

# 波の遮蔽構造物建設に伴う周辺海岸での 侵食・堆積を未然に防ぐ手法に関する考察 -館山市下原漁港を例として-

PREVENTIVE METHOD OF BEACH EROSION AND ACCRETION TRIGGERED  
BY FORMATION OF WAVE SHADOW ZONE ASSOCIATED WITH EXTENSION  
OF PORT BREAKWATER - AN EXAMPLE OF SHIMOHARA FISHING PORT IN  
TATEYAMA CITY-

星上幸良<sup>1</sup>・小林昭男<sup>2</sup>・宇多高明<sup>3</sup>・三浦正寛<sup>4</sup>・熊田貴之<sup>5</sup>・三波俊郎<sup>6</sup>  
Yukiyoshi HOSHIGAMI, Akio KOBAYASHI, Takaaki UDA,  
Masahiro MIURA, Takayuki KUMADA and Toshiro SAN-NAMI

<sup>1</sup>正会員 国際航業(株) 海洋エンジニアリング部(〒191-0065 東京都日野市旭が丘3-6-1)

<sup>2</sup>正会員 工博 日本大学理工学部海洋建築工学科助教授(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

<sup>3</sup>正会員 工博 (財) 土木研究センター審議役なぎさ総合研究室長(〒110-0016 台東区台東1-6-4 タカラビル)

<sup>4</sup>学生会員 日本大学理工学部海洋建築工学科(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

<sup>5</sup>学生会員 工修 日本大学大学院理工学研究科海洋建築工学専攻(同上)

<sup>6</sup>海岸研究室(有)(〒160-0011 東京都新宿区若葉1-22 ローヤル若葉208号)

Preventive method of beach erosion and accretion triggered by the formation of wave shadow zone associated with extension of port breakwater is investigated through the field observation, taking the Shimohara fishing port in Tateyama City in Chiba Prefecture as the example. This phenomenon is well-known in coastal engineering, but in Japan this kind of beach erosion and accretion have been repeatedly reported. In order to solve this problem, not only the research in engineering method, but also improvement of the environmental assessment system are required so as to include the prediction of topographic changes in the items of environment assessment.

**Key Words :** Wave shadow zone, beach changes, shoreline changes, environment assessment.

## 1. まえがき

防波堤等による波の遮蔽域形成に伴う侵食と堆積は良く知られた現象であり、事例も多い。また、この種の海浜変形の予測手法も実用段階に達しており、技術的に見るとこれらの海岸施設建設に伴う環境影響評価は十分に可能であると言える。しかし現地海岸では、今もなおこの種の侵食・堆積がしばしば繰り返され、侵食域においては海水浴場としての環境条件の低下や、背後地への越波等に対する防護レベルの低下、これに起因する海岸の人工化などの事例が非常に多く見られる。

