

2005年台風14号に伴う高波浪による 広田遺跡の侵食

EROSION OF HIROTA RUINS DUE TO STORM WAVES ASSOCIATED
WITH TYPHOON 0514

宇多高明¹・小脇有希乃²・石堂和博²

Takaaki UDA, Yukino KOWAKI and Takahiro ISHIDOU

¹正会員 工博 (財) 土木研究センター常務理事なごさ総合研究室長兼日本大学客員教授理工学部
海洋建築工学科 (〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4 タカラビル)

²南種子町教育委員会社会教育課文化係 (〒891-3792 鹿児島県熊毛郡南種子町中之上2793-1)

The Hirota ruins are located in the Minamitane Town in Tanegashima Island and face the Pacific Ocean. These ruins in the coastal sand dune have kept stable for 1400 years since the Yayoi era. In September 2005, the typhoon No. 14 landed the Tanegashima Island and the ruins were eroded and exposed to waves. In this study, the causes of the damages to the ruins were investigated using field data. It was found that the primary cause was the attack of the storm waves and the secondary cause was the presence of the seawall with an insufficient length.

Key Words: Tanegashima Island, Hirota ruins, typhoon, Yayoi era, sand dune, erosion

1. はじめに

2005年9月4日から6日, 台風14号が種子島に襲来し, 台風に伴う高波浪の作用により南種子町の広田海岸では自然砂丘地にあった広田遺跡が著しく侵食され, 遺跡が露出し弥生~古墳時代の人骨が多数現れた. この台風時, 宇宙航空研究開発機構の気象観測によると, 9月6日4時34分には最大風速40.9m/s (風向SSE) を記録した. また瞬間最大風速は9月6日4時25分に54.5m/s (風向SSE) に達した. 図-1には台風14号の進路を示すが, この台風は中心は9月6日に種子島の西70kmを北向きに通過し, 種子島が台風の右半円に入るといった条件であった. 広田遺跡は, 広田川河口部右岸の砂丘地にあるが, 昭和30年代の発掘調査により海岸砂丘に埋った弥生時代後期~古墳時代の墓地跡であることが明らかにされている¹⁾²⁾. したがって弥生時代以降1400年間という長い年月の間, 砂丘地は侵食も受けず安定的に保たれてきたが, 2005年9月の台風14号に伴う高波浪で著しい侵食が起きたことになる. 砂丘が安定的に推移してきた1400年以上の期間に対し, なぜ2005年になって顕著な侵食が生じたのか? は大きな疑問であり, またこのことは今後の広田遺跡の保護について考える上でも重要なことである. 一般に, この種の侵食の要因には海浜砂量を大きく減じるような人為的要因, 例えば浚渫や土砂採取, さらに波の遮蔽構造物の建設などが関与する例が多い³⁾が, 広田海岸で

は昭和30年代における護岸の築造を除けば, 人為的要因にかかわる行為は何も行われていない. このことから侵食原因が十分特定できなかった. このため台風襲来時の海岸状況を調べるとともに, 台風後数回の現地踏査と地形測量を行い, その上で波浪観測データをもとに侵食原因について考察した.



