

河口周辺の海岸侵食について

細井 正 延*

1. 緒 言

最近の20年間における全国各地の海岸侵食の状況を調べた結果によれば、特に河口周辺の侵食が目立って現われていることが報告されている¹⁾。河川上流域における大ダムの建設や河道からの多量の骨材採取などの影響を受けて、河川から海へ供給される流出土砂量が減少し、その結果、河口を中心として広範囲の海域での水深の増加や汀線の後退という現象が現われる。河川と海岸との間の土砂収支という観点から考えるならば、非常に広範囲の海域での土砂の増減を見積ることが必要となる。しかし、このような測定を精度よく実施することはほとんど不可能に近いから、環境保全上どうしても必要な比較的狭い海域内でしか調べられないのが現状である。ここで述べる大井川、天竜川についても、このような立場から河口周辺の海岸地形の変動を考察したものである。両海岸の海底形状、底質粒径はかなり異なっているが、両河川ともにいくつかの大ダムが昭和30年代の初期から建設され、その結果河口周辺の海岸に大規模な侵食が現われるにいたった。本研究は、両者の海岸を対象にして侵食の原因、状態を考察し、また両者の地形変化の特徴を抽出して比較を行った。これらの海岸の侵食の問題に

ついては、著者がすでに発表しているが²⁾、その中で疑問として指摘した事項に対してその後検討を加えたので、それを含めてここに報告する次第である。図-1は駿河湾および天竜川河口付近の平面図である。

2. 大井川河口周辺の海岸侵食

大井川河口周辺の海岸侵食の原因は、大井川上流に築造されたダム群による流砂の阻止、河道内での砂利の採掘による海への排出土砂量の減少および大井川港の建設によるものといわれており、特に昭和39年に防波堤が完成した後に、局部的な汀線の後退が目立つようになった。港の北側海岸とそれに続く吉永海岸では昭和39年から43年までの4年間に汀線が60mも後退し、侵食防止のために築造された海岸堤防が43年7月に約180mにわたり破壊し、さらに47年7月と10月に290mの区間の堤防が陥没した。南北の二つの防波堤による北向き漂砂の阻止、航路維持のための海底土砂のしゅんせつ、港の南側海岸での砂利採取などが堤防前面の海浜消失を助長したものと考えられる。図-2は河口周辺の海岸平面図で、海岸線はほぼSW-NE方向である。漂砂の卓越移動方向は図-2の矢印で示すとおりで、これは波向や防波堤・導流堤付近の堆砂状態、汀線沿いの底質粒径の分布から推

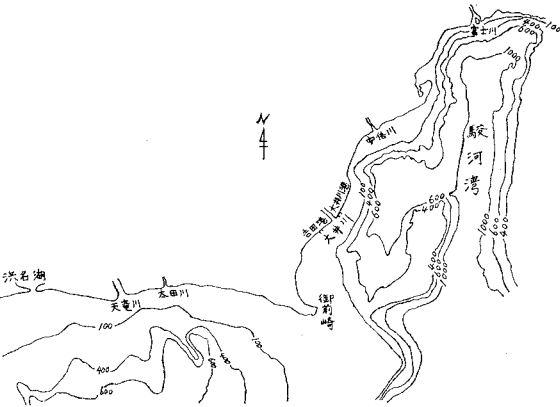


図-1 駿河湾および天竜川河口付近の海岸平面図

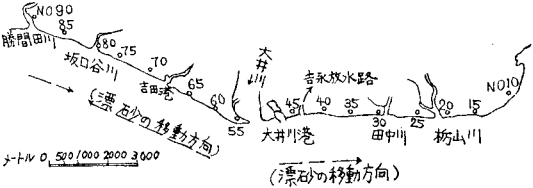


図-2 大井川河口周辺の海岸平面図

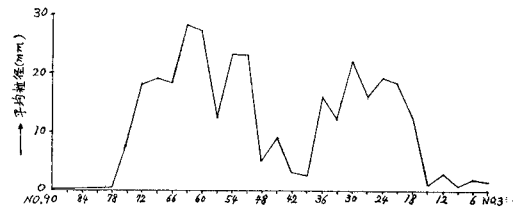


図-3 汀線沿いの平均粒径 (○、海岸)

