

津波波源の形成伝播（地震の破壊伝播）を考慮した津波予測システムの展望

The prospect of a tsunami early warning system based on tsunami source propagation

平田 賢治 [1]
Kenji Hirata[1]

[1] 気象研
[1] MRI

現行の津波予測システムでは、津波波源は波源域全域で一瞬にして形成される、と仮定している。別の言い方をすると、津波波源内の波源形成速度、あるいは、地震破壊の伝播速度を無限大であると考えている。M7～M8の地震の差し渡しは数十kmから百数十km程度であり、地震破壊は数十秒で終了する。これに比べ津波の周期はかなり長いから、M8程度の地震までなら、津波波源の形成速度、あるいは地震の破壊伝播、を無視してもあまり問題にならない。しかし、M9の巨大地震になると、その差はもはや無視できなくなることが予想される。各検潮所までの到達走時を用いて2004年スマトラ-アンダマン地震の津波波源を推定する場合、破壊伝播速度の補正を行う必要があったことが報告されている[Neetsu et al.,2005;Fine et al.,2005]。津波の到達走時が変化するならば、当然、その振幅も変化しなくてはならない。果たして、津波振幅と破壊伝播速度はどのような関係があるのか？ 昨年の連合大会で数値シミュレーションを用いて、この問題を検討した結果を発表した(T235-018)。今回は、そのまとめと将来の津波予測システムに津波波源の形成伝播を考慮すべきか否かなどについて報告する。

まず、インド洋沿岸沖合に複数の仮想津波観測点を設定し、スマトラ-ニコバル-アンダマン海溝に海溝形状に平行な断層モデルを置いて実施した数値実験を実施した。その結果のうち重要な項目をまとめると、(1)津波波源の形成伝播速度（地震の破壊伝播速度）が遅くなるほど、沖合の津波振幅は増加率（あるいは減少率）は増大する傾向が明確に見られる。例えば、スマトラ-ニコバル海溝沿いに長さ500kmの断層を置いた場合、スリランカ南東沖合の振幅は、伝播速度3.5km/secで+10%、2.5km/secで+14%、1.5km/secで+23%、1.0km/secで+38%、それぞれ増大する。但し、観測点によっては、この傾向が明瞭でなくなる場合が若干例存在する。(2)当初予想に反して、津波波源の長さ（断層長）が長くなるほど、津波波源の形成伝播の影響が大きくなるという現象は認められない。長い波源より短い波源を設定した方が、津波振幅の変化が大きい場合が多数ある。なぜこのようなことが起きるのか詳しく調べたところ、津波振幅の変化率は、各波源要素（断層要素）から放射された津波要素の位相がそろえば大きくなり、逆位相でそろえば小さくなる。結局、津波要素の位相がそろるか否かは、津波波源の形成速度と、各波源要素からある観測点までの津波到達時間、の2つの条件によって決まることがわかった。さらに、後者の条件は2点間の位置、実際の断層形状、海底地形によって決まる。まとめると、津波振幅の変化率は、津波波源の形成速度と波源要素から観測点までの津波到達時間の非線形な関数と考えることができる。

次に、次世代の津波予測システムを設計するにあたり、津波波源の形成伝播という条件を含めるべきか否かについて検討してみる。(A)通常の破壊伝播速度(2km/sec～4km/sec)を持つ地震によって発生した津波でさえ、瞬時に津波波源が形成される場合に比べ、振幅は最大で10%程度変化する。従来、瞬波源全域にわたって瞬間的に津波波源が形成されるという仮定はあまり現実的ではない可能性がある。(B)したがって、もしも津波波源の形成伝播速度を準リアルタイムで推定できるならば、次世代の津波予測システムには、津波波源が形成伝播するという前提で設計した方がよい。しかし、現在のところ、それを可能とするような手法も、インフラストラクチャも整っていないし、近い将来にこれらを整える計画も現在見あたらない。(C)それゆえ、津波波源の形成伝播が準リアルタイムで推定できるようになるまで当面、ある適当な速度（例えば、3km/sec）とユニラテラル/バイラテラルな形成伝播をa prioriに仮定し津波データベースを構築しておき、それら数種類のケースのうち、各地点で最大の津波振幅を予測値として選択するのが良い。(D)ただし、津波は沿岸部の浅い海底地形によって、局所的かつ容易に、沖合の津波よりも数倍増幅する。他方、津波波源の形成伝播は最大でも2倍を超えることはないと考えられる。沿岸部の浅い海底地形が調査されていない地域の津波波高予測にとっては、津波波源の形成伝播を考えるより先に、浅い海底地形情報を取得する方が必要である、と考えられる。

本研究は、科学技術振興調整「スマトラ型巨大地震・津波被害の軽減策」(研究代表:東大地震研究所 加藤照之)の一環として行われた。