

## 15.1 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開発

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 22

担当チーム：寒地河川チーム

研究担当者：渡邊康玄、阿部修也

### 【要旨】

流下能力確保のための直線化された河道と流れの多様性確保のための湾曲河道を接続した 2way 河道を維持管理する場合の課題について、現在進められている標津川の蛇行復元プロジェクトをフィールドとして、現地調査および水理模型実験を実施して明らかにし、その対策手法の開発を行うことを目的としている。現地調査の結果、湾曲と砂州の形成に伴う河岸浸食が顕著に見られるとともに、発達した砂州上にはヤナギが繁茂し、その対策を早急に開発する必要性が確認された。さらに、現地の 1/25 の移動床侵食性河岸の水理模型実験を実施し、直線河道と湾曲河道の接続個所における浸食堆積規模が接続手法（分流堰の有無）により異なることを把握した。

キーワード：蛇行復元，2way 河道，標津川，現地調査，水理模型実験

### 1. はじめに

近年、河川環境に配慮した河川整備の必要性が高まる一方、集中豪雨等による河川の氾濫も頻発しており、治水安全度を維持した良好で多様性に富んだ河川環境の復元、増進が求められている。

河道を蛇行させ多様性に富んだ河川環境を創出しようとする場合、相対的に河道の勾配が緩くなるとともに流水への抵抗が増すため、治水安全度確保のための対策が必要となる。さらに、河岸の浸食や局所洗掘等への配慮として護岸等の敷設により、河川環境に反する対策が必要になる場合が存在する。このため現在、河川環境と治水安全度の両立を図る河道の設計および維持手法の確立が必要となっている。

多様性に富んだ河川整備には、施設整備などを含め、河道の流速、水深を変化させて瀬や淵を創出する様々な手法、対策の開発が考えられるが、本研究課題では特に治水安全度を低下させない観点から、これまでの直線河道を維持した上で旧河道を利用した蛇行河道を整備する手法を明らかにするとともに、蛇行河道に安定した流水の分岐をうながす仕組みが直線河道（現河道）や蛇行河道（旧川部）の維持に及ぼす影響を検証し、安定した河道維持が可能となる手法を提案、開発することを目的としている。検討にあたっては、日本で最初の蛇行復元プロジェクトが実施された標津川をモデルケースとした。

標津川は、標津岳にその源を發し、支川の武佐川等を合わせオホーック海に注ぐ二級河川である。流路延長は 77.9 km、流域面積が 671 km<sup>2</sup>である。標津

川の戦前までの姿は、幾多の蛇行を繰り返しており、上流側の山地は自然林、下流側は未開の大規模な湿地帯が広がっていた。改修工事は 1932 年から開始され、1953 年には蛇行河道を直線化させるショートカット工事が本格化された。1980 年代後半には下流部の湿地帯のほとんどが農地となるとともに、治水安全度が飛躍的に向上した。しかし、時代の変化とともに、標津川を取り巻く状況も変わり、地域の主力産業である漁業（サケ・マス）と農業を結ぶ河川環境の創出や自然に配慮した環境の創出が地域の要望として高まった。この様な中で、1997 年の河川法改正が契機となり、2000 年から「自然復元型川づくり」の試みが全国初のケースとして進められることになった。自然復元にあたり、技術的な課題の把握と解決に向け、実際の標津川旧河道（蛇行河道）を利用した試験施工を行うこととなり、2002 年 3 月 18 日に通水が行われた。本研究では、試験施工個所における追跡調査と水理模型実験等を実施し、検討を進めている。

### 2. 試験区間の追跡調査による課題の抽出

#### 2.1 試験区間の概要

標津川の位置図を図 - 15.1.1 に、試験区間の概要を図 - 15.1.2 にそれぞれ示す。試験は、河口から上流 8.4 km の地点から 8.6 km の地点の右岸に位置する三日月湖の旧河道（蛇行河道）を現河道（直線河道）と接続して行われた。治水安全度を確保するため、現河道（直線河道）を残したまま旧河道（蛇行河道）を

