

# 周期の長いうねりの出現特性に関する研究

九州大学 学生会員 ○岩崎 裕志

正会員 横田 雅紀 児玉 充由

フェロー 橋本 典明

## 1. はじめに

波浪による港湾構造物の被災事例をみると、近年では2008年2月の伏木富山港における防破堤のケーソン滑動や2006年9月の台風襲来時による久慈港の護岸損傷が挙げられる。これらの事例に共通するのは設計波高を上回る波高は発生していないにもかかわらず、設計波の周期を上回る周期が発生し、これが原因で構造物が、破損している点である（表-1 参照）。

従来、設計波の算定や被災事例の解析に用いられる波浪推算モデルは波高の再現性を主眼に開発が進められてきたものであり、周期の再現性については十分な検討がなされていない。本研究は、上述の2008年2月における事例について港湾海洋波浪情報網（以下、NOWPHAS）が海象計により波浪データを取得している地点を対象に当該期間の方向スペクトル解析をおこなうとともに、波浪推算により算出される方向スペクトルと比較しその再現性について検証したものである。

## 2. 対象とした暴浪

今回は2008年2月に富山湾を中心として日本海側の広範囲に高波をもたらした冬型気圧配置による暴浪を対象として検討をおこなった。この暴浪により、NOWPHAS では富山港において有義波高 9.92m、有義波周期 16.2sec を観測した。また、その他の NOWPHAS の地点においても有義波周期 10 秒を超える波浪が多く観測された。

## 3. 数値計算条件

数値計算にはエネルギー平衡方程式を基礎式とした第三世代波浪推算モデル WAM を用いた。計算領域は、朝鮮半島を含めた日本海全域の大領域から中領域へのネスティング計算をおこなった。それぞれの計算領域は図-1 に示すとおりであり、格子間隔は大領域で  $1/2^\circ$ 、中領域で  $1/8^\circ$  である。また、風データは気象庁の GPV のメソ数値気象モデルによるデータを用いた。算出地点は、NOWPHAS の観測地点である輪島、直江津、富山、金沢、福井、柴山の6地点である。方向スペクトルの分割数に関して、方向は32分割（間隔： $11.25^\circ$ ）であり、周波数は周波数比率1.1、最小周波数を0.021、分割数を35（周波数帯：約0.2～0.5Hz）とした。

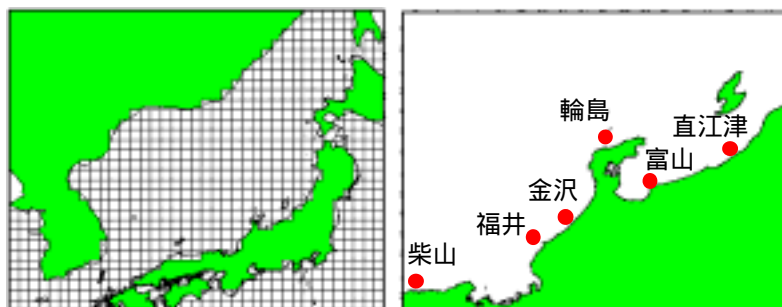


図-1 計算領域（左：大領域，右：中領域）

WAM では算出される方向スペクトルから以下の式を用い、有義波高  $H_s$ 、有義波周期  $T_s$  を算出している。

$$H_s = 4.0 \sqrt{\iint S(f, \theta) df d\theta}, \quad T_s = \iint f^{-1} S(f, \theta) df d\theta / \iint S(f, \theta) df d\theta \quad (1)$$

ここで、 $f$  は周波数、 $\theta$  は方向、 $S(f, \theta)$  は方向スペクトルである。

## 4. 波浪推算結果

直江津における有義波高および有義波周期のグラフを図-2 に示す。有義波高についてみる23日から27日

にかけての変化がよく一致していることがわかる．有義波周期については変化の傾向が比較的一致しているものの，周期 10 秒以上では計算値がピーク付近で最大 2～3 秒程度過大に推算された．ほかの観測地点においても同様の傾向がみられた．なお，富山においては観測波高に比べ推算波高が大幅に過小評価となった．地形解像度が不十分であると考えられる．

## 5. 周波数スペクトルによる比較

直江津で最も長い観測周期を観測した 2008 年 2 月 24 日 12 時における周波数スペクトルを図-3 に示す．このときの観測値における有義波高は 5.51m，有義波周期は 12.1sec であり，推算値における有義波高は 5.73m，有義波周期は 15.9sec である．図-3 をみると周波数スペクトルのピークは観測値で約  $40\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ ，推算値で約  $62\text{m}^2 \cdot \text{sec}$  と差があるが，ピークのあらわれる周波数は約 0.065Hz（周期，約 15.4sec）付近と有義波周期による比較より近い値となることがわかった．