* 正会員 工博 名古屋工業大学教授 工学部土木工学教室

定できる。汀線付近から採取した底質の平均粒径の汀線沿いの分布は図-3 のようで、No. 18~75 の間の一部を除いてほぼ一様で約 20 mm, No. 78 より南側では急激に小さくなって 0.5~0.25 mm であり、また No. 15~3 でも 3~1 mm となっている。大井川港の北防波堤と吉永放水路の間で、昭和43年に行われた表層底質調査の粒度分析結果から、水深がほぼ 2 m より深い所では砂、浅い所では砂利で、陸上 T. P. + 2 m 付近の平均粒径は約 22mm であって、これは大井川河口付近の河床底質の平均粒径約 27mm とよく似ている。昭和 38 年以来、No. 1~90 の各測点に、汀線に直角方向に 200m 間隔の測線を設け、測点から沖方向へ 600m (水深約 10m) までの範囲で深淺測量が毎年 1 回行われ、また各測点から汀線までの距離の測定が年に数回実施されている。代表測点として No. 32, 40 を選び、それぞれの測線上の 50~600 m 区間の水深の増減を、昭和 40 年を基準として 46 年との比較を示したのが図-4 である。また、38 年 7 月と 50 年 1 月の間の汀線位置の変化を 図-5 に示す。ただし、38.7~45.8 の中間の資料がないので、この間は破線の直線で結んである。図-4 から、No. 32 では 46 年が 40 年に比べて岸寄りでは水深が浅くなっているが、大部分は沖方向に一樣にかなり深くなっている、600m の所でも海底変動が大きいことがわかる。No. 40 は 39~41 年に施工された旧堤防が残存している場所で、汀線の後退はここで抑止されている状態であるから、岸寄りでは水深の増加が非常に大きく沖に向かって漸減しているのが特徴である。No. 40 付近で洗掘された砂が沿岸流で運

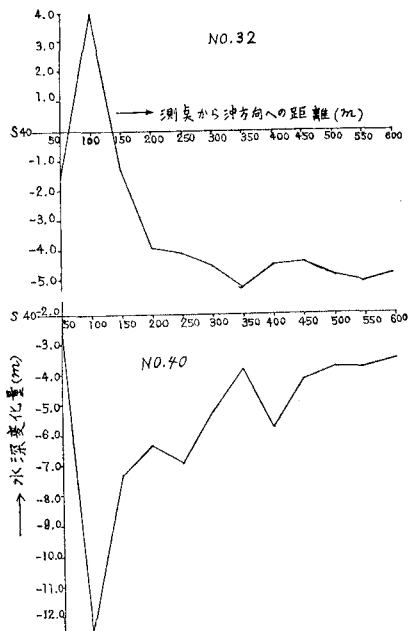


図-4 測線上の水深変化 (40年と46年の比較, 〇. 海岸)

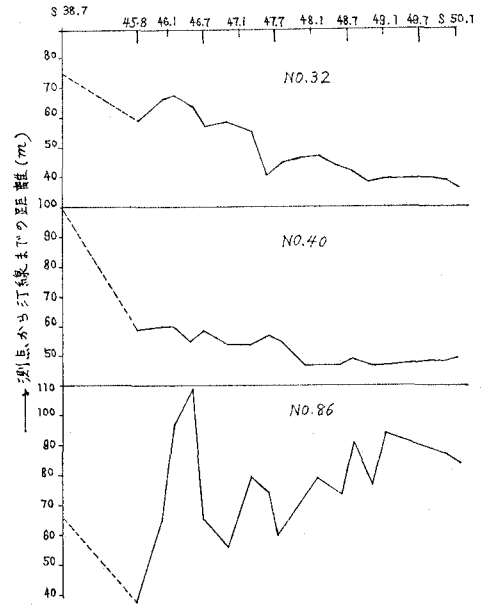


図-5 汀線位置の経年変化 (〇. 海岸)

