

第Ⅱ部門 台風9918号による広島湾内発生波浪の推算 —WAMとSWANの相互比較—

京都大学大学院	学生会員	○平尾博樹
京都大学防災研究所	正会員	間瀬 肇
京都大学大学院	学生会員	國富將嗣
京都大学防災研究所	フェロー	高山知司

1 はじめに

1999年の台風18号は、八代海、周防灘、広島湾で大きな高潮災害を引き起こした。八代海の不知火町松合地区では高潮と潮汐が重なって、高潮が船溜まりの護岸を越流して堤内地に流れ込み、12名がなくなった。周防灘沿岸では、高潮と高波によって多くの護岸が破壊され、背後地の浸水も生じた。広島湾においても、広島港内の埋立地の多くが冠水した。

一般に、被災時の高潮・高波を現地調査から推定することは容易ではない。被災実態と外力要因との関連を調べるために、数値シミュレーションを用いることは有用な手段である。

そこで、本研究では、波浪推算モデルとしてデルフト工科大学で開発されたSWAN40.11 (Simulating Waves Nearshore) とWAM (WAMDI Group) を用い、広島湾における台風9918号による広島湾内発生波浪に対する追算を行う。その結果から、両モデルを比較することで、SWANの推算精度および特徴を検討する。

2 広島湾における台風9918号時の波浪推算

(1) 計算条件と解析手順

広島湾の計算領域は北緯34.085度～34.375度、東経132.185度～132.575度で囲まれる矩形であり、この領域における詳細な水深を図-1に示す。また、観測点である観音沖(北緯34°21'03", 東経132°24'55")を図中に示す。対象とする期間は、T9918の接近により観音沖で有義波高がピークとなった1999年9月24日10:30を含む1999年9月24日7:00から19:30とした。SWAN、WAM両モデルの詳細な計算条件は表-1のとおりである。また、広島湾を閉鎖領域とみなし、入射波なしの境界条件を用いる。

まず、観測データを基にして、T9918による風速場を作成する。続いて、この風速場を入力データとして先に挙げた計算条件の下で、SWANおよび

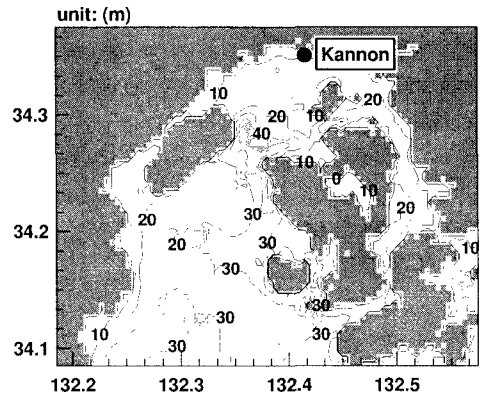


図-1 Bottom topography in Hiroshima Bay

WAMの両モデルを用いて波浪を推算する。この結果から、再現精度を検討するため、計算された有義波高と有義波周期を観測値と比較する。

(2) 推算結果の検証

T9918は1999年9月19日に台湾の東方沖で発生し、勢力を増しながらゆっくり北上した。24日4時ごろ(中心気圧約945hPa)熊本県牛深市に上陸した後、北北東方向に進出し、熊本県荒尾市付近に再上陸した。その後、T9918は福岡県内を北東に進み、周防灘を横切り、8時過ぎ(台風中心気圧950hPa)には山口県宇部市周辺に再々上陸した。そして、9時過ぎには日本海に抜けた。

図-2および図-3は、それぞれ広島観音沖における観測値およびSWAN、WAM両モデルによる有義波周期と有義波高を示したものである。SWANについて、有義波高を見ると、10:30から12時の間、約2.5mの高波浪が観測されているが、計算値は11時にピークを迎えその後減少している。その点を除けば、推算値は観測値に対してわずかに過小評価しているものの、全体として高い精度で一致している。有義波高の相関係数は0.987と極めて高い値を示しており、推算値は実測値の変化傾向

