が起こり、これらの植生を破壊したり、沈水させる。石炭薄層の直上を覆う地層には、大型樹木の直立樹幹痕がみられることがある。

石炭薄層を覆う地層は、しばしば、深海環境を示す一連の頁岩層で構成される。逆に水深の減少を示す砂質頁岩~砂岩に覆われることもある。このような現象は、本モデルでは、赤道環境の緯度における大水深の海域が赤道の移動につれて次第に浅海化することによって説明される。暖温帯における陸地が離水すると、植生は以前よりも繁茂する。つづいて赤道が回帰してくると、この陸地はしだいに熱帯環境となり、やがて、海進にとまって沈水する。

#### 6.4 パプアニューギニア

大陸棚縁辺に形成された赤道地向斜のもう 1 つの例が、パプアニューギニア (PNG) の地質史にみられる。それは、オーストラリアプレートの衝突によって PNG 高地が形成されたとする移動論者の観点に大きく影響する重要な特性をもっている。ニューギニア島東半部の地質構造は、図 6.4 に示される。島の北部は、基本的には海洋地殻で構成される。この棘状の地帯は "変動帯" とよばれ、後期ジュラ紀~白亜紀の地向斜性堆積物からなる。オーストラリア卓状地の北縁を占めるニューギニア島南部は、基本的には結晶質岩石で構成され、中生代の浅海~湖沼性堆積物に覆われる。これらの堆積物はまったく水平で、北方へ薄化する。南側の浅海性堆積環境が、変動帯に沿

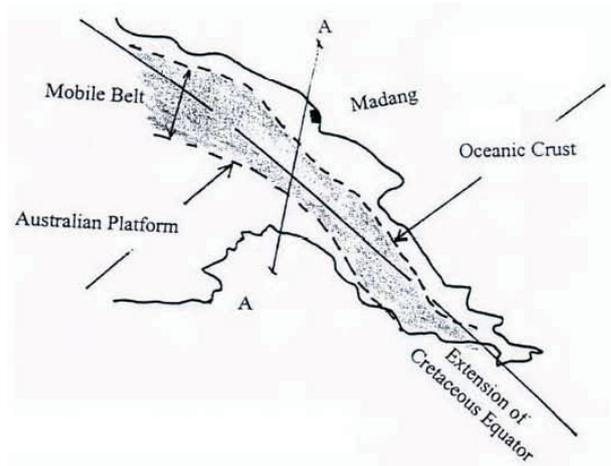


図 6.4 パプアニューギニアと地質区

う幅 10km あまりの地帯をへて、深海性地向斜堆積物に急変する。オーストラリア卓状地と変動帯の境界域の南縁は断層になっている。変動帯と海洋地殻との境界地帯の北縁には、横ずれ断層が長距離にわたって存在する。

このような地質を移動論のプレートテクトニクスによって理解するには、問題がある。

変動帯の北側に位置する Madang には、オーストラリア卓状地に由来する 2 つの外座層 [outlier] が存在し、水平な浅海性中生界からなる。堆積物の年代は、地向斜よりも古い。この地域における移動論にもとづくプレートテクトニクス地史によると、これらの変動帯の北側に分布するオーストラリア大陸の卓状地堆積物は、オーストラリアが 1,000km も南に位置していたときに堆積しなければならなかった。これらの外座層は、著しい変形を被ることもなく、どのようにして変動帯の向こう側に孤立して分布することになったのだろうか？ そうではなく、それらは、地向斜の発達以前にそこに位置していたのではないだろうか？

前述してきた安定大陸と極移動のモデルにもとづいて、この問題を考えることにしよう。

パプアニューギニアでえられた証拠ならびに全地球的古気候学的証拠 (NCGT no. 41) にもとづくと、白亜紀の赤道は現在の変動帯に一致して配置していた。この古赤道は、オーストラリア大陸卓状地の縁 一少なくとも、その一部一 を、そして、他の安定大陸 [複数] を通過していた。いいかえると、赤道はオーストラリア大陸卓状地とその北方に位置する海洋地殻の境界部に沿って配置していたわけである。その場の環境は、つづいて地向斜の発達に変化した。堆積環境が、大陸卓状地にひろがっていた浅海から、海洋との境界部の深海性地向斜堆積物へ数 km 以内で変化する事実から判断できるように、地向斜の存在は確実である。

外座層が現在の位置に存在するためには、地向斜がオーストラリア卓状地の外側縁にぴったりと沿って形成されてはいなかった、と想定せざるをえない。地向斜外縁は

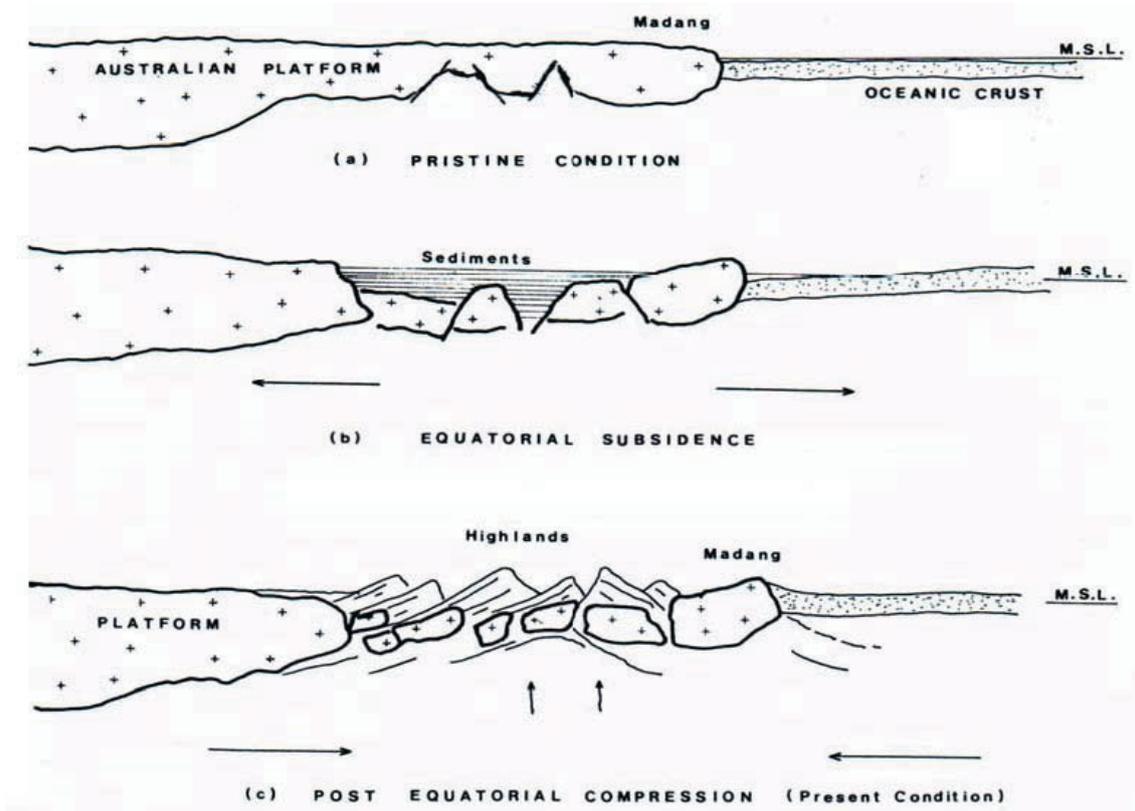


図 6.5 PNG を通る想定断面図。隆起運動以前に起きた赤道域での引き延ばし、ならびにオーストラリア卓状地の外座層の分離を示す。

いくつかの地点で、オーストラリア卓状地側に少なくとも2つの突出部が存在したはずで、おそらく、その卓状地は局所的に薄化していたであろう。これらの突出部は、その後、地向斜凹地の向こう側に外座層として残存しているのである。想定する形成メカニズムは、図 6.5 の断面に示される。

漸新世には、そして、鮮新世にも再度、この地域は赤道域からはずれたために圧縮場となり、変動帯（現在の高地）を隆起させ、オーストラリア卓状地と北方の海洋地殻との間に地形的障壁をつくった。すでに地殻が破断されて脆弱になり、通常程度に固化した泥質堆積物に満たされていた地向斜域に限り、赤道域からはずれたために圧縮作用が働いた。北方に残存したオーストラリア卓状地は、こうして分離され、わずかに変動をうけたにすぎない。図に示されるように、変動帯の深部にオーストラリア卓状地が残存しているかどうかは、現時点では、推測の域にある。

### 6.5 造山運動の反復

これらの残存物は、提案したモデルを明確に支持する事象であり、造山運動に伴う地殻短縮に係る。プレートテクトニクスモデルの魅力の1つは、間違っ沈み込み論を使って地殻の短縮を自在に組み込むことができる点である。しかし、ジオイドテクトニクスモデルは、この問題を適切に説明することができる。というのは、地殻要素の緯度方向での絶対的短縮量は、おそらく10～15kmといった規模であろう。実際にも、コルディレラの

ロッキー山脈やヒマラヤ山脈でみられるいくつかの変形帯で測定されたように、地殻短縮は60～100kmよりもかなり小さいであろう。しかし、問題の大半は造山運動の反復によって解決される。

地向斜帯における一連の堆積物が圧縮時相の初期に褶曲する際に、褶曲は個々の地層、とくに、わずかに岩相が異なる地層の間である程度のすべりをひきおこす。たとえば、褶曲が起きるためには、泥質岩のような変形しやすい地層は隣接層との境界面に沿う全すべり変形をうけもつことになる。flexural slip [層面すべり] とよばれるように、この作用は泥質層の粘土粒子を回転させ、それらの境界面に残留強度をもたらす。その作用をうける層は数mm以下であるが、側方へは層全体にわたって追跡される。

flexural slip 面は基本的には地層中の弱面であり、たとえばダム建設の際などには、しばしば困難な問題を生じる。flexural slip 薄層はよく研究されていて、地質技術工学分野では広く理解が進んでいる。それらは、もともとは泥質岩石中で発見されたが、このような岩相に限定されるわけではない。著者は、スリランカのダム基盤を構成する堅硬な先カンブリア紀の片麻岩中の flexural slip 薄層を発見したことがある。そこでの強度は  $c'=0$ ,  $\phi r=12^\circ$  であり、これらの値は結晶質岩石ではなく、やや剪断された粘土に相当する。flexural slip 薄層を形成した褶曲時相は三疊紀であり、地質時代にわたって、これらの剪断面が膠着されることがなかったことを示す、

flexural slip 薄層の重要性は、それらが実質的にすべての褶曲した岩石に存在することである。それゆえ、地向斜堆積物が圧縮され、褶曲しはじめる時に、それらがあまねく発生し、その後は、弱面として働き、同様の圧縮期には常に利用されることになる。

反復する造山運動は、極が振動しながら移動するところから起きる。それによって、初期の地向斜凹地は赤道域での伸長をくりかえし経験し、赤道域からはずれると圧縮場となる。個々の新しい赤道伸長は先行する圧縮の影響をうけることがあるために、変形過程が不可逆となる。しかし、個々の圧縮サイクルは累積傾向にあり、そのために、初期の圧縮によって形成された flexural slip 面に沿って、まずは変形が蓄積される。

ほとんどの褶曲山地は、少なくとも数回の地向斜凹地の形成と隆起時相を経験している。極が振動する場合には、個々の圧縮方位はそれぞれの場合に類似する。したがって、5～6回の圧縮時相によって、たとえば褶曲山地で観察されるような地殻短縮が生じるであろう。

このような反復作用は、スコットランドの Great Glen 断層、San Andreas 断層のようないくつかの有名な断層の大規模横ずれ変位を説明することができるだろう。断層運動そのものは断層面に沿う残留強度をもたらし、それは断層運動中の大きな歪の形成に由来する。こうして、

個々の新しい赤道伸長あるいは引き裂き断層運動 [tear faulting] の時相は、先在する横ずれ断層のような地殻中の既存弱面に集中していくであろう。

以上で、ジオイドテクトニクスの体系が完成する。残された課題の大半は、すでに NCGT に公表された。たとえば、“地震”に関するジオイドテクトニクスの観点からのさらなる記述は、個々の既刊論文に含まれる。貯水池地震は no. 17 (2000)、地震発生パターンの解析は no. 34 (2005)、深発地震は no. 37 (2005)、スマトラ地震パターンは no. 34 (2005)、赤道地帯の大西洋中央海嶺の活動は no. 35 (2005) に、それぞれ記述される。プレートテクトニクスの移動論への主な反論は、初期の NCGT no. 2 に、総合的に記述されている。割れ目噴火玄武岩の起源についてのメモは、no. 7 (1998) に印刷された。

文 献

Holmes, A., 1944. Principles of Physical Geology. Thomas Nelson, U.K.  
 James, P.M., 2006-2009. NGCT Newsletter, nos. 41, 49, 50 & 51.  
 McIlhinney, M.W., 1973. Paleomagnetism and Plate Tectonics. CUP  
 Opdyke, N.D., 1962. Palaeoclimatology and continental drift. Internat. Geophys., v. 3, p. 41-65.

太平洋、Clarion-Clipperton 断裂地域の海洋底基盤からの岩石

ROCK ASSEMBLAGES FROM THE PACIFIC OCEAN BEDROCK IN THE CLARION-CLIPPERTON FAULT REGION

S.M. TABUNOV, YU.I. TOMANOVSKAYA and G.N. STARITSINA

The All-Russian Scientific Research Institute of the World Ocean Geology and Mineral Resources, St. Petersburg (former Leningrad), Russia

(山内 靖喜・小松 宏昭・小泉 潔 [訳])

(この論文は、1989年に Tikhookeanskaya Geologiya 【英訳: Pacific Geology】no. 4, p. 11-20 に掲載されたロシア語の原著論文を、ハバロスクの Tikhookeanskaya Geologiya の編集副主任である Galina Kirillova の承諾をえて翻訳したものである。ハバロスクの構造地質・地球物理研究所の Tatyana Denisko によって翻訳された。Tabunov と Tomanovskaya の現住所は不明、Staritsina は逝去した。)

要 旨: 火山-造構性構造、地塁及び正断層崖からドレッジで採集された 48 個の岩石片と 204 個の礫についての記載岩石学的研究は、本研究海域の基盤岩石が複数の年代/層序複合体からなることを示した。これらの複合体は、1) 先カンブリア代(?) 花崗岩-変成岩、2) 白亜紀地向斜性火山起源珪質堆積物、3) 先始新世海洋性玄武岩、及び 4) 始新世~中新世の海洋性玄武岩-安山岩-流紋岩で構成される。

キーワード: Clarion-Clipperton 断層間地域、太平洋、先カンブリア代花崗岩質-変成岩、白亜紀地向斜堆積物、先始新世玄武岩、始新世-中新世玄武岩-安山岩-流紋岩。

最近まで、世界の海洋底の基盤岩は構造的にも物質的にも均質であるという概念が優先されてきた (Yegaizarov and Litvinov, 1983; Hilde et al., 1977). 地球の海洋地殻上部すなわち海洋地殻第2層を構成しているいろいろな年代の玄武岩質基盤は、岩石学的に均質であり、中央海嶺玄武岩からなると信じられてきた。海洋地殻第3層の構造、構成物及び年代は、とくにリフト間の地域、すなわちプレート (Staritsina et al., 1986; Tabunov et al., 1985) では、完全に解明されたことはなく、その地質学的特性については意見がわかれている。

海底をドレッジして得られた岩石試料は、世界中の海洋の巨大海盆における深部層準の構成物に関する研究を可能にした。太平洋の周辺海膨のいくつかの高まりでドレッジされた“大陸性”岩石の研究における最初の成果は、それらが地背斜性の大陸及び微小大陸地域に特徴的な変成岩-貫入岩複合体に属することを示した。太平洋東縁 [「西縁」の誤記?: 編集者] に沿って沈水したこれらの地質構造では“大陸性”岩石がドレッジされ、それらがアジア大陸に属するという事実は、とくになんの疑問も起こさなかった (Vasiliev, 1982; Korneev et al., 1982; Challes et al., 1982). しかしながら、中部太平洋の深海盆地 (Korsakov et al., 1983; Prokoptsev, 1975), ならびに、Eltanin 断裂 (Kashintsev and Frikh-Khar, 1979)・Kurchatov 断裂 (Kashintsev and Rudnik, 1984) の深い海溝内で発見された稀な“大陸性”岩石には、太平洋タラソクラトン (thalassocraton<sup>\*1</sup>) の層状構造概念 [海洋地殻の3層構造: 編集者] という立場からはなんら満足な説明が与えられなかった。

\*1: 海底下に水没した、かつての大陸性クラトン。地殻の延伸と薄化によるとされている (Glossary of Geology より: 訳者)。

広大な太平洋海域の赤道地帯に位置する Clarion-Clipperton 断裂地域から、いろいろな組成をもつ大量の海底岩石試料 (BRM: bottom rock material) が初めて採集

された (図1)。BRM を、岩質上及び岩石学的に関連するグループに分類し、年代別にまとめることを試みた。その結果は、太平洋タラソクラトンのこの領域の地質特性に関する私たちの考えをより発展させた。

BRM 試料の大半は、海底面上でトローリング [trawling: 底引き網法] で採集された。トローリング距離は0.5~4kmである。1回のトローリングによって採集された重量約1トンの試料にはBRM 試料が1~3個の含まれ、ときに20個の場合もある。ドレッジによる底質サンプリングでも、まれにBRM 試料が1個だけ採取されることがあった。また、弱く膠結された径30cmの礫岩が採集されたこともある (地点8284)。組成的に最も多様な試料が、深海丘の斜面上と深海底の低い正断層崖から、漸新世~中新世の圧密された多源的粘土ブロックと一緒にドレッジされた。一連の地震探査断面図によれば、そこでの被覆堆積物の厚さはゼロまで減少している (図2)。海底写真には、比高15mに達するいくつかの正断層崖の麓に無秩序にひっくり返った堆積岩ブロックが撮影された (Moreal and Le Suave, 1986)。他方、厚さ150~175mの乱されていない始新世~中新世被覆堆積層 (Piper et al., 1979) をもつ平坦な深海平原のいくつかの部分は、厚さ25mに達する後期中新世~第四紀珪質軟泥に覆われていて、BRM はまったくみられない。

ドレッジで採集されたすべてのBRM は、肉眼観察によって角張った岩石片~超円礫に区分された。BRM の記載岩石学的性質は、表1・表2に示される。BRM 破片には、角張った小岩石片と直径20cm以下の岩塊が含まれる。多くの岩石片の表面の一部または全体が、鉄マンガン質皮殻に覆われている。いくつかはこのような皮殻をもたない新鮮な岩石片であり、恐らくそれらが現地性であることを間接的に示しているのであろう。BRM 円礫は球形をしており、その多くがよく円磨されている。その表面は滑らかに磨かれ、彫り傷やひっかき傷をもたないことから、これらは典型的な海浜堆積物である。円礫の大多数

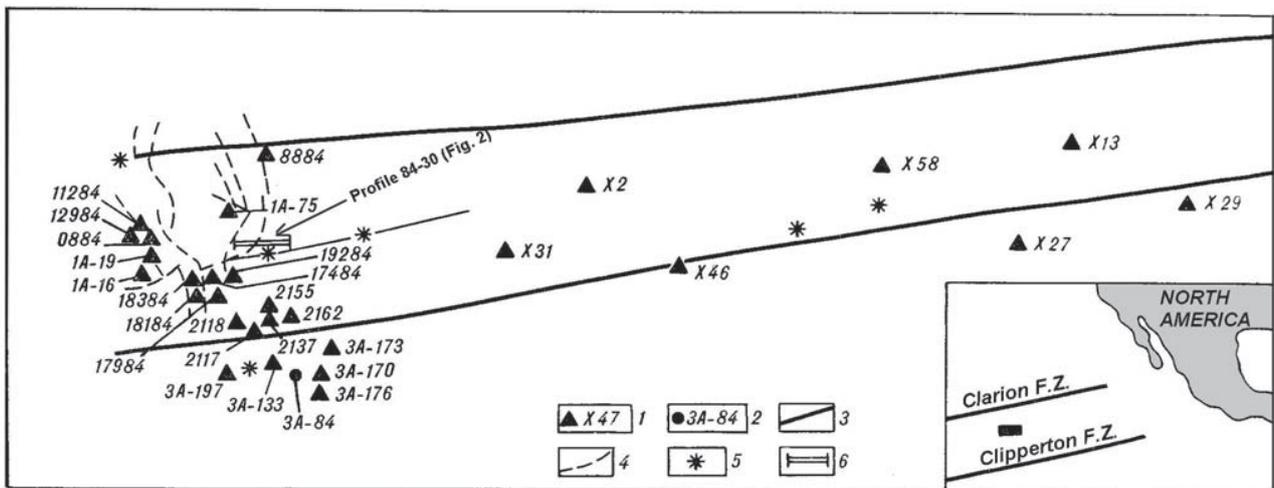


図1 BRM 岩石片がドレッジされた採集地点分布。

1: トローリング (底引き網法) で採集された試料とその番号, 2: ドレッジ法で採集された試料とその番号, 3: “中間 (intermediate)” 断裂帯 (Sclater et al., 1971), 4: 被覆海洋堆積物中の断層, 連続的な地震探査断面に基づく, 5: 火山性海山と火山-造構性隆起部 (等深線の形状に基づく), 6: 断面84-30 (図2) の位置。

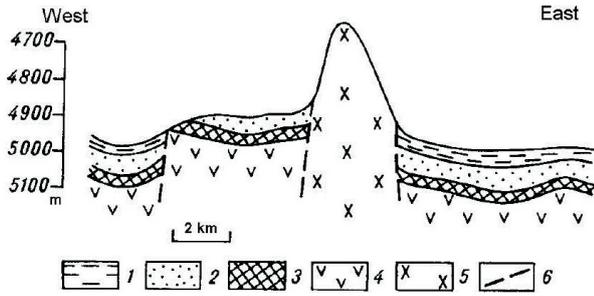


図2 地震探査測線 84-30 の地質学的及び地球物理学的断面  
 1-3: 被覆海洋堆積物 [1: 中新世-完新世 Clipperton 層, 石灰質軟泥と泥質軟泥の互層 (周期的岩相層序) からなる, 2: 漸新世-中新世 Marquesas 層, 超微化石軟泥からなる, 3: 始新世 Line Islands 層, 炭酸塩~粘土質軟泥からなる], 4: 音響基盤, 先始新世複合岩体からなる, 5: 始新世-中新世火山性海山, 6: 断層.

