

解説 危惧される東海・東南海・南海地震津波

著者	島田 広昭
雑誌名	理工学と技術 : 関西大学理工学会誌 = Engineering & technology
巻	19
ページ	25-30
発行年	2012-11-16
その他のタイトル	Near Future Tsunami due to Tokai, Tonankai and Nankai Earthquake
URL	http://hdl.handle.net/10112/7503

危惧される東海・東南海・南海地震津波

島田 広昭*

Near Future Tsunami due to Tokai, Tonankai and Nankai Earthquake

Hiroaki SHIMADA

1. はじめに

2011年3月11日午後2時46分に日本国内観測史上最大となるモーメントマグニチュード(以後 M_w と表す) $M_w 9.0$ を記録した東北地方太平洋沖地震は、東北地方を中心に未曾有の被害をもたらしたことは記憶に新しい。この大地震は、プレート境界型地震(以後海溝型地震と表す)であり、太平洋プレートと北アメリカプレートの境界域である太平洋三陸沖の日本海溝を震源とする逆断層型地震であった。まず、震源地の牡鹿半島の東南東約130km付近、深さ約24kmの地点で断層破壊が始まり、広範に連動していき最終的に断層破壊を起こした震源域は、岩手県沖から茨城県沖までの南北約500km、東西約200kmの範囲に及んだ。このため、本震から間をおかず立て続けに $M_w 7.0$ 以上の強い余震が発生し、その結果宮城県栗原市の最大震度7を始めとして、岩手県から茨城県までの広範囲にわたり震度5強以上を観測した(図1参照)。この海溝型地震は巨大津波を発生させ、死者16,278名・行方不明者2,994名(2012年3月11日現在・消防庁災害対策本部)という多大な人的被害をもたらした。また、この地震は、1900年以降では世界で4番目の規模であった。

「津波」は英語でも「TSUNAMI」であり全世界に通用する言葉である。これは、小泉八雲(Patrick Lafcadio Hearn)が日本の神の概念が諸外国のそれと著しく異なっていることを述べた作品「A Living God」で安政南海地震津波の際の浜口梧陵の逸話をヒントに書き上げた物語で「津波」を「TSUNAMI」と表現したことに起因していると言われているが、

原稿受付 平成24年9月21日

*環境都市工学部 都市システム工学科 准教授

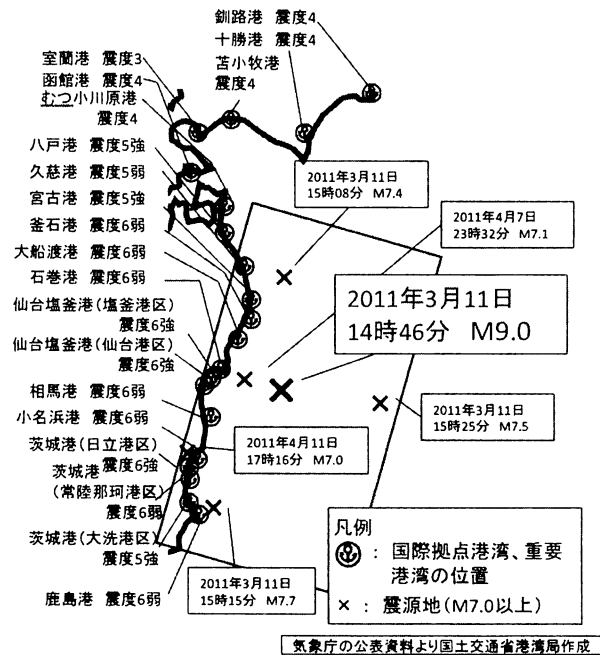


図1 震源地、マグニチュード、震度分布

「TSUNAMI」が国際語として認識されていることは、わが国が複雑なプレート境界に位置しており、幾度となく大きな津波による災害を被ってきたことの証明でもあろう。

東北地方太平洋沖地震津波による被災地の復興は遅々として進んでいないが、現在わが国で次に来襲すると危惧されている津波を伴う海溝型地震は、東海・東南海・南海地震であろう。図2は、東海・東南海・南海地震の震源域である駿河トラフから南海トラフにかけて歴史的に繰り返し発生してきた地震津波である。これによると、津波被害の史実が残されている最

