

急流礫床河川の大礫砂州上における 植生分布に関する基礎的調査

池田裕一¹・穴戸彩²・飯村耕介³・亀田涼⁴・石ヶ森渉⁵

¹正会員 宇都宮大学大学院准教授 工学研究科学際先端システム学専攻
(〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2)

E-mail: ikeda@cc.utsunomiya-u.ac.jp

²学生会員 東北大学大学院博士前期課程 工学研究科土木工学専攻
(〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6)

³正会員 宇都宮大学大学院助教 工学研究科学地球環境デザイン学専攻
(〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2)

⁴学生会員 宇都宮大学大学院博士前期課程 工学研究科学際先端システム学専攻 (同上)

⁵正会員 日本リファイン株式会社 (〒100-0005 東京都千代田区丸の内2-2-1岸本ビル11F)

近年、礫床河川の多くがさまざまな人為的インパクトを受けて、礫河原固有植物の減少や外来植物の侵入、さらには礫河原地形の維持機構の喪失が見られるようになった。本研究では、鬼怒川中上流部において、大礫堆の設置や砂州の切り下げなど、礫河原再生の取り組みが実施されて間もない大礫砂州上で現地調査（植生調査・地形測量調査・河床材料調査）を行った。その結果、大礫堆より上流側では巨礫の割合が多く植生がほとんど見られないこと、逆に下流側では細礫・砂の割合が多く植生も多く分布していることがわかった。特に礫河原固有植物は、横断的に河床高が低く大礫が多い部分に沿って見られる砂礫環境に見られることが明らかになった。また水位と粒径、植物群落との対応関係についても考察を加えた。

Key Words : gravel river, vegetation, sand bar topography, bed material, water level

1. はじめに

日本は、諸外国に比べて急流河川が多い。急流河川では砂礫の生産や堆積が盛んなため、中流域に植被のまばらな砂礫質の河原が発達する。しかし近年、このような礫床河川の多くは砂利採取、低水護岸の設置、ダム建設、築堤などの人為的インパクトを受け、河床低下、冠水・攪乱頻度の減少、土砂供給量の減少、草地化・樹林化、礫河原の消失などが起こり、礫河原固有生物の減少や外来植物の侵入・拡大といった環境上の問題、河岸浸食や局所洗掘といった治水上の問題が生じている。このような問題の解決には、礫河原固有植物の保護だけでなく、礫床河川本来の河床変動機構を復元・維持し、これらのシステム全体をよりよく機能させることが重要である。

須賀ら¹⁾²⁾³⁾は現地調査に基づいて、礫質砂州の上流端における大礫の集積（以下、大礫堆）によって、その左右に巡る2列蛇行が安定し、砂礫砂州がよく維持され、局所洗掘も軽減されていることを見出した。また、河道幅が発散・収束するのに合わせて、大礫堆が縦断方向に形成され、それを基点として、2列蛇行あるいは複列砂州が安定して形

成されていることを指摘し、礫床河川本来の河床変動機構を復元するためには、河道特性に応じて大礫堆を設置・維持することが重要であるとしている。また増子ら⁴⁾は、鬼怒川における礫河原再生試験施工（大礫堆の復元、旧水路の掘削、砂州の掘削・整正）後のモニタリングを行い、大礫堆設置による分流効果を実際の洪水流によって検証し、大礫堆による分流効果から2列流路の安定化が見込まれること、洪水攪乱により細粒分はフラッシュされ、礫河原固有生物の生息・生育に適している河原が維持されることが期待できることを報告している。ただし、その後の植生繁茂状況については特に追加報告はなされていない。

植物生態学的には、村中・鷲谷⁵⁾および松間⁶⁾は、外来種のシナダレスズメガヤは砂質の基質と結びつきが強いものの、礫質の基質においても十分に生育でき、より細粒土砂を堆積しやすい環境が形成されるので、今後、シナダレスズメガヤが砂礫質河原のあらゆる場所で急速に増加する可能性があること、丸石河原固有種の応急的保全策として、シナダレスズメガヤを機械的に排除し、さらに礫質の基質の状態を回復させることが急務であること、を指摘している。

