

安倍川流砂系における海岸侵食に影響を及ぼした土砂移動の推定

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○福嶋彩 水野秀明 原榎利幸 寺田秀樹
 国土交通省中部地方整備局静岡河川事務所 境道男 長嶋佳孝 加藤義明
 日本建設コンサルタント(株) 西本直史

1. はじめに

河床上昇に伴う土砂洪水氾濫やダム貯水池の異常堆砂による貯水容量の減少、海岸侵食による越波被害等土砂の移動に係る問題(以下、問題と呼ぶ)が流砂系において発生している。これらの問題に対して、土砂移動モニタリングや数値計算に基づいて流砂系内における土砂動態を推定する調査研究は数多くなされているが¹⁾、問題を引き起こした地形変化をもたらす土砂の移動と問題を関連付けて研究した事例は少ない。そこで、流砂系で発生している問題を引き起こした地形変化をもたらす土砂移動について土砂の量と粒径の観点から推定する手法を開発することを目的として、本研究では、安倍川流砂系を対象として、流砂系一貫として扱える地形変化推定モデルに基づき静岡・清水海岸の侵食に影響を及ぼした粒径別流砂量を推定した。なお、ここでいう安倍川流砂系とは安倍川流域及び静岡・清水海岸の漂砂域を指す。

2. 対象流砂系

安倍川流砂系は、流域面積 567km²、本川延長 51km、河床勾配 1/250~1/30 の安倍川流域と延長約 17.8km の砂礫海岸である静岡・清水海岸よりなる。

静岡・清水海岸の侵食は昭和 37 年頃から河口付近より始まり、昭和 52 年以降侵食区域が北東方向に拡大し、昭和 57 年頃には清水海岸まで侵食区域が広がった²⁾。これに対して昭和 58 年より離岸堤群の建設等により海岸保全対策が進められ、現在もなお実施されているところである。海岸侵食の原因については、安倍川において昭和 42 年以前から実施されている砂利採取の影響が大きいと既往研究³⁾に報告されている。

3. 検討方法

洪水流出解析、一次元河床変動計算および等深線変化モデルを組み合わせた地形変化推定モデル⁴⁾を用いて、静岡・清水海岸の侵食を引き起こした土砂量を推定した。海岸侵食へ影響を及ぼした要因として、本研究では安倍川で実施された砂利採取に着目し、①砂利採取を実績どおり実施したケース、②砂利採取を実施しなかったケースについて計算を実施し、両ケースの比較から海岸侵食への砂利採取による影響量を検討した。また、海岸侵食が生じる前の地形を維持するために必要な河川からの流出土砂量についても算定を試みた。

3.1 地形変化推定モデル

地形変化推定モデルは土砂流出モデル、河床変動モデルおよび海浜変形モデルより構成される。本モデルの詳細については巻末に示した文献⁴⁾を参考にして頂きたい。図-1 に地形変化推定モデルの各構成モデル適用範囲を示す。本研究では、砂利採取区間における水理量と土砂動態をより適切に解析できるようにするために、河床変動モデルの適用区間を文献⁴⁾をより拡張して河口~22k 地点の区間とした。

本研究では、河床変動モデルによる計算における砂利採取の取り扱いについては、各年毎の実績砂利採取量(図-2)を

区間毎の砂利採取許可量³⁾で案分し、各年の最後にその年の実績砂利採取量を河床位に換算した値を地形変化推定モデルで求めた河床位から差し引くこととした。

また、本研究では、沿岸方向の海浜構成材料の粒径の変化を海浜変形モデルによる計算に反映するため、図-3 に示す通り粒径 19mm 以上の土砂が存在しない河口から東へ 3.5km の地点より以東の区間については粒径 19mm 未満の存在割合である 0.53 を補正係数として海浜変形モデルの算出結果(地形変化量)に乗じることとした。

3.2 計算条件

表-1 は計算実施期間と計算に用いたパラメータの数値である。計算実施期間は、資料の存在状況と砂利採取期間を勘案して設定した。河床位の初期値は河口~22k の区間は昭和 31 年、22k~50.5k の区間は昭和 42 年、麓科川流域は昭和 49 年の測量成果を用いた。汀線位置の初期値については、静岡海岸は昭和 44 年の深淺測量成果と昭和 28 年の 1:25,000 地形図、清水海岸は昭和 54 年の深淺測量成果と昭和 30 年の 1:25,000 地形図をもとに想定地形を作成した。河床材料の粒度分布は昭和 50 年度の調査結果、生産土砂の粒度分布は昭和 57 年度の調査結果を参考に設定した。海浜変形モデルの境界条件とする河川から海岸域へ流出する土砂量は、砂利採取を実施したケースの算定結果である 108,000m³/年とした。図-4 は計算に用いたハイトグラフである。ハイトグラフの設定にあたっては、河口から 3.5km 地点~三保の松原までの海浜構成材料の代表粒径である 0.6mm(図-3)が河口部において浮遊する限界流量である 400m³/s(手越流量観測所以上の 34 出水を対象とした。なお、前述の代表粒径の設定にあたっては、海浜が後退している区間の粒径に着目することが望ましいと考え、粒径の粗い河口付近の粒径は対象外とした。

