

2013年4月にAダムで発生したアイスジャムによる取水障害

Water intake disorder with the ice jam which occurred at A Dam in April, 2013

(独) 土木研究所寒地土木研究所
 北見工業大学社会環境工学科
 (独) 土木研究所寒地土木研究所
 国土交通省北海道開発局札幌開発建設部

○ 正員 伊藤 丹 (Akashi Ito)
 正員 吉川 泰弘 (Yasuhiro Yoshikawa)
 非会員 黒田 保孝 (Yasutaka Kuroda)
 非会員 村瀬 竜也 (Tatsuya Murase)

1. まえがき

2013年4月5日に日本海で急速に発達した低気圧ならびに6日に本州の南岸で発達した別の低気圧が7日夜から8日未明にかけて北海道の太平洋側でひとつにまとまり中心気圧 970hPa まで発達して8日夜千島近海に達した。この低気圧の影響により、太平洋側を中心に大雨となり雪解けが進んだ。7日から8日にかけて、24時間降水量は網走管内宇登呂で145ミリに達した。大雨と融雪による影響を含めて北海道各地で住家被害128件(床上浸水6件、床下浸水49件)などが発生し、札幌市小金湯で81ミリに達し、国道230号の中山峠では土砂崩れも発生した。¹⁾

A川のAダム(流域面積126km²、総貯水容量1598千m³)は、北海道開発局が管理する昭和32年(1957年)に完成したダムである(図-1)。

図-2にダムの流況を示す。この雪解けと雨の影響により、Aダムでは7日から8日までの48時間降水量は35ミリとなり、7日0時に5.38m³/sであった流入量が7日8時には最大取水量である18.0m³/sに達したため、Kダムに導水するための取水口(ダム堤体から1.2km上流左岸側に位置。以下、取水口)のゲートを閉じ、クレストゲートから流入量と同量の放流を開始した。7日15時には流入量が71.46m³/sとなりピークに達した。ちょうどその頃、ダム管理所では取水口のゲートの監視カメラが水没したため、取水口の天端(E.L.335.80m)で除塵作業を行っていた作業員に連絡をとったところ、15時頃上流から「ドンドン」と物がぶつかる音がするので作業を中断して高台で待避していた2~3分の間にいきなり氷が押し寄せたということだった。写真-1に河水の集中流下時の取水口付近の状況を示す。アイスジャムとは解氷期に河水が下流へと流れ、滞留、閉塞する現象である。11時38分に撮影された画像では河道は結氷し、その上に雪が堆積している状況が確認できる。一方わずか4時間後の15時15分に撮影された画像では河水の集中流下が発生し氷板が河道を埋め尽くし、取水口は閉塞した。また、除塵作業に使われていた緑色の小型のバックホウが水没している状況が確認できる。4月26日にAダムで行った取水口周辺の河水の痕跡調査によれば堆積した河水は厚さ1.2mでE.L.336.93mの高さまで上昇していた事がわかっている。2013年は多雪年であり、春先の天候が不安定な状況で今回の事象は発生した。後日の現地調査によって取水口手前の浮き栈橋の損傷、浮き栈橋に据え付けられた監視カメラの破壊が確認された。



図-1 Aダム流域図(縮尺1:50,000)

