

## 河川結氷災害の現象の解明及び災害対策技術の開発

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23 年度～平 27 年度

担当チーム：寒地河川チーム

研究担当者：平井康幸、吉川泰弘、阿部孝章

### 【要旨】

北海道東部に位置する渚滑川で発生したアイスジャムについて、現地観測データを用いて現象の解明を試みた。その結果、アイスジャム現象は、気温の上昇により雪が解けて河川の流量が増加し、水位が上昇し河氷が持ち上げられ、河氷は解氷し下流へと流れ、川幅の狭い地点で滞留した。滞留した河氷は流水面積を狭めたため、急激に水位が上昇したことが明らかとなった。また、2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震による津波の結氷河川への影響を把握するために、太平洋岸に河口を持つ鶴川において、現地観測を実施した。その結果、津波により河川の氷が破壊および河道内に堆積しアイスジャムが発生したこと、また大量の漂流氷板が発生し、高水敷、樋門吐き口周辺に堆積したことが明らかとなった。

キーワード：結氷河川、河氷、アイスジャム、津波、現地観測

### 1. はじめに

河川結氷災害の現象の解明のために、現地観測を実施し、観測結果を用いて検討を行った。河川結氷災害として、春先の解氷に伴うアイスジャム現象と河川結氷時の河川津波に伴うアイスジャム現象に着目した。

寒冷地に位置する河川は、冬期間の気温低下により河道内に河氷が形成される。河道内の河氷が解氷して下流へと流下し、蛇行部や橋脚箇所、狭窄部において滞留する場合には、河道は閉塞され急激な水位上昇を引き起こすアイスジャムが発生し災害となる。アイスジャムの対策を講ずるためには、現象を理解した上での検討が必要であり、実現象を理解するためには、現地観測を行うことが望ましい。アイスジャムの現地観測は、滞留している河氷がいつ流下するか分からないため、観測自体が非常に危険であり、また、どの場所でアイスジャムが発生するかを事前に予測することは困難である。近年、Beltaos<sup>1)</sup>によって、アイスジャムの縦断方向の厚さを連続的に測定することに成功している事例はあるが、今だ、現地観測に成功した事例は少ない。

本研究は、2010 年 2 月 26 日に北海道東部に位置する渚滑川で発生したアイスジャムにおいて、縦断的な水位測定、水温測定、カメラ撮影、河氷断面の観測に成功したので、これらの観測データを基に、アイスジャムに関する現象の解明を試みた。

2011 年 3 月 11 日 14:46、東北地方太平洋沖地震が三陸沖を震源として発生した。この地震により発生した大津波は東北の沿岸域・河川域に押し寄せ、破堤や落橋、津波水門の破壊など、未曾有の大災害をもたらした。一方、この地震による津波が到達したのは北海道も例外ではなく、阿部ら<sup>2)</sup>の実施した水位記録分析により、北海道の 1 級河川では、津波侵入は計 8 河川において確認された。

本研究は、東北地方太平洋沖地震津波が河川結氷期に発生したことに着目し、水位記録の分析と河道内の現地調査結果に基づき、河道内を伝播した津波の規模と、津波と河川結氷との相互作用、それらに付随した痕跡状況を明らかにすることを目的とした。太平洋岸に河口を持つ鶴川を対象に、氷板痕跡に着眼点を置いた痕跡調査結果を示し、寒冷地特有の現象とも言える、結氷時の河川津波に伴う氷板輸送形態に関する考察について取りまとめた。

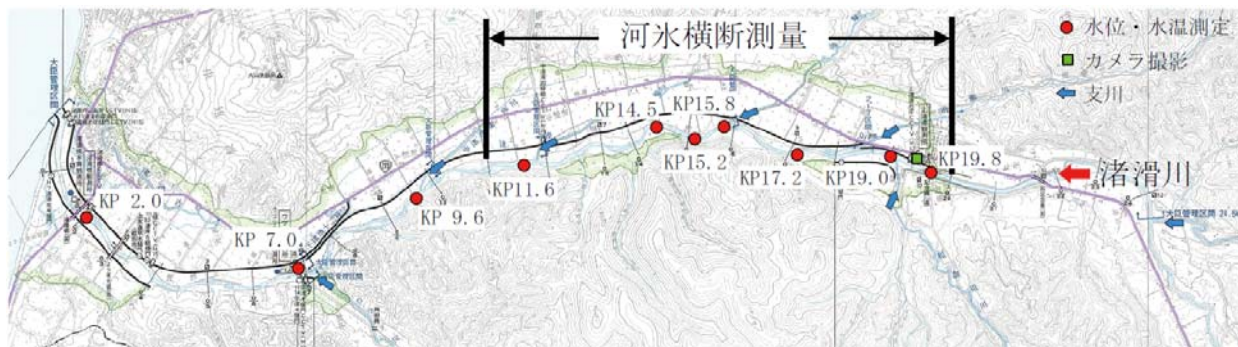


図 - 2.1 渚滑川における現地観測(KP：河口からの距離 km)

