

DPRI Newsletter

Disaster Prevention Research Institute

Kyoto University

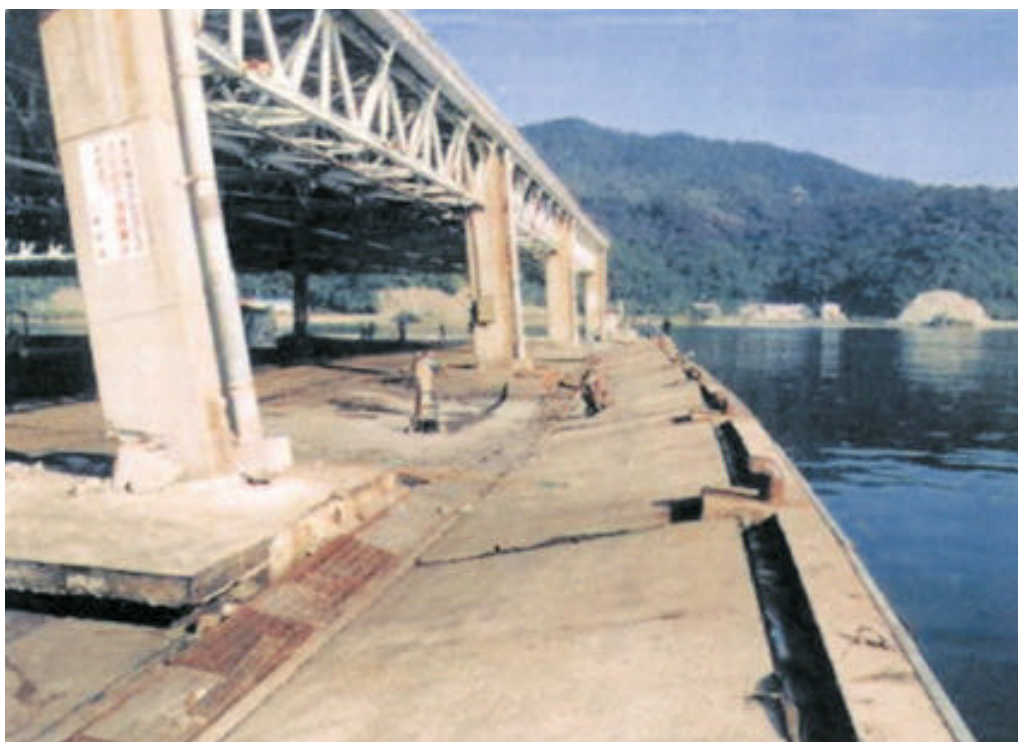
京都大学防災研究所



No.19

2001年2月

2000年鳥取県西部地震が投げかけた問題



境港市 昭和町（かにかご岸壁）の被害（鳥取大学 池内智行・盛川仁 撮影）

この地震ではメディア関係の人から「どうして活断層の無いところに地震が起きたのか」という質問をいくつも受けた。兵庫県南部地震以来「地震は活断層で起きる」というのが多くの人の常識になっていたらしい。しかし、それは正しくない。地震は地殻の岩盤が急激にずれるという現象であり、ずれた結果が断層である。だから予め断層の無いところにだって“最初の地震”が起きる事はある。その結果、地殻の中に“最初の断層”が形成される。その断層が初めから地表に現れるとは限らない。同じ断層で何回も地震が起り、ずれが積み重なって、ようやく地表に顔を出す事ができる。それが地質学者の目にとまって「活断層」と認定される。今回の地震は、

地震と活断層との関係を改めて正しく認識させてくれた。

2番目に多かった質問は、マグニチュード7.2の兵庫県南部地震に比べて、今回の地震のマグニチュード7.3は大きすぎるのではないかと、という疑問だった。被害が少なかった事もこの質問の一因であろう。マグニチュードは各地で観測された地震波の最大値を平均して求められる。極端な例だが、堆積層の厚いところの地震波は増幅されやすく、そういう観測点のデータをたくさん取り込むと、平均値は大きくなる。従ってマグニチュードも大きく出る。もっともこういう例は少ない。むしろ、大きな問題は震源からどこまでの距離のデータを採用するかであ

