

直下型地震に続く津波・洪水による 複合水災害時の被災シナリオとその軽減

Damage Scenario of Wide and Compound Inundation Disasters
due to Tsunami or River Flood Follows Inland Earthquake and Its Reduction

河田 恵昭¹, 斎藤 貴裕², 工藤 徳人³, 成田 和人⁴, 村上 斉⁵,
那須 清貴⁶, 殿最 浩司⁷, 手皮 章夫⁸, 徳田 幸司⁹

Yoshiaki KAWATA¹ and Takahiro SAITO² and Tokuhiro KUDO³
and Kazuhito NARITA⁴ and Hitoshi MURAKAMI⁵ and Kiyotaka NASU⁶
and Koji TONOMO⁷ and Akio TEBI⁸ and Koji TOKUDA⁹

¹ 京都大学防災研究所 巨大災害センター

Research Center for Disaster Reduction Systems, DPRI, Kyoto University

² 株式会社日建設 土木事務所 環境計画室

Department of Environmental Engineering, Civil Engineering Office, Nikken Sekkei Ltd.

³ 日本建設コンサルタント株式会社 大阪支社 技術一部

Engineering Section #1, Osaka Branch, Nikken Consultants, Inc.

⁴ 三井共同建設コンサルタント株式会社 関西支社

Kansai Branch, Mitsui Consultants Co., Ltd.

⁵ 中央復建コンサルタンツ株式会社 第四設計部

Engineering Section #4, Chuo Fukken Consultants Co., Ltd.

⁶ 株式会社東京建設コンサルタント 関西支店 技術三部

Engineering Section #3, Kansai Branch, Tokyo Consultants Co., Ltd.

⁷ 株式会社ニュージェック 河川・海岸部

Department of River and Coast, Newjec Co., Ltd.

⁸ 中央復建コンサルタンツ株式会社 第四設計部

Engineering Section #4, Chuo Fukken Consultants Co., Ltd.

⁹ 八千代エンジニアリング株式会社 大阪支店 技術第三部

Engineering Section #3, Osaka branch, Yachiyo Engineering Co., Ltd.

New type disaster will occur at urban area when Nankai earthquake tsunami or flood inundation follows inland earthquake as compound and widely damaged disaster. In this paper, we proposed some damage scenarios and their loss reduction method. Especially, underground space in flood-prone area will be inundated with flooding due to tsunami and river flood. Some countermeasures facilitated by local governments are effective but social vulnerability has increased. Never-experienced damage enlargement scenarios will come under compound disasters. Soft-countermeasures have to be prepared to reduce human casualties.

Key Words: compound disaster, urban disaster, disaster reduction, damage scenario

1. はじめに

我が国では、多発する様々な自然災害の教訓から再度災害を防止するため、ハード、ソフト、情報等に関する災害対策を計画的にかつ強力に推進し、安全基盤を充実させてきた。

しかしながら、1993年（北海道南西沖地震、大水害）、1995年（兵庫県南部地震）、1998年（全国的大水害）の

連続した自然災害発生からも明らかなように、自然災害に限界はなく、想像を超える大災害発生の可能性は常に存在する。

古来より、人々は災害という自然の猛威に対して闘い、長い歴史を通して災害対策を実施し、その成果を積み重ねて経済社会は発展してきた。換言すれば自然災害対策とは自然と人間との葛藤の歴史である。

一方、高度な産業・都市活動に依存している現代社会において、ハイテク機器の浸水や、大規模な水害や土砂

災害等による交通・通信・ライフラインなどの長期の麻痺は、国民生活に計り知れない影響を与えることから、壊滅的被害を回避し、被害を最小限にとどめる再度災害防止対策は非常に重要と考える。

大都市において兵庫県南部地震のように堤防崩壊を伴う規模の地震が発生し、しかも1998年のような集中豪雨、または直下型地震を起点として南海地震が生起して津波が発生した場合、想像を絶する複合水災害の発生が予想される。

このため、ケーススタディーとして、大阪府都市域を対象に、直下型地震に続き、被害の拡大が大きいと予想される洪水もしくは南海地震津波が生起する複合水災害による被害を予測し、さらに複合水災害における防災・減災方策を検討することとする。

2. 複合水災害検討の必要性

自然災害が発生し易い我が国の特性から、大規模な地震・大型台風などにより、戦後から1960年頃までは毎年1,000人を越える人命が失われた。特に、1959年の伊勢湾台風は死者・行方不明者5,000人を超す激甚な被害を発生させた。

1960年頃からは死者・行方不明者数は減少し、1992年までは年間100～200人程度で総じて漸減傾向にあるが、これは、これまでに我が国を襲ったような超大型台風の上陸や大規模な地震等の発生等がなかったことが理由としてあげられる。また、二度と同規模の地震、台風等の外力で災害を受けないことを合言葉に、戦後50年にわたる国土保全にかかわる社会資本整備の計画的かつ強力な推進、災害対策基本法の制定等の防災関連諸制度整備による防災体制の充実、気象観測施設・設備の整備充実、災害情報伝達手段の発展普及等によるところも大きい。

