

地域防災実戦ノウハウ(69)

—東日本大震災における教訓と課題 その2—

Blog 防災・危機管理トレーニング

主 宰 日 野 宗 門

(元消防科学総合センター研究開発部長)

前回は、津波犠牲者数を左右する二つの要因(加害力要因、対応力要因)のうち、加害力要因について解説しました。今回は、対応力要因のハード的対応力(表1の網掛け部分)について解説します。

表1 津波犠牲者を左右する要因と具体例

大分類	中分類	小分類	細分類	具体例（拡大要因、抑止要因） （注1）
加害力（津波）要因			津波の規模	過去最大級
			最大波到達所要時間（注2）	地震発生後約30分～
			発生時刻	平日の午後（家族が分散、津波や避難路を視認可能）
			地震の揺れの覚知	「大きな」揺れを覚知
対応力要因	ハード的 対応力		防波堤、防潮堤、水門	津波防ぎよ能力の不足
			市街地立地条件	市街地が沿岸低地に立地
			避難路	危険（海沿い、川沿いを経由）、急坂、狭い、障害物（車の渋滞等）、避難所まで遠い
			避難所	避難所施設の高さ・堅牢性不足、立地場所の標高不足
	ソフト的 対応力	行政機関 等の対応 力	津波警報の精度、 （迅速性）	津波警報は3分後に発表されたが、「予想される津波の高さ」は最初の発表後2～3回変更
			津波警報や避難の 勧告・指示の即時 一斉伝達能力	停電や津波被害で防災行政無線放送を継続的に行えず、放送を聞いていない（聞こえていない）住民も多い
		住民等の 対応力	津波情報の覚知能力	ラジオ・テレビの視聴困難、密閉性の高い建物・車中での市町村広報等の聴取困難
			津波危険の理解能力	津波イメージの欠如、誤った津波知識、限られた津波体験の絶対視
			避難行動能力	歩行困難、要避難誘導（幼児、低学年児童）
		津波対応ルール		保護者への引渡しルールが裏目、家族の確認に自宅へ戻ったことが裏目

（注1）下線部分は津波犠牲者数の「抑止要因」、それ以外は「拡大要因」である。

（注2）東日本大震災の津波犠牲者の多くは、津波最大波によるものと考えられる。

1. 防波堤、防潮堤、水門

① 防波堤

防波堤(ぼうはてい)は、「外洋からの波浪を防ぎ港湾の内部を安静に保つため、もしくは津波の被害から陸域を守るため、海中に設置された構造物」(ウィキペディア「防波堤」から引用)です。東日本大震災では、世界一深い防波堤(最大水深 63m)としてギネスブックにも登録されていた釜石港の防波堤が巨大津波により破壊され、甚大な津波被害が生じました。しかし、津波抑止効果がまったく無かったわけではなく、港湾空港技術研究所のシミュレーション解析では、防波堤がなかった場合と比較し、津波の高さを約 4 割(約 6m)低減させ、市街地を守る防潮堤(高さ 4.0m)を超える時間を 6 分間遅らせる効果があったとされています(※1)。

② 防潮堤

防潮堤(ぼうちょうてい)は、「台風などによる大波や高潮、津波の被害を防ぐ堤防」(ウィキペディア「防潮堤」から引用)です。東日本大震災では、「津波防災の町」岩手県宮古市田老町の「万里の長城」とも呼ばれた高さ 10m の二重の防潮堤が破壊され、187 人の死者・行方不明者を出しました。鉄壁と考えられていた防潮堤も 1896 年明治三陸地震津波(高さ 15m)を上回るといわれる(※2)

東日本大震災の巨大津波を防ぐことはできませんでした。陸側の防潮堤に守られた地域では 2 階部分が原型をとどめた住家もありましたが、海側の防潮堤のみで守られていた地域はほとんど更地同然となってしまいました。

しかし、1896 年明治三陸地震津波では 1859 人の死者・行方不明者を出していますから、それとの比較では人命損失を減らすことができたといえます。

なお、上記以外の多くの地域でも津波が防潮堤を越えたことが報告されています。

③ 水門

水門は、「河川や運河、湖沼、貯水池などに設けられる構造物。可動式の仕切り(門扉)によって水の流れや量を制御し、高水時には堤防としての機能をもつ」(ウィキペディア「水門」から引用)。

岩手県普代村では、明治三陸地震津波レベルを想定した高さ 15.5m の水門(1984 年完成、建設費 34 億円)や防潮堤(1967 年完成、建設費 5,800 万円)がありました(※3)。これらの建設には巨費を必要としたため反対の声が強かったのですが、当時の村長が頑として譲りませんでした。普代村では、これらが今回の巨大津波を防ぎ(津波の威力を削ぎ)、被災民家、死者とも 0(ただし、船の様子を見に行った男性が 1 人不明)でした。最大級のハード対策が効を奏した数少ない例の一つといえます。

