

交通確保のため、新潟港～万代橋間の水上輸送を開始した。運航期間は6月24日～7月3日までで、輸送人員は延べ14,902人であった。

・流出被害に対する復旧

流木等の港内障害物、油類の流出による火災発生のおそれなどから、16日13:25に新潟港長より入港禁止措置が執られた。その後、海上保安庁の巡視船により、翌17日朝から航路の深浅測量及び港内障害物の処理が進められ、18日12時から、救援物資輸送の船舶に限り高校制限を解除した。24日の12時から、一般船舶についても全面的に制限が解除された（発震後8日目）。

(2)日本海中部地震（昭和58年5月26日12:00発生）

・流出被害に対する復旧

地震直後からの断続的な津波による水位変化が続いて速い流れと渦流が生じ、港奥部の水面貯木場から、約23,000本の原木が港内に流出し、そのため、港長より入港禁止措置がとられた。流木の回収作業が断続的に行われ、31日までにほとんどの流木が回収されて、入港禁止措置は解除された（発震後5日目）。

(3)北海道南西沖地震（平成5年7月12日22:17発生）

・流出被害に対する復旧

被災直後、港内には瓦礫や車、漁船など、様々な障害物や浮遊物が散乱した。そのため、障害物状況調査を実施し、処理を行った。フェリーは、15日午後瀬棚～奥尻間が、16日午後江差～奥尻間が本格的に運航を開始した。

(4)十勝沖地震（平成15年9月26日4:50発生）

・浸水被害に対する復旧

家畜の飼料倉庫の浸水に対して、浸入水の排出、水漏れした貨物の片づけ、数揃え、詰め直し等の応急対応をし1週間後に最低限の機能が回復した。エンジンに海水が浸入したフォークリフト（2台）や床上浸水したバン（3台）の復旧として、オーバーホールや買い換えで対応したが、資金調達の問題から2ヶ月を要した。

・流出被害に対する復旧

港内に流出した空コンテナに関しては、タグボートにより回収した。水没する前に回収しなければならなかったことから、当日中に対応した。

3. 港湾における津波被害波及過程の検討

前章で見てきた、津波による被害の実態などから、ここでは、津波被害の波及過程を一枚の図にまとめることを試みている。まずは前章の津波被害、復旧事例を整理する。

3.1 津波被害・復旧事例の整理

2章で見てきたとおり、港湾において津波の来襲があった場合には、港湾だけでなく、背後地域を含めた幅広い被害が生じることがわかった。またプレジャーボートに関する被害事例はなかったが、近年高潮発生の際に生じた被害実態を考慮し、今後津波による被害が起こりうるものとして記載した。以下に港湾、及び背後地域別に、浸水・流出・津波波力といった分類を行い、被害のまとめを示す。

(1)港湾地域における被害

①浸水による被害

- ・フェリーターミナル施設の浸水や損壊
- ・倉庫・上屋などの浸水による貨物被害
- ・浸水による荷役機械等の被害
- ・船舶の火災
- ・港湾工事従事者や港湾来訪者などの人命の喪失

②流出による被害

- ・車両、原木、コンテナ、船舶、瓦礫などの港内への流出
- ・船舶の岸壁への打ち上げ・転覆など
- ・プレジャーボートの流出

③津波波力による被害

- ・防波堤等の外郭施設の被災
- ・プレジャーボート係留施設の損壊

(2)背後地域への被害

①浸水による被害

- ・津波の浸入による産業活動の停止
- ・排水ポンプ場の被災による浸水の長期化

②流出による被害

- ・漁船などの流出物による家屋の損壊
- ・石油の流出による火災被害

また津波による直接被害から派生する間接被害の拡大を抑えるためには、迅速な応急復旧が不可欠であり、この観点から過去の復旧対応事例に基づき復旧事例を整理すると以下ようになる。

①新潟地震

- ・発震後3日目まで入港禁止措置
- ・3日目まで航路の深浅測量及び港内障害物の処理
- ・3日目以降、救援物資船舶に限り航行制限解除
- ・9日目以降、一般船舶についても全面的に制限解除

