

千代川河口部における土砂移動特性について

㈱T・I 技術センター 正会員○今宮隆雄 鳥取大学工学部 正会員 檜谷 治
鳥取大学大学院 学生員 梶川勇樹 鳥取大学大学院 学生員 清水健太

1. はじめに

近年の流砂系一貫の土砂管理システムにおいて河口部の位置付けは大変重要なものとなっている。そこで本研究では、河口部の東側に位置する鳥取砂丘における海岸侵食が問題になっている千代川を対象とし、1次元モデルによる数値解析によって土砂移動特性を把握することを目的とする。

2. 計算方法

本研究では、長期的な土砂量の算定を可能にするため、1次元による数値解析法を採用した。計算に使用する基礎式は、以下に示す非定常1次元漸変流の連続式と運動方程式、流砂の連続式である。

$$(\text{連続式}) \quad \frac{\partial(Bh)}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$(\text{運動方程式}) \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{gBh^2}{2} + \frac{Q^2}{Bh} \right) = gBh(i_B - i_F) \quad (2)$$

$$(\text{流砂の連続式}) \quad \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{B(1-\lambda)} \frac{\partial(B \cdot q_B)}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

ここに、 t : 時間, x : 流れ方向の座標, B : 川幅, h : 水深, Q : 流量, i_B : 河床勾配, i_F : 摩擦勾配, g : 重力加速度, z : 基準面からの河床位, B : 川幅, λ : 空隙率, q_B : 単位幅流砂量である。単位幅流砂量については、掃流砂 q_b および浮遊砂 q_s を考慮し、芦田・道上が提案した平衡流砂量式で評価した。

3. 千代川河口部における河床変動の再現計算

ここでは、1996年の測量結果を初期条件とし、計算結果(1999年12月)と2000年2月に測量結果を比較することで計算法の妥当性を検討する。

(1) 計算条件

計算区間は、図-1に示す河口上流3.4km地点に設置された汐止め堰を上流端として、下流端を河口先端から沿岸約2km地点までとする。なお、河口先端から下流端までは図-2に示すように両岸それぞれに20度の角度をもたせて急拡させている。また、初期の粒度分布は、1996年の現地調査に基づいて粒度分布を与えた。

(2) 境界条件

まず上流端では、流量に関しては1996年から1999年まで4年間の流量を与え、流入土砂量に関しては、河口上流4.0km地点の断面を定常状態に想定して、各流量に対し流砂量を算定したものを流入土砂量として与えた。一方下流端は、常に水位0として水深を与えた。

(3) 計算結果と実測結果の比較

図-3は計算結果(1999年12月)と測量結果(2000年2月)

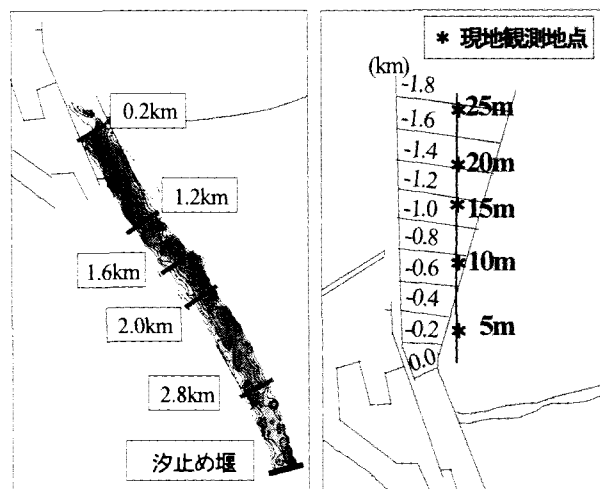


図-1 河川域

図-2 沿岸域

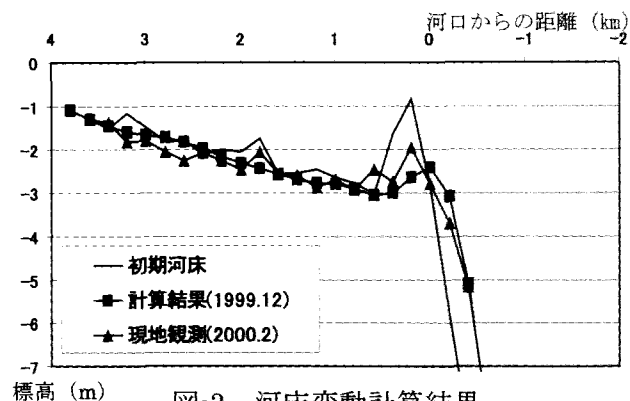


図-3 河床変動計算結果

表-1 河川域における平均粒径(mm)

観測地点	2.8km	2.0km	1.6km	1.2km	0.2km
現地観測	1.63	0.91	1.17	0.42	0.45
計算結果	1.25	1.27	1.11	0.55	0.56