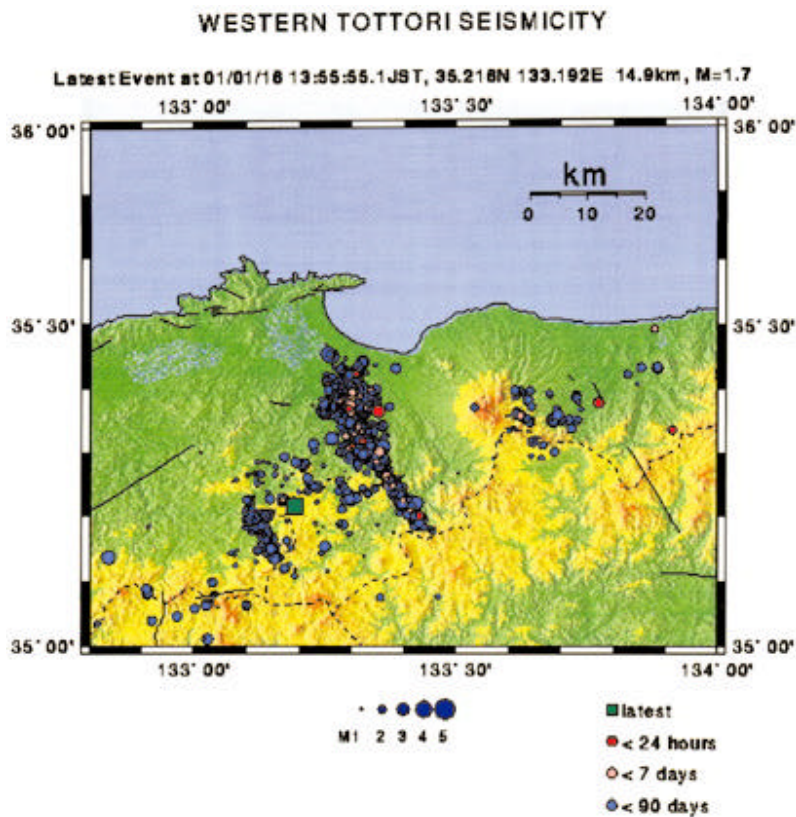


図1 2000年鳥取県西部地震の余震分布
 米子付近から南南東にのびている分布が本震の破壊域に沿った活動。
 大山の南東と島根県にも誘発された地震活動が見られる。(地震予知研
 究センター、ホームページより)

る。なぜなら、震源距離によって最大振幅がS波であったり表面波であったりするからである。そして地震計の性能も複雑に絡んでいる。従って気象庁の発表するマグニチュードは±0.3程度の誤差はあり得る。

気象庁の発表するマグニチュードをほかのそれと区別するときにはMj(ジェイムイ マグニチュード)と呼んでいる。これに対してMw(モーメント マグニチュード)がある。後者は「断層の面積×ずれの量」にある計数を掛けたものから計算される。Mwの方が物理的であり地震学者の多くはこちらを使っている。兵庫県南部地震のMwは6.9, 2000年鳥取県西部地震のMwは6.6であり、エネルギー比にすると後者は前者の2.5分の1程度である。断層の面積やずれの量が求められる近年の大地震についてはMwが有効だが、昔の地震やおびただしい小さな地震のMwをどうするかとなると、はたと困る。こういった地震の大きさを表す尺度として、やはりMjは圧倒的に多く使われている。

