

# 侵食・堆積域の伝播に対する構造物の阻止効果

— 遠州海岸を対象にして —

伊藤 政博\*・伊藤 仁士\*\*

## 1. はじめに

汀線の移動には拡散現象として侵食・堆積域が、沿岸方向に拡がることに加えて、洪水や構造物設置による漂砂源の急変による侵食波（或いは堆積波）が重畳する現象の存在が、土屋（1995, 1996）らによって報告されている。最近、伊藤ら（1998）は、富士海岸にも同様な現象が存在することを指摘し、さらに離岸堤群などの構造物による侵食域の阻止効果を明らかにした。

天竜川の河口はかつて流路が西あるいは東寄りへと常に変化し、河口から大量の流送土砂が海岸へ供給されていた。海岸への流送土砂によって汀線は年々前進し、現在の河口デルタが形成された。しかし、1936年以降、天竜川水系に砂防ダム、ハイダムが次々と設置され、さらに河道の安定化が図られるに伴って、海岸侵食が目立つようになった。そのため、1960年に浜松海岸、1961年に竜洋海岸（図-1）が海岸保全区域に指定され、1962年から海岸保全施設整備事業が建設省の直轄で行われてきた。1990年代になると、天竜川左岸側の竜洋、磐田海岸に汀線の後退が目立つようになり、測点 No. 123 付近の海岸堤防が1992年に台風18号の高波浪によって被災した。そのため、離岸堤を併用した海岸堤防の復旧が行われた。現在では、浜松海岸は、離岸堤と消波堤群によって埋め尽くされた状態になっている。

天竜川河口部に広がる遠州海岸の海浜変形過程について、これまで多くの調査・研究が行われてきた。これらは、次のように分類できよう。(1)沿岸方向の底質粒径の分布と漂砂の移動方向の推定(服部ら, 1974), (2)天竜川河口部海岸の海浜変形および海岸侵食(宇多ら, 1991, 1997; 建設省中部地方建設局浜松工事事務所, 1991), (3)天竜川水系における土砂生産, ダム群による堆砂と河口から海岸への土砂供給(建設省中部地方建設局河川部河川計画課, 1963; 宇多ら, 1991; 河田ら, 1997, 1998)。これらの研究によって、天竜川水系における土砂生産, ダム堆砂, 河床変化, 河口から海岸への流送土砂, 河口周辺海岸への沿岸漂砂, および海浜変形過

程などがある程度明らかにされた。今後、天竜川から海岸への供給土砂が大きく期待されない中、これまで行われてきた離岸堤あるいは消波堤群などの侵食制御法が、海岸侵食にどの程度機能したかを明らかにした上で、中長期を展望した侵食対策を考える必要がある。そのためには、河川と海岸を一貫した流砂系として取り扱い、流砂の起動力となっている自然力、つまり長期にわたる気象・海象の変動特性をも熟知することが重要である。

このような背景下で、本研究は、(1)過去500年間における天竜川水系の大洪水及び海岸における高波の出現頻度、(2)過去29年間における汀線移動(侵食と堆積域)、(3)侵食域と堆積域の沿岸方向の伝播に対する離岸堤、消波堤、突堤等の構造物の阻止効果について、検討を加える。

## 2. 長期的な気象と海象変化

天竜川水系における大洪水および遠州海岸の高波浪が、遠州海岸の形成に大きな影響を及ぼしてきたことを考えると、天竜川水系および遠州海岸における漂砂移動を一貫した流砂系として捕らえる必要がある。この流砂系は云うまでもなく気象と海象の影響を強く受ける。そこで過去に出来る限り遡って、当該地域の洪水および海岸における高波浪の発生を資料(建設省中部地方建設局河川部河川計画課, 1963; 建設省中部地方建設局浜松工

