

東日本大震災による宮城県の被害と調査結果から得られた教訓

株式会社第一コンサルタンツ
代表取締役社長 右城 猛

1. まえがき

わが国史上最大のマグニチュード 9.0 を記録した 2011 年東北地方太平洋沖地震は、東日本全域に地震、津波、原発事故の三重の被害をもたらした。中でも津波被害は想像を絶するもので、2 万 3 千人の死者・行方不明者のほとんどは津波によるものであった。人、自動車、家屋、一切切を津波が飲み込む様子は、数多くの人がビデオカメラで撮影しテレビ等で放映されたが、まるで地獄絵を見せられる思いであった。

宮城県の村井嘉浩知事は、ある雑誌の対談で、「賢者は歴史に学び、愚者は経験に学ぶというが、我々は 50 年前の経験に学んで、千年前の歴史には学んでいなかった」と述べられている。

50 年前の経験とは、1960 年のチリ地震津波である。千年前の歴史とは、東日本大震災と類似するとされる 869 年の貞観（じょうがん）地震津波（貞観 11 年）のことである。

高知県では、これまでマグニチュード 8.4 規模の東南海・南海地震が 30 年以内に来る確率は 60～70%と予測し、地震対策が行われてきた。しかし、最近の研究によれば東海、東南海、南海、日向灘の 4 つのプレートが連動して動く可能性があり、その場合の地震規模は今回の地震と同様にマグニチュード 9.0 になる。津波高は 12m に達すると予測され、東日本大震災は高知県人にとって他人事ではない。

第一コンサルタンツでは、南海地震を想定した事業継続計画(BCP)を今後の経営計画の最重要課題として位置づけている。

東日本大震災ではどのようなことが起きたのか、これまでの地震対策では何が不足し、問題であったのかを色々な目線や角度から検証する必

要がある。そして、企業が事業を継続するにはどのような対策を講じておくべきであるか、ハードとソフトの両面から検討しなければならないと考えていた。

そのためには、社員を連れて現地視察をするのがベストであるが、震災から 3 ヶ月が経ったとはいえ、瓦礫処理が手付かずのままにされている所もまだ多くあることから、土木学会や地盤工学会では一般会員が現地に調査に行くことをかたく禁止している。つてでもない限り現地に調査で入ることは難しい。

このような折りに、宮城県に多くの人脈を持つ元高知県議会議員の高野光二郎氏の発案で、「宮城県を元気にする高知応援隊」（高知応援隊と呼ぶ）を結成し、宮城県に行くことになった。ラ・ヴィータの宮地貴嗣社長が隊長で、南国運送の磯木保廣社長と私が副隊長に選ばれた。

絶好の機会と思えたので、社員に声を掛けたところ、設計部から 3 名、調査測量部から 10 名が「是非行かせて下さい」「ボランティアをしに行きたいと思っていたのです」と名乗りを上げてくれた。正直、彼らの純粋な気持ちはとても嬉しかった。

私は、高知県測量設計業協会の技術委員長、高知県技術士会の代表幹事、高知県橋梁会会長をしているので、それぞれの会員にも声を掛け、私と我が社の設計部の 3 名を含めた 15 名で調査班を結成し、高知応援隊に加わることにした。調査測量部の 10 名はボランティア班として活動することにした。

宮城県の調査結果、それから得られた津波対策の教訓について述べる。

2. 被災地の調査

七ヶ浜町菖蒲田浜(しょうぶたはま)

菖蒲田浜は松島湾の東に位置し、太平洋に面している。津波浸水高は9.7m。防潮堤の背後には、海の家、民宿、民家などがあつたが、基礎を残して集落が丸ごと無くなった。

海岸から約500m入った高台に汐見台団地がある。標高は14m程度。家屋の床上浸水はあつたようであるが、大きな被害は免れた。敷地の高さが明暗を分けた。



菖蒲田浜に残ったのは家屋の基礎と瓦礫だけ



根元からへし折られた防潮林の松



菖蒲田浜の砂浜に打ち上げられた無数のコンテナ

南三陸町志津川

南三陸町は宮城県の北東部に位置し、志津川湾の奥に開けた町。鉄筋コンクリートのビルは残つたが、木造家屋はすべて流された。

5階建ての志津川病院は4階まで津波に襲われ、屋上に避難誘導中の看護婦らと逃げ遅れた入院患者67名が犠牲になった。同病院の内科医で、救出されるまで滅私の姿勢で医療行為を続けた菅野武氏は、タイム誌「世界で最も影響力のある100人」に選ばれている。