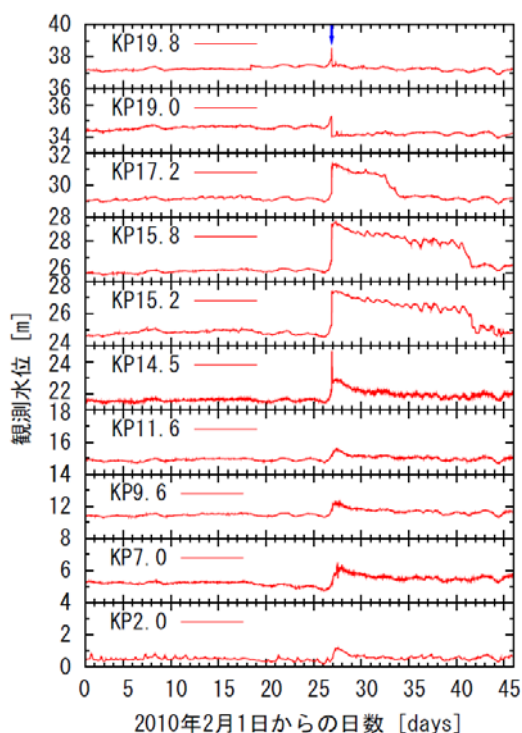


図 - 2.2 アイスジャム発生前後の観測水位

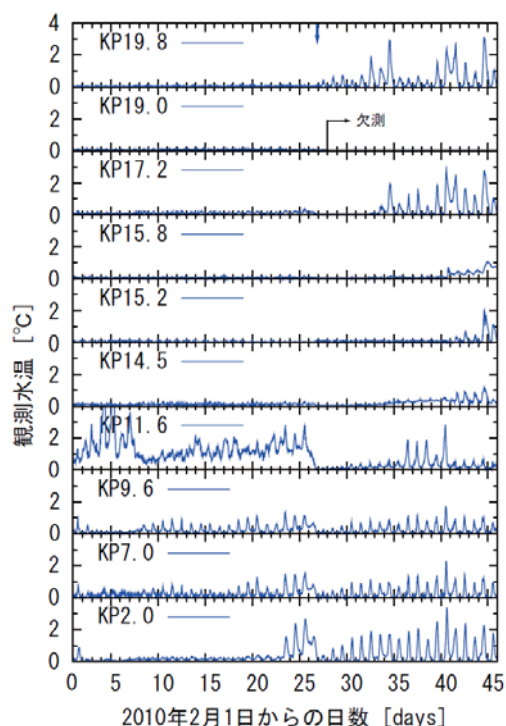


図 - 2.3 アイスジャム発生前後の観測水温

## 2. アイスジャムの現地観測

### 2.1 研究方法

春先の解氷に伴うアイスジャム現象の解明のために、詳細な現地観測を実施し、現地観測結果の検討を行った。

現地観測は、北海道東部に位置する渚滑川において、河口より 2.0km 地点から 19.8km 地点の区間を対象に、水位測定、水温測定、カメラ撮影、アイスジャム発生後の河氷横断測量を図-2.1 に示す箇所で行った。水位測定は河床に設置した水位計 (Mc-1100、光進電気工業製) を用い、水温測定は河床に設置した水温計 (COMPACT-CT、アレック電子(株)製) を用いた。

2010年2月に発生したアイスジャムは、河川管理のためのリアルタイム水位において急激な変動があったことにより、その発生が確認された。時系列で見ると、河川結氷期間中の2010年2月26日19時40分に、河口から39km地点(滝ノ上観測所)で10分間で水位が68cm上昇し、その20分後の20時00分にはさらに24cm上昇した。20時20分には水位が121cm急激に低下した。河口から19.3km地点(上渚滑観測所)では、同日21時30分に10分間で水位が73cm上昇し水防団待機水位を超過している。2010年3月1日の河口から約16km地点での現地調査では、河氷が河道内に滞留して閉塞していることが確認された。

## 2. 2 研究結果

### 1) アイスジャム発生前後の観測水位と観測水温

河川管理のための水位計は渚滑川4箇所、立牛川1箇所設置されているが、本観測では、これとは別に、渚滑川10箇所で水位計および水温計を設置した。本観測で測定した10分毎の観測水位を河川縦断的に並べたものを図-2.2に示し、同様に観測水温を図-2.3に示す。

図-2.2より、上流のKP19.8で2月26日21時30分に水位が急激に上昇しており(図中の矢印)、その後、水位は下がっている。この急激な水位上昇の下流への影響は、KP19.0では水位が急激に上昇し、その後、水位は下がっている。KP17.2、KP15.8、KP15.2では、水位は約2.4m、約3.1m、約2.9mと急激に上昇し、その後、なだらかに水位が下降している。KP14.5では、水位は約3.2mと急激に上昇するが、その後、直ぐに水位が下降している。これより下流の地点は、水位は上昇するが、上流の地点ほど水位は急激に上昇しない。

