

# 施工を伴う河川環境創出スキームへの実装を 目的とした高密度な河道水理特性の事前的把握手法

## PRELIMINARY GRASPING METHOD OF HIGH-DENSITY RIVER HYDRAULIC CHARACTERISTICS AIMING AT IMPLEMENTATION IN RIVER ENVIRONMENT CREATION SCHEME

吉川 慎平<sup>1</sup>・鷺見 哲也<sup>2</sup>  
Shinpei YOSHIKAWA, Tetsuya SUMI

<sup>1</sup> 学生会員 修(工) 大同大学大学院 博士後期課程 工学研究科材料・環境工学専攻  
(〒457-8532 愛知県名古屋市中区白鳥町 40)

<sup>2</sup> 正会員 博(工) 大同大学 准教授 工学部建築学科土木・環境専攻

At the same time as river channel excavation aimed at flood control measures and natural regeneration, restoration of flood plains is attempted. The altitude to be drilled is related to the flood frequency. It is necessary to adjust according to the water surface shape near the site. On the other hand, before designing, the water level information of the target area has not been observed and upstream observation data is often used. However, there are cases where insufficient information brings unintended consequences when there are unique river channel characteristics (narrowed part, gradient change, flooded area, etc.) near the site. For example, sediment deposition and plant growth. If such a hydraulic phenomenon in the field can be grasped before designing it, it can be reflected in construction. In this research, we developed a method to grasp high-density Hydraulic phenomenon that can be implemented at low cost in the planning stage.

**Key Words :** river environment, hydrological observation data, water surface shape, Yahagigawa river.

### 1. 研究の背景と目的

近年、治水対策や自然再生を目的に高水敷を切り下げ、河床の二極化により消失した低水路内氾濫原（ハビタット）の復元・創出事業が各地で試みられている。その際重要になる現場の切り下げ（掘削）高の設定は、年数回規模の中小出水による攪乱や冠水との関係（特に感潮域の場合）等、現場付近の水面形アンジュレーションに対応したデリケートな調整が必要である。一方、任意の地先レベルの水位変動データは通常存在せず、上流近傍に水位観測所が存在する場合、これを現場の評価に代用する事例が見られる<sup>1)</sup>。しかし、現場とその上下流に特異な河道特性（狭窄部、河床勾配転換、湛水区間等）を有していた場合、これに依存した水位変動が生じている可能性が高く、上流観測所地点のデータのみでは、攪乱や冠水頻度を過大、或いは過少評価する危険性があるが、これは事前にわからない。

実際に本研究で調査対象地とした高水敷切り下げ施工現場においても、事前の情報不足により、計画段階で意図した河川環境創出目標と異なる応答を招き、結果的に維持管理コストが増大している<sup>2,3,4)</sup>。

こうした通常可視化されていない現場の河道水理特性が、事業の計画段階で把握（予見）出来ている事は、設計・施工への反映が可能な他、目標自体を物理条件の制約（実現性の観点）から修正することも可能となる。本研究では、予算制約上、事前に大規模な調査が容易でない状況に鑑み、計画段階で実施可能（低コスト）な河道水理特性の高密度把握手法を開発した。また、現場レベルの河川技術として提案することについても検討した。

### 2. 調査対象地の概要と調査方法の検討

#### (1) 矢作川中流・白浜工区の概要

本研究でモデルとした矢作川中流・白浜工区（図-1、愛知県豊田市、38.8～39.3K 左岸、L=500m）は、2011年度に実施された治水対策を目的とする河畔林伐開と、高水敷切り下げ施工により環境創出された人工の砂州である。地元要望により多様性のある水際エコトーンの回復や、水生生物の生息場確保等を目標に、湿性の氾濫原環境と“わんど”が造成された。しかし、施工直後から出水時の土砂堆積が顕著であり、陸生植物の定着と繁茂への懸念が高まっていた。

