

第22回 座長リレー 国民・自治体にも見える地震調査研究推進を

地震調査研究推進本部の下、いろいろな地震調査研究が進められています。政策委員会総合部会では各省庁概算要求の調整の一環として、各機関の取組みに関しヒアリングを行い、評価を行っています。これらにより、各機関の連携が適切に図られているか、必要とされる地震調査研究が効果的に行える状況となっているかなどがチェックされています。その結果、進展著しいGPS-音響測距方式海底地殻変動観測の着実な拡大などが実現しつつあります。しかし、議論されているプロジェクトの具体的内容が国民・自治体関係者に必ずしも十分に伝わっているとは言えないのが現状ではないかと思えます。

以下では、私が関わっているプロジェクトにおける最近の取組みを紹介したいと思います。

【首都直下地震防災・減災特別プロジェクト】

これは5年プロジェクトで、すでに3年が経過したことから、中間評価が行われることになっています。これを機会に、中間報告会をオープンで行いましょうということで、4月23日に東大の安田講堂で中間報告会を実施したところ、約600名の参加者がありました。事前質問、会場質問のいずれにおいても多くの意見が寄せられ、プロジェクト研究代表者による回答・解説を含めて非常に好評であったと思っています。

【地震・津波観測監視システム】、【東海・東南海・南海地震の連動性評価研究】

これらのプロジェクトは、遠くない将来その発生が危惧されている東海・東南海・南海地震を座して待つのではなく、オールジャパン体制で迎え撃つべく計画されているものです。前者では、紀伊半島沖に海底ケーブルが敷設され、地震等の海底観測が開始されるのを機に、陸揚げ局が設置された尾鷲市において、また後者では津波被害等が危惧される高知市において、現地委員会を開催しました。自治体関係者との交流は有意義であったと思っています。後者では、9月16日に中間報告会を名古屋で行うことにしており、さらに多くの国民・自治体関係者の参加を期待しています。

地震調査研究開発の推進にあたっては、プロジェクトが広く国民・自治体関係者の目に触れ、もっと身近なものとなるようなさらなる工夫が求められます。



本藏 義守 (ほんくら・よしもり)
政策委員会 総合部会長。東京工業大学理工学研究科教授。東京工業大学理学部長、理事・副学長、文部科学省科学官などを歴任。固体地球電磁気学が専門。

地震調査研究機関の活動状況

～弘前大学大学院理工学研究科附属地震火山観測所～

青森県東方沖のアスペリティと内陸の応力場を探る 学生・市民向けにはアースビジョン

地震火山観測所は、理学部地球科学科における地震学の教育と実習、及び地震予知・火山噴火予知の研究を目的として1981年に設置され、現在では理工学研究科附属施設となっています。スタッフは所長（兼任）と専任の教員2名（准教授と助教）、兼任の技術職員1名です。地震観測は、弘前大学の7か所の観測点の他に、青森県・東北大学・北海道大学・気象庁・防災科学技術研究所の観測点も含めて、約160点からのデータを常時収録して行っています。

観測所における研究は、青森県東方沖のアスペリティの性質の解明と、内陸の応力場と地震発生の関係を中心に行っています。アスペリティの研究では、相似地震の検出とそれに基づくプレート間のゆっくりすべりの空間的・時間的変化の把握を行っています。内陸地震に関しては、他大学との合同観測データも用いて、跡津川断層周辺や2004年新潟県中越地震の震源域などにおいて、応力場の不均質性と地震活動の関係などを検討しています。

平成21年には、弘前大学創立60周年記念事業の一環として、学内共同利用施設内にアースビジョン（写真）が制作されました。これは観測所のスタッフが監修したもので、直径1.5mの球形のディスプレイに世界の地震の分布が表示され、タッチパネルで表示メニューを選び、

トラックボールで地球の回転ができるようになっています。これは学生・生徒・児童さらには一般市民向けにも優れた地震教材であり、今後の活用が期待されます。



小菅 正裕 (こすが・まさひろ)
弘前大学大学院理工学研究科附属地震火山観測所准教授。東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻博士前期課程修了、弘前大学理学部助手を経て現職。2005年度～2007年度は日本地震学会「地震」編集委員長を務めた。専門は地震学。地震発生メカニズムとテクトニクス、地震波の散乱と減衰に関する研究。

編集・発行

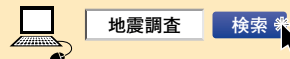
地震調査研究推進本部事務局（文部科学省研究開発局地震・防災研究課）
東京都千代田区霞が関3-2-2 TEL 03-5253-4111(代表)

