

# ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念

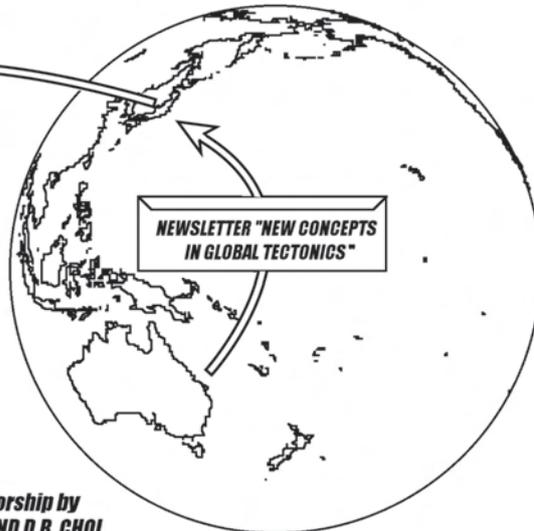
## NEWS LETTER *New Concepts in Global Tectonics*

No. 29 2003年12月(日本語版 2004年4月) 編集: J.M. Dickins and D.R. Choi

ニュースレター  
日本語版



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



### 本号のハイライト

#### □地震観・地球観に大きな波紋

Blotらの論説は、北日本の巨大地震の原因を、大陸側最上部マントルから伝搬してくる地震エネルギーに求める。

これは、地震発生プロセスの時空的規則性にもとづくもので、科学的地震予知をめざし、地球観にも一石を投じている。

さらに、2006年末頃に北海道周辺で、平成十勝沖地震(2003年)と同様の地震が発生することを予測している。

### も く じ

■ 編集者から	2	■ 出版物	
■ ニュースレターへ財政支援を	2	Tectonic Globaloney	15
■ 編集者への手紙	2	サブダクションはチェックできない	16
■ ニュース		Chicxulub クレータの時代	17
論文募集		風船のなかのブルーム	17
インドにおける火成活動の変遷	3	■ 書評	
■ 論 説		押力としての重力	18
地震エネルギーの伝搬		全地球ねじれテクトニクス	19
—科学的地震予知をめざして—	4	■ ニュースレターについて	20

連絡・通信・ニュースレターへの原稿掲載のためには、次の方法(優先順に記述)の中からお選び下さい: NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS 1) Eメール: ncgthotmail.com; 2) ファックス(少量の通信原稿): +61-7-3354 4166, 3) 郵便・速達航空便など: 14 Bent Street, Tuner, A.C.T., 2612, Australia (ディスクはMS Word フォーマット), 4) 電話: +61-2-6248 7638. 次号は2004年3月下旬に発行予定. 投稿原稿は2004年3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 Mary K. Choi の援助のもと、J. Mac Dickins と Dong R. Choi によって編集されました。

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

翻訳・編集: NCGT ニュースレター翻訳グループ

赤松 陽 岩本広志 川辺孝幸 国末彰司 窪田安打 久保田喜裕 小泉 潔 小坂共栄  
佐々木拓郎 柴 正博 角田史雄 宮川武史 宮城晴耕 山内靖喜・輝子 矢野孝雄

<翻訳に関心をおもちの方、ご連絡下さ〜い!>

---

## 編集者から FROM THE EDITORS

(赤松 陽 [ 訳 ])

私たちのニュースレターには、再び、世界各地から寄せられたある一つの研究領域の寄稿が掲載されています。これらのデータや解釈は、今の主流の出版物では得ることができないものです。私たちは、フィレンツェでのIGCの際に行われるNCGTのシンポジウムとそれに続いて行われるウルビノ集会での活発な討論と意見交換を期待しています。

### ■ IGC スペシャルシンポ NCGT とウルビノ集会

アブストラクトの提出期限が1月10日から28日に延びたことにご注意ください。発表者は、講演要旨の発行の手配を用意万端整えるために、それぞれ協力して原稿を準備すること、IGCに間に合わせるように編集することが求められています。

---

## ニュースレターへの財政的支援を PLEASE NOTE - FINANCIAL SUPPORT

(赤松 陽 [ 訳 ])

私たちは、個人で可能な方からは30米ドルあるいは相当額の、また、図書館に対しては50米ドルあるいは相当額の寄付を求めています。少額ですので、ばかにならない銀行手数料を避けるためにも、銀行為替手形か個人小切手をJ.M. Dickins宛にお送りいただくか、オーストラリアのコモンウェルス銀行 (Commonwealth Bank of Australia, Canberra City, A.C.T., Australia, Account No 2900 200 429)宛、送金下さい。

何通かの小切手、そして／あるいは為替手形がNCGTあるいはNew Concepts in Global Tectonicsとのみ記した宛先に振り込まれましたが、これらの宛先では支払いがなされず、そのまま振込人に返送されました。

自国通貨が国際的に流通する国の方は、発行国の通貨立てで個人小切手を切ってください。たとえば、もしカナダからの場合は、カナダドル立てでというように。なぜなら、もし米ドル立てで発行されると40ドル、豪州ドル立てならそれ以上の手数料がかかってしまいます。銀行為替手形は豪州ドル立てで発行して下さい。もし、それらが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は、支援金をお送りくださる際に一言、お知らせください。

---

## 編集者への手紙 LETTERS TO THE EDITORS

(赤松 陽 [ 訳 ])

編集者へ

本日、NCGT (ニュースレター) 最新号を受け取りました。あなた方が、公表された断面を示し、掘削地質学に従事する研究者たちの記載を引用したことは、たいへん良いアイデアでした。私たちの討論の結果、誰もが、現在、中米海溝に実在する断層が数百kmにおよぶ移動を行ったことについて、誰もが否定的見解をもつようになったのではないのでしょうか。

私たちのコメントを無視する人々は、歴史家がある種のユーモアのセンスを持っているものだと頼みの綱にしたほうがよいのではないのでしょうか。

Von Huene と同僚たちは、環太平洋のプレート収束縁の一つの例として中米地域を紹介したようです。

よろしく、ありがとうございました。

Jim Murdock



ニュース NEWS

(矢野 孝雄 [ 訳 ])

論文募集! CALL FOR PAPERS!

インド科学アカデミープロシーディングス (地球および惑星科学) 特集号のご案内  
『インドにおける火成活動の変遷: 地質年代学, 岩石成因論, および地球ダイナミクス』

**Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Earth and Planetary Sciences)  
Announcement of Special Issue  
MAGMATISM IN INDIA THROUGH TIME: GEOCHRONOLOGY, PETROGENESIS, AND GEODYNAMICS**

インドは、もっとも古くて豊富な地質要素をそなえた大陸の1つで、ゴンドワナ大陸やより古期の超大陸の重要な部分である。長い地史ととして、楯状地の先カンブリア紀花崗岩類とそれらに貫入する苦鉄質岩脈群、Malani 非造山性流紋岩岩石区、古くから知られている大陸洪水玄武岩岩石区 (デカン [Deccan] やラジマハール [Rajmahal] トラップ)、および Barren 島の活火山など、じつにさまざまな火成-火山活動を経験してきた。

このような、地質時代、地球化学および活動強度のうえで変化にとむ火成活動の研究は、インドの大陸地殻とマントルが時間とともにどのように物理-化学的進化をとげてきたかを理解するうえで、重要な見通しをもたらすであろう。

この課題にかかわる総合的研究を収録した特集号は、この大陸における長期間にわたる複雑で魅力的な進化過程の理解に大きな前進をもたらし、全世界の地球科学界にとっても貴重な情報源となるだろう。主任編集者である Satish R. Shetye 博士は、このようなテーマを掲げたインド科学アカデミーのプロシーディングス (地球および惑星科学) 特集号の刊行を快諾して下さった。特集号の刊行予定は2004年12月であり、私たちはこの特集号の客員編集者を務める。

私たちは、みなさまからの投稿をお待ちしている。原稿は新しいデータ、あるいは新たな理解をもたらす考察や考え方を含んでいることが必要である。新しい見通しや今後の研究方向を示唆するものであれば、ある主題にかんする総説も歓迎する。個々の原稿はすくなくとも2名の専門家ならびに客員編集者の1名あるいは両名によって査読される。著者には、すくなくとも3名の査読候補者の正確な連絡先 (Eメールを含む) を付記することが求められる。印刷原稿3部を提出していただく。図を含む完全原稿を1つのPDFファイルとして提出いただくと、よりありがたい。図は良質の完全版下である必要がある。書式については、この

雑誌の最新号 ([www.ias.ac.in/epsci](http://www.ias.ac.in/epsci)) を参照いただきたい。

刊行スケジュールは以下のとおりであり、出版の締切に間に合うように準備されたい。

- 今すぐ: 投稿意志や疑問の表明, および暫定的表題の連絡
- 2004年4月15日: 客員編集者宛に原稿 (印刷原稿3部またはPDFファイル1部) の提出→査読送付
- 2004年6月30日: 査読結果の回収→修正のために著者へ原稿を回送
- 2004年7月30日: 修正原稿を客員編集者へ提出→受理もしくは再査読に関する決定→再査読された原稿を著者へ回送
- 2004年8月30日: 再修正原稿を客員編集者へ提出→原稿の取り扱いに関する最終決定
- 2004年9月30日: 最終受理原稿 (印刷原稿2部および電子ファイル) を客員編集者へ提出→全原稿の入稿→特集号の印刷

この特集号でみなさまの重要な研究を公表して下さるよう、ご一考をお願いしたい。私たちは、みなさまと共同して研究をすすめることを楽しみにしている。

Hetu Sheth and Kanchan Pande

インド技術研究所 (IIT) 地質学部門  
Bombay, Powai, Mumbai 400 076, India  
Phone: (22)25767264 [Sheth]  
(22)25767276 [Pande]

Fax: (22)25723480

E-mail: [hesheth@iitb.ac.in](mailto:hesheth@iitb.ac.in)



## 論 説 ARTICLES

(角田史雄 + 久保田喜裕 + 矢野孝雄 [ 訳 ])

深発地震から浅発地震へのエネルギー伝搬：日本へ適用されたある現象  
— 科学的地震予知をめざして —ENERGY TRANSMAGIRATION FROM DEEP TO SHALLOW EARTHQUAKES: A PHENOMENON APPLIED TO JAPAN  
— Toward scientific earthquake prediction —Claude BLOT  
Dong R. CHOI  
John C. GROVERVilla Mariette, 112 impasse des Mesanges, 83210 La Farlege, France  
Raax Australia Pty. Ltd. 6 Mann Place, Higgins, ACT 2615, Australia  
21 Cotentin Road, Belrose, NSW 2085, Australia

**摘 要** この論文の年長の著者は、1976年の論文で、和達-ベニオフ帯にそう深所から浅所へのエネルギー伝搬について提案をした。本論文では、和達-ベニオフ帯を再考しつつ、その概念を日本列島に適用してみた。2003年9月に北海道で起こった大きな地震（平成十勝沖地震）は、それに先行する1999年～2001年のロシア東部、朝鮮東海（日本海）、オホーツク海での地震と一連のものである。北日本で20世紀後半に起こったその他の大地震も、同じ地域に先行して発生した深い地震と密接に関連していた。したがって、マントルと地殻の正しい理解が、将来の大地震がいつ、どこで発生するのかを科学的な根拠もとづいて予測することにつながる。

## 1. 概 説

最近の地震トモグラフィの進歩で、環太平洋地域の地震帯（和達-ベニオフ帯）がより詳しくわかるようになった（たとえば、Van der Hilst ほか, 1991; 深尾・大林, 1992; Van der Hilst, 1995）。Zhao ほか (2002) のトモグラフィ研究によって、造構性の巨大地震や火山活動の発生に、揮発性物質、溶融体、マグマなどからなる浮揚マントルが重要な役割をはたしていることが脚光をあびた。彼らは、深部マントルから浮揚した流動体と関連している低速度域の内部や周辺で、大きな地殻内地震が発生する傾向をはっきりと示した。

いっぽう、この論文の年下の著者の一人 (Choi, 2003) は、太平洋縁辺における深部のテクトニクスと深発地震の研究にもとづいて、つぎのような結論をみちびいた；和達-ベニオフ帯はプレートの沈み込みとは関係なく形成された。つまり、太平洋巨大海盆の相対的沈降に密接に関連しながら形成されたもので、それは、地球の冷却過程でつくられる一種の割れ目帯である。また、巨大海盆の沈降は、サージテクトニクス (Meyerhoff ほか, 1992) で考えられているように、深部から浅部へマントル物質が上方へ抜け出していくために起こる。そして、W-B帯にそうエネルギー伝搬という Blot (1976) の概念は、このことを十分に確証している。深部マントルから地表へのエネルギー移動が、地殻や上部マントルの造構作用の原因であるとする論文は、Belousov (1966), Artyushkov (1983), Funahashi (2003) などをはじめとする多くの研究者が著している。

