

湧別川における河口閉塞の発生要因とメカニズムについて

Analyses for causes and mechanisms of river mouth blockage in the Yubetsu River

水工事業本部 水工第1部 清家 拓哉
水工事業本部 水工第1部 濱木 道大

オホーツク海に注ぐ湧別川では、平成28年8月洪水以降の秋冬季に河口閉塞が度々発生するようになり、小規模洪水時における樋門操作水位を上回る水位上昇や、サケ科魚類の遡上数減少が懸念されている。平成28年8月洪水以前は湧別川で河口閉塞は問題となっておらず、河口閉塞が発生するようになった要因は不明であった。

本稿は、現地観測結果、波浪や河川流量等の既往観測結果を基に、平成28年8月洪水以降における河口閉塞の発生要因、閉塞・解消のメカニズムについて考察を行ったものである。

1 はじめに

湧別川河口部では、平成28年8月洪水まで河口閉塞は問題となっていなかったが、平成28年8月洪水後の11月14日、30日に河口閉塞が発生し（写真1.1）、樋門操作水位を上回る河川水位の上昇やサケ遡上数の減少が懸念されたため、緊急対策として人工開削が実施された。

河口閉塞の主な発生要因は、河川流による土砂運搬、波による土砂の押し込み、河口前面に形成される沿岸砂洲、沿岸漂砂による砂洲形成と考えられている¹⁾。基本的に河道に向かう波浪の影響が閉塞の主要因となっている事例が多い。また、今津ら²⁾は、平成12～17年における湧別川河口海域の波浪特性として、秋冬季は河道内方向への波浪（北北東）が卓越するとともに、高波浪の発生頻度が増加することから、河口部が堆積傾向となることを示唆している。実際に、湧別川で戦後最大を記録した平成18年10月洪水後において、河口部の堆積が確認された。しかしながら、閉塞には至っておらず、平成28年8月洪水以降に閉塞が発生するようになった要因は不明であった。



写真 1.1 H28.8 洪水後における湧別川の河口閉塞状況



図 1.1 観測位置図

河口閉塞は河川水位の上昇やサケ遡上阻害等の原因となることから、今後、湧別川において適切な河川管理を行っていく上で、河口閉塞に関わるメカニズムを把握することは大変重要である。

本稿では、現地観測および既往観測結果を基に、平成18年以降と平成28年以降の状況比較から、湧別川河口部で閉塞が発生するようになった要因を推定するとともに、現地観測期間に発生した閉塞と閉塞解消のメカニズムについて考察を行った。また、河川側の影響が支配的となる閉塞解消に着目し、平面2次元河床変動解析による再現計算を行い、河口砂州のフラッシュ状況、現地観測水位との整合性について再現性を検証した。

2 対象河川・海域の概要

湧別川は、その源を北海道紋別郡遠軽町の天狗岳（標高1,553m）に発し、遠軽町、湧別町を貫流してオホーツク海に注ぐ、幹川延長87km、流域面積1,480km²の一級河川である。河床勾配は

中流部で 1/250 程度、下流部で 1/300～1/500 程度、河口部で 1/800 程度となっている。河口部は右岸側が湧別漁港と隣接しており、右岸導流堤は昭和 31 年、左岸北防波堤は昭和 37 年、右岸北防波堤は昭和 57 年より建設され、平成初期には概ね現在の形状となっている。洪水のたびに外水氾濫を繰り返してきた河口部の無堤区間（旧漁港部分）の築堤工事は、平成 19 年に完成している。湧別川が注ぐオホーツク海は、沿岸部において海岸線に沿う南東方向の流れが通年で存在し³⁾、2 月上旬から 3 月中旬にかけては流氷が接岸するため、高波の発生が抑制される。

3 現地観測および既往観測結果

3.1 平成 18 年以降、28 年以降の状況比較

(1) 波浪

各期間における波浪の分布状況を図 3.1 に示す。波浪の分布はいずれの期間も同様の傾向を示しており、波向の発生頻度として通年で北北東が高い傾向を示している。季節毎に見ると春夏季は北東、秋冬季は北北東が高い傾向を示している。また、波高について秋冬季は、1.5m 以上の発生頻度が増加しており、2.0m 以上は北北東の発生頻度が高い傾向を示している。

(2) 年最大流量と洪水継続時間

年最大流量と洪水継続時間の関係を図 3.2 に示す。洪水継続時間は、無次元掃流力 τ_{*c} が無次元限界掃流力 $\tau_{*c} (=0.05)$ 以上となり、土砂移動が活発となる流量 500m³/s 以上の累計時間とした。平成 28 年 8 月洪水の継続時間は 96 時間であり、戦後最大を記録した平成 18 年 10 月洪水の 75 時