南三陸町の鉄骨三階建ての防災対策庁舎は、鉄骨がむき出しになり、瓦礫が引っかかった状態で残っている。津波の様子を見るために屋上に上がっていた町職員30名の内、20名は第1波でさらわれたが、佐藤仁町長ら10名は屋上の無線や残った手摺りに捕まって奇跡的に助かった。「天使の声」として有名になった遠藤未希さんは、「最大6mの大津波が予想されますので急いで高台に避難してください」と繰り返し放送しながら津波の犠牲になった。



木造家屋はすべて流され残ったのはRCのビルだけ



鉄骨だけになった防災対策庁舎



高欄は壊されても橋梁の損傷は軽微



約 800m 上流に押し流されたトラス橋の一部

北上川

北上川は、源流の岩手県岩手町から宮城県の石巻湾へと流れる東北最大の河川である。新北上川は、洪水対策として北上川の水を、宮城県登米市(とめし)から分流させて追波湾(おっぱわん)に流すために開削された河川である。

新北上川の津波遡上は、追波湾の河口から10km 上流まで痕跡で確認できた。

河口から 4km 上流に、橋長 566m で 7 径間単純ワーレントラスの新北上大橋がある。遡上した津波で、左岸側の 2 径間が押し流された。

新北上大橋の右岸側には大川小学校がある。全校生徒 108 人の内、74 名が津波に飲み込まれた。学校のすぐ裏に山があるが、新北上大橋の傍の三角地帯が安全と考え移動中に津波に襲われた。

児童生徒 3,000 人全員が無事で、「釜石の奇跡」と言われている釜石市の小中学校と比較され、防災教育、避難訓練のあり方が問題になっている。



左岸側の 2 径間が流された新北上大橋



新北上大橋の右岸側に大川小学校がある

石巻市

旧北上川の河口には仙台平野が広がっている。そこに、宮城県第二の都市として発展したのが石巻市である。

市内の中心部に標高 56m の日和山(ひよりやま)がある。頂上の公園から市内を一望することができる。公園の南端には、津波が押し寄せてきた太平洋に向かって、犠牲者の冥福を祈ってたくさんの花が供えられていた。

公園には、石川啄木の歌碑、宮沢賢治の詩碑、松尾芭蕉の像などが建てられているが、転倒した形跡はない。松尾芭蕉の像が滑って 22cm 移動している程度であった。気象庁が 6 月 23 日に発表した東日本大震災の精査結果によれば、石巻の震度は 6 強である。それにしても、震動による被害が少ない。屋根瓦のスレートが部分的に落下したり、ずれたりしている家屋は所々で見たが、津波浸水域外の家屋や構造物の被害は軽微であった。

東側の旧北上川の中に小さな島があり、石巻マンハッタン島と呼ばれている。島の上流部には

「石ノ森漫画館」がある。中央には「自由の女神像」がある。この2つは奇跡的に助かった。

石巻漁港に行くと、魚の腐食臭だろうが、強烈な臭いがした。岸壁にはたくさんのカモメが飛び回っていた。

高知県土木部から、廣末清久氏と安田勝幸氏が宮城県東部地方振興事務所に応援で出向してきている。土曜日の休日であるにも関わらず、無理をお願いして石巻漁港を案内してもらった。



凶器と化して川口町の建物を破壊する漁船



日和山頂上の公園にたくさんの献花。



石巻漁港を案内してくれた高知県の廣末清久氏と安田勝幸氏



石巻マンハッタン島の上流端に石ノ森漫画館が見える



クレーン船で引き上げた西防波堤のブロック。鋼管杭が破断



奇跡的に残ったマンハッタン島の自由の女神像

女川町

女川町は、太平洋沿岸に面しており、日本有数の女川漁港を有している。北上山地と太平洋が交わる風光明媚なりアス式海岸という地形条件が、今回の地震では災いした。

町の人口は1万人。その内の1,200人が津波の犠牲になった。津波高さは15mと推定されている。

女川町では、須田善明県議会議員に案内していただいた。議員のお宅も津波に遭って大変な状況

にある。それにも関わらず、私たちの視察に貴重な時間を割いていただいた。

女川病院が建てられている高台の標高は 18m あるが、病院の 1 階は浸水したとのことである。津波の遡上高さは 20m に及んだことになる。

女川町の被災が凄いと思ったのは、女川交番、江島共済会館、商業ビルなど 4 棟のビルが、杭が打設してあっても転倒したことである。

転倒した 4 階建てのビルの基礎には、直径 400mm、長さ 5m のコンクリートパイルが 16 本打設されていた。杭頭部で中詰めコンクリートが抜け出したもの、中詰めコンクリートの中の補強鉄筋カゴのみが抜け出したものが数本見られた。杭が地盤から引き抜かれたものも 1 本あった。

