

## 広島県沿岸地域の潮位変化の特徴

向 井 厚 志

### 要旨

広島県沿岸部で観測された潮位変化を用いて、その周波数特性や長周期変化の特徴を調べた。海洋潮汐の振幅は瀬戸内海東側ほど大きくなるが、気圧応答係数には地域差はみられなかった。潮汐位相は瀬戸内海東側ほど遅れを示しており、豊後水道を通した瀬戸内海内部への海水移動に要する時間を反映していると考えられる。潮位変化には、黒潮流軸までの距離の変化に応じた長周期変化がみられ、その変化量は、瀬戸内海東側ほど大きくなっている。福山港の潮位変化のスペクトルには0.7cph (cycle per hour) 付近にピークが現れており、これは福山港入江内で励起された副振動を表していると考えられる。

キーワード：潮位変化，瀬戸内海，海洋潮汐，黒潮，副振動

### 1 はじめに

福山市や広島市、三原市等、広島県の主要都市は瀬戸内海北側に位置する沿岸都市であり、波浪や高潮、津波等の海洋関連の自然災害が発生しうる地域に位置している。2004年9月には、九州から中国地方の日本海沿岸を東北東方向へ通過した台風0418号によって、広島県沿岸部で高潮災害が発生した（広島地方気象台、2004）。広島市に最接近した時刻が満潮時に近かったこともあり、広島港では、警戒基準を上回る最高潮位268cmを記録した。このとき、広島湾内の宮島にある厳島神社では、強風によって能舞台の軒瓦が飛散したり、高潮と波浪によって回廊が破損したりするなどの大きな被害が生じた（丸山他、2005）。近年、福山港では甚大な高潮災害は起きてはいないが、今後、台風の規模や移動経路によっては、同じ瀬戸内沿岸地域である福山市でも高潮の発生も危惧される。

高潮とともに、海に関連する自然災害には、津波が存在する。来るべき南海トラフ地震では、広島県沿岸部で最大3～4mの津波が予想されている（内

閣府、2012）。1946年昭和南海地震（M8.0）では、岡山県に到達した津波の高さは1m以下であったものの、液状化現象等による地盤沈下によって護岸堤防が破損し、満潮時に浸水した地域もあった（岡山県備前県民局、2007）。地震動による護岸堤防の破損等、条件次第では、近い将来、福山市沿岸部においても津波被害が発生することも考えられる。

高潮の主要な原因は大型低気圧による局所的な気圧低下や強風であり、津波の主要原因はプレート境界地震による海底面の上下動であるが、満潮時等、定常的に発生している海洋潮汐の状況によって被害が拡大する可能性がある。吉田・高杉（2001）は1960年代から1990年代までの瀬戸内海およびその周辺海域で観測された潮位変化を解析し、海洋潮汐の大きさが伊予灘から燧灘にかけて徐々に大きくなることを示した。これは、瀬戸内海が西の豊後水道と東の紀伊水道を通して太平洋とつながる内海であり、東側の海流が淡路島によって制限されていることに起因している。このことは、小島が点在し、海域が分断されている瀬戸内海中央部においても、海洋潮汐の特徴に明瞭な地域差が生じていることを示唆して

いる。

また、閉鎖的な海域では、高潮等によって励起された副振動が発生しやすい。小西（2001）は、東側を淡路島、西側を備讃瀬戸で囲まれた播磨灘における副振動を調査し、検潮所の潮位観測値や固有振動の理論計算に基づいて播磨灘で約80～220分周期の副振動が生じていることを示した。福山港が位置する燧灘も、東西の小島群によって海域が分断されており、播磨灘と同様な副振動が励起されていることを想定される。副振動は、港のような局所的な地域でも生じている。例えば、小西（2006）は、横浜港の潮位観測値に基づいて、同港で周期50～150分、振幅20～90cmの副振動が強風時等に繰り返し発生してきたことを報告している。この副振動は海岸線や海底面の地形に依存しており、福山港においても固有の副振動が発生していると考えられる。

以上のことから、広島県沿岸部における高潮や津波による被害を検討する際には、海岸線の形状や島の配置等、各沿岸部の潮位変化に対する地形の影響を把握しておく必要があると言える。本稿では、潮位変化に及ぼす地形の影響を調べる前段階として、広島県沿岸部の計13か所で観測された潮位変化を用いて、各測定点における潮位変化の周波数特性や長周期変化の特徴を明らかにし、沿岸地域による潮位変化の違いについて調べた結果を報告する。

