常時地球自由振動の日変化

Diurnal variation in the Earth's background free oscillations

須田 直樹 [1], 菊池 康友 [2], 名和 一成 [3], 深尾 良夫 [4]

Naoki Suda [1], Yasutomo Kikuchi [2], Kazunari Nawa [3], Yoshio Fukao [4]

[1] 広大・理・地球惑星, [2] 名大・理・地球惑星, [3] 地調, [4] 東大・地震研

[1] Earth & Planet. Sys. Sci., Hiroshima Univ., [2] Earth and Planetary Sci, Nagoya Univ, [3] GSJ, [4] Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo

現在、常時地球自由振動の励起源は大気または海洋と考えられている。本研究では旧IDAとIRIS/IDAの記録を解析し、常時自由振動の励起レベルの時間変化の検出を試みた。周波数領域での解析の結果、ノイズレベルが $10^{**}(-18)m^{**2}/s^{**3}$ 以下のIRIS/IDAの4観測点において、系統的な日周変化が観測された。常時自由振動の励起レベルはUTの12時から18時付近で高く、0時から6時付近で低かった。この日周変化は微弱であり、比較的ノイズレベルの高い旧IDAやその他のIRIS/IDAの観測点では不明瞭か、または観測することができなかった。今回の結果はまだ予備的ではあるが、常時自由振動の大気/海洋起源を強く支持すると考えられる。

最近の重力計や地震計の記録の解析により、地球は大地震のない静穏期にも常時微弱に自由振動していることが明らかになった(Nawa et al., 1998; Suda et al., 1998; Tanimoto et al., 1998; Kobayashi and Nishida, 1998)。この常時地球自由振動は、多数の小さな地震の重ね合わせの効果では説明できず、未知の地球ダイナミクスを表わしていると考えられる。観測された振動は周波数2-7mHzの伸び縮み基本モードであり、これは励起源がコアなどの深部ではなく地表付近であることを示している。

現在、常時自由振動の励起源としては、ランダムな大気運動が地表に与える力が有力視されている。次元解析的な見積もりでは、加速度振幅でナノガルのレベルで伸び縮み基本モードの励起が可能とされており、これは観測と調和的である(Kobayashi and Nishida, 1998)。しかし、まだ良く分かっていない中央海嶺、トランスフォーム断層、沈み込み帯でのゆっくりした変動などの、固体地球における変動が原因である可能性も否定できない。大気/海洋現象が励起源の場合、そのグローバルな時間変化に伴って、常時自由振動の励起レベルも時間変化を示す可能性がある。そこで、本研究では旧IDAとIRIS/IDAの記録を解析し、常時自由振動の励起レベルの日周変化の検出を試みた。

解析には1985年から94年までの旧IDAの記録と、1994年から96年までのIRIS/IDAの記録を用いた。これまでの我々の解析で常時自由振動が明瞭に観測された旧IDAの3観測点ESK, PFO, SURと、IRIS/IDAの9観測点AAK, ARU, BFO, BRVK, KIV, KURK, RPN, SUR, TLYの記録を解析した。大地震のない静穏期の記録は、Suda et al. (1998)と同様な方法で連続記録から抽出した。日周変化を調べるため、それらをオーバーラップした4つの時間帯(1) 0-12時, (2) 6-18時, (3) 12-24時, (4) 18-6時(いずれもUT)に分割した。そして、それらのパワースペクトル密度(PSD)から各観測点及び各時間帯ごとの平均PSDを求めた。平均に用いた記録の総日数は観測点ごとに異なり、IRIS/IDAの場合は30-80日であった。

バックグラウンドのノイズレベルは各観測点で異なり、常時自由振動のピークはそれに乗った形で現れる。そこで、解析する周波数帯3-5mHzをBeroza and Jordan (1990)の定義を用いて基本モードの現れるモード帯とそれ以外のノイズ帯に分割し、PSDのモード帯での平均値からノイズ帯での平均値を引き算した値を常時自由振動の励起レベルと見なした。また、PSDのノイズ帯での平均値をバックグラウンドのノイズレベルと見なした。

このようにして各観測点での励起レベルの時間変化を求めた結果、最もノイズレベルの低いIRIS/IDAの4観測点AAK, BFO, KURK, SURで共通な日周変化が観測された。これらの観測点のノイズレベルはいずれも $10^{**}(-18)m^{**2}/s^{**3}$ 以下であった。励起レベルは4つの時間帯の(2), (3)で高く、(1), (4)で低かった。各時間帯でのPSDは時系列にテーパーをかけて計算してあるので、実質的に励起レベルが高いのは9-21時(UT)で、低いのは21-9時(UT)ということになる。この日周変化は微弱であり、ノイズレベルが $10^{**}(-18)m^{**2}/s^{**3}$ よりも高い旧IDAやその他のIRIS/IDAの観測点では不明瞭か、または観測することができなかった。

今回の観測で重要なのは、日周変化がUTで見ても共通に観測されたことである。これは変化の原因が、影響がローカルに留まるような現象ではなく、グローバルな現象または影響がグローバルに及ぶ現象であることを示している。ノイズレベルが最も低い4観測点で日周変化が観測されていて、それよりもノイズレベルが高い観測点では変化が不明瞭か、または観測されなかったことより、ほとんどの観測点ではローカルなノイズの時間変化が日周変化を見えなくしていると考えられる。

今回観測された励起レベルの日周変化が事実ならば、常時自由振動は大気/海洋起源の可能性が高い。大気現象のグローバルな日周変化としては、雲の領域の日周変化(Hendon and Woodberry, 1993)や雷の領域の日周変化(Bering et al., 1998)が知られている。それらによると、15-3時(UT)の時間帯で雲の領域が広くなり、10-22時(UT)

の時間帯で雷の活動度が高くなる。現段階で今回の観測とこれらに対応づけるのはまだデータが不十分であるが、見掛け上対応しているのは雷の活動度である。その原因としては、雷の活動度が高い時間帯は大気擾乱も活発で、それが地表に与える力も大きくなることが考えられる。