

特集：洪水への新たな闘い～治水対策の技術開発への取り組み～

戦略的維持管理の実現に向けた河道診断ツールの開発

福島雅紀* 箱石憲昭**

1. はじめに

財政の逼迫、人口の減少、少子高齢化の進展などの直面する多くの課題を踏まえ、総合的な視点から社会資本整備を進めるとともに、既存のストックを戦略的に維持管理していくことが求められている。特に、河川管理施設は自然公物である河川に設置されるものであり、器としての河川、いわゆる河道の状態を適切に把握することが、河道自体の管理に加え河川管理施設を維持管理する上でも重要となる¹⁾。そこで当チームでは、長期的に高い精度で記録されてきた定期横断測量成果に着目し、測量成果から得られる情報を出水期前点検やその他の河道の診断に活用する方法を検討してきた。以下では、目標とすべき河道管理の手順および河道診断ツールの概要について述べ、神通川および多摩川に本ツールを適用した結果を報告する。なお、診断ツールの改良は適宜実施しており、本論では2011年3月末時点のものを用いた。

2. 目標とすべき河道管理の手順

定期横断測量結果は主に、流下能力の評価、計画断面の決定、河道掘削等の河川改修事業費の積算、樋管等の河川構造物の設計などに活用されている。大出水が発生した場合には、緊急的に横断測量が実施される場合もあるが、河川定期横断測量業務実施要領・同解説によると²⁾、基本的には2～5年に1回の割合で定期的実施されてきた。このようにして蓄積されてきたデータを河道管理に活用するための検討が国土技術政策総合研究所や地方整備局でも行われているところであるが、図-1のような手順が検討されている。地先の問題を確実に把握した上で、問題に至った過程および原因を明らかにし、流域全体での問題の重要性、他の地先との関わり等を踏まえ、具体的な管理方策を見出していくといったステップである。

図-2は河道診断ツールの概要を示す。定期横断

測量成果などの基本データを入力すれば、流下能力の不足が懸念される区間等の評価項目について診断結果を表示するものである。また同時に、平均河床高等の河道特性値もアウトプットされる。したがって、図-1のStep I の作業において危険箇所を見逃さないようにし、Step II における変化過程の把握、ひいてはその要因分析に有効と考えている。また、河川事務所職員が自ら解析しモニタリング結果を迅速に点検業務に活かすといった観点からMicrosoft Excelのマクロ機能で作成している。

