

# 台風0423号来襲時の室戸岬周辺における高潮の特性

稲垣茂樹\*・加藤史訓\*\*・福濱方哉\*\*\*・柴木秀之\*\*\*\*

台風0423号に伴う異常な高潮と高波により、室戸岬付近の菜生海岸では、局所的に海岸堤防が倒壊し、背後地で人的被害が発生した。菜生海岸周辺は外洋に面した開放的な海岸であり、地形的な見地からでは、波の取れんやこれに伴う局所的な水位上昇の発生は想定し難い。本研究では、wave setup を考慮した高潮計算モデルによる再現計算を行い、室戸岬周辺における潮位偏差の沿岸分布について検討した。その結果、高潮時の潮位偏差に wave setup 量が大きく影響し、地形的な見地からでは予測し難い wave setup 量の偏りによって、菜生海岸では、場所的に最大で30 cm の潮位偏差の違いがあることが明らかとなった。

## 1. はじめに

平成16年10月20日に高知県の室戸岬周辺に来襲した大型の台風0423号により、気象庁室戸岬検潮所では外洋に面する海岸において観測史上最大級となる潮位偏差2.53 m が、国土交通省室津波浪観測所では有義波高13.55 m というこれまでの観測記録を大幅に超える高波がそれぞれ記録された。この異常な高潮と高波により、室戸岬の北4 km に位置する菜生海岸では海岸堤防が局所的に倒壊し、越波等により背後の人家13戸が被災し、住民3名が亡くなる惨事が発生した。

菜生海岸は、図-1 に示すように、外洋に面した開放的な海岸であり、また、海底地形も海岸線に対して平行等深線状に展開している。このため地形を見たのみでは、波の取れんや局所的な水位上昇が発生することは予見し難い。そこで、本研究では、このような特異な現象に対して高潮計算モデルによる再現計算を行い、室戸岬周辺における潮位偏差の特性について検討した。

## 2. 高潮推算モデル

室戸岬周辺のように外洋に面する急深な海岸では、陸棚が狭いため、風による吹き寄せは発達しにくい。このような海岸に対して、気圧降下による吸い上げと風による吹き寄せのみを考慮した従来モデルによる高潮の再現計算を行うと、潮位偏差が過少評価となる。このような問題に対して、柴木・渡辺 (2002) は、従来モデルに加えて、密度成層、河川流入、wave setup の新たな3つの効果を導入した推算モデルを提案し、再現性が向上されることを示している。柴木・中山 (2000)、柴木ら

(2001) によれば、特に、外洋に面する海岸では wave setup による水位上昇が大きく寄与することが示されている。

そこで本研究では、柴木・渡辺 (2002) の高潮計算モデルを用い、wave setup による水位上昇を扱った検討を行う。以下に高潮推算モデルの概要を記述する。

適用したモデルは、台風モデル (Myers) により気圧と海上風の空間分布を推定し、気圧降下および海上風の吹き寄せによる高潮の発達過程を再現する。また、同時に場における radiation 応力の経時変化から wave setup による水位上昇量も再現する。なお、radiation 応力は時間的に変化する波浪場から計算する。波浪場は、発達・減衰・砕波変形を考慮したスペクトル浅海波浪推算法により計算する。

高潮計算は、台風の通過経路を含む広域について行い、外洋域は32.4 km 格子により地形近似を行う。一方、対象とする室戸岬周辺は200 m 格子、特に検証地点を含む

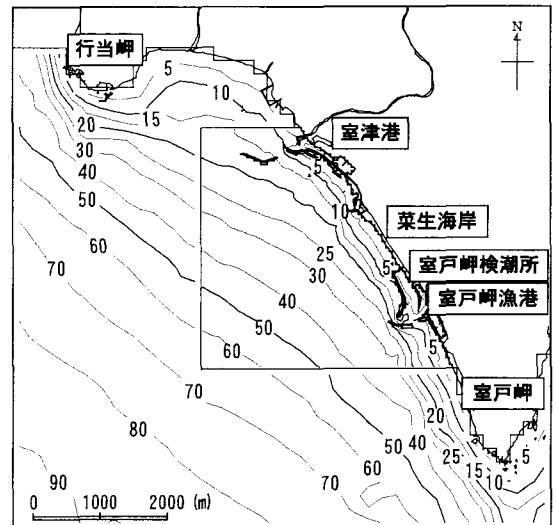


図-1 室戸岬周辺における海底地形

\* 正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究部海岸研究室 交流研究員  
\*\* 正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究部海岸研究室 主任研究官  
\*\*\* 正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究部海岸研究室長  
\*\*\*\* 正会員 博(工) (株)エコー 沿岸デザイン本部 環境水工部長

