

駿河海岸新型離岸堤とサンドバイパスの長期的効果に関する考察

和田一範¹・福濱方哉²・西川友幸³

静岡県大井川港から焼津に至る駿河海岸はわが国有数の侵食海岸として知られ、その対策として従来型の異型ブロック離岸堤に加えてわが国初の有脚式離岸堤が設置され、大井川港西側海浜の土砂によるサンドバイパスを合わせた事業が継続的に実施されている。これら複合的な海岸保全対策の長期的な効果について検証した結果、有脚式離岸堤およびサンドバイパスの組み合わせによって長期的な海浜の安定性が得られること、並びに、その方法によって海浜安定性に変化が生ずることが認められた。あわせて、今後この海岸を管理していくための、総合土砂管理システムとしての方向性を示す重要な知見が得られた。

1. はじめに

駿河湾の西側に位置する駿河海岸の大井川河口左岸の大井川港から焼津に至る海岸(図-1)では、著しい海岸侵食に対応するために1960年代から20tブロックによる消波堤、1970年代から50tブロックによる離岸堤の建設が進められた。しかし台風などに伴う高波浪によりブロックの散乱が相次いだことから、1987年以降、従来型の異型ブロックによる離岸堤に加えて、新しいタイプの離岸堤(以後、有脚式離岸堤と呼ぶ)が設置されてきた。この有脚式離岸堤は、旧建設省により海域制御構造物として開発された11種類(建設省土木研究所、1992)の一部であり、そのうち当海岸では現在までに、3種類、計5基の有脚式離岸堤が設置されている(図-2)。また、当海岸では、海岸侵食対策の一環として、1983年以降、大井川港の西側海浜から堆積土砂を採取し、港湾施設の東側に運搬し投入するという、サンドバイパス(年間平均約4万m³)が継続的に実施されている。

佐口ら(1993)は、この有脚式離岸堤が2基設置された後、その背後域の堆砂効果および周辺の局所洗掘について報告している。また滝澤ら(1986)はサンドバイパス実施当初の状況についてトレーサーなどを用いた追跡調査を実施している。さらに国枝ら(2002)は駿河海岸全域の土砂収支について深淺測量成果を基に検討している。ここでは有脚式離岸堤1基目建設開始から約20年と長期間経過後において群堤となった有脚式離岸堤の効果と、さらには同じく約20年間継続してきたサンドバイパスの効果について、長期的な海岸保全機能の観点から、現地観測データを基に検証した。

2. 有脚式離岸堤の構造および建設経緯

駿河海岸に設置されている有脚式離岸堤の構造は、大井川港側から、PBS工法(2基、1987.9~1993.3)、VHS工法(2基、1993.8~1998.7)および斜板堤(1基、2001.1~2003.5)の3種類であり(図-3)、漂砂上手にあたる大井川港側から順次、整備された(図-4)。各工法の()内は設置基数、建設期間を示す。これらの施設の設計条件は、建設時期によって若干の違いがあるが、基本的には波高2.0m、周期10sの波浪を透過率0.6以下、反射率0.5以下に設定されている。また、有脚式離岸堤は異型ブロック離岸堤で



図-1 対象位置図

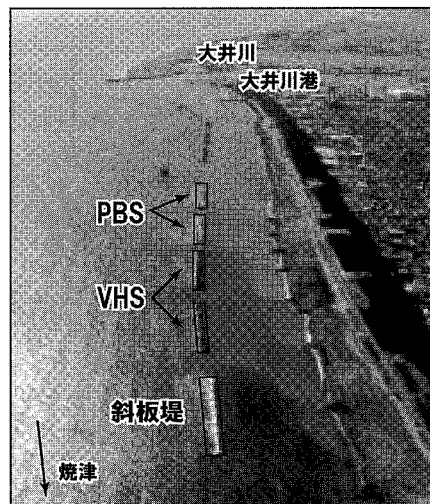


図-2 現地の状況

1 正会員 博(工) 愛媛大学防災情報研究センター教授 副センター長、
前国土技術政策総合研究所流域管理研究官
2 正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究
研究室長
3 国土交通省中部地方整備局河川部 河川情報管理官、
前静岡河川事務所長

