

防波堤建設に伴うポケットビーチの変形と対策案の検討

——天草白鶴浜を例として——

宇多高明* ・西 隆一郎**・菊池昭男***
三波俊郎****・熊田貴之*****

1. ま え が き

全国各地には様々なスケールを持ったポケットビーチが存在するが、そこにはまた小規模な漁港を有する漁村が多くある。一般にこれらの漁港は岬自身による波の遮蔽効果が期待できることから岬の陰に立地することが多かった。しかし近年の漁港近代化のための施設規模の拡大により、旧来の漁港の外側に新港が建設されることも多くなり、これによって漁港規模の拡大は達成されたものの同時に岬の陰から防波堤が突出して波の遮蔽効果がポケットビーチ全体に及び、周辺部で深刻な侵食災害が起こる事例が多く報告されている。本研究では、このような問題について熊本県天草地方に位置する白鶴浜を取り上げて検討し、修正 Hsu モデル (芹沢ら, 1996) による安定汀線分析により今後の方策について考察する。

2. 白鶴浜の地形概況

白鶴浜は、図-1 に示すように熊本県天草地方の中部に位置し、天草灘に面した延長約 900 m の砂浜海岸である。白鶴浜の背後には高浜川が流れており、この川は河口近くで大きく左回りに蛇行しポケットビーチの南端で海に注いでいる。白鶴浜は北側で上大瀬の岬により、南側も岩礁によって区切られた典型的なポケットビーチである。白鶴浜の北側半分では海岸線のすぐ背後に集落が集中するのに対し、南側半分の高浜川右岸に沿った区域は保安林 (松林) であり良好な自然環境を有している。ポケットビーチ南端部の岩礁地帯には避難港として重要な高浜漁港が立地している。台風時の高波浪が主として南寄りから入射することから、漁港がポケットビーチの南端部に建設されていることは港内静穏度の確保のために理にかなうことである。しかし、近年ポケットビーチ南端部の高浜漁港において防波堤が延ばされたことによってポケットビーチ内の波浪場が変化し、北側では汀

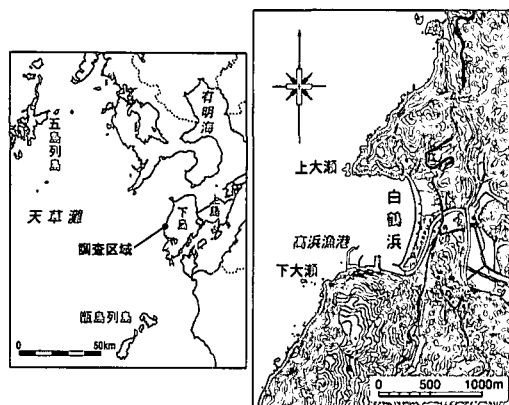


図-1 熊本県天草の白鶴浜の位置

線が後退し、南側では汀線の前進が起きている。

3. 空中写真の比較

白鶴浜では 1947～1999 年の 52 年間に 8 回の空中写真撮影が行われた。ここでは 1947, 1965, 1994, 1999 年撮影の空中写真をもとに海岸状況の変遷を調べた。

写真-1 は白鶴浜で各種地形改変が行われる前の 1947 年 5 月の空中写真である。当時、防波堤などの施設はなく自然のポケットビーチが広がっていた。ポケットビーチは沿岸方向に約 900 m で、南端は下大瀬崎により、北端は上大瀬崎により区切られていた。これらの岬は汀線との基部から約 700 m 以上突出していた。高浜川が南向きに大きく蛇行して流れ、南端部の岬に沿って海へ流入していた。高浜川河口部の右岸側は細長く延びた砂嘴状の地形であるが、そこには松林があり、その外縁線は当時の汀線と平行に延びていた。この地域は西～南側が外海に開いているため高波浪はほぼ南西方向から入射する。このため高浜川は岬による波の遮蔽効果が最も現れた場所に流入している。これは宇多ら (1997) が述べた特徴と一致する。この時期にはポケットビーチの波浪条件に大きな影響を有する施設は存在しないが、高浜川河口には直線状の河口導流堤が設置されていた。

