

II-116

七北田川河口水深の短期変動について

東北大学大学院工学研究科 学生員 ○渡辺一也

東北大学大学院工学研究科 フェロー 田中 仁

東北大学大学院工学研究科 正会員 山路弘人

1. はじめに

河口には、河川流・波浪などの様々な外力が作用するために、その地形変化が非常に大きなものとなる。特に中小河川では大河川に比して、外力の影響に対して敏感に反応するため、地形変化の速度非常に早いものとなる。そのため、河口部では河川規模に応じた特性の把握と解析手法が必要である。既往の研究においては、一級河川・名取川について短期的な河口水深の変動についての検討が行われて報告されている¹⁾。

しかし、一級河川において検討は行われてはいるものの、二級河川では一級河川に比較して各種データの蓄積が乏しく、その検討があまりなされていないが実状である。しかも、過去において行われている二級河川の河口地形の変化では河川固有の変化が示されている。そのため、二級河川ではその河川特有の現象を考慮する必要がある。

そこで本研究では、中小河川であり、各種データも豊富である宮城県・七北田川河口部での河口地形変化（河口水深、幅）について水位データを用いて推定を行い、その推定結果について検討を行った。

2. 対象領域

本研究における対象河川である七北田川は、宮城県泉ヶ岳にその源を発し、仙台市北部を流れる二級河川であり、その幹川延長は45kmである。また、七北田川の流域面積は229km³である。さらに、河口部左岸に広がる蒲生干潟は、渡り鳥の飛来中継地として有名な干潟であり、数多くの野鳥を見ることができ、生物保全の場としても非常に貴重な環境を有している。さらに、七北田川では非常に短いスケールでの地形変化が報告されている。そのため、この場所における地形的な特徴を把握することが可能であれば、防災という面からのみならず、環境保全対策の策定をする際にも大変有意義であるということがいえる。

3. データセット

今回の水面下における河口水深および河口幅の河口地形の推定には、1997年11月5日、27日、12月10日に取得された3ケースのデータを用いた。この期間において取得されたデータは、七北田川河口水位データ、仙台新港における潮位データおよび波浪データ、さらに河口部での横断面データである。また、上流部の市名坂では水位の観測が行われ、これを基に、H-Q式により流量データへの換算が行われており、この値を河川流量のデータとして用いている。

上述のデータを、水位データの観測インターバルである5分にそろえて推定計算を行った。なお、これは、後述する式(1)、(2)を用いて河口水位を計算する際にデータのインターバルが非常に計算結果を左右するためである。そのため、インターバル5分という短い時間間隔でのデータに揃えて推定に使用することとした。

ここで、使用したデータの一例を図-1に示す。図-1の上段には使用した水位データ(η_R)と潮位(η_0)を、さらに下段に波高データを示す。なお河川流量は、日流量(=10.3m³/s)を計算に用いている。