誰からも尋ねられはしないが、地震

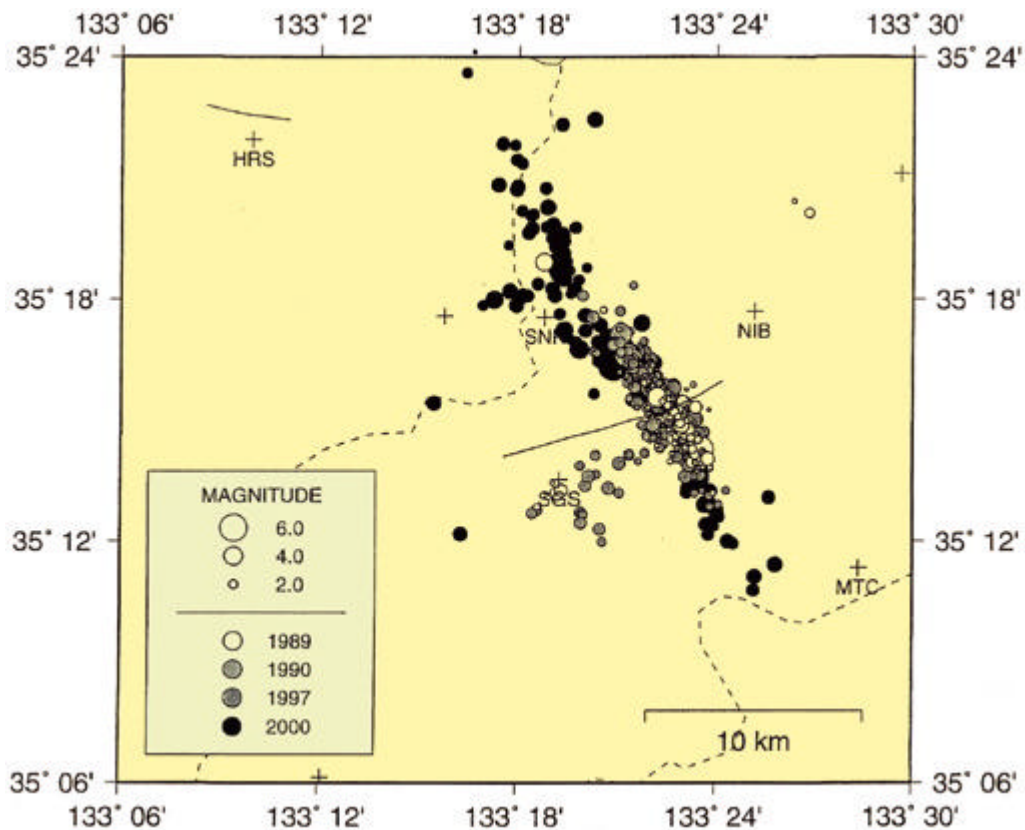


図2 1989年からの3回の地震活動の震央分布と、鳥取県西部地震の余震の震央分布。両者が一致していることがわかる。(澁谷拓郎による)



写真2 境港市 上道神社の倒壊
(鳥取大池内智行・盛川仁 撮影)



写真3 境港市 中浦水門の被害
(鳥取大池内智行・盛川仁 撮影)

学者が首をかかげている問題もある。今回の地震の起きたところでは1989年からマグニチュード5クラスの地震が繰り返し起きていた。長期的に見て群発地震の活動域であり、そういうところでは岩盤に蓄えられるストレスを小出しに解消しているはずである(と思っている)。だから大地震は起こらないだろうというのが大方の見方だった。しかし大地震は起きた。澁谷さん達がマスターイベント法で過去の地震の震源も精密に決定した結果、1989年からの3回の地震活動はぴったり今回の地震の断層に一致することがわかった(図2, 図3)。3回目の活動、つまり最後の活動が1997年9月のM5.4であるから、わずか3年の間に同じ断層が2回活動したことになる。一度活動した断層が次に活動して地震を起こす

ためには、その断層面はしっかり固着していなくてはならない。内陸地震の場合、固着に要する時間は1000年~3000年と言われている。それがわずか3年で固着したのだろうか。これは私たち研究者の大きな疑問である。鳥取県西部地震は地質学的にも地震学的にも、またここでは触れなかったが測地学的にも、新たな問題を投げかけた。このような学問上の問題とは対照的に、いろいろな調査や観測はきわめて迅速にかつスムーズに進んでいる。

地震の発生した10月6日は、防災研究所の共同利用研究集会「地震発生に至る地殻活動解明に関するシンポジウム」の開催中で、地震発生時刻13時30分は2日目の午後のセッションを始めようとする時だった。地震予知研究協議会の企画部のメンバーが揃

