

バングラデシュの高潮に関する研究

—1991年のサイクロンによる高潮の数値シミュレーション—

京都大学防災研究所 正員 山下隆男

京都大学防災研究所 正員 土屋義人

京都大学大学院 学生員 ○亀井一彰

1. 緒言 本研究では、Bangladesh の高潮の特性を明らかにするため、tidal flat の存在する場合での高潮数値モデルを用いて、1991年のサイクロンによる高潮の数値シミュレーションを行う。

サイクロンのモデル化には、日本で提案されている台風モデルを適用を検討し、潮汐計算は Schwiderski²⁾ の全球計算による調和定数を用いて境界条件を与え、対象領域での数値計算を行う。

2. 高潮計算の数値モデル

(1) 高潮数値モデル 山下・山中・土屋¹⁾により開発された数値モデルで、基礎方程式は水平2次元の長波近似式に、海面でのせん断応力(吹き寄せ作用)、大気圧の勾配の項(吸い上げ作用)を考慮したもので、Bangladesh の河口部の地形のような tidal flat 上での潮流、高潮の伝播計算や高潮の陸上へのそ上計算が可能である。数値計算法は有限差分法の格子点法で、基礎式における各項の離散化に最適の計算方法を適用するために時間分割法を採用している。すなわち、非線形移流計算、拡散計算および伝播計算に対して、それぞれ、特性曲線法(Two-point Fourth-order Scheme)、ADI法(交互陰解法)および、iterative ADI法(繰り返し交互陰解法)を用いている。

(2) サイクロンのモデル化 ハリケーンや台風などの極度に発達した熱帯性低気圧は、同心円状の気圧分布を仮定して、指数関数による減衰曲線でモデル化される。風速分布は、台風内の気流運動を記述する方程式において、鉛直分布、移流の影響を無視して傾度風を計算し、これと風域場が移動する速度をベクトルの足し合わせて、摩擦を考慮しない場合の風場(FFW:Friction Free Wind)を求め、さらに、地上での摩擦を評価することによって計算する。

ここでは、日本において提案されている3つの台風モデル(藤田、光田・藤井³⁾、Yoshizumiのモデル)を比較し、次のような結果が得られた。藤田モデルは遠方の風域場を過大評価しているが、台風の中心付近の風速は小さ目に計算されている。Yoshizumiモデルは台風中心付近の風向が合っていない。偏角30°で与えた光田・藤井モデルおよび藤田モデルはの風向は観測結果と良い一致を示している。光田・藤井モデルは台風中心付近の風ベクトルが観測値と良い一致を示しており、遠方の風域場の風速のオーダーも良く合っている。以上のことから、本研究では、光田・藤井モデルをBangladeshのサイクロンのモデルとして使用することとした。

(3) 潮汐計算 Schwiderskiによる全球規模での潮汐計算結果を境界条件として与え、高潮計算領域において数値計算を行った。Schwiderskiの計算結果は1°メッシュで、位相および振幅が表示されており、潮汐は $\zeta = \xi \cos(\sigma t + \chi - \delta)$ なる式で与えられる。ここに、 ξ および δ はSchwiderskiにより計算された振幅(m)およびGreenwich時間での位相(rad)である。

3. 1991年のサイクロンによる高潮シミュレーション

本研究では、静止状態の初期条件により、高潮計算の6hr前から潮流計算をはじめ、初期じょう乱の影響が小さくなった時点で、サイクロンの影響が始めるように計算条件を設定した。この場合、開境界条件としては、天文潮2分潮および気圧低下による静的な吸い上げ相当水位を与え、海岸線では完全反射条件とし、

海面せん断応力の抵抗係数 C_D は 0.0026 とし、コリオリパラメーターは北緯 21.5° での値を与えた。

サイクロンの経路は、U.S. Army and Air Force Joint Typhoon Warning Center(JTWC) の Tropical Storm Warning 記録、赤新月社の警報伝達記録および SPARRSO の経路図の 3 通りが発表されており、図-1 に示すように、三者ともにコースが異なる。中心気圧、3hr 毎のサイクロンの中心位置が示されている JTWC のもの以外は数値計算には使えないが、現地での強風の状況調査からはサイクロンの中心がやや南に寄りすぎていると考えられる。そこで、藤井は図-1 に示す気象観測ステーションの気圧データを用いて客観解析を行い、破線で示すようにサイクロンの位置および中心気圧を修正した。ここでは、JTWC のデータ、および修正したコースを用いて、高潮の数値計算を行い、その海岸線沿いの水位点での時空間変化および、最大値の分布を図-2,3 に示すように求めた。