*本誌を無断で転載することを禁じます。
*本誌で掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。

地震調査研究推進本部が公表した資料の詳細は、地震本部のホームページ [http://www.jishin.go.jp/] で見ることができます。

ご意見・ご要望はこちら → news@jishin.go.jp

*本誌についてのご意見、ご要望、質問などがありましたら、電子メールで地震調査研究推進本部事務局までお寄せください。



The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

地震本部 ニュース

「地震調査研究推進本部（本部長：文部科学大臣）」（地震本部）は、政府の特別の機関で、我が国の地震調査研究を一元的に推進しています。

2010年
8月号

2

地震調査委員会〔第211回〕

定例会（平成22年7月9日）

2010年6月の地震活動の評価

4

調査研究レポート

東京大学地震研究所副所長 佐竹 健治

2009年9月スマトラ島（パダン）地震と インドネシアとの国際共同研究

6

防災教育支援事業

愛媛大学副学長 矢田部 龍一

新居浜市小中学校における防災教育

8

謎解き地震学 No. 04

東京大学地震研究所 広報アウトリーチ室 津波発生メカニズム

12

座長リレー 第22回

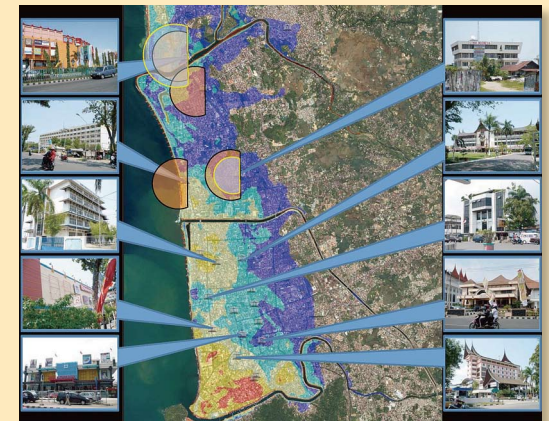
政策委員会 総合部会

会長 本藏 義守

地震調査研究機関の活動状況

弘前大学大学院理工学研究科附属地震火山観測所

准教授 小菅 正裕



■ パダンの津波ハザードマップ
インドネシア海洋水産庁提供



■ 愛媛大学：多喜浜地区防災まちあるきのようす



地震調査

検索

詳しくは、ホームページ [http://www.jishin.go.jp] をご覧ください。

1 主な地震活動

- 6月13日に福島県沖でマグニチュード(M)6.2の地震が発生し、福島県で最大震度5弱を観測した。

2 各地方別の地震活動

北海道地方

- 6月5日に北海道東方沖でM5.5の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。
- 6月18日に択捉島南東沖でM6.5の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。
- 6月28日に苫小牧沖の深さ約55kmでM5.1の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった。

東北地方

- 6月13日に福島県沖の深さ約40kmでM6.2の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。GPS観測結果には、この地震の前後で特段の変化は認められない。

関東・中部地方

目立った活動はなかった。
東海地方のGPS観測結果等には特段の変化は見られない。

近畿・中国・四国地方

目立った活動はなかった。

九州・沖縄地方

- 6月13日に奄美大島北西沖でM5.2の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に張力軸を持つ正断層型であった。

補足

- 7月4日に岩手県内陸南部の深さ約5kmでM5.2の地震が発生した。この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。
- 7月4日に茨城県南部の深さ約90kmでM4.5の地震が発生した。この地震は太平洋プレート内部で発生した地震である。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に張力軸を持つ型であった。

- 7月5日に岩手県沖の深さ約35kmでM6.4の地震が発生した。この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

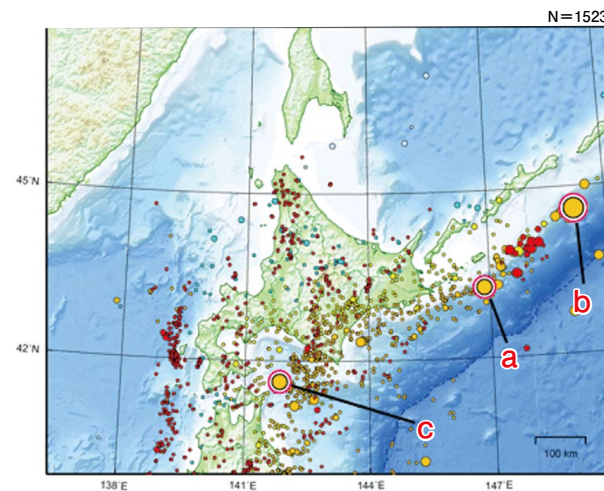
各地方別の地震活動図は気象庁・文部科学省提出資料を基に作成。
また各地方の図に記載されたNは図中の地震の総数を表す。

注：この図の詳細は地震調査研究推進本部ホームページの毎月の地震活動に関する評価に掲載。地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用。

深さによる震源のマーク		Mによるマークの大きさ	
● 30km未満	○ 30km以上 80km未満	○ M7.0以上	○ M6.0から6.9まで
● 80km以上 150km未満	○ 150km以上 300km未満	○ M5.0から5.9まで	○ M4.0から4.9まで
● 300km以上 700km未満		○ M3.0から3.9まで	○ M3.0未満とMが決まらなかった地震

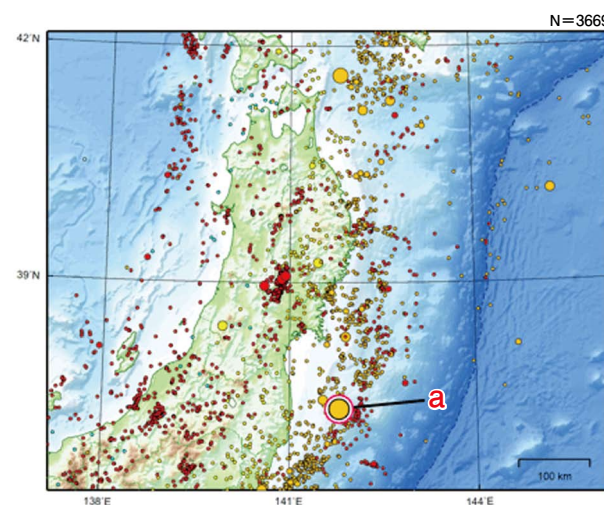
各図の縮尺は異なる。そのため、凡例のMによるマークの大きさは目安で、図中のMのマークの大きさと同じではない。

1 北海道地方



- a) 6月5日に北海道東方沖でM5.5の地震(最大震度3)が発生した。
- b) 6月18日に択捉島南東沖でM6.5の地震(最大震度3)が発生した。
- c) 6月28日に苫小牧沖でM5.1の地震(最大震度4)が発生した。

