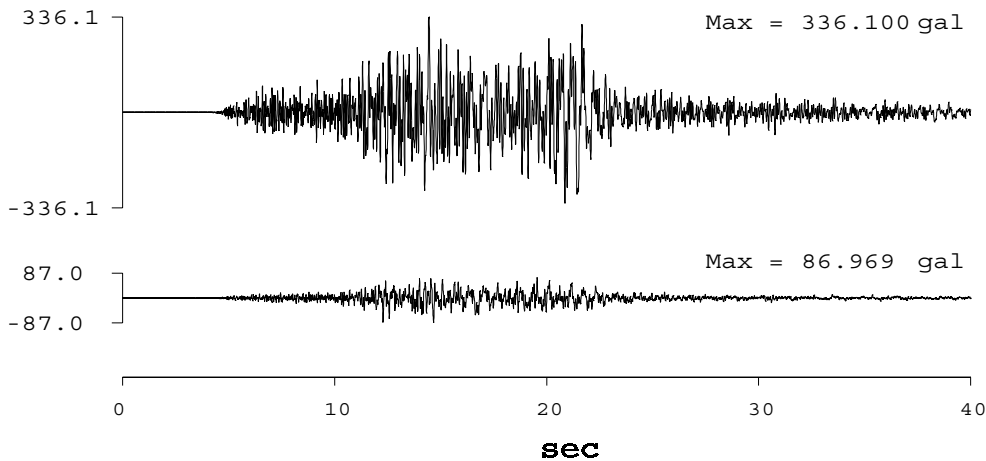


特集：平成13年（2001年）芸予地震

HRSH07 EW



防災科学技術研究所のKiK-netの震央に近い観測点（広島県呉市）で観測された、平成13年芸予地震の加速度記録（東西成分）。上が地表、下が地中102mの花崗岩の中で観測された波形で、表層の地盤における揺れの増幅がよくわかります。

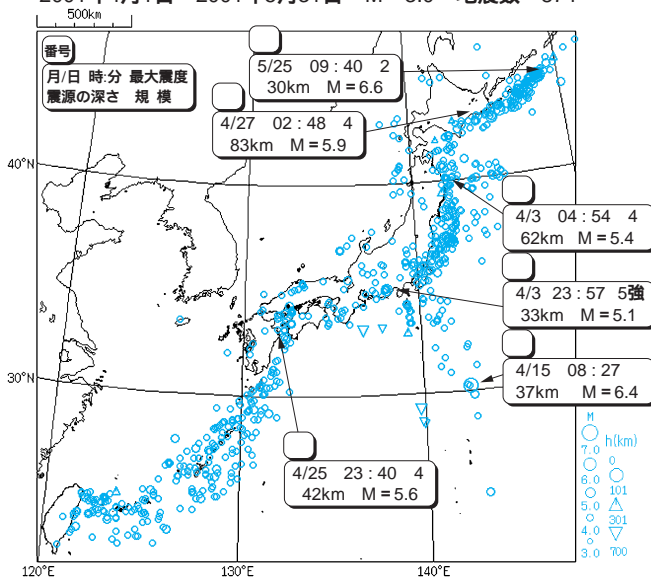
2001年4月～2001年5月のおもな地震活動

2001年4月～2001年5月に震度4以上が観測された地震は4回でした。また、図の範囲の中でマグニチュード（M）3.0以上の地震は、874回発生し、このうちM5.0以上の地震は6回でした。

青森県東方沖

青森県名川町、階上町、岩手県二戸市、種市町で震度4を観測したほか、北海道から東北地方にかけて震度1～3を観測しました。

2001年4月1日～2001年5月31日 M 3.0 地震数=874



この地震は、太平洋プレートの沈み込みに伴う地震で、二重地震面の上面で発生しました。

静岡県静岡市で震度5強、島田市、岡部町、川根町で震度5弱を観測したほか、関東地方から北陸、近畿地方にかけて震度1以上を観測しました。この地震は、沈み込むフィリピン海プレート内部で発生した地震です。この付近では、1996年10月5日にM4.3（最大震度4）の地震が発生しています。

鳥島東方沖

震度1以上を観測した観測点はありませんでした。

日向灘

愛媛県浜町、内海村、高知県宿毛市、大分県鶴見町、佐伯市、宮崎県北浦町等で震度4を観測したほか、九州地方から中国・四国地方、近畿地方にかけて、震度1以上を観測しました。この地震は、沈み込むフィリピン海プレート内部で発生した地震です。

根室半島南東沖

北海道厚岸町、足寄町、本別町、美幌町で震度4を観測したほか、東北地方北部でも震度1以上を観測しました。この地震は、沈み込む太平洋プレート内部の地震で、二重地震面の下面で発生しました。

