

# 熊野川を土砂供給源とする海岸の海浜変形と砂礫層厚

山本幸次\*・佐藤慎司\*\*・野口賢二\*\*\*・宮野正実\*\*\*\*

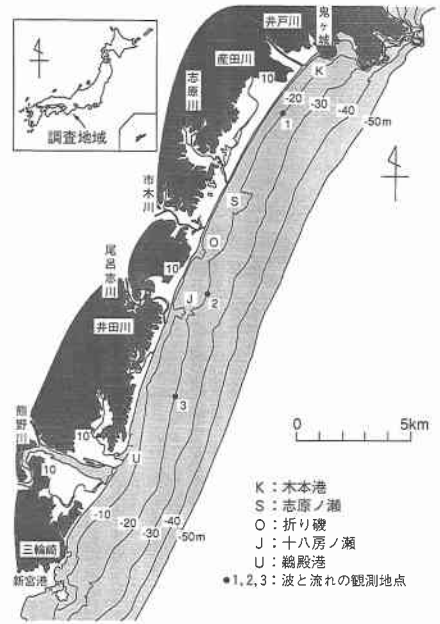
## 1. はじめに

近年、我が国では海岸侵食が全国的に激化の一途をたどっており、その主な原因に河川からの供給土砂量の減少や、港湾などの建設による沿岸漂砂の阻止などがあげられる。しかし、大河川が流入する海岸では河川改修やダム建設と、港湾などの海岸構造物の整備はほぼ同時期に行われてきたところが多い。また、多くの海岸では、河川からの供給土砂の質と量、来襲する波や流れの特性、土砂の移動機構についての観測や調査がまだ不十分である。このため、海岸侵食の原因を特定することは難しく、抜本的な侵食対策の立案が困難な状況にある。

三重県南端に位置する熊野川河口の鵜殿港北側の井田海岸でも海岸侵食が著しく(宇多, 1997)、堤防などが被災し、侵食原因の解明と海岸保全計画の立案が求められている。井田海岸は、三重県と和歌山県の県境を流れる熊野川を土砂供給源とする七里御浜・王子ヶ浜の一部である。したがって、井田海岸の侵食原因を明らかにするには、熊野川河口部および七里御浜・王子ヶ浜の地形特性や、波と流れの特性を把握する必要がある。そこで、七里御浜・王子ヶ浜を対象として、波と流れの観測や地形特性の調査を行い、海浜変形と砂礫層の特性を明らかにした。

## 2. 七里御浜・王子ヶ浜の地形概要

熊野川河口北側の七里御浜は延長約 20 km の砂礫浜で、北端には木本港および鬼ヶ城が位置する(図一)。また、南側の王子ヶ浜は延長約 5 km の砂礫浜で、南端は岩礁(三輪崎)となっており新宮港へと連なる。七里御浜・王子ヶ浜の背後には、石英粗面岩と花崗斑岩を主体とする熊野酸性岩からなる 400~200 m 程度の山地がそびえ、その前面に 2~3 段の海岸段丘が形成されている。段丘の前面は七里御浜の折り磯より北側では湿地帯や小平野、折り磯から王子ヶ浜の三輪崎にかけては熊野川河



図一 七里御浜・王子ヶ浜の地形

口部を除いて段丘が海岸まで迫っている。なお、湿地帯や小平野の幅は北に向かって広がる。

七里御浜・王子ヶ浜に流入する河川は、流域面積 2360 km<sup>2</sup>を持つ一級河川の熊野川と、中小河川の井田川, 尾呂志川, 市木川, 志原川, 井戸川などである。しかし、熊野川以外の河川は、海岸に達する前に湿地帯や小平野を流れるため、河口まで砂礫を運搬することはないと考えられる。また、熊野川が運搬する砂礫の大部分は、中生層の砂岩および頁岩で、一部に熊野酸性岩などを含むとされている(中山, 1962)。

七里御浜の海底地形の特徴としては岩礁が点在し、海岸線から水深 10 m の等深線の幅は北に向かって狭くなり、北と南では水深 10 m までの海底勾配が違うことがあげられる。十八房ノ瀬や折り磯, 志原ノ瀬の岩礁は陸域の丘陵に連続し、汀線付近から碎波帯内の沿岸漂砂の連続性に影響を与えていると考えられる。すなわち、七里御浜はこれらの岩礁によって弱く区切られており、海

