

コスト追求から安全追求へ

—今こそ建設業界の意識改革を—

名古屋大学 減災連携研究センター長 教授 福和伸夫

1. はじめに

昨年3月11日、我が国の観測史上最大のマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震が発生した。宮城県栗原市築館での最大震度7を始め、東北地方から関東地方の広域で震度6弱以上の揺れとなり、太平洋岸には、高さ10mを超える津波が来襲、堅牢な防波堤を破壊し、全てを洗い流した。東日本大震災の被害の総数は、死者15,838人弱、行方不明者3,647人、負傷者5,950人、避難者数最大45万人、全壊家屋約12万棟、半壊家屋約19万棟（平成23年11月15日現在）、経済損失約16.9兆円（原発関連を除く）であり、政府は、4月1日の持ち回り閣議で、この災害を東日本大震災と命名した。

ちなみに、阪神・淡路大震災での死者は6,434名、行方不明者3名、負傷者43,792名である。両震災を比較すると、今回の震災での行方不明者の数の多さと負傷者の数の少なさが分かる。これが、津波災害の特徴である。津波は逃げ遅れたら死に直結する。引き波にさらわれれば遺体の収容も難しい。阪神・淡路大震災での全壊棟数は10万棟強、半壊14万棟強、経済被害は約10兆円、避難者数は32万人である。建物の被害棟数は同程度、経済被害は1.7倍、避難者数は1.4倍である。

放出された地震エネルギーは、兵庫県南部地震とは1000倍も異なる。このため、東日本大震災では被害は広域にわたったが、両震災の被害量は同程度であるとも言える。これは、被災東北3県の人口と、兵庫県1県の人口が560万人程度とほぼ等しいことが原因している。一方で、今世紀前半に発生が確実視されている首都直下地震や南海トラフ巨大地震では、被災人口はそれぞれ、5倍、10倍のオーダーとなる。このことは、被害もその比率で大きくなることを想像させる。この被害を激減させない限り、我が国は、安寧な社会を保つことはできないだろう。

拙稿では、過去の地震を振り返りながら、今後の巨大地震に対し、この国の国土利用や土地利用、建築設計の在り方などを、考えてみることにする。

2. 貞観と慶長の三陸地震津波

東日本大震災は1000年とか500年に一度の震災と言われている。今回と同様の地震は、平安の初期、貞観時代に発生していたと言われている。六国史の最後の正史・日本三代実録には西暦869年に発生した貞観地震のことが次のように記述されている。

「貞観十一年五月廿六日癸未。陸奥国地大震動。流光如昼隱映。頃之。人民叫呼。伏不能起。或屋仆压死。或地裂埋殆。馬牛駭奔。或相昇踏。城郭倉庫。門櫓墻壁。頽落顛覆。不知其数。海口哮吼。声似雷霆。驚濤涌潮。沂徊漲長。忽至城下。去海数十〔千〕百里。浩々不弁其涯涘。原野道路。惣為滄溟。乘船不遑。登山難及。溺死者千許。資産苗稼。殆無子遺焉。」

これは次のように現代語訳されている。

「貞観11年5月26日、陸奥の国で大地震があった。屋のような光が流れて、光ったり陰ったりした。しばらくして、一般の人たちは大声を出し、地面に伏して起き上がることができなかった。あるものは家が倒れて圧死した。あるものは地面が割れてその中に落ち埋まって死んだ。馬や牛は驚いて走り、あるものは互に昇って足踏みした。城郭や倉庫、門・櫓・土塀・壁が崩れ落ちたり転倒したりしたが、その数は数え切れないほど多い。海では雷のような大きな音がして、物凄い波が来て陸に上った。その波は河を逆上ってたちまち城下まで来た。海から数千百里の間は広々した海となり、そのはてはわからなくなった。原や野や道はすべて青海原となった。人々は船に乗り込む間がなく、山に上ることもできなかった。溺死者は