本研究では、なぜそのようなことが繰り返されるのかについて、千葉県館山市に位置する下原漁港(図-1)を例に、環境アセスメント上の問題まで踏み込んで考察する。

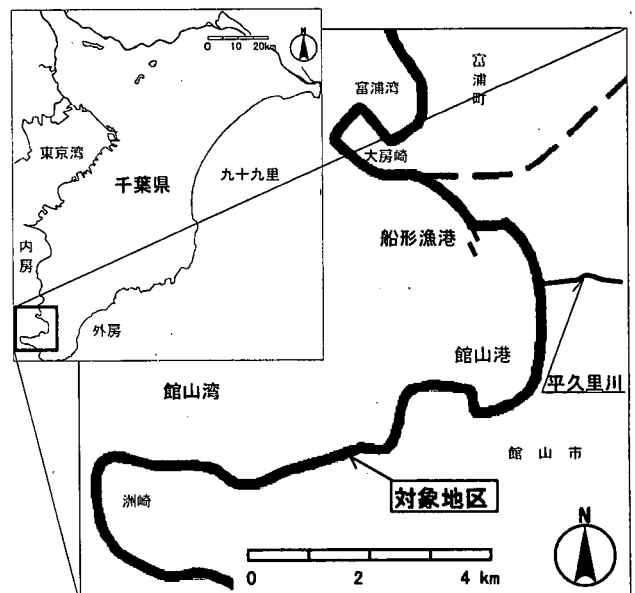


図-1 館山湾内の下原漁港の位置

## 2. 空中写真の判読

研究対象は千葉県館山湾内の下原漁港周辺である。海岸は図-1に示すように館山湾内にあり、館山湾に北面し、湾内の深い位置にあるために太平洋からの入射波は遮蔽されており、作用波は主に北側からの風波である。写真-1に示す空中写真によれば、1997年までは延長約600mの自然の砂浜であったが、1998年より「く」の字形防波堤が急速に延ばされ、防波堤背後にかなり広い波の遮蔽域が形成されたため、波の遮蔽域外から遮蔽域内へと向かう沿岸漂砂が誘起

され、海浜変形が生じた。その結果、2002年には漁港隣接海浜では汀線が大きく前進、海岸中央部から東部では汀線が後退している。図-2は空中写真から読み取った汀線形状と、1997年基準の汀線変化量である。東部にある岩礁が沿岸漂砂に対する固定境界となり、その西側では汀線が後退、東側では前進している。汀線の前進後退の変化点はX=300m付近にあり、そこから西防波堤の背後へと汀線は大きく前進している。1997年から2002年までの最大汀線前進量は47mであり、最大汀線後退量は15mであった。また汀線変化は時間的に単調に起きたことがよく分かる。