また白浜工区（以下、工区）付近の河道特性は、湾曲部（工区は内湾側に位置）であること、河床勾配が工区上流寄りで転換（1/817→1/1,246）していることに加え、この河床勾配転換点付近を境界として、上流側は通常の順流区間、下流側は 4.4km 下流の頭首工堰上げ背水による湛水区間に分かれる（工区水際の約 2/3 は湛水区間に接している）。このような特異な河道特性を有していることが、工区の応答（土砂堆積、植生定着）の予測を一層難しくしており、この点が本サイトの最大の特徴である。

## (2) 調査方法の検討

以上の背景から、工区の応答のモニタリングと並行して、工区に攪乱や冠水をもたらす外力としての水位変動を、安価な自記圧力式水位計（図-2）を用いた実観測により捉え、工区地点の河道水理特性を明らかにすることとした。また上述した河道特性の状況から、工区とその上下流を含めたミドルレンジでの変動を捉える必要があることに鑑み、河道縦断方向に複数の水位計を設置した。

対象区間は下流境界条件である明治用水頭首工付近（35.0K）から、河道定期縦横断データが存在する直轄上流端（41.6K）までの 6.6km とし、最大 7 台の水位計を設置した。中間の観測地点は工区上流 1.6km に存在する既存の水位観測所（国土交通省・高橋地点 40.35K）を補完する形で、河道縦断図（図-6）や



図-1 白浜工区全景



図-2 ダイバー水位計

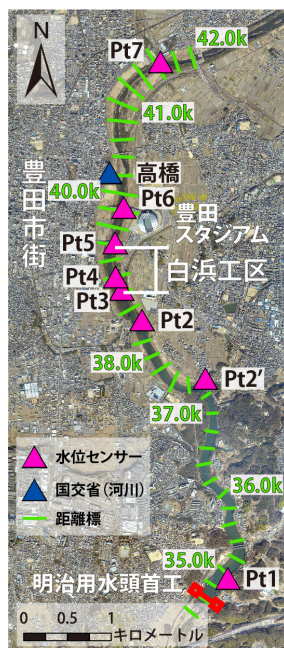


図-3 対象区間地図

背景画像：河川 LP データ オルソフォト画像（国土交通省）

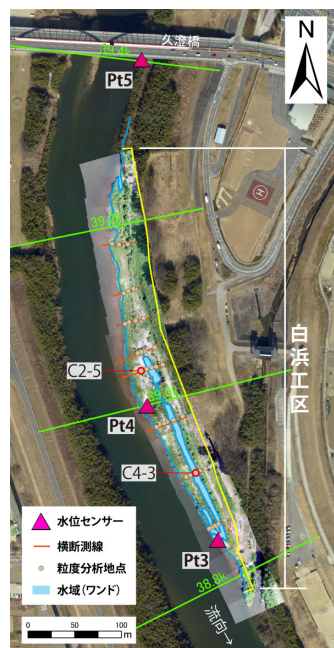


図-4 白浜工区地図

現地状況も踏まえ配置した（図-3, 4）。

2014 年の出水期から調査（縦断水位連続観測）を開始した。記録間隔は出水ピークを捉えるため 5min とした。設置方法は低水路水際部の草陰等にペグ等を打ち込み固定するか、既存の杭、ヤナギ等の根に針金で取り付けるなど簡便な方法をとった。

## 3. 縦断水位連続観測による河道水理特性の把握

### (1) 瞬間縦断水面形の描画

縦断水位連続観測により各観測地点の水位データを取得した（図-5）。なお、本稿では 2014 年の観測結果（7/1～11/13、水位計 6 地点）を用いて考察する。取得した水位データから任意の時刻時点の水位を抽出し、図-6 の河道縦断図にプロットすることにより瞬間縦断水面形を描画した結果が図-7 である。図中に示した水面形のうち最高水位（高橋基準）は、2014/9/25 7:00 の 33.62m（流量：599.19m<sup>3</sup>/s）である。破線は同出水ピークの 2 時間前・後（水位上昇中、下降中）のものである。同じく豊水位、平水位、低水位は、高橋地点の位況平均値（2004～2013 年）に相当する水位時点を抽出した。その他は代表的な出水ピークを参考値として掲載した。

