

なみふる



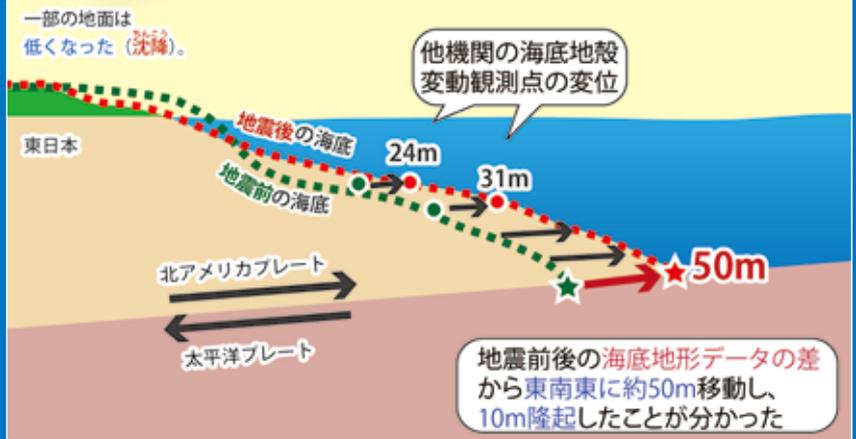
2012.7

日本地震学会
広報紙

No.
90

Contents

- 2 大変動は海溝軸まで及ぶことが明らかに!
- 4 観測データから地震発生予測のシミュレーション
- 6 天災不忘の旅: 震災の跡を巡るその7 津波の明暗
- 8 こどもサマースクール案内
会長就任挨拶
編集長就任挨拶



海底地形データから得られた地震に伴う海底変動を示す模式図。http://www.jamstec.go.jp/j/kids/press_release/20110428/より。▲



主な地震活動

2012年3月～5月

気象庁地震予知情報課
高濱 聡

2012年3月～5月に震度4以上を観測した地震は20回でした。図の範囲の中でマグニチュード(M) 5.0以上の地震は65回発生しました。

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震活動及び余震域外で「震度5強以上」、「被害を伴ったもの」、「津波を観測したもの」のいずれかに該当する地震の概要は次のとおりです。

①「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震活動

余震域(図中の矩形内)では、M5.0以上の

地震が41回、M6.0以上の地震が5回発生し、最大は3月27日20時00分に岩手県沖で発生したM6.6の地震(震度5弱、図中a)で、負傷者2人などの被害が生じた(被害は岩手県及び宮城県による)。この他に震度5弱以上を観測した地震は以下のとおりです。

▶3/1 07:32 茨城県沖 M5.3 (震度5弱、図中b)

▶3/10 02:25 茨城県北部 M5.4 (震度5弱、図中c)

▶3/14 21:05 千葉県東方沖 M6.1 (震度5強、図中d) : 死者1人、負傷者1人、住家一部破損3棟など(被害は総務省消防庁による)

▶4/1 23:04 福島県沖 M5.9 (震度5弱、図中e)

▶4/29 19:28 千葉県北東部 M5.8 (震度5弱、図中f)

②三陸沖 (3/14 18:08 M6.9 震度4)

陸のプレートの下に沈み込む前の太平洋プレート内部で発生した地震で、北海道、青森県、岩手県で最大震度4を観測しました。この地震に対し気象庁は津波

注意報を発表し、八戸港(国土交通省港湾局の津波観測施設)で21cm、えりも町庶野で0.2m(巨大津波計、観測単位0.1m)など、北海道から岩手県にかけての太平洋沿岸で津波が観測されました。

③青森県東方沖

(5/24 00:02 深さ60km M6.1 震度5強) 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、青森県で最大震度5強を観測し、文教施設の一部破損(ガラス破損等)10箇所などの被害が生じた(被害は総務省消防庁による)。

世界の地震

M7.5以上、あるいは死者・行方不明者50人以上の被害を伴った地震は以下のとおりです(時刻は日本時間、震源要素、被害は米国地質調査所(USGS)、Mwは気象庁CMT解あるいは米国地質調査所(USGS)によるモーメントマグニチュード、津波の高さは米国海洋大気庁(NOAA)による(6月7日現在))。

▶インドネシア、スマトラ北部西方沖

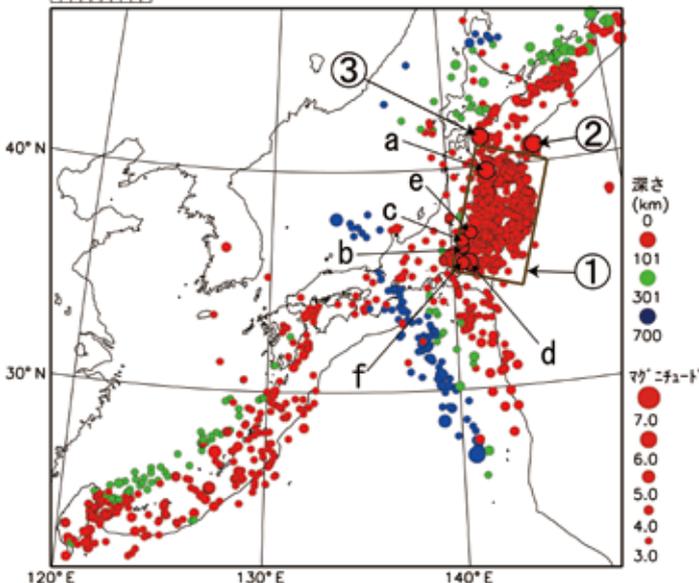
(4/11 17:38 深さ20km Mw8.6) 現地では死者10人以上、負傷者12人などの被害が生じた。この地震により、インドネシアのムラボで108cmの津波が観測されました。

