

アユ等魚類の生息環境に配慮した 河床復元マニュアル（案）



笑顔、きらきら、天竜川。

天竜川上流河川事務所

アユなど水生生物がすみやすい河床環境を復元するには



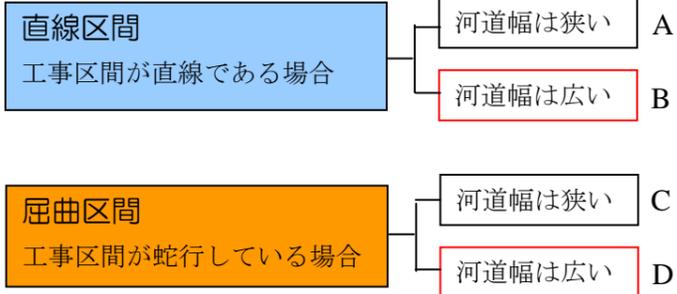
工事区間の状況にあわせた配慮事項の選択

天竜川上流部では、区間によりその勾配や河床材料、河道幅、環境の立地等は異なる。

このため、河川工事の実施にあたっての配慮を検討する場合には、その場の特性にあわせた検討が必要になる。

ここでは大きく4タイプ(右図)に工事区間を分け、タイプ別にその特徴や留意点、主な検討事項を示した。

《工事区間のタイプ区分》



共通した検討事項

- ◆瀬の形成が予想される場所に大石を投入できないか。
配慮事項② →4ページ
- ◆工事前の環境(瀬、淵、州等)の立地はどうなっているか。
配慮事項④ →6ページ
- ◆工事区間内で支川は流入していないか。
配慮事項⑥ →7ページ

A. 直線区間 河道幅狭い



環境の特徴と留意点

特に市街地を流れる区間は河道幅が狭くなっている場合が多い。流下能力を確保するために州の形成が難しい場合がある。兩岸の護岸に直接水があたっている場合には人工的な印象が強くなる。

配慮にあたり特に検討したい項目

- ◆護岸の配慮等により岸際に小さな州を形成できないか。
配慮事項⑤ →7ページ
- ◆工事箇所の掘削部を埋め戻す際に、深場を形成できないか
配慮事項③ →5ページ

C. 屈曲区間 河道幅狭い



環境の特徴と留意点

屈曲区間では、工事前、蛇行部前後に瀬や淵が自然に形成されていた可能性が高く、工夫次第でその再生が可能となる。大きな州の形成は難しいと思われるが、小さな州の形成を検討したい。

配慮にあたり特に検討したい項目

- ◆護岸の配慮等により岸際に小さな州を形成できないか。
配慮事項⑤ →7ページ
- ◆工事箇所の掘削部を埋め戻す際に、深場を形成できないか
配慮事項③ →5ページ

B. 直線区間 河道幅広い



環境の特徴と留意点

河道幅が広い区間では、中州や寄州がない場合、浅く広がった平瀬が形成され環境が単調になることがある。州の形成により流路を蛇行させ、多様な環境の創出を行うことが望ましい。

配慮にあたり特に検討したい項目

- ◆仮締切の盛土を活用し、中州、寄州を形成できないか。
配慮事項① →3ページ
- ◆工事箇所の掘削部を埋め戻す際に、深場を形成できないか
配慮事項③ →5ページ

D. 屈曲区間 河道幅広い



環境の特徴と留意点

屈曲区間では、工事前、蛇行部前後に瀬や淵が自然に形成されていた可能性が高い。工事前の状況を参考にして州を形成することや河床に横断・縦断方向の変化をつけること等による瀬や淵の形成促進が有効である。

配慮にあたり特に検討したい項目

- ◆仮締切の盛土を活用し、中州、寄州を形成できないか。
配慮事項① →3ページ
- ◆工事箇所の掘削部を埋め戻す際に、深場を形成できないか
配慮事項③ →5ページ

配慮事項①

寄州・中州の形成

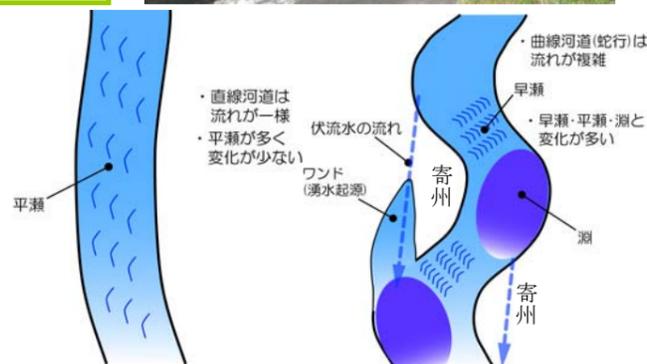
なぜこの配慮が必要か？

- ・ 寄州、中州がないと流れが直線的になり、平瀬が続く単調な環境になりやすい。
- ・ 流量に対して流路幅が広いほど流れが単調で平瀬状になりやすい。
- ・ アユの成育には流れの強い早瀬や、休息・避難場所となる淵・ワンドが必要である。