表-2 各断面における流砂量の合計 [$\times 10^4$ ($m^3/4$ 年)]

断面	砂種	粒 径								合計
		26.5mm	9.5mm	4.75mm	2.36mm	1.7mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	
断面Ⅰ	掃流砂	0.61	0.20	0.27	0.58	9.65	12.15	1.80	0.03	24.83
	浮遊砂	0.00	0.00	0.01	0.06	1.91	16.79	10.14	1.32	30.22
断面Ⅱ	掃流砂	0.42	0.05	0.13	0.51	9.41	11.80	1.84	0.04	23.82
	浮遊砂	0.00	0.00	0.00	0.06	2.45	19.50	13.02	2.31	37.33
断面Ⅲ	掃流砂	0.00	0.01	0.02	0.10	2.68	14.31	2.85	0.03	20.00
	浮遊砂	0.00	0.00	0.00	0.03	1.77	25.85	19.14	1.95	48.75
断面Ⅳ	掃流砂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	19.12	3.42	0.02	22.92
	浮遊砂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	33.20	19.50	1.03	53.86
断面Ⅴ	掃流砂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	浮遊砂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	2.09	0.59	3.29

月測量)を比較したものである。局所的な違いは見られるもののほぼ再現できていることが伺える。なお、先端の相違は、計算結果が冬季波浪を考慮していないことが原因であると考えられる。つぎに、図-1に示す地点での平均粒径に関して、計算結果(1999年12月)と2000年6月に調査した現地観測結果を比較したものが表-1である。現地観測結果では、上流側から下流に行くにしたがって平均粒径が細かくなっていることが認められるが、計算結果もほぼ同様な傾向を示していることがわかる。したがって、以上の結果より、本計算法の妥当性はある程度確認できたと判断し、計算結果に基づいて土砂移動特性について検討する。

4. 千代川河口部の土砂移動特性

ここでは、計算区間で5つの断面(断面Ⅰ:3.4km地点,断面Ⅱ:2.4km地点,断面Ⅲ:1.2km,断面Ⅳ:0.0km地点,断面Ⅴ:-0.8km地点)と6つの流量範囲(10~50, 50~100, 100~200, 200~500, 500~1000, 1000 m^3/s 以上)に分割して土砂移動量を検討した。整理した結果の一部を表-2に示す。表-2は各断面の各粒径階毎の年平均通過土砂量を整理した結果であるが、粒径26.5mm~0.15mmへと粒径が小さくなるにつれて河口部下流へと流出していることが確認できる。また、河口0.0km地点を流出する土砂量は、年間平均約 $20 \times 10^4 m^3$ (掃流砂と浮遊砂の割合3:7)であり、ほとんどが河口から沖合1km以内に堆積していることがわかった。さらに、図-4の流量階別の整理結果では、ほとんどの土砂移動が流量500 m^3/s 以上で発生しており、河口部においても洪水時のみで土砂の移動が発生していることが判明した。

5. おわりに

本研究では、1次元解析によって河口部の土砂移動特性を把握したが、本手法によってある程度特性を検討することができることがわかった。なお、千代川では1980年代から河口付け替え工事が行われており、今回計算した期間はその付け替え工事の影響を受けている可能性が大きい。今後の動向についても検討する必要があると考えられる。

【参考文献】前野浩樹・道上正規・檜谷 治・今宮隆雄：千代川河口部における粒度特性について，第54回土木学会中国支部研究発表会発表概要集，pp. 163-164，2002

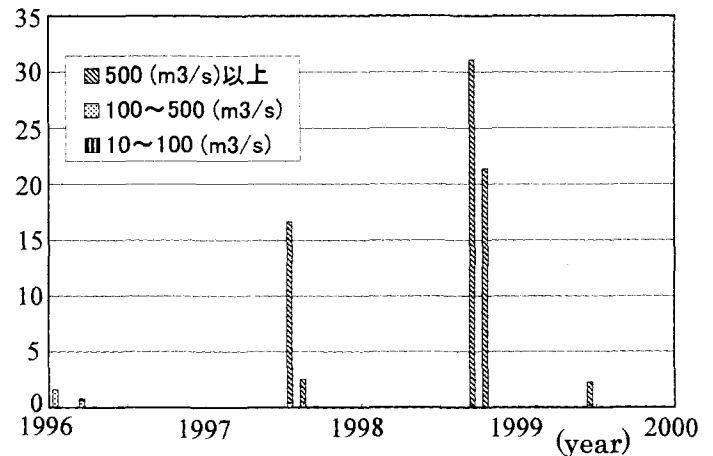
流砂量($m^3/month$)

図-4 流量別流出土砂量