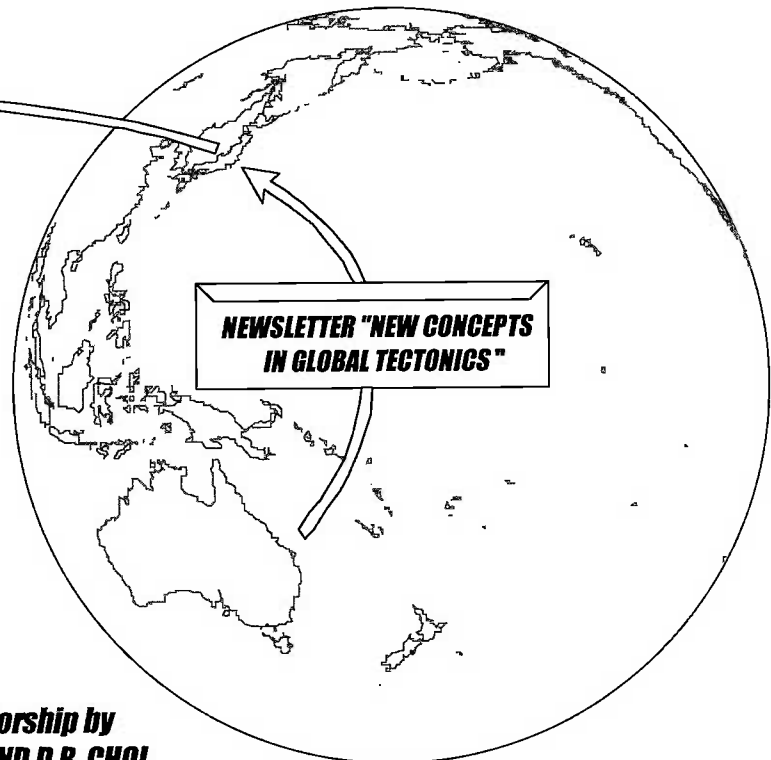
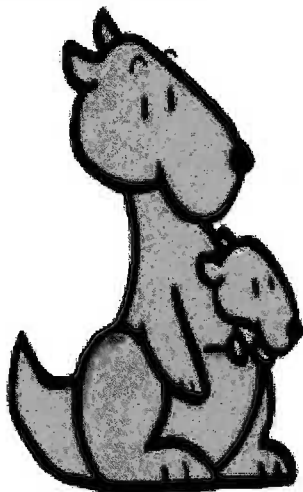


ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念
NEWS LETTER New Concepts In Global Tectonics

No. 7, 1998年6月 (日本語版 1999年11月)

編集者: J. M. Dickins and D. R. Choi

♥
 ニュースレター
 日本語版



**NEWSLETTER "NEW CONCEPTS
 IN GLOBAL TECTONICS"**

**Under the editorship by
 J.M. DICKINS AND D.R. CHOI**

目 次

■編集者から..... 2	西太平洋縁辺活動帯におけるテクトニクス・ 構造・造構力学・地質学的特徴(1)..... 15
■論説	■書評..... 23
割れ目玄武岩の高緯度起源 4	■ニュースレターについて..... 26
サージテクトニクス, 重力性遠距離伝達および ミランコピッチ系の相関関係の意義..... 8	■ニュース NCGT-98 26
南東太平洋の地質 その1 11	

連絡, 通信, ニュースレターへの原稿掲載のために 次の方法 (優先順に記述) の中からお選び下さい: NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS 1) Eメール: choiraax@u030.aone.net.au, 2) ファックス (少量の通信原稿): +61-2-6254 7891, 3) 郵便・速達航空便など: 6 Mann Place, Higgins, A.C.T., 2615, Australia (IBM Word または Word Perfect の高品質[higher order]のディスクが最善, Macintosh も可能), 4) 電話: +61-2-6254 4409. 次号は1998年9月下旬に発行予定. 投稿原稿は1998年9月上旬までにお送り下さい. 放棄 [DISCLAIMER] このニュースレターに掲載された意見, 記載およびアイデアは投稿者に責任があり, 当然のことながら編集者の責任ではありません.

<本号は Tsuyako Ueda の援助をえて, J. Mac Dickins と Dong R. Choi によって編集されました. >

BELOUSSOV VERSUS SENGOR AND BURKE
ベロウソフ 対 センゴとパーク

V.V. Belousov, 1979, Why do I not accept Plate Tectonics? and A.M.C. Sengor and Kevin Burke, Comments on: Why do I not accept Plate Tectonics? EOS, v. 60, p. 207-211. A revisit provides some very interesting information.

V. V. Belousov, 1979年、「なぜ私はプレートテクトニクスを受け入れないか？」そしてA. M. C. SengorとKevin Burke, 「なぜ私はプレートテクトニクスを受け入れないか。」に対するコメント, EOS, v. 60, p. 207-211. 以上の文献を再読することによって非常に興味深い情報を得ることができる。

(佐瀬 和義 [訳])

まずベロウソフは、プレート・テクトニクスがもついくつかの大きな困難性であると彼が考えていることがらについて述べる。そこでは、プレート運動が断片的な動きではなく全世界的なスケールで検証された場合に現れる、異なったあるいは一見して互いに矛盾したプレート運動を和解させていることが含まれる。たとえば、北アジアとアラスカの間にはサブダクション・ゾーンがなく、ベーリング海峡において単一の大陸棚がアジアとアメリカを結合させている場合、大西洋の開口のための空間はいかに生みだされるのだろうか？彼はプレート・テクトニクスの非歴史的な性格をも考察し、それは、たとえば始生代と後始生代の構造的な違いといった、地球の進化を説明しないばかりか、そうする意志さえもっていないことを指摘した。彼はまた、これはしばしば無視され、プレート・テクトニクスの用語（方法）では満足に説明されてこなかった大西洋中央海嶺に伴って古期岩石が産出することにも言及している。

ベロウソフは、地球の発達史についての自分の考えの概要を述べた際、最終的で完璧な学説を持っていないことを告白することを恐れてはいないこと、そして、それはどんなドグマを持つことよりも、あるいは誤った学説に追随するよりも、いかなるドグマも持たないことがより良いことを強調した。

彼の主張の要点のうちいくつかをあげると、以下の通りである。

1. 諸大陸の構造帯の走向方向は、経線、緯線、および二つの"対角線"方向からなる規則的な網状構造を形作っている。

て、この網状構造は始生代から現在に至るまで見出される。今日では、これらの構造は海洋を横切っていて（たとえば、Smoot, 1997）、最近になって認識されるようになった多角形（正多角形）構造や線構造と一致していることが知られている（例えば、Anfiloff, 1992；O'Driscoll, 1980など多数の論文がこの構造について言及していて、それらのいくつかに関する文献が、既刊のニュースレターに紹介されている）。

2. 始生代においては、大陸のすべての地域は構造的に活動的であり、地向斜のように活動していた。しかし、次の時代になると、大陸は活動的地帯（地向斜）と比較的安定した地域（卓状地）にわかれた。現在では、活動的な地域としては2つの地帯—アルプス・ヒマラヤ地帯および環太平洋地帯—が残っているだけである。

3. 海洋は、地殻の沈降によって形成されてきたように見える。大きな沈降運動は、深海掘削によって明らかにされた非常に厚い浅海性堆積物の存在によって示されている。この沈降運動は、リソスフェアの密度増加と塩基性～超塩基性マントル物質が地殻に貫入すること（海洋化）によって引き起こされたと考えられる。

4. 現在の海洋の形成を導いた最新の出来事は、塩基性火山活動が海洋底全体を覆った古生代末～中生代初期に始まった。その後、火山作用は次第により狭い地帯に集中するようになり、そして現在では中央海嶺の頂上沿いでのみ存続している。この最新の出来事は、今日では、ジュラ紀

の始まりまでさかのぼり、さらには三畳紀とジュラ紀の間の生物の大きな変化に関連しているように見える (Dickins et al., 1992; Dickins, 1993)。もっと最近の年代学によれば、例えば大西洋"縁辺部"の玄武岩の大規模活動は、以前から考えられていたような三畳紀ではなく、ジュラ紀初期にはじまる。玄武岩質火山活動における変化が、世界的引張場から全世界的圧縮場へ急激に転換した"白亜紀中頃" (アルビアン後期中頃) "に起こったようである。その後、現在の海洋は深化し、とりわけ現在の大陸リフト、深い海溝そして高い山脈が形成された新第三紀に著しく深化した。

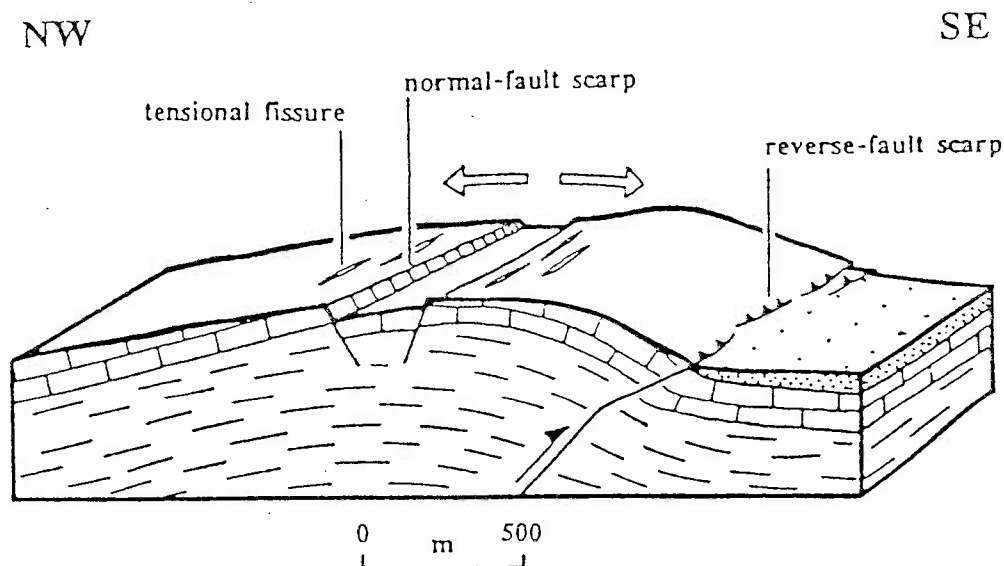
5. 多くの場合、古地磁気学的情報は地質学的情報と矛盾するようにみえる。彼の留保は、現在では、たとえば加熱をはじめ多くの要因によってひきおこされる古地磁気的不安定性を含む困難性を指摘した研究によって支持されている。

それに答えて、センゴーとパークは詳細な証拠について議論することを避け、ペロウソフとの対話を実感しなかった。このことは、彼らの前提が異なっていることを示すという点で、実り多いものといえよう。ペロウソフの哲学的な姿勢と歴史的な観点 (それは収縮テクトニクスを唱えるドイツの大家に由来するものであると彼らは結論したのだが) に彼らは着目した。彼らは、彼らがいうところのベー

コン的な、あるいは帰納的な方法を拒絶した。この方法は、彼らにしたがえば、現象を観察し、そのデータから法王 (Popperian) 主義的研究に賛同しつつ結論を導くというものであり、そのような研究方法をとる科学者は、仮説を発達させ、検証し、そしてそれらの仮説の誤りを証明する、という。これにもとづいて、彼らは明確に地向斜概念を否定する。その理由は、地向斜が現在形成されつつあるという事実はなく、それゆえ論証されえない、というものである。これは、奇妙な科学哲学であり、齊一観の極端な一形態であることは確かである。

網状の深部構造断裂 (リニアメント) に関していうと、世界中のあちこちから、また、たくさんの研究者から証拠づけられたにもかかわらず、シュティレは「収縮説のドイツの大将」と悪役よばわりされている。コーベルもまた、地向斜を真実として受け入れたため悪役として舞台に登場している。彼らは、彼らの褶曲帯の観察結果に適合しないと述べることによって、議論することもなく、ただちに網状断裂構造の可能性を退けている。彼らが誤解を続けてきたか、もしくは網状断裂構造の本性とペロウソフの議論をゆがめてきたことは、確実である。

それ以降とは異なった始生代の地質構造については、彼らは単にそれを無視した。



第1図 1980年のEl Asnam (アルジェリア)地震の際に活動した断層帯の南部~中央部の構造 (Steward and Hancock, 1990)。主衝上断層は不連続で、あまり顕著でない逆断層崖の連なりとして現われたが、衝上断層上盤側の展張 (白矢印) は明瞭な正断層崖と引張割れ目を形成した。圧縮応力場で正断層運動と逆断層運動が同時に発生すること、および、島弧と背弧の発達にきわめて類似することに注目されたい。

大陸リフト、海洋リフトおよび背弧リフト、それらは類似した構造であるが、その本性を理解する事が緊要である。プレートテクトニクスは拡大中心あるいは潜在的拡大中心が存在することを常に想定し、その反対の事実を無視し続けてきた。特に、強い圧縮応力系のなかに圧縮を解放するために発達した引張構造が存在するという証拠を無視し続けてきた。大陸リフトに関しては、それらの圧縮的な性格が、実に1939年という昔から知られているのである (Cloos, 1939; Holmes, 1966)。これらのリフトはわれわれの一人 (JMD) が以前のニューズレターにおいて論じており (No. 4, 1997)、また我々は論文を11月に日本で開催される新概念の会議へ向けて準備している。添付図はスチュワートとハンコック (1990; 図1) の地震による情報にもとづいており、圧縮場において正断層と逆断層がいかにして同時に発生するかを示している。

大陸リフトと背弧は共に圧縮場の性質であり、内在的な褶曲を含んでいることは明瞭で、大洋底拡大に類似していないことはすでに証明されている。海嶺では、海嶺の両側の地磁気異常の対称性、および、玄武岩年代の海嶺から離れるに従って若くなるということがらが拡大の証拠として主張されている。視覚的調査がなかなか整合しないこと、ならびに深部掘削から得られた磁気データの複雑さが、簡単に無視され続けていた。HallとRobinson (1979) は地磁気異常は深度方向ならびに海嶺に沿って側方へ変化するということをしめした。玄武岩の年代測定データは複雑な描像を示し、すぐに単純に説明されるものではない。坑井で最初に到達する玄武岩層を貫く掘削が多くの場合失敗に終わることが問題である (Dickins他, 1992を見よ)。

文 献

- Anfiloff, V., 1992. The tectonic framework of Australia. In Chatterjee, S. and Hotton, N., III, eds., "New Concepts in Global Tectonics". Lubbock, Texas Tech University Press, p. 75-109.
- Cloos H., 1939. Hebung - Spaltung - Vulkanismus. Geologische Rundschau, v. 30, p. 405-527.
- Dickins, J.M., 1993. The Triassic-Jurassic boundary: sea level, tectonic and magmatic change and the biological change. Comptes Rendas 12th Carboniferous-Permian Congress, Buenos Aires, v. 2, p. 523-532.
- Dickins J.M., Choi D.R and Yeates, A.N., 1992. Past distribution of oceans and continents. In, Chatterjee, S, and Hotton, N., III, eds., "New Concepts in Global Tectonics". Lubbock, Texas Tech University Press, p. 193-199.
- Hall, J. M. and Robinson, P. T., 1979. Deep crustal drilling in the North Atlantic Ocean. Science, v. 204, p. 573-586.
- Holmes, A., 1966. Physical Geology. Thomas Nelson and Sons, London.
- O'Driscoll E.S.T., 1980. The double helix in global tectonics. Tectonophysics, v. 63, p. 397-417.
- Smoot, N.C., 1977. Magma floods, microplates and orthogonal intersections. NCGT Newsletter. no. 5, p. 8-13.
- Stewart, I. S. and Hancock, P. L., 1990. What is a fault scarp. Episodes, v. 13, p. 256-263.

