

第 11 回魚道ワークショップ

石組みを適用した様々な事例（河川環境と魚道のこれからの可能性に向けて）

日本大学理工学部土木工学科環境水理研究室

安田陽一

背景と話題提供の目的

これまで魚道整備や河川整備では、治水、利水の目的から拘束されることが多く、河川内の流れおよび連続性の確保に課題が山積した状態となっている。最近では環境と防災とのバランスを考慮した河川整備が提言されているが、普段の河川の流れの状態から洪水時の流れにまたがったの遷移過程について、理にかなった（自然河川に見られる）流れを意識した具体的な提言にはなっていない。このため、下水道整備が進んで河川内の水質が改善されても、河川に生息する水生生物の棲息環境は厳しい状態が続いている。同時に、気象の変化に伴い洪水時には内水氾濫および外水氾濫が毎年必ずどこかで発生している。このほとんどの原因が実現象からの理にかなった対策が採用されていないことによるものと考えられる。その中で様々な計測結果、被災現場の情報に基づいて数値シミュレーションを行っているが、限界が生じるのは当然の結果である。

魚道は主に河川を横断する構造物や下流側から生じる河床低下によって段差が生じたことによって連続性が失われた対処方法として局部的な魚道整備を行っている。局部的な魚道整備が洪水時に落差を越える流れがどのように変化するかを予測して魚道整備されることはほとんどない。これは局所的な流れの理解不足によるものと考えられる。シミュレーションでの流況の予測ができていないことの真相解明を勢力的に取り組む組織はどこにもない。毎年または数年に一度の頻度で生じる洪水時の流れに水生生物がどのような行動をとるのか、河川の流れがどのようになっているのか何時になったら真剣に検討するのか期待がほとんど持てないことが今後の将来に大きな影を残すことになるのであろう。

自然河川には礫が点在し、巨礫から砂に至るまで様々な大きさを有している。砂礫帯の存在が河川の水温管理、濁りの浄化、淵や瀬の形成の役割をもっているが、河床低下が進行し岩盤が露出している箇所ではその機能はない。巨礫、礫の組み合わせが輸送される礫の交換や浸透流（伏流水）による浄化を向上させ、様々な魚種の棲息場、産卵床、避難環境を造り出している。

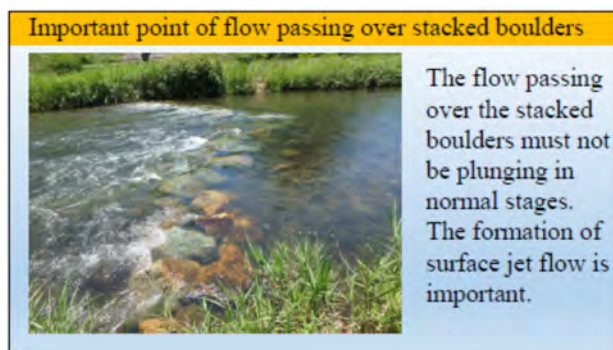
上記に示すことは専門性が高く、一般の方の認識に繋がっていないため、国民の総意として政策や学識者の意識改革にはなっていない。そのため、本質的に求められる普遍的な（科学的な）事実（根拠）が示されず、組織が取り組みやすく予算の付きやすい研究成果が散在し、政策は漠然としたことしか報告されていない。この結果、政策に基づいて指導する行政、今までの知見に基づいて可能性を導く民間企業の活性化につながらないため、期待と真逆な河川が整備され、多様な水生生物の生態系保全につながらない。

ここでは、巨礫による石組みに着目した技術を紹介する。巨礫を利用したことによって、コンクリート構造物を通した流れではできないことが多いことを幅広く知ってもらうことを目的にしている。このことから、河川改修によって今まであきらめていたことが改善できる可能性があることを示し、政策を提言する立場の方に声が届くように、一般の方の認識を高め、政策に反映できる情報にしていくための意見交換をしていく。そのため、実際の河川で取り組んだこと、実験による研究成果が得られたことを分かりやすくまとめ、巨礫を利用した魚道内の流況改善、河川環境の流況改善について、様々な事例を紹介する。

話題提供の内容

巨礫による石組みを置石工として直線河道に設置した事例（島根県出雲市神戸川）

巨礫を越える流れが水面に沿うことによって、河床付近の流れが緩やかになり、洪水時に輸送された様々な大きさの礫が置石工周辺に適度に堆積し、多様な水生生物の棲息、避難環境が創出された。設置して以来3年が経過され、置石工の基本構造が維持されている。また、堤防内の河川敷にも広がりやすくなっている。河川敷内では草地で覆われ、植生の中、礫の中で避難できる環境が形成される。また、普段の時は、ウナギ、ハゼ、ウグイ、アユ、オイカワなど様々な水生生物が生息できるようになっている。置石工設置区間内の水際では稚魚が成育できる環境になっている。（科学的な根拠となる論文あり）



