

2006 年 7 月 17 日ジャワ西部地震津波と周辺域での津波規模

羽鳥 徳太郎*

1. はじめに

近年、インドネシアでは地震活動が顕著であり、2004 年スマトラ巨大津波、2005 年ニアス島津波、そして 2006 年 7 月 17 日ジャワ西部地震でも、インド洋各地で津波が観測された。その 2 ヶ月前の 5 月 26 日に、ジャワ島中部地震 (M6.2) があり、内陸の地震で津波はなかったが、バントウル県で 5782 人の死者を出した。今回の津波では、ジャワ島パンガンダランで死者 525 人以上と、新聞報道されている。遠地実体波解析によれば (山中, 2006), オーストラリアプレートの沈み込みに伴う低角逆断層とみなされ、地震モーメント $M_0 = 8.9 \times 10^{21} \text{ Nm}$ (Mw7.2), 最大すべり量 1.85m であった。

本稿では、各地の検潮記録と現地調査報告 (都司・他, 2006) をもとに、津波マグニチュードや伝播時間を解析した。一方、地震・津波カタログからジャワ島近海の津波を調べ、地震と津波規模の関係を検討してみる。

2. 2006 年ジャワ西部地震津波

米国地質調査所 (USGS) によれば、発震時は 7 月 17 日 08 時 19 分 (UT), 震央は $9^{\circ}16.1'S$, $107^{\circ}23.1'E$. 深さ 34km, Ms7.2 (Mw7.7) であった。ジャワ島南西岸で津波調査が実施され (都司・他, 2006; ITIC, 2006) パンガンダランを中心に 300km の区間で遡上高が 6-7m, 最大 7.7m に達し、多数の家屋が流失した。一方、津波の検潮記録が各管理機関から報告されており、図-1 にはオーストラリア気象局国際潮汐センターによる記録例を示す。震央から南西 210km の

クリスマス島では、5 分前後の短周期波が卓越し、最大波の全振幅値 82cm であった。これとは対照的に、ココス島では周期 10 分、全振幅値 8cm にとどまる。オーストラリア南西岸のヒラリスでは周期 15 分、全振幅値 26cm である。そのほか、バリ島南部のペノアで周期 15 分、全振幅値 40cm である。サ

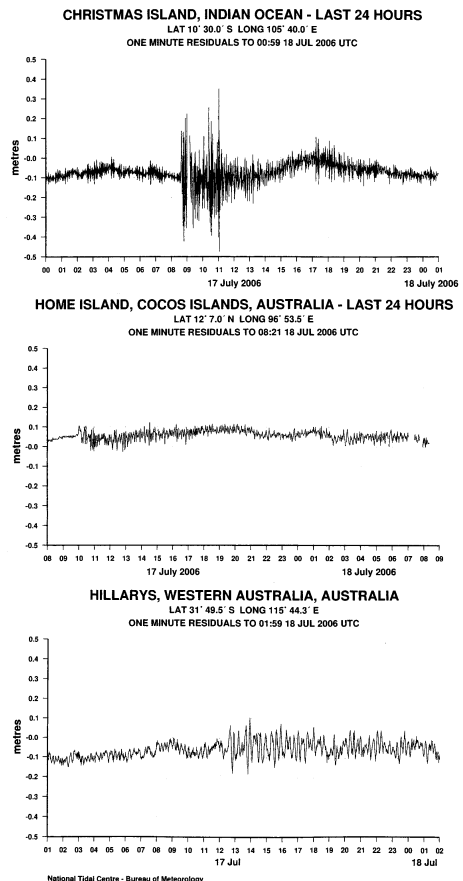


図-1 2006 年 7 月 17 日ジャワ西部津波の検潮記録 (オーストラリア気象局による)

