

子吉川における塩分遡上特性に関する検討

秋田大学 学生会員 ○古仲 陽穂
秋田大学 正会員 渡辺 一也

1. はじめに

本荘平野において子吉川は古くから農業用水として利用されてきた。子吉川は良質な米を作り出す水として知られている。また、割合は少ないものの、他には水道および工業用水として利用されている。しかし、子吉川は時おり渇水による水不足に見舞われている。特に流量の低下時において、塩分の遡上も発生している。その遡上距離は河口から 10km 近くまでであり、塩分遡上時には本荘市子吉地区までが揚水不能となっている。そのため、塩水の遡上に関してその状況を把握し、遡上の条件について検討することは非常に重要である。そこで、本研究では秋田県の一級河川である子吉川を対象として塩分遡上と流量・波高などの外力と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、その幹川流路延長は 61km であり、流域面積は 1190km² となっている。笹子川、鳥海川、石沢川、芋川等の支川を合流させ本荘市街地を迂回し、日本海に注ぐ一級河川であり、感潮区間は、河口から 8km 地点の二十六木橋の付近で、感潮区河床勾配は 1/6509 と緩やかな勾配になっている。

3. 塩分観測

塩分濃度の現地観測を行った。データの取得は既往の研究¹⁾を参考に多項目水質計（クロロテック）を用いて観測を行った。子吉川は河口から約 1.7km 地点に本荘大橋、約 3.6km 地点に由利橋、約 4.4km 地点に飛鳥大橋、約 8km 地点に二十六木橋、約 11.9km 地点の子吉川橋がある。また河口から約 4.4km 地点の支川にかかる芋川橋があり、合計 6 地点で観測を行った。これらのデータと秋田河川国道事務所が観測したデータを併せて検討を行った。

2016年9月2日に行った観測の塩分濃度の鉛直分布を図-1に示す。9月2日の観測では、本荘大橋の水深約 3.5m 地点で約 30psu の塩分濃度を確認し、塩分遡上が見られた。また由利橋で約 19psu、芋川橋で約 17psu 程度の塩分が観測された。しかし飛鳥大橋では、0.07psu と低い塩分濃度で、塩分遡上は見られなかった。さらに2016年9月15日、10月27日、2017年1月18日に同様に塩分観測を行った。9月15日に本荘大橋、由利橋、芋川橋、飛鳥大橋までの4地点で30~34psu程度の塩分が観測され、10月27日は本荘大橋、由利橋の2地点で30psuを超える塩分が観測された。また

1月18日は本荘大橋で約 30psu の塩分が観測された。

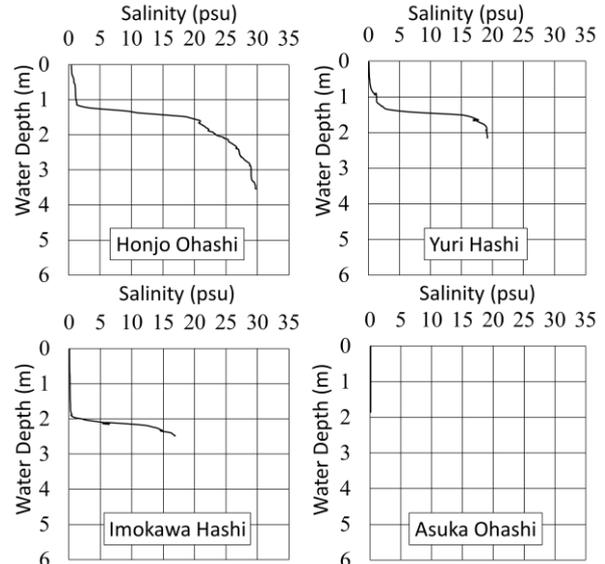


図-1 塩分濃度の鉛直分布（2016年9月2日）

4. 塩分遡上距離

観測したデータと秋田河川国道事務所が行った塩分観測のデータを併せて検討を行った。その中から夏季と冬季の観測結果を図-2、図-3に示す。夏季には、河口から 8~9km まで高濃度の塩分の遡上が見られた。冬季においても河口近くで、高濃度の塩分が確認されており、wave set-up の影響によるものと考えられる。

