

土木学会東日本大震災 特別委員会 活動報告

津波特定テーマ委員会 活動報告

今村文彦・高橋智幸・有川太郎・藤間功司

土木学会では、東日本大震災を受けて、特に未曾有の災害となった津波について独自の総合的取組みが必要と判断し、東日本大震災特別委員会（委員長 土木学会会長）のもとに「津波特定テーマ委員会」を設置した。津波特定テーマ委員会では、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の実態を明らかにし、今後の復旧・復興の参

考資料やデータを整理するため、三つのWGを設けた。このうち、WG1では今回の津波の規模・特性と位置づけを、WG2では海岸保全施設の復旧と設計方針を、そしてWG3では復興に向けて配慮すべき事項について検討を行った。本稿では、その中間報告として、半年間での知見を報告する。

表1 東日本大震災特別委員会「津波特定テーマ委員会」委員名簿

委員長	今村 文彦	東北大学
幹事	富田 孝史	港湾空港研
幹事	藤間 功司	防衛大学校
	佐藤 慎司	東京大学
	高橋 智幸	関西大学
	越村 俊一	東北大学
	有川 太郎	港湾空港研
	今井 健太郎	東北大学
	原田 賢治	静岡大学
	鳴原 良典	防衛大学校
	後藤 和久	千葉工業大学、惑星連合
	原口 強	大阪市立大学
	福本 正	西松建設(株)
	田中 仁	東北大学、水工学委員会
	柴山 知也	早稲田大学、海洋開発委員会
	諏訪 義雄	国総研河川研究部海岸研究室長、海洋開発委員会
	高木 泰士	東京工業大学、海洋開発委員会
	岡安 章夫	東京海洋大学
	水谷 法美	名古屋大学
	米山 望	京都大学防災研
	榊山 勉	電中研
	松山 昌史	電中研
	八木 勇治	筑波大学、惑星連合
	小竹 康夫	東洋建設
	八木 宏	水産工学研究所
	丹治 肇	農村工学研究所

震災特集①のカラーPDFを学会誌HPに掲載しております。
<http://www.jsce.or.jp/journal/>

震災①-1

今回の津波の規模・特性と位置づけ(WG1)

調査方法

2011年3月11日午後2時46分頃(日本時間)、三陸沖130km付近において、マグニチュード9.0の巨大地震が発生した。気象庁による震源とすべり量の分布を図1に示す。震源の位置は北緯38.1度、東経142.9度、深さは24kmであり、震源域は長さ約450km、幅約200km、すべり量は20~30m程度におよんでいる。この地震により引き起こされた津波はわ

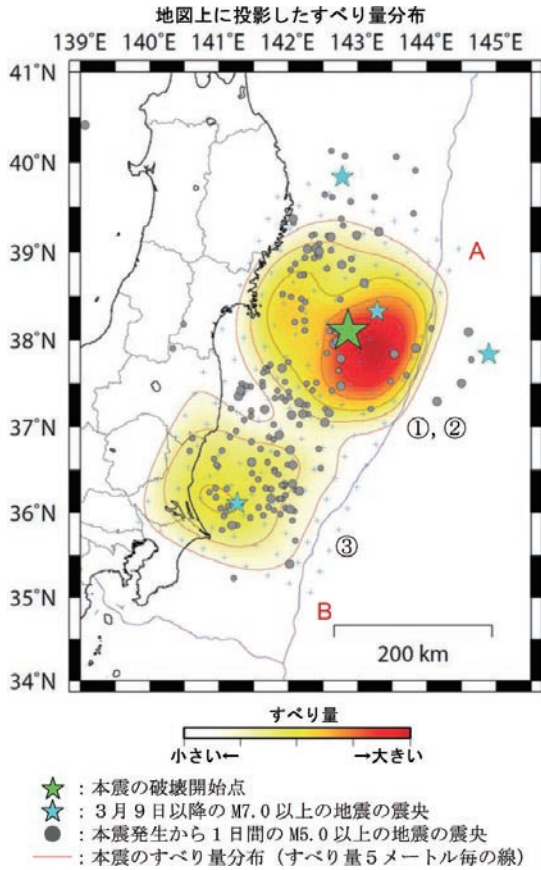


図1 気象庁による震源とすべり量の分布⁽¹⁾

が国の太平洋沿岸の広い範囲に来襲し、特に岩手県や宮城県、福島県を中心とした東日本において甚大な被害を発生させた。9月9日現在で判明している被害は死者1万5960人、行方不明者4004人であり、そのほとんどが津波によるものと考えられる。

被災地における復興計画や将来的な防災計画の策定、また他地域での津波防災の再検討を行うためには、今回の津波を詳細に調べることが必

地震の発生状況

図2に地震調査研究推進本部が日本海溝沿いで発生すると想定していた地震の分布を示す。過去に発生し

要である。津波の発生直後から、大学や研究機関、行政、民間企業で構成された合同調査グループにより精力的に現地調査が実施されており、その調査結果も情報共有サイトで公開されている。そこで、合同調査グループの調査結果を基に今回の津波の特性と位置づけを検討した。

