

# 1. 背景

## 1.1 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震と津波の概要

平成 23 年（2011 年）3 月 11 日 14 時 46 分、三陸沖（牡鹿半島の東南東約 130km 付近）を震源とする Mw（モーメントマグニチュード）9.0 の地震が発生した。気象庁は、この地震を「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」(The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake) と命名した（大竹, 2012）。震源が太平洋プレートと陸側のプレートの境界付近であり、発震機構（CMT 解）は、プレートの沈み込み方向に調和的な西北西 - 東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であることから、プレート境界型の巨大地震だと考えられる。米国地質調査所（USGS）の 1900 年以降の地震カタログによれば、チリ地震（1960 年 Mw9.5）、アラスカ地震（1964 年 Mw9.2）、スマトラ島沖地震（2004 年 Mw9.1）に次いで、世界 4 位の規模の地震である。

津波が押し寄せた東日本の太平洋沿岸を中心に、地震による死者・行方不明者と合わせて約 2 万人に達する（消防庁災害対策本部, 2012）など、甚大な被害が生じた。

## 1.2 津波現地調査の重要性

大きな津波災害が発生した場合、詳しい状況を把握して現象の解明に役立てるとともに、後世に記録を残すことは重要である。検潮所等の観測施設がある場所での津波の高さや、航空写真・衛星写真から判読できる浸水範囲だけでなく、それ以外の津波状況についても、できるだけ現地で確認して記録する必要がある。一般に、現地調査では、目撃者からの聞き取り、写真・映像資料の収集および痕跡の位置の測量によって、津波発生当時の各地の水位変化量を測定して、津波の分布を求めることが、重要な目的の一つになる。

しかし、津波の痕跡は降雨や復旧作業などで月日の経過とともに失われ、また、人の記憶も次第にあいまいになって聞き取り調査の信頼性にも影響が及ぶので、調査は早期に行う必要がある。

## 1.3 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ

一連の被害が甚大であったため、現地調査が人命救助・物資支援活動に支障を与えることがないように、被災地の負担に配慮しつつ、しかも、広域に及ぶ調査対象を効率的に調査する必要がある。また、各機関で分担して調査を実施することが有効である。

発災の直後から国内の津波研究者が連絡を取り合って、関西大学の高橋教授および京都大学の森教授が事務局を務める東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループが結成された。同グループとして多くの機関が情報交換・連携をしながら調査を進めることとなった。

気象研究所でも、合同調査グループを通じて被災地での人命救助活動の進捗と物流の回復の情報を得て、調査の実施時期を決定した。調査結果の利用価値を高めるため、調査の方法・まとめ方、潮汐補正の方法は同グループ事務局と調整し、他の多くの機関と共通化を図った。また、気象庁本庁および各地方気象台との分担、他の研究機関の調査との重複の回避を考慮して担当範囲を決めて実施した。

## 1.4 津波予警報の検証の必要性

2011 年東北地方太平洋沖地震の発生に伴い、気象庁では東北地方太平洋岸などに大津波の津波警報を発表するなど、全国 66 の津波予報区全てに対して津波注意報または津波警報を発表した（Ozaki,

2011). 気象庁では、海岸における「津波の高さ」を基準として、津波警報、津波注意報および津波予報（以下、予警報）を発表している。ここで、津波の高さとは津波によって生じた潮位異常、すなわち、津波がなかったと仮定した場合の潮位を基準とした潮位の変化量のことである（図 1）。

気象庁では津波予警報を発表した場合には、検潮所における潮位観測値等を分析して、予警報の発表内容が適切であったか否かを検証し、その結果を業務の参考として活用している。検潮施設の数には限りがあることから、顕著な津波があった場合には、現地調査を通じて、検潮施設のない海岸も含めて詳細な津波の高さの分布を把握することができれば、予警報の検証のために有効となる。

2011 年東北地方太平洋沖地震による津波では、東北地方太平洋沿岸の検潮所の多くで地震動あるいは津波のために障害を生じ、最大の津波の高さの観測値が得られていない場所もある。このため、現地調査によって津波の高さの分布を解明することは、とりわけ重要性が高い。気象庁（気象研究所と各地の気象台を含む）では、主として「津波の高さ」に近い性質を持つと考えられる海岸近傍での津波浸水高（図 1）に着眼した現地調査を実施した。気象研究所では、同時に、局所的な津波の挙動に関する観測値を収集することを目的とした調査も併せて実施した。