上述したように、地質学的、地球物理学的なデータの

数々は、W-B帯にそうエネルギーの上方移動をつよく支持する。このようなエネルギー移動、つまり熱エネルギー輸送理論は、この論文の年長の著者が、40年以上も前に提唱したものであり (Blot, 1964, 1976)、その後 Grover (1998) も熱伝搬現象と規定した。この論文では、新しく「エネルギー伝搬現象 (ET)」という名称を用いるが、これは、Blot と Grover による南西太平洋のソロモン群島とニューヘブリデス諸島における地震・火山の徹底的な研究から導かれたものである。つまり、先行して起こった深発地震に後続して中深発地震や浅発地震、あるいは火山噴火が起きる。そして、その時間間隔もほぼ一定しているのである。このような概念は、日本を含む多くの国々で検討され (Blot, 1964, 1965, 1974, 1981; Blot ほか, 1974)、その正しさが証明された。Blot が提唱したこの概念は、社会的・経済的大打撃をあたえる大地震や大噴火を科学的に予測する道をひらいた (Grover, 1967, 1998)。

しかしながら、今日まで、世界の地震学者たちは、この重要な概念にほとんど関心をはらってこなかった。その一因に、プレート説生来の拒絶反応があったことは明らかである。つまり、この ET 現象のメカニズムに、プレートスラブの潜りこみを必要としないからである。

この論文では、ET 現象を、ごく最近の大地震 (2003年9月25日の北海道南東沖地震、平成十勝沖地震) に適用するとともに、和達-ベニオフ帯と日本列島周辺の地質を新しく解釈しなおしてみた。この方法は、同地域で起きるかもしれない浅発大地震を正確に予知することになる。

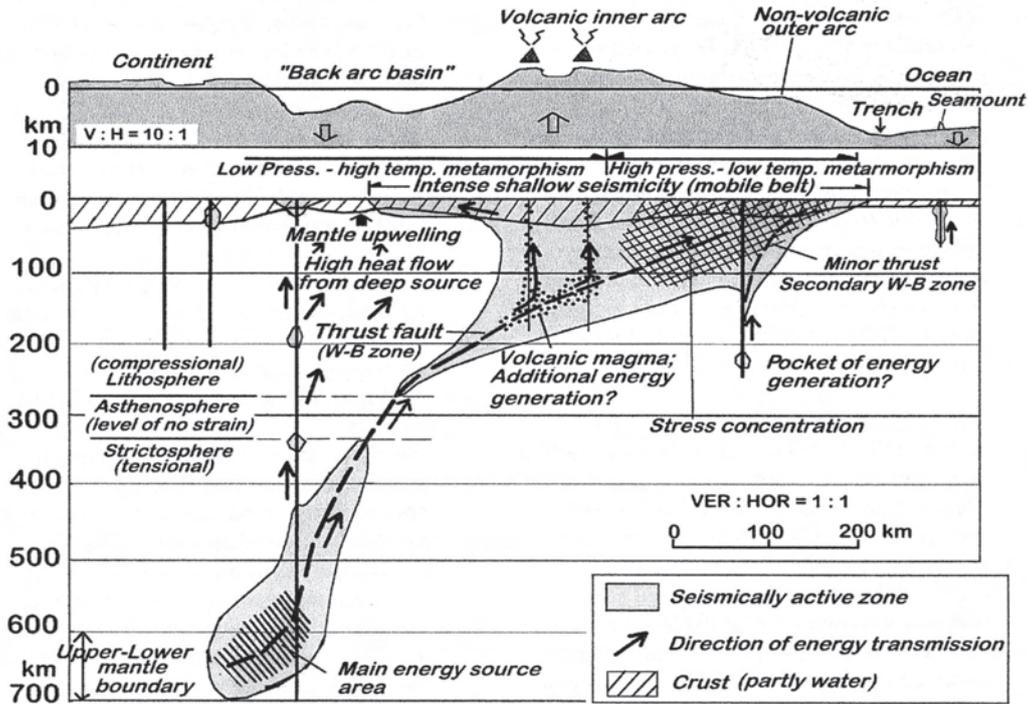


図1 Choi (2003) によって提案された和達-ベニオフ帯の一般的特徴. この断面図は、太平洋をとりまく深発地震群の解析にもとづいて作成された. ほとんどすべての深発地震は深部造構帯にそって、わけでも、活発な沈降域に発生する. 和達-ベニオフ帯は、浅部では押しつぶせ断層～逆断層系であると考えられ、沈降地塊、すなわち太平洋巨大海盆へ向かって差し掛けられ（倒れ）ている. しかし、より深部では引張応力が卓越して、正断層が優勢である. 和達-ベニオフ帯は、上部マントル底部（500～700km）で発生するマントル分化物質が地表へ移動する際の通路となる. 和達-ベニオフ帯が海洋プレートの沈み込みに関係していないことは明らかであるが、Meyerhoff et al. (1992) の主張のとおり、地球の微収縮が進行しつつある海洋における沈降運動の結果として形成された地球の冷却性断層であると考えられるのもっともよい.

## 2. エネルギー伝搬 (ET) 現象

南西太平洋のソロモン群島とニューヘブリデス諸島における地震と火山活動を研究する過程で Blot は、地震が順序よく伝わっていくことに気づき、それを「移動法則」と名づけた (Blot, 1964, 1971). 彼のこの発見のあらましは以下のである:

- 1) 深発地震と中深発地震、それらに関連する浅発地震と火山噴火の間には時空間的な相関性がある.
- 2) 先行する深発地震と後発の浅所での変動 (浅発地震と火山噴火) との時間差は数ヶ月から数年であるが、それは次の変数の関数としてあたえられる.
  - 先行する地震の深さ
  - その規模
  - 浅発の地震や火山との距離
- 3) 'ET 現象' のおおよその移動 '速度' は深さに比例し、深度 600km で 2.6km/日、200km で 0.9km/日、100km で 0.5km/日、33km で 0.15km/日であった.

Blot は、以下のような簡単な数式化を行った.

$$t = k \cdot \log_{10} (h_0 / h) \cdot 1 / \cos a$$

- t = 先行深発地震との時間的遅延 (日)
- k = それぞれの地域に固有な定数
- $h_0$  = 深発地震の深さ (km)
- h = 浅発地震の深さ (km)
- a = 地震帯と鉛直面とのなす角度 (°)

Blot は日本列島で起こった過去の多くの地震、たとえば 1933 年の三陸沖地震、1944 年の東南海地震、1952 年の十勝沖地震に適用した (Blot, 1976). また、1993 年の北海道南西沖地震でも検証された (Grover, 1998). その結果、これら全ての場合において、時間-深度関係式に正確にしたがっていることが証明された.

## 3. 日本列島地域における深発地震、地質構造、和達-ベニオフ帯の新しい解釈

和達 (1928, 1935) は、ベニオフ (1954) よりも約 20 年前に、深発地震と震源面を発見した. それは、太平洋からアジア大陸下へ傾くもので、後に和達-ベニオフ帯とよばれるようになった (その歴史的経緯は鈴木; 2001, 2003 を参照). 日本における地質と地震の関係は、鈴木によって詳しく研究されている. 一連の論文の中で、彼は地震発生の構造規制を明確に示された (鈴木, 1975; 鈴木ほか, 1978・1980). それによると、地震は隆起運動に伴う地殻と上部マントルの変形によって生じ、その運動の原動力は境界条件と発震機構から判断して鉛直方向である、と述べた.

著者のひとり (Choi, 2003) による深部構造帯と深発地震に関する広域的研究によって、大規模構造帯 (とくに沈降域) に沿う深部活動が、深発地震に直接かかわっていることが示された. 彼は、サージテクトニク

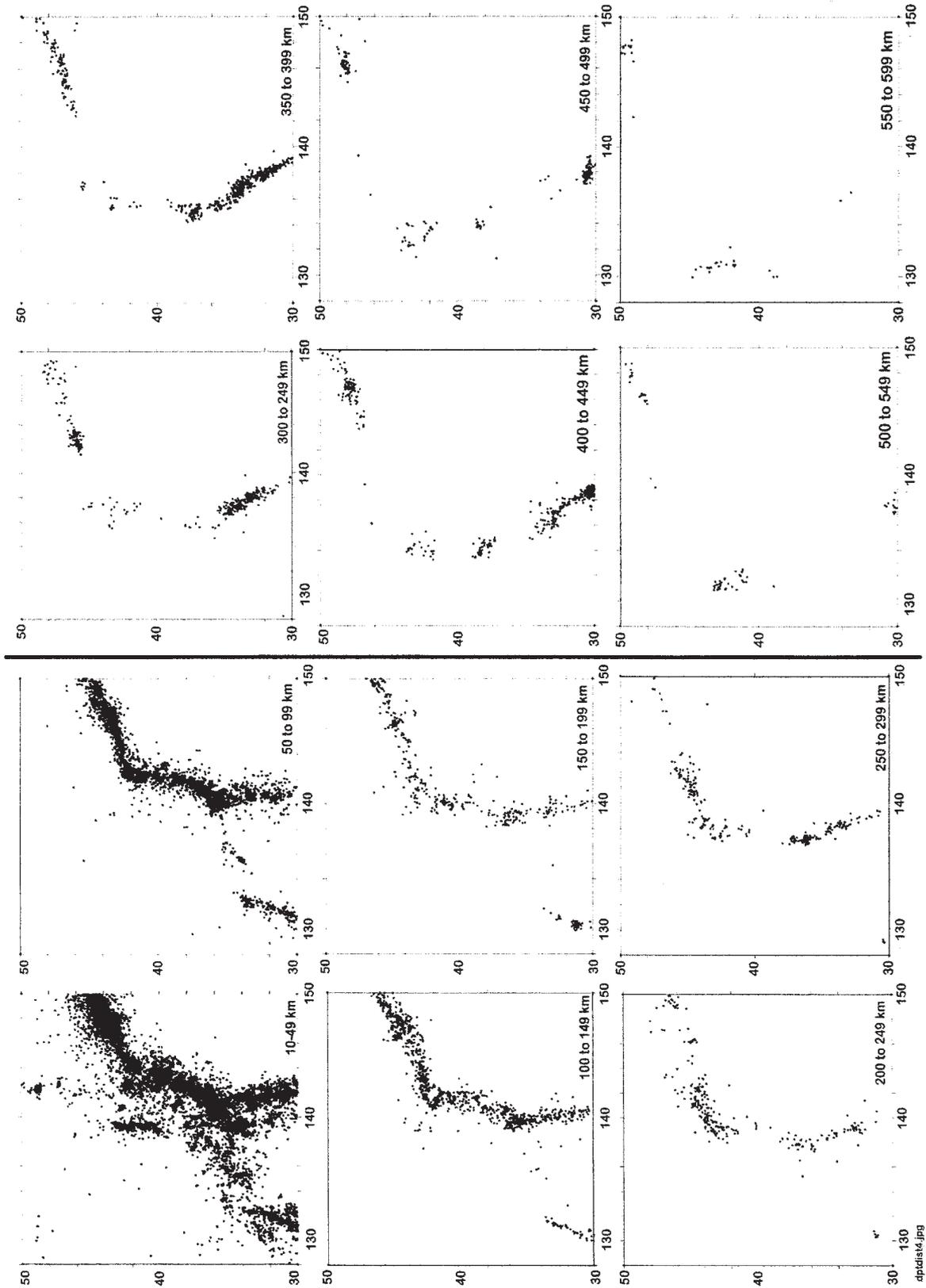


図2 日本周辺における深度50km ごとこの震源分布. 和達-ベニオフ帯の詳細な等深線図(図3)の作成には、これらとは別に、10km ごとこの図面が用いられた。

スによる和達-ベニオフ帯の解釈 (Meyerhoff et al., 1992) を支持した；それは地球表層部の小規模収縮に関係して形成された冷却性断裂帯とみなされる。この新しい考えは図1に要約されている。一般に信じられているのとはちがって、和達-ベニオフ帯は海洋プレートのもぐり込みを示してはいない。このことは、深

尾・大林 (1992), van der Hilst et al. (1992), Zhao et al. (2002) による日本列島を横断する地震トモグラフィによく表されている。それらの画像によると、高速度-低減衰 (attenuation) の high-Q and V スラブは450-500km 以深でほぼ水平 (subhorizontal) になる (沖野ほか, 1989 参照)。Zhao et al. (前掲) は、