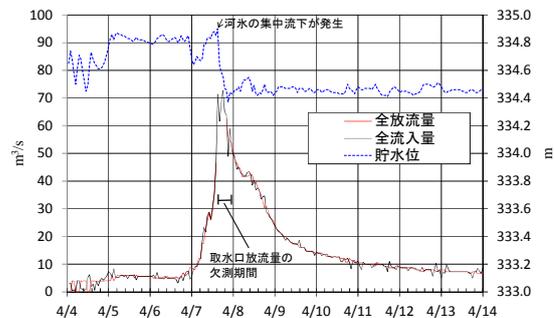


図-2 Aダムの観測水位、流入量、放流量
 流入量と貯水位は氷の影響を含む。



写真-1 河水の集中流下時の河道状況
 Kダム管理支所撮影、上：発生前、下：発生時

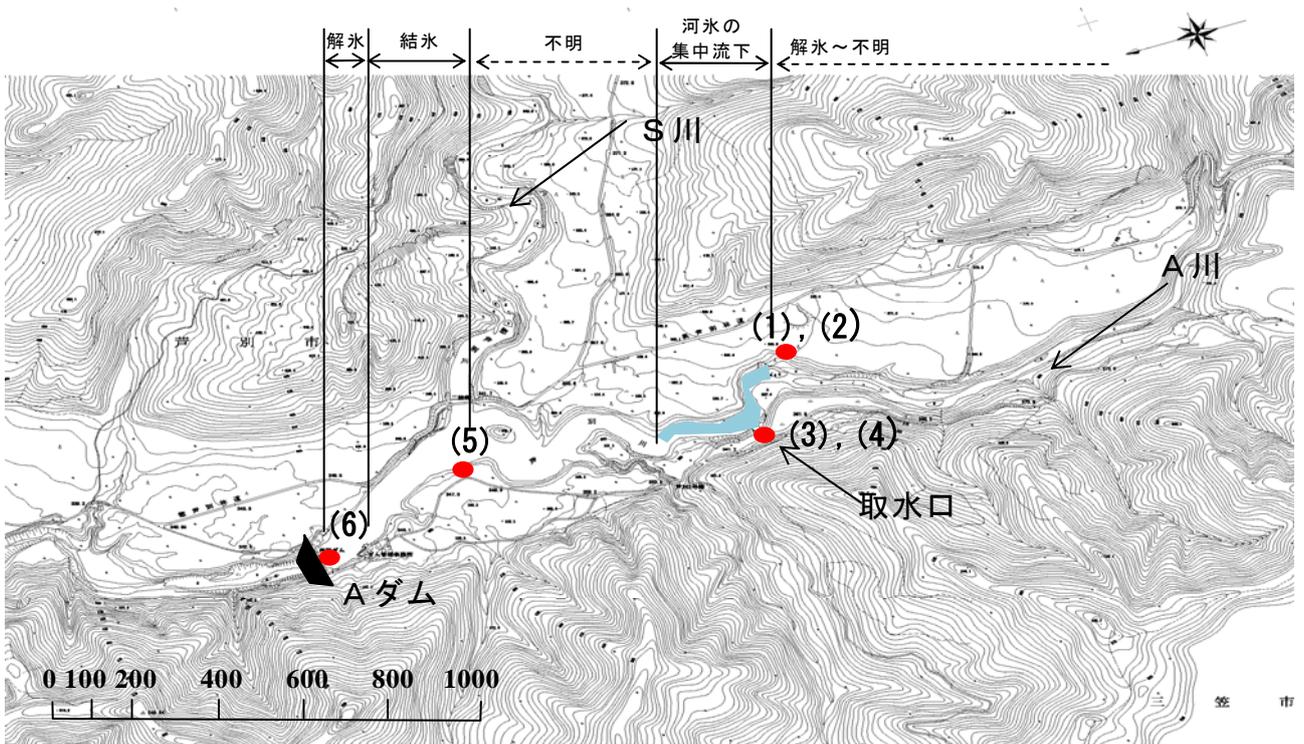


図-3 Aダム貯水池平面図 (縮尺 1:5000)

河水の集中流下時の結氷状況。図中の数字は写真-2の番号を示す。



写真-2 河水の集中流下時の貯水池の様子

2013年4月8日から4月10日Kダム管理支所撮影、(1)取水口より上流100m(上流方向)、(2)取水口より上流100m(下流方向)、(3)取水口付近(上流方向)、(4)取水口付近(下流方向)、(5)S川合流点(対岸から撮影)、(6)ダムサイト(上流方向)

また、この影響で取水およびK発電所も24日間停止した。

本報告では、このような取水障害を未然に防ぎ、冬季のダムの安全な維持管理に役立てるためこの現象の要因を分析した。この現象が発生する以前の取水口上流域(以下、上流域)は結氷しており、直後に実施した現地調査から、上流域が解氷している状況が確認されている。

