

Narrow multi beam測量データを用いた湘南海岸の 土砂量の長期的変化

Long-term Change in Sand Volume of Shonan Coast Using Narrow Multi-Beam Survey Data

青島元次¹・鮫島 強²・吉岡 敦³・宇多高明⁴・三波俊郎⁵・石川仁憲⁶

Genji AOSHIMA, Tsuyoshi SAMEJIMA, Atsushi YOSHIOKA, Takaaki UDA
Toshiro SAN-NAMI and Toshinori ISHIKAWA

On the Shonan coast, narrow multi-beam surveys have been carried out once a year between 1999 and 2008. These bathymetric survey data were analyzed to investigate the beach changes. The volume changes in five regions of the coast were analyzed using the bathymetric data in a 5-m mesh. It was found that the terrace offshore of the Sagami River mouth has been reducing owing to the imbalance between the sediment yield from the river and eastward longshore sand transport. The rate of decrease in sand volume in the terrace is $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$. Because sand supply from the river has already been exhausted, this decrease in sand volume is equal to the eastward longshore sand transport.

1. はじめに

Narrow multi beam測量 (以下, NMB測量と略) は従来の音響測深機を用いた深浅測量と比較し, 面的情報を詳細に観測することができるため, 波による地形変化をその詳細にわたって調べる上で適している (例えば, 宇多ら, 2008b)。神奈川県湘南海岸では, 主に相模川からの流出土砂量の激減に起因して河口周辺部から侵食域が東側へ広がるとともに, 茅ヶ崎漁港による東向きの沿岸漂砂の阻止や, 波の遮蔽域形成に伴う地形変化が重合し, 過去の自然海岸の姿が失われてきた。このため侵食対策の一環として神奈川県では養浜を中心とする対策を進めてきている。これらの対策を進める上で最も重要な点は, 海浜変形の実態を十分把握すると同時に, 養浜工の効果を実際に確認することである。このため, 神奈川県では1999年から2008年まで毎年2月の同時期に, 延べ9回のNMB測量を実施してきており, これらの蓄積データの分析により海浜変形の詳細を捉えることが可能となった。本研究の目的は, これら9回の観測データをもとに湘南海岸の海浜変形の実態を明らかにし, 今後の侵食対策に活かすことにある。

2. 研究対象と検討期間における波浪条件

研究対象区域は, 相模湾に面した相模川河口から茅ヶ崎ヘッドランド (HL) の東側の菱沼海岸までの延長5km区間である。この区間において, NMB測量による5mメッシュ水深データを用いて, 初回の1999年を基準とした水深変化量の平面分布や, 地域特性ごとに5分割した区域について土砂変化量を算出した。土砂量の算定においては, 構造物とその隣接部, 柳島消波堤背後, 平島周辺およびT.P. +3.0m以上の陸上部を除いた。T.P. +3m以上の陸上部を除いた理由は, 人工的改変の影響をできる限り除去するためである。さらに各区域で行われた養浜・サンドバイパス・浚渫による土砂量を考慮し, netの土砂変化量を算出した。詳細には, 養浜土砂のうち細粒分については, 宇多ら (2008a) による1996~2007年の土砂収支図を参照して歩留率を71%と仮定し, それ以外の養浜および浚渫土砂は全量が対象区域の地形変化に寄与すると仮定した。

図-1は, 防災科学技術研究所平塚波浪観測所における1999~2008年の波浪観測データのうち, 有義波高・周期

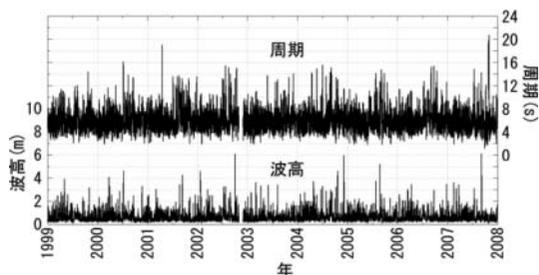


図-1 平塚波浪観測所における1999~2008年の有義波高・周期の変化

- | | |
|-------|---|
| 1 | 神奈川県藤沢土木事務所なぎさ港湾部長 |
| 2 | 神奈川県藤沢土木事務所なぎさ港湾課長 |
| 3 | 神奈川県藤沢土木事務所なぎさ港湾部 |
| 4 正会員 | 工博 (財)土木研究センター常務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 |
| 5 | 海岸研究室(有) |
| 6 正会員 | 工修 (財)土木研究センターなぎさ総合研究室 |

