

## 20. 海象計データに基づく方向スペクトルの季節別出現特性に関する研究

大谷 優衣

### 1. 目的

方向スペクトルは海面を伝わる不規則な波浪を周波数および波向に関するエネルギー分布として表現したものであり、港湾・海岸構造物等の計画・設計・施工や波浪の発達・減衰過程を検討する上で非常に重要である。しかしながら、その出現特性の把握には波高計を複数配置するなど観測に多大な費用を要するため、一部地域での短期間の観測結果の報告に限られており海域別・季節別の方向スペクトル出現特性に関してはほとんど明らかになっていない。一方、全国港湾海洋波浪情報網（NOWPHAS）では有義波高・有義波周期に加えて波向情報の取得・提供のため95年に海象計が実用化され、波浪観測が全国沿岸で実施されている。この海象計により取得・蓄積された波浪情報の生データからは方向スペクトルの推定が可能である。本研究では海象計による波浪情報をもとに方向スペクトル解析を行うことで我が国沿岸の方向スペクトルの出現特性を把握し、環境・利用・防災に資することを目的としている。

### 2. 内容

#### 2.1 解析方法

対象地点は図-1に示す日本海側の直江津・鳥取および、太平洋側の久慈・御前崎の計4地点とし、対象期間は2004年と2006年の2年間とした。方向スペクトル解析には海象計で観測された鉛直方向の水位変動および、鉛直軸から30度傾いた3方向の上層における水粒子速度の計4つのデータを用い、これに方向スペクトルの推定精度が高いベイズ法（橋本ら、1987）を適用し2時間間隔で解析を行った。

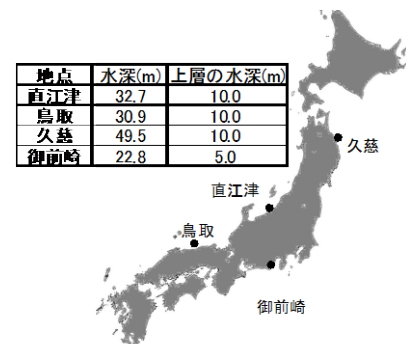


図-1 解析対象の地点図

#### 2.2 解析結果

推定された方向スペクトルの一例として直江津における冬季および夏季の解析結果を図-2に示す。冬季（2006年1月4日0時）の有義波高5.21m、有義波周期10.2秒の例では周波数0.1Hz付近、NW方向にエネルギーが集中しており明瞭なピークがあり、夏季（同7月29日4時）の有義波高1.22m、有義波周期4.9秒の例では周波数0.2Hz付近に弱いエネルギーの集中がみられる。

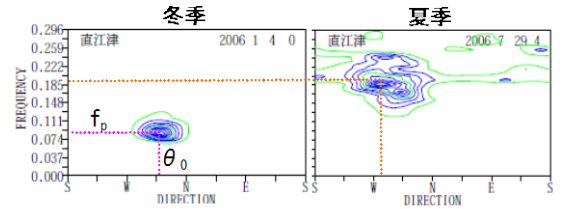


図-2 方向スペクトルの一例

次に推定された各時刻の方向スペクトルを用いて成分別に算出した月平均値から月平均方向スペクトル分布を求め、季節別傾向について検討した。一例として直江津と御前崎における冬季（2006年1月）および夏季（同8月）の月平均方向スペクトル分布を図-3、月平均方向スペクトルを周波数および波向に関して積分して得られる波向別分布を図-4、周波数別分布を図-5に示す。図より日本海側の直江津では冬季に周波数0.1Hz付近、NW～NNW方向に他地点と比較しても非常に大きいエネルギーの集中がみられ、冬季季節風による波浪がNW～NNW方向から高頻度で来襲していたことが推察される。一方、夏季のエネルギーは小さく周波数0.1Hz以下の波浪はほ

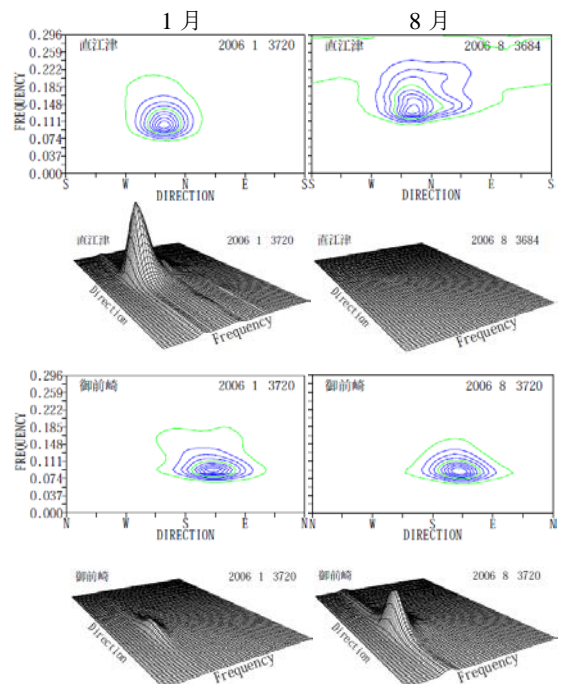


図-3 月平均方向スペクトル分布の例

とんどみられなかった。これに対して太平洋側の御前崎では年間を通して 0.1Hz 付近, E~SSE 方向にエネルギーの集中がみられた。特に夏季はエネルギーが大きく周波数のピークも 0.08Hz 付近と小さくなっており, 台風による波浪が SSE 方向から来襲していたことが推察される。ここでは示していないが, 鳥取では同じ日本海側の直江津とほぼ同様の傾向がみられ, 久慈では冬季は NNE~ENE 方向, 夏季は ENE~ESE 方向のエネルギーが大きくなっていった。