図-2.3より、上流のKP19.8では、急激な水位上昇(図中の矢印)の後に、水温は日変動で上昇および下降している。KP17.2、KP15.8、KP15.2では、アイスジャムにより上昇した水位がなだらかに下降した後に、水温が日変動で上昇および下降している。これらの現象は、大気を遮っていた河水が下流へと流下し、大気と流水との間で熱交換が開始されたため、水温が昇降したと推察できる。KP11.6では、アイスジャム発生前は水温が高いが、アイスジャム発生後は水温が低い。この要因について、KP11.6の上流で合流する支川(中渚滑川25線川)の水温が高いことや、地下水や地熱の影響などが考えられるが、現在のところ要因の特定には至っていない。KP2.0では、アイスジャム発生直前に水温が上昇している。アイスジャム発生直前の気温は高く、KP2.0の上流の間では完全結氷していない地点があるため、これらの地点で気温上昇により水温が高くなり、上流で温められた流水が下流のKP2.0へと流下したためと推察される。

今回の観測により、アイスジャム発生前後の水位および水温は、河川縦断的にその変動が異なることが明らかとなった。

アイスジャム発生要因である2月26日21時30分の水位の急激な上昇について検討を行う。アイスジャム発生前後の気温、積雪深、降水量を図-2.4に示す。急激な水位上昇があった時期は矢印で示し

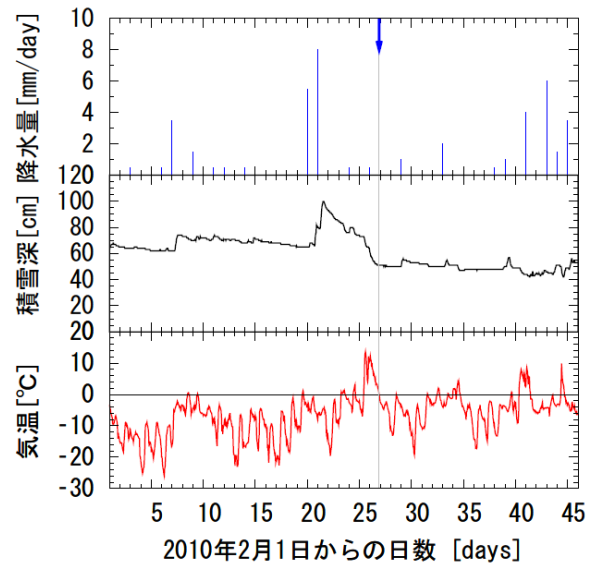


図-2.4 アイスジャム発生前後の気温、積雪深、降水量(気象庁：滝上地点)

た。図-2.4の気象庁のアメダスデータである降水量は、ある時間内に降った雨や雪などの量であり、雪などの固形降水の場合は溶かして水にした時の量となるため、降水量が雨か雪かを明らかにする必要がある。本研究では、降水量が増加し積雪深が増加している場合は雪とし、2月7日、20日、21日の降水量は雨ではなく雪であると判断した。

図-2.4の急激な水位上昇が起きる前において、降雨はなく、気温はプラス10°Cを超えて積雪深が減少していることから、融雪が促されたと考えられる。このため、急激な水位上昇は、融雪水が河川へと供給され流量が急激に増加したことが原因と推察できる。なお、急激な水位上昇が起きた後について、気温は零下になっていることから、アイスジャムにより滞留した河水は融解しづらい状況下であったと推察できる。

### 2) アイスジャム発生前後の河水の挙動

カメラ撮影(KP19.3)による河水の解氷前と解氷後の河道内の状況を写真-2.1に示す。写真-2.1より、河水で覆われて真っ白であった河水上面を上流からの流水が流れ、河水上面が流水で浸されている状況が分かる。上流からの流水の増加によって、河水上面を流水が流れており、その後、河水自体が流水により持ち上げられて、河岸へと乗り上がっている状況が⑥の画像で確認できる。なお、⑥21時26分39秒の次に撮影された10秒後の画像では、河水が流下している状況であった。⑦21時27分13秒では、量

