

## 우리나라 主要港灣의 最極海面 再分析

崔秉昊\*, 金東喆\*

### 1. 서언

前回の 極值確率模型에 의한 海面分析(崔, 1982)은 資料延長이 增加됨에 따라 再分析(update)이 이루어졌다. 檢潮資料의 延長이 35년 程度로 확장된 시점에서 특히 主要檢潮所의 인근에서 防潮堤, 하구둑(群山, 木浦), 檢潮所 이천(仁川), 대규모 매립(麗水)이 수행되어 潮汐體系가 變化되는 樣相이 있어 年極值 역시 同質性的 確保에 문제가 있어 年潮汐分析과 동시에 이러한 潮汐變化의 確認하였다. 더불어 年極值(annual extreme) 역시 그룹핑시켜 이를 分析하였다. 現在 西南海岸의 大規模 개발, 海岸 原電의 安全한 운용등이 중요한 사항이나 이러한 연안방어를 위한 기초자료의 질의 보존 및 분석에 대해서는 소홀한 실정에 있다. 대규모 연안 매립에 의한 향후 조석체계의 변환, 長江의 三峽댐 건설에 의한 육봉해 海洋體系의 변환, 地球溫暖化에 따른 海面上昇이 현재 수행되는 중요 해안 구조물의 설계수위의 결정에도 중요한 요소이며 기존 해안방어체계(Coastal defence system)의 재 평가를 요구하는 사항으로 여러 각도에서 해안·해양공학의 기본과제로서 수행할 필요가 있다.

### 2. 極值確率模型(Extreme Value Probability Model)

極值統計學은 最大 및 最少值의 時系列을 다루는 分野이며 極值의 確率分布를 推定하는 데, 風速, 降雨, 設計波浪, 氣壓, 溫度分布 等을 包含한 科學全般에 滿足스럽게 利用되어 왔다. 한편 沿岸海洋學에서의 極值確率모델은 異常海面의 推定을 위하여 歐洲에서 主要 利用되어 왔다. 이 方法에 依하면 極值의 推定은 觀測值의 延長이 增加함에 따라 發生頻度分布가 影響을 받는다. 極值의 標準偏差가 減少하는 傾向이면 求하는 最極海面의 理論的인 上限이 있으나 增加하는 趨勢이면 上限이 없게 된다. 年別極值의 標準偏差( $\sigma_1$ )와 二年間(biennial, two-yearly)極值( $\sigma_2$ )의 比率은 分布函數의 曲率을 나타낸다. Gumbel은  $\sigma_1 = \sigma_2$  라는 假定下에 上記와 같은 變換된 頻度曲線(transformed frequency curve)을 提示하였다.

$$x = -\ln(-\ln p) \text{ 또는 } T = -1/\ln p \quad (3)$$

여기서  $p$ 는 年極值가 一定海面,  $h$  보다 작을 確率이며  $T$ 는 再現年數이다.

Gumbel의 모델은 河川洪水量 및 氣象現象과 類似한 統計問題에 널리 利用되어 왔다. Barricelli는  $\sigma_1/\sigma_2$ 가 Gumbel의 境遇인 1과 1.21 사이에서 變하도록 좀 더 信賴性있는 모델을 提示하였다.

Jenkinson은 極值分布를  $2^k = \sigma_1/\sigma_2$ 로서 下記의 曲線函數로서 提示하였다.

$$x = \frac{1}{k} \ln \left( 1 - \frac{h-h_0}{a} \right) \quad (4)$$

여기서  $h$ 는 觀測值,  $k, a$ 와  $h_0$ 는 常數인데 前述한 대로  $k = \frac{\log \sigma_1 - \log \sigma_2}{\log 2}$ 로 定議된다.  $k$ 는 또한 確率모델에 關聯된 資料의 曲率形態를 다음과 같이 나타낸다.

$k < 0$  이면 曲線은 上向으로 굽으며 理論的인 上限이 없다.

