

波浪観測データによる島周辺海域の波の散乱と方向スペクトル特性

九州大学 学生会員 ○宮崎 哲史 新井 雄太郎
九州大学 正会員 吉田 明德 山城 賢

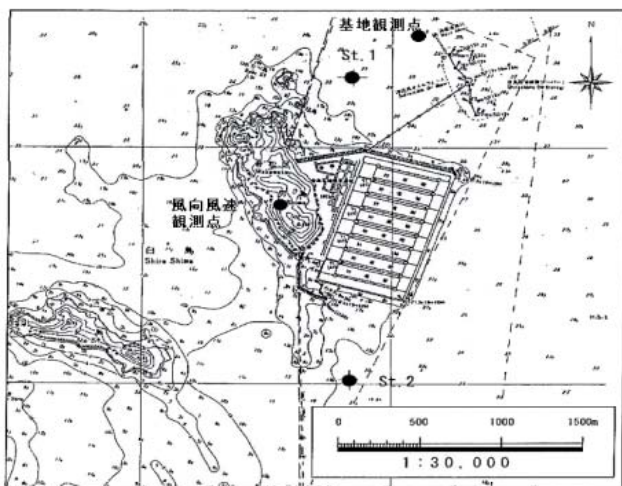
1. はじめに

島周辺の波浪観測では、島からの散乱波などの影響を受けているため特定の点での観測値は得られても、外海からの入射波スペクトルや近傍の波浪スペクトルを類推する事は困難であった。著者らは、これまでの研究で境界要素法に基づく波の散乱解析法を用いて島周辺の任意の点における波浪スペクトル（周波数スペクトル及び方向スペクトル）の推定法（吉田ら, 2003）を開発した。¹⁾

本研究は北九州市若松区の北方に位置する白島に建設された石油備蓄基地周辺海域に波高計を2点設置(図-1 St.1, St.2)して観測値より得られる波浪スペクトルをもとに推定法の妥当性を検証するとともに、白島周辺の波浪の特性を調べる目的で行った。

2. 白島石油備蓄基地について

白島石油備蓄基地は北九州市の北方約8kmに位置する白島に建設された原油備蓄量約560万klの大規模洋上備蓄基地である。周囲の水深は約20mで海岸の勾配は急である。本基地には8隻の石油備蓄船を波浪から防護するために、122函のケーソンと捨石マウンドからなる混成式防波堤が設置されている。



観測地点	緯度(北緯)	経度(東経)
St.1	34° 01' 21"	130° 03' 49"
St.2	34° 00' 01"	130° 43' 49"
白島基地	34° 01' 27"	130° 44' 10"

図-1. 白島周辺海域及び波高計設置位置

3. 現地観測データについて

観測に用いた波高計は、多機能型海象観測装置DL-3型（(株)協和商工製）で、表面波・水圧波・X,Y成分流速・水温を観測することが出来る。

データの取得は毎正時前後10分間の20分間についてサンプリング間隔0.5秒で行った。得られたデータの観測期間は2003年10月6日から2004年1月22日までの約3ヶ月半である。また白島石油備蓄(株)が観測したデータも解析に使う。

4. 観測データの解析

4-1. 観測データの前処理

実際に解析に使うデータは、超音波波高計及び水圧波高計による水面変動と電磁流速計によるX,Y方向流速である。得られた波浪データには、欠測部分や一定値が連続する部分があったり、雑音が重なっていたり、潮汐や風波とは異なる周期を持つ波動が同時に観測されたりする。このような記録から、波浪解析に用いるデータを抽出するために以下の手順で観測データの前処理を行った。²⁾

1. Hanning window による平滑化(1回)
2. 連続する一定値(欠測部分)の検出
3. 3次元 Spline 補間による欠測部分の内挿
4. 長周期変動(潮汐成分)の除去
5. 異常に大きな値(標準偏差の6倍以上)の検出
6. 異常に大きな変化率(1次微分値)の検出

まず微振動を取り除くために、観測区間すべてに平滑化を行った。水面変動成分には見られないが、流速データの中には連続して同じ値を記録している区間があり、3連続以上連続で同値をとる場合はそのデータを除去し、前後の値を用いて3次元 Spline 補間を行った。毎正時20分間のデータを平均した値を各時刻の潮位とみなして、潮汐成分を求めた結果を図-2.1, 2.2 に示している。水面変動は滑らかな変化をするのに対して、流速の潮汐成分の変動には高次の振動成分が含まれていることがわかる。各データに含まれる潮位変動等による長周期成分は観測地点が日本海側でもともと潮位変動が小さく、観測時間も20分と短いことから、観測値の平均値を引くこ

とで除去した．処理したデータを用いて毎時の観測データの標準偏差を計算し，その 6 倍を超える観測値を異常値と判断し検出を行った．また，変化率の大きな尖鋭部の異常値検出には，波形記録を Crest to crest 法によって定義し，平均周期 T_p ，平均波高 H_p を計算し，連続するサンプリングデータの変化率が次式を満たすものを異常値と判断し，検出した．

$$\frac{|X_j - X_{j-1}|}{\Delta t} \geq \frac{28}{2\sqrt{2}} \left(\frac{H_p}{T_p} \right)$$

