

マリアナ海域で起こった大規模な海底火山の噴火を確認

田村芳彦

海洋研究開発機構・地球内部変動研究センターの田村芳彦グループリーダーらは、マリアナ海底の火山調査を米国海洋大気局（NOAA）などと共同で実施し、海面下で起こる大規模な海底火山噴火の撮影に世界で初めて成功した。この成果は、2003～2004年のNOAAによる成果と合わせて、*Nature* 5月25日号で発表された。

静穏な海の下で激しい火山噴火を目撃

Nature Digest — 今回の噴火は、どのような経緯で発見されたのですか？

田村 — 噴火が確認されたのは、マリアナ諸島のロタ島の沖合い北西約60キロにある「NW ロター 1」とよばれる海底火山です¹。マリアナ海域の海底火山については、NOAAが2003年から調査しており、2004年3月に「NW ロター 1」が噴火しているのを確認しています。「NW ロター 1」は、フィリピン海プレートの下に太平洋プレートが沈み込む「沈み込み帯」にできる海洋性島弧^{*1}の火山の1つですが、この海洋性島弧はマリアナから北へ小笠原を経て伊豆半島まで続いています。私たちは、2002年より伊豆小笠原の海底火山を調査していますが、アメリカの研究者にマリアナもやらないかと誘われる形で、2005年10月に共同で調査し、噴火が続いていることがわかったのです。

ND — 海面からは、異変は見られなかったのですか？

田村 — 海面はとても静かで、変色域も見当たりませんでした。そもそも、変色域のある場所には潜航しません。われわれの仕事は安全が第一ですから。それに、火山の噴火は1か月とか2か月、早いものでは2週間ぐらいで終わることもあります。前回NOAAが噴火を確認してから1年半以上たっていたので、まだ噴火が続いているとは思っていませんでした。ところが、潜ってみたらすごいことになっていた…。

ND — 噴火はどんなようすでしたか？

田村 — 水深500メートルの水圧が爆発を制御していて安全ではあったものの、やはり想像を絶するものがありました。マグマと海水が接触することで、不連続的に爆発が起こり、火山灰とスコリア^{*2}が激しく噴き上げられていました（写真1参照）。火砕流が斜面をどっと駆け下りていくようすや、噴煙といっしょに液体の二酸化炭素と思われる泡が大量に放出されるようすも観察できました。奥の方に一瞬、赤い溶岩も見え、マグマがすぐそこまで来ているのだと実感しました。

私たちは調査船「なつしま」のコントロールルームにいて、そこに無人探査機「ハイパードルフィン」が撮った映像が直接送られてくるようになっていました。「ハイパードルフィン」は「なつしま」とケーブルでつながっているので、映像といっしょに船も揺れるのです。まるで直接噴火を見ているようで、その迫力に腰が抜けるくらいびっくりしました。

ND — 海底火山の噴火を間近で観察することに成功しました。その意義はなんでしょう？

田村 — 海底火山の噴火によってできた地層は世界中に分布していますが、それがどうやってできたのか、これまで誰も見たことがありませんでした。今回、直接目で見て確認できたことは大きな意義があると思います。もともと海底だったところが、マグマによって地殻がしだいに厚くなり、陸地へと成長していきます。海底で起こっている現象を見るということは、地殻の成長のいちばん最初の段階を見ていることになるのです。今回の映像を見て、マグマの成因や大陸地殻の成因に興味をもってくれる人がいたら、さらにうれしいですね。

採取した岩石からマグマ生成のメカニズムを探る

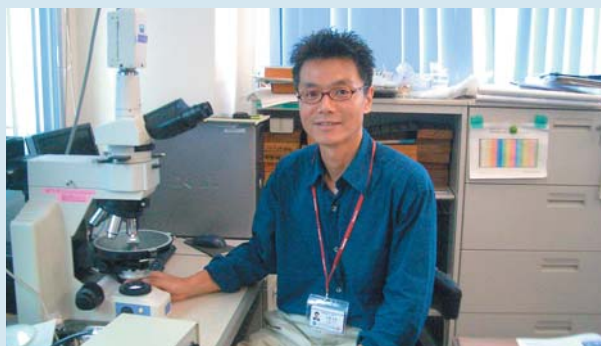
ND — 沈み込み帯の火山を調べることで、地殻の成長過程がわかるのですね。

田村 — 大陸地殻の平均組成は安山岩^{*3}です。一方、海洋地殻は玄武岩^{*4}できていて、安山岩は見られません。ただ、沈み込み帯の島弧の火山の地下には、安山岩組成の地層が存在していることがわかっています。大陸地殻は沈み込み帯で生成されているのです。ただ、不思議なことに、噴火している火山自体は玄武岩組成の溶岩が多いのです。「NW ロター 1」の溶岩も玄武岩組成ですが、その地下には少しずつ安山岩ができています。玄武岩溶岩と大陸地殻をつくる安山岩は、いったいどんな関係にあるのか？「NW ロター 1」の岩石を分析することで、その謎を解明したいと思っています。

田村芳彦
海洋研究開発機構



写真1：「NW ロター 1」の爆発的な噴火の連続写真。水深は533メートル。約50気圧の水圧で抑えられているにもかかわらず、脈を打つように激しく噴石を放出している。また、液体二酸化炭素と思われる大量のガスが放出されている。白く濁った海水には細かい火山ガラスが含まれている。