菜生海岸付近一帯については50 m 格子による地形近似を行う。格子間隔の異なる領域は、水位と流量を接続し、同時計算を行う。

3. 台風0423号による高潮の再現

(1) 気圧・海上風の推算

高潮推算に用いる各時刻の台風中心の緯度・経度には、気象庁の速報値を用いた。また、気圧は Myers の分布を仮定し、その最大風速半径  $r_0$  は速報天気図から等圧線を中心から2本読み込み、台風モデルの式に適合する半径を回帰式により求めた。さらに、室戸岬周辺の気象データと整合させた。

図-2 は、室戸岬における気圧の経時変化であり、Myers の気圧分布によって、台風接近時の風速や風向もまた概ね再現されている。

(2) 波浪の再現

図-3 は、室津波浪観測所における有義波高の観測値

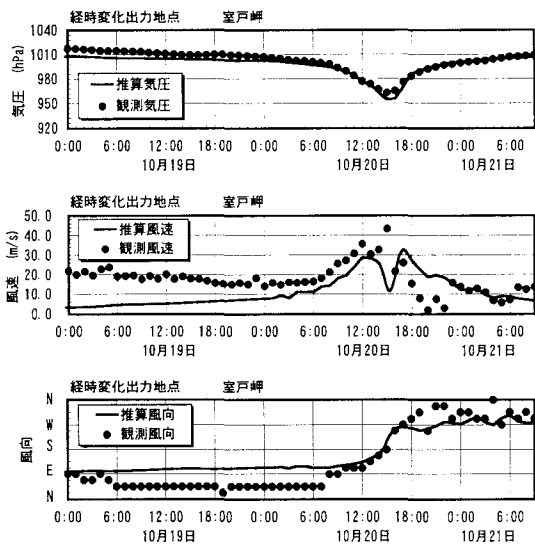


図-2 室戸岬における台風モデルによる推算風と観測風の経時変化の比較

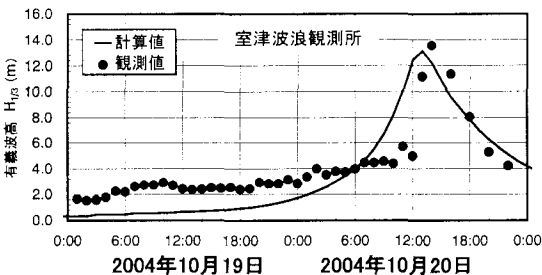


図-3 室津波浪観測所における推算有義波高と観測値の経時変化の比較

と推算値の経時変化の比較である。台風0423号により、国内観測史上最大といわれた異常な高波が発生したが、図によると、既往のスペクトル浅海波浪推算法により、概ね再現されていることがわかる。ただし、台風が種子島より南方に位置していた10月20日6:00以前では、推算値が観測値である波高2~4mに対して下回っている。観測記録によれば、このときの有義波周期は12s程度であり、台風接近以前から波高2m以上のうねりが来襲していたことがわかる。なお、周期に関する再現性については、台風が室戸岬周辺に接近する前の10月20日の9:00から室戸岬を横切る16:00にかけては、観測周期14s~16sが概ね再現されている。これより以前になると、推算値は観測値を下回る。

図-4 は、平面的に見た有義波高の最大値の分布である。図によれば、室戸岬周辺において有義波高12mを超える高波が発生していることがわかる。また、室戸岬から南側にかけては、15mもの異常な高波が発生しており、室戸岬沖に設置されたGPS津波計における観測記録の公表値の15.00mと一致する。