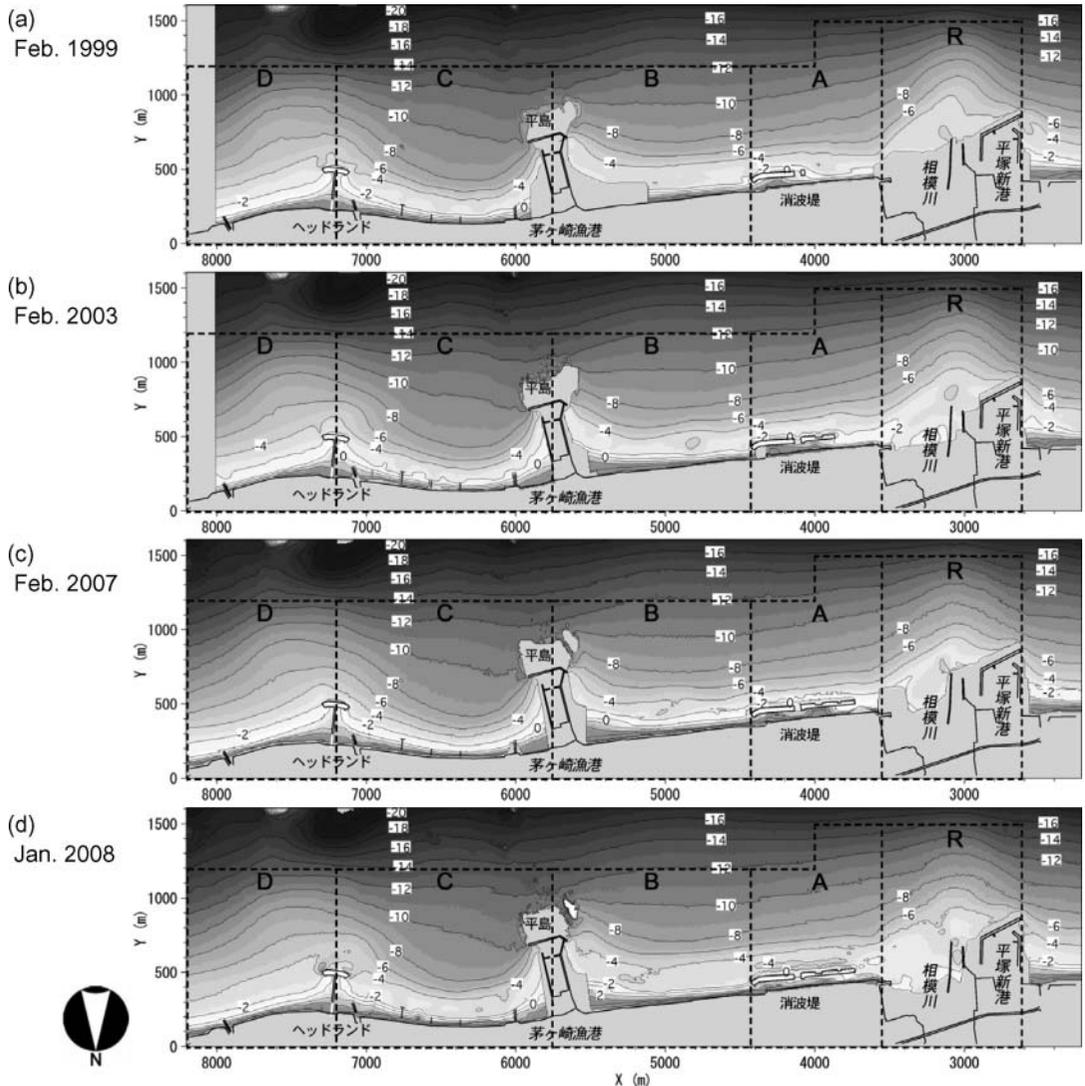


図-2 1999, 2003, 2007, 2008年の深浅図

の観測結果を示す。2007年9月6日には台風9号が襲来し、有義波高6.1m（周期10s）という高波浪が観測されたが、これと同等の波浪は2002年、2004年に出現したものの、それ以外の時期には比較的静穏な波浪条件が続いている。

3. 深浅図の比較

NMB測量は延べ9回行われているが、代表的に1999, 2003, 2007, 2008年の深浅図を図-2にまとめて示す。調査区域の西（右）端には相模川が流入し、また中央部には茅ヶ崎漁港の防波堤が、そして漁港の東1.4kmには茅ヶ崎ヘッドランド（HL）が延びている。また、図の区域A～D、および区域Rは土砂量の算出区域であるが、区域Rは河口テラス部に設定してある。区域Rの東には区

