

1997 ~ 2012 年バヌアツ, 2010 年 1 月ソロモン地震津波の規模

羽 鳥 徳太郎*

1. はじめに

2009 年 10 月 7 日に, 南太平洋のバヌアツ (ニューヘブリデス諸島) で Mw 7.7, 7.8, 7.4 の地震が群発し, 太平洋広域で津波が観測された。2010 年 12 月 25 日 (Mw 7.3), 2011 年 8 月 20 日 (Mw 7.1), 2012 年 2 月 2 日 (Mw 7.1) の地震も小津波が発生した。また, 2010 年 1 月 3 日にはソロモン諸島において, Mw 6.6, 7.2 の地震が発生し, 小津波を伴った。気象庁 (2009, 2010, 2011) によれば, 太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートの境界で発生した地震とみなされる, 津波の多発域である。2007 年 4 月 1 日に大規模なソロモン地震 (Mw 7.9) があり, 津波が諸島を襲った。日本チーム (西村・他, 2007) が詳しく現地調査し, 震源域のギゾ島・シンボ島で遡上高 5-9 m に達した。津波マグニチュードは, $m = 2$ と推定されている (羽鳥, 2008)。

さきに筆者 (Hatori, 1982; 羽鳥, 2008) は, 1971 年以降の津波波源分布を示した。本稿では, WC/ATWC (米国西岸・アラスカ津波警報センター) で公開された太平洋各地の検潮記録を用い, 津波マグニチュードを解析し, 波高偏差の地域性を検討する。一方, 1997-2007 年間にバヌアツで発生した 4 例の未解析津波を追加して, ハワイの国際津波情報センター (ITIC, 1997-2009) の報告をもとに津波マグニチュードを調べ, 比較検討した。

2. 地震の概要と津波記録

USGS (米国地質調査所) によれば, 2009 年 10 月 7 日にバヌアツで地震が群発し, 最

初の地震は 22 時 03 分 (UTC, 以下同じ) に発生し, 震央は 13.01°S , 166.51°E , Mw7.7) であった。2010 年 12 月 25 日 13 時 16 分に発生した地震の震央は, 19.755°S , 167.895°E 。2011 年 8 月 20 日 18 時 19 分の地震は 18.260°S , 168.069°E であり, 6 時間後に近くで Mw 7.0 の地震が続発した。さらに 2012 年 2 月 2 日に Mw 7.1 の地震があり, ポートビラで 8 cm の津波が観測された。

一方, ソロモン地震 (Mw 6.6) が 2010 年 1 月 3 日 21 時 48 分に, 8.73°S , 157.49°E で発生し, 2 番目の地震 (Mw 7.2) が 1 時間後に近くで続発した。その 2 日後, 地震が続発して, ホニアラで 3 cm の津波が観測された。

2009 年バヌアツ津波の記録は, WC/ATWC から 35 地点の観測表が示された。図 1 には, 4 例の検潮記録を示す。震央から 590 km 離れたポートビラでは, 津波初動は引き波であり, 伝播時間は 58 分, 最大波の片振幅値 31 cm である。ハワイのマウイ島では, 最大波の片振幅値は 19 cm に突出している。右図のカリフォルニア州サンタ・バーバラとチリ国コキンボの波形は, 潮汐成分が処理されている。初動時刻は不明で計算伝播図による伝播時間ば, ハワイ 7-8 時間, カリフォルニア沿岸約 14 時間, チリ 16-18 時間, 日本では約 8 時間になる。図 2 には, ポートビラにおける 2010 年 12 月, 2011 年 8 月, 2012 年 2 月バヌアツ津波の検潮記録を示す。最大波の片振幅値はそれぞれ 16 cm, 18 cm, 8 cm である (図のタイム, 振幅スケールは異なる)。

図 3 には, 2010 年 1 月ソロモン津波によるホニアラとオーストラリア東岸のロスリン・ベイの検潮記録を示す。ホニアラでは初動は押し波であり, 伝播時間 39 分, 片振幅 7 cm である。ロスリン・ベイでは 8 cm, 計算伝播時間は約 3 時間になる。図 4 には, 今

