

1960 年に発生したチリ地震による遠地津波について

1244216T 小谷 瑛千花

担当教員：内山 雄介

1. 研究背景と目的

2010 年に発生したチリ地震による津波は、太平洋を渡り地球の裏側である日本にまで到達した。日本では地震発生直後に約 22 時間後に津波の恐れがあると、警報が発令された。また、それから約 1 年後に発生した東日本大震災による津波で、世界中が津波の威力の大きさを痛感することになり、それ以降日本をはじめ、世界各地では TSUNAMI とその防災に注目している。

本研究では、自国やその周辺で発生した津波ではなく、遠地で発生した地震による津波がどのように伝達・進行され、地形や位置にどのように関係して津波が発生するのかを把握するため、遠地津波で過去最も大きな被害が観測されたと言われている、1960 年に発生したチリ地震による津波について、津波の再解析を行い、実際の被害と比べ、特徴的な津波の伝播や大きさを報告する。

2. 方法

ROMS を用いて、1960 年にチリ地震が発生した、チリ沿岸（東経 37～48 度）あたりを 1300km に渡り水面が上昇したとして、それによって生じた自由波を 5500 分(約 3.8 日)間拡散させて津波を推定する。Case A では初期水位変化量を一律 10m とし、Case B では、内閣府(2010)⁽¹⁾の初期水位変化量(図-1)を用いてつけることで、実際の津波の発生のメカニズムに近付けて計算を実施した。地震発生前は水深 0m であるとした。

3. 結果

図-2 は地震発生による震源地の水位の上昇により発生すると想定される津波と各地点での津波の波高の最大値である。これより、Case B(図-2-2)は Case A(図-2-1)に比べ、全体的に小さい値になった。また、図-3 は Case A での最大波高の到達した時間を表しており、表-1 は実際に報告されている津波の到達時間と本研究で求めた Case A での各観測地に第一波が到達した時間を比べたものである。Hilo(Hawaii)と三陸町(Japan)

は実際の到達時間とモデルによる計算の到達時間は近い値であるが、それらから北東に、また南西にいけばいくほど、到達時間の 2 つの値に差が生じることがわかる。

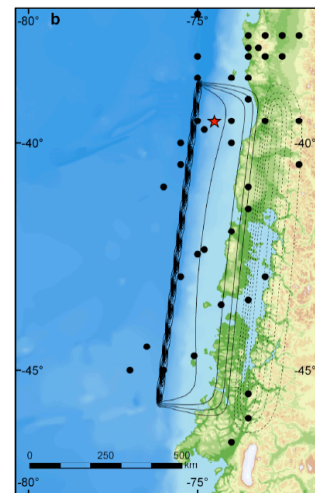


図-1⁽¹⁾ 1960 年チリ地震津波の前震・本震・余震の震央分布と本震による地盤変動

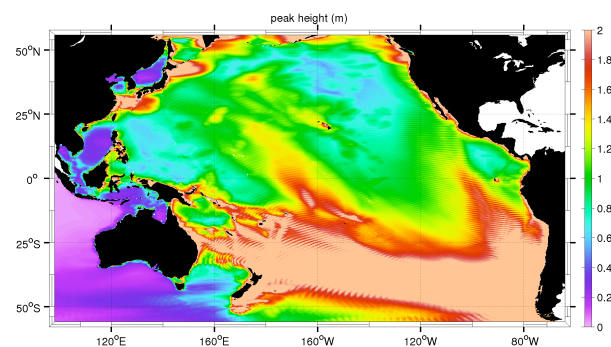


図-2-1 Case A の津波の波高の最大値

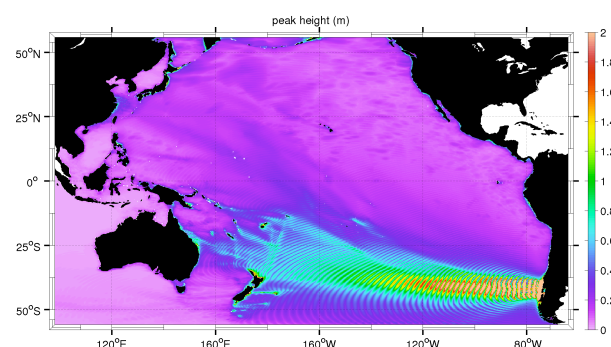


図-2-2 Case B の津波の波高の最大値

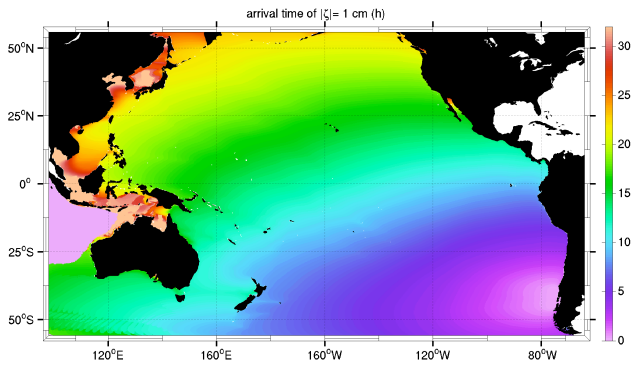


図-3 Case A 最大波高の到達時間

表-1 実際の到達時間と計算結果の比較

観測地	実際の到達時間 ⁽⁴⁾	計算の到達時間
Hilo (Hawaii/USA)	14h47m	15h
Lyttelton (New Zealand)	13h01m	9h30m
Wellington (New Zealand)	12h34m	9h30m
Guam(USA)	21h29m	17h5m
SunFrancisco(USA)	15h02m	18h
三陸町(Japan)	22h30m	22h

