

旭川玉柏箇所における自律的礫河原再生に関する研究

岡山県庁 正会員 ○田上陽平
岡山大学大学院環境学研究科 学生会員 赤堀遼介
岡山大学大学院環境学研究科 正会員 前野詩朗
国土交通省 岡山河川事務所 正会員 藤井勲
国土交通省 岡山河川事務所 正会員 児子真也

1. はじめに

岡山市を流れる旭川では、ダムによる洪水の平滑化制御等により河道内において河床の攪乱作用が低下し、砂州上で樹林化が進行している。樹林化の進行により河川本来の姿である礫河原が減少し、その結果、川の多様性が失われ、河原固有の生態系が減少している。さらに砂州が樹林化することで、環境面では河川景観が悪化し、治水面では河積が減少し、流下能力を低下させるといった問題も引き起こしている。樹林化した砂州を礫河原に再生させるために、人工的に植生を伐採する方法がとられているが、伐採後、自律的に礫河原が維持されない場合もある。

後に詳述するが、本研究で対象とする旭川玉柏箇所では、樹林化した砂州を礫河原に再生させるために、植生伐採を実施するだけでは礫河原を維持できるだけの定期的な河床攪乱は砂州上では起こりにくく、繰り返し広範囲に渡って植生伐採をすることが必要となる。これには、多額の費用や大きな労力が必要となることなどから、より効率的に植生を管理できる方法が求められる。実際に、近年問題となってきたシナダレスズメガヤは1～2年で定着し、定着後の洪水による自然除去には極めて大きな規模の出水が必要となり、礫河原を維持するためには人工的に広範囲に

渡って植生を伐採し続けなければならない。

そこで旭川の対象区間において、旭川の年最大流量確率が約1回/1.3年である $1000\text{ m}^3/\text{s}$ の洪水が発生したことを想定し、旭川玉柏箇所において、植生伐採に加えて様々な整備を実施した場合と、さらに $2000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $3000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6000\text{ m}^3/\text{s}$ の洪水が発生した場合の流況シミュレーションを行い、自律的に礫河原が維持され得るのかどうかを予測することによって、最良の整備方法を検討し、今後の玉柏箇所における植生管理の方法について提案する。

2. 旭川玉柏箇所における植生管理手法の検討

本研究の対象区間である旭川について写真-1に示す。表-1に本研究で実施した整備概要を示し、写真-2に整備箇所を示す。また、各流量の年最大流量確率を表-2に示す。

(1) パイロット水路の効果

Pi, Pi-2Wについて、自律的に礫河原が維持されるか検討する。

まず、図-1(a)についてみるとPi-2Wでは、縦断ベルトの700m付近からPiに比べ無次元掃流力が上回っている。これはパイロット水路の幅を2倍にすることで砂州後半部分へとより多くの水が侵入するように



写真-1 対象区間(2006年撮影)

表-1 整備概要

Case名	パイロット水路	水制
Pi	10m河床高	無し
Pi-2W	10m河床高, 幅2メッシュ	無し
Pi-2W-S12	10m河床高, 幅2メッシュ	水制12
Pi-D2W-S12	10m河床高, 後幅2メッシュ	水制12
Pi-U2W-S12	10m河床高, 前幅2メッシュ	水制12
Pi-D2W-S13	10m河床高, 後幅2メッシュ	水制13

表-2 旭川における各流量の年最大流量確率

流量(m^3/s)	年最大流量確率(回/年)
1000	1/1.3
2000	1/2.9
3000	1/6.7
4000	1/20
5000	1/50
6000	1/150