論 説 ARTICLES

HIGH LATITUDE ORIGIN FOR FISSURE BASALTS 割れ目玄武岩の高緯度起源

Peter M. JAMES

*Consulting Geotechnical Engineer
6 Admiralty Towers, 35 Hovard Street
Brisbane Queensland 4000, Australia
Tel. +61-7-3832 9700; Fax. +61-7-3403 0691*

(宮城 晴耕 [訳])

1. はじめに

玄武岩は火山岩のうちで最も量が多い。その溶岩流は大洋底のほとんどを覆っており、ところによってはハワイ、サモアおよびアイスランドなどの海洋楕状地のような海上にある部分も覆っている。大陸においては、それがここで関心あることなのだが、玄武岩溶岩流は地質時代を通じて数百万平方キロメートルの地球表面を覆っている。たとえば、スベリオル湖のキーナワン溶岩（先カンブリア時代）、南アフリカおよび南米パラナのストームバーグ溶岩（ジュラ紀）、アメリカ合衆国北西部のコロンビアスネークリバー（中新世）などは、もっとも有名なインドのデカン高原に匹敵する印象的なものである。デカン高原は1kmの厚さの溶岩が50万平方キロメートルにわたって分布している。これらの例のうち一つを除いて大陸の楕状地の地域内に分布していることはおそらく重要なことであるように思われる。

玄武岩溶岩流の供給システムは膨大な量になるはずである。南アフリカの例では、幅1~10メートル、長さ70kmに達するカルー粗粒玄武岩の岩脈の群れがアフリカ楕状地の一地域に百万平方キロメートルを超える範囲に侵入している。そのほかシルも存在しており、例えばワチュング玄武岩の下に横たわるパリセード・シル（アメリカ合衆国）はハドソン河の西岸に沿って長さ80kmにわたって追跡される、一方英国のグレート・フィン・シルの場合は130kmにわたって露出している。

これらの溶岩、シル、岩脈およびより深部にあるはんれい岩などの鉱物学的な移り変わりは同一である。このことは、間欠的ではあるが、リソスフェアと地球表層との直接的なつながりを意味している。

これらのつながりに関しての伝統的な地質学的見解は引っ張りに関係させたものである、すなわち引っ張りが地殻の火道や割れ目を形成し、そこを通過して深部の溶岩が表面に逃げるができるというものである。

しかし引っ張り応力が原因で地殻中でリフト形成がおこるといのが論理的結論であるにもかかわらず、引っ張り条件と玄武岩の噴出の結びつきというのはありそうもない。定義から、引っ張りは地殻底部での水平方向の応力が必要である、たとえ鉛直方向の応力より小さくても。そのような状態のもとでは重たい玄武岩質マグマをより軽い地殻のなかを通過して上方へしぼりだす推進力はないのである。地殻下からのマグマのしぼりだしは深部における過剰な圧力

があつてこそ生じるのである、すなわち地殻およびリソスフェアでの圧縮状態がないと生じえないといえる。

もしこの点について何らかの疑問があるとすると、それは岩脈やシルの同時におこなわれる置換を考えることで解決されるはずである。一つのシルが層理面に沿って長い距離を移動するのは、フイーダー岩脈における過剰な圧力による運搬力がないと不可能であろうこれは岩石物体の割れ目に固結注入剤をいれるときのことを考えると分かりやすい。

もし深部における圧縮状態が玄武岩の地表への噴出に対して与えられたとすると、これから導かれる条項が二つある。一つは、地殻中の鉛直方向の応力の変異に対する能力は小さいかまたは無いので、圧縮力は深部における水平圧縮の増加によってもたらされるのに違いない。もう一つは、水平圧縮力のはたらいしている区域は、1000km平方に達する地域に溶岩流や岩脈群を生じるのに十分な広い水平方向の広がりをもっているはずであるということである。このことは、いままで考えられているものよりより大きな一般リソスフェア状態、たとえば一連のホット・スポット跡のようなもの、が必要であることを示している。

2. リソスフェアにおける圧縮

さて、水平方向の高い応力はリソスフェアの中でいかにして生じるのであろうか。

鉛直方向の場所ごとの応力は深さと密度によって生じたものとして単純に計算することができる。その値は深さに応じて直線的に増加しており、気孔の圧力の変異に関する場合を除けば、変化に対する包容力はほとんどない。ハイムの規則として知られているものに従うと、鉛直および水平方向の原位置の応力は深さが2km以上になると等しくなり始める、というのも岩石がはつきりした延性をもち始めるからである。この規則が通り道に沿って正當に成り立つならば、この規則は物事を単純にしてくれるであろう。しかしこの規則は安定な地質環境のもとで十分よく当てはまるとしても、リソスフェアの中でクリープ効果を生じるような変化するジオイド的環境のもとではこの規則があてはまることは期待できそうにもない。リソスフェアのクリープは地殻底部の水平応力を引き起こすであろう、そしてそこに圧縮または引っ張りをおよぼすことになるであろう。このことについてのより深い議論は著者の本「ジオイド変化の造構過程」の中で扱っている。

ジオイド構造過程について以前に発表した論文の中で、すなわちNewsletter #5であるが、赤道のふくらみ部分から極の平坦部への緯度の移動にともなわれる地殻および地殻下の応力は 1×10^8 kpa 程度とみつめられる、これは花こう岩の最初の破壊を引き起こすのに十分な値である。別の視点からみてみると、赤道から極への緯度の移動は0.3~1.0%のひずみをもった地殻の「収縮」を生じるであろう。このひずみは2つの面積において示されている。すなわち赤道において、ある楕円地地図上の面積は1000 x 1000 kmであるが、これが995 x 995 kmに圧縮することをよぎなくさせられる。このことは赤道地域で1,000,000平方kmの土地が極では990,000平方kmの土地になることを意味している。この「圧縮」のあるものは地殻中での気孔や不連続部の破壊によっておこったものであろう、それは解析することが容易である。ところで、そのような地殻の圧縮が物理的に発生する前に、リソスフェアも極の偏平化の同じ圧縮力を調整したのに違いない。

地殻と違って、より流動的なリソスフェアは割れ目や気孔を欠いており、どんな実行しようの意図に対してもそれを圧縮することはできないであろう。それゆえ極の偏平化にともなわれるリソスフェアの圧縮の調整は、次にのべるどちらかの方法でおこなわれるであろう。すなわち、a) 何らかの塑性流動の形態、これについては後で短く議論する（あるいはざっとかたづける）、または b) マグマの地表へのしぼりだし、などである。後者のシステムはある種の水力ピストンのように作動するであろう。リソスフェアでの応力の一方的増加は溶岩の地表への噴出によって和らげられる、それはシステムが最後の地域の変形を調節するまでおこなわれるであろう。溶岩の噴出は、この圧縮による結果引き起こされた温度上昇によって生じていることは疑う余地がない。

リソスフェアが100kmの厚さであったとすると、すでにのべたようなひずみの程度によって引き起こされる溶岩の噴出はおよそ百万立方キロメートルにおよぶであろう、これはほんの少しさいた程度なのだが、デカン高原を生じるのには十分な量である。

緯度変化に対するジオイド応力モデルは、これら（極の押しつぶし）の圧縮状態（注1）のもとで、大陸地域でのまとまった溶岩噴出の可能な供給源を提供している。

3. 地殻の移動要素

このモデルをはたらかせるのに際して、赤道付近の地域か

ら極付近の地域までという大規模な地殻移動が求められる。この移動のメカニズムは極移動あるいは動くプレートどちらかが現段階では考えられるかもしれない、しかしこのモデルの鍵となるのは、これらの移動や特に極の押しつぶし効果が、地球表面への玄武岩の割れ目噴出の出来事と同時に起こっているのかどうかなのである

いくつかの例をあげてみよう：

1) ストームバーグ溶岩、南アフリカ（ジュラ紀）

古気候学および古地磁気学的データの両方とも中央ならびに南部アフリカは、三畳紀からジュラ紀初期にかけて赤道環境にあったことを示している。しかし古地磁気データによると、後期ジュラ紀までにはケープタウンの丁度南東に極があったことが示されているのである。これは著しい緯度の移動がジュラ紀の間におこるとともに高緯度でのジオイドの圧縮が溶岩流の噴出ときわめてよく同調していたことを示している。

中生代はじめからのアフリカの移動にみられる、動きあうプレート・テクトニクスの再配置の解釈では緯度変化は示されていない、これでは必要なジオイド応力を提供する能力は十分なかったことになる。

2) パラナ溶岩、南アメリカ（ジュラ紀）

南アメリカ中央部も三畳紀頃は赤道に位置していた。しかしジュラ紀中期頃までには蒸発岩がニューヨークやメキシコ湾周辺で堆積している。もしこの古気候を示唆する目安が赤道状態であることを示しているとする、極の位置がバタゴニアの近くにあったかも知れないということは論理的である。ここで再び極の圧縮がパラナ玄武岩の要求される噴出時にあったことが示される。しかし、伝統的な、動くプレート・テクトニクスの再配置の考え方においては、緯度変化は、少しも示されていないのである。

3) デカン溶岩、インド（白亜紀～始新世）

始新世におけるヒマラヤの主要な上昇期間から、ジオイド応力モデルにしたがって、主要な圧縮状態がデカン溶岩流出周辺時期にインドに存在していた筈である。著者は現時点でこれ以上の情報はもちあわせていない。しかし、インドに対する動くプレート・テクトニクスの再配置をみれば誰でも、大陸が7千万年前頃南の緯度から動き出し、4千万年前頃赤道を通過しやがて現在の位置に至っていること

に気がつくであろう。このような移動においては、デカン玄武岩の流出の原因となるどんな圧縮の可塑性もない。

これら3つの例は、主要な玄武岩噴出と高緯度における地殻圧縮との間の関係を示す有効な例と信じられているものである。この相関関係が妥当なものであることを仮定した上でさらに議論を続けよう。

4. 鉛直方向の地殻形成の出来事

玄武岩がリソスフェアから地球表面に達するために、地殻内部の鉛直方向の割れ目を生じ、圧縮状態のもとで噴出することを可能にする何らかのメカニズムがなければならぬ。リソスフェア内部におけるいくつかのメカニズムが議論されているが、あるものは現実的であるが他のものは非現実的である。

後者のカテゴリーに入るものとして、リソスフェアが圧縮に対する反動としてふくらむことにより厚く積み重なっている地殻を持ち上げ地殻の背側を破壊するというものがある。しかし筆者はそのような考えに基づく図をみたことがあるが、システムの解析がなかったり、地殻の背側を破壊するのに必要なふくらみの程度のみつもりがなされていないものであった。Dewey (1987) によると、それらの教科書の図にもかかわらず、リソスフェアのふくらみによって形成されたどんな主要な地殻リフトも報告された例がないということである。さらに次のことも指摘しておく必要があるであろう、極の押しつぶしによりリソスフェアで発達した最大の圧縮応力 (1×10^5 kPa) は、大陸地殻底部に加わる鉛直加重より小さい規模だということである。すなわち極の押しつぶしによる可能なレベルの圧縮では地殻の上昇を引き起こすことはまったく不可能であろう。こうしてジオイド的圧縮のもとでのリソスフェアのふくらみというメカニズムは価値を失うことになったわけである。

地殻中での水力学的割れ目によるメカニズムは岩脈の貫入に対してあてはめることが可能であり、これはJaeger (1964) によって取り扱われている。このメカニズムの単純な解析によると、臨界深度はおおよそ7~8kmであり、それより深いところでは、少なくとも極の押しつぶしにともなわれる応力に対しては、水力学的割れ目はできにくくなることが示される。こんなわけで、海洋地殻や大陸地殻の薄い部分に対しては水力学的割れ目が可能であるにもかかわらず、それは大陸楕状地に対する一般的なメカニズムとはならないのである。さらにつけ加えると、水力学的割れ目は最小主応力の方向に対して鉛直に生じる傾向がある。現

在の状態においては、最小主応力は鉛直方向なので典型的な水力学的割れ目に対しては低角の割れ目が妥当であろう。これは割れ目玄武岩にともなわれる鉛直方向の岩脈群の存在とは調和していない。それゆえ水力学的割れ目も一般的なメカニズムとしては他と同様に除かれなければならない。

花崗岩における最初の破壊が 1×10^5 kPa の応力段階で起こることがDelftによって1970年代に報告されており、それによると割れ目が形成されその後それが花崗岩中を最大主応力と直角の方向に伝わっていくということである。この応力はおおまかに言って極の押しつぶし作用にともなわれるものであり、地殻の位置では最大主応力は水平方向であったであろう。このようなわけで地殻内部で発生した割れ目の伝搬は鉛直方向になるのである。残念ながら著者はこのアプローチに対してこれ以上つけ加えるものももちあわせていない、というのもこのような研究からすでに遠ざかってしまっているからである。

最後にリーデル剪断発展のメカニズムについてのべるべきであろう。これについての議論はTachalenko (1967) により与えられているが、やさしい言葉づかいでいうと、応力やひずみが水平面上（ここではモホ面）に集中したとき、最初のリーデル剪断の組合せが大変小さなひずみのもとで発達するというものである。これは水平圧縮に対しては低角であり、そこでの剪断方向に対して物質剪断抵抗角の半分の角度で傾いている、この場合の例ではおそらく 15° 程度であったであろう。すこし大きなひずみが発達するにつれてリーデル剪断の2番目の段階が発生する、最初のセットを 90° で切って、剪断抵抗の角より小さく、たとえば水平方向に対して 75° の傾きをあたえる。現在の例では、これは2番目の剪断は鉛直に近い方向に向っていることを示している。モデル実験において、これらの2番目のリーデルは引っ張りによって開いているようにみうけられる、実はそれらの存在は圧縮の状態によって引き起こされたにもかかわらず、これらの開いた2次のリーデル剪断は岩脈の貫入にとって理想的な通路を提供しており、このメカニズムはジオイド・テクトニクスにおいて研究価値のあるものである。

要するに、地殻中の鉛直方向のひびや割れ目は、水平圧縮の状態のもとでふさわしいものに思われる。

5. シルの貫入

岩脈がほぼ鉛直に近い方向で上部へ移動するとき、深部の

過剰な圧力により、岩脈先端部において水力学的圧力が上を覆っている物質の鉛直荷重を超える段階がやってくるであろう。もしこれが成層した堆積岩の地層で発生したとすると、例えば岩脈中の水力学的圧力はたかさんのしかかっている地層を持ち上げることが可能になり、開いた層理面に沿って溶岩を水平方向に広げることができるであろう。こうしてシルは形成されるのである(注2)。

一つのシルの層理面に沿っての移動距離は、溶岩の粘性が大きくなるほど小さくなり、シルの供給源の岩脈の相対的圧力が大きくなるほど大きくなる。ある地点でシルの移動は止まり、そうした場合岩脈はもう一度鉛直方向に動き、上を覆っている物体の荷重がより小さな場所で別の適した層理面があらわれるまで移動するはずである。他のシルやたかさんのシルが何枚も出現しているものもこうしてつくられたのであろう。

シルの貫入にともなって2つの副次的効果があらわれる。一つはシルの貫入にともなわれる熱や蒸気によってしばしば鉱物学的変化が引き起こされたり、シルとそれを包囲する地層との境界面において普通あまりみかけない粘土鉱物が形成されたりしていることである。これはやがて土質工学的な問題を提供する温床となるのである(たとえば

Simmons, 1994)。

2番目に、シルの、層理面に沿った貫入が上を覆っている地層に対して、よくみられるが普通の場合と逆のやり方で鉱床の沈積をもたらすということである。発達したシルは、厚さが50mあるいは10m程度のもので、これらの厚く積みかさなった地層の中では大変劇的な効果を生じるのに違いない。小さな衝上断層や他の剪断による影響が予想されるが、実際に多くの泥質堆積物で間に溶岩を挟んでいるものではそれらが見つかった。その後の侵食によって地表付近にそのようなものが顔を出すようになると、それらの剪断地域は土木技術的な問題を再び提供することになる。これについては、Moon(1992)やStapledon(1970)などが議論している。

(注1) 明らかに、赤道から極までのような完全な移動にくらべて、より小さな地殻移動に対しては、溶岩の噴出はより小規模になるはずである。しかし、もし振動する極移動の経路が考慮されているとすると、地殻要素が、くりかえし起こる圧縮のもとでの影響を受けることが可能であるかもしれない。

(注2) シルの貫入時の地層の持ち上げは堆積物に含まれる水分の蒸発作用によって十分補助される。

文 献

- Dewey, J.F., (1987). The Principles of Tectonics: an intensive short course. Gold Coast (Q), March 1987.
Heiskanen, W. A. & Meinesz, V., (1958): The Earth and its Gravity Field. McGraw Hill.
James, P., (1994). The Tectonics of Geoid Change. Polar Publ., Calgary.
Jaeger, J. C., (1964). Elasticity, Fracture and Flow. Methuen (London)
Moon, A. T. (1992). Stability analysis of a stiff fissured clay at Raby Bay. 6th Aus/NZ Geomechanics Conf., Christchurch, N.Z., p. 536-541.
Simmons, J. V., (1994). Influences of geological detail on time dependent instability of a cut slope in residual soils. In, Blight et al., eds., "Geotechnics in the African Environment", Balkema, Rotterdam.
Stapledon, D. H., (1970). Changes and structural defects developed in some South Australian clays and their engineering consequences. Proc. symp. on soils and earth structures in arid climates, IEA, Adelaide.
Tchalenko, J. S., (1967). The influence of shear and consolidation on the microscopic structure of some clays. Ph.D. Thesis, Univ of London.

