

# 2wayによる蛇行復元ガイドライン(案)

平成25年3月

独立行政法人 土木研究所

寒地土木研究所

## はじめに

蛇行復元は、その川独特の水辺環境を色濃く残す止水環境の旧川を、流水環境に復活させることで、その川本来の河道の湾曲に伴う瀬淵構造や、河岸植生を含めた貴重な水辺環境を昔の姿近くに復元できる有力な手法である。

しかし、洪水流と合わせて土砂も移動することから、洪水時に直線河道を主に流れると、蛇行河道の流れが弱くなり、土砂が堆積し閉塞する懸念がある。

現状の蛇行復元は、平常時に全量を分流できる高さの堰を設けるなど、経験に頼って行われており、出水の度に蛇行河道に土砂が溜まり、維持掘削が絶えず必要になっているケースもある。

こうした状況を踏まえ、(独) 土木研究所 寒地土木研究所では、蛇行復元に向けた取り組みの参考となるよう、主に平成23年3月「標津川蛇行復元事業に関する技術資料」(北海道開発局 釧路開発建設部, 土木研究所 寒地土木研究所) の河道設計に関する事項を参考にして、ガイドラインとしてとりまとめた。

なお、本ガイドラインは、標津川の自然復元試験地での知見に基づいており、実河川への適用にあたっては、現地条件の違いなどに十分留意して活用していただくことをお願いする。

平成25年3月

## 目 次

1. 総則	1
1-1 目的	1
1-2 適用範囲	2
1-3 本ガイドラインの構成	3
2. 2way による蛇行復元の特性	4
2-1 2way による蛇行復元の特徴	4
2-2 2way 河道が維持されるメカニズム	5
2-3 2way 河道が維持できなくなるメカニズム	6
2-4 蛇行復元試験地から得られた知見	7
3. 事前調査の留意点	8
4. 蛇行河道の設定	9
4-1 蛇行河道の平面形の設定	9
4-2 蛇行河道の縦断形の設定	10
4-3 蛇行河道の横断形の設定	11
5. 分流堰の設定	12
5-1 分流部の河岸保護	12
5-1 堰位置の設定	13
5-2 堰高の設定	14
6. モニタリング計画	16
7. 参考（標津川での実施例）	17

## 1. 総則

### 1. 1 目的

本ガイドラインは、蛇行復元のための河道や分流堰の設定、モニタリングが適切になされるよう、これらの標準的な方法を取りまとめたものである。

#### 【解説】

本ガイドラインは、過去の研究等の知見や、標津川の蛇行復元の手法を基に、蛇行復元のための河道や分流堰の設定、モニタリングが適切になされるよう、標準的な方法を取りまとめた技術資料である。

## 1. 2 適用範囲

本ガイドラインの適用にあたっては、治水や環境の機能に配慮しながら、現河道を維持しつつ、旧川などの蛇行を復元する箇所を対象とする。

### 【解説】

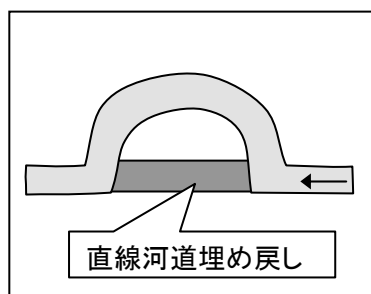
氾濫原に資産が無く氾濫が許容できるならば、釧路川の茅沼地区の蛇行復元のように、蛇行河道の土砂を撤去し直線河道を埋め戻して、蛇行河道だけで通水することも考えられる。しかし、一般的に、背後地（堤内地）は宅地や農地として利用されている場合が多く、洪水氾濫を許容した河道計画が可能な地域はかなり限定される。一方、2wayによる蛇行復元は、現河道（直線河道）を残すことで治水安全性は担保しつつ、豊かな河川環境を創出するための蛇行河道を新たに復元する手法であるため、治水と環境の両立を図る上では、非常に適した手法であると言える。

このように、2wayによる蛇行復元には大きな利点がある一方、適用可能な地域には一定の制約がある。まず、直線河道と蛇行河道に分流が可能となるためには、比較的安定した流況（河状係数が小さい河川）が必要となる。河状係数が大きい河川では分流堰を設けても自然分流での河道の維持は困難であり、十勝川の千代田分流堰のような人為的なゲート操作による分流が必要となり、大規模な工事が必要となる。なお、河状係数が大きい河川であっても、上流のダムで洪水流量が制御され、ダムから安定した流量が放流されている区間であれば、適用の可能性はある。

また、治水面では、洪水時には分流堰（固定堰）が河積阻害となることから、対象区間の流下能力に十分余裕があることが前提条件となる。

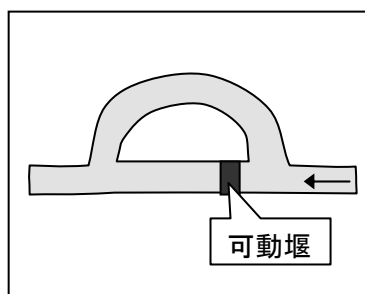
さらに環境面では、旧川を蛇行河道に活用する場合、旧川となってから数十年も経た場合、何らかの貴重な生態系が育まれている可能性があり、十分な事前調査を行い、環境面で問題がないことを確認しておく必要がある。

これらのことから、本ガイドラインは、旧川など蛇行河道となりうる地形を有し、流況や流下能力、河川環境などの諸条件をクリアした地域を適用範囲とし、固定堰を有する2wayの蛇行復元について解説するものである。



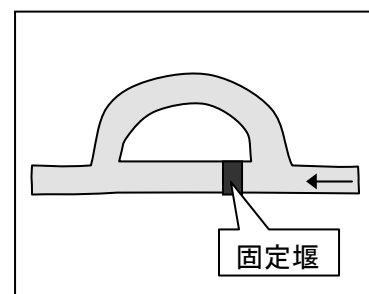
1 way

例：釧路川茅沼地区



2way+可動堰

例：十勝川千代田地区



2way+固定堰

例：標津川蛇行試験地

### 1. 3 本ガイドラインの構成

本ガイドラインは、「総則」「2wayによる蛇行河道の特性」「事前調査」「蛇行河道の設定」「分流堰の設定」「モニタリング計画」「参考」で構成されている。

#### 【解説】

本ガイドラインの構成は以下の通り。

1章の「総則」には、本ガイドラインの目的、適用範囲、構成を示した。

2章の「2wayによる蛇行河道の特性」には、2wayによる蛇行河道独自の土砂挙動の特徴や、蛇行河道が維持されるメカニズム、大規模出水で蛇行河道が維持できなくなるメカニズム、蛇行河道の既往知見を示した。

3章の「事前調査」には、事前調査の方法を示した。

4章の「蛇行河道の設定」には、旧川の測量調査の結果を基に、直線河道と蛇行河道の水理的な疎通能力を検討し、蛇行河道の形状を決定する方法を示した。

5章の「分流堰の設定」には、堰の分流効果を計算し、設定した堰高が流量ごとに適切に分流されるかを評価する方法を示した。

6章の「モニタリング計画」には、蛇行河道特有のモニタリング上の問題に対処すべく配慮事項を示した。

7章の「参考」には、最近研究が進められている、蛇行復元に関する参考文献を示した。

## 2. 2wayによる蛇行復元の特性

### 2. 1 2wayによる蛇行復元の特徴

2wayによる蛇行復元の特徴は、2way河道独自の流量配分とそれに伴う土砂挙動にあり、洪水の頻度と分流堰の規模が河道を維持するための重要なポイントとなる。

#### 【解説】

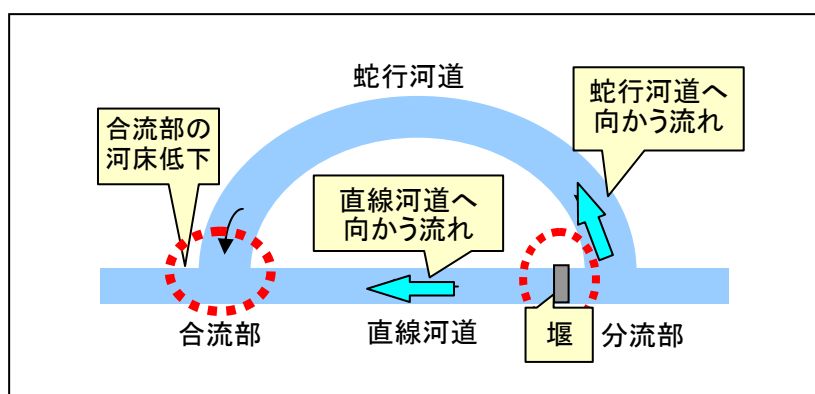
本来、蛇行河道は直線河道より流路延長が長い分、勾配が緩くなり、土砂が堆積傾向になりやすい。しかし、直線河道の分岐点下流側に所定の高さの分流堰を設けることで、低水～豊水流量時は、蛇行河道側へ多くの流量が分配され、堆積した土砂を流掃することが可能になる。

低水路満杯規模の出水の際は、2wayの蛇行部は流水の河道分担率が低くなるため、堰を乗越える流量が増え直線河道側に流れが集中する。その結果、河床変動によって合流部の深掘れが緩和され、蛇行河道の水位縦断形は緩勾配へと変化する。これにより、蛇行河道側の掃流力は低下し、河道内は土砂堆積傾向を示すこととなる。しかし、低水～豊水流量時は、蛇行河道側へ多くの流量が配分されるため、合流部が洗掘し河床低下が起こる。合流部の河床低下は、蛇行河道の河床勾配を急峻にする働きを持つため、掃流力が上昇し、河道内は侵食傾向に替わることとなる。

このように、2wayの蛇行部は、低水路満杯規模の洪水では土砂堆積傾向を示すこととなるが、分流堰の働きによって、低水～豊水流量時は侵食傾向へと変化するため、経年的には、土砂の堆積・侵食を繰り返しながらも、河道は持続的に維持されていくこととなる。

また、2wayによる蛇行復元の特徴として、河岸の安定性が挙げられる。2wayの蛇行部は洪水流の河道分担率が低いため、通常の蛇行河道よりも河岸侵食を受けにくい傾向がある。実際に、蛇行復元試験地において、分合流部以外で大きく侵食が進行した箇所は、止水環境保全のため本来の河道を避けた新規掘削区間であり、旧川を利用した蛇行部は比較的侵食に強い傾向が見られた。したがって、河岸の安定性の面で、旧川跡を利用することが有効に働く場合があると言える。

また、河道維持上の留意点として、直線河道の川幅縮小が挙げられる。低水～豊水流量時は多くの流量が蛇行河道側へと分配されるため、蛇行河道は比較的良好に河道が維持される一方、直線河道では土砂堆積や植生侵入に伴う川幅の縮小が起きる。このような場合の維持掘削については、通常の河道維持と同様、洪水時の流下能力に支障をきたす場合は、適宜掘削等を行う必要がある。