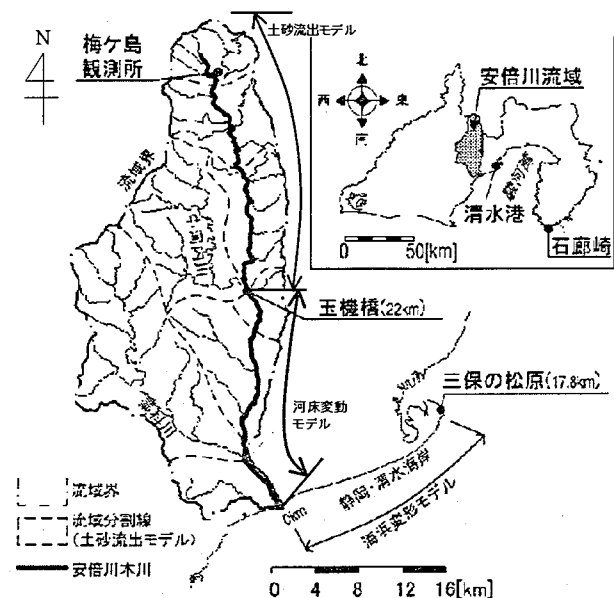


図-1 安倍川流砂系図と計算モデルの適用範囲

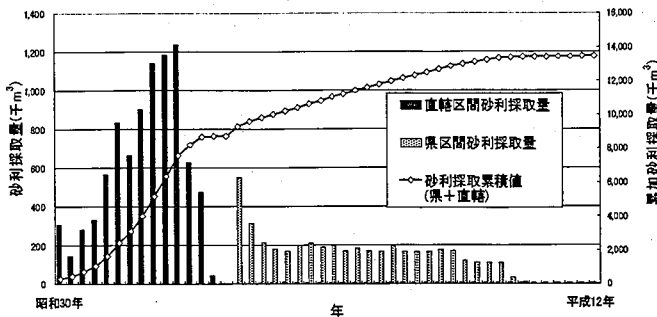


図-2 砂利採取量

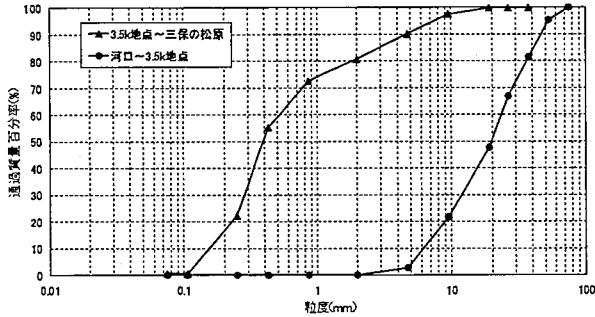


図-3 海浜構成材料粒度分布

表-1 計算条件

| | |
|---------|---|
| 計算期間 | 昭和31年～昭和42年(12年間) |
| 土層厚 | 第1層:0.8m 第2層:1.0m |
| 透水係数 | 第1層: $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 第2層: $3.0 \times 10^{-4} \text{m/s}$ (豊科川流域は第1層: $1.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 第2層: $1.0 \times 10^{-4} \text{m/s}$) |
| 初期浸透能 | 第1層:500mm/hr 第2層:5mm/hr 第3層:0.5mm/hr (豊科川流域は第1層:100mm/hr 第2層:1mm/hr 第3層:0.1mm/hr) |
| 最終浸透能 | 第1層:250mm/hr 第2層:2.5mm/hr 第3層:0.25mm/hr (豊科川流域は第1層:50mm/hr 第2層:0.5mm/hr 第3層:0.05mm/hr) |
| 浸透能透減係数 | $1.0 \times 10^{-5} \text{hr}^{-1}$ |
| 等価粗度係数 | 2.0 (豊科川流域は1.0) |
| 掃流幅 | レジューム則($B=5 \times Q^{0.5}$)により設定 |
| 粗度係数 | 河口～22k区間の河道部:0.036 22k～505k区間の河道部:0.050 |
| 計算期間 | 昭和30年～昭和57年 |
| 波浪 | 波高:1.55m 周期:6.9s (石廊崎観測所) 波向(卓越波高):南南東 |
| 潮位 | T.P.+0.26m (清水港の平均潮位) |
| 漂砂量係数 | $k_1=0.031$ $k_2=0$ |
| 海浜材料粒径 | 0.1mm～80mm(現地調査結果より設定) |