択捉島付近

北海道静内町、別海町、釧路市などで、震度2を観測したほか、東北地方の北部でも震度1以上を観測しました。

世界の地震

本期間中、M7.0以上あるいは死者50人以上の被害を伴った地震はありませんでした。

（気象庁、文責：阿部正雄）

図の見方は「なみふる」No.2 p.8をご覧ください。

「平成13年（2001年）芸予地震」の概要

1. 概要

2001年3月24日（土）15時27分頃、安芸灘の深さ51kmでマグニチュード（以下M）6.7の地震があり、広島県の河内町、大崎町、熊野町で震度6弱を観測したほか、広島県広島市、川尻町、倉橋町、府中町等26地点、愛媛県松山市、今治市、上浦町、大三島町等19地点、山口県の和木町、阿東町、東和町等11地点で震度5強、上記3県のほか、島根県、高知県、大分県の一部で震度5弱を観測しました。震度5弱以上を観測した地点は計121地点にのぼり、震度1以上を観測した範囲は、伊豆諸島から九州内陸南部までにわたります。震度5強以上を観測した地点の分布は、震央の南北方向と広島県南東部に見られます（図1）。この地震の震源断層の大きさはおよそ幅10km、長さ20kmです。この地震による被害については、次の村上ひとみさんによる記事をご覧ください。

2. 地震活動

気象庁は、この地震を「平成13年（2001年）芸予地震」と命名しました（以下、芸予地震）。図2に最近の震央分布図と矩形内の震源の深さ断面図を示します。断面図には、陸域の浅い震源とフィリピン海プレートの沈み込みに伴い深くなっていく震源分布が見ら

れ、芸予地震はフィリピン海プレート内部に震源断層をもつことが分かります。芸予地震が発生した地域では、時折、地震活動が見られます。芸予地震の発生前の2001年1月31日にはM3.5の地震が発生していません。図3に余震分布と地震活動の時間変化を示します。余震はほぼ南北方向に約20kmにわたって広がり、西側が深くまで分布しています。本震発生後、3月25日19時19分のM4.4（最大震度4）、26日05時40分のM5.0（最大震度5強）等、比較的規模の大きい余震が数日間発生しましたが、3月末には、震度1以上を観測する余震の発生回数は1日当たり0～1回程度となりました。また、4月中に震度1以上を観測した余震は6回（すべて最大震度1）で、4月末現在、余震活動は順調に減衰しています。

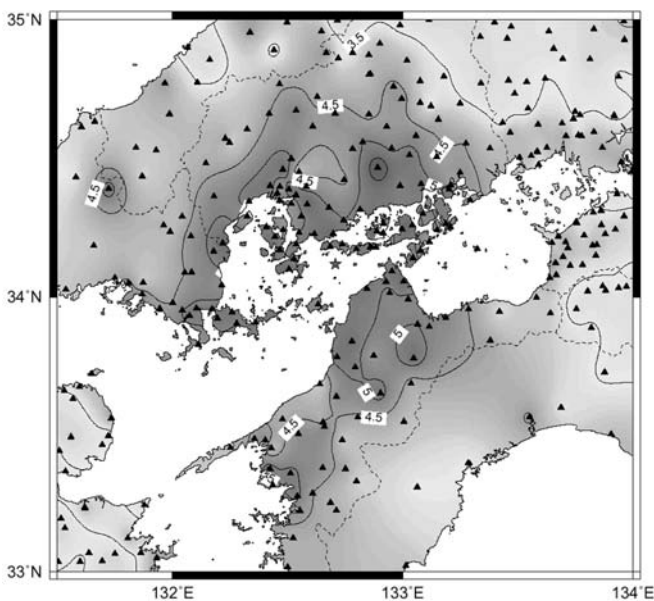


図1 芸予地震の計測震度の分布（●：震度観測点）

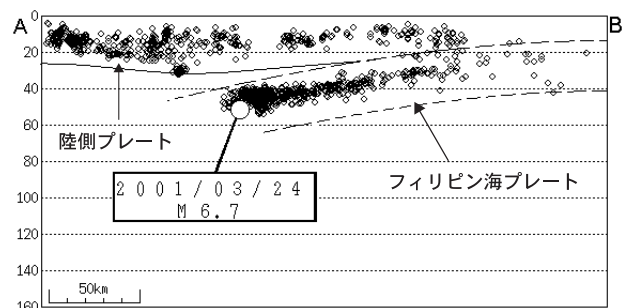
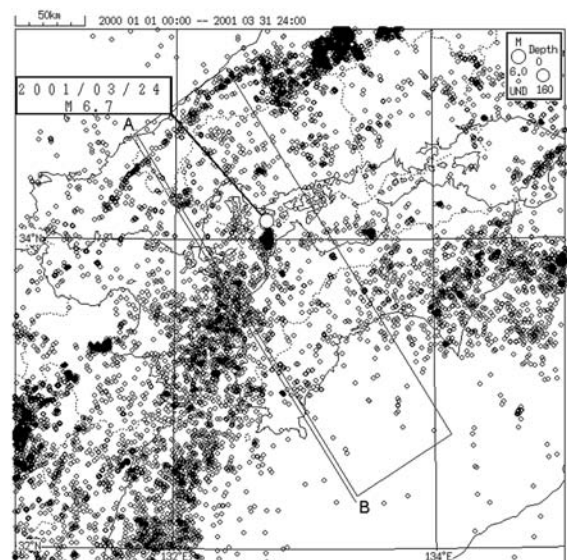