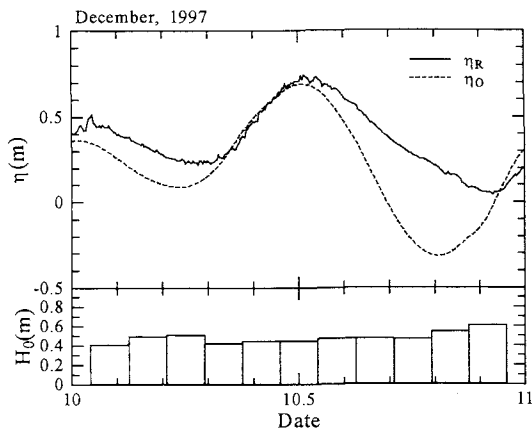


図-1 使用データの一例

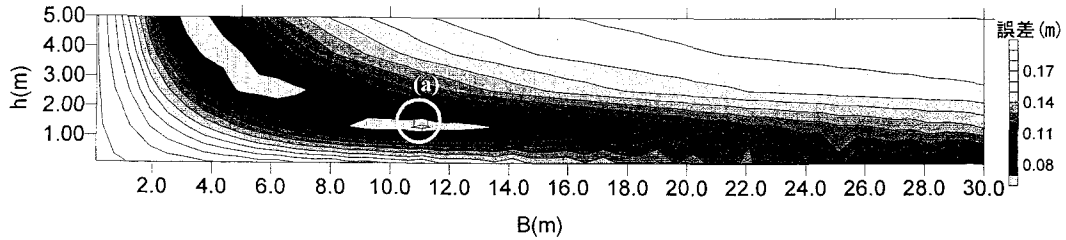


図-2 河口幅と水深の決定

4. 河口水深の推定方法

本研究で用いた河口水位データを用いて、河口地形情報である、水面下の河口水深および河口幅を推定する方法を以下に示す。

基礎式は Keulegan²⁾ によって示された tidal inlet の流れを表現する水理モデルである。この時、基礎式は、式(1)の運動の式、式(2)の連続の式で示される。また、七北田川は中小河川であり、その固有の河川流量に著しい影響を受けるため、式(2)の連続式でその影響について考慮している。

$$\eta_o - \eta_R = (K_{en} + K_{ex} + \frac{2gn^2L}{R^{4/3}}) \frac{|U|U}{2g} \quad (1)$$

$$U = \frac{A_R}{A_C} \frac{d\eta_R}{dt} \quad (2)$$

ここで、各パラメーターと値はそれぞれ、 η_o ：沖側潮位、 η_R ：河口内水位、 K_{en} (=0.3)：入り口損失係数、 K_{ex} (=1.0)：出口損失係数、 n (=0.035)：Manning の粗度係数、 L (=61m)：河口部狭水路路長、 R ：径深、 U ：河口部流速、 A_R (=797551m³)：感潮面積、 A_C ：河口面積(m²)、 B ：水路幅(m)、 Q_R ：河川流量(m³/s)である。

さらに、七北田川は河口部で wave set-up の影響を非常に強く受けるために、その影響を考慮する必要がある。そこで、式(3)に示されている七北田川での wave set-up 量を潮位データに対して加えることによりその影響を考慮することにした³⁾。

$$\bar{\eta} = 0.0515H_0^2 - 0.0375H_0 + 0.1039 \quad (3)$$

ここで、 $\bar{\eta}$ ：wave set-up(m)、 H_0 ：波高(m)である。式(3)は、 $\bar{\eta}$ と H_0 の関係を表した経験式であり、 H_0 は長さの次元を持っている。また、このとき推定する河口断面形状は二次曲線の形状であると仮定して、水面下の河口水深、河口幅について、その推定を行っている。

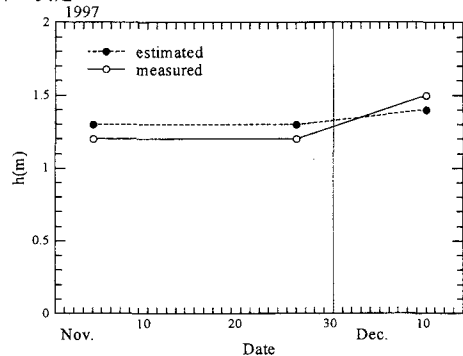


図-3 推定水深と実測値との比較

5. 河口水深の推定結果

水面下における河口幅および河口水深の推定を行った計算結果を図-2に示す。実際の計算では h を0.1m~5.0m、 B を0.1~50mまで0.1m刻みで変化させ、各組み合わせでの誤差を計算している。ここでは、二つの値とそのときの誤差の関係をコンター図によって示している。このとき、図中に(a)の白丸で示される部分が、最小の誤差を表している点である。同様の推定を上記の手法を用いて、3ケースについて行った。実測値と推定値との比較を図-3に示す。図を見ると実測値と推定値は近い値を示しており良好なものとなっている。このように、短期的な変動を捉えることができれば今後の河川管理において非常に有効であるといえる。

謝辞：最後に、本研究に対して日本学術振興会科学研究費（基盤研究(B)、No.14350262）の補助を受けたことを付記する。

参考文献：

- 1) 渡辺一也、田中 仁：河川流量・波浪に呼応した名取川河口水深の周年変動に関する検討、東北地域災害科学研究、第41巻、2005。（印刷中）
- 2) Keulegan, G.H.: *Tidal Flow in Entrances*, U.S. Army Corps of Engineers, Committee on Tidal Hydraulics, Tech. Bull. No.14., 102 p, 1967.
- 3) 田中 仁、長林久夫、山内健二：河口感潮域における wave set-up 高さに関する研究、海岸工学論文集、第45巻、pp436-440,1998.