

# 阿賀川における樹木管理と 礫河原の再生について

## ATEMPT ON THE RESTORATION OF COBBLESTONE SHORE IN AGA RIVER

貴家尚哉<sup>1</sup>・佐々木健一<sup>2</sup>・池田和也<sup>3</sup>・田中聡<sup>4</sup>  
Hisaya SASUGA, Kenichi SASAKI, Kazuya IKEDA, Satoshi TANAKA

<sup>1, 2, 3, 4</sup>前国土交通省北陸地方整備局阿賀川河川事務所（〒965-8567 福島県会津若松市表町2-70）

Many rivers in Japan have serious problems which are caused by forestation on the shore of the channel. Its forestation was accelerated after the prohibition of extraction of pebble from river. In Aga River, the forestation also caused the loss of cobblestone shore, which had changed natural environment of its own.

This report describes the attempts on the restoration of cobblestone shore, by which modification of impact of water flow will be expected. It also includes the proposal for sustainable detainment of forestation by the design of channel.

**Key Words:** Forestation in river, cobblestone shore, restoration of shore, designing of channel

### 1. はじめに

近年多くの河川で高水敷に樹木が繁茂し、洪水時の流水の支障となる等、多くの問題が生じている。阿賀川においても、昭和60年代以降急速に高水敷の樹林化が進行し、扇状地河川特有の礫河原が減少すると共に、高水敷の固定化による水衝部の発生によって堤防が危険にさらされている。

本稿は、礫河原の再生と水衝部の解消及び流下能力向上を目的として、阿賀川中流部において実施した自然再生事業について、その概要及び考え方を報告するものである。

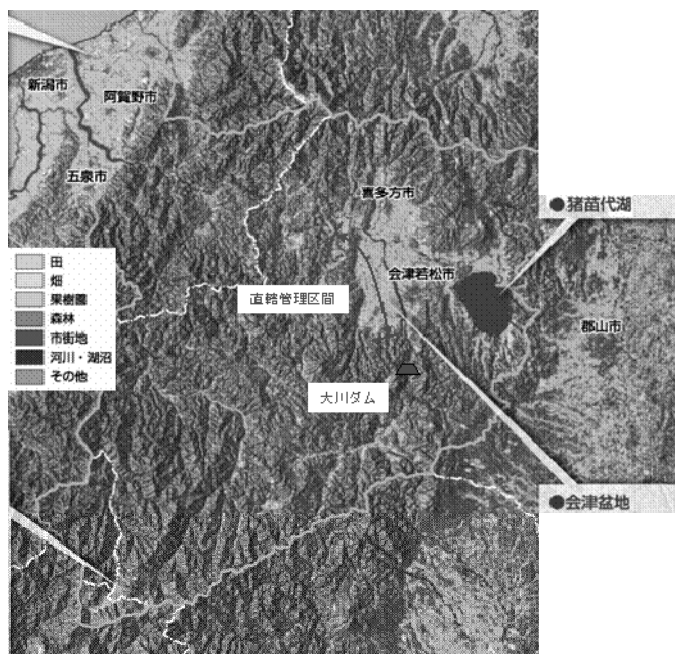


図-1 阿賀野川流域図

### 2. 阿賀川の現状

#### (1) 阿賀川の概要

阿賀川は、阿賀野川の福島県内における名称であり、会津若松市を有する会津盆地を流下する。本川の直轄区間31.6kmの内、上流約19kmの区間は扇状地を流下する急流河川である。図-1に全体流域と直轄区間を示す。

#### (2) 直轄区間の現状

##### a) 河道形状の推移

阿賀川直轄管理区間の内、扇状地部分における河道は昭和40年代まで網状の形状を呈していたが、砂利採取が大きな要因となって低水路が狭められ、砂州の形態は単列へと変化していった。また、砂利採取が禁止された堤防から50mの部分は高水敷として残された。