津波のすさまじさを孫の代まで伝えるために、倒壊したこれらのビルを津波災害遺構として保存しようとする考えがあるようである。



16 本のコンクリートパイル打設されていたビルも倒壊



コンクリートパイルの破損状況



須田善明県議会議員に案内をしていただく



高台にある病院から眺めた市街部と女川湾

名取市閉上

三陸海岸(青森県南端部から宮城県の牡鹿半島までの海岸)には、リアス式海岸が発達していたため、15~20m という信じ難い津波高さを記録した。一方、仙台塩釜港から南は、海岸線が単調で広大な仙台平野が発達しているため、津波高さは 5~10m であったが、海岸線から 4~5km まで侵入し、広い範囲に被害を及ぼした。

仙台平野は今回の地震で地盤が 0.5m ほど沈下した。この影響で湿地帯が広がっている。

名取川河口の右岸側が名取市閉上(ゆりあげ)、左岸側は仙台市藤塚になるが、両地域を名取市役所総務課の桜井係長と引地様のお二人に案内をしていただいた。引地様のお父上は、家屋と共に流されてお亡くなりになっている。

被災地に入るのに先立ち、「名取市 災害緊急車両」と印刷した用紙を用意してくれた。これがないと、被災地に入ることは難しい。



関上の中央にある日和山。ここへ避難した人は津波にさらわれたが、松の木に登った数名だけは助かった。



関上地区の中を流れる河川護岸の被災状態



関上魚市場は、一部の壁を残して屋根も壁も消えてしまった



右側は仮設用防護柵であるが、左側の高欄は残っている。



プレキャストL型擁壁と折れ曲がったガードレール。

仙台市

名取川の左岸に位置する藤塚地区では、津波が防潮林の上を越えてきて、集落を飲み込んでしまった。まだ手付かずのままであり、瓦礫が散乱していた。

藤塚を視察した後、名取市役所の方と別れ、仙台塩釜港に向けて県道 10 号線を北へ走る。

県道 10 号線から海岸までは 1~2km である。県道の両側に津波の爪痕が生々しく残っていた。

若林区荒浜に来ると、県道の脇に特別養護老人ホーム「潮音荘」があった。海岸からの距離は約 800m と近いが、津波に襲われたのは 1 階部分だけであった。海岸には幅 300m の防潮林があることから、防潮林が津波を減勢させたのだろうか。

仙台塩釜港に入るには、東北スチール株式会社の敷地を通る必要があった。敷地の入り口では、ガードマンが出入りする者をチェックしていた。名取市役所で「名取市 災害緊急車両」と印刷した用紙をもらっていたので、それを見せると「臨時乗入許可証」が渡され、敷地に入ることを許可してくれた。

仙台塩釜港では、韓国籍の大型船舶が岩壁に乗り上げていた。

仙台塩釜港から国道 45 号を通過して宮城県庁に向かう途中、ピロティー形式の建物の柱が、せん断破壊しているのが目に入った。柱の鉄筋が露出し、座屈していた。今回の調査で、このような被害を見たのはここだけであった。



手付かず状態になったままの藤塚地区



仙台市内で見かけた RC 柱のせん断破壊



特別養護老人ホーム「潮音荘」



荒浜小学校とその周辺。海岸から学校までの距離は 800m



ガードレールのビームは全て流されて支柱のみ

亘理町

亘理町(わたりちょう)は阿武隈川の右岸河口部に位置した人口 3.5 万人の農業田園都市。

北は阿武隈川、東は太平洋、そして南は「鳥の海」と三方を海で囲まれた低地平野の荒浜地区は、壊滅的な津波被害を受けた。

県道 123 号が荒浜湾の岸壁沿いで水路を渡る箇所に PC 橋が架かっていた。海側の高欄は無傷であったが、上流側の高欄は上流に押し倒されていた。変形した高欄には擦痕があり、漁船の船底と同じペンキが付着していた。