千人ほどとなった。人々の財産や稲の苗は流されてほとんど残らなかった。」(吉田東伍：貞観十一年陸奥府城の震動洪溢，歴史地理，8巻12号，1906)。

この様子は、我々がリアルタイムで見た津波の光景そのものである。多賀城は、律令時代に、陸奥国に設置された国府で、蝦夷討伐の最前線基地であった。724年に多賀城が作られるまでは、郡山遺跡(現在の仙台市太白区)に国府があった。飯沼勇義(仙台平野の歴史津波，宝文堂，1995)によると、700年ごろにあった津波災害の後に、都から鬼門の方向であった郡山から多賀城に国府を移動したと言う。多賀城は大宰府と並ぶ東国の最重要拠点であったことから、京の都にも克明な情報が届いたらしい。

貞観時代は、自然災害が多発した時代だった。表に示すように、貞観地震に先立つ6年前の863年には、越中・越後で大地震が発生し、翌864年には、富士や阿蘇が噴火、前年の868年には播磨・山城で大地震が発生した。このときの富士の噴火でできたのが青木ヶ原樹海の溶岩である。この時代には、福岡の直方(のおがた)に隕石が落下したり、新羅からの海賊の来襲、疫病、干ばつや水害、応天門の変など、様々な災いが続いた。このため、災いを治めるために御霊会が行われた。京都の祇園祭は、貞観地震直後に祇園で行われた

御霊会を起源とされている。

貞観地震の後も、肥後、出雲、京都、千葉などで地震が相次いだ。878年に関東で、さらに887年には、東海・東南海・南海地震が発生している。こういった時代背景が末法思想や浄土信仰などの広がりとも関連しているように思われる。

兵庫県南部地震や新潟県中越地震・中越沖地震、東北地方太平洋沖地震を経験し、首都直下地震(今後30年間の地震発生確率70%，地震調査委員会)や、東海地震(同・87%(参考値))・東南海地震(同70%程度)・南海地震(同・60%程度)の発生、富士の噴火、などが懸念されている現代と状況がよく似ている。昨年11月末には、三陸沖北部から房総沖の日本海溝寄り、津波マグニチュード8.6~9.0のプレート間地震(津波地震)の発生確率が今後30年間で30%という評価も示されており、房総沖での地震も心配されている。今後、貞観の時代と同様の事態になることも考えられ、更なる大地震の発生に備え、万全の準備をすべきだと感じる。

貞観地震のことは、正史に残されているだけではないようだ。小倉百人一首の中には、多賀城の近くにある「末の松山」と「沖の石」を詠んだ歌がある。いずれの地名も歌枕になっている。清原元輔(清少納言の父親，908~990)が後拾遺和歌集で詠んだ、「契りきな かたみに袖をしぼりつ

貞観地震前後の災い

年	西暦	できごと
弘仁 9	818	関東諸国で地震 M ≥ 7.
天長 4	827	京都で地震 M 6.5 ~ 7.0
天長 7	830	出羽で地震 M 7.0 ~ 7.5
承和 8	841	伊豆で地震 M 7.0
嘉祥 3	850	出羽で地震 M 7.0
貞観 3	861	直方隕石が落下。
貞観 4	862	海賊が横行，京中の水が枯渇。
貞観 5	863	越中・越後地震。畿内に咳病が流行。神泉苑で御霊会。
貞観 6	864	富士山噴火，阿蘇山噴火。長雨により餓死者多数。
貞観 7	865	疫病退散を願う大般若心経会。佐比寺で疫神祭
貞観 8	866	応天門の変
貞観 9	867	阿蘇山噴火，疫病が蔓延。餓死者多数
貞観 10	868	播磨・山城地震 M 7.0
貞観 11	869	貞観地震 M 8.3。新羅海賊。祇園で御霊会。肥後で大水害。
貞観 13	871	鳥海山噴火
貞観 14	873	咳病大流行
貞観 15	874	近畿大飢饉，開聞岳噴火
貞観 16	875	台風来襲。都は風害で大被害
貞観 17	876	干ばつ
元慶 2	878	相模・武蔵で地震 M 7.4
元慶 4	880	出雲で地震 M 7.0
仁和元	885	薩摩国，開聞岳大噴火
仁和 2	886	安房国で地震・雷など頻発
仁和 3	887	南海地震，東南海地震，東海地震 M 8.0 ~ 8.5