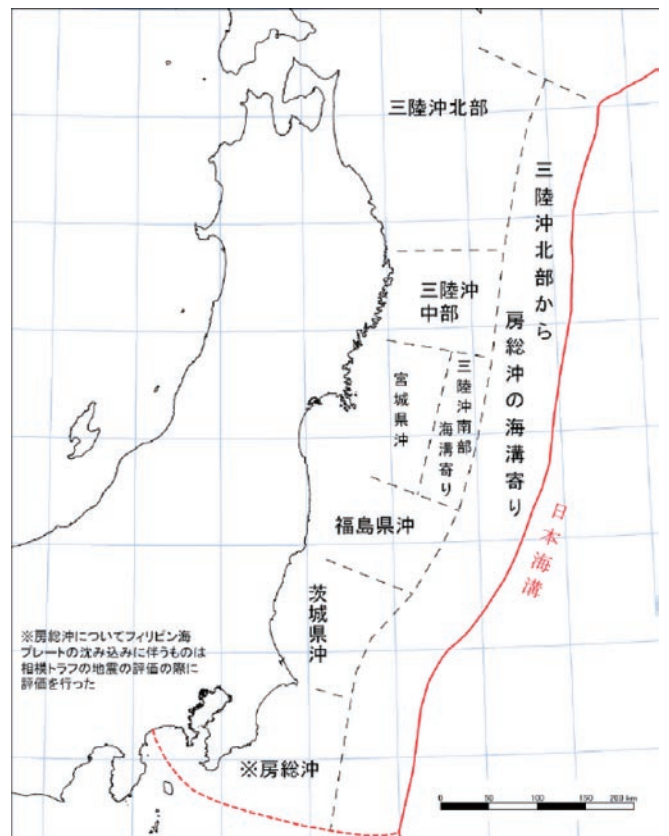


図2 地震調査研究推進本部が日本海溝沿いで発生すると想定していた地震の分布⁽⁶⁾

た地震を参考にして8個のセグメントに分割されており、宮城県沖と三陸沖南部海溝寄りのセグメント以外はそれぞれが独立して地震を起こすと考えられていた。しかし、実際には図1に示された範囲で断層運動が発生しており、図2の三陸沖中部、宮城県沖、三陸沖南部海溝寄り、福島県沖、茨城県沖、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの一部を含めた6個のセグメントが運動して破壊した。このように断層運動を過小評価していたため、それを初期条件として考えられていた津波もまた過小評価となっていました。



調査結果（津波高さ）

合同調査グループによる現地調査で判明している各地の津波の高さを図3に示す。震源域に近い東北地方では特に高い津波が来襲しており、岩手県大船渡市で最大の40.1mが測定されている。東北地方から離れるにしたがい津波は低くなる傾向を示すが、それ

でも北海道で5m強、関東地方で10m近くに達している。さらに遠方の四国地方でも3m、九州地方では1mを超える津波が来襲しており、今回の津波の影響範囲がきわめて広域におよんでいることがわかる。図3には、比較のため1960年チリ地震津波もプロットしてある。チリ地震は1960年5月22日（現地時間）に南米のチリ沖

で発生しており、マグニチュードは9.5であった。この地震により引き起こされた津波は約23時間かけて太平洋を伝播して日本に来襲している。太平洋を伝播する途中でその経路は広がっているため、北海道から沖縄までの広い範囲に津波は来襲している。一方、今回の津波は近地津波であったが、その巨大さのために北海道から九