は、一部、まれには全体が鉄マンガン質の皮殻や薄膜で覆われている。地点 8884 (図 1 を参照) でドレッジされた礫岩から判断すると、礫が露出している場合、円礫表面の海水と接する部分に鉄マンガン質の薄い膜がつくられている。他方、沸石質粘土からなるセメント中に閉じこめられた部分の表面はきれいである。円礫の直径は 1~5cm で、まれに 10cm に達する。調べられた 252 個の BRM 試料の 4 分の 1 が岩石片で、これらのうちの 20 個弱は新鮮な破片である。新鮮な破片で、鉄マンガン質の殻や薄い膜をもたない僅かな試料は、世界の海洋の多くのドレッジ地点で特徴的にみられる (Allen and Tucholke, 1981)。

潜航機器による直接観察が行われていないので、これらの試料に関する確固たる地質学的関係を立証することはできない。そのために私たちは、ここでは、海洋底表面での BRM の起源に関する 3 つの仮説を議論する。

第 1 の仮説は、BRM がその地域起源であるとするものである：角張った破片物質、とくに新鮮なかけらは、海底における基盤岩の沖積 (edaphogenic) 物質である。この場合、地下深くにある基盤岩が断層帯に沿って隆起し、未固結の薄い (0~25m) 後期中新世~第四紀層中の地塁や正断層崖に露出した。円礫物質は礫岩由来の沖積物質である。地点 8884 (図 1 参照) で採集された礫岩は始新世~中新世の被覆堆積層の一部であり、この被覆層は第 1 海洋層を構成する。礫岩沖積物質は、基盤岩の岩石露頭と同様、海洋底に露出するものである。この露出は、隆起した地塁では断層帯内、音響基盤の突出、および正断層崖にみられる。

第 2 の仮説は、トローリングで採集されたすべての BRM は氷山によって太平洋の赤道地帯まで運ばれてきたもので、相互に無関係な物質である、とするものである。Mendocino 断層北側の北東太平洋の海上上での柱状コアにおいて、岩石と典型的な氷山堆積物が識別され、研究された。第四紀のある時期に、カルフォルニア海流とともに移動してきた氷山が熱帯地方まで到達したと仮定されている (Lisitsyn, 1978)。現在、北半球における氷山による岩石物質の分布限界は、氷山の分布を最も

南に想定しても、それは北緯 30° までと信じられている (Lisitsyn, 1978)。更新世の最大気温低下期には古気候帯の境界が実際に赤道方向へ移動し、海洋表面温度が全般に 3°C 低下したとしても (Nikolaev et al., 1984)、赤道地帯における海洋堆積物の生成に氷山の影響を想定することは不可能であろう。もし、Clarion-Clipperton 海域から採集された BRM の少なくとも一部が氷山による超遠距離運搬の付随的な氷山起源物質であることが今後の研究で証明されることがあれば、そのときには、熱帯における鮮新世~更新世の氷山分布の古地理学境界は著しく南寄りに訂正されなければならない。

第 3 の仮説は、流木の根や海棲動物による岩石物質の運搬である。しかしながら、この仮説には根拠がない。

以上の検討結果は、BRM が現地起源であることを支持する証拠となる。第 1 に、このことは、トローリング地点で採集された岩石片資料によっても示されている。これらの地点では、一連の地震探査によって被覆堆積物がなく、基盤岩が海洋底表面まで隆起している。このような地点は、X21, X29, X45, X51, 1A-19, 3A-197 及び 2162 である (図 1 参照)。採集された岩石片の一部は、新鮮な破片としての外観を呈す。地点 3A-170-14 と 3A-170-15 のざくろ石片麻岩試料に、そのような外観がめ明示れる。

表 1 Clarion-Clipperton 断裂地域 (太平洋) の中部でトローリングによって採集された海底岩石試料のうち、岩石片にもとづく岩石構成：それらの岩石群と年代別複合岩体

| 海洋底基盤岩を構成する岩石複合体   | 岩石グループ   |
|--|--|
| 第 1 海洋層 (海山, ギョー, 火山-造構性構造) を構成する始新世~中新世海洋性玄武岩-安山岩-流紋岩複合岩体 | 噴出性酸性岩: 流紋岩 (2066, 2162-3), 流紋斑岩 (X2-1), 曹長斑岩 (X58-1, 0884-1), 酸性 tuff-lava <sup>2)</sup> (19283-2). 噴出性中性岩: 安山岩 (1A-19-5), 安山岩質玄武岩 (X13-3, 3A-197-5). 噴出性塩基性岩: 多斑晶玄武岩 (X46-3).  |
| 第 2 海洋層を構成する先始新世海洋性玄武岩複合岩体                                 | 噴出性塩基性岩: 玄武岩 (18384-1, 18384-2), 斜長斑岩玄武岩 (X46-4, 3A-170-2, 3A170-6, 3A-170-7, 3A-170-8, 3A-170-11, 3A-84), 火山ガラス (3A-170-1).   |
| 第 3 海洋層を構成する白亜紀地向斜性火山源岩石-珪質岩-堆積岩複合岩体                       | 火砕岩: 結晶質-岩片質凝灰岩 (X31-3). 堆積岩: 多源砂岩 (X27-1, 1A-16-1), 石英砂岩 (2076-2, 2155), シルト岩 (2162-2, 2137), 珪化シルト岩 (1A-19-1), シルト質粘土岩 (2128), 珪質泥岩 (3A-176), 珪質岩 (17984-1, 18184-3, 3A-176), 放散虫珪質岩 (X29-6, X29-8, 3A-170-16). 葉片状弱変成堆積岩: 粘土質頁岩 (1A-19-2), 葉片状シルト岩 (12984-1). 変成した火成岩: 花崗閃緑岩 (11284-1), 石英閃緑岩 (3A-133-1). |
| 第 3 海洋層を構成する先カンブリア紀 (?) 花崗岩-変成岩複合岩体                        | 変成岩: グラニュライト相=ざくろ石片麻岩 (3A-170-14, 3A-170-15), 両輝石斜長石結晶片岩 [エンダーバイト] (3A-170-17), 角閃岩化したざくろ石輝石斜長石結晶片岩 (3A-170-17); 角閃岩相=黒雲母白雲母片麻岩 (17484-1), 角閃石斜長石結晶片岩 (3A-170-13). 超変成岩: カタクラサイト化花崗岩質片麻岩 (1A-75-2), 珪化した黒雲母白雲母花崗   |

\*2: 火砕岩と溶岩流の両方の特徴をもつ噴出岩 (Glossary of Geology より: 訳者)。

表 2 Clarion-Clipperton 断裂海域 (太平洋) の中部で採集された円礫の岩質: その分類と組成

| 岩石複合体                                      | 岩石分類   |
|--|--|
| <p>酸性, 中性<br/>及び塩基性<br/>岩石の火山<br/>性複合体</p> | <p><b>噴出性酸性岩</b>: 流紋斑岩 (X21-2, 1A-72-1, 1A-86-2, 2097, 2117-5), 石英斑岩 (M46, 21484-1), 珩長岩 (2102-2, 2122-4), 珩長岩質斑岩 (M06, X13-1, 17284-1), 曹長斑岩 (X13-2, X26-1, X41-2, X54-1, 1A-77-3, 21584-3, 3A-171-1, 3A-171-2), 黒曜石 (3A-169, 3A-176), 流紋斑岩の溶岩角礫 (12484-1, 14684-1), デイサイト (M08-2, 12784-5, 21584-2), デイサイト斑岩 (7284-1), デイサイト溶岩角礫 (13084-1); <b>火砕岩</b>: 酸性岩質凝灰岩 (1A-78-2, 2162-17, 3A-170-3, 3A-170-5, 3A-196), <b>貫入岩</b>: グラノフィア (18084-3, 1A-48-2, 1A-77-2), 花崗斑岩 (10284-2).</p> <p><b>噴出性中性岩</b>: 安山岩, 安山岩質玄武岩 (X29-1, X29-4, X29-7, X45-4, X55-2, 0484-1, 0484-2, 11684-3/1, 14684-3/2, 14684-4, 15384-1, 18584-1, 18584-3, 18584-4, 19784-1, 1A-19-5, 1A-32, 1A-46-3, 1A-75-3, 2058-1, 2065, 2076-1, 2078-1, 2078-3, 2112, 2122, 2148, 2154-3, 2162-15, 2162-18, 2165, 2167, 3A-177, 3A-197-1, 3A-197-2, 3A-197-4), 安山岩角礫 (13584-1), 中性 tuff-lava (18584-2); <b>火砕岩</b>: 中性岩質凝灰岩 (8884-5, 2127); <b>貫入岩</b>: 閃緑斑岩 (1A-46-2, 1A-55-5, 2162-6, 2162-20).</p> <p><b>噴出性塩基性岩</b>: 玄武岩 (X29-5, 7184-1, 8284-1, 8784-1, 11684-1, 11684-4, 12784-4, 13684-1, 18084-2, 19284-1, 19284-1/2)</p> |
| <p>玄武岩複合<br/>岩体</p>                        | <p><b>噴出性塩基性岩</b>: 玄武岩 (M20, M45, X16-1, X21-3, X26-4, X27-3, X29-2, X29-3, X45-1, X45-3, X51-1, 8884-2, 9184-2, 18084-1, 18384-2, 1A-23, 1A-45-1, 1A-48-1, 1A-69-1, 1A-69-2, 1A-82, 1A-86-1, 2042, 2060, 2074-2, 2078-2, 2079-1, 2095, 2112-A, 2115, 2122-3, 2133, 2140-4, 2143, 2162-4, 3A-197-3); <b>貫入岩</b>: メタドレライト (18184-1, 19784-3, 2058-2, 2138-2, 3A-167-1, -2).</p>   |
| <p>堆積岩複合<br/>岩体</p>                        | <p><b>堆積岩</b>: 珩質岩の細粒円礫岩 (10284-3), 多源砂岩 (0284-1, 6884-1, 13784-1, 13784-5), 石英砂岩 (12784-2, 16584-1, 2075, 2134, 2162-1), 凝灰質砂岩 (3A-170-10), シルト質砂岩 (2112-4), 含放散虫シルト岩 (8884-1, 8884-4), シルト岩 (2077), シルト質泥岩 (2154-1), 珩質泥岩 (X26-3, 8884-3, 3A-168, 3A170-9), 珩質岩 (8884-3, 13481-1, 2145-3), 放散虫珩質岩 (18184-1, 18384-3, 19784-4).</p> <p><b>火砕岩</b>: チャート, シルト岩, 微小質珩岩及び珩岩の破片を含む結晶質コックリス起源碎屑物をもつ凝灰岩 (X21-1, 2162-7, 2162-10), 弱い変成作用を受けた堆積岩: 珩岩質砂岩 (2072, 2076-2, 2105-2, 2136-2, 2162-1, 3A-191).</p>  |

以下の観察は, これらの岩石片が基盤岩沖積層に由来することの直接的な証拠となる。

1. 底質が岩盤である海域で採集されたトローリング試料において, まったく同じ組成の試料が繰り返し多数採取される。それらは, たとえば放散虫珩質岩の角張った小片 (X29-6 と X29-8)\*, 無斑晶質玄武岩片 (18384-1 と 18384-2, 3A-170-2, 3A-170-6, 3A-170-7, 3A-170-8,

及び 3A-170-11), ざくろ石片麻岩片 (3A-170-14 及び 3A-170-15) である。

2. 図 1 は, 緯度方向の断裂帯の近傍にけるいくつかの地点でトローリングされた試料には, 組成と組織が類似した堆積岩が含まれる (図 1 参照)。これらは, 石英砂岩 (2155), 多源性砂岩 (X27-1), 砂岩とシルト岩 (2128, 2137, 2162-2), 放散虫珩質岩 (3A-170-16, X29-6, X29-8) の破片である。さらに, 砂岩試料 X27-1 のセ

メントや珪質岩試料 3A-170-16 からは、白亜紀 (後期 Aptian-Cenomanian) の *Holocryptocanium* が発見された。

3. 多源性砂岩に含まれる外来物質由来の岩片粒子から、深海に沈んだ海洋クラトンの構成物についてのより多くの情報を得ることができる。砂岩 X21-1 は、放散虫年化石から Cenomanian 初期の堆積物と考えられ、花こう岩、珪質変成岩、および珪質泥岩に由来する。さらに、砂岩 1A-16-1 には、外来岩片として変成した石英砂岩が含まれる。したがって白亜紀の多源砂岩に含まれる外来岩片粒子の一連の組成は、砕屑粒子の供給源が先カンブリア時代 (?) の花こう岩-変成岩複合岩体であることを示す。

4. ドレッジされた BRM 全量の中で、無斑晶玄武岩が多量に含まれること (全量の 24% が岩石片、21% が礫) が注目される。後者は、海底岩盤の構成岩石に玄武岩が含まれることを示し、これらは第 2 海洋層の一部を構成する。同様の玄武岩は、深海掘削 Site 161 と Site162 で採集されている。それらは、第 2 海洋層を構成する先始新世被覆層に属し、中期始新世~第四紀堆積物に覆われる。それらは気泡や孔隙を欠き、斑晶に乏しく、海洋に典型的な玄武岩である。

BRM の 48 個の角張った岩石片の記載岩石学的な研究は、それらを、相互に関連した岩群といくつかの年代の複合岩体に区分し、既知の大陸の地質構成に対比することを可能にした。4 つの時代の異なる複合岩体が識別される。それらは、これまでの知識に照合すると、先カンブリア紀 (?) の花こう岩・変成岩、白亜紀の地向斜性火山岩・珪質岩・堆積岩、先始新世の海洋性玄武岩、そして、始新世~中新世の海洋性玄武岩・安山岩・流紋岩である。これらの複合岩体の年代は、とりあえずは、堆積岩 (試料 X27-1, X29-6, X29-8 そして 3A-170-16) に産出する白亜紀放散虫、始新世~第四紀堆積物、そしてグローマーチャレンジャー SRV による深海掘削 Sites 161 and 162 で得られた玄武岩の年代—先始新世 (より詳細には、先始新世初期)—、および、大陸域に分布する類似した複合岩体からの類推によって類推することができる。

組成・変成度・年代からみて、4 つの異なる年代に区分された複合岩体の構成岩石は、それぞれ、海底基盤岩類の 4 つの構造-物質的複合岩体に対比され、3 つの海洋層の一部と見ることができる。これらの複合岩体の特徴が、以下に記述される (表 1 参照)。

世界の海洋に先カンブリア紀 (?) の花こう岩-変成岩複合岩体が存在することについては、現時点では、議論の余地がある。しかしながら、変成岩や超変成岩の岩石片が当海域西部 (図 1) からトローリングされたことは無視できない。それらの中には、グラニュライト-角閃岩相、そしてまた花こう岩質超変成岩およびカタクラスティック岩石がみいだされる。グラニュライト相岩石は、ザクロ石片麻岩、複輝石-斜長石結晶片岩、角閃岩化されたザクロ石・輝石結晶片岩で代表される。ザクロ石片麻岩 3A-170-14 を鏡下で観察すると、帯状あるいはスポット

状の不規則な石英の分布が見られる。最大 1~2cm のカリ長石の大きな斑状変晶が基質中に存在する。平均的な石英含有率の岩石の一部はヘテロプラスティック組織を示し、鉱物組成は石英 35%、カリ長石 40%、酸性斜長石 20%、ザクロ石 2% である。この岩石はカリ長石と斜長石の交代反応 (斜長石の残晶がカリ長石の内部に残っていたり、細かく双晶した曹長石の不規則な形の結晶が、カリ長石を溶食・置換する) に特徴づけられる。この関係は、超変成作用の結果生じたものである。さらに、この岩石には明確な破碎や再結晶作用の跡が残されている。その証拠は、まれに白雲母片を伴うグラノブラスト組織の石英+曹長石集合体からなる細粒脈が形成されていることである。

同一のトローリングで採集されたザクロ石片麻岩 3A-170-16 は、0.1~1mm に達する結晶粒子を伴うヘテログラノプラスティック組織で特徴づけられ、細かく双晶した酸性斜長石 (55%)、モザイク状の薄暗い石英 (30%)、そしてザクロ石で構成されている。片麻岩にはほぼ平行したカタクラサイトバンドが形成され、バンド中には少量の石英と斜長石を伴う二次的白雲母 (10%) が発達する。

ザクロ石片麻岩類は、すべて新鮮である。一方、複輝石-斜長石結晶片岩 3A-170-17 は板状で (1 x 6 x 6 cm)、含水鉄化合物やマンガンの薄膜で全面が覆われている。マンガンの薄膜は、結晶片岩中に 1~3mm 食い込んでおり、その周囲に灰黒色の帯を形成している。結晶片岩の中央部は、新鮮で明灰色の細粒岩石になっている。岩石の構造は、0.2~2mm の大きさの粒子からなるヘテログラノプラスティック組織である。斜長石の定方向配列が、この岩石の縞状構造を形成する。岩石の鉱物組成は、細かく双晶した斜長石が 70%、緑色の単斜輝石が 15%、斜方輝石が 10%、そしてマグネタイトが 5% で、塩基性エンダーバイトに一致する。すべての鉱物は新鮮であるが、唯一、単斜輝石の縁が緑色角閃石に置換されている。角閃岩化されたザクロ石-輝石結晶片岩 3A-173 は角張った板状岩石片で (1 x 2 x 5 cm)、全体が水酸化鉄と酸化マンガンの薄膜で覆われる。この岩石は、ヘテログラノプラスティック組織に特徴づけられる。主要構成鉱物は緑色単斜輝石であり、緑色角閃石がそれに接して発達する。時として角閃石中に単斜輝石の残晶が観察される。角閃石はしばしば輝石を置換して、輝石の仮像を形成する。輝石はそれを置換している角閃石とともに岩石の 70% を占める。ザクロ石 (アルマンディン) は 20% を越えない。白雲母片、スフェン、アパタイトがわずかに存在する。珪化作用の最終過程の産物として、レンズ状の石英 (5%) が観察される。

角閃岩相の岩石は、あるトローリング試料の中に発見された 3 個の角閃石-斜長石結晶片岩 3A-170-13、ならびに、同一のトローリング試料中の白雲母-黒雲母片麻岩 17484-1 に代表される。片麻岩は鱗状の等粒状組織を特徴とし、石英 (35%)、カリ長石 (20%)、斜長石 (10%)、白雲母 (20%)、黒雲母 (5%) で構成されている。優白質鉱物は isometric な形状を示し、大きさは 0.5~2mm である。

岩石中には2次的な珪質化、雲母化、そして曹長石化の痕跡が認められる。細かく双晶した曹長石がカリ長石を置換している。石英と白雲母は、カリ長石の結晶の縁だけでなく内部にも浸透している。さらに、白雲母は、黒雲母をも部分的に交代する。

超変成岩の代表的なものは、カタクラスティックなザクロ石片麻岩の角ばった2個の岩石片(1A-75-2, 2117-2)で、ヘテログラノプラスチック組織を示す。主要鉱物は石英(80%)で、カリ長石(20%)はパーサイト構造を示す。副成分鉱物はジルコンである。片麻岩には、カタクラサイトの細いバンドが発達する。バンドは平行に並び、細かく砕かれ、再結晶鉱物(石英とK長石)で構成される。これらのバンドには、緑がかった緑泥石や無色雲母片、磁鉄鉱粒子を含む含水鉄酸化物が新しく生じている。

花こう岩質岩石-変成岩複合岩体は先カンブリア紀のものであり、大陸構造のレリックである。複合岩体は、太平洋クラトン内部の断裂と断裂の間の領域(プレート)に存在する。この複合岩体は、深海平原(水面下のプレート)の第3海洋層の一部であり、古期卓状地の大陸性花こう岩-変成岩複合体と同様の性格を有している。

海洋地域で見出された花こう岩質岩石-変成岩類は、破壊されて沈水した卓状地(プレート)と大陸の古期卓状地が構造的に類似していることを示唆する。

白亜紀の地向斜性火山岩・珪質岩・堆積岩は、17個の角礫状岩石片の年代と組成に基づいて認定される。おそらく、それらは第3海洋層(玄武岩の下位)の一部である。これらの発見は、“中規模”断裂帯(Sclater et al., 1971)をなす緯度方向の一つの断裂帯(図1)に関係する。組成からみると、石英砂岩12155と多源質砂岩X27-1・1A-16-1、結晶質岩片を含む凝灰岩X31-3、多数のシルト岩1A-19-1・2128・2137・2162-2、珪質岩17984-1・18184-3や放散虫を含む珪質岩X29-6・X29-8・3A-170-16に区分される。L.I. Kadintseva(全ロシア地質協会)の同定によると、3A-170-16の放散虫は *Spongotrochus* sp., *Holocryptocanium* sp., *Sphaeroidea* gen. sp. indet. とのことである。これらから推定された年代は後期白亜紀である。X29-6・X29-8の放散虫を含む珪質岩には、*Spumellaria* 目の放散虫殻が発見された。*Holocryptocanium barbui dumitrica* 種の放散虫殻は、多源砂岩X27-1の基質部分に見られる。L.I. Kadintsevaは、この種は後期アルビアン～セノマニアン世を特徴づけるとした。

珪質岩17984-1・18184-3は隠微晶質構造で特徴づけられ、微細な石英粒子と分泌玉髓の集合体からできている。隠微晶質な石基に対して、試料X29-6・X29-8と3A-170-16Aの放散虫を含む珪質岩には丸い放散虫遺骸が含まれ、単独で存在するかあるいは互いに接する3～4個の殻がコロニーのような産状を示す。大きさ0.1～0.2mmの放散虫が10vol%を占める。放散虫殻は柱状の放射状石英からなり、中心部が細粒石英で構成される。

砕屑性岩石に分類されているシルト岩2128・2162-2・2137・1A-19-1は、粒径が0.05～0.1mmの石英と、より少量のセリサイト化した斜長石を含んでいる。単源珪質岩の岩片[複数]が目される。そのシルト岩基質は少量の珪質物質を含む雲母質粘土であり、雲母質物質が粘土を置換する。シルト岩試料2128・2137には細かいラミナが発達し、渦状ラミナに変化することもある。

角ばった大ブロック(16 x 18 x 20 cm)としてドレージされた細粒石英砂岩2155は、均質な砕屑粒子組成を示し、75%が石英粒子、10%が珪質岩及び珪質泥岩の岩片、2%が酸性斜長石粒子で構成される。岩片は角ばっていて、大きさは0.1～0.5mmである。多源砂岩の基質は、多孔質な雲母質珪質泥(13%)である。

一方、多源砂岩X27-1・1A-16-1の砕屑粒子組成は多様で、石英(30～50%)、カリ長石と斜長石(10～20%)、珪質岩と珪質泥岩の岩片(20～30%)を含む。試料1A-16-1のは、変成石英砂岩の岩片(15%)、酸性～中性噴出岩(1%)を含む。これらすべての岩片は粒径0.1～0.5mmで、角ばっている。多源砂岩の基質は、雲母質珪質泥であり、まれに連結している。

結晶-岩片質凝灰岩X31-3の砕屑粒子組成は、著しく変化に富む。珪質岩～珪質泥岩片(25%)・シルト岩(15%)・酸性～中性噴出岩(15%)・花崗岩(3%)・斜長石粒子(7%)・石英粒子(5%)からなり、唯一珪化した石英砂岩石片も含まれる。岩片の粒径は0.2～1.0mmである。凝灰岩の岩石片のうち基質を構成する物質は、緑泥石化した火山灰物質である。

