

サントリー二島火山性津波に関する検討

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.はじめに

本研究では、紀元前14世紀のギリシア・エーゲ海・サントリー二火山による津波の再現計算を試みる。この津波の発生機構はカルデラ形成による地盤崩落による水塊突入であるとされ、最古の青銅器文明であるミノア文明の滅亡に影響したと云う説があり、調査研究が進められている。しかし、その実態は明らかになっていないのが現状である。青木ら（1997）により数値解析が進められているが、ここで改めて津波発生から伝播に至る過程を詳細に検討する。

2. 地盤崩落速度

カルデラ形成過程で津波が発生する場合、その地盤崩落速度が津波発生効率に大きな影響を与えることが考えられる。そこで、崩落速度の影響度を検討するために2次元の数値実験を行った。崩落時間を1.0～500（秒）の6通りとし、水深400mの一様水深上の仮想島を設定時間内に一定速度で崩落し、最終的に周辺と同様の海底400mになるものとする。図-1に仮想島を設置した地点における各条件の時間波形を示す。

地盤崩落速度が1.0秒から15.0秒までの波形において、計算初期段階の最低水位に違いが見られるが、その後の最高水位にそれほど差が発生せず、ほぼ同規模の波が発生している。一方、崩落時間が30秒以上になると波の変動は急激に減少していき、最高水位も低くなる結果となった。また時間経過とともに静水位へ収束する時間に関しては、どの条件で行っても大きな差がでない結果となった。以上のことをふまえ、もっとも現実的でありかつ発生効率の大きい自由落下を仮定した15.5秒という地盤崩壊時間を想定し、津波波形に及ぼす影響を検討する。

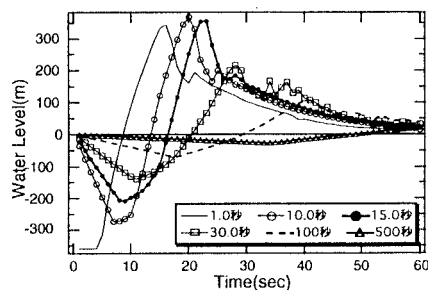


図-1 崩落速度の影響

3. 基礎方程式に関する検討

カルデラ崩壊によって流入した海水は、陥没部の対岸に衝突して反射されたり、あるいは流入した水塊同士が衝突して、鉛直上向き方向に大きな運動が生じる可能性が十分考えられ、従来の津波数値モデルでは精度の点で問題が生じる。そこで、長波近似を用いないNavier-Stokes方程式のMAC法による直接計算（倉吉ら、1997）と浅水理論による計算とを比較する。ここで、浅水理論には発散防止のために人工粘性項を導入しているしており、この効果も同時に検証する。

1次元伝播問題として検討を行った（図-2）。右端左端とも鉛直壁を置き、完全に反射する条件を設定する。計算領域の左部分7kmまで置かれた厚さ300mの海水の右端が瞬時に開放され、水塊が右空間部に流入するという条件を設定した。両計算とも、空間格子間隔は50mとした。

実線で示された浅水理論の結果は先端部での安定条件のために若干丸みを帯びるが、右側壁面に衝突後は先端の勾配が大きいまま伝播している。ここで、人工粘性を外すと、先

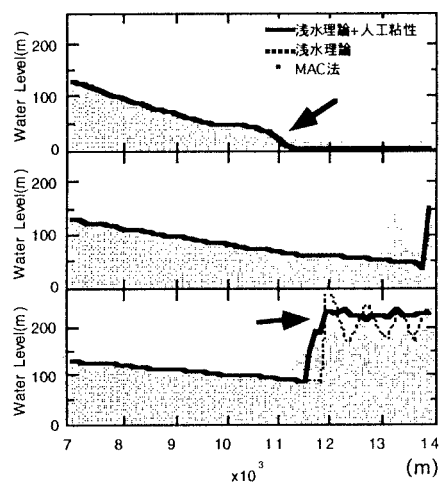


図-2 MAC法と浅水理論の比較

端部での振動が大きくなり発散に至る（図-2 下段矢印）。MAC 法の結果と比較すると、水位は若干高い値を示すが全体的には一致は良好で、浅水理論でもかなり良好な再現できると期待できる。ただし、空間格子間隔の選定が重要であり、粗い格子の際には壁面部において水位の平均化が行われ、水位上昇が過小評価される場合もある。その結果、連続式は満たされても、流速値が小さくなり、波高が低下するので注意が必要である。以上より、計算条件に注意を払えば浅水理論で表現可能であることが判った。

