

## 茨城県沿岸市町村における津波死亡リスクの定量的評価

茨城大学 学生会員 ○釜屋秀光

茨城大学 正会員 信岡尚道

## 1. 背景と目的

東北地方太平洋沖地震の被害を受けて、中央防災会議<sup>1)</sup>は発生頻度に応じて津波を防護レベル(L1)と減災レベル(L2)に分類して対策を行い、人命防護を最優先とすることを基本的な考え方として提言した。しかし、津波対策の1つであるハザードマップは既往最大の1シナリオを示すため「想定外」に対応できず、防災・減災施策は重要施設の有無、過去の被災事例、今後の津波発生確率に基づいて実施されるが、どこまで被害を低減させるかを決定しない状況では非効率であり、過去の被災事例を基準とする場合では想定外を引き起こす可能性がある。したがって、高頻度から極低頻度までの幅広い規模の津波を想定し、現状での津波に対する脆弱性の評価を行うとともに客観的指標かつ被害低減目標となる生存確率を設定することで、施策実施優先箇所の把握を行った。

## 2. 津波数値計算条件

本研究では、発生確率に応じた複数の規模の津波を対象とするとともに、津波波源位置によって津波到達時間や浸水深等の性質が異なることを踏まえ、複数の波源位置での津波発生パターンを考慮する。解析対象とした波源については、原子力土木委員会<sup>2)</sup>の設定に基づき、「福島県沖」、「茨城県沖」、「房総沖」、「JTT(三陸沖北部から房総沖の海溝沿い)」、「東北地方太平洋沖型」の5パターンを設定した。尾上(2017)<sup>3)</sup>のロジックツリー手法によって作成した津波ハザード曲線から得た年超過確率と津波高の関係に基づき、すべり量を調整し津波数値計算を行うことで、再現期間に対応した津波の面的出力を行った。津波数値計算には後藤・小川<sup>4)</sup>の津波数値計算プログラムを用いた。再現期間はL1津波、L2津波、超過外力を包括するように100年、200年、500年、1000年、2000年、5000年、10000年の7パターンを設定した。堤防は地震によって機能しなくなると仮定するため、堤防の存在は考慮しない。

## 3. 人的被害量想定手法

人的被害想定手法としては、中央防災会議の南海トラフ巨大地震での被害想定手法<sup>5)</sup>を基本とした。浸水深が0.3m以上のメッシュの滞留人口<sup>6)</sup>を津波影響人口として、①5分後に避難を行った場合と②避難を行わない場合の死者数の算出を行い、死者数と発生確率の積で表されるリスクを期待値として算出した値を、津波死亡リスクとして定義した。リスク算出式を以下に示し、避難行動の設定は表1に示す。期待値の算出手法については治水事業マニュアル<sup>7)</sup>を参考とした。

$$D_i = J_i \times \text{浸水深に応じた死亡率(\%)} \quad (1)$$

$$R_i = P_i \times D_i \quad (2)$$

$$R_{ALL} = \int R_i = \int (D_i \times P_i) \quad (3)$$

ここで、 $J_i$ :再現期間*i*年津波による影響人口、 $D_i$ :再現期間*i*年津波による死亡人口、 $R_i$ :再現期間*i*年津波によるリスク、 $P_i$ :再現期間*i*年津波の発生確率、 $R_{ALL}$ :全再現期間津波によるリスクである。

表1 避難行動の設定

|      |                                |
|------|--------------------------------|
| 移動速度 | 2.65km/h (東日本大震災実績)            |
| 避難経路 | 最短経路                           |
| 避難場所 | 指定緊急避難場所(国土地理院 H29.2)          |
| 空間情報 | メッシュ型                          |
| 死亡判定 | 周囲のメッシュに浸水深が存在する場合、移動できず死亡とする。 |
| 津波情報 | 1分毎の浸水深データ、最高浸水深               |

## 4. 津波リスク算出結果

図1に茨城県沿岸市町村における津波死亡リスクを示す。ここで、茨城県沿岸をAB(南部)~J(北部)の9箇所に区分し、各波源によるリスクを合算したものを示す。避難なしの場合に着目すると、図1より北部においては他地域に比べるとリスクは小さくなる。これはリスクの大小を左右する再現期間100年の津波において全波源で浸水がほとんど生じないことや高頻度にお

いても高い津波高を発生させる JTT 波源による浸水は受けるものの人口が集中する地域までは及ばないことが理由だと考えられる。また、中部・南部に比べると大規模な河川に挟まれた領域が少ないことから極低頻度津波でないと内陸への浸水が生じにくいことも理由だと考えられる。一方、南部から中部にかけては高リスクである。特に中部の F 領域は、津波浸水を受ける人口が多く、高頻度の津波での人的被害が生じるため、他領域よりも約 2 倍のリスクが生じる。これは F 領域の一部(図 2)が元々河川であった中洲であることから低地となっていることや漁港周辺であるため津波による影響を受けやすいことが考えられる。また、河川が存在することによる内陸部への浸水も高リスクへの影響があると考えられる。南部においては、中部に比べるとリスク値は小さいものの低地が多いため津波に曝される領域は非常に広範囲に及ぶ結果となり、利根川・埴頭と太平洋に挟まれることから避難行動を行う際にも津波に巻き込まれる可能性が高いことが考えられる。