(3) wave setup を考慮した高潮の再現

図-5 は室戸岬漁港(気象庁室戸岬検潮所)、図-6 は室津港(高知県室津観測所)における潮位偏差の観測値と推算値の経時変化の比較である。

図中には、wave setup を考慮したモデルによる推算結果に加えて、wave setup を考慮しない従来モデルによる推算結果も併記している。

室戸岬漁港における高潮時の最大潮位偏差の公表値は、2.53mである。しかしながら、これには港内の副振動が含まれており、副振動による影響を差し引いた毎正時

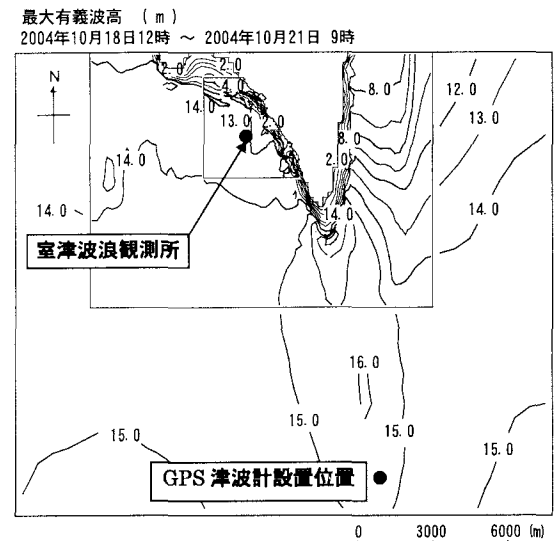


図-4 室戸岬周辺の有義波高分布

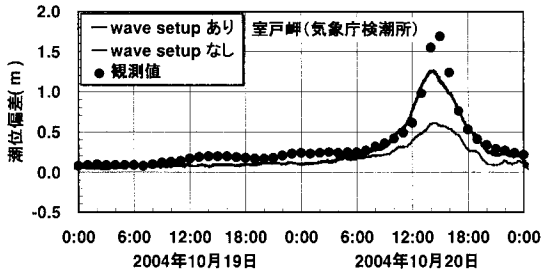


図-5 室戸岬漁港における潮位偏差の推算値と観測値の経時変化の比較

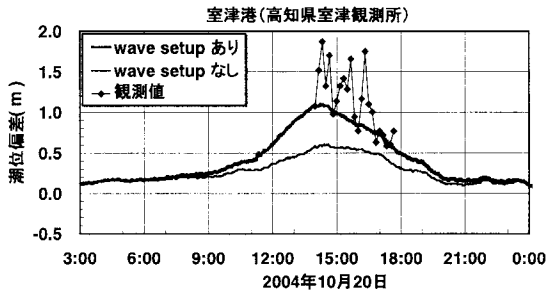


図-6 室津港における潮位偏差の推算値と観測値(10分毎)の経時変化の比較

の潮位偏差の観測値を検証に用いる。このときの最大潮位偏差は1.69 mである。一方の室津港における観測値は10分毎の記録であり、周期30分程度の副振動が含まれている。

図によれば、室戸岬漁港の毎正時における潮位偏差は、概ね再現されていることがわかる。ただし、ピーク時近傍において推算値は観測値より約40 cm 少ない。室津港においても同様にピーク時近傍で観測値を下回っており、観測値に見られる変動を無視すると、室戸岬漁港と同様に40 cm 程度の違いがあることがわかる。

本研究では、単層モデルを用いており、密度成層における高潮の増幅は考慮されていない。密度成層に関する過去の検討事例を見ると、山下・別宮 (1996)、柴木ら (2001) による台風7010号時の土佐湾における事例において、密度成層における高潮偏差の増幅量は約10 cm~20 cm と報告されている。

今回の再現計算においてピーク時近傍の潮位偏差の不足分については、密度成層における増幅効果の影響が考えられるが、この他にも最小格子幅50 m に対して再現性について検証する対象港の港口が140 m 程度と狭いことなど、このような微地形による影響も考えられる。

#### 4. 台風0423時の室戸岬周辺における高潮の特性

##### (1) 従来モデルとの比較に見る室戸岬周辺の高潮の特性

図-7は、室戸岬周辺における最大潮位偏差の平面分布である。図によると、室戸岬周辺では、海岸から沖側約1 km 以内で急激に潮位偏差が大きくなっていることがわかり、wave setup による高潮の増幅効果が明らかに現われている。

図-8は、沿岸部(行当岬~室戸岬)における最大潮位偏差分布である。図中には、wave setup を考慮しない従来モデルによる計算結果も併記している。図によると、wave setup を考慮したモデルでは、最大潮位偏差に場所的な違いが現われているのに対して、従来モデルでは、最大潮位偏差が60 cm 程度のほぼ様な分布となっている。台風の中心気圧は室戸岬上陸時に955 hPa であったことを考慮すると、従来モデルにより得られた様な最大潮位偏差は、ほぼ気圧降下に依存しており、風

