

情報技術システムを活用した 河川管理の高度化・効率化の検討 —画像解析等を用いた河川情報支援手法の検討—

札幌開発建設部 河川管理課 ○山上 訓広
札幌開発建設部 札幌河川事務所 松本 政徳
北海道大学大学院 情報科学研究科 長谷山 美紀

全国平均と比べ北海道の事務所当たりの河川管理延長は長く、水難事故や不法投棄の是正処置、河川管理施設等の日常点検巡視、及び利用実態の把握には膨大な時間と人件費を要している。今後、人員削減に伴う技術者不足や予算上の制約を鑑み、効率的な管理手法の確立は喫緊の課題である。本論文では、河川管理の効率化に向け画像解析等によるCCTVの平常時利活用の検討、並びに河川管理支援システム構築等への先進的な取り組みについて報告する。

キーワード：基礎技術、維持・管理、保全・共生

1. 背景

札幌開発建設部管内の水門、樋門、排水機場等の河川管理施設は図1に示す通り600施設以上存在し、約2割の施設が設置後40年を経過している。20年後にはその割合が約7割に達する。河川管理施設の老朽化が進む中、出水期前には、河川管理施設の変状や損傷の発見や逼迫度に応じた適切な修繕を行うべく、管内全川の点検^{1),2)}を河川管理者自ら実施している。長大な管理延長を限られた時間と人員を用いて損傷箇所を効率よく点検するには、高度な専門性が要求される。

更に、点検により発見された変状等の程度から、修繕の緊急性の評価は、既存の評価要領^{3),4)}において判断指標が定性的に示されており、その判断は担当職員の経験や技術力に依存している。そのような現状を鑑み、点検結果の評価の妥当性を担保するために、経験の豊富な熟練職員から、経験の浅い若手職員への技術力継承は喫緊の課題と言える。また、都市部での日常巡視では、危険行為や不法投棄等(図2参照)の発見やその是正処置(図3参照)には膨大な時間や人員を費やしている。一方で、是正処置のさらなる迅速化が求められている。このため河川の既存の監視方法の改善や、日々蓄積される膨大な河川管理情報の中から必要な情報を、効率良く探し出し、有効活用する手法の確立が必要である。

本論文では河川管理の高度化や効率化、技術力継承の課題解決に向け、北海道大学大学院情報科学研究科の長谷山教授との共同研究として、1. 画像解析を用いた河川管理施設の点検効率化、2. CCTV画像解析による効率的な河川管理、3. スマホを用いた市民参加型の河川情報の収集・発信、の3つの先進的な取り組みについて報告を行う。

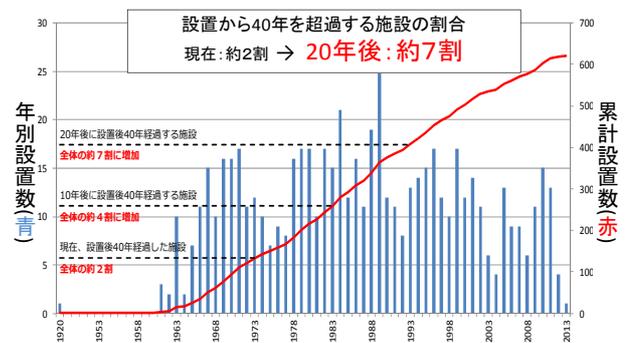


図1. 設置年と設置数の関係



図2. 不法投棄状況写真



図3. ゴミマップによる注意喚起 (豊平川)

2. 画像解析を用いた河川管理施設の点検効率化

現状の河川管理施設における点検の実施や変状の評価にあたり課題は2点ある。1点目は、堤防点検により発見された変状はその損傷の程度を評価要領^{3,4)}に基づき評価をしているが、変状等の程度の評価が定量化されていない点である。職員は、膨大にある既往変状等のデータの中から似た事例を抛り所とし、修繕の緊急性等を総合的に勘案し評価を行う必要があるが、予算等を勘案しつつ過去の経験等により手探りで評価しているのが現状である。2点目は、堤防点検の技術力継承である。経験豊富な熟練職員は図4に示すような堤防の変状等を見落とし無く、効率的に点検出来るが、経験の浅い若手職員の場合、困難である。