### (2) ミドルレンジの河道水理特性

流況別の瞬間縦断水面形の描画により、工区の上下流ミドルレンジの河道水理特性として以下の 4 点が明らかとなった。

- ① 下流境界条件である頭首工（通常、水位データは非公表）は、取水位一定運用。出水時も放流ゲートの操作により、流速を上げて疎通させ水位を固定している。
- ② 出水時の水面形は、39.0～39.2K 付近で緩勾配へ急変（屈曲）する。
- ③ 平水（低水）時の水面形は、39.2K 付近（河床勾配転換点）で屈曲し、湛水区間に入るとほぼフラット。
- ④ 水位変動幅（最高～最低）は上流から下流に向かって縮小（圧縮）する。

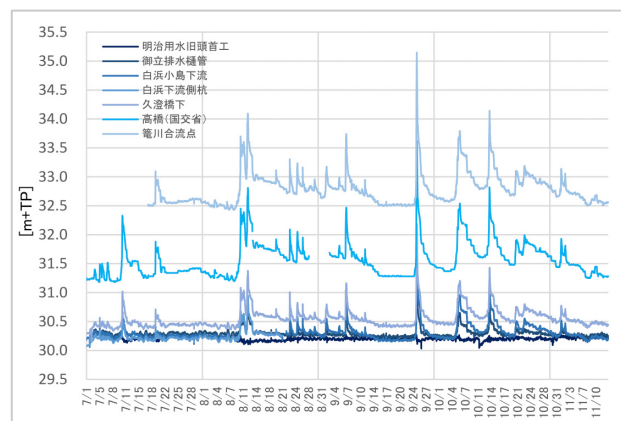


図-5 2014/7/1～11/13、水位計 6 地点

高橋地点水位データ：水文水質データベース（国土交通省）<sup>5)</sup>

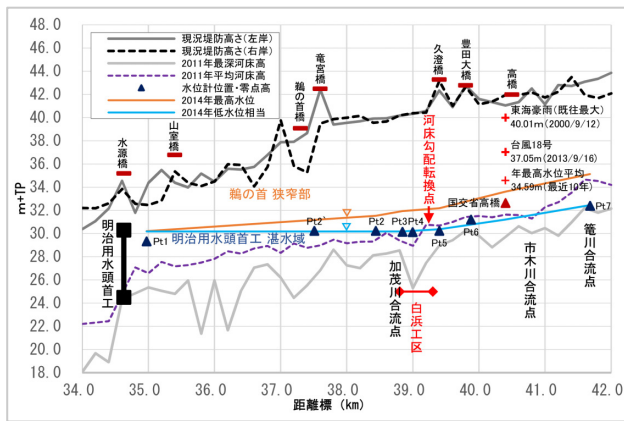


図-6 対象区間の河道縦断面図  
河道縦断面データ：国土交通省豊橋河川事務所提供

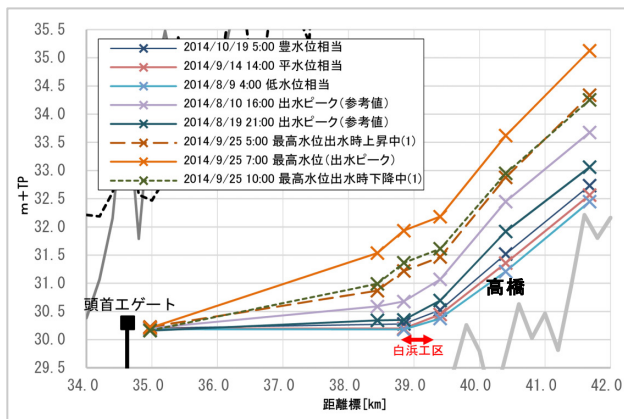


図-7 流況別の瞬間縦断面水面形  
高橋地点水位データ：水文水質データベース（国土交通省）<sup>5)</sup>

### (3) 工区地点の水理特性

ミドルレンジの河道水理特性から、工区地点の水理特性上の位置付けは以下の通りである。

- ① 出水時の水面形屈曲は工区中央部にあたる。工区は水面勾配転換点（境界部）に位置する。
- ② 水面勾配転換点より上流（順流区間接続）は勾配が急で流速が速く、掃流力も大きい。
- ③ 水面勾配転換点より下流（湛水区間接続）は勾配が緩やかで流速が遅く、掃流力も小さい。
- ④ 工区地点の水位変動幅、冠水頻度、冠水時間は上流に比べて小さい。