## 1.5 本報告の位置づけ

気象庁が実施した 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波現地調査の解析の結果は、「地震・火山月報（防災編）」（気象庁, 2011）および「気象庁技術報告」（阿部・平松, 2012）で公表されている。また、東北地方太平洋沖地震合同調査グループの調査結果のまとめも公表されている（例えば、The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group, 2011; Mori *et al.*, 2012）。全国を網羅する観測値をこれらの論文や報告書を参照して取得すると、気象研究所が分担した現地調査の結果も含まれている。

本報告では 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波現地調査で気象研究所が分担した調査の詳細を記録した。測定データを利用する際に参照されたい。

## 2. 現地調査の目的と方法

気象庁地震火山部は、全国の気象台が統一した方法で地震動や津波の現地調査を実施できるように、2011 年 3 月に現地調査のためのマニュアル（気象庁地震火山部, 2011）を改定した。2011 年東北地方太平洋沖地震による津波現地調査はこのマニュアルに沿って実施されたが、実質的には、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループの現地調査マニュアルに示された方法と同一である。

### 2.1 主な目的

#### (1) 津波高分布の調査

津波の痕跡等の位置と海水面の高さの差をレベル測量した値を計測値とし、計測時の潮位と津波最大波の推定到達時刻における平常潮位との差を補正して、津波高とした。痕跡等は、津波浸水高（痕跡高）を測定可能な箇所を海岸から近い場所で探した。

#### (2) 詳細な津波分布の調査

詳細な津波分布の調査対象地区は、茨城県北茨城市の平潟地区、茨城県北茨城市大津漁港付近、千葉県旭市の海岸の 3 箇所とし、各地区内に多数の測定点を設けて、詳細な津波分布の調査を調べた。

津波浸水高に限らず、遡上高も測定対象としたことを除けば、2.1(1)と同じ方法である。

## 2.2 日程と対象範囲

気象研究所でも、被災地での人命救助活動の進捗と物流の回復を待って、調査を実施することとした。調査結果の利用価値を高めるため、調査の方法・まとめ方、潮汐補正の方法は同グループ事務局と調整し、他の多くの機関と共通のものになるようにした。気象庁本庁および各地方気象台との分担、他の研究機関の調査との重複の回避も考慮して担当範囲を決めて実施した。

気象研究所では、茨城県と千葉県の一部の調査を担当し、以下の二回に分けて現地調査を行った。なお、2回目の対象地域に注目した理由は、津波による死者・行方不明者が集中した場所の中では、最も震源から離れた場所にあるためである。

### (1) 1回目 2011年3月25～26日

対象地域：茨城県沿岸

調査者：前田憲二，林 豊，対馬弘晃（地震火山研究部），岡田正實（客員研究員）

※一部は水戸地方気象台の調査班と合同で調査

### (2) 2回目 2011年4月12～13日

対象地域：千葉県旭市沿岸

調査者：前田憲二，林 豊，木村一洋，岩切一宏（地震火山研究部）

## 2.3 機材と測定方法

津波の痕跡の計測には、トータルステーション（測距儀と測角儀の機能を持つ測量機器）と標尺を用いて、水準測量の要領で海面と痕跡の高さの違いを測定した。

なお、気象庁および地方の気象官署の調査班はトータルステーションの代わりにレーザー距離計を利用している。このため、1回目の調査の一部を水戸地方気象台の調査班合同で実施し、同一痕跡を用いた比較測量を実施し、その結果、トータルステーションとレーザー距離計の測定値の差が0.1m以内（測器の精度以下）であることを確認した。従って、レーザー距離計を利用した水戸地方気象台を含む気象庁および地方の気象官署の測定値と、気象研究所班の測定値を同等に扱うことができる。

## 2.4 測定値のまとめ方

### (1) 津波痕跡の種類と判定基準

津波の痕跡には、建造物の壁に残った泥などの浸水痕、樹木に絡まった枯れ枝やごみ、倒れた草・漂着物などの漂流物の到達点などがある。このほか、目撃者の証言に基づいて浸水箇所の上限などの情報が得られることがある。

痕跡の明瞭さや証言の信ぴょう性を判断して、測定値の信頼度を測定点毎にAからDの4段階で評価した（表1,2の注を参照）。信頼度の判断基準は、東北地方太平洋沖地震合同調査グループで共通のものである。信頼度がC以下の測定値は利用しないことを強く推奨する。

### (2) 浸水高と遡上高の定義

東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによる定義（図1）のうちレベル測量（水準測量）を用いた。津波の痕跡と測定時における海面との高さを測定して得られるのが計測値（測定高）である。測定時の潮位が分かれば、痕跡の位置（痕跡高）を参照した潮位観測点での平均海水面（MSL）ある