15.1 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開発

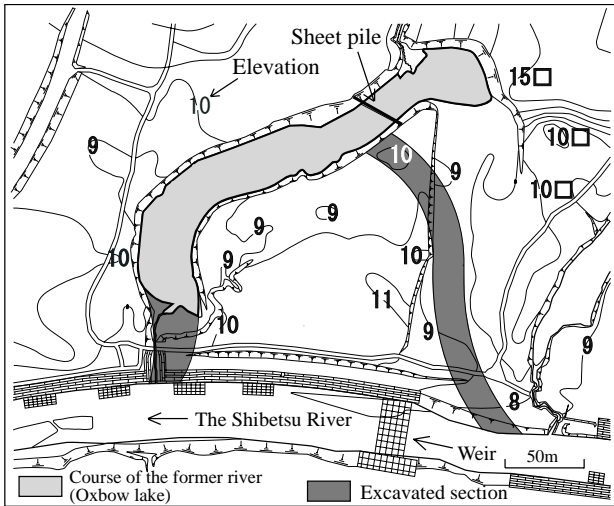


図 - 15.1.2 試験区間平面図

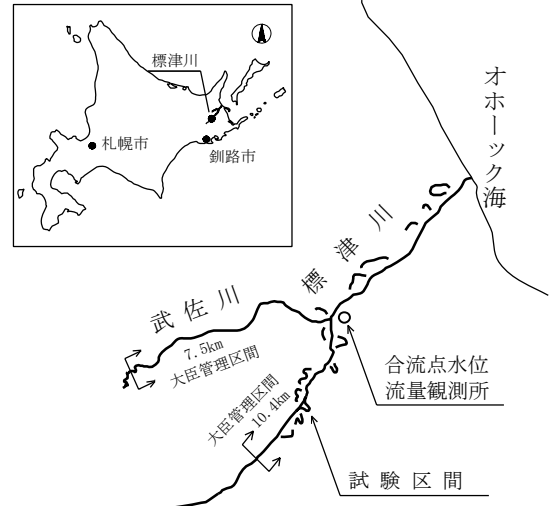


図 - 15.1.1 標津川概要図

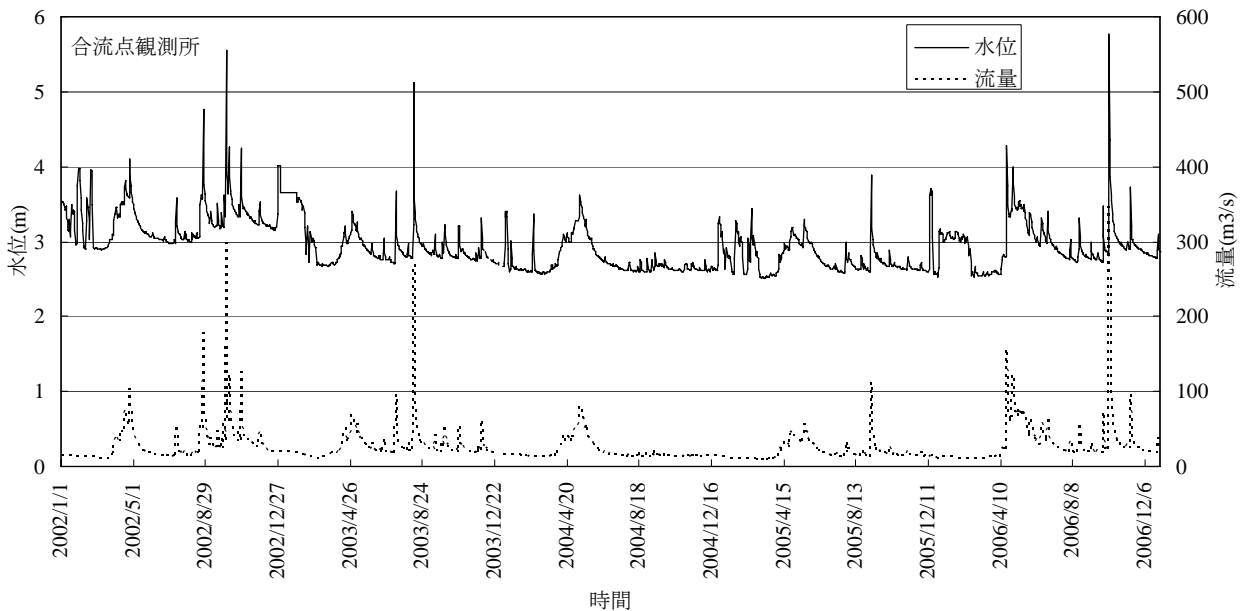


図 - 15.1.3 試験区間通水後の標津川合流点観測所における観測水位・流量

継続させたことから、この部分は、2way 河道となった。蛇行している旧河道が直線河道である現河道よりも河床勾配が緩やかであるため、土砂による旧河道(蛇行河道)の埋没が懸念されたことから、平常時の流れは、そのほとんどを旧河道(蛇行河道)側に流れるよう現河道(直線河道)と旧河道(蛇行河道)の分岐部から約 30m 下流の現河道(直線河道)に落差 1m の透過性の堰(ネット状の袋に砂利を詰めたもの)が設置されている。また、旧河道(蛇行河道)部の上流側は、ショートカットされた際に埋め戻されていたため河床幅 20m、河岸勾配 2 割の単断面で掘削した。掘削面には砂質土が露出することとなったが、植生等を施さず裸岸のままとされた。なお、この部分は、旧河道(蛇行河道)部の通水前の環境を一部保存することを目的として、法線を若干下流に移動されてい

る。このため、図-15.1.2 に示されているように矢板が設置された。下流側の半分は旧河道(蛇行河道)が残されていたことから、これをそのまま用いられている。旧河道(蛇行河道)部の延長は約 470m、河床縦断勾配 1/2,500 で、現河道(直線河道)延長は約 220m である。

試験区間の周辺は、ヤナギ・ハンノキ等の木々が繁茂しており、残されていた旧河道(蛇行河道)部下流側は河岸付近まで植生で覆われている。