図2 芸予地震周辺の地震活動（上：震央分布、下：上図の矩形内の深さ断面）

3. 過去の被害地震

図4に、芸予地震の周辺で過去に発生した被害地震の震源を示します（宇津「世界の被害地震の表」による）。今回の地震が発生した近くでは、1905年に「(明治)芸予地震」が発生しています。この地震では、死者11名、負傷者177名を出し、広範囲にわたる被害がありました。このほか、1949年にも死者2名を伴う被害地震が発生しています。これらの震源の深さははっきりとわかっていませんが、被害と大きな震度の範囲が広範囲にわたっていること、顕著な津波がなかったことにより、今回の平成芸予地震と同じくやや深い地震だったと考えられます。いずれにせよこの地域では、M6～7前半までの規模の地震が過去に繰り返し発生していたことがわかります。

4. 芸予地震と西日本のフィリピン海プレートの形状

芸予地震は沈み込んだフィリピン海プレート内部で急激なずれが起きたと考えられています。このような、沈み込んだ海洋プレート内部の破壊による地震としては、1993年釧路沖地震（M7.8）や1994年北海道東方沖地震（M8.2）などがあります。芸予地震を起こした力は、ほぼ東西方向の張力（引っ張られる力）でしたが、その発生メカニズムは次のように考えられます。

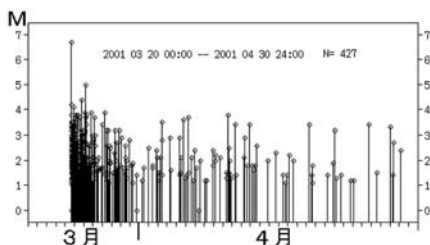
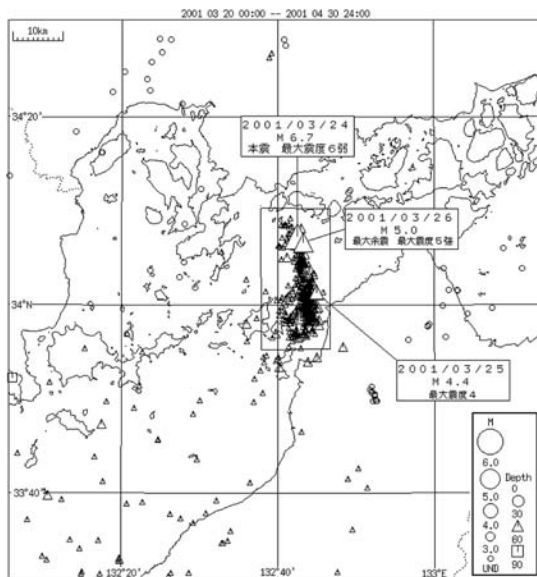


図3 芸予地震の余震活動（上：2001年3月20日以降の震央、下：上図の矩形内の地震活動の時間経過）

図5にフィリピン海プレートの沈みこみと芸予地震の震源断層の模式図を示します。芸予地震の震源断層付近は、フィリピン海プレートが中国地方に向かってさらに北に沈み込んでいる可能性がある一方、すぐ西側では、プレートが急に下方へ折れ曲がって西北西に九州の下へ沈み込むため、プレートには複雑な力が加わっていると考えられます。特にプレートの上部では折れ曲がりによる東西方向の引っ張りの力が働き、フィリピン海プレート自身が破断し、このような地震が発生したと考えられます。