いは東京湾平均海水面（T.P.）を基準にした高さで表わせる。

津波の痕跡は大きく分けると、建造物の壁に残った浸水痕のように、その場所の地盤の高さよりも高い場所に痕跡がある場合と、地面に残された漂流物の最遠到達点のように浸水した範囲の限界（遡上点）を示すものがある。次節に述べる潮汐補正をしたのちに得られる津波高が、前者の痕跡に基づく場合は浸水高、後者による場合は遡上高と区別する。一般に、遡上点から海岸までの距離（遡上距離）が短い場合は斜面を駆け上がる効果で遡上高の方が浸水高より高くなりやすいが、遡上距離が長い場合は遡上過程の摩擦等の効果で遡上高の方が海岸付近の浸水高よりも低くなることもある。

## 2.5 潮汐補正

測定点への津波の到達時の天文潮位を推定して、これと MSL や T.P. を基準とした痕跡高の差を求めることで、津波によって生じた潮位変化分を求める潮汐補正を行う。この補正において、津波最大波の推定到達時刻は、聞き取りから時刻が判明した場合はその時刻を用いた。それ以外の場合は、測定値が得られる最寄りの検潮所での最大波の出現時（あるいはその推定時刻）を用いた。計測時の潮位と津波最大波の推定到達時刻における平常潮位は、潮位表が得られる最寄りの検潮所での天文潮位の差で代用した。

本稿で報告した解析値では、計測時の潮位と津波最大波の推定到達時刻における平常潮位として、天文潮位と実際の潮位との差を考慮していない簡易な補正を行っている。また、余効変動などによる地盤高の変化に起因する計測時と津波到達時の潮位基準面の違いも考慮していない。

実測潮位は、天文潮位のモデルと実際との差、海流、海上風、気圧の影響などで、多くの場合は天文潮位と数 cm～数十 cm の違いがある。また、余効変動あるいは余震に伴う海岸付近での地殻変動量は、一般には本震に伴う地殻変動よりも小さいが、東北地方の太平洋沿岸の検潮所の潮位基準面は本震後数十 cm 変化している。このため、計測時と津波到達時の潮位基準面の違いは数 cm 以上に達すると考えられる。

一方、津波の痕跡の位置の解釈の仕方、最大波到達時刻の解釈による津波発生時の推算潮位の違い、測定点のサンプルの空間代表性によっても、数 cm～数十 cm 以上の違いは容易に生じると考えられる。これらは、補正の工夫の余地がない要因である。

以上のことから、本稿で報告した方法以上に複雑な補正をしても、解析値の精度の有意な改善につながるとは考えにくいと判断した。

## 3. 現地調査の結果

各調査地点での測定値および潮汐補正後の津波高の結果は、以下および表 1, 2 のとおり。より詳細なデータは付録（測定位置の地図は付録 1 の図 A1～A8, 測定値の写真は付録 2 の写真 A1～A14, 調査票は付録 3）を参照されたい。なお、地点番号は 2, 3 などの数字で、測量の作業単位毎に割り振った。一つの地点番号に複数の測定点に対応ある場合は、2A, 3B など地点番号の後にアルファベットを付けて測定点を区別した。

### 3.1 津波高分布の概要

第1回の調査では茨城県の北茨城市から銚田市の計23点(参考値扱いの1点を除く)で測定を行った(表1)。いずれも信頼度はAまたはBである。遡上高を測定した2点を除く20点で、補正後の津波の浸水高は3.4~6.9mであった。また大津町と大貫町でそれぞれ5.2mと5.3mの遡上高を得た。このうち測定点を集中させた北茨城市平潟地区とひたちなか市大津漁港付近の結果については次節3.2(1), (2)で述べる。

第2回の調査では千葉県旭市の14点で測定を行い(表2)、うち信頼度がDの1点を除き、信頼度がAの13の測定値が得られ、浸水高は3.6m~6.3m、遡上高では3.6~8.2mであった。次節3.2(3)で詳しく述べる。

### 3.2 詳細な津波分布の調査の結果概要

#### (1) 茨城県北茨城市の平潟地区

本地区では、防波堤の背後にあたる漁港内と、それに隣接する住宅地で海岸に近い場所での津波浸水高の違いに着目した調査を実施した。平潟地区での津波に伴う水位上昇は、防波堤の背後になる漁港内では3.4~3.6m程度、漁港外に約百m離れた場所では6.9m程度と、大きく異なっていた(図A2)。なお、浸水したのが1階までであっても、大きな漂流物が衝突して2階外壁が損傷を受けた建物がある。