調査海域の西端では、粘土頁岩1A-19-2、葉状シルト岩12984-1、不明瞭な葉状構造をもつ珪質岩など、弱変成堆積岩の岩石片が採集されたことが注目される。粘土頁岩は、無色雲母の細片がほぼ平行に配列した珪質泥岩物質からなり、この平行配列が岩石に葉状構造をもたらす。さらに、粘土物質の不規則な斑点状集積が斑状構造を形成することが注目される。このような構造の特徴は、初期段階の変成作用に由来する。葉状構造を示すシルト岩は、粘土物質のより薄い細脈のはさみをもつ。粘土-雲母質シルト岩中には0.1mm以下の石英粒子が挟まれるが、粘土頁岩のはさみには砕屑性物質を欠いている。堆積岩と火砕岩のいくつかの試料には細脈がみとめられ、細脈の構成鉱物は石英(2155)、石英と緑簾石(1A-16-1)、緑簾石(X31-3)である。

白亜紀の凝灰岩・砂岩・珪質岩・放散虫チャート、そして弱変成したシルト岩や粘土頁岩は、地向斜の火山岩-珪質岩-堆積岩組み合わせを特徴づける岩石である。砂岩と凝灰岩の砕屑粒子組成は、岩石ごとに砕屑物質組成が異なるものの、全体的には著しく類似する。陸源および火山源の岩石は珪質岩や珪質泥岩によって特徴づけられ、シルト岩・石英砂岩などの岩石片が散在的に含まれる。これは、これらの岩石の形成環境は、火山源～陸

源物質が供給される初期地向斜層の堆積環境と同一であり、より古期の岩石が削剥・洗掘をくりかえし受けてきたことを示す。

中程度に変成した貫入岩の岩石片が、白亜紀の地向斜コンプレックスには一般的にみられる。先カンブリア紀(?)コンプレックスの花崗岩類とは異なり、石英閃緑岩 3A-133-1 や花崗閃緑岩 11284-1 は準自形的等粒組織で特徴づけられ、グラノブラスティック組織がまれに認められる。石英閃緑岩は、薄く双晶した酸性斜長石 (70%)・石英 (15%)・普通角閃石 (15%) よりなる。斜長石は累帯構造をもつことはほとんどないが、しばしばカリ長石と同時に晶出してアンチパーサイト構造をつくる。普通角閃石は二次鉱物であり、単斜輝石のレリックを含む。花崗閃緑岩は、斜長石 (55%)・カリ長石 (25%)・暗色鉱物 (5%: 緑泥石に完全に置換) よりなる。曹長石が、カリ長石を置換する。石英閃緑岩と花崗閃緑岩の副成分鉱物は磷灰石-スフェン-イルメナイト組み合わせで特徴づけられ、花崗岩類のジルコン組み合わせとは異なる。石英閃緑岩と花崗閃緑岩の岩石片は、組成および組織からみて、地向斜帯 (おそらくは白亜紀地向斜コンプレックス) の貫入岩類に相当する。

先始新世海洋玄武岩コンプレックスの存在に、疑問の余地はない。組成と組織が同一の玄武岩の岩石片やチップが、トローリングで採集された試料中にもっとも頻繁に発見される。ところが、それらの分布には偏りがあり、緯度方向の断裂帯の近傍にもっともよく見られる (図 1)。岩石片は、組織からみて無斑晶玄武岩 18384-1・18384-2 や多斑晶玄武岩 X46-4、塩基性火山ガラス 3A-170-1、そして斜長石斑晶を含むガラス質玄武岩 3A-84・3A-170-2・3A-170-6・3A-170-7・3A-170-8・3A-170-11 に区分される。これらの岩石片は、しばしば頁岩様の割れ目を示す不規則な角礫状の破片である。試料の卵形の形態やその同心円状の貝殻構造から判断すると、火山ガラスは溶岩流のガラス質殻上の“芽”である。すべての岩石に気泡はなく、それはそれらが深海で流出したことを示す。これらは、特有の無斑晶組織または microimpregnations [微細な結晶核?] をもつ典型的な海洋玄武岩である。さらに、それらに共通する特徴は、石基に円錐花序状構造、もしくは束状骨格構造がみられることである。このようなタイプの玄武岩は、第 2 海洋層の特徴である (Staritsina et al., 1986)。組成および組織からみて、トローリングで採集された岩石片に含まれる玄武岩類は、深海掘削 Sites 161 and 162 で採取された玄武岩と同一である。後者の年代は、前期始新世と決定されている。きわめて多数の玄武岩片は、第 2 海洋層の先始新世海洋玄武岩に相当し、先始新世玄武岩コンプレックスに属している。それらは、2つの伏在コンプレックス—白亜紀地向斜火山岩-珪質岩-堆積岩コンプレックスと先カンブリア紀(?)花崗岩-変成岩コンプレックス—を覆っている。

始新世～中新世海洋玄武岩-安山岩-流紋岩コンプレックスは、流紋岩片 2066・2162-3、流紋斑岩 X2-1、曹長

石ファイアー X58-1・0884-1、酸性凝灰岩溶岩 19284-2、安山岩 1A-19-5、安山岩質玄武岩 X13-3、3A-197-5、および多斑晶質玄武岩 X46-3 の発見にもとづいて認定された。それらは、調査海域に比較的均等に分布している (図 1)。3A-197 地点では、堆積物被覆がほとんどない海山の麓でのトローリング試料中に安山岩片が発見された。一連の地震探査断面や海底写真 (Morel and Le Suave, 1986) では、深海丘や海山 (比高 50 ~ 500m・山麓幅 10km 以下) を形成する火成岩の露頭が確認された。一連の深海丘の分布は、ほとんどの場合、クラリオンとクリッパートン断裂帯の間に位置する緯度方向の“中規模”断裂帯沿いに限定され (Sclater et al., 1971)、その東方延長は Orozco 断裂帯まで追跡される (Anonymous, 1986)。海山における酸性および中性噴出岩の相互関係はよくわからない。

流紋岩と流紋斑岩は、酸性斜長石、粘土化したカリ長石および石英の斑晶からなる斑状組織で特徴づけられる。impregnations [結晶核?] は 10% に達し、長石結晶 (0.2 ~ 0.8mm) はプリズム状の形状を示し、それらの端はしばしば壊されている。石英斑晶は溶食され、湾入状に穿孔されている。石基は石英-長石質微珪長組織を示し、石英の再結晶化がときどき観察される。

曹長石ファイアーも、斑岩状組織で特徴づけられる。斑晶は酸性斜長石 (15%) と石英 (7%) によって代表され、大きさは 0.3 ~ 1.0mm である。斜長石のいくつかの累帯した結晶内に、カリ長石のレリックが観察される。石基は微ポイキリチックあるいは微花崗岩組織を示す。薄片 0884-1 では、石英が再結晶し、石英の溶食部には斜長石の impregnations [結晶核?] が形成されている。副成分鉱物は磷灰石である。岩石は石英細脈で切断される。緑簾石と緑泥石が、孤立した小レンズとして含まれる。

安山岩試料 A-19-5 の斑晶は斜長石 (2%) のプリズム状結晶によって代表され、石基は隠微晶質で流理構造を示す。安山岩質玄武岩 X13-3・3A-197-5 にみられる斑岩状組織は、平板状の斜長石 (15%)・単斜輝石 (3%)・斜方輝石 (2%) の斑晶によってつくられている。石基は安山岩組織を示し、斜長石微晶を含む。微晶の間の空間は無色の酸性火山ガラスに充填され、少量の細粒単斜輝石とルーズな鉱物混合物が含まれる。組成・組織からみて glomeroporphyric [集斑状] 構造を持つ polyphyric [斑岩状] 玄武岩 X46-3 は、第 2 海洋層に一般的な玄武岩というより、安山岩質玄武岩に類似する。それは、プリズム状の斜長石 (15%)、単斜輝石 (10%)、およびカンラン石のミニ樽状の結晶 (5%) からなる多量の impregnations [結晶核] で特徴づけられる。石基は微ドレライト状完晶質で、等量の単斜輝石と斜長石、かなりの量の鉱物混合物 (3%) を含む。

流紋岩・安山岩と安山岩質玄武岩は、見かけ上、海洋における卓状地縁辺造山帯お最新期火成活動によって形成された火山複合岩であろう。この火成活動は火山-造構性構造形成期の海洋玄武岩火山活動の最終段階に形成さ

れことは明瞭である。火山-造構性構造は突出地形を形成し、第1海洋層を薄く覆う始新世~中新世堆積物(150~175 m)に貫入する(図2)。このコンプレックスに関連した低温熱水活動が、この海域中にひろがり、Fe-Mnの皮殻やコンクリーションを形成した。

最後に、私たちはBRM岩石片と中礫の組成の比較に考え悩んだ。中礫の量は岩石片の量をうわまわっている。後者は、組成範囲が広いことが特徴である。この情報は、海洋底で採集された異常な中礫が局所的に産出する問題を解明するのに重要である。204個の中礫(表2)の記載岩石学的研究は、供給源となった岩石グループやコンプレックスとの関係認定の基礎になる。全般的に、中礫と岩石片は類似した組成を持っている。中礫と岩石片の間で組成がほぼ一致するのは、堆積岩と噴出岩において顕著であり、この特徴はそれらが現地性であることを支持する。組成・組織の一致は、砂岩・シルト岩・珪質泥岩・チャート(白亜紀の放散虫チャートを含む)の中礫と岩石片で顕著である。しかしながら、石英砂岩と珪質細礫岩は、BRM岩石片からは発見されていない。弱変成岩~粘土頁岩・シルト岩も、BRM礫から見つかっていない。定量的にみると、BRMの岩石片と中礫とともに白亜紀地向斜コンプレックスの構成岩石を代表する(表1・表2)。

噴出岩でも、中礫と岩石片との間で組成が類似するが、中礫の方が組成範囲がより広く、噴出岩の中には黒曜石とデイサイトが見られる。さらに、中礫には岩脈相岩石(グラノファイヤーと花崗斑岩)を含むことで特徴づけられるが、岩石片にはそれらの岩石がまったく含まれない。BRM中礫には、多量の安山岩と安山岩質玄武岩が含まれることが注目される。岩石片中にはグラニュライト相と角閃岩相の岩石が発見されるのに対して、中礫には角閃岩相と緑色片岩変成相が含まれ、花崗岩組成の超変成岩が大量に見つかっている。変成岩や超変成岩の中礫の分布海域は、それらの岩石片の分布よりも広い。後者の分布は、調査海域の西部に限られる(図1)。

## 結 論

1. 組成から見て、クラリオン-クリッパートン断裂海域の中央部でドレッジされたBRMの角礫状岩石片は、おそらく時代の異なるコンプレックス-先カンブリア紀(?)花崗岩-変成岩コンプレックス、白亜紀地向斜火山岩-珪質岩-堆積岩コンプレックス、先始新世海洋玄武岩コンプレックス、および玄武岩-安山岩-流紋岩コンプレックス-に対応する岩石学的関連グループにまとめられる。
2. 全般的に、BRM中礫のほうがやや広い組成範囲をもつものの、BRM中礫の組成は角礫状岩石片のものに類似する。
3. 従来の概念では世界海洋の基盤岩はかなり単純な地質構造と考えられているが、BRM組成の研究は、第3海洋層(玄武岩の下位層)が異質な成因をもつ構造で構成

されていることを示す。第2海洋層の玄武岩の年代よりも古期の岩石コンプレックスによって形成された海洋地殻の複雑な地質構造発達史は、太平洋のこの海域の複雑な地史を反映していて、全体的に北米西部の地史に類似する。

4. 薄い堆積物で覆われた海洋地殻中の断裂による変位の役割は、大陸域に比べてより重要である。これは、海底基盤岩の深部構造を研究する際に考慮されるべきである。第2および第3海洋層の構成岩石は、被覆堆積物の断裂を"通して窺うことができる"。このような海域は、研究対象になっている地質体の一義的な関係を解明するために、有人潜水艇による研究の最優先課題である。

## 文 献

- Allen, R.B. and Tucholke, B.E., 1981. Petrography and implications of continental rocks from the Auglhas Plateau southwest Indian Ocean. *Geology*, v. 9, p. 463-468.
- Challes, G.A., Gabietes, J. and Devey, F.-J., 1982. Perceambrian granite and manganese nodules dredged from southwestern Campbell Plateau, New Zealand. *New Zealand Jour. of Geology and Geophysics*, v. 25, p. 493-497.
- Hilde, T.W., Uyeda, S. and Kroenke, L., 1977. *Tectonophysics*, v. 39, p. 145-165.
- Kashintsev, G.L. and Frikh-Khar, D.I., 1979. The structure of oceanic crust in the Eltanin fault zone (Pacific Ocean) from petrographic evidence. *Okeanologiya*, v. 18, Issue 1, p. 64-69 (in Russian).
- Kashintsev, G.L. and Rudnik, G.B., 1984. Magmatic rocks related to faults in the Earth's crust. Deep faults of oceanic floor. Moscow, Nauka, p. 174-196 (in Russian).
- Korneev, O.S., Neverov, Yu.L., Ostapenko, V.F., et al., 1982. Results of geologic dredging in the Sea of Okhotsk on the SRV "Pegas" (cruise 21). Geologic structure of the Sea of Okhotsk region. Far East Sci. Centre, USSR Acad. Sci., Vladivostok, p. 36-51 (in Russian).
- Korsakov, O.D., Golovinskiy, V.I., Kurentsova, N.A. et al., 1983. Plagiogneiss find in the central Pacific Ocean. *Reports of USSR Acad. Sci.*, v. 278, no. 6, p. 1420-1426 (in Russian).
- Lisitsyn, A.P., 1978. Processes of oceanic sedimentation. Moscow, Nauka (in Russian).
- Lisitsyn, A.P. and Bogdanov, Yu.A., 1980. The history of ice terrigenous material and Cenozoic glaciation. *Oceanology, geology of the ocean, geologic history of the ocean*. Moscow, Nauka (in Russian).
- Morel, Y.I. and Le Suave, R., 1986. Variabilité de l'environnement morphologique et sédimentaire dans un secteur intraplaque du Pacifique North (zone Clarion-clipperton). *Bull. Soc. geol. France*, v. 11, p. 361-372.
- Murdmaa, I.O., Kashintsev, G.L., Skorniyakova, N.S. et al., 1986. Ferromanganese concretions of the central Pacific Ocean. In, Murdmaa, I.O. and Skorniyakova, N.S. (exec.

- eds.), "Proceedings of Shirshov Inst. of Oceanology, v. 122, 334p. Moscow (in Russian).
- Nikolaev, V.I., Blyum, N.S. and Safarova, S.A., 1984. Paleogeography of the Pacific Ocean in the Pleistocene. Reports of the 27 IGC. Paleoceanology, v. 3. Moscow, p. 140-150 (in Russian).
- Piper, D.Z., Cook, H.E., and Gardner, J.V., 1979, Lithic and acoustic stratigraphy of the equatorial North Pacific, in Bischoff, J.L., and Piper, D.Z., eds., Marine Geology and Oceanography of the Pacific Ocean Manganese Nodule Province: Plenum Press, New York, p. 309-348.
- Prokoptsev, N.G., 1975. Granite from the Central basin floor of the Pacific Ocean. Hydrologic and geologic investigations of the Mediterranean and the Black Sea. Inst. Oceanology, USSR Acad. Sci. Moscow, p. 201-204 (in Russian).
- Sclater, J.G., Anderson, R.N. and Bell, M.L., 1971. Elevation of ridges and evolution of the central eastern Pacific. Jour. Geophys. Res., v. 76, p. 7888-7915.
- Staritsina, G.N., Tomanovskaya, Yu.I. and Tabunov, S.M., 1986. Magmatic formations of the Pacific Ocean basalt basement. Leningrad, Nedra (in Russian).
- Tabunov, S.M., Staritsina, G.N. and Tomanovskaya, Yu.I., 1985. Features of the geologic structure of the Pacific thalassocraton's basalt basement. Geologic-and-geophysical investigations in the Pacific Ocean. "Sevmorgeologiya" Commercial-Geologic Association. Leningrad, p. 49-59 (in Russian).
- Vasilyev, B.I., 1982. Preliminary dredging data for the Obruchev submarine rise (Pacific Ocean). Tikhookeanskaya Geologiya, no. 5, p. 96-99 (in Russian).
- Yegiazarov, B.Kh. and Litvinov, E.M., 1983. General features of geodynamics of the Pacific Ocean floor. Geologiya i Geofizika, no. 6, p. 24-33 (in Russian).

## 世界で最も深い湾の起源 ORIGIN OF THE WORLD'S DEEPEST BAYS

花田 正明 ・ 星野 通平

東海大学海洋研究所 清水区折戸 3-20-1, 424-8610, 日本  
E-mail: hanada@scc.u-tokai.ac.jp

(柴 正博 ・ 窪田 安打 [訳])

**要 旨**: 世界には、最も深い湾が3つある: すなわち、日本の駿河湾 (湾口において2,500m)、メキシコ沖のカリフォルニア湾 (3,700m)、インド洋のアデン湾 (5,360m)。これらすべての湾は、一般に海底隆起部の延長上に位置する: すなわち、駿河湾は伊豆-小笠原弧、カリフォルニア湾は太平洋中央海嶺、そしてアデンの湾はカルスバーク海嶺。これらの海嶺には10~11kmの深さに後期原生代 (グレンビル期) の深成岩と変成岩 ( $V_p=6.0$  km/s) が基盤として存在する。この事実は、3つの深い湾が、大西洋中央海嶺とその中軸谷と同様に、原生代の間の多重変動を通して固化した基盤隆起帯の上に発達したリフト谷として形成されたことを意味する。

**キーワード**: 駿河湾, フォッサマグナ, カリフォルニア湾, アデン湾, 海底隆起部 (海嶺)

### 1. はじめに

地球上の湾の大部分は、第四紀氷河期の間に河谷の臨海末端部が後氷期の海面上昇のために沈降することによって形成され、そして湾口の水深はしばしば約100mである。しかしながら、多くの深い湾が2,000m以上の湾口水深をもつことが発見される。この論文で我々は、広く受け入れられたプレートテクトニクスと異なった観点から、日本の駿河湾、カリフォルニア湾、およびインド洋のアデン湾という世界で最も深い3つの湾についての地質学的 / 構造学的重要性と起源を検証する。

### 2. 深海湾の地質学

#### 2-1 駿河湾

駿河湾は2,500mの湾口水深をもち、湾口幅が50km、奥行60kmの日本で最も深い湾である (図1)。

湾の東側に位置する伊豆半島には中新世の海底火山活動による緑色凝灰岩層が広く分布し、湾の西側には中新世と中新世以降の海成層が分布する。これらの地層は、駿河湾から日本海まで延長する糸魚川-静岡構造線に沿って厚く堆積している。この前期中新世に含まれる底生有孔虫はCCD以深の棲息種である (Nakamori et al., 1991)。

駿河湾北部の第三系地域における爆破地震に基づく地

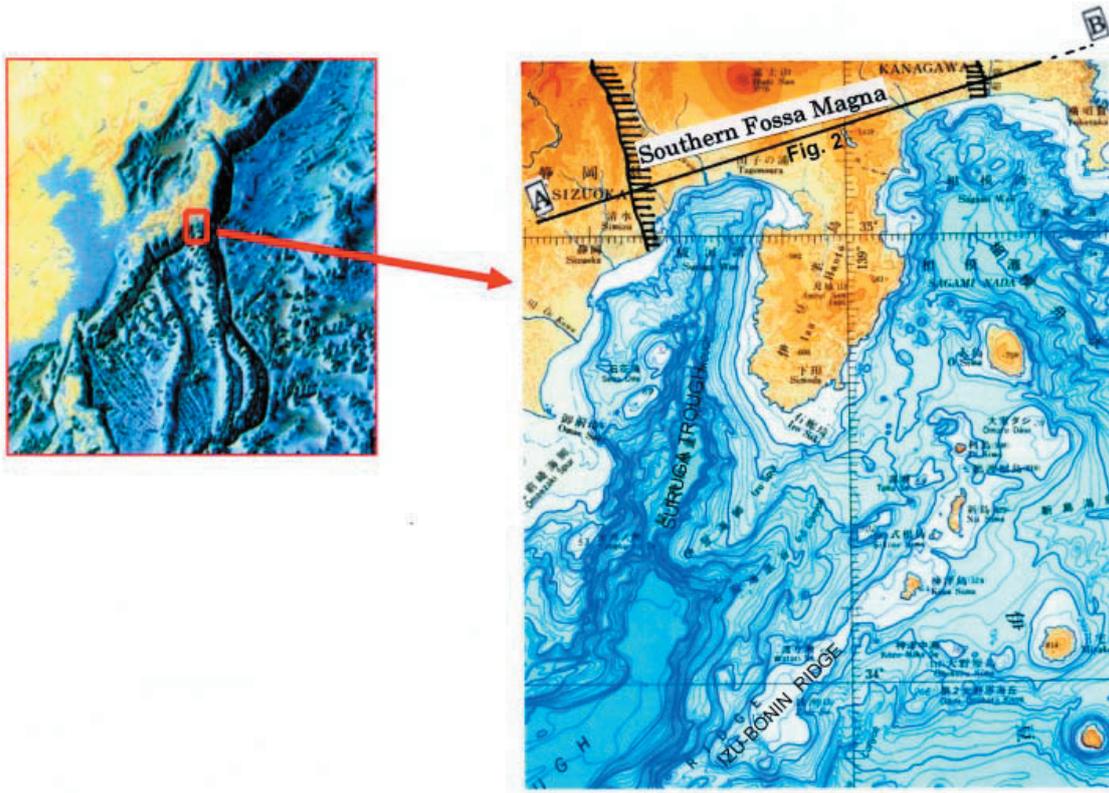


図1 駿河湾と伊豆-小笠原海嶺北部の海底地形

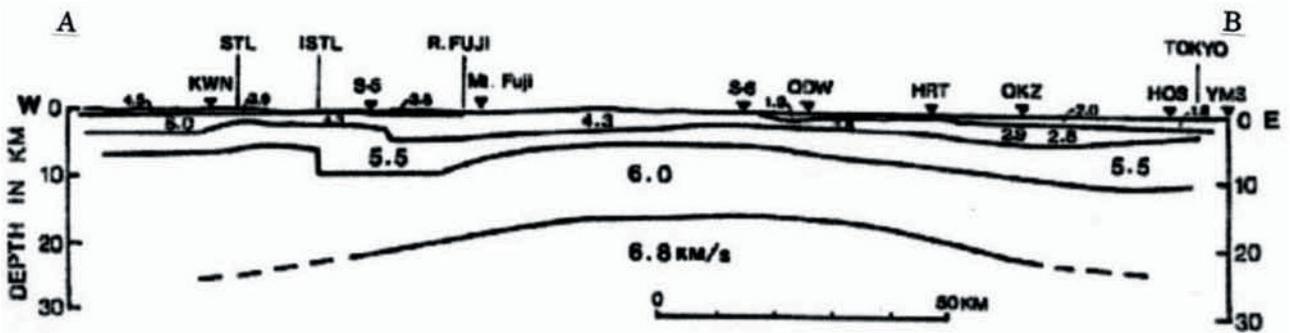


図2 駿河湾北部の地殻断面 (Suzuki, 1987). 断面位置は図1参照. 被覆層 (~5.5 km/sec) と花崗岩質基盤 (6.0 km/sec) の境界は10 kmの深さにある. STL: 笹山構造線, ISTL: 糸魚川-静岡構造線, KWN: 川根, ODW: 小田原, HRT: 平塚, OKZ: 岡崎, HOS: 東荻島, YMS: 夢之島. 断面の位置は図1参照.