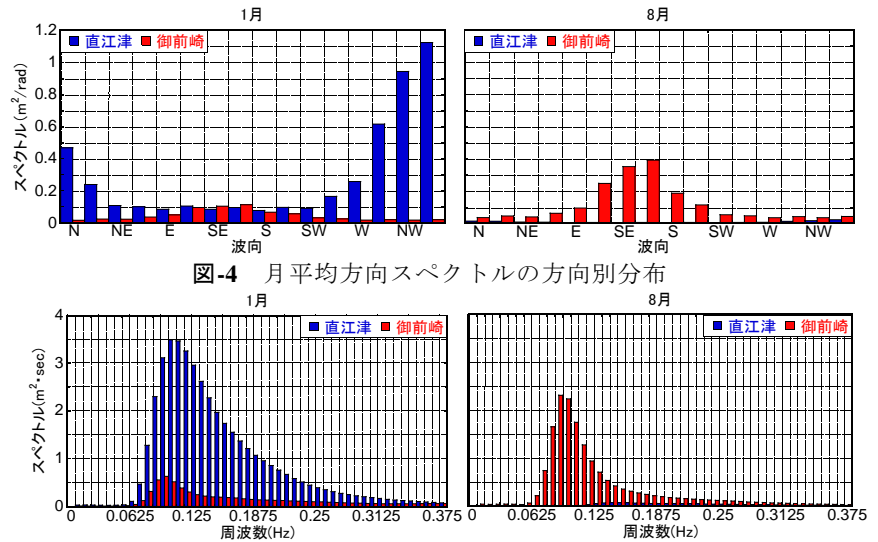


図-4 月平均方向スペクトルの方向別分布

図-5 月平均方向スペクトルの周波数別分布

### 2.3 方向集中度 $S_{max}$ の算出

方向に対するエネルギーの集中度を表すパラメータとして方向集中度  $S_{max}$  があり, 合田らにより提案された①風波の場合:  $S_{max}=10$  ②減衰距離の短いうねり:  $S_{max}=25$  ③減衰距離の長いうねり:  $S_{max}=75$  が一般に用いられている。今回は海象計データを用いてこの  $S_{max}$  の値の算出を試みた。

$S_{max}$  の算出に際しては, 式(1)を変形した式(2)により波向毎に得られる X と Y の関係をプロットし, 最小二乗法により算定した一次関数の傾きを  $S_{max}$  とした。ここで式(1)中の  $G(f_p, \theta)$  はピーク周波数  $f_p$  における方向分布関数,  $G_0$  は正規化条件を満たすための定数,  $\theta_0$  はピーク波向を表す。また本検討では, ピーク波向  $\theta_0$  における  $G(f_p, \theta) \sim 1/2G(f_p, \theta_0)$  の範囲内で  $S_{max}$  を算出した。

$$G(f_p, \theta) = G_0 \cos^{2S_{max}} \frac{\theta - \theta_0}{2} \quad \dots(1)$$

$$\boxed{\log G(f_p, \theta)} = \log G_0 + S_{max} \cdot \boxed{\log \frac{1 + \cos(\theta - \theta_0)}{2}} \quad \dots(2)$$

Y  X

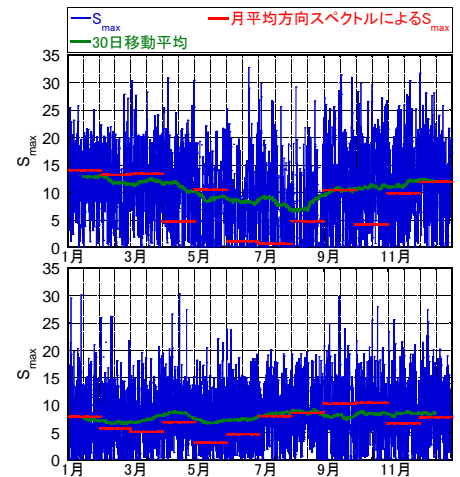


図-6  $S_{max}$  の時系列

(上: 直江津, 下: 御前崎)

図-6 は算出された各時刻の  $S_{max}$  の時系列に月平均方向スペクトルから算出した  $S_{max}$  を併せて示したものである。  $S_{max}$  の値は各時刻で大きく変動しており擾乱の発生に伴う明瞭な増減は確認できなかったが, 直江津の高波浪時の  $S_{max}$  の値は最大で 20 程度であった。また月平均方向スペクトルから算出した場合でも冬季の直江津では 14 程度となっており, 30 日移動平均値とほぼ同程度の値を得ることができた。

### 3. 結論

方向スペクトルの出現特性について月平均方向スペクトル分布を用いて整理した結果, 日本海側の直江津では冬季には周期 10 秒, NW~NNW 方向に明瞭なピークがみられ, 冬季風浪が卓越していたこと, 夏季には静穏であったことが確認できた。一方, 太平洋側の御前崎では年間を通して周期 10 秒, E~SSE 方向にエネルギーが集中しており, 特に夏季にエネルギーが大きくなっていった。さらに方向集中度  $S_{max}$  を算出した結果, 短時間で非常にばらつく傾向がみられたが, 月平均方向スペクトルを用いた場合でも冬季の直江津では 14 程度となることが分かった。今後は解析地点を増やし, 日本沿岸の方向スペクトルの出現特性を明らかにしていきたい。