（気象研究所 石川有三）

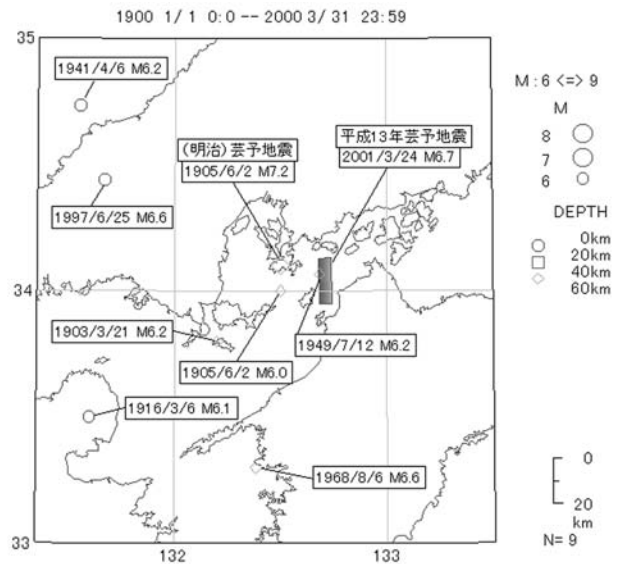


図4 過去の被害地震（1900年1月～2001年4月）

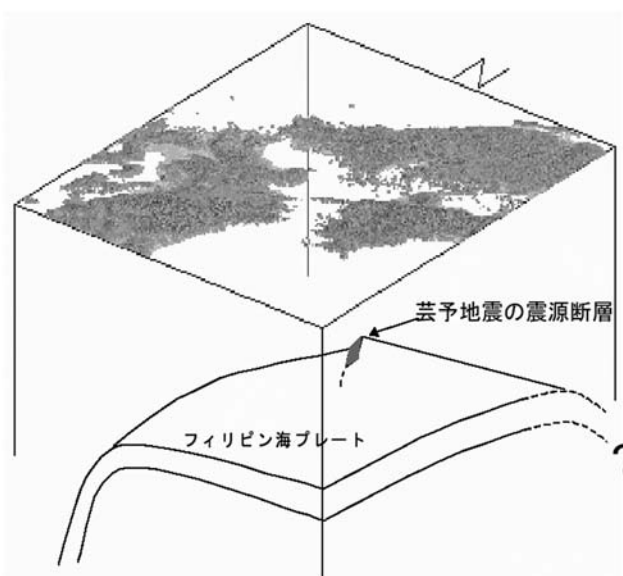


図5 フィリピン海プレートの沈みこみと芸予地震の震源断層の模式図（芸予地震の震源断層面を誇張して描いています。実際にこのようにプレートが断裂しているのか、連続的に沈み込んでいるかはよく分かっていません。）

平成13年（2001年）芸予地震による呉市の被害

1. はじめに

芸予地震（M = 6.7）は2001年3月24日（土）の午後3時28分に発生し、震度6弱が広島県川内町、大崎町、熊野町で観測されました。震度5強は広島県呉市、広島市、三島市など、山口県岩国市、柳井市、東和町など、愛媛県今治市、松山市など地盤条件等による凹凸はありますが震央からおよそ50 km 圏を包含しています。

この地震による被害合計は、死者2名、負傷者289名、住家全壊69棟、住家半壊458棟、住家一部破損41,392棟に達しています（消防庁報告、2001年6月4日現在）。また、廿日市市、広島市の海岸部で地盤の液状化現象が起き、地中から砂が流出しました。この記事では、最も被害が集中した呉市の被災と緊急対応を中心に報告します。

2. 呉市の被災状況

呉市（面積146km²）は南と西に瀬戸内海を臨み、島、岬、湾、河川、山地、平地など複雑な地形を特徴としています。市の中心である中央地区は三方を山に囲まれたすり鉢状になっており、平坦地が狭小であるため、山麓の急傾斜地に民家が密集し山腹までいたっています。そのため土砂災害を受けやすく、1999年6月の集中豪雨災害では死者8名、負傷者5名、家屋全壊18件、半壊13件の大きな被害が発生しました。なお、呉市は人口204,478人、世帯数87,758世帯、高齢化率（65歳以上）21.9%です（住民基本台帳、2001年4月30日現在）。

今回の地震で、呉市における人的被害は死者1名（隣家のコンクリートブロック壁が倒壊し下敷きになった女性）、重傷11名、軽傷67名であり、死傷率は0.04%となります。住家被害は全壊54棟、半壊14棟、一部破損12,382棟であり、住家被害率はおよそ14%に達します。また、上記消防庁報告の被害総計に対して呉市の人的被害は27%を、全半壊棟数は46%を占めています。

家屋の全半壊には、地盤のよう壁崩れ、亀裂などの影響によるものが多く報告されています（写真1、2）。一部破損には瓦被害、内外壁の亀裂などが挙げ



写真1 斜面住宅地の状況（呉市両城地区）

られます。

3. 人的被害と緊急対策

地震発生直後から呉市は対策本部を立ち上げ、被害状況の把握にあたりました。呉市消防局によれば、地震当日24時までに119番受信が214件あり、うち災害関係が57件あったとのこと。火災通報も2件ありましたが、幸い火災にはいたっていません。地震発生の季節、時刻から火気使用率が低く、火災のなかったことは幸いでした。

人的被害の原因が判明している150件（広島県、愛媛県、山口県を含む）を分類してみると（図1）、屋外の事故、職場や商店等での事故が多いことがわかります。ブロック塀や街路の落下危険物、職場や店舗、体育館や集会施設の設備や内装材の落下防止対策を点検することが重要です。

呉市では梅雨の時期に入って土砂災害への警戒が続いています。被災者生活再建支援法や急傾斜地崩壊対策事業の特例により、市民生活の再建と安全なまちづくりが進められることを願う次第です。急傾斜の住宅地やブロック塀など屋外危険物は全国各地に多数ありますから、これを教訓に点検補強につとめていただきたいと思います。

