

総合土砂管理を視野に入れた河川からの流送土砂の推定に関する研究

鹿児島大学 学生会員 松崎 学
 鹿児島大学 正会員 浅野 敏之
 鹿児島大学 非会員 猿木 雄三

<はじめに>

長期かつ広領域にわたる海岸保全計画を立案する上では河川から流送される土砂量とその経時変化を把握しておく必要がある。本研究は、総合土砂管理の観点から河川からの流出土砂量と海岸侵食との関係を、鹿児島県の志布志湾とそこに流入する肝属川で取得されたデータに基づいて、明らかにしようとするものである。

<肝属川の状況>

肝属川は鹿児島県の志布志湾に流入している一級河川である。幹川流路延長 34 km、流域面積 485 km² であり、主な支流としては、串良川、高山川、始良川がある。

<肝属川水位の計算>

肝属川の流れを常に常流と考え、肝属川支流の流量を考慮し次の式を使い不等流計算を行った(図-1)

$$\frac{\alpha_2 Q^2}{2gA_2^2} + H_2 - \frac{\Delta x}{2} \cdot \frac{n_2^2 Q^2}{R_2^{4/3} A_2} = \frac{\alpha_1 Q^2}{2gA_1^2} + H_1 + \frac{\Delta x}{2} \cdot \frac{n_1^2 Q^2}{R_1^{4/3} A_1}$$

α : エネルギー補正係数	n : マニングの粗度係数
Q : 流量(m ³ /s)	A : 断面積(m ²)
ΔX : 断面間の距離(m)	H : 水位(m)
R : 径深	

<肝属川の河床変動の計算>

今回は一次元河床変動モデルを用い、肝属川の河床変動を計算した。河床変動は流量に依存しており、流量が大きくなったときに著しい河床変動が見られるので、1984年~1998年までの14年間の洪水データ48個(表-1)を使用して解析を行った。

流れの運動方程式

$$\frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha Q^2}{2gA^2} \right) + i_c = 0$$

掃流砂量式

$$\frac{q_{bi}}{\sqrt{sgd^3}} = p_i 17 \gamma_i^{1/2} \left(1 - \frac{\gamma \cdot c_i}{\gamma \cdot \gamma_i} \right) \left(1 - \frac{u \cdot c_i}{u_*} \right)$$

浮遊砂の連続式

$$\frac{\partial}{\partial t} (< c_i > h) + \frac{1}{B} \frac{\partial (Q < c_i >)}{\partial x} = q_{sui} - w_f c_{bi}$$

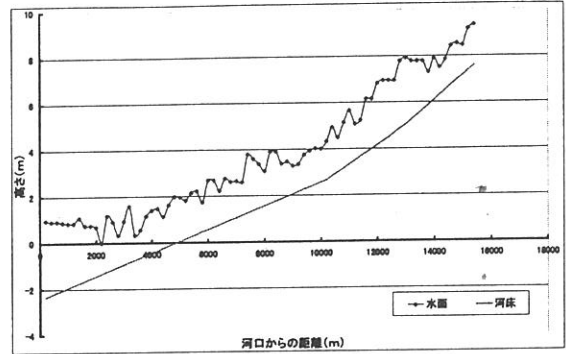


図-1 Q=404m³/s, Hstart=0.974mにおける水面図

洪水年月日	洪水要因	流量(m ³ /s)	洪水年月日	洪水要因	流量(m ³ /s)
1984年5月	梅雨前線	223	1992年8月	台風10号	346
1984年8月	酷暑低気圧	784	1993年7月	梅雨前線	895
1985年8月	梅雨前線	282		台風4.5.6号	987
1985年7月	梅雨前線	241	1993年8月	台風7号	1310
1985年8月	台風9号	321	1993年9月	台風13号	844
1985年8月	台風14号	389	1994年8月	前線、低気圧	364
1998年8月	梅雨前線	708		前線、低気圧	327
1997年7月	台風5号	753		梅雨前線	454
1997年10月	前線	378	1994年8月	台風14号	740
	台風19号	454	1995年4月	前線	533
1998年7月	低気圧	757		前線	628
1999年7月	台風11号	888	1995年6月	梅雨前線	425
1999年7月	梅雨前線	470	1996年7月	台風6号	1085
1999年9月	梅雨前線	877	1996年8月	台風12号	814
1999年9月	秋分前線	784	1997年8月	梅雨前線	282
	秋分前線	1821		梅雨前線	343
1991年5月	梅雨前線	453	1997年9月	台風9号	177
1991年8月	梅雨前線	813	1998年10月	前線	222
1991年8月	台風12号	414		前線	821
	台風13号	576		梅雨前線	407
1992年8月	梅雨前線	334	1998年7月	台風5号	1083
	低気圧	314	1998年9月	台風	742
1992年7月	低気圧	316		台風	731
	低気圧	358	1998年9月	台風	485

表-1 肝属川過去洪水データ

	肝属川	串良川	高山川	始良川
D ₁₀ (mm)	0.371	0.267	0.467	0.404
D ₅₀ (mm)	0.985	0.726	2.138	1.107
D ₉₀ (mm)	6.053	5.943	20.522	8.338

表-2 粒度表(10%、50%、90%)