(Fisher-Tippett type I)

$k = 0$  이면 直線의 境遇 (Gumbel 의 모델)

\* 成均館大學校 工科大學 土木工學科

(Fisher-Tippett type II)

$k > 0$  이면 曲線은 下向으로 굽으며 理論的인 上限을 가진다.

(Fisher-Tippett type III)

$\sigma_1$  과  $\sigma_2$  에 關한 假定 및 分類가 完全히 滿足스러운 것은 아니지만  $\sigma_1/\sigma_2$  의 값이 0.85와 1.20 사이에서 變하는 것을 基礎로 한 Jenkinson의 非線型모델이 英國을 包含한 歐洲에서 널리 利用되고 있어 本 研究에서 이 모델을 採擇하였다. 異常海面의 境遇는  $\sigma_1/\sigma_2$  의 變化度가 커서 Gumbel 및 Barricelli의 方法이 相對的으로 滿足스러운 結果를 주지 못하는 것으로 알려져 있다. 또한 觀測值의 等級을  $r$ 이라 하고  $N$ 이 總觀測數일 때 確率值의 位置를  $\frac{2r-1}{2N}$  로 取하는 Hanzen의 方法이  $\frac{r}{N+1}$  을 取하는 Gumbel의 方法보다는 異常海面의 境遇 좀 더 合理的인 것으로 利用되고 있어 이 方法을 取한다.

### 3. 모형의 적용 결과

각 검조소의 年극치는 30-35년 자료로서 경향제거(trend removal)가 어렵지만 極극치의 선형경향을 산출하여 경향 제거에 이용하였다. Jenkinson의 모형 적용 結果는 그림에 제시된 Port diagram curve(Graff와 Blackman, 1978)의 형태로서 제시하였는데 A형 곡선은 선형경향이 제거되지 않은 곡선, B형은 선형경향이 1995년까지 축적되었다고 가정하고 이 경향을 제거한 곡선이며 C곡선은 이 선형경향이 기준년 이후에도 계속된다고 가정하여 B형 곡선을 다음과 같이 수정한 結果이다.

$$h_C = h_B + T \cdot S/2$$

여기서  $T$ 는 재현년수,  $S$ 는 자료의 연평균 승강률,  $h_C$ ,  $h_B$ 는 C, B 곡선상의 해면고이다. Port diagram curve에서 보면 C형 곡선에 의한 해면 추정은 재현년수가 증가할수록 신뢰성 없는 값을 제시한다. 따라서 A형 곡선과 B형 곡선에서 極극치를 선택해야 되는데 현재 30년 정도의 자료에서 선형경향의 제거는 어려우므로 A형 곡선에 의한 極극(저극)해면을 취하는 것이 무난한 방법일 것이다. 표 1은 우리나라 주요항만의 지역적인 극치분포를 계수(추정극치-대조조위/평균대조화)로서 50년 재현 極극해면이 평균대조차와의 상대적인 크기를 나타내는 파라메터이다. 이 지역적인 극치 양상은 별도로 수행되고 있는 수치모형 시뮬레이션(조석, 해일)의 結果와 상관이어 우리나라 주변해역의 해면의 극치상황을 제시하는 데 활용될 예정이다.

### 참고 문헌

최병호, 1982. 우리나라 주요항만의 極극해면 분석, 성균관대학교 논문집 자연계 제 32 별호, 237-251.  
Blackman, D.L. and Graff, J., 1978. The analysis of annual extreme sea levels at certain parts in southern England, Proc. Instn. Civ. Engrs., Part 2., Vol. 65.  
Jenkinson, A.F., 1955. Frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements, Quatr. J. Roy. Met. Soc., Vol. 81.

