

津波対策の歴史

A Short History of Tsunami Defense Works in Japan

首 藤 伸 夫

Nobuo SHUTO

1. はじめに

我が国における津波対策の変遷は、その特徴に従って、ほぼ3期に分ける事が出来よう。

第1期と第2期との境は1960年チリ津波であるとして良い。第1期においては、過去の経験や実績に基づいて津波対策が行われていた。主な対策事業は、津波から遠ざかる高地移転であった。第1期の終わり頃には津波予報が開始された。

第2期は1960年チリ津波からのほぼ40年間である。電子計算機に支えられた津波数値計算技術が進歩し、対策立案に使われるようになった。主な対策手法は防災構造物の建設であった。

第3期は1997年からであるが、その前に約15年間の前奏期があった。「地域防災計画における津波対策強化の手引き」に代表される総合的な対策事業が、第3期の最大の特徴である。防災構造物、津波に強いまちづくり、防災体制の三つから成り立っており、現在ではソフトな対策が全国的に進んでいる。

2. 明治三陸大津波以前の津波対策

その土地々々で、被災後に行なわれた高地移転が効果的であった。

伝説に残るものと云えば、今村明恒(1933)が昭和三陸大津波の後に採話し、当時の対策の考え方の提案中にも使われた場所がある。「役の行者が、一日、陸中は船越の浦に現れ、里人を集めて数々の不思議を示し、後戒めて云うには、卿等の村は向こうの丘の上に建てよ、決して此海滨に建ててはならない。もし此戒を守らなかったら、災害立どころに至るであろうと。行者の奇跡に魅せられた村人は能く其教を守り、爾来千二百年間敢えて之に叛く様な事をしなかった。」これは、岩手県山田町山ノ内の事であるとされている。

伝説ではなく、現実に記録をたどれるものとして(羽鳥, 1981)が示すものがある。土佐清水市三崎の観光の名所竜串海岸への入り口付近の、現在足摺海洋館が位置する場所にあった集落(地盤高4.4m)は、1707年宝永の津波の後、平ノ段と呼ばれる現在地に移転した。宝永の津波は、西ノ川を1.5km遡上し、平ノ段の東方杉の下で終わった。津波の遡上高は6~7mと見積もられている。1854年安政の津波は三崎で5.6m程度と見積もられており、平ノ段には浸水しなかった。

失敗例もある。1771年明和8年の八重山地震津波で大被害となった石垣島では、最高行政庁である蔵元および周辺の4ヶ村も、従来の場所から北に約3kmの文嶺(ぶんね)と云う所に移転を開始した。年内に23戸、次の年には蔵元、と云う様に移転したが、1774年には、再移転希望者567人に対し、文嶺滞在希望者23人の大差で、元の所へ再移転する事となった。その理由は、

- ①船着場から遠く不便な事
- ②高地であるため用水が不自由
- ③産業である御用布の干しさらしは海岸で行なわれるので、この点でも不便
- ④離島民の往来に、時間労力に無駄が生ずる
- ⑤各地からの税穀物や、御用布を運ぶのに不便

⑥津波後の食糧難、経済難で生活上困難な面が多い

その他、マラリアの伝染の心配などもあったらしいと云われている（牧野，1981）。

津波時の緊急避難所として人工丘が建設されたものもある。千葉県鴨川では、慶長9年（1605年）の津波で押し流された日枝神社の砂山の跡に、地盤上4m（海面上10m）の、直径30mの丘が築かれた。1703年の元禄津波は高さ6.1mであり、この丘に逃げた人が助かり、他の多くが水死したと云う（羽鳥，1976；伊藤，1983）。

津波防潮堤の例では、和歌山県広町のものが有名である。応永6年（1399年）に畠山氏が紀伊に封じられ、その邸宅を広の海岸（現在の養源寺の場所）に構えた時、4百余間（700m余、1間=1.8m）、海面上の天端高1間半、天端幅1間、堤敷幅3間以上の石垣を風波対策として建造してあった。1854年安政の大津波はこれを越えて被害をもたらした。当時33歳であった浜口悟陵は、この畠山の石垣の背後に、さらに高さ2間半、堤敷幅11間、天端幅4間、長さ5百間の土堤を築造しようとした。最終的な長さは370間で終わった。石堤と本堤との間には松、土堤の内面と堤上にはハゼを植樹した（広町，1952）。完成は1858年、1946年の南海大津波の際には効果を発揮したと云われている（羽鳥，1977）。

この堤防の維持管理上の問題について、昭和8年（1933年）の時点で、今村（1949）は次のように述べている。

- ①堤防の内側斜面が隣接居住者によって損傷されつつある
- ②堤防上の路面が、処々凸凹を生じ、低下しつつある
- ③横断のため切り通しを2カ所に設けたため、防浪能力が低下した

このように、現在に共通する問題が既に現れていた。なお、切り通しに設けられた鉄門扉が重く2人の力では動かなかった事、しかも閉鎖するには海側へと押し出さねばならない構造になっている事への改良を提言している。

3. 明治三陸大津波後の津波対策

明治29年（1896年）旧暦5月5日端午の節句の夜に三陸地方を襲った津波は、先行する地震が揺れの小さい「津波地震」であり、津波来襲前に避難する人が皆無に近い状態であったため、2万2千人が犠牲となった。

通信連絡の拠点である電信局そのものも被害に遭うものが多く、実態の把握さえも困難であった。道路・橋梁は破壊され、食糧の輸送もままならず、救援の派遣も遅れた。海から近づこうとしても大量の漂流物で邪魔される状態であった。

広域の大災害であり、直後の応急対応に始まり、復興に至るまでの諸問題が露わにされ、将来への教訓が洗い出されたと云っても差し支えない津波被害であった。津波の実態に始まり、被害の状況、応急対応から集落・生活の復興、さらには将来への示唆については、中央防災会議災害教訓の継承に関する専門委員会「1896明治三陸地震津波報告書」（2005）に詳しい。この報告書全文は<http://www.bousai.go.jp/bousai/kyokun/index.html>から取り出す事が出来る。

将来の津波に対する対策としては、高地移転が殆どであった。その多くは各自の負担で行なわれた。有志者が提案し義援金などを使用して宅地開発を行い集団移転したものもある。宮城県では移転予定地までの道路新設を県が負担した例もあった。移動数は43カ所であったが、集団移転は7カ所でしかなかった。

のちに低い原地に戻り、37年後にまた被災した所も多い。低地に戻る要因として、田中館・山口（1938）は次の様にまとめている。

- ①漁業を生業とするものには居住地から海浜までの距離が遠すぎたこと
- ②高地移転で飲料水が不足したこと

- ③交通路が不便であったこと
- ④主集落が原地にあり、それと離れて生活する際の不便や集落心理
- ⑤先祖伝来の土地に対する執着心
- ⑥津波襲来が頻繁でないこと（約10年経った頃からの復帰が目立つ）
- ⑦大漁が契機となり浜の仮小屋を本宅とする様になったこと
- ⑧大規模火災が発生し、集落が焼失してしまったこと
- ⑨納屋集落が漸次的な定住家屋へ発展したこと
- ⑩津波未経験者が移住してきたこと

山口(1952)は作業場である海浜と居住地の位置関係に関し、高度で15m以上、距離で400m以上あると原地に戻るものが多いとしている。

そのほか、津波対策として役立つであろう提案がいくつか意見として述べられたものを散見するが、これらが実現したとの確報はない。例えば、岩手県織笠村では避難路として使える山への道を整備すべしと提案されたと記述されている。また、現地を視察した板垣内相が将来への警鐘を鳴らすための記念碑の建立、津波を防御するための防潮林の育成などのアイディアを語ったが、100を超える記念碑のどれにもこうした配慮は活かされていない。防潮林が建設されたと言う報告は見つかっていない。また、津波に強い建物として、「耐震的家屋は海嘯建物として効能が大」と言う報告(伊藤, 1897)があるものの、これが採用された例も、また見つからない。

4. 昭和三陸大津波後の対策

昭和8年(1933年)3月3日雛祭りの早朝、激しい地震の後で大津波が三陸地方を襲った。激しい揺れが先行したため、避難した人が多かったが、それでも3,000人を超える死者行方不明者が出た。

この調査、災害後の対策案作成、復興計画とその実施などには、学界、国や県などの行政が大きな役割を占める事となった。

(1) 総合的対策の考え方の提示

まず、対策のあり方について、文部省震災予防評議会「津浪予防に関する注意書」(以下、注意書と略称)の提案がなされた。昭和8年6月の印刷であるから、極めて迅速な反応であったと云えよう。「第1章 緒説、第2章 海岸線の形状及び海底の深浅と津浪の加害状況、第3章 浪災予防法、第4章 浪災予防法応用の例」とからなる14頁及び図版6枚からなる小冊子である。

