

火山

産総研の火山研究の最前線



噴火と恵み



火山 噴火と恵み

火山研究 — 災害を軽減し、恵みを最大に享受するために —

研究コーディネータ（地質・海洋担当）
広報部 地質標本館長

佃 栄吉
青木 正博

火山の国

日本列島には多くの火山があります。世界中の陸地にある火山の約10%が日本にあるといわれています。地球の表層はプレートと呼ばれる10数枚の巨大な岩板によって覆われており、それらが少しずつ移動して引き起こす相互作用が地震や火山活動をはじめとするいろいろな地殻変動をもたらすと考えられています。

日本列島周辺では、東側あるいは南側にある太平洋プレートやフィリピン海プレートが西側（大陸側）のユーラシアプレートなどの下へ沈み込んでいることが、活発な火山活動の基本的な原因です。

産総研の火山研究

産総研では、火山噴火災害の軽減を目指した研究から、火山活動の恵みである地熱資源や鉱物資源の研究まで、火山にまつわる多様な研究を地質情報研究部門・地圏資源環境研究部門・深部地質環境研究センターがそれぞれのアプローチで行っています。それらのほとんどが、深い科学的理解を追求する研究であり、長年にわたる地道な調査・観測研究に基礎をおいています。私たちには、火山の防災対策や開発に必要な科学的情報の提供が期待されているからです。

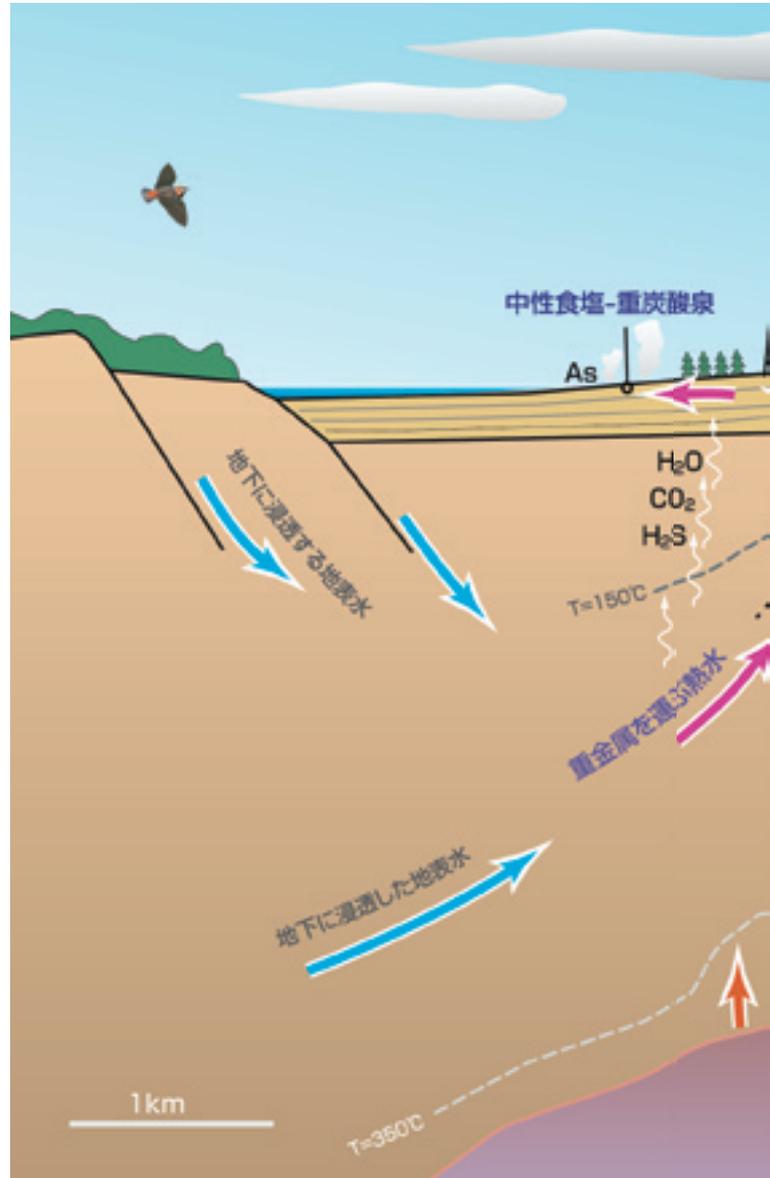
このパンフレットでは、産総研の火山研究の最前線について紹介します。

理解することから始まる防災対策

日本では、大きな火山噴火活動により、ときどき多大な災害が発生します。2000年の北海道有珠山や伊豆諸島の三宅島の噴火はまだ記憶に新しいところです。自然の脅威(Hazard)から、私たちの生命や財産を守り、災害(Disaster)とならないよう、日頃から自然の営みの実態を理解しておくことが必要です。

火山活動そのものは自然現象ですが、そこに人間の生活・産業活動がかかわっているため、それが災害となって降りかかってきます。防災対策の第一歩は、火山をよく知ることから始まります。その上で、個人・地域・自治体・国などが、それぞれの立場で対策を講じることが必要です。

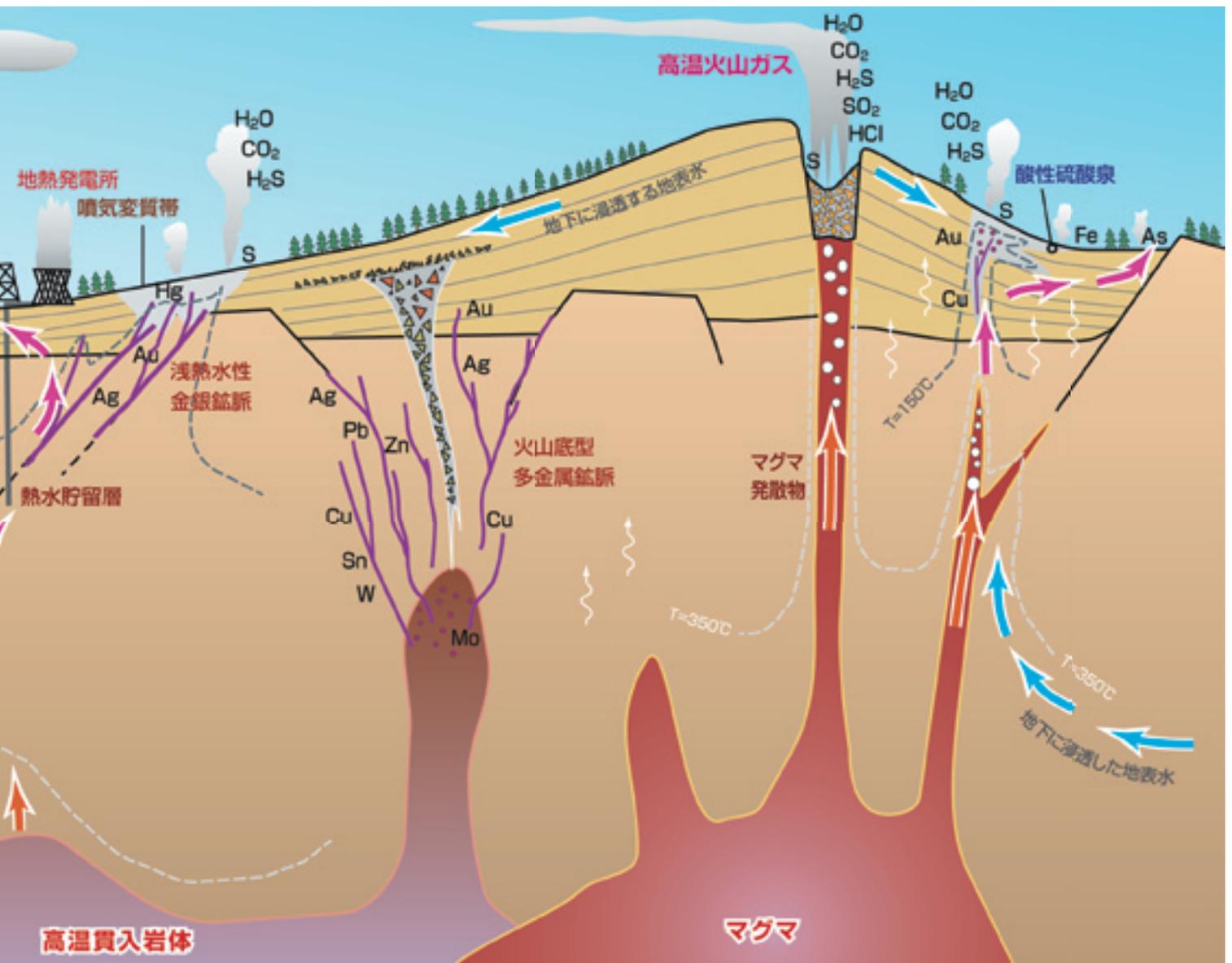
私たちの火山研究は、そのもっとも基本となる情報を提供するため、常に信頼性の向上を目指して研究活動を進めています。



