

---

---

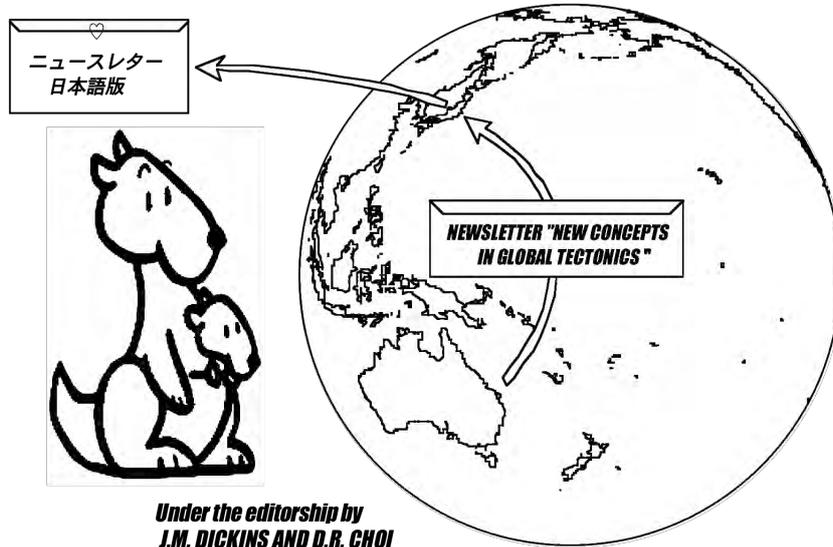
ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念

**NEWS LETTER New Concepts In Global Tectonics**

No. 25, 2002 年 12 月 (日本語版 2003 年 4 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

---

■ 編集者から	2	■ 出版物	
■ 編集者への手紙	2	太平洋メガトレンドに関する論文	24
■ 論説		■ ニュースレターへ財政支援を	25
地球収縮テクトニクス	3	■ ニュースレターについて	25
深部地震と深部造構帯 (その 3)		★ NCGT 日本サブグループのコラム	
東南アジア	7	第 32 回 IGC (イタリア) 情報	
全地球応力場の変化と地震予知	18	セカンドサーキュラーから	26

---

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 : nsgt@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., 2612, 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 2003 年 3 月下旬に発行予定. 投稿原稿は 2003 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 <翻訳に関心をおもちの方, ご連絡下さ~い!>

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 佐々木拓郎  
柴 正博 角田史雄 宮川武史 宮城晴耕 山内靖喜・輝子 矢野孝雄

---

---

---

## 編集者から FROM THE EDITORS

(赤松 陽 [訳])

---

前号のニュースレターで、私たちは、2004年8月20～28日のフィレンツェ (Florence) でのIGCの際に計画されているNCGTシンポジウムについて、いくつかの案内をしました。私たちは全一日のシンポジウムをもつことになっていますが、そこでは発表者数が限られるでしょうし、討論のための時間もそれほど多くはとれないでしょう。そこで、Forese Wezelは、他にも発表者がいることを考慮に入れて、IGC(会議)後にウルビーノ(Urbino)でポスト集会を開くことを提案しています。そうすれば、すでに提出されている焦眉の課題についての討論時間を確保できます。私たちは、彼に、多くの出席者を予想されることを保証しました。ですから、(みなさんから)この件に関するどのようなコメントでも、私たちへ寄せていただければありがたく思います。

<IGCについては本日本語版 p. 26 をご参照下さい。>

本号のニュースレターへの寄稿者は少数ですが、私たちは、これら寄稿者が読者にいろいろ考えをめぐらすための動機を与えてくれることを希望しています。そして、私たちはかなりの財政的支援を得ていることを報告できますことを、すべての関係の方々に感謝いたします。

Colin Laing は、地球の収縮についての定量的な研究、ならびに、地向斜の活動が西から東へ移動したという彼の見解を発展させました。彼は、現在、構造的に最も活発な地域は赤道帯と環太平洋地域であること、そして、それらの地域が地球上の起伏を増大させていること(彼は、地殻の連続的な収縮の結果と解釈)が強調されています。これらは現在の地球の重要な起伏ですが、いっそうの考察や説明を必要としています。これらは現在の地形ですが、しかし過去においても常にこのような振り舞いをしていたのでしょうか？ 現在、活火山の大部分が、Colinによって認識された2つの地帯に限られて分布し

ています。しかし、更新世においてさえ、玄武岩の火山活動は現在よりもよりいっそう広範囲にわたるものでした。いったい、なぜにこのようなことが起こるのでしょうか？ たかだかジュラ紀以降に形成された現在の大陸と海洋について、Colinは何を語らねばならないのでしょうか。これらのことすべては、考察と説明が必要です。また、現在の主流派によっておこなわれているように、これらのことがらを無視すべきではありません。

Dong Choi は、線構造と深発地震に関する仕事をさらに発展させ、いくつかの魅力的な結果をえました。深発地震に明瞭に示されるように、諸構造の下限が地殻に限定されるのではなく、それらの線状構造はより深くのマントルにまで連続しています。このことは、場所によって異なった組成をもっていることが、少なくとも上部マントルでは疑いないことを示しています。これは、われわれの間である鈴木と Pavlenkova の研究を実証するものです。Dong Choi の論文には、他にも多くのことがらが載っています。

Dolitsky と Sergeyeva は、地球の自転によって、マントルがコア(回転している?)の上を運動していて、この運動が地震分布の規則性に関与している可能性を示唆しています。これは、リニアメントの活動にも関係しているのでしょうか？ この情報はどのように確かめることができるのでしょうか？ これは私たち全員にとっても一つの挑戦すべき課題であり、議論すべき多くのことがらや疑問点があります。それゆえ、公平無私な、友好的で、無派閥なやり方で、そして、私たち全員の目標になっている科学の進歩に向かう方向で、議論をしてみてもいかがでしょうか？

J.M.Dickins

---

## 編集者への手紙

## LETTERS TO THE EDITORS

(岩本 広志 [訳])

---

### ■ アレクサンダー・ドリツスキー (ロシア)

親愛なる編集者へ

Dr. Sergeeva と私は、貴方の雑誌にて我々の研究を紹介していただければ幸いです。

2002年に我々は地震予知についての研究を更新し、2月末までに手法と必要なコンピュータープログラムが準備できればと思っている。これらは、ある特定の断層において、起こるであろう地震日を2ヶ月前に予測することを可能にすることを目指したものである。我々は、結果を公表することにはしていない。地震予知のための我々の手法とコンピュータープログラムが、専門家の関心をよぶことを願っている。

しかし、私の主要な研究はマントルの回転を対象にしている。その成果は“コアのまわりのマントルの回転；地理極と地磁気極の移動、および地質学・造構プロセスの周期性”(UIPhERAS, 2000, 40p.)に載せられている。それは、さらに、新しいテクトニクス仮説“マントルの回転のテクトニクス”をもたらした。この仮説は、既知の多くの経験則を体

系化したものであり、地向斜の概念を包含している。コアのまわりのマンツルの回転が支配メカニズムであり、回転軸は地磁気軸にあたる。これらすべての現象と関連事項はすでに確定され、専用のコンピュータープログラムによって検証されたものである。必要な文章と図は、ロシア語で2月末までに、英語で3月末までに準備される予定である。私はそれらを、ロシア科学アカデミー地球物理学研究所から出版するつもりである。

よろしくお願ひしたしたい。

#### ■アート・ボウコ（アメリカ合衆国）

Boucot-Grayによる二酸化炭素論文を出版いただき、ありがとうございます。全く思いがけず、そして、大歓迎です。これまでのところ、“果てることない非難”と私たちが呼んだ人々から、何の反応もありません。それは、私よりもあなたの方がよくご存知のように、常態であると推測されます。無視せよ、そうすれば、消え去るであろう、など。いつものことでしょう。

#### ■コリン・ライ（オーストラリア）

2004年のIGCシンポジウムの達成に向けた新展開、おめでとうございます。私は大学や一般の地球科学の世界のような常識的な造構論に関する議論を目にするところにいますが、いささか絶望しています。

わたしは、私が行ってきたような種類の地質解析を採用する研究者がだれもいないことに失望しています。私はロッキー山脈横断のシェブロン構造コースに参加できて、たいへん幸せな思いです。同様なテクトニック強度の弱まりが、コーカサス山脈の北側にも認められるようです。あなた方のシンポジウムは収縮・脈動・膨張の3つのグループに分かれています。私は最後の膨張に関しての正当性を認めることができない。

#### ■クリス・スムート（アメリカ合衆国）

昨日ニュースレターを頂きました。本当に、“さま”になってきた感じです。ひとつはロシアでの会議で、大西洋の岩石産地に非常に興味をもちました。データの解説に努めようとする少なくとも数人の科学者によって落日から避けられるように私には感じられます。最初のMacの論説は、本当に的を射たものです。多分これらのjack-legsの幾つかは、注視されるでしょうし、確かになんらかのデータを使うことを試みるられるでしょう。事実、もし私があなただったら、すぐに、データだけ、あるいは、その適用結果を公表するでしょう。

---

## 論 説                      ARTICLES

---

### 地球収縮テクトニクス EARTH CONTRACTION TECTONICS

A.C.M. LAING

A.C.M. Laing and Associates, 3319 Moggill Road, Bellbowrie, QLD 4070, Australia

(小泉 潔 + 小坂 共栄 [訳])

---

#### 要 旨

オーストラリアとニュージーランドを横切る短縮は、式 [走向を横切る方向の露出の長さ/翼の平均傾斜角の余弦 - 露出の長さ] によって算出される。この短縮は、Lyttleton & Bondi (1992)によって、BC1875年にさかのぼって古代の食から計算された地球の慣性モーメントの変化、すなわち、3cm/年の地球半径の減少に一致している。短縮はモホ面の上の地帯で起こり、太平洋海盆の周縁とインドネシア・ヒマラヤ・コーカサス・スイスアルプス帯に沿う地域に集中して、差別的に起こっている。台地玄武岩噴出の時代は、主応力の方向に直角な引張をひきおこす差別的な短縮でもって説明されている (Anderson, 1942)。

テクトニクスの研究において、我々は地層の褶曲や断層の成因を探求している。現代のプレートテクトニクス学説は、海底に露出しているが証明されていない推論でしかない玄武岩質基盤上を知られざるメカニズムによって動く大陸プレートの存在について信頼するに足るほどには適切な解説をしていない。その擁護者はむしろ地球磁場の疑わしい解釈を信頼し (Laing, 1997)、筆者のように岩石の褶曲や断層の実際のパターンに注目する、

といったことはしない。

岩石の褶曲や断層を引き起こす力の手掛かりは、Lyttleton & Bondi (1992)の論文に与えられている。この論文では、BC1875年以来地球の慣性モーメントが平均  $1.67 \times 10^{27} \text{ gcm}^2/\text{s}$  の割合で減少したことを指摘している。この計算は地球の半径がほぼ正確に300km減少したことを示す。それは、30億年前のラムゼイ崩壊の時代から3cm/年の割合となる。

我々は、地球が冷え、そしてそのために収縮していることを示す別の証拠をもっている。これは、3~7°C/100mの割合で外側に向かって減少する地温、および南極では始新世、北極では鮮新世以降という最近の時代における氷冠の発達の両者によって示される。

地殻は、モホロビッチ不連続面にいたるまでである強度を持っていて、それに沿う水平強度にしたがって褶曲がおこるものと推定される。この水平主応力は一様ではなく、地殻内で地球収縮が起こるのは次の三つの場合である。

1) 海洋の深化と中央海嶺の形成。太平洋のギュヨー頂部の化石珊瑚礁の深さ(Shepard, 1963)が、太平洋の深海化を示している。Agoc et al. (1962)と Peive (1976)の研究は、大西洋中央海嶺の下に基盤岩があることを示した。

2) 大陸の隆起ならびに隣接堆積盆地の沈下(大陸斜面：堆積物に満たされ褶曲している)。堆積盆地は、このような一般的な構造形態をもち、我々はこれらが次の二つの条件を必要とすることを理解していないようである。

①より多くの堆積物を集積するための堆積盆地底の連続的な沈下。

②堆積物の供給源となる隣接陸地の連続的な隆起。

(オーストラリアの古生代堆積盆は、西オーストラリアの始生代の核の周りに造られた連続的な大陸斜面の名残である：図1参照)。

3) 上述の諸過程が地殻を収縮させるには不十分であるので、地殻を収縮させるために、二組の大きな断裂が地殻に発達した。一つは太平洋の周縁であり、もう一つはインドネシアーヒマラヤーコーカサススイスアルプス帯に沿っている。これらの地帯の堆積盆は閉じ、深い海溝を形成し、押し覆せた堆積物を伴う。

褶曲率は太平洋縁から離れてオーストラリアを横切るにつれて変化する。これを示す最良の方法が表1で、オーストラリアとニュージーランドを横切る堆積盆における背斜と向斜の平均的な翼傾斜角を並べてある。これらはすべて、筆者が広域的な野外調査を行った地域である。

褶曲した堆積盆の断面線のもともとの長さは、式<断面線の長さ/傾斜角の余弦>で与えられる。現在の断面線の長さを差し引くと、地殻の短縮量がえられる。

これを、まずは Victoria Part の分水嶺に沿った断面線に適用した、その結果が、図2の Bendigo 断面に示される。

## Victoria における地殻の短縮

さて、地殻短縮を測定する場合、Stawell から Howe 岬にいたる東西の断面線に沿って考えるのが最良である。この線は、古生代の岩石の走向にほとんど直交する(東端では、走向が北西に向きを変えるが)。この断面線の長さは、650km である。

この線—Tasman 地向斜を横切っている—に沿って、オルドビス紀の岩石が褶曲し、軸間隔が約 0.5 km のきわめて規則的な背斜と向斜をつくっている。オルドビス紀の頁岩・砂岩のシーケンス—西部で砂岩のパーセントがより高い—は、東部でより強く褶曲し、平均で約 60° の広域的な傾斜角を持っている。

オルドビス系の変成度は、断面線1の二つの部分—最西端と東部で変成帯を横切るところ—で粘板岩から結晶片岩に変化する。

オルドビス系は多くのデボン紀の花崗岩体に貫入されていて、花崗岩の断面長は 120km に達する。これは短縮量を計算する際に、考慮される。オルドビス系は Melbourne トラフでシルル系~下部デボン系に覆われている。これらの地層はオルドビス系に対して、基本的には整合的に褶曲している。

これらの地層を不整合に覆っているのは後期デボン~前期石炭紀の地層であり、広くゆるい向斜(いくつかの小さな背斜を伴う)をかたちづくっている砂岩・頁岩・礫岩と火山岩からなる。褶曲軸間隔は 6km である。

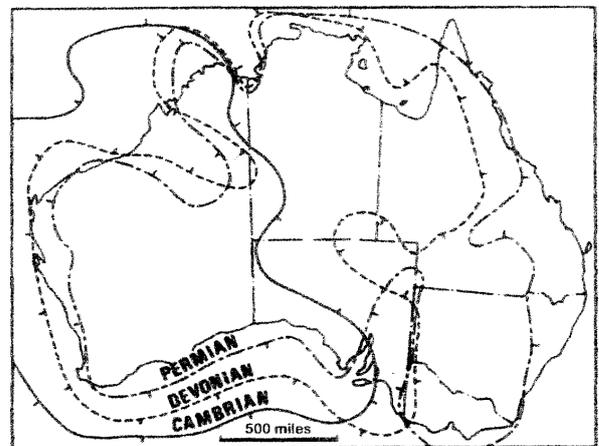


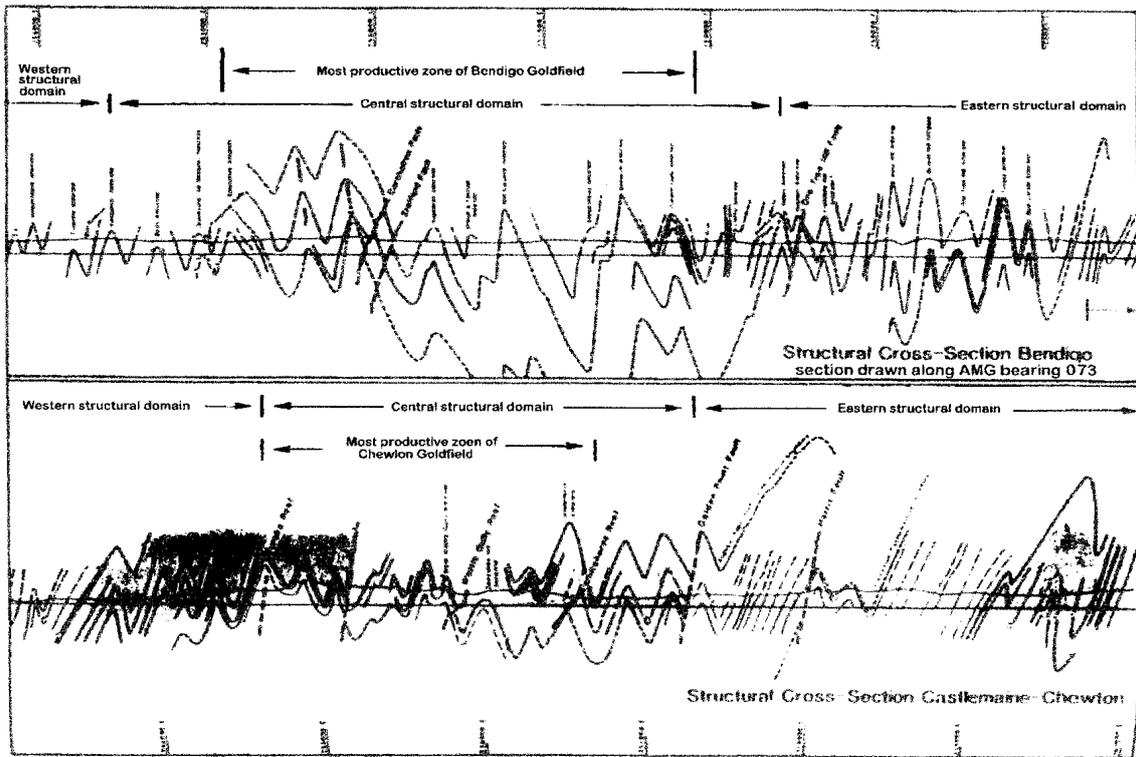
図1

表1 ニュージーランドとオーストラリアー帯の岩石のいろいろな時代の平均傾斜角(°)

