

# 現地観測による上甌島浦内湾内のあびきに対する増幅特性の研究

鹿児島大学工学部海洋土木工学科 学生員 ○田中翔平、池田奈保子  
鹿児島大学大学院理工学研究科 正員 浅野敏之、山城徹、齋田倫範

## 1. はじめに

春先に九州西岸に來襲する「あびき」と呼ばれる副振動の増幅機構は、微気圧変動と海洋長波の伝搬速度が同程度の時に共振増幅した長周期波が、沿岸到達時に湾内地形の持つ固有周期で再び共振することで説明される。しかし、後者の増幅機構の定量的特性は地形形状に大きく依存する。著者らのグループは、鹿児島県上甌島の浦内湾におけるあびきについて2010年にも現地観測を行っているが、本研究では特に浦内湾内の増幅特性に焦点をあて、多点に水位計を配置して現地観測による調査を実施した。

## 2. 現地観測の概要

2012年2月10日～4月20日の68日間、図-1に示すように8台の水位計、5台の流速計を配置し、観測を実施した。また外洋での波浪を調べるため、約140km西方の女島において水位計と気圧計を配置した。使用した水位計は、水圧式メモリ波高計AWH-USBとCOMPACT-TD(JFEアドバンテック社)で、データサンプリング間隔は1minである。2010年1月～4月にも同地において現地観測を行っ



図-1 浦内湾周辺の測定機器の配置図

たが、この時は海面ブイと海底のおもりによって測器を係留したため、水深の大きい図-1のSt.1～St.3に相当する区域で、波浪によって係留系が揺動し一部の水位データの精度が低下した。今回は、耐圧ブイを海中の深い地点に配置することで、波による測器の揺動を抑えるように工夫した。

## 3. 水位変動の観測結果の解析

得られた水位変動の生データから気圧変動補正を行い、数値フィルターを用いて潮位変動を差し引くことにより水位偏差を求め、以後のスペクトルやwaveletの解析に用いた。今回の2012年の観測では、2/16,2/23,3/2,3/5,3/18と大きなあびきイベントが5回発生し、特に3/5にはSt.8で全振幅2.0mのあびきが観測された。図-2はSt.1,St.5,St.8において2012年3月5日に観測されたデータから水位偏差を求めて示したものである。図から湾口から湾内・湾奥に至るあびきの増幅を読み取ることができる。

## 4. 水位変動のエネルギースペクトルの解析

図-3は3/5において各測点で得られた水位変動波形から求めたスペクトル形を示したものである。周期22minと11minにエネルギーのピークが認められ、これは2010年の観測結果からも得られたように浦内湾の固有周期と一致するものである。なお、図-1に示すように浦内湾は途中で2つに分岐したT字型の形状となっており、分岐した小湾間を振動するモードも存在する。

次に湾口部St.1を入射波と仮定し各測点( $i = 2,3, \dots, 8$ )の波高増幅率を次式により求めた。

$$A_H(f) = \sqrt{S_i(f)/S_1(f)} \quad (1)$$

図-4は3/5のスペクトル形から求めた増幅率を示したものである。湾奥のSt.8では増幅率が共振周期に相当する11min,22minに対してそれぞれ約20,17の値が得られた。

## 5. 湾の増幅パラメータに関する検討

湾水の振動応答は、質量  $m$ 、バネ定数  $k$ 、粘性減衰係数  $c$  を持つ 1 自由度振動系の spring mass dashpot system を用いて表すことができる。角周波数を  $\omega$ 、共振角周波数を  $\omega_n = \sqrt{k/m}$ 、Quality factor を  $Q = \sqrt{km}/c$  と置くと、増幅率  $A(\omega)$  は

$$A(\omega) = \frac{1}{\left\{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 + i \frac{1}{Q} \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)\right\}} \quad \dots (2)$$

で求められる。式(2)からわかるように、分母第 3 項の粘性減衰項がなければ、湾の応答は共振周波数で増幅率  $\infty$  となるが、粘性減衰項により有限の極大値の両側に裾野を持ったスペクトル形が表現できることになる。エネルギーが半減する時の高周波数側の角周波数を  $\omega_{0.5}$  とすると、次式が成立する。

$$\frac{1}{2}A^2(\omega_{0.5}) = \frac{1}{\left\{1 - (\omega_{0.5}/\omega_n)^2\right\}^2 + (1/Q^2)(\omega_{0.5}/\omega_n)^2} \quad (3)$$