▶インドネシア、スマトラ北部西方沖

(4/11 19:43 深さ25km Mw8.2) この地震により、インドネシアのエンガノ島で22cmの津波が観測されました。この地震は同日17時38分にインドネシア、スマトラ北部西方沖で発生した地震の最大余震です。

「おもな地震活動」の見方の詳細は「なみふる」No.31 p.7をご覧ください。

2012年3月1日～5月31日 M≥3.0
地震数=3285(下図内)



大変動は海溝軸まで 及ぶことが明らかに!

Report

1

海洋研究開発機構 小平 秀一

2011年東北地方太平洋沖地震による地震波、津波、地殻変動などのデータから、今回の地震による断層のすべりは宮城県沖を中心にプレート境界にそって南北500km、東西200kmに拡がり、更に、断層のすべり量は海溝軸に近づくほど大きくなっていることが報告されています。この観測事実は、一般的に考えられていたプレート境界地震の概念モデルとは相反するものである可能性があります。というのはこれまでのモデルでは、東北地方のプレート境界型の巨大地震は深さ20kmから50km程度までのプレート境界断層のすべりとして発生して、それより浅い部分や深い部分では地震動を生じるような断層のすべりは起こさず、ゆっくりとしたすべりが起きている、と考えられていたからです。

しかしながら、地震波、津波、地殻変動データは一部を除いて陸域や沿岸域でとられたもので、沿岸から約250km以上離れた海溝軸付近の変動は十分精度よく見積もることはできません。そのため、今回の巨大地震や巨大津波の原因となった変動が本当に海溝軸まで及んでいたかを判断することはできませんでした。そこで、その疑問に対する決定的な答えを得るためには海溝軸周辺の海底地形や海底下の構造から地震に伴う変動を明らかにする必要がありますと考え、海洋研究開発機構では深海調査船「かいれい」を地震発生直後の2011年3月14日に宮城沖の震源域に向かわせ、海底地形と地下構造の調査を行いました(図1)。

東北地方太平洋沖地震発生前に出

されていた地震調査委員会の報告によると、宮城県沖の海域では今後30年間にマグニチュード7.5前後の地震の発生確率が99%とされていました。そのため、海洋研究開発機構では1997年よりこの宮城県沖の海域を含んだ日本海溝周辺で海底地形や海底下の構造の調査を進めていました。その中の一つの測線は今回の地震の震源から海溝軸を横切り沈み込む前の太平洋プレート上までのびていました(図1)。そこで、私たちはもし地震に伴う大変動が海溝軸付近まで及んだとすれば、地震前と地震直後の海底地形や地下構造のデータを比較することによって、地震に伴う変動を検出できるかもしれないと考えました。

その結果を図2に示します。図2(1)は地震直後に得られた海溝軸周辺の海底地形を示します。もっとも深い海溝軸では水深約7500mに達しています。この図と全く同じ測線上で1999年に海底地形を観測していますので、その二つのデータの差をとったもの(地震後の水深から地震前の水深を引いたもの)を図2(2)に示します。海底地形の観測では船から音波を出してその音波が海底から反射し観測船まで戻ってくる時間を計ります。そのため、海水の温度、船の位置など様々な要因で水深の0.5%程度の誤差を含みますが、図2