표 1. Factors representing a regional extreme pattern

Expected maximum tide

Port	MHWS to LMSL, m	50 year maximum to LMSL	Difference, m	Spring rangs, m	Differnce
					Spring range
인천	3.94	5.25	1.31	7.88	0.17
군산	2.75	4.29	1.54	5.50	0.28
목포	1.59	2.16	0.57	3.18	0.18
대흑산도	1.42	2.48	1.06	2.84	0.37
제주	1.01	1.95	0.94	2.02	0.47
여수	1.49	2.37	0.88	2.98	0.30
진해	1.37	1.54	0.17	2.74	0.06
부산	0.59	1.07	0.48	1.18	0.41
울산	0.27	0.66	0.39	0.54	0.72
목호	0.09	0.74	0.65	0.18	3.6

Expected minimum tide

Port	MLWS to LMSL, m	50 year minimum to LMSL	Difference, m	Spring rangs, m	Differnce
					Spring range
인천	-3.94	-5.59	-1.65	7.88	-0.21
군산	-2.75	-3.90	-1.15	5.50	-0.21
목포	-1.59	-3.37	-1.78	3.18	-0.56
대흑산도	-1.42	-2.36	-0.94	2.84	-0.33
제주	-1.01	-1.92	-0.91	2.02	-0.45
여수	-1.49	-2.36	-0.87	2.98	-0.29
진해	-1.37	-1.61	-0.24	2.74	-0.08
부산	-0.59	-1.08	-0.49	1.18	-0.42
울산	-0.27	-0.74	-0.47	0.54	-0.87
목호	-0.09	-0.52	-0.43	0.18	-2.39

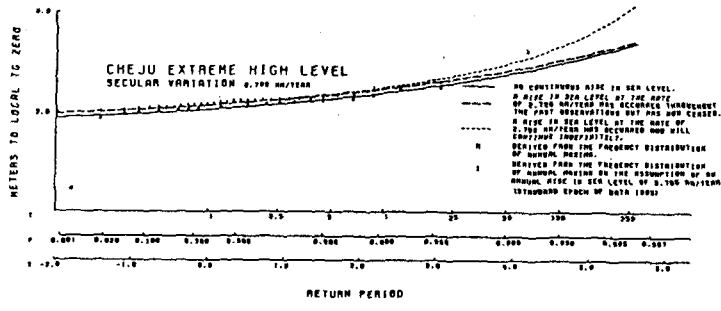
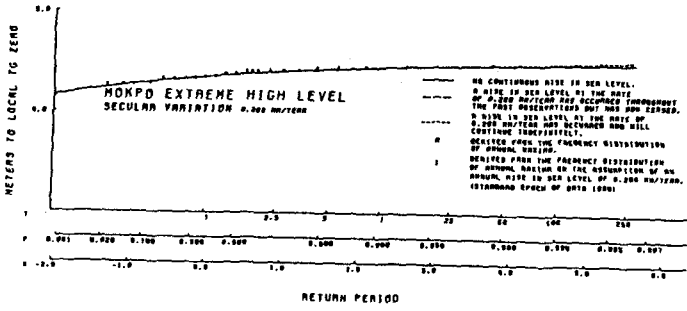
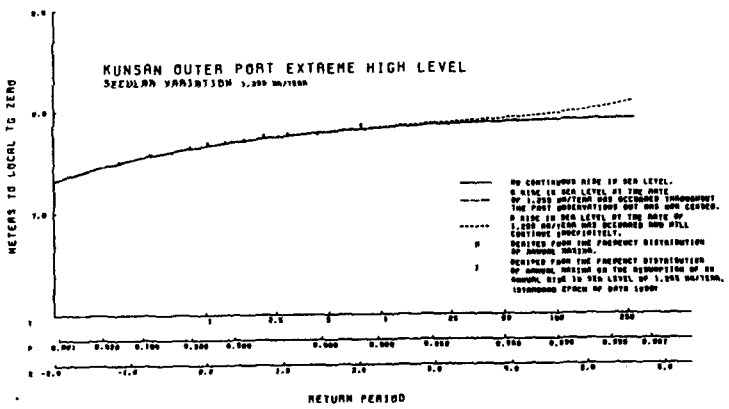
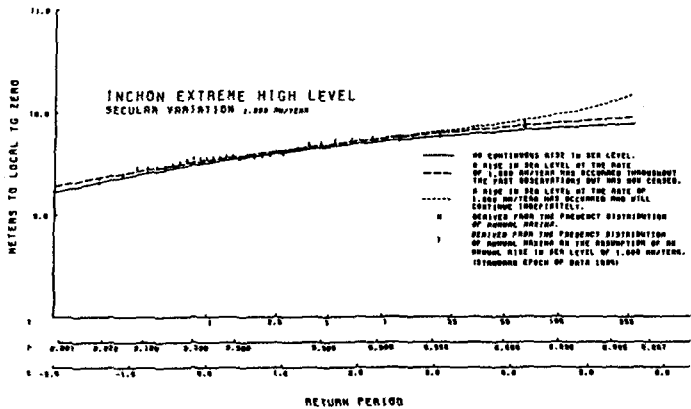


