

国際科学技術財団が担当する。国際科学技術財団は内閣総理大臣（総理府本府，科学技術庁），外務大臣および文部大臣が所管する公益法人であり，理事長ほか各界の有識者によって構成された理事会によって運営されている。

審査：・国際科学技術財団に設けられた「分野検討委員会」が，広汎な科学技術分野のなかから科学の動向を考慮して当該年度の授賞対象として最もふさわしいと考える2つの対象分野を選定し，授賞の約1年半前に発表する。

- ・各授賞対象分野ごとに，広く世界各国の学者・研究者に依頼状を送り，受賞候補者の推薦を求める。
- ・国際科学技術財団内に日本国内の著名な学識経験者からなる「審査委員会」を設け，全世界から推薦された

候補者の中から審査・選定し，受賞候補者を財団の役員に推薦する。

・「審査委員会」の決定を尊重し，財団の役員会は受賞者を最終決定し発表する。

注）以上は国際科学技術財団の資料に基づく。同財団は，「人類の繁栄と平和がすべての人々にとっての共通の願望であることにかんがみ，これに貢献する科学技術の進歩を目指して，その研究を奨励すると共に，科学技術に関する知識および思想の総合的な普及啓蒙を図る」ことを目的に，1983年5月に発足した。財団の英文表記は，The Science and Technology Foundation of Japan（略称：JSTF）。連絡先は，〒100 東京都千代田区日比谷公園1-3 市政会館内，Tel. 03-508-7691。

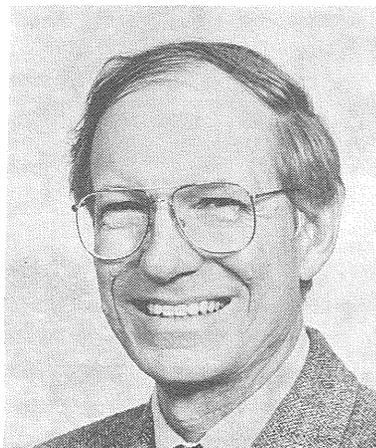
## 講演要旨

# プレートテクトニクスから地球ダイナミクスへ

William Jason MORGAN

プレートテクトニクスという新しい科学は，大陸移動説を定量化しました。今では，海底地磁気の縞状異常の幅から中央海嶺での海底拡大速度を求め，それに基づいて，海溝でのプレートの収束速度やトランスフォーム（水平ずれ）断層でのずれ運動を予言することができます。プレートテクトニクスで最も重要な仮定は，「プレートが完全に剛体であって，内部変形をしない」ということです。だからこの理論では，“すべての”テクトニックな（構造的な）活動プレート境界で起こると仮定されています。幅1万kmにも達する北米プレートや太平洋プレートをみても，その変形は年に1cm程度しかありませんが，プレート境界をはさむ幅約100kmの領域では，年に5～10cmも変形するのです。つまり，ほとんどの活動はプレート境界で起こることになります。ただし，“すべての”といいましたが，実際は80～90%のことです。プレート内にも，地震とかリフト（割れ目）的な地形（たとえば米国のベーゼン・アンド・レインジ地域，東アフリカ・リフト，背弧拡大軸など）は存在します。しかし，プレート境界での地震の数や大きさ，リフティングや造山活動に比べれば，2次的（10%程度）なものにすぎないわけです。

プレートテクトニクスによると，いくつかの現象について明確な予言をすることができます。だからプレートテクトニクスは「検証可能」です。異なる海嶺をまたいだループから計算されるプレート運動は一致するのでしょうか？ 予言されたプレート間相対運動は，プレート境界での地震の初動分布をうまく説明できるのでしょうか？



Dr. William Jason MORGAN

1935年米国ジョージア州生まれ。1957年ジョージア工科大学卒業，1964年プリンストン大学より博士号取得。以後プリンストン大学地質学地球物理学科の助手・助教授等歴任，1975年より教授。

ホットスポット起源とされる島々の配列方向は，理論から予言される方向と一致するのでしょうか？ プレートテクトニクスによるモデルは，80～90%のレベルでは，これらのテストに合格したのです。また，「硬くて一体となって運動する厚さ100～200kmの表層殻」という概念からは，テクトニクスのさまざまな側面を説明する定量的なモデルが生まれました。たとえば，海洋底の熱流量についてのモデル，さらには，それに基づく海底年齢と水深

の関係、また、沈み込む海洋プレート・スラブの厚さや熱構造のモデルなどです。中央海嶺でのリフティング過程についてのモデルの境界条件も、このようなプレート概念から生まれました。多くの定量的な“法則”も発見されました。たとえば、沈み込み帯の傾角とプレートの収束速度の関係、海溝での沈み込みを起こす負の浮力をもった海洋プレートの“年齢”(>40 m. y.), 沈み込みスラブで起こる地震のパターンなどです。プレート理論は、過去の大陸や海洋の配置を復元するのにも利用され、過去の海洋の大きさや形は、当時の海流やそれが気候に与えた影響などを計算するのに使われました。そして、リフト(海嶺)や海溝といった大地形についての理解が進むとともに、ホットスポットのようなより微妙な地形も研究されるようになりました。

