

## 2009年サイクロン Aila によるベンガル湾の高潮計算

名古屋大学大学院工学研究科	学生会員	○大橋 峻
名古屋大学大学院工学研究科	正 会 員	川崎浩司
名古屋大学大学院工学研究科	正 会 員	水谷法美
名古屋大学大学院環境学研究科		Nazmun Nahar

### 1. はじめに

ベンガル湾湾奥部に位置するバングラデシュでは、ベンガル湾南部で形成されたサイクロンが毎年上陸し、各地で大規模な高潮氾濫災害が発生している。バングラデシュの国土の大半は、ガンジス川、ブラマプトラ川、メグナ川の3大河川によって運ばれた土砂が堆積することで形成された低平な土地であり、一度、氾濫災害が発生すると、被害が広範囲にわたるという特性がある。山下ら(1992)によると、バングラデシュ周辺海域では100km沖側まで達する水深10m以浅の平坦な海底扇状地が大陸棚上に形成されており、吹き寄せ効果および台風・高潮の移動速度が一致する共鳴現象によって高潮潮位が増大する。このように、熱帯低気圧に対する脆弱性を有するバングラデシュでは、高潮氾濫災害に対して沿岸域に堤防や高潮シェルターを整備するなどのハード的な対策を講じる一方で、高潮予報警報システムの整備や住民に対する避難訓練の実施などのソフト的な対策に特に重点を置いてきた。土木学会バングラデシュ水害調査に対する災害緊急調査団(2008)によると、高潮シェルターは高潮氾濫災害の低減に一定の効果を発揮しているものの、その絶対数や最適な配置に関しては検討の余地がある。一方、川崎ら(2010)は、簡便かつ高精度な高潮・高波氾濫モデルを構築し、伊勢湾海域を対象とした高潮氾濫計算を行っている。高潮・高波氾濫モデルは、高波の影響を考慮した高潮モデルとCIP法を導入した氾濫モデルより構成されており、地形条件が複雑な都市部にも高精度に対応した高潮氾濫計算を行うことができる。また、計算結果を用いて、都市部における氾濫危険度を総合的に評価することは、高潮シェルターの最適配置などのソフト対策を検討するにあたって重要である。

本研究では、川崎ら(2010)が開発した高潮・高波氾濫モデルのうち、高潮モデルのみを用いて2009年のサイクロン Aila を対象とした高潮計算を行い、ベンガル湾湾奥部における高潮場について考察する。

### 2. 高潮モデルの概要

本研究で使用した高潮モデルは、単層流動モデルと台風モデルを組み合わせて構成されている。単層流動モデルの支配方程式は、連続式と運動方程式を水深方向に積分平均化した平面2次元長波近似方程式である。台風モデルは、Schlomerの式により気圧分布を与え、気圧勾配から傾度風を推算し、その後、地表風に換算して風速場を求めるMyersモデルを用いた。なお、川崎ら(2010)の高潮モデルでは、第3世代波浪推算モデルSWANを用いてwave setupの影響を考慮しているが、本研究では使用しないものとする。

### 3. サイクロン Aila による高潮計算とその考察

対象計算領域を図-1に示す。計算期間は2009年5月23日6時から25日21時、計算時間間隔は1秒、地形データは全球1分グリッド水深データ(ETOPO1)、サイクロンデータはJTWC(Joint Typhoon Warning Center)のBest Track Dataをそれぞれ用いている。図-2にサイクロン Aila の経路を黒実線で、被災地を赤色で表した地図を示す。同図をみると、サイクロン Aila は2009年5月25日にインド西ベンガル州に上陸し、その後、インドとバングラデシュの国境付近を北上しており、バングラデシュにおいては沿岸域全域が被災地となっている。また、