4. 考察

表-2 は本研究において実施した計算 Case A と Case B、また実際に観測された津波被害を比較した結果である。まず、このチリ地震の遠地津波で非常に被害の大きかったとされる Hilo (Hawaii)では Case A,B での両波高は実際に観測された波高より小さい値となった。また、Lyttelton (New Zealand) は実際に到達したよりも大きい波高を持つ津波が到達するという結果になり、実際の津波の伝播とその経路、津波の到達時間は、本研究のモデルによる計算の結果とは異なることがわかる。これらの原因として考えられることは、今回のモデルの計算により求めた津波の伝播経路は、実際のチリ地震による津波よりも南西にずれていたと考えられる。図-4 は米国 NOAA による、「1960 年のチリ地震より発生した津波の到達時間」⁽²⁾を示している。図-3 と図-4 を比較すると、図-3 の本研究のモデルによる計算の到達時間の方が、東に長い波紋であり、図-4 の方が南に長い波紋であることが分かる。このように、津波の伝播経路が南西にずれた原因は、モデルの計算に用いた初期水位変化量の位置、方向がふさわしくなかったからだと考える。図-1 を参考に初期水位変化量を与えたものの、図-1 中の地盤変動が最も強く現れている

黒波線が、モデルによる計算では南西に傾いていたとすれば、それにより発生した津波は、チリの岸に反射し上記で述べたように、太平洋に到達する津波の伝播経路は実際に発生した津波の伝播経路よりも南西にずれるであろうと考えられる。また、初期水位量に傾斜をつけることで、三陸町(Japan)では Case A と Case B で求めた波高が大きく異なった(図-5-1, 5-2)。つまり、初期水位量の傾斜の方向や傾斜量が津波の伝播の方向に影響すると考えられる。よって、モデルによる計算が実際の津波の伝播と異なった原因のひとつとも考えられる。その他の原因として、前震・余震の影響もあると推測される。1960 年のチリ地震は非常に大きな地震であったため、前震・余震共に、M7 以上であったとされている。その時点で自由波が発生していたとすれば、それらの波と本震で生じた津波が影響しあい、大きな津波を生じさせたり、互いに打ち消しあったりすることで、本研究の計算結果とは違う津波の波高になると考えられる。

また、地域の地形から見られる津波の特徴として、図-6-1 は case A のむつ市(Japan)での津波の水位の時間変化と津波のスペクトルである。むつ市に到達すると想定される津波は周期 1.0h~2.0h の規則的な波形を示しており、第一波よりもそれから 7 時間以上経過してから到達する波の方が大きな波高を持つ。図-6-2 より周期の小さい津波が大きいエネルギーをもっていることが分かり、最もエネルギーの大きな波は約 0.8(1/h)で約 1.25h の周期と推測できる。これは、図-6-3 で分かるように、むつ市は青森県の陸奥湾に面しており、チリ地震により発生したいくつもの津波が反射し、互いに影響し大きな津波になったと考えられる。例えば、観測地であるむつ市から対岸までの陸奥湾の距離は約 40km、また陸奥湾の平均水深を約 40m とすると、波速 $c=\sqrt{gh}=\sqrt{(10*40)=20(m/s)}$ となり、陸奥湾でのセイシュを考えると、モード m のとき、 $(2/m)*(L/c)$ より、m=1 で、 $(40*10^3)(秒)\div 1.2h$ となるので、モード 1 でセイシュが発生していたと推測できる。同様に、Wellington 湾(図-7-3)に位置する Wellington(New Zealand)では震源地から近いため、図-7-1 より第一波の波高が最大であるものの、周期 5.0h~6.0h の波形を示しており、図-7-2 でのスペクトルでは、最もエネルギーを持っている波は約 0.2(1/h)で約 5.0h の周期を持っていると推測でき、図-7-1 と合致する。しかし、

Wellington も内湾に接しているものの内湾の特徴がむつ市のように表れにくかった理由として、解像度の問題が挙げられる。今回は格子サイズを一辺 10.5km~18.9km として計算した。そのため、距離が 40km の陸奥湾はこの格子サイズで表現できたものの、Wellington 湾は距離が約 13km ほどであるため、うまく表現できなかったため、内湾の特徴が表れにくかったと考えられる。

表-2 津波の最大波高の大きさ

観測地	実際の波高 ⁽⁴⁾	Case A	Case B
Hilo(Hawaii)	10.7m	1.3m	0.2m
Lyttelton (New Zealand)	0.4m	13m	3.4m
三陸町(Japan)	6.4m	3.8m	0.7m
Wellington (New Zealand)	0.9m	4.2m	1.0m
むつ市(Japan)	1.8m	2.8m	0.5m