Average dip (in degrees) of various ages of rock over New Zealand and Australia

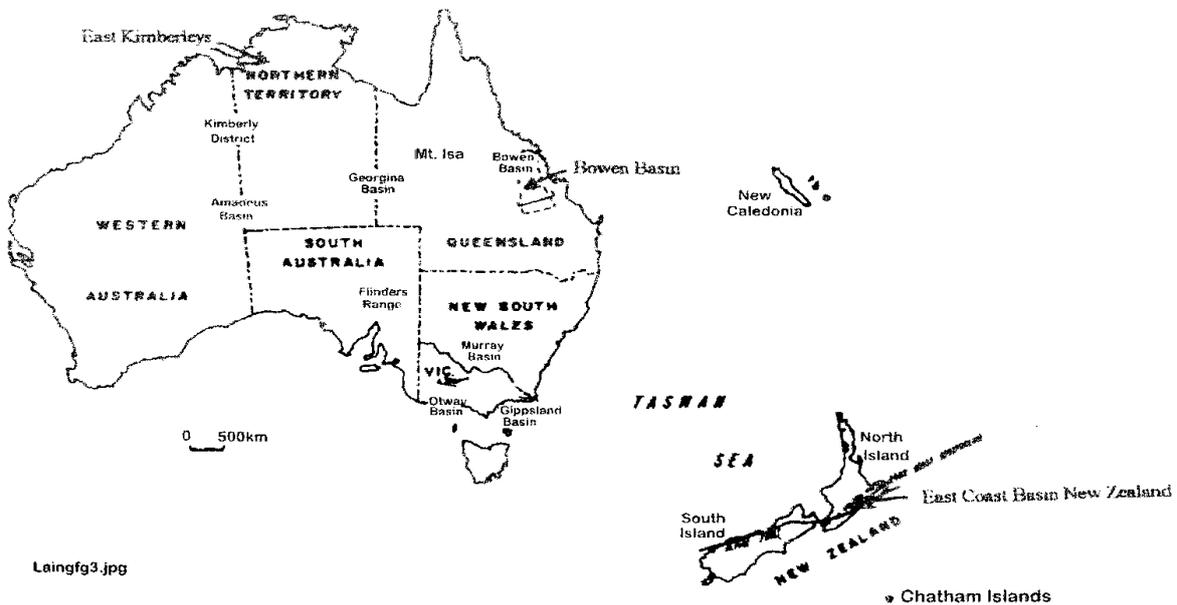
Age	N.Z.	Bowen Basin E. Qld.	Gulf of Carpentaria N.Qld	Port Keats, Victoria River N.T.
Tertiary	30	Flat	¼	flat
Cretaceous	50	2	½	Flat
*Jurassic	50 to vertical	5	2	Flat
Permian	60 to overturned	20	10	Flat
Lower Palaeozoic	Vertical to overturned	None known	30	Flat
Proterozoic	None known	None known		Flat

Increasing distance from Pacific Margin. →



laingfg2.jpg

図2 productive【？生産性のある？】地帯と構造形態との関係を示す Bendigo と Castlemaine—Chewton の構造断面



Laingfg3.jpg

図3

中生界と第三系は断面線に沿っては露出してないが、Murray 盆地の北部と Otway と Gippsland の南部に分布する(図3)。北東方向の軸をもつ中生界の褶曲は、水平主応力方位が変化したことを示している。

断面線は、少なくとも、一つの主要スラスト—Kiewa スラスト(運動量は不明)—を横切っている。近くにすべて急傾斜する小さなスラストがあり、それゆえに断面線に沿う水平運動は小さい。

前期デボン紀以降の地殻の短縮量は、断面の長さ 650km から貫入した花崗岩の露出の幅 120km を減じることによって計算される。

この 530km × SECANT 広域的傾斜角 60° (オルドビス—シルル紀の地層の傾斜)—断面のももとの長さ = 1060km。短縮量は、1060km - 650km = 410km、そして短縮率は  $410 \times 100 = 63\%$ 。前期石炭紀以降の地殻短縮量は、前期石炭紀以降の褶曲が残存している後期デボン～前期石炭紀の向斜において断面線に沿ってどれくらいの量が生じているかを仮定することによって計算される。それゆえ、前期石炭紀以降の地殻短縮量は、 $650 \times \text{SECANT}15^\circ - 650 = 26\text{km}$  または  $26 \times 100 = 4\%$ 。これは 410km の地殻短縮の大部分が約 3300 万年の期間(前期デボン紀以降で後期デボン紀以前)に生じ、最後の 3

億年の間の地殻短縮量は 26km にすぎない、ということを示している。

これは中期デボン紀から現在にかけての水平主応力値の減少に大きく起因するだろう。しかし、減少した地殻短縮のいくらかは、褶曲した岩石の厚化に起因したものである。この厚化は、より早期の褶曲に加え、一部はさらなる堆積作用によって生じた。この仮定は、褶曲作用がその上で起こる平面の面積が変形の前で変わらないと前提されたものである。前期デボン紀以降から前期石炭紀以降の褶曲期における褶曲波長の増大は、褶曲した岩体の厚さの増加を支持する。

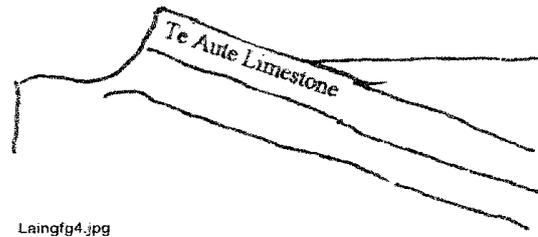
### ニュージーランドにおける地殻の短縮

これまで述べた結果をニュージーランドに適用する場合には、さまざまな時代の岩石の褶曲度を考慮し、それをタスマン海とオーストラリア南東部のビクトリア州にまで当てはめて考える必要がある。ニュージーランド南島では、カンブリア系～デボン系の露出はごく狭い範囲に限られていて、それらは強い褶曲作用を被っている。タスマン海では一部地域での調査によって、Dampier Ridge に古生界が存在し、第三紀の玄武岩や第三紀～白亜紀堆積岩類の基盤岩をなしていることが確認されている。しかし、それ以外では褶曲したオルドビス系～デボン系の存在は確認されていない。

タスマン地域では、ビクトリア州と同程度にオルドビス系が褶曲しており、デボン系もしかりである。後者の場合、ニュージーランドの強い褶曲（90° に達する）は西方のタスマン海域で西に向かって消失していると見るべきである。

ニュージーランドにおける三畳系～下部白亜系は堅固で、褶曲して急傾斜（広域的傾斜角は 50°）をなす Alpine～Hokunui 陸棚相の堆積岩からなっている。Alpine 相はニュージーランド北島の主要な範囲を、また南島ではその一部を占めている。それらはグレイワッケ砂岩と粘土岩からなっている。Hokunui 相は、化石に富んだ礫岩、および凝灰質なグレイワッケとシルト岩を狭在する砂岩からなっている。

East Coast Basin New Zealand  
Folded 1 million years ago



Laingfg4.jpg

図 4

中生界は褶曲し、広域的傾斜角が 50° に達する。この広域的傾斜角は、ニュージーランド北東方のチャタム（Chatham）島では 13° に減少する。タスマン海を横断してオーストラリア南東部ビクトリア東部では、中生界の傾斜は 15° ほどになっている。

東海岸盆地（East Coast Basin）では厚い新生界（一部は上部白亜系）が中生界を覆っている。

ニュージーランド北島の東部では幅 120km にわたって延びる東海岸地向斜内の下部更新統が 25° 以上の傾斜をもっている。一方、北島の西部では鮮新統～更新統の傾斜はニュージーランド東方のチャタム（Chatham）島と同じように 5° 以下である。

以上のことから、ニュージーランド島とタスマン海域での地殻の短縮に関しては次のように結論づけることができる。

#### 更新世以降の短縮

主要な短縮は、ニュージーランド北島東部の 120km 幅をもつ地帯に限定され、その短縮量は  $120/\cos 25 = 120 = 4\text{km}$  となる。

#### 前期白亜紀以降の短縮

短縮は少なくとも 300km の幅をもった広い地帯に生

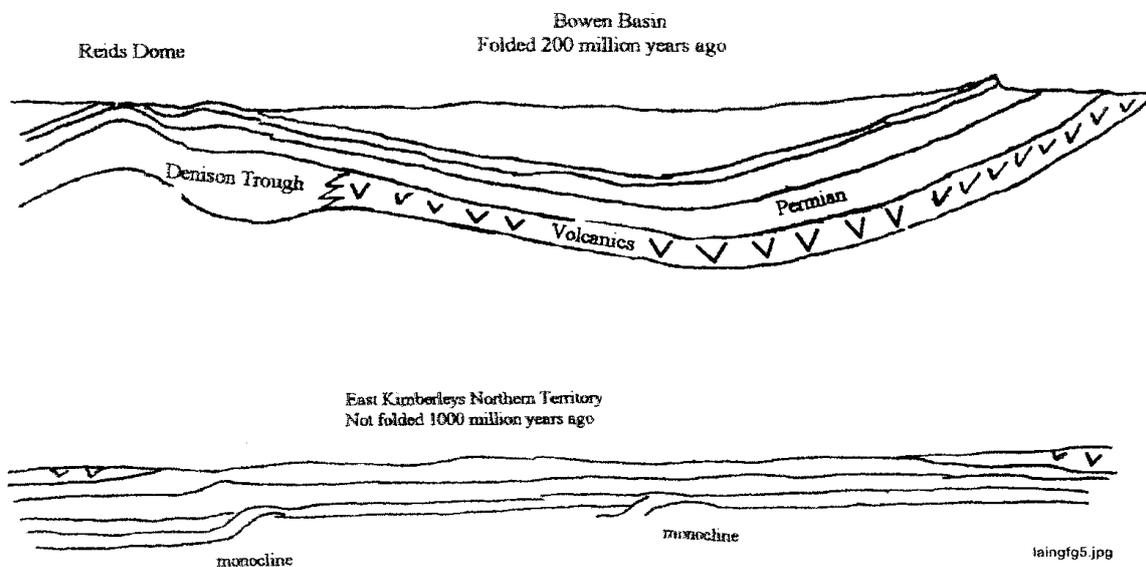


図 5

じた。短縮量は  $300/\cos 50 - 300 = 166\text{km}$ 。オーストラリアのビクトリア東部では下部白亜系の傾斜が  $13^\circ$  あるのでタスマン海域での中生界も小さな傾きであると推定される。

#### 前期デボン紀以降の短縮量

ニュージーランドでは、カンブリア系～デボン系が場所によっては垂直に傾斜しているため、タスマン海域でのオルドビス系はビクトリアと同じように  $60^\circ$  近く傾いていると思われる。この場合にはビクトリア、タスマン海～ニュージーランド地域での地殻の短縮量は少なくとも  $1670\text{km}$  に達する。

#### Queensland と Northern Territory における地殻短縮

オーストラリア東部 Queensland 州の Bowen Basin は、このような変形様式を示している (図3・図5)。Bowen Basin では、二畳系～三畳系が  $100\text{km}$  の幅を有した地向斜内で褶曲しており、その東縁部で衝上断層を伴っている。この地帯の二畳系～三畳系は  $20^\circ$  ほどの傾きを持っており、それを  $2^\circ$  以下の緩傾斜の三畳系が不整合で覆っている。

#### 後三畳紀～前ユラ紀の短縮量

Queensland 州東部における、褶曲による短縮量は  $100/\cos 20 - 100 = 6\text{km}$ 。Portland (ビクトリア州西部) の線よりも西側で、Mt. Isa の北側では、褶曲作用による地殻短縮は無視できるほどになる。

Georgina Basin におけるカンブリア系～オルドビス系は、オーストラリア西部 Kimberley 台地地域の上部原生界と同じようにほとんど水平である。Flinders 地域では、カンブリア紀の Pound 石英砂岩が  $10^\circ$  程度の緩傾斜の向斜をなしている。オーストラリア中央部の Amadeus 盆地では、カンブリア紀～デボン紀のデルタ相からなる厚い海成層が岩塩層を伴っており、部分的に急傾斜の褶曲構造をなしている。

## 結 論

いくつかの傾向が注目される。

- ① オーストラリアの西半分は、上部原生界堆積後安定した状態にある。この安定地塊の東縁に沿う Portland 北から Mt Isa までの部分は、オーストラリアにおいて Georgina 盆地と Tasman 地向斜のように古生代における2つの地質学的に性格の違う地域に分かれている。
- ② 西オーストラリアを核としてその周りに陸棚が次々と形成されていったのである (Laing, 1972)。
- ③ 主要な地殻の短縮は、デボン紀初期以降、デボン紀後期以前に発生した。この短縮は、Portland と Mt Isa を結ぶ線から東方、少なくともニュージーランドまでの広い地域で生じた。
- ④ その後の短縮は、時期的には更新世以降という限られた時期に、地域的にはニュージーランド東部の幅  $120\text{km}$  という狭い範囲に限定された部分で生じた。
- ⑤ 褶曲の波長は、増大傾向を示す。それは、それに先だって生じた褶曲作用や堆積作用による地殻の厚化作用を反映している。
- ⑥ 以上のような結論は、褶曲が地殻基層 (モホ面?) よりも上で形成され、太平洋海盆の拡大によって引き起こされるとするモデルに帰結する。太平洋海盆の拡大は、海盆下での溶融した核 (liquid core) の上昇によって引き起こされる。そしてこれは、liquid core 表面の収縮の際の圧力による。これが太平洋地域での地殻のアイソスタティックな調整効果を生み、太平洋海盆の沈降につながっている。

さまざまな時代の、いろいろな地域での台地玄武岩の存在は、その時期の地殻に作用した水平主応力に直交した方向の引っ張り応力が、さまざまに存在したことを示している (Anderson, 1942)。

## 文 献

- ANDERSON, E.M., (1942). "The Dynamics of Faulting". Oliver & Boyd, Edinburgh and London.
- AGOC, W.A., MEYERHOFF, A. A., and KIS, K., (1992) "Quantitative determination from magnetic anomalies". In, CHATTERJEE S. & HUTTON, N. III, eds., "New Concepts in Global Tectonics". Texas Tech University Press, Lubbock
- BELOUSSOV, V.V., (1954). Basic Problems in Geotectonics. English Translation, McGraw Hill.
- BUCHER, W.H., (1933) "The Deformation of the Earth's Crust. Princeton University Press.
- HAY, R.P., MUTCH, A. R., and WATTERS, W. A., (1970). "Geology of the Chatham Islands". New Zealand Geol. Survey Bulletin, no. 83.
- LAING, A.C.M., (1964). "Tectonic Patterns in Australia and New Zealand particularly in the Permian". 327th ANZAAS Conference abstract.
- LAING, A.C.M., (1972). "The continental accretion and folding of Australia by Pacific sea floor under spreading". APEA Journal (Australian Petroleum Exploration Association Journal). part 2.
- LAING, A.C.M., (1967). "A synthesis of major objections to mobile plate tectonics". New Concepts in Global Tectonics Newsletter. no. 25, p. 6-12.
- LENSEN, G.J. (1960). Principal horizontal stress directions as an aid to the study of crustal deformation". A symposium on Earthquake Mechanisms. J.H. HODGSEN (ed.), Pub. Dom. Obs. 24-389-397.
- LYTTLETON, R.A. and BONDI, H., (1992). "How plate tectonics may appear to a physicist". Jour. British Astron. Assoc., v. 102, p. 194-195.
- PIEV, A.V. (1976). "A New Model of the structure of the Mid-Atlantic Ridge". Abstracts vol. 1, 25th IGC Sydney 1976
- SHEPHERD F.P. (1963) "Submarine Geology".
- WELLMAN, H.W. (1955). "New Zealand Quaternary Tectonics". Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau, v. 43, p. 248-237.