（山口大学大学院理工学研究科 村上ひとみ）



写真2 よう壁の被害（呉市両城地区）

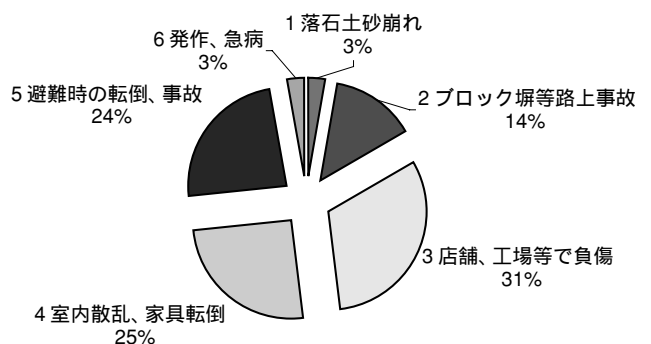


図1 芸予地震の人的被害原因（150件）

島原四月朔(ついたち)地震は、旧暦の寛政四年四月一日(新暦の1792年5月21日、以下漢数字は旧暦、アラビア数字は新暦)に発生したM6.4の地震で、雲仙普賢岳の寛政の噴火に伴って続発した地震の一つです。この地震の揺れにより、島原半島の眉山が大崩壊し、崩壊土砂が有明海に突入して対岸の肥後に大津波を引き起しました。これが、死者・行方不明者の数が1万5千人以上にも達し、「島原大変肥後迷惑」と呼ばれる大惨事です。

当時、肥前島原藩は、「島原の乱」(1637-38)以降のキリシタンの取締りと外様大名の見張りのために、三河から派遣された譜代大名・松平氏が治めていました。このため、異変があれば詳細な報告が江戸幕府にされており、島原大変についても多くの資料が残されています。図1と2をもとに、私は航空写真による微地形判読や国土数値情報による地形解析などを行って、島原大変による地形変化の状況を追跡しています。

図1には、雲仙普賢岳の噴火活動に伴う新焼溶岩の流出(3月25日 4月21日)は描かれていますが、三月朔地震群(4月21日 22日)の被害は描かれていません。図2は、四月朔地震による眉山の大崩壊と流れ山の状況やその後発生した黒い泥流の状況を示しています。2枚の絵図を比較すると、眉山北側の七面山付近の図柄は全く同じですが、眉山南側の天狗岳付近の様子が大きく変わっています。7年程前に島原城を拝観した時に、これらの絵図の右側は、高さ方向を2倍に強調しているものの、お城の天守閣から見える風景と全く同じであることに気がつきました。

図3は、島原城から見た鳥瞰図ですが、高さ方向を2倍に強調してやると図2と同じ景観となるので、図1を見ながら、島原大変以前の地形を復元するために試行錯誤により描いたのが図4です。図4から平面コンターを逆出力し、崩壊前後の断面図(図5)や地形変化量を求めることができました。

その結果によれば、四月朔地震以前の眉山は天狗岳と七面山と呼ばれる2つのほぼ同じ高さの溶岩ドームでしたが、四月朔地震によって天狗山のとがった山体が4.4億 m^3 も一気に崩落し、海中に突入して多くの流れ山を作り、大津波を引き起こしたと考えられます。

島原半島には、これ以外にも多くの絵図や古記録が残されています。特に、三月朔地震の直後に楠平の地すべり(南北720m、東西1080m、滑落崖90m)と地下水の急上昇があったことが知られています。これはあきらかに島原大変の前兆現象であり、このことを為政者が気づいて、警戒・避難対策をとっておれば、これほど多数の死者を出さずにすんだのではないかと悔やまれます。今後はさらにこれらの資料を整理しながら、大災害の発生原因を追求していきたいと思っています。

(日本工営株式会社 井上公夫)



図1 寛政四年大震図(島原市本光寺蔵)

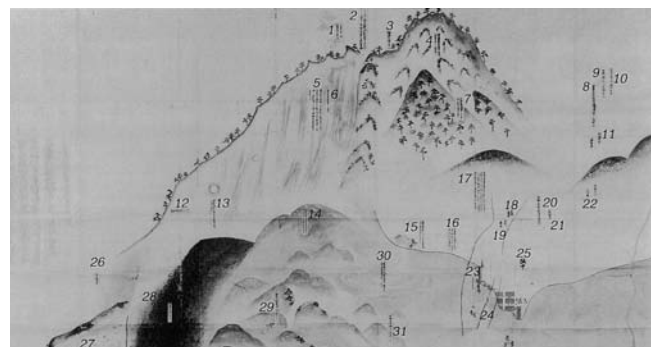


図2 島原大変大地図(島原市松平文庫蔵)

