

津波からの避難

株式会社エイト日本技術開発

保全・耐震・防災事業部

東京支社 保全・耐震・防災部

田中努・末富岩雄・福岡淳也・福島康宏・井上雅志

1. はじめに

東日本大震災では、死者・行方不明者合わせて約 23,500 人、全壊家屋約 105,000 棟と甚大なる被害を生じており（6/2 時点）¹⁾、その多くが津波による被害である。本報告では、津波による市街地の被害状況と防災施策の効果・課題について、現地調査や各種資料に基づきとりまとめる。

現地踏査は、下記のスケジュールで行った。短期間で広域を回ったため、十分な調査を行えたとは言いが、代表的な箇所について、報告する。

4 月 11 日：宮古市～釜石市

4 月 12 日：大船渡市・陸前高田市・気仙沼市

4 月 13 日：南三陸町・女川町・石巻市

4 月 14 日：仙台市若林区・名取市

2. 各地の市街地被害の概要

図 1 は主要な調査地点の市街地における浸水高さを示したものである。リアス式の三陸沿岸と平地が広がる石巻市以南では、大きく様相が異なる。明治三陸津波²⁾、今回³⁾とも調査対象とした市街地に該当する箇所の値を資料から選択したものである。明治三陸津波の田老での値は、伝聞による推測値である⁴⁾。15m を越えた南三陸町の志津川、女川町とも明治三陸津波の際には、それほど津波は高くなく、犠牲者も多くない。やはり 15m 程度であった陸前高田市も明治三陸津波の際の値を把握できず示していないが、3m 程度である。震源域

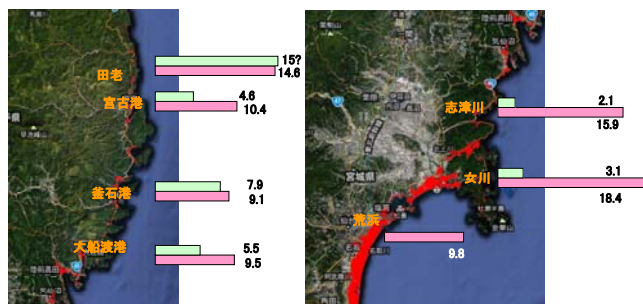


図 1 市街地における浸水高 (m)

■：明治三陸津波、■：今回

との位置関係や波の波長・周期が関係しているかと考えられ、今後の解明が待たれる。

主な調査地点について、以下に被害概要を示す。

2.1 宮古市

宮古市中心部は港から少しずつ標高が高くなっていく。住宅地の多くは浸水域より奥にあり、浸水エリア内でも形をとどめているものが多かった。図 2 は宮古駅から市役所付近まで、徐々に浸水高さが変化する様子を示したものである。調査をした 4/11 には、宮古駅前では、電力は復旧しており、既に飲食店も営業を再開していた。その後も、中心部では順調にライフラインは復旧している。市役所は閉伊川に近く、防波堤を津波が乗り越える映像などが捉えられている場所であるが、1 階が使用不能となったものの上階は使えている。

2.2 陸前高田市

15m を越える津波が襲い、海岸から遠く離れた市役所さえも飲み込まれている。また、地盤沈下が最も顕著で、80cm を越えている。

図 3 に概況を示す。木造住宅はすべて流されて瓦礫と化し、RC 造建物のみが形をとどめている。これらの建物も、3～4 階まで津波に襲われ、室内は散乱している（市役所と県立高田病院は 4 階建、ホテルは 7 階建である）。

2.3 南三陸町

明治・昭和の三陸津波で、志津川での津波は高くなく、近隣の市町村に比べ犠牲は少なかった。にもかかわらず、町は、津波避難ビルの指定、避難ルート案内設置など、精力的に津波避難に取り組んできていた。職員は 3 階建ての防災庁舎にとどまって広報・情報収集に務めていたが、その屋上までが津波に飲まれることを事前に想定することは困難であろう。

ほぼ街は潰滅し、行政・医療とも拠点を失い、復興へ向けて困難な状況である。



図2 宮古市中心部の概況（地図は Google より）



図3 陸前高田市の概況（地図は AlpsMap より）

2.4 女川町

15m を越える津波が襲った。特徴的なのは、数棟の RC ビルが転倒したことである。現地の状況を見たのは1ヶ月後で既に周囲で瓦礫撤去作業が始まっていたので、被災時の状況は把握できなかった。転倒の原因としては、波力の強さに加え、浮

