

津波の発生場における海底圧力

新しい海底地震津波観測網の活用に向けた基礎研究

地震・火山防災研究ユニット 主任研究員 齊藤竜彦



はじめに

迅速かつ正確な津波予測のため、未だかつてない規模の海底地震津波観測網の整備が行われています(図1)。海底には地震計だけでなく水圧計が設置され、観測された海底の圧力変化を利用して高い精度で津波を計測しようというものです。津波を引き起こす地震断層の真上に、これほどの観測網が設置されるのは世界初のことであり、これまでの津波研究では、この状況を想定していません。

断層真上に位置する海底水圧計は、海底の隆起・沈降の影響を強く受け、海面の波高そのものを計測しているわけではありません。

従来は、隆起・沈降による水深変化を補正することで海底の水圧変化から海面の波高を評価していましたが、本来ならば、海水流体の運動を考慮した津波発生ダイナミクスを考える必要があります。

津波発生の理論

津波発生ダイナミクスは、少なくとも、海底変動による海面変動を定式化した高橋(1942震研彙報)の先駆的研究に遡ることができます。そこで理論的に導出された津波発生場の数式表現(解析解)が、津波の波源や伝播過程の応用研究などで重要な役割を果たしてきました。しかしながら、津波発生・伝播に伴う海底圧力の時空間変化を表す解析解までは導き出されてい

ませんでした。その理由として、従来は海底圧力観測でなく検潮記録による津波観測が主流であったこと、そして、海面変動の解を導出するときには利用できた留数定理とよばれる数学的手法が、津波発生過程の海底圧力の場合には利用できなくなる数学的課題があること、の2つをあげることができます。