実施により期待される効果

- ・ 河川の蛇行と流れの集約により瀬や淵等の多様な環境形成を促すことができる。
- ・ アユの成育に適した早瀬の形成を促すことができる。

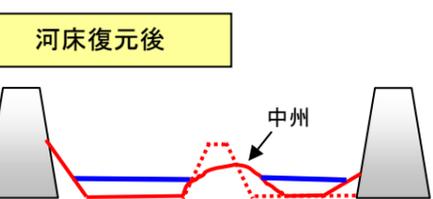


平成19年度天竜川上流河川水辺の国勢調査(魚類・底生動物)報告書より

中州の形成



仮締切の盛土の一部を残すことで、中州を形成する。
工事前に中州があった場合にはその形状を参考にすると良い。



施工時のポイント

◆州の形状はできるだけ自然にする



直線的な州は人工的な印象が強くなる。自然な形の曲線による形状とするのが望ましい。
州の高さも一様ではなく、水際から護岸に向かって緩傾斜にする等の変化があると自然的になる。

◆河道幅が狭い場合

河道幅が狭い場合には、流下能力を持たせるために、大きな州を造成することは難しい。しかし狭い区間では小さな州でも十分な効果が期待されるため、可能な場合には横断・縦断的な変化を与えることや小さな州の形成、護岸の配慮等を行うことが望ましい。「配慮事項③」、「配慮事項⑤」を参照。

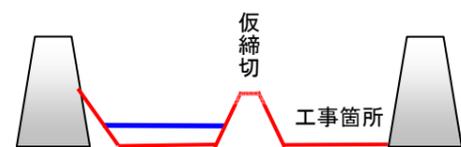


施工の手順

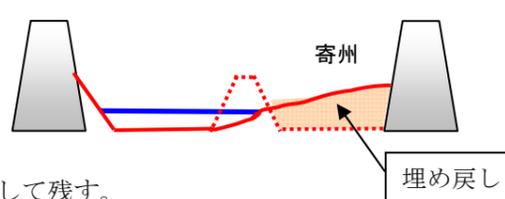
寄州の形成



工事中



河床復元後



仮締切の盛土を利用し、埋め戻しを行う工事箇所を寄州として残す。
寄州の形成範囲は工事前の状況を参考にすると良い。

配慮事項②

大石の敷設

なぜこの配慮が必要か？

- ・ 通常の工事後は河床の石が小さくなり、アユがすみにくくなるが、その改善のため必要である。
- ・ 地元漁協の要望でもある。

実施により期待される効果

- ・ アユや他の魚にとって、すみやすい場所になる。
- ・ アユが定着し良く釣れる場所となる。
- ・ 流れに変化が生まれ、見た目も良い。

完成イメージ：大石を河床に置く・大石を河床へ戻す



アユは大石を好む

施工の手順

1. 河床の掘削時にでてきた大石を仮置きする。



2. 瀬が形成されると予想される箇所を選定する。
3. 瀬ができそうな箇所を中心に大石を敷設する。



工事箇所付近の河床掘削時に河床からでてきた大石を仮置きしておき、流路のうち、瀬が形成されると予想される箇所を中心に大石の敷設を行う。大石の確保については付近の支川から運搬する方法も考えられる。

1. 付近の支川等から大石を運搬する。



仮置きが難しい場合

大きなアユの好む瀬

- ・ 水深が深く押しが強い。
- ・ 河床の石が大きい。
- ・ 淵が近くにある。



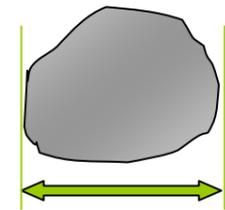
施工時のポイント

◆石のサイズ・礫質

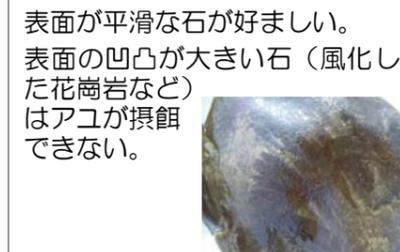
あまり大きな巨石を大量に設置すると、これまでの天竜川の景観と大きく変わってしまうことから、元の河床材料の最大粒径、及び流されないことを考慮し、50~100cm程度の石が妥当である。

