

2006年7月出水を経験した旭川下流部 礫河原再生箇所モニタリング結果と考察

POSITIVE STUDY FOR SELF-SUSTAINING RECOVERY
OF GRAVEL BARS IN THE ASAHI RIVER (2006 ANNUAL REPORT)

眞田淳二¹・浦上将人²・前野 詩朗³・渡辺 敏⁴

Junji SANADA, Masato URAKAMI, Shiro MAENO and Satoshi WATANABE

¹非会員 国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所 (〒700-0914 岡山市鹿田町 2-4-36)

²正会員 工修 国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所 (〒700-0914 岡山市鹿田町 2-4-36)

³正会員 工博 岡山大学助教授 環境学研究科社会基盤環境学専攻 (〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1)

⁴正会員 工博 (株)ウエスコ 環境計画部 (〒700-0033 岡山市島田本町 2-5-35)

The river morphology of the Asahi River has dramatically changed during two decades. Its typical change is a reduction of gravel bars and a development of riparian forest in the downstream. Our aim is to propose appropriate measures for stimulating self-sustaining recovery of gravel bars. In the research field, we reproduced gravel bars, existed formerly, by cutting two stable sand bars and investigated their impact-response process by floods. Our result is that the numerical analysis is useful for choosing a gravel bar restoration area where branches and seeds hardly drift ashore during flood recession period. And we found that cutting sand bar facilitates a fluctuation of surrounding river bed. Furthermore we can expect that cutting sand bars has an ability to recover a natural ecosystem in the river. In this study, we report the monitoring result of sand bars after the flood in July, 2007.

Key Words : gravel bars, self-sustaining restoration, impact-response, flood flow, numerical analysis, the Asahi river

1. はじめに

近年、河川環境の保全や創造に向けた取り組みの一つとして、かつて存在した川の姿を取り戻そうとする試みが多く現場で始められている。例えば、本稿で対象としている礫河原再生であれば、渡辺ら^{1), 2)}、島谷ら³⁾、萱場ら⁴⁾等が挙げられる。

本稿の対象区間である旭川下流部では、近年の治水事業、河道管理、流域開発等により過去20~30年で河相が大きく変化し、礫河原は激減した⁵⁾。そのため、どこで、どのように礫河原を再生させるべきかを検討し、2004年から礫河原を再生させるための現地試験^{2), 6)}及びモニタリングを行っている。現地試験では、前野⁷⁾らによる平面二次元数値計算モデルを用い、河床材料の移動に必要なせん断力を設定し、河床の切り下げを実施した。

本稿は、既往の研究^{2), 6)}の後2006年7月19日に発生した出水について、現地試験を実施している大原試験区と祇園試験区のモニタリングにより新たに得られた有益な知見について報告するとともに、今後の礫河原整備計画立案において注視すべき項目について述べる。

2. 調査地及び現地試験の概要

(1) 調査地の概要

調査対象区間は、岡山市を流れる一級河川旭川の下流部の河口から10.8-17.5kmの区間で、平野部に出た直後から感潮区間上流端までである。区間の河床勾配は1/670、河道幅は約300m、河床材料の代表粒径は40-70mmでセグメント2-1⁸⁾に分類される。昭和20年代初頭には区間のほぼ全域が礫河原であったが、現況では図-1のように