### (4) 工区の応答のモニタリング結果と水理特性の対応

工区地点の水理特性と工区の応答のモニタリング結果を対比すると、明確な関係性が確認できた。結果をまとめた概念図を図-8に示す。

水面勾配転換点を境界に上下流の土砂輸送の駆動力の差異が、土砂粒径の分布に最も顕著に表れている（図-9 \*代表断面の位置は図-4 参照）。植生についてもこれに対応しており、出水攪乱を強く受け粗礫化傾向にある上流寄りでは、ツルヨシが優勢なのに対して、攪乱を強く受けず砂・シルト堆積が顕著な下流寄りでは、一般草本が優勢である（図-10）。また植生は冠水頻度の鉛直分布とも関係しており、土砂堆積により比高が拡大（図-11）した場所については、陸生化、或いは裸地化している。

また、上流側と下流側での水面勾配の影響を、土砂の移動限界粒径で評価した。粗い方法であるが、現地砂州水際部および陸域（平水位+0.4m）のそれぞれの高さにおける水深と、上流部勾配、下流部勾配を用いた摩擦速度（掃流力）から上下流それぞれの移動限界粒径を見ることが、移動土砂の大きさを岩垣式<sup>7)</sup>で評価したところ表-1のようになり、上流区間では礫以下の土砂が移動できるが、下流では砂までであり、地表に現れる粒径の違いと概ね対応している。またこのことからこの境界部には両者の間の粒径の土砂の堆積が起きやすいことも推測された。

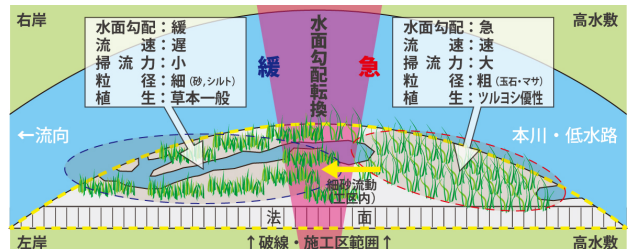


図-8 河道水理特性と応答状況のイメージ図

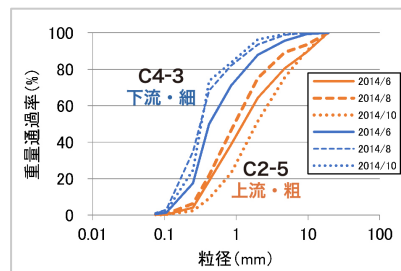


図-9 代表断面の粒径加積曲線<sup>6)</sup>



図-10 植生応答

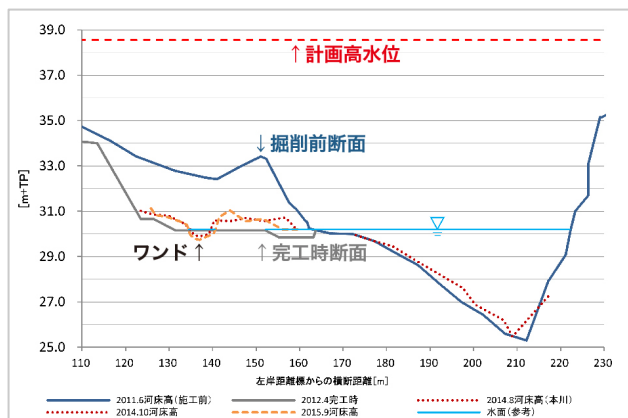


図-11 施工区中央部の低水路横断変化(代表断面)  
(2011,2012,2014.8 データ 39.0K・2014.10,2015 データ 39.0K-25m)