以上のように、河川水理学的（特に大礫堆の保全）および植物生態学的視点の双方で礫河原保全の検討が行われて

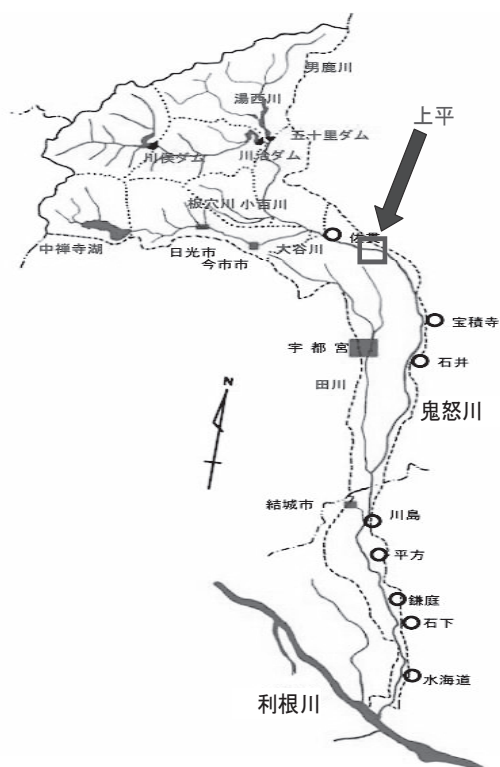


図-1 調査地点の位置

きているものの、これらの取り組みを結び付けて、どの程度の頻度や強度で実施すれば、効率的な環境保全と治水安全度の向上が得られるかは不明のままである。一方、鬼怒川中流部ではいくつかの大礫砂州について、大礫砂州の切り下げ・大礫堆の設置などの礫河原再生事業が、2006年度より順次行われてきた。これらの経過年数の異なる大礫砂州の水理学的・植物生態学的状況を比較検討すれば、礫河原再生事業の長期的効果と維持管理について、有意義な知見が得られるものと期待できる。

そこで本研究では、その手始めとして、鬼怒川中上流部において、礫河原再生施工が実施されて間もない大礫砂州上で現地調査を行い、植生分布、断面地形、河床材料、水位などの関連性について、基礎的な検討を行うものである。

2. 現地調査地点および方法

調査地点は礫河原を有している鬼怒川中流部、栃木県塩谷郡塩谷町の上平橋付近の大礫砂州(図-1)とした。利根川合流点よりおよそ98.8km～99.5kmの区間である。この砂州は、国土交通省下館河川事務所により2011年11月に砂州の切り下げ・大礫堆の設置が行われ、整備された