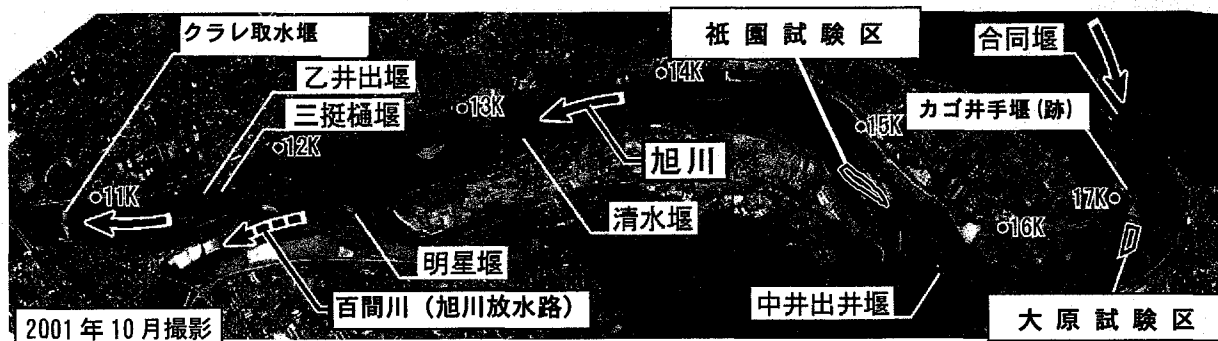


図-1 調査対象区間及び現地試験の実施位置

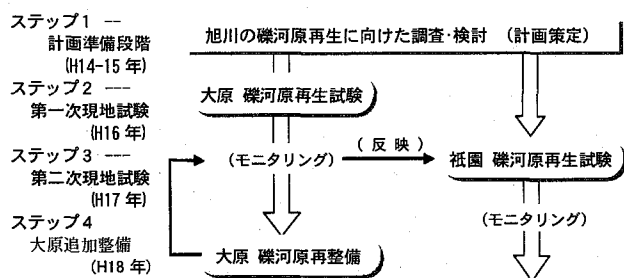


図-2 調査の実施スケジュール

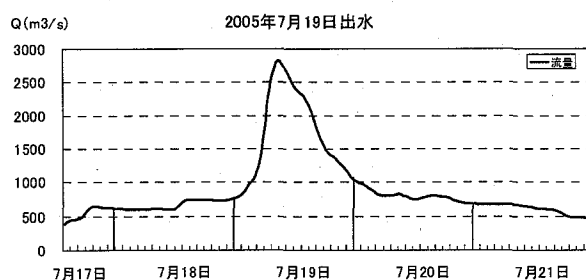


図-5 7/19 出水のハイドログラフ (下牧観測所)

洪水流が砂州を横切るような場所の一部でのみ確認できる状況にある。なお、調査区間には8箇所の取水堰（堰跡も含む）が存在し、平常時は流量の変動による水際線の移動は大きくない。

(2) 現地試験の概要

図-2にこれまでの調査の実施スケジュールを示す。礫河原再生の試験は、大原試験区と祇園試験区の2箇所で実施しており、大原試験区は2004年3月、祇園試験区は2005年3月に試験を開始した（図-3、図-4）。試験方法の詳細は既往の研究^{2), 6)}を参照されたい。

3. 2006年7月19日出水について

2006年7月19日に最大流量2,830m³/s（速報値）、流量確率約1/10の出水が発生した（以下、06年7月出水と呼ぶ）。06年7月出水は、両試験区の整備後で最も大きな出水となった。試験区上流にある下牧観測所（河口より19.0km地点）における同洪水のハイドログラフを図-5に示す。なお、試験区における計画高水流量は6,000m³/s、



図-3 大原試験区における礫河原の人工整備

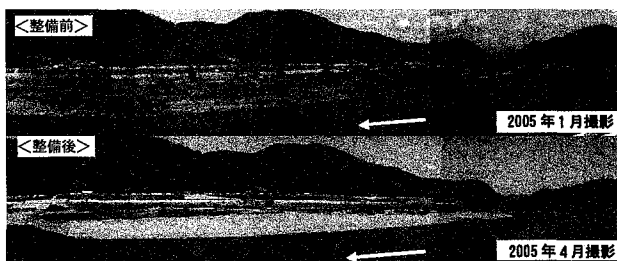


図-4 祇園試験区における礫河原の人工整備

流量確率約1/80である。

祇園試験区では500m³/s程度で整備エリア全体が冠水する。既往の研究⁶⁾では鎌田ら⁹⁾の論文の考え方を参考にして、礫河原が維持されるために必要なせん断力を0.04kN/m²と想定し、祇園試験区では予測計算を行い、500m³/s以上で0.04kN/m²が働くことを確認しておいた。祇園試験区では、06年7月出水で500m³/s以上の出水持続時間は98時間であった。06年7月出水をうけて、祇園試験区では大きな地形変化が見られた。一方大原試験区では350m³/s程度で整備エリア全体が冠水するが、大きな変化は見られなかった。

4. モニタリング結果

(1) 大原試験区

大原試験区は、2004年3月に整備を実施して3年が経過した。既往の研究^{2), 7)}ではこれまでに、1,000m³/s～2,000m³/s程度の出水があったが、図-6に示す整備エリア下流側に繁茂していた樹木群（エリア③）と、上流側の砂州（エリア①）が流れを阻害し、出水減水期に整備工