図-1 台風14号の進路

2. 広田海岸の概況と過去の広田遺跡の状況

国土地理院による2001年撮影の広田海岸の空中写真を図-2に示す. 広田海岸は北端をヤマン瀬により, また南端を広田港の防波堤によって区切られた長さ

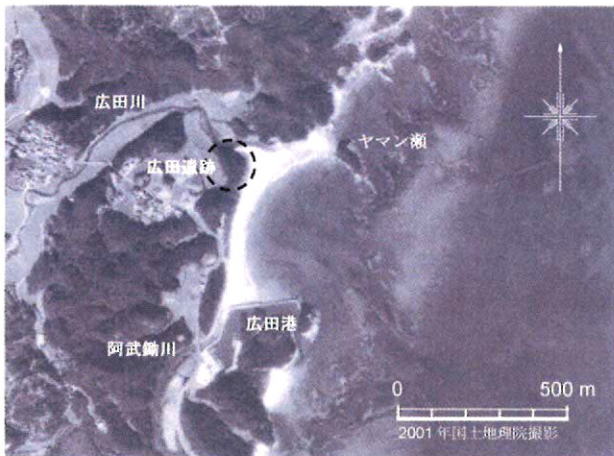


図-2 広田海岸の空中写真（国土地理院，2001年）

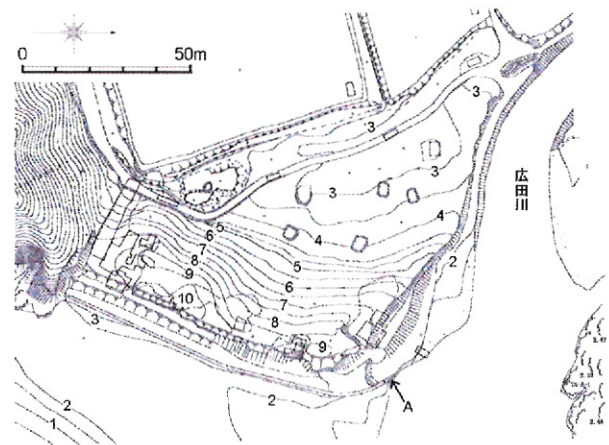


図-5 広田遺跡のある砂丘と広田川河口部の地形

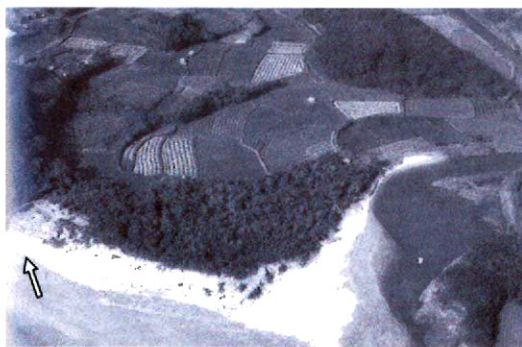


図-3 遺跡を望む空中写真（1950年代）



図-6 広田遺跡海側の直立護岸前面に露出したビーチロック（2005年9月6日）



図-4 1996年当時の広田遺跡の全景

約400mのポケットビーチである。沖合には幅約500mのリーフが発達し、海浜は細砂からなる。海浜中央部の幅は約44mであり、南端には阿武鋤川が、北端には広田川が流入している。広田遺跡は広田川河口部右岸の砂丘地にある。この遺跡については、昭和30年代の発掘調査により海岸砂丘に埋没された弥生時代後期～古墳時代の墓地跡であることが明らかにされた¹⁾²⁾。この資料には昭和30年代における広田遺跡の調査時の状況が記録されているのでそれを以下引用する。

図-3は広田遺跡を望む1950年代の空中写真を示す。図の矢印が当時の発掘調査地であった。2005年9月に著しい侵食を受けたのは広田遺跡の北部、広田川と接する付近であるが、この付近は1950年代には植生が疎らに生えた砂丘地であった。上流から流れて

きた広田川は河口近傍の右岸で流向を変え、左回りに大きく蛇行して海へ流れ込んでいた。図-4は、1996年当時の広田遺跡の全景を示す。砂丘正面から植生に覆われた砂丘上部まで緩やかな斜面が形成されていた。しかし中央よりやや北（右）側には一部護岸が露出していた。

3. 台風による砂丘地の侵食

図-5は、2006年7月の測量による侵食後の広田遺跡周辺の地形図を示す。広田遺跡のある砂丘地と、それに隣接する広田川周辺の地形を示す。砂丘の標高は10m程度で海側は急斜面であるが、広田川に沿って緩やかに標高が低下する。また砂丘地の海側には、砂丘を取り巻くように天端高5mの海岸護岸が伸びているが、この護岸は広田川河口との接点（点A）付近で切れる。この護岸端部から著しい浜崖が形成され、その斜面から人骨が現れた。また台風時の高波の作用によってこの護岸の背後が侵食され、浜崖が形成されたが、砂丘上部までの波の遡上は起きていない。広田川は点A付近から川幅が狭まるため遡上波があまり減衰することなく上流へと遡った。

