

潮汐の原因

Q 冬休みの休暇中に釣りに行くので、海上保安庁のホームページで東京湾の潮位予報を調べました（図1）。そこで、ふと思ったことを質問します。図1をみると、海面が低下して極小になる干潮と、逆に海面が上昇して極大になる満潮とが1日に2回あるようですね。これはなぜですか？月や太陽の引力のせいで潮の干満ができるといわれていますが、それだと1日に1回しか、満潮・干潮が起きないような気がします（図2左）。それから、もう一つ。干満の差は、満月・新月のころ大きくて、上弦・下弦のころには小さくなっているようです。大潮と小潮というのだそうですが、どうしてこんなことが起こるのですか？

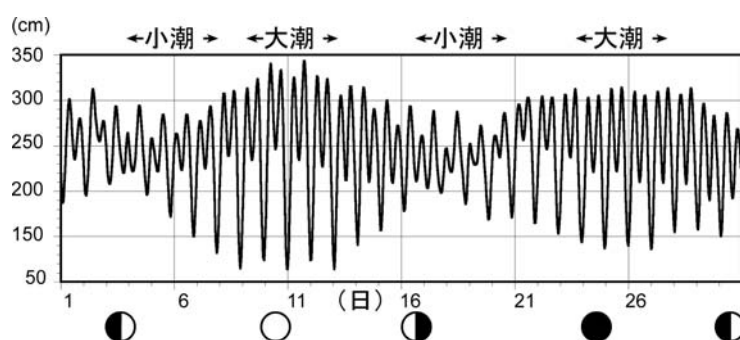


図1. 東京湾(千葉)における海水面の高さ(潮位)の時間変化. 21世紀最初の1ヶ月(2001年1月). 日付の下シンボルは、月齢を表す.

A

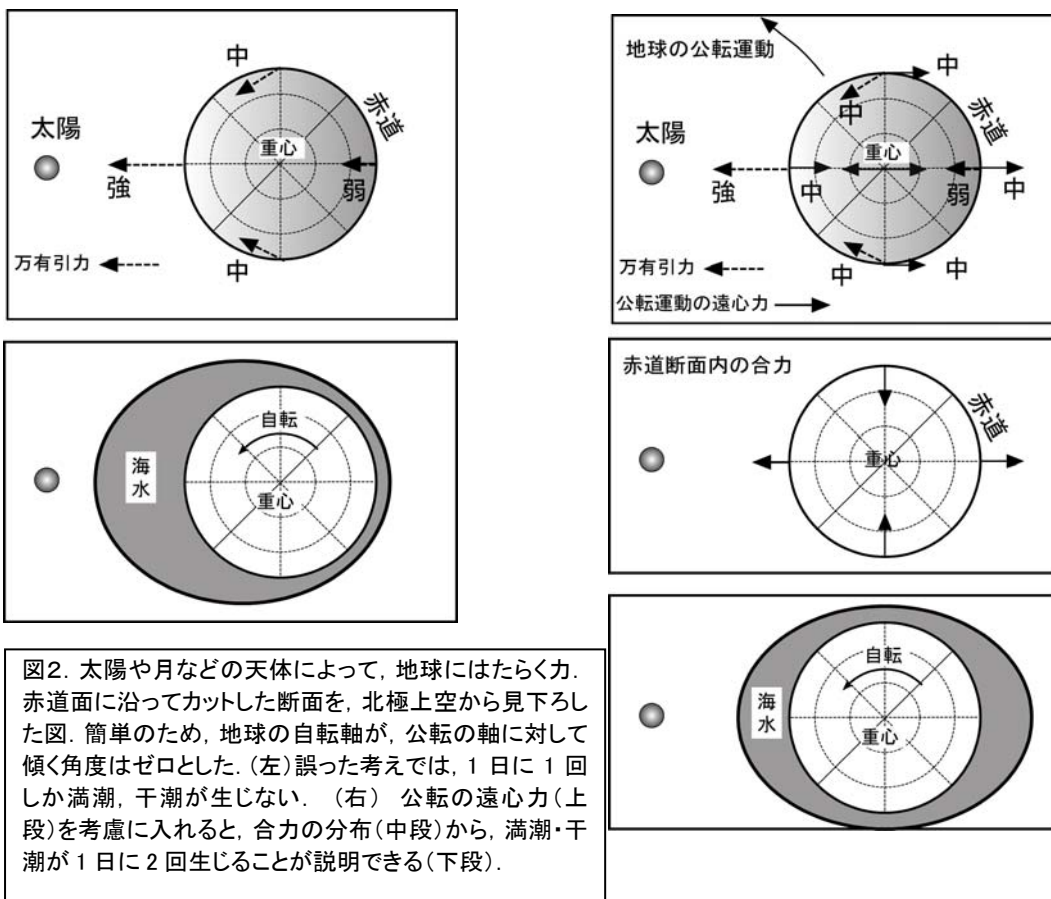
確かに潮汐を起こす原因は月や太陽の引力なのですが、図2左を見ると、確かに満潮・干潮は1日に1回しか起きないような気がしますね。図1をみると、グラフの曲線の頂点、すなわち満潮と干潮は1日に2回あるのですから、どこかが間違っているに違いありません。

とりあえず月のことは無視して、太陽の引力だけを考えましょう。また、話を簡単にするために、地球の自転軸が地球の公転運動の軸に対して23.5度傾いていることも無視しましょう。さて、地球は太陽の周り^{注1)}を公転しています。このとき、「宇宙船地球号」に乗っている人や物も、同じ速度で公転しているので、それらが感じる遠心力は地球上どこでも全く同じになっています。とくに地球の重心では、遠心力と、太陽から受ける引力とがつりあっているはずですが（図2右）。もし、そうならないで、引力が遠心力よりも大きい場合には、地球重心が太陽の方にどんどん近づき、飲み込まれてしまうことになります。逆に遠心力が引力よりも大きいなら、地球重心は太陽からどんどんと遠ざかることになってしまいます。こんなことにはならないのですから、地球重心の位置で受ける引力と、公転の遠心力とは同じ大ききで向きが逆方向にはたらいっているはずですね。