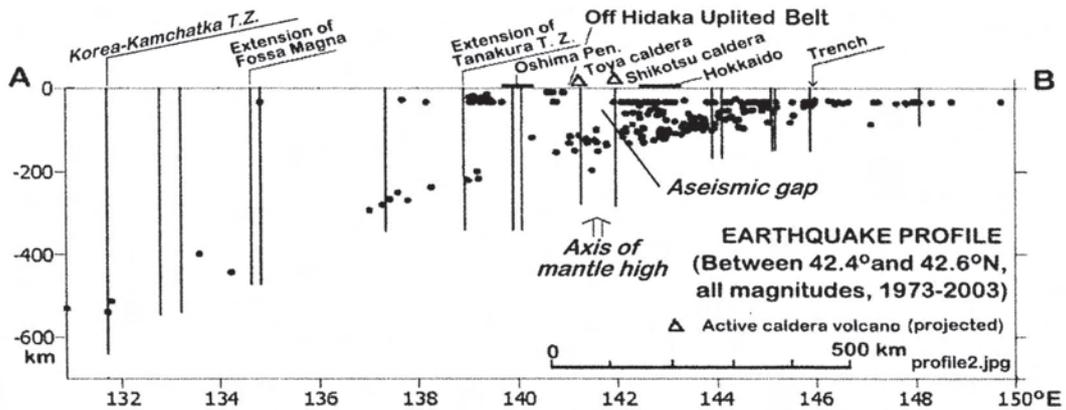
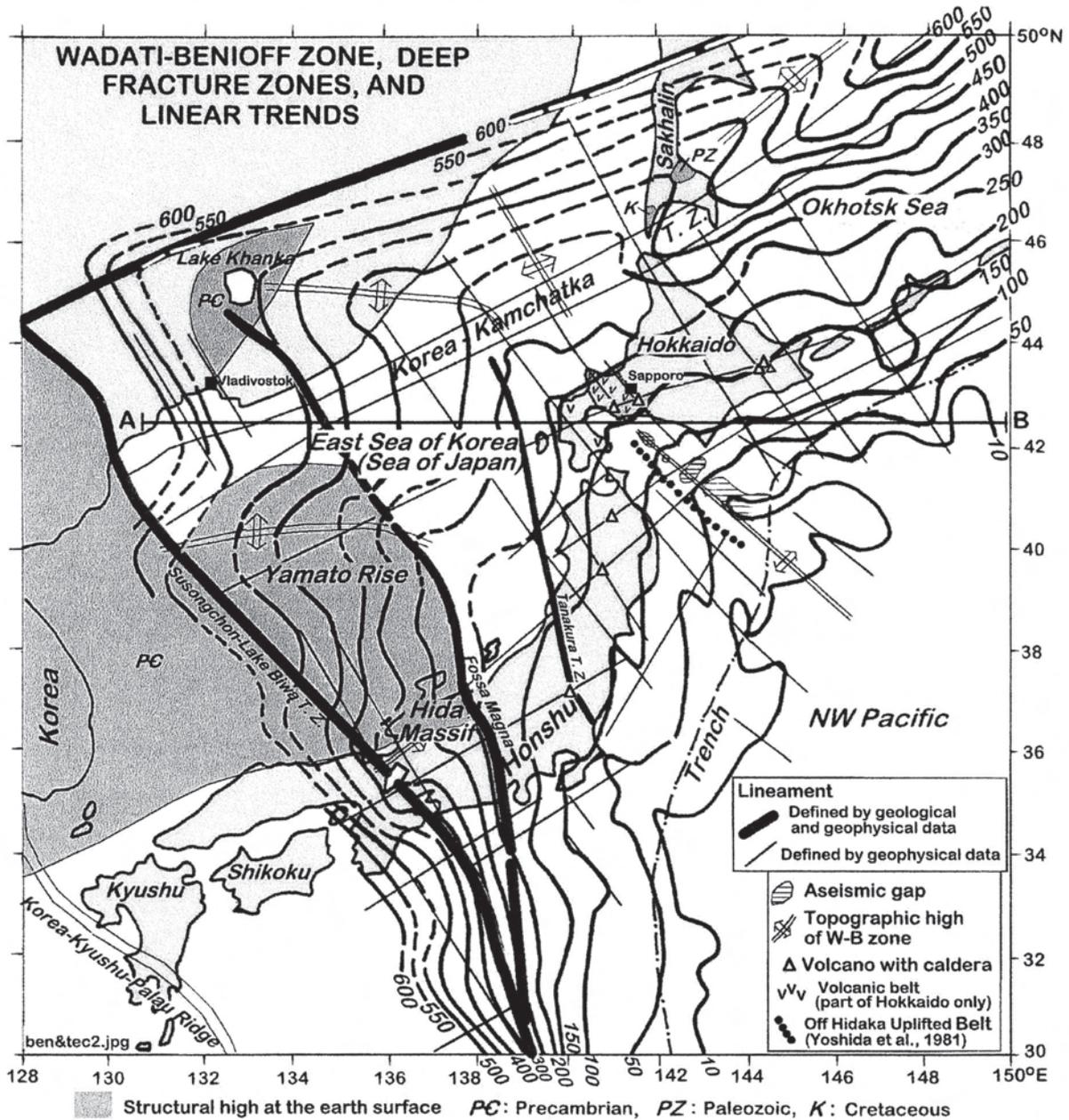


図3 震源分布に対する地質的規制を示す和達-ベニオフ帯等深線図(上)および断面図(下)。もっとも顕著な特徴の1つは和達-ベニオフ帯の起伏である。そのNW-SE方向の主軸は、朝鮮-九州-バラオ海嶺方向に平行し、海域では無地震パッチ、そして陸上では火山帯(両側にカルデラをとまなう)によって特徴づけられる。その西翼は、吉田ほか(1981)によって「日高沖隆起帯」と命名された直線的な隆起地形を形成する。この軸の北方は、ハバロフスク西方の先カンブリア地塊(Shilo et al., 1992)まで追跡される。本文中に述べたように、この主軸の分枝[複数]は地表の構造的隆起[複数]に一致する。和達-ベニオフ帯の起伏全般および断裂系のネットワーク(とくに浅部における)は、エネルギーの伝搬と収斂の方向を決定する支配的要因であるようだ。

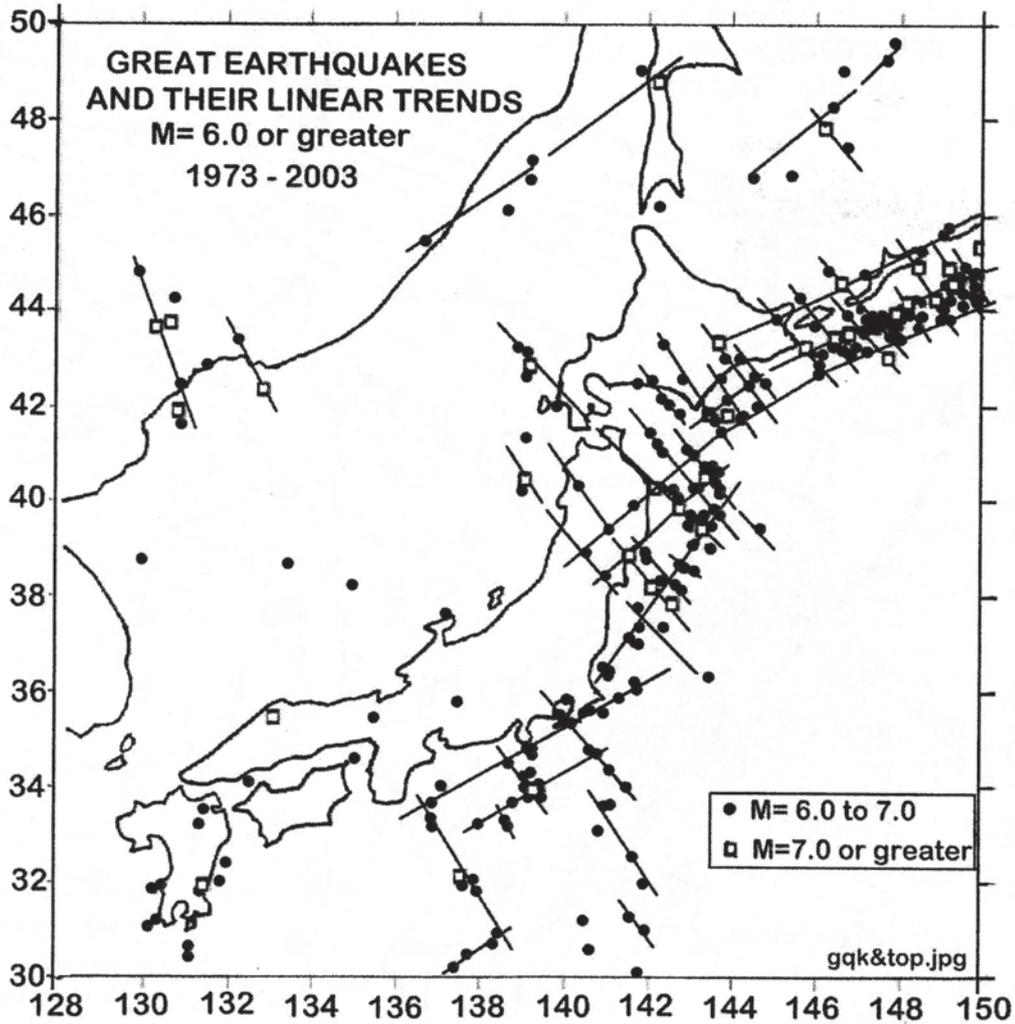


図4 1973～2003年における日本周辺の巨大地震 (M>6:全深度). 直線的配列に注目されたい. これは, マントルおよび地殻中に発達する断裂系にそって地震が発生することを示す. 図3にみられるように, この断裂系は, 主要な火山活動の位置決定にも関与していると考えられる. 極東ロシアおよびオホーツク海に深発地震 (いくつかは600km以深) が集中することにも注意されたい.

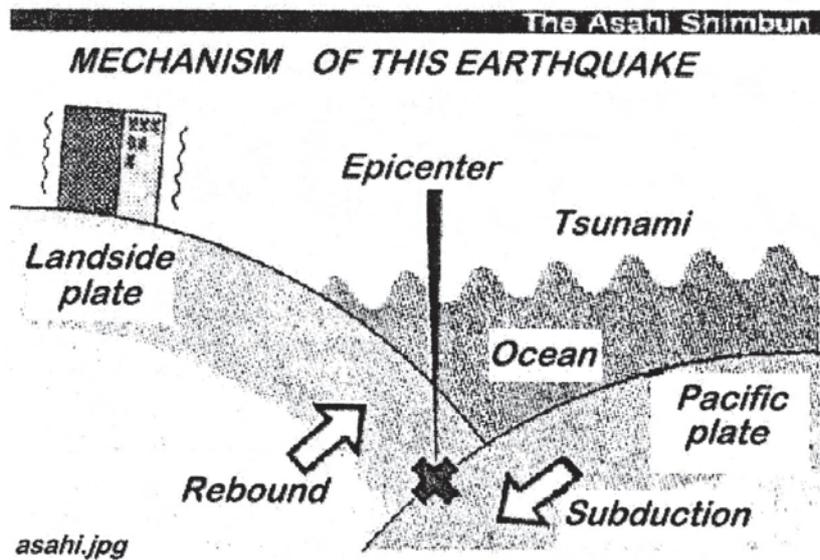


図5 2003年平成十勝沖地震に関して日本地震研究委員会が地震と同日に公表した"公式"の地震メカニズム. 典型的なプレートテクトニクスによる解釈. この単純で ad hoc な [ご都合主義の] モデルは, 地震の原因を説明する地球深部からのいかなるマグマや流体の流入も必要としていない. それは, 純粋に機械的で, "プレート境界地震" に分類される. 2003年9月26日付朝日新聞をわずかに修正して転載.

