

に $210 \times 90\text{km}$ であった。これらの余震域が、津波波源域と推定される。各観測点から逆伝播図を描くと、2006 年津波では花咲 75 分、十勝港 90 分、八戸 112 分、網走 102 分の波面は、余震域の西端付近に集まる。これら観測点の津波初動は、押し波であった (気象庁, 2006)。なおロシア側で観測された色丹島マロクリリスコエの検潮記録によれば、津波初動は押し波で始まり、伝播時間は 68 分であった (ITIC, 2006)。

一方、2007 年津波では、花咲・八戸では明瞭な引き波初動であり、網走では押し波である (気象庁, 2007)。伝播時間は花咲 67 分、八戸と網走では 117 分であった。

南千島では、大規模な (津波マグニチュード $m=3$) 1918 年 9 月 8 日ウルップ津波と 1963 年 10 月 13 日エトロフ津波があり、逆伝播図から得られた波源域を示す (Soloviev, 1965; Hatori, 1971; 羽鳥, 1979b)。各震央に地震と津波のマグニチュード、 M/m を付記した。両地震の余震には、中規模 ($m=2$) の津波を伴った。1918 年 11 月 8 日の津波は、千島の記録は不明だが、小笠原父島 2m?, ハワイのヒロで 1.5m とある。1963 年 10 月 20 日の津波では、ウルップ島で遡上高が

10m に達する「津波地震」であった。波源域は海溝付近にあり (Soloviev, 1965), 1918 年 11 月の津波波源も同じ地域であったらしい。そのほか、1991 年 12 月 7 日ウルップ地震 ($M 6.8$) で津波を伴い、北海道・三陸沿岸で全振幅 10-20cm が観測された。津波マグニチュードは $m=1$, 波源域は逆伝播図から、1963 年 10 月 20 日津波のものと重なる形で推定されている (羽鳥, 1993)。今回の津波波源は、南千島の地震活動と比べ、大地震の発生件数がきわめて少ない北隣の海溝沿いに位置した。

3. 津波の規模

千島列島中部の現地調査 (T. Ivelskaya) から、最大遡上高はウルップ島 6m, ケトイ島 8-10m, シムシル島 10-15m と報告された (ITIC, 2007)。太平洋各地で観測された両津波の検潮記録が、NOAA のホームページに公開されている。図 2 には、振幅が比較的大きなハワイのヒロとカリフォルニア州クレセント・シティにおける 2006 年、2007 年津波の検潮記録例を示す (スケールがそれぞれ異なる)。クレセント・シティでは、最大波の全振幅が 150cm に達した。幸い干潮時

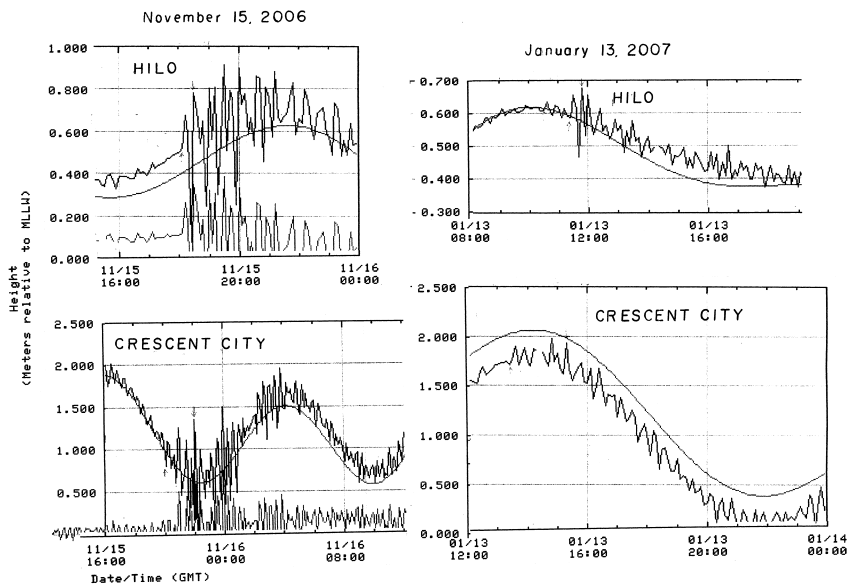


図 2 2006 年、2007 年津波の検潮記録例 (NOAA による)