しかしながら、ここ数年をみると、1993年7月には北海道南西沖地震災害の発生、同年8月～9月にかけては豪雨・台風等による土砂災害など大規模な災害が重なったり、1995年1月には阪神・淡路大震災により、死者・行方不明者6,400人を超す戦後最大の被害が発生し、現状の防災システムの能力を大きく超過する災害の発生が常に存在することを示した。

一方、我が国の社会経済は少子・高齢化による社会資本整備に対する投資余力の減少、バブルの影響による土地住宅市場の問題などの状況変化に対応した課題を抱え、これまで進めてきた整備速度での社会資本整備が困難な状況にある。

災害発生の特徴をとらえる時、過去50年間の我が国の社会構造の高度化・複雑化は、災害に対する脆弱性を大きくしてきたといえる。これは素因の脆弱化と表現できるが、このような環境下では、最悪のケースを考えた対策を明示することが必須となっている。これまで幸いにして、2つの種類の異なる災害は同時、もしくは時系列的に発生してこなかったが、今後はこれを視野に入れた対策を考えざるを得ない状況下にあると考えられる。

このような状況を踏まえ、複合水災害といった大規模災害が発生した場合においても壊滅的被害を回避するための対応を整理しておくことが重要と考える。

3. 複合水災害による被害想定

ここでは、ケーススタディーとして、大阪府都市域を対象に、直下型地震に続き、被害の拡大が大きいと予想

される洪水もしくは南海地震津波が生起する複合水災害による被害を予測する。

(1) 前提条件

a) 基本方針

想定対象は、図1に示すように、淀川左岸の淀川想定氾濫区域のうち、比較的市街化が進展し人口も集積している枚方市より下流域の大阪府都市域とした。

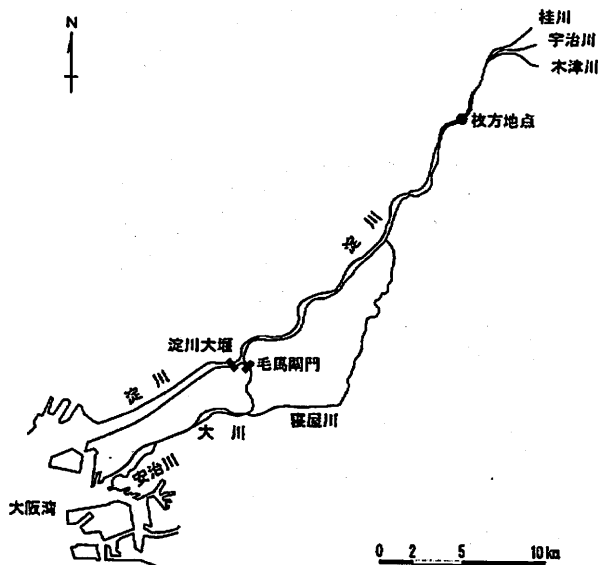


図1 河川と施設の位置図

災害としては直下型地震後に水害（洪水、津波）が発生するものとし、この複合水災害による人的被害を取り扱うこととした。なお、それぞれの災害の被害においては以下のような特徴がある。

- ・通常、洪水被害では、人的被害を死者ではなく被災人口として評価しており、破堤点近くや土石流による被害の他は水路等に落ちて溺れる場合を除き、死亡することはまれである。
- ・津波被害では、建物の倒壊に巻き込まれ死亡する以外に、遡上あるいは引いていく水の流れに足下をすくわれ水死する場合がある。
- ・直下型地震では、家屋が倒壊し、下敷きあるいは、生き埋めになり死亡する。

本検討における複合水災害による被害想定については以下のように考えた。

- ・直下型地震発生後1週間程度経過した後、崩壊した河川堤防の復旧が終わっていない状況下で水災害が生起する。
- ・地震により生き埋めになった人は救出され、氾濫水で溺れ死ぬことは想定しない。
- ・水害単独での死者を考慮しない。

b) 複合水災害発生シナリオ

①外力条件

外力条件として以下の2ケースを想定する。

- ・淀川に計画規模相当の洪水が発生し、淀川本川堤が決壊。
- ・大阪湾に津波が襲来し、淀川および市内河川を遡上。

②複合災害の時間経緯

被災人口計算のため各災害の時間経過を以下のように想定した。

直下型地震発生後1週間程度で津波または洪水が発生

する。発生の時間帯は以下のとおり。

- ・昼間：台風期の平日の午後
→9月下旬の水曜日午後3時頃
- ・夜間：台風期の平日の真夜中
→9月下旬の水曜日午前3時頃

③防災施設被害想定(堤防、水閘門)

津波発生時に高潮を対象とした水閘門は閉鎖されない。また、淀川大堰および毛馬閘門は津波を対象とした施設では無いことから、施設の安全を優先し全開と仮定した。また、市内河川堤防および海岸堤防は直下型地震により崩壊するものと仮定した。