州まで来襲しており、影響範囲は遠地津波に匹敵している。

今回の津波の特性

図4では津波の高さを遡上高と浸水高に分けて示している。遡上高とは津波が最高地点に達して止まったときの高さ、浸水高とは津波が遡上して

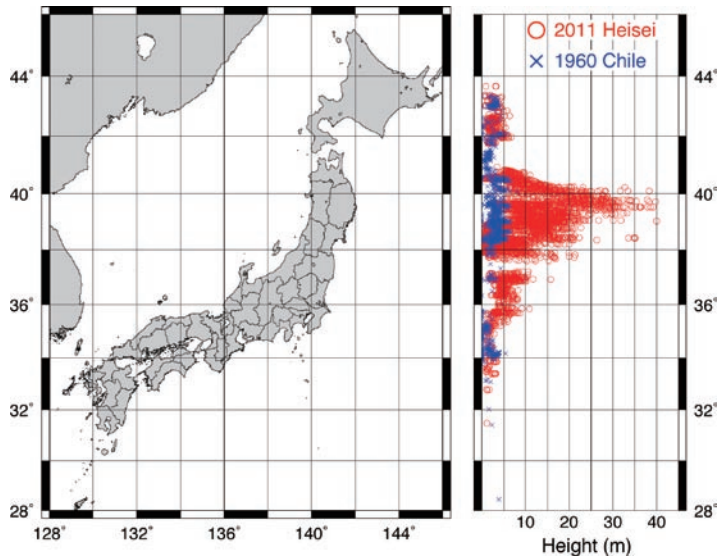


図3 今回の津波^(3,4)と1960年チリ地震津波⁽⁷⁾の比較

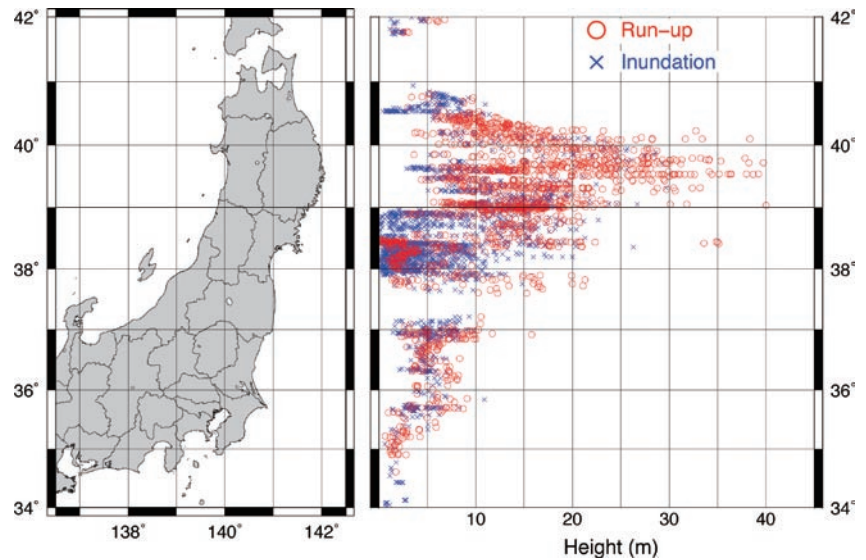


図4 今回の津波^(3,4)による遡上高と浸水高の比較

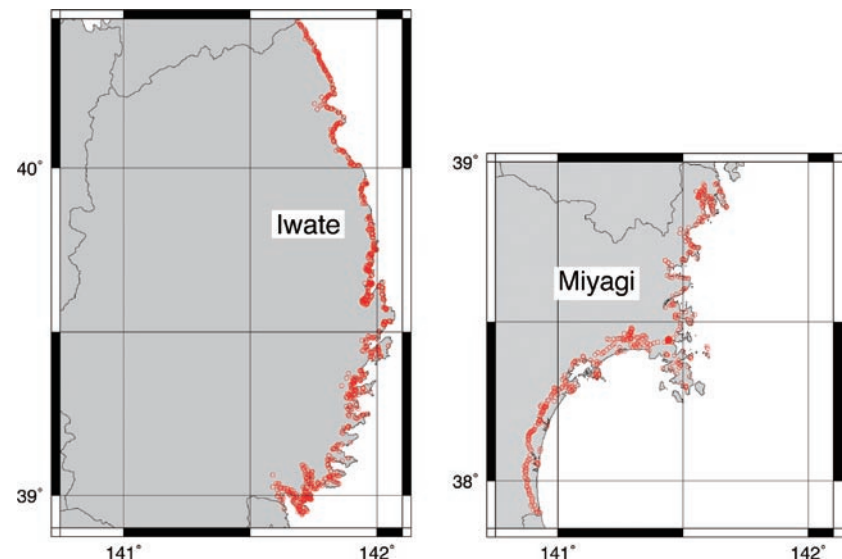


図5 今回の津波^(3,4)の遡上地点の分布

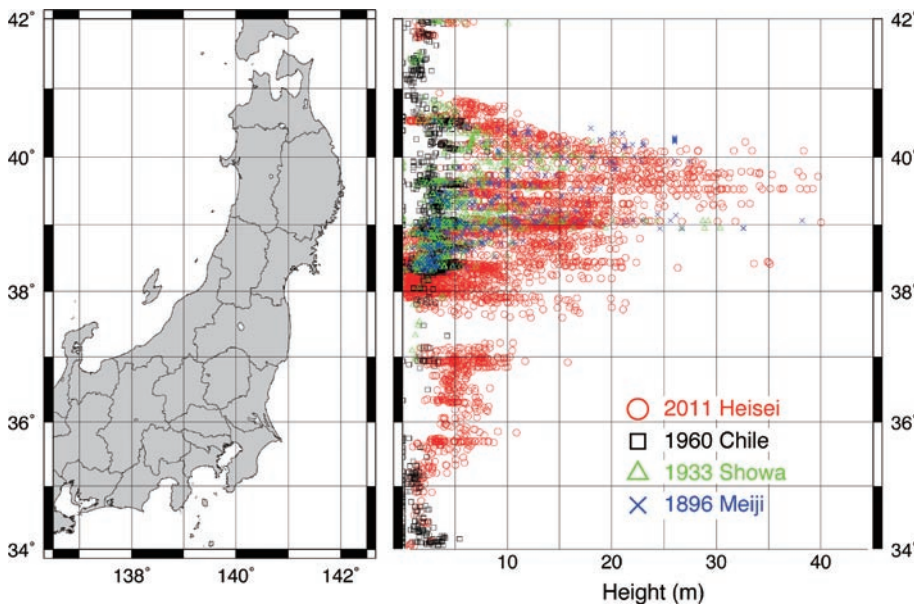


図6 今回の津波^(3,4)と1960年チリ地震津波、1896年明治三陸津波、1933年昭和三陸地震津波⁽⁷⁾の比較

図6には、1960年チリ地震津波に加えて、1896年に発生した明治三陸地震津波と1933年に発生した昭和三陸地震津波との比較を示す。全体的には今回の津波が最も高くなっている。特に宮城県や福島県ではその傾向が強く、被害が拡大した原因となった。一方、岩手県

いる途中の高さである。よって、遡上高は位置エネルギーのみになった状態であるが、浸水高は位置エネルギーと運動エネルギーが混在した状態であるため、一般的には遡上高のほうが高くなる。今回の調査結果でも全体的にはそのような傾向を示しているが、地域によっては遡上高のほうが浸水高より低くなっている場合がある。これは遡

上距離が長い場合に途中で地面の摩擦等によりエネルギーが減衰した結果であり、平野部でよく見られる。図5に岩手県と宮城県における遡上地点の分布を示す。岩手県や宮城県の北部ではリアス式海岸が発達しており、すぐ背後に山地がそびえている地域が多いため、遡上地点は海岸付近に集中している。一方、宮城県の南部では平野が発達しているため、遡上地点は海岸から数km内陸まで分布しており、津波が広い範囲に浸水していることがわかる。

平野が発達しているため、遡上地点は海岸から数km内陸まで分布しており、津波が広い範囲に浸水していることがわかる。

海岸保全施設の被害の状況

(1) 海岸堤防の被害とメカニズム
今回の津波では、海岸堤防、防波堤など多くの津波防護施設が被害

震災①-2

海岸保全施設の復旧と設計方針 (WG2)

においては、明治三陸地震津波と同規模であった地域も一部にみられ、他県に比べると相対的に既往津波に近い外力となっている。東北地方ではこれら以外にも多くの津波が過去に襲撃しているが、今回の津波とよく比較されるのは869年に発生した貞観津波である。この津波は平安時代に編さんされた日本三代実録に記録されており、また宮城県や福島県では多くの伝承が残っている。最近では宮城県と福島県で明瞭な津波堆積物が確認されており、今回の津波による堆積状況に近い^(8,9)ため、今回の津波を貞観津波の再来と考えることもでき、これらの結果から石巻・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⁽¹¹⁾から地震規模が推定されていた。一方、今回の津波は岩手県にも来襲している。宮古から気仙沼に至る地域の過去6000年間の津波堆積物調査から複数の津波堆積物を残す大津波が確認されていた。さらに岩手県大槌湾の海底では貞観津波と年代的に対応する津波堆積物が発見されていた⁽¹³⁾。これらを考慮すると貞観津波は宮城県石巻よりも北、岩手県大槌湾まで及んでいた可能性が指摘されていたが、その実態解明はまだ不十分であった。このように今回の津波をより理解するためにも、貞観津波に関する調査が今後さらに必要である。