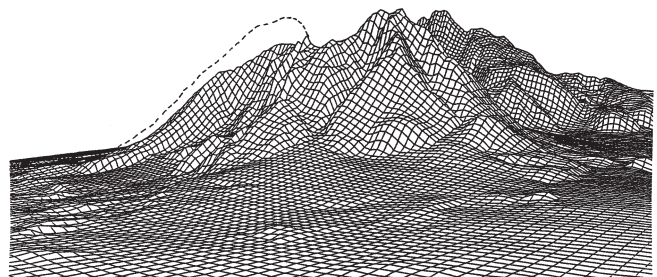


図3 七面山と眉山の現地形の鳥瞰図

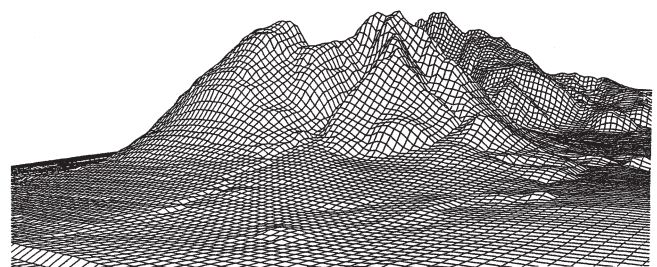


図4 島原大変以前の想定鳥瞰図

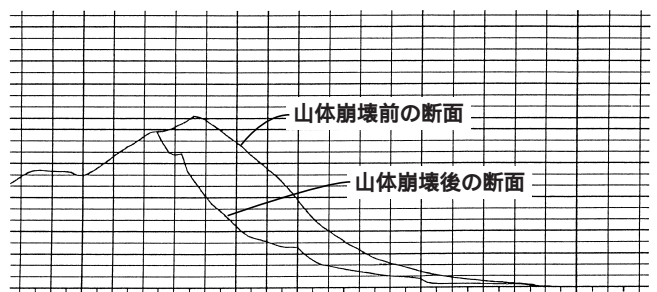


図5 眉山の山体崩壊前後の断面図

「活断層研究センター」の紹介

今から6年あまり前の平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、その被害の甚大さもあって人々の記憶に新しいところです。この地震が内陸の活断層の活動により発生した地震で、大都市圏の直下の地震であったことから、活断層について社会的に大きな関心と呼びました。当時すでに、日本には2000あまりともいわれるほど数多くの活断層の存在が知られていました。しかし、その情報は十分に地域の地震防災に生かされてはいなかったとの反省がなされました。そのため、国は地震調査研究推進本部（文部科学省）を組織し、そのもとで、活断層等の調査研究の一層の推進が図られることになりました。その結果新たに得られた精度の高い情報をもとにして、将来の地震発生危険度を評価し、地域の地震被害予測を行うことになりました。

活断層研究センターは今年の4月にできたばかりの組織です。従来、活断層の研究を行ってきた地質調査所は、旧工業技術院所属の他の14の研究所とともに統合され、独立行政法人産業技術総合研究所が設立されました。その際に、国の地震・活断層研究を担うため、重点的研究ユニットの一つとして、活断層研究センターが創立されました。産業技術総合研究所における活断層研究センターの研究は以下のように大きく3つに分けられます。

研究内容

1. 活断層調査研究

1) 活断層調査事業

日本列島に分布する活断層の中から、その活動が社会的、経済的に大きな影響を与えるものとして、地震調査研究推進本部は98の主要活断層を選定し、早急に調査を行うことにしました。活断層研究センターで

はこの98断層の詳細な調査について分担し、活断層の分布、長さ、最新の活動時期、活動の間隔などを明らかにするための調査研究を行います。調査の方法は、現地の地形地質調査、活断層を横切って掘削調査するトレンチ調査（写真1）、ボーリング調査など、多岐にわたります。これらの調査結果にもとづいて、活断層が将来活動する可能性、活動した場合の地震の規模など総合的な評価を行います。この調査事業は平成15年度中に第1期の終了を目指しています。

2) 大規模活断層の評価

大規模な活断層は複数の活動区間に分かれており、それらの区間が単独で、あるいは複数が連動して地震を起こします。各地の大地震で地表に現れた地震断層の形状、長さ、変位置分布、過去の活動状況などを詳しく調べ、断層の過去における活動区間の特徴と、複数の区間が連動して活動する条件を解明します。さらに、地震観測および測地のデータを合わせて、地下の震源断層がずれ動く過程をモデル化する研究に取り組みます。この研究は地震の規模や断層の破壊プロセスをより正確に予測するために大変重要です。しかし、現在の調査観測技術を持ってしても、将来活動区間・地震規模を正確に予測することは非常に困難な課題です。困難にしている一つの原因は、国内にあまりにも研究対象となる地震の事例が少ないことにあります。1980年以降、明瞭な地表地震断層が現れた地震は1995年の兵庫県南部地震だけです。これも震源が明石海峡の中にあり、その詳細は不明のままです。このような研究上のマイナス面を解決するために、海外との共同研究がきわめて重要と考え、継続的に行っていくことを計画しています。具体的には、1999年8月のイズミット地震と11月のドゥズジェ地震と相次いで大きな地震が発生したトルコの北アナトリア断層帯（写真2）、同じく1999年に集集地震が発生した台湾の車籠埔断層、さらに米国のサンアンドレアス断層帯を重要な研究対象とすることにしています。このような