- 津波の堤内地への侵入はすべての河川から発生する。寝屋川の堤防も崩壊。
- 淀川本川堤防については、崩壊は免れたが堤体の安全度が低下し、破堤し易い状況である。

(2) 予測方法

a) 津波による被害予測

①南海地震による津波波高

今回の対象区域に襲来する津波波高については、大阪市地域防災計画における津波高さシミュレーション結果をもとに設定し、津波波高は一律O.P.+4.2mと仮定した。なお、計算結果によれば市内河川の波高はO.P.+3.8m程度であるが、淀川大堰付近の波高がO.P.+4.2mであるので、開放された毛馬閘門を通じ大川の波高も同程度まで上昇すると仮定した。

②遡上高および浸水深予測

津波波形は比較的長時間高潮位が持続され、かつ数波の津波が襲来すると考えられることから、流入箇所から無尽蔵に海水が補給されると考えても細かい遡上計算結果と浸水エリア等に大差は無いと考えられる。また、市内河川堤防および防潮堤は直下型地震で崩壊したものと仮定している。

したがって、津波の遡上範囲は波高と地盤高との関係（波高－地盤高）で推定することとし、（波高＜地盤高）となる区域まで津波が遡上し、浸水深は（波高－地盤高）とした。

なお、使用したメッシュデータは建設省近畿地方建設局淀川工事事務所が洪水氾濫計算で使用したものであり、標準地域統計メッシュの3次メッシュ（およそ1km×1km）をさらに16分割（およそ250m×250m）したメッシュ毎の地盤高データである。

③被害想定

1990年国勢調査および1991年事業所統計調査のメッシュ人口データに基づき、浸水メッシュの人口を夜間および昼間の別に集計した。

b) 洪水による被害予測

洪水による被害予測においては、1997～1998年に開催された淀川洪水危機管理検討委員会が公表された資料を中心に建設省近畿地方建設局淀川工事事務所が実施した洪水氾濫解析結果を用いた。

①計算条件

- ・計算外力：枚方地点 $w=1/200$ 計画高水(12,000 m^3)
- ・破堤地点：洪水氾濫解析結果による全19箇所
のうち、対象となる淀川左岸分

②氾濫区域の条件

河川については、氾濫区域内の河川幅が50m程度以上の河川（寝屋川等）は流れの計算を実施し、その他の主要河川については、計画高水位までの高さの堤防を、氾濫流の阻害線として考慮している。

ポンプについては、下水の各ポンプを計算に考慮して

いる。ただし、ポンプ場が浸水して機能停止することや、周辺が浸水し燃料補給が途絶することが想定されることから、適宜実状にあうように設定している（若干過大になっている）。

③被害想定

被害想定は、津波の場合と同様に、1990年国勢調査および1991年事業所統計調査のメッシュ人口データに基づき、浸水メッシュの人口を夜間および昼間の別に集計した。

c) 複合水災害による被害予測

直下型地震による被災者の詳細なデータは公表されていないことから、前述のa)、b)で算定した浸水区域内人口に対し直下型地震による死亡率や避難率等に乗じることにより、複合災害による死亡者数、避難者数を推定することとした。

(3) 予測結果

a) 津波複合時における氾濫被害概要

図2に津波による浸水深の分布および浸水区域内の人口分布を示した。

大阪市北区、福島区、此花区、西区付近では住宅の2階部分以上まで浸水し、また内陸の都島区、城東区、東成区、東大阪市および大東市付近でも浸水は住宅の軒下程度になる。当然ながらこれらの区域は地盤高が比較的低い区域であり、内陸の各地区は寝屋川沿川の低地である。

また、人口の分布では大阪市北区、中央区付近に昼間人口が集中している様子が顕著であり、津波発生の時間帯によっては避難等の問題が発生するとともに、当該地区周辺には梅田地区を代表とする地下施設が発達しており、周辺と結ばれた地下鉄道網も発達していることから従来予想されていた被害以外に地下施設における人的被害が予想される。

なぜなら、直下型地震によって、地上の水門被害、地下空間出入口の開閉部分の損傷など、市街地における耐水機能が大きく失われている危険性が高い。たとえば、阪神・淡路大震災では大阪市内約350の水門のうち、その約1/3が被害を受けたことが判明している。そのため、その後に南海地震が生起すれば、停電や直下型地震で受けた被害の応急処置をした部分の再度被害などがあり、たとえば、地下鉄車内に取り残された乗客や地下街等の買い物客の被害などが起こり得るであろう。

b) 洪水複合時における氾濫被害概要

図3に洪水による浸水深の分布および浸水区域内の人口分布を示した。

津波被害と同様に大阪市北区、福島区、此花区、西区付近では住宅の2階部分以上まで浸水し、また内陸の都島区、城東区、東成区、東大阪市および大東市付近でも浸水は住宅の軒下程度になる。さらに淀川沿川でも軒下以上に浸水する区域がある。各地区はいわゆる低地であるが、堤防周辺の浸水深が深いのは、洪水時の淀川の水位が周辺の地盤に比べかなり高い位置にあることも一因である。また、人口分布も津波被害とほぼ同じ傾向にある。

