

愛媛大学工学部 正員 ○畑田佳男 愛媛大学工学部 正員 山口正隆
愛媛大学工学部 大福 学 愛媛大学大学院 野中浩一

1. はじめに：著者らはNCEP/NCAR提供の51年間にわたる10m高度表面風再解析値資料（NCEP風資料）と1点浅海モデルよりなる長期波浪推算システムを構築した。本システムは期間別平均波高など波候統計量とその傾向変動をかなり高い精度で評価するが、NCEP風資料の時空間解像度の制約のため、強風時、とくに台風時の波浪に対して低めの値を与えた。そこで本研究では、NCEP風資料に台風モデルに基づく風を埋め込むことによって本システムの台風時波浪に対する推算精度の向上をはかり、波候やその傾向変動のみならず波高極値の推定に対する適用性の改善を目指す。検討対象地点は、沖縄本島南端に位置する気象庁沿岸波浪観測地点の喜屋武岬（水深50m）であり、そこでの波浪は台風の影響を強く受ける。

2. システムの拡張：NCEP風資料は1948～1998年の51年間で6時間ごとに空間解像度 1.9° で与えられた原資料を、格子間隔80kmの北西太平洋格子網に2次元4点補間することにより作成した。台風モデルに基づく海上風は、楕円型気圧分布を仮定した場合の傾度風と場の移動に伴う風をベクトル合成し、海面での摩擦抵抗の影響を考慮して求める。ここでは、海上風速への変換に際し、海上風速と傾度風速の比が台風中心付近で大きくなるsupergradient windの仮定を用いる。対象台風は中心気圧980hPa以下の台風とし、6時間間隔の6つの台風属性資料（中心位置、中心気圧、台風半径、台風半径比、楕円軸の傾き）を1時間ごとに線形補間して求めた台風モデル風速成分を、1時間ごとに線形補間したNCEP風速成分に埋め込む。埋込み

は、台風半径 r_0 内で1、半径外では指数関数的に減少する係数 C_r を乗じた台風モデル風成分に、係数 $(1 - C_r)$ を乗じたNCEP風成分を加えることにより行う。組込み数は1948～1998年の5105時点である。図-1は格子網領域と波浪推算地点の位置を示す。波浪推算は格子間隔5kmの北西太平洋領域に格子間隔1kmの波浪推算地点周辺小領域を組み込んだ高地形解像度2段階格子網で、1点浅海モデルにより51年間1時間ごとに実施する。そして波浪時系列から波候やその傾向変動を求めるとともに、年最大波高資料に対し、候補分布の母数推定を最小2乗法に基づく著者らの極値統計解析モデル⁴によって確率波高とその標準偏差を得る。

3. 波候と波高極値の推定結果：図-2は1990年8月15日～9月21日の37日間における風速・波浪時系列を示す。この間、台風9012号から9019号の5台風が続いて接近している。この図から、台風モデル風