典型的な断面を図-2に示す。

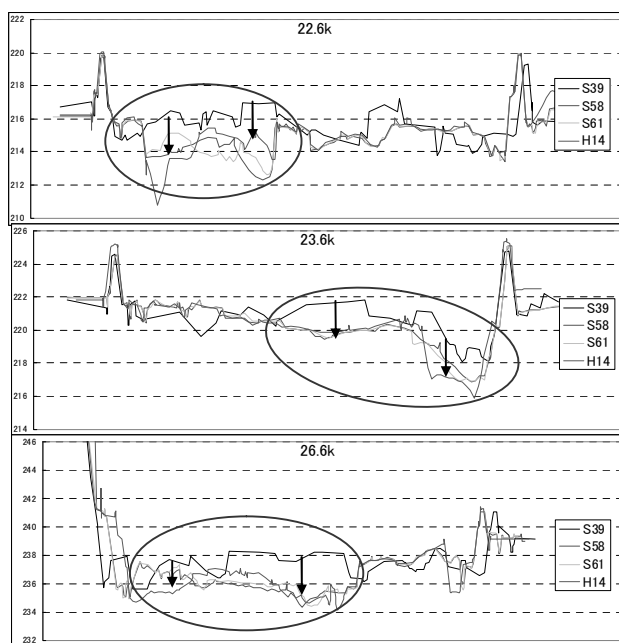


図-2 河道形状の経年変化

図-3は、平均年最大流量に相当する川幅と水深及び河床材料の関係から、中規模河床形態の変化を示したものであるが、この結果にも、砂州の形態が変化していることがはっきり表れている。