#### (2) 茨城県北茨城市大津漁港付近

本地区では、海岸から高台へと通じる一つの通りを選んで、浸水方向に沿った浸水高の分布のサンプルを得ることを目的とした調査を実施した。ここでは、津波がかけ上がる際に、浸水高がなめらかに変化してはならず、測定点12A, Bでは浸水高が3.7m、そこから坂を上った測定点12C~Eで4.5~4.7m、遡上高は5.2mというように、階段状に浸水高が高くなる様子が認められる(図A3)。

#### (3) 千葉県旭市の海岸

本地区は九十九里浜の最北東端にあたる。最寄りの検潮所(銚子)では、津波到達から2時間以上経過した17時22分に最大波を記録していることから、聞き取り調査を多く取り入れて、後続波の挙動を知ることが目的とした調査を実施した。各調査地点での聞き取り調査の結果を総合すると、飯岡地区など長さ1km程度の海岸では第三波と思われる17時頃に最大波があり、それ以外の海岸では15時台の第一波が最大波だったことも分かった(図A7)。潮位補正にはこのように聞き取りで判明した津波到達時刻の情報を用いた。

旭市での津波の死者が集中している地区と、第三波と思われる後続の波で最大の津波を記録した範囲が一致している。しかし、3.6~5.6mであった飯岡地区下永井の浸水高は、旭市のそれ以外の場所での浸水高3.6m~6.3mに比べて際立って高いわけではない。一方、聞き取り調査の中で、下永井では、第一波で自宅が浸水したために避難し、暗くなる前に家の後片付けをしようと混雑した避難所から自宅に帰ったところ、津波が来て亡くなった方がいるという証言も得られた。

## 4. まとめ

気象研究所では2011年東北地方太平洋沖地震の発生後、津波の遡上高または浸水高の分布を明らか

にするため現地調査を実施した。茨城県北茨城市から千葉県旭市までを対象としており、網羅的な調査ではないものの、津波のいくつか特筆すべき現象を見つけることができた。

例えば、茨城県の最北端にあたる北茨城市の平潟地区での津波に伴う水位上昇は、防波堤の背後になる漁港内外という狭い範囲で、大きく異なっていたこと。この地区で、浸水したのは1階までであっても、大きな漂流物が衝突して2階外壁が損傷を受けた建物があったことから、津波予測や避難計画において、浸水高や津波の高さだけで津波のハザードを議論すべきではなく、また、津波の高さだけを根拠に高い建物への避難の安全性を議論してはならないことを再認識させられた。

また、千葉県最東端にあたる旭市での聞き取り調査からは、旧飯岡町下永井など長さ1km程度の海岸では17時頃の第三波と思われる津波が最大波、それ以外の海岸では15時台の第一波が最大波だったらしいことが分かった。第一波で自宅が浸水したために避難し、暗くなる前に家の後片付けをしようとして、混雑した避難所から自宅に帰ったところ、津波が来て亡くなった方がいるという証言は、このような行動が旭市飯岡地区での被害を拡大させる要因になった可能性があること、また、津波の後続波の予測を適切化できれば救える命があることを示唆している。

本報告書に記した現地調査の結果のうち数値等は、他機関の調査結果と共通の方法で解析できるようにするため、気象庁地震機動観測班（図2）および東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ（図3）に提供してきた。2011年東北地方太平洋沖地震津波の解析には、気象庁の刊行物や合同調査グループのホームページや論文を通じて公表されている他機関の調査結果も、併せて利用していただきたい。

## 謝辞

現地調査において、被災地では、多くの方々から親切に有用な情報を提供していただきました。測定値の整理には、電子国土ポータル (<http://portal.cyberjapan.jp/index.html>) を利用しました。関西大学の高橋智幸教授、京都大学防災研究所の森信人教授、東京大学地震研究所の都司嘉宣准教授（当時）をはじめ、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループの各位には、調査計画の立案や調査結果の解析に際してご助言を賜りました。この場を借りてお礼申し上げます。

## 参考文献

阿部正雄・平松秀行(2012): 3.2 津波に関する現地調査, 気象庁編, 「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査報告」, 気象庁技術報告, no.133 第I編, pp.123-235.

気象庁(2011): 特集1. 「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」, 地震・火山月報(防災編), 平成23年3月号, pp.57-148.

気象庁地震火山部(2011): 附録. 地震津波現地調査マニュアル, 地震津波災害調査指針, 気象庁地震火山部, pp.1-58.

