

2.2 陸前高田を襲った津波

(奥西一夫・開沼淳一・志岐常正)

過去に太平洋沖の地震によって、869年の貞観地震津波その他の巨大な津波が繰り返し起こっていることは、堆積地質学的研究によって、東日本大震災の数年前に指摘されていた。しかし、このことは、地震研究者や行政の専門家を含むほとんどの人々に等閑視され、ましてや地元の行政や住民の知識となるには至っていなかった。

2.2.1 津波の波動に関する公開情報、データ

東北地方太平洋沖地震による2011年3月11日の津波(3.11津波)については多くの報道があり、出版物やインターネットによる情報やデータもあるが、本稿では津波の全容について多くの紙数を割くことができないので、中央防災会議のウェブページ(<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashinohon/1/3-2.pdf>)に掲載されている、地震・津波対策に関する専門調査会資料から若干の情報とデータを転載するに留める。

釜石沖の海底ケーブル式津波計による外洋の津波波形を図 2.2.1 に、広田湾沖（水深 160m）や隣接地点の GPS 波浪計の津波波形を図 2.2.2 に転載する。外洋域では高さ 3m の鋭いピークと 20 分を越える長時間で緩やかな海面上昇が起きている。広田湾沖の津波波形はこれに似ているが、波高が若干大きくなっている。水深が小さくなっているため、波速が小さくなっている筈であり、波形勾配（steepness）はかなり増加していると思われる。

