

全球的な潮汐振幅の長期変動解析

九州大学 正会員 田井 明・矢野真一郎 フェロー 小松利光 鹿児島大学 正会員 齋田倫範

1 はじめに

近年、地球温暖化に起因する海面の上昇について多くの研究が行われており、多くの知見が得られている(例えば、岩崎ら¹⁾)。しかし、沿岸海洋では潮汐による半日～一日周期の変動が支配的である場合が多く、沿岸における高潮などの災害においては平均海面に潮汐振幅および低気圧や吹き寄せによる海面上昇を加えた最高水位が問題となる。さらに、干満により冠水と干出を繰り返す干潟は内湾の水質浄化機能を有しており、このように、長期的な海面変動によって生じる様々な問題に対しては、平均海面の高さではなく現実に生じる最高水位や最低水位の変化が重要になる。最高水位や最低水位の変化は潮汐振幅の変化に大きく影響されるため、その適切な将来予測のためには、現在までの潮汐振幅の長期変化についての知見が必要である。また、田井ら²⁾は、有明海内の20世紀中の潮汐振幅の減少要因の大部分は外海の潮汐振幅の減少であることを示しており、有明海の水環境の変化を考える際にも重要な知見であると考えられる。しかし、潮汐振幅の全球的な長期変化に関してはWoodworth³⁾などが検討しているが、このような試み自体が始まったばかりであり様々な角度からの検証が必要であると考えられる。そこで、本研究では潮汐振幅の全球的な長期変化に関して知見を得るための第一段階としてM₂潮に注目して解析を行った。

2 解析方法

解析に用いたデータは、日本国内は日本海洋データセンター(JODC)⁴⁾、国外のものはハワイ大学海面センター(University of Hawaii Sea Level Center: UHSLC)⁵⁾のホームページよりダウンロードした。また、三角の結果は田井ら²⁾、Halifaxの結果はRay⁶⁾よりそれぞれ引用した。使用した験潮所の位置のうち、国内のものをFig.1、国外のものをFig.2に示す。合計すると、日本国内は東京湾、伊勢湾、有明海内の内湾に位置するものと外海に位置するものから11地点、海外は大洋に面した験潮所から11地点を選んだ。また、この験潮所の選択の際には比較的長期間のデータ(40～50年以上)が存在していることも考慮している。解析は対象期間を90日ずつずらしながら369日分のデータを用いて最小二乗法を用いた調和解析により38分潮に分解した。その際に、解析期間中のデータの欠測が1割を超えるものは結果から除外している。

3 結果

本報告では、主要4分潮のひとつであるM₂潮(周期T=12.42h)に関して議論を行う。M₂潮振幅 a_{M_2} の長期的な変化傾向を調べるためにM₂潮振幅 a_{M_2} と時間のKendollの順位相関検定を行う。Kendollの順位相関検定とは、ノンパラメトリックな統計手法で線形関係にない相関関係の解析に適している。Kendollの順位相関係数 τ は、以下の式で示される。

$$\tau = \frac{K - L}{n(n-1)/2} = \frac{K - L}{K + L} \quad (1)$$

ここで、 n はデータの個数、 K は対象とする全ての一对のデータの組み合わせの中で各々のデータの大小関係が一致した対の個数、 L は一致しなかった対の個数である。よって、 τ が1に近いほど順位相関が高く、