- Mori, N., T. Takahashi and The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group (2012): Nationwide survey of the 2011 Tohoku earthquake tsunami, *Coastal Engineering Journal*, Vol.54, No.1, 1-27. (doi: 10.1142/S0578563412500015)
- 大竹和生(2012): 1.1 概要, 気象庁編, 「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震調査報告」, 気象庁技術報告, No.133 第 I 編, pp.11-12.
- Ozaki, T. (2011): Outline of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Mw 9.0)—Tsunami warnings/advisories and observations—, *Earth Planets Space*, Vol.63, 827-830.
- 消防庁災害対策本部(2012): 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災) について (第 146 報) , <http://www.fdma.go.jp/bn/2012/detail/691.html>. (2013.1.11 閲覧)
- The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group (2011): Nationwide Field Survey of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake Tsunami, *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, Series B (土木学会論文集 B2(海岸工学)), Vol. 67, No.1, 63-66.

表1. 茨城県内の現地調査データのまとめ

地点・測定点番号	気象庁番号*1	現地調査						
		調査場所			調査日時	測定高*2 a (m)	津波高の種類*3	測定対象
		地名	北緯	東経				
9A	144	北茨城市平潟町	36°51'32.1"	140°47'38.8"	3/26 12:28	3.41	I	平潟漁協地方卸売市場の外
9B	145	北茨城市平潟町	36°51'31.8"	140°47'40.6"		3.55	I	平潟漁協製氷工場の外壁
10A	147	北茨城市平潟町	36°51'25.6"	140°47'32.3"	3/26 12:50	3.64	I	平潟漁港の漁船倉庫
10B	146	北茨城市平潟町	36°51'29.0"	140°47'38.1"		3.58	I	平潟漁港の漁船倉庫
11A	148	北茨城市平潟町	36°51'19.2"	140°47'44.3"	3/26 13:50	7.05	I	民家の外壁
11B	149	北茨城市平潟町	36°51'19.1"	140°47'44.9"		7.07	I	民家の外壁
12A	156	北茨城市大津町	36°49'49.5"	140°47'21.7"	3/26 14:30	3.89	I	北茨城市消防団第十三分団の外壁
12B	155		36°49'49.4"	140°47'23.0"		3.89	I	大津漁協倉庫の外壁
12C	154		36°49'51.2"	140°47'21.9"		4.76	I	民家の外壁
12D	153		36°49'52.4"	140°47'22.3"		4.77	I	民家の玄関扉
12E	152		36°49'53.0"	140°47'22.0"		4.64	I	商店の入口のガラス戸
12F	150		36°49'53.1"	140°47'23.3"		4.83	I	商店の入口のサッシ
12G	151		36°49'52.9"	140°47'22.2"		5.31	R	駐車場
13A	158	北茨城市磯原町	36°47'44.2"	140°45'23.6"	3/26 16:49	5.00	I	民宿のガラス戸
13B	159	北茨城市磯原町	36°47'42.9"	140°45'23.7"		4.82	I	ガレージの外壁
14	160	日立市久慈町1丁目	36°30'06.1"	140°37'41.8"	3/26 18:10	3.98	I	久慈漁港内産廃中間処理施設の外壁
4	162	ひたちなか市和田町	36°20'22.0"	140°35'52.5"	3/25 12:40	4.14	I	ひたちなか市地方卸売市場のガラス戸
3A	164	大洗町磯浜町	36°18'38.9"	140°35'00.6"	3/25 11:20	4.84	I	水難救済会倉庫の外壁
3B	163		36°18'42.7"	140°34'59.9"		5.21	I	明神町集会所の外壁
2A	-	大洗町港中央	36°18'28.2"	140°34'08.2"	3/25 10:20	4.63	I	テント型の商業施設の入口のガラス戸
2B	165		36°18'28.8"	140°34'08.7"		4.66	I	テント型の商業施設の入口のガラス戸
6	166	大洗町大貫町	36°17'32.7"	140°33'34.7"	3/25 14:45	5.69	R	大洗サンビーチキャンプ場の砂丘の斜面
7	168	銚田市滝浜	36°11'34.1"	140°34'09.0"	3/25 17:15	5.93	I	海の家滝浜売店の入口のガラス戸

\*1 気象庁技術報告「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査報告」での地点番号。

\*2 斜字体で示した値は参考値である。

\*3 津波高の種類

R: 遡上高

I: 浸水高

P: 港内津波高(港湾において、岸壁は越えてはいないが明確に高さが分かる津波)

W: 微弱な津波(常時波浪との判別が不可能な微弱な津波)