表-1 工区の上下流における移動限界粒径

| 観測日時                   | 評価地点     | 上流部      |          | 下流部 | 現地水深 [m] |
|------------------------|----------|----------|----------|-----|----------|
|                        |          | Pt5～高橋   | Pt1～Pt3  |     |          |
| 2014年<br>8/10<br>16:00 | 水面勾配 [-] | 1.11E-04 | 1.38E-03 |     |          |
|                        | 移動限界     | 7.97     | 0.64     |     | 0.477    |
|                        | 粒径[mm]   | 1.29     | 0.27     |     | 0.077    |
| 2014年<br>9/25<br>7:00  | 水面勾配 [-] | 1.44E-03 | 3.82E-04 |     |          |
|                        | 移動限界     | 30.22    | 8.04     |     | 1.735    |
|                        | 粒径[mm]   | 23.25    | 6.18     |     | 1.335    |

#### (5) 調査結果のまとめと考察

このように、今回モデルとした工区では、特異な河道特性に依存した水位変動が生じており、特に水位変動幅（最高～最低）は上流の高橋観測所が 2.44m に対し、現場（Pt3 地点）は 1.88m と約 25% も小さい。よって上流データのみでは土砂堆積や植生定着等の予測に影響が出る事がわかった（工区地点の攪乱や冠水は上流ほど期待できない）。

さらに同じ観測データ（図-5）から、水位変動に着目して整理したところ、「上位 5% 値 - 95% 値」の範囲で見た水位変動幅は、高橋観測所で 1.41m であったのが、工区では 0.39m に圧縮され、陸生化しやすく植生侵入が有利な環境であることがわかった。

以上の結果から、こうした砂州の中小出水による応答を河道水理特性から想定できる事もわかった。

本サイトにおいて計画段階から特に水面勾配転換点（境界部）である事実が確認されていた場合、工区中央から下流部が特に土砂堆積傾向にあること、更には掃流力の差異によって生ずる土砂粒径分布と、これに依存した植生分布の予測を立てることが可能であったと考える。人工的に造成したわんどの配置についても、土砂堆積による埋没を回避するための検討が可能になったと考える。

#### 4. 河川環境創出スキームへの実装の検討

以上の通り、安価な水位計を用いた観測により、地先レベルの水位変動特性を容易に捉えることができ、これにより現場の土砂堆積、植生定着等の応答を、河道水理特性の観点から予見できることが明らかとなった。この高密度な河道水理特性の事前的把握手法である「縦断水位連続観測法（以下、本手法）」を、現場レベルの河川技術として提案する。

##### (1) 本手法の対象とする事業

本手法による調査が有効と考える事業としては、高水敷切り下げや低水路拡幅（河道掘削）等の施工を伴う水際部での河川環境創出（自然再生、親水的水辺空間創出）プロセスへの適用が考えられる。

具体的には、治水対策や災害復旧においてそうした場の創出を「多自然川づくり」の思想に基づいて実施する場合である<sup>8)</sup>。特に、事業自体の第一義的な目的は治水対策であるが、その一環として環境創出を併せて実施するものに主眼を置く。1 章でも述べた通り、具体的には治水水面に重きを置くため、環境面のための河道水理特性上の配慮（施工仕上げ時の微地形アンジュレーションの付け方等）までを含めた詳細な調査・設計は、時間的、予算的制約等から注力されないというケースである。

その他にも水際から氾濫原にかけての自然再生自体を目的とする事業（環境創出単独での設計・施工）も範疇に入れる。事例としては河道掘削部の自然再生として、氾濫原環境の回復やヨシ原等の創出などが挙げられる。