を受けた。これらの多くは、防潮堤、防波堤を津波が越えたときに破壊されたものであると考えられる。海岸堤防にはさまざまなタイプの構造があるが、ここでは傾斜型と直立型の被害について説明する。

写真1は、岩手県宮古市田老の堤防の被害の様子を示したものである。田老の堤防は傾斜型堤防であった。これを見ると、堤体が海側に向かって倒れていることがわかる。図1は、そのときの推測される被災メカニズムを示したものである。背後が津波の越流によって洗掘され、それにより、乗っていたコ



写真1 田老の防潮堤
(右が海側、4月15日撮影)



写真2 大槌町の堤防被害
(左が海側、4月8日撮影)

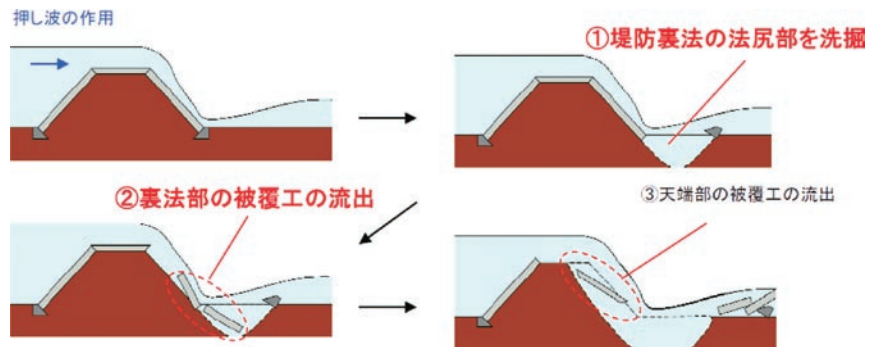


図1 傾斜型海岸堤防の裏法戻りの洗掘からの被災メカニズム（押波時）

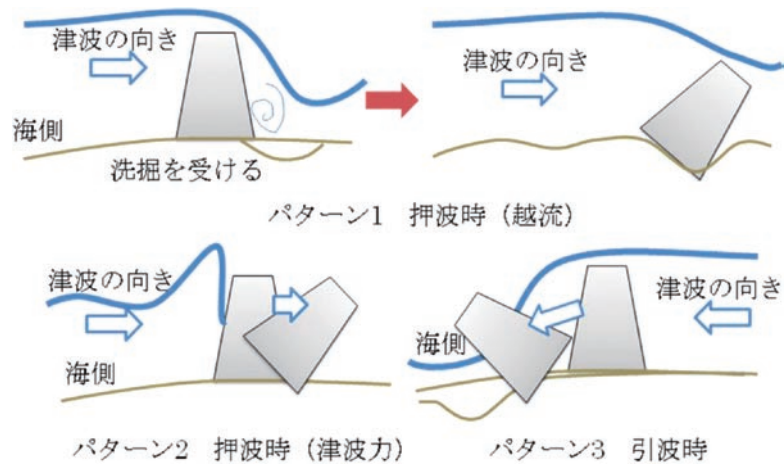


図2 直立型海岸堤防の被災パターン

ンクリート版が流出され、中の砂が掘られて全体が破壊されると推測される。田老では、その後引波時において、前面の壁体が海側に倒されたものと考えられる。

写真2は、岩手県大槌町の堤防の被害である。大槌町では、直立型の堤防であった。図2は、直立型の被災パターン

ンを示したものである。パターン1、パターン2は押波時に生じるもので、パターン3は引波時に生じるものである。パターン1は、越流することによって陸側の地盤が洗掘され、それによって安定性を失い倒れていくものである。大槌町の堤防は、パターン1と2を組み合わせたような被害になって



写真3 釜石湾口防波堤が津波により破壊された様子（2011年6月20日撮影）

おり、押波時に倒れたと推測される。

(2) 防波堤の被害とメカニズム

防波堤もかなり破壊された。一般的に津波防波堤は沖側にあり、湾の中に入ってくる津波の流入を防ぐ効果がある。

写真3は、釜石にある津波防波堤が、津波により破壊された様子であ

原因と考えられる。このように想定を大きく超えた津波が防護施設に襲撃したことで、思わぬ越流が生じ、それによって、防波堤、海岸堤防が多く破壊されたものと考えられる。今後は、越流が生じても倒れにくくなるような粘り強い防護施設の技術開発が課題である。

(3) 海岸保全施設の効果

防波堤、海岸堤防による防護効果を、釜石を例に検討した。図3は、釜石市の湾口防波堤内における津波の浸水状況と過去の浸水状況を比較したものである。明治三陸津波の遡

る。防波堤は、ケーンソンと呼ばれるコンクリートの箱がマウンドと呼ばれる比較的大きな石を積んだ基礎の上に据えつけられた構造をしているが、釜石の津波防波堤ではもっとも深い場所でも水深63mもあり、倒れているケーンソンの重さは数万tにもなる。釜石では防波堤の半分は津波によってマウンドの下まで流され、半分は写真のようにマウンドの上で傾いた状態となった。

マウンドの下まで滑落した防波堤は、津波が防波堤を越え、越流が生じたときに防波堤前面と背面の水位差が生じ、そのまま流されたと考えられ、一方、傾いたものは、マウンドの石が津波の流速によって洗掘されたことが原因と考えられる。

