

自己重力を考慮した全地球地震波動場の計算と極域波形データの比較

豊田 源知¹、竹中 博士²、金尾 政紀¹

¹ 国立極地研究所

² 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門

Comparison of seismic waveform data from polar region with global synthetic seismograms including self-gravitating effect

Genti Toyokuni¹, Hiroshi Takenaka² and Masaki Kanao¹

¹National Institute of Polar Research

²Dept. Earth Planet. Sci., Faculty of Sciences, Kyushu University

Seismometers installed at Antarctica provide precious clue to inner structures of the Earth compensating for sparse instrumentation on the Southern Hemisphere. Since Antarctica is the seismically quietest region in the world, such seismometers observe large earthquakes occurred outside Antarctica and propagated long distance: the majority of energy of these earthquakes is carried by relatively long-period waves. The self-gravitating effect of the Earth's material is important for seismic observations with periods larger than 100 s. We have been working to construct an accurate and efficient technique to model global seismic wave propagation. Our numerical scheme solves wave equations in spherical coordinates using the finite-difference method (FDM) based on the "2.5-D approach" which calculates 3-D seismic wavefields on a 2-D cross section of the Earth (Toyokuni et al., 2005). We have succeeded in incorporating arbitrary lateral heterogeneity of the Earth's inner structure, moment-tensor point sources, anelastic attenuation, and the Earth's center, i.e., a singularity of wave equations in spherical coordinates. This time, we incorporate the self-gravitating effect into our FDM scheme. The equations of motion for the self-gravitating Earth contain terms with gravitational potential and the Eulerian perturbation of this potential due to seismic wavefields. As a preliminary work, we here adopt the effects through the Cowling's approximation (Cowling, 1941) neglecting the gravity perturbation term, which is equivalent to eliminate the mass redistribution caused by seismic waves. The resulting equations are known as the displacement-velocity-stress equations since it should calculate the displacement, the particle velocity, and the stress, but we propose a special scheme to exchange these equations to the simple velocity-stress equations that are easily solved by the FDM. We compare synthetic seismograms calculated by this scheme with observations at Antarctica.

現在南極大陸の各所に展開されている地震観測点は、海が多く観測網の粗い南半球において、精度の良い地球内部構造解析のための貴重なデータ源となっている。南極大陸は地震活動が穏やかなため、観測される大きな地震のほとんどが南極大陸以外の場所で発生し、地球規模の伝播経路を通ってくる遠地地震である。地震波の短周期成分は早くに減衰するため、遠地地震では長周期実体波やさらに周期の長い表面波が卓越する。周期100秒以上の地震波では地球の自己重力の影響が効いてくるため、長周期地震波の解析ではその考慮が不可欠となる。我々は現実に近い震源・構造モデルを用いてグローバルな地震波伝播を効率良くモデリングする理論地震波形計算手法の開発を行っており(例えば Toyokuni et al., 2005)、今回はそのスキームに自己重力の効果を近似的に導入することを試みた。自己重力を考慮した地震波の運動方程式には重力ポテンシャル(1)、および変位による重力ポテンシャルの擾乱(2)を含む項が現れる。このうち(2)を計算するためには、各時間ステップで得られた変位の寄与を全地球について足し合わせる必要があり、計算時間が膨大となる。したがって今回は(2)の項をゼロとするCowling近似(Cowling, 1941)を用いて自己重力の導入を行った。この近似は地震動による質量の再分配を無視することに等しく、全地球を対象とした地震波伝播計算ではしばしば利用されている。発表では南極で観測された地震波の長周期成分と本手法による理論波形との比較を行う。

References

- Cowling, T.G., The non-radial oscillations of polytropic stars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 101, 367-375, 1941.
- Toyokuni, G., H. Takenaka, Y. Wang, and B.L.N. Kennett, Quasi-spherical approach for seismic wave modeling in a 2D slice of a global earth model with lateral heterogeneity, *Geophysical Research Letters*, 32(9), L09305, doi:10.1029/2004GL022180, 2005.