##### (2) 河道掘削等と併せて施工する環境創出スキームにおける課題

###### a) 治水事業での環境創出における課題

環境創出を治水対策における事業の中で実施するために生ずる障害として以下のことが挙げられる。

- ① 治水事業として実施するため、環境創出の部分に対してそもそも予算を投ずることが難しい。事前に詳細調査を行うための時間的余裕や予算的余裕が少ない、または無いことが多い。
- ② 環境創出を当初想定していなかったところに、計画・設計・施工の途中段階で実施を検討する場合がある（例：地元要望など）。そのための検討を行うための時間的、予算的余裕がない。
- ③ 治水事業は断面評価、準二次元解析など、出水時水位の効果を評価できればよく、水面形がなめらかなため、直轄河道レベルでは 200m 間隔の河道定期縦横断情報（横断地形）でも検討可能である。一方、環境創出はそのサイトにおいて狙った生息環境等を支える物理環境の条件（冠水頻度・土砂輸送・地形変化など）が実現するのか、さらにはそれらがどれ位の時間維持可能なのか、といった点について、その「サイトのスケール」（例えば 100m 以内）で検討しなくてはならない。既存の 200m 間隔では情報不足であり、測線が現場に当たらなければ高さの詳細を検討できない。
- ④ 水位に関する情報について見ると、治水事業としては、既往最大・計画規模・計画高水位レベルの洪水と平水位を対象に設計すればよいが、環境創出は普段の出水による冠水頻度の鉛直分布がどの程度であるのかが第一義的に重要である。つまり大出水でもなく、平水でもない水位変動の特徴を捉えることが水辺環境の創出の情報として極めて重要である。しかしそのような情報を治水事業の施工現場で事前に収集することは稀である。

###### b) 環境創出における事前検討の理想と課題

一方で河道での環境創出において、研究レベルやモデルとしての調査においては様々な試みがなされており、代表的な例としては、砂州撤去や河岸掘削後の地形変化と植生・生態系の変遷を捉えたり、予測したりする事例がある。

これらの成果を手法としてそのまま通常の事業に適用する理想的な事前検討をする場合、物理的な河道水理や地形変化のシミュレーションを施工前に実施し、河道掘削高等の設定について検討、環境創出に適した設計を採用する、ということが考えられる。

しかし、100m 以内のスケールを検討するシミュレーションにおいては、以下の課題が挙げられる。

- ① 計算に必要な空間の条件（地形・粒径・粗度や植生等）の収集が必要となるが、既存データが比較的揃っている直轄河道でも、200m 間隔の横断地形のみである。一方、これを補うため UAV を利用した詳細測量は有効であり、このようなケースでの利用促進が期待されるが、現段階では研究目的や試験的使用が大半である他、高コストである。

- ② シミュレーションには、境界条件としての流量・水位情報を得る必要がある。既存観測点があれば容易であるが、観測点未整備区間ではままたず、さらに上流域の流出モデルに依存することになる。
- ③ シミュレーションの係数等の妥当性評価のため、対象領域での水理量（水位や流れ場）、あるいは地形変化後の空間条件の諸量の情報を必要とする。①における時間的な変化についても捉えておくことが理想である。そのためには、施工前に河道の応答を捉えるための調査期間と平面的調査のためのコストが必要となる。

### (3) 本手法の特徴

本手法は、河道低水路内において調査対象とする地先、及び地先の上下流複数地点に水位計を設置し、洪水期に一度連続観測を実施。各観測地点の水位データを取得し、一つは任意期間中の冠水（頻度、時間等）状況を把握、一つは瞬間縦断面水面形特性を捉えることで、任意時刻時点（出水ピーク等）の水面勾配から攪乱（土砂輸送の駆動力等）状況を把握。これらの状況から、調査対象地先の「河道水理特性」を明らかにし、地先の現況の応答状況（地形、土砂

粒経、植生変化等）の説明（理解）及び、施工を計画している場合、施工後の応答予測に用いるという一連の調査スキームである。設置する観測地点数の設定方法等については5.(1)で後述する。

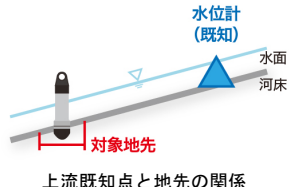
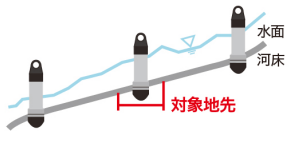
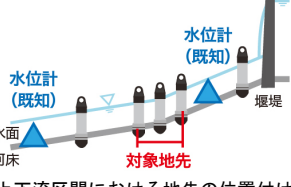
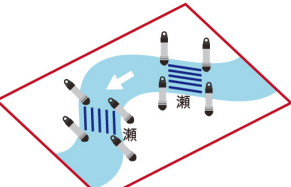
また特徴として、観測には設置・運用が簡便かつ安価な簡易水位計（市販品）を利用することにより、低コストでの実施が可能な点が挙げられる（水位計自体は別現場等で繰り返し使用が可能）。場合によっては、河川管理者が自ら調査することも可能である。

