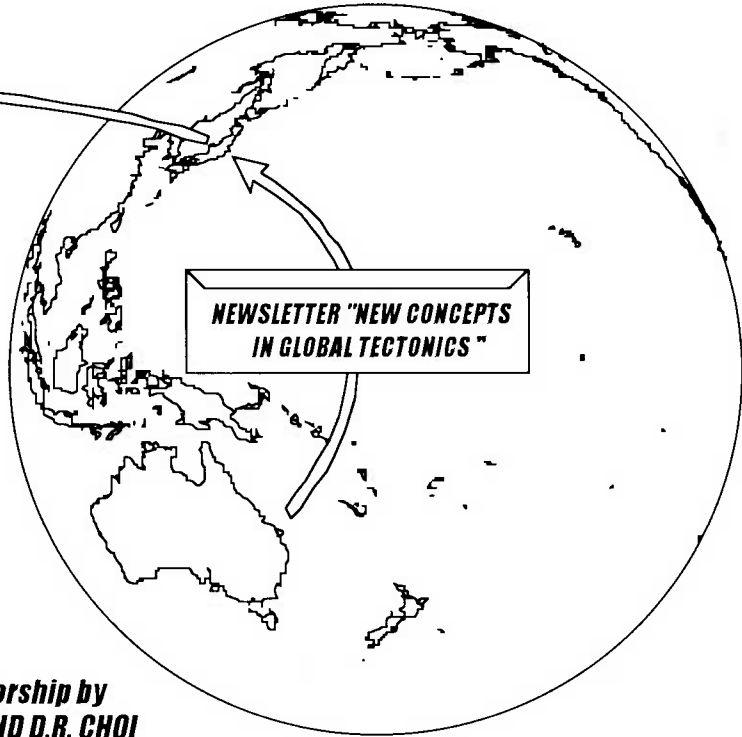
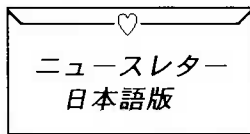


**NEWS LETTER New Concepts In Global Tectonics**

No. 14, 2000年3月 (日本語版 2000年12月) 編集者: J. M. Dickins and D. R. Choi



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

も く じ

■編集者より	2	トリニダッド～スリナムの磁気断面	10
■ニュースレターへ財政上の支援を	2	地球温暖化議論とサージテクトニクス	14
■編集者への手紙	3	■討論コーナー	
■論説		1. 海洋化作用/塩基性化作用	14
それでもなお Darwin 海嶺はさらに隆起...	3	2. 地球応力場と地球膨張	20
洪水玄武岩-ホットスポットの関連	5	3. 地球の膨張説と収縮説	21
地殻中の応力状態について	6	■地球科学界における政治的問題のコーナー	22
岩石になされた仕事のみつもり	7	■ニュースレターについて	25

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: ncgt@hotmail.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., 2615, Australia (ディスクは MS Word または Word Perfect フォーマット), 4) 電話: +61-2-6248 7638. 次号は 2000 年 3 月下旬に発行予定. 投稿原稿は 2000 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 Sachiko Ueno の援助のもと, J. Mac Dickins と Dong R. Choi によって編集されました.>

---

## 編集者より FROM THE EDITORS

(赤松 陽 [訳])

---

本号のニュースレターの大部分は、討論を取り上げている。現在の地殻の応力状態についての疑問は、その性質上、いくつかのさらに進んだ鋭い討論となっている。また、読者間での直接的な討論もあり、たいへん勇気づけられる。私たちは、この(討論の)あるものをニュースレターに取り上げようようお願いしてきたが、ニュースレターにとってふさわしい形がとられていて、これらの討論すべてについて許可が得られている場合のみ掲載できた。

地球科学の基本的な疑問に関するこのような討論がおこなわれることは、主流の出版物の多くで起こっていることがらとは確かに対照的である。ここでとりあげられているいくつかの疑問は、今はやりの正統派の考えと衝突しているけれども一。私たちには、まだ、通過していくべき長い道のりがあり、その道が(私たちを)どこへ導いていくのか知ることは大変むずかしい。地球の進化と地球内部の性質については、得られる証拠が、まだ、枝葉的なものばかりであるという、大きな問題を残しており、多くの推測(“学説”)は疑いなく、正しくないものであろう。もし、このことを知らない人がいるとすると、すでに、深部掘削がこのことを示してくれている。この掘削において、予言の全てが、事実上誤りであった。このニュースレターで、Karsten Storetvedt は、コラ半島の深井戸の深さ 12km にみられる開口割れ目(open

fracture)について言及している。全く単純なことではあるが、誰がそのようなことを考え、そして、それが地震波速度の解釈(説明)にどのように影響するのだろうか。

一方、地殻浅層から得られたたくさんの有効な情報が存在し、すばらしい地質図と情報もあるが、それらを取りまとめるには多くの作業が必要である。私たちのニュースレターに多くの手がかり(導き)を見ることが出来る。私たちのニュースレターで巧みに述べられている線状構造やそれに関連する多角形構造の全世界的システムを考慮することなしに、地球発展の進化過程について誰が理解することが出来るのだろうか。私たちは、下降するスラブが沈み込む場所と推定されている海溝に、ほとんどあるいは全く地震活動がみられないという情報を紹介した。しかし、ある読者たちは、そのような情報を、無視あるいは見過ごすことが出来るようである。私たちは、プレート説の解釈と、実際に疑わしいデータに基づいた資料の扱い方についても注目している。私たちの多くは海洋研究の経験をもち、地磁気異常は、推定に基づく以外、放射性年代決定ばかりか古生物年代決定にすら基礎をおいておらず、掘削作業がいつも間違いを暴露していることを知っている。しかし、このデータを統合することが強く要請されている。世界の地震のデータを統合することが欠如していることを再び、力説する必要はない。

---

## ニュースレターへの財政上の支援を FINANCIAL SUPPORT FOR NEWSLETTER

(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。

---

## 編集者への手紙 LETTER TO EDITORS

(赤松 陽 [訳])

---

D. CHANDRASEKHRAM  
インド技術研究所 地球科学部局 TWAS 客員教授  
ボンベイ 400076 インド  
( サナ' ア大学 イエメン共和国 )  
E メール: <dchandra@geos.iitb.ernet.in>

私は、H.C. Sheth の論文「深いマントルプリュームからの洪水玄武岩と大規模な火成活動区.....」  
Tectonophysics, v. 311, 1-29, 1999 に関するあなたの  
評論を好感をもって読んだ。私は、彼のデカン火山の学  
位論文の研究を指導したことを誇りに思っている。そし  
て彼は、科学の世界の中で私がいへん尊敬している学  
生の一入である。そして、私たちの部局からこのような  
注目される科学者が生まれたことを本当に誇りに思う。

リフティングとデカン火山活動の進化の関連性は、私が

初めて認識した。だが、Sheth のような学生たちが目覚  
め、そのような関係が存在することを述べ、(それによっ  
て) 1976 年に発表した私の考えが支持されるまで、世間  
の注目を集めることはかつてなかった。私の初期の 2 つ  
の論文は、Sheth や私自身の 1996 年、1997 年の論文に  
引用され、また、私たちの間の個人的な議論は、Sheth  
が立派な注目される寄稿を公表することに大いに貢献し  
た。私はそれをどんなにありがたく思ったか知れない。

---

## 論 説 ARTICLES

---

### それでもなお Darwin Phoenix 海嶺はさらに隆起している THE DARWIN PHOENIX RISES YET AGAIN

N. Christian SMOOT  
5064 Kiai Pl., Honolulu, HI 96821, USA  
Tel. +1-808-377-3404; E-mail <smootn001@hawaii.rr.com>

(角田 史雄[訳])

---

プレート造構論の迷いから覚めてきて、きっちりと編み  
上げられてきた論理の成り立ちが緩み、ゲル状態になっ  
ているときこそ、われわれは、実際のデータに裏打ちさ  
れた論理の組み立てをはかるといふ本来の目的を遂行す  
べきと考えた。地球化学の謎に対する完全な解が存在す  
る、などという当て推量は、実際のデータに照らして考  
えれば、嫌味に聞こえるセリフである。

筆者は最近、2つの立派な論文をレビューする機会に恵  
まれた。それらは、ただ一つの例外を除けば、いずれも  
非常によく調査されたもののように思えた；2つの論文  
はいずれも、いわゆる「ダーウィン海嶺」を議論の根本  
にすえている。しかし、そこで描き出された姿は、まる  
で、伝説上の不死鳥のようなものであり、「ダーウィン海  
嶺」は、ここ数年間、太平洋という墓場のような廃墟か  
ら盛り上がってきたかのような印象を受ける。これでは、  
馬鹿げたことに再び火をつけた、という誹りを受けるだ  
けである。太平洋底の発達を追求していこう、という努

力には敬意を表したいが、「ダーウィン海嶺」という用語  
を用いることは賛成しかねる。私の経験では、Menard  
(1964) がこの現象を「発見」したそのときから、彼のアイ  
ディアの全てが崩れはじめていたのである。事実、  
Harry Hess が第二次世界大戦時のソナーを使ってギョ  
ーをたくさん見つけ、広大な海域にギョーが分布してい  
るという概念を確立していった1964年よりはるか前に、  
「ダーウィン海嶺」はこの世から抹殺されていたのであ  
る。Menard による海膨は、もともと、南緯 45 度から  
北緯 45 度までの区域にあるとされ、海溝の東にまで及  
ぶ、西太平洋海盆の全域にわたる熱的な膨隆(スーパー  
プリューム)として形成されたと記載された。しかし、  
彼はすぐに、自分のアイデアに大きな問題のあること  
を示した；つまり、「南部ダーウィン海膨上に、海山、海  
嶺、海台などが無いのはなぜか？」という問題である。  
Menard は、太平洋底でのデータにより、かなりの正確  
さでダーウィン海嶺が計測される以前に、すでにその存  
在を提唱していた。

深海底の水深観測の始まりとともに、この海膨という概念の崩壊がはじまった。そのはじまりは、Menard が提唱してから 10 年ほど後の 1970 年代からであった。Crough (1979) は、一連のホットスポットでも、同じような大きな高まりを造れることを示して、「ダーウィン海膨」の隆起説を論駁した。「ダーウィン海膨」の M20 アイソクロンで囲まれた区域の広がり、1984 年に、Menard 自身によって、赤道のすぐ南 (Magellan 海山)、東経 145 度、北緯 33 度 (Geisha ギョー)、東経 175 度 (中央太平洋海山) などに区切られた領域に下方修正された。赤道の南では、提唱された時点の広さが 2 分の 1 に縮小されていることに注目してもらいたい。この間に Menard は (故人となった海洋学者仲間を訴追するつもりはないけれども)、海洋底でのできごとに自身の名前が残るようにすることのために、次のような記述を残した;「このアイデアは Hess の仮説 (1960 年に公にされて、1962 年に印刷) とは行き違いになったもので、2 つとも印刷中であった」 (Menard, 1984, pg. 9960) と述べた。さらに、データの出所については、「当時の DAVI のデータは少なかったのであるが、DPP の北西の DAVI が当時の主流の考えであった」 (Menard, 1984, pg. 9962) と述べているものの、多くの理由づけは可能である。さらに、間の悪いことに、不幸なことに、西太平洋の地史については余りにも知識の集積がなく、複雑な仮説の検証は無理だった。それによって、Menard は「ダーウィン海嶺」の仮説を断念せざるを得なかった。

Menard の門下生である Marcia McNutt は、この仮説を持ちこたえさせようとした (McNutt and Fisher, 1987; Wolf and McNutt, 1991)。それは スーパープリューム説、および DSDP と ODP の掘削資料などに基づいた熱的な再生論である。この種のスーパープリュームモデルは、しばらくの間、あちこちでも見かけられた。こうしたモデルは、データがないか、あるいは、乏しいもの、かつ、地球物理学的モデルとか数学的モデルとか言うべきものであり、事実とはかけ離れたものであった。このモデルは元々、1940 年代に Vening Menzies が異常に大きな重力異常を説明するために考え出したものであった。後に、おそらく、Menard の許可を得て、1972 年に Jason Morgan によって発展させられたホットスポットモデルになっていったのである。スーパープリューム モデルは、この考えが間違ったものであり、Hetu Sheth の Tectonophysics に載

った優秀な論文でもそのことは量的にも確かめられる (D.L. Anderson などの論文) までの数年間の寿命しかなかった。Sheth の論文の要約は、昨年の News Letter に掲載された。まず第一に、Sheth の論文は、実際のデータに裏打ちされた彼独自の見解である。つぎに、海嶺からなれたところの中心部は、大洋底の基盤の時代のもではなかった。その代わり、ピロー玄武岩とか岩脈のような岩石は、始原的な大洋底に付加されたという特徴をもつ層のできた時代のものであった。これに加えて私がレビューした論文では、「ダーウィン海嶺」と呼ばれた地域に、重力異常の正と負の連なりが存在することが、GEOSAT ジオイドに示されている。

Bob King と筆者がギョーの高度を用いて、Menard のいう「ダーウィン海嶺」を無視するかのよう伸びる古メンドシノ断裂を調べた 1997 年が、つまらないものの最後の年となった。ギョーそれ自身が海膨の存在を否定する反証としてあげられた。その理由は、海膨の中央部に分布する Great Cretaceous Outpouring (白亜紀大噴出岩) の近くではどこでも、ギョーの高度がまちまちで違っていたからである。同じ時代に地上で侵食され、海膨上で白亜紀大噴出岩時代に形成されたギョーは、「ダーウィン海嶺」の場合、その中央部でのギョーの高度は全て同じになっていなければならないはずだからである。中央部からはるか離れたところにあるギョーのほとんどは、海膨の翼にあたる場所に在る。翼のところは本来外側にむかって下がっているのであるから、そこは元来水深が深かったことになる。これは、ギョーがかつての海水面に達するより早く成長しなければならなかったことを意味する。なぜならば、全てのギョーは、それぞれの頂上を占めるキャップロックス状の石灰岩の時代によって、ギョーが同じような低いレベルにまで削削されたことが学説となっているからである;つまり、その時代はほぼ 100 Ma であると異口同音に述べられている。この時代が、この地域のあらゆる所で同じだという事実は本当らしい。SASS 探査システムというソナーを用いて得られたデータに基づいていることを考えれば、「ダーウィン海嶺」が存在した形跡はまったくなかった、と断言できる。ギョーの高さをプロットした結果では、WSW-ENE 方向に伸びているメンドシノとスーパーリオルの 2 つの断裂帯が系統だった破碎帯の「通り道」であったことを示していた。

## 文 献

- ANDERSON, D.L., 1994. Superplumes or supercontinents? *Geology*, v. 22, p. 39-42.  
GROUGH, S.T., 1979. Hotspot epeirogeny. *Tectonophysics*, v. 61, p. 321-333.  
KING, S.D. and ANDERSON, D.L., 1995. An alternative mechanism of flood basalt formation. *Earth Planet Sci. Lett.*, v. 136, p. 269-279.  
McNUTT, M.K. and FISCHER, K.M., 1987. The south Pacific super-swell. In, KEATING, B., FRYER, P., BATIZA, R. and BOEHLERT, G.W. (eds) *Seamounts, Atolls, and Guyots* (AGU Washington DC), p. 25-34.  
MENARD, H.W., 1964. *Marine Geology of the Pacific* (McGraw-Hill, New York).  
MENARD, H.W., 1984. Darwin reprise. *Jour. Geophys. Res.*, v. 9, p. 9960-9968.  
SMOOT, N.C. and KING, R.E., 1997. The Darwin Rise demise: the western Pacific guyot heights trace the trans-Pacific Mendocino Fracture Zone. *Geomorphology*, v. 18, p. 223-236.  
WOLFE, C.J. and McNUTT, M.K., 1991. Compensation of Cretaceous seamounts of the Darwin Rise, Northwest Pacific Ocean. *Jour. Geophys. Res.*, v. 96, p. 2364-2374.

