

現地観測と写真解析における米代川の wave set-up と入退潮量について

秋田大学 学生員 ○神成寿樹 秋田大学 正員 渡辺一也
秋田大学 学生員 伊東緋音

1. はじめに 冬季風浪が卓越するような地域の河口部においては、河川のより上流に塩分が遡上する可能性がある。また、秋田県米代川においては、冬季の高波浪時における河口内の wave set-up 高さは約 9% に及ぶという報告もある。これは、冬季の高波浪が wave set-up により河口感潮域の塩分環境にインパクトを与えることを示唆している。しかしながら、冬季波浪による wave set-up に着目した入退潮量の増加のメカニズムの十分な解明には至っていないのが現状である。そこで、本研究では秋田県の一級河川である米代川を対象に、冬季高波浪による wave set-up に着目した入退潮量および写真解析による河口幅変遷についての検討を行った。

2. 研究対象の領域 研究対象となる米代川は秋田県北部を流れ、能代市において日本海に注ぐ一級河川である。流域面積 4100km²、幹川流路延長 136km となっている。米代川の概要図を図-1 に示した。米代川河口部の地形は、冬季の季節風による高波浪に起因した砂州の発達、並びに、冬季に発達した砂州が、春季の融雪出水や夏季の洪水流により消失するという季節的な変化を有する。この米代川特有の河口閉塞は右岸側によく発達し、その大きさは全長 400m を越えることもある。

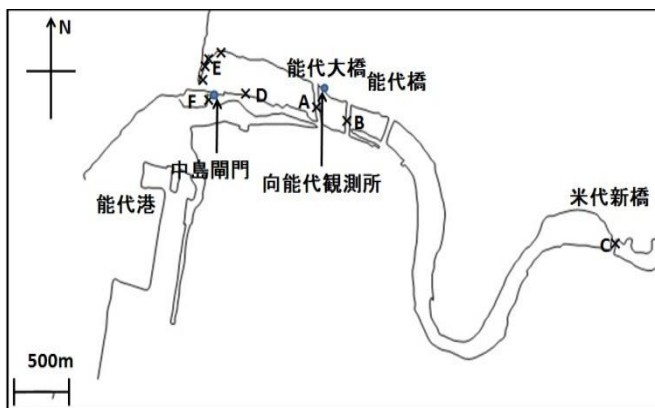


図-1 米代川概要図

3. Wave set-up 高さの定量評価

(1) 使用データ 米代川における河口水位特性を解析するにあたり、2010 年 1 月から 2013 年 12 月までのデータを用いた。ただし、2013 年における波高はデータ取得の関係から 9 月までとなっている。図-2 は 2010 年における、実測データである。上段から米代川における河口水位 η_R (河口より右岸 1.8km に位置する向能代観測所)、実測潮位 η_T (米代川から最も近くに位置する青森県深浦港)、水位上昇量 $\Delta\eta$ 、有義波

高 H_o (深浦港)、河川流量 Q (河口より約 30km 上流に位置する二ツ井観測所) となっている。また、wave set-up による水位上昇量 $\Delta\eta$ は有義波高 H_o を用いて表現することができる¹⁾。

$$\Delta\eta = \alpha H_o \cdots \cdots \cdots (1)$$

水位上昇を洪水起源と波浪起源のものと分類するため、波高 $H_o > 2\text{m}^2$ データ及び、米代川河口部における水位変動に河川流量が影響を及ぼさない流量を 500m³/s とし 500m³/s 以下のデータを抽出することで、河口水位 η_R と潮位 η_T から wave set-up 量を得る。