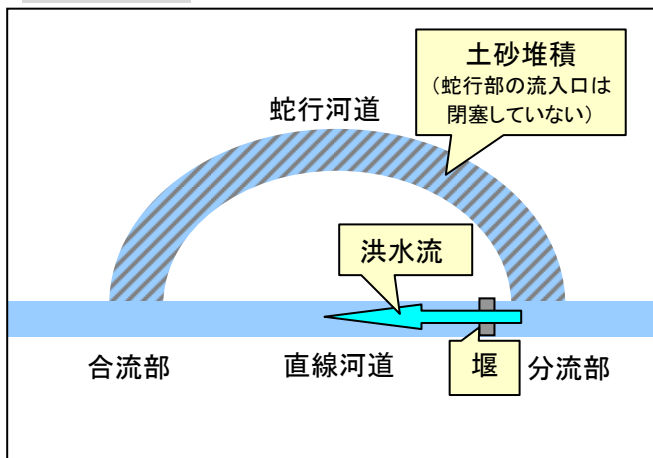
## 2. 2 2way 河道が維持されるメカニズム

分流堰の効果により、低水～豊水流量時は、蛇行河道内の掃流力が増大し河道内は侵食傾向となる、これにより、大規模洪水時に堆積した土砂は徐々に流掃され、蛇行河道は閉塞することなく維持されていく。

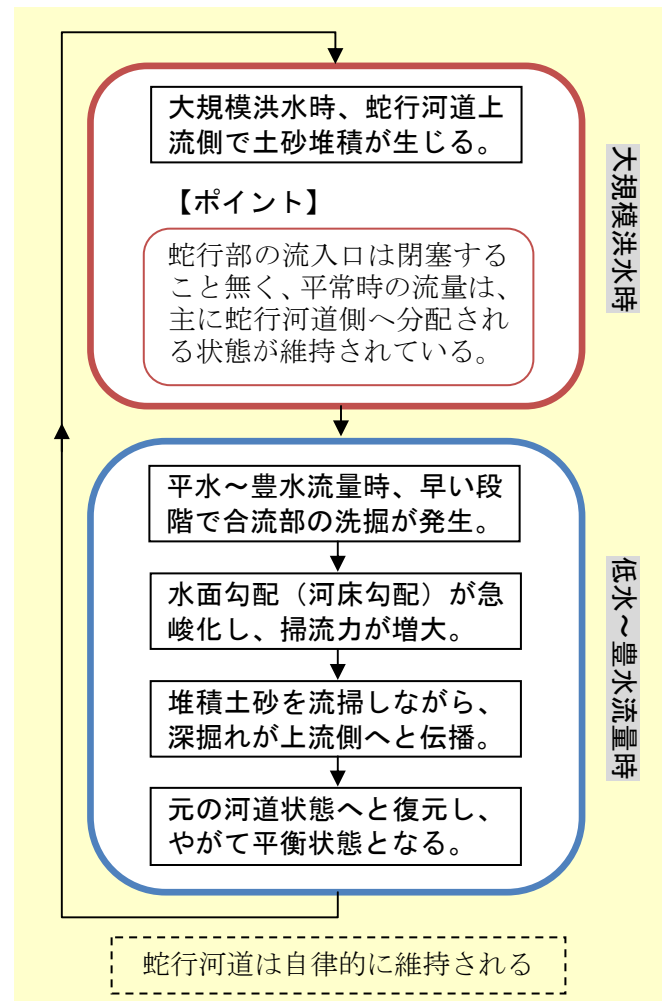
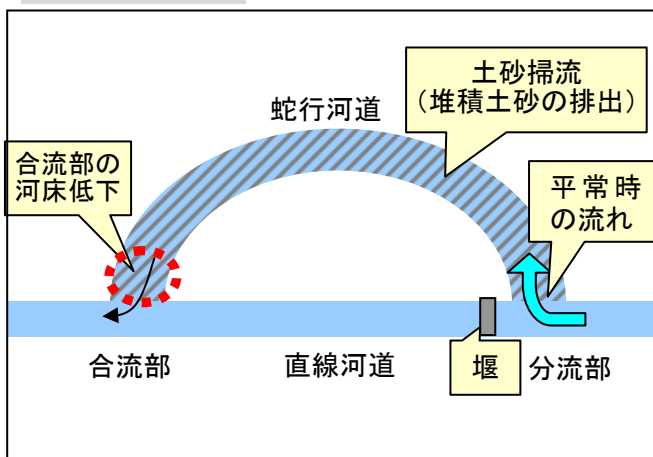
### 【解説】

- ① 分流堰の設置により、堰の上下流で土砂輸送のアンバランスが生じ（下流への供給量が減少）、大規模洪水時は一時的に直線河道の河床が低下し、蛇行河道上流側では土砂堆積が生じる。
- ② 分流堰の効果により、平水～豊水流量時は、蛇行河道側へ多くの流量が分配される。
- ③ 平水～豊水流量時の流れにより、合流部は徐々に洗掘され、蛇行河道の河床勾配が急峻になる。
- ④ 蛇行河道内の掃流力が増大し、大規模洪水時に堆積した土砂を流掃しながら、下流側の河床低下の影響が上流側へと伝播していく。
- ⑤ 蛇行河道の河床勾配は、大規模洪水前（土砂堆積前）の状態へと復元し、やがて安定する。  
大規模洪水時、蛇行河道へ堆積した土砂は、平水～豊水流量時には徐々に下流側へと流掃されることで、長期的には元の河道状態が自律的に維持されていくこととなる。

### 大規模洪水時



### 低水～豊水流量時





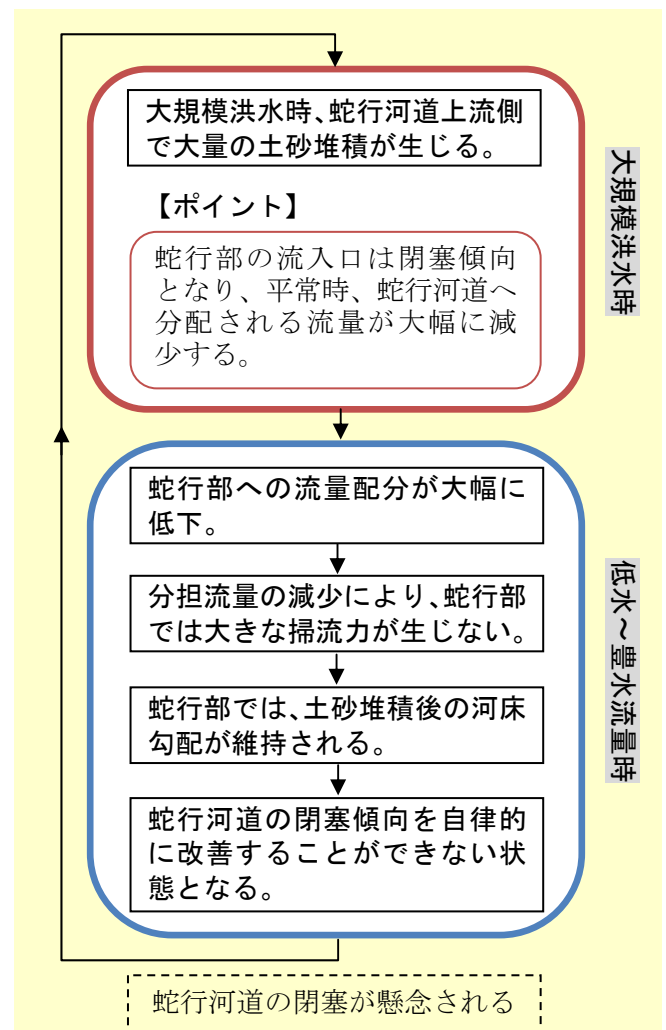
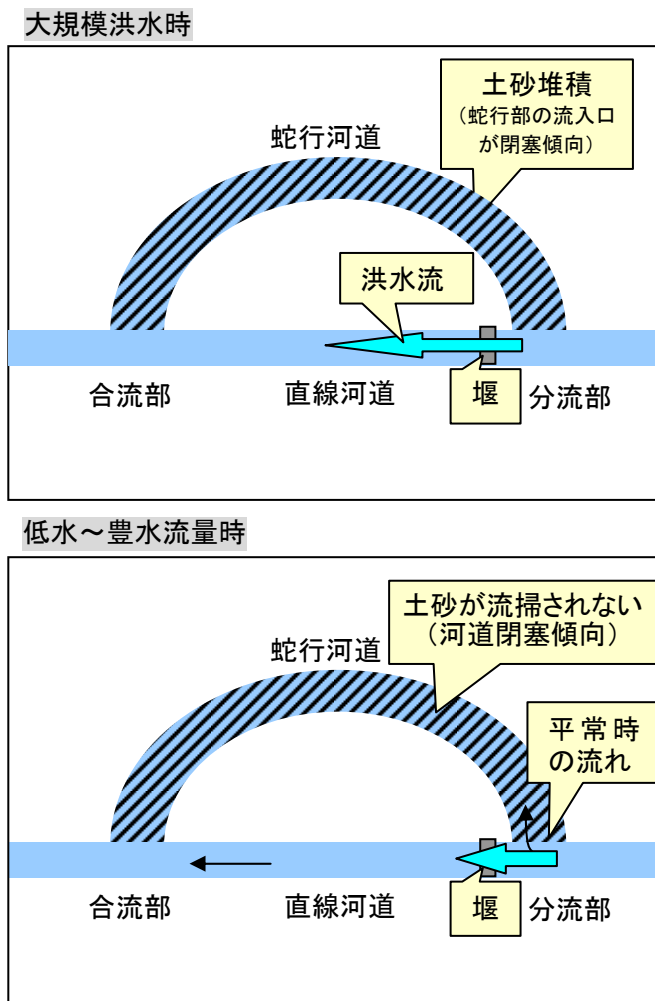
## 2. 3 2way 河道が維持できなくなるメカニズム

大規模出水によって蛇行河道に大量の土砂が堆積した場合、蛇行河道の河床高の上昇に伴って蛇行部の流入が閉塞傾向となり、平水～豊水流量時の分担流量が減少する。これにより、蛇行河道は出水毎に閉塞傾向を高めていく。

### 【解説】

- ① 大規模洪水によって蛇行河道上流側で大量の土砂堆積が生じる。
- ② 蛇行河道の河床高の上昇に伴って蛇行部の流入は閉塞傾向となり、平水～豊水流量時における、蛇行河道への流量配分が大幅に低下する。
- ③ 平水～豊水流量時、蛇行河道では、分担流量の大幅な減少によって掃流力が低下しているため、河道の閉塞傾向を大幅に改善させるほどの河道変化は生じにくい。
- ④ 平水～豊水流量時は、主に直線河道を流下するため、直線河道側の背水の影響を受け、蛇行河道下流側では河床低下などの変化が起きにくく、土砂堆積後の河道状況（河床勾配）が維持される。
- ⑤ 蛇行河道では、河道内に堆積した土砂を流掃する働きが低下し、河道の閉塞傾向を自律的に改善することができない状態となる。

平水～豊水流量時、蛇行河道側に十分な流量を確保できないことから、出水の度に蛇行河道は閉塞傾向を高めていくこととなる。



## 2. 4 蛇行復元試験地から得られた知見

蛇行復元を先駆的に行なった標津川の蛇行復元試験地で、河道の維持や物理環境の変化、生物の生息状況の変化の知見が得られている。

### 【解 説】

#### 〔蛇行河道の維持について〕

- ・ 直線部の流れとほぼ直交する分岐形状とする場合、蛇行側に流量を確保するには分流堰が必要となる。
- ・ 分流堰により、平常時に蛇行河道側へ流量が多く分配されることで、蛇行河道の開口部が維持される。
- ・ 分流水衝部は2次流の影響により大きく侵食されるため、分流部には河岸保護等の配慮が必要である。
- ・ 旧川の利用を避け、新たに掘削を行った河道の侵食量は、旧川利用部に比べ明らかに大きい。蛇行河道復元の実施の際には、新河道を掘削するよりも旧川河道を利用するほうが、経済面のみならず河道維持上も有利に働く場合がある。

