

やまなし地球科学研究所だより

第6号 2017年7月



桂川を挟んで大月市街地の北側に位置する岩殿山は標高634mの低山ですが、南斜面の頂上直下は高さ150mほどの岩壁からなる特異な山容をなし、山梨百名山、秀麗富岳十二景に選ばれています。岩壁はもともと浅い海に堆積した砂礫が固結した礫岩からなり、今では岩山をつくっていますが、その成り立ちは8000mを超えるヒマラヤ山脈と同じです。

岩殿山はミニヒマラヤ？

大陸移動説からプレートテクトニクスへ

16世紀に現ベルギーのメルカトルにより世界地図が作成されてから、大西洋を挟む南アメリカ大陸とアフリカ大陸の海岸線の形がよく似ていることが指摘されていました。ドイツのウェゲナーは海岸線の形だけでなく、大陸間で地層や動植物化石、大陸氷河の痕跡などの分布がつながることから、かつては1つであった大陸が分裂・移動し、現在のような大陸の配置になったという「大陸移動説」を1912年に発表

しました(図-1)。しかし、大陸が移動する原動力について合理的な説明ができず、大陸移動説はほとんど受け入れられませんでした。

1950~60年代になると海底地形の調査により海洋底には火山帯からなる海底山脈(海嶺)や広大な平坦面(海底)、溝状の深い凹地(海溝)などの存在がわかってきました。また、岩石の残留磁気や放射性年代(詳細はコラムを参照)の測定技術が確立され、1959年にイギリスのランカーンとアーヴィンは、各年代の岩石の残留磁気測定からアメリカとヨーロッパにおける北磁極の移動を明らかにしました。北磁極の移動曲線はアメリカとヨーロッパで一致せず、また時代が古いほど北磁極の位置が現在の北磁極から離れていることが分かりました(図-2)。

もし北磁極の位置が過去も現在も変わらないとすれば、北磁極から離れた低緯度にあったアメリカとヨーロッパが現在の位置に移動したことになります。また両者の極移動曲線を大西洋が閉じるように

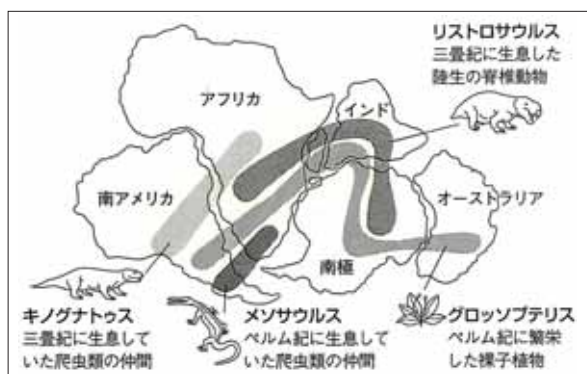


図-1 中生代の超大陸パンゲアでの化石分布 (鎌田 2017)

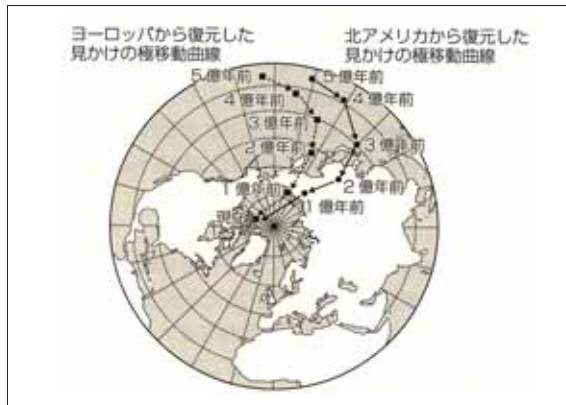


図-2 ヨーロッパと北アメリカで調べられた極移動の曲線 (木村 2013)