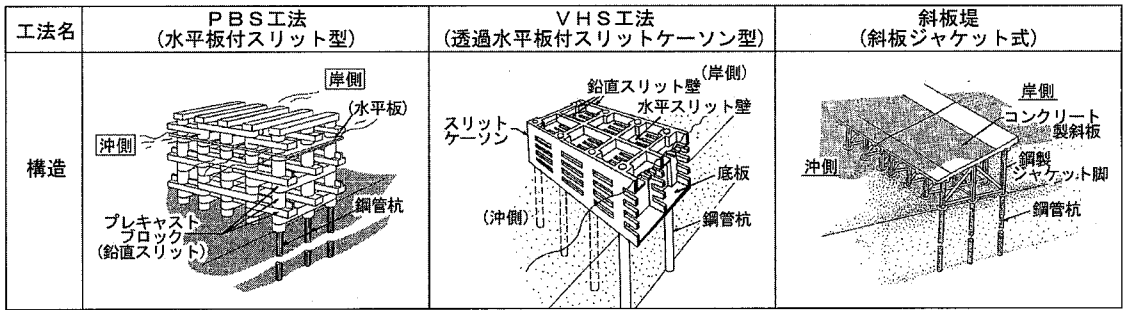


図-3 有脚式離岸堤の構造と設置状況 (建設省土木研究所, 1992 より)

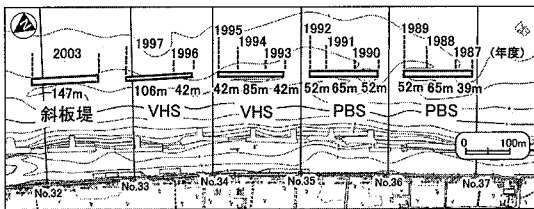


図-4 離岸堤の建設履歴

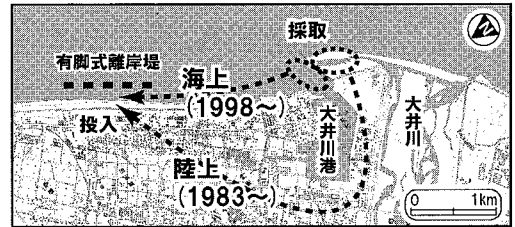


図-5 サンドバイパス方法

頻発するブロックの散乱、沈下等による機能低下が無いなど、維持管理面での利点を有している。

3. サンドバイパスの概要

当該地点では1983年以降、大井川港防波堤の西側海浜に堆積している土砂(中央粒径 $d_{50} \approx 7.12 \text{ mm}$: 2004年調査)をトラックにより有脚式離岸堤背後域に運搬し、投入するといったサンドバイパスによる侵食対策が実施されている(図-5, 6, 7)。大井川港防波堤西側海浜での土砂の年間採取量の約6割以上を基本として1990年までは $6.0 \sim 6.5 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ が主に有脚式離岸堤背後の陸上部に投入されていた。その後、1992, 1993年には $9.8 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ が投入された一方、1996, 1997年は約 $1.5 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ と投入量が減少した。1998年以降は陸上部に加え、大井川港航路浚渫土砂(d_{50} は不明: 未調査)を用いた海上からの土砂投入が開始され、両合計で $2.8 \sim 7.2 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ が投入されている。なお、1983~2004年(22年間)の総サンドバイパス量は約 110 万 m^3 に及ぶ。

4. 海浜安定化効果

(1) 空中写真による汀線変化

有脚式離岸堤周辺の汀線変化(空中写真を図化)を図-8に示す。有脚式離岸堤建設直前の1966年から1977年の間に、測線No.32~No.38の間において、汀線が最大で50m近く後退している。その後1986年までは消波工の設置およびサンドバイパスの効果により汀線後退が止まり、前進傾向へと転じている。1987年から有脚式

