

東内川における潮位変動による水理現象

富山県立大学大学院 学生会員 ○笹川 幸寛
 富山県立大学工学部 正会員 手計 太一

1. はじめに

河口付近では河川の流量や流速、淡水と塩水の密度差、潮汐の影響を強く受けるため、流動が複雑であり感潮域では多くの問題が発生している。著者ら^{1),2)}は富山県射水市新湊を流れる内川を対象に、感潮域における水環境や流動に関する調査を実施している。また、東内川において上下流が海と接続していることによる往復流が報告されている³⁾。

本研究では、富山県射水市新港を流れる内川の東側感潮域における流動を明らかにすることを目的としている。

2. 観測対象

図-1 は東内川と観測地の概略図である。本研究で対象とする東内川は富山県西部に位置する射水市新湊を流れる庄川右支川の一つである内川の東側感潮域で、海に並行して流れていることが特徴である。西内川の水質改善のためのポンプ揚水が東内川には届かず、また、両側が海で挟まれているため海の潮汐による複雑な流動となっている。東内川の流路延長は約 1.5 m で、観測は富山新港から約 350 m に位置する二の丸橋で行った。

3. 観測機器

本研究では超音波ドップラー多層流向流速計(ADCP; Teledyne RD Instruments 社製)を用いている。ADCP は専用のボートに取り付け、水に浮かべ観測した。ADCP は水中に超音波を発信し流速を測定する。発信した音波と海中の浮遊物に当たり戻ってきた音波の周波数の違い(ドップラーシフト)の大きさを測ることで流速を計算する。

4. 観測方法

富山新港から約 350 m の二の丸橋付近に停泊する



図-1 東内川と観測地の概略図

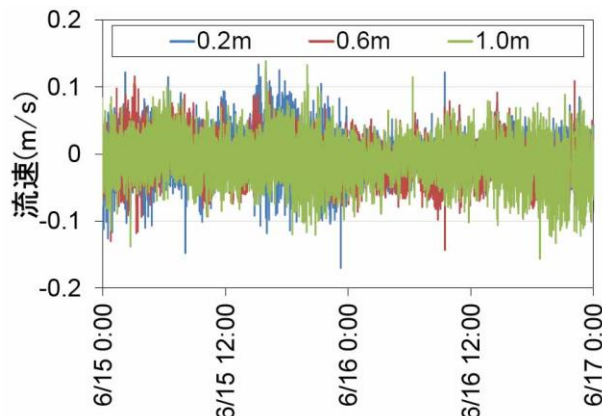


図-2 水深 20cm, 60cm, 100cm における流速

無量庵という商業船を借り、その船尾にボートをロープで取り付け観測した。天文潮位に応じて定期的に3日間から6日間程度連続で観測した。観測は2011年6月13日から2011年8月10日までの期間と2012年10月15日に行い、24時間連続観測データを合計13日分取得した。