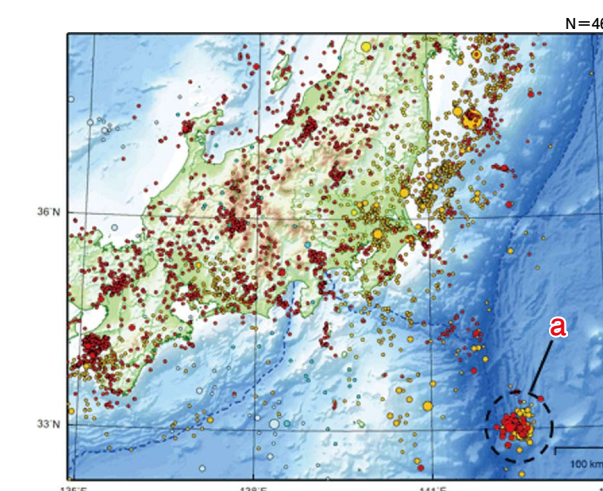
2 東北地方



- a) 6月13日に福島県沖でM6.2の地震(最大震度5弱)が発生した。

- 〈6月期間外〉
- 7月4日に岩手県内陸南部でM5.2の地震(最大震度4)が発生した。
 - 7月5日に岩手県沖でM6.4の地震(最大震度4)が発生した。

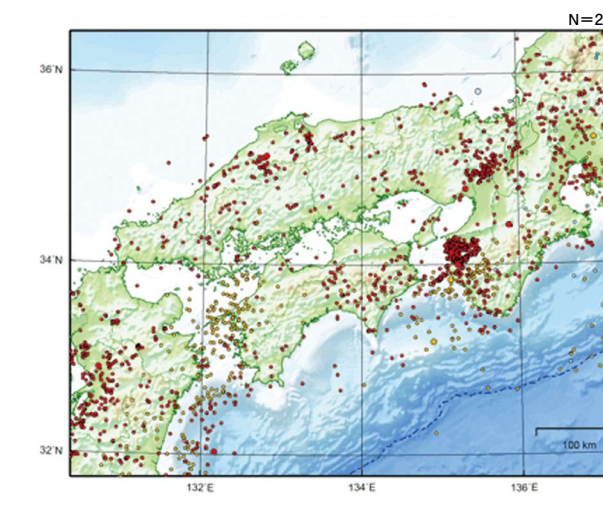
3 関東・中部地方



- a) 八丈島東方沖(海溝軸の東側)で、5月29日頃からM4.8を最大とする、やや活発な地震活動が発生している。

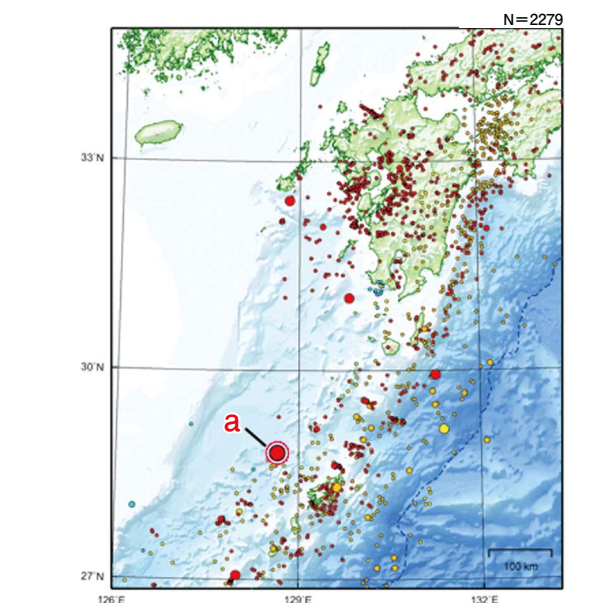
- 〈6月期間外〉
- 7月4日に茨城県南部でM4.5の地震(最大震度3)が発生した。

4 近畿・中国・四国地方



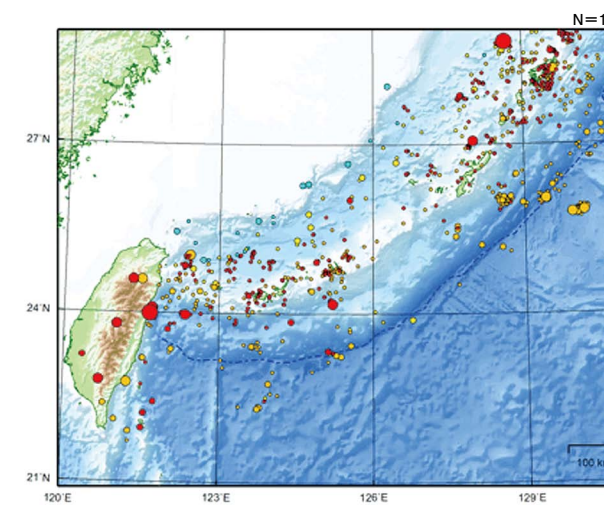
特に目立った活動はなかった。

5 九州地方



- a) 6月13日に奄美大島北西沖でM5.2の地震(最大震度3)が発生した。

6 沖縄地方



特に目立った活動はなかった。

2009年9月スマトラ島（パダン）地震と インドネシアとの国際共同研究

2009年9月30日午後5時16分（現地時間）、インドネシア・スマトラ島沖合でM7.5の地震が発生し、パダン市を中心に死者1,000名を超す大被害が発生しました。

