

埋立地造成に伴う湯河原海岸の海浜変形

BEACH CHANGES OF YUGAWARA COAST TRIGGERED BY LAND RECLAMATION

宇多高明¹・高尾治海²・秋田和枝³・三波俊郎⁴・石川仁憲⁵

Takaaki UDA, Harumi TAKAO, Kazue AKITA, Toshiro SAN-NAMI and Toshinori ISHIKAWA

¹ 正会員 工博 (財) 土木研究センター理事なぎ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 台東区台東 1-6-4 タカラビル)

² 神奈川県小田原土木事務所 河川砂防第一課長 (〒250-0003 神奈川県小田原市東町 5-2-58)

³ 神奈川県小田原土木事務所 河川砂防第一課 (〒250-0003 神奈川県小田原市東町 5-2-58)

⁴ 海岸研究室 (有) (〒160-0011 東京都新宿区若葉 1-22 ローヤル若葉 301)

⁵ 正会員 工修 (財) 土木研究センターなぎさ総合研究室 (〒110-0016 台東区台東 1-6-4 タカラビル)

The causes of the erosion of the Yugawara coast located on the east side of Izu Peninsula were investigated on the basis of field data. Although this coast has long been stable because of a pocket beach, sandy beach was gradually eroded. In the past, land reclamation was carried out in the southern half and the beach north of the land reclamation area was eroded, causing shoreline recession. Past aerial photographs were compared and the articles of past newspapers were studied. It was found that sand was removed from the beach for obtaining construction material, resulting in the severe erosion.

Key Words : Beach erosion, land reclamation, Yugawara coast, anthropogenic factors

1. まえがき

神奈川県西部, 小田原から湯河原に至る延長約15kmの海岸線は, 真鶴半島を初めとして凹凸の著しい海岸線である。このうち真鶴半島以北には伊豆箱根火山帯を起源とする火成岩の礫が堆積し, 海岸線近傍まで山地が迫り, 狭隘な地域に東海道線と国道135号線が走っている。しかし真鶴半島を南側に越えると海岸状況は一変し, 細砂からなる湯河原海岸が広がる。この海岸は図-1に示すように, 東端を大きく突き出した真鶴半島により区切られていることから, 海岸線に供給された土砂は真鶴半島を越えて北向きに流出することはなく, また海岸には流域面積29.7, 15.6km²の千歳川と新崎川が流入し, これらの河川からの土砂供給がある。これらの理由により, 湯河原海岸では細砂からなる海浜が発達してきた。また図-1に示すように, 沖合の海底勾配も真鶴半島の北側が急であるのに対し, 湯河原海岸では緩やかであって, これは真鶴半島の南北海岸の構成土砂が細砂と礫であることともよい対照をなす。湯河原海岸は, このような地形的条件を有することから, 人為的改変がなければ海岸保全上何も問題がないと考えられた。しかし過去に湯河原海岸では埋立地が造成され, その間造成区域北側の自然海浜で侵食が起こ

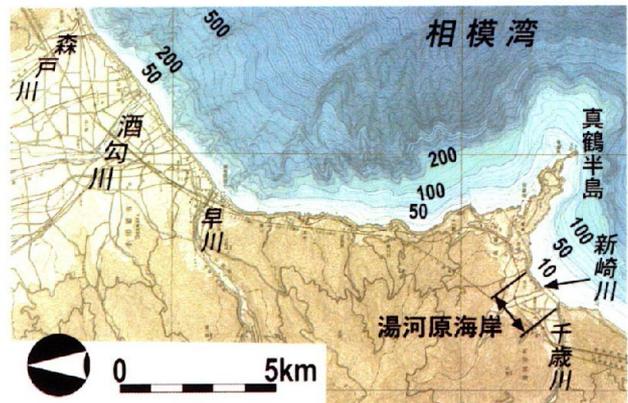


図-1 湯河原海岸の位置

るとともに, 埋立地護岸の前面水深が約5mと深いいため越波が著しく, このため消波施設として-6mから-8mの海底面上に人工リーフ2基が建設され, さらに1基が建設途中にある。このように埋立地造成後もなお海浜は依然として変形を続けている。本研究では, こうした湯河原海岸の過去の変遷を振り返り, 今後海浜を安定化する場合に考慮すべき留意点を明らかにする。