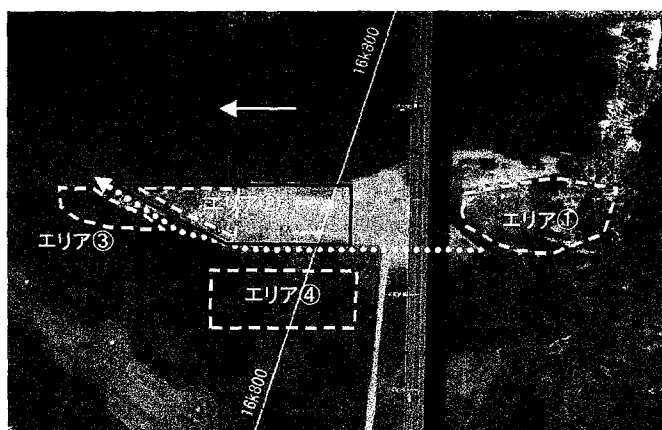


図-6 大原試験区の航空写真(2006年8月撮影)

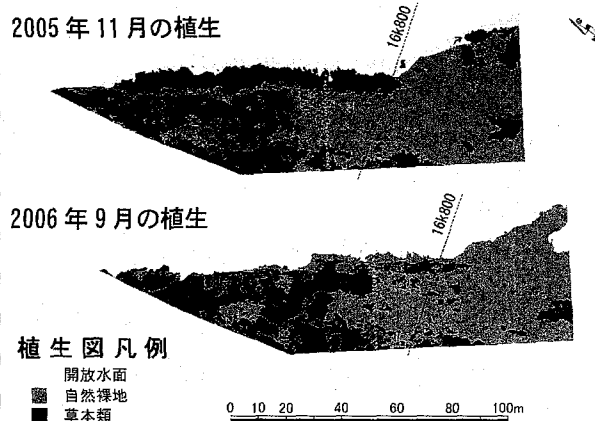


図-7 大原試験区における植生図の比較

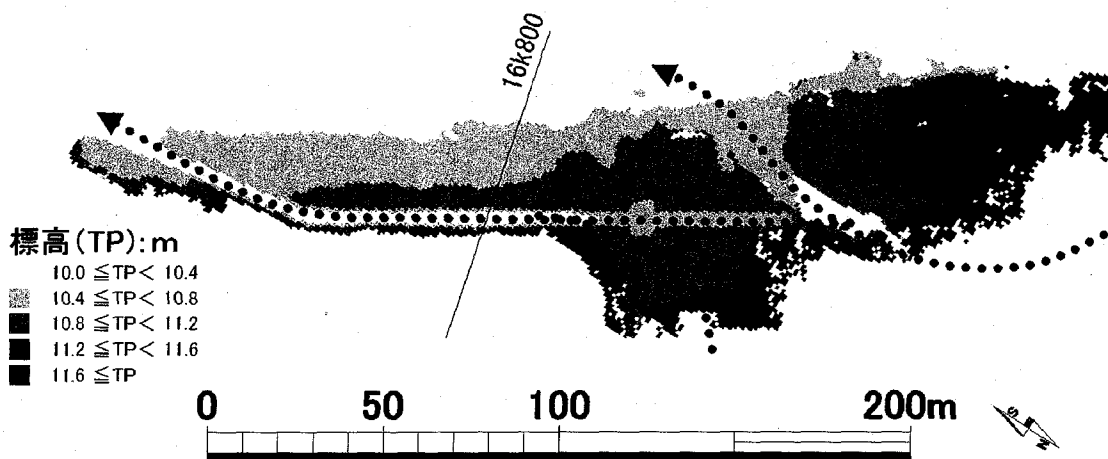


図-8 大原試験区における、追加整備後のレーザ測量結果(2006年10月測量)