また、周辺の河川（三峰川や横川など）から巨石を運搬し設置しても良い。労力は大きくなるが、石は大きいほどなわばりアユの良好な成育場として機能することが期待できる。

投入する石は、アユが藻類を食べやすい表面が平滑な石が望ましい（風化した花崗岩などは適さない）。



石のサイズ目安
長径 50~100cm



石の質・種類



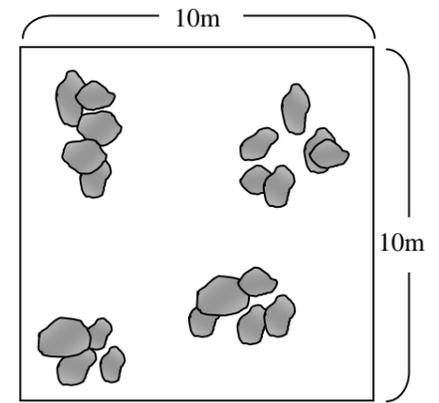
支川にみられる大石

◆石の敷設方法

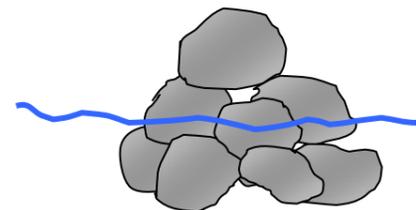
工事中に河床から掘り返された大石を仮置きし、河床復元の際に、瀬の形成が想定される箇所を中心に敷設する。人為的に敷設したことが目立たないように、ランダムに置く。

敷設量は石の大きさにもよるが、10×10mに10~20個程度が適当である。確保した石が敷設する範囲に対し少ない場合は、少量ずつ広範囲に敷設した方が生息環境への効果は高い。

また、石を積み上げた状態にしておくと、そのままでは人為的な印象が強くなるため、敷設した後に軽く上部を崩しておくことで自然な印象となる。



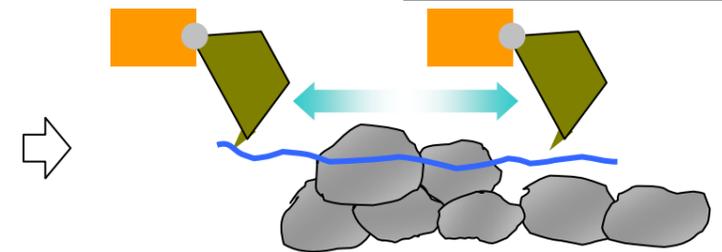
石の敷設イメージ
10×10mに10~20個



積み上げ：人為的な印象



積み上げておくと人為的な印象強い。また、陸上のもは目立つ。



崩して平置き、ランダムに置く：自然な印象



水面から石が大きく露出する必要はない。少し出る程度が水没でも良い。

配慮事項③

横断・縦断的に変化をつける

なぜこの配慮が必要か？

- ・ 通常の工事後は河床が平坦になることが多く、環境が単調になる。
- ・ 地元漁協の要望でもある。

実施により期待される効果

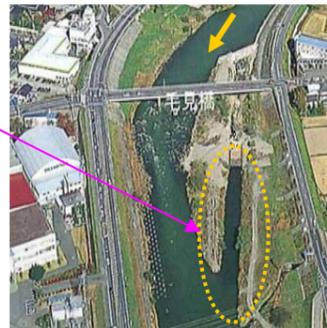
- ・ 工事後に河床が平坦になることを改善できる。
- ・ 工事終了後、速やかな瀬や淵（ワンド）の形成を促すことができる。

施工の手順

1. 護岸の改修や根固工の施工等による掘削を行う際に、その後の埋め戻しの方法を工夫して、横断方向、縦断方向に変化を持たせることで、瀬や淵の形成を促すことができる。



2. 周辺の流水状況や河床高等を参考にし、最終的に復元される流路のイメージを持ちながら、掘削部の埋め戻しを行う。
護岸の保護も考慮しながら、可能な範囲について、埋め戻しを浅くすることで、淵の形成を促すことができる。



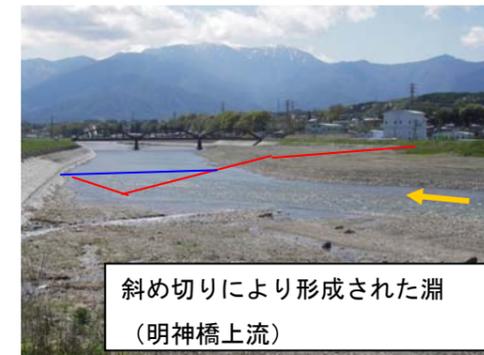
3. 掘削部埋め戻しの工夫により、深場となり、淵が形成された。
同時に盛土を利用することで淵へ流れ込む早瀬も形成されている。
護岸に直接流水があたらないように寄州も形成している。