\* 正会員 建設省土木研究所河川部海岸研究室  
\*\* 正会員 工博 東京大学大学院助教授 工学系研究科  
(前建設省土木研究所河川部海岸研究室長)  
\*\*\* 正会員 中部地方建設局沼津工事事務所  
\*\*\*\* 正会員 国際航業(株)海洋エンジニアリング部

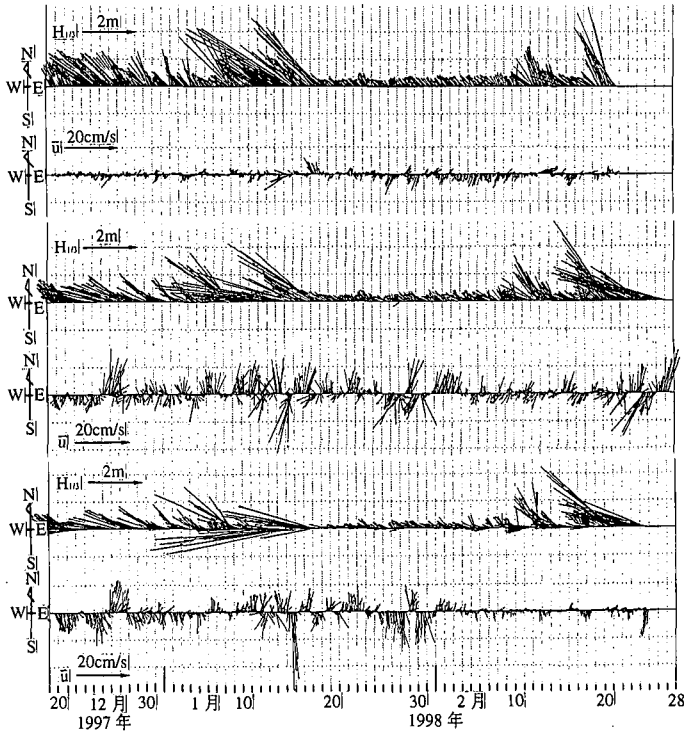


図-2 観測された波と流れの経時変化

岸保全計画を立案する際には、このことを考慮する必要がある。

七里御浜・王子ヶ浜に建設されている主な海岸構造物は、熊野川河口左岸の鶴殿港、七里御浜北端の本木港、王子ヶ浜南端の新宮港である。このうちの新宮港は熊野川の流砂系の外側に位置し、七里御浜・王子ヶ浜の海浜変形に影響するのは鶴殿港と本木港である。北向きの沿岸漂砂を遮断する鶴殿港の北側の井田海岸では侵食が著しく問題となっている。一方、鬼ヶ城の南に位置する本木港では、北向きの沿岸漂砂による航路の埋没が問題である。井田海岸の侵食および本木港の航路埋没ともに抜本的な対策が急がれている。

### 3. 波と流れの観測

七里御浜・王子ヶ浜の波浪特性は、鶴殿港の沖合（水深15m）で1981年4月～1982年2月に行われた波浪観測の結果をもとにすれば、次のようになる（宇多ほか、1992）。春、夏、および冬季にはSまたはSSE方向からの波浪が入射するが、秋季にはEまたはESEの波浪が卓越する。通年でみると、S、ESE、SSE、Eの4方向から入射する波浪の頻度が高い。七里御浜・王子ヶ浜の平均的な海岸線に対する法線方向はほぼESEであることを考慮すると、S、SSE方向から入射する波浪は北向きの沿岸漂砂を、E方向から入射する波浪は南向きの沿岸漂砂

を生じさせ、季節により沿岸漂砂の卓越方向が異なることになる。

1997年12月19日～1998年2月21日において、図-1に示した七里御浜海岸の3地点（水深約15～20m）に波高・流速計を設置し、波と流れの観測を行った。波高ベクトルと平均流ベクトルの経時変化を図-2に示す。比較的に高い波が3回来襲しており、流れは波に関係なく生じている。