ND — 682 キロモの岩石試料を採取したと聞きます。どんなことがわかりましたか？

田村 — 頂上から採取した溶岩とふもとの溶岩とでは、化学組成やマグマの中に含まれる水の量に違いがあることがわかりました。1つの火山で、2種類のマグマが共存しているのです。水はマグマの成因に深い関わりがあります。プレートが沈み込むとき、マントルに水が供給されます。水が入り込むことでマントルの融点が下がり、固体であるマントルが部分的に溶けてマグマができると考えられているのです。このとき、1つの火山の下で、ある場所ではマントルに水がかなり入り込んでウェットなマグマができ、別の場所では水の影響をあまり受けずにドライなマグマができるというように、不均一性があるのではないかと考えています²。この不均一性が火山の下のマントルで普遍的に見られれば、沈み込み帯のマグマがどうやってできるのかを解明する糸口になると思っています。

ND — 伊豆小笠原とマリアナとは、何か違いがありましたか？

田村 — 両者を比較してみると、出てくるマグマに明瞭な違いがみられました。カリウムの量がマリアナの方が高いのです。そのほかの元素はかなり似ているのですが、明瞭に違う元素があるのはなぜなのか？ 1つの仮説ですが、プレートが沈み込むときに、水だけでなく、堆積物が溶けてマントルの中に入り込むとカリウムの多いマグマができるのではないかと考えています。岩石については今、まさに研究しているところです。その成果をこれから発表していく予定です。

大陸の成長過程を明らかにしたい

ND — 地球内部のことを調べるために、海で調査を行うのはなぜでしょう？

田村 — 海は陸地に比べて地殻が薄く、マントルに近いからです。マグマは地殻を通る間に高熱で周りの地殻を溶かし、マグマ自体が地殻で汚染されていきます。ですから、地殻が数十キロもあると、マグマのもつ情報のどれがマントル由来の情報で、どれが地殻由来の情報なのかわからなくなってしまいます。海洋性の島弧のような、できたばかりの沈み込み帯の火山を調べれば、地殻が薄いですから、マントルからのピュアな情報を手に入れることができるのです。

ND — マグマの研究に携わるようになったきっかけは？

田村 — もともと石が好きでしたし、溶岩は偏光顕微鏡で見る

田村芳彦（たむら・よしひこ）／海洋研究開発機構地球内部変動研究センター・地球内部物質循環研究プログラムグループリーダー。理学博士。1961年、石川県生まれ。1986年、東京大学理学部地学科卒業。1991年、同大学大学院理学系研究科地質学専攻博士課程修了。1997年に金沢大学理学部助手、2001年に地球フロンティア研究システムグループリーダー、固体地球統合フロンティア研究システムグループリーダーを経て、2004年7月より現職。

伊豆小笠原の海底火山を中心に、マグマの成因とそのメカニズムについて研究している。また、東北日本の火山分布と地下の地震波構造を結びつけることで、マントル内の高温領域が、より深部から地表に向かって指状に伸びていることを明らかにし、それがプレート沈み込み帯における火山及び火山帯形成の原因であることを見いだした³。

ととてもきれいです。硬くてきれいな石がどうやってできたのか、という興味がありました。実際にマグマの成因を研究してみると、奥が深くて、なかなか一筋縄ではいきません。私たちが調べられるのは固まった溶岩ですから、それが地下深くでマグマだったときにどんな状態だったのか、どこでどのようにしてできたのかは、想像力で補わなければなりません。パズルははずれているところがいくつもあって、全体像を想像しながら作業をする。そういうところが研究上の楽しみでもあります。

ND — 今後の計画をお聞かせください。

田村 — 伊豆小笠原マリアナの海底火山で、海洋性島弧からどのようにして大陸ができていくのか、その過程を明らかにしたいと思っています。今、「ちきゅう^{*5}」という掘削船を使って、伊豆小笠原の海底掘削を行う計画を立てているところです。海底火山の地下に安山岩が存在するというのは、実は地震波の観測から出された間接的なデータにすぎません。実際に海底を掘り抜いて、その岩石を手にとって見てみたいという思いがあります。実物をこの目で見て、大陸地殻の成長の過程を解明したいですね。是非、成功させたいと思います。

ND — ありがとうございます。 ■

聞き手は財部恵子（サイエンスエディター）。

*1 海洋性島弧

海洋においてプレートの境界に位置し、プレートの沈み込みに伴う火山活動によって形成される弧状の海山列。伊豆小笠原マリアナ弧は典型的な海洋性島弧で、火山島や海底火山が弧を描くように多数形成されている。

*2 スコリア

火山噴出物の一種で、塊状で多孔質のものうち暗色のものを指す。岩滓ともいう。

*3 安山岩

マグマが急激に冷えて固まった火山岩の一種で、二酸化ケイ素（SiO₂）の含有率が53-63%の中性岩。大陸地殻の平均組成は二酸化ケイ素が約60%で、安山岩である。また、日本列島のような沈み込み帯の火山で特徴的な岩石である（磐梯山、白山、大山など）。安山岩マグマの成因については、まだはっきりわかっていない。

*4 玄武岩

マグマが急激に冷えて固まった火山岩の一種で、二酸化ケイ素の含有率が53%以下の塩基性岩。地球上で最も多く見られる岩石で、地球表面の70%を占める海洋地殻を構成している。日本でも玄武岩マグマは多く噴火している（富士山、大島、三宅島など）。地下のマントルが部分的に熔融することによって生成される。

*5 ちきゅう

地球深部探査船。世界で初めて海底下7000メートルを掘り抜く能力を備えた掘削船で、マントルや巨大地震発生域への到達が可能である。国際的な海洋科学掘削計画である統合国際深海掘削計画（IODP）の主力船として、地球内部の探査を行う。

1. Robert W. Embley et al, *Nature*, **441**, 494-497 (2006)

2. Tamura, Y. et al, *Journal of Petrology* **46**, 1769-1803 (2005)

3. Tamura, Y. et al, *Earth and Planetary Science letters* **197**, 105-106 (2002)