

II-28 観測風を用いた伊勢湾における長期波浪推算

愛媛大学工学部 正員 山口正隆 愛媛大学大学院 ○森 正憲
愛媛大学工学部 大福 学 愛媛大学工学部 正員 畑田佳男

1. はじめに

伊勢湾内外の海域では、沿岸の開発・利用・保全にとって不可欠の基礎情報となるべき波浪に関して、従来観測があまり行われておらず、わが国の充実した沿岸波浪観測網の空白域となってきた。しかし、近年では相当数の地点で波浪観測が行われており、しかも伊勢湾内外の多くの海上風地点や伊勢湾を囲む多くの沿岸地点において長期の風観測資料が収集されている。そこで本研究では、伊勢湾内外における約10年間の波浪を適切に評価するための長期波浪推算システムを構築することを目指し、伊勢湾内外の多くの地点における観測資料より推定した海上風分布を入力条件とした波浪推算を行い、多数地点の波浪観測資料との比較により推算精度を明らかにするとともに、ECMWF-WAM 資料との精度比較に基づいて、本システムの優位性を検証する。

2. 風観測結果の考察

図-1 は伊勢湾の代表地点における累月平均風速を示す。風速は冬季に大きく、夏季に小さい季節変動を示し、その傾向は風速の大きい湾口のブイ地点で顕著に現れている。図-2 は1995~2003年の9年間について風速の平均値と平均風向ベクトルの平面分布を季節別に描いたものである。伊勢湾では夏季を除いてNW方向の風が卓越し、風速は湾奥から湾外の外洋部に向けて2倍程度に増大する。逆に、夏季にはSE方向を卓越風向とするが、湾内から湾外に向かうほど風速が大きいという挙動は同じである。すなわち、方向が 180° 異なるものの、伊勢湾はほぼ湾軸に沿った風の通り道となっている。

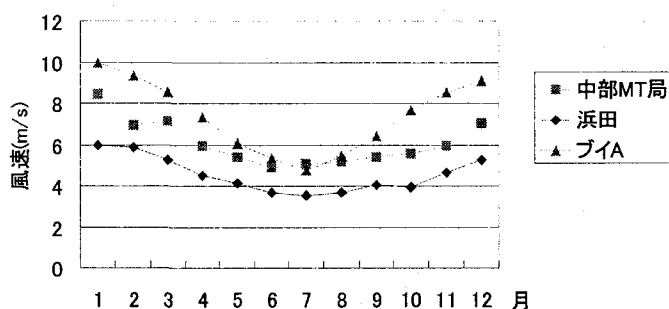


図-1 伊勢湾の代表観測地点における累月平均風速

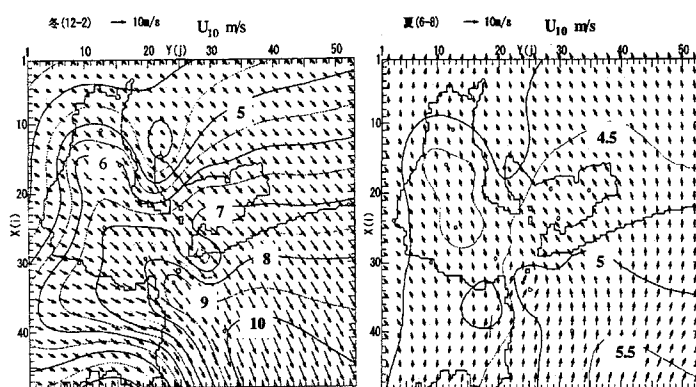


図-2 伊勢湾における季節別平均風速と平均風向ベクトル

3. 波浪推算結果の考察

波浪の長期推算には、山口ら(1987)の1点浅海モデルを使用する。1点浅海モデルは計算対象地点に到達する各成分波の波向線上におけるエネルギーの発達・減衰および伝播計算から、1地点における方向スペクトルの経時変化を計算する方法であり、その推算精度はかなり高いことが多くの事例で検証されている。