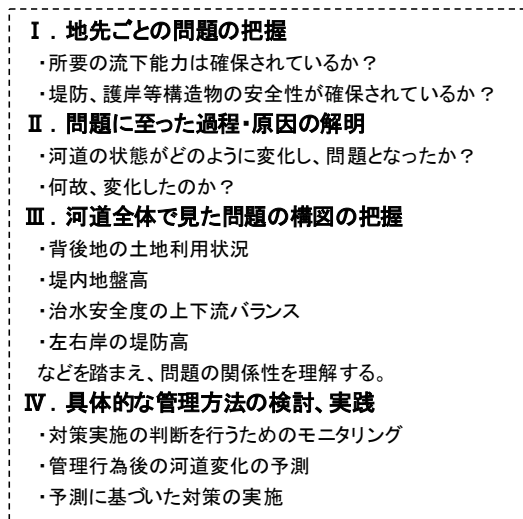


図-1 河道管理の手順

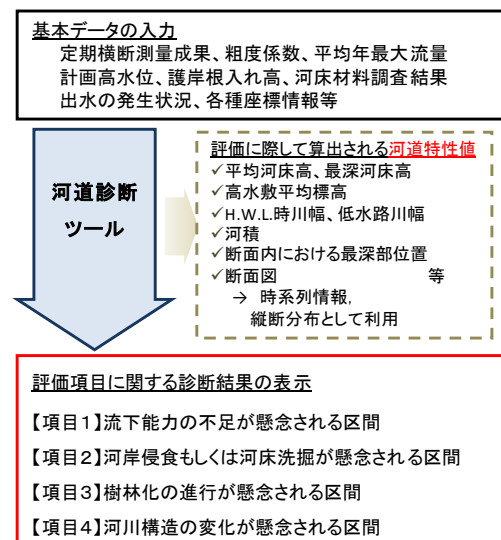


図-2 河道診断ツールの概要

3. 河道診断ツールの概要

河道診断ツールは図-2に示す4つの評価項目に関する診断機能を有する。以下では、それぞれの診断方法の概要を述べる。

3.1 流下能力の不足が懸念される区間の抽出

流下能力を評価するためには通常洪水流解析が必要となるが、河道平面形、植生分布、構造物の配置などの各種の河道条件の設定、水理条件や河床材料に応じた粗度係数の算定などの作業を考慮すると解析に多大な労力を要する。厳密に流下能力を評価するためには当然そのような作業が必要となるが、誰もが利用しやすい簡易なツールを作成すると言った観点から、河積そのものを評価することとした。なお、河積は計画高水位以下の河道断面積とした。その上で、河積が上下流に比べて極端に少ない区間、土砂堆積等により河積が減少傾向にある区間、過去最小の河積となった区間などを抽出した。

3.2 河岸侵食または河床洗掘が懸念される区間の抽出

堤防や護岸等の構造物の安全性を確認するためには、堤防前面に十分な高水敷幅が存在し、構造物基礎の根入れが十分であることを確認する必要がある。しかしながら、それらの情報が十分には整理されていない河川を対象とすることもあることから、以下の通り侵食および洗掘が懸念される区間を抽出した。各断面における最深部を滞筋位置とする。最深部河床について、左岸からの距離を川幅で無次元化することで滞筋位置とする。全期間の各断面における滞筋位置について平均値および標準偏差を求め、平均的な滞筋位置とその変動しやすさを表現する。滞筋の変動幅を平均値±(2×標準偏差)とし、その範囲が河岸に到達する区間は侵食が懸念される区間とした。洗掘については、既往最深河床高と比較することで、それより低くなれば洗掘が懸念される区間とした。ただし、河道中央が洗掘されても問題はないので、侵食の懸念も合わせて確認できる区間のみ洗掘の懸念がある区間とした。

3.3 樹林化の進行が懸念される区間の抽出

樹林化は高水敷の発達に伴って進行することが知られており、一方で樹林化が進行すると高水敷上に細粒土砂が捕捉されやすくなり高水敷はさらに発達する。本検討では、基本データとして主に

定期横断測量成果を用いており、樹林化そのものを評価することはできないことから、高水敷の発達状況から間接的に樹林化の進行状況を推定することとした。高水敷の発達状況を評価するためには、川幅に対する高水敷幅の比(以下、高水敷川幅比)、高水敷平均河床高と低水路平均河床高の比高差(以下、比高差)を指標とした。ここで、高水敷幅の算定にあたっては、等流計算によって求めた平均年最大流量時の低水路幅を川幅から引くことで算定し、高水敷平均河床高は同幅の平均標高とした。

3.4 河川構造の変化が懸念される区間の抽出

河川構造については、対象とする生物によって重要とされる構造は異なるが、測量成果から推定できる河道状態の判断指標としては、滞筋数、瀬淵構造、河川横断形の平坦度が考えられた。滞筋数については平水流量時の水位を等流計算によって算定し、その際に個々の断面で分割される水路の数を滞筋数とした。また、瀬淵構造については低水路平均河床高と最深河床高の差の縦断分布、上記の等流計算によって求めた水位の局所勾配などから推定した。平坦度については、河岸のエコトーンの形成状況を判断する指標として重要と考え、その評価方法を検討中である。また、河床低下に伴う砂礫層の喪失、その結果として生じる土丹層や岩盤の露出に関連して、河床に岩盤等が露出したか否かを判断する指標としての活用も期待されている。

4. 適用事例の紹介

紙面の関係から、ここでは4つの評価項目のうち、項目2および3について、それぞれ神通川、多摩川に適用した結果を紹介する。

4.1 神通川における侵食可能性の評価

神通川では、2004年10月の大規模出水で図-3上段の★印を付けた河岸で側岸侵食もしくは洗掘によると考えられる被災が生じた³⁾。ここでは、出水前の2000年を最新とする測量成果を用いて、その侵食可能性を診断した。上段は川幅で無次元化された最深部位置であり、左岸を0、右岸を1とした。黒い実線は平均値、赤いバーは変動幅を表す。変動幅が左岸もしくは右岸と交差した場合に側岸侵食の可能性があると示唆される。中段は測量開始年の1969年を基準とした最深河床