## 2 広島県沿岸部における潮位観測

広島県沿岸部の主要港には、広島県港湾漁港整備課によって潮位測定局が開設されており、潮位変化の連続観測が実施されている。潮位測定局は、大竹港、広島港、柿浦港、呉港、倉橋港、御手洗港、竹原港、木江港、糸崎港、尾道港、土生港、横田港、福山港の13か所であり、本州沿岸部の港だけでなく、島嶼部の港も含まれている（図1）。

各潮位測定局では5分ごとに潮位が測定されており、その測定値はWebサイト「広島県河川防災情報システム」（広島県土木建築局河川課）で逐次公開されている。潮位測定値の分解能は1cmである。Webサイトには、潮位測定値に加えて、月や太陽等の天

体運行から予想される海洋潮汐（天文潮位）も掲載されており、定常的な潮位からのずれも確認することができる。本稿では、2021年5月21日～8月19日の90日間に得られた5分ごとの潮位測定値を用いて、各潮位測定局における潮位変化の特徴を調べた。図2は、潮位測定値の代表例として、福山港の潮位変化を示す。同図には、潮位測定値とともに、潮位測定値から天文潮位を取り除いたのちの残差、および福山特別地域気象観測所で10分ごとに得られた海面気圧の時間変化も示されている。

図2にみられるように、福山港の海水面は最大約±2mの幅で上下動を繰り返しており、その大部分が天体運行に基づく海洋潮汐であることがわかる。潮位測定値から天文潮位を取り除いたのちの残差にも、幅数10cmの短周期変化が残されているが、その一部は地形などの局地的な影響によって、実際の海洋潮汐と天文潮位の計算値にずれが生じているためと考えられる。

図2(b)の残差には、10日以上周期をもつ緩やかな潮位変化や、2021年8月9日にみられるスパイク状の大きな潮位変化も確認できる。こうした潮位変化は、図2(c)に示す気圧変化と負の相関があり、気圧の低下に伴って潮位が上昇している。8月9日に現れたスパイク状の気圧変化は台風2109号の通過によるものであり、このときの潮位は通常より約90cm高くなっていた。ただし、台風の通過が満潮時からずれていたこともあり、高潮災害の発生につながりうる警戒潮位を超えることはなかった。

以上の潮位変化の特徴は、福山港だけでなく、他の潮位測定局12か所で得られた潮位測定値にも当てはまる。いずれの潮位測定局においても、潮位変化の主要な成分は海洋潮汐であり、次いで気圧変化に伴う潮位変化が現れている。

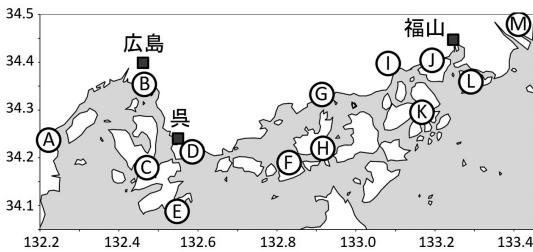


図1. 広島県沿岸部の潮位測定局

図中の○印A～Mは広島県港湾漁港整備課の潮位測定局であり、それぞれA)大竹港、B)広島港、C)柿浦港、D)呉港、E)倉橋港、F)御手洗港、G)竹原港、H)木江港、I)糸崎港、J)尾道港、K)土生港、L)横田港、M)福山港を示す。また、図中の■印は気象庁の気象観測点であり、広島)広島地方気象台、呉)呉特別地域気象観測所、福山)福山特別地域気象観測所を示す。