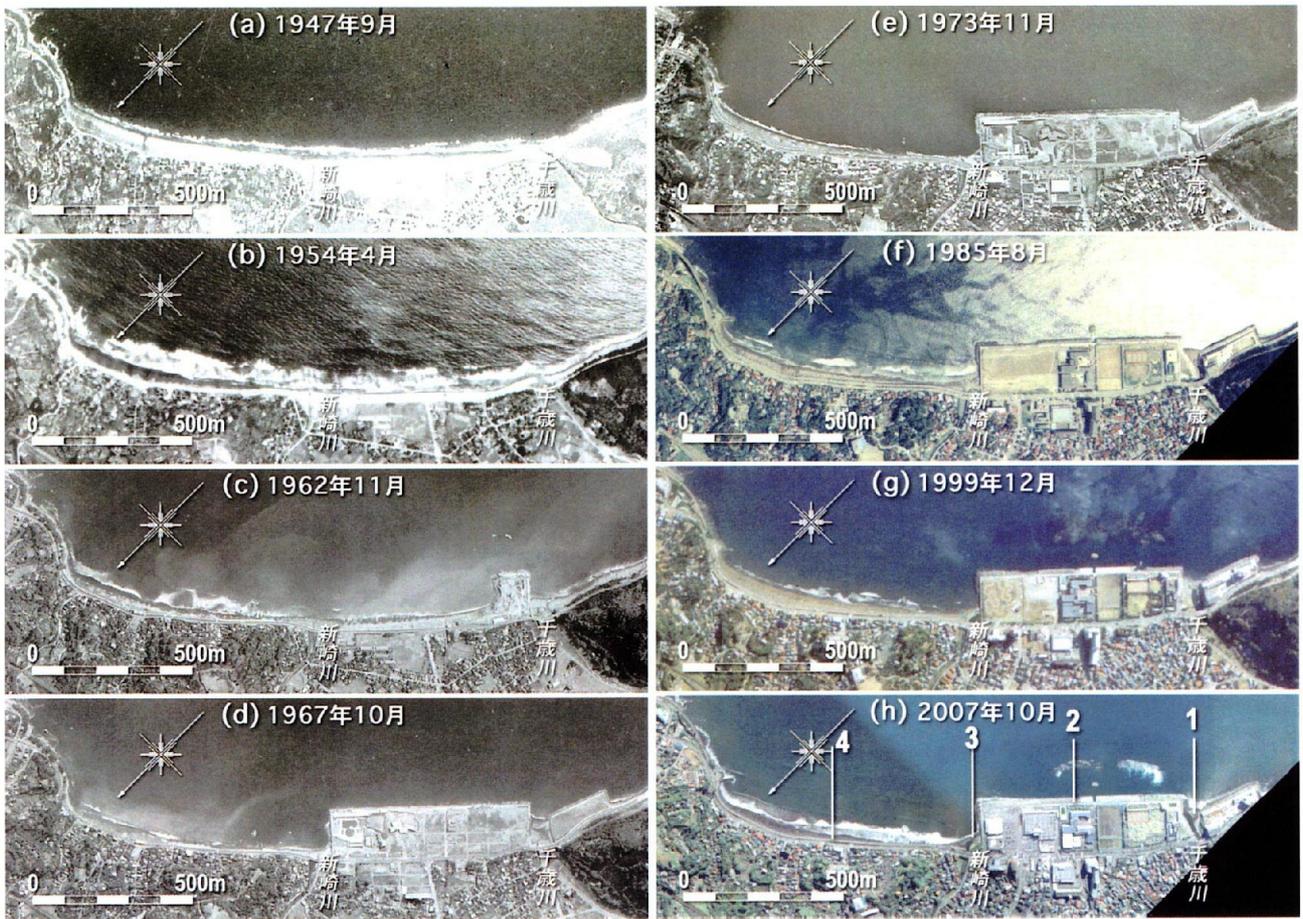


図-2 湯河原海岸の空中写真

2. 空中写真の比較

湯河原海岸の変遷については1947～2007年撮影の空中写真をもとに調べることができる。図-2は、比較のために8時期の空中写真より同一区域を切り出したものである。1947年には、湯河原海岸は自然海浜のままの姿を有し、北端の真鶴半島と南端の岩礁間に挟まれた延長約1.5kmのポケットビーチであった。海岸南端には千歳川が、また中央部には新崎川が流入しており、海岸線はほぼ直線状に伸びていた。1954年の空中写真は、高波浪時に撮影されたものであるが、1947年と海岸状況には大きな差異は見られない。

1962年には、千歳川河口の東側隣接部において沿岸方向に100m、沖向きに150mの埋立地が造られつつあった。同時に埋立地の東側隣接部から新崎川までの区域では汀線が前進したのに対し、新崎川以東では汀線の後退が生じている。1962年の埋め立て工事区域の詳細を拡大写真により調べると、図-3のように南側の護岸は完成していたが、沖側護岸は土砂を盛土方式で巻き出した上、護岸と消波工を陸上施工で進める方式で建設されており、工事区域と埋立地の間で沿岸漂砂を阻止するような突堤状の施設がないまま工事が進められていた。埋立地の造成はそ