もっと火山を知ろう

日本では火山の周辺に多くの人々が生活しています。また、美しい自然環境・温泉・観光等を目的として多くの人々が火山を訪れます。しかし、火山への理解は必ずしも十分ではないと思います。火山の実態についての理解を深めて、日々の恵みを享受しつつ、災害を最小限に食い止められるように対策を講じて、安心した豊かな生活を送ってほしいと思います。私たちの研究がそれに貢献できることを期待しています。

なお、産総研の火山研究については、火山噴火災害を軽減するための研究を中心とする内容で、丸善から単行本として「産総研シリーズ 火山-噴火に挑む-」（地質調査総合セン



ター編)が刊行されています。併せてご参照いただければさらに理解を深めて頂けると思います。

産総研つくばセンターにある地質標本館では、豊富な地質標本や3D模型、映像などを用いて、地球の姿とその変動のメカニズムを分かりやすく紹介しています。中でも、火山噴火や温泉現象など、地殻表層部に上昇したマグマが引き起こす様々な地質現象については、多くの視点から紹介を試みています。火山は、私たちに“生きている地球”を実感させ、好奇心を大いに刺激します。火山は、噴火や土砂災害により私たちの生活を脅かしますが、その一方で、私たちの生活を豊かにする温泉や地熱資源・鉱物資源をもたらします。日本列

島に住む私たちにとって、火山との共存は永遠のテーマといえるでしょう。どこに活火山がありそれらが過去にどのような形式の噴火を起こしたか、たとえば富士山が噴火した場合どのような災害が起こりうるか、また、火山と温泉の関係はどうか、火山地域の地下に存在する地熱流体からいかにしてエネルギーをとりだすか、金・銀・銅・亜鉛等の金属鉱脈や粘土鉱床はどのような場所に生成されるか、どうすれば鉱脈を探せるかなど、多くの興味深い問題があります。

私たちが生きてゆく上で避けて通れないこれらの問題について、ぜひ一度地質標本館を訪れて考えてみてはいかがでしょうか。

噴火を追う — 三宅島の緊急調査 —

地質情報研究部門 マグマ活動研究グループ
篠原 宏志

火山活動を知るために詳細なデータを収集

日本には108の活火山があり、噴火を繰り返しています。そして地域住民の避難が行われるような大規模な噴火活動も、平均すると5年に1回程度起きています。近年の火山観測網の整備により、大規模な噴火の際にはほぼ確実にその前兆を捉えることができるようになってきました。しかし、噴火の形態や継続時間、火山活動の推移を事前に予測することはまだ難しいのが現状です。

噴火災害を軽減するためには、火山活動の状況を正しく把握し、活動の推移を見極めることが必要です。そのために噴

火の危機に際しては、火山噴火予知連絡会に詳細な観測データが集められ、火山活動の評価が行われます。産総研も、気象庁・大学・関係研究機関などと分担、協力して、噴出物・火山ガスの調査や地殻変動の観測などを実施しています。

噴火の際に、緊急の調査研究を集中的に行うためには、様々な分野の多くの研究者の協力が必要です。そのため、臨時に緊急観測態勢がとられることもあります。例えば三宅島の噴火の際には、産総研では副理事長を本部長とする緊急対策本部を設置して延べ40名弱の職員が協力しました。

欠かせない現地での調査

2000年6月に始まった三宅島の火山活動は、3000年ぶりとも言われる大規模なものです。噴火の危険性とそれに引き続いて起きた大量の火山ガスの放出のために、全島民が島からの避難を余儀なくされました。

噴火が起きるとまず必要なのは、現地での調査に基づいて噴火の特徴を明らかにし、その後の活動の推移を推定することです。三宅島でも7月～8月に山頂に直径1.6kmの陥没火口が形成され、噴火が繰り返されました。その中で、産総研の研究者も火山灰にまみれながら噴出物

表 最近の主な火山活動と災害

2000～	三宅島噴火	陥没火口、大量火山ガス放出 全島避難
2000	有珠山噴火	溶岩ドーム
1990～95	雲仙普賢岳噴火	火砕流・土石流、死者43名
1986	伊豆大島噴火	溶岩流 全島避難
1983	三宅島噴火	溶岩流 集落が埋没

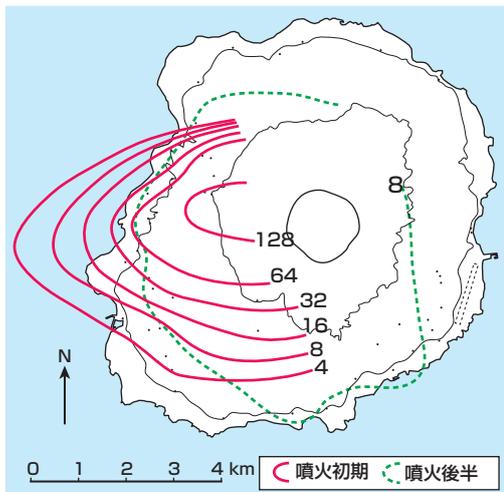


図1 2000年8月18日に三宅島火山から放出された火山灰の分布(数字は厚さ: mm)

