

東北大学大学院 学生員○橋 和正
東北大学大学院 正会員 今村文彦

1. はじめに

1998年7月17日に発生したパプアニューギニア・アイタペ津波は、パプア・ニューギニア西セピック州シッサノ沿岸30kmにわたる地域に被害を及ぼし、津波高が最大で10mを超える巨大津波であった。¹⁾ 想定される地震の規模($M=7.1$)からは通常あり得ないこの大津波の発生メカニズムに関して、調査・解析が現在も行われている。本津波の原因として、①海底地形の影響、②断層以外の津波発生源（海底地滑り、崩落など）が挙げられているが今だに解明されていない。

そこで本研究では、海底地形の影響、そして津波地震と海底地滑りの可能性の検討を、主に数値計算によって行い、この津波発生機構を解析していくことを目的とする。

2. 海底地形の影響

2-1 はじめに

昨年1月に得られた新しい海底地形データ²⁾は、非常に精密である。特に従来の地形図には、ラグーンの左右にある海底谷はなかった。実際にこの地形データを用いて津波伝播計算を行った結果、シッサノ沿岸30kmに津波が集中するという結果が得られた。しかし、どこでどのような地形の影響を受けて波が集中するかという過程は知られていない。

そこで、まず海底地形が津波伝播にどのような影響を与えるのかを波向線法³⁾を用いて検討する。

2-2 計算結果

実際の津波の伝播は、断層の長さ、走向によって大きく左右される。断層による津波の伝播の特徴を把握するため、断層の走向方向に1km間隔に、1本ずつ波向き線を放出するようにプログラムを修正して、計算を行った。その結果を図-1（左）に示す。これによると、波向線が丸印で記した領域で大きく屈折し、その結果波向線が Sissano Lagoon と Malol 周辺に集中

していることが分かる。また、海底地滑りの場合を考慮して、点源から360°に波向線を引いてみた。その結果の1つを図-1（右）に示す。結果は断層を設定した場合と同様の結果が得られた。

これらの結果よりラグーン周辺の独特の地形（海底谷）が津波の集中を促す要因であることが分かった。

3. 推定断層による津波伝播計算

精密な地形を用いて、断層による津波の伝播計算を行った。海底断層の位置は現地調査をもとに設定した。また断層パラメータは、表面波マグニチュードとモーメントマグニチュードの差がほとんど無いこと、現地調査の結果、津波被災地を中心として広い範囲で住民が震度5から6弱を感じていること、本震や余震による液状化の大小の痕跡が砂嘴上の集落に数多く見いだされていることから、今回の地震は、「高角逆断層」と判断した。設定した断層パラメータを表-1に示す。

表-1 断層パラメータ

L (km)	W (km)	TH (°)	DL (°)	RD (°)	D (m)
40	20	270	70	90	2.15

(L: 断層の走向方向の長さ, W: 傾斜方向の長さ,

TH: 走向, DL: 傾斜, RD: 滑り角, D: 食い違い量)

沿岸での最高水位分布を図-2に示す。図-2において、計算結果と実測値を比較すると、双方とも Warapu と Arop の周辺でもっとも水位が高く、津波が集中している点で最高水位の空間分布の形状は、一致していることが分かる。しかし、計算値は実測値と比べてまだ非常に小さいことが分かる。

断層パラメータとマグニチュードは統計的にある程度関係式が成り立つが、ばらつきもある。そこで、このばらつきを考慮して津波高ができるだけ大きくなるように断層パラメータを設定して再び伝播計算を行った。しかし結果的には最大のピーク値で6m弱であり、実測値には遠く及ばない。よって、推定されるマ

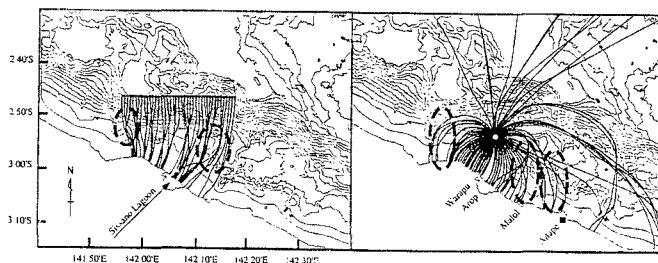


図-1 波向線（例）

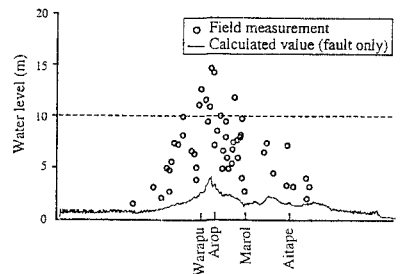


図-2 汀線における最高水位分布

グニチュードからは本津波の推定が困難であることが分かる。ゆえに本津波の原因として考えられるケースは、①通常のマグニチュードからは推定できない、特殊の断層運動であった場合、②断層運動以外に海底地滑り等の他の津波発生源があった場合、の2つが挙げられると思われる。