---

### 深部地震と深部基造構帯 その3 東南アジア

### DEEP EARTHQUAKES AND DEEP-SEATED TECTONIC ZONES PART 3 SOUTHEAST ASIA

Dong R. CHOI

6 Mann Place, Higgins, ACT 2615, Australia E-mail: choiraax@hotmail.com

(佐々木 拓郎 + 久保田 喜裕 + 角田 史雄 [訳])

---

地球の赤道方向の膨らみの上に位置する東南アジアは、ユニークな地質状況、構造発達、そして鉱物資源の点からみて地質学者にとって魅力的な地域である。過去の2つの論文(Choi, 2002a and 200b)に引き続き、この論文では、東南アジア主要深部構造帯と深部地震について、主に地質構造に関する私の新しい解釈にもとづいて考察をつづける。以下に記述されるように、この地域においても、深部地震と深部基底構造帯の間には確実な相関性が存在することが明白に認識される。

## 1. 東南アジア地質構造の新しい解釈

東南アジアにおけるテクトニクスの解釈は、現在、混乱としている。この地域はプレートテクトニクスモデルの一つの博物館ともいえる；アジアの衝突、太平洋(またはフィリピン海)とインド-オーストラリアプレート、付加、収斂、サブダクション、回転、マイクロプレート、大洋性地殻のトラップ、背弧の裂開など、それぞれのモデルは互いに矛盾しているのに加え、理解しがたい証拠にもとづいているのである。たとえば、これらの論文が多量のデータを伴っているとしても、実際のデータとそれらの結論やモデルの間に関連性がないのである(いくつかを引用すると、Hutchinson, 1973; Stauffer, 1974; Hamilton, 1978; Haile, 1979; Bowin et al., 1980; Pigram and Panggabean, 1983; Karig et al., 1987; Prasetyo, 1988; Hartono, 1989; Charlton, 1991; Pubellier et al., 1991; Linthout et al., 1991; Hall and Blundell, 1996; Moss et al., 1998; Cornee et al., 2002)。この混乱の一部は、この地域における地勢に由来する。つまり、この地域の大半は海に覆われていて、しかも、海域では得られる地質学的・地球物理学的データが乏しいのである。しかしながら、本当の理由は、誤った造構仮説がこの地域へ無謀に適用されていることにある。全域にわたる地質および地質構造を正しく解釈することなしには、地震、構造発達、ならびに、この地域における地球ダイナミクス(鉱物鉱床の分布と形成過程を規制している規則性を含む)を正しく理解することはできないのである。

プレートテクトニクスによる解釈に反して、Meyerhoff (1995)や Meyerhoff et al. (1996)は、東南アジアのテクトニクスと進化を説明するためにサージテクトニクス(造構運動を引き起こす主要な要因として、サージチャネルに沿って東方へ流れるマグマ)を適用した。彼と彼のグループの主張は、膨大な量のフィールド事実しっかりと立脚している(図1)。サージテクトニクスを応用して、Smoot and Leybourne (2001)は、彼らのいう中央太平洋巨大構造方向(Central Pacific Megatrend)の西端にバンダ海うず状(Vortex)構造を提起した。他の顕著な研究が、Ranneft (1979)によって行われた。彼はインドネシア弧を含む島弧をセグメント化している横断方向の断裂帯を分析した。これらの横断断裂帯はヒンジまたは境界帯であり、それらのいくつかは古期のものではあるが、島弧域では再活性化していること、および、島弧は直線状の島セグメントが連結されたものであることを結論した。彼は、この構造方向を石油探査にも関連させた。

東南アジアは先カンブリア紀にはじまる複雑で持続的なテクトニックイベントを蒙っているため、この地域の地質とテクトニクスを理解するためには、基盤をなす先カンブリア代/古生代の構造とその上に重ね刷られる中生代-新生代の構造、言い換えると多彩なストーリーである構造発達史をまず明白にしなければならぬ。それらは、1) 先カンブリア界~下部古生界(先デボン系)、2) 中-上部古生界~三畳系、そして3) ジュラ系~新生界に生じて

いる地質構造である。また、地震ダイナミクス、とくに深発地震のダイナミクスを理解するためには、基盤(先カンブリア界/下部古生界)の地質構造を描きださなければならない。それらの岩層は、大部分の地域において、新期堆積物の下に潜伏しているか、局所的に露出しているながらも、それらが、より新しい構造に影響を与えていることは確実である。これまでのプレートテクトニクス研究はすべて、東南アジアの先カンブリア界と古生界(特に下部古生界)の構造認識に失敗している。これが、プレートテクトニクスモデルの混乱の根本的な原因である。

この小論文はこの地域における地質とテクトニクスの総合的記述を意図したものではないので、私は主要な深部構造帯(先カンブリア界と下部古生界の地質構造に直結している)、ならびに、それらと深発地震との関係に限って、集中的に記述する。

## 2. 先カンブリア界および下部古生界の構造

インドネシアの最初の広域地質図は1965年に現れた(Klompeにより編集)。しかし、東南アジアの最初で最も包括的な地質図は、ロシアの科学者(Yanshin, 1966)によって作成されたものである。この地質図はユーラシアの広い地域をカバーしていて、プレートテクトニクスの影響を受けていない。私の研究では、Yanshinの地質図とインドネシア地質研究開発センター(1991)による一連の地質図は、最も広く参照された。Pushcharovskiy (1970)、Hamilton (1978)、世界地質図委員会(1982c)、環太平洋エネルギー・鉱物資源会議(1985, 1988)のような他の地質図は、私が関与した地域の構造図を編集するのに役立つ(図4)。

東南アジアの先デボン紀の岩石の分布は、Stauffer (1974)によって図3のように編集された。彼は、Sula諸島(Sulawesi 東部)とIrian Jayaに、そして、中国南東部に沿って、またインドシナやShan台地(ミャンマー)に、先カンブリア代のクラトンの存在を示した。最近のプレートテクトニクス論文では、StaufferがいうBanda海域の先デボン系クラトン(変成岩類)を、古生代マイクロプレートと名づけ、それは拡大・回転・水平方向へ移動してきたとした(図5; Hamilton, 1979; Hartono, 1990; Linthout ほか, 1991, 他多数)。もっと最近では、東南アジアの震旦紀以降の地質-地球物理データの最も広域的な編集がMeyerhoff (1995)とMeyerhoff ほか(1996)によってなされた。私の解釈は基本的に、これらのMeyerhoffの解釈を発展させたものである。先デボン系の地質構造の骨子は次のとおりである。

### 大規模地背斜システム：

この地域では、マントルと先カンブリア界/下部古生界を含む三つの大規模な地背斜が認められる(図4)。それらは；

1) NW-SE 方向のインドネシア-南ボルネオ-ニュー

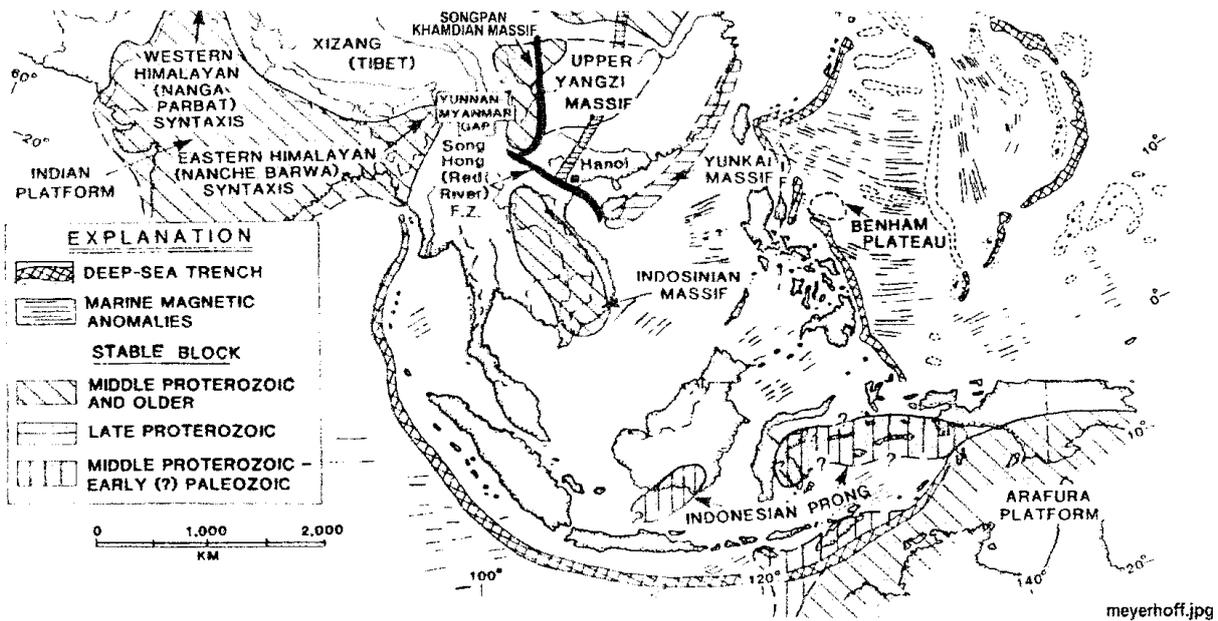


図1. 東南アジアにおける卓状地，剛塊 (massif)，海洋地磁気異常. Journal of Southeast Asian Earth Sciences より許可を受けて，Meyerhoff (1955)と Meyerhoff et al, (1996) を引用. 先カンブリア界 - 下部古生代剛塊には，強調するために，陰影がほどこされている. これは，非常に多くの公表された地質構造図のうちで，もっとも信用できるものの一つである. 比較のために，Meyerhoffの研究よりも22年前に出版された Stauffer(1974)の編集図(図2)を参照されたい. そのほとんどの地域は，より新期の古生代～中生代の岩層に覆われている. 中生代から新生代の間に一新した構造活動が，基盤構造に重ね刷られた.

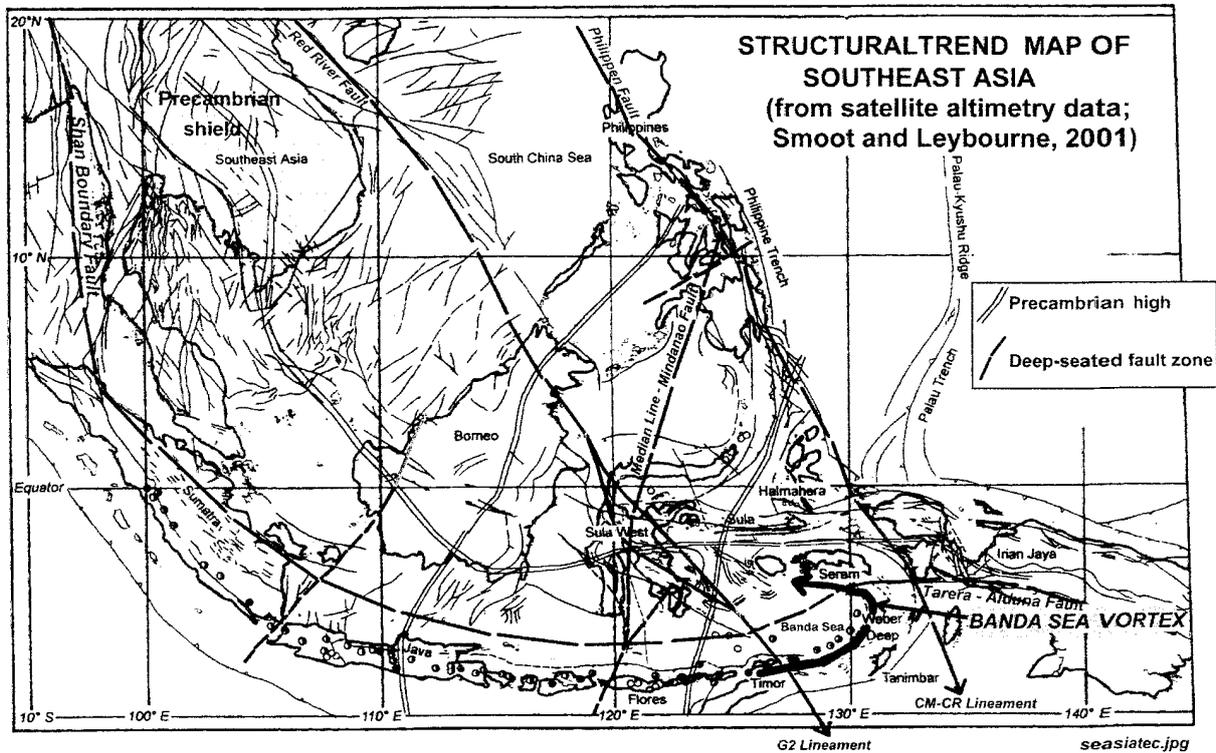


図2. 衛星高度測量データからえられた構造方向図 (Smoot and Leybourne, 2001 を修正). この小論文で記載された先デボン紀の主要構造方向が，重ねて描かれている. バンダ海うず状 (Vortex)構造は，Smoot と Leybourne (2001)により示された中央太平洋巨大構造方向 (Central Pacific Megatrend) の西端として記された. このリニアメントは先デボン紀の主要構造方向と調和的であるが，海盆に見られるいくつかの不一致は，主には堆積物による埋積に帰される.

ギニア背斜 (新称) : 南西方へ膨らんでいる  
 2) NE-SW～NNE-SSW 方向の地背斜 ; (1) Molucca 海 (Talund 海嶺) - Banda 海-Kimberley 地塊 (北オーストラリア) の高まり (新称), (2) Sulu 海-ボルネオ

中央ジャワの高まり (新称 ; この方向はさらにオーストラリアの Pilbara/Yilgarn 地塊へ延びるであろう). これらの高まりは，通常，変成岩だけでなく，膨大なオフィオライト/超塩基性岩やメランジェを伴う先カンブリア界-

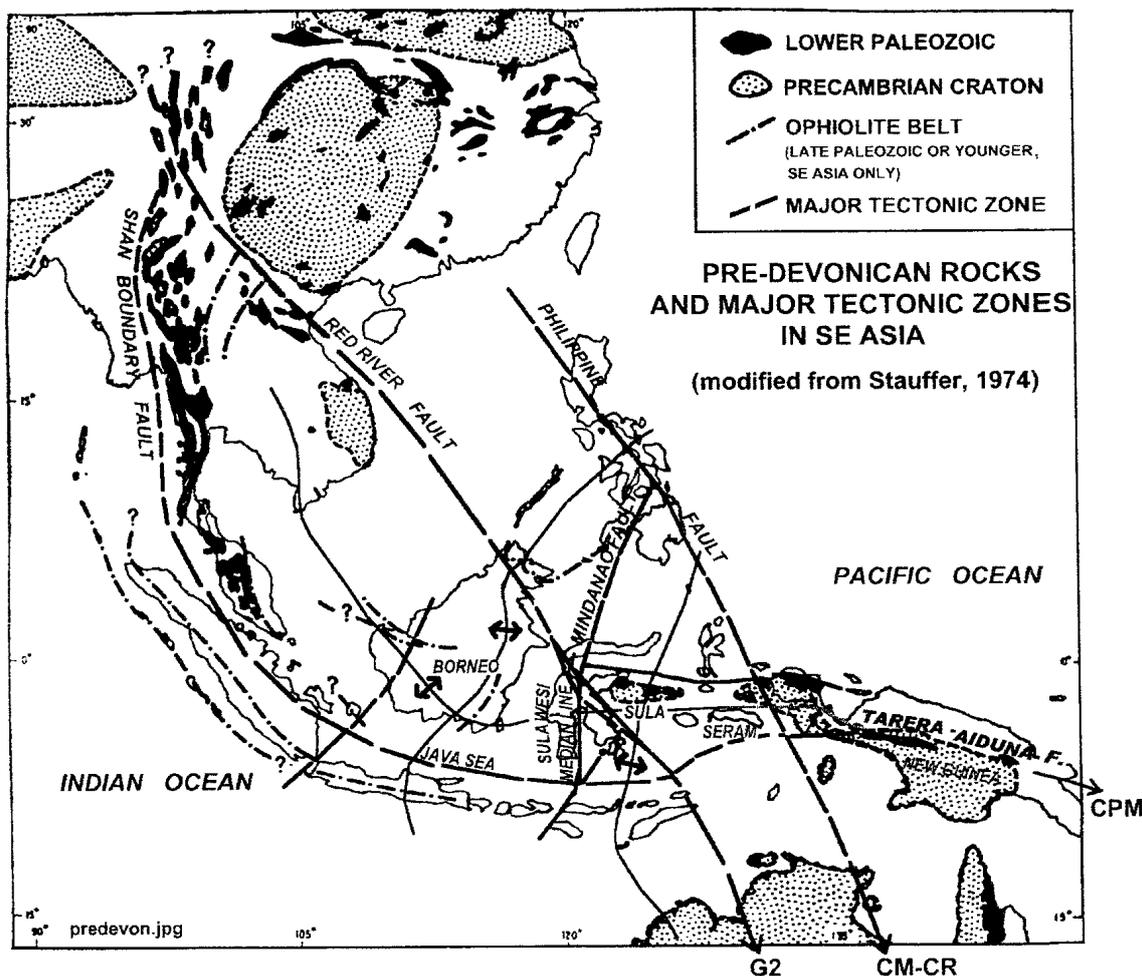


図3. Stauffer (1974)による東南アジアの先デボン系岩石の分布 (本文中で議論される主要な構造帯が重ね合わされている)。ほかの地質図は Sulawesi, Seram, Sula, Timor 諸島にも、先カンブリア界と下部古生界の岩石が存在することを示している (Yanshin, 1966; Hamilton, 1979; 世界地質図委員会, 1982c; 図4)。Meyerhoff (1995)は、ボルネオとジャワ海の南端において先デボン系を識別した (図1・図4)。これらの事実は、先デボン系基盤が東南アジアの広い範囲に横たわっていることを証明している。先デボン系基盤が認められていない場所は、Sunda-Banda 島弧とフィリピン島弧だけである