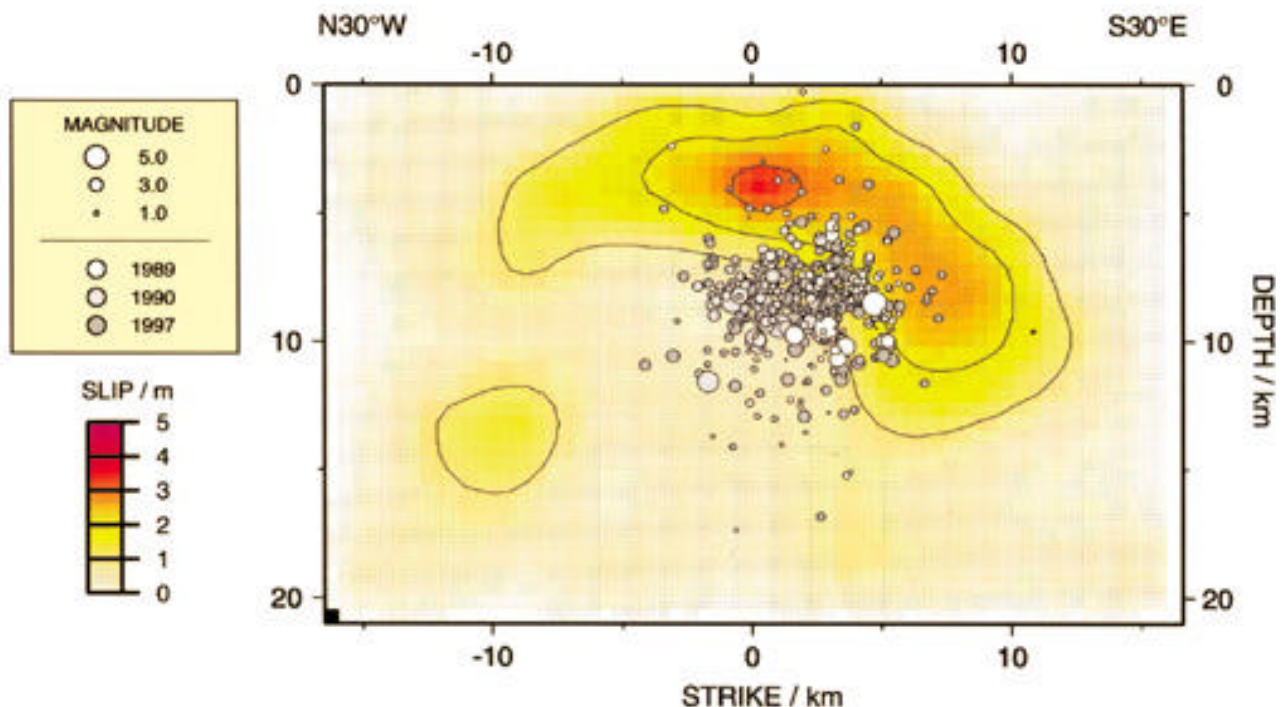


図3 本震の断層面のずれの大きさや1989年からの3回の地震活動の深さ分布。色の濃さは断層のずれ(slip)の大きさを表している。(地震活動は澁谷拓郎、ずれの分布は関口・岩田による)

っていたこともあって、調査・観測に対する立ち上がりは速やかにできた。突発災害の科研費申請も関係の先生の尽力で速やかに行われ、7大学1機関16名の研究組織で「2000年10月鳥取県西部地震による災害に関する調査研究」が行われている。地震予知研究センターからは地震発生当日に緊急観測班が出動し、本震直後の精細な余震分布を求めることができた。この緊急余震観測は全国大学による合同の稠密余震観測に受け継がれ、震源域に57観測点を展開し11月下旬まで観測を継続した(図4)。地震波トモグラフィの手法により、まもなく精細な余震分布と同時に3次元地殻構造が求められる。特に地殻下部の流動体の検出は地震発生のきっかけを理解する上で非常に重要であり、先の問題解決にも大きな期待が寄せられている。

(地震予知研究センター 梅田康弘)

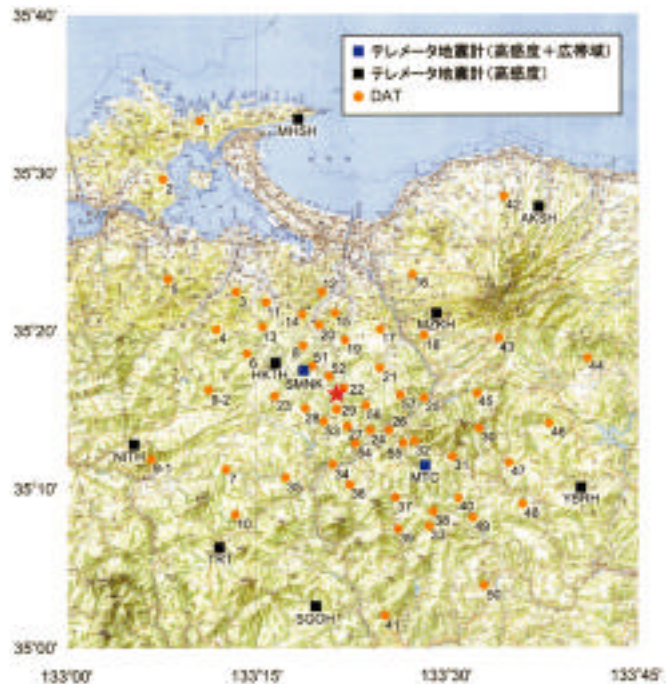


図4 全国大学による稠密余震観測(DAT)。印は防災科学技術研究所と防災研究所による衛星通信観測点。は本震の震央

諏訪之瀬島2000年の火山活動

「諏訪之瀬島」といっても、そんな火山がいったい日本のどこにあるのだろうかと思われ。よく目を凝らして地図をみると、九州の南、屋久島と奄美大島の間にも小島が点在するのがわかる。これがトカラ列島である。トカラ列島の島々は、行政区分では鹿児島県鹿児島郡十島村に属する。諏訪之瀬島はこのトカラ列島の1つの火山島であり、鹿児島市からは南南西240kmに位置する。週3便しか就航していない村営船「としま」で鹿児島港から9時間もかかる離島の中の離島なのである。島の人口はわずかに70人。しかし、この諏訪之瀬島は、日本では桜島について2番目に頻りに噴火が発生する