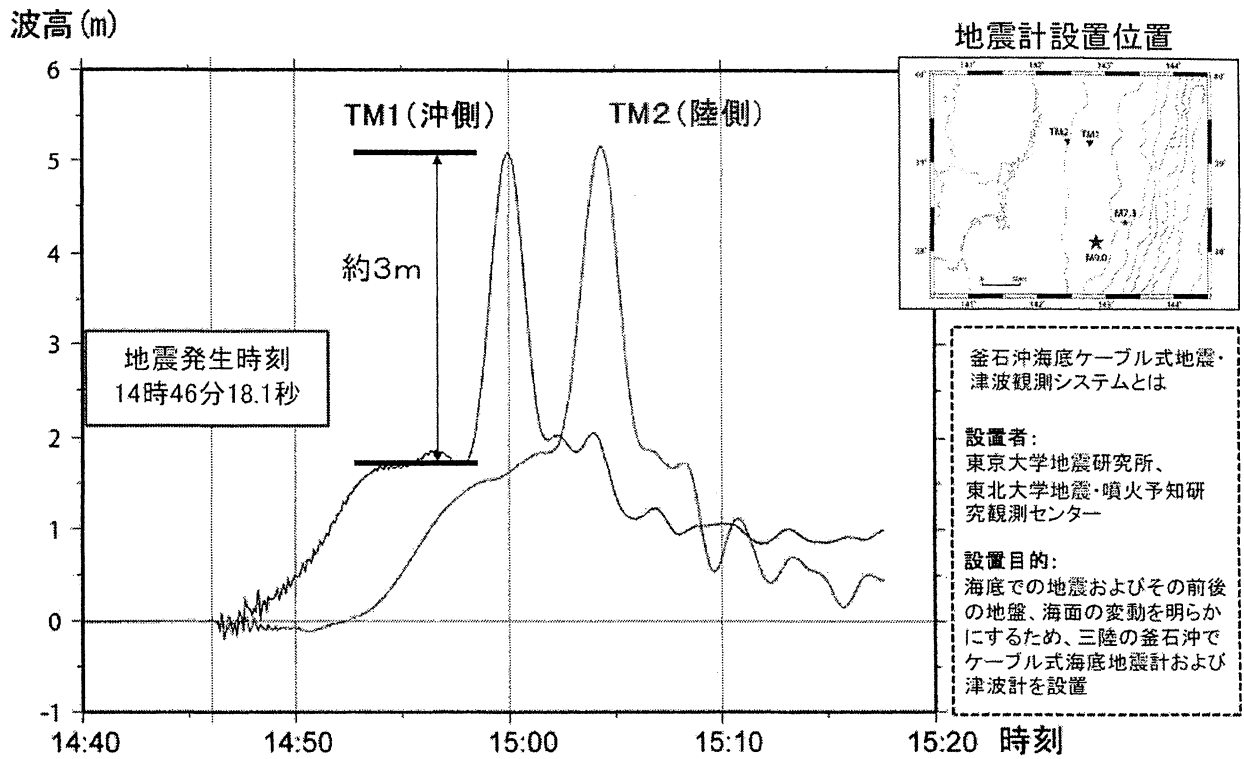


図 2.2.1 釜石沖の海底ケーブル式津波計による津波波形（転載元は本文に記載）

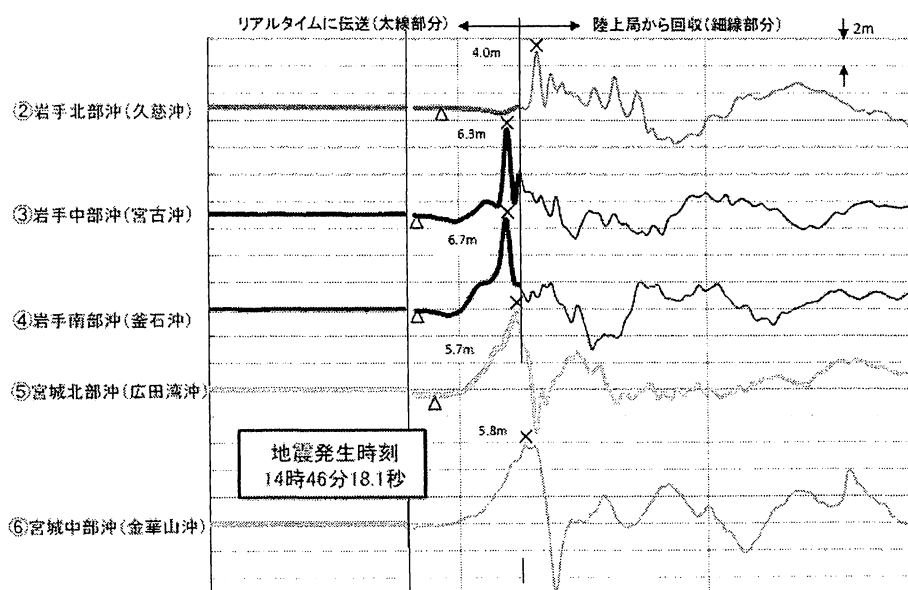


図 2.2.2 広田湾沖（水深 160m）およびその他の地点における津波波形（転載元は本文に記載）。縦線は 1 時間間隔

2.2.2 広田湾周辺の海域における津波の挙動

前項の計測だけでは海域における津波の挙動を十分には把握しきれないが、前項のデータと地震および地殻変動のデータを用いて外洋における津波のシミュレーションがおこなわれている（例えば東京大学地震研究所のウェブサイト、http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/eqvolc/201103_tohoku/#tsunamisimu を参照）。これを閲覧しただけでは大まかな津波の伝播状況しか分からないが、三陸沿岸では引き波が先行し、その後鋭いピークを含む段波状の海面上昇が押し寄せている。陸前高田市史（陸前高田市，1991）によると陸前高田市には広田湾を中心として数地点の潮位観測所が設置されていたが、いずれも被災してデータが取得できなかったようである。したがって、広田湾での津波波形は陸上での観察や映像記録、津波遡上限界の事後調査などに基づいて推測せざるを得ない。3.11 津波の数値シミュレーション結果が国際航業のウェブページ（http://www.kk-grp.jp/csr/disaster/201103_touhoku-taiheiyo/CG.html）で紹介されており、その動画の1ショットを図 2.2.3 に転載するが、このシミュレーションは東北大学モデル（http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/hokusai3/J/events/tohoku_2011/model/dcrc_ver1.1_111107.pdf）に基づくものと推測されるので、上述のような外海データや陸上で得られた情報と合致するようにパラメータ調整がおこなわれ、現時点では広田湾および陸上における 3.11 津波の振舞いを最も正確に再現する情報と見なしうるであろう。但し、どのような実測データに照らしてどのようなパラメータ調整をしたかについてはチェックしていない。

