

第3章 津波

①調査班の構成

長岡技術科学大学：（津波班）陸旻皎、細山田得三、犬飼直之、（情報班）熊倉俊郎、入江博樹
連携高専および教員： 八戸工業高等専門学校、環境都市工学科、南将人教授

②調査日程、調査箇所

(1) 調査日程、調査箇所

水工学研究室では、津波伝播予測システムを構築している。これは地震速報で通りされる地震エネルギーと震源位置から津波発生の有無を判断し、発生と判断時には、地震による水位変動量を推算して津波予測計算を開始するシステムであり、到達時間はかなり正確に予測が可能である。今回の地震発生時にも津波発生を予測しただちに予測計算をおこなった。その結果、日本の太平洋岸全域および太平洋全



図-1 調査範囲, および調査時期

域へ高波高が到達する事が予測でき、各地へのおおよその到達時間も予測する事ができた。本調査ではこの結果を利用し、被害が大きいと予想される地域の中から、現地への到達および調査活動が可能と考えられる岩手県北部および福島県北部を主要な調査地とした。

調査時には、本学および八戸高専と連携をとりながら調査地域を分担して調査を実施した。

本学の津波調査班は2班構成とし、図-1 に示すように仙台平野および福島南地域を除く東北北部から南部にかけての領域の調査を実施した。福島県北部海岸域の調査時には情報班と共同調査をおこなった。また、三陸海岸域の調査では八戸高専との合同調査を含め合計 3 回にわけて調査を実施した。調査対象は現地での踏査および聞き取り調査で決定をしたが、久慈市役所へ情報収集で伺った際には被災地調査を依頼され追加調査を実施した。調査時には、学外協力者からも作業補助をしていただいた。調査結果は土木学会の他、久慈市、野田村、岩手県、TV 局などへ情報提供した。

(2) 津波痕跡の発見方法および調査方針

津波の痕跡は、レーザー距離計を用いて建物壁に残る泥水が浸水した最上部の痕跡（浸水高）や、山の斜面などに残る遡上部の最上部（遡上高）から把握した。調査対象は、確認できる浸水痕跡や遡上痕跡の全てであったが、市街地や調査依頼された場所以外では特に海に面する崖の斜面で防波堤などの海岸構造物の影響をできるだけ受けていない場所で調査をおこなうなど調査条件を同一にする事を心がけ、合計 62 地点で調査を実施した。

(3) 調査結果の補正

調査時に求められた高さは津波来襲時の潮位から痕跡最上部までの高さとは異なる他、高さ基準を統一した TP（東京湾平均海面）や DL（観測基準面）などの高さの基準へも数値を変換する必要があることから、潮位推算モデルを用いて潮位補正や高さ補正をおこなった。

③調査結果

(1) 踏査結果

調査を開始した青森県八戸市から住宅地や港湾施設などが被災している事が確認できた。大規模被災は岩手県九戸郡野田村からで、ここでは市街地が壊滅的な被災や、山の峰を越える程の高い遡上痕跡(写真-1)があった(「(3) 潮位補正後の津波遡上高」で後述)。港湾施設や防潮堤は写真-2や写真-3に示すように久慈市から南部の三陸地域で大部分の施設が被災していた。



写真-1 遡上最上部からの様子

(左:岩手県九戸郡野田村, 2011年4月3日、右:岩手県久慈市夏井町, 2011年4月3日)



写真-2 防潮堤の破壊状況

写真-3 漁港の被災状況例(下安家漁港)

(岩手県上閉伊郡大槌町大町, 2011年4月23日)(岩手県九戸郡野田村玉川, 2011年4月4日)

(2) 潮位補正

図-3 は久慈における潮位表と潮位推算モデルの水位変動である。左図は被災日であり、右図は4月3日の調査日である。この結果より、4月3日の調査時の潮位は被災日より約48cm高かったため、この分を補正した。図中、高さの基準はTPに統一している。

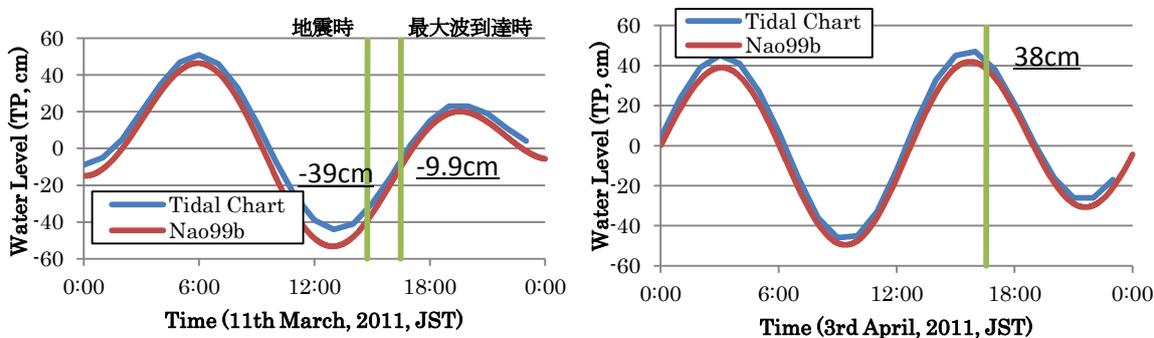


図-3 潮位推算結果(久慈, TP 値)

(左:3月11日(被災日)の潮位変動, 調査時(4月3日)の潮位変動)

(3) 潮位補正後の津波遡上高・浸水高

図-4 に岩手県九戸郡野田村および岩手県陸前高田市が面する広田湾での調査結果一例を示す。図より、野田村付近では全域で 17m を越える遡上があった他、地形効果により波高が増大し 38m の遡上高となった場所があった。広田湾では湾口付近では 13m の遡上高であったが、湾奥の陸前高田では 15m の遡上高であり、津波周期と湾の固有周期が一致して振幅が増幅した可能性がある。