ばれて No. 32 付近の岸寄りに堆積したものと思われる。汀線位置は図-5 の No. 40 では、45 年 8 月より後はほとんど変化していないことがわかる。No. 86 は底質が細砂で、汀線位置の変動幅が大きいたことを示しており 47 年以後は汀線がかなり前進している。

No. 18~80 の区間 (河口部の 48~58 を除く) および河口の北側 No. 18~48 の区間の侵食累加土砂量の年変化を、40 年 8 月を基準にして示したのが 図-6 である。河口砂州は右岸側から左岸側に伸びており、海への排出

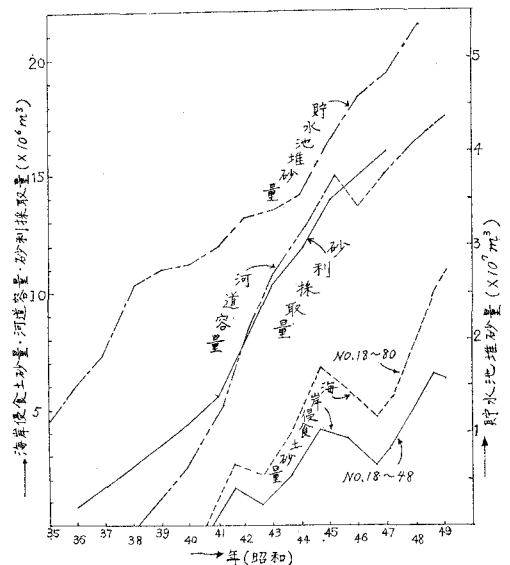


図-6 海岸侵食土砂量・河道容量・砂利採取量・貯水池堆砂量の経年変化 (累加量を表わす)

土砂量の減少の影響は河口の南側よりも北側海岸の侵食に対して大きく作用している。次に、河口からの流出土砂量の変化の状態およびそれと海岸侵食との関係について考察する。大井川河道の横断測定の結果から、河口 0.0~24.4 km の区間の計画高水位以下河床面までの河道容量の変化を、昭和 38 年 3 月を基準にして示すと図-6 のようである。このように河床が低下して河道容量が平均 $1500000\text{m}^3/\text{年}$ も増加している原因を調べるために、ダム貯水池内の堆砂と河道からの砂利採取の状態について述べる。流域には 10 のダムがあるが、貯水容量が非常に大きいのは畑薙第一ダムと井川ダムの二つであり、竣工年度は前者が昭和 37 年 9 月、後者が 32 年 8 月である³⁾。畑薙第一、第二、井川、奥泉の 4 つの貯水池の合計堆砂量の経年変化は図-6 のとおりで、47 年での井川、畑薙第一の堆砂率は 18%、15% にすぎない、吉川・鮭川の試算によれば、下流部の河道における浮遊限界の粒径を 2.5mm とし、井川および畑薙第一の貯水池における 2.5mm 以下の砂の年平均堆砂量が $1.7 \times 10^6\text{m}^3$ となっており、したがってダムが建設されていなければ、貯水池に堆砂した 2.5mm 以下の砂はすべて海岸へ供給されていたことになるとしている³⁾。昭和 27 年、41 年 1 月、49 年 3 月に下流部河道で採取した底質の粒度分布曲線を比較すると、41 年および 49 年は 27 年に比べて、 $1.2 \sim 2.5\text{mm}$ より細かい砂の含有率が小さいのが特徴である。すなわち、ダム築造により下流部河床の底質中の細粒土砂の占める割合が次第に小さくなり、armouring の影響が現われていることがわかる。これらの粒度分布曲線を用いて流砂量計算をしたところ、底質の粗粒化による浮遊砂量の激減という結果が得られた。次に、0~60 km の区間の河道からの砂利採取量の累加値が図-6 に記載されている。河口周辺での広範囲にわたる海岸侵食の原因は、貯水池内の堆砂による下流への流送土砂量の減少、特に armouring の影響による河床物質の粗粒化が海に排出される細粒土砂量の減少を招き、また河道からの砂利採取が海岸粗粒底質の減少を招いたものと考えられる。土砂収支を調べるためには、海岸侵食土砂量を砂利量と砂量に分けて考察しなければならないが、そのためには海底の表面だけでなく下層部の底質の資料が必要で、それがないので検討することはできない。

