

2－1 Question

治水事業において、多自然川づくりで留意すべきポイントを教えてください。

■Question の意味と背景

多自然川づくりにおける留意すべきポイントをまとめた参考資料として、中小河川については「多自然川づくりポイントブックⅢ」や「美しい山河を守る災害復旧基本方針」などがある。一方、大河川については、「自然再生事業」における整備の考え方や整備内容の事例は多数紹介されているものの、治水整備を中心とした事業に関して留意すべきポイントを示したものは少ない。そこで、ここでは大河川における治水事業を対象に、多自然川づくりにおける留意すべきポイントを整理して示す。なお、樹木管理等の維持管理については別途 Q8 等を参照されたい。

大河川における主たる治水整備メニューとしては「水位低下対策」（河道掘削（河口部以外）、河道掘削（河口部）、樹木伐開、引堤、横断工作物の設置・改築等）、「河床低下対策」（横断工作物の設置・改築等）、「堤防整備」（築堤）、「侵食防止」（護岸設置、高水敷整備等）、「内水対策」（樋門・樋管等）などがある。河川環境への影響の観点からみると、それぞれの整備メニューごとに改変対象となる空間や改変の程度等が異なることから、影響を受ける範囲、生物や影響の規模も各メニューで異なる。そのため、これらの影響を理解した上で、整備メニュー別に留意すべきポイントを把握し、河川環境の保全検討を行うことが必要である。

■関連する Question

- Q1-1 河川環境と調和した治水事業を実践するための考え方を教えてください。
- Q5-1 護岸等を設置する際の工夫事例を教えてください。
- Q5-2 高水敷掘削や切り下げを行う際に、掘削の効果を長持ちさせながら、河川環境の改善に寄与するための留意点を教えてください。
- Q8-2 河道内樹林が再繁茂しにくい施工や維持管理の方法を教えてください。

Answer

各整備メニューの特徴に応じて、インパクト-レスポンスの関係を踏まえ、河川環境の保全・再生のポイントを理解しておくことが大切。

■ Answer の概要と基本的考え方

河川環境の保全にあたっては、まず、各整備メニューによる河川環境への影響を推定するために、インパクト-レスポンスを把握する必要がある。その上で、それぞれの整備メニューに応じた河川環境の保全や影響緩和を検討することが基本となる。

また、「河道掘削」等の整備メニューは、治水面だけでなく、過去に失われた礫河原や湿地の再生等、環境面での効果も期待できる。このように、整備を通じて自然環境を再生することも検討する。なお、インパクト-レスポンスについては、「河川生態ナレッジデータベース」¹⁾に詳しく紹介されているので参照されたい。

【インパクト-レスポンスとは】

「インパクト-レスポンス」とは、ある作用（インパクト）が河川に加わった場合に河川の物理的な特性が変化し、その変化に河川自身の変動（洪水による浸食・堆積、植生の繁茂）も加わって、結果として生物の生息・生育状況に変化（レスポンス）が現れるという因果関係を記述したものである。影響要因や伝播経路は複数あり、まずはこれらに関係図（フロー）として表し、どの経路が主要なものを分析することが重要である。

整備メニューによって、レスポンスを考える空間スケール・時間スケールが異なることに留意する必要がある。例えば、河道掘削はその影響が上下流に及ぶ可能性があるが、護岸設置は当該箇所周辺に限定される。

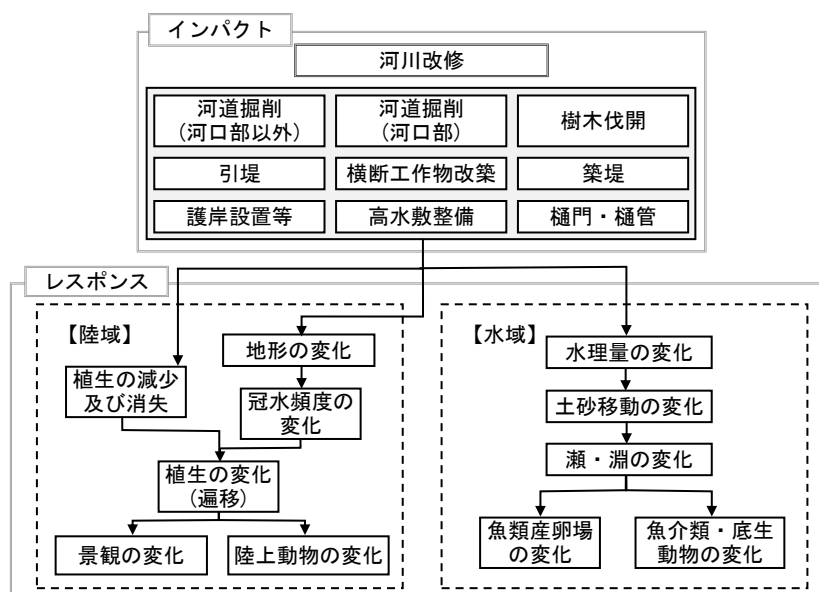


図- 1 河川改修インパクトに対する環境への影響伝達フロー（例）²⁾に一部加筆

表- 1 整備メニュー別 主なインパクト-レスポンスの概要と留意点 (1/2)

主なインパクト		主なレスポンス		
対策	整備メニュー	直接改変	直接改変以外	景観・利用
水位低下対策	河道掘削 (河口部以外)	・生物の生息・生育環境の一時的消失 ・砂礫河原や湿地などの生物の生息・生育環境の再生	・滞筋（瀬・淵）や砂州形態、河床材料の変化 ・河岸・高水敷への土砂堆積と生息・生育環境の変化 ・樹林化・外来種の侵入	・人の利用・景観への影響
	河道掘削 (河口部)	・生物の生息・生育環境の一時的消失 ・高比高域を掘削する場合など、干潟などの生物の生息・生育環境の再生	・塩分遡上範囲や潮間帯の変化	
	樹木伐開	・樹木そのものの消失 ・生物の生息・生育環境の消失（生息場である樹木の消失）	・樹木カバー消失による水域の生物の生息環境の変化、陸域植生の変化に伴う鳥類等への影響 ・再樹林化	・景観への影響
	引 堤	・引堤箇所の生物の生息・生育環境の消失		・景観への影響 ・人々の回遊性（動線）への影響
	横断工作物の設置・改築	・生物の生息・生育環境の消失 ・魚道設置による魚類の移動の連続性の向上 ・湛水域の出現	・滞筋（瀬・淵）や砂州形態、河床材料の変化 ・特に河口域の場合は、塩分遡上範囲や潮間帯の変化 ・水質悪化の懸念	・景観への影響 ・デザイン等に配慮することにより景観や親水性の向上
河床低下対策				
堤防整備	築堤	・生物の生息・生育環境の消失 ・堤内地と堤外地の分断		・景観への影響 ・人々の回遊性（動線）への影響
侵食防止	護岸設置等	・水際の微地形の消失、水際植物帯の消失等による生物の生息・生育環境の消失、生物の移動困難等		・護岸が露出した場合の景観の悪化、水辺へのアプローチの困難 ・デザインに配慮した護岸による景観や親水性の向上
	高水敷整備	・生物の生息・生育環境の消失	・樹林化・外来種の侵入	・人々の回遊性（動線）・利用空間の向上
内水対策	樋門・樋管	・本川と支川間の段差の形成による魚類の移動阻害 ・樋門・樋管出口の堤外水路での細流（クリーク）の形成		・景観への影響

表- 1 整備メニュー別 主なインパクト・レスポンスの概要と留意点 (2/2)

