

七北田川河口砂州内の浸透流調査

東北大学工学部 学生員 ○根本 徹
東北大学大学院 フェロー員 田中 仁
東北大学大学院 正会員 山路弘人

1. はじめに

わが国の河口部には大規模な砂州が形成され、閉塞気味の地形を示す箇所が少ない。河口開口部が狭窄する時、河川流・潮汐流は開口部を流下するのみならず、砂州内部も浸透する。河口が閉塞気味であれば、潮位と河口内部の水位との間には水面勾配が生じ、より浸透流が生じやすくなる。河口部の状態は生態環境に影響を及ぼすため、砂州内の浸透流も重要な要因といえるが、これまであまり検討されていないのが現状である。そこで本研究では、このような河口砂州内の浸透流の存在を現地観測により確認し、その挙動を考察することを目的とする。

2. 調査対象



図-1 七北田川河口地形

七北田川は仙台市蒲生地先で仙台湾に注ぐ二級河川であり、一年を通して砂州の大きな河口変形が生じる¹⁾。幹川流路長は45km、流域面積は229km²である。図-1に七北田川河口を示す。これは季節による河川流量、潮位、波浪の変動によるものであるが、近年においては図-1に見られるように右岸砂州の卓越が確認されている。写真は平成17年11月に撮影された空中写真である。

3. 調査内容

観測地点は図-1に黒丸で示した場所において行い、砂面から1.7m下に水位計（コーナースystem社、KADEC21-MIZU-C）、地下水流速計（アレック電子、GFD3）、CT計（同、ACT-HR）、DO計（同、ACT-HR）を設置した。地下水流速計は、円形断面の円周方向に配置された16個のセンサーにより計測を行う。水流に

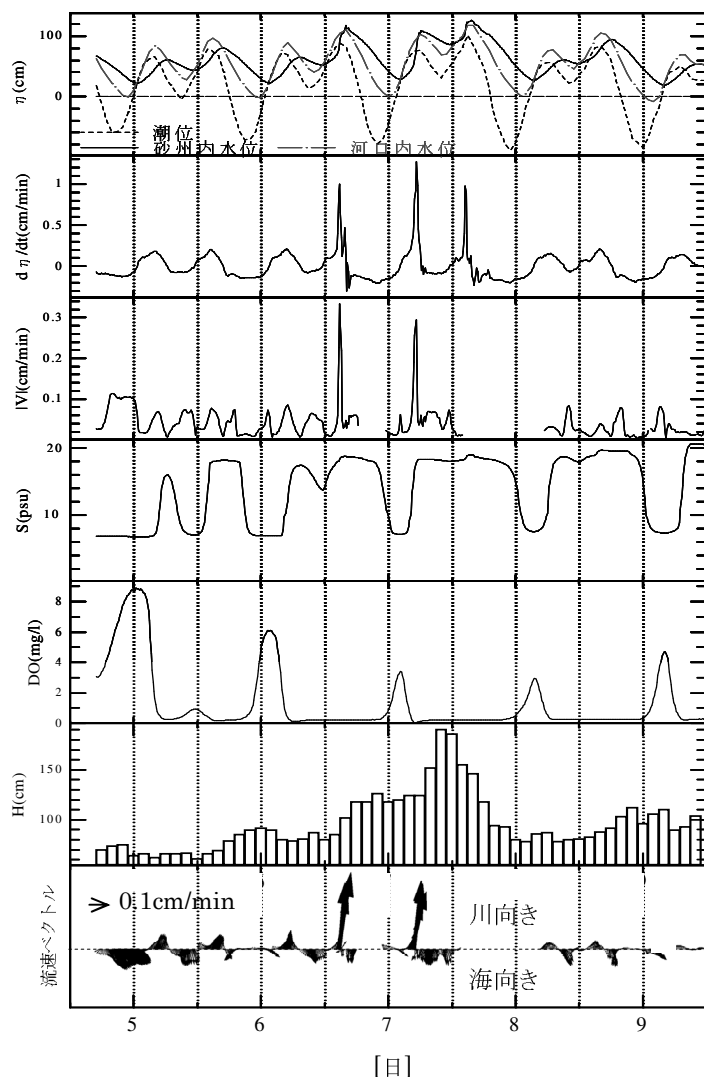
面しているセンサーは温度が低く、その反対側では高くなることから、円周方向の温度差を知ることにより地下水の流向流速を計測する。

実測は2006年11月4日の12時から9日の12時まで行い、データを採取した。流速データについては一部欠損がみられたが、砂州内の浸透を考察する上でさほど支障はないと考える。さらに、仙台港での1時間ごとの潮位データおよび仙台港沖での2時間ごとの波浪データを入手した。また、河口内においてもメモリー式水位計による水位観測を行った。