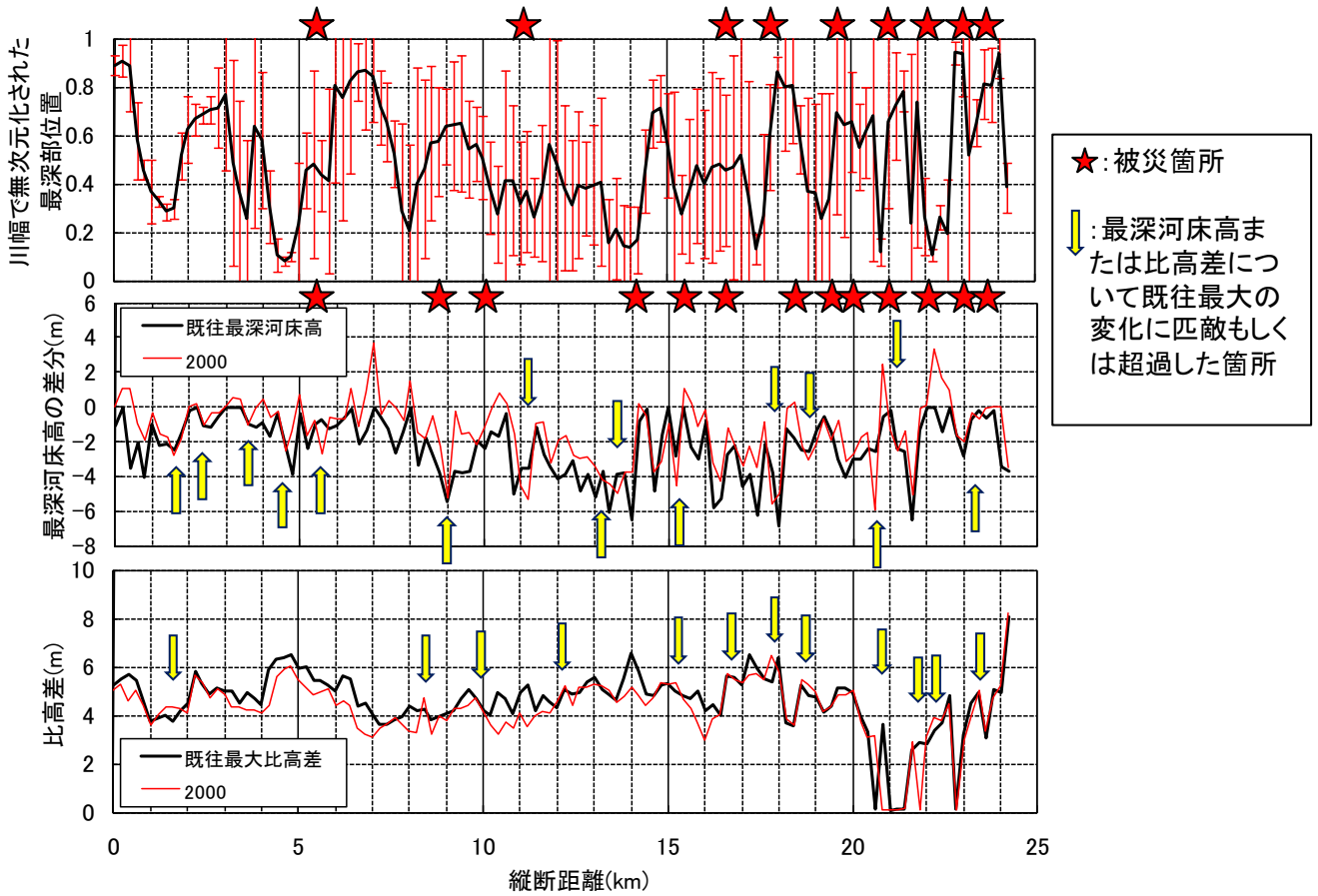


図-3 神通川における侵食可能性の診断結果

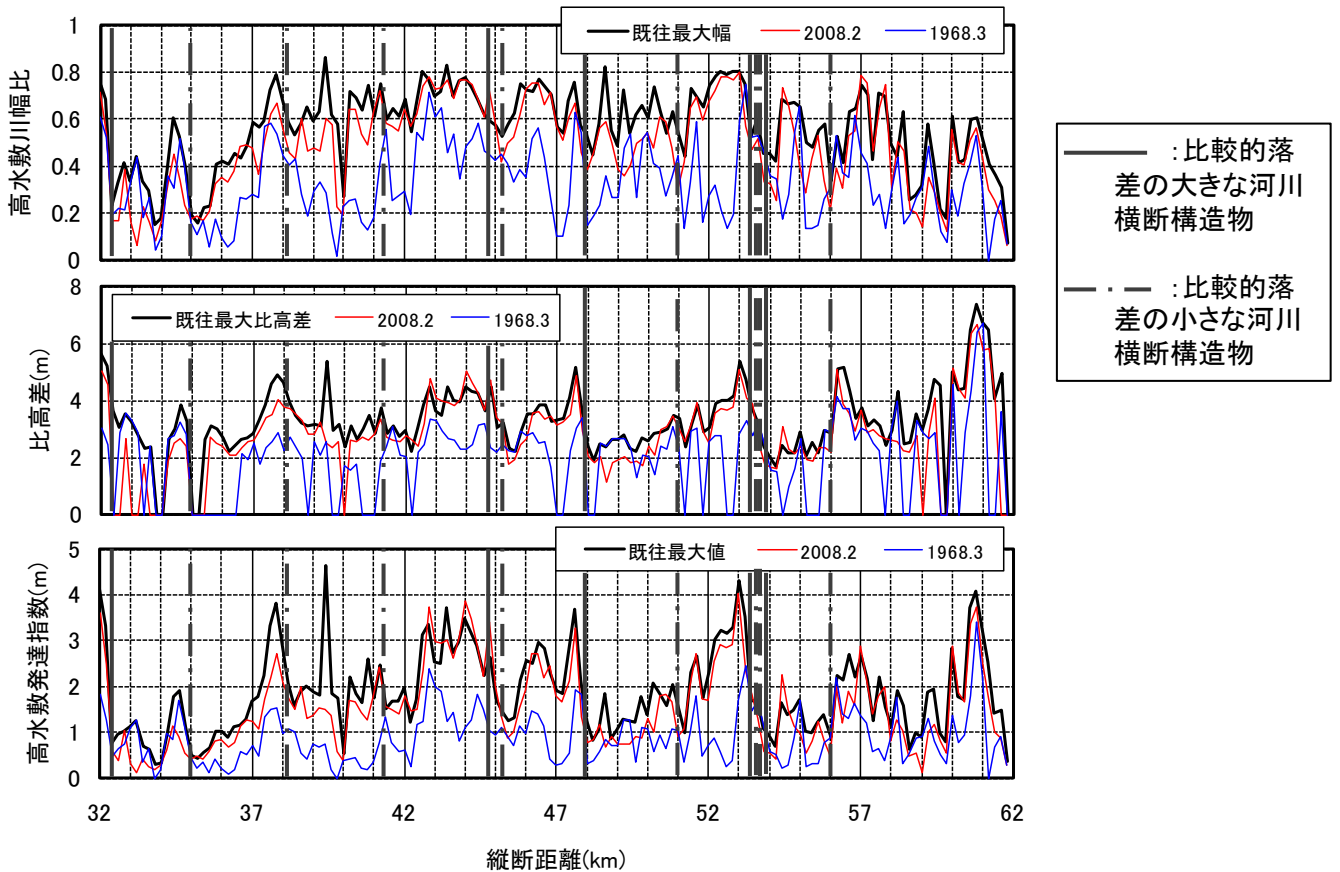


図-4 多摩川における高水敷発達状況の診断結果

高の差分であり、赤い実線は2000年時点、黒い実線は既往最深値を表す。既往最深河床高に比べ河床が低下していた場合、洗掘による護岸等の被災の可能性が示唆される。下段は比高差であり、比高差が大きいほど低水路内に流れが集中し、当該区間の侵食が生じやすくなると考えられ、上述した被災の可能性が高くなる。なお、中段および下段については被災の可能性が示唆される箇所に黄色の矢印を付した。診断結果を判断する際、いずれかの指標で危険が確認されれば、出水期前点検等において、護岸のずれの有無等、他の区間よりも重点的な確認作業を実施することが望まれる。また、危険と判断される指標が多い箇所ほど、より重点的な点検作業が必要となる。例えば、5.5km付近では両岸で被災が生じており、上段の図では変動幅が河岸と交差しておらず、中段の図で洗掘の可能性が高いと判断されることから洗掘による被災と考えられる。また、19km付近では側岸侵食、洗掘、流れの集中が予測され、実際に河岸ブロック等が流失する被災が生じている。その他の被災箇所についてもいずれかの指標から危険箇所として診断されている。実際の点検においては、護岸の有無、根入れ高等を事前に確認するとともに、測量成果が200m間隔であることを踏まえ、危険箇所の近傍区間も含めて確認する必要がある。

4.2 多摩川における高水敷発達状況の評価

