

(株)大林組 渡辺 慎一
 (株)建設技術研究所 正員 ○栗田 秀明
 大阪大学工学部 正員 中辻 啓二

1. はじめに

わが国の大都市圏は内湾の湾奥に位置していることから温暖化による海面上昇や高潮の変化が懸念されている。とりわけ、大阪湾は台風の常襲地帯である上に遠浅で南向きという湾の特性から、台風による高潮災害を頻繁に受けてきた。そこで、本研究においては、大阪湾を対象にして、地球温暖化による海面上昇と台風の変化が高潮災害に及ぼす影響を平面2次元流動数値モデルにより考察した。

2. 地球温暖化の影響

(1) 海面上昇について：IPCC(1990)によると、二酸化炭素換算の温室効果ガスの濃度は2030年には1960年度の2倍になると報告しており、その結果、気温は2025年で1℃、2100年には3℃上昇するとしている。それに伴い海水面の上昇量は2030年には15cm(5～23cm)、2100年には65cm(30～110cm)と予測している。

(2) 台風変化について：地球温暖化により台風の規模が増大するか否か、発生数が増加するか否かについての議論は現在のところ二分されている。しかし、海水温度の上昇により台風の発生域が北上し、日本へ上陸するときの台風の規模が大きくなる可能性は十分にある。

3. 数値計算モデル

本計算の対象領域は図-1に示す通りである。格子間隔は広領域で3km、狭領域で1kmである。計算の手順は、先ず広領域高潮計算を行い、狭領域の開境界で広領域高潮計算の水面変動と潮汐変動の和を与えた狭領域高潮計算を行う。対象とした台風は1961年の第2室戸台風である。その進路と中心気圧の変化を図-1に示している。

(1) 高潮計算モデル：基礎式は連続方程式と運動方程式を、水深方向に積分した平面二次元モデルである。また、時間差分はリーブ・フロッグ法を用い、空間差分は中央差分、とくに移流項に対しては風上差分を用いた。広領域高潮計算の境界条件として、気圧低下による水位上昇量 $\zeta = 0.991(1013 - P)$ と風による吹き寄せによる上昇量を与える。後者に関しては定説がない。一般に ζ を α 倍したものをを用いる。大阪湾の高潮計算で用いられる α の値は0～1.5の範囲である。

(2) 潮汐計算モデル：図-1に示す狭領域の明石海峡の西側、友ヶ島水道の南側の開境界で実測に基づく潮汐変動を12時間周期の正弦波で与えて計算した。

(3) 気圧・風のモデル：気圧分布を算定する実験式として次のMyers式を用いた。

$$P(r) = P_c + \Delta P \exp(-r_0/r)$$

ここで、 $P(r)$ ：台風中心から距離 r の地点の気圧、 P_c ：台風中心気圧、 ΔP ：1013 - P_c 、 r_0 ：台風の規模を表すパラメーターである。また、風の算定には、傾度風と場の風のベクトル和を採用した。

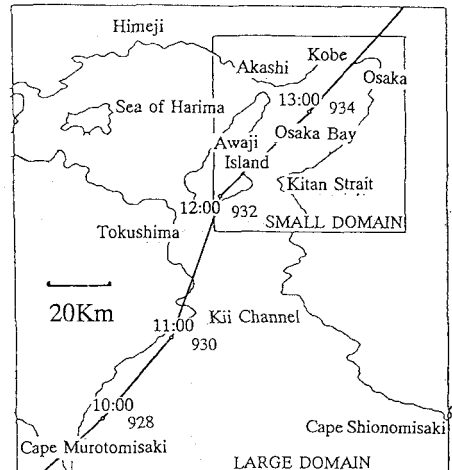


図-1 計算領域と第二室戸台風の中心位置と気圧の時間変化

4. モデルの検証

今回の数値モデルの再現性を確認するため、第二室戸台風を用いた検証計算を行った。図-2に代表例として大阪での実測値と α を変えた計算値との比較を示す。ピーク付近は $\alpha=0.0$ の方があっているようだが、5時から12時の台風来襲前に現れるforunner部の水位が実測値と比べて低い傾向にある。全体的には $\alpha=1.0$ の計算結果と実測値との合致度は良好であると言える。神戸、洲本や和歌山の計算結果も同様の傾向を示している。台風通過後のresurgenceの影響が計算結果に現れており、17時には-60cmも水面が降下しているのが興味深い。