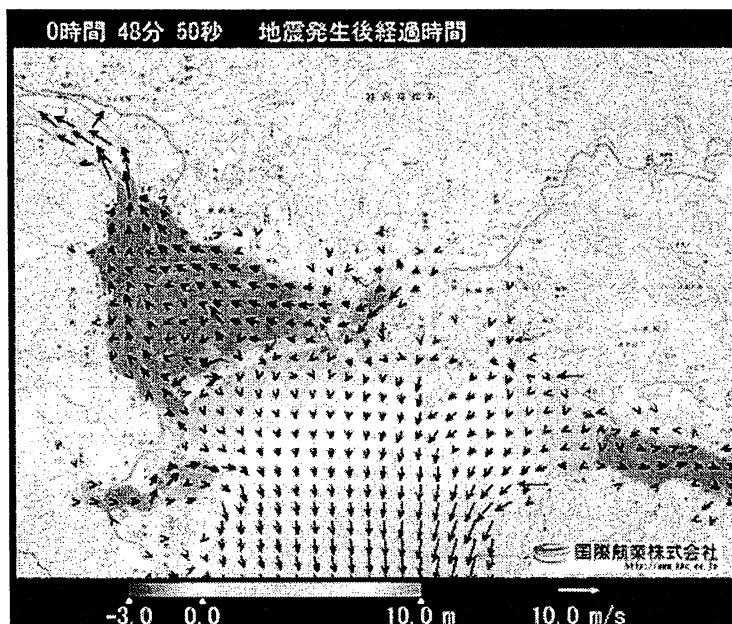


図 2.2.3 広田湾における津波挙動のシミュレーション結果のワンショット（転載元は本文に記載）
（口絵カラー図面参照）

上空からの動画撮影（例えば陸上自衛隊のヘリコプターから撮影した動画が <http://www.youtube.com/watch?v=JXV9BGRsxY> で公表されている）や海上保安庁の巡視船まつしまの艦橋から撮影された津波動画（<http://www.youtube.com/watch?v=4-mkzcxnJS8>）などから類推すると、広田湾周辺の海域における津波の挙動のイメージがかなりはつきりする。すなわち、陸前高田地域に大きい被害をもたらした津波は波源域から直接海岸に向かって進行したものが主なもので、

岬や湾の地形によって反射，あるいは屈折した津波波動の災害への影響は少ないようである。

上記の動画の観察によると，浅海域に押し寄せた津波の主要部分は，水面が急に高まって，その後高い水位が維持される段波と，それに続く何波かの孤立したうねり状の高波からなっているように思われる。広田湾は平面形が矩形に近く，開口方向が 3.11 津波の入射方向に近いので，この津波はエネルギー損失をこうむることなく，水深の減少（図 1.1.1 参照）による波高増大を伴って広田湾の湾奥に達したものと考えられる。

2.2.3 津波の遡上と浸水深に関する公開情報，データ

津波の遡上限界は多くの研究者や行政機関で調査されて地図の形で結果が提供されている（例えば原口・岩松，2011）。岩手県は津波災害のハザードマップの作成，および防潮堤の建設計画策定のための資料として，いろいろな想定の下に津波遡上のシミュレーションをおこなった結果を発表している。その中に 3.11 津波を対象にしたものがあるので図 2.2.4 に転載する。この図は

