

# 信濃川河道改修における改修履歴と影響評価について

北陸地方整備局 信濃川河川事務所 非会員 親松 康義  
北陸地方整備局 信濃川河川事務所 非会員 萩原 健介

## 1. はじめに

信濃川は幹線流路延長367km、流域面積11,900km<sup>2</sup>の日本一の大河川である。本論文で対象とする長岡地区は、信濃川中流区間における治水最重要な長岡市街地を貫流する区間である。

当該区間は、越後平野の扇頂部に位置し、流路の蛇行が著しく、多くの水衝部を形成している。水衝部では堤防の安全性が低下することから、昭和50年代より低水路を河道中央に固定するための長岡・越路地区低水路固定化事業（15.0k～30.0k）に着手した。平成初期頃までに大半の事業が完了している。

前回効果検証した平成13年以降、平成16年および18年に6,000m<sup>3</sup>/s（小千谷地点）を超える出水が、平成23年および25年には7,000m<sup>3</sup>/sを超える出水が生じるなど、河道を変化させるインパクトが頻発した。これまで対策された従前の水衝部においては、導流堤および高水敷生成によりその事業効果が発現されている。一方、近年施工された信濃護岸（草生津地区）近傍においては局所洗掘が、区間最下流部においては河道中央に砂州が発生するなど、前回の効果検証から16年経過した現在で対策工の効果と河道への影響が顕在化しており、現在までの改修と河道変化を踏まえて再度評価する必要性が生じた。

本論文では、長岡地区における改修事業の効果と河道変化を整理し、考察するとともに新たな課題を抽出する。そして課題への対応策を講じる上で必要となる今後の検討方法について提案した。

## 2. 長岡地区低水路固定化事業の概要

### (1) 事業目的

図-1に低水路固定化事業着手前における航空写真を示す。昭和40年代の当該地区は越後平野の扇頂部に位置し、河床勾配変化点であることから河床の変化が大きかった。砂州の形成に伴い低水路蛇行が生じ、水衝部が各所に形成され、大規模洪水だけではなく中小洪水による河岸侵食も、しばしば発生していた。

図-1に示すa)21.5K右岸の水梨地区、b)19.5K左岸の下山地区、c)18.0K右岸の草生津地区、e)15.0K右岸の蔵王地区が特に激しい水衝部であった。昭和36年6月洪水では、水梨地区の堤防が決壊し、長岡市中心部が危険な状態となるなど、沿川市街地における治水上の重要な課題となった。このような状況から河道安定化のための抜本的な対策として長岡地区低水路固定化事業が検討された。

### (2) 事業内容

長岡地区低水路固定化事業の基本となる低水路線形及び施工順序は、昭和45年から47年にかけて土木研究所において模型実験により決定された。

事業内容としては、主流部を河道中心に固定するため、目標とする低水路法線に沿った位置に導流堤を建設するとともに、低水路の掘削および掘削後の河岸保護のための低水護岸を実施し、大規模な蛇行の端緒となる区間上流端に位置する水梨地区については、施工途上で流勢緩和と水刎ねを目的とした、水制工を設置した。

導流堤は、水衝部における水勢を直接的に緩和するとともに、導流堤背後地の流速低減、それに伴う浮遊土砂の堆積を促し、自然の作用を利用し高水敷を形成することを目的としている。

長岡地区の導流堤施工箇所は図-2に示す5か所であり、導流堤施工に伴う護岸工事とともに段階的に進められた。

### (3) 模型実験による改修後の河道変化想定

模型実験は、事業後の河道変化についても検証を行っており、改修後の河道変化の結果は、a)20.75～21.75K低水路右岸（水梨地区）の洗掘と河道中央の堆積、b)18.5～18.75K低水路左岸（下山地区下流）の洗掘と河道中央の堆積、c)17.75～18.25K低水路右岸の洗掘（草生津地区）とされている。