図-6 から、41~42 年および 44~46 年には土砂が堆積して海底が上昇し、また 45~46 年には河床が上昇して河道容量が減少しているが、41 年と 44 年は他の年に比べて河道の流砂量が非常に多く、さらに 44~46 年は波が小さかったことがその原因と思われる。大井川の流況と海岸に襲撃する波の大きさの変動によって、短期的には海底高が上昇・低下を繰り返しながら、今後も貯水池堆砂の影響によって（砂利採取は昭和 48 年に禁止さ

れている）、海岸侵食がさらに進行してゆくと考えられる。

3. 天竜川河口周辺の海岸侵食

天竜川河口周辺の海岸平面図は図-7 のようである。測点は後浜上に設けられ、各測点から沖方向に 500m（水深約 7 m）または 1000m（水深約 12m）まで測線をとって、年 1 回深浅測量が行われている。測点 No. 121, 127, 135, 143, 151 の各測線上で底質粒径の調査が 3 回行われており、平均粒径の 3 回の平均値を求めると、汀線付近では $0.5 \sim 2.4\text{mm}$ 、汀線から沖へ 500m の所で $0.3 \sim 0.6\text{mm}$ となっている。深浅測量の資料から、河口の東側 No. 113~133、西側 No. 145~157 のそれぞれの区間の海底土砂量の増減の経年変化を、昭和 37 年を基準にして示したのが図-8 (a), (b) である。累加土砂量で、負の符号は侵食、正の符号は堆積を表わしている。(a) と (b) を比べると、河口の東側と西側とは見かけ上は全く状況を異にしている。No. 145~157 では、37~40 年は安定し、43 年まで侵食が著しく進み、それより後は侵食速度がかなり低下している。No. 113~133 では、38~40 年は堆積が著しく進み、41~44 年

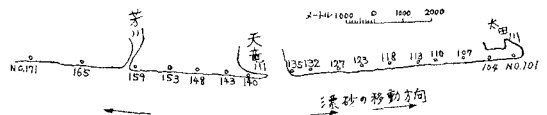


図-7 天竜川河口周辺の海岸平面図

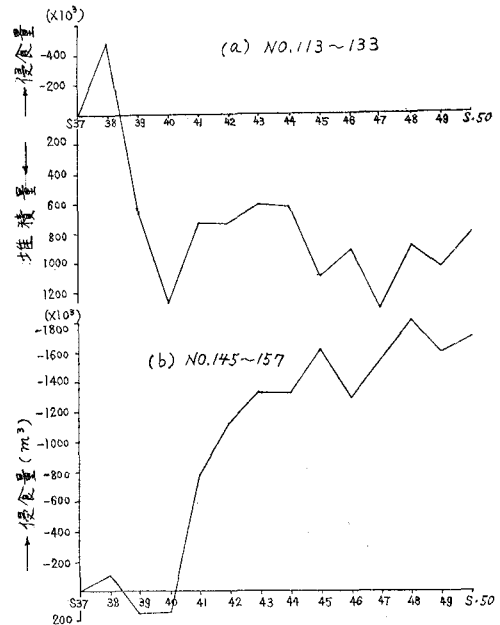


図-8 海底土砂量の経年変化 (T, 海岸)

は侵食傾向にあり、以後はほぼ平衡状態にあるといえる。しかしながら両者の経年変化の傾向は似ており、もともと河口の西側は平衡状態、東側は著しく堆積状態にあったのが(河口の砂州が右岸から左岸に伸びていることから見ると、東側への土砂供給量が西側へのそれに比べて大きいからと考えられる)、天竜川から海へ排出される土砂量の減少の影響を受けて、上記のような現象が現われたのであろう。すなわち、海への排出土砂量の減少がなければ、河口の東側では40年以降も堆積がさらに進んでいたものと思われる。