域A～Dがあるが、これらの境界はそれぞれ柳島消波堤、茅ヶ崎漁港の防波堤、および茅ヶ崎HLに置いている。

図-2 (a) に示す1999年の深浅図では、相模川河口沖テラスの発達が見られ、ほぼ-12mまでの等深線が凸状となっていた。また河口右岸には既に平塚新港の防波堤が伸びていた。相模川河口から茅ヶ崎漁港までの間では-8m以浅の等深線が互いにほぼ平行に伸び、茅ヶ崎漁港の防波堤遮蔽域では突出していた。また茅ヶ崎漁港と茅ヶ崎HL間では凹状の等深線となる一方、茅ヶ崎HL沖では主に沖合にある烏帽子岩による波の遮蔽効果によって大きく突出した等深線形状となっていた。図-2 (a) の1999年の深浅図と比較すると図-2 (b) に示す2003年では、相模川河口沖のテラスの縮小が見られる一方、区域Aの消波堤背後で土砂量が増加している。これは1991～2005

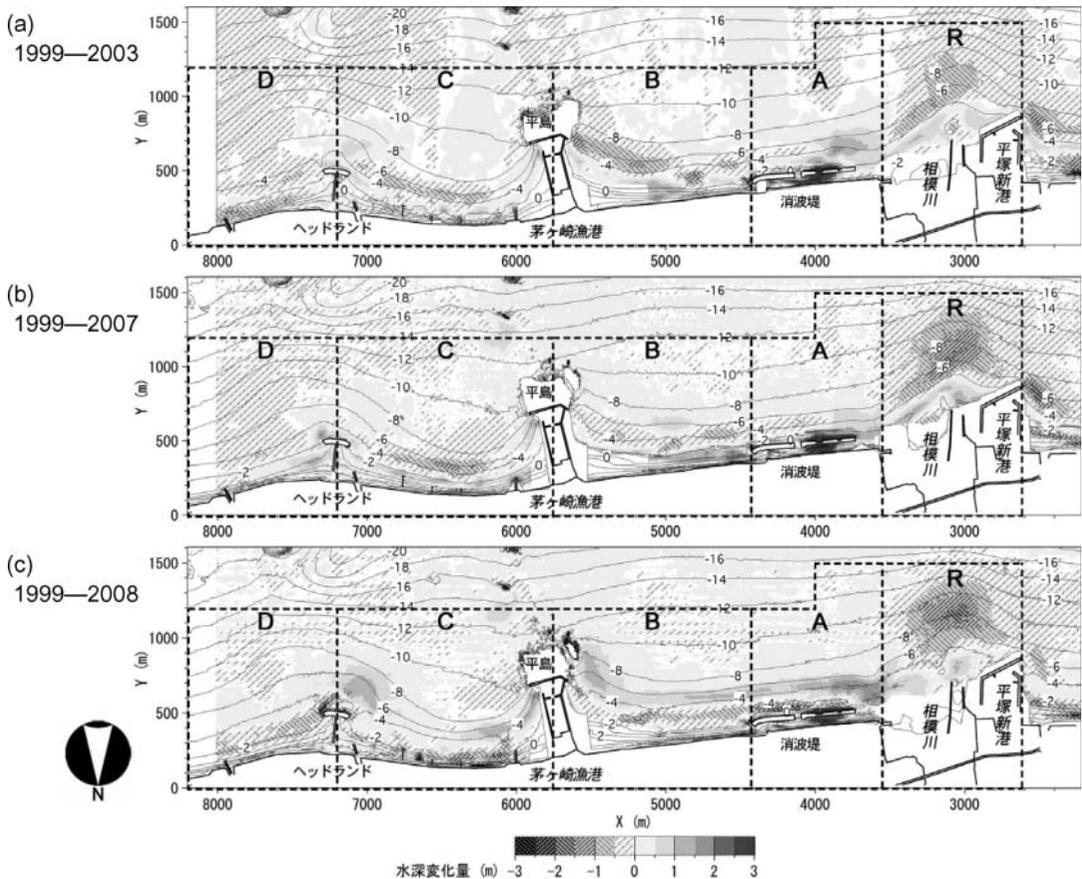


図-3 1999年基準での2003, 2007, 2008年までの地形変化量

年に、茅ヶ崎中・菱沼海岸での養浜材のストックとして9.8万 m^3 の土砂が相模ダムより区域Aに運び込まれたことによる。しかしそれ以外の場所での変化は小さい。

2007年では(図-2(c)), 相模川河口テラスの縮小がさらに進んだ。また区域Aでは消波堤が延長されるとともに、その背後で養浜が継続されたことにより、さらなる地盤高の上昇が見られるものの、そのほかの区域での地形変化は大きくない。

