

一次元不定流計算を用いた内川(新湊)の河川数値シミュレーション

富山県立大学短期大学部 学生員 ○木下竜一
 富山県立大学工学部 正会員 手計太一

1. はじめに

1962年の新産業都市建設促進法の下、新産業都市の一つとして富山・高岡地域が指定され、1968年に富山新港が開港した。新港建設に伴い、海面水位と放生津潟の水位が同じ位になり、新湊を流れる内川の流れがほとんどなくなった。また、内川周辺的生活排水や工場からの排水が停滞することにより、水質汚濁が進み悪臭が漂うようになった。

その後、国や県・市によって浄化事業が実施され水環境の改善はみられた。しかし、一日を通して東内川には流れはほとんどなく、西内川も夜間は停滞するため、悪臭が認められる。

本研究では内川の正常な流れを取り戻し、流れの停滞による水質悪化を防ぐ方法を探ることを目的とする。本稿では、一次元不定流計算を利用して、内川の流動状況を明らかにする。

2. 内川の概要

本研究の対象とする内川は、富山県射水市を流れる二級河川である(図-1)。その河川長は2.23km、西内川の河川長は0.76km、東内川の河川長は1.47kmである。

射水市新湊の中央を流れる内川沿いには、古くからの民家が立ち並び、内川には12本の歴史ある橋梁が架けられている。また、漁業が盛んであり、東内川は第3種漁港の一部として漁船の停泊に利用されている。

1966年以前は射水平野を流れる鍛冶川、下条川等から流入した水が放生津潟を経由し、内川を通過して富山湾へ注いでいた。当事の内川は良好な水質、豊かな水量を誇っていた¹⁾。しかし、1968年の富山新港建設に伴い、内川に放生津潟の水が流れなくなり、内川には流れがほとんどなくなった。また、1968年に着工された射水用排水改良事業により、支川からの流入量が大きく減少した。

このように内川の全流域で流れがほとんどなくなり、生活排水などの汚水の停滞による水質悪化や悪臭が発生していた。

1982年に庄川から西内川へ浄化用水を導入するポンプ施設が設置され、最大2m³/sの導水が可能となったが、作動時間が午前9時から午後5時までであり、揚水が行われる時間外は流れが停滞し悪臭が認められる。また、東内川の流れは改善されていないのが実情である。

3. 解析方法

本研究における河道計算にはサン・ブナン式を用いた。基礎式は、(1)式に示す連続式と(2)式に示す運動量保存式である。定常流の場合は4次のルンゲ・クッタ法で解き、非定常流の場合は有限差分法で解いている²⁾。



図-1 内川の概要

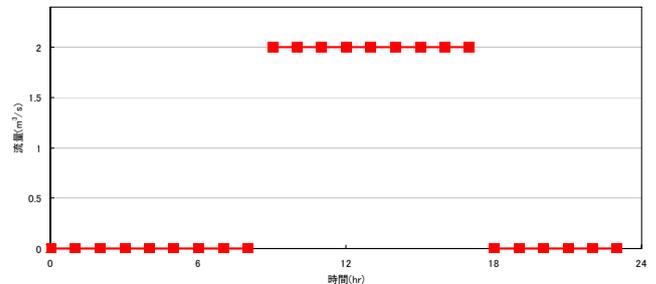


図-2 上流端の境界条件

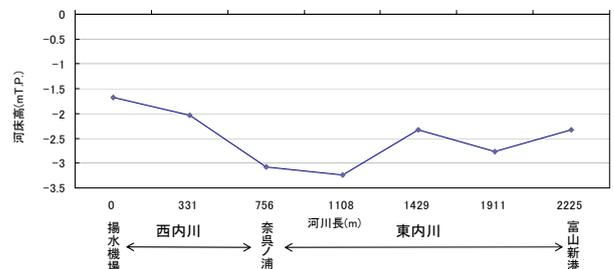


図-3 内川の河床勾配図

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + gA \frac{Q|Q|}{K^2} = 0 \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 A (m²): 通水断面積, Q (m³/s): 流量, β : 鉛直流速分布係数, h (m): 水深, g : 重力加速度, K : 輸送係数である。

本河道計算には、河道断面7箇所³⁾を利用して河川網を作成した。西内川の上流端には内川浄化揚水機場からの流量を疑似的に与え(図-2)、東内川の上流端には富山湾の潮位データ(気象庁:潮汐観測資料)、西内川と東内川の下流端には奈呉ノ浦の水位観測データ(射水市)を与え

た. 計算条件として, Δt は 10s, ΔL は 1m, マニングの粗度係数は 0.03 を全流域一定で与えた.

上流端を二つとした理由は, 図-3 のように河床勾配が揚水機場と富山新港のそれぞれから奈呉ノ浦に下っているためである.

本河道計算の計算期間は, 2009年3月18日0:00から10月31日23:00までである.

4. 解析結果

図-4 は西内川における2009年7月22日の河川水位の時系列である. 西内川の水位は上流から下流までほとんど変わらない. これは, 西内川の河川長が短く河床勾配が小さい

ことから, 西内川全体が奈呉ノ浦の潮位の影響を受けているためと考えられる.

図-5 は西内川における2009年7月22日の河川流量の時系列である. 揚水機場が作動している9時~17時の間, 上流から最下流に至るまで約 $2\text{m}^3/\text{s}$ の流量がほぼ一定で上流から下流に流れている. 上述以外の時間帯の流量はほぼ $0\text{m}^3/\text{s}$ で, 深夜に潮位の影響を受け, 負の流量が認められる.

