

京都大学大学院 学生員 島本和仁
 京都大学防災研究所 正会員 中川 一
 京都大学防災研究所 正会員 井上和也

1. はじめに

従来の高潮に関する研究は、高潮による潮位上昇量の予測や、予測された高潮を境界条件とする堤内側の氾濫解析に重点が置かれている。本研究では、高潮のモデルと氾濫のモデルを一体化し、高潮の推算とそれによる氾濫の状況の予測とを同時に行えるモデルを構築した。また、この方法を大阪湾域部に適用し、高潮氾濫が温暖化による海面上昇によってどのように変化するかを予測を試みた。

2. 高潮およびその氾濫を扱う基礎方程式

基礎方程式には以下の単層モデルを用いる。

連続式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

水底面での摩擦応力

$$\tau_{bx} = \frac{\rho_w g n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} - k \tau_{sx} \quad (4)$$

運動量式

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial (uM)}{\partial x} + \frac{\partial (vM)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial p}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_w} + fN + \frac{\tau_{sx}}{\rho_w} \quad (2)$$

$$\tau_{by} = \frac{\rho_w g n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} - k \tau_{sy} \quad (5)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial (uN)}{\partial x} + \frac{\partial (vN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial p}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho_w} - fM + \frac{\tau_{sy}}{\rho_w} \quad (3)$$

$$\tau_{sx} = \rho_a f_s W_x \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \quad (6)$$

$$\tau_{sy} = \rho_a f_s W_y \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \quad (7)$$

ここに、 h :水深、 u, v : x, y 方向の流速、 M, N : x, y 方向の流量フラックス、 H :基準面から自由水面までの高さ、 ρ_w :海水の密度、 ρ_a :空気の密度、 p :平均気圧からの偏差、 τ_b :水底面でのせん断応力、 τ_s :水表面でのせん断応力、 f :コリオリのパラメータ、 g :重力加速度、 f_s :自由水面上での抵抗係数、 W_x, W_y :自由水面上での x, y 方向の風速、 n :マニングの粗度係数、 k :定数で、 $k=0.25$ である。

台風モデルには、藤井・光田のモデル¹⁾を用いた。また、防潮堤などの堤防が存在する場合には、越流量を岩佐ら²⁾の方法にしたがって本間の越流公式で求めた。数値計算には差分式を用いている。

3. 計算領域・計算条件

計算領域を図1に示す。メッシュサイズは、建設省国土地理院の国土数値情報に準拠させ、広領域では第3次メッシュ、狭領域ではその1/4地域メッシュとしている。すなわち、広領域では $\Delta x=1145\text{m}$ 、 $\Delta y=922.5\text{m}$ で、狭領域ではその1/4の値を用いている。標高値のうち、海底地盤標高は海上保安庁の海図より読み取った。陸上の標高に関しては、基本的には国土数値情報の値を用いているが、T.P.5m以下のところでは、さらに詳しい値を与えるために1/2500の地形図より読み取った。また、海岸および河川堤防の天端高については、建設省並びに関係自治体の資料より現況の値を用いた。

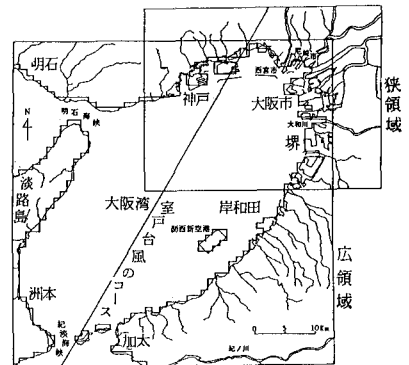


図1 計算領域

計算条件として、広領域において大阪湾の開境界条件として、明石海峡側では二見での、紀淡海峡側では和歌山での主要四分潮の潮汐変化と、気圧降下分の水位上昇を与えた。狭領域の開境界条件には、それに相当する広領域での水理量を与え、高潮の推算と氾濫の解析とをこの領域で行なった。また、高潮の潮位偏差が最大となる時刻と大阪湾が満潮となる時刻が一致するようにモデル台風を移動させた。なお、モデル台風には、伊勢湾台風規模を想定し、中心気圧が920hPaの台風を室戸台風のコースで通過させた。

4. 計算結果

1990年に公表された気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の報告書によれば、何らかの対策を講じなければ21世紀末には温暖化現象により平均気温は約3度上昇し、平均海面が65cm上昇するとされている。

そこで、本研究では現在と上記の海面上昇後の高潮氾濫の比較を行なうために、現況としては1993年9月20日に台風が通過するものとし、海面上昇後としては平均海面を65cm上昇させ2100年9月20日に台風が通過するものとして計算を行った。図2、図3はそれぞれの潮位変化の様子である。現況において約T.P. 3.00mの潮位が発生しているが、海面上昇によりT.P. 4.00m近い潮位が発生することがわかる。

図4が現況における高潮氾濫の様子で、1993年9月20日22:30で氾濫面積が最大となっているときのものである。大阪南港西部、築港八幡町、築港新町、築港南町、西宮港東部、摩耶埠頭、和田岬などにおいて浸水が認められる。

図5が海面上昇後における高潮氾濫の様子で、氾濫面積が最大となっている2100年9月20日22:00でのものである。上記の地域において、海面上昇後は氾濫域・氾濫水深ともに増加しているのがわかる。さらに、築港浜寺、六甲アイランド東部、芦屋港西部などでは新たな氾濫が生じている。

今回の計算においては、現況においても海面上昇後においても、氾濫が生じた地点は埠頭や港湾関係施設として利用されている。しかし、都市中心部では高潮対策の効果により氾濫は生じていない。ただ、海面上昇によって氾濫面積は約2.5倍となっており、港湾関係施設を中心とした地域の被害が大幅に増加することが予想される。

5. おわりに

本研究では波浪が考慮されておらず、越波による浸水が氾濫水に与える影響の評価ができていない。今後このモデルに波浪現象を取り入れるとともに、高潮氾濫による被害予測評価へと研究を進めたい。

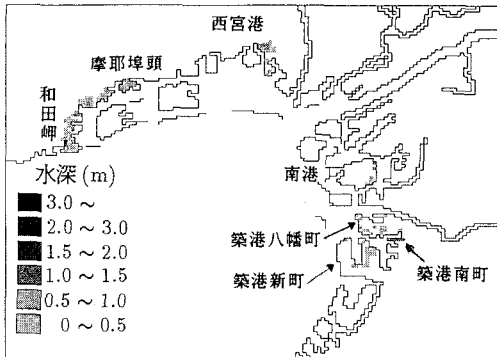


図4 現況での氾濫状況

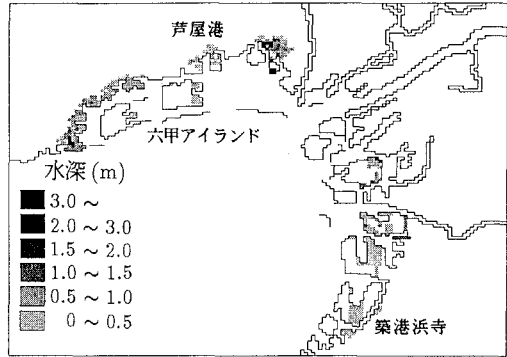


図5 海面上昇後の氾濫状況

6. 参考文献

- 1) 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，京都大学防災研究所年報第29号B-1，pp. 229-239，1986.
- 2) 岩佐義朗・井上和也・水鳥雅文：氾濫水の水利の数値解析法，京都大学防災研究所年報第23号B-2，pp. 305-317，1980.