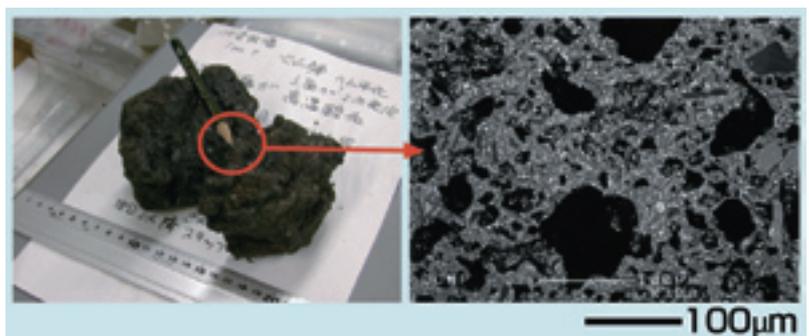


図2 2000年8月18日に三宅島火山から放出された火山弾とその顕微鏡写真

写真1 三宅島山頂部に形成された陥没火口と活発に放出される火山ガス
(撮影: 中野 俊)

の調査を行い、噴出物（火山灰や火山弾）の分布や量、そして形態や組成を調べて、噴火を起こしたマグマの特徴などを明らかにしました。

三宅島では陥没火口の形成後、大量の火山ガスが放出され続ける、という世界でも稀に見る現象が起きました。この有毒な火山ガスが居住地域にも流れてくるためいまだに島民の避難は続いています。

産総研は気象庁・大学と共同で火山ガスの放出量や組成、そして噴煙活動の監視を続けています。的確な火山活動の把握が、噴火や火山ガスの危険性を判断する

の根拠となるからです。

噴火の迅速・詳細な調査は、直接災害の軽減のために必要であるのみならず、火山学の基礎研究としても重要です。噴火は貴重な研究の機会でもあるのです。近代的な観測が可能となってから、人類が経験した噴火の数はそれほど多くはありません。噴火に直面した火山研究者は、臨床例の少ない病気の患者を見る医者のようなものです。このように表裏一体の関係にある、災害の軽減と研究（火山の理解）を目指して、私たち産総研の研究者も噴火の最前線で調査研究を進めています。



写真2 三宅島での噴出物調査
積もった火山灰の層を写真に撮っている。
(撮影：伊藤順一)

人工衛星による火山活動の監視

地質情報研究部門 地質リモートセンシング研究グループ
浦井 稔

人工衛星を利用すると、火山活動を安全に広域的・周期的・定量的に監視することができます。とくに地上からの観測が困難な火山では、人工衛星を利用した火山活動の監視が有効です。例えば、国後島にある爺爺岳（ちゃちゃだけ）は最も活動的な活火山の一つですが、自然環境が厳しい上に政治的な問題があり、地上観測が困難な火山です。

図1は、経済産業省が開発したASTERセンサによって観測された爺爺岳の画像です。1973年に噴火した南火口や北火口付近の植生がまだ十分回復していない様子がよくわかります。

図2は、ASTERセンサのステレオ画像機能を用いて作成した爺爺岳の地形図です。この地域の地形図は、国土地理院が1922年に発行して以来、更新されていません。新しい地形図から、南火口や北火口の地形が詳細にわかります。

図3は、夜間に観測した爺爺岳の表面温度分布です。明るい部分は温度が高く、暗い部分は低温です。標高が高くなると地表温度も低くなりますが、爺爺岳の山頂に明るい点が見えます。これは火山活動のため、山頂の地表温度が周辺より高くなっていることを示しています。一方、南火口や北火口には熱的な異常は見られません。島の北側の海は流水が接岸しているため低温ですが、南側は陸地より高温になっています。



図1 ASTERから2002年5月8日に観測された爺爺岳
画像の範囲はいずれも30km×30km

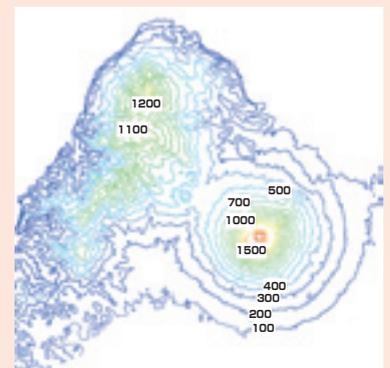


図2 ASTERのステレオ画像ペアから作成した爺爺岳の地形図



図3 ASTERから2001年3月13日に観測された爺爺岳の地表温度分布

マグマの上昇から噴火へのメカニズム

地質情報研究部門 マグマ活動研究グループ
高田 亮

火山の将来予測をするとき、マグマの上昇から噴火へいたるメカニズムは、様々な観測・調査データをもとに、論理を重ねていくために欠くことができないものです(図1)。将来予測の数値計算を支えるプログラムに相当する重要な部分でもあります。このメカニズムで鍵となるのは、クラック(割れ目)によるマグマの移動とマグマ上昇中の発泡現象です。どちらも動的な物理で、理論解析が難しかったものです。台風は衛星からモニターできますが、マグマは直接観察できません。マグマを見るために、レントゲンや内視鏡に相当する地球物理探査や掘削という技術がありますが、現時点では、観測精度、深さ・温度条件、予算に関する限界があります。そこで、実験室でマグマ供給系を再現してメカニズムを解析するという、発想を転換したマジックがあります。

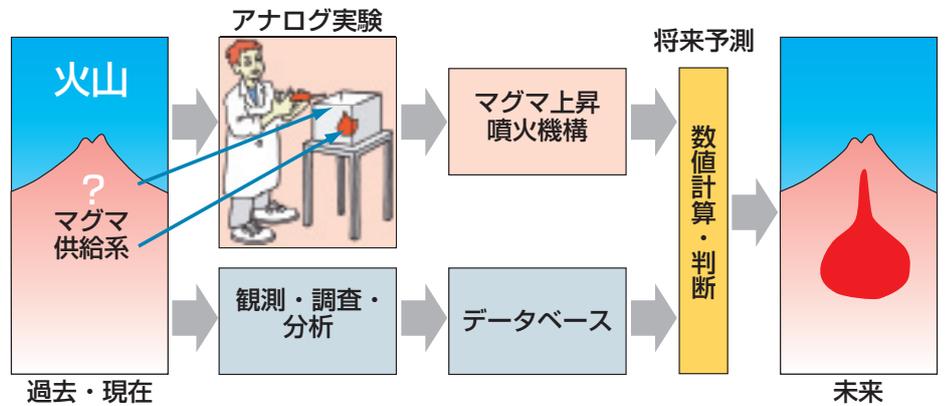


図1 アナログ実験の目的と位置づけ

マグマ上昇中の発泡

実験室で地球内部と同じ高温高压状態を実現し、そこに天然物質を融解した“マグマ”を封入して、マグマ供給系を再現する発想です。爆発を支配するマグマの上昇中に見られる発泡過程は、軽石の泡のサイズや量に表れます。この過程を観

察するために、マグマの上昇過程も再現できる減圧速度制御ガス圧装置を開発しました¹⁾(図2左)。この装置に、実際に噴出した岩石を約1000気圧・900℃で融解したマグマを封入して減圧発泡させ、実験でできた人工軽石の組織を測定した結果、マグマの上昇速度の違いが発泡過程に大きな影響をもたらすことが明らかになってきました²⁾(図2右)。