リアに死水域が形成され、植生の再定着が起こったことが、これまでのモニタリングから推測された。このような経験を踏まえてまずは、2006年3月にエリア③に繁茂していた樹木を伐採し、上流からの流れを下流にスムーズに流すことで死水域の解消を図った。その後06年7月出水を迎えた。

a) 06年7月出水後の植生状況について

05年9月出水後と、06年7月出水後に作成した植生図の比較を図-7示すが、植生についてはあまり変化が見られなかった。図-7に分布している植生はシナダレスズメガヤが優先しているが、個体は2004年の出水により定着したものであり、ほとんどは2～3年生と考えられる。図-9は、06年7月出水後に現地で撮影したものであるが、写真に見られるように、シナダレスズメガヤは洪水時に倒伏して河床が攪乱されるのを妨げていることがわかる。よって大原試験区では、このままモニタリングを実施しても植生が掃流される可能性が少なく、礫河原を維持することが困難と考え、出水後にエリア①、②での追加整備を実施することとした。

b) 大原試験区の追加整備

追加整備を行う前には図-6に示すように、エリア①では植生が発達し、砂州も整備エリアより0.5m程度高くなっていた。このエリアの植生は、シナダレスズメガ



図-9 シナダレスズメガヤの倒伏状況(2006年7月撮影)

ヤとツルヨシが優先し、ヤナギも確認されていた。この植生を除去し、砂州を上流のカゴ井手堰からスロープ状に整備エリアに擦り付ける形に切り下げた。エリア②では、発達していたシナダレスズメガヤ群落の除去を行い、さらにエリア①の下流端から、エリア②にかけて素掘り水路を開削した。この水路には、100m³/s程度の小出水でも、流れをより引き込みやすくするためである。さらにこの水路を設けることで、エリア③及び④のシナダレスズメガヤ群落からの種子供給を抑える効果も期待している。また、大原箇所は礫河原まで車でアクセスが容易であることから、整備エリア内に巨石での境界線を整備していた。これまでのモニ

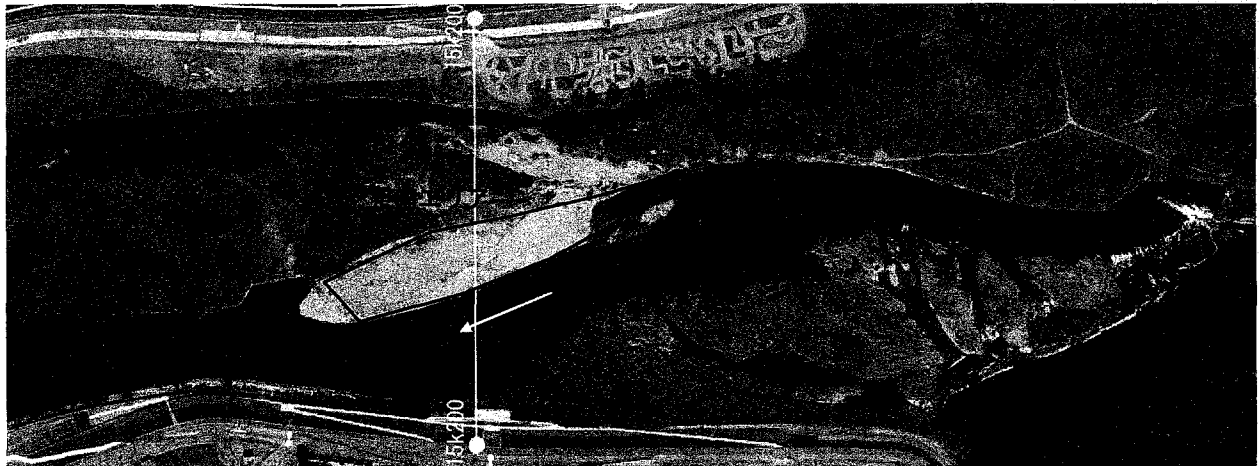


図-10 7/19 出水前の祇園試験区航空写真 (2005 年 11 月撮影)