留意すべきポイント
a) 河道地形や流量（洪水時、平時時）などその川の特徴を踏まえ、掘削の範囲・高さや掘削勾配、掘削地形のアンジュレーション等の検討。検討に際しては自然環境、人の利用、景観の向上、維持管理面も念頭に置く b) 直接改変の影響予測・評価を行い、必要に応じ影響緩和策の検討 c) 掘削後の砂州形態、河床材料、土砂堆積等の予測・評価を行い、必要に応じ影響緩和策の検討 d) 掘削後の水面比高、冠水頻度等から推定される植物群落の予測・評価を行い、必要に応じ影響緩和対策の検討 e) 掘削後の礫河原・湿地再生、ワンド・たまりの形成などの環境向上策の検討
a) 直接改変の影響予測・評価を行い、必要に応じ影響緩和策の検討。相対潮汐地盤高等の指標に基づき行うことがある。 b) 掘削に伴う塩水遡上範囲や塩分濃度の変化、植物や底生動物の生息範囲に関する予測・評価を行い、必要に応じ影響緩和策の検討 c) 河道掘削による干潟の形成などの環境向上策の検討
a) 流下能力の確保のために必要な伐採量（面積）を明確にした上で、直接改変による環境影響予測・評価、を行い、必要に応じ影響緩和策の検討 b) 樹木の再樹林化の防止対策の検討 c) 景観に対する予測・評価、必要に応じ樹木の存置もしくは移植等の影響緩和策の検討
a) 直接改変による環境影響予測・評価、必要に応じ影響緩和策の検討 b) 引堤後の新たな河川敷の水面比高や冠水頻度から想定される植物群落の予測・評価、必要に応じ影響緩和対策の検討 c) 人の利用、景観に対する影響予測・評価と、必要に応じ空間デザインの検討
a) 直接改変による環境影響予測・評価、必要に応じ影響緩和対策の検討、魚類等の移動の確保の検討 b) 設置・改築後の砂州形態（みお筋、瀬淵含む）、河床材料の予測・評価、位置・構造の再検討 c) 河口部では、感潮区間における塩水遡上範囲やヤマトシジミなどの注目種の生息範囲（相対潮汐地盤高）の予測・評価を行い、必要に応じ環境影響策の検討 d) 湛水域の出現により富栄養化による水質悪化が懸念される場合には、必要に応じて水質シミュレーション等の実施を検討 e) 周辺との調和を図る景観設計の検討
a) 直接改変による環境影響予測・評価、必要に応じ影響緩和対策の検討。堤内地と堤外地の分断に伴う生物への影響予測・評価、必要に応じ影響緩和対策の検討 b) 周辺との調和を図る景観設計の検討
a) 護岸設置の必要性の判断、必要最小限での範囲の護岸配置の検討 b) 護岸設置に伴う環境影響予測・評価と必要に応じ影響緩和策の検討 c) 護岸の前面等に自然な河岸・水際部等の形成の可能性について検討 d) 護岸が露出する場合には環境機能の配慮の検討 e) 護岸が露出してしまい人が水辺に近づきにくくなるような場合には、利用状況に応じて水辺へのアプローチ・動線の確保を検討
a) 高水敷整備の複数案比較による直接改変による環境影響の予測・評価と必要に応じ影響緩和対策の検討、人々の利用空間や河川景観への影響・効果の予測・評価 b) 高水敷整備後の新たな河川敷の水面比高や冠水頻度から想定される植物群落の予測・評価、必要に応じ維持管理方法の検討
a) 本川と支川の魚類等の移動経路の確保の検討 b) 堤外水路については本川と異なる細流（クリーク）としての環境を有することから、必要に応じ細流環境として機能するように検討 c) 操作室、取り付け護岸等については周辺との調和を図る景観設計の検討

■Answer の詳細

整備メニューごとに、主なインパクト-レスポンスの概要、留意すべきポイントを示す。なお、ここで示した主なインパクト-レスポンスの概要は、個々の生物種についての言及は困難であり、一般論として、生物の生息・生育・繁殖環境や、人々の利用、景観といった大局的な事項に着目し整理を行った。

また、整備メニューの複数案を比較検討して河川環境へのダメージを最小限にすることが肝要である（「コラムー河川改修による環境へのダメージを最小限にする」参照）。整備メニューの複数案の比較検討にあたっては、河川環境情報図に整備メニューの具体的な配置を整理して検討することが有効である（「コラムー河川環境情報図の活用」参照）。

表- 1 に示す整備メニュー別 主なインパクト-レスポンスの概要と留意点のうち、主なものについて以下のとおり補足説明する。

（１）河道掘削（河口部以外）

１）主なインパクト-レスポンス

河道掘削による主なレスポンスは、河床、河岸、高水敷への直接的改変により、その場の生物の生息・生育環境が一時的に消失したり、人の利用、景観への影響が生じたりすることにある。

直接改変以外の影響としては、低水路幅を拡げる掘削を行う場合には、洪水時の掃流力や河幅水深比などが変化し、砂州形態・位置、河床材料などの変化、平常時の流速・水深の変化が生じ、魚類等の生息環境が変化する可能性がある。

高水敷を中心とした陸域部を掘削する場合は、新たな高水敷面に土砂が堆積し地盤高が徐々に上昇するとともに、裸地面に植物が侵入し、場合によっては樹林化を引き起こすことがある。

一方、高水敷掘削は地盤高の水面比高を小さくするため、礫河原や湿地、ワンドやたまりの形成に寄与することが多く、自然再生との親和性が高いインパクトとなっている。これらの詳細については、「Q5-2. 高水敷掘削や切り下げを行う際に、掘削の効果を長持ちさせながら、河川環境の改善に寄与するための留意点を教えてください。」を参考にして欲しい。

2) 留意すべきポイント

留意すべきポイントを以下の a)～e)に示す。a)b)には直接改変による一時的な影響に対する留意すべきポイント、c)～e)には直接改変以外の影響（効果も含む）に対する留意すべきポイントを示している。

①直接改変による一時的な影響

a)直接改変に伴う一時的な影響

河道地形や流量（洪水時、平時時）などその川の特徴を踏まえ、掘削範囲、高さ・勾配、地形のアンジュレーションをつける等河道掘削方法を工夫し、直接改変に伴う一時的な影響を緩和するとともに、礫河原、湿地再生、ワンド・たまりの形成、人の利用や景観の向上を図る。また、掘削後の土砂堆積、植物繁茂に対する維持管理方法も念頭に置く。なお、人の利用や景観の向上に着目した整備について「Q6-1. 人の利用という視点から、高水敷整備をどのように進めたらよいか、考え方や事例を教えてください」に示したので参考にして欲しい。

b)掘削範囲内の環境影響

掘削範囲内の環境影響予測・評価を行い、必要に応じ影響緩和策を検討する。検討方法例として、植物を対象とした予測・評価例を「Q8-2. 河道内樹林が再繁茂しにくい施工や維持管理の方法を教えてください」に示したので参考にして欲しい。

②直接改変以外の影響

c) 掘削後の土砂堆積、水生生物の生息環境

掘削後の砂州形態、河床材料、土砂堆積等を予測・評価し、水域については瀬淵構造や河床材料の変化に伴う流速・水深・底質等魚類を中心とした水生生物の生息環境が悪化しないよう留意する。また、土砂堆積に伴う川幅縮小、高水敷への再堆積が生じるので、これらの点についても予測・評価を行う。瀬・淵、河床材料等を対象とした予測手法の例については「コラムーインパクトに対する環境要素の応答予測手法の例」を、高水敷への土砂堆積については「Q5-2. 高水敷掘削や切り下げを行う際に、掘削の効果を長持ちさせながら、河川環境の改善に寄与するための留意点を教えてください」を参考にして欲しい。

d) 掘削後の水面比高や冠水頻度

掘削後の水面比高や冠水頻度から推定される植生群落を予測・評価する。樹林化や外来植物の侵入等が想定される場合には、安定草本群落による置換、維持管理方法の検討を行う。植生の変化の予測手法の例については、「コラムーインパクトに対する環境要素の応答予測手法の例」を、樹木の再繁茂の抑制については、「Q8-2. 河道内樹林が再繁茂しにくい施工や維持管理の方法を教えてください」を参考にして欲しい。

e) 掘削後の環境向上対策

掘削後の礫河原再生、湿地再生、ワンド・たまりの形成などの環境向上対策に関する検討を行う。ワンド・たまりの形成については「Q5-2. 高水敷掘削や切り下げを行う際に、掘削の効果を長持ちさせながら、河川環境の改善に寄与するための留意点を教えてください」を参考にして欲しい。

