

なみふる



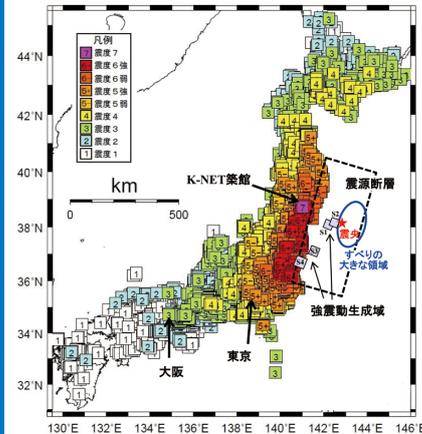
2021.2

日本地震学会
広報紙

No.
124

Contents

- 2 シリーズ「東北地方太平洋沖地震から10年」その②
2011年東北地方太平洋沖地震はどのような地震だったのか
- 4 シリーズ「東北地方太平洋沖地震から10年」その③
巨大津波の発生・伝播の過程と今後の対応
- 6 シリーズ「東北地方太平洋沖地震から10年」その④
なぜ震度7でも建物に大被害が出なかったのか?
- 8 イベント報告
 - 「今村明恒誕生150周年記念講演会：地震学の先駆者今村明恒と鹿児島防災」開催報告
 - 強震動委員会第36回研究会「正確な震度観測を行うために」開催報告



2011年東北地方太平洋沖地震の震源断層と震度分布図。詳しくは6ページをご覧ください。▲



主な地震活動

2020年10月～2020年12月

気象庁地震火山部
草野 利夫

2020年10月～2020年12月に震度4以上を観測した地震は7回で、震度5弱以上を観測した地震は4回でした。図の範囲内でマグニチュード(M) 5.0以上の地震は26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」、「震度5弱以上」、「被害を伴ったもの(国内)」、「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4回発生しました。今期間内の最大は12月21日02時23分に発生した青森県東方沖の地震(M6.5、最大震度5弱)です。この地震は、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生しました。この地震により、岩手県盛岡市で震度5弱を観測し、宮城県北部で長周期地震動階級2を観測しました。また、この地震により、軽傷者1人の被害がありました(12/28現在、総務省消防庁による)。また、11月22日19時05分には茨城県沖でM5.7の地震、12月12日16時18分には岩手県沖でM5.6の地震が発生し、いずれも最大震度5弱を観測しました。

②新島・神津島近海の地震

(2020/12/18 18:09 深さ11km M5.0)

フィリピン海プレートの地殻内で発生した地震で、東京都利島村で震度5弱を観測しました。この地震の震央付近では12月半ばから地震活動があり、12月31日までに最大震度1以上を観測した地震が34回発生しています(震度5弱:1回、震度4:1回、震度3:3回、震度2:8回、震度1:21回)。新島・神津島から三宅島にかけて

の領域では、三宅島の火山活動が活発であった2000年の7月から8月にかけてM6.0以上の地震が6回発生しています。

世界の地震

今期間、M7.5以上の地震、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、震源要素は米国地質調査所(USGS)、Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)。

●米国、アラスカ州南方の地震

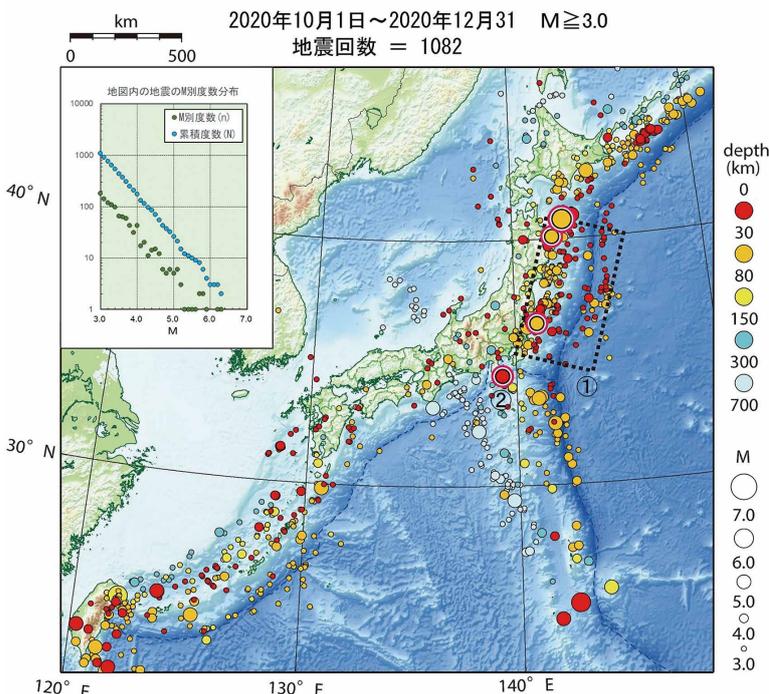
(2020/10/20 05:54 (日本時間) 深さ35km Mw7.6)

この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)が北西-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型でした。この地震によりチグニク(米国アラスカ州)で0.76mの津波が観測されました(アメリカ海洋大気庁(NOAA)による)。

●エーゲ海の地震

(2020/10/30 20:51 (日本時間) 深さ21km Mw7.0)

