

## 2014 年 4 月 1 日チリ北部地震津波の規模

羽 鳥 徳太郎\*

### 1. はじめに

2014 年 4 月 1 日 23 時 46 分 (UTC) ころ、南米チリ北部沖で M8.2 の巨大地震が発生した。空白域とみなされていた海域である。地震は津波を伴い、太平洋全域で観測された。米国地質調査所 (USGS) によると、震央は 19.642S, 70.817W, 深さ 20.1 km である。気象庁 (2014b) の解析によれば、東西方向に圧力軸をもつ逆断層型で、ナスカプレートと南米プレートの境界で発生した。東北大 (Makinoshima et al., 2014) から、震源に近いイキケの被害状況と津波波形が速報された。

日本沿岸では、地震発生から 21-23 時間後に津波が各地で観測され、気象庁から 59 箇所の観測値が発表された。岩手県久慈で 55 cm が最大であり、そのほかの地点では 8-25 cm にとどまった。4 月 3 日の余震 (M7.7) にも、津波を伴った。なお、先駆的な地震 (M6.7) が 3 月 16 日にイキケ付近で発生し、津波を伴った (チリの Patache で最大 26cm, そのほかチリとペリー沿岸で 10cm 前後 (気象庁, 2014a))。

2010 年 2 月にチリ中部地震 (M8.8) に大規模な津波 (津波マグニチュード,  $m = 3.5$ ) があつた (羽鳥, 2011)。最大級の 1960 年チリ津波 (M 9.5,  $m = 4.5$ ) の北隣りである。チリ中部~南部間に波源域が沿岸に並び、北部では大規模な 1877 年 (明治 10) 津波以降、空白域で再発が危惧されていた (三陸・房総沿岸に遡上し、九十九里浜で死者も出ている)。本稿では、米国大気海洋庁 (NOAA) による太平洋各地の検潮記録をもとに、波源域、津波の規模や太平洋域の波高分布を解析し、他のチリ津波と比較検討する。

### 2. 検潮記録

NOAA から、97 地点の検潮記録が公開された。図 1 には、主な記録を示す。震源周辺の記録として Matarani (ペルー), Arica, Iquique Antofagasta (チリ)。振幅値が突出した地点として、Hiva Ova (仏領ポリネシア), Maui (ハワイ) を示す。なお、アリカの記録は 4 月 3 日の余震による津波波形である。図 2 には、日本で観測された記録例 (花咲, 父島, 串本) を示す。全振幅値は花咲 34 cm, 父島 38cm, 串本 38cm である。津波初動から最大波の出現時間間隔 (時:分) は、花咲 (5:50), 父島 (1:35), 串本 (5:05) と読み取れる。

### 3. 波源域

図 3 には、逆伝播図による推定波源域を示す。検潮記録から、各観測点の津波高 (cm) と伝播時間 (分) を付記した。NOAA による伝播時間は Matarani 34 分, Arica 29 分, PIsaqua 04 分, Iquique 09 分, Mejillones 39 分, Antofagasta 42 分である。それぞれ伝播時間に対応する波面を示した。その結果、各波面は余震域を囲む形になり、波源域は沿岸近くに沿い、南北に長さ 400 km になる。6 地点の津波初動は押し波であり、海底の隆起を示唆する。なお、3 月 16 日の前震 (M6.7) と 4 月 3 日の余震 (M7.7) の震央を示した。両地震には、津波が観測されている。

