

寄稿論文

東南海・南海地震による津波災害と防災

河川忠昭*1

*1 京都大学防災研究所巨大災害研究センター, 〒611-0011 宇治市五ヶ庄

2007年9月19日受付, 2008年2月22日採録

Abstract

The occurrence of To-Nankai and Nankai earthquakes are very urgent and they accompany with tsunamis. Historically, tsunami damage was huge in comparison with earthquake damage. Therefore, how to reduce the tsunami damage is essential. This expands with the damage link of the earthquakes and tsunamis, and, up to now, has become a super-large area disaster that has not been experienced. Moreover, last 60 years, our social structure has rapidly changed and social vulnerability has also increased year by year. Especially, the lifeline damage controls the progress condition of the recovery works of the stricken area. If we take the electricity as the most important lifeline, the area under the jurisdiction of the Chubu Electric Power Co. Inc. in the electric supply could face a long-term power failure due to the occurrence of Tokai, To-Nankai and Nankai earthquakes. In this region, c.a. 92% of the total power generation are supplied by thermal and nuclear power plants that are located where the ground shaking has been estimated as six minus or more in the JMA (Japan Meteorological Agency) seismic intensity scale. We proposed the following efforts to reduce damage 1) Early dispatch of tsunami warning to residents at the every corner who are generally at the end of the reach of the official information path., 2) Utilization of measured seismic intensity meter located in every municipality to image coming tsunamis, 3) Promotion of hazard map circulation and education of residents who has difficulties to adjust themselves to the risk, 4) Senior citizen measures to reduce damage through reiterated evacuation drills, encouragement of mutual disaster mitigation planning in the local community, etc., 5) Subways and underground shopping center measures because to cope with inundation disaster of a new type that we have never experienced before, and 6) Measures to people at recreation or sport in seashore, river terrace, and holm that hazardous zones of tsunamis.

Keywords : Tsunami, disaster reduction, To-Nankai earthquake, Nankai earthquake

1. まえがき

阪神・淡路大震災から12年目を迎え、4年前にスマトラ沖地震津波が発生し、死者は22万人以上になった。間違いなく今世紀最大の津波災害であるが、下手をすればこれに匹敵する巨大災害になりかねない地震が待ち構えている。それが、東海・東南海・南海地震だ。この地震と津波で、高を括っていると死者は最悪の場合、10万人に手が届くことになりかねない。インド洋全域に伝播した大津波は、世界中のマスメディア関係者のみならず多くの人々に、現象としての「津波」とはどのようなものを理解するのに役だったことは間違いがない。地震と津波防災を進める上で、知識取得の端緒が与えられたこの好機に、東南海・南海地震と津波防災について、2007年3月に終了した、文部科学省の「大都市大震災軽減化プロジェクト」の研究成果¹⁾を中心に紹介したい。

2. 先進国を襲う世界最初のスーパー広域災害

12年前の阪神・淡路大震災は高齢化した近代都市を襲った世界で初めての震災であった。東海・東南海・南海地震はその拡大版で、東海道ベルト地帯をはじめ西日本太平洋沿岸に連坦して位置する大小の都市群を襲う災害である。しかも、阪神・淡路大震災と基本的に異なるのは、建物や構造物倒壊のような物理被害のない地域でも、生活・経済被害が発生する危険性があるということだ。

具体的には震度5強以下の揺れの地域(したがって、揺れに関しては東海地震の地震対策強化地域や東南海・

南海地震の防災対策推進地域に属さない)でも、ライフラインのフロー寸断の影響を受け、経済活動や住民の生活が長期間にわたって不可能になるかも知れないということだ。地震の揺れで電柱が倒れなくても、肝心の電気が来ないことが広範囲に起こりえるのである。しかも、都市化の進展の度合い(それは概ね人口の絶対数と人口密度で表される)によっては、都市化災害(都市化に防災事業などの社会インフラの整備が追いつかず、被害が発生する災害)、都市型災害(別名、ライフライン災害)、都市災害(地震の揺れなどの外力と被害の関係が予見できない災害で、阪神・淡路大震災がその代表例)という異なる被災形態が地域で混在する。つまり、対応が複雑を極めることになる。