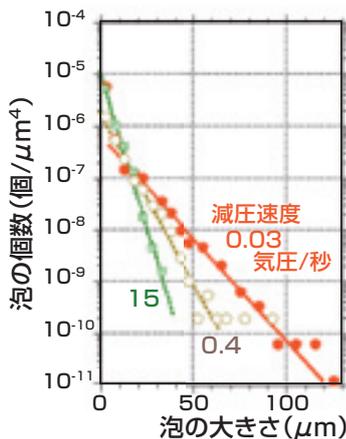


図2 減圧実験の実験装置(左)¹⁾と実験産物の気泡のサイズ分布(右)²⁾

クラックによるマグマの移動

実験室でアナログ物質を使い、規模を縮小して疑似マグマ供給系を再現する発想です。脆性破壊する弾性体である透明なゼラチンを地球にみたと、そこにマグマにみたと油を注入してクラックを作り、その挙動を観察します。このシステムでは、目的にあわせて、ゼラチンの物性と応力や、油の物性と注入率を制御できます。理論解析では2次元が限界でしたが、この実験では、液体で満たされた3次元クラックの基本的な形状や様々な

関連情報

- ¹⁾ 東宮昭彦・宮城磯治：日本火山学会講演予稿集 2001, No.2, 177 (2001)
- ²⁾ A. Tomiya: Eos. Trans. AGU, 84(46), Fall Meet. Suppl., Abstract V51L-01 (2003)
- ³⁾ A. Takada: J. Volcanol. Geotherm. Res.93,93-110 (1999)
- ⁴⁾ A. Takada: Cities on Volcanoes, Abstracts,127 (2003)
- ⁵⁾ 高田亮：地質ニュース, 591, 24-27 (2003)

応力下でのクラックの挙動が明らかとなり、クラックどうしの相互作用などのアイデアも生まれました³⁾(図3)。最近では、応力下での割れ目噴火のアナログも再現しました⁴⁾。クラックによるマグマ供給系モデルも生まれ、雲仙岳、有珠山、三宅島の噴火でも、マグマはクラックによって移動すると思えるのが常識となってきました。この考え方は、複成火山と単成火山の違いを説明するのにも応用されています。この実験は、広く一般向けの普及活動や理科教育にも利用されています⁵⁾。

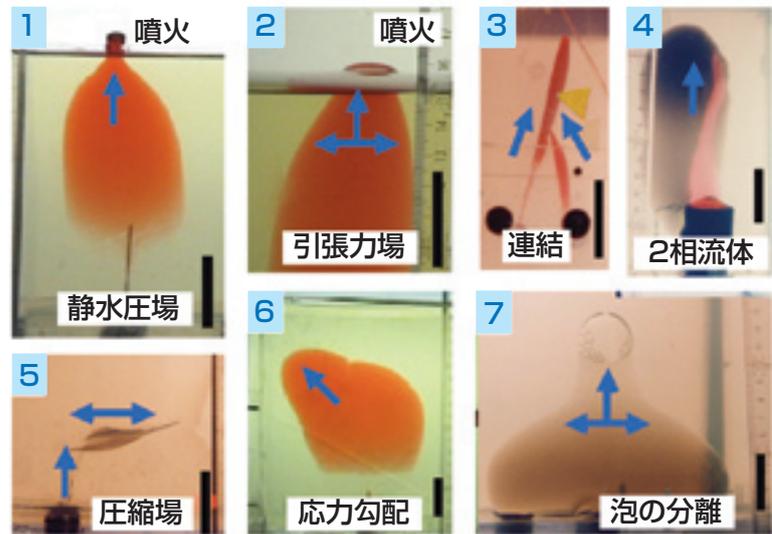


図3 クラックのアナログ実験の例
3と5はクラック側面 他はクラック正面 矢印は液体の流れ 黒のスケールは3cm

火道を貫いた雲仙科学掘削

地質情報研究部門 副部門長
宇都 浩三

雲仙火山科学掘削は、平成11年度に開始された文部科学省科学技術振興調整費のプロジェクトで、産総研をはじめ、東大地震研究所など国内外の多数の研究機関が参加しています(計画の概要はAIST Today 2002年10号参照)。このプロジェクトの最大の事業である「火道掘削」が、ついに平成16年7月に平成噴火の火道を貫き、無事に工事を終了しました。

雲仙火山では、平成3～7年の噴火の際に、溶岩ドーム崩落による火砕流が頻発し、44名の人命を含む大きな被害が発生しました。この噴火の調査から地震・隆起・山体変形など、多くの観測データが得られ、マグマの上昇・噴火過程の詳細なモデルを得ました。

プロジェクトでは、マグマの上昇過程を実証し、噴火のメカニズムを理解する目的で、平成噴火のマグマの通り道である火道に到達するボーリング(火道掘削)を計画し、雲仙火山北側斜面の標高850m地点から平成15年2月に掘削を開始しました。途中、幾度かの中断がありましたが、計画を修正しながら、水平方向に約1.3km、垂直方向に約900m、掘削距離で2000m掘り進んだところで、平成火道に到達することができました。

普賢岳直下の海拔0m付近には、新旧の火道が約500m幅の中に密集する「火道域」があり、平成火道もその中にありました。火道温度は、掘削前の予想に反して約200℃と低温でしたが、これは熱水活動により早く冷却したためと推定されます。これからの詳細な研究により、マグマの上昇過程の詳細が明らかにできるものと期待されます。



写真 普賢岳北斜面の火道掘削サイト
約2000m²の敷地に高さ50mの櫓を設置し、国有林内には掘削用の林道を敷設した(写真提供:中田節也氏)。

火山地質図 — 火山の履歴調査 —

地質情報研究部門 火山活動研究グループ

星住 英夫
中野 俊

火山が密集する日本列島

日本列島は、世界的に見てもたくさんの火山が密集する地域です。図1には活動的な火山の分布を示しましたが、火山は日本列島のどこにでも存在するのではなく、その分布には偏りがあります。東日本では、火山が北方領土から北海道を横断、屈曲して東北地方の脊梁山脈の上を南下し、関東平野を取り巻くようにして伊豆半島から伊豆諸島まで連なっています。これらの火山の分布の太平洋側の縁を火山フロントと呼んでおり、それはちょうど太平洋プレートが沈み込む千島

海溝-日本海溝-伊豆小笠原海溝とほぼ平行に延びています。

火山は、火山フロント上に集中しています。その西側(日本海側)にも少しはありますが、東側(海溝側)には分布していません。火山フロントの直下約110kmには深発地震面が存在しており、太平洋プレートの沈み込みが火山の発生、すなわち地下深所でのマグマの発生メカニズムと大きく関わっていることを示します。

一方、西日本では山陰地方から九州を縦断し、トカラ列島に続く火山フロントが存在します。こちらは、フィリピン海

プレートの沈み込みによって形成されたものです。

活火山と火山災害

火山のうち、おおむね過去1万年以内に噴火したことがある火山を「活火山」と呼びます。活火山は、今後も噴火をする可能性がある火山です。現在、日本では108の活火山が気象庁により認定されています(図1)。日本の活火山は、その多くが風光明媚な土地であることや温泉が近くにあることから、その大部分が観光や登山の対象となっています。ところが、