IMPLICATIONS OF SURGE TECTONICS, GRAVITATIONAL TELECONNECTION, AND MILANKOVITCH SERIES CORRELATIONS

サージテクトニクス、重力性遠距離伝達およびミランコビッチ系の相関関係の意義

Bruce A. LEYBOURNE

*Geophysics Division, Naval Oceanographic Office,
Stennis Space Center, MS 39522, USA*

Tel. 228-688-4075; Fax. 228-688-4976; E-mail. <bruce@navo.hpc.mil>

(矢野 孝雄 [訳])

第四紀は、次の2つの気候的指標によって特徴づけられる：最近のほぼ80万年間にあたる上部更新統指標 (the Upper Pleistocene Climatic Signature = UPCS) , ならびに、ほぼ90万~200万年前にあたる中部更新統気候指標 (the Middle Pleistocene Climatic Signature = MPCs) . 両者間の変化は、 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 比のデータにもっともよく記録されている (Prell, 1982; Pisias and Moore, 1981) . UPCSは地球軌道の離心期にあたり、酸素同位体データにみられる大振幅-長周期 (10万年) 性を特徴とし、それは単一主氷期サイクル (a single major glacial cycle; Fairbridge, 1972) をもたらす. MPCsのデータは、小振幅-短周期 (およそ2万~4万年の持続期間をもつサイクル) 性を特徴とする. MPCsは、相対的に短いサイクルをもっていて、地球軌道の離心率と傾斜角に関連して気候が変動する期間である. MPCsは、 CO_2 と間氷期の Δ として特徴づけられる (Prell, 1982) . これらの非整合的な2つの期間 (UPCSとMPCs) は、気候-氷河作用による海水準の振動的変動によって生みだされた. このような海水準変動は、堆積学、古生物学、地球物理学 (反射法地震探査や坑井電気探査データ) および同位体データによって解明されているものである.

ミランコビッチ系の相関関係 (1941) は、気候変動をひきおこす軌道変化を計算したものであり、平均気温の変動は、変化しつづける太陽輻射の単純放射平衡 (simple radiative equilibrium) にしたがうと仮定されている. いいかえると、軌道要素が太陽エネルギーの入射量をコントロールし、こうして、いくつかの長期的気候変動傾向が制御されるというわけである. 3つの主要な軌道パラメータが、地球 [軌道?] の大きさ、形および太陽からの距離の長周期変動に影響をおよぼす. 離心率 (10万年サイクル) は完全な円軌道からの偏移、傾斜角 (4万年サイクル) は軌道面に対する地軸の傾斜角、そして歳差 (2.6万年サイクル) は自転軸の方向である. これらの軌道パラメータの相互作用が長期的気候変動の大半を制御していることは明らかである. 離心率が大きい期間 [複数年] は、氷河サイクルをもたらしてきた. 最近の8万年間の氷期にみられるような主要氷河サイクルの持続期間と離心率の変動サイクルの持続期間が類似していることは、それらの間に成因的関連があることを意味する (Berger, 1980; Berger et al., 1984) . これらの軌道要素の周期的変化は、深海コアにも発見されてきた (Hays et al., 1976; Berger et al., 1984) . 後期更新世の長期的気候変動に関する代表的研究として、Clark et al. (1980), Hooghiemstra (1984), Kellogg (1976), Koming et al. (1979), Prell (1982), Ruddiman and McIntyre (1976), van der Hammen et al. (1971) および

Williams (1984) があげられる. これらのデータ群の間でもっとも印象的な点は、これらのさまざまな全地球的気候変化が同期して発生していることである (Lowrie, 1985).

さまざまな規模と持続期間をもつ汎地球的海水準変動にはさまざまな原因が関与していることは、地球科学者たちの間でひろく認められている. 超大陸にかかわる Gondwana 型プレート衝突あるいはリフティングは、 10^6 年オーダーの造構サイクルをもつ (Fairbridge, 1982) . 海洋底拡大速度の変化や、中央海嶺の体積膨脹/収縮は、 10^7 年オーダーの造構サイクルをもつ (Koming, 1984; Pitman, 1978) . 堆積層にみられる堆積サイクルは、顕生代を通じて 10^6 年および 10^7 年周期の地震探査シーケンスとして記録されている. 2万年、4万年および10万年の周期をもつ太陽輻射の入射量変化を制御している惑星の軌道運動は、気候性海水準変動 (造構的海水準変動に対置される) を介して、これらの堆積サイクルの原因となっていることは明確である. しかし、このような事象は、それほど単純なのだろうか? 太陽の黒点活動にともなう太陽輻射変化が、軌道パラメータによって生みだされる変化よりもより大きいとの意見は、この課題がより複雑であることを示す. カスピ海のような中東地域の湖面高度変化は、太陽黒点活動に相関してきた (Rodionov, 1994) . この不可思議な気候的相関性は、重力性遠距離伝達 (gravitational teleconnection) の大きさの変化によって説明されうる. 嵐の軌跡は、造構性渦巻構造 (tectonic vortex) の遠距離伝達の強さに依存しているため、重力性遠距離伝達によっても影響される. さらに大気の流動ダイナミクスに関する造構性-重力性遠距離伝達の効果も考慮すると、気候的示準 (climatic proxies [たとえば、上述のカスピ海の湖面高度変化といった示準: 訳者]) にみられる劇的な変化を説明するためのいっそう強力な概念が生まれ、あらゆる汎世界的海水準変動が造構性ダイナミクス (tectonic dynamics) にむすびつくことになる. 移動をつづける風パターン、とくに全地球的振動システム (the Global Oscillation System = GOS) によって制御されている帯状の乱れに対して子午線方向に働くジェット気流が、エルニーニョという最近の気候変動を支配している (Leybourne, NCGT ニュースレター 1998年3月号) . 気候的示準に記録されたより大きな変化が、これらの現在進行中の諸過程のより劇的な変化の結果であることが、論理的に示される. これらの諸過程は、GOSの造構性渦巻構造内で集積された正確な時系列微細重力データ (accurate time-series micro-gravity data) を利用して、定量化・モデル化されうる.

バイカル湖掘削計画 (BDP-96) でえられた最近の古気候記

録は、この500万年間にわたる連続データをもたらした (Williams et al., 1998) . バイカル湖は、最も活動的な大陸リフト帯の1つであるバイカルリフト帯の最深部に位置し、世界でもっとも深くて古い現存の湖である。この地域の気候は、シベリア高気圧の名前で、そして、その極端で長期にわたる高圧性のゆえによく知られた、大規模大気システムに支配されている。この高気圧系の運動は、テクトニック・トレンド (tectonic trends) にしたがって南方振動、北太平洋振動および北大西洋振動へ遠距離伝達される。ピストンコアおよび掘削コアの詳細な研究 (Williams et al., 1998) から、気候変化の遷移期にはバイカル湖地域が"冷却ポンプ"のように働いた証拠がえられている。バイカル湖地域は、こうして、北大西洋の高緯度域がまだ比較的暖かかったときに、そこから水蒸気を"引き込み"、カラ半島の西シベリア地域に蓄える程度にまで寒冷化した。この仮説にしたがえば、氷河期の後期に氷結していない北大西洋から大気によって東向きに運搬された水蒸気が、シベリア内陸部における日射の極端な極小域に対応する重要な水蒸気供給源の役割をはたした、とみられる。

この仮説は、日射の較差とともに、なぜ造構性渦巻構造の

重力性遠距離伝達が、気候変動に連動するミランコビッチ系に関連するのかを説明するための長い道筋を示すものである。太陽からの距離を変える地球の軌道変化は、それら自身によって、地質学的記録にみられるほどの大きな気候変化を説明するのに十分な温度変化を生み出すことはないだろう。しかし、重力加速度"g"の局所の変化は、造構性渦巻構造[複数]の間の重力性遠距離伝達の衰弱あるいは強化をひきおこし、そして、全地球的な天候パターンおよび水蒸気運搬を、今日の循環パターンとは極端に異なったものにするかもしれない。さらに、重力性遠距離伝達は、気候指標としての湖水面や磁気圏および太陽黒点活動との関連性を説明しうるかもしれない。そして、最後になったが、最近起きた惑星の直線配列が μgal の規模で地球重力に影響することが簡単な計算によって示される。この直線配列は、エルニーニョの頻度増大や現在進行中の温暖化傾向に相当する最近の気候変化傾向に遠距離伝達しているのであろう。

注) B. A. Leybourne は、海軍海洋局に勤務するものである。しかし、この論文は、彼の私的時間に用意されたものである。したがって、ここに含まれる意見や主張は、著者のものであり、合衆国海軍省の公式見解ではない。

文 献

- Berger, A., and others, eds., 1984, Milankovitch and climate understanding the response to astronomical forcing. In: Part I and 2: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Milankovitch and Climate. Mathematical and Physical Sciences, NATO ASI Series, Series C, v 126, 30 Nov.- 4 Dec. 1982. D. Reidel Publishing Company.
- Berger, A., 1980. The Milankovitch astronomical theory of paleoclimates: a modern review; Vistas. In: Beer, A., Pounds, K., and Beer, P., eds., "Astronomy", v. 24, p. 103-122.
- Clark, D.L., Whitman, R. P., Morgan, K. A., and Mackey, S. D., 1980. Stratigraphy and glacial - marine sediments of the Amerasian Basin, central Arctic Ocean. GSA Special Paper. no. 181, p. 1-57.
- Fairbridge, R. W., 1972. Climatology of a glacial cycle. Quaternary Research, v. 2, p. 283-302.
- Fairbridge, R. W., 1982. The fracturing of Gondwanaland. In, Scrutton, R. A., and Talwani M., eds., "The Ocean Floor". p. 229-235, John Wiley and Sons.
- Hays, J. D., Mobrie, J. I., and Shackleton, N. J., 1976. Variations in the earth's orbit: pacemaker of the ice ages. Science, v. 158, p. 1121-1132.
- Hooghiemstra, H., 1984, Vegetation and climatic history of the High Plain of Bogota, Colombia: a continuous record of the last 3.5 million years. Dissertations Botanica, v. 79 (J. Cramer Verlag, Vaduz). 368 p.
- Kellogg, T. B., 1976. Late Quaternary climate changes: evidence from deep-sea cores of Norwegian and Greenland Seas. In, Cline, R. M., and Hays, J. D., eds., "Investigation of Late Quaternary Paleoceanography and Paleoclimatology". GSA Memoir no. 145, p. 77-110.
- Koming, M.A., 1984. Oceanic ridge volumes and sea-level change — an error analysis. In, Schlee, J. S., ed., "Interregional Unconformities and Hydrocarbon Accumulation". AAPG Memoirs 36, p. 109-127.
- Koming, M. A., Heath, G. R., Ku, R. L., and Piasis, N. G., 1979, Brunhes time scales and the interpretation of climatic change. Earth and Planetary Sciences Letters. v. 45, p. 394-410.
- Lowrie, A., and McDaniel-Lowrie, M. L., 1985. Application of Pleistocene climate models of Gulf Coast stratigraphy. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans, v. 35, p. 201-208.
- Leybourne B. A., 1998. Can El Nino be controlled by tectonic vortex structures and explained with surge tectonics? New Concepts in Global Tectonics Newsletter. no. 6, p. 5-8.
- Milankovitch, M., 1941 . Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf des Eiszeitproblem. Royal Serbian Academy Belgrade.
- Piasis, N. G., and Moore T. C., Jr., 1981. The evolution of Pleistocene climate: a time series approach. Earth and Planetary Science Letters, v. 52, p. 450-458.
- Pitman, W.C., III, 1978. Relationship between eustasy and stratigraphic sequences of passive margins. Geol Soc. Amer. Bull. v. 89, p. 1387-1403.
- Prell, W. L., 1982. Oxygen and carbon isotope stratigraphy for the Quaternary of hole 502B: evidence for two modes of isotopic variability. In, Prell, W. L., Gardner, J. V., et al., Initial Reports of the DSDP. Washington: U.S. Govt. Printing Office. v. 68, p. 455-464.

- Rodionov, S. N., 1994. Global and Regional Climate Interaction: The Caspian Sea Experience. Kluwer Academic Publishers, 241 p.
- Ruddiman, W.F., and McIntyre, A., 1976, Northeast Atlantic paleoclimatic changes over the past 600,000 years. In, Cline, R. M., and Flays, J. D., eds., "Investigation of late Quaternary Paleooceanography and Paleoclimatology". GSA Memoir no. 145, p. 111-146.
- van der Hammen, T., Wijmstra, T. A., and Zagwijn, W. A., 1971. The floral record of the Late Cenozoic of Europe. In Turekian, K. K., ed., "The Late Cenozoic Glacial Ages". p.391- 424. Yale University Press. New Haven.
- Williams, D. F., 1984. Correlation of Pleistocene marine sediments of the Gulf of Mexico and other basins using oxygen isotope stratigraphy. In, Fealy-Williams, N., ed., "Principles of Pleistocene stratigraphy applied to the Gulf of Mexico". p. 65-118. International Human Resources Development Corp., Boston.
- Williams, D.F., M.I. Kuzmin, T. Kawai, B.N. Khakhaev L.A. Pevzner, E. B., Karabanov, J. Peck, J. King, V. Kravchinsky, V. Geletti, G. Kolmnickov, A. Gvodzkov, A.A. Prokopenko, H. Tsukahara, H., Oberhansli, M. Schwab, D. Weil, M.A. Grachev, O. Khylystov, and Mandelbaum, A., 1998. Continuous paleoclimate record recovered for last 5 million years, EOS Trans. AGU, v. 78, p. 597-604.