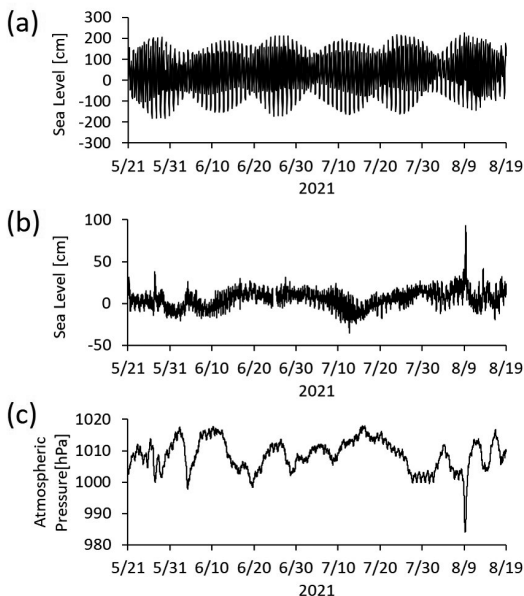


図2. 福山港で測定された潮位変化および福山の海面気圧変化

(a)潮位測定局M(福山港)における潮位測定値、(b)潮位測定値から天文潮位を取り除いたのちの残差、(c)福山特別地域気象観測所で得られた海面気圧変化。

### 3 潮位測定値に含まれる海洋潮汐および気圧応答成分

各潮位測定局における海洋潮汐の特徴を調べるため、潮汐解析プログラムBAYTAP-G (Tamura et al., 1991) を潮位測定値に当てはめて、日周潮6種類 ( $Q_1$ ,  $O_1$ ,  $M_1$ ,  $P_1S_1K_1$ ,  $J_1$ ,  $OO_1$ ), 半日周潮5種類 ( $2N_2$ ,  $N_2$ ,  $M_2$ ,  $L_2$ ,  $S_2K_2$ ), 1/3日周潮1種類 ( $M_3$ ) の計12分潮の潮汐振幅および潮汐位相を計算した。このとき、同プログラムを当てはめるデータは1時間間値とする必要があるため、5分間隔の潮位測定値を1時間ごとに間引いて使用した。

また、潮汐解析プログラムBAYTAP-Gは気圧応答成分の推定も同時に行うことができる。このとき、潮位測定値とともに気圧データも同プログラムに当てはめる必要があるが、潮位測定局近傍で気圧変化の連続観測を行っている測定局は多くない。そこで、各潮位測定局に近い気圧観測点として、大竹港と広島港は広島地方気象台、柿浦港、呉港、倉橋港、御手洗港は呉特別地域気象観測所、その他の潮位測定局は福山特別地域気象観測所を選択し、1時間ごとに間引いた各観測点の海面気圧データを使用することとした。

海洋潮汐の中で主要な分潮は $O_1$ ,  $P_1S_1K_1$ ,  $M_2$ ,  $S_2K_2$ であり、いずれも20cm以上の潮汐振幅を有する。これらの分潮のうち、日周潮の代表として $O_1$ 分潮、半日周潮の代表として $M_2$ 分潮を選び、各潮位測定局の潮汐振幅および潮汐位相を比較した。図3は、福山港を基準とした各潮位測定局の相対的な潮汐振幅および潮汐位相を示す。

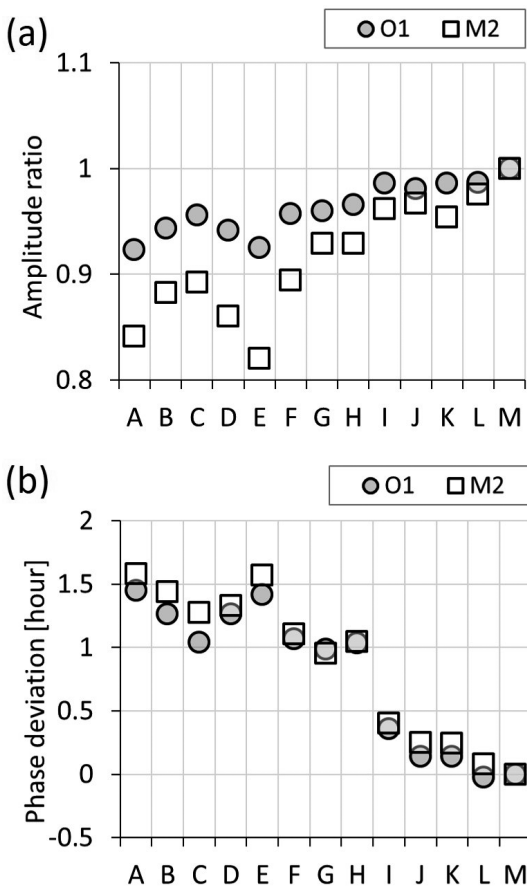


図3. 広島県沿岸部の潮汐振幅および潮汐位相の比較  
(a)潮位測定局M(福山港)の潮汐振幅を1としたときの相対的な潮汐振幅。(b)潮位測定局M(福山港)の潮汐位相からのずれ。正值は位相の進みを示す。図中の●印および□印は、それぞれ $O_1$ 分潮および $M_2$ 分潮を表す。

図3にみられるように、 $O_1$ 分潮、 $M_2$ 分潮ともに、豊後水道に近い瀬戸内海西側ほど潮汐振幅は小さく、潮汐位相は進む傾向が認められる。吉田・高杉(2001)は、気象庁や水路部等の潮位測定値を解析し、瀬戸内海西部の伊予灘から瀬戸内海中部の燧灘にかけて潮汐振幅は徐々に増大し、潮汐位相は徐々に遅れていくことを報告しており、本稿の解析結果はこれらと調和的である。吉田・高杉(2001)の解析では、広島県沿岸部の潮位測定点として広島と