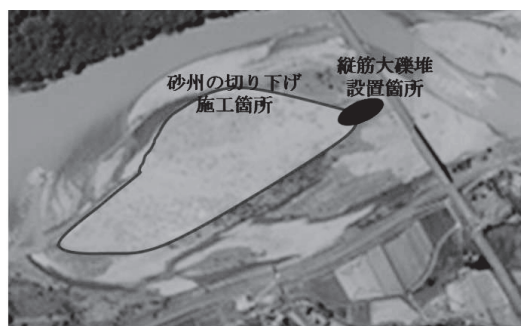


図-2 大礫砂州上の植生分布

表-1 本研究における河床材料粒径区分

粒径(mm)	区分名
10未満	細礫・砂
10以上64未満	中礫
64以上200未満	大礫
200以上	巨礫

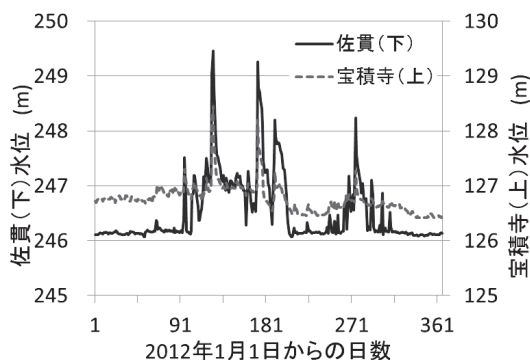


図-3 水位観測所における水位変化

場所である(図-2 参照)。調査期間は1年後の2012年10月～12月である。

植生分布調査においては、GPS 機器(トプコン社、GRS-1)を用いて植物群落の周縁の位置を記録し、群落内部の植物種やその大きさを調べた。GPS 機器に記録された平面位置座標情報は、GIS 上で空中写真と重ね合わせて表示し、その妥当性をチェックした。

断面地形調査では、大礫砂州の横断する測線上(後述、図-5 参照)の各点の平面位置座標と高さを、レーザー測距義つきの測量機器(トプコン社、QuickStation)を用いて測量した。それらの点では、同時に50cm四方の木枠を置いて河床の写真を撮影し、それをもとに河床材料構成率を求めた⁷⁾。すなわち、粒径10mm以上の礫については写真上で長径・短径を測定して面積を算出し、その合計面積を全面積から差し引くことで10mm以下のもの全体の面積率とした。その結果得られた粒径加積曲線上で累積面積率50%

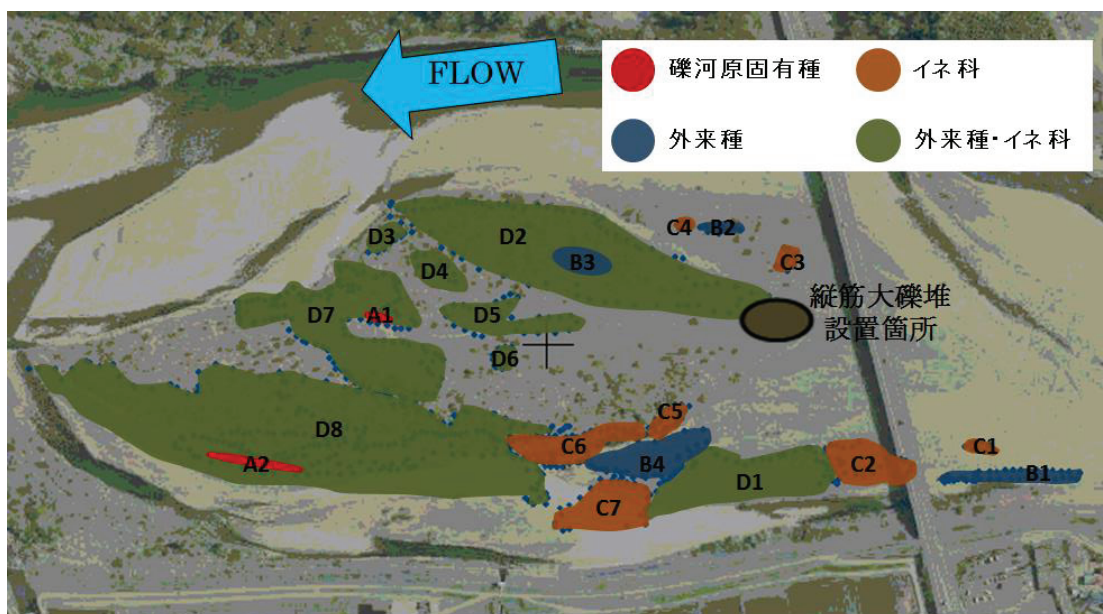


図-4 大礫砂州上の植生分布

表-2 本研究における群落名称と種組成

群落名称	代表的な植種
A:礫河原固有種	カワラノギク, カワラハハコ, カワラケツメイ
B:外来種	シナダレスズメガヤ, セイタカアワダチソウ, ハリエンジュ (D3群落のみ)
C:イネ科	ススキ, オギ, ツルヨシ
D: 外来種・イネ科	両者の混在