火山といつてもよいかもしれない。

諏訪之瀬島は1813~1814年と1884~1885年に、それぞれ島の中央部から西部と東部の海岸に達する安山岩質溶岩流を流出する大規模な噴火が発生した。更に、1957年ごろからは、頻りに島の最高峰御岳(799m)山頂の火口においてストロンボリ式と小規模のブルカノ式の噴火活動を繰り返してきた。ストロンボリ式の噴火は、桜島で見られるようなブルカノ式の噴火に比べると、爆発力は弱く、噴石を数kmに渡って飛散させることは稀である。しかし、噴火の間隔は短く1分から数分の時間間隔で頻りに爆発音を伴いながら噴火を繰り返す。

離島の中の離島であるため、これまで火山観測はあまり行われておらず、火山観測体制も不十分である。国立大学の火山研究機関は合同で、1984年7・8月、1989年10月および1998年10月に3回の集中総合観測を実施した。また、本研究所火山活動研究センターでは、諏訪之瀬島火山の活動を常時把握するため、1989年5月に、御岳山頂から3.3kmの距離に地震計と低周波マイクロホン1台ずつを設置し、パソコンと一般加入電話回線を用いたダイヤルアップ伝送システムにより火山性地震・空気振動の観測を継続してきた。1994年には地盤変動を捕捉するためのGPS1台を設置した。

火山活動研究センターの1989年以降の



諏訪之瀬島の1989年のストロンボリ式噴火(撮影:東京大学・鍵山恒臣)



諏訪之瀬島の山頂火口の全景（2000年12月24日）



諏訪之瀬島の新火口2における噴煙の放出

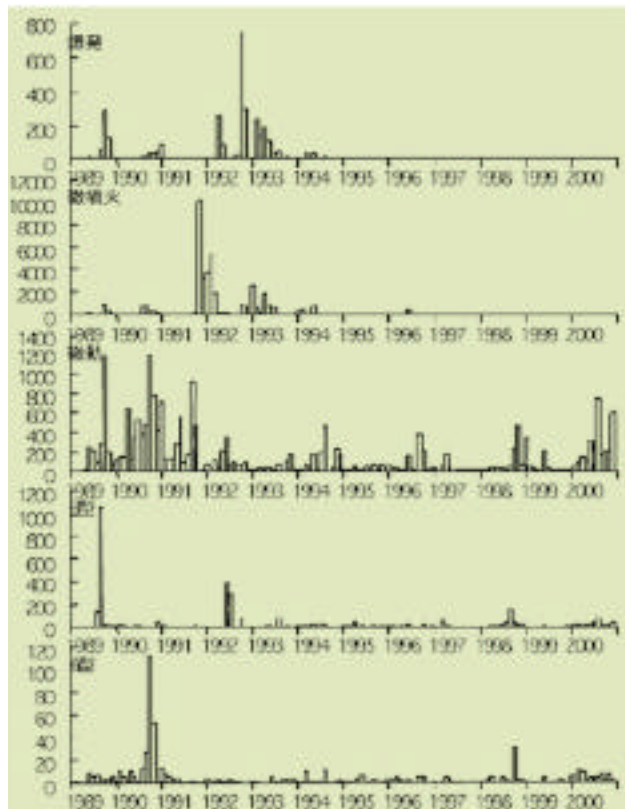
観測によると、諏訪之瀬島は、1994年ごろまで非常に頻りに噴火を繰り返した。例えば、1989年9月の初めには、B型地震と呼ばれる火口浅部に震源をもつ地震が、1日に200回以上も発生した後、爆発的な噴火活動が11月初めまで続いた。この期間の爆発回数464回である。同様に、1992年の6月ごろから頻りにB型地震および火山性地震が頻発した後、9月からストロンボリ式の爆発活動が激化し、10月21日には1日に244回の爆発が発生した。しかし、1992年～1993年ごろの活動をピークとして、1995年以降はほとんど爆発的な噴火活動が見られなくなっていた。