c) 複合水災害による人的被害概要

以上までに算定された津波・洪水の単独被害予測結果をもとに、次に示す手順で複合水災害の被害予測を行った。

①複合水災害の発生

前述のとおり、次の2ケースとする。いずれのケースも地震発生から水災害までのタイムラグは1週間程度と



図2 直下型地震一津波時における浸水深分布図および浸水区域内人口分布図

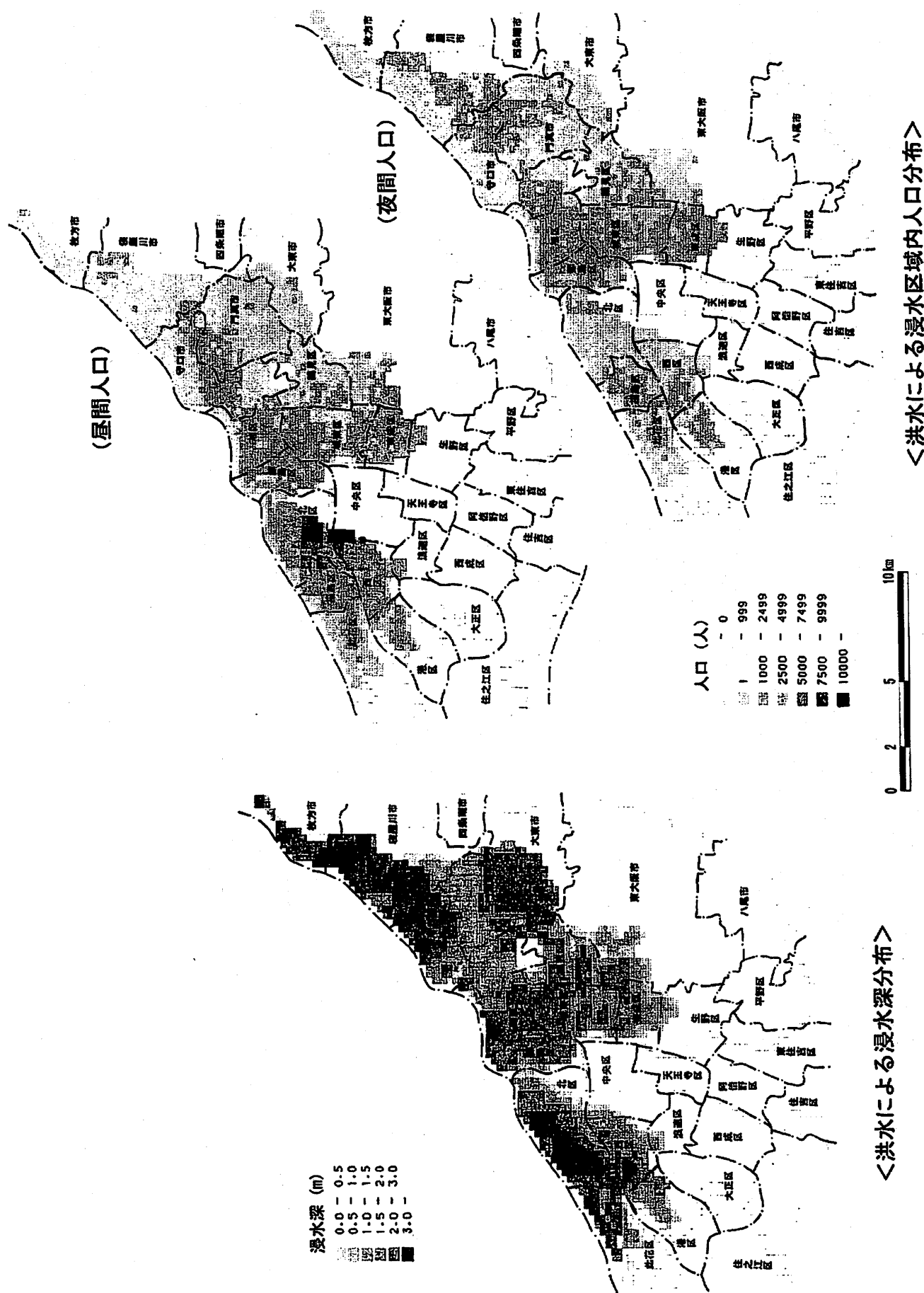


図3 直下型地震→洪水時における浸水深分布図および浸水区域人口分布図

想定した。

- ・直下型地震発生 → 南海地震津波発生
- ・直下型地震発生 → 洪水発生

②複合水災害を被るエリアの特定

直下型地震後の津波および洪水発生時に浸水被害を受けるエリアを特定した。特定したエリア内の行政区別人口を表1に示す。

表1 行政区別浸水エリア内人口

	津波被害(人)		洪水被害(人)	
	夜間	昼間	夜間	昼間
大阪市	1,110,037	1,829,411	779,187	1,421,121
守口市	140,311	136,824	149,662	146,588
枚方市	0	0	20,220	19,171
寝屋川市	31,391	21,033	139,299	110,168
大東市	80,771	82,052	36,073	42,940
門真市	136,816	139,721	137,652	140,365
東大阪市	160,968	208,461	52,519	71,696
計	1,660,294	2,417,502	1,314,612	1,952,049