の後も進められ、1967年には幅150m、長さ650mの矩形状の埋立地が完成した。また千歳川の南側にも幅50m、長さ200mの埋立地が造成された。この時同時に、新崎川以東にあっては河口と北端の岬との中間点付近まで侵食が進んだ。湯河原海岸はポケットビーチであるから、埋立地とその北東側の海浜の間での砂のやり取りがなければ、自然海浜部の汀線が経年的に後退すべき理由を見出すことができない。これに対して、1967年までに見られるように、埋立地の隣接部の砂浜が集中的に消失したことは、埋立地造成時に沖合施設の建設が先行され、それにより波の遮蔽域へと砂が吸い込まれた可能性が大きいことを示している。

1973年になると湯河原海岸の自然海浜のほぼ1/2は人工化された。また新崎川以北では海岸線に沿って真鶴道路が建設されたため浜幅が狭まったが、新崎川河口から北側に300m区間の浜幅がとくに狭く、高架道路の海側法線と海岸線とが重なりを示している。1985年には、新崎川河口付近で埋立地の護岸による波の遮蔽効果によって汀線の前進が見られる。また1999年には残された海浜の南部では汀線が後退し、これと対照的に北部では汀線が前進して時計回りのrotationが起きている。2007年は高波浪が襲来している時期の写真であり、埋立地沖に建設された2基