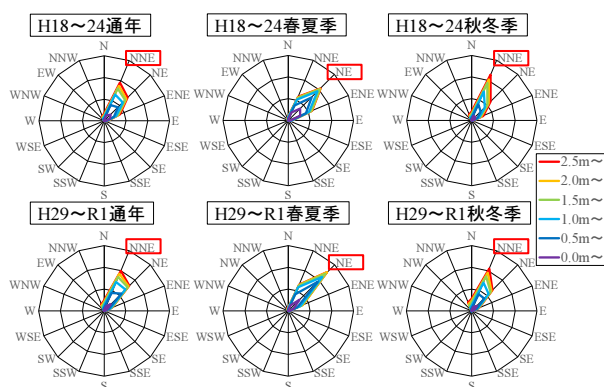


図 3.1 波浪の分布状況(紋別南 上:H18-24、下:H29-R1)

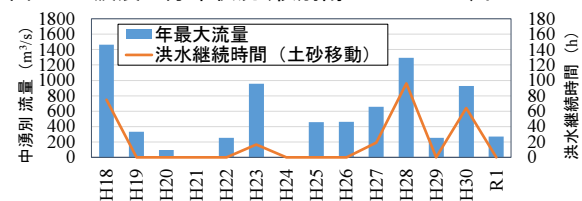


図 3.2 年最大流量と洪水継続時間(中湧別)

間に比べて 1.3 倍程度長い。また、平成 28 年 8 月洪水以降では、平成 30 年 7 月に継続時間の長い洪水(64 時間)が発生した。

3.2 閉塞時の現地状況

河口閉塞は、観測期間(H29～R1)の秋冬季に合計 5 回確認した。例として、河口閉塞が自然解消した閉塞①H29.9、閉塞②H29.11、閉塞③H31.1 について、河口閉塞時における有義波高、水位、河川流量を図 3.3 に示した。また、閉塞②の状況を写真 3.1 に示すが、河川水が閉塞箇所を越水せず、左岸防波堤ケーソン間の隙間へ流れ込む状況を現地で確認した。

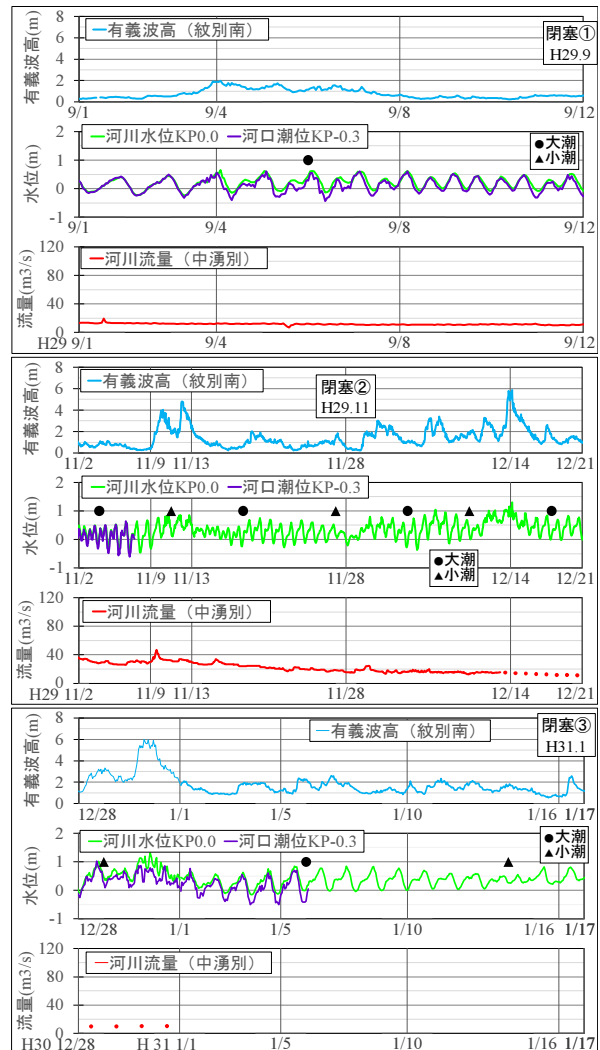


図 3.3 河口閉塞①～③の有義波高・水位・河川流量



写真 3.1 防波堤への河川水の流れ込み(閉塞②)

3.3 閉塞解消時の現地状況

河口閉塞 5 回のうち、自然解消は 3 回（閉塞①～③の解消）確認され、人工開削は 2 回実施された。自然解消時（閉塞解消①H29.9、閉塞解消②H30.1、閉塞解消③H31.3）における有義波高、水位、流量を図 3.4 に示した。

