

強制振動のシミュレーションと潮汐現象への応用

酒井啓雄^A 古川 浩^B 池田幸夫^C

SAKAI Akio FURUKAWA Hiroshi IKEDA Yukio

A 宇部市立楠中学校 B 元山口大学教育学部 C 山口大学教育学部

【キーワード】潮汐 強制振動 満潮 干潮

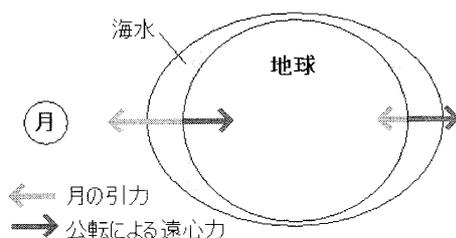
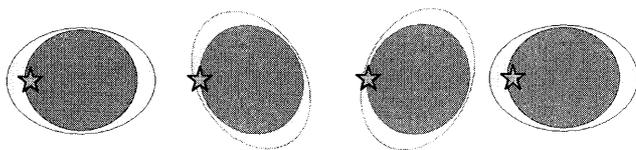
1. はじめに

潮の満ち引き（潮汐）は、釣りや海水浴など、我々の日常生活に深く関係している。この潮汐については高校地学で学習することになっているが、その説明にはかなり問題がある。

潮汐の運動は周期約 12 時間の波（単振動）と考えることができるが、潮汐を振動現象として考察した研究はあまりない。本研究では、潮汐現象を記述する運動方程式を立てて解析し、潮汐に関する教科書の説明の問題点を指摘したい。

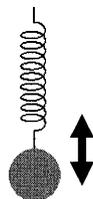
2. 潮汐と強制振動との関連

地上のある 1 点に着目すると、地球の自転によってある時間では満潮であるが、時間がたつにつれ潮位が下がり干潮となる。その後、約 6 時間後には再び満潮にもどる運動を続けている。この運動は、高校物理で学習する単振動とよく似ており、正弦関数で表すことが可能である。



3-1. 強制振動

右の図のようなばね振り子を例にして、



強制振動について説明する。

ばねに錘をつるして少し伸ばした後手放すと、ばねは一定の周期で振動をする。ばねの支点到に周期的に変化する外力を加えても、やはり錘は振動する。このように周期的に変化する外力によって起こる振動を強制振動とよんでいる。

外力の振動の速さと振り子の振動の速さとの関係に従って、次の 4 つの場合に分けて考えてみよう。

- ① 外力の振動の速さ < 振り子の振動の速さ
- ② 外力の振動の速さ > 振り子の振動の速さ
- ③ 外力の振動の速さ = 振り子の振動の速さ
- ④ 外力の振動の速さ ≧ 振り子の振動の速さ

潮汐の 1 波長は地球の円周の半分（約 2 万 km）であるのに対して、海の平均深度は約 3800 m しかない。水深が波長に比べて十分に小さい波（長波）の速度は、水深によって決まる。したがって、潮汐による波の伝播速度は約 200 m/s である。

これに対して、地球から見た月の見かけの移動速は、約 470 m/s であり、波の速度よりもかなり速い。したがって、潮汐を強制振動と見なすならば、上に挙げた②に相当する。

この場合についてシミュレーションを行うと、外力と振り子の位相が 90° ずれた時に、安定した振動になることが分かる。このことは、起潮力が最大のところと満潮（潮汐の山）とが下の右図に示されているように、90° ずれている場合に相当している。

