

防災科学技術研究所

防災科学技術研究所

National Research Institute

for

Earth Science

and

Disaster Prevention

防災科研 NEWS

宮城県村田町の地すべりと危険予測

次世代型火山防災ハザードマップ

—富士山溶岩流シミュレーション—

コンピュータで再現する火砕流

2003年イラン・バム地震被害調査

既往斜面災害データベース公開

775トンの震動台を据付

第3回成果発表会

- 150人を越える参加 -

防災科学技術研究所 インタビュー

研究者から理事長に

夏

2004 No.148

宮城県村田町の地すべりと 危険予測



総合防災研究部門 総括主任研究員 井口 隆

亀裂を発見

今年のゴールデンウィークの最中に、宮城県村田町の平地区で地すべりが起きて、近くの住民が避難するという災害が起きました。地すべりとは山の斜面が何らかの原因で不安定になって下方へと動きだす現象ですが、最初は4月28日に山菜取りにきた人が山の斜面に亀裂を発見しました。町役場や県にも連絡して監視していましたが、亀裂は日に日に広がり、初めは落差がなかったのですが20cm、50cmと大きくなってきたので、斜面の下の方の集落に住んでいた方は避難しました。我々は5月3日に現地調査に訪れましたが、

その時には一番上の亀裂は2m近い落差にまで拡大し（写真1）、斜面の下方では部分的に崩落が始まっていました。その時には1時間に8mm位の速度で動き続けていました。変動している範囲は幅100m斜面長が100mほどでした。

その後、対策として地すべりの動きを押さえるために斜面下に土を盛ったり、地下水を抜くためのボーリングを行なうなどして、移動速度を少し下げることになっています。しかし、この原稿を書いている5月末の時点でも地すべりは完全には止まっておらず、住民の方の避難は続いています。



写真1 地すべりの頭部にできた滑落崖（地すべり前は同じ高さで続いていた）



図1 地すべり地形分布図と村田町地すべりの発生位置（矢印の先）
インターネットの公開画面に加筆

履歴から予測

こういった地すべりが起こる危険性の高い斜面は、あらかじめ知ることは出来ないのでしょうか？土砂災害の危険性を地図に表わしたものをハザードマップと呼びますが、土砂災害に関してはまだまだきちんとした図はほんの一部しか出来ていません。それは土砂災害の発生場所をきちんと予測するのが難しいからです。でも、繰り返し発生するような地すべりについては、過去の履歴から発生場所の予測ができるようになってきました。

地すべりは長い年月をかけて繰り返し起こる現象で同じ場所で起きたり、以前に起こった場所のすぐ隣で起きたりします。そこで防災科研では、「地すべり地形分布図」という過去に地すべりが起きた場所を見つけて地図の上にその場所を書き記した地図を作ってきました。

今回の村田町の地すべりは「地すべり地形分布図」で危険区域として示さ

れていた場所で起きました。正確に言うとう過去の地すべりが滑り落ちた跡にできた急な斜面上（これを滑落崖と呼びます）に生じた地すべりです（図1）。

地すべり地形分布図は元々紙に印刷した地図として600冊程しか印刷していませんので、なかなか皆さんが見ることは難しいのですが、インターネットで地すべり地形分布図を見ることができます。一度試しに見てください。こんなにたくさんの地すべり地形があるのかとびっくりされるでしょう。地すべりは頻繁に起きるものではありませんが、やはり注意は必要です。自分の近くにどのような地すべり地形があるのかを知っていると災害に強くなることができます。

地すべり地形分布図

<http://lswb1.ess.bosai.go.jp/>

今号10pでは、新しく公開した既に起きた地滑りのデータベースも紹介しています。

次世代型火山防災ハザードマップ —富士山溶岩流シミュレーション—



固体地球研究部門 主任研究員 藤田 英輔

1 はじめに

火山災害は、火山性地震・火山性地殻変動・溶岩流・火砕流・土石流・火山ガスなど多岐にわたっており、特に火山国である日本は常に危険にさらされています。近年、国内で火山活動の活発化とその住民生活への影響が強く認識されるようになってきました。2000年3月からは有珠山噴火、同6月には三宅島噴火、そして同8月ごろからは富士山でもマグマの動きと関連すると考えられる低周波地震活動が活発化し、富士山噴火の危険性が懸念されるようになりました。