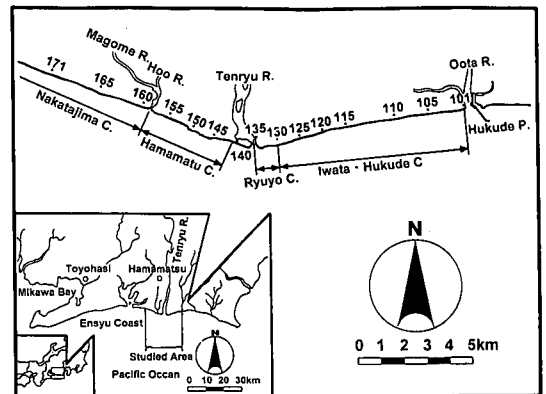


図-1 遠州海岸

\* 正会員 工博 名城大学教授, 理工学部土木工学科  
\*\* 学生会員 名城大学大学院理工学研究科

事事務所, 1991; 静岡県, 1998) に基づいて調べた結果が図-2 に示してある。ただし, 大洪水と洪水の定義については, 歴史資料中にはっきり記述されていない。この図から, 天竜川水系および遠州海岸における大洪水, 洪

水, および高波浪の出現頻度は, 歴史資料の記録保存にも関係するが, かなりの程度で発生していることがわかる。さらに, 最近 100 年間の傾向を調べるために 3 年間毎の頻度で再整理した結果が図-3 に示してある。この図から, 大洪水の発生は長年的なスケールで眺めると, 1950~1970 年にかけて洪水の発生頻度が高ったが, 最近 は少なくなっている。このことは, 高波浪についても同じことがいえる。

### 3. 天竜川水系のダム群の建設とダム堆砂, 河床高変化

天竜川水系には, 資料 (建設省中部地方建設局河川部河川計画課, 1963; 平井, 1976) によると, 1935 年に泰阜ダム, 1938 年に砂防ダムが竣工して以来, 次々と砂防ダム, およびハイダムが建設された。この経過が図-4 にまとめてある。特に, 1955 年を境にその建設数と規模が急激に大きくなっている。

さらに, ダム建設が盛んになった後, 1958 (昭和 33) 年を基準に, 河口~25 km (河口から船明ダムのある地点までの距離) までの河床変動量を建設省中部地方建設局

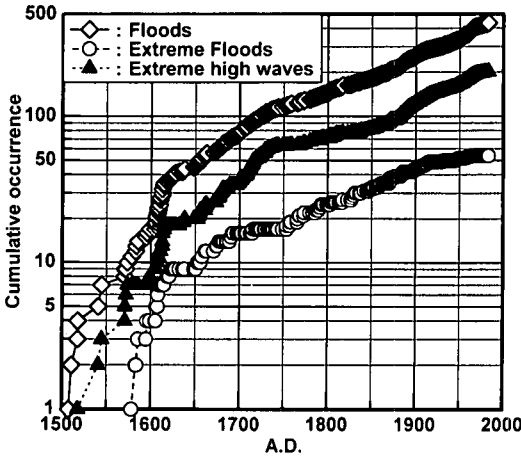


図-2 過去 500 年間の大洪水, 洪水, 高波浪の発生

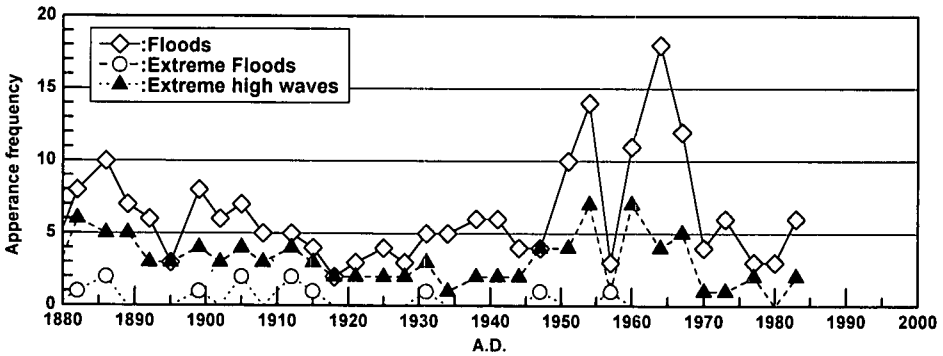


図-3 最近 100 年間の大洪水, 洪水, 高波浪の発生頻度 (3 年の移動平均)