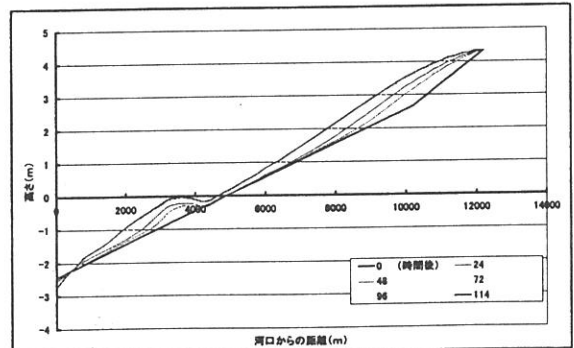


図-2 河床変動図 (Q=404m³/s, Hstart=0.974m)

粒径別流砂の連続式

$$\delta \frac{\partial p_i}{\partial t} + p_i \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \left[\frac{1}{B} \frac{\partial (q_{bi} B)}{\partial x} + q_{swi} - w_{\beta} c_{bi} \right] = 0$$

d_i : 砂粒子の粒径 q_{bi} : 粒径別単位幅掃流量 γ_{ci} : 河床せん断力
 γ_{ci} : 有効河床せん断力 p_i : 粒径 d_i の粒子が河床に存在する割合
 γ_{swi} : 粒径別無次元掃流量 c_{bi} : 河床付近の粒径別浮遊砂濃度
 δ : 交換層の厚さ λ : 河床材料の空隙率 w_{β} : 浮遊砂の沈降速度
 $< c_i >$: 水深平均の粒径別浮遊砂濃度 γ_{swi} : 粒径別無次元掃流量
 s : 砂の水中比重 u'_* : 有効摩擦速度

図-2 より河床変動が全領域で行われている結果となった。

<肝属川流出土砂量の計算>

肝属川河床変動と同様に過去 14 年間の洪水流量のみを使用し流出土砂量の計算を行った(図-3)

流送土砂量の式

$$Q_{SED} = \frac{Q_B B + Q_S B dx - w_f B dx}{(1-\lambda)}$$

QB: 単位幅当りの沖流砂量(m³/s) QS: 単位面積当りの浮遊砂量(m/s)
 Wf: 砂の沈降速度(m/s) B: 河幅(m) λ: 空隙率

図-3 は 14 年間の洪水データから計算された洪水流送土砂量の計算結果を、さらに年別にまとめ、年間降雨量と比較したものである。図-3 から降雨量と流送土砂量との相関の良さが読み取れる。

<海岸地形変化と河川からの流送土砂の関係>

肝属川河口は図-4 に示すように南側は火崎に連なる陸地に、北は備蓄基地に挟まれており、河口からの流出土砂は波の影響をあまり受けずに堆積する傾向にある。肝属川からの流送土砂が志布志海岸の地形変化に与える影響を考察するため、肝属川流送土砂量と、肝属川河口付近の土砂変動量との関係を調べたところ図-5 に示す結果を得た。肝属川河口では実際、1989年と1993年に総量156万m³の浚渫を行っており、ここでは浚渫の影響を排除した土砂変化量を示した。図-5を見ると、1990年、1993年で両者の値がともに大きくなっており、肝属川からの流送土砂が河口付近の土砂変化に大きな影響を与えている事が分かる。

<考察>

今回の調査で洪水時における肝属川からの送流土砂量が肝属川河口付近の海岸地形変化に大きな影響を与えている事が明らかになった。今回は、洪水時のみの流量を用いて解析を行ったが、洪水時以外の流送土砂量も計算していきたい。また、肝属川の支流からの影響も考慮して、解析の精度を上げて行きたい。

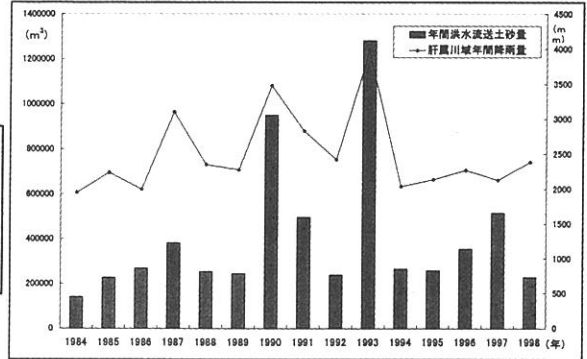


図-3 肝属川流域降雨量と洪水流送土砂量との関係

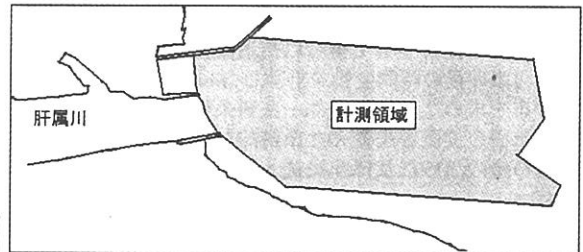


図-4 肝属川河口部の深浅測量の範囲

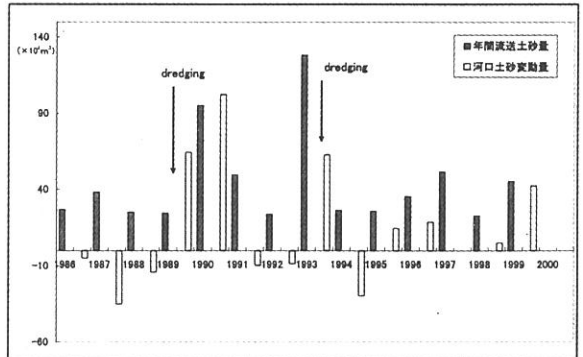


図-5 洪水流送土砂量と河口付近の土砂変化量との関係