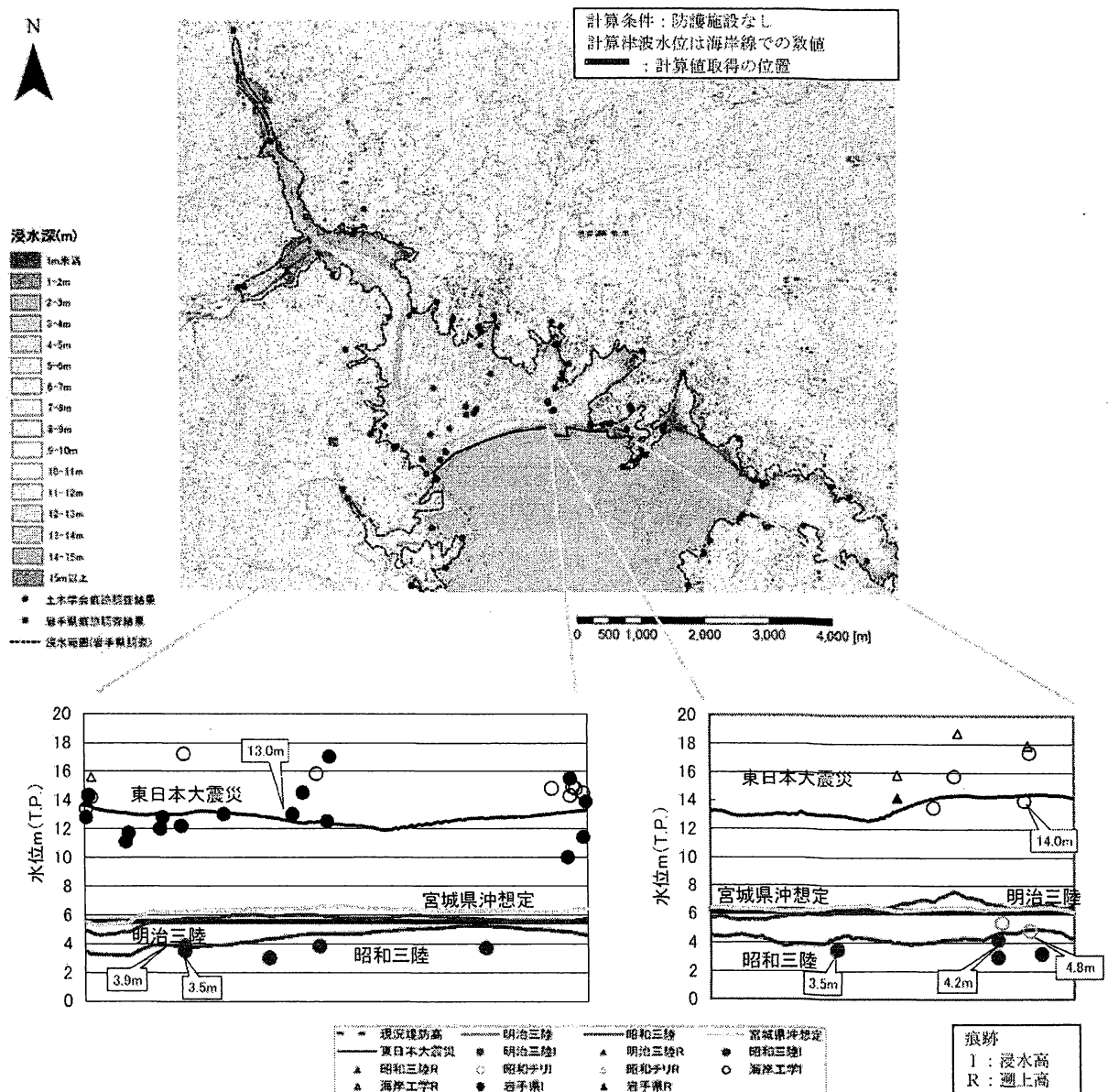


図 2.2.4 3.11 津波に対する岩手県のシミュレーション結果（転載元は本文に記載）
（口絵カラー図面参照）

岩手県津波防災技術専門委員会の web ページ (<http://www.pref.iwate.jp/view.rbz?nd=819&of=1&ik=3&pnp=66&pnp=782&pnp=819&cd=36262>) の中の陸前高田地区に関する pdf データの抜粋である。この図の上段はシミュレーションの結果として遡上限界と色分けされた浸水深分布、および実測データが得られた地点が示されている。下段は海岸線に沿う津波痕跡データとシミュレーション結果を比較したもので、シミュレーションは想定を含む 4 つのケースについておこなわれているが、ここに示したものは 3.11 津波に対して防護施設がないと仮定した時の結果であり、3.11 津波の実態をおおむね正しく表しているものと考えてよいであろう。ただし、1.1.4 や 3.1.2 で具体的に指摘しているように、津波シミュレーションは部分的には実態と合わない点がある。

2.2.4 津波が高田海岸を襲った経緯

広田湾における 3.11 津波は明治時代以来の歴史的な津波にくらべて格別に波高が大きく (図 2.2.4 を参照)、住民にとって想像を絶するような、またチリ地震津波を契機として整備された防潮堤では到底対抗できないような破壊力を発揮した。外洋における津波は長時間にわたる海面上昇とインパルス的で大きい水位ピークを含んでいたが、外洋から沿岸域へ、そしてさらに広田湾の中に進入した津波は基本的にその特徴を維持しながら、水深の減少に応じて波高が増幅され、波形勾配も大きくなり、高さ 5.5m の防潮堤を楽々と超えて広田湾沿岸の低地のすべてで建物やその他の構造物を破壊し尽くし、多くの人命を奪った。広田湾における津波の変容については 2.3.2 で若干の考察をおこなう。