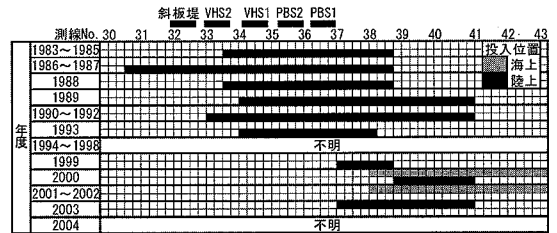


図-6 サンドバイパス土砂投入位置

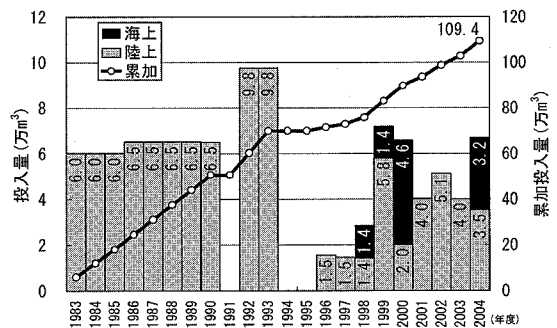


図-7 サンドバイパス土砂投入量

離岸堤が建設されると、その背後の汀線はさらに前進し、1997~2001年には大井川港側のPBS背後を除く3基の有脚式離岸堤背後域では1966年当時の汀線位置まで回復している。また、2001年には、有脚式離岸堤が設置されていない、沿岸漂砂下手側にあたる地点(測線No.31~32付近)の汀線も1966年当時まで汀線が回復して

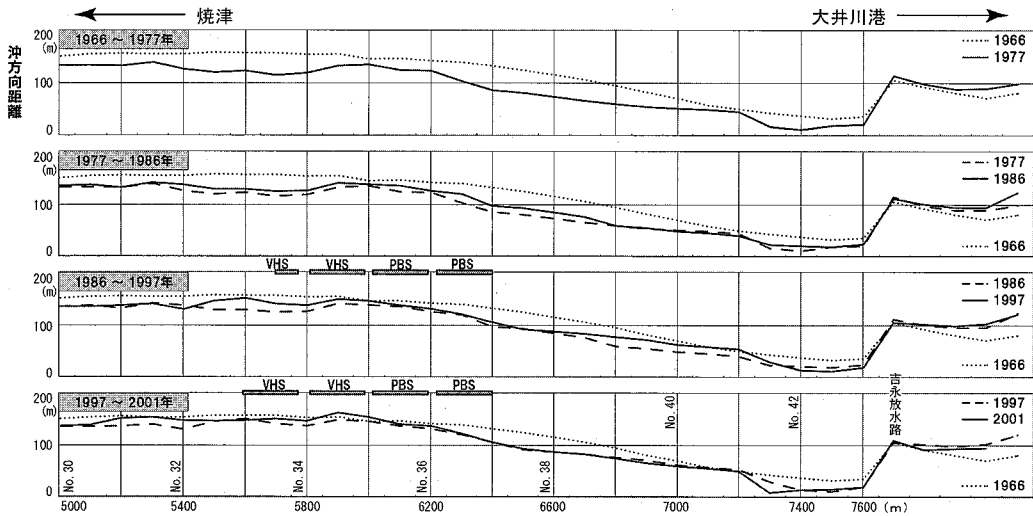


図-8 有脚式離岸堤周辺の訂線変化 (空中写真解析)

いる。なお、本解析は空中写真からの図化であるため、読み取り誤差を含んでいることに注意が必要である。

(2) 深浅測量成果による地形変化

a) 水深変化

有脚式離岸堤が設置される直前の1987年を基準とした、施設周辺の水深変化を図-9, 10に示す。なお、図-10の沖方向距離の原点は測量原点であり図-8と異なる。PBS1基目設置前後の地形変化からは、背後への堆積状況は確認できないものの、それ以降は、有脚式離岸堤の背後に堆積域が確認できる。一方、一基目離岸堤(PBS1)の大井川港側端部で顕著な侵食が見られる。また、有脚式離岸堤が4基完成した後は、離岸堤背後の広範囲で堆積傾向が強まっていることがわかる。T.P. ± 0.0mより陸上部については、1999年までは堆積域が確認できるが、その後は1987年当時より侵食している。

b) 土量変化

図-11に有脚式離岸堤周辺の土量変化を示す。上段は各有脚式離岸堤背後域の土量変化、中段は水深方向で見た土量変化、下段はサンドパイパスにより投入された土量を示している。

各有脚式離岸堤背後に着目すると、PBS1基目完成までは、その背後に土砂が投入されていたものの、堆砂の傾向はほとんど見られなかったが、PBS1基目、2基目と完成するに従い、その背後で堆砂が生じている。しかし、PBS1, 2基目背後は1994~1995年頃から、徐々に土砂量が低減し、2000年頃からその傾向がやや強まっている。VHS1基目および2基目の背後については、それらが建設される以前から堆砂傾向が始まっており、1基目は1988年の土砂投入とともに、また2基目は1993年とPBS2基目の完成とともに堆積が顕著となっている。

