

パプア・ニューギニアの大津波災害について

京都大学防災研究所巨大災害研究センター

教授 河田 恵 昭

1. 大津波が来襲した周辺の地形特性

まず、どのようなところを津波が襲ったのかを説明しよう。首都ポートモレスビーから北西方向に直線距離で約800km離れた、インドネシアとの国境に近いところが今回の被災地である。海岸線はヘリコプターからの写真からわかるように、ほぼ直線の遠浅の砂浜海岸である。ここには1907年の津波を伴う地震によって、陥没してできたシサノ・ラグーンと呼ばれる長径約10km、短径約3km、深さが2、3mの浅い潟がある。そして、沿岸の砂州がおよそ300mにわたって分断され、海につながっている。わが国のサロマ湖や浜名湖に似た地形である。この砂州（幅が100から200mで標高2.5から3m）上に集落が点在していたわけである。この入り江の開口部に直角方向の海底勾配は、沖合10kmで深さが100mであるから、勾配は1/100と緩やかである。ところが、1000mの等深線が海岸から25km、4000mが40km離れたところを走っているのだから、海底勾配は沖に行くほど、1/15、1/5というように急に深くなっている。仮にハーバード大学が推定した震源位置のように深さ4000mの海域とすれば、地震発生後およそ5分で津波が押し寄せることになる。

2. 大津波の来襲状況

7月17日の夕方6時50分頃発生した、マグニチュード7.0の地震によって、パプアニューギニア北西のアイタペからシサノに至る写真-1のような白砂のほぼ直線に近い海岸を津波が襲い、死者・行方



写真-1 シサノ・ラグーンと砂州。津波は右からやってきて砂州を乗り越え、左側のラグーンに突っ込んだ。

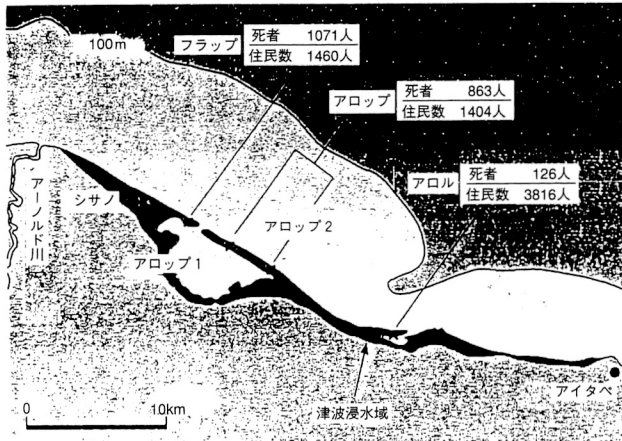


図-1 人的被害と津波浸水域

不明者数が2500名を超える大災害となった。図-1 からわかるように、ひどいところでは集落の人口のおよそ2/3が犠牲になった。津波に襲われた27の集落人口が約6000名であるから、およそ2人に1人が犠牲になったことになる。図-2 から、シサノ・ラグーンのスズ州上で、約20kmにわたって津波の高さが10mを超え、これを含む約40kmの区間で5mを超えたことが調査結果から見いだされた。