上域ならびに昭和三陸の遡上域と比較し、大きな差はなく、遡上域における津波の高さは、明治三陸津波で5.4m、今次津波では8.1mとなつていことがわかる。

海岸保全施設が今回の津波に対してどの程度防護効果があったかを、現地観測ならびにシミュレーション結果



図3 既往津波の遡上域との比較

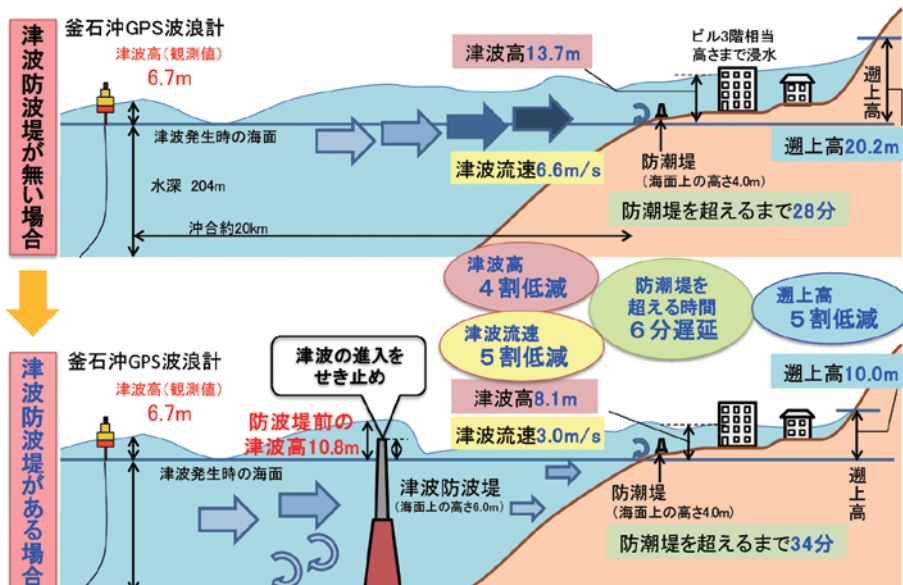


図4 釜石における防波堤・堤防の防護効果

から示したものが図4である。仮に防波堤・堤防がないと仮定した場合、遡上した津波の最大高さは20.2mになると試算されるが、防波堤・堤防があることにより10.0mに抑えている。また、堤防を越える時間が防波堤・堤防がない場合と比較して6分遅くなったと試算された。

このように、海岸保全施設が完全に破壊されなければ減災としての機能を発揮するといえる。

復旧・設計方針について

(1) 設計方針

海岸保全施設が効果を発揮する

表1 海岸保全施設の設計方針

津波レベルの名称	定義	防護目標	計画・設計
津波防護レベル (L1)	数十年～百数十年に1回の頻度で発生すると考えられる津波	<ul style="list-style-type: none"> 人命を守る、日常生活機能の維持 住民避難を援護する 財産を守る 経済活動の継続 発災直後に必要な沿岸部の機能の継続 	堤内地の浸水を防止するよう計画・設計
津波減災レベル (L2)	津波防護レベルをはるかに上回り、構造物対策の適用限界を超過する津波	<ul style="list-style-type: none"> 人命を守る 経済的損失の軽減 大きな二次災害の防止 早期復旧 	堤内地の浸水を許すが、破壊・倒壊をしにくくし、被害が拡大しないよう計画・設計

ことはわかったものの、津波の大きさによっては、津波の浸入を完全に阻止しようとする、非常に大きな堤防をつくらないといけないようになってしま

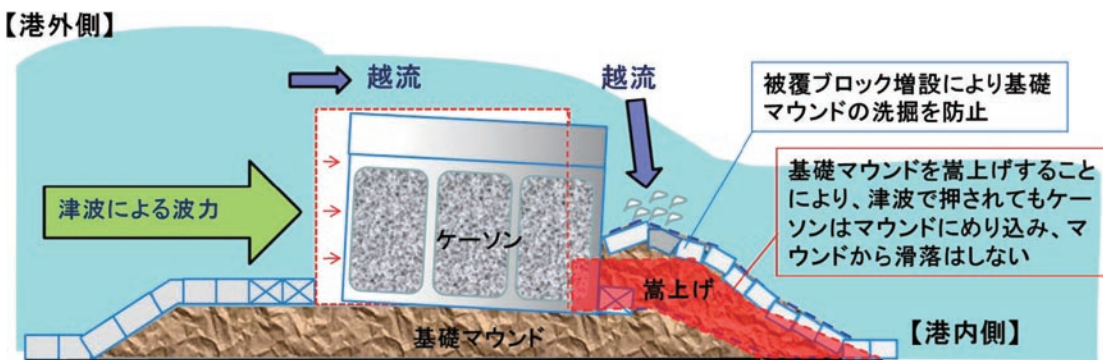


図5 防波堤における粘り強さのイメージ

う。そのため、すべての人命を守ることを前提とし、主に海岸保全施設で対応する津波のレベルと海岸保全施設のみならずまちづくりと避難計画

をあわせて対応する津波のレベルの二つを設定する。前者は海岸保全施設の設計で用いる津波の高さのことで、数十年から百数十年に一度の津波を対象とし、人命および資産を守るレベル(以下、津波防護レベル)である。後者は津波防護レベルをはるかに上回り、構造物対策の適用限界を超過する津波に対して、人命を守るために必要な最大限の措置を行うレベル(以下、津波減災レベル)である。ただし、地震発生後に来襲する津波に対して避難の可否を予測することは現時点の技術では困難なので、地震発生後は必ず避難しなければならない。表1にそれらの考え方をまとめたものを示す。

また、津波防波堤が設置され、海岸堤防と合わせて津波対策が二段構えになっている地域では、施設の復旧・更新・維持にかかる費用を勘案したうえでそれぞれの施設の防護レベル津波・減災レベル津波に対する役割を明確にし、複合システムとしての効果が最大となるように施設設計を検討すべきである。

(2) 海岸保全施設の粘り強さ

津波防護レベルを超えると津波が越流するようになり、堤内に浸水を許すようになる。一方で、防護レベル

を津波が超えた瞬間に海岸保全施設が破壊したり、一部が倒壊したりすると、その防護効果が急激に小さくなり、被害が一気に拡大する。そうなった場合、避難する時間も急に短くなり、人命にも大きな影響を及ぼすことになる。想定されるため、防護レベルを超えても海岸堤防等が瞬間的に破壊しないようにすることで、防護効果の減少度合いを緩やかにしていくことが大事であり、それを、ここでは構造物の粘り強さと定義することとする。