スマトラ島はインドネシアの西端にあり、面積は日本全土よりも広く、長さは約1,800kmあります。西側沖合のスダ海溝では、インド洋プレートがスマトラ島の下へ沈み込んでいるため、大きなプレート間地震が繰り返し発生しています（図1）。スマトラ島には火山も多く、島の北部にあるトバ湖は、約7万4千年前に発生した世界最大級の噴火で形成されたカルデラ湖とされています。また、島を縦断する活断層であるスマトラ断層ではM7クラスの地震が頻発しています。このように日本とよく似た地学的環境であることを踏まえ、昨年度から地球規模課題対応国際科学技術協力事業「インドネシアにおける地震火山の総合防災策」を開始しました。この協力事業では、地震・火山噴火の予測という理学的研究、社会基盤の脆弱性に関する工学的研究・社会学的研究、防災教育に関する研究、これらの研究結果を生かすための行政との連携という学際的・総合的アプローチで、両国の将来の地震や火山噴火による被害を減らすことを目指しています。

パダン市は西スマトラ州の州都で、周辺部を含めて人口120万人の大都市です。パダンの沖合は地震空白域とされています。スダ海溝のプレート境界では、2004年12月にM9.1の超巨大地震が発生しました。この地震はスマトラ島北端からアンダマン・ニコバル諸島（インド領）へかけて断層の長さ1,300kmというもので、それによる津波はインド洋周辺各国を襲い、

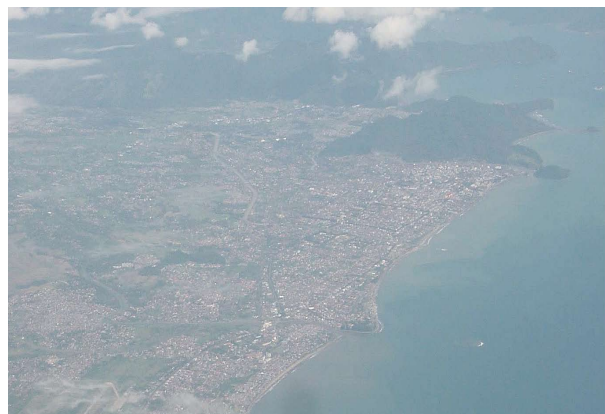


図2 空から見たパダン市内。海岸付近の低地に多くの人が住む。

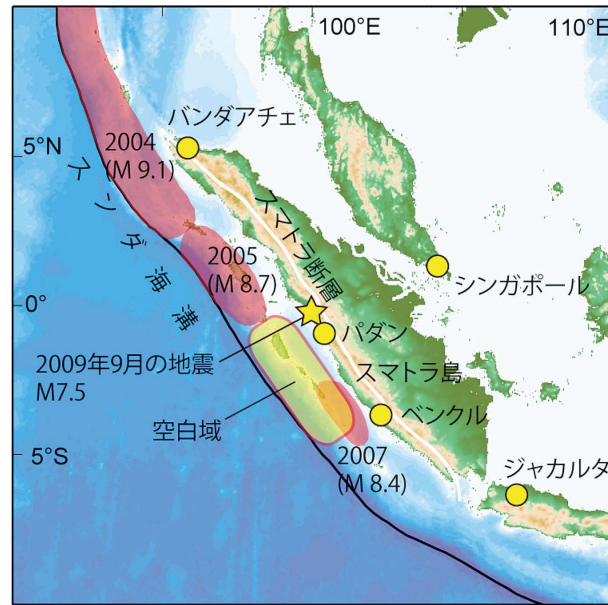


図1 スマトラ島周辺で発生した最近の巨大地震

犠牲者23万人という史上最悪の津波被害が発生しました。またパダンより北のニマス島付近では2005年3月にM8.7の、パダンより南のベンクル周辺では2007年9月にM8.4の巨大地震が発生しています。このようにスマトラ島の沖合ではM8クラスのプレート間巨大地震が次々に発生し、地震の活動期に入っているようです。ただし、パダンの沖合では1797年と1833年以来M8クラスの巨大地震が発生していないため、近い将来に発生すると考えられています。パダン沖でプレート間巨大地震が発生すると、地震動のみ

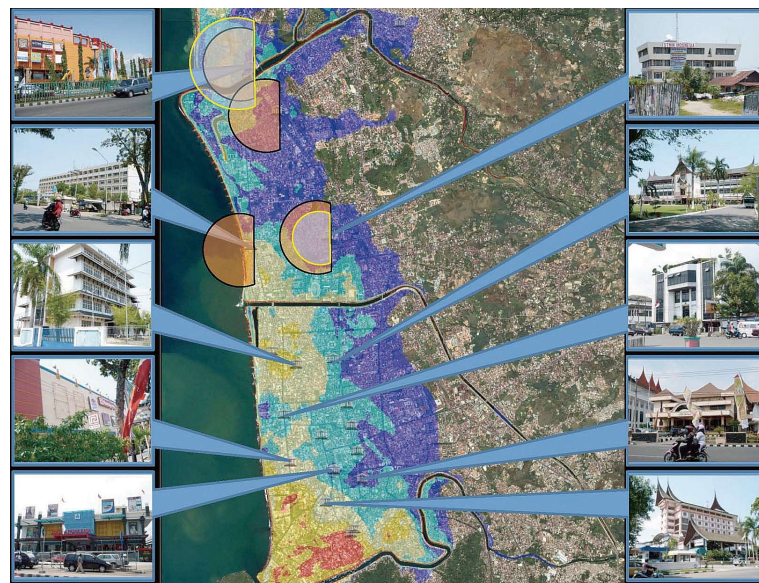


図3 パダンの津波ハザードマップ（インドネシア海洋水産庁Abdul Muhari氏による）。左右に示してある建物が津波避難ビルに指定されていたが、今回の地震で被害を受けた。