表-1 は波浪観測地点における累年波浪誤差指標の一覧を示したものである。 r が測得率、 ρ が相関係数、 a_0 が相関図における原点を通る直線の勾配、 σ が2乗平均平方根誤差、 H_c が高波の基準となる波高、 p_H が高波出現率を示す。相関係数に着目すると、外洋から湾奥部に至るいずれの地点においても、波高に対する再現性は高いことが分かる。周期についても波高に若干劣るものの、外洋波浪の影響を強く受ける浜田以南の地点では湾内地点を含めて比較的良好な再現性を示すが、MT局以北の地点では四日市港を除いて周期の観測資料がスパイク状ノイズを異常に多く含むことから、推算結果は観測結果とほとんど対応しない。

表-1 累年波候統計量の比較

観測地点名	期間	r	H _{sm} m		H _{sσ} m		H _{s3} m		ρ _H	a _{0H}	σ _H m	H _c m	p _H		T _{sm} s		T _{sσ} s		T _{s3} s		ρ _T	a _{0T}	σ _T s
			obs	cal	obs	cal	obs	cal					obs	cal	obs	cal	obs	cal	obs	cal			
ブイA	96.03~03.12	0.775	1.31	1.29	0.73	0.77	2.09	2.10	0.839	0.962	0.43	2.00	0.136	0.138	6.6	6.6	1.81	1.48	8.6	8.2	0.739	0.972	1.23
ブイB	94.03~99.08	0.837	0.93	0.95	0.54	0.63	1.51	1.62	0.823	1.010	0.36	1.00	0.047	0.063	6.6	6.4	1.74	1.62	8.5	8.2	0.640	0.945	1.44
ブイC	99.09~02.10	0.850	0.81	0.77	0.50	0.53	1.34	1.33	0.850	0.939	0.28	1.00	0.036	0.041	6.6	6.3	1.62	1.37	8.4	7.9	0.541	0.929	1.47
ブイD	97.01~00.09	0.715	0.60	0.70	0.38	0.34	1.04	1.09	0.814	1.042	0.24	1.00	0.147	0.185	4.7	4.7	1.16	1.08	6.1	5.9	0.530	0.965	1.09
浜田	96.01~03.12	0.839	0.37	0.38	0.24	0.21	0.63	0.61	0.858	0.943	0.12	0.75	0.218	0.234	3.8	3.8	0.79	0.67	4.7	4.5	0.514	0.972	0.73
MT局	00.07~03.12	0.848	0.29	0.29	0.17	0.21	0.47	0.54	0.879	1.028	0.10	0.75	0.102	0.162	3.4	3.6	0.43	0.39	3.9	4.0	0.007	1.027	0.60
伊勢湾地点	02.04~03.12	0.861	0.32	0.27	0.16	0.17	0.49	0.46	0.802	0.836	0.12	0.50	0.118	0.103	3.7	3.4	0.89	0.31	4.7	3.8	-0.006	0.878	0.98
シーバース	95.01~03.12	0.938	0.23	0.25	0.16	0.16	0.40	0.43	0.782	0.970	0.11	0.50	0.078	0.078									
四日市港	95.01~96.12	0.758	0.22	0.19	0.14	0.16	0.35	0.35	0.844	0.874	0.09	0.50	0.043	0.060	3.2	3.1	0.90	1.00	4.2	4.4	0.582	0.957	0.90
城南	00.01~03.12	0.826	0.21	0.19	0.13	0.15	0.34	0.35	0.772	0.880	0.10	0.50	0.042	0.054	3.4	3.5	0.80	0.30	4.2	3.8	-0.067	0.992	0.89

4. ECMWF-WAM 資料との比較

ECMWF-WAM 波浪解析資料は ECMWF (European Center for Medium-range Weather Forecasts: 中規模気象予報ヨーロッパセンター) が, ECMWF 風資料を入力条件とした WAM cycle4 によって計算した波浪推算資料に衛星などによる波浪観測資料データを同化して作成した 6 時間, 空間解像度 0.5° の資料である。ここでは, 外洋ブイ A 地点で ECMWF-WAM 資料と 1 点浅海モデル資料を比較する。期間は 1997~2002 年の 6 年である。