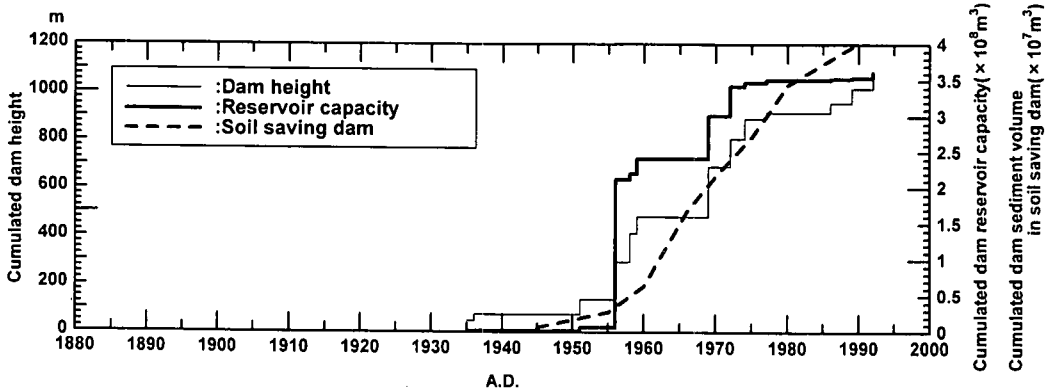


図-4 天竜川水系における砂防ダム堆砂量, ハイダムの累加高と有効貯水量の経年変

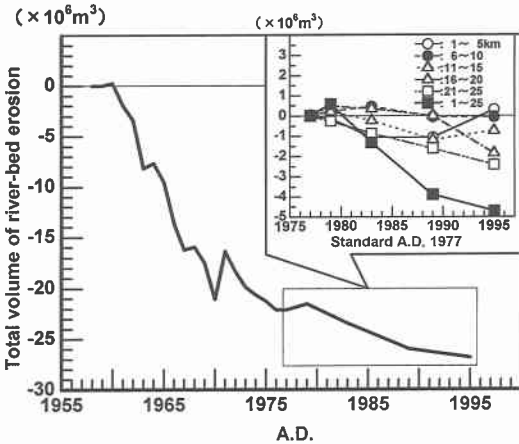


図-5 天竜川, 0~25 km 区間の河床変動の経年変化

河川部河川計画課 (1983) の結果に補足追加した結果が図-5にまとめてある。この図によると、1960~1970年にかけて急激に河床が低下していることがわかる。その後1973年に砂利採取の規制が行われ、低下傾向が鈍化している。この図中には、1977年以降についてさらに詳しく区間ごとに整理してある。この図によると、16~25 km 区間では河床変動量が大きくなっているが、反対に0~5 km では増加傾向にある。この傾向と図-4に示した洪水、高波浪の出現に関係するが、将来的には河口から海岸へ若干の土砂供給が期待できそうである。

#### 4. 汀線移動と侵食波と堆積波の沿岸方向伝播

天竜川河口を中心とした東西約16 kmの中田島、浜松、竜洋、磐田、福田海岸の深淺測量は、平成3年までを建設省沼津工事事務所、その後、静岡県浜松土木事務所と袋井土木事務所によって引き継がれ、実施されている。1997と1998年(平成9と10年)には、筆者らが現地海岸調査測量を行った。これらの測量データを沿岸方向に3点平均(200 m×3)して整理した結果が、図-6に示してある。

この図から、河口から東方向に伝播する汀線の堆積域と侵食域、および西方向に伝播する侵食域の存在がはっきりと見られる。この図には、侵食域先端の沿岸方向の移動が一点鎖線で、堆積域の先端が実線、さらにピークが破線、それぞれ示してある。この図によると、堆積域の先端が1982年に福田海岸のNo.105(太田川河口西側1800 m)地点へ到達している。その後、1992年から第2番目の堆積域が伝播している。しかし、1990年代になると、天竜川河口部東側堤防前面に侵食域が発生し、これが徐々に東へ伝播し拡大している。1992年の堤防の被災に伴って1992年から1993年にかけて測点No.130付近に離岸堤が設置されている。