GEOLOGY OF THE SOUTHEAST PACIFIC

Part I Submarine ridges and basins tied to the South American Precambrian Shield

南東太平洋の地質

その1 南米プレカンブリアン盾状地に結合された海嶺と海盆

Dong R. CHOI

Consulting Geologist

6 Mann Place, Higgins, ACT 2615, Australia

Tel. +61-2 6254 4409; E-mail. <choiraax@u030.aone.net.au>

(久保田 喜裕 [訳])

公表されている南米の地質図および地質構造図によると、プレカンブリア盾状地にみられる主要なプレカンブリア(とくに原生代)の構造方向は、南東太平洋の主な海底地形に連続している(図1)。その連続性は顕生代の環太平洋造山帯によっていくぶん乱され不明瞭ではあるが、盾状地と海洋間の主要な構造方向の連続性は明瞭である。変動帯地域の中でさえも、すべての構造的高まりは盾状地のなかの構造方向に調和的である。すなわち、プレカンブリア系の岩石はサンチャゴの北方に広く分布している。そこにはNW-SEの原生代の大規模な背斜軸が盾状地から延びている(ブエノスアイレスの北を走る)。プレカンブリア系の岩石は、グアナ盾状地とブラジル盾状地が広がっているリマの北方と南方の地域を広く占めている。南米南部には、プレカンブリア系の岩石は盾状地内にも変動帯内にも露出していない。

南米北部のグアナ盾状地から派生したE-Wの湾曲した構造的高まり(地背斜軸)のひとつは、ガラパゴス諸島を頂くキャメジー海嶺に連続するように見える。ブラジル盾状地北部のから派生したENE-WSWのプレカンブリア系の高まりは、ナスカ海嶺に連続している。この連続性はPushcharovsky and Udintsev (1969)によって描かれて

きたものである。ここではペルー・チリ海溝はなくなり、ナスカ海嶺の東のへりが、プレカンブリア系の基盤が露出している大陸斜面と海岸に直接連続している(図1・2)。上記の二つの高まりの間にある連続の良い直線的なE-Wのアマゾン向斜は広大なペルー盆地に連続する。南米中央部では、ブラジル盾状地から突き出たENE-WSWの原生代の背斜構造の小規模な枝分かれは、南東太平洋におけるNE-SWの直線的な海底の高まりに連続するように見える。変動帯では、幾つかの斑点状の小規模な下部古生界がこの背斜軸上に分布している。

地塊からさらにフォークランド諸島にまで、明瞭に連続しさらに、チリ海盆は、南米の南端のデセアド(Deseado)に露出している。海底地形(図1)と重力(図2)の両図は、チリ海嶺の連続がタイタオ半島沖の大陸斜面に達していることを示している。Pushcharovsky and Udintsev (1969)もこの連続性を支持している。その背斜軸を横切るタイタオ半島沖の地震波断面では、陸上の背斜部ではきわめて普通にの内陸部では洪水玄武岩で占められている(Belayevsky et al., 1976; Forsythe and Prior, 1992)。もしこの連続が確たるものとされるなら、プレート論者たち(Behrmann et al., 1992; Forsythe and Prior, 1992)の主張するチリ三重

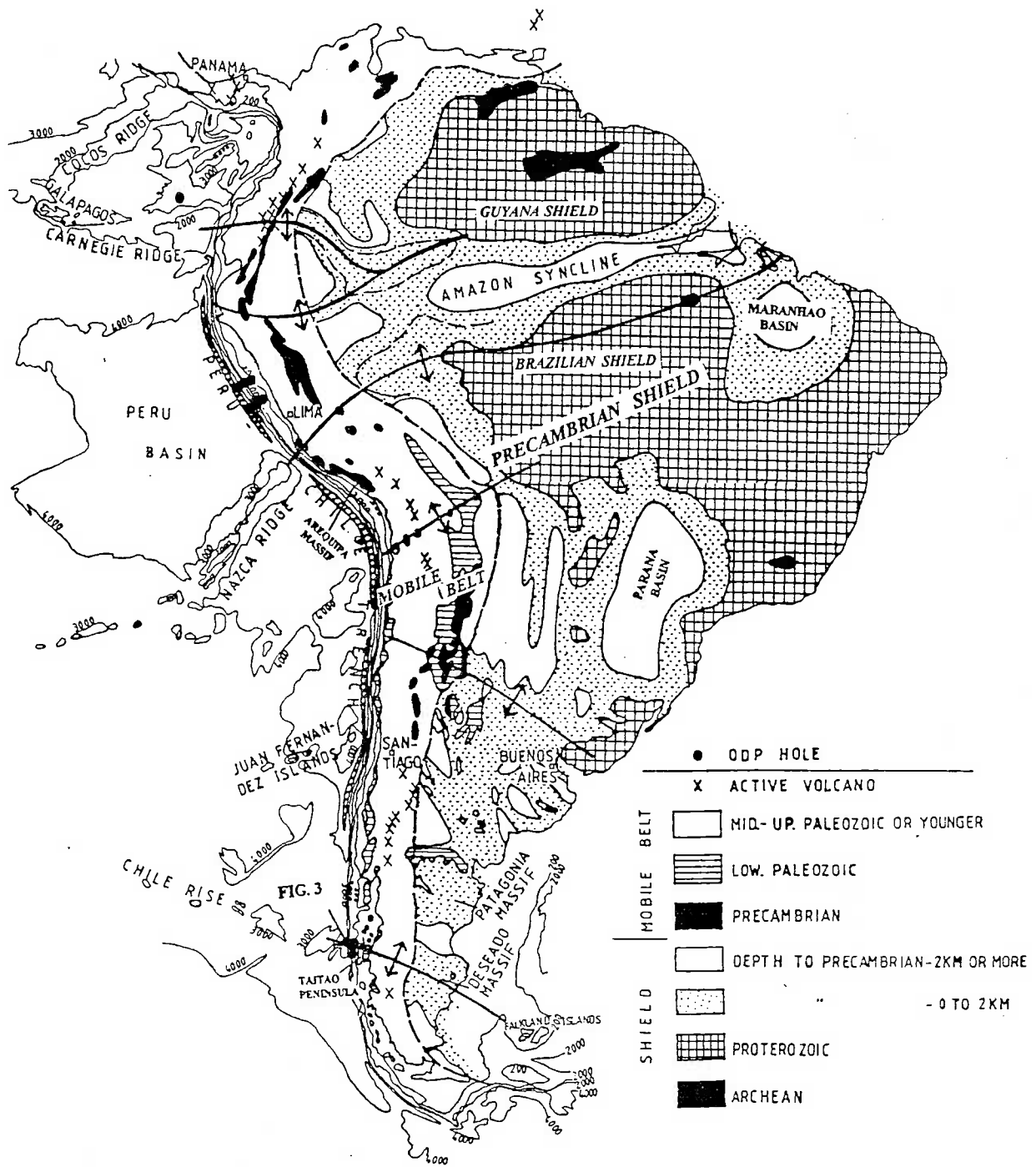


図1 南米のプレカンブリア紀（原生代）構造概略図および南東太平洋の海底地形。Kats et al. (1976)、Belayevsky et al. (1976)、Haxby (1987)、Corvalan et al. (1981)、USGS (1978)、Pushcharovsk and Udintzev (1969)、BP (1992)、他を編集。大陸のプレカンブリアの構造が南東太平洋に連続していることに注意。

見られる軸部で陥没している背斜状の「大洋底基盤」が現れている(図3; Bangs et al., 1923)。この軸上に位置する太平洋の海岸地域は後期新生界のオフィオライト(タイタオオフィオライト)と古生界の変成岩で占められ、軸上会合部のはなしは疑わしいものとなるであろう。

上記の事実は、主要な海底地形はおそらく直接的に原生代の構造に規制されていること、南東太平洋の新期の玄武岩や堆積物の被覆層の下にある真の「海洋地殻」はおそらく、深海ボーリングの事実(図3; Corvalan et al., 1981; von Huene et al., 198; Behrmann et al., 1992)を無視しているプレートテクトニクスの主張する新生代(始新世ないしはそれ以降)の玄武岩ではなく、原生代の岩石からなっていること、を示している。

この別の見方は、音響基盤に基づき、古生代から中生代の間、現在の南東太平洋に存在した古陸を実証した古地形学的・堆積学的な研究(Isaacson, 1975; Forsythe, 1982; Clemmey et al., 1983; Bahlburg, 1987, 1993, Isaacson et al., 1993)によって支持されている。もちろん、古陸はサブダクションの過程で現在は消え去ってしまったと解釈されているが。残念なことに、その地域のどの深海ボーリングも堆積物と玄武岩の被覆層を貫いて、「海洋地殻」にまで達したものはない。そして、地震波断面の解釈は不明瞭で、モデルから導かれたものであり、多くの改良が要求されている(図3)。

南東太平洋における古陸と原生代の岩石のかなり確かに存在は、オーストラリア周辺の南西太平洋(Choi, 1998)と北西太平洋(Choi, 1993; Choi et al., 1990)に分布するこれらの名残であり、太平洋に原生代の岩石が広く分布する可能性を秘めている(Dickins et al., 1992; Meyerhoff et al., 1992)。

今回の論文では南東太平洋の古陸と深海掘削の結果についてレビューする。(つづく)

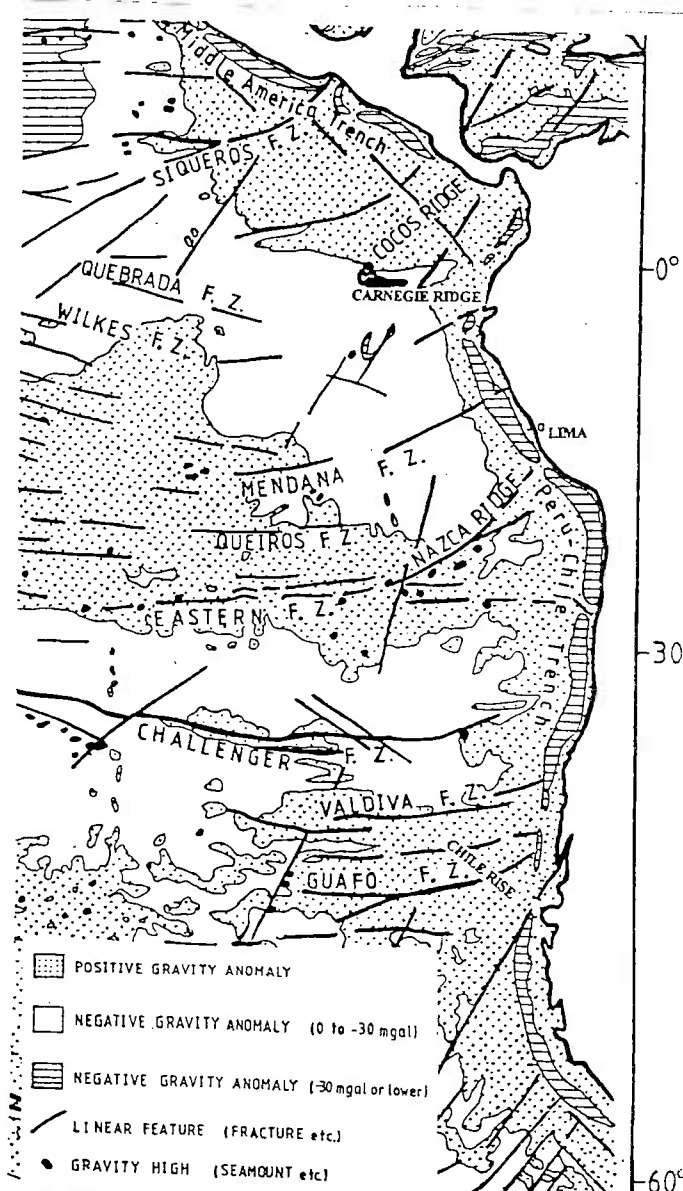


図2 南東太平洋における重力とリニアメントを示した図。Haxby重力図(1987)を解釈。ペルー—チリ海溝の不連続性と、そこでの大陸へ接続する不連続な海嶺に注意。

文献

- Bangs, N., Cande, S. C., Lewis, S. D., and Miller, J., 1992. Structural framework of the Chile margin at the Chile Ridge Collision Zone. Proc. ODP Initial Reports, v. 141, p. 11-21.
- Bahlburg, H., 1987. Sedimentology, petrology and geotectonic significance of the Paleozoic flysch in the coastal Cordillera of northern Chile. N. Jb. Geol. Palaeont., Mh., p. 527-559.
- Bahlburg, H., 1993. Hypothetical southeast Pacific Continent revisited: New evidence from the middle Paleozoic basins of northern Chile. Geology, v. 21, p. 909-912.
- Behrmann, J. H., Lewis, S. D., Musgrave, R. J. et al., 1992. Proc. ODP, Initial Reports, v. 141.
- Belayevsky, N. A. et al., 1976. Tectonic map of South America. I: 10,000,000 scale. Ministry of Geology, USSR (in Russian).
- BP, 1992. World total oil and gas reserves. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa.
- Choi, D. R., 1993. On the Korea-Kyushu-Palau Ridge System. Hokuriku Geology Institute Report no. 3, p. 123-132.
- Choi D. R., 1998. Geology of the oceans around Australia. New Concepts in Global Tectonics Newsletter no. 3, p. 8-13.

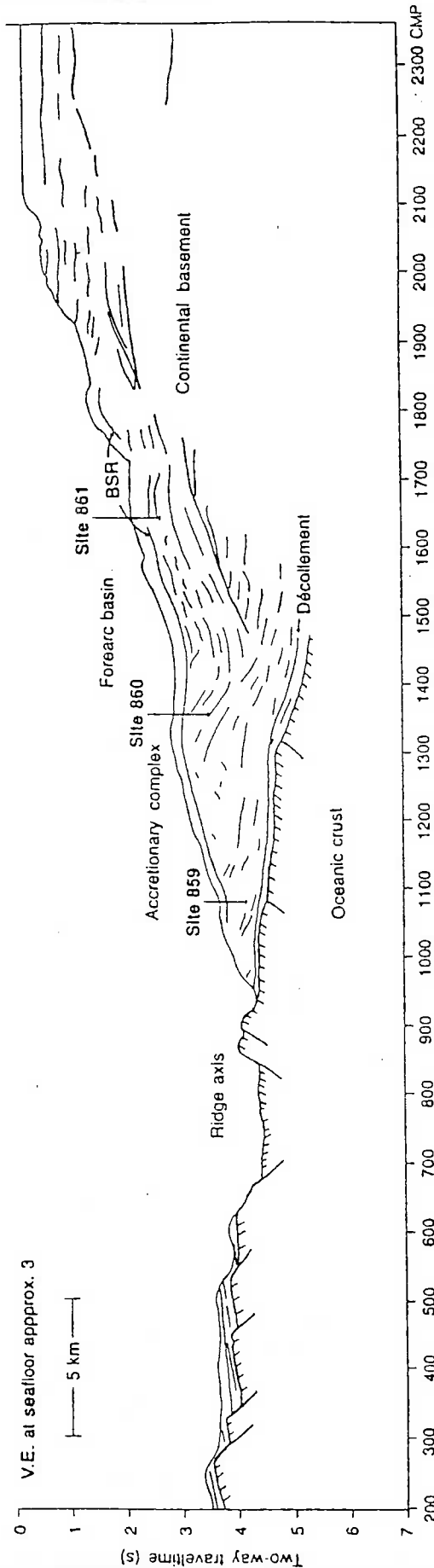
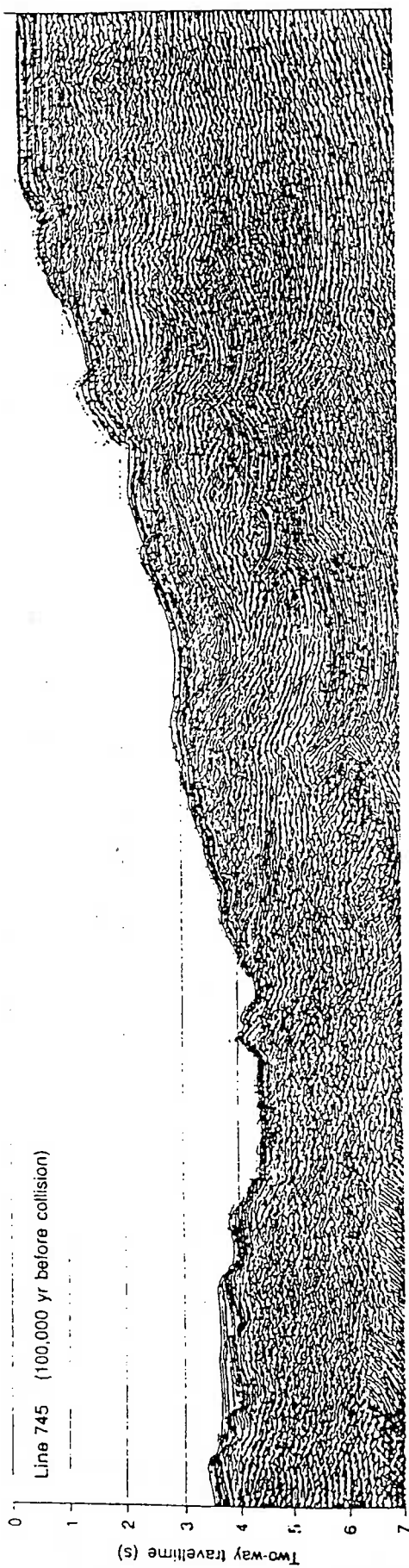