*元東京大学地震研究所

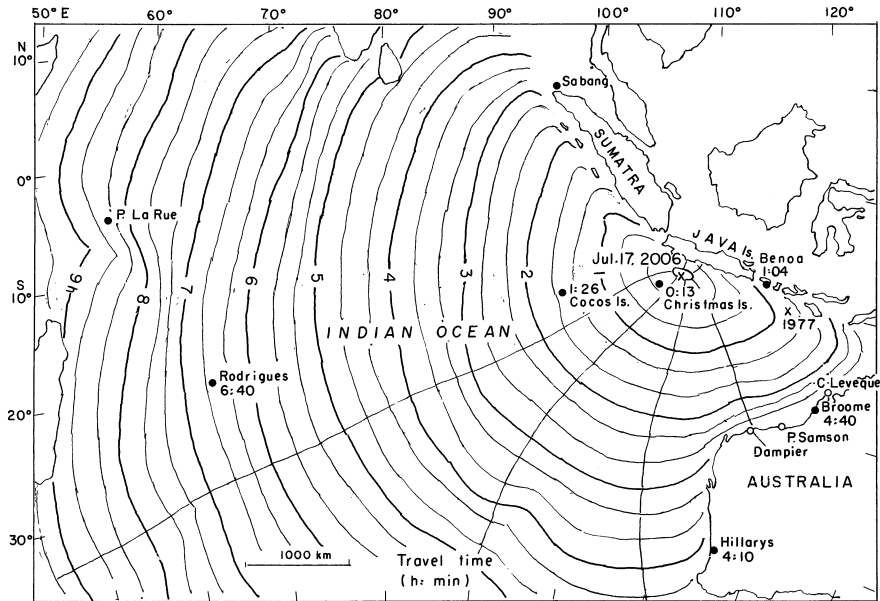


図-2 2006年ジャワ西部津波の伝播図。波面は20分間隔
実測伝播時間(時:分)

バン(スマトラ島北部沖), ミアン(タイ国), インド洋西部のポートルラーの検潮記録には, 津波波形は不明であった。しかし, ロドリゲスでは周期15分, 全振幅値70cmと大きい。観測点の方位で, 放出津波エネルギーに指向性が強い。

図-2には, 津波波源をスンダ海溝沿いに200x100kmと想定して, 伝播図を示す(波面は20分間隔)。検潮記録によれば, 各地の伝播時間(時:分)はつぎのように読み取れる。クリスマス島0:13, ベノア1:04, ココス島1:26, ヒラリス4:10, ブローム4:40, ロドリゲス6:40。伝播図は, 観測値とほぼ調和する。波源周縁を100kmに分割して, 波線を描いてみると, 南北方向に放射して主要な津波エネルギーの配分を示唆する。

さて, インド洋各地の波高値は震源からの方位でかなり差があるが, 筆者の方法(羽鳥, 1986)で津波マグニチュードを判定してみよう。図-3には, 横軸に震央から観測点までの距離, 縦軸には検潮記録上で最大波の片振幅値をとる。津波マグニチュード

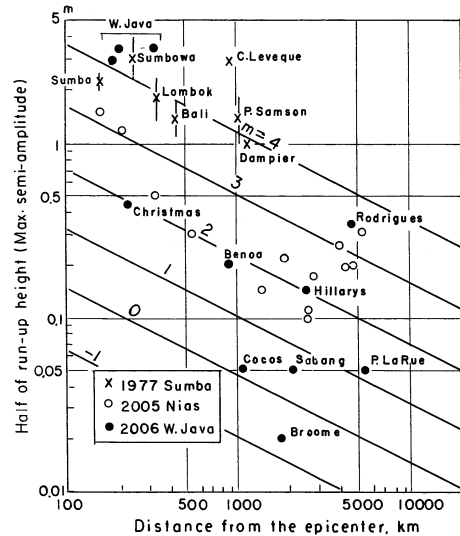


図-3 震央距離と最大片振幅値との関係。
津波マグニチュードで区分

m 値は, 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。比較のため

めに、2005年ニアス島津波の観測値（羽鳥、2007）を付記した。インド洋広域の波高観測値は2005年津波（ $m=2$ ）のものとは大きな差はないが、ジャワ島南岸での遡上高（1/2の値：3-3.5m）が突出しており、 $m=3$ と推定される。地震の規模（Ms7.2）と比べ（図-4）、津波マグニチュードが大幅に上回った。