写真-2 は 1965 年の空中写真である。南端に高浜漁港の防波堤が既に完成していた。防波堤は西側と東側に分

* 正会員 工博 国土交通省 国土技術政策総合研究所 研究総務官

** 正会員 工博 鹿児島大学助教授 工学部海洋土木工学科

*** (有)コスタテクノ

**** 海岸研究室(有)

***** 日本大学大学院 理工学研究科 海洋建築工学専攻

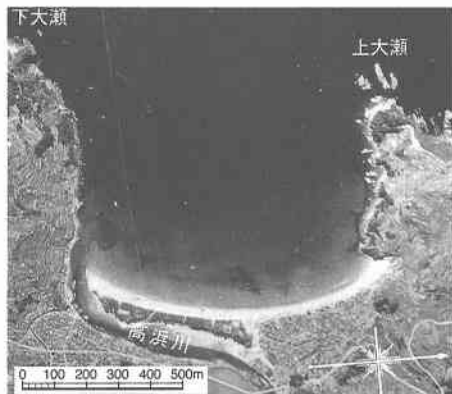


写真-1 白鶴浜の空中写真 (1947年 5月)

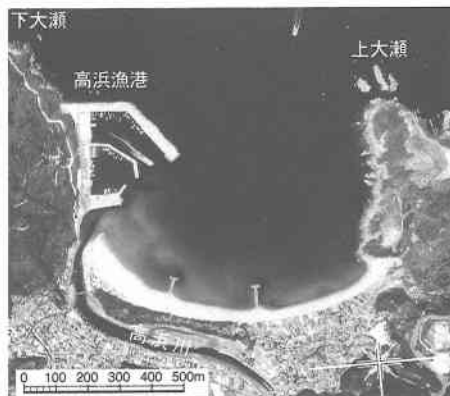


写真-3 白鶴浜の空中写真 (1994年 9月)



写真-2 白鶴浜の空中写真 (1965年 10月)

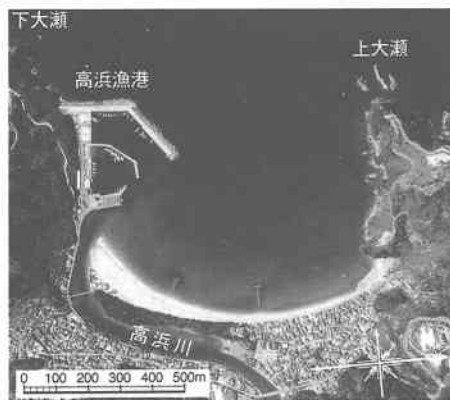


写真-4 白鶴浜の空中写真 (1999年 10月)

かれ、西防波堤は「く」の字型の形状を有し、防波堤の付け根から直線で約 200 m まで延びていた。防波堤の建設に伴って波の遮蔽域が形成されたため、高浜川河口の右岸隣接部から港口へと白く見えるように堆砂が進んでいる。また高浜川からの流れが東防波堤に沿って流れている状況が判読される。しかしながら漁港防波堤の位置がほぼ南西側から入射する波浪に対して下大瀬崎による波の遮蔽域内に入るため周辺汀線への影響は小さかった。

1994 年 9 月の空中写真が写真-3 である。高浜漁港が完成し、旧防波堤の西側から新防波堤が「く」の字型に延び、旧漁港を取り囲んでいる。新設された「く」の字型防波堤の基部からポケットビーチの対岸を結ぶ最短距離は約 900 m であり、そこに防波堤が約 300 m 延ばされた。この結果、全幅の約 1/3 が人工構造物で覆われた。これによってポケットビーチ内の波浪場が大きく変化し、北部から南部の波の遮蔽域へと向かう沿岸漂砂が生じ、南部で著しい汀線の前進が生じた。高浜川河口での汀線前進量は 90 m であった。この時期までに海浜中央部には 2 基の T 字突堤が建設されたが、それらの両側の汀線

位置に差がないことから分かるように、突堤は沿岸漂砂阻止能力をほとんど有していない。この理由は突堤と汀線付近における天端高が低く、突堤の付け根を波が乗り越えるためである。汀線に沿って南部へ移動した土砂は高浜漁港の背後に堆積したが、そこはまた高浜川河口でもあった。写真に示すように土砂は導流堤を越えて河口内へ流れ込み、河口閉塞が生じている。また一部は河川流が漁港方向へと流れるためにその流れによって漁港内へと流入し、航路埋没を生じさせている。このように過剰に堆積した土砂は河口閉塞と漁港の航路埋没という障害を引き起こすことになった。

写真-4 は 1999 年 10 月の空中写真である。新高浜漁港の形状は 1994 年と同様である。防波堤の建設後汀線形状が大きく変化した。北部では後退し南部では前進している。新漁港が建設されたことによってポケットビーチの形状が変化し、新たに形成された波の場に合わせて汀線変化が生じた。写真-1 に示した漁港の防波堤がなかった時代と比較すれば汀線の変化が著しいことがよく分かる。また高浜川河口部に沿って延びた保安林の外側に施設が見えるが、これは広がった海浜に盛土を行って



