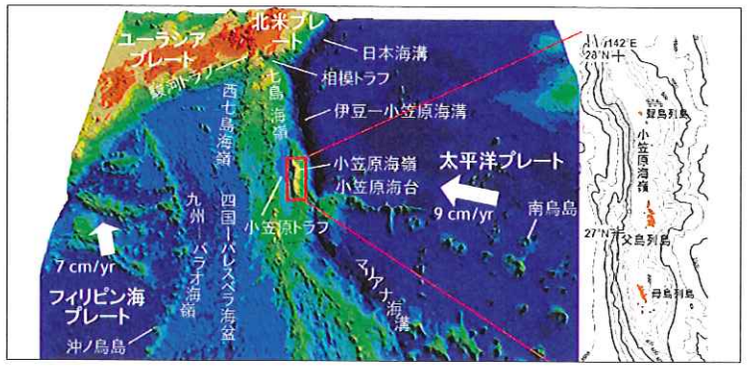
地質学

小笠原諸島の地質と成り立ち

～無人岩と島弧の誕生～

小笠原諸島は数多くの固有の動植物で知られるが、実は地質学的にも特異な「無人岩（むにんがん）」の模式地として、世界的に有名である。無人岩が記した小笠原の形成史をひもとくと、島弧誕生の鍵が見えてくる。

図①・小笠原諸島周辺の海底地形と小笠原群島



小笠原周辺の海底地形

伊豆―小笠原弧は幅400㎞、延長1500㎞におよび、本州弧に匹敵する規模をもつ島弧―海溝系である。活火山を含む第四紀の島弧火山列である、七島海嶺（伊豆諸島、西之島を経て、硫黄島などの火山列島に至る）の南部海溝寄りに、小笠原海嶺がある。

小笠原海嶺上には、南北に雁行して聟（むこ）島、父島、母島の3列島が連なり、小笠原群島と呼ばれている（図①）。小笠原群島に加えて火山列島と西之島、九州―パラオ海嶺上にある日本最南端の沖ノ鳥島、わが国唯一の太平洋プレート上の領土である南鳥島の総称が、小笠原諸島である。

無人岩と小笠原

無人岩はガラス質の特異な火山岩で、小笠原のほかにもパプアニューギニアやニューカレドニアなどの、西太平洋の島々からも産出するが、小笠原群島ほど陸上で大規模に露出している場所はない。

伊豆―小笠原諸島や日本列島をはじめ、世界各地の火山の多くは斜長石という鉱物を含む火山岩でできているが、無人岩は斜長石を全く含まず、主に古銅輝石や単斜エンスタタイトという鉱物でできている。小笠原の浜辺を緑に彩る〝うぐいす砂〟は、風化した無人岩から洗い出された、ブロンズ色の古銅輝石の結晶が集まったものである（写真①）。

また、単斜エンスタタイトは、コンドライトという地球をつくる素となった隕石には含まれているが、地球上の岩石では無人岩類にしか産出しない、珍しい鉱物である（写真②）。

写真①・父島石浦のうぐいす砂

写真②・無人岩中の単斜エンスタタイト（白い鉱物）

島弧火山をつくるマグマの多くは安山岩であるが、普通の安山岩マグマはマグネシウム含有量が少ない。ところが、無人岩はマグネシウム含有量が8～15％もある。この特殊な化学組成のために、無人岩マグマは大量の古銅輝石や、単斜エンスタタイトを結晶化するのである。

地球の大部分をつくるマントルという岩石が、地下30数㎞くらいで溶けると、日本列島のような島弧火山の元となるマグマができる。それよりも浅い部分は、通常は温度が低いためにマグマを発生しない。

ところが、無人岩マグマは30㎞よりもかなり浅いところのマントルが溶けてできたと考えられている。無人岩マグマを発生したときには、何か特別な事件があったに違いない。それは、太平洋プレートの沈み込み開始と、伊豆―小笠原島弧―海溝系の誕生である。