ける最大波の全振幅値が表示された。この表から南米などの観測値を補足して、図 5 に全振幅値分布を示す。津波マグニチュードを $m=3$ とし、 Δ -H 図 (図 3) で振幅が $m= \pm 0.5$ 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)、下回る地点は小と区分して示した。その結果、日本では三宅島坪田 (135cm)、小笠原父島、奄美大島の振幅値が大きく、その他はほぼ標準的であった。また色丹島マロクリリスコエで 150 cm、ニュージーランドでは 33cm を記録したが、振幅値は標準的である。カリフォルニア州と南米チリの振幅値が突出している。図 4 に、震央を 15° の方位で放射する波線を示した。これらの地域では波線の幅が狭まり、屈折効果を示唆する。一方、アラスカや南太平洋諸島では波線が広がり、振幅値が小さい。

今回、津波の特徴の一つとして、津波注意報が長時間にわたったことである。各地で津波初動から最大波の出現時間までの時間間隔の分布は、図 6 のようになる。日本沿岸での

時間間隔は、4-5 時間であった。天皇海山で反射し、散乱波が発生した影響とみなされた (宗本・他, 2007)。北米・南米沿岸でも 4-6 時間と長く、環太平洋で反射が繰り返されたと考えられる。それに対して、ハワイなど中部太平洋諸島では 1 時間前後と短い。

2007 年 1 月 13 日の津波

図 7 に、最大波の全振幅値分布とカッコ内に伝播時間 (時:分) を示す。津波マグニチュードを $m=2$ とみなし、これを基準に各観測点の振幅偏差を区分して示した。北海道・三陸沿岸で全振幅 30-50cm にとどまり、花咲・十勝港では意外にも標準以下であった。しかし、三宅島坪田では短周期波が卓越し、全振幅 62cm、小笠原父島 75cm と 1 階級以上に大きい。カリフォルニア州クレセント・シティでは、振幅値が最初の津波の 1/4 以下になるが (図 2), $m=2$ スケール上 1 階級上回っている。なお各地の伝播時間は、最初の津波のものとは大きな差はない。

