

大和川における自然再生事業の取り組み について（中間報告）

古川 光里¹・今井 勝幸²

¹大和川河川事務所 河川環境課 （〒583-0001大阪府藤井寺市川北3丁目8番33号）

²姫路河川国道事務所 調査第一課 （〒670-0947兵庫県姫路市北条1丁目250番地）

大和川自然再生事業では、平成25年度から瀬・淵や水際植生の再生を進めている。瀬・淵の再生は、袋詰玉石を河床に敷設する工法で、袋上及び周辺での瀬の形成を想定している。水際植生の再生は、捨石工を河岸に断続的に設置する工法で、植生定着や捨石工内空隙での魚類生息効果を想定している。本稿では、再生目的、整備形状等の概要を報告するとともに、整備後に顕在化したゴミ漂着による景観上の課題、今後の対応方針を報告する。

キーワード 自然再生、瀬・淵、水際植生、モニタリング

1. はじめに

大和川は、高度経済成長期頃から流域人口が急増し、その頃から大和川の水質が悪化、1970 年をピークとして劣悪な水質であり、天然アユ等の生息が難しい状況であった。しかし、流域の下水道整備や水質浄化施設の整備、流域一体となった啓発活動などにより近年水質が改善され、6 年連続で大和川本川で環境基準をクリアしている。それに伴い、2004 年から毎年大阪府域で天然アユの確認、2013 年には奈良県王寺町周辺（図-1）でも大阪湾から遡上してきたとみられる天然アユが確認され、天然アユの生息環境が改善されてきている。こういった背景から、自然再生への気運が高まり、自然再生事業として順次、瀬・淵の再生、水際植生の再生、魚道整備に取り組んでいる。



図-1：位置図

2. 大和川自然再生事業について

大和川は、大阪府域の下流部が、約 300 年前の江戸時代に、付け替え工事により開削された歴史を持つ。

1955 年（昭和 30 年）代以前は、水質が良く、魚などの生物が多く、魚捕りや水遊びなど人と川の関わりがあった。しかし 1965 年（昭和 30 年）代以降は、河川改修による河道の直線化や護岸のコンクリート化、拡幅などにより、自然の河岸や河床が失われ、瀬・淵などの多様な河床形状、水際植生などの動植物の生息・生育、繁殖環境が減少してきた。

このような背景を踏まえ、大和川では、アユが中流の奈良県まで遡上し、魚捕りや水遊びなど水辺に多くの子供達の姿がみられた 1955 年（昭和 30 年）頃の姿を目指して、大和川らしい多様な生物の生息・生育・繁殖環境の保全、再生、創出を行うものとして、2011 年度に自然再生計画を策定した。

また、より適切に自然再生事業を推進するために、学識経験者をアドバイザーとして、整備予定箇所の設計や施工内容、および既整備箇所のモニタリング結果の評価や改善点について助言をいただき、順応的に工事や施工管理を行う方法にて事業を進めている。

本文は、大和川自然再生事業のうち、2013 年度に整備した瀬・淵、水際植生の整備内容及びモニタリングについてとりまとめたものである。

3. 瀬・淵の再生について

(1) 瀬・淵の概要

大和川の下流部は、低平地の河内平野にあり、河床勾配 1/1,200 で、河道は直線区間が多く、砂質で浅い水深

の単調な流れが続く区間である。

瀬は川の流れが早く浅い場所、淵は川の流れが遅く深い場所のことで、これらを川の中に創り出すことにより、単調だった流れに連続性をもたらすことができる（図-2）。

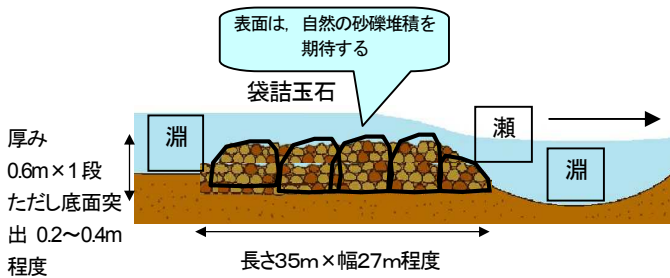


図-2：礫の投入による瀬・淵の再生イメージ

例えば、瀬はアユ、ウグイ等の産卵場、淵はカマツカ、カワヨシノボリ等の産卵場やギンブナ、モツゴ等の生息場となり、多様な流れを再生することにより、魚類等の生息環境を再生することが期待されている。

