

忠別川における長期的な出水頻度・強度が低水路幅に与える影響の考察

A Study on the Influence of Long-term Frequency and Strength of Flood on the Low Channel Width in the Chubetsu River

北海道大学工学部環境社会工学科	○学生員	安藤裕一 (Yuichi Ando)
北海道大学工学部工学研究院 准教授	正会員	久加朋子 (Tomoko Kyuka)
北海道大学工学部工学研究院 教授	正会員	今日出人 (Hideto Kon)
北海道大学工学部工学研究院 教授	フェロー	清水康行 (Yasuyuki Shimizu)

1. 研究背景

近年全国的に多発する豪雨災害では小規模の急勾配を有する河川区間において低水路幅が数倍以上まで拡幅、破堤、落橋、道路崩落等の多数の被害が生じている¹⁾。なかでも、2016年北海道豪雨災害では、道内の大多数の河川において既往最大流量を観測し、長年に渡って河道内へと侵入してきた樹木の大半を流失させると共に、河川水位が計画水位を超えていない場合であっても流路の蛇行化に伴う堤防決壊等が確認された。

既往研究では、中小河川に対する無次元川幅の目標値は提示されている²⁾。しかし、2016年北海道豪雨災害で認められたような平時の流量が小さく、河道内に植生侵入の進んで低水路が狭まり、急流河川における出水時のリスクに関する検討は非常に限られた状況にある。河道内における植生侵入の増加は、低水路を固定し、その幅を次第に狭くするため、出水時における河道内の河積が減少すると共に、植生自体が流れの抵抗となることによる氾濫リスクの増大が懸念される。

河川における植生侵入に伴う低水路幅の変化は、出水頻度と出水強度に影響を受けることが知られている。たとえば、イタリアの網状河川であるタリアメント川を対象とした既往研究³⁾では、網状河川では1~2年程度に1回起こる比較的頻繁な出水が植生侵入状況を強く支配すること、この規模の出水の減少が植生侵入面積を増加させることが報告されている。今日、我が国でも全国各地で河道内への樹木侵入抑制等を目的としたダムフラッシュ放流等が実施されているが、急流河川の治水対策としてどの程度の出水規模と頻度が必要であるかに関する、樹木管理・低水路幅維持に繋がる知見は少ない状況にある。

そこで本研究では、比較的長期間かつダム建設前後の流量データおよび航空写真の揃う調査地点において、日流量、出水頻度、出水強度の経年変化を整理し、それらパラメーターに影響を受けると考えられる低水路幅の変化について、植生侵入率を用いた評価を行った。道内での対象河川には、忠別川、札内川、音更川の3河川が想定されたが、ここではまず、近年になって大きな樹木流失や流路変動が起きていない忠別川を対象に検討を行った。これより、どのようなタイミングで低水路幅の縮小が生じているかを把握することを目的とした。

2. 忠別川諸元

石狩川水系忠別川の諸元は以下のとおりである。図-1に忠別川の位置を示す。忠別川は石狩川水系石狩川の支川であり、総延長距離 59.2km、流域面積 1062.6 km²、勾



図-1 忠別川位置

(国土交通省北海道開発局 HP より転載・一部加筆)

配 1/100~1/300 の、大雪山系の白雲岳や旭岳などを源とする河川である。

上流域(石狩川合流点から上流へ約 31km)には、洪水調節・流水の正常な機能の維持・灌漑・上水道・発電を目的とする忠別ダムが1977年度に着手、2006年度に試験湛水開始、2007年度に完成している。忠別ダムの流域面積は238.9 km²であり、忠別川の流域の約4割強に相当する流域を有することが分かる。忠別ダムのダム湖からその上流にかけては、1/13以上の急勾配を有するU字谷が形成されており、大規模な斜面崩壊や土石流が発生するなど、土砂生産が活発である⁴⁾。また、河床材料は大粒径の石礫であり、ダム完成以前は下流まで土砂供給量が比較的多かったと推察される。

3. 忠別川における水理条件、植生侵入率の経年変化

3.1 河道形状変化の概要

図-2に、忠別川のKP6.2~KP8.4付近における経年変化を示す。図-2によると、以前の忠別川は河道全体にわたって裸地砂州が広がっていたが、2016年には忠別川の大部分にわたって河道内へと樹木が侵入し、低水路幅が狭くなりつつある様子が見取れる。また、以前の忠別川では河道内に複数本の流路が形成されているが、近年、低水路幅が狭くなるに従って流路本数が減少すると共に、流路が蛇行化していることが分かる。これは、既往報告でも指摘されるように、河川内にある程度の植生が侵入することで、流路の本数が次第に減少し、短列蛇行流路が形成されたためと考えられる。同様の現象は、十勝川水系の札内川や音更川でも確認されている。ただ



