

第7章 津波による災害評価

7.1 想定する災害シナリオ

7.1.1 危険物タンク

危険物タンクにおける津波による災害シナリオとして、消防庁防災アセスメント指針では初期事象を

- 配管の破損による漏洩
- タンクの移動・転倒
- 地震による流出後の津波

として、下図の災害シナリオを示している。

東日本大震災での被害状況から、浸水深が概ね 3m以上となる場合には、危険物タンクや高圧ガスタンクの転倒や移動などの直接的被害が発生し、内容物が大量に流出する危険性があるといえる。

浸水深が 3m以下の場合には、直接的被害による大量流出の危険性は低くなるが、防油堤内への浸水が予想される場合には、その前の地震により流出した油が海水とともに拡大していくような事態も懸念される。

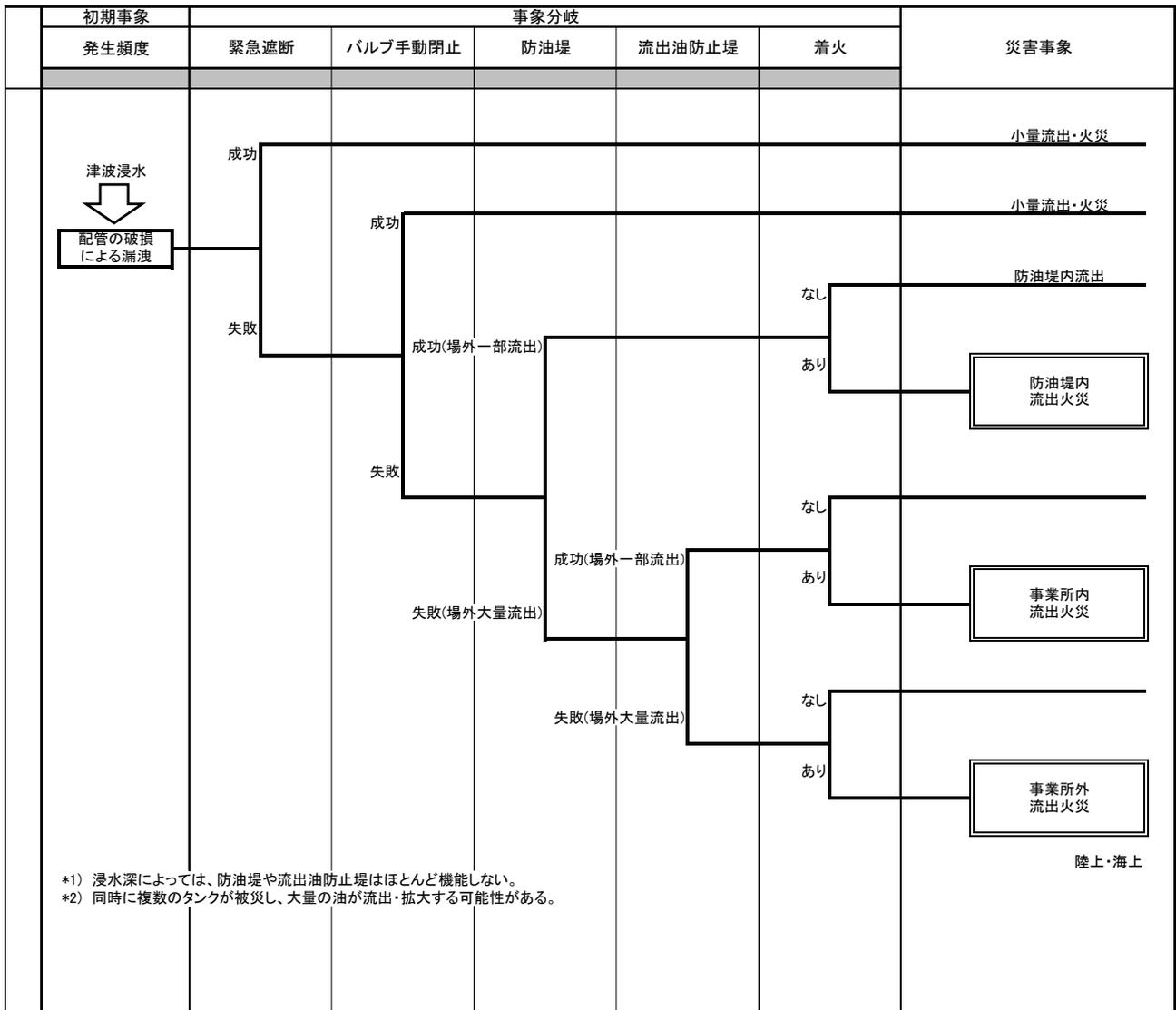


図 7.1 配管の破損による漏洩による災害シナリオ

津波により大量の油の流出が想定される場合には、大規模な火災となったり、流出油が海水とともに防油堤、流出油防止堤を超えて広範囲に拡がるような事態も懸念される。

東日本大震災では、仙台地区の製油所において、津波によりタンク元弁とローリー出荷設備をつなぐ配管が損傷して火災となり、出荷設備、ガソリタンク、アスファルトタンク、硫黄タンク等が焼損し、ガソリン等の危険物約 23,300kℓが焼失した。