写真1 栃木県の関谷断層のトレンチ調査。トレンチ壁面に明瞭な逆断層が見えます。



写真2 トルコの北アナトリア断層帯での活断層調査

研究を通して、日本の中央構造線活断層系や糸魚川-静岡構造線活断層系などのような長大な活断層の将来の活動についてのモデル化研究に役立てること目指しています。

2. 地震被害予測研究

活断層調査と断層のモデル化で得られた情報にもとづき、地震によるゆれの大きさを予測する研究を行います(図1)。地震のゆれや被害の大きさは、震源からの距離のほか、断層面の破壊のしかた、地下の様子(軟らかい堆積層か、固い基盤岩か)によって大きく変化します。これらをすべて考慮し、地震のゆれを計算します。また、地層に残された津波による堆積物から、海底下で発生した地震を調べます。さらに、津波の伝わる様子をコンピューターで計算し、津波の被害(浸水域など)を予測します。このような地震と津波の被害予測結果は、もともになった地下構造などの基礎的データベースとともに地震被害予測図や津波被害予測図としてとりまとめることにしています。また、断層のずれによる被害予測も地震被害の予測研究として取り上げます。地震被害予測の研究は兵庫県南部地震以後、精度のよい活断層・地下構造の情報が蓄積されている京阪神地域について最初に取り組むことにしています。また、津波被害予測の研究については北海道太平洋沿岸域の津波堆積物調査をもとにした過去の津波被害評価とその原因となった地震像を明らかにすることにしています。

3. 活断層・地震被害予測情報の発信

活断層や地震被害予測のための調査研究結果は毎

地震動大 ■■■■■ 地震動小

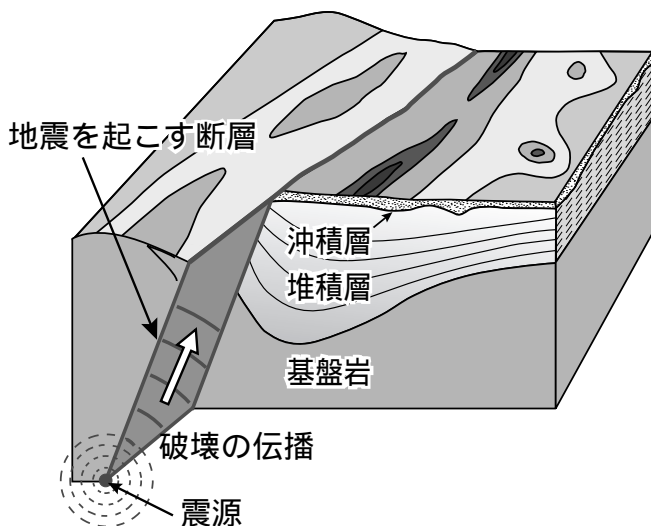


図1 地震および地下構造と地震動との関係。地下深部の断層破壊で発生した地震は次々と伝搬し、地震基盤構造、地質地震動特性に影響され、地表では複雑な地震動の強さ分布となります。

年、報告書を発行して速やかに公表していきます。前年度の調査結果を次年度の10月には報告することを目標にしています。また、活断層の調査・評価結果は、断層の詳細な分布や諸現象を図示した詳細活断層図(ストリップマップ)、全国規模の活断層分布を示す50万分の1活構造図、個々の活断層の将来の活動予測を表現した全国活断層地震発生危険度マップ、地震被害予測図および津波被害予測図などとして公表していきます。このような情報発信には活断層・地下構造・地質地盤特性・地震基盤特性に関する最新のデータが必要と考えています。常にこれらのデータベースを更新することにより、より信頼性の高い情報を提供できるものと考えています。さらに、ホームページの運営や毎月のニュースレター(ホームページからダウンロードできます)の発行を通して、最新の情報の提供を図っていきたくと考えています。

研究体制

上記の研究を進めるために、活断層研究センターには以下の3つの研究チームがあります。

・活断層調査研究チーム

主として上記1-1)の活断層調査事業を担当します。

・断層活動モデル研究チーム

主として上記1-2)の大規模活断層の評価研究を担当します。また、2の地震被害予測研究のうち、断層のずれによる被害の研究も行います。

・地震被害予測研究チーム

主として上記2の地震被害予測研究を担当します。なお、上記3の活断層・地震被害予測情報の発信は活断層研究センターが総合的課題として、全員で取り組むことにしています。

お問い合わせ・連絡先等

〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7
独立行政法人 産業技術総合研究所
活断層研究センター

