

# 冬期における名寄川の現状と アイスジャム発生予測システムの導入について

名寄市 建設水道部 上下水道室 浄水場

## 1 はじめに

緑丘浄水場水源（天塩川水系名寄川）におけるアイスジャムによる取水障害は、過去に3回発生している。特に平成25年1月の発生は、取水口から導水路を経由して、ポンプ井まで（次頁図1）にアイスジャムが侵入、閉塞するまでの被害となり、開発局への支援要請に至った経緯がある。

アイスジャムによる取水障害が発生すると、復旧には非常に時間を要し、場合によっては断水へと二次災害の発生も懸念される。

本発表会では、冬期における名寄川の現状とアイスジャムによる取水障害の背景からはじまった、アイスジャム研究及び発生予測システムの導入について報告する。



写真1 アイスジャム発生時の名寄川

## 2 名寄川におけるアイスジャムの概要

### (1) 冬期における名寄川の現状

冬期における名寄川は、例年12月中旬に結氷がはじまり3月下旬に解氷する。結氷してもアイスジャムの発生がなければ取水には問題ない。冬期の取水は、水道用水の他に取水口を同じにする工業用水とがあり、共に取水は原則停止できない。

### (2) アイスジャム現象とは（晶氷またはシャーベット）

寒冷地河川において降雪や河川内で発生した氷が、シャーベット状（晶氷）となり流下して堆積する現象。発生メカニズムは不明瞭であるため、発生時期の予知は極めて困難である。アイスジャムが取水口から侵入すると導水路などが閉塞してしまい、十分な取水量を確保できない。



写真2 結氷した名寄川

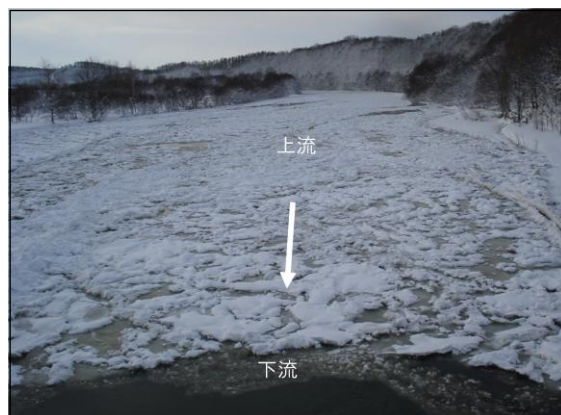


写真3 大量に流下して堆積（アイスジャム）

(3) 過去のアイスジャムによる取水障害

過去の取水障害は、平成 17 年 1 月、平成 21 年 2 月、平成 25 年 1 月に発生している。特に平成 25 年 1 月に発生したアイスジャムは、取水口から導水路・沈砂池・導水ポンプ井までを閉塞させた。これにより、緑丘浄水場では約 10 日間にわたり一時的な取水停止を余儀なくされた。