この火災で、炎上タンクに隣接したガスタンクが爆発する危険性があったことから、発災場所から 2 km 圏内の住民に対して避難指示が発令された。

延焼拡大の要因の1つとして、停電によりガソリタンクの緊急遮断弁が作動不能になり、火災現場にガソリンが供給され続けたことが挙げられている。

同製油所では、火災となった施設とは別に、津波により 2 箇所タンク付属配管が破損してそれぞれ約 4,400kℓ、3,900kℓの重油が流出したが、流出油のほとんどは防油堤内及び周辺の構内道路にとどまった。

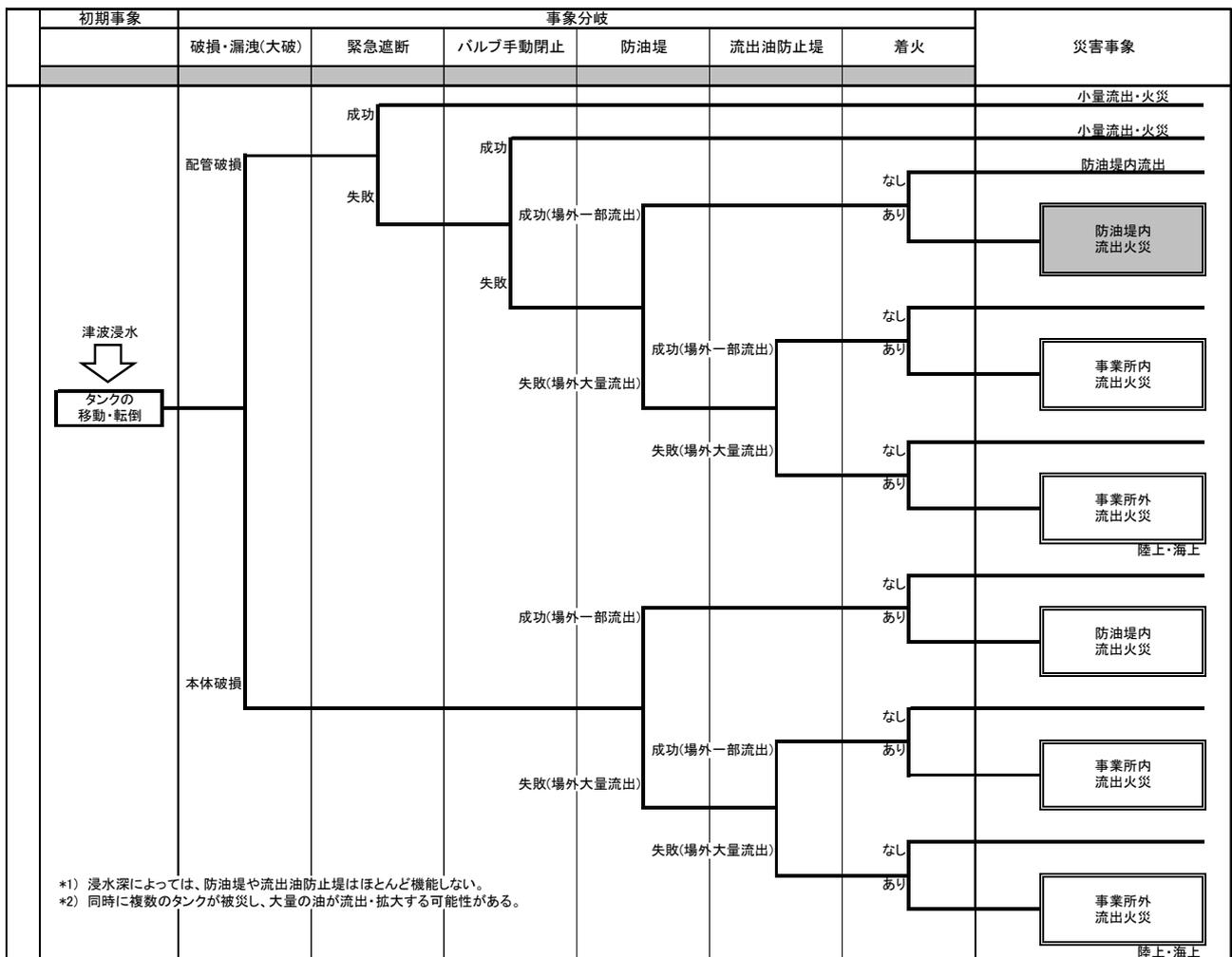