次に代表測点としてNo. 127, 147, 157を選び、それぞれの測線上の0~500m区間の水深の増減を、昭和37年を基準にとり50年との比較をしたのが図-9である。No. 127は岸に近い所に堆積し沖の方で洗掘されており、No. 113~133もほぼこのような状況を呈している。No. 147では岸寄りで水深が著しく大きくなっているが、この付近に残存する旧堤防によって汀線の後退が抑えられているためであろう。0~1000mの区間の44年と50年の比較も行ったが、1000mの沖でも海底高の変化がかなり大きい場所が存在し、0~1000mの間で洗掘と堆積が交互に現われて複雑な海底変動をしていること

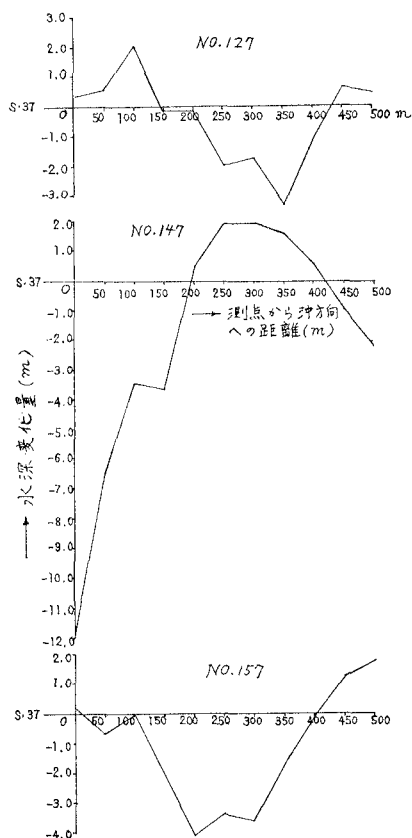


図-9 測線上の水深変化(37年と50年の比較, T.海岸)

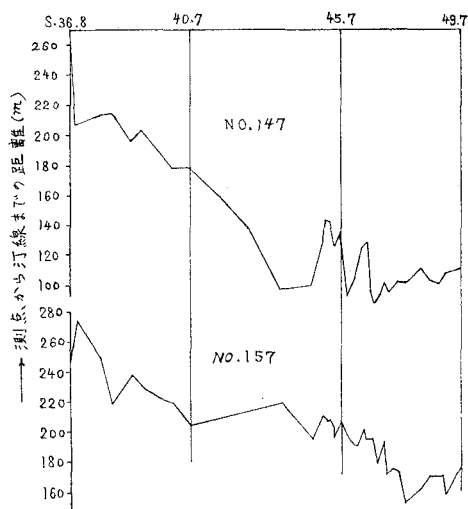


図-10 汀線位置の経年変化(T.海岸)

がわかった。昭和36年8月より年に数回行っている汀線位置の調査資料の中からNo. 147, 157を選んで、36~49年の間の汀線位置の経年変化を示したのが図-10である。No. 147では、上記のように残存堤防によって43年頃から汀線後退が抑えられている。No. 157では現在も汀線後退が進行しているようであるが、No. 160付近より西側ではほぼ安定しているようである。

海岸侵食が現われた原因として、西畑・河村は天竜川上流域に設置されたダム貯水池内の堆砂によって、河口から海に排出される土砂量が減少したことをあげている⁴⁾。貯水容量がきわだって大きいのは佐久間ダムで、総貯水量は32684万t、年平均堆砂量は $40.5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{年}$ であって、昭和49年の堆砂率は21.1%である。7個のダムが建設されているが、合計堆砂量の半分以上を佐久間ダムが占めている。昭和31年に佐久間ダムが建設されてから9年間は海岸への影響は現われていないが、それ以後に急速に侵食現象が現われた。