4. サントリーニ島への適応

この計算法をサントリーニ島における火山性津波に適応させ、従来の計算法との比較を行う。再現方法を、単領域型（線形長波理論）と接続領域型（浅水理論+人工粘性）として、図-3 に対象領域を、表-1 にそれぞれの計算法の条件を示す。

接続型計算では、図-3 の黒線で囲った区域を非常に細かい空間格子間隔を用いて表現している。

表-1 計算条件

	単領域型	領域接続型
支配方程式	線形長波理論	浅水理論+人工粘性
計算領域	全体	島周辺と全体
時間格子間隔	0.5(秒)	0.1(秒),1.0(秒)
空間格子間隔	297(m)	66(m),330(m)

サントリーニ島から発生した波の挙動を調べるために図-1 のA,B,C点における時系列を図-4 に示す。POINT-Aでは計算開始から32分まで、Bでは66分まで、Cでは50分から116分までのものを示す。

波源付近では、カルデラ崩落と同時に水位が低下し、そこへ周囲から海水が流入するため、島周辺部の水位は低下する。その後流入海水同士の衝突、あるいはカルデラ側壁への衝突が起こり、水位が急上昇する。上昇した波は押し波第一波となって、外海へ伝播していく。線形計算においては空間格子間隔の影響により、水位の低下が小さくなっている。A地点から出た波は分散せずにイオス島によって囲まれているB地点方向に伝播していく。ここでは水位が10mと浅く、水位低下によって海底が露出した状態になり制限を受けている。

波源近くにおいては、両計算方法に大きな違いが確認されるが、波源から離れるとともにその差はなくなり同規模の波が伝播していることがわかる。

5. おわりに

カルデラ崩落による津波発生メカニズムに対して、地盤崩落速度がどのような影響を与えるかを検討し、崩落時間が15秒までは最大波高に影響がないことが判明した。

従来の計算方法である浅水理論の妥当性をMAC法と比較し、カルデラ崩壊という厳しい条件においても、条件付きながら浅水理論+人工粘性によって再現可能であることが示された。

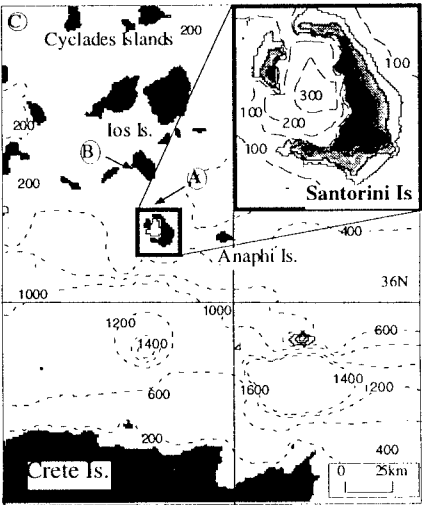


図-3 対象領域

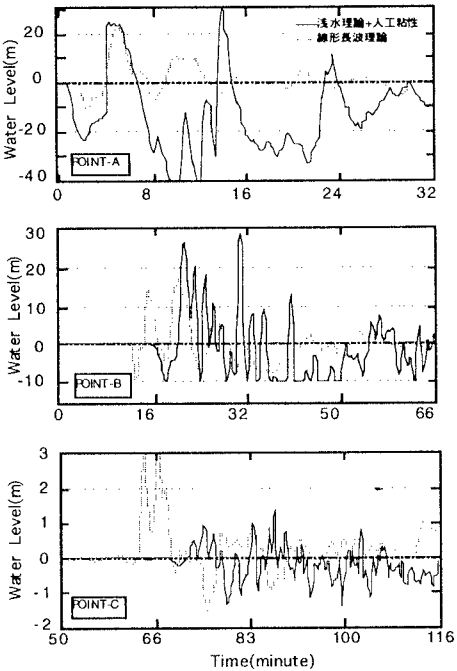


図-4 時間波形の比較