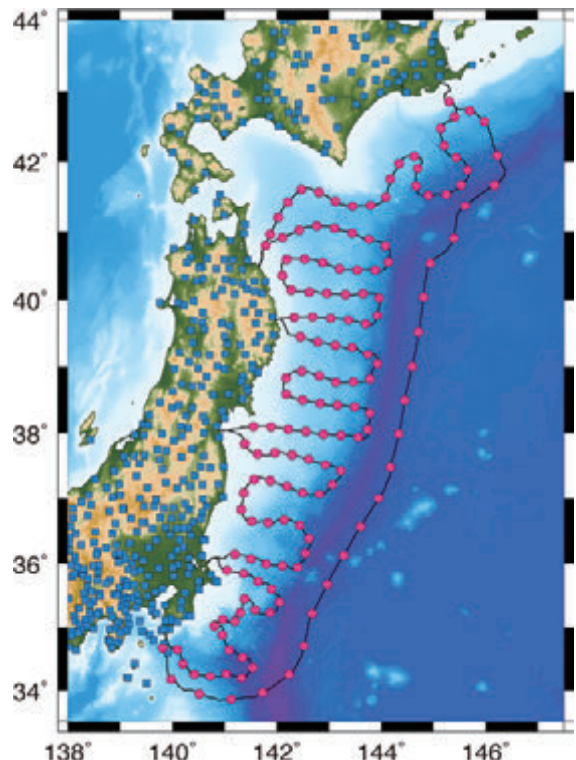


図1 陸上の基盤地震観測網(青点)と海底の日本海溝海底地震津波観測網(赤点)。

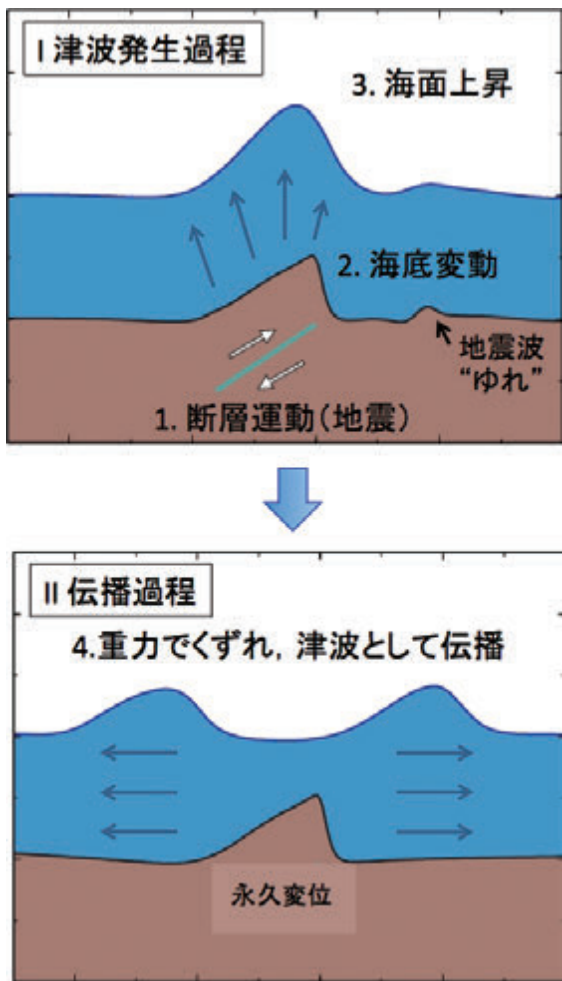


図2 津波の発生と伝播の仕組み。海底で発生する地震による海底変動によって海面が上昇する。持ち上げられた海面が重力によって崩れ、海水全体が水平方向へ押しやられるとともに海面の変動が津波として伝播する。

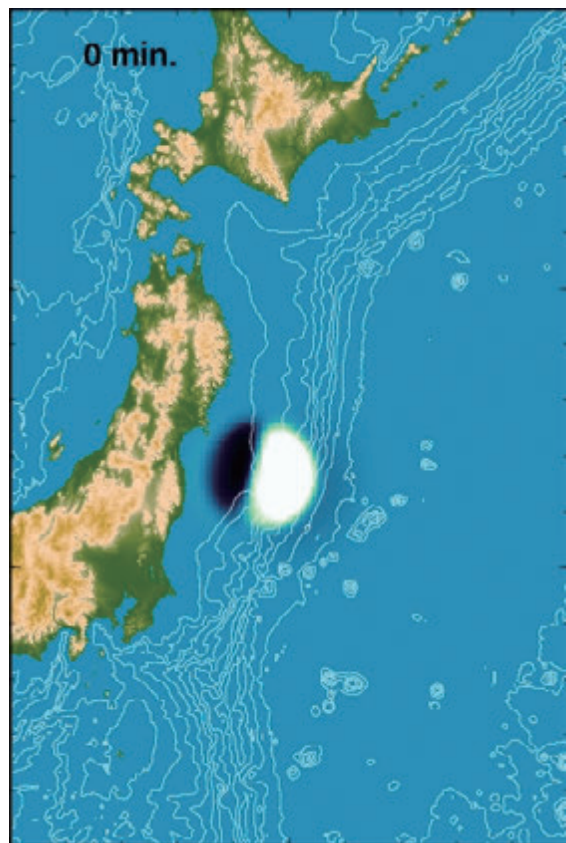
理論の拡張

私たちの研究所では、その数学的課題を克服し、より一般的な津波発生理論へと拡張しました (Saito 2013 EPS)。これによって津波発生場の海底圧力の時空間変化を含めた発生ダイナミクス (図2) を解析解で表現できるようになりました。この解によると、海底が加速度的に隆起する場合には、海底圧力が水深変化よりも見かけ上大きくなることが予測されます。海底の隆起・沈降による圧力変化に加え、流体である海

水の運動によっても圧力変化がもたらされるのです。

このダイナミックな圧力増加効果を考慮せず海底圧力変化のみから海面波高を推定した場合、海面波高を誤って評価する可能性があります。断層から離れた点で行われるこれまでの観測では問題にはなりません、断層直上でのより高度な津波監視技術を実現するための、海底地震津波観測網ならではの注意点となります。

また、津波発生ダイナミクスの解析解を詳しく調べることで、津波シミュレーションを実施する際に必要となる初期条件、すなわち、初期波高分布と初期流速分布の設定に関する理論的根拠が明確になりました。理論的に導き出される初期条件を使用することによって、より精度の高い津波シミュレーションが期待できます (図3)。