このような背景のもと、火山災害を事前に把握するためのハザードマップ（災害予測図）の整備の重要性が認識されるようになり、これまでもいくつかの火山周辺自治体ではハザードマップを整備して、災害発生時の対処方法などの理解のための働きかけを行ってきました。富士山については整備が遅れていましたが、2000年からの低周波地震活動の活発化を受け、内閣府に「富士山ハザードマップ検討委員会（委員長 荒牧重雄 東京大学名誉教授）」が設置され、ハザードマップ作成指針が示されました。検討委員会によりケーススタディとしてのハザードマップが示され、周辺自治体に対してこれらを参考にしてより地域に密着したハザードマップの作成が奨励されています。

2 新たな溶岩流シミュレーション

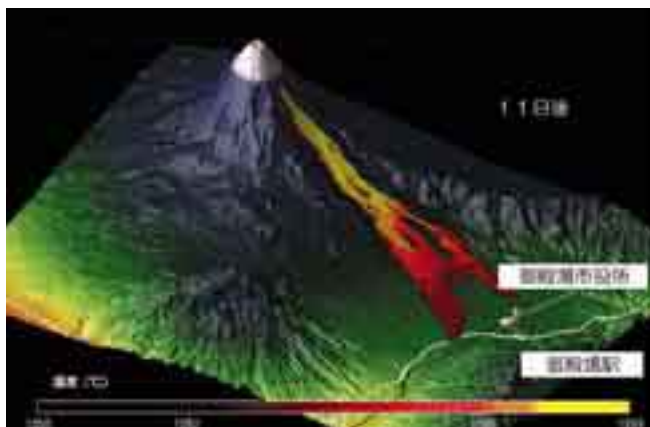
火山活動の学問的な究明とハザードマップに代表される火山防災への応用を目的として、マグマとそのダイナミクスを熱流体の視点からシミュレートするプロジェクト「火山熱流体シミュレーションと環境変動予測手法の開発」が現在進行中です（平成13年11月～平成16年11月）。これは、科学技術振興機構の事業として、防災科研が代表となり、静岡大学・金沢大学・東北大学・日立製作所と共同で実施しています。

このプロジェクトでは、溶岩流や火山性地震、噴火のメカニズムなどいくつかの火山現象をターゲットとして熱流体的取り扱いによるシミュレーションを実施しています。そのひとつとして、マグマが地表まで到達し、噴出した場合に発生する溶岩流に関してのシミュレーションコード：L a v a S I Mを開発して、その性能評価を行っています。

L a v a S I Mは、より物理的に正確な溶岩流の再現を目的としたもので、従来の溶岩流シミュレーションと比較して以下の特徴があります：（１）冷えながら固化したり再び溶けたりする現象を再現、（２）マグマの粘性の温度依存性を逐次評価、（３）溶岩流内部での三次元対流を評価、（４）溶岩流の停止条件として溶岩流が拡がりうる最小の厚さの考え方を導入。



富士山溶岩流シミュレーション↑→



3 シミュレーションの可視化

溶岩流シミュレーションについて、表示すべき物理パラメータ（液相・固相それぞれの速度）は、温度、圧力、固体の割合、液体の割合などがあり、これらが時々刻々と変化していきます。これら多次元の現象をわれわれの感覚に合うように表現する必要があります。可視化の例として富士山噴火により御殿場市方面へ流れる溶岩流シミュレーションを作成しました（上図）。計算例は富士山山頂の東側の標高2,875mの地点から一秒間に200立方メートルのマグマが流出する大規模噴火を想定しています。このような動画による可視化により溶岩流の到達状況、冷えて固まる様子など、時間変化の理解が可能となります。

4 防災行政への貢献と今後の応用

今回の溶岩流の例のように防災分野でのシミュレーション結果をより具体化し、わかりやすく表現することで、一般への防災意識の向上と啓蒙に役立てられればと考えています。富士山の例については、御殿場市が市内全戸に配布する「富士山火山防災マップ」（平成16年4月）にLavaSIMを用いて行った計算の例が掲載されています。また、このようなシミュレーションと観測情報をあわせ、リアルタイムおよび推移予測といった防災情報発信を行うことを目指しています。

コンピュータで再現する火砕流



固体地球研究部門 特別研究員 石峯 康浩

1 伝わりにくい

火山災害の恐ろしさ

火山噴火は、めったに起きない半面、日常感覚では想像できないような大規模な現象を様々なスタイルで引き起こします。また、噴火条件の微妙な違いが、噴火の規模やスタイルを大きく変えると考えられています。しかし、現状の火山学では、規模やスタイルの変化を的確に予測することはきわめて困難です。そのため、火山専門家の説明は複雑な上にあいまいで、火山災害の危険性が一般市民にうまく伝わらない、という問題が生じることがあります。