図-3に示す波高と周期の頻度分布の統計処理によると、観測期間中の波高は3地点ともに1m未満が約70%を占め、1～3mでほぼ95%となる。3m以上の波は地点3、2、1の順に多く出現しており、南側ほど大きな波が入射することを示している。また、周期は3地点ともに8.0～9.0sにピークを持つ4～13sに及ぶ分布形を示す（図-3）。周期9s以上の波は地点1、2、3の順に多く出現しており、北側ほど周期の長い波が入射したことが分かる。

波向は河口側でE、ESE方向が、中央部でESE、SE方向が、鬼ヶ城側でSE、SSE方向が卓越し、北にいくほど南側から入射するようになり、海底地形による波の屈折が生じていることが分かる（図-3）。特に、河口側では南側から波が入射する場合でも屈折によりほぼ直角に波が入射するようになり、南側から波浪が入射する場合には沿岸漂砂量はあまり多くないと考えられる。一方、鬼ヶ

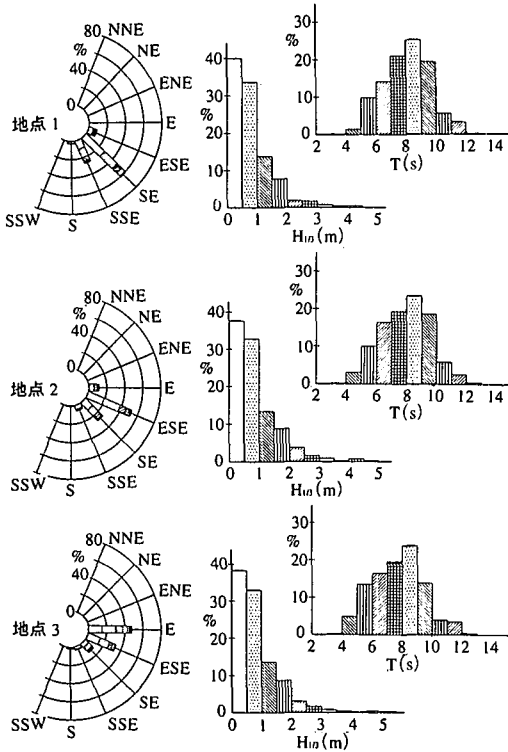


図-3 観測された波高と周期の頻度分布

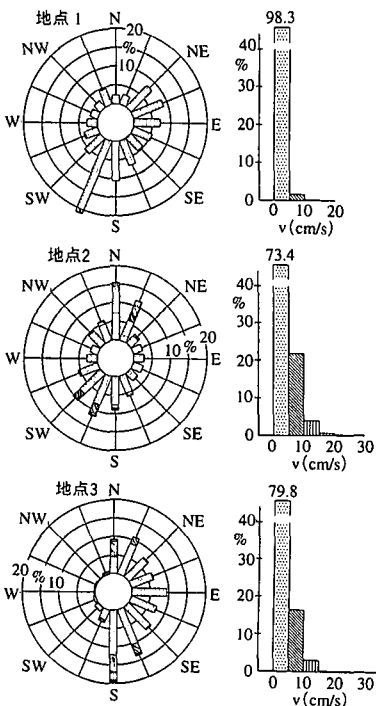


図-4 観測された流れの頻度分布

城側では岸沖漂砂による2次元海浜変形が卓越し、これにより細粒の底質が沖合いに運ばれ、淘汰のよい砂礫のみが残されると推定される。

図-4に示す流れの統計処理によると、流れの向きは河口側、中央部、鬼ヶ城側のいずれにおいても、岸沖方向よりも沿岸方向の流れが卓越する。河口側では海岸線に対して北側から入射する波浪に応じて南向きの流れが卓越し、中央部では海岸線に対して北側と南側から入射する波浪に対応して北向きと南向きの流れが卓越する。一方、鬼ヶ城側では波がほぼ直角に入射しているが、流れの方向は波向とあまり関連がなく南向きの流れが卓越する。河口側、中央部の水深約15~20mでは波浪に起因する流れが生じているが、鬼ヶ城側では海流の影響を強く受けている可能性もある。