②日本海中部地震

- ・発震後6日目まで入港禁止措置
- ・6日目まで流木の回収作業
- ・7日目以降、入港禁止措置解除

③北海道南西沖地震

- ・発災後4日目まで入港禁止措置
- ・2日目以降、障害物状況調査及び障害物の処理
- ・4日目に瀬棚～奥尻間のフェリー航路が再開
- ・5日目に江差～奥尻間のフェリー航路が再開

3.2 津波被害の波及過程図

これまでに紹介してきた各種の事例をもとにすると、津波の来襲によって港湾地域においては、港湾施設の「浸水被害」や貨物などの「流出被害」といった直接被害が発生し、港湾機能が低下することが明らかになった。これにより、港湾地域及び背後地域における港湾関連産業や港湾依存産業の活動に間接被害をもたらすこともわかった。さらに、背後地域においては、港湾からの流出物による直接被害も発生することがわかっている。

これを概念的に示すと、図-7のとおり、港湾地域・背後地域別に、浸水被害・流出被害からなる直接被害が港湾機能の低下を経て間接被害に至る過程として整理することができる。この過程をコンテナターミナル、マリーナ等の港湾に所在する施設及びその機能ごとに詳細に整理すると、図-8に示す津波被害波及過程図として取りまとめることができる。同図は、被害項目等を網羅的に取り込んだものであり、一般図としての性格を有するものである。したがって、それぞれの港湾に関する波及過程図は、一般図を基本としながらも、当該港湾が有する機能や被害の内容等により、当該港湾に即した波及過程図として作成され、被害想定の実施や対策の充実に向けて活用されるべきものである。

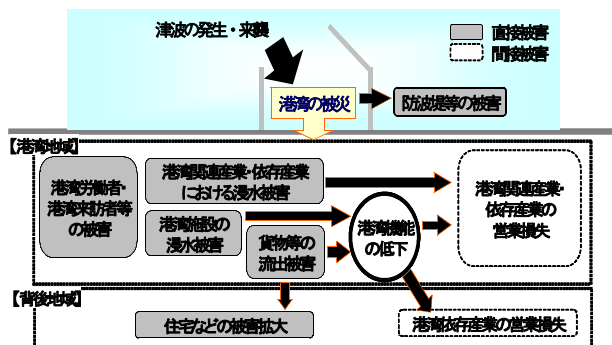


図-7 津波被害の波及イメージ

4. モデル港湾を対象とした津波被害の検討

ここでは、モデル港湾を対象に、津波シミュレーション、漂流シミュレーションによる浸水、及び流出被害を検討するとともに、先に述べた直接被害と間接被害がどの程度の額になるのかを試算する。

モデル港湾としては、地震による津波被害が大きく、検討に必要な被害想定が可能であること、コンテナ、木材等様々な貨物を扱っており港湾の諸機能が存在していることなどから、清水港を選定した。

清水港は静岡県沿岸部のほぼ中央に位置し、東海地域を中心とする市民の暮らしと、自動車産業、木材産業、非鉄金属製造業、製紙業、水産業等の産業活動を支えている。特に、近年では、国際海上コンテナ輸送の拠点としての役割が増し、平成16年実績で外内貿含めてコンテナ取り扱い個数が約52万TEUとなっている。

清水港を含む東海地方は、近い将来に東海地震の影響を受けることが想定されており、地震被害及び津波被害対策が急務となっている。想定東海地震については、内閣府の調査会である中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」、及び文部科学省の地震調査研究推進本部での震源域に関する検討がなされており、プレート境界型地震により発生することが予想される津波の予測により清水港の津波被害について検討する。

