

河川汽水域における多自然川づくり の技術資料（試案）

令和6年3月

多自然川づくり技術検討会 汽水域ワーキンググループ
公益財団法人リバーフロント研究所

目 次

はじめに ～本書について～

本書の構成

1 章. 「河川汽水域」について.....	1-1
1.1 「河川汽水域」とその特徴.....	1-1
1.1.1 「河川汽水域」の定義.....	1-1
1.1.2 河川汽水域・河口域の特徴.....	1-5
1.2 「河川汽水域」の類型化について.....	1-10
1.2.1 本手引きで基本とする汽水域の類型区分.....	1-10
1.2.2 その他の類型区分.....	1-17
1.2.3 類型区分に基づく検討.....	1-28
1.3 「河川汽水域」の現状と気候変動などの影響.....	1-34
1.3.1 自然環境が置かれている危機的な状況.....	1-34
1.3.2 気候変動及び海面上昇による影響.....	1-46
2 章. 「河川汽水域」での河川事業の現状と課題.....	2-1
2.1 「河川汽水域」で実施されている河川事業の傾向について.....	2-1
2.1.1 アンケート調査による傾向.....	2-1
2.2 「河川汽水域」の河川事業の実施に当たって考慮すべき事項.....	2-7
3 章. 「河川汽水域」での多自然川づくりの技術的な留意点.....	3-1
3.1 調査・計画における留意点.....	3-2
3.1.1 調査・計画における留意点の検討の考え方・手順(素案).....	3-2
3.1.2 分析・評価対象とする河川環境項目の設定.....	3-9
3.1.3 1次判定(簡易検査).....	3-14
3.1.4 2次判定(詳細検査).....	3-25
3.2 設計における留意点.....	3-57
3.2.1 河川改修(主として河道掘削について).....	3-57
3.2.2 自然再生.....	3-78
3.2.3 護岸整備.....	3-82
3.2.4 築堤.....	3-91
3.2.5 放水路.....	3-97

3.2.6 維持浚渫	3-100
3.3 施工時の留意点	3-102
3.4 モニタリングと維持管理における留意点	3-113
3.4.1 モニタリングにおける留意点	3-113
3.4.2 維持管理における留意点	3-120
4 章. 河川汽水域の多自然川づくりの好事例	4-1
4.1 大淀川水系大淀川：計画、モニタリングの好例	4-2
4.1.1 河川・事業概要	4-2
4.1.2 多自然川づくりを行う上での課題	4-5
4.1.3 課題・指摘内容に対する対応方針	4-6
4.1.4 事業実施後の状況	4-9
4.1.5 今後の展望	4-13
4.2 北川水系北川：希少種生息場を考慮した河積確保	4-14
4.2.1 河川・事業概要	4-14
4.2.2 多自然川づくりを行う上での課題	4-16
4.2.3 課題・指摘内容に対する対応方針	4-17
4.2.4 事業実施後の状況・今後の展望	4-20
4.3 船津川水系船津川：中小河川における工夫例	4-21
4.3.1 河川・事業概要	4-21
4.3.2 多自然川づくりを行う上での課題	4-24
4.3.3 課題・指摘内容に対する対応方針	4-25
4.3.4 事業実施後の状況	4-29
5 章. まとめと今後の課題	5-1
5.1 まとめ	5-1
5.2 今後の課題	5-2
参考：河川汽水域の川づくりチェックリスト	参考-1
事例一覧	参考-6

コラムなど

分類	タイトル	ページ
補足	ケース 1「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書」(2004)による類型化	1-25
補足	ケース 2「河川汽水域の環境管理技術確立のための全国一級水系の汽水域環境類型化」(岸田ほか 2011)による環境形成要因に基づく類型化	1-26
補足	ケース 3「Ecoregion の概念に基づく底生動物相及び物理環境による河口域の類型化」(巖島ほか 2017)による類型化	1-27
参考 1	瀬戸内海における保全上重要な汽水域	1-29
参考 2	ハゼ類とカニ類の分布データに基づく、九州の 158 河川における河川汽水域の保全上重要な箇所の特定	1-30
参考 3	河川水辺の国勢調査(鳥類)の結果を用いた、全国の直轄 105 水系のうち保全重要度の高い河川汽水域の特定	1-32
参考	河川汽水域における人為的改変と物理・化学に関わるレスポンス	3-6
参考	河川汽水域のインパクト・レスポンスと 1 次判定・2 次判定の分析手法	3-7
事例	海岸のセットバック事業が、河口の塩性湿地の保全につながった事例	3-23
参考	代表的な河道形状の詳細把握方法の概要	3-27
事例	河川汽水域に適した環境情報図の作成例	3-29
事例	河川汽水域における生息場の特性の把握(1)	3-32
事例	河川汽水域における生息場の特性の把握(2)	3-34
事例	河川汽水域における生息場の特性の把握(3)	3-36
事例	両側回遊型カジカ属魚類の保全における河川汽水域の知見	3-38
事例	生息適地モデルによる魚類の河川汽水域～下流部遡上時の利用環境の検討事例	3-39
事例	イドミズハゼの主な生息域と河床変動特性・塩分変動特性の関係を把握した事例	3-41
事例	海水の滞留特性を解析した事例	3-43
事例	河道掘削の方法とヤマトシジミの生息についてシミュレーション事例	3-45
事例	利根川河口における貧酸素水塊の検討例	3-48
事例	平面二次元河床変動計算による河床高変化の予測	3-51
コラム	河川汽水域の河川管理における有識者へのヒアリングの重要性	3-53
コラム	干潟の環境価値	3-55
コラム	橋梁事業における河川汽水域の環境保全事例—吉野川サンライズ大橋—	3-61
コラム	河川環境情報図の充実	3-104
コラム	ブルーカーボンと沿岸域の再生	4-33

はじめに ～本書について～

○本書の目的

河川汽水域は、河川区域であるものの、海洋や沿岸の影響を大きく受け、物理環境としては淡水と塩水が混じり、潮汐の影響もあり、その物理・化学的特性は刻一刻と変化する複雑な環境である。それがゆえに多様な生物が生息し、特殊な生態系を形成している特殊な場所と言える。そのため川づくりにおいては通常の河川とは異なる見方で、適切な管理をする必要がある。そこで、本書の目的としては、河川汽水域の特徴を理解し、河川汽水域における川づくりに必要な留意点を事業の各段階において解説することにより、河川汽水域における川づくり技術を向上させ、もって河川環境の整備と保全を推進することとする。

○本書の適用範囲

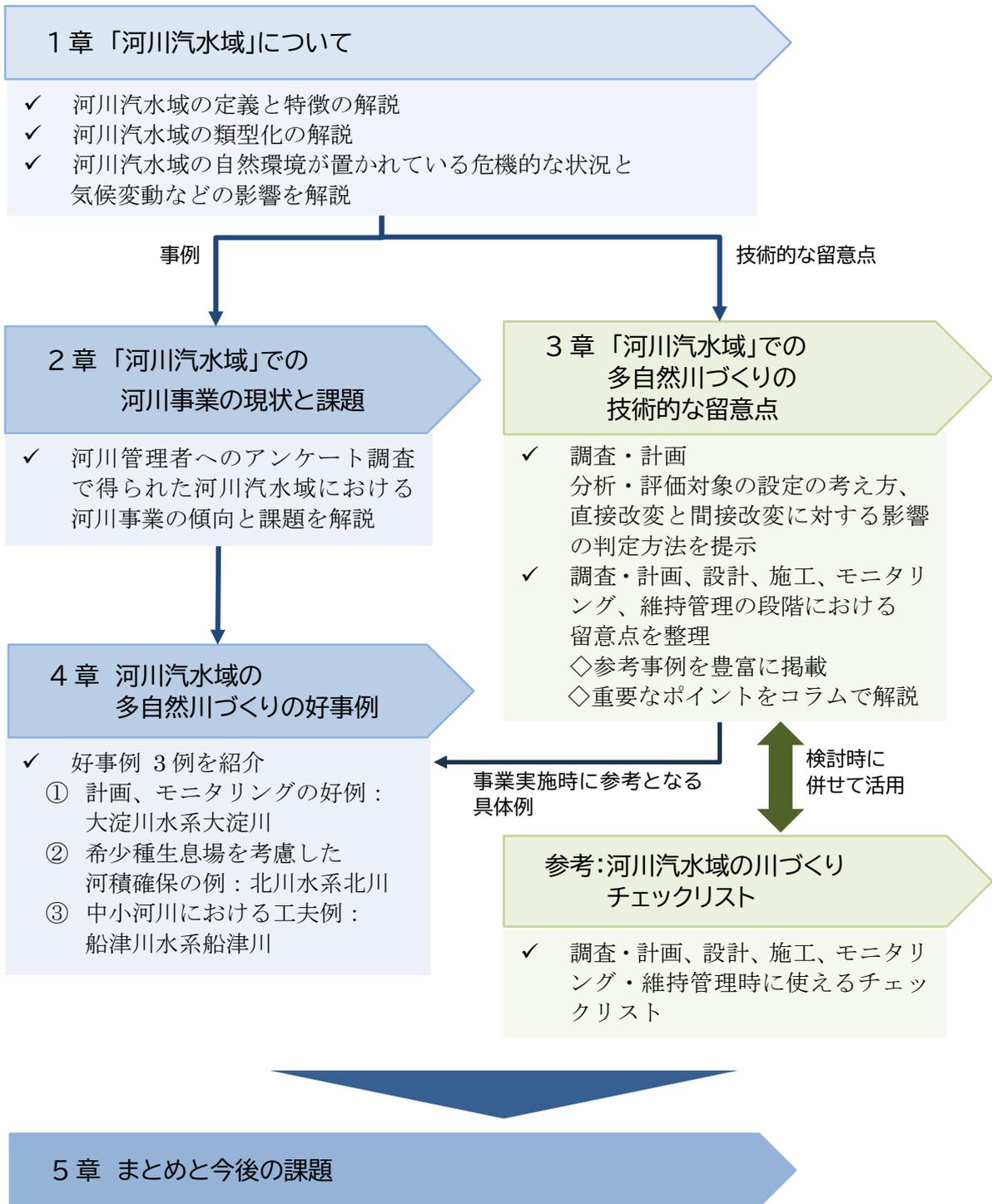
本書の適用範囲は、汽水域の規模及び関連するデータや検討事例の豊富さから大河川（直轄河川など）を主対象とするが、中小河川（都道府県や市町村が管理する河川）の河川汽水域の事例も取り上げ、参考となるように工夫した。また、汽水湖については基本的に本書の対象外とした。

○本書の位置づけ

多自然川づくりの技術については、中小河川を中心に技術の検討が進み、その成果は「中小河川に関する河道計画の技術基準について（平成 22 年）」によって河道計画に当たっての基本的な考え方及び留意事項が明確化され、更に具体的な事例などを用いたわかりやすい解説書「多自然川づくりポイントブックⅢ（平成 23 年）」などもまとめられた。その一方、平成 29 年に取りまとめられた提言『持続性ある実践的多自然川づくりに向けて』では、多自然川づくりの技術的なレベルアップ、特に多自然川づくりの技術的手法が取りまとめられていない分野として汽水域、都市河川などが提示された。大河川における多自然川づくりについては、ワーキングが設定され平成 30 年度（平成 31 年 3 月）に「大河川における多自然川づくり—Q&A 形式で理解を深める—」が取りまとめられ、それ以降も毎年のように改訂されている。

本書は技術的手法が取りまとめられていない分野として「河川汽水域」における多自然川づくりの基本的な考え方や具体的な事例を取りまとめたもので、河川汽水域における多自然川づくりの技術資料の試案となるものである。河川汽水域においては技術的に明確でない部分もまだ多く残っており、この試案を通じて、より技術開発を進めることを期待している。

◇本書の構成



1章. 「河川汽水域」について

1.1 「河川汽水域」とその特徴

1.1.1 「河川汽水域」の定義

本資料における河川汽水域は、原則として河川管理者が管理を行う区間を対象とし、明確な河口の距離標 0KP（マイナス KP まで河川区域がある場合はそこを下流端とする）から、潮汐の変動によって水位が変動する感潮域の上流端（潮止堰などによって本来の上流端より短くなっている場合はその堰まで）までとする（おおむね感潮域と同義）。

なお、感潮域の上流端の具体的な設定は、河川流量や地形といった河川の特長や汽水性の生物の分布といった各種条件によって異なることから以下の観点を踏まえて総合的に判断する。

- 朔望平均満潮位に河川流量を加味した水位に相当する範囲
- 潮汐に伴う日周期の水位変動が観測される上流端（水位観測所のデータに潮汐に伴う変動が記録される場所など）
- 海水性・汽水性の生物（特に底生生物）が通常確認される範囲（ボラやクロダイなどは時に淡水域のかなり上流にも侵入するので過大評価とならないように専門家の意見も踏まえる）

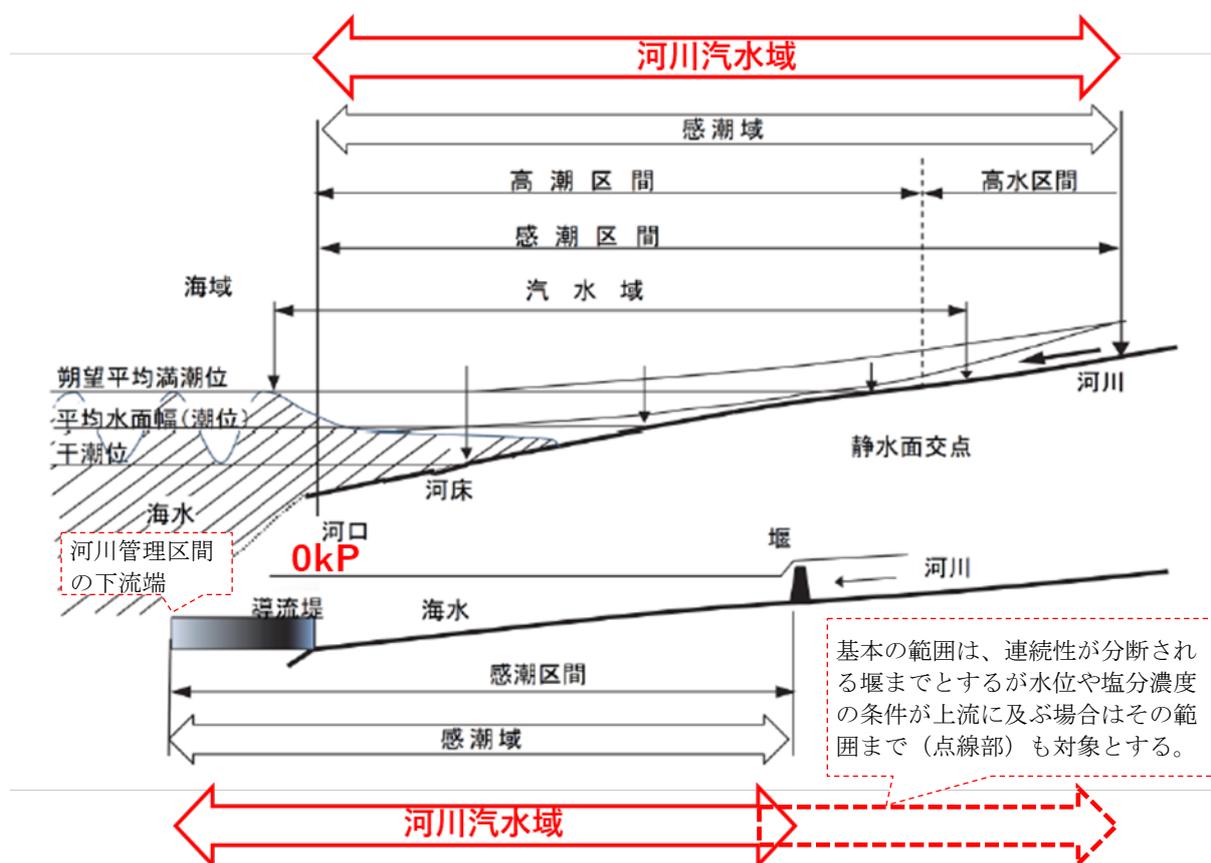
また、一般に言う汽水域には今回の対象とする河川汽水域に加え、汽水湖などが含まれるが、河川汽水域が河川の影響を大きく受ける（動的）のに比較して、宍道湖・中海など河口の汽水湖については、潮位や河川流量による変化が比較的緩慢（静的）であるなど、河川管理上、通常の河川汽水域とは挙動が大きく異なることからここでは対象としない。ただし、エコリージョン（生態学的地域）や各種の生態的な留意点などは参考になる点もあることから、汽水湖での動態などが得られている場合には、それらについても参考とする。

更に、河川の河口域は本来、流路が動きやすく、複数の河川が形成されていることもあり、その動態は河川汽水域と密接に関係する。本来の河川管理上の範囲からは外れるものの、河川汽水域の環境保全のためには河川ごとの特長に留意するとともに、海側に形成される河口テラスや周辺の沿岸域までを視野に入れて、必要に応じて海岸管理者との協調なども含めた川づくりを実施することが重要である。

なお、上述のとおり、潮止堰や河口堰などが存在する場合には、本来はより上流まで到達する水位変動域や塩分遡上域の範囲が堰によって短縮されるほか、連続的に変化する環境条件や移動経路が分断されることで、河川汽水域特有の環境が減少・消失する。このように、潮止堰や河口堰が存在することで、自然状態の河川の多様性が低下していることに留意しておく必要がある。

そこで、河川汽水域の考え方として、潮止堰や河口堰などが存在する場合、その上流側は基本的に順流域の河川と同様の挙動を示すと考えられることから、河川汽水域は原則として堰までの区間を対象とする。ただし、これらの堰によって河川汽水域が本来の上流端より短く、更に分断されている可能性を考慮して、川づくりを進めることも求められる。堰の上流

側に水位変動により形成されるワンドやたまりがある場合や汽水性の動植物が生息・生育している場合などでは、必要に応じて堰がない状態において想定される水位変動域も河川汽水域の対象とする。また、可動堰など、塩分遡上が想定される場合には、その影響範囲を含め河川汽水域とする。



出典：国土交通省水管理・国土保全局：国土交通省河川砂防技術基準調査編,2014 を一部改変

図 1.1-1 河川汽水域（感潮域）の水域区分（上図：堰がない場合、下図：堰がある場合）

ところで、一般的な汽水域の定義については、今回の定義以外にも河川工学、生態学などの立ち位置において様々な定義付けがなされており、それぞれの観点において対象範囲や定義付けが異なる。これらの考え方にも留意しておくことが望ましいことから、代表的な定義について以下に示す。

- 「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書」における定義

縦断的には平常時の河川水位が満潮位と同程度の水位となる地点から河口の前置斜面まで、横断的には堤外地及び河口幅の数倍程度の沿岸とする。

なお、汽水湖は含まない。

⇒おおむね今回の定義と同じだが、上流端がやや異なる。また、堰がある場合の設定がない。河口の砂州なども含めている。

- 「河川砂防技術基準【調査編】」における定義

潮位変動による塩水浸入によって塩分濃度の変化が生じる河道区間、及び河口からの淡水の流出によって塩分濃度の変化が顕在化している海岸側の領域である（表 1.1-1 参照）。

⇒おおむね今回の定義と同じだが、堰がある場合には堰を上流端としている。

表 1.1-1 汽水域及び類似した概念の定義の例

塩水遡上区間	河川の河口から塩水が遡上する区間を示す。なお塩水遡上防止工が設置されている場合はその位置までとする。
汽水域	河川水と海水が接触する、混合する部分で、淡水域と海域の推移帯である。塩分が 0.5‰から 30‰までの範囲の水域をいう。（上述）
感潮区間	河川の河口から、潮汐の変動によって水位が変動する区間を示す。
河口域	陸水から海水が移り変わる遷移域を示し、広義では淡水の混じる内湾や汽水域などを含み、河口域は河口から内陸部までの河川部を示す。水質的には、河口から感潮区間までの区間とする。一方、河川管理からは高潮区間の上流端までが考えられる。なお河川構造物により、塩水の遡上防止がある場合には河川構造物の位置までとする。

出典：国土交通省 水管理・国土保全局：国土交通省河川砂防技術基準 調査編, 2014

■参考 汽水域の定義

汽水域の定義を辞典や用語集から抜粋して表 1.1-2 に示す。

表 1.1-2 汽水域の定義

出典	汽水域の説明
土木用語大辞典	<p>≡エスチャリー</p> <p>陸水と海水が共存する水域で、何らかの閉鎖性を伴うもの。</p> <p>河口、湾などの形態をとるものが多いが、必ずしも同義語というわけではない。</p> <p>エスチャリーと汽水域はほぼ同義語と考えてよいが、汽水の塩分濃度は海水のそれより低いと定義されているため、この点でエスチャリーとは必ずしも一致しない。</p> <p>例えば、テキサス、南カリフォルニア、オーストラリアなどの砂漠性気候が卓越している地域では、エスチャリー内の塩分濃度が外洋水のそれを上回することは珍しくない。</p> <p>ただし、日本の場合にはこのようなケースはまずないので、エスチャリーと汽水域はほぼ同義と考えてよい。多くの河口域も、わが国の場合は、エスチャリーそのもの、またはエスチャリーの重要な一部を構成しているのが普通である。</p> <p>エスチャリーとフィヨルド、ラグーン、リアス、海岸平野などの地形的特徴に基づいて分類する試みもあるが、わが国に多い河口ー湾型のエスチャリーの場合、エスチャリー内の汽水構造に基礎をおく水文学的分類が有用である。これは淡水（一般には河川水）または淡水に近い陸水と海水とがどのように接し、どのように層化共存しているかをもとにした分類で、弱混合型、緩混合型、強混合型など3~4種に分類される。(以下略)</p>
広辞苑	<p>①海水と淡水との混合によって生じた低塩分の海水。内湾・河口部などの海水。</p> <p>②水蒸気と水</p>
大辞林	<p>海水と淡水とが混じりあっている塩分濃度の低い水。汽水湖・河口などの水。汽水湖：汽水の湖沼。サロマ湖・浜名湖など。</p>
日本語大辞典	<p>潟や河口部で、海水と淡水が混じりあっている水。Brackish water</p>
カヌー用語辞典	<p>満潮時に河口から海水が遡る範囲。干満の差が大きな地域では、干潮から満潮になるとき、川が逆流することもある。</p>
ダイビング用語集	<p>淡水と海水がまじりあっている状態を汽水といい、河口や湧き水のある海中など塩水・淡水の両方から構成されている水域を汽水域と呼ぶ。独特の生物が見られる特異な場所でもある。</p>
コトバンク 世界大百科事典 第2版	<p>川が海に注ぎ込むところには、淡水と海水が混合したところができるが、これを汽水域(または河口域)という。川から流れ込む淡水の量は、集水域の雨量によって不規則に変わる。一方、海水は潮の干満で規則的な上下運動をしている。そのため汽水域の水の塩分濃度は、時刻によっても、また日によっても少しずつ異なっている。汽水域にすむ生物には、塩分濃度の非常に広い範囲で生活できるように適応したものが多く、これを広塩性生物とよぶ。</p>
EIC ネット 一般財団法人環境イ ノベーション情報機 構	<p>汽水が恒常的に、あるいは季節的に存在する河口域や内湾のこと。</p> <p>汽水とは、河川などから流出する淡水と、海洋の海水とが混合して形成される中間的な塩分濃度の水体である。その塩分濃度については多くの異なる規定が与えられており、一般には0.2%-30‰の広い範囲のものを含む。汽水域では汽水が表層に広がり、下層にはより塩分濃度が高い海水が存在するのが普通である。</p> <p>北極海シベリア北岸域、バルト海、黒海などでは、ほぼ全域が汽水域となっている。汽水域に生息する生物は塩分濃度の変化に耐えるものが多い。また、汽水域は外海によって他の汽水域から隔離された環境となることが多いため、分布範囲の限られた特産種が多く、特異な生物相がみられることもある。</p>