津波による水流が高田松原を構成する砂州を越えた時に、砂州は大きく削られ、削られなかった部分でも松の木のほとんどがへし折られた。また高田松原の海側と陸側にあった防潮堤も、ほとんどがあっけなく破壊された。海岸線を越えた津波の遡上流は射流 (2.3.2 を参照) となって砂州の内側の後背湿地 (古川沼など) を越え、低地の建物を次々に飲み込んで行った。木造の建物は津波遡上流のフロント部分の衝撃力で破壊されるか、あるいは後続流の中で浮き上がって流されたようである。頑丈な鉄筋コンクリートの骨格部分は破壊されなかったが、津波遡上流は開口部を突き破って内部に流入し、反対側の開口部から流れ去ったので、建物内部は徹底的に破壊された。このようにして津波遡上流に取り込まれた土砂やガレキの多くは遡上限界付近まで運ばれて堆積した。広田湾の水位が下がると、陸上を遡上した海水は戻り流として海に流れたが、その時にも大きい破壊力を発揮した。津波による直接的な被害については 3.3 節で改めて述べる。

地元の人たちへの聞き取り調査によって明らかになったことを以下に要約する。

- ・海岸近くにあったホテルキャピタルホテル 1000 は 3 階まで破壊され、高田病院は 4 階まで津波が押し寄せた。4 階の病棟は老人の病棟で、浮いたベッドに寝ていた病人が助かった。
- ・避難所になっていた体育館に逃げてきた人たちが何百人も津波に呑み込まれて亡くなった。天井の一番高いところと津波の水の間のわずかな隙間に顔を出すことが出来た数人だけが助かった。
- ・津波は第 1 波が地震から 5～10 分後に、第 2 波が 3～40 分後に来た。第 1 波よりも第 2 波が強かった。10 分程水に浸かると、水が引くという繰り返しが何回かあった。
- ・自分が家にいた時、5 階建ての雇用促進住宅の高さと同じ高さまで白波を立てて、巨大な水の壁が押し寄せて来るのが見え、異常な事態と仰天して家から逃げた。
- ・河川の堤防の上を水の壁が (上流に向かって) 登っていった。
- ・河川の水は上流に登る時も下流に下る時も異常な速さだった。

- ・気仙川の河床は 2m 以上下がった。左岸側の岸边にビッシリと生えていた竹が全て消えて無くなった。
- ・津波が来たとき、湊に逃げ込もうとしたが、渦が巻いていて入れず、外洋の方に逃げようと全速力で脱出をはかったが、かなり速力のある船にもかかわらず、逆に岸の方に 5～600m 高田中学校まで押し戻された。
- ・沖へ避難するときは、広田湾の場合湾口が目安(水深 70～80m)、水深 80m 位だと流されない。水深 50m 位の場所ではかなり速い流れである。
- ・大船渡の湾口に防潮堤があるが、それを越えて外に出た船はほぼ助かっている。
- ・大船渡の津波は陸前高田と全然違う。大船渡を映したテレビでは家そのままの形で流されていたが、陸前高田の家は押しつぶされた。
- ・広田半島の付け根は広田湾から来た津波と外洋から来た津波がぶつかり、巨大な水しぶきがあり、それが沢に登って被害を大きくした。広田湾から来た津波は真っ黒で、(水合い現象が起きた小友町では)外洋からのものより広田湾の方の津波が強かった。
- ・広田半島の先端にあり、外洋に面する大祝漁港は漁船 1 艘が流されたが、ほとんど被害がなかった。そのあたりの人たちのなかで次のように言う人がいる。“外洋側なのに津波は 5m 位までしか上がらなかった、引浪の時は 1km 沖合まで海底が見えた、沖にある樺島の根っこが見えた、海面が下がったところに波が押し寄せたため水位が高くならなかったのか、それとも大祝漁港が樺島の陰になっているのも関係しているのかもしれない。”

陸前高田市の竹駒町と矢作町を結ぶ廻館橋の近くの気仙川の高水敷で国土研メンバーがおこなったトレンチ調査によると、2 回の遡上流による砂の堆積の間にかかなり厚い(約 10cm)シルトの堆積があり、津波遡上流がかなり長い間停滞していたことを示している。また 2 回目の遡上流によって堆積した砂は多量の黒色の泥分を含んでいて、広田湾の底質を運び込んだことが示唆される。