

弱混合型河川子吉川における塩分遡上に関する検討

秋田大学 学生会員 ○小林 遼馬
 秋田大学 正会員 齋藤 憲寿
 秋田大学 正会員 渡辺 一也

1. はじめに

河口部は、沿岸と河川の両者の影響を受ける場である。近年、秋田の子吉川では塩分遡上により塩害が発生し、揚水などに影響を与えている。既往の研究によると、子吉川では渇水により河川流量の低下が生じ、その結果、塩分が遡上することが明らかになっている。しかし、波高や河口水深など、河口域の影響についてはまだ明らかになっていない。

そこで本研究では、実測および数値シミュレーションを用いて河口水深と塩分遡上の関係について検討を行った。

2. 研究対象

本研究の対象領域である子吉川は秋田県南西部に位置し、幹川流路延長 61 km、流域面積 1190 km² である。塩分のデータの観測は多項目水質計（クロロテック）を用いて観測を行った。子吉川の観測地点を図-1 に示す。感潮区間は二十六木橋までの約 8.0 km である。

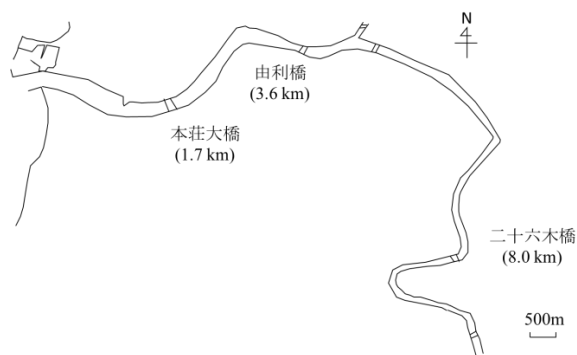


図-1 子吉川の観測地点

2015年6月25日の子吉川の縦断面図を図-2 に示す。図中の 1.7 km 地点の黒線は塩分データを取った本荘大橋を示している。30 psu を超える高濃度の塩分が約 6.0 km 地点まで遡上しており、20 psu については感潮区間の寸前まで遡上している。子吉川は弱混合型河川であるため、淡水と海水が混ざりにくい。そのため塩分が底部を這うようにして遡上していくことが確認出来る。5.0 km 地点までは 20 psu と 30 psu の間は約 0.25 m あり、同じような変化の傾向が確認出来たが、5~6 km の区間で河床勾配が増加した時に 30 psu の高さは急激に下がったが 20 psu に関しては変化がなかった。その後、7~8 km 区間で再び河床が増加した時には塩分遡上が確認出来なかった。

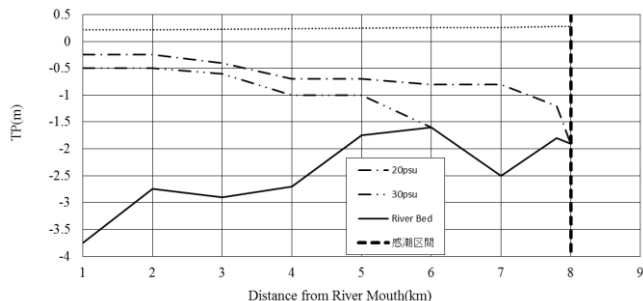


図-2 子吉川の縦断面図

3. 塩分濃度と波高、河川流量の関係

塩分遡上の要因について、塩分濃度と波高： H_0 および河川流量： Q_R の関係について検討を行った。塩分濃度は図-1 に示す本荘大橋（河口より約 1.7 km）で観測しており、 H_0 は秋田港に（欠測の場合は酒田港）で観測した国交省の NOWPHAS のデータを用いた。また、 Q_R は図-1 に示す二十六木橋（河口より約 8.0 km）で国交省が観測したデータを用いた。なお、塩分濃度は観測時の最大値を使用し、 H_0 、 Q_R は塩分観測時刻から 24 時間前までの平均値を使用した。