1.1.2 河川汽水域・河口域の特徴

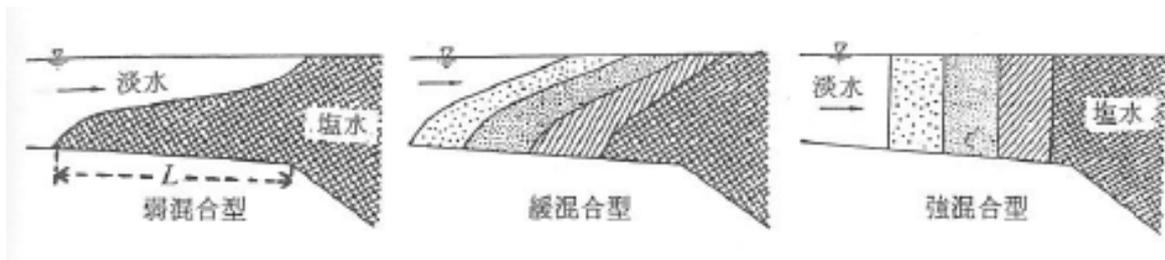
(1) 物理条件

1) 水面変動

河川汽水域の水位は河川域に由来（不規則で降水量による変動も大きい）するものと海域に由来するもの（周期数秒の風波と半日と一日の周期を持つ潮汐が卓越）の相互作用によって決まり、『河川感潮域-その自然と変貌-』（西条・奥田 1996）では、その水位は「川起源と海起源の流体運動の間に強い相互作用が存在」し、「両者の水位を単に足し合わせただけでは正しい値は得られない。」としている

2) 塩分

河川汽水域における塩分の空間分布は、比較的狭い空間で大きく条件が変化する。大きく分けて弱混合型、緩混合型、強混合型の3種類に分類される（西条・奥田 1996）。なお、特定の河川でも場所又は時期によって様々な分布が出現することに注意する。



出典：西条八東・奥田節夫編：河川感潮域-その自然と変貌-，名古屋大学出版会，1996

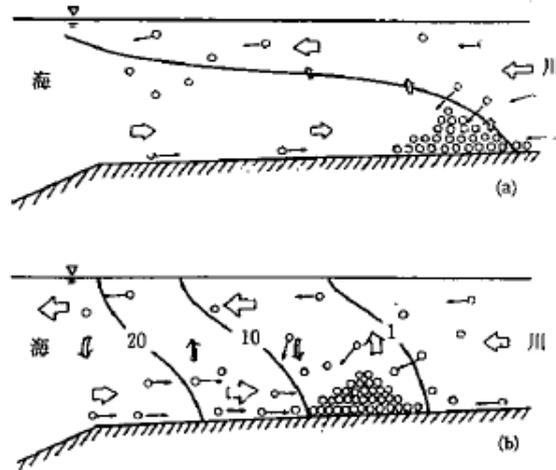
図 1.1-2 感潮河川における塩分分布型

3) 堆積

河川汽水域における懸濁粒子の輸送、沈降、堆積、再移動の過程は、水域での流れ、化学的又は生物学的な特異性のために、他の水域（湛水のみ河川、湖沼、塩水のみ海洋）に比べて、かなり異なった特徴を呈する（西条・奥田 1996）。

河川汽水域における懸濁粒子の分布に関する顕著な特徴の1つは、Turbidity Maximum と称される濁度の最大の領域が塩水遡上の上限近くに出現することがあげられる。

これにより、河床の地形が変化するだけでなく、汚染物質の集積によって、水質、底質の劣化を及ぼす可能性もある。



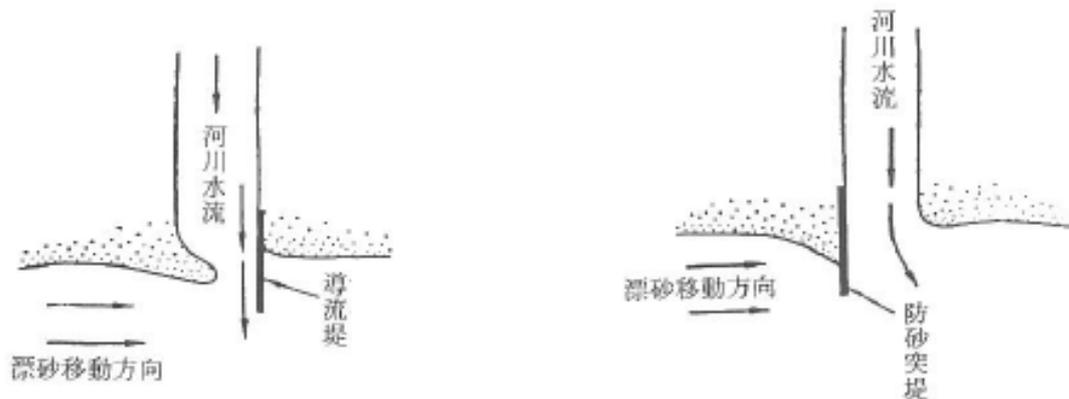
出典：西條八束・奥田節夫編：河川感潮域-その自然と変貌-,名古屋大学出版会,1996

図 1.1-3 濁度最大域出現の機構 (a)弱混合 (b)緩混合

このような特殊な堆積環境はそれに対応した特異な底質の分布をもたらす。ほとんどの感潮河川では、塩水遡上の上限当たりに細かい泥がたまり、下流に行くにつれて、シルト、細砂と粒子が大きくなり、最下流では洗砂が堆積してくるのが普通である。しかし、大きな洪水が来ると非洪水期の堆積物が一挙に押し流され、その後、洪水末期に細かい鉱物質の粒子が堆積し、洪水前と底質の分布が変わってくることが多い。

特に河口堰によって潮汐流を遮断すると、堰上流側では流れが非常に弱くなって細かい粒子がたまりやすくなり、また堰下流側では鉛直循環流に乗って細かい粒子が底沿いに遡上して堰直下に溜まりやすくなる。このような細かい粒子（特に有機物）が水底にたまると、溶存酸素の消費が増えて底層の酸素不足が起こりやすくなり、また、砂地を好む貝類の生存が危うくなる恐れがある。

また、河川の河口では、河川から運ばれてきた土砂、海側から運ばれてきた土砂、あるいは風によって運ばれてきた飛砂などが堆積して浅くなることが多いが、土砂の堆積が大量、急速に起こると河口が土砂で塞がれて河口閉塞が起きる場合がある。河口における土砂の堆積の進行は、河口の通水断面を維持しようとする河川の水流の強さと、河口に土砂を持ちこもうとする海側の沿岸流や波浪による砂の移動すなわち漂砂の強さとの相対的バランスに支配される。河口閉塞は上流側の洪水氾濫をもたらすのみでなく、海と川をつなぐ航路の途絶も起こすので、その防止対策が必要である（西条・奥田 1996）。



左：河川水量を保持する導流堤・右：漂砂を抑止する防砂突堤

出典：西條八束・奥田節夫編：河川感潮域-その自然と変貌-、名古屋大学出版会、1996

図 1.1-4 河口閉塞を防ぐための導流堤

(2) 化学条件

河川水の表面においては、水は絶えず大気と接触しており、水中の溶存酸素量（DO）が過飽和になれば大気中に放出し、不飽和になれば大気から溶け込んで飽和になるというような平衡状態を保っている。また、日中に太陽光が十分透入していれば、水中の浮遊藻類、あるいは川底の付着藻類の光合成により DO が生成され、表面より少し深い層で飽和度として 120～150% に及ぶ過飽和な状態がしばしば観測されている。

一方、昼夜を問わず水中に生活する各種の動植物の呼吸によって DO が消費される。このため、表層付近の DO 濃度は毎日顕著な増減を繰り返している。

河川汽水域は、一般に上流から豊富な栄養塩が供給されるため、藻類による一次生産が活発である。また藻類、陸上植物の残渣、各種排水などに起因する有機物も流下してくる。

一方、海の方から上げ潮の際に海の浮遊藻類（時には赤潮）、その他の有機物が運びこまれる。特に懸濁態の有機物は、いずれの側から供給されるにせよ、河川汽水域では流速が衰え、沈降、堆積し、集積する傾向にある。

このように、河川汽水域は多量の有機物の供給を受ける水域であるが、これらの有機物の一部は、底生動物などの餌として消費され、水中に栄養塩として回帰するが、大部分は微生物により分解され、それに伴って DO を消費する。

河川の底面においては、攪拌速度が大きくなるほど水・堆積物境界面付近の流速が大きくなり、境界層の厚さが減少する。その結果として界面付近における DO の鉛直方向の濃度勾配が増大し、拡散速度が増加する。直上水の DO 濃度が低い場合は、攪拌による濃度勾配の増加効果はそれほど顕著ではないが、DO 濃度が高い場合は、攪拌速度の差が顕著に現れる。

なお、菊地・栗原（1988）は河川汽水域における“くぼみ”が、嫌氣的沈澱槽に似た役割を果たしているものとして、その重要性を指摘している。水中の懸濁物は“くぼみ”に堆積し、海水との交換が悪いために底部の塩水は低酸素状態になり、底土の酸化還元電位は低下して、嫌氣的微生物による分解の場になると述べている。

また、一般に水底堆積物中の酸化還元電位の低下に応じて、脱窒、硫酸還元、メタンの生成が順次起きるとされているが、現場の状況に応じ、これらの関係がかなり複雑であることが左山・栗原（1988）により紹介されている（西条・奥田 1996）。

(3) 生物条件

河川汽水域は海水と淡水が混合する場であり、生物にとっては海水や淡水とは全く異なる独自の生息場所となっている河川汽水域は塩分や水温という生物にとって重要な環境因子が、時間的にも空間的にも激しく変化する場所である。

このような環境因子の変動が時空間的に大きく、細粒物質が多く供給される河川汽水域では、海域と比べて大部分の分類群で一般的に種数の減少が認められるとされている（Remane and Schlieper 1971）。これは、塩分や水温などの環境因子の変動が激しいことによるストレスが主因であり（マクラスキー 1991）、環境に適応し生息する生物が少なく、確認種数が少ない傾向がみられると考えられている。一方で、淡水域と比べると生物の種数や多様性が高い環境であり、干潟など生産性が高い環境を有する場合には特にその傾向がみられる。

また、河川水辺の国勢調査に基づき河川汽水域と順流域を比較した結果によると、河川汽水域は順流域よりも、面積又は地点当たりの種数・貴重種が多い。特に河川汽水域では汽水～海水性魚類、エビ・カニ類・二枚貝類・ゴカイ類が多く出現すること、河川汽水域で優占する植物群落は塩分耐性のあるヨシ・塩沼植物群落に限定され、多様性指数が低いことが明らかにされている（中村 2013）。

河川汽水域は各種のサケやアユ、多くのハゼ類など回遊魚の移動経路や成長の場として利用されているだけでなく、汽水域から海域を通じて、水系内の局所個体群同士が低頻度の移動分散によって緩いつながりを持つメタ個体群を形成していると考えられる。このため、魚類などの生態系ネットワークは流域内だけでなく、周辺の沿岸や河川ともネットワークを形成している（重田ほか 2011）。

また、河川汽水域の干潟は多くの鳥類（特にシギ・チドリ類）の渡りの拠点やチゴガニ、シオマネキ類などのエビ・カニ類やタマキビ類やウミニナ類、カワザンショウ類など貝類の生息場となっている。

更に、特異的な環境であることから、環境省・各自治体のレッドリスト対象種が多く生息しており、その重要性から藤前干潟や円山川下流域、有明海などラムサール条約に指定されている場所も複数存在する。

その他、アサリやハマグリ、シジミなどの水産有用種の良好な生息環境でもある。

(4) 「河川汽水域」における主な課題

【直接的】

- ・河川整備（掘削・護岸整備・河口堰など）によるハビタット（干潟環境など）の消失、景観の変化、流速の増加、横断連続性の分断、親水性の低下
- ・埋立てなどによるハビタット（河口干潟、ヨシ原など）の消失、景観の変化
- ・気候変動下における河川汽水域範囲の変化、及び上記の河川整備や埋立てなど周辺開発に伴うハビタット面積の減少

【間接的】

- ・河口堰による感潮区間減少、汽水区間の淡水化、土砂供給減少、河床変動・細粒化
- ・河口掘削による塩分暴露、貧酸素水塊の発生
- ・干潟環境の消失による水質浄化効果の低下
- ・河口堰によるハビタットの変化、栄養塩の滞留・堆積による富栄養化
- ・外来種の侵入による生態系の攪乱
- ・上述の河川汽水域特有のハビタットの消失・変化に伴う生物の減少、多様性の低下

1.2 「河川汽水域」の類型化について

河川環境を管理するに当たっては、流域や水系スケールで河川の物理環境や特性を捉えることが一般的である。しかし、河川汽水域においては、湾内や沿岸域を経由し水系を越えた生物的なつながりを有すると考えられることから、必ずしも流域や水系だけでなく、他の水系を含んだ系を意識することが重要である。こうした考え方を進める上で参考となる、河川汽水域の生態系を類型化した例を紹介する。

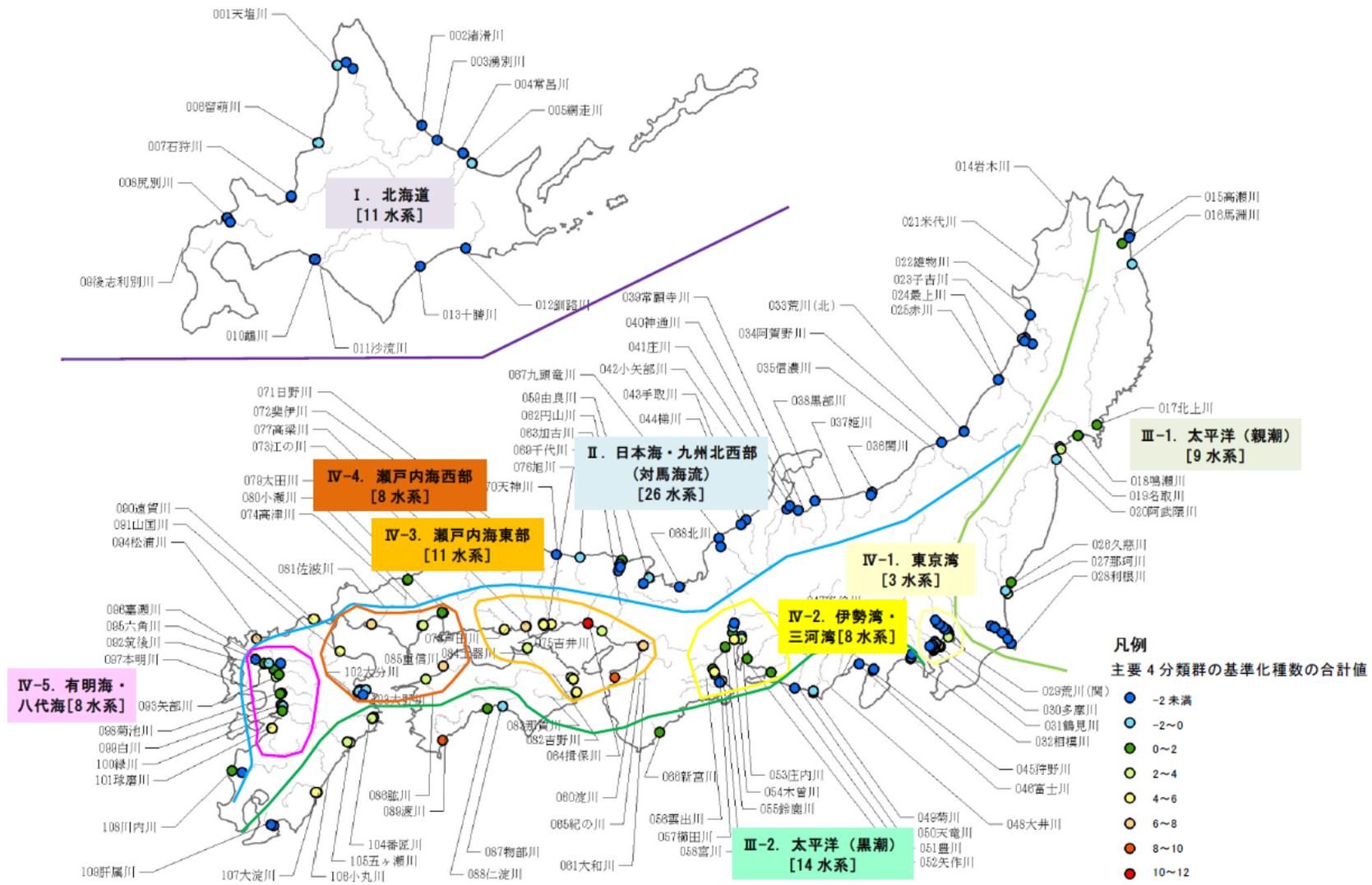
1.2.1 本手引きで基本とする汽水域の類型区分

(1) 類型区分

本手引きでは、「河川汽水域の環境管理をどう実現するか」（中村ほか 2016）、「河川汽水域における環境管理に関する資料整理業務」（国総研・河川研究室報告書 2016）で取りまとめられた類型を基本として用いることとする。

本類型区分では、河川間の生物の交流（幼生の供給源となる海流や幼生の移動範囲を規定する内海・内湾）を基本として河川汽水域を7つに区分した後に、河川汽水域環境の物理条件を考慮して、全国の河川汽水域を9つに区分している。河川間の生物の交流を基本とした河川汽水域の区分は、底生動物出現種のリストに基づいて区分されている。沖縄・奄美諸島などは直轄河川がないこと、及び特異な生態系であるために知見が少ないことから今回の類型には含まれていない。また、北日本の河川汽水域の特性の知見は不十分である。

河川汽水域の9区分の類型区分を図 1.2-1 に示し、各区分の基礎的情報を表 1.2-1 に示す。



出典：「河川汽水域における環境管理に関する資料整理業務報告書」国総研・河川研究室、2016

図 1.2-1 基本とする汽水域の類型区分 (9 区分)

表 1.2-1 河川汽水域9区分の基礎的な情報

河川汽水域の9区分	地理的な分布	生物的な特性				物理的な特性									
		生物多様性	底生生物相			汽水域タイプ	ポテンシャル川の器・外力			生息場			水質	自然度	
			主要4分類群の基準化種数の合計値	貴重種※1の平均種数	外来種※2の平均種数		特徴	混合形態	潮汐(河口)	河床勾配(最下流セグメント)	波高(河口)	感潮区間			平均塩分
I.北海道	北海道の外海に注ぐ11水系。幼生の供給源は日本海側が対島暖流、太平洋側が親潮、オホーツク海側が宗谷暖流と多様。	極めて低い	少ない	なし	・汽水性種の出現が少ない ・低塩分を好む種類が主	緩混合	小さい	中程度	極めて大きい	長い	低塩分	多い	ほとんどない	中程度	高い
II.日本海・九州北西部	九州～東北までの日本海側の外海に注ぐ26水系。幼生の供給源は対島暖流。	低い	少ない	ほとんどなし	・汽水性種の出現が少ない ・低塩分を好む種類が主 ・一部河川では干潟依存種出現	弱混合	小さい	急勾配	極めて大きい	短い	低塩分	少ない	ほとんどない	中程度	高い
III-1.太平洋(親潮)	利根川以北～東北の太平洋側の外海に注ぐ9水系。幼生の供給源は親潮だが、北側では津軽暖流も混ざる。	やや低い	中程度	ほとんどなし	・汽水性種の出現が少ない ・低塩分を好む種類が主 ・干潟依存種が出現	緩混合	中程度	中程度	大きい	長い	高塩分	多い	ほとんどない	中程度	高い
III-2.太平洋(黒潮)	九州～相模湾までの太平洋側の外海に注ぐ14水系。幼生の供給源は黒潮。	やや低い	中程度	なし	・干潟依存種が多い(四国以西)	緩混合	中程度	急勾配	大きい	短い	中程度	少ない	ほとんどない	中程度	高い
IV-1.東京湾	東京湾内に注ぐ3水系。幼生の供給源は黒潮で、閉鎖性の強い湾内で幼生のネットワークが形成されると考えられる。	やや高い(ゴカイ類・二枚貝類多い)	やや少ない	多い	・汚濁耐性が高い種が多い ・固着性種が多い ・泥底環境を好む種が出現	(河川数少ない)	中程度	極めて緩勾配	極めて小さい	長い	高塩分	少ない	ほとんどない	高い	低い
IV-2.伊勢湾・三河湾	伊勢湾・三河湾内に注ぐ8水系。幼生の供給源は黒潮で、閉鎖性の強い湾内で幼生のネットワークが形成されると考えられる。	やや高い(巻貝類多い)	やや多い	ほとんどなし	・干潟依存種が多い ・砂～軟泥環境を好む種が出現	緩～強混合	中程度	中程度	極めて小さい	中程度	高塩分	少ない	多い	中程度	中程度
IV-3.瀬戸内海東部	瀬戸内海東部の内海・内湾等に注ぐ11水系。幼生の供給源は黒潮で、内海・内湾等で幼生のネットワークが形成されると考えられる。	極めて高い(バランス良い)	多い	多い	・干潟、ヨシ原依存種が多い ・砂～軟泥環境を好む種が出現	緩～強混合	中程度	中程度	極めて小さい	短い	高塩分	少ない	多い	高い	低い
IV-4.瀬戸内海西部	瀬戸内海西部の内海・内湾等に注ぐ8水系。幼生の供給源は黒潮で、内海・内湾等で幼生のネットワークが形成されると考えられる。	高い(巻貝類多い)	やや多い	ほとんどなし	・干潟、ヨシ原依存種が多い ・砂～泥環境を好む種が出現	緩～強混合	大きい	急勾配	極めて小さい	短い	高塩分	少ない	多い	中程度	中程度
IV-5.有明海・八代海	有明海・八代海に注ぐ8水系。幼生の供給源は黒潮で、閉鎖性の強い湾内で幼生のネットワークが形成されると考えられる。	やや高い(エビ・カニ類多い)	極めて多い	ほとんどなし	・干潟、ヨシ原依存種が多い ・泥～軟泥環境を好む種が多い ・地域固有な種が多い	強混合	極めて大きい	緩勾配	極めて小さい	中程度	高塩分	多い	多い	中程度	中程度

※1: 貴重種の選定は環境省RDB(2014年)、干潟RDB(干潟の絶滅危惧動物図鑑 海岸ベントスのレッドデータブック)に従った。

※2: 外来種の選定は外来生物法、および日本における海産生物の人為的移入と分散:日本ベントス学会自然環境保全委員会によるアンケート調査の結果から2004. 岩崎ほかに従った。

注: 生物的な特性の生物の多様性は、主要4分類群(巻貝類、二枚貝類、ゴカイ類、エビ・カニ類)を対象とした分析結果を踏まえた記載である。

出典:「河川汽水域における環境管理に関する資料整理業務報告書」国総研・河川研究室、2016

1) I.北海道

- ・ 北海道の外海に注ぐ 11 水系で、幼生の供給源は日本海側が対馬海流、太平洋側が親潮、オホーツク海側が宗谷暖流と多様である。
- ・ 平野部を流れる石狩川、天塩川は勾配が緩く汽水域区間が長い。河川水（淡水）の影響が強く河川汽水域は低塩分である。潮汐の影響が弱いため干潟は少ないが、広大な低地に広がるヨシ原は多い。
- ・ 我が国では北方は南方に比べて種数が少なく、南方からの海流で幼生が供給されにくいことから、河川汽水域の底生生物は少なく、低塩分を好む種が生息する。