図4 2009年9月の地震によって被害を受けた伝統的スタイルの建物



図5 地震によって被害を受けたパダン市内のホテル（井上公氏撮影）

ならず、津波による大きな被害が想定されます。パダン市内では、海岸付近の低地に多くの住民が住んでいます（図2）。このため、ハザードマップの作成（図3）や沿岸住民への津波についての教育などが行われてきました。海岸付近には安全な高地がないため、3階建て以上の建物が津波避難ビルとして指定され、大きな地震の際にはそこへ逃げるように指示されてきました。

ところが2009年9月の地震は、想定されていたプレート間地震ではなく、沈み込むプレートの内部で発生したスラブ内地震でした。震源が約80kmと深かったため津波は発生しませんでした。突然の地震の揺れを感じた人々は津波を恐れて避難を開始し、市内では大渋滞が発生したそうです。この地震で14万棟もの建物や家屋が被害を受けました。パダン市内では震度5強程度であったと推定されていますが、建物の倒壊によって400名もの死者が出ました。市役所や学校など多くのビルが被災しています（図4,5）。インドネシアでは建築基準が数回、最近では2002年に改



図6 海岸付近の橋梁も地震の被害を受けた（今村文彦氏撮影）

訂されました。このため、2002年以降に建てられた建物の被害は少なかったようですが、建築基準が審査や施工段階で守られていないことも多いようで、大きな建物被害の原因となっているようです。さらに、道路、橋梁基礎の一部などの社会インフラも大きな影響を受けました（図6）。一方、パダン周辺の山間地では地すべりによって約600名の死者が出ました。地震前の数日間に降った大雨によって地盤が緩んでいたところに発生した地震で地すべりがおき、少なくとも5か所以上で村落ごと埋まってしまったのです。

今回の地震はスラブ内地震であったことから、プレート境界に蓄えられたひずみはまだ解放されていません。パダン沖が地震空白域であることには変わりなく、近い将来の地震発生可能性は依然として高いのです。我々のプロジェクトでは引き続きパダン周辺で、建物被害の調査、微動測定による地盤構造調査、インドネシアに適した耐震補強法の検討、津波ハザードマップの効果的な利活用、予測される津波の高さを示すポールの建設、植生による海岸での津波の衝撃の緩和の研究、防災教育の実践などを行っていく予定です。また、スマトラ島の沖合にあるメンタワイ諸島に地震計を設置し、緊急地震速報システムを構築する研究が、防災科学技術研究所とインドネシア気象庁によって開始されています。プレート間巨大地震が予測されている地域でスラブ内地震が発生し、津波の避難場所などに大きな被害が出たことは、南海トラフなどでの巨大地震・津波への防災対策を進めている日本にも教訓となります。



佐竹 健治（さたけ・けんじ）
東京大学地震研究所教授。副所長。専門は巨大地震・津波。北海道大学大学院修士課程修了。東京工業大学、カリフォルニア工科大学、ミシガン大学、工業技術院地質調査所、産業技術総合研究所を経て現職。国際津波委員会委員長、アジア大洋州地球科学会事務局長などを歴任。現在はインドネシアとの共同事業の代表者。

新居浜市小中学校における防災教育

～愛媛大学の取り組み～

愛媛県は温暖な気候に恵まれ、自然災害の比較的に少ない地域です。しかし、平成13年3月には平成芸予地震により震度5強～5弱の揺れを記録し、また、平成16年には瀬戸内海側を中心に甚大な台風被害に見舞われました。台風被害は、四国全体で死者・行方不明者61名、床上・床下浸水延べ58,000戸、避難勧告対象延べ313,000所帯などであり、無数の斜面崩壊と土石流の発生とともに、中小河川の氾らんによる甚大な洪水被害が発生しました。

愛媛県新居浜市などでは、これらの自然災害の発生を契機に防災教育に関する意識が高まりました。また、四国では東南海・南海地震の発生が危惧されているとともに、新居浜市の平野部と山地部の境界域に日本最大級の活断層である中央構造線が走っています。これらの要因もあり、新居浜市教育委員会では、小中学校における防災教育を積極的に展開することになりました。本報告では、新居浜市小中学校を舞台にして新居浜市教育委員会と愛媛大学が連携して取り組んだ防災教育について簡単に述べます。

新居浜市小中学校における防災教育の展開

新居浜市小中学校の防災教育の展開における最大の特徴は、新居浜市教育長のリーダーシップによる教育委員会を挙げての積極的取り組みにあります。具体的には、各校に「防災教育主任」を設置し、防災教育年間計画を策定することにより、組織的に、かつ、効果的に

的に、各学年とも年間10時間程度の防災教育を実施してきています。そして、防災教育の実施に際しては、関連する各界ならびに地域との連携を大切にしています。

愛媛大学も新居浜市教育委員会と連携して、「愛媛ボウサイコ教育協議会」を設置し、防災教育に取り組んできました。本協議会を中心とした防災教育への取り組みの特徴は、主役は児童、舞台は学校や地域、そして教諭やPTA、自治会、消防団、自主防災会、役所、NPO、大学などはそのアシスト役に徹するところにあります。

愛媛大学の主な役割は、防災知識の提供、教諭向け防災研修会カリキュラムの開発、各種防災教育教材の開発などです。ここで、開発した防災教育教材を示します。これらの一部はホームページにアップしていますので参照してください。(URL: http://www.ccr.ehime-u.ac.jp/dmi/bousai88_top.html)

- **四国防災八十八話：**
四国の各種の自然災害に関する言い伝えから八十八話を厳選し、リライトして掲載している。
- **まんが四国防災八十八話：**
四国防災八十八話を漫画化したものである。漫画化は愛媛大学漫画研究会による。
- **四国防災八十八話かみしばい：**
四国防災八十八話のかみしばい版である。かみしばい化は愛媛大学美術研究会やNHK松山局による。小学生やお年寄り向けの教材である。なお、一部はNHK松山局より効果音やナレーションを入れて