#### 4. 海岸線の変化

国土地理院と三重県の撮影による空中写真を比較して、七里御浜・王子ヶ浜の海岸線の変化を調べた結果を図-5に示す。鵜殿港の築港が始まっていない1947年を基準とした海岸線の変化によれば、1966年と1976年において河口部で侵食を受けている。鵜殿港の縦防波堤は1975年以降に整備が始められたので、河口部の侵食は1977年までに行われた熊野川での土砂採取が原因と考えられる。鵜殿港の縦防波堤は1981年にほぼ整備された。七里御浜の海岸線の変化によると、1985年には鵜殿港北側の侵食域は1976年より北側に広がった。これは、鵜殿港の縦防波堤による北向きの沿岸漂砂の阻止が主な原因と考えられる。この侵食は1990年以降にもやや北側へ広がっているが、人工リーフなどの対策によりおさまりつつある。

また、1985年には十八房ノ瀬や折り磯、志原ノ瀬の岩

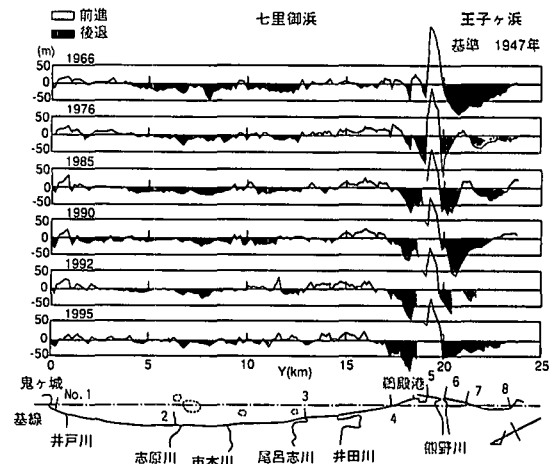


図-5 七里御浜・王子ヶ浜の海岸線の変化

礁で区切られた区間では、南側で小規模な堆積、北側で小規模な侵食が生じた。さらに、鬼ヶ城から南に約5kmの区間では顕著な侵食が生じた。これは、熊野川での土砂採取の影響が長期間をかけて北側へと波及し、各区間への相対的な供給土砂量が減少したため、侵食が生じたと考えられる。

一方、河口砂州と王子ヶ浜には図-6に示す熊野川下流部での土砂採取の影響が顕著に生じた。1965年以前の土砂採取量は不明であるが、年間20万 $\text{m}^3$ 以上の土砂採取が1977年まで続けられ、その総量は740万 $\text{m}^3$ 以上になる。このため、熊野川の河口砂州は1947年に比較して、1966年と1976年にはかなり縮小した(写真-1)。また、王子ヶ浜は1966年、1976年、1985年には浜幅が狭くなっている。土砂採取が禁止された1977年以降では、1985年、1990年、1996年と河口砂州は回復傾向にある。これに伴い、王子ヶ浜の浜幅も広くなり、土砂採取禁止後約

20年をかけて回復した。

## 5. 砂礫層の分布と厚さ

七里御浜・王子ヶ浜の地層状況を把握するために、磁歪振動式音波探査機と水中火花放電式音波探査機を用いて海底地質調査を行った。なお、地層の分類においては既存のボーリング結果も参考にした。図-7, 8に示す海底地層は、主に岩盤(R層)、礫混じりの未固結の泥層(D層)、D層以降に堆積したA層に分類した。ボーリング調査との比較から、D層は洪積世に、A層はそれ以降に堆積したと推定された。また、A層は砂礫とシルト・有機物を挟む層序に区別でき、この有機物を含む地層は、約6000年以前に堆積したと推定される。なお、図-7, 8にはシルト・有機物による境界のみを破線で示した。

図-5に示した七里御浜北端の本木港付近のNo. 1では、D層は薄く、R層の上にA層が10m以内の厚さで堆積している(図-7)。志原川付近のNo. 2ではD層の上にA層が堆積していた。尾呂志川の沖側(No. 3)でもNo. 2と同様の堆積状況で、No. 2, 3ともにNo. 1よりA層の厚さが薄くなっている。鵜殿港北側のNo. 4ではA層の厚さが10m以上と厚くなっている。なお、No. 3, 4の水深10m以浅でA層が記載されていないのは、岩礁があるため測量船による観測ができなかったことによる。図-8に示す王子ヶ浜の海底地層によると、鵜殿港前面のNo. 5でもA層の厚さが10m以上であるが、王子ヶ浜の南側に向かってNo. 6, 7, 8の順にA層の厚さ