#### 〔物理環境の変化について〕

- ・ 蛇行河道の横断形状は、深場や浅場が形成されている。
- ・ 蛇行河道の流速や水深は、直線河道に比べ空間的变化が大きい(多様な水環境が創出される)。

#### 〔生物の生息状況の変化について〕

- ・ 旧川を利用した蛇行復元を行うことにより、旧川に生息する止水性の水生生物は流出する。
- ・ 直線部と比べ、蛇行部では生息する魚類の個体数やサイズは大きい。
- ・ 蛇行内岸には、底生動物の生息場となる浅場が形成される。
- ・ 蛇行部には、遡上するサケ親魚が休息場として利用できる環境が多い。
- ・ 現在の直線河道と比較すると、蛇行河道の多様性指数は高い傾向にある。

#### 〔まとめ〕

- ・ 2way 河道を用いた蛇行復元では、直線化された河道に比べ、水生生物の生息に適した多様な水環境が創出されるという利点がある。
- ・ 河道の維持に関しては、分岐点下流に適切な高さの分流堰を設置し、水衝部を護岸等で保護することで、河道を持続的に維持することが可能となる。

再蛇行による水理、物質循環、生態系への効果などの詳細については、「川の蛇行復元～水理・物質循環・生態系からの評価～」(中村太士編：技報堂)や、参考資料に示す論文名から参照されたい。

### 3. 事前調査の留意点

事前調査は、「水位・流量調査」及び「地形・地質・地下水調査」「生物調査」を行うことが望ましい。

#### 【解説】

河道計画に必要な調査は、河川砂防技術基準（調査編）に則り実施されることが一般的であり、事前調査は、以下に留意して「水位・流量調査」及び「地形・地質・地下水調査」「生物調査」を行うことが望ましい。

#### (1) 水位・流量調査：

現況及び蛇行復元後の流下能力を検証するとともに、蛇行河道と直線河道の流量配分比の設定に向け、過去の洪水規模やその発生頻度、豊平低渇時の流量や、河状係数などを把握し、それらを適切に計画へと反映できるよう留意する。

#### (2) 地形調査：

2way 河道の整備に際し、復元する旧川跡を対象に現況の河道形状を詳細に把握する。なお、蛇行復元後は経年的な河道変化が想定されるため、追跡調査による比較検証が行えるよう、縦横断・平面の測量範囲は、計画の河道幅よりも広く設定するよう留意する。

#### (3) 地質調査：

復元対象とする旧川跡には、止水環境下で経年的に堆積した粒径の細かい土砂や、枯れ葉などの有機物が厚く堆積している場合がある。旧川内の堆積物を調査し、ショートカット以前の蛇行河道（旧川）が本来有していた河道断面を把握するとともに、可能な限り旧河道断面を継承した河道計画となるよう留意する。また、将来的な河道の変化予測に向け、対象区間を含めた流域全体の地形的成り立ちを把握することが望ましい。

#### (4) 地下水調査：

蛇行復元では、平常時の水の流れが大きく変化するため、周辺の地下水分布にもある程度の影響が及ぶことも想定される。周辺に貴重な湿地環境や植生分布が確認されている場合は、地下水分布の現状を把握するとともに、河道整備後の変化が保全対象物へ与える影響についても十分留意する。

#### (5) 生物調査：

旧川跡には、ショートカット以降、止水性の魚類や底生動物、水生植物を主体とした新たな生態系が形成されている場合がある。蛇行復元を行う際は、保全すべき貴重な生物の存在の有無を確認するとともに、復元後の環境改善効果を検証する上でも、現況の水生生物の生息状況や、水際・陸域の植生分布などを十分把握するよう留意する。

## 4. 蛇行河道の設定

### 4. 1 蛇行河道の平面形の設定

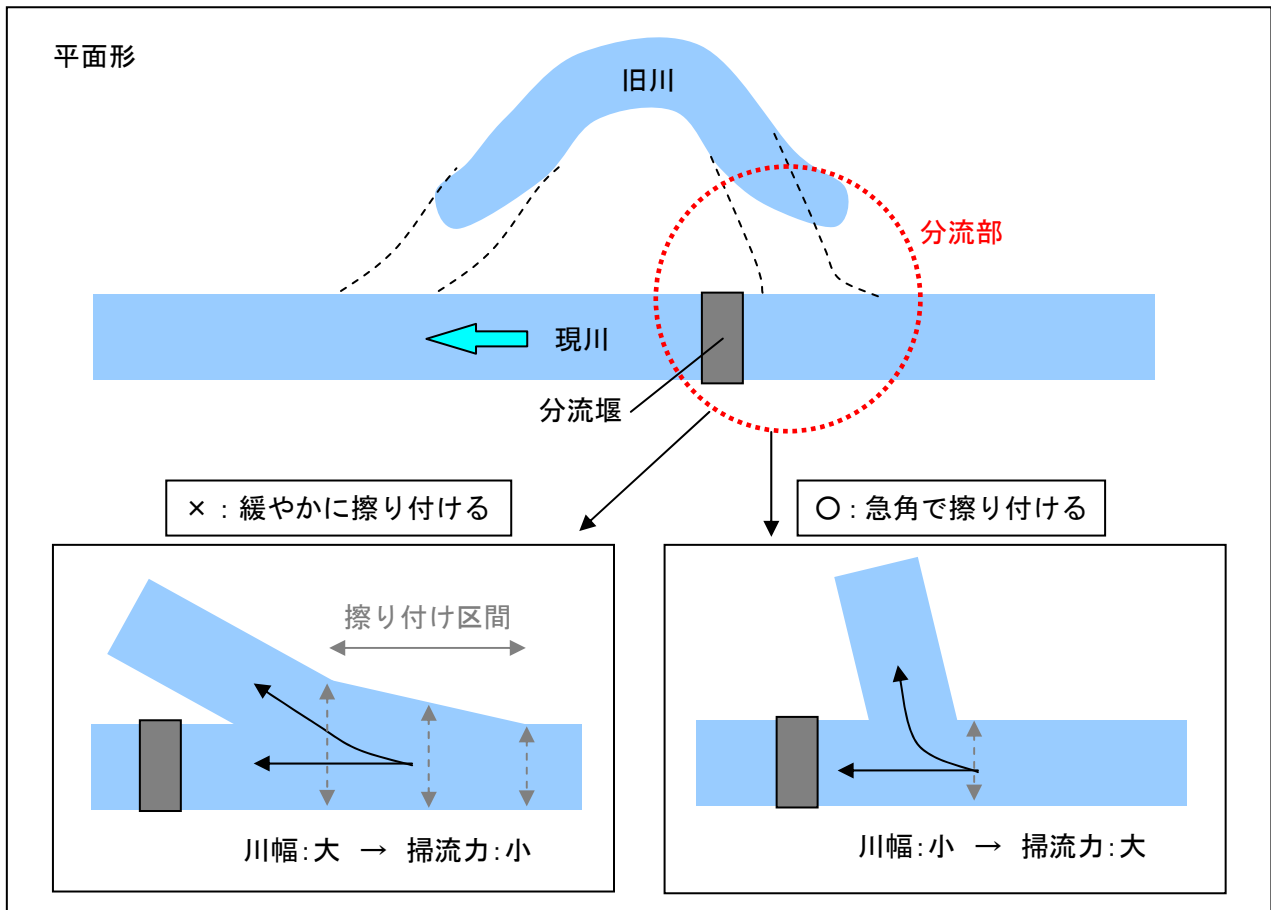
蛇行河道の平面形は、ショートカット以前の蛇行河道の流路変遷を踏まえつつ、平面測量で実測した旧川の河道平面形状（流路）を参考に決定する。

#### 【解説】

蛇行河道へと復元される旧川は、本川と切り離されるまで、長い年月をかけて度重なる出水を経験しており、安定した河岸や流路を形成している場合が多い。蛇行河道の平面形の設定に当たっては、ショートカット以前の蛇行河道の流路変遷を重ね合わせ、蛇行河道の安定度を分析し、平面測量で実測した旧川の河道平面形状（流路）を参考に平面形を決定する。

なお、直線河道の川幅が広く、砂州を形成し滞筋が蛇行しているような場合は、滞筋の外岸側に分流部を配置するよう平面形を工夫することで、蛇行河道への導水を円滑に行える場合もある。

また、分流部は掃流力の低下によって土砂が堆積しやすい傾向があるため、擦り付け区間に関しては、土砂堆積を助長するような河道拡幅は極力避け、擦り付け延長は最小限に止めるべきである。直線河道と蛇行河道を緩やかに擦り付けた場合、擦り付け区間の川幅をある程度拡幅する必要があるため、当該区間では掃流力が一様に低下し、土砂が堆積しやすくなる。分流部で土砂堆積が進行すると、分流堰による流量配分の制御が困難になることが想定される。



#### 4. 2 蛇行河道の縦断形の設定

蛇行河道の縦断形は、平常時に現河道（直線河道）と同程度の疎通能力を確保するため、直線河道の実測縦断形と分岐部の平水位を基準に設定する。

##### 【解説】

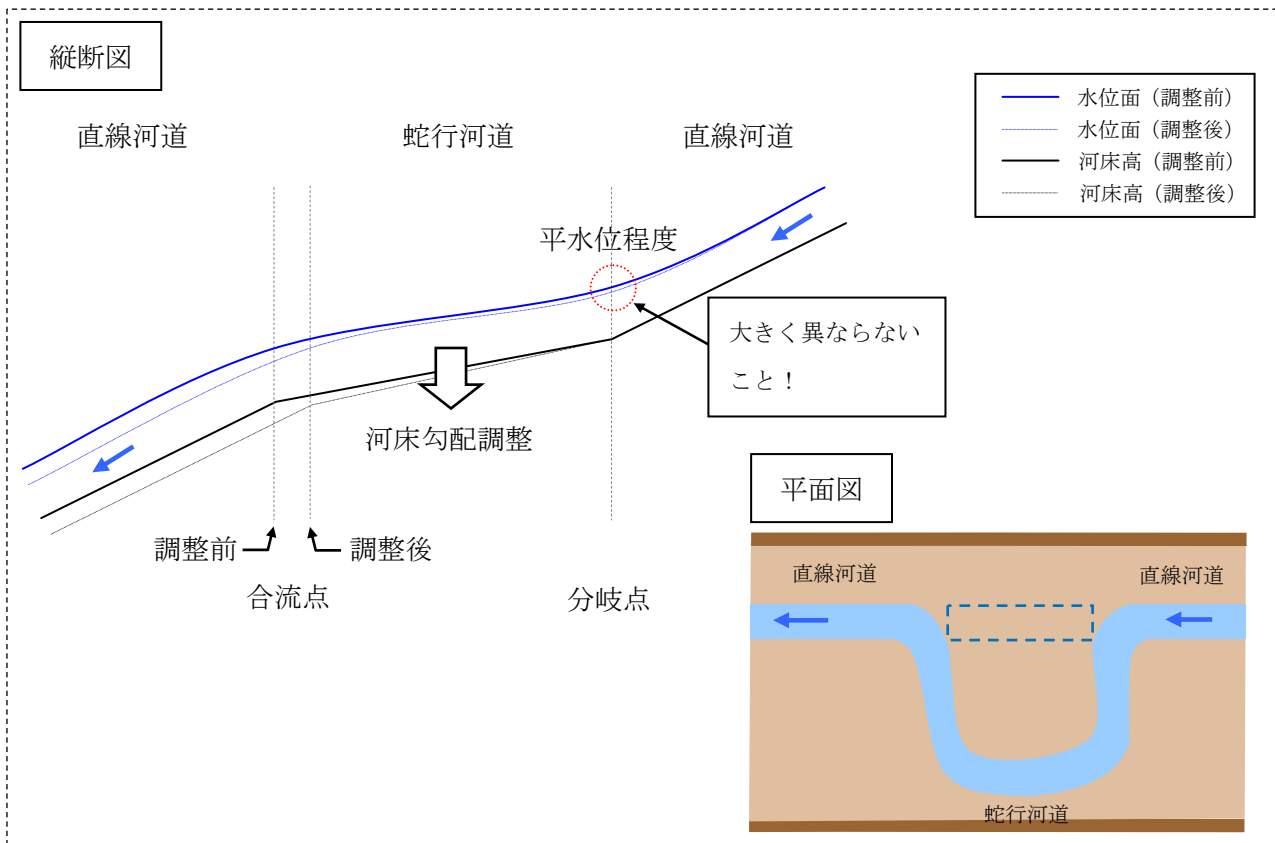
ショートカットが行われてから長い年月が経過している場合、蛇行河道にあたる旧川では土砂堆積による河床高の上昇、本川では捷水路化に伴う河床低下などにより、現直線河道と旧川の分岐合流部では、河床高に大きな差異が生じている場合がある。