4. まとめ

大井川河口周辺の海岸(Ö. 海岸と名付ける)および天竜川河口周辺の海岸(T. 海岸)の地形、侵食形態について、両者を比較して述べる。

(1) T. 海岸は大容量の佐久間ダムの竣工(昭和31年)後9年を経て侵食が現われ始めたが、Ö. 海岸では井川ダムの竣工(昭和32年)後6~8年を経て影響が現われ始めたと推定される。Ö. 海岸の31年4月と37年5月の航空写真を比較すると、汀線位置にほとんど変化がないから、38~40年の間から侵食が始まったと考えられるからである。

(2) 両者の海岸の位置は比較的接近しており、波浪の状態もよく似ているが、Ö. 海岸では河口の左右岸と

もに侵食され、T. 海岸では昭和 37 年を基準にすれば、河口の左岸側は堆積で右岸側は侵食というように、両海岸の地形変化の状態が非常に違っている。しかし注意して観察すると、T. 海岸の左岸側は堆積性の著しい海岸であったところへ、海への排出土砂量の減少によって一時はむしろ侵食状態さえ現われ、その後はほぼ平衡状態になっているのであって、 $\bar{O}$ 、T. 両海岸の変形の過程は類似しており、土砂量減少は右岸より左岸側に大きく影響しているといえることができる。

(3) $\bar{O}$. 海岸の侵食の原因は、河口周辺海岸の全域に対しては、ダム貯水池による下流への流砂量の減少および河道からの砂利採取であり、局部的には大井川港防波堤による漂砂の阻止である。T. 海岸の侵食はダム貯水池内の堆砂が原因であって、河道からの砂利採取の影響については明らかでない。

(4) $\bar{O}$. 海岸は汀線付近の底質粒径が粗く砂利・礫であるが、T. 海岸は砂である。 $\bar{O}$. 海岸では沿岸砂州が存在せず、海底高は汀線付近から 600m 沖合いにいたるまで、侵食の結果として全体にわたって低下している。T. 海岸は沿岸砂州が存在し、海底勾配は $\bar{O}$. 海岸のほぼ 1/2 で、全体としては侵食状態にあるが、沖方向に対して海底高の低下と上昇の場所が繰り返し現われている。このように、T. 海岸の海底地形の変動の状態は非常に複雑であるから、海底土砂量の増減の算定にあたっては、 $\bar{O}$. 海岸よりも広範囲の海域を対象としなければならない。

(5) $\bar{O}$. 海岸の No. 15~78 は汀線付近は砂利・礫で、汀線位置の短期間の変動幅は小さいが、No. 78 より

南および No. 15 より北の粒径が急に小さくなっている所では、3~4 か月周期の変動幅が大きいことがわかった。粒径の小さい T. 海岸でも変動幅が大きい。したがって、粒径の小さな砂浜海岸では、汀線測定の時間間隔を短かくして、精確な資料を得るように注意しなければならない。

(6) 汀線の後退が堤防によって止まっている所では、堤防位置から 200~300m 沖まで、海底が極度に侵食・低下している。ここで生産された土砂は沿岸流で運ばれて、隣接海岸に堆積している。

最後に、本研究を行うにあたって現地資料を提供して下さった建設省中部地方建設局河川計画課、静岡河川工事事務所、浜松工事事務所の方々に対し、また資料の整理にあたられた当時学部学生の小林健二、杉原竜彦両君に深い謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 土屋義人・榎木 亨・尾崎 晃・堀川清司・砂村 継夫・野田英明：海岸地形の変動の実態，文部省科学研究費自然災害特別研究成果・土砂の流送運搬に伴う自然環境変化に関する研究（研究代表者：石原藤次郎），pp. 25~31, 1975.
- 2) 細井正延：東海地方における海岸侵食，文部省科学研究費自然災害資料解析 3（研究代表者：磯野謙治），pp. 13~25, 1976.
- 3) 吉川秀夫・鮎川 登：大井川とその河口海岸，1)に同じ，pp. 48~52, 1975
- 4) 西畑勇夫・河村三郎：天竜川とその河口海岸，1)に同じ，pp. 53~59, 1975.