通水から 2007 年 7 月までの標津川と武佐川の合流点下流に位置する合流点水位流量観測所における流量と水位の変化を図-15.1.3 に示す。

なお、試験区間の流量は、通水以降の流量観測の資料から武佐川合流後の合流点観測所流量の概ね 6 割程度である。



図 - 15.1.4 試験区間の河岸線の変化

## 2. 2 試験区間の河道変遷

試験区間における河岸線の変遷を図-15.1.4に示した。直線河道と旧川を接続するために新たに掘削された個所の浸食が大きく、特に分流部湾曲河道左岸側の浸食が著しいことがわかる。経年的には、通水初期の変化が最も大きく徐々に浸食の規模が減少してきている。

## 2. 3 直線河道と湾曲河道の接続における課題

試験区間の河道変化から、接続における課題として以下の項目が挙げられる。

- ・ 分流部における河岸浸食の防御
- ・ 新規掘削個所の浸食防止対策
- ・ 旧川河岸の保全

分流部における河岸浸食対策は、きわめて強い2次流の発達に伴う局所洗掘が生じていることから、護岸等の敷設に際しては、局所洗掘対策も合わせて実施する必要がある。また、新規掘削個所の浸食については、旧川河岸において浸食の規模が極めて小さ

いことから、植生の回復を待つて通水するなどの対策が有効と考えられる。

## 3. 水理模型実験による接続手法の検討

### 3. 1 予備実験

復元予定箇所は、河道特性として中規模河床波および河道平面形状の湾曲の影響が支配的であるため、無歪み模型とする必要がある。この条件で河床材料をそのままの縮尺で実験を行うと、実験に大きな支障となるRippleの発生領域に入ることとなり、現地を再現できない。このため、一般の砂粒子よりも比重の小さな河床材料を用いる必要が生じ、現地の現象を表現することができる新たな実験用河床材料の検討、選定を行うこととした。選定は以下の観点より行った。