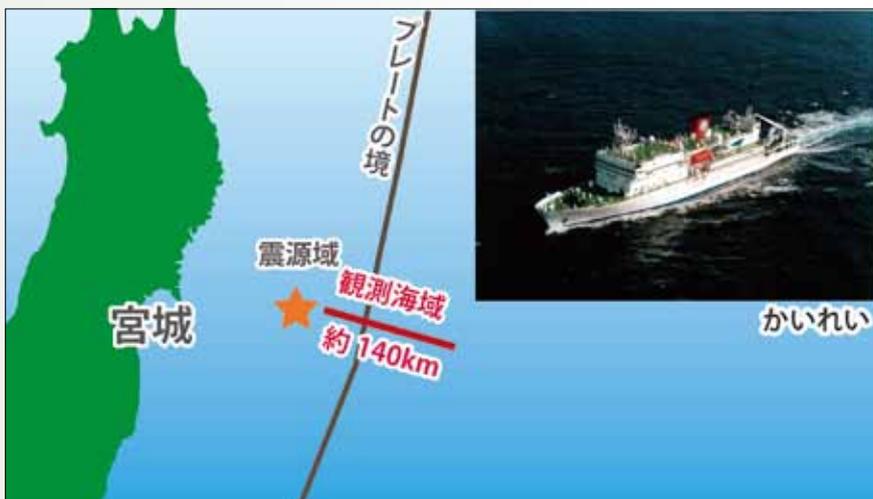


図1 調査測線および深海調査船「かいれい」。
http://www.jamstec.go.jp/jkids/press_release/20110428/より。

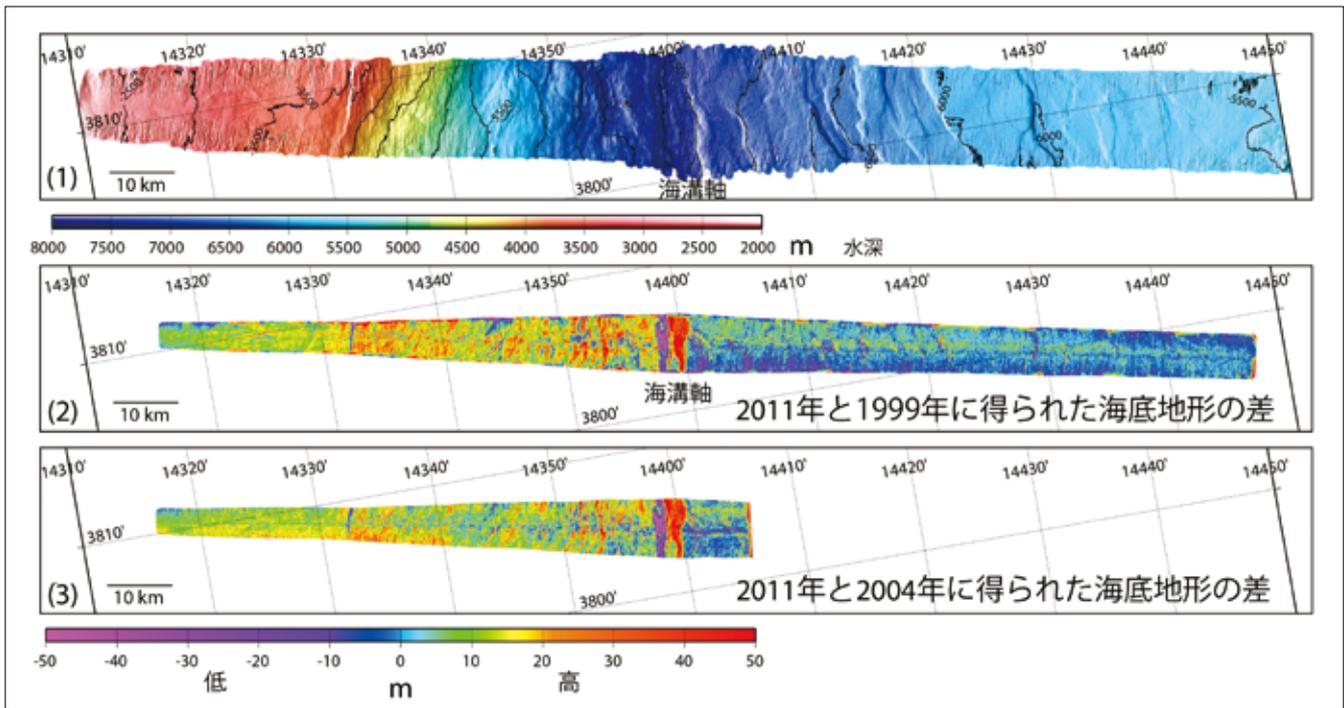


図2 (1)地震直後に得られた海底地形。(2)地震直後の海底地形と1999年の海底地形の差。
(3)地震直後の海底地形と2004年の海底地形の差。Fujiwara et al., 2011より。

(2) ではその誤差を考慮しても海溝軸を境にしてその陸側と海側では地震前後の海底地形の差が著しく違うのが分かります。つまり、海溝軸を境にその陸側では地震にともなう大きな海底地形の変動がみられるのに対し、海側では地震に伴う海底地形の変動がほとんどありません。海底地形のデータは2004年にも同一測線の一部で得られていたので、同様な処理をした結果を図2 (3) に示します。この結果からも1999年のデータと同じ傾向が見られます。私たちはこのデータを使って、地震に伴って海溝軸より陸側がどの程度動いたかを見積もりました。その結果は巻頭図に示した通り、海溝より陸側のプレート(北米プレート)が東南東に50m動き、さらに10m隆起したことを突き止めました。この結果から、私たちは今回の地震に伴う大変動がプレート境界の断層に沿って海溝軸ぎりぎりまで及んだことを示す明白な証拠を得ることに初めて成功しました。

この調査航海の後も海洋研究開発機構では日本海溝域で様々な調査を進めており、地震に伴う地下構造の変化をとらえることや、地震に伴って生じた海底の亀裂の発見(写真1)、など今回の地震で生じた様々な海底地形や地下構造の変動をとらえました。今後、私た