第1章は緒説である。

次の第2章で、対象とする地形を4種類、8個に分類する。

甲類 直接に外洋に向かう湾は、[第一 湾形V字をなせる場合、第二 湾形U字をなせる場合、第三 海岸線に凸凹少なき場合]、

乙類 大湾の内に在る港湾として[第四 港湾V字形をなして大湾に開く場合、第五 U字形をなして大湾に開く場合、第六 海岸線凸凹少なき場合]、

丙類は[第七 湾細長く且つ比較的に浅き場合]、

丁類も[第八 九十九里浜型砂浜]とし、

それぞれでの津浪の概略値とそれに分類される地名を整理している。

以下に、第3章にあげられた予防法の項目とその要点を示す。

「高地への移転 浪災予防法として最も推奨すべきは高地への移転なりとす。尤も漁業或いは海運業等の為めに納屋事務所等を海浜より遠ざけ難き場合あらんも、然れども住宅、学校、役場等は必ず高地に設くべきものとす。三陸沿岸の町村部落は概して山岳丘陵を以て圍繞せらるるを以て多少の工事を施すに於ては適当

なる住宅地を得るに甚だしき困難を感じず、但し漁業者にして往々高地住居の不便を唱ふるものあれども、業務上の施設を共同にし且つ適当なる道路を敷設するに於ては其の不便を除くを得べし、実に船越村山の内の如きは古来此の方法を実行し千数百年来未だ曾て津浪の害を被りたること之れなしと称せり。……

安全なる高地は鉄道、大道路の新設或いは改修に当りても之を利用すべく特に鉄道駅に就て然りとす。

防浪堤 ……普通の防波堤は風波を凌ぐに足るも大津浪に対しては其の効果を期し難し。之を津浪に対して有効ならしめんには其の高さに於ても將た其の幅に於ても更に幾倍の大きさに増さざべからず、費用莫大なる為め実行困難ならん。……

防潮林 防潮林は津浪の勢力を減殺する効あり、海岸に広闊なる平地あるときは海浜一帯に之を設くるを可とす、……

護岸 津浪の余り高からざる場合に於ては津浪を阻止するに足るべき護岸を設くるに難からざる場合あり、……

防浪地区 繁華なる街区が海岸形式第四或は第五の如き津浪の余り高からざる海浜にありて而も多少津浪の侵入を覚悟せざるべからざる場合に於ては防浪地区を設置し区内に耐浪建築を併立せしむるを可とす、基礎深く堅牢なる鉄筋コンクリート造は最良の耐浪建築なるべく、之を第一線に配すべし、海岸に直角なる壁を多少強固に築造せば一層好果を収め得べし。又家屋が木造なる場合に於ても基礎を深く堅固に築き土台を基礎に緊結せば相当の効果あり、防浪地区の背面に配列せしむるに足るべし。……

緩衝地区 津浪の侵入を阻止せんとせば必然の結果として局部に於ける増水と隣接地区への反射或いは氾濫を招来するに至るべし、川の流路、溪谷或は其の他の低地を犠牲に供して之を緩衝地区となし以て津浪の自由侵入に放任するに於ては隣接地区の浪害を軽減するに足るべく、若し又投錨の船舶を此の緩衝地区へ流入する津浪に委ねるに於ては其の被害を多少軽減し得べし。緩衝地区には住宅、学校、役場等を建設せざるものとす、鉄道、大道路も亦之に乗入れしめざるを可とす、

避難道路 安全なる高地への避難道路は何れの町村部落にも必要なるべし、釜石の如き都会地にありては此の種の道路をして将来の住宅地たるべき高地へ通ずる自動車道路をも兼ねしむるを得策とすべし。

津浪警戒 津浪予知の困難なるは地震予知の困難なるに等し、然れども津浪の波及は緩慢にして其の発生より海岸に到達するまでに三陸東沿岸に於ては通例 20 分間の余裕あるを以て、器械或は体験によりて其の副現象を観測し、之に依て津浪襲来の接近を察知し得べし。……（4 項目ほど津波時の現象を記述したのち）……津浪は概して以上の如き順序によりて起るを以て単に体験のみに依りても警戒の手段あり。若し之に加ふるに地震計測、各部落を連ぬる電話網、団体組織等を以てせば一層有効なる警戒をなすを得べし。

津浪避難 地震の性質其の他によりて津浪の虞之れありと認むるときは老幼虚弱のものは先づ安全なる高地に避難すべく、其処に 1 時間程の辛抱をなすを要す、又強者特に健脚のものは海面警戒の任に当るべく、津浪襲来の徴を認めたる場合、警鐘電話等に依る警告を発するに遺憾なきを期すべし。……

船舶は若し岸を 2,3 百米以上離れたる海上にあるときは更に沖へ出づること却て安全なり、若し然らざるときは固く之を係留すべく、若し又緩衝地区へ流入の見込みあらば投錨のまま之を浪の進退に任せること避難上の一法たるべし。

記念事業 浪災予防上の一大強敵は時の経過に伴ふ戒心の弛緩なりとす。……浪災予防に関する常識養成の如きは之を罹災地の一般国民に課して極めて有意義なるものたるべく、特に之を災害記念日に施行するに於て印象最も深かるべし。

記念碑を建設するも亦前記の趣旨に適するものたり、是れ不幸なる罹災者に対する供養塔たるのみならず、将来の津浪に対し安全なる高地への案内者となり、兼ねて浪災予防上の注意を喚起すべき資料ともなり得べきを以てなり。」

第 4 章として、浪災予防法応用の例が、田老村、両石、釜石、綾里湊、泊、雄勝の 6 地点について、図とともに示されている。

(2) 復興計画と実施

i) 宮城県による建築規制

昭和三陸大津波後、宮城県は県令 33 号によって建築禁止区域を設定した。其の主な内容は次の通りである。

「海嘯罹災地建築取締規則」

第一条 昭和 8 年 3 月 3 日ノ海嘯罹災地域並海嘯罹災ノ虞アル地域内ニ於テハ知事ノ認可ヲ受クルニ非サレハ住居ノ用ニ供スル建物（建物ノ一部ヲ住居ノ用ニ供スルモノヲ含ム以下同シ）を建築スルコトヲ得ス
前項ノ地域ハ知事之ヲ指定ス

建物ノ用途ヲ新ニ定メ又ハ変更ノ上住居ノ用ニ供スルトキハ住居ノ用ニ供スル建物ヲ建築スルモノト見做ス
.....

第六条 第一条第一項第四条第一項及第五条第一項ノ規定ニ違反シタル者ハ拘留又ハ料科ニ処ス

この県令は、宮城県下 26 カ所に適用された（内務大臣官房都市計画課，1934）。

ii) 内務省による復興計画（内務大臣官房都市計画課，1934）

対策を立てるにあたり、先ず地図作りから始めなくてはならなかった。迅速に進めるために、当時としては極めて珍しいと思われるが、航空写真を撮影し、その画面上に宅地造成地の計画図を書いている。

その時の対策方針は次の通りであった。

「三陸沿岸地方に於ては、人口 3 万を有する都市より戸数 10 に足らざる小聚落に至る迄数百を以て算し、其の大部分は津浪の災害を被りたりと雖も、被害の軽微なるもの、又は部落の極めて小なるものに於ては自力を以て適當の復興をなし、殊に小部落に在りては、災害部落地を捨て、付近の大部落に併合移住するものあるを以て、以下報告せんとするものは、主として、部落の比較的大にして災害の大なりしもの、国庫補助、又は利子補給、低利資金の融通に依りて復興事業を遂行したるもの等を主体として記述す。

計画方針

都市らしき形態を備ふる大聚落と漁業農業を生活中心とする小聚落との間には、其の防浪対策又は部落移転計画等につき自ら相異なる方針を採るべきである。」とした上で、

釜石、山田、大槌、大船渡のような沿岸地方における交通、経済、教育など社会生活の中枢をなす地方的中心市街地を全部安全地帯に移転するのは不可能であるから、

「都市的聚落地はその原敷地に復興するを本則とし、その敷地内に就き土地の利用を工夫し、海辺に直接するを絶対的要件とする運送業、倉庫、その他の建築物を除き、住宅は後方安全なる高地に敷地を造成し移転せしむ」ものとした。