図 7.2 タンクの移動・転倒による災害シナリオ

津波が想定される地震により、石油タンクで流出や火災が発生した場合には、その後の津波により陸上あるいは海上で拡大する可能性がある。

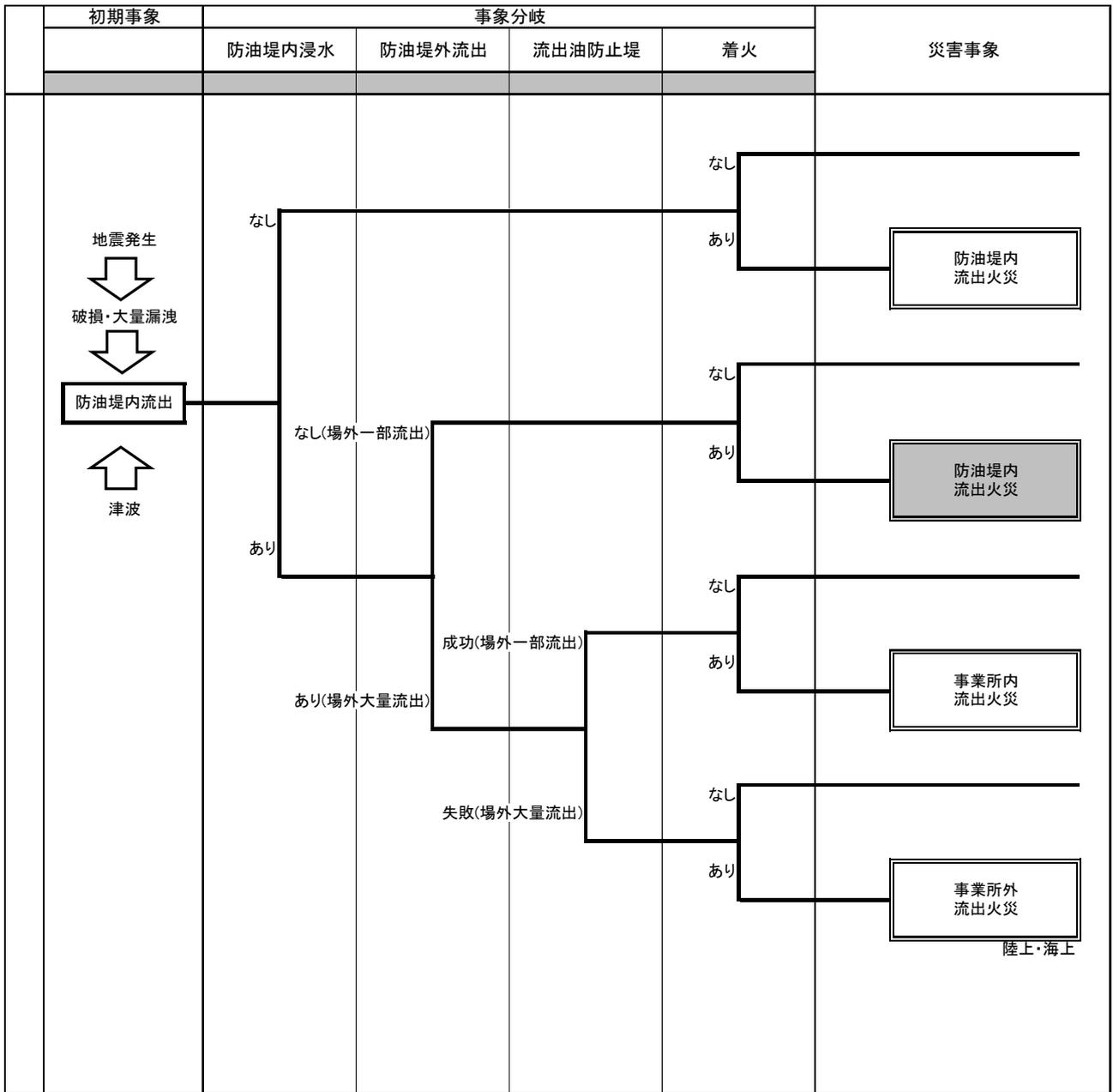


図 7.3 地震による流出後の津波による災害シナリオ

7.1.2 可燃性ガスタンク

可燃性ガスタンクにおける津波による災害シナリオとして、消防庁防災アセスメント指針では初期事象を

- 配管の破損による漏洩
- タンクの移動・転倒

として、下図の災害シナリオを示している。