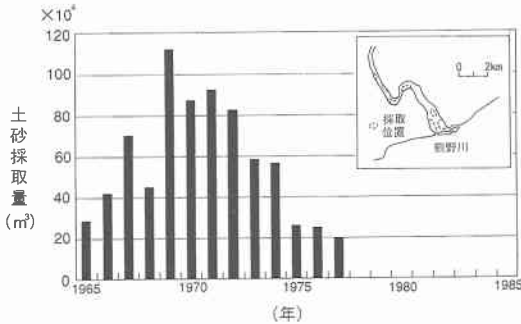


図-6 熊野川下流部での土砂採取の経年変化

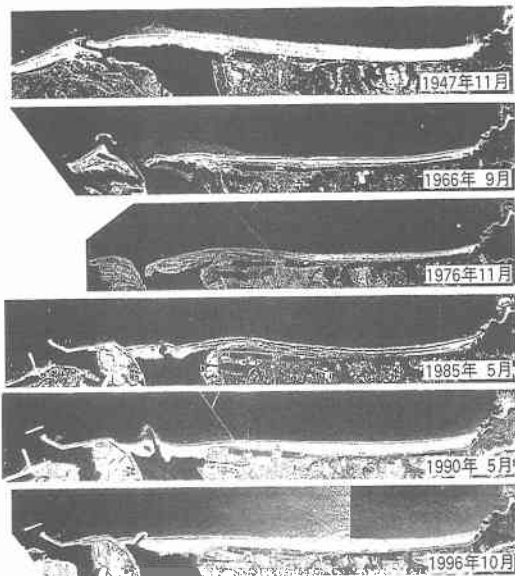


写真-1 熊野川河口と王子ヶ浜の変遷

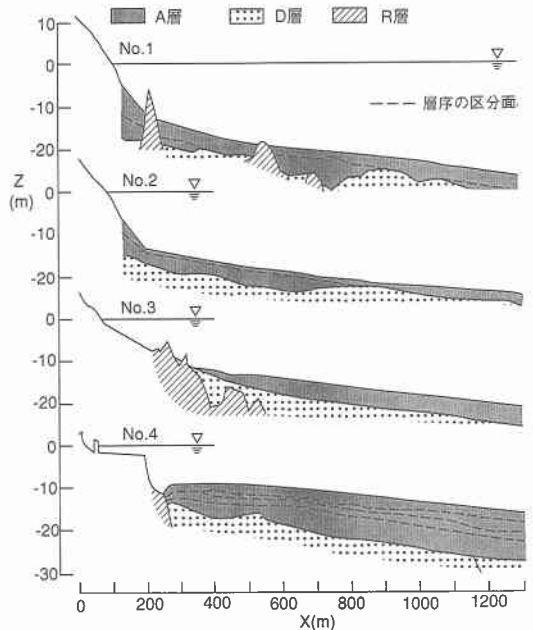


図-7 七里御浜の海底地層

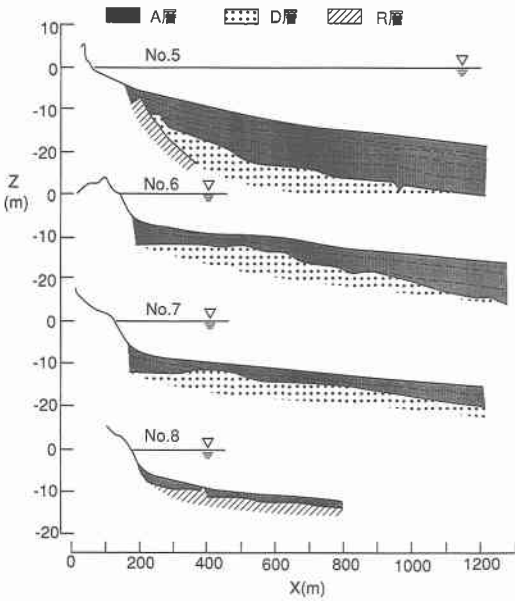
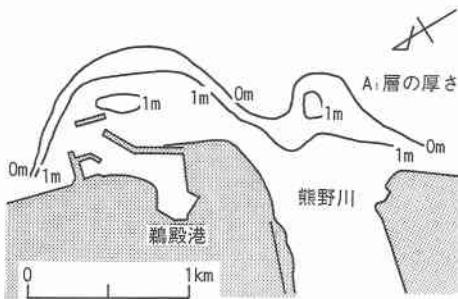