また、押し寄せたのが雪ではなく氷の塊であったことから上流域で河水が供給された可能性が高いと考えられた。流入量の変化が河水の集中流下の発生によるものであることを検証し、その要因について検討した。

2. 集中流下した河水による閉塞状況

図-3 ならびに写真-2 に河水の集中流下時の貯水池

の状況を示す。取水口上流 100m 付近(1)(2)では上流方向は解氷していた。一方下流方向は河水が堆積していた。取水口付近(3)(4)では上下流とも河水が堆積している状況であった。さらに下流のS川合流地点の対岸(5)では河水が破壊されずに結氷していた。ダムサイト(6)付近は解氷しており、流木止から上流は結氷している状況であった。これらの画像から推察すると河水の堆積範囲は上流方向には取水口上流 100m まで、下流方向は少なくとも取水口下流 200m までは確認できる。したがって、集中流下した河水の先端部については、取水口下流 200m からS川合流点までの区間に存在している可能性がある。

3. 河氷の集中流下時の気象状況

3.1 気温、降水量、積雪深

Aダムではダム管理に資する目的で気象観測を行っている。ここでは、河氷の集中流下の引き金となった要因を気温、降水量、積雪深の2009年から2013年までの5ヶ年の傾向から分析した。吉川ら²⁾は北海道北東部の寒冷地に位置する渚滑川のアイスジャムに関する現地観測において、河氷の流下の始まりは、気温の上昇により融雪が促されて融雪水が河川へと供給され流量が急激に増加したためと推察している。図-4は2009年から2013年までの5年間の3月1日から5月31日までの日平均、最高、最低気温、日降水量(雨雪別)、積雪深の推移を示したものである。観測値は1日を1時から24時までとしたものである。ここで、降水量の雨雪判別として1時間毎の観測気温 T (°C) を基に近藤ら³⁾に従い、 $T > 1.8^{\circ}\text{C}$ の場合を雨、 $T \leq 1.8^{\circ}\text{C}$ の場合を雪とした。なお、Aダム地点の平均風速は 1m/s 程度なので降水量計の補足率は無視した。河氷が集中流下した4月上旬においてプラスの気温に着目すると2009年、2010年、2011年、2013年は高く、2012年は低い。降水量は2009年が雨、雪ともに少なく、2012年はほとんどが雪と判別された。2013年は積雪が多い期間にほぼ毎日継続して雨が降っていたのが特徴的である。積雪深は2009年から2011年にかけて少なく、2012年、2013年は多かった。2009年から2013年の5年間で見ると、2013年の4月上旬は積雪深が多い状況でプラスの気温が続いていた。また2010年、2013年の4月一ヶ月間の日平均気温はほぼ 5°C を下回る低い気温であり、河道内に氷が存在しやすい状況が続いていたといえる。写真-3は河氷の集中流下の発生した翌日である4月8日から4月11日までの取水口周辺の河道の状況である。写真から4月10日までは河氷が河道に存在しているが、11日には消失していた。河氷の集中流下が発生した4月7日の平均気温は 4.6°C と高めであったのに対し、4月8日で 1°C 、9日で 2.5°C 、10日で 1.5°C 、11日で 0.7°C であったことから、この間集中流下した河氷による閉塞が継続していたといえる。