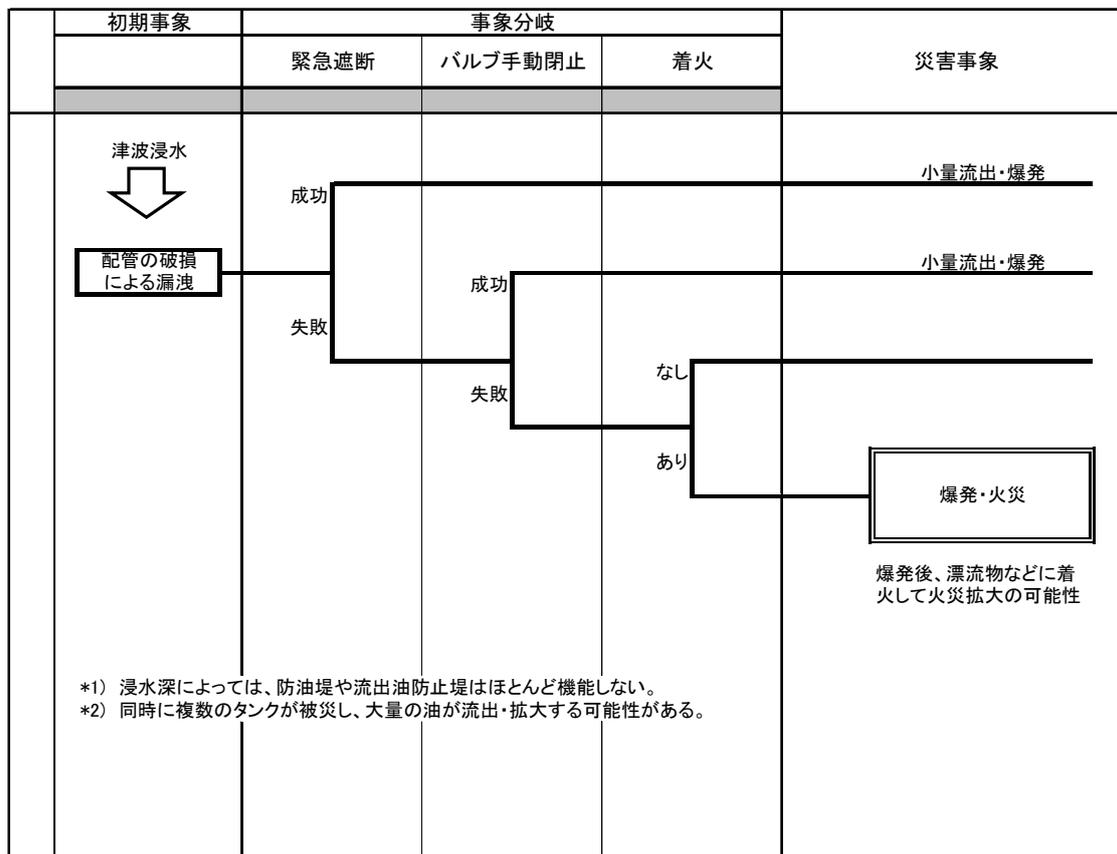


図 7.4 配管の破損による漏洩による災害シナリオ

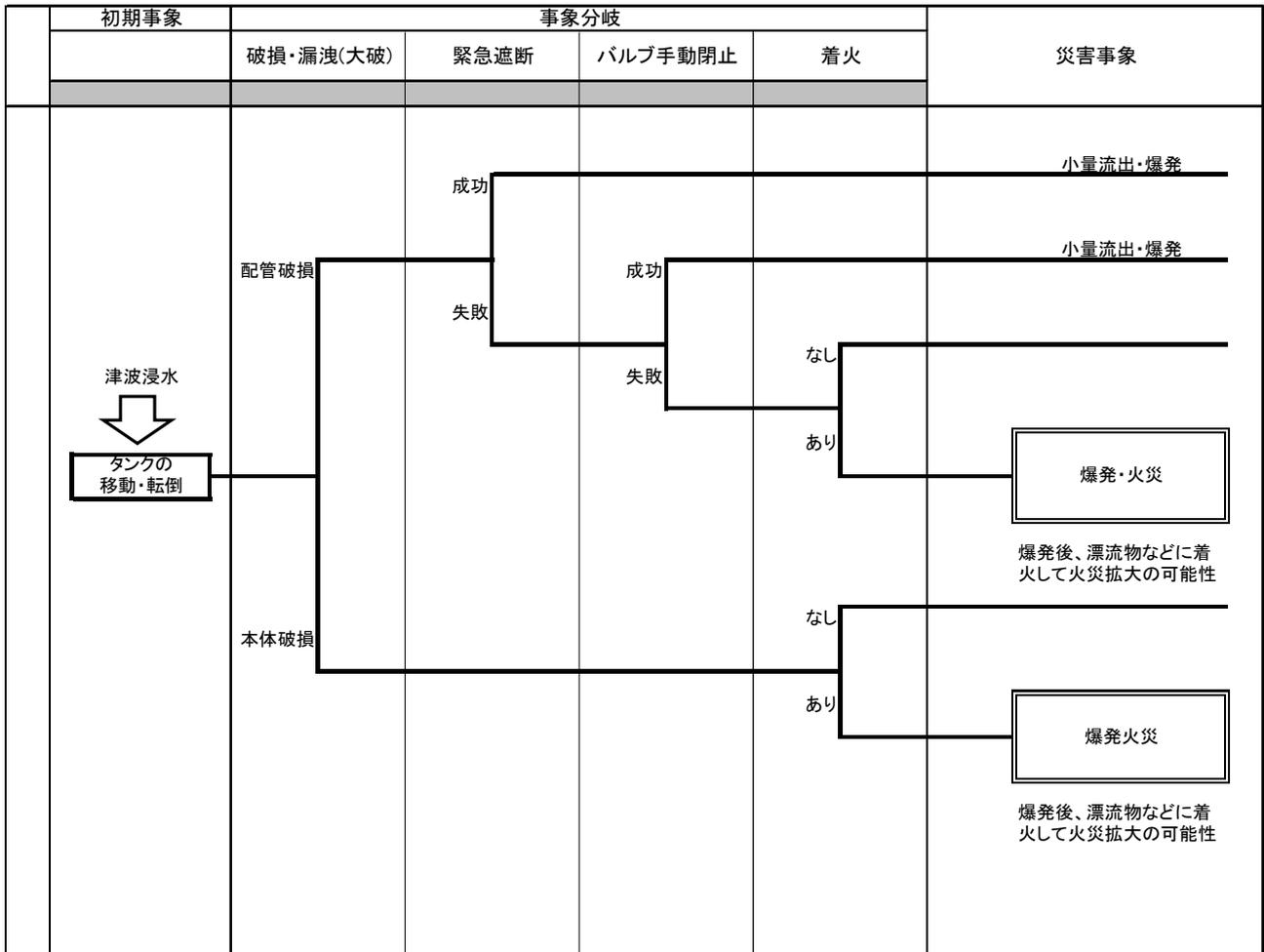


図 7.5 タンクの移動・転倒による災害シナリオ

7.2 浮き上がり、滑動の可能性の検討

7.2.1 算定方法

消防庁は、危険物タンクの浮き上がり、移動、転倒、側板座屈の可能性を判定するための簡易手法を示している。

この中で、タンクの「浮き上がり」と「滑動」については、東日本大震災の被害状況をもとに妥当性の検討を行い、有効との結果が得られたことから、「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツール」として作成、提供している。

本評価では、「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツール」を用いて危険物タンクの「浮き上がり」と「滑動」の可能性を検討し、これをもとに流出量の算定を行う。

本算定では、被災時の貯蔵率を、最大液面高さでの貯蔵率及び下限貯蔵高さでの貯蔵率として、安全率を算定し、「浮き上がり」と「滑動」それぞれに対する安全率を算定し、この値が 1.0 未満になれば「可能性あり」とした。