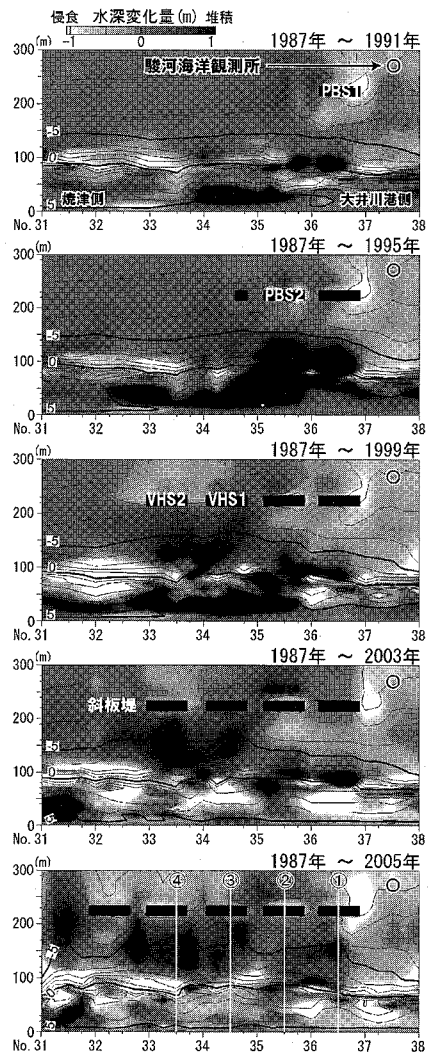


図-9 有脚式離岸堤周辺の水深変化 (1987年基準)

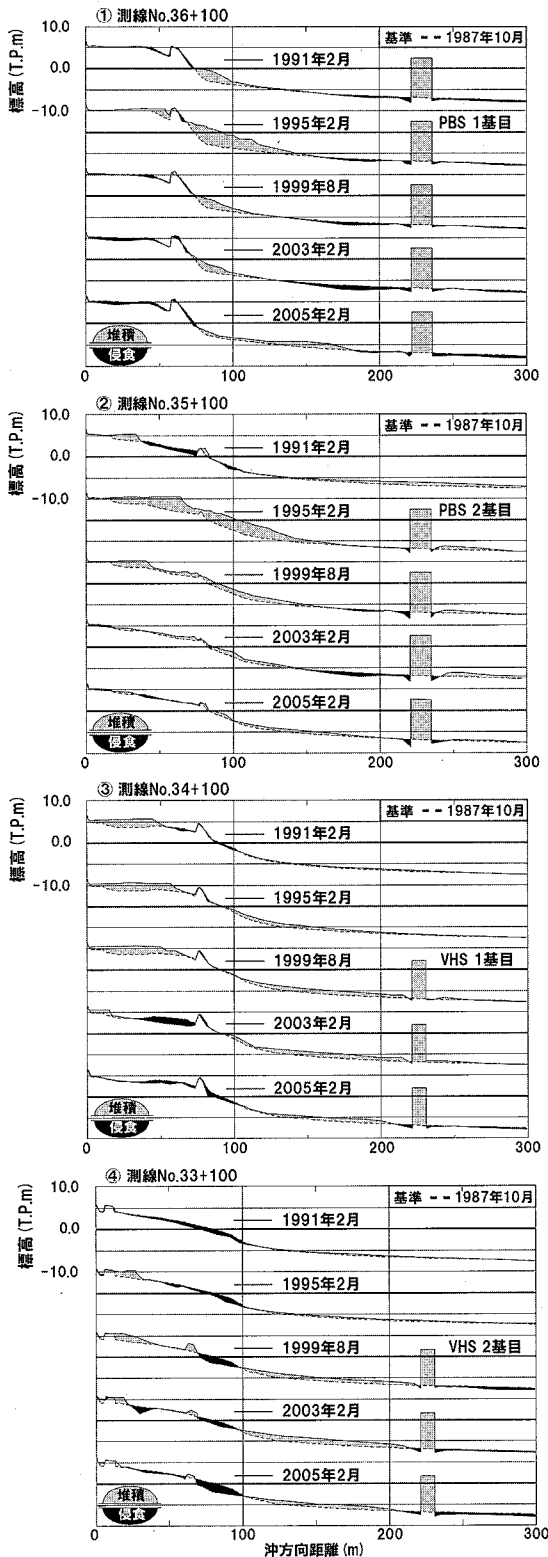


図-10 有脚式離岸堤周辺の断面地形変化 (1987年基準)