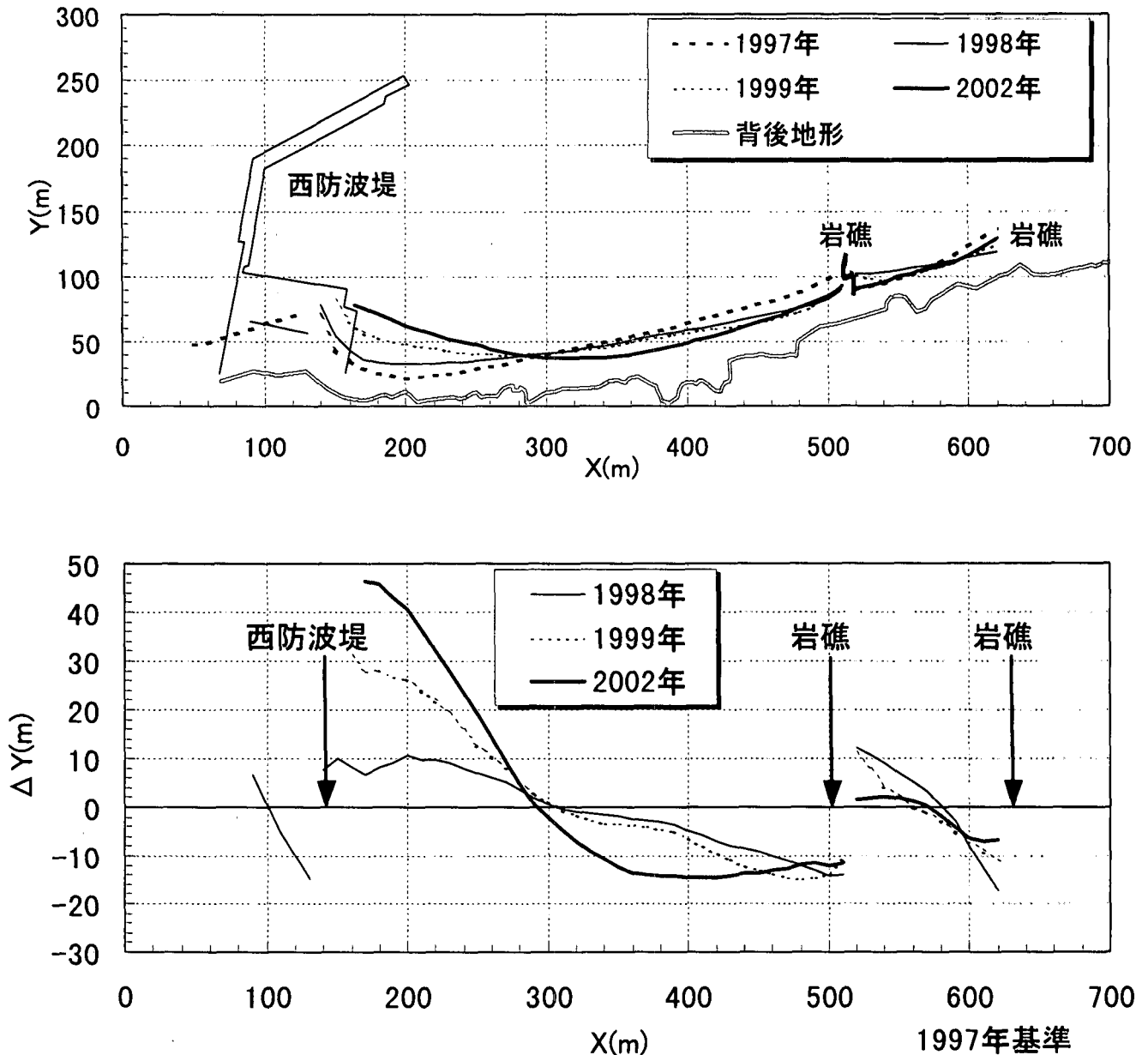


図-2 空中写真から読み取った汀線形状, および1997年基準の汀線変化量



写真-1 空中写真による経年変化

### 3. 海岸状況の現地踏査

現地踏査は2002年11月24日、下原漁港の東側海岸から開始した。まず**写真-2**は塩見漁港の隣接部に山積みされた浚渫土砂の上から西側を望んだものであり、遠方に延びているのが下原漁港の防波堤である。写真の通り、防波堤の遮蔽域方向へと誘起される沿岸漂砂の移動を阻止する突堤などの施設は存在せず、このため大量の土砂が西向きに移動することになった。写真には2箇所に岩礁が現れているが、これらは海浜変形の起こる以前には大部分が砂に埋もれていたが、侵食の結果露出したものである。また写真の左側から右下に続く草地は人工および天然の砂丘地であるが、その前面には高さ1.6mの浜崖が形成されている(**写真-3**)。崖の基部には一部安息勾配に近い斜面が見られるが、上部には多くの植生がオーバーハング状に垂れ下がっている。これに比べて浜崖の前面はフラットである。また写真中央やや右にはフラットな岩(泥岩)が見える。この岩は1923年の関東大地震の際隆起した波蝕棚(ベンチ)と考えられ、この時の付近での隆起量は1.5mであった<sup>1)</sup>。

**写真-4**は**写真-3**に示す浜崖から更に下原漁港へと接近した場所で撮影した浜崖状況である。この位置では浜崖の高さは1.1mにまで低下している。地中深くに延びていた木の根が途中から露出していることから、ごく最近までこの位置で浜崖侵食が続いて

きたことが分かる。この位置では前方に大きな樹木があるが、この木に隣接して小河川が流入している。この小河川の右岸隣接部では**写真-5**のように浜崖は形成されていたものの、その高さは約0.7mまで低下していた。浜崖は形成されてから間もない状況であり崖面はオーバーハングし、露出した植生の根が垂れ下がる状況を呈していた。**写真-6**は小河川の左岸側から河口右岸にある岩礁を撮影したものである。この岩礁は下原漁港の防波堤延伸に伴う海浜変形が起こる以前、東向きの卓越沿岸漂砂の条件下で汀線の固定境界となり、その東側にフック状汀線を形成させていた。また西側では現在下原漁港がある場所にあった岩礁から延びたフック状汀線の最下流端の汀線位置を定めていた。このため**写真-6**に示す岩礁位置では汀線が不連続となり、西側から延びてきた汀線に段差が付いていた。しかし下原漁港の防波堤による波の遮蔽域へと西向きの沿岸漂砂が誘起され、沿岸漂砂の方向が反転し、漂砂が西向きに流出した結果、小河川の河口部での汀線の段差は消失した。この状況を西側から撮影したのが**写真-7**である。小河川の河口位置を過ぎると浜崖の形成は見られなくなる。すなわち小河川の河口付近が侵食域から堆積域へと変化する分岐点に相当している。小河川の河口から下原漁港の防波堤へと接近しつつ汀線状況を撮影したのが**写真-8**である。汀線は大きく弓なりになり、下原漁港に接近すると急激に前進する。**写真-9**は、