「日本の第四紀火山」データベース

http://www.aist.go.jp/RIODB/strata/VOL_JP/

日本列島には、活火山ではない火山、たとえば、何百万年も前に活動していた古い火山もたくさんあります。かつては休火山とか死火山という名称がありましたが、現在では使いません。活火山ではない火山については、「第四紀火山」という区分の仕方があります。これは、最近180~170万年以内、すなわち第四紀という地質時代に活動した火山です。この時代に限ってみれば、火山のおよその分布傾向や分布範囲は第1図に示した活火山とほぼ同様です。「1つの火山」の定義は難しいので数え方にもよりますが、日本列島では300を超える第四紀火山が数えられています。

活火山ではない火山としては、東北地方の月山、日光の男体山、山陰地方の大山などが挙げられます。火山によっては、今後の詳しい調査によって最近1万年以内の活動が認められると、新たに活火山に認定されることもあります。

産総研の研究情報公開データベース(RIODB)では、「地層・岩体・火山」事典の一部として火山のデータベースを公開しています。これは第四紀に活動した火山を網羅したもので、カルデラ・成層火山・溶岩ドームなどの火山の形式のほか、玄武岩や安山岩などの岩石名、活動年代、火山の位置を示す地形図名や緯度経度、これまでの研究を示す文献一覧などをまとめてあります。各火山の豊富な写真のほか、火山の様子が一目でわかるように産総研発行の地質図も収録しつつあり、研究者だけでなく、一般の方々も広く利用しています。活火山については噴火記録や噴火写真なども収録していますが、より詳細な、社会に役に立つ情報を備えたデータベースとして整備していく予定です。

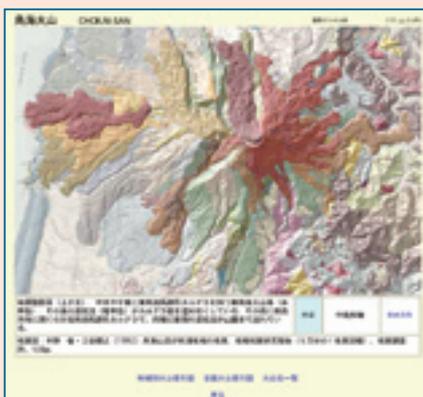




図1 日本列島の活火山分布図
 活動度により3段階にランク分けされている。もっとも活動度の高いAランクは13、Bランクは36、Cランクは36火山。海底火山や北方領土の火山はランク分けの対象外になっている。今後の調査で新たに活火山と追加認定される火山もある。橙色の太いラインが火山フロント。

地質図では、噴出物を時代や種類によって色分けして示してある。浅間山はよく三重の火山といわれるが、大規模な山体崩壊により形成された外側の外輪山（黒斑山を含む）の内側に前掛山火口があり、さらに内側に中央火口丘の釜山が形成されている。天明三年（1783年）の噴火では大量の軽石や火山灰を放出したほか、火砕流や溶岩流を噴出した。火砕流の一部は大量の岩塊を含み、なだれとなって吾妻川の峡谷を堰き止め、やがて決壊すると下流の利根川沿いに大きな被害をもたらした。

いったん噴火活動を開始すると、周囲に大きな被害を及ぼす危険があります。

産総研では、前身の地質調査所時代から特に活動的な活火山の噴火履歴を地質図としてまとめ、火山地質図として提供してきました。火山の過去の噴出物の分布・年代や特徴を、現地調査や室内実験で詳細に調べることによって、その火山が、いつ、どこで、どのような様式の噴火をして、どのくらいの範囲に影響を及ぼしたのかを明らかにすることができます。

火山にはそれぞれ個性があり、噴火の様

式、頻度、規模などが個々の火山によってまったく違います。そのような違いを明らかにして火山地質図として表現しているの、火山地質図はいわば火山の履歴書とも言えるでしょう。

火山地質図は、噴火が切迫しているときや実際に噴火が開始したときに、その活動の推移を予測する大きな手がかりとなります。また、過去の噴火の様式や規模のデータは、各自治体が発行する「ハザードマップ（噴火災害予測図）」を作成する際の基礎資料としても活用されています。

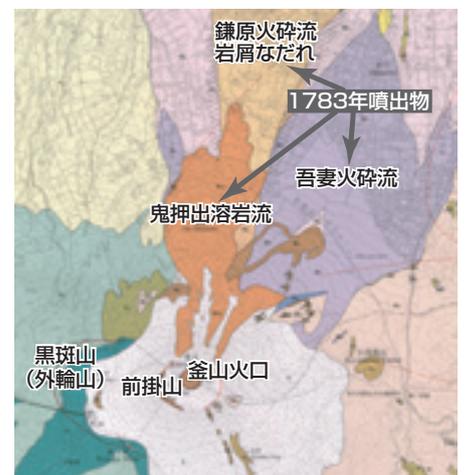


図2 浅間火山地質図(1993年発行)の一部

観光資源としての火山 - 絶景と温泉 -

地圏資源環境研究部門 地熱資源研究グループ
阪口 圭一

火山が与えてくれる楽しみ

火山は私たちにさまざまな楽しみを与えてくれます(図)。

まず、すばらしい景観があります。富士山のようにそびえ立つ峰も火山の景観の魅力ですし、十和田湖のように青い水をたたえるカルデラ湖も火山が作り出した絶景です。日本の国立公園28カ所のうち18カ所に火山があることから、そのすばらしさをわかっていただけでしょう。

また、その山に登る楽しみや滑る楽しみもあります。深田久弥さんの「日本百名山」の半数近くを第四紀の火山が占めていますし、蔵王や妙高など人気のあるスキー場の多くも火山の斜面を利用しています。さらに、山麓には豊富な湧水をもたらす、羊蹄山、富士山、阿蘇山などの周辺には名水百選に選ばれているものもたくさんあります。

火山地域の温泉

ところで、何と言っても日本人にとって一番の恩恵は温泉です。日本には3100カ所の温泉地があり、年間の延

べ宿泊者数は1億4000万人にもなります(平成14年度環境省資料)。最近では平野部などの非火山地域での温泉開発が盛んで、数の上では火山地域の温泉の割合はそれほど多くはありません。しかし、高温泉が多いことや泉質の幅が広いことなど、火山地域には魅力のある温泉がそろっています。火山地域では、地下に高温のマグマ溜まりがあるため、高温下での水と岩石の反応やマグマからの発散物と地下水との混合が起こります。そうしてできた熱水が活発な熱水対流によって周辺に広がっていき、多様な泉質の温泉群を作り出しているのです。

温泉で発電をする？

オーストリアのブルマウ温泉(Bad Brumau)はユニークな建物とエコ・リゾートが売り物の温泉地です。このホテルでは110℃の温泉水を使って地熱発電を行い、さらに、発電後の熱水を熱交換して給湯などに利用しています(写真)。110℃という熱水の温度は従来方式の地熱発電には向きませんが、ここでは熱交換によって低沸点媒体を蒸発させて

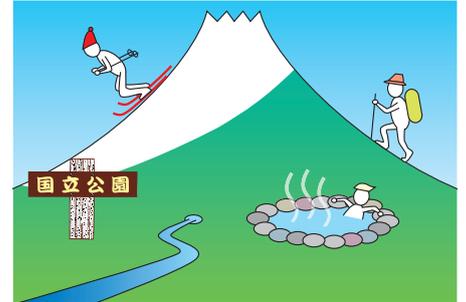


図 火山が与えてくれる楽しみ

その蒸気でタービンを回すバイナリーサイクル発電技術を使っています。

しかし、オーストリアには火山はありません。ブルマウ温泉は1970年代に行われた石油探鉱調査で見つかった温泉で、深さ2000mのボーリング坑から熱水を得ているのです。火山地域の温泉だと、もっと簡単に高温の熱水を得られます。