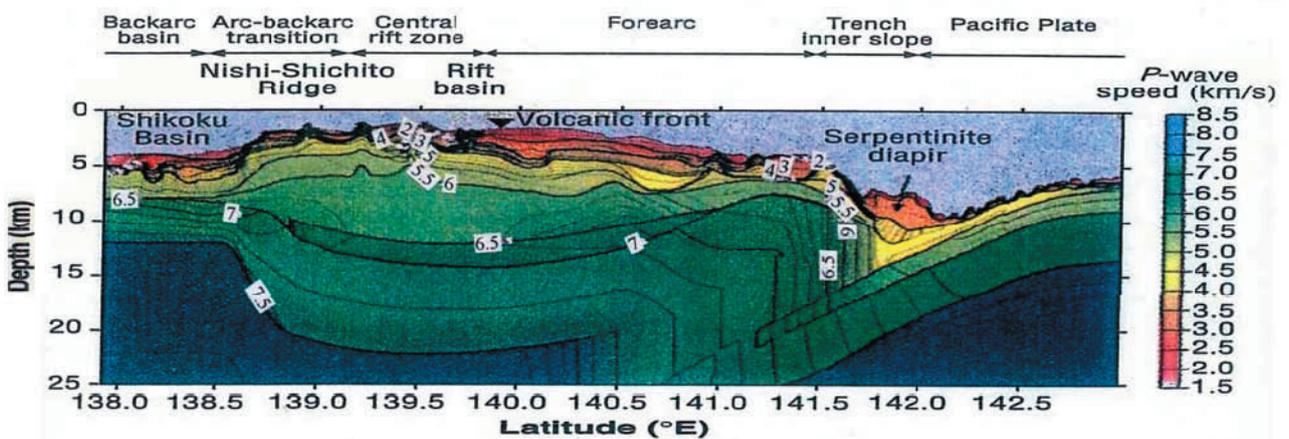


図3 32°15' N に沿った伊豆-小笠原島弧を切るP波速度分布 (Suyehiro et al., 1996による). コンタは等速度線を表し, 間隔は0.1km/secである. コンタは0.5km/secごとに太線でラベルされている. 速度不連続はコンタの重なりをもたらす. 速度は同じく色分けされている.

殻断面によれば、表面の被覆層 (~ 5.5km/s) の基底は 10km の深さに達し、その下位に 6.0km/s の花崗岩質層が分布する (図 2)。

伊豆半島の上において、表面の被覆層は厚さ 2km で、6.0km/s 層がその下位に分布する。駿河湾の南方延長にあたる北部伊豆 - 小笠原弧地域の地殻断面では、海嶺中央に厚さ約 6km の 6.0km/s 層が示されている。このレンズ形 の速度層の頂部には、最大約 30km 隔った比高約 1km の一対の高まりが存在する (図 3)。これらの隆起は、現在の伊豆 - 小笠原弧の火山フロントの西側に発達する活

動的リフト帯の底部に発見される。

2-2 カリフォルニア湾

カリフォルニア湾はメキシコ本土とバジャカリフォルニアの間 にあり、NNW-SSE 方向に 1,000km 以上の長さで広がっている。湾口は 3,700m の深さで 200km の幅がある (図 4)。

カリフォルニア湾の沿岸地域は、北アメリカのホルディエラ地向斜帯の南の延長部で、また湾の東側はバーズン・

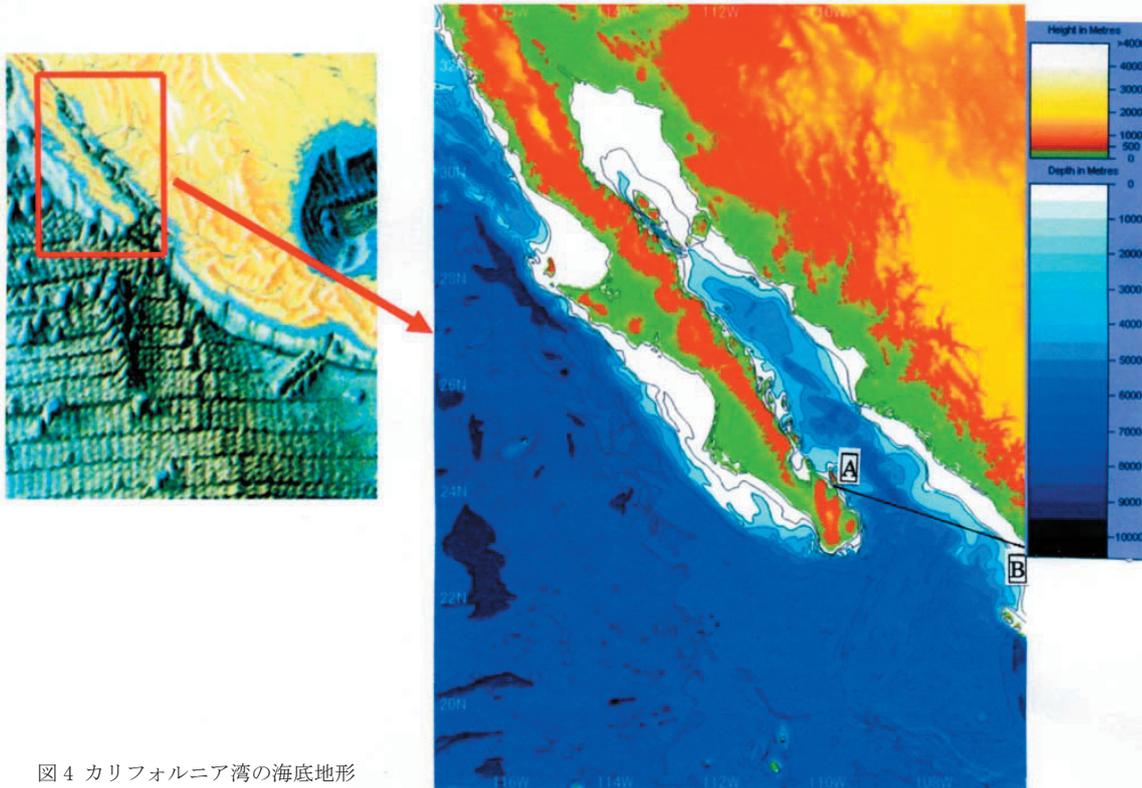


図 4 カリフォルニア湾の海底地形

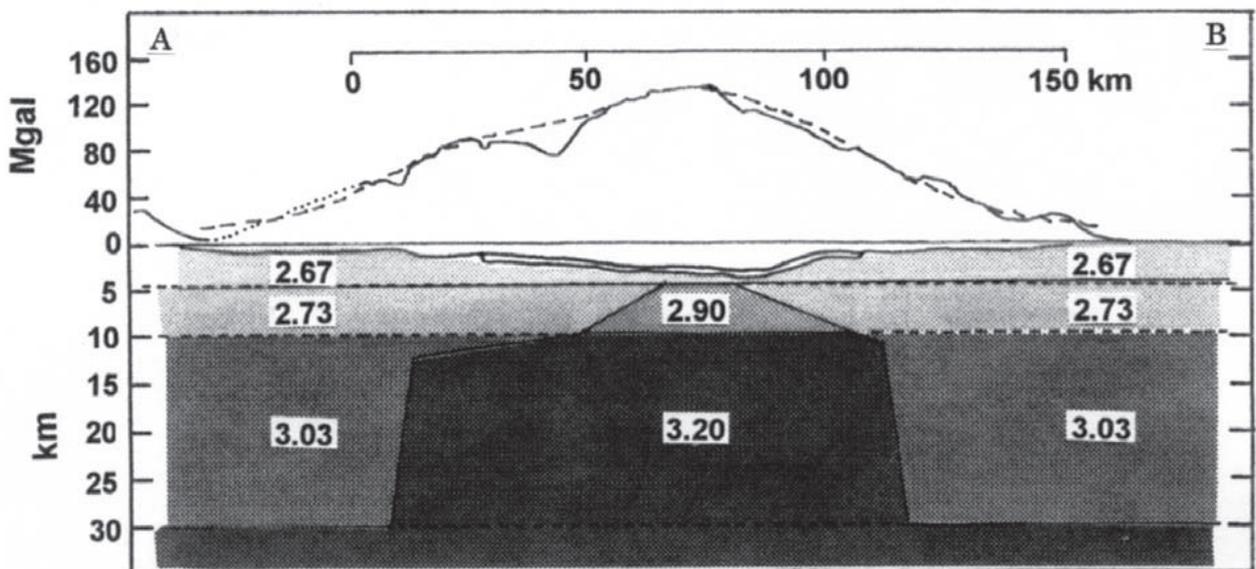


図 5 カリフォルニア湾の湾口を横切る構造断面 (Harrison and Mathur, 1964 による)。g/cm<sup>3</sup> による密度値 (2.67, 2.73, 2.90, 3.30 and 3.20)。断面の位置は図 4 参照。

レンジ型地質構造が発達している。グレンビル地相斜層 (後期原生代) がここに分布し、そして基盤の構造方向は湾の長軸と平行している。バジャカリフォルニアは西側では新生代の火山岩からなる山岳地帯で、東側は中生代の岩石からできている。山岳地帯は中期中新世以後に隆起し (Hoshino, 1998, 2007), この隆起運動はグローバルな隆起運動の一部である。

湾の地殻断面について興味あることは、湾の軸上に  $2.90\text{g/cm}^3$  の岩石の隆起が分布することである。この隆起の頂部は海面下およそ  $5\text{km}$  にある。この岩体の西側は  $2.73\text{g/cm}^3$  の地層によって囲まれ、 $2.73\text{g/cm}^3$  岩体の基底は海面下  $10\text{km}$  にあって、水平である (図5)。

2-3 アデン湾

アデン湾は湾口において  $5,300\text{m}$  の深さで、 $420\text{km}$  の幅があり、そして  $800\text{km}$  の長さがある (図6)。

先カンブリア紀基盤をもつジュラ紀～古第三紀層がアラビア半島では広く、またソマリアでは湾の近くに分布する。そして、ジュラ紀～白亜紀層が湾岸に沿って分布し、海拔  $2,000\text{m}$  のでこぼこの山地を形成している。暁新世～中新世の広大な洪水玄武岩が、湾をまたいで南北両側に分布する。この洪水玄武岩の活動期は次に扱うアイスランドでの洪水玄武岩 (Belousov and Milanovsky, 1977) の活動期と一致し、そして駿河湾の近くに分布する緑色凝灰岩の活動時期とも重なる。そして、それはメキシコの北西部における火山活動期とも一致する。

アデンの湾の地殻断面は、カリフォルニア湾のそれに類似している。特に、 $7.06\text{--}7.14\text{km/sec}$  を示す異常なマン

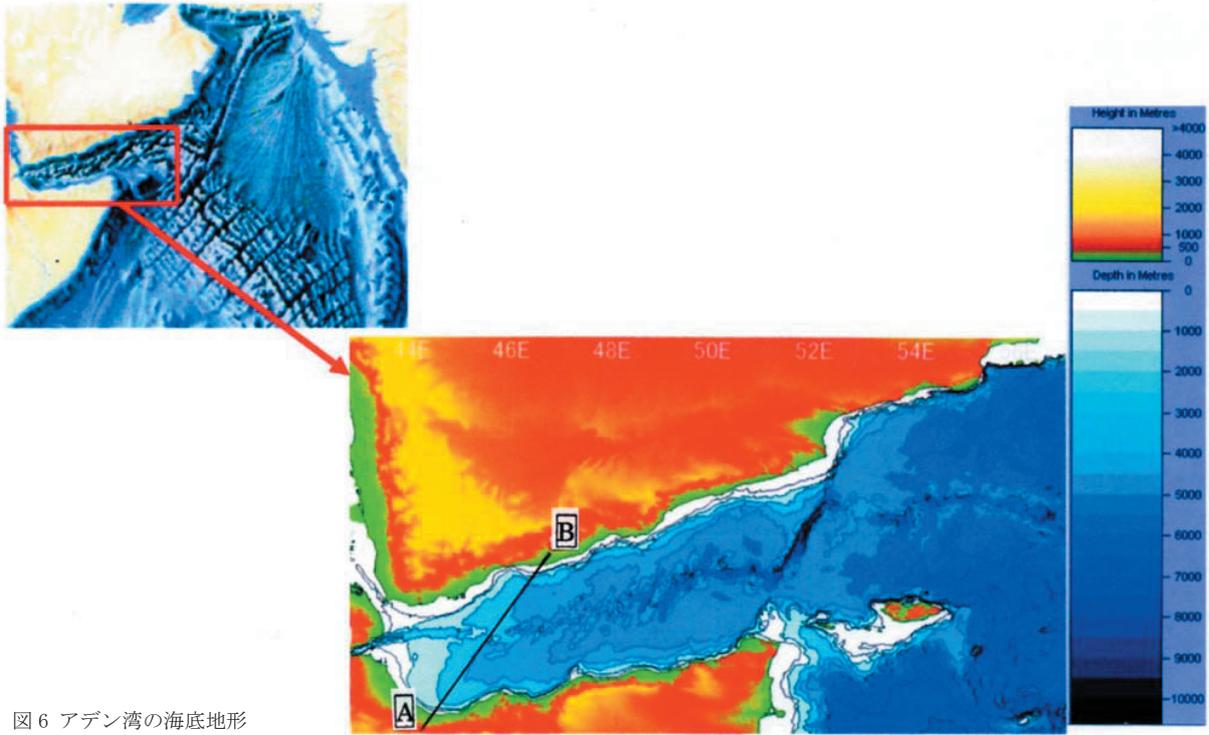


図6 アデン湾の海底地形

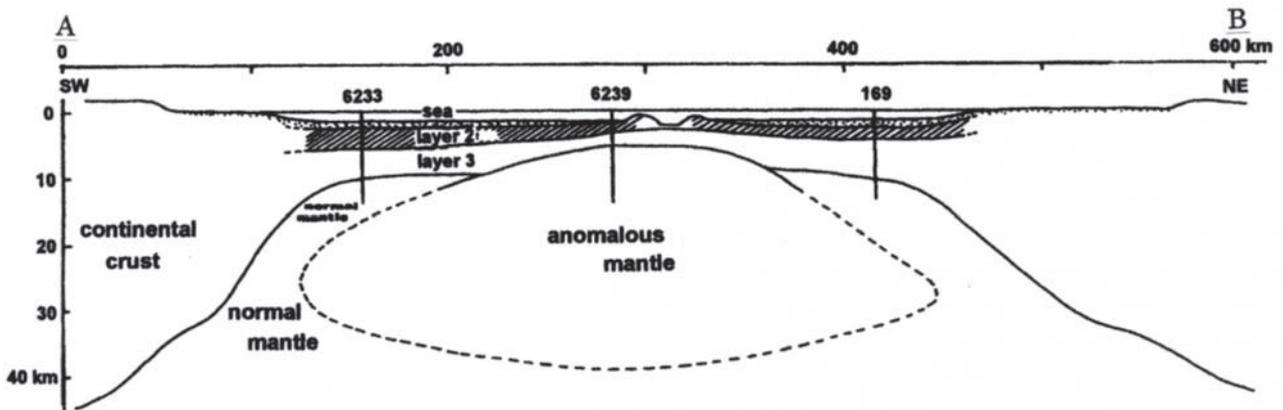


図7 地点 6233, 6239 と 169 を通るアデン湾の横断面 (Laughton and Tramoniti, 1969). 想定した低速度地塊を示す。断面の位置は図6参照。

ト隆起が湾の中軸部の海底隆起の底に観察され、地殻の第3層を示す6.15-6.96km/sec層が隆起の両側に分布する。そして、この層の基底は現在の海面下10kmにある(図7)。この深さは、駿河湾の基盤の深さに等しく、カリフォルニア湾での岩層境界に等しい。

#### 2-4 アイスランド

アイスランドの周りには深い湾がないが、古い谷地形が大西洋中央海嶺のリフト帯に広がった約10kmの深さの洪水玄武岩の中に存在する(図8)。Belousov and Milanovsky (1977)は、玄武岩層が両側に分布し、そのくぼみは中新世末期から隆起し、そしてこの玄武岩層がおそらく以前に存在した谷を埋めていることから、この厚い玄武岩層の累積は地殻のダウンワーピング(曲窪)の結果であると考えた。谷の10kmの深さは興味深い(図9)。

アイスランドの地殻に関しては、2つの見解が存在する。Belousov and Milanovsky (1977)は、アイスランドの地殻は厚く、そしてそれが大陸地殻を表すと強く主張した。それに対してBott (1983)は、アイスランドの下の地殻が普通の海洋地殻より厚く、構成岩石とその構造が海洋地殻を示唆すると述べた。

たくさんの花崗岩-流紋岩と安山岩が捕獲岩や貫入岩としてアイスランドに分布する。しかしながら、岩石学者はこの酸性岩の起源が結晶分化の生成物であると考えている(Bott, 1983)。

### 3. 深海湾の起源

#### 3-1 島弧と海嶺における、深海湾

深海湾は島弧と海嶺の延長であり、プレート論者はカリフォルニア湾とアデン湾の起源が、中央海嶺で2つのプ

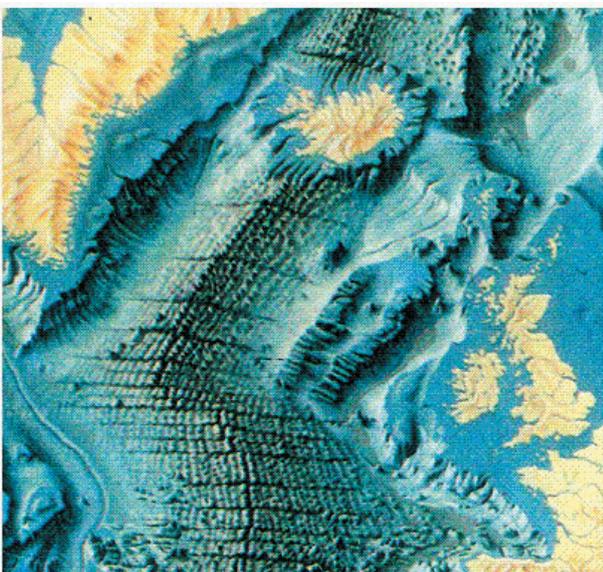


図8 大西洋中央海嶺北部の海底地形

レートに分離することによる地溝の形成と同じであると考えている。しかしながら、駿河湾のケースでは、伊豆-ボニン海嶺において湾に一致するような明確な地溝は無く、駿河湾は、フィリピン海プレート沿いに北へ移動する伊豆-ボニン海嶺の沈み込みに原因する海溝であると考えられている(Niitsuma, 1987等)。駿河湾が南端に位置する本州中央部には、フォッサマグナ構造体沿いに太平洋側から日本海側まで広がる約10kmの厚さをもつ新第三紀堆積盆地が存在することから、駿河湾-フォッサマグナの堆積盆地の成因を、中新世に本州の南端に伊豆-ボニン海嶺が衝突した結果であると説明することはできない。カリフォルニア湾とアデン湾の現在の海岸斜面は、鉛直の断層によって形成されたものである(Normark and Curray, 1986; Cochran, 1981)。

#### 3-2 地角斜造山帯に発生する島弧と海嶺

Meyerhoff et al. (1992)は、中央大西洋海嶺が地角斜造山帯であり、古い岩石のサンプルが中央大西洋海嶺の北部の様々な場所から採集された、というHaug, Kober他の主張を紹介した。中央大西洋海嶺の中央部におけるSt. Paul's Rockが、先カンブリア紀末期(835Ma; Melson et al., 1973)の年代を示す理由をプレート学説を利用して説明することはできない。Hoshino (1991 & 2007)は、大西洋中央海嶺は、伊豆-ボニン海嶺や地球上の他の海嶺や島弧がおそらくGrenville期の地角斜造山帯であることを示し、エディアカラ動物群が北東中国の断層凹地に分布し(Yang, 1986)、この凹地は九州-Palau海嶺の延長にあたるという事実を例示した。

Belousov (1986)は島弧を2タイプに区分した。第1タイプはアルパイン褶曲帯(日本群島、ニュージーランド等)、第2タイプは現在の火山性島弧である。第2タイプは、おそらくGrenville期の褶曲帯として定義される。

#### 3-3 海嶺断裂帯と造山運動の中央沈降

リフト谷がすべての隆起帯に発達する必然性はないが、地溝は海嶺を含むすべての隆起域に随伴すると主張するために、Holmes (1965)はCloos (1939)の実験結果を紹介した。この実験は、造山運動によって形成されたリフト谷が、マグマダイアピルの上昇と、それにともなう歪による引き裂かれて、地殻が薄化することによって形成されることを再現したものである。Bhattacharji and Koide (1978; 図10)は、数値実験によって同様の結果を報告した。

リフト谷の進化は、先カンブリア紀から新生代にわたる複数回の活動の結果である(Ramberg and Neuman, 1978)。Salop (1983)は、重要なリフト活動がGrenville期に始まり、当時は、花崗岩質岩の定置が造山帯で特に活動的であったことを論じた。Bertland (1988)は造山帯中央軸で火成活動が繰り返されること、また、それらのなかで最も古いものがしばしば花崗岩質岩であることを報告した。つまり、リフト帯を形成するマントルダイア

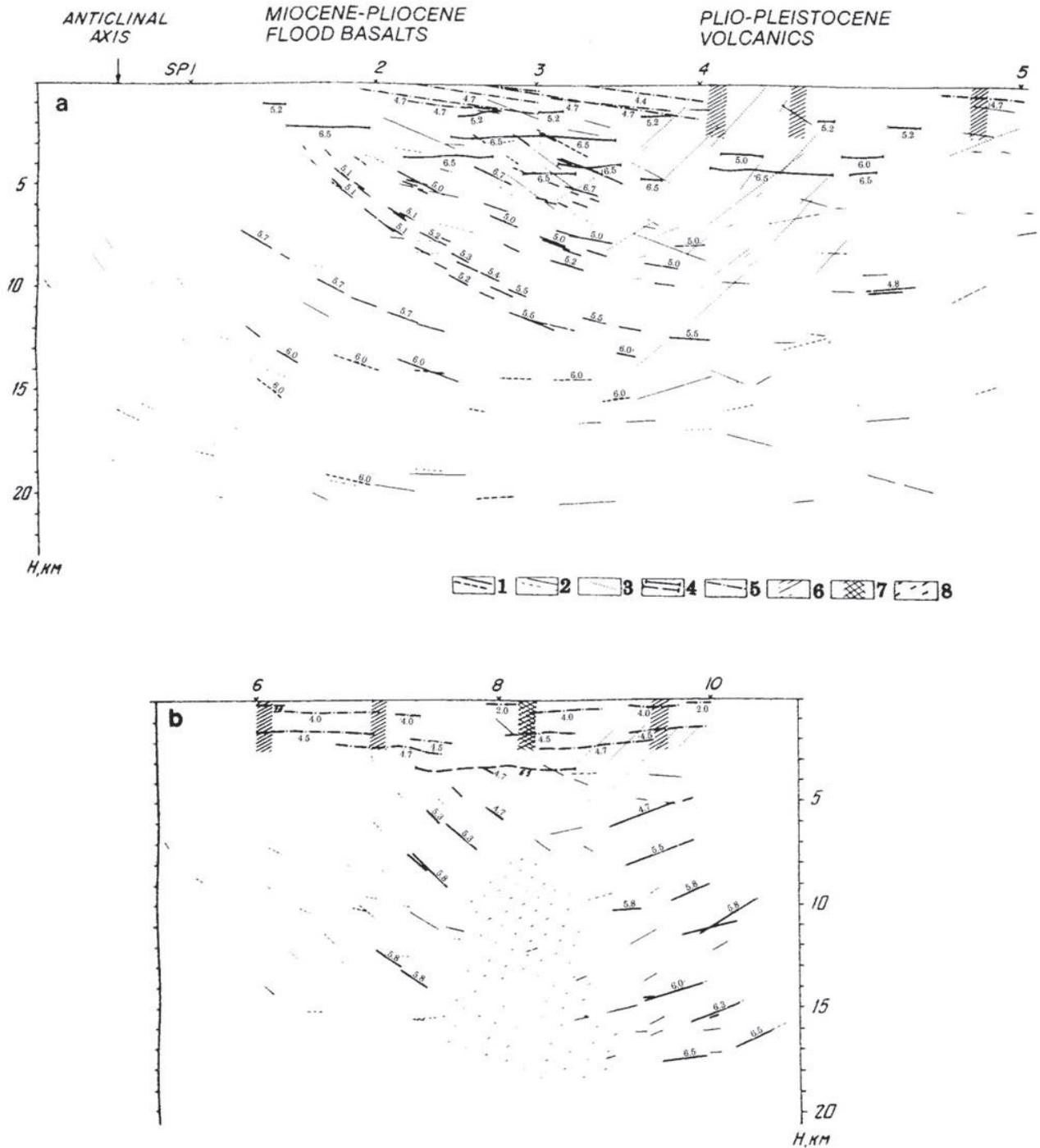


図9 西南アイスランドのReykjanes Langlokkull帯の西部斜面～軸部を横切る地震波断面 (Bjornsson, 1983). 水平と鉛直スケールはほぼ同じである. 凡例:1~3は反射面,4は屈折面,5はおそらく地質学的境界に関連する屈折面,6は非活発的な断裂帯,7は活動的な断裂帯,8は均質な地震特性をもつ範囲 (おそらく熔融温度の範囲).