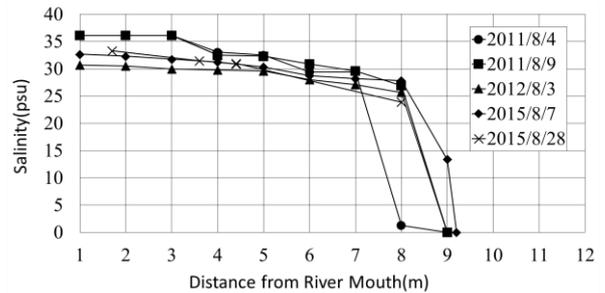


図-2 塩分遡上距離（夏季）

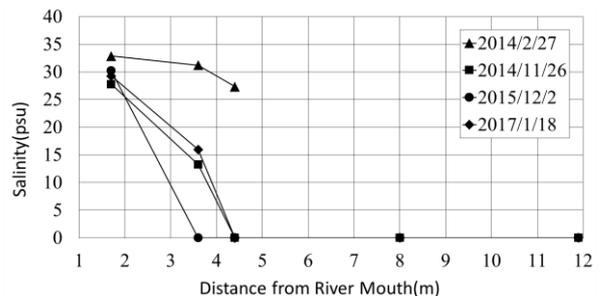


図-3 塩分遡上距離（冬季）

5. 塩分濃度と各種データの関係

観測された塩分濃度と河川流量： Q ，水位： η_R ，水位差： $\Delta\eta$ ，波高： H_0 の関係について検討を行った。またここでの $\Delta\eta$ は次の式(1)のように定義する。

$$\Delta\eta = \eta_0 - \eta_R \dots\dots\dots(1)$$

ここで Q は、河口より約 8km に位置する二十六木橋観測所における実測値を用い、 η_R は河口より約 3.6km に位置する由利橋観測所における実測値を用いた。また実測潮位 η_0 は深浦港のデータを、波高 H_0 は秋田港（欠測箇所については酒田港）を用いた。観測された塩分濃度と Q ， η_R ， $\Delta\eta$ ， H_0 の関係を図-4，図-5，図-6，図-7 に示す。また， Q ， η_R ， $\Delta\eta$ ， H_0 は、観測時刻から 24 時間前の平均値を用いた。