呉、岡山県沿岸部では宇野のみが取り上げられており、対岸の愛媛県、香川県を含め、瀬戸内海中部の潮位測定値が欠けている。本稿の解析結果はその穴を埋める形となっており、伊予灘から燧灘にかけての潮汐振幅および潮汐位相の空間的な変化が連続的に生じていることがわかる。

しかし、潮汐振幅および潮汐位相の変化は、瀬戸内海西側から東側へと経度の変化に応じて一様に生じているわけではない。図3の潮位測定局B～Eはほぼ同一経度上に位置するが、潮汐振幅、潮汐位相ともに大きな差異が現れている。特に潮位測定局E(倉橋港)では、隣接する潮位測定局C(柿浦港)やD(呉港)と比べても、潮汐振幅が小さく、位相の進んだ海洋潮汐が観測されている。こうした潮汐振幅および潮汐位相の地域的な違いは、潮位測定局周辺の海底地形や海岸線の形状、島嶼部の配置に起因するものと推察される。

図3(b)の潮汐位相をみると、潮位測定局H(木江港)とI(糸崎港)の間でステップ状の差異が認められる。両測定局が位置する広島県東部の海域では、愛媛県の高縄半島が北側に突き出しており、瀬戸内海の高幅を狭めている上、大三島や伯方島、大島などが点在することで、東西への海流を妨げている。こうした地形の影響によって、呉市南方の海域と燧灘の間で潮汐位相の大きな差異が現れていると推察される。

一方、気圧応答係数および気圧応答の遅れには、推定誤差を上回る明瞭な地域差は見られない(図4)。いずれの潮位測定局においても気圧応答係数は $-1.4\text{cm/hPa}$ 前後の値となっており、気圧が $1\text{hPa}$ 低下すると、海面が $1.4\text{cm}$ 上昇することを示している。高潮の発生要因として挙げられる「吸い上げ効果」は、気圧の低下によって海面が持ち上げられる現象であり、 $1\text{hPa}$ の気圧低下によって海面が約 $1\text{cm}$ 上昇する(水谷, 2012)。本稿の解析結果はこれと調和的である。

気圧応答の遅れは潮位測定局によるばらつきがやや大きいものの、いずれも $0.6$ 時間前後の値となっている。このことは、気圧変化に対して潮位変化が約 $36$ 分の遅れで追従していることを示している。気圧

低下による吸い上げ効果で潮位が上昇するには、周辺海域から海水を流入させる必要があるため、気圧変化に対して潮位変化は若干、遅れて追従することになる。

なお、気圧応答の遅れのばらつきは、潮汐解析プログラムBAYTAP-Gで気圧応答を推定する際に、潮位測定局における実際の気圧変化ではなく、やや離れた気象観測点の気圧変化を用いたことに起因する可能性もある。そうした問題があるにせよ、潮位測定局M(福山港)の気圧応答の遅れは、他の潮位測定局と比べてやや大きな値が求められている。福山港の潮位測定局は幅500mの入江内に設置されており、瀬戸内海から約6 km内陸に位置する。そのため、他の潮位測定局と比べて海水の移動により時間を要していると考えられる。

#### 4 天文潮位および気圧応答成分を取り除いたのちの潮位残差

潮位変化の大部分は海洋潮汐や気圧変化によって引き起こされているが、それら以外にも潮位変化を引き起こす要因が存在する。その要因を調べるため、潮位測定値から天文潮位および気圧応答成分を取り除いて潮位残差の5分値を求めた。図5は、代表例として、広島港、倉橋港、福山港の潮位残差を示す。このとき、10分ごとの海面気圧データを時間軸方向に線形補間して5分値を作成し、これに潮汐解析プログラムBAYTAP-Gで推定された気圧応答係数および応答の遅れを当てはめて5分ごとの気圧応答成分を求めた。

図5にみられるように、広島港と福山港では短周期の潮位変化の幅が10cmオーダーと大きく、倉橋港で数cm程度と小さい。他の潮位測定局の潮位残差と比較したとき、通常、奥まった湾や入江、島陰に隠れたような潮位測定局で、潮位残差に短周期変化が大きく現れている。この短周期の潮位残差は、後述するように約1/n日周期の振動成分であり、海洋潮汐の一部と考えられる。海底地形や海岸線などの地形効果によって、天文潮位の予測値と実際の海洋潮汐にずれが生じていることが推察される。