1998年10月24日に、御岳火口直下を震源とする有感地震が発生した（M=2.5、2.6）。また、2000年に入り、火山性地震及び微動の発生回数がやや増加す

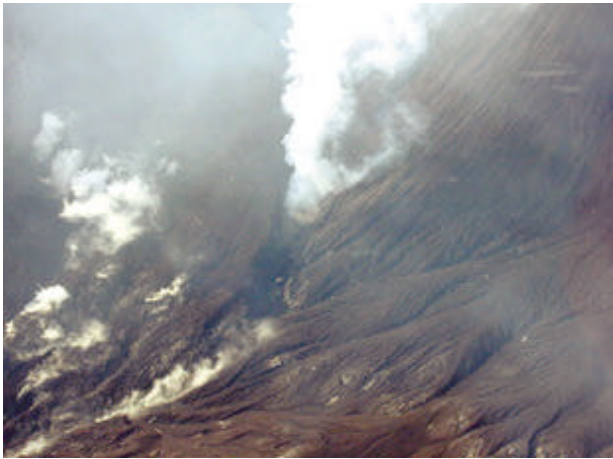
る傾向が見られるようになった。2000年12月19日に、十島村役場より「漁船から通常の火口とは違う場所から噴煙を上げているとの連絡があった」との通報が鹿児島県庁に入った。12月12日に開聞岳山頂から薄い白煙が上がり鹿児島県庁の要請でヘリコプターからの調査及び地震計の設置を行い、「開聞岳の噴火の可能性はない」との見解を示した1週間後のことである。鹿児島県庁からは、本研究火山活動研究センターに連絡があり、センター長石原教授は、「地震活動には、大きな変化は見られないので、大規模な火山活動に移行するとは考えにくい」との判断を示した。翌12月20日に、鹿児島県所有の消防防災ヘリコプターにより、石原教授が、鹿児島地方気象台の調査官および鹿児島県庁職員とともに諏訪之瀬島御岳火口の上空からの調査を行ったところ、現



諏訪之瀬島位置図



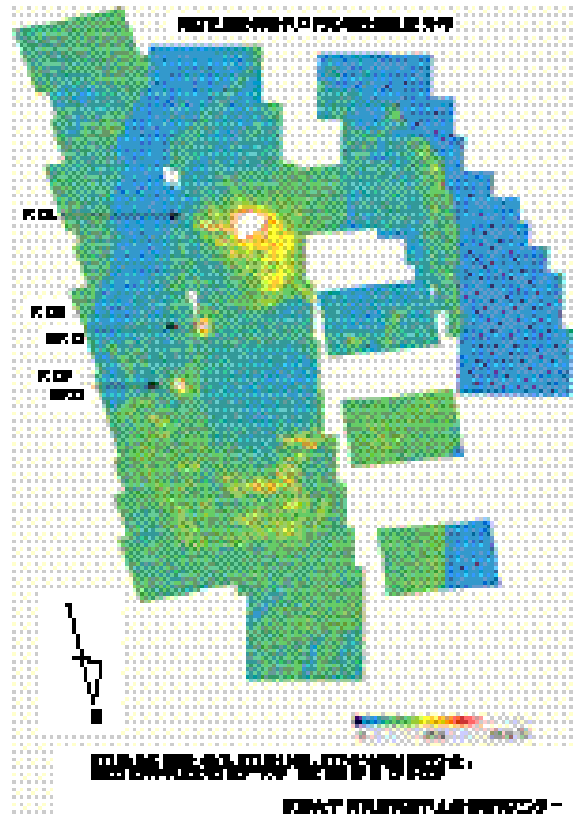
諏訪之瀬島における月別火山性地震の発生頻度



諏訪之瀬島の新火口3からの火山ガスの放出

在の活動火口の北および東200～300mの地点に新たに2箇所の噴気口が確認された。鹿児島地方気象台は臨時観測情報を発表した。火山活動研究センターは、2000年に入り地震活動の微増が見られるが、噴火活動の活発であった1990年代の初めに比べると火山性地震・微動の発生頻度は小さいので、現時点では中・小規模の噴火の発生は十分予想されるが、集落が被災するような大規模な爆発を起こすとは、考えにくいと判断した。これを受け、鹿児島県は、1997年に定めた地域防災計画の規制基準に基づき、十島村に対して火口から2km以内を立ち入り禁止にすること、3km以内の噴石に対する注意（特に、児童生徒に対してはヘルメットの着用）、避難場所等の確認、周知徹底などを指示した。十島村役場は「諏訪之瀬島火山活動災害警戒本部」を設置した（緊急時対応を確認し、12月22日解除）。

12月21日には、マスコミの諏訪之瀬島火口の取材などにより、東側の新火口は、2ヶ所になっていること、また、そのうちの1つの火口は赤熱状態であるなどの情報もたらされた。火山活動研究センターは、12月24日に、井口助教、味喜助手を派遣し、防災ヘリコプターを利用した火口上空からの赤外線熱映像測定を実施した。新たに形成された東側の2箇所の火口では、最高温度90 および270 が測定された。また、これまで活動していた火口も温度が



諏訪之瀬島火口周辺の熱映像

450 に達しており、高温のマグマが御岳火口の浅部まで上昇していることが確認された。

「12月29日午前10:30頃、大きな爆発音とともに、御岳が火山灰を噴出した」との十島村役場からの再度の通報があった。この後活発な火山灰の噴出は12月31日の午前中まで続いた。今後、噴火活動の推移を注意深く見守っていく必要がある。火山活動研究センターの観測では噴煙の放出は、火山性微動の頻発として観測されている。しかしながら、現在の観測システムでは、火山活動をリアルタイムでは観測できず、観測体制としては不十分である。また、20世紀には霧島火山帯のいくつかの火山が活発化する事例が、幾度かみられた。霧島火山帯全体に目を配る必要がある。今後の観測体制の整備が望まれる。
(火山活動研究センター 井口正人)

