

常時自由振動季節変動の検出

The detection of seasonal variation of incessant free oscillations

西田 究 [1], 小林 直樹 [2]

Kiwamu Nishida [1], Naoki Kobayashi [2]

[1] 東大・地震研, [2] 東工大・理工・地球惑星

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] Earth and Planetary Sci, TiTech

最近いくつかのグループにより非地震起源の自由振動が検出された。励起振幅は0.5 ngal 程度で周波数依存性は弱い。また励起の統計的性質から励起源は全球的で持続的な擾乱である事が明らかになった。これらの性質を説明するためには励起源として大気擾乱が有力である。大気擾乱により期待される季節変動している振幅は微弱なため検出は困難だった。本研究では1988年から1997年までのIRIS28点のデータを用い季節変動の検出を試みた。その結果、1つめとして励起振幅の周波数依存性は弱い、0.528, 0.537 付近に極大値を持つ事が分かった。2つめとしてこれらのモードは季節変動している事が分かった。この結果は大気励起理論と調和的である。

[始めに]

地球の自由振動は大地震によってのみ励起されると考えられてきた。また近年火山噴火による大気と固体地球のカップリングが注目されている。しかし地震のような過渡的な現象以外による励起される自由振動の可能性も考えられる。小林は(小林,1996;小林 西田,1997年惑星科学会)観測可能なレベルで大気によって自由振動が励起されることを理論的に見積もった。この見積もりと調和的な結果が報告されている(Nawa et al, 1998; Suda et. al. 1998; Kobayashi and Nishida 1998)。これらの観測値の特徴としてパワースペクトルのピーク値は2 mHz から 10 mHz にかけて周波数依存性が弱い事があげられる。振幅を見積もると0.5 nano gal程度となる。この値は大気の擾乱によって生じる自由振動理論振幅と調和的である。またnano gal レベルの励起振幅はグーテンベルグ-リヒター則に従う地震によっては励起する事ができない(Kobayashi and Nishida, 1998)。このように地震以外の原因で定常的に励起された自由振動の存在、振幅の大きさは種々のデータにより検証されている。

またスペクトログラムの統計的性質を解析することにより常時自由振動の励起の特徴が明らかにされた(西田 小林, 1998)。励起源は全地球的に分布していなくてはならず、かつ持続的でなくてはならない。これらの事を考え合わせると、励起源は地球上に面的に分布するランダムな擾乱である事が結論づけられる。サイレントアースクウェイクなどのゆっくりとしたイベントが数多く起こっていたとしても、今回観測されたような常時自由振動を励起する事は難しい。大気励起の理論ではこれらの観測事実を調和的に説明する事ができる。

[季節変動]

もし大気擾乱が自由振動を励起しているのならば、励起振幅は季節変動をしているはずである。北半球が夏の期間は太陽からの見かけの陸地の割合が増え、平均的擾乱の強さが大きくなる事が期待される。この変動の大きさは全振幅の10%程度と見積もられる。季節変動以外のメカニズムではこのような季節変動は考えずらく、季節変動は大気励起理論を強く支持する事になる。

[解析]

しかしながら季節変動している振幅は微弱なため検出は困難だった。本研究では多観測点長期間のデータを解析を行なう事により季節変動の検出

を試みた。解析には比較的ノイズレベルの低い28観測点について、1988から98年までの連続データ(10秒サンプリング、鉛直成分)を用いた。10年間の時系列データからスタートを3時間ずつずらし1/2日の時系列データを切り出した。そして各時系列データごとにパワースペクトルを求めた。これらのパワースペクトルのうち地震やローカルな影響を受けている物は取り除いた。これらのパワースペクトルを120日分を30日ずつずらし、アンサンブル平均を取った。その後各平均のパワースペクトルをモデルでフィッティングfittingしノイズ成分を取り除いた。フィッティングは Nishida and Kobayashi (1998) と同様の手法を用いた。

[結果]

このようにして解析したスペクトログラムを見ると、はっきりとした伸び縮み基本モードと対応した縦筋が見られる。励起振幅の周波数依存性は弱い。0.28, 0.37 付近に極大値を持つ事が分かる。また長周期(2 mHz以下)のモードは幾分励起振幅が小さい事も分かる。このようにより細かな励起振幅の大きさを決定する事により励起源の特徴をつかめる可能性がある。そして著しい特徴は、極大値を取るモード(3, 3.5mHz付近)が季節変動している事がある。他のモードも季節変動しているようにも見えるが誤差が大きく確かな事はいえない。励起振幅が大きい期間は北半球の夏に当たり、大気現象固有の特徴を表している可能性があり大気励起理論を支持する結果である。