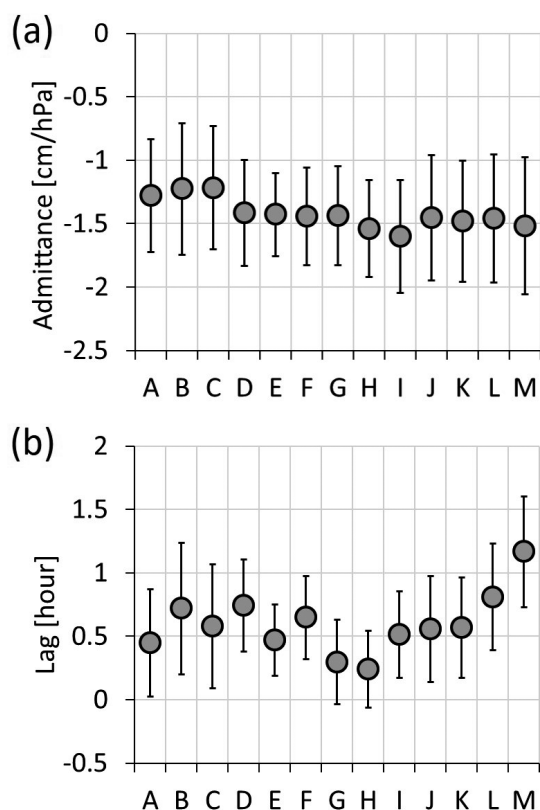


図4. 広島県沿岸部の潮位変化に含まれる気圧応答成分の比較

(a)気圧応答係数。負値は気圧上昇に対して海面が低下することを表す。(b)気圧応答の遅れ。正値は気圧変化に対して海面変化が遅れて追従することを表す。図中の縦バーは推定誤差を示す。

一方、1日間の移動平均を行って潮位残差の長周期変化を求めてみると、いずれの潮位測定局も同様な時間的な変化となった。潮位測定局間の相互相関係数は0.9前後の高い値となる。ただし、その潮位変化の大きさには地域によってやや異なる。横軸を福山港、縦軸を各潮位測定局として潮位残差の長周期変化のグラフを描いたとき、その傾きから福山港に対する各潮位測定局の長周期変化の相対的な大きさを求めた(図6)。潮位残差の長周期変化の大きさは潮汐振幅と同様に豊後水道に近い瀬戸内海西部で小さく、東側へ行くほど大きくなる傾向が認められる。



このことは、潮汐振幅と同様な増幅のメカニズムが潮位変化の長周期成分にも作用している可能性を示唆している。

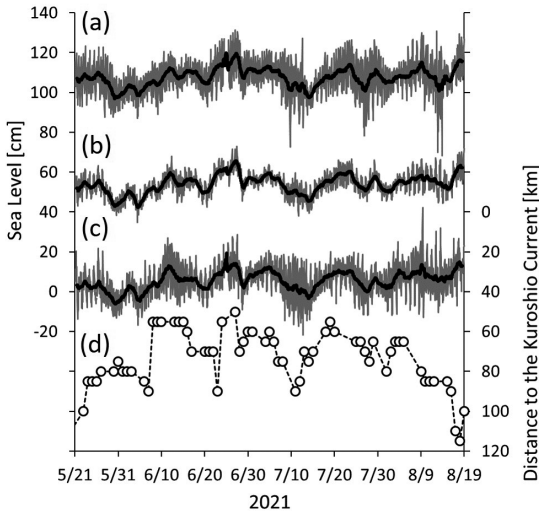


図5. 潮位観測値から天文潮位および気圧応答成分を除去したのちの潮位残差

(a)潮位測定局B（広島港）、(b)潮位測定局E（倉橋港）、(c)潮位測定局M(福山港)の潮位残差を灰色の細線で示す。黒色の太線は区間長1日の移動平均を示す。各潮位残差のグラフは縦方向にずらして表示している。(d)本文中の方法で計算した黒潮流軸までの距離の変化。

図5にみられる長周期の潮位変化の一部は、太平洋沖合を流れる黒潮の流軸の変化によってもたらされている。内山他（2012）は、瀬戸内海の高精度海洋モデルを用いて、黒潮流路の変化が引き起こす潮位変化や潮流変動をシミュレーションした。その結果によると、瀬戸内海では主に豊後水道から紀伊水道への潮流が卓越していること、また、黒潮流軸が紀伊水道沖から離岸している時期は、紀伊水道から海水が流出しやすく、瀬戸内海の潮位が低下するが、黒潮が紀伊水道側に接岸する時期になると、北向きの圧力勾配によって紀伊水道からの海水の流出が抑えられるため、瀬戸内海の潮位が上昇することが示された。このように、黒潮流軸位置の変化によって