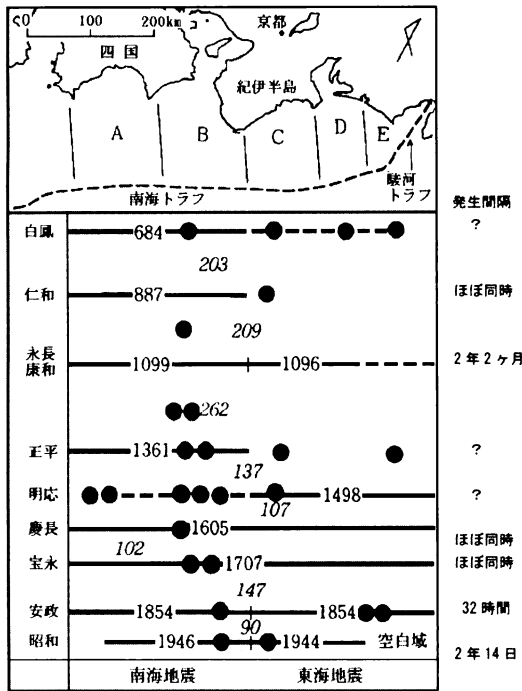


図2 東海・東南海・南海地震津波の歴史

古の白鳳地震津波以後ほぼ200年間隔で発生していた地震が正平地震津波以降は90~150年間隔と短くなっていることがわかる。こうした史実やプレートの変化量などを基に中央防災会議（2003年）では、今後30年間にこれらの地震が発生する規模と確率を、東海地震がマグニチュード M_w 8.0で87%、東南海地震が M_w 8.1で70%程度、南海地震が M_w 8.4で60%程度と想定していた。これらの地震は、フィリピン海プレートがユーラシアプレートに潜り込むプレート境界で発生するいわゆる「海溝型地震」であり、駿河湾近郊で発生すれば「東海地震」、浜名湖から潮岬までの区域で発生すれば「東南海地震」、それより西域で発生すれば「南海地震」と名前は区別されているが、同じプレート境界によるものであり、過去幾度も同時に発生している。そして、国や沿岸域の各自治体ではこの規模の地震による津波を想定し、ハザードマップを作成するなどの対策を施してきた。しかし、この想定は昨年の東北地方太平洋沖地震の発生により見直されることになり、2011年8月内閣府に設置された「南海トラフの巨大地震モデル検討会」において、科学的知見に基づき、南海トラフの巨大地震対策を検討する際に想定すべき最大クラスの地震・津波の検討を進めてきた。それらの検討結果を取りまとめ、2012年8月29日ワーストケースとなる東海・東南海・南海地震の震源域が同時に広範囲に動くとした M_w 9.1の地震による津波推計が公表された。

ここでは、公表されたワーストケース規模の東海・東南海・南海地震津波について解説し、来るべき東海・東南海・南海地震津波が発生したときの対策について提案する。

2. 南海トラフの巨大地震に関する津波想定

図3は、2012年8月29日に内閣府中央防災会議が公表した南海トラフにおける巨大地震の想定震源断層域である。これによると、今回公表されたワーストケースの想定震源域は、2003年のものより北側と西側に広がっており、震源断層域面積は2003年の6.1万 km^2 から14万 km^2 、 M_w は8.7から9.1にそれぞれ増大している。 M_w は式（1）で示され、 M_w が0.2増大するとエネルギーは約2倍になり、今回公表された地震モデルは2003年のものの約4倍のエネルギーを持つ地震となる。

$$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5 \quad (M_0 = \mu \cdot D \cdot S) \dots\dots (1)$$

