

構造地質研究会誌

(第 12 号)

<冬の学校特集>

○プレートテクトニクス勉強会

“プレートテクトニクス勉強会”のあとさき 堀 見 俊 弘
Dietz (1961), Vine & Matthews (1963),
Vine & Wilson (1965), Heirtzler et al (1968),
Wilson (1965), Sykes (1967), Le Pichon (1968),
McKenzie & Parker (1967), Morgan (1968).
Heirtzler (1968), Isacks et al (1968),
Deway (1969), Deway & Bird (1970),
Deway & Bird (1970), Utsu (1967, 1968).

造山帯に関する最近の考え方 松 田 時 彦

○研究発表

構造解析における Hafner モデルの3次元化 平 野 昌 繁

○総合討論

<報告>

Priceはいかにして三軸応力下のポアソン比を測定したか

植 村 武
イギリスの構造地質研究グループ 植 村 武

<研究室めぐり>

② 工業技術院地質調査所

1972 . 2

構造地質研究会

・プレートテクトニクス勉強会のあとさき

会長 堀 見 俊 弘

1 論文の選定基準について

勉強会で紹介された論文のリストは、別表を参照されたい。私は、この勉強会を、"海底拡大説の提唱(1961)にはじまる広義の Plate tectonics" (以下PTと略す) の "古典を読む会" と名付けた。たかが10年で古典とは大げさな、と思われるかもしれない。しかし、最近の洪水のようなPTに関する論文を読んでみると、それらは幾つかの "古典化" した概念のうえに構成されていることがわかる。たとえば、transform faultを、いちいちWilson(1965)の提唱したとことわる人は、むしろ少なくなってしまった。Vine-Matthewsの"テープレコーダー"モデルや、Heirtzlerらのmagnetic time scaleなどもその傾向がある。

勉強会でとり上げたのは、このような、① PTの基礎になっている概念(仮説)の提唱された論文と、②これを別なデータから実証し、①を定着させた論文、および③仮説から演繹された帰結と観察された事象とを比べて、仮説の有効性を示した主要な論文である。

これらを選ぶには、河野芳輝(1969、「地球科学」)や岩波の「科学」(1971年4月号)の文献紹介が大いに役立った。

さて、このような論文の選定方針でよかつたかどうかを次にのべよう。

2 われわれはPTをどう理解すべきか

勉強会後の討論会で"誌上参加"(メモを残して中座)された杉村新さんの指摘をまず紹介しよう。同氏によると、今日のようなPT全盛時代に至るまでの学問の流れには、
A: 基礎的な研究やデータの蓄積の時代から、
B: おもいつき、総合、観念連合、計算の時代への移り変わりがある。(～～～のところ

は同氏のメモのまま)。今度の勉強会で紹介された論文はみなBに属するものであった。Bは、最近10年間の"興奮期"に出たもので、重要な仮説もあるが、なかにはすでに拒否されたアイディアもある……ということである。杉村さんは、PTを本当に理解するためには、A、すなわちPTが生れる前から當々と蓄積してきた(もちろん現在も蓄積されつつある)データや概念についても勉強してほしいと云いたかったのであろう。Aの時代に苦闘してきた杉村さんにしてみれば、B型の論文だけでPTを判断して、拒否されることはもちろん、理解したつもりで"わる乗り"されても困ると思われたのだろう。

たしかにその通りである。私もわずか1日半の勉強会だから、B期以後のアイディア中心の論文に集中せざるを得なかったが、これがPTのすべてでないことは、勉強会冒頭の"前史紹介"でふれたつもりである。これからでも、A型の論文についての理解を深めたい。藤田至則さんが「こんどは、その道の専門家に、それぞれの分野のナマのデータについて聞きたい」と云ったのも、この意味であろう。なほ、それと同時にPTに対する反論、とくに別な仮説の提唱者としてのペロウソフの諸論文をあわせ読むことをすすめたい。私は同氏の「大洋の地殻と上部マントル」(地団研訳: 1971)を読んだために、PTの欠点はもちろん、(同氏の期待に反して?) PTの長所もよく理解できたような気がした。

いま、われわれの周囲では、PTはもはや仮説ではなく法則だ、いやまだ仮定にすぎない、といった論がやかましいが、私は、PTの"作業仮説"としての役割に注目し、大いに有効に利用していきたい、とおもうのである。

Continent and Ocean Basin Evolution
by Spreading of the Sea Floor
by R.S.DIETZ
(Nature, Vol. 190, No. 4779, p. 854-857, 1961)

DIETZは、この仮説の前提として、次のような地殻のモデルを考えた。

- (1) マントル内に大規模な熱対流を考える。
- (2) モホ面は相転移の面であって、異なる物質の境界ではない。大洋の下では、たぶんエクロジャイトとはんれい岩の相転移の面であろう。
- (3) 深さ70Kmまでを岩石圈(lithosphere)、それ以下を岩流圏(asthenosphere)とする。両者の剛性は漸移し、前者はやや硬く、後者は塑性的である。
- (4) 大陸はシアルからなり、シマの上に浮かんでいる。

大洋底拡大説

大洋底は本質的には露出したマントルである。したがって、大洋底の大構造や地形はマントル対流を直接反映している。マントル対流は中央海嶺の所で上昇し、海溝で沈みこむ。大陸はシマと共に移動し、対流が下降する地点まで来て静止する。しかし、そこでは対流は不斷に大陸の下にもぐりこんでいるので、その引きずりのために、大陸は圧縮条件の下におかれ、アルプス型のしゅう曲やスラストなどができる。反対に大洋は引張りの領域となる。また、もしも大陸の下に新しく上昇流がわき出ると、大陸は分裂する。例えば、大西洋は南北アメリカ大陸とヨーロッパ・アフリカ大陸を引き離したかっての受け目である。

この仮説で説明される事柄

地球の体積変化：大陸は圧縮、大洋は伸張

の領域であるから、地球全体としては、それほど体積は変化しない。したがって、地球膨脹説や収縮説どちらがい、カatastrofiqueな海進海退を考える必要はない。

大陸移動：WEGENERの大陸移動説の根本的弱点は、大陸がシマの中をかきわけて「航海」するメカニズムであった。その点、この説では、大陸はシマと共に移動するのであるから問題はない。

大陸がいつも高いわけ：大陸は対流の収束する地点に位置しているから、そこで常に新しい物質の供給を受ける。つまり、海底の堆積物が流れにのって集まってきて、そこで花崗岩化作用などにより、シアルに付け加わる。

大洋底の若さ：この仮説の当然の帰結として、大洋は古いけれど大洋底は新しいということになる。だから、海山や海底堆積物の年令が中生代よりも新しいという事実をうまく説明できる。

磁気異常：地磁気の縞模様もこの拡大説でうまく説明できる。磁気異常が大陸棚の下で事实上消えてしまっているのも、対流が大陸の下にもぐりこんで、キュリー温度以上に熱せられるからである。

このように、従来の概念と異なった地殻のモデルを考えることによって、いろいろな事実をうまく説明できる。「地殻」という語をここでいうような意味に使えば、大陸ブロックこそ真の地殻であり、大洋には地殻がない。

(新大 岩 松 輯)

Magnetic Anomalies over Oceanic Ridges
 by F.J. VINE & D.H. MATTHEWS
 (Nature, Vol. 199, p. 947~949, 1963)

VINE & MATTHEWSは北大西洋や北西インド洋で海嶺を横切って観測された地磁気のパターン（海嶺の中央部の高い磁気異常、翼部での短周期異常、前山での長周期異常）をコンピュータを用いてシミュレーションをやって解釈してやろうとした。カールスベルグ海嶺のクロストを横切って観測された磁気断面形態と正逆正逆に帶磁した20Kmのブロックを想定して計算してやったプロフ

イルの見事な一致に驚嘆し、地球磁場の逆転現象の存在に強い確信を載いた。そして有名なテープレコーダモデルと呼ばれるVINE & MATTHEWSの仮説を提唱した。そしてこの仮説によって海洋底拡大説に登場していく諸現象がうまく説明できると述べた。例えば、大洋底の非恒久性、大洋底は比較的若く、1億5千万年より古いものはないという事。地磁気の縞異常や直線性等。

（東北大 宮口英雄）

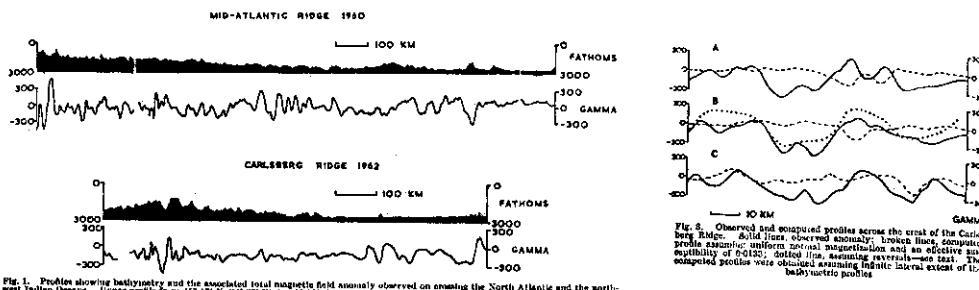


Fig. 1. Profiles showing bathymetry and the associated total magnetic field anomaly observed on crossing the North Atlantic and the north-west Indian Oceans. Upper profile from 45° 17' N., 29° 27' W. to 25° 39' N., 11° 28' W. Lower profile from 30° 5' N., 61° 57' E. to 10° 30' N., 66° 27' E.

Fig. 2. Observed and computed profiles across the crest of the Carlsberg Ridge. Solid lines, observed anomaly; broken line, computed profile assuming an infinite lateral extent of the ridge; dotted line, assuming a finite lateral extent of 10 km. The computed profiles were obtained assuming infinite lateral extent of 10 km.