Tel : 0298-61-3694 / Fax : 0298-52-3461

ホームページ

活断層研究センター : <http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html>

産業技術総合研究所 : http://www.aist.go.jp/index_j.html

地質調査総合センター : <http://www.gsj.go.jp/HomePageJP.html>

(産業技術総合研究所 活断層研究センター
佃 栄吉)

地震予知めぐり、広範な議論 サイエンスから防災実務、教育まで なみふるメーリングリストから

青少年向けの新書に書かれた地震予知研究や地震学者についての表現を巡っての投稿から、地震予知の議論が沸騰しました。いくつかの論点ごとに、どのような議論が交わされたか、筆者なりにまとめてみました。

「地震予知」という言葉の定義について、地震の起きる場所と規模、発生日時のいわゆる予知の3要素を予測する短期予知を地震予知と定義することはほぼ異議はないようですが、地震予知が可能と言えるかどうかは「確度がかなり高くないと社会的には意味がない」、「不確実な予知でも意味がある」と見方が分れました。

数十年単位の予測は、従来の地震予知計画では予知の一分野とされてきましたが、阪神大震災後に発足した政府の地震調査研究推進本部では数十年単位の発生可能性を確率で評価する長期評価を行うとしており、政府予算では「地震予知」という言葉はタブー視さえされているのが現状と報告されました。

不確実さの評価が課題

サイエンスとしての予知の実力は「震源核など地震発生に準備過程が存在するとするモデルは合理性はあるが、それを実際のフィールドで確実に観測できるかどうかは不確実」という現状認識や、「被害を起こす規模の地震でもすべてを予知することは無理」という見方では、ほぼ一致していると言えそうです。

議論が分かれるのは、「東海地震はマグニチュード8級で震源域が観測網の直下という好条件があるので予知ができる可能性がある」とするか、「検出できる確率が高いとは明示できないから予知ができるというのはおかしい」という点でした。この不確実さを評価するために、予知成功の可能性を科学的に議論して示していくことの必要性が、予知推進、否定の研究者の

双方から指摘されました。

直前予知の有効性について、「多くの人が耐震的ではない建物に住む開発途上国と違って、日本では『予知さえできれば人命は救われる』と考えるのは幻想」との指摘に、「東海地震では、建物が丈夫でも津波被害の恐れがある」、「阪神大震災の被害をみるように『既存不適格』な木造住宅、密集住区は大都市の中心部に多数存在し、建物倒壊での死者を防ぐ意義はある」との説明がありました。

防災の実務とのかかわりでは、「『予知ができれば何人の命が助かる』との議論は十分な学問的根拠が確立されるまですべきでない」、「住民に対して予知型訓練のみを繰り返した弊害があった」などの指摘がある一方で、「静岡県の東海地震第3次被害想定で、予知成功で3000人前後の命だけでなく、2兆5千億円分の被害軽減が図れると初めて試算した結果は議論の土台になる」、「地震以上の不確定要素のものに多額の予算が使われており、不確実性だけで否定することはない」などの主張がなされました。

このほか、宏観現象の位置づけや、科学者としての倫理、次世代教育などについても幅広くやりとりが行われましたが、今回は紹介できませんでした。この議論は、今後もnfmlで継続されるだけでなく、地震学会内外での議論の土壌にもなると思います。nfmlの参加申し込みは、<http://www.mmj.or.jp/zisin-nfml/>まで。参加されると、過去ログをメンバーページでお読みいただけます。

(日本地震学会広報委員 中川和之)

地震学会ホームページのURLが変わります
日本地震学会のホームページのURLが11月1日から変更されます。新しいURLは、
<http://wwwsoc.nii.ac.jp/ssj/>
となります。ブックマークやリンクの変更をお願いします。なお、10月31日までは従来のURL (<http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/ssj/>) と新URLの両方が利用可能です。

広報紙「なみふる」配布のご案内

現在、広報紙「なみふる」は省庁・地方自治体・マスコミ・博物館・学校等に配付しています。個人配布をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、郵送料600円(1年6回分)を郵便振替で振替口座 00120-0-11918「日本地震学会」にお振り込み下さい(通信欄に「広報紙希望」とご記入下さい)。なお、広報紙「なみふる」は日本地震学会ホームページ (<http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/ssj/>) でもご覧になれ、pdfファイルをダウンロードして印刷することもできます。

日本地震学会広報紙「なみふる」 第26号 2001年7月1日発行
発行者 (社)日本地震学会/東京都文京区本郷6-26-12 東京RSビル8F (〒113-0033)
電話 03-5803-9570 FAX 03-5803-9577 (執務日:月~金)

編集者 広報委員会/

小泉尚嗣(委員長)、筧 楽麿(編集長)、石井 透、片尾 浩、桑原央治、末次大輔、武村雅之、東田進也、中川和之、橋本徹夫、山田知朗

E-mail zisin-koho@ml.asahi-net.or.jp

印刷 創文印刷工業(株)

本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。