一方、1977年スンバ地震（Ms8.1）に伴う津波の規模は大きく、死者189人にのぼった。各地の遡上高はバリ島2-4m、ロンボク島3-5m、スンバワ島5-8m、スンバ島4-5m、オーストラリア北西岸では2-6mに達した（ITIC、1977；加藤・他、1993）。図-3には遡上高の1/2の値で示すと、津波マグニチュードは $m=4$ と判定され、従来の値より大きい。

3. ジャワ島近海の津波規模

ジャワ島近海の津波は、18世紀中期ころから津波カタログ（Soloviev and Go, 1984）に収録されている。しかし、宇津（1990）の地震カタログには、18-19世紀におけるジャワ島近海のM6クラスの地震の記載はほとんどない。歴史的な巨大地震は、1818年11月8日スンバワ地震（M8.5）の1例のみである。深発地震とみなされ、津波は $m=2$ と推定されている。近年には、大規模な津波は2例ある。前述の1977年8月19日スンバ津波がこの区域では最大級であり、数値解析された（加藤・他、1993）。1994年6月2日ジャワ東部地震津波は、日本の合同調査チーム（今村・他、1995）によって詳しく現地調査され、最大遡上高はジャワ島南東岸で13.9mに達した。津波マグニチュードは $m=3$ であった（羽鳥、1997）。

図-4には、11例のジャワ島周辺の津波を対象に、地震と津波のマグニチュードの関係を示す。ここでAは、日本近海の津波と環太平洋の主要な巨大地震のデータから得た経験式、 $m=3.9Ms-28.6$ （小山・小菅、1995）。Bはインドネシア・フィリピンの津波データから得た式、 $m=2.66Ms-17.5$ （羽鳥、1994）を示す。地震の規模と比べ（A式）、1977年

津波は1階級上回り、1994年地震（Ms7.2）による津波の規模は突出して、「津波地震」とみなされた。今回の津波は、3階級（波高にして約10倍）も大きい。なお都司らの調査によれば、ジャワ島では過半数の人が地震動に気づかず、津波地震であったという。

図-5には、過去189年間（1818-2006）に、ジャワ島近海と周辺において津波を伴う地震の震央分布を示す。ここで、地震の規模と比べて津波マグニチュードがB式より大きい津波を黒丸、A式の標準的な津波規模のものを白丸で区分して示す。スンダ海溝沿いには、大きな規模の津波（ $m=2-4$ ）があり、推定波源を示した。19世紀にはジャワ島北岸付近にM6クラスの地震が多発し、津波の規模偏差が大きい。なお、スマトラ島を挟むスンダ海峡には、1883年8月28日クラカタウ火山噴火に伴う巨大津波（ $m=4$ ）が知られている。その近く、ジャワ島西岸付近に規模偏差が大きい津波が2例あった。

