

地表圧力変動が励起する常時地球自由振動の理論スペクトル

Theoretical spectrum of Earth's background free oscillations excited by pressure variation on the Earth's surface

深尾 良夫 [1], 須田 直樹 [2], 名和 一成 [3], 綿田 辰吾 [1]

Yoshio Fukao [1], Naoki Suda [2], Kazunari Nawa [3], Shingo Watada [4]

[1] 東大・地震研, [2] 広大・理・地球惑星, [3] 地調

[1] Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo, [2] Earth & Planet. Sys. Sci., Hiroshima Univ., [3] GSJ, [4] Earthquake Research Institute, U. of Tokyo

最近発見された常時自由振動現象の励起源としては大気擾乱による圧力変動が有力視され、次元解析に基づく理論式や陽震の励起問題に用いられる手法を応用した理論式が提出されている。何れも大気擾乱のモデルを仮定し時間軸上でのモード振幅を議論しているが、最終的な式の形はかなり異なる。本講演では、地表圧力変動が大気によるものか海洋によるものかを問わず、一般に地表で圧力変動の時間空間分布が与えられたときどのような地球自由振動が励起されるかを周波数軸上で定式化する。つぎに静穏期の南極で観測された気圧変動を例に取って、この定式化に基づく常時自由振動スペクトルを観測と比較する。

[はじめに]

常時地球自由振動は南極の超伝導重力計データの解析で発見され、その後、IDAのラコスト重力計、IRIS、GEOSCOPEのSTS-1広帯域地震計といった様々なセンサー・観測点で確認されている(Nawa et al., 1998; Suda et al., 1998; Tanimoto et al., 1998; Kobayashi and Nishida, 1998)。最近では常時自由振動強度の日変化も見いだされるようになった(Suda et al., 1998)。常時自由振動の励起源としては大気擾乱による圧力変動が有力視され、次元解析に基づく理論式(Kobayashi and Nishida, 1998)や陽震の励起問題に用いられる手法を応用した理論式(Tanimoto, 1999)が提出されている。何れも大気擾乱のモデルを仮定し時間軸上でのモード振幅を議論しているが、最終的な式の形はかなり異なる。ここでは、地表圧力変動が大気によるものか海洋によるものかを問わず、一般に地表で圧力変動の時間空間分布が与えられたときどのような地球自由振動が励起されるかを周波数軸上で定式化する。つぎに静穏期の南極で観測された気圧変動を例に取って、この定式化に基づく常時自由振動スペクトルを観測と比較する。

[常時自由振動励起論]

地表圧力変動の時間空間分布が与えられたときの地表変位はnormal modeの重ね合わせとして表すことができる。従って、変位の自己相関関数は地表2点間の圧力変動の相互相関関数を用いて表すことができ、そのフーリエ変換として変位のパワースペクトルは圧力変動のクロススペクトルを用いて表現することができる。但し、現時点では自由振動帯域の圧力変動のクロススペクトルは近似的にもわかっていないので、(1)地表の圧力変動のパワースペクトルは周波数のみに依存する項と場所のみに依存する項との積で表せる、(2)地表の2点の間の圧力変動のクロススペクトルは上記パワースペクトルの周波数だけに依存する項と2点のそれぞれの位置だけに依存する項及び2点間の距離だけに依存する項の積で表される、と仮定する。簡単のため、場所のみに依存する項は一定であるとし、2点間の距離だけに依存する項は、距離が相関距離 d より小さいときは1、大きいときは0と置くと(但し d は一般に周波数 f の関数)、加速度パワースペクトル $A(f)$ と圧力変動のパワースペクトル $P(f)$ とを結びごく簡単な式が得られる。

[観測との比較]

南極昭和基地の1994年の気圧変動記録から静穏期の18日間のパワースペクトルを重ねてその平均を $P(f)$ であるとした。また自由振動帯域の気圧擾乱を大気波動現象であるとみなし、相関距離は水平波長の3倍程度であるとみなして $d(f)=3v/f$ であるとして、波動の水平伝播速度 v をいろいろ変えて加速度パワースペクトル $A(f)$ を計算した。その結果、 $v=2-3$ m/sとしたとき、 $f=2-3$ mHzの周波数帯でこれまでに観測されている $A(f)$ を定量的に説明できることがわかった。但し、同じパラメタでより低周波側の観測加速度スペクトルの急激な上昇を説明することはできない。

[議論・今後の課題]

現時点では気圧変動のクロススペクトルは自由振動帯域では全く不明であり、ここで行ったように1地点の気圧変動パワースペクトルからそれを推定することが妥当かどうかはわからない。仮に妥当であるとして、静穏期を選ばずに不用意に観測から得られた気圧変動スペクトルを $P(f)$ として採用すると、例えば相関距離を1km程度に短くとっても、計算された常時自由振動スペクトルは観測よりはるかに大きなものになってしまう。ここで行った近似が妥当なものだとすると、常にどこでも存在するバックグラウンド的な大気擾乱が常時自由振動を起こしていることになる。