このような場合、現況の河床縦断形をそのまま接続することは不可能なため、分流が成立するよう、蛇行河道の計画河床高を現在の直線河道に合わせて設定し直す必要がある。

具体的には、直線河道の縦断形から分岐合流点の河床高を求め、それらを線形で結んで蛇行河道の河床縦断形とする。蛇行河道の横断形状を設定した後、蛇行河道だけで平水流量を流下させた際の分流部の水位を求め、その水位が元の直線河道の平水位と大きく異なる場合は、蛇行河道の縦断勾配を変化させて微調整を行う。

以上より設定した縦断形を用いて、「分流堰を設置せずに」自然分流させた場合、川幅や河床勾配の違いから、平常時でも直線河道側へ多くの流量が分配され、出水時はさらにその傾向が強くなる。そのため、蛇行河道には大量の土砂が堆積し、次第に河道は閉塞傾向を高めていくことが想定される。このような事態を回避するためには、後述する分流堰の設置が必ず必要となる。

##### 蛇行河道の河床勾配調整（分流部の水位が平水位より高い場合）



#### 4. 3 蛇行河道の横断形の設定

蛇行河道の横断形は、設定した河床縦断形を基準河床面とし、河道幅は旧川の河道幅を基準に、可能な限り旧川に残された自然河岸を利用する。

##### 【解説】

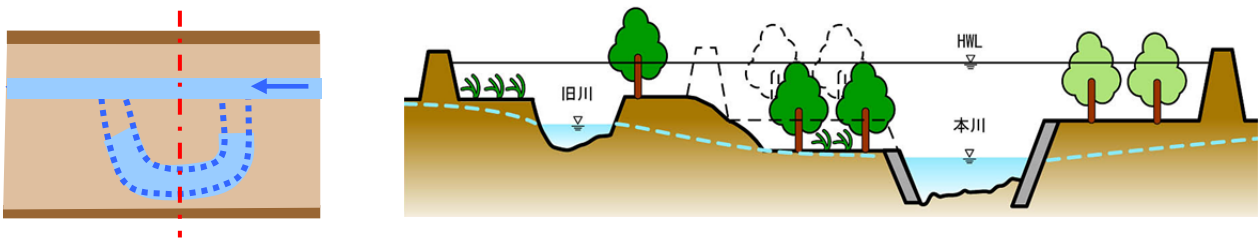
復元対象とする旧川跡には、止水環境下で経年的に堆積した粒径の細かい土砂や、枯れ葉などの有機物が厚く堆積している場合があるため、直線河道への接続を図る際は、河道掘削によりこれを是正する必要がある。

前節で設定した蛇行河道の河床縦断形から得られる河床高を基準河床面とし、河道幅は旧川の河道幅を基準に、河岸に2~3割程度の法勾配をつけた横断形を設定する。河岸の安定性を確保するため、可能な限り旧川に残された自然河岸を利用するものとし、設定した計画断面と旧川の現況断面をもとに掘削範囲を設定する。

蛇行復元後、早期に瀬淵の形成を期待する場合は、本川河道の砂州形状（波長・波高）を参考に、河床面に横断的な勾配を持たせて掘削することが有効である。

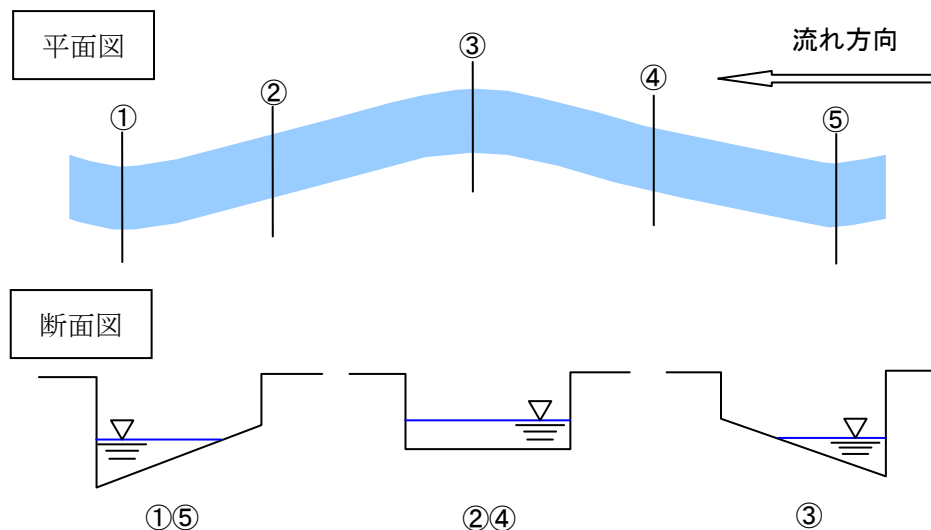
また、水際に湿地環境を導入する場合は、湿生植生が生育できるよう、平水位程度まで低水路河岸を切り下げ、ワンドのような水域を部分的に創出する手法も考えられる。

旧川は経年的に土砂が厚く堆積している場合がある。



蛇行復元後、早期に瀬淵の形成を期待する場合

現直線河道の砂州形状や深掘れ水深を参考に、蛇行河道の断面形を設定する。



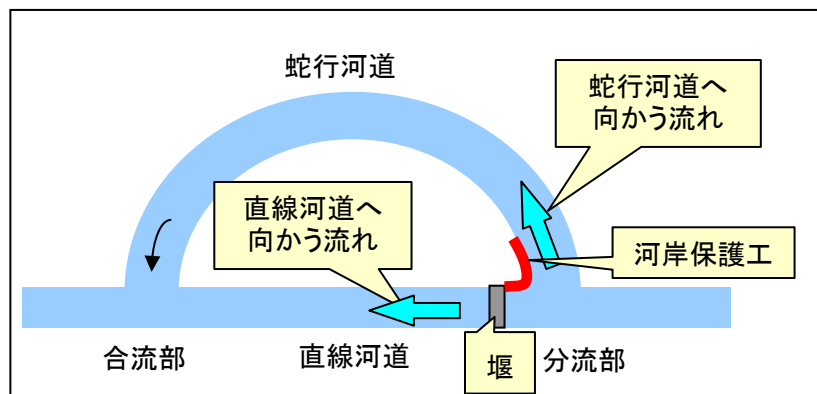
## 5. 分流堰の設定

### 5. 1 分流部の河岸保護

分流部は水衝部となるため、河岸保護が必ず必要となる。

#### 【解説】

分流部の河岸保護の設計に当たっては、周辺の河道の状況を踏まえ、根入れ深、護岸工の種類、施工延長などについての検討が必要である。



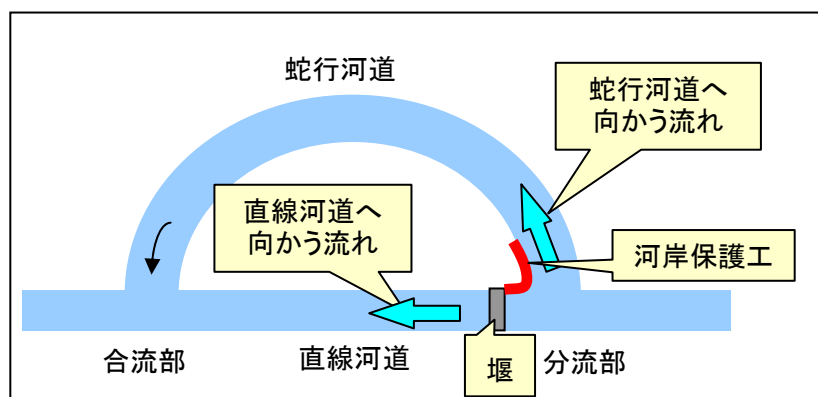
## 5. 2 堰位置の設定

分流堰の位置は、蛇行河道の侵食の影響が及ばないように、分流部のやや下流に設定する。

### 【解説】

分流堰の位置は、分流点より下流側へ離れるほど堰高が大きくなり不経済となる。あまり分流部に近すぎると、蛇行河道の流入口の外岸側の河岸侵食の影響を受けるため、侵食の及ばない範囲まで下流側に下げて設定する。

なお、蛇行河道の分流部は、流水が衝突する湾曲の外岸側に当たるため、当初から河岸保護工が必要であり、この河岸保護工の設置範囲の下流に分流堰を配置することとなる。





### 5. 3 堰高の設定

分流堰の堰高は、平常時及び中小出水の流量における河道の維持を考慮して、適切に分流することのできる高さに設定する。

#### 【解説】

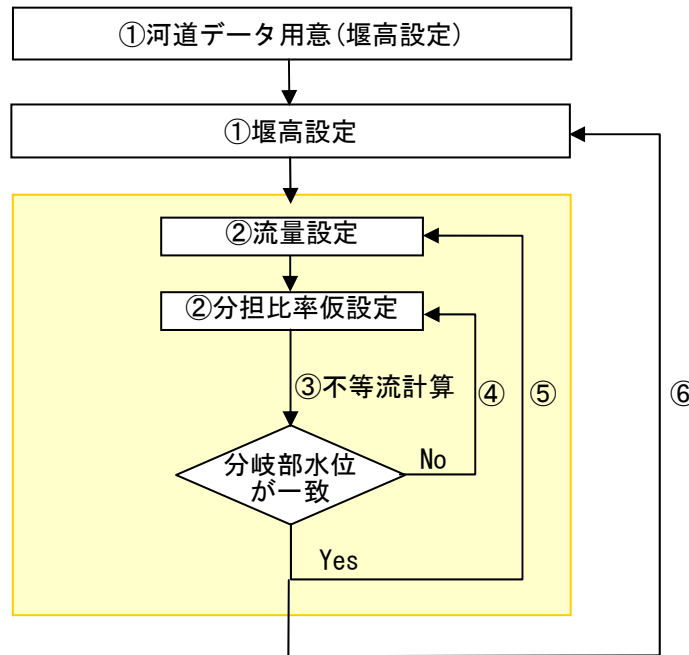
ここでは、標津川の蛇行復元試験地を例に解説する。分流堰の堰高は、平常時、蛇行河道にほぼ全量導水可能であるとともに、中小出水でも土砂堆積しないよう、蛇行河道に流量を適切に分流することのできる高さに設定した。そのために、事前に、堰高の違いによる分流状況を算定した。分流堰高設定のポイントを以下に示す。