仙台平野では、道路が水路を横断する箇所には PC 橋が架かっているが、橋桁の損傷は軽微で、通行への影響はほとんど受けていないという印象を受けた。沈下橋(潜水橋)が洪水に耐えられるのと同様に、コンクリート構造の橋梁は津波に強いように思われた。

橋の高欄や、ガードレール、電柱、家屋などが倒され壊される原因は、津波による圧力もあるが、津波と共に流れてくる船舶、コンテナ、樹木による衝撃力の影響が大きいと思われた。

阿武隈川の河口から約 2km 上流に県道 10 号亘理大橋が架かっている。その直ぐ下流で、堤防護岸の上に据え付けられていたプレキャストコンクリート製のパラペットが破壊され、堤内地の田圃に散乱していた。堤防は道路として利用されており、天端はアスファルトで舗装されているが、舗装は破壊されていない。逆 L 型のパラペットは、河川からの津波の圧力で転倒し、転がりなが

ら堤内地へ流されたと推測される。

田圃には、重力式コンクリート擁壁も転がっていた。擁壁の天端には、ガードレールが付いている。坂路擁壁として作られたものと思われる。

この時期の田圃は、青々とした稲で一面が覆われているはずであるが、田植えがされることなく放置されていた。

地盤沈下で一面が湿地帯になっている所も見られた。



地盤沈下で湿地帯になった田圃



倒された高欄。船舶の船底のペンキが付いている。



パラペットが無くなった状態の堤防護岸



プレキャストコンクリート製の逆L型パラペット

宮城県庁を表敬訪問

6月20日、昼休みの時間帯を利用して宮城県庁を表敬訪問した。宮城県議会の最終日で多忙だったと思われるが、安部議員に案内していただき、若生正博副知事、畠山和純県議会議長にお会いし、今回の私達の活動内容を説明させていただくと共に、宮城県に対して、私達のできることがあれば協力させていただきたい、旨をお伝えした。

その際、畠山議長から「気仙沼八幡太鼓ジュニアベストチームが、8月に北京で開催される国際児童大親睦大会に日本代表として招待されているが、衣装もない」という話があった。

後日、6月16日からずっと宮城県でボランティア活動をしている高野光二郎氏から、7月2日に支援金の中から20万円をジュニアベストチームに贈呈したという知らせをもらった。



若生副知事を表敬訪問



畠山議長と会談し記念撮影

3. 津波対策の教訓

被害が最も大きかった宮城県に行き、被災状況を自分の目で確認すると共に、津波を体験した現地の方から話を直接聞いた。現地に行かなければ知ることができない貴重な情報を得ることができた。

津波対策に限定し、得られた教訓を列記する。

今回の地震は未曾有の津波被害をもたらしたが、地震動による被害は少なかった。断層破壊速度が2~2.5km/sの「ぬるぬる地震」であったことが、その原因とされている。東海から日向灘までの4つのプレートが連動し、今回のような低速度で破壊すると、津波高が従来の予想を遙かに超える可能性がある。

津波被害を大きくした原因に、津波高に対する過去の経験と予測精度の悪さがあった。「家の敷地が高くチリ地震津波では津波被害を受けなかった」「気象庁の当初の予測は3mであったので安心して逃げなかった」「その後6m、10mと更新されたが停電の影響で住民に伝わらなかった」。これが避難行動の判断を誤らせた。

小・中学校を核にして地域を巻き込んだ防災教育と、「津波てんでんこ」という先人からの言い伝えが上手くできた釜石市は、「釜石の奇跡」と言われるように津波被害から逃れられた。

三陸海岸のようなリアス式海岸では、津波高が増幅される。仙台平野のように低地で海岸線が単調であると、減衰するので津波が侵入する

のは海岸線から4~5kmの距離に留まる。河川では新北上川のように10km以上遡上することがある。

仙台平野のような低地は、地盤沈下があると湿地帯になり、農業ができなくなる。

津波の波圧は大きい、それ以上に恐ろしいのは船舶、コンテナ、自動車、流木。凶器となり、住宅を破壊する。

木造住宅は津波に弱い。津波は一切合切を押し流す。後に残るのは基礎と瓦礫のみ。

鉄筋コンクリート構造の建物は、津波に対して強い。女川町のように津波高さが15mになると、杭基礎の4階建ての建物でも転倒する。

津波が来るまでに30分から1時間の余裕があった。直ぐに高い所へ逃げれば助かった。

1波目より2波目、3波目の津波が高かった。1波目で安心して自宅に帰った者が被害にあった。

防潮林の効果は大きい。海岸から800mの距離にある仙台市荒浜の老人ホームは、防潮林が津波を減勢させたので2階は浸水を免れた。

ただし、津波高が高いと、大きな松の木でも根元からへし折るか、根こそぎ押し流す。

南三陸町では3階建の防災対策庁舎の屋上まで津波が来たが、アンテナによじ登った数名は助かった。閉上の日和山でも松の木に登った数名は助かった。少しでも高いところへ逃げるのが津波対策の鉄則。