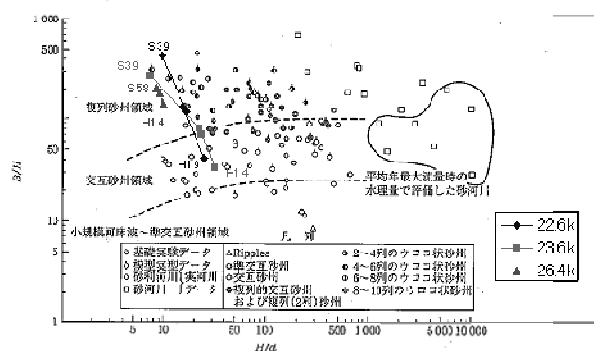


図-3 砂州形態の経年変化<sup>1)</sup>

写真-1に昭和22年(上)と平成4年(下)の状況を示す。

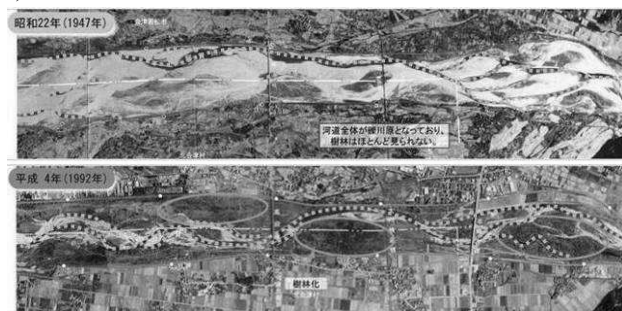


写真-1 砂州形状変化と樹木繁茂の状況

#### b) 地被及び植生の推移

昭和50年代後半以降は砂利採取が禁止され、河道

内における人工的な攪乱が生じなくなった。このことによって、高水敷には樹木が繁茂し、高水敷自体が固定化されることとなった。

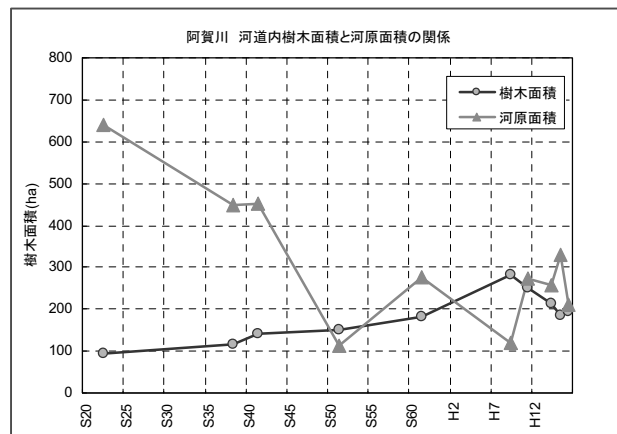


図-4 樹木と河原の面積推移

図-4は直轄区間全域における樹木と河原の面積の推移を示したものである。これから、河原の面積は昭和40年代以降急激に減少し、一方、樹木の面積は昭和60年代以降に増加したことがわかる。これは、砂利採取禁止の時期と符合するものである。現在は巨木と化した群落は、既往最大であった平成14年洪水でもほとんど流失することがなく、水衝部を形成して堤防を危険な状況に陥らせた。

#### c) 河床材料

河道内において樹林化した高水敷は細粒分が1m近くの厚さで堆積し、根茎が複雑に入り組んで強固な状態になっている。このため、かなり大きな洪水でも流出せず、崖状を呈している。このことが蛇行に大きな影響を及ぼし、高水敷固定と水衝部の生成に繋がっている。高水敷の堆積状況を、写真-2に示す。



写真-2 高水敷の堆積状況

一方、阿賀川中流部の低水路において平成18年度に実施した河床材料調査の結果を、表-1に示す。

表-1 阿賀川中流部河床材料

| 距離標 | 採取位置 | 平均粒径<br>d60(mm) | 距離標 | 採取位置 | 平均粒径<br>d60(mm) |
|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|
| 21k | 表層   | 86.0            | 24k | 表層   | 88.9            |
|     | 下層   | 55.6            |     | 下層   | 55.7            |
| 22k | 表層   | 104.1           | 25k | 表層   | 167.5           |
|     | 下層   | 62.9            |     | 下層   | 87.9            |
| 23k | 表層   | 158.9           | 26k | 表層   | 158.1           |
|     | 下層   | 63.1            |     | 下層   | 52.1            |

表中で、下層とは表面より60cm掘削した位置をいう。調査は、面積格子法により行った。写真-2の地表から1mより深い部分に見られるような大粒径の礫が測定されているが、いずれの地点においても、表層の粒径が大きくなっており、アーマー化されていることがわかる。

### 3. 自然再生事業の概要

阿賀川では、樹木繁茂による種々の問題を解消するため、平成21年度より自然再生事業に着手した。以下にその概要を述べる。

#### (1) 対象区間

自然再生事業は、阿賀川において樹林化が進行している扇状地区間(13.6k~31.6k)を対象区間とした。当該区間は川幅が広いいため、流下能力に関しては比較的余裕があるものの、高水敷の固定化によって水衝部が多く生じ、危険性が増している。図-5に対象とした区間と事業の内容を示す。

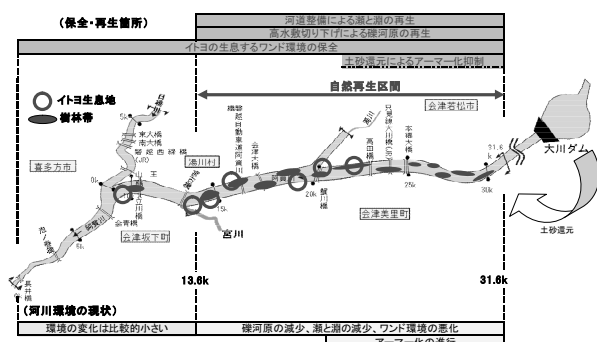


図-5 対象区間と事業内容

対象区間内において、特に樹木面積の割合が高く、水衝部等の支障が顕著な22k~27k区間を優先して実施することとした。当該区間の樹林化と水衝部の状況を写真-3（平成21年撮影）に示す。