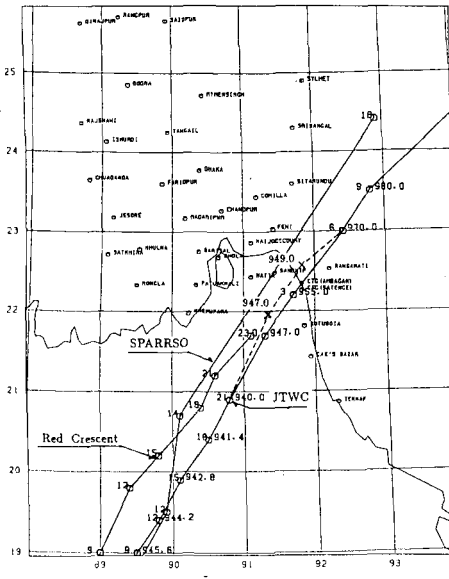


図-1 1991 年のサイクロンの経路

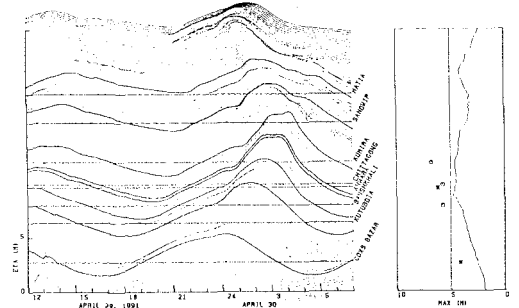


図-2 沿岸域での高潮の時空間変化および、海岸線沿いの最大値分布 (JTWC のコース)

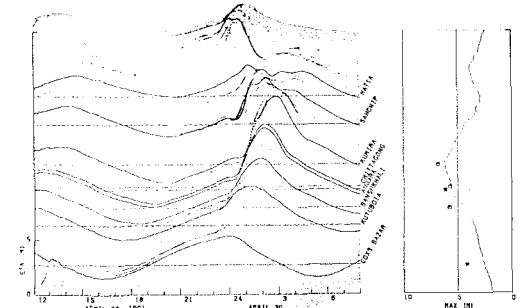


図-3 沿岸域での高潮の時空間変化および、海岸線沿いの最大値分布 (修正したコース)

5. 結 語 数値シミュレーションの結果、どちらのコースでも高潮偏差が高いのは、Sandwip 島東岸の Kumira から Bashkhali までで、そこから Cox's Bazar に向かって偏差は小さくなっていく。修正したコースによると、Kumira から Anwara にかけてはほぼ満潮時に重なり、高潮の最大値は 6m 以上にもなっており、観測結果とよく一致している。以上のことから、天文潮の大きな Bengal 湾湾奥における高潮には、潮汐との相互作用が大きく影響するため、サイクロンの位置や移動速度により計算結果が大きく左右されることがわかる。その他、Bengal 湾における高潮の特性には、サイクロンの規模に比べて水深 10m 以下の大規模の規模が大きいため、サイクロン全体の風域場の的確なモデル化が重要である。

参考文献 1) 山下隆男・山中久生・土屋義人：エスチャーリーにおける長周期波の数値計算 — 田辺湾の潮流・吹送流シミュレーション — , 京大防災研究所年報 第 34 号 B-2 1991 pp449 ~ 469 2) E.W.Schwiderski : Global Ocean Tides , PART II The Semidiurnal Principal Lunar Tide (M_2) , Atlas of Tidal Charts and Maps , 1979 3) 藤井 健・光田 寧：台風の確率モデルの作成とそれによる強風のシミュレーション , 京大防災研究所年報 , 第 29 号 B-1 1986 pp229 ~ 239