に相当する粒径を求め、表-1に基づいてその点における粒径区分を決めた。表-1はウェントワースの粒度区分を参考にしたもので⁸⁾、巨礫および細礫・砂の境界は、本研究の測定の都合により、本来のものとは異なっている。

植物の生息には、地形と河床材料の他に、水位および比高も重要な因子となる。調査地点には、公式な水位観測所はないが、その上流の佐貫(下)観測所(利根川合流点より106.82km)および下流の宝積寺(上)観測所(利根川合流点より83.48km)では、継続的な観測資料がある。図-3は、礫河原再生施工が行われてすぐ翌年の2012年の水位の日変化を示したものである。礫河原再生施工から本調査までの1年の間に数回の中小規模の出水があり、これによって砂州上に土砂や種子が運搬されたものと推定される。本研究では水位の検討に際しては、第1次近似として佐貫(下)と宝積寺(上)の水位を直線補間して、調査地点での水位を推定することにした。

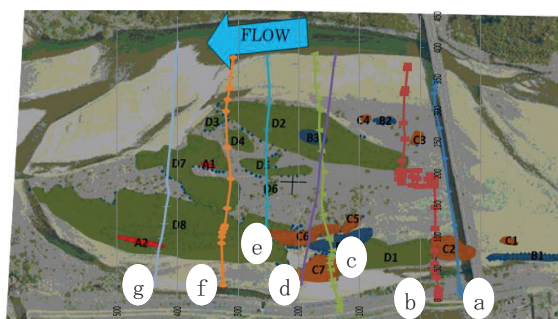


図-5 地形測量・河床材料調査地点(a～gは測線名)

3. 調査結果および考察

(1) 植生分布状況

図-4は、植生分布状況を示したものである。群落の名称は一般的なものでなく、今回の調査に即して、特定が容易な呼称としている。群落の名称とそこに含まれる代表的な植物種については、表-2を参照されたい。

全体的な特徴としては、大礫砂州の大礫堆より上流部ではあまり植物が見られず、生息していても植生密度は低かった。また、大礫堆のすぐ下流部にも、植生がさほど分布していない。大礫堆からやや離れた下流で、上流側に開いたU字型の領域には植生が広く繁茂し、植生密度も高く(特に図-4中のD2, D7, D8)、多くの植物種が見られた。下流部の植物群落の多くは、外来植物・イネ科植物が混合しており、そのどちらか一方に分けることが難しかったため、その場合には「外来種・イネ科」