海外では、すでに多くの地域で、さまざまな規模のバイナリーサイクル発電設備が使われています。日本でも、温泉を利用したバイナリーサイクル発電の可能性調査が最近始まりました。今後の開発が期待されます。



写真 ブルマウ温泉(オーストリア)の地熱発電施設(左)とユニークなホテル(下)



火山が創る鉱物資源

地圏資源環境研究部門 鉱物資源研究グループ
渡辺 寧

むずかしい金属鉱床形成の解明

青森県にある恐山の山頂部に金の濃集が見られるように、火山活動と金属元素の濃集・沈殿とは切っても切れない関係にあります。火山を形づくるマグマに金属元素が含まれているためですが、マグマの中の金属元素がどのような過程を経て鉱床を作るのかは意外にわかっていません。これは金属鉱床が地表下数百m～数kmの深い場所に形成されるために、山体の残っている火山の近くでは鉱床が発見されず、逆に鉱床が開発されているところでは火山がすでに原形をとどめていないことが多いからです。また、金属鉱床はすべての火山に伴っているわけではなく、むしろ鉱床を伴う火山はきわめて稀なのです。

北海道札幌市の最高峰、無意根山(写真)は、約300万年前に安山岩の溶岩を噴火して形成した火山です。その北方には、銀・インジウム・亜鉛・鉛・銅を採掘している豊羽鉱山があります。豊羽鉱山の坑内の岩盤温度は現在でも100度以上と高く、金属元素に富む鉱脈が形成されてから、まだあまり時間が経過してい



写真 無意根山を東方から望む

ないことがわかっています。従って、鉱脈がどのようにしてできるかを研究するにはまたとない現場なのです。

私たちの「マグマ-熱水系モデル」

私たちは、地表や坑内での調査や物理探査をもとに、次のような「マグマ-熱水系モデル」を考案しました(図)。無意根火山での溶岩の噴出後、山頂から約2km下部にマグマとマグマから分別した熱水が貯留しました。そこでマグマに含まれていた熱水は、高温の火山ガスと塩水に分別します。SO₂に富む火山ガスは上昇して火山噴気帯周辺の安山岩と反応

することにより、明ばん石や蛋白石からなる酸性変質岩を形成しました。

一方、塩水には、銀や亜鉛・鉛等の金属元素が多く溶け込み、その大きな密度のために火山ガスとは別に側方に流動します。この塩水は山頂から約3km北方に流れたところで遭遇した断層帯を上昇して、地表から浸透してきた水(天水)と混合することにより、黄鉄鉱や閃亜鉛鉱などの金属硫化鉱物や石英となり鉱脈として沈殿します。同時に、鉱脈周辺の岩石に緑泥石や絹雲母を主とする中性熱水変質を引き起こしています。そして鉱脈形成後、さらに残液の熱水は断層を伝って上昇し、鉱山の東方、湯ノ沢にカオリナイトを主成分とする粘土変質帯を形成しました。

このような結果は、火山周辺で金属鉱脈を探す際の指標を与えてくれます。金属鉱床形成には、火山形成後に引き続いて起きる大規模なマグマの貫入が必要であり、火山体に熱水変質帯が発達しているかないかがその判別の鍵となります。さらに熱水で変質した岩石の鉱物の組み合わせや化学組成を吟味して、マグマの貫入に伴って発達した熱水系のどの部分を観察しているのか、地質構造の解析によりどの部分に金属元素の濃集が期待できるのかを理解することが重要です。

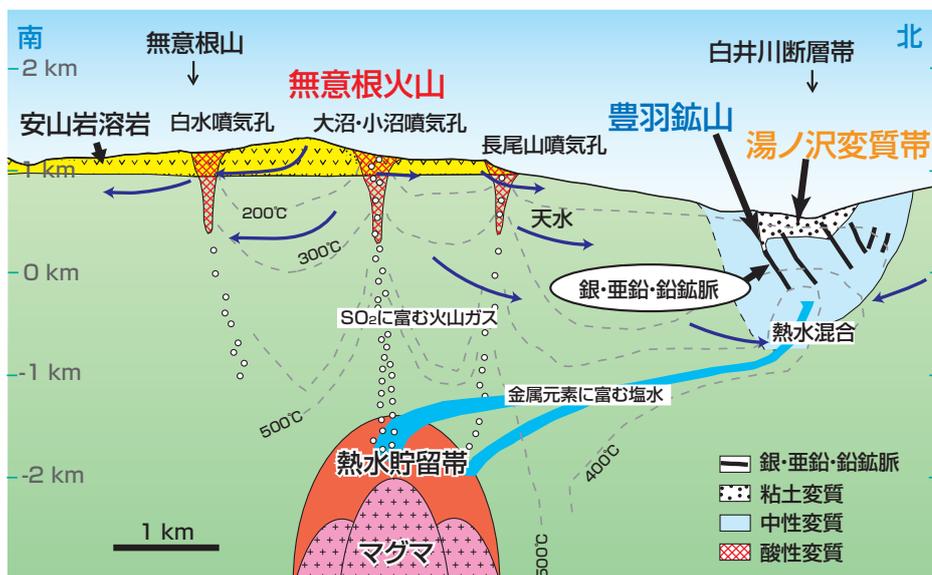


図 無意根-豊羽マグマ熱水系モデルの断面図

海底熱水系

地質情報研究部門 海底系地球科学研究グループ
飯笹 幸吉

海底の火山活動でできる硫化物鉱床

海底にできた煙突状の穴(チムニー)から勢いよく熱水がふき出している海底熱水活動は、地球上でもっとも活動的な地質現象のひとつです。ここでは地球内部の変動が、海底火山の活動に伴う熱水循環によって熱および重金属などの物質の移動として観察されます(写真)。この熱水循環は、海底深部から銅、鉛、亜鉛、鉄、金、銀などを海底の表層に硫化物の形で供給しています。そしてそこには、熱水域に特有の生態系が作り出されています。

産総研では、研究テーマのひとつとして、わが国周辺海域をはじめ中央海嶺の活動的な海域の海底熱水系に関する基礎的な調査・研究を行っており、有人潜水艇、無人探査機、海底掘削器などによ