つ 末の松山 浪越さじとは」と、二条院讃岐が千載和歌集で詠んだ「わが袖は 潮干に見えぬ 沖の石の人こそ知らね 乾く間もなし」の2首である。「末の松山」は浪が越さず、一方、「沖の石」は乾く間もないと記されている。現存している「末の松山」と「沖の石」は100m程度しか離れていないが、今回の震災では、写真のように沖の石は2m程度津波に浸かり、末の松山には津波は達していなかった。当時の甚大な津波災害のことが和歌を通して後世に伝えられたように感じられる。

一方、1611年に仙台平野を襲った慶長三陸地震津波では、地震後、津波が到達しなかった場所に、浪分神社や浪切不動が作られ、不動明王像が海を睨みつけている。また、地震後に作られた奥州街道や浜街道は、津波危険度が低い場所を通じた。仙台のまちづくりもこの地震の後に行われた。貞山堀や海岸沿いの松並木は、今回の地震でも津波の力を抑制してくれた。まさに、伊達正宗のおかげで、東北の主要都市が守られ、被害も軽減できたと言える。

3. 災害教訓が命を守る

三陸地方は、明治以降だけでも、1896年明治三陸地震津波、1933年昭和三陸地震津波、1960年チ



リ地震津波と、3度も甚大な津波被害を経験し、「津波てんでんこ」に代表される高い防災意識を持っていた。

これらの災害の様相や教訓は絵画や各地の石碑に刻まれ、教訓が伝承されてきた。たとえば、上の絵は、風俗画報に掲載された明治三陸地震津波の様子である。津波により流された人たちの死に様子が克明に描かれている。後世の人間に津波の怖さを見事に伝えており、このような写真や映像に触れることのない現代社会との差を感じる。

また、昭和三陸地震で海拔約40m 近くの大津波を受け、地区の生存者が4人しか残らなかった岩手県宮古市重茂半島・姉吉地区には、海拔60mの場所に「高き住居は児孫(じそん)の和楽(わらく) 想え惨禍の大津浪 此処より下に家を建てるな」と刻まれた石碑が建てられている。このメッセージを守った住民は、今般の震災では、全員、石碑より高い場所に避難し、12世帯約40人が無事だった。

このように、三陸では、防波堤や避難訓練に加え、高い意識を持って、ハード・ソフト両面で様々な津波対策を施していた。

明治三陸地震での犠牲者は22,000人であり、東日本大震災の犠牲者19,000人よりも多い。当時の日本の人口が4,200万人程度と現在の1/3であったことを考えれば、東日本大震災では、人的被害を半分以下に抑えたことになる(東北3県の人口は当時に比べほぼ倍増)。特に、岩手県の犠牲者は、明治三陸地震津波の犠牲者の1/3に留まっており、岩手県の人口が倍増したことを考えれば、人的被害を1/6程度に減らしたことになる。この背景には、三陸地方における過去の災害教訓の伝承や、土地利用(高台移転)の効果が伺える。一方で、宮城県の犠牲者の数は、明治と比べ3倍以上になっており、県民の津波意識の違いが表れている。

このようなことを考えると、今回の震災は、決

して「想定外」の災害ではなく、また、「未曾有」の災害でもないことが分かる。また、私たちの意識や生き方を変えれば、災害被害を激減することも可能だということも示唆している。

4. 東日本大震災の被害に見る 現代社会の地震脆弱性

東日本大震災の被害を通して、現代社会の脆さについて考えてみる。ここでは、津波への社会の耐性、沿岸部の土地利用、大都市の拡大と高層化の3つの視点から考えてみたい。

(1) 津波への社会の耐性

三陸沿岸では、過去の度重なる津波災害の経験に学び、ハード・ソフト両面で先進的な津波対策をしていた。しかし、高さ10mの万里の長城のような堤防で守られた田老や、ギネスブックにも載った水深63mの湾口防波堤で守られた釜石は、想定を超える津波で堤防が損壊し、堤内を津波が襲った。また、平地の広がる陸前高田や石巻では、拠点病院や学校も含めあらゆるものが洗われ、流された。さらに、南三陸や大槌では、防災拠点となる役場を失い、災害対策の要となる自治体職員も犠牲となった。三陸沿岸に比べ津波被害の経験が少なかった仙台平野では、内陸部深くまで侵入した津波により、荒浜や名取を中心に広域の被害を受け、三陸地域との津波への防災意識の差が多くの犠牲者を生み出した。