ピルは、おそらく地向斜造山帯で発生する深成岩マグマである。カリフォルニア湾やアデン湾にみられる高地地震波速度・高密度岩体や、伊豆-ボニン海嶺の6km/secのレンズ状岩体は、後期原生代のリフト谷と同様のダイアピル岩石であろう。

de Cserna(1971)により報告されたように、海洋性リフト谷の下にある6.0km/sec層の相当層(kobergenの浸食相を示すと考えられる)の1例は、メキシコのSonora州Caborca近郊のカリフォルニア湾北東部で報告された

(図11)。その原生代岩石は浸食され、後期原生代～古生代の年代を示す明瞭な不整合を境に、堆積層に被覆されている。不整合の基底礫岩を構成する中礫はこの地域からそれほど遠くない西方のある場所から供給されたもので、境界の不整合は中央メキシコの優地向斜帯から連続している。これらの浅海堆積層の下位層は、1400Maまでに変成作用を被った1700Ma以前の石英モナザイト、700Ma以前の花崗閃緑岩に貫入された結晶片岩、および、石英砂岩と変火山岩類で構成される。この基盤岩、重力探査で発見されたもので、カリフォルニア湾の中央軸に

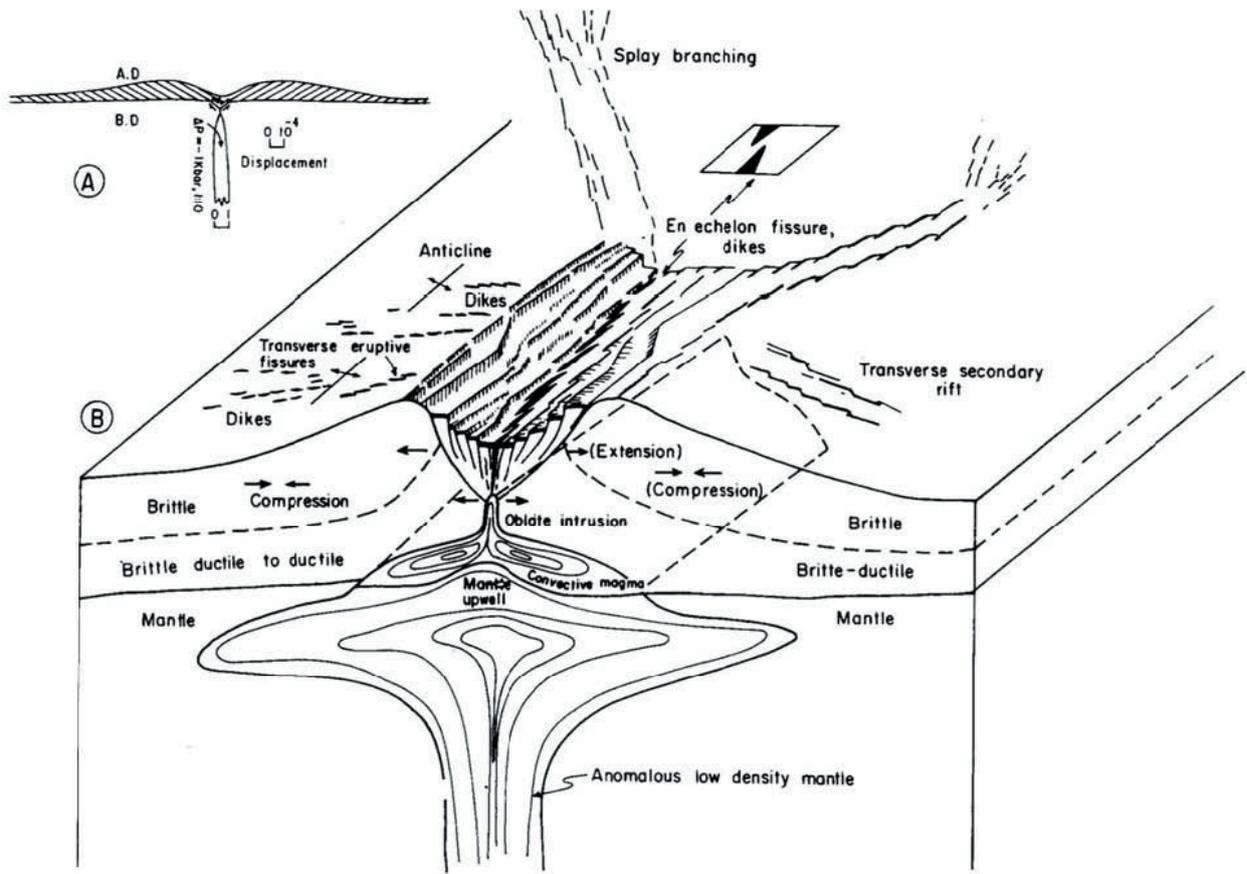


図 10 A: 弾性変位ベクトル (線で表示) は、正断層により区切られた谷の中軸盆地の発達を示す。B: スケッチ図は累進的なマンテル上昇とマグマ貫入による脆性および脆性-塑性リソスフェアに発達する様々な構造を示す (Bhattacharji and Koide, 1987)。

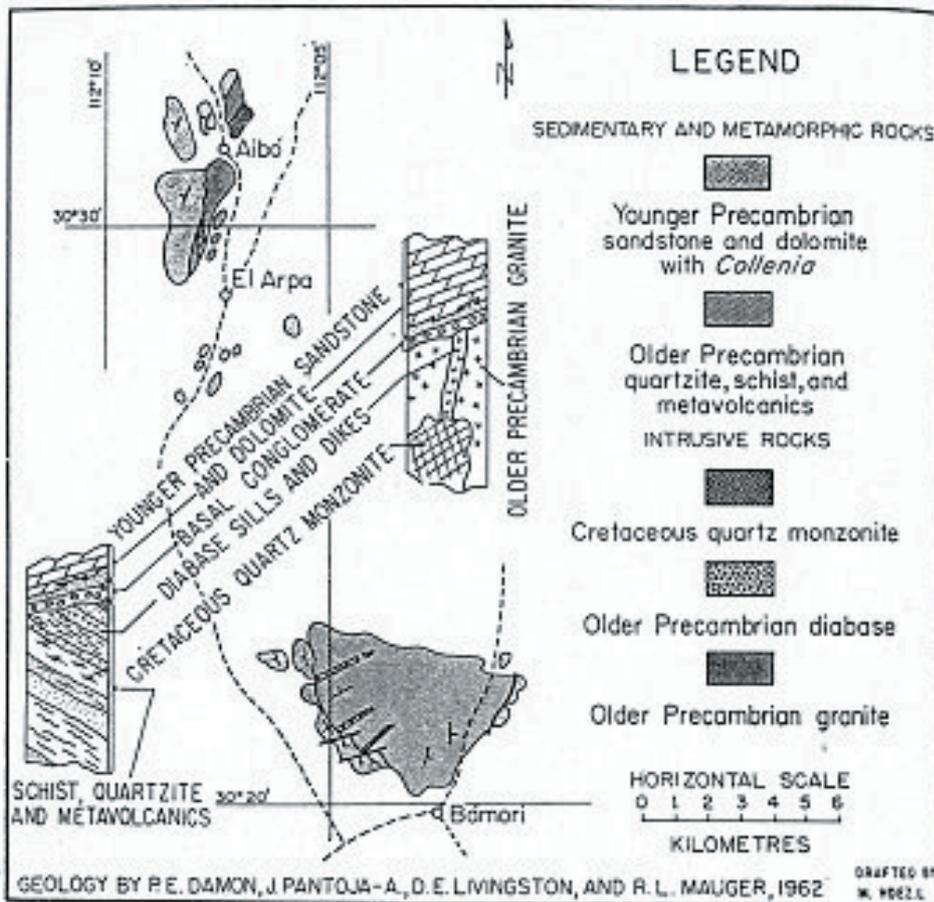


図 11 メキシコ Sonora 州 Caborca 近郊の先カンブリア紀露頭の地質スケッチと概略柱状図 (de Csema, 1971)

沿って隆起している高速度岩石の一部であろう。

汎アフリカ造山帯に発達している東アフリカ地溝帯と同じように、他の大陸性リフト帯は激しい変動をうけた造山帯中に発達する (Hoshino, 1998)。海嶺のリフト帯を含めて、地溝盆地の両側は顕生代に隆起した。その時には、原生代にくり返し起きた変動の結果、残存盆地として中央軸帯が固化し、今日みられるリフト谷を形成した。

#### 4. まとめ

深海湾は、顕生代 (Grenville 期) 造山帯の中央軸に形成された山頂部の沈降のレリックである。これらの山頂部の沈降は、花崗岩質マグマのダイアピルの上昇によって形成されたものである。繰り返し発生した花崗岩質マグマ活動は、顕生代までには、山頂部の沈下帯の地殻を固化させ、安定帯を形成した。

深海湾は、Grenville 期造山帯の山頂部のリフト帯の延長部であり、Milanovsky (1982) の penetrative aulacogens [貫入オラーコジン] に相当する。深海湾の歴史は古く、その形成は、多くのプレート論者が主張しているような古第三紀またはそれ以降のような最近ではない。

**謝辞:** オスロで開催された第 33 回 IGC の STT-09 NCGT のコンビーナに感謝する。2007 年 12 月の東京の練馬高校での構造コロキウムのコンビーナに感謝する。ロンドン大学名誉教授であり、NCGT 編集者である A. J. Smith 教授には、英語原稿の校閲に協力していただき、複数の課題に対する有益な助言を頂いた。ここに感謝申し上げます。

#### 文 献

- Belousov, V.V., 1968. Some concepts concerning the nature of "Fossa Magna". In, Fujita, Y. et al. (eds.), Fossa Magna. Preprint, Symp. Geol. Soc. Jap., Tokai Univ., Shimizu, p. iii-iv.
- Belousov, V.V. and Milanovsky, Ye.Ye., 1977. On tectonics and tectonic position of Iceland. *Tectonophysics*, v. 37, p. 25-40.
- Bhattacharji, S. and Koide, H., 1987. Theoretical and experimental studies of mantle upwelling, penetrative magmatism, and development of rifts in continental and oceanic crusts. *Tectonophysics*, v. 143, p. 13-30.
- Bott, M.H.P., 1983. Deep structure and geodynamic of the Greenland-Scotland Ridge: introductory review. In, Bott, M.H., Saxov, S., Talwani, M. and Thiede, J. (eds.), Structure and development of the Greenland-Scotland: new method and concept. Prentice-Hall, N.Y., p. 3-9.
- Cochran, J.R., 1981. The Gulf of Aden; structure and evolution of a young ocean basin and continental margin. *Jour. Geophys. Res.*, 86, 263-257.
- de Cserna, Z., 1975. Mexico. In, Fairbridge, R.W. (ed.), *Encyclopedia World Regional Geology*. Dowden Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pt. 1, p. 348-360.
- Harrison, J.C. and Mathur, S.P., 1964. Gravity anomalies in Gulf of California. In, van Andel, T.H. and Shor, G.G.Jr., *Marine Geology of the Gulf of California*. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa, Mem. 3, p. 3-29.
- Holmes, A., 1965. *Principle of Physical Geology*. Nelson, London, 1283p.
- Hoshino, M., 1991. *The Basaltic Stage - Basic Concepts of Geological Science*. Tokai Univ. Press, Tokyo, 456p.
- Hoshino, M., 1998. *The Expanding Earth*. Tokai Univ. Pr., Tokyo, 291p.
- Hoshino, M., 2007. *Crustal Development and Sea Level*. E.G. Service, Sapporo, 210p.
- Melson, W.G., Hart, S.R. and Thompson, G., 1973. St. Paul Rock, Equatorial Atlantic. *Geol. Soc. Am., Mem.* 132, p. 241-272.
- Meyerhoff, A.A., Taner, I., Norris, A.E.L., Martin, B.D., Agocs, W.B. and Meyerhoff, H.A., 1992. Surge tectonics: a new hypothesis of Earth dynamics. In, Chatterjee, S. and Hotton, N. III (eds.), *New Concept in Global Tectonics*, Texas Tech. Univ. Pr., Lubbock, p. 159-178.
- Milanovsky, E.E., 1982. Kinematics of tectonic movements and volcanism of the Mediterranean geosynclinal belt and its "Frame" at the orogenic period of the Alpine "cycle". *Annales Univ. Sci. Budapest, Ser. Geol.*, v. 24, p. 79-108.
- Ramberg, I.B. and Neuman, E.R., 1978. Paleorift system - Introduction. In, Neuman, E.R. and Ramberg, I.B. (eds.), *Petrology and geochemistry of continental rifts*. D. Reidel Pub., Dordrecht, p. xix-xxvii.
- Salop, L.J., 1983. *Geological evolution of the Earth during the Precambrian* (transl. by Grudina, V.P.). Springer-Verlag, Berlin, 459p.
- Nakamori, T., Iryu, Y., Sasazawa, K. and Mori, K., 1991. Origin of allochthonous limestone bodies of the Miocene Megami Formation, Kakegawa district, Shizuoka Prefecture. *Jour. Geol. Society of Japan*, v. 97, p. 987-1000
- Niitsuma, N., 1987. Evolution of paleogeography in the South Fossa Magna, central Japan. *Fossils*, v. 43, p. 2-5 (in Japanese with English abstract).
- Normark, W.R. and Curran, J.R., 1968. Geodesy and structure of the tip of Baja California, Mexico. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 79, p. 1589-1600.
- Suyehiro, K., Takahashi, N., Ariie, Y., Yokoi, Y., Hino, R., Shinohara, M., Kanazawa, T., Hirata, N., Tokuyama, H., and Taira, A., 1993. Continental crust, crustal underplating, and low-Q upper mantle beneath an oceanic Island Arc. *Science*, v. 272, p. 390-392.
- Suzuki, F., 1987. *Crustal structure in the Tokai district, Central Japan as derived from explosion seismic observation and their tectonic significances*. Doctoral thesis, Tokai Univ., 149p.

“ジオトランス”  
大陸を横断する巨大な活動的鉱床集中帯の惑星ジオダイナミックシステム

“GEOTRANS” – A PLANETARY GEODYNAMIC SYSTEM OF  
TRANSCONTINENTAL ORE-CONCENTRATING ACTIVATION MEGAZONES

Leonid GALETSKIY

Department of Institute of Geological Sciences of National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

Email: geos@geolog.kiev.ua

(久保田 喜裕・矢野 孝雄 [訳])

**要旨:** 本論は、惑星ジオダイナミックシステム：東ヨーロッパ台地のカルパチア-バルカン地域と黒海-カスピ海地域における最も大きい金属-ガス鉱床地帯の場を規制する、長大な活動的大陸横断断層リニアメントや巨大地帯(メガゾーン)を議論したものである。周期的な造構-火成活動のエネルギー源の一つは、地球自転の変化によって引き起こされる応力である。大陸横断巨大断層帯(メガゾーン)の研究は、鉱床賦存ポテンシャルの評価、断層の巨大地帯(メガゾーン)の動力学的会合部における巨大鉱床の進化と、それらの集中的胚胎に関する新たな視点を切り拓くものである。世界中の他の地域とデータを比較すると、大規模な大陸のすべてに同様の構造が存在することが分かる。この事実は、惑星システム“GEOTRANS”，すなわち、巨大な大陸横断鉱床集中活動帯(メガゾーン)の意義を明らかにする基本的事実となる。詳細な研究は、大規模で類稀な鉱床を発見するための新たな探査に道を拓くものとなる。さらに、これらの地域における高い地震活動度や地球浅部の外力学的活動(exodynamic activity)は、巨大構造物の建設や防災を考える場合に不可欠である。

**キーワード:** 巨大活動地帯(メガゾーン)、鉱床集中、東ヨーロッパ台地、新たな惑星ジオダイナミックシステム “GEOTRANS”

はじめに

カルパチア-バルカンおよび黒海-カスピ海地域の東ヨーロッパ台地(EEP)には、長大な活動的大陸横断断層リニアメントや巨大地帯(メガゾーン)を伴う、惑星ジオダイナミックシステムが存在し、最大規模の金属-ガス鉱床地帯の場を規制している(図1)。この地域は、地震活動が活発であるだけでなく、外因-内因活動(exogenous and endogenous activities)も非常に活発で、地球物理、地球化学、地電流、重力、地熱などの点で特異場となっている。周期的な造構-火成活動のエネルギー源の一つは、惑星の自転現象の変化がもたらす引張力である(Stovas, 1959)。その結果、これらの地域では、とくに“臨界的平行関係(critical parallels)”に一致した際に顕著な引張場になる。これは、鉱床形成システムが自己形成し、機能するために必須条件である。大陸横断巨大活動地帯(メガゾーン)、とくに準緯度方向(sublatitudinal directions)のメガゾーンの詳細な探査は、鉱物賦存評価、とくに巨大活動地帯(メガゾーン)の動力学的交差部における大規模鉱床の胚胎場に関して、新たな展望を拓く。これらの地域を特徴づける活発な地震活動と外因的力学作用は、大規模構造物や災害予測の際には考慮されるべきである。このシステムは、“Geotrans”-大陸横断リニアメントの惑星ジオダイナミックシステム(Galetskiy and Shevchenko, 1998)と命名される。

巨大線状構造は、大陸と海洋を貫く長さ数千km、幅100-150kmの地帯に拡がり、活発な内因的-外因的活動、高品位で独特な富鉱帯、始生代初期から現在に至る長大

な地史をともなう。

それらは、動力学的、地球化学的、地電流的、重力的、地熱的に急勾配の特異場を形成している。これらの狭大な地帯は地壘-地溝構造を示し、ほぼ平行する断層の集中によって特徴づけられる。主要な構成岩体は、深部地質体[塩基性-超塩基性、アルカリ~サブアルカリ岩、優白質花崗岩、などのさまざまな交代変成岩]からなる。

最も産出量の多い金属-ガス鉱床域は、それらの縁辺部に沿って位置している。そこでは、大規模で類のない多様な鉱物が産出し、とくに鉱床はすべて非鉄金属で、レアメタルや貴金属を伴う。

“Geotrans”システムの構成要素には、斜交ないし直交する構造系がともに含まれるが、直交系、とくに緯度方向の地帯に最もよく露出している。

この地域を取り巻く東ヨーロッパ台地とその地質構造には、同様の構造が20以上も認められる。主要なものは、Novgorod-Perm, Northern-Central および Southern Ukrainian, Pechenga-Ladoga, Khibinian, Northern Kola, その他である。

本論では、東ヨーロッパ台地、カルパチア-バルカンおよび黒海-カスピ海地域の南西縁に明瞭な、緯度方向の巨大地帯(メガゾーン)について議論する。さらに、ヨーロッパ-アジア超大陸全域において、より詳細にたどってみたい。