2) II.日本海・九州北西部

- ・ 九州～東北までの日本海側の外海に注ぐ 26 水系で、幼生の供給源は対馬海流となっている。
- ・ 山地と海が近く、急勾配であるため汽水域区間が短い。河川水（淡水）の影響が強く河川汽水域は低塩分である。潮汐の影響が弱いため干潟は少なく、山間部を流れるために急勾配で河道幅も狭くヨシ原も少ない。
- ・ 我が国では北方は南方に比べて種数が少なく、南方からの海流で幼生が供給されにくいことから、河川汽水域の底生生物は少なく、低塩分を好む種である。一部の河川では干潟に依存する種がみられる。

3) III-1.太平洋（親潮）

- ・ 利根川以北～東北の太平洋側の外海に注ぐ 9 水系で、幼生の供給源は親潮だが、対馬海流が津軽海峡を抜けて下北半島を南下する（津軽暖流として）ため、高瀬川・馬淵川では南方系の種もみられる。
- ・ 流域面積の大きい北上川や利根川では汽水域区間が長い。太平洋側で潮汐が中程度であるため、外海に注ぐ水系の区分の中では高塩分である。汽水域区間の長い河川ではヨシ原が多い。
- ・ 北方は南方に比べて、種数が少ないこと、南方から幼生が供給されにくいことから、河川汽水域の底生生物は少なく、低塩分を好む種が主だが、一部の河川では干潟に依存する種がみられる。

4) III-2.太平洋（黒潮）

- ・ 九州～相模湾までの太平洋側の外海に注ぐ 14 水系で、幼生の供給源は黒潮である。
- ・ 東西に長い区分のため、河川流量・河床勾配・潮汐差・河床材料など、多様な物理条件の河川が混在している。
- ・ 急勾配で汽水域区間が短い河川が多い。太平洋側で潮汐差が中程度であるため、外海に注ぐ水系の区分の中では高塩分だが、河川流量の多い河川では低塩分である。汽水域区間が短い河川が多いため、干潟・ヨシ原は少ない。
- ・ 南方は種数が多く、幼生が供給されやすいことから、南方ほどの種類が豊富になり、四国以西では干潟に依存する種が多くなる。

5) IV-1.東京湾

- ・ 東京湾内に注ぐ 3 水系で、黒潮が幼生の供給源となり、閉鎖性の強い湾内で幼生のネットワークが形成されると考えられる。

- ・ 関東平野を流れるため勾配が緩く、汽水域区間は長い。内海・内湾で潮汐差が中程度のため、高塩分である。首都圏であることから、人口密度が高く、土地利用が進み、ヨシ原・干潟が少なく、水際は護岸化され、水中の有機物が多い。
- ・ ゴカイ類・二枚貝類が多いのが特徴で、汚濁耐性が高い種・固着性の種・外来種が多く、泥底を好む種が多くみられる。

6) IV-2.伊勢湾・三河湾

- ・ 伊勢湾・三河湾内に注ぐ8水系で、黒潮が幼生の供給源となり、閉鎖性の強い湾内で幼生のネットワークが形成されると考えられる。
- ・ 内海・内湾で潮汐が中程度のため、高塩分である。河口部は周辺の河口干潟と連続した広い干潟がみられる。
- ・ 巻貝類が多いのが特徴的で、干潟に依存する種や貴重種が多く、砂～泥底を好む種が幅広くみられる。

7) IV-3.瀬戸内海東部

- ・ 瀬戸内海東部の内海・内湾などに注ぐ11水系で、黒潮が幼生の供給源となり、内海・内湾などで幼生のネットワークが形成されると考えられる。
- ・ 内海・内湾で潮汐が中程度のため、高塩分である。山地と海が近く、急勾配であるため汽水域区間が短い。急勾配なためヨシ原は少ないが、河口水面幅が広いため干潟が大きい。人口密度の高い流域の河川では、水際は護岸化され、水中の有機物が多い。
- ・ 主要4分類群のバランスが良いのが特徴で、干潟やヨシ原に依存する種が多く、砂～泥底を好む種が幅広くみられる。貴重種が多いが、外来種も多い。

8) IV-4.瀬戸内海西部

- ・ 瀬戸内海西部の内海・内湾などに注ぐ8水系で、黒潮が幼生の供給源となり、内海・内湾などで幼生のネットワークが形成されると考えられる。
- ・ 内海・内湾で潮汐が大きいいため、高塩分である。山地と海が近く、急勾配であるため感潮区間が短い。急勾配なためヨシ原は少ないが、河口部は水面幅が広がり、広大な干潟がみられる。
- ・ 巻貝類が多いのが特徴で、干潟やヨシ原に依存する種や貴重種が多く、砂～泥底を好む種が幅広くみられる。

9) IV-5.有明海・八代海

- ・ 有明海・八代海に注ぐ8水系で、黒潮が幼生の供給源となり、閉鎖性の強い湾内で幼生のネットワークが形成されると考えられる。
- ・ 内海・内湾で潮汐が極めて大きいため、高塩分である。ガタ土が堆積しているため河口部は緩勾配である。河口部は水面幅が広がり、周辺の河口干潟と連続した遠浅の泥干潟が広がり、その後背にはヨシ原もみられる。
- ・ エビ・カニ類が多いのが特徴で、干潟やヨシ原に依存する種が多く、泥底を好む種が多い。地域固有種が多く、貴重種が多いのも大きな特徴である。

(2) 区分ごとの指標種と環境要素

河川汽水域の整備に当たっては、区分ごとの指標種及びポイントとなる環境要素をもとに課題の抽出、目標設定などを行うと良い（表 1.2-2、表 1.2-3）。なお、本類型区分では、底生動物を対象に分析していることを前提に指標種とその環境要素を参考にしてほしい。

区分ごとの指標種は、出現頻度が高く、3 河川以上で出現している種及び各区分で代表的な種の中から設定している。これらの指標種に影響を与える環境要素について、統計解析（ロジスティック回帰分析及び Maxent）による結果を整理した寄与状況が表 1.2-3 である。あくまで統計解析結果であるため、寄与が認められない環境要素を無視して良いという意味ではない。

保全対象とすべき環境要素、指標となる生物を参考に、河川環境の目標設定や環境の保全・創出を導く手助けとするほか、河川汽水域の環境変化の把握や、同じ類型区分内での比較にも用いる。

表 1.2-2 区分ごとの指標種 131 種

9区分	I 北海道	II 日本海・九州北西部	III-1 太平洋（親潮）	III-2 太平洋（黒潮）	IV-1 東京湾	IV-2 伊勢湾・三河湾	IV-3 瀬戸内海 東部	IV-4 瀬戸内海 西部	IV-5 有明海・八代海
指標種	ヤマトシジミ	ヤマトシジミ	イソシジミ属	イシマキガイ	アラムシロガイ	イシマキガイ	カワグテツボ	ヒメコザラガイ	カワザンショウウガイ属
・出現頻度が20～80%	カワゴカイ属	カワゴカイ属	ヤマトシジミ	カワザンショウウガイ属	ホトギスガイ	ホソウミニナ	ウミゴマツボ	ホソウミニナ	ササゲミミエガイ
・出現頻度が上位3位	トゲオヨコエビ属	ヤマトスピオ	カワゴカイ属	ホトギスガイ	ヤマトシジミ	ウミニナ	アラムシロガイ	ウミニナ	テリザクラガイ
・3河川以上で出現	イソツブムシ	Pseudopolydora属	ヤマトスピオ	ハザクラガイ	アサリ	カワザンショウウガイ属	ホトギスガイ	カワザンショウウガイ属	ヤマトシジミ
・外来種を除く	クロイサザアミ	ドロソコエビ属	Notomastus属	ヤマトシジミ	ヤマトスピオ	ウミゴマツボ	ヤマトシジミ	ホトギスガイ	ハナグモリガイ
この他、区分に代表的な種※を追加	※アリアケモドキ	クロイサザアミ	キスイタナイス属	カワゴカイ属	イトゴカイ属	ホトギスガイ	ソトオリガイ	クログチガイ	カワゴカイ属
		モクスガニ	ドロソコエビ属	Pseudopolydora属	Notomastus属	ヤマトシジミ	カワゴカイ属	マガキ属	ヤマトスピオ
		※イソガニ属	カマカヨコエビ属	Notomastus属	シロクマ科	※アサリ	イトゴカイ属	ユウシオガイ	イトゴカイ属
			クロイサザアミ	キスイタナイス属	ドロソコエビ属	ソトオリガイ	Notomastus属	ヤマトシジミ	シロスジフジツボ
			※エビジャコ属	ドロソコエビ属	ドロクダムシ科	カワゴカイ属	シロスジフジツボ	アサリ	ドロソコエビ属
			アリアケモドキ	カマカヨコエビ属	テナガエビ	ヤマトスピオ	ドロソコエビ属	ソトオリガイ	ドロクダムシ科
			イソガニ属	アナジャコ属	エビジャコ属	Pseudopolydora属	ドロクダムシ科	カワゴカイ属	ムロミナウミナナフシ
			※アリアケモドキ	コメツキガニ	シロスジフジツボ	アナジャコ属	ヤマトスピオ	ムツハリアケガニ	
			チゴガニ	イソガニ属	ドロソコエビ属	チゴガニ	Pseudopolydora属	ハラククレチゴガニ	
			イソガニ属	イソガニ	カマカヨコエビ属	コメツキガニ	キスイタナイス属	チゴガニ	
					メリタヨコエビ属	ヤマトオサガニ	ドロソコエビ属	ヤマトオサガニ	
					チゴガニ	イソガニ属	ハバヒロツブムシ	ヒメアシハラガニ	
					※ヤマトオサガニ		ユビナガホンヤドカリ		
					モクスガニ		※アナジャコ属		
					イソガニ属		チゴガニ		
							イソガニ属		
指標種数(うち全国的な指標種数)	6(2)	8(3)	12(4)	15(7)	15(6)	20(12)	17(12)	21(12)	17(7)

注) 種名の太字は全国的な指標種(24種)、※は①～④は満たさないが追加した指標種を示す。
網掛けは ■: 巻貝類、■: 二枚貝類、■: ゴカイ類、□: その他、■: エビ・カニ類を示す。

出典: 「河川汽水域における環境管理に関する資料整理業務報告書」国総研・河川研究室、2016

表 1.2-3 区分別に定量的な環境管理に有効な環境要素

説明変数	①河川汽水域環境との対応	②河川管理における操作性	③各区分の指標種への寄与状況									有効な環境要素の選定結果
			北海道	日本海・九州北西部	太平洋(親潮)	太平洋(黒潮)	東京湾	伊勢湾・三河湾	瀬戸内海東部	瀬戸内海西部	有明海・八代海	
仮想塩分	◎ 河川汽水域の生物の生息環境を支配する主要な環境要素	△ 河川構造物の撤去・設置や河道掘削等により操作可能			○ (複数種で活用可能)	○ (複数種で活用可能)	○ (複数種で活用可能)	△ (活用は限定的)	○ (複数種で活用可能)	○ (複数種で活用可能)		○
潮汐差	△ 河川汽水域の環境を形成・規定する重要な外力	× 操作不可							△ (活用は限定的)			△
河口からの距離	○ 河川汽水域の環境傾度を示す基礎的な尺度	× 操作不可										×
水面幅	△ 河川汽水域の環境を規定する地形の指標	○ 河道拡幅等により操作可能										×
潮間帯幅	○ 河川汽水域の生物の生息場・移動性の指標	○ 河道拡幅等により操作可能				△ (活用は限定的)						△
河岸勾配	○ 河川汽水域の生物の移動性の指標	○ 河道拡幅等により操作可能							△ (活用は限定的)			△
サブ水域	○ 河川汽水域の生物の生息場	○ ワンド・たまりの整備等により操作可能										×
自然水際率	△ 河川汽水域の生物との対応は明らかでない。	○ 捨て石・覆土等により操作可能										×
水際の複雑さ	△ 河川汽水域の生物との対応は明らかでない。	○ 水際の多様化等の整備により操作可能										×
ヨシ原	◎ 河川汽水域の生物の代表的な生息場	○ ヨシ原整備による操作可能	× (活用不可)									×
干潟	◎ 河川汽水域の生物の代表的な生息場	○ 干潟整備により操作可能							○ (複数種で活用可能)			△
相対潮汐地盤高	○ 河川汽水域の環境傾度を示す基礎的な尺度	○ 河道掘削等により操作可能				△ (活用は限定的)	○ (複数種で活用可能)	△ (活用は限定的)	○ (複数種で活用可能)			○
底質区分	◎ 河川汽水域の生物の生息環境を支配する主要な環境要素	△ 土砂管理により操作可能		△ (活用は限定的)	△ (活用は限定的)	○ (複数種で活用可能)	△ (活用は限定的)	○ (複数種で活用可能)	○ (複数種で活用可能)	○ (複数種で活用可能)	○ (複数種で活用可能)	○

注) 各区分の指標種への寄与状況 ○: 寄与が認められ複数の指標種の生態特性と整合しており活用可能、△: 寄与が認められ特定の指標種の生態特性と整合したが活用は限定的、×: 寄与が認められたが指標種の生態特性との関係が不明瞭であり環境管理に活用不可
 /: 説明変数の処理において除外しており検討対象外、空欄は寄与が認められなかったことを示す。
 有効な環境要素の選定結果 ○: 有効、△: 限定的に活用可能、×: 適さない

出典: 「河川汽水域における環境管理に関する資料整理業務報告書」国総研・河川研究室、2016

1.2.2 その他の類型区分

本手引きで基本とする類型区分のほか、3 ケースを紹介する（表 1.2-4）。ケース 1 とケース 2 は、物理環境要因による類型化、ケース 3 は物理環境要因に生物環境要因も加えた類型化である。各ケースの類型結果を、図 1.2-2～図 1.2-5 及び表 1.2-6 に示した。

ケース 1 及び 2 は物理環境要因による分類、ケース 3 及び本書で基本とする 9 分類は物理環境要因に生物環境要因を加えた分類である。各水系の河川汽水域に対して、類型手法を用いた際の類型結果を表 1.2-5 に示した。分類の指標は異なるが 4 ケースの分類結果は類似していることが見てとれる。特に、生物環境要因と物理環境要因の両方を指標としているケース 3 と本書で基本とする 9 分類は中部地方と近畿地方の河川の分類など一部異なる部分はあるがおおむね区分が類似している。

また、生物環境要因を加えた類型区分では、同一の河口タイプに属する河口域は潜在的な生物相とハビタットは相同であることから、分類結果は生態学的健全度の比較の基礎単位となる。

表 1.2-4 汽水域の類型区分の事例

ケース	概要（該当する図表番号）	文献名
<p>ケース 1 「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書」(2004)・「河川汽水域」(楠田・山本 2008)による類型化</p>	<p>物理環境要因による類型 潮位変動、波浪、河床材料を用いて日本の汽水域を 11 に分類。 (図 1.2-2、表 1.2-6) 活用の場面：物理環境のみで分類。河床材料、外力に着目した検討を実施する際に活用。</p>	<p>汽水域の河川環境の捉え方に関する検討会：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書，2004 楠田・山本：河川汽水域 — その環境特性と生態系の保全・再生一，2008</p>
<p>ケース 2 「河川汽水域の環境管理技術確立のための全国一級水系の汽水域環境類型化」(岸田ほか 2011)による環境形成要因による類型化</p>	<p>物理環境要因による類型 塩分の混合状況を、汽水域環境を規定する物理環境指標として河川流量、河川勾配、潮汐差、波浪を用いてマクロな視点から評価を実施。 類型化は平常時の「環境形成要因による類型化」と出水時における「地形形成要因による類型化」の 2 種類。 (図 1.2-3、図 1.2-4) 活用の場面：地形形成要因による類型化は、出水による地形の変化、汽水域の地形形成の特徴の把握など。環境形成要因による分類は、生物は、河川の規模も考慮して類似した環境を有する汽水域を探る際など。</p>	<p>岸田ほか：河川汽水域の環境管理技術確立のための全国一級水系の汽水域環境類型化，水工学論文集，第 55 巻，S_1273-S_1278，2011</p>
<p>ケース 3 「Ecoregion の概念に基づく底生動物相及び物理環境による河口域の類型化」(巖島ほか 2017)による類型化</p>	<p>物理環境要因・生物環境要因による類型 河口域保全のための基礎的な情報として、全国一級河川の河口域を対象に、底生動物の生物地理に基づく Ecoregion を設定し、各 Ecoregion の指標種と関係の強い物理環境要因を特定し、物理指標により河口域を類型化。底生動物は、カニ類相及び貝類を対象とする。 日本の河口域をカニ類相及び貝類相の類似度から、日本海、太平洋、西南海の 3 つの Ecoregion に区分し、更に各 Ecoregion の指標種との関係が強い物理指標を用いて、日本の河口域を 9 つのタイプに分類。 (図 1.2-5) 活用の場面：カニ類、貝類について、同じ類型の河口域で参考となる良好な生息環境の把握。</p>	<p>巖島怜・吉川寛朗・島谷幸宏：Ecoregion の概念に基づく底生動物相及び物理環境による河口域の類型化，土木学会論文集 B1（水工学）Vol.73, No.4, I_1171-I_1176, 2017</p>

表 1.2-5 各水系の河川汽水域の類型化手法による類型の違い

地方整備局等	水系名	【ケース1】	【ケース2】	【ケース3】	本書で基本とする9類型	
		汽水域の河川環境の捉え方に 関する平引書 (H14) 9類型に分類	河川汽水域の環境管理技術 確立のための全国一般水系 の汽水域環境類型化 平常時：環流形成要因 出水時：地形形成要因	「トリプ」の概念に基づく産生動 物層及び物理環境による河口域の 環境化 (H29 殿島先生)		
北海道開発局	天塩川	①日本海	流量Ⅱ型	①日本海一波浪卓越	I. 北海道	
	留萌川	①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	I. 北海道	
	石狩川	①日本海	流量Ⅱ型	①日本海一波浪卓越	I. 北海道	
	尻別川	①日本海	—	①日本海一波浪卓越	I. 北海道	
	後志利別川	①日本海	—	①日本海一波浪卓越	—	
	釧路川	③太平洋、オホーツク	—	①日本海一波浪卓越	I. 北海道	
	沙流川	③太平洋、オホーツク	—	①日本海一波浪卓越	—	
	十勝川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅱ型	—	I. 北海道	
	釧路川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	—	I. 北海道	
	網走川	③太平洋、オホーツク	—	①日本海一波浪卓越	I. 北海道	
	常呂川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	—	I. 北海道	
	湧別川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	—	I. 北海道	
	湧別川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	—	I. 北海道	
	湧別川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	—	I. 北海道	
	東北地方整備局	阿武隈川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅱ型	③太平洋一潮汐卓越	Ⅲ-1. 太平洋(黒潮)
名取川		③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	③太平洋一潮汐卓越	Ⅲ-1. 太平洋(黒潮)	
鳴瀬川		③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	③太平洋一潮汐卓越	Ⅲ-1. 太平洋(黒潮)	
北上川		③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	③太平洋一潮汐卓越	Ⅲ-1. 太平洋(黒潮)	
馬淵川		③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	③太平洋一潮汐卓越	Ⅲ-1. 太平洋(黒潮)	
高瀬川		③太平洋、オホーツク	—	—	Ⅲ-1. 太平洋(黒潮)	
岩木川		①日本海	—	—	—	
米代川		①日本海	—	①日本海一波浪卓越	—	
雄物川		①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
子吉川		①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
殿上川		①日本海	流量Ⅱ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
赤川		①日本海	流量Ⅱ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
関東地方整備局		久慈川	③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	③太平洋一潮汐卓越	Ⅲ-1. 太平洋(黒潮)
		那珂川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	③太平洋一潮汐卓越	Ⅲ-1. 太平洋(黒潮)
		利根川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	③太平洋一潮汐卓越	Ⅲ-1. 太平洋(黒潮)
	荒川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	多摩川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	利根川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	利根川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	利根川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	利根川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	利根川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	利根川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	利根川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	利根川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-1. 東京湾	Ⅳ-1. 東京湾	
	北陸地方整備局	荒川	①日本海	流量Ⅰ型	②日本海一河川卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部
		阿賀野川	①日本海	流量Ⅱ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部
信濃川		①日本海	均衡型	①日本海一波浪卓越	—	
関川		①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
越前川		①日本海	—	②日本海一河川卓越	—	
黒部川		①日本海	勾配型	②日本海一河川卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
常陸守川		①日本海	勾配型	①日本海一波浪卓越	—	
神通川		①日本海	流量Ⅱ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
庄川		①日本海	勾配型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
小矢部川		①日本海	流量Ⅰ型	②日本海一河川卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
手取川		①日本海	—	②日本海一河川卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
越前川		①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
越前川		①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
中部地方整備局		狩野川	③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	④太平洋一河川卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)
		安徳川	③太平洋、オホーツク	—	③太平洋一河川・波浪卓越	—
	大井川	③太平洋、オホーツク	—	③太平洋一河川・波浪卓越	—	
	堀川	⑤九州沿岸	潮汐Ⅰ型	③太平洋一潮汐卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)	
	天竜川	⑤九州沿岸	流量Ⅰ型	④太平洋一河川卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)	
	豊川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	
	矢作川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	
	庄内川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	
	木曾川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	
	鈴鹿川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	
	雲出川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	
	瀬田川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	
	宮川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	Ⅳ-2. 伊勢湾・三河湾	

地方整備局等	水系名	【ケース1】	【ケース2】	【ケース3】	本書で基本とする9類型	
		汽水域の河川環境の捉え方に 関する平引書 (H14) 9類型に分類	河川汽水域の環境管理技術 確立のための全国一般水系 の汽水域環境類型化 平常時：環流形成要因 出水時：地形形成要因	「トリプ」の概念に基づく産生動 物層及び物理環境による河口域の 環境化 (H29 殿島先生)		
近畿地方整備局	新宮川	③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	⑥西南海一河川・波浪卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)	
	紀の川	③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	⑦西南海一波浪卓越	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
	大和川	②瀬戸内海東部	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一環流	—	
	淀川	②瀬戸内海東部	流量Ⅰ型	⑧西南海一環流	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
	加古川	②瀬戸内海東部	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一環流	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
	揖保川	②瀬戸内海東部	—	⑧西南海一環流	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
	九郎川	①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
	北川	①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
	由良川	①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
	円山川	①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
	中国地方整備局	千代川	①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部
		天神川	①日本海	—	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部
		日野川	①日本海	流量Ⅰ型	②日本海一河川卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部
		斐伊川	①日本海	—	—	Ⅱ. 日本海・九州北西部
		江の川	①日本海	流量Ⅰ型	①日本海一波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部
高津川		①日本海	—	②日本海一河川卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
佐渡川		④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	—	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-4. 瀬戸内海西部	
小瀬川		④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-4. 瀬戸内海西部	
大田川		④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-4. 瀬戸内海西部	
芦田川		④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
高梁川		④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
旭川		④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
吉井川		④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
四国地方整備局		重信川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-4. 瀬戸内海西部
		註川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-4. 瀬戸内海西部
	讃川	③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一河川・波浪卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)	
	仁淀川	③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一河川・波浪卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)	
	物部川	③太平洋、オホーツク	—	⑧西南海一河川・波浪卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)	
	那賀川	③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	⑦西南海一波浪卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)	
	吉野川	③太平洋、オホーツク	流量Ⅰ型	⑧西南海一環流	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
	土器川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	均衡型	⑧西南海一環流	Ⅳ-3. 瀬戸内海東部	
	九州地方整備局	遠賀川	⑤九州沿岸	—	⑥西南海一河川・波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部
		松浦川	⑤九州沿岸	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一環流	Ⅱ. 日本海・九州北西部
		本明川	⑥有明海沿岸(泥・砂河川)	—	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-5. 有明海・八代海
		六角川	⑥有明海沿岸(泥・砂河川)	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	—
		嘉瀬川	⑥有明海沿岸(泥・砂河川)	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-5. 有明海・八代海
		筑後川	⑥有明海沿岸(泥・砂河川)	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-5. 有明海・八代海
		矢部川	⑥有明海沿岸(泥・砂河川)	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-5. 有明海・八代海
菊池川		⑥有明海沿岸(泥・砂河川)	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-5. 有明海・八代海	
白川		⑥有明海沿岸(泥・砂河川)	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-5. 有明海・八代海	
緑川		⑥有明海沿岸(泥・砂河川)	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-5. 有明海・八代海	
球磨川		④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅱ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-5. 有明海・八代海	
川内川		⑤九州沿岸	潮汐Ⅰ型	⑥西南海一河川・波浪卓越	Ⅱ. 日本海・九州北西部	
肝煎川		⑤九州沿岸	均衡型	⑦西南海一波浪卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)	
大淀川		⑤九州沿岸	潮汐Ⅰ型	⑥西南海一河川・波浪卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)	
小丸川		⑤九州沿岸	均衡型	⑥西南海一河川・波浪卓越	—	
五ヶ瀬川	③太平洋、オホーツク	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一河川・波浪卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)		
番匠川	③太平洋、オホーツク	均衡型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅲ-2. 太平洋(黒潮)		
大野川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一潮汐卓越	Ⅳ-4. 瀬戸内海西部		
大分川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一波浪卓越	Ⅳ-4. 瀬戸内海西部		
山国川	④東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	潮汐Ⅰ型	⑧西南海一波浪卓越	Ⅳ-4. 瀬戸内海西部		
タイプ分類に用いた指標		物理条件のみ ・単位変動の大きさ ・波浪の大きさ ・河床材料	物理条件のみ ・単位幅当りの低流量 ・河床勾配 ・潮汐差 ・潮汐差	物理条件+物理条件 ・「トリプ」(カニ型、貝型) ・波浪 ・潮流 ・河川のエネルギ ・河床材料	多様性+物理条件 ・河川汽水域における生物多様性 (水圏分析結果) ・潮流 ・内海・内湾の地理的条件 等	