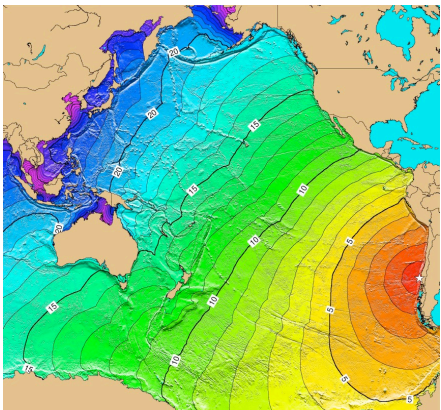


図-4⁽²⁾ 1960 年チリ地震による津波の到達時間

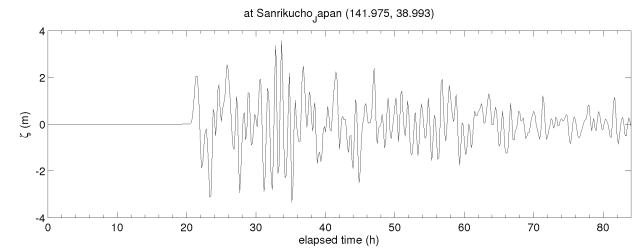


図-5-1 Case A 三陸町(Japan)水位変化

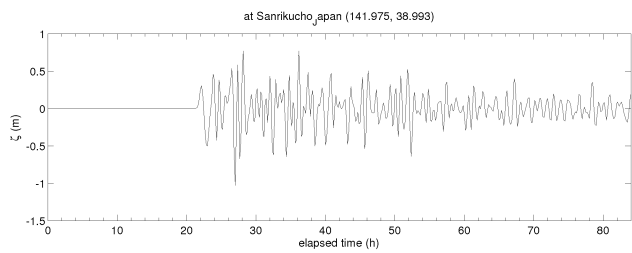


図-5-2 Case B 三陸町(Japan)水位変化

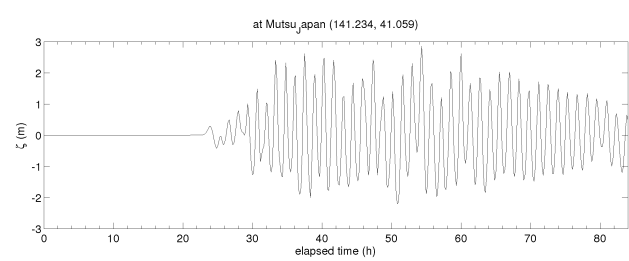


図-6-1 Case A 水位変化 むつ市(Japan)

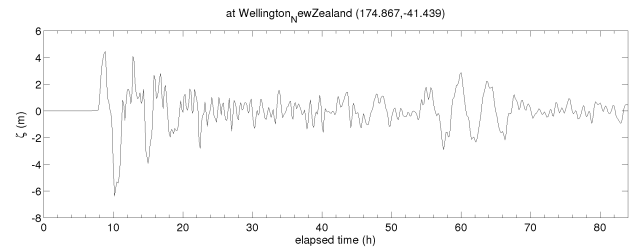


図-7-1 Case A 水位変化 Wellington(New Zealand)

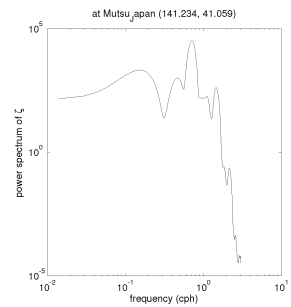


図-6-2

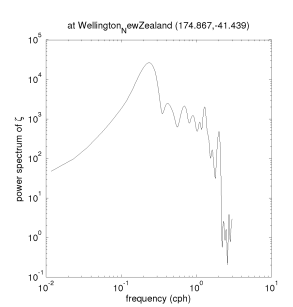


図-7-2

むつ市(Japan) Wellington(New Zealand)



図-6-3 むつ市・陸奥湾の地図



図-7-3 Wellington Wellington 湾の地図

5.まとめ

1960年に発生したチリ地震による津波の遠地津波を調査したところ、想定した初期水位変化量とその位置で求められた結果は、実際の被害とは異なることが判明した。しかし、地域ごとの地形から、津波の波高回数や大きさなど特徴が見て取ることができた。津波の防災方法に注意し、防波堤や住民の避難方法の想定を、地域ごとの津波の特徴に注目しながら、あらかじめ徹底しておく必要があると考える。特に遠地の国で生じた地震の情報は、注意が薄れるため、外洋沿岸の地域はそのような情報に敏感であるべきであると考え

参考文献

- 1) 内閣府:1960 チリ地震津波
第3期報告書,第2章,10ページ,2010年1月
- 2) National Oceanic and Atmospheric Administration(NOAA)
- 3) Lander, James F., and Lockridge, Patricia A.: United States Tsunamis: U.S. Dept. of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, 265 p,1989.
- 4) Wikipedia:チリ地震(1960年)