9号台風後の2008年では(図-2(d)), 1999~2007年とは全く異なった地形変化が起こり、2007年から2008年には調査区域全体で-4, -6mの等深線が大きく前進している。これは台風9号時に沖向き漂砂が生じ、汀線付近の砂が削り取られ、-4m以深へと運ばれ堆積したことによる。

4. 地形変化量の平面分布

図-2に示した4時期の深浅データをもとに、1999年を基準とした地形変化量を求め、その平面分布を調べた。図-3には1999年基準での2003, 2007, 2008年までの地形変化量を示す。2003年まででは(図-3(a)), 相模川河口

沖テラスの中央より東側の-4mから-10mの範囲で侵食が進んでいる。また沿岸漂砂を阻止する茅ヶ崎HL, 茅ヶ崎漁港, 平塚新港の西側直近で侵食が起こると同時に、東側直近では堆積傾向を示す。これは2003年の測量時期の前に東寄りの入射条件となり、西向きの沿岸漂砂が卓越したためと考えられる。また区域Aの消波堤背後での著しい堆積は養浜による。

2007年までの地形変化では(図-3(b)), 相模川河口沖での河口テラスの縮小が続き、-4mから-11mまでの広い区域が侵食された。また2003年までと同様、沿岸漂砂を阻止する茅ヶ崎HL, 茅ヶ崎漁港, 平塚新港の西側直近では侵食傾向、東側直近では堆積傾向と、東寄りの入射波の卓越した条件のもとでの地形変化も見られる。図-3(c)に示す1999年と2008年の地形変化では、他の2時期と特性が大きく変化し、ほぼ-4mから-8m間に沿岸方向に一樣な堆積が見られ、同時に-4mと-2mの間には深みが形成されている。相模川河口沖テラス部分では、2007年までの変化と比較すると、-8m以浅では上記と同様な変化が重なっているが、テラスの縮小そのものは続いている。

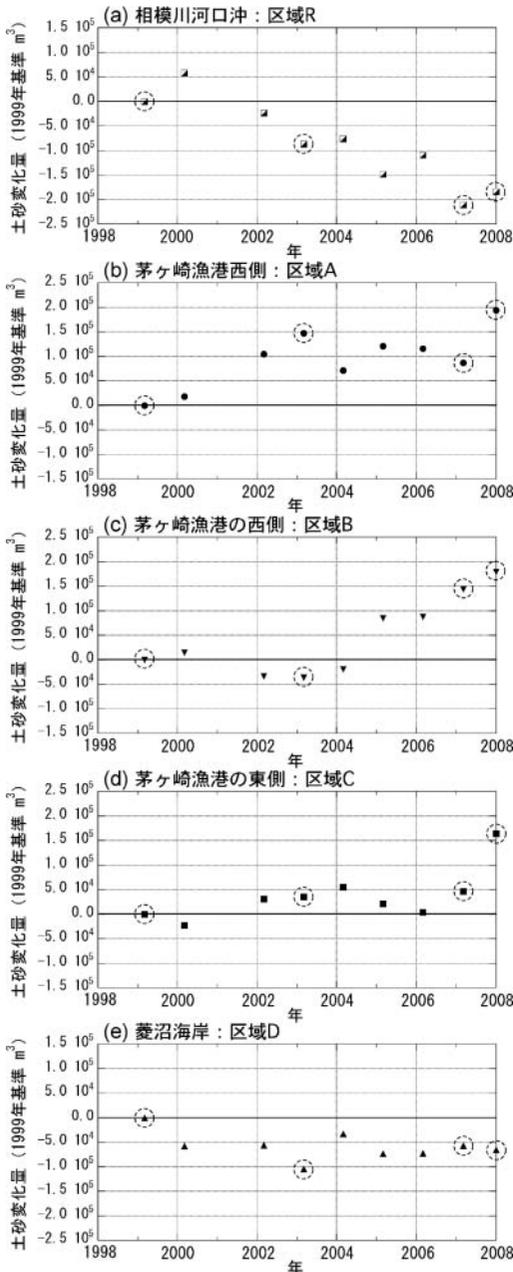


図-4 1999年基準での海浜土砂量変化

5. 海浜土砂量の変化

図-2に示した5地区はいずれも境界条件にかなり大きな相違がある。そこで個々の条件のもとで各地区の海浜土砂量が長期的に見ていかなる変化を示すかについて調べた。まず相模川河口沖の区域Rにおける1999年基準での海浜土砂量変化を図-4(a)に示す。ばらつきはあるものの、区域Rにおける土砂量は減少傾向にあり、減少割合は2.5万m³/yrである。相模川からの供給土砂量はほぼ