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震はパッチャルな広域災害であった。なぜなら、被害が発生した地域は、直径がおよそ30kmの円内に含まれるが、61の集落が地震で孤立したのである。当初3791カ所で発生した土砂災害によってそうなったのであるが、道路がライフラインで最も重要なことがわかった災害であった。この地震はわが国の70%を占める中山間地域で起こったのであるが、同じような被災様相は東南海・南海地震でも起こるだろう。そこでは、集落単位ではもちろんであるが、中山間部、沿岸部においても、市町村という自治体単位でも孤立するケースが多く出てこよう。したがって、新潟県中越地震の被災特性とそれへの対応は、東南海・南海地震災害でも必ず役立つと考えてよいだろう。

そこで、ここでは津波の来襲特性に関係して得られた成果を紹介しよう。Fig. 1は、南海地震と東南海地震が同時に発生した時の波源域の海面の隆起・沈降の地域分布(これが初期は波形になる)を示す。これから地域的に

津波の第1波が引き波の海岸と押し波の海岸が存在することがわかる。つぎにFig. 2は、地震発生後20 cm以上の水位変化が認められるまでに要する時間分布である。10分以内に認められるような地域は、第1波が5 m以上

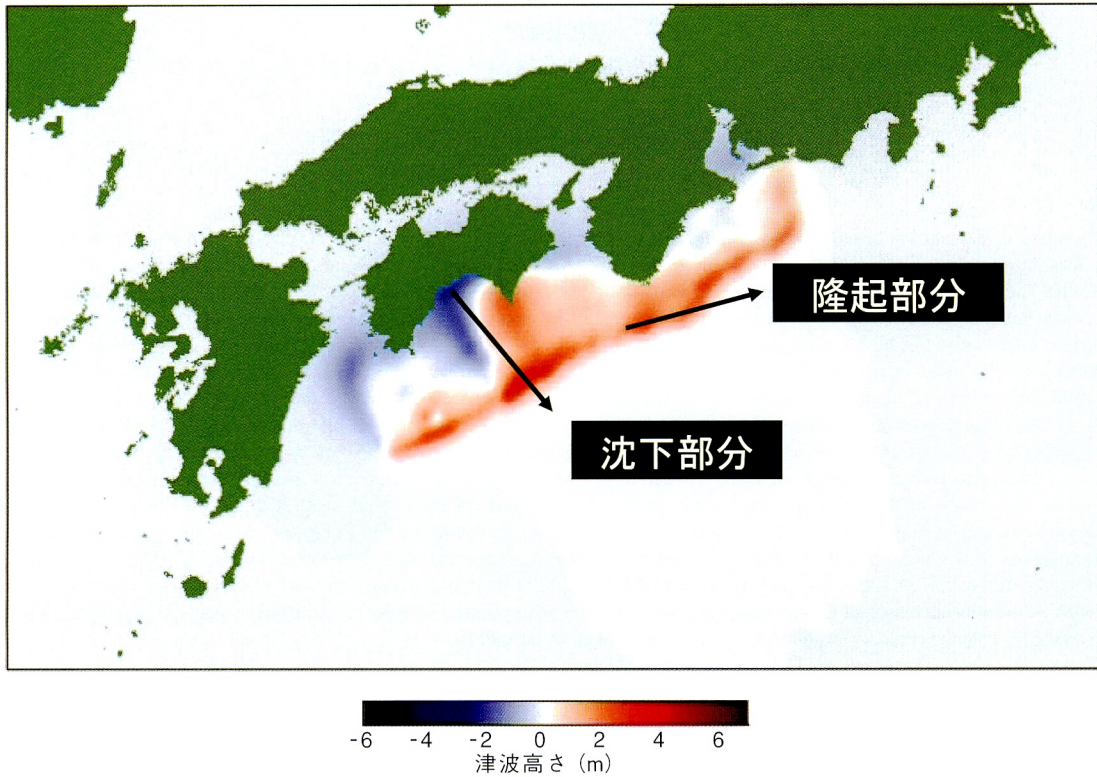


Fig. 1 東南海・南海地震発生時の海面変動

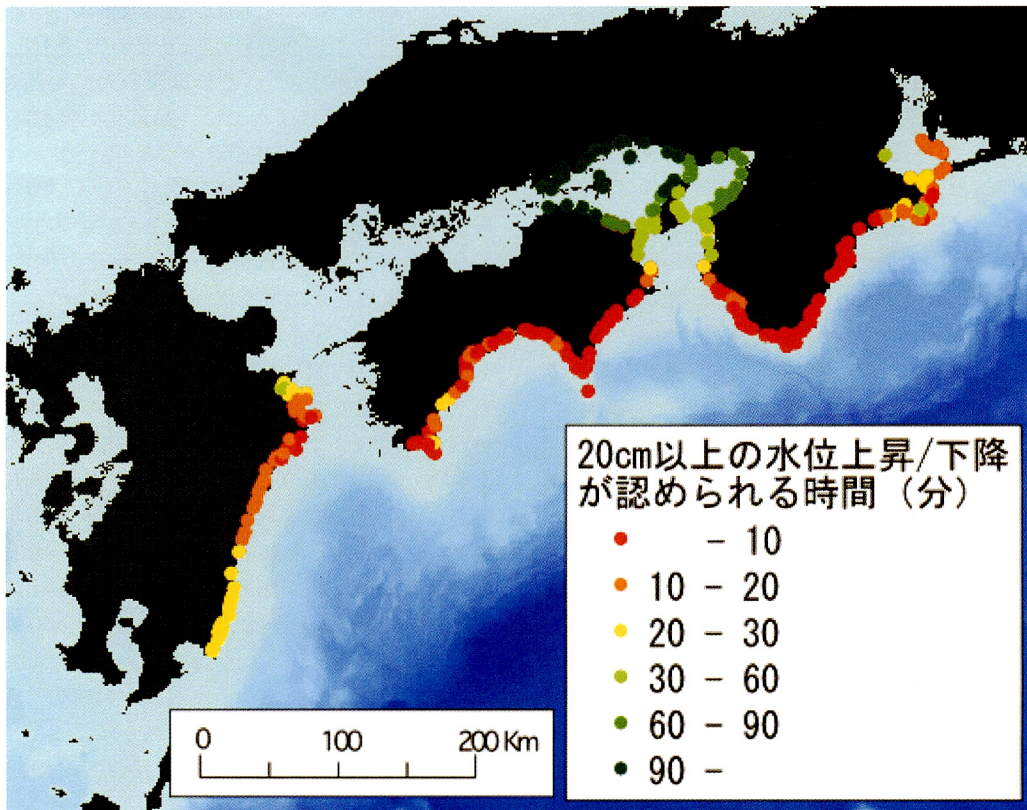


Fig. 2 沿岸における高さ 20 cm の津波の到達時間