実験水路に巨礫による石組みをしたことによるウナギの空間利用の検討（環境水理実験室）

長さ15mの実験水路（幅0.80m、高さ0.60m）に大きさが0.25mから0.40mの礫を5m区間に設置し、水路の勾配を1/200にして、平均的な大きさが30cmのウナギを放流し、毎秒58.1ℓから151ℓの水量を流した状態でウナギが石組み空間をどのように利用するのかを検討したものである。主な流れは水面に沿った流れとなり、石組みの凹凸付近を中心に移動行動し、石組みの空間を利用していることも確認している。空間の中には利用していない箇所もある。利用する箇所と利用していない箇所の違いは流れの速さと乱れの程度によることが実験によって示された。（科学的な根拠となる論文あり）



巨礫による石組み斜路を施工した事例（山梨県北杜市大武川）

大武川（普段流れる川幅74m、1/50から1/100勾配）には落差を伴う砂防施設が50箇所設置されている。その内2箇所では0.7mから1.0mの巨礫による石組み粗礫斜路が施工された。主に流れる幅は20mであり、その両側が3%の勾配で巨礫による石組みの高さが横断方向に変化している。その結果、粗礫

斜路の中で様々な流れが形成され、河川内に生息する水生生物の移動が可能になっている。洪水時は0.6 m 前後の礫などが流出されるが粗礫斜路の損傷はない。さらに、斜路の下流側では主な流れが水面に沿うため、河床の洗堀（掘れ具合）はほとんど生じていない。（科学的な根拠となる論文あり）



巨礫による石組み斜路に関する実験的検討（環境水理実験室）

実際の10分の1の縮尺模型で粗礫斜路の勾配を1/8.5, 1/12.5, 1/25に変化させ、様々な水量で流れの特性を検討している。粗礫斜路の構造として、横断方向に1/10前後の勾配で石組みの高さを調整し、水際の流れが緩やかになるようにしている。その結果、検討したどの勾配でも、水量が幅広く変化した中で水際近くの流れが常に緩やかになり、遡上できる環境が確保される。また、粗礫斜路からの主な流れが水面に沿っているため、遡上しようとする魚類にとって遠くからも流れを感知しやすい状態になっている。（科学的な根拠となる論文あり）

斜路勾配	Case	B, h ₂ (m)	原型換算流量(想定幅 B _p =4m)Q _p (m ³ /s)
1/25	1	0.40, 0.035	0.451
	4	0.40, 0.057	0.986
	2	0.40, 0.070	1.88
	3	0.40, 0.087	3.25
1/12.5	1	0.80, 0.079	1.10
	2	0.80, 0.089	1.76
	3	0.80, 0.098	2.66
1/8.5	1	0.40, 0.075	1.10
	2	0.40, 0.088	2.00
	3	0.40, 0.097	3.00

h₂: 魚道からの流れが沿うための斜路下流側の最小下流水深
(粗礫斜路下流端の基盤を基準とする)



河川に生息する様々な魚類の巨礫による石組み空間利用に関する実験的検討（環境水理実験室）

大きさが0.10 m～0.15 mの礫を利用して水路（長さ15 m, 幅0.80 m, 高さ0.6 m）の両脇に石組みを7m区間にわたって設置し、水路を1/100勾配まで傾斜させ、毎秒147ℓの水量を流したとき、河川に生息するメダカ、モツゴ、キンブナ（稚魚）、ギンブナ（稚魚）、ゲンゴロウブナ（稚魚）、ニゴイ（稚魚）、ドジョウ、アユ、オイカワ、ヨシノボリ、合計100匹の魚種が空間をどのように利用するのかを観察した。空間を利用した箇所と利用していない箇所の流れの違いを明らかにするため、流れの速さを計測し、比較検討した。その結果、石組みの空間内の平均的な流れは遅く、乱れの程度の大きくないが、速さの時系列変化（時間によって速度がどのように変化するか）を検討すると、空間を利用した箇所と利用していない箇所では乱れ方に違いがあることを示した。（科学的な根拠となる論文あり）



道路に沿った湾曲河川に設置した巨礫による石組み水制工の事例（群馬県上野村神流川）

大きさが 0.80 m～1.2 m の礫を利用して道路沿った湾曲河川に石組み水制工を 2 か所設置した。流れている状態で重機を利用し、人力で調整し、普段の水量で見られる水面付近に石組みからの水面に沿った流れが形成さえるように石組み水制工を設置した。それぞれ、30 分以内で設置が完了している。設置後、6 ヶ月後の 6 月に石組み水制工周辺の流況、および棲息状態を確認したところ、設置区間では湾曲に沿った流れは横断方向に広がり、水制工周辺では 1m² あたり 2.5 匹（棲息密度 2.5）以上の棲息が見られるようになった。