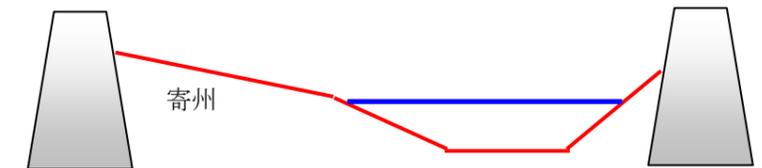
施工時のポイント

◆横断面に変化を与える

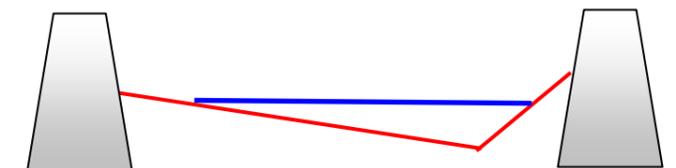
- ・ 斜め切りで淵ができやすくする。
- ・ 浅い場所、深い場所を形成できる。



河道幅が十分にある場合



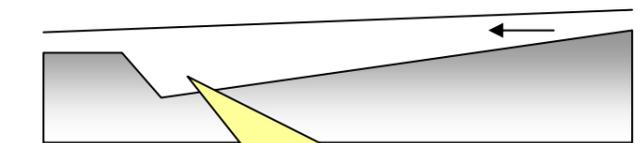
河道幅が狭い場合



◆縦断方向に変化を与える

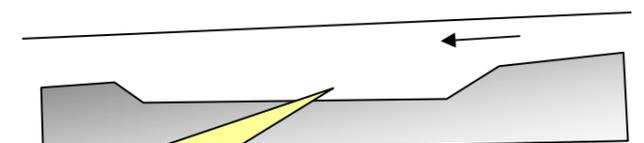
- ・ 護岸工事を施工する側の掘削箇所を埋め戻す際に、埋め戻す深さに変化（勾配をつける）を与え、工事終了後、速やかに淵が形成されるよう促す。実施する場合には護岸の保護も考慮しながら行う必要がある。

縦断方向に変化をつけて埋め戻す。



- ・ 護岸工事を施工する側について、掘削箇所の埋め戻しを行う際に、一部深いまま残す箇所（深さ1~2m程度）を造成し、工事終了後、速やかに淵が形成されるよう促す。実施する場合には護岸の保護も考慮しながら行う必要がある。可能な場合には、根固めの深さを段階的に変えることも効果的である。

一部の区間を少し深いままとする。



配慮事項④ 瀬や淵の位置・形態・規模は工事前の状況を参考にする

なぜこの配慮が必要か？

- 河床復元の際に、工事区間をどのような環境にすべきなのかがわかりにくい。
- 瀬や淵・ワンド等を設定する場合にその形態や規模等がわかりにくい。

実施により期待される効果

- 天竜川の地形、勾配や河床材料、蛇行の状況等様々な条件から、自然に瀬や淵・ワンドが形成される場所を把握することで、瀬や淵・ワンドの再生を的確に行うことができる（流れが変わりにくい）。
- 造成する淵・ワンドの形態や規模を考える際の目安となる。

施工の手順

工事前の状況について写真を撮影する。

- 工事前に流路の形成状況や州の付き方、瀬や淵・ワンドの立地について把握しておく。
- 工事区間の複数箇所写真を撮影しておくことで、工後に河床を復元する際の参考になる。
- 淵・ワンドの立地や規模についても、撮影された写真から検討を行うことができる。
- 工後に工事区間の環境の変化についてモニタリングしていく上でも有益な資料となる。



過去の航空写真や図面の確認により、瀬や淵・ワンドの位置や形態、規模を設定する。

- 過去の航空写真等により経常的に淵・ワンドが形成されていた位置を特定する。
- 5年に一度行われている「河川水辺の国勢調査（河川調査）」による淵等の確認状況も利用できる。
- 昔から大きな淵の形成されていた場所には淵の名称が残っている場合もある。