## 3. 信濃川長岡地区の改修履歴と河道変化

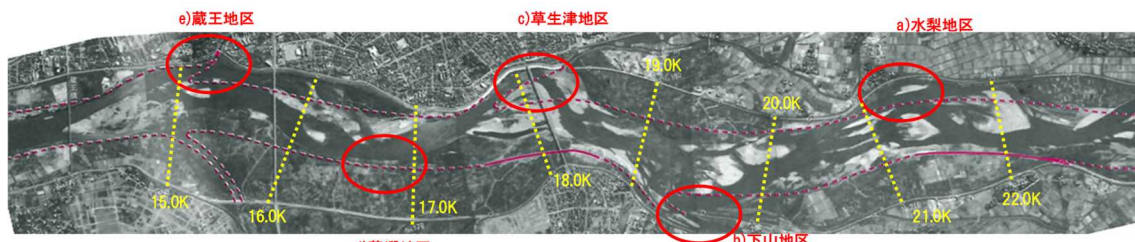


図-1 低水路固定化事業着手前の長岡地区航空写真（昭和49年撮影）

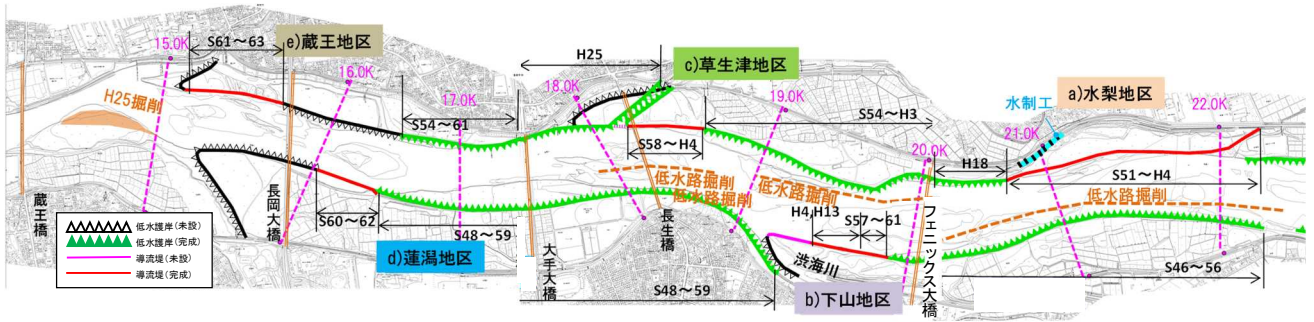


図-2 長岡地区改修履歴

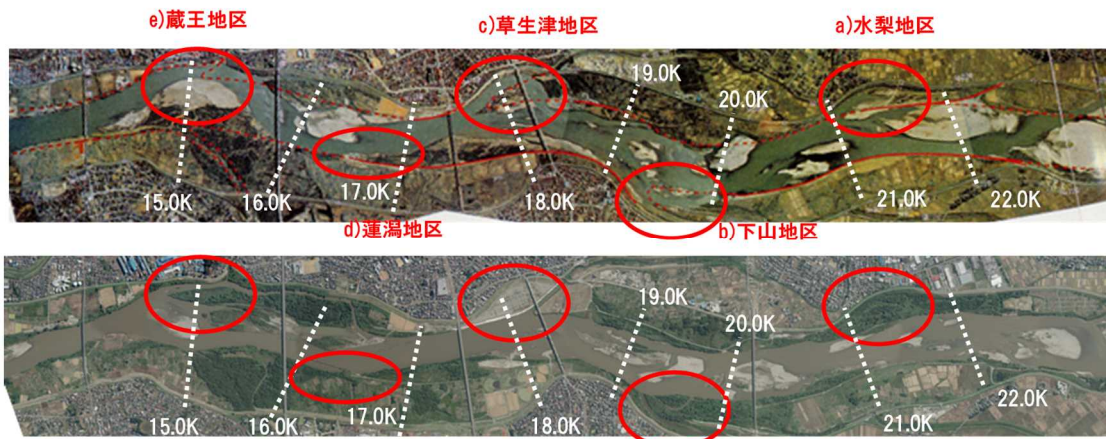


図-3 みお筋の変遷 (上段：昭和58年，下段：平成26年)

### (1) 改修履歴

図-2に長岡地区の改修履歴を示す。

導流堤による低水路流向是正に先立ち、当時の状況で計画低水路線形を確保できているb)下山地区(渋海川合流点上流左岸)およびd)蓮濁地区(17.0K～渋海川合流点左岸)において護岸整備およびa)水梨地区における水制工整備が始まった。護岸および水制工は、その後の流向是正の影響による他所における侵食軽減を目的としている。同様に、長生橋付近低水路掘削および橋脚補強により、その後に実施される改修により流れが低水路へ集中することへの対策が施されている。a)水梨地区水制工の現状は、導流堤背後地に取り込まれておりその役割を終えた。

