

方向集中度に着目した波浪出現特性に関する検討

九州大学 学生会員 ○小田 圭祐

正会員 横田 雅紀 児玉 充由

フェロー 橋本 典明

1. はじめに

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。方向スペクトル $S(f, \theta)$ (1) は、周波数スペクトル $S(f)$ と光易型方向分布関数 $G(f, \theta)$ (2) の積で示される。

$$S(f, \theta) = S(f)G(f, \theta) \quad \cdots(1)$$

$$G(f, \theta) = G_0 \cos^{2S} \left(\frac{\theta - \theta_0}{2} \right) \quad \cdots(2)$$

ここで式(2)中の θ_0 はピーク波向、 G_0 は正規化条件を満たすための定数、 S は波浪の伝搬方向に関するエネルギー集中度を表す重要なパラメータであり、ピーク周波数における方向集中度 $S_{\max}$ の値を代表値として、一般に図-1 中に示す値 ($S_{\max}=10, 25, 75$) が利用されている。しかしながら、値の妥当性についてはほとんど検証されていない。本研究では NOWPHAS の波浪観測データを解析し $S_{\max}$ の出現特性を明らかにするとともに、第三世代波浪推算モデル WAM により得られる $S_{\max}$ と比較し妥当性を検証することを目的とする。

2. $S_{\max}$ 算出方法

本研究では2種類の方法により $S_{\max}$ を算出した。1つ目の方法として式(2)を変形した式(3)により波向毎に得られる X と Y の関係について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。観測に含まれる誤差の影響を軽減するため、図-1 中に示した、 $G(f_p, \theta) \sim 1/2 G(f_p, \theta)$ の範囲内で $S_{\max}$ を算出した。

$$\boxed{\log G(f_p, \theta)} = \log G_0 + S_{\max} \cdot \boxed{\log \frac{1 + \cos(\theta - \theta_0)}{2}} \quad (3)$$

Y X

一例として NOWPHAS の潮岬における 2004 年の波浪観測データをもとに算出された方向集中度の時系列 (2 時間ごと) を図-2 に示す。

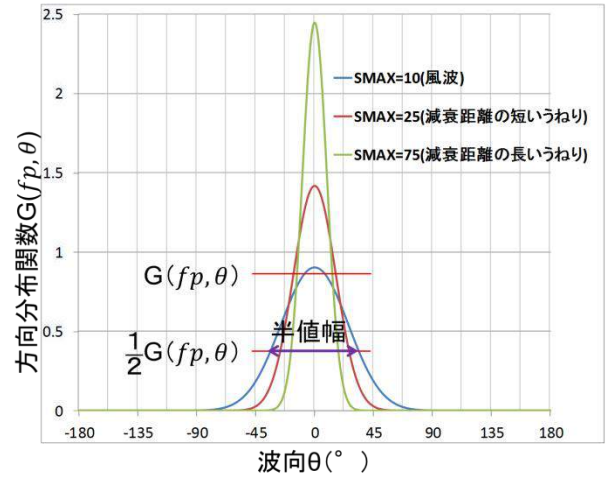


図-1 方向分布関数

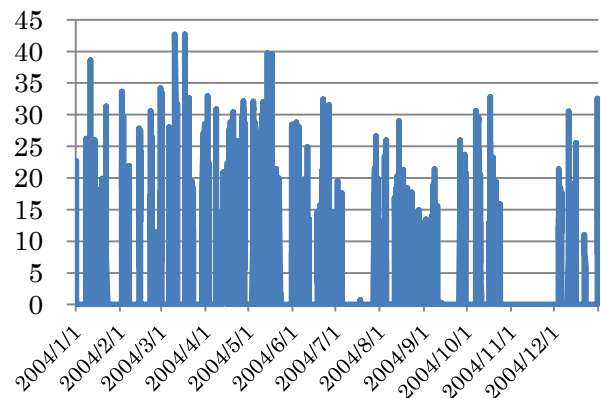


図-2 $S_{\max}$ 時系列の算出例(潮岬)

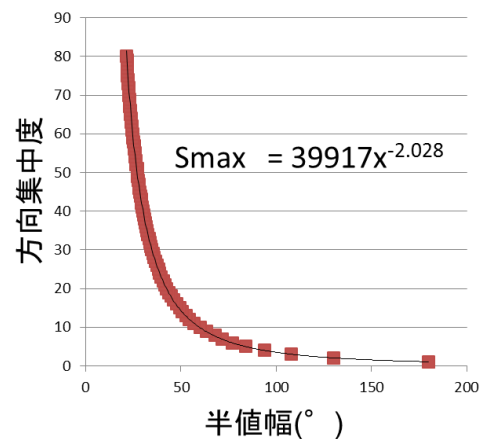


図-3 半値幅による $S_{\max}$ の算出

図-2 から最大で 40 程度の値が発生しているものの、時間によるばらつきが大きいことが分かる。なお、周波数が 0.2(Hz) 以上の場合および、方向スペクトル値が $2(\text{m}^2 \cdot \text{sec}/\text{rad})$ 以下の場合には $S_{\text{max}}=0$ とした。