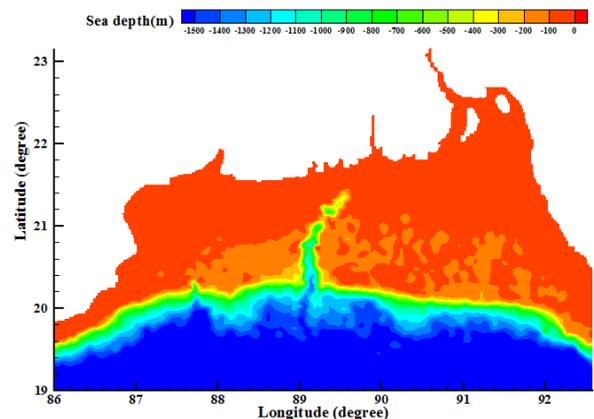


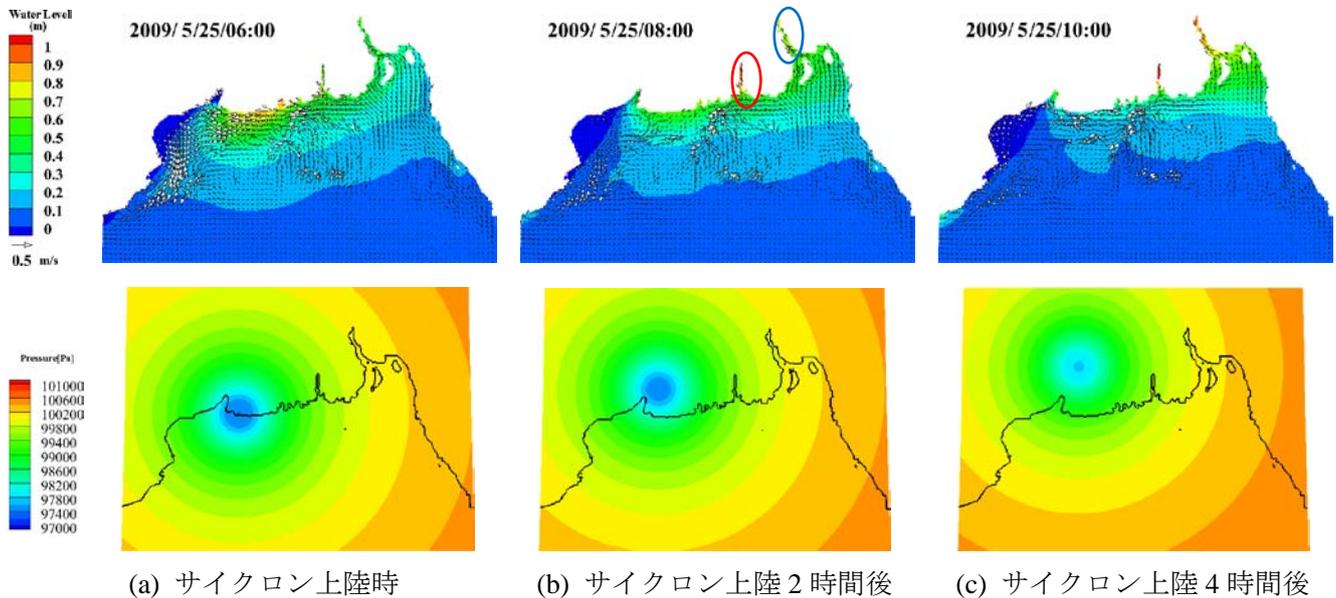
図-1 対象計算領域

サイクロン Aila 襲来時に、高潮が河川を遡上することで河川の水位が上昇し、河川堤防の破堤によって内陸部でも多数の氾濫被害が報告されており、バングラデシュ西部では特に広域で被害が発生した。

図-3 に、サイクロン Aila 襲来時の潮位偏差分布と気圧分布の計算値を示す。図-3 (a)に示すサイクロン上陸時には、インド西ベンガル州からバングラデシュ西部の沿岸域にかけて 0.7m 前後、その他の海域では 0.5m 未満の潮位偏差が発生している。図-3 (b)に示すサイクロン上陸 2 時間後には、インド西ベンガル州周辺で約 0.6m、赤枠に示すバイラブ川で約 0.8m、青枠に示すメグナ川河口域で約 0.6m の潮位偏差が発生しており、高潮が海岸線に沿って北東へ伝播するとともに河川に遡上することで、河川において潮位偏差が上昇している様子がわかる。さらに、図-3 (c)に示すサイクロン上陸 4 時間後には、バイラブ川上流部で最大 1.22m の潮位偏差が発生した。このように、高潮によって河川の水位が上昇し、海岸堤防の破堤によって氾濫被害が発生したことが計算結果より推察される。以上のことから、計算結果は実現象を良好に表現していることが定性的に示された。



図-2 サイクロン Aila の経路と被災地 (出典：国連人道問題調整事務所)



(a) サイクロン上陸時 (b) サイクロン上陸 2 時間後 (c) サイクロン上陸 4 時間後

図-3 サイクロン Aila 襲来時のベンガル湾湾奥部における潮位偏差分布と気圧分布

#### 4. おわりに

本研究では、単層流動モデルと Myers の台風モデルを組み合わせた高潮モデルを用いて、2009 年のサイクロン Aila による高潮計算を行い、Aila 襲来時の高潮場に関して考察するとともに実現象との比較を行った。その結果、計算結果が実現象を良好に再現していることが定性的に示された。今後は、ベンガル湾湾奥部における高潮の計算結果と観測結果の定量的な比較・検証を行うとともに、高潮・高波氾濫モデルを用いたバングラデシュ沿岸域における高潮氾濫計算および氾濫危険度の総合的な評価を行う予定である。

#### [参考文献]

川崎ら(2010)：土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 66，pp. 196-200.  
 国連人道問題調整事務所：Relief Web，<http://www.reliefweb.int/rw/dbc.nsf/doc100?OpenForm>  
 土木学会バングラデシュ水害調査に対する災害緊急調査団(2008)，2007 バングラデシュ・サイクロン SIDR 高潮水害調査報告書，p86.  
 山下ら(1992)：海岸工学論文集，第 39 巻，pp. 236-240.