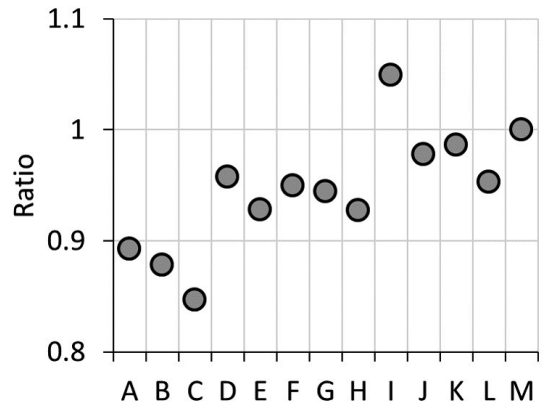


図6. 潮位の長周期変化の大きさの比較

潮位残差の移動平均値（平均区間長1日）に基づいて、潮位測定局M（福山港）に対する各潮位測定局の潮位変化の相対的な大きさを求めた結果を示す。

瀬戸内海の潮位変化が生じている。

実際、潮位残差の長周期変化は、黒潮流軸までの距離の変化と同様な時間変化を示している（図5）。この図の黒潮流軸までの距離は、海上保安庁公開の黒潮流軸数値情報を用いて、次のような考え方で計算した。太平洋沖合の海面高は、黒潮を挟んで海流方向の右側が左側より高いため、西日本では、沖合から海岸線に向かう圧力勾配が生じている。この圧力勾配は、豊後水道では瀬戸内海への海水の流入を促進させ、紀伊水道では海水の流出を抑制することになる。そのため、紀伊水道から黒潮流軸までの距離が短いほど、また、豊後水道から黒潮流軸までの距離が長いほど、瀬戸内海の潮位は高くなると考えられる。そこで、紀伊水道側の潮岬から黒潮流軸までの距離から、豊後水道側の足摺岬から黒潮流軸までの距離を差し引いた値として、図5（d）の黒潮流軸までの距離を求めることとした。図5の潮位残差には、10数日以上周期をもつ長周期の揺らぎが存在するが、その時間変化は黒潮流軸までの距離の変化と正の相関をもっており、実際、潮位変化の一部が黒潮の流れの変化によって引き起こされていることが伺える。

## 5 福山港の潮位残差にみられる短周期成分

前節で求めた5分間隔の潮位残差にFFTを当てはめて、潮位残差の周波数特性を調べた。図7は、代表例として、広島港と福山港の潮位残差のスペクトルを示す。両者のスペクトルには、0.042, 0.083, 0.125, 0.167cph等、0.042cphの整数倍の振動数付近に鋭いピークが現れている。これらは、周期1日、半日、1/3日、1/4日等に相当し、本稿で用いた天文潮位では取り除ききれなかった海洋潮汐成分を表していると考えられる。天文潮位は、月や太陽などの天体運行や海陸分布に基づいて計算されているが、海底地形や海岸線の形状、島嶼部の配置など、潮位測定局周辺の地形にも強く影響される。これらの鋭いスペクトル・ピークが存在は、海洋潮汐成分を除くにあたっては、詳細な地形効果を考慮した天文潮位を用いる必要があることを示している。

福山港の潮位残差のスペクトルには、広島港には見られない0.7cph弱の高い振動数帯に幅広いピークが現れている。広島港を含め、福山港以外の他の潮位測定局には、この振動数帯にピークはみられない。これは、福山港固有の副振動を表していると考えられる。福山港周辺の海岸線形状等、地形の影響によって、振動数0.7cph（周期約42分）付近の潮位変化が励起されていることが推察される。

福山港の副振動を調べるため、柿沼他（2009）の計算方法を参考にして、福山港入江内の潮位変化の数値シミュレーションを行った。図8(a)は、シミュレーションで用いた福山港入江の海面分布を示している。福山港入江は、瀬戸内海から北東方向に内陸部へ入り込んでおり、その幅は約500mである。瀬戸内海から約3km内陸に入ったところで北向きに方向を変え、その約2km先で西向きの方角に変わる。入江の幅は内陸部で約150mと狭くなっている。福山港の潮位測定局は、北向きの入江の突き当りに開設されており、瀬戸内海から約5km内陸に位置している。

