

年周ウォブルに対する風の寄与

Wind contribution to the Earth's annual 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

1988-1997年の極運動データ(EOPC04)から計算した測地励起関数(固体地球の角運動量に相当)とJMAの全球客観解析値とNCEPの再解析値から計算した2つの大気角運動量(AAM)関数を用いた大気-固体地球系の角運動量収支を通して、年周ウォブルに対する風の寄与の評価を行った。その結果、大気下層の風(南北風)が年周ウォブルの励起に重要な役割を持つことが明らかにされた。同時に地球回転の立場から、JMAの全球客観解析値とNCEPの再解析値に顕著な差があることが示された。

[はじめに]

地球回転変動の一つである極運動は、地球の形状軸に対する瞬間自転軸の極位置の変動であり、近年宇宙測地技術を用いて高精度で観測されている。この極運動の大半は、約14ヶ月の周期(チャンドラー周期)を持つ地球自由振動であるチャンドラーウォブルと、1年の周期を持つ強制振動である年周ウォブルからなる。ここでは、年周ウォブルに注目する。

年周ウォブルは主に地球表層流体(大気、海洋、陸水)の質量再分布効果や運動で引き起こされる。このことは角運動量保存則を用いて議論することができる。これまで、大気、海洋、陸水の角運動量が算出され、年周ウォブルの励起源の研究がなされてきたが、十分な解明はなされていない。この原因の一つに、気圧の寄与(地表気圧による大気の慣性乗積の効果)に関しては多くの議論がなされてきたが、風の寄与(大気の相対角運動量効果)についてはほとんど議論されていないことが挙げられる。気圧と風の寄与の和からなる大気の寄与は、現在、大気角運動量(AAM)関数で表現され、数値天気予報に使用される4次元データ同化システムから得られる全球客観解析値に基づいて計算される。AAM関数は気象庁(JMA)、NCEP、ECMWF、UKMOで計算され公開されているが、気象機関により異なる風の寄与を示すことが知られている。そこで、AAM関数の風の寄与の違いを生じさせる原因を調査し、大気-固体地球系の角運動量収支を通して年周ウォブルに対する風の寄与の評価を行う。

[データ・解析]

解析に用いたデータはすべて1988年3月から1997年12月までの1ヶ月平均値である。固体地球の無次元化された角運動量に相当する測地励起関数は、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。大気の無次元化された角運動量であるAAM関数は、JMAの全球客観解析値とNCEPの再解析値に基づいて算出した。

AAM関数の風速項(風の寄与)は、風速をグローバルに質量積分する事で得られる。公開されているJMAとNCEPのAAM関数ではこの積分方法が異なる。JMAのAAM関数では実際の陸上地形を考慮し地表面より上空の風だけを積分するのに対し、NCEPのAAM関数では地形に関わらず1000hPa気圧面より上空の風を全て積分している。前者をSP(Surface-Pressure)法、後者をBP(Bottom-level Pressure)法と呼び、NCEPのAAM関数をこの2通りの方法で算出し、積分方法の違いによる影響についても調査した。

そして測地励起関数とそれぞれのAAM関数の年周成分は、最小二乗法による三角関数の当てはめにより決定された。

[結果と議論]

年周ウォブルに対する大気-固体地球系の角運動量収支を求めたところ、JMAとNCEPのAAM関数の気圧の寄与はほぼ等しい振幅と位相を持つのに対し、風の寄与は振幅と位相とも顕著に異なった。そして、JMAに基づく大気の寄与の方が、観測され年周ウォブルをよく説明する結果が得られた。これは次の二つのことに起因する。

(1)風の寄与の積分方法の違い。BP法では山岳内部を吹く偽の風の寄与が含まれており、この影響が大きい。逆に、年周ウォブルにとって対流圏下層の風の寄与は重要であるといえる。

(2)JMAとNCEPの気象データ(解析値)の違い。風の寄与の精密評価を行ったところ、年周ウォブルに対する風全体の寄与は、同程度の振幅を持ちながら相殺し合う東西風と南北風の寄与の僅かな差に相当することが明らかになった。さらにSP法で算出したJMAとNCEPの風の寄与の差は対流圏の南北風、特に年周変化が大きいアジアモンスーン地域における局所的な南北風の寄与の違いに起因することが発見された。

以上により、年周ウォブルの励起に、風の寄与が重要な役割を持つことが示唆された。(2)に関しては、今後他の気象機関のデータ(ECMWF)に基づくAAM関数との比較を通して、より詳細な調査を行っていく予定である。

[まとめ]

これまで議論がなされてこなかった年周ウォブルに対する風の寄与の精密評価を行い、大気下層の風(南北風)が年周ウォブルの励起に重要な役割を持つことが明らかにされた。同時に地球回転の立場から、JMA の全球客観解析値とNCEP の再解析値に顕著な差があることが示された。

[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。