#### 〔分流堰高設定のポイント〕

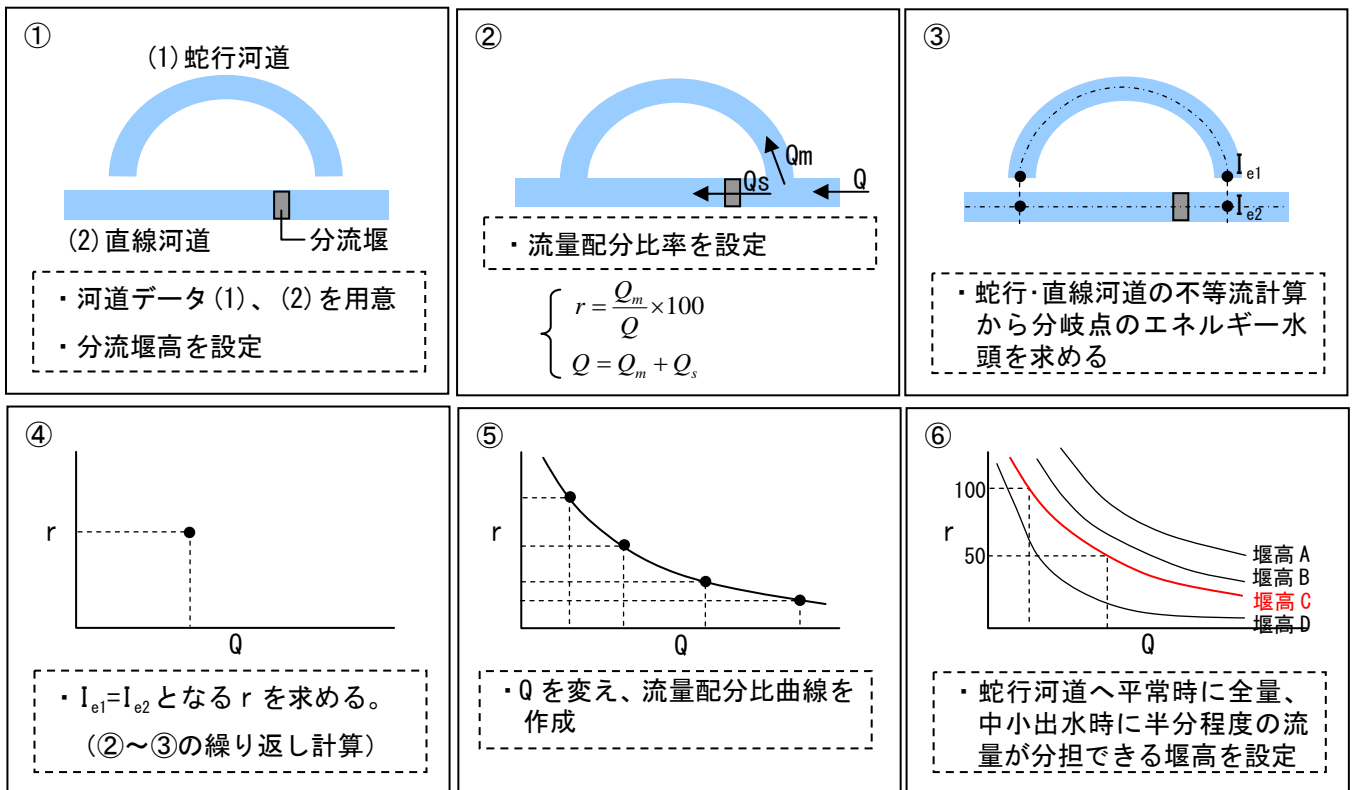
- ・ 平水流量程度で、大半の流量が蛇行部へ分配されること。
- ・ 平常時から中小出水時には、蛇行河道内の掃流力は、限界無次元掃流力を超え、大規模出水時の堆積土砂を掃流することができる流量配分であること。

#### 〔蛇行河道の維持を図る分流堰高の検討方法〕（準2次元不等流計算）

- ① 分流堰を配置した直線河道と、蛇行河道の河道データを用意する（直線河道の分流堰高を仮設定する）。
- ② ある流量に対しそれぞれの河道の分担比率を仮設定する。
- ③ 直線河道と蛇行河道の不等流計算を行い、分流部のエネルギー水頭をそれぞれ求める（蛇行河道は直線河道の計算から得られた合流点のエネルギー水頭を起算水位とする）。
- ④ 分担比率を変えた試行計算を行い、直線河道・蛇行河道それぞれの分流部のエネルギー水頭が一致する流量配分比率を求める。
- ⑤ さらに流量を少しずつ大きくしたケースをいくつか行い、その堰高での流量増に対する分担比率を確定する。
- ⑥ 堰高を変えたケースをいくつか行い、平常時に全量程度、中小出水時に蛇行河道に半分程度の流量が分担できる堰高を設定する。



分流堰高の検討フロー図



## 6. モニタリング計画

モニタリング計画は、蛇行河道特有の問題に配慮し、調査区間や調査方法を設定する。

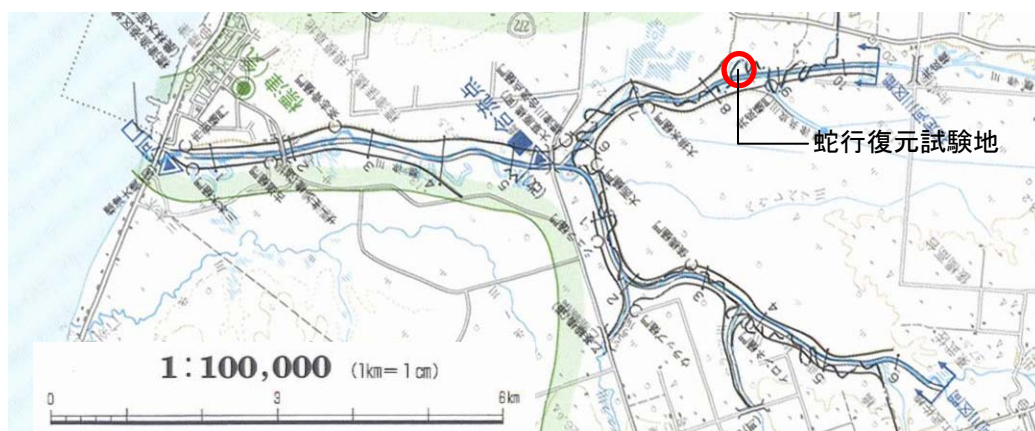
### 【解説】

ここでは、例として標津川の蛇行復元試験地のモニタリング計画を示す。

目標	施策	モニタリング			
		指標	調査項目	調査の必要性	
深場・緩流域の復元 浅場・水際域の復元	旧川を用いた蛇行河道の復元	物理環境		河道形状、水深	目標にむけた変化の確認 (深場・浅場・水際の形成状況)
				流速	目標にむけた変化の確認 (緩流域)
				河床材料	魚類の生息環境条件の変化を把握
				樹冠被覆率	同上
		生物の生育・生息状況		魚類	物理環境の変化に対する魚類生息状況の変化を把握
				底生動物	物理環境の変化に対する底生動物生息状況の変化を把握
				水草	旧川復元前後の水草(緩流性魚類の生息環境)の生育状況の確認
水際草本	水際域の植生(緩流性魚類の生息環境)の生育状況の確認				
氾濫環境の復元 在来樹木 定着環境の復元	蛇行河道の河岸の一部切り下げ 旧堤防の一部撤去 樹木の導入	河道切欠部	物理環境	冠水頻度、冠水深度	目標にむけた変化の確認 (氾濫、侵食・堆積状況)
			植生の生育状況	氾濫原植生	物理環境の変化に対する植生(主に樹木)生育状況の変化を確認
		辺河道周全体	物理環境	氾濫域	目標にむけた変化の確認(氾濫域)
			植生の生育状況	氾濫原植生	物理環境の変化に対する植生生育状況の変化を確認
湿地環境の復元	現排水路の埋め戻し 分流堰による堰上げ	物理環境		地下水位	地下水位回復のための対策後の地下水位の変化の把握
		生物の生育状況		湿性植生	地下水位の変化に対する植生生育状況の変化を確認
その他		-		濁度	施工および旧川復元による濁水発生状況の把握
		-		地下水位	施工中の地下水位変化の把握