この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)が南北方向に張力軸を持つ正断層型でした。この地震により、津波が発生し、トルコのイズミル・スフェリスル地区では海岸から約50m内陸まで津波が到達したほか、ギリシャのサモス島では津波により建物被害が生じました(アメリカ海洋大気庁(NOAA)による)。また、この地震により、トルコでは死者115人、負傷者1034人、ギリシャでは死者2人などの被害がありました(国連人道問題調整事務所(OCHA)などによる)。なお、気象庁がこの地震に対して「遠地地震に関する情報」を発表する時に用いた震央地名は「地中海」(詳しい震源の位置は「ギリシャ、ドデカネス諸島」)です。



シリーズ「東北地方太平洋沖地震から10年」その②

2011年東北地方太平洋沖地震は
どのような地震だったのか

Report

1

東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター 松澤 暢

東日本大震災をもたらした2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)は、我が国で近代的観測が始まってから最大の地震であり、震災関連死を含めた死者・行方不明者はこれまでに2万2千人を越えています。このような大規模な地震が何故・どのようにして起こったのか、これまでにわかってきたことをご紹介します。

地震学界が受けた衝撃

地球は大小さまざまな「プレート」と呼ばれる岩板で覆われていて、陸のプレートと海のプレートが衝突すると、通常は海のプレートが陸のプレートの下に沈み込みます。これは海のプレートのほうが陸のプレートより重いからだと考えられています。古い海のプレートほど海水で冷やされて重くなり、簡単に潜り込めるようになって、そのプレート境界の固着が弱くなり、そのような場所では巨大な地震は起こりにくく考えられていました。

東北地方の下に沈み込む太平洋プレートは、日本海溝のあたりで年齢が1億年を超えており、世界の海のプレートの中では「年寄り」の部類でしたから、そこではせいぜいM8級の地震が稀に起こる程度であり、M9級の地震が発生するとは思われていませんでした。しかし実際にはM9.0の地震が発生し、これにより世界中の地震学者が驚愕しました。

本震の発生に至る過程

東北地方太平洋沖には、本震の発生前から様々な観測機器が設置されていたので、本震の発生に至る過程が詳細に明らかになっています。その概要を図1に示します。まず、2011年2月に、図1aの赤色で示した範囲のプレート境界で、スロースリップイベント(SSE; ゆっくりとしたすべり)が生じ、それに伴ってM5の地震が群発的に発生しました(図1aの青星印)。このようなすべりが生じると、その周囲では「応力集中」が起こって、地震が発生しやすくなります。

紙を引っ張っても簡単には破れません、その縁に切れ目を入れておいてから引っ張ると、簡単に破れますよね?これが「応力集中」と呼ばれる現象です。プレート境界にすべりが生じたということは、プレート境界に「切れ目」が入ったのと等価ですので、その先端で新たな破壊(地震)が生じやすいということがご理解いただけ

るかと思えます。

実際に、SSEの領域のすぐ西隣で3月9日の最大前震(M7.3)が発生しました(図1b)。その後、その南側で「余効すべり」と呼ばれるゆっくりとしたすべりが生じたことがわかっています(図1c)。そして、その余効すべりの先端で応力集中が生じて、3月11日に本震の破壊が始まります(図1d)。本震では長さ約500km、幅約200kmのプレート境界がすべったことがわかっていますが、ここでは30m以上すべった場所だけを図1dに示しています。それだけでも100km四方くらいの面積となり、海溝近くでは50mくらいすべったことがわかっています。この海溝近くの大きなすべりが、防潮堤を乗り越えるような高い津波を生み出してしまったのです。このような大きなすべりが海溝付近で生じたことも、世界中の地震学者を驚かせました。

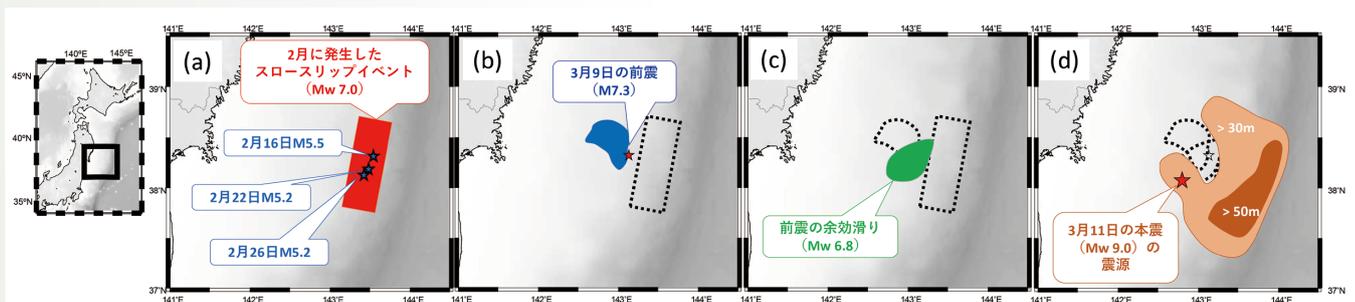


図1 東北地方太平洋沖地震の発生に至る過程 (Ito et al., 2012)。(a) 2011年2月に発生したスロースリップイベント(赤長方形)と群発地震(青星印)。(b) 3月9日に発生した最大前震の破壊開始点(赤星印)と主破壊域(青色領域)(Ohta et al., 2012)。(c) 最大前震の余効すべり域(緑色領域)(Ohta et al., 2012)。(d) 本震の破壊開始点(赤星印)および30m以上(茶色領域)と50m以上(濃茶色領域)のすべり域(inuma et al., 2012)。