本章では堤防点検の効率化や技術力の継承を目的に、画像解析を用いた上記各課題解決へのアプローチについて報告を行う。

(1) 点検結果評価支援システムの適用性検証

点検者によって生じる点検評価の差異の平準化を支援する研究が長谷山ら⁵⁾により行われている(図5参照)。長谷山らは点検結果データを変状の類似性に基づき分類する技術を開発し、共同研究を通してNEXCO東日本が、試行的に変状の評価を支援するシステム⁶⁾を実装している。図6に示す同システムでは、新規変状と過去の点検結果との類似性を抽出し、類似性の高い画像を優先的に表示することが可能である。

評価に苦慮する堤防点検データを同様な評価システムへ適用することにより、従前の紙面によるデータ蓄積では困難であった、変状等の程度について類似性の高い既往点検結果の抽出や比較が可能となり、評価の円滑化や点検者の評価差異の平準化が可能になると考えられる。

(2) 視線追跡実験

効率的な堤防点検の技術力継承のため、点検技術の具体化が必要である。点検時に点検者がどの箇所をどの程度傾注しているか分析するため、視線追跡機器を用いた実験を行った。視線追跡とは、眼球の動きを赤外線で捉え、視線を追跡する手法である。一般的に堤防点検は3~5人体制にて実施するが、長谷山研究室との共同で行った月寒川での実験では、被験者へ影響を及ぼしうるノイズを極力排除するため、1人ずつ堤防点検を行った。図7に示すとおり、視線追跡機器を装着し、熟練職員から若手職員4名による堤防点検を実施し、視線の解析が長谷山研究室により行われた。映像解析によって得られた知見は、長谷山研究室により、映像情報メディア学会メディア工学研究会(2016年2月22・23日、北海道大学情報科学研究科)で発表の予定である。

今後も継続した、北海道大学長谷山研究室と連携により、点検結果評価支援システムの構築や定量化された堤防点検の技術力を蓄積していきたい。



図4. 堤防点検の代表的な変状

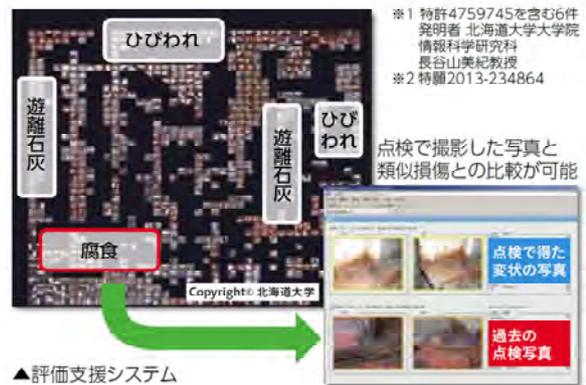


図5. 画像解析結果
(NEXCO 東日本コーポレートサイト CSR 取り組みより)



図6. 新規変状と既往変状の比較イメージ
(NEXCO 東日本報道提供資料より)