図-8 王子ヶ浜の海底地層

図-9 熊野川河口部におけるA<sub>1</sub>層の分布

が薄くなること分かる。

熊野川河口部では近年堆積したと推定できるA<sub>1</sub>層が確認できた。そこで、河口部のA<sub>1</sub>層の分布を調べた。図-9によると、A<sub>1</sub>層は沖に向かい2つ山の形状を呈しており、図-10に示す等深線から推定される鶴殿港築港前の河口、現在の河口位置に一致している。このことは、近年において流出した砂礫の大部分が河口部に残されていることを示す。また、河口部でA層がいくつかの層に区別でき、河口から離れると区別できないのは、沿岸漂砂により運ばれる過程でシルト・有機物が洗い流され、底質が淘汰されたためと考えられる。

## 6. おわりに

本研究で得られた結論を次に示す。①七里御浜・王子ヶ浜は、熊野川から供給された砂礫が河口部に堆積し、

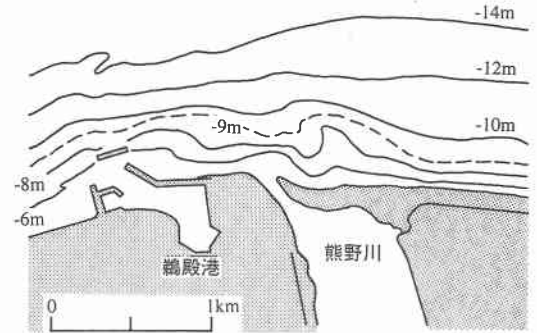


図-10 熊野川河口部の海底地形

南側と北側から入射する波浪により両岸に振り分けられ、形成されたと考えられる。②鶴殿港北側の井田海岸の侵食は、熊野川河口部から北向きの沿岸漂砂により供給されていた砂礫が、鶴殿港により阻止されたため生じたと推定できる。③王子ヶ浜は、熊野川での土砂採取による河口砂州の縮小とともに侵食傾向にあったが、土砂採取禁止後約20年をかけて、河口砂州の復元とともに回復傾向にある。④熊野川河口部には6000年前以降に堆積したと考えられる厚い堆積層がみられ、特に近年に堆積したと考えられるA<sub>1</sub>層の分布は河口の変遷に対応している。

今後の調査項目として、長期的な波・流れの観測、定期的な深浅・汀線測量、底質調査、海底面の観察、砕波帯～陸上部の砂礫層厚の調査、熊野川からの流出土砂量の調査などがあげられる。これらをもとに、海浜断面形の重ね合わせによる地形変化の限界水深の検討、汀線変化量と限界水深からの沿岸漂砂量の推定、底質の粒径集団などの把握、海浜部から砕波帯内の砂礫層厚の把握などを行う必要がある。なお、これらの調査・解析と七里御浜の海岸保全の検討は、名古屋大学大学院工学研究科の岩田好一郎教授を座長とする「七里御浜海岸侵食対策検討会」で進められる予定である。

謝辞：1997年12月～1998年2月の七里御浜・王子ヶ浜における現地観測では、当時の三重県土木部河川課に協力していただいた。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 宇多高明 (1997): 「日本の海岸侵食」, 山海堂, 442 p.
- 宇多高明・後藤康長・山本幸次 (1992): 三重県七里御浜海岸の海浜変形機構に関する一考察, 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 351-355.
- 中山正民 (1962): 熊野浦海岸における海浜堆積物について, 地理学評論, 35, pp. 605-617.