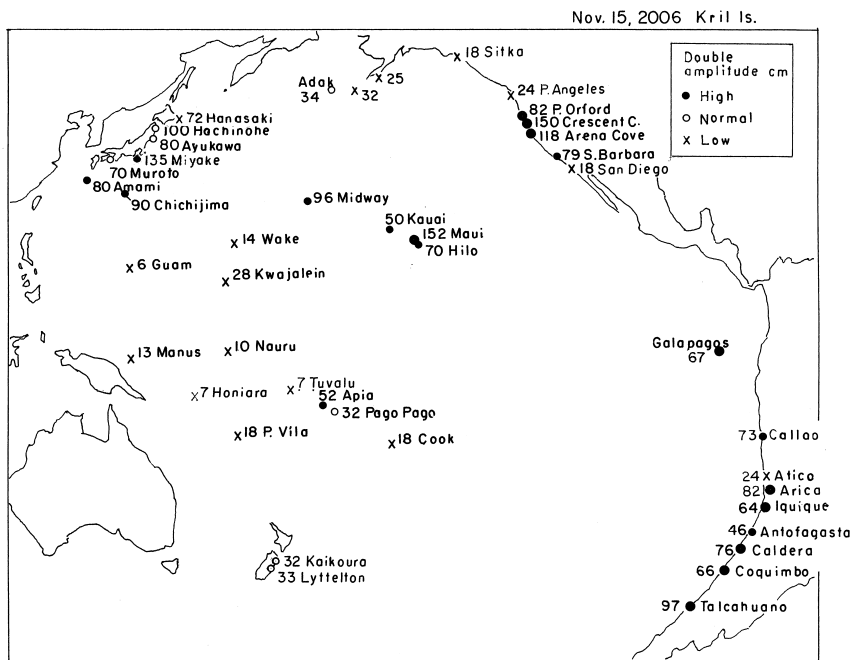


図 5 2006 年 11 月 15 日千島列島津波の全振幅値 (cm) 分布。振幅偏差で区分

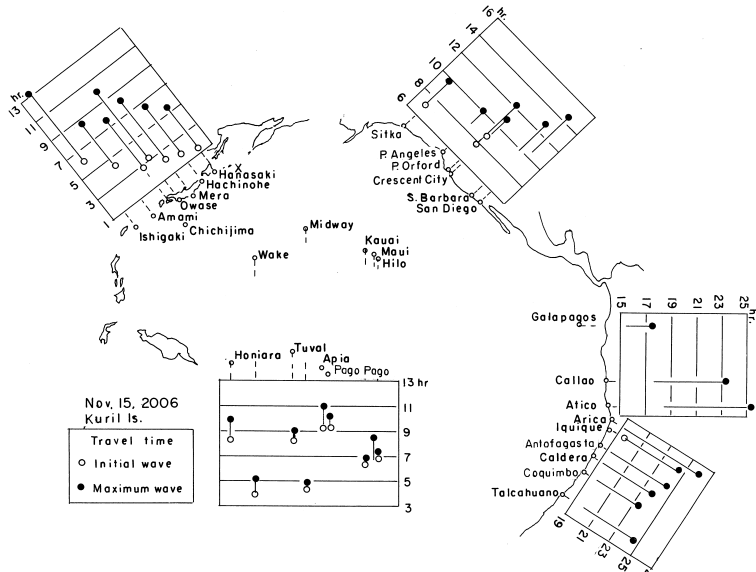


図6 津波初動から最大波出現時間までの時間間隔分布

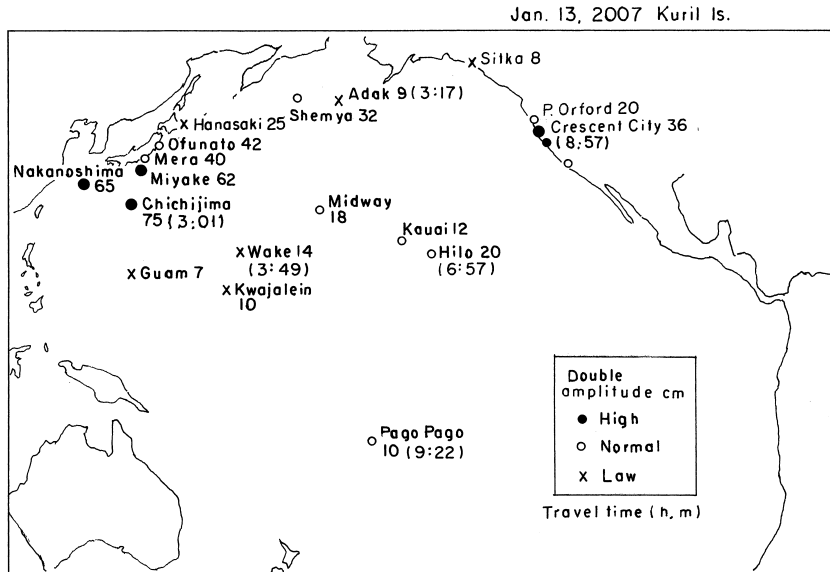


図7 2007年1月13日千島列島津波の全振幅値 (cm) と伝播時間 (時:分) 分布

5. むすび

米国の NOAA, ITIC および気象庁による検潮データをもとに, 2006年11月15日と2007年1月13日に千島列島中部のシムシル島沖で発生した, 津波の規模と伝播の様相を解析した。Δ -H 図によれば, 最初の津波の