なぜ巨大な地震が発生したのか

津波堆積物の調査（なみふる88号参照）から、今回のような巨大な地震がおよそ600年に一度くらいの頻度で発生していたことがわかっています。一方、東北地方の沖合のプレート境界は、前述のとおり固着が弱い、つまりプレート境界の強度は小さいと考えられていて、実際、本震の後の様々な研究からも、この付近のプレート境界の強度はやはり小さいということが明らかになりました。そんな弱いプレート境界で、なぜ600年に一度、巨大な地震を起こすことができるのか、まだ完全には解明されたわけではありませんが、以下のようなことが複合的に作用して巨大な地震を作り出したのではないかと考えられます。

(1) 巨大な固着域

図1に示した30m以上の大すべり域の大部分では、プレート境界型地震がほとんど発生していなかったことが、明らかになっています。当時は、この付近はプレート境界の強度が弱すぎてズルズルとすべってしまい、地震が発生しないのだろうと漠然と考えていましたが、実はほとんど固着していたので地震を発生してなかったのだと、今になれば解釈できます。

太平洋プレートが沈み込むにつれて上盤の岩盤も引きずり込まれ、やがて上盤の弾性反発力がプレート境界の摩擦力を上回ると、プレート境界がすべって地震が生じることになります。強度が弱いのに、600年もずっと固着していたというのは矛盾しているように見えます。しかし、ここで言っている「強度」というのは摩擦応力、つまり単位面積あたりの摩擦力です。人間一人の力は弱くても、大勢集まれば巨大な石を支えられるように、単位面積あたりの摩擦力が小さくても、断層の面積が大きければ、トータルの摩擦力は大きくなり、ある程度の弾性反発力にも耐えて、「固着」を継続できることとなります。

(2) 柔らかい上盤

海溝近くの上盤は柔らかい（弾性定数が小さい）岩石で構成されていることがわかっています。固いバネよりも柔らかいバネのほうが簡単に押し込めるのと同様に、柔らかい岩盤は簡単に弾性変形できるので、弾性反発力は小さくなります。このために600年かけて約50mも引きずり込まれるまで、上盤が跳ね上がることは無く、そして、跳ね上がるときには、それまで押し込まれた50mを解消するようにすべることになります。

(3) 海溝を突き抜けたすべり

断層すべりが地下で起こる場合と、断層すべりが地表に突き抜ける場合で、後者のほうが最大で2倍くらいすべり量が大きくなるのが期待されます。今回の地震ではすべりが海溝を突き抜けたことが明らかになっており、このことも、大きなすべりが生じた理由の一つだと考えられます。

(4) 広大な「おつきあい領域」

プレート境界には、普段は固着していて地震時のみすべる領域と、普段からズルズルすべっている領域以外に、間欠的にゆっくりとすべる領域が存在すると考えられています。この間欠的にゆっくりとすべる領域では、単独では地震（高速すべり）を起こせませんが、隣の領域で巨大な高速すべりが生じると、「おつきあい」で高速すべりを起こしうることがわかっています。東北地方の太平洋沖のプレート境界では、このような「おつきあい領域」が上記の「固着域」の周りにたくさん存在していたので、固着域が高速にすべったときに、この「おつきあい領域」も高速にすべって、さらに地震の規模を大きくしたと考えられます。

これから起こること

アスファルトの上に大きな岩石を置くと、次第にアスファルトが凹んでいきます。このような変形を生じる物体は「粘弾性体」と呼ばれていて、地球のプレートの下のアセ

ノスフェアと呼ばれるマントルも粘弾性体であることがわかっています。

今回の地震のようにプレート境界が大きくなると、この粘弾性体のマントルの上の荷重分布が変化したことになるので、アスファルトの上の岩石を移動させたときと同様に、マントルがゆっくりと変形していき、それに伴って、地表もゆっくりと動きます。東北地方太平洋沖地震が起こったときに、太平洋沿岸は大きく沈降しましたが、その後、余効すべりと粘弾性変形の影響で、海岸がゆっくりと隆起してきています。

マントルをもっともらしい粘弾性体にした数値シミュレーションの結果によれば、この海岸の隆起は次第に減速しながらも本震後約300年続き、それから沈降に転じて、その沈降が約300年続いて、次の巨大地震の発生に至ることになります。ただし、粘弾性の性質が違っていると、この推定も変わるので、その精度を上げるには、これからの非常に長期にわたる観測が重要になります。

また、M9.0の本震発生から十年近くたっても地震活動が高い状態が続いているので（なみふる123号参照）、M8級の大きな余震がいつ起こっても何の不思議もありません。「十年も経ったから、もう大きな余震は起こらない」と安心しないで、用心を継続するようにしてください。

参考文献

- linuma et al., 2012, JGR, doi:10.1029/2012JB009186.
- Ito et al., 2012, Tectonophys., doi:10.1016/j.tecto.2012.08.022.
- Ohta et al., 2012, GRL, doi:10.1029/2012GL052430.