防波堤についてその一例を図5に示す。図5ではケーソンの後ろに捨石を置き、越流による洗掘を防止するとともに、ケーソン自体が滑動しないための重しとして機能させるものである。このようにすることで、設計した津波のレベルよりも若干大きな津波までケーソンが滑動するのを防ぎ、かつ、破壊に至るまでの時間を稼ぐという粘り強さを実現することで、急激な破壊を防止することとなる。このようなアイデアを施設ごと、場所ごとで提案していくとともに、定量的に評価する手法について検討することが今後の課題である。

震災①-3

復興に向けて配慮すべき事項 (WG3)

地域の津波防災計画で 対象とする津波減災 レベルの設定法について

津波減災レベルの設定においては、数百年から千年に一度の発生確率、または起こり得る最大の地震を想定し、その地震規模に対応する地盤変動（注：不確定性があり、一つに決まらぬ）で生じられる津波のうち、当該地域に最も大きな被害を与える津波を数値シミュレーションなどの手法を用いて評価するべきである。また津波減災レベルは避難計画や土地利用計画に反映されるものなので、単に高さだけでなく、津波到達時間や来襲方向、流速なども含めたシナリオとしてとらえるべきである。

しかし、現時点では東北地方太平洋沖地震の断層モデルについてさまざま研究・提案がされている状況であり、津波減災レベルを精度良く確定することは現時点の科学・技術では限界がある。

そのため、当面の措置として、歴史

津波や東北地方太平洋沖地震津波の痕跡を整理し、その分布の包絡線として津波高さを設定する方法が考えられる。東北地方太平洋沖地震津波が過去最大となる地域が多いことから、この設定法では、ほとんどの被災地で東北地方太平洋沖地震の高さ・浸水域などをもとに防災計画・土地利用計画を策定することになると考えられる。

ただし、この設定法には不確実性があるため、最新の地球科学等からの知見を踏まえつつ、津波数値計算による予測を併用して、精度向上を図るとともに随時見直すことが必要である。

地域の津波対策… 多重的な津波防護機能

東北地方太平洋沖地震津波では一部の海岸保全施設が破壊され、海岸保全施設が破壊されたか否かにより被害の度合いが異なる事例や、また海岸保全施設が破壊されてもおお

定の効果をあげたとみられる事例があり、海岸保全施設の重要性が再認識された。しかし、それに加え、海岸保全施設以外のものが効果をあげたと見られる事例もあった。

たとえば、仙台市では盛土構造である仙台東部道路を境界として津波被害の度合いがはっきりと異なっており、道路盛土が第2線堤の役割を果たしたと考えられている。また大船渡市吉浜では過去の津波被害から、低地にあった道路を山腹へ変更し、もともと固まって位置していた集落を道路に沿って分散して配置していたため、防潮堤が破壊したにもかかわらず、家屋については深刻な被害に至らなかった。

このように地域の津波対策では、海岸保全施設に加え、盛土構造の活用、地域計画、土地利用規制等による多重的な防護機能を兼ね備えるべきである。津波の来襲時に、まずは人命を守ることを目指して、避難計画を含めた被害軽減を図り、復旧・復興を行いやすい津波に強いまちづくりを目指して、対策を進めることが重要である。

ただし、それらの対策が有効かどうかは十分に精査する必要がある。その限界を明らかにしておくことも

重要である。経験的には、浸水深が2mを超えると木造家屋の被害が急増すると言われており、東日本大震災でもその傾向が認められるので、防護効果を見るには浸水深が2m以上の地域をどれだけ減少させられるかが簡易な指標として使用できると考えられる。なお、実際の被害は流速や漂流物の有無によつて大きく変わるの

で、浸水深だけでなく地域特性が大きく関係してくるものである。地域ごとの被害特性を分析し、地域によつて指標を変えることも検討すべきである。

土地利用規制に関しては、今回の浸水域の一部を災害危険区域に指定することや、建築物の被害軽減のため建築制限を設けることも検討すべきだが、建築を許可するためのスペックや、災害危険区域から除外される浸水深・流速等の検討を行う必要がある。

防災計画の策定

被災地の復興にあたり、低平地（今回の津波の浸水域）を活用しないということはあり得ない。しかし、津波減災レベル以下の地域は、津波により再び浸水する危険性がある地域であ

る。津波のリスクを認識したうえで防災計画・土地利用計画を策定する必要がある。

住民の命を守るための避難計画や津波情報の伝達システム等の対策は、東日本大震災の教訓を生かし、津波減災レベルを基本として再構築する必要がある。また、地域のハザードマップ(防災地図)等には津波減災レベルを具体的に反映させることが重要で、そのためには地域に根ざした津波防災専門家の養成が必要である。

なお、東日本大震災では広範囲の停電によって津波情報の取得・伝達が計画通りにいかなかった事例や、避難誘導担当者が被災してしまった事例があった。非常用電源の導入なども重要だが、情報伝達や避難誘導がうまく機能しなかったとしても被害が少なくなるような土地利用計画・防災計画も重要である。災害の教訓を伝承するための手段としてモニメントの建設、出版、防災教育などがあるが、奥尻島・青苗やハワイ島・ヒロにあるようなメモリアル公園は災害教訓の伝承だけでなく、津波来襲時に被害を軽減する施設としても有効だと思われる。

避難計画の策定

避難計画の策定では、避難場所の選定を地域の特性に応じて適切に行う必要がある。特に避難施設の設定では、津波減災レベルの津波に対しては浸水せず極力津波来襲時に孤立しない適切な場所を選定する等、地域計画、土地利用の面からも対策を講じることが重要である。