力の作用、液状化の影響、等、が考えられている（例えば3)5)。メカニズムの解明は重要であるが、この場合も、転倒に至ったのは一部であり、少なくとも高い津波が条件となっていると考えられ、一般的には耐震性がある RC 造ビルであれば、津波避難ビルとして活用可能と考えられる。



写真1 女川町中心部の状況

2.5 石巻市旧北上川河口付近

石巻市の浸水エリアは広く、東岸側と西岸側で被害の様相が異なっていた旧北上川河口付近について調査した。図4に概況を示す。西岸側ではほとんどの木造建物が流され瓦礫と化していたのに対し、東岸側では形をとどめているものが多い。石巻漁港では、道路の陥没や岸壁のはらみ出しが見られ、液状化があったと推察される。



図4 石巻市の概況 (地図はAlpsMapより)

2.6 名取市

仙台市若林区から名取市閑上地区にかけては、平坦な土地が広がっている。多くの犠牲者が出たのは、海岸に近い住宅地であるが、調査日はその付近に入ることはできなかった。少し内陸側は農地であり、写真2に示すような光景が延々と続く。このような場所では、避難が可能な高いところは学校等に限定される。仙台東部道路が奥への侵入を防ぎ、かつ避難場所となったことから、盛土構造物の効用が考えられている。

また、距離が長くなれば、車の利用の是非が問題となる。山下氏⁴⁾も震災前に記しているように、地域の事情に応じた方法を構築していく必要があ

る(車はダメの原則論のみでは現実的でないが、石巻市街など日頃から渋滞するところでの車による避難は危険である)。



写真2 名取市の農地の状況

3. 人的被害の特徴

図5は、15才未満、16～64才、65才以上の3区分で年齢別の人口比率を表したものである。65才以上の割合の全国平均は19.0%(2431万人：平成15年)であり、宮城県はほぼ全国平均、岩手県は全国平均より高齢化が進んでいる。これに対し、犠牲者(死者・行方不明者)の半数以上が、65才以上の高齢者となっており、やはり、高齢者が逃げ遅れた(避難できなかった)ことは明瞭である。避難生活で体調を崩す方も高齢者が多く、今後関連死も加わると、さらに比率が高くなる可能性がある。一方で、15才未満の犠牲者は少ない。特に岩手県では3%に留まっている。学校が高台にある場合が多く、かつ確実に避難誘導していることが、その理由と考えられる。

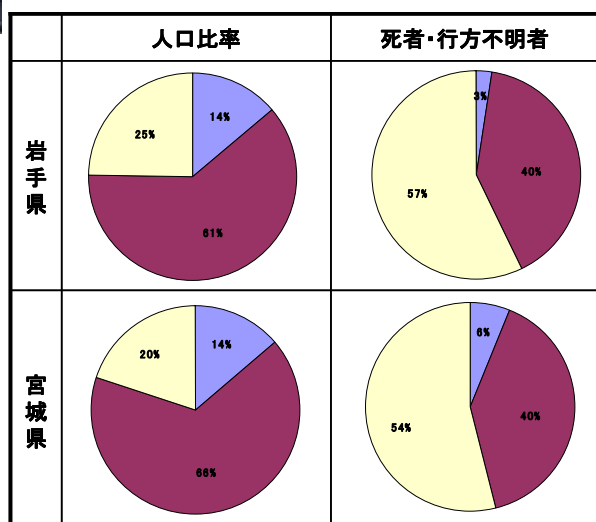


図5 年齢別の犠牲者の比率

人口：平成22年時点⁶⁾

犠牲者：岩手県・宮城県 HP⁷⁾ 8)

リストから算出 (4/21 時点)

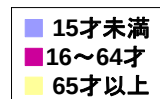


図6は宮城県・岩手県沿岸部の甚大な津波被害を受けた市町村について、推定浸水域に住む人口(津波被災者数)と、死者・行方不明者数をまとめたものである。

死者・行方不明者については、総数約 25,000 人のうち石巻市が 5,649 人と全体の 2 割近くを占め、2,212 人の陸前高田市、1,982 人の気仙沼市が続いている。また、推定浸水域に住む人口についても石巻市が 112,276 人と群を抜いている。

