

第Ⅱ部門

微気圧波の進行特性解析に基づくあびきの伝播予測

大阪市立大学 学生員 ○家弓 翼
 大阪市立大学 正会員 中條 壮大

1. 研究の背景と目的

気象イベントにより引き起こされる異常潮の一つである「あびき」は九州西岸域で主に2月頃に観測される数10分程度の比較的長い周期の水面変動現象を指す。その成因は観測や気象モデルによる予測が難しい微小な気圧波であり、洋上で引き起こす数cm程度の海面隆起が気圧波とともに伝播しながら共鳴により増幅し、浅水変形や湾水振動によって湾内で大きな振動をもたらすとされている(Hibiya and Kajiura, 1982)。既往研究では数hPaほどの仮想微気圧波を与えることで、あびきの振幅の再現が幾つか試みられている(例えば坂本ら, 2013, 松尾・浅野, 2015, 山口ら, 2015)。しかし、実際の気圧変動から、微気圧波は一度だけでなく長期間にわたり作用していると推測できる。既往研究はいずれも気圧波を一波のみ作用させた結果であり、微気圧波が波群として作用した際の検討は田中ら(2016)の研究を除いて見られない。また、仮想気圧波の移動条件と実際の気圧変動の対応についても既往研究では十分に検討できておらず、未解明な部分が多い。

本研究では、微気圧変動の解析が可能な項時間解像度の定点観測値から微気圧波の伝播過程を調べ、その波群により生じる気圧場を推定する。また、それらを外力とした長波伝播計算から生じるあびきの発達過程を調べることを目的とした。

2. 解析資料

九州にある気象台の定点気象観測データ(16地点: 下関, 厳原, 佐賀, 長崎, 雲仙岳, 熊本, 鹿児島, 枕崎, 油津, 種子島, 牛深, 福江, 名瀬, 石垣島, 那覇, 南大東島)および潮位観測データ(15地点: 大浦, 福江, 長崎, 口之津, 三角, 枕崎, 種子島, 奄美, 油津, 鹿児島, 那覇, 石垣島, 南大東, 下関, 対馬)を用いて気圧変動と潮位変動の解析を行った。また、気象庁の再解析値(JRA-55)から、微小気圧波の原因と考えられる総観規模の気圧変化について分析した。なお、ここでは過去に顕著なあびきの観測された2009/2/21~2/28についての解析結果について示す。

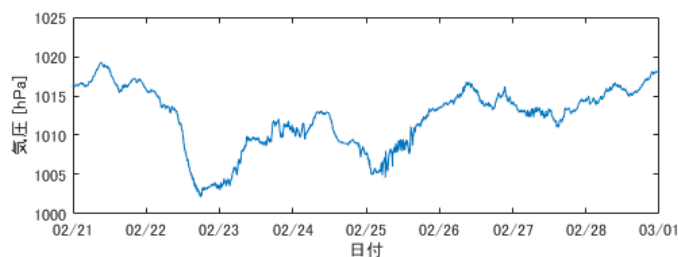


図-1 2009年2月21~28日の気圧変動(長崎)

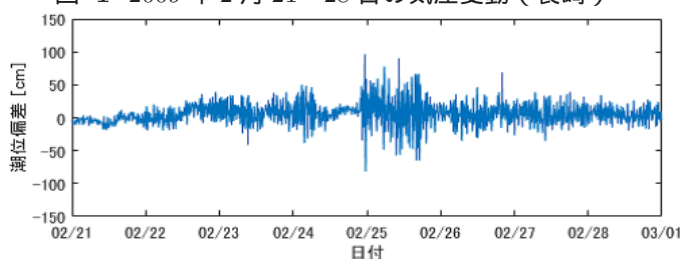


図-2 長崎 潮位偏差(2009.02)

該当期間におけるJRA-55の海面更正気圧の変化より、22日から23日にかけて10hPa程度の気圧の谷が九州北部上空を東に通過し、また24日から25日にかけても10hPa程度の気圧の谷が東に通過していたことがわかった。この22日から25日にかけては、九州西沖には常時前線が停滞しており、不安定な気象条件となっていた。これらの低気圧の規模はおおよそ400km程度であると見積もられた。田中ら(2010)は、WRFを用いた気象解析により同期間においてこうした低気圧の発達移動が微小気圧波群を誘発させたことを示している。

JRA-55のデータは時間解像度が3時間毎、空間解像度が1.25度であり、高速で移動する微小気圧波をとらえることは難しい。図-1には長崎において観測された気圧変動を示している。2月23日と25日の0時付近において大きなスケールの気圧低下が記録されており、これは低気圧の通過に相当する。一方で数hPa程度のパルス状の気圧変動が24日、25日付近で観察されており、これが微小気圧波に相当すると考えられる。また1hPaに満たない気圧変動については23日から28日頃にかけて観察されている。観測された潮位変動のデータから天文潮位を引くことにより潮位偏差が算定でき、図-2には長崎における潮位偏差の変化を示す。長崎においては最大で振幅約1.8mのあびきが25日0時頃に生じており、その後は約1日

