

安倍川流砂系における土砂移動実態と土砂移動に関わる問題との関係について

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○清水武志, 小山内信智, 水野秀明, 沖中健起
株式会社建設技術研究所 村上正人

1. はじめに

平成 10 年に河川審議会総合土砂管理小委員会は、流域の源頭部から海岸までの一貫した土砂の運動領域を「流砂系」という概念で捉え、その中で生じている防災・環境・利用上の問題を解消するために、流砂系一貫とした総合的な土砂管理の必要性を報告した。その中で、総合的な土砂管理を効率的に実施するためには、土砂移動の予知・予測手法を確立することとともに、土砂移動の実態を量・質（粒径）・時間の観点から明らかにする必要があると指摘した。

これを受けて著者らは平成 11 年度より土砂移動モニタリング技術の開発や、地形変化推定モデルといった土砂移動を推定する技術¹⁾の開発を行なってきた。土砂移動モニタリング技術についての成果の詳細は参考文献²⁾を参照としていただきたいが、各種の流砂量観測機器の適用性や、高流速時にも利用できる流砂量観測機器を開発してきた。また、土砂移動を推定する技術については、本研究で対象としている安倍川流砂系において、過去 20 年間の土砂移動を地形変化推定モデルから推定した土砂移動と実際の測量成果から推定した土砂移動を比較したところ、概ね再現できていることが分かった。

著者らはこれらの技術開発と同時に、安倍川流砂系で顕在化していた問題である海岸侵食に着目して、それに影響を及ぼす土砂の移動の実態を流砂系全体で把握することを目的として、土砂移動モニタリングを実施してきた。この土砂移動モニタリングは平成 13 年度から平成 17 年度まで実施し、計 10 出水に対して実施した。著者らは平成 17 年度に実施した土砂移動モニタリングを除く 8 出水を対象として、海岸地形に大きく影響を及ぼすと考えられる土砂に着目して、その土砂移動実態を取りまとめたので、その結果をここに報告する。

2. 安倍川流砂系と土砂移動モニタリング

図 1 は安倍川流砂系の流域と観測地点を示したものである。安倍川対象流砂系は、静岡県静岡市を流れる安倍川流域とその河口左岸から景勝地として有名な三保松原に至る静岡清水海岸の漂砂域からなる。安倍川の流域面積は 567km²、流路延長は 51.0Km である。静岡清水海岸は河口から三保松原まで約 17.8Km の砂浜海岸である。土砂移動モニタリングは上流から丸山橋、孫佐島、瀬戸橋、玉機橋、藁科、手越の各地点で行なったが、孫佐島と瀬戸橋は平成 13 年のみ実施した。観測に際しては、図 1 中に記述した掃流砂および浮遊砂の観測機器を用いた。観測方法は参考文献³⁾を参照されたい。土砂移動モニタリングを平成 13 年から平成 16 年までに 8 回行なった（表 1）。観測時における手越の水文条件をまとめると表 2 のようになる。

3. 土砂収支図の作成と海岸地形に影響する粒径階

各観測地点を通過した土砂量は土砂移動モニタリングの結

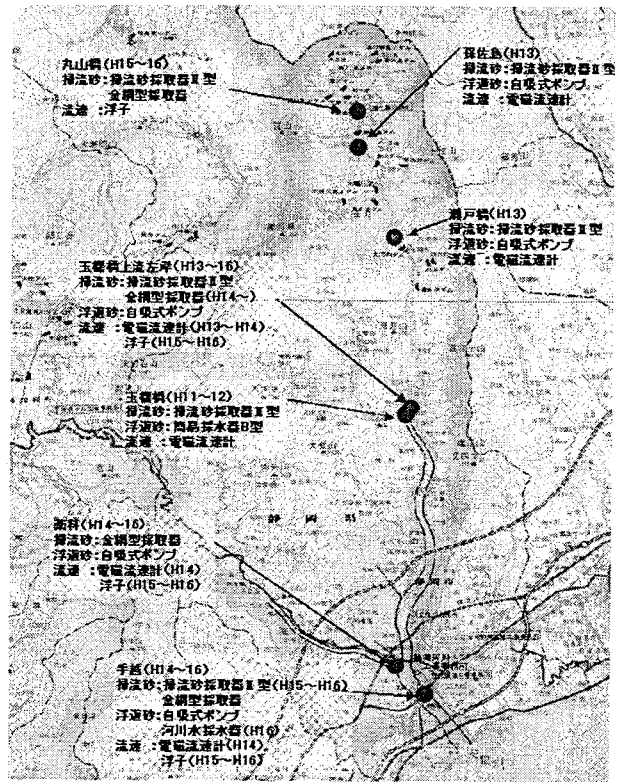


図 1 安倍川流域と観測地点・観測機器

果から得られた式に流量を掛け合わせることで推定した。掃流砂の推定式は、式 (1) の掃流砂量式⁴⁾の各係数を観測結果から推定した値を用いた式とした。

$$q_{B*} = A\tau_*^{3/2} \left(1 - \frac{\tau_{*c}}{\tau_*}\right)^m \left(1 - \sqrt{\frac{\tau_{*c}}{\tau_*}}\right)^n \quad (1)$$