- ・実験に適合した比重(珪砂よりも軽い)
- ・入手の可否(量、価格面も含め)
- ・その他、実験に関する性状(扱い易さ、メンテナンスな



図 - 15.1.5 直線河道と旧川の接続箇所の平面図

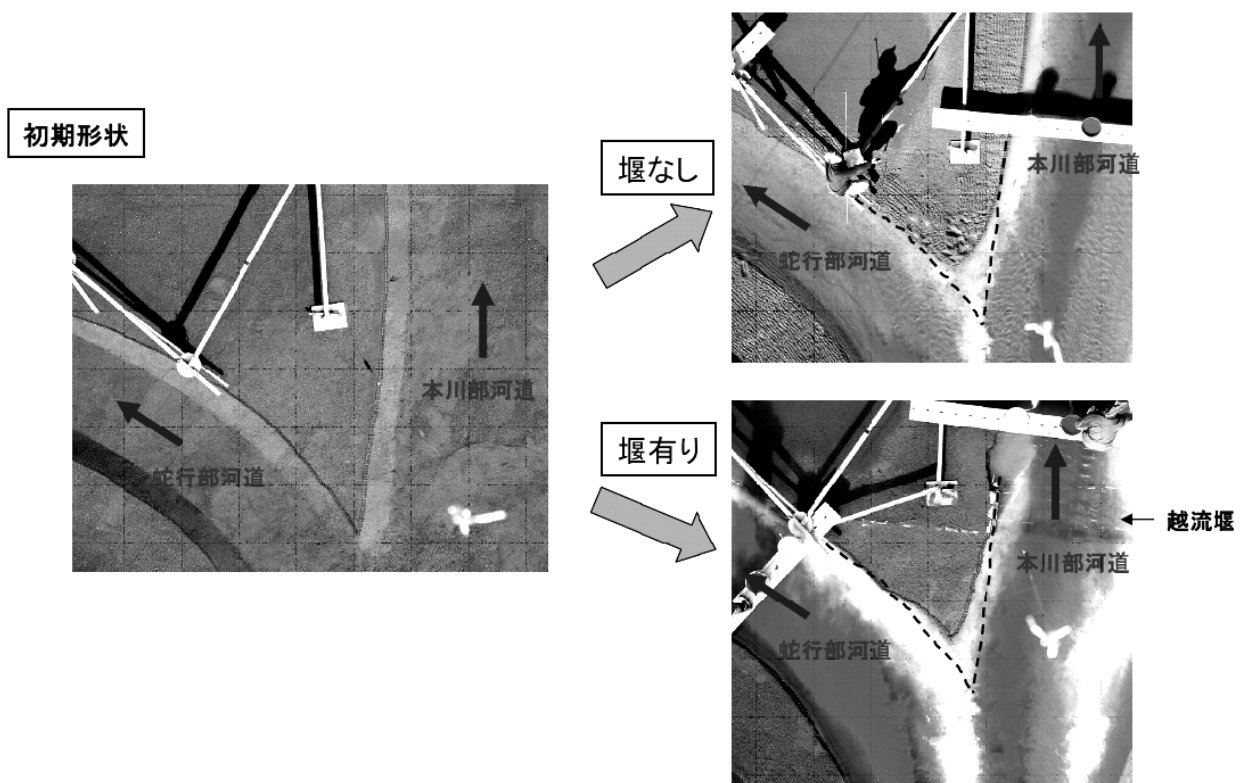


図 - 15.1.6 旧川 J 接続箇所における分岐部の流れの状況

ど)

以上の観点から試行錯誤で適材を選定したところ、細粒分等を除去した下水汚泥焼却灰が最も優位である材料であることが判明した。この材料の移動床実験への適合性を確認するために 1/25 の試験地抽出模型(室内)を用いた検証実験を行った。試験の結果、現地試験地の河岸浸食状況、河道変化状況を比較的良好に再現できており、蛇行復元河道の検証に問題ないことが明らかとなった。

### 3. 2 大型模型実験(大規模流量連続通水)

蛇行復元が予定されている旧河道 H, J を接続した場

合についての移動床水理模型実験を前項で決定された材料を用いて実施した。また、河岸侵食が課題となることから護岸の敷設されていない河岸についても河岸浸食が生じるよう河床材料と同じもので構成することとした。河道平面形状の再現区間は、河口から 7.5km より下流とし、対象区間の直上流に武佐川が合流していることから、武佐川についても合流点から 1km の区間を再現している。直線化された河道と旧川との接続法線形状は、試験区間の結果を基に、標津川技術検討委員会で議論された形状を基本として行うこととした。図-15.1.5 に接続箇所の平面図を示す。図中のアルファベットは、旧川名を示している。実験条件については、分流堰の

15.1 蛇行復元等による多様性に富んだ河川環境の  
創出と維持の手法開発

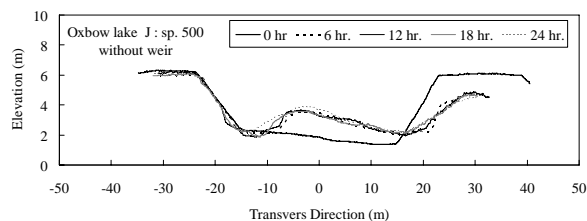
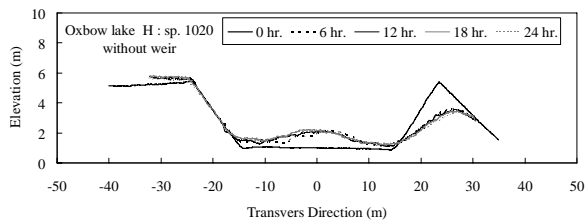