■参考事例一 良好な環境場の指標を用いて掘削形状を検討した事例-天竜川³⁾

天竜川では河川整備計画メニューに河道掘削が位置付けられている。掘削が必要な箇所について、水深や流速等から設定した「良好な環境場の指標」を満足することを目標とし、整備計画目標流量に対応した掘削形状を設定した。

「良好な環境場の指標」は、平面二次元流況解析モデルを活用して、対象種の確認箇所の物理環境を整理し、生息箇所の指標を設定した(表-2)。対象種は、天竜川の河口部にみられる特徴的な種として、主に河川整備計画に記載のある生物種(アユ、カマキリ等)を対象とした。

掘削は、掘削範囲と保全範囲を設定し(図-2)、「良好な環境場の指標」を用いて、掘削後に指標を満足する面積が減少していないか確認し掘削形状を決定した(図-3)。

表- 2 対象種の良好な環境場の指標設定の例

対象種	比高	水深	流速	摩擦速度
アユ カマキリ	約1~1.5m以下 (150m ³ /s 流下時)	0.5~1.5m 程度	1~1.5m/s 程度	0.05~0.15m/s 程度

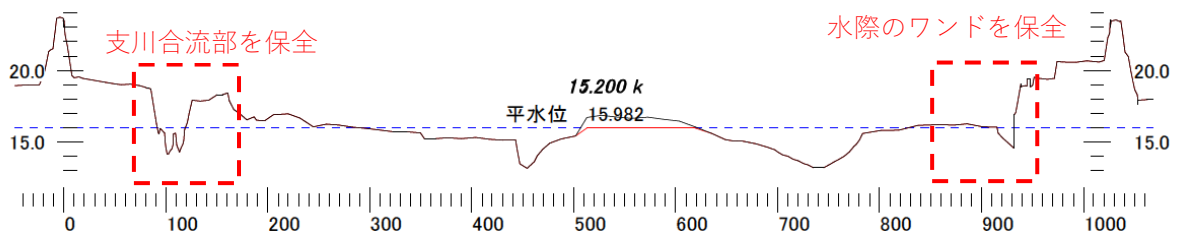


図- 2 15k 付近の掘削形状の例

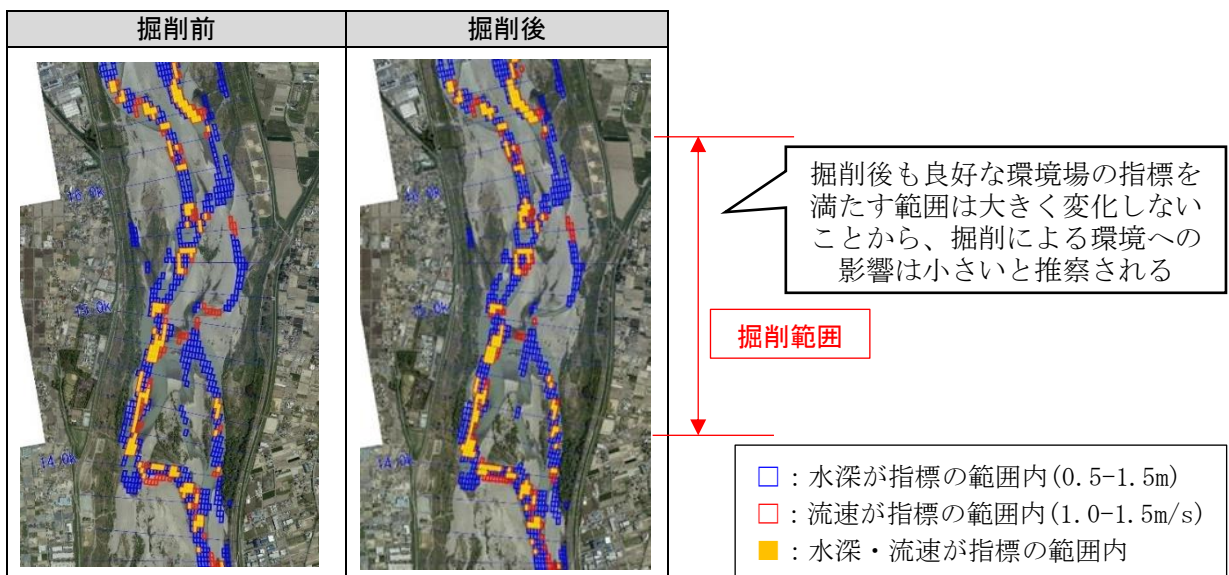


図- 3 主に瀬に生息するアユ・カマキリ等の魚種に関する指標での評価

(2) 河道掘削（河口部）

1) 主なインパクト-レスポンス

河口域における河道掘削による主なレスポンスは、河岸・河床の直接的な改変により、その場の生物の生息・生育環境、特に感潮区間特有の干潟環境が消失することである。

また、感潮区間における河道掘削では、塩水遡上範囲や潮間帯の範囲が変化し、生物の生息・生育環境に影響する可能性がある。

一方、高比高域を掘削し、地盤高が潮間帯の範囲となると干潟が形成され、干潟に依存する生物の生息・生育環境の創出が可能となる場合もある。

2) 留意すべきポイント

留意すべきポイントを以下の a)～c) に示す。

a) 潮位との関係

河口域における植物や底生動物の生息域は潮位との関係に支配されることが示されており、相対潮汐地盤高のような生息域を評価するための指標も提案されている（「コラムー相対潮汐地盤高」参照）。掘削を行う場合には潮位との関係に留意し、消失する比高域を明確にして、掘削による影響を予測・評価する。特に、潮間帯に該当する比高域を掘削すると干潟が減少するので注意を要する。

b) 塩水遡上範囲

掘削に伴い塩水遡上範囲が上流側に拡大し、潮間帯の範囲が変化するので注意が必要である。特に、感潮区間上流にアユの産卵場が分布している場合には、当該河川の中で最も好適な産卵場に影響を及ぼすことになるので、塩水遡上範囲を明確にし、影響が及ぶ場合には緩和策を実施する。

c) 掘削範囲や掘削断面の設定

潮位より高い高比高域を掘削し、地盤高が低下する場合には、ここが潮間帯となり干潟形成に寄与する場合もある。掘削に対するマイナス面に加えて、干潟形成等のプラス面も評価し、掘削範囲や掘削断面を設定する。

■参考事例一河口部特有の環境（潮間帯）を整備した事例-五ヶ瀬川^{4),5),6),7)}

五ヶ瀬川では、平成 17 年 9 月の台風 14 号で甚大な被害を受けたことにより、同年 11 月に「五ヶ瀬川激甚災害対策特別緊急事業（激特事業）」の採択を受けた。

このうち北町・本小路地区では高水敷と河床を掘削して流下能力を大きくした。護岸は法面勾配を立てて「隠し護岸」とした石積護岸とし、護岸前面に緩やかな勾配で汽水域の特色である潮間帯を残すよう緩勾配の覆土とした。

この緩勾配河岸では潮汐や流れの影響を受け、横断方向に干潟の材料粒度が変化しており、緩勾配護岸では生物の生息・生育環境としての多様性が高い。また生物調査より干出部でのみ採集された生物がいることから、生物の生息・生育環境の多様性の増加によって生物の多様性も増したと考えられる。