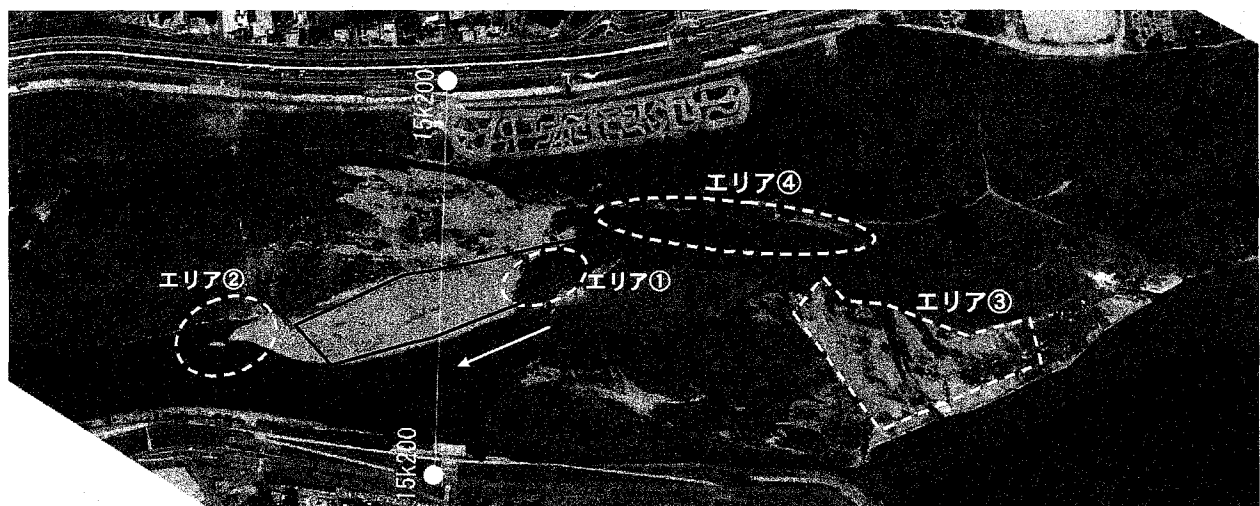


図-11 7/19 出水後の祇園試験区航空写真 (2006 年 8 月撮影)

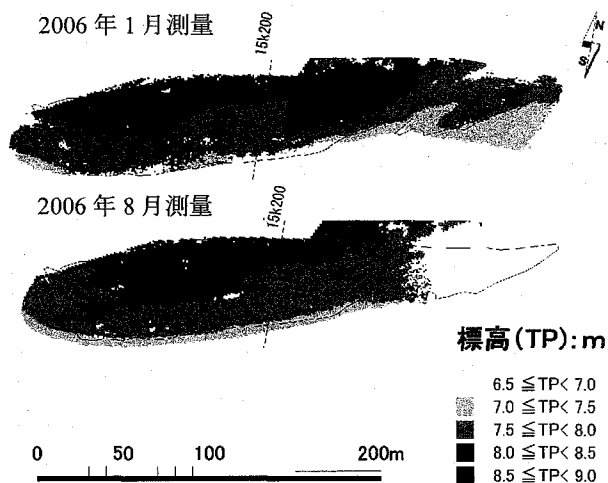


図-12 祇園試験区地形変化比較図

タリングから、車の進入と人が頻繁に利用するエリアでは植生の発達が見られなかったため、今回の追加整備で巨石を撤去し、整備エリア全体を車で進入可能とした。図-8 に整備後の地形測量の結果を示す。

(2) 祇園試験区

祇園試験区は、2005 年 3 月に整備を実施し、2 年が経過した。祇園試験区における、06 年 7 月出水前の航空写真を図-10 に、出水後の航空写真を図-11 示す。注目すべき点としては以下の 3 点が挙げられる。

a) 整備エリアの地形変化

05 年 9 月出水によって、祇園試験区のエリア①では土砂が堆積して、一部で高さ 1m を超える砂州のマウンドが形成されたが、06 年 7 月出水によってそのマウンドが下流へと大きく移動し一部が早瀬へと変化した。

エリア②では砂州が下流側に拡大した。(図-11, 図-12)

b) 植生について

大原試験区と同時期に作成した植生図の比較を図-13 に示す。2005 年 11 月と比較して、植生は若干減少したものの、シナダレスズメガヤは一部残存した。これは、2005 年に整備した際に水際付近に生育していたもので、河川への濁水を抑えることに配慮する必要があったため、除去できずに残った個体である。生育年数は大原同様 2～3 年生と考えられる。7/19 出水以降から、