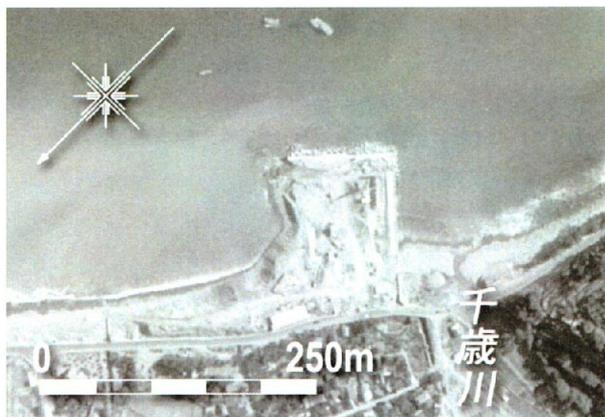


図-3 1962年における埋め立て工事区域の拡大写真

の人工リーフ上で碎波が見られるが、碎波の白濁域が人工リーフの両端で陸側へと曲がっていることから、人工リーフの天端被覆工が岸向きに運ばれたことが見てとれる。

3. 新聞記事による当時の侵食状況の確認

1962年5月12日発行の神静民報には、当時の海岸侵食状況に関する記事がある。以下、原文を括弧書きで引用する。

「遠浅の海水浴場と知られる湯河原町の吉浜海岸が昨年秋から始まった埋め立て工事のため荒廃し、「今年は海水浴ができない恐れがある」と地元の観光協会から町に陳情が出た。ところが埋め立て工事施工者の白雲閣観光開発KKでは「海岸の荒れたのは海岸の埋め立て工事が直接的原因でなく、台風による自然現象だ」と主張、言い分は真っ向から対立している。」と当時の状況が述べられており、また海岸状況については、「現実の吉浜海岸は砂浜がほとんどなくなり、大小の石がゴロゴロ、昨年の海水浴場と比べると様相が全く一変してしまっている。」とされている。

さらに、湯河原町観光協会などから当時出された陳情書の内容も述べられており、「埋め立て工事で新崎川から西寄りの海岸の砂をブルドーザーで掘り、これをコンクリートの土台造りに使っているのが原因〔1〕、海水浴場の砂浜の砂が波で洗われ砂を採取して低くなっているところに移動する。このため遠浅であった東海岸の海水浴場は50～60cmも沈下してしまった。砂が減った上に海底にあった大小の砂石が乗り上げ、波打際が深くなり、海岸は石だらけになってしまった。」とある。これに対して埋め立て施工業者は、次のように反論している。「昨年秋の台風で海底が荒らされたためだ。」「埋め立て地の砂を掘るのはこちらの自由で〔2〕水浴場の砂浜が50～60cmも沈下したなどということはない」と強く否定した。」

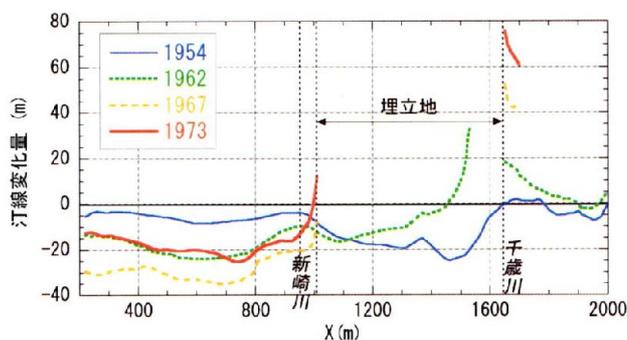


図-4 1947年を基準とした汀線変化

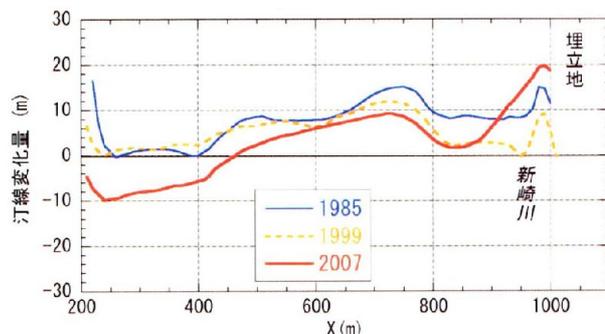


図-5 新崎川河口以北の区域における1973年基準の汀線変化

記事〔2〕よれば、埋立地内で掘削が行われたことは間違いない事実である。その結果、深くなった場所へと沿岸漂砂によって隣接海岸から砂が運ばれるから、結果的に新崎川から西寄りの海岸の砂の量が減少したと考えられる。観光協会の主張〔1〕のように、直接隣接域の砂をブルドーザーで掘り、埋め立て工事に利用しなかったとしても同じ結果を招いたことは明らかである。これらから当時海浜の砂が建設工事に使われ、結果的に侵食を招いたことが分かる。

4. 汀線変化

一連の空中写真より、1947年を基準とした汀線変化を調べた結果を図-4に示す。これによれば、1954年には千歳川河口の北側隣接部で局所的な汀線の後退が見られたが、1962年になって埋立地が造成され始めるとその背後では前浜が広がる一方、東側隣接域では汀線の後退が起きた。埋立地が東側に広がると、1967年の測定結果のように北側では汀線後退が一層著しくなった。すなわち埋立地造成工事が行われていた期間では埋立地の北東側への広がりと同時に残された自然海浜では汀線の後退量が増していったことが特徴である。しかし埋立地造成工事終了後の1973年では、汀線は前進傾向に変わった。