3.2 気温と積雪深の関係

2010年2月26日に、一級河川渚滑川で発生したアイスジャム現象において、直前にプラスの気温が続いてい

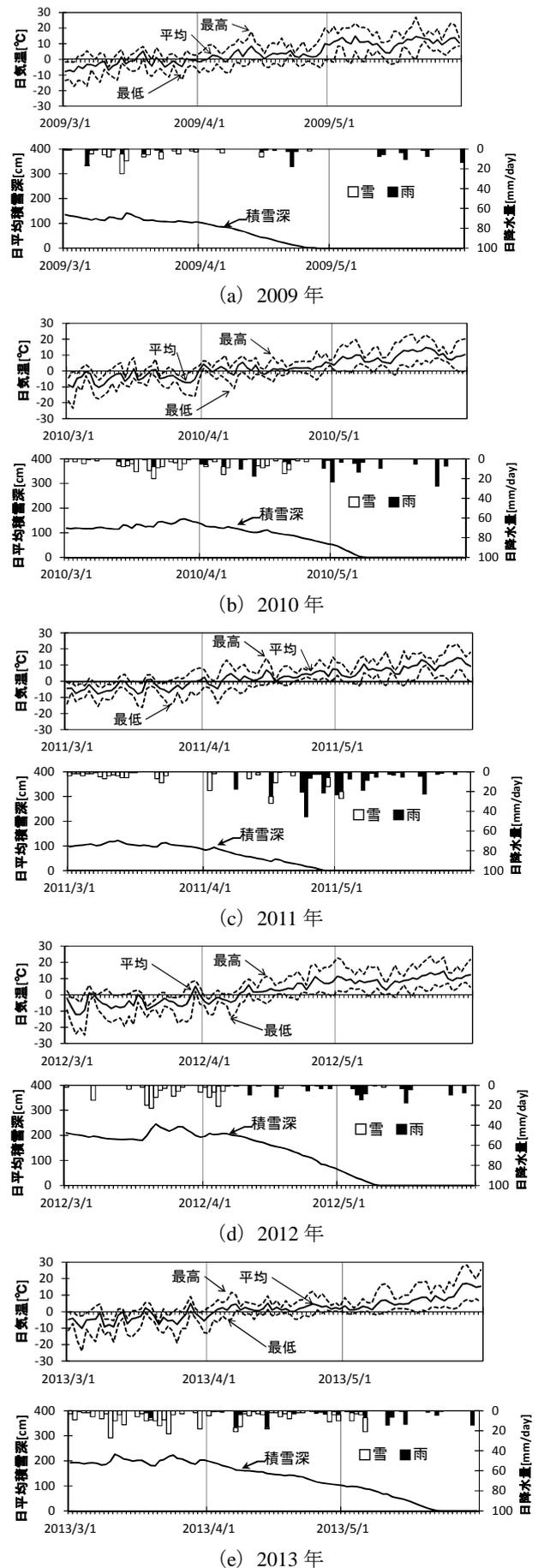


図-4 Aダム地点の日気温、日降水量、積雪深



写真-3 河氷の集中流下と滞留、閉塞、解氷までの取水口の様子

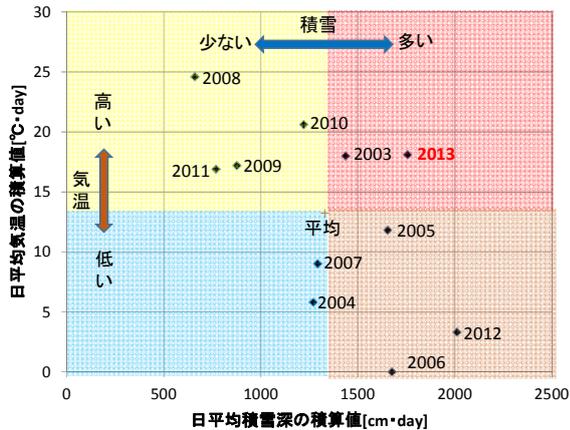


図-5 2003年から2013年までの気温と積雪深の関係 (4月1日から10日までの値)