$$\Delta\eta = \eta_R - \eta_T \cdots \cdots \cdots (2)$$

式 (1) と式 (2) を用いて係数 α を求めることにより、wave set-up 量 $\Delta\eta$ を定量的に評価する。

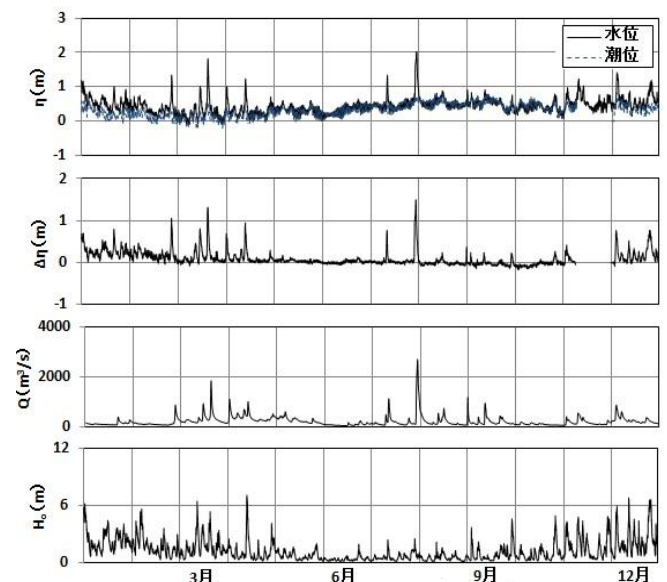


図-2 米代川河口水位、深浦潮位、河川流量、波高の変化 (2010 年)

(2) 結果及び、考察 図-2 から、夏季の水位上昇量 $\Delta\eta$ の値は小さく、冬季は大きいことが分かる。また、夏季に対して冬季の波高の値は大きいことから、冬季の水位上昇量 $\Delta\eta$ は波浪による影響が大きいということが推測できる。流量においても、夏季では、特に 6 月～9 月において流量が多くなっており、これによって、砂州の一部がフラッシュされたことが推測できる。また、図-3 は年度別の係数 α の値の変動である。各年度において、1 月～3 月においては、係数 α が 0.08～0.14 の間に位置しており、これまでの傾向と同様に冬季の米代川における wave set-up 量は、波高の約 1 割程度になることが確認できた。しかし、11 月、12 月については、年により傾向が異なった。

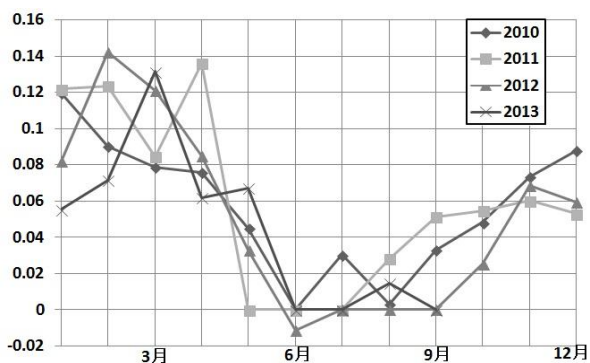


図-3 係数 α の変化

4. 現地観測による塩分観測 現地観測は、2013 年 8 月 27 日、10 月 23 日、11 月 13 日、11 月 26 日、12 月 4 日の計 5 回行った。調査場所は先に示している(図-1)が、それぞれ河口から 1.8km 地点 A 能代大橋、2.1km 地点 B 能代橋、9km 地点 C 米代新橋の計 3 箇所において横断方向に 5 点で多項目水質計(クロロテック)を橋上から河川に下ろし、塩分の鉛直分布を得た。また、河口から右岸 50m~150m 付近の地点 E において 5 点、河口から左岸 200m の中島閘門での海水が米代川に流れ込む直前の地点 F で、同様に塩分の鉛直分布を得た。8 月 27 日の能代大橋の A 点において、17.5psu というのが最高値となっており、B 点、C 点では 0.03~0.30psu と塩分はほぼ観測されなかった。また、同様に他 3 回の観測に関しても、B 点、C 点及び A 点でも塩分は観測されなかった。この要因として、観測時の河川流量が大きかったことがあげられる。8 月 27 日は、河川流量が $100\text{m}^3/\text{s}$ と比較的小さい値だったが、他 3 回の河川流量の値はいずれも $200\text{m}^3/\text{s}$ を越えており、流量の影響が大きかったと考えられる。従って、1.8km 地点に海水が浸入してくる条件としては、河川流量が $100\text{m}^3/\text{s}$ 以下ということが分かった。なお、D 点、E 点は、10 月 23 日、11 月 13 日に観測を行ったが、塩分の観測はされなかった。F 点は、11 月 26 日に観測を行った際に、30psu の値が検出された。