更に、日常生活の為の道路、避難道路の建設整備に触れた後、防浪施設として地盤嵩上げ、耐震耐浪建築の導入、防波堤の建設を挙げている。

漁業主体で農業が副次的である沿岸集落については、まず、全村高地移転する事を奨める。移転地と作業場である海岸をつなぐ道路の新設整備、災害後の救援を考えて重要道路は津波被害を受けない高地に整備する、また鉄道も高地を利用するなどとした。しかし、どうしても移転不可能な場所については、防浪堤や護岸の築造、防潮林の建設、避難道路の新設などを行なうとしている。

このような提案のもと、国や県が高地に宅地造成を行い、集団で移転した箇所が多かった。宅盤を嵩上げて集落を再建したのは岩手県長部である。

地盤嵩上げが高価なため、田老村は防潮堤を建設した。このほか、吉浜本郷、釜石、山田などにも、防潮堤が築造された。

iii) 防潮林の建設

高地移転とならんで大々的に行なわれたのが防潮林の建設である。

津波直後、海嘯災害予防調査費として昭和 8 年度に成立した 2 万円の内、1 万 910 円が青森県上北郡六ヶ所村から宮城県亘理郡坂元村までの広範な調査に当てられた。林学博士本多静六、理学博士今村明恒の指導

の下、4チームが編成され、津波災害の調査と、防潮林造成計画の立案とが行なわれた。ここでは、150地点での造成計画が提案されている（農林省山林局、1934）。

iv) 津波予報

実際の津波予報は、昭和16年（1941年）から始まるが、これについては、第6節でまとめて記述する。

v) 津波記念碑

前記「注意書」に推奨された記念事業の一つである記念碑建立については、東京及び大阪朝日新聞社が大規模に後押しをした。両新聞社に集まった義援金約21万円のうち約5万円が記念碑建立と云う条件をつけて配分された。青森・岩手・宮城3県に見られる150基の昭和三陸大津波の記念碑はこの結果である。

実はちょうどその頃、関東大震災10周年を記念して、後世に残る警告文の選定と記念碑建立の事業が進みつつあった。標語の募集が昭和8年3月30日東京朝日新聞で始まっている。

これと歩調をあわせるように、三陸津波記念碑にも、後世への知恵の継承や警告を記す事が期待された。宮城県資料（宮城県、1934）には、「之等記念碑には、寄贈者東京朝日新聞社が予て、関係災害地に広く募集せる標語『地震があったら津浪の用心』、『津浪が来たらこれより高い所へ』、『危険区域内に居住するな』等一を記載し、以って部落民に不断の警告を発する事とせり」と記述されている（首藤、2001）。

5. チリ津波前後の対策

（1）昭和三陸大津波からチリ津波直前まで

1933年昭和三陸大津波ののち、1944年12月の東南海地震、1946年12月の南海地震などによる津波で被害が発生した。東南海地震は戦中であつたため、記録そのものが数少なく、被災記録、救援や復旧が如何に行なわれたかの実績を知ることは容易ではない（吉村、2004）。

南海地震は戦争直後の物資不足の時であつた。被災、救援、復興の記録は残っているが、将来への方針は殆どない。この時得られた教訓としては

- ①情報把握が難しく、被害僅少の方へ救援を集中したこともあつたこと
- ②救援対策機構が、物的・人的に貧弱であつたこと
- ③救援物資の保管管理が悪く、一カ所しかなかった医療器具薬品倉庫が被災し、取り出しに困つたことの3点が挙げられている。

この反省を踏まえて、高知県災害救助隊規則が作成された（高知県、1949）。

（2）チリ津波対策の下地

1960年チリ津波後の津波防災の主流は、構造物建設と津波予報の充実であつたと云つても差し支えない。構造物による対策が急速に進んだのには、三つの理由があるように思われる。

第一は、海岸保全施設の考え方がまとまっていたことであろう。昭和28年9月に知多半島付近に大被害を与えた13号台風があつた。昭和31年5月に海岸法が施行され、その第14条に構造物の築造基準が規定されていたが、これを具体的にした「海岸保全施設築造基準」が出来上がったのは昭和33年12月であつた。

その翌年、すなわちチリ津波の前年の昭和34年9月には、超大型台風が襲来し、伊勢湾沿岸域に大被害を与え、5千人もの人命が失われた。この復旧計画策定にあたって、大蔵、農林、運輸、建設各省の係官からなる「高潮対策協議会」が設置され、ここに学識経験者などを招いて、堤防構造などに関する計画の基本方針が検討された。海岸堤防は三面張りの構造とする事などが決まり、また名古屋港口には高潮防波堤を建設する事となった。出来上がったばかりの「海岸保全施設築造基準」が使われたのは、当然である。

そして、昭和35年5月のチリ津波であるが、その高さはせいぜい5~6mで、高潮と似ており、構造物で対処しうる規模であつたことが、構造物による対策が進んだ第二の理由である。

第三の理由は、構造物を築造できる経済力が備わってきた事であつた。

(3) チリ津波後

日本時間にして1960年5月23日午前4時11分、チリ沖でMs8.5、Mw9.5の巨大地震が発生し、これによる大津波が太平洋各地を襲った。我が国には、約22.5時間後に襲来した。地震を日本で感知しなかったので、不意を襲われた形となった。

北海道から沖縄までの太平洋沿岸で被害が発生した。三陸地方では津波高5~6m、他の沿岸では3~4mであった。

被害から対策に至るまでの経過について、岩手県チリ地震津波災害復興誌(1969年)には次のように記載されている。

「……昭和35年5月24日早朝日本の太平洋岸に襲来したものである。特に被害を蒙った地域は、北海道、三陸全域、常磐、四国南部の海岸で、死者119名、行方不明20名、家屋全壊1,571戸、流失1,259戸に達し、このほか耕地、船舶等に相当の被害を蒙ったのである。

県においては、その被害の激甚なることを重くみて、ただちにチリ地震津波災害対策本部を設置し、その復旧に努力する一方、県議会においても、第7回県議会臨時会(昭和35年5月30日)において、災害復旧対策について、速急に万全の措置を講ぜられるよう内閣総理大臣および関係各大臣ならびに衆、参両議院議長に対し、強く要望した。

政府も、チリ地震津波による被害の甚大なることにかんがみ、国土保全と民生安定の見地から津波による再度の災害を防止するために必要な河川または海岸に関する施設の新設、改良および災害復旧事業につき、抜本的な政策を樹立し、計画的にこれを実施するため、直ちに第34国会に『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』を提出し、昭和35年6月27日、昭和35年度法律第107号をもって公布され、続いて8月18日に同法の施行令が政令第240号として制定された。」この法律に基づいて設立された「チリ地震津波対策審議会」において、チリ地震津波災害対策事業計画が検討され、昭和36年11月に決定を見た。その主な内容は、津波対策事業計画の策定基準、津波対策事業計画の事業量、津波防波堤計画である。

沿岸での津波高が大きくても5~6mであったため、対策の中心は防災構造物の築造であり、対象地点を直接防護する防潮壁や防潮堤であった。天端の高さはチリ津波の実績が基準で、それに背後地の重要度や過去の津波の大きさをも考えに入れながら、さらに0~2.2m余裕高を加えた高さとした。構造としては、防潮壁はコンクリート製、防潮堤は堤体内部は土砂でその表法・天端・裏法をコンクリートで覆う、いわゆる三面張りの構造とされた。

この時、日常利用との矛盾の少ない構造物として、大船渡湾口に世界最初の津波防波堤が建設された。水深38mの所に設置された、現在としても大工事である。

チリ津波緊急対策は全て昭和41年度で終了した。岩手県だけが、過去の津波への対策のため、防潮堤の新設やチリ津波対策で出来上がった防潮堤の嵩上げ工事を続け、2006年現在でも完了していない。

なお、三陸地方に限って言えば、チリ津波緊急対策が完成して間もない昭和43年(1968年)、十勝沖地震津波が襲来し、これらの構造物で完璧に守られたのである。

6. 津波数値計算法の発達と実用化

チリ津波が襲った1960年頃、電子計算機は未熟であった。復旧対策計画立案に際して、唯一数値計算が行われたのは、大船渡津波防波堤の効果算定であった。ただし、一様な正弦波列が入射する、防波堤の開口部から入ってきた水量は瞬時に湾内に一様に広がる、といった、極めて単純な仮定の下で行われたのである。浅水理論を時空間的に差分法で解く現在の手法からすると、想像も出来ないほどの未発達のものであった。ただし、広い湾を対象とした水理実験では、測定精度が上らないため、やむを得ず数値計算によったという