アメリカとヨーロッパを移動させると両者は一致します。このことから、かつてアメリカとヨーロッパは一体(1つの大陸)として移動し、その後、分裂・移動したと考えられ、ウエグナーの死後30年経って「大陸移動説」が見直されるようになりました。

1960年代に入るとアメリカのヘスやディーツは、海嶺でマントルから上昇してきたマグマが冷え固まってできた岩石(海洋底)そのものが、マントルの対流により海嶺から両側に向かってベルトコンベアのように移動し、海溝で地球の中に沈み込むことで、その上に乗る大陸も移動するという「海洋底拡大説」を提唱しました(図-3)。その後、広範な海域で海洋底の岩石の残留磁気や放射性年代が測定された結果、海嶺に沿って北向きと南向きの残留磁気が交互に縞状に分布し、その分布が海嶺の両側で対称的であること(図-4)、海洋底の岩石のできた年代が海嶺から両側に離れるにしたがって古くなること(図-5)が明らかとなり、これらは「海洋底拡大説」の証拠となりました。

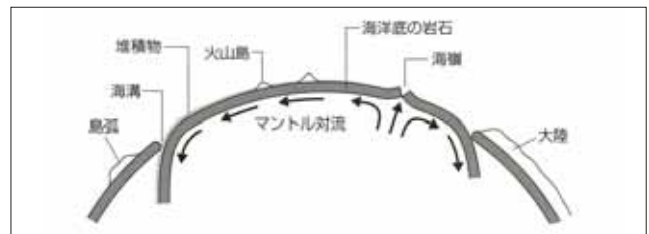


図-3 海洋底拡大説の概念 (木村・大木 2013)

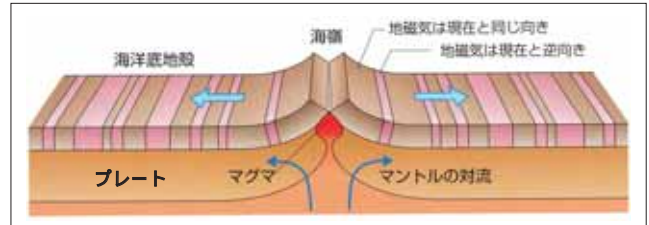


図-4 中央海嶺で誕生するプレート (宮嶋ほか 2006)

後にベルトコンベアのように移動する海洋底に相当する厚さ100kmほどの部分をプレート(岩板)と呼び、地球表面を覆う十数枚のプレート(岩板)が水平方向に移動することにより、地球上で起こる地殻変動(大陸移動・造山運動・地震・火山活動等)を統一的に説明できる理論(プレートテクトニクス)が生まれました。今では汎地球測位システム(GPS)によって地球上の地殻変動を観測でき、プレートテクトニクスの検証や発展に活用されています。

ヒマラヤの成り立ち

ヒマラヤは、インドと中国のチベット高原の間で東端のブータンから西端のパキスタンまで東西に連なる全長約2400km、南北の幅約200~300kmの山脈で、世界最高峰のエベレスト(8848m)を含む7000~8000m級の高峰が連なり「世界の屋根」と呼ばれています。

今から4億6000万年前から1億5000万年前頃の地球は表面の半分を覆うパンゲアと呼ばれる1つの超大陸からなり、その北半分をローラシア、南半分を Gondwana と呼んでいます。また、海域はパンタラッサと呼ばれ、ローラシアと Gondwana の間にはテチス海と呼ばれる入り江がありました。1億5000万年前頃にプレート運動によりパンゲアはそれぞ