**HEISEI TOKACHI-OKI EARTHQUAKE, 25 SEPTEMBER, 2003: Correlation between deep shock forerunners and shallow earthquakes**

No.	Date		Epicenter		H km	M	t days	h1	h2	K	d	a°	k	M.T.S.		
	Year	Month Day	Long. (E)	Lat. (N)										Tension	Pressure	
1	1998	8 20	45.55	136.93	351	5.2										
1a	2001	8 13	41.05	142.31	38	6.2	1089	352	48	1232	8	65	521		T:278	P:145
2	1999	4 8	43.61	130.35	566	6.4									T:72	P:300
2a	2002	10 14	41.17	142.25	61	5.9	1285	585	61	1329	9	67	519		T:306	P:102
2b	2003	9 25	41.82	143.91	27	6.9	1631	565	27	1235	10	65	521		T:309	P:132
3	2000	2 13	42.85	131.57	514	5.4									T:15	P:283
3a	2003	4 16	40.98	142.21	57	5.7	1158	513	57	1214	8	65	513		T:310	P:120
4	2001	2 26	46.81	144.53	392	5.8									T:17	P:113
4a	2003	10 8	42.61	144.56	32	6	954	391	32	877	4.2	63	528		T:286	P:35
5	1999	5 12	43.03	143.84	103	5.9									T:10	P:175
5a	2000	11 13	42.49	144.77	33	6	551	103.4	30	1038	1.2	80	519		T:274	P:126
6	2000	7 10	46.83	145.42	360	6.1									T:155	P:275
6a	2002	8 24	43.11	146.12	43	6.1	775	355.5	43	844	3.8	52	519			
7	2001	5 15	45.39	136.96	358	3.8										
7a	2001	9 10	44.65	138.46	274	5.2	118	358	274	1016	105	60	508		T:54	P:297
7b	2001	11 3	43.82	139.62	221	5.1	748	274	52	1036	5	60	518			
7c	2002	5 1	43.16	140.08	178	4.6	665	221	52	1058	3	61	513			
7d	2002	10 31	42.87	142.53	119	4.5										
7e	2002	12 1	42.65	143.94	94	5.4										
7f	2003	8 30	41.86	142.55	52	5.5										
7g	2003	9 25	41.82	143.91	33	6.9	748	274	52	1036	5	60	518		T:309	P:132
7h	2003	9 27	42.74	144.25	52	5.5										
7i	2003	10 8	42.66	144.49	32	5.9									T:274	P:128

Notes: 1) Research of precursory earthquakes with the migration law:  $t = k \cdot \log(h1/h2) \cdot 1/\cos a$ , 2) t: time (in days) between a deep shock at depth h1 (km) and the scanned shallow earthquake at depth h2 (km), 3) K: coefficient calculated from the equation:  $K = t \cdot h1/\log(h1/h2)$ , 4) d: distance between the two considered earthquakes, 5) a°: gradient of the vector: hypocenter of deep shock to the epicenter of the shallow earthquake, 6) k: constant typical of Pacific margin, and 7) M.T.S. - moment tensor solution. Azimuths of maximal tension and pressure.

表1 2003年平成十勝沖地震に関連した地震リスト、および、ET式にもとづく計算結果。計算方法の詳細は、Blot(1976)およびGrover(1998)を参照。

西南日本の下に、ほぼ水平で、不連続に分布する斑点状かつ波状の、もしくは曲がって"もぐり込んでいる"スラブを表している。この地域の震源面は"もぐり込む"スラブの形態としては不相当である(とくに彼らの図12)。さらに、そのスラブは現在深海になっている南東方にはのびていない。この地震トモグラフィの証拠はあまりにも決定的で、圧倒的である。プレートのもぐり込みを想定することはできない。Rezanov

(2003)は、和達-ベニオフ帯の高速度(あるいは高密度)は、揮発物質の欠如のせいで、冷たいのではなく、逆に流体により運ばれた熱対流によって熱くなっていると考える。これらのトモグラフィ・データ以外にも、プレートのもぐり込み概念に反する、議論の余地のない膨大な事実が多くの出版物として繰り返し掲載されている。例えば、Choi et al. (1992), Meyerhoff et al. (1992), Pratt (2000), Jatskevich (2000), Smoot et al.

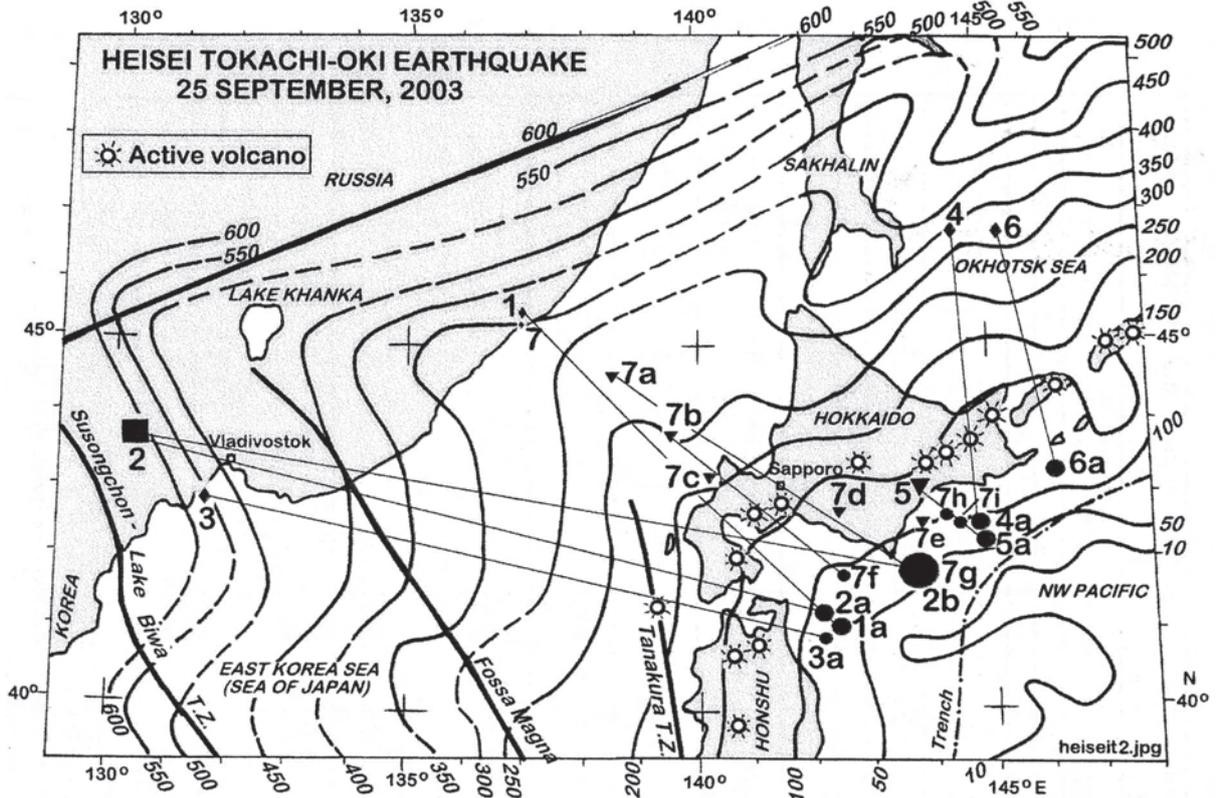


図6 和達-ベニオフ帯の等深線 (km), 主要造構帯, および 2003 年十勝沖地震と先駆地震。記号の大きさと形状は、それぞれ、地震のマグニチュードと深さを示す (Blot, 1976)。活火山は 150km の等深線にそって配列することに注目されたい。エネルギー伝搬経路は、中-深部の和達-ベニオフ帯の全体的起伏にしたがっているが、浅部では、衝上断層によって形成された弱線に関連した複雑な断層系ネットワークをつうじて移動するようにみえる。和達-ベニオフ帯の形状のために、深発地震はシホテアリン、朝鮮東海 (日本海) およびサハリンで発生し、北海道南方で収斂する。そこは、エネルギーの接合が起きる場所であり、巨大浅発地震が発生しがちである。

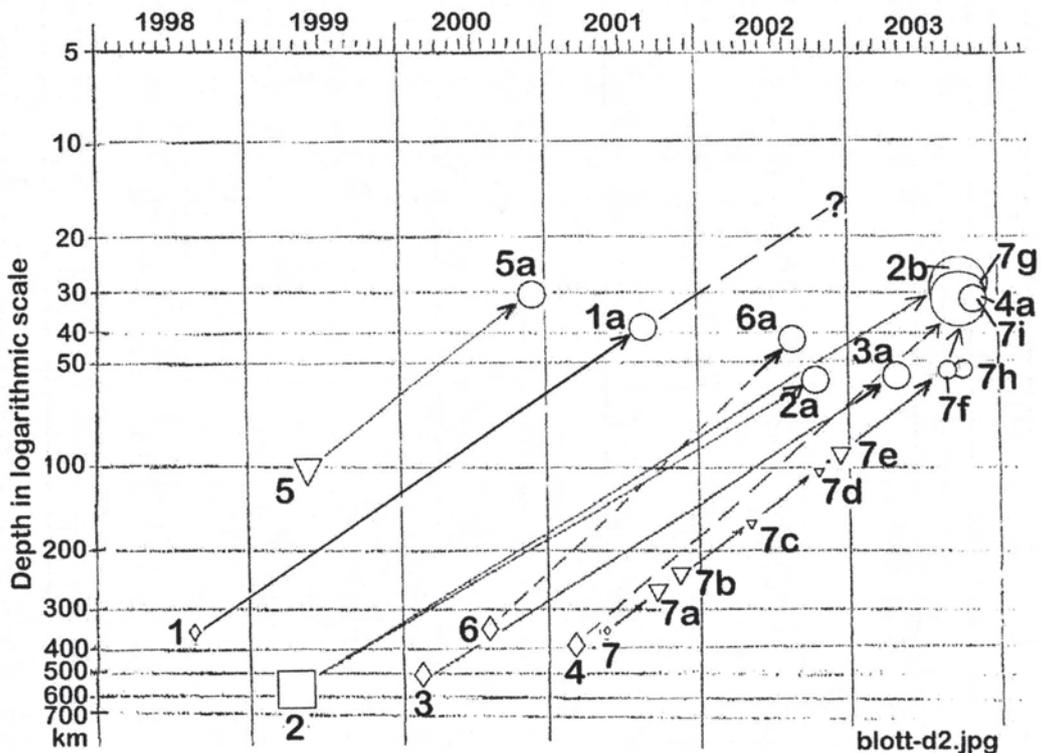


図7 深発先駆地震と浅発地震の成因的関連をしめす時間-深度図。記号の相対的大きさは、地震の相対的な強度に対応する (詳細は Blot, 1976 および Grover, 1998 を参照)

(2001), Smoot (2003)などで、それらの内容はここでは繰り返さない。

北緯 30 ~ 50°・東経 30 ~ 50° の範囲がこの論文の研究対象域であり、1973 年 7 月 5 日 ~ 2003 年 11 月 16 日に 20,368 の地震が米国国立地震情報センター (NEIC) のデータバンクに登録された。図 2 のように、それらの空間的分布を 50km の深度間隔ごとにプロットした結果、詳細な震源等深線図が完成した。とくに必要などころでは 10km 間隔のプロットが作成され、等深線の正確さを向上させ、最終的には図 3 に示す和達-ベニオフ帯の等深線図ができあがった。この図は、さらに、地域地質・地球物理情報のほか、Yanshin (1966), 吉田ほか (1981), 山田ほか (1982), Shilo et al. (1992), Zhang and Wang (1995), Sloss (2000) など、入手できるすべての構造情報と比較・検討された。

その結論 (図 3) によると、和達-ベニオフ帯の一般的な構造は、北海道西南部を通り、北西方向のシホテアリンの下へプランジする NW-SE 方向のマントルの高まりによって決定づけられている。とくに興味深いことは、この主要な構造的高まりの枝分かれのうち、E-W 方向の高まりは Khanka 湖へ到達し、また、NE-SW 方向の高まりはサハリンの南へのびることである。それらとともに、地表部における構造的高まりに一致する。すなわち、先カンブリア系が Khanka 湖周辺に露出し、中-古生界の構造的高まりがサハリンの南に位置し、ともに、島弧直下の和達-ベニオフ帯の高所のちょうど真上に位置している。そのほか、大和堆と日高地塊も、和達-ベニオフ帯の高所に位置する (図 3)。

さらに、二つの直交する主要深部構造帯が震源面の全体的形状に影響している；NNW-SSE の Susongchon-琵琶湖構造帯 (Choi, 2002) と南中国の有名な Tan-Lu 断層の派生断層である ENE-WSW 構造帯 (たとえば、Liu, 1986; Shilo et al., 1992; Zhang and Wang, 1995)。朝鮮-カムチャツカ構造帯 (Choi, 2002) も、東朝鮮海 (日本海) とオホーツク海の下で、和達-ベニオフ帯の起伏に影響を及ぼしている (図 3)。

上記の事実から、地球表層の主要構造は 600km かそれ以上深の上部マントルまで根を下ろし、震源面はこれらの深部に規定されている、と結論される。

日本周辺の東アジアにおけるエネルギー移動の方向を考える際に、震源面の詳細な情報はきわめて重要である。図 3 の下図にみられるように、150km 以浅で急に拡散する震源分布から判断すると、エネルギーの上昇経路は、基本的に、深部~中部では和達-ベニオフ帯の全体的形状に規制されている。しかし、浅部では、衝上断層の形態とともに、断層系や断裂系のネットワークが重要な役割を果たしているように見える。

#### 4. 2003 年 9 月平成十勝沖地震への ET 現象の適用

2003 年 9 月 26 日早朝 (現地時間) に、北海道南東部沖で、大地震が発生した。大きな津波も起き、沿岸地

帯に重大な被害をあたえた。公の地震調査委員会は、すぐさま、地震が太平洋プレートによって引き起こされたと発表し (図 5)、さらにこう付け加えた。「その地域は巨大地震が平均して 80 年ごとに発生してきた。1952 年に最後の地震が発生したことから、私たちは今回の地震はやや早すぎたと感じている」と (朝日新聞, 2003, 9/26 付)。

