

瀬戸内海における Taylor 図を用いた波浪推算精度の検証に関する研究

愛媛大学 正会員 ○畑田佳男

五洋建設株式会社 矢野竜太郎

1. はじめに

波高は海岸構造物の設計において重要なパラメータの 1 つであり、観測地点が少ないことから波浪推算で推定されることが多い。このため多数の時系列比較や相関図によって波浪推算精度の確認が行われてきたが、多数擾乱の比較をこれらの図で行っても今一つ捉えどころが無く、これらを補足する方法が望まれる。ここでは水文学の分野で用いられた(仲江川ら¹⁾) Taylor 図(Taylor, K²⁾)を用いて著者らの波浪推算精度の検討を試みる。このため瀬戸内海の観測地点における波高および波浪推算に必要な風速・風向に対して Taylor 図を用いた精度評価を行う。さらに瀬戸内海と同様に Taylor 図によって推算結果と観測結果の関係を調べた東京湾および伊勢湾における推算精度の評価結果との比較を行う。ここで対象とする波高

は有義波高である。

2 Taylor 図について

Taylor 図は、推算値と観測値の相関係数とそれぞれの標準偏差の大小関係を同時に表わした図である。図-1 は Taylor 図を模式的に説明した図であり、鉛直軸を基準に右回りに角度が増加する極座標となっている。動径の角度が相関係数 (ρ) を、横軸が推算値の標準偏差を観測値の標準偏差で除した比 ($\sigma_{cal}/\sigma_{obs.}$) を表している。Taylor 図で推算値と観測値の対応が最大となる点は動径=1、偏角=0、(1,0)で、図中の白丸点である。すなわち、観測値とモデル計算値が、変動、位相共に等しければ、(1,0)点となる。また水平軸上の点(1,0)からの距離は推算値と観測値の 2 乗誤差(r.m.s.e)に比例する。したがって気象擾乱毎に相関係数と標準偏差比を計算して Taylor 図上に 1 点プロットすれば、この点が(1,0)に近いほど推算精度の高い擾乱ケースと判定できる。そして擾乱毎のプロット点の比較から、どのケースの推算精度が高いかを図上で判定することができる。

3. 時系列図および相関図と Taylor 図の対応

ここでは、時系列図および相関図(図-2)と Taylor 図上のプロット点(図-3)の対応を MT 局の 2 気象擾乱を例に見る。1995 年 11 月(①)は時系列の位相のずれが小さく、相関図も対角線上にプロットされて相関係数も 0.94 と高い。2003 年 5 月(②)は位相のずれは小さいものの観測値より計算値が大きく、相関図も対角線ではなく縦にプロットされていて相関係数も 0.66 と低い。一方、図-3 に示す Taylor 図上で、ケース①は標準偏差比、相関係数共に良好なケースとして点(1,0)に近くプロットされるのに対して、ケース②は①から離れた点にプロットされ、両者の違いが Taylor 図上で容易に判別できる。

4. 推算結果の比較地点

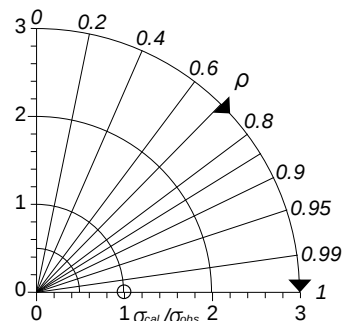


図-1

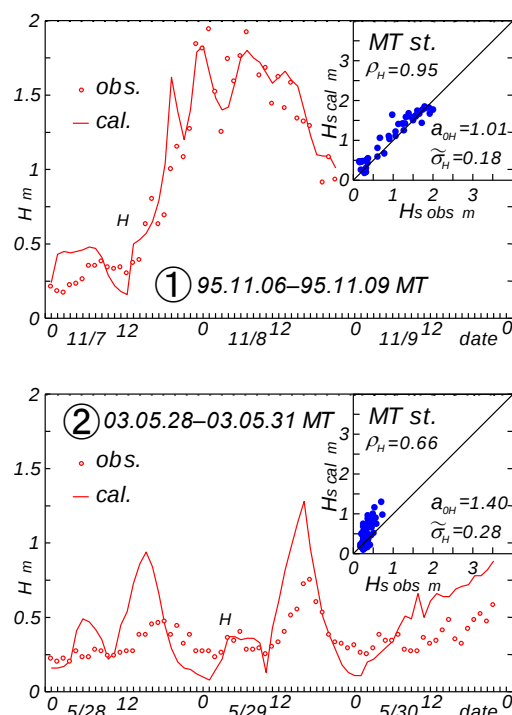


図-2

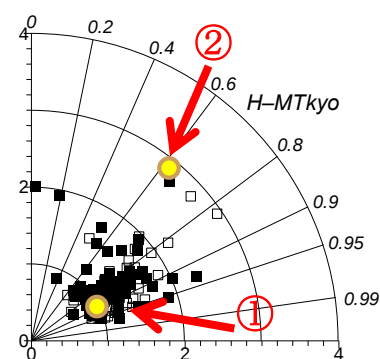


図-3

波浪推算精度の検討は瀬戸内海沿岸の波浪観測地点（神戸、苅田、大分 LNG、上関、草津、大阪、MT 局、江井ヶ島、高松、今治、三本松、引田、沖ノ島南、由良瀬戸、小松島、御坊発電所、佐田岬漁港）において、波浪観測資料の得られた気象擾乱を対象とする。対象擾乱は一擾乱 2~3 日で、最長対象期間 1976 年~2005 年である。波高比較ケース数は最多の苅田で 125、最少の草津で 7 である。風速、風向、波高のケースは大略揃っている。図-4は瀬戸内海東部海域における比較地点である。