下部古生界の連続的露出、地形的高まり、あるいは浅いモホ面によって特徴づけられる (図5)。これらのなかでは、前者のNW-SE方向のMolucca海 (Talund海嶺)- Banda海-Kimberley地塊の高まりが最も突出している：それは軸部で隆起した、浅いマントル (Silver and Moore, 1978; Boeinほか, 1980; Cardwellほか, 1981; Hartono, 1989)、オフィオライト、メランジエ、大陸性の“マイクロプレート”などを特徴とする (図4, 図5, 図6)；この地域は、海洋化 (Belousov and Ruditch, 1961) されたと解釈するのが最適である。この解釈は、プレートテクトニクス支持者 (Hamilton, 1979; Pigram and Panggabean, 1983; Bowin et al., 1980; Hartono, 1990; Charton, 1991; Cornee et al., 2002ほか多数) によって提案されている、あらゆる種類の水平運動に比べて、適合しているのである。Molucca海とBanda海域と同様の地質状況は中米にもみられ、そこでは、カリブ海とメキシコ湾が、南米から延びている大規模なNW-SEの地背斜上に位置していて、Barracuda断層帯-Caymanトラフ-Clipperton断層帯によって表された大規模なE-W断層帯と交差している (Choi, 2000b)。

以上の先デボン系の地背斜方向は、顕生代の全期間を通じ

て、東南アジアにおけるそれ以降の地質発達史を支配してきた。以下に記載するとおり、互いに交差する地背斜方向と深部断層は、関連プレートを運動させる必要性を排除するものである。

#### 大規模断層系：

##### 1) NW-SE方向：

##### 紅河断層-G2構造帯 (新称)

紅河 (Song Hong) 断層帯は、インドシナの大規模断層帯である。この断層帯は、広範囲のオフィオライト貫入岩と鉍化作用を生らせているボルネオ北端に延びていると考えられている (図4; Choi, 1991b; Clennell, 1991)。このラインは、オフィオライトやメランジエが相当広範囲を占めている東部 Sulawesi の南方に延びて (Gribi, 1973; Geological Research and Development Center, 1991; 図6)。更に南方では、それはBanda海でHamilton断層帯になる (Lapouille et al., 1985; Prasetyo, 1988; Villeneuve et al., 1990)。そして、Ranneft (1979)がNW-SEのヒンジ帯を設定したWater島の東を越える。さらに、それはO'Driscoll (1986)によって定義されたオーストラリアの先カンブリア代のG2リニアメントに明らかにつながる。



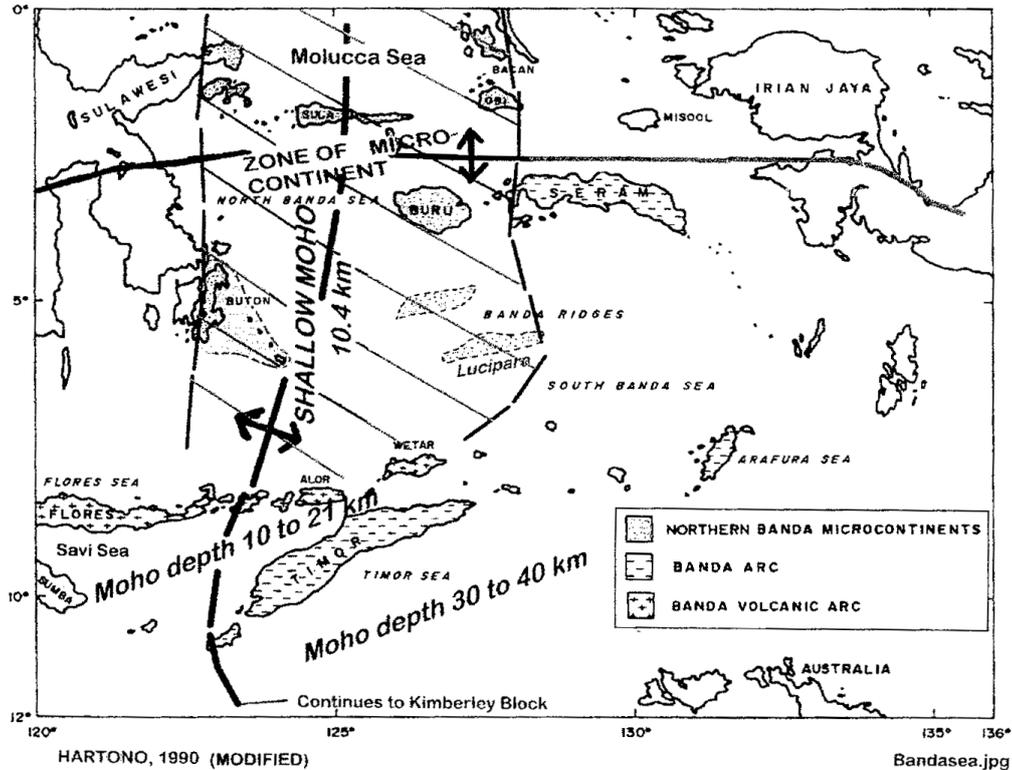


図5. 北 Banda 海における Hartono (1990) のいうマイクロコンティネント，ここでは，ふたつの地背斜が会合する．この地域はオフィオライト／超塩基性岩とメランジエで占められている．それらは，この地域の下部地殻を形成し，海洋化作用によってマントルと相互作用したと考えられている．北 Banda 海の非常に浅いモホ面に注意．極浅いモホ面は Banda 海北方の Molucca 海でも知られている (Hamilton, 1979; Cardwell ほか, 1980)．

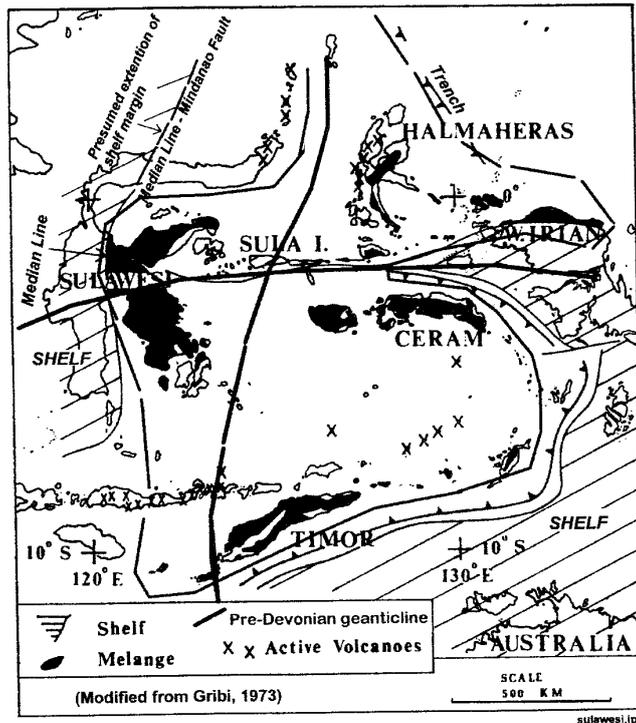


図6. 東インドネシアの Banda 海と Molucca 海の構造図．Gribi (1979) 原図．先鮮新世の陸棚の北方への延長および先デボン紀地背斜の方向が推定加筆された．ロシアの地質図 (Yanshin, 1966) は，陸棚外縁 (Gribi, 1973) に沿って，大規模な深部断裂を描いている．他の地質図 (世界地質図委員会, 1982c ; インドネシア地質研究開発センター, 1991) でも，大規模な構造線として中央構造線 (Median Line) が認識されている．メランジエや超塩基性岩は地背斜の軸部地域を占めていて，海洋化作用の産物，またはその地域の下部地殻からなることを意味している．

フィリピン断層-CM-CR 構造帯 (新称)

もう一つの主要な断層系は、中国本土から始まると考えられる; Zhang and Wang (1989)による Tt3 および Tb3 構造的波動系 (Thethyan Tectonic Wave System) の間の境界. 東シナ海を越え, 南シナ海を横切った後, 深部断層帯としてよく知られているフィリピン断層 (Allen, 1962) へつながるように思われる. この断層は Waigeo 島の西を通ると考えられている (Charlton ほか, 1991). ここでは, オフィオライトに貫入された NNW-SSE に連なるいくつかの小さな島々が並んでいる. さらに, Kai 島 (Untung, 1985) の東を通りぬけ, O'Driscoll (1986)による CM-CR リニアメントに連結する.

Shan 境界断層 (Sagain 断層) - 西マレーシア-ジャワ海構造帯 (新称)

Shan 境界断層 (Goossens, 1978; Bender et al., 1981; Choi, 1991a), あるいは Sagain 断層 (Mitchell, 1992). これらは, 世界地質図委員会 (1982a, 1982c) に描かれているように, この地域における主要断層帯である. この断層帯は, マレーシア-スマトラ地域における南西部の火山性スダセグメント (内弧) と北東部の西マレーシア卓状地を境し, また, ジャワ海における火山性内弧と東カリマンタン-西 Sulawesi 褶曲帯を境している. それは, さらに Flores 海 (Puscharovsky and Udintzev, 1970), Banda 海, さらにイリアンジャヤの Taera Aiduna 断層 (Pigram and Panggabean, 1982; Panggabean, 1990) に延びる. Smoot and Leybourne (2001)による Banda 渦状構造はこの断層の活動に強く関連しているように見える (図 2). この構造は, まぎれもなく, インドネシアの顕生代の構造と発達史を直接規制している地殻深部の構造である.

2) NE-SW 方向:

膨大な NE-SW 方向の断層帯の中で, Sulawesi 諸島からミンダナオ諸島に延びる断層帯が最も重要である. もう一つの断層帯は, スマトラ諸島とジャワ諸島との Sunda 海峡に沿ってのび, 南西ボルネオの地質構造に影響していると考えられている. 後者は, Ranneft (1979) によって地殻のヒンジ帯として記述された.

中央構造線-ミンダナオ断層 (新称)

Sulawesi 諸島の全体を横断する大規模な N-S ~ NNE-SSW 断層帯は, Yanshin (1966) と Puscharovsky and Udintzev (1970) によって, 初期の地質図に表された. 同様の断層帯は, Gribo (1973; 図 6) によって, 中央 Sulawesi における陸棚とメランジェ領域の境界とされ, Kavalieris et al. (1992) は, 西方のスダランドの大陸地塊と東方の海洋地殻の間にこの断層帯 (中央構造線) を位置づけた (図 7). いずれにしても, 中央構造線がこの地域の発達史に影響してきた主要な断層であることは疑いない. しかしながら, その北方延長は, セレベス海とさらにミンダナオ諸島では不明瞭になる. おそらく, より新期の島弧の構造運動と堆積作用によって, 断層の影響が覆い隠されているせいであろう. しかしながら, ミンダナオの地形 (Cotabato 西方の Illan 湾と Illigan 西方の Illigan 湾との間の NNE-SSW 方向の直線的な沈降帯), ミンダナオ諸島のリニアメントパターン (Pubellier et al., 1991) および直線的な深発地震源の分布 (図 4) にもとづくと, この断層帯はミンダナオ諸島を横切っていると推定するのが妥当である (図 4). Bohol 島東部, ミンダナオ北部では, この断層が, NNE-SSW 方向の線状のオフィオライト岩体 (Yanshin, 1966 の図に塗色) に達していることが予測される. ここで私は, この断層帯を“中央構造線-ミンダナオ断層”と呼称する.

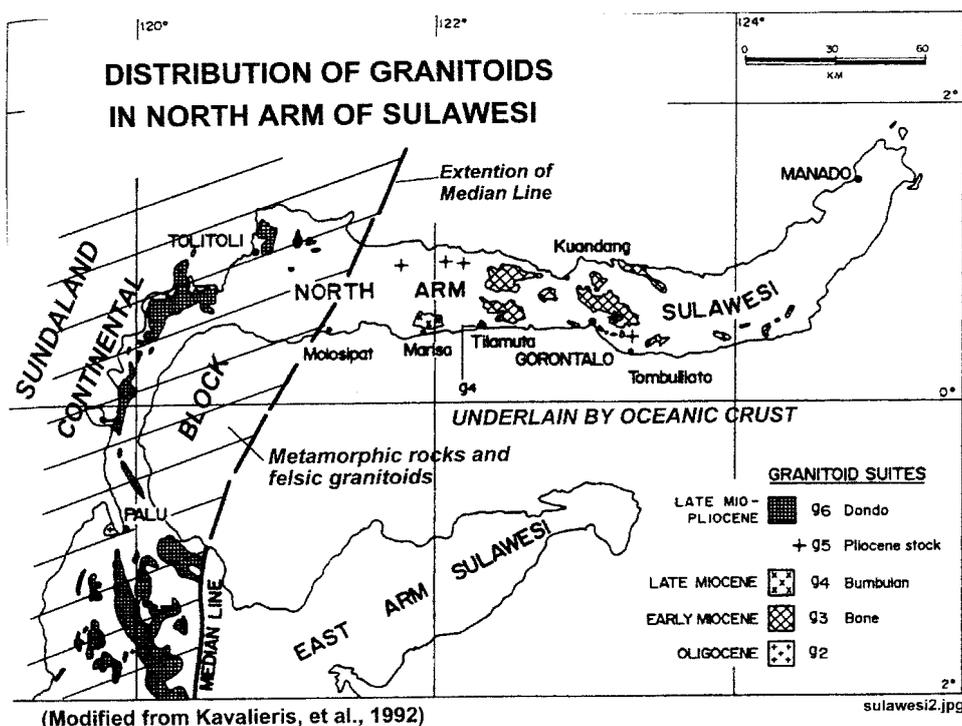


図 7. Kavalieris ほか (1992)による Sulawesi の北枝域における花崗岩類の分布図 (著者によって編図). 中央構造線は Sundaland 大陸地塊と海洋 (あるいは海洋化された) 地殻領域 (regime) の境界を走っている. その断層は Sulawesi における顕著な地質学的形態を示している. それは, 文中で述べたように, 北方へ延び, ミンダナオ島に達すると考えられる (図 4 参照).

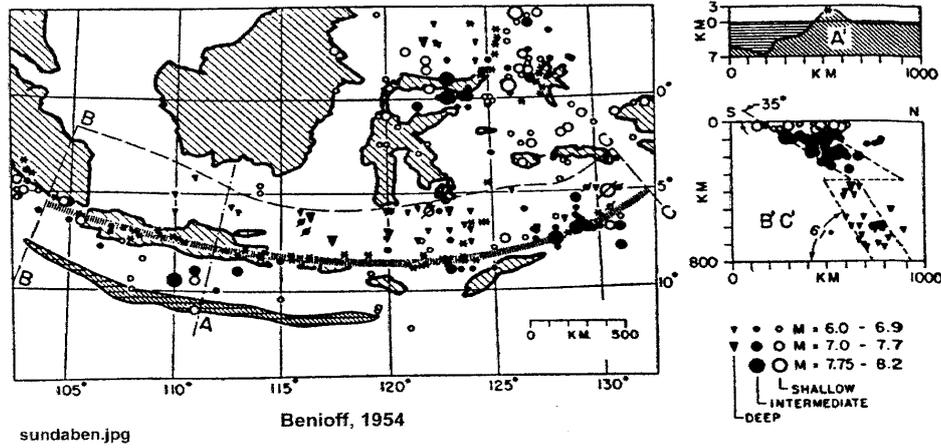


図8. Benioff (1954)によるインドネシアにおける複合地震断面図 (Geological Society of America からの転載許可)。彼は、震源帯が単一の連続面を形成せず、2つに分かれていることを強調した (浅部および深部の平均傾斜は、それぞれ30°と60°)。彼の主張は、最近の地震データや多くの研究 (私たち自身の研究を含めて) によって、確実に支持されている。

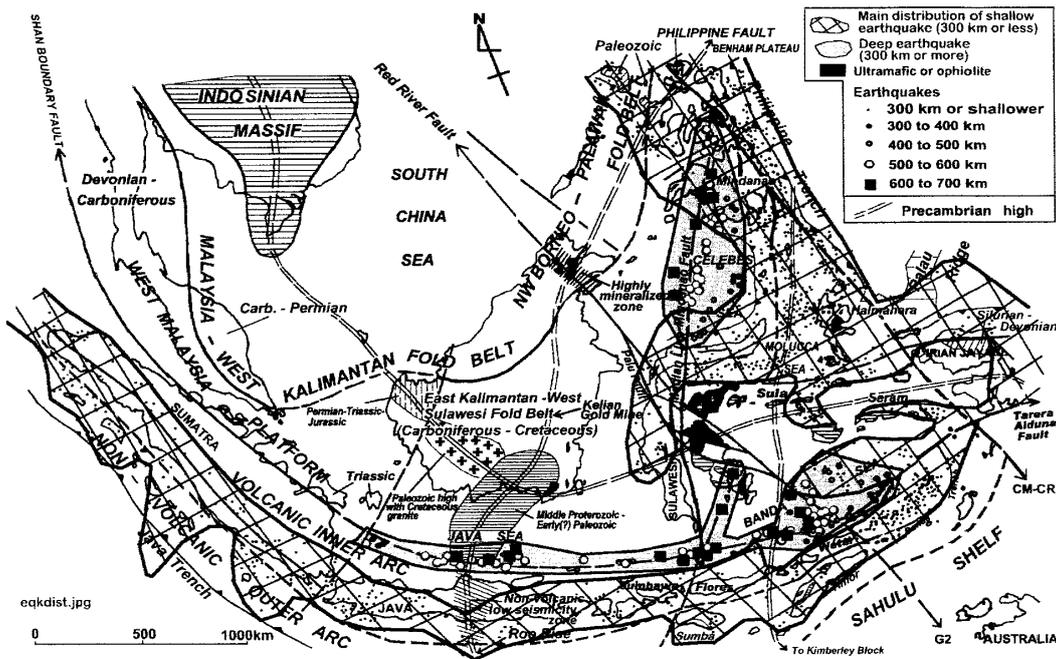


図9. 東南アジアにおける地震分布。Banda 海や Mindanao 島などいくつかの地域では、中-浅発地震群 (300km 以浅) と深発地震群 (300km 以深) が重複して発生しているが、Celebes 海~Mindanao 島にみられるようにほとんどの地域では、それらは明瞭に区分され、非調和な関係にある。中-浅発地震帯は島弧地帯に分布するが、深発地震帯は深部断層帯に沿っている。