私たちは今や“剛体プレート”を乗り越えて、次のステップへと進むスタートラインに立っています。最新の技術によれば、プレート間の距離を約1 cmの精度で測ることができます。だから、10年も経てば1 mmという変形も検知できるようになるでしょう。VLBI(電波望遠鏡と電波星を使った超長基線干渉計)、SLR(衛星からのレーザーパルス反射を使ったもの)、GPS(航海衛星からの信号をステーションぐらいの大きさの受信機で受け取る方法)などの“宇宙測地法”は、いずれもこの1 cm級の精度をもっています。これらの技術から、今後の数年間に私たちは何を学びとるのでしょくか? プレートはどのくらい変形するのでしょくか? それにはパターンがあるのでしょくか? そのパターンはプレート内地震と関係あるのでしょくか? たとえば、15年前にサイクスとスパー博士は、米国北東部の地殻内の応力がきわめて様なパターンをもつことを示しました。微小地震、孔内測定、そのほかの *in situ* 法(現場での測定法)による結果は、すべて最大圧縮軸が北東-南西向きであることを示しています。彼らは、これはプレート全体に働く広域的な応力のせいだと主張しました。では、北東-南西方向の短縮が測れるのでしょくか? 北米東部は概して地震活動の少ない地域ですが、それでも地震がいくらか集中している領域が2つあります。ポストン-オタワ・ゾーンとコロライナー-オザークス・ゾーンです。これら2つのゾーンは、中生代に北米プレートがホットスポットの上を通ったところす。ホットスポットがこれらのゾーンのプレート強度を弱くしたのでしょくか? 実測によって、これらのゾーンを境に変形してて、そのために地震が起きるのだということを示すことができるのでしょくか? 現在のプレート運動は、後氷期の地殻上昇の影響を受けてるのでしょくか? 私たちのモデルによれば、それによって現在mm/年程度の水平運動が期待されていますが、

実測のほうはどうでしょくか? スカンディナビアやハドソン湾では最近氷がとけていますが、はたして、それによってプレートが水平方向に短縮し、その影響でノルウェーとグリーンランドの間の大西洋中央海嶺では、長期的な平均よりも速く海底が拡大しててるのでしょくか? 太平洋プレートは、アリューシャンやニューギニアでの沈み込みによって引っ張られ、南北に引き延ばされてるのでしょくか? プレートの引き延ばしの観測からプレートの底に働く応力を推定し、キネマチックな(静力学的な)運動記述にダイナミクス(動力学)を加味することができるのでしょくか? さらに、現在のプレートテクトニクスの議論に取り込まれてない多くの小プレートも明らかになるでしょく。中国大陸を形成する多く独立なブロックの運動が測ってみると、そこにはなにかパターンがあり、統一的なモデルを作れるかもしれません。インドネシアにはなぜ屈曲した島弧が多いのでしょくか? インドネシアの変形の様子を調べるとその理由がわかるのでしょくか?

VLBIなどの技術によって、私たちは、プレート境界での詳しい変形の様子を調べることもできます。なかでも山脈の隆起速度は特に興味深いテーマです。山脈の隆起は侵食速度に密接に関係しててるのでしょくか? 私たちは、多くの大山脈でのプレートの収束速度は知っててるつもりですが、台湾やチベットの様な衝突ゾーンでは、それはどういふふうで隆起と短縮に分配されてるのでしょくか? 活発的なリフトでの変形を調べれば、リフティング過程について何がわかるのでしょくか? かつて海底(地磁気)異常探査技術の進歩がプレートテクトニクス時代をもたらしたように、これらの新技術によって、地球研究の新しい夜明けが始まりつつあるのです。

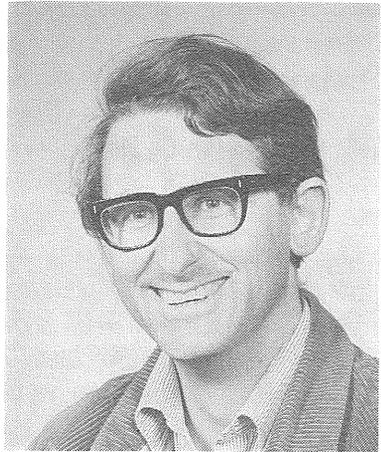
#### W. J. モーガン博士の主要著書および論文

1. Morgan, W.J. (1965): Gravity anomalies and convection currents. *J. Geophys. Res.*, **70**, 6175-6204.
2. Morgan, W. J. (1968): Rises, trenches, great faults and crustal blocks. *J. Geophys. Res.*, **73**, 1959-1982.
3. McKenzie, D.P. & Morgan, W.J. (1969): Evolution of triple junctions. *Nature*, **224**, 125-133.
4. Morgan, W.J. (1973): Plate motions and deep mantle convection. In "Studies in Earth and Space Sciences, a Memoir in Honor of Harry Hammond Hess," R. Shagam (Ed.), *Geol. Soc. Amer. Memoir* 132, 7-22.
5. Morgan, W.J. (1975): Heatflow and vertical movements of the crust. In "Petroleum and Global Tectonics," A.G. Fischer and S. Judson (Eds.), *Princeton University Press*, 23-48.
6. Morgan, W.J. (1978): Rodriguez, Darwin, Amsterdam, ..., a second type of hotspot island. *J. Geophys. Res.*, **83**, 5355-5360.