Magnetic Anomalies over a Young Oceanic Ridge
 off Vancouver Island
 by F.J. VINE & J.T. WILSON
 (Science, vol. 150, p. 485~489, 1965)

海嶺上で観察された磁気異常が海洋底拡大説で説明されるという最近のスペキュレーションや地球磁場の周期的逆転が今や過去400万年間の提案された逆転や新しく記述されたシャンデフカ海嶺を考慮して再検討がなされた。東太平洋海嶺を横切って観測された地磁気のプロファイルとシャンデフカ海嶺を横切って観測された地磁気のプロファイルのパターンが海嶺を中心にしての地磁気のプロファ

イルの左右の対称性や険しい勾配によって区切られた地磁気のプロファイル形態に於いて実に良く類似しており、又一般化された地殻ブロックを仮定して計算された地磁気のプロファイルも実に見事なパターンを示し、観測されたプロファイルともよく対応しており、シャンデフカ海嶺こそが VINE & MATTHEWSの仮説を実証するものである事が明白になった。（東北大 宮口英雄）

Marine Magnetic Anomalies, Geomagnetic
Field Reversals, and Motion of the Ocean
Floor and Continents

by J.R. HEIRTZLER, G.O. DICKSON, E.M.
HERRON, W.C. PITMAN II, & X. LE PICHON

(Jour. Geophys. Res., Vol. 73, p. 2119-2136, 1968)

「海底磁気異常、地磁気の逆転および海洋底と大陸の運動」

この論文は先に出された3つの論文即ち、南太平洋、南大西洋、インド洋の海底磁気異常および海洋底拡大についての論文の結果を総合し、磁気の縞模様に時間目盛を入れ、大陸漂移と海洋底拡大の仮説を論じている。

Dietz (1961)、Hess (1962) の海洋底拡大説のあとに、Vine & Matthews

(1963) が磁気異常の平行的でしかも対称的な分布を明らかにして、海洋底拡大説の考え方方が支持され、一本のレールがしかれた。この論文はこのレールをさらに伸ばすかのように、磁気異常を地図の中に書きこみ、これに時間目盛を入れた。海洋底拡大説では海洋底に見られるという磁気の強さの測定値が詰の種であり、これをどのように処理するかが一番のカナメである。陸上における古磁気学的データの蓄積により古磁気目盛ができ上がっていたということは、海洋底の磁気の強さを解析するのに助けとなった。また実際には海洋底からのSampleが15mほど取れるようになり、これを調べることによって、観測値との比較ができるようになっていた。以上のようなことが背景となって、南太平洋の時間目盛を標準として、Isochron mapができ上がった。あとは幾何学的にどこがどう動いたのかという説明をすればプレート・テクトニクスとなる。プレートの回転軸は3本ある。そのうち主なものは、太平洋と大西洋の回転軸であり、もう1つはインド洋のものである。回転の角速度は、大西洋で3.6、太平洋で10.8、インド洋で4.0 ($\times 10^{-7}$

deg/yr) である。さて、南半球における中生代初期以後の大陸の動きを見ることにする。二疊紀初期には、アフリカ、南極、オーストラリア、インド、南米が南極付近にくっついで分布していた。中生代中期には、アフリカは北へ動いていた。南米は三疊紀、ジュラ紀にはじっとしていたが下部・中部二疊紀には大きく北へ移動した。ゴンドワナ大陸は二疊紀中期ごろにはすでに消滅していた。アフリカ-南米ブロックは中央インド海嶺の拡大によって中生代-二疊紀間に北へ動いた。これはジュラ紀には終った。南米とアフリカの分離は初期中生代に始まっており、ほとんど同時にアフリカ-南米ブロックの分離がおこった。拡大の第2段階では上部白亜紀となって、インドはインド洋を北上し、南米とアフリカはますます離れた。ニュージーランドが南極から分離した。先に活動した中央インド海嶺南西部は静止した。拡大の第3段階では、中央インド海嶺の南東部と北西部が拡大する。そして、インドはアジア大陸にのり上げる。オーストラリアは南極から離れる。中央インド海嶺の南東部のみが二疊紀のオーストラリアの位置を説明できない。これは、海嶺そのものの北上によるのかも知れない。ニュージーランドの北西方移動とオーストラリアの北方移動はアルパイン断層帯の影響であろう。このような大陸移動の後で1000万年以降、大西洋(30°Nの南部)・太平洋がほぼ同じポールを軸に回転し、インド洋は別の軸のまわりに回転した。以上がこの論文の最後の部分の要約である。

(名大 宇井 啓高)

Rises, Trenches, Great Faults, and Crustal Blocks

by W. J. MORGAN

(Jour. Geophys. Res., Vol. 73, p. 1959~1982, 1968)

地球の表面はいくつかの剛体に分けられており、各々のブロックの境界は、海嶺、海溝、断層の3タイプの組合せによって出来ている。この剛体は地殻そのものではなく構造圈（約100Km）である。

球面上において剛体間の相対運動は回転によって示され、3つのパラメーターによって表わされる。そのうち2つは極の位置を決め、他の1つは角速度を表す。隣あった2つの剛体の境界に断層を有している場合、これらの断層のすべては極を中心とした同心円（緯線）の上にのる。すなわちプレートは海嶺に直角な方向に拡大するのではなく、これらの断層に平行に拡大する。2つのブロック間の相対速度は回転の赤道で最大になり、極ではゼロになる。これは、南極-太平洋海嶺の地磁気模様の対比から求めた海嶺に垂直な拡大速度と、実際の拡大速度を極からの距離との関連で検討することにより証明される。次に実際の例をあげて回転の事実と極の位置を求める。

①大西洋中央海嶺上の断層について垂線をひくと、そのほとんどが一ヶ所 62°N ($\pm 5^{\circ}$)、 36°W ($\pm 2^{\circ}$) に集中する。このことから、アフリカと南アメリカはこの点を極とする回転運動をしていることがわかる。浅発地震（海嶺上）から求められる極も上記の極に一致する。また、この回転運動による拡大速度と、海嶺上での地磁気異常パターンから計算された拡大速度とほぼ一致する。

②太平洋ブロックと北アメリカとの相対運動は、サン・アンドレアス断層他の垂線の集中から求められた 53°N ($\pm 3^{\circ}$)、 53°W ($\pm 5^{\circ}$) を極として回転したと考えられ、サン・アンドレアス断層の現在のずれの運動速度を考慮に入れて拡大速度を求ると、極の赤道で

$V_{\max} = 4.0 \pm 6 \text{ cm/yr.}$ になる。

③太平洋ブロックと南極ブロックとの相対運動は、太平洋-南極海嶺において検討された。この海嶺を切る断層について垂線を引くと①よりよく集中し、その点は 71°S ($\pm 2^{\circ}$)、 118°E ($\pm 5^{\circ}$) である (Fig.15)。地磁気模様のピークを対比してゆくとそのパターンの幅の比率はどこでも変わらないが、幅の大きさは極から遠ざかるにつれて大きくなることが観察される (Fig. 16)。すなわちこの極を中心とした回転運動を明確に証明する。この最大速度は $5.7 (\pm 0.2) \text{ cm/yr.}$ である。

④南極ブロックとアフリカブロックとの相対運動は、アフリカ-アメリカ-太平洋-南極-アフリカの閉じた系を仮定して、それぞれの角速度を加えることにより、求めることができる。

このようにして彼は剛体を考えることの必然性を代表的な例で示し、それによりこの剛体が極を中心とした回転運動をして広がっていることを論理づけた。（新大 高橋 明）

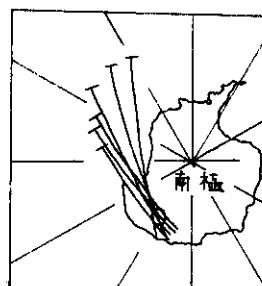


Fig. 15

太平洋-南極海嶺を切る断層帶に垂直な大円。

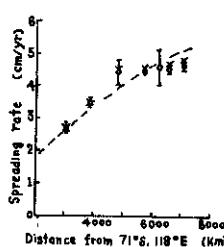


Fig. 16

×：拡大方向に平行な速度
○：海嶺に直角な方向の速度
|：誤差

Sea - Floor Spreading
by J.R. HEIRTZLER
(Sci. Am., Vol. 219, No. 6, p. 60~70, 1968)

VIENE & MATTHEWS が1963年に、大洋底の地磁気の縞模様の説明を確立した頃、筆者らは、大西洋海嶺の中の REYKJANES Ridgeにおいて、この縞模様が海嶺の軸に平行で、対称的に分布している事をみつけた。1965年にいたって、筆者らは、世界中の大洋のほう大なデータとそれを処理するコンピューターを手に入れた。それをもとに調べてみると、汎世界的な広がりを持って、大洋底に広がる同様の連続的な地磁気の異常を認める事ができた。

また、中央海嶺の軸は、大洋から大洋にスムースに曲りくねって続くのではなく、破碎帯などにより、しばしば切られていることもわかった。その破碎帯は、軸の両側に相当長く続き、海底地形にも表われている。破碎帯を境にして、地塊と地塊が反対に動いていることが予想され、破碎帶に沿って多発する地震の初動分布もその事を支持している。

ところで、地球の経線緯線を、地軸ではなく、海洋底拡大の極を軸として描くと、破碎帯は新しい緯線と平行になり、拡大の軸は新しい経線と平行になる。そして、拡大率の大きさは、赤道に沿う所で最も大きく、それからなれ、両極の方に向かうにしたがって規則的に小さくなる。それは、あたかも、海洋底に存在する巨大な裂け目が、この新しい「地軸」を中心にして生じているかのようである。

大洋底の地磁気の縞模様を、時代のわかった逆転期と比較する事により、いろいろな大洋底における拡大率を調べてみた。その結果、 $1/2 \sim 2$ inch/year と、大局的にはよく一致していることがわかった。さらに、若干の問題はあったが、この拡大率を用いて、