NOWPHAS では方向分割数を 96 とし、方向スペクトルを推定し S_{max} を算出したものの、WAM による波浪推算では方向分割数を 32 とし、方法①では推算された方向スペクトルから S_{max} の算出が困難である。そこで、方向分布関数の最大値とその両隣の 3 つの値を用いて二次関数で近似して半値幅を求め、式(2)から得られる半値幅と S_{max} の関係(図-3)から S_{max} を算出する方法を方法②とし、2 種の方法を比較することとした。

3. 出現特性

以下では 2004 年のうち台風 2 号が日本列島に接近した 5 月 18 日～24 日における S_{max} の出現特性について比較する。図-4 に示す有義波高の時系列から波浪推算値は観測値を再現できていることが分かる。図-5 は波浪観測値および波浪推算値それぞれについて、2 種の方法で算出された S_{max} を比較したものである。いずれのケースとも時間によるばらつきは大きくなっており比較は難しいが、観測値でよりばらつきが大きく、方法①傾きで最大 20 程度、方法②半値幅で最大 40 程度に対し、推算値では、方法①で最大 55 程度、方法②で最大 85 程度となっており、半値幅を用いる方法②で高い値を示す傾向があり、やや安定していること、観測値よりも推算値で大きい値が出やすいことがわかる。

図-6 は S_{max} 算出結果を散布図により比較したものである。図から波浪観測、波浪推算それぞれの算出方法の比較では比例関係が見られるのに対し、波浪観測と波浪推算の比較では相関が見られない。

4. おわりに

本検討により、有義波高の推定における波浪推算モデルの利用は既に実用レベルにあるが、方向集中度に関してはそのようなレベルに達していないことが示されたといえる。ただし、検討事例が少ないため、今後は波向が安定し易いと想定される日本海側の冬季風浪時を対象に検討する予定である。

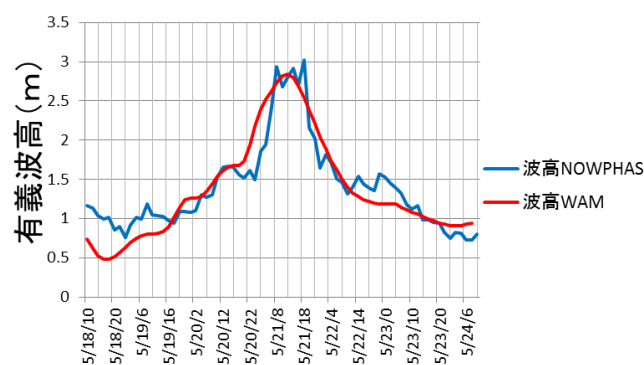


図-4 潮岬における有義波高の比較

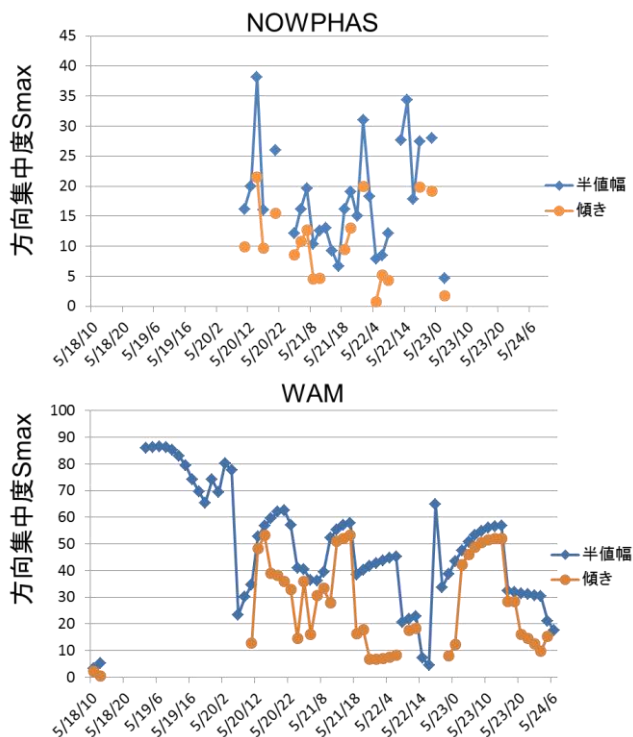


図-5 S_{max} の算出結果(上: NOWPHAS 下: WAM)

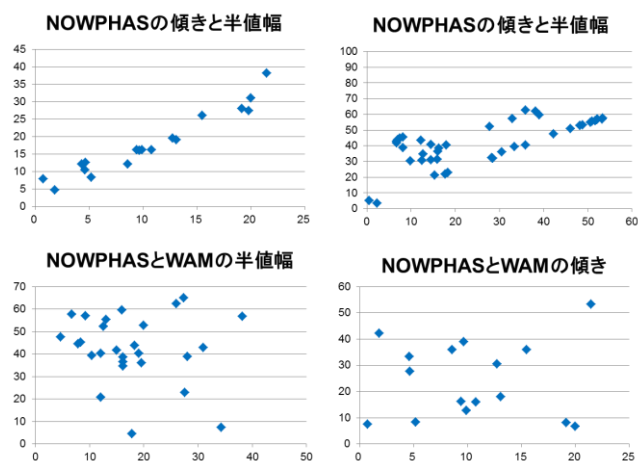


図-6 算出結果の相関図