平成21年度は二本松工区(22.6k付近)の河道掘削及び樹木伐採、飯寺工区(23.6k付近)の低水路付け替えを実施した。ここでは、飯寺工区を例とする。



写真-3 事業優先実施区間

#### (2) 飯寺地区の低水路付け替え

飯寺地区は平成14年の時点において、堤防間が約450mに対して、低水路幅が約80m程度しか無く、残りの部分は樹木が密集していた。平成14年洪水後に約90mの幅で河道掘削と樹木伐採が行われたが、護岸間際の深掘れは残された。このため、新たに水衝部の解消対策として、低水路の付け替えを行ったものである。付け替え工事のイメージは次図に示すとおりである。

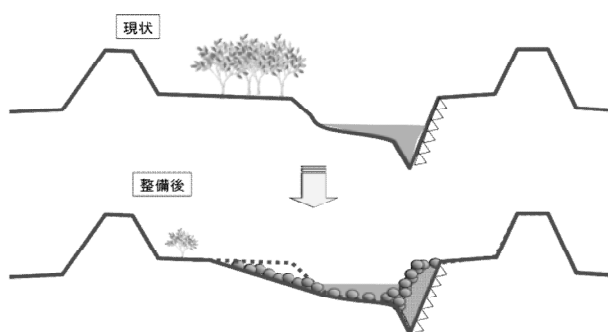


図-6 低水路付け替えのイメージ

#### a) 縦横断計画

付け替え水路の縦断形状は、基本的に現状を維持することとしたが、部分的に淵の復活を目指して現況河床高よりも1m低くすることとした。縦断図を図-7に示す。

河床勾配は、瀬の部分において現況と同じとし、淵の部分は水平とし、その延長は現状と同等とした。

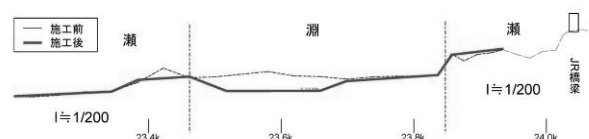


図-7 飯寺地区縦断図

また、横断図を図-8に示す。横断形状は、瀬の部分で当該地点の正常流量(5m<sup>3</sup>/s)を流す際に、所要の水深・流速が確保される川幅(20m)を設定した。これは、結果的に現況の低水路幅と同等であった。淵の川幅は河床の縦断勾配と、瀬の河岸の勾配(1:3)から連続性を持たせるよう変化させた結果、最大60mとなった。

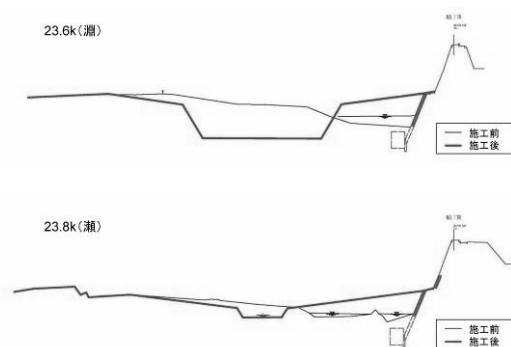


図-8 低水路付け替え箇所横断面図

低水路を河道の中央寄りに付け替えた際、右岸側の護岸前面の深掘れは、付け替え水路及び二本松工区の掘削土砂により、埋めることとした。これによって新たに40m～60mの幅で高水敷が生じたが、盛り土の際に横断方向に1:30の勾配を付けた。これは、出水規模による横断方向の冠水頻度の変化を期待したものである。低水路付け替え前後の状況を写真-4に示す。



(事業実施前) (事業実施後)  
写真-4 低水路付け替え前後の状況

#### b) 巨礫投入

施工箇所は扇状地に位置し、急勾配であるため、出水による河床材料の移動が予想される。付け替え低水路の安定を図り、縦横断形状の長期間の維持を図るため、河岸及び河床に、現地の河床材料より粒径の大きい礫を配置することとした。礫の配置状況を図-9に示す。