のが本当のところであろう。

その後、電子計算機の高速化、大型化の進行と歩調を合わせ、数値計算手法は進歩して行く。また、地震波形から断層運動を推定し、それを使って津波初期波形を決定できるようになったのも、この頃であった。それまでは、沿岸で測定された津波から逆算して津波初期波形を決めていたのだから、大きな変化だといえよう。

実は、この頃、折からの海洋開発ブームに煽られ米国では津波関連の費用が極端に縮小されたため、数値計算技術は日本でのみ発達して行く。日本でも津波研究が優遇されたわけでもないが、時流に乗らずとも最低の研究費は保証されていたから、ゆっくりとではあるが着実に進歩して行った。

そして、1983年日本海中部地震津波が発生した頃には、日本だけが突出して優れた計算技術を持って居たのであった。実用化に際しての良い資料を採るとの姿勢で、津波後の現地調査が行われた。すなわち、過去の津波時には被害の大きさと直接結びつく大きい痕跡が優先して記録測定される嫌いがあったが、1983年からは、地形を考えながら、大きいものも周辺の小さいものも、精度を合わせて測定することとなった。

こうして、数値計算手法の現地への適用性が確認され、計算時に考慮すべき差分化に関する条件などが確立された。20世紀最後の10年は、日本とモロッコの共同提案に基づき国連において全会一致で採用された国際防災の10年IDNDRであった。この十年での津波関連者の国際協力事業として、東北大学で作り上げたTUNAMI Codeがユネスコの標準手法として、諸国へ技術移転され始める。

1992年9月のニカラグア津波に際しては、数値計算の方が現地調査に先行する事となった。計算結果から津波地震の可能性が認識され、それに対応した質問票を現地入りする前に準備したのである。また、電子メールでの連絡によって、現地調査の国際協力(ITST)が効率的に行われるようになったのも、この時からである。

1993年北海道南西沖地震津波でも勿論、数値計算が先行した。計算と実際の痕跡に差があれば、それがその津波の個性であるとの視点から調査の精度が決まってゆくこととなった。

このようにして発達してきた津波数値計算は、今では津波対策立案にとって無くてはならない手法となっている。ただ、そこにはいくつかの問題が残されている。

第一は、現在の初期波形決定法の是非である。これでは不十分であることは、1964年のアラスカ大地震の結果から判っている。このときは、現在の手法でも推定可能な主断層のほか、これに直な副断層が存在し、地震としては大きな問題ではなかったとしても、津波高を倍近くにしたと思われる。一方、2004年9月紀伊半島沖のマグニチュード7.3の地震で発生した津波を、室戸岬沖のGPS津波計が記録したが、これは現在の初期波形決定法で推定したものと恐ろしいほど一致したのである。どの様な時に一致し、どの様な時に一致しないのか、突き詰めるべき問題として残されている。

第2は、海底地形表現精度の問題である。これが悪いと、数値計算手法がいくら向上しても、津波の屈折状況が旨く表現できない。

7. 津波予報

(1) 釜石の予報塔

1933年昭和三陸大津波の後で、津浪自動予報塔が建設された。

「三陸沿岸に於ては津浪の来る前兆として潮位に著しき影響あることが過去に於ける数回の津浪により立証されたるを以て昭和8年の津浪直後に於て岩手県土木課長上野節夫氏は右の現象を利用して津浪予報装置を考案せられたり。

右装置は海面の水位と共に上下する浮標の上下によりて潮位が或限度の異常水位に低下した場合又は上昇した場合は電気装置によりて自動的に電流が通ずるやうにし、此处より人家ある市街又は部落までの配線に

より其処に電気警笛を鳴らしやがて恐るべき津浪の襲来を十数分直前に報ずるものなり。

口絵写真は釜石港防波堤内に設置せられたる本邦唯一の津浪予報装置塔の築造費 2,900 円警報器 728 円配電装置費 655 円雑費 24 円合計 3,500 円を要せり。

本装置は三陸沿岸の枢要地に設備するの必要あるも経費の関係上釜石港に只一箇所のみ設備せられたるを遺憾とす。将来適當の機会に於て少なくとも数箇所之を設置し相互配線によりて之を連絡するときは電気其の他の故障を予防し得ると共に其の効果極めて大なるものと認む。」（岩手県土木課，1936）。釜石に実現したこの津浪予報装置は，土地の古老の記憶だけに止まっている。

（2） 人手による時期（Uchiike & Hosono, 1993）

昭和 16 年（1941 年）には三陸沿岸を対象として津波警報組織が作られた。経験的に作られた津波予報図による判定を行って，測候所毎に，その管轄区域に対して予報が行なわれた。住民へはラジオ及び警察署への電話連絡によって，発震後 10～20 分以内に予報が伝達されていた。

1946 年 4 月 1 日にはアリユーションで大津波が発生しハワイに被害が及んだ事もあって，アメリカでは太平洋に対する津波警報組織をつくろうとの気運が高まった。我が国でも，気象庁の前身である中央气象台で津波予報組織を作ろうとの動きがあったが，実現に至らなかった。

昭和 24 年（1949 年）10 月 3 日付けで，「津波警報機構を 60 日以内に組織し，それより 30 日以内に警報機構の実施テストを完了する」ようにとの，連合国司令官名の覚書が出された。これを受けて，政府は同年 12 月 2 日に，「津波予報伝達総合計画」を閣議了承し，12 月 20 日に第 1 回の総合テストが実施された。

この津波予報伝達総合計画は，若干の修正の後，昭和 27 年 6 月に制定された気象業務法の体系に取り込まれた。正式決定の直前，昭和 27 年 3 月 4 日に発生した十勝沖地震津波の際には，この予報システムが成功を収めた。

このときの津波予報作業は次の通りであった。地震が発生すると，各観測所の担当者は，それぞれの官署に設置されている地震計記録から，観測データを読み取り，これを有線または無線通信により津波予報を行う気象官署（津波予報中枢）に通達する。津波予報中枢では，こうしたデータや自官署での観測値に基づき，作図により，震源位置とマグニチュードを求め，津波予報図から津波発生の有無等を判断した。

こうした作業を人手を介して行うため，津波予報中枢で予報を行うまで約 17 分を必要とした。沿岸住民への伝達はそれから始まるため，情報が現場に届くにはかなりの時間を要していたのであった。

（3） 高速化への努力（Uchiike & Hosono, 1993）

予報時間を短縮するために，昭和 55 年度（1980 年）から昭和 61 年度にかけて，気象資料伝送網（L-ADESS）が導入され，地震計の観測データが専用回線で送られるようになった。読み取りと入力はまだ人が行ったが，その後の処理は電子計算機が行った。約 10 分で予報できるようになった。

ところが，昭和 58 年の日本海中部地震津波では，早い所は発震後約 7 分で津波が到達した。地震検知から震源計算までを全て電子計算機で自動するシステムを導入する事となった。昭和 62 年度までに気象庁本庁に設置された地震活動等総合監視システム（EPOS），平成 5 年度までに津波予報中枢に導入された地震津波監視システム（ETOS）がこれであり，津波予報時間は約 7 分に短縮された。

しかしながら，平成 5 年（1993 年）7 月の北海道南西沖地震津波は発震後 3～5 分で襲来した場所もあった。気象庁では，それまでの S 波利用から P 波利用へと切り替えた。全国に津波地震早期検知網が整備されたこともあり，また津波予報図から数値計算結果への切り替えもあって，津波予報に要する時間は 3～5 分程度に

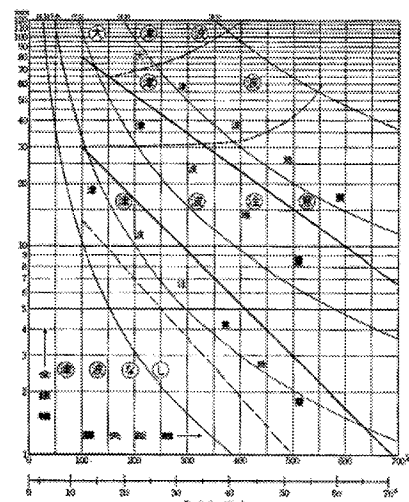


図 1 気象庁津波予報図

短縮されている。

(4) 数値計算の導入(Tatehata, 1997)