## 6. 方向スペクトルによる比較

観測における方向スペクトルは，NOWPHAS によるデータをベイズ法を用い，方向を 88 分割（間隔： $4.1^\circ$ ），周波数を 50 分割（間隔： $7.8125 \times 10^{-3}$ ，周波数帯：0～0.375Hz）として算出をおこなった．

図-4 は 2 月 24 日 12 時における方向スペクトルを示したものであり，上段が WAM による方向スペクトル，下段が観測による方向スペクトルである．このとき，有義波高はあまり差がなかったが，方向スペクトルの最大値は推算で 100 程度，観測で 25 程度とかなりの差がみられた．ただし，方向スペクトルが最大値をとる周期や波向はよく一致しているのがわかる．

図-5 は方向スペクトルにおけるエネルギーピークの周波数の逆数をピーク周期として，観測と推算において比較したものである．これをみると，有義波周期による比較と傾向が一致しているが，有義波による比較よりも推算値と観測値の差が小さくなっているときもみられる．ただし，観測による方向スペクトルは，精度が安定していないために変動が大きくなっている．

## 7. おわりに

今回，周期の長いうねり性波浪を対象に検討をおこなった結果，観測と推算による波浪では有義波高はよく一致するが，有義波周期は観測よりも最大で 2～3 秒過大に推算されることがわかった．しかし，スペクトルのピーク周期による比較をおこなうと，有義波周期によりも近くなる場合があるという結果が得られた．本研究は科研費(23360216)の助成を受けておこなったものである．

## 参考文献

平成 20 年 2 月の高波波浪に関する技術検討委員会：平成 20 年 2 月の日本海高波波浪に関する委員会とりまとめ

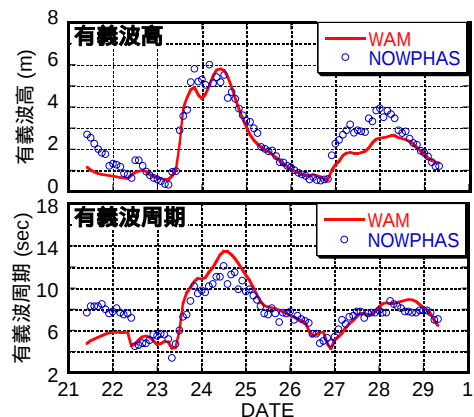


図-2 有義波高および有義波周期の比較

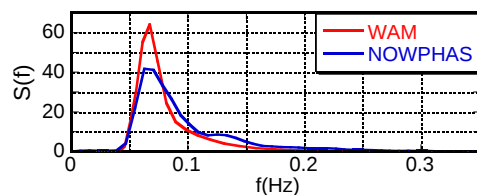


図-3 周波数スペクトルの比較

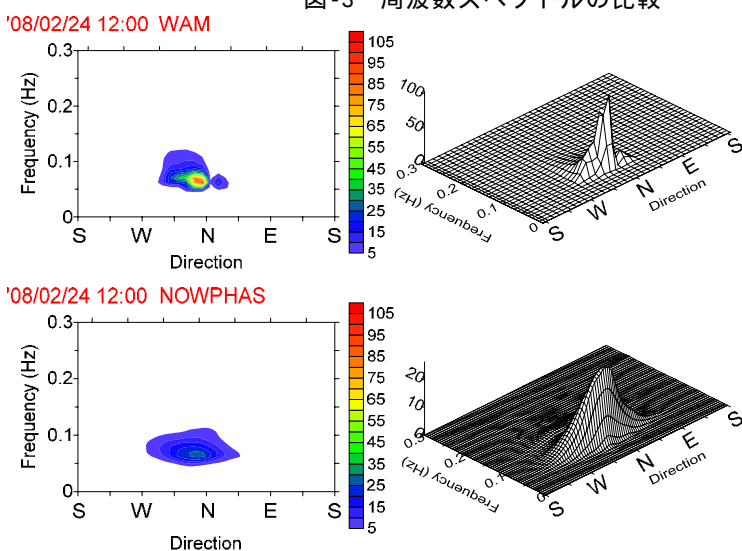


図-4 方向スペクトルの比較

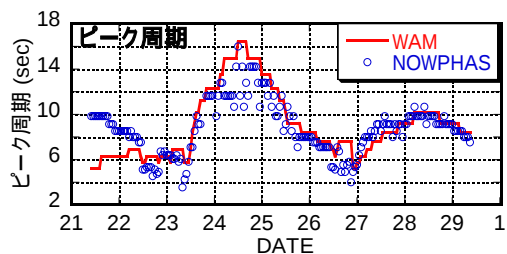


図-5 ピーク周期の比較