75 m.y. までさかのぼって、逆転期を同定し、年代を決定した。

大洋底の地磁気の縞模様は、大陸漂移の動きそのものを示している。つまり、地形学的、地質学的な証拠によりその存在が示された、二つの大きな大陸、GONDWANALANDと LAURASIA から、それぞれの現在の大陸が分割され、今の位置にたどるまでの連続的な位置を、地磁気の縞模様は記録している。つまり大陸漂移の「軌跡」を示していると考えられる。

大洋底の拡大が始まると考えられる中央海嶺を詳しく地形学的、地球物理学的に観べた。そして研究者たちは、拡大のメカニズムとして、dikesのような線状の貫入により、とけた地下深部の物質が注入するものを考えた。

海溝付近の震源を断面上にとってみると、海溝のところから、水平面と 45° の角をもったある平面の上に震源の集中がみいだされた。その面に平行に動く地殻物質のひきずりが、地震の原因だと考えられる。海溝において、地殻表面の物質は、地中深くもどって行くと考えられた。

太平洋のような海溝がある所では、大洋底は、どんどん広がり、しまいには大陸の下にもぐり込んでゆく。海溝のないところでは、大洋は拡大し、大陸を前の方に押しやったり、ひきさいたりしている。

現在の theory では、ほとんどの事象をうまく説明できるが、一部分うまく説明できないところもある。それで、より高次の総合化されたものが期待される、と最後に筆者は述べている。

(新大 服 部 昌樹)

Seismology and New Global Tectonics
by B. ISACKS, J. OLIVER & L.R. SYKES
(Jour. Geophys. Res., Vol. 73, No. 18
p. 5855~5899, 1968)

地震学的資料の広範な研究は、大陸漂移、海洋底拡大、トランスマントル断層や島弧での *Lithosphere* の押しかぶせ断層といった仮説を基礎とするニュー・グローバル・テクトニクスに対して広範な基礎の上にたつ強い支持を与えた。地震活動の現象は一般的にはいくつかの大きな動く *Lithosphere* のプレートの端やその付近での相互作用、その他の過程の結果として説明されている。世界の地震活動の大部分は、大安定地域を結合する狭い連続帯に限られる。海嶺の分歧地帯および水平ズリ運動の地帯での地震活動は概やかで浅く又、トランスマントル断層説と一致する。島弧の收れん地帯では地震活動は、浅いものと、下降する *Lithosphere* のスラブに限定されて配列する中、深発地震がある。発震機構の資料は、活動帯と隣接するプレートの運動の方向を与え、Le Pichon の全地球を 6 つの大きな剛体ブロックで表わしたモデルとよく一致した相関活動をあたえる。

島弧の浅発地震には 2 つの主要なメカニズムが見出される。海溝の内縁の下の地震活動の活発な地帯は、卓越する衝上断層によって特徴付けられ、その断層は 2 つの收れんするプレートの相互運動として解釈される。海溝とその外盤部でのそれほど活発でない地帯は、ふつうの断層で特徴付けられ、下降する *Lithosphere* のスラブの急な屈曲の表層的なあらわれと考えられる。

島弧における主な浅発地震帯の典型的逆押しかぶせ断層は一般的には、かなりの深さには存続しない。中、深発地震の機構における著しい規則性は、地震帯の地域的傾斜に、圧縮軸が平行する傾向にある。これらの影響は

降下する比較的強いスラブに歪応力をもたらすようである。ゆえにスラブの運動に平行な剪断変形は、おそらくマントルの隣接する履性部での流動や漸動に適応させられる。

ひじょうに正確な震源位置を入手できるトンガ島弧の一部での地震帯の厚さは、深さの範囲が広範囲なのに対して約 20 Km 以下である。*Lithosphere* の厚さには水平方向の変化がおこるようと思われる。そしていくつかの地域では最上部マントルの厚い部分を含まないであろう。

深発地震帯の長さは最近の 10 m.y 間の逆押しかぶせ断層の総量として現われているであろう。火山活動の存在とか多くのつなみの発生、大きな地震の頻発なども又、島弧での逆押しかぶせ断層やその速度に関係があるらしい。多くの島弧では、様々な弧の中で深さによってかなり変化する地震活動のうち深さでは第二にあたり最大の深さは下降するスラブの先導部（底部）付近に位置するらしい。これらの深さは逆押しかぶせ断層の速さと相関があるようだ。ある場合に下降するプレートはねじまげられるようにみえる。それらはマントル内部のより強い抵抗層に衝突しているからである。プレートの相互作用は少なくとも一つのプレートが海洋プレートである時よりもすべての入り組んだプレートが大陸又は大陸片である場合により複雑であるらしい。ニュー・グローバル・テクトニクスは、地震予知、地震看破や正確な地震現象の位置などを含む地震学のさまざまな題目や、地球の構造上の一般的な問題に対する新しいアプローチを示唆している。

—アブストラクトより—
(東教大 関 口 静 嘉)

Continental Margins ; A Model for Conversion
of Atlantic Type to Andean Type

by J.F. DEWEY

(Earth and Planet. Sci. Letters, Vol. 6, P. 189 - 197, 1969)

大洋には3つの主要な相がある。海洋底が拡大し—海洋全体は膨張するもの（大西洋相）、拡大し—収縮するもの（太平洋相）、拡大せず—収縮するもの（地中海相）であり、これらは連続的に発達する。

また造山帯にも正地向斜型と準地向斜型があつて、正地向斜造山帯は太平洋相の初期に、大西洋相の時にできたコンチネンタルライズから発達し、準地向斜造山帯は地中海相の最後の段階でできる。（Fig.1）

正地向斜造山帯は地震活動の活発な大陸縁辺にあって、モホ面の深いことと大洋地殻に

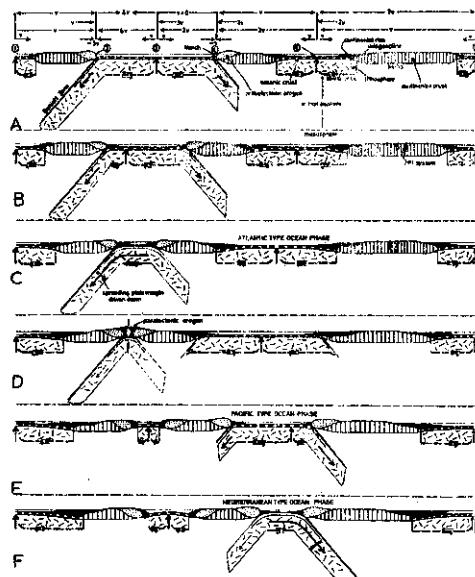


Fig. 1. Schematic sections along a great circle showing proposed successive relationships between plates, oceans, continents and orogenic belts. Lines A to D at the top of the diagram illustrate the following:

- A. Velocities of oceanic lithosphere growth at tensional plate margins and lithosphere loss at compressive plate margins.
- B. Velocities of plates with respect to plate margin 1.
- C. Velocities of plate margins with respect to plate margin 1.
- D. Velocities of separation or approach of adjacent plate margins, i.e. rate of plate growth or destruction.

似た地震速度の速い厚い中間層が特徴である。その発達の順序は、まず大西洋相の間に、miogeocline とコンチネンタルライズ堆積物ができる。太平洋相の初期に Benioff zone が発達してくると、玄武岩質の lithosphere が溶融し、安山岩質とソレーアイト質溶岩がコンチネンタルライズの海溝側の所に噴出する。強い圧縮によって海溝地域で低温・高圧型の変成帯ができ、次に造山時ハニレイ岩の貫入とともに高温低圧型の変成帯が大陸側にできる。さらに蛇紋岩の貫入、モラッセ凹地の沈降、などが起こる。このモデルで最も重要なことは、事象が時間と斜交することで、変形や変成作用、火山活動、花崗岩の貫入などがしだいに大陸側に移ってゆく。これは Benioff zone の拡大を造山の原動力と考える場合に、好都合なことである。

準地向斜造山帯は、ある大洋の収縮の最終段階で、大陸縁辺の間にできた堆積物の wedge が圧縮された時にできる。東地中海は閉じる段階にある大洋の例であり、ヒマラヤは準地向斜造山帯の発達がさらに進んだ例である。

後期先カンブリア紀以後の造山帯と大洋の縁には、はっきりした空間的関係がある。この関係は、大西洋相に始まり、Benioff zone の発達、太平洋相での正地向斜造山帯の発達、海嶺の沈入、地中海相の最終段階での準地向斜造山帯の形成と続く、大洋のサイクルに原因していると思われる。

したがって、大洋と大陸は後期先カンブリア紀以後、基本的には同一性を持っており、また正地向斜造山帯は根本的には lithosphere が失なわれることに関係しているものと考えられる。

（東教大 関根 勇蔵）

Plate Tectonics and Geosynclines
by J. F. DEWEY & J. M. BIRD
(Tectonophysics, Vol. 10, p. 625-638, 1970)

地向斜・造山帯が動いているというメカニズムは、長い間重要で興味をひく問題であった。様々なモデルが考えられ、現在の造構運動とも関係づけられて、モデルはより現実的なものとなった。

この論文では、地向斜の特徴をプレートが成長し消滅するということをみている。

本論文の基本概念は以下の点にある。

1. リソスフェアの厚さは、海嶺部で約10 Km、楯状地で約150 Kmである。
2. プレートは海嶺で発生、海溝で消滅する。
3. 大陸は受動的なものとして動く。
4. プレートの動きは全てが関連している。

以上の考えにもとづき、著者らはプレートが少なくとも過去10億年間存在していて、造山帯の運動はそのプレートの動きによっており、過去の地向斜の堆積物は、現在の世界の海や大陸縁辺のものと類似している、と考えている。