次に避難ありの場合に着目すると、中部においては極端な高リスクが存在する地域であるが、避難行動によって津波死亡リスクを約 1/100 に低減できる。一方、南部においては海と河川に挟まれるという条件から内陸部への避難は難しく、地域内での避難となることから、AB 領域、C 領域はリスクが高くなり、現状の対策のみでは約 1/5 しか低減できずリスクが多く残存する結果となった。そのため、津波避難ビル等が非常に重要であるとともに粘り強い堤防等による避難時間の確保も必要だと考えられる。北部においては、立地条件や避難行動によってリスクが非常に小さくなるだけでなく、津波避難ビルの指定も行われていることから津波に対する防災力が強いことが把握できた。

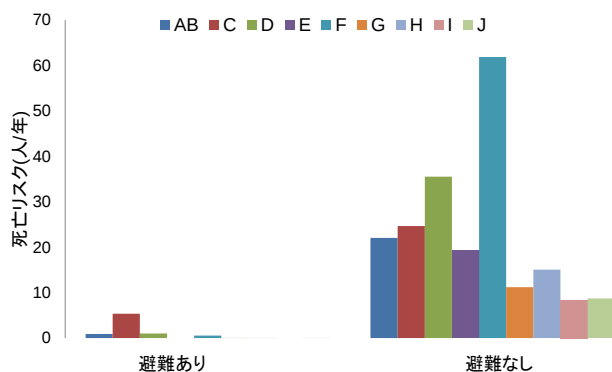


図 1 茨城県沿岸市町村における津波死亡リスク

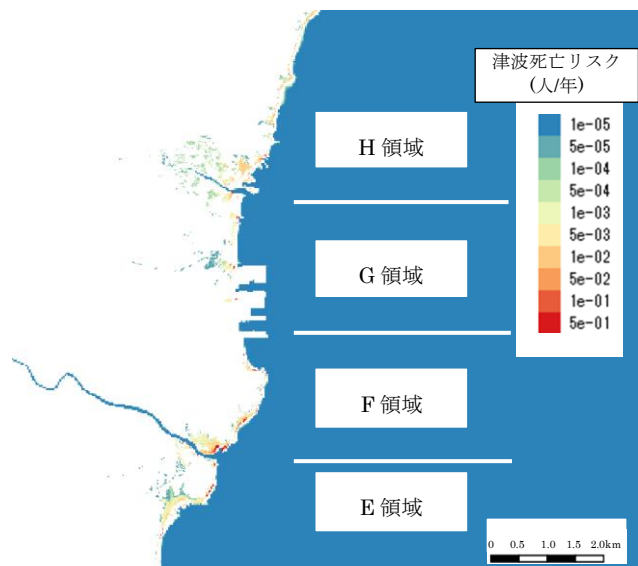


図 2 茨城県沿岸市町村におけるリスク (E～H 領域)

## 5. まとめ

複数の発生確率と波源位置の違いによる津波を考慮することによって様々な挙動の津波を考慮した死亡リスクの定量的評価を行った。その結果、沿岸域に位置する市町村同士でも標高や津波の挙動の違いによってリスクに差がみられることが把握できた。本報告で算出した結果は不確実性を有するものであり、必ずしも同様のリスクが存在するとは限らないが、ハザードマップ等での津波浸水域とともにどのくらい津波の危険性に曝されているかを把握することで、発災時に迅速な対応を取ることや防災対策を行う箇所の検討に役立つことが考えられる。今後の課題としては、堤防の存在によってもリスクが減少することが考えられるため、堤防を考慮した計算を行う必要がある。

## 6. 参考文献

- 1)中央防災会議(2011): 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告 <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/>
- 2)原子力土木委員会(2011): 確率論的津波ハザード解析の方法 [http://committees.jsce.or.jp/ceofnp/system/files/PTHA20112011\\_0.pdf](http://committees.jsce.or.jp/ceofnp/system/files/PTHA20112011_0.pdf)
- 3)尾上義行(2017): 高頻度から極低頻度までの広域的な津波評価におけるロジックツリー手法の適用可能性, 茨城大学修士学位論文
- 4)後藤智明・小川由信(1982): Leap-frog 法を用いた津波の数値計算法
- 5)中央防災会議(2012): 南海トラフ巨大地震対策協議会 <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/index.html>
- 6)茨城県土木部河川課(2007): 茨城県人口分布データ
- 7)国土交通省河川局(2005): 治水経済調査マニュアル(案)[http://www.mlit.go.jp/river/basic\\_info/seisaku\\_hyouka/gaiyou/hyouka/h1704/chisui.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h1704/chisui.pdf)