ここに、 M_0 は地震を起こす断層運動モーメント、 S は震源断層面積、 D は平均変位量、 μ は剛性率である。

中央防災会議では、この図を基に大すべり域及び超大すべり域が1箇所の場合を「基本的な検討ケース」とし5ケース。「その他派生的な検討ケース」とし6ケースを加えた合計11ケースについて津波高・浸水域などを推計した。なお、今回の推計に際して設定した長大な津波断層モデルの破壊の仕方は、同時に断層全体が破壊するモデルではなく、津波断層が破壊開始点から順次破壊していく効果が見えるモデルとし、断層運動による地殻変動についても、防災上の観点から、陸域の沈降の効果は考慮するが、隆起の効果は考慮しない条件設定としている。

今回公表された「南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等及び被害想定」は、震度は福島県、栃木県以西の都道府県、津波高は茨城県から沖縄県までの太平洋および瀬戸内海に面した都道府県の市町村を対象に検討しているため、「南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）」は1400余頁にも及んでいる。ここでは、大阪府の推計値を紹介しよう。なお、ここで紹介する推計値は、大阪府下が最悪となるケースのものであり、わが国全体で最悪となる人的被害が約32万人と公表されたケースのものではない。

大阪府下の市町村別に推計された最大震度が6強となるのは、大阪市（北区、東淀川区、都島区、旭区、城東区、東成区、西区）、豊中市、吹田市、摂津市、茨木市、高槻市、枚方市、寝屋川市、門真市、大東市、東大阪市、泉佐野市、泉南市、阪南市、島本町、田尻



図3 南海トラフの巨大地震津波の想定震源断層域

町、岬町であり、それ以外はほとんどが6弱である。津波高は、来襲時の海面からせり上がった水面までの高さであるため、満潮時と重なるとかなり広範囲に水没することになる。したがって、 Worstケースの大阪湾の満潮時に津波が来襲するとした場合、最大津波高が5mに達する市町村は、大阪市住之江区、堺市堺区、堺市西区、岸和田市、泉大津市、高石市であり、それ以外の大阪湾に面した市町村はいずれも4mと推定されている。図4は大阪市の浸水面積が最大となるケースの津波の浸水分布であり、堤防が地震発生3分後に破壊されたとする場合のものである。これによると、御堂筋から西側広範に浸水域が広がっており、浸水深2～5mに達するところが多くみられる。また、梅田駅や大阪駅周辺も浸水することがわかる。なお、地震発生からの津波到達時間は、これまでの想定と変わらず約120分であることが唯一の救いであろう。こうした最大震度、最大津波高となるような東海・東南海・南海地震が冬季の18時頃発生した場合、大阪府下の人的被害(死者数)は、堤防や水門の機能不全による増加分も含め約7,700名にも達する。

3. 東海・東南海・南海地震発生後の状況

Worstケース規模の東海・東南海・南海地震による津波が発生した場合、大阪周辺に在住している私た

ちはどのような対処が必要であるか考えてみよう。まず、このプレート境界でM_w9.1の地震が起きれば大阪周辺では震度6以上の揺れを感じる。現在の震度基準は0～7で示されているが、5および6にはそれぞれ強と弱の表記があるため10段階で表現されている。前述したように、大阪府下ではほとんどの市町村で震度6弱以上となる。ちなみに、震度6弱の揺れの程度は、人の体感・行動では「立っていることが困難になる。」、屋内の状況は「固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。」、屋外では「壁のタイルや窓ガラスが破損し、落下することがある。」と解説されている。したがって、大阪府下にいる私たちが体感するのはこれと同等か、これ以上の激しい揺れとなる。このため、大阪周辺では、老朽化したビルや家屋から外壁や屋根瓦などが道路上に落下し、避難路を塞いでいることが予想される。もちろん、エレベーターは最寄りの階に緊急停止し、高層マンションやビルでは非常階段による避難を余儀なくされる。また、電車などの公共交通機関は緊急停止した後、安全が確認されるまで運行を見合わせる。ライフラインと呼ばれている電気・ガス・水道については、地震直後のある程度の時間はそのまま使えるが、各会社や機関の対応ですぐに供給停止され、送電や配管のチェックがなされるまで止まってしまう。地盤の良くないところでは、不等沈下など