大和川ではこれまでも、瀬と淵浄化施設という、巨石を河道内に横断的に配置し、沈殿や再曝気効果により水質浄化を図る浄化施設を整備していた（図-3）。瀬と淵浄化施設は、その名の通り、上流側に淵が下流側に瀬が形成されるため、整備目的は異なるものの、瀬・淵の再生が進められてきたと言える。



図-3：既設工法の瀬と淵浄化施設（柏原地区）

(2) 指標種・整備箇所の設定

指標種としては、瀬で産卵するアユ、ウグイ、淵に生息するカマツカ、モツゴ類の魚類が挙げられるが、水質改善のシンボルであり、生態特性（図-4）や産卵場の物理条件などの数値情報が充足しているアユを選定する。

整備箇所は、河川において瀬が形成されやすい箇所である、滞りが湾曲から次に湾曲するまでの間の直線部を選定した。整備優先順位では、近傍でアユの産卵が確認されている箇所、かつ、アユ等の回遊魚の稚魚が早く海へ到達できるより下流側を優先的に選定することとした。そこで、2012,2013 年度の魚類調査で、アユの産卵が確認され、かつ海に近い瓜破大橋下流（大和川 10.4k 付近）を、最初の整備箇所に選定した。

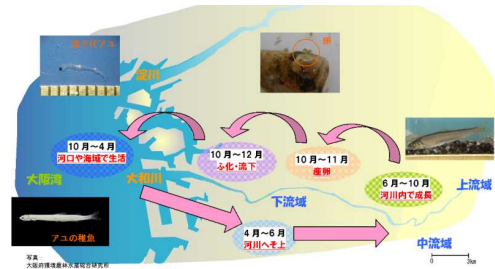


図-4：大和川でのアユの遡上・降下の時期

当該地区を整備することで、アユ等の産卵適地となる瀬の面的拡大を図り、水系全体でもアユ等の生息環境が向上することを期待している。

(3) 整備方法

既設工法の瀬と淵浄化施設では、河床に巨石を設置することで瀬・淵などが形成され、下流部の瀬においてアユの産卵が確認されるなど効果を確認している。しかし、材料調達や施工費用が高価であるため、施工が簡易で、安価な、礫の撒き出し（袋詰玉石の敷詰）工法を採用した。設計に際してはアドバイザーから水深などについて助言をいただき、諸元（表-1）を決定している。

本工法では、袋詰玉石の天端水深を、大和川アユ産卵場の平均水深である 15cm 程度に設定し、出水等により砂礫が薄く堆積することで、将来的には瀬が形成されることを期待している。ただし、短期的には、施工箇所を左右に迂回する流れが先ず生じると予想されることから、両脇での瀬の形成・維持を想定し、設計している。

淵は、剛体の下流側が出水時に洗掘されやすいことから、施工箇所の直下流に形成されるものと想定した。

表-1：瀬・淵の設計諸元

項目	設定値	概要
工法	袋詰玉石	河床に可撓性の袋体を群体で設置することで、砂州や滞筋の変動を抑制し、周辺に安定した瀬を形成させる。
中詰め礫	φ=50～200mm	袋体単体で3t以上を確保する。 最小粒径は袋体の網目による。
施設面積	500㎡程度	低水路の1/3、流水幅の1/2程度を目安に設定（流下能力に影響しない範囲）。
袋体厚	60cm	袋体の天端を平水位下15cm程度（大和川アユ産卵場の平均水深）に設定し、一部を河床に埋めこむ。