写真-5 ポケットビーチ北端の上大瀬の岬および白鶴浜の北端部の状況



写真-6 緩傾斜護岸の全景



写真-7 旧護岸線の延長上から工事区域を撮影

できた海浜利用施設を表している。

4. 白鶴浜北端部の現地踏査

2000年12月16日、白鶴浜の現地踏査を行った。現地踏査では白鶴浜を北側から南側へと海岸線に沿って移動しつつ海岸特性を観察した。写真-5はポケットビーチ北端の上大瀬の岬および白鶴浜の北端を撮影したものである。岬は固い岩石でできており、この岬の先端から約600m陸側に入った奥深い場所に白鶴浜が広がっている。前節で述べたように白鶴浜では南端に高浜漁港の防

波堤が延び、それによって形成された波の遮蔽域内へと波の遮蔽域外（白鶴浜北部）から砂が移動したため前浜が消失し、越波が激しくなった。このため対策として環境条件の改良も兼ねて緩傾斜護岸が建設された。写真に白く写されているのが緩傾斜護岸であり、そののり先には帯状に捨石根固工が設置されている。その前面では養浜も行われたが、現況では前浜は存在しない。

写真-6は緩傾斜護岸の全景である。護岸端部では大きな捨石が石畳状に並べられ、その前方には1:4勾配の緩傾斜護岸のコンクリート斜面が見える。緩傾斜護岸は色彩が白いので周辺環境の中で目立って見える。護岸は全長が約100mであり、端部には消波ブロックが仮置きされている。緩傾斜護岸ののり先は海に直接突っ込んでいるが、その理由は単に緩勾配斜面が造られたということのみではなく、緩傾斜護岸が大きく前出しされていることも一因である。写真-7は、旧護岸線の延長上から工事区域を撮影したものであるが、これらの施設が旧階段護岸から大きく前出しされたことが分かる。しかも工事区域末端の旧階段護岸の前面では前浜が数mしかないことが注目される。

白鶴浜の汀線は南端に位置する高浜漁港の防波堤の建設に伴って変形したものであり、その場合海浜変形の原理からポケットビーチ北端部で汀線が最も後退することになる。写真-7に示す位置はポケットビーチの北端部より約300mポケットビーチ中央に近づいている。それにもかかわらずこの位置において階段護岸前面に前浜がごくわずかしかなければ、ポケットビーチ北端に接近すると前浜は完全に消失し、旧階段護岸ののり先が水中に突っ込んでいたと推定できる。そのような状況となったために高波浪時に越波が激しく、付近の住民から越波対策を求められたと考えられる。

5. 汀線変化の実測値と計算値の比較

図-2には空中写真より読み取った1947年と1999年の汀線形状を示す。高浜漁港の背後部を中心として汀線が大きく前進し、最大前進量は95mに達している。これに対して北側の汀線後退量は相対的に小さい。1999年までの変化では汀線後退量に対し前進量が大きく、平面的には海浜面積の収支は成立せず、見かけ上海浜土砂量が増加している。この原因としては高浜川からの土砂流入などが考えられる。しかし深淺図がないので正確な見積もりはできない。そこで1947年と1999年の汀線形状から海浜面積の増加量を算出し、その増分を考慮して、土砂収支を満足させつつ行ったHsuモデルによる安定汀線の計算結果も示す。1947年の汀線形状については計算値と実測値は非常に一致を示す。一方、1999年の汀線では計算による汀線変化が大きい。このことは将来的

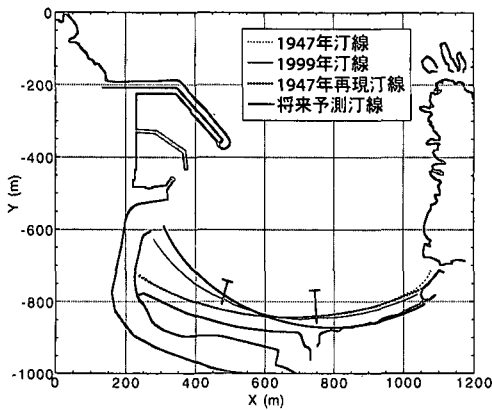


図-2 実測と計算汀線の比較

にさらなる汀線変化が生じ得ることを意味する。

6. 考 察

白鶴浜で生じた一連の現象は次のように整理される。

① 白鶴浜は図-1に示したように天草南部に位置するために強い外海波浪は西～南方向から入射する。このような条件のもとで波浪静穏度を確保して漁船の安全度を高めるためにポケットビーチ南側の下大瀬崎側に漁港が立地したことは理にかなう。同時に、宇多ら(1997)が述べた原理に基づいて高浜川もまた岬の陰の波浪が低い場所に流入している。