シリーズ「東北地方太平洋沖地震から10年」その③

巨大津波の発生・伝播の過程と今後の対応

Report
2

東北大学災害科学国際研究所 今村 文彦

東北地方太平洋沖地震および津波の発生（東日本大震災）から10年経つ中で、津波に関して発災直後におこなわれた緊急津波（痕跡）調査、リアルタイム観測、波源・伝播の解析によって巨大津波の状況や特徴が明らかになってきました。また、そこから発展した防災・減災に繋がる研究が進んでいます。予測精度を上げ津波発生時に少しでも被害を軽減するための活動を紹介します。

断層モデルでのギャップ

巨大津波の起因の多くは海域での地震（断層運動）であり、海底での地盤の急変動が水塊に作用し、津波という波動が生まれます。1980年代に、断層モデル（地震でどのようにすべりが発生するか）と津波伝播モデルが融合し、順解析^{注1}により過去の津波を再現することに成果を挙げてきました。一方で、逆解析（インバージョン手法^{注1}）により、地震動、地殻変動、津波それぞれを活用し断層モデルの推定を行います。本来、同じ現象を見ているものなので、すべてのモデルが一致するはずですが、実際には互いには違いが生じています。そのため、津波予測や評価のための断層モデルをどのように設定するかは大きな課題となります。

沿岸での観測データと津波痕跡データ

リアルタイムの津波観測として、沖合に設置された釜石海底津波計（2箇所）、GPS波浪計（主に6箇所）や港における験潮記録計（ただし、被害の大きい地域での験潮所は破壊）がありました。捉えられた波形には、地震発生から緩やかな水位の上昇が見られた後に急激な水位上昇が観測され、二段階の巨大津波が来襲したことが分かりました。また一方で、沿岸域において、合計5,000点を超える精力的な津波痕跡調査が実施され、世界

的にも大規模かつ高密度な津波痕跡高^{注2}データが得られたのです（図1）。その結果、三陸沖を中心に、痕跡高が20mを超える地域が南北に延長約290km以上にわたり、さらに、青森県から茨城県に渡る広域なエリアでも、痕跡高が10mを超えておりその範囲が約425kmにもなることが分かりました。この距離は、今回の震源域の南北方向の長さに匹敵しています¹。しかしながら、三陸沖を中心に見られた高い津波は地震動から得られている断層モデルでは説明できません。

逆解析による津波波源モデルの推定

現在、地震動や測地のデータだけではなく津波波形も利用した逆解析が行われ複雑な津波波源モデル（どのように津波が励起されたか）が推定されています。特に、津波を考慮した場合には、(1)各セグメント（断層）で段階的に破壊が生じたこと、(2)震源付近で初期の津波が発生しその後海溝沿いに移動していたこと、(3)宮城・福島沖での海底変化が大きいこと、しかも、(4)日本海溝沿いの値が大きいことが示唆されています。これらの特徴のいくつかは、前述のように地震動や測地によるモデルと異なっており²、どのデータを使う

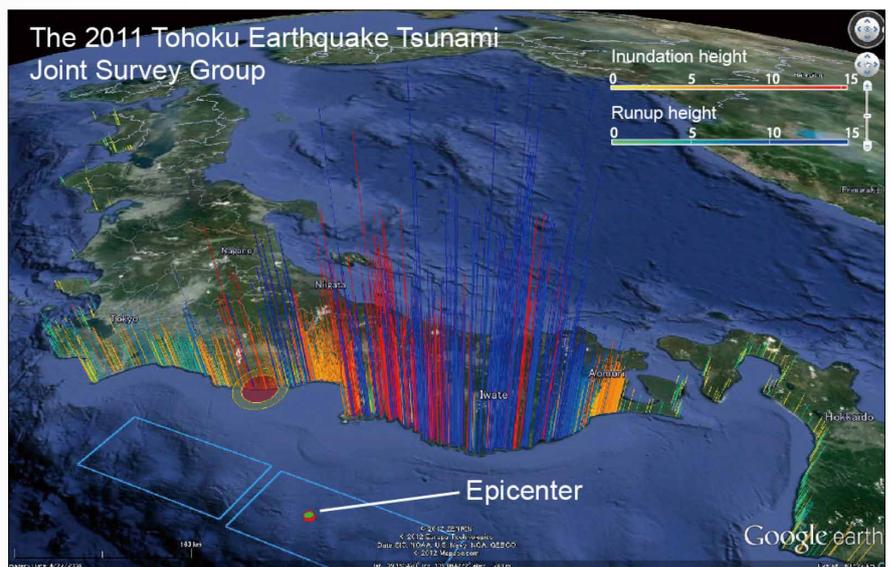


図1 | 調査で得られた津波高（暖色：浸水高、寒色：遡上高）。東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ提供。

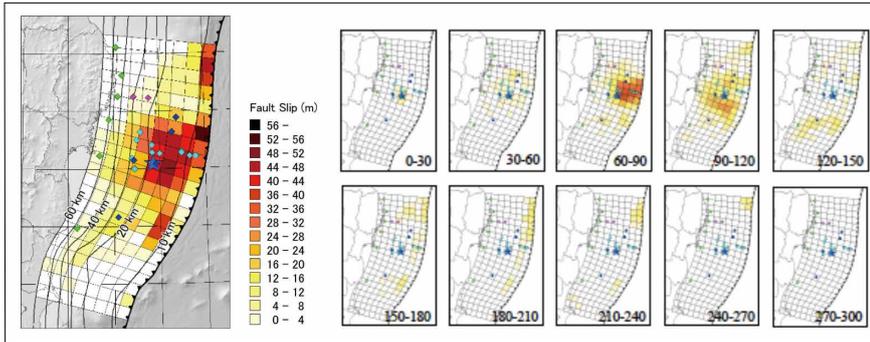


図2 逆解析により推定された津波波源モデル（最終変位量と30秒ごとの時間変位量）³。色はすべりの大きさを反映する。

かにより結果が異なるようです。最近、沖合津波波形、津波痕跡高データに加えて陸域・海域測地データ、GNSSデータを融合させた津波波源モデルが推定されました³。この結果によると、図2に示すように、地震発生から約1分後に宮城県沖で主要な断層すべりが生じるとともに岩手県沖の海溝軸に沿って地震発生から5分後までゆっくりとしたすべりが継続する動きが示唆されました。しかも、岩手県北部沖では、地震動からは推定されない大きなすべりが顕著であり、地すべり性津波の可能性も含めて注目されています。

