

各地域の津波波形に着目したグローバル津波ハザード評価

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○大竹 拓郎  
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 Suppasri Anawat  
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 今村 文彦

1. 序論

「仙台防災枠組み」や「世界津波の日」などの取り組みでは、被害軽減に向けて、人々が津波のリスクを理解することの重要性が取り上げられている。また、津波は海域を伝播し、複数の国に到達する可能性があり、Løvholt ら<sup>1)</sup>や大竹ら<sup>2)</sup>によれば、津波のリスクを理解するためには、地域を限定した評価だけではなく、広域なスケールで、その危険性を評価する必要がある。このような背景から、例えば Løvholt ら<sup>3)</sup>は、地球全域を対象とし各国の津波リスクの評価・比較を行った。また Davies<sup>4)</sup>らは、地球全域で、確率論的に津波ハザードを評価する手法を提案している。これらの既往研究は、津波の水位のみに着目しており、津波の到達時間にも焦点を当てた、近地津波と遠地津波を切り分けたハザード評価や、津波対策を考慮したリスク評価は行っていない。よって本研究では、各地域の津波波形に着目し、津波の水位変化と到達時間の両方を考慮したハザード評価を行い、各地域に対して適切だと考えられる津波対策を明らかにすることを目的とする。

2. 手法

(1) 対象地震の選定

本研究では、津波の発生要因として最も代表的な地震を対象として津波数値解析を行った。大竹らの手順を踏襲して、アメリカ海洋大気庁（NOAA）の津波データベースから、地球全域において過去 400 年間に津波を発生させたマグニチュード 7.5 以上の地震を全 103 イベント選定し、その分布を図-1 に示した。図-1 では、マグニチュードを円の大きさと表し、高精度な地震の観測記録が残る 1970 年以後とそれ以前で色を区別して、過去の地震を示した。

(2) 数値解析手法

本研究では、地球全域で津波数値解析を実施するため、球面座標系における線形長波方程式を支配方程式として数値解析を実施した。水深のデータは大

表-1 地域区分と選定した観測点

No.	地域	所属する海域	観測点	緯度	経度
1	オーストラリア・オセアニア	太平洋	Australia	-34.5	151.1
2	東南アジア・オセアニア	太平洋	Papua New Guinea	-1.8	147.4
3	日本・千島列島	太平洋	Japan	32.5	133.0
4	ハワイ・グアム	太平洋	USA(Hawaii)	20.0	-156.3
5	北米西海岸	太平洋	USA(Los Angeles)	33.5	-118.1
6	中米西海岸	太平洋	Mexico	20.7	-105.7
7	南米西海岸	太平洋	Chile	-30.0	-71.5
8	北米東海岸	大西洋	USA(New York)	41.0	-71.7
9	カリブ海1	大西洋	France(Guadeloupe)	16.3	-61.1
10	カリブ海2	カリブ海	Haiti	18.0	-72.5
11	南米東海岸	大西洋	Brasil	-23.0	-41.8
12	アフリカ西海岸	大西洋	Senegal	14.4	-17.4
13	ヨーロッパ1	大西洋	Portugal	38.4	-9.4
14	ヨーロッパ2	地中海	Italy	38.7	17.0
15	アフリカ東海岸	インド洋	Madagascar	-18.2	49.6
16	南アジア	インド洋	India	15.4	73.6
17	東南アジア	インド洋	Malaysia	6.3	99.6

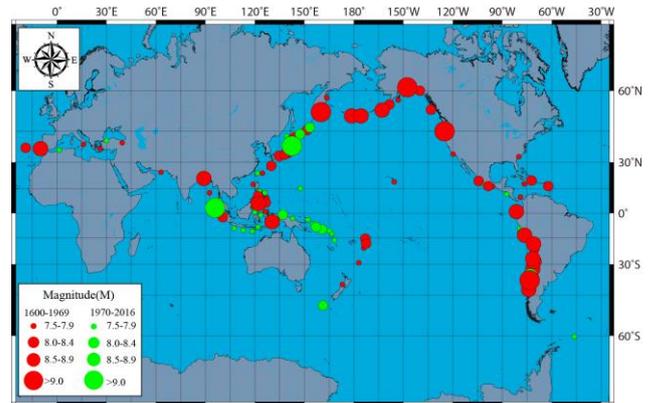


図-1 選定 103 地震の分布

洋水深総図（GEBCO）が配布する 30 秒格子のデータを補間して作成した。空間格子間隔を 5 分、時間格子間隔を 10 秒に設定し、再現時間を 24 時間とした。

(3) 地域区分と水位時系列変化の取得点

世界各地域それぞれの津波ハザードの特徴を整理するために、アメリカ海洋大気庁のデータベースの地域区分を参考に、沿岸部が面している海洋ごとに地域分けを行った。また津波数値解析の際に、各地域に、津波の水位時系列変化を取得する点（以下、観測点と記述）を設定した。観測点は政府間海洋学委員会（IOC）の検潮所の位置を基に、元の位置から沖側に 2 格子分移動させた点に配置した。地域区分と各地域が接する海洋、観測点を設定した地域名をまとめ、表-1 に示した。