5. 数値計算結果と考察

(1) 海面上昇の寄与：海面上昇量を2100年の予測値である30cm、65cm、110cmの3通りを与えて計算を行った結果、高潮偏差自体はほとんど変化はみられなかった。ただし、この場合の高潮偏差は海面上昇後を基準面としている。

(2) 台風の変化の寄与：Myers式中の ΔP と r_0 をそれぞれ10%大きくして、高潮偏差に及ぼす台風の影響を計算した。 ΔP は台風の強度を、 r_0 は台風の空間規模を表す変数である。大阪の高潮偏差の時間変化を図-3に示す。 r_0 を変えた場合の高潮偏差の変動はあまり顕著ではない。一方、 ΔP を変えた場合には、全体的に30cm程度の水位上昇が認められた。そこで、大阪での高潮偏差の最大値に着目して海面上昇と ΔP 、 r_0 の影響をまとめたのが表-1である。表中の基準値は台風変化や海面上昇の無い場合の計算結果(252 cm)からの増減量を示す。海面上昇量が大きいほど、高潮偏差はわずかながら小さくなる傾向にある。また、 ΔP の増大は高潮偏差を大きくするが、 r_0 の増大は高潮偏差にはほとんど影響がないことが分かった。

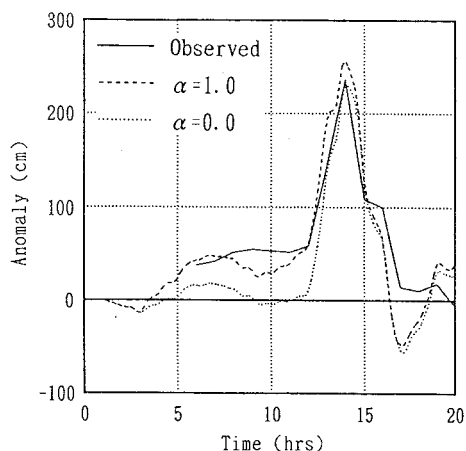


図-2 室戸台風での実測値との比較

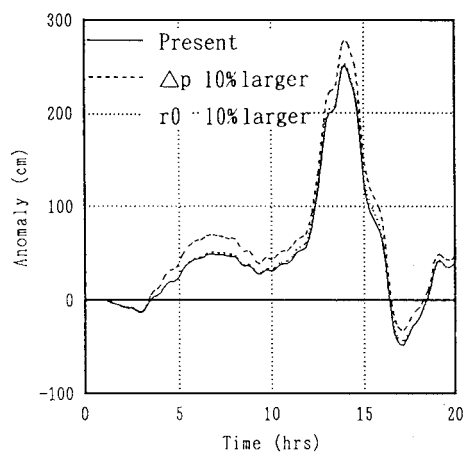


図-3 台風の増大による高潮偏差の変化

表-1 海面上昇と台風増大による高潮偏差の計算結果

Change in Typhoon	Rise in Sea Level (cm)			
	0	30	65	110
Typhoon Muroto 2nd	0	- 2	- 4	- 6
0.1・ ΔP_0 increase	+ 28	+ 26	+ 24	+ 21
0.1・ r_0 larger	+ 2	0	- 1	- 4

6. おわりに

以上は高潮偏差にのみ着目した考察である。例えば、第二室戸台風を対象として65cmの海面上昇、10%の台風規模の増大を考えれば、表-1から $252\text{cm}+65\text{cm}+24\text{cm}-1\text{cm}=340\text{cm}$ が求まり、この値に台風期期望平均満潮位の220cmを加えた $0\text{P}+560\text{cm}$ 以上が計画高潮位となる。現在の計画高潮位 $0\text{P}+520\text{cm}$ よりも大きくなり、高潮に対する対応が必要であろう。

参考文献： IPCC(1990): Climate Change, The IPCC Response Strategies, Island Press