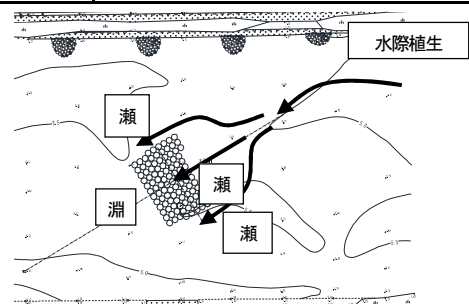


図-5：平面図（瀬・淵、水際植生）



図-6：施工状況（瀬・淵）

4. 水際植生の再生について

(1) 水際植生の概要

水際植生は、モツゴ等の小型魚類の生息場、ギンブナ等の産卵場、増水時には魚類の避難場となる場所のことで、これらを川の中に創り出すことにより、魚類等の生息環境の改善をもたらすことができる（図-7）。



図-7：空石積護岸に定着したヤナギ，セイタカヨシ
等からなる水際植生（大和川左岸15.8k）

(2) 指標種・整備箇所の設定

指標種としては、さまざまな種類の稚魚、コイ・フナ類の産卵、遡上経路に利用するアユ等の回遊魚を想定している。また再生する植生は、大和川に多く、表土の少ない石の隙間でも定着できるヨシ等を想定している。

整備箇所は、現在、コンクリート護岸などの植生の自然定着が困難な箇所を選定した。

整備優先順位では、魚類の生息を考慮すると、採餌場となる瀬、休息場となる淵、隠れ場となる水際植生といった水域の生息環境が一体で揃っている方が、相乗効果が期待できることから、可能な限り瀬・淵の整備箇所の近傍で同時に実施することとした。

(3) 整備方法

工法は、施工費用・容易性を考慮し、既設コンクリート護岸の撤去・改修が不要な捨石工を採用した。

また、アユ等の河岸沿いを遡上する魚類にとっては、水際植生が連続することが望ましいことから、捨石工の「島」を点在させる配置とした(図-8)。

水際植生の設計においても、アドバイザーから礫径などについて助言を頂き、諸元(表-2)を決定している。

更に、施工にあたっても、捨石の配置間隔や形に変化をつけた方がいいと意見を頂き、整備に反映した。

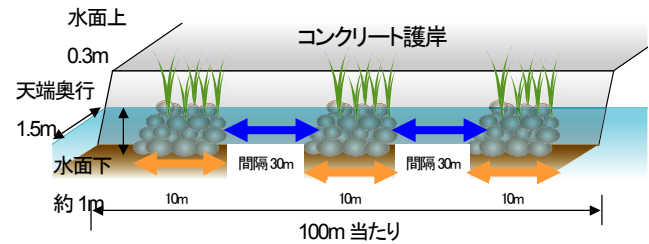


図-8：水際植生の再生イメージ

表-2：水際植生の設計諸元

項目	設定値	概 要
工法	捨石 (寄せ石)	既存コンクリート護岸を維持しつつ施工でき、多孔質空間が魚類等の生息場となるなどの副次効果が期待できる。施工容易、費用安価。
水 際 延 長	100mあたり3 ～4箇所	100mを1区間とし、100mあたり3～4箇所設置。1箇所は施工上の最小形状を考慮して水際延長10m。箇所間の間隔は、増水時に、間隔部分が緩流域となる長さ（最小23m）を目安に設定。
捨石高	平水位より 約30cm露出	平水時に、水面上に一部出る高さとする。ことにより、ヨシなどの抽水植物が定着しやすくなる。
礫 径、 奥行	φ 300mm ～ 600mm 水 面 上 長 1.5m	遊泳魚も生息できるようφ260mm以上とし、出水時の流水に対して安定する必要径としてφ600mm程度を基本材とする。植生定着のため、小粒径の礫も併用する。

5. モニタリングの計画と実施について

(1) モニタリング方法

モニタリング期間は基本的に整備前1年、整備後1年とする。ただし、瀬・淵や水際植生の整備箇所については、出水の影響や、植生が定着するにも数年を擁することから、整備後1年に加えて、数年後にもう1年追加実施する。このように、大和川では、複数箇所を順次整備していくため、1箇所を長期間実施するのではなく、複数箇所をすべて記録することに主眼を置くモニタリングデザインとした(表-3)。

ただし、瀬・淵や水際植生は、本来の自然環境下でも、出水等による攪乱を受け、動的に変化する場である。そのため、出水後に形状変化がみられた場合は、追加調査を実施するなど、臨機応変に対応し、河床材料や流況、生息生物の応答を記録しておくことにより、今後の設計に活せるよう努める。

