

わが国沿岸における気象・海象要素の極値の再評価

山口正隆*・大福 学**・畑田佳男***

1. 緒 言

山口ら (1997a) は Gumbel 分布および Weibull 分布を候補分布とする合田 (1990) の「最小 2 乗法に基づく極値統計解析システム」(現行システム)を用いて、日本沿岸で海上保安庁、気象庁、運輸省などにより取得された各種気象・海象要素(風速、気温、日降水量、気圧、高潮偏差、波高)の極値資料に対する統計解析を行い、それらの 100 年再現期待値と標準偏差を推定した。しかし、現行システムは Weibull 分布の形状母数の上下限値を $k=2.0$ および 0.75 としているために、本来 $k>2.0$ および $k<0.75$ をとるべき資料の適合度および再現期待値の推定精度に問題を有し、こうしたケースが各要素について散見された。そこで、本研究では、現行システムの適用範囲を拡張した山口ら (1997b) の修正システムを用いて、各種気象・海象要素に対する極値統計解析を再度行うとともに、現行システムに基づく結果と比較検討する。

2. 最小 2 乗法に基づく極値統計解析システム

(1) 現行システム

現行システムは、資料のあてはめに使用する候補分布として、Gumbel 分布、形状母数を $k=0.75, 1.0, 1.4, 2.0$ とする 4 種類の 3 母数 Weibull 分布、形状母数を $k=2.5, 3.33, 5.0, 10.0$ とする 4 種類の FT-II 型分布 ($k>0$ の GEV 分布)の合計 9 種類の中から、最適分布を相関係数基準あるいは MIR 基準に従って選択するとともに、シミュレーション結果から得られた経験式(合田の標準偏差推定式)に基づいて再現期待値の標準偏差を推定するものであり、最小 2 乗法に特有のプロットングポジション公式が工夫されている。FT-II 型分布はその適合度が高く、最適分布として選択される場合も多いけれども、再現期待値のみならず標準偏差を大きく評価する傾向にある。そのため、通常のケースでは、候補分布を Gumbel 分布および Weibull 分布に限定し、FT-

II 型分布がより高い適合度と小さい標準偏差を与える場合には、改めて FT-II 型分布を加えた検討を行う。

また、現行システムは事象の年平均発生数 $\lambda(=N_T/K, N_T$: 資料総数, K : 資料年数)および資料採択率 $\nu(=N/N_T, N$: 資料採択数)を導入することによって、期間最大値(年最大値)資料および極大値資料の両者に適用可能であるし、標本中の最大値に対する適合度に目して、候補分布のあてはめを棄却するための 2 つの基準(DOL 基準, REC 基準)を含む。

(2) 修正システム

修正システムは、年最大値資料および極大値資料の両者の場合に、Gumbel 分布、形状母数 $k=0.5\sim 100$ の間の任意個数(本研究では現行システムの 4 個を含む 33 個)の Weibull 分布および $k=2.5\sim 40$ の間の任意個数(本研究では現行システムの 4 個を含む 20 個)の FT-II 型分布を候補分布として、合田のプロットングポジション公式を用いた非超過確率表示に基づく再現期待値推定法、相関係数基準に従う最適分布選択法および jackknife 法(Miller, 1974)に基づく再現期待値の分散(標準偏差)推定法を組み合わせた方法である。大規模なモンテカルロシミュレーション結果の検討(山口・前川, 1997b)によれば、合田のプロットングポジション公式は、候補分布が極端に長く正側に裾を引く場合を除いて、ほとんど bias を生じないことや、jackknife 法は平均的に高い精度の標準偏差推定値を与えることが確認されている。

jackknife 法における再現期待値の分散推定式は次式で与えられる。

$$\sigma_j^2 = (N-1) \sum_{i=1}^N (H_{*i} - \bar{H}_*)^2 / N, \quad \bar{H}_* = \sum_{i=1}^N H_{*i} / N \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 H_{*i} は N 個の原資料から順次 1 個のデータを取り除いた $N-1$ 個の資料を用いて得られる再現期待値である。jackknife 法の適用にあたっては、原資料に対して選択された候補分布を固定したうえで、計算条件を年最大値資料の場合、年数 K 年、資料採択数 $N-1$ 、資料総数 $K-1$ 、極大値資料の場合、 K 年、 $N-1$ 、 N_T-1 とする。