図3 Bangs (1992)によるタイタオ半島沖地震波測定ライン745とその解釈。位置は図1参照。「海洋基盤」はふたつのユニットに区分できる。すなわち、良く成層した上部ユニット(2方向の航路ライン上での約0.7-0.8ミリ秒厚)と成層しない下部ユニット。軸部の陥没を伴う背斜状構造は、陸上での背斜には一般的に見られる。その背斜状構造は「海洋基盤」がこの地域では本来大陸的であることを示している。この構造的高まりは南西のチリ海膨や南東の陸(原生代のDeseado地塊)へ連続すると考えられる。「大洋地殻」のもぐり込みによって形成されるはずの混濁とした構造は、この断面だけでなく、彼らによって描かれた他の断面でも全く観察されない。フィールドの地磁気データの再解析と現存するモデルから解放された自由な解釈は、大きく異なる解釈を導き出すことである。不幸なことに、ODP掘削は「大洋地殻」にまだ達していない。

- Choi D. R., Vasil'yev, B. I., and Tuezov, K. K., 1990. The Great Oyashio Paleoland: A Paleozoic-Mesozoic landmass in the northwestern Pacific. In "Critical aspects of the plate tectonics theory", v. 1 (Criticism on the plate tectonics theory), Theophrastus Publications, S. A., Athens, Greece, p. 197-213.
- Clemmey, H., Flint, S., and Tumer, P., 1983. Cretaceous molasse of the northern Andes. Evidence for subducted sial? Geological Society Newsletter v. 12, no. 5, p. 30.
- Corvalan, J., et al., 1981. Plate tectonic map of the Circum-Pacific region, SE Quadrant. Amer. Asso. Petrol. Geol., Tulsa.
- Dickins, J. M., Choi, D. R., and Yeates, A. N., 1992. Past distribution of oceans and continents. In Chattajee, S. and Hotton, N., III, eds., "New Concepts in Global Tectonics", Texas Tech Univ. Press, Lubbock, p. 193-199.
- Forsythe, R., 1982. The late Palaeozoic to early Mesozoic evolution of southern South America: a plate tectonic interpretation. Jour. Geol. Soc. London, v. 139, p. 671-682.
- Forsythe, R. and Prior, D., 1992. Cenozoic continental geology of South America and its relations to the evolution of the Chile Triple Junction. Proc. ODP, Initial Reports, v.141, p. 23-31.
- Haxby, W. F., 1987. Gravity field of world ocean. US Department of Navy Office of Naval Research.
- Isaacson, P. E., 1975. Evidence for western extracontinental land source during Devonian period in the Central Andes. Geol. Soc. Amer. Bull., v. 86, p. 39-46.
- Isaacson, P. E., Canter, K. L., and Sablock, P. E., 1993. Late Paleozoic Copacabana Formation in N.W. Bolivia: Paleogeographic significance of carbonates with siliciclastics. Comptes Rendues, XII International Congress on the Carboniferous and Permian, Buenos Aires, v. 2, p. 261-268.
- Kats, Ya. G., Chekhovitch, V. D., Ivanov, Yu. A., and Onufriyuk, T. P., 1976. Tectonic map of South America. 1:20,000,000 scale. Ministry of Geology, USSR (in Russian).
- Meyerhoff, A. A., Taner I., Morris, A. E. L., Martin, B. D., Agocs, W. B., and Meyerhoff, H. A., 1992. Surge tectonics: a new hypothesis of Farth dynamics. In, Chatterjee, S., and Hotton, N., III, eds., "New Concepts in Global Tectonics". Texas Tech Univ. Press, Lubbock, p. 309-409.
- Pushcharovsky, Yu. M. and Udintzev, G. B., 1969. Tectonic map of the Pacific segment of the earth. Geological Institute and Institute of Oceanology of Academy of Science of USSR. 1:10,000.
- Suess, E., von Huene R. et al., 1988. Proc. ODP, Initial Reports, v. 112, College Station, Texas.
- US Geological Survey, 1978. Geographic map of the Circum-Pacific region, Southeast Quadrant. Amer. Asso. Petrol. Geol., Tulsa.

西太平洋縁辺活動帯におけるテクトニクス・構造・造構力学・地質学的特徴 (1)
TECTONICS, STRUCTURE, GEODYNAMICS AND GEOLOGICAL NATURE OF THE WEST
PACIFIC ACTIVE MARGIN, PART 1

Innokenti K. Tuezov (故人)

Institute of Geophysics and Tectonics, 65 Kim-Yu-Chen Street, Khabarovsk 65008, Russia

(角田 史雄 [訳])

編集者注釈： Tuezov氏の遺作の一つである本論文の初期の草稿は、1991年の前半に、このニュースレターの編者のもとに送られてきたが、それは彼の早すぎる死の数カ月前のことであった。彼は、1992年にTexas Tech Univ. 出版社から刊行された「新しい地球造構観」(Chatterjee, S. and Hotton, N., III, 編)で公表したいと考えたのである。しかし、残念ながら、締め切りに間に合わなかったために、今日まで、編集者の手元に残されたままになっていた。偉大な研究仲間であつた I. K. Tuezov教授の著作の記録のためという意味もあるが、なによりも内容が重要な論文として、編者のわずかな修正のみを加えて、このニュースレターで論文として公表したい。公表を許可いただいたハバロフスクの地質・地球物理研究所に感謝する。

Innokenti Knstatinovich Tuezov 教授の略歴：1926年9月25日生まれ。1946年レニングラード鉱山研究所の大学院修了。サハリン調査研究所の主任研究官だった1973年に博士号取得。1978年以降、ハバロフスクの地球造構力学研究所の深部地球物理研究室の室長。1991年ハバロフスクで死去。(Leo Maslov, Khavarovskによる抄録)

摘 要

物理探査・ドレッジ・深海掘削などによると、東アジアの海洋縁辺部は、主に大陸起源の不均質な基盤の上で形成された始新世から漸新世の台地であり、中生代の台地の外側にある補償深度にたっしない (non-compensated) 台地に属する。時代の新旧で分類された台地とは異なり、新

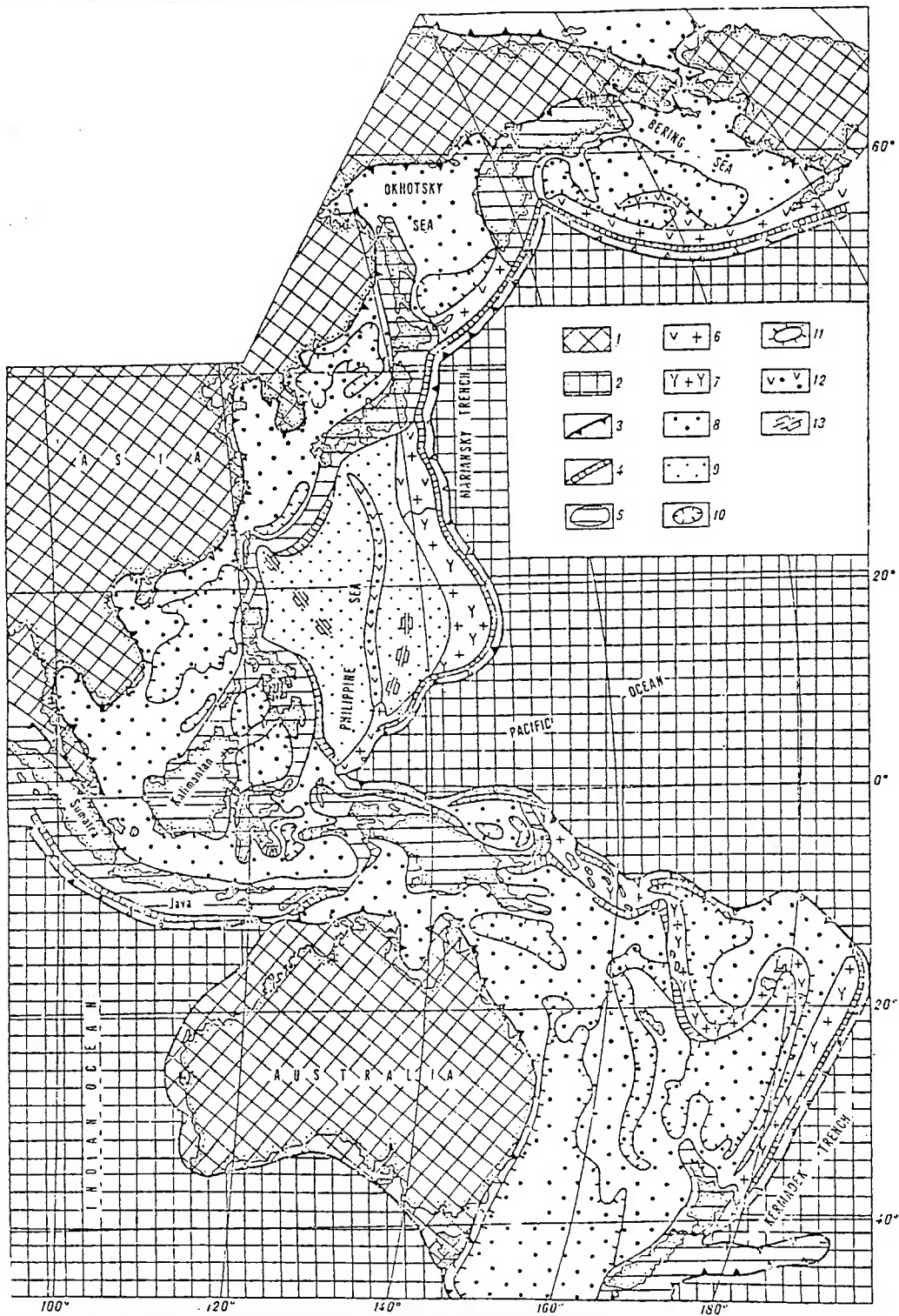


図1 アジア-太平洋遷移帯のテクトニックマップ (Tuezov編図)

1-先新生代褶曲帯；2-太平洋およびインド洋のタラソクラトン（海域安定大陸）；3-アジア・オーストラリア-太平洋遷移帯の境界；4-海溝，非補償の変動地形性トラフ；5-地向斜性前史をもつ第一タイプの島弧，6および7-第二タイプの火山性島弧；6-先新生代の地向斜性前史が予測される島弧；7-先新生代の進化特性が不明な島弧；8~12-ネオ台地，沈降盆；8-地向斜性前史をもつもの；9-先新生代進化史が不明のネオ台地；10-深海盆と非補償の変動地形性トラフ海盆；11-膨隆（swell），おもに新生代の隆起域；12-火山性海嶺；12-いわゆる旧拡大帯

台地 (neoplatform) とでも呼べる台地である。多くの場合、島弧と海溝は、同じ基盤の上につくられている。しかし、縁海、島弧、海溝などはおそらく鮮新世—第四紀に地形の構造としてかたちづくられたものである。アジア—太平洋遷移帯というのは、水中に没したアジア大陸の東縁部をさす。

概 論

「アジア—太平洋遷移帯」(図1)という名称は、主として、地形の形態学的な意味合いの用語である。全体としてみれば、この区域は新生界から成っていると考えられている。したがって、構造地質学的に区分される「西太平洋新生代造構帯」から「新生代」とか「造構帯」とかの内容を抜いて用いられることがある。造構作用の活動度が高いという点に重きをおいた場合、「西太平洋活動帯」とか「西太平洋の活動的な縁辺帯」という用語があてられる。環太平洋全域が対象となる場合、「西太平洋」の代わりに「太平洋」という語がつかわれる。「アジア—太平洋接合帯」という用語もつかわれるが、この場合、地形学と構造地質学的な両方の意味合いをもつ用語になる。この論文で用いる「アジア—太平洋遷移帯」はつぎの地域をさしている：

海洋側からみたその境界は、多くの研究者によって、海溝の外縁に設定されている；陸側からみた場合、この地域では、境界はほぼ海岸線に設定される。しかしながら、新生代につくられた構造の主要な部分そのまま地域の構造形態になっているという事実を考えれば、北東アジアの外縁におけるこの構造帯の内縁は、大陸内部にあるオホーツク—チュクチ火山帯のところにあっている。インドネシア縁辺部の両方の境界は、ともに海溝の外側にある。コリャク (Koryak) とカムチャッカでは、海溝、島弧、縁海の地域にある隆起部にその境界が設定される。

海 溝

つぎの事実は、地形学上の形態的構造が、鮮新世、とくに鮮新—更新世に重ね合わせ構造としてかたちづくられたことを示している (Vasil'ev, 1975; Vasil'ev and Evlanov, 1982; Vasil'ev and Udintsev, 1982; Deepstructure ..., 1982; Informational report ..., 1978; Krasny et al., 1981; Sergeev et al., 1983; Aoki, 1984; Choi et al., 1991) :

1) オブルチェフ (Obruchev) 海膨 (メイジ ギョー), 深層ボーリングによって以前は大陸であったことが分かった千島—カムチャッカ海溝の島弧側の斜面 (flank), 現在の日本海溝の北半分を占めていた大きな親

潮古陸などにおける大陸型の変成岩や酸性貫入岩 (北海道縁辺保礁) の存在

2) 日本海溝の両側における地磁気異常と地殻構造との相関

3) ドレッジによる海浜タイプの小礫の採取

4) 千島—カムチャッカ海溝と日本海溝の水深600m以深の大陸斜面上でみつかった、後期鮮新世から前期更新世の海綿骨針と浅海生の生物化石

5) 海溝における薄いか、または、欠如している堆積層

島弧について

Belousov and Rudich (1960) によれば、島弧はふつう2つのタイプに分けられる。第一のタイプの島弧の構造においては、新生代につくられたものでも、それ以前につくられたもののいずれにも、地向斜堆積物からなる先カンブリア界が含まれている。第二のタイプの島弧では、新生界のみからなり、なかでも火山岩起源のものが主体をなしている (Kropotkin and Shahvarstova, 1985; Rodnikov, 1979; Rodnikov and Zorina, 1981; Sergeev, 1976; Hamilton, 1979) .