\*4 信頼度の判断基準

A: 信頼度大なるもの。痕跡明瞭にして、測量誤差最も小なるもの。

B: 信頼度中なるもの。痕跡不明につき、聞き込みにより、周囲の状況から信頼ある水位を知るもの。測量誤差小。

C: 信頼度小なるもの。その他砂浜などで異常に波がはい上ったと思われるもの、あるいは測点が海辺より離れ測量誤差が大なるもの。

D: 信頼度極小なるもの。高潮・台風などの影響で痕跡が重複し、不明瞭なもの、等。

\*5 T.P.は東京湾平均海面、MSLは潮位補正の参照地点の平均海面

表1. 続き

現地調査			潮位補正				地点・ 測定点 番号		
根拠	信頼 度*4	備考	測定時の 潮位*5 b (m)	測定点の 高さ*2*5 a+b (m)	最大波発生日時 (予想)と潮位*5 c(m)	参照地 点		補正後の 津波高*2 a+b-c (m)	
浸水痕	A		T.P.-0.41	T.P.+3.0	3/11 15:39	T.P. -0.43	小名浜	3.4	9A
浸水痕	A			T.P.+3.1				3.6	9B
浸水痕	A		T.P.-0.46	T.P.+3.2				3.6	10A
浸水痕	A			T.P.+3.1				3.6	10B
浸水痕	A		T.P.-0.56	T.P.+6.5				6.9	11A
浸水痕	A			T.P.+6.5				6.9	11B
浸水痕	A			T.P.+3.3				3.7	12A
浸水痕	A			T.P.+3.3				3.7	12B
浸水痕	A			T.P.+4.2				4.6	12C
浸水痕	A			T.P.+4.2				4.6	12D
浸水痕	A		T.P.-0.58	T.P.+4.1				4.5	12E
浸水痕	A			T.P.+4.3				4.7	12F
目撃証言(駐車場の途中まで津波が来た、津波に浮いたタイヤが手前の車のタイヤに当たった)	B	汀線からの測定距離183m。遡上点に痕跡が見当たらず、タイヤが浮きかつ駐車場全面が浸水しないことから、手前の駐車場の地面から0.2m高い場所まで遡上したと推定して測定した。		T.P.+4.7				5.2	12G
浸水痕	A		T.P.-0.48	T.P.+4.5				5.0	13A
浸水痕	A			T.P.+4.3				4.8	13B
浸水痕	A		MSL-0.32	MSL+3.7	3/11 16:52	MSL -0.24	大洗	3.9	14
浸水痕+目撃証言	A	水戸地方気象台と共同で観測	MSL-0.63	MSL+3.5				3.8	4
浸水痕+目撃証言	A	水戸地方気象台と共同で観測	MSL-0.42	MSL+4.4				4.7	3A
浸水痕+目撃証言	A	水戸地方気象台と共同で観測		MSL+4.8				5.0	3B
浸水痕	A	水戸地方気象台と共同で観測。参考値。	MSL-0.20	MSL+4.5				4.7	2A
浸水痕	A	水戸地方気象台と共同で観測		MSL+4.4				4.7	2B
漂流物+流水痕	A	汀線からの測定距離130m。植物が枯れている部分の上端、葉が下向きに曲げられている部分の上端、かつ漂流ごみの到達限界が一致しており、その場所まで遡上したと判断して測定した。	MSL-0.66	MSL+5.0				5.3	6
浸水痕+目撃証言(売店所有者が示した痕跡)	A		MSL-0.30	MSL+5.6				5.9	7

表2. 千葉県内の現地調査データのまとめ

地点・測定点番号	気象庁番号*1	現地調査						
		調査場所			調査日時	測定高*2 a (m)	津波高の種類*3	測定対象
		地名	北緯	東経				
104	178	旭市下永井	35°41'34.0"	140°44'18.1"	4/13 10:40	7.61	R	ススキ原の漂着ごみ
101	179	旭市下永井	35°41'39.8"	140°44'05.0"	4/12 12:00	3.25	I	海匠漁協地方卸売市場の外壁
105A	-	旭市下永井	35°41'32.8"	140°43'45.4"	4/13 11:00	2.57	I	みなと公園内のトイレ
105B	180		35°41'32.8"	140°43'43.4"		3.04	R	みなと公園内の斜面
106	181	旭市下永井	35°41'37.8"	140°43'35.0"	4/13 11:30	4.31	I	屋台型クレープハウスの外壁
107A	182	旭市下永井	35°41'40.5"	140°43'31.3"	4/13 12:00	5.40	I	民家の外壁
107B	183		35°41'43.2"	140°43'30.2"		5.34	I	車庫の内壁
108	184	旭市平松	35°42'03.5"	140°43'13.3"	4/13 13:25	6.16	I	民家の外壁
109	185	旭市横根	35°42'09.1"	140°42'51.7"	4/13 14:35	5.93	I	機械作業場の外壁
110	186	旭市三川	35°42'08.5"	140°42'20.3"	4/13 15:20	6.05	I	民家の外壁
111	187	旭市三川	35°42'06.1"	140°41'35.1"	4/13 16:30	5.78	I	民家のガラス戸
102	188	旭市三川	35°41'55.9"	140°41'16.2"	4/12 16:30	7.89	R	防砂林に絡まった枯れ草
103A	189	旭市中谷里	35°41'11.6"	140°38'58.2"	4/12 17:20	5.42	I	民家の外壁
103B	190		35°41'11.1"	140°39'00.0"		5.75	I	公園のトイレ内壁