取水口は人力と重機によりアイスジャムを除去、また沈砂池・導水ポンプ井は施設構造上、重機の進入が不可能なため人力（バケツリレー）での作業となった。

※取水口より沈砂池までの導水路距離は約 300m

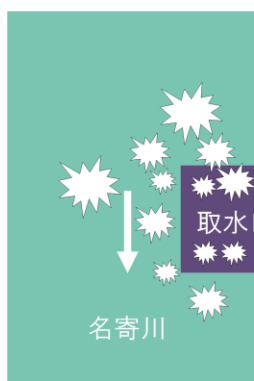


写真 5



写真 6 取水口に堆積したアイスジャムを重機で除去



写真 4 沈砂池に侵入したアイスジャムをバケツリレーで除去

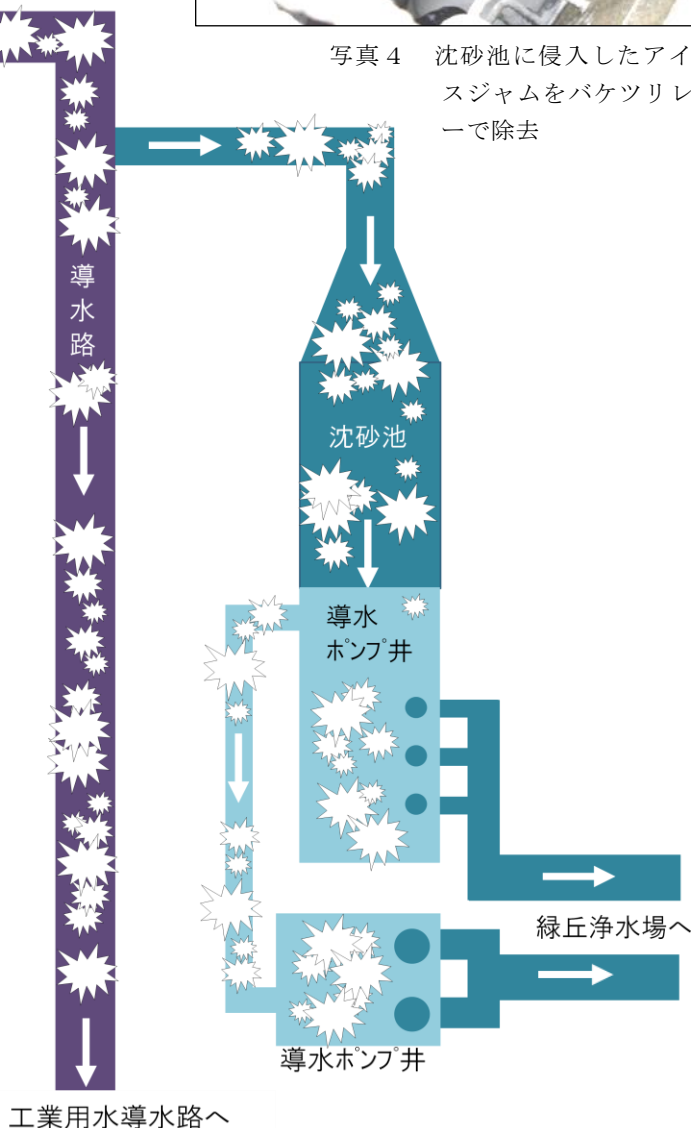


図 1 取水口より導水ポンプ井までの見取図

#### (4) アイスジャムへの対応・対策

過去のアイスジャムによる取水障害から、以下の対応・対策を平成 25 年度より実施している。

##### ①取水口の砕氷（写真 7, 8）

河川結氷によりアイスジャム発生の確認が困難であるため、取水口付近を常に目視できるように重機で砕氷。

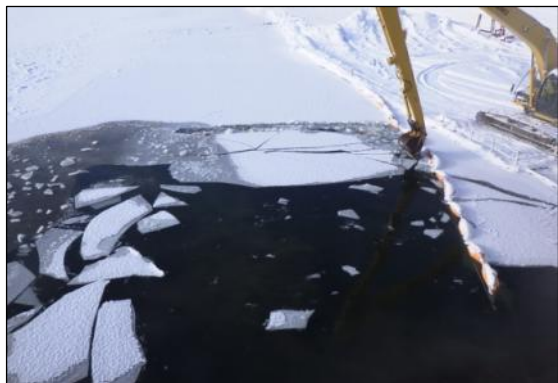


写真 7 取水口の砕氷状況



写真 8 取水口の砕氷後

##### ②水中ポンプによる放水（写真 9）

水中ポンプによる放水で、取水口へのアイスジャム侵入を防ぐとともに再結氷の防止。

##### ③監視体制の強化

平常時より気温、積雪、導水路水位等の情報収集を行い、監視体制を強化。

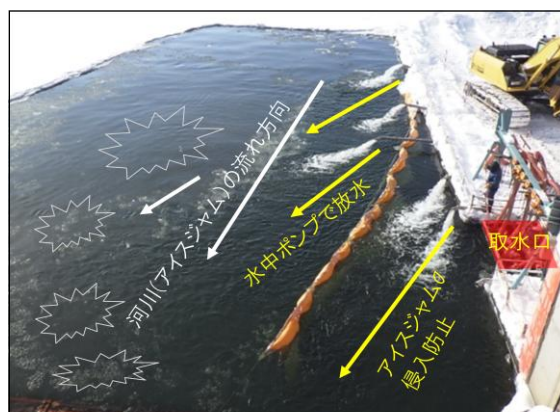


写真 9 水中ポンプによる放水

#### (5) アイスジャム発生に伴う課題

##### ①発生の根拠が不明瞭

アイスジャム発生時期や危険の予知は、経験職員の「勘」に頼るしかない実態。

##### ②短時間での復旧体制確保

積雪寒冷地である本市において、冬期間の民間業者（土木関係）の多くは、除排雪業務に従事していることから、短時間での重機及び人員確保が困難。

##### ③過酷な環境下での長時間復旧作業

人力による復旧作業は、導水路や河川へ転落の危険が常にある。また、気温マイナス 20℃ の環境下で人力に頼るアイスジャム除去作業は、非常に過酷で、なおかつ復旧には非常に時間を要する。

##### ④取水障害から二次災害への可能性

浄水場の配水池貯水量は約 7,000m<sup>3</sup>。しかし、1日あたりの配水量も約 7,000 m<sup>3</sup>であるため、水道利用のピーク時を含む半日以上の取水停止は、断水の二次災害につながる危険性があり、さらなる被害が懸念される。

### ⑤アイスジャム対応への技術継承

アイスジャムによる取水障害は、これまでも数回しか起きていないため、発生時期の予知、復旧への対応、さらには取水制限中での浄水場運転管理など技術継承が困難。

## 3 産官学によるアイスジャム研究について

### (1) 背景

近年の温暖化による豪雪や気温上昇により、アイスジャムの発生回数が増加傾向にある一方、メカニズムは不明瞭であるため、抜本的な対策に踏み込むことが困難であった。また、平成 25 年 1 月に発生したアイスジャムによる取水障害において、開発局への支援要請に至った経緯などを背景に、開発局主導のもと本市を調査地として研究がはじまった。