枯渇状態にあることを考慮すると、この値は区域Rから区域Aへと流れる沿岸漂砂量にほぼ等しいと考えられる。なお、図に示す○印は図-2に深浅図を示した時期であるが、1999、2003、2007は比較的単調な地形変化が生じる時期から選ばれていることが分かる。

図-4(b)に示す茅ヶ崎漁港西側の区域Aでは、区域Rとは異なり全体的に土砂量が増加傾向を示す。とくに1999年から2003年まで区域Rで土砂量が減少していた時期には土砂量の増加が著しい。これは相模川河口テラスの侵食によって生じた土砂が隣接区域に集中的に堆積したためと考えられる。一方、茅ヶ崎漁港の西側の区域B(図-4(c))では、1999年から2003年には土砂量はあまり大きく変わらなかったが、区域Bより遅れて2004年以降急速な増加傾向を示す。茅ヶ崎漁港の東側の区域C(図-4(d))では、全体的に土砂量が増加傾向を示す。とくに2006年以降の増加が著しい。菱沼海岸の区域D(図-4(e))では、土砂量変化は大きくない。いずれの区域においても、2007年と2008年では土砂量の急激な増加が起きている。本研究での海浜土砂量の陸側の積分範囲はT.P.+3mとしているが、台風9号時にはこれより標高の高い場所に浜崖が形成されたことが確認されていること(石川ら、2008)から、対象区域全体で高波浪に伴う沖向き漂砂によって土砂が流出したことが分かる。

6. 相模川河口テラスの縮小過程の詳細

相模川河口沖テラスは近年縮小傾向にあることは既に図-3で明らかにしたが、河口テラスの縮小は土砂供給源の変化と直接関係することから、対象区域の長期的地形変化を左右する重要な指標となる。このことから改めて相模川河口テラスとその東側に隣接する区域Aとを合わせて地形変化量の経時変化を調べた。1999年基準での2000年から2008年までの地形変化量の分布を図-5に示す。相模川河口沖テラスはいずれも縮小傾向を示すが、2004年までは河口テラスの中央線より東側側面の-8mまでが集中的に侵食されていた。しかし2005年以降には河口中心線に対してほぼ左右対称形で侵食が進んだ。この傾向は台風9号に伴う高波浪の作用を受けた2008年でも変化していない。河口沖の-10mから-6mの間で集中的な侵食が起きている。さらに相模川河口の東側に隣接する区域Aでは消波堤と河口の間に堆積空間がある。これは消波堤があるため東向きの沿岸漂砂が部分的に阻止されたためと考えられる。

