

1998年パプアニューギニア・Sissano 潟湖津波の発生原因の考察 - 斜面上の粘塑性堆積層の滑落メカニズム

Mechanism of the generation of the tsunami of the 1998 Aitape Earthquake, Papua New Guinea

都司 嘉宣[1]

Yoshinobu Tsuji[1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

1998年のAitape地震(M7.1)に伴う津波は、来襲時間、津波規模の2点で、海底地すべりによる津波であることが示唆される。海洋科学技術センターの観測船による4度の海底調査の結果、被災地沖25km付近の海底には半月状の急斜面地形があり、柔らかい粘土状堆積物が積もっていて、斜面上に、引っ張り応力による大きな亀裂が走っていること、堆積層の滑落を示す構造が見られることが判明した。このような斜面上の堆積層は、地震時には粘塑性物質に変化すると仮定し、その挙動を四角形の要素からなる有限要素法によって検証した。地すべりは、相当な時間経過の後突然短い時間内に発生することがわかった。

1998年7月17日の夕刻にパプアニューギニア国Aitape地震に伴う津波はSissano潟湖周辺で2,000人余の死者を出した。Sissano潟湖湖岸上の住民の証言では、津波が襲ったのは、第3番目の揺れの前後とされる。本震後20分あまりを経過したころであったと推定され、本震震源から津波が発した場合の7~8分より遅い時刻に海岸に来襲していることになる。また、最大浸水高さ15mに達したとされる津波の規模は、地震マグニチュード(M7.1)のわりには大きすぎることが指摘できる。

したがって、この津波は本震による地殻変動ではなく、海底地すべりによって誘発されたことが示唆される。海洋科学技術センターの観測船「かいいい」、「なつしま」による4度の海底調査の結果、Sissano潟湖沖25km付近の海底には「円形劇場」と称される東西方向に10kmにわたる半月状の急斜面地形があり、その斜面上には柔らかい粘土状堆積物が積もっていて、斜面上部や斜面途中に、引っ張り応力による大きな亀裂が走っていることが確認された。さらに、「円形劇場」を含む周辺海域の音波探査の結果、このような堆積層の滑落を示す構造がこの付近の各所の斜面に見られた。

本研究では、このような斜面上の堆積層は本震後の余震の連続する時期には、弾性物質から粘塑性物質に変化すると仮定し、かつ鉛直重力の数%の水平加速度を連続的に受けるものとし、さらに斜面傾角を30度としてその挙動を四角形の要素からなる有限要素法によって検証した。堆積層は、平らな斜面下部に広がる平面上に滑り出すという条件を与えた。平面応力場を仮定すると力学系は弱非線形となり、イタレーション計算過程が必要となる。

計算の結果次のようなことが分かった。

(1) 滑落する地層は、表面付近はほとんど構造が乱されない。これに対して滑落地層の下部は大きく乱される。

(2) 滑落地層の先端は、下部平面上に滑り出て、地層の折り重なり" folding"を起こす。

(3) 滑落地層の上面は、きわめて緩やかな山の峰を形成する。

(4) 滑落地層の後部では垂直面が保たれたまま下方へ移動する。

(5) 滑落する堆積層厚さは斜面上ではほとんど変化しない。したがって、その表面は沈下も隆起もしない。

(6) 堆積層の滑落は、ほとんど形状の変化の見られない相当な時間経過の後、突然短い時間内に劇的に発生する。

(7) 滑落発生時期は降伏点パラメーターに敏感に依存する。したがって、滑落の発生時期は事実上予測しがたい。

(8) 滑落層の背後には、地層厚さ分の深さの増加があり、滑落層の落下先の平面では深さの減少がある。これらは津波の発生原因となりうる。

以上のモデルが量的に津波の発生原因となりうるかどうかについては、今少しの量的な検討と、観測事実による検証を要するが、本震より相当遅れて津波が発生した事実、また地震規模に比較して大きな津波が発生した事実にはよく付合する結果が得られた、と言えるであろう。