鹿児島大学工学部海洋土木工学科 学生員〇山口大輝・小原 陵・新原亜希子 鹿児島大学大学院理工学研究科 正 員 城本一義・山城 徹・浅野敏之

1. 研究の目的

毎年、春先に東シナ海に面する九州西岸の湾や港 湾では「あびき」と呼ばれる副振動が発生し、漁船 の転覆や沿岸部の浸水等の被害が発生している。こ の発生機構は、東シナ海上を伝搬する気象擾乱が海 洋長波の進行速度と同期することで説明され、最近 では気象津波との呼称が定着しつつある。さて枕崎 港は、薩摩半島の南岸に位置するにもかかわらず、 長崎湾や甑島で気象津波が発生する時には同じよう に大きな港湾振動が観測されている。枕崎の前面海 域には長さ 30km、幅 10km にわたって大陸棚地形 が鮮明に認められる (図-1)。春先の西から東に進行 する気圧波の擾乱によって励起される海面長周期波 は、この大陸棚地形にトラップされ、地形に固有な 周期を持つエッジ波となり、枕崎港の固有周期と同 調すると考えられる。本研究は、この海域の大陸棚 地形に捕捉される長周期波の特性を現地観測によっ て調べたものである。

2. 現地観測の概要

現地観測は 2013 年 5 月 29 日~7 月 3 日の 36 日 間、図-2 に示す脇浦漁港(記号 WKU)、東塩屋漁港 (HSY)、枕崎漁港(MKR)の3 観測点で行った。 水圧式潮位計を防波堤から係留ロープを介して海底 に設置し、脇浦漁港では気圧計を設置した。同期間 の気象庁による枕崎港の潮位と気圧記録を入手し、 併せて解析に用いた。枕崎港の固有振動は図-3 に示 すように周期約 17min であることがわかっている。

3. エッジ波の固有周期

当該海域の海底地形を、図-5のような沿岸方向に 無限長のステップ地形とモデル化し、現地の諸元を 参考に、*h=*100m, *h=*500m, *l=*10km を代入し、得 られる分散関係式に、エッジ波の進行速度 154km/h を代入すると対応する固有周期は 17min となって、 枕崎港の固有周期と一致する。このエッジ波の進行



図-1 枕崎沖の大陸棚地形

速度は萩平ら(2012)が気圧等圧面の進行速度を PIV 解析で求めた 110~150km/h とほぼ一致しており、 枕崎港の副振動の周期が進行波性エッジ波によって 説明できることを示唆している(小原ら、2013)。

一方、当該海域の東端には 5500 年前の阿多南部カ ルデラ大噴火に伴い 4000 年前頃に形成を開始した とされる開間岳が沿岸部に突入している。 Yanuma-Tsuji(1998)は、開聞岳が固定端の働きをす ることにより現地のエッジ波は重複波性であると考 え、現地観測結果を解析している。重複波性エッジ



図-2 観測点の位置



図-3 気象台により枕崎港内で観測されたスペ クトル



図-4 枕崎観測点における水位計の設置位置

波であれば図-6に示すようなモードが形成される。 重複波であれば、エッジ波の波長 *A*m と沿岸部長 *L* との間には次式の関係がある。

$$\lambda_m = 4L/(2m-1)$$
 : $m = 1, 2, (1)$

一方、海底勾配 s を持つ一様斜面上のエッジ波の分 散方程式は、

 $\sigma_n^2 = gk(2n+1)s: n = 0, 1, 2, \dots$ (2)

現地地形から L=30km として、波長 A1, A2... を 求め、分散方程式からこれに対応する固有周期を求 めるとエッジ波モード n=0 で定常波モード m=2、お よび n=1, m=1 に対して T=18.9min を得、枕崎港 の固有周期に近い値となる。

4. 進行波性エッジ波か、重複波性エッジ波か

現地のエッジ波が、進行波性か重複波性かを判定 するために、3 つの観測点の成分波のフェイズ(位相) について考察した。エッジ波が進行波性であれば、 図-2に示した3観測点間の距離とエッジ波の進行速 度の関係からフェイズが決まる。重複波性であれば、 図-6 左図の L= λ/4 モードで 3 つの観測点の位相が 揃う(位相差 0)となる。右図の L=3 λ / 4 のモードで あれば MKR と HSY は同位相であるが、WKU は他 の観測点水位が上昇するときに下降するので位相差 はπとなる。

5. 現地データの解析

3 箇所の観測点で得られた水位変動記録からパワ ースペクトル、コヒーレンス、フェイズを解析した。 図-7 は 2013 年 6 月 4 日~6 月 5 日の約 34 時間分 (2048 データ)の記録から得られた解析結果である。 上段のパワースペクトルを見ると、周期 17min 周辺 にピークを持つことがわかる(図中、ピンクの帯で表 示)。 特に枕崎では 17min のエネルギーピークが顕 著である。コヒーレンスについては、17min では良 い相関が得られており、25min,70min 付近でも大き い。フェイズについては、本来-π~πの値を取るが、 ここでは絶対値で表した。エネルギーピークのある 17min の部分に着目すると、MKR-HSY 間でほぼ 0 となっており、一方、MKR-WKU 間, HSY-WKU 間 でπに近いので、4. で考察した L=3 λ /4 の重複 波性エッジ波が形成されていると判断できる。しか し図-7 で示したような明らかな特性が、必ずしもす べての日時の観測データについて得られているわけ ではなく、現時点では現地エッジ波の普遍的な特性 を抽出できた段階には至っていない。現地ではエッ ジ波の形成が遷移的で必ずしも定常的でないことも 考えられる。今後は、イベント発生のデータ区間を 適切に切り出すことも必要である。また、スペクト ル解析の精度向上や、ウエーブレットスペクトルの 導入などを現在考慮中である。

【謝辞】 現地観測においては、鹿児島大学海洋土 木工学科の院生・学生諸君に協力頂いた. 鹿児島地 方気象台からは、気圧・潮位の気象庁保有データを 提供していただいたことに謝意を表する。

【参考文献】 Yanuma-Tsuji (1998), J. Oceano., Vol. 54, pp. 9-18. 萩平ら(2012):土木学会論文集B 3 (海洋開発), pp. 840-845, 小原ら(2013): 土木学会 年次学術講演会



陸棚地形のモデル化 図-5



重複波性エッジ波のモード 図-6



(a) 水位変動のパワースペクトル



コヒーレンス



図-7 現地観測データの解析結果(2013/6/4~6/5)