テレビ放映されている。放映されたかみしばいはDVD化されている。

- **えひめ防災ブック：**
主に四国に関わる自然災害に関して平易に解説している。また、愛媛の地形、地質や自然災害史なども掲載している。
- **楽しく学べるいのちを守る防災：**
児童向けに自然災害の特徴やまんがによる防災に関わる昔話、それと、防災八十八話のかみしばいの一部を掲載している。小学校高学年や中学生を対象としている。
このような防災教育教材の開発とともに、小中学校や公民館などでの防災講演会の実施など、側面からの支援を精力的に行っています。この数年間での防災教育の実績は、延べ1万人を超えています。



■四国防災八十八話などのテキスト

た。それを基に、地震と豪雨による多喜浜防災マップを作成しました。これらの成果は防災甲子園で表彰されました。

● **学校を避難所本部に想定した合同総合防災訓練**
災害発生時に学校は避難所本部になります。この防災訓練の特徴は大規模災害時に避難所となる小学校を舞台として、被災者でもある教職員や地域住民、それに児童まで含めて、避難所設営の主体者として活動するところにあり、全国的にも非常に珍しい取り組みです。

実施の一例を示しますと、参加者は児童と教職員259名、保護者172名、自治会67名、それに新居浜市役所や愛媛大学の関係者などです。総計500名を超える参加者が8班（給水班、仮設テント設営班、簡易トイレ班、救急班、救出班、土のう作り班、ボランティア班、炊き出し班）に分かれて全体訓練を行いました。高学年の児童は見事に役割を果たしていました。

特徴的な防災プログラム

地域の特徴を生かした多くの防災プログラムを実施してきていますが、ここでは特徴的な2つの事例を示します。

● 塩田の町「多喜浜地区」の防災まちあるき

新居浜市多喜浜地区は愛媛県最大の入り浜塩田の跡地に拓けた町です。そのため、過去の南海地震により甚大な液状化被害を受けるとともに、低平地はたびたび洪水災害を受けてきています。そこで、多喜浜小学校の5、6年生の有志児童が、塩田史の記述を基に南海地震による液状化被害地点などを調査するとともに、平成16年台風による洪水災害の調査を行いました。



■多喜浜地区防災まちあるきの一光景

終わりに

新居浜市で展開されている、主役は児童、舞台は小中学校、教諭やPTA、それと自治会などは支援役という防災教育の仕組みが他の地域でも展開されることを期待しています。



矢田部 龍一 (やたべりゅういち)
愛媛大学大学院理工学研究科教授、専門は地盤防災工学。
昭和51年3月京都大学土木工学科卒、昭和54年3月京都大学大学院工学研究科修士課程土木工学専攻修了。昭和54年4月愛媛大学工学部助手、平成9年4月愛媛大学工学部教授、平成18年2月愛媛大学学長特別補佐。平成21年4月より愛媛大学副学長。

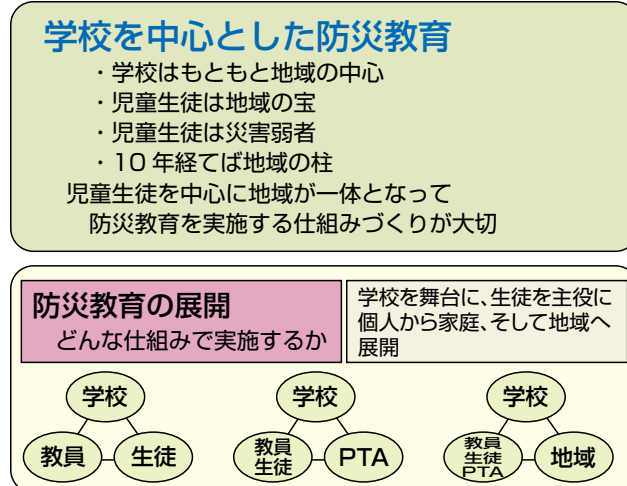
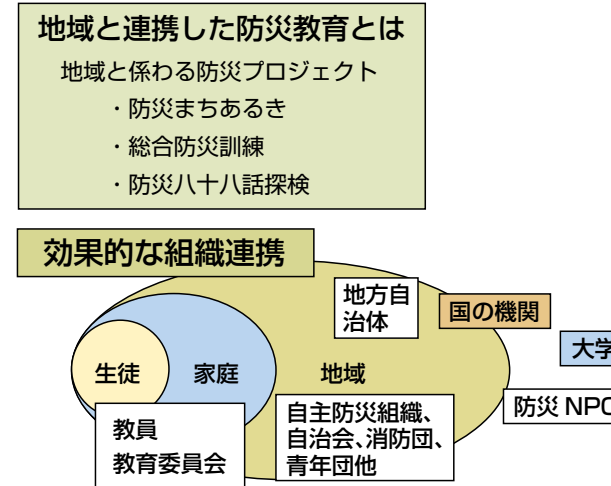


図 新居浜防災教育展開の模式図

レイ先生と大地君の

謎解き地震学

津波発生メカニズム

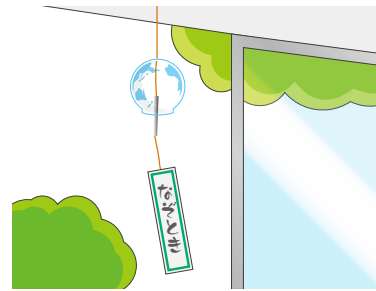
海辺の町で生まれ育った僕が大好きな季節だ。夏は海。遠く水平線までまぶしく光る水面、等間隔にならぶ白波、心地よく繰り返す波音。今年の夏はどこに行こう。・・・という空想から、レイ先生が僕を現実に戻した。