導流堤の建設は、長岡地区最上流部の水衝部であるa)水梨地区において昭和51年より始まった。導流堤の建設は、それまでの低水路蛇行を是正し、蛇行周期を変化させる。その変化は下流へと波及していくことから、導流堤建設は上流から下流へと進められ、昭和57年からb)下山地区、昭和58年からc)草生津地区、昭和60年からd)蓮濁地区、昭和61年からe)蔵王地区でそれぞれ始まった。平成4年頃には概ね現在と同様の導流堤施工状況となった。

護岸整備についても平成初期にはほぼ概成しているが、平成18年にフェニックス大橋付近左岸、平成25年にc)草生津地区(信濃護岸)の改修を実施してお

り、残された箇所はe)蔵王地区となっている。ただし、e)蔵王地区の主流部はこれまでの低水路是正により堤防法線から十分距離がある箇所である。

近年の改修としては、前述した護岸整備の他、e)蔵王地区下流左岸における砂州掘削が挙げられる。当該箇所は長岡地区低水路固定化事業の下流端に位置し、河道中央に寄せられた流れが一気に右岸側に寄る箇所であり、流勢を河道中心部に導くことを目的に実施した。

### (2) 河道変化の概説

図-3に昭和58年及び平成26年時点における長岡地区の航空写真を示す。

長岡地区低水路固定化事業開始当初、みお筋は堤防法線を一杯に蛇行しており、図-3a), b), c), e)の水衝部を形成していた。

昭和50年代から平成初期にかけて導流堤の建設が進められてきたが、水衝部を閉め切ることにより直接的に水衝部解消に至っている。一方で、水衝部を閉め切ったことに伴い、砂州形成の周期(蛇行周期)と振幅に変化が生じていることが見て取れる。

### (3) 地区別の河道変化

各地区における河道の変化について以下で詳述する。

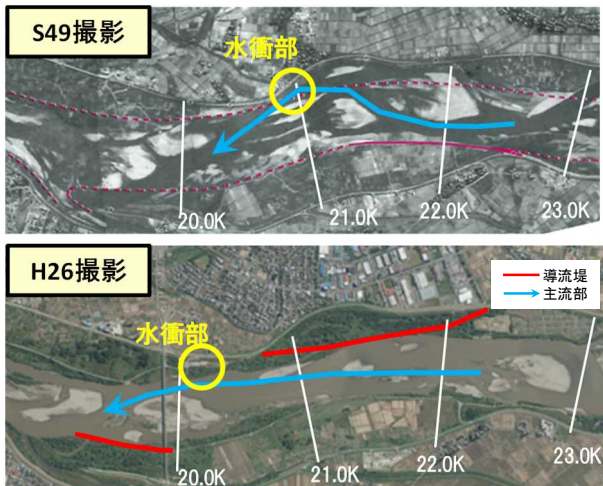


図-4 a) 水梨地区の河道変化状況

#### a) 水梨地区

図-4にa)水梨地区の平面的な河道変化状況を示す。水梨導流堤背後地は高水敷化が進んでおり、水衝部解消効果が発現している一方、樹林化が進行している。S49時点で21.0K右岸にあった水衝部の位置が下流へと移動しており、20.0K右岸において洗掘が進行している。

#### b) 下山地区・c) 草生津地区

図-5にb)下山地区・c)草生津地区における平面的な河道変化状況を、図-6にb)下山地区、図-8にc)草生津地区の横断形状の経年変化を示す。b)下山地区、c)草生津地区ともに、導流堤建設後、導流堤背後の砂州高が上昇しており、高水敷を形成しており、樹林化が進行している。また、19.5Kの断面形状を見ると、導流堤前面では建設後に側方侵食が止まるとともに、深掘れも解消されている。

平成14年以降、下山地区導流堤の延長線上に位置する19.0K左岸の護岸前面において洗掘が進行しており、その水割れにより18.0K右岸もまた局所洗掘が進行し、流れが集中している。

#### d) 蓮瀧地区・e) 蔵王地区

図-8にd)蓮瀧地区・e)蔵王地区における平面的な河道変化状況を、図-9にd)蓮瀧地区の横断形状の経年変化を示す。他箇所で見られるような導流堤背後地の高水敷化が、蓮瀧導流堤では現在に至るまでみられない。しかしながら、平成4年まで生じていた側方侵食は緩和されている。また、側方侵食が抑制されたことにより、流向が導流堤法線方向に集中することから鉛直下方向への変動に変化し、平成4年以降は導流堤前面が深掘れしている。