写真：吉村伸一



図- 4 潮間帯として整備した緩傾斜河岸の状況（五ヶ瀬川）

(3) 樹木伐開

1) 主なインパクト-レスポンス

樹木の生態的機能は、河川の流程や、樹木が生育する位置（川辺林や高水敷上の樹林）によって異なり、樹木伐採のレスポンスもそれぞれ異なる。

例えば上流区間での河畔沿いに繁茂する樹木伐開では、樹木そのものが消失するとともに、樹木、樹林を生息場とする生物に影響を及ぼすほか、河畔樹木で覆われていた空間が露出して明るくなり、樹木からの落葉、落下昆虫が減少して水生生物に影響を受ける。また、倒木の減少により瀬淵をはじめとする変化に富んだ河川地形が減少する。

中下流域における陸域部の樹林地の面的な伐開では、樹林を含む既存の植物が消失する。この中には希少な植物が生育する場合もあり注意が必要である。また、樹林地に依存する鳥類等の生物に影響を受けることになる。

また、流程に関わらず、アイストップとなる良好な樹木や、地域信仰等されている樹木を伐採することは、景観面・人の利用面へ影響を及ぼす。

2) 留意すべきポイント

留意すべきポイントを以下の a)～c) に示す。

a) 必要な伐採量（面積）

流下能力の確保のために必要な伐採量（面積）を明確にした上で、環境への影響を予測・評価することが大切である。影響がある場合には、伐採範囲の変更等影響緩和対策を検討する。また、災害への対応等により、短い期間で樹木の伐採を進めざるを得ない状況が生じることもあるため、平常時から、河川環境情報図を用いて、重要な植物・樹木の有無や、重要な生物が利用している樹木、鳥類の営巣地として利用されている植物群落等を確認しておき、保全対象となる樹木や群落を把握しておくことも重要である。樹木伐開を含む陸域環境への評価については「Q8-2. 河道内樹林が再繁茂しにくい施工や維持管理の方法を教えてください。」を参考にして欲しい。

b) 再萌芽

樹木伐開を行っても、根茎や残根、残枝等から再萌芽して再樹林化する場合が多い。樹木の種類によって再萌芽のメカニズムは異なるので、伐開する樹種を念頭に置き、再萌芽対策を講じることが必要である。なお、再萌芽抑制については「Q8-2. 河道内樹林が再繁茂しにくい施工や維持管理の方法を教えてください。」を参考にして欲しい。

c) 景観や人の利用に対する影響

景観や人の利用に対する影響の予測・評価も必要となる場合がある。影響がある場合には、必要に応じ樹木の存置もしくは移植等の実施などを検討する。なお、存置、移植等については「Q6-2. 通常の河川改修で伐採対象となる樹木を、保全・復元した事例を教えてください。」を参考にして欲しい。

■参考事例—高水敷上の樹木の保全事例-厚沢部川

厚沢部川（あっさぶかわ）では、水際樹木を可能な限り残して、背後の樹木伐開を行うとともに、高水敷の切り下げにあたっては必要な河積を確保し、治水上問題の少ない樹木は残している。また、樹木伐採にあたっては、野鳥の会や自然保護団体などとの話し合いをしながら整備を進めた。



写真：吉村伸一

図- 5 水際樹木の存置、背後の樹木伐開と掘削（厚沢部川）



写真：吉村伸一

図- 6 高水敷の切り下げ、河畔樹木の存置（厚沢部川）

（４） 引堤・築堤

１） 主なインパクト-レスポンス

引堤・築堤による主なレスポンスは、まず新たな堤体の出現に伴い、出現した範囲およびその近傍の生息・生育環境が消失すること、堤内地と堤外地との連続性の分断などが生じることにある。土堤の出現により新たな生息地が形成されるが、これを適切に評価した事例は見当たらない。また、景観や人々の回遊性（動線）への影響が生じる可能性がある。

引堤の場合には、旧堤の撤去に伴い、ここが高水敷の標高程度まで整地され、新たな裸地の出現と草本類や木本類等植生域の拡大がレスポンスとして想定される。また、引堤に伴い洪水時の流況（流速・水深の低下）が変化することにより植物への影響が生じる可能性もある。

２） 留意すべきポイント

留意すべきポイントを以下の a)～c) に示す。

a) 生物や植物等への影響

環境影響予測・評価を行い、影響がある場合には、法線・構造等の変更を含む影響緩和策を検討する。また、築堤の場合には、堤内地と堤外地を行き来する生物等への影響が生じる可能性もあるので、両生類等の陸域と水域を生息地とする生物の生息が確認される場合には、これらの種に対する影響についても検討を行う必要がある。直接改変に伴う陸域環境への影響の予測・評価方法について、植物を対象とした予測手法の例を「コラム－インパクトに対する環境要素の応答予測手法の例」に示したので、参考にして欲しい。

b) 流況の変化

引堤の場合、洪水時の流況変化に伴い植物群落が変化する可能性がある。念のため、平均年最大流量時の流速、水深、掃流力等がどの程度低下するかを予測し、低下の程度が大きい場合には、土砂堆積の範囲や程度、植物の変化が生じるかを検討する。

c) 景観、人の利用への影響

築堤・引堤は景観、人の利用にも影響を及ぼす場合がある。これについては、具体的な事例を「Q6-2. 通常の河川改修で伐採対象となる樹木を、保全・復元した事例を教えてください。」に掲載したので参考にして欲しい。

■参考事例 1—引堤の事例—矢部川^{8), 9)}

矢部川は、平成 24 年 7 月の梅雨前線に伴う豪雨により堤防が決壊し甚大な被害を受け、同年 11 月に「矢部川・沖端川河川激甚災害対策特別緊急事業（激特事業）」の採択を受けた。

対象区間の中でも特に川幅が狭い矢部川 5～7km 付近では、河道幅を拓げるために堤防法線是正（引堤）を行い、河道掘削により流下能力を確保した。引堤・掘削は、平均満潮位以上であるため水際部の塩性植物等への影響は少ないと考えられるが、改修前に調査を行い、重要な植物の再生・保全を図っている。また、掘削後の高水敷上には、必要に応じて播種や表土移植等が検討されている。

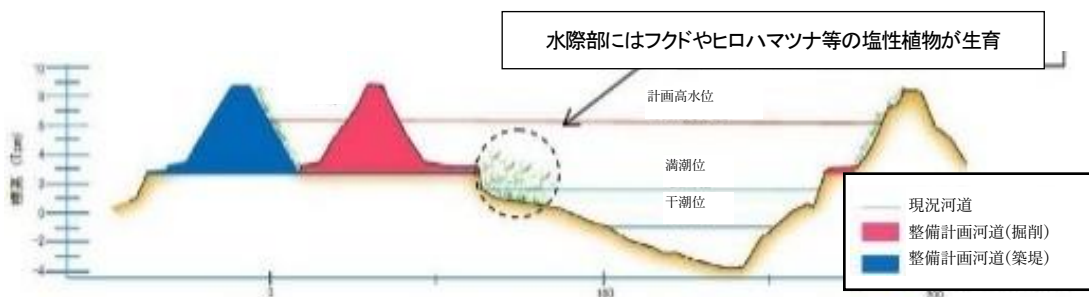


図- 7 引堤による河積の確保（上）と標準横断（下）（矢部川）

■参考事例2—築堤の事例-那賀川¹⁰⁾

「南海トラフ巨大地震等」に係わる地震・津波対策を実施している那賀川河口部では、堤防の嵩上げにより那賀川水系の汽水域の重要な環境であるワンド干潟の一部が消失することが想定された。

那賀川では、堤防法面勾配を3割から2割に変更することにより改変面積を低減するとともに、根固ブロックの設置位置を下げて被覆してワンド干潟の再生を図った。またワンド干潟改変の代替地として高水敷を掘削し2箇所ワンド干潟を創出した。