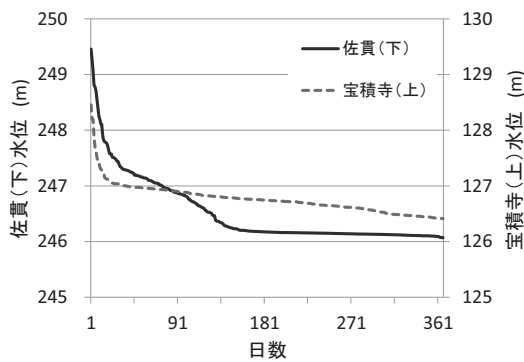


図-6 2012年の位況図

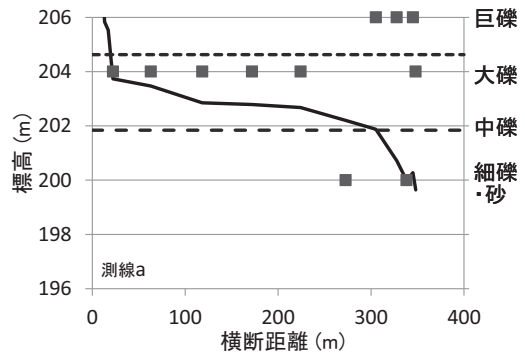


図-7 測線 a での断面形状と河床材料

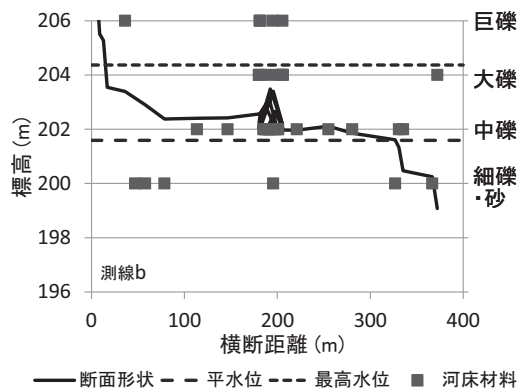


図-8 測線 b での断面形状と河床材料

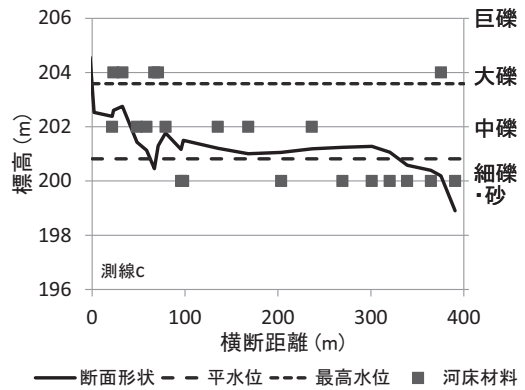


図-9 測線 c での断面形状と河床材料

群落と呼ぶことにした。礫河原再生施工によって裸地となった直後では、さまざまな種が一時的に出現するもので、今後、さまざまな要因を基に、各群落での優占種が決まってくるものと思われる。

今回の調査では、礫河原固有植物はほとんど見られなかった。数は少ないが、生育していた場所は下流部に集中していた。図-4中のA1では、この調査で唯一、カラノギクが一株のみ見られ、数は少ないながらカラハハコもある程度の広さで見られた。また、A2では、カラハハコが密生している所があり、数は少ないがカララケツメイも見られた。

外来植物は礫河原固有植物に比べて圧倒的に多く、大礫砂州全域に見られた。特に、流れを弱めて砂を堆積させる性質を持つシナダレスズメガヤや、他の植物の生育を抑制する性質を持つセイタカアワダチソウの繁殖が顕著であった。また、B3にはハリエンジュ群落があり、樹林化が進行する前に何らかの対策を講じる必要がある。

以上、植生分布状況を見ると、礫河原再生施工によって一旦は裸地となったものの、春先の出水によって大礫堆からやや離れた砂州下流部に細粒土砂が堆積し、礫河原固有種以外が急速に生息域を拡大しているといえる。

(2) 断面地形、河床材料および水位との関連性

地形測量および河床材料調査をした地点の平面位置を図-5に示す。利根川合流点より99.25地点から99.00km地点とを結ぶ方向を縦断方向軸とし、それに垂直に横断方向軸をとることとする。水位に関しては、佐貫(下)と宝積寺(上)における2012年の位況図を図-6に示す。これは、各地点での日水位を降順に並べ替えたもので、185日以上水位すなわち平水位が比較的安定している。またその年の最高水位も出水状況の目安として重要であろう。そこで、佐貫(下)と宝積寺(上)の平水位と最高水位それぞれから、図-5に示す測線a～g上のおおよその水位を補間して求めた。

図-7～13は、各測線における断面形状、平水位、最高水位および河床材料の粒径区分を示したものである。基本的には、上に凸のカマボコ型をしており、大礫砂州の上流側の右岸側に深い水路(主水路)の形状が見られ、(図-7～10)下流側に進むにつれて左岸側にも浅い水路(副水路)の形状が現れてくることがわかる(図-9～13)。礫河川の典型的な2列蛇行の断面形状になっている。