図-4は、多摩川32～61.8km区間における高水敷発達状況を診断した結果である。1968年に比べ高水敷幅が顕著に広くなり、比高差も2~4m程度と大きくなっている。また、2008年の値が既往最大値に近いことから、高水敷が発達し安定した状態であることを理解できる。しかしながら、当該指標は高水敷の形状を適切に表現しているものの、現場の樹林化状況とは必ずしも一致していない。当該区間における樹林化の状況は、取水堰や床止め工等の河川横断構造物を挟んで下流側で激しく、上流側で緩やかとなっている。これらの状況を踏まえ、樹林化を表現する指標として、比高差と高水敷川幅比の積（以下、高水敷発達指数）を考えプロットしたところ（図-4下段）、2008年の指数は54km付近の堰の下流で大きく、48kmの堰に近づくにつれて小さくなり、樹林化の状況を良く再現できた。なお、結果として再現

性は良かったものの、樹林化との関係については今後詳細に検討する必要がある。

5. おわりに

本論では、図-1に示した河道管理の手順において危険箇所の見逃しを回避するといった観点から、長い延長の河川の状態を迅速に評価するための河道診断ツールを紹介した。神通川の侵食可能性、多摩川の高水敷発達状況を診断した結果、出水期前点検をより効果的に実施するためのサポートツールとして利用できる可能性を示した。また当該チームにおいては、リアルタイム水位情報を活用した被災危険箇所推定手法の研究も合わせて実施しており、定期横断測量成果に加え、前年度に発生した出水時の水位情報を基本情報に組み込み、河道診断結果の精度向上を図ることも検討している。当該ツールに興味を持たれた河川管理者の方は、当チームまで相談されたい。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、国土交通省北陸地方整備局富山河川国道事務所および同関東地方整備局京浜河川事務所には、貴重なデータを提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

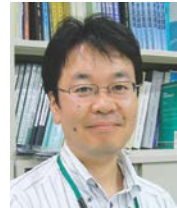
- 1) 安全・安心が持続可能な河川管理のあり方検討委員会：安全・安心が持続可能な河川管理のあり方について(提言)、2006.
- 2) 建設省河川局治水課監修：河川定期横断測量業務実施要領・同解説、JACIC、1997.
- 3) 黒田勇一、九田将茂、川口広司、福岡捷二：平成16年神通川大出水における痕跡水位の局所的縦断形状と河岸侵食箇所、侵食量の関係、河川技術論文集、第12巻、pp.43～48、2006.

福島雅紀*



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部河
川研究室主任研究官(前
独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水工研
究グループ水理チーム
主任研究員)
Masaki FUKUSHIMA

箱石憲昭**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水工研
究グループ水理チーム
上席研究員
Noriaki HAKOISHI