### (4) 本手法の位置づけと精度および適用範囲

以上から、本手法は現実の治水事業で水辺の事前水文調査が不十分な状態と、理想であるシミュレーションによる事前検討、という2つの間を埋める「当たりをつけるための粗い推定手法」として、下記のように位置づけることを提案する。

- 時間的、予算的余裕がある場合……シミュレーション＋本手法による妥当性評価（理想的）  
物理場予測（冠水頻度・攪乱、地形・土砂粒径・植生変化）に対して、本手法による水位観測結果をチェックのために使用できる。
- 予算的制約、時間的制約が大きい場合……本手法

表-2 目的に合わせた水位計投入パターンの例示

| パターン                             | 現場河道特性                                   | 目的・ポイント                                                                                                                                                                | 観測点数                  | イメージ                                                                                 | 備考                                                                                                                       |
|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 最小パターン                           | 順流<br>(等流仮定)                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>現場と上下流に特異な河道特性は認められないことから、水位計投入は最小限とし既知点と現場の水位変動特性の関係を捉える。</li> <li>既知点と現場の水位の関数を作ることで実観測を終えた後も、既知点水位から現場水位を推定可能になる。</li> </ul> | 既知点 1<br>+<br>観測点 1～2 |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>コスト最小。</li> <li>現場内が 1 地点の場合、現場の水面勾配は捉えられない。</li> </ul>                           |
| 上下流パターン                          | 順流／湛水<br>蛇行(湾曲)<br>河床勾配転換<br>狭窄、合流点<br>等 | <ul style="list-style-type: none"> <li>現場の上流或いは下流のどちらかに特異な河道特性が認められることから、水位計を 2～3 地点投入し、現場の水位変動特性並びに縦断面水面形変動特性への影響を確認する。</li> </ul>                                    | 観測点 2～3               |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>既知点が近傍に存在する場合は置き換え可能。</li> <li>現場内が 1 地点の場合、現場の水面勾配は捉えられない。</li> </ul>            |
| 既知点補完<br>高密度化<br>パターン<br>(今回モデル) | 順流～湛水<br>河床勾配転換<br>蛇行(湾曲)                | <ul style="list-style-type: none"> <li>現場及び上下流に特異な河道特性が認められ、現場付近の河道水理特性の予測が極めて困難なことから、現場の上中下流の 3 地点、更に上下流の既知点を補完する形で複数投入し、ミドルレンジにおける現場の位置付けを確認する。</li> </ul>           | 既知点複数<br>+<br>観測点 5～  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>コスト最大。</li> <li>観測点数が多いほど詳細な縦断面水面形を捉えることができる。</li> <li>現場内 3 地点のみ観測も可。</li> </ul> |
| 平面パターン<br>(応用)                   | 順流<br>(交互砂州等)<br>その他                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>応用パターン。現場が両岸にあるといった場合は平面的な特性についても考慮する必要がある。</li> </ul>                                                                          | 観測点多数<br>(左右岸)        |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>本手法において横断方向の水位差については考慮していない（現場が左岸の場合は、上下流地点も左岸に設置）</li> </ul>                     |

による簡易手法

冠水頻度の鉛直分布や攪乱（移動限界粒径）という指標による現場の物理環境の検討を短い簡易観測で実施する。

## 5. 縦断水位連続観測の適用方法の実際

### (1) 現場河道特性に合わせた水位計投入の検討

本手法を実際に 4.(1)で例示したタイプの事業に適用する場合、対象とする現場及び上下流の河道特性、既存観測所（既知点）の有無、現場の規模（延長等）に応じて観測点の設置数（密度）を選択することになる。これらはケースバイケースであるため、代表的なパターン3つ、応用パターン1つを表-2に示す。

またそれぞれのパターンにおいて、既存（既知）観測所が近傍に存在する場合、これを活用することが合理的である。特に国土交通省の「水文水質データベース<sup>5)</sup>」等で情報が公開されている場合は、当該地点の中・長期的な傾向を見ることができる。