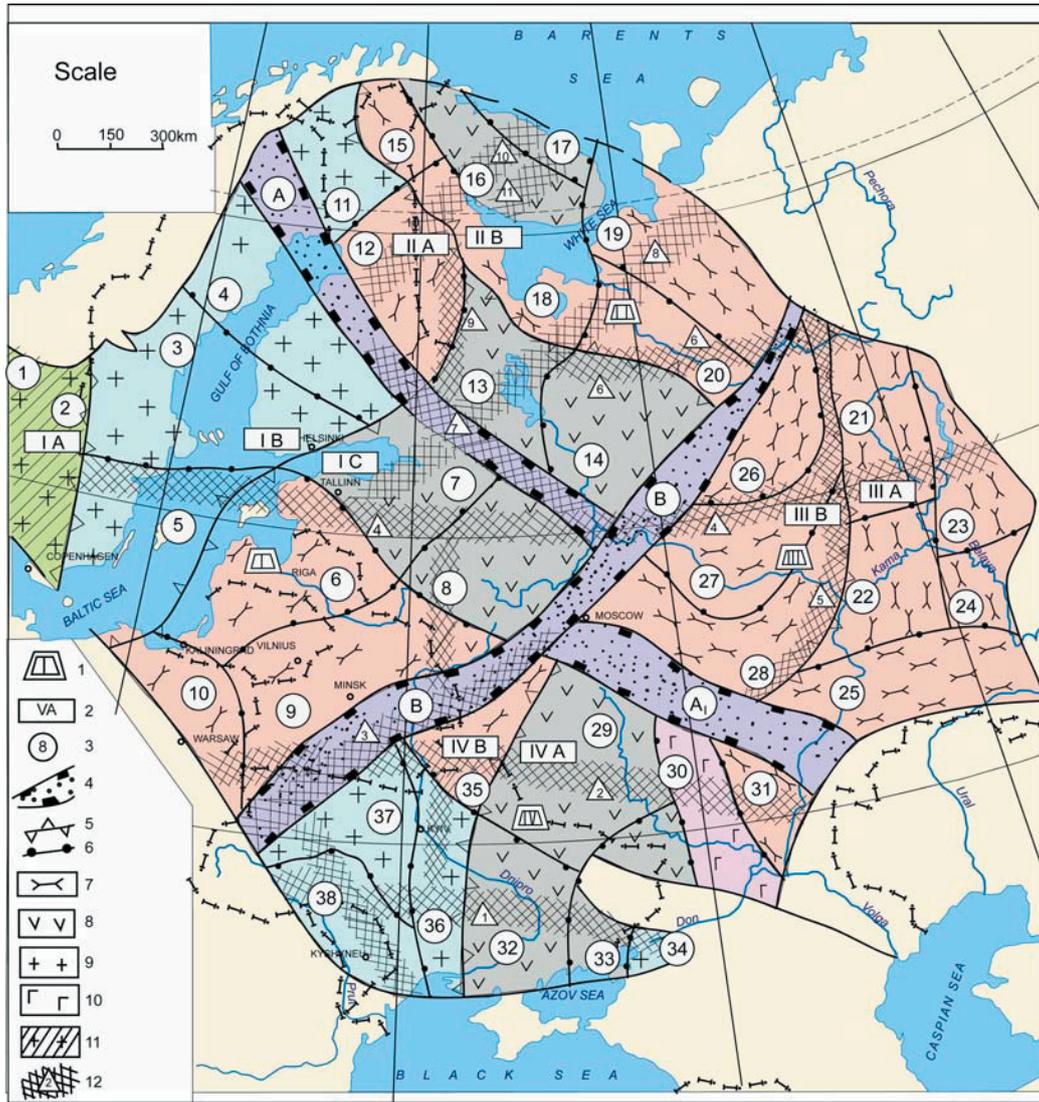


図1 東ヨーロッパ台地の構造帯概念

1-地質地塊 (geoblocks) [I : Belorussian-Baltic (Bothnia-Sfekofenia), II : Karelia-Kola (Laplandia-White Sea), III : Volga-Kama, IV : Voronezh-Ukrainian], 2 - 巨大地塊 (megablocks), 3 - 第一次地塊 (first-order blocks) [I A : Dal' sland: 1 : Bohus, 2 : Omol; 1 B : Sfekofenia: 3 : Stockholm, 4 : Shelefteo, 5 : Vestervik; 1 B : Baltic-Belorussian: 6 : Riga, 7 : Novgorod, 8 : Torzhok, 9 : Minsk-Vitebsk, 10 : Warsaw; II A : Finland-Karelia: 11 : Swedish-Finland, 12 : Gynol, 13 : Karelia, 14 : Vologda; II B : Kola-Mezen: 15 : Laplandia, 16 : Kola, 17 : Murmansk, 18 : White Sea, 19 : Mezen, 20 : Arkhangelsk; III A : K a ma-Ufa: 21 : Vyatka, 22 : Upper Kama, 23 : Perm, 24 : Orenburg, 25 : Samara; III B : Middle-Volga: 26 : K yrov, 27 : Cheboksary, 28 : Tokmovsk; IV A : Kursk-Dnipro : 29 : Kursk, 30 : Kalach-Ertyl, 31 : Volgograd, 32 : Dnipro, 33 : Azov, 34 : Rostov; IV B : Bryansk-Podol' sk: 35 : Bryansk, 36 K yrovograd, 37 : Volyn, 38 : Podillia], 4 - 内部地塊帯 (inter-geoblock belts) [A : Raahe-Rybinsk, A 1 - Ryazan' -Saratov, B : Volyn-Dvina, 5 - 内部地塊帯 (inter-geoblock zones) ], 6 - 第一次地塊境界 (borders of first-order blocks): 構造-物質複合体優勢 (dominant structural-material complexes), 7 - ベイサイト-グラニュライト質 (basite-granulitic), 8 - 花崗岩-緑色岩 (granite-greenstone), 9 - 片麻岩-花崗岩 (gneiss-granite); 10 - ベイサイト-頁岩 (basite-shale), 11-Dal' sland 帯 (zone of Dal' sland activation), 12 - 活動的巨大地帯 (メガゾーン) (megazones of activation) [1 : Central Ukrainian, 2 : Northern Ukrainian (Ukrainian-Belorussian), 3 : Southern Ukrainian, 4 : Suschany-Perha, 5 : Novgorod, 6 : Kirov-Kazhim, 7 : North-Onega, 8 : Savo-Ladoga, 9 : Baltic-Mezen, 10 : Pechenga-Ladoga, 11 : Murmansk-Bothnia, 12 : Khibini].

ウクライナ巨大帯 (メガゾーン)

1. 北部・中央ウクライナ

ウクライナにおける最大規模の鉱床が集中する地域では、驚異的なジオダイナミックシステムが緯度方向の3つの大陸横断巨大構造 (図2) として抽出される (Galetskiy and Shevchenko, 1998). 巨大帯 (メガゾーン) が基盤と被覆層の双方にみられ、そこでは原生代初

期から第四紀にいたるまで一貫して造構-火成活動が継続してきた。それらは、活動的な断層活動 (断裂, 岩石の片理, カタクラサイト化, マイロナイト化) や内因作用 [ 訳者注: 地球深部作用 ], それらに関連した鉱床で特徴づけられる。それらは、幅広い年代と地質構造を伴い、長期間にわたって何回も複雑に活動をくりかえす。マンツルの活動が際立っている地域では、モホ面が不連続に変化したり、大規模なアルカリ組成の深部マグマ作用が現れるという特徴が認められる。

北部ウクライナ巨大帯 (メガゾーン) は北緯 52° の南側を並走するもので、ウクライナ北部ではじめて抽出された。さらに東側へは Voronezh 地塊の領域まで連続するし、西端はベラルーシ (Belorussia) とポーランドに達している。緯度方向の幅は約 80km で、断層が頻繁にみられる。そこでは、重力異常と磁気異常が緯度方向に拡がり、一部では地殻が 35km まで薄くなる (ウクライナ楕状地の地殻の平均的な厚さは 45 ~ 50km)。活構造図では、ブロック運動の速度に大きな勾配がみられる。

この地帯には Dnipro-Donets 凹地の構造的屈曲があり、さらに Prypiat 撓曲にも連結する。この撓曲の形成は、リーフェイ期にリフトとして発生した、大陸を横断するほぼ緯度方向の深部地質構造の発達史に関係する。顕生界で覆われている上記の撓曲には、先カンブリア系基盤の狭長な半島状隆起部 (Bragyn 狭長隆起部, Mykashevychy and Ratne 地塁) が存在し、それらは、顕生代の "鍵盤タイプ" (ピアノの鍵盤の上下運動のような) の顕著な差動運動をする。

上記の巨大帯 (メガゾーン) は有名な Perha 希少金属地帯の胚胎場を規制し、北東走向の Goryn-Perha 帯 (ウクライナ楕状地) に会合する; Voronezh 地塊の東方ではカーボナタイト-金鉱床中に Dubravino アパタイト鉱床があり、それらは鉄-珪質岩層 (北西 Alekseevka-Voronets 帯と Kursk-Mikhailovka 帯の交差部にある) に関連する。さらに Kalach-Ertyl 帯との会合部には、金-ニッケル鉱化作用が認められる。

巨大地帯 (メガゾーン) の西方には、鉱床胚胎地帯の Lukiv-Ratne 地塁がある; そこには Volynian トラップの自然銅鉱床がある。ポーランド地方のさらに西方に位置する Silesia 銀複合鉱床地帯は古くから知られ、開発されてきた。Czechia 地方の西 Sudeten には 2,3 の希少金属鉱床があり、それらの中には、錫-タングステン-リチウム Cinovec 鉱床や、螢石-鉛 Harrachov 鉱床が含まれている。Karkonosze 花崗岩塊は、鉄・亜鉛・鉛・アンチモン・ヒ素を産出する熱水成銅複合脈鉱床を伴う。その巨大地帯 (メガゾーン) の中には、Czech 地塊の金鉱床 (Jilovè 鉱床ほか) や、Prříbram, Kutná Hora の銀-亜鉛-鉛鉱床などが位置している。

Prypyat 撓曲と Volyn 層の石油・ガスの産出がほぼ緯度方向の構造に関連していることが、注目される (Galetskiy and Shevchenko, 1998)。

中央ウクライナ活動的帯 (メガゾーン) は最も顕著で広大なひろがりを持ち、48°N の緯度方向に平行し、衛星データによく表れている。それは、ボヘミア地塊のウクライナ楕状地全体を横切り、アルプスのかつての中心部に達する; いっぽう、その東に接してカザフスタンのジェズカズガン (Dzhezkazgan: Dzhezkazgan-Balkhash 地帯) が、さらに東のバイカル湖には Uspensk 帯が、沿海州 (Primorye) 南部には Transbaikalian-アムール上流帯がある。

事実、ウクライナ (Donbass<sup>41</sup>, Carpathians, Ukrainian 楕状地), ボヘミア地塊および Prague 盆地のすべての金鉱床は、中央ウクライナ大陸横断活動的帯 (メガゾーン) の影響を受けた地域に位置する。

別方向の深部断層帯との交差部には、鉄・マンガン・ウラン・非鉄希少金属、螢石などの鉱床が集中する。

多くの研究者は、これらのほぼ緯度方向の地帯に鉱床が集中していることに気づいている。Belevtsev・Grechishnikov (1975) は、48°N に並走する "Czechia 地方のウラン鉱床を横切るほぼ緯度方向のウラン含有金属鉱床地帯" に気づいた。カナダ楕状地の Atabaska 湖地帯には準緯度方向の原生界地帯 (幅 250km) が知られていて、内生的ウラン鉱床や Beaverlodge 湖の鉱床もそれに規制されている。

Galetskiy ほか (1988) および Galetskiy・Nechaev (1996) は、ウクライナ地方だけでなく、その東方 (カザフスタン) と西方 (ボヘミア地塊域) の緯度方向帯における金鉱化作用の構造規制を明示した。

巨大地帯 (メガゾーン) は物理場としても顕著に表れ、地殻の異常構造や独特な鉱床の産出に特徴づけられる。概して、すべての巨大地帯 (メガゾーン) は、頻繁に出現する準緯度方向の断層で表現される; 断層のいくつかは地殻を貫いて描かれる。リソスフェアの累計された (integral) 電気伝導度・電気抵抗のデータによると、中央ウクライナ巨大地帯 (メガゾーン) は深部構造バリアとして振る舞い、北側の Dnipro 地電流異常帯 (geoelectric heterogeneities) と南側の Volyn 地電流異常帯を隔てる (それは深さ 80km までの地磁気探査結果に描かれる)。さらに、地殻の対照的な異常に関連した浅発震源域や、それとは別に、さまざまな密度と明瞭な成層構造 (different density and high stratification) に特徴づけられた断面図の主要境界になっている。

巨大地帯 (メガゾーン) は、苦鉄質・アルカリ質・サブアルカリ質岩類によって特徴づけられる。準緯度方向に分布する多期にわたる貫入岩の発達には、特に重要である。例えば、ウクライナ楕状地の Kyrovohrad 地塊の Subotiv-Moshoryne 帯は、2つの時期 (1,700 Ma と 21,100-21,255Ma) の苦鉄質貫入岩で満たされている。Dnieper 地塊の Devladiv 帯は、始生界と原生界の塩基性岩〜超塩基性貫入岩に満たされている。ウクライナ楕状地の基盤岩地帯における巨大地帯 (メガゾーン) は隆起地塊の縞状地形に特徴づけられ、線状凹地の嶺線網に境される。中央ウクライナ帯の西方では、Czech-Chernivtsi の縞模様が Bukovyna 隆起帯とボヘミアン大地塊にみられる。カルパチア地域では、Balaton 深部断層と結合していて、西部カルパチア山脈と Apuseny 山塊を境する大陸横断巨大地帯 (メガゾーン) が東部カルパチア山脈を貫いている。この地帯の北部はヘルシニア剛

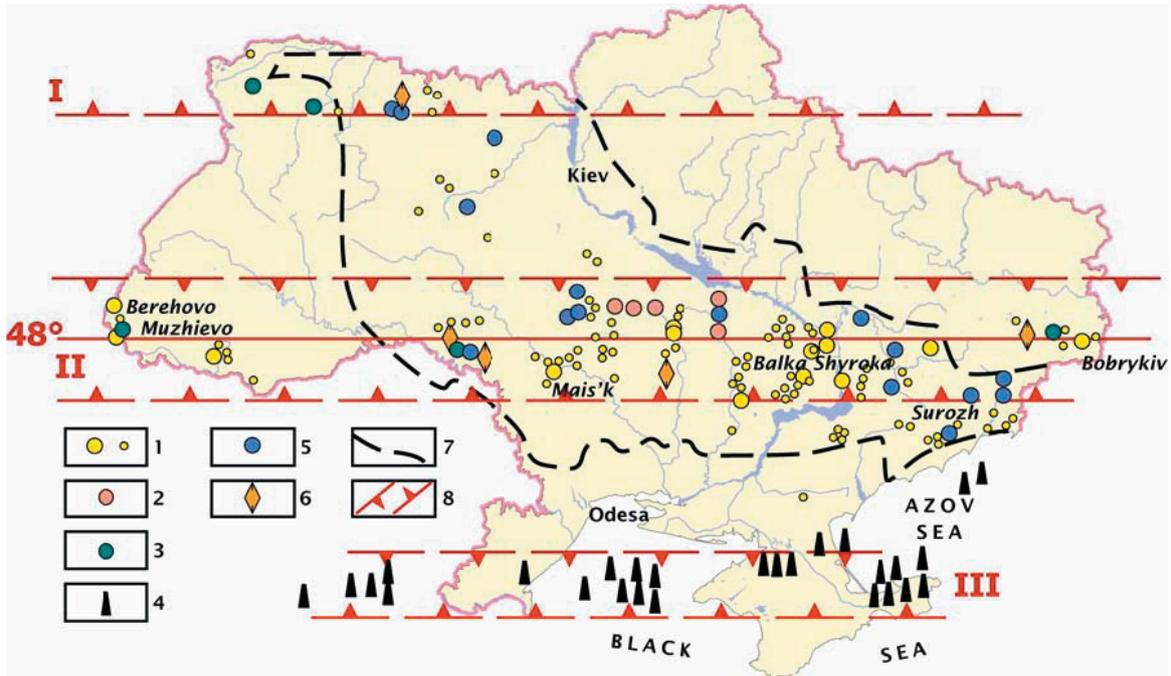


図2 ウクライナの大陸横断巨大地帯 (メガゾーン). 鉱床・鉱兆地 [1 : 金, 2 : ウラン, 3 : 多金属 (Cu, Pb, Zn), 4 : 炭化水素, 5 : レアメタル, 6 : 螢石, 7 : ウクライナ楯状地境界, 8 : 活動的巨大地帯 (メガゾーン)] [I : 北部ウクライナ, II : 中央ウクライナ, III : 南部ウクライナ].

塊に拘束されている。そこには、中生代の凹地が重なって発達する。最近、DonbassのようなPrypyat-Dnipro-Donets オーラコゲンにおけるこのようなセグメントの発達に関して、地殻の地質構造と大陸横断中央ウクライナ巨大地帯 (メガゾーン) の多大な新情報が明らかにされた (Kutas and Pashkevich, 2000)。そこでは地殻の厚さが増加し (60km 以上)、緯度方向の高地熱流量帯が証明された。また、アルカリ～超塩基性貫入岩の存在が推定され、地殻-マントル混合レンズが深部地震波探査によって確たるものになった。緯度方向地帯は、東ヨーロッパ台地の Sarmatia セグメント構造を貫き、古リフトと“後期原生代マグマ活動が生じた地殻内地域” (p. 33) を形成するのに決定的な役割をはたした、と Kutas and Pashkevich (2000) は結論づけた。推定貫入岩が緯度方向に配置していることを言い添えることは重要なことである。Azarov ほか (1999) のデータに基づくと、Donbass 複背斜下の地殻における同様の地帯には、電気積算伝導度  $5,000S^{*2}$  に達する浸透性チャネルが存在する。水銀・金・銀・複合鉱床が、その異常区域、すなわち、Mykytivka, Bobrykiv, Hostryi Buhor, Zhuravs'ke, Biliaivka などのドームに位置する (Zemskov and Alexandrov, 1997)。

この巨大帯 (メガゾーン) は、強い内生作用と鉱化溶液が強くいきわたっているため、鉱化作用が顕著に現れており、独特の鉱床が多数発達することで注目される。非鉄金属、レアメタル、貴金属、ウラン、水銀、螢石などの大規模鉱床の大半がこの巨大帯 (メガゾーン) に集中する。ウクライナ楯状地帯には、とくに金鉱床が集中している：花崗岩-グリーンストーン岩複合岩体に関連した Serhiivka, Balka Zolota, Balka Shyroka 鉱床、造構-交代作用に関連した Klyntsi, Yurivka 鉱床、

および ダイアフタイト化した複合変成岩体に関連した Mais'k 鉱床などである。Kyrovohrad 地塊のウラニウムやレアメタル鉱床は、金鉱床地帯 (Stankuvatka, Polokhivka, Shevchenko リチウム鉱床) に関連している。螢石は楯状地と周囲の凹地の限られた場所に現れている (Volnovakha, Bakhtyn 鉱床)。Donbass では、その地帯が水銀 (Mykytivka 鉱床)、金、銀の鉱化溶液規制しており、それらの複雑鉱 (Bobrykiv 鉱床, Hostryi Buhor, Zhuravs'k および Biliaivka ドーム) が生成している；さらに、カルパチア-バルカン地域では、水銀 (Large Shayan)、金およびそれらの複合鉱床 (Muzhievo, Berehovo, Sauliak) が生じている。ボヘミア山塊地域では、High Tauern 金鉱床や Kašperské 山地の一連の鉱床群、Prague 盆地の Čelina-Mokrsko 金鉱床がある。

中央ウクライナ地帯は、石油・ガス胚胎場でもある。そのため、破碎基盤に炭化水素が大量に存在するといった特徴的な様相を示している。西方のハンガリー国内では、North Alföld の鉱床群が位置している。石油・ガスは、古第三紀基盤地塊の破碎された構造的高まりに関連して胚胎している。抽出されたほぼ緯度方向の地質構造の西には、Azov および Volga 石油-ガス胚胎地域がある (Astrakhan 鉱床ほか)。

## 2. 南ウクライナ

最近、EEP の南縁に沿う準緯度方向の大陸横断地帯—南ウクライナ構造—に、同じ意義づけをした。この地帯の発達史は、Azov-黒海地域、北部 Dobruja, 南カルパチア撓曲の先端、Indolo-Kuban 撓曲、および南カルパチアの緯度方向領域の基盤構造と被覆層の形成に関連している。上部マントルと地殻の異常構造、および、その地域

の地熱異常は、巨大帯 (メガゾーン) 深部の特徴を明瞭に示している。カスピ海を貫いて、石油・ガス胚胎構造トラップが緯度方向に並んでいる。

黒海と Azov 海の石油・ガス胚胎構造 (Sula-Tarkhankut, Holitsyn-Azov, Tendrovsk, など) は、準緯度方向の深部断裂に規制されている (図2)。黒海 (Holitsyn field) や Azov 半島, Kerch 半島 (Signalnoye, Kanevskoe, Pryberezhne, および, 他の地域) の陸棚上の石油・ガス胚胎場は、準緯度方向に連鎖して配列する。この地帯のさらに東には、Stavropol とカスピ地域の鉱床が準緯度方向に配列している。

ルーマニア西部では、南カルパチア曲げ撓曲帯の前面の石油・ガス集積帯は、ほぼ緯度方向の構造と褶曲構造に規制されている (Bilteni, Zatreńi, および北部 Piteşti)。

ハンガリー南部で抽出された準緯度方向の地帯には、破碎された結晶質基盤に関連した炭酸塩鉱床が位置している (Nagylengyel, Biharnagybajom 他)。

近年の強い地震の震央は、カルパチアの曲げ構造地域 (Vrancea 地方) の交差部に位置している。

討 論

この研究のおもな目的は、ウクライナの準緯度方向の大陸横断帯への鉱床集中を記載することである。それゆえ、ウクライナ国内および周辺域 (西経 12° ~ 40° の幅 600km の地帯) における既刊の鉱床図を用いて、多数の胚胎鉱床と金-ウランおよび稀少金属鉱体の分布 (全 1,012 地点) が解析され、緯度ごとの分布グラフが描か

れた (図3)。北緯 49° ~ 47°30' の地帯に、すべての大規模胚胎鉱床と鉱体の 79.8% が含まれる。この場合の鉱石集中構造の幅は約 180km である。このように、統計情報は、鉱床元素の緯度方向での集中が存在することを証明している。

Noble (1980) は、すでに次のように記述した。「北米における鉱床分布は、地殻深部や地殻下に位置する線状地帯に特徴づけられ、緯度方向の金属異常集中帯を形成し、地殻の形成に関わっている。私は、これらの緯度方向の大陸横断帯の形成プロセスにたいする説明をもちあわせていない。これらの地帯は伏在しているために、多くの研究者はその存在を否定する。しかし、このあいまいさが、それらの存在を否定するのに使われてはならない。そうすることは、鉱床科学の発達を妨げるだけである。今後は、他の大陸における同様の研究との対比がとくに期待される (Noble, 1980, p. 595)。

Noble によって選択された緯度方向の金属異常集中帯は、北米大陸のさまざまなタイプと年代の鉱化作用を規制している (準) 緯度方向の大陸横断帯 (Favorskaya and Tomson, 1974) に一致しそうである。第2著者は、このような地帯を "trough" とよび、それらは大陸を横断して惑星規模のひろがりをもつという。"trough" は、ふつう大陸-海洋境界を横切り、隣接海域では連鎖する海嶺、深海凹地の輪郭、およびトランスフォーム断裂によって示される。さまざまな年代の構造断片を連ねているので、それらは、顕著な造構変位によって、また、運動や造構-火成活動の反復復活によって特徴づけられる。