表-1 The computation conditions in Hiroshima Bay

Items	Values	
	WAM	SWAN
Coordinates	Spherical	Spherical
Number of meshes (x-direction)	78	78
Number of meshes (y-direction)	58	58
Number of directions	36	36
Number of frequencies	39	39
Δt (s)	Propagation terms	10
	Source terms	
Δx (degree)	0.39	0.39
Δy (degree)	0.29	0.29
lowest discrete frequency (Hz)	0.04177	0.04177
highest discrete frequency (Hz)	—	1.0

を良好に再現しているといえる。また、横軸に観測値、縦軸に推算値をとった有義波高の相関図をプロットすると、その近似直線の勾配が0.925、切片が0.0540であることから、定量的に見ても再現性が高いと考えられる。

SWAN で計算される波浪パラメータは、各格子点で波浪スペクトルを計算することで得られている。このため、有義波周期に関しては正しい値を得ることができないため、推算値の有義波周期は平均周期を1.2倍したもので代用している。この点を留意し、参考までに推算値の有義波周期と観測値を比較する。

有義波周期(図-3)は8時から14:30までの間、推算値と観測値は比較的良好な対応を示している。これに対して、14:30以降の計算値の有義波周期は実測値を過小評価する結果となった。観音沖の観測風データによると、10時以降、観音沖で南西方向の風が継続的に吹きつづけている。伊予灘は大島を介して計算対象とした広島湾に隣接し、佐田岬半島から大島までの北東方向に約60～80 km のフェッチを持つ海域である。これらのことを考え合わせると、伊予灘で発達した長周期成分の波浪が大島と倉橋島の間から広島湾内に伝播したことが推測できる。追算期間後半において有義波周期の計算値が低い値を示した理由は、計算領域境界の都合により、SWAN モデルがこの影響を考慮できなかったためであると思われる。また、14時以降に計算値の有義波周期が観測値に比べ低いのは、計算領域内の風の減衰に伴ない風波が減衰し、計算領域外からの長周期成分を含む来襲波が風波より卓越したためであると考えられる。

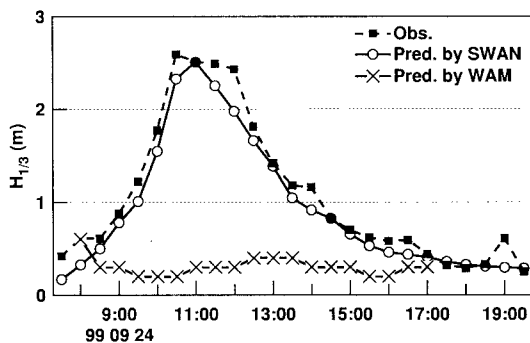


図-2 Significant Wave Height at Kannon (T9918)

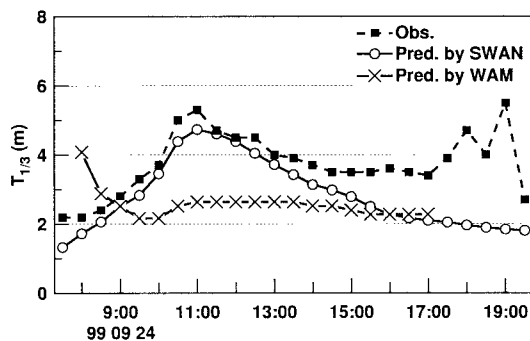


図-3 Significant Wave Period at Kannon (T9918)

一方で、WAM の推算有義波高は、全追算期間にわたって、観測値に対し過小評価する結果となった。観測値の有義波高のピークに対応する10:30前後においても、推算有義波高は0.2mと観測値の2.59mに対して、大幅に小さい値を示した。この原因は、WAM モデルを数値的に安定させる目的のリミッターにあると考えられる。WAM のリミッター値は Δt に依存する関数である。WAM の差分スキームは時間的に陽的解法であるため、安定条件によって、 Δt は Δx に制限される。したがって、 Δx を小さくすることは、間接的にリミッターの値を下げることになる。広島湾は約32 km×約35 kmの湾域であり、WAMはこの程度の狭いスケールの海域での波浪推算には適していないと考える。

3 結論

- (1) 広島湾程度の狭い領域では、リミッターにより制限されるため、WAMによる推算有義波高は発達しない。
- (2) 広島湾において、台風が接近するような風波が卓越する状況下では、SWANを用いて推算した有義波高の精度は非常に高い。