ちはこのような海底変動が日本海溝全域に沿ってどのように分布したかを明らかにするとともに、地形や地下構造に残された過去の大変動を明らかにすることによって、今回と同様な巨大地震の発生履歴の解明を進めていく予定です。

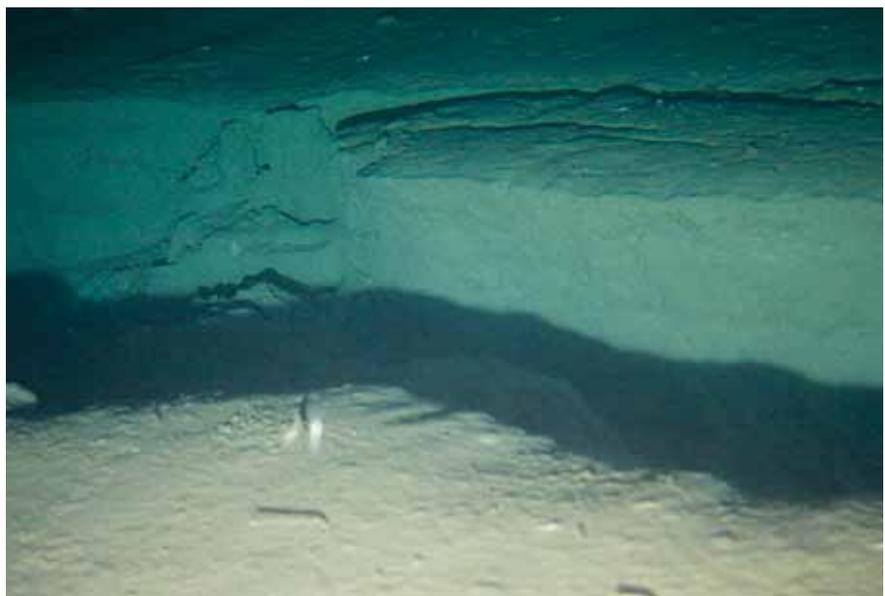


写真1 「しんかい6500」によって発見された北緯39度付近の日本海溝水深5351mの海底にあった大きな亀裂。幅、深さは最大約1mで約80m以上の長さで続いていました。2006年に同じ地点を観察した時には確認できなかったことから、3月11日の本震か、その後の余震による影響でできたと考えられます。
http://www.jamstec.go.jp/j/kids/press_release/20110815/より。

観測データから地震発生 予測のシミュレーション

Report

2

海洋研究開発機構 堀 高峰

日本では、地震発生の予測が国によって行われていることをご存知でしょうか? いくつかある予測のうちで、今回の話に関係するのは、地震調査研究推進本部の出している海溝型地震の長期評価(いわゆる30年確率)です。その長期評価を将来改善するための手段として、地震発生予測シミュレーションの研究を紹介したいと思います。

現在の長期評価に足りないこと

長期評価は、1つの地域で同じような規模の地震が同じような間隔で繰り返し起こることを仮定し、「そのタイプの地震」が今後起こる可能性を評価します。その際、データとして使われるのは、過去に起きた地震の中で、そのタイプと同定

されたものの発生時期です。例えば、平均発生間隔が100年程度で、前回の地震から90年以上経っていれば、「そのタイプの地震」がそろそろ起こる可能性が高いと考えられます。こうした内容を数値化したのが、30年確率です(図1)。

この評価方法から必然的に、地震の起こり方の多様性、特に規模や震源域の大きな変化は切り捨てられます。また、「前回の地震」以降に得られる様々な貴重な観測データは、ほとんど活かさせません。地震発生予測シミュレーションでは、これらがどのように改善されると期待されるのでしょうか?

地震発生予測シミュレーションの仕組み

予測シミュレーションの対象はプレート境界地震です。そして、プレート境界地震の発生を、境界が固着するなどして、プレート同士の本来の相對運動から遅れたことによる「すべり遅れ」を解消する過程と考えま

す(図2)。ここで予測として重要なのは、すべり遅れというのは地震の原因であり、それが地表でのGPSなどの観測データからある程度推定できることです。つまり、将来起こる地震の原因が地下で準備されていく過程を、観測データから推定できるということです(図3)。さらに、過去に起きた地震などの履歴は、すべり遅れが過去にどれだけ解消されてきたかを教えてくれます。こうして、将来解消すべきすべり遅れが現在どのような分布になっているのかを知ることができます。当然、推定されるすべり遅れ分布は誤差や曖昧さを含みますが、「前回の地震」以降の貴重なデータを、将来起こるべき地震の原因推定に活かすことができます。

地震の原因であるすべり遅れの分布が得られると、それを初期条件として、どのように解消されていくかを予測することになります。その解消のされ方は、摩擦の働く面でのすべりの時空間変化で近似できると考えます。摩擦の式(摩擦構成則)と、ある場所のすべりによって他の場所にかかる力の式(すべり応答関数)が与えられれば、プレート境界面上