「浮き上がり」安全率とは、鉛直荷重を津波鉛直力で除した値、「滑動」安全率とは水平抵抗力を津波水平力で除した値である。

7.2.2 津波浸水深

「愛媛県地震被害想定調査」結果の津波の浸水深を用い、シミュレーションを実施した。各地区における、以下、津波の浸水深を示す。

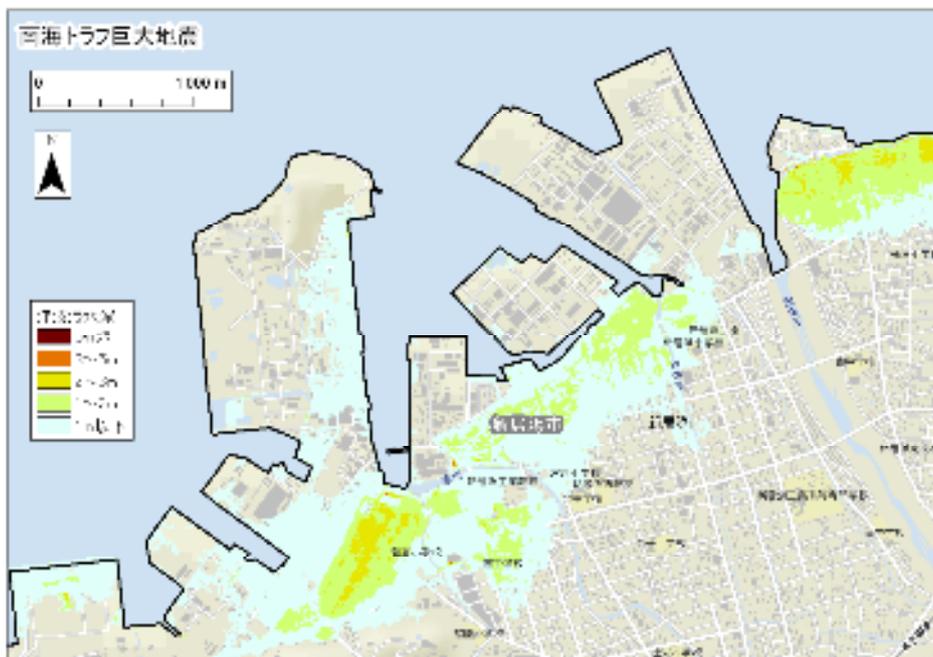


図 7.6 新居浜地区における津波浸水深

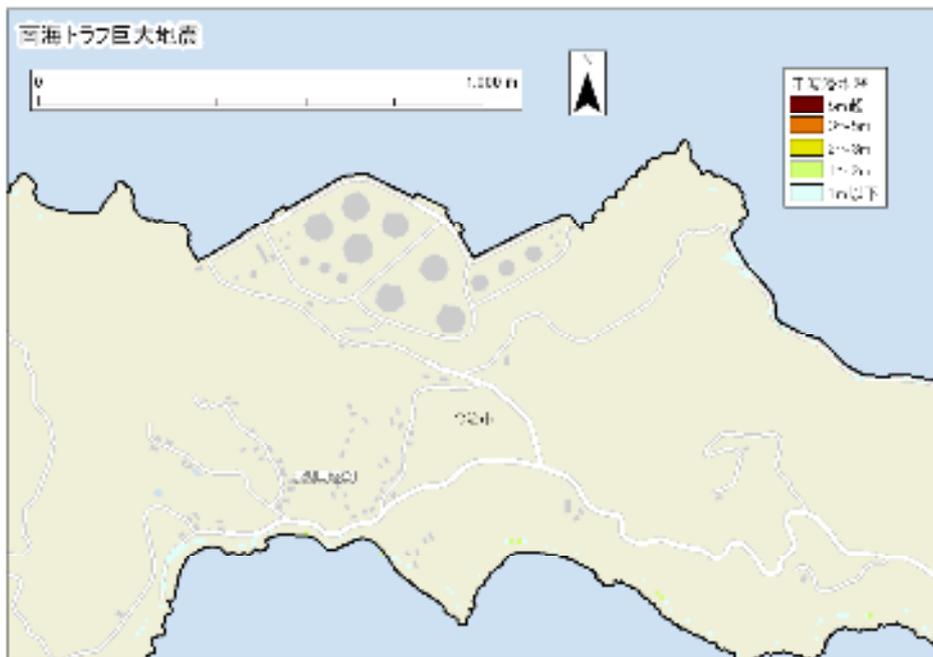


図 7.7 波方地区における津波浸水深

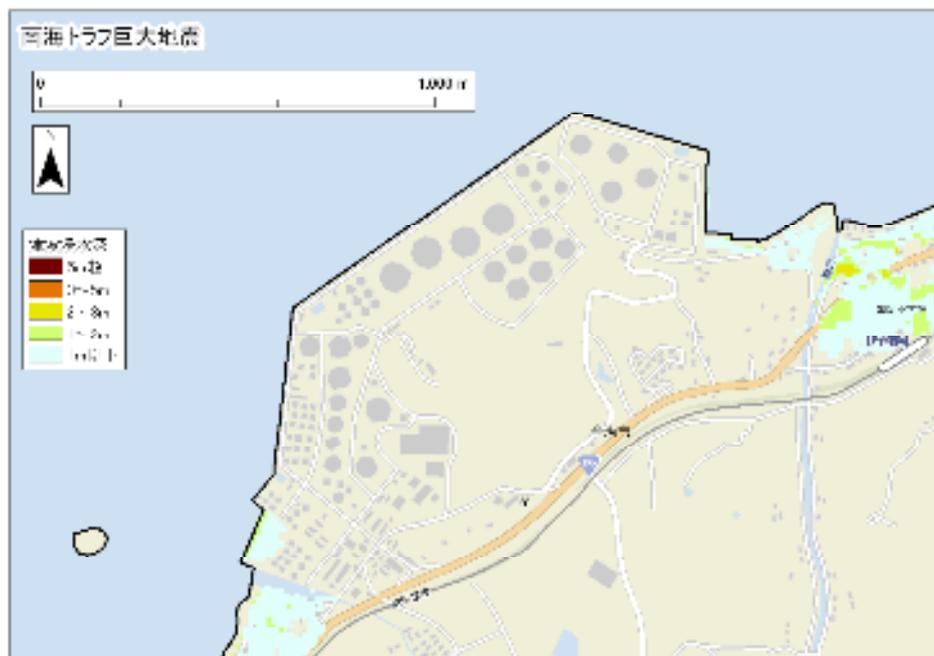


図 7.8 菊間地区における津波浸水深

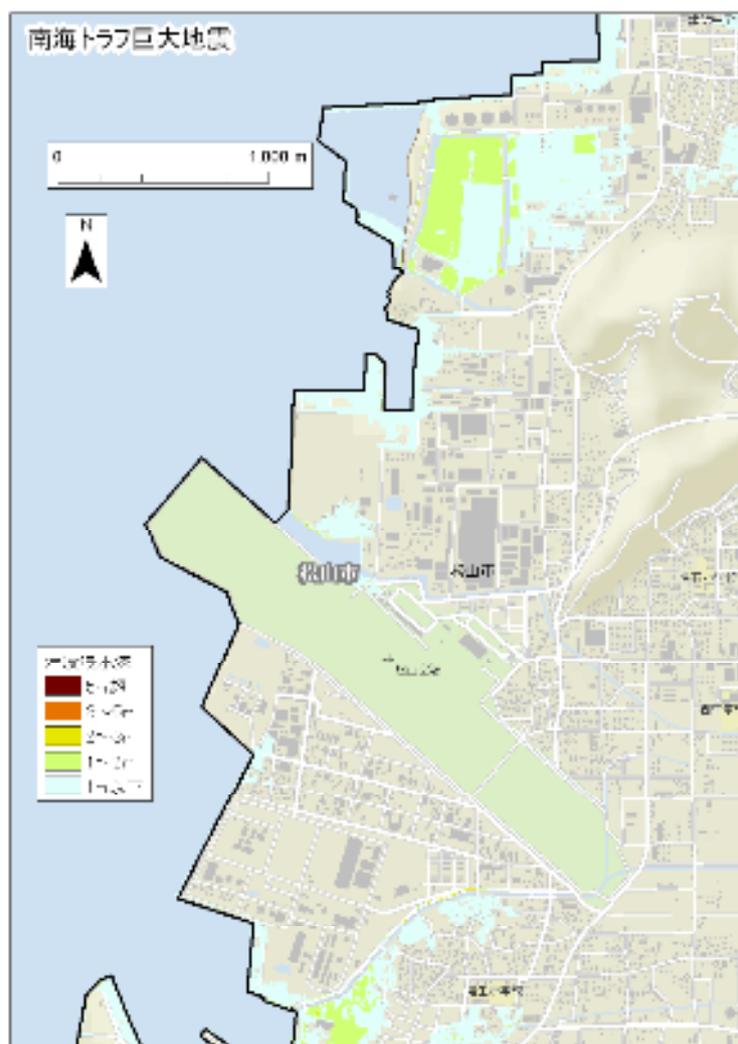


図 7.9 松山地区における津波浸水深

各地区に所在する危険物タンクにおいて津波時に津波浸水区域にあるタンク数、タンク位置での浸水深は次のとおりである。

表 7.1 津波時に浸水する危険物タンク基数及びタンク位置での浸水深

地区	津波時に浸水する危険物タンク基数	タンク位置での浸水深(m)