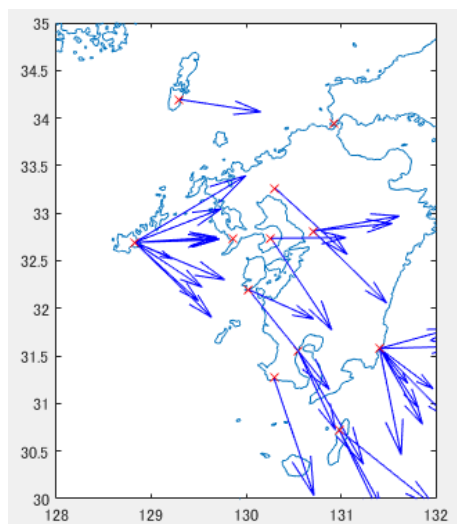


図-3 微気圧波群速度，方向ベクトルの推定結果（2009年2月）

程度増減しながら振幅約1 mのあびきが継続しており，その後に徐々に弱まっている．また，23日と24日においても振幅は1 m未満と小さいがあびきが確認される．このように潮位偏差と微小気圧波は大まかに対応付けられるが，単純な比例関係には無い．

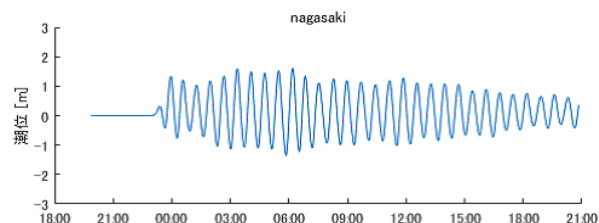
3. 微気圧変動の伝播速度および伝播方向の推定

各観測点における気圧変動に対しフーリエ変換および逆フーリエ変換を適用し，あびきの要因とされる100分程度の周期の微気圧波成分（仲井ら，2011）を抽出した．次に各観測地点間の波群の位相差を最小2乗法から推定することで，地点間の微気圧波の移動速度ベクトルを算定した（図-3）．その結果，平均約170 km/hの微小気圧波群が東シナ海沖より東に，または対馬海峡の北西から南東に移動したと推定された．以降は前者をCase 1，後者をCase 2と呼称する．ちなみにCase 1の伝播特性については，田中ら（2010）の知見と概ね一致している．

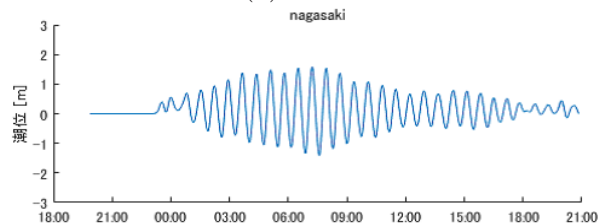
また，微気圧波群の幅については，JRA-55の気圧分布より推定した低気圧のスケール400 kmを想定される最大値として与えた．気圧波の振幅 H と波長 λ については田中ら（2010）の知見を参考に， $H=3$ hPa， $\lambda=120$ kmとした．波群数は仮に $N=10$ 波とした．この結果を用いて，あびきの伝播計算を行った．

4. あびきの予測結果について

作成した気圧波群の伝播過程を外力とし，非線形長波方程式の時間発展をKimら（2014）の開発したSuWATにより解いた．ここでは微気圧変動のみを考え，風や潮汐は含めていない．図-4に，各条件にお



(a) Case 1



(b) Case 2

図-4 2009/2/25の長崎における潮位偏差

ける長崎の潮位偏差の時間変化を示す．Case 1では長崎に微気圧波群が到達した後，完全に通り過ぎるまでの間は大きな潮位偏差が継続して作用し，通過後には徐々に減少していく．一方でCase 2では微気圧波群が到達した後に徐々に潮位偏差は大きくなり，通過後に減衰を始めるが，その減衰はCase 1と比べて早い．このように，微気圧波群の進行方向によって長崎湾でのあびきの発達特性が変化することが明らかとなった．ただし，どちらの場合も最大振幅は約3 m程になり，実測値の1.8 mよりも大きな値であった．これには，気圧波の振幅を3 hPaと一定で与えたこと，波群として10波与えたことが影響している．振幅と波群数について感度解析を実施した結果，気圧波の振幅が0.5 hPaと小さくてもあびきの最大振幅が約2 mほどになることや，波群数を増加させるとあびきの最大振幅は増加する傾向にあることがわかった．

5. まとめ

多点の気象・海象観測データより微気圧波成分とあびき成分を抽出し，微気圧波の伝播特性（速度と方向）を周波数解析より明らかにした．その結果，微小気圧波の伝播シナリオについて2ケースを推定し，その結果に基づいてあびきの伝播計算を行った．その結果，Case 1とCase 2ではあびきの増幅過程と減衰過程の両方で異なる特性が見られた．ただし，実際に観測されている潮位偏差の時系列と比較すると最大振幅は約1.5倍と大きく，今後は気圧波の振幅や波長，波群数等のパラメータを変化させた感度解析の結果を踏まえて，実際の微小気圧波を推定する必要がある．