(2) 整備後の状況 (定点観測)

ただし、モニタリング調査は、定量的かつ詳細な記録をとることができるものの、費用面からは多くの回数は実施しづらい。さらに、出水による応答や、低水位の時期の状況など、日常的に断続する変化は、年数回の調査では捉えづらい。

そのため、施工後1年間を目安として、平常時・渇水時・出水後など、2週間に1回の頻度で定点観測を実施している。定点観測は、モニタリング調査とは異なり、目視と写真撮影による簡易な記録項目のみとしており、項目を絞ることにより、複数回かつ長期間継続できるよう配慮している。

瀬・淵の整備後の状況は、約2ヶ月後の時点では、設計時の想定どおり、流れが整備箇所を左右に迂回し、整備箇所の横で流れの速い瀬の様相を呈している(図-9)。水際植生は、2014年3月に工事が竣工した為、まだ植物が定着していないものの(図-10)、植物の生長期であり出水等により種子や枝が漂着しやすい6~9月にかけて植物が生長すると見込んでいる。また目視ではあるが、水際部に水鳥の姿や、魚影も確認できた(図-11)。

設計段階と異なる応答としては、瀬・淵再生箇所の下流に、整備箇所を頭として延びる砂州が形成されつつあることである。一般的に、河道内の巨石や巨木の下流側には、小規模でも砂が堆積する現象がみられる。本箇所は、整備後に小規模増水は経験しているものの、中規模以上の出水は発生していないことから、現時点では上記のような下流側への堆積が一時的に進んでいるものと考えられる。

今後も定点観測を継続し、設計思想どおりの応答、もしくは異なる応答が生じているかなど、動的に変化する河川の現場での記録を、蓄積していく予定である。



図-9: 瀬・淵再生箇所 (2ヶ月後)



図-10: 水際植生再生箇所 (2ヶ月後)



図-11: 魚影の確認

表-3: モニタリング計画

整備メニュー	整備目標	指標種	評価基準	調査項目 (調査手法)	調査地点	調査時期、モニタリング期間
瀬・淵の再生	アユ、ウグイ等の産卵場となる瀬、カマツカ、カワヨシノボリ等の産卵場やギンブナ、モツゴ等の生息場となる淵がある様な、多様な流れを再生することにより、魚類等の生息環境を再生する。	代表種: アユ 指標種: 瀬: アユ、ウグイ カマツカ、モツゴ	【生物面からの評価】 ・アユの産卵 ・整備前(もしくは未整備箇所)に比べ、指標種の種数が増加 【物理面からの評価】 ・流速、水深、河床材料のアユの産卵場基準からの評価 ・アユの産卵場ポテンシャル 【その他】 ・施設の維持、周辺の瀬淵や地形の変化の監視	【生物】 ・魚類、底生動物(投網による捕獲、たも網による捕獲) ・アユ産卵場調査 【物理】 ・瀬・淵マップ(目視) ・地盤高平面図(平板測量) ・河床材料(目視、一部は分析) ・流速・水深(現地観測) 【その他】 ・施設の維持状況(目視)	【生物】 ・整備箇所 ・周辺の瀬、淵 【物理】 ・整備箇所 ・周辺の瀬、淵を含む50~100m範囲 【その他】 ・整備箇所	・夏季1回 ・1回/年 ・ただし1年目は出水後も1回増やす ・アユ産卵場は11月頃 ・事前モニタリング1年、事後モニタリング1年後及び数年後
水際植生の再生	モツゴ等の小型魚類の生息場、キンブナ等の産卵場、増水時には魚類の避難場として機能する水際植生を保全・再生することにより、魚類等の生息環境を改善する。	指標種: ・さまざまな種類の稚魚 ・コイ・フナ類(産卵場としての利用) ・ウナギ等(石の隙間) ・ヨシ等の水際植物	【生物面からの評価】 ・整備前(もしくは未整備箇所)に比べ、指標種の種数が増加 ・ヨシ等の水際植物の定着 【その他】 ・施設の維持、周辺の瀬淵や地形への影響	【生物】 ・魚類、底生動物(たも網による捕獲、電気ショッカーによる石の隙間に生息する魚類の捕獲) ・植物(種類と被度) 【その他】 ・施設の維持状況(目視)	【生物】 ・整備箇所 ・周辺の瀬、淵 【その他】 ・整備箇所	・4月~6月1回(コイ、フナ類の産卵期) ・1回/年 ・事前モニタリング1年、事後モニタリング1年後及び数年後

