



— 防災科学技術研究所 —

研究交流棟竣工式並びに 第2回成果発表会



独立行政法人
防災科学技術研究所

—— 防災科学技術研究所 ——

研究交流棟竣工式並びに 第2回成果発表会



独立行政法人

防災科学技術研究所

目 次

ごあいさつ	3
講 演	
東海地震 ～想定震源域では今、何が起きているのか?～	4
松村 正三 ◎固体地球研究部門	
E-ディフェンスの挑戦 ～地震による構造物の破壊メカニズム解明に向けて～	6
大谷 圭一 ◎特定プロジェクトセンター	
リアルタイム地震防災システム ～強い揺れが到達する前の情報伝達～	8
堀内 茂木 ◎固体地球研究部門	
都市を襲う水災害 ～被害軽減のための身近な災害の理解と行動～	10
中根 和郎 ◎総合防災研究部門	
ポスター発表	
水害に対する住民の防災意識	12
福岡 輝旗・佐藤 照子 ◎総合防災研究部門	
海面は上昇しているか ～気候変動による平均海面と波浪の上昇傾向～	13
岩崎 伸一・佐々木 亘 ◎総合防災研究部門	
地すべりを再現する ～大型降雨実験施設を用いた大規模崩壊実験～	14
森脇 寛 ◎総合防災研究部門	
三宅島火山のマグマ供給システム	15
藤田 英輔 ◎固体地球研究部門	
プレートの構造を調べる ～Hi-netで描く西南日本下のフィリピン海プレート形状～	16
汐見 勝彦・小原 一成 ◎固体地球研究部門	
地震発生メカニズム ～活断層ドリリングによる断層破砕帯の構造と応力～	17
小村 健太郎 ◎固体地球研究部門	
地震動予測地図作成手法の研究	18
藤原 広行・河合 伸一・青井 真 ◎防災基盤科学技術研究部門	
三宅島の噴火による地殻変動 ～衛星搭載SARを用いた観測～	19
大倉 博・和田 裕 ◎防災基盤科学技術研究部門	
広島豪雨は再び起こるか ～1999年広島豪雨の解析結果～	20
三隅 良平 ◎防災基盤科学技術研究部門	
雪崩ダイナミクス ～ビジュアルによる理解～	21
納口 恭明 ◎雪氷防災研究部門	
山の雪は減っているか ～我が国の山地積雪の経年変動～	22
清水 増治郎 ◎雪氷防災研究部門	
気候に影響する風送ダスト ～中国タクラマカン沙漠における観測～	23
阿部 修 ◎雪氷防災研究部門	
空撮映像から建物被害を自動判別する	24
三畠 創 ◎地震防災フロンティア研究センター	
インド西部地震の復興支援 ～強い建物の普及のために～	25
新井 洋・馬場 美智子 ◎地震防災フロンティア研究センター	
自治体平常業務システムを活用した災害情報処理	26
角本 繁 ◎地震防災フロンティア研究センター	
八丈島直下におけるマグマ振動の発見	27
熊谷 博之 ◎固体地球研究部門	



独立行政法人 防災科学技術研究所

理事長 片山 恒雄

ごあいさつ

時の経つのは早いものです。防災科学技術研究所(防災科研)が独立行政法人(独法)になって、3年目の春を迎えました。今年のうち、5年という独法1期の折り返し点がやってきます。

本年は、1963年に、防災科研が「国立防災科学技術センター」として誕生してから40年にあたります。40年にして第2回成果発表会というのは、遅きに失した感はありますが、幸いなことに、昨年4月に開催した第1回の成果発表会は、多くの方々からご好評を得ることができました。

第2回発表会には、つくばに新しく完成した防災科研の研究交流棟で行うという、もう一つの大きな意味があります。研究交流棟を持つことは、防災科研の所員の長い間の望みでした。私たちの研究成果は、これまでも国の防災行政等に大きく貢献してきましたが、それだけで十分と言うことはできません。研究の成果を、自然災害の軽減に関心を寄せてくださるより多くの方々に、直接しかもわかりやすくお話することは、私たちの義務であります。本日の発表が、どこまでわかりやすく、しかもご興味を引くことができるかは、皆さまのご判断によることになりますが、私たちは、今後もこの努力を続けていきたいと考えています。

世の中には、2年前に独法になったとき、私たちみんなが持った緊張感が薄れつつあるという印象を持つ人たちも少なくないようです。しかし、「変わらなければならない」という私たちの心根に変わりはありません。自戒を含めて申し上げれば、それを外に見せるための努力に欠けているのかも知れません。

本日の発表会にご参加いただいたことに感謝するとともに、これから私たちが進むべき方向について、忌憚の無いご意見をいただければ幸いです。

東海地震

～想定震源域では今、何が起きているのか?～

松村 正三 固体地球研究部門

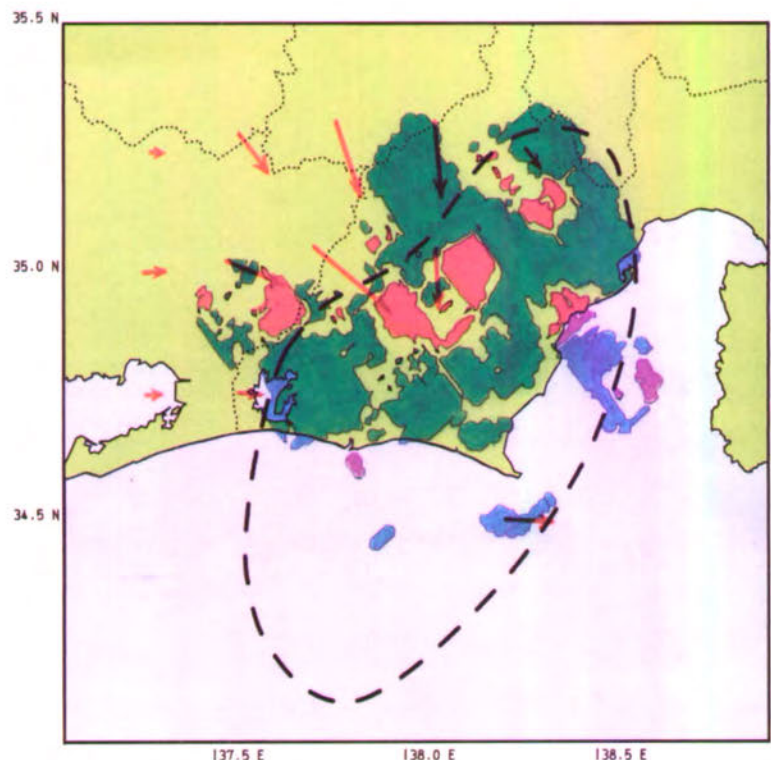
E-mail: shozo@bosai.go.jp

1. はじめに

1854年12月24日、紀伊半島沖から駿河湾にかけて総面積2万km²に及ぶ断層を一気に滑らせた安政東海地震(M8.4)が発生した。正確な数値は分からないが千人を超える死者数が記録されている。それから90年後の1944年12月7日、同じく紀伊半島沖を震源とするM7.9の地震が起こり1,200人余りの死者が出た。昭和の東南海地震である。問題は、この地震の断層面積が1万km²程度と小ぶりで安政東海地震の西半分しか破壊されなかったことである。その結果、駿河湾を含む東半分が取り残され、百数十年にわたってストレスがたまり続けることとなった。これを根拠として、1976年の地震学会で当時東大理学部助手だった石橋克彦(現神戸大教授)が東海地震の危険性を指摘した。しかしそれから20年余りを経過した今になっても東海地震は起きていない。東海地震の震源域と目される場所はようになっていて、そこでは今、何が起きているのだろうか?

2. 地下を覗く

図中の“なす”型は、中央防災会議によって最近見直された東海地震の想定震源域である。東海地震は、沈み込んだフィリピン海プレートの上盤プレートとくっついてストレスをため、それがはがれる際に大きなエネルギーを一気に吐き出す現象を言う。このようにプレートの沈み込み境界を断層とする地震は一般に“海の地震(海溝型地震)”と呼ばれる。断層面が海域にあるからである。しかし東海地震の場合は例外的に震源域の多くが内陸にある。これは地震動が大きくなるという意味で欠点に違いないが、同時に真上から観察できるという意味では利点でもある。このあたりのプレート境界の深さは10～30kmに過ぎない。ただし、この程度の



深さであっても私たちは地中を直接見ることはできない。間接的に探る手段は多種多様であるが、基本は、地中に起きる地震(この場合は小さな地震)の観測、そして地中のプレート運動が地表にもたらす変形を測る地殻変動観測のふたつである。後者については近年、自動車のナビで日常的になったGPSシステムによる発見が目覚ましい。

3. 震源域とその周辺の動き

ふたつの方法でもって想定震源域を観察し続けてきた結果、最近になって注目すべき動きが見出された。最初に異変が現われたのは地震活動である。1997年から1999年にかけてそれまで大変安定していた地震の活動度が減少し始めた。私たちはとまどいながらも、震源域でのプレート間固着に微弱な変化がおきているのだろうと想像を巡らせた。その内に今度はGPSによる地殻変動観測に異変が発見された。2000年後半あたりからプレート境界がゆっくりと滑り始めたのである。図の赤矢印は2002年後期の滑りを示す(国土地理院)。“なす”型の北西側のくぼみにそって深い部分が滑っていることになる。一方、地震活動の変化は“なす”の内部で起きており、図の赤青模様はその増減パターンである(青は減少、赤は増加した地域)。ではこのように観察された状況をどう解釈すればよいのだろうか？

4. この動きは何を意味するか？

矢印で示されたような滑り(スロースリップ)が現在プレート境界で起きていることは疑いない。それは微弱な動きではあるが当然、矢印の前方にストレスをしわ寄せすることになる。では、地震活動の変化は何を意味するのか。こんなふうに考えてみたらどうだろう。例えば、安政東海地震が起きた時、プレート境界は一旦離れる。が再び境界面は固着してストレスをため始める。この段階では固着は面全体に様にひろがっている。しかし実際には固着の強度が面全体で同様というわけにはいくまい。そのように不均質性を内に秘めたままストレスが高まっていく。やがていつかは弱い部分が持ちこたえられないという時期がくる。こうして弱い部分から順に滑っていくと、それらのしわ寄せは残った強い部分に集まってくるだろう。地震活動が増加するということはその付近のストレスが増加したことを意味する。図の中央付近には青に囲まれた赤の地域が存在するが、ならばこの部分にはスロースリップによるしわ寄せが、そしてさらに周囲の青い地域で解放されたストレスが合わさって応力集中が起きているのではないか。私たちが今見ているのは、このように固着の不均質性が顕わになっていく過程ではないだろうか。

5. 東海地震との結びつき

問題はそうした動きが大規模な破壊、すなわち東海地震と結びつくのか？、そうだとするならば一体どれくらいの時間的余裕があるのか？、ということである。仮定をはさんでそれなりの推定を行ってみる。あるいはシミュレーションによる予測を試みる。けれども現在の私たちの知識では自信をもった回答までには至らない。全てが私たちにとって初めて直面する事態だからである。しかしながらプレートの動きの一端は現に見えている。順当に進むならば大規模破壊に至るまでの過程をむぎむぎと見逃すことはないだろう。中央防災会議は東海地震による死者を4,000～8,000人と想定した。ただし予知が実現すればこの数値は1/4に削減される。困難と言われる地震予知、私たちにとって初めての実際的な地震予知に向けての挑戦は、今、その緒についたばかりなのである。

E-ディフェンスの挑戦

～地震による建造物の破壊メカニズム解明に向けて～

大谷 圭一 実大三次元震動破壊実験施設整備
プロジェクトディレクター

E-mail: ohtani@bosai.go.jp

1995年1月17日未明、阪神・淡路地方を襲ったM7.2の大地震（兵庫県南部地震）では、死者6千4百余名、被害総額10兆円以上という、第二次世界大戦以降最悪の自然災害となりました。この地震災害の規模の大きさに注目した政府は、この地震災害に「阪神・淡路大震災」と名称を付けました。

この地震では多くの建物や高速道路、山陽新幹線等が破壊されるなど大きな被害が発生しました。日本の地震対策や建物等の耐震設計技術は世界で最も厳しいものであり、建物等が壊れることがあっても、このように深刻な被害が発生するとは思っていませんでした。しかし、都市にある多くの建物等の建造物には、地震に対して十分抵抗できる強いものがある反面、地震への抵抗力が極めて弱いものが存在していることも明らかになったのです。日本ではどこでも地震災害に見舞われる危険性があると言われています。「地震に対して安全で安心して生活できる社会を築いていく」ためには、阪神・淡路大震災等の貴重な教訓を生かして、建造物の地震に対する抵抗力を増強し、地震災害を革新的に低減していく努力を進めることが是非とも必要であると強く認識しています。

阪神・淡路大震災の教訓を背景として、極めて強い揺れ（設計で考慮している地震動より強い揺れ）に対しては、ある程度の被害を許容しようという設計法が取り入れられつつあります。このためには、建造物が破壊に至るプロセスを明らかにすることが是非とも必要となります。地震後の被害の状況は多くの人が見ていますが、本物の建造物が実際に壊れる過程が仔細に観察されたことはありません。建造物の地震による破壊のプロセスを詳細に知るためには、実物の建造物に計測器やTVを付けておいて観測するという手法も考えられますが、それではいつ成果が得られるか検討がつきません。そこで、建造物の破壊を再現出来るような震動台を建設し、建造物の破壊メカニズムの解明に取り組むこととしました。

阪神・淡路大震災直後から、当時の科学技術庁と当所は、実際の地震と同じ三次元の地震動により実物大の建造物を対象として破壊実験を行える実験施設の建設に着手しました。平成7年度の補正予算により、実験施設の核となる加振機構の要素技術の開発を行いました。これは、本物の三次元震動台建設を前提として、大変位、大速度の加振機を実際に製作し、6m×6mの模擬震動台を使って、その性能を確認することを目的としたもので、平成10年度に当初の目的を達成して終了しました。

平成10年度からいよいよ「E-ディフェンス（「実大三次元震動破壊実験施設」の愛称です）」の建設・整備プロジェクトに着手しました。このプロジェクトは完成まで7年間に要する大規模なものです。震動台の大きさは20m×15m×5.5mで、その重量は750トンあります。この上に、最大で1200トンの試験体を置いて実験が出来るも