### (2) これまでの研究及び目的

平成 25 年度～27 年度 観測地：名寄市

産：民間企業

官：開発局・寒地土木研究所・名寄市

学：北見工業大学

目的～アイスジャムの発生メカニズムを解明し取水障害に対して効率的な投資が可能となるような発生予測技術の開発



写真 10 開発局に支援要請

平成 28 年度～29 年度 観測地：名寄市

産：民間企業

官：名寄市

学：北見工業大学

目的～アイスジャムの発生予測の検証及び予測値のメール等による配信の実験

取水施設における取水障害の危険性は、【晶氷輸送量】、【直近の発生晶氷厚】、【上流での包蔵晶氷量】に比例すると仮定

取水障害の危険度を表す値を、晶氷変動量として次式で定義

$$F_v = q_f \times h_{fc} \times D$$

$F_v$  [m<sup>3</sup>/s]: 晶氷変動量。値が高いほど取水障害の危険性が高い。  
 $q_f$  [m<sup>2</sup>/s]: 単位幅晶氷輸送量  
 $h_{fc}$  [m]: 直近の発生晶氷厚の積算値  
 $D$  [無次元]: 上流での包蔵晶氷量の割合 (0 ≤ D ≤ 1)。

図 2 晶氷変動量 (Fv 値) について

### (3) 研究の成果

- ①アイスジャム発生危険値「晶氷変動量 (Fv 値)」を開発
- ②Fv 値のメール等による配信の実験 (予測システムの構築)

## 4 アイスジャム発生予測システムの導入について

### (1) システムの導入について

前述のとおり平成 25 年度～27 年度においては、開発局主導のもと研究が実施され、アイスジャム発生危険値「晶氷変動量 (Fv 値)」が開発された。平成 28 年度～29 年度においては、民間企業主導のもと Fv 値の配信実験により発生予測システムが構築された。そして平成 30 年度からは、本市において各観測機器を購入して、構築されたシステムを導入。より精度を上げるため、引き続き 5 ヶ年で実証研究を行う計画である。

### (2) 本市における必要性とその効果

本市水道事業は、今後の拡張事業において益々水道水の安定供給が重要視されていることや、熟練職員からの経験や勘でしか継承できなかったアイスジャムへの対応について、システムの導入により、よりの確な判断や高度な技術継承及び抜本的な恒久対策が期待される。

### (3) システムの概略

各観測機器（風速計、積雪深計、気温計、日照計等）を取水口周辺に設置。観測した気象データを収集することにより、晶氷変動量（Fv値）を計算。それらのデータを職場のPCや職員のスマートフォンで閲覧を可能とする。



図3 アイスクラム発生予測システム概念図

### (4) Fv値と現場対応について

以下の図は、平成29年11月27日から12月8日までのFv値とアイスクラムの発生及び現場対応状況を表したものである。Fv値の動向と現場でのアイスクラムの発生は、非常に関係性の高いものとなっている。

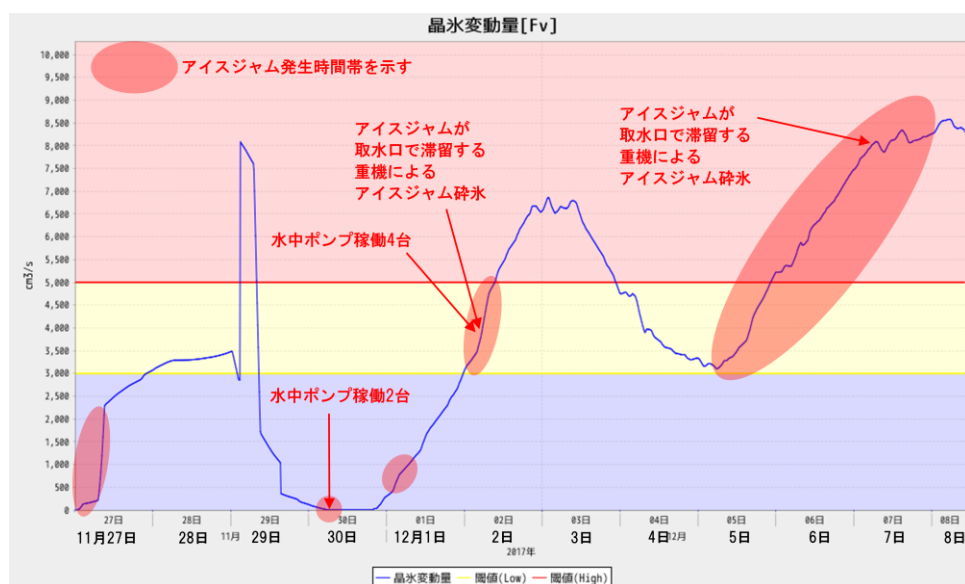


図4 Fv値と現場対応

## 5 おわりに

アイスクラム発生時期の予測が確立すれば、迅速な現場対応や維持管理体制の充実、また効果的な対策の立案につながる可能性もあり、さらなる安全安心な水道水の安定供給が期待される。

本市では、これまでの研究を活かした予測システムをより精度を上げ、将来的には他の事業者にも活用していただけるよう、本格的な実用化を目指して、引き続き実証研究を続けていく必要があると考えている。