日本海沿岸における極値波高統計の母分布関数について

建設省土木研究所　正会員　人見　寿
横浜国立大学工学研究科　正会員　片山裕之
（財）沿岸開発技術研究センター　フェロー会員　合田良實
運輸省港湾技術研究所　水工部　正会員　永井紀彦

１．　はじめに

毎年台風や，冬型気圧配置，移動性低気圧などの気象擾乱により高波が来襲しており，被害を最小限に防ぐべく防波堤等が建設されている．そのためどれくらいの波が来襲するのか設計波高を推測する方法として，極値解析を行ない，分布関数を推定し，非超過確率波高を求める方法が検討されている．合田ら(1998)，合田ら（1999）（前報）によって太平洋東岸の高波はWEIBULL 分布(k=1.00)，太平洋南岸は台風系のデータにおけるFT-Ⅰ型分布が母分布関数であることが既に提唱されている．そこで本研究では，上記の研究を参考に，日本海沿岸域における極値波高統計の解析を行い，この海域の高波の母集団分布を推定することを試みた．

２．　波浪データの概要

（１）データ取得状況

本研究で対象とした観測地点は，留萌，瀬棚，深浦，秋田，酒田，新潟沖，輪島，金沢，福井，鳥取，浜田の11 港である．波高データは，運輸省港湾技術研究所所有のデータベース「ナウファス」（全国港湾海洋波浪情報網：NOWPHAS；Nationwaide Ocean Wave information network for Ports and HArbouS）に保管されている各港の2時間ごとの有義波高・周期を用い，1970～1998年の期間を対象とした．地点によっては観測位置が変わっているが，観測期間中の平均波高の変化があまり見られなかったため，全観測期間の波高データを用いた．また，48 時間以上の連続した欠測は長期欠測として扱い，有効期間をその分取り除いた有効年数を用いて解析を行った．

（２）高波の定義

本研究では，運輸省港湾技術研究所で採用している高波の基準をもとに，表－１に示す上限値と下限値を設定して高波を抽出した．抽出した高波の数を表－２に示す．

（３）スプライン曲線によるピーク時欠測の補間

抽出された高波データのなかで，前述の高波基準を超える波が観測されながらも，ピークと思われる時点でのデータが欠測していることがある．その場合，後述のスプライン補間が出来るならばそれによる最大値をピーク値として採択し，そうでなければ長期欠測として取り扱うことにした．

表－１　波浪観測地点の観測状況の概要

観測地点	水深(m)	観測期間	観測年数	欠測率(%)	有効年数	高波基準値(m) 下限値	高波基準値(m) 上限値	最大波高(m)	高波個数
留萌	-12.0	70.01～77.05	29	12.08	25.50	2.00	3.00	7.33	585
	-27.0	77.05～80.10							
	-50.0	80.10～98.12							
瀬棚	-52.9	83.01～98.12	16	9.17	14.53			9.43	380
深浦	-30.0	80.01～81.08	19	5.94	17.87			8.11	529
	-49.6	81.08～98.12							
秋田	-700.0	83.01～88.09	16	20.70	12.69			8.53	338
	-29.5	88.09～98.12							
酒田	-15.0	73.01～73.09	26	17.78	21.38			8.47	587
	-20.4	73.09～89.09							
	-45.0	89.09～98.12							
新潟沖	-35.0	89.10～98.12	10	13.31	8.67			7.00	182
輪島	-50.0	79.01～90.08	20	8.09	18.38			7.19	446
		90.08～98.12							
金沢	-20.0	70.01～71.05	29	16.15	24.31			7.67	570
	-20.2	71.11～98.12							
福井	-21.3	81.01～89.01	18	11.85	15.87			7.79	299
		89.01～98.12							
鳥取	-30.0	79.01～98.12	20	14.13	17.17			7.51	380
浜田	-51.0	74.01～98.12	25	22.35	19.41			7.93	438

表－２　気象擾乱別の高波のデータ数

観測地点	全データ(個)	平均発生率(個／年)	台風以外(個)	台風のみ(個)
留萌	585	22.94	569	16
瀬棚	380	26.15	376	4
深浦	529	29.60	509	20
秋田	338	26.64	327	11
酒田	587	27.46	563	24
新潟沖	182	20.99	174	8
輪島	446	24.27	426	20
金沢	570	23.45	553	17
福井	299	18.84	286	13
鳥取	380	22.13	356	24
浜田	438	22.57	411	27
全体	4734	24.18	4550	184

キーワード：極値波高統計,日本海沿岸　連絡先：〒240-8501　横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5　横浜国立大学　TEL045-339-4035

3．　極値分布関数と判定基準

極値統計解析は，合田（1990）の提案する方法を用いた．極値分布関数の候補は以下の９種類である．

① 極値Ⅰ型分布：$F(x)=\exp\{-\exp(-\frac{x-B}{A})\}$　(1)

② 極値Ⅱ型分布：$F(x)=\exp\{-(1+\frac{x-B}{kA})^{-k}\}$　$k=2.5,\ 3.33,\ 5.0,\ 10.0$　(2)