図1の如き津波予報図は平成11年3月まで、約40年にわたって使用されていた。また、日本全国を18の津波予報海域に区分し、それぞれの海域区に対して予報していたのであった。しかし、そこには二つの大きな問題があった。一つは予報対象海域の長さである。例えば、4区は青森から福島までを含んでおり、同一区内での差が大きい事である。第二は、「大津波(高い所で約3mを越える)」という大まかな予報より、もっと詳細な予報が望まれるようになった事である。

こうした点の改良のため、10万ケースもの数値計算を行い、データベースを作り上げた。津波予報海域の数は66になった。また「大津波」は3m, 4m, 6m, 8m, 10m以上の5段階、「津波」は1m, 2mの2段階、「津波注意」は0.5mの1段階となった。なお、20cmより小さい場合には津波注意報も出されない。この程度の振動は津波以外の原因で容易に発生するからである。そのかわり、「若干の海面変動があるかもしれないが被害の心配なし」との情報を流し、津波の影響があり得るので、海中には入らないようにと注意を促す事となっている。ただ、現時点では、この情報への十分な理解が得られては居ないと云わなくてはなるまい。

(5) 津波予報の伝達 (国土庁ほか, 1997)

予報伝達の主な手段は次の3つである。

①予警報一斉伝達装置: 気象庁が発表する防災情報を、防災関係機関や報道機関にFaxにより一斉に伝達する。全国の管区气象台、地方气象台に整備されており、殆どの機関には、これで津波予報が伝達される。

②気象資料自動編集集中継装置(ADESS): 各地方气象台等で観測された気象・地震等のデータを管区气象台等が収集し、逆に管区气象台等が解析又は発表した情報を地方气象台等へ配信するためのシステムである。

消防庁等の一部防災行政機関や一部の都道府県の防災情報システムは、このADESSとオンライン接続されており、これを通じて津波予報が伝達される。

③緊急情報衛星同報システム: 津波予報や地震情報等の緊急情報を気象衛星「ひまわり」を利用して伝達するもので、平成6年に導入された。専用の受信装置を設置すれば、誰でも気象庁から直接且つ迅速に津波予報を入手出来る。

8. 総合的津波防災

(1) 津波常襲地域総合防災対策指針(案)

昭和51年(1976年)、東海地震の危険が叫ばれるようになった時、これまでとは違った画期的な動きが現れた。従来は、大津波の被災後に、その後始末をも兼ねて、津波対策をどうするかが議論されたのだが、今回は津波常襲地域と見做される場所(三陸地方)での津波対策のあり方を、前もって検討しようとするのである。

チリ津波緊急対策として取り敢えず5~6mの防潮堤を作り、その後過去の津波にも備えて更に高く、場所によっては12mを超える高さに嵩上げする工事を進めて居た岩手県を中心に、本当にその高さで足りるのか、どんな津波を計画対象にすべきなのか、をも含めての検討が始まった。

なにしろ、津波の科学・技術は、チリ津波以降に我が国を中心として進歩したのであったから、チリ津波直後に海岸防災に責任を持つ3省(建設省、運輸省、農林省)の協議で定めた防潮堤高さが、それで過去の津波に対しても十分なのかを見直す必要もあった。

建設省と水産庁が共同で調査研究を実施し、昭和58年3月にまとめたのが、津波常襲地域総合防災対策指針(案)(建設省河川局, 1983)[以下、指針(案)と略称する]である。この両省庁は海岸保全のために防災構造物を築造することに責任を持つ官庁であったが、この指針(案)は、構造物以外も含めた総合的対策案になっている所に最大の特徴がある。

津波は巨大外力が極めて稀に発生し、そのために大被害が生ずると云う自然現象である。高さに限界のある構造物だけで完全に対処することは不可能であることを正確に認識し、構造物以外の手段をも含めて総合的に災害防止をするにはどうするのかを考え、その中で、この2省庁の所管である構造物がどのような位置を占めるのかを、明確にしたのである。特徴はいくつかある。まず、対象地域として、三陸沿岸の津波被害が予想される地域を選んだが、商港・工業港を持ち、人口稠密な市街地を形成している地域は除くとした。

次に計画対象津波として、過去200年位の間の、確実な資料が数多く得られる津波のうちで、最大の津波を選ぶとした事である。三陸地方では、明治三陸大津波と云う大外力の洗礼を受けているため、外力の想定に余り問題は生じないと判断された。

しかし、これを選ぶと、とても構造物だけで防げるものではないことは明白である。したがって、構造物以外の手法によらなくてはならない。防災構造物、防災地域計画、防災体制の三つを組み合わせることとした。これが第二の特徴である。こうすることにより、構造物の設計外力となる津波は、計画対象津波より小さくても良い、つまり計画対象津波は防災構造物を乗り越えうる、と明記したのである。これは当時としては、大決断であった。建設省河川局の所管である洪水対策では、計画洪水に対処する堤防を作り、それを超える外力で堤防破壊に及んだとしても、それは天災であると見なされていた頃の事だからである。

しかも、所管外の防災体制などを組み込む考え方は、見方によっては無責任との批判も免れない。しかし、この指針（案）の考え方が正しかったからこそ、これを継承した総合防災対策手法が、平成9年に津波関連7省庁によって合意を得たと云って差し支えあるまい。これについては、次に詳説する。

（2）「地域防災計画における津波防災対策強化の手引き」

平成5年（1993年）7月に発生した北海道南西沖地震津波では、予想外の事態が発生した。まず、速度を高めてきた津波予報が間に合わなかった。津波を押し止める筈の高さ4.5mの防潮壁で守られていた奥尻町青苗5区では、防潮壁は完全に近い形で残ったものの集落は跡形も無く流された。津波が引き起こした大火災で、津波では被災しなかった多数の家々が焼失した。

この被害の後、津波防災に関連のある7省庁（国土庁・農林水産省構造改善局・農林水産省水産庁・運輸省・気象庁・建設省・消防庁）が合意したのが、「地域防災計画における津波防災対策強化の手引き」（以下、手引きと略称する）である（国土庁ほか、1997A）。

いくつかの書き直しをしてはいるが、全体としては昭和58年の指針（案）を引き継いだものとなっている。

指針（案）とは異なり、臨海大都市で発生する事も考慮に入れ、都市津波災害への対策をも視野に入れたものとなった。

また、指針（案）の時から10年以上経過しているため、その間の科学技術の進歩の結果を取り入れている。もっとも、顕著に現れた変化は、計画津波の選定方法においてである。これについて、次のように説明されている。

「信頼できる資料の数多く得られる既往最大津波とともに、現在の知見に基づいて想定される最大地震により起こされる津波をも取り上げ、両者を比較した上で常に安全側になるよう、沿岸津波水位のより大きい方を対象津波として設定するものとする。」

このように、過去の実績によるだけでなく、科学的に予想できるものも対象とする事となった。それまでとは全く異なった計画津波選定法である。現在、中央防災会議が発生する可能性のある地震やそれによる津波を、備えるべき外力として公表するようになっているが、こうした方法を先取りしたものとなっている。

それとともに、「津波地震」や「遠地津波」をも考慮する事を奨めている。

対策手法については、防災構造物、津波に強いまちづくり、防災体制の3種類の組み合わせとした。表1にその項目一覧を示す。

「防災構造物」が、津波対策の基本であるとはするものの、

「防災施設の整備水準としては、地域の実態と施設の効果を考慮して設定するとともに、防災まちづくり・

表1 「地域防災計画における津波防災対策強化の手引き」の主手法

防災施設

- ① 防潮堤
- ② 津波防波堤
- ③ 津波水門
- ④ 河川堤防
- ⑤ その他（防潮林、防浪ビル）

津波防災の観点からのまちづくり

- ① 津波に強い土地利用の推進
 - (1) 土地利用ゾーニングへの津波防災的観点の反映
 - 1) 安全な地区への土地利用の誘導
 - a 既成市街地等における土地利用の誘導（高地移転等）
 - b 臨海部の開発整備等に伴う適正な土地利用の推進
 - 2) 土地利用計画における「防浪地区」および「緩衝地区」の考え方の導入
 - 3) 防災上必要な施設等の保全・整備
 - a 防潮林の保全 b 旧堤の保全
 - (2) 拠点的な公共施設の整備
 - (3) 交通施設等骨格となる都市基盤施設に関わる対策
- ② 臨海部の土地利用特性に応じた施設等の安全性向上
 - (1) 共通事項
 - a 建築物の耐浪化 b 危険物対策
 - (2) 沿岸の地域特性に応じた安全性の向上
 - a 居住地域の安全性向上 b 商業・業務地域等の安全性向上
 - c 産業・物流関連地域の安全性向上
 - (3) 水産業関連地域の安全性向上
 - (4) ライフライン機能の安全性向上
 - a 通信施設対策 b 供給施設対策