表-2 は累季節および累年の波候 (波高・周期) 統計量と誤差統計量に対する比較を示す。累年でみると, 波高に関して σ_H 以外の各種指標は 1 点浅海モデルの優位性を表す。周期に関しても $T_{s\sigma}$ を除く各種指標は 1 点浅海モデル資料のより高い精度を示唆し, 特に相関係数では大きな差を与える。以上の結果より, 1 点浅海モデル資料は WAM 資料と比べてとくに周期に関して高い精度をもつと言える。

表-2 累季節および累年波候統計量と誤差統計量の比較

期間	H _{sm} m			H _{sσ} m			H _{s3} m			ρ _H		a _{0H}		σ _H m		H _c m	p _H		
	obs	1点	WAM	obs	1点	WAM	obs	1点	WAM	1点	WAM	1点	WAM	1点	WAM		obs	1点	WAM
冬(1~3)	1.228	1.098	1.117	0.649	0.673	0.528	1.921	1.751	1.700	0.843	0.825	0.885	0.857	0.396	0.384	2	0.099	0.071	0.069
春(4~6)	1.265	1.394	1.230	0.682	0.722	0.434	2.031	2.221	1.726	0.855	0.856	1.056	0.876	0.401	0.385	2	0.135	0.188	0.068
夏(7~9)	1.456	1.421	1.389	0.911	0.903	0.633	2.454	2.402	2.030	0.871	0.877	0.938	0.857	0.466	0.473	2	0.184	0.185	0.107
秋(10~12)	1.239	1.129	1.180	0.599	0.615	0.481	1.897	1.774	1.701	0.832	0.803	0.901	0.894	0.369	0.362	2	0.100	0.084	0.052
年	1.291	1.250	1.220	0.718	0.745	0.531	2.064	2.040	1.785	0.848	0.842	0.944	0.869	0.408	0.401	2	0.127	0.128	0.073

期間	T _{sm} s			T _{sσ} s			T _{s3} s			ρ _T		a _{0T}		σ _T s	
	obs	1点	WAM	obs	1点	WAM	obs	1点	WAM	1点	WAM	1点	WAM	1点	WAM
冬(1~3)	5.884	5.881	7.167	1.415	1.199	1.901	7.568	7.244	9.402	0.659	0.460	0.977	1.185	1.117	2.188
春(4~6)	6.637	6.768	7.809	1.306	1.060	1.172	8.053	7.976	9.095	0.612	0.385	1.004	1.146	1.066	1.809
夏(7~9)	7.773	7.159	8.757	2.004	1.547	1.303	10.107	8.931	10.204	0.725	0.632	0.899	1.081	1.514	1.836
秋(10~12)	6.130	6.315	8.159	1.793	1.496	1.962	8.314	7.985	10.329	0.781	0.417	1.000	1.262	1.157	2.872
年	6.549	6.487	7.915	1.782	1.413	1.740	8.543	8.091	9.815	0.739	0.507	0.965	1.160	1.214	2.220

5. おわりに

①伊勢湾周辺域では, 海上部を含めて多数地点の風観測資料や波浪観測資料が得られているので, これらの観測資料を解析することによって伊勢湾内外における風候と波候の状況を明らかにすることができる。すなわち, 伊勢湾では夏季を除いて NW 方向の風が卓越し, 風速は湾奥から湾外の外洋部に向けて 2 倍程度に増大する。逆に夏季には風は SE 方向に卓越するが, 湾内から湾外に向かうほど風速が大きいという特徴は同じである。

②1 点浅海モデルは, 外洋地点, 外洋沿岸部のみならず外洋からの波浪が伝播する伊勢湾口近くの地点および外洋からの影響を受ける可能性を否定できない伊勢湾中央部以北の地点における波浪を, かなり精度よく再現する。

③外洋ブイ A 地点における 1 点浅海モデル波浪資料の精度は, 地形解像度 0.5° の ECMWF-WAM 波浪解析資料の精度を上まわり, 特に周期についてその傾向が顕著である。