蔵王地区では導流堤背後地においては高水敷化が進んでおり、水衝部解消効果が発現している。

平成26年航空写真より、15.0K河道中央部で砂州が形成されていることがわかる。当該箇所は左岸砂州を掘削し流れを河道中央に誘導した箇所である。

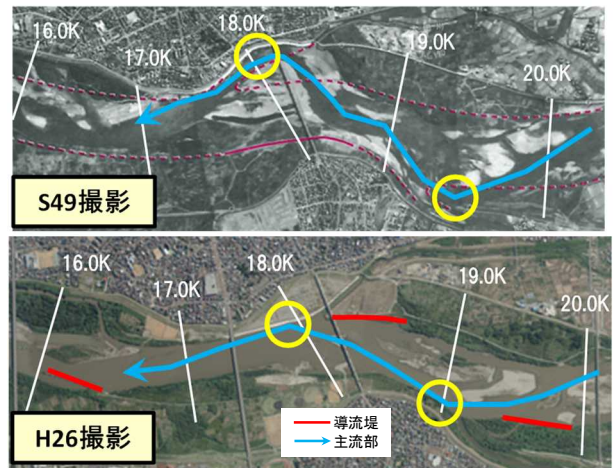


図-5 b) 下山・c) 草生津地区の河道変化状況

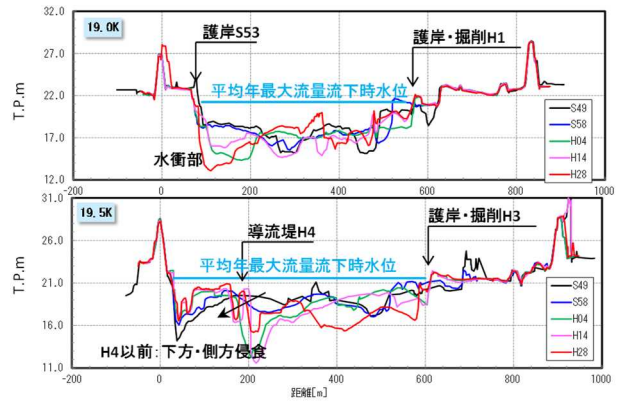


図-6 b) 下山地区の横断形状経年変化

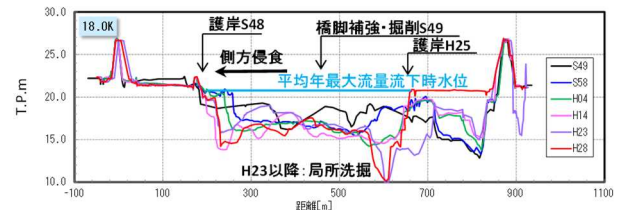


図-7 c) 草生津地区の横断形状経年変化

## 4. 長岡地区改修事業の効果と課題

### (1) 導流堤による水衝部対策の効果と課題

a)水梨, b)下山, c)草生津, e)蔵王各地区における水衝部は解消され、みお筋を河道中央へと誘導していることから、堤防の安全性を高めることで十分に効果を発揮していると言える。

一方で、低水路の蛇行周期を変化させたことにより、新たな水衝部・局所洗掘部が形成されている。

これらの新たな水衝部の形成は、模型実験当初に指摘されており、事前に護岸が整備されている。しかし、今後さらに洗掘が進行することも考えられ、現状で整備されている護岸基礎に影響をおよぼす可能性もあることから横断測量によるモニタリングの継続とともに数値解析による予測が必要である。