③地震発生

大阪府の被害想定結果をもとに、浸水複合被害を被るエリアである大阪市および東大阪低地地域が最も大きな被害を受けると判断される上町断層を震源とする地震発生時の被害を推定する。

大阪府被害想定より、行政区単位の死者発生率を設定し、複合災害を被るエリアのメッシュごとに示された人口数に乗じて死者数を推定した結果を表2に示す。

表2 地震発生による死者数(浸水エリア内)

エリア	津波浸水エリア	洪水浸水エリア
人口		
夜間人口(人)	2,756	2,005
昼間人口(人)	4,390	3,459

④避難状況の想定

地震発生後の複合災害を被るエリアでの生存者(メッシュ内人口-推定メッシュ内死者数)のうち、避難者がどの程度発生するかについて推定する。

推定方法は表3に示す阪神・淡路大震災時における神戸市の死者数と避難者数の比率(実績値)をもとに、③で得られた結果から推定した。

表3 神戸市における死者数と避難者数の比率

区分	実績値
死者数(人)	4,512
避難者数(人)	236,899
死者数:避難者数	1:52.5

先に想定したタイムラグを考慮すると、避難者は構造面および情報面が安定供給された避難所に移動するものと考えられる。それは、震災後3日間では、最初に避難した場所から移動する被災者によって、滞在者数の変化が生じており、その原因は余震による建造物の安全性や行政からの情報提供のルートの確保があげられる。したがって、水災害は回避されると想定した。想定避難者数を表4に示す。

表4 想定避難者数

エリア	津波浸水エリア	洪水浸水エリア
人口		
夜間発生時(人)	144,702	105,271
昼間発生時(人)	230,493	181,612

⑤複合水災害による被害想定

複合水災害を被るエリア内人口のうち、死者および避難者を減じたメッシュ内人口が浸水被害を受けるものとし、浸水深30cmをボーダーとして床上浸水、床下浸水に分別して被害者数を推定した。

各被害の概要を表5および表6に示す。

表5 地震と津波の複合被害推定結果

	夜間人口	昼間人口
地震による死者(人)	2,756 (0.2%)	4,390 (0.2%)
避難者(人)	144,702 (8.7%)	230,493 (9.5%)
浸水被災者		
床上(人)	1,424,402 (85.8%)	2,053,572 (84.9%)
床下(人)	88,434 (5.3%)	129,047 (5.3%)
浸水区域内人口(人)	1,660,294 (100%)	2,417,502 (100%)

注) () 内は構成比を示す。

表6 地震と洪水の複合被害推定結果

	夜間人口	昼間人口
地震による死者(人)	2,005 (0.2%)	3,459 (0.2%)
避難者(人)	105,271 (8.0%)	181,612 (9.3%)
浸水被災者		
床上(人)	1,206,265 (91.8%)	1,765,612 (90.4%)
床下(人)	1,071 (0.1%)	1,366 (0.1%)
浸水区域内人口(人)	1,314,612 (100%)	1,952,049 (100%)

注) () 内は構成比を示す。

この結果をみると、浸水被害を受けるエリアは洪水に比べて津波の方が広範であるが、全被害者のうち5%程度は、床下浸水だけの被害にとどまる可能性がある。一方、洪水の場合は大阪市内北区の1メッシュのみが床下浸水であり、他はすべて床上浸水を被ると予想される。

いずれにしても複合水災害の発生により、被災者数は地震災害単独と比較して10倍程度に拡大し、百万人規模の被災者が発生することが示された。

なお、直下型地震先行型の被災シナリオでは、現有の都市耐水施設、たとえば水門・護岸・河川堤防などが被災しているため、つぎに津波や洪水が発生すると、瞬時に市街地氾濫が生起する。すなわち、被害発生時の時間的推移が、単独の水災害と比較して極めて短時間に被害が拡大するという特徴を持っている。このことが複合災害による被害を大きくするわけである。

これら被災者のうち、床上浸水となる被災者は浸水深により一時的避難が必要となる場合も想定され、避難所の確保が重要となると推測される。

また、今回は浸水による死者数の推定には及んでいないものの、人的被害は相当数に及ぶと考えられる。さらに、水災害の生起時期が早まれば、地震により生き埋めになっている人が水死する場合等も想定され、被害の甚大さは計り知れないものとなる。

以上の点に鑑みても、ハード、ソフト両面からの早急な防災・減災対策の充実が望まれる。

4. 防災・減災方策の提案

ここでは、複合水災害による被害想定結果を受けて、防災・減災方策の提案を行う。ただし、インフラ等のハード面の方策ではなく、市民および行政等を対象としたソフト面の防災・減災方策について考察する。

