

日本沿岸における潮汐振幅の季節変動について

九州大学 学生会員 ○室山怜太郎

福岡工業大学 正会員 田井明

1. 研究背景

潮汐は沿岸海洋の物理環境を支配する重要な現象であり、潮の満ち引きによる海水の循環に貢献する。潮汐振幅は変動することが知られており、例えば日本沿岸においては経年的に減少傾向であることが分かっている¹⁾。また季節的にも変動することが知られているがその詳細なメカニズムは不明であり、さらに海域ごとに変動が起こる要因も異なると考えられている²⁾。一方で近年、気候変動による海面上昇が大きな問題になっており、IPCC 第5次評価報告書³⁾によれば、世界平均海面水位は2100年には最大で1m近く増加する可能性が指摘されている。この海水面上昇に加えて潮汐も変動・変化すると、沿岸の生態系へ与える影響は大きく、さらに地球温暖化の進行によってこの動きが加速する恐れもある。そこで、本研究ではこれまでの研究で M_2 潮振幅の経年減少が観察された有明海を中心に、日本沿岸全域にわたる潮汐振幅の季節変動を調査し、その変動メカニズムの解明を行った。

2. MSL と主要 4 分潮の季節変動について

日本海洋データセンター(以下、JODC)より、図1に示す日本全国の60か所の潮位データを入手し、各地点、冬季(1/1~2/28)と夏季(7/1~8/28)を対象に解析期間を58日として主要10分潮に調和分解した。支配的な成分である主要4分潮(M_2 潮、 S_2 潮、 O_1 潮、 K_1 潮)と平均海面水位(以下、MSL)について、冬季と夏季の振幅の違いを調べた。

まず、図1にMSLおよび M_2 潮、 S_2 潮、 O_1 潮の振幅の夏季と冬季の違いを示す。MSLは北海道の3地点(網走、花咲、釧路)を除き、ほとんどの地点で夏季の方が大きかった。次に、 M_2 潮は太平洋側では基本的に夏季の振幅が大きくなり、日本海側では一貫して冬季の方が大きくなった。また東京湾や有明

海のように、湾の中と外で傾向が異なる現象も見られた。次に S_2 潮は、日本全国で一様に冬季の方が振幅が大きかった。 O_1 潮は西日本で夏季に大きく、東日本で冬季に大きくなる傾向になった。最後に、 K_1 潮については、複数の地点で冬季に正常とは考えにくい極端な変動がみられた。この理由としては、 K_1 潮は同じ主要10分潮に含まれる P_1 潮や S_1 潮と周波数が近く、解析精度が低かったためと考えられる。

MSLと M_2 潮、 S_2 潮、 O_1 潮をそれぞれ比較すると、MSLの結果と対応があるのは S_2 潮のみである。 M_2 潮がMSLと対応していないことから、潮汐の季節変動の原因として海面変動は考えにくい。ただし、 S_2 潮に関しては、MSLと夏冬で真逆の対応が見られたため、海面変動と潮汐変動は何かしらの関係性を持っている可能性はある。

3. 有明海および東京湾の潮汐増幅について

有明海と東京湾で確認された M_2 潮振幅季節変動の傾向が変化する現象に注目し、湾の内外で潮汐変

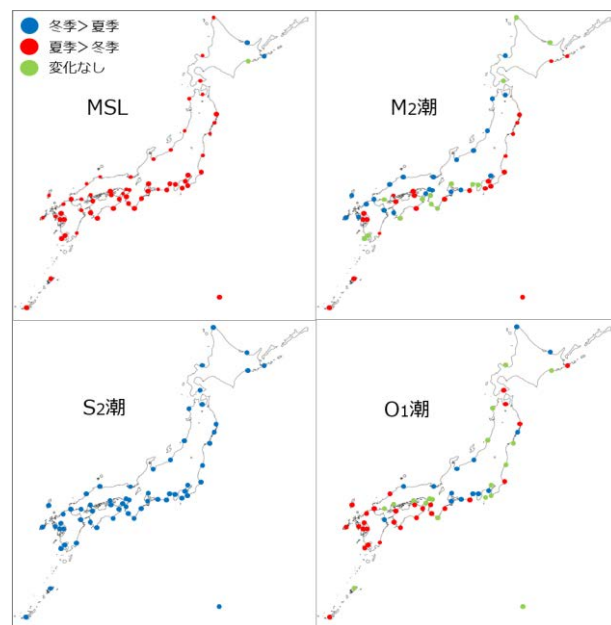


図1 MSL と 3 分潮の季節変化 (検潮所 60 か所)

キーワード：平均海面、潮汐、季節変動

連絡先：住所 〒819-0382 福岡市西区元岡 744 九州大学 伊都キャンパス ウェスト 2 号館 10 階 1011 号室、
電話&FAX 092-802-3411 (代表)

