

地球自由振動の積雲による励起(2)

Excitation of the Earth's free oscillation by cumulus clouds in the atmosphere: Part 2

中島 健介 [1], 野津原 昭二 [2]

Kensuke Nakajima [1], Shoji Notsuhara [2]

[1] 九大・理・地惑, [2] 九大・理・地球惑星

[1] Dept. of Earth & Planetary Sci., Faculty of Sci., Kyushu Univ., [2] Dept. of Earth & Planetary Sci. Kyushu Univ.

固体地球自由振動の常時励起を大気中の積雲による加熱によるものと想定し、二次元圧縮性大気の線形熱源応答と雲の統計的揺らぎを組み合わせた考察を行なった。

見積もられる振幅は観測を再現する可能性がある。観測されている flat な周波数特性は、モードの $(2 \times \text{angular order} + 1)$ 次の縮退と、個々の雲の加熱の周波数特性が逆の特性を持つ結果として説明できる。

[研究の背景]

最近、固体地球の自由振動には持続的な成分が存在することが報告されている(Nawa et al., 1998, Kobayashi and Nishida 1998 など)。これ以前に小林(1996)は、簡単な考察によりこれが大気によって励起されている可能性を指摘していた。この中では、大気の圧力変動の振幅が S/Hf 程度と見積もられている(S は日射, H は大気のスケールハイト, f は周波数)。しかし、この見積もり(特に $1/f$ の依存性)は次元解析的なものであり、定量的な検討が必要である。

[大気の熱源応答特性]

前回(1998年合同学会 Nakajima et al.)は、熱源は積雲対流(その加熱総量は日射にほぼ等しくなる)であると想定して、自由振動に対応するパラメタでの大気の熱源応答特性を線形・二次元(水平・鉛直)・圧縮性・非回転の理想気体の方程式系に基づいて調べた。得られた地表面圧力応答は、高振動数での音波モードとの共鳴しつつも大まかには flat であり、一方、これより低周波帯での f に反比例する強い応答、という特徴を持っていた。

[熱源の揺らぎの強度]

大気の熱収支から、地球の総降水量は $5E+10$ [Kg/s] 程度である。この雨がまんべん無く降るのではなく、「積雲」(一つあたりの降水能率は $1E+5$ [Kg/s])という単位として「量子化」されるとすると、雲の個数は平均値($5E+5$)の周りに $700 (= \sqrt{5E+5})$ 個程度の統計的揺らぎをもつ。逆に言えば、降水による潜熱加熱の揺らぎは全日射の $1/700$ 程度と見積もられる。

[熱源の時空間分布]

積雲のスケールは $O(1-10\text{km})$ なので、加熱揺らぎは波数400 程度まで一様に上の見積もり程度の大きさを持つであろう。一方、時間的には、雲の寿命の逆数程度の周波数(1mHz)まではやはり一様であるが、さらに高周波数側では低下するであろうと思われる。

[自由振動の振幅]

以上を総合すると、期待される自由振動のモードあたりの振幅は低周波側では Kobayashi & Nishida(1998) と同程度、高周波側では彼らの見積もりより小さくなる。しかし、周波数で見ると $(2 \times \text{angular order} + 1)$ 個が縮退することを考慮すると、観測される様な flat な周波数特性が再現できる可能性がある。