

### Contents

- 新年度に当たってのご挨拶 … 1
- 津波の緊急調査 … 2
- 東北地方太平洋沖地震の余震活動 … 5
- 外部委員会活動報告 2011年2-4月 … 7

## NEWS 新年度に当たってのご挨拶

活断層・地震研究センター 研究センター長 岡村行信

2011年東北地方太平洋沖地震で被災されました皆様に、心からお見舞い申し上げます。また、犠牲になられた方々のご冥福をお祈り致します。活断層・地震研究センター設立3年目の2011年度は、つらいスタートになりました。私たちは西暦869年に陸奥の国で発生した貞観の津波を研究し、その全体像を解明しつつあると思っていましたが、それは思い上がりでした。貞観地震の再来と考えられる今回の地震は、私たちの推定を越える規模でしたが、それよりも、沿岸域の人々の命を助けることに貢献できなかったことに力不足を痛感しています。

活断層・地震研究センターは、過去の地震を明らかにし、その結果に基づいて将来の地震を予測することによって、地震災害を軽減することをミッションとして活動してきました。そして「地震が起こった瞬間に、私たちの研究の価値が決まる」と考えてきました。私たちが目指していた方向は間違っていなかったと信じています。しかしながら、地震によって失われた命の数、すべてが破壊された沿岸域の状況を直視すると、価値ある仕事ができたとはいえませんが、

この地震後は、1) 東北地方太平洋沖地震に関する調査研究は、将来の地震予測、地震防災に結びつくことが明確に説明できるテーマに絞って実施すること、2) これから大規模な地震が発生する可能性がある地域における災害予測研究を重点的に実施すること、などを基本方針として活動していきます。また、今までの調査結果を出来るだけ早く公表し、将来の地震の予測と、地震災害軽減に貢献することを改めて確認しました。

地震後に多くの励ましのメールを頂きましたが、同時に研究結果を周知しなかったことへの厳しい御意見も頂きました。研究成果は積極的に学会等で発表し、その内容はマスコミでもかなり紹介されてきましたが、情報を必要とする人たちには届いていなかったことも大きな反省材料です。

この地震については、今後多くの研究機関と研究者によって研究されていくでしょう。しかしながら、私たちがやるべきことは、まだ地震が起こっていない地域の地震防災、地震減災に役立つ研究を進め、情報発信を行うことです。次の地震には、「価値ある仕事」と評価されることを目指して、研究を進める決意です。



## TOPICS 津波の緊急調査

活断層・地震研究センターでは、津波に関して、まず隣接地域である茨城県および千葉県の沿岸について、3月11日の地震発生の翌日から調査に入りました。そして地震からおよそ1ヶ月後の4月8日から宮城県の調査を開始しました。以下では、まず茨城県・千葉県沿岸の調査結果について述べ、続いて宮城県の仙台平野と石巻平野で行った調査結果について述べることにします。

### 【茨城県・千葉県沿岸の調査】

調査日：調査メンバー

3月12日：宍倉正展・藤原 治・澤井祐紀・行谷佑一

3月13日：宍倉正展・藤原 治・澤井祐紀・行谷佑一

3月14日：澤井祐紀・行谷佑一・宮下由香里・楳原京子・小松原純子（地質情報研究部門）・藤井雄士郎・奥田泰雄（建築研究所）

3月27日：宍倉正展・澤井祐紀・行谷佑一・木村治夫

4月3日：宍倉正展・藤原 治・澤井祐紀・行谷佑一・楳原京子

4月6日：宍倉正展・澤井祐紀・谷川晃一朗

産総研と建築研究所の合同チームにより、3月12日～4月6日にかけて、のべ6日間、茨城県～千葉県の沿岸の津波調査を行いました。調査項目は、津波の高さを測ること、津波の浸水範囲（波先の位置）を明らかにすること、津波堆積物の観察などです。

まず津波高さに関しては、海面からの高さ（痕跡高）にして4m弱の痕跡が多く認められました。地面からの高さ（浸水深）にして2m弱の痕跡が多かったが、4m程度に達するものもありました（図1）。茨城県神栖市の波崎海岸では、信頼性が低いものの標高約7.5mの砂丘を越流した痕跡も見られました。九十九里浜中部の千葉県山武市蓮沼海岸においても、砂丘を越えた津波の痕跡が見つかりました（写真1）が、九十九里浜南部に行くとも砂丘を超える津波はほとんどなかったように見えます。

