

東西風と自由振動

Zonal winds and Earth's free oscillations

小林 直樹 [1]

Naoki Kobayashi[1]

[1] 東工大・地惑

[1] Earth and Planetary Sci, Tokyo Tech

常時自由振動の発見から10年が過ぎた。これまでの解析により常時自由振動の励起には大気が大きな役割を果たしていることが分かって来た。特に固体自由振動と音波モードとのブランチが交わる所では最大40%程の振幅の増大が見られる、また、その超過度合いは季節変動を示す。この共鳴現象は大気の音速構造に大きく依存する。大気音速の変化がブランチ交差の具合を調整するからである。また、大気の風速分布が音波の伝播に大きな影響を与えることも知られている。風速を加味した実効音速の変化は20%程にあたり、温度変化以上に影響を及ぼしている。また常時自由振動の他にも地震に伴って発生した振動が電離圏の電子密度に揺らぎを与えることが知られている。こうした現象を解析する際にも自由振動に与える風速の影響を調べておくことは意義がある。

本研究では大気風速のうち影響の強い東西風が自由振動に与える影響を調べる。そのため比較的単純なモデルを考察する。固体地球は地震学で標準モデルとされるPREMを使用し、大気モデルはNRLMSISE-00を用い季節毎に全球平均、ローカルタイム平均した温度構造モデルに基づき作成した。更に大気には平均場としての東西風(HWM/CIRA86)を加えた。即ち東西風を加える前のモデルは球対称モデルである。これに東西風速を加え、自由振動の周波数、振幅変化を調べる。

球対称モデルでは自由振動の固有周波数は $2l+1$ 重に縮退している。東西風はその対称性を崩し、モードの分裂現象を引き起こす。この場合、東向きに伝播するRayleigh波と西向きに伝播するものでは風による大気音波の屈折の影響が異なるため、モードの偏角次数 m が異なれば異なる固有周波数となる。東西風は偏角次数が0のトロイダル場として表現できる。このうち1次の成分がモードの偏角次数 m に比例した固有周波数の分裂を引き起こす。高次のトロイダル場は異なる角次数間のカップリングを引き起こす。しかし今着目している固体自由振動モードの固有周波数はほぼ固体側の特性で決まっているため、大気の影響は2次的に過ぎない。即ちモードの分裂の程度は非常に小さい。一方、大気モード側は東西風の影響で大きく分裂し、固体自由振動との共鳴条件に大きく影響を及ぼす。このため、1次の東西風に限っても固体地球自由振動の大気中での振幅は、微小な周波数分裂にも関わらず、大きく影響を受ける。この振幅異常はモード内の1次摂動理論では表現できないため、各 m 毎にモード計算を行い固有関数を連立状微分方程式を解き数値的に求めることになる。モードの計算法はKobayashi 2007の手法を用いた。一つのモードに対して $2l+1$ 回の計算が必要であるが、球対称モデルでの固有周波数が初期値として使用できるので、個々の計算は非常に速く収束する。

上に述べたシナリオが成立しているとすれば、常時自由振動の超過振幅に関しては方位依存性が観測から見いだせるかも知れない、東西風は夏冬で大きく構造を変えるので、常時自由振動の振幅異常の解釈にあたっては重要となろう。