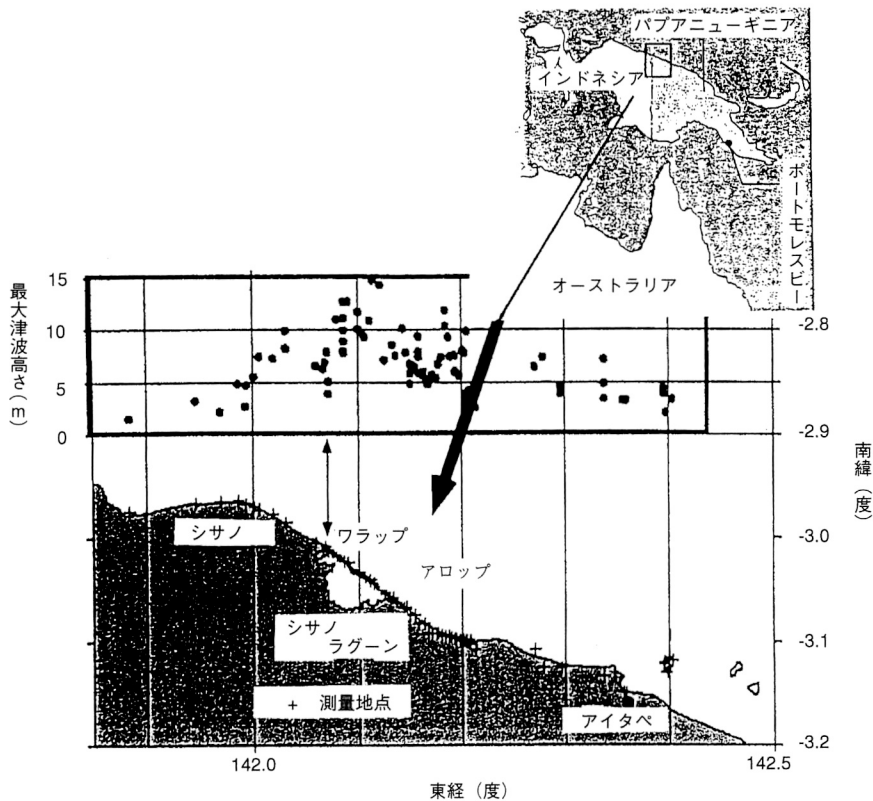


図-2 津波高さの沿岸方向分布

聞き取り調査の結果から、地震後、数分から10分後に来襲した3波の津波は、その時の海面上最大15.03mの地点を通過している。津波を目撃した生存者は、双発のプロペラ機が近づいてくるような音を、あるいは雷のような音を立てながら、絶壁のような黒い水の壁が高いココナツの林の上に現れたそうである。そして、砂州上の家ごとラグーンを横断し、対岸の密林へ運んだそうである。18歳の女子校生は、津波で運ばれる途中、三度空を見たそうである。入院中の約430名の負傷者は、骨折や打撲傷のほか、火傷をおっている人があり、これは砂州や海底の砂の上を引きずられたためであろう。しかも、ココナツの木は写真-2にあるように、すべて陸側に向かって倒れており、その根元には1対の典型的な局所洗掘孔が残っている。そして、砂州のラグーン側の地面は大規模に侵食されている。



写真-2 砂州上の集落が流出した現場。ココナツの木はすべて陸に向かって倒れていた。

このような証言と調査結果から、津波は図-3にあるような特異な挙動をしたと推定される。すなわち、砂州上では津波の越流水深が約10mであり、流速は毎秒10mを超えていると推定される。この状態は、水理的にはフルード数が1の限界流が出現したことを意味している。そして、砂州の背後