### 4. 津波の規模, 波高分布

図 4 には、筆者の方法による津波マグニチュード,  $m$  値の判定図を示す。横軸に震央から観測点までの距離、縦軸には検潮記録に

\* 元東京大学地震研究所

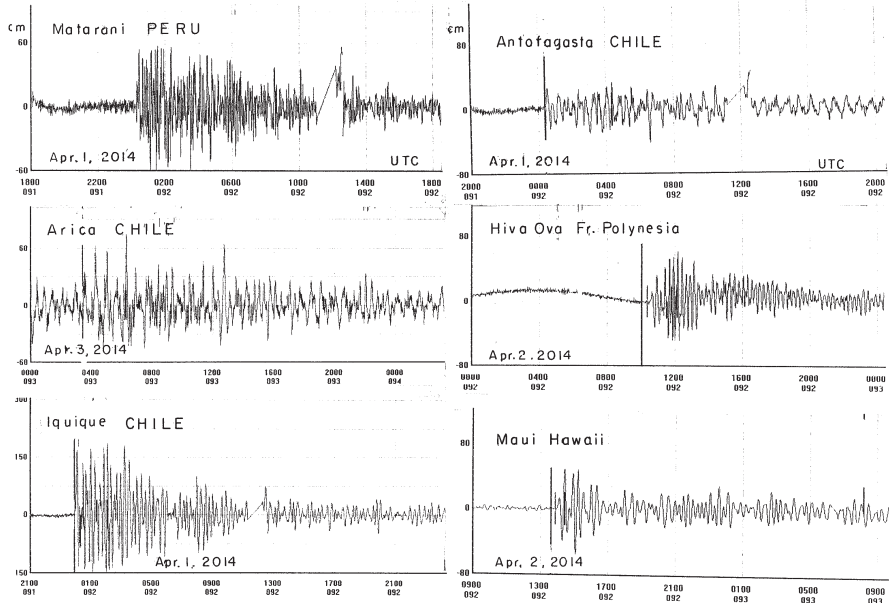


図 1 2014 年 4 月チリ北部津波の検潮記録例 (NOAA による)

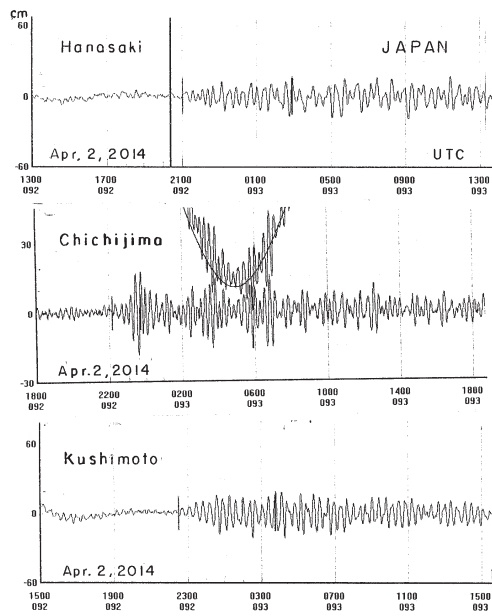


図 2 日本沿岸の検潮記録例 (JMA, NOAA による)

よる最大波の片振幅値をとる。波高が距離  $\Delta^{-1/2}$  で減衰するとみなし、2.24 の刻みで津波マグニチュードを区分してある。今回の津波

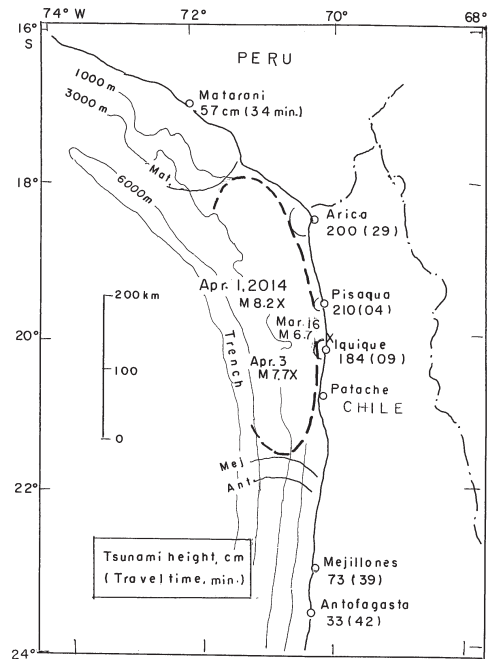


図 3 逆伝播図による 2014 年チリ津波の推定波源域  
観測点の片振幅値 (cm), 伝播時間 (分)