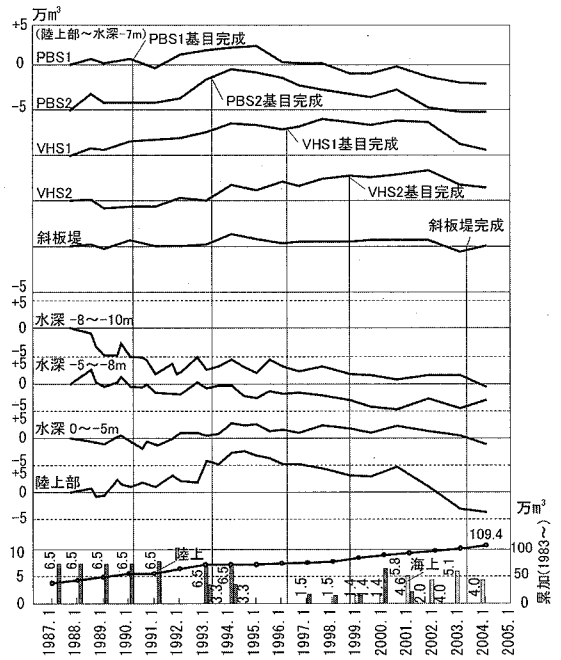


図-11 有脚式離岸堤周辺の土量変化 (1987年基準)

しかし、VHS1、2基目の背後とも2002年から以降は土砂量が低減傾向にある。斜板堤背後については、完成するまでに至る期間においてはほぼ安定した地形であり、また2003年完成後は1年分のデータしかないことから、それ以降の傾向は明確ではない。

次に、水深方向に土量変化を見ると、陸上部については土砂投入がほぼ毎年6.5万m³実施されている1987~1994年の期間については、約1.0万m³/年の速度で堆積が進んでいる。しかし、土砂投入が実施されなかった、あるいはその量が年1.5万m³と少なくなった1995~1999年にかけては侵食傾向に転じている。また、海上からの土砂投入が中心になった2001年からは急激に侵食傾向(約2.1万m³/年)となっている。汀線から有脚式離岸堤が設置されている水深5mまでの土量変化については、1990年までは変化が少なかったが、1990年以降1994年までは約1.1万m³/年で徐々に堆積している。その後2000年までは安定した地形であったが、2000年以降は弱い侵食傾向となっている。

一方、有脚式離岸堤の沖合に当たる水深5~8m、8~10mについては、水深8~10mの1988~1989年で顕著な侵食はあるものの、それ以外は両領域とも約0.3万m³/年の速度で緩やかな侵食傾向を示している。ただし、水深5~8mについては、2000年以降安定しているようにも見える。

c) 有脚式離岸堤および土砂投入と地形変化の関係
土量変化で述べた地形変化について、有脚式離岸堤および土砂投入との関係について考察する。有脚式離岸堤

背後域についてみると、漂砂上手からの供給は大井川港によってその供給がほとんど遮断されていると推定されること、また土砂投入期間とその量に対応した堆積傾向を示していることから、その背後の堆積土砂の大部分は投入した土砂と考えられる。特に1987~1994年については、その8年間に投入された土砂量約70万 m^3 のうち、約10万 m^3 が有脚式離岸堤背後に堆積しており、歩留まり率は約15%となる。残りの60万 m^3 (約8万 m^3 /年)は沿岸漂砂となって下手(東方向)へ移動したものと推定される。土砂投入が実施されなかった、あるいはその量が少なかった1995~1999年の5年間は、有脚式離岸堤4基目が完成した時期である。この期間では、投入土砂量が計5.8万 m^3 しかないにもかかわらず、有脚式離岸堤背後の陸上部で約5万 m^3 の土砂量が減少したものの、その背後の水深0~5mは安定していた(1995年以降それまで陸上部へ投入していた土砂を冲出したため)。したがってこの間に流出した土砂は約11万 m^3 (約2万 m^3 /年)となる。つまり、有脚式離岸堤が1基あるいは2基の時には8万 m^3 /年が流出したものが、3、4基と建設されたことで2万 m^3 /年にまで低下したことになる。このことは、有脚式離岸堤が群堤として、その背後水域の沿岸漂砂量を制御した効果と考えられる。