図-5は、新崎川河口以北の区域について、1973年

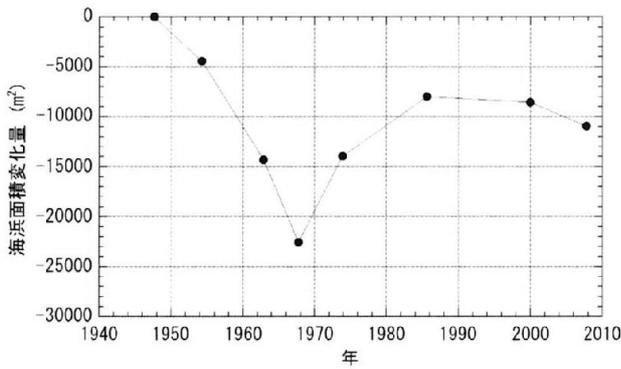


図-6 新崎川河口以北の区域における侵食面積の変化

を基準とした汀線変化を示す。1973年を基準にするといずれの時期の汀線も前進傾向を示すが、同時に反時計回りのrotationが起きたことで2007年では海浜北端部の200m区間は侵食された。

図-5より新崎川河口以北の区域において1947年を基準とした各年の侵食面積を求め、その時間変化を示したのが図-6であるが、埋立地造成の行われていた1967年までは海浜面積が急激に狭まったが、その後1985年まで急回復したあとほぼ平衡状態に達した。

以上より、1967年までの埋立地造成時にその背後に砂が吸い込まれたが、その後埋立地が完成し、埋立地背後への沿岸漂砂が消失すると同時に、新崎川からの流出土砂が堆積したため砂浜面積が回復傾向

を示したと考えられる。1947年の写真に示したように、湯河原海岸はポケットビーチであることから、1967年までに急激な侵食が起き、その後は逆に堆積傾向となったことを他の理由により説明することは困難である。よって湯河原海岸の侵食は埋立地造成時の影響と判断できる。

5. 海浜縦断形の比較

湯河原海岸では、図-2(h)に示す4測線に沿って1977年以降2008年までの間、深浅測量が行われてきた。ここではこれらの深浅データをもとに海浜縦断形の変化について調べることにする。測線は南側から北側へと配列され、千歳川河口に測線No.1が、埋立地沖の人工リーフを横断してNo.2が、埋立地と北側の境界線上にNo.3が、そして北側海浜の中央にNo.4が位置する。測線の本数は少ないが、護岸、人工リーフなどの施設周辺のみならず北部の海浜における海浜変形を調べることができる。

千歳川河口を通るNo.1では(図-7)、1977年以降侵食が進み主として-9m以浅で侵食が進んだが、2006年までには砂の堆積が進み1977年当時の縦断形に復元した。しかしながら、2007年9月6日に襲来した台風9号に伴う高波浪の作用もあって前浜が削り取られ、沖合の-4mから-9mの広い区域で堆積が生じた。埋立地沖の人工リーフを横断するNo.2では(図-8)、