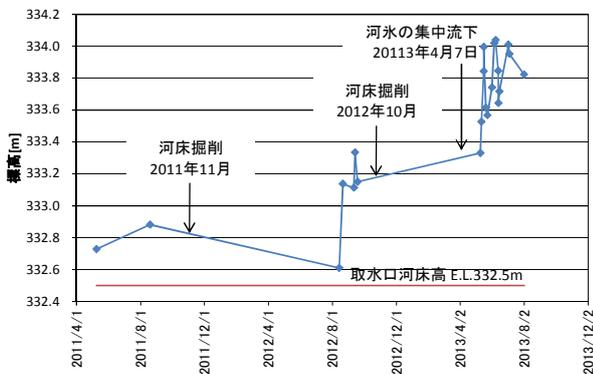


図-6 取水口前面の河床高経年変化図

たことが報告されている²⁾。この現象は融雪期の前に起きており、アイスジャム発生前の河道は結氷し、河道内には多くの河氷が存在していた。すなわち、河氷の供給源となる積雪が多く存在する状況でプラスの気温が続いていたこととなる。そこで、2003年から2013年までの11ヶ年における4月上旬(4月1日から4月10日)の気温と積雪深の関係について検討した。図-5は横軸に日平均積雪深の積算値(cm・day)、縦軸にプラスの日平均気温の積算値(°C・day)で示した。図から2013年は11ヶ年平均と比べて気温が高く、積雪が多い。一方、2008年は2013年より気温は高いが積雪は少ない。2012年は2013年より積雪は多いが気温は低かった。

4. 取水口周辺の河道

取水口前面の河床高の変化を図-6に示す。取水口の標高はE.L.332.5mである。ダムでは取水口の維持管理のため、年1回取水口から上流側で河道掘削を行っているが、図から取水口前面の河床高は上昇傾向にあることがわかる。平成24年8月と平成25年5月を比較すると70cm程度上昇していることがわかる。吉川ら⁴⁾は天塩川の現地観測から河川結氷と河道特性との定性的な関係として、蛇行部などで緩勾配となる区間では流速が遅いため、上流から流下する河氷が滞留および閉塞しやすいとしている。河氷の供給源となった取水口上流域は川幅が広く、取水口周辺は川幅が狭く緩勾配であることから、河氷の滞留、閉塞した要因の一つと推察された。

5. あとがき

2013年4月7日にAダム取水口において河氷の集中流下による流入量の急激な変化が観測された。この現象について気象と河道特性から、明らかとなったことを以下に示す。

(1) 気象

河氷に供給される積雪量が多かったこと。春先の急激な気温変化が挙げられる。2013年4月上旬の気温は11ヶ年で比較すると高く推移しており、このことが水温の変化に影響を及ぼし、河氷の融解を急激に促進した。また、4月初旬の集中的な降雨も解氷の促進と流量の増加を促し、氷板を破壊して河氷の集中流下を発生させた要因と考えられる。

さらに、河氷の集中流下後に低い気温が続いていることから、流下した河氷がすぐに融解されずに滞留し続け、およそ4日後に解氷に至ったと推察される。

(2) 河道特性

取水口周辺は近年河床高が上昇傾向にあり、水深が浅くなっており、河氷が滞留、閉塞しやすい条件下であったことが示唆された。

吉川ら⁵⁾によれば2003年4月17日に北海道北部に位置する朱鞠内湖(雨竜第一ダム)において、わずか1~2時間でダムの設計洪水量に達する急激な増水が観測されたと報告されている。本報告は2013年と同様な気象パターンには注意が必要であることを示唆しており、対策を進めるうえで有意義な知見が得られた。今後は河氷を考慮した水理計算等を行い、この現象について定量的な検討を行いたい。

参考文献

- 1) 札幌管区気象台：平成25年4月7日から8日の暴風と大雨及び融雪に関する気象速報、<http://www.jma-net.go.jp/sapporo/index.html>
- 2) 吉川泰弘、渡邊康玄、早川博、平井康幸：渚滑川のアイスジャムに関する現地観測、寒地土木研究所月報、No.701、pp.2-9、2011。
- 3) 近藤純正、本谷研、松島大：新パケツモデルを用いた流域の土壌水分量、流出量、積雪水当量、及び河川水温の研究、天気、42、pp.11-21、1995。
- 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、河川技術論文集、第16巻、pp.247-252、2010。
- 5) 吉川泰弘、秋山泰祐、山田知充、巖倉啓子：アイスダム決壊によるダム湖の流入流量の急激な増水、寒地土木研究所月報、No.689、pp.13-16、2010。