表 1.2-6 ケース 1 : 「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書」(2004) による類型化

No.	分類	特徴
1	緑色で示したグループ : 泥・砂 23 河川、砂利 10 河川の計 33 河川	日本海に面した河川で、潮位差が 0.6m 以下と小さいグループであり、泥・砂河川と砂利河川がほぼ同数である。流域面積を見ると、砂利河川は 211 ~ 1,190km ² 、泥・砂河川は 270~14,330 km ² となっており、砂利河川に比較的流域規模が小さい河川が多い。
2	青色で示したグループ : 泥・砂 2 河川、砂利 2 河川の計 4 河川	瀬戸内海に流入する河川で、潮位差 0.6~2m 程度のグループであり、泥・砂河川と砂利河川が 2 河川ずつとなっている。
3	空色で示したグループ : 泥・砂 16 河川、砂利 15 河川の計 31 河川	太平洋、オホーツク海に面した河川で、潮位差 0.6~2m のグループであり、泥・砂河川と砂利河川がほぼ同数である。流域面積を見ると、砂利河川は 508~3,990 km ² 、泥・砂河川は 464~16,840 km ² となっており、砂利河川に比較的流域規模が小さい河川が多い。
4	茶色で示したグループ : 泥・砂 18 河川、砂利 7 河川の計 25 河川	東京湾、伊勢湾、瀬戸内海に流入する河川で、潮位差 2~4m のグループである。球磨川も含まれる。このグループは更に河床材料によって泥・砂河川と砂利河川に分けられる。流域面積を見ると、砂利河川は 140~1,465 km ² 、泥・砂河川は 235~8,917 km ² となっており、砂利河川に比較的流量規模が小さい河川が多い。
5	黄色で示したグループ : 泥・砂 6 河川、砂利 2 河川の計 8 河川	九州沿岸の河川で有明海と瀬戸内海に流入する河川を除く外海に面した河川であり、潮位差 2~4m 程度である。これらのほか、このグループには天竜川、菊川も含まれる。
6	赤色で示したグループ : 8 河川	有明海に流入する河川で、潮位差 4m より大のグループで泥・砂河川である。



平常時の環境形成要因による類型の全国分布

平常時の環境形成要因による類型

クラスター	名称	特徴	水系の分布
1	潮汐Ⅰ型	潮汐がやや大きい	太平洋側
2	流量Ⅰ型	河川流量がやや多い	日本海側, 太平洋側
3	潮汐Ⅱ型	潮汐が非常に大きい	有明, 瀬戸内海の一部
4	勾配型	勾配が大きい	北陸~中国, 東海
5	流量Ⅱ型	勾配が緩く流量が多い	主に日本海側の大河川

平常時の環境形成要因による主成分分析結果

主成分番号	固有値	寄与率(%)	累積寄与率(%)
1	1.51	50.18	50.18
2	1.02	33.96	84.14
3	0.48	15.86	100.00
固有ベクトル	主成分1	主成分2	主成分3
潮汐差(m)	0.7133	0.0267	0.7003
河床勾配	-0.3008	-0.8909	0.3403
単位幅当たり低水流量(m ² /s)	-0.6330	0.4534	0.6275

出典：岸田ほか：河川汽水域の環境管理技術確立のための全国一級水系の汽水域環境類型化,水工学論文集,第 55 巻,S_1273-S_1278, 2011

図 1.2-3 ケース 2：平常時の環境形成要因による類型区分（5 区分）



地形形成要因による類型の全国分布

地形形成要因による類型

クラスター	名称	特徴	水系の分布
1	均衡型	外力が均衡している	全国
2	波浪型	波浪が大きい	日本海側
3	潮汐型	潮汐が大きい	太平洋側の内湾
4	流量型	河川流量が多い	外湾に注ぐ大河川
5	勾配型	勾配が大きい	北陸, 東海

地形形成要因による主成分分析結果

主成分番号	固有値	寄与率(%)	累積寄与率(%)	
1	1.71	42.69	42.69	
2	1.11	27.73	70.42	
3	0.89	22.22	92.64	
4	0.29	7.36	100.0	
固有ベクトル	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4
平均年最大流量(m ³ /s)	0.0941	-0.6872	-0.7203	0.0029
潮汐差(m)	-0.7048	-0.0574	-0.0345	0.7062
河床勾配	0.2150	0.6992	-0.6380	0.2403
エネルギー平均波高(m)	0.6694	-0.1885	0.2699	0.6660

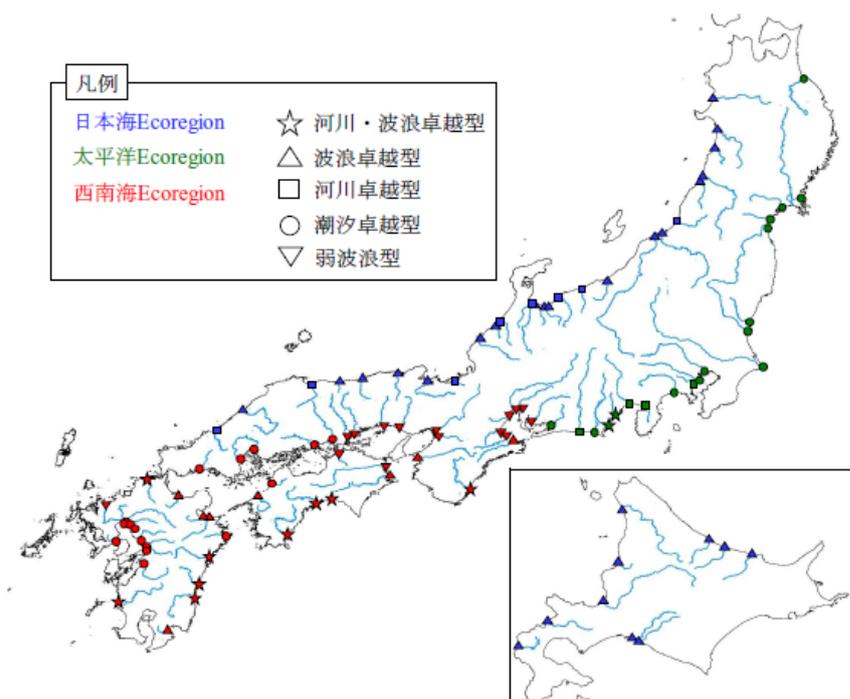
出典：岸田ほか：河川汽水域の環境管理技術確立のための全国一級水系の汽水域環境類型化,水工学論文集,第 55 卷,S_1273-S_1278, 2011

図 1.2-4 ケース 2：出水時の地形形成要因による類型区分（5 区分）

Monte Carlo permutation test の結果

	日本海		太平洋		西南海	
開放度	0.014	*	0.002	**	0.168	
direct fetch	-		-		0.030	*
潮位差	0.144		0.006	**	0.024	*
河状係数	0.718		0.622		0.932	
平均年最大比流量	0.056	.	0.562		0.086	
摩擦速度	0.006	**	0.002	**	0.034	*
河床材料	0.648		0.402		-	

** 1%水準で有意 * 5%水準で有意 . 10%水準で有意



物理指標による Ecoregion ごとの河口域類型化の結果

河口タイプの物理指標

河口タイプ	日本海		太平洋			西南海		
	開放度	摩擦速度	開放度	潮位差	摩擦速度	direct fetch	潮位差	摩擦速度
河川・波浪卓越型	-	-	18.0 ± 1.4	168 ± 4.10	21.0 ± 1.9	1420 ± 555	204 ± 38.5	12.6 ± 4.7
波浪卓越型	14.2 ± 4.9	8.6 ± 2.1	-	-	-	448 ± 131	248 ± 67.7	10.0 ± 3.1
河川卓越型	13.1 ± 5.9	17.3 ± 4.1	11.0 ± 10.0	168 ± 32.9	13.1 ± 1.5	-	-	-
潮汐卓越型	-	-	8.9 ± 6.0	166 ± 32.0	7.5 ± 1.9	189 ± 82.8	447 ± 73.7	6.7 ± 2.8
弱波浪型	-	-	-	-	-	109 ± 75.3	216 ± 43.3	7.8 ± 3.0

出典：巖島怜・吉川寛朗・島谷幸宏：Ecoregion の概念に基づく底生動物相及び物理環境による河口域の類型化,土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.73, No.4, I_1171-I_1176, 2017

図 1.2-5 ケース 3：カニ類相・貝類相を対象とした分類結果

■補足：ケース1「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書」（2004）による類型化

資料：汽水域の河川環境の捉え方に関する検討会：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書—汽水域における人為的改変による物理・化学的变化の調査・分析手法一，2004.

- ・「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書」では、潮位変動、波浪、河床材料の指標を用いて日本の汽水域を 11 分類している。

表 1.2-7 ケース1で用いられている指標

物理環境指標	潮位変動の大きさ	河口近傍潮位観測所における直近 1 か年の朔望平均満潮位と策謀平均干潮位との差（以下「潮位差」と呼ぶ）を用いた。
	波浪の大きさ	河口の位置により内湾型と外海型の別を判断した結果を用いた。内湾型は、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海、有明海などの内海に流入する河川で、河口砂洲が形成されにくい。一方、外海型は外海に面し、波浪により河口砂洲が形成されやすい。
	河床材料	河床材料から砂・泥河川と砂利河川の別を判断した結果を用いた。 低水路におけるおおむね 1km ごとの粒度試験結果から、D ₆₀ （60%粒径）を求め、河口近傍の値を見て 5mm を超える箇所が 2 箇所以上ある場合、あるいは 5mm を超える箇所は 1 箇所であるが、他の地点も同等の値を示す場合に砂利河川とし、砂利河川以外を砂・泥河川とした。

- ・潮位差の 4 段階と波浪の大きさの「内湾型」と「外海型」で 6 つに区分し、更に河床材料で「泥・砂河川」と「砂利河川」に分類した結果、表 1.2-8 に示すように 11 分類に区分されている。また、各区分の特徴を以下に示す。

表 1.2-8 分類の特徴

潮位差	内湾型		外海型	
	泥・砂河川	砂利河川	泥・砂河川	砂利河川
4m 超	有明海に流入する 8 河川			
2~4m	東京湾、伊勢湾、瀬戸内海に流入する 18 河川	東京湾、伊勢湾、瀬戸内海に流入する 7 河川	九州沿岸の外海に面した 6 河川	九州沿岸の外海に面した 2 河川
0.6~2m	瀬戸内海に流入する 2 河川	瀬戸内海に流入する 2 河川	太平洋、オホーツク海に面した 16 河川	太平洋、オホーツク海に面した 15 河川
0.6m 以下			日本海に流入する 23 河川 流域面積 270~14,330km ²	日本海に流入する 10 河川 流域面積 211~1,190km ²

■補足：ケース 2「河川汽水域の環境管理技術確立のための全国一級水系の汽水域環境類型化」
 (岸田ほか 2011) による環境形成要因に基づく類型化

資料：岸田ほか：河川汽水域の環境管理技術確立のための全国一級水系の汽水域環境類型化，
 水工学論文集,第 55 巻,S_1273-S_1278, 2011

- ・塩分の混合状況を、汽水域環境を規定する物理環境指標として河川流量、河川勾配、潮汐差、波浪を用いてマクロな視点から評価している。
- ・なお、類型化は平常時の環境形成要因による類型化と出水時における地形形成要因による類型化を行っている。

表 1.2-9 物理環境特性による類型化に使用した物理指標

		平常時の環境形成 要因による類型化	地形形成要因 による類型化
類型化に 用いる物 理指標	川の力	単位幅当たり低水 流量	平均年最大流 量
	川の形状	河床勾配	
	海の力	潮汐差	波浪, 潮汐差
類型化により分類が想 定される事象		汽水域区間長, 混 合形態	干潟・砂州の 地形・形態

表 1.2-10 平常時の環境形成要因による類型化

物理環境指標	単位幅当たりの 低水流量 (m ³ /s)	生物には河川流量が減少して塩分濃度が上昇する際に影響が大きいと考えられるため、このことも考慮して選定。
	河床勾配	河床材料と関係が深い指標として選定。
	潮汐差(m)	河川汽水域の物理環境を海洋側から規定する要因。朔望平均満潮位と朔望平均干潮位の差として算出。

表 1.2-11 出水時の地形形成要因による類型化

物理環境指標	平均年最大流量 (m ³ /s)	河道形状形成に強く関係する低水路満杯流量におおむね一致する指標とされているため。
	河床勾配	河床材料と関係が深い指標として選定。
	波浪	河川汽水域の物理環境を海洋側から規定する要因。エネルギー平均波高を集計。
	潮汐差(m)	河川汽水域の物理環境を海洋側から規定する要因。朔望平均満潮位と朔望平均干潮位の差として算出。

■補足：ケース3「Ecoregionの概念に基づく底生動物相及び物理環境による河口域の類型化」
(巖島ほか 2017) による類型化

資料：巖島伶・吉川寛朗・島谷幸宏：Ecoregionの概念に基づく底生動物相及び物理環境による河口域の類型化,土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.73, No.4, I_1171-I_1176, 2017

- ・河口域保全のための基礎的な情報として、全国一級河川の河口域を対象に、底生動物の生物地理に基づく Ecoregion を設定し、各 Ecoregion の指標種と関係の強い物理環境要因を特定し、物理指標による河口域の類型化を行っている。底生動物は、カニ類相及び貝類を対象としている。

表 1.2-12 ケース3で用いられている指標

生物環境指標	カニ類相、貝類相 (河川水辺の国勢調査による対象種の有無のデータ)
物理環境指標	波浪：開放度 (Baardsetch 指標)、direct fetch 潮汐：潮位差 河川のエネルギー：河状係数、平均年最大比流量、平均年最大流量時の河口部における摩擦速度 河床材料

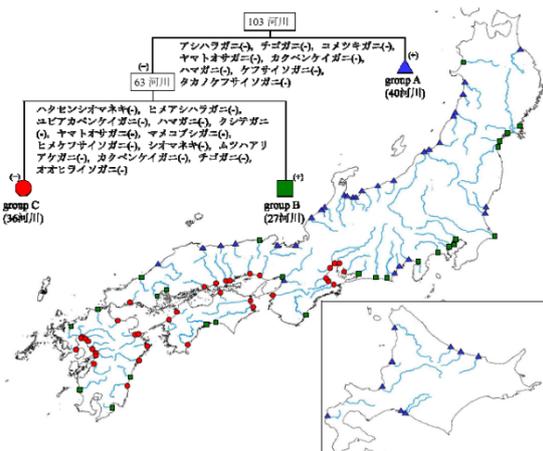


図-1 カニ類相を対象とした分類結果

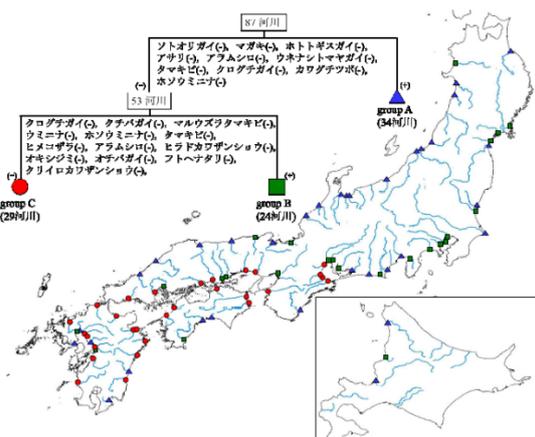


図-2 貝類相を対象とした分類結果

図 1.2-6 カニ類相・貝類相を対象とした分類結果

出典：巖島伶・吉川寛朗・島谷幸宏：Ecoregionの概念に基づく底生動物相及び物理環境による河口域の類型化,

土木学会論文集 B1 (水工学) Vol. 73, No. 4, I_1171-I_1176, 2017

1.2.3 類型区分に基づく検討

河川汽水域における管理は、本手引きでは物理環境要因に生物環境要因も加えて汽水域を類型化した9区分を基本とし、その類型ごとの物理環境、指標種、環境要素などの特徴を理解することから始める。対象とする河川汽水域の類型を把握し、位置づけを理解する。具体的には河川汽水域を特徴づける、河道特性、内湾・外湾の差異、潮汐差、及びエコリージョンを理解した上で河川汽水域の管理を検討する。

河川汽水域の生態系ネットワークは上下流方向だけでなく、沿岸方向に海を通じて複数の河川で形成されている場合があるため、環境が類似するエコリージョンを意識した生物の保全を図ることが大切である。例えば、同じエコリージョン内で1河川にのみ生育・生息する貴重種は保全の価値が高いため、保全対象として整備の際は特に注意を要する。

これら類型のほか、保全上重要な河川汽水域が特定されている場合もあるので、それらのデータも参照すること。例えば、乾ほか（2016）は汽水性希少ハゼ類から見た瀬戸内海における保全上重要な汽水域の抽出しており（参考1）、Koyama et al.（2020）は九州における158の河川汽水域をハゼ類とカニ類から保全上重要な箇所を特定している（参考2）。Tanabe et al.（2022）は河川水辺の国勢調査（鳥類）の結果から、全国の直轄105水系のうち保全重要度の高い河川汽水域を特定している（参考3）。

汽水域における事業の際には、対象となる河川の特定期間のみをみるのではなく、エコリージョンを単位とした保全対象を確認すること、また、特に保全上重要なエリアが存在するかを確認し、汽水域の環境の保全・創出を図ることが大切である。

■参考 1：瀬戸内海における保全上重要な汽水域

資料：乾隆帝・竹川有哉・赤松良久：汽水性希少ハゼ類から見た千知内科医における保全上重要な汽水域の抽出、土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72.No.2,I1417-I_1422,2016.

対象水系	揖保川水系、加古川水系、芦田川水系、佐波川水系、番匠川水系、山国川水系、大野川水系、吉野川水系、那賀川水系、土器川水系、高瀬川水系、関川水系、二級河川など
------	---

・実効性のある保全のためには、できるだけ多様な生物種をカバーすることができる保全地域の抽出が課題となる。このため、有効な保全対象地を選定するに当たり、ハゼ類を対象として生息地による類型化と分布調査を行い、採集調査によって得られた瀬戸内海に流入する189水系におけるハゼ類の分布データを用いて、Marxan (マークサン) を用いた相補性解析により重要な汽水域を抽出している (図 1.2-7)。

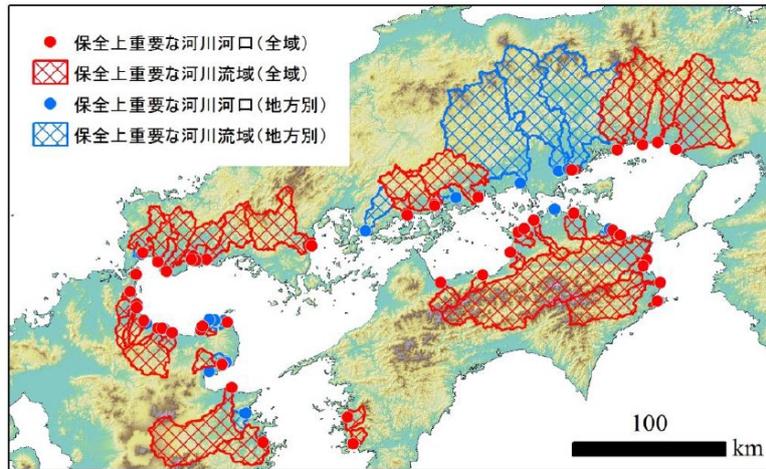


図 1.2-7 汽水性希少ハゼ類の分布データを用いた相補性解析によって抽出された瀬戸内海における保全上重要な汽水域

・保全上重要な河川は、規模が大きく、標高の高い山地から流入し、低地率は低く、流域があまり農地として利用されていない河川であることが示されている。

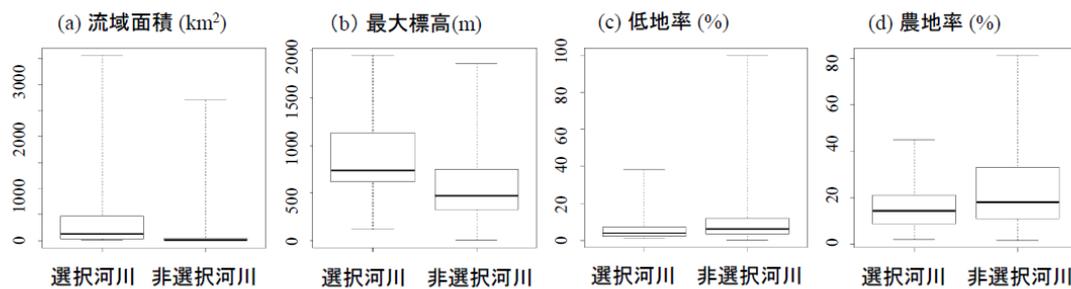


図-3 瀬戸内海全域を対象とした場合の相補性解析によって抽出された重要河川と、それ以外の河川の流域の環境特性の比較。Mann-Whitney のU検定によって有意差のあった変数のみを示している。なお、箱の底辺は第1四分位点、箱中の太線は中央値、箱の上辺は第3四分位点を示す

図 1.2-8 重要河川とそれ以外の河川の流域の環境特性の比較

出典：乾隆帝・竹川有哉・赤松良久：汽水性希少ハゼ類から見た千知内科医における保全上重要な汽水域の抽出、土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72.No.2,I1417-I_1422,2016.

■参考 2： ハゼ類とカニ類の分布データに基づく、九州の 158 河川における河川汽水域の保全上重要な箇所の特定

資料： Akihiko Koyama・Ryutei Inui・Kazuki kannno・Katsuhisa Eguchi・Atsushi Tanabe・Jun Nakajima・Norio Onikura・Tomoko Minagawa: Differences in conservation candidate tidal rivers by crosstaxon analysis in the Japanese temperate zone, Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst. 2020;1-14.

