

大陸移動の復元と原動力

地球深部ダイナミクス研究分野 主任研究員 柳澤孝寿

プレート運動を逆に過去にさかのぼれば、プレートの形状や大陸の分布がどう変化してきたかを知ることができる。この目的に最も役に立つ情報は、磁場の縞模様や掘削された岩石の年代など、海底の各部分が海嶺で形成された年代である。海嶺の両側で同じ年代の海底に着目して、それより若い部分を取り除くようにプレート運動を逆戻りさせることで、過去の状態が復元される。この操作で海底の面積が減少する分は、全体の辻妻が合うように海溝から引き出す。海底の拡大をさかのぼっていくと、大西洋のように海溝をもたない海底は消失し、海嶺の両側に位置する大陸は合体する。プレート運動を復元するためには、大陸の形状も重要な情報になる。現在の大陸の形状が合うように分裂前の状態を決め、分裂時に生じた火山岩の年代も考慮することで、大陸がいつどこで分裂して、新しい海嶺を生み出していったかが推定できる。

2億年前には全ての大陸は集まって巨大な超大陸、パンゲアを形成していた。そこから現在までの過程を大局的に見れば、パンゲアを囲む古太平洋（パンサラッサ）がプレートの沈み込みとともに縮小し、大西洋・インド洋などそれ以外の海洋が拡大する過程と理解される。パンゲアの分裂は大西洋の拡大とともに始まり、まず南の Gondwana と北のローラシアに分断された。しばらくして Gondwana から南極大陸が分離され、そこから更にインドの陸塊が分かれた。その後、インドはインド洋を北上して、約5千万年前にユーラシア大陸に衝突し、その境界にヒマラヤ山脈を形成した。また、1億年前ころからアフリカと南米、6千万年前頃からユーラシアと北米の分離が始まり、大西洋がほぼ現在の形状になった。

現在存在する海底の年齢は、最も古い部分でも2億年である。パンゲア分裂以前にプレート運動が存在したとしても、それに関与したはずの海底は、完全に沈み込んでしまっている。しかし、陸上の岩石に記録された磁化や、古生物の分布などから昔の緯度の情報が得られ、大陸のブロックが南北に移動した証拠になる。また、二つの大陸が合体した痕跡は、ヒマラヤ山脈のような造山帯として残されている。アパラチア山脈やウラル山脈は、パンゲアが形成される前に大陸が衝突した痕跡であろう。それらの事実を組み合わせると、パンゲア以前にはロディニアと名付けられた超大陸が存在し、2億年前に始まったのと類似の分裂がロディニアで6～7億年前に起きた。その時分裂した大陸は水平に移動していき再度合体して、2億5千万年前にパンゲア大陸を造ったものと推定される。超大陸は10億年以前にも存在したと考えられている。大陸の分裂と合体は、新しい海洋の拡大と古い海洋の縮小を繰り返しながら、何度も繰り返されたことになる。この繰り返しをウイilson・サイクルとよぶ。その周期は大まかにいえば4～5億年である。ウイilson・サイクルは、海溝をもつ海底が縮小して最終的には閉じてしまうことから、必然的に導かれる概念であるが、その過程が繰り返されたという証拠は陸上に残されている。

このように大陸が移動する原動力はプレートの運動にある。プレートの運動とともに、その一部である大陸も移動するのである。表面で冷却されて重くなった海洋プレートは、海溝からマンツルの深部まで沈み込んでいく。その様子が地震波トモグラフィーで明らかになっている。このような沈み込みが主導して、マンツル対流とよばれる大規模な循環が地球の内部で起こっており、その表面での形態がプレート運動である。上部マンツルと下部マンツルの間は、地震波トモグラフィーの結果でも、状態がほぼ連続しているように見える。このことは、対流が上部マンツルと下部マンツルの2層に分かれるのではなく、マンツル全体を貫く全層対流になっていることを意味する。海洋プレートが沈み込むのに対して、大陸は相対的に軽い物質でできているので沈み込まず、地球の歴史を通して表面を漂ってきた。そのため、遠い過去の記録を保存しているのである。しかし、大陸はマンツル対流に翻弄されるだけの受け身の存在ではない。大陸地域では地表に熱を効率的に運び出せないため、その下のマンツルは高温になり、大規模

な上昇流が出来やすい。つまり大陸の存在はマントル対流に影響を与えるという相互作用の関係にある。2億年前にもマントルの上昇流が地表に到達したことが契機になって、大陸の分裂が始まったと考えられる。

過去の大陸配置

<http://cpgeosystems.com/globaltext2.html>

マントル対流の数値シミュレーション 動画

このアニメーションは仮想的な地球においてマントルの対流シミュレーションをおこない、その表面の動きを40億年間にわたって追ったものである。マントルを構成する岩石は固体であるが、地質学的な時間スケールではゆっくりと流動する。その中でも表面は温度が低いいため流動しにくく、変形する場所が帯状に集中してプレート的な挙動を起こしている。線状の青い場所が低温の沈み込み帯、帯状の黄色い場所が海嶺、そしてスポット状の赤い場所が上昇プルームに対応する。このシミュレーションでは大陸を区別していないが、プレート上に大陸が存在すれば、プレートの動きとともにゆっくりと移動するとともに、分裂や合体を起こすであろう。