にも達し、避難行動が大変難しい地域ともいえる。Fig. 3は、最大津波高さの分布であり、Fig. 4はそれらを投影してまとめて示している。これから、M8.4の南海地震が発生すれば、最大12mの津波が来襲する地域が存在することがわかる。とくに四国の土佐湾沿岸部は巨大な津波が20分以内に来襲することが認められる。

3. 想定される被害連鎖

東南海・南海地震の防災対策の推進地域として、2004年時点で652市町村が指定された。東海地震の地震対策強化地域が2003年時点で263市町村であるから、一部重なった自治体があるからそれを考慮すると、総計800市町村を超えるものになった。まず、これらの地震が同時に起こったと仮定しよう。そうすると、つぎの被災シナリオが考えられる。

- 1) 震度6強以上の地域ではとくに1971年以前の古い家屋の倒壊・全壊が起り(対象家屋の約75%程度)、下敷きになった住民が自力で脱出できないことが起こる。また、2車線以下の幅員の道路も倒壊家屋がはみ出し、通行不可能となる。
- 2) 高さ3m以上の津波が来襲する地域では、人的被害が発生する。10mを超える津波が来襲する地域は、津波が10分前後で到達するところが多いので、避難が間に合わず、浸水地域に居住する70から80%の住民が死亡する。和歌山県南部はとくに要注意である。
- 3) 震度6弱以上の地域では、たとえ平野や盆地の平地

部であっても道路ネットワーク、鉄道が寸断する。国道42号は全線の30%程度が津波に洗われ、地震動によって土砂崩れ、路面陥没、倒木のために寸断され、それ以上の被害が紀勢線に発生する。十勝沖地震や新潟県中越地震の被害から考えて、緊急輸送道路であっても、液状化による路面の陥没や橋の取り付け部分の段差やジョイントの不整合から、通行不可能となるものが多い。もちろん、中山間部では土砂災害が発生し、道路、鉄道が不通になり、これらに沿って送電線がある場合には寸断され、長期にわたって停電する。