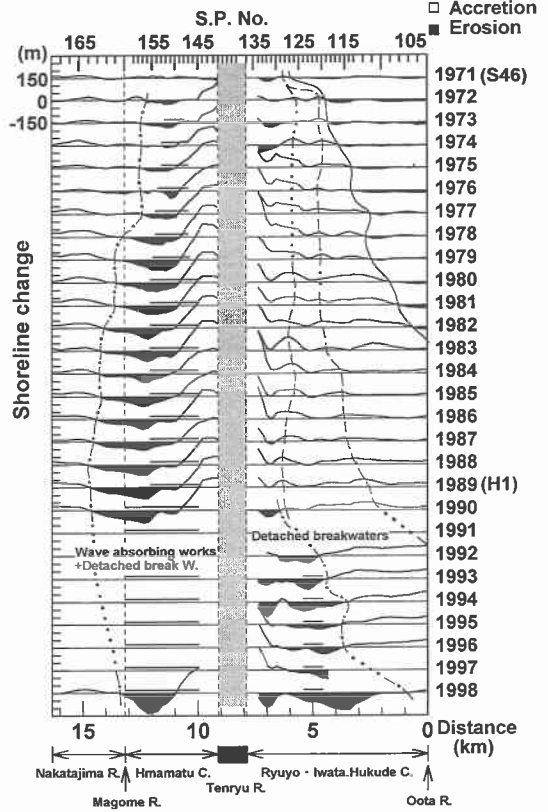


図-6 1970(昭和45)年基準の汀線変化(3測点の移動平均)

河口東側の竜洋・磐田および福田海岸における堆積域の東方向の先端とピークが、図-7にそれぞれ“●”と“○”印で整理し、それらの傾向が①と②の線で示してある。この線の傾きから、それぞれの伝播速度は、 $V_{\text{○}}=430$  m/year, および  $V_{\text{●}}=370$  m/yearになる。1990年頃から発生した侵食域の先端の伝播の傾向が、図中③の線で表してある。この伝播速度は  $V_{\text{③}}=590$  m/yearである。このように、竜洋、磐田、福田海岸における堆積域の先端とピーク、および侵食域の伝播は、だいたい同じになっていることが興味深い。

一方、河口西側の浜松海岸では、海岸侵食の後追いの形で離岸堤と消波堤が設置されてきた。この海岸の侵食域は西方向へゆっくり伝播している。馬込川河口導流堤に侵食域先端が到達した後、しばらく伝播が止まっていたが、再び西方向への伝播が起こっている。十分な資料揃っていないので詳しい検討は出来ないが、最近では侵食域が西から東向きに変っている。