のです。1200トンと言ってもピンとこないかもしれませんが、4階建ての鉄筋コンクリートのビルが丸ごと載せられるものです。

水平方向の最大加振性能は、加速度0.9G以上、速度200cm/s、変位±1m、垂直方向は加速度1.5G以上、速度70cm/s、変位±50cmと、世界最大、最高性能となっています。この性能を有する震動台で、阪神・淡路大震災の際に記録された地震動を上回る地震動を再現し、構造物が破壊に至るまでの実験研究を行おうという計画です。

Eーディフェンスは現在順調に建設・整備が進められていますが、完成までには後2年弱を必要とします。実験棟等の建物の建設はほぼ95%の進捗度、加振機や油圧配管等の実験装置の設置はほぼ終了に近づいていますが、今後、油圧配管の中をきれいにするフラッシング作業、加振機(全部で24台あります)個々の性能試験、工場で32に分けて製作した震動台ブロックを溶接でつなぎ合わせ一つの震動台に組み上げる作業、実験装置としての性能を確認する試験等を行うことが必要であり、完成は平成17年1月の阪神・淡路大震災10周年を目指しています。

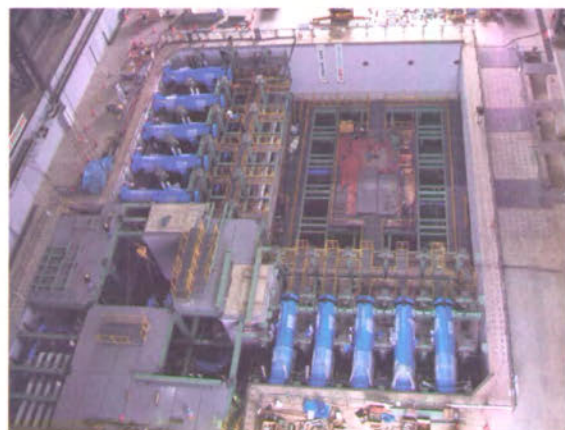
Eーディフェンスの完成は、建設・整備というプロジェクトとしては終了点ですが、同時にこの震動台を使って構造物の破壊メカニズムの解明に向けての実験研究のスタート点でもあります。Eーディフェンスが完成したら直ちに実験研究に着手するためには、事前にいろいろな準備研究を行っておく必要があります。当所では、文部科学省が平成14年度からスタートさせた「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」の一環として、鉄筋コンクリート建物、地盤の液状化、木造建物を対象とした研究等を行っており、平成17年度からはこのEーディフェンスを使って、破壊実験を行う予定です。

Eーディフェンスは世界最大、最高性能の震動実験施設ですが、完成まで後しばらく待って下さい。その後、我々は内外の研究者と共同して実験研究を行い、より安全性の高い構造物の設計法、既存構造物の適切な補強方法等の成果を世界中に発信していきます。この成果発信こそが「Eーディフェンスの挑戦」です。ぜひ、期待をして待っていてください。

写真1 完成間近の実験棟・計測制御棟



写真2 加振機の設置状況



リアルタイム地震防災システム

～強い揺れが到達する前の情報伝達～

堀内 茂木 固体地球研究部門

E-mail: horiuchi@bosai.go.jp

阪神大震災では、約6,000名の尊い人命が奪われた。多くは、建物の崩壊等による圧死であった。地震の恐ろしいところは、一瞬に壊滅的被害を被ることである。しかし、一瞬といっても、地震が発生すると、先ず、揺れの小さいP波が到着し、その後、S波主要動が到着する。S波の揺れは、P波の約5倍であることから、地震による被害の大半は、後から届くS波により引き起こされる。リアルタイム地震情報の伝達・利用に関する研究プロジェクトでは、地震の発生場所やマグニチュードを、P波到着後の2-3秒間で推定し、大きな揺れが到着する前に地震情報を広く伝達し、地震災害の直接的軽減を目指している。

このためには、高性能の地震波形データ自動処理システムの開発が必要である。しかし、自動処理システムの開発は、1980年代より行われているが、未だに自動処理の解は不安定である。従来のシステムでは、処理に30秒間程度も必要で、その上、5-20%程度が正しく処理されないという問題点がある。地震の大きな揺れが到着する前に、正確な震源情報を提供するためには、データが集まるのを待ってから処理することができず、このため、少ないデータで、推定誤差の少ない解を求めるためのシステム開発が必要である。

最近我々は、このための全く新しいアルゴリズムを開発した。従来の震源決定では、揺れ始めた時刻、即ち、P波やS波の到着時刻を利用している。図1に示すように、このアルゴリズムは未到着時刻データをも利用するものであり、着未着法と命名されている。この方法は、少ないデータで正確な震源情報が求められるという利点の他に、各種ノイズを理論的に取り除けるという利点があり、地震情報利用の実用化のためには必要不可欠な技術であると思われる。

平成12年10月に発生した、鳥取県西部地震の処理結果を図2に示す。これは、高感度基盤観測網による地震波形データを、観測されたのと同じ条件で再生し、震源決定された瞬間に色を変えて表示したものである。震源近傍の観測点で記録された揺れの強さがプロットされている。図から明らかなように、最も近い観測点で、ほんの少し揺れ始めた時点で、震源が求められている。この地震のマグニチュードは7.2(モーメントマグニチュードは6.6)であるが、断層運動が終了する迄に時間がかかるため、最初のマグニチュードは小さくなっている。それにしても、このタイミングで地震警報が出せれば、被害軽減に大変役立つと思われる。

現在、このシステムは試験運用されており、ほぼ95%の有感地震の震源が、P波到着後、数秒間で求められている。処理結果は、神奈川県藤沢市に専用回線を利用して送られており、リアルタイム地震情報利用の実証的研究が行われている。東京大学地震研究所を中心とする大学連合は、衛星テレメーターを利用した地震波形データ配信システムを運用している。だれでも安価な装置(パソコンを除くと数万円程度)を利用して、このデータ受信が可能ではあるが、受信には大学の許可を得る必要がある。大学の協力を得て、この3月より、この衛星システムを利用した即時地震情報の配信を開始した。約0.5秒の遅延はあるが、日本全域で地震情報が受信できるのは、大きなメリットである。

この2月より、5カ年計画の、高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクトがスタートした。

このプロジェクトは、地震動到着前の緊急地震情報の伝達による画期的防災体制の確立を目指している。我々は、気象庁と共同で、基盤観測網、気象庁観測網、大学観測網等、全ての地震観測データを利用した高度即時処理システムの開発を行う予定で、処理結果は気象庁から発表されることになっている。3～5年で、実用化に耐えうる高性能即時処理システムの開発と、その伝達を行う予定であるが、この開発により、強い地震の揺れが到着する前の各種防災システムの稼動が可能となり、従来にない、画期的防災体制が確立できるものと期待している。

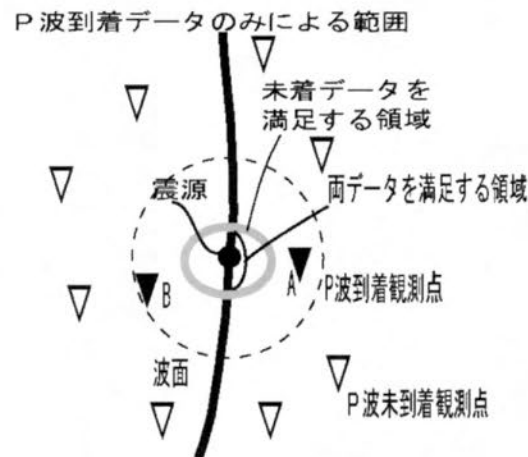


図1. 着未着法による震源決定の利点を示す模式図。2点のP波到着時刻データのみでは、震源は求められないが、未到着データを利用することにより、ほぼ正しい震源位置の推定が可能である。

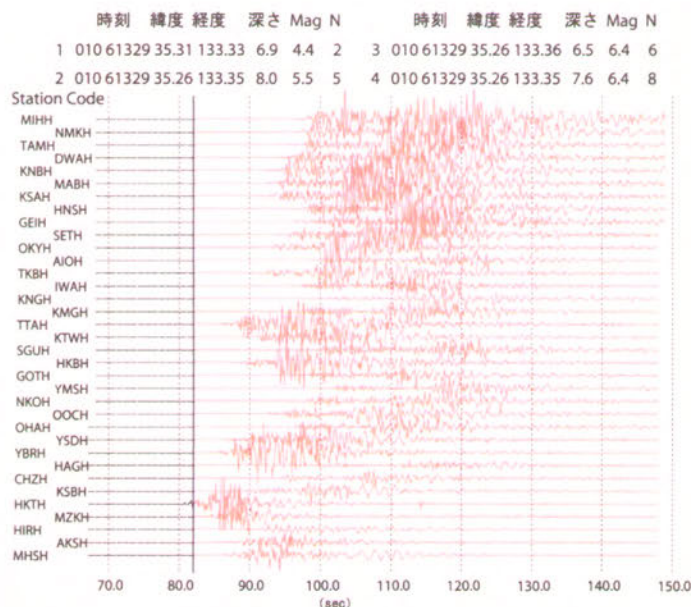


図2. 鳥取県西部地震の処理結果。周辺の観測点の揺れがプロットされており、震源が自動決定された瞬間に表示が赤色になっている。大部分の地震波エネルギーが到着する前に、震源パラメーターが自動決定されており、このタイミングで地震情報を配信できれば、被害軽減に役立つと思われる。

都市を襲う水災害

～被害軽減のための身近な災害の理解と行動～

中根 和郎 総合防災研究部門

E-mail: nakane@bosai.go.jp

水害はそれぞれの時代の社会的背景に応じて変質してきた。昭和20年代の水害では荒廃した山々から多量の土砂が河川に流れ込み、河床が上昇し、堤防の決壊を伴った激しい洪水氾濫が起り、人や家屋の流失等痛ましい被害が発生した。昭和60年代に入って、大都市周辺の低平地や河川沿い新興住宅地に水害が多発するようになった。新興住宅地の中には開発し易い低平地や河川沿い低地が十分な雨水排除対策を行うことなく急造されたものも少なくなかった。東京では急激な人口増加に伴い、山手の谷沿い低地の多くが新興住宅地として開発された。この状況下で、狩野川台風(Sep. 26, 1958)が東日本を襲った。東京では日雨量393mmを記録し、山手台地の谷沿いの新興住宅地域が大規模な浸水被害を受けた。山手台地は地盤が高く、これまで水害には無縁と考えられていた。そこに浸水被害が発生し、後に山手水害と呼ばれ、新しいタイプの都市水害として認識されるようになった。それ以後も豪雨の度に同様の水害が各地に発生し、それらは全国の都市域にも広がった。更に、最近では後述するように都市域の豪雨が多発する傾向が見られるようになった。

性急な地域開発は水田や低地が持っていた自然の洪水調節能力を低下させ、洪水の急激な流出やピーク流出量の増大を引き起こした。この対策として、従来型の放水路や排水ポンプ等の整備に加えて、洪水時に雨水が河川に流れ出る量を減らすため、流域内に雨水を貯留、浸透させる調節地、浸透性舗装等の総合的な治水対策が取られるようになった。最近では東京、大阪、名古屋等の大都市では大規模な地下調節地、地下河川等が設備されるようになったが、これには莫大な費用と長い年月が必要である。現在の都市の雨水排水能力がどの程度であるかを見てみると、大阪府の60mm/時を除くと、東京、名古屋、京都、福岡等の都市ではおおよそ50mm/時となっている。一方、近年の豪雨の発生状況を見ると75～100mm/時の豪雨が年間 10～45回も発生しており、100mm/時を越える滝のような雨はここ数年毎年3～10回発生している。このように洪水に対して安全と思われがちな都市域でも水災害が起り易い状況になっていることが分かる。このため、国としてもハードな洪水防止対策に加えて、河川の氾濫を想定したソフト的な防災対策に一段と力点を置くようになった。例えば、洪水危険区域、避難路、避難場所等を記載した洪水ハザードマップの市町村への作成の義務付け、気象台と県の河川管理者による中規模河川での洪水予報、気象台の発表する気象予警報区域の細分化、市町村長による避難勧告・指示、地下街などの管理者に対する浸水防止対策や避難計画の作成の義務付け、災害時の緊急対応をスムーズに行うための被害状況の瞬時の集約と情報の共有化などが挙げられる。

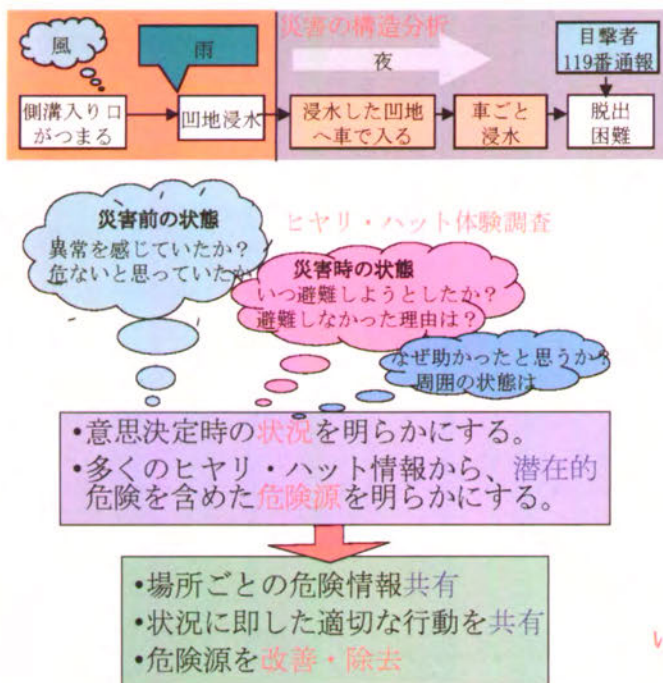
前述したように、都市域に雨水排水計画規模を上回る豪雨が発生すると、普段何でもない生活の場が洪水氾濫により危険な状態になります。例えば、豪雨や水道管の破裂による道路の陥没、河川に掛かる橋の落橋、マンホールや側溝の蓋の飛散、道路の凹地・鉄道や幹線道路を潜るアンダーパス・谷を渡る盛り土道路の上流側等での高水位の浸水、地下室・地下駐車場・地下道・地下街・地下鉄等への氾濫水の流れ込み、特に、個別の容積の少ない地下室や地下駐車場は浸水位の上昇速度が速く、非常に危険な空間となります。こうした危険な状態がラッシュ時や夜間に起こったり、たまたま当事者が災害弱者であったり、落雷等で安全システムが作動し

なかったり、適切な対策が取れなかったり等々様々な悪条件が重なって深刻な被害が発生します。こうした地域のきめ細かな状況の変化に対して、危険地点の緊急表示、応急的な緊急対策が必要です。