しかしながら、私たちは地震エネルギー伝搬概念にしたがって、この地震は沈み込みによるものではなく、2003 年の浅発地震に数年先行する北海道の西方と北方に発生したいくつかの先駆地震からのエネルギーの移動と収斂の結果だと考える。

平成の地震の解析に、我々は 1998 年以降の NEIC 地震記録を使用した。我々はまた、国際地震学センター (英国)、ハーバード大学地質科学部 (米国)、サハリン地震学部 (ロシア)、気象庁と地震機構情報 (日本) からのデータを参照した。しかし、データの質の均一性のために、表 1 に示すように、エネルギー移動の遅延時間計算に NEIC データを独自に再検討した。

私たちの解析は、シホテアリンや東朝鮮海 (日本海)、オホーツク海で発生した一連の深発地震が 2003 年の西南北海道沖の浅発地震に関係することを示した。それらの位置と発震時刻は、ET 公式の時間-深度関係に正確に従っていた。平成十勝沖地震は、ウラジオストク (no.2) とシホテアリン沿岸 (no.7) の二つの深発地震の収斂の結果であった。先駆地震のほとんどが浅発地震を伴う。しかし、no.7 は、浅部で側方に広がる前に、一連の中発地震 (nos.7b ~ 7d) も誘発した。

いくつかの ET 現象にみられるエネルギー収斂は 10 ~ 60km 間の広い深度範囲で発生するため、最大地震エネルギーさまざな値をとる。おそらくこのことが、沿岸地域での死傷者や被害が比較的少なかったことを説明するであろう。

#### 5. 地質学的考察

深発地震活動 (500km 以深) は極東ロシアと海岸地域、とくにウラジオストク西方に集中する (図 4 参照)。そこは、地球規模の 2 大深部断裂の会合部にあたり (Choi, 2002)、また、比較的安定なシベリア~アジアのマントルブロックと活動的な太平洋マントルブロックの接合部でもある。この特異領域では、深度 600 ~ 700km の上部/下部マントル境界において造構活動がもっとも活発である (図 1)。上部マントル物質の物理-化学的分化が、相変化などをつうじて、この深度でもっとも活発に進行しているのであろう。分化物質は、縁海~日本列島下の震源帯を上昇し、地表へ達する。断層系にそって集中する応力とともに、この作用が大規模浅発地震の主要になっていると、私たちは考えている。

北海道沖の大陸斜面は、沈降しつつある太平洋海盆と隆起をつづける島弧地塊群との間に位置し、この特定領域に応力が蓄積される。震源面の形状のために、北

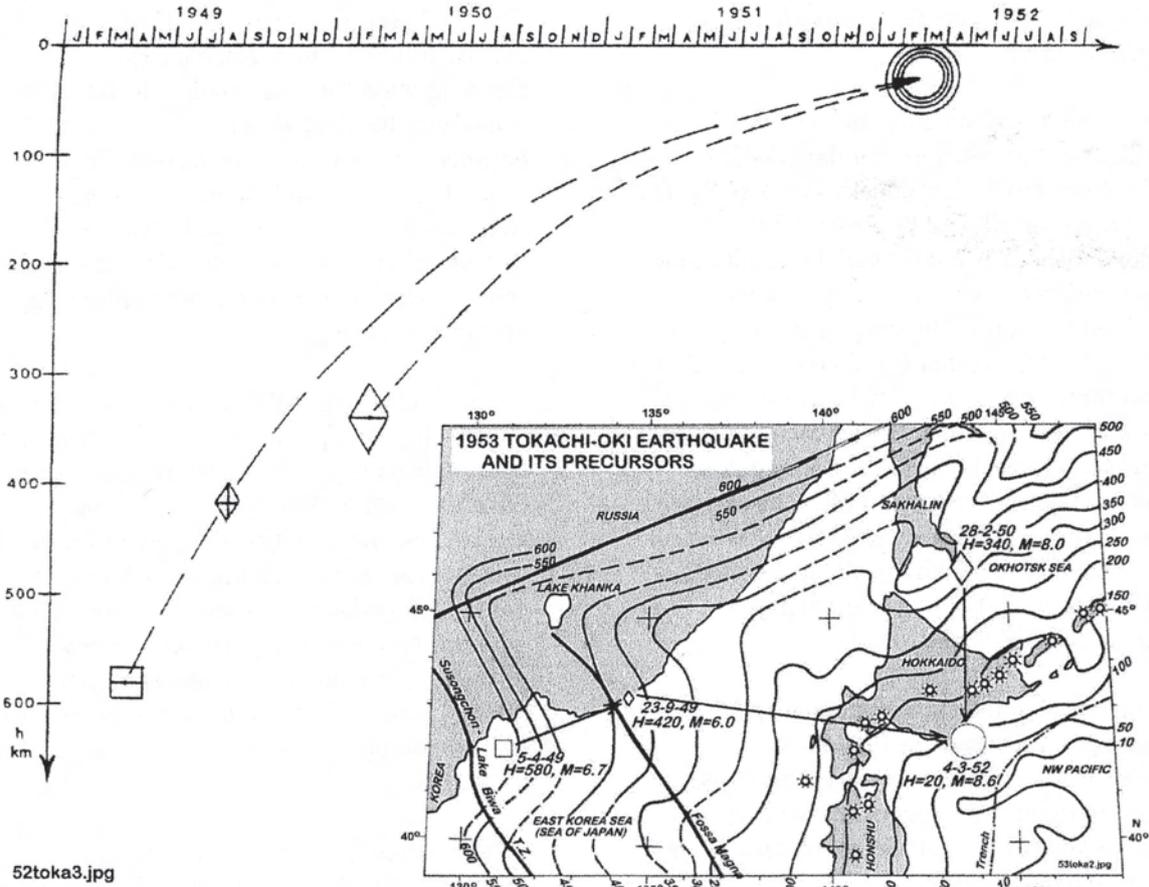


図8 1952年十勝沖地震. この浅発地震は、北海道西方と北方における2つの深部エネルギー源からの収斂の結果であろう. Blot(1976)を修正.

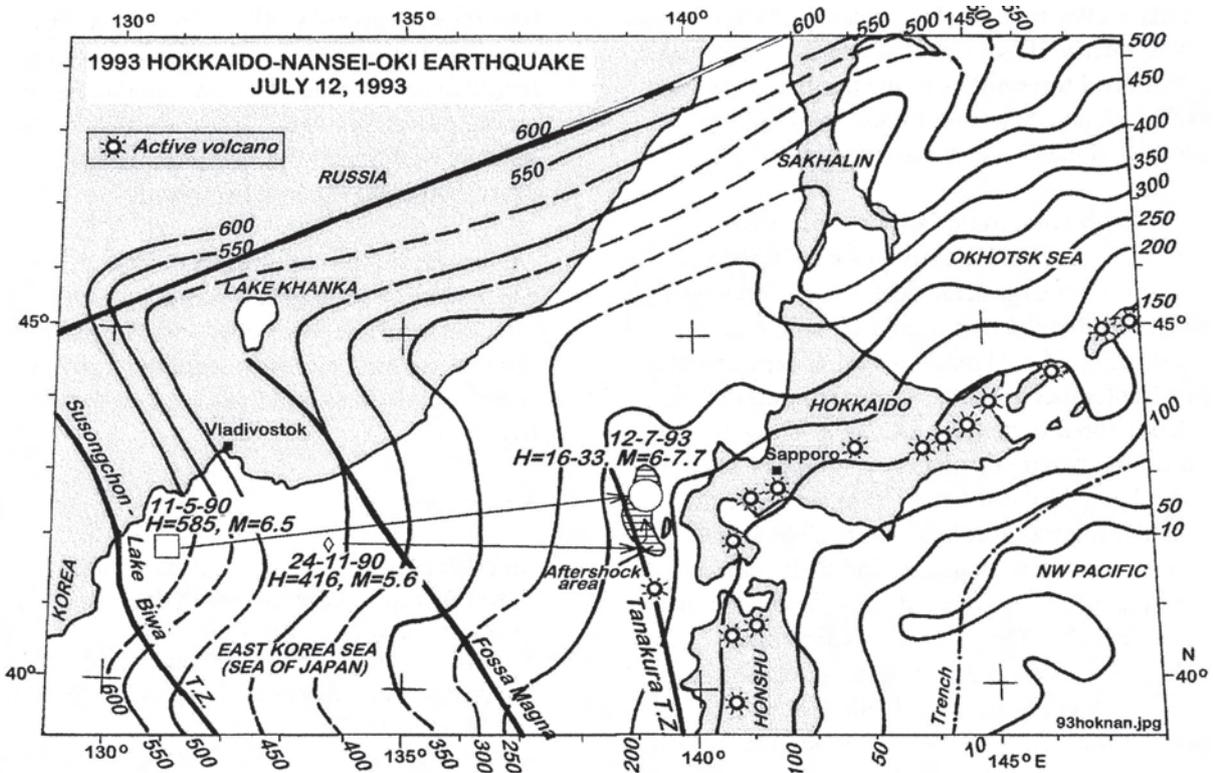


図9 1993年北海道南西沖地震の原因が、朝鮮東海(日本海)の西部で3年前に発生した2つの先駆地震であるようにみえる. Blot and Groverの1998年版(Grover, 1998, p. 248)を修正. 余震域は, Kato and Tsuji (1994)による. 棚倉構造帯が, 余震分布とエネルギー移送到影響していることは明らかである.

海道の北方と西方のマントル深部に由来した地震エネルギーは、北海道の南東沖で収斂する。この特異な地質造構場が、北日本および千島列島沖の大陸斜面に大地震が集中する理由を説明するだろう。

もうひとつの興味深い事実は、シホテアリン海岸下の深度358kmで発生したno.7の地震の挙動である。マグニチュードは小さかったが ( $m_b = 3.8$ )、多くの中発地震が続発し、浅部では側方へひろがり、十勝沖地震の本震を含む多くの地震をひきおこした。この一群の特異な地震は、地表でもっとも強烈な火山-造構活動が起こっている札幌西方の火山帯の地下のマントル隆起軸にほぼ沿って配列する (図3)。それに沿う地表変形や火山-地震活動史を研究すると、エネルギー伝搬を解明するいくつかのヒントがえられるかもしれない。

6. 北日本における今後の地震についての考察

上述の2003年平成十勝沖地震は、1952年の十勝沖地震と同様の経緯をたどった (図8参照)。後者は、Blot (1974) が研究した地震で、西方と北方にある2つの給源からのエネルギーが収斂した結果である。1952年の本震よりも約3年前に、もっとも深い先駆地震が朝鮮-ロシア国境沖の深度580kmに起こった。5ヶ月後に、もうひとつの深発地震がシホテアリン海岸の深度420kmに発生した。本震の約2年前には、さらに、もうひとつの比較的深い地震がシホテアリン南部で発生した。これらの地震が、十勝沖で収束したと考えられる。

同様なエネルギー伝搬が起こったもうひとつの例が、1993年の北海道南西沖地震である (図9)。この地震は、本震の約3年前に西方で発生した2つの深発地震のエネルギーが収束したものと考えられる。

上述してきたように、北日本における破壊的な大地震は北海道の北方と西方におけるいくつかの先駆的地震のエネルギーが収斂して発生したとの、それらの時間的遅延はET式に正確にしたがう。

これらの規則性は、北日本における今後の大規模浅発地震の予知を可能にする。2002年にはウラジオストック北西で、次の2つの大規模な深発地震が記録された (図10)：1) 2002年9月15日のM6.4の地震 (深度586km)、および2) 2002年6月28日のM7.3の地震 (深度566km)。これらの地震は、北日本における今後の浅発地震 [複数] の先駆であろう。これらは、2003年の平成十勝沖地震と同様な移動経路をたどるものと考えられ、浅部での現れは2006年末頃に発生すると予測される。しかしながら、実際の発生深度の不確実性のために、浅発地震の正確な予測は不可能である。たとえば、震源の深度が50kmと20kmの場合では、数ヶ月の時間的遅延となる。いずれにしても、この試みは、私たちの惑星の挙動を理解するためにも興味深い。

2003年の平成十勝沖地震は、地震エネルギー伝搬式に正確にしたがって発生した。それらのエネルギー源は、北海道北方と西方で1999~2001年に発生した深発地震であると考えられ、これらのエネルギーが北海道南