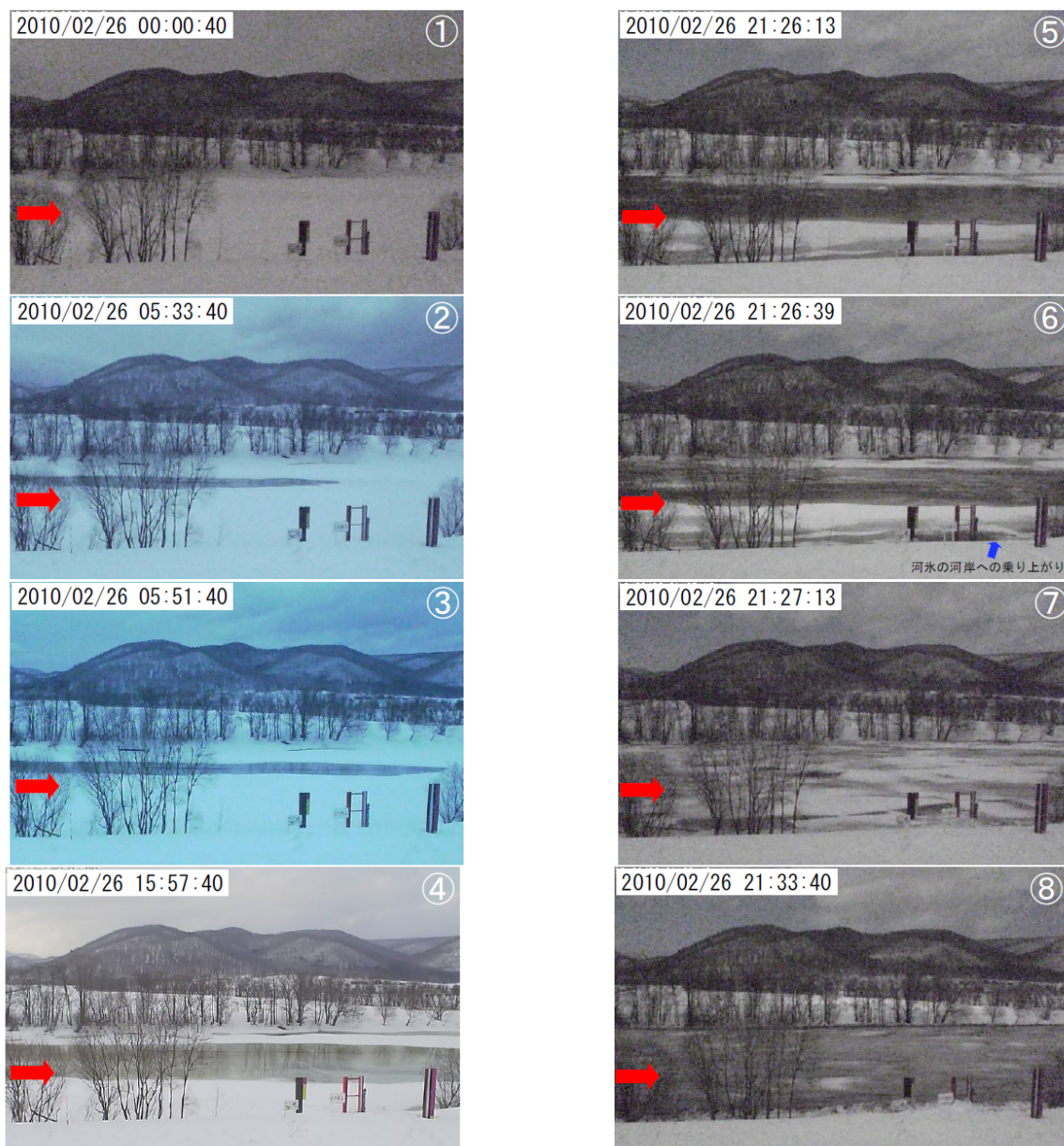


写真 - 2.1 渚滑川における解氷前後の河道内の状況

水標付近で、河水が割れて流れている様子が分かる。その後、河水の流下はカメラ撮画像から 22 時 20 分頃まで続いたと推察された。

### 3) アイスジャム発生箇所

アイスジャム発生後の河水横断測量は、3 月 28 日から 3 月 31 日の期間において、KP11 から KP20 の区間(46 断面、200 毎)で実施した。一例を図-2.5 に示す。測量方法は、GPS およびトータルステーションを用いて、堆積している河水の変化点、積雪の変化点を測量し、その他は河川深浅測量に準じて実施した。測量した河水は、堆積している河水のみである。本検討のアイスジャム発生時の河水断面積  $A_{ob}$

は、堆積している左岸と右岸の河水を基にして、左右岸を直線で結び、囲われた面積を推定河水断面積とし、この推定河水断面積と測量河水断面積を足した値を  $A_{ob}$  とした。なお、アイスジャム発生後から測量日までの期間において、滞留した河水が全て流下した場合は、測量河水断面積はゼロとなるため、推定河水断面積は、この誤差を含むこととなる。アイスジャム発生前の河水断面積については、1 次元河水変動計算から得た<sup>3)</sup>。

アイスジャム発生箇所と河道特性について検討を行う。横軸にアイスジャム発生区間の縦断距離を取り、縦軸に河水断面積、川幅、河床勾配を取ったものを図-2.6 に示す。川幅と河床勾配は、横断測量デ

一タと河川結氷前の流量  $14.16\text{m}^3$  を用いて、一般断面不等流計算を行い、計算された水面幅を川幅とし、計算された流積と水面幅から平均水深を算出して、水位から平均水深を引くことにより河床高を求めて200m 区間の河床勾配を算出した。

図-2.6 より、アイスジャム発生後の河氷断面積は縦断的に異なっている。アイスジャムは河氷がある箇所滞り、この箇所を起点として上流へと河氷の滞りが進行<sup>4)</sup>することから、アイスジャム発生箇所より下流では河氷は滞りしないと考えられる。本検討では、アイスジャム発生箇所の起点として KP12.2 と KP14.2 を抽出した。KP12.2 と KP14.2 の川幅は上下流と比べて相対的に狭く、河床勾配は KP12.2 は急勾配で KP14.2 は緩勾配である。アイスジャム発生箇所と河道特性の関係を明らかにするために、河氷断面積と川幅、河氷断面積と河床勾配の相関関係について検討したが、有意な相関はみられなかった。このため、アイスジャム発生箇所を推定するためには、これらの河道特性に加えて、河氷がゆっくりと滞りする場合と急激に滞りする場合で現象が異なると考えられることから、河川を流下する河氷の量と水の量との関係を今後、検討する必要がある。