浮遊砂の推定式は流量と浮遊砂量の観測結果から得られた、両者の関係式とした。流量は貯留関数法により推定した。砂浜海岸の形成に寄与する粒径の範囲は、既往文献⁵⁾を参考

表 1 観測条件、観測地点

No.	出水	降雨状況	観測箇所	観測地点
1	平成13年8月21日～平成13年8月23日	台風14号	3	玉機橋、瀬戸橋、孫佐島
2	平成13年9月10日～平成13年9月13日	台風15号	3	玉機橋、瀬戸橋、孫佐島
3	平成14年10月1日～平成14年10月2日	台風21号	3	玉機橋、藁科、手越
4	平成15年9月21日～平成15年9月22日	台風15号	4	玉機橋、藁科、手越、丸山橋
5	平成15年11月30日	台風21号	4	玉機橋、藁科、手越、丸山橋
6	平成16年9月7日～平成16年9月8日	台風18号	4	玉機橋、藁科、手越、丸山橋
7	平成16年9月29日～平成16年9月30日	台風21号	4	玉機橋、藁科、手越、丸山橋
8	平成16年10月9日～平成16年10月10日	台風22号	4	玉機橋、藁科、手越、丸山橋

表 2 出水時の手越における時間雨量・ピーク流量及びそれぞれの年超過確率

出水	時間雨量 mm/h	年超過確率	ピーク流 量 m ³ /s	年超過確率
平成13年8月21日～平成13年8月23日	31	0.33	1680	2.03
平成13年9月10日～平成13年9月13日	29	0.24	2200	3.05
平成14年10月1日～平成14年10月2日	27	0.17	270	1.04
平成15年9月21日～平成15年9月22日	18	0.03	360	1.04
平成15年11月30日	15	0.01	380	1.04
平成16年9月7日～平成16年9月8日	50	3.11	280	1.08
平成16年9月29日～平成16年9月30日	34	0.51	280	1.11
平成16年10月9日～平成16年10月10日	31	0.33	1160	1.54

に養浜砂が実際に効果をもたらす割合を割増率として示した図⁹を用いて算出したところ、粒径は0.11mm～75mmの範囲となった。本研究ではこの粒径階を海岸の地形に大きく影響を与えるものと仮定し、この粒径階（以後「対象粒径階」と呼ぶ）の土砂移動に着目した。

以上のようにして流出土砂量を算出した（表3）。平成16年10月9日から10日の観測結果を土砂収支図として表現したものが図2である。上段の値が全流砂量であり、下段の値が対象粒径階の流出土砂量である。なお、図2中の数値の単位は m^3 である。表3における手越の対象粒径階の欄に記載されている値が、対象粒径階の流出土砂量である。

表3 各観測時期の各観測地点における流出土砂量

	H13.6.21-8.23		H13.9.10-9.13		H14.10.1-10.2		H15.9.21-9.22	
	全粒径階	対象粒径階	全粒径階	対象粒径階	全粒径階	対象粒径階	全粒径階	対象粒径階
丸山橋	16,536	2,811	541,683	10,834	705	430	705	458
白鳥大橋	2,803	813	27,971	3,916	269	132	277	139
玉機	62,468	37,481	293,264	70,383	16,350	12,590	18,219	13,846
向田橋	54,633	20,214	119,517	29,879	7,011	6,169	8,654	7,529
薬科川	37,713	20,742	90,665	24,479	5,442	4,789	6,681	5,679
手越	105,746	41,241	216,356	67,070	21,143	13,320	25,329	15,451
	H15.11.30		H16.9.7-9.8		H16.9.29-9.30		H16.10.9-10.10	
	全粒径階	対象粒径階	全粒径階	対象粒径階	全粒径階	対象粒径階	全粒径階	対象粒径階
丸山橋	694	451	703	443	640	403	5,651	1,921
白鳥大橋	273	136	273	136	248	124	1,552	590
玉機	17,936	13,631	17,258	13,461	16,512	12,714	48,944	31,324
向田橋	8,518	7,411	8,938	7,687	8,892	7,469	39,323	20,055
薬科川	6,603	5,612	5,748	5,058	4,877	4,341	53,818	19,374
手越	24,914	15,197	22,391	14,106	21,383	13,471	90,808	39,047