図1 長期評価の地域分けと南海トラフの30年確率。

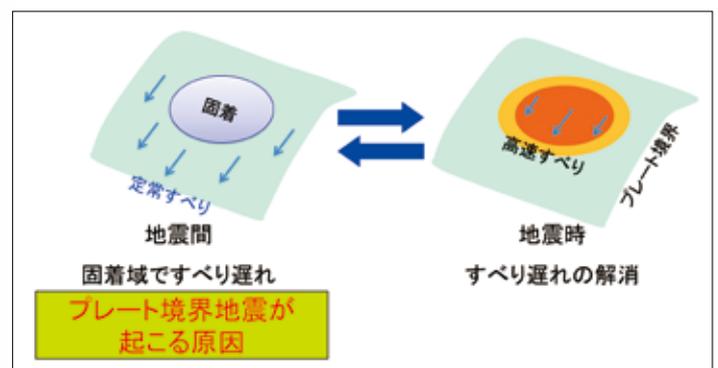


図2 プレート境界地震の模式図。

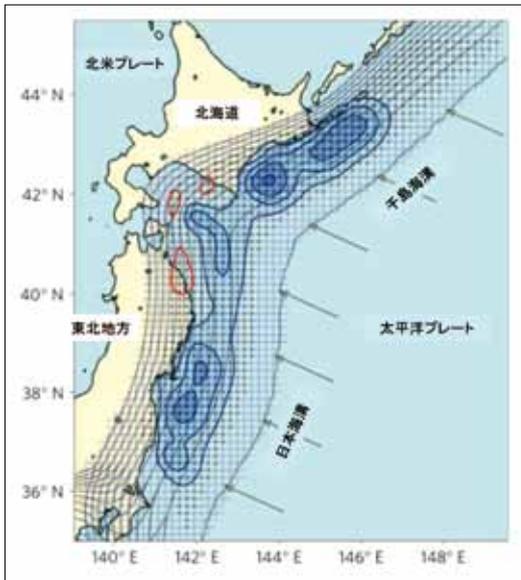


図3 GPSデータから推定されたすべり遅れ率の分布。(Hashimoto et al., 2009)

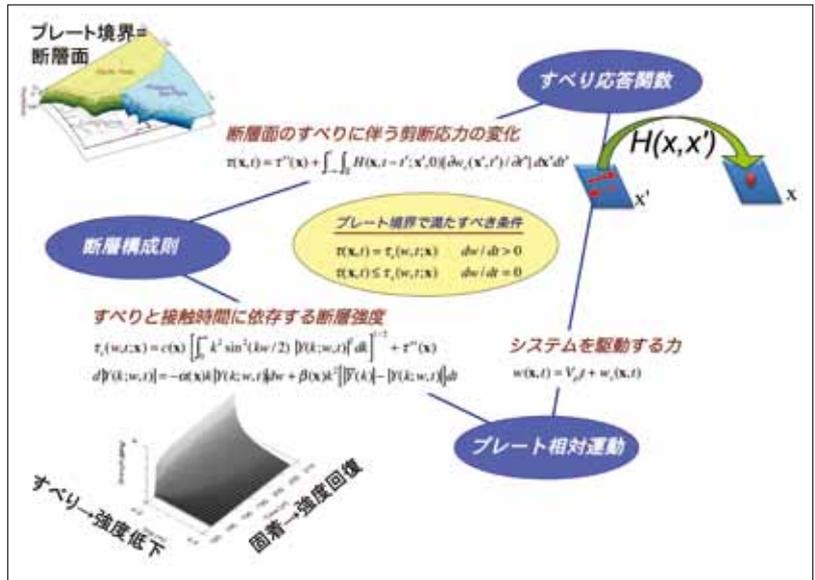


図4 地震を含むプレート境界面上のすべりの時空間変化を扱う連立方程式。(大中・松浦, 2002に加筆)

のすべりの時空間変化を追う連立方程式が得られます(図4)。

過去のすべり遅れから境界面に働く力の分布を求め、すべる際の摩擦の変化の仕方を仮定して、ある点から破壊を開始して地震を起こすと、その時点でどのような地震が起こりうるかが調べられます(図5、なみふる62-67号パラパラマンガ参照)。すべり遅れの分布の推定誤差を考慮して初期条件を変えたり、様々な摩擦変化や破壊開始位置を与えたりすることで、地震の多様性を考慮することができることになります。また、蓄積したすべり遅れすべてを一度に地震で解消すると、どの程度の規模の地震が起こりうるかを示すこともできます。ここで重要なのは、その地震で生じる地震動や津波が、過去のデータ(古文書や津波堆積物などの情報を含む)と矛盾しないかを調べることです。そうすることで、限られた期間の最新のデータと長期間ではあるがまばらな過去のデータを共に活かすことができます。

また、誤差を考慮した初期条件や式に含まれるパラメタの様々な組み合わせに対して、方程式に従うとどのようにプレート境界ですべりの時空間変化が起こるかを計算することもできます(図6)。さらに、後から観測データで得られるすべりの時空間変化と比較して、次の初期値