## 7. 参考

標津川の蛇行復元試験地を例に、具体的な河道設計手順を以降に示す。

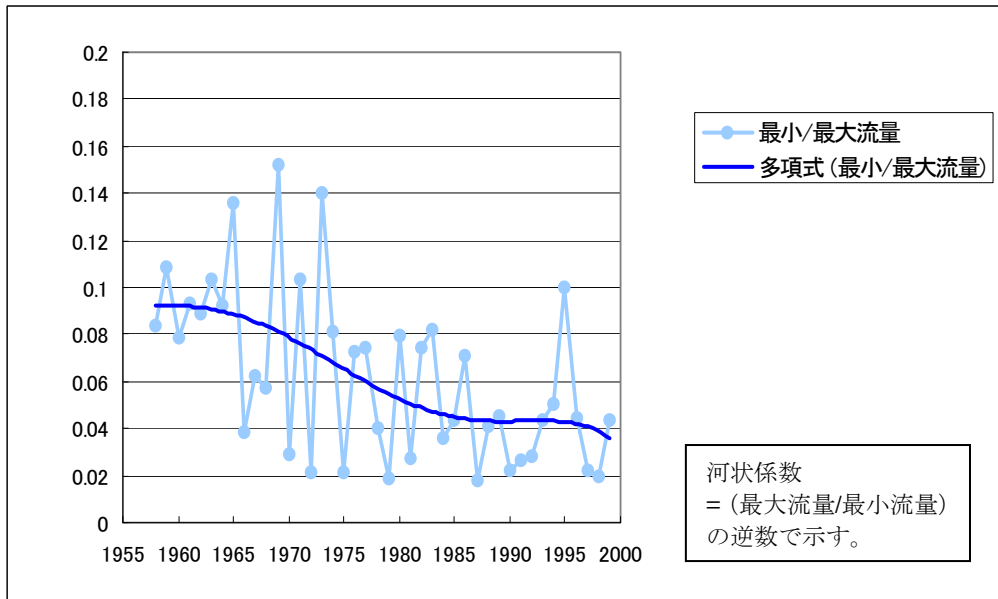


(1) 標津川蛇行復元試験地の事前調査の状況

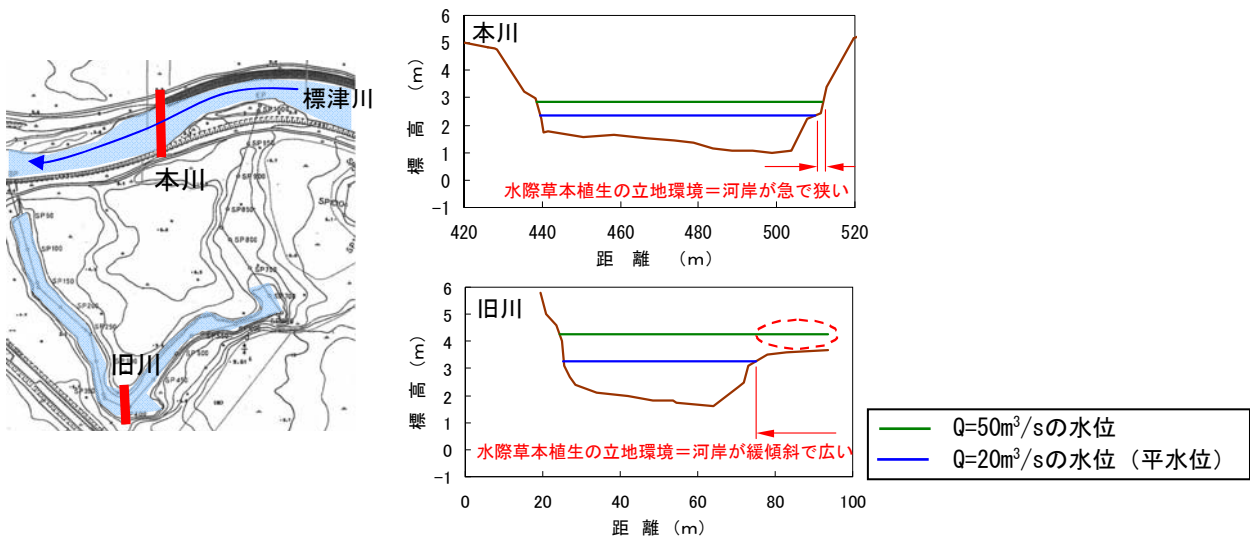
直線河道と蛇行河道に分流が可能となるためには、比較的安定した流況（河状係数が小さい河川）が必要である。

標津川流域の昭和 20 年代の最小/最大流量は 0.09 程度と極めて高い値を示し、極めて保水性の高い流域であったことが想定される。

現在の最小/最大流量は、0.04 程度となっており、流出形態が大きく変化してきていると推定される。



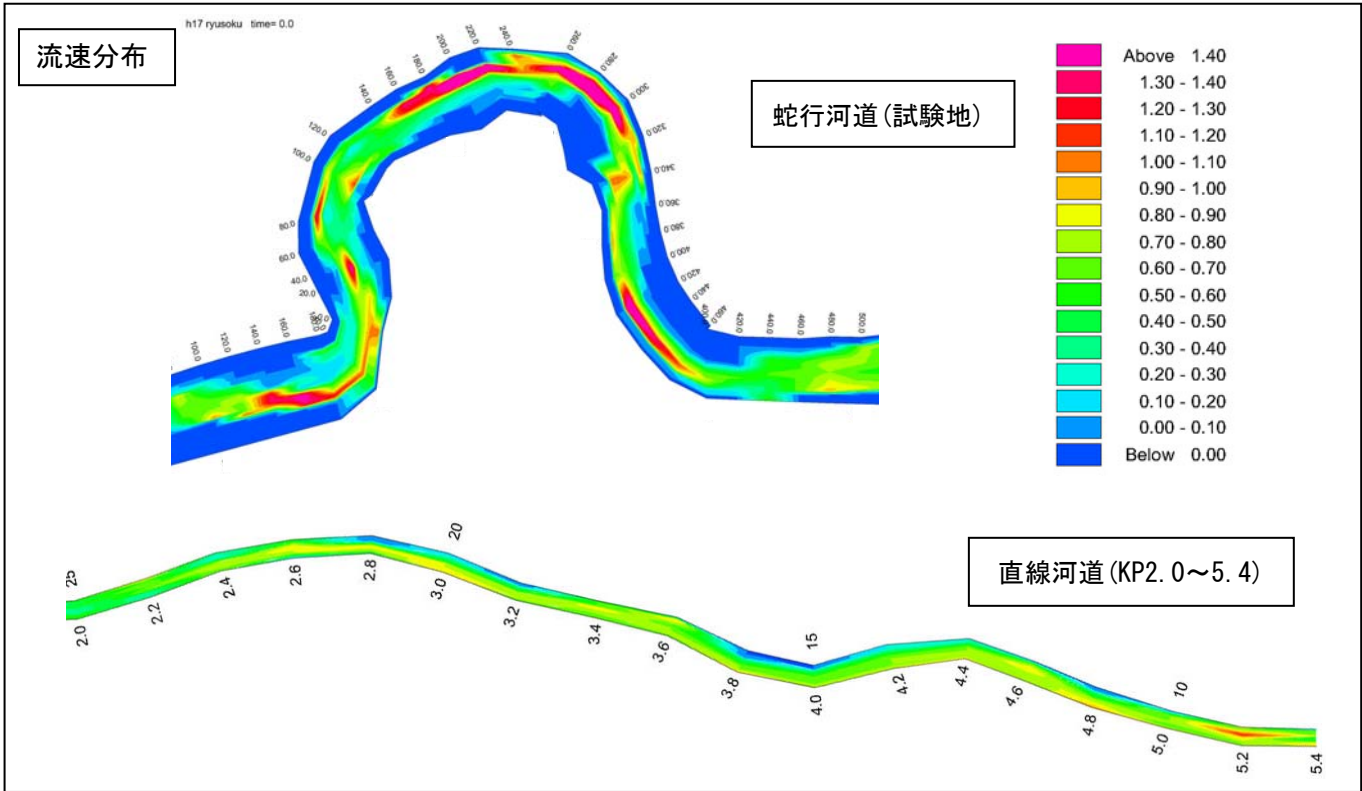
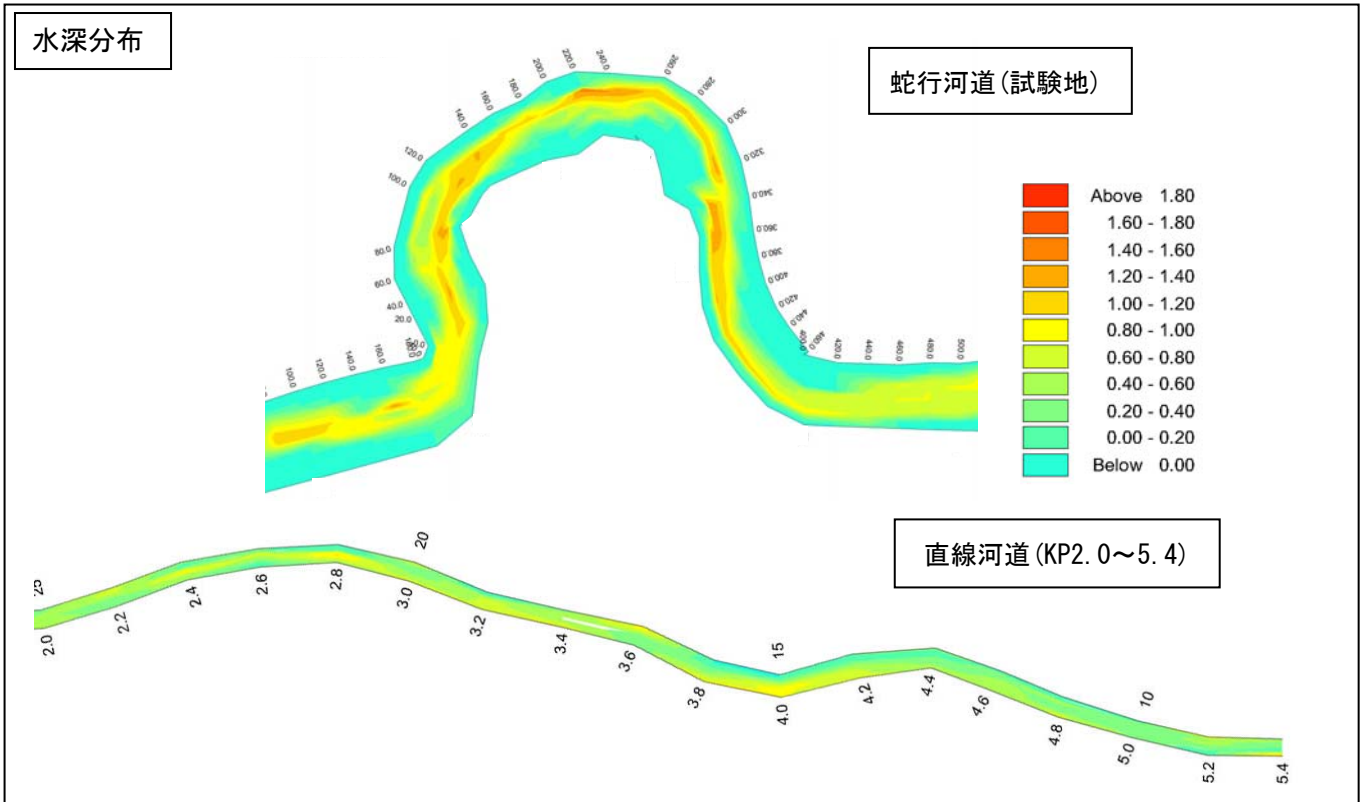
標津川は、近年、河状係数が低下傾向にある。



旧蛇行河道は、豊かな水際環境を有していた。

水深は蛇行河道のほうが深い箇所が見られ、変動が大きく浅場や深場が明確な河道となった。

蛇行河道の流速は変動が大きく、平均的には蛇行河道と直線河道は同程度となった。堰の設置および下流合流部の河床低下により、蛇行河道の水面勾配が大きくなった。

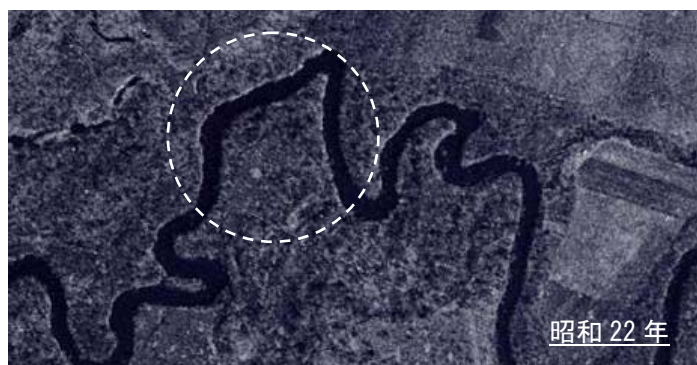


平常時の実測 (H17.10) による水深・流速分布コンター図

## (2) 標津川蛇行復元試験地の河道変遷状況

蛇行河道に当たる旧川は、本川と切り離されるまで、長い年月の出水の経験があり、安定した河岸や流路を形成していることが多い。よって、蛇行河道の平面形の設定に当たっては、過去の切り離す前の蛇行河道の流路の変遷を重ね合わせ、蛇行河道の安定度合いを分析し、平面測量調査で実測した旧川の流路を参考に平面形を求める。