写真-2 東側端部から西側を望む



写真-3 自然砂丘の浜崖状況



写真-4 自然砂丘中間地点の浜崖状況



写真-5 小河川右岸の浜崖状況



写真-6 小河川左岸から岩礁を望む



写真-7 岩礁帯を東側から望む



写真-8 海岸中央付近から西側を望む



写真-9 下原漁港より東側を望む

下原漁港近傍から東向きに海岸状況を撮影したものである。沿岸漂砂によって運び込まれた砂がバームを形成して堆積している。

#### 4. 考察

##### (1) 分析結果のまとめ

直線状海岸において防波堤が延ばされ、その背後に波の遮蔽域が形成された場合、波の遮蔽域外から波の遮蔽域内へと向かう沿岸漂砂が発達し、それによって遮蔽域外では侵食が、また遮蔽域内では堆積が生じることはよく知られた現象であり、全国に数多くの事例がある<sup>2)</sup>。また護岸（岩礁）が存在する場合の海浜形状もHsuの方式を拡張した方法<sup>3)</sup>によって十分予測可能となっている。それにもかかわらず下原漁港では1998年から2002年までのわずか4年間で全く同種の海浜変形が繰り返され、防波堤の遮蔽域内へと砂が吸い込まれ、周辺域では浜崖侵食が進み、さらに遮蔽域内の堆積域ではその上に盛土がなされ、海浜で移動可能な砂は地盤の下部に埋められた。かくして海水浴場として利用されてきた海岸では従来と比較して明らかに海浜の利用条件が低下しただけでなく、浜崖侵食や越波など、防護レベルの低下を招くことになった。漁港は現在では小型の船外機6隻の利用がなされているのみであり、漁港施設の規模と比較して不釣り合いな印象であった。

##### (2) 問題点の整理

海浜変形の一般論から見れば上述の現象は事前に予測が可能であるが、ここでは最近4年間で全く同種の海浜変形が繰り返された。これは防波堤の建設により人為的に砂を遮蔽域に集めたのではなく、防波堤建設により波の遮蔽域を形成する場合、ここで述べたような海浜変形が起こるといえることがそもそも計画者の念頭になかったと考えざるを得ない。結果として現象が起きた後に海岸技術者が対応するのみであれば、技術者は問題の発生を未然に防止できないことになり、海岸環境の悪化に対して有効な手立てを持たないことになる。この意味からすれば、漁港計画に携わる関係者に、より分かり易い形で情報を提供し、将来生じる海浜の変形について理解を進めるなど、周知徹底することが必要と考えられる。

また、下原漁港は第1種漁港（館山市所管）であり、踏査を行った隣接海岸は漁港区域には含まれているが海岸保全区域の指定はなされていない。このため、本来は施設等による保全が不要な海岸であったと判断される。また、この地域は南房総国定公園の普通地域であり自然環境としての価値も高い。ゆえに、背後地には臨海学校や保養所等が多数存在しており、海岸は地域にとって重要な資源として活用されてきた。これに対し、漁港建設による海浜変形は海浜幅を減少させ、前浜勾配を急にし、汀線付近では礫が出現、さらに背後地への越波の懸念が生じるなど、海岸法の示す防護・環境・利用面の全てのポテン

シャルを低減させ、このままでは、新たに海岸保全施設の建設が必要となるであろう。これらポテンシャルの低減と漁港建設による利便性の向上は、結果的には漁港を所管する館山市が相反する問題を同時に抱え込むことになり、行政論上の矛盾を生じる可能性がある。以上より、事業者のみならず施設計画に係わる技術者には、計画策定に際して周辺地域に与える影響についてきめの細かい配慮が必要である。

このように、科学的には既に明らかな現象がここでもまた繰り返され、周辺海岸の環境条件が悪化している。このことから、漁港自体の必要性の議論は別としても、周辺域での海岸環境の悪化について基本的な点からの改善がなされるべきと筆者らは強く思うところである。

### (3) 環境影響評価の現状分析

通常、漁港や港湾事業に際しては環境影響評価（アセスメント）が行われており、事業者はその調査項目である環境要素については免許権者である都道府県知事（実務においては関係部局）と協議し、場合によっては国や県、市町村の条例等を踏まえて実施される。