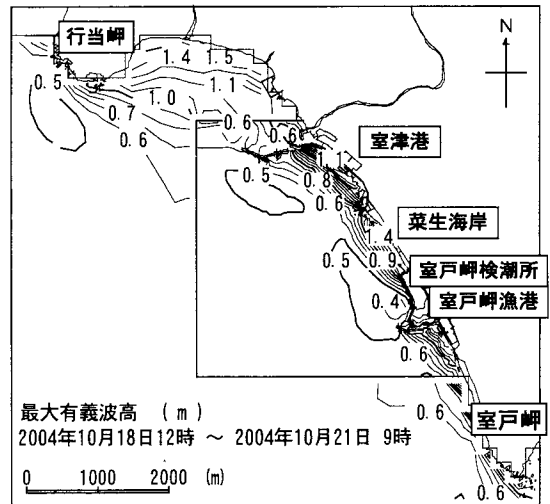


図-7 室戸岬西側沿岸部における最大潮位偏差分布

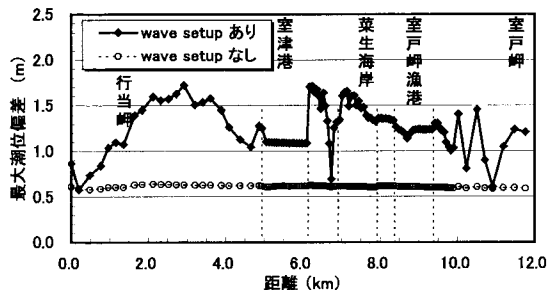


図-8 室戸岬周辺における wave setup を考慮した最大潮位偏差の分布

の吹き寄せはほとんど発達していないことがわかる。

また, wave setup を考慮したモデルと従来モデルの両者の差分が, 潮位偏差における wave setup の寄与分であり, 最大潮位偏差の場所的な違いは, wave setup 量の場所的な違いに依存していることが明らかである。

## (2) wave setup の場所的な違いについて

図-8において, 菜生海岸および室津港北部から行当岬にかけての沿岸部の最大潮位偏差に着目する。室戸岬から行当岬にかけては, 概ね北西向きの海岸となっている。図によると, いずれも最大潮位偏差が北西側に向かって大きくなっており, 菜生海岸では南北で30 cm 程度, 室津港北部から行当岬の区間で70 cm 程度と潮位偏差に比較的大きな差が生じていることがわかる。菜生海岸は, 沿岸方向にほぼ一様な地形の海岸であることから, ここでは菜生海岸を取り上げて, wave setup の場所的な違いについて考察する。

図-9は台風が室戸岬に最も接近した10月20日15:00における菜生海岸周辺の radiation 応力の分布である。図に示した応力分布は, 菜生海岸において潮位偏差が最も大きくなっていった場所の radiation 応力を基準に比率によって示した。図によると, 菜生海岸の前面や沖側においては, radiation 応力が概ね沿岸方向に一様な分布となっているのに対して, 沖側約250 m 付近では, radiation 応力が沿岸方向に変化し, 南側から中央部にかけて局所的に大きくなっていることがわかる。一方の北側においても一部で radiation 応力が大きくなっているところも見られるが, 菜生漁港側に向かうにつれて周辺よりも radiation 応力が小さくなっていることがわかる。

図-10は図-9と同時刻における radiation 応力の勾配ベクトル分布である。図によると, 海岸に対してほぼ直角方向に radiation 応力が作用しており, radiation 応力が海岸に対して, ほぼ一様に押し寄せている様子が伺える。

以上のことから, 海岸から少し沖側に見られた場所による radiation 応力の分布の違いにより, 沖側から来襲した波が段階的に碎波しながら累積的に沿岸部に向かって作用した結果, 菜生海岸における wave setup に場所的な違いが現われ, 結果的に沿岸方向に潮位偏差の違いをもたらす結果となったものと考えられる。

なお, 図-9で見られた radiation 応力の場所的な違いが発生していた付近の海底地形を確認したところ, 図-11に示すように概ね沿岸方向にほぼ一様な水深となっているが, radiation 応力が局所的に変化していた付近では, わずかではあるが, 等深線の間隔が北側で狭く, 南側で広がっていた。このような地形の違いが radiation 応力の空間的な違いに関わっていると考えられる。