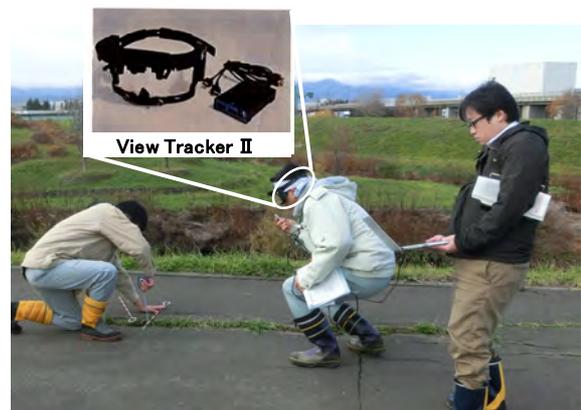


図7. 月寒川での視線追跡実験の様子

3. CCTV映像解析による効率的な河川管理

道都札幌を貫流する豊平川では、河川管理区域内の利用頻度が高いが故に、ゴミの不法投棄や水難事故に繋がる危険行為等が頻発している。平常時の河川利用としてのBBQや水遊び行為等は、不法投棄や危険行為等に繋がる恐れがあり、河川巡視員による巡視時の呼びかけ等により、予防策を講じることが可能である。しかし、突発的な危険行為等については、河川巡視員が発生時刻・場所に居合わせない限り、事故を未然に防ぐことは不可能である。そのような突発的な行為の監視には、リアルタイムに河川管理区域を視認可能なCCTV装置(図8参照)の活用が有効である。CCTV装置とは、出水時において、河川管理者等による河川空間や管理施設の現況の確認(図9参照)を目的に設置され、遠隔地をリアルタイムに複数箇所を視認可能とする装置である。しかし、平常時に予測不能な危険行為等の視認を目的とした、河川管理者による常時監視は現実的に困難である。そこで長谷山研究室のご協力により、CCTV装置で撮影された映像解析による危険行為等の自動検出の可否について解析して頂いた。

映像解析には、豊平川でも特に利用頻度が高い豊平橋、南大橋、幌平橋地点における2015年6月26日(金)~28日(日)のCCTV映像データを用いた。図10はBBQの利用状況の一例であり、解析結果より以下のことが明らかとなった。

- ・既存のCCTV装置により撮影された映像は解析に十分耐えられる解像度を有しており、広角なCCTV装置の撮影範囲から利用者の行動特徴を捉えることが出来、利用者の河川利用区域及び利用形態について自動検出の可能性が示された。
- ・利用者の行動特徴を検出可能な河川利用区域としては、堤防天端、堤防法面、高水敷、低水護岸、砂州、流水部等であり、利用形態としては水遊び、不法投棄行為、BBQ、散歩、自転車の通行、キャッチボール等である。
- ・上記行為は、リアルタイムでの自動監視や利用形態の検出や自動追跡の可能性が示された。(図11参照)
- ・河川利用形態の検出数に基づく、河川管理区域の利用頻度の時間的な変化、及び時空間的な偏重について分析が可能である。

このCCTV映像の解析技術をシステム化し、さらに上記行為が検出された際に、自動的に担当職員へ通知するような機能を追加することで、河川管理者の河川管理区域内の平常時監視を支援し、不法投棄や突発的な危険行為等に対して、従前の監視手法では困難であったリアルタイムでの注意喚起の実施等が可能となる。また、河川状況の空間的・時間的な偏重の分析により、河川管理区域における危険行為や不法投棄等が頻発する箇所や季節や時間について精査によって、効果的かつ効率的な是正処置の検討、及び対策が可能になるものと考えている。



図8. CCTV装置の設置状況(豊平川)



図9. CCTV装置による遠隔視認状況(豊平川)



図10. BBQ利用状況の検出(豊平川)



図11. ゴミの不法投棄等の検出(豊平川)

4. スマホを用いた市民参加の河川情報の収集・発信

河川区域におけるゴミ等の不法行為等は、河川管理者により是正処置を行っているにもかかわらず、例年一定量発生し、減少傾向に至ってはいない。図 12 に示す、河川管理者と市民ボランティアによる清掃以外による、根本的な解決策として、周辺住民や河川空間利用者の河川愛護精神を高揚させる取り組みについて検討を行った。

釧路開発建設部では、周辺住民等からなるボランティア“釧路湿原川レンジャー”⁷⁾を公募し、平成12年度から釧路湿原や河川区域において良好な河川環境づくりを実施している。主な活動の1つとしての観察活動では、図13に示すような河川管理区域の不法投棄や環境情報等を河川管理者へ報告している。

札幌開発建設部では、市民ボランティアに河川管理区域の環境情報等を提供してもらう仕組みとして「豊平川川レンジャープロジェクト(案)」を企画検討している。プロジェクトの流れは以下の通り。

① 札幌河川事務所により、無料スマホアプリをダウンロード出来る独自のフェイスブックページ“豊平川川レンジャー”(以下、「川レンジャー」という。)の開設を行う。図 14 に川レンジャーHP のイメージ図を示す。