対象水系	山国川水系、大分川水系、大野川水系、番匠川水系、五ヶ瀬川水系、小丸川水系、大淀川水系、肝属川水系、川内川水系、球磨川水系、緑川水系、白川水系、菊池川水系、矢部川水系、筑後川水系、嘉瀬川水系、六角川水系、松浦川水系、遠賀川水系、二級河川など
------	---

- ・研究の目的は、河川汽水域のハゼ類とカニ類の生息地について、保全優先度の高い河口域を特定し、その環境特性を明らかにしている。シナリオ 3 では、ハゼ類とカニ類の両方の分類群の分布データに基づく保全のシナリオを分析し、確認されている全ての種の保全目標が達成される。
- ・保全優先度の高い河川では、森林面積、標高 10m 以下の低地面積は正の相関、低地における人工的な土地利用の面積(建物、道路、鉄道、その他人工施設)の割合と低地の平均勾配は負の相関を示した。勾配が緩やかな大きな河口は淡水から高塩分領域までの塩分濃度を形成し、様々な生息地を維持する。したがって、河口における魚類の豊富さは、流域と河口の面積と正の相関がある結果が得られている。
- ・2 分類群を対象とした分析結果では、優先度の高い保全対象箇所には分類群間で相違がみられた。これは、多様性を維持するための重要な環境に違いがあることを示唆している。それぞれの分類群が環境を指標できているかを確認し、目標とする環境や保全したい環境によって適切な分類群を用いることが良いと考えられる。

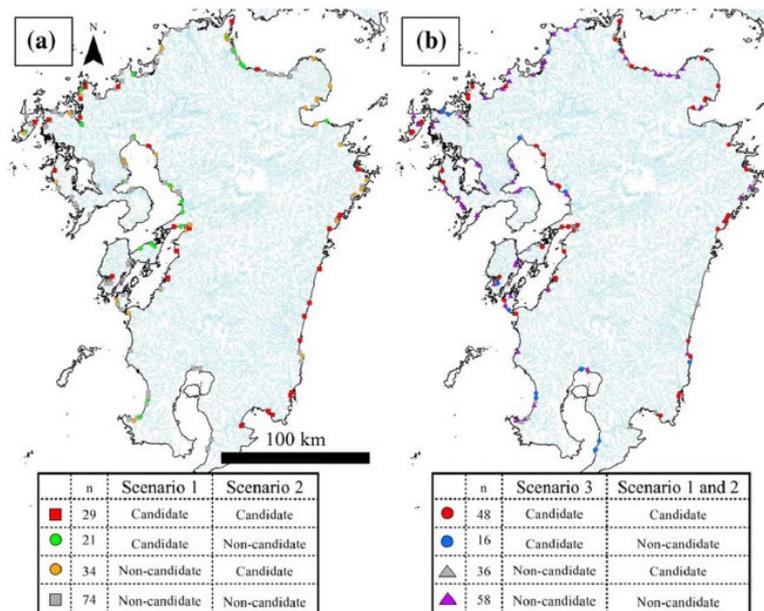


FIGURE 3 Distribution of the best candidates and non-candidates for conservation identified in MARXAN scenarios: (a) between scenario 1 and scenario 2; and (b) between scenario 3 and the others. The results of each scenario are shown in Table S1

シナリオ 1：ハゼ、シナリオ 2：カニ、シナリオ 3：両方の分類群

図 1.2-9 MARXAN シナリオで特定された保全の最良の候補と非候補の分布

出典 : Akihiko Koyama・Ryutei Inui・Kazuki kannno・Katsuhisa Eguchi・Atsushi Tanabe・Jun Nakajima・Norio Onikura・Tomoko Minagawa: Differences in conservation candidate tidal rivers by crosstaxon analysis in the Japanese temperate zone, *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.* 2020;1-14.

参考資料 : A. Koyama, R. Inui, N. Onikura, Y. Akamatsu, T. Minagawa: Habitat Characterization Based on Crab Fauna in the Temperate Estuarine Intertidal Zone of the Seto Inland Sea, Japan, *Estuaries and Coasts* 43(6) 1533-1544, 2020.

A. Koyama, R. Inui, Y. Akamatsu, N. Onikura: Physicochemical factors affecting goby fauna in the intertidal zones of temperate riverine estuaries of the Seto Inland Sea, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 219, 24-32 2019.

■参考3：河川水辺の国勢調査（鳥類）の結果を用いた、

全国の直轄 105 水系のうち保全重要度の高い河川汽水域の特定

資料：Atsushi Tanabe, Tomoko Minagawa, Akihiko Koyama: Selection of tidal rivers for estuarine waterbird diversity conservation in Japan using the National Censuses on River Environments data、Biogeography 24.9-24.Sep.20,2022

対象水系	天塩川水系、渚滑川水系、湧別川水系、常呂川水系、網走川水系、留萌川水系、石狩川水系、尻別川水系、後志利別川水系、鶴川水系、沙流川水系、釧路川水系、岩木川水系、高瀬川水系、馬淵川水系、北上川水系、鳴瀬川水系、名取川水系、阿武隈川水系、米代川水系、雄物川水系、子吉川水系、最上川水系、赤川水系、久慈川水系、那珂川水系、利根川水系、荒川水系、多摩川水系、鶴見川水系、相模川水系、富士川水系、荒川水系、阿賀野川水系、関川水系、姫川水系、黒部川水系、常願寺川水系、神通川水系、庄川水系、小矢部川水系、手取川水系、梯川水系、狩野川水系、安倍川水系、大井川水系、菊川水系、天竜川水系、豊川水系、矢作川水系、庄内川水系、木曾川水系、鈴鹿川水系、雲出川水系、櫛田川水系、宮川水系、由良川水系、淀川水系、大和川水系、円山川水系、加古川水系、揖保川水系、紀の川水系、新宮川水系、北川水系、千代川水系、天神川水系、日野川水系、斐伊川水系、江の川水系、高津川水系、吉井川水系、旭川水系、高梁川水系、芦田川水系、太田川水系、小瀬川水系、佐波川水系、吉野川水系、那賀川水系、土器川水系、重信川水系、肱川水系、物部川水系、仁淀川水系、渡川水系、遠賀川水系、山国川水系、筑後川水系、矢部川水系、松浦川水系、六角川水系、嘉瀬川水系、菊池川水系、白川水系、緑川水系、球磨川水系、大分川水系、大野川水系、番匠川水系、五ヶ瀬川水系、小丸川水系、大淀川水系、川内川水系、肝属川水系
------	--

- 河川水辺の国勢調査鳥類調査により収集された一級河川 105 河川（109 水系のうち安倍川、後志川、黒部川、姫川、猿川、最上川、川内川を除く）の水鳥のデータを用いて相補性解析を行い、重要な河川汽水域を選定した。その結果、夏季は 22 河川、冬季は 20 河川が選定された。

なお、重要な選定された河川汽水域には、選定されなかった河川よりも水鳥の種と個体数が多かった。

- 選定された夏季の 13 河川と冬季の 8 河川の計 21 河川は鳥獣保護区に指定されておらず、本研究で選定された重要な河川汽水域と保護地域の違いに差があることが示唆された。更に、これらの河川には、保護されている河川汽水域よりも絶滅危惧種や新種の個体数が多く生息している。これらの河川を保護区に追加で選定された河川汽水域を鳥獣保護区として追加指定することによって、効果的に鳥類を保全することができる。

SP : 保護のある選定河川
 S-NP : 保護のない選定河川
 NS-P : 保護のある非選定河川
 NS-NP : 非選定河川

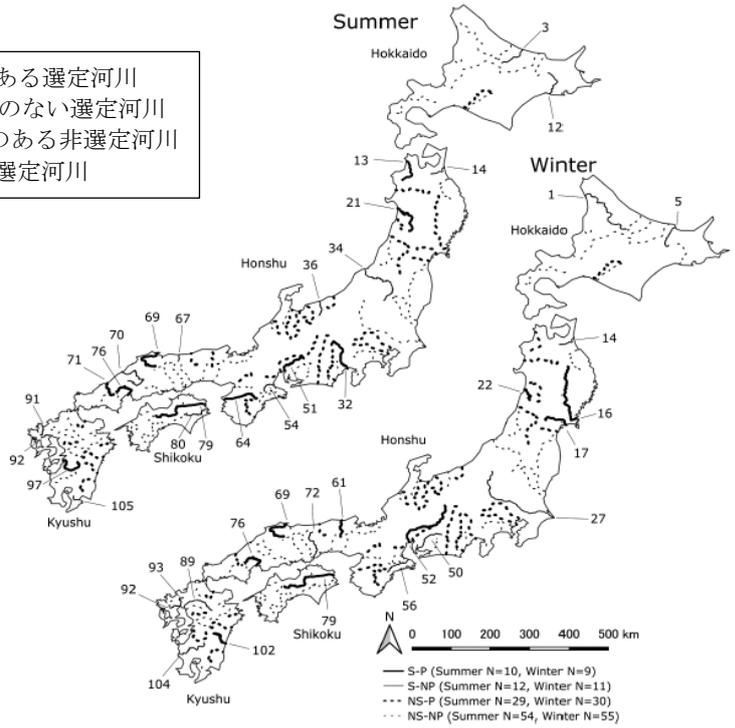


Fig. 2. The location of selected tidal rivers using complementarity analysis. The lines for each river correspond to the results of the complementarity analysis and to the Wildlife Protection Areas. The bold straight and dotted lines show the tidal rivers with protection, while the thin lines show the tidal rivers without protection. The straight lines show the selected tidal rivers, and the dotted lines show the tidal rivers that were not selected. The numbers shown in each tidal river correspond to Table 1.

図 1.2-10 鳥類からみた保全優先度の高い河川汽水域 (Tanabe et al. 2022)

出典 : Atsushi Tanabe, Tomoko Minagawa, Akihiko Koyama: Selection of tidal rivers for estuarine waterbird diversity conservation in Japan using the National Censuses on River Environments data, *Biogeography* 24.9-24.Sep.20,2022

1.3 「河川汽水域」の現状と気候変動などの影響

1.3.1 自然環境が置かれている危機的な状況

(1) 沿岸域で起きている変化

国内の沿岸域は人間の生活様式や産業発展などの変化に合わせた環境の変化を受け続けてきた（楠田・山本 2008）。

1930年代には、上流域では電力ダムの建設、河口域では工業用地の造成のための干潟域の埋立てが盛んとなり、その結果多くの干潟面積が失われた。1960年代後半になると経済活動の発展に伴って流域からの汚染物質の流入量が急増し、魚の奇形や漁獲量の減少などを通して河川生態系の劣化が広く認知され始めた。汽水域においても生態系の劣化は例外でなく、多くの生物の生息・生育環境が損なわれたとされている。干潟面積の変化に注目すると、1945年から2000年の60年の間では面積の約40%が失われた（図 1.3-1、花輪 2006）。

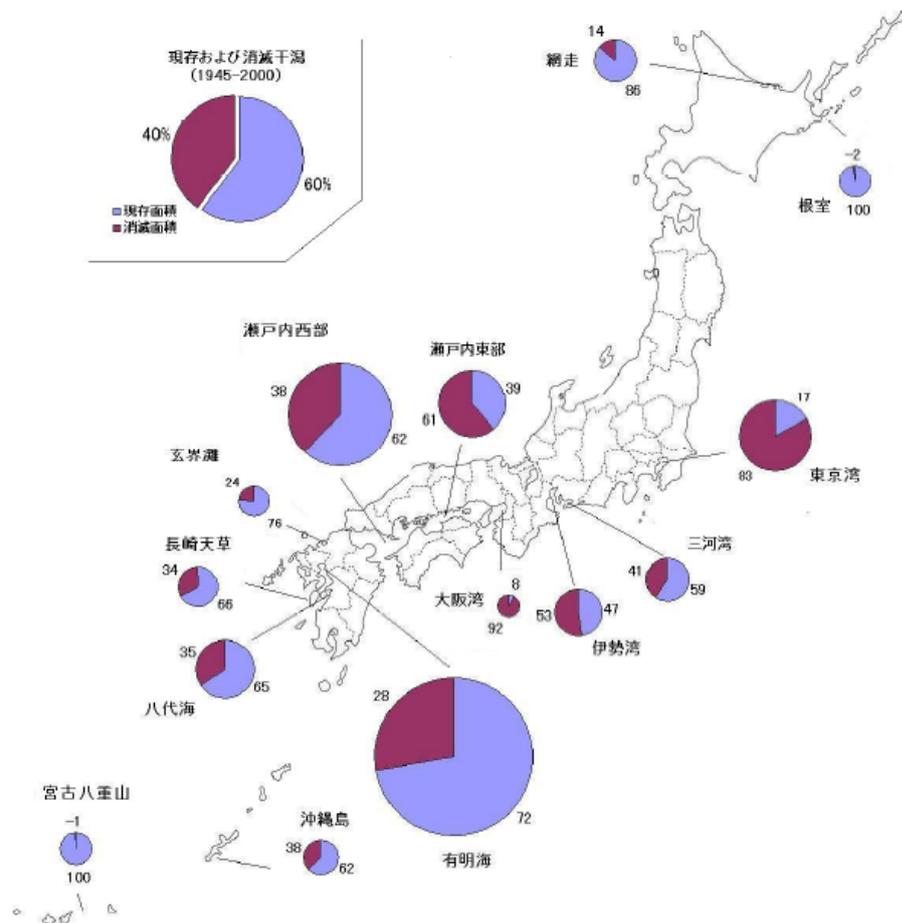


図 1.3-1 全国及び海域別の現存干潟と消滅干潟の割合（花輪 2006）

1970年代になると排水規制や下水道の整備が進められ、徐々に水質の改善が進んだ。1980年代以降から現在にかけては、地球環境問題や生態系の保全などが問題とされ始め、干潟や湿地を復元する自然再生の取組が行われ、沿岸域では人工干潟や人工藻場の設置といった取組が増えてきた。特に、1990年に多自然型川づくり（2006年に多自然川づくりへと発展・改称）が開始され、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境を保全・創出するための河川管理を行っている。1960年代後半と比較すると、近年の水質環境の改善により河川汽水域生物相の回復の兆しが見られている（楠田・山本 2008）。

有働ほか（2012）の研究では、1900年頃、1950年頃、1990年頃の干潟領域を整理し、干潟面積の変化を示している（図 1.3-2 及び図 1.3-3）。有明海ではこれまでに 260 km² を超える面積の干拓、東京湾では 250 km² を超える面積の埋立て・干拓が行われており、こうした人為要因によって干潟面積が減少している。

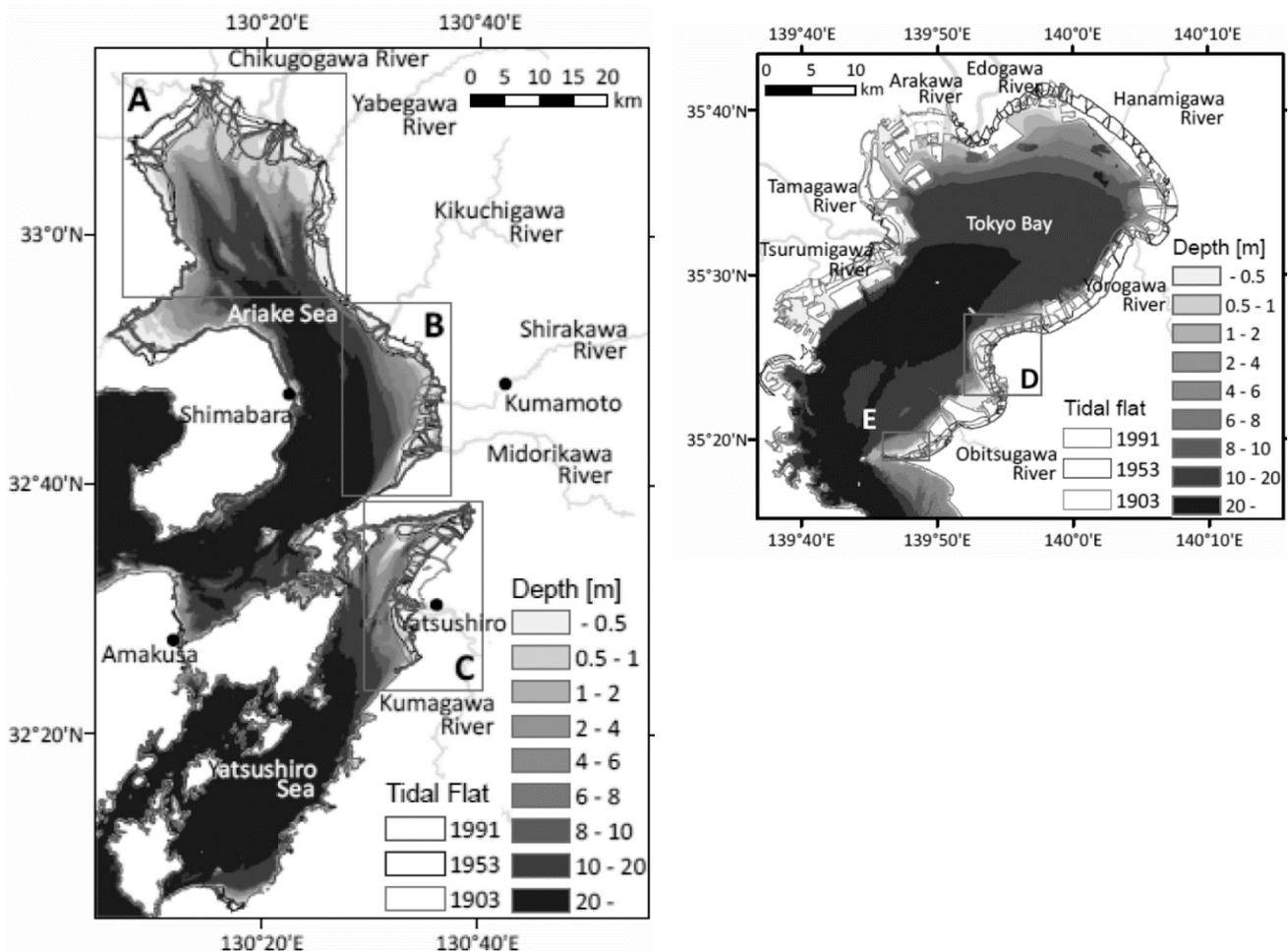


図 1.3-2 予測の対象とした有明海及び東京湾の海底地形と 1900 年頃から 1990 年頃にかけての干潟領域変化（有働ほか 2012）

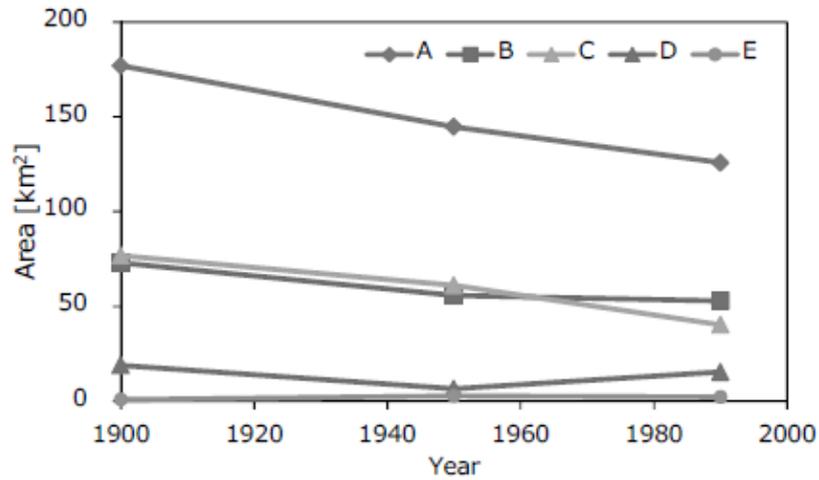


図 1.3-3 対象地域の干潟における過去の長期変形特性。対象地域は図 1.3-2 に同じ。(有働ほか 2012)

主に人為改変に起因した変化を歩んできた国内の沿岸域及び河口域であるが、1945 年以降の汽水域においてどのような問題が生じているかを把握するためのアンケート（全国の一級河川を対象に 2003 年に実施）によると、塩害、魚介類の減少やへい死、海岸線の後退、干潟の減少が見られたといった回答が多かった（図 1.3-4、汽水域の河川環境の捉え方に関する検討会 2004）。

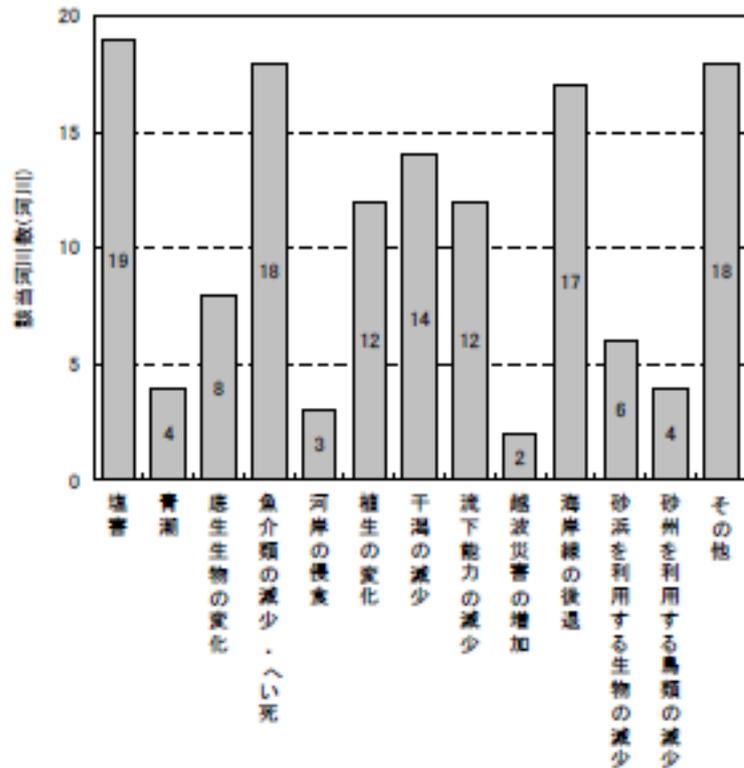


図 1.3-4 汽水域で昭和 20 年以降に一級水系において生じた変化（汽水域の河川環境の捉え方に関する検討委員会 2004）

汽水域環境は、近年は回復傾向にあるものの、人為影響を受ける前を含めた長期的な目でみた場合には著しく劣化したと考えられる。今後は人為的要因による影響を適切に評価し、人為的影響の軽減及び自然に戻す自然再生の取組の推進が課題となっていることに加えて、地球規模で生じている自然的要因による汽水域の変化にも目を向けることが重要となってくるだろう。

(2) 水産資源量からみた変化

汽水域に生息する魚類には、汽水域を主な生息場所としている種から、海と川の間を移動して汽水域をその通過点として利用するものがある（回遊性）。また、水産有用種の場合は漁獲量が著しく減少しているものがほとんどである。

多くの汽水性の固有魚種が生息する日本最大の内湾である有明海においては、エツ、ムツゴロウ、ワラスボ、アリアケヒメシラウオ、ハゼクチといった種（いずれも有明海固有種）は、その生息数の激減が著しい（田北 2000）。

養殖又は放流による資源維持がなされていない水産有用種の例として、例えばサケと同じ遡河性回遊魚のシロウオ（ハゼ科）の場合、図 1.3-5 に示すように日本各地で減少傾向にあるとされている（松井 1996）。

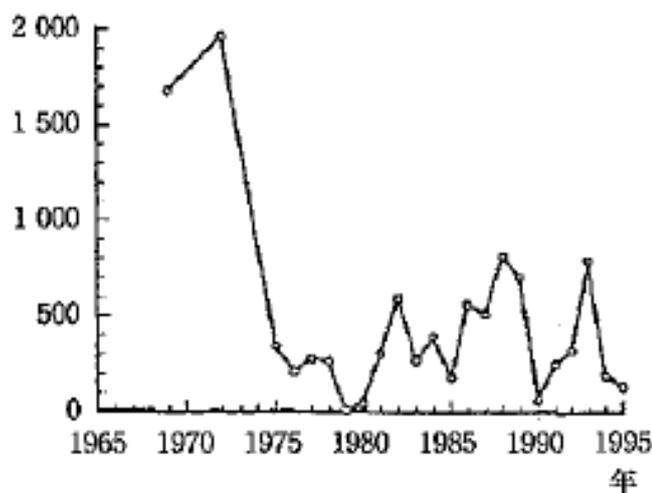


図 1.3-5 福岡県室見川におけるシロウオ漁獲量の変遷（松井 1996）

底生生物では、水産有用種の場合は種苗放流もありながらも漁獲量が著しく減少しているものが多い。

図 1.3-6 に示す東京湾のハマグリ、アサリの漁獲量は、昭和 30 年代をピークに減り続け、ハマグリについては昭和 40 年代の後半以降は漁獲がほとんどない（東京湾河口干潟保全検討会 2004）。