*元東京大学地震研究所

回解析した 4 例の津波と、未解析の 4 例 (1997-2007) のバヌアツ津波を加え、震央分布に発生年と Mw 値 (USGC) を付記して

示す。なお 2010 年 5 月 27 日に、Mw7.1 の地震が 2009 年 10 月バヌアツ地震の近くで発生したが、津波は観測されていない。

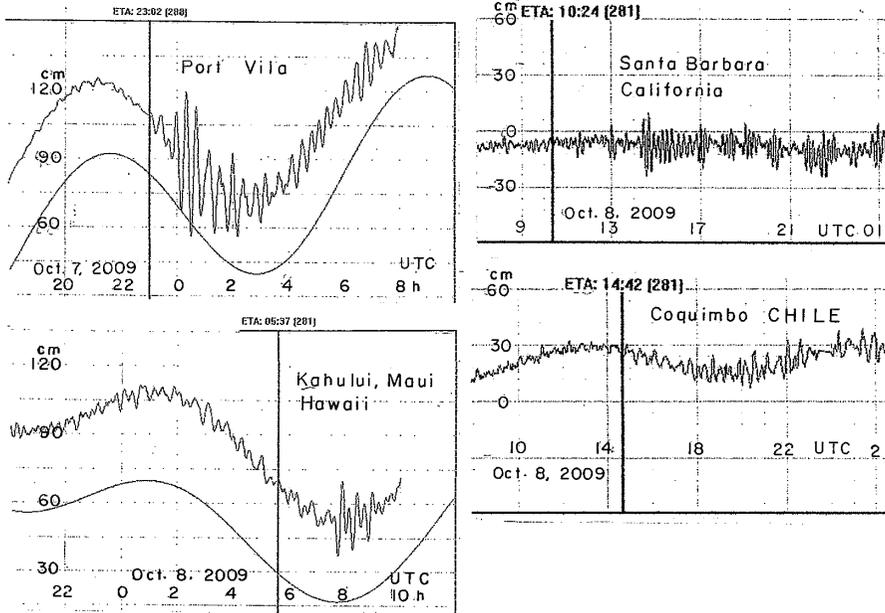


図 1 2009 年 10 月バヌアツ津波の検潮記録 (WC/ATWC による)

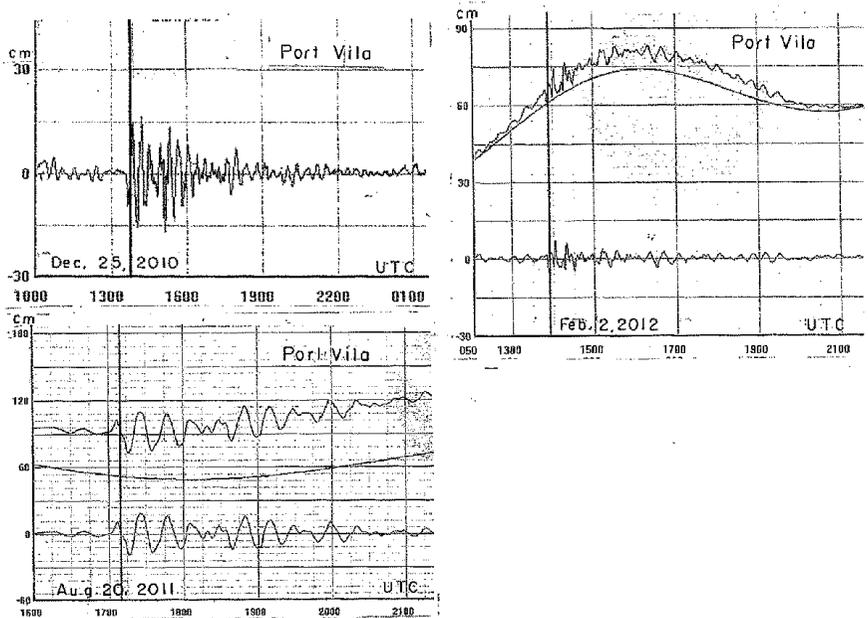


図 2 2010 年 12 月, 2011 年 8 月, 2012 年 2 月バヌアツ津波の検潮記録 (WC/ATWC による)