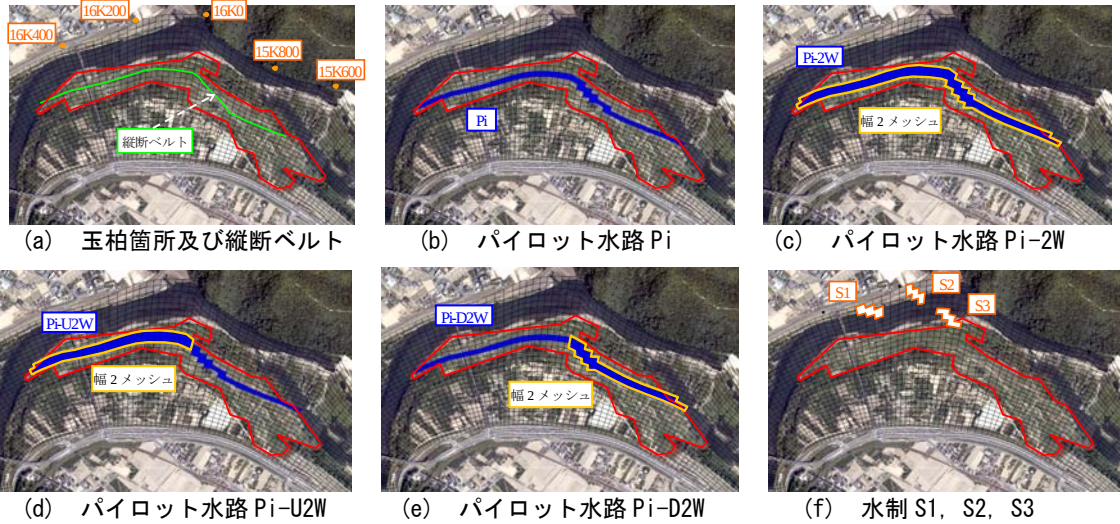


写真-2 玉柏箇所における縦断ベルト及び整備箇所

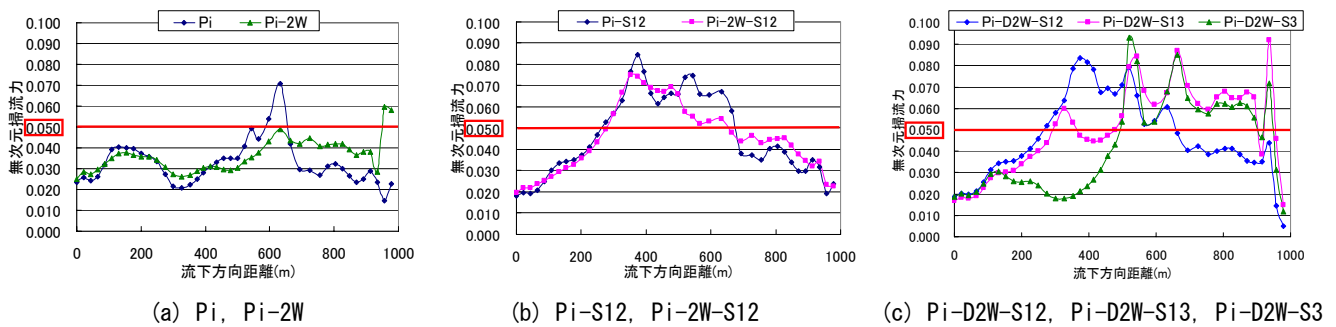


図-1 縦断ベルト上の無次元掃流力

なったため広範囲において無次元掃流力が大きくなったと考えられる。図-1(a)をみるとこの2ケースにおいて殆どの区間で河床が攪乱されるのに十分な値である0.05を下回っており、これらのパイロット水路のみでは、自律的に礫河原が維持されないと考えられる。

(2) 玉柏箇所における整備方法の検討

これまでに整備が実施された祇園及び大原箇所(写真-1)は水路の直進部分に位置し整備実施後において、自律的に礫河原が維持されることが期待される。しかし、玉柏箇所は、川の蛇行した部分に位置し、砂州上の整備だけでは、河床の攪乱は起こりにくいと考えられる。そのため、玉柏箇所において自律的に礫河原を維持していくためには、水の流れを制御し、水流を砂州上に向けることが必要となる。

そこで、本研究では水制の設置を提案する。水制の効果を検討するためにPi及びPi-S1を比較する。図-2(a), (b)及び図-3(a), (b)をみると、水制を設置することにより、水制周辺の砂州部では無次元掃流力が大きく増加しており、玉柏箇所において水制の設置は、十分に効果が期待できることがわかる。