また、DOL 基準および REC 基準による候補分布の棄

* 正会員 工博 愛媛大学教授 工学部環境建設工学科
 ** 正会員 愛媛大学技官 工学部環境建設工学科
 *** 正会員 工修 愛媛大学助手 工学部環境建設工学科



図-1 海上保安庁灯台気象観測地点

却検定法は、合田（1990）が与えた係数を外挿することによって、Weibull 分布では $k=0.5, 2.5, 3.0$ の場合にも、また FT-II 型分布では $k=15.0, 20.0$ の場合にも適用可能なように拡張する。

(3) PWM 法に基づくシステム

候補分布を Gumbel 分布、Weibull 分布（および GEV 分布）、最適分布の選択を SLSC 基準（高樟ら、1986）とする、山口ら（1996）の PWM 法に基づく極値統計解析システムも比較のために使用する。ただし、その適用は年最大値資料および年最小値資料に限定する。

3. 極値資料

極値資料の抽出方法は山口ら（1997a）に詳細に記述されているので、ここでは簡単に述べる。まず、海上保安庁灯台気象観測資料より、日最大風速、日最大・日最低気温、気温日較差、日降水量資料を観測期間 16～34 年の 23 地点（図-1）で抽出し、年最大値および最小値資料を作成した。このうち、風速資料は 1/7 乗則の適用により地上高度 10 m の風速に変換した。ついで、気圧資料（海面校正値）は気象要覧から、太平洋岸、東シナ海沿岸、南西諸島および瀬戸内海沿岸 24 地点で 60 年間（1934 年～1993 年）の台風時極小値資料として、高潮偏差資料は主として気象庁検潮所記録から、関東以西の沿岸部 44 地点で過去 12～50 年間の台風時極大値資料として抽出した。また、波高資料は運輸省港湾局波浪観測資料や気象庁沿岸波浪観測資料から収集したわが国沿岸 49 地点における 1994 年までの年最大波高資料（観測年数 10～25 年）である。

なお、各種気象・海象要素の極値資料には、有意なトレンドは存在しないものとみなして解析を進めた。また、紙数の制約のため、気温の解析結果の説明は省略する。

4. 気象・海象要素の極値の推定

(1) 風速の極値

表-1 は、上述の 3 種類のシステムを用いて行った年最大風速（ U m/s）資料に対する極値統計解析結果のうち、観測期間が 31～34 年の 12 地点における結果の一覧であり、表中の記号 K は観測年数、 k_5, ρ_5, U_5, U_{05} は Gumbel 分布および 4 種類の Weibull 分布を候補分布とする現行システムによる Weibull 分布の形状母数（ G は