清水港の各地区の状況は以下の通りである。

①新興津地区

新たなコンテナターミナルを中心とする物流ゾーン

②興津地区

コンテナターミナル、公共上屋等が立地する物流ゾーン

③袖師地区

コンテナターミナルを中心に、原木、チップ等を扱う物流ゾーン

④江尻地区

魚市場や冷蔵施設等の立地する水産ゾーン

⑤日の出地区

エスパルスドリームプラザや清水マリンターミナル等の交流ゾーン

⑥富士見地区

民間倉庫、チップヤード等の立地する物流ゾーン

⑦折戸地区

水面貯木場を中心とする木材関連産業の立地ゾーン

⑧塚間地区

JFE（旧日本鋼管）、カナサシ重工等臨海工業の立

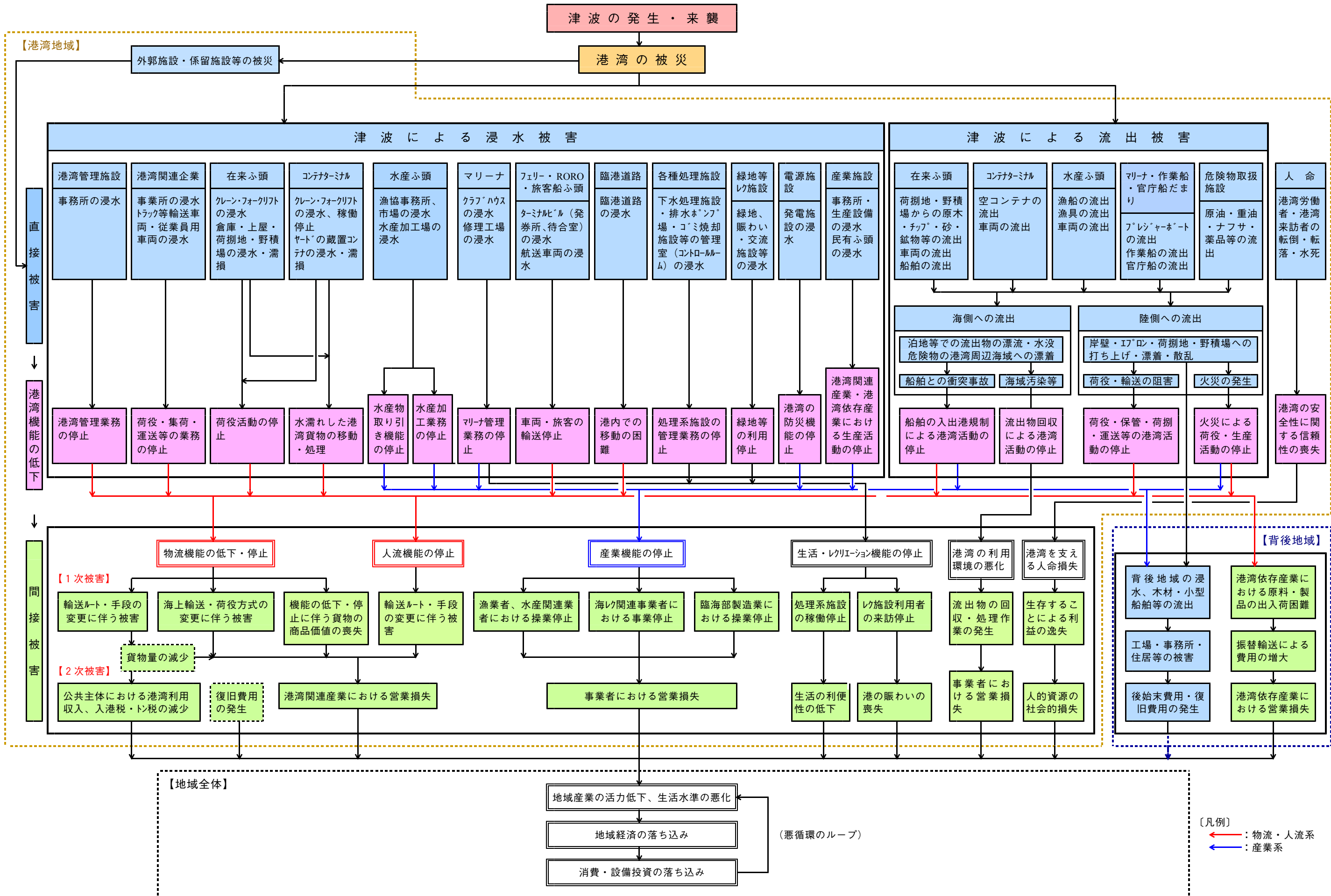


図-8 津波被害の波及過程図

地ゾーン

⑨三保地区

三保ランドや三保海水浴場等のレクリエーションゾーン

⑩貝島地区

日本軽金属、三保造船等、臨海工業の立地ゾーン

4.1 直接被害の把握（津波浸水域の予測）

(1)津波による浸水被害の推計

ここでは、津波浸水による被害がどういう形で発生するかを推定するため、浸水シミュレーションを行っている。津波シミュレーションの前提条件を表-1に示す。

表-1 津波シミュレーションの前提条件

項 目	条 件
対象地震	想定東海地震
地盤の隆起	考慮しない
海岸保全施設等の考慮	考慮する（天端高データで考慮）
基礎方程式	非線形長波理論式
津波越流の評価	本間の式
海底摩擦（粗度）	海域：マニング粗度係数 $n=0.025(m^{-1/3}s)$ 陸域：土地利用粗度データを考慮
計算格子間隔	最小12.5m×12.5m
潮位条件	H. W. L(T. P. +0.86m)
計算時間	地震発生後180分

なお、想定地震は、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会(第11回)」資料における検討3ケースのうち、清水港で津波被害が最も大きくなる「想定震源域+ABD」を対象地震とした。