波源モデルの特性化—将来の予測に向けて

今後、巨大地震の際に、津波をどのように推定するのか？ 特に大きなすべりを持つ領域が常に伴うのか？ その場所はどこなのか？ などの議論が活発に行われています。将来予測のためには、地震動などの断層モデルを参考にしつつも津波発生の特徴を考慮して、ある程度単純化したモデルが必要です。これは「特性化」と呼ばれており、現在、プレート間地震による

津波の特性化波源モデルの構築が図られています^{4,5}。例えば図3に示すモデル⁴では、前述の津波波源モデルを参考にし宮城県の沖合と岩手県北部沖にすべりが非常に大きな「超大すべり域」を配置しています。また、大すべり域・超大すべり域の配置についても、考えられ得るさまざまな不確実性を加え、それぞれのケースに応じて津波の予測や評価をすることが可能です。

広域での高密度リアルタイム観測による精度向上

実際に地震等が発生した場合には、沖合観測のデータを活用すれば、津波が沿岸に到達する前に検知できるため、迅速な津波警報・注意報の発表・更新や解除等に有用な情報となります。現在、気象庁は、新しい逆解析手法（tFISH⁶）にも取り込みリアルタイムで波源の推定精度を向上させるシステムの実用化を検討しています。これは断層モデルを仮定しない手法でもあり、地震以外の地すべりや火山噴火などに起因した津波に対しても適用できると期待されています。これに必

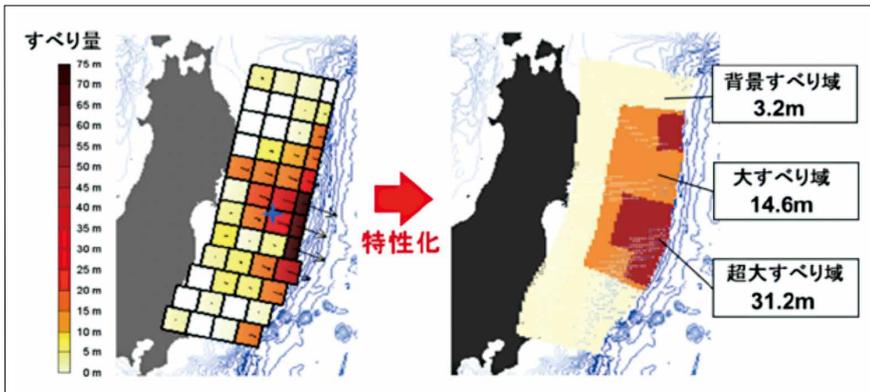


図3 津波波源の特性化について⁴。

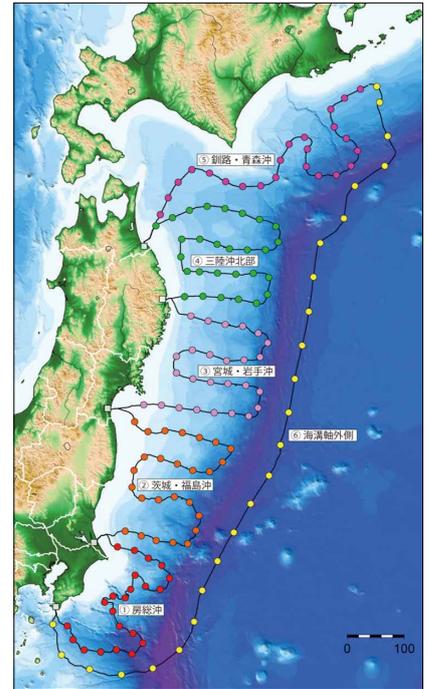


図4 日本海溝海底地震津波観測網（S-net）の整備。
<https://www.seafloor.bosai.go.jp/S-net/>

要な観測網として、防災科学技術研究所は、日本海溝から千島海溝海域に至る東日本太平洋沖に地震計と水圧（津波）計が一体となった観測装置を150カ所に設置しました。これらの観測装置を全長約5,500kmに及ぶ海底ケーブルで接続した観測網（S-net、図4）によってリアルタイムかつ24時間連続での観測データの取得が開始されています。海溝型地震や直後の津波を直接的に検知し、リアルタイム解析に利用され、迅速かつ確実な情報提供により避難行動や被害軽減などに貢献すると期待されています⁷。

