

チャンドラーウォブルは大気変動で励起される

Atmospheric angular momentum variation can excite the Chandler wobble

青山 雄一[1], 内藤 勲夫[2]

Yuichi Aoyama[1], Isao Naito[2]

[1] 総研大・天文学, [2] 国立天文台・地球回転研究系

[1] Dep. Astro. Sci., Grad. Univ. Advanced Studies, [2] Div. of Earth Rotation, National Astronomical Observatory

1983-1998年の宇宙測地技術で観測された地球回転パラメータと気象庁の大気角運動量(AAM)関数を用いてチャンドラーウォブル(CW)の励起源の調査を行った。その結果、1987-1995年の期間で、約14ヶ月周期を持つ大気の相対角運動量効果と慣性乗積効果がバランスし、相補的に時間変化する事で維持されている大気の角運動量が、観測されたCWの励起に必要な振幅を持つことを初めて実証した。これにより、長年の地球物理学における論点であったCWの励起源が約14ヶ月周期を持つ大気変動であることを解明した。

[はじめに]

地球回転変動の一つである極運動の主要な変動成分に、約14ヶ月の周期(チャンドラー周期)を持ち、地球の主要な自由振動の一つであるチャンドラーウォブルがある。1891年にその存在が発見されて以来、周期と減衰の物理的性質はほぼ解明されたが、その励起源は未だ謎のままである。

最近、大気角運動量(AAM)関数を用いて、チャンドラーウォブルの励起に14ヶ月周期の風の変動が重要な役割を持つことが指摘されている[Furuya et al., 1996, 1997]。AAM関数は、風の寄与(風による相対角運動量効果)と気圧の寄与(大気質量再分布による慣性乗積効果)の和からなり、気象機関の4次元データ同化システムから得られる全球客観解析データに基づいて計算される。これらは気象庁(JMA)、NCEP、ECMWF、UKMOで計算され公開されているが、気象機関によりその値が異なることが知られている。Furuya et al.においても、JMAとNCEPのAAM関数で、チャンドラーウォブルに対して異なる風の寄与が見られた。周期が近接している年周ウォブルでも、両者の風の寄与に顕著な差があり、その原因が主に大気下層を吹く風にあることが指摘されている[Aoyama and Naito, 2000]。同時にJMAのAAM関数の方が、観測された年周ウォブルの励起をよく説明することが示されているので、本研究ではJMAのAAM関数を用いて大気と固体地球間の角運動量収支を求め、チャンドラーウォブルの大気励起を詳細に検証する。

[データ・解析]

観測された極運動から期待される励起に必要な角運動量(測地励起関数)は、宇宙測地技術により高精度で観測され国際地球回転観測事業(IERS)から報告されている地球回転パラメータ(EOPC04)から算出された。また、この測地励起関数は固体地球の無次元化された角運動量に相当する。一方、AAM関数はJMAの全球客観解析値に基づいて算出した。いずれも1983年9月28日から1998年12月31日までの1日ごとのデータとした。

まず、最小二乗法で三角関数を当てはめることで、測地励起関数とAAM関数から季節変化成分を除去した。これらの非季節変化成分に対して、推定されたスペクトルピークの統計的な検定が可能であるMTM(Multi-Taper Method)を用いたスペクトル解析を行い、両関数のパワースペクトル、及び両者の間のコヒーレンスと位相差を求め、チャンドラー周期近傍における大気と固体地球の角運動量の比較を行った。

[結果と議論]

全解析期間の測地励起関数とAAM関数の非季節変化成分のスペクトル解析において、チャンドラー周期で両者の間に有意水準95を越えるコヒーレンスが存在し、またAAM関数のパワースペクトルピークの振幅が測地励起関数のそれを上回っていることから、大気変動が、観測されたチャンドラーウォブルを励起するのに必要な角運動量を十分に持つことが確認された。

次に、8年間のウィンドウを30日ずつ移動させることで、1987-1995年の期間における、これらの時間変化スペクトルを計算した。その結果からチャンドラー周期近傍の成分だけ抽出したところ、AAM関数のパワースペクトルピークは測地励起関数のそれと同程度の振幅と30度以内で先行する位相を保ちながら時間変化することが示された。尚、この30度の位相差は、海洋の寄与(海底圧力の寄与と海流の寄与の和)を考慮することでほぼ説明できると考えている。

大気の寄与を風の寄与と気圧の寄与(気圧荷重に対して海洋はアイソスタティックに応答するというIB(Inverted Barometer)近似で計算)に分けて時間変化スペクトルを見ると、全体として風の寄与が気圧の寄与よりも卓越しており、このことはFuruya et al.の結果と調和的である。気圧の寄与は1987-1990年は測地励起関数の30以下の振幅であるが、1990年以降急激に増加し、測地励起関数の50-60の振幅まで達する。これに対応し、風の寄与は1987-1992年は測地励起関数の80以上の振幅を持つが、その後60程度まで減少する。つまり、風と気圧の寄与は互いに補償しあいバランスしていることが発見された。そして、両者の和である大気の寄与は、測地励

起関数と同程度の振幅を保ち続けることができる。この結果、14ヶ月周期をもつ大気変動だけで、観測されたチャンドラーウォブルを励起するのに十分な角運動量を持つことが実証された。

[まとめ]

我々は、14ヶ月周期を持つ風と気圧の寄与が相補的に時間変化することで維持される大気の寄与だけで、観測されたチャンドラーウォブルを励起することが可能であることを実証し、長年の地球物理学における論点であったチャンドラーウォブルの励起源を解明した。

[謝辞]

この研究は気象庁から提供された全球客観解析値を用いて行うことができました。