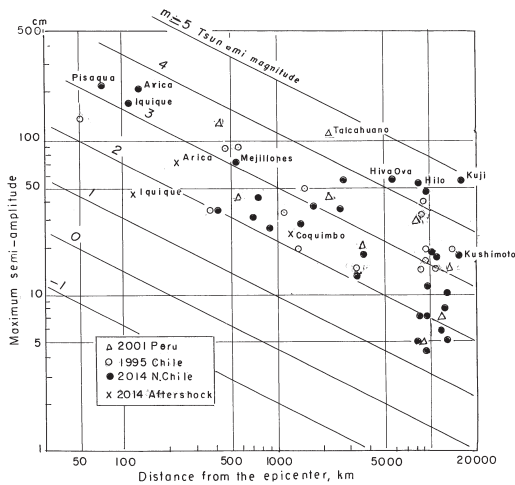


図4 津波の片振幅値と震央距離の関係。  
津波マグニチュードで区分

(黒丸)では、震央距離 10,000 km 前後の振幅値 (ハワイ・日本など) が大幅にばらつくが  $m = 3$  と判定され、地震の規模に見合う値である。4月3日の余震に伴った津波は意外に大きく、 $m = 2$  に格付けられる。北隣りに発生した2001年6月23日のペルー地震 (M8.2) の津波は、 $m = 3$  に判定された (羽鳥,

2003)。また、南隣りに発生した1995年7月30日のチリ地震 (M7.3) の津波は、 $m = 2.5$  であった (羽鳥, 1996)。なお、2014年3月16日の前震に伴った津波は、数点の観測値だが、 $m = 0$  に推定される。

図5にはNOAAの検潮記録から、2014年4月津波の太平洋全域における最大波の片振幅値分布 (cm) を示す。津波マグニチュード  $m = 3$  として、 $\Delta$ -H 図 (図4) で振幅値が  $m = \pm 0.5$  の範囲内を標準とみなし、それより上回る地点を大 (1階級以上の地点は大きな黒丸)、下回る地点は小に区分してある。 $m$  値と比べ、振幅値が突出した地点はハワイ島ヒロ 58 cm、マウイ島 49 cm、仏領ポリネシア 61 cm である。日本では岩手県久慈で 55 cm が突出しているが、多数の地点では 8-25 cm 標準値であった (気象庁, 2014b)。波源付近のチリ沿岸の振幅値は標準である。北米ではクレスセントシティ 16 cm が標準値であり、そのほか下回る地点が多い。振幅偏差の分布は、2010年チリ中部津波 ( $m = 3.5$ ) ほど顕著ではない。

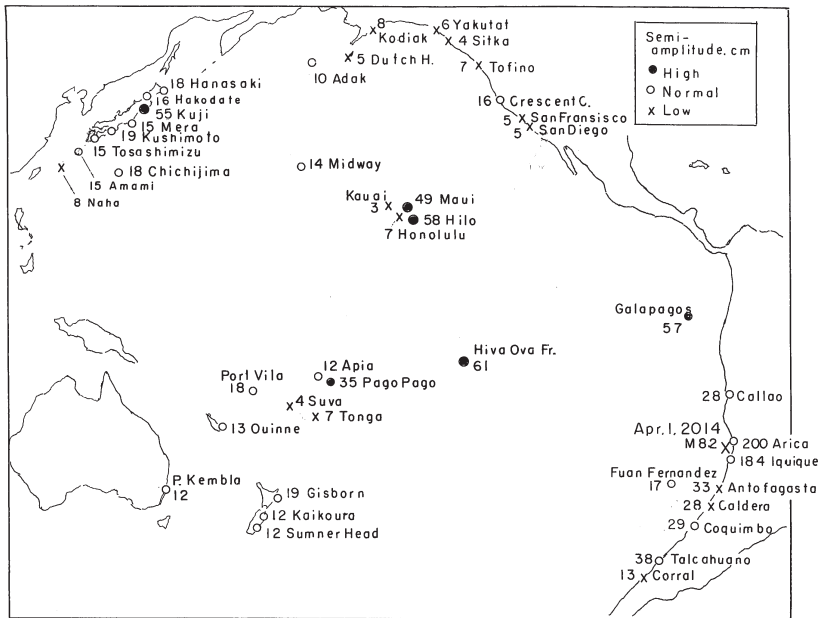


図5 2014年4月チリ北部津波の片振幅値分布 (cm)。  
振幅偏差で区分

## 5. 歴史津波

ペルー南部～チリ北部間に、1868 年（慶応 4）と 1877 年（明治 10）に M8.5 前後の巨大な地震歴がある。両地震は大津波を伴い、太平洋各地に甚大な被害をもたらした。津波マグニチュードは  $m = 4$  とされている。両津波は函館・三陸・房総に浸水被害をもたらし、死者も出ている（羽鳥, 2000）。図 6 には、ペルー・チリ沿岸における波高分布を示す。遡上高は 1868 年津波は 20 m, 1877 年津波は 30 m に達した。柱状図は南米沿岸を 200 km 間隔に区分し、それぞれ波高 2 乗値を示す（羽鳥, 2002）。