③ ワイブル分布：$F(x)=1-\exp\{-(\frac{x-B}{A})^{k}\}$　$k=0.75,\ 1.0,\ 1.4,\ 2.0$　(3)

ここに，x は波高の極値，$F(x)$は非超過確率，A は尺度母数，B は位置母数，kは形状母数を表す．

また，適合の判定はMIR基準，棄却判定はREC基準，DOL基準に従った．

4．　日本海沿岸の高波の極値統計解析結果

抽出した高波データに対し，データ採択率およびMIR基準を考慮し各分布関数の当てはめを行った．その際，高波の基準値の下限を，MIR 基準が最小となるケースが多くなる 3.5m を採用した．その結果を表－３に示す．この結果より，日本海沿岸域における適合度の高い分布関数はWEIBULL (k=1.40)と推定できる．さらに，台風を除くと適合度はより高くなる．また，前報の結果と合わせて図－１に示すように，ほぼ日本沿岸全域の極値波高の母分布関数を推定したが，その地域の気象擾乱の特徴により最適分布関数が変わることが分かった．

表－３　各分布関数のあてはめ結果

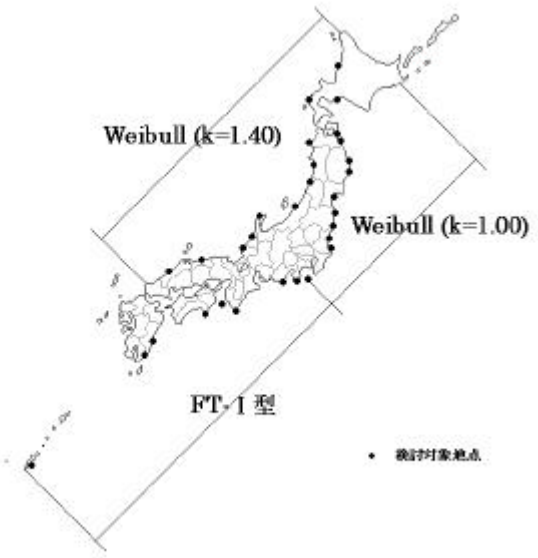
（１）　全体

地点	分布関数								
	FT-Ⅱ型				FT-Ⅰ型	WEIBULL			
	k=2.50	k=3.33	k=5.00	k=10.00	k=0.00	k=0.75	k=1.00	k=1.40	k=2.00
留萌	■	■	■	■	■	■	■	○	○
瀬棚	▼	▼	○	○	○	▲	○	○	▲
深浦	■	■	■	■	▼	■	■	▼	▲
秋田	■	■	▼	▼	○	■	○	○	▲
酒田	■	■	■	■	■	■	■	○	▲
新潟沖	■	■	■	○	○	■	○	○	○
輪島	■	■	■	■	■	■	■	▼	○
金沢	■	■	■	■	■	■	■	■	○
福井	▼	▼	▼	▼	○	■	▼	○	○
鳥取	■	■	▼	○	○	○	○	○	▲
浜田	■	■	○	○	○	▲	○	○	▲

（２）　台風以外

地点	分布関数								
	FT-Ⅱ型				FT-Ⅰ型	WEIBULL			
	k=2.50	k=3.33	k=5.00	k=10.00	k=0.00	k=0.75	k=1.00	k=1.40	k=2.00
留萌	■	■	■	■	■	■	■	○	○
瀬棚	▼	▼	○	○	○	▲	○	○	▲
深浦	■	■	■	■	▼	■	▼	○	▲
秋田	■	■	■	▼	○	■	▼	○	▲
酒田	■	■	■	■	▼	■	■	○	▲
新潟沖	■	■	■	○	○	■	○	○	○
輪島	■	■	■	■	■	■	■	▼	○
金沢	■	■	■	■	■	■	■	■	○
福井	▼	▼	▼	▼	○	■	▼	○	○
鳥取	■	■	▼	○	○	○	○	○	▲
浜田	■	■	○	○	○	○	○	○	▲

○：棄却基準に該当せず　▲：REC基準に該当　▼：DOL基準に該当　■：両棄却基準に該当
MIR基準による最適合分布　MIR基準による最適合分布次点



図－１　日本沿岸の極値波高統計の母分布関数

参考文献

小舟浩治・菅原一晃ほか（1984-1990）：沿岸波浪観測年報，港湾技研資料 No.480,517,545,574,642,666,712,721.

合田良實・小舟浩治（1989）：波浪の極値統計における分布関数のあてはめ基準，海岸工学論文集，第 36 巻，pp134-138.

合田良實・小長谷修・永井紀彦(1998)：極値波浪統計の母分布関数に関する実証的研究，海岸工学論文集，第 45 巻，pp.211-215.

合田良實・竹下直樹・永井紀彦(1999)：太平洋南岸の極値波高統計の母分布関数について，海洋開発論文集，第 15 巻，pp.327-331.

永井紀彦・菅原一晃ほか（1991-1997）：全国港湾海洋波浪観測年報（NOWPHAS），港湾技研資料 No.745,770,796,821,859,894,926.