表-1 風速の極値統計解析結果

地点名	年最大風速 (m/s 単位)																			
	K	k_5	k_{34}	k'	ρ_5	ρ_{34}	ρ'	U_5	U_{34}	U_{05}	U_{034}	U_{max}	G	A	B	C	D	E	F	H
襟裳岬	34	2.0	1.9	2.02	.994	.994	.994	49.8	50.0	2.0	1.8	48.4	○	■	■	○	○	○	▼	▼
恵山岬	34	1.4	1.3	G	.994	.995	.991	32.8	33.2	2.6	2.4	31.6	○	▲	○	○	○	○	■	■
尻屋崎	34	2.0	1.7	1.58	.995	.997	.998	40.6	41.3	1.9	1.8	39.4	○	■	○	○	○	○	▼	▼
金華山	34	2.0	2.4	2.15	.985	.987	.988	29.4	28.8	1.8	1.2	26.4	▼	■	■	■	▼	○	○	▼
大王崎	34	2.0	1.7	1.62	.995	.996	.997	37.4	38.2	2.2	2.1	36.1	○	■	▲	○	○	○	▼	▼
土佐沖ノ島	33	1.4	1.5	1.48	.993	.994	.995	62.6	61.8	5.9	4.5	56.7	○	■	○	○	○	○	■	■
佐田岬	33	2.0	2.0	1.86	.991	.991	.993	55.6	55.6	3.4	2.7	50.8	○	■	■	▼	○	○	○	▼
佐多岬	32	1.4	1.2	1.17	.993	.995	.994	65.9	68.1	6.4	6.3	62.7	○	▲	○	○	○	○	■	■
釣掛崎	31	2.0	1.8	1.54	.983	.983	.986	47.4	48.3	3.7	3.2	42.4	○	■	■	▼	○	○	○	■
女島	34	1.0	1.1	1.17	.986	.986	.980	50.9	50.0	6.4	5.3	49.3	○	○	○	○	○	■	■	■
船倉島	34	G	G	G	.989	.989	.986	39.5	39.5	2.7	2.7	39.1	○	▲	○	○	○	▼	■	■
経ヶ岬	34	2.0	2.8	3.38	.982	.986	.984	33.5	32.4	1.8	1.5	32.5	○	■	▲	▲	○	○	▼	▼

注 1) G : Gumbel A : Weibull ($k=0.50$) B : Weibull ($k=0.75$) C : Weibull ($k=1.0$)

D : Weibull ($k=1.4$) E : Weibull ($k=2.0$) F : Weibull ($k=2.5$) H : Weibull ($k=3.0$)

注 2) ○ : 棄却基準に該当せず ▼ : DOL 基準に該当 ▲ : REC 基準に該当 ■ : 両棄却基準に該当

表-2 日降水量の極値統計解析結果

地点名	年最大日降水量 (mm 単位)																				
	K	k ₅	k ₃₄	k'	ρ ₅	ρ ₃₄	ρ'	R ₅	R ₃₄	R ₀₅	R ₀₃₄	R _{max}	G	A	B	C	D	E	F	H	
襟袋岬	34	.75	.5	.46	.905	.970	.948	755	908	287	406	906	■	○	▲	■	■	■	■	■	
恵山岬	34	1.4	1.6	1.41	.983	.984	.987	234	227	28	18	199	○	■	■	○	○	○	■	■	
尻屋崎	34	1.0	1.1	1.11	.989	.989	.986	202	197	37	28	180	○	○	○	○	○	○	■	■	
金華山	34	1.4	1.4	1.35	.994	.994	.993	190	190	23	20	177	○	▲	○	○	○	○	▼	■	
大王崎	34	1.4	1.6	1.51	.993	.994	.995	289	281	35	25	260	○	■	○	○	○	○	▼	■	
土佐沖	33	.75	.5	.78	.900	.950	.855	404	470	136	238	494	■	○	■	■	■	■	■	■	
佐田岬	33	.75	.7	.90	.980	.982	.955	396	405	124	112	387	■	○	○	○	■	■	■	■	
佐多岬	32	2.0	4.0	3.73	.978	.992	.993	180	165	15	8	147	▼	■	■	■	■	▼	○	▼	
釣掛崎	31	1.0	1.0	1.01	.993	.993	.988	427	427	85	76	404	○	○	○	○	○	■	■	■	
女島	34	G	G	G	.986	.986	.982	281	281	33	33	264	○	▲	○	○	○	○	■	■	
舩倉島	34	1.4	1.6	1.42	.989	.990	.991	159	155	17	13	142	○	■	○	○	○	○	○	■	
経ヶ岬	34	2.0	2.0	1.78	.991	.991	.993	180	180	15	12	158	○	○	■	■	▼	○	○	▼	