- 4) 震度6強以上の地域では土砂災害が頻発し、地震に先行して台風などによる降雨があれば、被害はさらに大規模になるだろう。そのため、そこに位置する発電所、送電所、送電鉄塔、変電所が大きく被害を受ける。また、基盤岩の位置で加速度が160ガルを超えれば、原子力発電所は自動的にシャットダウンするのをはじめ、水力や火力発電所も被害が発生しなくても安全のために一時的に発電を停止する。このために広域に停電し、それが長期化を余儀なくされることが起こる。そうなると、施設被害を被らなくても都市ガス、電話などの通信、上水道も連鎖的に使用不可能となる。伝言ダイヤル、メッセージは立ち上がるが、一般加入電話、携帯電話は輻輳して使えない。和歌山県は全県が最悪1週間以上にわたって停電することを覚悟しなければならない。

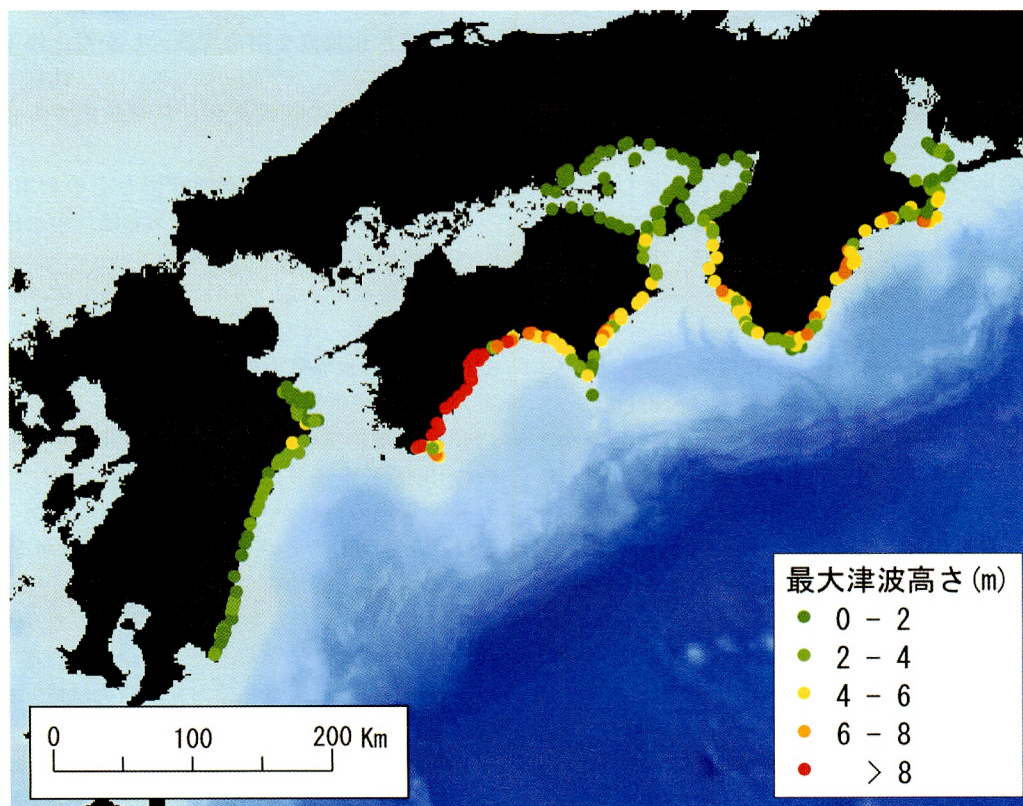


Fig. 3 沿岸における津波の高さ分布

- 5) 東海道新幹線、東名・名神・近畿自動車道路は通行不可能となり、陸上の地域間交通はほぼ完全に寸断される。地震が起こる時間帯によってはこれらの基幹的交通施設で人的大被害が発生している危険性も大きい。海上では6時間以上大きな津波が来襲し、海からの救援もほぼ1日以上不可能である。津波が去った後、海上にはびっしりと家屋の残骸などの漂流物が漂っているはずである。現状では、和歌山県に耐震強化岸壁があるのは御坊の日高港のみであって、それ以外の港、漁港は使えなくなる。来襲する津波高さが5m以上の港湾、漁港、海上自衛隊や海上保安庁の基地では船舶の座礁・転覆をはじめ揺れによる岸壁との衝突、陸上への突入など、大被害が発生する。
- 6) 高さ3mを超える津波が地震後30分以内で来襲する漁港では、来襲時間帯によって、漁業者はもとより漁船、養殖いかだが大被害を受ける。
- 7) マスメディアも被災地のすべてに近づけるわけではないので、報道の空白域が発生する。マスメディアの被害報道に被害把握を依存している自治体では、対応が遅れる。
- 8) 水門、鉄扉、陸閘、海岸護岸、防波堤、河川堤防などの港湾、河川施設が地震の揺れによって液状化等の被害を受け、そこから津波氾濫が発生し、臨海低平地はもとより、地下空間が水没する恐れがある。