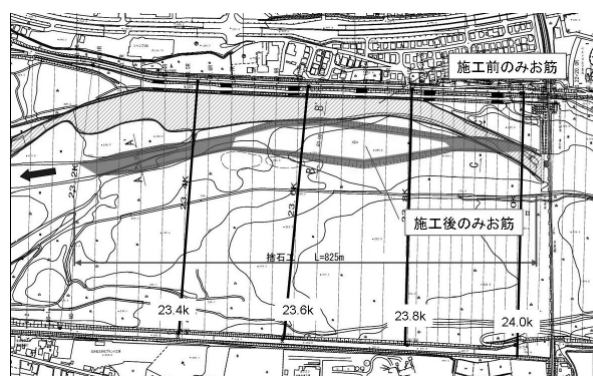


図-9 巨礫の配置状況平面図

図の赤色の部分が付け替え水路で巨礫を投入した範囲である。これに対し、青色の部分は施工前の低水路である。礫は、流速の早い瀬においては全面に、淵

においては法面に配置することとし、共に低水路の肩から1m下がりまでの高さとした。

なお、現況水路から付け替わる地点(24.0k付近)には、特に流水の負荷が加わると想定されたため、河岸にコンクリートブロックを並べた。

投入した礫は、約20km上流にある直轄の大川ダム貯水池内に堆積した土砂を採取し、粒径の大きいものを選別して利用した。礫の平均的な粒径は約40cmであった。大川ダムの堆積土砂を利用したのは、実績の堆砂が計画を上回るペースで進行していることから、多少なりともそれを軽減すると共に、ダムによる土砂移動の遮断を補償することも考慮したものである。

投入後の右岸の状況は、写真-5のようである。



写真-5 河岸に配置した巨礫

また、巨礫投入前後で河床材料調査を行った状況を写真-6に示す。写真左が投入前、右が投入後である。

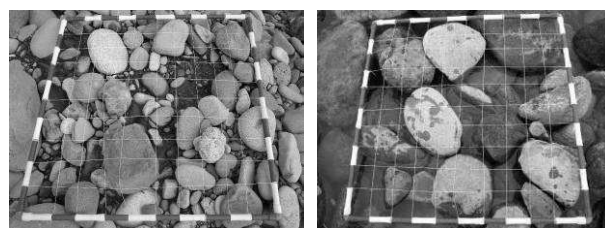


写真-6 巨礫投入前後の状況

#### d) 出水後の状況

低水路付け替え工事完成後の、平成22年6月に出水があった。写真-7にその状況を示す。



写真-7 出水時の状況

当該箇所上流の流量観測地点(馬越)の平均年最大流量は約730m<sup>3</sup>/sであるが、当日の最大流量は約400 m<sup>3</sup>/sに過ぎず、小規模なものであった。しかしな

- ・上流側の瀬の右岸側で、巨礫を配置した部分より高位の土砂が流され、巨礫が多少散乱した
- ・上流部の巨礫を配置していなかった左岸側は大きく浸食され、河積が拡大した
- ・淵の部分では、巨礫の移動はほとんどなく、上流からの流出土砂の堆積により河積が減少した
- ・下流部の瀬で大きな河床変動は生じなかった

Figure 10 consists of three cross-sectional diagrams of a riverbed, labeled 23.6k(瀬), 23.8k(瀬), and 24.0k(瀬). Each diagram shows the riverbed profile and the construction of a water control structure. The diagrams illustrate the process from the initial bed profile to the final structure with water level control. A legend indicates: 投入機 (投入機), 施工直後 (施工直後), 出水後 (出水後), and 痕跡水位 (痕跡水位).