また、推定浸水域に住む人口に対する死者・行方不明者数の割合で見ると、女川町(15%)、大槌町(14%)、陸前高田市(13%)等の市町村において高い被害率を示しており、これらの地域ではおよそ 10 人に 1 人が犠牲になったことがわかる。

図7は、各市町村における総世帯数に対する津波による浸水被害を受けた世帯の割合を示したものである。80%前後の市町村が少なくなく、これらでは、街全体を再建していくこととなる。30~50%程度の市町村では水産業は大きな被害を受けているものの、行政機能は比較的維持されている。

図8は各市町村の浸水域における土地利用構成を示している。宮城県南部では農地が浸水域の多くを占め、リアス式海岸のエリアでは建物用地が浸水域の多くを占めている。

4. 防災対策の検証

4.1 避難場所と津波ハザードマップ

1995 年阪神・淡路大震災の際は、多くの命が建物倒壊による圧死により失われた。即死に近く、建物の耐震化を進める以外に防ぎようがない被害であった。一方、津波に対しては時間のゆとりが多少はある(今回は約 30 分)ので、速やかに避難すれば多くの人は助かることができる。したがって、安全な避難方法を事前に住民に周知するため、津波ハザードマップを作成するなどの取り組みが行われてきた。

それにもかかわらず、今回多くの命が失われた要因は以下に大別できると思われる。

- 1) 住民が速やかな避難行動をとらなかった(堤防の過信等)
- 2) 避難した場所が適切でなかった(十分な高さがなかった)
- 3) 安全な場所への避難が困難であった

1)については、複数の報道調査によれば、全体のおよそ 4 割の人が該当する。家族等の近親者を心配したりして遅れた場合など、心情的にやむ得ない場合も多く含まれるであろう(それゆえに、