島弧を構成する岩石類の時代は、しばしば、島弧そのものの年代とされる。つまり、第一のタイプの島弧は古い時代につくられた構造で、第二のタイプの島弧は新しい時代の構造であるとされる。「島弧」という用語は地形学的なものであって、構造地質学的な意味合いをもたないから、島弧を構成する岩石の時代をもって島弧の時代とすることはできない。ドレッジと深海掘削の結果、島弧を構成している岩石の年代にかかわらず、全体的にみてほとんどの島弧の年代は新しい時代であることが判明した；おそらく、それらは新生代後期の構造である。もし、これら2つのタイプの島弧が本質的に異なっているのであれば、その差異は熱流量にも現れるはずである。しかしながら、2つのタイプとも73—74 mW / m でほぼ同じであった。

第一のタイプの島弧の基盤に関するかぎり、間違いなく、地向斜段階をへてきた大陸起源の基盤である。しかし、第二のタイプの島弧の基盤はもつと複雑である。このことはドレッジによって確かめられた：太平洋およびオホーツク海側の千島弧からは、USSRの科学アカデミーの極東研究所のドレッジにより、220 Ma かそれより古い時代を示す変成岩と花崗岩が採取された (Krasny et al., 1981, Shilo et al., 1982) . このドレッジで、千島弧は大陸性の基盤上で形成されたことが分かった。千島—カムチャッカ弧を構成している岩石類の特徴をみれば、この考えの正し

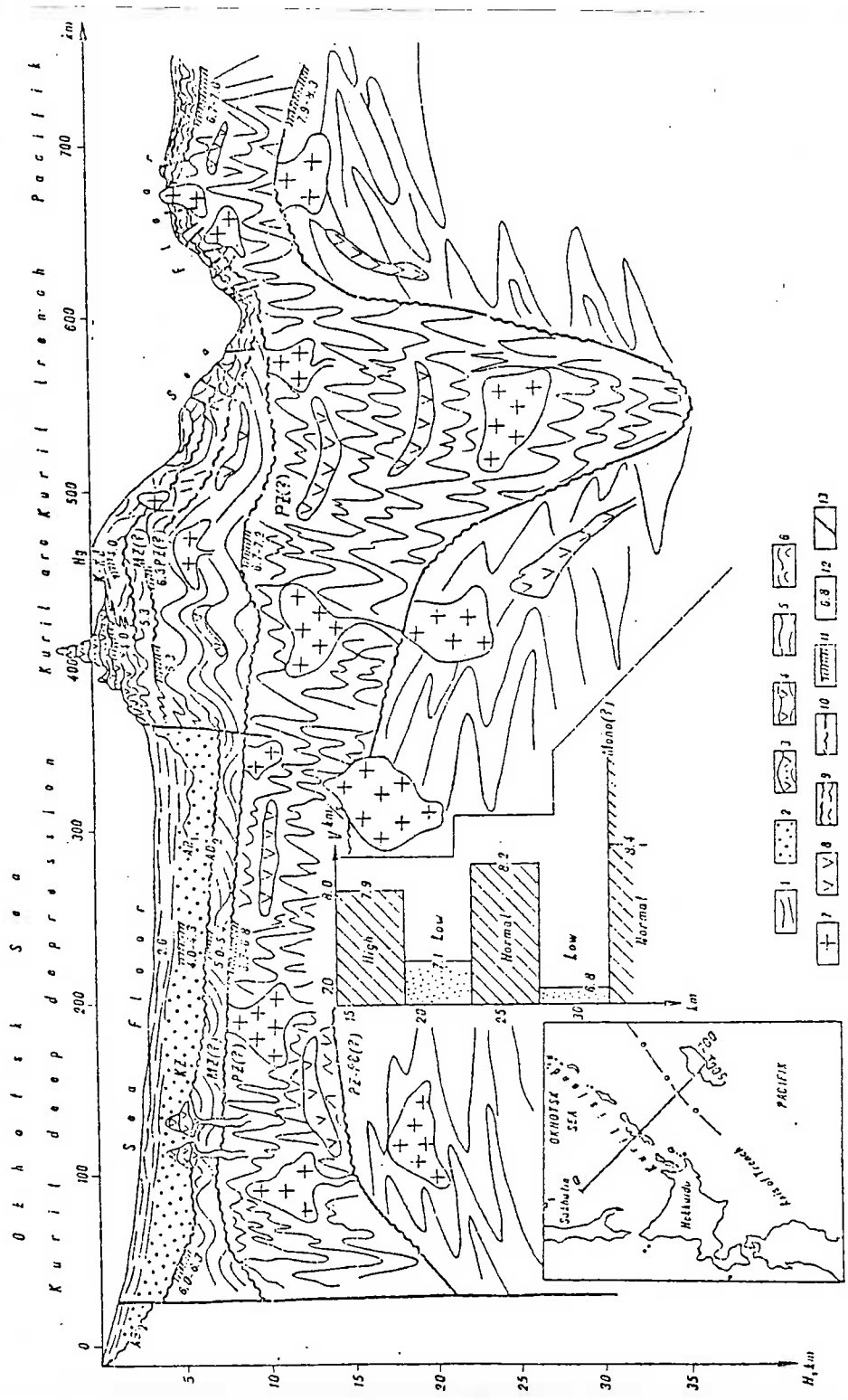


図2 アジア-太平洋遷移帯の地殻と上部マントルの主要断面図 (Tuezov編図)
 1と2-成層した堆積層；2-音響的透明層；3-大千島海嶺の火山性複合岩類，4-埋没火山，5と6-先新生代褶曲層（主要部は変成）；7と8-火成岩複合岩類；7-酸性；8-玄武岩質；9と10-異なった物性をもつ物質の不連続境界面（対比可能と仮定）；9-削剥面；10-相転移面および推定削剥面；11-反射性境界面；12-反射性境界面の速度値；13-断面

さがはっきりする。

マリアナ海溝とトンガーケルマデック海溝でのドレッジにより、太平洋海洋研究所のチームが苦鉄質岩や超苦鉄質岩を採取した (Geology ···, 1980; Puschin, 1984)。同じころ、日本の地質学者 (Aoki et al., 1976; Shiki, 1975; Hoshino, 1986) は、伊豆弧とマリアナ弧のグアム島との間の海洋底から花崗岩質岩のゼノリスを採取した。これらのことから、フィリッピン海の島弧系の大部分は、おそらく、大陸の基盤の上で形成されたと考えてもよいであろう。

東アジアとオーストラリアの縁海

深梅掘削、ドレッジ、地震探査などの調査により、東アジアの縁海における地殻の上部には、堆積岩の被覆層と音響基盤のあることが分かった (Zorina and Mishina, 1979; Levin, 1979; Puscharovsky and Yanshin, 1974; Rodnikov, 1979; Suzurnov, 1977; Ben Abraham, 1975; Klin and Kobayashi, 1980)。堆積岩被覆層は始新世から第四紀の地層で、固結度が低く、やや傾き、砂っぽい浅海相、火山起源の火砕岩質層をはさむ石灰岩質の堆積物からなる。

深梅掘削によれば、音響基盤は、いろいろな組成をもつ中期始新世の玄武岩と推定される。オホーツク海、日本海、東シナ海、南シナ海の音響基盤の岩礁 (ledge) においては、50~60 m.y. (前期漸新世) から27億年 (始生代) までの、上に述べた大陸起源の玄武岩、変成岩、変質した堆積岩などがドレッジされた。この結果は、深層ボーリングの研究で確かめられた (Bersenev and Bezverkhny, 1983; Geodekyan et al., 1976; Krasny et al., 1981; Mizuno et al., 1975; Misawa et al., 1975; Ostapenko and Naruzhny, 1976)。志岐も潮岬海嶺、奄美海台、大東海嶺から変成岩類と花崗岩とを報告した (Geology ···, 1985)。

東アジアの縁海の変成岩類と褶曲した基盤のもつとくわしい調査は、E. P. Levikov氏によつてなされた。彼はつぎのような現象のあることを指摘した；

1) 西日本海の高底隆起におけるダラニユライト相から角閃石相の始生代片麻岩-混成岩。年代値は原生代前期 (2729-1983 m.y.)。

2) ドレッジ地点の北にある海洋島におけるアルカリ玄武岩の組成をもち、緑色岩相の変成作用でつくられた中期古生代 (355 Maと270 Ma) の結晶片岩、角閃石、変質した

玄武岩

3) オホーツク海の北にある浅層相の角閃石、片麻岩、結晶片岩

4) フィリッピン海における九州-バラオ海嶺における累帯結晶片岩、中生代の片麻岩質のざくろ石-斜長石花崗岩 (157-42 m.y.)

5) 東シナ海における藍閃変成作用と雲母片岩のような後期古生代 (290-270 m.y.) の変成をうけた岩石類

こうした岩石類の組み合わせは、オホーツク海、日本海、フィリッピン海北部などにおける基盤が大陸性の岩石からなることを示している。

何人かの研究者 (A. D. SheglovとS. A. Scheka ほか) は、フィリッピン海のアイポド海盆における緑泥石相-角閃石変成相からなるオフイオライト岩の全系列、中央フィリッピン海の南東部における地表条件のもとで噴出した新鮮なマグネシアン海洋ソレライトならびにhyperbasitesを含んだ岩石などを報告した。これらの事柄は、これらの構造の数々が中央海嶺のリフトと同じようなリフト起源のものであることを示している。アポイド海盆のオフイオライト岩石類は"海洋化作用"の過程でつくられた始新世-漸新世の新鮮なソレライトによつて覆われている。

上に述べたデータから、縁海の基盤は、2つのグループに分けられる。その一つは、音響基盤の断面で認められる基盤である。上述したように、この基盤は、正地向斜の堆積岩からなり、いろいろな時代と構造をもっている。第二の基盤のグループは、深梅掘削であきらかにされた。その基盤は、主として、下部新生界あるいはさまざまな構造をもつ後期白亜紀の玄武岩からなる。第一のグループの基盤は、第二のグループのそれより古く、かつ、より水深の深いところに在る；おそらく、縁海がかたちづくられた所では、第一のグループの基盤が真の基盤であろう。深梅掘削は、いまだに、この基盤に達していない；なぜなら、ほとんどの深梅掘削は音響基盤の最上部で止まっており、音響基盤というものは、岩石の物理状態を現したもので、物質の構造や時代を反映したものではないからである。こうしたことから、第一のグループの基盤の広がり、アジア大陸やオーストラリア大陸に近接する縁海区域にまで広がっていると結論される。

遷移帯に隣接する東アジアやオーストラリアの造構史上の特徴は、中生代末に地向斜が形成されたことである (Kirilova, 1979; Kropotkin and Shahvarstova, 1963)。ここでは、新生代の堆積岩類は山間盆地 (intermontane basin) という凹地に集中して分布してお

り、その基盤は、中生代ないしそれよりも古い時代の褶曲作用を受けている。

ドレッジと地震探査によれば、縁海地域の地殻上部には、これと似た構造が認められる。それらの間にある差異としては、縁海における新生界が卓状地被覆型 (platform cover type) の構造をかたちづくっていて、新生代あるいはそれより古い岩石が褶曲した基盤に属していることである。したがって、新旧の台地には共通性があることになり、構造上のカテゴリーでは、縁海は台地に属する (Tuzov, 1984)。新生界は、構造的にみて、新旧の台地の上に重なる被覆層なのである。すでに指摘したように、より古い地向斜堆積物とともに褶曲した基盤を構成している。これは、縁海の構造が Epiherollianの台地より後の時代に形成されたことを示している。このことに基いて、アカデミー会員の O. S. Vyalov氏は、これらの台地を「ネオ台地」と名付けることを提唱した。このような構造の存在することを最初に定式化したのは Garetsky (1972) である。

ネオ台地上の堆積岩被覆層は、つぎのようなタイプの構造をもっている；火山性隆起、埋め合わされていない堆積盆地、褶曲した地塊構造、海膨、海底凹地。それらは海面下で、海嶺のような起伏のはっきりした構造をもっており、九州—バラオ海嶺、ボワー海嶺、深海盆（アリューシャン、コマンドルスキー、千島日本海溝、沖縄海溝）、海面下の隆起部（オホーツク海のUSSR科学アカデミー海洋研究所堆、日本海の大和堆、フィリピン海の大東海嶺および沖大東海嶺など）、ベーリング海のシヤショフ型の海山、オーストラリアの東にあるロードハウ、ノーホーク、コルビルローなどである。完全ないしほぼ完全に堆積物に埋め立てられたサッグ (sag) 型の下方撓曲部も存在する：ベーリング海のナバリンとプリストル、オホーツク海のセベニイとデリュージェン、日本海のタートル海峡、南シナ海のチモール・西フィリピン・サラバンナ・マレイなどである。明瞭な地形とは異なり、それらは海底にあまりはっきりした起伏をもっていない。しかし、それらは、厚さ8~10 kmにもおよぶ厚い新生界で特徴づけられている。ネオ台地では、それらはしばしば陸棚帯で仕切られた区域の端っこの位置を占めていて、発達したサッグの形態によく似ている。陸棚帯はいくつかの縁海（ベーリング海、オホーツク海、東シナ海、南シナ海など）に存在していることを指摘しておく必要がある。

第二のタイプの島弧においては、ネオ台地上の新生界からなる被覆層が、火山起源の岩石におき変わっている。第一

のタイプの島弧内においては、新生界が顕著に褶曲変形していたり（カムチャッカ、サハリン、日本列島）、ネオ台地上のサッグの堆積物の厚さと構造が似通った凹地の充填物であったり（フィリピン島弧やインドネシア）することがある。

深海掘削データにしたがえば、堆積岩被覆層の形成のはじまりであるネオ台地の枠組みが完成したのは始新世から漸新世であつたと考えられる。その後の発達過程で、研究対象と成っている地域の海水準は変化を繰り返しているが、その様子は、浅海相とか深海相を示す地層の互層や、堆積累積過程の中断などによって分かる。日本の科学者のドレッジにより、フィリピン海北端は、中期中新世の前期から後期に、浅海あるいは陸域であったことが明らかにされた。カムチャッカ、ニュージーランドと同様、アリューシャン列島、コマンドルスキー諸島、千島列島、日本列島では、現在では深海や太平洋の隣接域になっているところに、かつては浸食域（古陸）が存在したことを示す多くの事実が知られている (Belousov, 1982)。

おそらく、縁海が鮮新世ないし第四紀という最近の時代に形成されたことは明かである。このような結論は、以下のような事実から支持される；

- 1) 日本海の大和堆における鮮新世の海浜礫の存在
- 2) フィリピン海の沖大東海嶺上の岩礫性石灰岩
- 3) 陸上浸食の痕跡
- 4) オホーツク海における淡水魚や有孔虫類の化石
- 5) 南シナ海の広い陸棚上の後期更新世と後氷期の河川系
- 6) 日本列島におけるアジア大陸種に近いマンモス象化石

太平洋北西部

すでに述べたように、太平洋のカムチャッカ近海、千島近海、日本近海（オブルチェフ海膨と北海道周縁隆起部 (rampart) などでは、変成した堆積岩類・火砕岩層・花崗岩質岩類などからなる大陸性の岩石類が音響基盤からドレッジされてきた。カムチャッカと日本列島の変成岩類に類似点が認められるので、ほとんどの変成岩類はおそらく古生代前期のものであると考えられる。

青木ほか (1976) は、以下のような大陸性の岩片を記載している；それらの岩石類は、黒雲母流紋岩、花崗閃緑岩、片麻岩、閃緑岩、石英ひん岩、トータル岩、アルコーズ砂岩、黒色片岩、凝灰岩、およびそれらの捕獲岩であり、日本近海の太平洋の海山や、西フィリピン海の島弧を形成している奄美海台、フィリピン海の大東海嶺およ

び九州-バラオ海嶺などから採取されている。青木ほかの意見では、この種のタイプの岩石類が、こうした海域とか島弧における基盤岩類を構成していることは確実である。こうしたデータは、北西太平洋の固結地殻が地向斜サイクルの発達過程を経験したことや、その地殻は、隣接する島弧とアジア東部にみられる岩石群によって構成されていることを示している。深海掘削によれば、被覆堆積層は、後期白亜紀-新生代の陸源堆積物・炭酸塩堆積物からなる。本州島北部沖の海溝では、白亜紀の陸上侵食面および中新世陸成火砕岩が深海掘削で確認された (von Huene ほか, 1980)。これらの事象から、西太平洋から北西太平洋にかけての海溝は、島弧と同じように、大陸地殻上に形成されたことが示される。したがって、それらの海溝は、いくつかの構造が重ね合わされた結果造りだされたものと考えるべきである。

地質学的特徴

コラ半島の超深度ボーリングは1970年代前半にバルチック盾状地を掘り抜いたことで世界的に知られている。今日では、その深度は12kmにたっている。このボーリングの結果に基づいて、2つの重要な点を強調しておく必要がある。それらは、地質学的データを地質学的に解釈する際に根本的な重要性を発揮する (Lunevほか, 1984)。

1. 坑井は先カンブリア界の変成岩を深さ12 kmにわたって掘り抜いた。地震学的な調査では、いわゆる「玄武岩質層」とされていた地下7 km 以深の層は、先カンブリア紀の変成岩類であり、今日の地表で認められる岩石類と同じようなものであることが分かった。