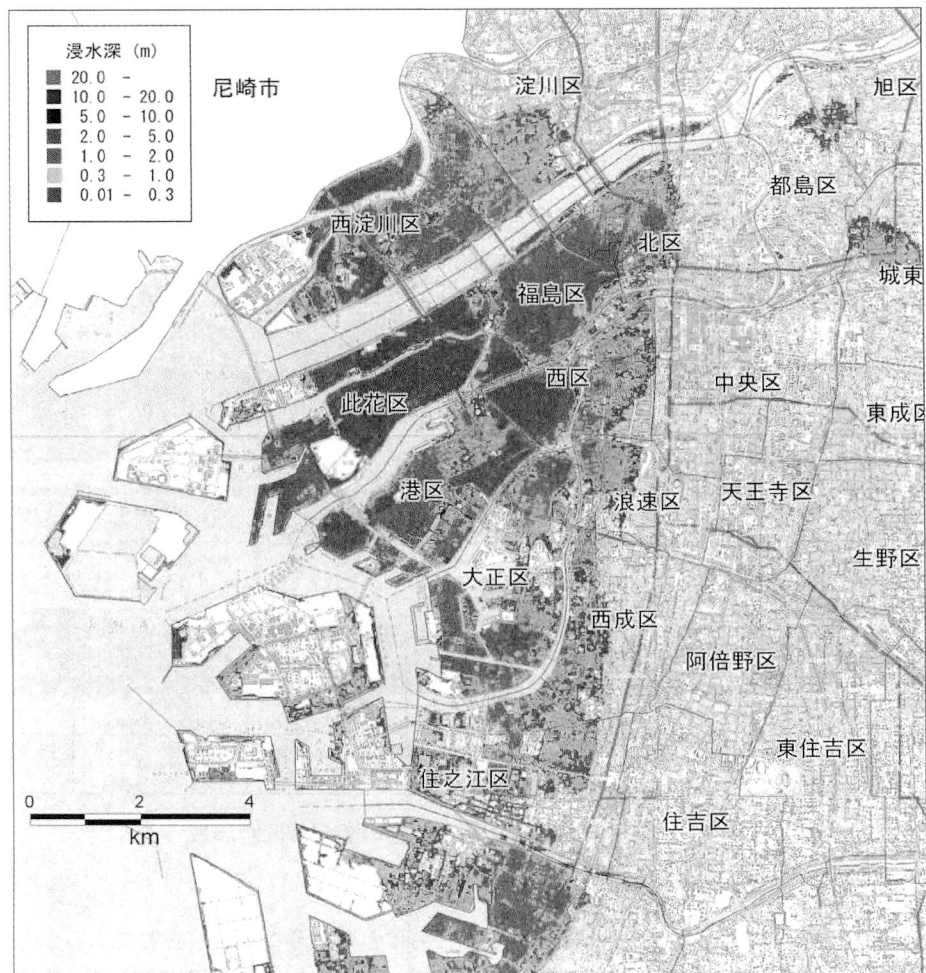


図4 津波の浸水分布（四国沖に大すべり域を設定し、地震発生から3分後に堤防破堤）

で道路は寸断され、液状化によってマンホールが浮き上がるなど車両の通行が不可能となる道路も出てくる。

東海・東南海・南海地震が発生すると、その約2時間後には津波の第一波が大阪湾奥部にも到達し、地震による被災で閉められなくなった防潮水門や天端高の低い防潮堤などから氾濫が始まる。大阪は世界の中でも広範に地下街が発達した街である。津波氾濫水は、こうした発達した地下街に流れ込み水没させる。また、わが国では東京に次ぐ営業キロ数を持つ地下鉄網も同様である。さらに、大阪平野には海拔ゼロメートル地帯と呼ばれている海面より低い地域が約55km²もある。こうした地域は通常ポンプによって陸域の水を堤防外へ排出することで人々の生活空間が確保されている。したがって、ポンプ場と呼ばれる排水施設が地震による被災で稼働しなくなると、海拔ゼロメートル地帯では津波氾濫水などでかなりの地域が最悪5m近い浸水深で水没することになる。