京都大学防災研究所 特定研究集会

「21世紀の水防災研究を考える 最近の水災害から見えてくること」の報告

日 時：平成12年12月6日（水）9:00～17:00

場 所：京都大学宇治キャンパス 木質ホール

出席者：合計75名

プログラム

9:00～9:05 開会挨拶 代表者 中川 一

第 部 最近の事例から（話題提供）

9:05～9:35 地下空間での水害

福岡水害から学ぶ

京大 井上和也

9:35～10:05 都市化域での豪雨土砂災害

広島土砂災害から学ぶ

-広島大 福岡捷二
 10:05 ~ 10:35 東南北部・北関東の水害
 記録的豪雨にどう対応するのか
東北大 真野 明
 10:35 ~ 10:45 休憩
 10:45 ~ 11:15 最近の高潮災害
 台風9918号高潮が残したもの ...
京大 高山知司
 11:15 ~ 11:45 中国における最近の水害
 日本の河川工学への刺激を考える
東大 玉井信行
 11:45 ~ 12:15 ベネズエラ水害
 日本の災害との共通点
京大 高橋 保
 12:15 ~ 13:30 休憩
 13:30 ~ 14:00 発展途上国における津波災害
 低頻度災害に対する対応
東北大 今村文彦
 14:00 ~ 14:30 過去の水害を教訓とした21世紀の水防災
 水防災研究と施策への反映
建設省 末次忠司

第 部 ラウンドディスカッション

14:40 ~ 17:00

「21世紀の水防災を考える」

モデレータ：寶 馨・戸田圭一

キーワード：地下空間の安全性、都市化と土砂災害、高潮・津波研究と教育・行政のあり方、諸外国への防災研究・技術のトランスファー、防災研究成果の実際への活用、今後なすべき研究課題と施策、環境と防災、今後の展望など

本研究集会は、水災害の防止・軽減に携わっている研究者・実務者等が一堂に会し、近年に国内外で発生した顕著な水災害の調査研究の成果を持ち寄り、ここから得られた新たな知見、問題点等を抽出することで、来るべき21世紀の水防災研究のあり方を探ろうという趣旨のもとで開催されたものである。



プログラムに示すように、研究集会は2部構成となっている。第 部では最近発生した水災害の事例について、災害調査の団長を務められた先生方やその方面の研究で中心となって活躍されておられる方々から話題提供していただいた。その際、水害の実態などの事実重点を置くのではなく、その災害で何がわかり、何が課題かなど、問題点・課題の抽出に重点を置いて話題提供いただいた。これを受けて第 部のラウンドディスカッションでは、第 部で抽出された問題点・課題をどのようにして打開していくかを、キーワードに沿って参加者から自由に意見を述べてもらい、来るべき21世紀の水防災がどうあるべきかを議論した。

この第 部ではあえてパネラーを設けない、ラウンドディスカッション形式とした。ややもすればパネルディスカッションではパネラーの主張などに時間をとってしまい、フロアからはほんの少ししかしゃべらせてもらえない、といったことがよく見受けられるが、ここでは、参加者全員が、いわばパネラーになったつもりで、積極的に議論に参加していただいた。

第 部では、水害に強い街づくりのために下水を含めた流域全体の治水モデル構築の必要性、豪雨土砂災害の予測や避難予警報等の危機管理へのレーダー情報の有効利用、大学で開発した種々の数値計算プログラムの性能照査とこれを民間が容易に利用できるような解説の提供依頼など、種々の意見が交わされた。

議論は発散してもかまわない、まとめようとはしない、重要な点については意識の共有化ができるという思想をモットーにしていたので、極めて活発で有意義な議論がなされた。その場でキーワードや議論している内容をパワーポイントで表示するという電子黒板を設けたため、予想していたほど議論は発散せず、集中して議論することができた。今後の研究集会などでは是非ともこの方式を導入されることをお勧めする。

参加者は大学関係者が35人、公官庁関係者が12人、会社・コンサルタントが7人、学生が21人であった。学生の参加者が多かったのが特徴で、東京工大、九州大、立命館大など、防災研究所以外の学生が6人参加している。水防災研究に関心のある学生が多数参加してくれたことは大変喜ばしいことであったが、積極的に議論に参加することがなかったのは残念である。

この研究集會を契機として、ここで議論したことの幾ばくかでもさらにきめ細かい議論へと発展し、実りある21世紀の水防災研究を進めるべく精進したい。
 (研究代表者:水災害研究部門 中川 一)