彼らのモデルの概略は次の通りである。

1. 海盆が開く。
2. 海溝-ベニオフゾーンの発達によるプレートの消滅がはじまる。
3. 海溝の中へプレートが落ち込み、海が収縮する。この時、大陸-島弧、大陸-大陸の衝突がある。

著者らは構造発達の様子を、Kay (1951) の地向斜構造の分類を基準にしてみている。この分類は、岩相・火山・造構運動を基準にしている。

プレートが成長する時期の例として、三疊紀のNewark盆地、スエズ湾、バイカル湖、ミシシッピー三角州、大西洋コンチネンタル・ライズなどがある。火山活動は、はじめ酸性・塩基性が混り合っており、プレートの拡大が進み大陸性の地殻がうすくなると、basalticな活動が海嶺部にあらわれてくる。

プレートが消滅する時期のものとして、北西アパラチアAlbemarle-Pawlettフリッシュ（オルドビス紀）(図A)・Basin and Range地域(正地向斜造山帯)(図B)・フィリピン海(小海盆)(図D)・日本-千島-アリューシャン弧(正地向斜造山帯)(図C)・日本-千島-ペルーチリ海溝、太平洋シルル紀のアパラチア大西洋(収縮する海洋)(図G)などがあげられている。火山活動は、カルクアルカリ性が主であるが、海溝部にはオフィオライト、太平洋の海嶺では玄武岩の活動がみられる。

(東教大 萩原茂)

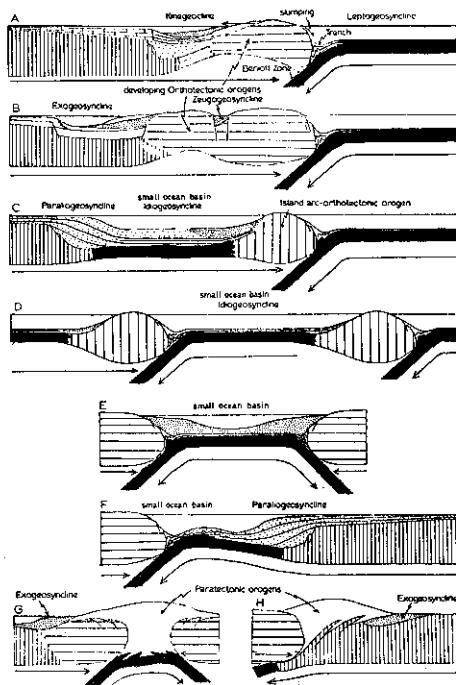


Fig. 4. Geosynclines associated with orogenic belts and contracting oceans.

Mountain Belt and the New Global Tectonics

by J. F. DEWAY & J. M. BIRD

(Jour. Geophys. Res., Vol. 75, p. 2625-2647, 1970)

大洋底の拡大は大陸がひき裂かれるところから始まる。すなわち、大陸地殻が膨脹し、地溝 (graben) が形成され、そこに粗粒の碎屑物が供給されると同時に、薄くなり割れ目のはいった大陸地殻を通して岩脈や岩床が多数貫入し、地表には火山が噴出する。バイカル構造帯はこの時期を示している。大陸地殻がさらに膨脹し地溝がひき裂かれると、そこに大西洋型大陸縁辺 (Atlantic type continental margin) とそれに連なる大洋地殻が形成される。紅海は大洋底拡大の初期相を示している。北米の大西洋沿岸は、三疊紀後期にアメリカプレートとアフリカプレートが分裂した結果形成されたもので、コンチネンタルライズの下に埋積されている深い凹地は、火山岩および粗粒碎屑物から成る厚い初期堆積物のつまつた、もとの地溝と考えられる。

大洋底の拡大がすすむと、大洋プレートはその密度と厚さに比例した速度で沈み始め、そこに海溝が形成される。沈み込んだプレートは 100 Km 以上の深部に達して部分溶融し、カルクアルカリ質および玄武岩質のマグマが発生する。海溝内の堆積物は低温下で強力な変形作用を受けて藍閃片岩になるのに対し、海溝の外側の火山噴出物を主とした地層は、マグマの上昇によって発生する熱により高温型の変成作用を受け、ここにペアの変成帯が形成される。海溝が大西洋型大陸縁辺のすぐ近くに発生すれば、上述のプロセスによりコルディレラ型 (Cordilleran type) の山脈ができるし、より離れたところに発生すれば同じプロセスで島弧が形成される。本州弧には、それぞれ三疊紀と白亜紀に形成された 2 対の変成帯があるが、これは 2 つの島弧が接合することによって、かつて両者の中間にあった大洋地殻が消失した結果である。

一方、大西洋型の大陸縁辺が島弧または他の大陸にぶつかる場合には衝突型 (collision type) ともいえる山脈が形成される。島弧とぶつかる場合には、メカニズムの点ではコルディレラ型の山脈の形成と類似するが、新らたな海溝が島弧の大西洋側に発生することから変成帯の配列などに違いが生ずる。大陸とぶつかる場合には、その結果できる山脈は大規模で、プレートがもぐり込む海溝部は幅広い変形帯におきかわる。北部ニューギニアの第三紀の褶曲帯は前者の例であり、アルプス、ヒマラヤやザグロス山脈などは後者の例である。

島弧にせよ、コルディレラ型あるいは衝突型の山脈にせよ、藍閃変成帯があればかつてそこに海溝があったということを意味する。また、オフィオライトは、大洋底拡大の初期に貫入したマントル起源の岩脈や岩床が、衝上運動の際にもみ込まれて山脈中にとり込まれたものと考えられる。

(東教大 杉 山 明)

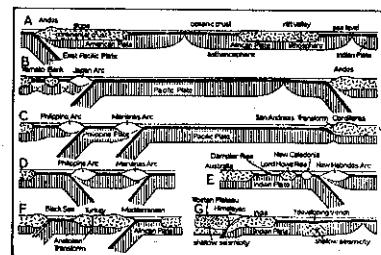


Fig. 2. Schematic sections showing plate, ocean, continent, island arc relationship. The ? developing trench indicated in (G) is from Sykes [1970].

Anomalies in Seismic Wave Velocity
and Attenuation with a Deep
Earthquake Zone (I) (II)

by T. UTSU

(Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. 7, Vol. 3
No. 1, p. 1~25, 1967 & No. 2, p. 65~84, 1968)

(I) の要旨

近地のまた遠地の深い地震のP波とS波の走時の研究から、かなりの地震波速度の異常があることがわかった。それは、日本海溝や千島海溝付近の地表から、日本海やオホーツク海下数100Kmの深さにまでびる、傾いた地震層 (seismic layer) にともなっているようみえる。この層は、上部マントルの同じ深さ近傍の部分に比較して、速度が早く吸収が相対的に小さい。両方の部分の速度差は、あらく見積ってP波 S波とも6%である。この事実は、上部マントルの組成、状態やそこに起っている過程の議論において、重要である。

(地調 鈴木尉元)

(II) の要旨

日本の下では、大部分の深い地震は、かなり薄い傾斜する層中に起る。この地震層とモホ不連続面との間の吸収部は、最近の日本の深い、また浅い地震に対する震度の資料を用いて、大まかに描くことができる。このようにして得られた low - Q 域の位置は、北海道のいくつかの観測所で記録された、近地地震の実体波のスペクトルの変化をも説明する。遠地地震の記録から、地震層の下にもう一つの low - Q 域の存在することが暗示されている。深い地震層中のQ値は、上部マントルの low - Q 域のそれに比して、少なくとも数倍高いようと思える。(地調 鈴木尉元)

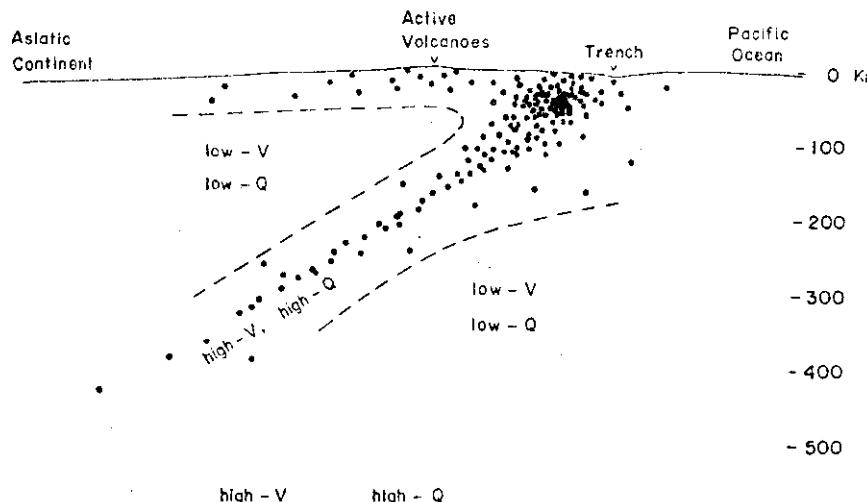


Fig. 40. A schematic representation of the upper mantle structure under northern Japan.