ペルー側では、2001 年 6 月 23 日に地震津波 (M8.4,  $m = 3$ )、チリ北部では 1995 年 7 月 30 日に地震津波 (M7.3,  $m = 2.5$ ) があつた。今回の地震は、まさに空白域に発生した。しかし、津波マグニチュードは、1868, 1877 年津波より 1 階級（エネルギーにして 1/5）小さい。

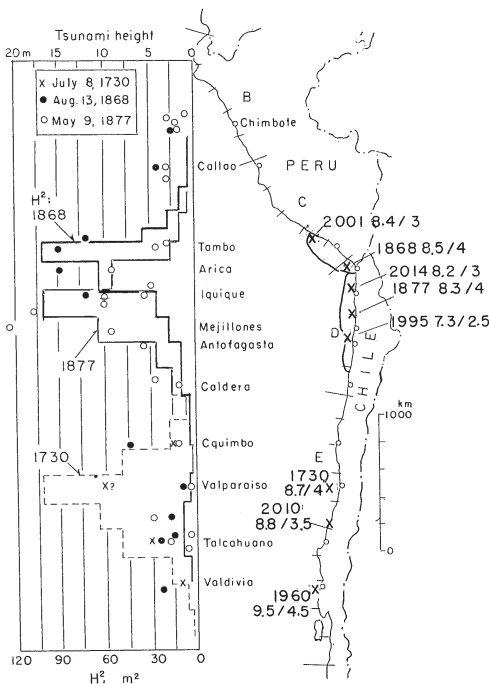


図 6 1868 年ペルー南部, 1877 年チリ北部津波の波高分布。柱状図は波高 2 乗値

## 6. むすび

米国 NOAA の検潮記録をもとに、波源域、津波の規模や伝播の様相を解析し、過去のチリ津波と比較検討した。波源域はチリ北部沿岸に沿い、長さ 400 km と推定され、1877 年津波の発生域と重なる。津波マグニチュードは  $m = 3$  と判定され、地震の規模と比べ標準的である。ハワイ・仏領ポリネシア・岩手県久慈で振幅値 50–60 cm が突出したが、振幅偏差は他のチリ津波ほど顕著ではない。日本沿岸では、多くの地点で 20 cm 前後にとどまり、標準値であった。

### 参考文献

- 羽鳥徳太郎, 1996, 南米における津波規模の特性, 地震 2, Vol.49, pp.241–247.
- 羽鳥徳太郎, 2000, 南米津波と日本沿岸での波高, 地震ジャーナル, No.29 地震予知総合研究振興会
- 羽鳥徳太郎, 2002, 南米起源の津波による南米太平洋岸の津波累積エネルギー分布, 地震 2, Vol.54, pp.441–448.
- 羽鳥徳太郎, 2003, 2001 年 6 月 23 日ペルー南部地震津波の規模, 津波工学研究報告, Vol.20, pp.47–52.
- 羽鳥徳太郎, 2011, 2010 年チリ中部地震津波の規模と伝播の様相, 津波工学研究報告, Vol.28, pp.5–10.
- 気象庁, 2014a, 2014 年 3 月 17 日チリ北部沿岸の地震, 平成 26 年 3 月地震・火山月報 (防災編)
- 気象庁, 2014b, 2014 年 4 月 2 日, 3 日チリ北部沿岸の地震, 平成 26 年 4 月地震・火山月報 (防災編)
- Makinoshima F., M. Watanabe, A. Tanobe, S. Anawat, A. Muhari, K. Imai and F. Imamura, 2014, A summary of the rapid response and analysis on April 1<sup>st</sup>, 2014, Rep. Tsunami Engineering, Vol.31, pp.105–109.