一方、2001年以降に顕著な侵食が見られるが、これについては次の2つの原因が推察される。ひとつは、投入土砂が海上投入に切り替わったことである。この海上投入の土砂は大井川港の航路浚渫土砂であることから、

粒径がそれ以前に実施していた陸上投入土砂の粒径($d_{50} \approx 7.12$ mm)よりも細かいことが推定(d_{50} は不明:未調査)され、このため安定性が悪かったと考えられる。もうひとつの要因として波浪が考えられる。図-12、13に有脚式離岸堤に隣接したほぼ同じ水深位置での波浪観測成果を示す。これによると、年最大有義波高は1988~1999年までは1989年を除いて4m以下であったものが、2000年以降2004年までは2003年を除いて4mを越え5m近い。また有義波高4m以上の発生頻度にしても、2000年以前はほとんどなかったものが、2000年以降急激に増えている。波浪観測水深は7.5mと浅いものの、図-9からこの地点は1995~2005年で最大0.4mの水深増大でありここに示した波高の増大をきたすほどの水深変化をしていない。よって、2000年以降来襲する波浪エネルギーが増大し、さらにその波浪が東向きの沿岸漂砂を発生させる波向で来襲していることが(図-12)、要因として挙げられる。

5. 結 論

- (1) 駿河海岸に整備された有脚式離岸堤は、沿岸漂砂を捕捉し、その背後の海浜を安定化させる長期的な効果が認められる。
- (2) 有脚式離岸堤の効果は、平行して実施されるサンドバイパスの供給土砂および投入箇所によって大きく変化する。
- (3) サンドバイパスによって供給される土砂量が不足すると、あるいは質が低下すると、来襲する波浪の大きさによって、堆砂効果が減少する。
- (4) 漂砂上手で実施されるサンドバイパスによる投入土砂が、海浜安定に有効な沿岸漂砂量を左右する大きな要因であることから、当海岸では、来襲する波浪と地形変化の状況をモニタリングしながら、サンドバイパスの量と質、投入箇所をコントロールする、きめの細かい土砂管理が重要である。

本研究の資料整理にあたっては、国土交通省静岡河川事務所高橋氏(現 静岡国道事務所)、株式会社アイ・エヌ・エー犬飼氏にご協力いただいた。記して謝意を表す。

参 考 文 献

- 国枝重一・飯野光則・大石康正・佐々木元・桜庭雅明・倉田貴文(2002): 駿河海岸全域の土砂収支と漂砂特性, 海岸工学論文集, 第49巻, pp. 551-555.
 建設省土木研究所(1992): MMZ計画策定の手引き(案), 土木研究所彙報, 第57号, p. 997.
 佐口光明・宇多高明・片岡賢一・増田裕弘(1993): 駿河海岸の新型離岸堤の堆砂効果と局所洗掘, 海岸工学論文集, 第40巻, pp. 531-535.
 滝澤俊二・宇多高明・堤 博志・中山 修(1986): 駿河海岸におけるサンドバイパスの現地実験, 第33回海岸工学講演会論文集, pp. 302-306.

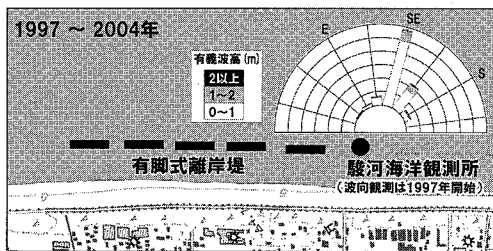


図-12 当該地域の波向頻度

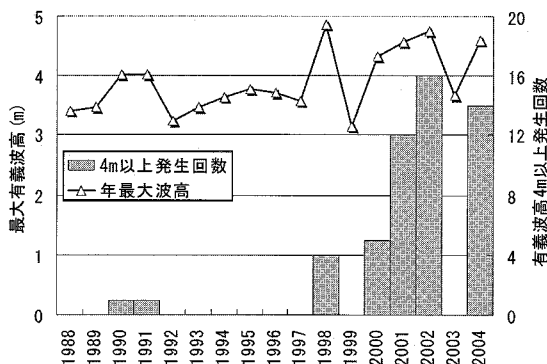


図-13 高波浪来襲頻度(駿河海洋観測所)