防災体制

- ① 防災組織の整備
 - a 水防団・消防団 b 自主防災組織
- ② 予報等の伝達、情報通信体制の整備
 - a 予報の伝達 b 津波の観測 c 情報通信システムの確保・充実
- ③ 避難
 - a 住民避難 b 避難道路 c 弱者対策 d 外来者対策 f 交通対策
- ④ 水門・門扉の開閉
- ⑤ 防災教育・広報
 - a 過去の津波災害記録の発掘および表示 b 防災教育
 - c 津波避難マニュアルの作成
 - d 津波警告・啓発のためのわかりやすいサインシステム（看板等）の設置
 - e 防災広報
- ⑥ 津波防災訓練
- ⑦ 応急体制
 - a 応急体制 b 一般住民の動員体制 c ボランティアの受け入れ体制
 - d 広域連携対策 e 防災施設管理体制の確立

防災体制と組み合わせて総合的に検討することとし、必ずしも対象津波に対応する水準をとるとは限らない」としている。なお、防潮林や耐浪建築物を揃えた防浪地区は本来は「津波に強いまちづくり」に含まれるものであるが、それらの津波による漂流物を減少させる効果を認め、一種の防災構造物であるとした。

「まちづくり的観点」から、

「現実の問題としては、全ての住宅や重要な施設を危険な場所から移転させることは不可能な場合が多いので、津波による危険が予想される場所は、中長期的な地域の土地利用計画との整合のもとに、津波災害を軽減し得る構造（土地利用、構造物の強化等）に転換することが重要である。そのためには、住宅等の津波に弱い施設が、危険な場所へこれ以上集中することを制御し、またこのような地区への新規の施設立地を避ける。

一方、臨海部や背後地は、地域の産業振興や生活環境の向上のために、様々な利用やそれに伴う施設立地ニーズがある。地域計画的対応によって津波に対する安全性の向上を推進するためには、地域ごとに、このような臨海部の利用と共生できる土地利用を進めて行くことが重要である。

このような考え方のもとで危険な場所に立地する施設については、耐浪化に配慮する構造が望ましい。また、施設そのものの被害を防ぐだけでなく、背後の被害を軽減する構造が望ましい。さらに、以上のような土地利用を誘導し、避難・救援対策を充実させるためには、地域の土地利用の骨格となる交通施設整備や公共施設整備において津波防災対策の視点を盛り込んでいくことが重要である。」

「防災体制」は、一般的には災害対策法基本法等において、それぞれ定められているが、この「手引き」では、津波災害の防止と云う面からみた防災体制のあり方について検討すべき主要な項目を示している。

9. ソフト対策充実の時期

平成 13 年以降、中央防災会議の中に、各地震に対する専門調査会が次々と設置されてきた。まず皮切りは「東海地震に関する専門調査会」、同年の「東南海、南海地震等に関する専門調査会」、引き続いて平成 15 年には、「首都直下地震対策専門調査会」、「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」が置かれた。それらの検討結果が相次いで発表され、予想される地震津波への対応が求められる事となった。

対処の方法として、「手引き」に示されたさまざまなものがあるが、即効性のあるものは多くはない。防災構造物は効果がわかりやすいが、経費も時間もかかる。さらに、限界がある。

チリ津波緊急対策事業が完成した直後に、1968 年十勝沖地震津波が襲来したが、たまたまその高さは出来上がった防潮堤より低かったため、防潮堤が完璧に働いた。

しかし、1993 年北海道南西沖地震津波は、奥尻町青苗 5 区の高さ 4.5m の防潮壁を完全に乗り越え、集落を 1 軒残らず押し流した。津波の最高水位は 11m 程であったと思われる。

防潮堤の効果には、このように限界がある事を認識しておかねばならない。

と云っても、津波に強いまちに造り替えるには、構造物建設以上に時間がかかる。

人命を守るという観点からすると、構造物の有無に関わらず、もっとも必要であり、しかもすぐ効果が期待できるのが、住民が主体となるソフトな対策である。こうした状況を踏まえて、さまざまなソフト対策のための手引きやマニュアルが次々と整備され、使いやすい形で発表されているのが現状である。

(1) ハザードマップ

基本となるのが、ハザードマップである。内閣府ほか（2004）がとりまとめた「津波・高潮ハザードマップマニュアル」がある。このマニュアルにも各種あり、表 2、3 のように分類されている。

さらに、この津波マップマニュアルは、浸水危険度の高い工場などに対する企業用ハザードマップや海域（漁民）に対するハザードマップ等、課題に応じた地図作りを奨めている。その他、住民避難の重要性を視覚的に見せる「動くハザードマップ」なども開発され、実用化が進みつつある（片田、

表2 災害の各段階におけるハザードマップの利用主体と利用方法

災害の段階	利用主体	利用方法
災害発生前	住民	避難活用情報・災害学習情報・地域情報(土地利用など)提供
	行政	予防対策(避難場所の整備、防災施設の整備等)、リスクコミュニケーション
災害発生直前	住民	災害情報提供(津波・高潮の高さ、避難場所)
	行政	応急対策(避難計画、救援計画等)
災害発生後	行政	応急対策(避難計画、救援計画等)

表3 目的別のハザードマップのあり方

Who (誰が)	When(いつ)、 Where(どこで)	What (何を)	Why(何のために)、 How(どのように)使うか
住民	災害発生前、生活 の場(家庭等)で	住民用ハザ ードマップ	居住地における津波・高潮に対する危険度、避難 場所・避難路の把握のため
住民	災害発生直前、避 難の判断の場 において	住民用ハザ ードマップ	気象の状況や周辺状況からの的確な対応行動(避 難)をとるための適切な判断のため
行政	災害発生前、災害 発生後、各担当業 務における対応 において	行政用ハザ ードマップ	災害状況に対応した適切な避難計画、整備計画、 施設運用計画、救援計画を立案するため(例ー海 岸管理者：津波・高潮災害に対する防護施設の性 能を正確に把握し、整備プライオリティなどを検 討するため)
住民と行 政	災害発生前、政策 決定のためのコ ミュニケーショ ンの場において	住民用ハザ ードマップ	地域住民と行政が災害リスク情報を共有(住民と 行政との対話(リスクの程度、対策費用など))し、 いつ来るか分からない災害への対応をとる(リスク コミュニケーション)ため

住民用ハザードマップの主目的は、緊急時避難に活用する事である。避難路などは住民自身が記入する方が効果的な防災情報となるため、完成品を行政が提供するのではなく、住民参加型で作り上げる事が推奨されている。

ハザードマップ作成は現在全国的に進行中であるが、作成にあたっての現実の問題点、作成例、住民の理解促進、活用などの詳しい事例をまとめたものが参考になる(内閣府政策統括官ほか、2005)。

(2) 避難所・避難路の整備

津波来襲時の避難は、「津波から平面的に遠ざかる」のではなく、「津波よりも高所へ上がる」のが基本である。

岩手県田老町では、昭和三陸大津波からの復興時に、津波避難を考慮したまちづくりを行った。ここでは、浜から山への人の動きと、通常時の浜沿いの車道とが直に交叉する。交差点で一時立ち止まって左右を確認していると、避難歩行速度が鈍る。全ての十字路の角を切り取り、走りながらも左右が見通せる街路となっている。

避難路は、行政が作って与えるより、住民が作った方がよい。和歌山県串本町大水崎(おみざき)自主防災組織は、それまで約15分かかった避難路に代わり約6分で済むものを自分たちで作り上げた。この「自主防災組織による避難路建設」は平成16年第8回防災まちづくり大賞総理大臣賞を受賞した。

避難路には、暗夜でも判り停電時でも作動するような標識が必要であり、太陽電池利用の標識が利用されている。

近くに高台が存在しない場合、緊急避難の施設を作らねばならない。これに関しては、「津波避難ビル等に関するガイドライン」がある(内閣府、2005)。緊急避難に供する建物は、耐震安全性が確認されている

RC または SRC 構造でなくてはならない。さらに津波に対する構造安定性としては、被害想定浸水深に応じ、十分な階数がある事、また津波の進行方向に十分な奥行きがある事が要求されている。