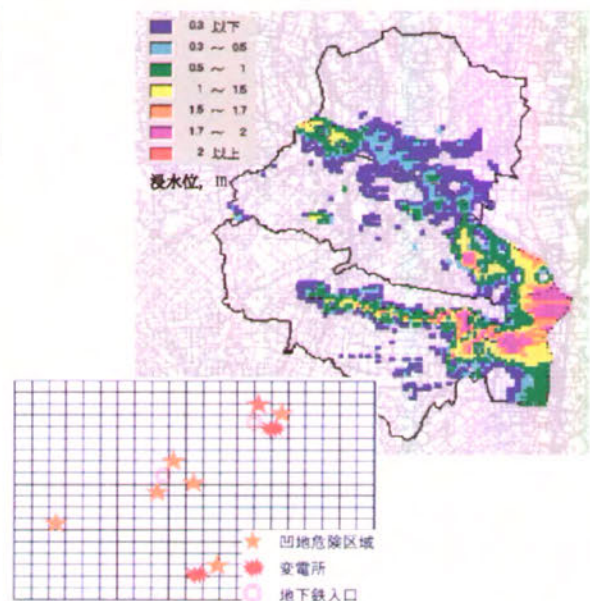
最近ではハザードマップや洪水予警報、避難勧告・指示等の有用な情報が地域の防災担当者や地域コミュニティに伝わります。それらと周囲の状況とを併せて、その場その場で適切な判断を下して如何に素早い対策をとるかが重要となります。行政は災害発生当初、災害対策本部の設置、関連機関との連絡調整、救助・救援要請、災害状況の把握、避難勧告等の広報活動など緊張と疲労の中で膨大な量の対策を行わなければなりません。特に、広域的に夜間に起こる災害は行政だけでは早期に地域の隅々まで行き届いた対策を取るのには難しいでしょう。そのため、災害の初期においては地域の住民は地域で守ることが非常に大切となり、地域コミュニティを指導する町内会役員や消防団分団長、災害対策について豊富な経験と知識を持つ方々の協力が必要となります。災害初期の数時間の緊急対策を乗り切れば行政の救援・救助活動が地域に届くようになり、NPOの支援も期待できるでしょう。

当研究所では地球環境の変化が自然災害の発生状況に及ぼす影響の科学的解明、高度な災害予測の実用化を目指した大型模型実験、数値シミュレーションおよび最先端のマルチパラメータレーダによる豪雨監視、正確な地すべり分布図およびきめ細かい風水害リスク情報のデータベース化、様々な災害リスクから地域の安全を守るための多種多様な手段を活用した災害に強い社会システム等一連の研究を行っており、その内、今回は都市の水災害に関連した風水害防災情報に関する研究について述べています。この研究では地域のきめ細かな防災活動を支援するため、過去の役立つ災害体験を共有化するシステムを構築し、提供する方法や、豪雨時に都市で時々刻々変わる地域のきめ細かな被害発生危険度を簡易に計算する手法の開発に取り組んでいます。これらは身の回りの潜在的な危険性を理解し、現在の状況から今後どのようなことが起こるかを想像し、適切な対策をとる手助けになると思います。

災害体験の共有化



実時間の被害発生危険度の簡易推定



いつ、どこで、どのような災害の発生が予想されるか

水害に対する住民の防災意識

研究の目的と手法

最終目標 災害に強い社会の形成
「防災」から「減災」へ、氾濫受容、ゼロリスク妄想からの脱却
個人の防災意識と防災行動の向上

目的 現状での水害に対する住民意識の分析
①被災経験・水害発生予測と防災対策行動
②水害リスクの認知と水害対策
③水害リスクの受容意識

手法 アンケート調査

アンケート調査の概要



調査地域
(名古屋市西区、新川町、西枇杷島町)



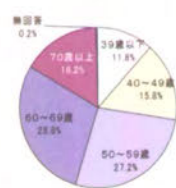
破堤と内水氾濫による浸水状況
(新川町、西枇杷島町、9/12'00)

調査の概要

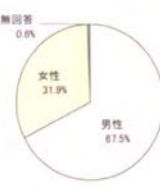
調査時期	調査場所(抽出元、方法)	調査方法	配布数	回収数	回収率
一次 2001年2月 調査 (5ヶ月後)	①名古屋市西区(浸水住宅地図、無作為) ②新川町(浸水住宅地図、無作為)	郵送配布・回収	5,744	2,051	35.7%
二次 2002年2月 調査 (17ヶ月後)	①名古屋市西区(浸水住宅地図、無作為) ②新川町(浸水住宅地図、無作為) ③西枇杷島町(住民基本台帳、無作為)	郵送配布・訪問回収	4,000	3,036	75.9%

一次調査回答者の構成(二次調査もほぼ同じ)

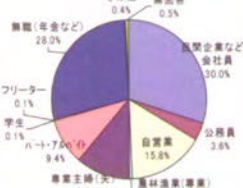
年齢



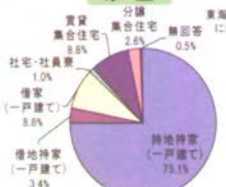
性別



職業



家屋



被災経験



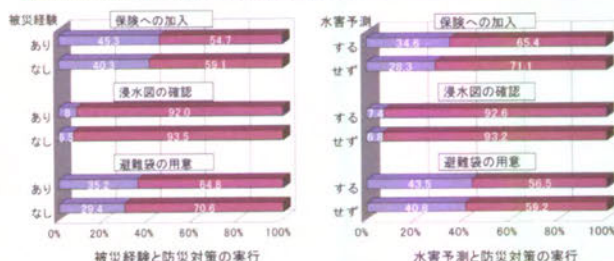
居住年数



結果と考察

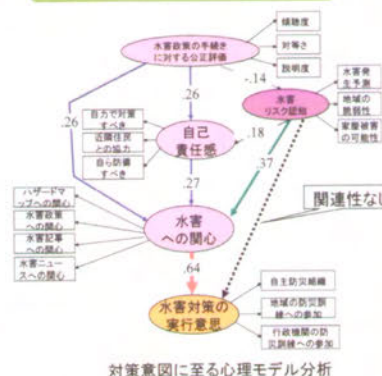
①被災経験・水害発生予測と防災対策行動との関連性

被災経験: 伊勢湾台風(1959)と1976年の台風17号が主。防災対策: ①保険加入 ②浸水図 ③避難袋
水害発生予測: 居住地に水害の危険があると思っていた



ともに、明瞭な関連性を認められず、統計学的に有意な結果は得られなかった。このことは、被災経験や水害発生予測が必ずしも直接的に防災対策行動に結びつくものではないことを示す。具体的な防災対策行動をとって貰うためには、何らかの方法を検討する必要がある。

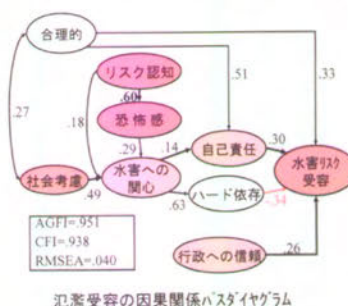
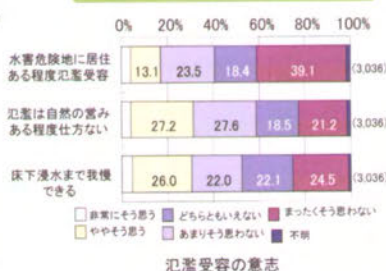
②水害リスクの認知と水害対策



左図において、「水害リスク認知」から「水害対策の実行意思」へのパスが存在しない。このことは、住民が例えば水害に対する危険性を認知したとしても、そのことが直接的な引き金となって、具体的な水害対策を実行しようと思うものではないことを意味する。

一方、図から、「水害政策の手続き的公正評価」は「自己責任感及び水害への関心」を媒介し、水害対策の実行意思を間接的に高めることが考えられる。このことは、例えば、行政機関が水害対策の内容を伝えた場合、住民がそれを公正な手続きと認識しない限り、「自分自身で水害対策に取り組もう」という自己責任感や、水害への関心は高まらないことを示している。

③水害リスクの受容意識



・約30%の住民が氾濫を容認
・「水害リスクの受容」を高めるためには、「水害への関心」や「自己責任感」の高揚、「行政への信頼関係」の構築が重要である。また、単に「リスク認知」を高めることは、「恐怖感」を高めるだけで、「水害に関する興味・関心」を高める効果はあまり大きくなく、「社会考慮」が一つの重要な要因である。

近年、ハードのみに依存するのではなく、ソフト対策も含めた総合的な防災対策、あるいは、「減災」という考え方の重要性が指摘されている。水害においては、例えば、河川の氾濫をある程度受容した上で、有効な防災対策を講じることである。このためには、まず、住民の災害(防災)に対する意識・考え方を明確に把握しておくことが重要である。ここでは、東海豪雨水害を対象として、アンケート調査で得られた住民の災害意識と防災行動について述べた。今後、この方向の研究を更に発展させ、水害に対する住民の関心が高める方策や、水害リスクコミュニケーションを通して、行政機関・地域コミュニティ・住民などが一体となって災害に対応する新しい災害管理システムなどについて検討していく予定である。

福園 輝旗・佐藤 照子

災害に強い社会システムに関する実証的研究プロジェクトチーム

E-mail: fukuzono@bosai.go.jp, sato@bosai.go.jp

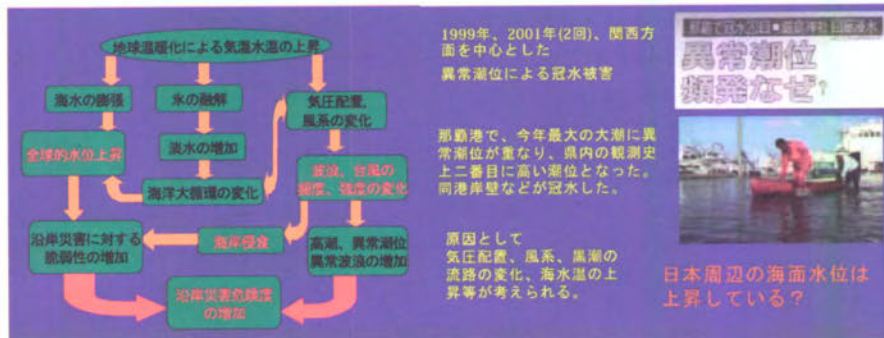


独立行政法人
防災科学技術研究所

海面は上昇しているか

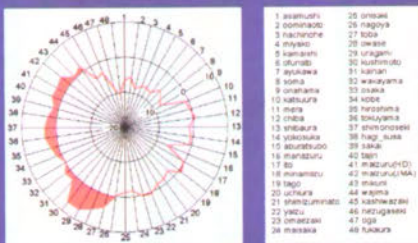
～気候変動による平均海面と波浪の上昇傾向～

地球温暖化により、今世紀末までに平均的な海面水位は9～8cm上昇すると予測されています。海面上昇の影響は、四方を海に囲まれ、沿岸部に人口、重要構造物の集中が見られる我が国にとって深刻なものがあります。地盤の低い土地への浸水だけでなく、津波・高潮などの沿岸災害の危険度の増加が予想されます。



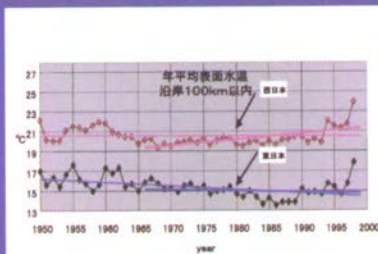
日本周辺の海洋起源の海面水位変動は、東日本で下降、西日本で上昇を示し、表面水温との良い相関があり、海洋数値モデルによる水位変動の再現が可能である。

過去30年の検潮記録から日本周辺の海面水位には地域的な差があることが判明した。

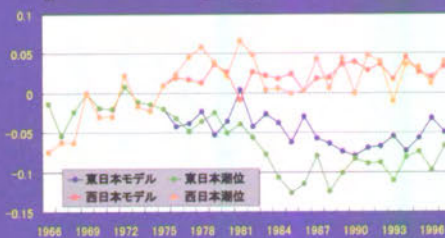


本州周辺域の海面水位変動傾向、1966～1997

海洋起源の海面水位変動は表面水温変動とよい相関があった。



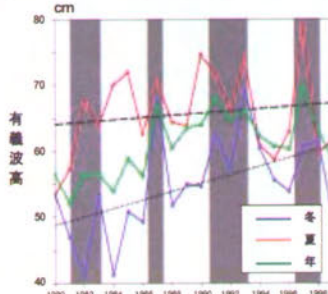
モデル予測による東西日本の海面水位変動と実測との比較



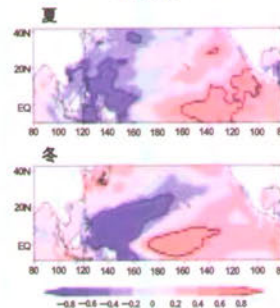
平塚の波浪観測塔では20年以上も常時観測を行っています。波浪の長期増加傾向が確認され、年々の変動がエルニーニョと関係があることが確かめられました。



有義波高の経年変化（グレーの帯はエルニーニョ期間を示す）



平塚波浪観測塔の有義波高と表面水温の相関係数



赤道域の表面水温と強い相関→エルニーニョとの関係

岩崎 伸一・佐々木 亘

総合防災研究部門 E-mail: cuh@bosai.go.jp

地すべりを再現する

～大型降雨実験施設を用いた大規模崩壊実験～

山崩れ・地すべり研究の現状と模型実験

自然斜面で観測する機会が極めて少ない

- 斜面崩壊のメカニズムは未解明（内部破壊現象、運動速度、浸透水の挙動）
- 模型実験による再現が有効（高精度の計測が可能。ただし、縮小規模実験では相似則等の問題あり）（種々の実験条件による比較ができる）
- 大規模模型実験 または 現地実験



大型降雨実験施設（つくば）



鹿児島県金峰町の山崩れ
（平成5年 20名死亡）

崩壊実験の概要

実験条件

1. 砂質土（厚さ1.2 m）
2. 降雨強度 100 mm/h

計測項目（右図参照）

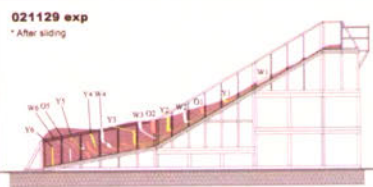
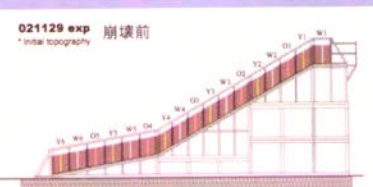
1. 地表面移動量（D-1～5）
2. 底面水圧（G1～8）
3. 間隙水圧（KP1～3）