造山帯に関する最近の考え方

東大地震研究所 松田時彦

海洋底拡大説から plate tectonics に至る新らしい地球観からみた時、造山帯はどのように理解されるか、について述べる。

1960年代 1950年代の末には定着した地球科学上の主な成果は次の3点であったように思われる。①古地磁気学からの大陸移動説の復活、②マントル対流の上昇部としての大西洋中央海嶺の発見、および③海洋底の年令が大陸よりもはるかに若いらしいこと、である。

1961-62年の HESS (1962) や DIETZ (1961) の海洋底拡大説はこれらの新しい事実を全部よく説明するものであった。その数年前には地球膨脹を考えた海洋拡大説 (EGYED 1957, CAREY 1968) や、大陸地殻がその場で海洋地殻へ変るという大洋化説 (BELOUSSOV 1960など) が提出されていたが、HESS や DIETZ らの海洋底拡大説はその後の地球物理的観測事実に次々と支持・強化されていった。とくに地磁気縞模様の成因に対する VINE & MATTHEWS 説 (1963) や地磁気縞模様や中央海嶺の水平噴出に対する WILSON (1965) の transform fault の考えを経て、1967-1968年の plate tectonics の概念へ発展する (MCKENZIE & PARKER 1967, MORGAN 1968, HEIRTZLER et al 1968, LE PICHON 1968, ISACKS et al 1968など)。これらの主に 1968 年の諸論文によって plate tectonics の概念は、はやくも完成してしまった感がある。1969年からは「陸上地質家」が続々とこの考えに基づいた造山論を発表はじめた (DEWEY 1969a, b, HAMILTON 1969, DEWEY & BIRD 1970など)。

このように 1960 年代は海洋底拡大説に明け plate tectonics の開花に暮れた

が、他の面を見落すことはできない。それは環太平洋地域での造山帯研究の成果である。その主なものは、①高圧低温型変成帯の認識・paired metamorphic belt の概念 (MIYASHIRO 1961, LANDIS & COOMBS 1967, ERNST et al 1970 など)。②中生代後期花崗岩や酸性噴出岩の性状・意義についての研究 (地団研 1967, 1971, ICHIKAWA et al 1968, HAMILTON & MYERS 1967, USTIYEV 1963, 1970 など)。③弧状列島の性状、とくにその非対称性の実体と生きている造山帯としての評価 (たとえば Volcanic front など火山岩分布について KUNO 1967, SUGIMURA 1968, HATHERTON & DICKINSON 1969 など、生きている造山観について UYEDA & TAKEUCHI 1965, MIYASHIRO 1967, 上田・杉村 1970 など)。

これらの研究が指摘した造山帯の構造の非対称性、造山作用の現実存在観、高圧低温型などの変成帯の成因として海溝帯から斜めに下降するマントル対流の想定、花崗岩質マグマの大規模活動が侵入地帯でない所で生じているという「特殊性」、などは海洋底拡大説にはじまる新しい造山観と調和しており、その造山論に組みこまれている。

新しい地球観の造山論的意義

新しい地球観によると、造山帯は海洋リゾンスフェアがマントル内部へ沈みこむ地帯であり、造山作用はその沈みこみに起因する地学現象である。これに plate tectonics の概念を加えると、造山帯は次のように理解される。

1. 造山帯は現在地球上に現実に存在し活動している (造山作用に対する現実説の確立)。
2. 造山帯の出現位置 (リゾンスフェアの沈みこみ位置) はそれに先だつ地向斜 (堆積帯)

の位置（荷重）によって決定されない（地向斜沈降と造山作用との因果関係説の否定）。

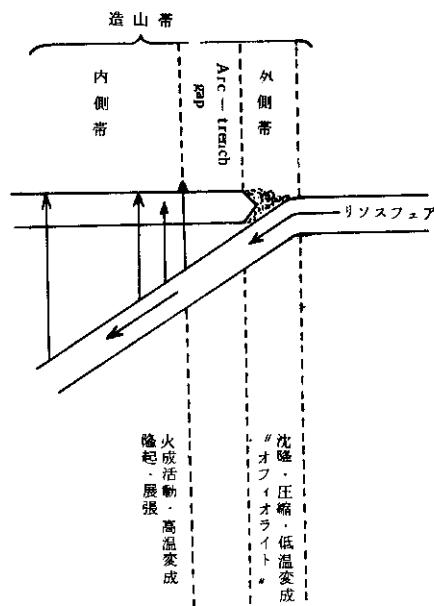
3. 造山帯の構造は基本的に非対称である。（造山帯内部構造の軸対称説の否定）
4. 造山帯は地理的に固定しておらず移動していく（固定観の否定）、他の造山帯や大陸と衝突することがある。そうでなくとも他の造山帯の発展とプレートを介して関連している。
5. 造山作用は、（大陸の分裂＝大洋の発生）→（大陸の移動＝大洋の拡大・縮小）→（大陸の衝突・融合＝大洋の消失）→という全地球的な輪廻の中の現象である。
6. 造山帯へのエネルギー源はマントル対流の運動エネルギーであるから、造山の熱エネルギーは、対流の沈みこみに伴って発生する（摩擦熱？）と考えねばならない。

造山帯の基本構造・種類・生長史

造山帯は基本的に、互いに対照的な性質を示す内外2つの地帯からなる。外側の地帯 (Outer belt) はリゾスフェアの沈みこみに直接関係して形成される地帯（海溝など）であり、内側の地帯 (Inner belt) は、斜めにマントルに沈みこんだリゾスフェアによってその上方の地殻に間接的に生じたものと考えられる（図参照）。両地帯の間には、非マグマ性の中間帯 (arc-trench gap) がある。

“中央構造線”が発達していることもある。外側帯・内側帯の区別は環太平洋地域では明瞭であるが、古典的なヨーロッパの造山帯では必ずしもそうでない。しかし最近では、それらを大陸塊の衝突によって複雑になったものとみなして、それらをも上述のような基本型へ分解して理解しようとする傾向がある。

造山帯は、沈みこみの場所（大陸縁か海洋中か）衝突の有無、衝突するまでの期間、衝突の相手（大陸か海洋性島弧か）などによって、でき上った構造は多様になる。DEWEY & BIRD (1970) は造山帯をまず非衝突型造山帯と衝突型造山帯とに大別し、さらにそれぞれの細分を試みている。



造山作用の開始・終止は、リゾスフェアの沈みこみのそれによって決まる。何時、何処で沈みこみがはじまり、どのような向きと速さでそれが進行し、どう終るかは世界的な規模でのプレートの挙動（あるいはマントル対流系）に関連している。これらの諸要因が造山帯の構造、発展史を大きく支配すると思われる。

たとえば、リゾスフェアの沈みこみの速さは、造山帯の奥行や内・外帯の性質の対照性の強弱を左右するかもしれない。

造山帯が対照的な性質を示す内外2つの地帯からなるとすると、今までの造山史の公式（地向斜期→造山期→続造山期→後造山期）は、そのいずれの地帯にもそのままではあてはまらない。外側帯は地向斜帯ではあるが花崗岩活動期がそのあとに続かないし、内側帯では地向斜の時期なしに、花崗岩質マグマの活動がいきなりはじまるようにみえる。新しい造山觀は、その発展史について新しい整理の方が必要であることを示している。

（本稿の内容の詳細は、「鉱山地質」特別号 4, p 1-16 参照）

<研究発表>

構造解析における Hafner モデルの 3 次元化

大阪市立大学 平野 昌繁

隆起帯内部に生じる応力状態とわれ目方位を研究するために考えられた解析的なモデルの代表として、Hafner(1951)によるものをあげることができる。Sanford(1959)のものも、実験結果との比較を容易にするために考えられた拡張もしくは改良モデルと考えることができる。これらのモデルと実際の地質構造の比較も Howard(1966) や恒石(1966)によつて試みられている。Hafner のモデルは convection current 規模のものを念頭においており、Sanford のそれは基盤の上にのる被覆層の変形を考えているが、これら対象のスケールや物性のちがいは、実際の地質構造にモデルを適用する際にはなんら妨げとならない。筆者は六甲山地で代表されるような西南日本内帯の基盤山地を念頭において考える。

Hafner や Sanford によるモデルはいわゆる 2 次元モデルであつて、隆起帯の延長方向に y 軸、重力方向に z 軸、これら 2 つに直交する方向に x 軸をとったとき、つねに $\sigma_y = \sigma_z$, $\tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$ である。したがつて、応力状態は σ_z , σ_x , τ_{xz} によって規定される。しかし、この状態に standard state における自荷重による差応力を加えれば、 $\sigma_z = \sigma_y$ という状態がくずれ、3 次元的な応力場が生じるのではないかと考えられる。

Standard state として、側方へのひずみがゼロであるとして求められた Price(1959) のいうそれを考えると、

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z / (m-1), \sigma_z = \rho g z \quad (1)$$

である。岩石では一般に $m > 2$ であるから、 $\sigma_z = \sigma_x$ となる。Anderson(1951) のいう standard state は(1)において $m=2$ としたもので、(1)の中に含まれる。従来は Anderson の standard state を考え、自荷重は岩石の破壊に関係しないという説が支配的であったが、岩石破壊における封圧効果や、岩石中で

は必ずしも $m=2$ でないことに留意したとき、やはり Price の standard state とそれに伴なわれる自荷重による差応力を考えるべきであろう。

Price の standard state にある地殻の一部に造構応力が加わるとする。それが Hafner が議論したようなものであるとして、それは ブロック底面における境界条件として与えることができる。一般的にはそれは

$$\begin{aligned} \sigma_z &= \sum_m A_m \sin \alpha_m x \\ \tau_{xz} &= \sum_m B_m \cos \alpha_m x \end{aligned} \quad (2)$$

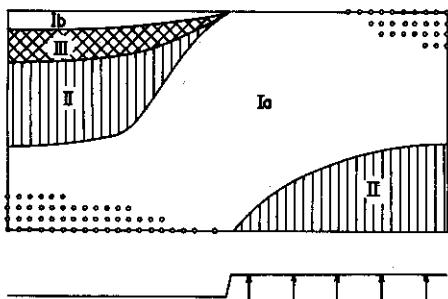
というかたちになる。地表面において $\sigma_z = 0$, $\tau_{xz} = 0$ とすれば、これらの条件をもとにブロック内の応力計算ができる。

このとき、ブロック内においては一波長または半波長ごとに x 方向の変位がゼロになっている。 y 方向の変位も 2 次元モデルであるから当然ゼロである。したがつて、一波長または半波長を単元として各ブロックは側方への変形が妨げられることになる。それゆえ、(1)と(2)を重ねあわせることによって、Price のいう Standard state にある岩盤に Hafner のいう造構応力が加わった状態を議論することができる。