施工時のポイント

◆淵の形成要因を踏まえて考える

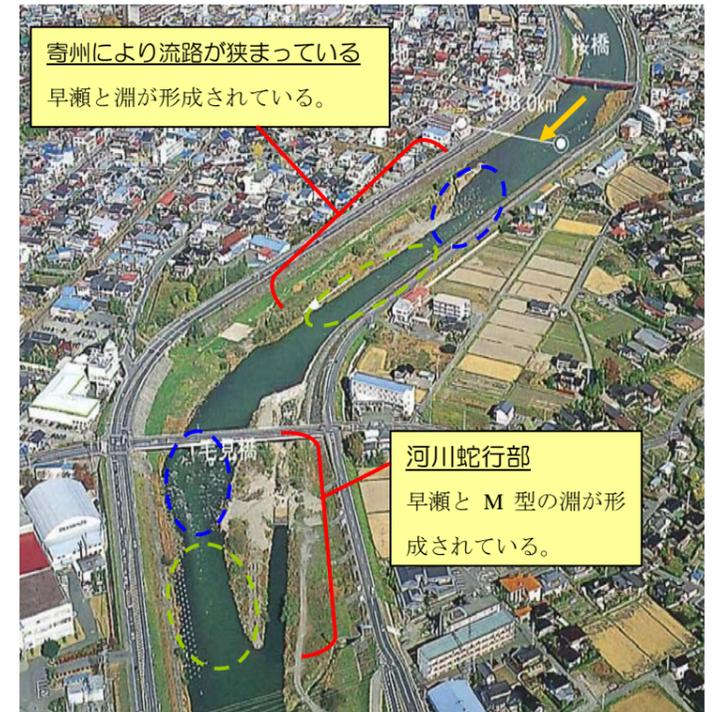
淵の形成を行う場合には、淵の形成要因について考えながら設定を行う必要がある。

天竜川の上流部で見られる大型の淵は、主にM型、R型、D型の淵である。

特に河川蛇行部では早瀬、淵がセットで形成されていることが多い。

また寄州、中州等により流路が狭まった箇所でも、早瀬、淵が形成されている場所が見られる。

このほか、旧河道や支川流入部にはワンドと呼ばれるO型淵ができ、橋脚の周りではR型淵が形成され、堰堤等が設置されているところの上流にはD型淵、下流にはS型淵が見られる。



M型淵

最も多く見られる淵は蛇行部に見られるM型の淵である。蛇行部が洗掘されるために形成される。根固めが浅いと形成されにくい。

R型淵

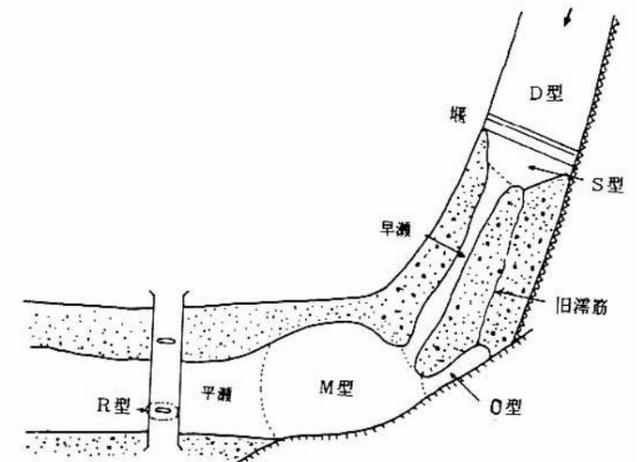
岸際が岩盤の箇所や橋脚の周りでは深掘れが発生し、R型淵が形成されているところも見られる。岸際が岩盤のために蛇行し、M型の淵になっている場合も多い。

D型淵

堰堤等の上流にD型淵が見られる。

O型淵（ワンド）

盲腸状の独特の形状で、流れはほとんどない。旧河道や支川流入部に形成されることが多い。



淵の形成要因

平成18年度版 河川水辺の国勢調査 基本調査マニュアル（河川版）より

◆淵の大きさについて

大きな淵であるほど、休息場所、避難場所等としての機能は大きくなる。

小さな淵でも配慮事項③等の活用により深場ができることで、アユにとって休息場所、避難場所等としての利用が期待できる。

配慮事項⑤

護岸の配慮

なぜこの配慮が必要か？

- ・ 河道幅が狭い場合には、寄州や中州を形成できない場合がある。
- ・ コンクリート護岸に直接流水があたっている場所は、人工的な印象が強くなり、空隙も形成されない。
- ・ 地元漁協の要望でもある。

実施により期待される効果

- ・ 小さな寄州の形成や巨石、コンクリートブロックの設置により、流水が直接護岸に当たらないことで、州の形成を含め多様な水際形成が期待される。
- ・ 水際に空隙が生まれ、魚類の避難場所、隠れ場所となる。
- ・ 水際への植生の成立を促すことができる。

施工の手順

小さな寄州を形成する。

護岸に直接流水があたっている箇所では、岸際に空隙が形成されず、人工的なイメージが強くなる。

このため、施工区間の流下能力を満たした上で、小規模でも良いので寄州を形成する。

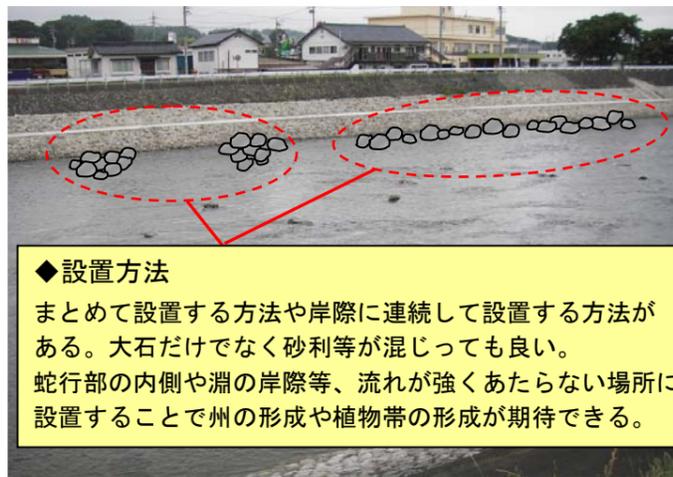
岸際に植生が形成されることで単調なイメージが和らぐ。また植生は出水時の魚類避難場所にもなり得る。