---

洪水玄武岩-ホットスポットの連関に対して何の証拠もない地質年代学データ  
NO GEOCHRONOLOGICAL EVIDENCE FOR FLOOD BASALT-HOTSPOT LINKS

Hetu C. SHETH

Centro de Investigacion en Energia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico,  
Privada Xochicalco s/n, Colonia Centro, Apatrado Postal 34, Temixco, Morelos 62580, Mexico  
E-mails: <hcs@mazatl.cie.unam.mx> <hetusheth@yahoo.com>

(久保田喜裕[訳])

---

このニュースレター (No.13) 1999 年 12 月の論文で、D.R. CHOI 編集者が、私の最近の反プリューム説論文 (Sheth, 1999) に対して、いくつかの丁寧な言葉を寄せている。この論文で、私は、洪水玄武岩の成因に関して、世界の洪水玄武岩区でも、とくにインドのデカントラップのような地区は、ホットスポットやプリュームからもたらされたものではなく、プリュームは存在しないように思えるということを示す地質学的、地球化学的、そして地球物理学的な事実を議論した。このことに関する最も重要なもうひとつの論文は、最近の Baksi (1999) がある。Baksi は K-Ar, Ar-Ar 地質年代学のエキスパートで洪水玄武岩のスペシャリストである。彼は、一方の (otherwise) プレート賛成論者の論文の中で、いくつかの"ホットスポット軌跡 (hotspot tracks)" に関する地質年代学的データから演繹したプレート運動の信頼性を吟味してきた。

Baksi は、"ホットスポット軌跡" に対して、公表された地質年代学のデータ (Duncan, 1978, 1981, 1984 & 1991; Duncan and Hargraves, 1990 ; O'Connor and Duncan, 1990) を吟味した：すなわち、(1) Laccadive-Chagos-Reunion 島のホットスポット、それはデカントラップに連続する Reunion プリュームのホットスポットの軌跡であると広くいわれている；(2) 東インドの Ninety East Ridge, それは同様に、Kerguelen プリュームを東インドの Rajmahal トラップ に連結するホットスポット軌跡であると解釈されている；(4) Rio Grande Rise と Walvis Ridge, 前者は南アメリカプレート上の Tristan da Cunha プリュームの軌跡を意味していると考えられている。さらに、後者は、大西洋が開裂した際に形成されたアフリカプレート上の同じプリュームの軌跡と考えられている。(5) Tasmatid ホットスポット軌跡。

これらの島々の連鎖に対してプリューム起源が仮定されている初期の論文は、これらの島々がある特定の方向に徐々に若くなる年代を示し、それに依拠した。たとえば、デカン-Reunion 軌跡と Ninety East Ridge は、北から南へ徐々に若返るように描かれている。そして、これは、ふたつのマントルプリュームを越えて南から北へのインドプレートの運動に矛盾が無いと主張されている (Reunion and Kerguelen)。私の論文と Baksi のそれともほぼ同時に公表されたが、それはまるで我々のどちらもお互いの考えや仕事に気づいていなかったかのようである。それゆえ、私が洪水玄武岩のプリューム起源に対して、地質学的、地球化学的、あるいは地球物理学的証拠は無いと主張してきた一方で、Baksi はホットスポット軌跡 (以下を参照) からの地質年代学的証拠がなか

った頃から、洪水玄武岩のプリューム起源に地質学や地球化学からの十分な証拠があると主張し続けてきた。マントルプリュームの役割を認めない私の論文 (Sheth, 1999) では、私はこれらの時代-前進する軌跡 (公表された年代データは認めている) をプレート運動ではなく、プレート内の応力状態を示すものとして解釈し、また、リソスフェアの割れ目が南方へ伝搬して行くことによって形成されたものとして解釈した。しかしながら、Baksi の論文から、プリューム-ホットスポットモデルの最も基本的な前提、すなわち、系統的な年代の前進は誤りであるということは明らかである。

Baksi は、大西洋とインド洋におけるホットスポット軌跡の公表された年代はこれまで批判的な吟味がなされてこなかった、と主張している。彼はこれらのホットスポット軌跡に関する公表された plateau 年代およびアイソクロン年代の妥当性をさらに吟味し始めている。そこで、彼が到達した結論は衝撃をもって、つぎのとおり暴き出されている：(1) 過去 1.3 億年間のプレート運動モデル (たとえば、Muller et al., 1993) を導き出すために使われてきた約 35 の年代値のうち、最も信頼できるものは、インド洋でのたった3つの年代 (約 32Ma, 50Ma, 52Ma) と、大西洋ではたったひとつの年代 (約 65Ma) で、それらは結晶作用の年代として考慮されるかもしれない。(2) 後期白亜紀~始新世の期間のホットスポットモデル軌跡に基づいた結論は疑わしく、前期~後期白亜紀の間のそれは支持できない。

Baksi によると、公表された放射年代はさまざまな問題を含んでいる。たとえば、試料の変質、カリウムないしはアルゴンの付加や損失、いくつかの質量スペクトルメータの分解能の限界、plateau 年代やアイソクロン年代を定義する際のもともとの不適当な基準、そのような年代値を計算するのに使われた誤った式。Baksi は、年代値を計算するための正しい基準をすべてきちんと記録している。さらに、これらの基準に基づいて以前公表された年代値を再計算している。その結果：ほとんどの試料にとって、主張された"plateau"はもはや plateau ではなく、主張された"アイソクロン"は実際のところ、エラークロン (errorchron) である。到達した結論は多大な影響力を及ぼし、重要である：(1) 約 65~30 Ma の Reunion ホットスポットの軌跡は、時間的にはきわめて不明瞭である。(2) 約 80~30 Ma のインドプレート上の Kerguelen ホットスポットの軌跡は時間的にきわめて不明瞭である。(3) 約 105~80 Ma の北アメリカプレート上の Great Meteor ホットスポットの軌跡はあいかわらず時間的に不明なままである。(4) 約 110~85 Ma の南アメリカプレート (Rio Grande Rise) 上の Tristan da

Cunha ホットスポットの軌跡はあいかわらず時間的に不明なままである。(5) 約 115~30 Ma のアフリカプレート (Walvis Ridge) 上の Tristan da Cunha ホットスポットの軌跡は、時間的にはきわめて不明瞭である。(6)  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  step-heating 法 (Duncan, 1978, 1984, 1991; Duncan and Hargraves, 1990; O'Connor and DUNCAN, 1990) によって分析されたほとんどの岩石の結晶作用年代は不明のままである (イタリックは筆者)。

(7) Muller et al. (1993) のプレート運動モデルもまた実体の無いものである。なぜなら、ホットスポット軌跡に対して、(真の結晶化の年代を読み取れる) 十分な数の結晶年代値に基づいていないからである。Baksi の論文の重要性はいくら誇張してもしすぎることはない。マントルプリューム-ホットスポットモデルに対する結論は完全に否定されていることは明らかである。Sheth と Baksi の論文とともに、自明なものと仮定された、広く受け入れられている洪水玄武岩-ホットスポットの関連に対して、なんの地質学的、地球化学的、地球物理学的、ないしは地質年代学的根拠が無いことを意味している。別に、最近の非常に重要で詳細な非プリューム論文として、プレートテクトニクスの枠内ではあるが、Smith and Lewis (1999) があげられる。

Meyerhoff (1995) は、デカントラップに対するプリュー

ムでの説明は困難に満ちている、なぜなら、Chagos-Laccadive Ridge の地質年代学的なデータは質的に乏しいものであるから、と述べた。Meyerhoff (1995) は、デカントラップでの約 140~4 Ma の質的に劣る K-Ar 年代における幅広い範囲 (Sheth, 1999 参照) に対して、額面どおりの測定値を受け入れる誤りをおかしてはいて、Saxena (1986) も同様である。しかし、Meyerhoff は、Chagos-Laccadive Ridge のデータの質が貧弱であることを理解しているという点で、いまだ正しいように思える。サージテクトニクスの枠組みの中で、彼は、実際、Chagos-Laccadive Ridge は、SW から NE へのアセノスフェア流とともに、Central Indian Ridge から派生したサージチャンネルに違いないことを提唱した。いつか、もし、Chagos-Laccadive Ridge の正しい地質学的年代値が利用できるようになったときは、この仮説を検証することができる。おそらくそれは、「知るものぞ知る」こそ真相であることが判明するであろう。厳しく疑問の余地の無いデータだけが、地球ダイナミクスの世界を公明正大なものに戻すのである。このことはまた、Smoot (1997) が指摘した理由のとおり、"データがないよりはましだ" というほどの、かつてのひどいデータ群は、それらが現に属しているあいまいな世界へ葬り去られるであろう..."、ことを示す。

## 文 献

- BAKSI, A.K., 1999. Reevaluation of plate motion models based on hotspot tracks in the Atlantic and Indian Oceans. *Jour. Geol.*, v. 107, p. 13-26.
- DUNCAN, R.A., 1978. Geochronology of basalts from the Ninetyeast Ridge and continental dispersion in the eastern Indian Ocean. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, v. 4, p. 283-305.
- DUNCAN, R.A., 1981. Hotspots in the southern oceans — an absolute frame of reference for motion of Gondwana continents. *Tectonophysics*, v. 74, p. 29-42.
- DUNCAN, R.A., 1984. Age progressive volcanism in the New England Seamounts and the opening of the Central Atlantic Ocean. *Jour. Geophys. Res.*, v. 89, p. 9980-9990.
- DUNCAN, R.A., 1991. Age distribution of volcanism along aseismic ridges in the eastern Indian Ocean. *Proc. Ocean Drill. Program*, v. 121, p. 507-517.
- DUNCAN, R.A. and HARGRAVES, R.B., 1990.  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  geochronology of basement rocks from the Mascarene Plateau, Chagos Bank and Maldivian Ridge. *Proc. Ocean Drill. Program*, v. 115, p. 43-51.
- MEYERHOFF, A.A., 1995. Surge-tectonic evolution of southeastern Asia: a geohydrodynamics approach. *Jour. SE Asian Earth Sci.*, v. 12, p. 145-247.
- MULLER, R.D., ROYER, J.-Y., and LAWVER, L.A., 1993. Revised plate motions relative to hotspots from combined Atlantic and Indian Ocean hotspot tracks. *Geology*, v. 21, p. 275-278.
- O'CONNOR, J.M. and DUNCAN, A.A., 1990. Evolution of the Walvis Ridge-Rio Grande Rise hotspot system: implications for African and South American Plate motions over plumes. *Jour. Geophys. Res.*, v. 95, p. 17475-17502.
- SAXENA, M.N., 1986. Geodynamic synopsis of the Deccan Traps in relation to epochs of volcanic activity of the Indian Shield, drift of the subcontinent and the tectonic development of southern and southeastern Asia. *Jour. SE Asian Earth Sci.*, v. 1, p. 205-213.
- SHETH, H.C., 1999. Flood basalts and large Igneous Provinces from deep mantle plumes: fact, fiction and fallacy. *Tectonophysics*, v. 311, p. 1-29.
- SMITH, A.D. and LEWIS, C., 1999. The planet beyond the plume hypothesis. *Earth Sci. Rev.*, v. 48, p. 135-182.
- SMOOT, N.C., 1997. Aligned buoyant highs, across-trench deformation, clustered volcanoes and deep earthquakes are not aligned with plate tectonic theory. *Geomorphology*, v. 18, p. 199-222.
- SMOOT, N.C., 1998. WNW-ESE Pacific Lineaments. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 9, p. 7-11.

---

### 地殻中の応力状態について

### ON THE STATE OF STRESS IN THE EARTH'S CRUST

Peter JAMES

Consulting Geotechnical Engineer

Suite 6, Admiralty Towers, 35 Howard Street, Brisbane, QLD 4000

(小泉 潔[訳])

---

編集者たちは、現代の地球科学においてしばしば見逃されてきた手掛かりに関して、緊要とされるガイドを用意してきた (NCGT ニュースレター no. 13). 地質学者と地球物理学者はともに、地殻中の応力状態についての既知の証拠を結集するためにそれらの提案を歓迎すべきであり、私もその一人として賛意を表したい。

● RIS (貯水池誘発地震) からの証拠は、基盤岩—深さ約 4~12km—が、初期破壊の状態にあることを強く示している。その上、この状態は引張性であることがおおいが、地表ちかくでの計測では逆に圧縮性である (RIS 地震を誘導するリザーバーのメカニズム, P.M. James GeoEng. Conf., Melbourne 2000, 印刷中)。これは、浅部ポーリングにおける典型的な応力現地測定が、より深いレベル—そこでは、モービリストがおそらく力が働いていると仮定している—の応力に関連している必要がないことを意味する。

● 衝上断層活動 (圧縮) とリフト活動 (引張) のような地殻応力のスケールでの証拠は、明らかに地殻の状態についてのより確実な指示者であり、示された状態が一時的であるだろうことを認めるものである。ある場所でのいわば圧縮—または地球上のたくさんの場所での見掛け上同時的な圧縮—の証拠は、事実上、全地球的な圧縮を示していないことが是認されるべきである。実際は、逆である。これらの記述の理由が、以下の項で概述されている。しかしながら、先にすすむ前に、地質学者 (とその他の人々) には、個々の場所における特定のデータを全地球的な傾向として認識する傾向があることを、自省する必要がある。このことをどのように述べているだろうか。ヨーロッパと北米がより温かかったというだけで、デボン紀を地球の温暖化の時代として記述することが、かつての教科書にはあまりにも多かった。しかし、同時代に、赤道アフリカは氷河に覆われていたのである。同様に、北米・北西ヨーロッパとその反対の地点で記録された最終氷河期の海面低下が全地球的傾向を示している、と理解しがちである。しかし、南米での海面は同じ時代を通じてより高く、中央太平洋では変わっていなかった!

● 見掛けは断片的であるが、第三の項目はまた、この議

論に関連している。一人の極移動論者として、なぜ氷冠に急激な気候変化がなぜ記録されなかったのか、私は数年間訝しく思ってきた。これは、実はそうなのである

(Severinghaus J.P. and Brook J.P., “最終氷期末期の急激な気候変化”, Science, v. 286, Oct. 1999; Laing C. et al., “7000 年前の中央グリーンランドにおける 16°C の急激な温度上昇”, 同)。ここでの主な問題は、関係の科学者たちがまたもや、これらの大規模で急速な気候変化、すなわち大西洋の暖流による結果に対して、間接的な説明を探し求めてきたことにある。これは、通常よりもより冷却したと理由もなく主張された地球に、それを暖める海流がなぜ存在するのかという疑問をもたらす。

(真の) 極移動が、より単純で直接的な説明になりうる。

● 極移動を認めるならば、ジオイドの移動変化という事実は認めなければならない。これらの変化は、地殻中の応力状態に作用する劇的な効果を持っている。たとえば、地球上の任意の地域における極方向の運動は地殻中に圧縮を引き起こし、また、逆の場合も然りである。このように、地球のいくつかの部分がジオイドの変化によって圧縮を受けている間に、他の部分は同時的な引張を受けるだろう。これが、地殻の広域的圧縮の証拠がかならずしも全地球的な圧縮を示さない、という上述したことがらの理由であり、逆もまた成り立たない。ジオイドにおける極移動に起因する変化は、実際には、両方の特徴を地球にもたらすように見える。

● 極移動仮説が妥当であれば、論理的には、過去におこった極端な気候変化を主要な構造運動にむすびつけることが可能性である。たとえば、Sam Carey がかつて指摘してのように、すべての褶曲山脈はもともと赤道にあった。そのような恐るべき報告は、いくつかの全地球的モデルに統合される必要があるが、移動論者の骨組みの中にも、また収縮地球論者の中にも入りえないものであり、膨張地球の幻想の範囲にのみ入りうる。筆者が知っているかぎりでは、特にこれを予期できる唯一の地質学的モデルは、『ジオイド変化のテクトニクス (Polar Publishing, Calgary)』に記述されたように、筆者独自のジオイドテクトニクスである。

---

## 岩石になされた仕事のみつもりによる造構運動の研究 STUDY OF TECTONICS BY ESTIMATION OF WORK ON ROCKS

A.C. (Colin) M. LAING  
3319 Moggill Road, Bellbowrie, QLD 4070, Australia  
A.C.M. Laing and Associates, Consulting Geologists  
Tel. +61-7-3202-7064; Fax. +61-7-3202-7748

(宮城 晴耕[訳])

---

岩石の褶曲や断層を定量的に調べることは今まで誰もやってこなかったように思われる。しかしそのようにするための情報は、広域的な地質調査や断面図などによって

得られるのである。このような情報は岩石になされた仕事を推定するのに用いることができる。仕事というのは物理学的には力と距離との積として定義される。そのよ

うなわけで、もしわれわれが褶曲や断層を引き起こした造構力を定量的に研究したいと望むならば、力が特定の岩石を動かした距離や特定の岩石がうずもれた深さなどを調べることによってそれが可能となるのである。断層運動は個々に考えることができる。

地殻中における水平な力が下方褶曲による盆地の形成やそこに供給する堆積物の源としての隣接地域の隆起、ならびに堆積した堆積物のその後の褶曲などを引き起こす原因となるという仮定がある。

