

II-63

阿武隈川河口の流送土砂

東北大学工学部 学生員 ○佐藤芳信
東北大学工学部 正 員 真野 明
東北大学工学部 正 員 沢本正樹

1. はじめに

出水により流送される土砂は河道、河口周辺海域共に大きな地形変化をもたらす。そのため出水が発生した際に入手可能なデータから流送土砂量を計算できれば、地形変化の予測とそれに伴う海岸構造物等の防災対策に役立てることができる。本研究では1986年8月の大出水前後の深浅図から体積変化量を求め、この出水で流送された土砂量を評価した。評価する際には、この出水に流送土砂量式を当てはめて式中の未定係数を決定した。次に、この式を過去10年間の主な出水に適用することで、中期的時間スケールでの流送土砂量を評価した。

2. 流送土砂量の計算

過去10年間の阿武隈川河道内および河口海域を含む深浅図と河川出水時の1時間毎の水位データを建設省より収集した。深浅図は海域、河道それぞれに領域を設定し、ディジタイザーで読み込み等深線データを得た。図1は1986年の出水による河道領域の堆積分布（実線は堆積、点線は侵食）を示したものであり、この領域で $5.94 \times 10^5 \text{ m}^3$ 侵食している。河道領域の体積増加量 ΔV_C 、海域の体積増加量 ΔV_A を以下の土砂収支式に代入することにより、測定の間に上流から河道領域に流送される土砂量 $\Sigma Q'_S$ が求められる。

$$\Delta V_A = \Sigma Q'_M dt \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta V_C = \Sigma Q'_S dt - \Sigma Q'_M dt \dots\dots\dots (2)$$

この式中 $\Sigma Q'_M dt$ は河道領域から海域へ流入する土砂量を表し、いずれも空隙率を含んだ体積である。解析の結果、1986年の出水では河道領域において、上流から亘理大橋まで輸送された土砂量の1.33倍の土砂が洗掘及び河口砂州のフラッシュにより河口海域に輸送されたことがわかる。

水位データは建設省から毎年示されるH-Q曲線に代入し、流量データに換算する。この流量データを浮遊砂量評価式であるLane-Kalinske(1941)の式に利用することにより、出水期間中に流送された土砂量を求める。ここで掃流砂量は浮遊砂量に比べ小さいと考えられるので無視した。この式では流速 u の分布に対数分布則を、浮遊砂濃度 C には指数分布を用いており、単位幅あたりの浮遊砂量 q_s が次式で得られる。

$$q_s = \int_0^h C u dy = C_a q_w P \dots\dots\dots (3)$$

この関係式から浮遊砂量が基準点濃度 C_a に流速を乗じることにより求められることがわかる。さらに全流水断面の流量 Q_w を用いることから、全断面における浮遊砂量が求められる。基準点濃度に関しては以下に示すLane-Kalinske(1939)の公式を用いる。

$$C_a = C_m p D^\alpha \Delta F(\omega_0) \dots\dots\dots (4)$$

ここで $\Delta F(\omega_0)$ は沈降速度 ω_0 をもつ粒径の粒子が河床材料中に占める割合であり、本研究では10%とした。なお、河床材料は1995年8月の出水時の実測値を用いた。 D は沈降速度と底面摩擦速度 u_* の比から与えられる変数である。 $p=5.55, \alpha=1.61$ は米国諸河川の実測データから決定された定数であるが、この値が阿武隈川についてもそのまま当てはまるものとは限らない。そこで、比較的精度良く流送土砂量を求められた1986年の出水時の値を使い補正係数 C_m を決定したところ、その値は2.08となった。この値を各出水にも適応し、公式から流送土砂量を算出した。

また、本研究室では1994年9月より出水時毎に採水実測を行っている。この採水した資料を分析することから、流送土砂量の実測値を求めた。採水資料より流送土砂量を算出するには資料の粒子数を求めた後、粒径を4つの範囲に分け、それぞれの範囲毎の濃度の鉛直分布をRouse(1937)の理論式を用い基準点濃度を算出し

た。この基準点濃度と採水を行った時間の流量の相関関係を表す回帰式を各粒径範囲毎に求めた。この回帰式と流量、水位データを組み合わせ1時間毎の基準点濃度を求め、先に示した Lane-Kalinske の浮遊砂量の評価公式に当てはめ、各粒径範囲毎の流送土砂量を求めた。これらの和が実測による流送土砂量となる。