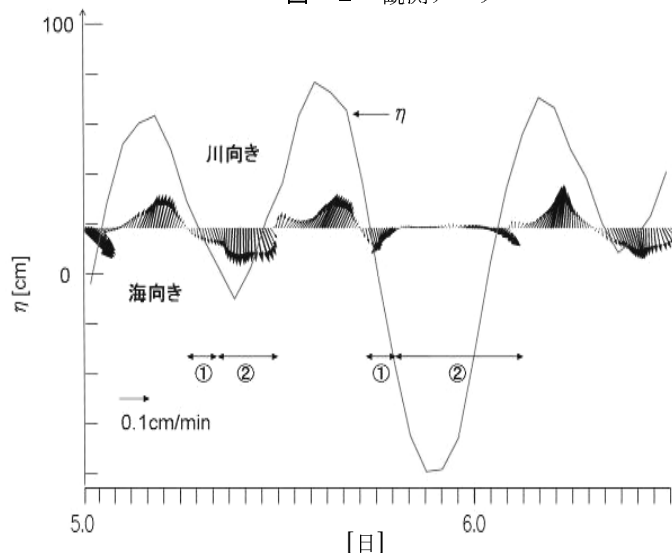
4. 調査結果及び考察

図-2に水位 η （仙台港潮位、砂州内の水位、河口内の水位）、 dh/dt （砂州内水位の時間変化）、流速 lv 、塩分濃度 S 、溶存酸素 DO 、波高 H 、そして流速ベクトルを示す。ここでベクトル図は上向きが川側、下向きが海側であるとする。ここで、河口内水位は河口開口部から上流約500mの左岸で計測されている。図-2より、砂州内の流れは潮位の変動による水位差により生じることが分かり、潮位の変動に応じて海向き、河口内向きと周期的な変動を繰り返している。流速は最大で0.1cm/minと、きわめて微弱なものであることが分かる。また、流速ベクトルは高干潮と低干潮で挙動が違っていることが見て取れる。塩分濃度は水位データの対応しており水位が低くなるときの濃度も小さくなることが分かった。それに対し溶存酸素は水位が低くなるときに大きくなることが観測された。なお、7日の高波浪時には砂州を越える越波が実測により確認された。これは、図-2に示した現地波高データの増減とも対応が見られる。このとき、砂州内水位は河口内水位を上回っていることが分かる。

図-3には、11月5日から6日にかけての、高干潮時と低干潮時の流速挙動の相違を示す。下げ潮の初期（図中の①の期間）では徐々に流速値が増しており、高干潮と低干潮とで同様な挙動を示している。これに対して、その後の②の期間では、高干潮時にさらに流速が増加するのに対して、低干潮時には急激に流速が低減している。本来、低干潮時には河口内外で大きな水位差がつくために、より大きな流速が発生すると予想されたが、それと反する実測結果となった。



図—2 観測データ



図—3 高干潮時と低干潮時の流速の相違

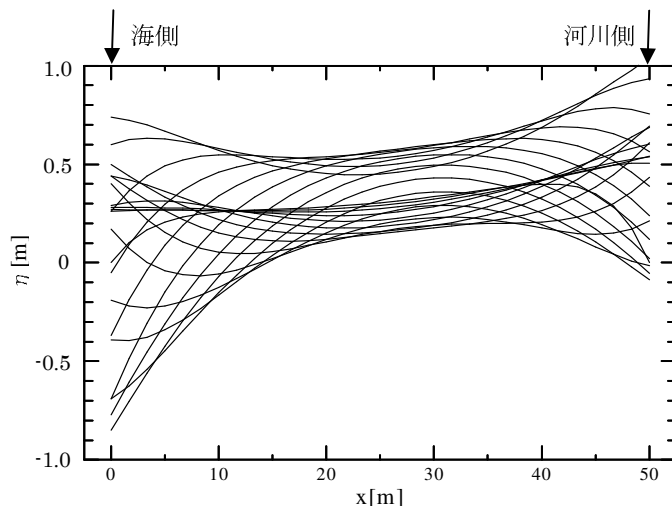
5. 数値計算結果

潮汐変動により砂州内に生じる浸透流は時間的に変化する非定常流であるが、その流れがきわめて遅く、またその流れもきわめて緩慢であることから、流れの運動方程式はダルシーの法則で表される²⁾。今回の実測

点では砂州の長さが上下流の水位差に比べて十分に長いので、流れを準一様流と考えることが出来る。そこで、自由表面の境界条件を考慮することにより、次の一次元基本式を使用する。

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

ここで、 λ : 浸透層の空隙率、 k : 透水係数、 h : 浸潤面高さ、 h_0 : 平均水深である。この式より砂州内の流れのシミュレーションを行った。左側に潮位、右側に河口内水位の実測値を入力した。結果を図—4に示す。この図から、砂州の両側の水位の振動が砂州内に伝播していることが分かる。観測地点は図—4において $x=30\text{m}$ であり、潮位の変動と河口砂州内の変動の両方が影響する場所であることが見てとれる。



図—4 シミュレーション結果

6. 結論

仙台市七北田川河口砂州内の浸透流の挙動に関する現地観測を実施した。その結果、潮位変動による水位差により、砂州内に浸透流が生じていることが確認された。また、干潮時の流速ベクトルの挙動は、高干潮時と低干潮時で異なっている。なお、潮位変動に伴い、DO 値も変動を示すが、その機構に関してはさらなる考察が必要である。

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) 田中 仁: 七北田川において観測された中小河川特有の河口現象, 土木学会論文集, No.509/II-30, pp.69-181, 1995.
- 2) 吉川秀夫: 水理学, 279p, 技報堂出版, 1982.