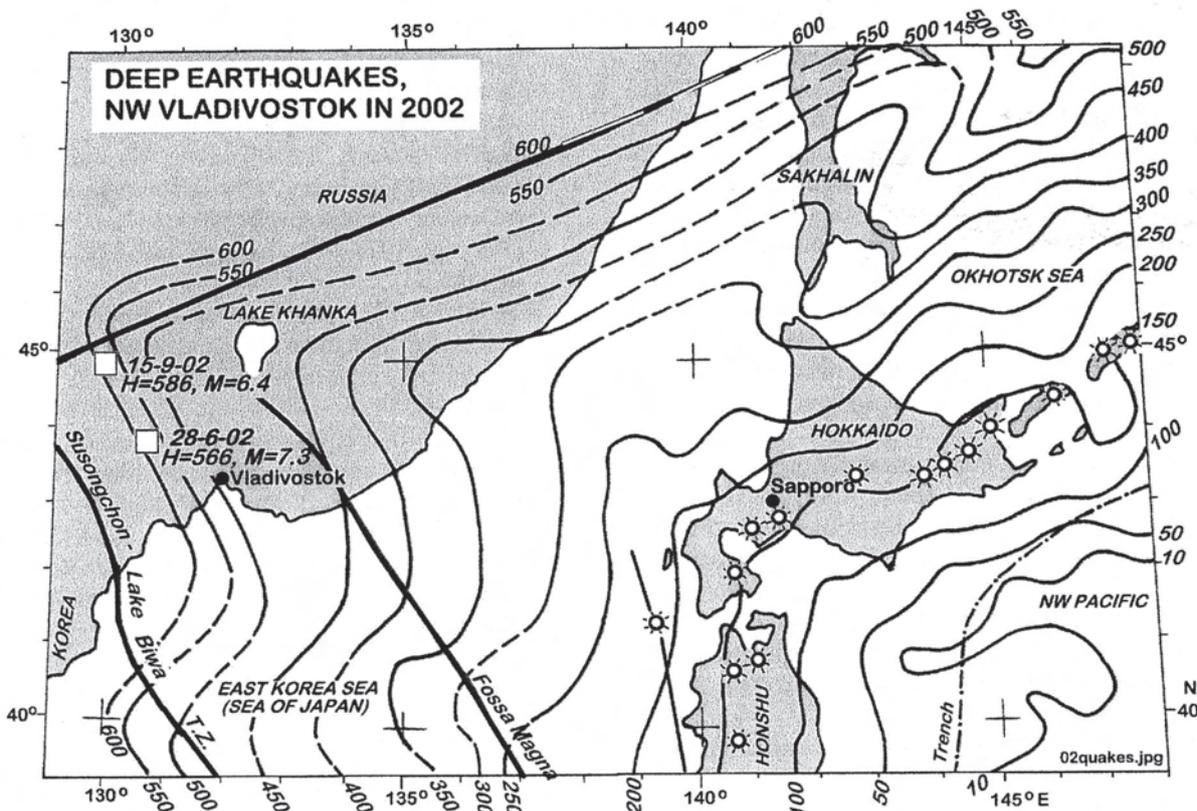


図10 2002年のウラジオストック北西方の主要深発地震。これらは、今後、北日本でおきる大浅発地震の先駆であるようにみえる。

東沖で収斂したのであろう。北日本周辺で 20 世紀に発生した過去の大地震も、この方程式に適合する。

エネルギー伝搬 (ET) 現象の有効性は、疑いの余地がない。この概念はすべての地震学者の注目に値するもので、地震メカニズムを理解し、他の方法と組み合わせることによって、今後の破壊的浅発地震を科学的に予知するためにより広くもちいられるにちがいない。とくに興味深い課題は、地下でエネルギー伝搬が起こることが予測される地域において、火山、地表変形、地震活動、熱的諸活動などを監視することである。

プレートテクトニクスモデルは地震メカニズムを説明

できず、それゆえに、予知には使えない。現在、地震予知科学とプレートテクトニクスの全般がおちいつている窮地は、この事実を巧みにうらづけている。プレートテクトニクスに反する確実なデータがすでに歴大に集積されていて、それらを無視することは誰にもできない。地震は、プレートテクトニクス仮説以外の別の視点から研究されなくてはならない。

地震がもたらす甚大な社会経済的影響を考えると、地球科学者は虚心坦懐にものをみなくてはならない。そして、偏見なしに確実な証拠を直視し、より有効性のある造構仮説を構築するために改心する必要がある。

## 文 献

- ARTHYSIROV, E. V., 1983. *Geodynamics. Development in Geotectonics* 18, Elsevier, 312p. (Translated by D. A. Brovm, 1983).
- ASAHI SHIMBUN, 2003. Earthquake as forecasted by Investigation Committee? September 26, 2003 Evening Newspaper.
- BELOUSSOV, V. V., 1966. Modern concepts of the structure and development of the Earth's crust and the upper mantle of continents. *Quaternary Journal of Geological Society, of London*, v. 122, p. 293-314.
- BENIOFF, H., 1954. Orogenesis and deep crustal structure - additional evidence from seismology. *Geol. Soc. America Bull.*, v. 65, p. 385-400.
- BLOT, C., 1964. Origin profonde des seismes superficiels et des eruptions volcaniques. Bureau Central Seismologique Intemaional. Series A, *Travaux Scientifiques, Fascicule 23*, p. 103-121.
- BLOT, C., 1965. Relations entre les seismes profonds et les eruptions volcanique au Japon. *Bulletin Volcanologique*, v. 28, p. 1-39.
- BLOT, C., 1971. Seismes du manteau superieur, precurseurs des seismes superficiels violents. *Communic. A la XVI<sup>e</sup> Assemblee Generale de l'UG/G.I., Moscou, Aout 1971 (Resume)*.
- BLOT, C., 1976. Volcanisme et sismicite dans les arcs insulaires. *Prevision de ces phenomenes. Geophysique* 13, ORSTOM, Paris, 206p.
- BLOT, C., 1981. Deep root of andesitic volcanoes: New evidence of magma generation at depth in Benioff zone. *Jour. Volcanology and Geothermal Research*, v. 10, p. 339-364.
- BLOT, C., DEFOSSEZ, M., and MONGET, J. M., 1974. Relations entre magmas volcaniques et zones seismiques dans les acs Honshu et Hokkaido. *Bulletin Volcanologique*, v. 38, p. 988-997.
- CHOI, D. R., 2002. Deep-seated faults and deep earthquakes in the northwestern Pacific. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 23, p. 7-14.
- CHOI, D. R., 2003. Deep earthquakes and deep-seated tectonic zones. Part 5, Discussion. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 27, p. 8-25.
- CHOI, D. R., VASILYEV, B. I., and BHAT, M. I., 1992. Paleoland, crustal structure, and composition under the northwestern Pacific Ocean. In: CHATTERJEE, S., and HOTTON, N. III (eds.), *New Concepts in Global Tectonics*, p. 179-191. Texas Tech Univ. Press, Lubbock.
- FUKAO, Y., and OBAYASHI, M., 1992. Subducting slabs stagnant in the mantle transition zone. *Jour. Geophysical Res.*, v. 97, no. B4, p. 4809-4822.
- GROVER, J. C., 1967. Forecasting of earthquakes — correlation between deep foci and shallow events in Melanesia. *Nature*, v. 213, no. 5077, p. 686-687. 18 Feb., 1967.
- GROVER, J. C., 1998. *Volcanic eruptions and great earthquakes — Advanced waning techniques to master the deadly science*. CopyRight Publishing Co., Brisbane, 272p.
- HUNAHASHI, M., 2003. Deep structures of orogenic belts. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 28, p. 29-35.
- JATSKEVICH, B. A., (ed.), 2000. *Geological map of the world. 1:5,000,000*. Ministry of Natural Resources of Russian Federation, Russian Academy of Sciences.
- KATO, K., and TSUJI, Y., 1994. Estimation of fault parameters of the 1993 Hokkaido-Nansei-Oki Earthquakes and tsunami characteristics. *Bull. Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo*, v. 69, p. 39-66.
- LIU, H., 1986. Geodynamic scenario and structural styles of Mesozoic and Cenozoic basins in China. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, v. 70, p. 377-395.
- MEYERHOFF, A.A., TANER, I., MORRIS, A., 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.), *A New Concepts in Global Tectonics*, p. 309408. Texas Tech Univ. Press, Lubbock.
- OKINO, K., ANDO, M., KANESHIMA, S., and HIRAHAEA, K., 1989. The horizontally lying slab. *Geophysical Research Letters*, v. 16, p. 1059-1062.
- PRATT, D., 2000. Plate tectonics: a paradigm under threat. *Jour. Sci. Exploration*, v. 14, p. 307-352.
- REZANOV, I. A., 2003. Subduction fails to check out. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 27, p. 28-31.
- SHILO, N., MURAKAMI, N., and BAKULIN, Y., (Editors-in-Chief), 1992. *Volcanic belts and volcano-tectonic structures of the East Asia. Scale 1:3,000,000*.
- SLOSS, P. W., 2000. *Surface of the earth. Report MGG-5R*, National Geophysical Data Center, Boulder.
- SMOOT, N.C., 2003. *Tectonic globaloney*. Xlibris Corporation.

- SMOOT, N.C., CHOI, D.R., and BHAT, M.I., 2001. Active margin gemorphology. Xlibris Corporation, 164p.
- SUZUKI, Y., 1975. Nihon no Jishin (Earthquakes of Japna). Tsukiji Shokan, Tokyo, 157p. (In Japanese).
- SUZUKI, Y., 2001. Kiyoo Wadati and the path to the discovery of the intermediate-deep earthquake zone. Episodes, v. 24, p. 1 118-123.
- SUZUKI, Y., 2003. Research on Wadati-Benioff zones and their problems. JAHIGEO Bull., no. 21 , p. 15-24 (In Japanese).
- SUZUKI, Y., KODAMA, K., and MITSUNASHI, T., 1978. The formation of intermediate and deep earthquake zone in relation to the geologic development of East Asia since Mesozoic. Jour. Phys. Earth, v. 26, supp., p. 579-584.
- SUZUKI, Y., KODAMA, K., OSUKA, K., HASEGAWA, K., and IIKAWA, K., 1990. Seismicity in relation to the recent crustal deformation in the Japanese Islands. In. SUGIYAMA, R., HAYAKAWA, M., and HOSHINO, M. (eds.), "Discussion between seismologist and Geologist". Tokai Univ. Press, Tokyo, p. 105-114 (In Japanese with English abstract).
- Van der HILST, R., 1995. Complex morphology of subducted lithosphere in the mantle beneath the Tonga Trench. Nature, v. 374, p. 154-157.
- Van der HILST, R, ENGDAHL, SPAKMAN, W., and NOLET, G., 1991. Tomographic imaging of subducted lithosphere below northwest Pacific island arcs. Nature, v. 353, p. 37-43.
- VASILYEV, B. I., and CHOI, D. R., 2001. Geology of trenches and island arcs in the Pacific Ocean. Vladivostok, Dalnauka, 183p. (In Russian with English abstract)
- WADATI, K., 1928. Shallow and deep earthquakes. Geophysical Magazine, v. 1, p. 162-202.
- WADATI, K., 1935. On the activity of deep-focus earthquakes in the Japan islands and neighborhoods. Geophysical Magazine, v. 8, p. 305-325.
- YAMADA, N., TERAOKA, Y., and HATA, M. (Chief Editors), 1982. Geological map of Japan, scale 1:1,000,000. Geological Atlas of Japan. Geological Survey of Japan.
- YANSHIN, A. L. (Chief Editor), 1966, Tectonic map of Eurasia. Geological Institute, Academy of Science, USSR. Moscow, Scale 1:5,000,000.
- YOSHIDA, T., HOSHINO, M., and NAGAHAMA, H., 1981. Tectonic map of the Japanese Islands and their environs. Scale 1:3,000,000. Naigaichizu Co. Ltd., Tokyo.
- ZHANG, B, and WANG, Z., (Chief Editors), 1995. Map of China crustal wavy mosaic structure. Scale 1:5,000,000. Geologic Publishing House, Beijing.
- ZHAO, D., MISHRA, O.P., and SANDA, R., 2002. Influence of liquids and magma on earthquakes: seismological evidence. Physics of the Earth and Planetary Interiors, v. 132, p. 249-267.