やパラメタを修正するという手法(逐次データ同化)も研究が行われています。

ただし、プレート境界のすべりの時空間変化やすべり遅れ分布を解析すると、いかに誤差が大きいかわかります。特に海溝型巨大地震の震源域のほとんど

を占める海底下は、観測データが乏しく誤差が大きくなります。このため、誤差を定量的に示すことや、どのような観測をすれば誤差がどのくらい減らせるかを示すことも、予測シミュレーションの今後の重要な役割です。

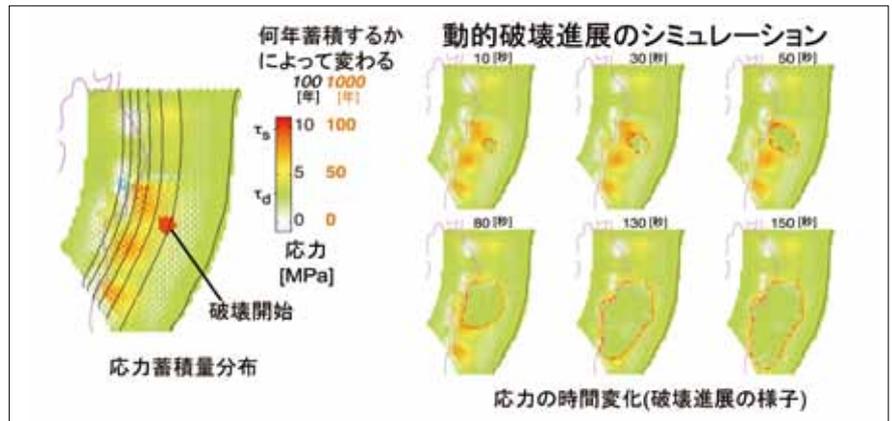


図5 すべり遅れから推定した初期応力場での地震発生シミュレーションの例。(Hok et al., 2011に加筆)

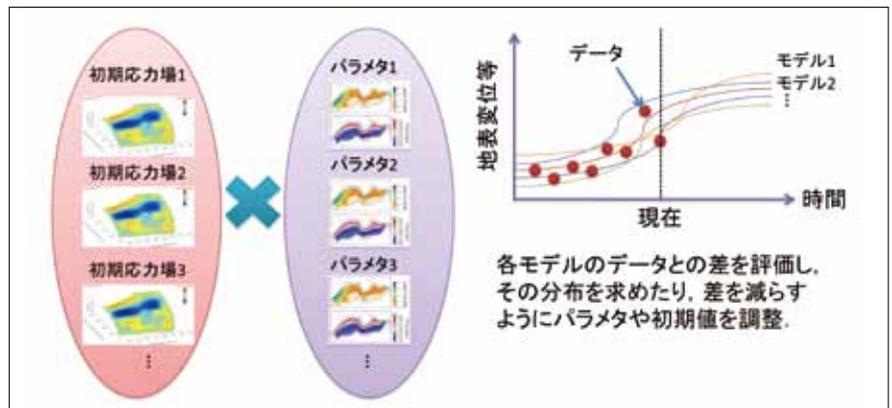


図6 様々な初期値とパラメタの組み合わせでモデルを多数用意し、推移を予測(アンサンブル予測)するとともに、データとの差を減らすよう調整する。

てん さい わす れ じ 天災不忘の旅

震災の跡を巡る

その7 津波の明暗

Report 3

名古屋大学減災連携研究センター 武村 雅之

1923年の関東大震災で津波といえば意外に思われるかもしれませんが、震源域が相模湾の海底下にあったために、相模湾沿岸から伊豆半島にかけて高さが5 m以上の津波が襲来しました。これらは東日本大震災での岩手・宮城・福島・茨城を襲った津波にも匹敵するもので、震源域が陸地に近い分、地震発生後間もなく到達した点では、避難の面からむしろ条件が悪かったと言えます。結局津波による犠牲者は200-300人に達したと言われています。図1は関東大震災の津波の高さで、そのひとつ前の1703年の元禄地震の津波の高さと比較して示したものです。外房地方を除くと両者はほぼ同じような高さであったことがわかります。

最大の被害を出した伊東町

伊豆東海岸の田方郡伊東町（現在

の伊東市）は、この津波で大きな被害を出したところ。現在でも伊東市内には元禄地震や関東大震災にまつわる様々な石碑や遺構があります。中でも市の中心部にある日蓮宗佛現寺（伊東市物見ヶ丘2-30）には、供養碑を集めた一角があります（写真1）。そのうちの2つが元禄地震、2つが関東大震災の供養碑です。一番大きい（d）の供養碑を覗いてみると、この碑は関東大震災の翌年8月に建立されたものであることがわかります。石碑の正面には上から下まで6行にわたってびっしりと文章が刻まれており、その中に以下のような一節があります。

「我が伊東町は大津浪に襲われて民家多数流失し歿死者八十四名を出せり。この外他処において惨死せるもの、負傷後数日にして死せるも加うればその数実に壹百五名、凄惨悲痛之を語るに