避難施設までの距離と津波来襲時の兼ね合いによっては、避難施設への避難が困難な場合があり、浸水域内に一時避難施設を確保しておくことも有効である。一時避難ビルは今回の津波でも機能を果たしたと言える。ただし、一時避難ビルが効果を発揮するためには津波に対して十分な高さや強度を持っている必要があり、津波来襲前にどのビルが安全かは住民にわからないのが問題である。今回の津波では、一時避難ビルの指定を受けていたビルであっても、海岸線近くの低いビルは住民自身が危険と判断してより遠くに避難していた。そのため、一時避難ビルでの被災は非常に少なかった(一時避難ビルの指定を受けていた病院が被災した事例が1件)が、観光客が多い季節だったら、もっと被害が出ていた危険性もある。また、一

時避難ビルで長時間孤立してしまっただけであった。一時避難ビルはあくまでも緊急避難としての利用で、時間があれば避難場所を目指すという認識が重要である。

また自動車による避難は原則として避けるべきではあるが、自動車の使用を前提としなければ避難できない場合もあり、地域や住民の実情に合わせた避難計画とするべきである。なお、要援護避難者を大量に速やかに避難させるのは現実問題として難しい。要援護避難者は原則として津波減災レベルより高い場所で生活するのが望ましい。

避難時の情報発信

大津波に対しても人的被害を少なく抑えるためには、情報を待たずに避難するよう住民に防災教育・防災訓練を行うことがもともと重要である。しかし、余裕を持って避難できるはずの地域の住民もおり、最新技術を使った質の高い情報発信を目指すのも当然である。

地震波観測に基づく津波予警報や避難勧告・指示に加え、津波の来襲状況を正確に把握するため、GPS波浪計の津波観測値に基づくリアル

タイム警報システムの構築も有効である。ただし、あまりに沖合に設置されると沿岸部での予測精度が落ち、あまりに海岸線近くに設置されると津波来襲の直前の情報発信になつてしまう。情報発信の時間早さと予測精度を兼ね備えたシステムにする必要がある。また、水圧式波高計等の壊れにくい観測設備の開発を検討するべきである。

過去の教訓の整理

これらハードとソフトが一体となった対策を100年以上の長期にわたって持続できるスキームを検討する必要がある。ここでは、明治・昭和の三陸津波における高所移転問題とチリ津波後の対策からの教訓を整理してみよう。

(1) 明治と昭和の三陸津波災害

1896(明治29)年6月15日、旧暦の5月5日、三陸沿岸に巨大な津波が不意に襲来し、わが国の津波災害史上最大の、2万2000人に上る死者を出す災害となった。地震の規模の割に非常に大きな津波を引き起こす津波地震だったと言われている。津波来襲の警鐘となるはずの地震動が小さかったために、前触れなき

大津波となった。

明治の津波災害から37年後の1933(昭和8)年に、三陸を再び大津波が襲った。このときの津波は、日本海溝付近のマグニチュード8・1程度のプレート内正断層型地震によるもので、沿岸地域では震度5を記録した。地震の発生から約40分後に来襲した津波の高さは、岩手県大船渡市で約29m、3064人の死者・行方不明者を出した。

(2) 住まいの再建と復興

これらの津波災害から生き延びた人びとは、住まいの再建よりも漁業(仕事)の復興を最優先課題として取り組んだ。漁業の復興を果たすには、まず津波後の漁業環境を改善する必要がある、海岸に漂着した布団、枕、木材等、海岸に散乱した漂流物を片付けなくては漁業を開始できない。生き延びた人びとだけでは人手が足りないため、周辺の集落からの移住者を募り、がれきの撤去、漁業の再開を果たした。当時は、幸いにも豊漁期に当たり、約1年で被災地の生活は復興した。豊漁により地域の経済は潤い、活気が生まれることになった。被災地の早期復興は、住まいの再建のみならず仕事の確保も重要な要素である。

山口弥一郎は、津波被災後の三陸沿岸の集落を詳細に調べ、津波災害復興事業としての高所移転の成否の要因を分析した^[14]。津波災害後、同じ悲劇を二度と繰り返さぬよう、村の指導者などにより高所への移住が提案され、津波の直後は多くの人びとが高所に移り住んだ。しかし、時が経つにつれ、人びとは日常生活の利便性を優先して海辺に戻ってしまうことになり、明治の津波災害の37年後の1933(昭和8)年に、この地を再び大津波が襲うことになる。このときに明暗を分けたのが集落の高所移転の成否であった。

明治三陸大津波で204人の死亡者を出した岩手県気仙郡吉浜村(現大船渡市)では、当時の村長らが山麓の高所へ移転する計画を立案した。まず低地にあった道路を山腹へ変更し、もともと固まって位置していた集落を道路に沿って分散して配置するように配慮した。昭和三陸大津波による流失家屋数は、移転後に新しく低地に建った10戸と移転位置の悪かった2戸のみであり、リアス式湾の奥にありながらほとんど被害を免れた。高所移転は成功したといえる。

一方、吉浜村のすぐ北に位置する唐丹湾の湾奥の気仙郡唐丹村(現釜

石市)でも、明治の津波災害では総戸数290のうち272戸が流失し、人口1502人中1244人が亡くなるという壊滅的な被害を受けた。村の収入役らが中心となり、山腹に宅地を造成して村人たちに移転を勧めた。しかし、一度は移転した村人たちも、のちの豊漁が裏目となり、浜作業などの日常の利便性を求めて徐々に元の海浜部に移り住むようになる。さらに不運なことに、1913(大正2)年に発生した山火事により、山腹に移転した集落の9割が焼失するという被害を機に、最終的には元の場所に集落が再形成されてしまった。その結果、1933(昭和8)年の津波で再び260あった集落のうち208戸が流失・倒壊するといふ悲劇が繰り返されてしまった。

同じ時期に移転した二つの村でこれほどの明暗が分かれた原因は、唐丹村では山火事によりせつかく再建した集落が焼失してしまったという不運もあるが、移転した場所では飲料水の確保が難しかったこと、津波はそうたびたび来るものではないのに日常生活が不便であったこと、津波後にイカの大漁が続く、浜作業をするために海から離れ難かったことが挙げられる。吉浜村では、農業者の数が漁業