### 旧川跡を利用した平面形の設定



2way 河道施工前



2way 河道施工後

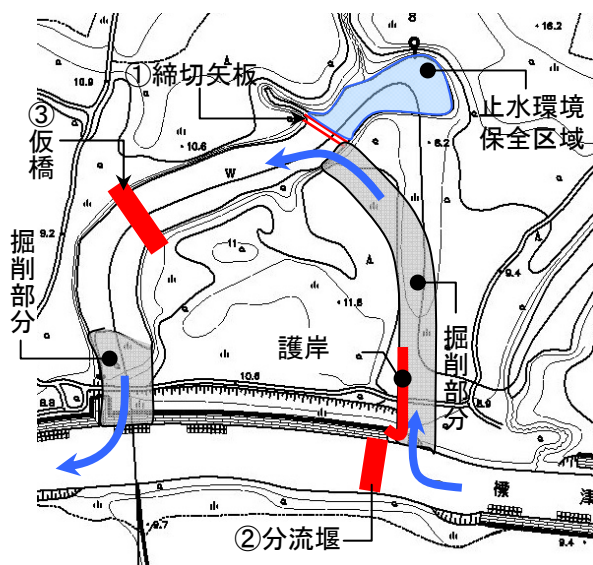
(3) 標津川蛇行復元試験地の平面形の設定状況



③試験用仮橋を設置。  
(既設の国道橋を再利用)



①止水環境を矢板によって一部保全



②本川に透過型分流堰を設置。

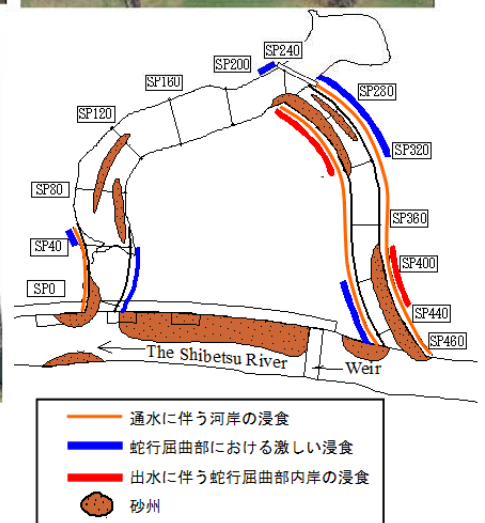
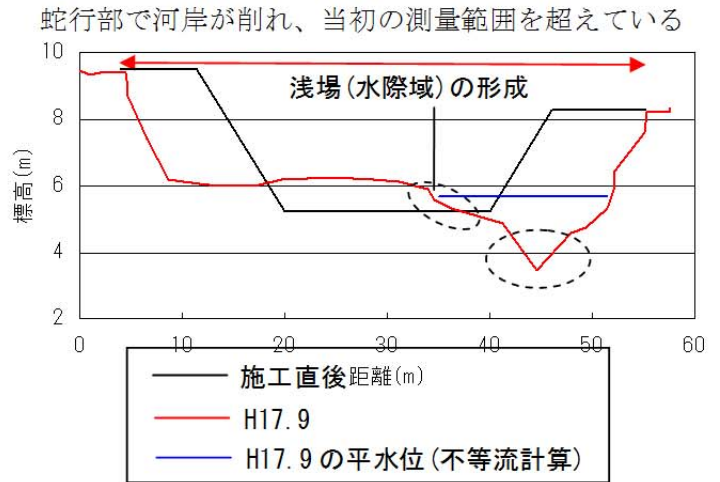
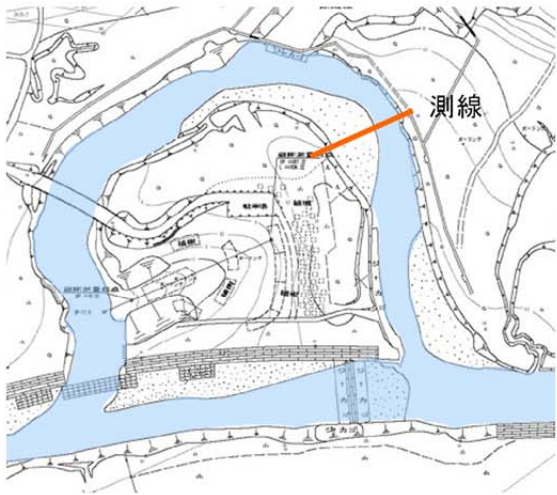


分流部(水衝部)の河岸侵食の進行を防止するため護岸を設置



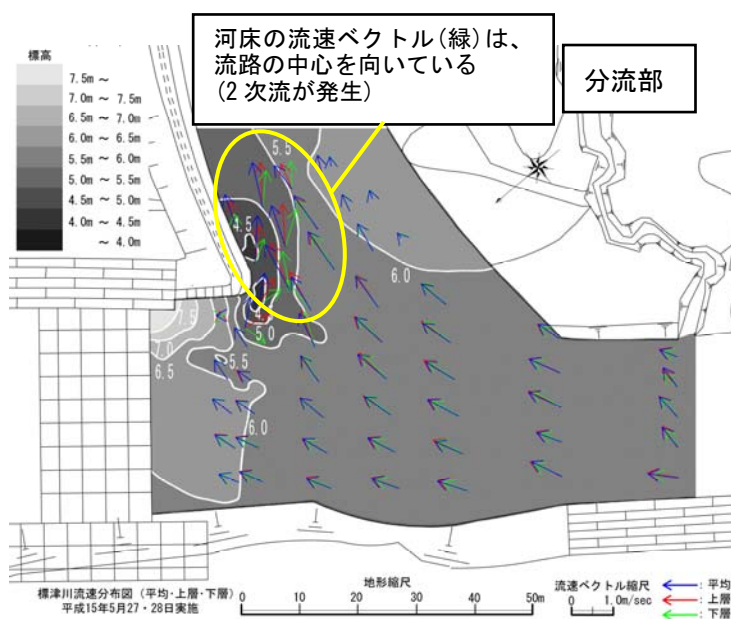
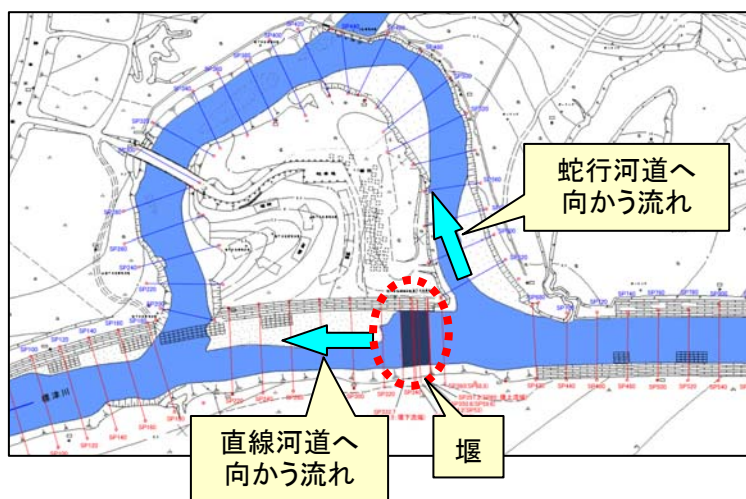
(4) 標津川蛇行復元試験地の横断形の設定状況

蛇行復元後は河道の変化がありうることから、蛇行部や分・合流部では、横断測量の範囲を広く取り、控え杭は流路より離れたところに設置することが望ましい。



(5) 標津川蛇行復元試験地の分流堰の設定状況

分流堰の位置は、あまり分流部に近すぎると、蛇行河道の入口の外岸側の河岸侵食の影響を受けるため、侵食の及ばない範囲まで下流側に下げて設定する。



(6) 標津川蛇行復元試験地の分流堰の堰高の設定状況

〔標津川蛇行復元試験地での蛇行河道維持のメカニズム〕

蛇行河道が維持されるには分流開口部の維持が重要となる。試験地において、2way 分流がうまく維持されていた平成 17 年の状況を参考とする。無次元掃流力を図に示す。

- ・ 蛇行河道では、中小出水時に蛇行部の掃流力が大きく堆積土砂を流下させる。
- ・ 分流部に着目すると、平常時から 45m<sup>3</sup>/s(試験地流量、年 10 回程度の規模)ほどの中小出水時は、分流部の掃流力が下流に向かって上昇し、侵食傾向となっている。
- ・ 蛇行河道内も同様に、平常時から中小出水時において無次元掃流力を超える箇所が見られ、洪水時に堆積した土砂を流下していると考えられる。

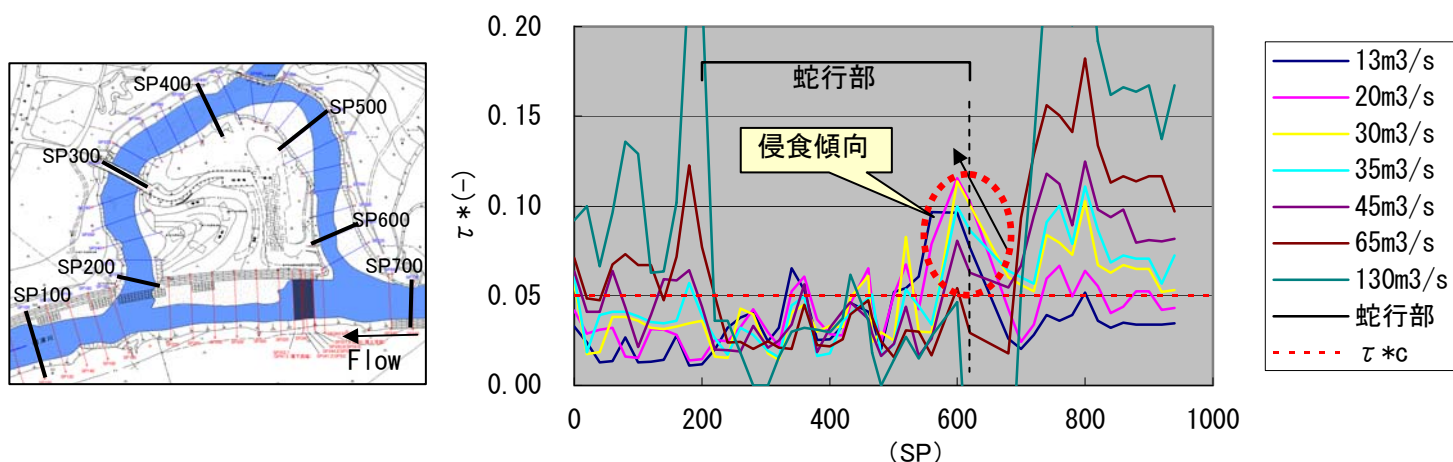


図 無次元掃流力分布

また、蛇行河道への分流割合を以下に示す。分流割合は流量の増大とともに減少し、大きな出水時には直線河道側が主流となる。

- ・ 平水流量程度(図の一番左側の点)では、9割以上が蛇行部へ流入する。
- ・ 65m<sup>3</sup>/s(試験地流量、年 3 回程度の規模)でも 5割程度の分流量を確保している。