図-2 忠別川の低水路幅・植生侵入状況の変化

- a) 1974年～1978年の合成されたオルソ写真（国土地理院）
- b) 2016年6月23日 Google earth

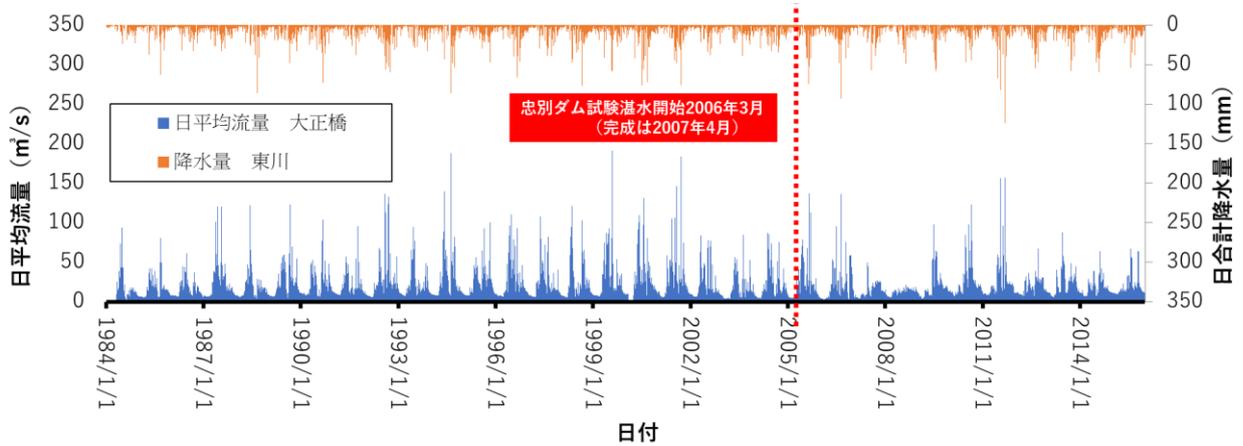


図-3 大正橋観測所における日流量と東川町観測所における日合計降水量

し、忠別川においては、札内川や音更川のような出水時に短時間で流路の蛇行化が進行することに伴う堤防決壊等^{5),6)}はこれまで生じておらず、流路は以前も今も、左右岸の堤防内に収まっている。

3.2. 水理条件の経年変化

ここでは、忠別川の中流付近に位置する国土交通省の水位流量観測所である大正橋（図-2）を対象とする。大正橋付近の勾配は約 1/165 であり、水位、流量観測データは 1984 年と比較的古くから存在する。

今回、ダム建設前後の長期間における水理条件の変化を把握するため、国土交通省水文水質データベースから大正橋観測所における 1984 年から 2015 年までの毎時に測った流量データを平均したものを求めた。以後これを日流量データと呼ぶ。これより、忠別川の大正橋観測所において、日別平均流量データを計 32 年分揃えた。これより、忠別ダム湛水以前の水理条件を 32 年分、ダム湛水後の水理条件を 10 年分揃えたこととなり、ダム湛水前のデータが比較的十分に得られたと考えられる。

図-3 に、大正橋観測所における日流量データおよび忠別川流域の上流に位置する東川観測所（図-2）における 1984 年～2015 年の降水量日合計を示す。図-3 に示すように、1984 年から 2015 年までの日流量を平均すると 16.15 m³/sec であった。また、日最高流量を記録したのは、1999 年 7 月 29 日であった。