崩壊の発生（写真参照）

- ・ 散水開始後104分：土層変位開始
- ・ 散水開始後135分：全層崩壊（崩壊運動は5秒間）



模型斜面の全景（実験前）



模型の諸元とセンサー埋設位置

崩壊前後の斜面形状の比較



17:22:20



17:22:34



17:22:36



17:22:38



17:22:40



崩壊発生時（約5秒間）の連続写真

解析結果

地表面移動量解析

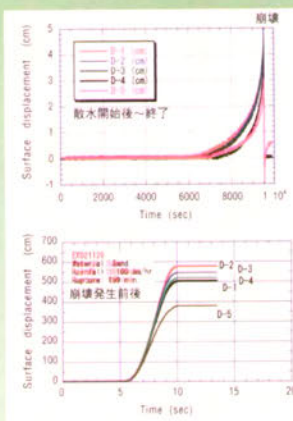
- ・ 前兆現象（徐々に移動速度が加速，31分間）
- ・ 崩壊時は最大 2 m/s に達する。
- ・ 崩壊運動（5秒間）は極めて短い。

間隙水圧・底面水圧の解析

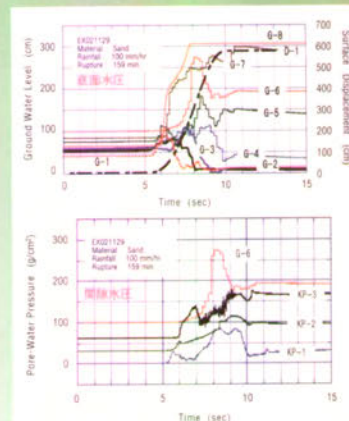
- ・ 飽和層ができると土層は強度低下し，下方へ変形し始める。
- ・ 崩壊発生と同時に間隙水圧・底面水圧が急上昇する。
- ・ 斜面末端の水圧は 3 m/cm² を越える。

土層の内部破壊面の形成

- ・ 急斜面で発生した 1 次崩壊土砂が緩斜面の土層を押しだし，新たな崩壊面を形成する。



崩壊発生まで（上）および崩壊時（下）の移動量変化



崩壊時の底面水圧（上）・間隙水圧（下）の変化

森脇 寛

総合防災研究部門 E-mail: moriwaki@bosai.go.jp

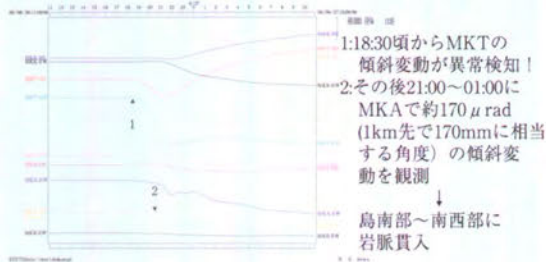


独立行政法人
防災科学技術研究所

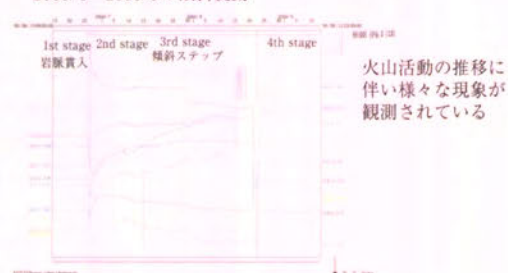
三宅島火山のマグマ供給システム

○噴火ドキュメント

- 2000/6/26 18時過ぎ：三宅島で地震活動が活発になる
 坪田観測施設の傾斜計が異常を検知
 19時33分：緊急火山情報第1号（噴火の恐れあり）
 阿古地区に避難勧告
 21時ごろ：阿古観測施設の傾斜計が大きく変化
 （27日1時ごろまでに約170 μ rad）
 地震活動が山頂付近から西側へ移動
 22時30分：坪田地区に避難勧告
 2000/6/27 00時～：地震活動は島西部から西方沖へ移動
 午前中：西方海域で海底噴火発生
 これ以降、西方海域及び神津島・新島
 近海での地震活動が活発化
 2000/7/4ごろから：三宅島島内での地震活動が再び活発化
 2000/7/8 18時41分：最初の山頂噴火発生。これ以降山頂に
 陥没地形（カルデラ）が形成され、成長
 2000/7/14 04時14分：山頂噴火（噴煙高度1500m）
 2000/7/14 15時50分：山頂噴火（噴煙高度1500m）
 2000/8/10 06時30分：山頂噴火（噴煙高度8000m）
 2000/8/18 17時02分：山頂噴火（噴煙高度14000m：最大規模）
 2000/8/29 04時35分：山頂噴火（噴煙高度8000m、火砕流発生）
 2000/9/2～4：全島避難（継続中）
 2000/9～：山頂より火山ガス放出（継続中）
 2000/6/26 18時ごろ：三宅島が動き始めた！



2000/6～2000/9の傾斜変動



☆山頂陥没地形（カルデラ）の形成

7/8の噴火以降、それまで標高813mあった雄山は次第に陥没が進み、山頂付近に直径約1.6km、深さ約400mの陥没地形（カルデラ）ができました。



2000/7/9（中日本航空撮影） 2000/9/18（地調&日大撮影） 2001/2/15（気象庁撮影）

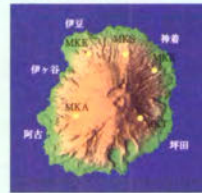
☆山頂からの火山ガスの放出



2000/9/18（地調&日大撮影） 2001/2/27（防災科研撮影） 2001/3/20（坪田地区にかかる硫酸ミスト（防災科研撮影）

○防災科研三宅島火山活動観測網

火山活動はマグマの動きによりさまざまな現象として現れます。これらを多面からとらえるために、いろいろな観測機器を設置しています。



MKA三宅阿古火山活動観測施設
 地震計・傾斜計・広帯域地震計・GPS・磁力計
 重力計・磁力計・気圧計・雨量計・温度計
 MKT三宅坪田火山活動観測施設
 地震計・傾斜計・広帯域地震計・GPS・磁力計
 重力計・磁力計・気圧計・雨量計・温度計
 MKK三宅神島火山活動観測施設
 地震計・傾斜計・広帯域地震計・GPS・磁力計
 気圧計・雨量計・温度計・地中電磁界変動
 MKS三宅三の宮火山活動観測施設
 地震計・傾斜計・広帯域地震計・GPS
 重力計・気圧計・雨量計・温度計
 MKE三宅地殻活動観測施設
 地震計・傾斜計

☆傾斜計による観測

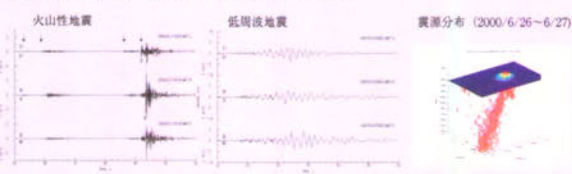


各観測施設には深さ約100mの観測井の底に傾斜計を設置してあります。
 約0.01 μ rad(100km先で1mmに相当する角度)もの地面の傾きをとらえます。

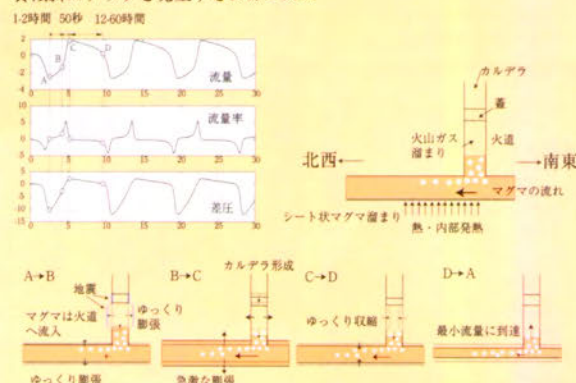


三宅坪田火山活動観測施設(2001/1/23)

☆三宅島のマグマの動きを示す火山性地震



☆傾斜ステップを発生するメカニズム



☆観測データから推定される三宅島のマグマ供給システム



藤田 英輔

固体地球研究部門 E-mail: fujita@bosai.go.jp

プレートの構造を調べる

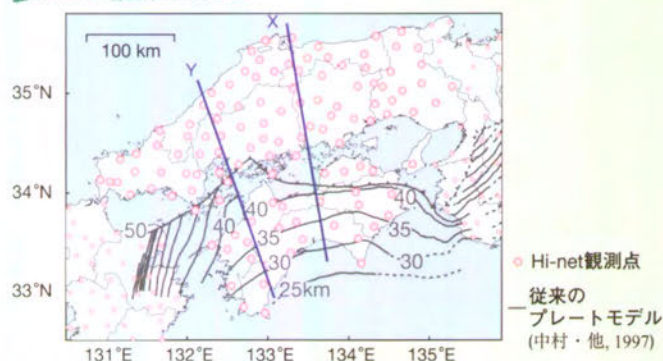
～Hi-netで描く西南日本下のフィリピン海プレート形状～

概要

西南日本の下に沈み込むフィリピン海プレートは南海地震などの巨大地震の発生と密接に関係しています。このプレートの位置や形状を正確に把握することは大変重要ですが、中国地方の下ではプレート沈み込みに伴う地震活動が非常に少ないため、フィリピン海プレートがどこに存在するのか、はっきりしませんでした。また、地震はプレートのどこで起こっているのかも重要なテーマでした。

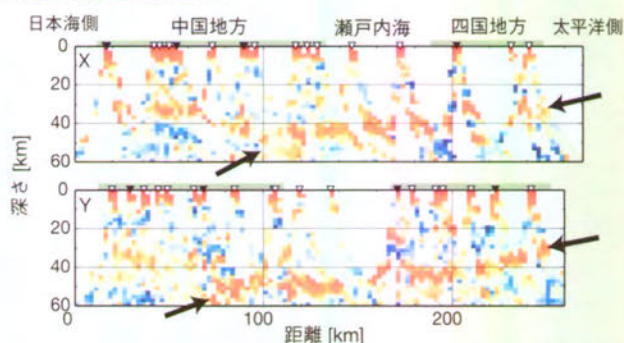
Hi-net（高感度地震観測網）は、全国を対象として高密度に設置された地震観測点の集まりです。Hi-netで記録された地震の波を解析することにより、西南日本下のフィリピン海プレートの詳細な形や地震活動との関係が明らかになってきました。この研究成果は、地震発生場の理解の進展やより詳細な南海地震震源モデル構築、地震による揺れの予測精度の向上への寄与が期待されます。

観測点の分布



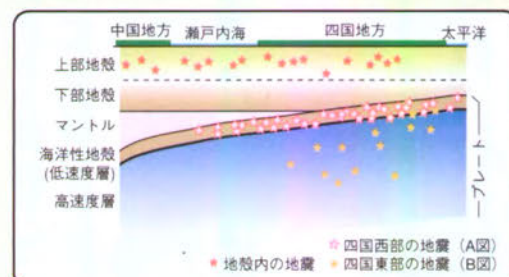
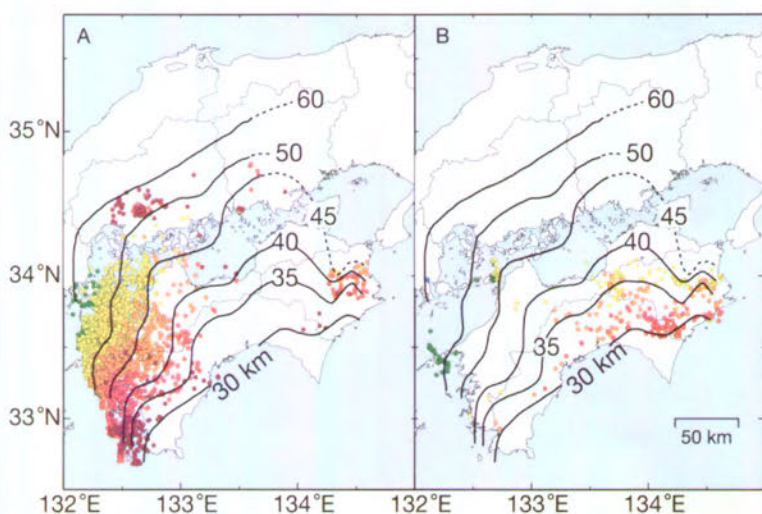
上の図はHi-net観測点の位置を表しています。今回の解析に用いた点を大きな○で表しました。淡い線は地震活動から推定されているフィリピン海プレートの等深線です。中国地方ではプレート沈み込みに伴う地震がほとんど見られないため、プレートの有無すら明確ではありませんでした。

プレートの検出



地震波は地下の構造が変化する場所でその特性を変化させることがあります。記録された地震波から特性が変化した波（変換波）を抽出すると、「どこで地下構造が変わるか」を推定できます。上の図は、左の地図中にX、Yで示した測線の断面図で、赤色はその場所で大きな変換波が発生したことを表します。日本海側へ向かって傾いている赤い線が、フィリピン海プレートの位置を表します。

新しいプレートモデルと地震活動



左にこの研究で明らかになったフィリピン海プレートの等深線を示します。A図（左）は、この等深線よりも浅い領域で発生した地震の、B図（右）は深い領域で発生した地震の震源位置を併せて示しています。従来のモデルと比べて、等深線が細かく変化する複雑なモデルとなっていますが、この新しいプレートモデルは、震源の分布と非常に良い対応を示しています。例えば、東経133度付近で、等深線は大きく折れ曲がっています。この「尾根」よりも西側では、等深線の上でほとんどの地震が発生しています（A図）が、東側では、等深線の下で地震が発生しています（B図）。上図は、中国・四国地方での地震発生の様子を模式的に描いた断面図です。

汐見 勝彦・小原 一成

固体地球研究部門 E-mail: shiomi@bosai.go.jp

地震発生メカニズム

～活断層ドリリングによる断層破碎帯の構造と応力～

内陸地震の発生を支配しているメカニズムは、破壊から次の破壊に至るまでの断層破壊面の強度の回復と、それに伴う応力の蓄積の過程といえる。防災科学技術研究所では、この過程を物理・化学・地質学的に解明し定量化することを目指し、主要な活断層において、断層帯における原位置測定実験による地殻応力、透水特性の測定や、地球物理的手法による断層構造探査、直接採取した岩石試料の物質解析などを行う「活断層ドリリング」を実施してきた。