② 高浜川が大きく蛇行して南部で海に流入していることから、逆に北部で平地面積が広くなり、そこに集落ができた。しかし高波浪の入射方向が南寄りであることから、集落前面は従来から高波浪を受けやすい場所であった。

③ 避難港でもあり海岸線に沿って海食崖の連続するこの地方にとって高浜漁港は重要度が高く、それもあった漁港施設の拡充が行われた。

④ この結果波浪場が変化してポケットビーチ北部から南部へと砂が移動した。

⑤ 移動した砂は高浜川河口に堆積して河口閉塞を起こし、また一部は高浜漁港の航路を塞いで航路埋没を引き起こした。

⑥ 漁港建設に伴う新しい境界条件のもとで新汀線は安定形に至るように変形した。

⑦ したがって河口閉塞防止または航路埋没防止のために浚渫によって土砂を取り除くことは、新たな南向きの沿岸漂砂を引き起こし、結果として北部の集落前面で侵食を助長した。これは越波災害の助長に繋がった。

⑧ 北部で侵食が起こる前、集落前面の海浜もアカウミガメの産卵地として有名であった。しかし北部では侵食によってアカウミガメの産卵が可能な海浜は消失し

た。

⑨ このためアカウミガメは南部海浜で産卵するようになった。しかしそこは海水浴場であってアカウミガメと人の海浜利用上の摩擦が起きた。

⑩ 侵食によって汀線は新しい平衡状態へと移行したが、セットバックができないほど集落が海岸線に近接して立地していた。このため、越波対策として埋め立てによる護岸線の前出しが行われ、緩傾斜護岸が建設された。施設の前出しにより先水深が増大した結果、その前面での養浜砂の安定性が損なわれる方向に推移した。

⑪ 越波防止に限れば埋め立てと緩傾斜護岸は機能している。しかし鶴が羽を広げたようにと言われてきたこの地方唯一の白鶴浜は北部から人工海岸へと変わり始めた。

⑫ このことはこの地を訪れる人々から不評をかつている。

こうした状況下で種々の方策が練られているが、高浜漁港建設以前のポケットビーチの汀線を復元するという手法は新防波堤を撤去しない限り原理的に無理である。既に海岸に存在する各種施設および海岸線背後の集落をそのままにして今後の方策を考えるとき留意すべき点は以下のようである。

① 河口および航路への堆砂を防止するには既存施設のまま養浜を行うことはできない。養浜砂は南部へも移動するからである。

② 北部の緩傾斜護岸の前面に養浜を行って砂浜を復活するには長大な突堤を建設する必要性が出てくる。これは海浜を二分することになる。その是非について環境上や利用上から議論が必要である。

③ 変形した汀線は安定形に近づきつつあることから、北部に砂浜を復元せずにそのまましておくのが原理的には理にかなっている。北部で過去にあった砂浜の復元を望むことは海浜変形の原理から見て無理することになる。

白鶴浜の海浜変形は、従来安定していたポケットビーチの南端に高浜漁港の防波堤が延ばされてその背後に波の遮蔽域が形成されるとともに、波の遮蔽域外では従来よりも波高が増大し、またポケットビーチ全体で波向が大きく変化したことに起因する。これと同様な事例は全国各地で生じている(宇多, 1997)。この結果、防波堤背後の静穏海域では砂が堆積し、残りの区域では砂が流出して汀線が後退している。

一連の工事では、後退することによって安定化に向かいつつある汀線の変化とは全く逆に、埋め立てと緩傾斜護岸の建設が行われた。そして海に突き出た施設の前面で養浜が行われたが、砂浜の安定化とは逆行する方向に工事が行われたことが問題点として指摘される。背後地