800以上の市町村にこのような被害が発生することを想像すると、円滑な対応が現状では不可能であることがわかる。とくに被災市町村では、その後の余震の強さや頻度によっては避難所にやってくる大量の被災者を迎え、これだけでも対応できなくなる。しかも、これらがすべてではない。市街地延焼火災、海南や下津の石油タンク群からの出火・爆発、漏出と配管網からの出火、紀伊水道に流れ出ている河川の河口部付近に立地している浄水場の被災、自治体の建物や避難所となっている校舎の被災など挙げだすときりがないのである。しかも事前に予測できない被害も発生するだろう。

4. 深刻なライフライン被害～とくに電気

広域に、連鎖的に被害が拡大することは前述した。では、具体的にどのような数字が挙げられるのであろうか。ここでは、阪神・淡路大震災の実績に基づく検討を行ってみよう。検討対象は、電気、都市ガス、上水道のライフラインである。阪神・淡路大震災の実績と、それと比較した東海・東南海・南海地震が起こったときの各種ライフラインの不通の度合いを用いれば考察できる。ここで、阪神・淡路大震災の場合と比較する時、注意すべきことはつぎのようである。

- 1) 阪神・淡路大震災では、ライフラインの修理のために全国規模で人員、車両などが動員された。これらの値は、わが国が動員できる最大値と考えてよい。

- 2) 阪神・淡路大震災は被災地域が兵庫県の10市10町に集中したので、周辺地域から幾つかの複数ルートで被災地に入ることができた。すなわち、初期の交通渋滞を除けば交通支障はなかった。しかし、東南海・南海地震のような広域災害では、被災地に近づく道路、鉄道が寸断されるので、被災地に容易に近づけないことから、さらに多くの修理日数を要する。

仮に、最悪の場合として東海・東南海・南海地震が同時に起こった場合、修理に要する期間は、上水道：17ヶ月、都市ガス：7ヶ月、電気：1ヶ月となった。しかも、前述した理由から、これらの値はほぼ最短の期間と考えてよく、実際にはさらに多くの時間を要すると考えられる。問題はいずれも深刻であるが、まず、上水道は直接命にかかわるだけに対策を講じておく必要がある。修理が終わるまで給水車による支援が必須であるが、このような長期間、しかも周辺地域がいずれも被災している状況では、どこから水をもって来るということすら課題となる。とくに沿岸の市町村が孤立した場合には、給水車も被災地に運搬できないことになる。そこで、対策としては以下のことが考えられる。

- 1) 井戸の活用：停電の恐れがあるので、手動でも動くようにしておく必要がある。ただし、地震前後に地下水位が低下する現象が数多く報告されていることから、浅井戸の場合(家庭で使っている大半の井戸がこれである)使用できないことが起こりえる。
- 2) 沿岸部の市町村では、長期間の断水に備えて、近隣に水源が確保できない場合には、飲み水用の海水淡水化装置を用意する。しかも、停電することを考えると、ディーゼルエンジン仕様で、軽油は最低1ヶ月の稼働を賄う量を確保する必要がある。
- 3) 各家庭における雨水の貯留とその利用を促進し、また新築家屋やマンションでは、雨水槽の設置を義務づける条例を施行する。

つぎに電気である。2007年新潟県中越沖地震では東京電力の柏崎・刈羽原子力発電所が被災し、総合出力821万KWの世界最大の電力拠点が休止に至った。東京電力全体で発電設備出力が約6,200万KWであるから、約13%の供給減である。実際には他社からの供給が常時約130万KWあり、この震災がきっかけでさらに100万KW規模の他社からの供給増があったから、この夏をほぼ乗り切ることができた。問題は中部電力である。もし東海・東南海地震が起こると、浜岡の原子力発電所と全部で12ある火力発電所はすべて震度6弱以上の揺れに襲われることになる。とくに、火力発電所は、耐震基準が一番低く設定されており、確実に被災すると想定されている。これで総発電量の80%であり、原子力発電所を入れると、92%が送電休止にさらされることになる。つまり、1ヶ月以上の長期停電は必ず起こるといふことだ。これは災害対応はもとより復旧までずいぶん