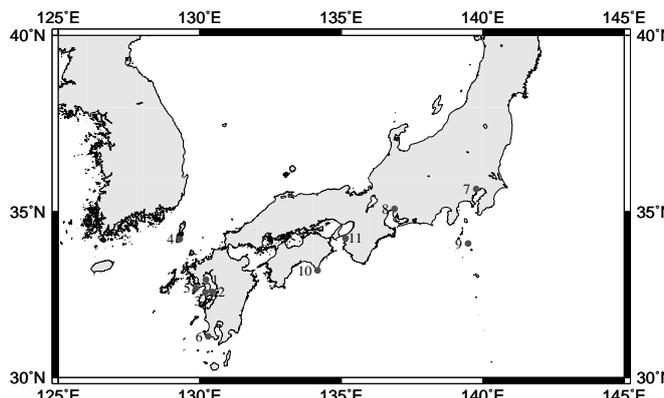


Fig.1: 解析に用いた日本周辺の験潮所の位置

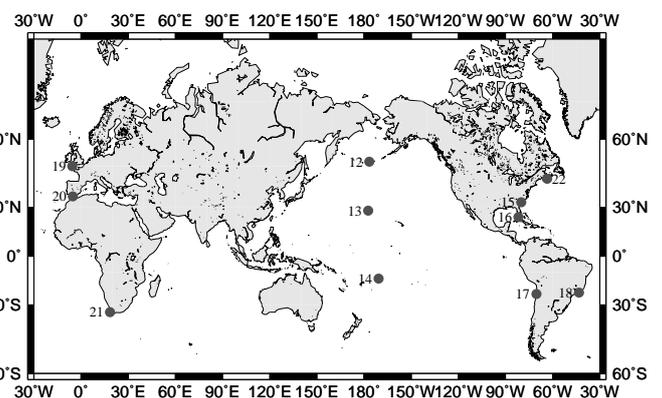


Fig.2: 解析に用いた国外の験潮所の位置

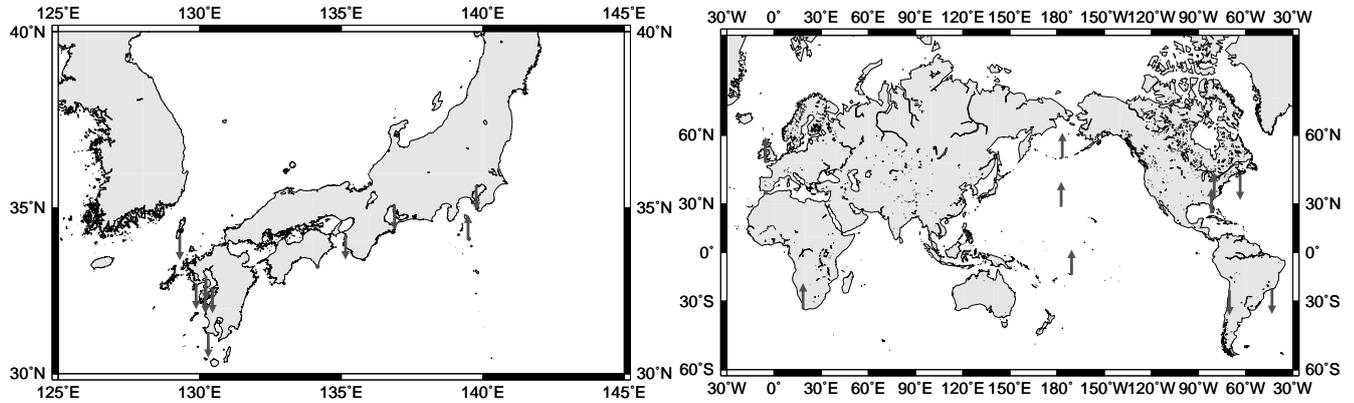


Fig.3: 日本周辺の順位相関検定の結果 (● : 増加, ○ : 減少) Fig.4: 国外の順位相関検定の結果 (● : 増加, ○ : 減少)

0 に近いほど低いことを意味する．求めた τ が 5% 有意水準で検定し増加，減少，有意な変化傾向なしに分類し，Fig.3，Fig.4 中に地点ごとに増加を ●，減少を ○ で示した．

4 考察

まず，Kendall の順位相関検定の結果，ほとんどの験潮所で統計的に有意な増加もしくは減少傾向が得られたことから，調和定数を一定として将来の水位を予測することは大きな誤差を含む可能性があることが示された．次に，日本国内では海域の埋め立てにより固有周期が減少していると考えられる東京湾，伊勢湾，有明海に位置する験潮所に加え，人為的な地形改変の影響を受けにくい外海に面する大部分の験潮所でも減少傾向であった．これは，内湾の潮汐の減少傾向は人為的な地形改変だけでなく，外海潮汐の減少傾向の影響もあることを示している．太平洋の中央部（経度 180 度付近）では，増加傾向であるが南アメリカ大陸の西岸では減少傾向となっているなど同一の大洋でも傾向が異なる．北アメリカ大陸の東岸のような狭い範囲でも増加と減少が混在している．以上より， M_2 潮振幅の長期変化は，日本列島周辺程度の空間スケールであれば同一の傾向となるが，それ以上のスケールでは地点ごとに異なった傾向になる可能性が示された．

5 まとめ

本研究の結果，以下のことが示された．

- (1) ほとんどの験潮所で統計的に有意な変化傾向が得られたことから，調和定数を一定として将来の水位を予測することは大きな誤差を含む可能性があることが分かった．
- (2) M_2 潮振幅の長期変化は，日本列島周辺程度の空間スケールであれば同一の傾向となるが，それ以上のスケールでは地点ごとに異なった傾向になる可能性が示された．

今後，解析地点を増やし，より精密な議論を行うことと，数値モデルにより変化のメカニズムを解明し，沿岸防災などに有用な情報を提供したいと考えている．

謝辞

本研究は，平成 22 年度環境研究総合推進費「S-8-2(2) 亜熱帯化先進地九州における水・土砂災害適応策の研究」の支援により実施されたことを付記する．

参考文献

- 1) 岩崎ら：地殻変動を除去した長期海水位変動と海面水温の関係，海の研究，第 11 巻，pp.529-542，2002.
- 2) 田井ら：有明海および八代海における半日周期潮汐の長期変化について水工学論文集，土木学会，54，pp.1537-1542，2010.
- 3) P.L. Woodworth : A Survey of Recent Changes in the Main Components of the Ocean Tide, *Continental Shelf Research*, in press.
- 4) 日本海洋データセンター：http://www.jodc.go.jp/index-j.html
- 5) ハワイ大学海面センター：http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhslc/datai.html
- 6) Ray, R.D. : Secular changes of the M_2 tide in the Gulf of Maine, *Continental Shelf Research*, Vol.26, pp.422-427，2006.