(3) 訓練

1) 国が主催する大規模津波防災総合訓練

国土交通省が主催する初めての大規模津波防災総合訓練が、平成 17 年 7 月に和歌山県御坊市で行われた(国土交通省, 2005)。訓練の内容は、

- ①迅速な避難・的確な対応(住民の避難、水門操作)
- ②迅速な情報伝達・収集(情報伝達、情報提供、広域情報収集、施設被災状況点検)
- ③救難(海上漂流者救助、倒壊家屋や車内からの人命救助)
- ④各機関連携での孤立地区対策(港湾啓開、海上からの消火活動、道路啓開、物資運送)

であったが、避難訓練については三重県、高知県、徳島県でも同時開催された。

参加は、近畿地方整備局、第五管区海上保安本部、大阪管区气象台等を始めとして、大阪府・和歌山県、和歌山県沿岸 19 市町村中 13 市町村、和歌山県トラック協会、漁業組合まで、約 40 機関、約 6,000 人が参加した大規模なものであった。

同時に大阪府では津波訓練として 5,000 人が参加し、全体では 2 万人と云われる。今後は中部地方整備局、四国地方整備局などが持ち回りで実地訓練を行う予定である(東海・東南海・南海津波研究会, 2005)。

2) 県地域防災計画における防災訓練

県・市町村段階での防災訓練を、例えば静岡県地域防災計画「第 3 章地震防災訓練の実施」の項は次のようにしている。

県の行う総合防災訓練は、判定会議招集から警戒宣言発令、応急復旧に至る防災対策についての訓練である。これとは別に情報の収集伝達訓練などの個別防災訓練も実施する。市町村は、総合防災訓練、地域防災訓練及び津波避難訓練を実施する。そのほか、国、県、他の市町村及び防災関係機関と共同して、又は単独で、県に準ずる各種の防災訓練を実施する。

訓練にあたっては、災害弱者に対する救出・救助、自主防災組織と事業所等との連携による防災活動など、地域の特性に配慮して実施するものとなっている。

3) 住民避難訓練とその問題点

静岡県地域防災計画では、7 月 1 日から 10 日までを「津波対策推進旬間」と定め、沿岸市町村において津

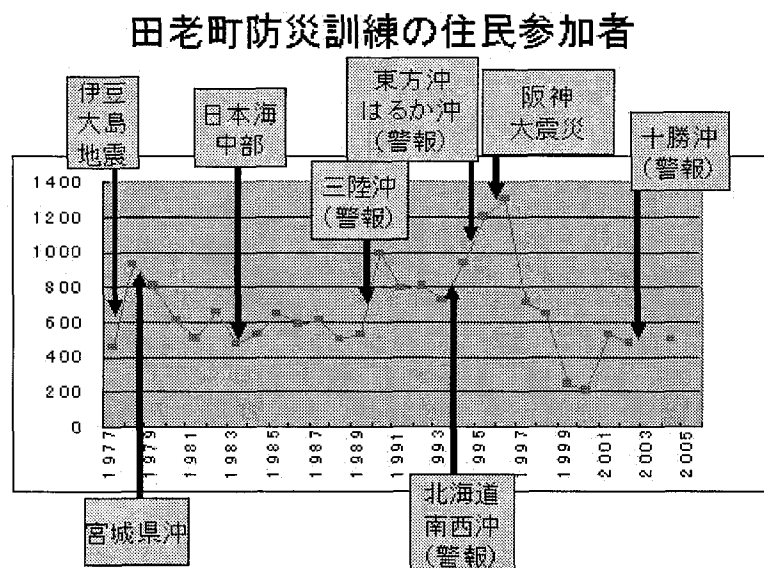


図 2 岩手県宮古市田老町の防災訓練住民参加者数の推移

波避難訓練を実施すると定めている。その他の市町村でも、過去の津波来襲日や9月1日防災の日などに合わせて実施している。単に住民だけでなく、例えば岩手県陸前高田市のように、観光客をも巻き込んで行っている所もある。

どこにも共通する悩みは、参加人員が限られている事であろう。図2は岩手県田老町の資料に基づいて作図したもので、住民数約4,800人の町の、防災関係者を含まない避難訓練参加者の変遷を示している。必要性を身近に感じる予報や警報の発令直後には、参加者が増えている事が判る。

また、高齢化や過疎化に伴い、いわゆる災害弱者の避難扶助の解決が急務となっている。

10. 今後重点的に永続すべき津波対策

津波対策の一番の泣き所は、津波発生頻度が極めて小さい事である。そのため、時が経ち、世代が代わり、津波被災の経験が伝わらず、しかも沿岸の町は便利さを求めて津波に弱い体質に変わっていく。防災構造物の存在が安心感を与え、かえって津波への対処を甘くさせてしまう結果ともなる。

本来、自然災害は地域性の強いものである。したがって、過去の津波で得られた教訓はその地域で確実に伝承される事が望ましい。しかし、様々な原因から、ともすれば忘れられるのが津波災害である。

三陸地方の経験で云えば、明治三陸大津波でほぼ潰滅した集落を、他の場所からの若者で復興し、そのため津波を知らず、次の昭和三陸大津波で大被害になった場所がいくつも存在する。

津波の多様性を知らず、前の経験と異なるからと無視したため、被害にあった例も数限りない。

最近の、いわゆる新住民の増加は、土地の災害の歴史に疎いだけでなく、旧来の住民との交流も少なく、避難訓練への参加実績もない人が増加している。

こうした事態に備えるには、防災教育と土地利用規制とが基本となった津波対策を続けていく必要がある。

(1) 防災教育

地域社会や各家庭での津波伝承が行われなくなり、学校での教育の重要性が増しつつある。平成2年頃、五十嵐（1993）が三陸地方について調べた所によると、年齢が若くなるほど、学校で防災教育を受けた人の割合が大きくなっている。

教育の現場の悩みは、教員自身が津波についての知識がない事のようにであるが、インターネットを利用して「津波防災教育」を探ると、多くの場所で防災教育の実態やそのための資料の供給が行われている事が判る。

例えば、内閣府（防災担当）のホームページ「みんなで防災」（<http://www.bousai.go.jp/minna/index.html>）のe-カレッジは、一般人、地方公務員、消防団員、消防職員向けに加え、こどもぼうさいe-ランドを用意して、資料の提供を行っている。

国土交通省の「防災教育支援ページ」（<http://www.mlit.go.jp/bosai/edication/index/htm>）では、専門家を派遣できる「全国出前講座」や、提供できる「学習素材リスト」を用意している。

内閣府のモデル事業「津波防災教育センター」は、和歌山県及び広川町との共同事業で、平成19年1月を目指して進行中である。完成後は、地震・津波の恐ろしさや災害に対する備えを教育啓発する拠点として、防災の重要性を県民だけでなく全国へ発信する事を目指している（東海・東南海・南海津波研究会、2005）。

学習素材作り及びその提供は、津波危険地域の大学などを中心に行われるようになった。例えば、和歌山大学のホームページ（http://bpusai.joi.wakayama-u.ac.jp/archives/sunami_cg.htm）では、防災研究教育プロジェクトの一環として和歌山県の行った津波シミュレーション動画を見る事が出来る。岩手大学のホームページ（http://www.cande.iwate-u.ac.jp/mizu/about_INS.htm）では、宮古市教育委員会や現地の教員との共同作業により作られた津波防災学習教材等の情報が掲載されている。

(2) 土地利用規制

1) まちづくりの要点

津波対策の基本は津波から遠ざかる事である。その最も有効な手法は津波の到達しない場所に住居を構える高地移転で、昔から推奨されてきた。その成功例・失敗例は既に第2節で見た所である。

住居以外にも、町役場・警察署・消防署などの重要施設、病院・老人ホームなどの弱者施設、学校・保育園などは、津波の影響の及ばない高地に設置しなくてはならない。

とは云っても、津波危険度の高いリアス式海岸の場合、山が背後に迫り、広い土地を得る事が難しい処も少なくない。さらに山を切り開く事は、別の危険即ち地滑りに近づく事となる場所もあり、簡単な解決法はなかなか見当たらない。

高地移転が難しい場合、津波高以上に地盤を嵩上げする方法もある。昭和三陸大津波後、岩手県長部ではこの方法が採用され、1960年のチリ津波では浸水の難を逃れた。1993年北海道南西沖地震津波の奥尻町青苗地区では、移転した青苗5区を除き、地盤を嵩上げて元の場所に復興された。これには経費がかさむと云う難点がある。