#### 4) アイスジャムによる河氷断面積の増加量と水位上昇

河氷がどの程度滞りすると、水位がどの程度上昇するのかについて検討を行う。アイスジャムによる河氷断面積の増加量  $\Delta A$  は、アイスジャム発生後の現地観測から得られた推定河氷断面積  $A_{ob}$  とアイスジャム発生前(2月26日1時)の1次元河氷変動計算から得られた数値計算データ<sup>3)</sup>である計算河氷断面積  $A_{cal}$  から、 $\Delta A = A_{ob} - A_{cal}$  として求めた。水位上昇量  $\Delta H$  は、アイスジャム発生を挟む2月26日1時から2月27日24時の観測水位において、最大値  $H_{max}$  と最小値  $H_{min}$  から  $\Delta H = H_{max} - H_{min}$  として求めた。 $\Delta A$  と  $\Delta H$  を図-2.7 に示す。現地観測データが少ないため、一概に判断できないが、河氷断面積が約  $50\text{m}^2$  増加すると水位が約  $1\text{m}$  上昇し、河氷断面積が約  $150\text{m}^2$  増加すると水位が約  $3\text{m}$  上昇している。河氷断面積が増加すると水位が上昇する現象について、今回の現地観測データから示した。

### 2. 3 本章のまとめ

2010年2月26日に渚滑川で発生したアイスジャムは、

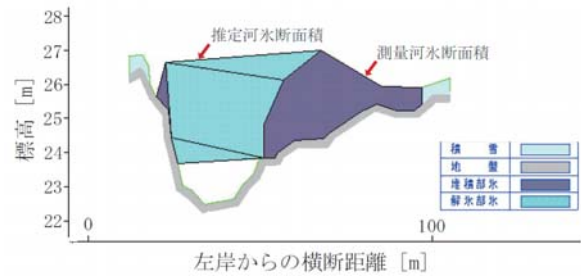


図-2.5 アイスジャム発生後の河氷横断測量の一例(KP15.2)、2010年3月28日～3月31日

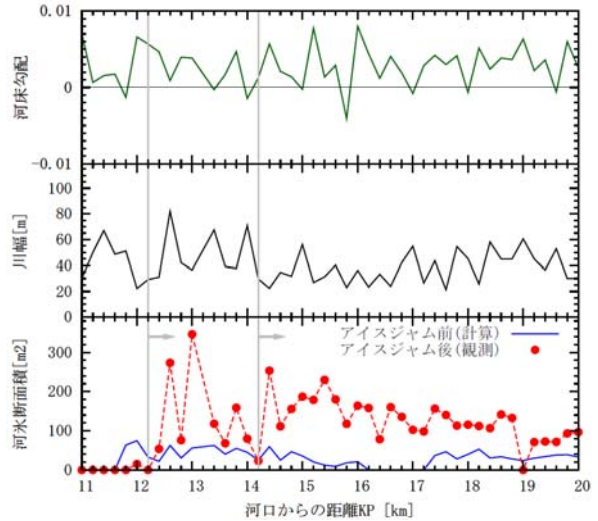


図-2.6 アイスジャム発生区間の河氷断面積、川幅、河床勾配

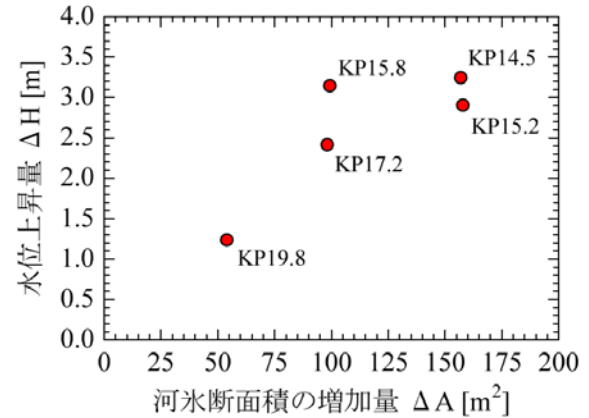


図-2.7 アイスジャム発生前後における河氷断面積の増加量と水位上昇量

気温の上昇により融雪が促されて河川水位が急激に上昇することにより、河氷自体が鉛直上方向に持ち上げられ解氷し、下流へ流下して川幅の狭い地点で滞りしたことが推測された。さらに、この河氷の滞りにより流水面積は狭められるため、河川水位が急激に上昇したと推測された。

### 3. 河川結氷時の河川津波の現地観測

#### 3. 1 研究方法

鵜川は狩振岳（標高 1,323 m）に源を発し、むかわ町にて太平洋に注ぐ河川である（図-3.1）。鵜川下流部は河床勾配が約 1/1,000 で、これは道内の 1 級河川の中でも比較的急勾配と言える。

##### 1) 水位記録の分析手法

鵜川において得られた水位記録から、河川津波の侵入に伴う第 1 の波峰、及び最大水位を記録した波峰について、到達時刻、波高  $H$ [m]、そして水位変動量  $\eta$ [m] を求めた。また、水位計によって観測された津波による水位変動傾向について分析を行った。