図6 津波被災者に占める死者・行方不明者の割合
復興.info「東日本大震災による津波遡上、津波浸水範囲」⁹⁾に加筆

※1 各県災害対策本部の発表資料⁷⁾⁸⁾(4/27 時点)を基に作成

※2 総務省統計局:「東日本太平洋岸地域」⁶⁾(4/25)を基に作成

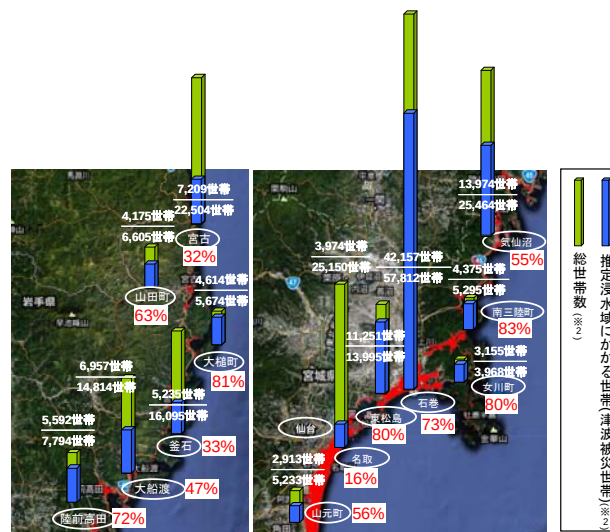


図7 各自治体の津波被災世帯数の割合
総務省統計局⁶⁾(4/25)を基に作成

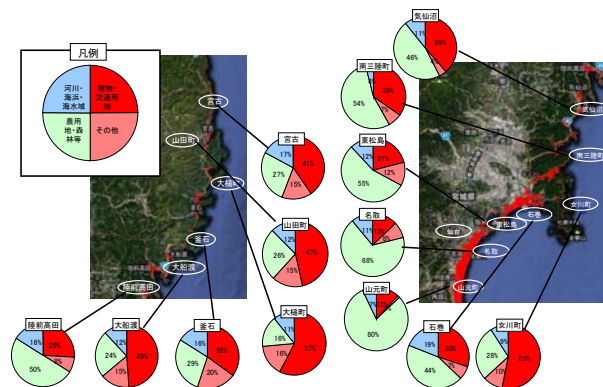
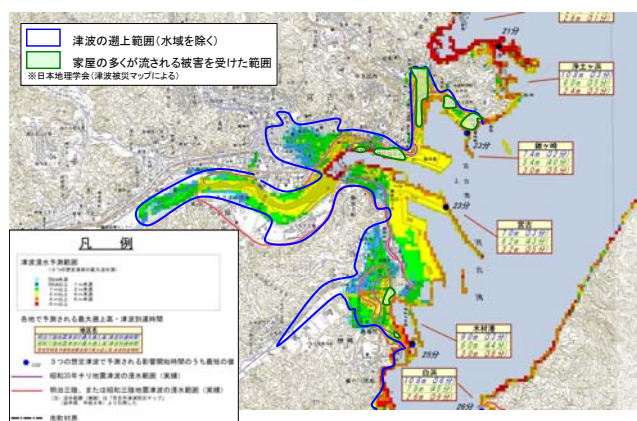


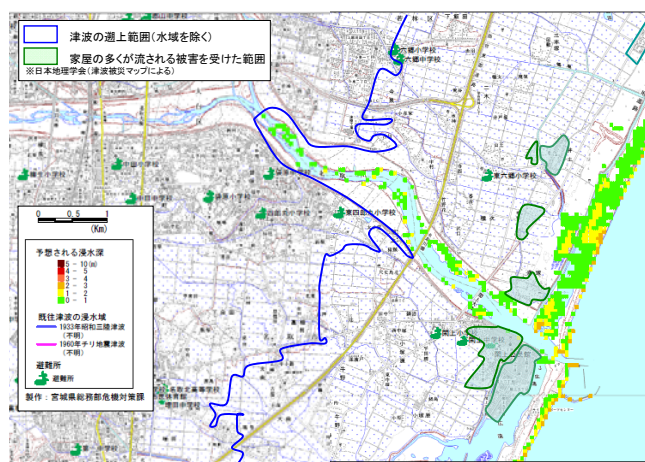
図8 各自治体の浸水範囲における土地利用割合
総務省統計局⁵⁾(4/25)を基に作成

「津波てんでんこ」と言い伝えられている⁴⁾のではあるが)。2)については、過去の被害事例に照らし今回は著しく高い場合やむを得ない部分があるが、多くの人がそうであったように基本的にはすぐにより高い場所へ移動できるところへ避難することが望ましい。一方で、不適切なケースも見られた。事前に十分な協議がなされていないと、限られた時間で適切な判断をすることは困難である。3)は、仙台市若林区～名取市のように、低地が続いて、かつ高い建物がない場合、安全な場所への移動が車以外では困難となる。また、要援護者の移動には時間を要するので、高台が遠くなくても、やはり時間が足りなかった可能性がある。

自治体による想定と実際のギャップについては、図9(a)宮古の例のように、三陸海岸では多少の差異はあるものの浸水域としては大きな狂いはなく、所定の高台に避難すれば助かったはずである。図(b)の名取市の例のように、海岸付近のみで浸水という想定であれば、住民が避難行動をとらなくても無理はなく、また避難する場所もなかった。



(a) 宮古市宮古港¹⁰⁾¹¹⁾



(b) 名取市閑上地区¹¹⁾¹²⁾

図9 浸水予測と実際の浸水域の比較

4.2 津波避難ビル

津波避難ビルは、内閣府ガイドライン¹³⁾で『津波浸水予想地域内において、地域住民等が一時もしくは緊急避難・退避する施設(人工構造物)』と定義されている。構造的要件として、1981年以降の建設、RCまたはSRC構造、高さ要件として、想定される浸水深が2mの場合は3階建て以上、3mの場合は4階建て以上、と記されている。

今回の地震でも、RC造の多くは流されることなく留まっており強度は有している(女川町など一部倒壊したものもある)。しかしながら、高さについては15mもの津波が襲った場所では、4階さえも冠水しており、場所に応じた指定が重要であること、余裕があれば少しでも高い場所へ避難する必要性を周知すべきこと、がわかる。写真3は建設時から津波避難ビル機能を持たせた典型的な例である。南三陸町の海岸近くにあり、近くの公園にいる人などにとって貴重な避難場所となる位置にある。ところが、ここの屋上にも津波は達している。それでも、避難した約50人は、胸の下まで津波に浸かって手摺につかまりかろうじて無事だった(朝日新聞による)。津波避難ビルの難しさを感じさせる事例である。