小出水ではあるが、巨礫とブロックによる河岸の保護は全般的に目的を果たしたと評価できる。一方、保護していなかった部分は大きく影響を受けたことから、在来の河床材料は変動しやすいことが実証された。

Figure 1 is a cumulative distribution curve showing the particle size distribution for different grades of polypropylene. The x-axis represents particle size in micrometers (μm) on a logarithmic scale from 10 to 1000. The y-axis represents the cumulative percentage from 0% to 100%. The legend identifies the following series:

- 100022: Solid line with open circles.
- 10027: Solid line with solid circles.
- 1032: Solid line with open squares.
- 1037: Solid line with solid squares.
- 1071: Solid line with open triangles.
- 1072: Solid line with solid triangles.
- 1073: Solid line with solid diamonds.

The curves show that as the grade number increases, the particle size distribution shifts towards larger particle sizes, with higher cumulative percentages achieved at smaller particle sizes for lower grades.

設定した低水路の幅は、瀬において正常流量の条件満足を目安として定めたものであるが、洪水流量に関しては考慮していない。今回の出水により浸食を受けたことで、瀬の部分の安定に配慮を必要な事が明らかとなった。

河岸及び河床に巨礫を配置したのは、河床の安定を図ると共に、魚類の生息条件を改善する目的もあった。即ち、鮎の餌となる藻の付着場所拡大、カワウ等の外敵襲撃からの待避場所としての機能等を期待したものである。

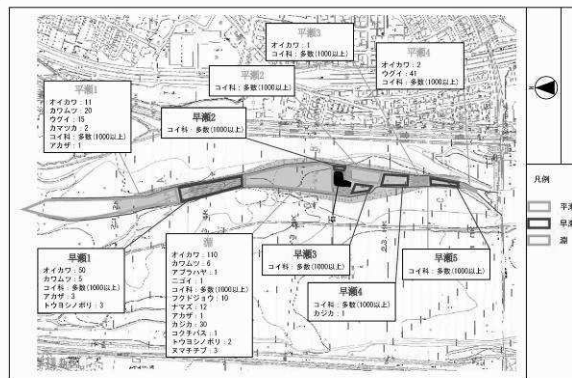


図-13に出水後の魚類生息状況を示す。また、表-2に過去の調査結果との対比を行った。表からは、特に淵において生息種数が大幅に増加していることがわかり、生息環境改善に一定の効果があったことが推測された。

[illegible]

- 213 -

既に述べたように、阿賀川の高水敷は樹木によって固定され、低水路との境界は崖状になっている。これによって、低水路の幅が制限され、蛇行の波長が短くなると共に、堤防への水衝部が生じる原因となっている。問題解消のためには、樹木を伐採し、洪水時の川幅を増大させることによって、水深と流速を減じると共に、蛇行の波長を長くする必要がある。概念的に示すと、図-14の通りである。

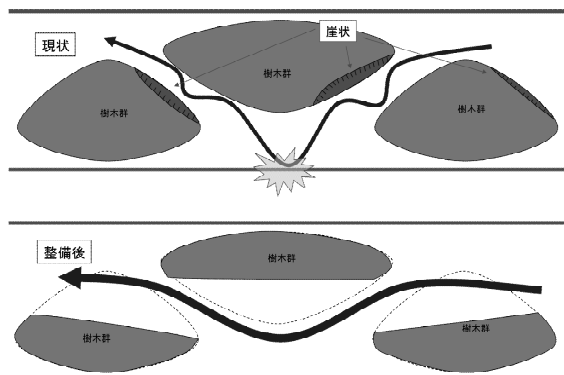


図-14 樹木による流れへの影響と改善方法

この場合、崖状になっている部分を重点的に解消し、流水の円滑な流下を図るが、河床の掘削面は横断方向に傾斜を付けたものとする。平成22年度に実施した箇所の代表的横断を、図-15に示す。