遠心力とは違って、太陽から受ける引力は、場所によって少しずつ違ってきます。なぜな

ら、太陽（の重心）までの距離と方向が、地球上のどの場所にいるかによって、少しずつ異なってくるからです（図2右上段）。北極上空から、赤道面に沿ってカットした断面をみると、この2つの力を足し合わせた合力は、図2右中段のような分布をしていることがわかります。たまたま太陽の方向を向いている地点と、その真裏の地点の2つの地域で、地球の中心からみて外側（つまり上向き）に力がはたらいています。一方、これら2つの地域から経度でプラスマイナス90度ずれた地域では、地球の中心向き（つまり下向き）に力がはたらきます。

このような力が地球表面の海水にはたらくと、図2右下段のように、海面が上昇する地域と、下降する地域とができるでしょう。上昇するところは満潮で、下降するところは干潮というわけです。地球は約24時間で1回、自転もしていますから、東京でも大阪でも太陽方向およびその真裏側に、1日に1回は必ず、回りこんできます。言い換えれば、どんな海岸であれ、地球の自転のために、満潮および干潮を、それぞれ1日に2回ずつ、すなわち半日周期で経験することがわかります。



実際のところは、地球の自転軸は、公転の軸に対して23.5度ずれていたり、また、公転軌道が完全な円軌道でないために、力の分布は完全な半日周期ではなくて、1日周期や2週間周期など多くの周期の変動が重なってきます。図1をみると、たとえば大潮のころの1

日の中で2回起こる干潮のときの海面の高さが約50cmと約220cmとなっていて、ずいぶん違うことに気づきますね。このような現象は、1日周期の海面変化と半日周期の海面変化とが、足し合わせられたために生じます（図3）。

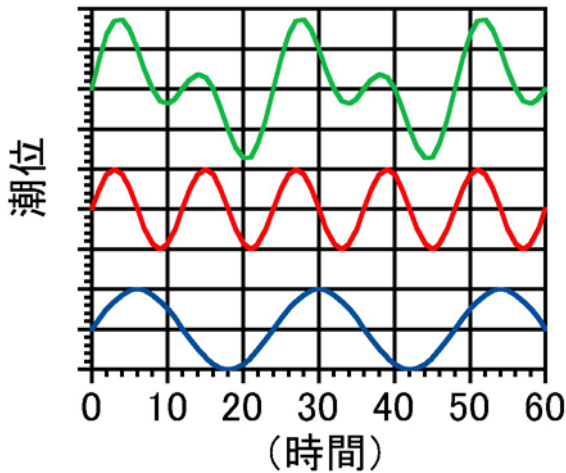


図3. 1日周期の変化(下段)と半日周期の変化(中段)とを足し合わせると、実際の潮位変化のようなグラフができる(上段)。

太陽のかわりに月だけを考えても、これまでのお話はほとんど変わらず、1日に2回ずつの満潮と干潮とが生じます。とはいえ、太陽と月の配置は、約1ヶ月ごとに変化します。図4を見ると、新月と満月の時期には、月の引力による満潮・干潮の位置と、太陽の引力による満潮・干潮の位置とが重なり、非常に大きな変化を起こすことがわかります。これが大潮です。一方、上弦・下弦の時期には、月の引力による干潮の位置が、太陽の引力による満潮の位置と重なるので、2つの変化が互いに打ち消しあって、干満の差が小さくなります。これが小潮というわけです。

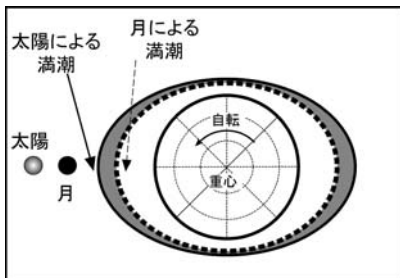
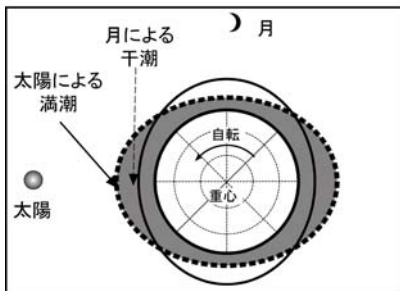


図4. 大潮(上段)と小潮(下段). 月と太陽の配置が変化するために、生じる。



ところで、皆さんは韓国の珍島の海割れや、沖縄の八重干瀬（ヤビジ，ヤエビシ）を知って

いますか？ 珍島では、5月ごろ潮位が大きく低下して、2キロほど沖にある芽島との間に干潟の道が出現します。これが珍島の海割れで、日本の歌謡曲でも歌われており、観光地となっています。沖縄の八重干瀬では、普段は海面下にあるサンゴ礁が、5月ごろの一時期に限って、陸地のように出現します。幻の大陸と呼ばれているそうです。これらの現象は、いずれも大潮の干潮の時に起こるものです。

最後にひとつ留意事項を述べます。地球全体は海に覆われているのではなく、表面積の3割ほどが陸地です。したがって、実際の潮位の変化は、図2のように単純なものではなくて、場所によって大きく変わります。その複雑な変化の様子は、海岸の検潮所や、衛星高度計による観測のおかげで、かなりよくわかってきました。

注1) 正確には、地球+太陽の重心が公転運動の中心になります。