

II-64

サントリーニ火山噴火に伴う津波の解析

東北大学大学院 学生員 ○青木克彦
 東北大学工学部 正 員 今村文彦
 東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. 概要

津波の多くは地震活動により発生しているが、地滑りや火山活動に起因したものの低頻度であるが報告されている。現在まで、地震津波を対象とした研究や数値計算は多くあるが、火山を対象としたものは少ない(例えば、Kawamataら、1993)。そこで、本研究では、紀元前1490年の火山噴火による歴史津波の再現計算を試みる。このイベントは、火山活動中の大規模なカルデラ形成によって引き起こされたと言われ、これによる津波発生の数値モデルの検討を詳細に行う。

2. 対象領域

対象領域は、エーゲ海南部のキラデス諸島にあるサントリーニ島（Thera）である。この地域では、紀元前1490年に活発な火山活動があり、図-1にあるように当時の島北部が火山性カルデラ崩壊により消失し、右にあるような現在の地形になっている。一般に、カルデラの崩落速度は不明であるが、津波の発生効率に大きく影響すると思われる。

3. カルデラの崩壊過程

一般的な断層運動と比較すると、カルデラ崩壊による発生メカニズムは局所的に地形が大きく変動するという特徴を持っている。サントリーニ島でのカルデラ崩壊は、約4km四方の面積において推定400m以上の山体が陥没し、現在は水深400mになっている。これは1883年のKarakatau火山と同規模である。カルデラ崩壊による津波発生を数値計算するにはこの崩壊速度が重要であるが、その発生年代が古いこともあって推測の域を脱しない。ここでは、崩壊速度を自由落下した場合（考えられる最速な条件であり15.5秒で崩壊が終了する）と約7倍の100秒間で終了した場合の2例を仮定し計算を行った。

4. 再現計算の諸条件

数値計算で採用した基礎方程式は、従来の津波計算法で使用されている浅水理論である。ただし、連続の式は、カルデラ崩壊が継続している間と崩壊が終了した以後の2種類あり、前者においては計算時間1ステップ当たりの崩落量を加えてある。同様に水深データにおいても、時間ステップ毎に崩落量を加えて修正した水深を使用している。カルデラの崩壊は非常に局所的で大規模であるため、波源付近の初期波形勾配が大きく、流速の値が非常に過大になると予測される。従って、計算安定を充分考慮して計算条件を設定した。この条件を表-1に示す。

5. 計算結果**5.1 水位の時系列変化**

サントリーニ島周辺で計算された水位の時系列変化を取り出し、図-2に示す。なお、この結果出力地点は図-1に示している。各地点において、計算初期（50秒以内）に確認される正の値は、崩落過程によるものである。崩落後では、第一波以降に水位が負の値で移行していることが確認できる。

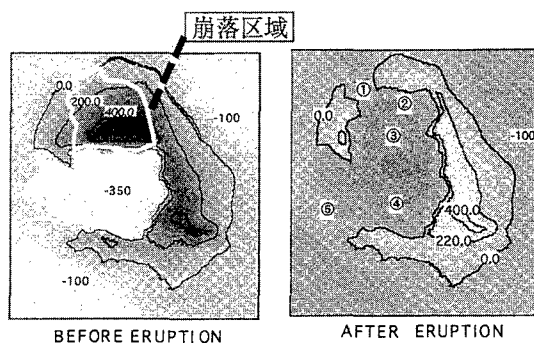


図-1 サントリーニ島噴火前後地形図

表-1 計算条件

計算条件	DATA
縦領域実寸	20.0km
横領域実寸	18.8km
縦領域格子数	304個
横領域格子数	286個
空間格子間隔	66.0m
時間間隔	0.1(sec)
計算時間	1500(sec)

北側入口である地点1において、崩落時間100秒の結果は、600秒以後水位変動が小さいのに対して、15.5秒の結果は周期約6分程度で振動による波が発生していることが確認できる。

崩落域上部にあたる地点2では、15.5秒の場合に最高水位が約80mとなり、他の地点と比較して大きい値が確認された。これは、南西側入口から入り込んだ水が島北部に衝突し、増幅した結果と考えられる。また、この際に、急激な波形勾配のために部分的に激しい振動が発生しているが、その後は安定して計算が行われている。

南西側入口である地点5では、計算中2回水位が海底面近くまで低下している。第1波は直接崩壊によるもの、第2波は、その後形成された成分であると思われる。また、両崩落速度において周期約10分程度の波が発生していることが確認できる。

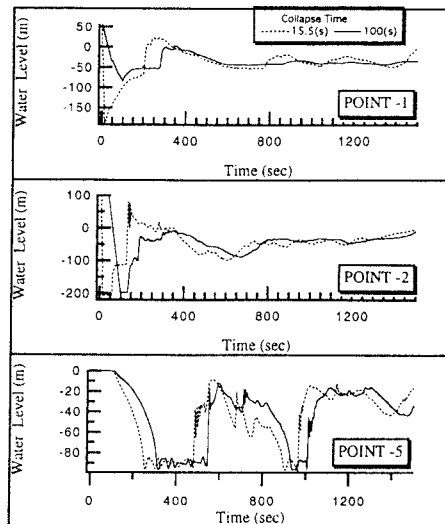


図-2 各地点における水位の時系列変化

5.2 最高水位分布

計算された最高水位分布を示す。最も高い値は図-3左の○で囲んだ付近における127mである。

2つの図を比較すると、崩落時間によって最高水位の場所に大きな差が発生することがわかる。左図（自由落下）においては、両入口付近と崩落域上部で確認されるが、右図（100秒）では南西側入口付近に集中している。これは、崩落時間が長いと、北側の狭い入口からは波が伝播していかないことを示している。

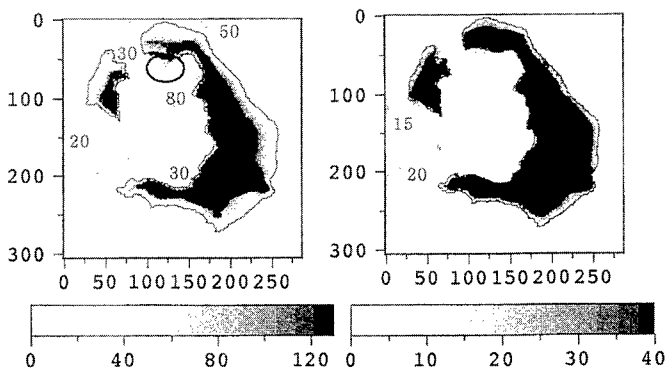


図-3 最高水位分布(m) (左:15.5(S), 右:100(S))

6) おわりに

崩落時間に関して最高水位の値、および発生場所に違いが確認された。更に5-1)で示したように、崩落時間が短い時に周期6~10分の波が発生し、遠隔地にも伝播していく可能性が示された。水位の時系列変化において激しい振動が見られたが、この現象は、厳しい初期条件から来ているものであると考えられる。今回の計算で使用した浅水理論では、鉛直方向の運動や加速度は十分小さいものとして、近似的に解いている。しかし、カルデラ崩壊では急激な水位低下が発生するために、新たに鉛直方向の運動を考慮に入れなければならないと考えられる。

参考文献

S.Kawamata, F.Imamura and N.Shuto, "NUMERICAL SIMULATION OF THE 1883 KURAKATAU TSUNAMI", Proc.IAHR, vol.2 pp.24-31,1993.