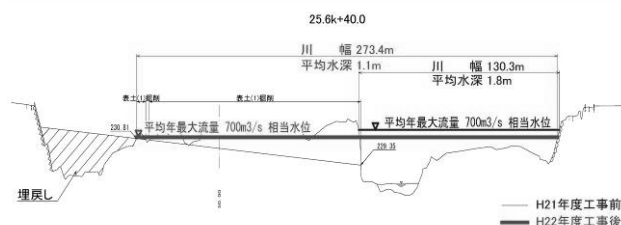


図-15 河道掘削形状の事例

ここで示した断面では、掘削の勾配を1:100程度としたが、これは必ずしも統一できるものではなく、高水敷の希少植物等の要素も考慮し、断面毎に設定するものである。

川幅については、飯寺地区において正常流量を対象として設定したものの、安定性に問題が生じたことから、より大きな流量（具体的には、平均年最大流量）も対象として検討する。即ち、正常流量時の水深・流速の条件を満足しつつ、平均年最大流量に対しても河道が維持されるよう考慮する。

福岡は、川幅－水深－粒径－流量の間に以下のような関係が成立することを提唱している。<sup>2)</sup>

$$B/d_r = 4.25 (Q / (g I d_r^5))^{0.5} \quad \text{式 1)}$$

$$h/d_r = 0.13 (Q / (g I d_r^5))^{0.5} \quad \text{式 2)}$$

今回の事業箇所はこの式を適用し、経年的変化を見ると図-16のようになる。

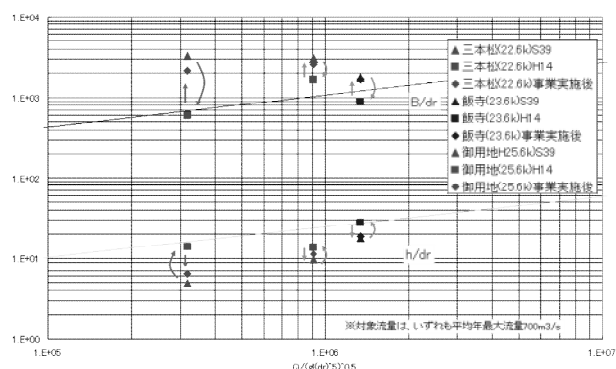


図-16 事業箇所への福岡式の適用<sup>2)</sup>

ここでは、対象流量は平均年最大流量とし、時点としては、樹木の影響が顕在化する前(S. 39)、影響が最も現れた時(H. 14)、事業実施後とした。地点別に見ると全面的に式に適合しているとは言い難いが、扇状地河川の特徴が福岡式の表す平均的な性質から乖離していることが考えられる。

## (2) 維持管理の方向性

河道形状の維持は、巨礫を配置することである程度まで期待できるが、大出水時の上流からの流送土砂まで制御するのは困難である。このため、低水路の形状維持よりも、樹木の再繁茂による崖状地と水衝部生成の防止に重点を置くことが望ましいと考えられる。

これまでは、繁茂した樹木を適宜伐採する方法を採用してきたが、これは必要面積と予算とを比較した場合、非効率と言える。このため、ある程度の自然の営力を期待して、高水敷に勾配を設けることとしたが、それに加えて重機の走行等による人為的攪乱を定期的に加える、樹木が育つ前の対策を重点としたいと考えている。

## あとがき

阿賀川における礫河原の再生を目的とした自然再生事業について紹介した。生成した礫河原に関する安定性と持続可能性については、出水を経た上で評価することになるが、今後適切な観察に努めたい。

謝辞：本事業を実施するに当たり、中央大学研究開発機構福岡教授より多くのご指導を頂いたことに謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 建設省：河道特性に関する研究－その3－、～河床変動と河道計画に関する研究～、第46回建設省技術研究会報告、1992
- 2) 福岡捷二：温暖化に対する河川の適応技術のあり方と一治水と環境の調和した多自然川づくりの普遍化に向けて、土木学会論文集Vol.66, No.4, 2010.10

(2011. 5. 19受付)