

千代川河口部における粒度特性について

島根県庁 正会員 ○前野 浩樹 鳥取大学 フェロー 道上 正規  
 鳥取大学工学部 正会員 檜谷 治 鳥取大学大学院 学生員 今宮 隆雄

1.はじめに

河口部における粒度特性は、洪水の発生により劇的に変化し、その後の中小規模の出水により徐々に遷移して安定な状態へと定着する。鳥取県東部に位置する千代川では、近年実施された大規模な河口付替え工事に加え、図-1に示すように完成後の1998年には戦後最大規模となる最大流量3,500m<sup>3</sup>/s洪水が発生し、その粒度特性は大きく変化したものと考えられる。そこで本研究は、現在の千代川河口部および沿岸域における粒度特性の把握を目的として、2000年および2001年の計2回、現地での河床材料調査を実施するとともに、粒度特性の再現計算を試みた。

2.現地調査

1)調査概要：調査は図-2(a), (b)に示す千代川河川域およびその周辺の海域部において実施した。河川域においては、河口から上流4km地点に位置する汐止め堰までの区間を、約1km毎に横断方向で数箇所の調査点を計12箇所設けた。一方、海域部においては、河口東側で3測線設け、水際周辺から水深40mまでを、水深5m毎に計33箇所の調査を実施した。なお、調査地点の位置決定に関してはGPSを、水深に関しては音響測深器を用いた。

2)調査結果(河川域)：図-3は河川域における粒径加積曲線の一例を示したものであり、平均粒径およびシルト成分を詳細に示したのが図-4である。平均粒径に関しては、感潮域に位置する下流部で粒径が0.5mmと小さく、それより上流では1~2mm程度と粗くなる傾向を示した。一方シルト成分に関しては、水深の深い河口から1.5~2.0km地点においてシルト成分が多く含まれていることがわかる。下流部は感潮域であり、水深変化による掃流力の場所的変化が粒度分布に直接影響を与えていることが明らかになった。

3) 調査結果(海域部)：ここでは水深5mを境界として、洪水時における流砂の流出・堆積領域と波浪の影響を受ける領域に区分して調査結果の検討を行なう。はじめに、水深5m以上の結果を示したのが図-5である。平均粒径の分布をみると、僅かではあるが水深5~15mで西よりに小さく、沖に向かって東よりに小さくなる傾向を示した。また、水深40mにおいてはLine1, 2で数倍程度の粒径となっていた。つぎに、シルト成分の分布を示した図と比較してみると平均粒径が小さくなる場所とシルト成分の比率が大きくなる場所とが一致していることがわかる。このことから洪水時に河口から流出したシルト成

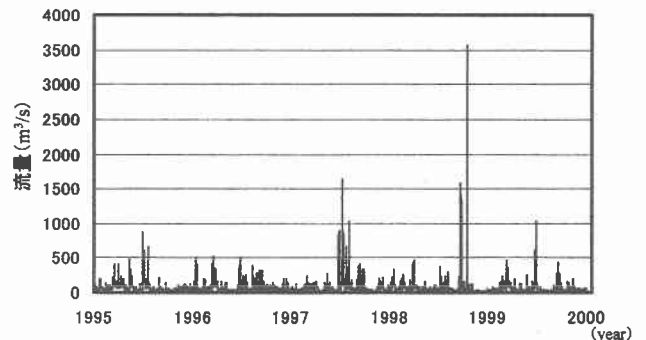


図-1 千代川における流量データ(行徳地点)