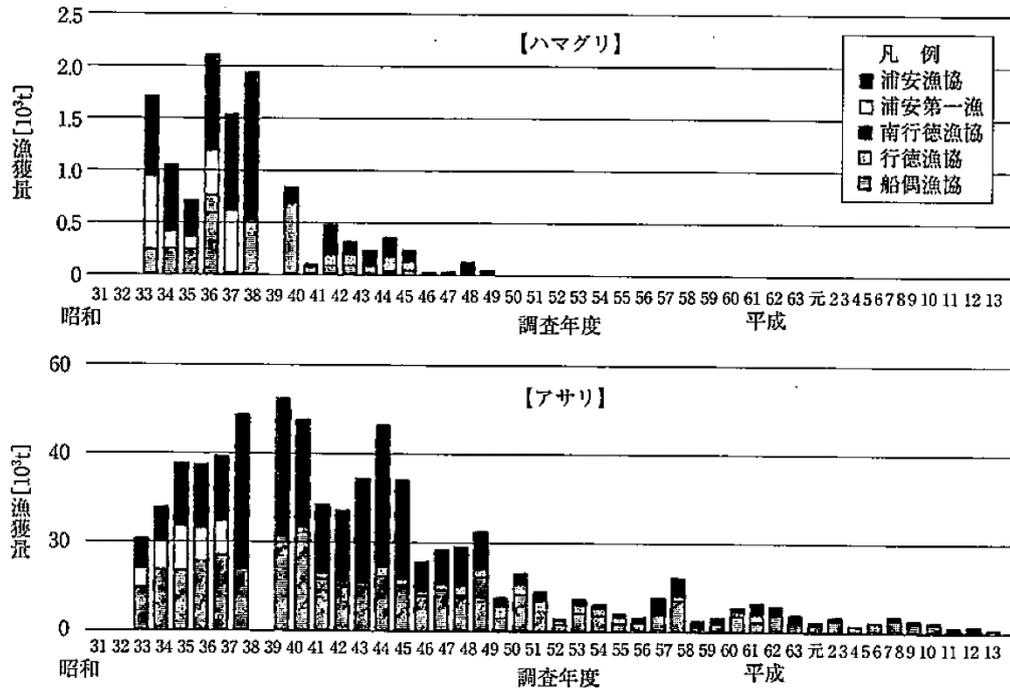


図 1.3-6 東京湾三番瀬におけるハマグリとアサリの漁獲量の変遷（東京湾河口干潟保全検討会 2004）

アサリの全国最大の生産地であった熊本県では、年間漁獲量は、1970 年代後半に年間 5～6 万 t 台に及んだが、1980 年代に激減し、1990 年代以降はわずかに 1,000～3,000 t に留まる状態になっている（堤 2005）。この減少の主たる原因は、河川改修、砂利採取、ダム建設などにより、河川上流から河口域に運ばれる砂の量が激減したことによるところが大きいとされる。アサリ、ハマグリと比べてより低塩分の環境を好むヤマトシジミも、かつて日本各地の河口域で普通に見られたが、多くの地域で激減し、現在は、日本全国の漁獲の約 60% が島根県宍道湖産のものに依存している（山室 1997）。

かつて有明海で多く漁獲されていた二枚貝のタイラギやアゲマキ、サルボウといった種も、漁獲量は近年減少した。アゲマキの場合は種苗放流も試みられていたが、明治 39 年（1906 年）には 8,603 t あった漁獲量は、1993 年以降では全く漁獲されないという状況に陥っている（佐々木 2005）。

甲殻類のエビ類においても、種苗放流されているものの、漁獲量は図 1.3-7 のとおり減衰の一途の傾向が有明海や瀬戸内海においてみることができる。図 1.3-7 右のカニ類については、近年は減少傾向にあるが 1980 年頃に増加した過去が見られる。

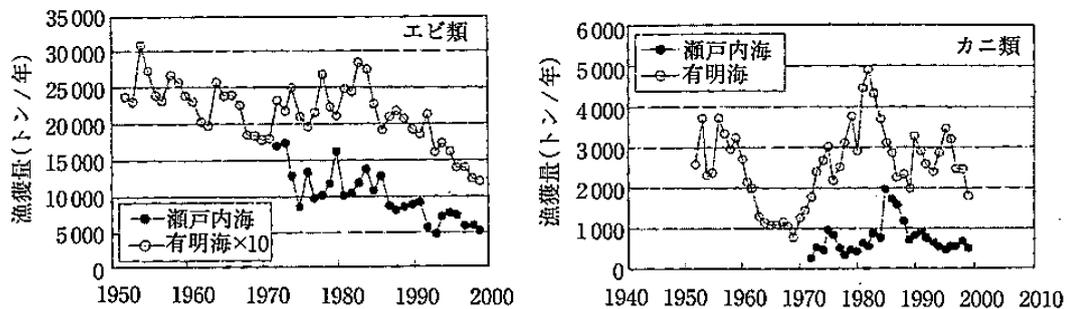


図 1.3-7 瀬戸内海と有明海のエビ類とカニ類の漁獲量の変遷 (佐々木 2004)

(3) 魚類・鳥類の生息状況からみた変化

1) 魚類について

水産上の有用種でない場合でも、トビハゼやタビラクチ、生息環境が地下湧水のある箇所に限られるイドミミズハゼといったハゼ科の種は、近年絶滅が危惧されるようになった汽水性の魚種としてあげられる。具体的には、トビハゼは 2007 年、タビラクチは 1999 年、イドミミズハゼは 1991 年に環境省のレッドリストに掲載されている (環境省 1994; 環境省 1999; 環境省 2007)。

また、森ほか (2022) が日本国内の一級水系において過去 40 年間でみられなくなった淡水魚を水系ごとに明らかにしている。全国で合計 83 種・種群が確認されなくなったことが明らかにされているが、そのうち通し回遊魚が 13 種・種群、周縁性淡水魚 (汽水域を主な生活の場にする種及び海水域で生活するが汽水・淡水域にも頻繁に侵入する種、あるいは河口域の干潟に依存する種) が 19 種・種群であった。また、各種が全 109 水系のうち何水系で確認されなくなったかを計上したところ、最も多い種はニホンイトヨで 10 水系、次に多い種はカマキリで 8 水系にも上った (表 1.3-1)。ニホンイトヨ及びカマキリは海水域と淡水域を行き来する回遊魚であり、いかに各地で回遊魚が見られなくなっているかがわかる。また、周縁性淡水魚のうち多くの水系で見られなくなった種はクルマサヨリ、シラウオであり、いずれも 4 水系で見られなくなったことがわかる (表 1.3-2)。こうした汽水域を利用する魚類の生息数の増加や分布拡大には、良好な河川環境の維持や創出だけでは不十分と考えられる。海域や河口周辺において、河川域とのつながりの確保や環境改善の検討が必要だろう。

表 1.3-1 40年間で見られなくなった魚類とその水系数（回遊魚）

和名	学名	河川数
ニホンイトヨ	<i>Gasterosteus nipponicus</i>	10
カマキリ	<i>Rheopresbe kazika</i>	8
シロウオ	<i>Leucopsarion petersii</i>	4
サケ	<i>Oncorhynchus keta</i>	3
ニホンウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	3
ウキゴリ/スミウキゴリ	<i>Gymnogobius urotaenia</i> , <i>G. petschiliensis</i>	2
オオウナギ	<i>Anguilla marmorata</i>	2
サツキマス	<i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>	2
サクラマス	<i>Oncorhynchus masou masou</i>	2
ボウズハゼ	<i>Sicyopterus japonicus</i>	2
ヤマノカミ	<i>Trachidermus fasciatus</i>	2
アメマス	<i>Salvelinus leucomaenis leucomaenis</i>	1
カジカ中卵	<i>Cottus</i> sp.	1
カジカ/カジカ中卵	<i>Cottus pollux</i> , <i>C.</i> sp.	1
カジカ/ウツセミカジカ	<i>Cottus pollux</i> , <i>C. reinii</i>	1
アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	1
キュウリウオ	<i>Osmerus dentex</i>	1
シシャモ	<i>Spirinchus lanceolatus</i>	1
ミミズハゼ	<i>Luciogobius guttatus</i>	1
カワヤツメ	<i>Lethenteron camtschaticum</i>	1
ワカサギ	<i>Hypomesus nipponensis</i>	1
ゴクラクハゼ	<i>Rhinogobius similis</i>	1
ウグイ	<i>Pseudaspius hakonensis</i>	1

回遊魚：淡水域と海水域の両方を生活史の中で利用する通し回遊魚

森ほか（2022）をもとに作成

表 1.3-2 40 年間で見られなくなった魚類とその水系数（周縁性淡水魚）

和名	学名	河川数
クルマサヨリ	<i>Hyporhamphus intermedius</i>	4
シラウオ	<i>Salangichthys microdon</i>	4
スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>	3
ヌマガレイ	<i>Platichthys stellatus</i>	2
クサフグ	<i>Takifugu alboplumbeus</i>	2
ヨウジウオ	<i>Syngnathus schlegelii</i>	2
トビハゼ	<i>Periophthalmus modestus</i>	2
ビリンゴ/シンジコハゼ	<i>Gymnogobius breunigii</i> , <i>G. taranetzi</i>	1
マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	1
ウロハゼ	<i>Glossogobius olivaceus</i>	1
コノシロ	<i>Konosirus punctatus</i>	1
シマイサキ	<i>Rhynchopelates oxyrhynchus</i>	1
セスジボラ	<i>Chelon lauvergnii</i>	1
ヒイラギ	<i>Nuchequula nuchalis</i>	1
クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	1
ヒメハゼ	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	1
アオギス	<i>Sillago parvisquamis</i>	1
ヒモハゼ	<i>Eutaeniichthys gilli</i>	1
チワラスボ	<i>Taenioides snyderi</i>	1

周縁性淡水魚：汽水域を主な生活の場にする種や主に海水域で生活するが汽水・淡水域にも
頻繁に侵入する種、あるいは河口域の干潟に依存する種

森ほか（2022）をもとに作成

2) 渡り鳥について

河口域に出現する鳥類は、干潟を摂餌場所として利用する種、水面を餌場や休息場として利用する種、汽水域周辺の塩性湿地を繁殖地として利用する種などからなる。これらの出現数は、利用場所の人為的な破壊の進行などにより世界的にも減少しつつあると言われている。

1967年から1998年にかけて整理された利根川下流部汽水域の記録を例に見ると、シギ・チドリ類は1977年頃をピークに減り続け、とりわけ汽水域に特徴的なシギであるツルシギの際だった減少が認められている(斉藤 1998)。同じく汽水域を利用するホシハジロ、キンクロハジロ、スズガモといったカモ類も、1970年代をピークに減り続け、1984年以降はほとんど記録されなくなった(斉藤 1998)。また、環境省及び都道府県が毎年1月に実施している「ガンカモ類の生息調査」について1996年から2009年の結果から、水面で採食する種(例:マガモ)では減少傾向がみられているが、潜水して採餌する種(例:キンクロハジロ)では増加傾向がみられたことが報告されている(Kasahara & Koyama 2010)。

また、汽水域周辺のヨシ原の破壊も、ヨシ原を利用する種の減少を招いてきたことが、大正から昭和初期までの記録種と現在(1990年代)との比較により明らかにされている(楠田・山本 2008)。

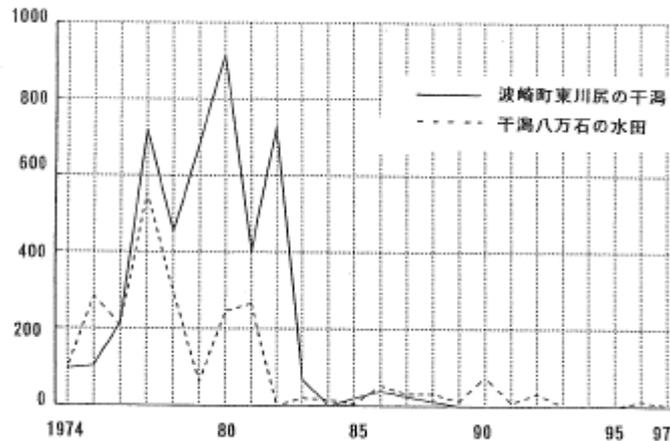


図 1.3-8 ツルシギ渡来数の変化 (斉藤 1998 より)

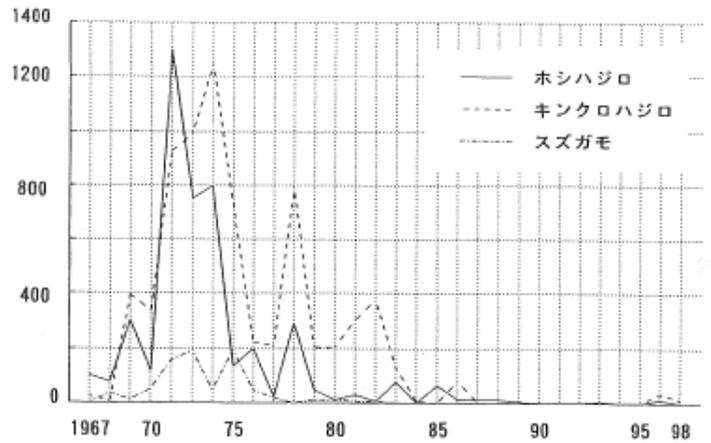


図 1.3-9 夏目の堰におけるカモ類渡来数の変化（斉藤 1998 より）

有明海は、日本沿岸で最も重要な渡り鳥の生息地であるが、記録される種や個体数は、近年減少傾向にある（花輪ほか 2000）。例えば、有明海奥部で、1977年には22種5,500羽以上の記録があるが、1977年には12種200羽までに減少した（楠田・山本 2008）。有明海の諫早湾に冬鳥として渡来するツクシガモについても、1964年以降、記録数が減少している（図 1.3-10）。

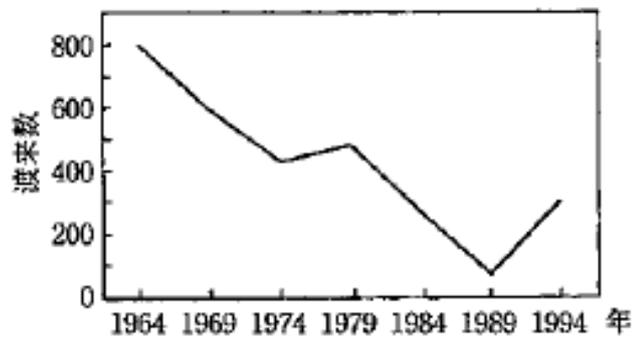


図 1.3-10 有明海諫早湾におけるツクシガモ渡来数の変化（花輪ほか 2000 より）

汽水域を利用する種の生息に関する全国的な傾向を把握する方法のひとつとして、水辺の国勢調査の結果を用いる方法があげられる。ここでは、水辺の国勢調査結果のうち、鳥類及び魚類の結果を用いた取りまとめ成果を取り上げる。

鳥類に関して、国土技術政策総合研究所及び土木研究所が水辺の国勢調査の1から3巡目までの調査結果をもとに干潟を利用環境とするシギ・チドリ類の種が出現した水系数を整理した。内陸淡水域と干潟環境の両方を利用する種では、セイタカシギにおいては顕著な増加傾向がみられた。ムナグロは巡目ごとに出現水系数の振れ幅が大きく、継続的な出現水系数もわずかだった。主に干潟のみを利用する種では、シギ科のホウロクシギに顕著な増加傾向がみられたが、出現水系数は他種に比べて少なく、継続的に出現している水系もわずかだった。チドリ科のダイゼンは継続的な出現水系数が少なかった。(益子ほか 2020)

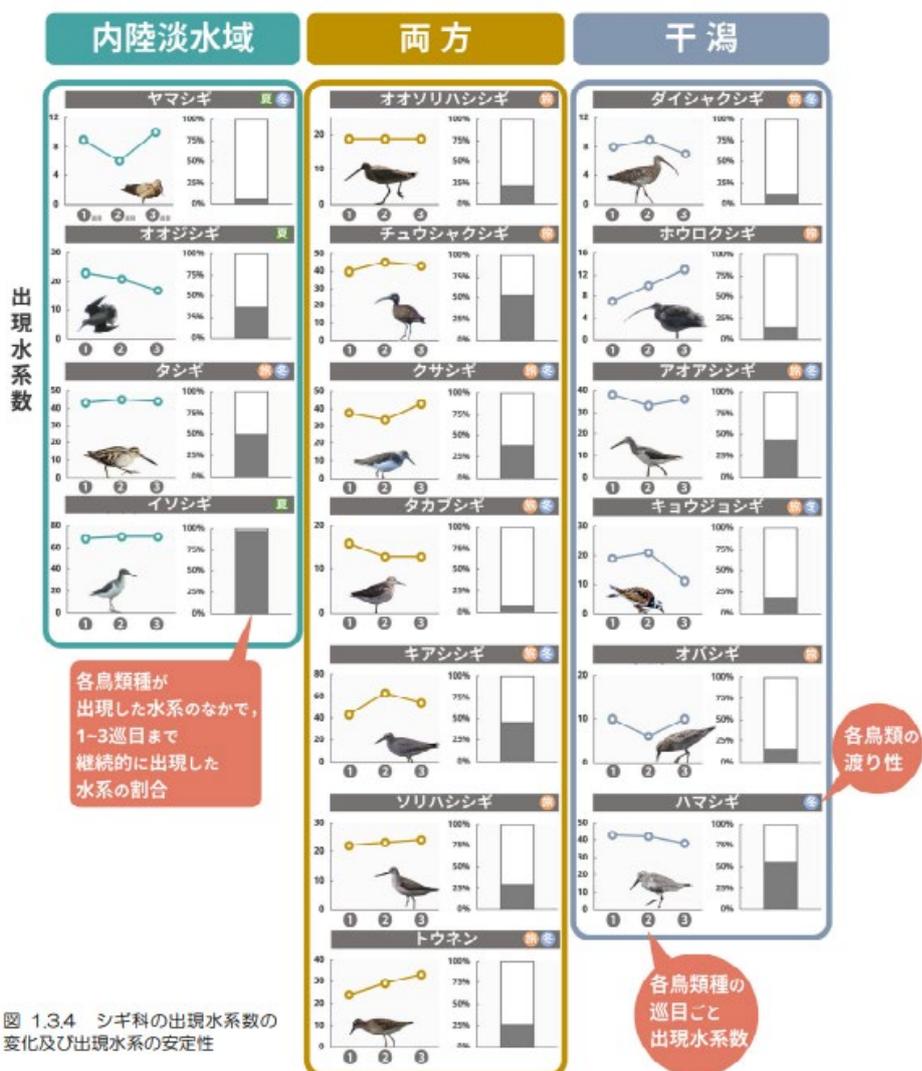


図 1.3-11 シギ科の出現水系数の変化及び出現水系の安定性 (益子ほか 2020 より)

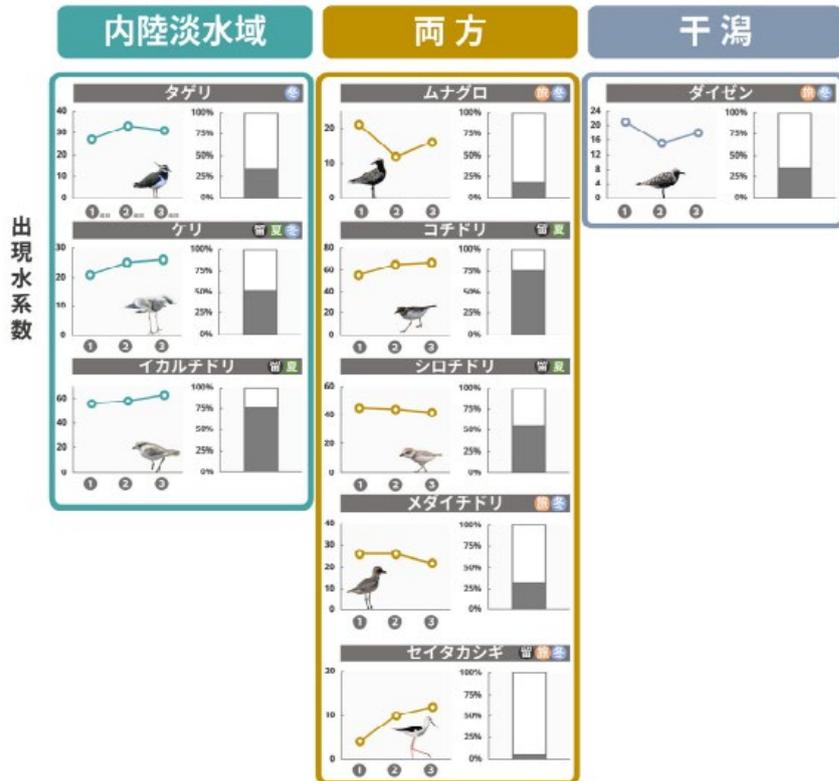


図 1.3.5 チドリ科・セイタカシギ科の出現水系数の変化及び出現水系の安定性

図 1.3-12 チドリ科・セイタカシギ科の出現水系数の変化及び出現水系の安定性（益子ほか 2020 より）

1.3.2 気候変動及び海水面上昇による影響

(1) 生じている影響・予測される影響

河川汽水域では、気候変動による環境の変化、特に、海水面上昇による汽水域区間の変化や干潟の消失が懸念されている。海水面上昇は海水温の上昇に伴う海水の熱膨張や氷河融解などが進行することによって生じると考えられており、IPCCの第6次評価報告書によると、世界平均海面水位は、1901～2018年の間に0.20 m (0.15～0.25) 上昇したとされている(図1.3-13; 環境省 2023)。

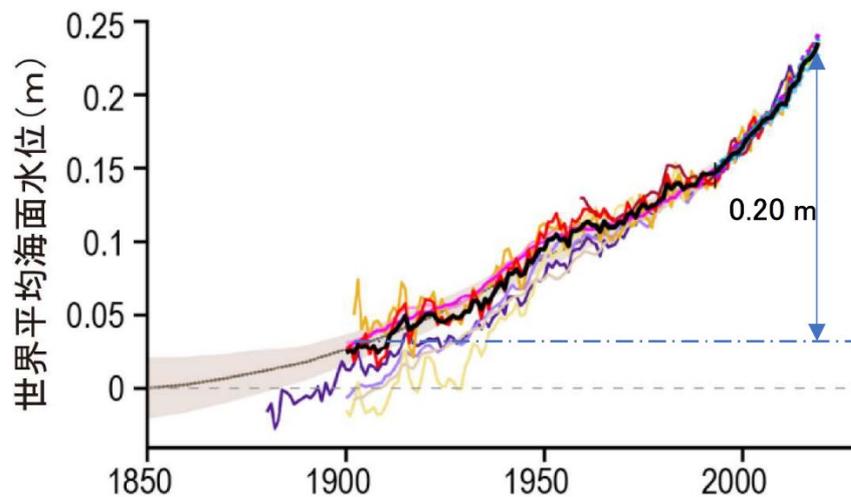


図 1.3-13 潮位計による 1850 年以降の世界平均海面水位推定値 (環境省 2023 より)