表-3 台風時気圧の極値統計解析結果

地点名	台風時気圧 (hPa 単位)																		
	K	ν	k_5	k_{34}	ρ_5	ρ_{34}	ρ_5	ρ_{34}	ρ_{05}	ρ_{034}	ρ_{min}	G	A	B	C	D	E	F	H
銚子	60	.79	G	1.2	.997	.997	953	953	5	4	953	○	▲	○	○	▼	■	■	
名古屋	60	.66	1.4	1.4	.996	.996	960	960	4	4	959	○	▲	○	○	○	■	■	
室戸岬	60	.74	.75	.8	.992	.992	920	922	12	11	912	■	○	○	○	■	■	■	■
足摺岬	60	.56	1.4	1.6	.994	.995	948	949	5	4	956	○	■	■	▼	○	○	○	▼
枕崎	60	.63	1.0	1.0	.997	.997	922	922	9	8	917	○	▲	○	○	○	■	■	■
沖永良部	60	.44	.75	.75	.994	.994	912	912	15	13	907	○	○	○	○	▲	■	■	■
南大東島	60	.42	2.0	2.2	.992	.992	934	935	6	5	945	▼	■	■	■	▼	▼	○	○

Gumbel 分布), 相関係数, 100 年確率風速とその標準偏差, k_{34} , ρ_{34} , U_{34} , U_{034} は Gumbel 分布および 33 種類の Weibull 分布を候補分布とする修正システムによるそれぞれの結果, k' , ρ' は PWM 法に基づく形状母数および相関係数, 添字 max は期間最大値を表す。また, G~H の欄は修正システムの DOL および REC 基準に基づく候補分布の棄却検定結果であり, 現行システムによる結果 (A を除く G~E 欄) を含む。この表からつぎの特徴が見出される。

① 修正システムにおける候補分布の数が多いため, 形状母数は現行システムに基づく結果より若干変化しており, 形状母数が大きくなれば 100 年確率風速は減少し, 小さくなれば増加する。その変化は有意な値でないが, Weibull 分布の形状母数が小さくなる方向への変化 (たとえば, 佐多岬における $k=1.4$ から $k=1.2$ への変化) は有意な 100 年確率風速の増加を生じる。

② 修正システムによる相関係数は当然現行システムによる値より大きい。等しい。

③ 修正システムによる 100 年確率風速の標準偏差は現行システムによるものより小さい。

④ 修正システムは現行システムに比べて PWM 法に基づくシステムの結果により近い形状母数を与える。

⑤ 修正システムは棄却検定を行う候補分布の形状母数の範囲を拡大しているので, 棄却される候補分布における形状母数の範囲がより明確になる。

(2) 日降水量の極値

表-2 は年最大日降水量 (R mm) 資料に対する結果である。この場合の特徴は修正システムに基づく形状母数が現行システムに基づく形状母数の下限値 ($k=0.75$) より小さい地点が見出される点であり, $k=0.5$ をとる襟袋岬および土佐沖ノ島では, 100 年確率日降水量および標準偏差がともに著しく増大している。一方, 佐田岬を除く他の地点では, 100 年確率日降水量は同一のままかあるいは減少し, 標準偏差は減少している。佐田岬では, 100 年確率日降水量の増加にもかかわらず, 標準偏差は減少している。後者の結果は修正システムが現行システムより小さい標準偏差の推定値を与えることを示唆する。また, 修正システムによれば, 全地点で少なくとも 1 つの候補分布は棄却されない。

(3) 気圧の極値

遠方場気圧を 1013 hPa とする台風時極大気圧低下量 (Δp hPa) 資料の極値統計解析に必要な資料総数 (台風総数) N_T は, 資料期間の間に生じた比較的勢力の強い台風のうち, 対象地点に,