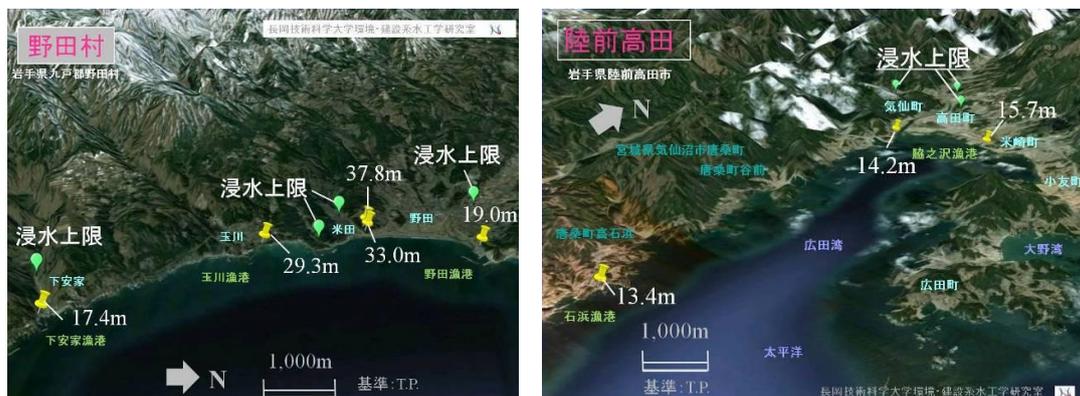


図-4 調査結果例

(左:岩手県九戸郡野田村周辺、右:広田湾, 岩手県陸前高田市)

(4) 数値シミュレーションでの津波再現計算および家屋被災状況の把握

シミュレーションにより津波の伝播状況を再現した。結果によると、野田村で遡上高痕跡が 38m であった地点では、入江の地形特徴で増幅した波に野田村北部の岬からの反射波が干渉して増幅しているのがわかり、複雑な地形条件による局所的な波高増大も正確に再現する事ができた。次に久慈市および野田村での調査から得られた家屋被災状況と計算から得られた流速の関係を調べた。暫定結果であるが、例えば、久慈市には国家石油備蓄基地があり、震災により排水タンクや防波堤が損傷した。結果によると波高は地盤上約 11m であり流速は毎秒約 11m であった。久慈港の防潮堤裏では家屋が浸水したが、ここでは流速は毎秒 4m 程度であった。さらに防波堤および背後地の家屋が多数破壊された野田村では、流速は毎秒 10m を越えていた。これらをまとめると、流速が毎秒 6m を越えると家屋破壊が始まり、毎秒 10m を越えると防波堤を破壊する可能性が高まるのがわかった。

謝辞:津波調査計画時に被災が比較的少ないと思われる高専へ連携調査のお願いをしたところ、釧路鉱業高等専門学校建築学科加藤雅也教授、苫小牧工業高等専門学校環境都市工学科 浦島三朗教授、函館工業高等専門学校岩熊敏夫校長・環境都市工学科宮武誠准教授、茨城工業高等専門学校 日下部治校長から協力を申し出ていただいた。その後現地調査のデータを送って頂いた。本報告にはその内容は直接含まれてないが本報告作成において参考にさせて頂いた。謝意を表す。

④今後の課題や提案等

- ・海岸付近に建設される様々な構造物に津波遡上の防止効果を加味する。すなわち、津波の防止効果をという更なる効用を含めることによる建設コストの増加を許容する仕組みをつくる。
- ・そのため構造物や微地形による津波遡上の防止効果を適性に評価する調査法確立の必要がある。
- ・そのためには、地形や標高、地物の形状などのデジタル情報の整備を進める。
- ・水災害時の避難行動と津波の遡上実態について検討する。

⑤講演のPPTあるいは発表論文・報告等

(1) 発表論文

犬飼直之、細山田得三、他 3 名、東北地方太平洋沖地震により発生した津波のチ調査報告、土木学会関東支部新潟会研究調査発表会、第 29 回 pp.124-127、2011.11.

永沢薫、犬飼直之、東日本大震災で発生した津波の再現シミュレーション、土木学会関東支部新潟会研究調査発表会、第 29 回 pp.122-123、2011.11.

(2) 講演

犬飼直之、津波…東日本沿岸で何が起こったか～意外と知られていない津波の挙動～、平成23年度大地の会総会記念講演会、2011.6.24.

犬飼直之、津波…東日本沿岸で何が起こったか～意外と知られていない津波の挙動～、平成23年度メキシコツイニングプログラム夏季研修、2011.7.4.

犬飼直之、津波…東日本沿岸で何が起こったか～意外と知られていない津波の挙動～、平成23年度柏崎工業高校への模擬講義、2011.8.4.

細山田得三、津波とは何か。その正体と対策について、国交省との協同シンポジウム、2011.8.11.

細山田得三、犬飼直之、基礎から学ぶ津波の正体と被害調査報告、平成23年度長岡技術科学大学公開講座、2011.8.27.

細山田得三、水災害と水理学—大災害と学問の限界—、国土交通省建設技術報告会、2011.10.18.

犬飼直之、今だから学びたい津波のこと、まちなかキャンパス長岡カフェマーケット、2011.9.4.

細山田得三、津波とは何か—その流体運動の基本から応用まで—、柏崎商工会議所建設技術研修会、2011.12.14.

細山田得三、津波とは何か—その流体運動の基本から応用まで—、長岡技術科学大学高度技術者研修、2012.2.10.