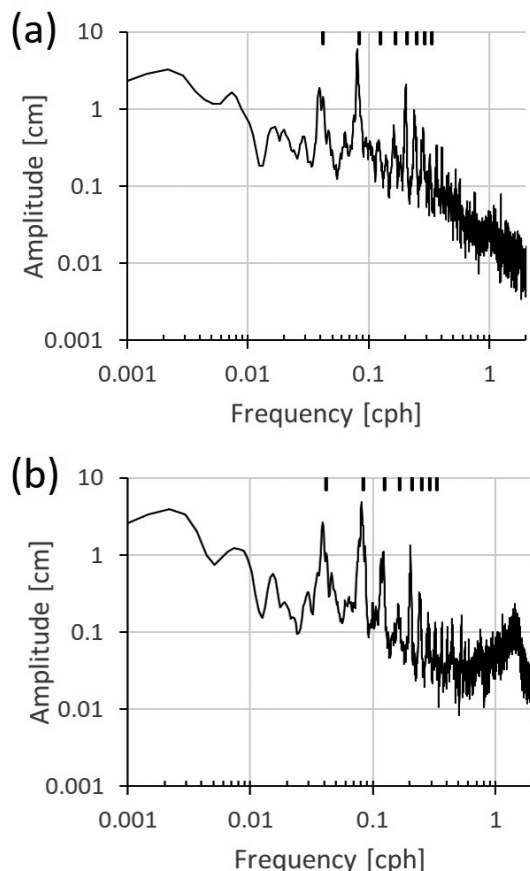


図7. 潮位残差の周波数特性

図5に示した(a)潮位測定局B(広島港)、(b)潮位測定局M(福山港)の潮位残差にFFTを当てはめて求めた潮位変化の周波数特性。図の上段にある縦の太線は、 $0.042 \times n$  [cph] ( $n=1, 2, \dots, 8$ )の振動数位置を示す。

本稿の数値シミュレーションでは、図8(a)の海域の海底面は一律な標高であると仮定し、その水深を10mとした。格子点はこの海域の水平面内に設置し、隣接する格子点間の間隔は10mとした。この格子点のうち、図8(a)の縦軸0m地点を振動源とし、その格子点の潮位に振幅1mの周期的な変化を与えた。振動源の潮位変化が隣接する格子点に伝播していく様子は、非線形浅水方程式に基づいて数値的に計算することができる（柿沼他，2009）。本稿では、周期10分から120分まで、10分刻みの周期的な潮位変化

を振動源に与え、潮位測定局M（福山港）における潮位変化を計算した。図8(b)は、潮位測定局M（福山港）の潮位変化のうち、振動源と同じ周期成分の振幅を示している。周期50分で潮位変化の振幅が最も大きくなっており、同周期の潮位変化は振動源の約2.1倍に増幅されることがわかる。図7(b)にみられる0.7cph付近のスペクトル・ピークは、こうした福山港の入江構造によって増幅された潮位変化を表していると考えられる。

本稿では海域の水深を10mと一定値に設定したが、潮位変化の増幅率が最大となる周期は水深に依存していることから、海底面の傾斜や凹凸など、より現実的な海底地形を数値モデルに組み込む必要がある。また、海洋潮汐によって海面は時々刻々上下動を繰り返すため、水深の変化に応じて、増幅率が最大となる周期もある値を中心に揺らぐことになる。その結果、図7(b)にみられるような幅広いスペクトル・ピークが現れると考えられる。今後、より詳細な海底地形や海洋潮汐等による水深の変化の影響を考慮して数値シミュレーションを行い、観測された潮位残差のスペクトルが説明できるのか検証していく必要がある。

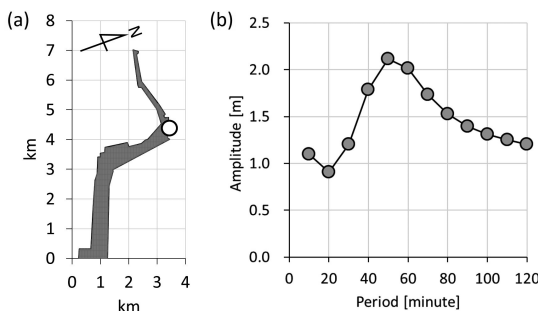


図8. 福山内港における潮位変化の数値計算

(a) 福山内港の海面モデル。図中の陰領域を深さ10mの海とし、水平方向に10m間隔で格子点を配置した。図中の○印は潮位測定局M（福山港）の配置を示す。(b) 左図の縦軸0km地点に横軸で示した周期の海面変化を与えたとき、潮位測定局M（福山港）に生じる同周期の潮位変化を計算した結果。

## 6 まとめ

広島県沿岸部の計13か所で観測された潮位変化を用いて、その周波数特性や長周期変化の地域的な差異について調査した。潮位変化に含まれる海洋潮汐に関しては、瀬戸内海西側から東側に向かうにつれて、潮汐振幅が大きくなり、潮汐位相が遅れる傾向がみられた。気圧応答係数はいずれの潮位測定局でもほぼ同じ値となったが、気圧変化に対する潮位変化の遅れは福山港でやや大きな値が求められた。これは、福山港の潮位測定局が入江奥に位置するためと考えられる。