表—4 台風時高潮偏差の極値統計解析結果

地点名	台風時高潮偏差 (cm 単位)																										
	K	ν	k_5	k_{34}	ρ_5	ρ_{34}	η_5	η_{34}	η_{05}	η_{034}	$\eta_{\max}$	G	A	B	C	D	E	F	H								
	K	ν	k_5	k_{34}	ρ_5	ρ_{34}	η_5	η_{34}	η_{05}	η_{034}	$\eta_{\max}$	G	A	B	C	D	E	F	H	I	J	K	L	M	N		
銚子 御前崎	34	.29	2.0	100.	.984	.994	69	64	9	6	59	○	▲	○	○	○	○	○									
	34	.28	2.0	2.2	.992	.992	81	81	10	9	78	○	○	○	○	○	○	▼									
名古屋	42	.30	.75	.5	.985	.993	312	340	74	91	345	▼	○	○	○	■	■	■	■								
	42	.30	F 3.3	F 3.5	.995	.995	338	337	112	89	345	▼	○	○	○	■	■	■	■	○	○	○	○	▼	▼		
浦神	39	.26	.75	.5	.976	.983	167	182	42	46	176	○	○	○	○	■	■	■	■								
	39	.26	F 3.3	F 3.5	.985	.985	183	182	64	45	176	○	○	○	○	■	■	■	■	○	○	○	○	○	▼		
大阪 宇野	42	.30	.75	.75	.980	.980	277	277	65	43	245	○	○	○	○	○	▲	■	■								
	42	.31	2.0	2.4	.995	.995	144	143	15	12	133	○	▲	○	○	○	○	▼									
小松島	42	.29	.75	.5	.984	.994	176	191	40	46	191	○	○	○	○	■	■	■	■								
	42	.29	F 3.3	F 3.5	.994	.994	191	190	61	46	191	○	○	○	○	■	■	■	■	○	○	○	○	○	▼		
高知	42	.28	.75	.5	.962	.983	197	216	47	67	235	■	○	▼	■	■	■	■	■								
	42	.28	F 2.5	F 2.5	.989	.989	218	218	93	72	235	■	○	▼	■	■	■	■	■	○	○	○	▼	■	■		
宇和島	42	.28	2.0	2.2	.997	.997	94	94	10	8	88	○	▲	○	○	○	○	○	▼								
下関	43	.30	2.0	2.4	.993	.993	128	127	15	13	124	○	▲	○	○	○	○	○	▼								
三角	29	.29	.75	.7	.989	.989	182	184	51	34	155	○	○	○	○	○	○	■	■								
油津	39	.25	2.0	10.0	.990	.994	92	87	10	7	80	○	■	○	○	○	○	○									
鹿児島	47	.26	.75	.5	.972	.991	168	184	42	53	200	■	○	○	■	■	■	■	■								
	47	.26	F 3.3	F 3.0	.991	.992	184	185	63	55	200	■	○	○	■	■	■	■	■	○	○	○	○	▼	■		

注) I=FT-II ($k=2.5$) J=FT-II ($k=3.33$) K=FT-II ($k=5.0$)L=FT-II ($k=10.0$) M=FT-II ($k=15.0$) N=FT-II ($k=20.0$)

$$r = \exp(156 - 21.8 \cdot \ln p_c) \cdots \cdots (2)$$

で計算される距離 r (km) 内に接近した台風の個数として評価する。ここに、 p_c (hPa) は台風の中心気圧である。高潮偏差資料の解析における資料総数の推定も同様の方法による。

表—3 は代表 7 地点における台風時極小気圧 (気圧降下量 Δp でなく、気圧 p hPa で表示) 資料に対する結果である。気圧資料の場合には、現行システムおよび修正システムによる形状母数や 100 年確率気圧に差があまり現れない。しかし、修正システムに基づく標準偏差は現行システムによるものに比べて小さい。