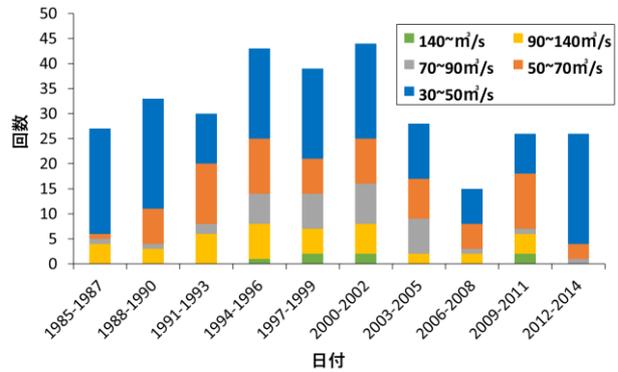


図-4 忠別川における出水頻度

（大正橋観測所の日流量データを 3 年間隔で整理）

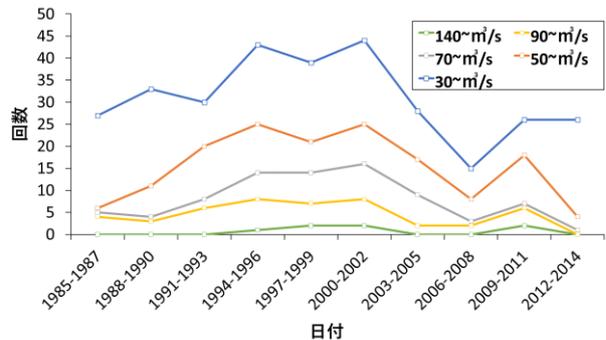


図-5 忠別川における出水強度

図-4 は、図-3 に示すデータを出水頻度として整理し

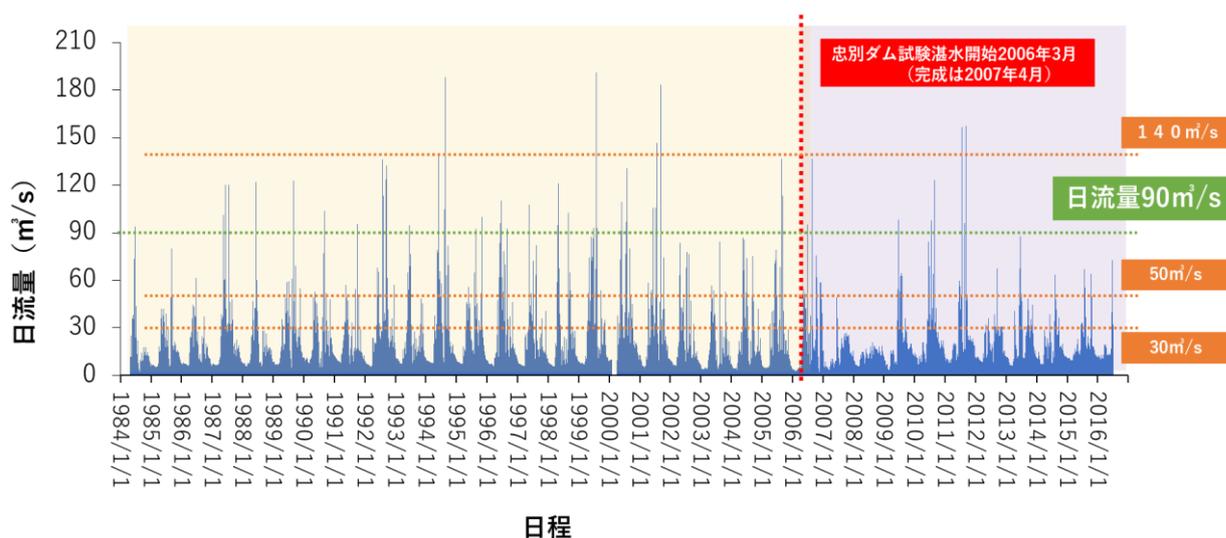


図-6 大正橋観測所における日流量

縦軸は当該流量の経験回数，横軸は前回出水時からの経過日数を表す

た図である。図-4によると、忠別川における出水頻度を比較すると、1994年頃から2001年頃までの8年間、出水頻度がそれ以前および以後より高いことが分かる。その後、図-3と比較すると、2001年をピークに出水頻度は減少傾向にあるとわかる。特に90 m³/sec以上の頻度が2000年頃から減少傾向にあることが分かる。

次に、図-5に出水強度の経年変化を示す。出水強度は日別平均流量データから30 m³/sec、50 m³/sec、70 m³/sec、90 m³/sec、140 m³/secを超えた回数を数え、3年おき、流量毎に集計したものである。各流量カテゴリの合計数のため、50 m³/secは30 m³/secを含むなど重複がある点に注意する必要がある。図-5より出水強度を比較すると、2000年頃をピークに上述の出水頻度(図-4)のみでなく、出水強度も小さくなっていることが分かる。また、出水強度は大出水のみでなく、低流量から大流量まで全て減少していることが分かる。

そこで、図-6に大正橋観測所における日流量を示す。図-6により、ダム建設前と建設後と比較すると、建設前のほうは90 m³/secを超える出水が著しく多いことが確認できる。