注1) 原因(例えば、断層のすべり)から結果(例えば、津波波形や地震動)を計算することを順解析、結果から原因を推定することを逆解析と呼びます。

注2) 平常潮位から測定した海岸線付近での津波の痕跡の高さ。

参考文献

- 森信人(2011), 東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会 予稿集, 1-6
- Yokota Y., et al.(2011), Geophys. Res. Lett., 38, <https://doi.org/10.1029/2011GL050098>
- 根本信ら(2019), 日本地震工学会論文集, 19(2)
- 杉野英治ら(2014), 日本地震工学会論文集, 14(5), 5_1-5_18
- 地震調査研究推進本部津波評価部会(2015), https://www.jishin.go.jp/main/tsunami/17jan_tsunami-recipe.pdf
- 気象庁(2019), https://www.jma.go.jp/jma/press/1903/26a/20190326_tFISH.html
- 今村文彦(2019), 逆流する津波, 成山書店

シリーズ「東北地方太平洋沖地震から10年」その④

なぜ震度7でも建物に 大被害が出なかったのか？

Report
3

工学院大学建築学部 / 総合研究所 都市減災センター長 久田 嘉章

超巨大地震（M9）であった2011年東北地方太平洋沖地震により、東北地方の沿岸部で震度7を含む強い揺れが多数の地点で観測されました。但し、倒壊するような甚大な被害の建物は多くはなく、特に新しく耐震性の高い建物はほぼ無被害でした。本報告では1995年兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）との対比から、強震記録を用いて強震動と建物被害の特徴を確認し、なぜ震度7でも建物の被害程度に大きな違いが生じたのかを説明します。

超巨大地震の震源モデルと強震動

東北地方太平洋沖地震は、図1に示すように震源断層の長さ約500km、幅約200km、最大すべり量は50m近いと推定され、我が国の歴史上最大の地震でした。最大で40m近い巨大津波により2万人以上の死者・行方不明者（震災関連死を含む）となる戦後最悪の「東日本大震災」となりました。地震の揺れは全国で観測され、特に震源から遠く離れた東京

や大阪では超高層建築を大きく揺らす「長周期地震動」が注目されました。一方、東北地方では広大な地域で震度7を含む激しい揺れに襲われましたが、老朽建物を除くと揺れにより倒壊するような甚大な被害建物は殆どありませんでした。

震度7で建物被害が大きく異なる理由

写真1に被害の様相が大きく異なる震度7の2つの地域を紹介します。写真1(a)

は、東北地方太平洋沖地震後のK-NET 築館（宮城県栗原市、図1参照）の周辺地域ですが、特に目立った建物被害はありませんでした³。一方、写真1(b)は、死者6400名以上の「阪神・淡路大震災」を発生させた1995年兵庫県南部地震（M7.3）のJR鷹取の周辺（神戸市須磨区）ですが、多数の建物が大破・倒壊しています。

はじめに震度階の定義が阪神・淡路大震災を契機に変更されたことを紹介します。旧い震度階では、震度5以下の場合には気象庁職員による体感で、震度6以上の場合には家屋の倒壊率で判定していました。須磨区のような震度7の倒壊率は30%程度以上とされていたので、被害の全容が明らかになるまで震度を公表できず、初動対応が大きく遅れる原因になりました。このため気象庁は1996年に全国に震度計を配置し、即時に公表できる計測震度を導入しました。その計算法は従来の震度に整合するように定義されていますが、場所によっては計測震度と周辺建物の被害程度が合わなくなりました。例えば、震度計が地域を代表する場所に設置できない場合、軟弱地盤などで大きく揺れる場合、などです。また震度7でも、周辺の建物が耐震性に優れた建物であれば、倒壊家屋は出なくなるにも注意が必要です。

次に図2(a), (b)にK-NET 築館とJR鷹取の加速度波形の南北（NS）成分を示

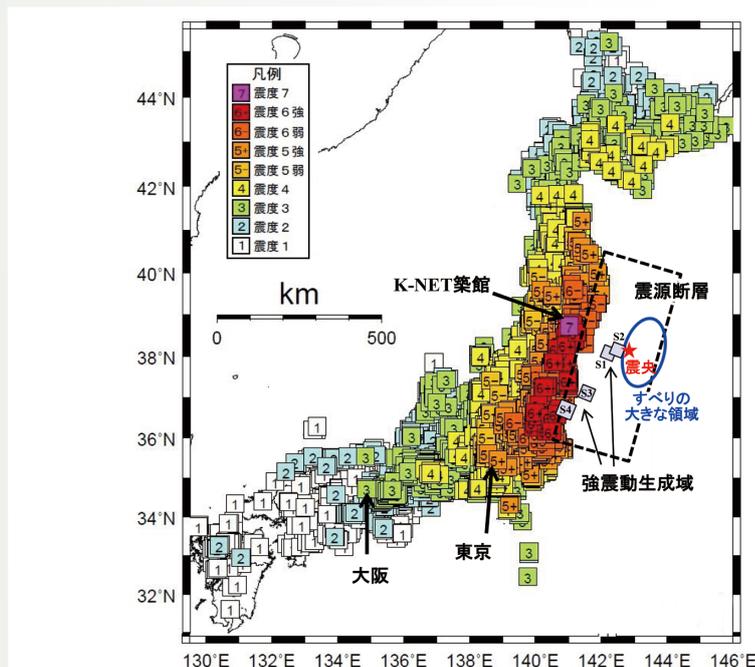


図1 2011年東北地方太平洋沖地震の震源断層と震度分布図（文献1に文献2の震源断層、「すべりの大きな領域」、および、強震動生成域S1～S4を加筆）

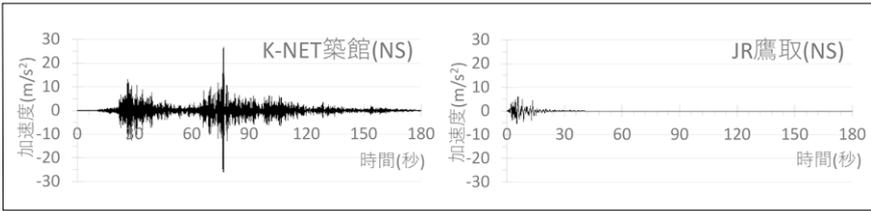


(a) K-NET 築館周辺のほぼ無被害の建物³



(b) JR 鷹取周辺の大被害の建物 (提供: 神戸市)