6. 課題と今後の検討について

(1)課題

当初よりある程度想定していたが、施工後1ヶ月程度で、白いビニール袋等のゴミの漂着が目立つ様になった(図-12)。白いビニール袋は、褐色の水域にあつては、より目立つことから、景観上の課題として認識している。

ゴミの漂着箇所を見ると、袋詰玉石のネット表面ではなく、袋詰玉石を連結するロープにまず枝が引っかかり、枝やロープに引っかかる形で、ビニール袋が多数付着していた。言い換えれば、連結ロープがなければ、ゴミの漂着はかなり少なくなるように考えられた。

景観上は、このようなゴミが漂着することは好ましくないため、連結ロープの切断が望ましい。しかしながら、設計上は、連結による群体での河床固定としていることから、切断すると袋詰玉石が出水後に移動・流出する可能性がある。

今後の対応としては、すべてのロープを切断することはできないものの、2段積みの上段の袋のみ、もしくは、歯止めになる下流側を残し上流の袋の連結ロープのみ切断するなどの、対応を検討している。

実施するタイミングとしては、現時点は、施工完了から数ヶ月ほどしか経ておらず、袋詰玉石群の形状及び沈下が安定していないと想定されるため、実施は見送る。代わりに、複数回の出水を経験し、形状が落ち着いたと想定される段階で、再生箇所の応答を踏まえて、切断する方向で考えている。

そのためにも、引き続き定点観測を継続する予定である。



図-12：袋詰玉石の連結ロープに漂着した
ビニール袋

(2)今後の検討

瀬・淵は、本来、自然河道においては出水等で動的に消長し、位置も変化するとされる河川環境である。

大和川での瀬・淵の再生は、経年的にも概ね固定して

いる微蛇行区間に、ほぼ固定的に再生させようとする試みであり、先行事例も少ない。

瀬や淵は、数10mといった小規模の河川環境であるため、たとえ数値計算を用いたとしてもパラメータ選定や出水パターンによって予測結果は異なってくるなど、地形変化・生物反応の予測は技術的にも難しい領域である。

例えば、瀬・淵の再生箇所の直下に砂州が形成されつつあるが、このまま維持されるのか、設計想定のように中規模出水後に洗掘され淵が形成されるのかは、机上では予測できない。

よって、自然再生事業の実施にあたっては、地形・流速・河床材料などの物理条件、及び生物反応を十分にモニタリングすることを条件に施工し、改善点等の見直しを加えながら進めることが望ましい。特に、不確実性が高い場合は、最初は簡易かつ安価な工法から試し、場合によっては追加補修するなどの対応が望まれる。

現実的には、予算措置や、補修してもなお残る不確実性のために実施することが困難なこともあるが、少なくとも、定点観測のような頻度の高い監視による記録写真や、モニタリング調査による定量的かつ詳細なデータの取得・蓄積により、後発事業へ反映していく必要がある。

今後は、瀬・淵の整備にて設置した袋詰玉石及びその周辺環境の応答のモニタリングを進めながら、構造や施工箇所等の評価・見直しを継続する必要がある。また水際植生においても、石の配置や、積み方、粒径に工夫を加え、植物が定着しやすく、かつ魚類がより生息・寄りつきやすいよう、改善を加えていく必要がある。

7. おわりに

大和川自然再生事業は、柏原堰堤等での連続性の再生を先行実施してきたが、平成25年度から、瀬・淵の再生、及び水際植生の再生、魚道整備をスタートさせている。平成30年度までに順次、施工する予定であり、モニタリング・評価・見直しのPDCAサイクル継続することで、知見を蓄積し、改善していく予定である。

謝辞：本論文の作成にあたり、多くの知識や示唆を頂いた方々に、感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。

参考文献

- 1) 多自然川づくり研究会：「多自然川づくりポイントブック III 中小河川に関する河道計画の技術基準；解説」