津波が励起する大気ラム波の振幅の理論的見積もり

Theoretical estimation of the amplitude of atmospheric Lamb waves excited by Tsunamis

*中島 健介¹

*Kensuke Nakajima¹

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門

1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

はじめに

大規模な津波は大気Lamb波を励起することが知られており(Arai et al 2011; Mikumo et al 2008 など), グローバルな微気圧計観測網から海面変位を推定することも行われている。

過去のそのようなインバージョンにおいて, 津波の波源域での圧力偏差 p は津波に伴う海面鉛直速度 w を用いて $p = \rho c w$ (c は音速)と与えられている。この関係は, 通常の音波を想定しており, 内部重力波, 重力の影響を強く受ける音波, そしてLamb波の場合の適切さには疑問がある。実際, Watada (2009)は等温大気について, 下面境界に鉛直速度を与えて圧力応答を波数・周波数空間において調べ, 音波, 内部重力波, Lamb波の分散関係に対応して顕著な違いがあることを示した。対応して実空間での応答の調査が望まれるが, 過去には現実的な断層運動を想定した計算が行われており(たとえば泉宮・長岡, 1994) 理論的な理解には必ずしも繋がっていない。そこで本研究では理想的な状況を想定して津波による大気波動の励起を調べる。

考察する系と数値モデル

線形化した水平鉛直2次元の等温大気の方程式を, 下面に与える鉛直流により駆動し, 応答を調べる。計算領域は, 水平 2000km, 鉛直 100km であり, 上端 20km はスポンジ層とする。下端の鉛直流は2種類のを想定する。第一は, 時間空間的にガウス分布のパルスであり, 地震断層変位に対応する海面盛り上がりをも想定する。時定数は, 通常の地震から津波地震までを想定して 10秒から300秒までのパラメタ実験を行なう。第二は, 水平にガウス分布の海面変位を左右に動かすものであり, 津波の水平伝播をも想定する。伝播速度は, 典型的な水深における津波伝播速度をも想定して 25m/s から 300m/s の範囲でパラメタ実験を行う。方程式の離散化には spmodel (竹広ほか2013) を用いた。

結果: 海面の盛り上がりへの応答

波源域から遠方での圧力偏差は音速で水平に伝わるLamb波によって支配されるが, その波形は, 海面盛り上がりの時定数にほとんどよらないことがわかった。振幅は, 海面の盛り上がりに対応して大気が static に鉛直変位することを想定して見積もることができる(詳細は当日)。この結果は, はじめに挙げた表式とは全く異なり, また, 防災上極めて重要な性質である。

結果: 伝播する津波への応答

津波とともに伝わる強制波動(通常は内部重力波)に加えて, 音速で水平に伝わるLamb波が生じることがわかった。この成分の振幅は概ね津波伝播速度の2乗に比例し, 典型的なパラメタでは, 海面盛り上がりによる成分の半分程度の大きさとなる。解析的考察について当日述べる。

参考文献

Arai et al (2011): Geophys. Res. Lett. doi:10.1029/2011GL049146

Mikumo et al (2008): J. Geophys. Res. doi:10.1029/2008JB005710

Watada(2009): J. Fluid. Mech. doi:10.1017/S0022112009005953

泉宮・長岡(1994): 海岸工学論文集, Vol.41, p.241.

キーワード：ラム波、津波、大気波動

Keywords: Lamb waves, tsunamis, atmospheric waves