(1) 市民の防災・減災方策

a) 被災住民

①個人の自覚と自発的な活動

被災もしくは避難勧告直後には、絶対的なリーダーがいない場合には、個人の判断に頼るしかなく、それが生死を分ける場合もある。そのため、個人ベースでの防災意識の向上や自然・災害に関する科学的な知識を高めておく必要がある。また、緊急時には行政の対応を待たずに、自発的に救援・救難活動を行うことにより、被害が減少するため、個人の自覚と市民社会の成熟性の確立が重要と思われる。

②地域住民のつながり

住民間での地域活動が盛んであれば、住民自身による復旧・復興活動が期待でき、避難者・被災者の確認も容易である。したがって、新興住宅地などでは、住民相互の理解・親睦を深めることが重要であり、被災地の復興に際しては、既存の地域住民のつながりを絶つことのないよう注意すべきである。

b) 一般市民

①被災住民の受入

災害により、住居を喪失したり、孤児となってしまう場合、恒久的な対策が施行されるまで、被災地外の市民が被災者を受け入れることができれば、避難所での生活が困難な老人、幼児にとって有意義な対策となる。しかし、それには、人数・年齢・地域・期間といった受入側と被災者側の条件が折り合うことが大前提であり、行政を代表とする第三者の仲介により、より多くの住民が保護されるような制度を確立すべきである。

②救援活動

一般市民の被災地への救援物資の提供は、極めて重要であり、被災者にとっては大きな助けとなるものである。しかし、これについても、

- ・需要と供給のバランス
- ・品目別の仕分け
- ・公平な配分

等の問題のために、せっかくの好意が十分に活かされないこともある。需給バランスの把握・仕分け・配分といった行為は手間がかかるがゆえに、被災者に負担させるものではなく、供給側での細やかな配慮が必要である。

c) ボランティア活動

①行政との調整

阪神・淡路大震災においては、我が国の災害史上、初めての大量のボランティア参加があり、社会的にも注目された。しかし、大量であったため、逆にそれを最大限に有効活用したとはいえず、検討すべき点も大いにあった。そのひとつとして、ボランティア活動を行政が登録制度にしたことがある。このため、指示待ちや拒否が多数発生することとなった。ボランティアは、あくまで独自の判断により活動することが重要であり、行政との情報交換は必要であるが行動を規制されるものではない。

②ボランティア活動の啓蒙

災害時のボランティア活動の基本的ルールは、被災地域に負荷をかけないことであり、被災地の市民生活を通常に戻す「手助け」をすることにある。ボランティア活

動は、被災住民に対する「奉仕」ではなく、住民自身の復興活動を「援助」という認識を持つ必要がある。また、ボランティアは、自主的に「なすべきこと」を探るのであって、与えられるものではない。リーダーは、情報と活動の方向性を示すにすぎない。

我が国においては、ボランティア活動は、市民生活に根付いたものではなく、そのため、ここに記した基本的ルールの認識も極めて低い状況にある。したがって、ボランティア活動に参加する意志はあっても、その手段・方法がわからないため実現しない場合がある。

阪神・淡路大震災を契機として、今後、災害時のボランティア活動参加への希望は増加すると予想されるが、こうしたボランティア活動に関する知識が提供（マスコミ・一般教育）されることが望ましい。

(2) 行政の防災・減災方策

a) 応急対策

①情報の提供

災害時の情報伝達的手段としては、電話が主力であるが、アクセスが集中し、機能がマヒした場合の代替となる伝達手段を用意しておく必要がある。また、中央官庁と地方自治体の連絡手段についても複数設けておく必要がある。

また、被災地域に対する給水車の配車・救援物資の配布等に関する情報を徹底することは、被災住民の不安の解消にもなるため、自治会・ボランティア等の活用により迅速に情報を提供すべきである。

②物資供給

大災害が発生した場合、物資供給路の確保が重要な課題となる。倒壊家屋による道路の封鎖や一般車両による渋滞が発生するためである。したがって、緊急用車両と一般車両の道路の区分使用やヘリコプター・オートバイ等の活用による配送手段の多様化により、物資供給の迅速化を図る必要がある。

また、避難所における物資の備蓄についても、想定される最悪の被害（避難人数・期間）にも対応可能な量を確保しておくべきである。

b) 防災計画

①地域防災計画

地域防災計画の策定に際しては、想定されている災害の規模（※地震震度）を十分認識し、想定以上の災害が発生すること、その場合の対応等を詳細に設定しておく必要がある。台風、洪水とは違い、地震の場合は事前に予想することができないため、職員間の情報伝達・人員の配置等がマニュアルどおりに行かない可能性が高い。そのため、さまざまなケースに対応可能な防災計画の策定と日常の防災訓練が重要である。