このとき、対象とする構造によって物性定数やスケールが異なるわけであるが、電子計算機を用いた数値実験ではこれらを全く任意に選べるし、モデル実験におけるように相似律を問題にする必要はない。ここでは西南日本内帯の花崗岩でできた断層地塊を考え、波長を 20 Km (隆起帯の巾 10 Km)、ブロックの厚さ 5 Km (いわゆる弹性波速力 5 Km/sec, の部分)、岩石の密度 2.7 g/cm^3 、隆起部と沈降部における σ_z の jump 約 270 Kg/cm^2 (したがつて、応力差が上昇運動で補償されたとすれば、約 1 Km の断層崖が生じる)、ボア

ソル数は 4 というように考える。底面における応力分布とくに σ_3 はそれをステップ関数で与え、フーリエ級数の最初の 20 項を用いて近似計算する。

造構応力に body force を加えたブロック内の応力分布を求めたところ、従来いわれている σ_1 と σ_3 が回転による隆起軸に平行な走向をもつ正断層からスラストまでのあらゆる漸移的な断裂のほかに、 $\sigma_y = \sigma_3$ となる部分が予想通り隆起部深所と沈降部浅所に生じる。主応力軸のかたむきを考慮に入れると、沈降部浅所では横ずれ断層が生じうる領域（上部）と隆起部の軸に直角な走向をもつ正断層の領域（下部）が識別できる。隆起部深所には後者だけが生じる（第1図）このように、body force を考えに入れる、ひとつの隆起帶もしくは沈降帶の内部にさまざまな造構応力場が区別できるので、特定方位のわれ目の成因を議論するうえでも注意が必要であろう。



第1図

自重を考慮に入れた場合の隆起帶内部のわれ目の方位。Ia は隆起帶方向の正断層および高角逆断層の領域、Ib は同じ方向のスラストの領域、II は隆起帶に直交する走向をもつ正断層の領域、III は隆起帶に斜交（ σ_3 はそれに直交）する横ずれ断層の領域。白丸印は破壊条件がみたされる地点（本文参照）

もちろん、実際のわれ目の生成ということになると岩石の破壊条件という問題があつて容易ではない。花崗岩類に関する破壊実験の結果を考慮に入れ、剪断面の交角 2θ を

$$2\theta = 35^\circ + 0.02\sigma_3 \quad (3)$$

として Coulomb - Mohr 式で判断すると、cohesion を 150 kg/cm^2 としたときの最も著しい破壊領域は沈降部の深所と隆起帶の浅所にできる。このうち後者は Sanford の実験でも生じている。これはよいとしても前者は Sanford の実験ではみられない。Okusa (1968) の方法で既存われ目（隆起軸に平行で垂直）の効果を考えに入れてもこのことはかわらず、沈降部深所ではやはり剪断面が新たに形成される。このことは、既存われ目と岩石物性だけでなく、Sanford の実験と Hafner モデルの差ということに關係してくると思われる。

いずれにせよ、Hafner モデルに Price のいう standard state における body force を導入することによって、隆起帶内部における 3 次元的なわれ目の方位の解析のひとつのいとぐちはえられるようと思われるが、どうであろうか。

文 献

- HAFNER, W. (1951) Stress distributions and faulting, Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 62, 373-398.
- HOWARD, J.H. (1966) Structural development of the Williams Range thrust, Colorado, Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 77, 1247-1264.
- OKUSA, S. (1968) Sliding condition in weak planes in the crust, Jour. Geol. Soc. Japan, vol. 74, 511-520.
- PRICE, N.J. (1959) Mechanics of jointing in rocks, Geol. Mag., vol. 96, 149-167.
- SANFORD, A.R. (1959) Analytical and experimental study of simple geologic structure, Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 70, 19-52.
- 恒石幸正 (1966) 阿武隈山地広野地域の地質構造, 地質調査報告, vol. 44, 749-764.

総 計 論

1 話題提供

はじめに東教大和田氏より、プレートテクトニクスの根拠に対する反論の一例として、次の論文が紹介された。

RUTTEN, M.G. (1971) : Iceland and Mid-Oceanic Ridge. Marine Geograph. Res., No. 1, p. 235-247.)

(要旨) アイスランドの中部を横切る *graben* は、大西洋中央海嶺の上陸した *rift* だといわれているが、地質学的には、そうはいえない点が多数ある。第一にアイスランドの *graben* は、海底の *rift* にくらべてより広い。すなわち、幅が最大 200 Km、せまい所でも 100 Km はあり、広い所ではその中に *horst* が認められる。*Graben* の中は裂かによって拡がっているといわれるが、裂かによる広がりを全部合わせても大した量ではない。裂かは、むしろドーム状隆起に伴なう表層部のものであろう。また、*graben* は底が浅く、第四紀火砕岩類のカブリは 1 Km 内外にすぎない。ゆるやかにたわんだ谷と考えられる。もしも *graben* が拡大する中心部であるならば、両側の地質が対称的であると考えられるが、アイスランドの地質は非対称的であり、西半分は *oceanic basalt* から成るのに、東半分は *acidic rocks* が半ばを占めている。海底の *magnetic lineations* はアイスランドとつながらない。同島の異常は火山の多いところで強い。

2 一般討論 感想

主として、われわれはプレートテクトニクス（以下プレートと略称）にどうたちむかうか（肯定的であっても否定的であっても）について意見・感想が述べられた。

（文責・編集部）

和田（東教大）：今回の紹介は非常に参考に

なったが、論文の多くは、データの解釈から仮説の提起、仮説からの演繹といった面が主であった。今後は、むしろデータそのものの意味、データのとり方などについて、その道の専門家（地物屋・岩石屋など）から、基礎的な話をじっくり聞きたい。いろいろな論理の積み重ねが行なわれているが、その前提となるものをチェックしてみる必要がある。あやふやな仮説の上に「屋上屋を重ねている」おそれがある。事実が一番重要であって、その意味では地質屋の責任は大きい。

三梨（地調）：賛成。プレート論者の「論理的帰結がこうなる」ということを学ぶのは必要だが、同時に専門家から話を聞くのも有益だ。専門以外の分野を紹介するときには、肩ひじ張って弱点をカバーしようとするが、本当に自分の専門の話をするときは、自信があるせいか（？）そのデータのもつ限界や弱味についても正直に話してくれるものだ。ここで杉村さん（東大）のメモを紹介しよう。

A	基礎的な研究 やデータ	... low velocity layer などの観察とした成果
B	おもいつき 総合・観念連 合・計算	... 最近 10 年間の興奮期の もので玉石混淆（重要なものはわずか）

ここで杉村さんは上の図式の A が重要だといっている。

和田（東教大）：（「朝日ゼミナール」にのった秦・竹内の論説、立見氏らの座談会の記事、ソ連のアイスランド付近の海洋調査などの紹介があった。）

平野（大阪市大）：今日はプレートと関係のない地殻内の応力のモデル化の話をしたが、この程度の規模では、今のところ境界条件の外である。しかし、将来は境界条件としてグローバルなものもかかわってくるかも知れない。

プレートに関与できるデータの集め方が問題である。

垣見（地調）：地質屋はメソあるいはミクロなことをやっている人が多いから、プレートに異和感を持つ人が多い。私は南関東の応力場の復元をやっていて、どうも水平応力が加わっているらしいと考えている。だから、その作業仮説としてプレートに興味をもっている。しかし、horizontalであれば、他のモデルでもよい。

藤田（東教大）：2つの道があるのではないか。1つはプレートからローカルなことを内挿するやり方と、もう1つは身近なところからやっていって、どこかでグローバルなことにぶつかるだろう、というやり方である。

垣見（地調）：プレートの仮説としての魅力は、論理的でわかりやすいということと、それによって検証可能な演繹命題がいろいろな分野で出されるということ、もうひとつは世界を一元論的にみられるということだと思う。

藤田（東教大）：マントルについては不明ことが多い。垂直説による一元モデルは当分出ないだろう。

三梨（地調）：垂直説好きだけれど、どうもグローバルにならなくてね。

平野（大阪市大）：変形速度論、メカニズム論などもうひとつ上の次元に到達した時、このモデルについても批判できるのではないか。

藤田（東教大）：プレートは海から出た仮説で、今後陸上でためされるであろう。陸上では、優地向斜・劣地向斜の問題などの解釈にまだ大きな無理があると思う。グリーンタフの構造論などもはたしてこれで解釈できるのかどうか、今後大いにやるべきテーマだろう。

宮口（東北大）：プレートはどうも大きすぎることと、単純すぎることで、今の自分の仕事と直接結びつかない。自分では、当分すなおな眼で自然を見ていくことのほうに喜びを感じる。

高橋（新大）：今度の勉強会は有益だった。自分の専門でないところが理解しきれなかっ

た。今後専門家の話を聞き、基礎を学びたい。

平野（大阪市大）：前に言った通り、データから論理を組立る思考過程が重要なので、プレート論はその勉強に有益である。しかし、これにふりまわされる必要はない。

加藤（東教大）：一般教養としておもしろかった。自分の仕事では境界条件の外という感じである。

横田（大阪市大）：プレートの問題がよく理解できてよかった。地質屋の得るデータの質は、ローカルには精度が高いが、広域的に同精度であるものが少なく、グローバルな問題を扱うには弱点だろう。同精度で全域をカバーする必要がある。

平山（地調）：自分のやっている单層解析の仕事とどう結びつくのかは、まだわからない。どうも、大きいことはいいことだ、という観念があるようだが、小さいことも重要であることを強調したい。仮説について、日本では敏感に反応する人が少なすぎるのではないか。日本の中で独自の仮説を出す人がいない。たまにいても足を引っ張ってつぶす傾向がないだろうか。