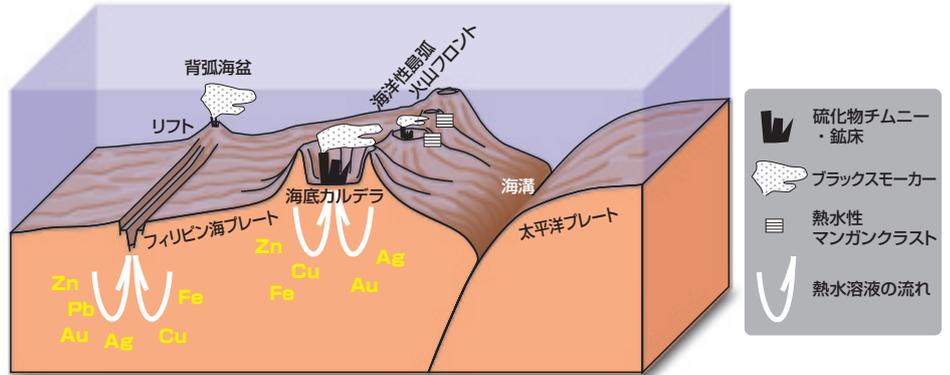


図1 日本周辺海域の潜在的な硫化物鉱床の分布と産状の概念図

てデータを集めて、物質の移動・濃集のメカニズムの解明と鉱床の形成機構のモデル化を進めています。

日本周辺海域の硫化物鉱床の分布

東京の南方海域には、本州弧に匹敵するほどの大きさで、伊豆・小笠原弧が分

布しています。この海底には、海溝の西側に活動的な海底火山や島嶼が南北方向に数多く存在しています。海溝に沿って並んだ火山のラインを火山フロントと呼びます。さらに、この火山フロントの西側には、背弧リフトと呼ばれる細長い凹地状の海底地形が南北に連なって形成されています。

火山フロントや背弧リフトに存在する海底火山には、海底カルデラと言われる鍋底状の地形を持つものが多く、この海底カルデラでは、活発な熱水活動が生じています。熱水活動が盛んな海底カルデラでは、海水が海底の割れ目から深部にしみこんでいます。しみこんだ海水は、マグマだまりの熱によって暖められて、高温の重金属を含んだ熱水溶液になって再び海底面に上昇してきます。そして、重金属に富んだ黒鉱型鉱床と言われる潜在的な硫化物鉱床を生成します(図1)。琉球弧でも伊豆・小笠原弧と同様の現象が起きています。

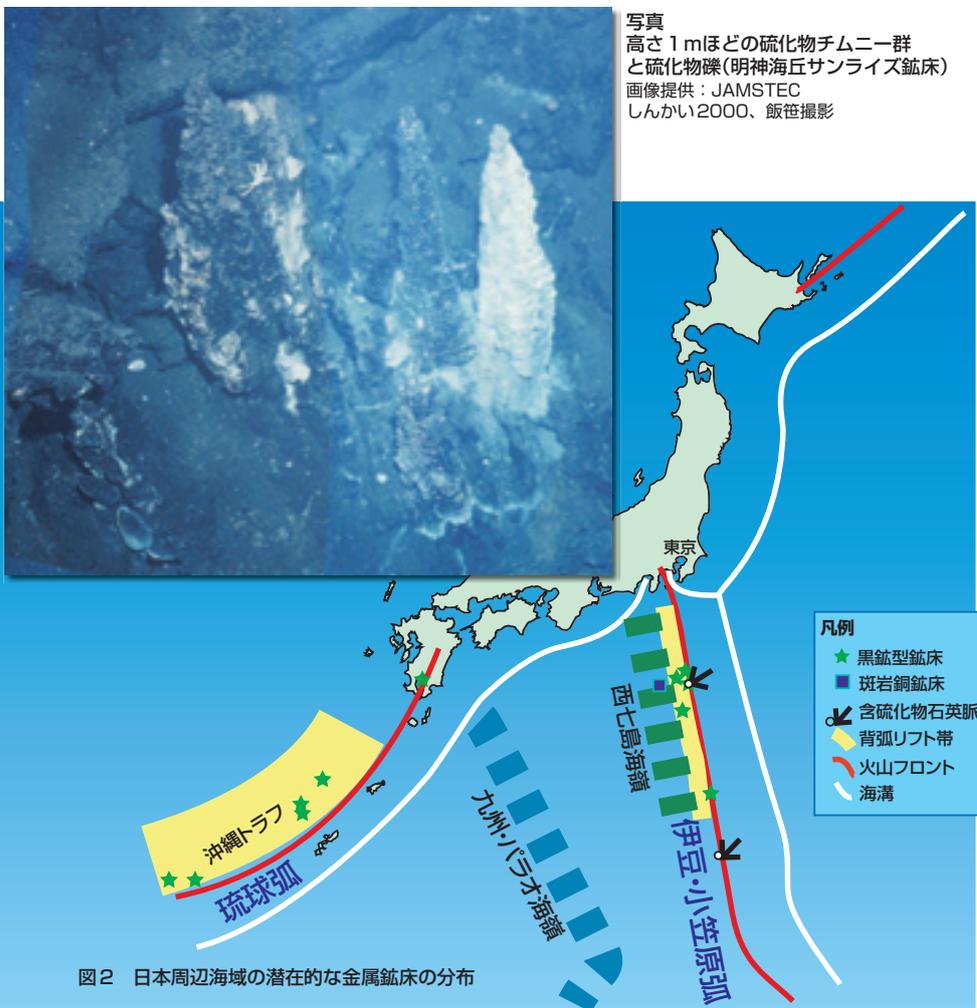


図2 日本周辺海域の潜在的な金属鉱床の分布

日本周辺海域の金属鉱床などの分布

日本周辺の排他的経済水域内には、上記のようにして生成した、金・銀・銅・鉛・亜鉛を多量に含んでいる潜在的な金属鉱床(図2の★印)が、火山フロントや背弧リフト内に数多く存在しています。

産総研 地質調査総合センター が果たすべき役割

地質調査総合センターは、国として行なうべき「地質の調査」を実施するための組織です。地質の情報は、様々な社会生活のために必要不可欠な国土の基本情報として位置づけられており、その整備のための「地質の調査」は、1882年に当センターの前身である地質調査所が設立されて以来、一貫して責任を持って実施しています。現在は、産総研に属する、地質調査情報センター・4研究実施部門・2地質調査連携研究体・地質標本館が取り組んでおり、これら「地質の調査」に関連するユニットを一括した総称が、地質調査総合センター (Geological Survey of Japan) です。

「地質の調査」に関連するユニットは、それぞれ独自のミッションを持ち、自ら掲げる目標を達成すべく活発に研究を行っています。加えて、研究コーディネータを代表として地質調査総合センターを組織することにより、ユニット間の有機的な連携を図り、実際の研究を行なう現場から、その成果を広く一般社会に発信する窓口まで一体となって、内外の関連組織との連携や研究成果の効果的な発信を、より強力に推進していきます。

鉱物資源や石炭・石油の探査など、「地質の情報」に対する社会的要請は古くから大きなものでしたが、オイルショックの後、天然ガス、地熱などの石油代替エネルギーの探査に対する大きな要請が加わるとともに、深刻化する地球温暖化の防止策を考える上からの重要性も持ってきました。近年、地震・火山被害の軽減、安全な水資源の確保、などへの「地質情報」の応用に関する要請は高くなる一方です。

このような「地質情報」に対する社会的要請の変化と高まりは、人類の活動が拡大するに伴い、我々人類が、従来型の「地球を使うのみの無秩序な開発・利用」の限界に気づき、「地球の有限性に配慮し、グローバルな視点から地球とうまく付き合っていく」という一つの現れです。