写真3 典型的な津波避難ビル
(南三陸町の町営住宅)

4.3 行政施設・医療施設

市役所・町役場が被災し行政機能が十分に果たせなくなったり、病院が被災し十分な医療を施せなくなった事例がいくつか見られた。写真4は大槌町役場であり、町長も亡くなっている。写真5は南三陸町中心部にある公立志津川病院で、この西棟は5階建てであり、4階まで津波に襲われた。限られた時間で入院患者を5階に引き上げられたのは4割程度であり、看護師も犠牲になっている。入院機能を有する病院は、津波を避けた位置に建設する必要がある。ただし、学校は郊外の高台に

設置しやすいが、日常生活のためには、役場・病院は生活の中心の場に置かざるを得ない。いずれも、小規模の自治体であるので、難しい問題である。



写真4 大槌町役場



写真5 公立志津川病院

4.4 情報の伝達

今回の地震では、気象庁は 14:49（地震発生から 3 分後）に大津波警報を発表している¹⁴⁾。しかしながら、十分に危険性が伝わっていなかったゆえに、直ちに避難した人の割合が小さかったと考えられる。防災行政無線や消防団の活動等により、情報そのものはかなりの人に伝わっていたと思われる。ただし、「また津波警報か！」程度にしか受け取っていない住民が多かった。ところが、大津波警報はそれよりも危険度が高いものである。したがって、現在の気象庁の発表方法は、市民の安全行動を適切に促せてはいないようである。気象庁は、6 月から「津波警報の改善に向けた勉強会」を開催すると発表している¹⁴⁾。

5. おわりに

津波浸水域に住んでいた人の約 1 割が死亡または行方不明となっている。2004 年スマトラ沖地震など海外の事例に比べれば、犠牲率は低く、地震

国日本の防災意識が高いことの現れである。一方、三陸津波など過去に何度も被災し、「津波てんでんこ」という言葉に代表されるように伝承が行われ、ハード・ソフトの両面から対策が取られてきた三陸地区の割には、多くの犠牲が出たとも言える。

今後の防災対策を考える上では、なぜ避難をしなかった人が少なからずいたのか、を明らかにするなど、原因を明らかにしていく必要がある。本報告内容は推測による部分が多い。今後、学会活動等を通じて、住民へのヒアリング等でこの点を明らかにし、地域防災に寄与したいと考えている。

参考文献

- 1) 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 126 報）、平成 23 年 6 月 2 日、<http://www.fdma.go.jp/>
- 2) 宇佐美龍夫：最新版 日本被害地震総覧 [417]-2001、東京大学出版会、2003 年
- 3) 独立行政法人港湾空港技術研究所：2011 年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報、港湾空港技術研究所資料、No.1231、2011 年 4 月
- 4) 山下文男：津波てんでんこー近代日本の津波史、新日本出版社、2008 年
- 5) 小長井一男・清田隆ら：Piles for RC/Steel-frame buildings pulled up by tsunami at Onagawa Town, <http://konalab.main.jp/east-japan-eq/>
- 6) 総務省統計局：統計でみる都道府県・市区町村（社会・人口統計体系）、<http://www.stat.go.jp/data/ssds/index.htm>
- 7) 岩手県ホームページ：<http://www.pref.iwate.jp/>
- 8) 宮城県ホームページ：<http://www.pref.miyagi.jp/>
- 9) 復興.info：東日本大震災による津波遡上・津波浸水範囲、<http://www.fukkou.info/>
- 10) 岩手県：岩手県津波浸水予測図、http://www.pref.iwate.jp/~hp010801/tsunami/yosokuzu_index.htm#yosokuzu
- 11) 日本地理学会：津波被災マップ、<http://danso.env.nagoya-u.ac.jp/20110311/>
- 12) 宮城県：宮城県第三次被害想定調査 津波浸水域予測図、http://www.pref.miyagi.jp/kikitaisaku/jishin_chishiki/tunami/yosokuzutop.htm
- 13) 内閣府：津波避難ビル等に係るガイドライン（平成 17 年）
- 14) 気象庁：気象庁発表情報、<http://www.jma.go.jp/jma/menu/jishin-porta1.html#b>