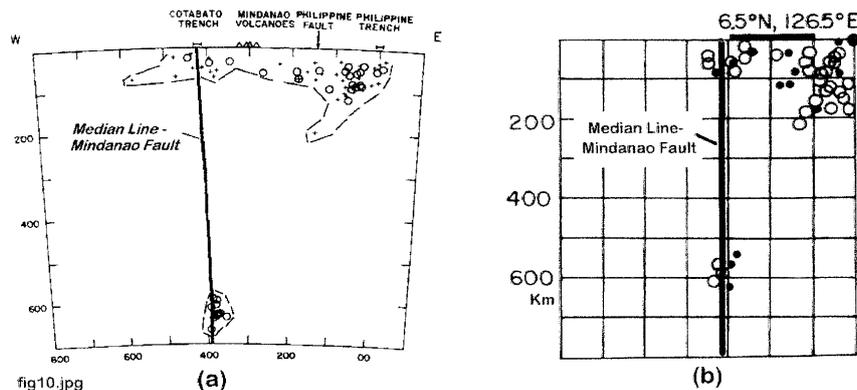


図10. Celebes 海を横切る地震断面および主要構造帯。左図および右図は、それぞれ Cardwell et al. (1980) および Fitch and Molnar (1970) から編図。断面位置は、図4参照。これらの最新のデータは、Benioff (1954) が強調したように、震源帯が単一の連続面を形成しないことを示す。深発地震と中-浅発地震の間に間隙が存在する。Smoot (1997) および Smoot et al. (2001) も参照。

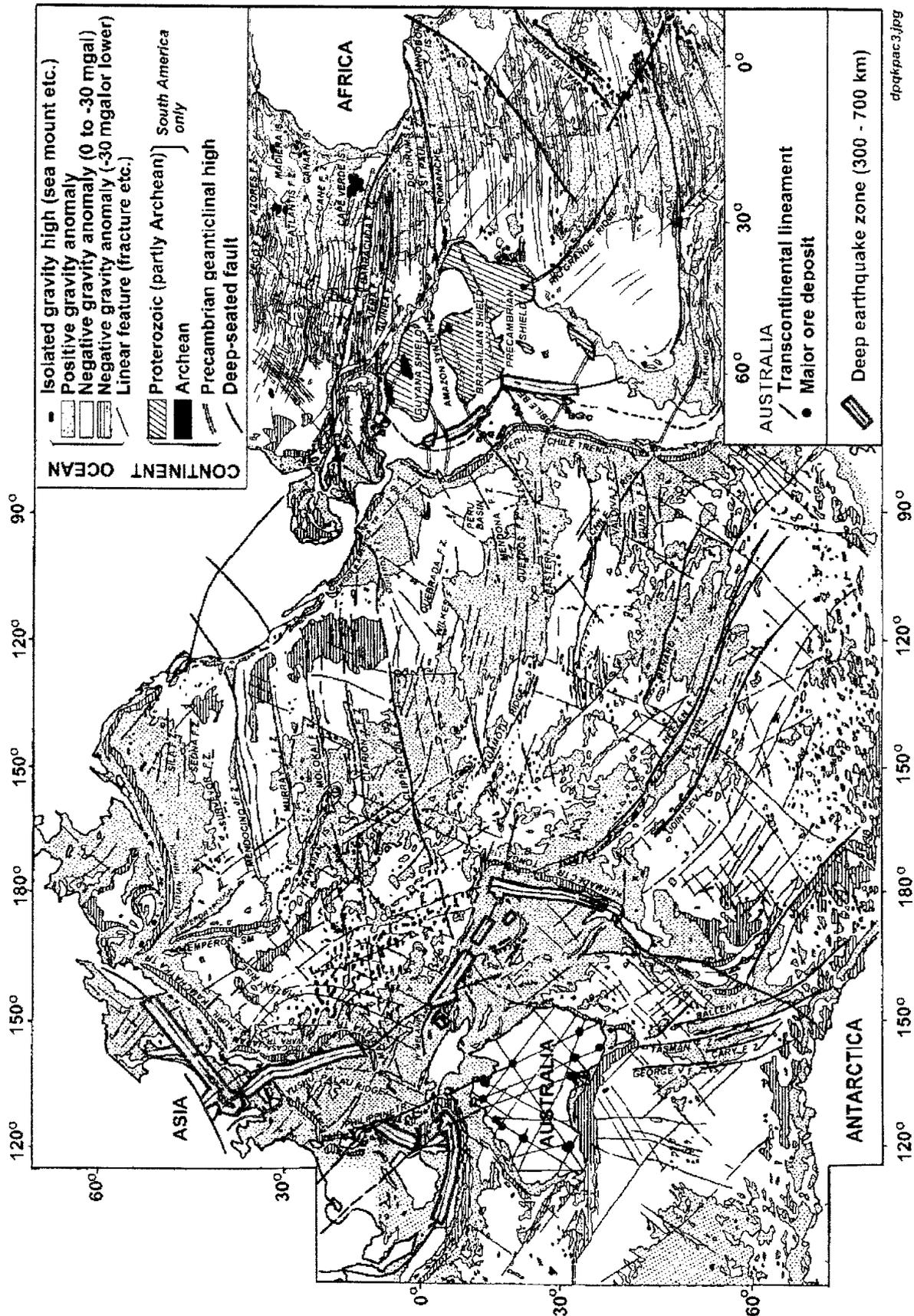


図 11

太平洋周辺の深発地震。ほとんどのすべての深発地震帯は、深部断裂帯（あるいは大構造走向）にそって発生しており、それらのいずれもが地球創生期にできたものである。このことは、新しい時代の島弧と中生代-新生代変動帯とに直接関係をもっている浅発地震と著しい対照を示している。この事実は、深発地震が、浅発地震とまったく異なった造構場と応力場のなかで発生するものである、ことを証明するものである。

### 3. 地震および討論

この研究に用いた地震に関する情報の出典は、Benioff (1954), Fitch and Holnar (1970), Hayes and Taylor (1978), Cordwell et al. (1980), 世界地質図委員会 (1982b), エネルギーと鉱物資源に関する環太平洋会議 (1990), Suzuki (1993)などである。これらのデータをくみこんで作成したのが図4である。

この研究で扱った地域の地震は、Gutenberg and Richter (1950)によって総括された。スンダ海(インドネシア)とフィリピン弧(図8)の地震を総合的に分析したのはBenioffの1954年の論文だった。そのなかで彼は、震源がならぶ面が2つに区分できる事実(浅発地震面は $30^\circ$ 、深発地震面は $60^\circ$ の平均傾斜をもつという事実)を発見した。この発見は、Meyerhoff et al. (1992)によるサージテクトニクス(まだ熱くて引張力のはたらくストリクトスフェア、冷えつつあって圧縮場にあるアステノスフェア、冷えてしまったリソスフェアなどで構成される造構論)の大きなよりどころの1つになった。図9には、この地域における中-浅発地震(300 km以浅)と深発地震(300 km以深)が示されている。この図から、以下のようなことが指摘される；

1) 深発地震は、上述した深部の構造帯の上に分布し、深部断層が深発地震の原因であることを示す。一方、中-浅発地震帯は島弧地域に分布し、それらは島弧のテクトニクスとつよい関係をもつ。

2) 深発地震と中-浅発地震は、大陸縁辺でとなり合わせで分布する：それらは重なり合っているところ(バンダ海やミンダナオ島など)もあるけれども、その他の所では、ジャワ海のようにまったく別々に分布するか、あるいは、ややズレて、離れた場所に分布している。

3) 中央構造線-ミンダナオ断層にそう深部断層は、中-浅発地震帯をななめに切っている。この関係は、宮村・上田(1972年の図2-1)によって明らかにされた。この事実は、深部および浅部地震活動は、異なる応力場と造構様式の下で起こっていることを示す。このことは、Benioff (1954)が正しく主張し、Meyerhoff et al. (1992), Smoot (1997), Storetvedt (1997), Pratt (2000), Smoot et al. (2001)を含む多くの研究者によって支持されたとおりである。

4) Shan 境界-ジャワ海構造帯沿いでは、深発地震が先デボン系の構造方向がほぼ直交して会合するところに集中して発生している(Ranneft, 1979)；直交構造方向は、スマトラ島とジャワ島のヒンジ帯、スル海-中央ボルネオ-ジャワ海地背斜、中央構造線-ミンダナオ断層、および紅河-G2構造線である(図4)。深発地震は、地殻が活発に沈降している地域でも発生している。まったく同じことが北西太平洋(Choi, 2002a)でも、南アメリカ(Choi, 2002b)でも認められる。

5) Ghose et al. (1990)によれば、中央ジャワ島において地震も起こらず活火山もないゾーンが、ボルネオ-ジャワ海地背斜上にある(図4)。同様な現象は南アメリカ

でも認められる(Choi, 2002b)。

6) 中-浅発地震が深発地震と無関係であることは、図10の地震断面からも読みとれる。セレベス海やモルッカ海を横断するラインGやラインHのようないくつかの断面(Cordwell et al., 1980)では、両者が見かけ上連続的であり、震源が正確にプロットされたと仮定されている。しかし、この地域でさえ、地理的な位置関係は異なっていて、非調和であることは明らかである(図9)。それゆえに、中-浅発地震と深発地震とは同じ一つの平面を形成しえないのである。

発震機構と造構メカニズムの深度解析に基づいて、Suzuki (1993)は、南東アジアの島弧形成モデルを提唱した。彼の結論によれば、浅発地震(とくに100 km以浅)では逆断層型のもものが卓越しており、やや深い(300 km以浅)地震は走向移動型が卓越し、より深部では正断層型が目立つ。くわえて彼は、深発地震帯が、隆起しつつある内側ゾーンと沈降している外側ゾーンとの境界に沿って形成されたことを指摘した(Suzuki, 2001a; Suzuki et al., 1978)。これと同じ傾向、すなわち、浅部で圧縮応力、深部で引張応力がそれぞれ卓越する傾向が、南アメリカでも認められることが述べている(Suzuki, 2001b)。こうした事実は、サージテクトニクスの主張と調和的である(Meyerhoff et al., 1992)。北西太平洋(Choi, 2002a)、南アメリカ(Choi, 2002b)、および南東アジア(本論)などにおける筆者の解析は、こうしたSuzukiやサージテクトニクスのよってつよく支持される。

北西太平洋、南アメリカ、南東アジアにおける筆者の研究により、深発地震が深部造構帯に直接的な関係をもって発生することがはっきりした。中-浅発地震は深発地震とは区別されるべきものであり、より新しい中-新生代の島弧と大陸縁辺変動帯の造構運動と関連をもっている。いくつかの地域、とくに西太平洋にみられるような、深発地震帯と浅発地震帯の近接性や、明瞭な連続性をもつ和達-ベニオフ帯は、大陸縁辺の地下に発達した固有の応力場の存在を証明するものであろう。この現象が、サージテクトニクスによって主張されたように、ジュラ紀以降(とくに新第三紀-第四紀：Dickins and Choi, 2001)における太平洋の相対的沈降と、地球の自転によってひきおこされる地殻とマンツルの東方移動に関連していることは明らかである。和達-ベニオフ帯の形状と傾斜角は、深部造構帯と島弧/変動帯の相対的位置関係によって決定される。深部造構帯(大陸縁辺の近くに位置する)が活発な沈降域に重なって存在するところでは、深発地震が起こりやすい。そして、2つ以上の造構帯が会合する沈降域の内部においては、地震がもっともひんぱんに起こる。深部造構帯は、地球創生期に形成された地球規模の構造要素である(図11)。

つぎの論文で筆者は、南西太平洋における深発地震と地質構造との関係を論じるつもりであり、それをもってこのシリーズを完結する。

### 文 献

- ALLEN, C. R., 1962. Circum-Pacific faulting in the Philippine-Taiwan region. *Jour. Geophys. Research*, v. 67, 4795-4811.  
BEDNER, F., et al., 1981. *Geology of Burma*. 1:2,000,000 scale. Technische Fachhochschule, Berlin.  
BELOUSSOV, V. V., and RUDITCH, E. M., 1961. Island arcs in the development of the earth's structure (especially in the region of Japan and the Sea of Okhotsku). *Jour. of Geology*, v. 69, p. 647-658.  
BOWIN, C. O., PURDY, G. M., JOHNSON, CH. SHOR, G., LAWVER, L., HARTONO, H.M.S. and JEZER, P., 1980. Arc-continent collision in the Banda Sea region. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, v. 64, p. 868-915.