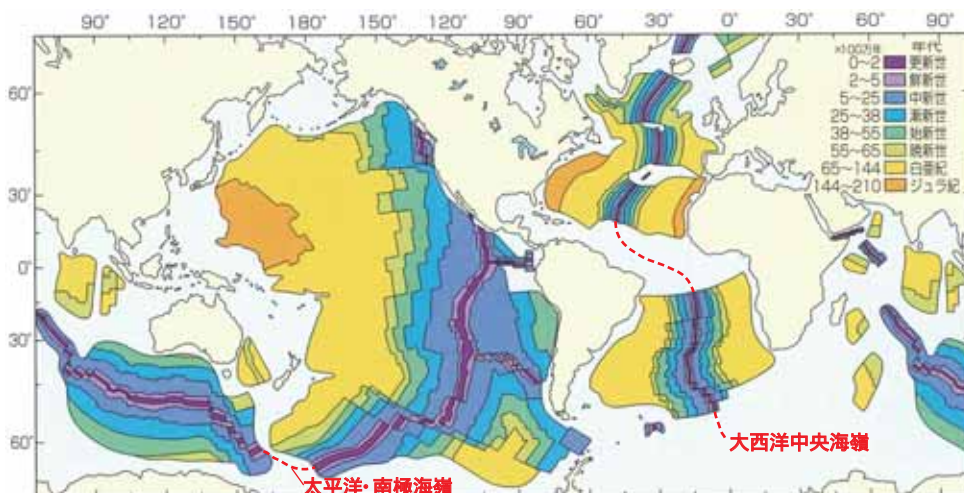


図-5 海底の年代 (宮嶋ほか 2006 に加筆)

れの大陸に分裂し移動を始めました。このうちゴンドワナの一部であったインドは、アフリカやオーストラリアから離れて小大陸となり、1年に10～20cmほどの速さで北へ移動し、5000万年前頃にユーラシア大陸に衝突しました(図-6)。

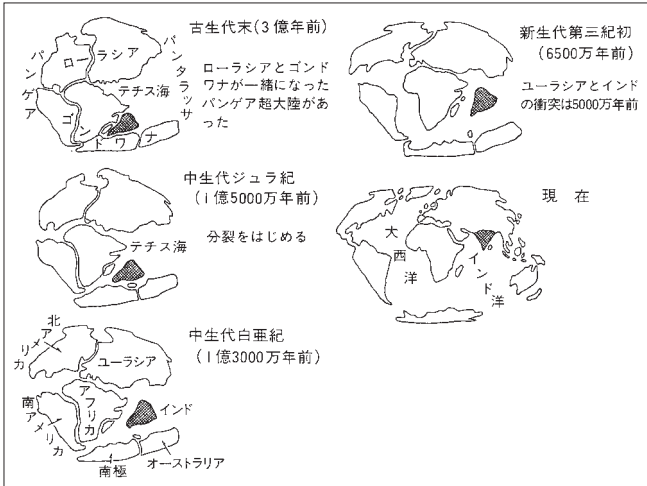


図-6 パンゲア超大陸が解体して移動していく様子 (木崎 1994)

その結果、インドとユーラシア大陸の間にあったテチス海は徐々に狭められ、その海底堆積物はユーラシア大陸側に押しつけられて隆起しヒマラヤ山脈を形成しました。今ではテチス海の堆積物はエベレストを始めヒマラヤ山脈やチベット高原の高所に分布し、その地層からは海の生物であるアンモナイトや貝類の化石が見つかっています(図-7)。インド大陸はいまでも年に数cmの速さで北上しており、エベレストは年に数mmづつ高くなっています。

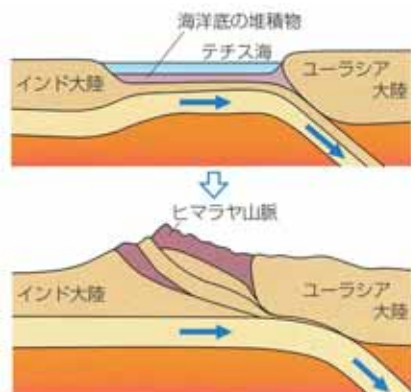


図-7 インド大陸の北上、および衝突とその断面図 (宮嶋ほか 2006)