2. この調査から分かった地殻断面にみられる地質境界は、たいいてい、非常に急傾斜であつた。地震断面はゆるやかに伸び、急傾斜の地質境界と斜交する。すなわち、たとえば堆積盆地でも見られるように、速度構造は岩石の層状構造と一致していない。それらは、地質学的には、2通りの解釈ができる：

- 1) 過去の侵食面
- 2) 相転移境界

実際の地質学的条件では、こうした2種の境界は現実に存在する。それだから、コラ半島の超深度ボーリングの結果を考慮すると、大陸地殻はおもに変成岩類からできており、地震波速度境界は、相異なる岩石種の境界面ではなく、リソスフェア構成物質の物理状態が変化する境界面である、と考えられる。

すでに述べてきたように、アジア-太平洋遷移帯のほとんど

で、基盤は褶曲した地向斜堆積物であり、カムチャツカ近海、千島近海、日本近海などの太平洋底には変成岩や花崗岩などが分布する。こうした事実から、これらの地域の地殻や上部マントルは、現在のアジアやオーストラリア大陸に分布する同様な岩石から構成され、かなり多量の変成岩や酸性/苦鉄質火成岩を含んでいる、と考えるのが論理的である。したがって、コンラッド面やモホロウイッチ (M) 面、すなわち海洋地殻の第二層と第三層の上面は、上記のような岩石タイプの境界面と解釈できる。

現段階では、若干の研究がある (Smirnov, 1982; Udintsev ほか, 1984; 星野, 1986) もの、太平洋海域の地殻と上部マントルとが、どのくらいの割合でこうした変成岩に占められているかは分かっていない。

何人かのソ連の科学 (Afanas'ev, 1981; Kosygin and Tuezov, 1983; Solov'ev, 1975; Bulin, 1980; Orlyonok, 1983) は、大陸ならびに海洋の下にある地殻とマントルとは、単一あるいは同じタイプのものである、と考えている。Bulinは、海洋地殻が薄く、花崗岩質の岩石が無い、という考えを誤りであるとした。これは、

a) 測定距離不足と、穴あき状態で観測点を設けざるを得ないために、海洋区域でのくわしい地震探査がほとんどなされない。その結果、M面に関する地震波速度がまちがったものになっている。

b) 海洋リソスフェアのうちで、現時点では上部マントルとされている部分は、長い測線で観測した結果、低速度層と高速度層との互層からなる「膨れあがったパイの皮」の断面に似た状態になっている。

オホーツク海の千島深海盆において、このようなタイプのモデルがStarsbinova氏によって集成された (1980, 図2)。以前にえられたデータをみなおしてみると、これらの境界のうちのいずれが、M不連続と考えられ得るか、という論理的問題がうかびあがってくる。これらの境界が、現在考えられている7.9 km/sec 層ではなく、8.2 km/sec 層または8.4 km/sec 層である、という可能性は期待できない[予期される、の誤り?←訳者]。そのように考えた場合、千島海盆の下の地殻の厚さは20~30 km になるだろう (M不連続を7.9 km/sec 層と考えたときには、8 km ほどになるが.....)。

地殻が薄く、花崗岩質層を欠く、とする世界中の海洋における膨大な深部地震波探査資料が間違っている、とは思われない。しかし、同時に、上部マントルが均質ではなく、ここで考察したように、いろいろな速度をもった混合層か

らなる"膨れあがったパイ皮"のようなものである、という情報の信頼度を疑問視すべきではない。

このように、地殻の厚さの特徴は完全に明らかにされているとは言いがたい。おそらく、つぎのような問題に直面する：それは、海域のリソスフェアの一部が大陸地殻に類似しているという問題である。ここで筆者はつぎのような考察例を示したい (Shilo and Tuezov, 1985)： 現今のデータでは、地球の年齢は45億年と測定され、その10億年後にはすでに熟成した大陸地殻が存在していたと考えられている。地球物質の進化における決定的要素が、その構成物質の同心球状の分布であるということを考えて、地球の地殻は、過去50億年間には、現在の大陸部分だけでなく海洋部分にも発達した、と仮定しなければならない。より古い時代の地球についてのデータも現れるつつある。Shilo (1982) が正しく指摘した可能性は排除すべきではない；つまり、彼は、地球の年齢は現今で言われているような40

～50億年ではなく、70～80億年である可能性を考えているのである。太平洋の地史はたかだか1億5千万年しか知られていない。われわれは、10～43.5億年前あるいは10～68.5ないし78.5億年前の期間に海域で何が起こったか、について何も知らないのである。

地球物質の構造に影響するもっとも大きな要因は重力の力である。よく知られているように、もっとも分かりやすい重力の効果は、重い物質が地球の中心に集まり、軽い物質は外殻に集まる、といった分布である。それが、大陸地殻と同じように海洋地殻も、地質時代をつうじて地域内部から供給された軽い物質できあがり、概して大陸的な性格をもつにいたった理由である。上に述べた地殻の転換の歴史は、このメカニズムの背景に逆らって発生しえたもので、それは、きわめて重要なことであると言えよう。

(つづく)

文 献

- Aoki, H., Ishikawa, M., Misawa, Y., and Egawa, R., 1976. Gravels of metamorphic and plutonic rocks in Japanese Islands. *Okeanologiya*, v. 8, p. 33-39.
- Belousov, V. V., 1982. Transition zones between continents and oceans: Moscow, Nauka, 150 p.
- Bulin, W. K., 1980. On the grounds of a new seismic model of the oceans' earth's crust: Abyssal structure of lithosphere of the Far East region, Vladivostok, p. 87-101.
- Choi, D. R., Vasil'yev, B. I., and Tuezov, I. K., 1990. The Great Oyashio Paleoland: A Paleozoic-Mesozoic landmass in the northwestern Pacific. In "Critical aspects of the plate tectonics", v. 1, p. 197-213.
- Hoshino, M., 1984. Marine Geology. Asso. Geol. Collaboration in Japan, Tokyo, 373 p.
- Krasny, M. L., Neverov, Yu. I., 1981. On material rock composition of the Hokkaido marginal oceanic rampart (Pacific Ocean). *Novoalexandrovsk*, 19 p.
- Krasny, M. L., Neverov, Yu. L., Kornev, O. S., Ostapenko, V. F., Baranov, V. V., and Jhigulev, V. V., 1981. Geological Structure of the Basement of the Okhotsk Sea Basin Framing According to the Results of Cruise 21, Srs "Pegasus": *Novoalexandrovsk*, 20 p.
- Sergeev, K. F., Krasny, M. L., Neverov, Yu. L., and Ostapenko, V. F., 1983. Material composition of the crystalline basement of the south-western termination, Zenkevich rampart (Hokkaido uplift), *Tikhooleanskaya Geologiya*, no.2, p.3-8.
- Shilo, N. A., and Tuezov, I. K., 1985. Tectonics and geological nature of Asian-Pacific transition zone. *Tikhooleanskaya Geologiya* (Pacific Geology), no. 3, p. 3-13.
- Tuezov, L. K., Veselov, O. V., Epaneshnikov, V. D., and Lipina, E. N., 1982. Study of geothermic conditions of Western Pacific: *Tikhooleanskaya Geologiya* (Pacific Geology), no.3, p.90-100.
- Tuezov, I. K., Veselov, O. V., and Lipina, E. N., 1984. Heat flow of Western Pacific, Eastern Asia and Australia: *Vladivostok*, 149 p.
- Udintsev, G. B., Bersenev, A. F., Efimov, V. N., Morozov, Yu. T., Agarova, G. V., and Turko, N. W., 1984. International Geological-Geophysical Atlas of Pacific ocean and Perspectives of Geological Mapping of North-West Pacific: 27 International Geological Congress, Abstracts, Moscow, v.3, p. 1139-1149.
- Vasil'ev, B. I., 1975. New data on time and mechanism of formation of marginal sea basins and deep-sea trenches in north-western Pacific: *Akademiya Nauk SSSR Doklady*, v. 225, p. 899-901.
- Vasil'ev, B. I., and Evlanov, Yu. B., 1982. On geological structure of underwater mountains in the zone of Kuril-Kamchatka and Japan trenches, *Tikhooleanskaya Geologiya*, no. 4, p. 37-44.
- Vasil'ev, B. I., and Udintsev, G. B., 1982. New data on continental nature of the Obruchev Hills: *Akademiya Nauk SSSR Doklady*, v. 267, no.3, p.694-698.

進化をつづける私たちの惑星：新視点からの地球史
Our Evolving Planet : Earth History In New Perspective

Karsten M. STORETVEDT

Alma Mater Forlag AS, Publishers, P.O.Box 4213 Nygarstangen, N-5028 Bergen, Norway
1997年12月刊, 456頁, ハードカバー, 価格80ドル (送料: 船便15ドル, 航空便30ドル)

H.C. SHETH

Department of Earth Sciences, Indian Institute of Technology, Powai, Bombay 400 076, India
Fax: 091-22-5783480. E-mail: <sheth@zircon.geos.iitb.emet.in>

(宮城 晴耕 [訳])

これは大変貴重でかつ興味深い本であり、プレート・テクトニクスに対して強く反対している内容からなっている。著者のストレットベット氏は1973年以来ベルゲン大学地球物理学科の教授であり、おそらくヨーロッパで最も有名な古地磁気学者の一人であろう。以前は有名な科学雑誌に多くのプレート・テクトニクスを基本とした論文を掲載していたが、現在ではプレート・テクトニクスを完全に排除しようとする少数の科学者の一人である（非海洋底拡大説＋非サブダクション＝非プレート・テクトニクス＋非大陸移動説）。この本の中で著者は、地球進化についてのもう一つのモデルであるグローバル・レンチ・テクトニクス（Global Wrench Tectonics）を提案している。それは最近はやっている一般の手慣れた皮相的な物語本に比べて、もっと躍動的な、われわれの住んでいる惑星についての異なる見方を与えてくれるものであり、新しい、リフレッシュされた、センスある、秩序だった全体的な内容のものを求める声に応じた本であるといえよう。

この著者の数年前におこなった人を驚かす革新的な見解に、普通には大陸移動説の究極的な証拠とされている、よく知られた発散するAPW経路が大陸移動にとって不必要であることや大陸移動の証拠とならず、そのかわり、大陸内部にあって外部にはないオイラー極のまわりをその場で大陸が回転することによって十分説明できるというものがあった。手短かにいうと、これまでだされている古地磁気データはいずれも大陸移動を証明していないというものがあった。

この本は二つの部分にわかれている。一つでは、著者はプレート・テクトニクスが地球にとって適切な考えでないことを述べ、その基本的な弱点や矛盾などについて議論している。二つ目の部分では、著者はグローバル・レンチ・テクトニクスという説を提案している。この説の要点を以下にのべる。読者は偏見をもたずに読んでほしい。

地球の初期の歴史において、地球は汎地球的規模の花崗岩～グラニュライト質の地殻をもっており、やがてそれらは地質時代を通してマントルからやってきた塩基性マグマによっていろいろな程度に汚染されてきた。しかし、いくつかの汚染されていない大陸地殻の残存したものが大洋海盆に依然存在しているのである（これはペロウソフの海洋化作用の概念であるが）。地質時代を通して連続しているマントル・ダイアピルやその結果引き起こされる地球内部の物質再構成（これにより地球内部のモーメントが変化する）などによって、地球は空間的方向（天球軸に対するものであるが）の系統的变化や回転速度などの変化をうけるのである。地球の空間的方向の変化は極の移動となつてあらわれ、かつ、この現象は古気候学的データや古地磁気学的データによって示される。例えば、古生代初期から第三紀中期にかけて北極や南極の気候は熱帯から極に変化している（これらの地域の下部～中部古生界の地層は、珊瑚礁、蒸発岩、赤色地層、砂漠砂岩などからなる）。一方、これと正反対の古気候学的変化（極から熱帯へ）が中央アフリカにおいてみられる。

ストレットベットによると、これは単に極移動によるものであり、大陸移動によるものでないということである。つまり大陸はわずかなその場における回転を除いて、そこにあるまま残っており、地球全体はその空間的方位を繰り返して変化させている。このため陸地の気候も、同じように変化するのである。極移動は、100年以上前に本当に認められていたが、すくなくともウェーゲナー自身によってではなく、それ以後の観測、すなわち全ての大陸が異なるAPW経路をもつことによって、ウェーゲナー型漂移（これには水平方向の分離という意味が含まれている）が受け入れられるようになり、極移動は不必要とされるようになったのである。

ストレットベットが書いているように、ウェーゲナー型漂移はこれらの発散するAPW経路を説明する唯一のありそうな解であった。しかし、彼のいう大陸塊のその場での回転（移動をしない）という考え方を含む再解釈をほどこすことにより、今や全ての矛盾（たとえば、拡大していると主張されている海嶺によって囲まれているアフリカと南極のめだつた矛盾も含まれている）が取り払われ、そして真実の極移動に対する信用性がもたらされたのである。

ストレットベットのモデルでは、地球規模の造構運動は地球の回転（プレート・テクトニクスでは認めないパラメーターである）と強く結びついている。この場合、海洋化作用の進行にともない、時代を通して回転速度の全体的な減少があるようにみうけられる。このことは化石貝殻にみられる成長線のような古生物学的データによって説明され、それによると1年の日数は、古生代初期から現在にいたるまで、およそ425日から365日まで減少したという。

さらに、深部からの物質の上昇をおこなっている惑星においては外へ向かうマンテルの流れが、それはシアル質の地殻を化学的に侵食しているのであるが、赤道に沿って集中する（そこに作用する大きな遠心力によって）ことが期待される。このことが、時代的に同じ（古）赤道に沿って地向斜が存在することをうまく説明してくれる。地向斜の概念は、プレート・テクトニクスでは信用されていない。しかしアルプス・ヒマラヤのような褶曲帯は時代的に同じ赤道に沿って発達しており、先造山段階は回転する地球内部におけるマンテル・ダイアピルの運動の当然の帰結なのである。カレドニアやヘルシニアなどの他の褶曲帯も、同時期の赤道に形成されている。しかもこれらの褶曲帯は、それ自身変化している古赤道の位置にしたがって南へいくほど若くなる傾向が顕著にみられる（赤道が現在位置にやってきたのは始新世末期から漸新世初期にかけてであっ

た）。

アルプス造山期までに大陸地殻のマンテルへの変化は進んだ段階にたっており、惑星回転の結果リソスフェアは流動状態になり、大陸はいろいろな程度に回転したのである。これら大部分の小規模の回転は、全地球規模のリソスフェアの西方へのねじれの結果によるものである。これは、地球の回自転における加速（東まわり）による自然な応答としての地球内部の力に支配されている。新しい流動システムは、古地磁気に基づいたあきらかな極移動の観察された矛盾を説明する。それにもかかわらず大陸はその下のマンテルの根に対してきわめて静かにそこにとどまっていたのであり、このことは地震トモグラフィーともよく調和している。

こうしてアルプス造山期にアフリカとユーラシア大陸は、その場で25°弱の角度で反対方向に回転した。これは、先カンブリア時代以降の古地磁気の矛盾を十分に説明するのである。それらの間にあるアルプス造山帯は、（白亜紀末から第三紀初期にかけての）赤道に接近して位置する斜め圧縮構造である。インド大陸の北への移動は、ウェーゲナー型漂移の考えとやがて身近な存在となる Gondwana 大陸を結びつける古地磁気データ（大部分はデカン高原から得られたものである）の唯一可能な解釈となっている。その古地磁気データは、白亜紀/第三紀境界におけるインド大陸のその場での135°の時計回りの回転を示しているように解釈することが可能であり、インドをユーラシアとずっとくっつけていた方が古気候学や生物地理学的証拠ともよくあうのである。