3. 公式の評価と考察

深淺測量から得た流送土砂量を(3)式の公式を利用した全断面における計算値と比較するため、全て空隙を含んだ土砂量に変換した。その後どちらも出水期間について積分を行い、図2の結果を得た。図の縦軸は流送土砂量の累積値であり、1985年を0とした。図中、1988年において深淺測量からの流送土砂量と計算値との間に大きな開きが見られるが、これは深淺測量が行われていない河道領域中、洗掘を受けた部分の埋め戻しに流送土砂が用いられたものと考えられる。しかし、その他の結果に関しては概ね公式によって流送土砂量は再現されると言えよう。次に、図3においては出水期間中の流出量と、公式から求めた総流送土砂量の計算値との関係を示した。計算値にべき乗関数を当てはめて求めた回帰式近辺に、実測値も分布する。但し1991年10月の出水は出水期間中に2つのピーク流量が存在したため、回帰計算から外した。さらに総流送土砂量を総流出量で割った平均体積濃度と総流出量の関係を図4に示した。これにもべき乗関数で回帰して相関関係式を求め、図中に加えた。平均体積濃度はばらつくが、総流出量が大きくなるに従い濃度が高くなることを示している。

参考文献

- 1) 真野 明・杉木基泰：洪水用浮遊砂採水器の試作と現場試験，水工学論文集，第39巻，pp.887-890，1995。
- 2) 真野 明・沢本正樹・河上伸生：阿武隈川河口周辺の土砂移動評価，海岸工学論文集，第41巻，pp.451-455，1994。
- 3) 河村三郎：土砂水理学1，森北出版，1982。

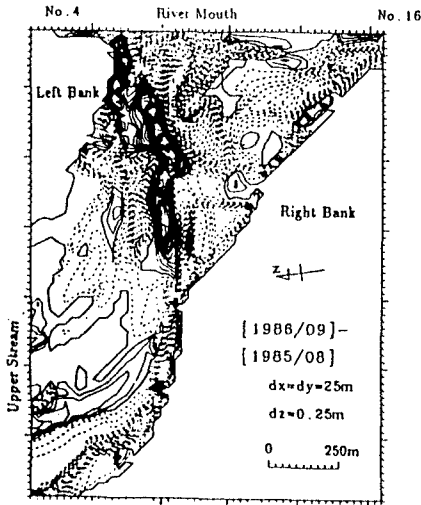


図1 河道領域の侵食・堆積分布(1986年)

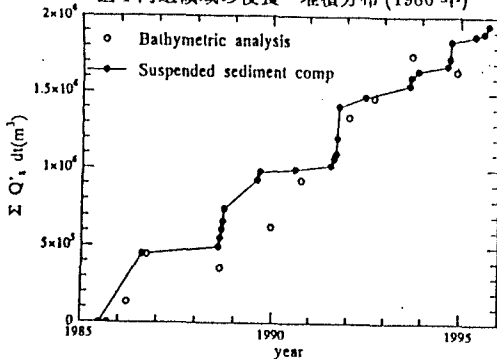


図2 公式と深淺図による流送土砂量の比較

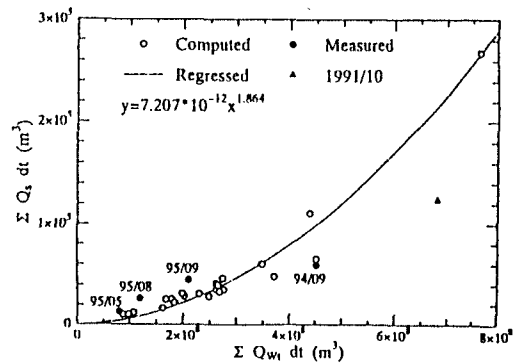


図3 総流出量と総浮遊砂量の相関

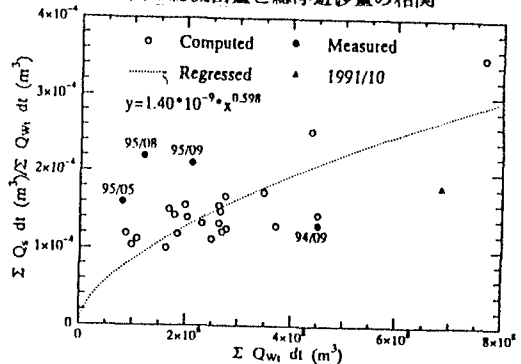


図4 総流出量と平均体積濃度の相関