\*1 気象庁技術報告「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査報告」での地点番号。

\*2 斜字体で示した値は信頼度が低いため、利用しないことが望ましい。

\*3 津波高の種類

R: 遡上高

I: 浸水高

P: 港内津波高(港湾において、岸壁は越えてはいないが明確に高さが分かる津波)

W: 微弱な津波(常時波浪との判別が不可能な微弱な津波)

\*4 信頼度の判断基準

A: 信頼度大なるもの。痕跡明瞭にして、測量誤差最も小なるもの。

B: 信頼度中なるもの。痕跡不明につき、聞き込みにより、周囲の状況から信頼ある水位を知るもの。測量誤差小。

C: 信頼度小なるもの。その他砂浜などで異常に波がはい上がったと思われるもの、あるいは測点が海辺より離れ測量誤差が大なるもの。

D: 信頼度極小なるもの。高潮・台風などの影響で痕跡が重複し、不明瞭なもの、等。

\*5 T.P.は東京湾平均海水面、MSLは潮位補正の参照地点の平均海水面

表2. 続き

現地調査			潮位補正				地点・ 測定点 番号		
根拠	信頼 度*4	備考	測定時の 潮位*5 b (m)	測定点の 高さ*2*5 a+b (m)	最大波発生日時 (予想)と潮位*5 c(m)	参照地 点		補正後の 津波高*2 a+b-c (m)	
漂流物	A	第一波が最大と推定		<b>T.P.+7.7</b>				<b>8.2</b>	<b>104</b>
浸水痕	A	第一波が最大と推定. 飯岡灯台から撮影されたビデオの15時40分頃の状況と, 測定した場所の浸水がほぼ同じ高さだと判断できることによる.	T.P.-0.10	<b>T.P.+3.2</b>					
浸水痕	D	漂流物の列が二列あり, 参照値として測定した低い方の列の測定高とほぼ一致することから, より低い後続波の浸水痕の可能性が高い.	T.P.+0.10	<i>T.P.+2.7</i>	3/11 15:40	T.P.-0.44	銚子 漁港	<i>3.1</i>	105A
漂流物	A	第一波が最大と推定		<b>T.P.+3.1</b>				<b>3.6</b>	<b>105B</b>
浸水痕+目撃証言	A	第一波が最大と推定. 測定高は海岸堤防上面+0.09m.	T.P.+0.08	<b>T.P.+4.4</b>				<b>4.8</b>	<b>106</b>
浸水痕	A	第三波が最大. 薄暗くなってからの第三波の方が第一波よりも高かったとの証言による.	T.P.+0.06	<b>T.P.+5.5</b>	3/11 17:30	T.P.-0.17		<b>5.6</b>	<b>107A</b>
浸水痕	A	第三波が最大と推定		<b>T.P.+5.4</b>				<b>5.6</b>	<b>107B</b>
浸水痕+目撃証言	A	第三波が最大と推定, 伝聞による	T.P.-0.06	<b>T.P.+6.1</b>				<b>6.3</b>	<b>108</b>
浸水痕+目撃証言	A	第三波が最大と推定. 測定高は海岸堤防上面+1.42m, 一波目よりも二波目が高く, その後も津波が堤防を越えたとの証言があるが, 最大波発生日時は不明.	T.P.-0.21	<b>T.P.+5.7</b>				<b>5.9</b>	<b>109</b>
浸水痕+伝聞	A	第一波が最大と推定	T.P.-0.31	<b>T.P.+5.7</b>				<b>6.2</b>	<b>110</b>
浸水痕	A	第一波が最大, 調査点の東0.2kmの店舗で得た目撃証言から第一波の浸水箇所より高い所には後の津波で浸水した形跡がない.	T.P.-0.40	<b>T.P.+5.4</b>	3/11 15:40	T.P.-0.44		<b>5.8</b>	<b>111</b>
漂流物+目撃証言	A	第一波が最大, 津波が来たのは一回だけで16時より前だったとの証言による.	T.P.-0.55	<b>T.P.+7.3</b>				<b>7.8</b>	<b>102</b>
浸水痕	A	第一波が最大と推定	T.P.-0.55	<b>T.P.+4.9</b>			<b>5.3</b>	<b>103A</b>	
浸水痕	A	第一波が最大と推定		<b>T.P.+5.2</b>			<b>5.6</b>	<b>103B</b>	