新居浜地区	17	0～1
波方地区	0	0
菊間地区	0	0
松山地区	70	0～2

また、地区に所在する可燃性ガスタンクの津波時に浸水するタンク数、タンク位置での浸水深は次のとおりである。

表 7.2 津波時に浸水する可燃性ガスタンク数及びタンク位置での浸水深

地区	津波時に浸水する危険物タンク基数	タンク位置での浸水深(m)
新居浜地区	20	0～1
波方地区	0	0
菊間地区	0	0
松山地区	10	0～2

7.2.3 浮き上がり及び滑動の可能性

浮き上がり安全率及び滑動安全率が 1.0 を下回り、浮き上がり及び滑動の可能性のあるタンクの基数を以下に示す。

表 7.3 最大液面高及び下限貯蔵高の浮き上がり及び滑動の可能性のあるタンクの基数

地区名称	浮き上がりの可能性のあるタンク		滑動の可能性のあるタンク	
	最大液面高さでの貯蔵率	下限貯蔵高さでの貯蔵率	最大液面高さでの貯蔵率	下限貯蔵高さでの貯蔵率
新居浜地区	0	0	0	0
波方地区	(浸水なし)		(浸水なし)	
菊間地区	(浸水なし)		(浸水なし)	
松山地区	0	0	0	4
総計	0	0	0	4

