

常時地球自由振動研究の展開

Review of studies on Earth's background free oscillations

須田 直樹[1]

Naoki Suda[1]

[1] 広大理

[1] Earth & Planet. Sys. Sci., Hiroshima Univ.

南極昭和基地の超伝導重力計データの解析から示唆された常時地球自由振動は、旧 IDA のラコスト重力計データの解析によってその存在が確定的となった。その後、IRIS や GEOSCOPE の STS 地震計データの解析から、励起の統計的性質、励起の季節変動、大気自由振動とのカップリングといった詳細が明らかにされてきた。最近では、固体 - 流体地球間の音響カップリングという新たな分野が生み出されつつある。

地球自由振動の解析は、地球内部構造を研究する上で大きな役割を果たしてきた。最も大きな貢献は、高次モードの解析から内核が固体であることが示されたことであろう。また、基本モードの解析から上部マントルでの大規模な不均質性が示され、マントルの不均質性研究の突破口となった。その後、マントルの地震波速度不均質、内核の異方性、マントルの密度不均質の解明などに貢献してきた。しかし、構造を高い分解能で求めるには、短波長の実体波に比べると長波長の自由振動は原理的に分が悪い。

一方では、地球自由振動の長周期・長波長という性質を逆に活かして、地球の大規模なダイナミクスを探る手段にすることが考えられる。例えば、スローアースクェイクと呼ばれる通常の地震よりもゆっくりと破壊する地震の検出には自由振動の解析が適しているし、固有周波数の時間変動からコアにおける変動を調べるような研究も有望であろう。そのような方向性の正しさは、日本の研究グループによる常時地球自由振動の発見により証明されている。東工大の小林は、大気擾乱によって惑星の自由振動が励起される可能性について述べ、その現象を用いて地球以外の惑星の内部構造が探査できる可能性を示唆した。それによると、地球においても大気中に存在する擾乱により、既存の重力計や地震計で観測可能な振幅を持つ自由振動が常時励起されている。そこで、まず名古屋大のグループが、南極昭和基地の超伝導重力計の記録を解析してその検出を試みた。その結果、地球自由振動の常時励起と考えられる信号を検出した。しかし、昭和基地ではノイズレベルが高く、検出はまだ確定的とは言えなかった。次に旧 IDA のラコスト重力計の記録を解析したところ、自由振動が確かに常時微弱に励起されており、それは通常の地震では説明できないことが明らかになった。その後、東工大のグループが IRIS や GEOSCOPE の STS 地震計の上下動記録からの検出を報告した。これらの観測から、常時地球自由振動はセンサーの種類によらず観測点のノイズレベルが低ければ必ず観測できるグローバルな現象であることが分かった。これはまさに今まで知られていなかった地球ダイナミクスの存在を示す現象であった。

その後、励起の統計的性質、励起の季節変動、大気自由振動とのカップリングが明らかにされ、励起源が大気擾乱にある可能性が極めて高くなった。また、大気励起の理論が幾つか提案され、気圧変動による励起理論で観測がうまく説明できることが示された。このような常時地球自由振動の詳細を明らかにするには、SN 比の良い広帯域地震計記録の解析が必要不可欠であった。最近では、気象学の研究者の協力も得て、固体 - 流体地球間の音響カップリングという地震学と気象学の境界領域における新たな研究分野を生み出しつつある。常時自由振動研究はその発端から日本の研究者の主導で進められてきたが、今では海外の研究者も参入している。

また、常時自由振動の重要性は地球にとどまらない。大気による励起が確かならば、大気を持つ他の惑星でも何らかの方法で同様の現象が観測できる可能性がある。特に火星の場合は、広帯域地震計による常時自由振動の検出が内部構造探査の有望な手段となるであろう。地球の場合は今まで知られていなかった多圏間相互作用という点に意味があるが、他の惑星の場合は固有周波数の解析から内部構造が地球と同様に調べられる点に画期的な意味がある。

常時地球自由振動の発見に関わった研究者達は、必ずしも全員が地震学を専門としてはいなかった。むしろ、既存の地震学に捕われなかったからこそ得られた発見と言える。実際、旧 IDA の記録はこれまで多くの地震学者に利用されてきたし、IRIS や GEOSCOPE の広帯域地震計記録も既に充分蓄積されていた。にもかかわらず、常時地球自由振動は長い間見過ごされてきたのである。現在、世界中の観測点で記録された広帯域地震計の連続記録は膨大な量に達し、さらに増加の一途をたどっている。しかし、これらのほとんどが使われずに置かれるのは残念なことである。その中には未知の現象がまだまだたくさん隠されている可能性がある。他の地球物理学データと組み合わせることで、何か新しいことが見えてくるかもしれない。研究の潮流を見定めてそれに乗ることとは別に、素朴な好奇心を出発点にデータ解析を楽しむことも新たな発見には必要ではなからうか。