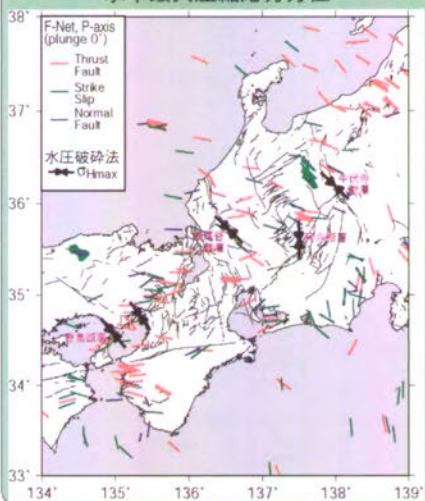
ドリリングによる研究は、他の研究手段に比べて、断層そのものに直接接近し、現に存在する物質を捉え、各種現位置実験・計測ができるという特徴をそなえている。本研究ではその特徴を生かし、断層帯の地震発生にいたるまでの原位置地殻応力の時空間変化と断層帯の物理、化学、地質学的状態の時空間変化の対応に主眼をおいている。そのため、地震が異なる時期に繰り返して、現在、次の地震発生に至るまでの準備段階の異なる状態にあると考えられる複数の活断層について「活断層ドリリング」を実施してきた。具体的には(1)野島断層(1995兵庫県南部地震、1995);淡路島では顕著な地表地震断層があらわれた。(2)根尾谷断層(濃尾地震、1891);日本で最も大きいM8級内陸型地震断層。(3)阿寺断層(天正地震、1586の可能性);天正地震でどの部分が動いたか不明、地震活動は極めて不活発。(4)牛伏寺断層(1080年?);糸魚川-静岡構造線断層帯の一部、数百年以内にM8規模の地震が起こる可能性が高い、である。

これまでの主な成果をまとめると、以下のとおりである。

- ・表層の断層破碎帯近傍では、断層破碎帯の強度が低下することに対応して、差応力(最大応力と最小応力の差、最大剪断応力に比例する)は低下することが実測された。
- ・地震直後の断層(野島断層)では水平圧縮応力方位は、周辺の広域的応力とは異なり、断層走向に対して垂直に近い方向を示した。しかし、地震発生から時間のたった断層(牛伏寺断層)では水平圧縮応力方位が断層走向垂直に近い方向からずれ、断層面に剪断応力が作用するように見える。
- ・断層破碎帯では比抵抗、弾性波速度などの物性の空間的な変動が著しい。間隙をみたす水の影響が大きいようである。
- ・断層破碎帯は断層面をまたがる方向に破碎程度の激しい部分とそうでない部分が相互に分布し、単純な面ではなく複雑な内部構造を呈する。地震ごとに同じ面が運動するのではなく、断層活動の積み重ねで断層破碎帯が形成されることを示唆している。

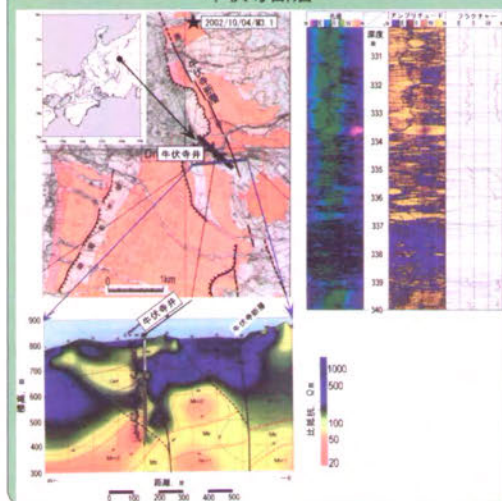
このように、ドリリング手法が断層研究にとって非常に有効であることが示された。しかし、いままでの例だけでは断層ごとの時間経過にともなう地殻応力、構造の変化ははっきりとはしていない。また、断層に沿った方向での不均質をとらえるには不十分である。今後は、事例を増やすだけでなく、断層にそった不均質をおさえること、地震観測、地殻変動観測などと比較して、ドリリングでは手の届かない地殻深部の状態を推定することも重要と考えられる。

水平最大圧縮応力方位



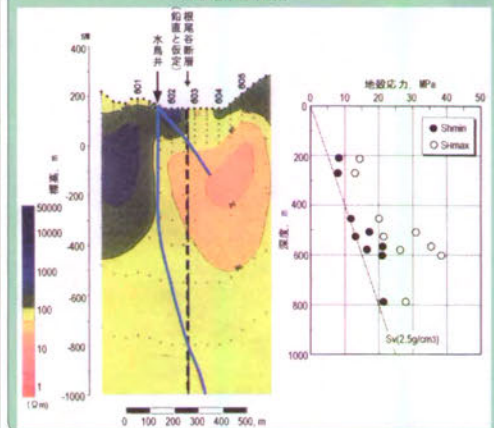
水圧破砕法により原位置測定された地殻応力の水平最大圧縮方位と、防災科研F-Netによる地震震源メカニズムに基づく方位の比較。野島断層では断層走向に垂直に近い方位になり、断層面に働く剪断応力は小さいと考えられる。

牛伏寺断層



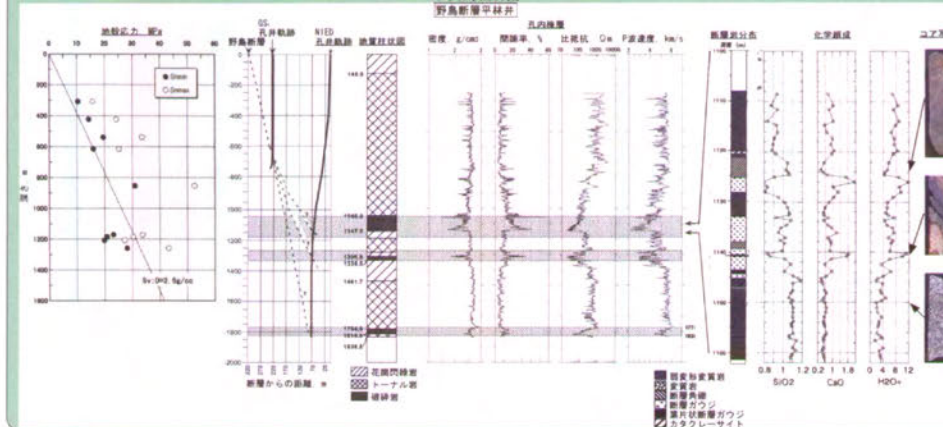
ボアホールテレビア検査結果(右図、超音波を利用した孔壁のイメージ)には掘削後、孔内水圧により生じた水圧破砕亀裂が写っており、地殻応力の水平最大圧縮方位がNW-SE方位に決まった(左図)。電気探査結果(左下図)による孔井周辺の比抵抗構造からは、阿寺断層の場合に比べて、牛伏寺断層にともなう断層帯は目立たない。

根尾谷断層



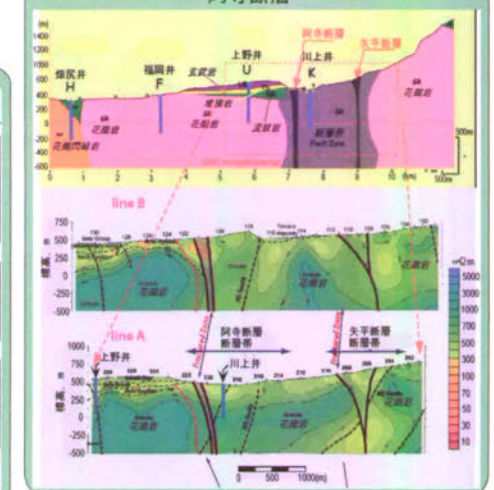
電磁気探査結果(左図)によると断層を挟んで比抵抗分布にコントラストが見られ、破碎帯の存在を示している。また、断層面に近づくにつれ、差応力が低下している(右図)。ここには示さないが、検査結果にも断層破碎帯に対応する物性値の低下(ないし上昇)が見られた。

野島断層



3箇所で破碎の激しい断層ガウジの含まれる破碎帯が見つかった。検査結果により、物性値に大きな変動が見られるだけでなく、もともと花崗岩だったものが断層運動にともなう、破碎・変質を受け、見た目も化学成分も強度も異なる断層岩に変化している。それにともない破碎帯の近傍では差応力が低下している。

阿寺断層



地表断層からの距離の異なる4箇所で掘削した、ボーリングコアから地下の地質構造が詳しく推定された(上図)。2本の側線による電磁気探査結果(下図)により、比抵抗の低い幅広の断層帯(破碎帯までいかなくとも破碎の程度の高い領域)が見いだされた。

小村 健太郎

固体地球研究部門 E-mail: omura@bosai.go.jp

地震動予測地図作成手法の研究

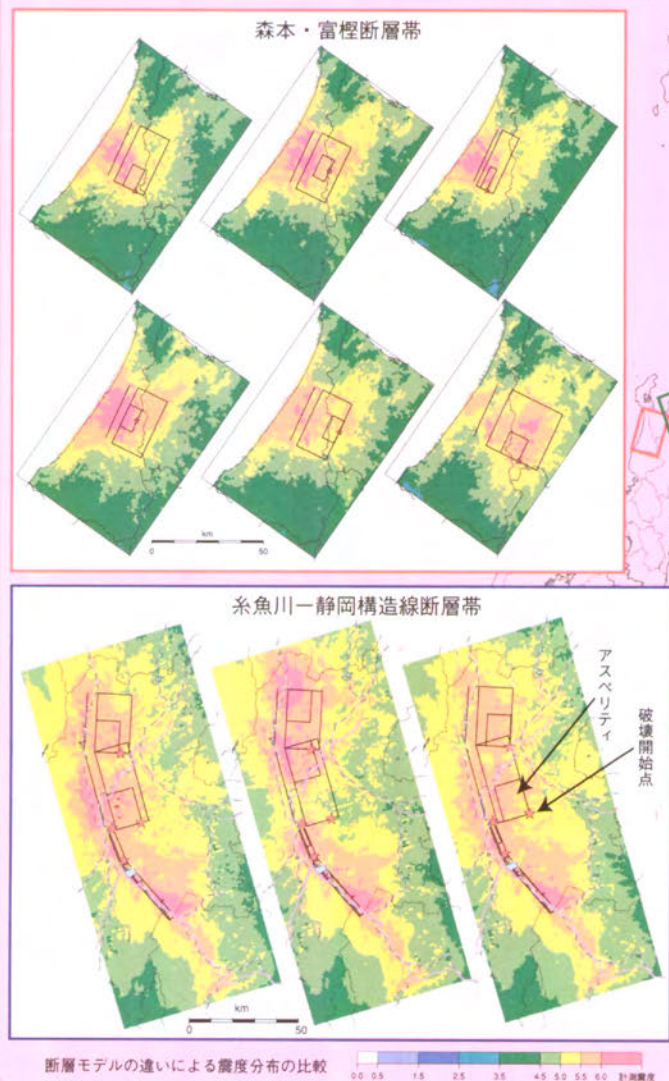
プロジェクトの背景

平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、6,400名を超える死者を出し、我が国の地震防災対策に関して多くの課題を残した。この地震の教訓を踏まえ、平成7年7月に地震防災対策特別処置法が制定され、この法律に基づいて地震調査研究推進本部が総理府に設置（現在：文部科学省に設置）された。地震調査研究推進本部は、平成11年4月に、今後10年間程度にわたる地震調査研究の基本として、「地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策について―」（以下では総合基本施策と呼ぶ）を策定した。総合基本施策によれば、当面推進すべき地震調査研究の課題の1つとして、活断層調査、地震の発生可能性の長期評価、強震動予測等を統合した地震動予測地図の作成が掲げられている。これに基づき地震調査研究推進本部委員会では、平成16年度末を目途として、「全国を概観した地震動予測地図」の作成を進めている。独立行政法人防災科学技術研究所では、これに資するため、平成13年度より、特定プロジェクト「地震動予測地図作成手法の研究」を開始し、地震動予測地図作成に必要な技術的問題に関する研究開発、及び、地震調査委員会及び関連する部会・分科会の指導の下に、実際の地震動予測地図作成に関する作業を実施している。

プロジェクトの概要

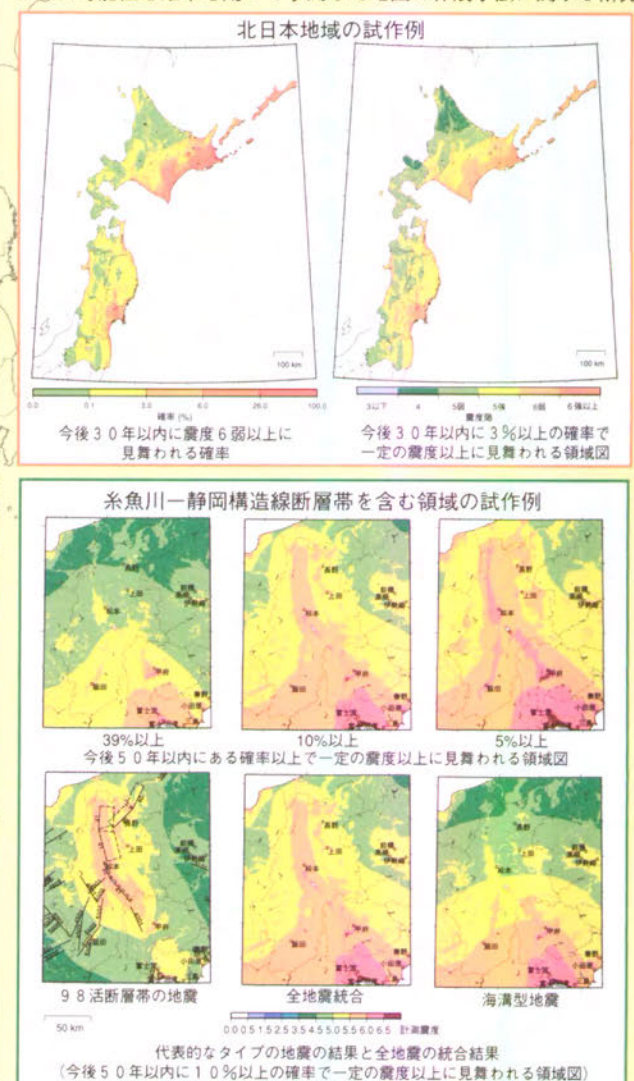
シナリオ地震による地震動予測地図作成手法の研究

特定の震源断層を想定し、断層面の破壊過程をモデル化して、震源断層周辺域での地盤の揺れの分布を予測した地図の作成手法に関する研究



確率論的手法による地震動予測地図作成手法の研究

全国を概観し、ある一定の期間内に、ある地域が強い地震動に見舞われる可能性を確率を用いて予測した地図の作成手法に関する研究



2種類の予測地図の
融合手法の検討
公開システムの開発

藤原 広行・河合 伸一・青井 真

防災基盤科学技術研究部門 E-mail: fujiwara@bosai.go.jp

三宅島の噴火による地殻変動

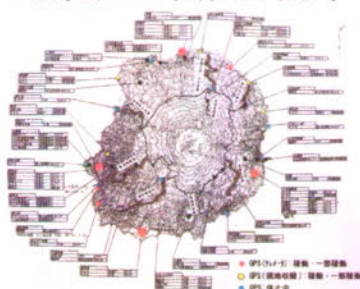
～衛星搭載SARを用いた観測～

要約

1. カナダのRADARSAT衛星のSAR画像を用いた差分干渉SARにより三宅島の火山噴火活動による地殻変動を検出した。
2. 新開発の位相強調フィルターを位相干渉画像データに適用したところ、位相干渉縞が明瞭になり、大きな効果が得られた。
3. GPSデータを用いて衛星の軌道の推定と修正を行った。
4. 三宅島の雄山のカルデラ外縁最上部は、水平方向の変位を無視すると2000年11月5日から2000年11月29日までに約5cm沈降した。