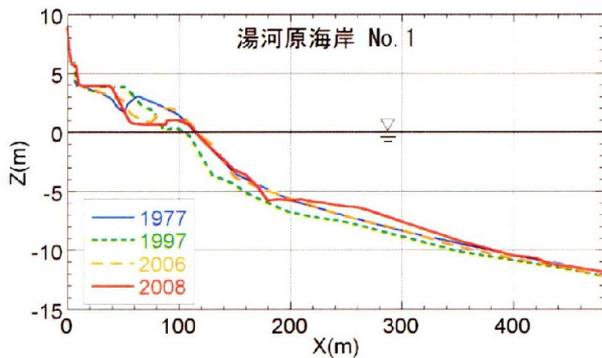


図-7 千歳川河口を通るNo.1での縦断形変化

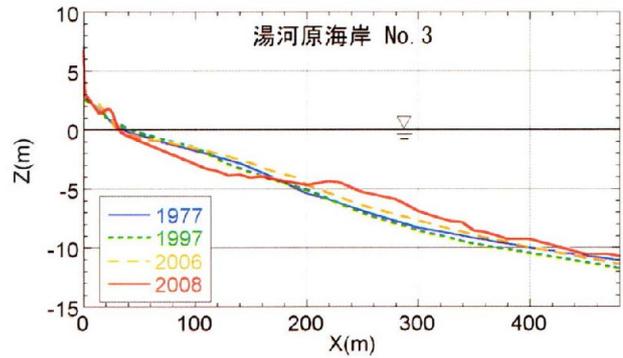


図-9 埋立地と海浜部の境界を横切るNo.3の縦断形変化

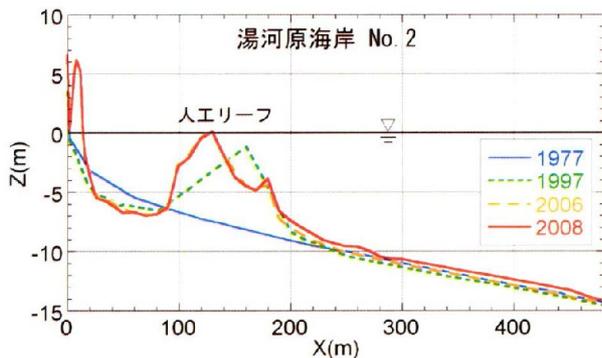


図-8 埋立地と人工リーフを横切るNo.2での縦断形変化

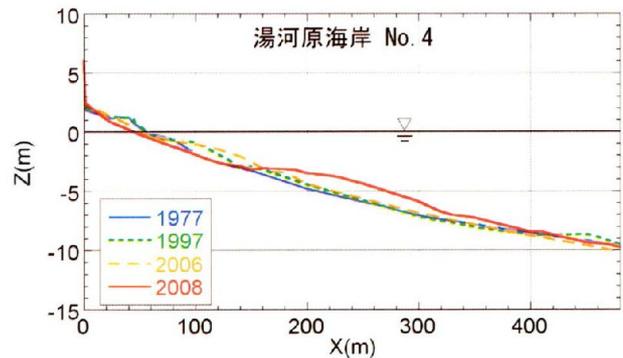


図-10 海浜部の測線No.4での縦断形変化

すでに1997年までに人工リーフが変形し三角形状となっていた。その後2006年までに沖側ののり面を覆っていた被覆ブロックが岸向きに運ばれたが、台風9号に伴う高波浪作用後の2008年でも天端付近の形状には変化が見られない。これと対照的に、人工リーフ沖の-4m以深では緩やかな堆積が生じている。沖合の堆積域の水深は-4mから-14m付近までと護岸・人工リーフのない断面であるNo.1の-4mから-9mより深くなっている。

図-9には、埋立地と北側の海浜との境界に位置するNo.3の縦断形変化を示す。この測線では前浜の1m付近にはわずかな堆積が生じたが、汀線から-4mまで侵食され、その砂が沖向きに運ばれ、ほぼ-5mから-10m付近で堆積している。沖合の堆積量はNo.1, 2より大きい。海浜中央部を通る測線No.4では、図-10に示すように、汀線付近から-3mまでが侵食されて砂が沖向きに運ばれ、-3mから-8mの区域に堆積している。この測線では断面内での侵食土砂量が堆積土砂量より大きい。

以上のように、湯河原海岸では2006～2008年間の波浪によって埋立地、海浜部を問わず汀線からほぼ水深4m付近までが削られ、沖合に堆積するという顕著な沖向き漂砂が観測された。このような細砂海岸における急激な沖向き漂砂の発生は、同様に細砂からなる茅ヶ崎中海岸で2007年9月6日に襲来した台風9号時の観察結果¹⁾とほぼ同様である。またこの期間には台風9号に匹敵するような高波浪の襲来はなかったことから、湯河原海岸の海浜変形も2007年9月6日の台風9号時の高波浪によって起きたと考えられる。