図-6は広田遺跡の海側に設置された直立護岸とその前面に露出したビーチロックの状況を示す。護岸

中段に破線で示すように、護岸上部が変色しているのに対し下部は白いことから、高波浪により護岸前面が侵食され護岸が露出したことが見てとれる。また護岸前面にはいく層ものビーチロックが露出しているが、ビーチロックの形成要因を考えれば護岸自体が砂丘地を削って造られたものであり、砂丘地が潤沢なカルシウムの供給可能な環境にあったことが分かる。これは砂丘が大量の貝殻やサンゴの小片を含む飛砂により形成されてきたためである。またカルシウムが多く含まれていたためアルカリ性土壌となったことが、腐食することなく人骨が保存された理由を与えている。また護岸天端高はT.P. 5.0mであるが、護岸背後に高さ約8～9mの崖が形成されている点は、高波浪が護岸を超えて背後地に達し、侵食が起きたことを意味する。

遺跡正面から北側へと回り込み護岸北端部に到達すると、図-7のように護岸北端部は一部巻き込み区間を残して切れるが、この端部の西側が大きく侵食された。護岸端部近傍では矢印で示すように植物が倒伏していることから護岸端部に越波が集中し、滝のように流れ落ちたことが分かる。広田遺跡の北端部を斜め後ろ側から撮影したのが図-8である。護岸端部では汀線がフック状に後退し、砂丘地の頂部に至るまで浜崖侵食により削られた。この浜崖面から葬られていた弥生時代の人骨が多数現れた。さらに広田遺跡北端部を護岸端部付近から望んだのが図-9である。激しい侵食により砂丘地が崩落している。

円弧滑りの跡が多数見られ、下部に安息勾配斜面が見られないことから侵食後崩落土砂は流れによって運び去られたと考えられる。またこの付近にもビーチロックが多数現れていることから、ビーチロック上に砂丘が存在したことが明らかである。さらに浜崖部分を上流方向に望んだのが図-10である。前方に見える倒木が河川の上流方向に向かっていていることから、広田川河口から上流方向へと波・流れの強い作用があったことが分かる。

4. 台風後の2006年4月における追加調査

2006年4月28, 29日には、広田遺跡周辺の海岸侵食の現地状況を詳しく調べるため追加調査を行った。北端の山から見た広田遺跡の全貌を図-11に示す。海岸線に沿って延びてきた直立護岸は広田川河口で緩やかにカーブし唐突に終わる。護岸湾曲部の陸側では繁茂した植生が残されているが、護岸端部から右（上流）側は侵食され浜崖が残されている。図-12は直立護岸の状況を示す。護岸は昭和30年代に造られた。護岸端部では、現地盤から1.6mまで砂に埋っていた護岸が侵食されて露出したことが護岸表面の色彩の相違から読み取れる。また護岸の裏側も深くえぐられている（図-13）。図-14は広田川河口上流部から河口を望んだものであるが、低水路脇に山盛りされた砂は河口から打ち込まれ低水路に堆積



図-7 護岸北端部の西側直近での浜崖侵食
(2005年9月6日)



図-9 広田遺跡北端部を護岸端部付近から望む
(2005年9月6日)



図-8 広田遺跡北端部を西側から撮影
(2005年9月6日)



図-10 浜崖部分を上流方向に望む
(2005年9月6日)