われわれははじめに水平移動を引き起こす造構力について考えることにしよう。

石油探査や政府の地質調査などで主に雇われた地域地質学者は誰でもときどき調査地域の断面図を描くことを要求されるものである。こうすることで、一連の背斜や向斜の存在が示されたり、地層の走向と直交水平方向に地層が圧縮されていることがはっきりと示される。これは新しいことではない、というのも Dahlstrom (1969) のパランスされた地質断面図についての論文の中で、現在 160 km の幅をもつカナディアンロッキー山脈帯はその幅の 2 倍の大きさで堆積したものであることがすでに指摘されているからである。現在の地層の状態ではない堆積した当時の地層の状態はもともと水平であったことを受け入れると、現在傾斜している角度はそれらの水平圧縮の程度を与えてくれる、さらにそれらがこうむった“造構的仕事”の量を与えてくれる。この場合の圧縮の程度については調査地域の地質断面図の本当のスケールから計算して求めることができる。背斜や向斜の翼の傾斜はこの圧縮程度の測定を可能にする。これこそ私が広域的な傾

斜としているものである。この傾斜は野外地質の研究者たちが広い地域で観察しているものである。岩石の褶曲を引き起こしている造構力のみなもとは、造構的仕事のもっとも大きな量を示す場所の近くにある筈である。

いくつか具体例を示すことにしよう。

ビクトリア州の大分水嶺山脈に沿う東西 650 km にわたってオルドビス紀の岩石が地表や地下に出現している。これらの岩石の走向はほぼ南北であり、60 度の傾斜の翼をもつ背斜や向斜に褶曲している (Laing, 1976)。この地層の本来の長さは  $650/\cos 60$  度であり、1300 km ということになる。したがって、オルドビス紀以後の地殻の圧縮は  $1300 - 650 = 650$  km となり、この圧縮率は元の 50% ということになる。

クウィーンズランド州のポーエン盆地には、幅 115 km で、ペルム紀や三畳紀の岩石からなる、軸が南に傾斜している大きな向斜がある。その東側の翼は 20 度傾斜しており、一方西側の翼は 10 度傾いている。三畳紀以後の地殻の圧縮は  $42/\cos 20 + 73/\cos 10 - 115 = 5.33$  km となり、これは圧縮率が 4.6% ということになる。

東キンバレーにあるヴィクトリア河盆地に分布する上部原生代の地層では、北部地区の東で地層が水平に重なっている。傾斜が 10 度程度のいくつかの狭い単斜構造があることを無視すると、この地域では原生代初期以来地殻の圧縮はほとんど無いことになる。したがって圧縮率は 0% ということになる。

表 1

INCREASING	DEGREE OF METAMORPHISM	MINERAL
DEPTH OF ↓	SURFACE ALLUVIAL, ELUVIAL	ALLUVIAL GOLD, TIN
BURIAL ↓	SILICEOUS WEATHERING ZONE	OPALS
↓ ↓	LIGNITE	BROWN COAL
↓ ↓	SUB-BITUMINOUS COAL	COAL & NATURAL GAS
↓ ↓ about 3300 meters	HIGH VOLATILE BITUMINOUS	COKING COAL, OIL, GAS
↓ ↓	ANTHRACITE	COAL, NATURAL GAS
↓ ↓	EPITHERMAL MINERAL DEPOSITS (IN SLATES)	GOLD QUARTZ VEINS
↓ ↓	MESOTHERMAL MINERAL DEPOSITS (IN SLATE, PHYLLITE, INTRUSIVES, QUARTZ PORPHYRY)	GOLD, COPPER, MOLYBDENUM, LEAD SILVER ZINC
↓ ↓	HYPOTHERMAL MINERAL DEPOSITS (IN GRANITES, SCHIST)	TIN, TUNGSTEN
↓ ↓	SERPENTINE, KIMBERLITE	CHROMITE NICKEL, PLATINUM, DIAMONDS



一方、ニュージーランドの北島にある東部海岸盆地の下部鮮新統は 20 度の傾斜をもったシェブロン褶曲をしており、垂直の傾きをもつ狭い帯状部分によって分けられている。10 km の幅をもっている地域にわたって、わずか 20 度の傾斜から計算すると、鮮新世以後の地殻の圧縮は  $10/\cos 20 - 10 = 0.64 \text{ km}$  となる。この圧縮率は 6.4% である。

鉛直方向の動きについては、われわれはそれを埋没深度の深さから測ることができる、すなわち現在地表に露出している高さそれがかつて深部にあった深さから求めるのである。この測定は以下に記述するような変成度の勾配を用いて求めることができる。

### 埋没深度

泥岩、砂岩、石灰岩、火山岩類、PEAT などの異なるタイプの岩石は、埋没深度の増加に伴う温度や圧力の増加によって異なった影響を受ける。最初の段階はしばしば続成作用に関連づけられる。

この段階では、埋没深度の増加につれて泥岩は孔隙率が 50 % から 7 % に減少して高密度状態になり頁岩へと変化し、薄くはがれるへき開が発達してくる。砂岩においては粒子の成長につれて孔隙率は 30% から 7% へと減少する。腐植性湿地堆積物 (PEAT) は埋没深度の増加につれて、最初は水を失ってリグナイト (褐炭) を形成し、その後垂瀝青炭からやがて瀝青炭 (原料炭) を生じる。さらに深くなり、約 3000 m になると揮発性物質が取り除かれる。これは石油が生じる深さである。さらに深くなると無煙炭が生じる。さらに深くなると炭素は石墨に含まれたり、さらにはダイヤモンドに含まれるようになる。

このスケールは鉱物地質研究者が鉱床の分類に用いるエピソード、メソサーマル、ハイポサーマルなどの用語と対応している。これは垂直方向の移動の測定に用いることができる。

表 1 は、深さと変成度や鉱床の間の関係を示している。

表 2

	FLOOD BASALTS	GRANITES	GRANITES x 0.66
SiO <sub>2</sub>	50 %	75%	50%
TiO <sub>2</sub>	2	0.3	0.2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14	13	9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3	1	1
FeO	10	1	1
MnO	0.2	0.2	0.1
MgO	6	0.1	0.1
CaO	10	1.0	1.0
Na <sub>2</sub> O	3	4	2.6
K <sub>2</sub> O	0.5	5.	3.3
H <sub>2</sub> O	2	0.4	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.4	0.2	

例えば最も若い花崗岩もしくは石油目的のための鉱床基盤岩の年代。それらのどちらも、そのころの年代を示す岩石はある深さまで埋もれそしてやがて上昇したことを示している。西オーストラリアの場合、最も若い花崗岩は先カンブリア時代のものであり、その時代の岩石を鉛直方向に上昇させたりあるいは侵食して現在の地表にもたすためにそのような時間がかかっていることを示している。しかも前期原生代もしくはもう少し若い年代を示す岩石はけっして石油目的の鉱床基盤岩に変成するのに十分な深さまで埋没していない。

オーストラリアにおいてはいくつかの研究がおこなわれている。Hills (1953) はオーストラリアの鉱床堆積物の造構的な場について議論し、古い時代の堆積物は西に位置するがより若い時代の堆積物になるほど東の方に移ることを示している。Wilson et al. (1960) は地表に分布している花崗岩についても同じような傾向があること、すなわち東へいくほど年代が若くなることを示した。

これらの要素を図面にいれてみると、造構的力の起源が太平洋側の縁辺部にあり、力が西に向かって働いていることが示される。筆者は構造地質学に関するシェブロン講座の一部として企画されたワイオミングからカリフォルニアへと米国を横断するツアーに参加したことがある。このとき同じような力の設定があることが理解された、すなわち太平洋側の方から東に向かって造構的力が働いていることである。

Laing (1972) は次のように述べている：

“ロッキー山脈はニュージーランドーインドネシア帯と同じような要素をもっており、アパラチア山脈はポーエン盆地と同じような要素をもっている。また、北アメリカの内陸地域にある産油性の高い盆地の存在はタスマン海やチモール海の存在と似ている。”

この理由を理解するために我々は太平洋海盆についてよりくわしく調べたり、それが世界の他の地域とどう違っているのか調べる必要がある。Turner and Verhoogen (1951) は世界各地から得られた異なる洪水型玄武岩の分析値を

表にして、太平洋海盆の岩石が世界の他の地域の岩石と比べてそれほど異なっていないことを示した。唯一の大きな違いはその広がりである、すなわち地球表面の約40%を占めていること、さらにそれらが深い海溝、安山岩質火山、大きな断層や褶曲、および激しい地震帯などによって境されている事実である。ある程度重力バランスをたもつためには、大陸にあるものより密度の大きい岩石がその下にあるに違いないと考えられる、しかしいったいどのようにしてこのような状態が出現したのだろうか？

表2は Turner and Verhoogen (1951)による洪水型玄武岩と花崗岩の平均分析値である。第三の欄には花崗岩の分析値を66%減少させた値が載せられている、これは花崗岩のシリカ%を玄武岩の値と同じになるようにして得られたものである。このことから花崗岩は玄武岩マグマからチタン、アルミニウム、鉄、マグネシウム、およびカルシウムなどの成分が逃げたことによって生じたものであることが示される。

文 献

DAHLSTROM, C.A., 1969. Balanced cross sections. Canadian Journal Earth Sciences, v. 6, p. 743.  
 HILLS, A.S., 1953. Tectonic Setting of Australian Ore Deposits. In, "Geology of Australian Ore Deposits", A.B. Edwards Editor Vol. 1, 5th Empire Mining and Metallurgical Congress Australia and New Zealand.  
 LAING, A.C.M., 1972. The Continental Accretion and Folding of Australia by Pacific Sea Floor Underspreading. The APEA Journal, v. 12, part 2.  
 LAING, A.C.M., 1978. Crustal Shortening in the Australian Plate. 25th IGC Sydney, 1976, Bull. 1, Australian Geological Institute.  
 TURNER, F.J. and VERHOOGEN, JEAN, 1951. Igneous and Metamorphic Petrology. McGraw Hill Book Co.  
 WILSON, A.F., COMPSTON, W., JEFFREY, P.M. and RILEY, G.F.I., 1960. Radioactive Ages from the Precambrian Rocks in Australia. Jour. Geol. Soc. Australia, v. 6, pt. 2.

トリニダッドからスリナムにいたる航空磁気断面図とその解析  
 TRINIDAD TO SURINAM AEROMAGNETIC PROFILE AND ITS ANALYSIS

W. B. AGOCS  
 968 Belford Rd., Allentown, PA 18103, USA  
 E-mail <WBAgocs@aol.com>

(宮川 武史[訳])

概 要

トリニダッドのガレオタ観測点からワイニ川の河口にいたる航空磁気断面図；そこから南ヘマザルニ川まで、そしてさらに東ヘスリナムのバタビアまでの 921km が数値解析された。剰余磁気(residual)は 200-10 km/cycle のあいだのろ波帯を用いて定義された；全磁場と剰余磁気にたいするスペクトル・エネルギーが定義され、深度が定義された。全磁場は海面下約 6 km の深深度水準とその他に(海面下)約 1.4 km の(浅深度水準)の存在を示している。スペクトル・エネルギー深度は 20 km 間隔で定義され、構造は、航空磁気断面図のすべてにわたる全磁場と剰余磁気からえられた。これらは(アナログ)磁気記録からえた傾斜深度と対比可能である。

はじめに

Agocs and Terry (1) はトリニダッドのガレオタ観測点の南東 23 km からブリティッシュ・ギアナのワイニ川河口までの航空磁気断面図を公表した。それ以後、南ヘマザルニ川まで、さらに東ヘスリナムのバタビアまでの 921 km が数値解析された。断面図の位置は索引図 Fig.1.に示される。

磁気データは、トリニダッドからワイニ川までが気圧高度 1500 ft で、そこから断面図の終点までが気圧高度 500 ft で記録された。全磁場と、200-10 km/cycle のろ波帯を用いてえられた剰余磁気異常は Fig.2.と 3.に示される。全磁場の変化からえられたスペクトル・エネルギーの対数グラフは Fig.4.と 5.に示され、剰余磁気異常のスペクトル・エネルギーは Fig.6.と 7.に示されている。アナログな傾斜深度と全磁場からえられたスペクトル・エネルギー深度は Fig.8.と 9.に、また剰余磁気異常のそれは

Fig.10.と 11.に示される。

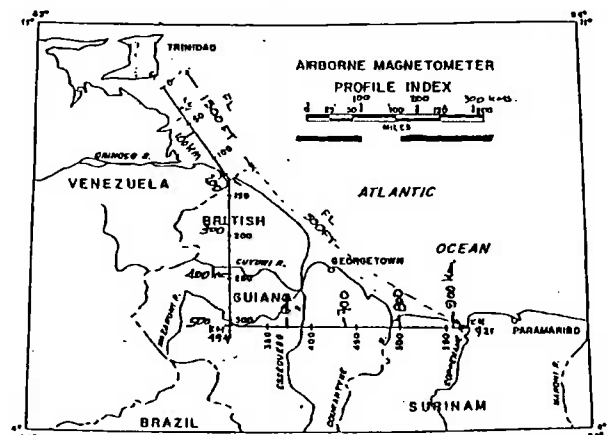


Fig.1. インデックスマップ

地質

トリニダッドからワイニ川までの断面図はベネズエラ地向斜の東の延長を横断したものである。ワイニ川河口の海岸から南の海岸地帯は河川-海成の堆積物からなり、ダマララ粘土層へと続く。(南北方向の)断面の残りの部分は、ギアナ楕状地の、先カンブリア紀-中生代の結晶質噴出岩、貫入岩、変成岩の上空のものである。

東方向の断面は、結晶質岩の連続露頭と、エセキボ川を約 40 km 離れた Km. 680 地点のあたりまでのホワイト・サンド統の一部、の上空のものである。残りの部分は Km. 750 地点までがホワイト・サンド統の堆積岩の連続露出、あとは終わりまでダマララ統となる。

Km. 330 地点でパラマ川を横切る。パラマ川沿いの石英ホルンフェルスに隣接する火山岩にともなうマンガン鉱床が発見されている。破碎された凝灰岩と富マンガン凝灰岩の中に金鉱床(Gold reefs)が産出している。

パーバイス河畔のカクウニからエセキボ川河口までの一帯には、ホワイト・サンド統の直下の古陸の表土として、ボーキサイト鉱床が産出する。

全磁場異常

航空磁気断面図の原点における地球の磁場の強度は 38100 ガンマで、伏角は北 46° である; プリティッシュ・ギアナの海岸では 37000 ガンマ、北 37.5° ; Km. 500 地点では 35600 ガンマ、北 33.5° ; 断面図の終点では

35100 ガンマ、北 32.5° である。Km. 0 地点から Km. 500 地点までの磁気断面は Fig.2., 4. と 6. に示されている。それは Km. 180 地点と Km. 260 地点で、それぞれ 600 ガンマ、1200 ガンマという二つのまとまった異常を示している。Km. 130 地点から Km. 495 地点までには、高周波で 100 ガンマの異常が見られる。

全磁場の東方への延長は Fig.3., 5. と 9. に示される。これは Km. 500 地点から Km. 600 地点にわたって 200 ガンマの鮮明な異常の系列があることを示している。Km. 60 地点から Km. 650 のあいだには 400 ガンマの異常がある。Km. 650 地点から Km. 700 地点までには高周波で振幅の小さい 100 ガンマの異常がある。Km. 600 地点から断面図の終わりまでの異常は、振幅が 100 ガンマより小さくて、約 20 km の波長をもつ。

剰余磁気異常

剰余磁気異常は 200-10 km/cycle 幅のろ波帯フィルターを用いて定義された。全磁場とその剰余磁気は全体的に Fig.2. と 3. に示される。同様に、Km. 500 地点までの剰余磁気断面は Fig.6. と 10. に、Km. 500 地点から Km. 921 地点までは Fig.7. と 11. に示される。

剰余磁気の結果を求めたのは局地的な勾配を取り除くためである; 200 km/cycle より長い波長と 10 km/cycle より短い波長とを減少あるいは除去するのである。これは Fig.2. と 3. にはっきり示され、そこでは剰余磁気の結果は観察された全磁場と直接に対比できる。