これにより、干潟の消失率は当初予定の24%から10%にまで低減した。

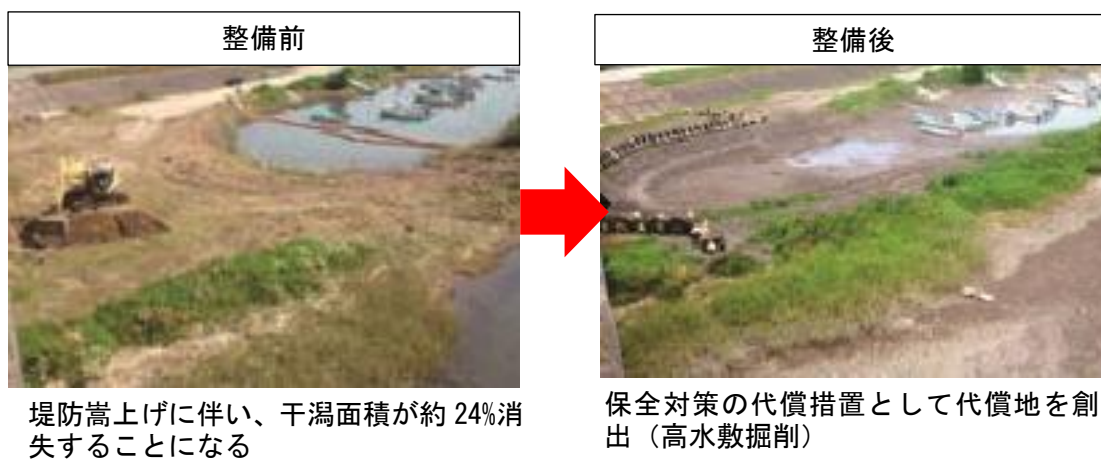
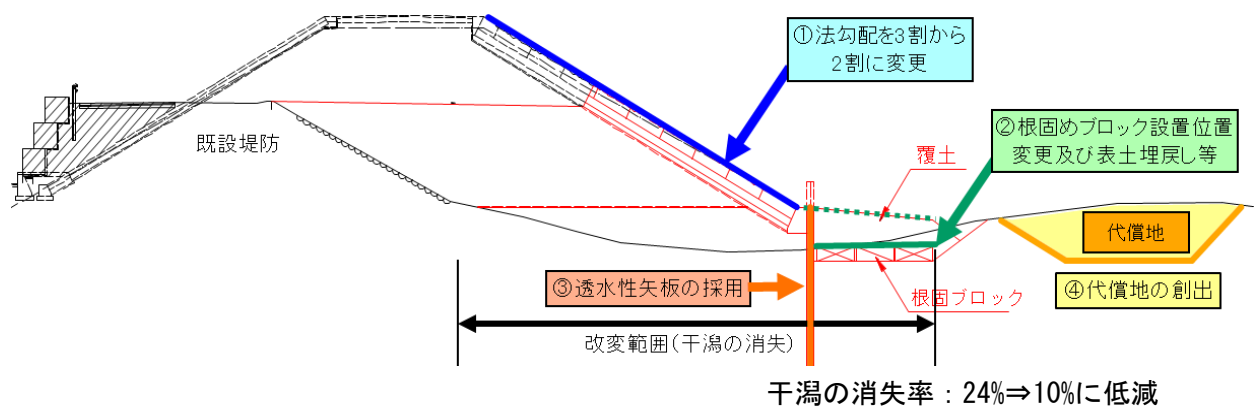


図-8 堤防法面を工夫しワンド干潟の改変面積低減、
高水敷掘削でワンド干潟創出(那賀川)

(5) 横断工作物の設置・改築

1) 主なインパクト-レスポンス

横断工作物の設置・改築による主なレスポンスは、直接改変による影響として、横断工作物の設置・改築に伴う工事、横断工作物の設置範囲の変更により生物の生息・生育環境の消失や移動経路の分断、湛水域創出による水質悪化が懸念されることにある。直接改変以外の影響としては、洪水時の流況の変化に伴う砂州形態、河床材料の変化が考えられる。特に河口域の場合は、横断工作物の位置や構造、運用ルールの変更等により塩分遡上範囲や潮間帯の変化が起きることに留意する。また、これら構造物が景観の悪化を招く可能性が想定されるので注意が必要である。一方で、これまで魚道が設置されていない、魚道の機能が劣化していた場合には、新たな魚道設置等により魚類の移動環境の向上が期待される。

2) 留意すべきポイント

留意すべきポイントを以下の a)～e) に示す。

a) 生物の生育・生息環境の把握

直接改変による環境影響予測・評価を行う。改変される領域内の生物の生育・生息環境の種類や面積を把握し、複数案を比較して良好な環境が極力保全される案を検討し、必要に応じて影響緩和策を検討する。また、魚類等の移動についても検討を行う。なお、魚道については、「Q7-3. 河川横断施設などに魚道を設置する際に、どのような点に留意すればよいのか教えてください。」を参考にして欲しい。

b) 砂州形態や河床材料の変化

改築後は砂州形態や河床材料が変化する場合があるので、複数案を比較しながら影響の予測・評価を行う。特に、横断工作物の上流もしくは下流に産卵環境等保全すべき箇所がある場合には、慎重に対応する。

c) 感潮区間における塩水遡上範囲

河口部では、感潮区間における塩水遡上範囲や、ヤマトシジミなどの注目種の生息範囲（相対潮汐地盤高）が変化する可能性がある。複数案を比較しながら予測・評価を行い、必要に応じ影響緩和策を検討する。相対潮汐地盤高については「コラム-相対潮汐地盤高」を参考にして欲しい。

d) 湛水域の出現・水質悪化の懸念

新たに形成される湛水域の規模や流入する栄養塩類の量によっては、富栄養化による水質の悪化が生じる場合がある。利水や人の利用等への影響が懸念される場合には、水質シミュレーション等による水質予測を実施し、必要な対策について検討する必要がある。

e) 景観や親水性の向上

改築に際してはデザイン等に配慮し、景観や親水性の向上を図ることも大切である。

■参考事例―堰の改築事例―多摩川¹¹⁾

旧堰が老朽化した二ヶ領宿河原堰は、流下能力の確保、高水敷整備による堤防保護、河道安定、二ヶ領用水の流量確保等の目的のため平成 11 年に改築された。

堰の設置にあたっては、土丹層のある景観や、化石が出土するなどの環境学習の場としての保存にも配慮して、設置位置を当初計画から見直し上流側に設置した。また、明度・彩度を落とした石積み模様のコンクリートを採用し、堰の両岸側への魚道設置や副ダムを設置し降下魚や迷入対策を施すなど、河川景観との調和や生物の移動路の確保への工夫がなされている。



図- 9 改築後の二ヶ領宿河原堰 上：堰全景 下：魚道 (多摩川)

(6) 護岸設置等

1) 主なインパクト-レスポンス

人工構造物である護岸を河岸・水際部に設置した場合の主なレスポンスは、河岸の多様な微地形や水際部に繁茂する植物帯が失われて魚類等の生息環境が悪化する。また、陸域と水域の双方を利用する生物が移動できなくなる場合もある。また、自然的要素から構成される景観の中に、輪郭が直線的で明度の高い人工構造物が設置されると景観が悪化する。また、法勾配が急な場合には水辺へのアプローチが困難になる。高水護岸の設置についても、影響を受ける種は異なるがほぼ同様のレスポンスが起きると考えて良い。

2) 留意すべきポイント

留意すべきポイントを以下の a)～d) に示す。

a) 護岸設置の必要性

セグメントや高水敷幅、堤防防護ライン・低水路管理ラインと現況河岸との位置関係、洪水時の流況、河床変動の状況等を踏まえ護岸設置の必要性を慎重に判断し、必要最小限の範囲の護岸配置を検討する。

b) 環境への影響

環境影響予測・評価を行い、必要に応じ影響緩和策（護岸構造の変更、淵、河畔樹木の保全等）を検討する。なお、間知ブロック等を平滑で明度の高い素材を用いると、生物の生息環境、景観への影響が避けられないことから、以下 c) d) に示す配慮を検討することが大切である。

c) 護岸前面への自然な河岸・水際部の形成等

護岸前面への自然な河岸・水際部の形成等を検討する。護岸の前面への寄土、寄石、盛土等による自然な河岸・水際線の形成を検討するとともに、淵や河畔林が存在する場合には、根固工の設置高さの工夫、護岸構造の工夫等により保全を図る。

d) 環境機能の配慮

護岸が露出する場合には、環境機能の配慮を検討する。景観への配慮としては護岸天端等の境界を不明瞭にする、分節して面積を小分けにする、明度を下げる、テクスチャーを付ける等の工夫がある。自然環境への配慮としては護岸そのものに空隙を設け、湿潤状態が維持できるように工夫する等がある。なお、これらの点については中小河川における災