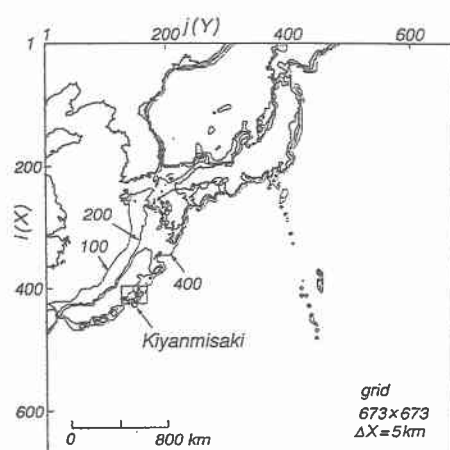


図-1 波浪推算地点

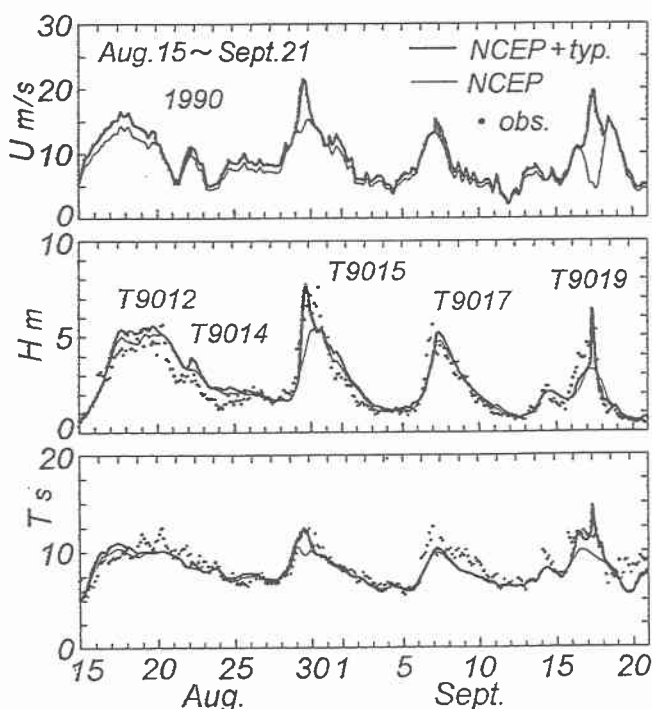


図-2 風速・波浪時系列の比較

の埋込みにより台風通過時点近傍の風速が増加するに伴い、推算波浪と観測波浪の一致度もおおむね向上していることがうかがえる。図-3は16年間の波高資料の累積分布に対する比較を表す。台風モデル風の埋込みを行ったケースでは、資料値は推算値と観測値の完全相関を表す45°の直線のまわりにプロットされており、高波高部に対する推算精度が向上している。図-4は推算資料および観測資料より得た月別1/10最大波高 $H_{1/10}$ （上位1/10の波高資料の平均値）の相関を示す。図中の $\rho(H_{1/10})$ は相関係数、 $a_0(H_{1/10})$ は原点を通る回帰式の勾配値である。台風モデル風を組み込むことにより、図-3と同様に観測結果との対応は改善されていることが、表-1は台風モデル風の埋込みを最も多く行った7～9月における各種累年（16年間）波候統計量についての一覧である。1/10・1/3最大波高 $H_{1/10}$ 、 $H_{1/3}$ 、平均波高 $\bar{H}$ と標準偏差 H_σ 、高波出現率 p_H 、推算資料と観測資料の相関係数 ρ_H 、相関図における勾配値 a_{0H} 、2乗平均波高誤差 σ_H および周期に関する同様の統計量（高波出現率を除く）のいずれも台風モデル風の埋込みによる推算精度の向上を表す。表-2は51年の年別波候統計量に対するトレンド示数 $I_T^{(2)}$ （ $|I_T| > 1.65$ の場合、有意水準5%で有意な増加・減少傾向）の一覧を示し、台風モデル風の埋込みを行った場合でも、波高の傾向変動に対する判別結果が不変（この場合、傾向変動なし）であることを表す。表-3は観測資料および推算資料より得た50年確率波高 H_{50} とその標準偏差 σ_{H50} の比較を表す。年最大波高資料の作成期間は観測資料で16年（1983～1998年）、推算資料で51年である。NCEP風資料を入力条件とする場合の確率波高は観測資料に基づく値より約3m小さい。一方、台風モデル風の埋込みを行った資料に基づく確率波高は、観測資料に基づく値にかなり近い結果を与える。

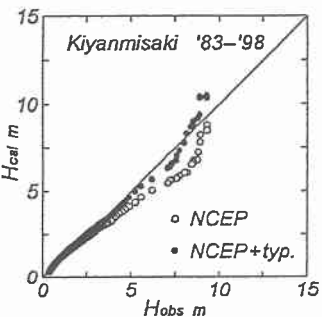


図-3 波高累積分布

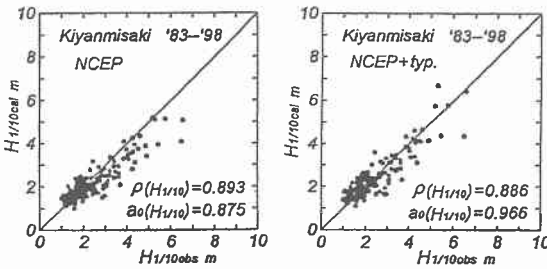


図-4 $H_{1/10}$ の比較

表-1 波候統計量の比較（Jul.～Sept., '83～'98）

	$H_{1/10}$ (m)	$H_{1/3}$ (m)	$\bar{H}$ (m)	H_σ (m)	p_H	ρ_H	a_{0H}	σ_H (m)
obs.	3.73	2.27	1.30	1.04	0.154			
no-ty.	3.24	2.07	1.21	0.88	0.133	0.879	0.858	0.50
ty.	3.62	2.27	1.32	1.00	0.155	0.896	0.956	0.47

	$T_{1/10}$ (s)	$T_{1/3}$ (s)	T (s)	T_σ (s)	ρ_T	a_{0T}	σ_T (s)
obs.	11.1	9.4	7.5	1.8			
no-ty.	10.0	8.7	7.3	1.3	0.726	0.945	1.2
ty.	10.9	9.1	7.4	1.6	0.743	0.968	1.2

表-2 トレンド示数 表-3 50年確率波高の比較

	$\bar{H}$	$H_{1/3}$
no-ty.	-0.14	0.74
ty.	-0.69	0.48

period: '48～'98

	$H_{50} \pm \sigma_{H50}$ m	period
obs.	11.55 ± 0.51	'83～'98
no-ty.	8.34 ± 0.58	'48～'98
ty.	11.00 ± 0.75	'48～'98

4. まとめ：51年間のNCEP風資料に台風モデル風の埋込みを行った風資料を入力条件とする長期波浪推算システムは、台風時波浪が卓越する海域では、波候の傾向変動に対する判別結果を変えないまま、波候のみならず波高極値に対しても推定精度のかなりの向上をもたらす。

参考文献

1) Yamaguchi, M. and Y. Hatada: An extremal analysis system and its application to the estimation of extremes of meteorological and oceanographic elements around the coasts of Japan, Proc. WAVES 97, Vol. 2, pp. 932～946, 1997.
 2) 鈴木栄一：気象統計学（第5版），地人書館，314p., 1975.