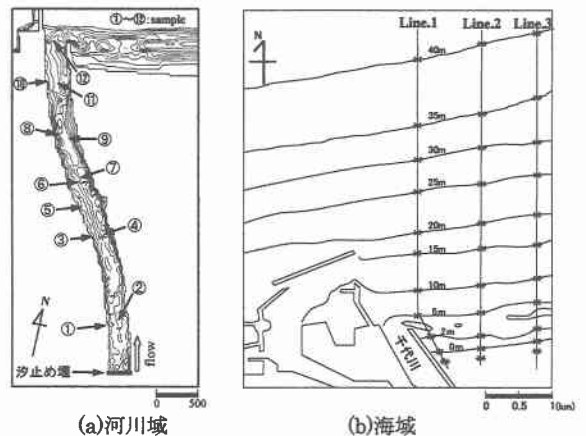


図-2 調査地点

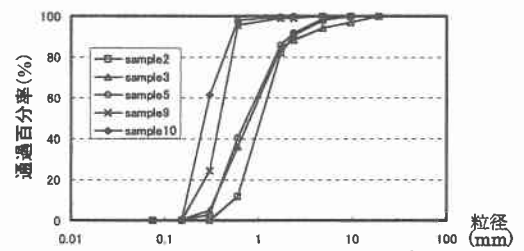


図-3 河川域における粒径加積曲線

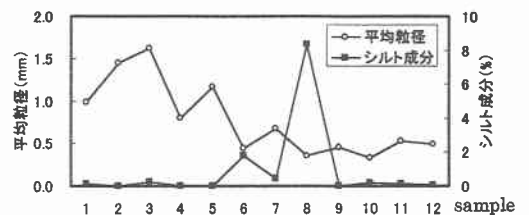


図-4 河川域における平均粒径およびシルト成分

分は、導流堤に沿うように河口から東へ向かい、さらに沖へと移動していることが予測できる。つぎに、波浪の影響を受けると考えられる水深5m以下の水域における調査結果において、平均粒径およびシルト成分を示したものが表-1である。平均粒径は上述の水深5~30mの値より少し大きかった。そして0.15mm以下のシルト成分は、各地点で0.1%程度とほとんど含まれていなかった。このことは水深の浅い海域では、たとえ堆積してもシルト成分は波浪によって再浮上し、より深い領域に移動していることを示唆している。また、上で示した河口部の調査結果を参照すると、水深5m以下における水域の特性値は、河口下流部のものとほぼ一致していることがわかった。

3. 粒度分布の再現計算

ここでは、河口付近の平均粒径を初期状態とし、1998年の洪水によってどのように粒度分布が変化するかを数値計算によって再現し、現地観測結果との比較を行なう。計算に用いた基礎式は、平面2次元流れの基礎式と右に示す浮遊砂の2次元輸送方程式<sup>2)</sup>および流砂の連続式である。基礎式はMacCormack法により離散化した。計算領域は上述した汐止めを上流端とし、海域は導流堤先端から沖2000m程度までとした。上流端では堰上流の断面を用いて等流計算し、掃流砂・浮遊砂を供給した。また、0.12mm以下のWash Load成分は流量に比例させて供給した。計算結果を図-6および図-7に示す。図-6は一例として洪水ピーク後の浮遊砂濃度分布を示したものであるが、河口より流出した流砂は導流堤に沿って東に向かい、沖へと移動する傾向を示している。図-7は最終的な平均粒径とシルト成分の計算結果を示している。シルト成分を過大に評価している傾向はあるが、観測結果と定性的によく似通った結果を示していることがわかる。シルト成分の誤差は、Wash Load成分の供給量に問題があるためであり、今後観測等によって明らかにする必要がある。

4. おわりに

本研究で行なった現地調査および数値解析により、千代川河口部の粒度特性が1998年の大洪水により形成されたことがある程度明らかにされ、その特性を把握することができた。河口部の河床変動や粒度分布特性を明らかにすることは、河口から供給される土砂量を把握するために非常に重要であり、今後引き続き観測を実施する予定である。

【参考文献】1) 檜谷治：千代川河口域の河床砂の粒度分布、『日本の河口』, 2001.3. 2) 木村ら：死水域の浮遊砂堆積過程に関する水理パラメータ依存特性, 水工学論文集第42巻, 1998.2, pp.1057-1062.