害復旧においては既に実践されており、「美しい山河を守る災害復旧基本方針」にその詳細が記述されている。なお、明度については現在行っているコンクリートブロックに関する明度認証制度がある。護岸の事例について「Q5-1. 護岸等を設置する際の工夫事例を教えてください。」に記載したので参考にして欲しい。

e) 水辺へのアプローチ・動線の確保

現況で人の水辺利用があり、護岸設置により人が水辺に近づきにくくなるような場合には、その利用状況に応じて階段護岸の設置や緩傾斜の河岸構造とすること等を検討し、人の水辺へのアプローチ・動線の確保を図ることが望ましい。水辺利用の視点や事例については、「Q6-1. 人の利用という視点から、高水敷整備をどのように進めたらよいか、考え方や事例を教えてください。」に記載したので参考にして欲しい。

■参考事例—景観に配慮した石積み護岸の事例-白川¹²⁾

白川の改修では、右岸側の護岸は藩政時代に熊本城の外堀として造られた石積みを残すこととし、掘削する左岸側の護岸は右岸側と同様の石積み護岸を整備し、現在の景観を活かした周辺と調和の取れた将来の景観づくりを目指した。石積みの施工に当たっては専門家による現地の施工指導を受け、石垣の線が揃わない布乱積みとしている。



図- 10 右岸側で保全した石積み護岸（上）と、
左岸側で整備した石積み護岸（下）（白川）

(7) 高水敷整備

1) 主なインパクト-レスポンス

大河川での治水事業における高水敷整備は、洪水による侵食・洗掘に対する堤防の安全性確保のため必要な高水敷幅（堤防防護ライン）を確保することを主な目的として行われる。また、河川の空間利用計画を踏まえ高水敷利用の保全を図るため低水路河岸管理ラインを設定し高水敷を確保する場合もある。

高水敷整備による主なレスポンスは、現況の高水敷の直接的な改変によりその場の生物の生息・生育環境が消失する。

直接改変以外の影響として、高水敷上への植生の生育が可能となるが、樹林化や外来種の侵入も想定される。また高水敷を整備することにより、出水時の流水が低水路に集中して河床低下を起し河道が二極化することも想定される。

一方、新たに形成される高水敷は、人々の回遊性を高めたり、利用の拠点空間として活用される可能性もある。

2) 留意すべきポイント

留意すべきポイントを以下の a)～b) に示す。

a) 直接改変による環境や人の利用、河川景観への影響

高水敷整備の複数案比較による、直接改変による環境影響の予測・評価と、必要に応じた影響緩和対策を検討する。また、人々の利用空間や河川景観への影響・効果の予測・評価を行う。

b) 水面比高や冠水頻度

高水敷整備後の新たな河川敷の水面比高や冠水頻度から想定される植物群落の予測・評価と、必要に応じた維持管理方法の検討を行う。植生の変化の予測手法の例については、「コラムーインパクトに対する環境要素の応答予測手法の例」を参考にして欲しい。

(8) 樋門・樋管

1) 主なインパクト-レスポンス

水門、樋門・樋管を設置した場合の主なレスポンスは、これらの設置により本川と支川との間に段差が生じ、本川と支川を移動する魚類にとって移動阻害となる場合がある。一方、水門、樋門・樋管と本川を結ぶ堤外水路は、本川の流れとは異なる細流や緩流部を形成し、本川と異なる魚類や水草等の生息・生育・繁殖環境となる場合もある。また、これら構造物が周辺の景観のなかで目立ちすぎる場合などは、景観の悪化を招く可能性がある。

2) 留意すべきポイント

a) 魚類等の移動経路

本川と支川に落差がある、流速が大き過ぎる、水深が小さ過ぎる等魚類の移動が困難な場合には、魚類等の移動経路の確保を検討する。具体的には落差の緩勾配化や魚道の設置、移動経路の断面形状や河床材料の工夫を行う。

なお、魚類の移動をはじめとして「Q7-4. 生物の多様性向上のために河道～水路～流域の環境をつなぐ有効な方法を教えてください。」に記載したので参考にして欲しい。

b) 堤外水路

堤外水路の延長が長い等の場合には、堤外水路が生物の生息環境として機能するよう計画・設計を行う。具体的には断面形状や河床材料の工夫、水際部の植物の繁茂を促す等の措置を講ずる。

c) 周辺景観との調和

周辺景観との調和を図るよう、景観に配慮した設計について検討する。検討にあたっては、「川の風景を考えるⅡ 景観設計のためのガイド（水門、樋門）」を参照されたい。

■コラムー河川環境情報図の活用¹³⁾

大河川（直轄河川）では、河川水辺の国勢調査が実施されており、瀬・淵の状況や生物の生息・生育状況の情報が蓄積され、「河川環境情報図」をはじめとした河川環境に関する情報として整理されている。

そのため、大河川において整備による河川環境への影響の分析を行うにあたり、まず「河川環境情報図」をはじめとした河川環境に関する情報と各整備メニューの実施範囲とを図上で重ね合わせることで、具体的にどこで、どのような改変が生じるかを確認することができる。