プレートの沈み込みと無人岩

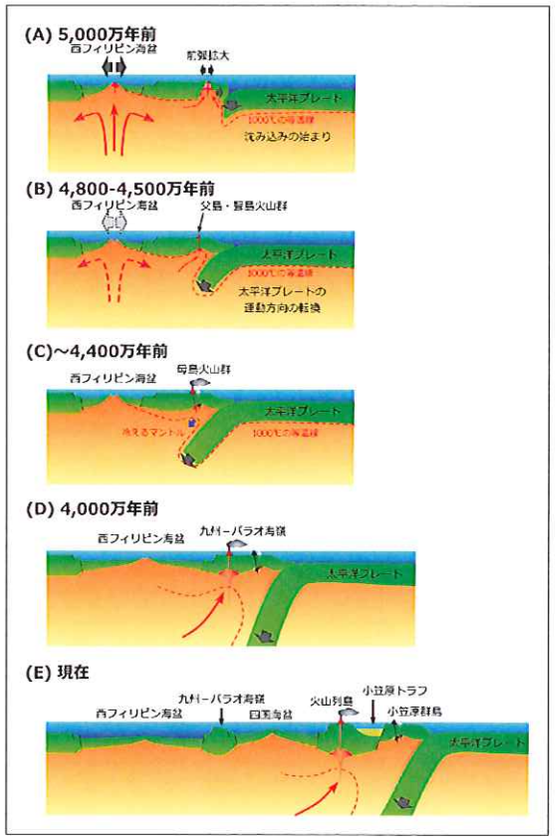
今から5000万年前には、フィリピン海プレートと太平洋プレートの境界は伊豆―小笠原海溝ではなく、横ずれの（トランスフォーム）断層であった（図②）。生まれたてのフィリピン海プレートに対して、生成後1億年を経た太平洋プレートは、冷たくて重い。そのため、重力的に不安定となり、ついに5000万年前に断層の切れ目から、フィリピン海プレートの下に沈み込み始めた（図②A）。

このとき、フィリピン海プレートの東のへりが、東西に引っ張られたために、やや深いマントルにあった高温の岩石が湧き上がってきた。4800万年前には、沈み込んだ太平洋プレートの先端から水が絞り出され、30㎞より浅いところにまで上昇した高温のマントルの岩石に加わった。マントルの岩石は水を加えると溶けやすくなるため、溶けて無人岩マグマを生じた（図②B）。

4400万年前頃には、沈み込んだ太平洋プレートによってマントル浅部が冷やされ、無人岩マグマを発生しなくなった。その代わりに、もっと深い高温のマントルが溶けて玄武岩マグマとなり、後に母島列島となる火山島が誕生した（図②C）。

4000万年前頃には、マントルの温度は普通の島弧下と同じくらいに低下したため、現在の七島海嶺付近での、通常の島弧火山になっていった。この火山列が、九州―パラオ海嶺の骨格となった（図②D）。その後、3000～1700万年前にかけて、九州―パラオ海嶺と伊豆―小笠原弧との間に、四国―パレスベラ海盆が広がり、現在の姿ができあがった（図②E）。

図②・小笠原群島の成り立ち



小笠原群島の火山活動

無人岩の噴火は、父島列島の骨格となった海底火山群を形成した。火山の噴火中心は、父島の東の沖合から父島北岸～兄島滝之浦～筋岩岬にかけてで、この一帯にはマグマの通り道となった岩脈群がある（写真③）。

また、父島西岸の野羊山～金石浜にかけて火口列が並び、父島南東の天之浦付近にも噴火口があった。デイサイトなどの粘り気の多い溶岩が水中で噴火すると、水冷破砕してガラス片となるのが普通である。ところが小笠原ではデイサイトも、無人岩とともに枕状溶岩をつくっており、大変珍しい（写真④）。

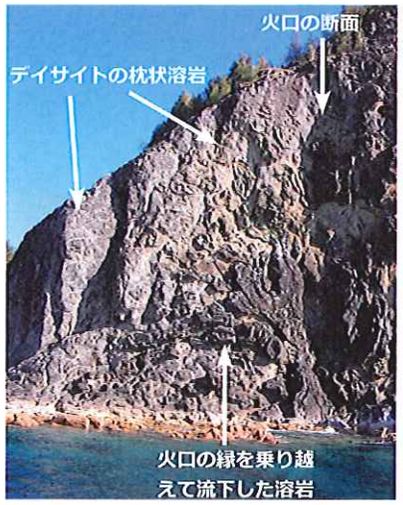
火山活動の終息後、陸化した父島南西部から西方沖合いの浅瀬にはサンゴ礁が広がり、南崎や南島の石灰岩となった。更新世の海退期に石灰岩地帯に発達したカルスト地形は、その後の海進によって部分的に水没し、沈水カルストとなっている。

4400万年前頃になると、浅海で母島の火山活動が始まり、やがて火山島へと成長した。母島北西岸に沿った割れ目火口を中心に、主に安山岩マグマの噴火を繰り返した。母島南方沖の離島群にも、数多くの火口の跡が認められる。

溶岩流出の間に、少なくとも3回の陸上火砕流噴火と、水中火砕流を伴う降下軽石噴火があった。火砕流の中には海に流れ込み、水中土石流となってそのまま海底を流下したものもある。島を取り巻く浅瀬では、多くの貝類や貨幣石などの有孔虫が生息した、豊かな熱帯の海が広がった（写真⑤）。

（海野　進・金沢大学理工研究域自然システム学系教授）

写真③・兄島滝之浦の無人岩の枕状溶岩とそれを貫く岩脈群



写真④・父島野羊山の火口から流れ出たデイサイト枕状溶岩

写真⑤・母島御幸之浜の貨幣石の化石