##### 2) 現地痕跡調査

著者らは、津波注意報が解除された後、3月13日～14日にかけて、鵜川（河口から KP.3.00 付近まで）において現地痕跡調査を実施した（但し、本稿で KP. に続く数値は河口からの距離[km]を表す）。この調査時、余震が頻発する中で避難経路を確保しつつ、迅速かつ安全に調査を行うため、痕跡写真の撮影のみ実施した。

#### 3. 2 研究結果

##### 1) 水位記録に基づく分析

図-3.2 に示したのは鵜川水位観測所（KP.2.55）における 10 分間隔の水位記録である。3月11日 16:30 頃に河川津波の第一波による水位変動を記録しており、侵入直前水位（約 0.90 m）からの変動量は 0.41 m である。これは他の 1 級河川における観測値より小さい。第一波以降、概ね周期  $T_s = 60$  分～90 分で河川津波の侵入が認められた。しかし概略的な水位変動傾向としては河川津波によるものとしては特異である。11 日から 12 日にかけての深夜 0:00、鵜川で一度 1.75 m まで上昇した水位は、上記  $T_s$  の高周波成分を伴って水位変動を継続しつつも緩やかに減少し、12 日の正午頃に極小値を記録した後再び上昇を始め、12 日の 22 時頃に第二のピークが現れた。その時刻から初期水位より 50 cm 程度高い水位が暫く継続し、16 日までにかけて、ゆっくりと水位が低下している。このような水位変化はアイスジャム<sup>5)</sup>の解氷時の水位挙動に類似している。次節で詳述する現地調査結果もアイスジャムの発生を示唆するものである。

##### 2) 現地調査結果に基づく分析

本節では、現地調査において発見された氷板痕跡について、鵜川の河口から順に示し、それぞれにお

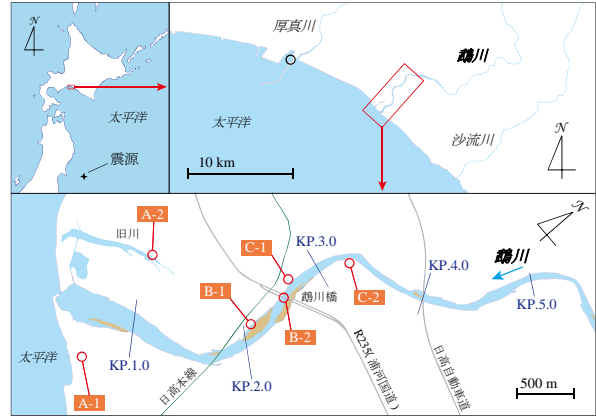


図 - 3.1 鵜川下流域の概況



図 - 3.2 鵜川における地震発生後の水位記録

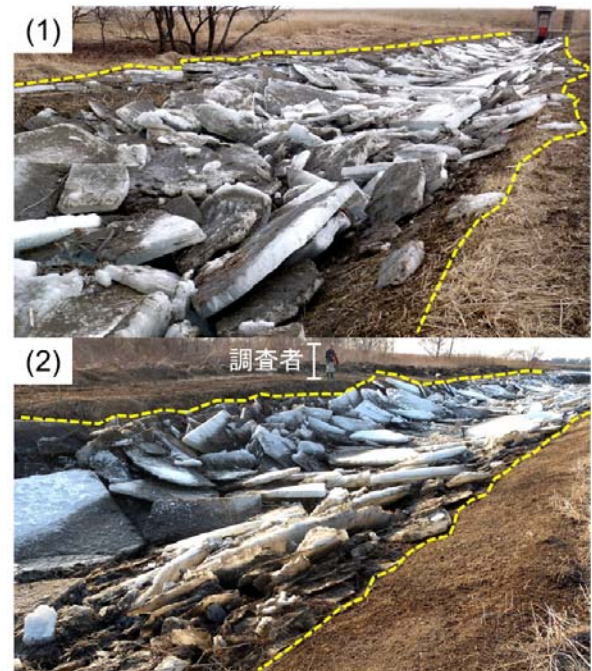


写真 - 3.1 M1 樋門における氷板痕跡 (KP.0.90L)

いて確認された現象について考察を加える。

鵜川河口付近の M1 樋門における氷板痕跡を写真-3.1 (1), (2)に示した。吐き口水路内には写真のように多量の氷板が密集して堆積している様子が確認された。このような氷板集積状況は、浦幌十勝川の

樋門吐き口水路においても別途確認されている。写真-3.1 (2) 上部中央に、スケールを比較するため調査者の大きさを示したが、氷板の大きさは概ね数十 cm から 3 m 程度までであった。氷板厚は概ね 20 cm ~ 30 cm 程度であった。これらの氷板は写真-3.1 (1) 左下手前の本川から侵入してきたと考えられ、上流より漂流氷板が流されてきた結果、吐き口水路に堆積したと考えられた。

このような大量の氷板が侵入した場合、氷の衝突・あるいは接触を受けた樋門ゲートが正常に動作するという保証は無く、積雪寒冷地において河川津波を想定したオートゲート化を考案する場合はこのような氷の作用は無視し得ないものと考えられる。但し、津波による水位変動と氷板が侵入した時間帯との関連性は未だ不明で、氷板侵入時の流況と氷板輸送メカニズム等について引き続き検討していくこととしたい。

