

II-94 画像記録装置を用いた河口地形変動モニタリングとそのモデリング

東北大学大学院 学生員 ○中山 大輔

東北大学大学院 フェロー 田中 仁

東北大学大学院 正会員 山路 弘人

1. はじめに

仙台市北部を流れる七北田川（図-1）は、総流域面積 233km^2 、幹川流路長 45km の二級河川である。七北田川河口部は、河川流量が少ないと、高波浪の襲来により河口閉塞を引き起こすことがある。河口が閉塞すると河口水位が上昇したり洪水時には氾濫したりする危険性がある。このため、現地での現象の十分な理解が必要となる。しかし、一級河川においては比較的定期的に河口地形の測量が行われているのに対して七北田川のような中小河川においてはそれらのデータが乏しいのが現状である。さらに、中小河川の河口地形は短期間で変動するため、その現象をとらえるには短いインターバルで観測をする必要がある。そこで本研究では、画像記録装置（KADEC21-EYE）を河口部に設置し定点観測を行うことで、短いインターバルで地形変動を調査した。また、兜山ら¹⁾による河口幅変化モデルについて、画像記録装置によってとらえた河口幅を用いて、短い時間スケールで考えたときの各種パラメータについて検討を行った。

2. 観測データ

500m上流に設置した水位計より5分ごとの水位を得ている。さらに河川流量のデータ、仙台新港沖における有義波高、潮位のデータを入手し、これらのデータを外力として用い検討を行った。

3. 画像記録装置を用いた河口幅の定点観測

河口から約250m上流、高さ4mの位置に画像記録装置を設置し（写真-1）1時間ごとに河口の画像を記録している。1日に得られる画像のうち、最も状態の良い画像から河口幅を読み取り、斜面勾配と河口内水位をもとに潮位補正を行いTP0mでの河口幅 B を求めた。図-2に実測値と画像から求めた河口幅の比較を示す。実測値の河口幅と画像から求めた河口幅の誤差は概ね2m内に収まっている。ただし、河口部が大きく蛇行している期間は最狭部を画像で捉えることができず、誤差が大きくなってしまい上手く適応できない。この期間のデータは、以降の計算等には用いないこととする。

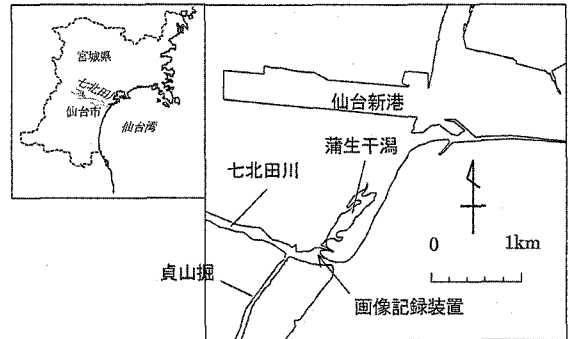


図-1 七北田川河口部

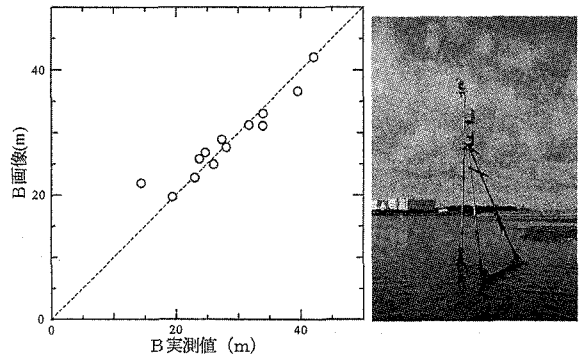


図-2 実測値と画像から求めた河口幅 写真-1 画像記録装置

4. 河口幅変化モデル

本研究では短期間での河口幅の変化を考慮に入れるため、兜山らが用いたモデルに岸沖漂砂の持ち込みを考慮し、次のように考える。河口部は矩形断面で水深一定と考え、河口部の地形変化は、①河川流による土砂の排出と②波浪による沿岸漂砂の持ち込み、③岸沖漂砂の持ち込みによると考える。この考えをもとに河口部での土砂の堆積保存を考慮すると、河口幅変化モデルは次式で与えられる。

$$(1-\lambda)Lh \frac{dB}{dt} = e_r q_r B - e_{wx} (1-\lambda) Q_{wx} - e_{wy} (1-\lambda) Q_{wy} B \quad (1)$$