土砂だけで小さな寄州を形成した場合、流水により土砂が押し流され、長期間維持されない可能性がある。

そのための工夫として下記に示すような方法が考えられる。

施工の工夫その① 岸際に巨石（寄石）、ブロックを設置する。

- ・ 施工直後は目立つが、時間の経過とともに植生に覆われ、目立たなくなる。
- ・ 多孔質な岸構造となり、生物のすみかにもなる。
- ・ ブロックよりも巨石を用いる方が、自然な景観となる。
- ・ 出水時には魚類の避難場所となる。



◆設置方法

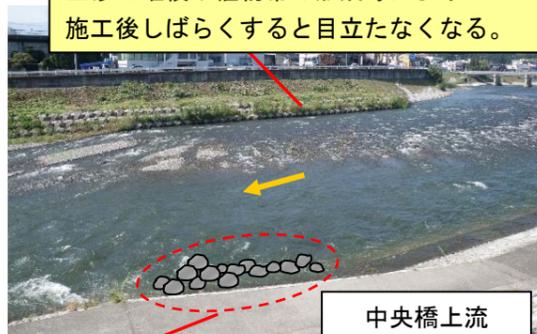
まとめて設置する方法や岸際に連続して設置する方法がある。大石だけでなく砂利等が混じっても良い。蛇行部の内側や淵の岸際等、流れが強くあたらない場所に設置することで州の形成や植物帯の形成が期待できる。

◆小さいながらも寄州がある



桜橋上流

巨石の使用が望ましいが、ブロックでも土砂の堆積や植物帯の形成等により施工後しばらくすると目立たなくなる。



中央橋上流

◆設置方法

水衝部に設置する場合には、護岸の保護の役割が期待できる。水当たりが強く、州の形成は期待できないが、岸際に空隙ができる。

施工の工夫その② 小型の水制や木工沈床などを設置する。

- ・ 多孔質な岸構造となり、生物のすみかにもなる。
- ・ 出水時には魚類の避難場所（R型淵）となる。
- ・ 将来的には土砂で埋まったとしても、寄州として機能する。
- ・ 突出しは2m弱と短く施工し、流れを対岸に当てないようにする。
- ・ 大石・土砂を混合させ、バックホーで予定箇所に置く程度の施工手法が良い（寄石を少し突き出すイメージ）。
- ・ 木工沈床でも同様の効果が得られる。



突出しは1~2m程度が良い。

配慮事項⑥

支川合流部の環境整備

なぜこの配慮が必要か？

- ・ 支川合流部は魚類の避難場所として利用されることがある。
- ・ 支川は多くの魚類にとって重要な生息環境となる。

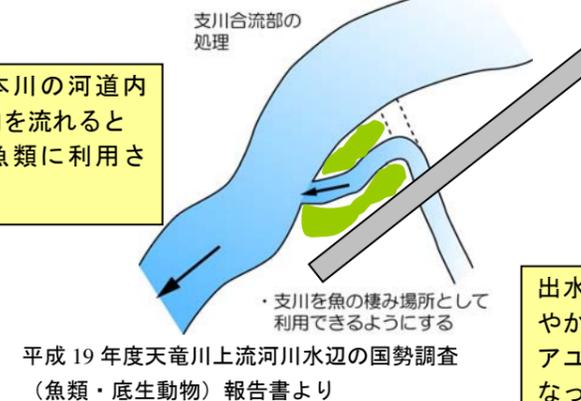
実施により期待される効果

- ・ 様々な魚種の生息環境、産卵環境、出水時の避難場所としての機能することが期待される。
- ・ 移動性の高い種が、天竜川本川と支川を行き来しやすくなる。

施工時のポイント

◆支川合流部に多様な環境の創出を目指す

- ・ 支川合流部付近の寄州を残し、本川河道内に流れをつくる。
- ・ 出水時に魚の避難場所となる。
- ・ 本川と異なり、砂礫底で植物帯の繁茂した環境が形成されやすい。