## 出版物 PUBLICATION

### 新刊本 “Tectonic Globaloney” 刊行迫る！ New Book, "TECTONIC GLOBALONEY", ARRIVING SOON!

著者：Chris N. Smoot. 出版社：Xlibris Corporation ISBN 1-4134-3728-1(soft cover), 1-4134-3729-X(hard cover).  
注文先：orders@Xlibris.com. or visit www.Xlibris.com

(岩本 広志 + 国末 彰司 [ 訳 ])

#### ＜ウェブサイトから＞

このブックレットの目的は、二つの既刊本「海洋地形」「活動的縁辺の地形」で使われた専門用語をできるだけ減らすことにある。これらの書籍はデータ収集を必要とする読者を対象にしたもので、1966年頃にプレートテクトニクス仮説が定式化されて以来、集めてきたデータ群を紹介した。Thomas Kuhnは、あらゆる研究分野で自由な議論がなされるべきで、議論というものは、一般に、いかなる課題においても流行の考え方に転換をもたらす、と述べた。私たちの場合、課題は地球ダイナミクス、流行はプレートテクトニクスである。

プレートテクトニクスは、3つのメカニズムに要約される。これらは、母なる地球 (Mother Earth) の行方を予見する試みであるにもかかわらず、彼女が現在どこにあるかの説明に終始する。プレートテクトニクスは、磁場、大陸漂移、なまかじりの古生物地理学、地震学、仮定的な地球物理学 (それ自身が仮説的) を利用する。地球内部からのマグマは中央海嶺を通じて地面上昇し、ベルトコンベヤーは海洋底拡大によって形成され

た中央海嶺から離れるように新しい地殻を形成する。そして、地殻の沈み込みによって、約180万年後にも地球の直径は一定に保たれる。600kmの深い根をもつ大陸は、ベルトコンベヤーによって永遠に移動する厚さ12kmのプレートのなかをさまよう漂流物にすぎない。玄武岩質岩石でできたプレートは、海溝で沈み込みでは融解し、いつまでも循環する。この仮説の過去と現在のステータスを保持したのは、大陸の形状やいくつかの指標的化石である。地球科学界では、これらが真実として、ほぼ全世界的に受容されている。

しかし、この仮説が、地震や火山の発生位置をはじめ、海洋底やホットスポット軌跡 (島嶼 / 海山) の形成に粗野な説明を与えれば与えるほど、次の結果を招く。1) これらの自然現象の発生時期、それらがプレート境界から離れたところに発生する理由、そして、それらの発生深度の説明に失敗する。2) 海洋底の形成年代の古さや物理的複雑さを全般的に過小評価し、線状配列する海山列や島嶼列の一連の年代をまちがって表記する。4) 全世界の海洋底岩石の年代値の説明に失敗する。

要約すると、プレートテクトニクス説は世界中の海洋について何も説明し得ないのである。まったく何も。

ちなみに、"偉大なひらめき"の時代に、海洋底を実際に見ることはほとんど不可能であった。いくつかのシングルビーム探査測線が大西洋中央海嶺を横断し、太平洋はあまりにも大きく、概略図面を除くとほとんど情報がなく、インド洋には東経 90° 海嶺、中央海嶺の他にも大地形があり、夢の中の世界であった。この時期まではプレートは 12 枚あったが、調査航海ごとに新しい海洋底が発見され、毎日のようにマイクロプレートが増えた。そして、これらの発見は、体系的な基礎をもつものではなく、むしろ、「最初の発見者は、最多の資金を得た者」といった調査航海の基金に依存した。

このブックレットでは、その当時から私が収集してきたデータを提供する。かつては、太平洋プレート、フィリピン海プレート、インド-オーストラリアプレートが 500~1000m 単位の等深線で描かれていたため、私も罫に陥った。アラスカ湾、南中国海、パナマ海盆など小範囲の等深線図も掲載され、地球規模におよぶ比較的広範囲の海洋底の描像を提供する。北極海盆は含まれていないが、100% をカバーすることを試みたわけではない。それは現時点では不可能であり、また、地球力学の究極的な仮説の抽出を試みたものでもない。

海底に遍在する岩石そのものの年代は、海洋底の年代とは一致しない。実際、それらは一桁古いものである。すなわち、地磁氣的に海洋底年代が 180Ma と推定されたところでは、実際の海洋底は 10 倍も古い。最近の古生物地理学は、大陸移動とは全く違った陸橋というシナリオを描く。その証拠となる生物は、南極、アフリカ、インドだけでなく、中国、ロシア、北緯 78° のスバルバードにまで生息していた。主な "証拠" の一つであるインドの北方移動は、ヒマラヤで過去 25 年間に集められた岩石年代によって完全に反証された。

同様な事例は、まだまだある。コラ半島やドイツの大深度坑井や、ボリビア・インドの深発地震は、沈み込みが存在しないことを示す。収束縁の総延長は中央海嶺の長さの約半分しかなく、より確実な反証となる。

さらに、リニアメントも自らの墓穴を掘っている。断裂帯のリニアメントは、海洋底の拡大方向とされる。リソスフェアは厚さわずか 12km の岩板であり、そのような固体が、大洋盆（最大の例が太平洋）ほどの巨大物の上や周り、あるいは、回転楕円体（母なる地球がその例）の上を移動する。このような考え方が成立しえない、ばかげたものであることはすぐにわかる。これは、次の事実によって、もっとはっきりする。すなわち、最新の海底地形データにもとづくと、主要な海洋盆には少なくとも 3 つの異なる方向の断裂帯が存在し、相互に交差していることを考えれば、海洋底拡大のアイデアそのものが無価値となる。

上述してきた筋書きにそって、私の小著書には、ジェームズ・ハットンやチャールズ・ライエルにはじまり、今日にいたるさまざまな地球テクトニクスの仮説が、つめこまれている。しかし、そのいずれの部分も、次のようなことで、あたながたを悩ませることはない。不幸な科学が教科書をいかに占領しているか、価値のない情報をいかに教え込まれてきたか、あなたの教授たちが作業仮説の失敗をいかに認めようとしないうか、そして、主導的学者たちが自らの敗退を妨げようとしているのは何のためか？

狼狽しないしてほしい。いかなる仮説も（科学的であろうとなかろうと）、何らかの方法で覆される時が到来する。それは、自然の掟なのである。

拙著を読み、悲しんで欲しい。また、あなた自身の瞬間的洞察を持って欲しい。最後になるが、あなた自身の、あるいはあなたのご両親の税金が、現今の構造的グローバル化を支えている。

---

## サブダクションはチェックできない SUBDUCTION DOESN'T CHECK OUT

(柴 正博 [訳])

---

<以下は、*Science Frontiers*, no.150, p.3 から引用>  
わずかな異端者たちがサブダクションに警鐘を鳴らしていて、この記事はサブダクション概念からの解放をめざしている。この記事の内容が確認されたならば、プレートテクトニクスの全体系と私たちが信奉してきた地球史モデルが、大きな音を立てて瓦解するにちがいない。事実、この記事は、どんな主流の地球物理学者にとっても最も警戒すべきものであるにちがいない。

上述した話題の記事は、*New Concepts in Global Tectonics* という比較的新しい雑誌に掲載された。

この記事は、実際には、B.I. Vasiliyev と D.R. Choi の著書「太平洋の海溝と島弧の地質」についての I.A. Rezanov の書評である。これは、今のところ、激論になっている様子はない！

*Science Frontiers* の中で、私たちはなぜそのような難解な課題を追求すべきなのか？

まず最初に私たちが理解すべきは、深さ約 6 マイルの海溝が地球の外皮にできた深い割れ目であるというこ

とだ。そこでは、海洋プレートが大陸プレートの下に潜り込み(サブダクション),そしてマント中へ深く(何百マイルも)衝下すると信じられている。この沈み込んだ地殻は、大西洋中央海嶺のような拡大軸で絶えず生まれている新しい海洋地殻によって押される。この拡大する地殻の外縁はどこかで消失しなくてはならない。今、もしサブダクションが神話であるとするならば、拡大する地殻の考え方やプレートテクトニクス、そして大陸移動説の概念全体もまた、神話となる。

一般に、すべてのことがらがサブダクションの考え方やプレートテクトニクスに適合するわけではない。I.A. Rezanov は以下のように書いている:

評している書籍の著者たちは、海溝の地質について3つの特徴を強調している; 1) 海溝を埋めている堆積物はとても薄い, 2) その地層は乱されていない, 3) 堆積物は浅海起源である。音波探査と深海掘削によって明らかになったこれら3つの事実は、プレートテクトニクスにとって致命的な打撃であり、サブダクション概念には絶対に適合しない。

この本の著者たちはまた、すべての海洋弧-海溝系はおそらく、最近の時代にはほぼ同時に形成されたと結論づけた。より深遠であるのは、彼らの結論である:

弧-海溝系のいかなる類似物も、これまでに存在したことがなかった。したがって、それは、本質的には、地球の新しい進化段階の産物である。

(Rezanov, I.A.; "Subduction fails to check out", New Concepts in Global Teclmics, #27, p, 28, June 2003. Journal address: 14 Bent Street Turner, ACT 2612, AUSTRALIA)

コメント: この仮定された地球進化の最新段階を、何が生み出したのだろうか?

(Science Frontiers の詳しい情報や講読の申し込みは、以下へご連絡を; Sourcebook Project, P.O. Box 107, Glen Arm, MD 21057, USA. www.science-frontiers.com)

## Chicxulub (チチュルブ) クレータは K-T 時代ではない! CHICXULUB CRATER IS NOT K-T AGE!

KELLER, Gerta, 2003, The non-smoking gun. Geoscientist, v.13, p.8-11.

(柴 正博 [訳])

### <結論から抜粋>

ある衝突クレーターの存在は、恐竜の終焉またはいかなる他のグループの大規模絶滅も立証できないし、説明もしない。熱帯~亜熱帯の浮遊性有孔虫をのぞいて、最近 20 年間に蓄積された古生物学データベースが K-T 境界における突然の大規模絶滅のシナリオを支持することはほとんどない。そのうえ、突然の大規模絶滅が、その選択性(例えば、有孔虫や厚歯二枚貝)、緯度による効果のちがいが、そして、K-T 境界に先行するより早い絶滅を説明することもできない。

では多重衝突が、これらを説明することができるか? Chicxulub は現在、地球的大規模な温室化と火山活動の時期にあたる後期マアアストリシチアン階のゾー

ン CF1 の衝突クレータと考えられているが、それは、いかなる大規模絶滅ともなっていない。K-T 衝突がはるかに大きかったのか、それとも、最終的で致命的な環境攪乱とともに導く大規模な火山活動がそれと同時に起こったのか? 私たちは、後者のケースであると信じる.....

[Chicxulub クレータに関する議論については、L. W. Dan Bridges' (2002) を読むことをすすめる。「私たちの膨張する地球: 究極の原因」, 第 16 章, Chicxulub, ユカタン半島, メキシコ, p.42-51 (Oran V. Siler Printing, Denver). 彼は、Chicxulub クレーターが白亜紀の最後に火山の火口として活動したということをもっともらしく主張する。]

## 風船のなかのプルーム PLUMES IN A BALLOON

(矢野 孝雄 [訳])

私は、Journal of Geophysical Research に掲載されたホットスポットに関するいくつかの論文の編集者、査読者、そして著者となったことがある。この経験にもとづく私の見通しによると、ホットスポットやプルームについて考察したり、論文を書いても、それをとがめだてする人は、私たち以外にはいないだろ

う.....Pogo の格言「私たちは敵に遭遇した、そして、その敵は私たちなのである」と同じように。代替の明確なモデルが存在しない状況が、プルームに関するひどく曖昧な考え方を受容し、そして、それらが海嶺やプレート内の過剰火山活動を説明する無価値な仮説になることを許してきた。この仮説は、きわめて厳格

な定義一時間とともに移動したり、ほぼ固定された現在の火山活動場の深部に存在する低速度異常一から出発しながら、現在では、プルームがいかなる個別的検証を受けることもない状態にたちいたっている。それゆえ、今日では、この仮説に地域ごとに固有な修正をくわえつつ利用されているが、益するところはますますなくなり、とくに過去の構造については、期待できることが皆無となった。しかも、そのために、プルームでない説明をすることがより困難になっている。

これは、かつての気球乗りたちが地上に「私たちはどこにいるのか？」と質問するした際に、「あなたたちは気球の中にいる」との回答がかえってきた、という冗談を思いださせる。この回答は完全に正しく、そして、まったく無意味である。幸いなことに、何かがプルームであると規定することの意味や、この概念の有用性など、返答に窮する困難な問題に答えが出はじめているのが現状である。

Seth Stein (2003) Geoscientist v. 13, no. 9, p. 23 から引用

## 書評 BOOK REVIEWS

### 押力としての重力：重力の Le Sage 理論についての新しい考え方

#### PUSHING GRAVITY: New Perspectives on Le Sage's Theory of Gravitation

編集者：Matthew R. EDWARDS Apeiron, Montreal, English, 316P., 25U \$.