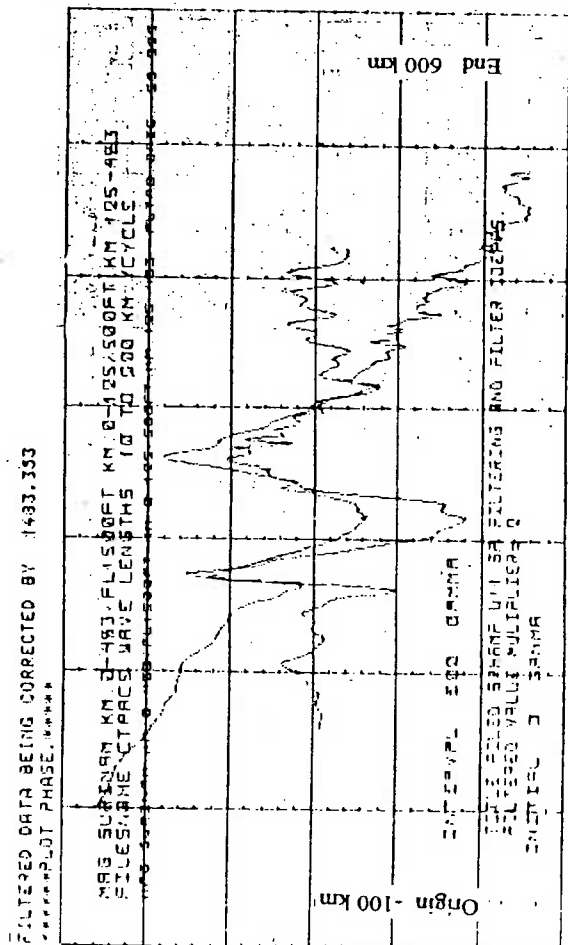


Fig.2. 全磁場異常と剰余磁気異常 (200と10 km/cycleのろ波帯フィルター), Km. 0-483地点

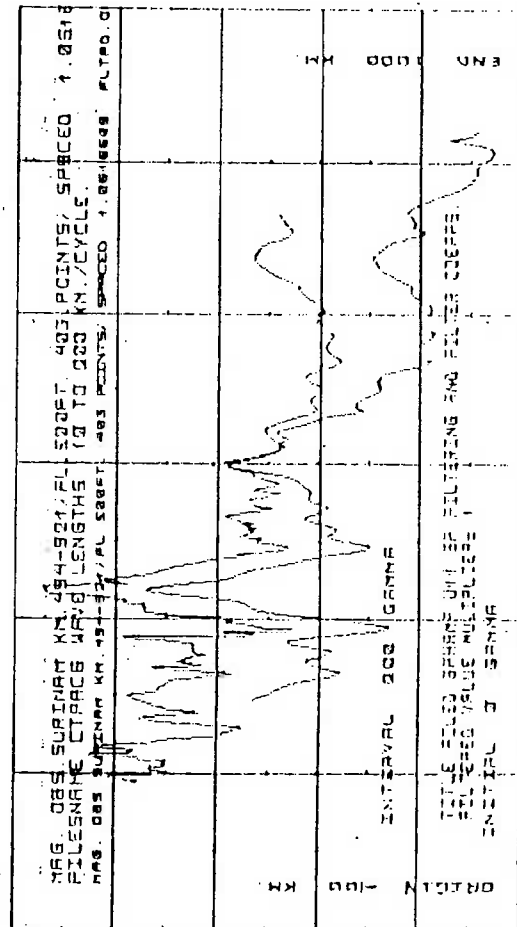


Fig.3. 全磁場異常と剰余磁気異常 (200と10km/cycleのろ波帯フィルター), Km. 484-921地点

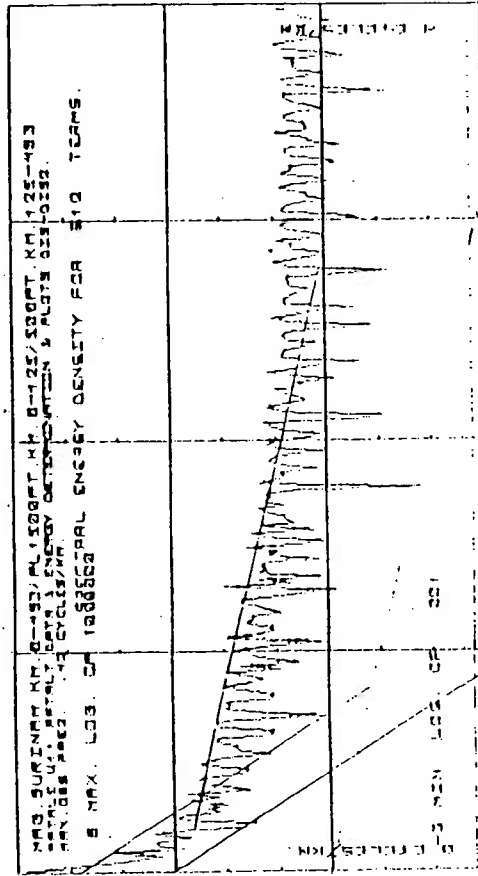
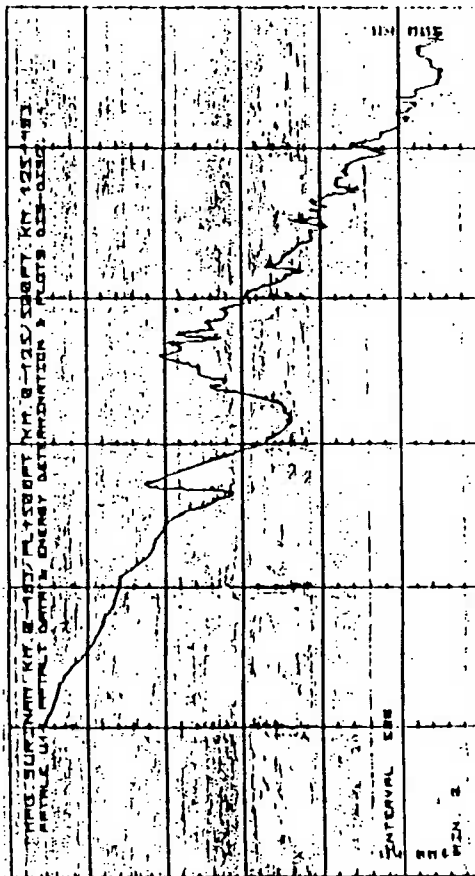
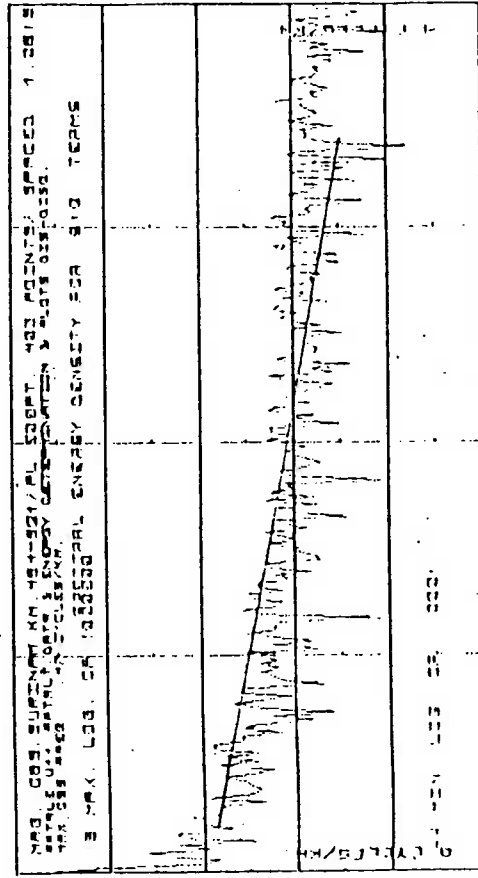
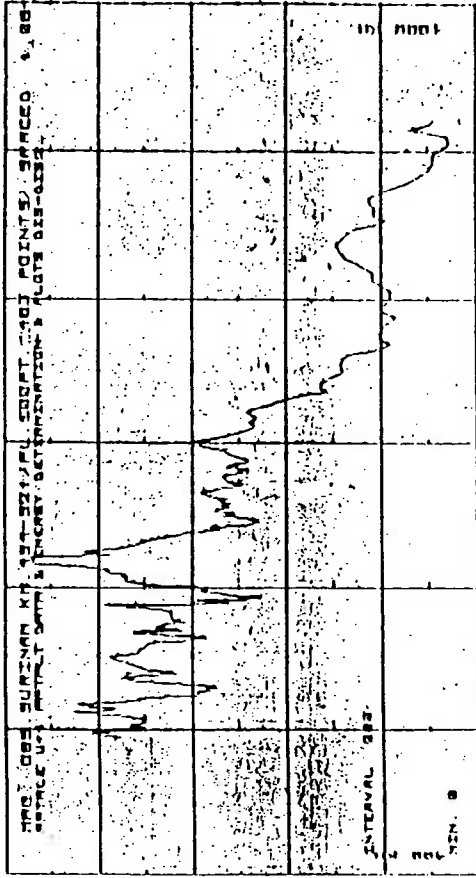


Fig. 5. 全磁場変化からえたスペクトル・エネルギーの対数グラフ, Km. 494-921地点

Fig. 4. 全磁場変化からえたスペクトル・エネルギーの対数グラフ, Km. 125-483地点

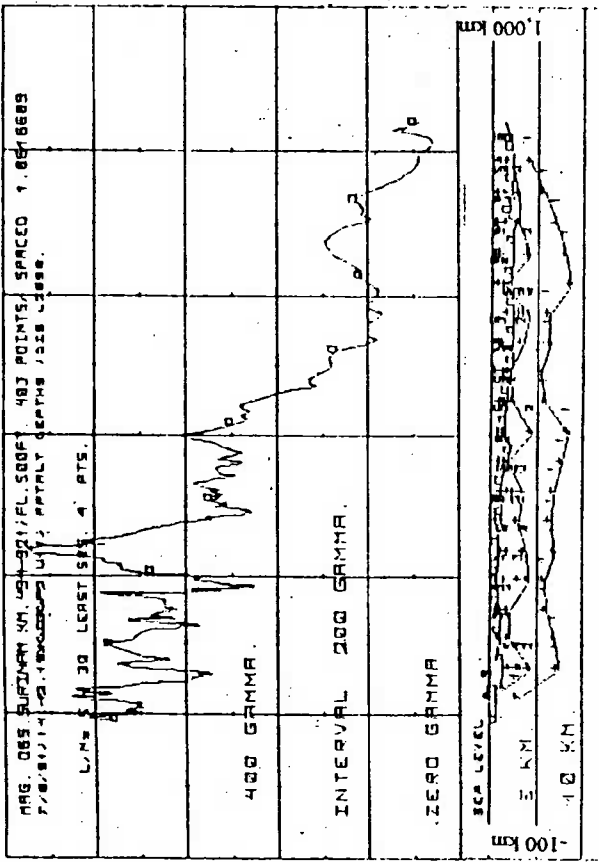


Fig. 9. 全磁場異常の深度と構造東西断面図, Km. 494-921地点

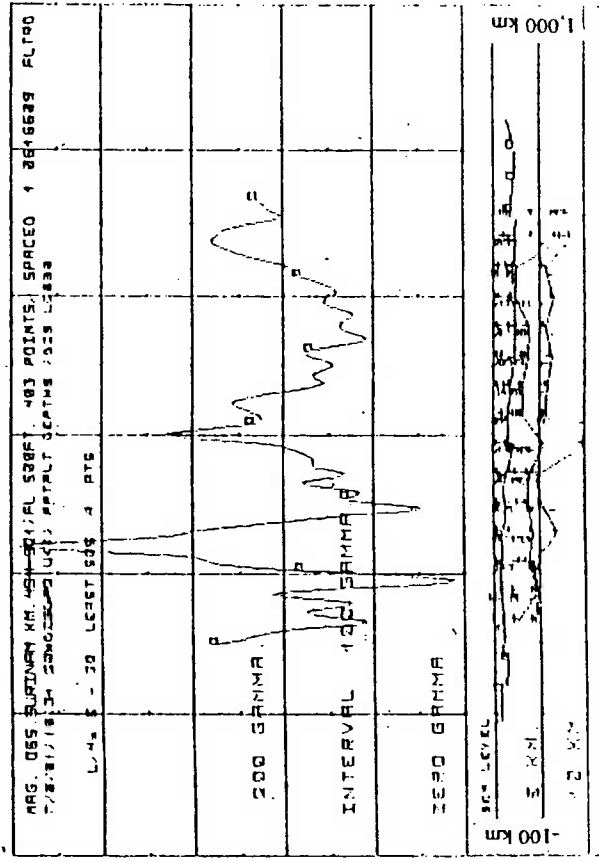


Fig. 11. 剩余磁気異常の深度と構造南北断面図, Km. 494-921

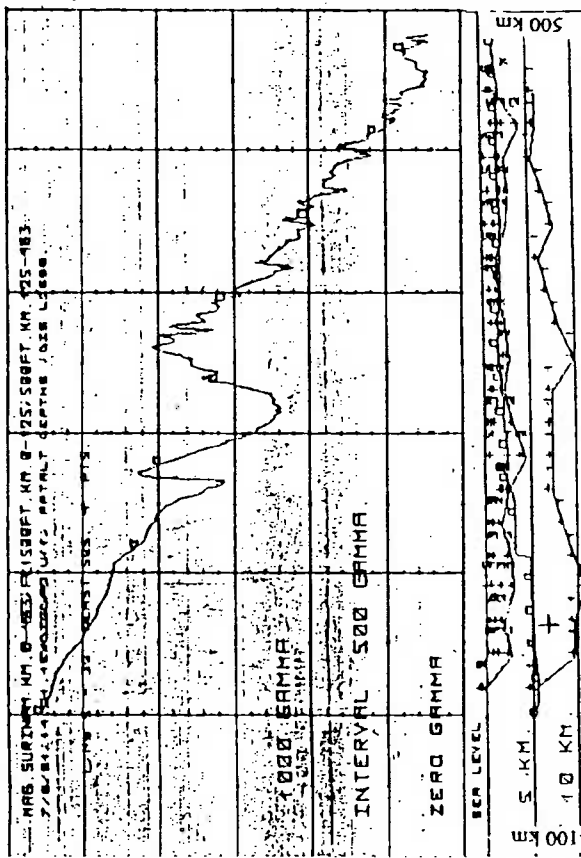


Fig. 8. 全磁場異常の深度と構造南北断面図, Km. 0-125地点

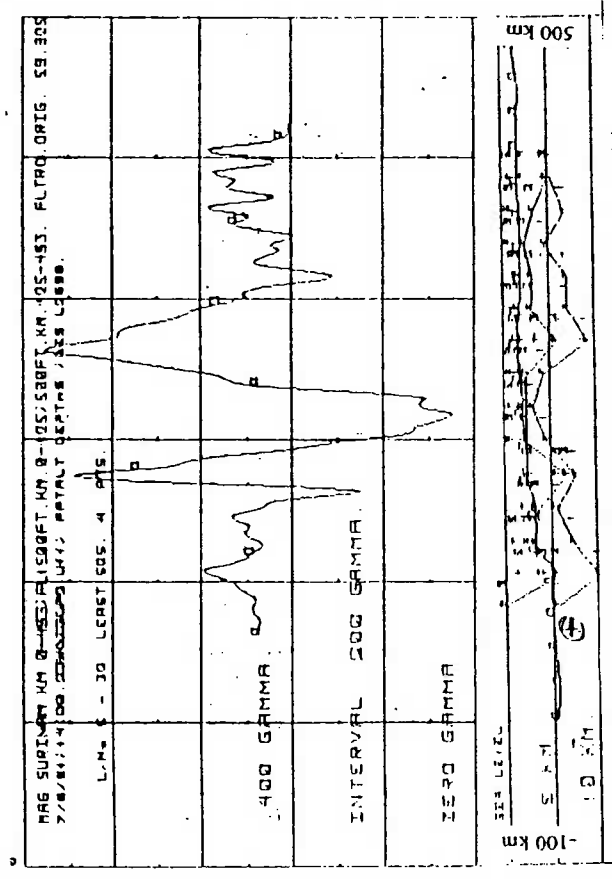


Fig. 10. 剩余磁気異常の深度と構造南北断面図, Km. 0-125地点

## スペクトルエネルギー

全磁場に対するスペクトル・エネルギーの対数グラフは Fig.4.と 5.であたえられ、剰余磁気異常のそれは Fig.6.と 7.であたえられる。スペクトル・エネルギーのほとんどは 10 km/cycle から DC あるいは 0.1 cycle/km から 0 cycle/km の波長の範囲にみられる。