浸水範囲の調査は九十九里浜沿岸において行い、どの程度内陸まで津波が浸水したか（浸水限界）を調べました。主には津波で運ばれて集積した浮遊物と住民からのヒアリングにより波先の位置情報を把握しました（写真2）。おおむね海岸から数百m内陸まで浸水していましたが、津波が水路を伝って遡上した場所などでは2km程度内陸まで浸水した所もありました。人工構造物の影響も大きいですが、九十九里浜全体で見ると南部の方が浸水域が狭くなっています。

宍倉正展（海溝型地震履歴研究チーム）

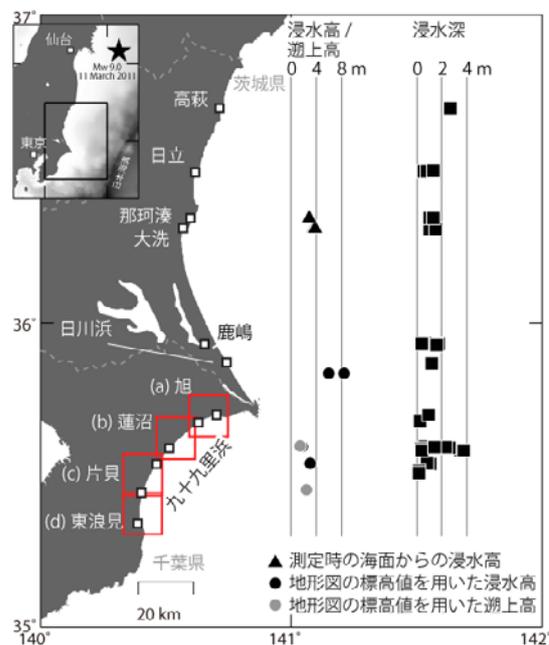


図1 産総研と建築研究所が行った茨城県～千葉県沿岸における津波浸水高の調査結果。



写真1 九十九里浜中部蓮沼海岸の砂丘。津波はこの砂丘を覆い、植物をなぎ倒した。電柱が陸側へ折れ曲がっている様子も見える。



写真2 九十九里浜中部（山武市蓮沼）において確認された波先限界。歩道手前に津波で運ばれた泥質堆積物と植物片、ボラが観察できる。

【仙台・石巻平野の調査】

調査日：調査メンバー

4月8～10日：宍倉正展・澤井祐紀・行谷佑一

4月22～25日：宍倉正展・澤井祐紀・行谷佑一・谷川晃一郎

5月1～4日：岡村行信・宍倉正展・藤原 治・澤井祐紀・行谷佑一・谷川晃一郎・楮原京子・木村治夫

当研究センターでは、仙台平野および石巻平野において869年貞観地震やそれ以前の津波堆積物について詳しい調査を2004年から実施し、その分布範囲を明らかにしてきました（澤井ほか，2007，2008，宍倉ほか，2007など）。その結果、貞観の津波は当時の海岸線から3～4 km内陸まで浸水していることが分かりました。そして、こうした津波堆積物の分布を説明するためには、宮城県～福島県沖のプレート境界で少なくとも200 km以上の長さの断層（Mw 8.4以上）が必要であることを明らかにしました（佐竹ほか，2008，行谷ほか，2010）。また地層に痕跡を残す規模の津波は450～800年間隔で起きていることを解明しました（AFERC ニュース No.16/2010年8月号を参照）。

今回の地震においても津波は仙台・石巻平野で3～4 km以上内陸まで浸水しており、津波堆積物を広く残しています。今回の津波堆積物の分布状況やその層相などの情報は、過去の津波堆積物の理解において非常に重要であり、また堆積物の特徴と浸水限界や浸水深などとの関係を明らかにすることで、将来の津波規模の予測に資するデータになることから、当研究センターでは4月8日から5月4日までの期間にのべ11日間の調査を行いました。