經緯

三宅島は、2000年7月8日におよそ17年ぶりに噴火した。その後の激



図一1 三宅島観測機器設置位置図

「2000年11月21日三宅支庁作成」に加筆

しい噴火活動のため、2000年9月4日に全島民が三宅島から避難した。GPSや傾斜計を含め島内の火山活動観測機器の多くが欠測となり、噴火後しばらくは、差分干渉SARが地殻変動の詳細を検出する唯一の手段となった。

位相強調フィルターの開発

RADARSAT は Cバンドのため、三宅島の大部分を占める植生密度の高い地域で位相干渉性が低くなるが、新開発の位相強調フィルタを位相干渉画像データに適用したところ位相干渉が明瞭になり、大きな効果が得られた。

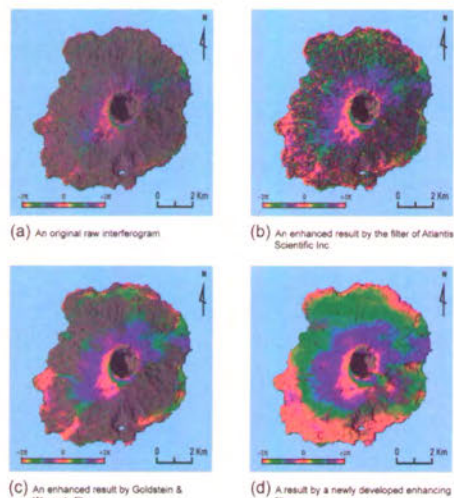


図-2 新規開発の位相強調フィルターと従来のフィルターとの比較

GPSデータを用いた軌道推定

画像シーン内には、地殻変動が生じていないと断言できる陸域が存在せず、画像のみを用いた軌道縞の除去が困難であった。このため、欠測を免れたGPS データを用いて衛星の軌道の推定と修正を行った。



図-3 RADARSAT FINE MODEデータフルシーンの範囲。



図-4 GPS観測点の位置と観測開始(再開)日

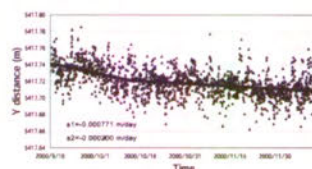


図-5 GPS 坪田-阿古測線のY軸
方向日変位。



図-6 2000年11月5日と11月29日のRADARSATペア画像に対する視線方向の変位と位相の変化



図-7 2000年11月10日と12月4日のRADARSATペア画像に対する視線方向の変位と位相の変化

位相干渉図と変位

三宅島雄山のカルデラ外縁最上部は、水平方向の変位を無視すると2000年11月5日から11月29日までに5.2cm沈降し、11月10日から2000年12月4日までに4.7cm沈降した。

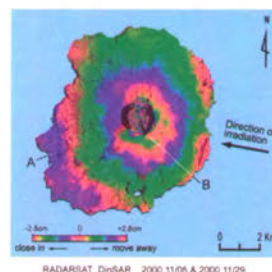


図-8 2000年11月5日と11月29日のペア画像の位相干渉図。
軌道間距離(B_⊥):47.87m, AB間の視線方向変位:3.9cm

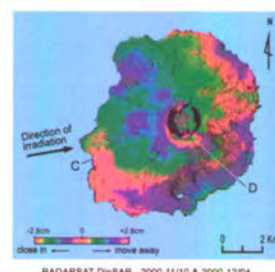


図-9 2000年11月10日と12月4日のペア画像の位相干渉図.
軌道間距離(B_⊥):263.24m, CD間の視線方向変位:3.4cm.

大倉 博・和田 裕

防災基盤科学技術研究部門 E-mail: ohkura@bosai.go.jp

広島豪雨は再び起こるか

～1999年広島豪雨の解析結果～

平成11年広島豪雨

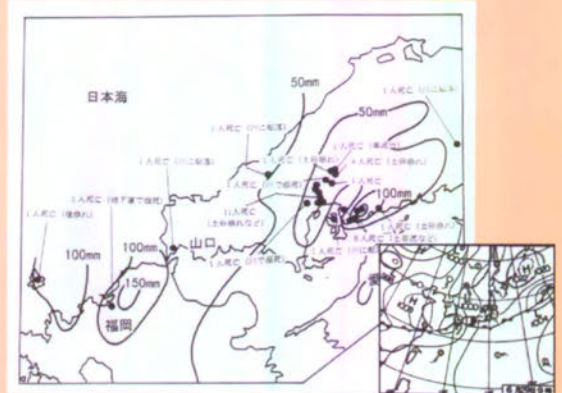
平成11年6月29日、低気圧の通過により西日本が豪雨に見舞われました。特に広島県では死者・行方不明者32名に達する大惨事になりました。



広島市佐伯区五日市町上小深川の土石流(写真:アジア航測)

最大3時間雨量と主な被害

最大3時間雨量は局所的に150mmを超え、土砂災害や川への転落などで多数の死者が発生しました。(●は死者の発生した場所)



豪雨の発生メカニズム

豪雨発生前から広島付近で風が収束しており、これが低気圧に伴う雲に水蒸気を供給し、降雨を強化したものと考えられます。

豪雨の直前 - 収束域の形成 -



豪雨発生 - 収束域での降雨強化 -

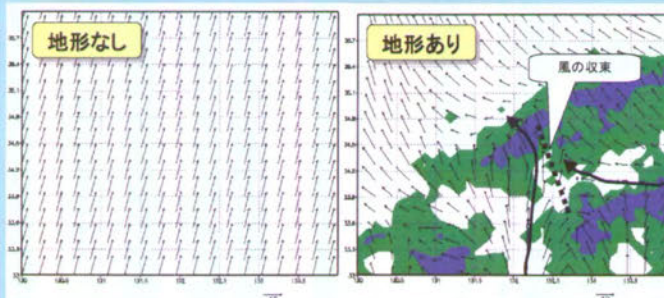


豪雨の維持 - 被害の拡大 -



広島で風が収束するのはなぜか？

数値シミュレーションの結果、強い南東風の吹くとき、地形効果で風が広島周辺に収束することがわかりました。



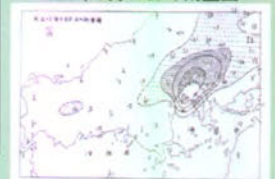
広島豪雨は再び起こる

広島周辺は地形的に風の収束・降雨強化が起こりやすい場所であり、過去にも何度か豪雨が発生しました。今後も同様の豪雨が発生し得ると考えられます。

広島県で発生した主な豪雨災害

- 1926年9月 (死者・不明者 86名)
- 1945年9月 (死者・不明者2012名)
- 1951年10月 (死者・不明者166名)
- 1967年7月 (死者・不明者159名)
- 1972年7月 (死者・不明者39名)
- 1988年7月 (死者・不明者15名)

1926年9月10日の雨量図



三隅 良平

防災基盤科学技術研究部門 E-mail: misumi@bosai.go.jp

雪崩ダイナミクス

～ビジュアルによる理解～

ナダレンジャー登場：非日常を日常に

「なだれ」は、「なだれ込む」とか「なだれを打って」のように喩えとして使うことさえある一般的な言葉です。ですから、日本人で「なだれ」という言葉を知らない人はほとんどいないくらい、少なくとも、言葉の上では身近な自然現象です。

でも、本当のなだれを見たり、なだれに襲われたりした経験を持っている人はごくわずかです。そのような経験は持ちたくても簡単に持てるものではありません。もちろん、これは、専門の研究者にとっても同じです。

そんな、言葉としては日常的でも、経験としては危険がともなう非日常的な現象を、ゲーム感覚で何度も繰り返し実験し、感覚的に納得してもらうために考え出したのがなだれシミュレーター「ナダレンジャー」です。

ナダレンジャーは透明なプラスチック製の容器の中に水とガラスビーズなどの粒子を入れただけの簡単なものです。それをシーソーのように交互に傾けて片方のすみに集まっている粒子をもう片方に流下させるだけなのです。実際の現象では液体を空気、粒子を雪とってください。さてどうなるでしょう。斜面の角度を変え、流す方向を変え、中に入れる材料を変えて何度も試してみましょう。

なだれは生きている

なだれは斜面上の粒子の集合が重力の作用で一気に流れ下る現象です。土砂で起こる火砕流、岩屑流、土石流も同じ仲間です。これを、例えば1mのミニチュア斜面で再現しようとして空気中でガラスビーズを流しても本物のようには見えません。日常で経験する類似の現象から結果が予想できるため、この実験だけでは普通の人間にとって退屈以外の何者でもありません。ところが、ガラスビーズの代りに発泡スチロールの軽い粒子を流すとあら不思議。無秩序な粒子の集団はまるで生き物のように先頭に頭、後ろに尻尾をもつオタマジャクシのようなミニチュアのなだれに変身します。

この頭と尻尾を持つ生き物のような構造が、巨大な実物とミニチュアを結び付けるととても大事な物差しなのです。この構造は斜面の長さ、斜面が無限に長かった場合になだれの持ちうる最大の速さで決まり、速いなだれには長い斜面が必要になります。空気中の1mの斜面には発泡スチロールのような軽くて遅い粒子が必要だったのです。

ナダレンジャーはガラスビーズの速度を水の抵抗力で小さくすることで小さな斜面でも頭と尻尾ができるようにしてあるのです。100mのスキージャンプ競技場の着地斜面で行なう模擬なだれ実験がゴルフボールではなくピンポン玉でなければならないのも、この頭と尻尾を持つ生き物みたいななだれを作るためなのです。

なだれの法則：大きいなだれは小さいなだれよりも速い

一人で慣れない海外旅行をする時は、かなり緊張し、行動も一般に慎重になるものです。空港のアナウンスにも、大事な情報を聞き逃さないように注意を払います。ところが複数で旅行すると、皆同じように不慣れな人だけの集団であっても、まるで緊張感がなくなります。もちろん、二人でも一人とは比べものにならない気楽さがあります。集団が大きくなればなるほど、一人が背負う緊張感の負担が少なくなるというこでしようか。もちろん、緊張感こそが旅の楽しみ、一人の方が気楽という人は別です。

ところで、斜面上の粒子の集団が空気抵抗や底面抵抗を受けて流れ落ちる粒子のなだれを考えてみましょう。このとき集団の中で底面や前面・上面など外界と接している領域の粒子は外の厳しさと直接向き合わなければなりません。それに比べ内側の粒子は盾となってくれている外側の粒子のおかげ

で少ない抵抗力で身軽に動けます。集団全体としては、全粒子がバラバラになってそれぞれ単独で外界からの抵抗力を受けつつよりも、まとまった集団を作り、盾となってくれる粒子の好意に甘えた方がずっと速く流れ落ちます。

一般に、大きななだれほど速度は大きく、到達距離も長いといわれるのは、実は、こんなことが理由なのです。

トップスピードがなだれの法則を生む

なだれの法則はいつでも成り立つわけではありません。一般に、静止状態から出発したなだれは、速くなるにつれて大きな抵抗力を受けます。そしてこの抵抗力が駆動力とつり合ったところでトップスピードとなります。このトップスピードに近づくにつれて、なだれの特徴を表す「なだれの法則」が成り立ち始めるのです。スタートしてからトップスピードに到達するのに要する時間・距離はこの値が大きいほど長くなります。ナダレンジャーは、トップスピードを小さくコントロールすることでミニチュア実験を可能にしているのです。

なだれの法則がつくる頭と尻尾

なだれを無秩序な崩壊現象と思うのは大間違いです。「大きいなだれは小さいなだれよりも速い」というなだれの法則はなだれの運動に秩序を与え、頭と尻尾をもつ生き物を作り出します。

大きな集団ほど速いので粒子は先端に集中し、頭のような集団になります。このとき、この大きな先端集団から小さな集団が前に抜け出そうとしても小さい集団はなだれの法則によって大きな集団に飲み込まれて抜け出すことはできません。したがって先端はバラバラには崩れず安定した頭になります。

一方、後ろでは小さな集団が何らかのきっかけで大きななだれ本体から落ちこぼれたとします。この場合、小さい方が遅いのでますます落ちこぼれとなってこの母集団から離れていきます。これが繰り返されると、後端では粒子がバラバラに崩れて尻尾のように細長くなるのです。

なだれの法則のもとでは、個々の粒子は実力が同じであっても先端集団に属するか否かによって、単にトップに追いつけないばかりかどんどん先端集団との差が開いて落ちこぼれとなるという絶望的な結果を生みます。逆に、多少劣っていても先端集団にもぐり込めばしめたものともいえます。

なだれの一生

ところでこの安定した頭を生き物と考えると落ちこぼれの尻尾は排泄物とみなすこともできます。動きはじめたなだれがトップスピードになって頭と尻尾を持つようになる過程は生命の誕生と成長を模倣しているようにもみえます。食物がなければ、頭は排泄をしながらやがて消滅することになります。自然界のなだれのように前方の自然積雪を取り込みながら進むなだれにとって、取り込む雪はより長く生き続けるための食料に他なりません。その意味で、なだれの生滅は生命の誕生から成長、老化、死に至るまでを模倣していることにもなります。実際のなだれでは、斜面が短すぎて頭をもつ一人前のなだれになる前に静止して死んでしまうものもあります。