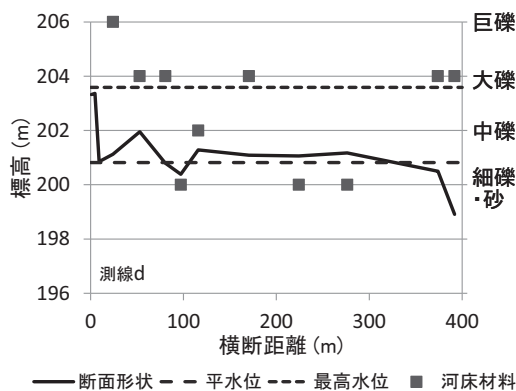


図-10 測線 d での断面形状と河床材料

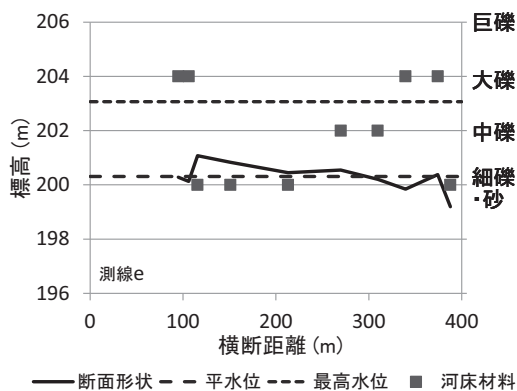


図-11 測線 e での断面形状と河床材料

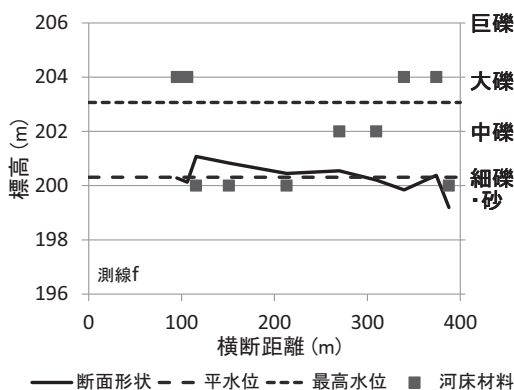


図-12 測線 f での断面形状と河床材料

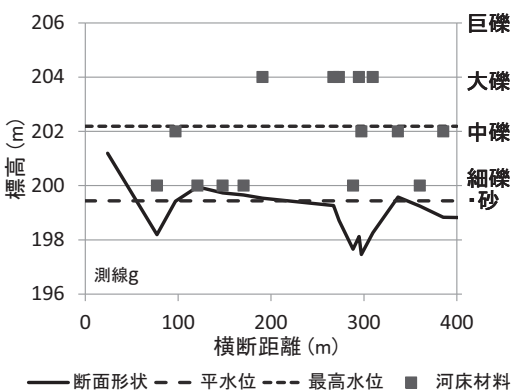


図-13 測線 g での断面形状と河床材料

また測線bにおける大礫堆設置箇所の頂点の河床高は、それより上流側の測線aにおける同じ横断位置での河床高よりも高く、逆勾配となっている。これは礫床河川本来の大礫堆の形状⁸⁾を人為的に整正したものである。これによって、砂州形状がどのように維持されるのか、今後のモニタリングが重要といえる。

河床材料については、大礫堆上流では大礫と巨礫の割合が多く、大礫堆下流側になると、細礫・砂の割合が増えてくる。特に、大礫堆からやや離れた測線c～gでは、平水位よりも高い部分や平水位の水際に細礫・砂が現れることが多く、植生の繁茂も見られる。

また主水路および副水路では、出水時の流勢によって細粒土砂は堆積せず、おおよそ中礫・大礫が多い。この部分には、さほど植生は見られない。礫河原固有植物については（特に図-4のA2群落）、こうした中礫・大礫の多い部分そのものではなく、これに隣接して細粒土砂の堆積している（やや不安定な）領域に生息しているようである。