忍びず。」（原文はカタカナ書き、旧字体を新字体にして句読点を追加、さらに一部の漢字をひらがなに直す。）

伊東町での津波による直接の犠牲者は84名で、その他も加えると105名の町民が亡くなったことがわかります。石碑の右側面には、「九月一日を忘れるな」から始まる文章が刻まれ、当日は「酒煙を禁じ、女は特に紅粉を廃して常に去萃就実の聖旨奉体に努むべし。」とあります。また最後に「大地震の際は火の元用心第一に、老幼相扶けて安全なる高地に避難すべし。」とあります。震災の記念日には町をあげて襟を正すことや将来に向けての教訓が記されています。

2010年に現地を訪れた際、伊東市の防災対策係の方にこれらの供養碑のことを尋ねたところ、ご存じなかったのには驚きました。国が出す全国版の防災情報も大切ですが、地元に残された貴重

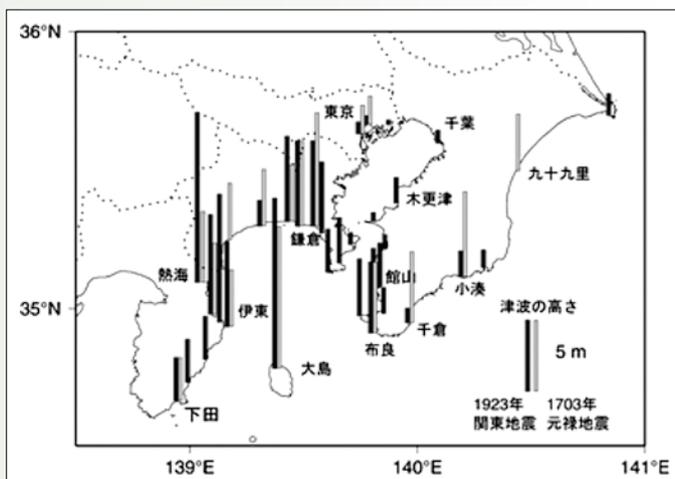


図1 関東地震による津波の高さと元禄地震による津波の高さ
[中央防災会議:災害教訓の継承に関する専門調査会編 (2006)による]。



写真1 伊東市の久須美にある佛現寺の供養碑群
(2010年9月撮影)。



写真2 伊東市宇佐美の行蓮寺にある元禄地震の供養碑 (2010年9月撮影)。



写真3 行蓮寺の階段脇にある津波浸水地点の標識(2010年9月撮影)。元禄地震では供養碑の立つ境内まで津波が上がったと言われています。

な防災の教訓を地道に生かすことこそ、まず初めにやらねばならぬ減災への近道ではないかと思うのですが。

宇佐美村の奇跡

このように多数の犠牲者を出した伊東町とは対比的に、隣の宇佐美村(現在の伊東市宇佐美)では一人の死者も出さなかったそうです。宇佐美村も元禄地震の津波では多くの犠牲者を出し、日蓮宗行蓮寺(伊東市宇佐美337)には写真2のような供養碑が立っています。この碑は元禄地震の60回忌(1762年)に建てられたもので、地震時の様子が1633年の寛永の津波の場合と比較して大変具体的に書かれています。それによれば、「元禄の時は、海の潮も全く退かず、津波が突然襲ってきた。」「あつという間の出来事で、多くの住民が逃げ遅れて溺死者の数が380余人に達した」とのことです。このような具体的な記述が、住民の心に響き続けて関東大震災での犠牲者をゼロにできたのでしょうか。碑文はさらに、元禄の大津波から60年たった今、再び災禍にかかることがないように願わずにはいられないと結ばれています。

行蓮寺の石段には関東大震災での津波の到達点のプレートが写真3のよう

に置かれており、関東大震災でも相当の高さの津波に襲われたことがわかります。その折に当時の宇佐美村の人々は、160年前の先祖の願いにみごとに応えたこととなります。また、当時の様子を知る貴重な資料として、関東大震災当時の宇佐美尋常小学校ならびに高等小学校の児童・生徒736名の震災体験をつづった作文があります。原稿は大切に保管され続け1994年になって、伊東市により『こわかった地震津波』と題して刊行されました。

地震が発生した9月1日は2学期の始業式の日で、発生時刻の正午前にはほぼすべての児童は下校したあとでした。作文を読むと、津波が地震後約5分で村を襲ったこと、「津波だ、早く逃げろ!」という浜から聞こえた声を耳にして、子供たちは大人に交じって一目散に高台へ避難したこと、上級生の中には弟や妹を背負ったり、おばあさんの手を引いたりして避難した子もいたことがわかります。また地震とともに「地震だ!上へ逃げろ!」とか「津波が来るかもしれないから早く逃げろ!」とかいうお祖父さんや両親の言葉に従ってより早く高台へ避難した子も沢山いたようです。

先ごろの東日本大震災で、釜石市内で約3000人の小中学生のほとんどが押

し寄せる巨大津波から逃れて無事だったことが報じられ、「釜石の奇跡」と言われましたが、90年前の宇佐美では、大人も含めて「宇佐美村の奇跡」が現実のものとなっていたのでした。書籍の冒頭で刊行当時の伊東市教育長の望月修氏は、「「知る」ことによって避けられることも多い」と作文を出版した意義を述べられています。