津波シミュレーションでは、地震学的に推定された断層パラメーターから海底地殻変動を計算し、それを初期条件として津波の伝播を計算、沿岸での波高や浸水域を推定している。津波を起こすような大地震の断層の大きさは数十km以上であり、広い範囲にわたって地殻変動が海底に生じる。その広がり水深（深海でもせいぜい数km）に比べてずっと大きいので、このような波を長波としてモデル化することが妥当であると考えられる。また運動方程式を考慮するに当たり、海岸付近で津波の遡上を計算する場合には非線形性や海底摩擦を考慮した式を用いることとなる。そこでモデル化に当たって非線形長波理論を用いたものである。数値シミュレーションでは、運動方程式と連続の式を、実際の海底地形（水深）を与えて、差分法で解いている。計算格子については波源から陸上に近づくに連れて格子間隔

を小さくしていき、最大で1,350m×1,350m、陸上では12.5m×12.5mとしている。この際、津波によって防波堤・堤防が転倒することはない、天端を越えた場合の越流量を考慮している。

津波による陸上での浸水深を平面分布で示したのが図-9であり、これによると、新興津地区、興津地区、貝島地区では1.0m以下となっているが、高いところでは2mの浸水が生じる箇所もある。この図は同時に、浸水域の範囲を示してもいるが、巴川（日の出地区と富士見地区の境界付近を流れている河川）からの津波の遡上が見られるのも特筆すべき点である。

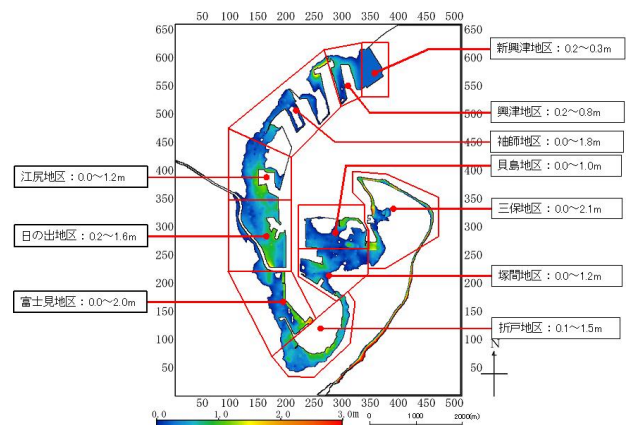


図-9 浸水深の平面分布

最大浸水高の発生時間については、早いところで6分、遅いところで12分程度となっているが、津波注意報・警報が発令される早さが地震発生後3～5分であることを考えれば、かなり迅速な避難が要求される結果となっている。

津波最大流速の平面分布を図-10に示す。ほとんどの地区において、浸水流速1.3m/sを超える流速が発生しており、「地下空間における浸水対策ガイドライン同解説」（国土交通省河川局）を参考にし、身長170cmの成人が避難できる限界が水深50cmの際に流速1.3m/sであることを考えると、人命におよぼす危険が極めて大きい