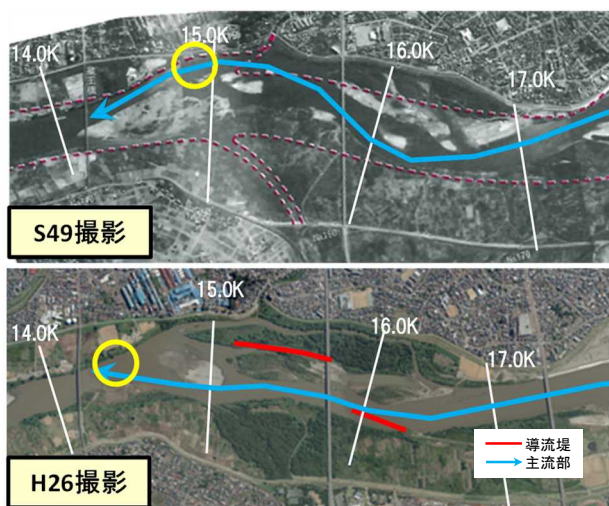


図-8 d)蓮瀉・e)蔵王地区の河道変化状況

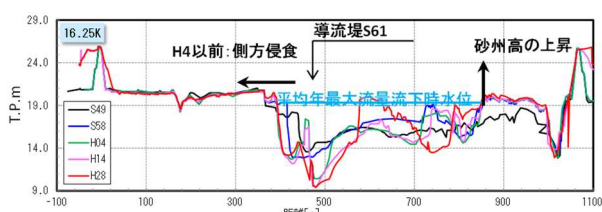


図-9 d)蓮瀉地区の横断形状経年変化

## (2) 導流堤による高水敷生成の効果と課題

水衝部を閉め切ったa)水梨, b)下山, c)草生津, e)蔵王の各導流堤背後地においては高水敷が形成され、当初の目的を達しているが、近年は樹林化が進行しており河積阻害による流下能力低下が懸念される。また、樹木が繁茂していることから堤防上から低水路を見渡すことができないなど河川管理上の課題も顕在化している。

一方で、蓮瀉導流堤においては、施工後30年程度経過しているものの高水敷は形成されていない。これは、他の導流堤が大きな蛇行により生じた水衝部を閉めきることで導流堤背後の流速を大きく低下させているが、一方で蓮瀉導流堤は従来の流向をわずかに河道中央に向けた線形であるため、導流堤建設前後の流速の変化が小さかったことで浮遊砂が沈降・堆積しにくい流況であったことが要因と考えられる。しかしながら、導流堤建設前まで継続していた側方侵食は停止し、その機能は発揮されている。

## (3) 河床掘削による効果と課題

導流堤による流向是正とともに低水路掘削によるみお筋形成が行われてきたが、平成25年に実施されたe)蔵王地区下流(14.5K)の左岸砂州掘削後、15.0K河道中央に新たな砂州が形成されていた。これは掘削により河積が拡大し掃流力が低下したこと、また、掘削に伴い流心が左岸側に寄ったことが要因と考え

られる。

## 5. 今後の検討課題

長岡地区低水路固定化事業は当初の主たる改修は概ね完成しているが、未だ残っているメニューもある。また、新たな改修や修正が必要となる可能性もある。今後の検討課題としては、これまでの改修履歴と河道の変化状況を踏まえて、今後の河道変化を予測していく事である。

今後の河道変化予測については、河道線形が蛇行している河川で有効である一般座標系による平面二次元流況・河床変動解析を用いることを基本とする。

解析モデルの精度確保の観点では、過去の河道変化を再現することが必要となるが、特に前述の効果と課題で列挙した現象を再現できるモデルとすることが重要である。具体的に着目する河道のレスポンスとしては、①下山導流堤延伸に伴う蛇行周期の変化と新たな水衝部発生、②蓮瀉導流堤背後地に土砂が堆積しない現象、③蔵王地区下流部における土砂堆積、について再現可能なモデルを構築する。検証されたモデルを用い将来予測を実施し、課題の分析および対策工の改良提案を実施する予定である。

## 6. おわりに

本論文では、昭和50年代から始まった信濃川長岡地区における改修事業について、改修履歴を整理した上で、改修による河道変化について考察した。

大規模な改修事業は平成初期にほぼ概成しており、水衝部対策や流心を河道中央へ固定するという当初の目的が概ね達成された。その後20年以上が経過し、低水路の蛇行状況が変化するとともに新たな水衝部や深掘れ、砂州の堆積など新たな課題が発見された。計画策定当時の模型実験によりある程度想定された変化ではあったが、今後の河道変動状況によっては、新規対策や既存対策の改良が必要となる可能性もある。

今後ともモニタリングを継続するとともに、数値解析モデルを用いた将来予測を実施し、河道の安全度維持・向上に努めていく必要がある。

## 参考文献

- 1) 斉藤正勝, 岸田弘之, 南雲克彦: 信濃川長岡地区の低水路河道計画と対策工の効果について, 第32回水理講演会論文集, pp. 359-364, 1988.
- 2) 土屋進, 本間勝一, 安部友則, 高島和夫, 福岡捷二: 信濃川長岡地区河道計画の効果検証, 水工学論文集, 第45巻, pp. 13-18, 2001.
- 3) 土屋進: 急流河川の河道計画と河床変動対策, 広島大学博士論文, 2001.