ただし、地震と同時に水門脇のゲートの自動開閉装置が緊急停止したため消防職員が間一髪手動でゲートを閉鎖したという点には留意する必要があります。もし、自らの生命を省みない消防職員の奮闘がなければ、水門のゲートは閉鎖されず甚大な被害が発生したものと予想されます。

①、②の事例は防潮堤等が津波に対してそれなりの効果を発揮しているが十分ではなかったことを、③の事例は最大級の水門、防潮堤が大きな効果を発揮したが、間一髪であったことを教えています。共通していえることは、ハード対策に依存しすぎることに危うさが伴うということです。

2. 市街地立地条件

防潮堤等が十分に機能しなかった場合、当然のことながら沿岸低地は津波被害を受けることになります。今回の津波で甚大な犠牲者を生じた理由の主要なものとして、市街地(居住地)が沿岸低地に集中していたことがあげられます。

津波の陸上の到達距離は、地形、大河川の有無、道路等の構造物の状況、襲来した津波の高さ・速度等の要因により異なります。ちなみに東日本大震災の場合、国土地理院の資料(※4)を参考にすれば、津波到達距離については以下のような傾向がうかがえます。

① 津波が大河川を遡上し陸上に水が溢れたケース

大河川を遡上し、堤防から溢れた水により浸水した地域は、河口からの到達距離が②のケースに比して長い傾向にあります。特に、石巻市の北上川(追波川)流域や名取川流域で到達距離が長く、前者では河口からの直線距離で約10.2kmの地域(浸水範囲概況図10)、後者で約7.4kmの地域(浸水範囲概況図13)が浸水しています。

② 大河川の遡上ではなく、津波が直接陸上に侵入したケース

大河川の遡上ではなく、直接陸上に津波が浸入した地域のなかで到達距離が特に長いのは、仙台市若林区、名取市、岩沼市付近(浸水範囲概況図13)です。津波は海岸線から陸地に約5.1kmの距離に到達しています。これらの地域はほとんどが標高2～3m(インターネット地図「Mapion」による)程度の低地部です。

3. 避難路

① 徒歩避難路

宮城県石巻市の大川小学校では、北上川(追波川)にかかる新北上大橋のたもとの「三角地帯」と呼ばれる交差点付近へ向けて徒歩で避難していた児童が北上川を遡上してきた津波に巻き込まれ、74人(全校児童108人)が死亡・行方不明となりました。また、学校にいた教職員11人のうち助かったのは男性教諭1人だけでした。避難先、避難路が事前に決められておらず協議に時間を要し避難開始が遅れたこと、北上川沿いの避難場所へ向かう避難路を選択したことが、多くの犠牲者を出した原因といわれています。

宮城県南三陸町にある特別養護老人ホーム「慈恵園」では、津波が園まで500mほどの距離に近づいたのに気づき、入所者を高台にある志津川高校に避難させようとしてしました。職員が押せるだけの車椅子を押しましたが、志津川高校までは50mほどの急坂のため容易ではありませんでした。結局、入所者・ショートステイ利用者67人のうち48人が死亡・行方不明となりました。職員も1人が亡くなりました。慈恵園の標高は15m程度と決して低くはなかったのですが津波がそれを上回ったこと、避難路が適切でなかった(急坂であった)こと、避難開始が遅れたこと、要援護者が多く人手が足りなかったことなどが、犠牲者が増えた原因と考えられます。

② 道路

東日本大震災では、車で避難する人が続出し、各所で道路渋滞が発生しました。その渋滞に巻き込まれ避難できず、津波の犠牲になった人が少なくないことが報道されています(※5)。

また、内閣府・消防庁・気象庁が岩手県、宮城県、福島県の沿岸地域で県内避難をしている被災者870人(岩手県:391人、宮城県:385

人、福島県:94人)を対象に行った共同調査によれば、避難に車を利用した人が6割弱、そのうちの約1/3が渋滞に巻き込まれたことが明らかになっています(※6)。

4. 避難所

岩手県や宮城県の沿岸市町村では、1896年明治三陸地震津波、1933年昭和三陸地震津波、1960年チリ地震津波の履歴及び津波シミュレーション(1896年明治三陸地震、1933年昭和三陸地震、宮城県沖地震を想定)等を参考に指定避難所の立地場所・高さを定めていました(※7)。

しかし、東日本大震災の津波は、過去の津波高さや津波シミュレーション結果を上回ったところが多く、津波により浸水した指定避難所が少なくありませんでした。報道によれば、少なくとも64箇所が浸水し、確認されているだけでも100人以上の死者・行方不明者が出ているとされています(※8)。