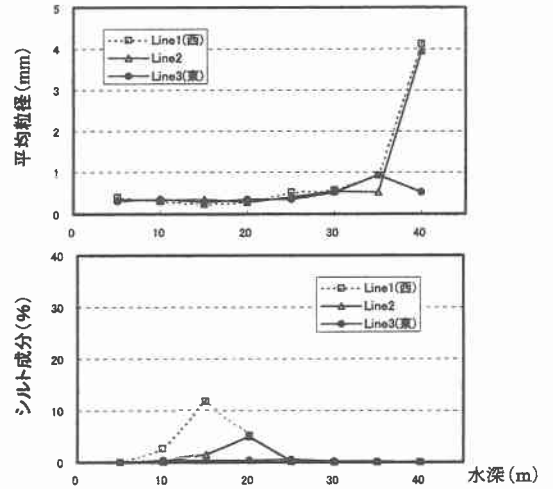


図-5 海域部の平均粒径およびシルト成分

表-1 水深5m以下における特性値

	水深5m			水際			砂丘		
	Line1	Line2	Line3	Line1	Line2	Line3	Line1	Line2	Line3
平均粒径(mm)	0.51	—	—	0.94	0.82	0.80	0.34	0.55	0.50
最大粒径(mm)	4.75	—	—	4.75	4.75	4.75	2.36	4.75	1.7
0.15mm以下(%)	0.00	—	—	0.04	0.08	0.02	0.00	0.05	0.08

(浮遊砂の輸送方程式)

$$\frac{\partial}{\partial t}(ch) + \frac{\partial}{\partial x}(chu) + \frac{\partial}{\partial y}(chv) = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ h(D_L \cos \theta + D_x) \frac{\partial c}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ h(D_L \sin \theta + D_y) \frac{\partial c}{\partial y} \right\} + q_{in} - w_0 c_s$$

ここに、z:河床高、 $q_{in}$ :砂粒子の浮上量、 $c_s$ :浮遊粒子濃度、 $\lambda$ :空隙率、

c:浮遊砂の水深平均体積濃度、 $D_x$ :移流分散係数、

$D_y$ :x方向の乱れによる拡散係数、 $D_y$ :y方向の乱れによる拡散係数

ただし、 $\theta$ は流線の方向とx軸の方向がなす角度である

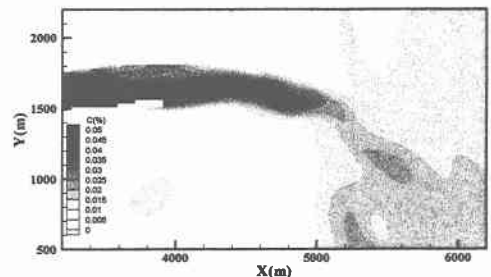


図-6 計算による河口周辺の浮遊砂濃度分布

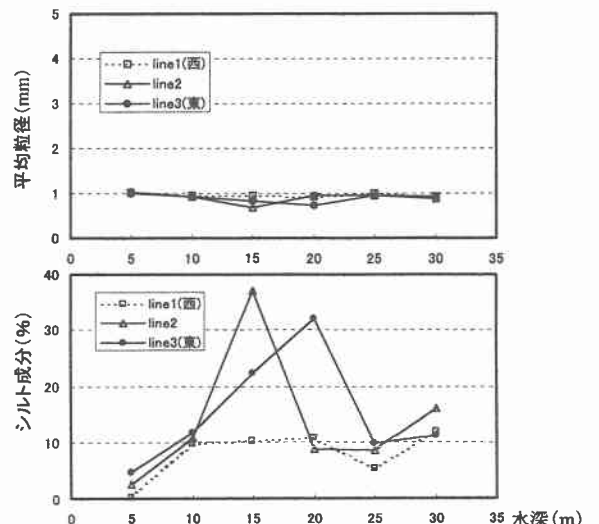


図-7 平均粒径およびシルト成分の計算結果