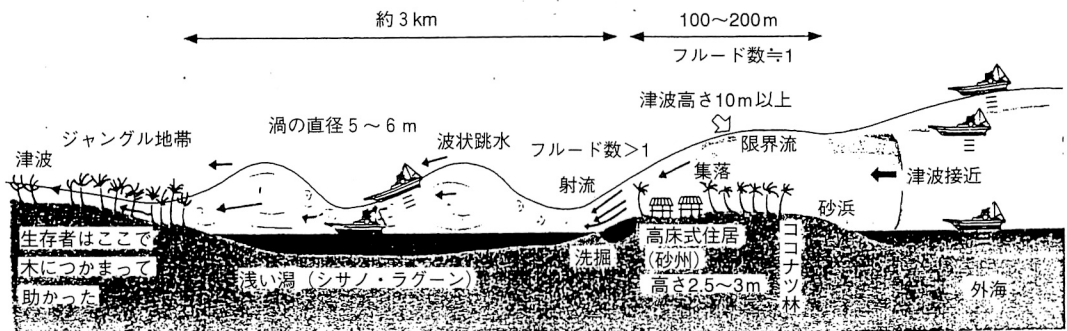


図-3 砂州を乗り越え、対岸のジャングルに達した津波の挙動

のラグーン側に落ち込んで、縮流しフルード数が1以上となって、射流としてラグーンを横断したようである。非定常流の波状跳水の形で対岸のジャングルまで突っ込んだと考えられる。わかりやすく言えば、津波は単に砂州を乗り越えてラグーンに流れ込んだのではなく、水平軸をもつ渦が形成され、これに集落の住民が巻き込まれて運ばれたと推定される。第1波の津波で水位が上昇したラグーンでは、開口部から急流となって海側に流出したが、これがつぎの津波に対して逆流となったために、この開口部付近の津波が高くなったのであろう。開口部周辺では、津波の高さが12mを超えている。津波に巻き込まれた住民は、渦によって上下に翻弄され、流されたのであろう。

もし、砂州の背後にラグーンがなく、山が迫っていたとすれば、津波の遡上高は20mを軽く超えていたであろうと考えられる。北海道南西沖地震津波によって、奥尻島の青苗地区には10mの津波の痕跡高が記録されている。この津波は押し寄せてくるときには5,6mであったはずであり、今回のパプアニューギニアの津波はその2倍以上の高さで来襲したと言ってよい。

3. 推定される津波の発生・伝播のメカニズム

この調査を始める時点で、地震のエネルギーに比べて津波が大きくなる津波地震であったのではないかということが問題となった。しかし、

- 1) モーメントマグニチュードと表面波マグニチュードの差が小さい（差が大きければ、地震波のエネルギーが長周期成分にも受け持たれることになる）。
- 2) 津波被災地を中心として広い範囲で住民は震度4ないし5を感じている（地震が起こったとき立っておられず座り込んだなどという証言がある）。
- 3) 本震や余震による液状化の大小の痕跡が砂州上の集落到に数多く見いだされている。

これらのことから判断して、津波地震でなかったと言えるようである。

そして、低角逆断層モデルとして、マグニチュード7.0、長さ40から50km、幅15から25km、鉛直滑り量1.5から2mに変化させて津波の数値計算を行ったところ、被災地沿岸では津波の高さはせいぜい2から4m程度にしかならないことがわかっている。したがって、津波を増幅させる何かが海底で起こったと考えることができる。その可能性の1つとして、地震の震動によって大規模な海底地滑りが誘起されたことが考えられる。それは、

- 1) 津波が高かった沿岸の沖合で、河口デルタ状に1,500mから2,000mの等深線が異様に沖に張り出した部分が認められる。
- 2) 津波は引き波から始まって、およそ2m海面が低下した。
- 3) シサノ集落の西部の崖海岸で地震による崖崩れの跡が2つ見つかっている。
- 4) 遠方の地震計の記録は、地震が1回しか発生しなかったことを示しているが、住民の多くは、3度あったと証言している。大量の土砂が一気に深海に落下して海底に衝突し、ゆれが複数回起こったのであろう。

という事実から、確実視されるものである。

そこで、図-4に試算的に海底地滑りによる津波波形を計算した結果を示す。この場合、地滑りの土量は、6.4億立方km（沿岸方向30km、沖方向20km、移動厚10m）としており、決して考えられない土量ではない。しかも、水深1,000mから2,000mの範囲の緩斜面上で起こると仮定している。この