そのような情報を基に、例えば掘削箇所や低水路法線を複数案比較し、重要な環境への影響回避・緩和を検討することが可能となる。

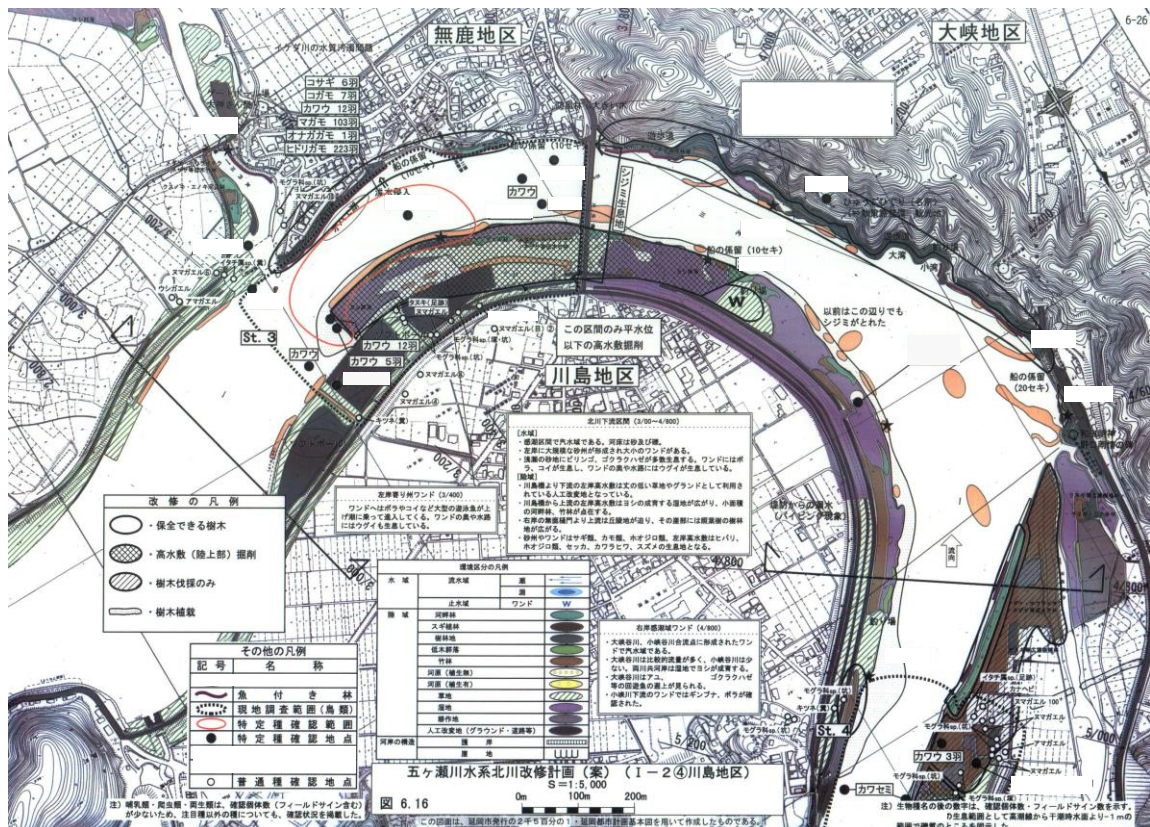


図- 11 河川環境情報図を用いて掘削範囲・樹木伐採範囲等を検討（北川）

■コラムー河川改修による環境へのダメージを最小限にする¹⁴⁾

宮崎県北川での激特事業では、友内川・大武川合流点に形成されたヨシ等の湿地環境へのダメージを最小限にするために、堤防の構造・配置について検討を行い、堤体幅を縮小化できる特殊堤を選択した。当該地区は、背後地に青果市場があり用地の確保が難しく、堤防を堤外地側に築造すると湿地環境を大きく損ねることから特殊堤を選択したものである。

また、友内川合流部から上流の二ツ島地区の新設堤防については、堤内地側に引堤し湿地環境をできるだけ保全するよう努めている。

自立式構造の特殊堤及びパラペット構造の特殊堤は特例的に設けられるものであり、土地利用や現存する河川環境等を勘案して慎重に検討する。



図- 12 特殊堤を用いて河川環境へのダメージを最小限にした例（北川）

■コラム－インパクトに対する環境要素の応答予測手法の例¹⁵⁾に加筆

人為的改変（インパクト）を行った際の環境要素（瀬・淵等）の応答（レスポンス）の予測には様々な方法がある。ここでは、植生、瀬・淵、潮間帯、水質等を取り上げ予測手法の例を紹介する。予測については平面二次元河床変動計算等のシミュレーションや三次元水質シミュレーション、植生消長シミュレーション等による将来の河道形状・河川環境を予測する方法があるが、ここでは大河川（直轄河川）で一般的に実施されている水理計算（準二次元不等流、一次元河床変動計算）や、河川整備計画策定時に環境面について検討（河道技術会議における環境面の検討）されている一般的な手法をもとに、環境改変に伴うレスポンスの予測手法の例を示した。ここで示した手法は一例を示したものであり、各河川の実情に応じた創意工夫により、より適切な予測をすることが望まれる。また、これらの予測手法を用い、例えば、河道掘削の複数案を比較検討し、治水・環境、維持管理面から最適な計画・設計を行うことが肝要である。

表- 3 環境要素毎の改変の把握手法の一例 (1/2)

改変をうける環境要素	予想される変化	チェックの視点	改変の把握手法
植生	植生の変化	・冠水頻度の変化から、改修後の植生の変化について予測しているか	・河道内の代表的な横断植生と、冠水頻度の関係について把握 ・河道改変後の植生の予測（冠水頻度と植生の関係から、どのような植生に変化するか予測）
		・水面比高の変化から、改修後の植生の変化について予測しているか	・河道内の代表的な植生断面と、平常時の水面との比高の関係について把握 ・河道改変後の植生の予測（水面からの比高と植生の関係から、どのような植生に変化するか予測）
瀬・淵	砂州に起因する瀬・淵	・平均年最大流量時の川幅水深比と河床材料の変化から、改修後の河床形態（交互砂州、複列砂州）の変化について予測しているか	・河道改変後の平均年最大流量時の川幅水深比(B/H)と、水深と河床材料の比(H/d)の関係から、改修前後の砂州の発生領域区分を把握
	湾曲部に形成される淵	・河道改変後に淵が維持されるかを予測したか	・航空写真等、横断重ね合わせ図から滞筋の位置と淵の河床高の変化実績を把握し、淵の位置や深さが安定していることを確認 ・河道改変後の河道法線、横断形状から湾曲度(R/B)等が改変前後で同程度なら、改変後に淵が形成されやすい。 ・ただし、水衝部の位置等が変化する場合には淵が形成される位置が変化することがある。

表- 3 環境要素毎の改変の把握手法の一例 (2/2)

改変をうける環境要素	予想される変化	チェックの視点	改変の把握手法
瀬・淵	淵の水深	河床形態(交互砂州等)に起因する瀬・淵が保全・再生される計画になっているか	- 改修後の、平均年最大流量時の川幅水深比を把握(平均年最大流量時の川幅水深比が大きく変わらなければ、現在と同程度の砂州が形成される。) - 川幅水深比(B/Hm)と、砂州高と最大水深の比(Hs/Hm)の関係から、改修前後の淵の水深を把握 - 特に、例えば、アユの産卵床などの地域にとって重要な瀬を掘削する場合には、必要に応じて、模型実験により確認。(礫河川であれば比較的安価に予測可能)
		湾曲に起因する淵の水深の変化を予測しているか	河道湾曲状況(蛇行(R/B))と、平均水深と最大水深の比(Hmax/Hm)の関係から、河道改変前後の淵の水深を把握
河床	河床材料構成	河道改変後の将来の河床構成材料を予測したか	- 摩擦速度と代表粒径の確認(河床材料の大幅な変化やセグメントの変化を確認) - 河床変動計算により河床材料を把握 - 特に、例えばアユの産卵床などの地域にとって重要な瀬を掘削する場合には、掘削後の河床材料や水深・流速がアユの産卵環境に適しているか確認
	河床縦断形状	- 河道改変後の将来の河床縦断形状を予測したか - 河道の二極化を予測したか	- 河道改変後の河床縦断形状について摩擦速度から予測 - 河道改変後の河床縦断形状について河床変動計算から評価、特に低水路河床低下による「河道の二極化」の可能性を予測
川幅	川幅の安定性	河道改変後(拡幅後)の川幅の維持について評価しているか	河道改変後(拡幅後)の摩擦速度を算出。拡幅前と比較して著しく減少していないことを確認
潮間帯の面積(汽水域での検討)	相対潮汐地盤高	河道掘削による潮間帯の面積を予測したか	- 改修前後の横断図・平面図から、潮間帯の面積変化を予測 - 特にヤマトシジミなどの注目種が生息・生育する相対潮汐地盤高に該当する面積変化に着目して予測
水質(汽水域での検討)	塩水遡上範囲	河口域における河道掘削により、塩水遡上の範囲が変化し、生物の生息場、利水施設に与える影響を把握しているか	- 朔望平均満潮位と河川水位の改修前後の状況を簡便的に把握 - 簡便的に把握した結果、改修後の塩水遡上範囲に、生物の生息場や利水施設があり影響をうける可能性がある場合には、シミュレーションにより詳細な検討を実施(塩水遡上量・遡上距離:淡塩二層流計算(弱混合)、鉛直二次元密度流拡散計算(弱～緩混合)、一次元分散方程式(強混合))

■コラムー相対潮汐地盤高^{16), 17)}

河川改修などによる地形改変は、河川汽水域生物の生息環境に影響を与えるが、その定量的関係はあまり明らかではなかった、そこで国土技術政策総合研究所では、河川水辺の国勢調査結果の底生生物の調査結果を用いて、主だった河川汽水域生物が選好する比高を明らかにした（図-13 に一例を示す）。

ここでは比高は潮汐との相対的な地盤高で表現し、満潮が1、干潮が0となる「相対潮汐地盤高」を用いている。この関係を活用して河川改修断面を検討することにより、保全すべき生物への影響を最小化することなどが期待できる。