ダム完成と湛水は2006年からであることを考えると、2002年以降からの継続的な忠別川における経年的な出水頻度と強度の減少は、ダム操作によるものに加えて降雨の影響も十分にあると推察される。

そこで、図-3に示す忠別川流域の1984年～2015年の降水量日合計と日流量の変化を比較する。図-3より、全体的な降水量の傾向はあまり読み取れないものの、2002年から2005年にのみ着目すると、降水量が例年より少ない時期であったことが分かる。これより、2000年から2005年の間に出水頻度と出水強度が全体的に減少したのは降水量が少なかったことが要因であると考えられる。その一方で、2006年以降は降水量が再び例年並みに戻っていることを考えると、忠別ダムによる出水時の操作の結果であることが推察される。

3.3 植生侵入率(低水路幅)の経年変化

ここでは、上述の水利条件とそれに対応すると考えられる低水路幅変動特性を比較する。ただし、低水路幅は流量に応じて変化することから、河道内への植生侵入状況の経年変化を追跡することとした。大正橋観測所付近の大正橋から緑東橋の間1 km間を対象とし、堤防に囲まれた領域内における植生が占める比率をQGIS(ver./3.4)より上空から見た投影面積率として整理した。

検討に用いた航空写真(オルソ画像)は、1989年、1994年、1999年、2003年、2006年、2012年、2014年、2016年の計8枚である。図-7に、当該区間における植生面積の割合の変化を示す。図-7-aおよび図-7-dからわかる通り、1989年から2000年にかけては河川周辺の植生面積割合の変化は多少上下しているが大きく変化はないと読み取ることができる。しかし、2000年付近から植生面積割合は減ることなく増え続けていることがわかる。これは、上述した出水頻度および出水強度が低下した時期と概ね合致する。たとえば、上述した網状河川を対象としたタリアメント川の報告では、1～2年ごとに発生する出水規模が樹木の定着抑制に重要な働きをすることが指摘されている。地域的な特性や川自体のスケールの違いはあるものの、同様な傾向が忠別川でも確認される可能性があるかと仮定を行うと、忠別川においても2002年を境に90 m³/sec規模の出水の頻度が減少しており、この規模の流量の出水頻度の減少が河道内への樹木侵入を促した可能性も推察される。この要因については、忠別川の場合は降雨の少なさがきっかけである可能性が高く、その後ダムが完成したことで、河道内樹木が流失せず、定着し、その領域を広げたものと考えられる。