式(2)と式(3)の比より、スペクトル形から算出される  $Q$  として  $\Delta\omega/\omega_n = Q^{-1} \quad \dots (4)$  を得る。ここに  $\Delta\omega = \omega_{0.5} - \omega_{-0.5} \quad \dots (5)$  である。

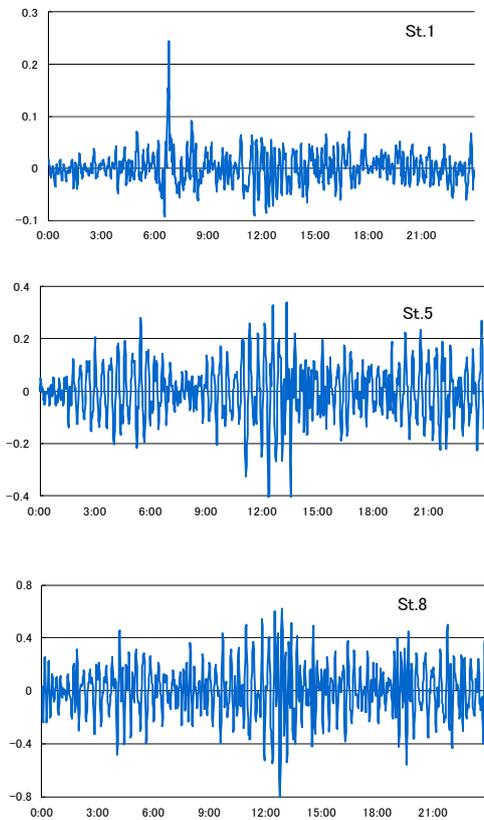


図-2 観測された水位偏差の時間波形

Quality factor は、湾や入り江などの地形の増幅指標で、粘性減衰係数  $c$  が分母に含まれる形で定義されることから、 $Q$  が大きいほど増幅が大きいことになる。今回観測された 5 回のあびきイベントに対して湾奥 Ch.8 の 22min をピークとするスペクトル形から  $Q$  を試算すると、4.6~5.8 の値を得た。このことから細長く入り組んだ浦内湾の増幅特性は通常の湾に比べて大きいことがわかる。

## 6. まとめ

本研究は、上甕島浦内湾において 2012 年 2 月~4 月に実施した現地観測結果に基づき、同湾のあびき長周期波の増幅特性を検討したものである。エネルギースペクトルから波高増幅率と Quality factor を算出し、定量的な結果を得た。今後は、これらの値が他のあびきイベントを通じて普遍的な定数であるのか、水位変動の定常確率性とも併せて検討していきたい。

参考文献 :1) Asano, Yamashiro, Nishimura (2012): Field observations of meteotsunami locally called "abiki" in Urauchi bay, Japan, Natural Hazards

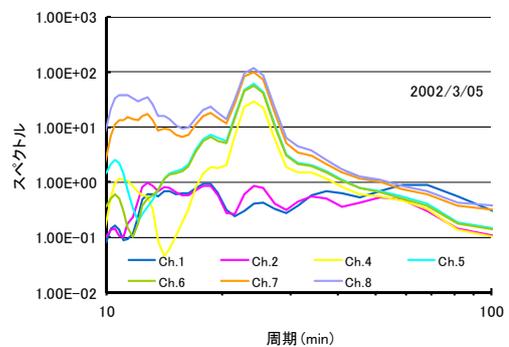


図-3 水位変動のエネルギースペクトル

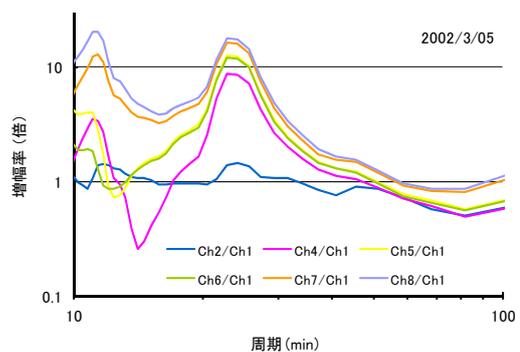


図-4 エネルギースペクトルから求めた増幅率