② 河川敷地内での公募看板や SNS 等による一般的な広報を通じて、周辺住民等に川レンジャーの登録を広く呼びかける。

③ 川レンジャーの登録者に、一般的な河川利用状況に加え、水難事故につながる危険行為や不法投棄、貴重種の生息地等の環境情報等を提供してもらう。登録者はHP 上に GPS 等の位置情報と共に、スマホで撮影した写真をアップロードしてもらう。

④ 収集された位置情報や写真は、インターネットの電子地図上にリアルタイムにて反映され、RADIS のタブレットやスマートフォン等からの確認が可能とする。

⑤ その結果、河川管理者(巡視員含む)の是正処置の対応状況についても同様に電子地図上に反映させ、河川管理者は対応状況を登録者へ情報発信が可能な仕組みとする。

⑥ 有益な情報を「いいね」等で評価し、回数に応じて、定期的(年1回程度)に河川管理者からゴールド、シルバー、ブロンズといったレンジャー称号の付与を行う。

⑦ アプリの活用状況(不法投棄等の見落とし改善、対応の迅速化)を、「札幌開発建設部と北海道大学による河川利用行動解析システムの試行研究(仮称)」としてマスコミへ公表を行う。

市民参加の河川情報の収集や是正処置が必要な情報への対応状況を発信することによって、同時多発的な情報収集や対応の効率化が可能となる。さらに、良好な河川環境づくりに対して周辺住民の目が向けられるのみならず、対応状況を公開することは、河川管理者の迅速な是正処置のインセンティブとして作用し、周辺住民の河川愛護精神を高揚するような仕組みへと発展することが期待される。また、平常時における利活用のほか、洪水時における浸水や漏水といった被害情報を収集するシステ



図 12. 河川管理者やボランティアによる清掃(漁川)



図 13. 周辺住民からの報告内容



図 14. 豊平川川レンジャーHPイメージ

ムへの展開も想定している。

5. まとめ

本論文では、河川管理における各課題を踏まえ、堤防点検結果の評価支援システムの確立等に向けた取り組み、映像解析による不法投棄や危険行為等の自動検出や効果的な防止策の検討、河川情報を収集しつつ周辺住民の河川愛護精神の高揚を図る取り組みを行い、以下の知見を得た。

・ CCTV 映像を解析することで、河川利用状況の把握や危険行為の自動検出は十分可能である。

・ 視線追跡機器を用いた堤防点検では、熟練職員の点検方法の分析や定量化を図ることが出来、技術力継承の基礎資料として整理することが可能である。

・ スマホを用いた市民参加による河川情報の収集・発信では、同時多発的な情報集約や対応の効率化が可能になると考えている。

以上のとおり、北海道大学長谷山研究室との共同研究により、最先端の画像解析技術を、CCTV の平常時利活用や堤防点検への適用が可能であること示した。今後も北海道大学長谷山研究室と連携して段階的な試行・検証により各システムを構築し、河川管理の高度化と効率化を図っていきたい。

謝辞：本論文の3つの取り組みでは、北海道大学大学院情報科学研究科 長谷山美紀教授から提供頂いた研究成果を使用している。

参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課：堤防等河川管理施設及び河道の点検要領 H24.5
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全局 治水課：樋門等構造物周辺堤防詳細点検要領 H24.5
- 3) 国土交通省 水管理・国土保全局：堤防及び護岸点検結果評価要領（案） H27.3
- 4) 国土交通省 水管理・国土保全局：樋門・樋管点検結果評価要領（案） H27.3
- 5) 北海道大学大学院情報科学研究科 長谷山美紀、高橋翔、小川貴弘：変状評価の支援を目的とした点検データの可視化に関する検討
- 6) NEXCO 東日本：NEXCO 東日本コーポレートサイト (<http://www.e-nexco.co.jp/csr/customer/01maintenance03.html>)
- 7) 国土交通省 北海道開発局 釧路開発建設部：釧路湿原川レンジャーホームページ (<http://www.ks.hkd.mlit.go.jp/kasen/20/>)