4. 津波発生源の推定(1) - 位置の推定

4-1 推定方法

3の結果より、海底地滑りを想定してまず津波発生源の位置を推定する。ある点から波向線を放出する計算法は2-2と同様である。また津波到達時間分布は、Davis⁴⁾によって調査されているので、これを用いて計算結果と比較する。

4-2 計算結果

局所的な海底地滑りを考慮して、1点から360°に1°ずつ波向線を放射して、波向線が沿岸に到達した時間の空間分布を出した。その結果を調査結果と比較する。津波発生源を設置した位置を図-3に示す。この12ケースの計算結果のうち、Sissano Lagoonに非常に近い領域(Case-6からCase-8周辺の領域)で津波が発生した場合が、調査結果から得られた津波到達時間分布を十分に説明できる、ということが分かった。Case-6, 8の結果を図-4に示す。

5. 津波発生源の推定(2) - 海底地滑りの津波伝播計算

5-1 はじめに

4-2の結果より、この領域に実際に海底地滑りを設定して津波数値計算を行い、①沿岸での最高水位分布と、②津波到達時間の空間分布を現地調査結果と比べることによって、海底地滑りの位置や規模(広さと厚さ)を推定していく。最後に、海底地滑りの発生時刻の検討を行う。

5-2 計算方法

土石流を考慮した二層流数値計算法が松本ら⁵⁾によって開発されている。そこでこの計算法を用いて、数値計算を行う。本計算では、大まかな海底地滑りの推定を目的としているので、地滑りの形は簡単に円形

とし、層厚も一様とした。

5-3 計算結果

海底地滑りの位置、直径、最大層厚を変化させて様々なケースの海底地滑りを設定し、数値計算を行った。その結果、地滑りの位置は図-3のCase-6と8の間、規模は体積であらわすと約 $7\sim 9\times 10^9\text{m}^3$ の範囲に設定すると、最高水位分布・沿岸への津波の到達時間分布ともに調査結果とほぼ一致する。そのケースを表-2、図-5に示す。

表-2 海底地滑りの設定(例)

海底地滑りの中心位置	広さ	最大層厚	体積
図-3のCase-6と8の間	直径: 15km	45m	$7.96\times 10^9\text{m}^3$

海底地滑り発生時刻の推定は、津波到達時間について現地調査結果と計算結果の差を算出すればよい。図-5をみると、その差は約8~10分であることから、海底地滑り発生時刻は本震(18:48)が起きてから約8~10分後、つまり18:56~58であると考えられる。

6. 結論

昨年までに得られた現地調査結果をもとに数値解析を行い、「海底地滑りが本津波の主要因である」という可能性を示すことができた。

参考文献

- 1) 河田恵昭・他(1999): 1998年パプアニューギニア地震津波の現地調査, 海岸工学論文集, 第46巻, pp.391-395.
- 2) David Tappin・他(1999): Offshore surveys identify sediment slump as likely cause of devastating Papua New Guinea Tsunami 1998, EOS, AGU, pp.329,334,340.
- 3) 李昊俊(1997): 屈折現象に注目した津波数値計算の精度, 海岸工学論文集, 第44巻, pp.276-280, 1993.
- 4) Davis, H., 1998: The Sissano Tsunami 1998, Extracts from Earth Taik, Univ Papua New Guinea, (ISBN 99808-85-264-X), 34.
- 5) 松本智裕・他(1998): 土石流による津波発生モデルの開発, 海岸工学論文集, 第45巻, pp.346-350

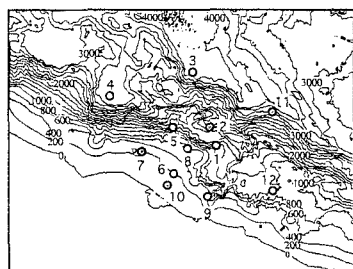


図-3 津波発生源の設置位置

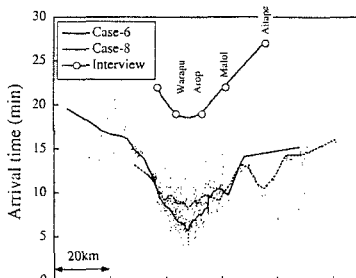


図-4 計算結果(Case-6,8)

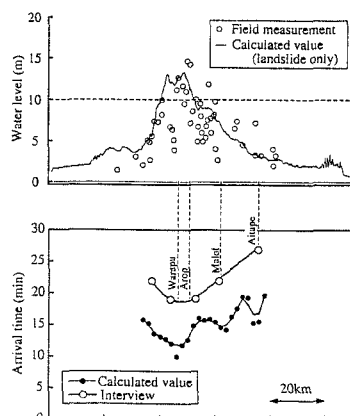


図-5 計算結果(例)