[redshift.vif.com](http://redshift.vif.com) or [www.amazon.com](http://www.amazon.com) で注文できる。

(小泉 潔 [訳])

重力は、地質学において中心的な役割を果たしている。それゆえ、重力理論における議論は地質学の議論に影響を与える。しばしば、プレートテクトニクス以外の学説では、重力あるいは潮汐力が、一般に信じられている以上により複雑なはたらきすると考えられている。重力は時間とともに減少するか、増減する。物質は、地球内部で作られる。基本粒子の質量も変化する。月と太陽は、標準的潮汐理論に含まれないプレートに力をおよぼす。『Pushing Gravity』は、重力理論に替わる理論、研究史、および、地質学、天文学および宇宙論におけるその意義を議論した論文集である。

**Pushing Gravity とは？** ニュートンの重力では、惑星を動かす原因となる場が単純に仮定された。この場が何であるのか、あるいは惑星とどのように相互作用しているのかといった議論はなかった。アインシュタインは、この場をゆがんだ時空に置き換えた。しかし、時空とは何か？、あるいは物質とどのように相互作用するのか？といった議論は、やはりほとんどされなかった。それは、哲学的には、観察によって自己矛盾がしだいに拡大していくことに気づく興味ある数学的所産以外の何ものでもない。最新の議論で無視されているのは、Georges-Louis LeSage によって 1700 年代後半に初めて提案された理論である。LeSage は、今日観察できる現象を説明しうる単純で数学的で直感的な重力モデルを提案した。それは、他の理論では説明されえない。この理論は、観察されうる物体に衝突する小さくて観察することのできない非常に高速で移動する粒子の海を仮定する。ある孤立した物体を考えよう。粒子が全ての側面から当たり、その影響が相殺されるだろう。しかし、もし二つの物体が存在すると、一群の小さな粒子から、互いにシールドされることになる。この影響は、これらの物体を押すことになるだ

ろう。Mingst と Stowe の論文では、LeSage のメカニズムは、二つの物体に対してニュートンの場合と同様の基本的効果をもたらすことが示された。

**重力のシールド** LeSage とニュートンが二体問題に関しては同一の予想をしているのに、彼らの三体問題に関する予測はわずかに相違する。LeSage 理論では、ある物体による重力の見かけの力は、介入する物質によって軽減されるだろう。この現象を支持する人工衛星の軌道データが、Van Flandern によって調べられた。これを支持する別の実験については、Adwards, de Andrade Martin 他によって議論されている。

**天文学的動機** 天文学の標準的理論 "ビッグバン" を疑問視する豊富なデータが存在する。説明をもっとも難しくしているのは、銀河の赤方偏移、クエーサーの赤方偏移、惑星状物体や銀河の角運動量の定量化などである。H.C. Arp はこれらの現象を pushing gravity ばかりでなく、地球膨張の概念とも関連づけている。

**地質学的意義、膨張と潮汐** 重力子とより大きな物体との間の衝突タイプの違いに応じて、pushing gravity には異なった様式のものがある。そのいくつかは、惑星本体の大きさや質量の増大をひきおこす。Veselov は pushing gravity と地球膨張の間の関連についての研究を展開している。地震の統計データの解析にとりくんでいる Kokus は、地質学、重力および潮汐の標準理論にはひどく間違った何かが含まれていて、pushing gravity はこの問題の改善すると論じている。Edwards と Kokus は、地球内部での物質創造モデルを議論している。

*Pushing gravity* は、重力についての Le Sage 理論や

それと関連した理論をいっそう発展させるたくさんの内容を含んでいて、それらには哲学者や科学史家も興味をいただいている。この著書は、一般の読者にもわかりやすく書かれている。もしあなたが地質学を非常に

わかりやすくする重力理論の小さな変化に興味をいだかれるとすれば、この本は必読書となる。

Martin KOKUS による書評 (Physics #64, Alice Lloyd College, Pippa Passes, Kentucky 41844,

## 全地球ねじれテクトニクス—地球進化の論理—

### Global Wrench Tectonics —Theory of Earth Evolution—

著者 : Karsten M. STORETVEDT ノルウェー ベルゲン大学地球物理学研究所

出版社 : Fagbokforlaget, P.O. Box 6050 Postterminalen, 5892 Bergen, Norway.

Phone: +47 55388800 Fax: +47 55388801; E-mail: Fagbokforlaget@fagbokforlaget.

2003 年刊 ; 397p. hardback. Price: NOK 418 (USD 55) plus postage NOK 50

(矢野 孝雄 [ 訳 ])

本書は、Global Wrench Tectonics—同じ著者による1997年刊のOur Evolving Planet (ShethによってNCGT Newsletter No. 8, 1998に紹介)—の増補版であり、Wrench Tectonics学説を補強するためにより包括的に記述されたものである。地球科学の将来の展望に、この新しい地球観を適確に位置づけるために、第1章および第2章では、現象論的側面から世界地質の研究史—ウェーゲナー型大陸移動とプレートテクトニクスを含む—が解説される。第3章には、地球の起源、内部構成、および推定されるエネルギー移送プロセスにかかわる主要項目が簡条的に記述される。第4・5章では、本書で提案する新しい力学テクトニクス体系の基本的特徴が記述される。最後の2章(第6章および第7章)はこの新学説を広範囲に適用したもので、インド洋—南極—東南アジア地域におけるアルプス期の構造発達(第6章)と後期始生代~中期古生代の造構様式の変化(第7章)が考察される。

Storetvedt 教授の学説は、全地球的力学事件が、不規則に起こる脱ガス作用と随伴する質量再配置に駆動され、ときどきの極移動と惑星自転速度の変化によって影響をうける、というものである。この新しい学説によれば、これらの力学的転換が地質史を構成した。この新しい地球体系は、論理的系統樹のかたちで提案され、一連の現象的相互関係をもつ"第1級"の地質学的事象の古典的集成とも統合されている。

この新刊書では、このような学説が私たちの惑星の最初期段階まで敷衍されている。それによると、初期地球は比較的高速度の回転体で、鉍物成分とガス(おもに水素)からなる冷たい混合体できていた。一定の遠心分離作用がはたらき、より重たい放射性元素が外側球殻にある程度集中した。この最初期の分別につづいて、濃集—集積過程が起こり、熱—化学的平衡から大きくはずれた惑星内部構造が形成された。この不安定な初期状態のために、その後も脱ガスがつづき、それともなう内部物質の再配置が地球の力学—テクトニクス史を支配し、しだいに現在の地球の姿ができあがった。しかし、これらの過程は、未だに完了しているわけではない。この新しい提案にしたがうと、初期地球の外層は大きな地温勾配をもっていて、実際に始生代マグマが示す異常高温とも整合する。しかしなが

ら、比較的高温の外層が冷却するにつれて、深部では収縮変形が発生し、地球をとりまく2つの直交大円を形成した。そして、これらの冷却性主要断裂が分裂して、現在ではベニオフ帯になっている。

湧昇する silanes, 炭化水素, 炭化珪素などが、地球外層における静水圧を増加させ、発熱反応を起こし、その結果、流体および気体に富むレンズ状アセノスフェアが形成された。100kmほどの外層(現在のリソスフェア)では静水圧がひきつづき増大し、花崗岩化作用、鉍化作用および連続的なエクロジャイト化作用が起こり、重力性薄化作用(gravity thinning), アイソスタシー沈降、および珪長質~珪質地殻の塩基性化作用が進行した。このような脱ガスモデルから予測される地殻の最終生成物は、深い海洋沈降域であり、その底部には薄い玄武岩質地殻がひろがる。初期に存在した汎地球的大陸地殻が、推論したように"海洋化"すると、汎世界的海水準変動に直接的影響をもたらす。上部マントルにおける流体圧やガス圧が増大すると、海洋地殻の隆起(および浸食)を引き起こして、高海水準期が到来する。それにつづくエクロジャイト化作用、重力に駆動された地殻のデラミネーション、および海盆の沈降は、低海水準期をもたらす。

自転する地球内では、流体は上方へ移動する。その過程で、(古)赤道帯にある程度の集中が起こり、上部マントル~下部地殻の静水圧を上昇させ、地球大円に沿って沈降帯(地向斜)を形成する。地球の空間的方位が変化したり(極移動)、自転速度が変化すると、慣性力が発生し、リソスフェア全体にねじれ変形(wrench deformation)が起こる。これにちなんで、全地球的ねじれテクトニクス(Global Wrench Tectonics)と名づけた。このテクトニクスは、2つの古地理的位置、すなわち、各時代の赤道帯沿い、ならびに古子午線方向の散点的地帯に変形をひきおこす。

Karsten Storetvedt の履歴をみると、彼が地球の力学テクトニクス体系の研究をはじめたのは1989年のことである。最初はアルプス—ヒマラヤ造構帯の説明を試み、それは、mobilismの造構系に替わる造構体系をめざす最初の研究成果となった。その後、古地磁気学にもとづく大陸の古緯度と運動学、古生物学的気候指標

と古地磁気にもとづく極移動, および, 造構-火成活動帯の世界的分布の総合化をすすめる, 最終的には, それまでの努力が統合的な造構体系にまとめられた (経緯の概要は著書を参照). この過程で新しい発想が生まれたのは, 大陸間の古地磁気軌跡の不一致の説明に, 極移動軌跡を重ねあわせるための側方運動 (プレートテクトニクスのモデルでは, "漂移" と表現される) が不必要であることを氏が実感したときであった. 必要なのは, アルプス期における大陸塊の現地性回転だけである. こうして著者は, 慣性力に駆動されたりソスフェア回転というテクトニクス体系をみごとに発展させ, 長らく議論されてきた大陸接合問題が, プレートテクトニクスの思惟に由来する人為的課題設定であることを明らかにした. さらに, 大陸の深い根の存在には疑問の余地がなく, これらの観測結果は, プレート説の基本命題である側方漂移を想定する場合だけ, 理解不能になるのである. 不規則な脱ガス過程にある地球内部で物質やエネルギーの外側移送プロセスがもっとも強力に作用している構造単元は, 海洋マントルである. このような領域では, よく知られているように地震波速度が低下する. いっぽう, このような影響をあまりうけていないマントル領域が, 地震波速度の速い大陸の根である.

インドがいつもアジアの地理的近傍に存在していたことは, 岩石や化石の証拠から複合的に検証された. また, デカン玄武岩の古地磁気方位の異常は, 古地磁気学によって復元されたインドの  $135^\circ$  の現地性時計まわり回転によって説明される. そうだとすると, インドの恐竜たちがアジアの恐竜群にたいへんよく似ていたり, いかなる地域性 (これは, プレートテクトニクスに要約されるようにインドが孤立した巨大島として, 北方へ長距離漂移をしたと仮定する場合に期待されるものである) ももたないことは, 移動論者たちに新たな代案を要求する. ちなみに, インドの大規模回転モデルは, インド洋を横切る "南-北" 方向の巨大剪断帯の北端にその回転中心を設定している.

北大西洋をはさむヨーロッパおよび北米大陸の間の極移動軌跡の不一致は, おもにアルプス時相の極盛期に,

ヨーロッパに対して北米が約  $25^\circ$  の時計回り現地回転したことによってのみ説明することができる, と著者は証拠づける. このように, 古地磁気データは, 経度方向での大陸間の隔離を必要としない. 両大陸地塊に必要なのは中程度の相対的現地性回転だけで, それによって, 南へ扇状に開いた北大西洋の構造が説明される. 大西洋に関係する諸大陸の相対回転は, 薄い地殻をもつ大西洋深海海盆の中に顕著なねじれ変形をもたらした. 地球上の他の深海域も, アルプス時相の極盛期に, ねじれ変形によって同様な影響をこうむった. この過程で, 大西洋の中央には, その全長にわたって深部剪断帯が発達し, そして, 約 1,000 万年前には隆起域になって大西洋中央海嶺が発生した. 新しい脱ガス地球モデルにおいては, こうして, 地形的山脈 (大洋域および大陸域とも) が地球史の新参者となり, 上部マントルカンラン岩の漸次的蛇紋岩化の結果, 浮力によって隆起した. ちなみに, "造山" という古典的用語は, 地殻の造構的厚化につづく地形的隆起運動として誤用されたもので, 不適当である.

ねじれテクトニクス学説は, 支配的なプレートテクトニクス説のもとでつづいてきた地質学の因習的思考を根絶させる. この地球物理の新しい枠組みを支え, 維持させるために, 著者は最近の研究と多くの蓄積を総合した. 地球の新しいモデルはすでに確立され, 地質-地球物理学におけるたくさんの主要事実を体系的に説明し, 予測と証明の繰り返しによって検証されつづけている. この新しい "制御システム operating system" 全体がいつそうの評価を受けなければならないこと, そして, 微細な観察や短時間の変化などもより詳細に検証されることが必要である. いずれにしても本書 *Global Wrench Tectonics* は, 多くの新知見をもち, 偏見をもたない革新的で開拓者精神にあふれた地球科学者へ新しい根本的思考方法という財産をもたらし, また, 大学院段階ではすぐれた教材になろう.

評者: 高 名修

中国地震局地質学研究所  
北京 100029, 中国  
Mxgao\_yz@hotmail.com

## 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.