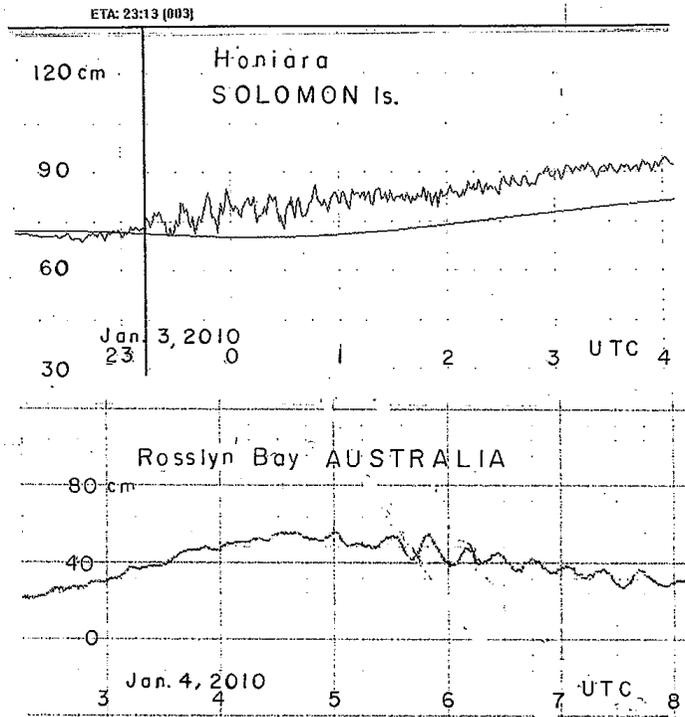


図3 2010年1月ソロモン津波の検潮記録 (WC/ATWCによる)

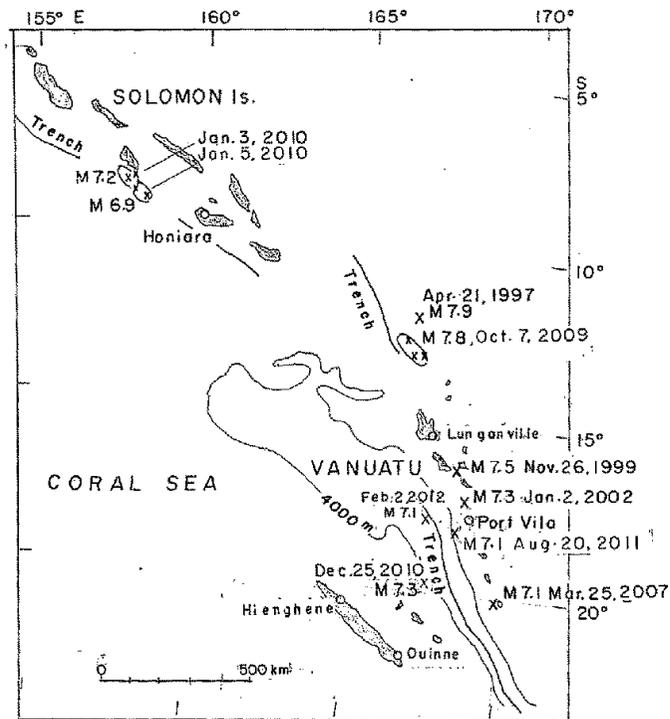


図4 今回解析した地震津波の震央分布と Mw 値

3. 津波の規模

図 5 には、筆者の方法 (羽鳥, 1986) による津波マグニチュードの判定図を示す。横軸に震央から観測点までの距離, 縦軸には検潮記録上の最大波の片振幅値をとる。津波マグニチュードのスケールは, 波高が距離 $\Delta^{-1/2}$ で減衰するとみなし, 2.24 倍の刻みで区分してある。今回の 4 津波の観測値と, 1997 年, 1999 年, 2007 年のバヌアツ津波の観測値を示した。