長崎県の雲仙普賢岳では、1990年から1995年の火山活動で「火砕流」という現象が発生しました（図1）。火砕流は、粉々に砕けた高温の溶岩が火山ガスや空気と混ざりながら、高速で山の斜面を流れ下る現象です。火山現象の中でも特に危険で、ポンペイ遺跡で有名なイタリア・ベスビオ火山の噴火や、約29,000人の犠牲

者を出したカリブ海の島・マルチニーク島でのモンブレ火山の1902年噴火など、過去に多くの災害を引き起こしています。

火砕流の危険性は専門家の間では広く知られていましたが、雲仙普賢岳の噴火開始当初は、その恐ろしさが一般市民に十分に伝わらない状態が続いていました。そんな中、1991年6月3日に、それまでで最大規模の火砕流が発生して、43人の死者・行方不明者が出るという災害が発生してしまいました。

2 新しいハザードマップへの取り組み

雲仙普賢岳のような悲劇が二度と起きないように、火山災害の恐ろしさを分かりやすく説明するための技術開発が、私が取り組んでいるテーマです。特に、数値シミュレーションや地理情報システム（GIS）などのコンピュータ技術を効率よく利用して、一般市



図1 雲仙普賢岳で発生した火砕流（1992年8月14日、大野希一氏撮影）

民に火山災害の危険性を分かりやすく伝えるにはどうすればいいのか、という点を中心に研究を進めています。

ほとんどの人が体験したことがない火山噴火をコンピュータの中に作り出して、視覚的に把握することができれば、火山現象の理解に役立つと期待できます。しかも、シミュレーションの中で、火山周辺の地形などが考慮されていれば、その地域の住民は「自分の家まで火砕流や溶岩がやってくるかも知れない」という危険性をより深く認識するようになるだろうと考えています。そこで、そのような新しいスタイルの災害情報提供に役立つことを目指して、火砕流のコンピュータシミュレーションに取り組んでいます。

3 火砕流のシミュレーション

火砕流の運動をできるだけ忠実に計算するために、数値流体力学に基づいたモデル化に取り組んでいます。数値流体力学は、コンピュータシミュレーションの中でも特に急速に進展した技術であり、航空機のデザインや天気予報など広い分野で利用されています。私も、天気予報で使われている計算モデルと基本的に同様のモデルで、火砕流の運動を計算しています（図2）。

雲と噴煙では、見た目は似ていても、けっこう違う点があります。第一、火山噴火は約1000もあるマグマが原因で起こる現象で、噴煙も水が一瞬で蒸発してしまうほどに高温です。ま

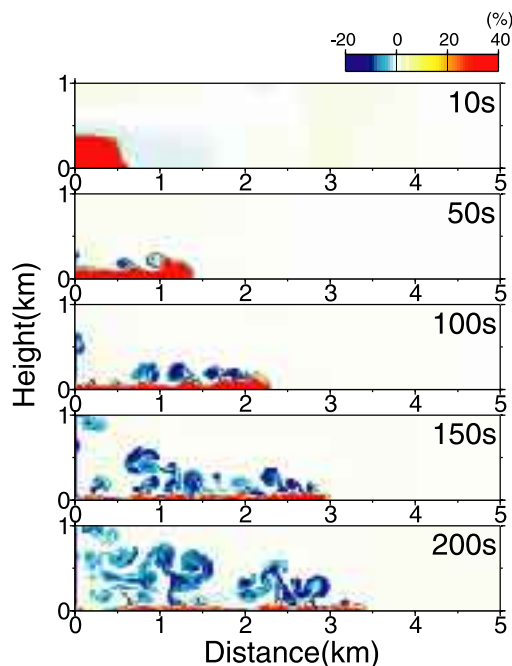


図2 火砕流のシミュレーション例。周囲よりも重たい火山灰とガスの混合流体（赤）が地面に沿って広がるにしたがって、熱膨張によって発生した低密度の領域（青）が火砕流の後部で上昇流を引き起こしている。

た、火口から噴出する噴煙は、秒速1000m以上で運動することもあります。このような、高温、高速という性質だけでも、天気予報のモデルの仮定から大きくはずれています。