図 - 15.1.7 堰なし時の分流部旧川河道の河道変化

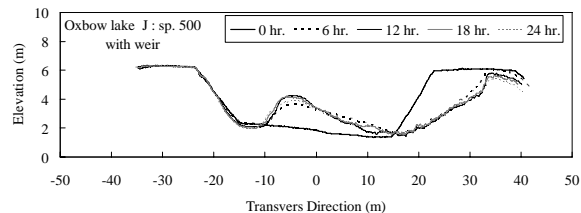
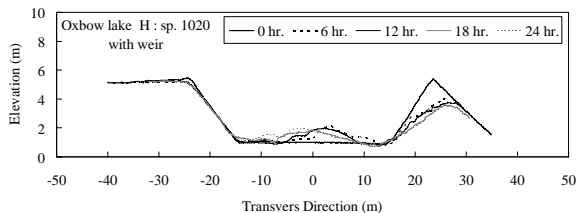


図 - 15.1.8 堰有り時の分流部旧川河道の変化

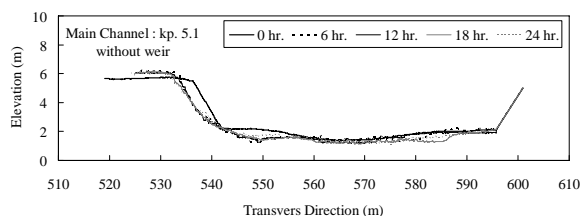
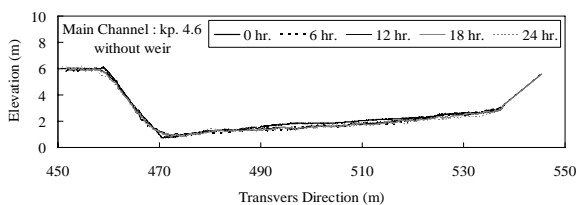


図 - 15.1.9 堰なし時の分流部直上流直線河道の変化

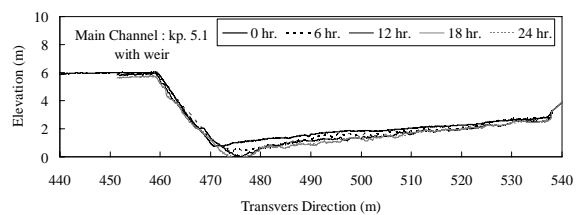
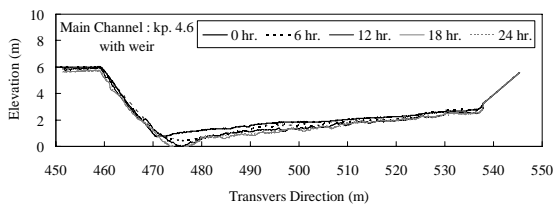


図 - 15.1.10 堰有り時の分流部直上流直線河道の変化

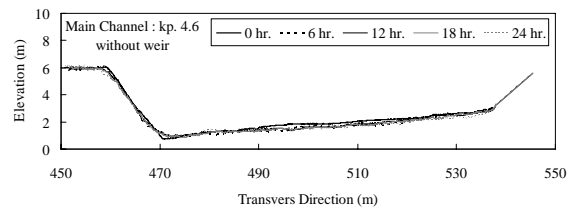
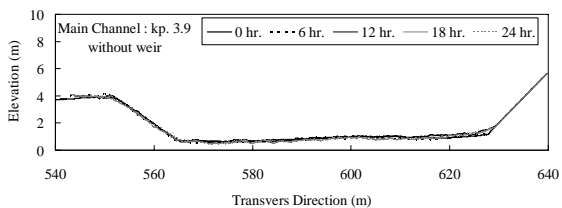