4. おわりに

本研究では、鬼怒川上平橋付近の大礫砂州において、礫河原再生の取り組みが実施されて約1年後に現地調査を行い、植生分布、断面地形、河床材料、水位などの関連性について検討した。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 大礫堆より上流部では、大礫のみが集積し細粒土砂の堆積はなく、植生はあまり見られない。
- (2) 大礫堆のすぐ下流には植生は見られず、やや離れて、上流側に開いたU字型の領域に、植生が多く繁茂している。
- (3) 大礫堆からやや離れたU字型の領域では、横断的に見て平水位より河床高が高く、河床材料の粒径が細かい領域に、礫河原固有種以外の植生が分布する傾向が見られた。
- (4) 礫河原固有種は、U字型の領域において、横断的に見て河床高が低く中礫・大礫の多い部分に隣接した砂礫環境（今回の調査では砂州下流の副水路に沿う部分）に生育する傾向が見られた。

今回の調査研究では、礫河原の修整と固有植物再生の取り組みをどの程度の頻度や強度で実施すれば、効率的な環境保全と治水安全度の向上が得られるかは、明らかにできなかったが、修整直後の基本的な地形と土砂堆積、それに対する植物群落の繁茂状況は把握できたものといえる。鬼怒川には、今回調査した地点以外にも数か所で同様な整備を年度ごとに実施してきている。それらを比較することで、礫河原再生施工の効果をより深く検討していく予定である。また、流れの解析も実施することにより、出水規模による土砂の堆積状況の相違を検討し、植物生態学的視点からみても効果的な大礫堆整正の方針策定手法を確立していきたい。

謝辞：本研究を行うにあたり、河川整備基金の研究助成を受けた。また国土交通省下館河川事務所には貴重な資料を提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 須賀如川，三品智和，長谷部正彦，池田裕一：大礫中州と2列蛇行の水理特性に関する考察，水工学論文集，第52巻，pp. 775-780，2008.
- 2) 須賀如川：大礫を含む混合粒径河川における河道システム

の本質に関する考察，河川技術論文集，第10巻，pp. 95-100，2004.

- 3) 三品智和，須賀如川，唐沢潔，古川保明：鬼怒川河道における発散・収束現象と戦後の護岸施工との相互関係に関する考察，河川技術論文集，第12巻，2006.
- 4) 増子輝明，前村良雄：鬼怒川中流部における礫河原再生について（中間報告），リバーフロント研究所報告，第19号，2008.
- 5) 村中孝司・鷺谷いづみ：鬼怒川砂礫質河原における外来牧草シナダレスズメガヤの侵入と河原固有植物の急激な減少：緊急対策の必要性，保全生態学研究，vol. 6，2001.
- 6) 松間充：鬼怒川における外来植物シナダレスズメガヤと河床物理環境との関係，リバーフロント研究所報告，第16号，2005.
- 7) 寺沢直樹・山崎憲人：巨石を含む広い礫径分布を有する礫床河川における粒度分布調査手法，平成19年度北陸地方整備局管内事業研究会，2007.
- 8) 鈴木淑夫：岩石学辞典，朝倉書店，2009.
- 9) 三品智和，須賀如川：ステップを形成する大礫堆の実態とその河川の特徴，河川技術論文集，第17巻，2011. 7.

(2013. 7. 19 受付)

BASIC FIELD INVESTIGATION OF VEGETATION DISTRIBUTION ON A LARGE GRAVEL BAR IN STEEP RIVER CHANNEL

Hirokazu IKEDA, Aya SHISHIDO, Kosuke IIMURA,
Ryo KAMEDA, and Wataru ISHIGAMORI

Basic field investigation of vegetation distribution, bed topography and bed material was performed on a large gravel bar in the mid-upper regime of Kinu River, where the shape of the gravel bar was adjusted artificially one year before. It is clarified that, in the upstream front of the gravel bar, very large gravels are stably settled and vegetation community was hardly observed. And, in the U-shaped zone in the mid-downstream area of the gravel bar, foreign species and plants of the Gramineae family inhabit widely and densely. Native species for gravel bed were observed in a fine gravel zone next to the sub channel around the gravel bar.