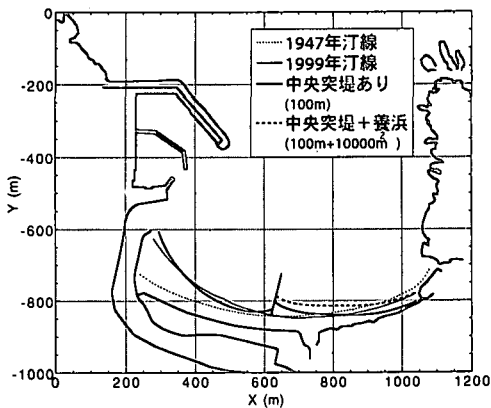


図-3 海浜中央に突堤を建設した場合の汀線形状の予測

が自然地の海浜であるならば、汀線が後退して浜崖が形成されたとしてもそのまま放置することによって新たな安定汀線が形成される。しかし白鶴浜では汀線後退域の背後に民家が集中していることから、いわば自然の営みに反しても各種対策が行われることになった。

民家の集中する区域の護岸前面の砂浜が狭まった直接の原因は高浜漁港の防波堤の建設にある。しかし天草灘に面した天草地方は大部分が海食崖でできており、良好な泊地は非常に限られている。したがって漁港の防波堤の建設によってそれと離れた区域の海浜が狭まるという理由のみから、漁港の建設自体に問題があったとは言えない。この地域の産業を支える基盤としての価値は当然あるからである。また高浜漁港はポケットビーチの南端部に建設され、それにより侵食影響が及ぶ区域の背後地がまさに民家の密集地帯であったことがあげられる。

7. 対策案の検討

防波堤を建設して静穏域を形成させることは、当然ポケットビーチ全体の波浪場に变化をもたらすので、遮蔽域外から遮蔽域内へと向いた沿岸漂砂が必ず起こる。したがってこの場合の対策で自然海浜をできる限り残す手法について考えてみる。

第1案：越波防止のための護岸嵩上げ

汀線の後退は防波堤の建設に合わせて必然的に生じている。したがって景観や利用に不都合が出るが、住民に事情を話して我慢してもらう。最も経費が少ない案である。この方法は、台風時期に護岸直後に丸太を積み上げる方式の仮設構造物として地元で採用された実績もある。

第2案：汀線後退に合わせた護岸のセットバック

自然海浜を残し費用負担を抑える上でも有効である。家屋の移転の必要性がある。

第3案：ポケットビーチの中央部に十分長い突堤を延ばし海浜を分断する策

図-3にはHsuの式による汀線形状の変化予測結果を示す。昔ながらの白鶴浜が二分されることから、海水浴やサーフィン利用者には不評となるはずである。しかし「北部にも砂浜を必ず復元させねばならない」とするのであればこれ以外に方法はない。突堤北側区間の浜幅が不足するのであれば図のように養浜を併用する方法もある。しかしこの案は再び構造物を建設することによってもとの白鶴浜らしさが消失してしまうことが問題点である。ただし、長年地元で採用されていた侵食対策が突堤であることから、適切な規模の突堤を適切な位置に配置できれば最もオーソドックスな手法である。

第4案：砂のリサイクル利用

海浜利用に支障のない程度の長さを持つ突堤を造って沿岸漂砂を止め、そこを越えて漁港側に流れ込んだ土砂を絶えず浚渫して北側海浜に戻す方法である。高浜川河口と高浜漁港は現在でも土砂堆積が著しいので長期的には採られにくい案である。

8. あとがき

白鶴浜で現在起きている侵食に対する対策は、長期的に見ると十分な手法ではない。一方で新たにポケットビーチ中央部の突堤を延ばすことは、長く続く白鶴浜の自然海浜を保持したいという願望を否定することになる。しかしそれがいかにづらい選択であったとしても、海浜変形に関しては現象に忠実な対応をとらなければならず、仮にも自然に忠実でない策を当面の策としてとり続けることは、多くの経費をかけてもやがて失敗に至ることは間違いない。その意味で深刻な問題ではあるが市民や関係者がきちんと現状を認識して今後の方策について公開で議論していくことが必要である。今後、公共事業の縮小が避けられない時代を迎えた今、人工構造物建設に伴ってポケットビーチで生じる現象に対して正しい認識に基づいた経費のかからぬ方法をあらゆる可能性も含めて検討し、正確な情報公開の下で意志決定がなされなければならない。

参考文献

- 宇多高明 (1997): 日本の海岸侵食, 山海堂, p. 442.
- 宇多高明・酒匂敏次・野村光寿 (1997): ポケットビーチに流入する中小河川の河口位置の決定メカニズムと河口処理, 水工学論文集, 第41巻, pp. 863-870.
- 芹沢真澄・宇多高明・三波俊郎・古池 鋼・神田康嗣 (1996): 修正HSUモデルによるヘッドランド周辺の最適安定海浜形状の計算法, 海岸工学論文集, 第43巻, pp. 646-650.