- CARDWELL, R. K., and ISACKS, B. L., 1978. Geometry of subducted lithosphere beneath the Banda Sea in eastern Indonesia from seismic and fault plane resolution. *Jour. of Geophys. Research*, v. 83, p. 2825-2838.
- CARDWELL, R. K., ISACKS, B. L., and KARIG, D. E., 1980. The special distribution of earthquakes, focal mechanism solutions, and subducted lithosphere in the Philippine and northeastern Indonesian Islands. In: Hayes, D.E., ed., "The tectonic and geologic evolution of Southeast Asian Seas and Islands". American Geophysical Union, Geophysical Monograph, 23, p. 1-35.
- CHARLTON, T. R., 1991. Postcollision extension in arc-continent collision zones, eastern Indonesia. *Geology*, v. 19, p. 28-31.
- CHOI, D. R., 1991a. Japanese archival study, vol. 3, Commodities of Myanmar (Burma). Unpublished report prepared for CRA Exploration, 49p.
- CHOI, D. R., 1991b. Japanese archival study, vol. 4, Commodities of Malaysia. Unpublished report prepared for CRA Exploration, 32p.
- CHOI, D. R., 2002a. Deep-seated faults and deep earthquakes in the northwestern Pacific. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 23, p. 7-14.
- CHOI, D. R., 2002b. Deep earthquakes and deep-seated tectonic zones, Part 2. South America. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 24, p. 2-7.
- CIRCUM-PACIFIC COUNCIL FOR ENERGY AND MINERAL RESOURCES, 1985. Geodynamic map of the Circum-Pacific region, SW quadrant. 1:10,000,000 scale. AAPG, Tulsa.
- CIRCUM-PACIFIC COUNCIL FOR ENERGY AND MINERAL RESOURCES, 1988. Geodynamic map of the Circum-Pacific region, SW quadrant. 1:10,000,000 scale. AAPG, Tulsa.
- CLENNELL, B., 1991. The origin and tectonic significance of mélanges in Eastern Sabah, Malaysia. *Jour. Southeastern Asian Earth Sciences*, v. 6, p. 407-429.
- COMMISSION FOR THE GEOLOGICAL MAP OF THE WORLD, 1982a. Tectonic map of South and East Asia. Map of gravity anomalies. Scale 1:10,000,000.
- COMMISSION FOR THE GEOLOGICAL MAP OF THE WORLD, 1982b. Tectonic map of South and East Asia. Map of gravity anomalies. Scale 1:10,000,000 (compiled by Geological Survey of India).
- CORNEE, J.-J., VILLENEUVE, M., FERRANDINI, M., HINSCHBERGER, F., MALOD, J.A., MATSUMARU, K., RIBAUD-LAURENTI, A. and REHAULT, J.-P., 2002. Oligocene reefal deposits in the Pisang Ridge and the origin of the Lucipara block (Banda Sea, eastern Indonesia). *Geo-Marine Letters*, v. 22, p. 66-74.
- CORNEE, J.-J., VILLENEUVE, M., FERRANDINI, M., HINSCHBERGER, F., MALOD, J. A., MATSUMARU, K., RIBAUD-LAURENTI, A., and REHAULT, J.-P., 2002. Oligocene reefal deposits in the Pisang Ridge and the origin of the Lucipara block (Banda Sea, eastern Indonesia). *Geo-Marine Letters*, v. 22, p. 66-74.
- D'ADDERIO, G. W., PALFREYMAN, W. D., and BULTITTUE, J. M., 1980. Solid Geology, BMR Earth Science Atlas of Australia. 1:10,000,000 scale.
- DICKINS, J. M., and CHOI, D. R., 2001. Neogene events and the modern world. *Himalayan Geology*, v. 22, p. 199-206.
- GEOLOGICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER, 1991. Atlas Informasi dasar Pengembangan Pertambangan dan Energi. Scale 1:5,000,000. Compiled by KERTAPATI, E. and edited by SUKAMTO, R.
- GHOSE, R., YOSHIOKA, S. and OIKE, K., 1990. Three-dimensional numerical simulation of the subduction dynamics in the Sunda arc region, Southeast Asia. *Tectonophysics*, v. 181, p. 223-255.
- GOOSSENS, P.J., 1978. The metallogenic provinces of Burma: Their definitions, geologic relationships and extension into China, India and Thailand. Third regional conference on geology and mineral resources of Southeast Asia. Bangkok, Thailand, 14-18 Nov., 1978, p. 431-492.
- GRIBI, E. A., Jr., 1973. Tectonics and oil prospects of the Molucca, Eastern Indonesia. *Bull. Geol. Soc. Malaysia*, v. 6, p. 11-16.
- GUTENBERG, B. and RICHTER, C. F., 1950. Seismicity of the earth. Princeton Univ. Press, 273p.
- FITCH, T. J., and MOLNAR, P., 1970. Focal mechanisms along inclined earthquake zones in the Indonesia-Philippine region. *Jour. Geophys. Research*, v. 75, 1431-1444.
- HAILE, N. S., 1979. Paleomagnetic evidence for the rotation of Seram, Indonesia. *Jour. Physics of the Earth*, v. 27, p. 191-198.
- HALL, R., and BLUNDELL, D. J., 1996. Tectonic evolution of SE Asia: Introduction. In: Hall, R. and Blundell, D. J., eds., "Tectonic evolution of Southeast Asia". *Geol. Soc. Special Publication*, no. 106, p. vii-xiii.
- HAMILTON, W., 1978. Tectonic map of the Indonesian region. Scale 1:5,000,000. US Geological Survey.
- HAMILTON, W., 1979. Tectonics of the Indonesian region. US Geological Survey Professional Paper 1078.
- HARTONO, H. M. S., 1990. Late Cenozoic tectonic development of the Southeast Asian continental margin in the Banda Sea area. *Tectonophysics*, v. 181, p. 267-276.
- HAYES, D. E., and TAYLOR, B., 1978. Tectonics sheet. In: Hayes et al., "A geophysical atlas of east and southeast Asian seas".
- HUTCHINSON, C. S., 1973. Tectonic evolution of Sunda Land: a Phanerozoic synthesis. *Bull. Geol. Soc. Malaysia*, v. 6, p. 61-86.
- HUTCHINSON, C. S., 1989. Geological evolution of Southeast Asia. Clarendon Press, Oxford, UK. 368p.
- KARIG, D. E., BARBER, A.J., CHARLTON, T.R., KLEMPERER, S., and HUSSONG, D.M., 1987. Nature and distribution of deformation across the Banda Arc-Australian collision zone at Timor. *Geol. Soc. America Bull.* v. 98, p. 18-32.
- KAVALIEMS, I., VAN LEEUWEN, T. M., and WILSON, M., 1992. Geological setting and styles of mineralization, north arm of Sulawesi, Indonesia. *Jour. SE Asian Earth Sciences*, v. 7, p. 113-129.
- KLOMPE, Th. H. F., 1965. Geological map of Indonesia. 1:2,000,000. Published by Direktorat Geologi Indonesia and US Geological Survey.
- LAPOUILLE, A., HARYONO, H., LAM, H. M., PRAMUMJOYO, S., LARDY, M., 1985. Age and origin of the sea floor of the Banda Sea (eastern Indonesia). *Oceanologica Acta*, v. 8, p. 279-389.
- LINTHOUT, K., HELMERS, H., and ANDMESSEN, P. A. M., 1991. Pre-Triassic metamorphics related to early Pliocene counterclockwise rotation of the Buru-Seram microplate (E. Indonesia). *Jour. Southeast Asian Earth Science*, v. 6, p. 335-342.
- MAUNG TIEN, 1973. A preliminary synthesis of the geological evolution of Burma with reference to the tectonic development of Southeast Asia. *Bull. Geol. Soc. Malaysia*, v. 6, p. 87-116.
- MEYERHOFF, A. A., 1995. Surge-tectonic evolution of southeastern Asia: a geodynamics approach. *Jour. Southeastern Asian Earth Sciences*, v. 12, p. 145-247.
- MEYERHOFF, A. A., TANER, I., MORRIS, A. E. L., MARTIN, B. D., AGOCS, W. B., and MEYERHOFF, H. A., 1992. Surge tectonics: An new hypothesis of earth dynamics. In: CHATTERJEE S. & HOTTON, N. III, eds., "New Concepts in Global Tectonics". Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, p. 309-409.
- MEYERHOFF, A. A., TANER, I., MORRIS, A. E. L., AGOCS, W. B., KAMEN-KAYE, M., BHAT, M., SMOOT, N.C., CHOI, D. R. and MEYERH-FULL, D. (ed.), 1996. Surge tectonics: An new hypothesis of global geodynamics. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 323p.
- MITCHELL, A. H. G., 1992. Late Permian-Mesozoic events and the Mergui Group Nappe in Myanmar and Thailand. *Journal of Southeastern Asian Earth Sciences*, v. 7, p. 165-239.
- MIYAMURA, S. and UYEDA, S., 1972. The crust and upper mantle of the Japanese areas, Part 1, Geophysics. Earthquakes Research Institute, Univ. of Tokyo, 119 p.
- MOSS, S. J., CARTER, A., BAKER, S., and HURFORD, A. J., 1998. A Late Oligocene tectono-volcanic event in East Kalimantan and the

- implications for tectonics and sedimentation in Borneo. *Jour. Geol. Soc. London*, v. 155, p. 177-192.
- O'DRISCOLL, E.S.T., 1986. Observations of the lineament-ore relation. *Phil. Trans. Royal Soc. London*, A317, p. 195-218.
- PANGGABEAN, H., 1990. Geological map of the Omba sheet, Irian Jaya. 1:250,000 scale. Geological Research and Development Center, Department of Mines and Energy.
- PIGRAM, C. J., and PANGGABEAN, H., 1982. Preliminary geological map of the Waghete (Yapekopra) quadrangle, Irian Jaya. 1:250,000. Geological Research and Development Center.
- PIGRAM, C. J., and PANGGABEAN, H., 1983. Age of Banda Sea, eastern Indonesia. *Nature*, v. 301, p. 231-233.
- PRASETYO, H., 1988. Marine geology and tectonic development of the Banda Sea region, eastern Indonesia: a model of an "Indo-Borderland" Marginal Sea. Univ. of California, Santa Cruz, PhD Dissertation, 427p.
- PRATT, D., 2001. Problems with plate tectonics. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 21, p. 10-24.
- PUBELLIER, M., QUEBRAL, R., RANGIN, C., DEFFONTAINES, B., MULLER, C., BUTTERLIN, J. and MANZANO, J., 1991. The Mindanao collision zone: a soft collision event within a continuous Neogene strike-slip setting. *Jour. of Southeast Asian Earth Sciences*, v. 6, p. 239-248.
- PUSHCHAROVSKY, YU. M., AND UDINTZEV, G. B., 1970. Tectonic map of the Pacific Segment of the Earth. Scale 1:10,000,000. Compiled by Geological Institute and Institute of Oceanography, Academy of Science, USSR.
- RANNEFT, T. S. M., 1979. Segmentation of island arcs and application to petroleum geology. *Journal of Petroleum Geology*, v. 1, no. 3, p. 35-53.
- SILVER, E. A. and MOORS, J. C., 1978. The Molucca Sea collision zone, Indonesia. *Jour. Geophys. Research*, v. 83, p. 1681-1691.
- SMOOT, N. C., 1997. Earthquakes at convergent margins. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 7, p. 10-12.
- SMOOT, N. C., CHOI, D. R., and Bhat, M. I., 2001. Active margin geomorphology. Xlibris Corporation, 164p. (www.xlibris.com)
- SMOOT, N. C., and LEYBOURNE, B. A., 1997. Vortex structures and the world-encircling vortex street: case study of the South Adriatic Basin. *MTS Journal*, v. 31, p. 21-35.
- SMOOT, N. C. and LEYBOURNE, B. A., 2001. The Central Pacific megatrend. *International Geology Review*, v. 43, p. 341-365.
- STAUFFER, P. H., 1974. Malaya and Southeast Asia in the pattern of continental drift. *Bulletin of Geological Society, of Malaysia*, v. 7, p. 89-138.
- STORETVEDT, K., 1997. Our evolving earth. Alma Mater Forlag AS, Bergen. 456p.
- SUKAMTO, R., 1975. Geologic map of Indonesia. Ujung Pandang sheet. Scale 1:1,000,000. Geological Survey of Indonesia. Department of Mines.
- SUZUKI, Y., 1993. On the formation of Southeast Asian island arcs. Hokuriku Geology Institute Report, no. 3, p. 107- 122. (In Japanese with English abstract)
- SUZUKI, Y., 2001a. A proposal of three dimensional geotectonics. *Himalayan Geology*, v. 22, p. 27-32.
- SUZUKI, Y., 2001b. A geotectonic model of South America referring to the intermediate - deep earthquake zone. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 20, p. 17-24.
- 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. Physics of Earth*, v. 27, Suppl., p. 579-584.
- UNTUNG, M., 1985. Subsidence of the Aru Trough and the Aru Island, Irian Jaya, Indonesia. *Tectonophysics*, v. 12, p. 411-422.
- VAN LEEUWEN, A. A., LEACH, T., HAWKE, A. A. and HAWKE, M. M., 1990. The Kelian disseminated gold deposit, East Kalimantan, Indonesia. In, HEDENQUIST, I. et al. (eds.), "Epithermal gold mineralization of the Circum Pacific: Geology, geochemistry, origin and exploration". Intern. Jour. Geochemical Exploration, v. 35, p. 1-62.
- VILLENEUVE, M., CORNEE, J.-J., MARTINI, R., ZANINETTI, L., REHAULT, J.-P., BURHANUDIN, S., and MALOD, J., 1994. Upper Triassic shallow water limestones in the sinta Ridge (Banda Sea, Indonesia). *Geo-Marine Letters*, v. 14, p. 29-35.
- YANSHIN, A. L. (Chief Editor), 1966. Tectonic map of Eurasia. Geological Institute, Academy of Science, USSR. Moscow. Scale 1:5,000,000.
- ZHANG, B. and WANG, Z., 1989. Map of Chian crustal wavy mosaic structure. 1:5,000,000 scale. Geological Publishing House, Beijing.

## 全地球応力場の変化と地震予知

### GLOBAL STRESS FIELD OF THE EARTH, ITS VARIATIONS AND PREDICTION OF EARTHQUAKES

A.V.DOLITSKY and N.A.SERGEYEVA

United Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences  
B. Gruzinskaya, 10, 123810 Moscow, Russia E-mail: ab4870@mail.sitek.ru

<1998年にロシア科学アカデミー地球物理研究所で公表された論文である>

(窪田 安打 + 川辺 孝幸 + 矢野 孝雄 + 国末 彰司 [訳])

#### 要 旨

新しい研究の手順とコンピュータープログラムが発達したことによって、地殻における変位の方位を明らかにすることが可能になり、その結果、変位を引き起こした垂直圧縮主応力の方位を確定した。これらのプログラムは日本列島（1950-1995）やカリフォルニア（1967-1985）で発生した地震の解析に適用され、得られた結果に基づいて、汎世界的な応力場が決定され、その特性が認識された。汎世界的な応力場は、おそらく地球自転軸をめぐるマンツルのねじれ運動と6ヶ月毎のねじれ方向の周期的変化に影響を受けていることが分かった。このねじれ効果は、次の事実によって説明されるであろう。すなわち、日当たりのよい<夏半球>に作用する太陽の重力が自転軸方向に地球をひきのばし、半球の半径がわずかに減少するため、自転速度が増大し、とくに1月22日（北半球）や12月22日（南半球）等の至点には自転速度が最大に達する。また日陰になった<冬半球>が太陽に向かって回転してくると、地軸方向の圧縮が大きくなるために回転速度が減少して、3月22日と9月22日の分点で最小になる（北半球と南半球でそれぞれ）。地軸方向の圧縮が大きくなり、このような地軸方向の圧縮と回転速度の振動は6ヶ月周期をもって、地球の強制振動の期間に一致する。後者の振動は、12~56ヶ月の範囲で生じる地球自由振動のリズムのなかで、軸圧縮に振動をもたらす。北東方向の垂直主応力によって生じる地震の個数と北西方向の垂直主応力によって生じた地震の個数の差が、時間と共に変化することが発見され、さらに、この関係に周期性がみいだされた。その結果、この関係を示す曲線が、地震の全個数の月別変化に相似することが分かった。この事実は、地震活動の増大期を（1ヶ月の精度で）大まかに予知することができる可能性を与えるものである。

## 研究の仕事と概要についての記述

本論文の目的は、現在の汎世界的な応力場とその変化を再現し、この応力場によって支配されている地震を予知する手法を提案することにある。地殻の応力場を再現する方法の研究は 1950 年代後半にはじまり、先駆者として H. Benioff (1957), J. H. Hodgson (1957), V. I. Keylis-Borok (1957), J. H. Lensen (1960)等が挙げられる。彼らは地震と地殻の変位の関係を明らかにし、地震データ(初動)から応力方位を決定する手法を開発した。変位方向は、最大接線応力方向によって決定され、垂直主応力(圧縮あるいは引張)方向とおよそ  $45^\circ$  の角度をもつため、筆者たちによって開発された手法が、震源付近において、支配的な応力方向を決定する方法をもたらした。ユーラシアの地震センターにおける応力場に関するデータ(1425個の地震)を解析した O. I. Guschenko (1979) は、超広域的な応力場の特性に関するいくつかの結論をえた。しかしながら、データがユーラシア大陸だけに限られていたため、これらの結論が全球的であるとみなすことはできない。最近、世界中の大陸におけるデータが得られるようになり、M. L. Zoback が率いる世界応力図プロジェクトが 1992 年に始まった。このプロジェクトに参加しているのは、世界中の先端的研究所を代表する 38 人の著名な科学者である。筆者は、プレートテクトニクス説に関連して、いろいろな大陸の応力場の広域的特性を研究している。しかしながら、得られた結果を別の方法で解釈するような試みは全くなされていない。地球の自転に起因する汎世界的応力場の問題も、全く説明できていない。しかし、全地球応力場を再現する他の研究に言及しないことは不公平であろう。それゆえ、例えば、新生代の変位を解析している N. Pavoni (1966) は、対称軸の一つが赤道アフリカに位置するときに軸対称性を発見した。後の 1986 年に、彼は、この発見された対称軸を地球の造構軸と規定し、現在の造山運動と現在の地殻テクトニクスの全地球的特徴を制御している極域の物質の運動という考え方を発展させた。

すでに 1960 年代には、ソビエトのレニングラード学校に所属していた地形学者と地質学者が S. S. Schultz (1964) を筆頭に研究を行い、W. H. Hobbs (1911) によって発見されていた惑星規模の節理形成作用(jointing)を扱った。彼ら(Voronov, 1968 と他の数人)は、全地球的に対称な地形軸、厳密に平行性をたもった断層・節理系、子午線およびそれと  $45^\circ$  の角度をなす線を確定した。これは汎世界的な応力場が存在しなければならず、発見された節理系や断層系がこの応力場の「痕跡」であるはずであるとの考え方を示唆した。その上、汎世界的な応力場は地球の不均一な回転速度によって説明されそうにはなく、平行線や子午線のパターンに従った方向は、垂直主応力とそれに斜交する主応力に関係しているはずである。筆者も、現在の自転軸以外の対称軸を持った軸対称節理群の一部を見出した。この事実は、コアをめぐるマンツルの回転運動という結論を思いつかせた(Dolitsky, 1985)。しかし、汎世界的な応力場が実際に回転するものなのかどうかについては、未だに疑問点が残る。というのは、このような起源の応力場はあまりにも弱く不十分であるため、地殻中に節理や断層を形成するには不十分にみえるからである。この研究は、よく知られた入手できる地震データを用いて汎世界的な応力場を決定する試みであるが、とくにこの目的のために特別に設計された全く新しい手法を適用する。私たちの研究の焦点は、リソスフェアと上部マンツル全体に

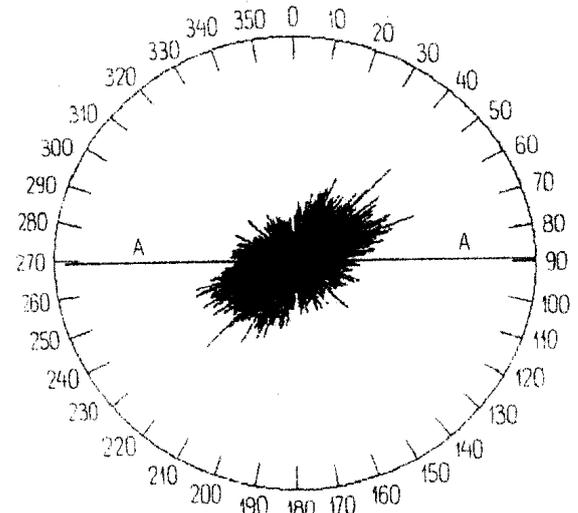


図1 日本における深さ 0-100km の地震の「地震ポートレート」 1950 年～1996 年に発生した地震 2,461 個の方位角にもとづいて決定された同時的変位を示す。