4. 海岸利用者の津波防災意識

わが国では社会慣習としてお盆休みや長期夏季休暇が設けられている会社や事業所がほとんどである。したがって、夏季には避暑や保養のため海水浴に代表される「海洋性レクリエーション」で沿岸域を訪れる機会が多くなる。大阪府下にも海洋性レクリエーションの場として整備されてきた淡輪・箱作や二色浜などの海浜公園があり、夏は海水浴場としても賑わっている。大阪府下の南部に位置する淡輪・箱作や二色浜海岸では、地震発生後約50分で津波の第一波が到達する。私の研究室ではこうした海浜公園などの利用者がどのような津波防災意識を持っているのか調査してきた。この調査は現在も毎年夏に継続して行っているが、ここでは和歌山県白良浜海水浴場において2006年と東日本大震災後の2011年に実施したアンケート結果の一部を紹介する。

アンケート調査は、2006年8月4日と2011年8月5日に直接面接法で実施され、それぞれ318枚と329枚が

回収された。なお、いずれの年も白良浜海水浴場では利用者の9割以上が和歌山県以外の府県からの来訪者であり、大阪府からの利用者が最も多かった。これらの結果によると、「海水浴場にいるとき地震が来た場合、何時避難を開始しますか？」という質問に対して、震災前の2006年は「すぐ避難する」と回答した人が58%であったが、震災後の2011年は63%に微増しており、東日本大震災が津波防災意識を若干ではあるが向上させていることがわかる。しかしながら、震災後でも約4割の人がすぐに避難しないため、逃げ遅れにより被災する可能性が明らかとなった。

また、「その時の避難手段は何ですか？」という質問に対して、「車」と答えた人が2006年は14%であったが、2011年は22%に増加している。これは平野部に津波が遡上している状況の映像に車で逃げている場面が放映されていたためであろう。しかし、誰もが車で避難すると大渋滞となるため、結果的に避難できず車の中で被災することになる。したがって、健常者は徒歩での避難が望ましい。

さらに、「行政指定の避難場所を知っていますか？」という質問に対して、「知っている」と答えた人は2006年の2%から2011年は4%に増えてはいるが、いずれも1割にも達していない。したがって、来訪者である海岸利用者にも周知することが必要である。各地方行政が実施している津波対策にハザードマップの作成・配布があり、その中に指定の避難場所などが記載されている。しかし、「津波ハザードマップを知っていますか？」という質問に対して、「実際に見たことがある」と答えた人は、2006年の4%から2011年は7%に微増してはいるが1割以下と少なく、「名前だけ知っている」と答えた人も16%と29%でしかない。もちろん、これは来訪者である海水浴客の結果ではあるが、大震災の報道を見ていてもまだまだ行政からの刊行物などに関心の薄いことがわかる。したがって、こうした観光地海岸を有する自治体では、行政指定の避難場所やハザードマップを地元住民だけでなく来訪者である観光客にも周知させる施策や広報活動が必要であろう。

津波情報の入手方法について「あなたが最も多く津波情報を入手するものは何ですか？」と聞いたところ、「テレビ」と答えた人が全回答者の87%であり、「市報や県報」などの行政刊行物はわずか1%であった。また、「学校」と答えた人は、調査した海水浴場の中でも地元の利用者が半数以上を占めていた和歌山県のO海水浴場では5%いたが、全回答者でみると2%であった。多くの人の情報入手先であるテレビは、発信側の都合でかなり大胆に編集されていることが多く、

正確な情報とは言い難い場合が多い。したがって、正確な情報を知ってもらうための各地域ごとに対応した講習会（勉強会）や小中学校における防災教育、行政刊行物のさらなる普及が望まれる。もちろん、こうした津波情報の普及活動にテレビを利用することは大変効果的ではあるが、発信された情報が歪曲していないかどうかの入手する側のチェックが必要であろう。そのためには、津波に対する正しい知識を持ち合わせておくことが重要である。