今回の津波堆積物は、海岸に近い場所では主に海浜から運ばれた中粒～粗粒砂からなり、場所により層厚70 cmに及びますが（写真3）、内陸部では砂層とそれを覆う泥層からなります（写真4）。砂層部分の層厚は内陸へ徐々に薄くなっていく傾向にあり、代わって泥層が相対的に厚くなります。たとえば仙台市若林区では海岸から内陸2.8 km地点における砂層の層厚は1 cmで、それを層厚2 cmの泥層が覆う様子が観察されました（写真5）。また砂層は単純な一枚の層ではなく、海岸付近から内陸にかけて、層厚に関係なく侵食面や粒径の変化で区別される3～4層のサブユニットから構成されていることも確認しました。

津波堆積物の分布について、その内陸への到達限界位置を調べたところ、砂層は海岸線から2～3.5 km内陸まで確認できました。また泥層は砂層よりもさらに0.5～1 km内陸奥まで分布しており、津波の水自体はそこからさらに0.5～1 km内陸まで及んで

います（図2）。通常、地層として確認できる過去の津波の痕跡は主に砂質堆積物であることを考えると、これらの調査結果は、過去の津波の浸水域が、津波堆積物から推定した位置よりもさらに内陸奥まで及んでいた可能性を示唆します。

名取市における測線での結果を図3に示します。ここでは澤井ほか（2008）によって貞観地震の砂質堆積物が当時の海岸線から約4 kmまで確認されています。今回の津波堆積物は現在の海岸線から約3.3 km内陸まで確認しました。貞観津波と今回の津波は、それぞれの時代における海岸線からの砂質堆積物の内陸への到達限界距離で見ると、おおよそ似たような値を持ち、両者の津波の規模が大まかに見て同程度だったことを示しています。ただし人工構造物の有無が津波の浸水にも大きく影響していることから、同じ条件での厳密な比較は難しい状況です。



写真3 宮城県山元町の海岸近くで観察された今回の地震による津波堆積物。

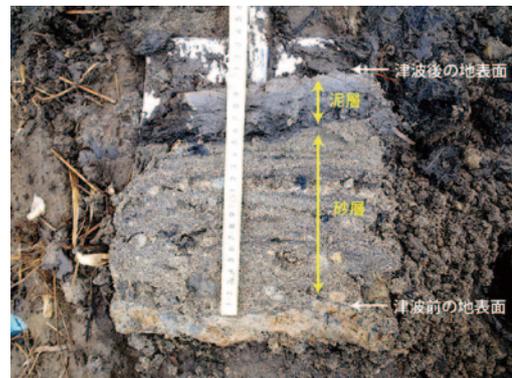


写真4 宮城県山元町で観察された今回の地震による津波堆積物（海岸から約1 km内陸）。



写真5 仙台市若林区で観察された今回の地震による津波堆積物（海岸から約 2.8 km 内陸）。



図2 仙台平野中～北部における 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域（国土地理院，2011）と津波堆積物（砂質および泥質堆積物）の分布限界位置，および津波堆積物の分布から推定された 869 年貞観地震の津波浸水計算による浸水域（行谷ほか，2010 の model 10）。

### 引用文献

国土地理院（2011）津波浸水概況図⑬。 <http://www.gsi.go.jp/common/000060133.pdf>  
 行谷佑一・佐竹健治・山木 滋（2010）宮城県石巻・仙台平野および福島県請戸川河口低地における 869 年貞観津波の数値シミュレーション。活断層・古地震研究報告, No.10（2010 年），1-21 頁，産業技術総合研究所地質調査総合センター



図3 宮城県名取市の測線沿いにおける貞観地震の津波堆積物の分布と、同じ測線上における今回の津波による砂、泥、水のそれぞれの分布限界の位置。澤井ほか(2008)に加筆。

