

固体地球に働く海洋トルクとその極運動への影響

Oceanic torques acting on the solid earth and their effects on the polar motion variation

藤田 雅之[1], Benjamin F. Chao,[2]

Masayuki Fujita[1], Benjamin F. Chao[2]

[1] 水路部, [2] NASA・ゴダード

[1] Hydrographic Dept. of Japan, [2] NASA, GSFC

固体地球に働く海洋トルク変化を、海洋循環モデルの一つである Parallel Ocean Climate Model (POCM; Semtner and Chervin, 1992) から求めた。対象とした期間は 1988~1995 年である。まず全トルクは、解析的な表現に基づき、3つの物理的作用、圧力トルク、重力トルク、摩擦力トルクに分類される。このうち圧力トルクは、さらに地球の形状規模の違いに基づき、楕円体形状によるもの (EPT) と海底地形によるもの (TPT) に分けることができる。また、固体地球に働く摩擦力トルクは、海底摩擦力によるもの (BFT) である。以上のそれぞれの項について計算した時系列の振幅を比較すると、EPT がもっとも大きい。重力トルク (GT) は、地球の重力場がほぼ楕円体によって近似できるため、結果としての時系列は、EPT にほぼ厳密に比例し、かつ逆符号を持つ。その結果、この2つのトルクは互いに打ち消し合い、その和 ($ET=EPT+GT$) は、EPT の約半分の振幅となる。TPT の振幅は、ET の約半分である。また、BFT は無視しうるほど小さい。

次に、これらのトルク計算のモデル内整合性を確かめるため、同モデルから別途海洋角運動量を計算し、その収支について検討した。そのため、POCM の角運動量変化から Liouville 方程式を用いて有効トルク (角運動量の変化に必要な全トルク) を求め、先に物理的に計算したトルクと比較した。以下、赤道軸2成分についての比較結果について記す。まず、角運動量の物質項から求められた有効トルクは、ET とほぼ一致する (ただし逆符号、以下同じ) ことが示された。一方、運動項については、その有効トルクから季節変動を除いた高周波成分は、TPT によってよく説明される。ただし、TPT と運動項による有効トルクの差をとると、ほぼ年周期の有意な振幅が残る。これは、原理的には大気・海洋間の風摩擦力トルクによって相殺されるべきものである。ここでは一例として、GEOS-1 (Schubert et al., 1993) 大気モデルから計算された風摩擦力トルクと比較したが、この差を説明するためには振幅がかなり小さく、今後の検討が必要である。

以上の議論を基に、計算された海洋トルクを用いて、海洋の極運動への寄与を調べた。これは、トルクから励起関数を求め、観測された極運動および大気モデルからの励起関数と比較することによって行った。極運動の観測値には SPACE98、大気については NCEP の角運動量関数を用いた。その際、風摩擦力トルクに関する整合性について考察を行い、以下の議論の有意性を確認した。定常的な年周、半年周変動を取り除いた信号について比較した結果、極運動に対する海洋トルクの励起関数は、観測値から大気の影響を差し引いたものと、周期 10~15 日以上で強い相関があることが示された。これに対して、海洋励起関数と大気励起関数の間はほぼ無相関であった。このことは、極運動励起に対して、海洋ダイナミクスが大気とは独立の役割を果たしていることを示すものである。さらに時系列を詳しく見ると、海洋トルクと観測値双方に、いくつかの顕著な長周期不規則変動が認められるが、大気からの関数には対応する変動が見られない。このことは、海洋の役割をさらに強調するものである。また、異なるトルク別に見ると、ET による励起関数は、地球表面荷重効果の補正により、他項に対して相対的に小さくなり、その結果、ET と TPT はほぼ同程度の寄与を示す。

これまでの極運動励起に関する研究では、通常角運動量に基づく議論がなされてきたが、この研究では、トルク法によって、海洋の極運動に対する寄与が明らかにされることを示した。現在の海洋循環モデルを用いた場合、その全収支を議論する上では、トルク法が角運動量法よりもすぐれていると主張するわけではない (例えば、POCM を用いた角運動量法による研究としては、Johnson et al., 1999)。しかしながら、角運動量変化が地球圏における相互作用の結果であるのに対して、トルクは相互作用そのものであるため、トルクを考えることによって、個々の作用に分けた上での新たな知見が得られ、物理的な理解を深められると共に、今後さらに議論を発展させることが可能であると考えられる。