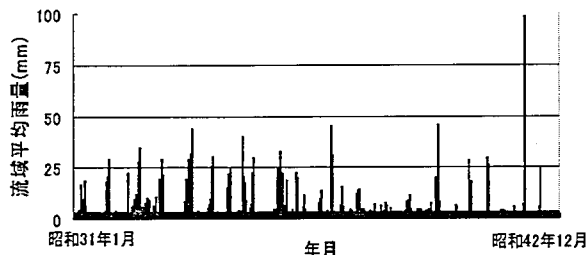


図-4 ハイートグラフ

4. 計算結果と考察

表-2は砂利採取を実施したケースおよび実施しなかったケースにおける河川から海岸域への流出土砂量を比較したものである。砂利採取を実施しなかったケースでは河川から海岸域への全流出土砂量は約 20 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 、そのうち海浜構成材料の粒径にあたる土砂は約 17 万 $\text{m}^3/\text{年}$ であり、砂利採取を実施しなかったケースでは全流出土砂量については約 11 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 、海浜構成材料の粒径にあたる土砂については約 8 万 $\text{m}^3/\text{年}$ となり、5 割程度以下にまで低減する結果となった。

計算初期の汀線位置(昭和 30 年)が海岸保全対策が着手される前年である昭和 57 年においてもほぼ維持されるために

表-2 砂利採取の実施の有無による河川から海岸への年平均流出土砂量の比較 (万 $\text{m}^3/\text{年}$)

| | 砂利採取を実施しなかったケース | 砂利採取を実施したケース |
|---------------------|-----------------|--------------|
| 全流出土砂量 | 20.3 | 10.8 |
| 海浜構成材料の粒径に相当する流出土砂量 | 17.5 | 8.3 |

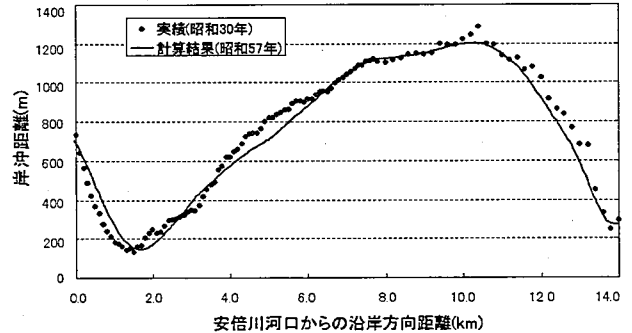


図-5 河川からの流出土砂量を 15 万 $\text{m}^3/\text{年}$ とした場合の計算結果(昭和 57 年)と計算初期(昭和 30 年)の汀線の比較

必要な河川から海岸域への総流出土砂量(全粒径を対象)を、計算初期の汀線を維持するために必要な土砂量と想定して算出したところ、約 15 万 $\text{m}^3/\text{年}$ という結果になった(図-5)。

以上から、安倍川流砂系で生じている海岸侵食に影響を及ぼした土砂移動について以下の通り推定した。昭和 30 年当時は安倍川から静岡・清水海岸に約 20 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度の土砂が流出するが、その後の砂利採取により、安倍川では河床低下が生じ、河川から海岸へ流出する土砂量が約 11 万 $\text{m}^3/\text{年}$ (そのうち粒径 0.1mm～80mmの土砂は約 8 万 $\text{m}^3/\text{年}$)に減少したため、海岸侵食が生じたと考えられる。また、海岸侵食を生じさせないためには、河川から海岸域へ 15 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 程度の土砂の流出(総流出土砂量)が必要であると考えられる。

5. まとめ

安倍川流砂系で生じている海岸侵食の要因として砂利採取に着目し、その影響を地形変化推定モデルにより土砂の量と粒径の観点で検討した。その結果、砂利採取を実施することによって実施しない場合と比べて、安倍川から海岸域へ流出する流砂量が半分程度に減少し、そのうち粒径 0.1mm～80mmの土砂の河口からの流出量が約 17 万 $\text{m}^3/\text{年}$ から約 8 万 $\text{m}^3/\text{年}$ に減少したことが静岡・清水海岸の侵食に大きな影響を及ぼしたと推定された。

参考文献

- 1)例えば、国土交通省河川局砂防部砂防計画課ら：流砂系における土砂移動実態に関する研究，平成 15 年度国土交通省国土技術研究会指定課題，2003
- 2)国土交通省河川局保全課海岸室ら：流砂系一貫の土砂管理による海岸保全計画に関する調査，平成 13 年度国土交通省国土技術研究会指定課題，5-1-5-44，2001
- 3)宇多高明：3.5.4 静岡県静岡・清水海岸，日本の海岸侵食，pp.200-218，1997
- 4)福嶋彰，水野秀明，寺田秀樹：流砂系を一貫して扱う地形変化推定モデルの開発と安倍川流砂系への適用，土木技術資料，Vol.46 No.21，pp.50-53，2004