しかも、噴煙には高温の火山灰が大量に混ざっていて、それが噴煙の運動に大きく影響を与えています。火山灰は大気の1000倍以上の密度を持っているので、ほんのわずかだけ噴煙に混ざっていても、噴煙の平均密度を数倍以上に大きくします。一方で、マグマが持っていた熱は、噴煙に混ざった空気を加熱・膨張するので、暖められた空気が熱気球のように噴煙を持ち上げようとします。これらの効果が複雑にからみあいながら運動をしている様子をコンピュータで的確に再現するため、様々な工夫を取り入れながら計算モデルの開発に取り組んでいます。

2003年イラン・バム地震被害調査



総合防災研究部門 特別研究員 マスード・モハジェリ

はじめに

2003年12月26日午前5時26分頃（現地時間）、イラン南東部の人口約12万人のバム市近郊でマグニチュード6.7の地震が発生しました。アドベ造（日干しレンガ）の多くの住宅が倒壊しました。早朝ということもあり、多くの人的被害が発生し、犠牲者は3万人を超えました。また、バム市は2000年以上も前に構築された「アルゲ・バム」というアドベ造の要塞で有名なところで、この地震によって壊滅的な被害を受けました。

2000年続いたレンガ造りが崩れた

バム市内の多くの居住建造物はアドベ造であるという点で歴史的な城塞、アルゲ・バムと類似しています。これらの建物は、約3～3.5mの円筒状ドーム型、アドベ造の弓形屋根から形成され、70cm程の厚みのある日干しレンガの耐力壁に保護されています。乾燥した草と混ぜることにより、補強加工された泥で作られた5cmの層が屋根の先端や外壁の雨から守る役割をしています。

今回の地震では、これらの建物の崩壊は広範囲に及び、失われた人命のほとんどはその崩壊によるものでした（写真1）。また、これらと同様の建造



バム地震発生地点

物は住居としてのみでなく、学校や公共の建物としても利用されていましたが、休日の早朝であったため人的被害はありませんでした。

都市部における新建築の大部分は、鉄骨フレームで補強された石細工レンガ造です。しかし、近代建築である鉄鋼建造物も、いくつかは地震による被害を受けました（写真2）。補強されていないレンガ壁の面外崩壊、1階の層崩壊などがありました。

都市部の大きな2つの病院や消防署、バスターミナルは、建物に大きな損傷



写真1 アドベ造住宅の広域被害



写真2 倒壊した近代建造物

や部分的な崩壊が見られました。また、ドームと光塔を備えた伝統的なモスクはこの地震による被害を受けませんでした。

ライフラインの被害

今回の地震の影響を受けた地域の水道設備は全て地下水です。地震の前、バム市内は都市の南の地区にある15箇所の井戸から水が供給されていました。これらの井戸の深さは100mから200mあり、その内5箇所には被害が見られました。水は井戸から貯水槽へ、石綿セメントで作られた76kmある送水パイプラインによって汲みだされます。このパイプラインの約10%は地震による破損がありましたが、2週間以内に修理されました。地下にある3箇所の貯水槽には破損が見受けられませんでした。

電話回線への障害もありませんでした。自動車電話が2、3時間だけつな

がらなかっただけで、電力プラントは損害を受けず、地震発生後でも使用可能でした。被害を受けた地域には大きな橋はありませんが、長さ数百メートルの鉄筋コンクリート橋には1箇所だけ小さな被害が見られました。水路上の橋は通常どおり機能していました。

アルゲ - バムの被害が示すこと

今回の地震が起こるまでの2000年以上の間、壮大なアドベ造構造物としてその名を知られるアルゲ - バムが無傷でした。これは、その地域自体が、近年大きな地震が無かったことを示しています。よって、地元住民には、耐震設計の必要性が十分認識されておらず、従来と同様の構法で家を建てていたため、今回の地震で大きな被害をもたらしました。耐震設計のなされた構造物は損害を受けない、受けても被害は最小限で済む、この地震では改めてそれを実感しました。

既往斜面災害データベース公開

“土砂災害プロジェクト”では6月末より既往斜面災害データベースのWeb-GIS詳細地図版の公開を始めました。これまでも地すべり地形分布図のWeb公開を進め、規模の大きな地すべりが起きる可能性のある斜面情報を公開してきましたが、今回は実際に起こった土砂災害について紹介するホームページを作成しました。

現在110件ほどの災害事例を収録していますが、これを年代順の一覧表で見たい災害を選ぶこともできますし、日本全体の地図から見たい場所へと順次拡大していくことで探すこともできます。発生場所の詳しい地図を表示し