平地部の桁下が低いコンクリート橋は、高欄は流されるが、橋桁は潜水橋のように津波に持ち堪える。

株式会社センソクコンサルタントの小林武社長が、閉上小学校に避難して助かったご自身の体験から得られた教訓を、協会誌「測量」(2.11.6)に紹介している。当事者の言葉だけに、とても説得力がある。

- ・ 災害時の生と死は、一瞬に決められる。
- ・ 無知ほど怖いものはない。

- ・ 災害は知的、経験的に予想できる。
- ・ 予測を身につけなければ災害から身を守れない。

近年、コンピュータが高性能化するに伴って、数値シミュレーションに関する技術が飛躍的な進歩を遂げている。津波予測に対しても例外ではない。しかし、シミュレーションが高度化するほど、解析に用いる未知のパラメータが増える。

過去に起きた津波の挙動をコンピュータ上で見事に再現した動画を見せられると、技術の進歩に驚嘆させられる。

しかし、コンピュータで予測された津波の高さを信頼してよいものか疑問を感じる。今回の地震で、気象庁が津波高を 3m と予測したことが、津波被害を大きくした可能性もある。

7月1日に、地盤工学会四国支部と土木学会四国支部共催の「平成23年度学術講演会」が「高知市文化プラザかるぼーと」であり、恩師で徳島大学名誉教授である村上仁士先生の津波に関する講演を拝聴する機会があった。

講演で、文部科学省研究開発局が解析した最新の津波シミュレーション結果を紹介された。これまでに観測されている津波高さとはよく整合しているが、宇和島での津波高さは観測地とかけ離れていることから、必ずしも信頼できないという説明であった。

講演の後で、津波高さを予測する最も信頼性の高い手法をお尋ねしたところ、歴史地震の痕跡を調べそれから判断するのが最も良いという意見であった。先生は、津波の研究を始められた30年前から歴史地震による津波の痕跡を調査して、四国各地を回られている。

高知市については、元高知地方気象台防災業務課長の間城龍男氏が古文書などを調べて作成した「1707年宝永地震津波の浸水図」を参考にするのがよい。宝永地震では、高知市が作成している浸水ハザードマップより遙かに広い範囲が浸水している、という話であった。

「愚者は解析を信じ、賢者は痕跡を信じる」ということであろうか。

4. あとがき

今回の震災で感じたことは、「津波は一切合切を奪い去る。生きる希望さえも奪う。しかし、職場と仲間が残れば、再起に向けて頑張ることができる」「震災の復旧・復興には、地元の建設会社、測量会社、コンサルタントの果たす役割が極めて重要になる」ということである。

私は、5年以内に、津波、液状化、斜面崩壊の恐れがな場所に第一コンサルタンツの本社を移転し、震度7の激震にも耐えられる社屋を建てることを決心し、このことを社員全員に伝えた。

「第一コンサルタンツには、仕事がある、笑顔がある、未来がある」と社員から言われるようにすることが、私の使命と考えている。

謝辞

宮城県での調査に当たっては、元高知県議会議員の高野光二郎様、宮城県議会議員の安部孝様、須田善明様、名取市役所総務課の桜井様、引地様、高知県から宮城県に出向している廣末様、安田様に大変お世話になった。皆様のお力添えを頂かなければ、到底今回のような調査はできなかった。

炊きだしなどのボランティア活動では、「宮城県を元気にする高知応援隊」の宮地隊長、磯木副隊長、宮島町・南三陸町・気仙沼市の皆様をはじめ多くの方にお世話になった。皆様に心から感謝申し上げます。

最後に、東日本大震災で亡くなられた方のご冥福をお祈り申し上げますとともに、被災された皆様に心よりお見舞いを申し上げます。そして、一日も早い復興を心より祈念申し上げます。

頑張れ東北!! 頑張れ宮城!!

(2011年7月6日)