今後、忠別川に加えて札内川、音更川と同様の検討を行うことで、水利条件と低水路幅の変化の特性についてより詳細に検討を行う。

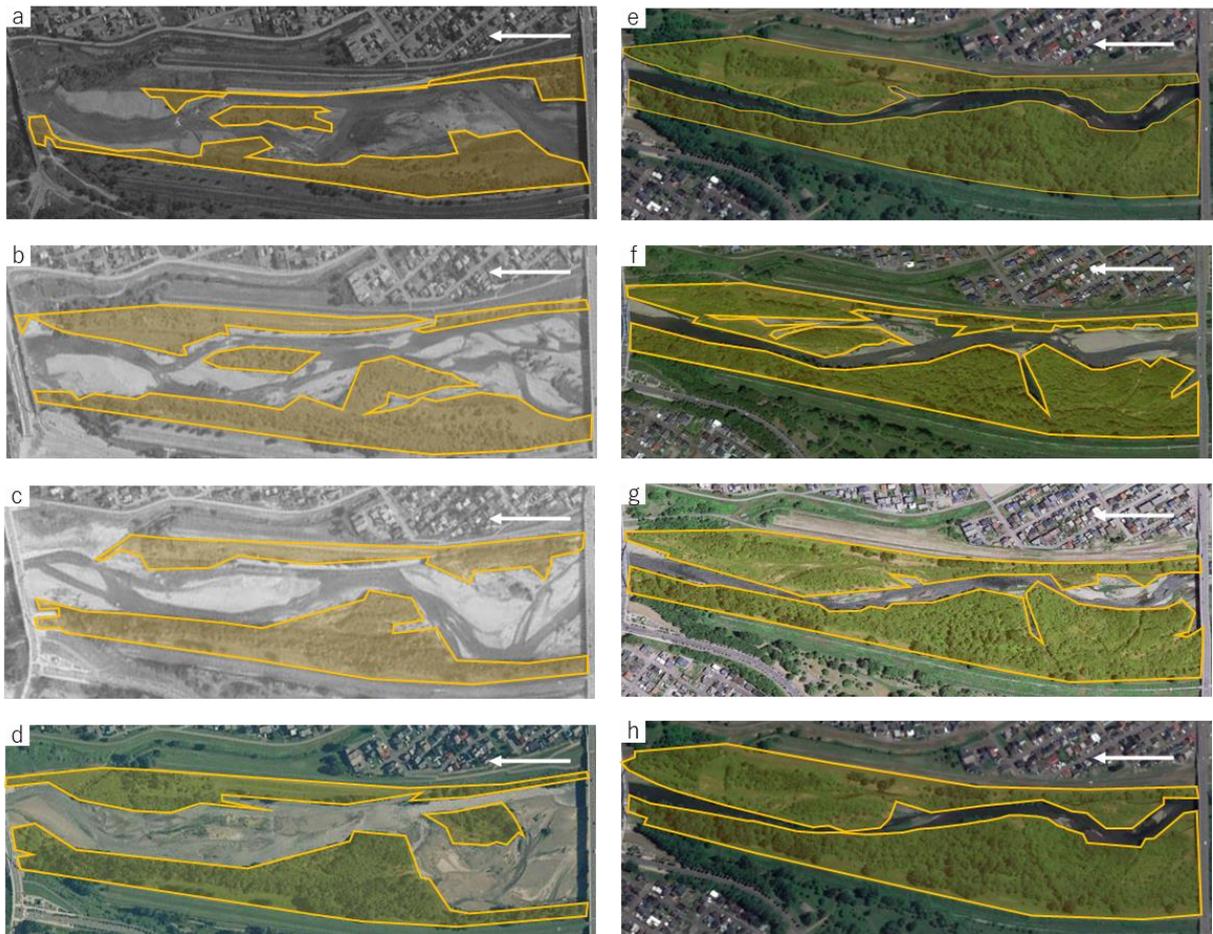


図-7 忠別川 大正橋周辺の植生の経年変化

a.1989年, b.1994年, c.1999年, d.2003年, e.2006年, f.2012年, g.2014年, h.2016年
 (1989年, 1994年, 1999年, 2003年, 国土地理院より転載・一部加筆)
 (2006年, 2012年, 2014年, 2016年, Google earthより転載・一部加筆)

4. まとめ

本研究の結論は以下のとおりである。

- ・急流河川である忠別川の大正川付近では 2000 年頃以降年々、流域の植生範囲が拡大している。
- ・2001 年から 2005 年は忠別川上流の降水量が例年より少なく、それにより出水の頻度は少なくなった。
- ・2006 年には忠別ダムが大正川より上流に建設され、ダム操作により出水の頻度は少なくなった。
- ・出水の頻度の減少と同様のタイミングで流域の植生の範囲が拡大したことから、忠別川の出水頻度と出水強度の変化が低水路幅の変化の相関関係が立証できた。
- ・本研究では忠別川における検討を行ったが、同様の検討を札内川や音更川などの急勾配河川にも実施し、出水頻度と出水強度の変化が低水路幅の変化の特性についてより詳細に検討を行う。

5. 謝辞

本研究は公益財団法人河川財団の河川基金事業（久加：2018-5211-049）の助成、北海道大学工学院森川剛氏、渡邊健人氏のご協力を頂いた。ここに謝意を示す。

参考文献

- 1) 土木学会災害調査団：2016年8月北海道豪雨災害調査団緊急報告会資料，2017.
- 2) 福岡捷二，新井 田浩，佐藤健二：オギの河岸浸食抑制機構と耐力の評価，水工学論文集，Vol.36,pp81-86,1992.
- 3) Nicola Surian, Matteo Barban Luca Ziliani, Giovanni Monegato, Walter Bertoldi, Francesco Comiti: Vegetation turnover in a braided river. frequency EARTH SURFACE PROCESSES AND LANDFORMS Earth Surf. Process. Landforms Vol.40, pp542-558,2015.
- 4) 出合寿勇，村上泰啓，尾形寿：忠別川上流域の急崖地形における土砂崩壊量の推定と崩壊傾向の考察について —2008 年融雪期の忠別川上流の事例一，国土交通省北海道開発局第 52 回（平成 20 年度）北海道開発技術研究発表会,2008.
- 5) Iwasaki Toshiki, Yasuyuki Shimizu, Ichiro Kimura: Advances in Water Resources Vol93 ,118-134,2016.
- 6) 渡邊 健人,久加 朋子,山口 里実,清水 康行: 大規模出水時における河道内樹木と流路変動特性の関係-札内川を事例として. 水工学論文集, Vol.74,, pp1015-1020, 2018.