地域の歴史を大切に

地震学者、今村明恒は、著書『地震の国』(文藝春秋1949年)で、天災の忘不忘について次のように述べています。

「不忘の一点だけで天災を免れる場合は頗る多いが、反対に忘の一字の為に、免れ得べき天災を免れ得なかった実例もまた少なくはない。」また、不忘の対象の一つとして「かつてその土地が喫した天災を忘れないという点を挙げて見たい。但しこの不忘はその土地自身のものでなければならぬ。したがって移住者は、自身の経験だけに止まらず、かつてその土地が喫した事例にまで通ずることを要するのである。」

それぞれの地域で、災害に遭遇した先祖の歴史を大切に守り伝えて欲しいものです。

糸魚川ジオパークで「こどもサマースクール」

地震と火山、地質の三学会が共催する「第13回地震火山こどもサマースクール」は8月18、19日に新潟県の糸魚川ジオパークで開催します。「東と西に引き裂かれた大地のナゾ」と題して、フォッサマグナの境にある糸魚川で、日本列島の成り立ちや人々の歴史を楽しく学びます。対象は小5から高校生ままで、参加費は3000円。詳しくはWebサイトで。

(<http://www.kodomoss.jp/>)



写真 北から望んだ糸魚川市。中央を流れる姫川は、フォッサマグナの西の縁。糸魚川には、列島の東西を分けるさまざまなナゾがある。(写真提供株式会社ナカノアイシステム)

日本地震学会会長就任のあいさつ

東京大学地震研究所 加藤 照之



このたび日本地震学会会長に就任いたしました加藤照之です。昨年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は未曾有の大災害を引き起こしました。この災害によって命を亡くされた多くの方々のご冥福をお祈りいたします。また、被害に遭われて、いまなお苦しい生活を強いられている多くの方々の一日も早い復興を心よりお祈り申し上げます。

この地震は事前的に確かな予測がなされず、災害科学としての地震学の未熟さを改めて思い知らされることとなりました。

また、地震学会のこれまでのあり方に対して大きな課題をつきつけるものとなりました。平原前会長のもとに設置された臨時対応委員会では1年にわたって地震学・地震学会のあり方について議論を重ね、「意見集」としてまとめられると共に、5月の連合大会においても活発な議論が行われました。

今期の地震学会はこれらの議論を通じていただいた多くの提言をふまえ、様々な施策を企画・実現していく義務を負っています。また、これらの提言はもとより、会員の減少など地震学会が現在抱えている問題に対し、改善策を考えていく必要があります。いささか荷が重いこととなりましたが、ひるむことなく学会を改革し、地震学及び関連研究分野のさらなる発展を推進するとともに、社会に対する有効な情報発信の推進に向け微力を尽くしたいと思います。

編集長就任のあいさつ

「なるふる」編集長 弘瀬 冬樹



本号から地震学会広報紙「なるふる」の編集長を務めることになりました、気象研究所の弘瀬冬樹です。地震発生予測シミュレーション(本90号p.4-5参照)や統計に基づいた地震発生予測モデル(84号p.2-3参照)の開発に取り組んでいます。地震は遙か深部で発生するため、直接見ることができず、予測することが非常に難しいのが現状です。昨年3月11日に発生したM9.0の東北地方太平洋沖地震を予測できず無力感でいっぱいですが、匙を投げず果敢に課題に取り組む姿勢が研究者として大事だと思っています。世界中の研究者の努力によって巨大地震についての理解は着実に深まりつつあります。そして同時に新たな謎も浮かび上がりつつあります。これら最先端の研究を噛み砕き、皆様にわかりやすくお伝えしていきたいと思っています。僅か8ページの紙面ですが、今後ともご愛読をよろしく願います。

広報紙「なるふる」購読申込のご案内

日本地震学会の広報紙「なるふる」は、3カ月に1回(年間4号)発行しております。「なるふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料を郵便振替で下記振替口座にお振り込み下さい。なお、「なるふる」は日本地震学会ホームページでもご覧になれ、pdfファイル版を無料でダウンロードして印刷することもできます。

■年間購読料(送料込)

日本地震学会会員 600円
非会員 800円

■振替口座

00120-0-11918 「日本地震学会」
※通信欄に「広報紙希望」とご記入下さい。



日本地震学会広報紙
「なるふる」第90号

2012年7月1日発行
定価150円(郵送料別)

発行者 公益社団法人 日本地震学会
〒113-0033
東京都文京区本郷6-26-12
東京RSビル8F
TEL.03-5803-9570
FAX.03-5803-9577
(執務日:月~金)
ホームページ
<http://www.zisin.jp/>
E-mail
zisin-koho@tokyo.email.ne.jp

編集者 広報委員会
松原 誠(委員長)
弘瀬 冬樹(編集長)
伊藤 忍、石川 有三、石山 達也、
岩切 一宏、桶田 敦、亀 伸樹、川方 裕則、
楳原 京子、小泉 尚嗣、武村 雅之、
田所 敬一、田中 聡、古村 孝志、
松島 信一、八木 勇治、矢部 康男

印刷 レタープレス(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。