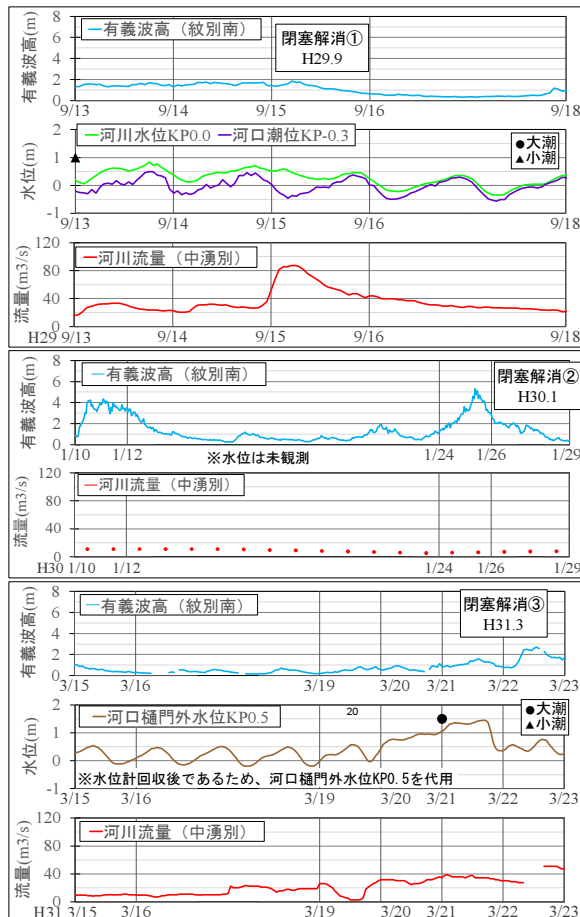


図 3.4 閉塞解消①～③の有義波高・水位・河川流量



写真 3.2 防波堤ケーソン間の吸出し現象（閉塞②）



写真 3.3 上流左岸側の陸地化（閉塞②・閉塞解消②）

4 河口閉塞要因、メカニズム

4.1 平成 28 年 8 月洪水以降の河口閉塞要因

平成 28 年 8 月洪水は継続時間が最も長く、平成 30 年 7 月洪水も継続時間が比較的長いため、平成 28 年 8 月洪水以降は海域への土砂流出量もこれに比例して多い状況にあると推定される。

一方、波浪状況は平成 28 年 8 月洪水前後で同様の傾向を示し、秋冬季は河道内方向への波浪が卓越するとともに、高波浪の発生頻度が増加する。

以上のことから、平成 28 年 8 月洪水以降における河口閉塞の発生は、海域への土砂流出量が多い洪水が頻発したことで、河口前面の土砂堆積が顕著となり、波浪の影響を受けやすくなったことが主要因と考える。

4.2 河口閉塞のメカニズム

今回観測された河口閉塞は、いずれも河川流量の小さい秋冬季に、紋別南で 2.0m 以上の有義波高が観測された後に閉塞が進行（水位差が上昇）し、高波浪が複数回作用することで閉塞に至る傾向にあった。また、高波浪発生時と満潮が重なる場合や、河川流量が低水流量程度である場合に閉塞が進行しやすい傾向にある。

以上のことから、今回観測された河口閉塞の進行は、他河川の事例と同様に、波浪による影響が支配的であると考えられる。

4.3 河口閉塞解消のメカニズム

閉塞解消①③は、河川流量の増加に伴い河口閉塞が解消され、解消時流量は 40～85 m^3/s 程度以上であった。また、流量増加と干潮が重なる場合に解消されやすい傾向にある。閉塞解消③は閉塞時に防波堤への河川水の流れ込み、解消時に河川水位が河口砂州高以下であることを確認した。これは、河川水が左岸防波堤ケーソン間の隙間に集中し、前面の土砂が吸い出された可能性がある。実際に閉塞②において、左岸防波堤ケーソン間の吸出し現象を現地で確認した（写真 3.2）。

一方、閉塞解消②は、解消前に特に高い波浪（有義波高 5 m 以上）が連続して発生しており、解消後は閉塞箇所上流左岸側が陸地化した（写真 3.3）が、解消時流量は渇水流量程度であったことから、高波浪により河口砂州が上流側に押し込まれ閉塞が解消したものと推定される。ただし、高波浪による閉塞解消後の河口部には浅瀬が広がり、再開塞しやすい状態になるものと考えられる。

5 出水による閉塞解消メカニズムの数値計算

上述のように、河口閉塞及び閉塞解消のプロセスには、波浪・流量・地形・構造物等の影響が複雑に

関連しており、予測は困難である。

しかしながら、出水による閉塞解消は、河川流量による河床変動が支配的となり、比較的予測が容易であると考ええる。このため、現地観測値が充実する閉塞解消①（平成 29 年 9 月）に着目し、平面 2 次元河床変動解析（iRIC Nays2DH）による再現計算を行い、河口砂州のフラッシュ状況、現地観測水位との整合性について再現性を検証した。