佐竹健治・行谷佑一・山木 滋（2008）石巻・仙台平野における 869 年貞観津波の数値シミュレーション。活断層・古地震研究報告, No.8（2008 年），71-89 頁，産業技術総合研究所地質調査総合センター  
 澤井祐紀・宍倉正展・岡村行信・高田圭太・松浦旅人・Than Tin Aung・小松原純子・藤井雄士郎・藤原 治・佐竹健治・鎌滝孝信・佐藤伸枝（2007）ハンディジオスライサーを用いた宮城県仙台平野（仙台市・名取市・岩沼市・亘理町・山元町）における古津波痕跡調査。活断層・古地震研究報告, No.7（2007 年），47-80 頁，産業技術総合研究所地質調査総合センター  
 澤井祐紀・宍倉正展・小松原純子（2008）ハンドコアラを用いた宮城県仙台平野（仙台市・名取市・岩沼市・亘理町・山元町）における古津波痕跡調査。活断層・古地震研究報告, No.8（2008 年），17-70 頁，産業技術総合研究所地質調査総合センター  
 宍倉正展・澤井祐紀・岡村行信・小松原純子・Than Tin Aung・石山達也・藤原 治・藤野滋弘（2007）石巻平野における津波堆積物の分布と年代。活断層・古地震研究報告, No.7（2007 年），31-46 頁，産業技術総合研究所地質調査総合センター



## 東北地方太平洋沖地震の余震活動

石川有三（地震地下水研究チーム）

この地震の余震は非常に広域に多数発生しました。4月23日までにマグニチュード5以上が431個、マグニチュード6以上が75個、マグニチュード7以上が5個起きました。そして起きている場所もいろいろです。図2に前震・本震・余震の震源分布を示しましたが、起きている場所で大きく以下の九つに分けられます。まず、①震源断層がある太平洋プレートと東北日本マイクロプレートの境界面付近です。多く余震は、太平洋プレートが東北日本マイクロプレートの下へ滑り込む動きに一致しています。本震の約30分後に茨城県沖で起きたマグニチュード7.7の地震は、今のところ最大余震ですが、これは本震の断層の南側延長部の断層がズレたのです。また、プレート境界面の近くの東北日本マイクロプレートの中や太平洋プレートの中で起きていますが、これらは本震の断層で大きくズレたため付近の局所的な応力が変化したために起きた余震です。②一方、今回太平洋プレートが斜め下へ最