7. Hey, R., Duennbier, F. K., & Morgan, W. J. (1980): Propagating rifts on mid-ocean ridges. *J. Geophys. Res.*, **85**, 3647-3658.
8. Crough, S. T., Hargraves, R. B., & Morgan, W. J. (1980): Kimberlites: their relation to mantle hot-spots. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **50**, 260-274.
9. Morgan, W. J. (1981): Hotspot tracks and the opening of the Atlantic and Indian oceans. In "The Sea, vol. 7, The Oceanic Lithosphere," C. Emiliani (Ed.), John Wiley & Sons, New York, 443-487.
10. Morgan, W. J. (1983): Hotspot tracks and the early rifting of the Atlantic. *Tectonophysics*, **94**, 123-139.
11. Vink, G. E., Morgan, W. J., & Zhao, W.-L. (1984): Preferential rifting of continents: a source of displaced terranes. *J. Geophys. Res.*, **89**, 10072-10076.
12. Zhao, W.-L., & Morgan, W. J. (1985): Uplift of Tibetan Plateau. *Tectonics*, **4**, 359-369.

## プレート境界下での溶融

Dan Peter McKENZIE



Dr. Dan Peter McKENZIE

1942年イギリスのチェルトナム生まれ。1963年ケンブリッジ大学卒業、1966年同大学より博士号取得。1969年よりケンブリッジ大学地球科学科の助手・講師等歴任、1985年より教授。

嶺同士が離れるのとちょうど同じスピードで離れることができるのでしょうか？ 1965年、ケンブリッジ大学の院生だった私はこの問題を、ウイルソン (Tuzo Wilson) にもちかけた記憶があります(当時の彼は、後でプレートテクトニクス全体にとって中心的重要性を持つことになったトランスフォーム断層のアイデアと取り組んでいました)。私たちには、この問題をどう解決したらいいかわかりませんでした。現在では、海嶺はマンテル対流渦の上昇部を表わすものではなく、単にプレートが離れていくところだと思っています。プレート下のマンテル物質は、プレートとプレートのすき間を受動的に登ってくるのです。こう考えれば、アフリカを取り巻き、互いに離れていく多くの海嶺を簡単に理解することができます。

ウイルソンはこの考えについては論じましたが、それが意味するところは詳しくは研究しませんでした。そのような研究は、私、ルピジョン、スクラーター (John

皆さんのようにプレート境界のそばに住む人々は、地震や火山が同じ地域で起こることを知っています。ここ日本では、地震の足下の太平洋プレートの運動によって起こり、詳しいことはよくわからないにせよ、溶融(マグマ生成)もおなじプレート運動によって起こるものと信じられています。目には見えませんが、溶融はプレートが分かれていく境界つまり中央海嶺でも起こっています。事実、すべての海洋底は、海嶺軸で生成された溶融物(メルト)が固まってできた厚さ約7kmの地殻で覆われています。海底の年齢を決めるのに使う地磁気異常は、この火山性の地殻が生成時の地磁気の方向に磁化されることによって生じたものです。日本のようにプレートが破壊される島弧の下では、年間約1km<sup>3</sup>のメルトが生産されるのに対して、海嶺では年間約20km<sup>3</sup>が生産されています。海嶺が海底にあるため、それによる被害がほとんどないのは幸運というべきでしょう。海嶺が海上に顔を出している数少ない場所、たとえばアイスランドのようなどころでは、大量の高温低粘性の溶岩が住民にとって大変な問題となっています。

プレートテクトニクス以前には、地質学者たちは、海嶺でこのように大量のメルトが生産されるのは、海嶺がマンテル深部の対流渦の上昇部の上にあるためだと考えていました。海底からの熱流量が海嶺付近で高いこと、また海嶺が地形的な高まりであることも対流の結果であるとされていました。今でも、地質学の教科書には、海嶺の下にマンテル対流の上昇部を描いた図が載っていることもあります。私は大学院生の頃、そのような図を見て、海嶺は移動するのにマンテル対流の上昇部がどうしていつもその下にいられるのか不思議に思いました。たとえばアフリカはいくつかの海嶺によって取り囲まれています。それらの海嶺は互いに遠ざからなければなりません。しかし、その場合、大西洋中央海嶺下の対流渦は、5,000kmも離れたインド洋海嶺下の対流渦から、海