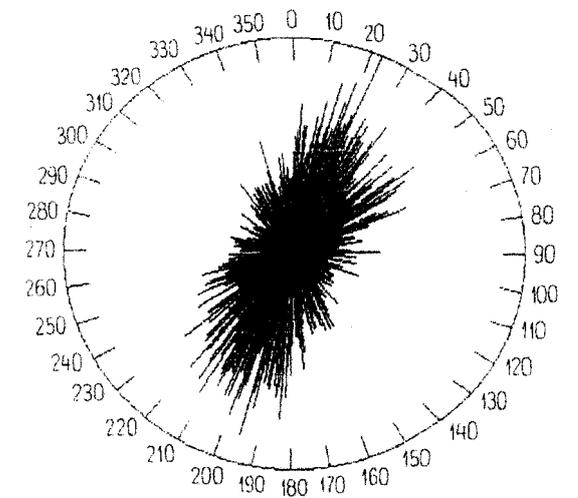


図2 日本における深さ 0-100km の地震の「地震ポートレート」 1950 年～1996 年に発生した地震 4,639 個の方位角にもとづいて決定された同時的変位を示す。

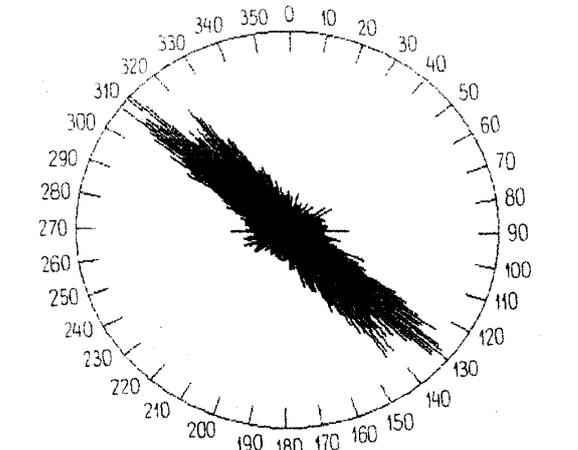


図3 カリフォルニアにおける深さ 0-100km の地震の「地震ポートレート」 1967 年～1985 年に発生した地震 43,914 個の方位角から計算された同時的変位を示す。

おける地震にともなう変位である。地震観測所で最初に記録される初動でもって変位の方位を決定するためにひろく適用される手法はかなり骨の折れる仕事であり、こうして得た結果は汎世界的な応力場の解明には直接用いることはできない、ということがよく知られている。それには、少なくとも2つの理由がある。すなわち、地震発生場は地球上で不均質に分布すること、求める全地球応力場を特定するための完璧な基準がないことである。

The World Stress Map Project への参加者は、このような基準として、プレートテクトニクス説の主要原理を選んだ。この原理には、全地球応力場の編集の背景として、プレートの側方移動にともなう緯度方向の圧縮および引張応力がいれかわる現象を含んでいて、この現象が彼らの汎世界的な応力場再現の立脚点になっている。

### 研究目的、方法および結論

この論文の課題は、主応力の方向と、日本とカリフォルニアの双方に共通な垂直主応力方位とそれらの変化を決定することにある。そうして得られるであろう結果は、汎世界的な応力場の特性であると考えられるだろう。筆者は、汎世界的な応力の特性を確立することは、汎世界的な応力場をより適切に再現することになると信じている。これらの特性を、地震帯において観測された地震活動の変化の背景をなすメカニズムを解明するための全く新しい研究方法を見いだすために用いることも、我々の希望であった。そして、これらの問題は、汎世界的な応力場の影響によってもたらされたズレによる変位に伴う方位角を復元するための新しいコンピューター技術によって、成功裏に解決されるだろう。

このコンピューター技術は、世界地震アルバム (World Seismic Album) に保存されている最近50年間の地震データを処理できる。そして、その主要な手順は、(1)時間と場所が近接した地震組み合わせの選択、(2)時速1~30kmの範囲でみいだされる速度の違いによる両者の震央の相対的なズレの方位角の決定、である。上述したように、分析したのは日本列島(1950~1995年)とカリフォルニア(1967~1985年)の地震データである。得られた結果は、我々のアイデアを確証するものとなった。震源の深さが日本では0~100km以上の範囲にあり、カリフォルニアでは0~100kmの範囲にあり、後者の地域ではより深い地震が観測されないという特徴が認められる。

これらの地震は、明瞭に規定された方向に並んで発生する。それらの配列は、しばしば互いに直交したり、最大引張応力に従い、現在の地震活動が活発な断層の方向に従うように見える変位の方位角であるとみなされる。これらの方向は、日本の深さ0~100kmと100~900kmおよびカリフォルニアの0~100kmの地震にもとづく、ある種の“地震ポートレート”である図1~図3に明瞭に示されている。日本における0~100kmの地震で、特に明確に緯度方向の移動が現れていることが強調できる。本論文の課題の一つは、変位の方位角に従う二等分線によって決められた、ほぼ正確な既知の角度をなす基本的な正の応力の方位角を決定することにある。我々は、経験的に、リソスフェアでは60~90°であり、上部マントルでは90~120°である角度の二等分線が、移動方向に相当することを見つけている。得られた結果は、深さ0~100kmに対する時間による主要な正の圧縮応力の方位角の振る舞いに対する

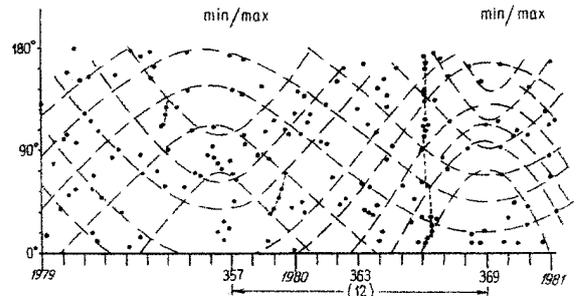


図4 垂直主応力の方位角にみられる正弦曲線状の時間変化 (日本で1950年~1995年に発生した深さ1~100kmの地震データから決定)

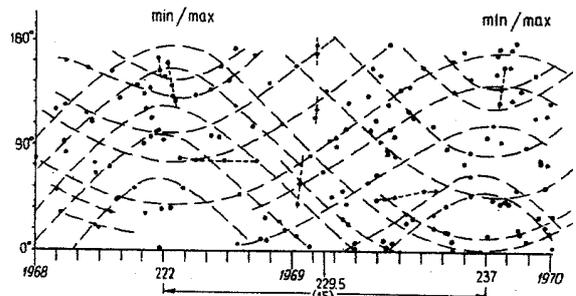


図5 垂直主応力の方位角にみられる正弦曲線状の時間変化 (カリフォルニアで1967年~1985年に発生した深さ1~100kmの地震データから決定)

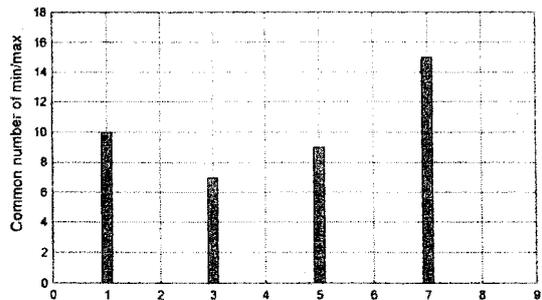


図6 日本で1950年~1995年に発生した地震にもとづく正弦曲線の最小/最大量と至点および分点の月数との相関関係。1; 12月~1月, 2; 2月, 3; 3月~4月, 4; 5月, 5; 6月~7月, 6; 8月, 7; 9月~10月, 8; 11月

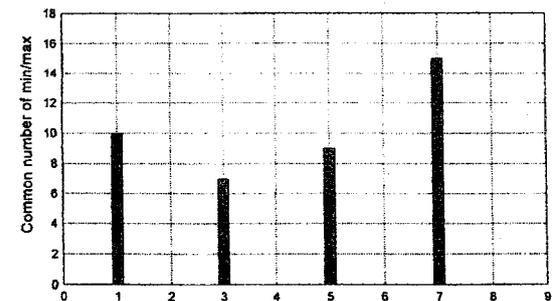


図7 カリフォルニアで1967年~1985年に発生した地震にもとづく正弦曲線の最小/最大量と至点および分点の月数との相関関係。値は第6図と同じ

疑問を提案している。この疑問がでてきたことによって、図4および図5に示されるような、これらの方位角に一致する節理が、評価できるほどの時間依存性を持たないいくつかの組を作っている。

アルゴリズムは、やがて図4および図5のプロット上のユニットを構成する点をとるカーブを構成するように工夫された。それらは、サインカーブとして現れた、個々の位置の観察された時間の変化に基づいている。これは、4ヶ月の時間間隔と0~180°の方位角で、<変化するウィンドウ>のテクニックを使って実現されている。<変化するウィンドウ>を通して見える各点の間では、それらはきわめて隣接していて、直線の区画によってユニット化されている。そして、しばしば30~50°をなすX軸に関するそれらの斜面の優勢な方向が選択される。非常にまれなケースとして、X軸に直交するように現れた直線が観察される。次のステップは、ウィンドウを2ヶ月進めて解析することを繰り返し繰り返しおこなうことである。このようにして、X軸に対して、斜面の傾斜が次第にゆるくなっていく傾向(60~30°から0°へ)が認められる。結果として、もしサインカーブが選ばれたら、6ヶ月~28ヶ月を半分とするミラーイメージのようなシステムが認められる。このことは、地球の回転に伴うねじれ機構をもたらす半球ごとの汎地球的な応力場が存在することを示す。たとえば期間の多様性を支配する機構のような、汎地球的な応力場の変化をコントロールするもう一つの機構が発見された。これは、一つの半分の期間における汎地球的な応力場の変化の間に、北東および北西の圧縮応力の方位角が、緯度方向および経度方向の両方で等しくなることを意味している。

言い換えれば、方向の切り替え—サインカーブシステムの最小/最大—が、夏至・冬至、春分・秋分となる何ヶ月かで起こった。このことは、日本とカリフォルニアの地震(図6および図7)を記述したサインカーブの再構成の結果にもとづく頻度分布から明瞭にわかる。もう一つのサインカーブシステムの明瞭な特徴は、X軸と平行でY軸からある一定の距離をもつ、その特定の対称軸を持っていることである。これらの特徴は、地球の軸方向の圧縮力が変化している上部マントルの中での増幅による引張—圧縮波の関連性の証拠となる。至点付近で地球の軸方向の圧縮が減少する日々に、このパターンに従う波の変化にとともに、マントル体が赤道から極地帯に位置を変える。そして、その補償となる分点付近の日々には、それらの波と同様なマントル体の変位は、赤道方向に起きる。マントル体と波の両方における移動方向の切り替えという事実に対する説明は、同心状のサインカーブシステムの最小/最大区間として記述される。

半期のサインカーブの統計的分析は、6ヶ月、8ヶ月、12ヶ月、15ヶ月、16ヶ月、24ヶ月そして30ヶ月の各値が優勢であることを示している。上部マントルが12ヶ月という周期で強制振動しているという仮定からすると、その自然振動は、強制振動のある分数として、あるいは、その約数として計算されるはずである。統計的に決定できる期間は、この仮定によって見積もられる。すなわち、1) 15ヶ月=12ヶ月+1/4×12ヶ月、2) 16ヶ月=12ヶ月+1/3×12ヶ月、3) 24ヶ月=2×12ヶ月、4) 30ヶ月=24ヶ月+1/2×12ヶ月である。

観測された規則性は、地震を引き起こす変位が北西あるいは

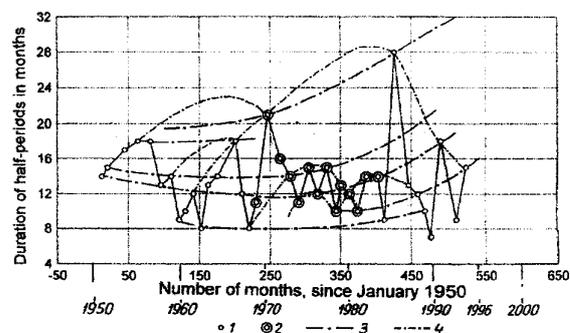


図8 日本(1950-1990年)とカリフォルニア(1965-1985年)に関する主応力方位の半周期変化と確からしい変化傾向  
1: 日本に関して求められた半周期, 2: 日本とカリフォルニア双方に関して求められた半周期, 3: 半周期変動のゆっくりとした変化, 4: 半周期変動の早い変化

は北東方向の圧縮応力によって説明されるべきであることを意味する。この圧縮応力方向は、経度方向と同様、緯度方向の特に卓越した方向に沿うものであり、ねじれに起因する単純剪断の働きを重要なものにする。このメカニズムは、片方の半球により選択的に働くようだ。いいかえると、もうひとつの半球に比べてより大きい回転速度を示し、このことは、普通、日当たりのよい半球の回転速度を意味する<夏の回転速度>というアイデアを示唆する。さらに、このことがらのすべては、上部マントルの汎世界的な応力場が、黄道に対する地球の傾きと太陽をめぐる公転に関連しているにちがいないとの結論をみちびく。上述のとおり北東および北西方向の圧縮応力方位は、問題の半周期差をもつ曲線の組合せに調和して、ほぼ南からほぼ平行な方向へと変化し、そして90°の方位角をはさんで振動している。このような方位変化は、極から赤道へ、そしてその逆方向へと上部マントル物質が波動運動をおこなっていることを示しているはずである。運動は一連の点—すなわち、圧縮応力方位がほぼ鉛直な割線(seconts)をもつ曲線との交点—を連ねた線として観測されてきた(図4・図5)。これは、変位が多数の圧縮応力方位にそってほぼ同時におこっていることを意味する。この効果は、当該の地域に到達し、圧縮応力方向に45°の方向とはかなりちがった角度をもつ変位に沿ってズレを引き起こした格段に強力な波動によるものである。この波動の異常に大きい規模は、ある仮定の震源(seismic site)における地震の発生時間(より小規模な一連の前震の発現期間を含む)をかなり減少させるにちがいない。X軸にほぼ平行な同様な一連の点は、これらの方位に対応した特定の地震変位の何らかの一時的活性化への応答であるのかもしれない。

次に、圧縮応力の方位変化の一時的な境界が決定されると、結果としてえられる値は指示時間(denoting time)であると理解され、ある点から次の点までの距離は半周期として理解される。日本とカリフォルニアにおける圧縮応力方位変化の半周期を示した相関図(図8)が、統計ソフトStatistics for Wind(Stat. Soft Inc., 1993)を使って考案された。同年代帯を示す曲線群は、事実上一致しているように見える(1ヶ月以上におよぶ偏移はない)。これは、選択した研究方法の合理性ならびに応力場とその変化の汎世界性の双方を強く示唆しているようだ。また、圧縮応力方位の半周期が急に増大するいくつかの場合がみいだされるが、それらは周期的であるとみなすことはできない。それは、同心円状の弧系の方法によって半周期を示す点を

結んでいる可能性があるようだ(図8)。著者は、地震活動の活発化と半周期の拡大の間に相関性を見いだした。この相関性は、深部における熱流量の変化によって説明されるのかもしれない。

この変化にはいくつかのピークが同様に発見されるであろうが、これらは2次オーダーのものである。圧縮応力方位の半周期の増大(1950年代~1970年代)は、上部マントルにおける物性の自然な変化の方位を示す、というのが一般的な印象である。その後(1970年代~1980年代初期)、深部の熱流量は依然として増大をつづけたが、結果としてもたらされた自然振動の半周期が急速に減少するにつれて熱透過率が劇的に上昇しているようである。いくぶん後になると、熱透過率が次第にかつての値にもどりつつあるように見える。それに応じて半周期の時間が長くなりつつあるが、この段階の次には、半周期がより短くなるにつれて深部熱流量が全体に弱まっていくであろう。

この論文には、地震数の変化図、北西および北東方向の圧縮応力に起因する地震量との相違を示すN1-N2関数図が示される。曲線にはN1およびN2関数の極小および極大に対応する極小値および極大値があるようだ(図9・図10)。曲線の半周期を図面上でもとめることは容易であり、得られた結果はMatcadプログラムによって検証された。半周期は、結局、13~50ヶ月の範囲にあることがわかった。さらに、N1-N2図および図9・図10は地震数の時間変化を示して、[X軸の]目盛は1ヶ月、Y軸の1区分は日本で20個、カリフォルニアで100個の地震に相当する。これらの曲線は相似形にみえ、この事実は地震活動の活発化と北西および北東方向の応力によって引き起こされる地震数の間の相違の増加に相関があることを示す。この事実は、すでに議論した図8においても同様に認められることに、ここでご留意いただきたい。これらの曲線に現れた規則性を分析すると、もっともよい相関性を示すのは半周期にみられる変化であろう。6ヶ月の半周期に関するかぎり、それらと反対側の半球間にみられるねじれ(3月と9月の春分と秋分に符号が逆転する)との関係には疑いようもない。より長い持続期間をもつ他の半周期は、深部の熱流動構造と調和的に変化する地球の自然振動の周期であろう。

これら2つのメカニズムが同時に働いているため、ここで問題にしている振動とほぼ同時的な北西および北東方向の圧縮応力が(同一相で)重なり合ういくつかの瞬間の存在は当然であろう。変位にたいしてそれらが同時に作用する場合には、それらに沿って運動が発生する可能性が著しく増大する。この状況は、地震活動の最大ピークおよびほぼ同時に作用する北西と北東方向の圧縮応力の間に見出された対応関係を説明するだろう。圧縮応力方位の半周期変化図とN1-N2関数の半周期変化図の双方に共通する1つ以上の規則性が存在することに注目すべきである。一般に、これらは、1950年代後半と1980年代後半の間に半周期変化の振幅が共通して増大し、そして、1980年代前半には最長半周期と最大地震活動が正確に1980年代前半という時期に観測されることを明らかにしている。しかしながら、これら2つの図における類似の値を示す点を結んで弧を描くと、1980年代前半に1つの最大値が現れ、こうして観測された傾向を追証することになる。そして、新世紀の最初の10年間にもう一つの最大値が現れるであろうことを示す。分析された最新のデータは1995年に関するものであり、より正確な予測をするにはより新し

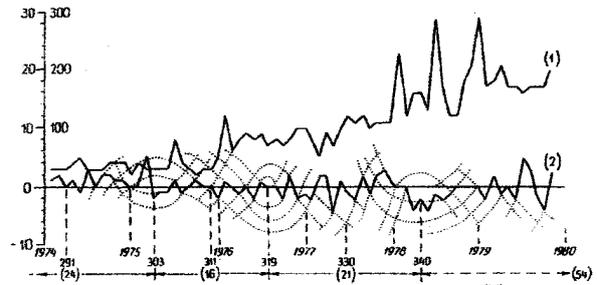


図9 地震数の変化(1)とN1-N2関数の変化. 1959-1995年の日本の地震データにもとづく. 291, 303, 311, 319, 330および340は1950年1月以降の月間地震回数(303, 319, 340は曲線の最小/最大値;331と330は曲線が0を通過する時);(24)(16)(21)(54)は曲線の半周期であり、それぞれ24, 16, 21および54ヶ月に相当する. 1-N1-N2関数の交点をしめすであろう2つの曲線の仮想システム.

