

プレートテクトニクスからブルームテクトニクスへ

海洋研究開発機構

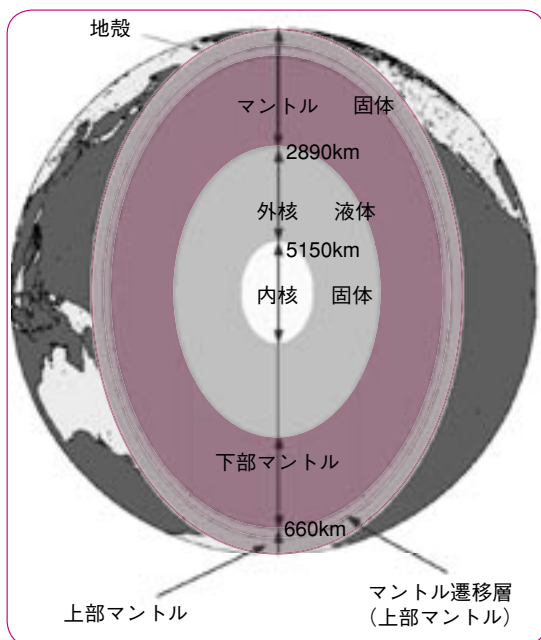
1. 地球の内部構造

半径6,400kmの地球の内部を知るには、深くまでボーリングして直接サンプルを入手すればわかる。ところが現在の最先端の技術でも世界で最も深いボーリング孔はロシアのコラ半島で掘られた約13kmで、地球の半径の約500分の1程度でしかない。地球の内部は実は聴診器を当てて人間の体内の様子を知るように、地震波によって知ることができる。20世紀の前半に地震の研究から、地球の内部は大きく3つの密度の違う物質でできた層状の構造をしていることがわかった。それらは表層から地殻（約0～70km）、マントル（70～2900km）、核（2900～6400km）で、卵の殻、白身、

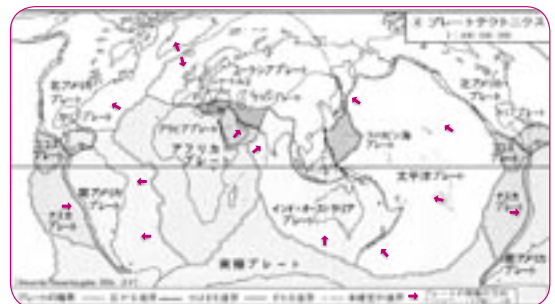
黄身に相当する（図1）。これらの構造はできている物質とその物性によって決まる。地震波は物質によって伝わり方が異なる。一方同じ物質でもそのおかれた物理条件、例えば温度、圧力、水の含有量などによって物性が異なる。地球の表層の地殻と地殻に近い上部マントルを合わせた100kmほどの部分は、比較的固い岩石からできている。それを「リソスフェア」と呼んでいる。それより深いマントルでは、部分的に溶けかかったあるいは一部溶けている柔らかい部分が存在し「アセノスフェア」と呼んでいる。

2. プレートテクトニクス

プレートテクトニクスの考えは1960年代の終わりに主として地震の研究者から提案された。地球の表層が10数枚の『プレート』と呼ばれる厚さ100kmほどの板で構成されていて、これらの板が互いに「離れる」、「すれ違う」、「衝突する」という3つの要素によって運動し、その結果地震や火山そして山脈の形成などといった地球科学現象の多くが説明できるとする説である（図2）。



（図1）地球の内部構造
〔画像提供：吉澤和範（北海道大学）〕



（図2）『新詳高等地図』裏見返し

大陸移動説が出る前まで地質学者たちは、「山はどうしてできるのか」といった大きな問題は「地向斜」造山運動という考えで説明してきた。地向斜造山論の考えは、大陸の周辺には狭くて細長くて沈降している場所があり、そこに厚さ1万mにも達する堆積物がたまる。やがて地向斜にマグマの貫入などがおこり堆積物は褶曲し、変形作用や変成作用を受けて隆起した部分は山脈になり沈降の場所が隆起に転じる。すなわち垂直運動で説明するものである。

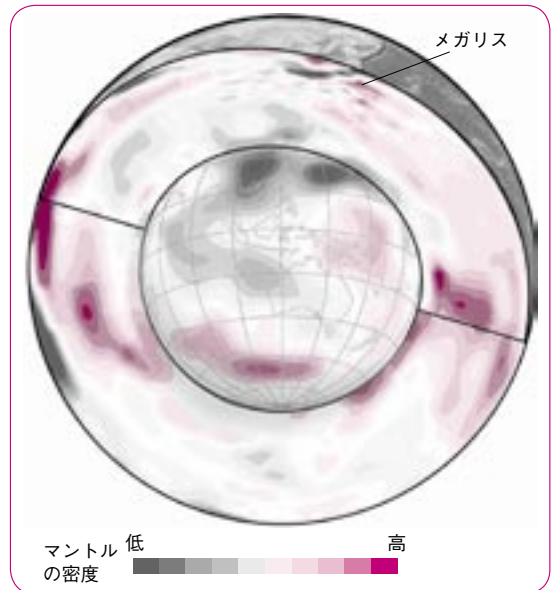
1912年のことであった。ドイツの若い気象学者であったウェゲナーは世界地図を眺めていて、南米の東海岸の形とアフリカの西海岸の形があまりにも類似していることに驚いた。彼はこの2つの大陸がもとはくっついていて、それが地質時代とともに離れていって現在に至ったとしたらどうだろうと考えた。彼は様々な証拠を見つけ、地球上の大陸が今から2億年ほど前には1つの超大陸「パンゲア」を形成していたが、その後これらがバラバラに分かれて現在の位置まで移動してきたという「大陸移動説」を発表した。これは水平運動を重視した革命的な考えであった。しかしこの考えは、大陸を動かす原動力を説明ができなかったために認められなかった。アーサー・ホームズのマンテル対流という考えによる支持があっても、1930年にウェゲナーがグリーンランドの調査中に亡くなったため実らなかった。しかし20年後の1950年代になって、インドのデカン高原の玄武岩の古地磁気の研究などから劇的に復活した。