これらの侵食域と堆積域の西及び東方向(伝播方向)先端及びピークの変化が読みとって、図-7に整理してある。この図で、“▲”印は、浜松海岸における侵食域先

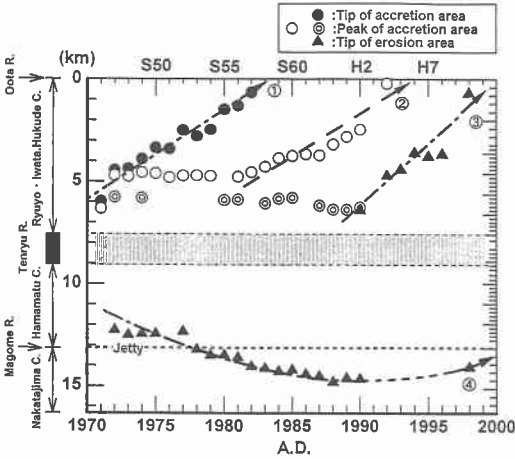


図-7 遠州海岸における侵食・堆積域の伝播

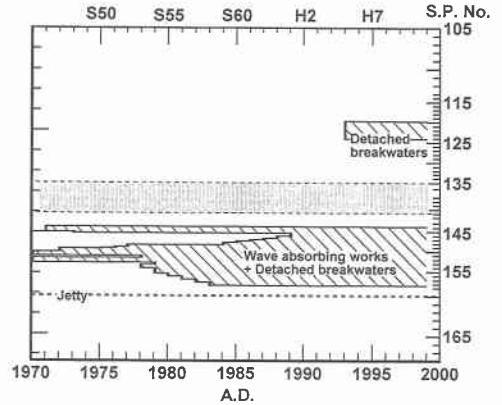


図-8 海岸構造物の設置の経緯

端の伝播である。

### 5. 海岸堤防, 離岸堤, 消波堤群の建設

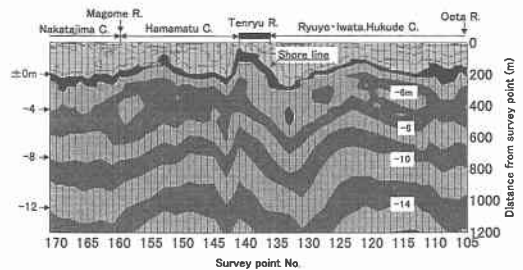
1962年頃より、天竜川河口西側の浜松海岸で海岸侵食が目立つようになった。その対策として海岸堤防、離岸堤、消波堤が建設省の直轄で順次行われてきた。この経緯が経年的に図-8に示してある。これらの構造物はいずれも侵食が著しい箇所から、後追いで行われてきたことに注意すべきである。

また、1990年代に入ると、天竜川左岸側の竜洋、磐田海岸で汀線の後退が現れた。測点 No. 123 付近では汀線の後退に伴って、海岸堤防が1992年8月に台風10, 11号の高波浪、また1994年3月と4月の冬季波浪によって被災した。そのため、5基の離岸堤を併用して海岸堤防の復旧が行われた(静岡県袋井土木事務所, 1998)。

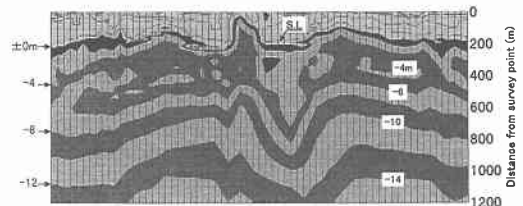
### 6. 侵食域と堆積域の伝播に対する構造物の阻止効果

侵食・堆積域の伝播を示す図-7と構造物の設置経緯を示す図-8を対応させて、侵食域の伝播に対する構造物の阻止効果を検討する。

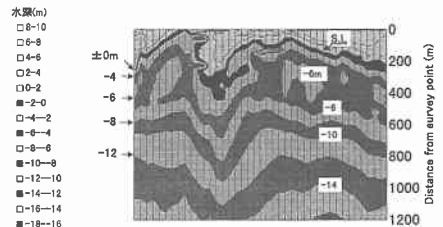
河口西側の浜松・中田島海岸では、河口から西側への侵食を伝播を後追いの形で、離岸堤、消波堤群が1970年以降次々と建設されてきた。これらの構造物による侵食域の伝播に対する阻止効果は、この図からは、具体的に検討できない。しかし、馬込川河口の導流堤(先端水深3~4m)に達した時期に侵食域の伝播は、4~5年停滞した。その後、1987年頃までは、侵食域の先端は西方向へ進んでいた。しかし、注目すべきことはここ数年その伝播が逆向き(東向)になっていることである。このことは、服部ら(1974)が底質砂の粒径分布から推定し



(a) 1980年



(b) 1990年



(c) 1996年

図-9 海底地形の変化

た沿岸漂砂の移動方向は、西から東向きになっていることとある程度対応している。

東側の竜洋、磐田、福田海岸では、5基の離岸堤の設置によって離岸堤背後の汀線は、トンボロが発生し前進した。しかし、侵食域の東方向へ伝播速度は変化するこ

となく、さらに広域化の兆しを呈していることから、5基の離岸堤による侵食域の伝播に対する阻止効果はほとんどないといえる。

### 7. 等深線の変化

遠州海岸の測点は、図-1に示すように海岸堤防および河口砂州に沿って、No. 101~171まで設けられている。深淺測量の実施年と測点範囲が共通点している1980, 1990, および1996年における海底地形の概略をExcelで処理した結果が図-9に示してある。この図は、出来る限り海岸線に沿って円弧状の測点を取り上げて測点が横軸に一直線上にとつてある。従つて、上流に向かって堤防に設置されたNo. 135と136の結果は、No. 134と137の値で平均化して、内挿処理した。この図は、スケールの関係上、海底地形が全体に強調されているきらいがある。1992年、竜洋海岸測点No. 123の海岸堤防が被災している。この被災原因については、宇多(1997)が検討を加えている。さらに付け加えるならば、図-6によると、すでに1990年に天竜川河口部に侵食域が発生し、年とともに東方向へ広がっていることがわかる。また、図-9の1980年の(a)図と1990年の(b)図によると、河口部砂州の変形に伴って測点No. 123付近の汀線が後退し、水深-4~-6mの部分の海底土砂が減っている。これが、1992年の海岸堤防の被災に繋がっていったものと推定される。さらに、(c)図をみると、離岸堤群の設置に伴って、局所的に汀線が前進しているが、離岸堤群の西と東側の海底がかなり深くなっていることが注目される。(b)と(c)図の比較から、福田海岸、測点No. 105では、1990年から1996年にかけて東向きに沿岸漂砂が汀線付近から水深-6ないし-8mの範囲に堆積している。