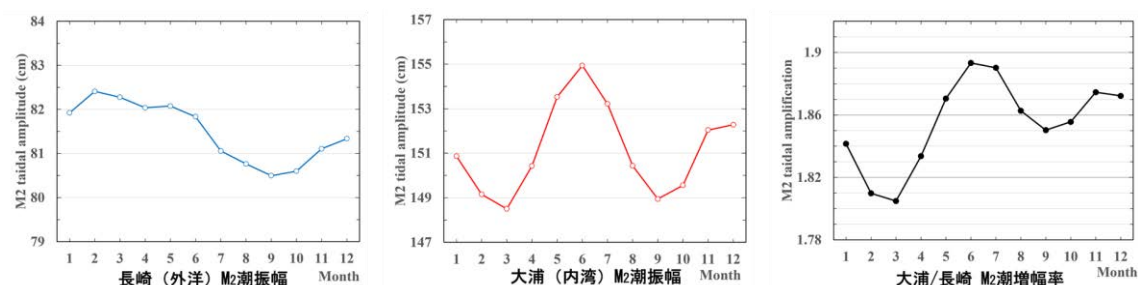


図2 有明海（図左：長崎 M₂ 潮振幅，図中央：大浦 M₂ 潮振幅，図右：増幅率）

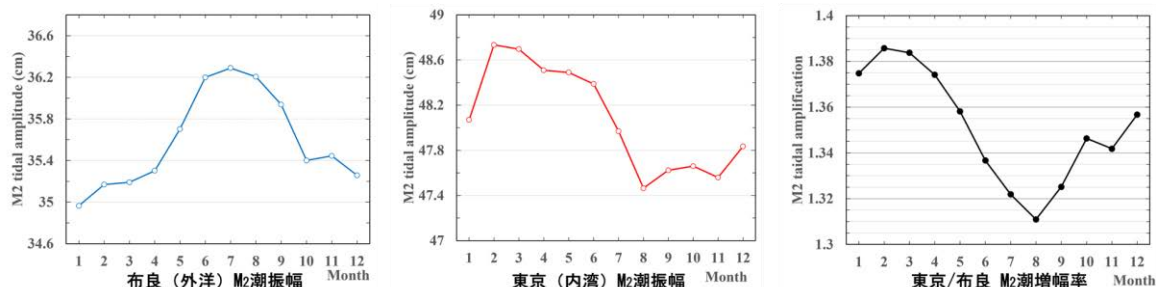


図3 東京湾（図左：布良 M₂ 潮振幅，図中央：東京 M₂ 潮振幅，図右：増幅率）

化がどのように異なるかを調べた。有明海，東京湾について，JODC から取得した湾周辺の潮位データを解析期間 28 日で主要 10 分潮に調和解析した。そこで得られた 1985~2021 年の 37 年間の M₂ 潮振幅平均値 (12 か月分) を結果にまとめた。有明海の外洋（長崎）の M₂ 潮振幅は 2 月に大きく，9 月に小さい。増幅率は 6 月に最大で 3 月に最小となる。東京湾の外海（布良）の振幅は 7 月に大きく，1 月に小さい。増幅率は 2 月に最大で 8 月に最小となる。

湾内の潮汐を変化させる要因として，共振による増幅，内部潮汐，海底摩擦が挙げられる。共振は湾の形状で決定される固有周期と潮汐の周期が近いことで発生する増幅現象である。有明海と東京湾の増幅率を見るとどちらも湾内で振幅が増大しており，共振による増幅が現れている。また Schindelegger et al.(2022)⁴⁾が行ったシミュレーションによると，アメリカのメイン湾で 10 月に M₂ 潮振幅が最小になったのは，海中の密度成層の発達による内部潮汐の影響によるものだとしている。このことから我が国沿岸においても，大陸棚や狭窄部が湾口に存在する湾では内部潮汐の発生による潮汐の減衰が生じると考えられ，有明海では 9 月，東京湾では 8 月にその影響が現れたとみられる。海底摩擦は潮汐のように波長が長い波が，浅い湾内を進むときに海底の粘性の影響を受けて発生する非線形作用である。この摩擦力

は潮流が速いほど卓越するため，東京湾では湾口の M₂ 潮振幅が大きい夏は潮流も発達し，海底摩擦を受けて増幅率が小さくなると予想される。さらに有明海の 3 月の増幅率の低下も，同時期に外洋振幅が大きいことからこの作用によるものだと考えられる。

4. 結論

日本沿岸全域の潮位データの調和解析を行うことで MSL と主要 4 分潮に季節変動があることが分かった。MSL と M₂ 潮の季節変動に対応がみられないことから，潮汐変動に占める海面上昇の影響はあまり大きくはないことが考えられる。さらに有明海と東京湾に焦点を絞った解析結果から，外洋からの潮汐は湾内で共振，内部波，海底摩擦などの影響を受けて増幅・減衰し，季節変動の傾向を変えることが考えられる。

謝辞：

本研究は，JSPS 科研費(21K04276，19KK0380)の一環として行われた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献：

- 1) 大松和暉：九州大学工学部修士論文，2022.
- 2) Ray：Ocean Science, Vol. 18,1073-1079, 2022.
- 3) IPCC 第 5 次評価報告書.
- 4) Schindelegger et al.：Geophysical research Letters, Vol. 49, No. 24, e2022GL101671, 2022

キーワード：平均海面，潮汐，季節変動

連絡先：住所 〒819-0382 福岡市西区元岡 744 九州大学 伊都キャンパス ウェスト 2 号館 10 階 1011 号室，
電話&FAX 092-802-3411（代表）