그림 1. 주요 항만의 최고극 해면

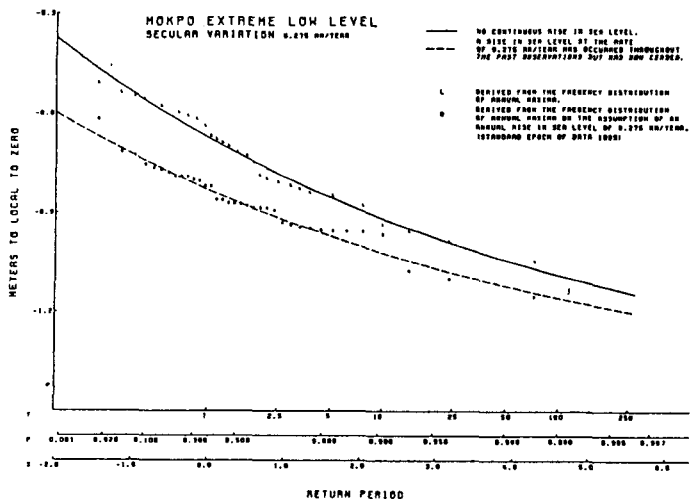
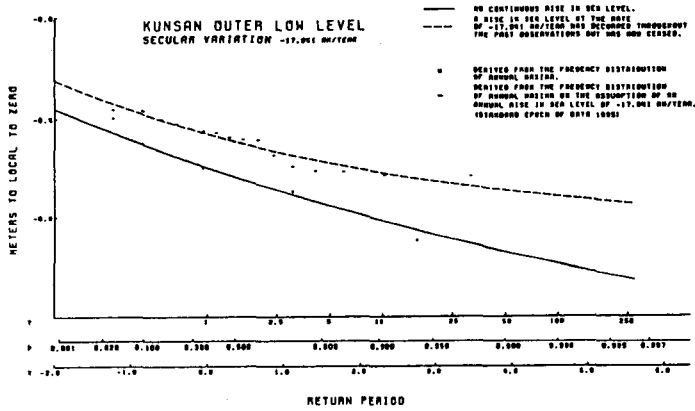
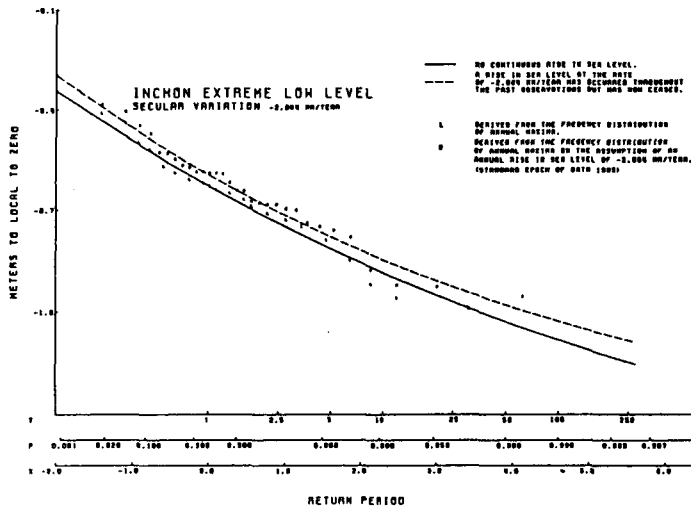


그림 2. 주요 항만의 최저극 해면