(3) 水制設置後のパイロット水路掘削方法の検討

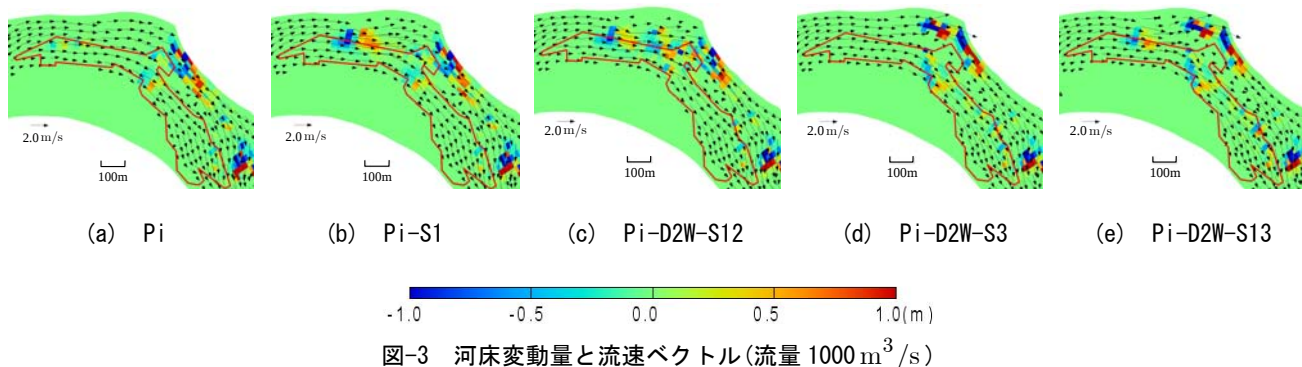
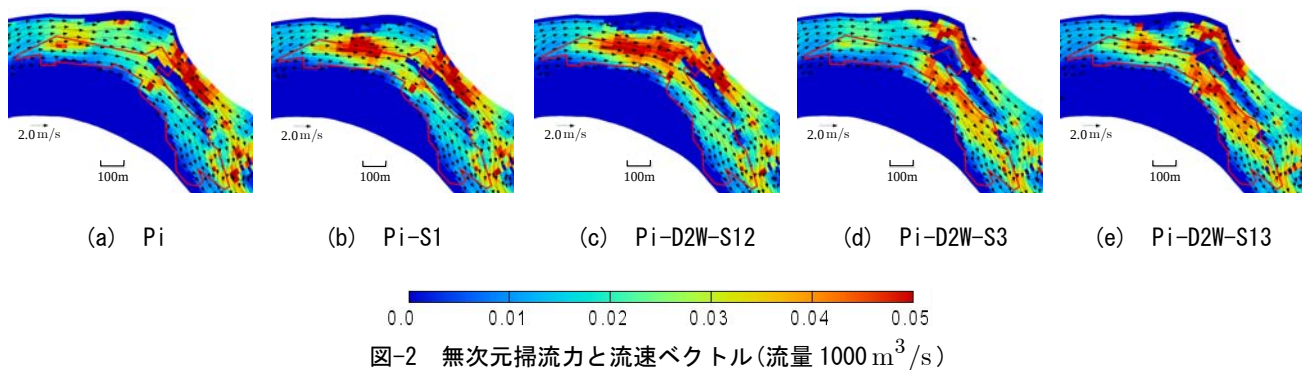
より広い範囲で河床攪乱を起こすために、Pi-S12とPi-2W-S12について縦断ライン上の無次元掃流力を用

いて2ケースのパイロット水路の有意性について検討する。図-1(b)より、700mから1000m付近にかけてはPi-2W-S12が上回っている。この2つのケースにおいてPi-2Wを掘削した方が広範囲において、0.05に近い値となり、パイロット水路は幅を広げた方が効果的であるといえる。さらに、砂州上の河床攪乱効果を高めるためにPi-U2W及びPi-D2Wを掘削したケースについて検討する。

図-4(b)をみると、砂州後半部分の幅を2倍にすることにより砂州全域へ多くの水が流れるようになることで、砂州前半部分の河床攪乱作用が増加すると考えられる。しかし図-4(a)をみると、殆ど変化はみられない。これは、砂州前半部分において砂州上への水の浸入量を増加させるためには水制の効果が十分に大きいと考えられる。

(4) 水制設置箇所の検討

まず、Pi-D2W-S12について検討する。なお、(3)の結果よりパイロット水路の種類についてはPi-D2Wを採用する。図-2(c)をみると、砂州前半部分において大きく無次元掃流力が増加しており、河床の攪乱が期待できるが、図-3(c)をみると、砂州後半部分においては、河床変動は殆ど起きていない。この結果よりS2では水が砂州後半部分へあまり侵入しないことがわかる。



次に、砂州に据え付ける S3 の設置を想定した Pi-D2W-S3 についてみる。図-2(d)より砂州後半部分において無次元掃流力が大きく増加し、河床が攪乱されることが期待できる。