大陸は地球誕生以来、マントルが大規模に上昇や下降する流動(プルーム)によって3億年～4億年の周期で離合集散を繰り返しています。現在の地球上の6大陸もいずれ1つになると予想されています。

岩殿山の成り立ち

桂川の南に位置する丹沢山地とその南の伊豆半島は、かつて海底火山の噴出物(溶岩や凝灰岩など)からなる火山島として日本列島の南方にありました。今から600万～400万年前にフィリピン海プレートに乗って移動してきた丹沢地塊(隆起して山地となる前の呼称)が日本列島に衝突し、続いて200万～100万年前には伊豆地塊が丹沢地塊に衝突し、関東山地や丹沢山地を隆起させました(図-8)。

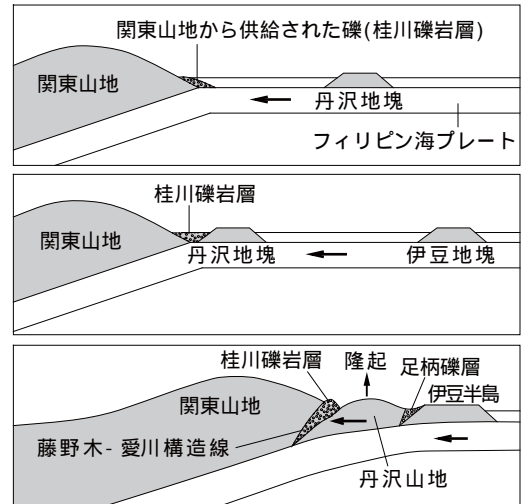


図-8 日本列島に丹沢山地と伊豆半島が衝突するイメージ (深山 2014 を改変)

岩殿山はちょうど関東山地と丹沢山地の間にあり、岩殿山をつくる礫岩(桂川礫岩層)は、関東山地と丹沢山地の間の桂川沿いに連続して分布しています(図-9)。礫岩は、主に関東山地南縁をつくる堆積

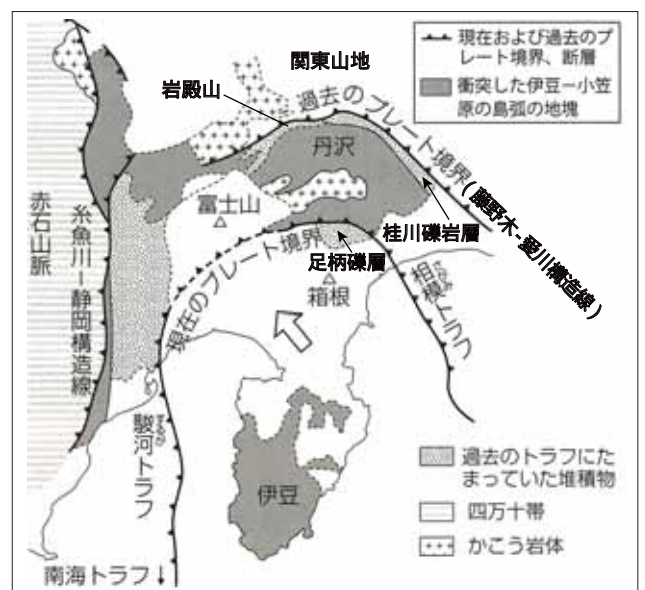


図-9 伊豆半島の衝突 (木村・大木 2013 に加筆)

岩類の頁岩や砂岩の円礫(径1～5cm)を主体とし、礫岩中に挟まる泥岩層の一部には広葉樹の葉や貝の化

石が含まれています。これらのことから、桂川礫岩層はもともと日本列島(関東山地)と北上してくる丹沢地塊の間にできた細長い浅海(トラフ)に堆積した砂礫層が、北側の関東山地に押し付けられて隆起したものです。関東山地南縁(小仏層)と桂川礫岩層は、丹沢地塊が日本列島に衝突した当時のプレート境界に相当する断層(藤野木-愛川構造線)で境され、関東山地が丹沢山地(南側)に乗り上げた形(逆断層)となっています。隆起した桂川礫岩層はその後の河川侵食により削られ、山をなすのは岩殿山のほか三つ峠山(1785m)、石老山(694m)などです。また丹沢地塊と伊豆地塊の間の浅い海に堆積した砂礫(足柄礫層)も隆起し、丹沢山地の南縁に分布しています(図-9)。