マグニチュードは $m=3$, 2 回目は $m=2$ と推定される。地震の規模 M_w と比べ, 両津波の規模は 1 階級ほど上回っている。津波規模に対して, 日本沿岸での振幅値はほぼ標準的であったが, 三宅島・小笠原父島・奄美大島が大きい。ハワイ, カリフォルニア州, 南米チリで突出しており, 伝播の屈折効果を示唆

する。2 回目の津波でも、振幅値分布に同じ傾向がみられた。

今回の津波は、長時間継続したことが特徴的である。日本沿岸では、津波初動から 4 時間以後に最大波が観測された。大規模の津波にもかかわらず被害が軽微であったのは、幸い干潮時にむかい街に遡上しなかった。

謝辞 解析にあたり、ウェブサイトの検索に、東大地震研究所院生の行谷佑一氏にたいへんお世話になった。記して感謝します。

参考文献

- Hatori, T., and R. Takahasi, 1964, On the Iturup tsunami of Oct. 13, 1963, as observed along the coast of Japan, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, Vol. 42, pp.543-554.
- Hatori, T., 1971, Tsunami sources in Hokkaido and southern Kuril regions *Bull. Earthq. Res. Inst.*, Vol. 40, pp.68-75.
- 羽鳥徳太郎, 1979a, 津波の規模階級とエネルギーとの関係, *地震研究所彙報*, Vol. 54, pp. 531-541.
- 羽鳥徳太郎, 1979b, 北海道東部・南千島の津波活動 (1893-1978), *地震研究所彙報*, Vol. 54, pp. 543-557.
- 羽鳥徳太郎, 1993, 1991 年ウルップ津波と南千島・北海道沖の放出津波エネルギー, *地震 2*, Vol. 46, pp. 9-16.
- 羽鳥徳太郎, 1999, カムチャツカ～北海道東部間の津波エネルギー分布, *地震 2*, Vol. 52, pp. 361-368.
- ITIC, 2006, Kuril Islands, 15 November 2006, 11:14 UTC, Mw=8.1, *Tsunami Newsletter*, Vol. 38, No. 4.
- ITIC, 2007, Kuriles 2007 marine expedition, first stage results, *Tsunami Newsletter*, Vol. 39, No. 1.
- 気象庁, 2006, 2006 年 11 月 15 日の千島列島東方 (シムシル島東方沖) の地震, 平成 18 年 11 月地震・火山月報 (防災編)
- 気象庁, 2007, 2007 年 1 月 13 日の千島列島東方 (シムシル島東方沖) の地震, 平成 19 年 1 月地震・火山月報 (防災編)
- 宗本金吾・越村俊一・今村文彦, 2007, 2006 年千島列島沖地震津波の我が国への伝播特性, *津波工学研究報告*, No. 24, pp. 29-32.
- 大橋太郎・後田紘一・後藤和久・越村俊一・今村文彦, 2007, 2006 年千島列島沖地震津波による漁船被害の現地調査, *津波工学研究報告*, No. 24, pp. 33-37.
- Soloviev, S. L., 1965, The Urup earthquake and associated tsunami of 1963, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, Vol. 43, pp. 103-109.
- Soloviev, S. L., 1978, Principal tsunami data in the Pacific coast of USSR, 1737-1976, *Nauka Moscba (in Russian)*.
- 宇津徳治, 1990, 世界の被害地震の表 (古代から 1988 年まで), 宇津教授退官記念事業出版, 243p.
- 山中佳子, 2006, 11 月 15 日千島列島の地震 (M8.3), *EIC 地震学ノート*, No. 183.
- 山中佳子, 2007, 1 月 13 日千島列島 (M8.2), *EIC 地震学ノート*, No. 184.