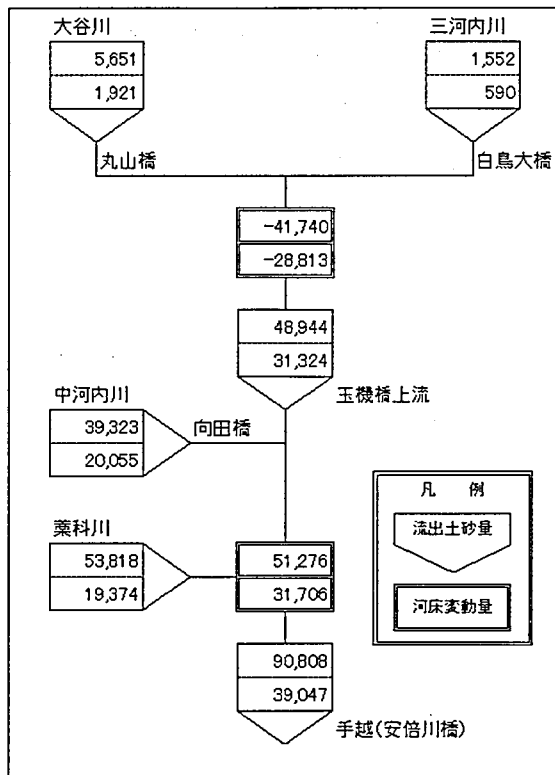


図2 平成16年10月9日～平成16年10月10日

4. 考察

安倍川流砂系において、1956年以前を自然状態と仮定すれば、河口部の地形と砂浜海岸地形の形成に寄与している安倍川河口からの流出土砂量は $14万 m^3/年$ 以上であり、1983年から1996年の静岡清水海岸の地形変化を解析すると安倍川河

口からの流出土砂量は少なくとも $10万 m^3/年$ と推定されていた⁹。これは空中写真を用いて海岸地形の解析を行い算出した土砂量であるため、すべて対象粒径階の土砂量と考えられる。

一方、各観測時における時間雨量と貯留関数法によって求めた流量の年超過確率をもとめると、それぞれ表2のようになる。時間雨量と流量の年超過確率は一般極値分布を用いて算出した。

ピーク流量の年超過確率と海岸への流出土砂量とを比較すると、表5のようになる。1年超過確率規模のピーク流量では $1.4万 m^3$ 程度、1.5～2.0年超過確率規模では $4.0万 m^3$ 程度、3.0年超過確率規模では $6.0万 m^3$ 程度の流出土砂量となった。

年超過確率が大きくなると、対象粒径階の流出土砂量が多くなることがわかった。

5. まとめ

平成13年度から平成16年度に観測した計8回の出水における流出土砂量を算出し、その一部は図2に土砂収支図として示した。砂浜海岸形成に寄与する粒径階は、養浜に適したものに等しいと考えて、参考文献⁹の方法により、0.11mm～75mmと算出した。この粒径階の土砂が海岸へ流出する量は、表3の通りである。実施した観測による出水の規模を年超過確率で表現すると、特別に大きな出水は観測されておらず、毎年継続的に発生する程度の規模であった。今回の観測範囲では、出水による流出土砂量は、既往の研究⁹と比較してみると、海岸への流出したと推定される土砂量より少ない量であると考えられる。

今後は、通年の土砂移動実態を観測によって把握するために、例えばTime-integrated Sampler⁷や濁度計などを用いて、常時観測可能し、観測データを蓄積していきたいと考えている。

最後になりましたが、本研究を実施するに当たり国土交通省中部地方整備局静岡河川事務所をはじめ、多くの関係機関にご協力頂いた。ここに記して関係者各位に感謝の意を表します。

6. 参考文献

- 1) 福島彩他：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，46-2，p.50-53，2004
- 2) 漂砂環境の創造に向けて，土木学会，358p,1998
- 3) 例えば，国土交通省河川局砂防部砂防計画課他：流砂系における土砂移動実態に関する研究，土木技術資料，46-3，p.14-17
- 4) 土木学会（1999）；水理公式集平成11年度版，p163
- 5) 実務者のための養浜マニュアル，財団法人土木研究センター，p89，2005
- 6) 河川局保全課海岸研究室，国総研海岸研究室他：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，p.5-1～5-36
- 7) 国土技術政策総合研究所資料No.266，70p，2005