全磁場からのスペクトル・エネルギー深度、すなわち Fig.4.と 5.から、南北の断面にたいして約 6 km の平均値、東西の陸地上空の断面にたいして 8.5 km の平均値が算出される。剰余磁気、すなわち Fig.6.と 7.からは、南北の断面にたいして平均深度 5.8 km、東西の断面にたいして 6.4 km が算出される。全磁場からは浅い値 1.8 km と 1.7 km が算出され、剰余磁気からは 1.3 km と 1.4 km が算出される。

## 深度と構造

Bhattacharyya (1966), Spector and Bhattacharyya (1976)ほか多数により討議、開発された処理法を用いて深度を定義した。

スペクトル・エネルギーは約 30 km の標本長(sampling length)を使って定義され、深度は約 20 km 間隔で定義された。深度は海水準に修正されている。

アナログ磁気記録からえた傾斜深度(slope length depth)はすべての深度断面図の上に示されている。

連続的な磁気異常の傾斜は(水平方向に見ていけば: horizontal extent)、磁気発生源(the source)の深度に比例している。任意の領域における比例係数は既知の発生

源の上空を複数の水準で飛行し、定義される。これから、一つの調査で考えられる磁気異常の波形のすべての類型に対する比例係数が算出される。

南北断面に対する全磁場異常の深度と構造は Fig.8.にしめされる。Km. 0 地点から Km. 100 地点までの深度は約 10km で、それは Higgins (1959)による屈折地震波断面図からえられた 7.2km より深い。Km. 250 (Km. 150?) 地点と Km. 350 (Km. 250?)地点のあいだの深度 7km のところに、深深度水準の高地(high)がある。Km. 320 地点から Km. 500 地点までのところに、10 km からの深深度水準の浅瀬(shallows)がある。浅深度水準は、海面下約 3km をたもち、断面図に示す傾斜深度を確認する。

東西断面に対する全磁場異常の深度と構造は Fig.9.に示される。Km. 500 地点から Km. 700 地点まで、深深度水準は深度約 7 km にある。Km. 720 地点から Km. 790 地点までの区間には一つの高地がある。この高地の、Km. 720 地点と Km. 790 地点にある両翼は、断層かもしれない。浅深度水準は平均深度約 3km であるが、傾斜深度は 1 km より小さい。Km. 500 地点からだいたい Km. 700 地点までは深度はましているが、これはおそらく、約 2.5 km の断層のためとおもわれる。スペクトル・エネルギーからえられた浅深度水準は一般に傾斜深度に一致している。

剰余磁気の深度と構造は、南北断面のばあいは Fig.10.に、また東西断面のばあいは Fig.11.に示される。全体的に、これらの断面は全磁場異常から見いだされたものに一致している。しかしながら、深深度水準と浅深度水準のあいだの間隔は全磁場からえたものよりも大きくはない、というわけで、この二つの水準の構造的な一致は、じつに驚くべき一致なのである。

## 文 献

- AGOCS, W.B. and TERRY, S.A., 1959. Geological evaluation of aeromagnetic profile, Trinidad to Surinam; 5<sup>th</sup> Inter-Guiana Geol. Conf., Georgetown, B.G.
- BHATTACHARYY, B.K., 1966. Continuous spectrum of the total magnetic field anomaly due to a rectangular prismatic body. Geoph., v. 31, p. 97-104.
- HIGGINS, G.E., 1959. Seismic velocity data from Trinidad, B.W.I. and comparison with the Caribbean area. Geoph. v. 24, p. 595-600.
- SPECTOR, A. and BHATTACHARYYA, B.K., 1976. Energy density spectrum and autocorrelation function anomalies due to simple models. Geoph. Prosp., v. 14, p.242-272.

---

### コメント：地球温暖化の議論において証拠を検討するときのサージ理論の重要性について COMMENT: SURGE THEORY WEIGHS IN ON THE BALANCE OF EVIDENCE IN THE DEBATE ON GLOBAL WARMING

Bruce A. LEYBOURNE  
Naval Oceanographic Office, Geophysics Division, Stennis Space Center, MS 39522, USA  
E-mail: <leybourneb@navo.navy.mil>

[1999年6月22日発行の EOS, v.80, no. 26 に掲載された Daniel Walker の“再来したエルニーニョは地震予報者”に関係した論文の検証。さらに、本号 p. 22-25 の Geopolitics Corner を参照]

(山内輝子・山内靖喜[訳])

---

地震活動とエルニーニョとの間の“失われた環 (Walker, 1988, 1995, 1999) は、おそらくテクトニックな微小重

力が誘発させた大気圧の変化なのであろう。東太平洋海膨に沿って T-相地震活動が増大したという Walker による観察は、時折起こる海洋底拡大と関連し、南方振動の高圧部における気圧の減少は現在の地球物理の理論で説明できるはずだ。もしも、地球物理学者たちがこれを説明することに失敗するならば、“気候変化への人間の関与”に関する議論が明解に解決される可能性はほとんどない。

1 mbar の気圧変動を起こすのに要する微小重力の変化はごくわずかである (0.3-0.4 ugal/mbar 又は 3 mbar ごとに約 1 ugal) であるということは興味深い事実である。この関係は、1977 年にすでに、Warburton and Goodkind によって超電導重力計を使って実証され、定量化されている。典型的な気象の型による微小重力の典型的な変動は 6 ugal で、その最大の変動は 45 ugal であることが認められた。このことは、4~6 mbar が典型的である、南方振動の広域的な気圧の小さな変動は、微小地震のたった 2 ugal の変化で説明され得ることを意味している。テクトニックの力学は、この程度の微小重力変動を起こすことが可能であろうか？ Francis et al. は 1997 年にベルギーの Membach にある超電導重力計を使って、重力場での 17 ugal の変動を記録している。彼等は、この変動を完全に地球物理学的起源のものと考えている。1996 年前半にヨーロッパを通過したこの 17 ugal の変動が、テクトニックフロントまたは微小重力波として太平洋海盆に向かって移動したならば、この変動もまた 1997/98 のエルニーニョに関連づけられるかもしれない。それに従って、エルニーニョが起きた後に大西洋でハリケーンが増加することが、テクトニックフロントの東方への移動によって説明できるかもしれない。海盆を横切って海水準での気圧振動によってもたらされるジェット気流様式の変調は、大規模な気候変化においても、ハリケーンの発生においても、共通の支配者である。

もう一つの興味深い点は、これらの遠距離で結びついた海水準での気圧振動の場所である。それらは、まさに非常に活動的な大規模なテクトニック構造をおおうように生じている。南方振動の高気圧は東太平洋海膨の上であり、そこは地球上で最も大きく、最も活動的なテクトニック構造である。南方振動の低気圧はバンダ海上のオーストラリア、ダーウインのちょうど北に中心をもつ。プレートテクトニクス説では、ここは太平洋プレート、オーストラリアプレートおよび東南アジアプレートの三重会合点と考えられており、地震活動も非常に活発である。プレートの動きを結集しているエルニーニョと関連してしばしば生じるジオイドの振動が、可能な一つの説明である。しかし、もっと優れた説明として、サージテクト

ニクス説 (Meyerhoff et al., 1992, 1996) とテクトニック渦 (tectonic vortex) 解析が現われている。

サージ説では、プレートテクトニクスにおいて推進力として考えられている単純なハドレー対流 (Hadley Cell convection) の代わりに、大気の循環様式 (例えば、Walker 循環) を太平洋海盆におけるテクトニック力学のためのモデルとして考えることが可能である。一度この単純な考え方の変換をしてしまうと、東太平洋海膨上のオフセットに沿った、大きな下降をしているテクトニック気圧部がいかにか、バンダ海テクトニック渦中のマントルの湧上りと力学的に結びついているかを理解するのが実にたやすくなる。太平洋の“火の縁”周辺の上部マントル流の流れはその過程でバンダ海で分岐し、そして東太平洋海膨で収束する。外核付近の深部で対流が結合することを含むことによって、太平洋海盆のテクトニックについての単純なウォーカー循環モデルは完全になる。バンダ海の詳細なサージモデルについては、Leybourne and Adams (1999) が描写している。

プレート理論は、地震活動とエルニーニョとの間の結びつきを説明することにおいては、限られた要素であると思える。Walker は、現在まで、はっきりした説明はなしに、1988 年という早い時期に、この謎めいたテクトニクスと気候の結びつきを暴露した。南方振動の背後にある推進力がエルニーニョを駆動し、この推進力として海洋/大気間の無秩序な相互作用を考えるというのは、私の考えであるが、いくら良くみついても、特にテクトニックな結びつきという観点で、不十分な説明である。この謎の結びつきが説明されるまでは、気候に関して、人間が及ぼす影響を、地球/海洋/大気/太陽が結合した体系の中で自然に生じる影響から区別することは、ほとんど不可能である。テクトニック渦における微小重力の測定は、気候に対する自然の影響と人間によって作り出された影響とを分けるために必要なデータを提供するかもしれない。調査すべき別のテクトニクス構造には、北大西洋振動を支配している構造が含まれている。アイルランド低気圧のしたには、よく知られている上昇流のホットスポット、アイスランドがある。アゾレ (Azore) 高気圧は中央大西洋海嶺の屈曲部の上部に集中している。そして最後にシベリア高気圧は、世界で最も深い大陸リフト湖であるバイカル湖の直上に位置している。

B.A. Leybourne は海軍海洋地理局に勤務している。しかしながら、ここに含まれている意見や主張は著者自身のものであり、海軍省の公的な意見として考慮されるべきものではない。

## 文 献

- FRANCIS, O.B., DUCARME and M. Van RUYMBEKE, 1997. One year of registration with the C021 cryogenic gravimeter at station Membach (Belgium). In: Gravity, Geoid and Marine Geodesy, eds. Segawa et al., Vol. 117, pp. 336-342. International Association of Geodesy Symposia, Berlin Heiderburg: Springer-Verlag.
- LEYBOURNE, B.A. and M.B. ADAMS, 1999. Modeling mantle dynamics in the Banda Sea triple junction: Exploring a possible link to El Nino Southern Oscillation. Marine Technology Society Oceans '99 Sept. 13-16, Conference Proceedings, Seattle, Washington, v. 2, p. 955-966.
- MEYERHOFF, A.A., I. TANER, A.E.L. MORRIS, B.D. MARTIN, W.B. AGOCS and H.A. MEYERHOFF, 1992. Surge tectonics: a new hypothesis of Earth dynamics. In, New Concepts in Global Tectonics, CHATTERJEE and N. HOTTON, III, (eds.), p. 309-409. Bubbock, Texas Tech University Press.
- MEYERHOFF, A.A., TANER, I., MORRIS, A.E.L., AGOCS, W.B., KAMEN-KAYE, M., BHAT, M.I., SMOOT, N.C., and CHOI, D.R., 1996. Surge tectonics: A New Hypothesis of Global Geodynamics. Ed. D. Meyerhoff Hull, Kluwer Academic Publishers, 317 p.
- WALKER, D.A., 1988. Seismicity of the East Pacific: Correlations with the Southern Oscillation Index? EOS Trans. AGU., v. 69, p. 857.
- WALKER, D.A., 1995. More evidence indicates link between El Ninos and seismicity. EOS Trans. AGU., v. 76, p. 33.

## 討論コーナー DISCUSSION CORNER

### 1. 海洋化作用/塩基性化作用：討論 (NCGT ニュースレター no. 12, p. 22-24 からのつづき) OCEANIZATION/BASIFICATION: A DISCUSSION

M. Ismail BHAT

Wadia Institute of Himalayan Geology, 33 General Mahadeo Singh Road, Dehra Dun 248001, India  
E-mail: wiwg@giasd101.vsnl.net.in

(矢野 孝雄 [訳])

サージテクトニクスでは, Belovssov の塩基性化作用を, いくぶん異なった方法で理解している. 花崗岩質地殻の玄武岩質地殻への転換—塩基性化モデルのような—の代わりに, サージテクトニクスは, リソスフェアあるいは地殻 (サージ/マグマチャンネル地帯における) へ地震波速度 7.0-7.8 km/s 物質 (アセノスフェアに由来した初生的には玄武岩質物質) がアンダープレートする, と考える. この加熱物質の付加は, 堆積盆地において変成/混成作用による変化を引き起こすものと予測される

.....  
圧力変化することなく, より軽い物質がより高密度相へ (玄武岩/はんれい岩がエクロジャイトに, あるいは花崗岩が玄武岩に) 転換することを可能にする論理が, 私

にはわからない (注意: この論理は, プレートテクトニクス論者が沈み込みの場合にも強調する). これは, 玄武岩化作用の信奉者たちが私たちに信じてほしいと願望していることがら, そのものである. 必要な物理-化学的成分 (かなりの高圧条件下でもっとも重要になる) を供給することなく, 地球の分化過程を逆転させることを, 彼らは願っているわけである. 花崗岩質地殻を玄武岩質マグマ中に単純に埋没させても, 前者をより高密度相に変化させることはできない. 起こりうることは両特性を変化させることであり, 結局は, 組成と密度をともに変化させる何らかの混成過程—地殻という単位で混成作用を受けた洪水玄武岩のような—が必要になる. 任意の堆積盆地における基盤の沈降に関する文献をみると, 観測された盆地の沈降量を説明するのに十分な堆積量に達

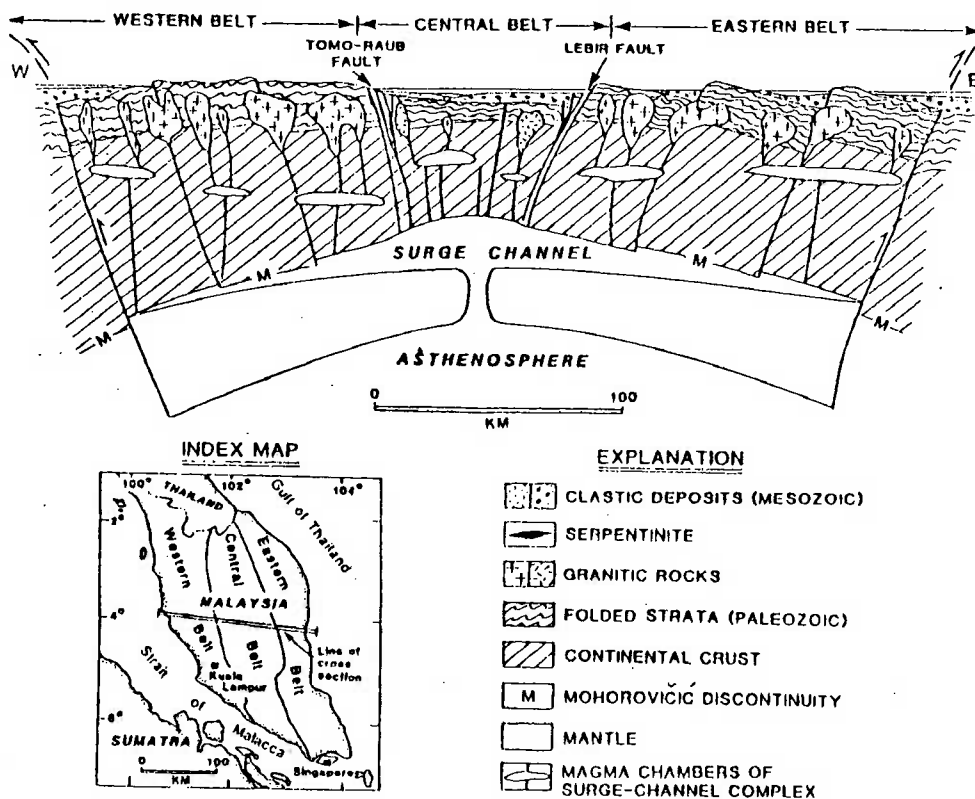


図1 マレー半島コーバージン中央地帯の東-西構造断面 (Meyerhoff et al., 1996)



していない（膨大な量の大陸玄武岩マグマを含めても）。全沈降量のごく一部が、堆積物（随伴する火山物質を含む）によって説明されるにすぎないのである。このことが、沈降原因を造構要因（熱損失、など）にもとめる理由であり、そのため、造構性沈降と呼ばれる。

私がアンダープレATINGについて述べるときは、たとえば Belousov et al. (Tectonophysics, 1980)による地震学的研究がヒマラヤ山脈下の地殻構造について報告

したことがらを意味している。花崗岩質物質の塩基性化作用がひきあいにはださることはなく、玄武岩質マグマに類似した物質の付加が推測された。そして、サージテクトニクスでは、その玄武岩質物質が偶然にも 7.0-7.9 km/s 層になった。これがどのようにして発生し、いかなる結果をもたらすのか、それは、図 1 からおそらく理解されるであろう（書籍 Surge Tectonics からの引用）。