②住民への啓蒙

災害対策基本法では、住民が防災に寄与するよう定められている。防災対策が十分効果をあげるためには、平時から住民一人一人が防災に対する認識を持ち、役割を果たすことが重要である。行政は、そのために十分な援助をする必要がある。具体的には、防災に関する地域マップ・家庭用マニュアルの作成配布、防災施策のPR、防災訓練方法の見直し、学校での防災教育、ボランティアのあり方等に関する教育が必要である。

c) 復興計画

①社会的コンセンサスの必要性

大災害が発生した場合の復興計画は、以後の指針となるものであり、それを認識して当事者は復興に取り組む必要がある。そのためには、市民・産・官・学といった

地域全体が災害の恐ろしさを十分認識し防災に関する社会的・全国的コンセンサスを維持確立し、復興計画を構築していくことが大切である。

また、現行の法体系では自治体完結型の防災計画となっているが、応援体制等を含め、広域防災のシステムティックなあり方を考えるべきである。

②都市計画のあり方

被災地では、防災に強い都市づくりを目指した都市の復興計画の作成実行が急がれる。いつまでも、不自由な生活や生産活動の停滞が続くと、防災に強い都市づくりが十分なされないまま、個別の再開発が無秩序に進む可能性もある。復興計画の実施に際しては、避難者へのケア、瓦礫やゴミ等の処理、被災地再開発時の利害調整、財源確保等、個々の困難な問題に粘り強く取り組んでいく必要がある。

また、被災前から進められているプロジェクトについても防災面からの見直しを図る必要がある。

(3) その他の取り組み

a) 民間企業

災害で被災した民間企業は、従業員の安全の確認・確保、救済に全力であたるのは当然であるが、地域社会の一員でもあることから施設・物資の一般への解放等復興への貢献を図ることも必要である。

b) 報道機関

災害時の報道については、非被災者が主な対象であることから、興味本位な、いわゆるワイドショー的な報道になりがちであるが、本当に必要な情報は安否情報や生活情報（給水、物資供給、義援金の配布等）である。

また、マスコミは、知る権利と同時に正確な情報を一般市民に知らせる義務がある。災害時は、精神状態が不安定であることから、些細な情報に惑わされる可能性が高く、報道の内容に関しては十分な検討が必要である。

c) 公的活動

①自衛隊

その組織力、行動力等から、災害発生時に最も頼りになるのが自衛隊である意見は多い。しかし、自衛隊の出動については、自衛隊法83条およびシビリアンコントロールの原則を踏まえて検討する必要があるため、災害時の迅速かつ有効的な出動が可能となる法体系や防災対策の検討が必要と思われる。

②消防

大規模な地震が発生した場合、多発的に火災が起こる可能性が高く、阪神・淡路大震災の例にもあるように

- ・人員不足
- ・交通渋滞による現場到着の遅れ
- ・消火水の不足（消火栓の使用不能）

といった問題が起こった。そのため、今後は、消化用水の確保、空閑地・緑地帯・公園の確保といった街づくりとともに、民間の消防組織も含めた、実効的で迅速に対応できる広域消防体制の確立が必要である。

(4) 複合水災害に対する防災・減災方策

“被害”という観点でみた場合、単独災害と複合水災害に大きな差異はなく最終的な災害規模による影響が大きい。ただし、最初の地震被害からの復旧においては、阪神・淡路大震災のときのように、つづいて起こり得る災害への配感をしなくてもよいというようにはならない。すなわち、複合災害の被害規模は、最初の災害からの復旧がいかに時間的に行われるかという過程に大きく依存している。したがって、仮に複合災害の発生が懸念され

る場合には、復旧作業を単独災害時に比べて早める必要がある。すなわち、復旧の中でも“応急復旧”の内容が極めて重要になり、このような視点からの対応が必要となっている。ただし、ここでは最悪のシナリオを考えているので、この時間的要因の影響については、今後の対策の中で具体的に考察していく必要がある。

ここでは、複合水災害固有の被害の特徴を整理し、その防災・減災方策を提案するものとする。

a) 複合水災害の特徴

①精神的ダメージの増幅

被災時の住民心理は極めて不安定であり、極度の緊張状態にある。また、一方では眼前の被害を冷静に受け止め、対応を図っている状況でもある。こうしたときに、複合災害が起きるとその混乱は単独災害の比ではなく、絶望感・恐怖感が増幅される。

②2次災害

災害発生時はその規模が大きいほど、緊急の救助活動が行われている可能性が高い。したがって、複合災害発生時に2次災害に巻き込まれる可能性も高く、人的被害が拡大する恐れがある。

b) 防災・減災方策

複合水災害における防災・減災方策は、基本的には前述した方策と同じである。したがって、特に複合水災害に限定した方策ではないが、留意することとして、被災者・救援者・行政に関わりなく、

- ・起こりうる危険性(災害)の十分な認識・情報伝達
- ・災害時の行動等の啓蒙活動

により、被害はある程度軽減するものと考えられる。

(5) 地下空間を対象とした防災・減災方策

都市災害における特徴的事例としてとりあげることができる地下空間を対象に、複合水災害時における防災・減災方策について述べる。

a) 現状と問題点

複合水災害の生じる可能性については既に述べてきた通りだが、地下空間（大阪市域では13の大規模地下街が存在する。）では防災計画として主に火災を対象とした対策を行っており、現時点では津波および河川氾濫を対象とした対策は行われていない。水防災については1/40確率降雨対策として土嚢・止水扉（板）および排水ポンプが考慮されているのみである。