H_0 と塩分濃度の関係を図-3 に示す。 H_0 が 2 m 以下の場合、 Q_R が 24~97 m³/s では 30 psu 以上と塩分遡上が見られたが、 Q_R が 100~163 m³/s では H_0 に関係なく 0 psu であり、塩分遡上は見られなかった。したがって、 Q_R が塩分遡上に大きな影響を与えており、100 m³/s 以下になると遡上する可能性が高いことが明らかとなった。

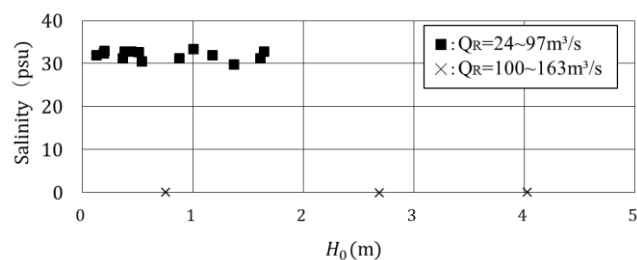


図-3 塩分濃度と波高の関係

4. 数値シミュレーション

河口域における諸条件を検討するため、数値シミュレーションを行い、河口水深を算出した。tidal inlet の水理モデルを使用し、河口断面を矩形と仮定して式(1)にて算出した。河口水深： h は式(2)に含まれている。

キーワード：子吉川、塩分遡上、弱混合型河川、水位、潮位、河川流量

連絡先：〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1 TEL 018-889-2884

$$\eta_0 - \eta_R = \frac{1}{2g} \cdot \frac{A_R^2}{A_C^2} \left(K_{en} + K_{ex} + \frac{2gn^2 L_C}{R^{\frac{4}{3}}} \right) \left| \frac{d\eta_R}{dt} \right| \left(\frac{d\eta_R}{dt} \right) \quad \dots(1)$$

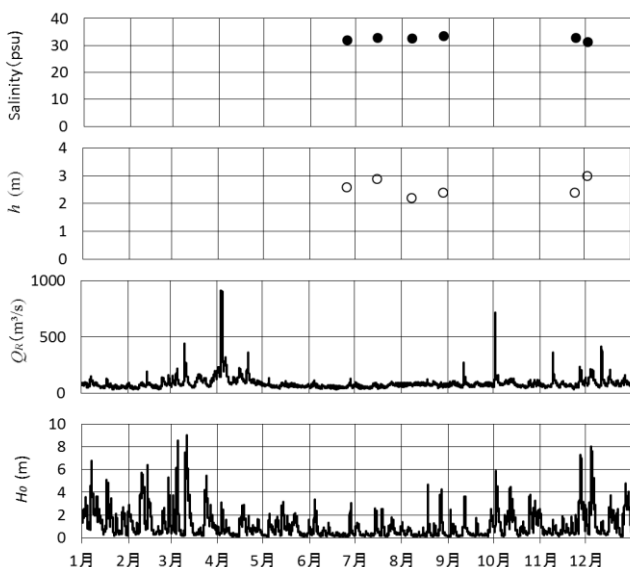
$$A_C = Bh \quad \dots(2)$$

潮位: η_0 は青森県深浦港の気象庁の観測データを用い、
水位: η_R は図-1 に示す由利橋観測所(河口より約 3.6 km)
における国交省の観測データを用いた。計算に使用した
パラメーターを表-1 に示す。これらのパラメーター
については既往の研究³⁾を参考にした。

