

# 河口砂州内浸透流の特性

東北大学工学部 学生会員 ○守田貴裕  
東北大学大学院 フェロワー 田中 仁  
東北大学大学院 正 会 員 山路弘人  
東北大学大学院 学生会員 青柳一輝

## 1. はじめに

わが国の河口部は夏と冬とでは河川の流量が違うため河口が閉塞しがちであり<sup>1)</sup>、地形変動の激しい地域でもある。閉塞気味な河口部においては河口内水位と潮位との間に大きな差が生じ、より大きな砂州内浸透流が起こる。よって、河口部や干潟の地形と水質に大きな変化を与えるため、河口付近で活動している生物に大きな影響を与えてしまう。また、砂州内水位の上下は砂浜の地形にも影響を与えている。実際、砂中に透水層を設置することによって砂州内浸透水の流速場を変化させ、海岸の形状を制御する試みもなされている<sup>2)</sup>。河口の環境を知るには閉塞した砂州部を通る流量にも目を向ける必要がある。そのため、本研究は砂州内浸透流について評価を行った。

## 2. 調査対象

七北田川河口で実測を行った。図-1はその周辺の航空写真であり、平成19年11月に撮影されたものである。写真の調査地点の位置はGPSを用いてマーキングした。七北田川は幹川流路長45km、流域面積229km<sup>2</sup>の二級河川である。また、その河口部には蒲生干潟を有しており、長年その地形と水質の維持や改善が行われてきた。

## 3. 調査内容

実測は2007年11月24日から同月29日まで行った。実測に使ったのは、水位計（コーナーシステム社、KADEC21-MIZU-C）、地下水流向流速計（アレック電子、GFD4）、CT計（同、ACT-HR）、DO計（同、ACT-HR）を水が入り、砂が入らないようなパイプ内に設置した。装置を設置した深さはTP(東京平均海水面)-10.9cmである。図-2は各種計器を埋めた砂浜の断面図を示す。また、観測地点よりも約500m上流に河口内水位を知るための水位計(上記と同様のもの)を設置した。潮位データは国土交通省塩釜港湾空港工事事務所から仙台港での1時間ごとの潮位を入手した。波浪データは沿岸技術研究センター波浪情報部から2時間ごとの波浪データを入手した。またGPSを用いて、調査地点や実測時の砂州の形状を観測した。



図-1 調査地点

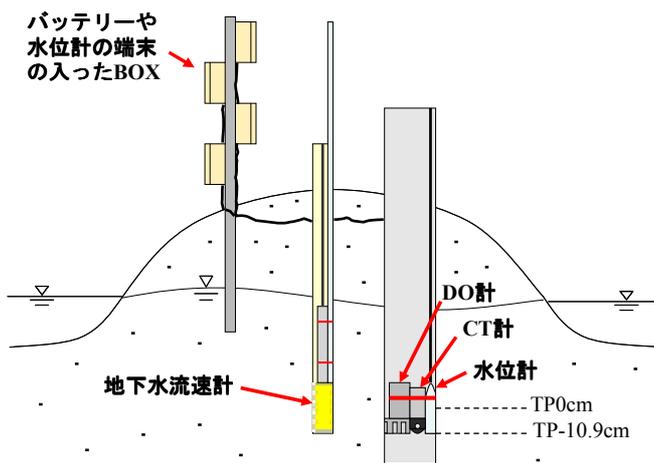


図-2 装置の設置状況

## 4. 調査結果

調査結果を図-3に示す。ここで $\eta$ :砂州内、河口内、潮位の各種水位、 $dn/dt$ :砂州内水位の時間変化、 $|V|$ :地下水流速の絶対値、 $S$ :塩分濃度、 $DO$ :溶存酸素、 $H$ :波高、そして流速ベクトルである。DOに関して一部データが欠損してしまっていたが、その期間は短いた支障はないと考える。各水位は河口閉塞によって波形にずれが生じている。また、潮位と $dn/dt$ 、 $|V|$ の間に、砂州内水位と $S$ 、 $DO$ との関連性が見られた。流速ベクトルをみると、河口内水位と潮位の差が地下水の流速ベクトルに影響を与えると考えられたが実際には29日0時を見ると分かるように河川と海を結ぶラインに垂直になることがあった。