限りある地球の許容度の中で、いかに社会の発展を持続させるかが、現在、大きな課題となってきているのです。

持続可能な社会を構築するためには、人間活動や自然現象が地球に与える影響を正確に評価し、その将来を予測することが重要です。そのためには現在の地球の状態を良く知ることはもちろんですが、現在から過去にさかのぼり、地球というシステムがたどってきた道筋をつかむことが必要です。

それによって初めて、これからたどっていく地球の将来を正確に予測することが可能になります。世界規模の問題と身近な地域の問題が相互に密接な関係を持っていることを認識することが必要なのです。

持続的発展可能な社会の実現のため、産総研 地質調査総合センターでは「地球を良く知り、地球とうまく付き合う」ことをスローガンに掲げ、より精度の高い予測情報の提供とそのための技術開発・情報整備を行うことによって、広く国民の安心・安全に貢献していきます。



研究コーディネータ (地質・海洋分野担当)
佃 栄吉

地質標本館

4つの展示室と中央ホールでは、地質標本の系統的展示をはじめとして、地球の姿、歴史、変動のメカニズム、人類と地球の関わりなどのテーマについて分かりやすく説明しています。

休館日：毎週月曜日（祝日の場合は火曜日）、年末年始（12月28日～1月4日）

開館時間：9:30～16:30（見学に要する時間は約1時間）

入館料金：無料

詳しい情報は、ウェブページでどうぞ。

<http://www.gsj.jp/Muse/>

お問い合わせは、下記にどうぞ。

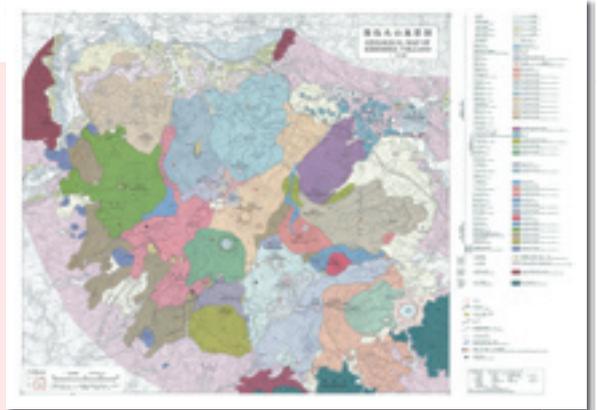
TEL: 029-861-3750/3751

FAX: 029-861-3746



● 地質調査総合センター発行の火山地質図 ()は発行年

No. 1	桜島火山地質図(1981)	¥1,260
No. 2	有珠火山地質図(1981)	¥1,155
No. 3	草津白根火山地質図(1983)	¥1,575
No. 4	阿蘇火山地質図(1985)	¥1,155
No. 5	北海道駒ヶ岳火山地質図(1989)	¥1,785
No. 6	浅間火山地質図(1993)	¥1,785
No. 7	青ヶ島火山および伊豆諸島南方海底火山(1994)	¥2,625
No. 8	雲仙火山地質図(1995)	¥1,155
No. 9	那須火山地質図(1997)	¥2,205
No.10	伊豆大島火山地質図(1998)	¥1,785
No.11	霧島火山地質図(2001)	¥1,575
	富士火山地質図 [特殊地質図 No.12] (1968) 第2刷 複製	¥1,470 (2枚組)
	富士火山地質図 1:50,000 [CD-ROM版 数値地質図 G-9] (2002)	¥1,155



● その他の地質図シリーズ

1:50,000 地質図幅	水文環境図	海洋地質図
1:75,000 地質図幅	地熱地域等重力線図	水理地質図
1:200,000 地質図幅	日本地質図索引図・総覧	鉱物資源図
1:500,000 地質図幅	数値地質図 (CD-ROM)	重力図
1:2,000,000 地質編集図	活構造図	日本炭田図
1:1,000,000 地質図	構造図(活断層ストリップマップ)	日本油田・ガス田図
海外地球科学図	特殊地質図	空中磁気図

地質図類に関する詳しい情報は、下記のウェブページでどうぞ。

<http://www.gsj.jp/Map/>

購入方法その他のお問い合わせは、地質情報センター地質情報整備室までどうぞ。

Tel : 029-861-3601 Fax : 029-861-3602

● 産総研の地質関連の書籍

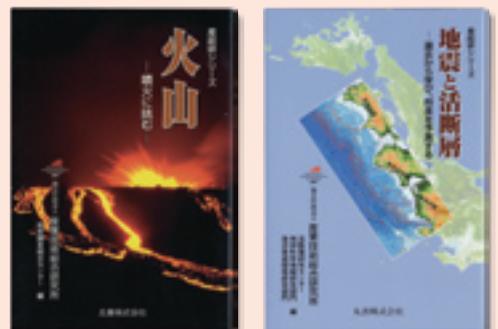
産総研シリーズ [発行:丸善 定価:1,575円(本体 1,500円)]
全国有名書店でお買い求めください。

火山 —噴火に挑む—

有珠、三宅島、雲仙の噴火活動の調査から分かったこと、富士山について過去・現在の状況と将来予測に向けた取り組みなど、産総研における火山の研究を紹介します。

地震と活断層 —過去から学び、将来を予測する—

地震と活断層に関する科学的基礎の理解を助け、産総研の特徴である地質学的調査に基づいた、将来の予測を目指して進められる地震研究を紹介します。



● 産総研の地質研究に関する情報は、地質調査総合センターのウェブサイトでどうぞ。

<http://www.gsj.jp/>

火山 噴火と恵み 産総研の火山研究の最前線

- 火山研究 –災害を軽減し、恵みを最大に享受するために– 佃 栄吉・青木 正博 **2**
- 噴火を追う –三宅島の緊急調査– 篠原 宏志 **4**
- 人工衛星による火山活動の監視 浦井 稔 **5**
- マグマの上昇から噴火へのメカニズム 高田 亮 **6**
- 火道を貫いた雲仙科学掘削 宇都 浩三 **7**
- 火山地質図 –火山の履歴調査– 星住 英夫・中野 俊 **8**
- 「日本の第四紀火山」データベース **8**
- 火山の恩恵 –地熱利用の最前線– 村岡 洋文 **10**
- 観光資源としての火山 –絶景と温泉– 阪口 圭一 **11**
- 火山が創る鉱物資源 渡辺 寧 **12**
- 海底熱水系 飯笹 幸吉 **13**

Cover Photos

2004年爆発的に噴火した
浅間火山
画像提供：風早康平



三宅島山頂の陥没火口から
放出する火山ガス
画像提供：中野 俊



三宅島で行われた
噴出物調査
画像提供：伊藤順一



東方から見た無意根山
画像提供：渡辺 寧



ASTER から観測された
爺爺岳の地表温度分布
画像提供：浦井 稔



独立行政法人 **産業技術総合研究所**

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2
広報部 出版室 Tel : 029-862-6217 Fax : 029-862-6212 E-mail : prpub@m.aist.go.jp

〒305-8563 つくば市東1-1-1 中央第7
地質調査情報センター 地質調査企画室 Tel : 029-861-9122 Fax : 029-861-3672 E-mail : secr@gsj.jp
(地質調査総合センター) http://www.gsj.jp/

産総研ホームページ <http://www.aist.go.jp/>

このパンフレットは、AIST Today 2004-12号に掲載された特集記事をもとにして作成しました。
発行日：2005.2.1