また、環境影響評価の結果は告示行為として情報公開がなされている。行政手続きとしては、告示結果に対して意見や要望を提示すれば、それに対する評価を追加することができるが、告示行為のみで地域住民への適切な情報公開がなされるとは考えにくく、まして評価書に記載のない項目について住民側が予測し指摘することは困難である。

また、1999年6月から全面施行された環境影響評価法では、一定規模以上の事業は全て対象とされている。資料<sup>4)</sup>には港湾計画における評価項目の選定基準が示されており、この内、海浜変形に該当する項目は、「環境の自然的構成要素の良好な状態の保持を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素」として扱われ「土壌に係わる環境、その他の環境」の「地形及び地質」に分類され、次のような選定理由が示されている。“主要な水域施設、外郭施設又は埋立地の存在により、重要な地形及び地質が消滅・縮小等の直接的な影響を受けるおそれがあることから、標準項目として設定されている。なお、主要な水域施設、外郭施設又は埋立地の出現により波浪や流れが変化し、周辺の海浜地形が侵食・堆積により変化する間接的な影響についても、必要に応じて検討する。”この解釈では、予め免許権者に対して検討が必要であると判断するに至る材料がない限り、現実的には実施されない恐れが大きい。さらに規模の小さい事業については、これらの事例を参考として慣例的に評価項目を決定しているため、実施されることはほとんどないと考えられる。

### (4) アセスメントへの提案

以上のように、現状の環境影響評価法の運用においては、海浜変形に伴う海岸環境への影響は重要視されておらず、結果的には環境変化が生じなければ問題が明確とならない。海浜変形が起これば必ず何らかの形で環境が変化することを考慮すれば、これは明らかに絶対的矛盾となる。

したがって、今後、環境影響評価法の運用において、規模の大小にかかわらず、海浜変形を必ず検討すべきである。これらに対する明確な説明がなければ、住民との合意形成が図れず行政不信を招くだけでなく、新海岸法の主旨である防護・利用・環境の全てにおいて、多大な損失が継続することになる。

以上に対する提案として、海岸工学の分野では近年、空中写真分析や現地踏査などの調査手法や、海浜変形の新たな予測手法である汀線変化モデル、等深線変化モデル<sup>5)6)</sup>、Hsuモデル<sup>3)7)8)</sup>、粒径変化を考慮した海浜変形モデル<sup>9)</sup>など、簡便な手法や高度な手法が実用化されているので、評価技術としてこれらを体系化し、前述した法的な運用だけでなく、具体的な評価の技術指針として導入することが望ましい。

### 参考文献

- 1) 千葉県自然誌（本編2）、千葉県の大地：（財）千葉県史料研究財団、p. 20-30, 1997.
- 2) 宇多高明：日本の海岸侵食、山海堂、p. 442, 1997.
- 3) 酒井和也・小林昭男・熊田貴之・芹沢真澄・宇多高明・三波俊郎：3次元Hsuモデルによるポケットビーチ内の護岸周辺の静的安定海浜形状の予測、海岸工学論文集、第49巻、pp. 631-635, 2002.
- 4) 港湾分野の環境影響評価ガイドブック：（財）港湾空間高度化センター、p. 176, 1999.
- 5) 宇多高明・河野茂樹：海浜変形予測のための等深線モデルの開発、土木学会論文集、No. 539/ II -35、pp. 121-139, 1996.
- 6) 芹沢真澄・宇多高明・三波俊郎・古池 鋼・熊田貴之：海浜縦断形の安定化機構を組み込んだ等深線変化モデル、海岸工学論文集、第49巻、pp. 496-500, 2002.
- 7) 芹沢真澄・宇多高明・三波俊郎・古池 鋼・神田康嗣：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, 1996.
- 8) 芹沢真澄・宇多高明・三波俊郎・古池 鋼・神田康嗣：HSUモデルの3次元海浜変形予測モデルへの拡張、海岸工学論文集、第47巻、pp. 601-605, 2000.
- 9) 熊田貴之・小林昭男・宇多高明・芹沢真澄・星上幸良・増田光一：混合粒径砂の分級過程を考慮した海浜変形モデルの開発、海岸工学論文集、第49巻、pp. 476-480, 2002.