津波の恐ろしさ

レイ よかったわ、文系のご出身で。古文はお得意よね？

大地 ええ、まあ。

災害を書き記した古い文献のようだ。パラパラとめくって、思わず手が止まった。津波の被害を描写した災害絵図だ。ゾッとするほどリアルで、僕は震えた。



明治三陸地震の災害絵図 出展:『風俗画報』臨時増刊第百十九号(東京大学地震研究所図書室蔵)

レイ 明治三陸津波の災害絵図です。1896年6月15日の午後8時頃に三陸沖で起きた地震で大津波が発生しました。死者約2万人、流出・全半壊家屋1万戸以上という、日本の津波災害史上最大の被害を生みました。

大地 2004年のスマトラ島沖地震による津波を観光客が撮った映像を思い出しました。ホテルの部屋から撮影している人

が、浜辺にいる人に"Run! Run!"と叫んでいるのに、海水浴場の人々はのんきに白波を眺めていました。次の瞬間、彼らはみんな津波に吞まれてしまった。もちろん撮影者の声は浜には届かないのだけど、でもどうして浜辺にいる人たちはただ白波を眺めていたのだろうか？ 高さ数メートルにも及ぶ津波が押し寄せているというのに。

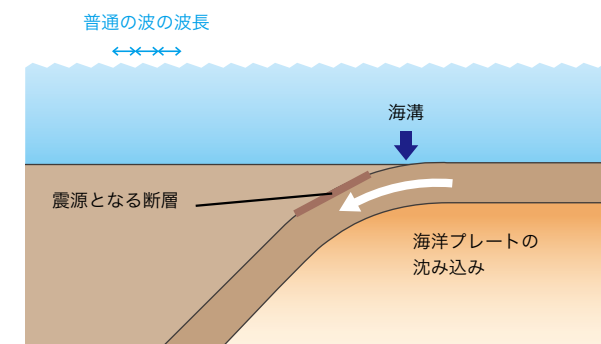
レイ いい機会だから津波について調べてもらなさい。津波が発生するメカニズム、津波とふつうの波との違い、そして津波のもつ破壊力。さっきの疑問に答えが出るはずよ。

津波発生メカニズム

レイ まずは津波を引き起こすような地震について考察してみましょう。プレートの運動と地震の発生関係は？

大地 年間数センチメートルのゆっくりとした速度で沈み込む海のプレートの一部は、陸のプレートとくっついていて、くっついたままこれ以上沈み込めなくなった限界で、一気にはがれるのが「プレート境界地震」です。

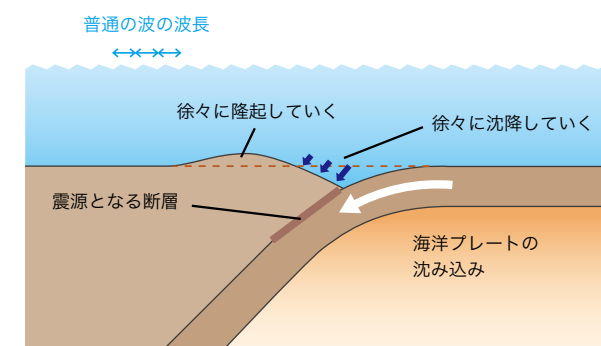
大地くんはホワイトボードに沈み込むプレートの絵を描いた(図1)。



レイ 『地震と地震動、マグニチュードと震度』で学んだとおり、地震は断層での急激なすべり運動でしたね。プレート境界地震では、海と陸のプレートの境界そのものを断層面としています(図1上)。

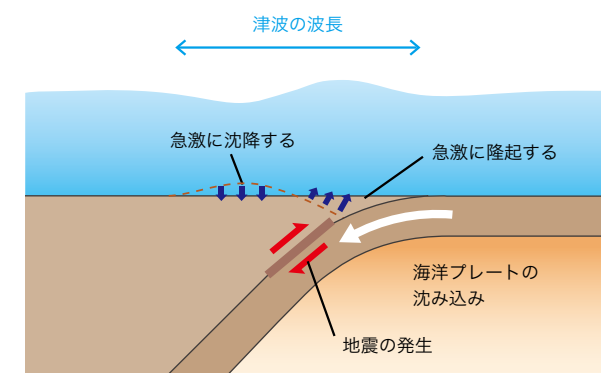
それから、部分的にくっついていることを「固着」と言うのよ。固着したまま沈み込んでいくと陸側の海底面はどのようなことになるかしら？

大地 海溝近くでは陸のプレートの海底面は徐々にへこんでいく？(図1中)



レイ そう。地表面がへこむことを「沈降」と言います。一方で、陸のプレートの海溝から離れたところでは地面の盛り上がりである「隆起」が観測されます。

大地 板をたわめると真ん中が盛り上がるのと同じですね。地震の発生とは、固着がはがれて陸のプレートが一気にはね返ること。すると、地震発生まで沈降だったところは一気に隆起して、隆起だったところは沈降する(図1下)。



レイ こういった海底面や地表の動きを「地殻変動」と言います。この地殻変動で海水面はどうなるでしょう？

大地 海水は海底の地殻変動と同じように一気に移動する。この水の塊の上下方向の移動が津波のきっかけとなるのか。

レイ 一部だけ沈降したり隆起したりした海水面は平らに戻ろうとして振動しますね。これがいろいろな方向に伝わっていく現象が津波です。さて、押し波から来る津波と引き波から来る津波があるのもわかったかしら？