図-11 北端の山上から見た広田遺跡の全貌（2006年4月28日）



図-12 直立護岸の状況（2006年4月28日）



図-13 深くえぐられた護岸の背後（2006年4月28日）



図-14 広田川河口上流部から河口を望む（2006年4月28日）

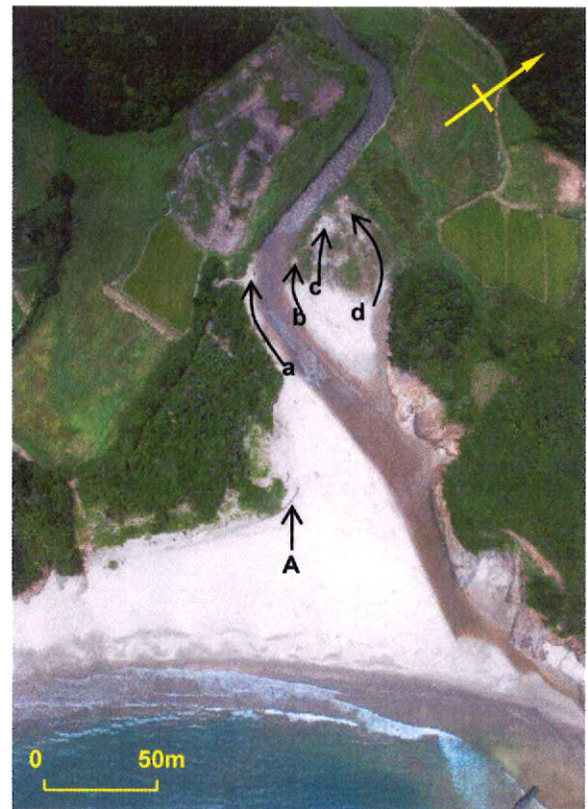


図-15 広田川への遡上波により運ばれた砂の堆積状況（2006年7月）

した砂の浚渫土砂である。これより高潮時広田川の上流方向へ砂が運び込まれたことが分かる。

広田遺跡については、その後2007年7月10日に空中写真撮影が行われた。図-15は広田川河口の上流方向へ運び込まれた砂の堆積状況を示す。砂の堆積域はa～dに示すように延び、低水路に沿って上流方向に砂が運ばれたことがよく分かる。また矢印Aは露出した直立護岸であるが、護岸の北端部はその背後も含めて侵食され海浜地に孤立している。護岸が北端に突出し、そこに河川の上流方向へ向かう強い流れが作用したことから、突出した護岸の上流側が大きく侵食され、そこに浜崖が形成されるとともに埋まっていた人骨が現れたと考えられる。

5. 広田海岸隣接海岸の侵食状況

高潮災害であるならば、現象のスケールから考えて広田遺跡と同様の侵食が周辺海岸でも見られるはずである。このことから2006年4月29日、広田遺跡の南2kmに位置する大崎射場付近と、広田遺跡の北3kmに位置し、太平洋に対し北東方向に開いたポケットビーチである浜田海岸の現地踏査を行い砂丘地の侵食状況を調べた。大崎射場付近の海岸線は大きく見て弓状をしており、南端には竹崎射場が、また北端には大崎射場が立地している。海岸は天然のポケットビーチであり、海岸線は南西～北東方向に走り、長さ約1.6kmの海浜である。例えば、図-16は大崎射

場前面の砂丘地における浜崖形成状況であるが、大崎射場の近傍でも約6mの浜崖が形成されていた。同様にして図-17は浜田海岸の海岸線に沿い北西～南東方向に伸びた砂丘に形成された高い浜崖を示す。上部を植生により覆われた砂丘の海側斜面が削られ、高い浜崖が形成されていた。浜崖の比高は10m以上にも及ぶ。斜面の頂部に生えていた樹木が倒れて落下していることから近年希に見る侵食が起きたことが分かる。以上より、大崎射場付近や浜田海岸でもまた広田遺跡と同様に砂丘地の侵食が観察されたことから、広田遺跡周辺での侵食原因は局所的要因ではなく、台風時の高波浪の作用と水位の異常な上昇によると推定できる。

6. 台風時の広田港内の状況

2005年9月6日の台風14号襲来時、広田海岸南端に位置する広田港では海水位が防波堤の天端にまで達し、港内にまで高波浪が直接作用した。この状況が台風襲来中の現地写真に残されている。図-18は、広田川河口と阿武鋤川を分ける防波堤天端の水没状況を示す。「く」の字型に一部見えているのが阿武鋤川（左側）と広田港（右側）を分ける防波堤である。奥まった位置にある河口部まで海面が非常に高