### 8. 結 論

本研究で得られた結果は、以下のようによまとめられる。

- (1) 天竜川水系における大洪水および洪水の発生頻度は、1950~1970年にかけて高かったが、最近では低くなっている。この理由の一つとして、1958年以降、砂防ダムおよびハイダムが次々と建設され、その効果が挙げられる。
- (2) 天竜川河口1~25km区間の平均河床高は、1979年以降低下傾向にある。しかし、河口から1~5kmでは、1989年以降、河床が多少上昇の傾向にあるので、砂利採取の適当な規制を行えば、将来的には大洪水時に

河口から海岸へ若干の土砂供給が期待できる。

- (3) 浜松・中田島海岸では、侵食域は1979年まで西へ伝播していた。しかし、1990年以降、逆向き(東向き)になっている。

- (4) 馬込川河口導流堤は侵食域の西方向の伝播を4~5年間阻止した。

- (5) 天竜川河口東側の竜洋・磐田、福田海岸における堆積域と侵食域の先端の東方向の伝播速度は、同程度である。

- (6) 竜洋・磐田、福田海岸の侵食域の伝播速度は、竜洋海岸の5基の離岸堤群の建設後もほとんど変わっていない。つまり、この離岸堤群による侵食域の伝播に対する阻止効果は、ほとんど無い。

最後に、本研究を行うに際して、中部地方建設局浜松工事事務所、静岡県袋井・掛川土木事務所のご配慮により、深淺測量図を始めとする貴重な資料を提示していただいたことを明記し、関係者に対して感謝の意を表明します。さらに、この本研究の一部は、平成8年度名城大学学術研究(特定)によって実施したことを付記する。

### 参 考 文 献

伊藤政博・成川幸宏・伊藤仁士(1998): 侵食・堆積域の伝播に対する構造物の阻止効果, 富士海岸を対象にして, 海岸工学論文集, 第45巻, pp. 651-655.

宇多高明・坂野 章・山本幸次(1991): 遠州海岸の1961年代以降における海浜変形, 土木研究所報告, 183号. pp. 23-70.

宇多高明(1997): 日本の海岸侵食, 山海堂, 442p.

宇多高明・鈴木忠彦・大石守伸・山本雅彦・大谷靖郎(1994): 竜洋海岸の侵食実態と河口テラス縮小の影響, 海岸工学論文集, 第41巻, pp. 476-480.

河田恵昭・植木 実(1998): 天竜川, 遠州海岸の海浜過程について, 海岸工学論文集, 第45巻, pp. 616-620.

河田恵昭・井上雅夫・植木 実・丸太 正・石川真起子(1997): 海浜過程に及ぼすダム堆砂の影響, 天竜川水系を対象にして, 海岸工学論文集, 第44巻, pp. 606-610.

建設省中部地方建設局河川部河川計画課(1983): 水系における土砂動態と流出土砂の管理に関する検討, 275p.

建設省中部地方建設局浜松工事事務所(1991): 遠州海岸(リーフレット), 319p.

静岡県袋井土木事務所(1998): 竜洋海岸災害助成・関連事業概要(リーフレット), 10p.

土屋義人(1995): 海岸侵食の波動性(1)-静岡海岸の場合-, 海岸工学論文集, 第42巻, pp. 536-540.

土屋義人(1996): 海岸侵食の波動性について(2)-下新川海岸の場合-, 海岸工学論文集, 第43巻, pp. 586-589.

服部昌太郎・鈴木隆介・佐藤敏夫(1974): 遠州海岸の中央部の海浜変形と漂砂, 第21回海岸工学講演会論文集, pp. 127-133.

平井 学(1976): ダム総覧, 日本ダム協会, 971p.