ここで、 λ は砂の空隙率、 L は砂州幅、 h は河口水深、 e_r

は土砂の排出効率, q_r は掃流砂量式, e_{wx} は沿岸漂砂持ち込みの効率, Q_{wx} は沿岸漂砂量式, e_{wy} は岸沖漂砂持ち込みの効率, Q_{wy} は岸沖漂砂量式である。 q_r は Meyer Peter and Muller の式, Q_{wx} は Savage 型の式, Q_{wy} は武田・砂村²⁾の式を用いた。

5. 係数の決定および計算結果

(1)式において係数 e_r , e_{wx} , e_{wy} がそれぞれの項に対する効率という形で無次元の未知数となる。画像記録装置を用いた観測により B のデータが高頻度であることから, dB/dt を実測値から求め, 左辺と右辺の3項とで最小二乗法より係数を求めた。その際に用いたデータは, 外力が大きく河口幅の変動が大きい時のデータを用いた。

七北田川の河口幅変化を, 今回の短期間で考えた場合と, 長期間で考えたときの場合の係数³⁾, 阿武隈川・鮫川で求められた係数⁴⁾を表-1に示す。

まず, 七北田川と阿武隈川・鮫川を比較すると e_r , e_{wx} , e_{wy} すべて大きく上回っている。これは七北田川での河口地形の変化が, 阿武隈川・鮫川での変化よりも外力に敏感に反応することを表している。実際に, 河口砂州のフラッシュ後, 砂州が回復するのに, 阿武隈川では数ヶ月かかるのに対し, 七北田川では数日で回復することからも解るように, 河口の地形が短期間で変化することを意味していると言える。

また同じ七北田川においても, 短い時間スケールで考えた場合と長い時間スケールで考えた場合とを比較すると e_r はオーダー的には近い値をとっているが, 若干大きくなった。また e_{wx} については今回の結果では沿岸漂砂の5~6割が河口砂州に影響しているということを意味している。また短期変動を考慮した場合でしか考えていないが, e_{wy} については岸沖漂砂の7割が河口砂州の変化に影響しているということを意味している。長期変動を考えた場合には岸沖方向の砂の移動は無視できるが, 短期変動で考えた場合には, 岸沖漂砂を無視することができず, その分排出する砂の量も増えたので排除作用の効率 e_r が大きくなったと考えられる。

図-3に式(1)で得られる dB/dt を積分して求めた B の計算結果を示す。初期値は初めの実測値としてあり, 期間は2005年6月である。この期間は河口砂州の形状がモデルで仮定した矩形に近い形をしていたため, モデルの適応が良好であり, 上手く再現できている。

表-1 係数の比較

	七北田川		阿武隈川 ⁴⁾	鮫川 ⁴⁾
	短期間	長期間 ³⁾		
e_r	0.32	0.20	0.05	0.05
e_{wx}	0.56	1.00	0.25	0.07
e_{wy}	0.70	-	-	-

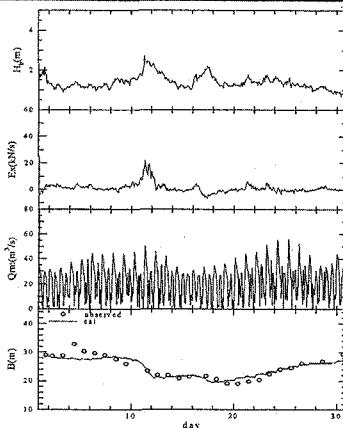


図-3 計算結果 (2005年6月)

6. まとめ

画像記録装置を用いることで河口幅の変動を高頻度で捉えた。そのデータをもとに河口幅変化モデルで岸沖漂砂の項を加え, 短い時間スケールでの河口変動を考えた。七北田川において, 河口幅の実測値と各種外力からモデルの係数を決定し長期スケールでの係数との違いを考察した。さらに, そのモデルで計算を行い, 観測値と近い値で再現できた。

謝辞: 宮城県仙台地方ダム総合事務所, 国土交通省塩釜港湾空港工事事務所から貴重なデータを頂いた。また, 本研究に対して日本学術振興会科学研究費(基盤研究(B), 代表: 東北大学大学院・真野 明教授, No.17360230)の補助を得たことを付記し, ここに深く謝意を表する。

参考文献:

- 1) 兜山博之・田中 仁・首藤伸夫: 河口開口位置の予測モデル, 海岸工学論文集, 第41巻, pp.456-460, 1994.
- 2) 武田一郎・砂村継夫: 砂浜海岸の堆積過程における地形変化, 海岸工学論文集, 第30巻, pp.254-258, 1983.
- 3) Srivihok Patchanok: Study on river mouth morphodynamics responding to wave, tide, and river flow, 東北大学博士学位論文, pp92.
- 4) 青田茂雄・首藤伸夫: 河口断面積変化の数値モデル, 水理講演会論文集, 第24巻, pp203-208, 1980.