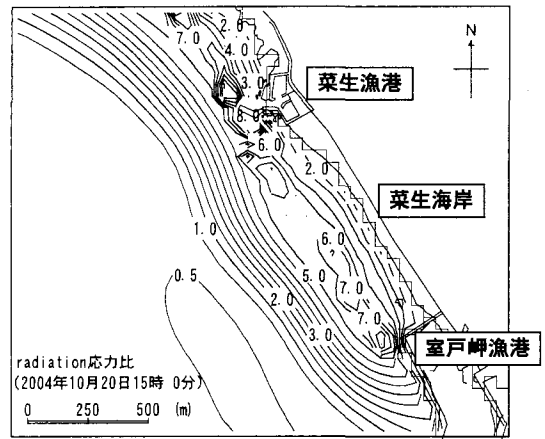


図-9 菜生海岸周辺における radiation 応力比

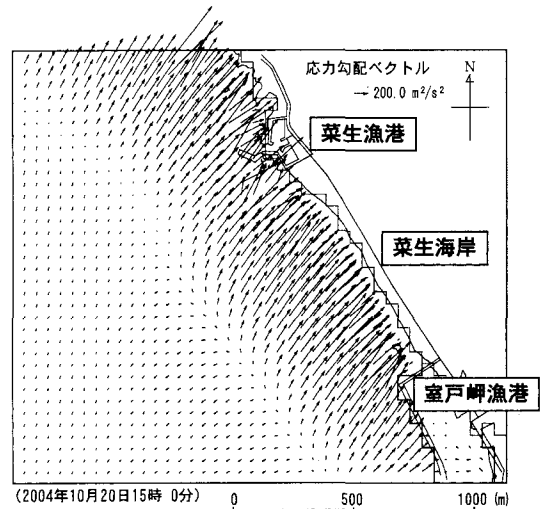


図-10 菜生海岸周辺における radiation 応力勾配ベクトル

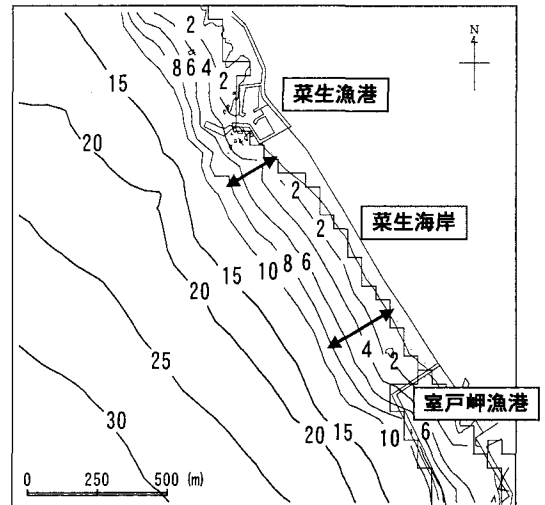


図-11 菜生海岸前面の海底地形

## 5. おわりに

本研究では、外洋に面する海岸に来襲した大型の台風0423号について波浪推算と高潮再現計算を行い、その再現性と室戸岬周辺における高潮の特性について検討を行ったものである。主要な成果を以下にまとめる。

- ①スペクトル浅海波浪推算により、台風0423号の異常な高波を概ね再現できる。
- ② wave setup を考慮した高潮計算モデルにより、検潮所周辺の副振動を差し引いた潮位偏差を概ね再現することができる。
- ③岸沖方向には、室津港から南側にかけて海底地形が急勾配となっている沿岸部で wave setup により急激に潮位が上昇する。
- ④室戸岬周辺の高潮時の潮位偏差には、風の吹き寄せによる効果はほとんど無く、気圧降下に伴う吸い上げと wave setup による押し上げが支配的であり、沿岸方向における場所的な偏差の違いは、wave setup 量の場所的な違いに依存している。
- ⑤葉生海岸で見られた沿岸方向における場所的な wave

setup に伴う潮位偏差の違いには、場所的な radiation 応力の違いが影響していると考えられる。

**謝辞：**本研究の遂行に際して、高知県より室戸岬周辺の地形データを、気象庁気候・海洋気象部海洋気象情報室より室戸岬検潮所の潮位データを提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 柴木秀之・中山哲殿(2000)：密度成層と wave setup を考慮した多層高潮推算による熊野灘高潮痕跡値の再現，海岸工学論文集，第47巻，pp. 201-205.
- 柴木秀之・加藤史訓・山田浩次(2001)：密度成層と wave setup を考慮した土佐湾異常高潮の推算，海岸工学論文集，第48巻，pp. 286-290.
- 柴木秀之・渡辺 晃(2002)：密度成層と Wave Setup を考慮した多層高潮推算に関する研究，土木学会論文集，No. 719，II-61，pp. 47-66.
- 山下隆男・別宮 功(1996)：台風7010号の土佐湾における高潮の追算 - 推算誤差は波浪か成層か -，海岸工学論文集，第43巻，pp. 261-265.
- 合田良実(1970)：碎波指標の整理について，土木学会論文報告集，第180号，pp. 39-49.