5. 避難訓練の効用

津波防災教育の重要性を再認識させてくれた例が今回の東北地方太平洋沖地震津波に際して岩手県釜石市でみられたので紹介しておこう。それは、津波による犠牲者ゼロを目標に群馬大学・片田敏孝教授らが釜石市と共同で継続して取り組んでいる『災害文化醸成プロジェクト』（平成20年度文部科学省防災教育支援モデル地域事業）である。このプロジェクトは、市内の全小中学校を対象に津波防災教育を推進することで、釜石に居住する全住民が一定期間必ず属する小・中学校において津波防災教育の仕組みが構築され、長期の視点で見ると、全住民に津波防災に関する知恵を与えこととなり、それが釜石の津波災害文化の醸成につながるという考えで実施されてきたものである。その効果が今回の大津波でも実証され、釜石市の小学生1927人、中学生999人（H23.3.1時点）のうち、津波襲来時に学校の管理下にあった児童・生徒に一人の犠牲者も出さなかった事例がある。このことから、津波防災教育（避難訓練）の重要性が伺えよう。釜石市ではこれ以前にも各学校単位で防災に関する授業や活動を実施していたが、①内陸部出身者が多く教員自身が津波防災に関する十分な知識を有していないこと。②津波防災教育のための時間の覚悟が難しいこと。③津波防災教育のためのテキストや資料がないこと。④防災教育として何を教えていいのかわからないこと。など4つの課題が見つかり、これらを踏まえ、他の防災教育に関するテキストとは異なる『釜石市津波防災教育の手引き』を作成して実施してきた。この手引きによるカリキュラムは、小学校6年間で30時間程度であり、学ぶ内容は①地震・津波を知る。②対処行動を知る。③地域の津波被害を考える。④先人の経験に学ぶ。の4項目に分かれており、小学校編では1・2年生は①と②、3・4年生は①～④の比較的簡単な事項、5・6年生では①～④の全てを学び、中学校編では「避難後の行動」、「避難できない人間の心理」、「語り継ぐ責任」まで学ぶように作られている。興味のある人は、文末に記載のホームページを覗いてみて自身の地震・

津波防災知識の確認をして欲しいものである。

6. 津波への対処

さて、われわれ大阪近辺に住む人間の東海・東南海・南海地震への対処方法であるが、都心や低平地にいる場合も海水浴場などの海岸にいる場合も、どのような状況であっても直ちに行政指定の避難場所等への避難を開始しなければならない。日常生活をしていて都心部の地下街やその周辺の地盤の低い地域にいるときは速やかに頑丈な鉄筋コンクリート造りのビルの3階以上に避難する。また、地下鉄に乗っている場合は停車後係員誘導の下に速やかに地上へ脱出し頑丈な鉄筋コンクリート造りのビルの3階以上に避難する。一方、非日常的な空間である海水浴場や海浜公園などにいる場合は、まず津波の到達時間が都心に比べて短いことを念頭に置いておく必要がある。したがって、地震後すぐに徒歩で高台の避難所や最寄りの頑丈な鉄筋コンクリート造のビルの3階以上に避難することが望ましい。

津波被害を受けないための著者からの提案、

- ・素早く正確な地震・津波情報を入手する
- ・すぐに避難し、平面でなく垂直に逃げる
- ・避難に際しては、徒歩で逃げる
- ・緊急時に備え家族でマニュアルを作る（一時避難場所や連絡を取る手段の確認）

最後に、防災・減災の原点は「自助：自分の命は自分で守る」「共助：地域の安全はみんなで守る」「公助：国や自治体の義務」であるが、阪神淡路大震災の時でもそうであったように、まずは「自助」と「共助」が人的被害を著しく軽減させることを知っておいて欲しい。さあ、隣近所の人たちと挨拶することからはじめよう。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局海岸・港湾課：東日本大震災における港湾の被災状況と復旧・復興について、港湾海岸防災協議会、波となぎさ、No.187、pp.10、2012。
- 2) 河田恵昭：津波災害、一減災社会を築く一、岩波新書、2010。
- 3) 寒川 旭：地震考古学、中公新書、1992。
- 4) 中央防災会議：南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）、内閣府、2012。
- 5) 『釜石市津波防災教育の手引き』：http://www.ce.gunma-u.ac.jp/kamaishi_tool/cont-02/index.html