〈岩手県釜石市の鶴住居(うのすまい)地区防災センター〉

岩手県釜石市の鶴住居地区では、日ごろから津波避難訓練が行われていましたが、高台にある本来の津波避難所までが遠いということで、近くの鶴住居地区防災センターを訓練での避難所としていました。東日本大震災時、ここに避難した多くの方が津波の犠牲になりました。本来の避難所の周知不足とともに、高齢者を考慮して近くの防災センターを訓練時の避難所としたことが裏目に出てしまいました(※9)。

〈岩手県陸前高田市市民体育館〉

岩手県陸前高田市では、1次避難所(津波などの切迫した危険を避けるための避難所)の市民体育館に避難していた約80人のうち生存者は

わずか3人でした。「市民体育館は海岸から1キロ離れた市中心部に位置する。市防災計画で1次避難所に指定され、住民からは「体育館の2階に避難すればまず大丈夫」と言われていた。…(中略)…陸前高田市では、1次避難所68カ所のうち半数以上の35カ所で浸水。市民体育館のほかに県立高田病院、高田小、気仙小などの避難所でも避難した人たちが多数亡くなった」(※10)。

〈宮城県石巻市北上総合支所〉

宮城県石巻市の指定避難所である北上総合支所に避難した人は少なくとも57人といわれていますが、無事だったのは3人(小学生男児と職員2人)だけでした。

北上総合支所は、「追波湾(おっぱわん)から約500m、海拔は約6m。宮城県沖地震などで想定される津波の高さを0.5mだけ上回っていた。立地条件やバリアフリーの観点も理由に、複数の候補地から現在地が選ばれ、指定避難所にもなった」(※11)とのことです。

建物は鉄骨2階建てでしたから、2階は津波高が10メートルまでであればなんとか対応可能と考えられていましたが、東日本大震災の津波は、これを上回ってしまいました。

なお、避難所に指定されることの多い鉄筋コンクリート(RC)造建物や鉄骨(S)造建物の津波に対する堅牢性についての研究は、「鉄筋コンクリート造(RC造)、鉄骨造(S造)の建物が巨大津波を受けた記録はスマトラ島沖地震による大津波以前はほとんどなく、津波時に建物がどのような状況になるのかは明らかではなかった」(※12)とのことです。

ここでいうスマトラ島沖地震(マグニチュード9.1)は2004年12月26日の発生ですから、この種の構造物に対する本格的な研究は始まってからまだ日が浅いといえます。

今回の東日本大震災では、津波により多くの

RC 造、S 造建物が被害を受けました。それを踏まえた本格的な研究が始まっていますので、その成果に期待したいと思います。ただし、これまでに明らかになった事実からだけでも、RC 造、S 造であるというだけでは安全とはいえず、基礎構造部分を含めた十分な堅牢性が必要であることがわかってきています(※13)。

※1:「釜石港における津波防波堤の効果(シミュレーション結果)」、国土交通省港湾局・独立行政法人港湾空港技術研究所、2011 年 4 月 1 日

※2:「津波対策"日本一"も全滅防潮堤に限界…岩手・田老ルポ」、朝日新聞、2011 年 3 月 28 日※3:「明治の教訓、15m 堤防・水門が村守る…岩手」、読売新聞、2011 年 4 月 3 日

※4:「10 万分 1 浸水範囲概況図」(平成 23 年(2011 年)東日本大震災に関する情報提供)、国土地理院

※5:例えば、「避難渋滞、津波被害を拡大促しても車降りる人少数」、朝日新聞、2011 年 4 月 1 日

※6:「平成 23 年東日本大震災における避難行動等に関する面接調査(住民)分析結果」(中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会(第 7 回)資料)、内閣府・消防庁・気象庁、2001 年 8 月 16 日

※7:例えば、「津波防災マップ、津波浸水予測図(いわてデジタルマップ)」、岩手県

※8:「指定避難所に津波死者・不明 100 人超す」、毎日新聞、2011 年 3 月 29 日

※9:「訓練で使ったのに…津波にのまれた拠点避難所」、読売新聞、2011 年 3 月 24 日

※10:「岩手 48 避難所、津波浸水陸前高…1 人犠牲」、河北新報、2011 年 4 月 14 日

※11:「大津波で生存率 5%」、毎日新聞、2011 年 9 月 21 日

※12:「津波外力による RC 造・S 造建物への被害想定」、加納修平・中野時衛、NTTBTI、2005 年

※13:「鉄筋ビル相次ぎ倒壊津波と浮力複合作用か宮城・女川」、河北新報、2011 年 5 月 22 日