一方で、過去の教訓を生かして高台移転をしていた地域は津波から守られ、高い防災意識を持って避難した地域では「釜石の奇跡」と呼ばれるように津波犠牲者を最小限にとどめた。

このことは、ハード対策の限界をわきまえた上での土地利用の見直しと、個々人の防災意識の重要性を示している。元来、津波危険度の高い沿岸低地は、水害危険度も高く、地盤も軟弱な沖積低地の場合が多いので、揺れや液状化の危険度も高い。役所・消防・病院・避難所など災害時に重要な役割をする建築物は津波危険度の低いところに移設するべきである。また、今後、少子高齢化で人口も減少していくので、住宅・家屋も徐々に災害危険度の低い地域に集約していくことも望まれる。個々人が災害をわがことと感じ、「自らの命は自ら守る」、「備えていないことは恥ずかしいこと」と思うような社会を作っていくことが必要である。こういった意識を国民が持つようになれば、まずと、危うきは避け、危険度の高い地域は空地

となり、公園や農地へと還元されていくだろう。災害に強い土地利用を促す誘導施策が作られることが望まれる。

(2) 沿岸部の土地利用

津波危険度の高い沿岸部には、海運の便や利用のしやすさから、発電所、ガス工場、各種のタンク、製油所などが集中立地している。また、騒音問題や環境問題などから、飛行場、ごみ焼却場、火葬場なども沿岸部に建設されることが多い。

東日本大震災でも、沿岸部に立地する原子力発電所や火力発電所、ガス工場は甚大な被害を受け、長期の停電やガス供給停止を招いた。また、製油所の損壊や沿岸部の交通網の途絶が燃料の供給不足を招き、物流を阻害した。燃料不足による非常用発電機の停止は、携帯電話などの通信基地局を直撃し、震災数日後には通信が困難になるような事態にもなった。

津波に襲われた仙台飛行場では、災害時に被害情報収集や救命救助の要となるヘリコプターやセスナを奪い取り、域外からの物資の空輸を困難にした。

気仙沼では、船舶用燃料の重油を中心とした石油タンク23基のうち、21基が津波で倒壊し、約1万2810kl（ドラム缶約6万4千本分）の油が海に流出し、市街地火災を招いた。また、震源から離れた東京湾岸の市原市の製油所でもタンク火災が発生している。

南海トラフ巨大地震や首都直下地震が懸念される三大都市圏の湾岸（東京湾・伊勢湾・大阪湾）には、火力発電所、ガス工場、石油タンク群、製油所、国際空港などが集中しており、大量の浮遊物を生み出すコンテナターミナルや自動車輸出基地、貯木場なども存在している。こういった施設の防災対策は喫緊の課題である。

(3) 大都市の拡大と高層化

大規模堆積平野に立地する東京・大阪・名古屋の三大都市圏では、長時間・長周期の地震動により、高層ビルが強く揺れ、家具が倒れ、揺れに恐怖を感じた。震災翌日の国土交通省の報告によれば、少なくとも15都府県で207台のエレベーターで閉じ込めがあったようだ。また、震源から800km弱も離れた位置にあった大阪府咲洲庁舎（高さ256m）では、地盤の卓越周期と建物の固有周期がほぼ一致したため共振をし、1階の揺れが9cm程度だったのにも関わらず、最上階では片振幅137cmもの揺れとなった。

埋め立てのまち、浦安市では市域の3/4が液状化被害を受け、「千葉リーヒルズ」と呼ばれた高級住宅地は、家屋が傾き、上下水動・ガスが途絶し、見る影も無くなった。首都圏では、人口集中に伴い、旧河道や埋立地にまでまちを広げたことが強い揺れと液状化被害を招くこととなった。

さらに、都市の拡大で遠距離通勤が多い首都圏では、多くの帰宅困難者が発生した。内閣府の調査によれば当日帰宅できなかった帰宅困難者は515万人と推計されている。

そろそろ、密集化・高層化・都市拡大による大都市への人口集中を本気で見直すべきときである。東日本大震災の被害を前向きにとらえ、コスト至上主義で作ってきたまちを、安全という観点で再点検し、私たちの国の在り様や、個人々の生き方について見直すきっかけにしてみようだろうか。