これらの結果より、S1 及び S3 を設置することで広範囲において河床が攪乱されると推定できる。

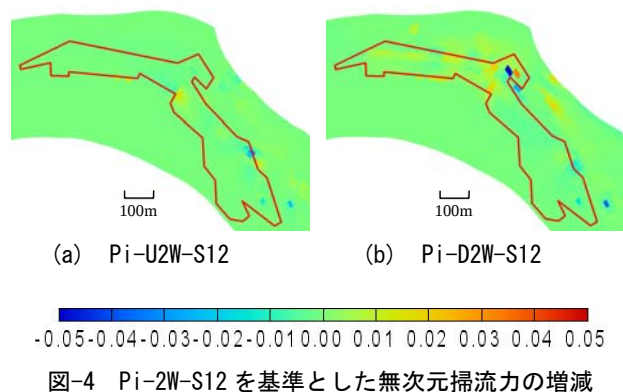
この推定を確かめるため、Pi-D2W-S13 について検討する。図-2(e)をみると、無次元掃流力は砂州前後半の広範囲に渡って増加している。図-1(c)をみても広範囲に渡って 0.05 付近の値をとっているのがわかる。しかし、図-3(e)をみると砂州後半部分においては、河床変動が起こる場所はあるものの前半部分全体で河床の攪乱は期待できない結果となった。

(5) 流量 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ 洪水時

まず、Pi-D2W-S3 について検討する。図-5をみると(b)で示した Pi-D2W-S3 で砂州前半部分において白い範囲が目立つのがわかる。これは、Pi-D2W-S3 は前半部分の砂州周辺に水制を設置していないためにこれらの流量でも砂州上へそれほど多くの水流が向かわなかったことが原因と考えられる。

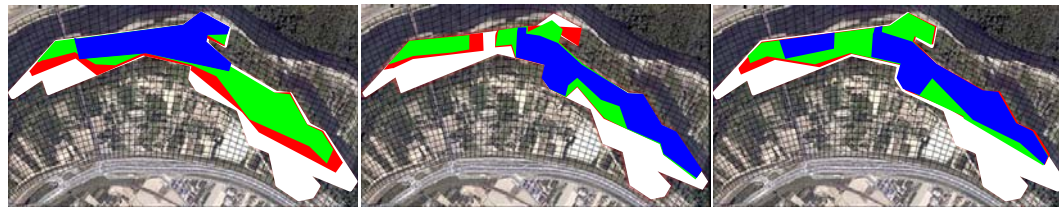
次に Pi-D2W-S12 及び Pi-D2W-S13 について検討する。図-5よりこの2ケースについて比較すると、流量 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 及び $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ 洪水時に生じる河床攪乱範囲は殆ど変わらず、この2ケースにおいてこれらの流量の洪水時には自律的に礫河原が維持される範囲が大きく拡大することが期待できる。

さらに図-5を細かくみると、Pi-D2W-S13 は Pi-D2W-S12 と比較して流量が少ない場合でも、河床



攪乱が生じる範囲が広がっており、自律的に礫河原を維持できる範囲が広く、効率的に礫河原を維持できると考えられる。Pi-D2W-S13 の整備を実施した場合、1年に1回のペースで図-5の青色で示した箇所以外の砂州上において植生伐採を行い、3年に一度のペースで青色及び緑色で示した箇所以外の植生伐採を行うことにより、効率的かつ自律的に礫河原を維持していくことができると考えられる。

最後に水制を設置したことによる影響について検討する。図-6をみると、水制の先端部分の無次元掃流力が周囲に比べ大きくなっており、また図-7をみると、水制の先端部分では河床変動が起こっている。これらの結果から、水制の設置により、滞筋部分の河床形状が変化してしまうことが懸念される。しかし、 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ から $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ に流量が増加した時に S3 周辺の河床変動量が減少している。これは、水制の種類を越流型にし、 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の洪水で越流するよう



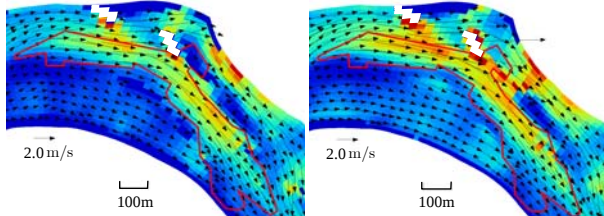
(a) Pi-D2w-S12

(b) Pi-D2w-S3

(c) Pi-D2w-S13

(白色:玉柏箇所, 青色: $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ (1回/1.3年), 緑色: $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ (1回/2.9年), 赤色: $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ (1回/6.7年))