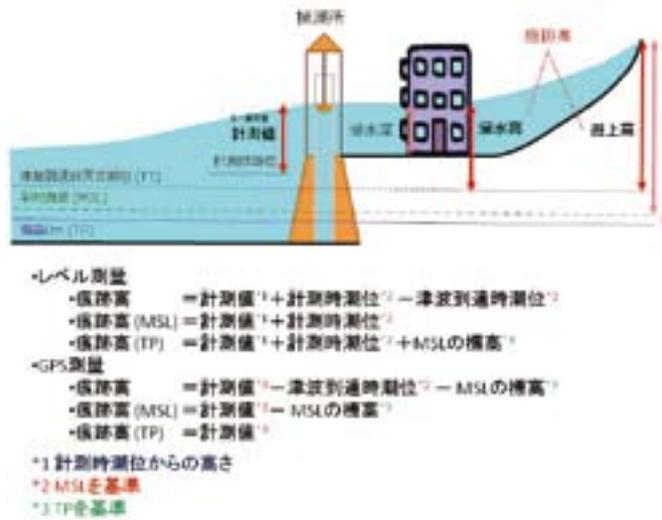


図1. 津波の高さ，痕跡高，浸水高，遡上高の定義．東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによる．

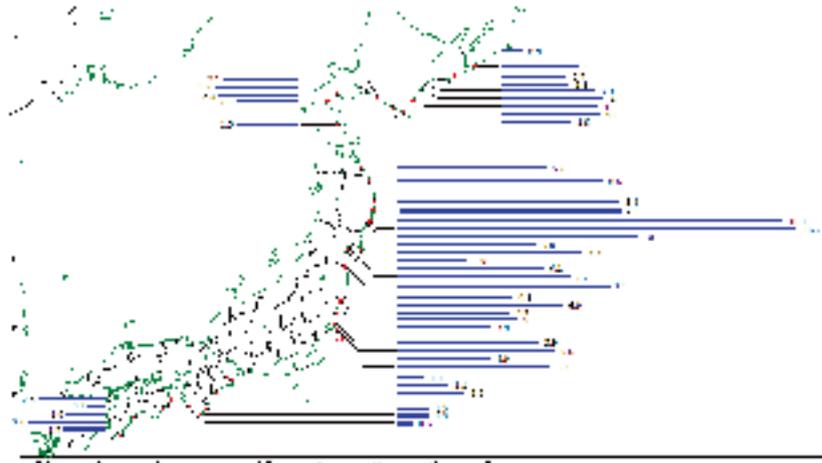


図2. 気象庁の現地調査による主な測定点の津波浸水高の分布．単位は m.「地震・火山月報 (防災編)」(気象庁, 2011) による．

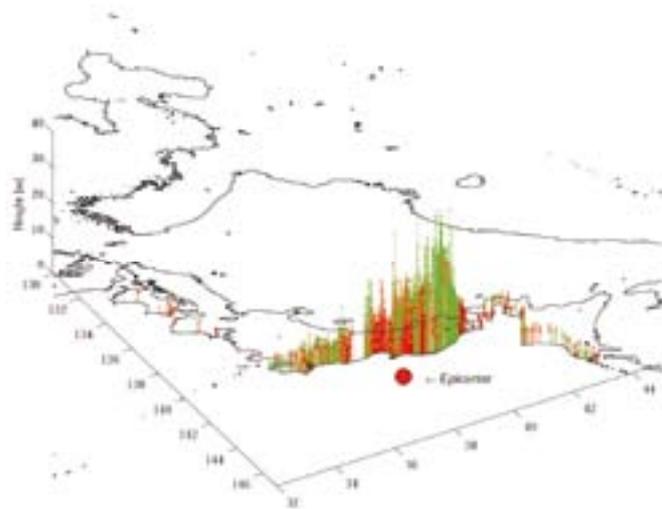


図3. 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによる現地調査による津波高の分布．赤は浸水高，緑は遡上高を示す．Mori *et al.* (2012)による．