2009 年 10 月バヌアツ津波 (黒丸) の観測値はばらつくが, 津波マグニチュードは $m = 1.5$, 2010 年 12 月と 2011 年 8 月津波はともに $m = 0$, 2012 年 2 月の津波は $m = -0.5$ と判定される。2010 年 1 月ソロモン津波では 3 地点の観測値であるが, $m = 0$ と判定され, ロスリン・ベイで 6 cm が大きい。以上の津波マグニチュード値は, 地震の規模と比べて標準的である。

一方バヌアツ地震津波について, 1997 年

4 月地震 (Mw 7.9) による津波の片振幅値は, ポートビラで 20 cm, ツバルとフィジーでは 10 cm 以下であり, $m = 1$ と判定される。1999 年 11 月地震による津波では, 17 地点の振幅値が報告されている (WC/ATWC)。全振幅値のところはポートビラ 1.2 m, フィジー 25 cm, パゴ・パゴ 20 cm, ハワイのマウイ島 20 cm, そのほか NZ チャタム諸島, ハワイ・ヒロ, カリフォルニアでは片振幅 10 cm であった。津波マグニチュードは $m = 1.5$ と判定される。2002 年 1 月地震 (Mw 7.3) の津波は, 震央から 90 km 離れたポートビラで全振幅 76 cm, 遡上高は 1.7 m (Shorten, 2002) であった。 $m = 1$ 程度であろうか。2007 年 3 月の地震 (Mw 7.1) では, 津波の全振幅値はポートビラ 16 cm, ホニアラ 4 cm であり, $m = 0$ とみなされる。以上, 各地震の規模と比べ, 1997 年津波は 1 階級 (波高にして約 1/2) 小さい。そのほか 1999 年, 2002 年, 2007 年, の津波では標準的な m 値になる。

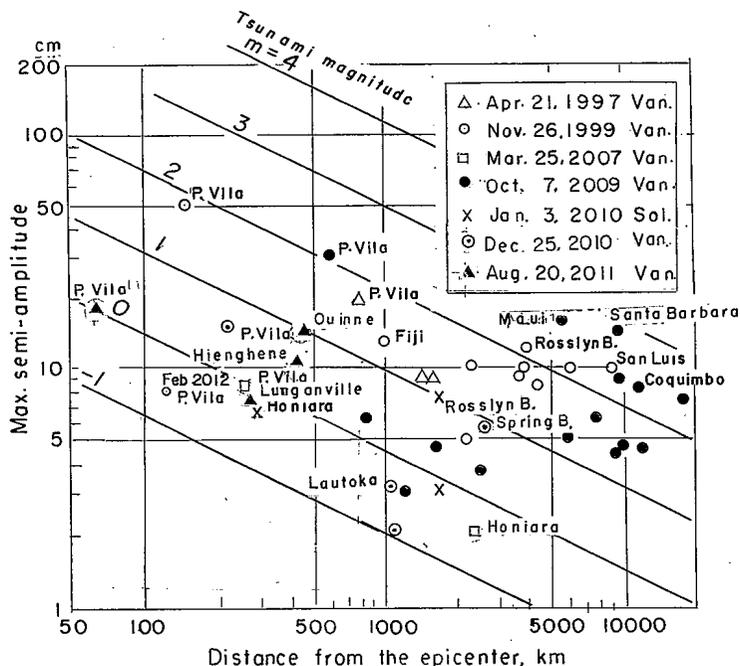


図 5 震央距離と津波振幅値の関係. 津波マグニチュードで区分

4. 波高, 波源域分布

図6には, 2009年10月バヌアツ津波の片振幅値分布 (cm) を示す。津波マグニチュード $m = 1.5$ として, 図5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), 下回る地点は小と区分して示した。その結果, オーストラリア, アラスカ, ハワイ, カリフォルニアおよび南米チリで振幅値が大きく, ハワイ・マウイ島とカリフォルニアのサンタ・バーバラが突出している。波源モデルの解析 (WC/ATWC) にも, 北方と北東方向に強い波線の放射が示された。1999年11月バヌアツ津波 ($m = 1.5$) も, マウイ島とカリフォルニア サン・ルイスで振幅値が比較的大き