納口 恭明

雪氷防災研究部門 E-mail: nhg@ess.bosai.go.jp

山の雪は減っているか

～我が国の山地積雪の経年変動～

1. 山地積雪観測ネットワーク

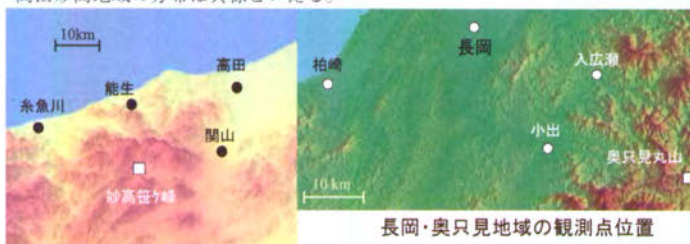
防災科学技術研究所が構築した山地積雪観測ネットワークは、北海道、東北北部、東山南部、北陸東部、北陸中部、北陸西部及び山陰の山地と平地に観測点を保有し、積雪深、積雪重量と積雪に影響を及ぼす気温と全日射量を測定している。山地積雪の解明のため、雪面における太陽光の反射量や降水量を観測している地点もある。これらの観測データは、防災科研の雪氷防災研究部門でリアルタイムモニターすることができ。



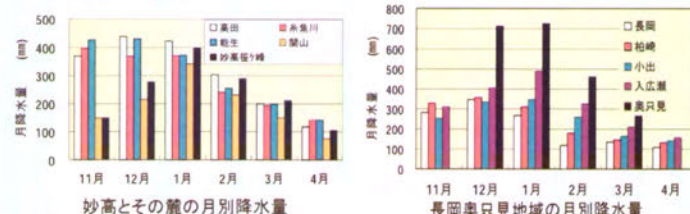
惠只單丸山觀測点

2. 寒候期降水量の分布特性

高田妙高地域と長岡奥只見地域について寒候期の月別降水量を調べた。高田妙高地域には、海岸沿いに糸魚川、能生観測地点及び高田測候所があり、内陸には関山観測地点がある。妙高笹ヶ峰観測点は標高1310m地点にある。一方、長岡奥只見地域の平地の観測地点の標高は7~230mで、奥只見山観測点は標高1205mの山中に位置する。奥只見丸山観測点では降水量の観測ができないため、ここでは積雪重量の月増加量をその月の降水量とした。奥只見丸山の冬期降水量は平地(長岡)の約2倍である。全国的にみれば長岡奥只見地域の分布特性が一般的で、高田妙高地域の分布は異様といえる。



長岡・奥只見地域の観測点位置

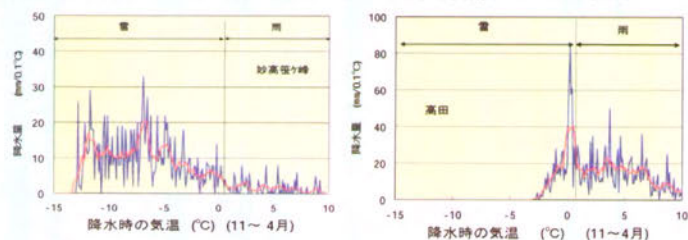


妙高とその麓の月別降水量

長岡奥只見地域の月別降水量

3. 寒候期における気温に関する降水量分布

高田と妙高笹ヶ峰地点における降水時気温についての降水量分布を2000年寒候期について調べた。雨か雪かの閾値となる気温は0.5℃とした。妙高笹ヶ峰では寒候期降水量に占める雪の比率が高く、閾値近傍の値は約30mm/℃であり、寒候期の気温が1℃変わると雪降水量は30mm変化することになる。気温減率を考慮して気温を標高に置き換えれば、標高依存性をも示している。海岸に近い高田においては雪降水量の比率は下がり、寒候期気温が1℃変化すれば雪降水量は300mm変化することになる。標高の高い地点では気温変動による雪降水量への影響は小さく、海岸に近い地域では大きく変動することになる。

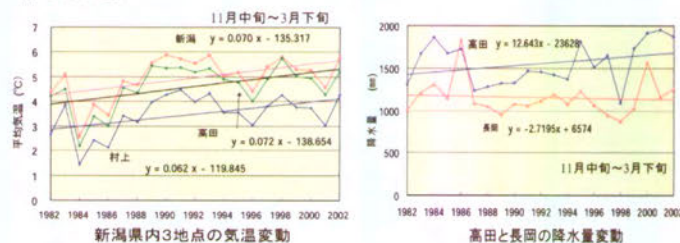


降水時の気温 (°C) (11~4月)

-10 -5 0 5

4. 寒候期における降水量と気温の経年変動

1980年代前半には寒冷な寒候期が続き、近年に比べて気温は約3℃低かった。21年間の気温変動値は0.06～0.07℃/Yearとなった。1990～2002年までの気温変動値は-0.03～-0.05℃/Yearで、僅かに低くなった。1980年代前半の寒冷な期間には降水量は多く、その後の温暖な期間は次第に増加に転じた。1982～2002年の降水量変化は、高田では12.6mm/Year、長岡は-2.7mm/Yearとなり、高田と長岡では逆の経年変動を示した。1990～2002年の高田及び長岡の降水量変動値はそれぞれ42.6mm/Year、12.1mm/Yearであり増加傾向を示し、高田では顕著であった。

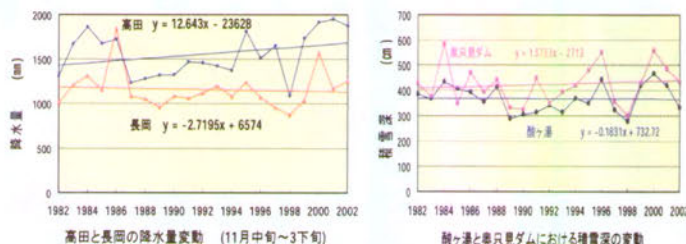


新潟県内3地点の気温変動

高田と長岡の降水量変動

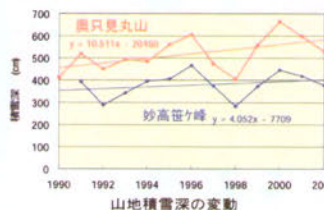
5. 山地積雪の変動

山地では寒候期降水量のうち雪降水量が高い比率を占め、降水量の増加は山地積雪を増やすことになり、気温は僅かではあるが低下しているため、山地積雪を増やすことになる。このことは平地においても同様である。妙高笹ヶ峰と奥只見丸山における年最大積雪深変化は、1990年前半は年ごとの変動が比較的小さく、ならぬ増加傾向が続き、後半は年ごとの変動が大きくなった。奥只見丸山の積雪変動値は10.5cm/Yearとなり、妙高笹ヶ峰の1991～2002年冬の積雪変動値は4.1cm/Yearで地点とも積雪は増加傾向にあったといえる。近年の山地積雪の増加は寒候期降水量の増加が大きく影響したものと考えられる。更に期間を長くした1980～2002年冬季については酸ヶ湯と奥只見ダムサイト及び平地データで積雪深の変動値を調べた。この期間の降水量は増加し気温は上昇した。平地の積雪変動値は負となりその値も大きい(表)。一方、酸ヶ湯ではその変動値は負となったもののその絶対値は小さく、奥只見ダムサイトでは増加傾向を示した。気温は上昇したものの奥只見ダムサイトでは、気温の上昇の影響より、降水量の増加が影響したものと考えられ、酸ヶ湯では降水量の増加は気温の上昇によって相殺されたと考えられる。一方、平地では降水量は増加したものの、気温の上昇により、雪ではなく雨となったものと考えられる。さらに期間を長くした1965～2002年冬季については、奥只見ダムサイト及び長岡雪氷防災研究所の積雪変動値はそれぞれ-0.4、-1.3cm/Yearとなり山地も平地も積雪変動値は負となった。山地の積雪深の変動値はその絶対値が小さいことから、山の雪は僅かに減少したことになる。すなわち37年間には15cm減少したことになる。標高が約100mの長岡雪氷防災研究所においてはこの間に雪は50cm減ったことになる。



高田と長岡の降水量変動 (11月中旬～3下旬)

酸ヶ湯と奥只見ダムにおける地層深の変動



山地積雪深の変動

山地及び平地の積雪深変動値

地点	標高 (m)	家畜温 (°C/year)		
		1990~2002	1982~2002	1965~2002
砂富笹ヶ峰	1310	4.1		
奥只見丸山	1205	10.5		
奥只見ダム	730	7.8	1.6	-0.4
飯ヶ湯	920	7.1	-0.2	
入広瀬	235	1.3	-2.1	-1.4
長岡雪水硯	97	0.4	-4.4	-1.3
関山	350	3.6	-3.2	1971~-1.2
喜田	13	1.9	-5.1	-1.6

清水 増治郎

雪氷防災研究部門 E-mail: shimizuma@bosai.go.jp

気候に影響する風送ダスト

～中国タクラマカン沙漠における観測～

1. なぜこの研究をするのか？

沙漠では日常的に大量のダストが舞い上がります。ダストは大気圏へ運ばれ、様々なプロセスを経て気候に影響します。そこで、高山の氷河の衰退との関連を含め、山岳地における風送ダストの気候への影響を調べています。



天山山脈から流れる河
高山の氷河は水資源として大切です。



ダストストーム
これでも小規模のものです。



観測領域

タクラマカン沙漠の南北にある天山山脈と崑崙山脈。A,Bは観測装置の設置場所。

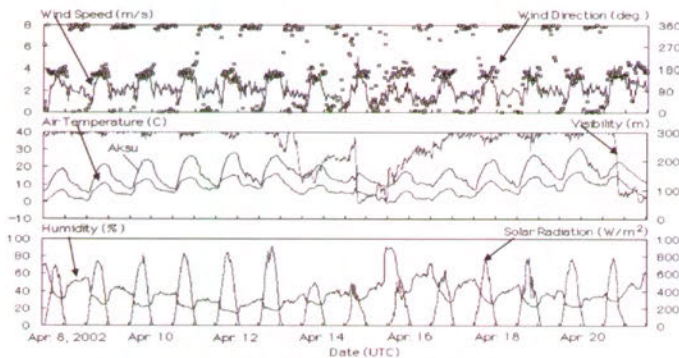
2. どのように調べるのか？

タクラマカン沙漠の南北にある天山山脈と崑崙山脈の中腹（標高約2500m）に自動観測装置を設置して、気象や視程（ダスト濃度が高いと視程は低下）のデータを30分ごとに記録します。また、現地でダストの大きさと数を直接測定します。



観測装置

崑崙山脈に設置したもの。
同様のものが天山山脈にもある。



天山山脈の観測データ

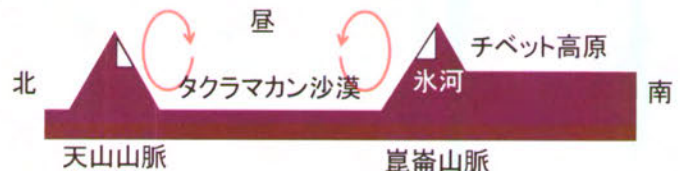
2002年4月8日から同21日までの風向・風速（上段）、
気温・視程（中段）、湿度・日射量（下段）の日変化

4. 成果はどう役立つのか？

- (1) どれくらいの量の風送ダストが運ばれているのかを推定できます。
- (2) これをダスト輸送モデルの検証に使い、正確なモデル作成に役立っています。
- (3) 日本に飛んで来る黄砂の予報精度の向上に寄与します。

3. なにがわかったのか？

- (1) 視程の日変化から、山では日中に視界が悪くなり、夜間に回復するということが繰り返されていることがわかりました。
- (2) これは、日中、タクラマカン沙漠から舞い上がった風送ダストが、谷風（温かい空気が谷沿いに上昇するときに起こる風）に乗って周辺の山岳地帯まで運ばれてくるためです。



沙漠周辺での局地的な大気の流れ(南北断面図)

日中、沙漠で暖められた気流とともにダストも
斜面に沿って上昇し上空へと運ばれる。

阿部 修

雪氷防災研究部門 E-mail: oabe@bosai.go.jp

空撮映像から建物被害を自動判別する

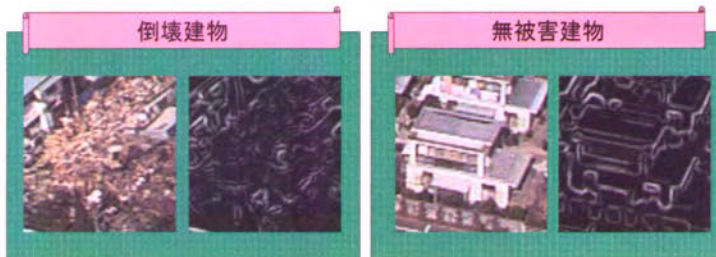
空撮画像を用いた地震による建物被害地域の自動抽出手法の開発

兵庫県南部地震の後、地震計による地震動モニタリングと地理情報システムとを組み合わせた即時被害予測システムが注目されました。しかし、被害予測には過去の震災データをもとにした被害関数などが用いられるため、推定結果が実際の被害量と大きく食い違うこともあります。一方、航空機やヘリコプターをプラットフォームとしたリモートセンシングは機動力に富み、高い空間解像力で被災地の様子を観測することができます。ここで紹介する研究は、地震後に撮影された空撮画像から、画像処理によって建物被害地域を抽出する手法の開発を行ったものです。取得された空撮画像に位置情報が付加されていれば、被害抽出結果から容易に被害分布図を作成することが可能になります。これをもとに、迅速かつ正確な緊急対応を行うことが期待できます。