また海水面は、温室効果ガス排出が非常に多いシナリオ（SSP5-8.5）の下では 2100 年までに 1900 年を基準に 2m 上昇すると予測されているほか、水循環のバランスが崩れ、洪水の増加、水不足などの水資源への影響が懸念されている。

1-1 人間が気候システムに及ぼした影響 海面水位は上昇している

- 世界平均海面水位は、1901～2018年の間に0.20[0.15～0.25]m上昇した。その平均上昇率は、1901～1971年の間は1.3[0.6～2.1]mm/年であったが、1971～2006年の間は1.9[0.8～2.9]mm/年に増加し、2006～2018年の間は3.7[3.2～4.2]mm/年に更に増加した（**確信度が高い**）。
- 少なくとも1971年以降に観測された世界平均海面水位の上昇の主要な駆動要因は、人間の影響であった**可能性が非常に高い**。（AR6 WG1 SPM A.1.7）

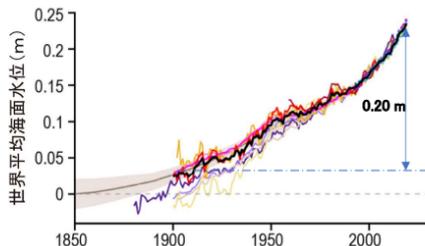


図 潮位計（近年は高度計も）による1850年以降の世界平均海面水位推定値 出典：AR6 WG1図 2.28

表 世界平均海面水位の平均上昇率

期間	世界平均海面水位の平均上昇率 mm/年
1901～1971	1.3 [0.6 - 2.1]
1971～2006	1.9 [0.8 - 2.9]
2006～2018	3.7 [3.2 - 4.2]

↑
上昇率増大

環境省

出典：AR6 WG1 SPM A1.7より作成

16

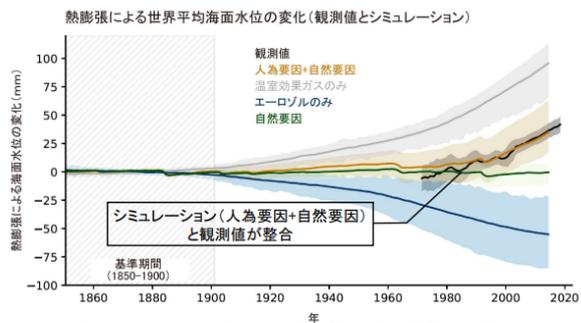


図 1850～1900 年を基準とした熱膨張による世界平均海面水位変化（観測値とシミュレーション(CMIP6)） 出典：AR6 WG1図 3.29

陰影(シミュレーション)：5～95パーセントイルの範囲
陰影(観測値)：可能性が非常に高い範囲

2-5 不可逆的な気候の変化

今世紀末までの海面水位上昇が2mに到達する可能性も

- 世界平均海面水位が21世紀の間上昇し続けることは**ほぼ確実**である。
- これらの**可能性が高い**範囲を超えて世界平均海面水位が上昇し、GHG排出が非常に多いシナリオ（SSP5-8.5）の下で2100年までに2 m、2150年までに5 mに迫る（**確信度が低い**）ことも、氷床プロセスの不確実性の大きさのため排除できない。（AR6 WG1 SPM B.5.3）

南極氷床の不安定化

✓ 場合によってはティッピングポイントを伴って、南極氷床からの氷の減少を大幅に増加させるであろう。可能性が低くとも影響が大きい結果（**証拠が限定的**）。

(AR6 WG1 SPM B.5.2)

海水温による融解

岩盤が陸側に落ち込んでいる場合、氷床の後退は急速かつ自律的に進行する。氷床が後退するとより多くの氷が海洋に放出され、氷床が更に後退する

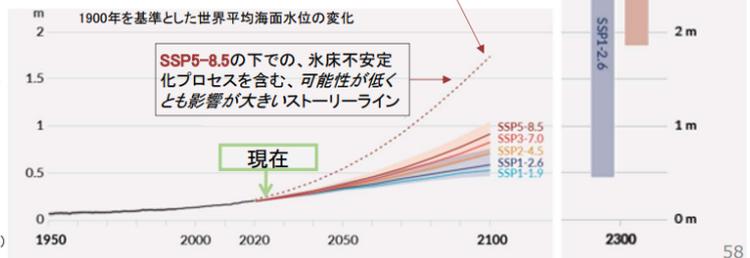
図 南極氷床の不安定化のメカニズムの一例

出典：AR6 WG1 FAQ 9.1 図1

海面水位上昇がSSP5-8.5の下で**2100年までに2 m**、**2150年までに5 m**に迫る（**確信度が低い**）ことも排除できない。（AR6 WG1 SPM B.5.3）

図 1900年を基準とした世界平均海面水位の変化
(左) 2100年までの変化
陰影はSSP1-2.6とSSP3-7.0の**可能性が高い**範囲。
(右) 2300年の変化
陰影は各シナリオの17～83パーセントイルの範囲。
破線の矢印は、可能性が低くとも影響が大きい氷床のプロセスを含むSSP5-8.5の予測の83パーセントイルの値。
出典：AR6 WG1 図SPM.8 (d) (e)

環境省



58

図 1.3-14 IPCC 第6次評価報告書 第1作業部会報告書の解説資料より抜粋（環境省 2023）

海面上昇は国内でも報告されている。1980年代以降の日本近海の潮位観測データを解析した結果、平均海水面が上昇傾向にあることが示されており、その原因は海水温上昇によるものと考えられている（中野ほか 2002）。水没による干潟の消失を予測した研究では、20世紀末頃に比べて40 cm程度の海面上昇が生じたとすると（図 1.3-15 中の Case1）、国内の有明海及び東京湾の干潟は4.8%~28.8%の面積が水没すると予測された（有働ほか 2012; 対象地域は図 1.3-2 に同じ）。

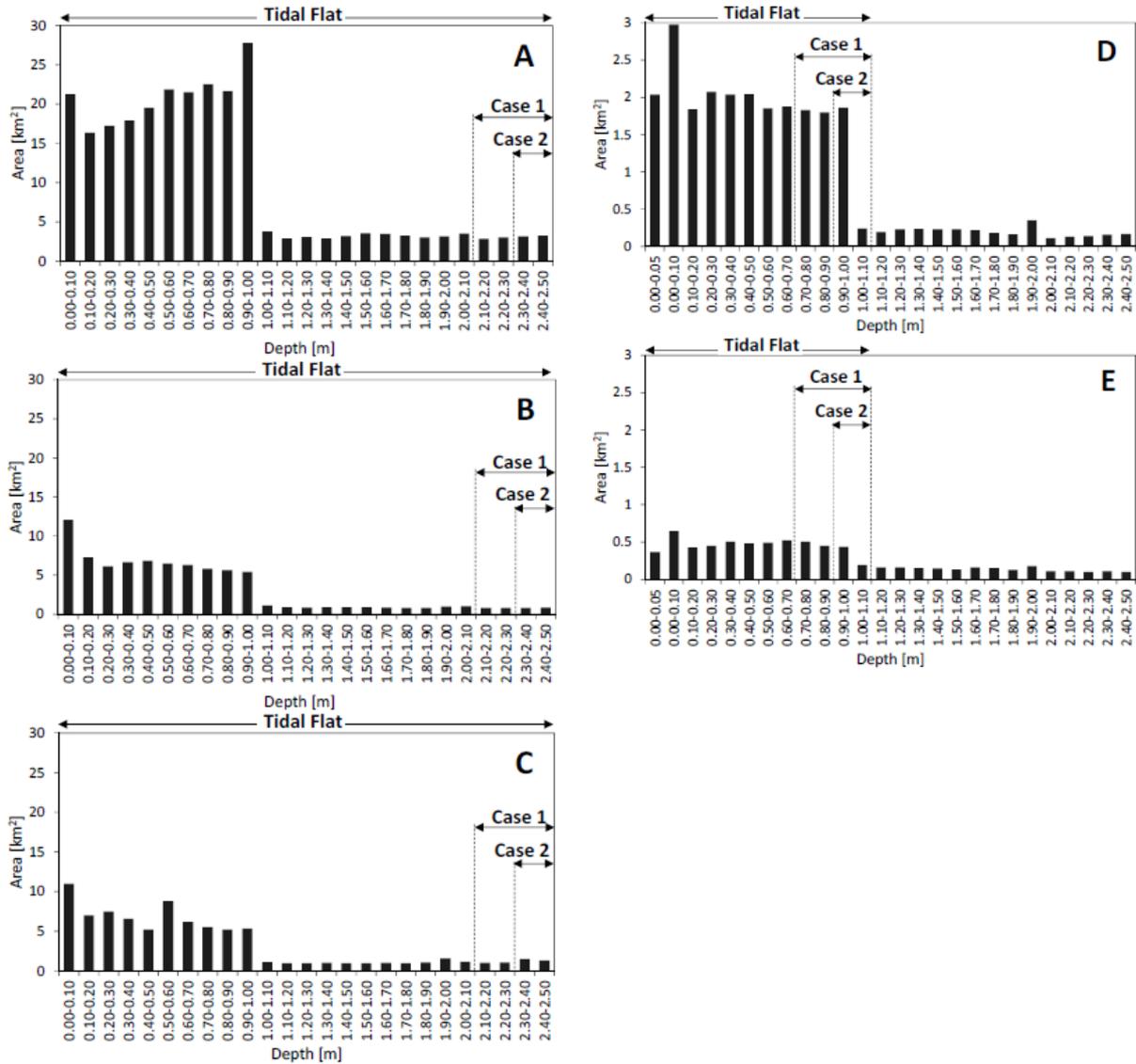


図 1.3-15 予測対象地域における海底地形の水深別面積ヒストグラム
(Case1 : 水没のみ生じる場合の侵食領域)

表 1.3-3 干潟面積と将来の面積変化予測（単位：km²）

	現在の面積	Case 1 (水没のみ)	Case 2 (堆積速度 2mm/yr と仮定)
A	255.3	12.2	6.3
B	81.6	3.2	1.7
C	84.8	4.9	2.8
D	22.4	5.7	2.1
E	5.5	1.6	0.6

気候変動は海洋と河川を回遊する魚類にも影響を与えかねない。

北太平洋・ベーリング海・オホーツク海に生息し、主に千島列島からアメリカコロンビア川以北の河川に遡上し産卵するベニザケの回遊経路は、温暖化による海水温の上昇に伴い、北緯 60 度以北の海域に北偏することが予測されている (Welch et al. 1998)。日本近海に回遊するサケ科魚類の回遊経路においても、いまだ変化は明らかにされていないものの今後変化が生じ、遡上・繁殖に影響を与える可能性が考えられる。一方で、温暖化による海洋環境の変化がオホーツク海に生息するシロザケの成長と生残にプラスの影響を及ぼしていることを示唆している研究例も見られる (帰山 2008)。

気候変動による水温上昇を想定した場合の回遊性を持つ魚類の生息確率を検証した例がある。海水温と河川水温の双方を変数とした生息有無を評価するモデルを構築し、各変数が持つ重要性を比較したところ、カマキリ及びスミウキゴリの生息モデルにおいては、海水温が生息確率に対して最も強く影響する変数として抽出された。しかし、水温の変動勾配が海域よりも河口域で大きいことから、将来的に河川水温の上昇によって不適となる現生息河川が多く、生息河川が縮小する可能性が示唆された (大槻ほか 2023)。

したがって、回遊魚の河川汽水域の変化は、河川・海域の双方の影響を見ることが重要である。

(2) 河川管理上の留意点

河川汽水域での気候変動は、海水温上昇又は海面上昇によって、これまでに長年人間が与えてきた影響とは異なる影響を生じさせるだろう。したがって、今後の河川管理においては従来想定されていた・生じさせてきた影響のみならず、新たに留意すべき点が考えられる。

海面上昇において懸念すべき河川汽水域への影響は大きく、河川縦断方向での影響と河川横断方向での影響に分けられると考えられる。

河川縦断方向での影響については、具体的には塩分遡上範囲の変化が考えられる。これまで純淡水であった区間が、海面上昇による塩分遡上によって感潮区間又は汽水域となる場合が想定される。しかし、塩分遡上が生じる範囲に潮止堰が位置している場合には塩分遡上が妨げられ、上流側に汽水域が形成されないことが考えられる。結果的に淡水と塩水が混じり合う汽水域の区間が縮小してしまう恐れがある。また、治水面や利用面では洪水時水位の上昇や既存利水施設への塩水流入などの影響も考えられる。

一方で、河川横断方向での影響については、海面上昇により、例えば、干出と水没を繰り返す干潟が完全に水没することや、上流に延伸した汽水域の河岸が法面勾配 2 割程度で固定されている場合には潮間帯幅が極端に狭くなることなどの影響が考えられる。また、治水面や利用面では洪水時の河積縮小や高水敷水面化などの影響も考えられる。

【気候変動の影響を考慮した今後の河川管理上の留意点】

楠田・山本（2008）を参考に編集・加筆

◇水温上昇による留意点

- ・水温の変化による河川汽水域生物相の変化

◇海面上昇に伴う河川縦断方向（上下流方向）における留意点

- ・海面上昇に伴う感潮区間の増加
- ・海面上昇に伴う河川汽水域区間の陸側への延伸
(ただし、延伸先に潮止堰などを有する場合は急激な塩分濃度の変化点が生じる)
- ・潮止堰による汽水域の消失
- ・海岸侵食の進行
- ・洪水時水位の上昇
- ・既存利水施設への塩水流入

◇海面上昇に伴う河川横断方向における留意点

- ・現在の干潟の消失
- ・潮間帯幅の矮小化
- ・洪水時の河積縮小
- ・高水敷の湿潤化

1章 参考資料

1. 国土交通省 水管理・国土保全局：河川砂防技術基準 調査編， pp.166, 413-419, 国土交通省， 2023.
2. 西條八束， 奥田節夫編：河川感潮域—その自然と変貌—， 名古屋大学出版会， 1996
3. 重田利拓， 薄浩則， アオギス：干潟再生のシンボルとして， 魚類学雑誌， 58 巻， 1 号， pp. 104-107, 2011.
4. 左山幹雄， 栗原康：河口・沿岸域の環境特性 3.底泥の微生物の物質代謝， 河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー， pp. 32-42, 東海大学出版会， 1988.
5. 皆川朋子， 一柳英隆， 鬼倉徳雄， 萱場祐一， 島谷幸宏， 三宅洋編：社会基盤と生態系保全の基礎と手法， pp. 132-139, 朝倉書店， 2022.
6. Remane, A. and Schlieper, C. : *Biology of Brackish Water (Second edition)* , pp. 372, Wiley, 1971.
7. マクラスキー, D.S. : 環境の変動が河口域の生物の生残に与える影響， 国際生態学シンポジウム島根 '90 報告集， pp. 107-120, 1991.
8. 中村圭吾， 芳賀正崇：「河川水辺の国勢調査」から見た河川汽水域の生物多様性， *RIVER FRONT Vol.76*, pp. 4~5, 2013.
9. 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， 国総研レポート 2016， pp. 155, 2016.
10. 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室：河川汽水域における環境管理に関する資料整理業務報告書， 2016.
11. 汽水域の河川環境の捉え方に関する検討会：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書—汽水域における人為的変化による物理・化学的変化の調査・分析手法—， 2004.
12. 岸田弘之， 天野邦彦， 大沼克弘， 遠藤希実：河川汽水域の環境管理技術確立のための全国一級水系の汽水域環境類型化， 土木学会論文集 B1 (水工学)， 67(4)， pp. I_1273-I_1278, 2011.
13. 巖島怜， 吉川寛朗， 島谷幸宏：Ecoregion の概念に基づく底生動物相及び物理環境による河口域の類型化， 土木学会論文集 B1 (水工学)， 73(4)， pp. I_1171-I_1176, 2017.
14. 乾隆帝， 竹川有哉， 赤松良久：汽水性希少ハゼ類から見た瀬戸内海における保全上重要な汽水域の抽出， 土木学会論文集 B2 (海岸工学)， 72(2)， pp. I_1417-I_1422, 2016.
15. Koyama, A., Inui, R., Kanno, K., Eguchi, K., Tanabe, A., Nakajima, J., Onikura, N., Minagawa, T. : Differences in conservation candidate tidal rivers by cross - taxon analysis in the Japanese temperate zone. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30(12), pp. 2313-2326, 2020.
16. Tanabe, A., Minagawa, T., & Koyama, A. : Selection of tidal rivers for estuarine waterbird diversity conservation in Japan using the National Censuses on River Environments data. *Biogeography*, 24, pp. 9-24, 2022.
17. 楠田哲也， 山本晃一：河川汽水域—その環境特性と生態系の保全・再生—， pp. 5-30, 技報堂出版， 2008.

18. 花輪伸一：日本の干潟の現状と未来，地球環境 11(2)，pp. 235-244，2006.
19. 有働恵子，武田百合子，吉田 惇，真野 明：日本の干潟における過去の長期面積変化特性と海面上昇による将来の浸食予測，土木学会論文集 G(環境)，68(5)，pp. I_1279-I_1285，2012.
20. 田北徹：9 魚類，有明海の生きものたち—干潟・河口域の生物多様性（佐藤正典編），海湖舎，pp. 213 -252，2000.
21. 東京湾河口干潟保全検討会：東京湾河口干潟保全再生検討報告書，リバーフロント整備センター，pp. 302，2004.
22. 堤裕昭：干潟の底質環境の変化とベントス群集への影響—有明海の砂質干潟を例として，月刊海洋，37，pp. 107 -115，2005.
23. 山室真澄：第 6 章 感潮域の底生動物，河川感潮域—その自然と変貌（西条八束，奥田節夫編），pp. 151-172，名古屋大学出版会，1996.
24. 佐々木克之：内湾及び干潟における物質循環と生物生産(38) 有明海漁業 5，アゲマキとサルボウ，海洋と生物，27，pp.267 -274，2005
25. 佐々木克之：内湾及び干潟における物質循環と生物生産(34) 有明海漁業 1，漁業の特徴，海洋と生物，26，pp.262 -265，2004.
26. 環境庁自然保護局野生生物課：日本の絶滅のおそれがある野生生物—レッドデータブック—，財団法人 日本野生生物研究センター，1994.
27. 環境省：第 2 次レッドリスト 汽水・淡水魚類のレッドリストの見直しについて，1999.
28. 環境省：第 3 次レッドリスト 哺乳類、汽水・淡水魚類、昆虫類、貝類、植物 I 及び植物 II のレッドリストの見直しについて，2007.
29. 森照貴，川口究，早坂裕幸，樋村正雄，中島淳，中村圭吾，萱場祐一：過去 40 年間で見られなくなった淡水魚はいるのか：河川中下流域における緑の国勢調査と河川水辺の国勢調査を用いた比較，応用生態工学，24(2)，pp.173-190，2022.
30. 斉藤敏一：2-11 利根川下流部の鳥類相と河口堰建設の鳥類への影響，日本自然保護協会報告書，第 83 号，利根川河口堰の流域水環境に与えた影響調査報告書，日本自然保護協会，pp. 137-156，1998.
31. Kasahara, S., & Koyama, K. : Population trends of common wintering waterfowl in Japan: participatory monitoring data from 1996 to 2009, *Ornithological Science*, 9(1), pp. 23-36, 2010.
32. 花輪伸一，武石全慈：10 渡り鳥 有明海の生きものたち—干潟・河口域の生物多様性（佐藤正典編），pp. 253-282，海湖舎，2000.
33. 益子美由希，舟久保敏，田和康太，鶴田舞，中村圭吾：第 1 章 河川を利用する鳥類についての外観，鳥類の良好な生息場の創出のための河川環境の整備・保全の考え方，国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人土木研究所，pp. 23-26，2020.
34. 環境省：IPCC 第 6 次評価報告書の概要 —第 1 作業部会（自然科学的根拠）—，2023.
<https://www.env.go.jp/content/000116424.pdf>
35. 中野晋，田所真路，宇野宏司，藤本雅彦：日本沿岸の潮位に見られる長周期変動と温暖化の影響，海岸工学論文集，第 49 巻，土木学会，pp. 1351-1355，2002.

36. Welch, D. W., Y. Ishida and K. Nagasawa : Thermal limits and ocean migration of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): long-term consequences of global warming, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55, pp. 937-948, 1998.
37. 帰山雅秀 : 気候変動とサケ属魚類バイオマス変動シナリオ, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 74(5), pp. 876-879, 2008.
38. 大槻順朗, 乾隆帝, 野田洋二, 皆川朋子, 一柳英隆 : 海・河川水温を考慮した通し回遊魚の生息確率評価に基づく水温変動に対する応答の評価, *土木学会論文集*, 79(3), pp. 22-00112, 2023.