5. 観測結果

(1) 東内川の流速

二の丸橋での ADCP 観測結果の代表例として 2011

キーワード ADCP, 往復流, 潮汐変動・湖面変動

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 TEL 0766-56-7500

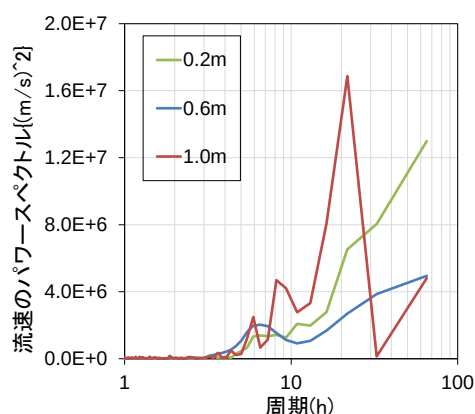


図-3 周期と流速のパワースペクトルの関係

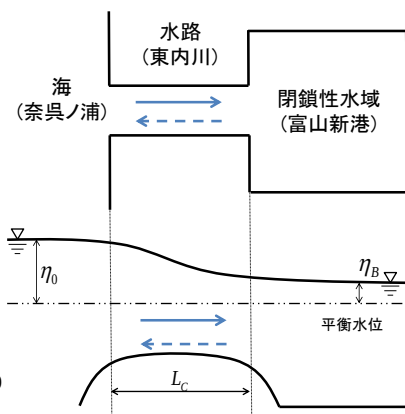


図-4 単純化した海—水路—閉鎖性水域結合モデル^{3),4)}

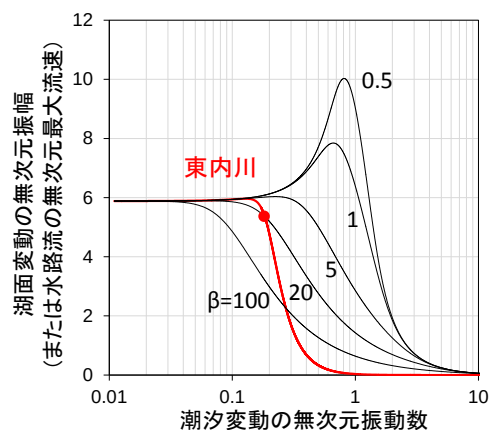


図-5 潮汐変動の振動数と湖面変動の振幅および水路流の最大流速の関係

年6月15日から2011年6月16日の2日分の連続観測結果を示す(図-2)。上層、中層、下層の代表流速をそれぞれ水深20 cm, 60 cm, 100 cmとした。その結果、水深ごとの流速の特徴の違いは認められなかった。また、全層で流速が0.1 m/sから-0.1 m/sの間を示し、周期的に順流と逆流を繰り返している。

(2) 周期性特性

前節で示した2011年6月15～16日までの2日分の流速データについてFFT解析を行った。その結果を図-3に示す。図より、下層において約24時間の周期が認められた。これは潮位変動に因るものだと考えられる。また、約6～8時間の周期特性も認められた。しかし、この要因についての物理的機構についてはわかっていない。上層、中層には周期性は認められなかった。

(3) 海—水路—閉鎖性水域結合モデル^{3),4)}

河口付近では河川と海は互いに影響を受け、この相互干渉は、重要な検討課題である。

本研究で対象とする東内川は上下流が海に接続している。上流である富山新港は海に接続はしているが富山新港の面積に対し接続面が非常に小さく、海の潮汐の影響は小さい。そこで、海を奈呉ノ浦、水路を東内川、富山新港を閉鎖性水域と仮定し、東内川の複雑な流動を明らかにするため、単純化した海—水路—閉鎖性水域結合モデル^{3),4)}を利用した。

図-4のような管水路モデルを考える。海面の変位と湖面の変位の差はエネルギー損失に等しいのでエネルギー保存の式が成り立つ。この式を解いていくと潮汐変動の無次元振動数と湖面変動の無次元振幅

および水路流の無次元最大流速の関係が導出できる(図-5)。横軸は水路の水深、縦軸は水路の最大流速を意味する。本図中の赤線は東内川の水深と最大流速の関係を示している。現在の東内川の水深約2 mにおける最大流速を赤点で示した。ここから、現在の東内川の最大流速は限界に近いことがわかる。流速を増加することは水質の改善につながる。水深を現在の約2 mから2倍の4 mにすることで約1.14倍に最大流速の増加が可能である。また、他の大規模改修として次の案が考えられる。1) 富山新港の表面積を小さくする、2) 東内川の川幅を広くする、3) 東内川の流路延長を長くする。これらによっても、東内川の最大流速を大きくすることができるため、自然流動によって東内川の水質汚濁や悪臭の改善に繋がる可能性がある。

参考文献

- 1) 手計太一, 奥川光治, 坂本正樹, 安田郁子: 海水と浄化用水が複雑に交差する内川の水環境に関する基礎的研究, 水工学論文集, 第55巻, pp. S1663-S1668, 2011.
- 2) 手計太一: 内川感潮域における塩水遡上時の水理特性, 土木学会論文集 B1, Vol. 68, No. 4, pp. I_1327-I_1332, 2012.
- 3) 大西外明: 港湾設置が周辺水域環境に及ぼす影響の実例と水理的考察, 海洋開発論文集, 第19巻, pp. 397-402, 2003.
- 4) 大西外明: 水圏の水理学, 森北出版, pp. 210-232, 2008.