者よりも圧倒的に多く主産業が農業であったのに対し、唐丹村では逆に漁業者のほうが多かったことが村人を強く海辺に戻す原因になったようだ。移転の際には、単なる住家の移転だけでなく、地域の土地利用の骨格となるインフラの整備も併せて実施する必要がある。

1933(昭和8)年の昭和三陸津波災害後、宮城県では「海嘯罹災地建築取締規則」を県令で施行し、津波被災地内においては特に知事の認可を受けなければ住宅を建築することを禁じた。また、岩手県においても1896(明治29)年の明治三陸津波災害時の津波浸水域を基準として、それ以上の高所に住宅を移転させることとした。これが、現在の総合的津波防災対策として明記されている、津波防災の観点からのまちづくりのもととなった事例であろう。

(3) 1960年チリ地震津波とその後

1960年5月23日午前4時11分(日本時間)、南米チリ沖を震源とするマグニチュード9・5の巨大地震が発生し、この地震により発生した津波はわが国にも到達した。この津波により死者・行方不明者142人、家屋全壊1500余、罹災世帯3万

2049戸(約16万人)の被害が出た。道路等の公共施設や船舶損害などを含め北海道・青森・岩手・宮城・三重だけでも358億円の被害となり、前年の伊勢湾台風に次ぐ、海岸における大災害であった⁽¹⁵⁾。

これを受けて「昭和35年5月のチリ地震津波による災害を受けた地域における津波対策事業に関する特別措置法」が成立し、国を挙げての復興・復興がなされることになった。この法律に基づき、津波対策事業計画の策定基準、事業量、津波防波堤計画の三つを骨子とするチリ地震津波対策の事業計画が検討され、1964(昭和36)年11月に決定された。構造物による津波対策の基礎となる事業である。この事業終了後、明治三陸大津波までを視野に入れた構造物改良は岩手県のみで続けられていたが、その他の地域では継続を止めた。しかも、1968(昭和43)年に発生した十勝沖地震津波に対して、構造物がほぼ100%効果を発揮したため、津波は構造物で完全に防げるとの考えが広まってしまった⁽¹⁶⁾。

その後、わが国の津波対策は1993(平成5)年北海道南西沖地震津波災害を契機に方針転換を余儀なくされる。奥尻島南端にあつ

た青苗地区(青苗5区)には、その10年前(1983年)の日本海中部地震津波後に高さ4.5mの防潮壁が整備されていた。青苗を襲った津波の高さは11mであり、防潮壁はほぼ無傷で残ったものの、そこを乗り越えた津波は堤内の家屋すべてを破壊した。これを契機として、1997(平成9)年には当時の津波対策関連7省庁が合意した「地域防災計画における津波防災強化の手引き⁽¹⁶⁾」が完成し、構造物、ソフトな対策、そして津波に強いまちづくりの3本立てで津波対策が行われることとなって現在に至っている。その手引きには、「施設整備後であっても、実際の津波高が計画規模の津波高を上回る可能性がある」と明記されている。

過去の三陸津波災害における被災地の状況は、2011年の津波災害と酷似している。復興過程において生ずる問題もまた共通する部分も多いであろう。特に、高所移転を含めた復興、まちづくり、高所移転の成否についても一度考える必要がある。また、住まいの再建と産業の復興は両輪で同時に進める必要があることも強調しておかなければならない。これらの教訓を現代に置き換えて考える必要がある。

参考文献

- (1) 気象庁：「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について、第28報、21頁、2011年
- (2) 消防庁：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138報、37頁、2011年
- (3) The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group Nationwide Field Survey of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake Tsunami. 土木学会論文集B(2)海岸工学) Vol.67, No.1, 63～66頁、2011年
- (4) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ：2011年東北地方太平洋沖地震津波に関する合同現地調査の報告、津波工学研究報告、印刷中、2011年
- (5) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ：東北地方太平洋沖地震津波情報共有サイト、<http://www.coastajp.tju/>、参照、2011年9月23日
- (6) 地震調査研究推進本部：三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(一部改訂)、40頁、2009年
- (7) 東北大学：原子力安全基盤機構：津波痕跡データベース、<http://tsunami3.civil.tohoku.ac.jp/>、参照、2011年9月23日
- (8) 澤井祐紀・穴倉正展・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：ハンディ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・亶理町・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.147～80頁、2007年
- (9) 菅原大助・箕浦幸治・今村文彦：西暦2009年貞観津波による堆積作用とその数値復元、津波工学研究報告、Vol.18, 1～10頁、2001年
- (10) 後藤和久・西村裕一・菅原大助・阿部朋弥・中村有吾・藤野滋弘・原口強・仙台平野を中心とする津波被害実態と堆積物調査報告、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、57～62頁、2011年
- (11) 佐竹健治・行谷佑一・山木滋：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.871～89頁、2008年
- (12) 原口強・鳥居和樹・藤原治・鳥崎邦彦・今泉俊文：東北地方三陸海岸、大槌湾の津波堆積物、地球、28, 8, 539～545頁、2006年
- (13) 鳥居和樹・原口強・今泉俊文・宮内崇裕・鳥崎邦彦：東北地方三陸海岸における津波堆積物調査、日本応用地質学会、平成19年度研究発表会論文集、23頁、2007年
- (14) 山口弥一郎：山口弥二郎選集第六巻日本の固有生活を求めて、624頁、世界文庫、19972年
- (15) 首藤伸夫・渡邊偉夫・藤間功司・越村俊一・伊藤和明：1960年チリ地震津波、災害教訓の継承に関する専門調査会報告書、222頁、2009年
- (16) 国土庁：農水省構造改善局・農林省水産庁・運輸省・気象庁・建設省・消防庁：地域防災計画における津波対策強化の手引き、99頁、1997年