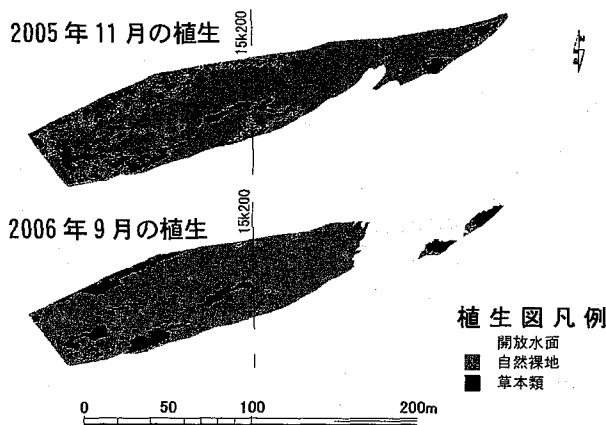


図-13 祇園試験区における植生図の比較

2007年3月までの期間においては、残存した箇所以外では、目立った拡大は見られない。

c) 試験区周辺の地形変化

祇園試験区周辺においては、05年9月洪水と同様にエリア④で河岸侵食が起こった。さらに今回特筆すべき点は、試験区上流の堰の直下流、エリア③において、礫河原が広範囲に形成されたことである。1998年に発生した戦後最大の4,400m³/s出水でも、今回のような変化は生じなかった。

5. 考察

(1) 大原試験区について

大原試験区では、06年7月出水による大きな変化はなかったが、整備エリア上流側半分では礫河原が維持されている。これは水際付近まで容易に車で近づけるように礫河原を整備したことで、親水空間を求め多くの人が訪れるようになったからである。当試験区ではこのような人為的な影響がある程度予想できたので、整備エリアの中央に車の進入防止の巨石を配置してその差を検証できるようにしておいたのである。人為的影響で礫河原が維持されることは生態系を保全する観点からは好ましいことではないが、当初の目標である礫河原への植生の侵入を抑制することが期待できることがわかった。

(2) 祇園試験区について

祇園試験区では、図-13に示すとおり05年9月出水で礫河原上流端付近に土砂がかなり堆積し、06年6月の小出水（約700m³/s）でこれが下流側に成長したので、モニタリングではその後の出水でさらに成長するのかに注目していた。しかし06年7月出水ではこの堆積域が消失したので、洪水の規模や継続時間等の条件の差により堆積だけでなく侵食も起こりうることを確認できた。なお、エリア④の河岸が侵食された箇所の背後地は竹藪であり、今後06年7月出水と同規模の出水があってもこれ以

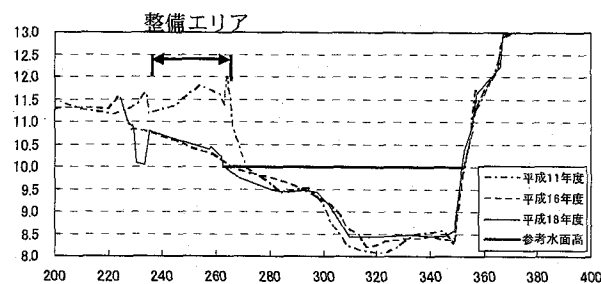


図-14 大原試験区における滞筋の横断測量結果

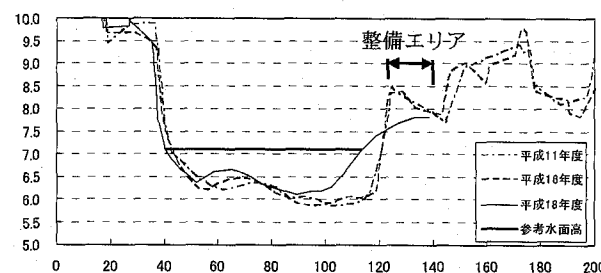


図-15 祇園試験区における滞筋の横断測量結果

上の河岸の後退は無いものと予想している。

植生については大原試験区と同様に、生育年数が2～3年のシナダレスズメガヤの個体は掃流されないことが確認できた。正確に言えば、シナダレスズメガヤが面的に生育すると、河床表層の侵食は起こらない。しかし生育個体周辺の河床洗掘により根が洗い出されと掃流される。図-11において、面的に発達していない疎らなシナダレスズメガヤの植生域が洪水で消失している点がそのことを物語っている。このことは、鎌田ら⁹⁾の研究成果が示すとおりであり、発芽後1年以内に洪水により掃流されずに拡大成長したシナダレスズメガヤを2年目以降の洪水で掃流するためにはより大きなせん断力が必要といえる。従って大きなせん断力を生じさせる洪水の頻度が低い河川では、シナダレスズメガヤを人為的に除去することも礫河原の維持には有効な方策の一つとなる。

