

### 3.14.6.9 地球潮汐

高橋幸雄

地球潮汐は、地球に働く太陽や月等の重力により、固体の地球が変形する現象である。月は地球の周り（正確には地球と月の重心の周り）を回転（公転）しており、回転を除くと月に近い部分はより月に引っ張られ、一方月に遠い部分は引力が弱いから遠ざかる。ラグビーボールのような扁平形となる。重力から公転するために使われる力を除いた残りを潮汐力という。主には質量に比例し距離の3乗に反比例する。この潮汐力によって、地球は月に対して扁平する。地球は1日1回自転しているため、この扁平が周期的に変化する。月側と反対側とは同じ効果になるため、半日周期になる。この現象は太陽の重力に対しても同じように起きる。地球の公転軌道面と月の軌道面が5度傾いていたり、月の回転は約1ヶ月周期、地球の公転は1年周期であることの違いや、地球からの距離が、時間とともに変化することなどから、細かな周期の成分が出てくる。

その大きさの比率は質量  $M/r^3$  の比率であるため、月と太陽の潮汐力は約 1:3000 と、圧倒的に月のほうが大きい。

また、潮汐力がわかっても、その力に対して、地球がどう変化するかの応答係数（潮汐力と変形間の関係係数）が必要で、このうち地面に対して垂直方向をラブ常数( $l$ )、水平方向を志田常数( $h$ )と呼び、弾性体である地球の弾性率等によって決まるものである。

地球潮汐の大きさは上下方向に 30cm、水平方向に数 cm の変化となる。

この効果を計算するときには2つの方法を取っている。

一つは、地球、月、太陽の位置を軌道計算から正確に計算した、天体歴（エフェメリス）により、観測時の月、地球、太陽の位置を求め、それを用いて、潮汐の式に当てはめて計算する方法である。軌道計算はかなり正確に求められているので、応答係数の問題はあるが、正確な式として計算できる。この潮汐の応答係数も推定することはできるようになっているが、通常各1つ1つの VLBI 実験で潮汐常数を推定することはほとんどない。一方、潮汐常数の推定を行うため非常に多くの VLBI 実験をまとめて解析することで、潮汐常数を高精度に求めることで、潮汐常数の精度も VLBI によって向上している。

次に、潮汐力を、天体歴ではなく、周期成分に分けて幾何学的に計算する方法が提案されている。代表的なのが Cartwright&Eden による 484 周期成分に分けた幾何学的な計算式である。この方法が用いられたのは、単に時刻と位置を引数にしてだけで計算できることであるが、もう一つに大きな利点は、周期成分に分けたことである。潮汐力に対する潮汐常数は、周期成分によって違ってくることがわかってきた。地球のマントルや核の相互作用から、ある周期に対しては共鳴現象がおき、応答係数が大きく違うものがある。したがって、その効果も含めたより正確な式として使われる。

さらに、この2つの方法を合わせたものとして、天体歴と通常のラブ常数、志田常数を使って計算し、さらにラブ常数、志田常数が通常値と大きく異なる周期成分に関しては、その違いを周期成分計算式で補正する方法である。これが一般的に使われている。