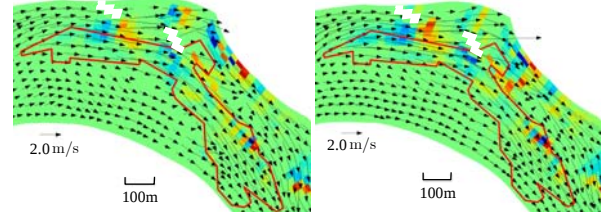
図-5 各流量の洪水時に河床攪乱が生じる範囲



(a) 流量 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 洪水時 (b) 流量 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ 洪水時

0.0 0.02 0.04 0.06 0.08 0.10

図-6 無次元掃流力と流速ベクトル(Pi-D2w-S13)



(a) 流量 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 洪水時 (b) 流量 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ 洪水時

-2.0 -1.0 0.0 1.0 2.0(m)

図-7 河床変動量と流速ベクトル(Pi-D2w-S13)

設定したため、流量が増加するにつれ水制上をより多くの水が流れ、水制周辺では滑らかに水が流れるようになり周辺への影響が小さくなったためであると考えられる。このため、水制の影響により流量が増加するにつれて河床形状が大きく変わってしまう可能性は小さいと考えられる。

(7) 流量 $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ 洪水時

玉柏箇所において、各整備が実施されたことによる滞筋部分への河床変動量に及ぼす影響は S1 の先端部分では大きくなっていったが、その他の場所では大きな変化はみられなかった。

また、玉柏箇所周辺においても各整備実施前後で際立った変化はなく、各整備実施による玉柏箇所周辺への影響は少ないと考えられる。

3. 結論

- (1) 玉柏箇所において水制の設置は、流量 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ の洪水時に水流を砂州上へ向けさせ河床攪乱を生じさせるのに効果があることが示された。
- (2) 水制を河川左岸側及び砂州に据え付け、パイロット水路を砂州前半部分に幅の狭いパイロット水路を、後半部分に幅の広いパイロット水路を掘削することにより砂州上へ多くの水が浸入するようになり、河床攪乱範囲を拡大させ、広範囲に渡って自律的に礫河原を維持できる。
- (3) 玉柏箇所において、本研究で示した Case-Pi-S13 の整備を実施することにより、1年に1回のペースで流量 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ の洪水では河床攪乱が生じない範囲の植生を伐採し、3年に1回のペースで流量

$2000 \text{ m}^3/\text{s}$ の洪水では河床攪乱が生じない範囲の植生を伐採することで、効率的かつ自律的に礫河原を維持していくことができる。

- (4) 水制を設置した先端部分において河床形状が変化してしまうことが懸念されるが、砂州に据え付けた水制は流量の増加に伴い水が水制上を流れるようになり、水制周辺への影響は緩和された。
- (5) 整備実施後における旭川の計画高水流量である $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ の洪水時において、左岸側に設置した水制周辺の滞筋部分では、河床変動量が大きくなり水制設置により影響を及ぼすが、砂州に据え付けた水制は周辺へ殆ど影響しない。また、各整備は玉柏箇所周辺へは殆ど影響を及ぼさない。
- (6) 今後の課題としては、水制を設置したことによる滞筋部分への影響をより小さくする必要があり、水制高さを調整し、水制の種類を透過型にした場合等の解析を行うことで、より最適な整備手法について検討する必要がある。

参考文献

- 眞田淳二・浦上将人・渡辺敏・前野詩朗・藤塚佳晃(2006)：旭川下流部における礫河原の自律的回復に向けた実証的研究，河川技術論文集，第12巻，pp.409-414。
- 眞田淳二・浦上将人・前野詩朗・渡辺敏(2007)：2006年7月出水を経験した旭川下流部礫河原再生箇所のモニタリング結果と考察，河川技術論文集，第13巻，pp.129-134。
- 前野詩朗・渡辺敏・藤塚佳晃(2005)：簡易に得られる植物特性を考慮した水理解析モデルの精度向上の提案，土木学会論文集，No.803，pp.91-104。