7.3 危険物タンクの災害想定

7.3.1 配管の破損による漏洩による災害

新居浜地区、松山地区の浸水範囲にある危険物タンクでは、漂流物（船舶、流木、コンテナ、車両等）の衝突により、配管が損傷する可能性はあるが、緊急遮断弁、バルブ手動閉止により、災害は小量流出・火災にとどまるものと考えられる。

7.3.2 タンクの浮き上がり・滑動による災害

新居浜地区では、すべてのタンクについて、「浮き上がり安全率」及び「滑動安全率」が 1.0 を超えており、津波によるタンクの「浮き上がり」「滑動」の可能性はないと考えられる。

松山地区では、4 基のタンクで、下限貯蔵高さにおいて「浮き上がり安全率」及び「滑動安全率」が 1.0 を下回り、「浮き上がり」「滑動」の可能性を有し、防油堤内流出でとどまるものの、流出量は 3,230kℓとなる。

4 基のタンクの内、引火点の低い第 1 石油類を貯蔵するタンクは 1 基で、着火した場合の放射熱影響距離は 263 (m) である。

影響距離を定める基準については、露出人体に対する危険範囲として、1 分間以内で痛みを感じる強度 2.3 (kW/m³) を用いた。

下表に地区別のタンクの移動・滑動により防油堤内流出火災に至るタンク基数及び放射熱影響距離を示す。

表 7.4 タンクの浮き上がり・滑動により防油堤内流出火災に至る危険物タンク基数及び放射熱影響距離

	危険物タンク基数	影響距離 (m)
新居浜地区	—	—
波方地区	—	—
菊間地区	—	—
松山地区	1	260

7.3.3 地震による流出後の津波による災害

津波が想定される地震により、石油タンクで流出や火災が発生した場合には、その後の津波により陸上あるいは海上で拡大する可能性がある。

新居浜地区の浸水範囲では、津波浸水深が 1.0m 程度であり、防油堤外へ流出する可能性は低いと考えられる。

松山地区の津波浸水深が 2.0m の浸水範囲では、流出油が海水とともに防油堤外へ流出する可能性があるが、流出油防止堤が設置されており、事業所内流出火災へ進展する可能性は低いと考えられる。

7.4 可燃性ガスタンクの災害想定

高圧ガス施設が津波の波力、浮力や漂流物により受ける影響評価については、現在検討が行われているところであり、平成 26 年度までに評価方法の策定が予定されている。

本評価では、消防庁防災アセスメント指針に記載されている、東日本大震災での被災状況を踏まえ、可燃性ガスタンクの災害想定を行う。

7.4.1 配管の破損による漏洩による災害

消防庁防災アセスメント指針では、配管の破損による漏洩による災害緊急遮断設備、計装設備等の破損・不具合といった、これらの設備が動作しなくなることにより適切な保安措置ができなくなり、大量の高圧ガスが漏洩するなどが想定される事象は、浸水深 1m未満でも発生する、としている。

上記を踏まえ、新居浜地区及び松山地区の浸水範囲にある可燃性ガスタンクでは、配管の破損による漏洩により小量流出・爆発が想定される。

影響距離を定める基準については、安全限界(家の天井の一部が破損:窓ガラスの 10%が破壊される) 2.1 (kPa) を用いた。

下表に地区別の量流出・爆発に至る可燃性ガスタンク基数及び爆風圧影響距離を示す。

表 7.5 小量流出・爆発に至る可燃性ガスタンク基数及び爆風圧影響距離

	基数	影響距離 (m)
新居浜地区	20	30~60
波方地区	0	—
菊間地区	0	—
松山地区	10	50~90

7.4.2 タンクの浮き上がり・滑動による災害

消防庁防災アセスメント指針では、東日本大震災において、高圧ガスの大量漏洩など、想定される被害が極めて大きい貯槽塔の倒壊・転倒は、浸水深 3m以上の事業所で発生している、としている。

また、高圧ガス設備の流出は浸水深 3m以上、高圧ガスローリーの流出は浸水深 2m以上、高圧ガス容器の流出は浸水深 1 m以上の事業所で発生している。

浸水深が 1~2mの可燃性ガスタンクは、松山地区で 5 基所在するが、液化ガスであり、大量に漏れたとしても海水からの入熱により短時間で気化し、着火を免れれば大気中に拡散・消滅するため、大規模な火災爆発には至らないものと考えられる。