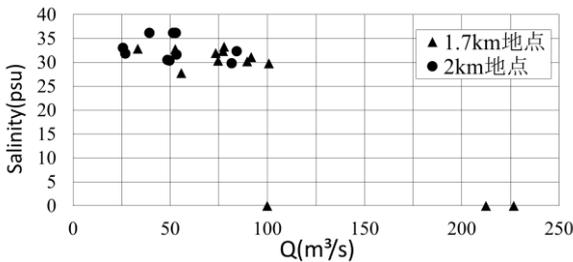


図-4 塩分濃度と河川流量の関係

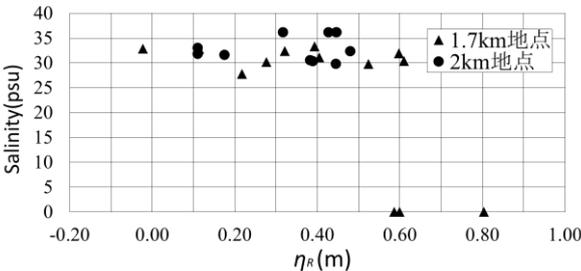


図-5 塩分濃度と水位の関係

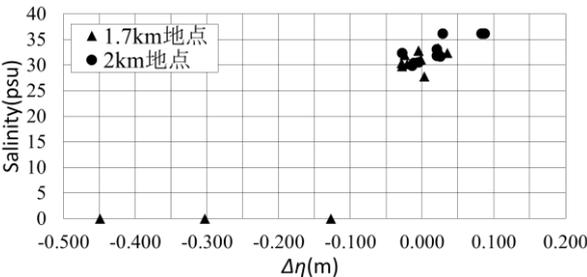


図-6 塩分濃度と $\Delta\eta$ の関係

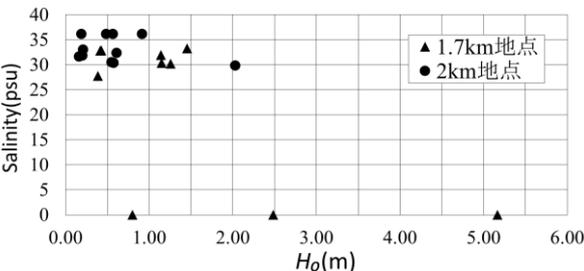


図-7 塩分濃度と波高 H_0 の関係

河口付近において、二十六木橋における河川流量が約 $100\text{m}^3/\text{s}$ 以下の場合に塩分の遡上が見られた。また、塩分濃度と水位の関係から見ると、約 0.60m 以下で塩分遡上が確認できた。さらに $\Delta\eta$ の値が -0.028m 以上の値では塩分が観測されている。塩分

濃度と波高 H_0 の関係を見ると、波高の値が小さい場合でも河口付近において高濃度の塩分が観測されており、波浪との関係性はあまり認められなかった。

6. 入退潮量の算定

wave set-up の影響を評価するために入退潮量の計算を行なった。流量を *wave set-up* による流量と潮汐による流量，河川流量による影響に分け，既往の研究を参考にそれぞれの流量を計算した²⁾。例として子吉川における 2013 年 1 月の算出結果を図-8 に示す。図中の Q_T が潮汐流量， Q_R は河川流量， Q_W は *wave set-up* 流量となっている。冬季の *wave set-up* 流量は最大で $30\text{m}^3/\text{s}$ 程であった。これが冬季の塩分遡上に影響を及ぼしていると考えられる。

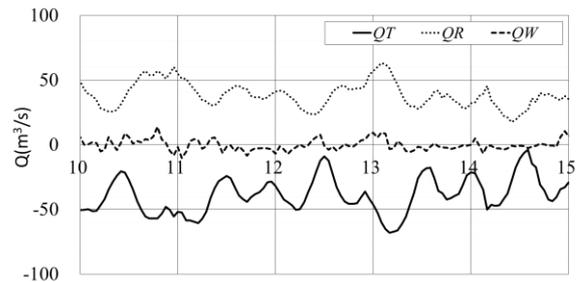


図-8 入退潮量の算出結果（2013 年 1 月）

7. おわりに

今回の研究では、子吉川において夏季に塩分の遡上が多く見られることが確認できた。二十六木橋で観測される河川流量を基準とすると、流量が約 $100\text{m}^3/\text{s}$ を超えると塩分が観測されることが分かった。次に、水位を基準とすると由利橋における水位が約 0.60m を超えると塩分が観測されなかった。また、潮位と河口水位の差 $\Delta\eta$ が -0.028m までは、塩分の観測が見られるが、塩分の遡上が見られない場合のデータが少ないため、塩分遡上を精度よく捉えるためには、観測回数を増やす必要がある。さらに、波高と塩分濃度に関しては明らかな関係性が見られなかった。そのため、今後はデータを増やすとともに使用するデータの精度について検討を続けていく必要がある。

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。

参考文献

- 1) 渡辺一也・小此木啄哉・今井勇士：河口形状の異なる日本海側河川を対象とした塩分遡上と入退潮量に関する検討，土木学会論文集 B2（海岸工学）Vol.71, (2), pp.409-414, 2015.（DVD-ROM）
- 2) 築田栄輝・田中仁・名倉華子・梅田信・佐々木幹夫：日本海に面した河川感潮域における冬季高波浪時の *wave set-up* と入退潮量，土木学会論文集 B2（海岸工学）Vol.65, No.1, pp.391-395, 2009.