大地 なるほど！この図では海溝より左側にある地域には引き波で、右側にある地域には押し波で、津波が到達するのでですね。

図1 プレートの沈み込みと地震の発生によって起こる地殻変動



ふつうの波との違い

- レイ この図で、海でのふだんの波との違いもわかるわね。押しでは引く海の波の波長、つまり波頭から波頭までの距離はどのくらい？
- 大地 長くても数メートルですね。でも津波の場合は、図から考えたら数キロくらいでしょうか。
- レイ 長いときには数百キロメートルにもなるのよ。2010年2月の南米チリ中部地震を覚えている？ 震源近くの村々を襲った津波を、現地の方が「コブラが海を背負って襲ってきたようだった」と表現していたのが印象的だったわ。頭を持ち上げたまま、その背後には大量の水を尻尾の先までずっと背負って襲ってきた、ということでしょうね。
- 大地 押したり引いたりする海の波とは根本的に違うんだな。押し続ければ押し続ける。
- レイ 浜辺にいる人がどうして津波に気づかなかったのか、これでわかったかしら？
- 大地 海面と同じ高さにいると、津波の先端とふつうの波頭との区別はつかないんですね。津波の場合は大量の水の塊が何キロメートルにもわたって続いているというのに。これが沿岸に達すると大量の水の流れとなって押し寄せ続ける。
- レイ 押し寄せ続ける威力というのは絶大で、そうね、大地くんでもきっと50cmの津波に耐えられないわよ。
- 大地 えっ！ そんなに強いのですか？ 膝くらいの高さで大人が立ってられないほど？！
- レイ 押しでは引く海の波を思い浮かべてはダメよ。激流の川の中、ポツンと立っているところを想像してごらんさい。

大地くんは再び震えた。

新堂教授の素朴な質問

津波についてのレポートを新堂教授に見てもらった。

- 新堂 津波の波長についてや、引き波と押し波のどちらから来るかなどが理解できたようだね。ところで、君は災害絵図の古文書もすらすら読めただろう。地震の揺れについてはなんと書いてあったかい？
- 大地 「合計十三回の地震ありし。いずれも微弱震に過ぎざりし。」とありました。あれほどの大津波なのに「微弱震」とあったことが意外でした。
- 新堂 そう、それが今回の質問だ。調べたかな？

明治三陸地震ではあれだけの津波被害を出したのに、地震そのものによる揺れは小さなものだった。通常地震と何が違ったのだろう？




新堂教授の素朴な質問


- 大地 はい。「津波地震」と呼ばれる地震があることがわかりました。地震が発生するとさまざまな周期の波が出ます。津波地震では僕たちが感じるような短い周期の揺れが少ないため、体で感じる揺れである「震度」は小さくても、大きな津波を発生させます。
- 新堂 なぜ短周期の波が少なくなるのかな？
- 大地 断層での破壊がゆっくり進むためです。『地震と地震動、マグニチュードと震度』の時に勉強した、「ゆっくり地震」の部類ですね。通常の大規模地震では断層の破壊時間は長くても1、2分ですが、津波地震では5〜10分ほどと本に書いてありました。それから、地殻変動の量も大きくなるため、津波がより大きくなる、とも。

新堂 よく調べているね。津波についてはまだまだ知らないことがたくさんある。引き続き調べてまたレポートを持ってきてくれたまえ。

津波が発生するメカニズムは、地震が断層運動だということから考察できた。考察の中で、津波の波長がふだんの海の波とは異なることや、引き波から来る場所と押し波から来る場所があることも理解できた。一度押し寄せたら押し寄せ続ける津波、その破壊力は僕の想像以上だ。それを記した災害絵図や古文書。昔の人はどんな想いでこれを描いたのだろうか？ 災害科学を学べば学ぶほど募る僕の想いときっと同じはずだ。後世の人間がもう二度とこんな目に遭わないように、と。



大地君の学習ノート

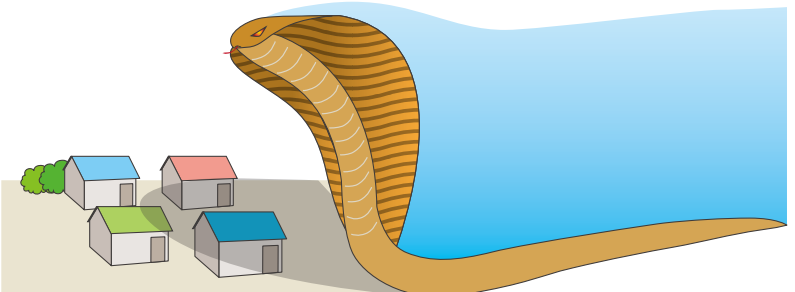


津波発生のメカニズム

1. プレート境界地震の発生に伴って、陸側で沈降・海側で隆起の地殻変動が起きる
2. 海水が地殻変動に伴って動き、海水面も上下方向に変化する
3. 水平に戻ろうとした海水面が振動し、いろいろな方向へ伝播する

津波の恐ろしさ

- ・波長が長いので、一度押し寄せたらしばらく押し寄せ続ける（押しでは引くふだんの海の波を想像してはいけない！）
- ・大人でも膝の高さの津波で立ってられない
- ・浜辺ではふつうの波と津波との区別がつかない（海で地震を感じたら、すぐに高いところへ！）



『謎解き地震学』Web版はこちら → <http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/charade/>

次号へつづく

大木 聖子 (おおき さとこ)

東京大学地震研究所広報アウトリーチ室助教。高校1年生の時に起きた阪神・淡路大震災を機に地震学を志す。2001年北海道大学理学部地球惑星科学科卒業、2006年東京大学大学院理学系研究科にて博士号を取得後、カリフォルニア大学サンディエゴ校スクリプス海洋学研究所にて日本学術振興会海外特別研究員。2008年4月より現職。



デザイン・イラスト/溝口 真幸