叙勲の受章

高田理夫名誉教授紹介



高田理夫名誉教授は平成12年11月7日に勲二等瑞宝章を受章されました。まことに慶ばしく、心よりお祝い申し上げます次第です。

先生は昭和26年防災研究所の創設に伴い、助手に任命され、昭和40年には教授に昇任、地震予知計測部門、後に地かく変動部門を担当され、さらに防災研究所

附属屯鶴峯地殻変動観測所長、同宮崎地殻変動観測所長として、その設立及び施設の管理運営の重責を全うし、地震予知と地殻変動の研究に多大の成果を挙げ、測地学分野での教育と研究指導においても優れた人材の育成に努められました。また、昭和58年5月から2年間防災研究所長及び京都大学評議員として大学の管理運営及び発展に貢献するとともに、防災研究所附属防災科学資料センター長及び同附属水資源研究センター長として防

災研究所の発展に寄与されました。

専門の地殻変動の研究分野では、観測計器の開発を行い、大地震の前兆である異常地殻変動の検出を可能とする長期間の連続観測システムを確立し、現在の地震予知を目指した全国的観測網の展開の基礎を築かれました。さらに、地殻変動連続観測、測地学的方法による地殻変動の検出、観測並びにデータ解析システム開発に関する研究、地震前後の地殻変動の研究など地殻活動と地震発生との関係の究明に努め、地震予知の方法確立を目的に幅広い観測研究を続けられました。その中でも特に、昭和27年の吉野地震の前兆的異常変動に関する研究は、国内外において高い評価を受け、昭和40年度に発足したわが国の地震予知計画の立案に大きく貢献されました。また、前記2観測所の設置をはじめ多くの地殻変動観測室の新設、整備に尽力され、昭和62年設置された日向灘地殻活動総合観測線においては、これまでの研究成果をいかに発揮され大きな役割を果たされました。

他方、地球物理学的手法による地すべり予知に関する観測研究にも力を注ぎ、地すべり災害の防止軽減にも大きな貢献をされました。(地震予知研究センター 古澤 保)

角屋 睦名誉教授紹介



角屋 睦名誉教授は、平成12年11月7日皇居において勲二等瑞宝章を受章されました。角屋先生は、昭和27年3月に京都大学農学部をご卒業後、同大学院、大阪府立大学、宇都宮大学を経て、昭和34年3月京都大学防災研究所に任用され、昭和35年4月に助教授、昭和39年1月に教授に昇任され、平成4年3月停

年退官を迎えられるまで内水災害研究部門を担当されました。角屋先生のご専門は、水文統計学、防災工学、農業水利学であり、洪水災害の防止軽減及び農業水利施設の安全計画設計に関する諸問題について独創的な研究を

展開してこられました。

こうしたご研究により、昭和38年に農業土木学会学術賞、昭和57年に京都新聞文化賞、平成4年に読売農学賞、平成7年に水文・水資源学会功績賞を受賞されました。特に、平成6年には、「極値水文学の展開と水利施設計画への応用に関する研究」が包括的に高く評価され、日本学士院賞を受賞されました。さらに、学会活動では、第11期農業土木学会長、日本農業工学会長を歴任され、農業土木学全般の発展に大きく貢献されました。

このように、先生は研究教育の場において、常に先端的立場にあつて指導的役割を果たされ、災害科学・農業土木学をはじめ多くの分野の発展に貢献してこられました。

このような、先生の輝かしいご業績を讃えるこのたびの受章は、まことに慶ばしく、心よりお祝い申し上げます次第です。(水資源研究センター 岡 太郎)

主な行事日程

2001年2月

京都大学防災研究所研究発表講演会(22~23日)

開催場所: 京都市リサーチパーク 問合せ先: 宇治地区総務課防災研究所担当事務室 TEL 0774-38-3348

編集後記

DPRI Newsletter No.19をお届けします。21世紀の最初の号で高田理夫先生と角屋睦先生の叙勲受賞の紹介記事が載せられたことを大変嬉しく思っております(前号では速報記事のみ)。両先生の御業績を誇ると共に、後に続く我々はそれに恥じぬよう日々努力していかなばと感じます。災害の少ないことを祈って迎えた新世紀でしたが、早速エルサルバドルやインドで大きな地震被害が発生してしまいました。防災に携わるものの責任の重さを痛感させられます。

編集: 防災研究所ホームページ

ニュースレター編集委員会

編集委員: 上道京子、片尾 浩、城戸由能、小泉 誠、清水康生、高橋智幸、多河英雄、谷川為和、中島正愛(委員長)、福岡 浩、丸山 敬、吉田義則

発行: 京都大学防災研究所

連絡先: 京都大学宇治地区事務部総務課防災研究所担当事務室

〒611-0011 宇治市五ヶ庄

TEL: 0774-38-3348 FAX: 0774-38-4030

ホーム・ページ: <http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/>