これらの構造は、特殊は火成活動の一連の兆候によって特徴づけられる。貫入岩および噴出岩には苦鉄質および

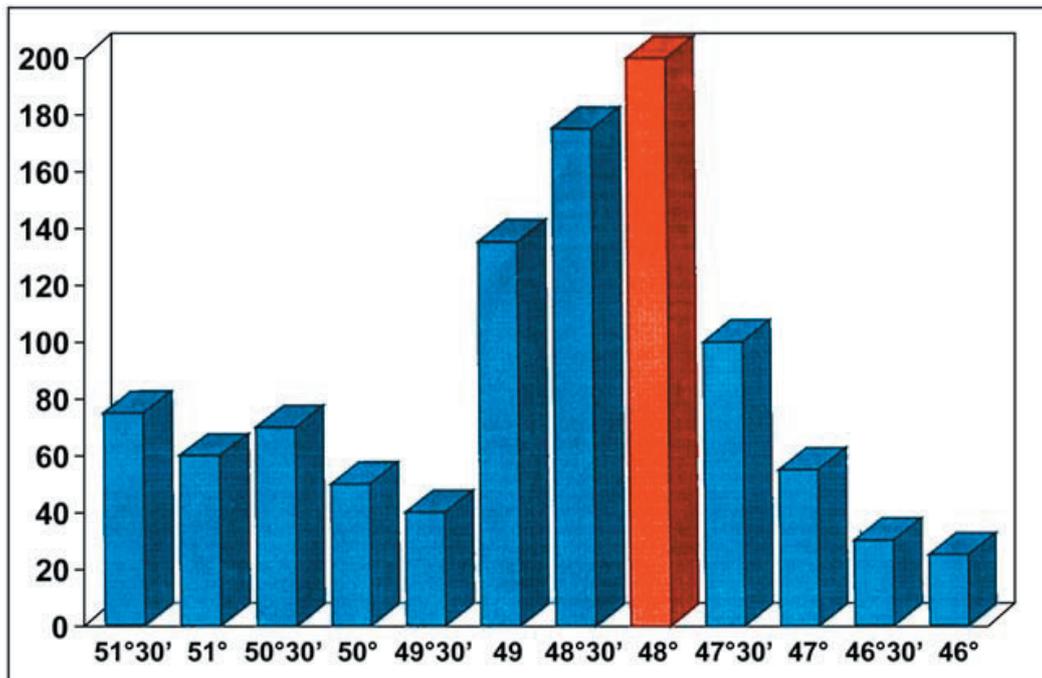


図3 大規模な金・ウラン・非鉄・稀少金属鉱床の緯度分布を示すヒストグラム。鉱床の最大集中が赤で表示されている。

超苦鉄質岩石が卓越し、一般に高アルカリ質である。典型的なアルカリ岩類、地下火山帯、岩脈群および火山岩類群がしばしば知られている。

これらの構造系にみられるもっとも活動的造構運動や内因的諸作用が示す節 [node] 構造は、内因的活動の集中点および関連する大規模鉱床の個々の配置を決定している大陸横断変位系の主要特性である。それは、ふつう、高浸透率を示す局所的スポットであり、異なる方向の断層の交差部に形成され、大陸横断システム内部を活性化させる。

大陸横断システムの構造特性は、地球物理学的兆候によって決定される。それらの兆候とは、断片的な高重力域、正の band-pass 磁気異常、鉱床の小規模連鎖、直線的重力帯、高熱流量などの局所的異常、システム内部に限られて存在するマントルレンズであり、それらは断片的に観察される。それらの延長上には、(とくに深発地震の) 震央がしばしば配列する。大陸横断システムは、現在の地形に反映され、造構地形解析や衛星画像判読によって明瞭に追跡される。

広域的な造構枠組みと比較すると、内因的活動の節構造は地球化学的異常によって示される。

世界中の大規模鉱床の構造的な位置を分析した Favorskaya et al. (1974, 1985) は、惑星規模の広域的な鉱石線状集中帯が造構 - 火成活動の多サイクル活性化に重要な役割をはたしていると結論した。これらの構造は、次のように分類される。1) 第1級: 長さ数 1,000km の大規模ブロック構造に代表される。2) 第2級: 幅 500km ほどの構造で、走向が第1級構造に一致する。3) 第3級: 幅 100 ~ 200km の構造、4) 第4級: 幅 20 ~ 40km のより小規模な鉱石濃集系。

ウクライナで選択的に研究された3つの準緯度方向帯は、それぞれ、分類および地質 - 地球物理的特徴にもとづくと第3級の構造に属する。3つの準緯度方向帯の全体は、第1級の巨大大陸横断帯 [transcontinental super zone or belt] の線構造を構成し、“critical parallel (Stovas, 1959)” に一致するであろう。数 10 ~ 数 1,000km の広大なひろがりをもつ準緯度方向帯が惑星地球にはごくふつうの構造であることは、注目に値する。ウクライナで認定された巨大大陸横断帯 [super zone] が、Gibbs トラフフォーム断層に沿って大西洋を通過する。そこでは、緯度方向の超塩基性火成活動帯に沿って大西洋中央海嶺を変位させ、最終的には、カナダにおける北緯 48° ~ 50° の緯度方向の断層系につながることは特筆すべきである。

海洋域では、深部断層が延長数 1,000km にわたって連続している。北半球では Mendocino, Pioneer, Murray 断層、南半球では Easter Island, Academician Kurchatov, Sala-y-Gomez, Austral, Agassiz, Valivia, Diamantina, Amsterdam などの深海溝断層にそって、準

緯度方向の惑星規模断層が形成されている (Kotov and Poletaev, 2000)。

“critical latitudes” という名称は、一般に、不明確である。よく知られているように、地球の表層殻は緯度方向に運動する傾向を示す。このような運動は、大気圏と水圏で、そして、地殻ブロックに沿って顕著に認められる (Kotov and Pletaev, 2000)。運動のメカニズムは、惑星自転運動と太陽・月からの重力的影響に関連する。緯度方向に伸びる惑星規模の屈曲は、critical 46° - 48° に沿う物理場異常とジオイド形状変化に関する (Zaroslov et al., 2000; James, 2009)。

しかしながら、惑星規模の準緯度帯は、鉱石元素の高濃集帯の形成という点でとくに注目される。統計的解析の結果、巨大活性化帯における鉱床形成特性が脚光を浴びている。たとえば、北部ウクライナ巨大帯はおもに稀少金属と銅に、中部ウクライナは稀少金属、ウランおよび金に、南部ウクライナは炭化水素に、それぞれ関わっている。興味深いことに、これらの緯度に沿う同じ鉱床組み合わせが、Noble (1980) によっても指摘されている。

このような驚くべき一致は、偶然ではありえない。したがって、この場合の緯度方向での金属の異常な深部濃集は、地表における金属の供給源となっているだろう。この解釈は、特定の鉱物が別の地質構造に濃集すること、そして、時間的・多サイクル性と鉱床形成の空間的局所性をも、うまく説明する。

最近の科学研究は、金属が高濃集した深部構造帯の存在を証明する。Nalivkina (2000) のデータは、先カンブリア紀初期の地殻中での鉱化作用は、胚胎地帯の変化やさらには局所集中を含め、複雑に進化したことを示す。Abramovich (2000) は、巨大鉱床の起源は多くの要因に影響されているが、もっとも重要な役割を果たしたのは「温度およびリソスフェアの上載荷重の側方変化に影響されたアセノスフェアチャンネルに鉱石元素が効果的に初期濃集すること」であるという。「こうして、温度・圧力の低下とさまざまな反応する“マントル分別装置”の機能によって、化学元素とそれらの化合物の再分配が起きる」(Abramovich, 2000, p. 10)。その結果として起きる力学的影響は、大量の特異なマントル流体をつくりだし、後続の地殻深部の脈動的活性化によって高浸透帯に沿って地表へ運搬される。鉱床形成の次の段階が、好適な力学的、物理化学的、構造的、および多くの他の要素が同期される期間に狭く限られた空間で進行する。

しかし、もし異常な金属濃集をとまなう深部構造帯が存在すると、そのような現象は地球物理学的的方法によって検知される。これに関係して、金鉱床の地球電気モデルを確立した Azarov et al. (1999) が開発した金鉱床探査法うちの1つから得られたデータを引用しておこう。彼らの研究のなかで考察されたすべての鉱床形成帯において、鉱石形成熱流は地殻中の浸透伝導チャンネルに相当すると考えられ、チャンネルは長さ数 10km の細長い形

状を示す。それらの統合的伝導度は、Donbass 主背斜の地下では 5000S に達する。Serhiivka 鉍化帯の Sursk グリーンストーン構造では、深度 10 ~ 12km にほぼ水平な伝導体 (S=1000S) が存在することが解明されている。Klyntsi 鉍床帯の東側の Kyrovohrad 深部断裂帯は、有名な Kyrovohrad 異常 (伝導率 3000S) の西方に位置する。Sarvan 鉍床帯は Golovanevsk ブロック中央部のもっとも浸透率と伝導率が大きい領域に位置し、そこでは、地殻の統合伝導率が最大で 5000S に達する (Abramovich, 2000, p. 155)。これらの異常のほとんどは深度 10 ~ 12km に位置し、準緯度方向に延びている。

金属の深部移動や緯度方向の異常な金属濃集帯の形成をひき起す理由は何であるのか？ 私たちのモデルの 1 つは、地球球殻の自転のために、引張楕円体が存在することを想定する。その半径は緯度と層深度の関数になるが、惑星自転システムの変化によって発生する引張力は緯度方向の地帯に集中する (Stovas, 1959 によれば "critical parallel" とよばれる)。地殻は地球の形状変化に最大限適合する。形状変化は、20° ~ 50° parallels (48° parallel がもっとも顕著) の領域での自転速度、自転軸の傾斜、および他の要素の変化によってもたらされる。したがって、この領域における自転軸位置の永久的振動 (歳差) と自転速度の変化の結果、力学環境に大きな勾配が生じ (Sokolov and Starostin, 1997 の鉍石および石油形成の流体力学概念と調和する)、それは流体流を輸送して濃集させ、この地帯での鉍石元素の深部移動をひき起すであろう。これは、流体システムの起源と形成を支配する要素の 1 つであろう。振動的要素 (Galetskiy and Shevchenko, 1998 の振動テクトニクス) も、鉍石元素の高濃集の発生に重要な役割をはたすだろう。

構造的トラップは、さまざまな方向の変形作用や他の要素との組み合わせによって、より浅所に形成される。他の要素としては、地球化学的障壁、活動的な浅所破断、ふるい面、温度圧力条件などがあげられる。

鉍石形成条件は構造的および力学的な多数の要素による複合的効果によって規定され、とくに、物質の物理状態に大きく左右される。外部および内部要因は、相補原理にもとづいて影響をおよぼし、鉍石生成システムの自己形成をひき起す。ここでいう外部要因とは宇宙起源の要因をさすが、内部要因は地球の深部球殻における周期的な造構 - 火成活動を意味する。

地質および鉍石形成システムの発達における共通エネルギー学の視点から究明される非線形性は、この作用に多くの要因がかかわっているためである。共通エネルギー学的モデルには、鉍石元素を含む溶液の起源、鉍石形成物質、鉍石集積帯への運搬過程、および集積条件など、鉍石を形成する複合的的要因や作用が組み込まれている。列挙された要因はそれぞれ独立した働きをするが、相互に密接に作用することに注意を払うべきである。次の事象に由来する宇宙要因は引張場をもたらすも

のであり、いかなるモデルにおいても説明されなくてはならない：地球自転、惑星球殻に存在する初生的不均一性、内因的エネルギーに関係する地球球殻の規則的進化 (地殻深部の脈動的活性化現象にみられる規則性を説明する)、および、惑星の鉍床形成の推進力。

Krats and Sokolov (1980) は、リソスフェアの内因的活動にみられる鉍床形成推進力という概念をはじめて導入した。そのおもな要点は、構造 - 物質複合体の活性化が、先カンブリア紀初期の長期にわたる造構形成期間に比べて著しく短い時間に関係して、独自に鉍石胚胎構造のすべての法則を含んでいることにある。鉍床形成推進力は、深部岩石形成作用の短期的推進力と同時に作用する。したがって、地球年代学的データからは、深部地殻における全地球のおよび局所的な内因的な著しい活性化が集中的に進行することがわかる。

造構 - 火成活動の最大規模の活性化の 1 つは、19 ~ 17 億年前におきた。これらのデータは、活性化とリフト形成に関する鉍床形成期を示す同じ年代 (18 ~ 16 億年前) を導きだしたウクライナの地質研究者たちによる研究によって確かめられた (Gurskii et al., 2000; Scherbak and Grinchenko, 2000)。そのプロセスは、次のように描かれている。深部地殻構造の全地球的变化と、苦鉄質 ~ 酸性、重アルカリ質、および典型的アルカリ質の新しいマグマ構造が発生し、これらは金属濃集の深部惑星帯との相互作用をしながら、鉍石含有流体と鉍化溶液の源になる。

こうして、別個の起源をもちながら相互に密接に相互作用する次の 3 つの要素が、活性化期の鉍床形成システムの共通エネルギーモデルの基礎をなす。

- 1) 深部地殻における造構 - 火成活動の脈動的活性化
- 2) 金属濃集が起きる惑星深部帯の存在 (活性化を起こす別の深部給源が存在するかもしれない)
- 3) 鉍石濃集をもたらす力学環境の大きな勾配と構造 - テクトニクス条件の存在

## 結 論

大陸横断断裂という検証された惑星システムの形成は、おもに自転テクトニクス [rotational tectonics]<sup>\*3</sup> (Stovas, 1959; Galetskiy and Shevchenko, 1998) の結果である。集積された引張応力の起伏は、最終的には惑星規模の regmatic<sup>\*4</sup> 断裂網を形成する。これは、critical parallel とよばれる緯度方向の地帯に特有な不可逆変形過程と考えられる。

永続的な脈動的テクトニクスのために、これらの地帯が周期的に活性化し、そこには、大きな勾配をもつ長寿命の力学環境が存在する。それは、熱水と流体システムの動向に決定的要素となり、やがては豊富な鉍床形成をもたらすことになる。

大きな勾配をもつ引張性造構場は、鉍化蒸気を方向づけ

て集積させ、鉱床と油・ガスの集積に地球力学的、地球電気的および地球化学的障壁を発生させる。鉱床形成が多要因現象であるので、長寿命で大勾配の力学環境の存在は、鉱床形成システムの自己形成と定期的変化に必要な条件となる。

以上のとおり、広域のリニアメントからなる“Geotrans”地球力学システムは、多義的重要性をもっている。

- 1) 全惑星的重要性をもつ新しいタイプの特有の地質構造を代表する。長期間(先カンブリア紀~新生代)にわたって発達し、先カンブリア紀楕状地からアルプス褶曲帯、ならびに、現在の鉱床にさえにも共通する。
- 2) 金属および非金属、そして油・ガスといった鉱物の最大規模の特征的鉱床を形成する。
- 3) 地殻の顕著な成層構造と地震活動を制御する。
- 4) 外因的地球力学を活性化させ、地すべり、カルスト、suffosionをもたらす。
- 5) 現在の造構運動に大きな速度と勾配をもたらす。
- 6) 地殻に異常な地熱地帯をつくる。
- 7) 地下水の異常な流動と組成、および、地下水の貯水作用をもたらす。
- 8) 地質疾病帯を発達させる。

これらの新しいタイプの構造に関するさらなる研究は、間違いなく必要である。これらの構造は、次のような場合には考慮されなければならない：新しい鉱床の探査、大規模な工業-農業プロジェクトの計画と実施、水資源の確保、放射性および有害廃棄物の処分場の選定、自然のおよび人為的災害の防止、そして、安全な生命維持資源の供給と人類健康の保全。世界各地のデータと比較すると、すべての大規模大陸に同様のタイプの構造が存在していることがわかる。それが、“Geotrans”—惑星規模の広域をつなぐ巨大な鉱石濃集活性化帯—を規定する基本になっている。

時空的に共通エネルギーの地質作用の規則的発達の研究は、新発見ならびに多くの逆説的現象に説明をもたらすであろう。

[ 注解 ]

\*1 Donbass は Donets 盆地にあり、歴史のある経済と文化の地域で、現在のウクライナ領に位置している。その地名は 19 世紀後期に発見された石炭鉱床地帯に由来しており、地域を流下する Donets 川にちなんでいる。Donets は、Voronezh 複背斜とウクライナ楕状地の間に位置している大規模な複背斜である。

\*2 ジーメンズ (シンボル :S) は電気伝導度の SI 単位系である。それは抵抗の逆数に等しい。

\*3 自転テクトニクスは、自転軸の傾斜や自転速度の変化の結果、地殻中に発生する応力緩和である。

\*4 惑星規模の regmatic 断裂網は、応力、自転あるいは造構運動による局所的応力再配置によって形成された断

層系である。それは、場合によってさまざまな年代および方向の外部的 (自転パラメータ) および内部的力や作用に対するリソスフェアの受動的あるいは強制的応答の結果である (Nagahama, 1997)。

文 献

Abramovich, I.I., 2000. The geodynamic conditions of formation of the giant mineral deposits. Abstracts of the conference “The geological survey and mineral raw materials base of Russia on the threshold of XXI century” (Saint Petersburg, 2-6 October, 2000), v. 1, p.10-11.

Azarov, N.Ya., Belyavsky, V.V., Goshovsky, S.V. et al., 1999. Geoelectric models of gold-ore deposits of the Ukrainian shield and Donbass. Kiev, 160p.

Belevtsev, Ya. K. and Grechishnikov, N.P., 1975. For the question of the cause of formation and natural distribution planetary metallogenic belts. Geological journal, v. 35, p.106-109.

Favorskaya M.A., Volchanskaya, I.K., Sapozhnikova, E.N. et al., 1985. Tectonics, magmatism and mineralization of through systems of faults. Moscow, 168p.

Favorskaya, M.A., Tomson, K.H., Baskina, V.A. et al., 1974. The global regularity of large ore deposits location. Moscow, 192p.

Galetskiy, L.S. and Shevchenko, T.P., 1998. The planetary geodynamic system of through ore-concentrating zones of activation (on the example of Eastern European platform and Carpathian-Balkanian region). Geological Journal, nos. 1-2, p. 66-70.

Galetskiy, L.S., Solov'yov, G.S. and Nikolaenko, B.A., 1988. Latitudinal lineaments of Ukraine and its metallogenic significance. Abstracts of the conference “Geophysical methods of studying of the faults in the Earth’s crust and principles of its usage for ore deposits prognostication” (Dnipropetrovsk), p. 78-80.

Galetskiy, L.S. and Nechayev, S.V., 1996. The structural-tectonic control of the gold-ore mineralization of the southwest of Eastern European platform. Abstracts of the international conference “The deep structure of the lithosphere and non-traditional usage of the Earth’s interior” (Kiev, 14-18 May, 1996). Kiev, p. 141.

Gurskiy, D.S., Voinovskiy, A.S., Kolosovskaya, V.A. and others, 2000. The magmatic complexes metallogenic specialization and epochs of ore formation of the Ukrainian shield. Mineralogical Journal, v. 22, nos. 2/3, p.5-11.

James, P.M., 2009. Geoid tectonics: Chapter 5. Deformation and failure of the crust. NCGT Newsletter, no, 51, p. 41-57.

Kotov, F.S. and Poletayev, A.I., 2000. The geodynamic foundation of the critical latitudes of the Earth. System “Planet of the Earth” (Non-traditional questions of geology): VIII Scientific Workshop (3-4 February, 2000), Moscow, p. 22-24.

Kratz, K.O. and Sokolov, Yu.M., 1981. The endogenous impulses of the mineralogenic activity of the Earth’s crust

- in Precambrian. A metallogeny of Precambrian. Irkutsk, p. 6-8.
- Kutas, R.I. and Pashkievich, I.K., 2000. The geothermic and magnetic models of the Earth's crust of Donbass (The tectonic analysis together with data of deep seismic sounding). *Geophysical Journal*, v. 22, no. 4, p. 21-36.
- Nagahama, H., 1997. Fracturing in the solid Earth. *Sci. Reps. Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, v. 61, p.103-126.
- Nalivkina, E.B., 2000. The mineralization evolution in the Precambrian Earth's crust. Regional geology, deep structure and metallogeny. Abstracts of the conference "The geological survey and mineral raw materials base of Russia on the threshold of XXI century" (Saint Petersburg, 2-6 October, 2000), v. 1, p. 176-177.
- Petrovskaya, N.V., 1993. The gold nuggets. Moscow, 193p.
- Sokolov, V.A. and Starostin, V.I., 1997. Fluidodynamical concept of ore- and oil-formation. Earth sciences on the threshold of XXI century (new ideas, approaches, solutions). Abstracts of the conference (Moscow, 11-14 November, 1997). Moscow, p. 176.
- Stovas, M.F., 1959. The deformation of ellipsoid parameters with changes of compression (the critical latitudes). *The Bulletin of Leningrad University*, no. 13, p. 19-23.
- Shcherbak, D.N. and Grinchenko, A.V., 2000. The metallogenic epochs in Precambrian of Ukraine. *Mineralogical Journal*, v. 22, nos.5-6, p. 18-22.
- Noble, J.A., 1980. Two Metallogenic Maps for North America. *International Journal of Earth Science*, v. 69, p. 594-607.
- Zaroslov, Yu.D., Kotov, F.S. and Poletayev, A.I., 2000. The planetary flexures as possible projection of internal mantles of the Earth in the structure of lithosphere. System "Planet of the Earth" (Non-traditional questions of geology): VIII Scientific Workshop (3-4 February, 2000). Moscow, p.24-25.
- Zemskov, G.A. and Alexandrov, A.L., 1997. The selection and ranking of metallogenically significant structural elements of Donbass in connection of the problem of gold-bearing. The problems of gold-bearing of the Earth's interior of Ukraine, Kiev, p. 221-233.

## コメントと回答

## COMENTS AND REPLIES

(矢野 孝雄 [ 訳 ])

### Valentino Straser, 2009. A 'jackpot' for the forecast of earthquakes: the seismic swarms in the north-western Apennines, December 2008. *NCGT Newsletter*, no. 51, p. 4-13.

#### コメント :

(私が以前に述べたように) オーストラリアのクイーンズランド州 Boulia 地域では、きわめてかすかな " 光 " (Min Min 光とよばれる) が発生する。しかし、地震が最近の数 10 年間に発生したという記録はない。クイーンズランド地質調査発行のクイーンズランド州放射性物質図は、Boulia 地域で何か不思議な事象が終了したことを示す (しかし、それを解釈することは私にはできない)。この地域では、Min Min 光などの監視をつづけることに意義があるだろう。地表面温度の上昇については、西オーストラリア Beacon のある農業者から連絡があった。氏は、今年 (2009 年) の 1 月末に 2 日間にわたって 60 個あまりの群発地震が発生した場所にもっとも近接した農地を所有しているが、地温上昇はなかったという。しかし、はたしてそうだろうか? あるいは、その地震はあまりにも小さかったのだろうか?