---

#### Karsten STORETVEDT

Institute of Geophysics, Univ. of Bergen, Allegaten 70, N-5007 Bergen, Norway

E-mail:<karsten@gfi.uib.no>

上部マントルの低速度層は、地球深部からの湧昇流によって、地質時代を通して着実に成長し、その結果、惑星のダイナミックな変化はこれらの層における静水圧の連続的増大をもたらした（その結果が、地表における火山活動と火口形成である）、というのが私の見解である。Krakatoa および Toba 火山のような現在の火山ガスの激しい噴出を思い起こしてほしい。実際、私は、この惑星の火口形成がそのような原因によると考えている。したがって、地殻のエクロジャイト化作用に関していえば、下部地殻の深度にそのような作用が必要になる。プレートテクトニクスにおいても、大陸縁にそって地殻下に対して“化学的”薄化が起こることが必要だとされる。それは、地殻の伸張が、地殻の転換を説明するためには、まったく適切でないことが示唆されたからである。

海洋化作用が“花崗岩質”地殻の玄武岩質地殻へのある種の転換を意味すると Bhat 博士が考えているとすると、それは氏の誤解である。大陸地殻の崩壊にとって、水（湧

昇するマントル流体の 1 成分）が本質的因子であることは明らかである。なぜならば、長石を欠く岩石であるエクロジャイトを形成するためには長石を分解する水が不可欠であるからである。この過程における水の役割は、私の近くにある Bergen 島弧システムによく記録されている。そこでは、始源的下部地殻を構成するアノソサイトが大小のエクロジャイト岩体に変化している。それは、エクロジャイト化作用が断層や裂罅にそって這い上がっていく[“creeps”up]過程をよく記録していて、岩石学者たちの私への説明によると、これがまったくのところ裂罅水に起因するとのことであった。

したがって、エクロジャイト化作用による大陸地殻の崩壊過程における主要因子が圧力と水であることは明らかである。玄武岩質地殻と超塩基性最上部マントル（変化しつづけるモホ面によって境されている）が、失われた先カンブリア代の初生的外殻（より厚い珪長質地殻を含む）をおきかえて、充填するのである。

---

#### K. Storetvedt に対する M.I. Bhat の回答

Reply to K. Storetvedt by M.I. Bhat

第 1 段落 「私の見解では、地殻の転換を……」。この疑問は、エクロジャイト化に必要な圧力が得られるか否か、あるいは別の方法にかかわっているのではない。この疑問は、地殻岩石をそのような深度にまでいかにしてもちこむのか？、そして、そこで必要量の水をそこで得られるかどうか、という点にかかわっている。ガス爆発がこれらの問題を解決しうるかどうか、私にはよくわからない。さらに、いかなる火山ガスでも、主成分になっているのは水以外である。1 つの可能性はプレートテクトニクス流の方法であるが、それは拒絶される。第 2 の可能性は、下から上へ進むエクロジャイト化作用である。論理的には、このような転換が、堆積盆地の沈降を可能にするはずである。実際、これは示唆された堆積盆地の形成機構の 1 つであるが、この考え方はとりあげられなかった。Storetvedt 教授は、おそらく、そのような過程ではたらく作用を可視化している。この作用をはたかせるためには、十分な含水量を深部にもたすことが必要になる。逆に、D.K. Bailey は、氏の論文の 1 つで (1980, Phil. Trans. Roy. Soc. London, ser. A-297: 309-322), 東アフリカ地溝系に沿って噴出した溶岩が著しく水にとむ性質をもっていることを述べている。私たちは、海嶺玄武岩の含水率が低いことも知っている。したがって、

これらの必要な水量がどこから供給されるのだろうか？ また、下部地殻の変成脱水がどこでエクロジャイト化作用をもたらすかを示した研究を私は知らない。

第 2 段落 「Bhat 博士は、断層中の含水量を……誤解」。エクロジャイト化作用が断層あるいは断裂にそって“這い上がる”という例について議論するつもりはない。それは有効で、ありうるメカニズムかもしれない。引用された例は、局所的な現象を記述したものであり、断層もしくは裂罅が確認されている。しかし海洋化作用には、大洋盆規模での大仕掛けの作用が必要である。そして、含水量が必要とされるのは深部においてであり、マントルの流体組成は有効とは思えない。もう 1 点。Storetvedt 教授のコメントは、氏が記述した事例においてエクロジャイト化作用の時期について言及していない。しかし、断層あるいは断裂に沿うエクロジャイト化作用の場合は、転換が脆性条件下でおこったことを示唆するものであろう。ちなみに、これは、高压条件を意味しない。したがって、これが、議論にもちこまれた別の要素であることは明らかである。高压はエクロジャイト化の必要条件ではないというのであろうか？ あるいは、私がまったく誤解をしているのだろうか？

第3段落 置換物質として最上部マントルに充填される玄武岩質および超塩基性物質というものは、花崗岩質/玄武岩質地殻からエクロジヤイトへの従来の転換モデルとは異なるまったく新しい解釈である。仮にそうだとすると、単なる玄武岩溶岩の海洋底での噴出と流送となんら異なるところがない、という点が私にはわからない。それは、伏在する先カンブリア界の珪長質岩類の転換という疑問に答えないままになっている。

一般的観察は終わりにしよう。もし、長石の転換が起こりうる作用であり、この作用が下から上へ働くとするすると、長石を多量に含む大陸盾状地域は、その年齢のほとんどの期間をつうじて隆起し、陸上にあるかわりに、長期間にわたって長石含有量を減少させてきたはずである。Storetvedt 教授が新しい可能性を示唆されたことは、ありがたいことである。この研究に対する私の理解力は別にして、それは注目に値すると私は思う。

### 海洋化作用：大陸地殻の漸進的置換/解体

Oceanization: progressive replacement/collapse of continental crust

Karsten M. STORETVEDT

Institute of Geophysics, Univ. of Bergen, Allegt. 70, N-5007 Bergen, Norway

Email: karsten@gfi.uib.no

大陸地殻の海洋化作用（塩基性化作用）問題に関する David Pratt（ハーグ在住）との最近の会話のなかで、M.I. Bhat 博士がこの概念を批判した（DP への手紙のなかで）。そのような地殻の置換作用がまったく起こりえないものであるとの疑いを氏がもっていることは明らかである。氏の論説がもつ一般的重要性ゆえに、NCGT ニュースレターという通信手段を通じて、いっそうの議論が公になるように私は提案した。地球テクトニクスにまつわる Belousov スクールによって数 10 年間にわたって主張されてきた海洋化概念は、私自身の地球に関する学説“全地球レンチテクトニクス”に根本的な役割を果たしているため、私の立場を明らかにすることができるこの機会をありがたく思う。

化学的分化と脱ガスが惑星発達の初期段階で発生したという初期溶融地球の地質に関する 19 世紀の考え方は、宇宙物理学的視点からは時代遅れである、と長期間にわたってされてきた。今日ひろくうけいられているところは、次の点である。地球と他の固体惑星（および月）は固体衝突によって形成され、これらの微惑星集合体が最低レベルの化学的エネルギー状態にあったわけではないことは確実である。しかし、進化する地球の初期段階では、圧縮と放射性壊変に由来する熱がある程度の溶融をひきおこし、衝突付加システム中における部分溶融の発生にともなって、さらに 2 つの熱源が稼動するようになった。それらは、①物質がそれぞれの密度に応じて移動し、淘汰されるにしたがって開放される重力エネルギーに由来する熱、および、②異なる流体間あるいは流体と固体間での化学反応に由来する熱、である。こうして、低密度溶融体は上昇して地球の初期岩石地殻を形成し、“可動的”でより重たい物質が地球中心へむかって沈降した。

にもかかわらず、十中八九、地球の主要部分は溶融することがなく、もしそうだとすると、地球内部物質は今だに化学的に不均一であろう。

比較的不均一な内部に加え、最近の地震トモグラフィは海洋下および大陸下マントルのあいだにきわめて明瞭な化学的相違があることを解明した。そして、これは、地球内部物質（おそらくはマントル全体と、もしかすると液体外核を含む）の漸進的最配列が地質時代の初期から

ずっと進行したのか否か？、という疑問をいだかせる。さらに、すくなくとも、惑星の外側の球殻群はあきらかに冷却されていて、別の不確定性をもたらす。すなわち、初期地球における化学的分別/分化が現在地球の熱条件下でどの程度安定か？、という問題である。初期地殻に玄武岩が存在しなかったこと、ならびに、玄武岩の最初の出現は、初期地殻形成の約 1-1.5 億年後になる後期始生代のグリーンストーン帯を構成した火成活動にともなうものであったことは、検証済みの事実であろう。玄武岩は現代の地殻の重要な構成要素であり（とくに海洋域で、また、大陸塊内部での火山活動においてもまったく普遍的である）、地球のより軽い地殻（そのももとの組成は、アノーソサイト、閃緑岩あるいは花崗岩のいずれかであったらう）は、現在の地球内部ではたらいっている諸条件および諸作用のもとではもはや安定ではない、という考え方に私たちを導く。かわって現在の平衡状態を代表しているのは、より重たいハンレイ岩/玄武岩質の外殻なのであろう。コア/マントル境界直上の超低速度層（Garnero et al., 1998）が、ときどき大陸地殻を玄武岩質層に置換する湧昇マグマの主要供給源である、ということであろうか？

惑星の脱ガスおよびマグマ湧昇に起因するその他の産物は、漸次形成されてきた現在の地殻-マントル境界（モホ）であろう。私見では、間違っただけで定義された低速度層（一般には、部分溶融物質で構成されていると考えられている）は、惑星規模の化学平衡にむかう地球内部物質の長期的再配置にある中間段階を代表するものである。海洋域の‘アセノスフェア’は多層構造をもっているであろうが、南大西洋で Pavlenkova (1990) が示したように、安定大陸下ではかなり目立たない存在になり、欠失しているか、おそらくは、より深部に存在しているのであろう。NCGT ニュースレター No. 9 (1998 年 12 月発行) で編集部は、‘アセノスフェア’と‘リソスフェア’のあいまいな概念に関する疑問を提起し、それらが一貫性や現実的定義を欠いたままで用いられていることに注意を促した。明らかにそのとおりであり、これらの用語が、プレートテクトニクスの期待でもって編集された観測上の単純性をもっているということを明確にしたことがないために、混乱をまねいたと私は考えている。しかし、もし私たちが、‘アセノスフェア’というものを、地球内の深

部から表層へ通路をつたわって運搬された、マントル外層部におけるガス相および液相のひろがりにほかならない、と理解するならば、'アセノスフェア'に観測される不規則性が驚くべきことである、とは私には思えない（つまり、湧昇流そのものが、マントルの不均一性に関与しているならば、実際にも不規則な分布を示すのも当然のことであろう）。このように考えると、'リソスフェア'と'アセノスフェア'という概念は、もう少し別の意味になるはずである。つまり、表層への脱出過程にある揮発性成分および液体マグマ成分が上部マントル環境で停滞したもの'にほかならない、とみなされるはずである。このような脱ガスは、惑星内部物質が化学的平衡に達するまでつづくであろう。しかし、当然のことながら、もしこの理由づけが合理的で正しいならば、地質学の諸学説はきびしく再評価されることになる。

付加しつつある冷たい地球がしだいに加熱されても、内部物質の大半は揮発成分が開放される温度には達しなかったであろう（Gold, 1993 参照）。したがって、惑星の脱ガスは、今日でさえも、完了とするにははるかにおよばない。宇宙（太陽系を含む）における4つの主要元素は、多いものから、水素、ヘリウム、酸素、および炭素である。さまざまな揮発成分（これらの4元素を含む）は、上部マントルの低速度層において、より表層の集積場と同様、大きなガス分圧を占めているであろう。コラ半島超深層ボーリングは、孔底（12,200 m）に熱水循環を伴う開口裂罅が存在することを実証した。これは、これまで孔隙が消滅するであろうと考えられてきた深度よりも、かなり深い位置である。事実、'Gold 則'は、上載荷重に等しい外向きの孔隙流体圧が存在するかぎり、著しい高圧下でも岩石中の裂罅が開口しているであろうことを示す。それゆえ、流体流のための開口裂罅が存在しうるとを考慮すると、問題になるのは全圧力ではなく、任意の深さにおける圧力差（差応力）なのである。自転速度の変化や惑星の空間方位変化（極移動：Storetvedt, 1997 参照）による地球ダイナミクスの変化は、ガス/流体に富む層の静水圧を増大させ、あちこちで上載荷重を増大させたであろう。こうしてマグマは、より浮力の大きい揮発性物質とともに上昇し（しばしば巨大な圧力下で）、火山活動、海洋水の追加、表層部の炭素収支へ余剰炭素を供給したであろう（後者はおもに石灰岩として蓄積される）。しかし、これらの地表でみられる脱ガス現象に加え、高圧状態にあるマントルと地表レベルでの流体流は、エクロジャイト化作用ならびに関連する重力不安定を通じて、珪長質地殻の下方からの薄化をひきおこす。このようなエクロジャイト化作用はグラニュライト相下部から上方へむかって進行するが、深部断層沿いでは、上昇流体が集中するために、とくに急速に進行するであろう。地球に関する私の学説では、大陸縁発達の前提条件になるのは、エクロジャイト化と部分的なアイソスタシー沈降が大陸縁に沿ってとくに効果的にはたらく既存

の深部断層があることである。発達しつつある海洋/大陸境界に沿って上方へ進行する重たい岩石-エクロジャイトへの転換がもたらす当然の地球物理学的帰結は、顕著な重力の正異常であろう。海岸線に平行な正の重力異常帯が、世界中の多くの大陸縁から実際に知られている（たとえば、Faleide et al., 1996; Gronlie and Talwani, 1982, Sobczak et al., 1986）。

地球科学者たちがプレートテクトニクスに賛成するか否かは別にして、多くの研究者たちは、内陸盆地の形成と大陸縁に沿う地殻薄化を説明するために、深部地殻過程におけるエクロジャイト化作用の重要性に注目してきた（Joyner, 1967; Haxby et al., 1976）。水の重要性が多くの研究者によって注視され、Ahrens and Schubert (1975)は、水を含む流体が存在する条件下ではハンレイ岩-エクロジャイト転移の速度が著しく（数桁の規模まで）増加する、と結論した。また、Artyushkov (1983)と Artyushkov and Baer (1983)は、エクロジャイト化とそれに関連する大陸地殻のアイソスタシー沈降は冷却した剛塊域においてでさえも進行し、中程度の温度で水を含む物体が上昇してくる場では速やかなエクロジャイト転移が起こりうる、と述べた。Bergen 弧において後期先カンブリア時代の高度変成岩類がカレドニア期のエクロジャイト化作用の影響をうけていることは（たとえば、Austrheim, 1990; 1998）、流体成分が必要であることを明瞭に示す。この地域では、部分的エクロジャイト化帯が約 50 km<sup>2</sup> 以上の範囲にわたって露出していて、野外ではエクロジャイト相の鉱物組合せがグラニュライト相岩類中の断層ならびに剪断帯に沿っていかに集中しているかが明示される。上述の議論からすると、プレートテクトニクスの諸作用はエクロジャイト化に必要な圧力レベルの発生に必要ではなく、また、長石の分解のために必要な水も何ら問題にならない。それゆえ、エクロジャイト化作用は、大陸ならびに海洋の両方の場において等しく、堆積盆地形成の一般的メカニズムとして期待される。

それゆえ、野外での証拠ならびに岩石学的議論にもとづくと、海洋化作用という概念は十分な論拠をもっているように思える。しかしながら、私たちのだれもがこの作用が働いている場を見たことがなく、確実なものにするために、直接的な力学-造構的意義（仮説的概念から導かれる）が検証されることを、私の地球物理学的精神が求めている。実際、私の地球に関する学説（Storetvedt, 1997）は、次のようなことがらを示す。海洋化作用とそれに関連する内部物質運搬メカニズムは、地球進化にかかわる力学-造構的および他の諸作用（これらは連綿として相互に関連する）に直接むすびつくものである。周知のさまざまな観察がこの予測に適合するという事実は、この学説にいっそう確実な科学的根拠を与える。

## 文 献

- AHRENS, T.J. and SCHUBERT, G., 1975. *Rev. Geophysics and Space Phys.*, v. 13, p. 383-399.  
ARTYUSHKOV, E.V., 1983. *Geodynamics*. Elsevier, Amsterdam, 312 p.  
ARTYUSHKOV, E.V. and BAER, M.A., 1983. *Tectonophysics*, v. 100, p. 5-42.  
AUSTRHEIM, H., 1987. *Earth Planet. Sci. Lett.*, v. 81, p. 221-232.  
AUSTRHEIM, H., 1998. In *When Continents Collide*, Kluwer Academic Publishers, p. 297-323.  
FALEIDE, J.T. et al., 1996. *Global Planet. Change* 12, p. 53-74.