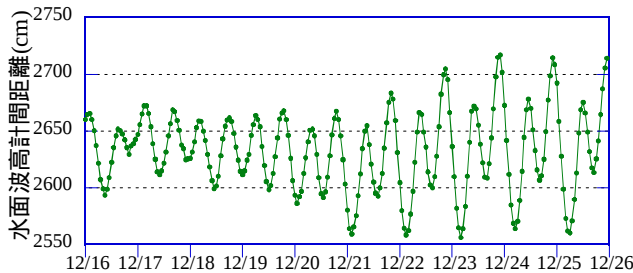


図-2.1 定時観測データより求めた水面の潮位変動

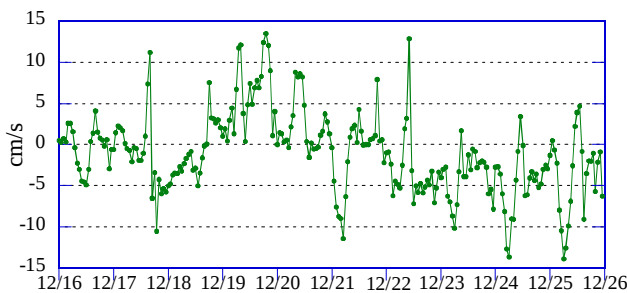


図-2.2 定時観測データより求めた流速の潮位変動(x 方向)

4-2. 観測データの解析

前処理を終えた水面変動および流速の時系列データについて FFT 解析を行い，周波数スペクトルを算定した．風向きが一定して数日間継続した区間のデータについて，毎正時 20 分のデータの 3 時間分を平均したスペクトルを用いてスペクトルの経時変化を調べた．右図に示すのは 2003 年 12 月 12 日の 6 時間ごとのスペクトル特性を比較したものである．図-3.1, 3.2 はそれぞれ St.1, St.2 の水面変動のスペクトルを示し，図-3.3 は St.1 の X 成分流速のスペクトルを示す．全般に時間が経過するとともに波のスペクトルが発達しピーク周波数は長周期側に移動し，平衡状態へ近づくことが見てとれる．流速のスペクトルには水面変動に比べて高周波数 (0.2Hz 付近) での変動がみられる．図-3.4 は水面変動の St.1, St.2 のスペクトル $S_1(f)$, $S_2(f)$ より $\sqrt{S_2(f)/S_1(f)}$ を算出したグラフで，これは島による遮蔽効果を示しており，島の背後では前面に比べ 2～3 割程度の波高比となる．

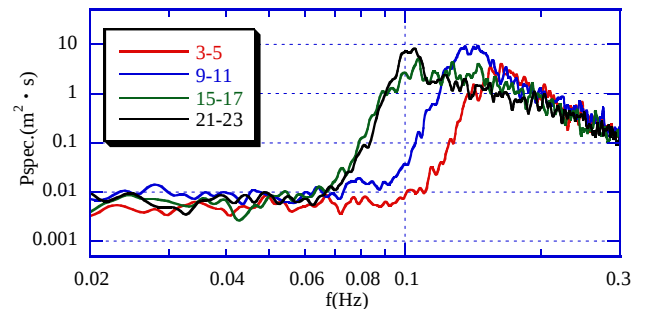


図-3.1 水面変動の周波数スペクトル(St.1)

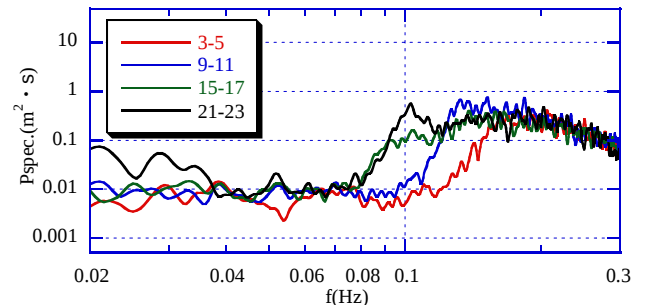


図-3.2 水面変動の周波数スペクトル(St.2)

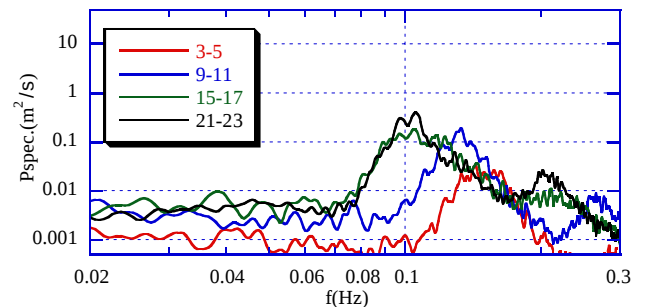


図-3.3 X 方向流速の周波数スペクトル(St.1)

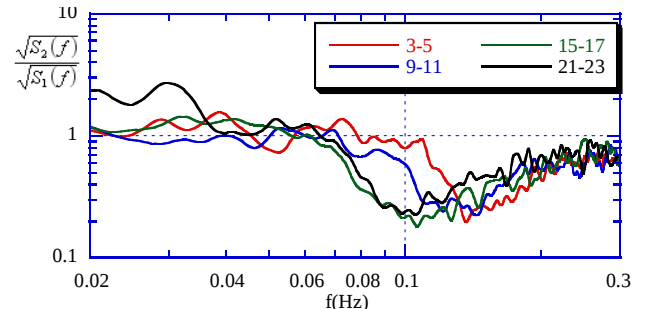


図-3.4 St.1 と St.2 の波高比

5. あとがき

現在，周波数スペクトル解析に加え，拡張最尤法による方向スペクトルの計算など詳細な解析を行っており，その結果は講演時に述べる予定である．

参考文献

- 1) 吉田明徳・横田雅紀・山城賢・宮本好秀(2003)．島嶼部周辺の波浪スペクトル特性，海岸工学論文集，第 50 巻，土木学会，pp171-175．
- 2) 沿岸開発技術センター(2000) 沿岸波浪・海象観測データの解析・活用に関する解説書