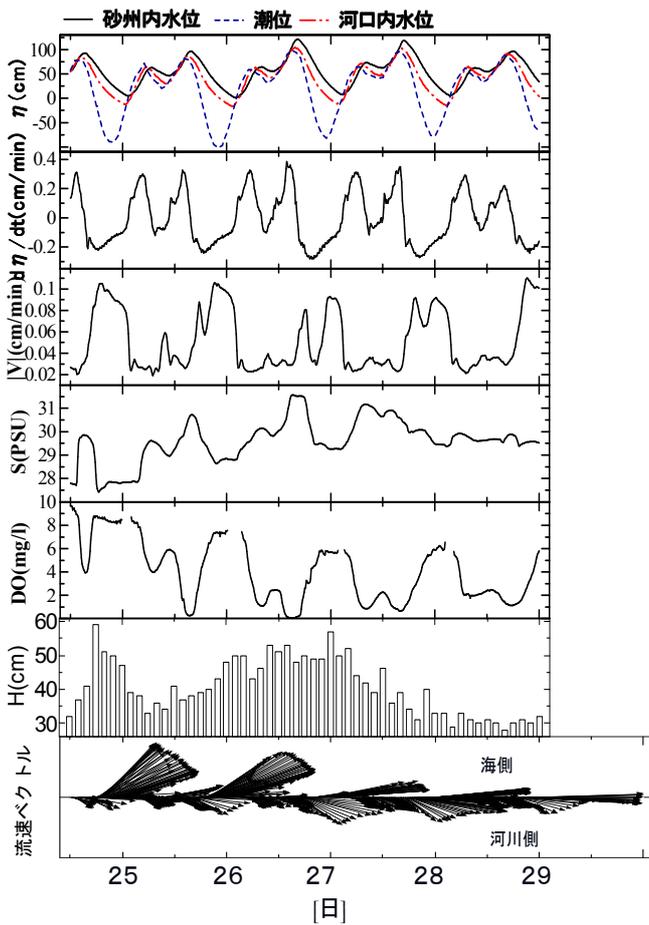


図-3 調査結果

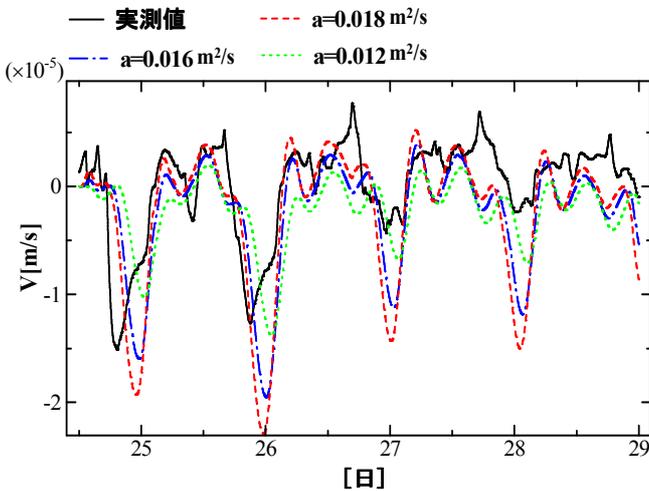


図-4 計算結果

### 5. 地下水流速の再現計算

砂州内の浸透流を解明するために、実際の潮位と河口内水位、非定常浸透流の基礎式を用いて砂州内水位の再現計算を行った。自由境界条件を考慮すると、

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = a \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} \quad a = \frac{kh_0}{\lambda} \quad (1)$$

が得られる。ここで  $\eta$ : 砂州内水位,  $t$ : 時間  $x$ : 水平座標,  $\lambda$ : 空隙率,  $k$ : 透水係数,  $h_0$ : 平均水深である。また、計算に使用する潮位は wave set-up を考慮した。数値計算には陽形式の差分を用いた。次に流速の値は、

$$v = \frac{kI}{\lambda} \quad (2)$$

で求められる。ここで  $V$ : 実質流速,  $I$ : 動水勾配, である。透水係数は装置設置箇所付近の砂を採取し、定水位法によってもとめた結果、 $k=7.75 \times 10^{-4}(\text{m/s})$  であった。 $\lambda$  は 0.4 とした。式(1)による水位の計算によって、ある時間における砂州断面の砂州内水位が求まるので、これに前進差分を適用して式(2)より流速値を算出した。

以上の値を入れ、計算した結果が図-4 である。マイナスが海側に向かう流れを表し、プラスが河川側へ向かう流れである。図-3 の  $\eta$  より、河口内水位と潮位の差が大きいところで砂州内の海に向かう流れが強い傾向が見られる。また、 $a$  の値を変化させたときには他の部分に比べて河口内水位と潮位の差が大きい部分に大きな影響を与えていることが分かった。 $a=0.016 \text{ m}^2/\text{s}$  のとき最も実測値に近い値となった。

### 6. おわりに

仙台市七北田川河口砂州内砂州の現地観測を行った結果、河口閉塞による位相のずれと各値の変動の仕方に関連性が見られた。

砂州内流速に関するシミュレーションを行った結果、 $a$  の値によって波形が変わり、海側に大きく流れる所はそれが顕著であった。 $a=0.016 \text{ m}^2/\text{s}$  のとき最も実測値に近い値となった。ただし、まだ実測値と大きな差が出る部分もみられる。

今後は、潮位から河口内水位の予測、河口閉塞による砂州部と河川部の流速変化をもとめていく。

**謝辞:** 調査を行うに際し、(株)アレック電子から様々な協力を得た。また、国土交通省塩釜港湾空港工事事務所より貴重な現地潮位データの提供を受けた。さらに、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.17360230)の補助を受けた。ここに記して、関係各位に対し謝意を表する。

### 参考文献

- 1) 稲村武彦, 田中 仁: 七北田川河口の完全閉鎖条件に関する研究, 海岸工学論文集, 第 45 巻, pp.601-605, 1998.
- 2) 片山 忠, 黒川 誠, 柳嶋慎一, 加藤一正, 長谷川巖: 透水層設置による前浜地下水位の制御, 海岸工学論文集, 第 39 巻, pp.871-875, 1992