河口付近右岸、旧川跡での氷板痕跡を写真-3.2 に示した。管理用道路の上に大きさ 5 m を超える氷板が折り重なるように打ち上げられており、また、この周囲において旧川の水面近傍にも顕著な氷板堆積物が別途確認されている。最も大きいもので長辺 7 m、厚さ 30 cm 程度の三角形形状の氷板が確認され（写真-3.3）、河氷の密度を  $900 \text{ kg/m}^3$  と仮定すると調査者の乗っている氷板の重量は概ね 4~5 トンと推定された。

更に上流の KP.2.20 R 付近から撮影した写真を写真-3.4 (1), (2) に示した。鶴川ではこの付近の右岸側に砂州が発達しているが、砂州上には多数の氷板が堆積していることが確認された。ところが本川河道部分では、滞留氷板はほとんど確認されなかった。河川津波の侵入時には、低水路全体を覆うように氷板が漂流しており、引き波時に氷板は下流へと流されたが砂州上を流れていた氷板が、水深の減少と共に堆積した可能性がある。この現象は、写真-3.4 (2) の中で下流側に高い方に向けて氷板が重なっていることからある程度、裏付けられる。

次に、KP.2.60 地点の鶴川橋より撮影した水位観測所近傍の様子を写真-3.5 に示した。鶴川では、KP.2.40 付近の水面幅が縮小している部分で氷板が集中的に堆積して河道を閉塞している様子が確認された。同写真で KP.2.55 の水位観測所管理橋の全長は 14 m である。図-3 に示したように鶴川では鶴川橋付近から下流にかけ、左右岸にそれぞれ砂州が発達している。そのため KP.2.40 付近で水面幅が狭く



写真 - 3.2 旧川跡を横切る管理用道路に打ち上げられた巨大氷板 (KP.1.13 R)



写真 - 3.3 旧川に散乱する巨大氷板群

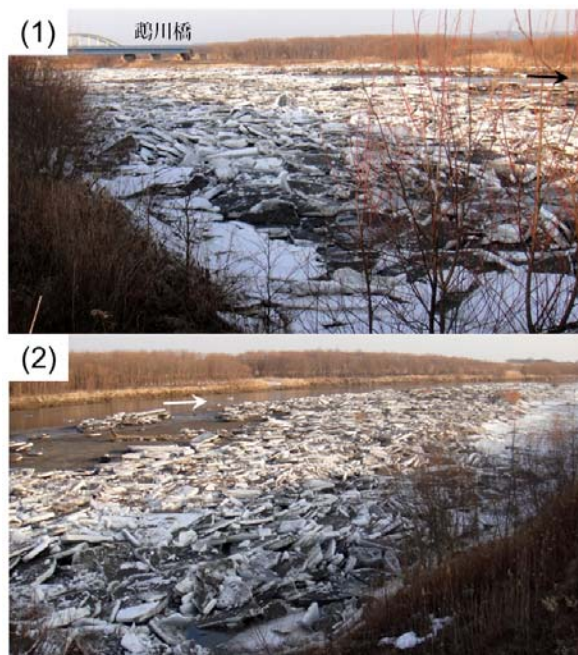


写真 - 3.4 砂州上の無数の氷板痕跡 (KP.2.20 R 付近)

なり、かつ流心が曲がるように流れている。水面幅の狭くなった部分を右岸側から撮影したものを写真-3.6 に示した。多数の氷板が折り重なるように堆積して堰のようになり、そこから下流では氷板堆積物が少ないことがわかる（写真-3.5, 3.6）。



写真 - 3.5 鵜川において津波遡上に誘発されたと考えられるアイスジャムの概況

3/13 16 時頃撮影、写真右に KP2.55 鵜川水位観測所が写っている。鵜川は概ね KP1.90~KP2.50 付近までの右岸側、KP2.40~KP2.70 付近までの左岸側にそれぞれ砂州が発達しているが、撮影当時はいずれも無数の氷板が堆積していた。

写真-3.3 のように、鵜川水位観測所から約 250 m ほど下流で高密度に氷板が集積している様子が確認され、かつ、図-3.2 の水位記録からも一度上昇した水位が長時間継続し、緩やかに解消される傾向が記録されたことから、鵜川においては河川津波によるアイスジャム（氷による河道閉塞）が発生した可能性が高いと考えられる。

このアイスジャムは、次のような過程で発生したと考えられた。津波来襲前、水面をカバーするように結氷を生じていた鵜川下流部に、津波第一波が来襲して、結氷が破壊され無数の漂流氷板が発生し、引き波によって水深の小さい、あるいは川幅の狭い地点に堆積し、堰を形成したために上流側の水位を上昇させたものと推測される。



写真 - 3.6 アイスジャムの先頭部  
(KP2.30 R 付近より撮影)