遅れることを意味している。このような事態もわが国では未経験であって、とくに自治体と企業の業務継続計画(BCP)で考慮しなければならない要素であろう。

東海・東南海・南海地震が明日やってくるとは限らない。長丁場の対策の実行こそが重要といえる。中部電力も新潟県・上越火力発電所の建設計画を東北電力と共同で進めており、完成すれば約240万KWの新規発電設備出力が期待できる。電気を中心としたライフライン支障が発生すると、ひと、もの、情報、資金の流れが寸断される。これらによる影響は、復旧、復興事業そのものを遅らせることにつながることを知っておくべきであろう。

5. 津波対策とその課題

2004年9月5日に発生した紀伊半島南東沖と東海道沖の地震では津波に対する地域防災力に大きな問題が存在することがわかった。住民は自分の経験、判断を基準に行動し、市町村レベルの自治体職員の防災意識も住民のそれとほとんど変わらないことだ。

防災の基本は、自助、共助、公助である。これらが組み合わさって社会の防災力が構成される。しかも、これらの割合が7:2:1であることは、災害の特異時代であった1945年の枕崎台風災害から1959年の伊勢湾台風災害の15年間もそうであった。ところが、被災前の住民は1:2:7と誤解している。この誤解の解消を図らないと、防災・減災はいつまで経っても行政に任せておけばよいことになってしまう。そこで、まず、行政上の課題は、次のようである。

5.1 気象庁からの津波注意報・警報発令と地震マグニチュードと震源深さに関する情報提供の迅速化と必要な事後説明

気象業務のエンドユーザーは国民、市民、住民であることを忘れてはいけない。科学的な正確さを要求するのは研究者の論理であり、早く発令して防災・減災に役立つようにしなければならない。これは2003年の十勝沖地震の際にも問題となった。しかも2006年11月と2007年1月の千島列島沖の遠地津波では、津波警報の精度が悪く、市町村の避難勧告の発令された地域住民の避難率が、前者で13%後者で9%まで落ちてしまった。この警報は、内容が注意報レベルのものを間違えたためであるが、気象庁は間違えた理由を徹頭徹尾沈黙を守ることにより乗り切ろうとした。重大な任務を課せられている省庁として、国民に対する正直さ、誠実さが足りないという欠陥が続いているといわざるをえない。

2007年10月1日から気象庁による緊急地震速報が実用化される。このシステムが効果的であるのは、震源が海域にある東海・東南海・南海地震のようなプレート境界地震の場合であり、地震の揺れもさることながら津波が来襲することが確実に予測される。ただし、津波の伝播速度は水深に規定されるから、大きな横揺れ後、何分後に津波が来襲するかを推定することはそれほど簡単ではない。しかし、すでに被害想定が実施されているのが

通例であるから、そのデータを援用すればよいのである。

5.2 自治体は計測震度計の記録を活用し、それを避難勧告に応用

阪神・淡路大震災の後、大部分の自治体と気象庁によって約3,500基の計測震度計が設置されている。これとあらかじめ想定されたプレート境界地震の地震動や津波の大きさを結合させるのである。内陸直下型地震の周辺に何重にも地震計網があるのと相違して、プレート境界地震では地震計が震源を取り囲めないことが多く、震源やマグニチュード決定には時間がかかり、精度もよくない。事実、2004年紀伊半島南東沖、東海道沖地震がそうであった。そして、計測震度が5強以上の自治体では自動的に津波の避難勧告を各戸に防災無線の戸別受信機を通して配信し、すばやい避難を促すべきであろう。

5.3 ハザードマップの普及と活用

2003年3月末に津波・高潮ハザードマップの作成マニュアルが公開され、2005年3月にその普及策が公表された。津波ハザードマップの作成に関してこれまでも先進的な自治体ごとに様々な取組みがなされてきた。それにもかかわらず、津波ハザードマップの全国的な整備は進んでいない状況にある。その要因としては、ハザードマップの作成主体である市町村の防災担当者にとって、

- 1) 津波ハザードマップがどのようなものであるか具体的なイメージが分らない。
- 2) 高潮・津波ハザードマップは誰のために作成し、どのように活用するものであるかが明確でない。

Fig. 5は、高知県須崎市で市民に配布された津波ハザードマップである。このハザードマップは津波防災上、非常に重要な役割を担っている。なぜなら、須崎湾の湾口には津波防波堤が建設中である。しかし、これはM8の昭和南海地震津波を対象としたものであって、M8.4と推定される次の南海地震津波に対しては十分ではない。これはコストの観点から防波堤の諸元が決定されたものである。したがって、防波堤が完成しても海岸付近の住民は避難する必要がある。このように、構造物が完成すれば住民が安心してしまっただけで避難しないという問題が発生するが、ここでもしそのようなことが起きると大変危険な状態が発生することがわかる。