5.1 計算条件

計算条件は、閉塞①～閉塞解消①（平成 29 年 9 月）の状況を想定し、表 5.1 のように設定した。なお、Nays2DH のうち、河床材料の粒径変化に伴い粗度係数が変化するように改良して用いた。

5.2 計算結果

河口砂州の左岸側だけがフラッシュされ、右岸側の河口砂州はほとんど変化しない結果となった。これは、現地状況と比較しても同様の河床変動傾向であり、計算結果の侵食範囲は実測値を精度良く再現できた（図 5.1）。

また、KP0.0 地点の計算水位と観測水位の時系列変化を見ると、9/15 5:00 のピーク流量付近では初期河床高の測量時期とのズレにより、やや低めの計算水位となったが、9/18 22:00 のピーク流量以降は、観測水位を特に良く再現できた（図 5.2）。

表 5.1 H29.9 再現 計算条件一覧

項目	計算条件
計算区間	湧別川 KP-0.3～0.5
河道形状	H29.7 横断 ※KP-0.25 の河口閉塞を考慮
平面形状	流下方向：144 測線（約 5.0m 間隔） 横断方向：31 測線（約 3.0～5.0m 間隔）
粗度係数	マニングストリックラー型
起算水位	H29.9.15～9.20 実績河口潮位（KP-0.3 左岸）
流量	H29.9.15～9.20 実績流量 $Q_{max} = 157.03 \text{ m}^3/\text{s}$
河床材料	混合粒径（H29）
流砂量式	掃流砂のみ：芦田道上の式



図 5.1 河床変動高コンター図

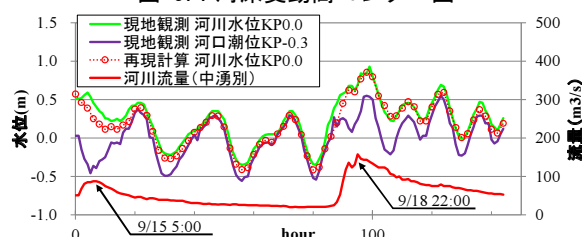


図 5.2 KP0.0 地点の計算水位と実績水位の時系列変化

6 まとめ

(1) 平成 28 年 8 月洪水以降の河口閉塞要因

平成 28 年 8 月洪水以降は継続時間の長い洪水が頻発しているため、海域への土砂流出量も多い状況にあると推定される。このため、河口前面の土砂堆積が顕著となり、波浪の影響を受けやすくなったことが河口閉塞発生の主要因と考える。

(2) 河口閉塞・閉塞解消のメカニズム

河口閉塞は秋冬季に発生しやすく、2m 以上の有義波高により進行、高波浪が複数回作用することで閉塞に至る傾向にあった。満潮時、低水流量程度時に閉塞しやすい傾向にあった。

また、閉塞解消は中湧別観測所流量が 40～85m³/s 程度以上で確認され、干潮時に発生しやすい傾向にあった。特に高い波浪（有義波高 5m 以上）が連続すると、河口砂州が河川上流側に押し込まれ、解消される場合もあった。

(3) 出水による閉塞解消メカニズムの数値計算

計算結果は、出水時における現地の河床変動傾向および実績水位を精度良く再現することができた。したがって、出水による閉塞解消は、数値解析により予測評価することが可能であると考ええる。

(4) 適切な河川管理に向けて

河口閉塞要因と考えられる河口前面の土砂堆積を定量的に評価するため、出水前後や波浪期前後での海域地形測量を実施し、堆積状況の変化をモニタリングすることが重要である。

また、閉塞解消は出水等の自然条件に左右されるため、閉塞の時期や規模により自然解消が見込めない場合には、維持掘削の検討が必要である。

〔謝辞〕

本稿で用いた波浪データは、国土交通省港湾局によって観測され、港湾空港技術研究所で処理されたものである。また、本検討を進めるにあたり、国土交通省北海道開発局網走開発建設部にご協力いただいた。ここに記して謝意を表する。

〔参考文献〕

- 1) 榎木 亨: 河口閉塞にともなう河道内水位の変化について—河口閉塞機構に関する基礎的研究第 3 報—, 第 15 回海岸工学講演会講演集, pp.195-202, 1968.
- 2) 今津雄吾, 牧野弘幸, 佐々木崇之, 水谷将, 野坂弥寿二, 中山哲蔵: オホーツク海の海域特性を考慮した漁港航路埋没対策評価手法の検討, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.556-560, 2007.
- 3) 青田昌秋, 石川正雄, 松山優治, 山田俊郎, 鶴林隆久: 宗谷暖流の流れの特徴, 沿岸海洋研究ノート, 第 31 巻, 第 1 号, pp.49-56, 1993.
- 4) ナウファス (全国港湾海洋波浪情報網) <https://www.mlitt.go.jp/kowan/nowphas/>