テーチス海は確かに実在したものであった、そしてヒマラヤの堆積岩の重なりは疑いもなく海成のものである（しかしなぜそれらはサブダクトしていないのであろうか？）。しかしながらそれは、プレート・テクトニクスで描かれた数千キロメートルの幅をもつような海などではなく、むしろシアル質の基盤の上でできた狭い海峡のようなものであったと思われる。もしインドが南側からアジア大陸の下へヒマラヤを持ち上げながらもぐりこんだとする、インドーザンボ・オフイオライトはこの過程でオブダクションされたテーチス海の海底であるということになる。もしそうなら、オフイオライトがヒマラヤ山地の北側に現在位置していることはひじょうに興味深いこととはいえないのではなかろうか。

マイヤーホフは1974年にのべている、「インドは原生代以来あるいはそれ以前からからかもしれないが、ずっとアジア

ア大陸の一部であり、古地磁気の解釈（その基本的前提は間違っていることが知られているのだが）、インド洋海底の割れ目パターン（これに対しては多くの異なる解釈がある）、それに無知による誤りなどでは地質学的事実を変えることはできない」と。

ストレットベットのモデルに戻ろう。大洋中央海嶺は拡大する中心などではなく、むしろ無数の変形や変成した岩石で成り立っている。つまり、これらもまた、それらの地形的隆起はもっと若いながらも、アルプス造山期の海進的特徴である。（このことで最近いくつかの観察がおこなわれた。それによると海嶺の下のアセノスフェアの流れは海嶺に直交する方向ではなく海嶺に平行に流れている方が適切であることが示されたということである。）ストレットベットの意見では、デカン高原のような洪水型の火山活動の出来事は極移動と結びつき、多くの推定された小惑星衝突構造も地球内部で発生した激しいガス爆発のショックによって形成されたものかも知れないと考えている。

ストレットベットは、彼自身古地磁気の専門家であるが、地球規模の造構運動における現在の特有の整理されていない状態の事象に対して、古地磁気のデータの間違っ了解釈が大きな責任を負っていることを指摘している。古地磁気のデータは、アーサー・ホームズが期待したような"独立した証拠"などではなく、その解釈は普通個人の信念、研究者達概念や偏見といったものに支配されているのである。多くの矛盾する地質学的データを無視したり、プレート・テクトニクスが地質学的データによって疑いもなく証明されていると頭から宣言しているような人達に対して、この本は目を開かせるものとなるであろう。

地球進化の新しい理論は大きな説明力や予言する能力、並びに多くの疑問、難問、以前からの矛盾などに対する解答などをもっているように思われる。それは幅広い範囲の地質学および地球物理学的観察を新しく秩序ある躍動的地球の一貫性のある描像と結びつけるものであり、それは月、金星、火星などの全ての地球型惑星にも実際応用できるものである。これらは、何れにせよ"一つのプレート"からなる惑星として知られているものである。

この本は輝かしい研究の書物であるが、地質学や地球物理

学に対する大学の教科書としても例外的にうまくできている。その歴史的アプローチ、計り知れない科学的知識、地球規模の造構運動についての問題に対する段階を追った取り扱いなどが、千を数える文献や役に立つ主題別索引などと一緒に掲載されていることは注目すべきことである。教師の人達は、この本の内容について学生達と議論することが楽しく知的でやりがいのある練習問題となっていることに気がつくであろう。

この本は、内容が急進的かつ因習にとらわれておらず、しかも意味がわかりやすく親しみやすいものになっており、私はこれがこれまで出版されている地球科学の印刷物の中で最もよく、かつ目だつもの一つであるとするに何のためらいをもたない。この本は、読者を馬鹿にしたり侮辱したりするようことは一切ない。この本はもともと大学生や専門家を対象にしたものであるが、高校教師、地理学者、科学史研究者の興味を引く内容となっている。事実、私自身も科学の歴史や哲学、さらに科学授業における課題につよい関心を抱いている。

この本には地球の魅力的な表紙写真と多数のすぐれたいろいろの図がつけられているのもすばらしい点である。印刷状態も紙質も申し分ない。書き方のスタイルもわかりやすいが、本全体を通していくつかのスペルの間違いや文法のミスなどがみうけられる。より問題なのは、いくつかの参考文献が本文や引用文献一覧において間違っ引用されていたり、本文中でふれられている文献が文献一覧にぬけていることである。さらに、別の面からみると、並はずれたこの本の価格は多くの関心あるインドの科学者や学生が個人で購入できる限度を超えている。しかし、インド国内や外国にあるどの地質学図書館もこの本を購入すべきである。そして本当の地球の再発見をしたいと思っている全ての地質学者、地球物理学者、構造学者達はこの本を読むべきである、さらに教師達はそこから学んだものを学生達に教えるべきである。私は著者と出版社に対してこの本を出版してくれたことを心より感謝している。さらにこの本がそこから多くの豊かな知識をくみとる広範な読者層を獲得することを願っている。結局、時計が完全な円を描いてまわるように、この本は地球科学において新しい変革となるべきものである。

ニュースレターについて ABOUT THE NEWSLETTER

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

目的は次の事項を含む：

1. 組織的照準を、プレートテクトニクスの観点に即座には適合しない創造的な考え方にあわせる。
2. そのような研究成果の転載および出版を行う。とくに検閲と差別の行われている領域において。
3. 既存の通信網では疎外されているそのような考え方と研究成果に関する討論のためのフォーラム。それは、地球の自転や惑星・銀河の影響、地球の発達に関する主要学説、リニアメント、地震データの解釈、造構的・生物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。

ニュース NEWS

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS <NCGT-98 TSUKUBA> SECOND CIRCULAR
国際シンポジウム グローバルテクトニクスの新概念 <NCGT-98 TSUKUBA>
セカンドサーキュラー

1998年11月20-23日 日本 つくば市

<主 催>

国際シンポジウム "グローバルテクトニクスの新概念" 組織委員会

ご 案 内

1998年11月20～23日に開催されます国際シンポジウム "グローバルテクトニクスの新概念" <NCGT-98 TSUKUBA> の組織委員会を代表いたしまして、みなさまがたのご支援とご協力に深く感謝申し上げます。おかげさまで、ファーストサーキュラーのアンケートに、世界各国の78名の方々と4名の同伴者からお返事をいただくことができました。うちわけは、オーストラリア4名、カナダ2名、中国9名、ドイツ1名、ギリシャ1名、インド4名、韓国1名、ルーマニア1名、ロシア30名、アメリカ合衆国3名、および日本26名です。セカンドサーキュラーは、アンケートにお返事下さった方々全員にお送りいたします。

私はみなさまをこの国際シンポジウムにご招待申し上げることができ、たいへん光栄に存じます。添付の登録用紙にご記入のうえ、正式にご登録下さいますようお願い申し上げます。今秋、つくば市でお目にかかれますのを楽しみにいたしております。

藤田至則

<NCGT-98 TSUKUBA> 組織委員会 会長

NCGT-98 TSUKUBA 組織委員会

会 長 藤田 至則

足立 久男 (都立忍岡高等学校)

加藤 碩一 (地質調査所)

川辺 孝幸 (山形大学)

小井戸由光 (岐阜大学)

小坂 共栄 (信州大学)

松本ゆき夫 (山口大学)

委員長 鈴木 尉元

金井 克明 (都立富士高等学校)

加藤 誠 (札幌国際大学)

小玉喜三郎 (地質調査所)

小室 裕明 (島根大学)

久保田喜裕 (新潟大学)

三梨 昂 (埼玉大学)

南雲昭三郎 (東京大学地震研究所)
野村 哲 (群馬大学)
角田 史雄 (埼玉大学)
山岸猪久馬
矢野 孝雄 (鳥取大学)

西村 敬一 (岡山理科大学)
柴 正博 (東海大学自然史博物館)
渡辺 順 (北海道大学)
山内 靖喜 (島根大学)

事務局

事務局長 矢野 孝雄 (鳥取大学)
足立 久男 (都立忍岡高等学校)
保科 裕 (埼玉県立和光高等学校)
金井 克明 (都立富士高等学校)
宮川 武史 (地球科学研究センター)
佐瀬 和義 (都立板橋高等学校)
竹越 智 (地球科学研究センター)

事務局次長 角田 史雄 (埼玉大学)
赤松 陽 (都立武蔵野北高等学校)
藤田 至則
小泉 潔 (都立永福高等学校)
宮城 晴耕 (都立桜町高等学校)
鈴木 尉元 (地熱技術開発株式会社)

日 程

房総半島見学旅行 11月20日(金)~21日(土)

房総半島は日本のなかでも、層序・地質構造の視点からよく調査・研究された地域のひとつであり、これらのデータにもとづいて褶曲作用と断層運動に関するいくつかの独創的なモデルが提案されました。しかし、最近では付加帯説が適用され、流行しています。1923年の関東地震(M7.9)によって、大きな地殻変動がもたらされた地域でもあります。

■11月20日(金) つくば一大東一鶴原一勝浦一鴨川一白浜

- ①上総層群(後期鮮新世~中期更新世)下部の海底地すべり
- ②上総層群基底の黒滝不整合
- ③三浦層群(中期中新世~前期鮮新世)中部にみられる地殻変形に関連した断層運動
- ④三浦層群の堆積盆地形成初期に噴出した枕状溶岩

■11月21日(土) 白浜一大井一保田一金谷一上総湊一つくば

- ⑤1923年の関東地震時の隆起海食台
- ⑥1703年の元禄関東地震(M8.4)時に隆起した海岸段丘
- ⑦鮮新世の千倉層および更新世の豊房層の褶曲
- ⑧上総層群中部にみられる海底谷

■出発と帰着： 11月20日 つくば市発、 11月21日 つくば市着

■交通手段： バス

■気 候： 11月下旬は晴天が多く、日中はおだやかですが、朝晩はいくぶん冷えます。

■見学旅行の登録： 11月19日午後、つくば研修センターのロビーあるいは工業技術院研究協力センターのロビーで行われます。

シンポジウム 11月22日(日)~23日(月)

このシンポジウムの目的は、第30回万国地質学会(北京)で開催された学術セッション"Tectonic Concepts Other Than Plate Tectonics"の成果をいっそう拡大することにあります。さまざまな視点から地球テクトニクスに関する論文が、おそらくは次の2つのセッションで発表されることになります。

- 1) 地球ダイナミクスの根本的作用
- 2) 地球ダイナミクスの広域的・局所的反映

■発表の形式： 発表形式(口頭発表あるいはポスター発表)については、各著者のご意向を尊重させていただきますが、プログラム編成の都合上、変更をお願いする場合のあることをご承知おき下さい。その場合には、前もってご相談申し上げます。

■発表用器機

口頭発表： OHP 2台、スライドプロジェクター 2台、スクリーン 2台、音響装置

ポスター発表： ポスター用ブースの大きさは、幅 1.8 m x 高さ 1.2 m

■講演要旨の投稿規定： 発表者は講演要旨を1998年8月31日までに提出下さいますようお願いいたします。要旨は、ニュ

ースレーター"New Concepts on Global Tectonics"の書式にしたがい、論文題名・著者名・所属・連絡先住所を含めA4サイズ用紙6枚以内(余白2cm)に英語でお書きいただき、そのまま印刷できる原稿をご提出下さい。

■**会議登録とシンポジウム会場**： 会議登録は11月22日、シンポジウムは11月22～23日に、地質調査所の別棟大会議室で行います。

■**運営会議**： New Concepts on Global Tectonics Group の運営会議を、11月22日の昼食時に、地質調査所の会議室で開催します。

■**宿泊**(次の2つの宿泊施設が準備されています)

工業技術院研究協力センター 〒305-0046 つくば市東 1-1-4 Tel: 0298-54-2395, Fax: 0298-54-2418
つくば研修センター 〒305-0005 つくば市雨久保 1-13-15 Tel: 0298-51-5152, Fax: 0298-51-8886

費用

■**見学旅行費**： 25,000円

見学旅行費には、交通費のほか下表の食費および宿泊費を含みます。宿泊は他の参加者と相部屋になります。

	朝食	昼食	夕食	宿泊
11/19				+
11/20	+	+	+	+
11/21	+	+	+	

■**会議登録料**： つぎの2つのコースからお選び下さい。

1) Aコース(11月21日～23日) 20,000円

学術セッションおよび懇親会への参加費、要旨の集代金、ならびに下表の食費および宿泊費を含んでいます。

	朝食	昼食	夕食	宿泊
11/21				+
11/22	+	+	+(レセプション)	+
11/23	+	+		

2) Bコース(11月22日～23日) 16,000円

学術セッションおよび懇親会への参加費、要旨の集代金、ならびに下表の食費および宿泊費を含んでいます。

	朝食	昼食	夕食	宿泊
11/22		+	+(レセプション)	+
11/23	+	+		

■**送金方法**： 会議登録料・見学旅行参加費は、下記の口座へお振込み下さい。

- 1) 銀行名： 山陰合同銀行 湖山支店
- 2) 口座名： NCGT SYMPOSIUM (矢野孝雄)
- 3) 店番-口座番号： 108-2519680
- 4) 送金〆切： 1998年8月31日

■**事前了解のお願い**

つくばシンポジウムは、New Concepts in Global Tectonics Group の日本委員会によって運営されます。この委員会はボランティアによって構成され、委員会は日本国内の個人からの寄付によって賄われています。日本の経済状況は厳しくなっていて、ほとんどの参加者へ十分に経済的援助をさしのべられないことをご了解いただきますよう、お願いいたします。費用のご負担を少なくするよう、また、快適さをご提供できるよう、日本の国内状況のゆるすかぎり、できるだけの努力をしたと私たちは信じています。

旅行

■**つくばへの交通**

1) 東京国際空港(成田市)

航空機を利用される海外参加者には、成田市の東京国際空港へのご到着がもっとも便利です。成田からつくば中央までは、高速バスで約1.5時間です。その後、つくば研修センターあるいは工業技術院研究協力センターまではタクシーをご利用

用下さい。高速バスの最終便の発車時刻は午後4:00であることに注意願います。

国内交通費（日本円）

高速バス（東京国際空港—つくば中央）	2,540 円
タクシー（つくば中央—研修センター）	660 円
タクシー（つくば中央—研究協力センター）	1,300 円

2) 新潟空港

航空機を利用されるロシア人の幾人かは、新潟空港へ到着されるでしょう。新潟—東京間は新幹線で約4時間です。東京—つくば中央間は高速バスを、その後、宿舎まではタクシーをご利用下さい。

国内交通費（日本円）

新幹線（新潟—東京）	12,270 円
高速バス（東京—つくば中央）	1,250 円
タクシー（つくば中央—研修センター）	660 円
タクシー（つくば中央—研究協力センター）	1,300 円

■通貨

ご出席者は空港で自国通貨を日本円に両替されることを、お勧めします。つくばでは、休日に両替はできません。

■査証

日本と当該国との間での査証相互免除が受けられない登録者は、日本への入国ビザが必要になりますので、有効なパスポートを取得され、旅行代理店あるいは自国にある日本の大使館、領事館あるいはそのほかの公館へ申請して下さい。

ビザの取得：ビザ取得のためには、登録者は日本の大使館や領事館から招請状の提出を求められるでしょう。中国およびロシアからの参加者は、ビザ取得までに約3ヶ月を要するでしょう。他の国の場合には、より迅速に発給される見込みです。

したがって、中国あるいはロシアからの参加者は、必要な情報（同伴者の情報を含む）を1998年7月31日までにはお送りいただく必要があります。他の国からの参加者は、8月31日までに登録用紙をお送り下さい。登録用紙は、このニュースレターの末尾に添付されています。登録用紙の受付後に、組織委員会は、ビザ申請用の招請状をお送りいたします。

重要期日

- 1998年 8月31日 登録用紙・講演要旨の提出〆切
登録料・見学旅行費の送金〆切
- 1998年 9月15日 サードサーキュラーの発送

連絡先

登録用紙および講演要旨の送付、その他のご連絡はすべて下記宛にお願いします。

〒680-8551 鳥取市湖山町南4-101
鳥取大学教育学部地学教室 矢野孝雄気付
<NCGT-98 TSUKUBA> 組織委員会

国際シンポジウム グローバルテクトニクスの新概念 登録用紙 (翻訳省略)