写真1 震度7となった2011年東北地方太平洋沖地震のK-NET 築館(宮城県栗原市)と、1995年兵庫県南部地震のJR 鷹取(神戸市須磨区)の周辺建物の被害の様相の違い



(a) K-NET 築館の加速度波形

(b) JR 鷹取の加速度波形

図2 写真1(a)(b)に対応する地域内の強震記録(加速度波形南北成分)

します。両者は大きく異なり、前者の振幅の方がはるかに大きく、継続時間も非常に長く、一見すると建物への破壊力も大きいように見えます。すなわち、振幅が最大で約 27m/s^2 (約 $3g$, g は重力加速度)もあり、複雑な波形の継続時間は180秒を超えています²。一方、後者の振幅はずっと小さく(約 6m/s^2)、強い揺れの継続時間も15秒程度しかありません。

なぜ加速度が大きいK-NET 築館では建物被害は殆ど無く、逆に加速度が小さいJR 鷹取では甚大な被害となったのでしょうか? 以下に二つの理由で説明します。

一つめは、建物の耐震性の地域性と耐震基準の違いです。まず地域性ですが、寒冷で地震が多い東北地方の伝統的な木造住宅は一般に耐震壁の量が多く、屋根が軽いのですが、温暖で地震が少ない関西地方では台風などの強風対策から、

一般に壁量が少なく、重い瓦屋根を載せています。従って、後者の方が耐震性に劣ります。次に耐震基準ですが、地震により甚大な建物被害を経験するたびに何度も改正されてきました。大きな改正は1971年と1981年、さらに木造建物は2000年に実施され、耐震性は大きく向上しました。木造住宅の建て替えは25~30年程度で行われますので、1995年の神戸市に比べて、2011年の栗原市の住宅の方が耐震性に優れていたと考えられています。

二つめは、強震動特性の違いです。建物を倒壊させるには、加速度がいくら大きくてもごく短時間(0.1~0.5秒)加えるだけでは不十分であり、大きな加速度をより長い時間(1秒前後の「やや短周期」)加えて、大きな変形を生じさせる必要があります。この特性を確認するために、K-NET 築館とJR 鷹取による変位応答ス

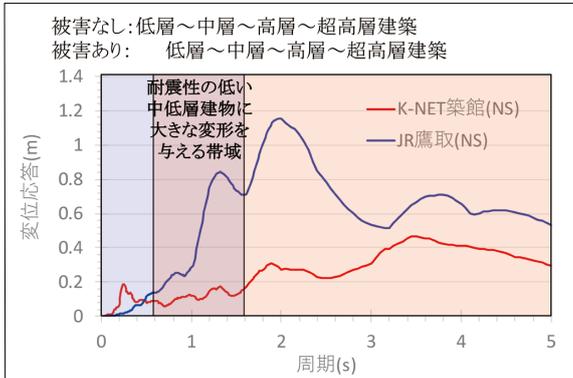


図3 K-NET 築館とJR 鷹取の変位応答スペクトル。上段は建物の固有周期の目安(建物の構造躯体に被害が生じると周期が長くなる)

ペクトルを図3に示します。ここで変位応答スペクトルとは、周期の異なる建物(1質点系振動モデル)に強震記録を入力して応答を計算し、建物の周期と最大の変位との関係を示したグラフです。図3の横軸は建物の周期、縦軸は最大応答変位の値を示し、上段には大雑把ですが建物の周期の目安も示しています。一般

的な中低層建物の周期は1秒程度以下、高層建物は1秒程度以上ですが、建物の構造躯体に被害が生じると周期が長くなります。耐震性に劣る中低層建物には一般に周期1秒程度の地震動が危険と言われていますが、これは被害を生じた建物周期と地震動の卓越周期が一致し、応答変位が非常に大きくなるためです。図3にあるように、K-NET 築館は0.2~0.3秒の短周期では最大で約0.2mの変位応答ですが、JR 鷹取では周期1秒程度から長周期側で急激に変位が増大し、1秒以上では0.8mを超えています。すなわち、耐力の劣る低層建物にはJR 鷹取の方がはるかに破壊力ある強震動だったのです。

おわりに

2011年東北地方太平洋沖地震と1995年兵庫県南部地震による強震記録を用いて、同じ震度7でも建物の被害程度には大きな差が出る理由を説明しました。後者は活断層帯で起きた地震から発生した周期1秒程度のやや短周期に富む強震動により、耐震性に劣る多くの木造家屋が倒壊しました。この教訓を踏まえ、2000年に耐震基準の大改訂が行われ、2016年熊本地震など最近の地震では震度7でも新しい建物が倒壊することは殆ど無くなりました。最後になりますが、K-NET 築館は防災科学技術研究所、JR 鷹取は鉄道総合技術研究所による強震記録を使わせて頂きました。

参考文献

- 国土交通省気象庁、震度分布図、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震
https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/2011_03_11_tohoku/index.html
- 浅野公之、「同時・多発・連動型」海溝型地震だった? 日本地震学会広報誌「なみふる」、No.87、p.04、2011.10
- 林佑樹、飯塚裕暁、汐満将史、小林雄、境有紀、2011年東北地方太平洋沖地震の宮城県における強震観測点周辺の状況と発生した地震動との対応性、日本地震工学会論文集、第13巻、第5号、62-101、2013.11.