5. 写真解析による河口幅の変遷 能代河川国道事務所から送られる固定点カメラのデータを用いて写真解析を行った。このカメラは中島閘門に設置されており、河口部を定点撮影している。データは 5 月 20 日から 1 週間毎に撮影されたものである。また、精度を確認するために 11 月 20 日及び 12 月 4 日において実際に距離測量を行った。その結果、実際の河口幅が 44.4m に対し、写真から得られた河口幅は 40.1m とオーダー的に一致した。写真データから得られた河口幅の変遷を図-4 に示す。また、河川流量のデータと比較することにより、河川流量が及ぼす河口閉塞の変遷を検討した(図-4)。その結果、夏季の比較的流量が多い期間は、河口幅が大きく開き、河口閉塞の傾向が弱まることを確認できた。また、4 月の融雪時にも、流量が増加傾向にあるため、河口閉塞の状態から、河口幅が大きくなると考えられる。冬季に関しては、河川流量が小さく

く、波高が大きいため砂州が発達しており、これは他の河川の傾向とも一致している。

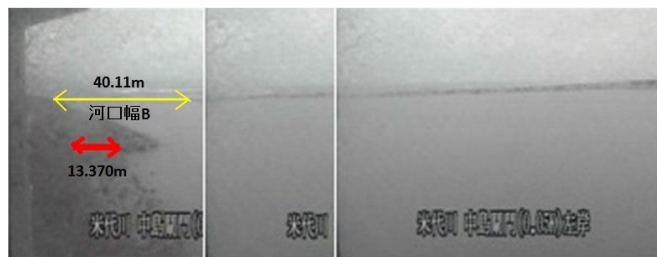


写真-1 固定点カメラ写真 (2013 年 11 月 29 日撮影)

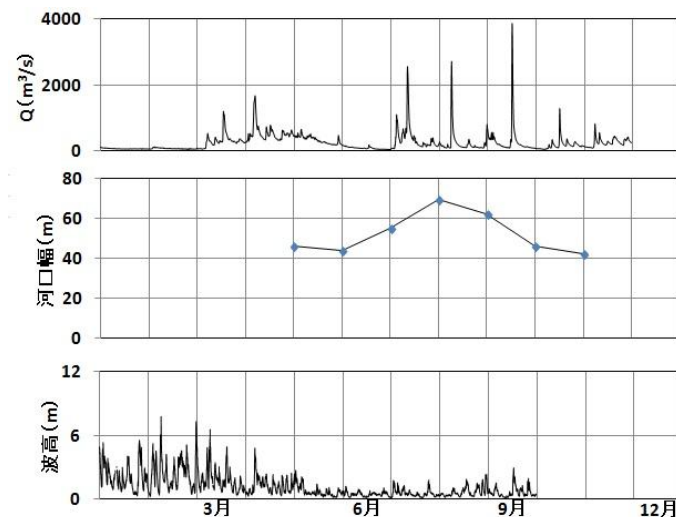


図-4 河口幅の変遷と河川流量の変化 (2013 年)

6. まとめ 2010 年~2013 年のデータの検討から、1 月~3 月では wave set-up による水位上昇量は、波高の約 1 割であるということが確認できた。現地観測においては、河川流量が大きく塩分遡上に影響が出ており、夏季は約 $100\text{m}^3/\text{s}$ 程度で塩分遡上するのではないかと推測される。冬季は波浪により海水がさらに上流まで遡上するが、それとともに河口閉塞によって遡上が妨げられる。そのため流量が小さくないと塩分遡上は起こらないと考えられる。写真解析においては、流量が多い夏季では河口幅が広く、冬季には河口閉塞が強まり、40m まで閉塞することが確認できた。しかし、データは未だ少なく、河口閉塞の影響による塩分遡上をさらに精度よく捉えるためには、観測を続けていく必要がある。

謝辞：国土交通省東北地方整備局能代河川国道事務所から貴重な現地データの提供を受けた。また、港湾局から貴重な現地データの提供を受けた。ここに記して関係機関に対し深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) Nguyen Xuan Tinh・田中仁・梅田信・佐々木幹夫：日本海に面した河口感潮域における冬季の wave set-up 高さ，海岸工学論文集，第 55 巻，pp. 366-370, 2008.
- 2) 加藤一正・柳嶋慎一・磯上知良・村上裕幸：波による汀線付近の水位上昇量-波崎海洋研究施設における現地観測-，港湾技術研究所報告，第 28 巻，第 1 号，Vol.28, No.1, 1989.
- 3) 渡辺一也・田中仁・中山大輔：中小河川の河口地形変動とそのモニタリングに関する検討，河川技術論文集，第 11 巻，2005.