赤羽（金沢大）：大陸移動からの流れをみると、考えたのはイギリス人（正確には非アメリカ人）、計算したのはアメリカ人という感じである。われわれ自身も新しいモデルをたてる必要があるのではないか。グリーンタフ変動などで、多くの人が目的をもって共同して仕事をやりたい。

杉山（東教大）：すでに基礎のある人が、プレートをひとつのモデルとして扱うのならないが、興奮期におかれた学生・院生はどうしてよいか困る。アセリも感ずる。方法論を学ぶ必要もあると思う。

米道（東教大）：藤田さんの考え方（プレートは陸上では問題のある仮説）に同感である。

関口（東教大）：自分のキャリアやスケール、リーダーの考えに応じて、手前ミソの概念をたてることになりやすいことを自戒している。

衣笠（地調）：2日間ピッシリやって少々ウ

ンザリして来た。今後は杉村さんの図式のAを時間をかけて勉強したい。Bの方は一歩はなれてみつめたい。

今永（神奈川県博物館）：足柄層などを調査しているが、地向斜～造山論の立場からブレートを勉強したい。

藤田（東教大）：「科学」の5月号の都城氏の論文の最後に、DEWAYの造山論の紹介をしたあと、これはファンタジーにすぎないが、地質をおもしろいものと考えよう、という意味のことが書いてあったが、逆の意味でおもしろかった。（正確に引用すれば、「もし科学というものが実証的なものだとすると、こういうファンタジーは当分科学の範囲にはいりそうもない。しかし多分、科学というものを、あまり固くるしく理解しすぎないほうが、おもしろそうである。」）

小玉（地調）：そういうファンタジーのような説でも、バカにしないで積極的にとりくもう。夢をもってやろうということですか？

藤田（東教大）：そうではなくて、地質学をおもしろがってやるという考えでよいのか、と感じたということです。ブレートに関連していえば、日本の地球科学は、ブレート説に乗っかることではたして世界的になるだろうか、地球科学の伝統が正しく継承されるのだろうか、という感じがする。

平山（地調）：日本の地質屋はどうもモデル化がへたくそだという気がする。モデルを積極的にやろうという気がないのでないか？ブレート仮説を受け入れるかいられないかのいずれの立場に立つにせよ、ひとつの仮説から演繹命題を導びいて研究をすすめることが、科学を発展させる道だと思う。

藤田（東教大）：地質屋が抽象化する面が弱いことは認めよう。しかし、抽象化が弱い原因はどこにあるのか？ 外国のものばかりありがたがって受取りするという日本の科学のあり方に問題があるのではないだろうか？

また、教育のしかたにも問題があると思う。

平山（地調）：われわれ日本人は、多神教的環境にあるせいか、他の神を認めないと強い一神教的な環境の中で育った外国人にくらべて、一元論的に割切ってトコトンまで行く思想が少なく、あれもよしこれもよし、となりがちである。むしろ受け入れるなら、トコトン受け入れないからまずいのだとおもう。

藤田（東教大）：それは必ずしも合理精神がないからだとは思わない。

垣見（地調）：今のやりとりは、「仮説をどう扱うか」という議論だとおもう。地団研の総会でも問題にされたが、私はこの議論をもっと深めたいとおもう。私自身はブレートを「作業仮説」として利用していきたい。最近のはんらんしている論文の多くは、ブレートを検証するというより、むしろブレート説にのっかって諸現象を解釈するものが多い。

しっかりしていないデータに基づく解釈は仮説と共に去りぬ！ ということになりかねない。逆にいえば、データが確実ならば、仮説がパアになっても立派に生き残るだろう。今はそんな時代だと思う。逆にこのことを念頭においておけば、相当大胆に仮説にのっかってよいとおもう。（ここで、BONATTI (1971) : Ancient Continental Mantle beneath Oceanic Ridges. JGR, Vol. 76, No. 17. の簡単な紹介があった。）

小玉（地調）：賛成だが、いざ実際にデータをとろうとしてやってみると、データのとり方がやはりモデル（仮説）に制約される面もある。

垣見（地調）：最後に会長として一言。論文紹介の仕方は、正直いって玉石混淆だったとおもう。若い人は、論文の中で筆者が訴えたい骨子とその意義をすばやく読みとって、それを紹介することができるように訓練して欲しい。

（司会 岩松 暉・小玉喜三郎）

< 報 告 >

PRICE はいかにして三軸応力
下のポアソン比を測定したか?

新潟大学 植 村 武

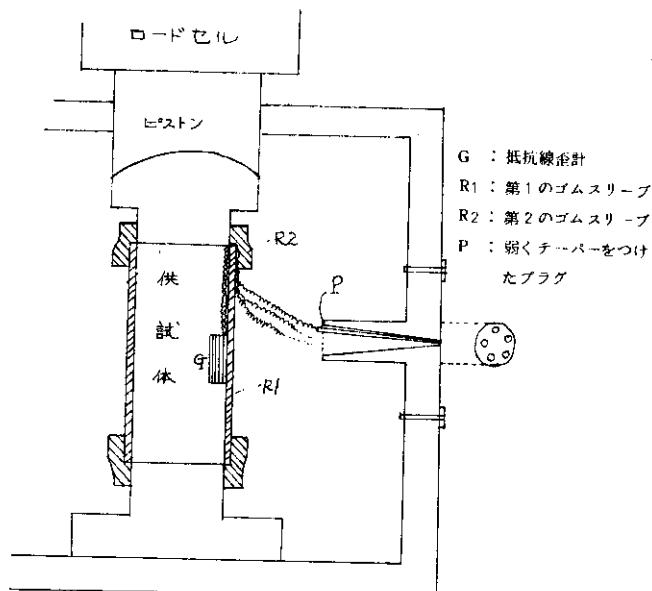
岩石を弾性体とみなして破壊や変形の議論をすることができる場合、ポアソン比が重要な弾性常数となることはよく知られているところで、例えば垂直応力を σ_v とすると水平応力 $\sigma_{II} = \sigma_v / (m-1)$ で表わされ、 m がポアソン数である（ただし水平方向の歪はないとする）。そこで種々な岩石の m が三軸応力状態の下でどのような値をとるかを測定することが大へん重要な仕事になり、PRICE (1958) の論文が注目されていたが、特殊な出版物のため日本では入手できなかった。何とか数部を著者からもらって配布しようと考えたが著者自身すでに別刷余部がなく、自分用のを貸してくれて読み終えたら返してくれというしまつなのでやむなくコピーをとって日本に送った次第である。一読を御希望の方は新潟大・地鉱の岩松暉さんにどうぞ。

PRICE, N. J. (1958) : A study of rock properties in conditions of triaxial stress.

Proc. Conf. on Mech. Prop. Non-metallic Materials, p. 106-122.

これには装置の写真や図ものっているのでよくわかるが、要するに彼は供試体（1インチ \times 2インチ ℓ ）に抵抗線歪計をはりつけ、それにゴムスリーブをかぶせて三軸容器に入れ、リード線をとりだして直接測定を行ったのである。ゴムスリーブによるシールとリード線のとりだし方がテクニックとして興味があるが上の論文では不明なので、直接著者に聞いてみた。（彼は多忙でなかなかつかまらない。）

PRICEはわりに身なりのきちんとした童顔で小肥りの大きな人である。机のひきだしからキャラメルを2個とりだしてそのひとつをすすめながら、何やらあやしげな英語で問い合わせた（であろう）私に親切に図解してくれたものである。ポイントは供試体末端にゴムスリーブを二重にかぶせるのとプラグのデザインにある。（ロンドンにて、11月）



イギリスの構造地質研究グループ

新潟大学 植村 武

The Geological Society of London の中に4つの Specialist Group があって、そのひとつが、『Tectonic Studies Group』とよばれ、Imperial College の J. G. Ramsay 教授が議長に選ばれている。1971年12月16・17の両日、このグループの第2回目の会合が Manchester 大学で開かれ、出席の機会を得たので簡単に報告する次第である。

テーマは「スレートへき開と片理、その他」で講演数は23,1人30分づつで2日間とも朝から晩までいっぱいの日程であった。はじめ1日半の予定で計画されていたのが、講演申込みが意外に多く、そのためまる2日間にならざるを得ない。サンプルや装置・資料の展示もあって興味を惹いた。

出席者は名簿によると120名でそのうち26名が Imperial College (以下 I.C. と略記) の人で、講演者は23名中5名が I.C. の構造地質の人間であった。会場でみたところでは全部で180名ほどの出席者がおり、I.C. からは大学院生を加えると26名以上のように見受けられた。また、講演者の中には、I.C. 以外の人でも Ramsay 教授に謝辞を述べたり、彼の仕事を引用したりする人が何人かいて、現在の英国の構造地質学界における『Ramsay School』の大きな指導力を感じさせられた。

テーマが先に記したようなものであったためかもしれないが、いわゆる構造発達史的な講演はごく僅かであったし、その中で『Plate tectonics』に触れたのは、『The Insubric Line (アルプスのベンニン帶南限の構造線)』という話をした Edinburgh 大学の Johnson という人1人であった。彼が「この構造線は、かつて

の Oceanic Crust の沈みこみの位置に形成されたものと思われる」などと云うと会場内には失笑～冷笑の声が満ちあふれ、気の毒なくらいであった。筋のとおった反対論を持っているというわけではないようであるが、どうもまともに相手にしたくない、といった態度のように見受けられたのは若干気がかりでもあった。ついでに触れると、I.C. の構造地質の研究室の人は実験室と理論室も実に field をよくやっているが、主要なテーマが岩石の変形問題であるせいか「プレート・テクトニクス」にはきわめて冷淡のようである。ともあれ、講演の題目を以下に記す。

1. A.W.B. Siddans: The development of slaty cleavage in a part of the French Alps.
2. P.L. Hancock: Field characters of hydraulically developed fracture cleavage.
3. N.J. Price: A possible mechanism for the development of fracture cleavage.
4. J.G. Ramsay and I.Allison: Schistosity in deformed granitic rocks from the Swiss Alps.
5. B.E. Hobbs: Electron microscopy of mylonite.
6. P.F. Williams: Differentiation and the development of foliation in rocks and rock analogues.
7. R.G. Park and R.C. Standley: Foliation and deformation in Lewisian Scourie dykes.