「今村明恒誕生150周年記念講演会：地震学の先駆者今村明恒と鹿児島の防災」開催報告

講演会世話人：小林励司（鹿児島大学）

2020年12月6日（日）、鹿児島大学地震火山地域防災センターの主催で「今村明恒誕生150周年記念講演会：地震学の先駆者今村明恒と鹿児島の防災」を開催しました。今村明恒（あきつね）は、鹿児島市出身で大正から昭和にかけて地震学の先駆者として活躍しました。この講演会は、今村明恒の功績と、その功績が地域防災に役立っていることを、地元の人に知ってもらうことを目的として開催されました。

当初は鹿児島大学稲盛会館での開催を目指して準備していましたが、新型コロナウイルス感染拡大の状況が悪化したため、オンラインに切り替えました。そのため鹿児島の地元市民の皆様に加え、全国からも多くの参加があり、約120人の参加となりました。

最初に、名古屋大学の武村雅之特任教授による特別講演「今村明恒と日本の地震学—「震災予防」を終生つらぬいた地震学者」で、今村明恒の功績が詳しく紹介されました。今村明恒が、副題にあるような「震災予防」を目指していたことがよく分かっていただけたのではないかと思います。休憩をはさんで、次に鹿児島大学の井村隆介准教授による講演「過去の噴火に学んで備える—桜島火山の歴史時代の噴火」があり、桜島の噴火について過去の史資料から得られる教訓を示していただきました。最後に小林による講演「1914年桜島大正噴火で発生した大地震」があり、今村明恒の功績をはじめ過去の記録が現在の防災研究につながることを示しました。講演終了後、参加者から多くの質問をいただき、活発な意見交換が行われました。

今村明恒については、なるふるの101、102、104号に連載記事があります。興味のある方はそちらをご覧ください。

日本地震学会には後援をいただきました。ありがとうございました。

謝辞

- ・「主な地震活動」は、国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国土地理院、国立研究開発法人海洋研究開発機構、公益財団法人地震予知総合研究振興会、青森県、東京都、静岡県、神奈川県、鹿児島県、温泉地学研究所及び気象庁のデータを用いて作成しています。また、2016年熊本地震合同観測グループのオンライン臨時観測点（河原、熊野座）、米国大学間地震学研究連合（IRIS）の観測点（台北、玉峰、寧安橋、玉里、台東）のデータを利用しています。
- ・「主な地震活動」で使用している地図の作成に当たって、地形データは米国立環境情報センターのETOPO1を使用しています。
- ・「主な地震活動」に描画した地震の震源要素等について、2020年1月12日現在、2020年4月18日から10月23日までの地震について、暫定的に震源精査の基準を変更しているため、その前後の期間と比較して微小な地震での震源決定数の変化（増減）がみられます。なお、地震の震源要素等は、再調査後、修正することがあります。

広報紙「なるふる」購読申込のご案内

日本地震学会は広報紙「なるふる」を、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、低解像度の「なるふる」pdfファイル版は日本地震学会ウェブサイトでも無料でご覧になれ、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、税込）

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。

強震動委員会第36回研究会 「正確な震度観測を行うために」開催報告

日本地震学会強震動委員会 室谷智子（国立科学博物館）

2020年12月15日（火）に、強震動委員会第36回研究会をオンラインにて開催いたしました。本研究会は、2020年3月4日に対面での開催を予定していたものを、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により延期し、さらにオンライン開催に変更して実施したものです。「正確な震度観測を行うために」というテーマで、気象庁地震火山部地震津波監視課の黒木英州氏にご講演いただきました。気象庁の震度観測業務やその変遷、震度計を設置するための条件、地震後のアンケート調査による震度と被害の関連性の検討、といった内容について紹介がありました。講演50分、質疑10分としておりましたが、終了時間を予定よりも約20分延長するほど、活発な議論が行われました。今回はオンライン開催ということで事前予約制を取らせていただき、講師や強震動委員会委員も含めて55名の参加がありました。オンライン開催としたことにより例年よりも参加人数は増加し、初めて参加された方も多かったようです。普段当たり前のように耳にしている「震度」を正確に観測・発表するための大変さを知る、良い機会となりました。



日本地震学会広報紙
「なるふる」第124号
2021年2月1日発行
定価150円（税込、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
佐藤 利典（委員長）
桑野 修（編集長）
土井 一生（副編集長）
生田 領野（副編集長）
石川 有三、伊藤 忍、入江 さやか、
小泉 尚嗣、迫田 浩司、白濱 吉起、
武村 雅之、田中 聡、田所 敬一、
溜淵 功史、津村 紀子、松澤 孝紀、
松島 信一、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。