大20mも押し入ったため、その下側に続いている太平洋プレートの沈み込んでいる部分でも応力場が大きく変わりました。そのため沈み込んでいた



図1 東北地方を取り巻くプレートの配置。

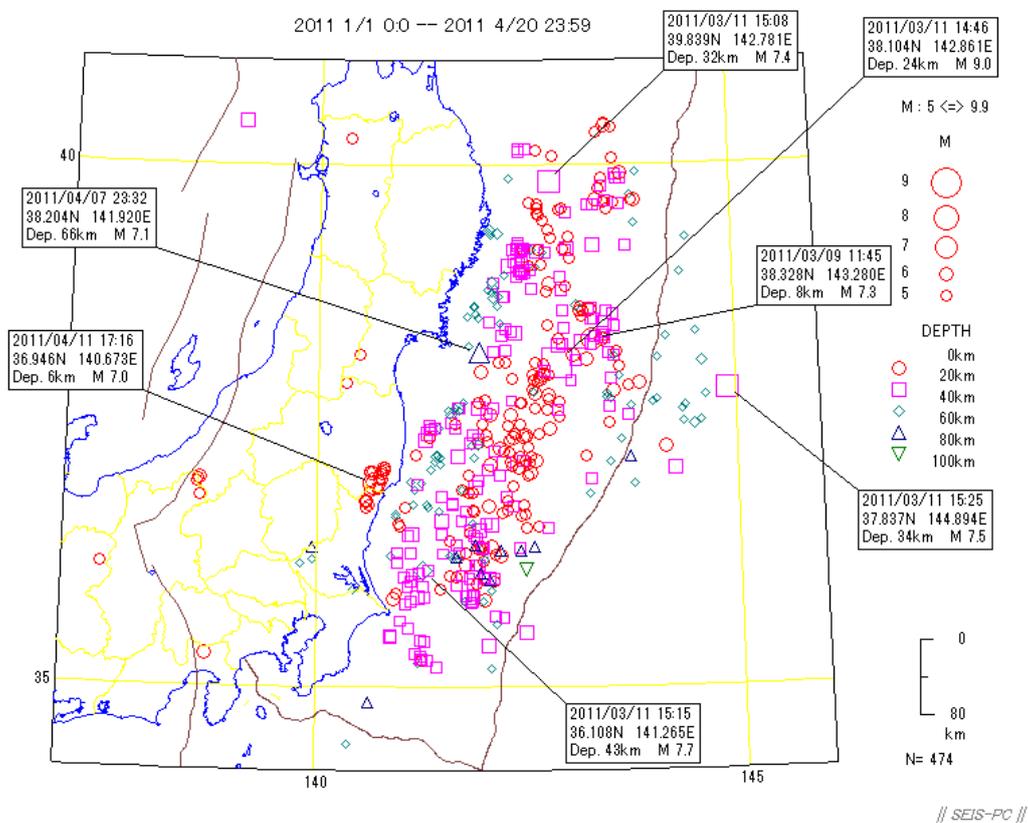


図2 東北地方太平洋沖地震の前震、本震、余震のマグニチュード5以上の震源分布。マグニチュード7以上は、発生時刻、位置などの情報を付記しました。濃茶色の線はプレート境界線。

部分の中で地震が起きている所もあります。この代表例は7日深夜に起きたマグニチュード7.1の地震です。この地震では、仙台市の一部や栗原市で震度6強の揺れが起きました。これに類似した地震が他の場所で起きる可能性は残っています。③また、本震で日本海溝から西側のブロックが西へ大きく動いたため、日本海溝付近から東側の太平洋プレートは強く西へ引っ張られた状態になりました。そのためこの部分では、引張力が原因の地震も起きています。日本海溝の海溝軸付近や海溝の外側で起きている地震がそれです。ここでは本震の40分後にマグニチュード7.5の地震が発生していますが、まだ大きな余震が発生する可能性が残っており、注意が必要です。④また、陸側プレートの中でも浅い震源の地震が起きています。代表例は4月11日に福島県と茨城県の県境付近で起きたマグニチュード7.0の福島県浜通りの地震です。いわき市や銚田市で震度6弱を記録しましたが、これは、太平洋プレートにずっと押され続けられていた東北日本マイクロプレートが、地震がおきたことによって太平洋プレートの押す力がほとんど無くなったため、東西方向にゆるんで延びてしまい、東北日本マイクロプレート中で東西に延びる力によって起きた地震です。ほかにも東北地方の脊梁近くの宮城・山形県境付近で中規模の、いくつかの火山周辺の微小地震活動も高まっている所もあります。逆に、これまで地震が起きていたところで、地震が起きなくなった場所もあります。これらは、東北日本マイクロプレートの中の応力場が変化したために起きているわけで、今後も内陸部も注意が必要です。⑤また東北日本マイクロプレートは、幅400km程度の小さなプレートですが、今回の地震でその東側境界で大きく揺すられたわけです。ですから、西側のプレート（アムールプレート）との境界（日本海東縁-新潟-長野-静岡）でも影響を受けたと思われます。それが、新潟県中越地方の地震（M6.7）、富士山近くの地震（M6.4）、青森県西方沖の地震（M6.4）などです。いずれも2004年中越地震（M6.8）や2007年中越沖地震（M6.8）に近い規模の地震です。この活動は余震に含めない場合もありますが、本震によって誘発されており、広い意味での余震と考えられます。特にこのプレート境界では、地震断層の未破壊域がいくつかあり、注意が必要です。

⑥また、糸魚川-静岡構造線（フォッサマグナ）で接する西側のプレートであるアムールプレートに属する西南日本の地震活動も変化しました。境界に近い北アルプス付近では微小地震活動が本震直後から活発化しました。しかし、西南日本の場所によっては、例えば和歌山市周辺のように地震活動が