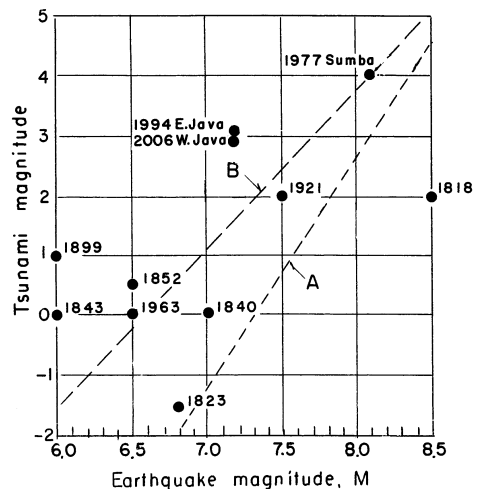


図-4 ジャワ島近海の地震と津波マグニチュードとの関係

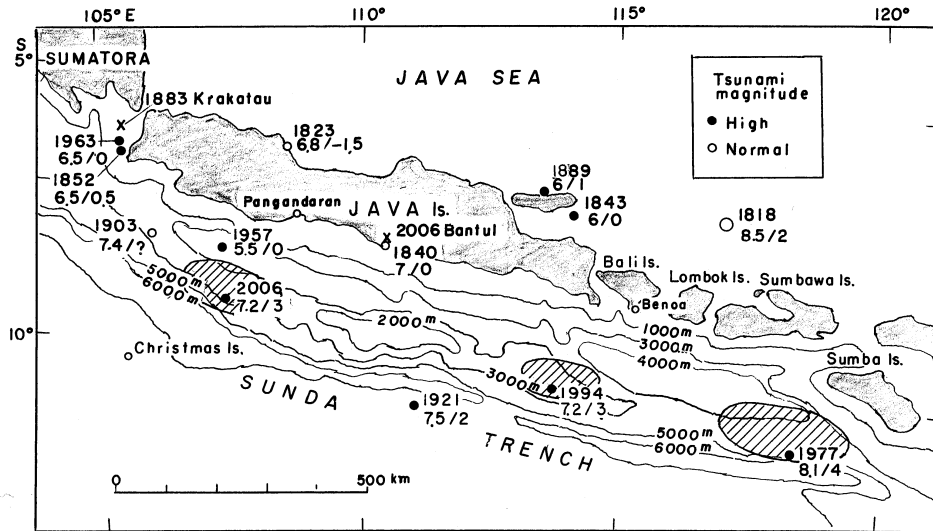


図-5 ジャワ島近海の津波を伴う地震の震央分布 (1818-2006)
津波マグニチュードの偏差で区分

4. むすび

検潮記録をもとに、2006年ジャワ島地震津波を解析した。津波マグニチュードは $m=3$ と推定され、地震の規模($M_s7.2$)と比べ津波は3階級も上回り、「津波地震」であった。過去のジャワ島近海の津波で、大規模なものはスンダ海溝沿いに発生した。1977年スンバ津波の規模を見直すと、従来の値より大きく $m=4$ と判定される。1994年ジャワ東部津波($m=3$)は、「津波地震」に伴った。そのほか、ジャワ島北岸付近では、 $M6.0-6.5$ の地震による津波で規模偏差の大きいものがあった。ジャワ島近海では、太平洋側の同じ規模の地震と比べ、津波マグニチュードが1-2階級(波高にして2-5倍)上回る記録例が多い。

謝辞 2006年ジャワ西部地震津波の解析にあたり、検潮記録と関連資料の収集には東大地震研究所院生の行谷佑一氏にお世話になった。記して厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 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, 1994: 台湾・フィリピン・インドネシアにおける津波規模の特性, 地震2, Vol. 47, pp. 155-162.
- 羽鳥徳太郎, 1997: インドネシア・フィリピン津波の規模特性—日本沿岸における波高分布, 津波工学研究報告, No. 14, pp. 61-72.
- 羽鳥徳太郎, 2007: 2005年ニアス地震津波とスマトラ島近海の津波規模の偏差, 津波工学研究報告, Vol. 24, pp.1-4
- 今村文彦・高橋智幸・松富英夫・都司嘉宣・荒井賢一・H. S. Sub・河田恵昭・原田 智・松山昌史, 1995: 1994ジャワ東部地震津波の調査, 津波工学研究報告, No. 12, pp. 35-44.
- ITIC, 1977: Indonesian tsunami of August 1977, Tsunami Newsletter, Vol. 10 (3).
- ITIC, 2006: South of Java, 17 July 2006, 08: 19 UFC, $M_w=7.7$, Tsunami Newsletter, Vol.28 (3).

- 加藤健二・Sunarjo・都司嘉宣, 1993: 1977年8月19日 Sumba 島地震による津波, 月刊海洋, Vol. 25, No. 12, pp. 744-755.
- 小山順二・小菅正裕, 1985: 津波マグニチュードと断層パラメータ, 地震 2, Vol. 38, pp. 610-613.
- Soloviev, S. L., and Ch. Go, 1984: Catalog of tsunamis on the western shore of the Pacific Ocean (in Russian). Translated by Canada Institute for Scientific Technical Information National Research Council, Ottawa, Canada KIA OS2.
- 都司嘉宣・韓世燮・Fachrizal・Indra Gunawan・加藤照之, 2006: 2006年7月17日インドネシア国 Java 中部南方沖地震による津波の浸水高さ分布について, 日本地震学会秋季大会予稿集 (名古屋), C02
- 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: 7月17日ジャワ島の地震 (M7.7), EIC 地震学ノート No. 180.