津波浸水位以上に位置する事を基本とした上記二つの方法を採用出来ない場合には、津波に浸かる事を覚悟した方法を採用せざるを得ない。

津波に強い「耐浪建築」に住む事、またこうした強い建物を集めた「防浪地区」を積極的に導入する事で、その背後の弱小建築物への衝撃を少しでも少なくする手法である。昭和三陸大津波後は、実例調査に基づき、「耐浪建築」として鉄筋コンクリート造のものが推奨された(笹間, 1933; 浜田ほか, 1933)。こうした鉄筋コンクリート造のビルを緊急時の避難場所として使用する「津波避難ビル」の構想が近年浮かび上がって来ており、津波波力に対するビル構造設計法も現在まとめられつつある(内閣府, 2005)。

建物以外の観点も必要である。海岸近くに大量の可燃物、大量の木材が貯蔵されている場所では、これらが大規模な二次災害を引き起こさないようにして置かなくてはならない。石油タンクを地下に入れる、石油タンクに船舶などの漂流物防止工を設置する、木材等の流出防止柵を設ける、等の配慮が、現在処々で進行中である。

2) 土地利用規制(建設省土木研究所, 1981)

自然災害危険区域を指定して、そこでの活動や開発に制限を加える事が必要である。

北海道浜中町の条例第20号(昭和35年9月28日)は、まず災害危険区域を指定したのち、そこでの建築に制限を加えている。

「第3条 災害危険区域内においては住居の用に供す建築物は建築してはならない。但し、次の各号に掲げる建築物については、この限りでない。

①季節的な仮設のもの

②主要構造部(屋根及び階段を除く)を鉄筋コンクリート造又は、これに準ずる構造とするもの。

③基礎コンクリートとして、その高さを防潮堤の高さと同等以上とするもの。

④地盤の高さを防潮堤の高さと同等以上とした地盤に建築するもの。」

津波ではないが臨海部に大々的に規制を掛けているのは名古屋市である。昭和34年伊勢湾台風後、名古屋市条例第2号(昭和36年3月24日)が制定された。まず、臨海部防災区域を5種類に区分した。

第1種区域[直接高潮により危険のおそれがある臨海埋立工業地の存する区域]

第2種区域[出水により危険のおそれのある低地域の開発予定地の存する区域]

第3種区域[出水により著しく危険のおそれのある低地域の既成市街の存する区域]

第4種区域[出水により危険のおそれのある低地域の内陸部既成市街の存する区域]

第5種区域[出水により危険のおそれのある低地域の農村集落の存する区域]

それぞれの区域とそこでの規制を示したのが図3である。

要点は二つで、第一は一番危険な所には木造の建物をみとめないこと、第二は予想される浸水位以上の高さ

	構 造	地盤面の高さ	図 解
第一種区域	木造以外の耐水構造 (例外) 建物のない延べ面積100M ² 以内は耐水構造	NP(+) 4メートル以上	
第二種区域	耐水構造 1以上の居室の高さをNP(+) 3.5メートル以上とする。	NP(+) 2メートル以上	
第三種区域	同上	NP(+) 1メートル以上 (例外) 基礎がNP(+) 3.5メートル以上のもの	
第四種区域	耐水構造	同上	
第五種区域	耐水構造 1以上の居室の高さをNP(+) 3.5メートル以上とする。	NP(+) 2メートル以上 (例外) NP(+) 3.5メートル以上のもの	

電柱
NP(+)
5M
NP(+)+16M
NP(+)+4M
NP(+)+2.6M
第1種区域内の地盤面の高さ
旧地盤面
NP(+)+1.4M (海抜0)
NP(+)+の説明図

名古屋市臨海部防災区域

凡 例

- 第1種区域
- 第2種区域
- 第3種区域
- 第4種区域
- 第5種区域

11. おわりに

しかし、21世紀に入ってからは一変した。事後ではなく、あり得ると想定される津波をも対象に、前もって備える事となったのである。これは確かに、科学技術の進歩の御陰であると云って差し支えない。しかし、新しい観測結果が現れると、それまで想定していた地震像に修正が加えられる事から容易に判る通り、われわれの自然に関する知識はまだ十分とは云えない。

こうした自覚、自然観の上に立って、いつまでも継続していかなければならないのが津波対策なのである。これから起りうる最大の津波を対象にすると、自然外力を人工力で完璧に防ぎうると云う考えはもはや成り立たない。永続できるソフト対策が主流となることは間違いあるまい。

引用文献

- B-8-18

- 6) 岩手県(1964):岩手県チリ地震津波災害復興誌, 261 頁.
- 7) 岩手県土木課(1936):震浪災害土木誌, 261 頁.
- 8) 建設省河川局(1983):津波常襲地域総合防災対策調査報告書, 津波デジタルライブラリより.
- 9) 建設省土木研究所(1981):参考資料ー1 災害危険区域の整備状況と条例集(出水・津浪・高潮), 建築物の耐水化に関する調査報告書(第2報), 土木研究所資料第1645号, 1~15.
- 10) 高知県(1949):南海大震災誌, 692 頁(他に学術編188 頁付き).
- 11) 国土交通省(2005):平成17年度大規模津波防災総合訓練の概要, 国土交通省ホームページより.
- 12) 国土庁・消防庁・気象庁(1997):津波対策の推進に関する調査報告書, 65 頁.
- 13) 国土庁・農林水産省構造改善局・農林水産省水産庁・運輸省・気象庁・建設省・消防庁(1997A):地域防災計画における津波対策の手引き, 99 頁. 津波デジタルライブラリでも見る事が出来る.
- 14) 笹間一夫(1933):防浪漁村計画(三陸津浪の被害を論拠として), 建築雑誌, 第580号付録, 809~831.
- 15) 首藤伸夫(2001):昭和三陸津波記念碑ー建立の経緯と防災上の意義ー, 津波工学研究報告, 東北大学災害制御研究センター, 18, 73~84.
- 16) 田中館秀三・山口弥一郎(1938):三陸地方に於ける津浪による聚落移動(3), 斉藤報恩会 時報, 第143号, 1~33.
- 17) 中央防災会議災害教訓継承に関する専門調査会(2005):1896 明治三陸地震津波報告書, 165 頁.
- 18) 東海・東南海・南海津波研究会(2005):第29回研究会(平成17年度津波防災対策現地調査)報告, 16 頁.
- 19) 内閣府(防災担当)(2005):津波避難ビル等に係るガイドライン, 68 頁, <http://www.bousai.go.jp/>より.
- 20) 内閣府(防災担当)・農林水産省農村振興局・農林水産省水産庁・国土交通省河川局・国土交通省港湾局(2004):津波・高潮ハザードマップマニュアル, 沿岸開発技術研究センター, 128 頁.
- 21) 内閣府政策統括官(防災担当)・農林水産省農村振興局・農林水産省水産庁・国土交通省河川局・国土交通省港湾局(2005):津波や高潮の被害に遭わないためにー津波・高潮ハザードマップの作成と活用ー, http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/05/050728_.htmlより.
- 22) 内務大臣官房都市計画課:(1934):三陸津浪に因る被害町村の復興計画報告書, 53 頁.
- 23) 農林省山林局(1934):三陸地方防潮林造成調査報告書, 140 頁.
- 24) 羽鳥徳太郎(1976):南房総における元禄16年(1703年)津波の供養碑, 地震研究所彙報, 51, 63~81.
- 25) 羽鳥徳太郎(1977):歴史津波, イルカぶっくす, 海洋出版, 125 頁.
- 26) 羽鳥徳太郎(1981):高知県南西部の宝永・安政南海道津波の調査-久礼・入野・土佐清水の津波の高さ-, 地震研究所彙報, 56, 547~570.
- 27) 浜田稔, 桑田貞一郎, 森徹(1933):三陸津浪に於ける家屋被害について, 建築雑誌, 第580号付録, 833~860.
- 28) 広町(1952):津波略史と防災施設, 47 頁.
- 29) 牧野清(1981):改訂増補 八重山の明和大津波, 462 頁.
- 30) 宮城県(1934):宮城県昭和震嘯誌, 154 頁.
- 31) 文部省震災予防評議会(1933):津浪災害予防に関する注意書, 14 頁
- 32) 山口弥一郎(1952):津波常習地三陸海岸地域の集落移動, 山口弥一郎選集, 第6巻, 323~430.
- 33) 吉村利男(2004):東南海地震災害の状況と復興-地震直後の三重県関係資料から見る-, 月刊地球 26, 787~794.
- 34) Tatehata, H. (1997):The new tsunami warning system of the Japan Meteorological Agency, Advances in Natural and Technical Hazards Research, Vol.9, oo.175~188.
- 35) Uchiike, H. and K. Hosono (1993): Japan tsunami warning system; Present status and future plan, Advances in Natural and Technical Hazards Research, Vol.4, pp.305~322.