低下した地域もみられます。今回の超巨大地震の影響が日本列島のかなり広範囲に及んでいることが分かります。⑦また、フィリピン海プレートの中にある伊豆半島から伊豆諸島にかけても地震活動が活発化しています。⑧この他、海域の余震で①のグループとは区別されるものがあります。房総半島南東沖の地震活動です。ここの主な地震は、東北日本マイクロプレートとその下に沈み込んだ太平洋プレートの上に南からフィリピン海プレートが滑り込んでいる場所で、今回は主に、東北日本マイクロプレートとそのすぐ下のフィリピン海プレート間で起きています。最大地震は、マグニチュード5.9が起きており、今後も注意が必要です。⑨最後に房総半島のはるか沖で日本海溝に近い所に分布する震源です。これは、太平洋プレートとフィリピン海プレート間の地震です。地震時のすべる方向が東西方向より少し反時計回りに回転している方向なので、今回の大半の余震とは区別できます。数は多くありませんが、これに属する余震も起きています。過去のマグニチュード7を超える地震が起きたこともあります。

では、余震活動は、どのくらい継続するのか？ですが、日本周辺でマグニチュード9の地震は今回が初めてなので、比べられるのは、海外の地震です。2004年スマトラM9.0地震では、本震発生から4年半以上たってもマグニチュード7.6の余震が起きており、去年起きたチリM8.8地震でも10ヶ月以上後でマグニチュード7.1の余震が起きています。これらから、東北地方太平洋沖地震の場合も今後マグニチュード7を超える余震が起きる可能性は高く、津波への警戒も必要です。マグニチュード5以上の余震の日別発生回数を図3に示しました。順調に減ってきており、過度に心配することはありません。

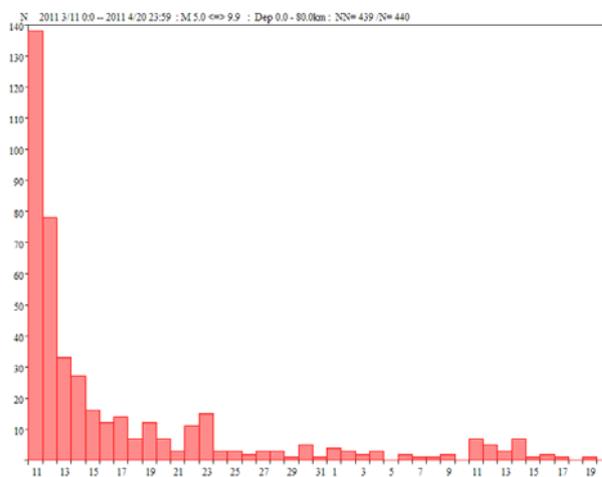


図3 マグニチュード5以上の余震の日別回数。ときどき凸凹はありますが、順調に減っています。

外部委員会等 活動報告 (2011 年 2-4 月)

2011 年 2 月 17 日

茨城県原子力安全対策委員会 (吉岡出席 / 東京)

2011 年 2 月 18 日

地震予知連絡会 (桑原・小泉出席 / 東京)

地殻活動概要, プレート境界の固着状態とその変化、重点検討課題 (海域のモニタリング技術の動向) 等について検討した。

2011 年 2 月 23 日

地震調査研究推進本部地震調査委員会第 166 回長期評価部会 (吉岡出席 / 東京)

2011 年 2 月 28 日

地震防災対策強化地域判定会委員打合せ会 (小泉出席 / 気象庁)

東海地方周辺の最近の 1 ヶ月のデータを持ち寄って検討し、東海地震発生可能性について協議した。

2011 年 3 月 9 日

地震調査委員会 (岡村出席 / 文科省)

平成 23 年 2 月の地震活動について 他

2011 年 3 月 13 日

地震調査委員会 (岡村出席 / 文科省)

平成 2011 年 3 月 11 日の地震について 他

2011 年 3 月 24 日

地震調査研究推進本部 強震動評価部会 (栗田出席 / 東京都千代田区)

地震動予測地図および東北地方太平洋沖地震の地震動ほかについて審議した。

2011 年 4 月 11 日

地震調査委員会 (岡村出席 / 文科省)

平成 23 年 3 月の地震活動について 他

2011 年 4 月 12 日

地震調査委員会 (臨時会小会議) (岡村出席 / 文科省)

2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震について 他

2011 年 4 月 27 日

地震調査研究推進本部地震調査委員会第 167 回長期評価部会 (吉岡出席 / 東京)