(3) 今後の礫河原再生計画策定の留意点

これまでの研究成果から礫河原再生のモニタリング計画を策定する際に留意すべき点を以下のように整理する。1点目は河道整備区域の地形変化である。植生を除去して砂州を切り下げて河道断面を拡大させたことでこれまでアーミー化により固定化していた滞筋に土砂が堆積し、図-14、図-15に示すように、河床に変化が生じた。このことは、今回の河道整備が河道のダイナミズムの回復に寄与したものと考えられるが、平常時には水面下に没している部分の事前調査も多面的な評価に有益であるといえる。

2点目は、整備エリア上下流の地形変化である。当初は整備エリアに対してモニタリングを実施することとしていたが、06年7月出水では広範囲にわたり河岸の側方侵



図-16 ヤナギの切り株写真

食や砂州の拡大という地形変化が現れた。河道整備にあたっては事前に周辺河道の地形調査等も行っておくことが1点目と同様に評価において有益であると言える。

7. おわりに

図-16は2006年7月出水で根の周りの土砂が流出したヤナギの切り株である。このヤナギは、05年に地上部の伐採のみを行い、その切り株と根は存置したものであるが、年輪から1998年生と確認した。根は最大で10mも伸張しており、この状態でも枯死しておらず、06年7月出水により、根の大部分が露出したあとも成長を続けており、非常に強い生命力を持っていることがわかる。この状態になってから除根を行うには多大な労力を伴うので、河道内の樹木管理は幼木のうちに行うことがコスト面で必要不可欠であることを学んだ。

また、今回のモニタリング結果からは、近年急速に河道内で分布を拡大しつつあるシナダレスズメガヤの2～3年生の個体を掃流するために、河床表面の材料が移動するよりも大きなせん断力が必要であることがわかった。このことは逆に2～3年生になる前に出水で掃流または除去されることが礫河原の維持に必要であることを意味する。従って、出水が無い場合は、河川の自律的回復を支援するために人為的な除去も効果的と言える。礫河原の再生が外来植物シナダレスズメガヤの駆除にも有益であることから、岡山河川事務所では除草のボランティアを募り、川の環境を多面的に捉えて学習する場を提供すると共に、維持管理費の節約を図りながら礫河原を再生し維持していくプログラムを準備しているところである。

謝辞：本研究にあたって、岡山河川事務所が運営する「旭川植生管理検討会」の委員（岡山理科大学 波田善夫教授、岡山大学 河原長美教授、高知大学 石川慎吾教授、徳島

大学 鎌田磨人助教授）から多くの示唆を与えて頂いた。また、調査・解析では㈱ウエスコの白井宏尚氏、藤原正季氏に協力頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 渡辺 敏, 前野詩朗, 渡部秀之, 志々田武幸：旭川におけるヤナギ林の拡大機構とその抑制管理のあり方に関する検討, 河川技術論文集, 第11巻, pp.77-82, 2005.
- 2) 渡辺 敏, 前野詩朗, 藤塚佳晃, 宮崎貢, 眞田淳二：旭川における礫河原再生と樹林化抑制に関する現地試験による検証, 水工学論文集, 第50巻, 2006.
- 3) 島谷幸宏, 高野匡裕：多摩川永田地区にける学術研究と河道修復, 河川技術論文集, 第7巻, pp.381-386, 2001.
- 4) 萱場祐一, 千葉武生, 力山基：鬼怒川におけるカワラノギク保全のための人工河原造成について, 土木学会第57回年次学術講演会, pp.115-116, 2002.
- 5) 渡辺 敏, 前野詩朗, 馬場俊介：旭川の河道変遷に伴う河川景観の変化, 土木史研究講演, Vol.25, pp.423-433, 2005.
- 6) 眞田淳二, 浦上将人, 渡辺 敏, 前野詩朗, 藤塚佳晃：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, 2006.
- 7) 前野詩朗, 渡辺 敏, 藤塚佳晃：簡易に得られる植生特性値を考慮した数値解析モデルの精度向上の提案, 土木学会論文集 No.803/Ⅱ-73, pp.91-104, 2005.
- 8) 山本晃一：沖積河川学, ㈱山海堂, 1994
- 9) 鎌田磨人, 小島桃太郎, 岡部健士：河川砂州上に侵入したシナダレスズメガヤを除去するに必要な洪水営力, 応用生態工学会, 第8回研究発表会講演集, p97-98, 2004.

(2007.4.5受付)