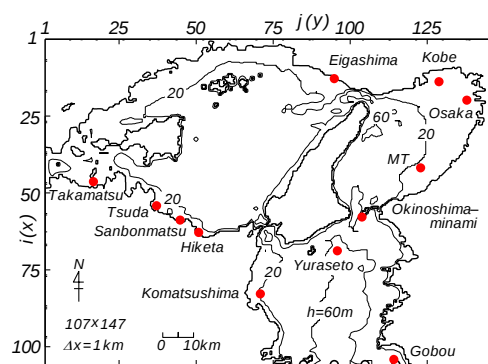


図-4

5. 推算精度の検討

図-5 は神戸における風速 U 、風向 SW 、波高 H の Taylor 図である。図中の赤丸は季節風を、白抜きの赤丸は台風を表している。また、黒丸は全擾乱の平均値であり、季節風および台風別に各 1 個プロットされる。風速、風向は比較的最適値に近い位置に集中してプロットされている。

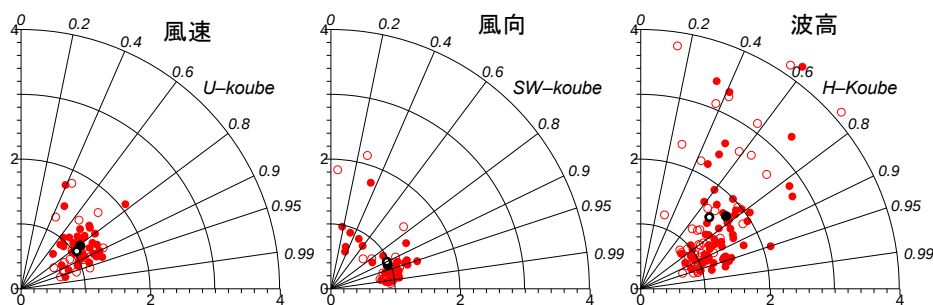


図-5

しかし波高は、風向、風速と比較して相関係数、標準偏差比ともに広い範囲に散布して精度が低くなる。神戸以外の比較地点を含め、季節風時と台風時の違いによる推算精度の違いは見られない。図-6 は瀬戸内海全地点の比較ケースを全擾乱(左)および高波高時(右)に限定した Taylor 図である。高波高の判定は便宜上、擾乱毎の期間最大波高が 2m(内湾)、3m(外洋)、1.5m(その他)以上とした。

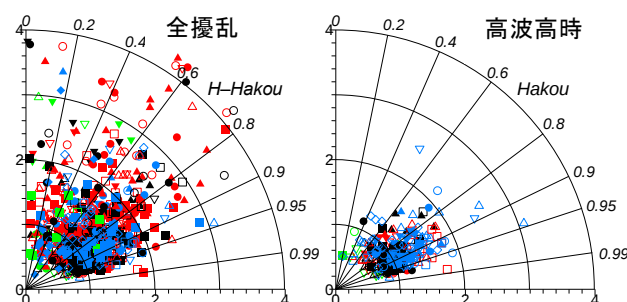


図-6

プロット分布は高波高時に限定することによって全擾乱に対する図より、最適値に近い位置に集中して見える。これは高波高時の方が、推算値と観測値の相関図上の直線性が強まる結果、相関係数が増加するという性質による。最後に図-7 は東京湾、伊勢湾、瀬戸内海における、波高の Taylor 図である。

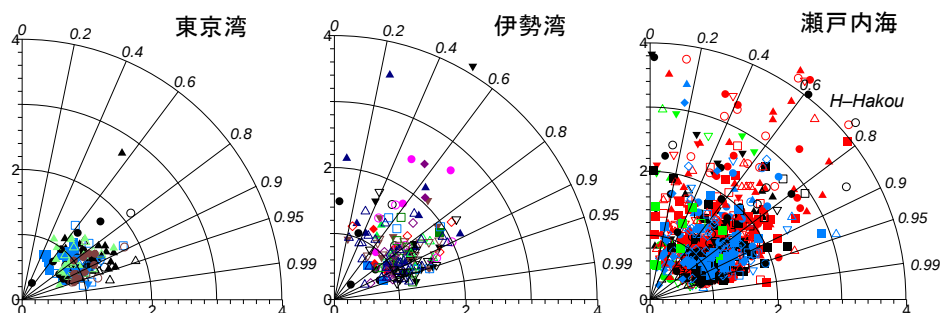


図-7

東京湾は最適値に近い位置に集中してプロットされているため、他の海域より精度は高い。伊勢湾では、相関係数が 0.8~0.95 に集中するものの、標準偏差比が広く散布し、東京湾より精度が落ちる。瀬戸内海は相関係数、標準偏差比とも広い範囲に分布するため、他の海域より推算精度は低いと判断される。この要因の 1 つは、広い海域ほどある地点で波高が大きくても他の地点で波高が低い擾乱を多く含むようになり、図-6 で見たように相関係数が低いケースが多くなって推算精度が低く見積もられることによる。

参考文献：1)仲江川 敏之・徳田 貴之(2005)：気象庁 SiB オフライン実験により推定された陸域貯水量の Taylor ダイアグラムによる検証，水文・水資源学会誌 Vol.18, No.3, pp.310-320,
2)Taylor, K. (2001), : Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram, J. Geophys. Res., Vol.106, No.D7, pp.7183-7192.