今回の想定結果よりその浸水域は広域に及び、その浸水深からもこの程度の対策ではいずれの対策についても大規模氾濫に対して有効な対策とならないことは明白である。また避難先に関しても具体的に定められていない現状である。

b) 防災・減災方策

①避難に関する防災・減災方策

水災害による地下空間の影響として考えられるのは、市街地氾濫流による地下空間への浸水である。

地下空間からの避難路となる出入口部は、防災対象が火災であること、および快適性等から広く高く設けられているため、浸水に関しては逆にリスクとなっている。出入口部より浸水が始まると、そこからの避難は不可能である。主に出入口部は階段で構成されているが、階段有効幅が減少するに従い、避難時間が増加する傾向にあり、地下空間については一様な避難よりできる限り分散した避難の方が避難時間短縮に繋がると報告されている。

このことから、減災方策として有効なことは、浸水が始まるまえに迅速に避難することである。このためには、管理者が適切な誘導を迅速に効果的に伝える判

断材料とシステムを事前に想定し、構築しておく必要がある。また、利用者也外力に対し、どのような特性を持っているか概略掴んでおくことが重要であり、これによりさらなる迅速な避難が可能となる。行政側についても、管理者に対し速やかに情報を提供できるシステムの構築が望まれる。

②避難場所に関する防災・減災方策

避難場所については、できる限り高い位置で、広い面積を有する場所の確保が必要である。これについては、個人のビル・デパート・マンション等では防犯・警備上より現実性が無く、公共性より駅コンコースや場合により高架部が効果的である。このことから、行政・管理者・利用者が共通の見解の基に、避難態勢を整えておくことが必要である。

③施設整備に関する防災・減災方策

次に施設による防災であるが、現状では地下空間に都市機能が集中していることからできる限り地下空間の浸水被害は食い止めるべきである。地下鉄等に浸水が及ぶと復旧は長期を要し、その被害は甚大なものとなる。このことから、現状の対策である階段踏面高・止水扉（板）・排水ポンプの効果を期待するが、階段踏面高・排水ポンプについては高さが低いこと、排水機能が追いつかないことから現状での期待度は低いと考えられる。ただし、階段踏面高の嵩上げについてはハード整備等の対策と比較して、より現実的な対策であると考ええる。止水扉（板）についてはある程度の効果があると予想されるが、被災時の人員体制および避難状況から全ての出入口への設置は不可能であると考えられる。これより、事前に幾つかの被害シナリオを想定し、止水扉（板）の的確な設置計画を行っておく必要がある。

結論として、地下空間における防災・減災方策として最も効果的であるのは以下の通りである。

- ・行政・管理者の迅速で正確な情報の提供およびそのシステムの構築
- ・迅速な避難（各個人の災害への認識）
- ・行政より個人への防災・減災教育
- ・行政・管理者・利用者等の垣根を無くした共有認識および防災・減災計画の作成

5. おわりに

本検討では、我が国における自然災害の特性を踏まえ、複合水災害の検討必要性を示し、具体のケーススタディとして大阪都市域を対象として、①直下型地震→南海道地震津波、②直下型地震→洪水という2つの災害時における被災予測を行った。さらに、被害予測結果を踏まえ、主に市民や行政等のソフト面からみた防災・減災方策の提案を行った。

具体のケーススタディとして、大阪府都市域における被害予測を行った結果、地震単独による被災者の約10倍である百万人規模での一次被災者が発生することが予想される結果となった。

一方、現在の社会経済状況からこれまでの整備速度での社会資本整備が難しい時代になってきている。災害の防御という点では大規模なハード施策に頼らざるを得ないものの、壊滅的被害の回避・軽減に向けた現在実施可能なハード面・ソフト面・情報面での対応は存在すると考えられる。

ソフト面からみると、壊滅的被害の回避・軽減のためには、各自治体において、複合水災害の検討を実施し、

現状の防災計画の問題点を抽出・見直しを図ること、日々の啓蒙による市民・行政の災害に対する共通認識の確立が重要課題と考えられる。

参考文献

- 1) 広域複合水災害研究委員会: 複合災害時における防災対策に関する調査研究, 建設コンサルタンツ協会近畿支部, 1999.
- 2) 湾域都市の水防災研究委員会: 阪神・淡路大震災の事例を踏まえた大阪湾域における複合災害対策, 建設コンサルタンツ協会近畿支部, 1997.
- 3) 大阪府: 大阪府地域防災計画, 1997.
- 4) 大阪市: 大阪市地域防災計画, 1997.
- 5) 建設省近畿地方建設局: 淀川洪水氾濫解析結果, 1998.
- 6) 1・17 神戸の教訓を伝える会: 阪神・淡路大震災被災地“神戸”の記録, ぎょうせい, 1996.

(原稿受付 2000.6.22)