### 3. 結果

選定した全 103 地震について、津波数値解析を実施し、各観測点での津波の水位時系列変化に着目し、各地域において、津波の波高と到達時間の両方を比較した。その結果、津波の最高水位と最短到達時間を記録したイベントが同一な地域と、それらを記録したイベントが異なる地域の 2 つに分類できることが分かった。ここで、表-1 で示した観測点の位置を、図-2 に示したが、赤字で示された観測点が前者、黒字で示された観測点が後者に該当する。

津波の最高水位と最短到達時間が同一イベントとなった地域として、チリの例を図-3 に示した。最短時間で到達し最高水位を記録したイベントを赤色、その他 102 イベントを灰色で示した。チリでは 1922 年チリ津波が最短時間で最高水位を記録しているが、その他にも複数の近地津波が来襲していた。また、津波の最高水位と最短到達時間が異なるイベントとなった地域として、オーストラリアの例を図-4 に示した。津波が最短時間で到達したイベントを青色、最高水位を記録したイベントを緑色、その他 101 イベントを灰色で示した。オーストラリアでは、地域内で発生した 2004 年 Macquarie 島沖の津波が最短時間で来襲し、1868 年ペルー津波により最高水位が記録された。

### 4. 議論

図-3 で示されたように、津波の最高水位と最短到達時間が同一イベントであった地域は、限られた時間で安全な場所へ避難する必要があるため、避難中心の対策が有効であると考えられる。一方、図-4 で示されたように、津波の最高水位と最短到達時間が異なるイベントであった地域は、最短で到達する津波に対しては、ある閾値以下のハザードを持つ津波に対する遅延効果や漂流物の阻止が期待できる海岸林を用いた対策が有効だと考えられる。また、到達時間が遅く最高水位となった津波は遠地津波であるので、津波警報システムを用いることで、人的被害軽減につながると考えられる。

### 5. 結論

過去に発生した代表的な 103 地震を基に、津波数値解析を実施し、17 つに分類した世界各地域における過去の津波ハザードの特徴を、水位時系列変化に着目し整理した。その結果、津波の最高水位と最短



図-2 観測点の位置

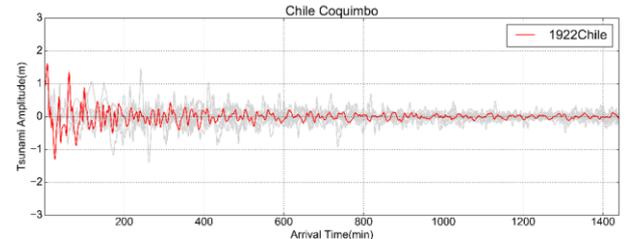


図-3 水位の時系列変化（チリの例）

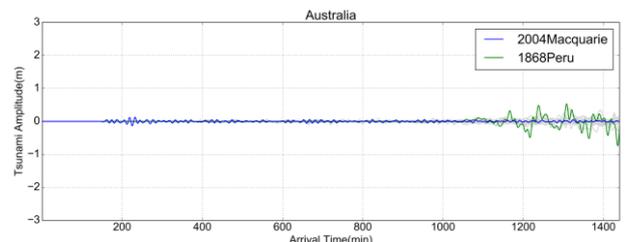


図-4 水位の時系列変化（オーストラリアの例）

到達時間が同一イベントとなった地域は避難中心の津波対策、それらが異なるイベントとなった地域は海岸林や警報システムを用いた津波対策が有効である可能性が示唆された。今後は、各地域におけるハザードの代表値決定方法の改善、各地域の津波対策の現状整理を行い、津波ハザード評価の高精度化を図る必要がある。

### 参考文献

- 1) Løvholt, F., Glimsdal, S., Harbitz, C. B., Zamora, N., Nadim, F., Peduzzi, P., Dao, H., Smebye, H.: Tsunami hazard and exposure on the global scale, *Earth-Science Reviews*, 110(1), pp.58-73, 2012.
- 2) 大竹侘郎・Anawat Suppasi・Pannon Latcharot・今村文彦, 最新400年間の地震記録に基づく過去と将来のグローバル津波ハザード評価, 土木学会論文集B2 (海岸工学), Vol.64, pp.1609-1614, 2017.
- 3) Løvholt, F., Griffin, J., Salgado-Galvez, M. A.: Tsunami Hazard Assessment on the Global Scale, *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, pp.406-418, 2015.
- 4) Davies, G., XGriffin, J., Løvholt, F., Griffin, J., Glimsdal, S., Harbitz, C., Thio, H. K., Lorito, S., Basil, R., Selba, J., Geist, E., Baptista, M. A.: A global probabilistic tsunami hazard assessment from earthquake sources, Downloaded from <http://sp.lyellcollection.org/>, 2017.