Peter James  
pmjgeotech@yahoo.com.au

#### 回答 :

あなたの疑問は、実に興奮させるものだ。私たちが地震前兆現象の出現パターンを実際にうまく規定し、なんとか定式化することが可能になるまでは、地球が発するさまざまな信号を感知することが重要だと私は考えている。たとえ、それらに地球物理学的意味がなくても、また、地震災害の予知に有効でなかったとしても、地震に

先行する数日間に、震央になるであろう地域で起きる局所的な温度上昇は、そのような信号の 1 つである。

この 2~3 年の間、私は、造構応力に起因する局所的な温度上昇とその場の植生とのあいだに存在するであろう関連性に研究の焦点をあててきた。今年の 6 月 25 日にイタリアの Imola において、ポリョーニャ、アテネおよびリヨン大学の主催で土壌関係の国際会議が開催された。この会議で、私は、造構応力に由来する土壌中の温度蓄積 (それは局所的気象にも影響する)、応力を被った鉱物が解放するエネルギー・電場、および局所的植生との間の関係について講演する機会をえた。議論の場で、私は、アペニン山脈のパルマ地域における地震域の中心部で写真撮影された 2 つの不思議な現象について再論する機会に恵まれた。その場では、2006 年秋および 2007 年冬にそれぞれ Taio 川沿いで起きたできごとを紹介した。前者は、海拔高度 500m でみられた梨の開花であり (通常は 3 月~4 月に開花)、後者は 750m 以上の高度で雪に覆われながらも熟したトウモロコシ畑である。季節はずれの梨の開花と雪に覆われたトウモロコシ (図参照) は、ある農家が撮影したものである。このような研究は、あなたが手紙に述べた農場にも適用されるかもしれない。このような関連があるかどうか、検討してみたい。

私は NCGT Newsletter no. 44 で、次のことがらを示唆



した。光の発生と地震活動とのあいだの間の時間差については、いわゆる“Heel & Point”メカニズムによって研究結果を説明できるであろう、と。イタリアのアペニン山脈北西部の場合には、時間差は約50日である。クイーズランドの場合でもこの時間を見積もることがで

き、2つの事象のあいだでの時間的遅れがある程度説明可能になるであろう。

大気中での発光について、気象変化と光球の発生との関係を明快に説明する未公表のレポートをみつけた。少なくともイタリアのアペニン山脈とノルウェーのHessdalen谷に関するかぎり、このメカニズムは土壤の隆起現象に関係しているようだ。あなたの疑問へ答えるとする、発震機構(と震源深度)がいずれにせよ、地殻応力の進化が急速なのではないか?と私は考える。そのため、地表面象として起きるべき土壤中での熱エネルギーの蓄積がすすまず、本震につづいて関連した群発地震が発生した、と説明されるだろう。

Valentino Straser fifurnio@tiscali.it

## 本の紹介 BOOK REVIEW

(矢野 孝雄 [訳])

地震の癖—いつ、どこで起こって、どこを通るのか?  
プレートテクトニクスは地震をなぜ予測できないのか?—

**HABITS OF EARTHQUAKES**

— When and where do they form and where do they transmigrate?  
Why can plate tectonics not predict earthquakes? —

角田史雄 埼玉大学名誉教授 tsunochan@sky.email.ne.jp

講談社, 東京 (日本語). 190p., B5版, 価格 876円 (税別) + 税 (約 U\$8.00)

地球科学 (Earth Science), v. 63, no. 3, p. 119-140, 2009 (日本語 + 英文要旨)



図1 本の表紙。主題「地震の癖」  
3つの熱エネルギー伝搬ルートが描かれている。

この小さな本は、地震に関する新しい解釈を提案していて、それは、今まで教えられてきたプレート沈み込みによる地震発生とはまったく異なる。それは、一般読者と専門家のほか、しばしば地震が発生する日本列島の定常的な恐怖の中で生きている人びとを対象にしている。それゆえ、平明なことばで著されている。

この著書は、地質構造とマントルトモグラフィ— NCGT ニュースレター読者には、それらの多くになじみ深い— にもとづく地震の発生、熱エネルギーの移動と出現に関して、興奮する理解しやすい解説を提供する。氏の考えから派生するものは将来的にも有効で、それらは地震予知の科学的方法を生み出すであろうと私は信ずる。これが、私がこの著書を NCGT 読者に紹介する理由である。以下の紹介は、最初の3章— 発生の癖、地球の構造、および、東アジアにおけるエネルギー伝搬経路— に焦点をあてる。

この本は、「天気は予報できるのに、地震はなぜ予知できないのか?」という疑問にはじまる。表紙は、「プレート説はなぜ地震を予知できないのか?」と応える。権威ある日本の地震研究者たち(地震“予知”に、すでに数億

ドルの税金を使っている)が予測した東海沖地震という名で知られるプレート沈み込み地震が、なぜ今だに発生しないのか、そして、喧伝されているプレート沈み込み帯から数1,000kmも離れたところで、2008年5月に破壊的四川地震がなぜ発生したのか、氏は疑問を呈する。つづいて、日本の地震予知連絡会が2004年に、中部日本の南関東沖でのプレートテクトニクス地震モデルを完全に放棄した経緯が記述される。日本の国家テレビ放送局であるNHKは、最近では、地震発生後にプレートテクトニクスによる解説をしなくなった。日本では、プレートテクトニクス地震モデルがすでに信用を失っている。

氏の地震モデルは、次の2つの図に要約される(図2・図3)。

これらの図にみられるように、コアに由来する熱および電磁エネルギーが下部~中部マントルへ移動し、上部マントルでは断裂に沿って水平方向へ移動する、と主張される。この巨大なキノコ状のエネルギー移動チャンネル

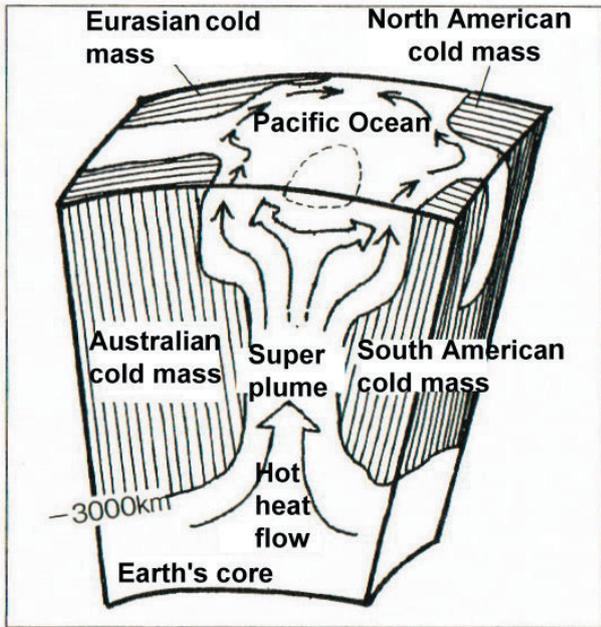


図2 太平洋下の熱構造モデル

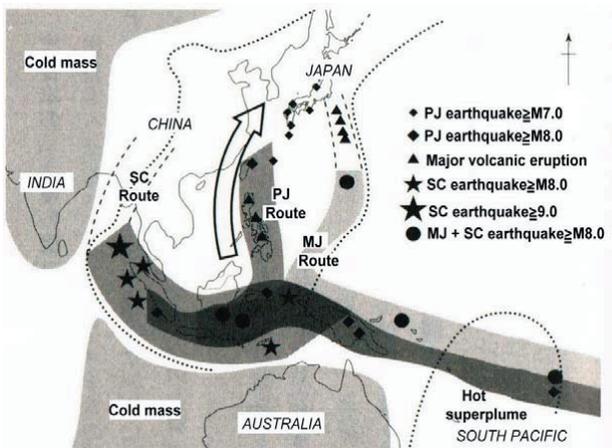


図3 太平洋西縁における巨大な火山噴火と地震。高温帯(熱エネルギー伝搬ルート)が図示される。

を、氏は「スーパープリューム」とよぶ。この熱が地殻下のマントルを膨張させ、その結果、被覆している地殻断層ブロックが動く。こうして、地殻ブロックの境界に沿って地震が発生する。

角田は、火山噴出と地震発生との間の密接な関係(氏のVE過程)を指摘した。なぜならば、両者が同一の起源、すなわちコアに由来し、「スーパープリューム」によって運搬されたエネルギーからもたらされるからである。それゆえ、スーパープリュームの活動は、VE過程の活動度に直接連動する。氏は、外核からスーパープリュームを通じて発生する電磁波がマグマ溜りを刺激し、マントルにおける部分溶融を活性化させる。これが、火山噴火と地震発生をひきおこす。このシナリオは、私たちの家庭で使われている電子レンジに似ている(図4)。

氏の地震モデルは、下図(図5)のとおり、誕生以来の地球史と調和的であり、それは膨大な客観データに支持される、と私は考えている。

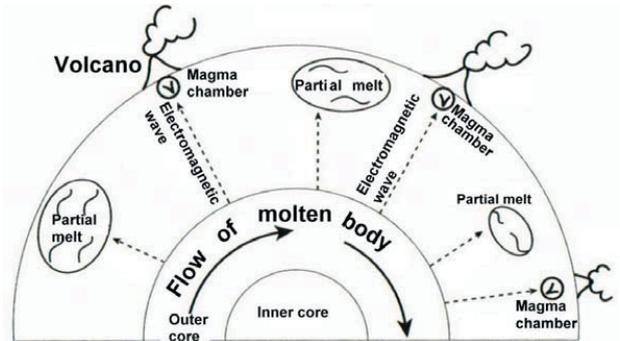


図4 オープンレンジとしての地球。電磁波が、マントル中の部分溶融とマグマ溜りを刺激する。

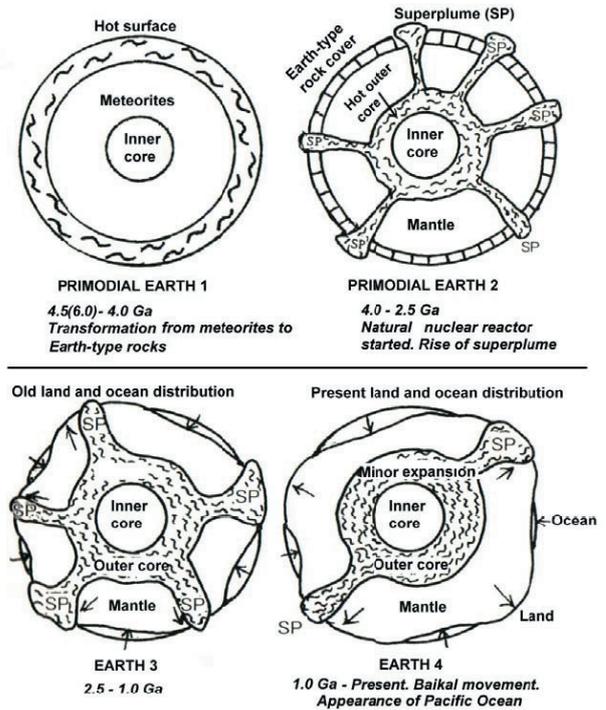


図5 45億年の地球史

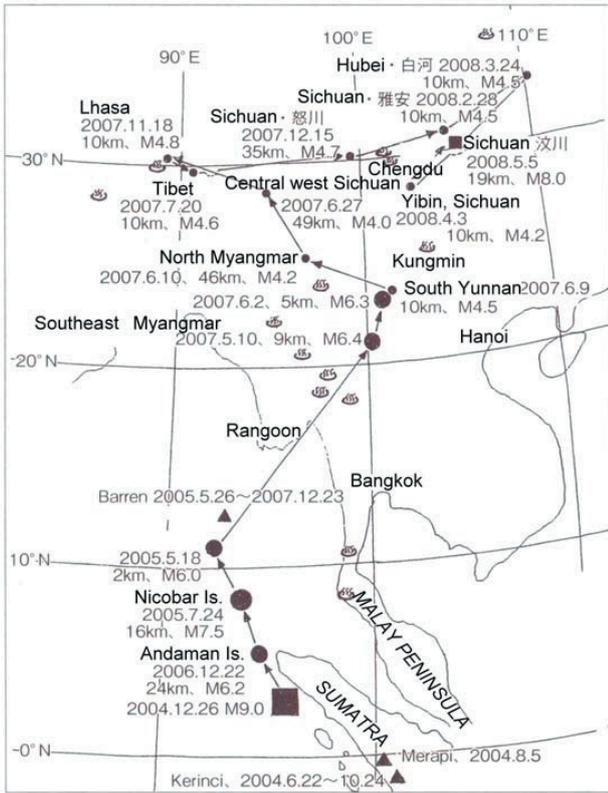


図6 南中国ルートに沿う2004～2008年のVE伝搬プロセス。このルートの下には、浅部低速度マントルが伏在する。

この本の後半で記述されるのは、3つのVE伝搬経路、マリアナー日本 (MJ)、フィリピンー日本 (PJ)、および、スマトラー中国 (SC) ルート (図1・図3)、ならびに、地震と火山に関する信頼できるデータ解析にもとづくVE過程の移動である。この著書で証拠づけられた1例が、図6に示される。

角田の基本スキームは、日本列島における自らの詳細な野外調査、ならびに、氏および他のNCGTメンバーの地震およびテクトニクス研究から発展したもので、マントルトモグラフィ画像に支持される。それは、Meyerhoff et al. (1992) のサージテクトニクスと Blot and Grover の熱エネルギー伝搬 (TE) 概念 (Grover, 1998) の上に築かれたものである。この本は、将来の地震研究の正しい方向性を指し示している。氏は、地震発生と地面の震動様式に現れる地域ごとの個性 (氏は、「癖」とよぶ) を理解することの重要性をくりかえし述べている。これは、氏が信頼する故藤田至則教授が強調してきたことである。

角田は、NCGT日本グループの重要メンバーの1人である。この本は、新しい地球ダイナミクスのパラダイムを確立するために過去12年間にわたってつづけてきた私たちの苦闘に支援された氏のライフワークの絶頂である。この記念碑的著書の出版に際して、私は角田教授にお慶びを申し上げたい。この本全体が英訳されて、全世界の読者に届けられることを希望する。

Dong Choi  
raax@ozemail.com.au

文献

Meyerhoff, A.A. et al., 1992. Surge tectonics. In, Chatterjee, S. and Hotton, N.III (eds.), *New Concepts in Global Tectonics*. Texas Tech Univ. Press, Lubbock, p. 309-409.  
Grover, J.C., 1998. *Volcanic eruptions and great earthquakes – Advance warning techniques to master the deadly science*. Copyright Publishing co., Brisbane, 271p.

出版物 PUBLICATIONS

(矢野 孝雄 [訳])

最新のデータからみた地球および他の惑星の半径減少と熱損失  
Reduction of the radius and heat losses within the Earth and other planets  
in light of recent data

V.V. Orelenok, 2009. Doklady Earth Sciences, v. 427, no. 5, p 856-861 (英語)

要旨：先カンブリア紀～現在の表面起伏の振幅にもとづいて、地球の半径減少と体積、表面積、質量および平均密度の顕著な変化が計算された。40億年間にわたる熱および質量の損失に起因する地球半径の全般的減少は、52.0kmあるいは  $1.30 \times 10^{-3}$  cm/year と求められた。そして、重力による半径の減少も、同じく 52.0kmあるいは  $1.30 \times 10^{-3}$  cm/year と見積もられる。地球の地殻の剛塊化時期と球体体積の減少が密接に関連することが確かめ

られた。惑星 [複数] の重力収縮に由来する熱流量計算が、逆問題として解かれた。月表面における熱流量の理論値 ( $1.7 \times 10^{18}$  J/year) は、米国宇宙飛行士によって測定された値 ( $1.9 \times 10^{18}$  J/year) にほぼ等しい。

(詳細は V.V. Orelenok 教授へ : VOrlenok@kantiana.ru, Immanuel Kant State University of Russia, ul. Nevskogo 14, Kaliningrad, 236041, Russia)

## 日本，本州中央部における浅発および深発地震にともなう断層の環状配列について (その1) On the ring-like arrangement of faults accompanied by shallow and deep earthquakes in central Honshu, Japan (Part 1)

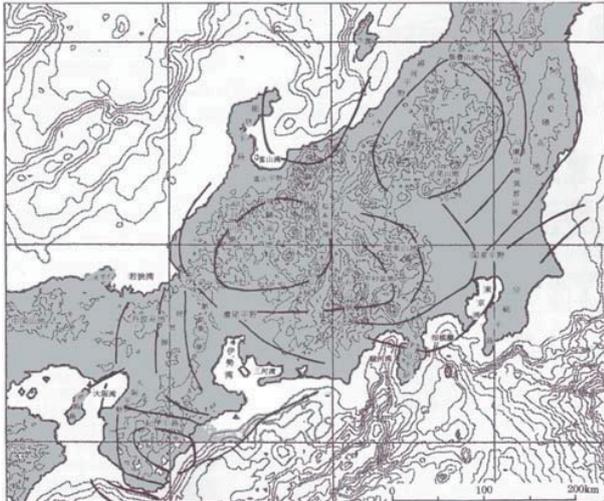
鈴木耐元・島弧深部構造研究グループ, 2009. 地球科学, v. 63, p. 239-248 (日本語 + 英語要旨). yasu-suzuki@vega.ocn.ne.jp

**要旨:** 日本の本州中央部で発生した地震のP波射出パターンから，浅発および深発地震にかかわる断層群が推論された．地震にともなう断層の走向は，2つの節面の走向が互いに平行する場合には一義的に決定され，断層は走向移動成分をともなわない正断層あるいは逆断層である．2つの節面が急傾斜と緩傾斜である場合には，急傾斜の節面が断層であろう．というのは，それが，隣接域における傾斜移動型断層の走向に平行するからである．

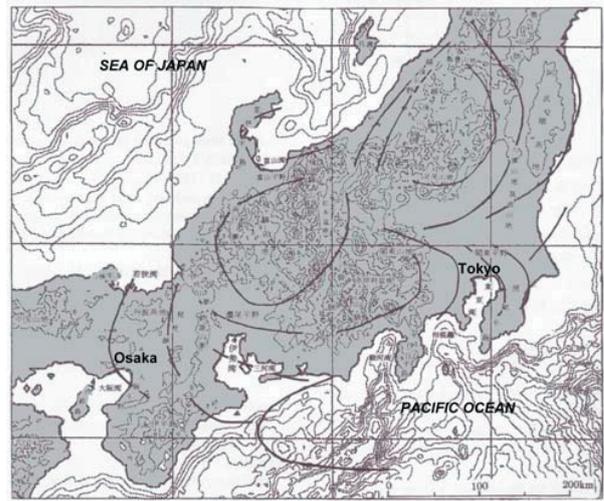
浅発および深発地震の両者の断層の環状配列が，東北地方南部～関東地方北部に認められる．この配列の差し渡しは，約200～300kmである．

浅発および深発地震の両者の断層の環状配列は，関東南部，中部および近畿地方でも観測される．この領域は，南北200km，東西450kmである．浅発地震にともなう断層の長方形配列が，紀伊半島で認められる．その幅は，約100kmである．

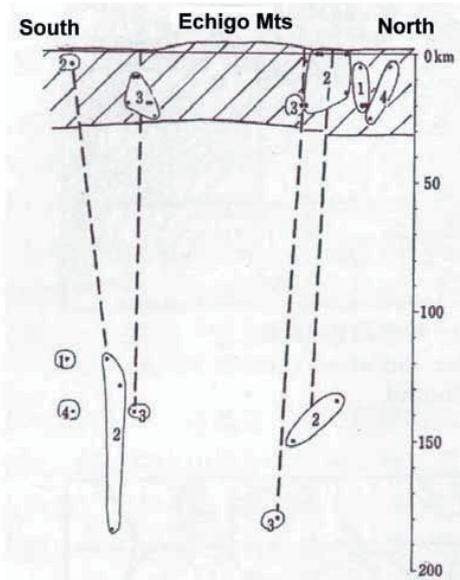
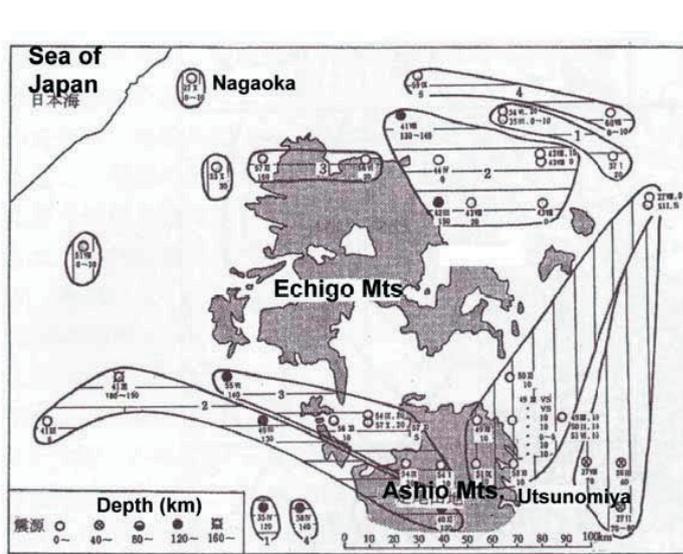
浅発および深発地震の両者の断層の平行配列は，これらの断層パターンが鉛直方向に深い根をもっていることを示す．浅発地震が同時期に活発化する深発地震の震央付近で発生する深部断層を制御している，と示唆されるだろう．浅発地震と深発地震の間の非地震性領域は，この領域における延性的物性によるものと考えられる．



浅発地震のP波射出パターンから求められた断層の一般走向．中部日本の地形に関係している．



深発地震のP波射出パターンから求められた断層の一般走向．中部日本の地形に関係している．



1926～1970年に東北本州における越後・足尾山地および周辺域で派生した浅発地震と深発地震の連続的発生

## 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 ]）



NCGT ニュースレターを購読するには、編集者へ連絡ください： editor@ncgt.org. または ncgt@ozemail.com.au

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。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 宛での支払い可能な個人小切手を発行してもらうことをお願いします。あて先は 6 Mann Place, Higgins, ACT2615, Australia. 銀行を通じて送金する方のための銀行預金口座細目：銀行名－Commonwealth Bank, Belconnen Mall ACT Branch (BSB 06 2913)10524718. 口座加入者名－New Concepts in

Global Tectonics.

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

もし領収書が必要な場合には、ご送金の際に一言、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や研究成果に関する討論のためのフォーラム。それは、地球の自転や惑星・銀河の影響、地球の発達に関する主要学説、リニアメント、地震データの解釈、造構的・生物学的変遷の主要ステージ、などの視点から、たいへん広い分野をカバーするべきものである。
4. シンポジウム、集会、および会議の組織。
5. 検閲、差別および犠牲があった場合の広報と援助。