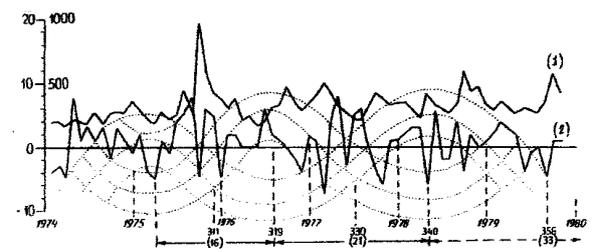


図10 地震数の(1)とN1-N2関数(2)の変化. 1967-1985年のカリフォルニアに関する地震データにもとづく. 303, 319, 330, 340および356は1950年1月以降の月間地震回数(303, 319, 340は曲線の最小/最大値;331, 330と356は曲線が0を通過する時);(16)(21)(33)は曲線の半周期であり、それぞれ16, 21および33ヶ月に相当する. 1-N1-N2関数の交点をしめすであろう2つの曲線の仮想システム.

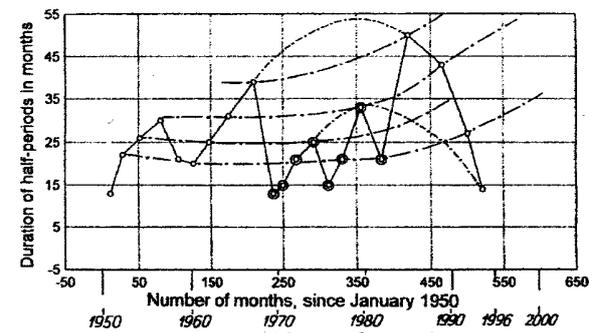


図11 日本(1950-1990年)とカリフォルニア(1965-1985年)に関する地震データから求められたN1-N2関数の半周期変化と確からしい傾向.  
1:日本に関して求められた半周期, 2:日本とカリフォルニア双方に関して求められた半周期, 3:半周期変動のゆっくりとした変化, 4:半周期変動の変化

い資料を研究する必要がある。

## 討 論

平行線に沿った運動が拡大しているという事実は、運動の原因となる最大接線応力が平行線と経線に対して一年間

の平均で 45° をなす基本的な垂直応力である汎世界的応力場に属することを証明するための論点である。この全地球応力場の源は地球の2つの半球（夏側と冬側）の交互のねじれによるものであることは明らかであり、マントルも含まれる。即ち、ねじれによる単純剪断メカニズムである。このメカニズムは夏半球となる半球の極地域における太陽の引力作用と、引き続き生じる半球の軸方向への張力、半径の短縮そして回転速度の加速によるものであろう。冬半球の回転は加速され続けるが、反対の半球の回転を抑制する。このねじれによる剪断メカニズムは2つの成分をもつ。即ち、1) 6月22日（夏至：北半球における活発な回転）と12月22日（冬至：南半球における活発な回転）に極大となり、3月22日と9月22日（春分、秋分）に極小となる半周期6ヶ月ごとの半球の交互回転と、2) 夏半球と全地球の最小圧縮応力が同時発生する夏至（冬至）と冬半球と全地球の最大圧縮応力となる春分（秋分）。このような地球の軸方向の圧縮は、半周期6ヶ月の振動を強制するものとして関連するのであろう。

これらの強制振動に応じて、地球の自然振動が6~28ヶ月の範囲で半周期となる圧縮応力方位の一定期間の振動を発達させると思われる。地球の自然振動と強制振動の両方が組み合わされた効果は極大となり、地震活動のピークとも一致する。何ヶ月の間地震数の時間変化とN1-N2関数との2つのプロットの類似性によって、この結論が確認される。地震は半周期の圧縮応力方向の変化が大きくなると多く発生し、N1-N2差も大きくなる。このことは、全地球応力場方向の振動間隔が遅くなり、地殻の上昇の促進する原因となるものであろう。これらの振動メカニズムが影響する限り、地球深部の熱流量と太陽からもたらされる力の変化との関係するだろう。これら全ては、観測された全地球応力場の基本的な姿が汎世界的な地震活動の背景となっており、地域特性を与え、推定の精度を上げるといったことをもたらす。そのほかに全地球応力場の本質についての知見が、最新の変位変形を考慮に入れた世界地図を作成するのに必要となる。この地図は全地球応力場の基本的な方向だけでなく、テクトニックな現象等の局地的な変位も示すものであり、地震予知にも役立つ。

日本やカリフォルニアにおける地震データの解析は、震源

地の変位の方向、移動の方向即ちサイスミックポートレート（図1~図3）を決定するものとして認められてきた。基本的な正常応力方向の周期変化が見られ（図4・図5）、それらは夏至（冬至）と春分（秋分）に対応し（図6・図7）、これらの周期的な規則的時間変化（図8）にも対応する。実際、これら全ての事実は地震と全地球応力場の対応とその変化によって証明される。日本とカリフォルニアについてのプロット（図9・図10）では、地震数の変化とN1-N2値が示されている。このことからこれらの変化の半周期を決定し、またその期間の変化がどの程度であるのかを示すことができる（図11）。これらのプロットから読みとれる規則性は、将来発生し得る地震の発生箇所や発生時期についての推定するための手がかりを示している。

ここまでで一つの問題が、未解決なまま残されている。それはマグニチュード6以上の強い地震の発生時期及び場所についての中~長期的な予測である。ただし、これらの地震の再現にはいくつかの規則性が知られている。著者らは現在すすめているコンピューターを用いた開発・改良作業が、この問題の解決に寄与するものと考えている。

## 結 論

地球の回転運動について上部マントルで見つかった全地球応力場の諸特性は基本的に重要である。全地球応力場はテクトニックな構造と地震を規則的に発達させる支配要因のルールに基づいているようである。汎世界的応力場やそれらの地域的な応力場との関係についてのさらなる究明は、マグニチュード6以上の強い地震の予測の手段を示唆するはずである。マグニチュード6以上の強い地震の予測は、全地球応力と関連する地震波を見いだすまでは、進展しないと信じている。歪計や重力計といったLobanov (1998)によって特別に改良された機器の利用が、それを可能にするかもしれない。うまくいけば、類似したデータの収集や処理といった特殊な作業が確立できるかもしれない。このような、まず地域的に、次に汎世界的な作業の目的は、ある地域に地震波がやってくる時間、その方向や強さをその地域に知らせることにある。事前に地域機関に知らせることは、危険性を評価し、必要な全ての観測を行うことになろう。

## 文 献

1. *Воронов П.С.* Очерки о закономерностях морфологии глобального рельефа Земли. М.: Наука, 1968. 123 с.
2. *Гущенко О.И.* Реконструкция поля мегарегиональных напряжений сейсмоактивных областей Евразии // Поле напряжений и деформаций в литосфере. М.: Наука, 1979. С.26-51.
3. *Долицкий А.В.* Образование и перестройка тектонических структур. М.: Недра, 1985. 219 с.
4. *Лобанов А.М.* Невостребованные возможности гравиметра // Изв. вузов. Геология и разведка. 1998. № 1. С.156-157.
5. *Соболев Г.А.* Основы прогноза землетрясений. М.: Наука, 1993. 311 с.
6. *Шульц С.С.* Об изучении планетарной трещиноватости // Деформация пород и тектоника. М.: Наука, 1964. С.147-153.

7. BENIOFF, H., 1957. Circum-Pacific tectonics. Dominion Observatory, Ottawa, v. 20, p. 395-402.
8. HOBBS, W. H., 1911. Repeating patterns in the relief and in the structure of the land. Bull. Geol. Soc. America, v. 22, p. 123-176.
9. HODGSON, J. H., 1957. Current status of fault-plane studies. Dominion Observatory, Ottawa, v. 20, p. 413-418.
10. KEYLIS-BOROK, V. I., 1957. The study of earthquakes mechanism. Dominion Observatory, Ottawa, v. 20, p. 279-294.
11. LENSEN, G. J., 1960. Principal horizontal stress directions as an aid to the study of crustal deformation. Dominion Observatory, Ottawa, v. 24, p. 389-397.
12. PAVONI, N., 1966. Recent horizontal movements of the Earth's crust as related to Cenozoic tectonics. Ann. Acad. Sci. Fennicae, Helsinki, p. 317-324.
13. PAVONI, N., 1988. Regularities in the pattern of major fault zones of the Earth and the origin of arcs. In, WEZEL, F. C., (ed.), "The origin of arcs", Tectonophysics, v. 46, p. 63-78.
14. ZOBACK, M. L., ADAMS, J., BELL, S., et al., 1992. World Stress Map Project. Jour. Geophysical Research, v. 97, no. B8.

## お知らせ

dwr132 さん，編集者へご連絡下さい！

(矢野 孝雄 [訳])

dwr132@email.psu.edu. という E メールアドレスをおもちの方を，さがしています。このかたは，アメリカ合衆国のいずれかの大学に所属されていて，最近，私たち宛に「Earth, planetary and galactic effect, major.....」と題する E メールをお送り下さいました。しかしながら，このメールはうまく送られてこなかったものですから，私たちはこの方のメッセージを読むことができないでいます。124 K bytes のボリュームからみると，送られたのは長い論文のようです。この方へご連絡しようと試みたのですが，メールアドレスが機能していませんでした。<dwr132>さん，できるだけ早急に，このメールを再送して下さい。

## 出版物 PUBLICATIONS

### 太平洋メガトレンドに関する 2 つの論文 TWO PACIFIC MEGATREND PAPERS

(柴 正博 [訳])

SMOOT, N. C. and LEYBOURNE, B. A., 2001

The Central Pacific megatrend  
中央太平洋メガトレンド

International Geology Review, v. 43, p. 341-365.

SMOOT, N. C. and CHOI, D. R., 2003

The North Pacific Megatrend  
北太平洋メガトレンド

International Geology Review, v. 45, inpress.

WNW-ESE 方向をもつ中央太平洋のメガトレンドはいくつかのタイプの地形的特徴，すなわち海嶺，線状にならんだ海山列（鎖），および裂罅を包括する，ひとつの trans-basinal（海盆を横断する）地形である。人工衛星の地形高度データセットの最初の出現によって，アップデートされた海底地形がそのような地形の存在について確証を提示した。ルートはインドネシア地域のバンダ海から南米，およそ 19,500km の距離にわたってたどられる。提案されたいくつかのホットスポットの軌跡は，同じ線状構造の上に連続することを示している。提案されていた西太平洋のピチャージ海溝系は存在しない。そして，水深が 5400m で連続する地域をもとにすると，南太平洋の超海膨はひとつの想像のみの地形となる。さらに，メガトレンド海底地形は，エルニーニョ海洋現象にも重なることを示す。余剰熱のように，マグマサージの東向きの流れにともなういくつかの造構過程は，岩圈から水圏までの熱伝達によるイベントの開始に影響を及ぼすかもしれない。

メガトレンドは裂罅ゾーンと海山/島列（鎖）から構成される trans-basin（海盆を横断する）地形である。それらは孤立したホットスポットというより，むしろホットラインであるように見える。北太平洋メガトレンドは日本ではじまり，芸者ギューヨー群（the Geisha Guyots）の形態の中にある海溝を横断して，北マップメーカー海山群（the northern Mapmaker Seamounts）を縁どって進み，ハワイ島列（鎖）を取り囲んで，クリパートン（Clipperton）とクラリオン（Clarion）裂罅ゾーンを通り抜けて，東太平洋海膨へいたる。中央太平洋メガトレンドは東太平洋海膨（東向きの渦）として分岐する，そして北部支流の頂上が北太平洋メガトレンドと出会う。そのサージチャンネル中の余剰なマグマは，ココス海嶺とカーネギー海嶺を形成するガラバコス島列（鎖）の下を東へ進み，そしてそれは南アメリカ大陸を通る。この地形は先カンブリア代のマントル物質と地震帯によって囲まれている。

---

## ニュースレターへ財政上の支援を 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、カナダドル立でというように。なぜなら、もし米ドル立で発行されると 40 ドル、豪州ドル立で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で発行して下さい。もし、それらが米ドル立で発行されると、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。

---

## ニュースレターについて ABOUT THE NEWSLETTER

---

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

目的は次の事項を含む：

1. 組織的照準を、プレートテクトニクスの観点に即座には適合しない創造的な考え方にあわせる。

2. そのような研究成果の転載および出版を行う。とくに検閲と差別の行われている領域において。

3. 既存の通信網では疎外されているそのような考え方と研究成果に関する討論のためのフォーラム。それは、地球の自転や惑星・銀河の影響、地球の発達に関する主要学説、リニアメント、地震データの解釈、造構的・生物学的変遷の主要ステージ、などの視点から、たいへん広い分野をカバーすべきものである。

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



## 第 32 回 ICG (イタリア) 情報

- 2004 年のイタリア ICG のセカンドサーキュラーが公開されました。
- NCGT 関係のスペシャルシンポジウムとワークショップが開催されます。ご参加を検討いただければ幸いです。
- [夢]ワークショップ終了後、日本サブグループの見学旅行（イタリア→アルプス山脈→北欧）を企画できないか？

ご注意ください →会期変更：9月から8月へ

### 地質学の扉を新しい時代へおしひらく会議へ、あなたも！

会議のテーマ

## 地中海地域から、地質学の全世界的ルネッサンスを 地質学、自然災害、および文化遺産

### From the Mediterranean Area Toward a Global Geological Renaissance Geology, Natural Hazards, and Cultural Heritage

#### ■ 基本事項

- |       |            |  |
|-------|------------|--|
| 1) 日程 | 8月15日～20日  | 巡検・ワークショップ・ショートコース   |
|       | 8月20日      | 開会式  |
|       | 8月21日～27日  | 全体講演会、特別・トピック・一般シンポジウム、ポスターセッション<br>GeoExpo 2004 (展示会)、会期中巡検・ワークショップ・ショートコース |
|       | 8月28日      | 閉会式  |
|       | 8月29日～9月3日 | 巡検・ワークショップ・ショートコース   |
- 2) 開催地 イタリア Florence : アペニン山脈北部の山間盆地 (フィレンツェと同義)
- 3) 要旨受付 2003年3月1日～2004年1月10日 (受理通知: 2004年2月20日)
- 4) 登録締切 2004年3月31日
- 4) 参加費 430ユーロ (04年3月31日まで), 480ユーロ (6月30日まで), 530ユーロ (6月30日以後)

#### ■ NCGT の企画

- 1) NCGT スペシャルシンポジウム (重要シンポ. 招待講演者の口頭発表, ポスターセッションなし, 期日未詳) S09

#### NEW CONCEPT IN GLOBAL TECTONICS グローバルテクトニクスの新概念

コンピーナー : Choi Dong R. (Australia) - Dickins J.M. (Australia) - Wezel F.C. (Italy) ←NCGT メンバー担当

- 2) NCGT ワークショップ (会議終了後の研究集会) PWO 09

#### NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS: EMPHASIS ON SOME FUNDAMENTAL QUESTIONS IN GEOLOGY グローバルテクトニクスの新概念 : 地質学における基本問題を中心に

期 日 : 2004年8月29-31日 会場 : Urbino 大学 (Wezelさんの勤務大学/フィレンツェ近く)  
コンピーナー : F.C.Wezel (Italy) 募集人数 : 20~40名, 費用 : 25ユーロ (食費含まず)

主 旨 : この多分野的ワークショップは、とらわれない心と新しい知見でもって、地球科学の真の根本問題を理解しようとするさまざまな学派の考え方の間に、直接的な対決の機会を提供するものである。私たちは具体的な知識を重視して、古くからの問題を新しい視野からの検討を試みる。

次のような話題について、発表を募集する：背弧海盆，リニアメント，地殻の過去・現在の応力状態，山脈形成の原因，造構運動および火山活動の大きなうねり (surge)，地質変化にみられる世界的主要事件。

#### ■ 詳細は？ →ウェブサイト <http://www.32igc.org>

- 1) SECOND CIRCULAR 画面上のタグからご覧下さい。
- 2) REGISTRATION FORM 参加意志の登録