図 - 15.1.11 堰なし時の合流部直下流直線河道の変化

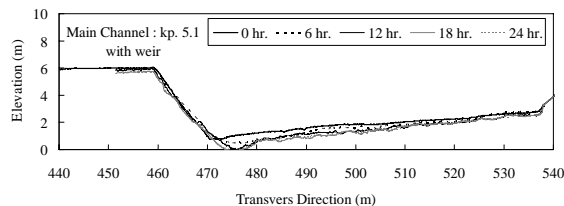
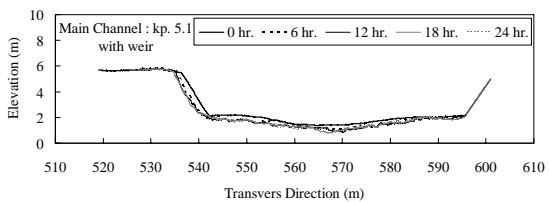


図 - 15.1.12 堰有り時の合流部直下流直線河道の変化

有り無し 2 パターンの河道条件で、ほぼ低水路満杯状態となった平成 14 年 10 月 2 日洪水(合流点観測所ビ

旧川 J 流量配分比の変化

通水回数		H18年度		H19年度	
		J堰無	J堰有	J堰無	J堰有
1	(10時間)	0.27	0.36	0.24	0.70
2	(20時間)	0.26	0.38	0.26	0.83
3	(26時間)	0.26	0.37	0.19	0.88
4	(32時間)	0.25	0.35	-	0.90
5	(38時間)	-	-	-	0.86

本川流量を1.00とする

旧川 H 流量配分比の変化

通水回数		H18年度		H19年度	
		H堰無	H堰有	H堰無	H堰有
1	(10時間)	0.28	0.38	0.30	0.93
2	(20時間)	0.28	0.34	0.29	0.73
3	(26時間)	0.27	0.33	0.36	0.82
4	(32時間)	0.29	0.33	-	0.83
5	(38時間)	-	-	-	0.95

本川流量を1.00とする

ーク流量 436(m<sup>3</sup>/s) のピーク流量を連続通水(模型での流量は、フルード則にしたがって流量縮率(1/25)<sup>5/2</sup>で140(L/s)とした。通水は、24 時間とし、流況の変化を観察しつつ6 時間ごとに河床形状を測定した。なお分流堰は、平均河床高から現地のスケールで1mの高さで、分流部直下流の直線河道に設置された。図-15.1.6 は、分流堰の有り無しによる分岐部の流況の違いを見たものである。今回設定した流量では、堰が存在しない場合、旧川への流入はかなり小さいものとなるが示されている。

堰の有り無しによって、河道の変化がどのように異なるかを見たものが、図-15. 1. 7 から図-15. 1. 12 である。試験区間の調査結果から、課題となる箇所は、

- a) 分岐部旧川の右岸における浸食(図-15. 1. 7 および 8)
- b) 分岐部直上流直線河道の堆積(図-15. 1. 9 および 10)
- c) 合流部直下流直線河道の河床洗掘(図-15. 1. 11 および 12)

と予想される。また、一般的に、

- d) 堰がない場合の旧川河道内への土砂の堆積(図-15. 1. 7 および 8)

が懸念される。なお、旧川 H における分岐部直上流は旧川 J における合流部直下流と同じ箇所となる。これらの箇所について各図を比較すると、

- a) 堰の有無に因らず、護岸により問題となる浸食は抑えられている。
- b) 堰の有無に因らず、問題となる堆積は生じていない。堰有の場合むしろ洗掘傾向を示している。
- c) 堰なしの場合は洗掘が生じていないが、堰有の場合はやや洗掘傾向がうかがえる。
- d) 堰無しの場合、分岐後河道(蛇行部)の河床が上昇傾向がみられる。

### 3. 3 大型模型実験(融雪～平水流量通水)

前節に引き続き、本格的な復元予定箇所である H、J 区間と呼ばれる箇所についての河道維持に関する模型実験を行った。この実験は、融雪規模流量および平水規模流量により生じる河床変動および河岸侵食の把握、分流堰の設置に伴う直線部と蛇行流路との流量配分比を把握することを目的としている。

実験条件については前節と同一とするものの、与える流量規模を融雪規模流量から平水規模流量に段階的に流量を低減させた点のみが異なる。ここで、融雪規模流量は実スケールで 50 と 75m<sup>3</sup>/s、平水規模流量は 17m<sup>3</sup>/s である。移動床範囲についても昨年と同一である。また、実験可能期間(野外での実験であることから降雪や凍結等の制限)の時間的制約も勘案して、分流堰の有り無し 2 パターンについて実施した。主要箇所河岸変動や流速等を計測した。