- 3) 高潮・津波ハザードマップ作成方法が難しい(技術力不足)、多額の費用を要する。

ことなどが挙げられている。

そこで、著者らはWebベースで動的ハザードマップを開発し、尾鷲市のホームページ上で公開されている。これを見ると何時の時点で避難を開始すれば助かるかが容易にわかるようになっている。つまり、津波避難は自分自身の問題となるわけである。

5.4 高齢者対策

2004年7月の新潟・福島集中豪雨災害から10月の台風23号災害まで、全国各地で232名の死者・行方不明

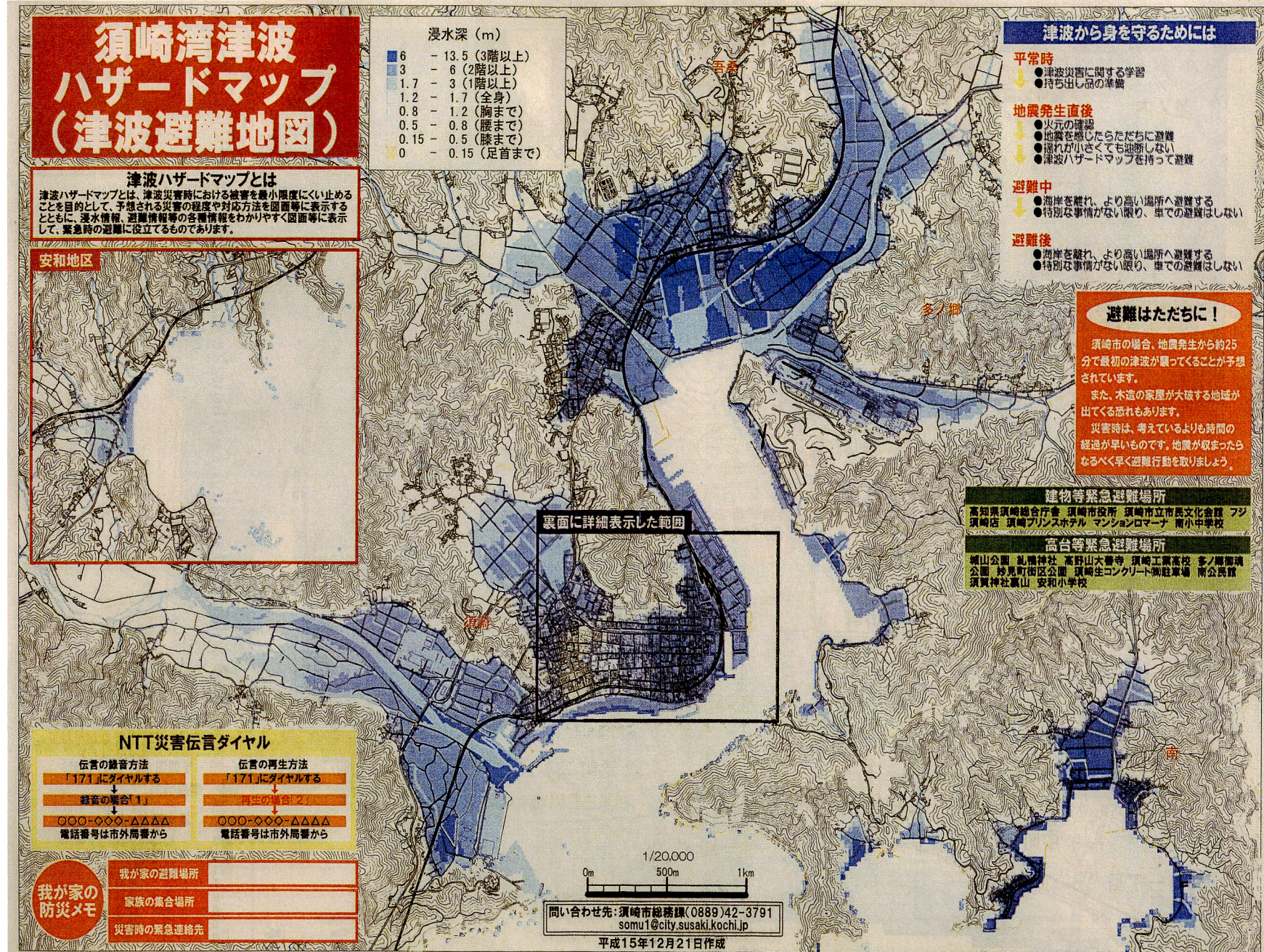


Fig. 5 津波ハザードマップ(高知県須崎市)

