

遠浅の海岸に接近する津波の進行、遡上計算について

Calculation method of tsunami approaching a shore through a sea area with a mildly sloping sea bottom

都司 嘉宣 [1], 村上 嘉謙 [1]

Yoshinobu Tsuji [1], Yoshikane Murakami [1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

海岸線が直線的であって、しかも遠浅の海岸に津波が接近してくるときには、津波は連続的に碎波を起こしながら海岸に接近してくる。このような場合、単純に広域2次元の津波伝播計算を当てはめると、実際よりも過大な津波浸水高が算出されてしまう。遠浅の海域を進行する津波の力学を考えるのに、Boussinesq方程式を基礎に碎波によるエネルギー散逸を考慮に入れた真野(1988)の提案した運動方程式を適用し、1703年の元禄地震津波について計算例を示した。

海岸線が直線的であって、しかも遠浅の海岸に津波が接近してくるときには、津波は連続的に碎波を起こしながら進行する。このような場合、単純に広域2次元の津波伝播計算を当てはめると、実際よりも過大な津波浸水高が算出されてしまう。いま、このような場合の例として、元禄関東地震津波(元禄16年、1703)の九十九里海岸に接近する津波について考えてみよう。

九十九里浜は遠浅の海岸である。すなわち、九十九里浜の沖合の20mの等深線は海岸から約10kmも離れたところを走っており、勾配は1/500程度と非常に小さい。このようなところでは、入射してきた津波は海岸遙か沖合から連続的に碎波して進行し、海岸に到達する。

しかし、非線形性をほとんど考慮しない単純な二次元計算では、沖側で波高3m、周期10分の波を入射した場合、九十九里浜に津波が到達する地点での計算波高は10.0mという大きな数値が算出される。しかし、このように遠浅で傾斜の緩やかな地形では、連続的な碎波のため、実際にはこのように大きな浸水高にはならない。そこで、本研究では碎波の影響までも考慮に入れた一次元計算を考察する。

遠浅の海域を進行する津波の力学を考えるのに、Boussinesq方程式を基礎に碎波によるエネルギー散逸を考慮に入れた真野(1988)の提案した運動方程式と、それを日本海中部地震津波の男鹿半島北部のソリトン分裂の説明に応用した西畑(1998)の考察を参照した。この計算を行い、津波が完全に水深3mの地点に達したところで一次元遡上計算に移行する。

碎波を考慮した津波計算を行うさい、水深50mの場所から沿岸までの水深を海図を用いて読みとり、3m以浅では一律水深3mとした。また、入力する初期波形として、水深50mの地点で波高3m、周期10分の孤立的な波を与えた。海底摩擦として、水深10m以深では $f_c=0.0025$ を与え、それ以浅では $f_c=0.02$ を与えた。

以上の手続きによって計算を行い、水深3mの地点まで波が進入了ら、つぎに遡上の計算に移る。水深3mの地点まで進入した波の波形をそのまま取り出し、一次元遡上計算プログラムの初期波形として与えた。このような2段階の計算過程を経て得られた結果を、遠浅海岸である九十九里浜での津波遡上の最終計算値とする。

碎波を考慮した津波計算の結果によると、与えた進行波は沿岸に近づくに従って徐々に波長を短くしながら進んでいくことが分かる。波高は少しずつ増幅されるが、最高でも与えた波の10%ほどしか高くなり、海岸線に近づくにつれて碎波のためエネルギー減衰が起きて波高は減少していく。ここまでの計算によっても九十九里浜のような遠浅海岸では、たとえ沖からの入射波高が3mであっても広域津波計算で得られた10mのように大きな津波にはならず、遡上高は3mにとどまることがわかる。

この結果、津波は最終的に、九十九里浜では3mの高さまでしか遡上しないことが判明した。すなわち、九十九里浜のような遠浅な海岸では、強い非線形性のために広域津波計算で得られた値の3割程度しか実際には遡上しないことがわかる。このように、非線形性をほとんど考慮しない旧来の津波計算では、九十九里浜のような遠浅の海岸における津波の挙動を全く表現できないのである。