本説において実施した実験では、通水開始直後のわずかな時間の間だけ分流部や旧川の蛇行曲頂部分で河岸侵食が生じるものの、それ以降は融雪規模流量においてさえ河岸侵食のみならず河床変動さえほとんど発生しなかった。この傾向は分流堰の有無にかかわらず同じであった。

分流堰の有無による直線化本川と蛇行旧川への流量配分比については、旧川 J に関しては堰なしの場合、融雪・平水時ともに 20%程度、堰ありの場合は概ね 80%程度となる。一方で、旧川 H については堰なしの場合、融雪・平水時ともに 30%程度、堰ありの場合は概ね 80%程度となることが示された。

#### 4. 試験区間におけるか道内への植生の侵入

試験区間において、図-15.1.3に示されるように、2003年8月以降2006年10月まで、比較的大きな出水が生じなかった。このため、浮き州となった砂州上にヤナギが侵入した。2006年10月の大規模な出水においても河床の攪乱によるヤナギの破壊は生じなかった。砂州の変化とヤナギの生育状況について時系列で見たものが図-15.1.13である。このまま、ヤナギの生育が継続すれば、流水の阻害が懸念される。今後、ヤナギの生育と砂州の形成との関係を明確にするとともに、河道の維持管理について検討を進める必要がある。

#### 5. まとめ

低水路満杯程度の流量において、堰の有無による差異は以下のとおりとなる。

- 1) 河岸浸食については堰有りがやや大きい。堰保護のためにも、部分的に河岸保護を要する。
- 2) 蛇行部への分水は、堰有りがやや大きい（大規模出水時）。
- 3) 蛇行部への土砂堆積傾向は、堰無しの方が多く、閉塞の恐れがある（蛇行部河道維持には堰の設置が有効）

今後の課題として、

- 1) 大規模出水時では分岐部水位が高いため、堰の有無による蛇行部への分水の程度に大きな差は見られなかったが、分岐部水位の低い中小洪水（年最大流量程度）規模、平水流量による河道の変化、堆積傾向、合流点の浸食状況を把握する必要がある。
- 2) 実際の施工を考慮した最終河道線形案による確認を行う必要がある。

現地施行が予定されているH、J区間の上流に位置する蛇行復元試験地のこれまでの河道変形の調査結果から夏期の大規模出水が分流部の閉塞インパクトになっていることが明らかにされつつある。一方で、このようにして閉塞傾向となった分流部は融雪出水期間中にこのような堆積が解消される傾向にあることも明らかにされつつある。今後はこの知見に基づき、H、J区間の河道維持の状況を把握することを目的とした実験を実施する必要がある。この実験は、実施済の実験と同様の河道形状・線形での実験を行うこととするものの、既往最大流量規模、その後融雪規模、さらにその後平水流量とする流量を3ステージに変化させて実施されることが望まれる。また、



図 - 15.1.13 試験区間における  
砂州へのヤナギの侵入過程

この実験を通して、現在、数値計算結果に基づき提案されているH、J区間の分流部の設置が予定されている分流堰の高さについても検討の余地が残されている。

蛇行復元試験地において確認されている砂州へのヤナギの侵入についても、河道の維持管理上、引き続き検討を進める必要がある。

## CREATE DIVERSE RIVER ENVIRONMENTS THROUGH MEANDER RESTRATION AND IMPROVEMENTS IN MAINTENANCE METHODS

**Abstract** : The project of re-meandering channel is advanced at the Shibetsu river. The straighten channel at the re-meandering section is remained for keep flow capacity at this part. One is a straighten channel and anoter is a meandering channel. The flow pattern becomes complicated at this section and it is difficult to maintain the river channel. The aims of this research are to clarify the maintenance of the 2way channels. We conducted field measurements and hydraulic experiments in this year. The results of this research in this year are as follows;

If the period, when large flood does not occur, will continue for a some years, vegetation invades on sandbars and the problems on river improvement and river environment will be generated. The condition of flow and bank erosion is influenced by the existence of a weir which is set at bifurcation point of 2 channels.

**Key words** : re-meandering channel, 2way channels, Shibetsu river, field measurements, hydraulic experiments