者を数えている。その内、65歳以上の高齢者は60%であった。平成18年豪雪では151人死亡した中で高齢者は98人で65%であった。高齢化社会の犠牲者の出方がここに来て顕在化したと言える。特に東海・東南海・南海地震が起これば、津波による人的被害が大きな市町村では沿岸部の集落は高齢化が進んだ地域が大半を占めることがわかっている。これらの地域では共助がとくに重要であり、自主防災組織などの実質的な活動目標として、訓練などを繰り返すことが重要となっている。

とくに、2004年新潟県中越地震では、地震による直後の死者数が16名に対し、現在51名が震災関連死によって加わり、死者数67名中、44名、すなわち66%が高齢者で占められている。この事実は、東南海・南海地震に際し、地震・津波後の被災者支援のプログラムの充実が、人的被害の規模を決定するということである。

5.5 地下鉄・地下街対策

我が国の地下街の防災は火災とガス爆発事故が対象となっており、津波氾濫に対する安全性に関しては、未だ研究レベルにとどまっている。とくに気をつけなければいけないことは、地震と津波の組み合わせによる都市複合災害の発生である。地震揺れや液状化によって水門・鉄扉・陸閘が被災したり、海岸護岸や河口部の河川堤防が沈下したりすれば、そこから津波氾濫水が容易に市街地に進入することになる。この場合、津波がそれほど大きくなくても氾濫が長時間にわたって継続することが起こる。市街地氾濫を起こすのは河川の洪水、集中豪雨の内水、高潮、津波の氾濫であるが、とくに津波では防災・減災対策を実行する時間的な余裕が極めて少ない。したがって、日常的な操作を対策の基本とするような(たとえば、使っていない水門は常時閉めておく)考え方の採用も必要となっている。

5.6 河川敷利用者、釣り人対策

東南海・南海地震の震源近くでは大きな揺れが数分以上継続するから、津波が来襲することは容易に理解できる。そして、すぐに避難すればよいのである。ところが、震源から遠ざかるにつれて、揺れがそれほど小さくなく、

すぐに津波来襲と結び付けられない場合が起こる。そこで、予め設置された拡声器によって、速やかな避難を呼びかけるシステムが開発され、淀川大堰の下流の河川敷の8箇所に設置された。ところが、2007年3月31日の土曜日の午前約1時間にわたって「津波注意」を呼びかける放送が断続的に流れた。問題はいくつかあるが、中でも「河川敷にいた人は誰も避難しなかった」という事実である。著者は、その後、淀川河川事務所に設けられた「津波情報提供に関する検討会」の委員長に就任し、再発防止の提言をまとめた。そこでは、このような装置の設置だけではなく、同時に啓発事業を平行して進めないと、拡声器から流れる情報がどのような価値があるかがわからないということである。ハザードマップの普及でも同じことが言えるが、情報の活用とは、情報の重要性を理解しない限り、被害軽減には簡単に結びつかないことがわかる。

その他の課題としては、つぎのようなことが列挙されよう。

- ・想定以上の大きな津波が来襲する可能性
- ・水門、陸閘、鉄扉からの市街地への津波氾濫
- ・地震動と津波による港湾施設・船舶の複合被害

6. あとがき

住民や自治体の地震・津波対策には基本がある。我が国は過去から何度も悲惨な地震・津波被害を経験しているので、それに基づいた対策を講じてきた。しかし、これだけでは不十分である。あらたな被災形態に対する洞察によって対策を進める必要がある。ここでは、とくに後者に重点を置いて、最近の災害事例からの教訓を学ぶ形で考察した結果を報告した。今後、これらの内容がさらに豊かになることが、総合的な地震・津波防災と減災対策につながるものと考えられる。

参考文献

- 1) 最新・巨大地震シミュレーション：ニュートン2007年3月号，pp. 14-27.

* * * * *

Tsunami Disasters in To-Nankai and Nankai Earthquake and Their Reduction.

Yoshiaki Kawata *¹

*¹ Research Center for Disaster Reduction Systems, DPRI, Kyoto University.

Received : September, 19, 2007. Accepted : February, 22, 2008