7. 結論

深浅データの分析によれば、相模川河口沖のテラスでは経年的に侵食が進んできていることが明らかになった。河川からの流出土砂が潤沢にあるならば河口テラス

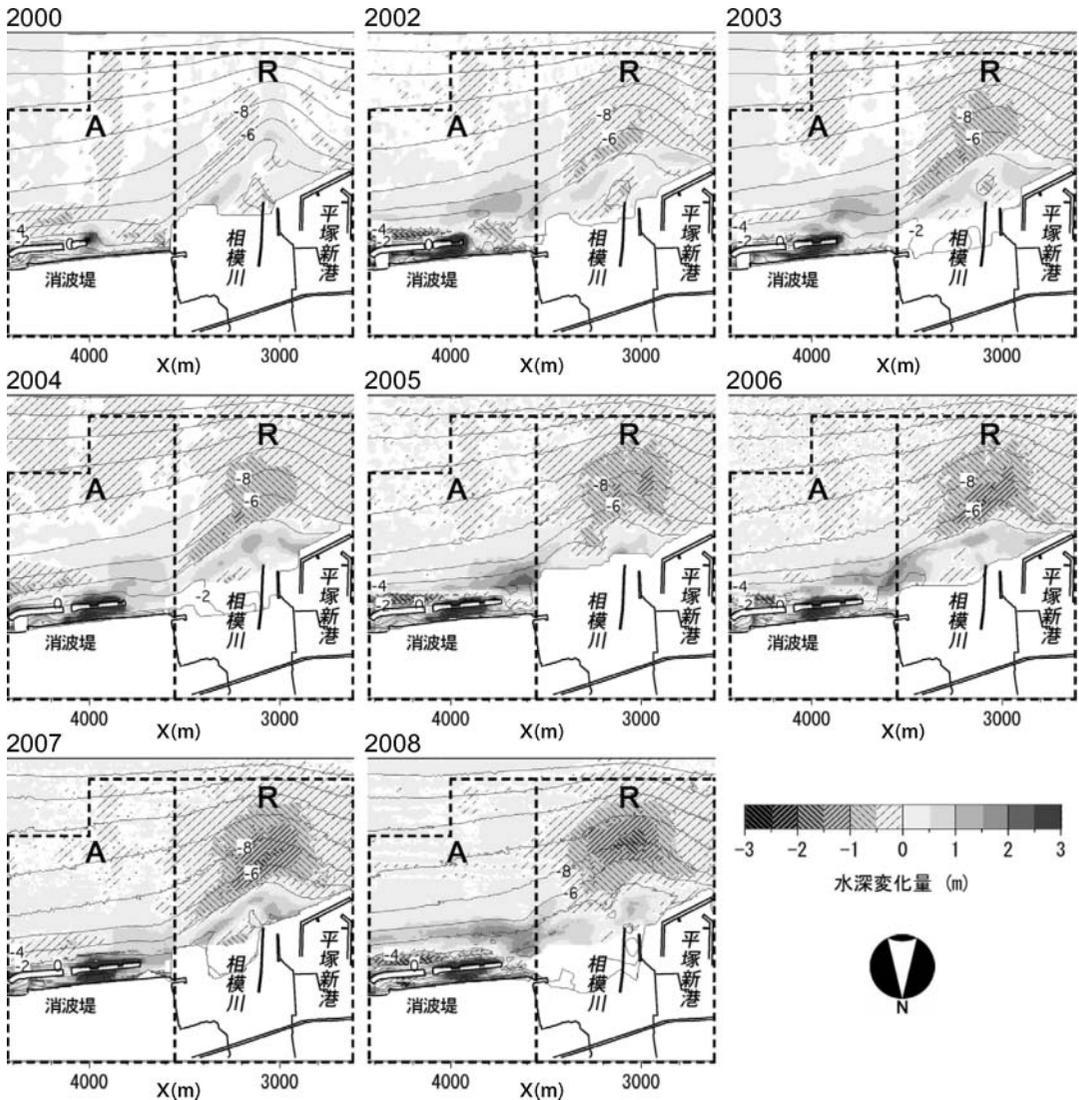


図-5 1999年基準での2000年から2008年までの相模川河口沖テラスの地形変化

はその規模を増加させるはずである。これに対して現況でテラスの縮小が続いていることは、相模川からの土砂供給が枯渇状態にあり、そのため沿岸漂砂との均衡が失われて侵食が起きていると考えられる。現況では過去に河口テラスとして蓄えられた土砂がテラスの縮小という形で海岸に再度供給されているが、いずれテラスが縮小してしまえばテラスからの土砂供給も期待できなくなり、結果として海岸侵食がさらに進むことが懸念される。また河口前面海域の水深が増大していることは相模川河口への高潮災害の防止上明らかにマイナス効果となる。

一方、2007年9月の台風9号を挟んでそれ以前以後では海浜変形特性に大きな相違が見られ、台風によって-2mから-4m間が侵食され、沖合の-8m以浅に集中的に堆積するという顕著な沖向き漂砂が確認された。沖向き漂

砂によって沖向きに運ばれた土砂は一部汀線への回帰が生じたが、沖合に運ばれたままになっている場所もある。このように沖向きに運ばれた砂はいずれ前浜に戻ると推定されるが、これを確認することが今後の課題である。

参考文献

- 石川仁憲・宇多高明・青島元次・吉岡 敦・三波俊郎 (2008)：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。
 宇多高明・青島元次・鮫島 強・吉岡 敦・三波俊郎・石川仁憲 (2008a)：粒径を考慮した土砂収支検討- 湘南海岸の例，海岸工学論文集，第55巻，pp. 726-730。
 宇多高明・田代洋一・長山英樹 (2008b)：ナローマルチビーム測量による沖合養浜時の土砂移動観測，海岸工学論文集，第55巻，pp. 776-780。