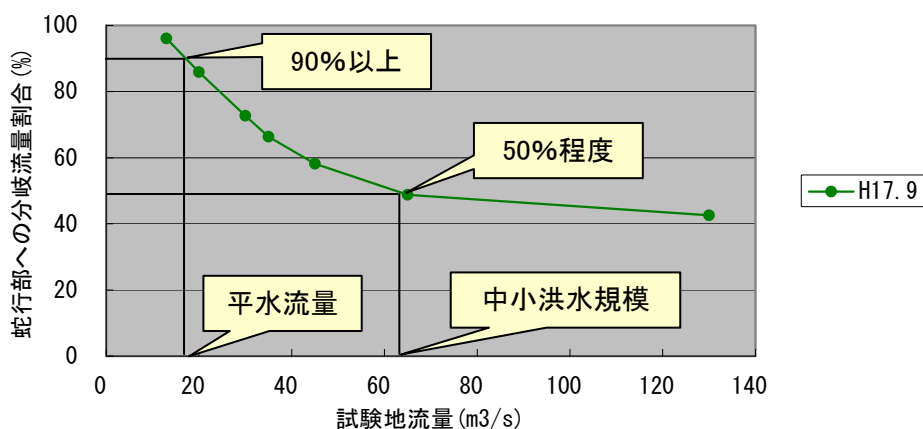


図 蛇行河道への分流比

## 【参考資料】

- 1) 釧路開発建設部、寒地土木研究所：標津川蛇行復元事業に関する技術資料，平成 23 年 3 月，2011.
- 2) 永多朋紀、吉川泰弘、唐澤圭、丸山政浩、稲垣達弘：蛇行復元等による多様性に富んだ河川環境の創出と維持の手法の開発，土木研究所 研究成果（終了課題）平成 21 年度 重点プロジェクト研究報告書 No. 15. 1，2010.
- 3) 永多朋紀，安田浩保，渡邊康玄：2Way 河道の自律的な維持を可能にする適切な流量配分比の推定手法の提案，河川技術論文集 VOL. 16，pp. 143-148，2010.
- 4) 永多朋紀，安田浩保，渡邊康玄，長谷川和義：標津川の蛇行試験区間の河道変遷とその維持機構の物理的な解釈，河川技術論文集 VOL. 15，pp. 255-260，2009.
- 5) 後藤晃，酒井治己・高橋洋，山崎裕治：北海道東部の標津川における蛇行復元に伴う淡水魚類の種多様性の変化，日本魚類学会年会講演要旨，VOL. 38，p87，2005.
- 6) 早川敦・竹本麻理子・倉持寛太，能丸幸治，波多野隆介：標津川流域，別寒辺牛川流域における草地，河畔域，湿地の脱窒能，日本土壌肥料学会講演要旨集，VOL. 51，p242，2005.
- 7) 早川敦・竹本麻理子・倉持寛太，能丸幸治，波多野隆介：標津川流域における窒素循環と河川窒素流出の定量評価，日本土壌肥料学会講演要旨集，VOL. 51，p14，2005.
- 8) 河口洋一，中村太士：直線化された川の再蛇行化—分野間の協働について—，日本生態学会大会講演要旨集，VOL. 52，p99，2005.
- 9) 高津文人，河口洋一，布川雅典・中村太士：標津川再生事業の概要と再蛇行化実験の評価 炭素，窒素安定同位体自然存在比による河川環境の評価，応用生態工学，VOL. 7 NO. 2，pp. 201-213，2005.
- 10) 河口洋一・萱場祐一，中村太士：標津川再生事業の概要と再蛇行化実験の評価 標津川下流域で行った試験的な川の再蛇行化に伴う魚類と生息環境の変化，応用生態工学，VOL. 7 NO. 2，pp. 187-199，2005.
- 11) 中野大助，布川雅典，中村太士：標津川再生事業の概要と再蛇行化実験の評価 再蛇行化に伴う底生動物群集の組成と分布の変化，応用生態工学，VOL. 7 NO. 2，pp. 173-186，2005.
- 12) 野崎健太郎，紀平征希，山田浩之・布川雅典，岸大弼，河口洋一：標津川再生事業の概要と再蛇行化実験の評価 標津川河跡湖の水質環境，応用生態工学，VOL. 7 NO. 2，pp. 165-172，2005.
- 13) 渡辺康玄・鈴木優一，長谷川和義・森明巨：標津川再生事業の概要と再蛇行化実験の評価 標津川蛇行復元における 2 way 河道の流況と河道変化，応用生態工学，VOL. 7 NO. 2，pp. 151-164，2005.
- 14) 平井康幸，空閑健：標津川再生事業の概要と再蛇行化実験の評価 標津川における自然再生事業への取り組みについて，応用生態工学，VOL. 7 NO. 2，pp. 143-150，2005.
- 15) 中西哲，長谷川和義：河川の直線化，蛇行復元が河床に与える影響について，土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM)，VOL. 59，NO. Disk 1，pp. 2-96，2004.
- 16) 空閑健：標津川における新しい川づくりへの取り組みについて～川のあるべき姿を取り戻し，川の恵みを未来へ引き継ぐために～，国土交通省国土技術研究会報告，pp. 261-264，2003.
- 17) 横山洋・鈴木優一，渡辺康玄：分岐・合流流れを有する河川における河床変動計算に関する研究，北海道開発土木研究所月報，NO. 615，pp. 2-9，2004.
- 18) 秋田真澄・新居久也，中尾勝哉，上田宏：標津川の蛇行復元に伴うシロザケ遊泳行動の変化，日本水産学会大会講演要旨集，p137，2004.
- 19) 横山洋，渡辺康玄，鈴木優一：2 ウェイ低水路を有する河川における河床変動計算に関する研究，水工学論文集，VOL. 48 NO. 2，pp. 1051-1056，2004.

- 20) 秋田真澄, 上田宏: 標津川におけるサケの遡上に関するバイオテレメトリー研究, *Zool Sci*, VOL. 20 NO. 12, p1527, 2003.
- 21) 杉山裕, 岡村俊邦: 河川環境の再生目標設定のための基礎的研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), VOL. 58 NO. Disk 2, pVII-231, 2003.
- 22) 秋田真澄, 新居久也・中尾勝哉, 上田宏: 標津川の蛇行復元に伴うシロザケ遊泳行動の変化, 日本水産学会大会講演要旨集, p69, 2003
- 23) 中村太士: 河川環境の保全と復元 河川・湿地における自然復元の考え方と調査・計画論—釧路湿原および標津川における湿地, 氾濫原, 蛇行流路の復元を事例として, 応用生態工学, VOL. 5 NO. 2, pp. 217-232, 2003.
- 24) 鈴木優一・渡辺康玄, 長谷川和義・森明巨, 空閑健: 標津川蛇行復元における 2way 河道の通水直後の変化, 水工学論文集, VOL. 47, pp. 703-708, 2003.
- 25) 長谷川和義, 藤田将輝, 渡辺康玄・桑村貴志: 標津川旧蛇行通水時の堰をともなう分岐流量配分比に関する研究, 水工学論文集, VOL. 47, pp. 529-534, 2003.
- 26) 秋田真澄, 新居久也・中尾勝哉, 上田宏: 標津川におけるシロザケ稚魚の降下行動と親魚の遡上行動, 日本水産学会大会講演要旨集, p65, 2002.
- 27) 中村太士: 北海道の森・川・海 北海道における自然復元の取り組み 釧路湿原の保全および標津川再蛇行化計画, 水情報, VOL. 21 NO. 11, pp. 13-17, 2001.
- 28) 渡辺康玄: 多自然型川づくりの 10 年 北海道における蛇行復元計画, 河川, NO. 664, pp. 60-63, 2001
- 29) Krishna P. W., T. Nagumo, K. Kuramochi, R. Hatano: Evaluating river water quality through land use analysis and N budget approaches in livestock farming areas, Elsevier B. V. All rights reserved, 2004.
- 30) M. Akita, Y. Makiguchi, H. Nii, K. Nakao, J. F. Sandahl, H. Ueda: Upstream migration of chum salmon through a restored segment of the Shibetsu River, *Ecology of Freshwater Fish* 2006, 15, pp. 125-130
- 31) A. Hayakawa, M. Shimizu, K. Woli, K. Kuramochi, R. Hatano: Evaluating stream water quality through land use analysis in two grassland catchments: Impact of wetlands on stream nitrogen concentration, *Journal of Environmental Quality* VOL. 35, pp. 617-627, 2006.
- 32) Y. Makiguchi, H. Nii, K. Nakao, H. Ueda: Upstream migration of adult chum and pink salmon in the Shibetsu River, 6th Conference on Fish Telemetry held in Europe. Hotel do Mar, Sesimbra, Portugal, June 5-11, p125, 2005
- 33) Y. Makiguchi, H. Nii, K. Nakao, H. Ueda: Behavioral study on upstream migration of chum salmon in Shibetsu River, VII International Congress on the Biology of Fish. The Fairmont Hotel, St. John's, Newfoundland, Canada, July 18-22, p153, 2006.
- 34) Nakano, D and Nakamura, F: Responses of macroinvertebrate communities to river restoration in a channelized segment of the Shibetsu River, Northern Japan, *River Research and Applications*, VOL. 22, pp. 681-689, 2006.
- 35) 中村太士: 自然再生事業の方向性, 土木学会誌, VOL. 88 NO. 4, pp. 20-24, 2003.
- 36) 中村太士・中野大助, 河口洋一, 稲原知美: 地形変化に伴う生物生息場形成と生活史戦略: 人為的影響とシステムの再生をめざして, 地形, VOL. 27 NO. 1, pp. 41-64, 2006.

- 37) 河口洋一, 中野大助・中村太士: 標津川自然再生事業で取り組む基礎・応用研究, 日本生態学会大会講演要旨集, VOL. 51nd, p108, 2004.
- 38) 河口洋一, 中村太士, 萱場祐一: 標津川下流域で行った試験的な川の再蛇行化に伴う魚類と生息環境の変化, 応用生態工学会第8回研究発表会講演集, p185, 2004.
- 39) 河口洋一, 中村太士: 直線化された川の再蛇行化—分野間の協働について—, 日本生態学会誌, VOL. 55, pp. 497-505, 2005.
- 40) Yôichi Kawaguchi, Futoshi Nakamura, Yuichi Kayaba: Geomorphic changes and fish responses to channel re-meandering in the Shibetsu River, northern Japan, Proceedings of the first East Asia Federation of Ecological Societies International Congress, p105, 2004.
- 41) 中野大助・中村太士: 標津川再蛇行化実験による河川底生動物群集の変化, 応用生態工学会第8回研究発表会講演集, p183, 2004.
- 42) 中野大助・中村太士: 沖積低地河川における水制工を用いた底生動物群集の復元の可能性, 応用生態工学会第9回研究発表会講演集, pp. 151-153, 2005.
- 43) 中野大助, 河口洋一, 永山滋也, 中村太士: 倒木による底生動物の復元効果, 応用生態工学会第10回研究発表会講演集, pp. 43-44, 2006.
- 44) 赤坂卓美, 中野大助, 中村太士: 異なる河道形態におけるコウモリ類の採餌ハビタット選択 (予報), 日本哺乳類学会 2006 年度大会講演要旨集, p35
- 45) 永山滋也, 河口洋一, 中野大助, 中村太士: なぜ倒木区にサクラマスが多いのか—生活段階による微生息場利用の違い—, 応用生態工学会第10回研究発表会講演集, pp. 41-42, 2006.
- 46) 河口洋一, 中野大助・永山滋也, 相内雄大・上田重貴, 岩瀬晴夫・成田和男, 中村太士: 標津川再蛇行区間での倒木投入による魚類の生息環境改善実験, 応用生態工学会第10回研究発表会講演集, pp. 39-40, 2006.

2wayによる蛇行復元ガイドライン（案）

平成25年3月作成

<問い合わせ先>

独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所

寒地河川チーム

Tel 011-841-1639