図- 13 相対潮汐地盤高の選好性の一例

例えばある河川の事例では、河口部の代表的な底生動物・植生群落の相対潮汐地盤高は図-14 のようになる。

この河道の掘削に対して、河道案A（一次設定）と河道案B（環境配慮）を比較したところ、各相対潮汐地盤高で河道案Bの方が多様な生物の生息・生育場がより広く形成されることが確認できた。（図-15）

このように、相対潮汐地盤高を活用して河川改修断面を複数案の比較検討することで、保全すべき生物への影響を最小化すること、ひいては生息環境の向上を図ることが期待できる。

【河口部】

代表的な底生動物・植物群落の生息地盤高

		底生動物								植物群落		
		エビ・カニ類	二枚貝類	二枚貝類	二枚貝類	ゴカイ類	エビ・カニ類	二枚貝類	巻貝類	ヨシ、セイヨウシオクグ、アキミチヤナキ、ホソバノハマアカサ※フタ、ハマツナ	アイアシ	コウホウムギ、ハマビルガオ、ハマゴウ
		ケフサイソガニ	ソトオリガイ	ホトギスガイ	ヤマトシジミ	カワゴカイ類	コメツキガニ	アサリ	カワザンシウガイ			
相対潮汐地盤高	>2.0											
	1.5~2.0											
	1.0~1.5											
	0.8~1.0											
	0.5~0.8											
	0.2~0.5											
	0~0.2											
	<0											

(底生動物は、H26河川水辺の国勢調査 底生動物調査(定量調査)結果、植物群落はH23河川水辺の国勢調査 河川環境基図調査結果による)

※フタ、ハマツナは他河川における生息地盤高

※河道掘削により消失する重要種

図- 14 相対潮汐地盤高の選好性の一例

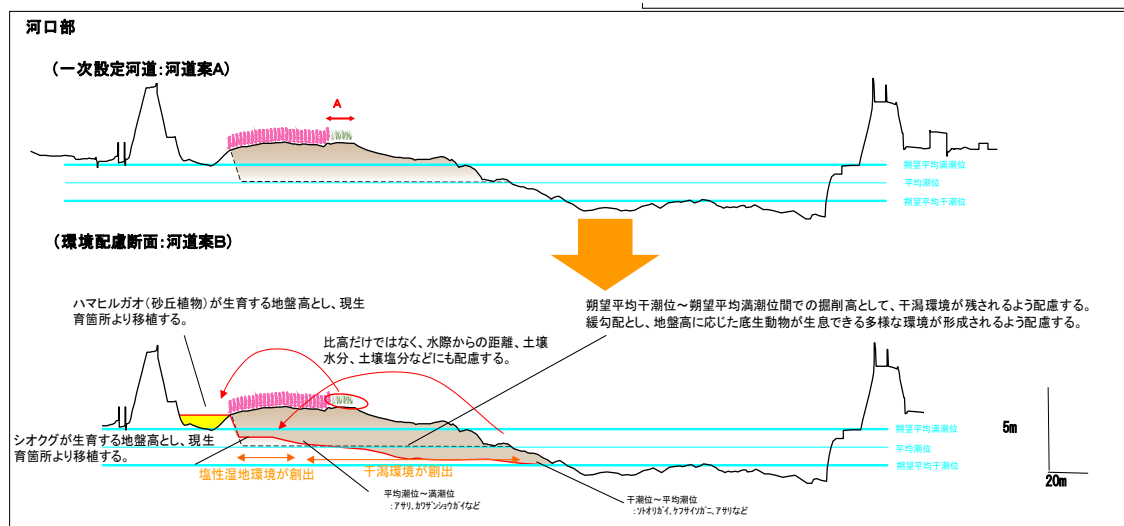


図- 15 複数案の比較の例

表- 4 複数案 (予測した生育・生息地面積の比較)

単位:m2

	底生動物								植物群落		
	エビ・カニ類	二枚貝類	二枚貝類	二枚貝類	ゴカイ類	エビ・カニ類	二枚貝類	巻貝類	ヨシ、セイヨウシオクグ、アキミチヤナキ、ホソバノハマアカサ※フタ、ハマツナ	アイアシ	コウホウムギ、ハマビルガオ、ハマゴウ
	ケフサイソガニ	ソトオリガイ	ホトギスガイ	ヤマトシジミ	カワゴカイ類	コメツキガニ	アサリ	カワザンシウガイ			
現況	250,000	120,000	120,000	120,000	120,000	370,000	450,000	250,000	250,000	90,000	170,000
河道案A	430,000	140,000	140,000	140,000	140,000	330,000	550,000	190,000	190,000	130,000	80,000
河道案B	450,000	150,000	150,000	150,000	150,000	350,000	550,000	200,000	200,000	130,000	80,000

■より深く知りたい技術者のための参考図書等

- 国土技術政策総合研究所 HP, 河川生態ナレッジデータベース,
<http://kasenseitai.nilim.go.jp/index.php/>河川生態ナレッジデータベース
- (財) 国土技術研究センター編:河道計画の手引き, 山海堂, 2002
- 土木研究所水環境研究グループ:河道掘削を念頭に置いた陸域環境の予測・評価方法-河道内陸域環境の評価と実践(植物編)-, 2016
- 土木研究所水環境研究グループ:河道掘削を念頭に置いた陸域環境の予測・評価方法に関する事例集(植物編), 2016
- リバーフロント整備センター編:川の風景を考えるⅡ 景観設計のためのガイド(水門, 樋門), 1996

■参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所 HP, 河川生態ナレッジデータベース,
<http://kasenseitai.nilim.go.jp/index.php/>河川生態ナレッジデータベース
- 2) 中村太士・辻本哲郎・天野邦彦監修, 河川環境目標検討委員会編:川の環境目標を考えるー川の健康診断ー, 技報堂出版, 2008
- 3) 株式会社建設技術研究所:平成 29 年度天竜川整備検討業務報告書, 国土交通省中部地方整備局浜松河川国道事務所, 2018
- 4) 多自然川づくり研究会著:多自然川づくりポイントブックⅢ, 日本河川協会, 2011
- 5) 中島絵理子・島谷幸宏・伊豫岡宏樹・池松伸也:五ヶ瀬川激特事業後の河川環境評価, 土木学会西部支部研究発表会, 2009
- 6) 塚本剛好:五ヶ瀬川激甚災害対策特別緊急事業の進捗状況, 九州技報第 45 号, 2009
- 7) 東均・東和彦・金井茂雄:五ヶ瀬川護岸整備(北町・本小路地区)について, RIVER FRONT Vol.162, リバーフロント整備センター, 2008
- 8) 国土交通省九州地方整備局:矢部川水系河川整備計画(変更)-国管理区間-, 2016
- 9) 工藤勝次・永尾豪也・一ノ瀬誠:「矢部川激特事業における河川整備について〜H24.7 九州北部豪雨から 5 年の最終報告〜」, 2016
- 10) 国土交通省 HP, 平成 28 年度多自然川づくり担当者会議開催記録
- 11) 北村眞一:川のトータルデザイン⑭継承される風景-二ヶ領宿河原堰, FRONT MAY 1999, リバーフロント整備センター, 1999
- 12) 久保尚男・白川大郎・緑の区間WG:白川「緑の区間」の河川整備の取り組みについて
- 13) (財) リバーフロント整備センター:北川「川づくり」報告書, (財) リバーフロント整備センター, 2009
- 14) 多自然川づくり研究会編:多自然川づくりポイントブック, リバーフロント整備センター, 2007
- 15) リバーフロント整備センター:河川環境検討シートの記載事項・検討手法の整理(案), 2006
- 16) 中村圭吾・鈴木宏幸・前田義志・甲斐崇・服部敦:河川汽水域の環境管理をどう実現するか, 国土技術政策研究所河川研究部河川研究室, 国総研レポート 2016, 2016
- 17) 土木研究所水環境研究グループ:河道掘削を念頭に置いた陸域環境の予測・評価方法に関する事例集(植物編), 2016