(4) 高潮偏差の極値

表—4 は本研究で対象とした 44 地点のうち、観測期間がほぼ 30 年を越える代表 13 地点における台風時高潮偏差 (η cm) 資料に対する解析結果の一覧である。この表には、FT-II 型分布を候補分布に加えた場合に FT-II 型分布が最適分布として選ばれた 9 地点のうち 5 地点の結果も各欄の下段に与えられており、形状母数の前にある記号 F および I~N の欄が FT-II 型分布に相当する。

まず、Gumbell 分布と Weibull 分布を候補分布とする現行システムに基づく結果によれば、わが国沿岸における台風時高潮偏差資料の確率分布が $k=0.75$ および 2.0 の Weibull 分布をそれぞれ最適分布とする地点に 2 分される傾向にあるが、修正システムでは、この傾向が促進される。つまり、形状母数 $k=0.75$ はより小さい値に、

形状母数 $k=2.0$ はより大きい値として評価されており、100 年確率高潮偏差がそれぞれ増加あるいは減少している。また、標準偏差は最適分布の形状母数が $k=0.75$ から $k=0.5$ に変化した地点では増加しているが、他の地点では形状母数が小さくなった地点でも標準偏差は減少していることから、jackknife 法に基づく修正システムは台田の経験式に基づく現行システムに比べて小さい標準偏差を与えることがわかる。また、候補分布の形状母数の範囲の拡大により、少なくとも 1 つの候補分布が棄却されない地点 (たとえば高知) が増えている。

FT-II 型分布が最適分布に選ばれる場合をみると、適合度は当然高くなるが、再現期待値のみならず標準偏差も大きく評価されることが多く、しかもより長期の再現期間に対して非現実的な再現期待値を与える傾向にある。したがって、FT-II 型分布の適用は、適合度が格段に向上する場合や、名古屋のように再現期待値の標準偏差が FT-II 型分布を考慮しない場合より小さい場合に限定するのが工学的にみて得策であると判断される。なお、FT-II 型分布を含めれば、棄却されない候補分布の数が増加する。

(5) 波高の極値

表—5 は検討対象とした 49 地点のうち、主として外洋に面する代表 11 地点における年最大波高 (H m) 資料に対する極値統計解析結果の一覧であり、 h は波高計設置水深を表す。現行システムによれば、 $k=2.0$ の Weibull

表-5 波高の極値統計解析結果

地点名	h (m)	年最大波高 (m 単位)																							
		K	k_s	k_{34}	k'	ρ_s	ρ_{34}	ρ'	H_5	H_{34}	H_{75}	H_{94}	H_{max}	G	A	B	C	D	E	F	H				
紋別	52	20	2.0	2.2	G	.989	.989	.988	8.54	8.43	.77	.62	7.73	○	■	▲	○	○	○	▼	▼				
尻羽岬	47	10	2.0	10.0	50.1	.935	.970	.974	9.23	8.40	1.19	.35	7.48	▼	■	■	■	■	▼	▼	○				
江ノ島	57	17	2.0	2.4	G	.992	.993	.990	9.89	9.68	.84	.73	9.27	○	▲	○	○	○	○	▼	▼				
小名浜	19	15	2.0	7.0	7.93	.943	.972	.975	8.43	7.65	.91	.37	6.80	■	■	■	■	■	▼	▼	○				
波浮	49	22	2.0	2.2	2.24	.993	.994	.994	9.11	9.01	.66	.52	8.36	○	■	■	○	○	○	▼	▼				
御坊沖	170	11	G	1.6	1.70	.994	.994	.992	14.43	13.86	3.12	2.15	11.37	○	○	○	○	○	○	▼	▼				
佐多岬	45	13	2.0	5.0	9.71	.954	.980	.984	11.44	10.34	1.68	.58	8.63	▼	■	■	■	■	▼	○	○				
喜屋武岬	51	12	2.0	5.0	4.64	.978	.995	.995	12.10	11.05	1.61	.83	9.90	○	■	■	○	○	○	○	▼				
那覇	51	21	.75	.7	.94	.972	.973	.944	10.41	10.60	2.95	2.30	9.24	■	○	○	○	■	■	■	■				
輪島	50	16	2.0	3.0	2.94	.984	.990	.989	7.82	7.61	.46	.30	7.19	○	■	■	○	○	○	○	▼				
浜田	51	21	2.0	1.9	G	.988	.988	.989	8.71	8.77	.63	.54	7.93	○	■	▼	○	○	○	○	▼				