図-6 は西内川における2009年7月22日の流速の時系列である. 最大流速は揚水機場において $0.19\text{m}/\text{s}$ という結果が得られた. しかし, 揚水機場で流速を観測した結果, 約 $0.4\text{m}/\text{s}$ であり, 計算値は実測値よりも過小評価である. この要因として, 揚水機場はポンプ揚水した水を導水しており, 流速の変動は大きいことが挙げられる.

図-7 は東内川における2009年7月22日の河川水位の時系列である. 一日を通して, 下流端である奈呉ノ浦の水位の方が上流端である富山新港の水位より高い.

図-8 は東内川における2009年7月22日の河川流量の時系列である. 前述した河川水位の影響から, 東内川全体で負の流量が得られた. いずれの場所においても流量の大きな変化はない.

図-9 は東内川における2009年7月22日の流速の時系列である. いずれの場所においても, 流速はほぼ一定である. 最も小さいのは富山新港の約 $0.4\text{m}/\text{s}$, 最も大き

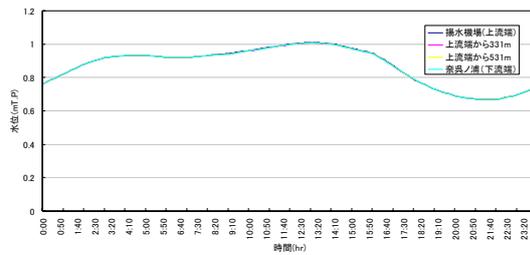


図-4 西内川における2009年7月22日の河川水位の時系列

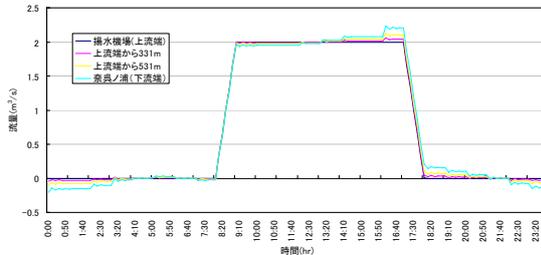


図-5 西内川における2009年7月22日の河川流量の時系列

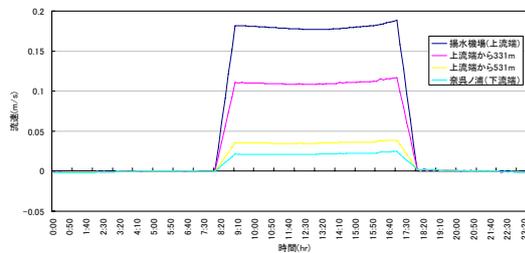


図-6 西内川における2009年7月22日の流速の時系列

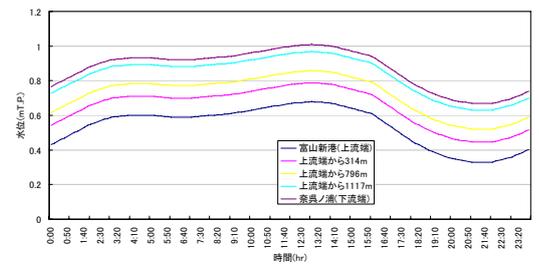


図-7 東内川における2009年7月22日の河川水位の時系列

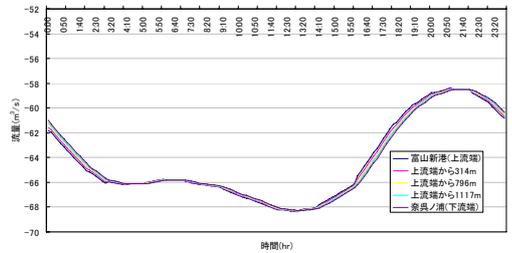


図-8 東内川における2009年7月22日の河川流量の時系列

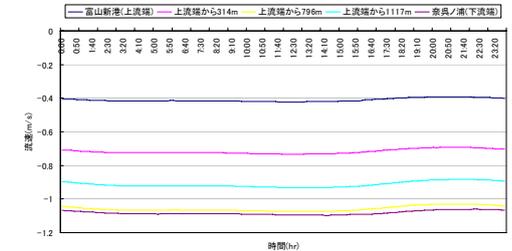


図-9 東内川における2009年7月22日の流速の時系列

いのは奈呉ノ浦の約 $1.1\text{m}/\text{s}$ である. また, 東内川全体にわたって, 奈呉ノ浦から富山新港へと逆流していることがわかった

5. まとめ

富山県旧新湊市街を流れる内川を対象に, 一次元不定流計算を利用して数値実験を行った.

その結果, 西内川における9時~17時の間は, 庄川からの導水によって流れがあるものの, 夜間は流れが全くないということがわかった. これは著者らの現地観測でも同様の傾向が得られている.

また, 東内川は全体にわたって奈呉ノ浦から富山新港へと逆流している. これも現地観測結果と一致する. しかし, 定量的には若干の違いがあるため, 今後, 境界条件等の検討を行う必要がある.

謝辞: 本研究は「NPO 法人水辺のまち新湊」との共同研究の一環で実施されたものである. ここに記して謝意を表します.

【参考文献】

- 1) 布本博, 高瀬信忠: 内川河川(富山県新湊市)の水理模型実験に関する研究, 石川工業高等専門学校紀要, 第25号, pp.87-94, 1993.
- 2) 手計太一, 岡田千恵美: 福岡市・七隈川流域における土地利用変化が洪水特性に与える影響に関する数値実験, 土木学会第63回年次学術講演会概要集, 2-161, 2009.
- 3) 富山県: 平成6年度河川現況台帳調査, 1994.