1950年代には海洋底の研究が盛んになり、様々な観測に基づいて海洋底はつねに更新されているという「海洋底拡大説」が生まれた。そして1967～68年には先に述べたプレートテクトニクスが生まれた。プレートテクトニクスは、大陸移動も海洋底拡大をも含む考えであった。

3. プルームテクトニクス

プレートテクトニクスは地球の表層の様々な出来事を見事に説明してきた。そして地球科学の基本的な概念にまで発展したが、マンテル全体を含む地球深部の現象に関しては説明できなかった。しかし、1990年代になって、主として名古屋大学の研究者から「プルームテクトニクス」という考えが提案された。それまでマンテルは一樣なものと考えられてきたが、地震波トモグラフィーによってマンテルの中に不均質が存在することがわかってきた。マンテルの地震波による断層写真のようなものである。あるいはCTスキャンのようなものである。きわめて多くの地震波の伝わり方を全マンテルについて行い、その結果マンテル中には地震波の速度が周辺より速いところと遅いところのあることがわかってきた(図3)。

沈み込んだプレートはスラブと呼ばれているが、深さ約670kmのところにたまって「メガリス」(巨大な岩石という意味)を作成する。メガリスはやがて周辺の岩石より密度が高くなって、下部マン



(図3) 地震波トモグラフィー
[画像提供：深尾良夫 (JAMSTEC：海洋研究開発機構)]

トルへと崩落していく。落下の反流として、核とマントルの境界から熱いマントルが上昇する。それがブルームと呼ばれるものである。一般にマントルの中で、温度が高く溶けて密度が小さくなり上昇する傾向のある煙のような形をした部分をホットブルームと呼んでいる。逆に冷たくて密度の大きな物質が下降するものは、コールドブルームと呼ばれている。それらの内で大きなものをスーパーブルームと呼んでおり、直径1,000kmにも及ぶものである。このような全マントルを鉛直方向に大規模に循環するブルームが地球史の中で大きな役割を果たしてきており、プレート運動の原動力として超大陸を分割したりする構造運動をブルームテクトニクスと呼んでいる（図4）。

スーパーブルームは、超大陸の分裂を引き起こす原動力であると考えられている。地質時代のスーパーブルームでよく研究されているのは、古生代の二疊紀（約2.8億年～2.25億年前）末のものである。このときは、シベリアの洪水玄武岩が大量の火山灰をまき散らして、地球上の気候を大きく変動させた。それは核の冬に似た現象で「ブルームの冬」といわれている。火山灰が太陽の光線を遮って地球上の気温はどんどん下がり、海洋の水温が低くなって、多くの古生代型生物が絶滅した。地球上で過去に起こった最大の絶滅である。

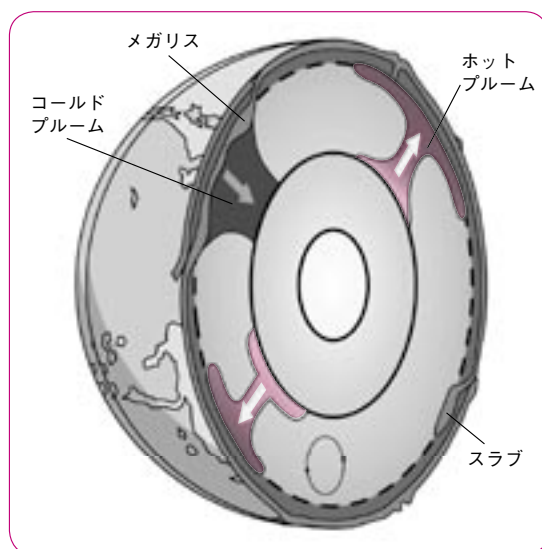
4. ブルームの作る地形

ブルームの作る地形には陸上では溶岩台地、海底では海台がある。それは極めて大量のマグマが地質学的にとっても短い時間内に地表へ運ばれて、おびただしい数の溶岩流や火山灰が作った地形である。一種の洪水玄武岩の溶岩台地である。インドのデカン高原やハワイのホットスポットもその1つである。海底には、オントンジャワ海台やケルゲレン海台などがある。海台は海山に比べて桁

違いに広大な面積を占める台地状の地形の高まりで、大きなものは日本列島の何倍もある。その構造は、音波探査や掘削により、玄武岩の溶岩や火山灰層がおびただしく積もった成層構造をしていることがわかっている。

5. プレートテクトニクスとブルームテクトニクス

ブルームはマントル全体にわたる大きな運動であるのに対して、プレートはせいぜい地球の表層100km程度の運動である。前者は主に重力による垂直運動なのに対して、後者は水平運動を主としている。プレートは海溝から沈み込んだ部分をスラブと呼ぶが、最大670kmまでは沈み込むがこれより深くは潜り込めない。この深さは上部マントルと下部マントルの境界で、物質の違いを表している。この部分にたまったプレートはより密度の高い物質、メガリスに変化すると下部マントルを突き破って核まで到達する。プレートが沈み込んで以降の運動は、ブルームとしての垂直運動である。プレートを動かす原動力はマントルの対流やブルームの移動によるものと考えられている。



（図4）ブルームテクトニクスの概念
〔画像提供：著者・藤本憲章（JAMSTEC：海洋研究開発機構）〕