く, 分布パターンが2009年津波と共通している。2007年4月ソロモン津波 ($m = 2$) では, ニュージーランド西岸で全振幅 60-110 cm を記録し, 屈折効果が顕著であった。なお1971年以降, 日本沿岸ではバヌアツ津波が6回 (全振幅 10-30 cm) 観測されており (Hatori, 1982), 伝播時間は8-9時間であった。

さきに筆者 (羽鳥, 2008) は, ソロモン～ニューヘブリデス諸島における $M > 7.0$ 地震の震央分布を示したが, 図7に今回解析した新データを追加して示す。ここで黒丸の震央は津波を伴った地震, 白丸は津波の報告がない地震 ($M > 7.0$) を表す。それぞれ地震の発生年に, 地震と津波のマグニチュード M/m を付記した。津波を伴う多数の地震は, 列島沿いプレートの境界域に分布している。

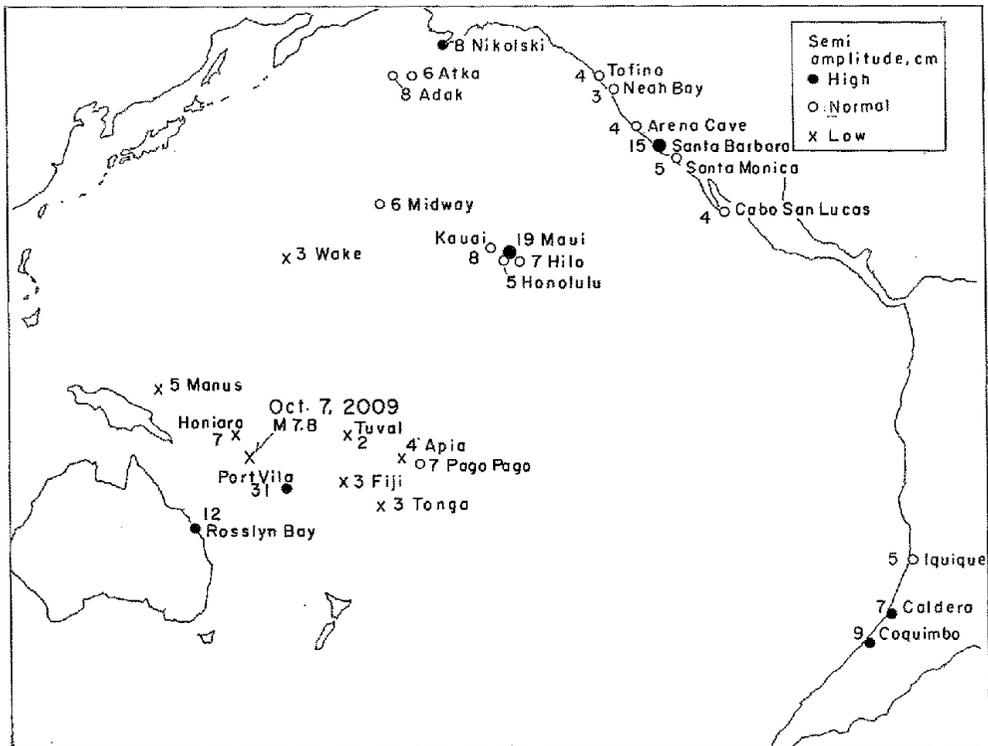


図6 2009年10月バヌアツ津波の片振幅値 (cm) 分布
振幅偏差で区分

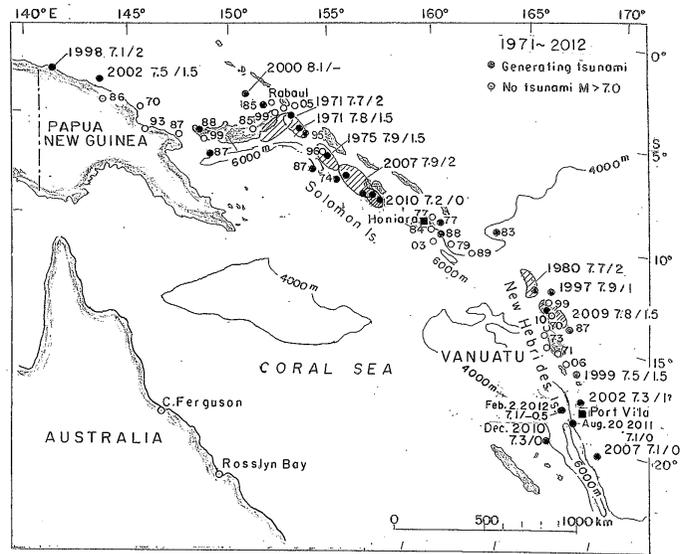


図7 地震震央と津波波源分布(1971-2012)
発生年に地震と津波のマグニチュード M/m を示す

5. むすび

検潮記録をもとに、2009-2012年間に4例のバヌアツ津波と2010年1月ソロモン津波の規模を解析した。津波マグニチュードはバヌアツ津波 $m = -0.5 \sim 1.5$ 、ソロモン津波 $m = 0$ と判定され、地震規模と比べ標準的である。そのほか、バヌアツで発生した4例(1997-2007)の津波マグニチュードを検討した。2009年1月バヌアツ津波($m = 1.5$)について、太平洋域の波高偏差分布を示す。以上の津波データを加え、最近42年間(1971-2012)のソロモン～バヌアツ間における地震震央($M > 7.0$)と津波波源の分布を示した。バヌアツ南部には、1878年1月10日に大規模な津波($m = 3$)による被災例があり、地震活動に注目したい。

参考文献