8. A. Beach: Metamorphism and deformation in shear zones.
9. P. S. Kenan: Strain associated with the intrusion of the Leinster Granite.
10. C. J. Talbot: Strain fields and strain paths in some gneisses deformed in the upper amphibolite facies.
11. J. Watterson: The space problem of large scale irrotational strain.
12. B. Chadwick: Structural evolution of an internal part of the Caledonides of East Greenland.
13. W. H. Owens: Modification of angular distributions by strain.
14. D. Wood: Strain and cleavage.
15. M. R. W. Johnson: The Insularic Line.
16. J. L. Roberts and D. J. Sanderson: Oblique folds: a quantitative model and distribution in the Dalradian of the S.W. Highlands of Scotland.
17. T. B. Anderson: The relationship between kink-bands and shear planes in experiments on the deformation of slate.
18. P. D. Ryan: Recent developments in the study of the Pre-Cambrian of the Massif Américain
19. S. White: Cause and origin of strain features in some metamorphic quartzes.
20. J. G. Ramsay: A new interpretation of slickensides.
21. K. S. Jeffery: A computer based technique of deformation analysis.
22. B. C. Webb: North-South trending precleavage folds in the Skiddaw Slate Group of the English Lake District.
23. J. Starkey: The application of X-ray diffraction to the determination of crystal orientation in rocks.

あらかじめ 10 行前後の演旨が配布されていたので話の筋はよく理解できた。4 の講演には 40 分の 1 のスケッチが展示されていた。5 と 6 は New York 州立大の人で、6 ではガスで封圧をかける型式の三軸試験機を用いているのが注目された。17 の三軸試験機は油圧式のものである。

総じて鬼面人を驚かすようなものはないが、がっちりしたデータにもとづく論理の構成が印象的で、特に「歪論」とでもいうべきものにそのことを強く感じた次第である。

(ロンドンにて)

<研究室めぐり> ②

— 工業技術院 地質調査所 —

I スタッフとテーマ

藤井敬三（燃料部）有限要素法による構造解析

平山次郎（地質部）堆積作用と構造運動の研究

星野一男（燃料部）岩石物性の研究（在スイス）

垣見俊弘（地質部）南関東のNeotectonics

神戸信和（地質部）中生代の構造運動の研究

衣笠善博（地質部）光弾性実験

小玉喜三郎（燃料部）褶曲のモデル実験

小出仁（鉱床部）岩石物性の研究

三梨昂（燃料部）新第三系の構造運動の研究

中嶋輝充（鉱床部）堆積作用と構造運動の研究

滝沢文教（地質部）牡鹿半島中生層の堆積作用と構造運動の研究

鈴木尉元（燃料部）地震のメカニズムと構造運動の研究

II 主な施設

A 三軸圧縮試験装置

最大軸圧 50 ton、最大封圧 4,000 kg/cm² 間隙水圧の調整可。

この他に中圧三軸圧縮試験装置が整備されつつある。一軸圧縮試験装置、弾性波速度測定装置も使用可。

B 褶曲のモデル実験装置

粘土等不透明材料を使って褶曲の内部構造を検討するために使用。ピストンの昇降速度可変。コーンプレート型粘度計（～10⁶ poise）もある。

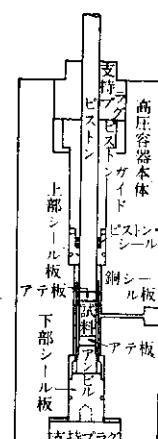
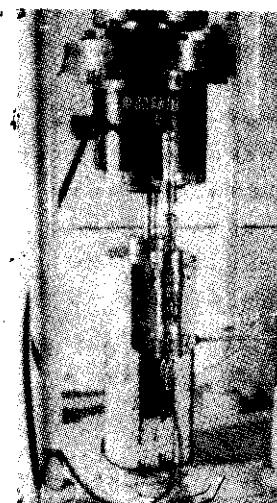
C 光弾性実験装置

理研 300 箕。現在は自荷重のみによるモデル実験を行っているが、47年度には強制加重装置を取り付ける予定。

III 研究体制

会員はいくつかの部課に分かれ、また庁舎も溝ノ口と河田町に分かれているため、調査所内の会員相互の交流も十分とはいえないが、昨年から Tectonophysics 談話会を月 2 ～ 3 回開き、研究発表や論文紹介を行なってレベルアップを目指している。（所外の人の発表大歓迎）

実験施設はしだいに整備されつつあるが、スタッフも限られており、それぞれ別のテーマの研究に従事している事もあって、それらの実験施設はフルに動いているわけではない。調査所が構造地質の学問的なセンターになろうと努力はしているが、当面施設の面でのセンターとして利用していただきたい。



説明図

第2図 高圧試験容器

< ニュース >

新津構造団研（仮称）結成のよびかけ

地団研高田支部構造地質研究グループ

新潟油田地域は、油田褶曲の標式地として、非常に古くから研究されてきた。しかし、層位学的もしくは生層序学的な研究が主で、構造物理学的な研究はまだ緒についたばかりである。油田褶曲のメカニズムについても、大別すると、横圧力説と基盤の昇降によるという説が並列していて、未だに決着がついていない。この議論をもう一段質的に高めるためには、地域地質から地史を編むだけではなく、やはり構造物理学的な立場からの正確な歪像（strain picture）の把握と、理論的実験的研究の検証が不可欠である。

さいわい、新津油田地域は小断層がよく発達し、しかも比較的露頭条件にめぐまれている。さらに、明治以来の石油採掘に伴なって、ぼう大な地下のデータが蓄積されている。これらの点から、新津地域は、油田褶曲の研究にとって絶好のフィールドである。そこで、新津油田の構造地質学的な団体研究をよびかけるものである。よびかけ人の考えた要綱は次の通りである。多くの方の参加を希望する。

記

① 名 称 新津構造団研（仮称）

② テーマ

大テーマ…油田褶曲の形成 機構の解明
中テーマ…新津背斜の形成 機構の解明
小テーマ…新津背斜の歪像（正確な構造形態）の解明と応力場の

復元

③ 研究手法

小断層解析法と層相層厚法を駆使した構造地質学的野外調査、及びボーリング・データなど地下のデータの収集。
三軸圧縮試験やモデル実験も併用する。

④ 組 織

構造地質学のプロおよびプロをめざす人を対象とする。もちろん、他の人の参加を拒むものではない。
事務局を新潟大学理学部地鉱教室におく。
構造地質研究会とは密接な連絡をとる。

⑤ 普及活動

小断層解析法の技術講習会の開催
小断層解析法の解説書の出版
巡査案内書（地団研高田支部）への寄稿

⑥ 当面の予定

1～3月 地下のデータの収集
春 休 み 予備踏査（まだ積雪が予想されるため新大関係者のみ）
4月学会 小断層解析法解説パンフ発行
5月連休 小断層解析法技術講習会（講師：地調 垣見俊弘氏）もかねて第1回団研
8月中旬 第2回団研

⑦ 連絡先

新潟市五十嵐2の町8050
新潟大学理学部地鉱教室 岩松 聰
(地団研機関紙「そくほう」より転載)

構造地質実習テキスト 「小断層解析法」発行//

岩松 聰著・垣見俊弘監修

B6版 55ページ 予価200円 4月上旬発行

もくじ 断層の幾何学

断層の力学

小断層の観察記載

構造応力場の空間配置とその変遷史

日本における研究例

文献リスト

付録 ウルフ網・シェミット網

編 集 後 記

本号は冬の学校の特集号としました。会員の研究紹介が少なく残念です。投稿をお願いします。なお、前号から文献リストの掲載を中止していますが、やはり続けたほうが良いでしょうか。ご意見をお寄せください。

今回は投稿要領を無視した原稿が多く、割りつけに苦労しました。図の大きさを考えて、原稿の長さを調節してください。また、電子リコピーや鉛筆書きの図は、きれいに印刷できませんので、やめてください。再度投稿要領を載せますから、ご協力ください。

投 稿 要 領

- (1) 指定された行数を守ってください。1行でも多いと困りますし、あまり少なくて余白ができると困ります。刷り上がり1ページは、標題・氏名を除いて図なしで本文20字詰74行、2ページで156行(以下1ページ増すごとに82行増)です。図が入る場合は、その分だけ本文を減らしてください。縦5cmの図で11~12行つぶれます。縮尺を考えて、ご自分で計算してください。
- (2) 原稿は楷書で(英語は活字体で)きれいに書いてください。欄外追加や削除は割りつけが大変ですので、なるべくご遠慮ください。
- (3) 当用漢字・新かなづかいでお願いします。もちろん、誤字脱字は困ります。脱字はタイプの場合、活版のように順送りできず、打ち直さなければならないので、特にご注意ください。
- (4) 数字は1マス1字、英語は3マス4字の見当です。ただし、mm cm Km °C %などは1字分です。
- (5) 図表は製図用黒インクできれいに書いてください。ゼロックスはなるべくさせてください。写真はコントラストの強いものが良く出ます。
- (6) 図表類は、縮尺を○○cm×○○cmと指定し、原稿に入れる場所を明示してください。キャプションは、写植で入れますので、別紙か、欄外の図から離れたところに書いてください。

1972年2月29日発行

編集発行 新潟市五十嵐二の町8050

新潟大学理学部地質鉱物学教室

構造地質研究会

事務局 東京都文京区大塚3-29-1

東京教育大学理学部地質鉱物学教室

藤田至則研究室内