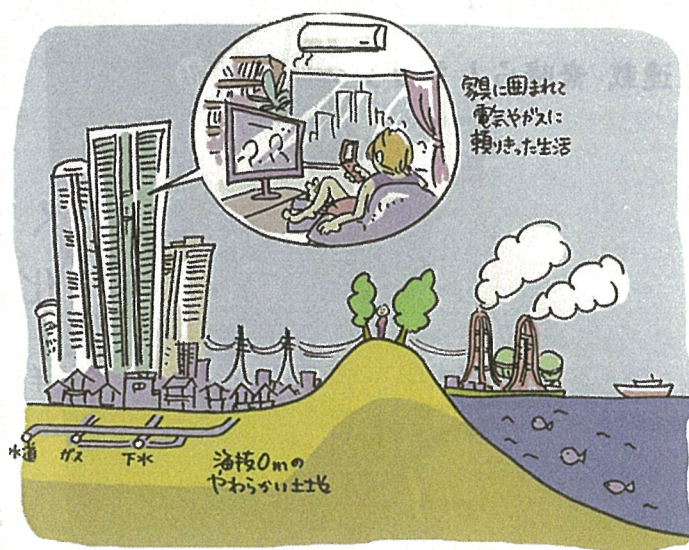
5. これからを考える

先人たちは、種々の方法で災害教訓を後世に伝え、災害に強い土地利用を考えたとも言える。そのことを現代人は戦後忘れてしまったようである。東日本大震災の甚大な被害は、我が国の安全安心に関する科学技術の国際的信頼感を失墜させた。日本製品の優位性が減退し、結果として我が国の経済も疲弊する。これを回避するには、東海・東南海・南海地震や首都直下地震での被害を激減させるしかない。減災への努力によって抜本的被害軽減に成功すれば、再び世界の信頼感を勝ち取ることができるだろう。

多大な債務を抱え、少子高齢化の中、度重なる甚大な自然災害を経験することが分かっている今、現代社会に生きる我々がすべきことは、次世代に迷惑をかけないことである。子供たちに、この豊かな社会を引き継ぐためには、災害被害軽減のための個人々の努力と、債務軽減しかない。

右上の図は、現代の都市社会を描いたものである。湾岸の埋立地に立地するエネルギー生産施設に頼り、堤防に守られた液状化危険度の高い海拔ゼロメートル地帯に木造建物を密集させてしまった。湾岸には、ライフラインに頼り切ったタワーマンションが林立する。そしてその中で、災害のことを気にせず、快適な生活をしている。ここにこそ、現代社会の危うさがある。

江戸時代の日本の人口は、今の1/4、国民の多くは洪積台地の上で、板葺きの平屋建ての家に



居住していた。建物間隔も大きく庭もあった。このため、揺れは小さく、建物も倒壊しにくく、延焼危険度も低かった。井戸、竈、汲み取り便所、行灯を用い、大家族で、地域協働の力も大きかった。災害危険度の高い地域を避け、過去の災害教訓を次世代に伝えつつ、自然への畏れを感じつつ、生きる力を一人一人が持っていた。今と比べ、災害に強い社会だったとも言える。

洪積台地の平屋の家と、沖積低地の中高層マンションの揺れは格段に違う。家具に囲まれた部屋で、電気が無ければ動かないエレベータや、ガス・上下水道、鉄道・地下鉄に頼った生活の怖さを考えて欲しい。

現行の耐震基準は最低基準である。法的には、地盤の硬軟や建物の規模・重要度などによって必要とされる耐震性に差はない。私たち建築に身を置く人間にも、考え方の転換が迫られている。コスト追求から安全追求へ、建設界の意識改革が必要とされている。真のバリューエンジニアリング(VE)とは何か、「強」「用」「美」の優先度の問題など、見直すべき点は多い。首都圏への一極集中を是正し、各地に自律分散的な中核都市を作っていかなければ、首都直下地震だけで、今般の震災の10倍規模の被害を受け、国の将来が危ぶまれる。国土計画に立ち戻って考え直したい。

本誌記事を読み、学習することは「土木学会」「建設コンサルタンツ協会」のCPD教育形態の「自己学習(学会誌等の購読)」に相当し、単位を取得できます。
※詳細は各団体により異なりますので、ご確認ください。