Hatori, T., 1982, Philippine, Solomon and New Hebrides observed along the coasts of Japan, 1971-1980, Bull. Earthq. Res. Inst. Vol. 57, pp. 221-237.
羽鳥徳太郎, 1986, 津波の規模階級の区分, 地

震研究所彙報, Vol. 61, pp. 503-515.

羽鳥徳太郎, 2008, 2007年4月1日ソロモン地震津波—バヌアニューギニア, ソロモン, ニューヘブリデス諸島の津波規模, 津波工学研究報告, No. 25, pp. 15-19.

ITIC, 1997, Santa Cruz Islands earthquake and tsunami, $M_w = 7.8$, Tsunami Newsletter, Vol. 30.

ITIC, 1999, Vanuatu tsunami—26 November 1999, Tsunami Newsletter, Vol. 31.

ITIC, 2007, Vanuatu, 25 March 2007 00:40 UTC, $M_w = 7.1$, Tsunami Newsletter, Vol. 39.

ITIC, 2009, Vanuatu Island, 07 October 2009, 22:03 UTC, $M_w = 7.7$, Tsunami Newsletter, Vol. 41.

気象庁, 2009, 10月8日バヌアツ地震, 平成21年10月地震・火山月報(防災編)

気象庁, 2010, 1月4日ソロモン諸島の地震, 平成22年1月地震・火山月報(防災編)

西村裕一・谷岡勇市郎・中村有吾・都司嘉宣・行谷佑一・村田昌彦, 2007, 2007年ソロモン諸島地震津波の現地調査, 日本地震学会秋季大会講演予稿集, C32-08.

Shorten, G.G., 2002, Summary of earthquake and tsunami damage assessment in Port Vila, ITIC, Tsunami Newsletter, Vol. 34.