明神橋上流 棚沢川合流部

出水時

出水時には流れの緩やかな環境になり、アユ等の避難場所になっていた。

◆天竜川本川と支川のつながりを確保する

- ・ ウグイやアマゴ等移動性の高い魚類のため、遡上可能な構造を確保する。
- ・ 本川と支川の合流部に大きな落差を生じさせない。



参考事例①

外来植物の防除に役立つ工法

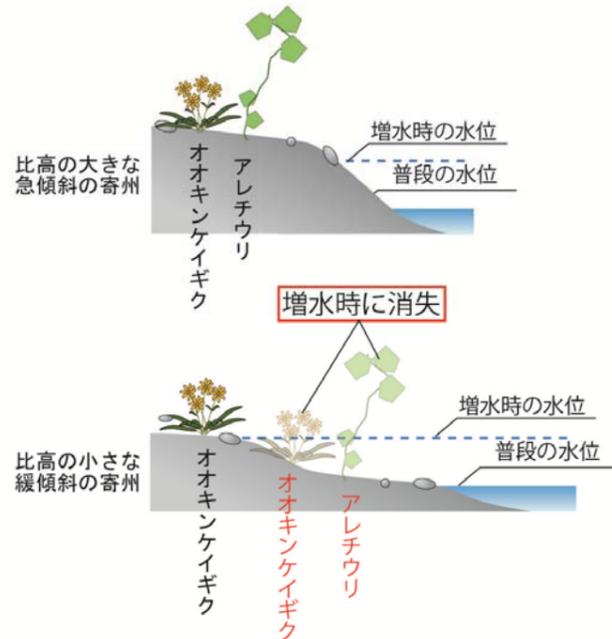
◆緩傾斜や比高の小さい寄州を造成する。

〈良い点〉

- 寄州の冠水頻度が上がり、特定外来生物に指定されているオオキンケイギクやアレチウリが流失する。

〈課題点〉

- 高水敷のオオキンケイギクは一部残存する。



参考事例③

樹林化

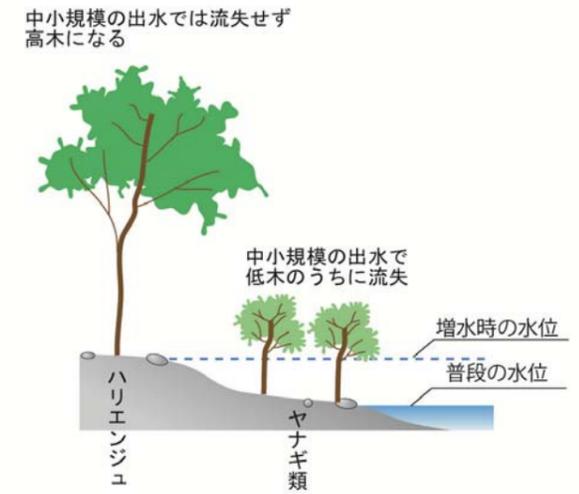
◆施工により裸地となったが、水際から低水敷にヤナギ類が、高水敷にハリエンジュが生育するようになった。

〈良い点〉

- 水際に生じたヤナギ類は、中小規模の出水により高木になる前に流出するため、流下障害や流木が問題になりにくいと考えられる。

〈課題点〉

- 高水敷のハリエンジュは、今後高木となり、大規模出水時に流下障害や流出した際に橋梁に引っかかる可能性がある。



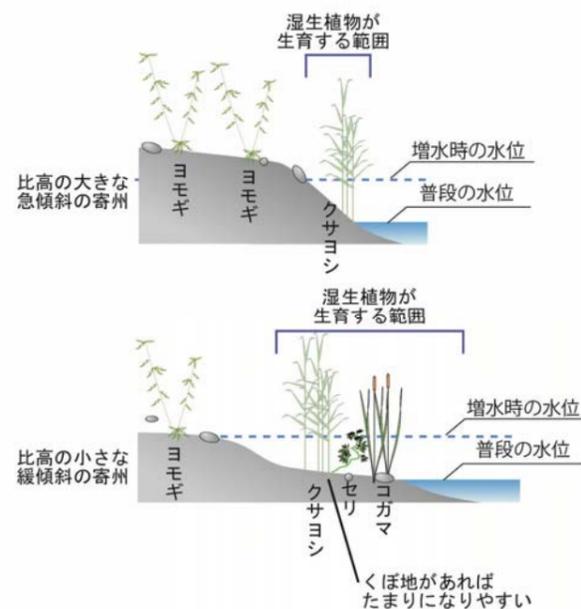
参考事例②

水生・湿生植物の生育環境の創出

◆緩傾斜や比高の小さい寄州を造成する。

〈良い点〉

- 水際部やワンド、たまりに湿地環境が形成されやすくなる。
- 水生植物、湿生植物の群落は河川に生息する動物にとって重要なハビタット(すみ場)になる。



参考事例④

一時的なハビタットとしての機能

- 一時的に裸地となった箇所は、外来種が進入しやすい環境である。
 - 同時に、かく乱された環境に依存的な重要種にとっても進入しやすい環境である。
 - 河川環境では、かく乱地で一時的に生育し、種子を残して消失するタイプの重要種が多い。
 - 今回の施工では、湿地環境が広がった結果、カワヂシャ、サジオモダカ等、湿生の重要種が進入する状況を確認した。
- 激特事業の実施前は、水面と高水敷の比高差が大きく、一部では樹林化も進行していた。
(山地性の種の生育)
→激特事業により、このような比高差が小さくなった。
→これは、天竜川（特に激特區間）の本来の姿の可能性が高い。