- GARNERO, E.J. et al., 1998. In AGU Geodyn. Series, v. 28, p. 319-334.  
GOLD, T., 1993. In US Geol. Survey Paper 1570, p. 57-80.  
GRONLIE, G. and TAILWANI, M., 1982. Earth Evolution Science, v. 2, p. 79-103  
HAXBY, W.F. et al., 1976. Tectonophysics, v. 36, p. 57-80.  
JOYNER, W.B., 1967. J. Geophys. Res., v. 72, p. 4977-4998.  
PAVLENKOVA, N., 1990. In Critical Aspects of Plate Tectonics, I, Theophrastus Publ., Athens, p. 73-86.  
SOBCZAK, L.W. et al., 1986. Can. J. Earth Sci., v. 23, p. 608-621.  
STORETVEDT, K.M., 1997. Our Evolving Planet, Alma Mater, Bergen, 456 p.

## 2. 地殻応力場と地球膨張 Crustal stress state and earth expansion

James MAXLOW

Terrella Consultants, 29 Cecil Street, Glen Forrest, Western Australia 6071, Australia  
E-mail <jmaxlow@enternet.com.au>

(柴 正博 [訳])

地球膨張の視点から、新生代の地殻イベントについての Dickins and Choi (NCGT 13)による論述は以下のように読める：それらの変化の最も単純な説明は、内部の収縮ではなく内部の膨張で地球全体の隆起が増大したということである。このことは、新生代の間と現在において地殻が圧縮場におかれていたということと、大陸リフトと大洋海嶺が膨張に対して張力性の反応をしたと同様に張力性の形態を示すことと調和する。

多くの科学者はもちろん、拡張と張力性の断裂を恐らく当然伴う地球膨張の状況における収縮を理解できない。これは自然であるがしかし、苦勞を必要とするいくつかの誤って伝わった反応かもしれない。

Smoot and Bhat (NCGT 13) の見解は別として、大洋地磁気図をつくる有効性については、ジュラ紀以降の地球膨張の量を知るための成功しそうな道具とされる。現在は大洋をへただてている視覚的にお互いにぴったりと合う大陸を合わせるとパンゲア時代のとても縮まった地球の半径ができることはすでに知られていて、多様なモデルがここ 70 年以上の間に発表されている。すべての現在の大洋地形図づくりは、位置的に互いに一致することと、膨張の速度、そして以前に知られていた現象の時間枠を簡単に証明した。

この大洋のデータは地球膨張の歴史の 4% 以下である。膨張の歴史の残された 96% についての証拠は実際に大陸地殻の中に含まれていて、それは我々のクラトン、造山帯、また盆地のテクトニックな地域を空間復元して再構築することによって決められる。大陸地殻のこの空間復元の再構築は、クラトンやクラトン内盆地を含むすべての大陸プレートが地質時代を通して空間的な完全性を保持していたことを示している。この空間的な完全性は、原始的な Archaea の大陸配置から発展して、Rodinia で改変されて、Gondwana, Pagaia と経過し、ジュラ紀以降の大陸分裂と拡散に至り、それはプレートテクトニクス過程にともなって行われたものではない。

地球膨張の間に大陸地殻の特定のところでの恒久的な力として、地球全体の隆起が実際増加することが必要である。この大陸の超-上昇または地殻ドーム形成は Yano et

al. (1998), Gao (1998), Suzuki (1998)によって[ある程度まで]示されていて、Dickins and Choi (1998), Gavrillov (1998), Matsumoto and Yano (1998)では特に、単純な球状の幾何学形としてあらわされている。小さな半径の地殻片は大きな半径の球とは、(a) その縁辺に沿う大陸凹地と (b) 中央大陸地域の上昇を引き起こしたアイソスタシイ的誘引がなければぴったりと合わない。

このシナリオは、新生代の間と現在における地殻がこのアイソスタシイ加重のために実際に圧縮場にあったという説明に適合する。加えて、大陸内、クラトン内かまたは縁辺盆地の配置と大陸リフト、これらの初期の大陸ドーム構造に対する縁辺、それらは膨張に対して接線方向の張力反応の結果として拡張している。

先カンプリアの大陸地殻（ペルム紀以降の大陸地殻とは区別されるものとして）の最近のモデル研究は、以前に引用した著者の多くの観察や説明に沿って述べると、現在の大陸の中に多くのドームや盆地構造を規定することができる。これらの形態の地球的な関係は、それぞれの大陸におけるクラトンと造山帯、盆地のテクトニックな枠組みによって規定され構築されている。特に、クラトンと造山帯ではドーム形成や超-上昇の傾向がある。

地球膨張の間における大陸地殻の超-上昇とドーム形成はしかし、重力によって分裂や崩壊が引き起こされるまでの時間が継続されるにすぎない。Ollier (1998) によって指摘された浸食や平坦化は地殻の反応により影響を与えた。この分裂と崩壊は、特にクラトン内かまたは大陸内盆地場の軟弱な堆積物の中では、圧縮型の造山運動の結果をもたらす。実際上は、純粋に圧縮的なものから平行移動破砕までの地殻圧力の連続体の中で形成され (Strutinsky, 1998), すでに存在していたクラトンや造山帯の中に割って入る。そしてそれは、実際の世界で見られるすべてのもので明確である。

この大陸性の超-上昇/ドーム形成とその後の崩壊を引き起こす重力は対になった地殻圧力を生み出し、脈動した造山帯を隆起させる。この脈動した造山帯はしかし、Milanovsky (1998) が指摘したような脈動した地球の膨

張/収縮範囲のような地球規模である必要はなく、地球膨張の全体的進行も重なったひとつのある場所に集中した大陸の現象で代表される。この脈動と Milanovsky の顕生代対比はしかし、地球の造山脈動の歴史を規定する点で特に注目値する。

地球膨張の視点からの地殻の圧力場はさらに、地殻の超-上昇/ドーム形成とその後の崩壊と造山運動を引き起こす重力とに親密に関係している。この現象は、特に大陸地殻の中で顕著であり、大洋の低い力に比較してそこで

は高い恒久的な力をともなっている。Yano et al. (1998) によって記されたものとして、後期中生代の北西太平洋の海底はしかしまた、地球膨張によるものとしてのドーム形成の証拠を示している。海底の海台は、これと同じ地域の中にある現在の大洋の本質的な地域 (Dickins et al., 1992; Choi et al., 1992) に沿って、現在の深海盆の先駆的なものを形成させた。Choi の破碎帯の研究は、時間とともに膨張が進行している地球と関係している大陸とクラトンと同様に確かめているものである。

## 文 献

- CHOI, D.R., VASULYEV, B.I., & BHAT, M.I., 1992. Paleoland, crustal structure and composition under the northwestern Pacific Ocean. In: Chatterjee, S. & Hotton, N. (eds.) *New Concepts in Global Tectonics*. Texas Tech University Press, p.179-191.
- DICKENS, J.M. & CHOI, D.R., 1998. Neogene events and the modern World. *Proceedings of International Symposium on New Concepts in Global Tectonics*, Tsukuba, November 1998, p. 114-119.
- DICKINS, J.M., CHOI, D.R. & YEATES, A.N., 1992. In: Chatterjee, S. & Hotton, N. (eds.) *New Concepts in Global Tectonics*. Texas Tech University Press, p. 193-199.
- GAO, M.X., 1998. Late Mesozoic continental dynamics of East Asia. *Proceedings of International Symposium on New Concepts in Global Tectonics*, Tsukuba, November 1998, pp. 41-46.
- GAVRILOV, A.A., 1998. The global system of connective structures of central type (SCT). *Proceedings of International Symposium on New Concepts in Global Tectonics*, Tsukuba, November 1998, p.114-119.
- MATSUMOTO, Y. & YANO, T., 1998. Geotectonic problems in Central Asia. *Proceedings of International Symposium on New Concepts in Global Tectonics*, Tsukuba, November 1998, p. 268-271.
- MILANOVSKY, E., 1998. A concept of the Earth's moderate expansion and pulsations as an alternative to plate tectonics. *Proceedings of International Symposium on New Concepts in Global Tectonics*, Tsukuba, November 1998, p. 64-68.
- OLLIER, C.D., 1998. *Geomorphology and Mountain Building*. Fourth International Conference on Geomorphology - Italy 1997. *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, p. 1-11.
- STRUTINSKY, C., 1998. Shear-belt versus compression tectonics: The testimony of regional metamorphism. *Proceedings of International Symposium on New Concepts in Global Tectonics*, Tsukuba, November 1998, p. 90-95.
- SUZUKI, Y., 1998. A proposal of three dimensional geotectonics. *Proceedings of International Symposium on New Concepts in Global Tectonics*, Tsukuba, November 1998, p. 58-63.
- YANO, T., MATSUMOTO, Y. & WU, G.Y., 1998. Late Mesozoic arch tectonics in East Asian continental margin and a possible origin of the Pacific. *Proceedings of International Symposium on New Concepts in Global Tectonics*, Tsukuba, November 1998, p. 35-40.

### 3. 地球の膨張説と収縮説

#### AN EXPANDING AND CONTRACTING EARTH

Oakley SHIELDS

555 Matmor Rd., #108, Woodland, CA 95776, USA

(窪田 安打[訳])

NCGT ニュースレター No.13 で、編者は地殻は圧縮下にあると述べ、地球収縮説を支持している。しかしながら、Cobetz and Sandiford (1994)は、アフリカ内部プレート応力場を解析し、アフリカ大陸の MOR 周辺での伸張、およびそれにともなった側方の密度変化による海洋盆地での圧縮を発見した。その上、アフリカおよび大西洋プレートの海洋盆地では全般的に応力レベルは低いという (Cobetz & Sandiford, 1994)。彼らは伸張場が隆起に寄与していると予測した。地表面の何百億もの正断層は伸張を示しており、圧縮でなく伸張の証拠であるとした (Hixon, 1920)。このように、たとえ地球が膨張しているとしても、圧縮構造は存在する。例えば、造山帯、沈み込み帯、地向斜場など、圧縮はリソスフェアに偏在する。地球膨張に関する神話や誤解がある。一つには海洋の広さの問題が挙げられる。Timofeyev and Kholodov (1984) は、岩相の特徴の研究から以下のように結論した。

「原生代の集水盆は、浅い湖状の海洋⇒大陸縁辺海⇒沿海および大洋へと移行し、中生代から新生代の時期の変動により現在の海洋が形成された」と。2つの研究

(Steiner, 1977; Osipishin & Blinov, 1987) では、様々な年代の海洋地殻の面積を計算すると、地球膨張を示す時期であるジュラ紀または前期白亜紀から完新世にかけて海洋地殻の形成が加速的に進行していることが分かった。しかしながら、沈み込み帯の内部と外部ではそれぞれ異なっている。

Smoot and Bhat は、地球膨張説においても、大規模な沈み込みが起こりうるとして、私と不一致である。事実、Smoot は沈み込み帯に関する我々も未知の反証を主張している。それは、地震波トモグラフィのデータがマントルに沈み込むスラブの本当の位置を表しているのか？というものである (Yamaoka et al., 1986; Chiu et al., 1991)。また、古地磁気および堆積データが過去 120~130 Ma にもわたっており、太平洋プレートが北西進していることを証明しているのか？ (Kononov, 1984; Zonenshain et al., 1987; Larson et al., 1992) または、新第三紀の間、カリフォルニアと Baja カリフォルニアの下に東太平洋海嶺の拡大部は消えたのか？ (Stoev et al.,

1989; Irwin, 1990) Smoot は、データが彼の強調する解釈よりも、他の成果に関連するにも関わらず、海洋底の構造方向の再定義に大いに貢献した。私自身も過去の困難な磁気異常を抽出する作業にもかかわらずシンプルなものをつくりあげたことに疑問を感じる。

海洋底拡大は、プレートテクトニクスや地球膨張の基礎であるが、しかし明らかに、サージテクトニクスには存在しない。地球のプレートや大陸内部付近では、高温状態はめったにないが、アフリカでは、沈み込みに調和する偏向をもった拡大として解釈されている。

異なる復元もたらず、沈み込みをもつか否かの急速な地球膨張説の Bhat の反応は、膨張説を完全にこわしてしまうものである。しかし、そのような論争は地質学では聞いたことがない。例えば、プレートテクトニクスでは、アフリカと南アメリカの再結合に関して、オイラー回転の前に古緯度を規制するような古地磁気データは存在しないにもかかわらず、アフリカを固定するか、南アメリカを固定するか？、という問題でいまだに議論している。サージテクトニクスとは異なり、概念を支持する圧倒的な証拠が存在することから、海洋底拡大と沈み込みを疑う理由はほとんどないと考えられる。ただ、注意すべきは、例外の海洋底拡大パターンが存在することである。

南太平洋と北東インド洋におけるパターンは、プレートテクトニクスおよび地球膨張説でも説明することが困難である (James, 1987)。サージテクトニクスは地球収縮を含むことから、長い間、疑われた説である。大陸を示す陸生化石の存在が前期中生代からペルム紀にかけてお互い結合していたことを示すことに関して、彼らは答えを準備しているのだろうか (Colbert, 1976 参照)? 地球収縮説は、地球が大きな直径から縮小したとするので、大陸がさらに分散してしたことが必要になる。地球膨張説は、サージテクトニクスの核心的部分になっているマグマ活動を容易に説明する。リソスフェア下面は、彎曲率に変化する時に歪み、しばしば地表に達する断裂沿いにマグマを貫入させることになる (Luckert, 1979)。

地球科学者は、一般にプレートテクトニクス説から何らかの利益を得ているが、他の説は証拠が不十分で、主に ad hoc 修正の形式が欠けているため、代替となる説の研究が欠けており、究極的統一学説としては疑問である (Van Andel, 1984; Lyttleton & Bondi, 1992)。Carey が地球膨張説のためにおこなったように、サージテクトニクス論者の誰かが、地球収縮の文献を総説すべきである。それにより、代替の統一学説としての有効性がよりよく判定されるだろう。

## 文 献

- BROCKS, B.B., 1960. A philosophy of mineral exploration. *Optima*, v. 10, p. 143-158.
- CHIU, J.-M., ISACKS, B.L. and Cardwell, R.K., 1991. 3-D configuration of subducted lithosphere in the western Pacific. *Geophys. Jour. Intern.*, v. 106, p. 99-101.
- COLBERT, E.H., 1976. Fossils and the drifting continents. *Fossil Magazine*, v. 1, p. 5-23.
- COBLENTZ, D.D. and SANDIFORD, M., 1994. Tectonic stresses in the African plate: constraints on the ambient lithospheric stress state. *Geology*, v. 22, p. 831-834.
- HIXON, H.W., 1920. Is the Earth expanding or contracting? *Popular Astronomy*, v. 28, p. 254-264.
- IRWIN, W.P., 1990. *Geology and plate-tectonic development*. U.S. Geol. Survey, Prof. Paper, no. 1515, p. 61-80.
- JAMES, P.M., 1987. Anomalous features in the Pacific: is sea floor spreading a real phenomenon? *Pacific Rim Congress 87*, Victoria, p. 205-209.
- KANASEWICH, R.R., 1976. Plate tectonics and planetary convection. *Canad. Jour. Earth Sci.*, v. 13, p. 331-340.
- KONONOV, M.V., 1984. The absolute movement of the Pacific plate during the last 120 million years. *Oceanology*, v. 24, p. 331-340.
- LUCKERT, K.W., 1979. *Mother Earth once of a girl*. Museum of Northern Arizona Press, Flagstaff, 16 p.
- LYTTLETON, R.A. and BONDI, H., 1992. How plate tectonics may appear to a physicist. *Jour. Brit. Astron. Assoc.*, v. 102, p. 194-195.
- OSIPISHIN, N.Y. and BLINOV, V.F., 1987. Ages zonation of the oceanic crust and its relation to the expansion of the Earth. *Intern. Geology Review*, v. 29, p. 1009-1020.
- PENNISI, E., 1999. A stagnant deep mantle? *Science*, v. 280, p. 1694.
- RICARDS, M.A., 1999. Proceedings for Jurassic slabs. *Nature*, v. 397, 203-204.
- SANDIFORD, M. and COBLENTZ, D., 1994. Plate-scale potential-energy distributions and the fragmentation of ageing plates. *Earth Planet. Sci. Lett.*, v. 126, 143-159.
- SCRIVNER, C. and ANDERSON, D.L., 1992. The effect of post Pangea subduction on global mantle tomography and convection. *Geophys. Res. Lett.*, v. 19, p. 1053-1056.
- STEINER, J., 1977. An expanding Earth on the basis of sea floor spreading and subduction rates. *Geology*, v. 5, p. 313-318.
- STOREY, M. et al, 1989. San Quintin volcanic field, Baja California, Mexico: "within-plate" magmatism following ridge subduction. *Terra Nova*, v. 1, p. 195-202.
- TIMOFEYEV, P.P. and KHOLODOV, V.N., 1984. The problem of existence oceans in geologic history. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR, Earth Sci. Sections*, v. 276, p. 61-63.
- VAN ANDEL, T.H., 1984. Plate tectonics at the threshold of middle age. *Geologie en Mijnbouw*, v. 63, p. 337-341.
- YAMAOKA, K., FUKAO, Y. and KUMAZAWA, M., 1986. Spherical shell tectonics: effects of sphericity and inextensibility of on the geometry of the descending lithosphere. *Reviews of Geophysics*, v. 24, p. 27-53.
- ZONENSHAN, L.P., KONONOV, M.V. and SAVOSTIN, L.A., 1987. Pacific and Kula/Eurasian relative motion during the last 130 MA and their bearing on orogenesis in Northeast Asia. *Amer. Geophys. Union, Geodyn. Ser.*, v. 18, 29-47..