まっている。防波堤の天端高は図示するように先端部ではT.P. 5.0m、奥まった位置ではT.P. 4.1mなので広田海岸全体で水位が平均海面上ほぼ4.1mまで上昇したことが分かる。図-19は、広田港内に停泊する漁船が防波堤を超えた波によって動揺している状態である。天端高T.P. 4.1mの防波堤は水没し、そこに波が寄せている。これから見ても平均水面が大きく上昇したことが明らかである。なお、撮影時刻が明らかではないので、満潮干潮の区別はつかないものの、台風の気圧低下による海面上昇、強風による吹き寄せ、およびリーフ海岸特有のwave set-upなどにより水位が異常に上昇したことが明らかである。

7. 考察

一連の調査により次の諸点が確認された。

- ① 広田遺跡は激しい侵食を受けたが、広田海岸だけでなく南北にそれぞれ2kmと3km離れた大崎射場と浜田海岸でも同様に砂丘地の侵食が見られた。また広田海岸では近年の著しい侵食の起きた時期の直前に大規模な人工的改変は行われておらず、侵食が人為的要因に起因することはないことが確認された。



図-16 広田遺跡の南2kmに位置する大崎射場前面の砂丘地における浜崖形成状況（2006年4月29日）

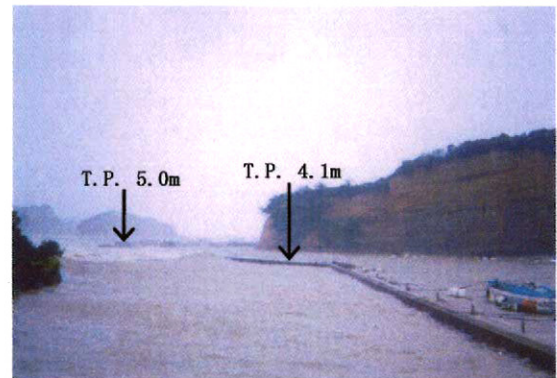


図-18 広田川河口と阿武鋤川を分ける防波堤天端の水没状況（2005年9月6日）



図-17 広田遺跡北3kmに位置する浜田海岸の砂丘に形成された高い浜崖（2006年4月29日）

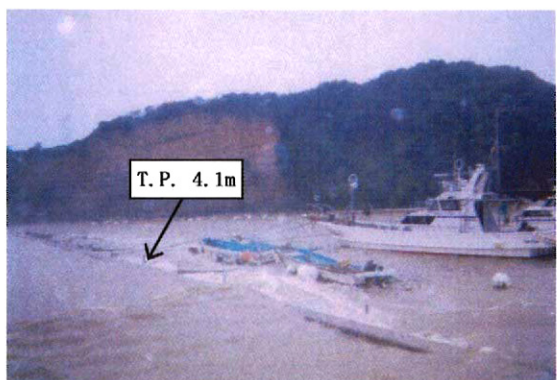


図-19 広田港内に停泊する漁船の動揺状況（2005年9月6日）

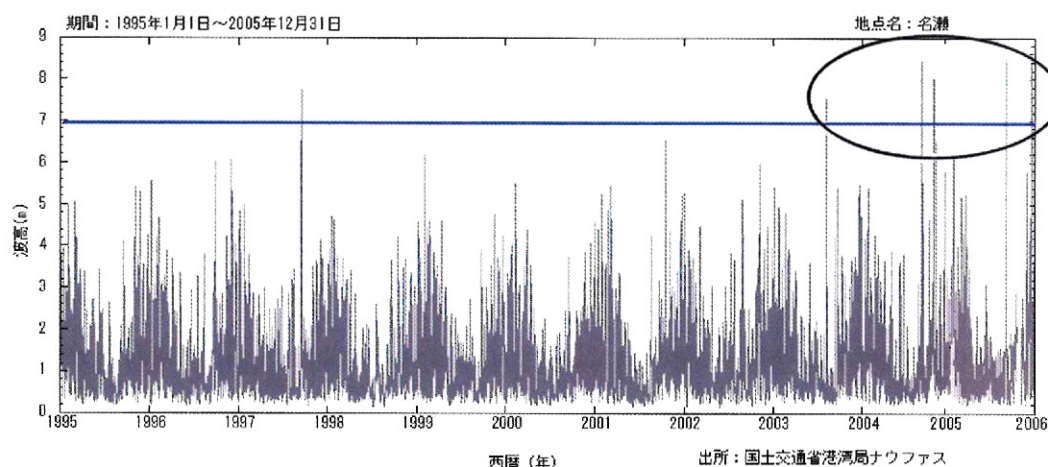


図-20 奄美大島名瀬における1995～2005年の有義波高の経時変化 (NOWPHAS)