表-1 子吉川の計算パラメーター

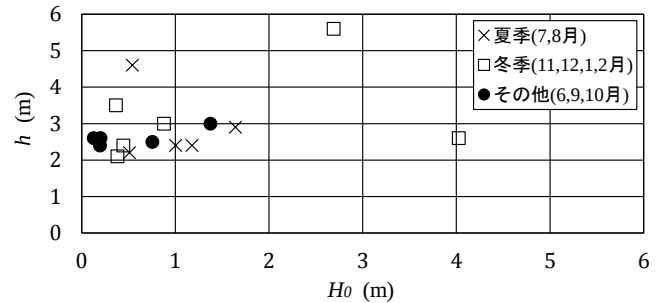
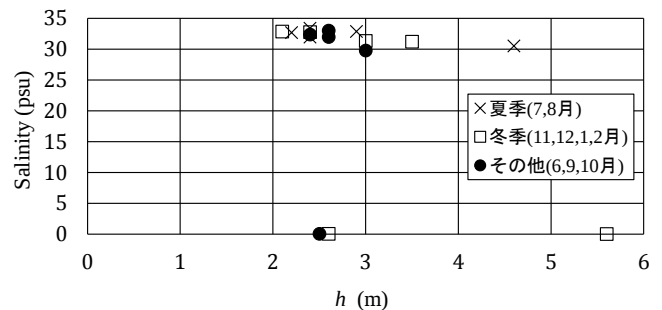
記号	物理量	子吉川
A_R	感潮面積	$1.1 \times 10^6 \text{ (m}^2\text{)}$
L_C	河口部狭水路長	242(m)
B	河口幅	200(m)
K_{en}	入口損失係数	0.3
K_{ex}	出口損失係数	1.0
n	Manning の粗度係数	0.025

本研究では、2012 年から 2016 年の 5 年分の解析を行ったが、ここでは 2015 年の H_0 , Q_R , h , 塩分濃度のグラフを図-4 に示す。なお、2014 年に実測を行った h は 2.95 m であった。6~12 月における 6 つの h は 2~3 m の範囲内であり、塩分濃度は 30 psu 以上を検出した。過去の h 実測値と比較すると近い値が出ているので数値シミュレーションの妥当性はあると考えられる。また、季節による h の変化は確認されなかった。

図-4 塩分濃度, Q_R , H_0 , h の経時変化 (2015 年)

H_0 と h の関係を図-5, 塩分濃度と h の関係を図-6 にそれぞれ示す。図-5 では、全期間において H_0 と h の関係は確認できなかった。図-6 からは、 h の推定値が 2 m 以上の時に高濃度の塩分が観測された。また、塩分が観

測されていないときは Q_R が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ を超えていた。したがって、塩分遡上は h が 2 m 以上の時に確認できるが Q_R が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ を超えていると遡上しないことが分かった。これより、子吉川では Q_R が塩分の遡上に対して支配的であると考えられる。

図-5 H_0 と h の関係図-6 塩分濃度と h の関係

5. おわりに

本研究では、数値シミュレーションにより河口水深を算出し塩分遡上について検討した。その結果、波高と水深の関係が見られなかった。水深と塩分濃度の関係は、水深が 2 m 以上の場合塩分が遡上することが明らかになった。子吉川においては、河口水深が浅くても塩分遡上が発生することが判明した。また、既往の研究¹⁾と同じく河川流量が塩分遡上に対して支配的であることが分かった。

今後は、河口水深が浅い場合における塩分遡上を調べるために塩分遡上に関する検討を引き続き検討を行う必要がある。

謝辞

本研究を行うにあたり国土交通省東北地方整備局秋田河川国道事務所、港湾局から貴重な現地データの提供を受けた。また東北大学から研究機材の提供を受けた。ここに記して関係機関に対し謝意を表する。

参考文献

- 1) 古仲陽穂・渡辺一也：子吉川を対象とした塩分遡上に関する検討，東北地域災害科学研究，第 53 巻，2017。
- 2) 高橋 裕：河川工学，311p。東京大学出版会，1990。
- 3) 渡辺一也・神成寿樹・伊東緋音：日本海側河川を対象とした冬季高波浪時の wave set-up と入退潮量に関する検討，土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol.70, No.2, pp. I_401-I_405, 2014。