表-6 わが国沿岸における気象・海象要素の100年期待値の範囲

領域	要素	現行システム	修正システム
		100年期待値±標準偏差	100年期待値±標準偏差
沿岸全域	風速	29.4±1.8~79.2±12.5 m/s	28.8±1.2~82.3±11.5 m/s
〃	最高気温	27.5±0.7~38.0±0.6℃	26.3±0.4~37.8±0.5℃
〃	最低気温	-17.6±1.9~ 0.4±0.5℃	-17.6±1.8~ 0.6±0.4℃
〃	気温日較差	13.6±0.7~20.7±2.6℃	13.3±0.5~20.4±2.0℃
〃	日降水量	152±17 ~ 755±287 mm	152±12 ~ 908±406 mm
太平洋岸	気圧	909±11 ~ 967± 4 hPa	909± 9 ~ 969± 3 hPa
太平洋岸	高潮偏差	65± 9 ~ 312±74 cm	63± 5 ~ 340±91 cm
沿岸全域	波高	6.2±1.3~14.4±3.1 m	6.0±0.8~13.9±2.2 m

分布を最適分布とする地点が多くみられるが、候補分布の範囲が広い修正システムでは、多くの地点で形状母数の値が $k=2.0$ より大きく評価されており、その結果、100年確率波高が低くなっている。こうした特徴は尻羽岬、小名浜、佐多岬、喜屋武岬において顕著である。一方、 $k=0.75$ のように形状母数が小さい地点では逆の傾向を示す。しかし、標準偏差は、形状母数の増減によらず、修正システムがより小さい値を与える。また、修正システムでは、少なくとも1つの候補分布は棄却されない。

(6) わが国沿岸における気象・海象要素の極値

本研究の解析結果に限定すれば、Gumbel分布およびWeibull分布を候補分布とする修正システムに基づいて推定したわが国沿岸における各種気象・海象要素の、標準偏差を含む100年再現期待値は表-6に示す範囲にある。修正システムに基づく100年再現期待値の下限は現行システムによる結果と同じか低くなるのに対して、上限の増減は気象・海象要素の種類による。

5. 結 語

最小2乗法に基づく現行の極値統計解析システムに対

する修正システムは、現行システムより高い適合度と、少なくとも形状母数が同一であれば、小さい標準偏差推定値を与えるので、現行システムに比べて各種気象・海象要素の再現期待値とその変動域をより合理的に評価することが明らかにされた。

参 考 文 献

合田良實(1990): 港湾構造物の耐波設計—波浪工学への序説—, 鹿島出版会, 333 p.
高樺琢馬・宝 啓・清水 章 (1986): 琵琶湖水文データの基礎的分析, 京大防災研年報, 第29号, B-2, pp. 157-171.
山口正隆・中村雄二・大木泰憲 (1996): 波高の極値統計解析システムとその適用, 愛媛大学工学部紀要, 第15巻, pp. 301-317.
山口正隆・畑田佳男・大福 学 (1997 a): わが国沿岸における気象・海象要素の極値の推定, 自然災害科学 J. JSNDS, Vol. 15, No. 4, pp. 303-314.
山口正隆・前川隆海 (1997 b): 最小2乗法に基づく極値統計解析システムの拡張とその精度の検討 (未発表).
Miller, R. G. (1974): The jackknife—a review, Biometrika, Vol. 161, No. 1, pp. 1-15.