- ② 広田海岸の沖合にはリーフが発達し、高波浪時にwave set-upが起こり易い地形条件にあった。この効果もあって2005年の台風14号襲来時に広田港防波堤の天端（T.P. 4.1m）まで水位が上昇したと考えられる。
- ③ 広田遺跡の過去の写真から、侵食は少なくとも1996年以降生じたことが確認された。また筆者らが携わった2002年以降の教育委員会の遺跡発掘調査時の観察によれば、2000年以前には侵食は顕著でなく、それ以降侵食が著しくなった。
- ④ 広田遺跡の周辺には過去護岸がなかったが、昭和30年代に直立護岸（天端高T.P. 5.0m）が造られた。この護岸は鉛直の壁体構造であって波返しを持たない構造であったために、越波が容易であった。また護岸が遺跡の北端で止められていたことにより、その端部で激しい侵食を受けた。

これらを総合すると、広田遺跡の侵食の主原因は外的要因に求めざるを得ない。図-20は、国土交通省NOWPHASによる奄美大島の名瀬における1995～2005年の有義波高の経時変化である。有義波高は一般に冬季が高く、夏季には低いという特徴を示すが、夏季から秋季に台風の襲来による高波浪が出現している。仮に極大値として波高7mを考えると、7mを超える非常に高い波浪は、エルニーニョの発生した1997年に7.7mが1回発生したのみであったが、2003年以降発生頻度が増し、2003年には7.5m、2004年には8.4mと8.0m、2005年9月には8.5mという異常に高い波浪がしばしば襲来している。このことから近年は台風の発生頻度や襲来のコースの変化によって種子島が高波浪の作用を続けて受け、これにより遺跡周辺で侵食が進み、最終的に2005年9月の台風14号時に大きく侵食されたと考えられる。

広田遺跡を防護する護岸は2000年までは砂に埋っていた。この場合、護岸上には砂が載っているため波が遡上したとしても打ち上がった海水は再び海へ

戻るのみであったと推定される。しかし図-12, 13のように護岸は波返しを持たない直立壁であったために、波が打ち上がり易い構造を有していた。これよりある一定以上の高波が襲来した場合、護岸より陸側の砂丘の侵食を助長したと考えられる。また護岸が河口近傍で途切れていたことも問題点である。そもそも越波が容易な護岸構造であるために、打ち上がった海水は護岸の端部方向へと集中的に流れ落ちただけでなく、護岸前面に侵入し上流方向へ遡る波は、護岸が途切れているためにその端部の裏側を集中的に侵食することになった。このとき侵食された砂は河道を上流方向に流れ、図-15のように河道内に堆積したと推定できる。

8. まとめ

広田海岸における侵食要因は、①護岸の天端高が低いための越波による侵食と、②護岸端部での沿岸漂砂の不均衡による侵食とに区分される。著しい侵食を生じさせたのは②である。護岸端部には広田川河口へと侵入する波が斜めに入射するが、護岸で守られた部分では砂移動がないのに対して、護岸がない部分では波に曝されるため広田川の上流へと向いた強い漂砂が生じて端部を中心に大きく侵食されたと考えられる。護岸が砂に埋っていた場合には単に来襲波は砂丘を遡上し、また戻り流れとなって海へと戻ったのみであったが、護岸の存在自体が侵食を助長したと考えられる。

参考文献

- 1) 広田遺跡学術調査研究会編集：「種子島廣田遺跡（本文編）」，発行鹿児島県立歴史資料センター黎明館，p. 414，2003.
- 2) 広田遺跡学術調査研究会編集：「種子島廣田遺跡（図版編）」，発行鹿児島県立歴史資料センター黎明館，2003.
- 3) 宇多高明：海岸侵食の実態と解決策，山海堂，p. 302，2004.