6. 考察

現在、湯河原海岸の埋立地の中央～南部沖は人工リーフにより防護されているので越波災害を受けないが、北端部では人工リーフが施工中であり、必要断面が確保されていないため越波が著しい。このため北端部の人工リーフを完成形にする工事が行われている。この人工リーフが建設されると、南側からの入射波条件下において、埋立地隅角部周辺で波の遮蔽効果が高まるため、新崎川河口周辺で堆積が起こりやすくなる。結果として図-11の模式図に示すように、北側海浜から砂が緩やかに南向きに沿岸漂砂によって運ばれるので、海浜北端部の200m区間では侵食が進むことになる。南部に新しい構造物ができて波の遮蔽域が形成されると、それに応じて埋立地北側海浜では海岸線が新しい平衡状態に近づくよう、反時計回りにrotateし、沿岸漂砂が阻止されている海浜の北端部周辺で汀線の後退が起こるのである。このような原理に基づく汀線変化が起こる場合、侵食域で養浜を行ってもそれは効果が出ず、投入土

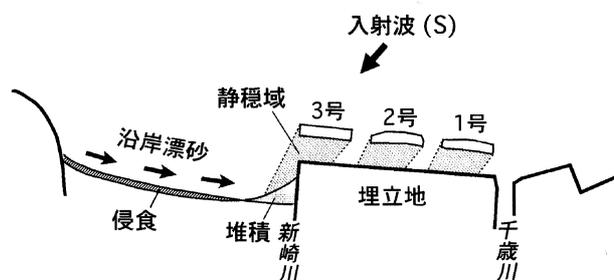


図-11 人工リーフ建設に伴う海浜変形の模式図

砂は急速に運び去られることになる。また新崎川と北端の岬の間に突堤や離岸堤など沿岸漂砂を阻止する施設を造ると、その施設の南側隣接部で著しい侵食が起こる。注意すべきは、埋立地沖の人工リーフによる波の遮蔽効果に応じた砂の堆積が起こるのであって、無限に多くの砂を吸い込むわけではなく、ある量の砂が隅角部周辺に堆積すればそれで収束する性質を持つことである。砂は新崎川河口周辺に堆積するが、これと同様な現象は1973年以降新崎川の流出土砂の堆積により既に起きてきている。河口周辺部に砂が堆積して汀線が前進すれば安定化するのであるが、その砂の起源を北側海浜に求めれば侵食となり、砂を新たに投入するのであればそれは養浜となる。また新崎川に期待すれば河川からの供給を待つということになる。現況海岸線の後退を招かずに、かつ将来の洪水に期待するという不確定要素を除くのであれば、養浜を行うことが合理的である。その場合には、過去の深浅測量データに基づいて海浜地形変化を分析し、それに基づいて投入量とその効果を定量的に検討することが必要とされる。

7. まとめ

湯河原海岸の砂浜は、一時的な侵食はあっても地形的に見れば十分安定であった。そのような海岸において過去に埋立地造成が進められたが、その際、隣接海岸からの沿岸漂砂による砂の吸い込みに対する配慮が不十分であったことが隣接海岸の侵食を招いたと考えられる。さらに埋立地が前出し方式で造られた結果、埋立地護岸の前面水深が大きいに起因して越波が激しく、更なる対策が求められ、人工リーフによる消波が行われたと考えられる。現在もなお残りの一基の建設が進められているが、この人工リーフは埋立地と海浜との境界近傍に位置するため、隣接海浜にも波の遮蔽効果を及ぼす可能性も残されている。海岸における工事はここで述べたように一連の連鎖反応を引き起こすので、当初段階から十分な予測を行い、次々と対策が求められるという悪循環を断ち切ることが必要である。

参考文献

- 1) 石川仁憲・宇多高明・青島元次・吉岡 敦・三波俊郎 :
海岸保全とサーフィン利用の観点から見た台風9号による湘南海岸への影響, 海洋開発論文集, 第24巻, pp.441-446, 2008.