### (2) 本手法適用の時間軸

時間軸として実施設計の前年度、即ち遅くとも施工する年度の2年前に実施することが望ましく、数年先に施工する見通しが立った段階で、河道内に設置しておくことが適当である。観測期間は、長期間である必要はなく、当該事業の実施設計に入っている等、時間的制約がある場合、最低限6～9月の洪水期のみで良い（長期間に渡ると設置場所・方法によっては水位計が紛失する可能性が高い）。

なお、年単位で時間的猶予がある場合は、表-2の「最小パターン」を試した後、その結果に河道水理特性上の疑念が生ずる場合は、更に水位計追加投入し挙動を確認するという段階的方法も考えられる。

### (3) その他の付加的作業・調査

今回使用した「ダイバー水位計」による観測では、補正のため現場付近で大気圧の同時観測が必要になる。また、水位計の記録データは、大気圧補正後「水深」として返されるため、「水位」として取り扱うためには、通常の水位計と同様にセンサー零点高の標高を求める必要がある。近傍に河川距離標等の水準点がある場合、簡易的な水準測量を1回実施する。

### (4) 本手法の応用

大河川（交互砂州区間等）の一角で施工をするケースにおいても、瀬淵一周期のリーチ中での水位変動特性は一定ではなく、本手法が適用可能と考える。表-2における「平面パターン」がこれに該当する。

## 6. まとめと今後の課題

### (1) 本手法の優位性とまとめ

縦断水位連続観測による高密度な河道水理特性の事前的把握プロセスは、現場の応答の現況及び予測

の「当たりをつけるための粗い推定手法」として有効と考える。本手法による推定は、4.(2) a)で挙げた通り、治水対策事業の範疇において環境創出のための大規模な事前的調査が予算制約上、現実的でない「現状レベル」では特に優位な手法であり、さらに、高度であるものの高コストで現場への実装が（現段階で）現実的でない「研究レベル」との「中間的手法」、或いは研究レベルとの「併用的手法」としての活用が考えられる。

以上、安価な水位計を活用した実観測により、低コストで現場の河道水理特性を把握し、環境面に配慮した設計・施工を可能とする事前的把握手法として提案する。

### (2) 今後の課題

今後の課題として以下が挙げられる。

- 今回は粗い推定として、水位変動幅と水面勾配の差異による土砂輸送の駆動力等を3.(4)で評価したが、実際にどの程度土砂が堆積するか等、現場の物理環境の予測に有効な指標への変換。
- シミュレーションによる予測と本手法に基づく予測結果の整合性の検証（実際の事業プロセスにおける検証）。
- 今回実施した矢作川でのモデル（順流区間から湛水区間接続部における水面勾配転換）以外の現場への適用。瀬淵区間や合流点部等での事例の蓄積。

**謝辞：**国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所より、矢作川の河道定期縦横断データ他、複数の資料を提供いただいた。この場を借りて感謝申し上げる。

### 参考文献

- 1) 池田茂，片桐浩司，大石哲也，原田守啓，萱場祐一：河道掘削後の河川氾濫原の変化過程に関する考察，河川技術論文集第21巻，2015。
- 2) 吉川慎平，鷺見哲也：矢作川白浜工区における河道掘削後モニタリングのための縦断水位連続観測，土木学会，平成27年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，2016。
- 3) 吉川慎平，鷺見哲也：河道リーチスケールでの植生・物理環境のモニタリングにおける縦断水位連続観測の有効性，応用生態工学会，第20回研究発表会講演概要集，2016。
- 4) 吉川慎平，鷺見哲也：河道掘削時に造成された低水路内人工ワンド環境の維持に関する考察，土木学会，第71回年次学術講演会講演概要集，2016。
- 5) 国土交通省 Web，水文水質データベース。
- 6) 川俣海悠，鷺見哲也：矢作川白浜工区人工ワンド周辺の土砂と地形変化に関する研究，大同大学卒業研究，2015。
- 7) 岩垣雄一：限界掃流力の流体力学的研究，土木学会論文集第41巻，1956。
- 8) 多自然川づくり研究会：多自然川づくりポイントブックⅢ 川の営みを活かした川づくり～河道計画の基本から水際部の設計まで～，日本河川協会，2011。

(2017.4.3 受付)