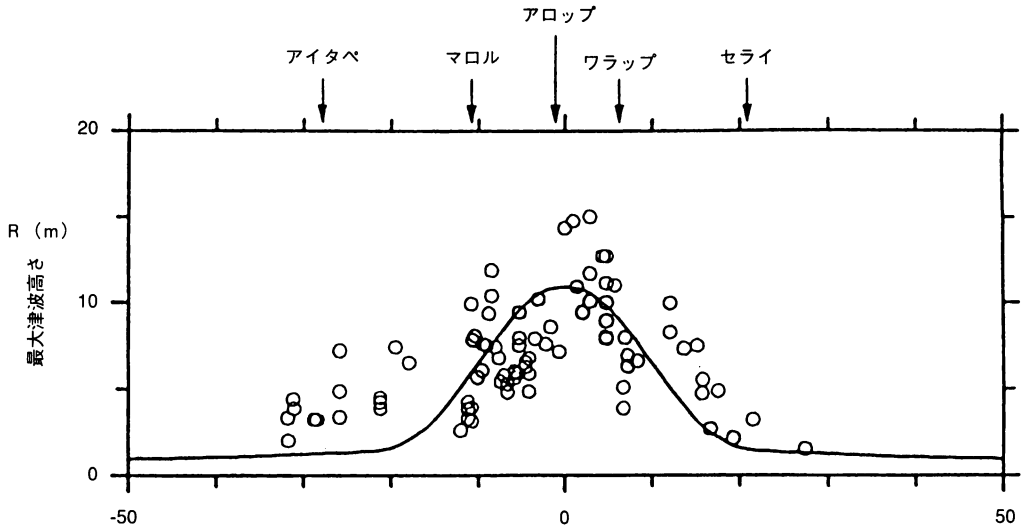


図-4 海底地滑りを考慮した津波高さの沿岸方向分布

結果は、調査結果とも傾向が一致しており、海底地滑り説の有効性を示していると言える。

4. わが国で懸念されること

今回被害を受けた地域で、津波が過去に襲ったのは、1907年であって、もう90年も経過している。住民は、津波のことを全く知らないという状況であった。その後1935年にマグニチュード8を超える地震があり、地震動によって家屋被害が出たが、震源が内陸にあったために津波は発生しなかったそうである。このように、今回の被災地周辺では過去にプレート境界地震とプレート内地震が混在して起こっているようである。

このような状況は、わが国では、つぎのように東海地震が懸念されている地域で認められる。

- 1) 南海トラフが駿河湾に延びている北斜面には、富士川、大井川、天竜川の河口デルタが堆積している。
- 2) 1891年に内陸地震として濃尾地震（マグニチュード8.0）が発生している。これは、1854年安政東海地震（同8.4）と1944年東南海地震（同7.9）のほぼ中間で起こっている。
- 3) 浜名湖とシサノラグーンの成因、形状、沖合のプレート境界の走向状態がよく似ている。

わが国では、大津波災害でその原因がよくわかっていないものがある。たとえば、500年前の1498年に起こった明応地震（マグニチュード8.6）で阿濃津（三重県津市周辺）が大津波に襲われ壊滅したということや、1771年明和の八重山大津波（地震マグニチュード7.4）で石垣島では津波が80m以上も遡上した地域が見いだされている。これらの津波被害の局所性を考えると、津波を大きくした地震以外の何らかの原因があったものと考えられる。

わが国では、大河川の多くが河口デルタをもっている。しかも、決して急峻な斜面をもっているわけではない。そのうえ、三陸沖の日本海溝や駿河湾から鹿児島沖を走る南海トラフのように、深い溝状の急峻で長大な海域も存在している。また、仮に深くなくても、土砂が堆積しているスポット状の

海域は、日向灘をはじめ随所に認められる。これまで、海底地震による津波の予測では、断層モデルを設定して行ってきたが、津波地震の場合には、津波の計算精度がそれほど高くない。1896年の明治三陸津波はその典型である。近年、この津波地震による津波をどのようにして予測するかが大きな問題となっているが、今回のパプアニューギニア津波のように、もし海底地滑りが津波増幅の大きな原因であるとすれば、わが国でも想定津波を見直さなければならない地域は数多く存在することになる。しかも、リアス式海岸に代表されるように、津波が増幅されやすい地形がわが国の至るところで見いだされている。このようなことを考えると、これまで地震断層モデルでしか津波を評価してこなかった地域で、仮に河口デルタのようなものが地震で一気に崩壊するような海底地形が存在するところでは、その可能性を至急検討する必要があるだろう。