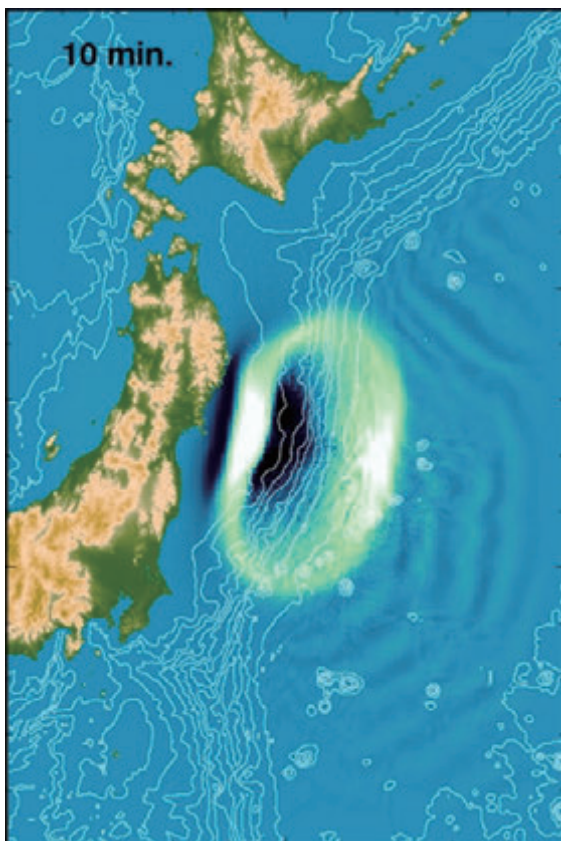
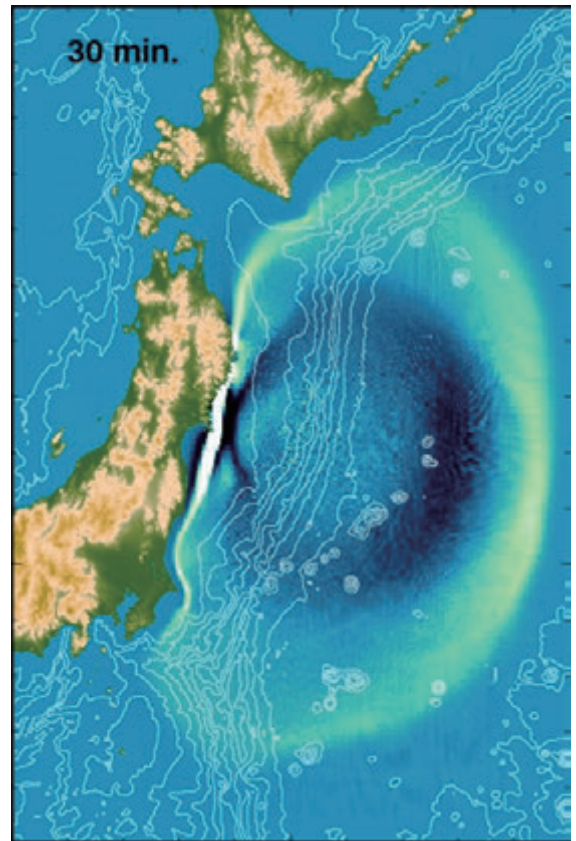
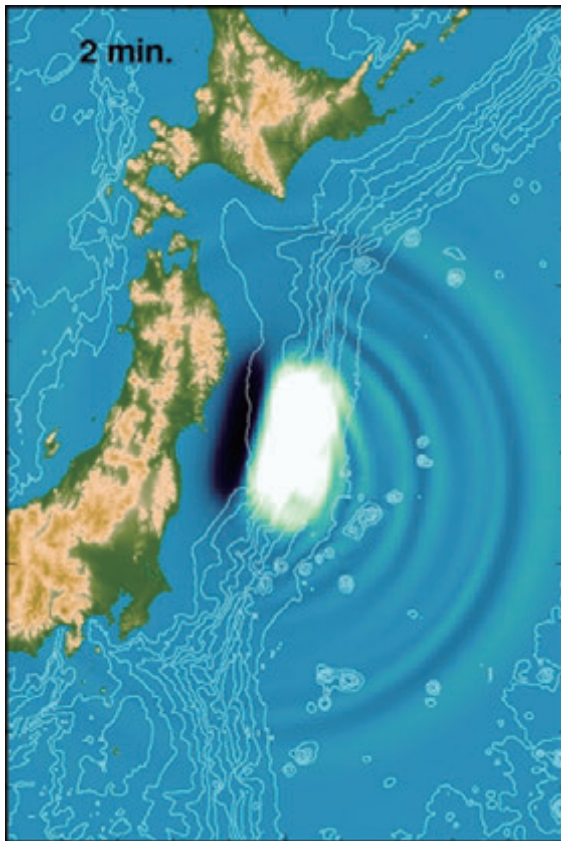


図3 東北地方太平洋沖地震による津波の発生と伝播のシミュレーション。地震発生から30秒後・2分後・10分後・30分後の海面変動の様子を視覚化。

さいごに

新しい観測網がもつポテンシャルを最大限に引き出すために、今あらためて、津波の発生に対する深い洞察が必要とされています。数理的に表現される津波と本当の津波の間には未だギャップがあります。謙虚に、継続的に、自然を理解しようとする姿勢が減災のために必要と考えています。