### 3. 3 本章のまとめ

太平洋岸に河口を持つ鵜川を対象に、水位記録に基づく分析と、寒冷地特有の氷板痕跡に着眼点を置いた痕跡調査を実施した。地震発生時、鵜川は結氷しており、津波で破壊された結氷が、氷板漂流物として輸送され、河道内での滞留あるいは高水敷上や樋門吐き口水路、樋門ゲート近傍に集積している様子が確認された。鵜川においては津波侵入区間において、活発な氷板漂流が生じていた可能性が大きい。

結氷時河川津波の漂流氷板が原因となり、河道内でアイスジャムによる水位上昇が実現現象として確認されたことは、冬期間の津波防災計画を立案する上で重要な知見と言える。本研究の考察によって、その原因を水面幅の縮小部と推定したが、他にも河川横断構造物や蛇行部等もアイスジャムの誘因となり得る。それらのことを考慮しつつ、アイスジャム発

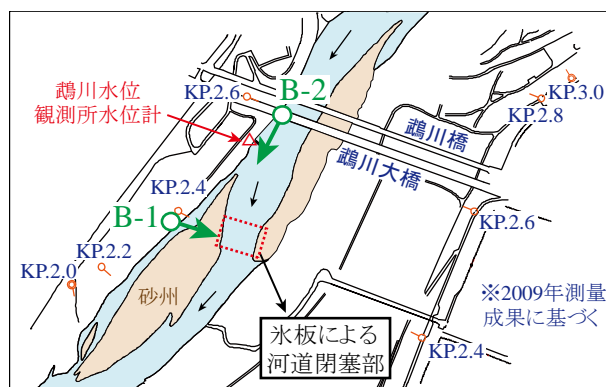


図 - 3.3 鵜川水位観測所付近の河川平面図  
(2008 年測量) と砂州の位置

生危険箇所推定手法の確立が望まれる。



#### 4. まとめ

河川結氷災害の現象の解明のために、現地観測を実施し、観測結果を用いて検討を行った。河川結氷災害として、春先の解氷に伴うアイスジャム現象と河川結氷時の河川津波に伴うアイスジャム現象に着目した。

春先の解氷に伴うアイスジャム現象については、北海道東部に位置する渚滑川における現地観測から、アイスジャムは、気温の上昇により融雪が促されて河川水位が急激に上昇することにより、河氷自体が鉛直上方向に持ち上げられ解氷し、下流へ流下して川幅の狭い地点で滞留したことが推測された。さらに、この河氷の滞留により流水面積は狭められるため、河川水位が急激に上昇したと推測された。

河川結氷時の河川津波に伴うアイスジャム現象については、太平洋岸に河口を持つ鶴川を対象に、水位記録に基づく分析と、寒冷地特有の氷板痕跡に着眼点を置いた痕跡調査を実施した。地震発生時、鶴川は結氷しており、津波で破壊された結氷が氷板漂流物として輸送され、河道内での滞留あるいは高水敷上や樋門吐き口水路、樋門ゲート近傍に集積している様子が確認された。

#### 参考文献

- 1) Beltaos,S., Burrell,B.C. : “Ice-jam model testing: Matapedia River case studies, 1994 and 1995”, Cold Regions Science and Technology 60, pp.29-39, 2010.
- 2) 阿部孝章, 吉川泰弘, 安田浩保, 平井康幸: 「2011年東北地方太平洋沖地震に伴い発生した津波の北海道内における河川遡上」, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.68, No.4, pp.I\_1525-I\_1530, 2012.2
- 3) 吉川泰弘, 渡邊康玄, 早川博, 平井康幸: 「河川解氷時の河氷の破壊と流下に関する研究」, 土木学会, 水工学論文集, 第55巻, pp.S1075-S1080, 2011.
- 4) 吉川泰弘, 渡邊康玄, 早川博, 平井康幸: 「寒地河川における河氷変動と水位変化に関する研究」, 土木学会, 河川技術論文集, 第16巻, pp.247-252, 2010.
- 5) Jasek, M.: “Ice jam release surges, ice runs, and breaking fronts: field measurements, physical descriptions, and research needs”, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 30, pp. 113-127, 2003.2

## **ELUCIDATION OF RIVER-ICE HAZARDS AND DEVELOPMENT OF THEIR COUNTERMEASURES**

**Budget** : Grants for operating expenses General account

**Research Period** : 2011-2015

**Research Team** : River Engineering Research Team

**Author** : HIRAI Yasuyuki , YOSHIKAWA Yasuhiro, ABE Takaaki

**Abstract** : This study aimed to clarify the situation of a river ice jam generated on a river located in eastern Hokkaido. We carried out field observation. The results served to elucidate the conditions of the ice jam's generation. First, higher temperatures caused snow to melt, leading to increased discharge and higher water levels. As a result of this water level rise, river ice was lifted and broke up before flowing downstream and stopping at a narrow point in the river. The ice build-up resulted in further narrowing of the discharge area, causing the water level to rise rapidly. Additionally, during the research period, the 2011 Tohoku Pacific-Coast Earthquake occurred. In response, the authors conducted field observations of the tsunami preceding the frozen Mu River whose mouth is on the Pacific Coast. The results show that the tsunami caused river ice jamming near the river mouth and tremendous number of ice floes deposited inside the river channel, on flood plain and near the sluiceways.

**Key words** : Ice covered river , River ice, Ice jams, Tsunami, Field observation