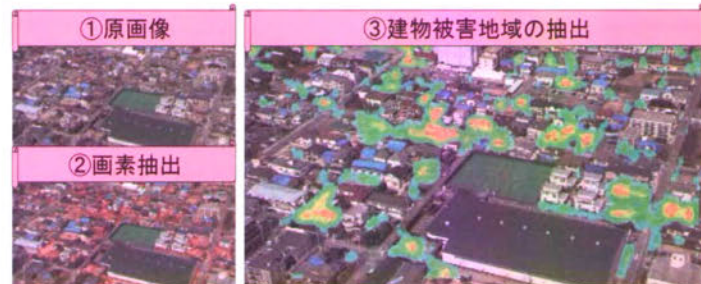
画像にみる被害建物の特徴

画像にみる倒壊建物は『茶系統の色』と『輪郭の不明瞭なパターン』が特徴的です。よって、ここでは倒壊建物を『色彩情報』と『輪郭情報』で特徴づけることにしました。

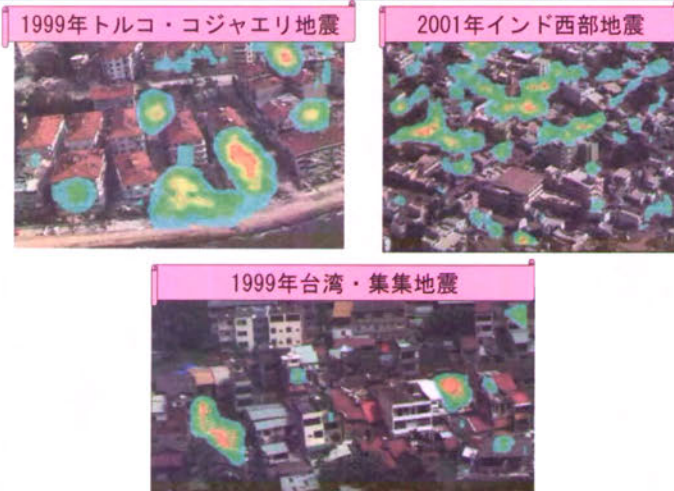


建物被害地域の抽出

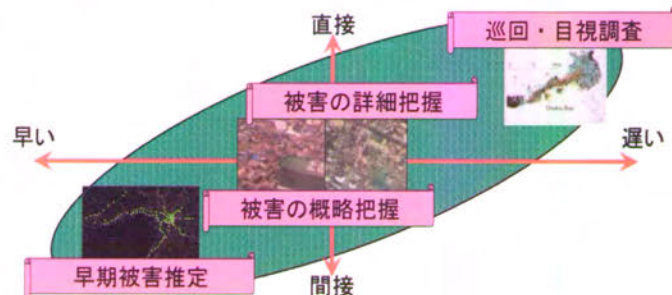
画像にみる倒壊建物の『色彩情報』と『輪郭情報』とを組み合わせ、被害建物を構成する画素の抽出を行い、抽出画素の密度を計算することによって建物被害地域を表現しました。



他の地震災害画像への適用と早期被害把握への応用



空撮画像は実際の被害状況に関する情報を有しているので、地震動モニタリングと地理情報システムにもとづく被害予測よりも高い精度での被害把握が可能になります。発災初期から被災後の各段階で取得される空撮画像を有効に活用することで、迅速かつ従来の被害予測手法を補間する被害情報の提供を可能にします。



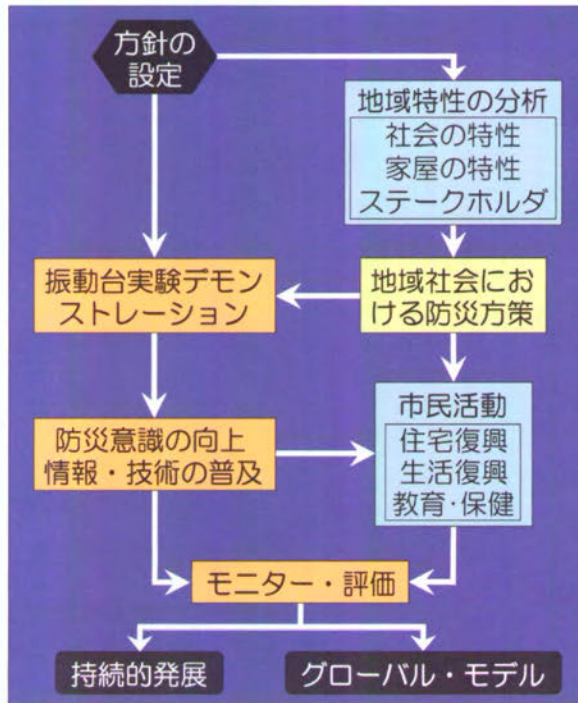
三富 創

地震防災フロンティア研究センター E-mail: mitomi@edm.bosai.go.jp

インド西部地震の復興支援

～強い建物の普及のために～

インド西部大地震(2001年1月26日)で被災したPatanka村を対象に、現地建物模型の振動台実験をとおりて防災に対する住民意識を高め、地震に強いまちへの復興を支援するとともに、そのモデル化を試みます。

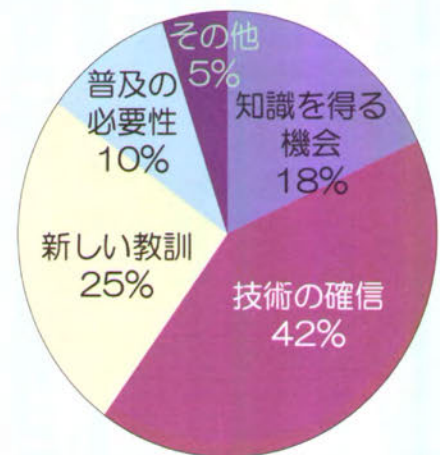
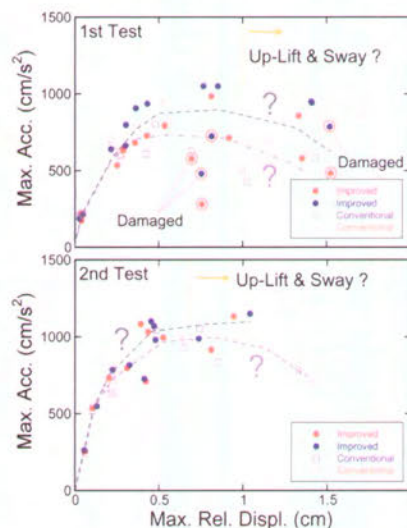


現地建物模型の振動台実験

1回目 2001年 12月	 補強仕様 従来仕様	粗石積造 ＋ 泥モルタル
2, 3回目 2002年 1, 4月	 従来仕様 補強仕様	粗石積造 ＋ セメントモルタル
4回目 2002年 8月	 従来仕様 補強仕様	セメントブロック造 ＋ セメントモルタル



実験結果の例（1回目）



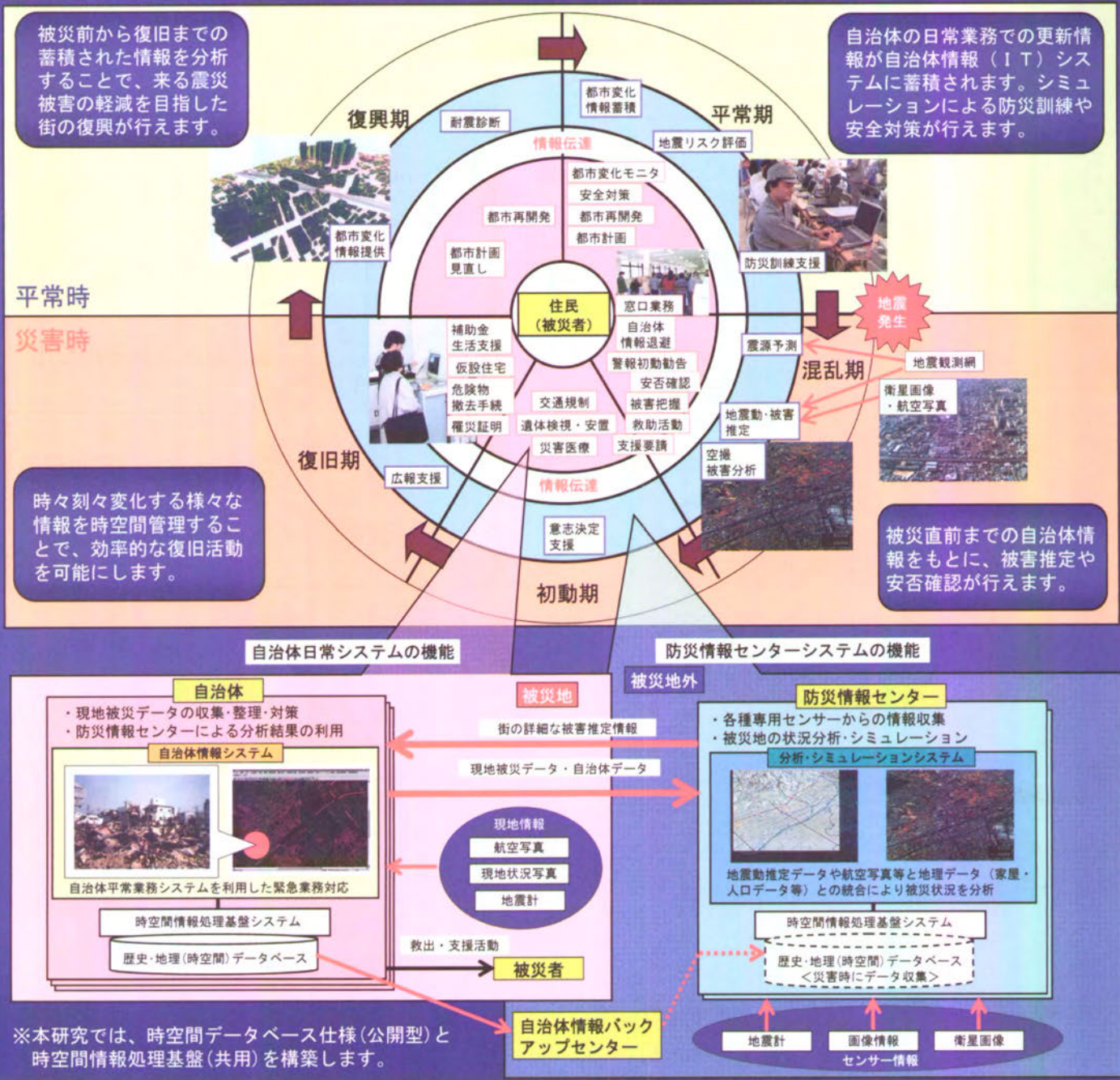
実験後の意識調査結果の例

新井 洋・馬場 美智子

地震防災フロンティア研究センター E-mail: arai@edm.bosai.go.jp

自治体平常業務システムを 活用した災害情報処理

震災での被害軽減には、確実に稼働する情報システムと災害シミュレーションなどの高度情報処理が必要になります。解決策として、個別自治体での利用頻度が低く革新技術と専門知識の導入が必要な災害対応専用処理を保証する「防災情報センターシステム」と日常業務のシームレスな延長として災害情報処理を行う「自治体情報システム」との連携を提案してきました。本研究では、情報処理技術、通信技術を駆使して、確実性、経済性、拡張性、汎用性を満たす実用的な防災情報システムを構築します。



角本 繁

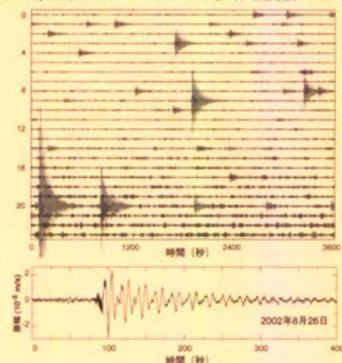
地震防災フロンティア研究センター E-mail: kaku@kedm.bosai.go.jp

八丈島直下における マグマ振動の発見

2002年の夏に八丈島で群発地震活動が起こりました。この活動に伴い、これまで誰も見たことのなかった地震波が、私たちの研究所が設置した広帯域地震計で記録されました。その地震波は一揺れに10秒もかかり、およそ5分にわたって揺れ続けるというものでした。この奇妙な地震波はどのようなメカニズムで生じていたのでしょうか？



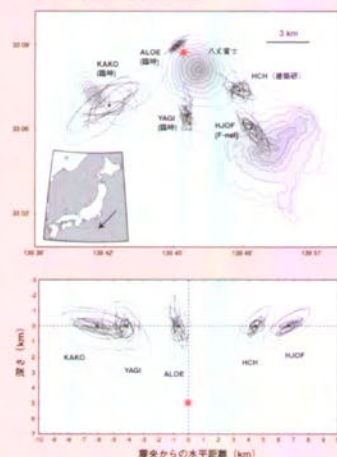
2002年8月26日の一日の広帯域地震計による記録



この疑問に答えるためには、すでに八丈島にあった観測点の記録だけでは不十分でした。そこで私たちはより多くの広帯域地震計を設置することを計画しました。しかしながら八丈島は離島のため、地震計の設置は大変苦労しました。何とか設置が終わった4日目に、この奇妙な地震波を5つのすべての観測点でキャッチすることができました。

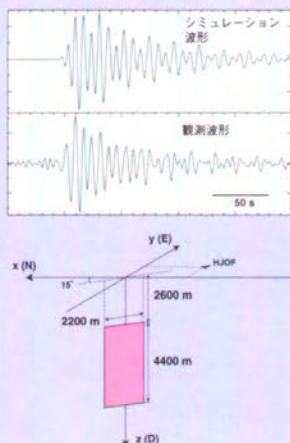


2002年9月4日19時24分の長周期地震波の振動方向と震源位置

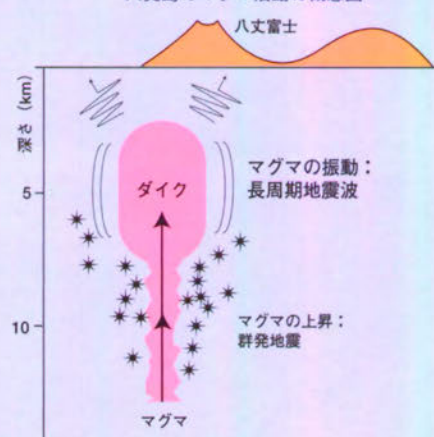


これらの記録により、この地震波の発生メカニズムをより詳細に調べることが可能となりました。その結果、この地震波は八丈島の下に板のような形で上昇してきたマグマ（ダイク）が、ゆっくりと振動することによって生じたという結論を得ることができました。似たような地震波は他の火山でも見つかるかもしれません。このような地震波をより多くの火山で観測することが噴火のメカニズムの解明に役立ちそうです。

玄武岩質マグマに満たされたダイクの振動波形と観測波形との比較



八丈島のマグマ活動の概念図



熊谷 博之

固体地球研究部門 E-mail: kumagai@bosai.go.jp

研究交流棟竣工式並びに第2回成果発表会

2003年(平成15年)4月22日(火)

編 集／独立行政法人 防災科学技術研究所

発 行 所／株式会社コングレ

お問合先／独立行政法人 防災科学技術研究所

企画部 企画課

〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1

TEL(直通) 029-863-7787・7789

FAX 029-851-1622

印 刷／株式会社コングレ



独立行政法人 防災科学技術研究所