潮位変化の長周期成分には、黒潮流軸までの距離の変化に応じた時間変化がみられる。黒潮が紀伊水道に接近すると、その圧力勾配によって紀伊水道からの海水の流出を抑え、瀬戸内海の潮位が上昇することが知られている。本稿で長周期の潮位変化はこれと調和的である。この長周期変化の大きさは、潮汐振幅と同じく、瀬戸内海西側から東側に向かうにつれて大きくなっており、海洋潮汐と同様な増幅のメカニズムが作用していると推察される。

福山港の潮位変化には、0.7cph付近に幅広いスペクトル・ピークが現れた。他の潮位測定局では、この振動数帯に明瞭なピークはみられない。非線形浅水方程式に基づく数値シミュレーションを行った結果、福山港の入江内では1cph弱の潮位変化が励起されている可能性が示された。観測された0.7cph付近の顕著な潮位変化は、福山港入江の副振動を表していると考えられる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたって、広島県土木建築局河川課の潮位測定値を使用させていただいた。ここに感謝の意を表す。

## 参考文献

広島地方気象台, 2004, 平成16年（2004年）台風第18号に関する広島県内の気象速報,  
<https://www.jma-net.go.jp/hiroshima/siryo/saigai/t0418sokuhou.pdf> (2021年 9



- 月7日閲覧)
- 丸山敬・河井宏允・益田健吾・田村幸雄・松井正宏, 2005, 台風0418号による厳島神社周辺の強風被害について, 京都大学防災研究所年報, 48B, <https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/nenpo/no48/48b0/a48b0p59.pdf> (2021年9月7日閲覧)
- 内閣府, 2012, 南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等(第二次報告)及び被害想定(第一次報告)について, 資料1-2都府県別市町村別最大津波高一覧表<満潮位>, [http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/1\\_2.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/1_2.pdf) (2021年9月7日閲覧)
- 岡山県備前県民局, 2007, 岡山県南部における南海地震の記録―昭和南海地震・安静南海地震―, p.10-11.
- 吉田みゆき・高杉由夫, 2001, 沿岸開発に伴う瀬戸内海の潮汐変動: 過去30年間の潮汐変化, 海の研究, 10(2), pp.123-135.
- 小西達男, 2001, 播磨灘の高潮とそれに付随して生じる副振動について, 海と空, 77(3), pp.117-126.
- 小西達男, 2006, 横浜港の海面変動の特徴について―その他の日本沿岸の海面変動との比較―, 神奈川自然誌資料, 27, pp.1-8.
- 広島県土木建築局河川課, 広島県河川防災情報システム, <http://www.kasen-bousai.pref.hiroshima.lg.jp/rivercontents/> (2021年9月7日閲覧)
- Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro (1991): A procedure for tidal analysis with a bayesian information criterion. Geophys. J. Int., 104, pp.507-516.
- 水谷武司, 2012, 自然災害の予測と対策 地形・地盤条件を基軸として, 朝倉書店, p.190.
- 内山雄介・栗山貴生・宮澤泰正, 2012, 外洋影響を考慮した瀬戸内海周辺海域の流動再現と黒潮流路
- 学, 68(2), pp.441-445.
- 海上保安庁, 黒潮流軸数値情報 (Excelファイル)「地点別流軸距離情報」, <https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/kurosio-num.html> (2021年9月7日閲覧)
- 柿沼太郎・豊福大志・井上太介, 2009, 様々な形状の湾における湾水振動の数値解析, 土木学会論文集B2 (海岸工学), B2-65(1), pp.216-220.
- 変動の効果について, 土木学会論文集. B 2, 海岸工

# Characteristics of the sea level variations in the coastal region of Hiroshima prefecture

Atsushi MUKAI

## Abstract

I investigated the characteristics of frequency dependence and long-term changes of the sea level variations observed at the coastal region of Hiroshima prefecture. The ocean tidal amplitude increases to the eastern region of the Seto Inland Sea, while the pressure response coefficients show little regional deviations. The tidal phase shows a larger delay in the eastern region of the Seto Inland Sea. It is considered that this delay is caused by the oceanic water migration through the Bungo Channel into the Seto Inland Sea. The long-term variations of sea level are dependent on the distance to the Kuroshio Current axis. The amount of the variations increases to the eastern region of the Seto Inland Sea. The sea level changes at Fukuyama has a spectral peak around 0.7 cph (cycle per hour), which is considered to show the secondary undulation excited in the inlet of Fukuyama Port.

Keywords : sea level variations, Seto Inland Sea, oceanic tide, Kuroshio Current, secondary undulation

DOI : 10.15096 / UrbanManagement.1412