ここで、岩殿山をヒマラヤ、インド大陸を丹沢地

塊、ユーラシア大陸を日本列島、テチス海の堆積物を浅海性堆積物の桂川礫岩層に置き換えると、岩殿山はヒマラヤに比べて極めて小さいですが、その成り立ちはヒマラヤとそっくりでミニヒマラヤと呼べるのではないのでしょうか。

日本列島と陸続きとなった伊豆地塊(伊豆半島)は今でも日本列島を年に数~10cmの速さで北西方向に押し続けており、周辺の地震活動や火山活動などの原因となっているほか、南アルプスを年に4mmほどの速さで隆起させています。岩殿山の隆起速度は不明ですが、国土地理院によれば大月市の最近10年間(2007年3月-2017年3月)の隆起量は10.8mmです。もし岩殿山がこの速さ(約1mm/年)で隆起し続けたとしても、ヒマラヤ(8000m級)と肩を並べるには800万年かかることとなります。(小村寿夫)

コラム

岩石の残留磁気

鉄原子には磁性があり、磁石にひきつけられるだけでなく磁石なる性質があります。岩石に含まれる磁性をもった磁鉄鉱(Fe_3O_4)などは、高温のマグマが冷えて岩石になる過程で、温度が高いときは鉄原子(微小磁石)はばらばらに激しく運動していますが、約575°C(キュリー温度)まで冷えてくると運動が弱まり、地球の磁場に合わせて鉄原子の向きがそろって固定され、磁石の性質を示すようになります(図-1)。これを岩石の「残留磁気」と呼び、残留磁気を測定することにより、岩石が冷え固まった時の地球の磁場(磁極と伏角)を知ることができます。その結果、今では地球の磁場は数十万~数百万年周期でN極とS極が逆転することが明らかになりました。

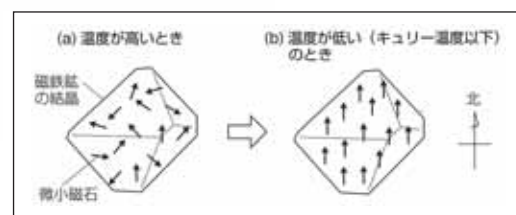


図-1 残留磁気のしくみ(木村・大木 2013)

放射年代

放射性元素は放射線を出しながら別の安定した元素に変化していきます。この現象を放射性壊変と呼び、壊変は時間の経過に伴って一定の割合で起きます。もともとあった放射性元素の原子数が壊変により半分になるまでの時間を半減期と呼び、半減期は放射性元素の種類により異なります。火成岩中の鉱物に含まれる放射性元素の壊変は、マグマが冷えて固まって岩石となった時からスタートします。したがって、岩石中の放射性元素と壊変によって生じる元素の割合から、岩石となった時からの経過時間(年齢)を知ることができます(図-2)。

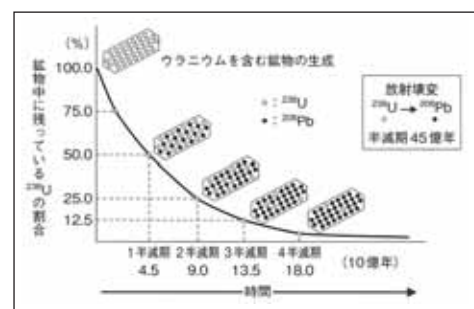


図-2 ウラン-鉛法による放射年代測定と半減期(鎌田 2017)