たり(図1)、発生状況に関するデータを見ることもできます(図2)。災害状況の空中写真(裸眼実体視)の表示も可能です。

土砂災害は全国各地で毎年起きていますが、不意を襲われてたくさんの死傷者を出した災害もあれば、うまく避難できて人的被害が出なかった例もあります。土砂災害を防ぐにはどういった場所でどんな状況で災害が発生してきたかについて知っておくことも大切です。小さいものを含めると実際にはその100倍以上の土砂災害の履歴がありますので、これからも収録件数を増やしていきたいと思います。

既往斜面災害データベース

<http://lswb1.ess.bosai.go.jp/Website/SlopedisasterWeb/viewer.htm>



図1 既往斜面災害の発生域を示した表示画面の例



図2 個々の土砂災害の情報表示画面

775トンの震動台を据付

兵庫県三木市に建設中の実大三次元震動破壊実験施設（E - ディフェンス）震動台の据付作業を5月19日（水）に行い、報道関係20社、兵庫県、三木市などの建設にあたってご協力いただいている関係者約30人の方々に公開しました。

E - ディフェンスの主要部分は、実際の地震と同じ三次元で複雑に揺れる長さ20m×幅15m×高さ5.5m、重さ775トンある世界最大の震動台です。この震動台を400トンクレーン2基で吊り上げ、1時間かけてピットに据え付けました。



震動台据付状況

機械装置類の工事はこれが最終段階となり、これからは試験運転・調整を経て、来春の完成を目指します。完成後は、6階建て鉄筋コンクリートビルの耐震実験などが計画されています。

第3回成果発表会 —150人を越える参加—

今年で3回目となる成果発表会を5月25日（火）につくばの研究交流棟で行いました。今回も、第1回第2回と同様に150人を越える参加があり、盛況に終わりました。講演5件、ポスター発表20件を行い、最新の研究成果を参加した方々に説明しました。特に、講演に関しては全体的に好評で、『雪崩の悲劇をなくすために』は「わかりやすく雪崩の性質、危険性を理解できた」、『防災研究の革新 - E q T A P 国際プロジェクト - 』は「途上国への防災技術移転の有力なモデルとな



ポスター発表

講演の様子



り得るもので印象的だった」というようなご意見を多数いただきました。

講演要旨、発表ポスターはホームページからご覧いただけます。

<http://www.bosai.go.jp/>



研究者から理事長に

理事長 片山 恒雄（1939年生まれ 東京都出身）

今回は、トップとして8年間防災科研を見守ってきた片山恒雄理事長にお話を伺いました。

■ 恵まれた時代でもあった

私の学生時代は戦後間もない復興期で、全てが右肩上がりでした。ビルや道路、色々な構造物が次々と作られる時代でした。その中でも、ダムに非常に興味を持っており、ダムが作りたくて土木工学の道に進みました。

1970～80年代の高度成長期になると、さらに多くの建物が作られ、ダム、橋、高速道路、水道などのインフラも整備されました。その頃は、民間企業も景気が良かったので、古い建物を倒すという大掛かりな実験なども数多く行われました。この時代に耐震技術は飛躍的に進んだと思います。その頃、私は中央大学や東京大学で教鞭をとっていました。

■ 崩れ去った定説、そして今...

しかし、10年前の阪神・淡路大震災で倒れるはずのないと思われていた

建物が無残に崩れ落ちた。当時の学界の常識はくつがえされ、私が生徒に教えていたことは何だったのだろうと悩みました。そのような時に防災科研の所長就任の話があり、即答で就くことに決めました。研究所として、また指揮する立場として、できること、変えていけることがあると思ったからです。

それから8年、最近の防災科研は活気が出てきた。また、研究者達が協力して大きな仕事をやろうという意気込みと風通しの良い職場になりつつあると感じています。これには、特別研究員・技術員やEDM・川崎ラボラトリーの契約研究員などが90人近くにもなったことが寄与していると思います。

私の任期もあと2年になりましたが、今以上に雰囲気良く働きやすい職場になることと、防災科研は小さな研究所ですが「山椒は小粒でピリリと辛い」世界一の研究の場になるよう努力していきますので、今後ともご支援をお願いいたします。

編集・発行／



独立行政法人 防災科学技術研究所

〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1 ☎029-851-1611(代)

企画課直通 ☎029-863-7789 Fax.029-851-1622

E-mail ◆plansec@bosai.go.jp インターネット ◆http://www.bosai.go.jp

発行日／2004.7.1