カワヂシャ（重要種）

参考資料：アユの生態

サケ目 アユ科

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis*
長野県 RDB：野生絶滅種 (EW)



●分布

北海道西部以南の日本各地に生息する。
(奄美大島と沖縄島に生息するものは、
別亜種 (リュウキュウアユ) とされている)

●生活史

1年で成熟し1回の産卵の後に死亡する **1年魚** である。

3~5月に海から稚魚が遡上する。中流域の Bb 型河川まで遡上して成長し、10~12月頃に成熟して河川下流域の瀬で産卵する。孵化した仔魚は海へ流下しプランクトンを食べて成育する。翌春に河川へ遡上する。

天竜川の上流域では、本川に設置されたダム等の横断工作物によって、海から自然に遡上してくる自然繁殖の個体群は絶滅しており、遊漁目的のために放流されるアユが生息している。放流時期は5月の上~中旬となっており、6月下旬の解禁から10月頃まで友釣りやコロガシ釣り、投網等による漁獲が行われている。9月頃から成熟した個体がみられはじめ、下流へ流下する。付近で産卵も行われている可能性はあるが、孵化した仔稚魚の成育には海や条件の整った湖沼等が必要であり、再生産は行われていないと考えられる。

表 一般的なアユの生活史

ステージ \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
産卵期												
仔稚魚												
幼魚												
未成魚~成魚												

(財) リバーフロント整備センター (1996) 川の生物図鑑より 一部改変

表 天竜川上流域におけるアユの生活史

ステージ \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
産卵期												
仔稚魚												
幼魚												
未成魚~成魚												

産卵は行われている可能性があるが、再生産には至っていない。
仔稚魚期の成育には成育条件の整った海もしくは大きな湖沼が必要である。
放流は5月上~中旬に行われる。放流時のアユは体長8~10g程度である。
9月中頃以降は成熟が進み、下流へ流下する傾向となる。

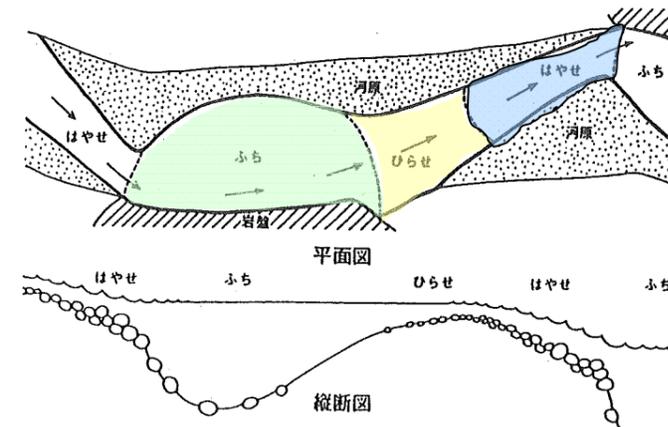
●摂餌行動

主に付着藻類であるが、洪水等で藻が流されると水生昆虫も食す。
一般的に藻類の生育量は流速に比例して多くなるとされており、流れの速い瀬は藻類の生産性が高く、アユにとって格好の摂餌場となる。



●生息環境

早瀬や平瀬を採餌場所、淵を休息場所とする。成長が良いアユは餌場となる石の周りにナワバリを持ち、侵入者を追い払う行動を示す。岸の浅瀬や淵で夜は休息するが、早瀬や平瀬にナワバリをもったアユはその場で夜も休息する。飼育密度と成長との関係から生息密度は1尾/1m²程度が適正とされる。



水野 (1995) 魚にやさしい川のかたち より

環境とその特徴 / アユのステージ	淵	平瀬	早瀬
	流速は緩やか 水深が深い 河床材料は小礫、砂泥 藻類の生育量は少ない	流速はやや速い 河床材料は石礫 藻類の生育量はやや多い	流速は速い 河床材料は石礫 藻類の生育量が最も多い
幼魚 (放流直後)	主な生息場所として利用	遊泳能力が弱いため、岸際の浅瀬を利用	遊泳能力が弱いため、岸際の浅瀬を利用
未成魚・成魚	夜間の休息場所 出水時の避難場所 群れアユの生息場所	なわばりアユの生息場所 群れアユの生息場所	なわばりアユの生息場所 流速が速く、水深のある瀬ほど大型個体が利用

引用・参考文献

- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海 編・監 (2001) 改訂版 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦 (1983) 原色日本淡水魚類図鑑. 保育社, 大阪.
- 水野信彦 (1995) 魚にやさしい川のかたち. 信山社, 東京.
- 石田力三 (1991) アユその生態と釣り アユのすべてがわかる本. つり人社, 東京.
- 水野信彦・御勢久右衛門 (1993) 河川の生態学 補訂・新装板. 築地書館, 東京.