---

## 地球科学界における政治的問題のコーナー GEOPOLITCS CORNER

(矢野 孝雄 [訳])

---

本号 (p. 14-16) に掲載された Leybourne の原著論文は、EOS に掲載拒否されたものである。次に掲げるのは、EOS 編集者 James Marti からの手紙であり、Bruce Leybourne に宛てられた 2 名の査読者のコメントも添えられている。Leybourne の許可をえて、私たちはこの文書を公にしたい。

親愛なる Leybourne 博士へ

このたびは EOS へご寄稿いただき、ありがとうございました。この論文に関する査読者からのコメントを同封します。査読者の応答にもとづくと、現状では受理をすることができません。この原稿に関してご質問がありましたら、なんなりとご連絡下さい。 —Jim Marti

#### 査読者 1

以下は、B. A. Leybourne 著「コメント：サージ学説は.....に重きをなす」へのいくつかのコメントである。

まず第一に、この提出原稿は、文法上も、科学的にもまざく著されている。文法上の問題としては、複数形および所有格を示すアポストロフィ（'）の使い方に混乱がある。エルニーニョの複数を意味する際に、Leybourne は "El Nino's" を使い、彼が Walker の所有格を意味する場合には、"Walkers" が使われる。科学的問題には、物理量ならびに因果関係（単なる、みかけ上?の時間関係とは逆の）に関する混乱が含まれる。地表あるいは海面において測定された大気圧を、圧力の単位を用いながら（ある量をもった flux ではなく）、そして、大気質量の flux [変化率] が必ずしも測定された圧力あるいは圧力変化によって表現されるわけではないにもかかわらず、Leybourne は "flux" と表現する（たとえば、断熱温度上昇による気圧の年サイクルというものが存在する。）

因果関係にかかわる第 1 の問題は、大気圧変化と微小重力変化の間の相関性にある。Warburton and Goodkind は、地表大気圧（全大気圧の  $10^{-3}$  規模の変化）と重力（全重力の  $10^{-9}$  規模の変化）の時系列的变化に非潮汐性周期に相関をみいだしたと考えた。圧力変化が重力の変化の原因になりうることを示すために、増分大気密度（大気圧の増大）と増分大気圧による固体地球の変形を組み合わせることによって、ある簡単な計算をおこなった。この場合、大気が原因であり、重力は結果である。6 桁規模の変化は、大気重力場が全地球重力場の約  $10^{-6}$  であるという事実によるものである。Leybourne は、造構運動が全重力の最大  $10^{-9}$  規模の重力変化をひきおこし（ひきおこすことができ、現に、ひきおこしている）、これらの構造運動が次には大気圧を変化させるだろう、と想定する。しかし、気圧は大気密度と重力の積の高度方向への積分値であるので、 $10^{-3}$  ではなく、 $10^{-9}$  の大気圧変化によって  $10^{-9}$  の重力変化をひきおこす。したがって、固体地球の造構運動は、最大  $10^{-9}$  の重力変化をもたらすが、 $10^{-3}$  に達する大気圧変化はもたらしえないのである。造構運動は重力変化に表現される程度であり、大気圧に影響をおよぼすほどの原因にはなりえない。

この種のすべての問題に加えて、議論されている諸量の桁数に問題がある。Leybourne は台風にふれているが、台風内部の気圧降下は ENSO 現象にかかわる気圧変化の 10 倍以上も大きい。また、気象現象は数日の時間スケールと数 100 km の距離スケールでの質量およびエネルギー flux を含むが、造構現象は地質学的時間で作動する。造構運動と大気圧が 1 mbar のレベルで運動しているとすれば、造構現象と気象現象との間により大きな規模の連動が存在しないのか？ これは、ENSO が解除さ

れた期間の気象現象がとりのぞかれた時間平均にぴったり一致しているのか？ もっともらしいけれども、Leybourne はこれを議論していない。

私の研究所の図書室には、Leybourne が引用しているサージテクトニクスに関する Meyerhoff et al. の諸研究成果を設備していない。これらは、第 1 級の、同格者による論文ではない。これらの文章にみられる Leybourne の英文法ならびに科学的思考上の諸問題のため、私は、それらの引用がなされていないのではないかと、この疑義を有利に解釈しようとは思わない。私は、"サージテクトニクス" がどのようなものであるのか、知らないままでいる。Meyerhoff 論文がなくては、太平洋下のマントルにおける造構現象と大気中における ENSO 現象が、太平洋の幅に相当する長さスケールおよび数年の時間スケールにわたってどのように関連しあっているのか？、Leybourne の原稿にもとづいて想像することは困難である。大気は Navier-Stokes 則にしたがう高速度・低粘性系である：これら 2 つの特性は、これらの時間および長さスケールにわたって相関性をもたないはずである。

Walker の場合は、海洋底における大規模な火成活動が海洋の熱分布を変化させるのに十分な熱量、ならびに ENSO 現象を変化させたり、あるいは引き起こすのに十分な flux を海洋に供給するであろう、ということである。説明されていないことからは、この熱量が海洋底から海面へどのように移動するのか？、その正しい様式である。Leybourne の原稿はこの疑問に答えるところが全くないことがわかる。むしろそれは、混乱した因果関係によって、また、異なる現象の大きさとそれらが作用する長さおよび時間スケールの桁数を無視することによって、問題を紛糾させている。

私の意見では、Leybourne の原稿は、現状では EOS に不適切であるので、掲載拒否すべきである。彼が修正版を再投稿することになれば、文法に則った英語で書かれたものであるべきで、明快な物理的思考、用語と単位の正しい使用、論議の主要点に関しては不明瞭な文献を明確化することが必要とされる。

#### 査読者 2 (抜粋)

..... 私は、サージテクトニクス説に関するある文献を見ることができたが、それは、よくても縁 [fringe]、悪ければひび割れたポットにすぎない。それは、プレートテクトニクスに関する私たちが知っているあらゆることから（マントル対流、中央海嶺拡大）によって反駁される。私は、この投稿原稿の掲載を拒否することを薦める。

James J. Marti, Ph.D.  
Senior Scientist  
AVEKA, Inc.  
2045 Wooddale Drive  
Woodbury, MN 55125  
Phone: (651) 714-4293 ex. 204  
Secretary: (651) 730-1729  
Fax: (651) 730-1826



親愛なる Bruce へ

私は Marti へ手紙を送り、あわせて、2つの住所宛ての[査読者用]コピー（私には彼らが誰かわからないので）を同封しました。私は、Marti に彼自身が造構運動に関してあまりよく知らないということを見せるために、“乾舷問題(freeboard problem)”を説明しないままにしておいた。ちなみに、“乾舷問題”は、アメリカ合衆国フロリダ大学の William Tanner が提起した問題で、1990年ないし 1992 年までさかのぼる。この問題は、“海洋盆の海底の平均位置と大陸棚、海岸平野および内部低地の平均位置との間の鉛直距離”の変化に関係している。現在の世界的乾舷は、5.2~5.3 km である。低い乾舷は海進

と赤道から極への緩やかな温度勾配を意味するが、乾舷が高い期間は海退である。私自身の理解では、低乾舷期へむかってしだいに高温化してきて、それは赤道域の膨張—これは、Marti 宛ての私の手紙に述べられている—をあなたがどのようにうまく説明するか？というのが課題である。低乾舷期における海進は大陸の海拔高度が不変であることを意味しないであろうことにご注意いただきたい。これは、ご承知のとおり、全地球膨張という信念に相当するものではない!! それは、風化作用による地表面の低下を意味し、二酸化炭素分圧と大気温度の変化を示す。つまり、“乾舷問題”には、造構運動と気候にかかわる実にたくさん問題が詰まっている、というわけである。

Marti 博士

拝啓

私は Bruce Leybourne によって EOS に投稿された follow-up 原稿についてお便りする。私は、彼の投稿原稿と 2 名の査読者によるコメントを読む機会をえた。ことばどおりに理解すれば、査読者たち、とくに第 2 査読者は、Leybourne が述べていることがらにひどく立腹しているようである。第 1 査読者はいくつかの技術的問題をとりあげているが、それらは誤解に起因するよう思われる（下記参照）。査読者よりもより多く、最終決定権者であるあなたが査読者たちのコメントを評価する責務を果たしてない、と恐縮ながら私は申し上げざるを得ない。

査読者 1

文法：“El Nino's”あるいは“Walkers”という言葉は、Leybourne が提出している 6 つの段落のどこにもみつからない。彼は、“El Ninos”という言葉で第 1 および第 3 段落に、そして、“Walker's”を第 1 段落で使用している。“El Ninos”という言葉について、M.J.McPhanden（エルニーニョ研究では比較的よく知られた人物である）and X. Yu による最近の論文（GRL, 1999, v. 26, 190: 2961-2964）の最後の 3 つの段落において 3 回使われている。本文中に存在しない何ごとかによって、Leybourne がなぜにあげられるのか？あなたはこれを容易につきとめたことと、私は思う。

“Fluxes”という言葉の使用：完璧さという点では確かに問題であるが、まったくの文法的まちがいで、非科学的でもない。

技術的問題：(a) Leybourne の大気圧に関わる重力関数化に反対して査読者が述べたすべての理由づけと数字は、彼の次のような彼の記述（第 5 段落；最終文）によって支持される：“大気は.....高速度・低粘性系で.....これらの時間および長さスケールにわたって相関性をもたないはずである。”Leybourne は彼の提案

のなかで地球の固体マントルを考えているのではなく、リソスフェアのサージチャネル内部における MAGMA とその運動を考えているのであり、その粘性、速度および温度体系は、固体マントルに適用されるものとは全く異なっている。

(b)温度輸送がエルニーニョと海嶺地震活動増大との間の“ミッシングリンク”を説明する唯一のありそうなメカニズムであると Walker が推測したのだとすると、彼は、サージテクトニクスがもう 1 つの可能なメカニズムであるとは述べなかつたであろう。なぜならば、Leybourne は Walker の推測をよく理解していたからで、それゆえ、彼は熱輸送を強調する必要はなかつたのである。

(c)直接的熱輸送に関する問題をたずねるかわりに、想定された微小な重力膨張期に、重力場にたくわえられたポテンシャルエネルギーが熱として開放されることを考えるように Leybourne に要請することがより適切であろう、と私は信じる。

当然のことであるが、査読者からのコメントには、すくなくとも、Membach のデータあるいは Walker と Leybourne が説明を試みたエルニーニョと地震活動の間の“ミッシングリンク”に関する査読者自らの見解が示されることを私は期待する。

査読者 2

氏のコメントのうち、3つの文章が私の手元にある：“私は、.....ある文献を見ることができたが、.....掲載を拒否することを薦める。”

氏のコメントには、これら 3 つの文章のほかには何ら科学的要素があるとは思われない。それらの文章は、第 3 世界のやもめ[some Third World widow]がひどく悲しんでいるようにしか受け取れない。



## 一般的コメント

査読者1の“灰色文献”という記述と査読者2の悲嘆をまとめると、それが示すすべては単なる挫折である。彼ら、とくに第2査読者は、プレートテクトニクスを教えられて以来、知識となったものに従順であったとすると、彼らは確かに言葉の使い方が正しかったのであろう。いまだにマントル対流を明確に語っている科学者は、横に目隠しをされたままプレートテクトニクスという（科学的に）中世風の車を引くことで幸福を感じているわけである。

Kluwer社は“灰色文献”を出版している！ それでいいとしよう。アメリカ地質学会は、1996年に出版したMemoir 189で何を出版したのであろうか？ “灰色文献”なのか？ まさしくそれは、プレートテクトニクス全般を論破し、公然と非難するものであるからではないか？ (Leybourneの査読者が、この出版の著者に対する編集上の交信が何であるかを知っていたことを、私は望む。) Journal of Southeast Asian Earth Sciencesは、1994年にNo.12(3/4)巻(単一論文)で何を出版したのであろうか？ Chris Smootによる、大西洋における海洋底拡大を疑問視した最初の海洋深度データを1989年に出版したときに、それは“灰色文献”、“ひび割れたポット”の“縁”であったのか？ Kathy Shirleyが海洋底拡大に関するCONOCOの科学者の発見にもとづいてAAPG Explorerの1998年10/11月号に出版したものは何だったのか？ JGRあるいはEPSLもまた、Aldophe Nicolasの論文(SKS分割と野外データにもとづく)を刊行したときに“灰色”、“縁”、“ひび割れたポット”を出版するのであろうか？ 彼の論文はリフトに沿った走向に平行なマグマ移動を論じたものであり、まさに、査読者2が数10年前に経験したとおり、学んだ学説に真っ向から反対している。

Don Andersonあるいは彼の1992年の地震テクトニクスに関する論文を、それがマントル対流を割り引いて理解するがゆえに、“縁”あるいは“ひび割れたポット”とよぶのであろうか？ マントルブリューム(プレート論者たちによって可視化されたような)とその開業者たちの正体を暴露したShethの論文を1999年12月号に掲載したTectonophysicsおよびその編集部とElsevierを、

査読者たちはいかに評価するのであろうか？

これらとおそらくより多くの新しい野外および室内データがサージテクトニクスの基礎になっていることを2名の査読者たちにお知らせしよう。“乾舷問題”を説明する唯一の学説がサージテクトニクスであり、尊敬された中世的プレートテクトニクスではない、ということをつけくわえたい。(プレートテクトニクスがそれを考慮した試みがないので、あなたの査読者たちはこの問題に気づいたことさえない、と私は確信している。)南極大陸に存在した白亜紀の森林、鮮新世以降の熱帯の拡大(15°まで)、あるいは、気候温暖化における人為要因とは別個の造構的要因といった課題を議論するのに、サージテクトニクスは不可欠なのである。

あなたの査読者たちが彼らの知識と理解力(彼らは、それらを披瀝するのを恥ずかしく感じたことがない)に満足しているとすれば、誰も悩む必要がない。しかし、そのような人物を専門家としてあなたが起用する場合には、それはたいへん多くの人々を知らず知らず傷つけることになる。それが、Bruce Leybourneの努力の結果にたいしてあなたが責任をおくべきであると、私が感じる理由である。EOSは、著者が異なれば、別の基準を適用するように思われる。Daniel Walker教授は、彼のEOS論文に考えかたを提案した際に無意味ないがかりをつけられることがなく、彼の提案を確実にするいかなる種類のデータも要求されなかった。しかし、Leybourneが簡単な修正を加えたときには、彼は倫理的・技術的に一見もっともらしい理由でもって中傷された。

最後に、周知のとおり、科学はいつも常識的でない考え方から利益を得てきたが、いつも衛兵の手によって苦痛をこうむってきた。限られた知識と理解力によって束縛されることのない人物による査読をうけることによってLeybourneの提出原稿に第2のチャンスを与えるよう、あなたへ助言させていただきたい。また、Daniel Walker教授を査読者の一人に加えることを願う。

敬 具

M.I. Bhat

## 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