

東日本大震災 津波シミュレーション

地震津波・防災研究プロジェクト 馬場俊孝

2011年東北地方太平洋沖地震に伴って発生した津波は、我が国において未曾有の大災害を引き起こしました。津波災害の軽減のためには、私たちはまずこの津波をよく調査し、理解する必要があります。津波は自由表面をもつ波動として扱えるので、津波の再現は波動理論を基礎とした支配方程式に、初期条件と境界条件を与えて時間発展を解くことにより得ることができます。初期条件は津波発生時の海面における水位分布で、地震の断層運動による海底の地殻変動から推定します。津波の伝搬には、海底や陸上での複雑な地形を考慮する必要があるため、コンピュータによる数値解析を用いて計算します。

動画1はそのようにして得られた2011年東北地方太平洋沖地震による津波の伝搬の様子です。Saito et al., 2011) によれば、地震による海底の隆起によって持ち上げられた海水の高さは最大で約8m、それは三陸沖の日本海溝軸付近に位置しています。また、約400km×100kmの広大な領域に対して、2m以上海水が持ち上げられたと推定されました。地震によって三陸沖で持ち上げられた海水が、時間の経過とともに、水位の低い方に流れるようにして広がるのがわかります。その津波は発生後15分から20分で先端が三陸地域に到達します。動画1から沿岸付近で急激に高くなっている様子がわかります。津波は、海が深いほど速く伝わり、沖合いではジェット機に匹敵する速さで伝わります。逆に、水深が浅くなるほど速度が遅くなるため、津波が陸地に近づくにつれて後から来る波が前の津波に追いつき、急激に波高が高くなる性質があります。また、三陸海岸のリアス式地形は、海に向かって開いているため、津波が襲来した場合、湾口に比べて奥の方が狭くなっている入り江では、津波が集まりさらに高くなります。東日本大震災では、局所的に最大40.1mの遡上高が大船渡市綾里湾で記録され、これは過去の津波の記録を上回る日本で記録された最大値です (Mori et al., 2012)。さらに、津波は地震発生後約50分後には牡鹿半島を回り込み宮城県石巻市中心部に、約60分後には仙台平野沿岸部に到達し、陸上を広く浸水します。陸上を駆け上がった津波は、重力の作用で引き波となって海に戻りますが、複雑な海底地形の影響で屈折や回折を繰り返しながら、何度も沿岸部を襲います。津波の第1波が去った後も長く注意が必要なのはこのためです。

津波の陸上浸水も同じシミュレーションに適切な境界条件を与えることによって、計算することができます。動画2は東北地方太平洋沖地震による津波の仙台平野への遡上を高分解能シミュレーションによって再現したものです。河川を遡上する津波は、陸域を浸水する津波に比べて伝播速度が速く、遠くまで伝わります。河川を遡上しあふれ出た津波は、海岸から遠く離れた地域も襲います。東日本大震災では、北上川では河口から約50kmの遡上を観測するなど、海岸線のみならず北上川奥深くの沿岸地域に甚大な被害をもたらしました。一方、仙台平野を浸水した津波は、浸水開始から約1時間で海岸約4~5km内陸まで浸入しました。仙台平野を南北に走る仙台東部道路の盛土によって津波の浸水がある程度妨げられていることもシミュレーションから確認できます。

このように津波の初期水位分布さえわかれば、現在の技術で襲来する津波を精度よく再現することが可能です。また、地球シミュレータや京コンピュータなどのスパコンの登場によって、それらのシミュレーションを大規模に、かつ短時間で終えることもできるようになりました。残された課題は「津波の初期水位分布」、つまり、どこでどのような地震が発生するかの予測にあるといえます。残念ながら地震予知は簡単ではありませんが、津波がどこで発生したか、については海域観測網の整備によって瞬時にわかるようになりつつあります。現在、日本では日本海溝や南海トラフをターゲットとして、海域の地震津波観測網の整備が急ピッチで進められおり、これが完成すれば、津波の発生を瞬時に検知できるようにな

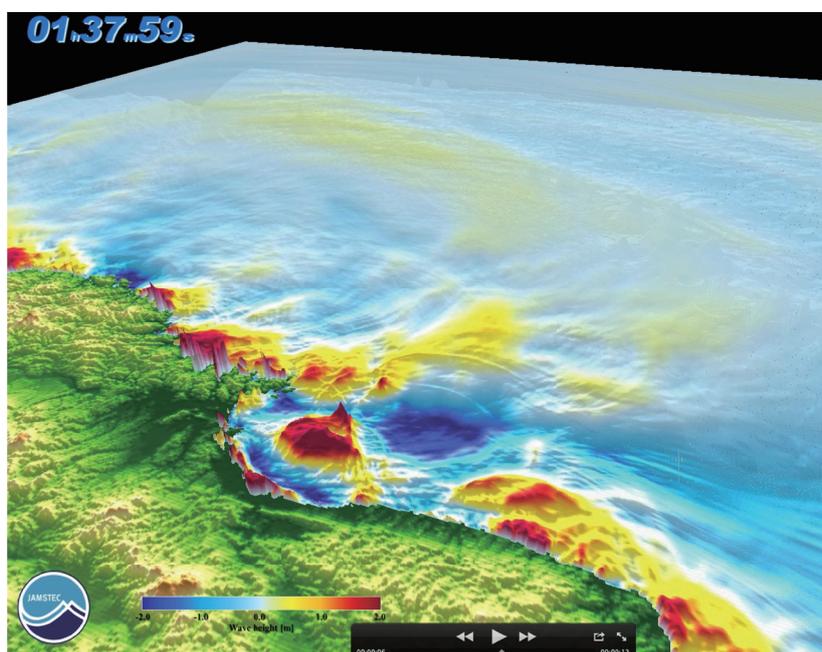
ります。また、これら海域データを用いて津波の初期水位分布をリアルタイムで推定するアルゴリズムの開発も行われています。現在は、動画1や2の計算のもとになる高精度な初期水位分布を得るのにかなり時間がかかりますが、近い将来、津波の初期水位分布が津波発生直後に得られ、動画1や2のような予測を津波到達前に提供できるようになると期待されています。

参考文献

Mori, N., T. Takahashi and The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group, Nationwide survey of the 2011 Tohoku earthquake tsunami, Coastal Engineering Journal, 54, 1-27, 2012.

Saito, T., Y. Ito, D. Inazu, and R. Hino, Tsunami source of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, Japan : Inversion analysis based on dispersive tsunami simulations, Geophys. Res. Lett., 38, L00G19, doi : 10.1029/2011GL049089, 2011.

動画



動画