2章. 「河川汽水域」での河川事業の現状と課題

2.1 「河川汽水域」で実施されている河川事業の傾向について

2.1.1 アンケート調査による傾向

汽水域(河口部)で実施した河川改修、災害復旧の事業実態を把握するため、環境保全・創出事項、事業実施上の課題・対応方法、課題の重要度の情報について、国土交通省の各地方整備局及び、都道府県を対象としたアンケート調査を令和2年度に実施した。

表 2.1-1 アンケート項目一覧

No.	アンケート項目
1	属する海域（日本海、太平洋・オホーツク海、瀬戸内海東部、東京湾・伊勢湾・瀬戸内海、九州沿岸、有明海）
2	環境特性（例：塩性湿地、潟湖など）
3	土地利用状況（例：工場地、商業地など）
4	事業における生物、河川環境保全・創出事項
5	事業段階（事業実施前、実施後）
6	事業の課題（多自然川づくりの課題）

アンケート調査の結果、81事業の回答を得た。アンケート結果から、汽水域の河川改修事業で最も多い工種は、河道掘削及び築堤工事であり、環境保全措置・創出は植物や貴重種の生息・生育環境に対する保全・復元という回答が最も多かった。

(1) 事業の実施状況

事業件数 81 件のうち、実施後が 53 件と最も多かった。

類型区分別にみると、「Ⅱ. 日本海・九州北西部」の事業数が最も多く、次いで「Ⅲ-1. 太平洋（黒潮）」と「Ⅳ-3. 瀬戸内海東部」が多い。これは、類型区分ごとの水系数による違いと思われる。

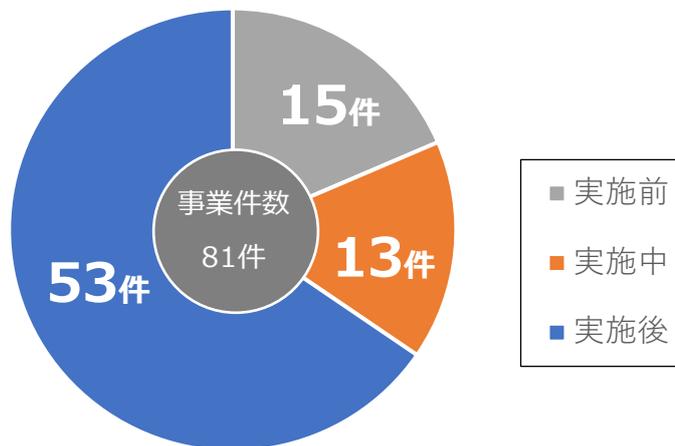
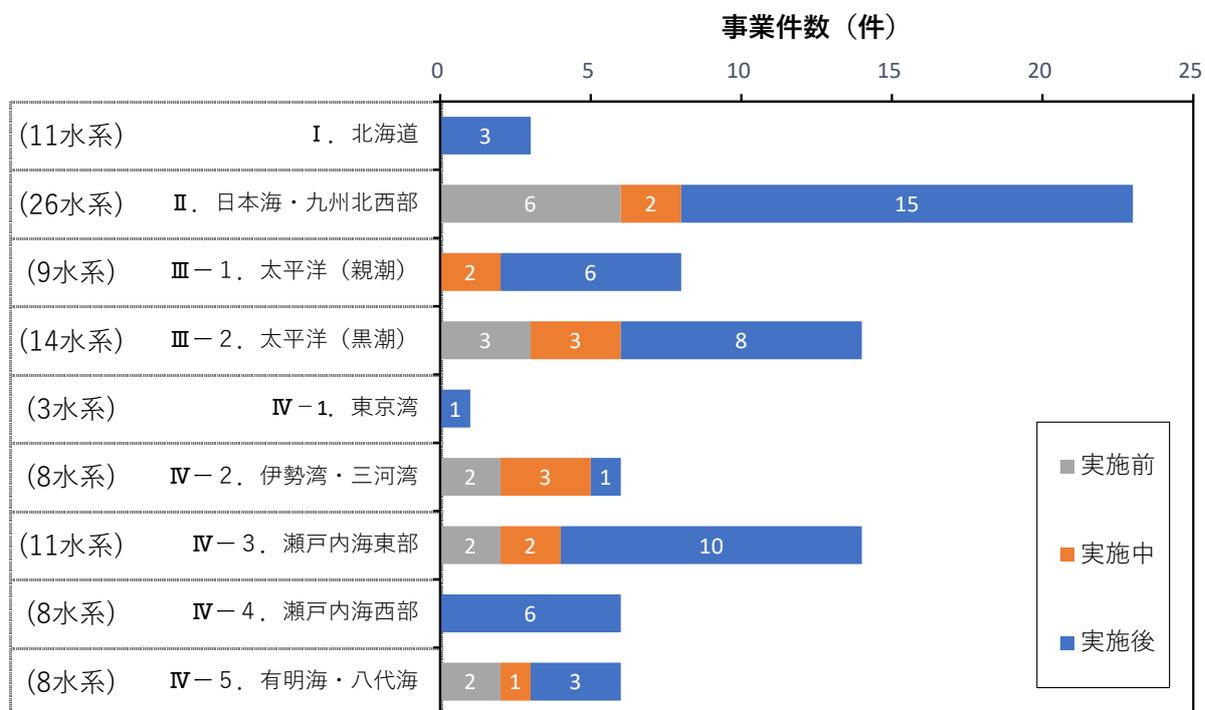


図 2.1-1 河川汽水域の事業実施状況



※括弧内は、各類型区分の水系数を示す。（図 1.2-1 を参照）

図 2.1-2 類型区分別にみた河川汽水域の事業実施状況

(2) 河川環境特性

多くが干潟、ヨシ原、砂浜・砂州の環境であった。

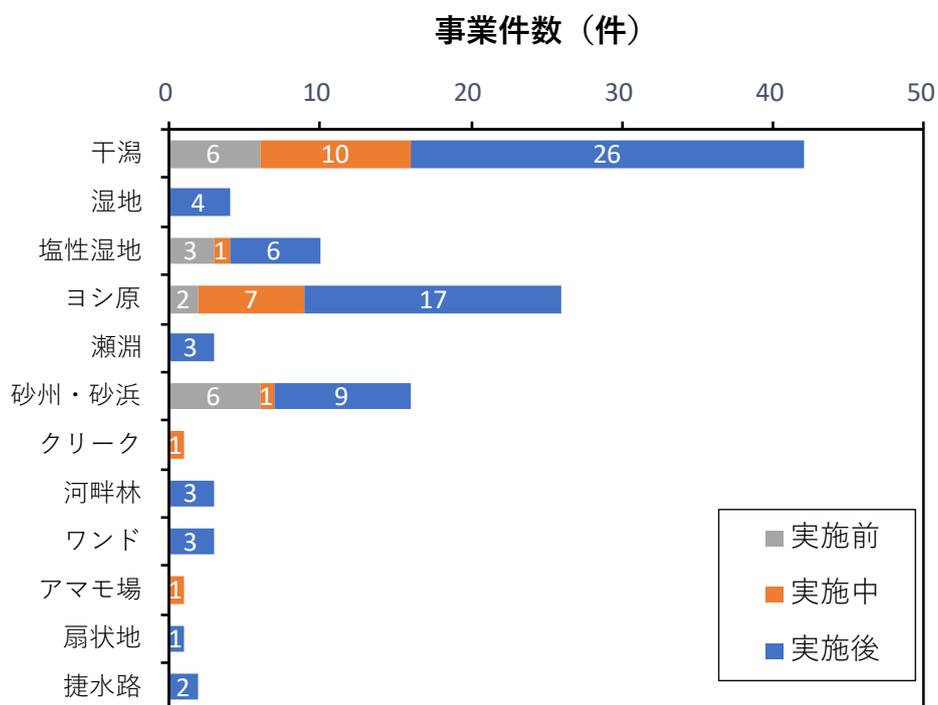
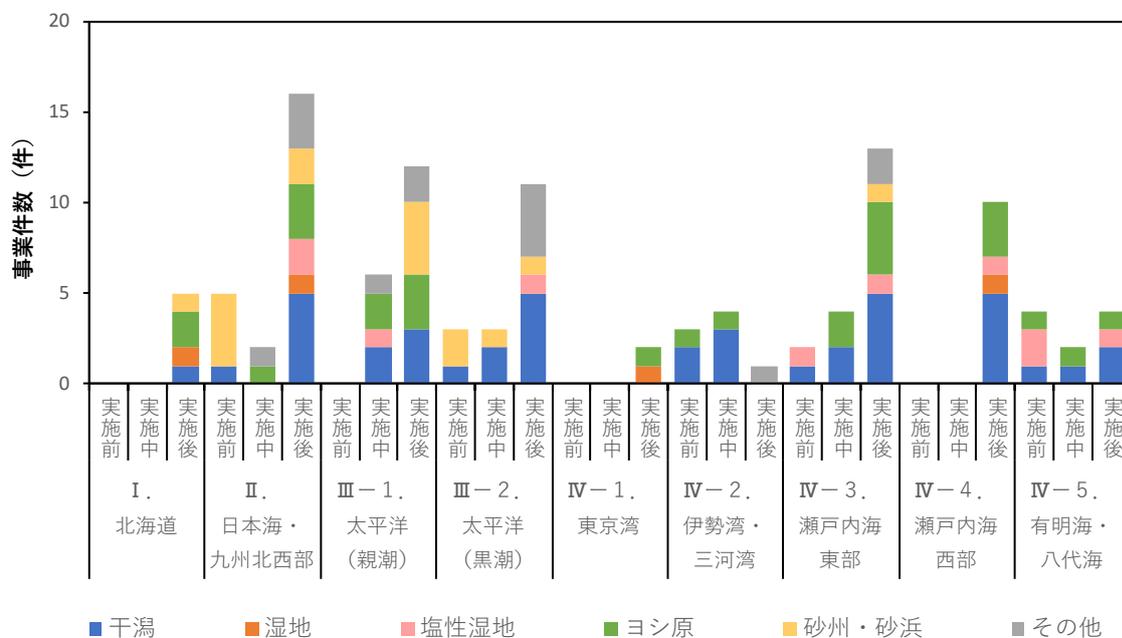


図 2.1-3 事業実施状況別にみた河川環境特性



※その他には、瀬淵、クリーク、河畔林、ワンド、アマモ場、扇状地及び捷水路を含む。
 ※各類型区分の水系数は図 2.1-2 を参照

図 2.1-4 類型区分別にみた河川環境特性

(3) 周辺の土地利用状況

最も多い土地利用状況は住宅地、次いで田畑であるが、現在実施中又は実施予定となっている事業では、住宅地に次いで工業地、漁港・漁場など人の利用が活発な場所が増加傾向である。

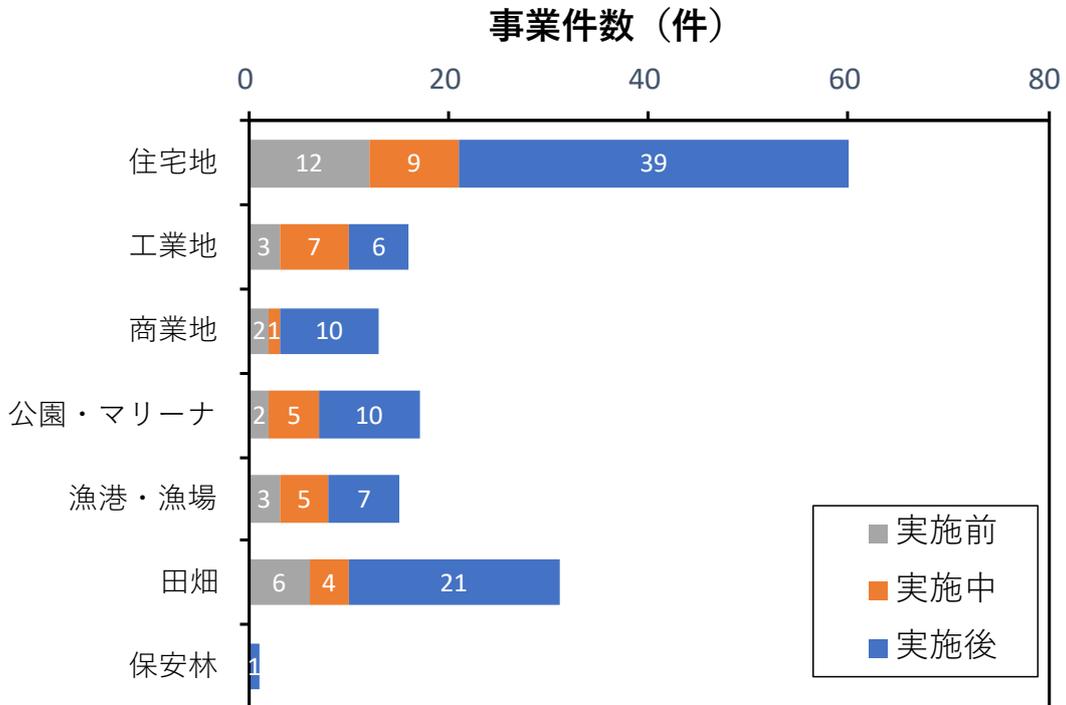
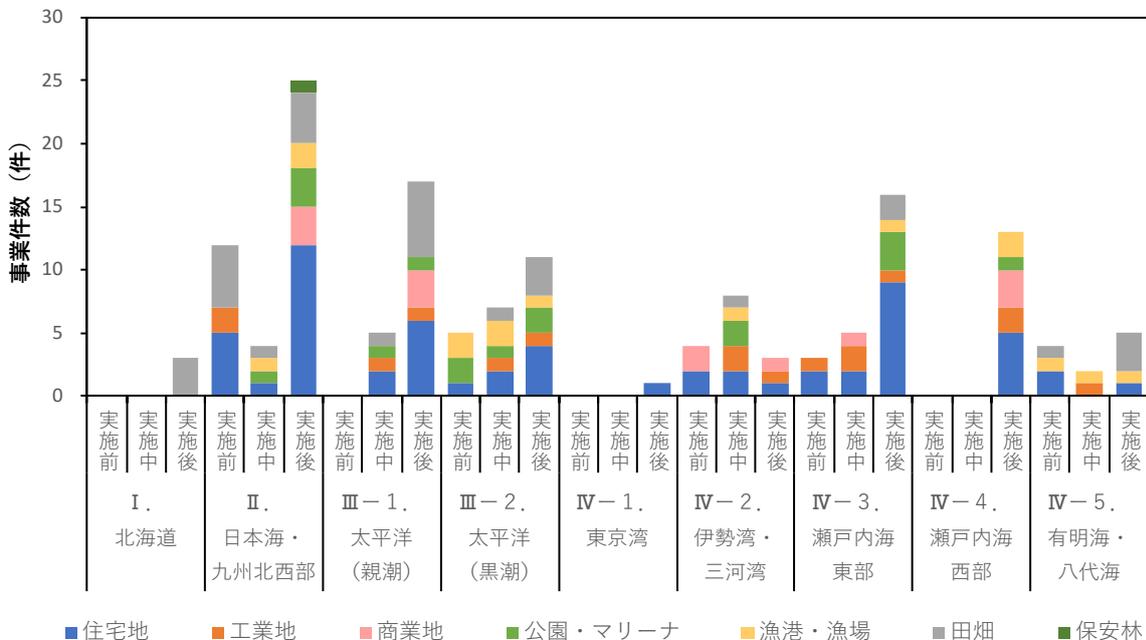


図 2.1-5 事業実施状況別に見た土地利用状況



※各類型区分の水系数は図 2.1-2 を参照

図 2.1-6 類型区分別に見た土地利用状況

(4) 環境保全・創出事項

動植物や貴重種の生息・生育環境に対する保全・復元が最も多く、現在実施中又は実施予定の事業においても環境保全・創出事項とされている。

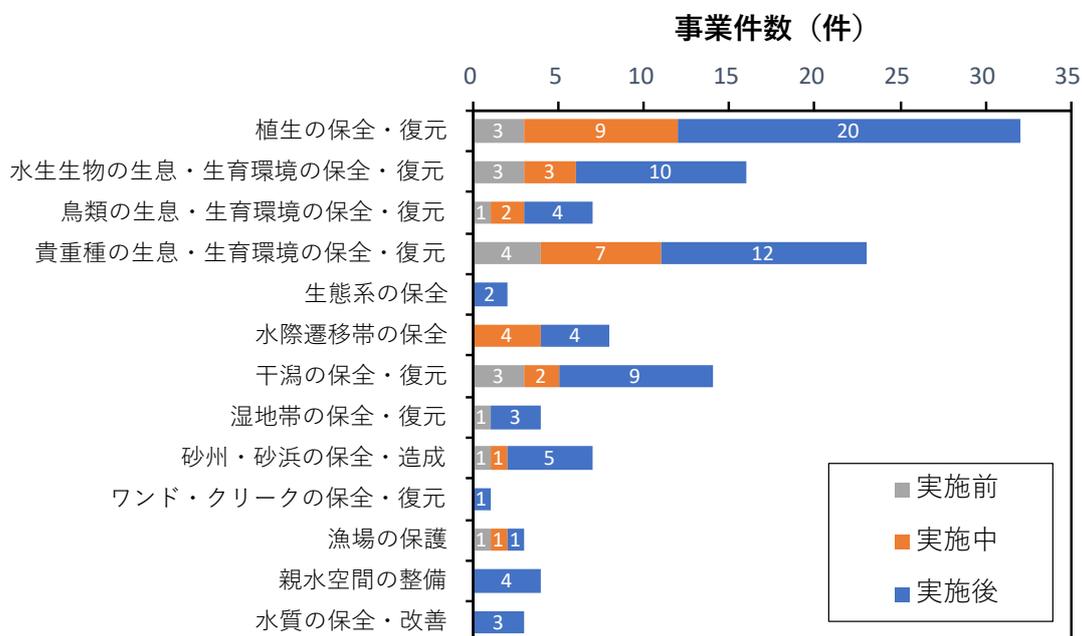
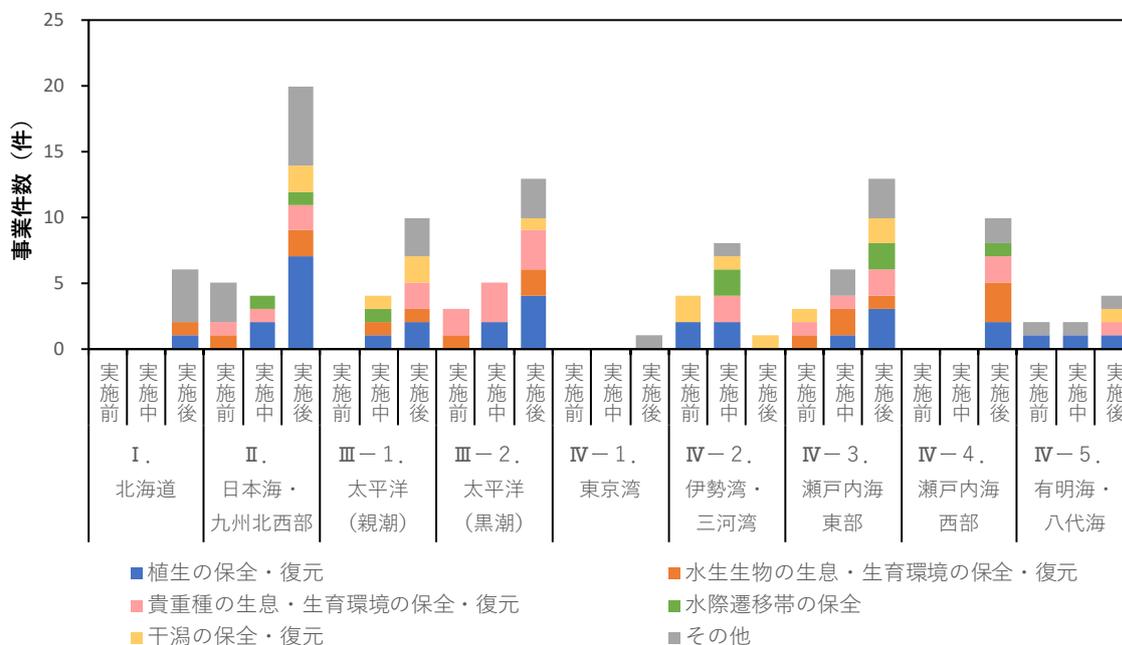


図 2.1-7 事業実施状況別にみた環境保全・創出事項



※その他には、鳥類の生息・生育環境の保全・復元、貴重種の生息・生育環境の保全・復元、生態系の保全、湿地帯の保全・復元、砂州・砂浜の保全・造成、ワンド・クリークの保全・復元、漁場の保護、親水空間の整備及び水質の保全・改善を含む。

※各類型区分の水系数は図 2.1-2 を参照

図 2.1-8 類型区分別にみた環境保全・創出事項

(5) 工種

最も多い工種は、河道掘削及び、築堤護岸工事である。

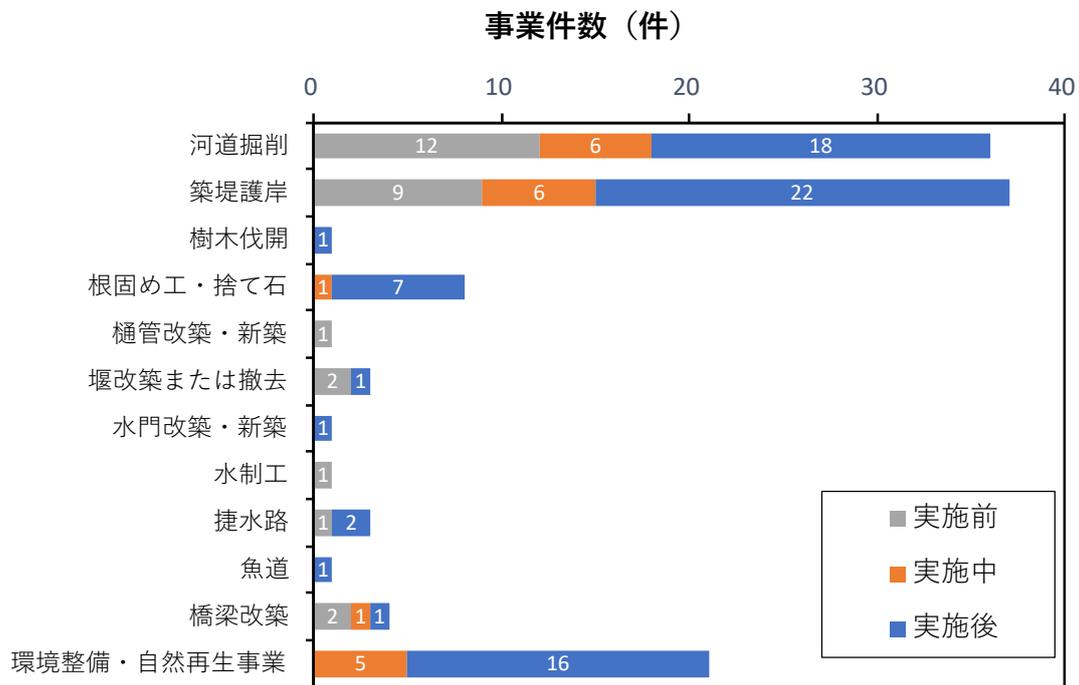
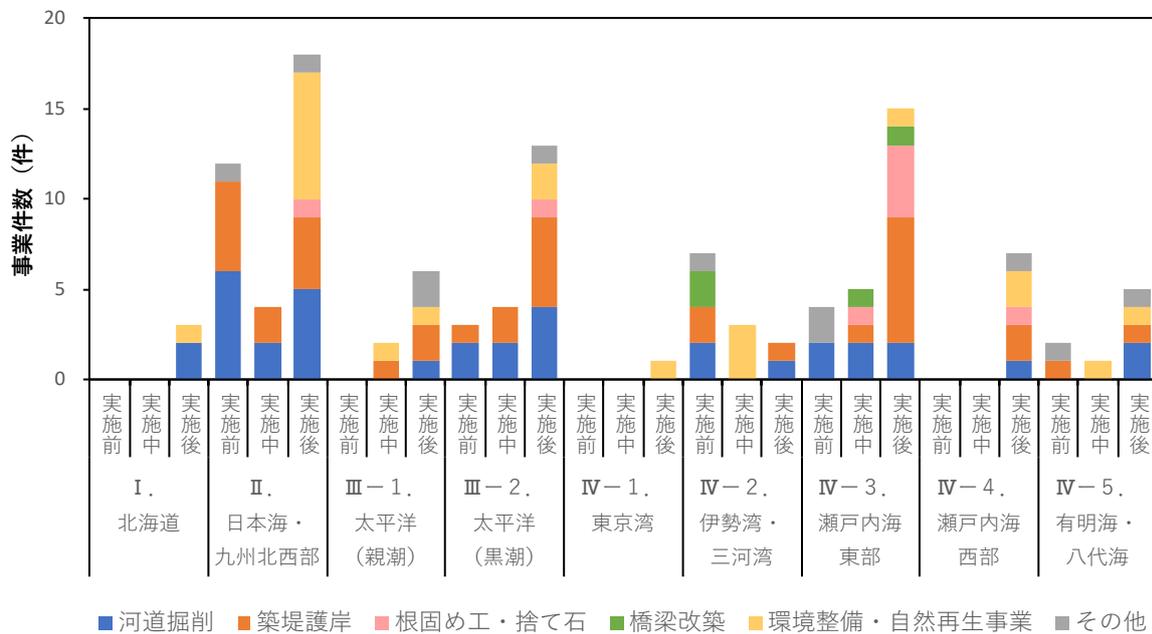


図 2.1-9 事業実施状況別にみた工種



※その他には、樹木伐開、樋管改築・新築、堰改築又は撤去、水門改築・新築、水制工、捷水路及び魚道を含む。

※各類型区分の水系数は図 2.1-2 を参照

図 2.1-10 類型区分別にみた工種

2.2 「河川汽水域」の河川事業の実施に当たって考慮すべき事項

アンケート結果で得られた事業の課題から、河川改修事業の実施に当たって考慮すべき事項について抽出した。

表 2.2-1 に、主な考慮すべき事項と事業時の対応を示す。

河道掘削、築堤護岸工事ともに、「植生、水生生物、鳥類などの生息、生育場、産卵環境への影響」、「貴重種の生息、生育場、産卵環境への影響」、「干潟、ヨシ原など汽水域特有の地形の改変、消失」が共通して考慮すべき事項となっている。

河道掘削では、「流速増加による砂浜、砂州の流出」といった土砂移動形態の変化の影響も考慮すべき事項となっている。一方、築堤護岸工事では、「水際環境の単調化」や「陸域と水域の連続性確保」が考慮すべき事項となっている。

事業に共通した考慮すべき事項として、施工面では「施工時の仮設物の設置、掘削などによる植生、水生生物、鳥類などの生息、生育場、産卵環境への影響」、人の利活用の面では「景観の悪化、親水空間の安全性確保」があげられる。

表 2.2-1 河川汽水域における河川改修事業の主な考慮すべき事項と対応

考慮すべき事項	対応
<p><河道掘削の考慮すべき事項></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 植生、水生生物、鳥類などの生息、生育場、産卵環境への影響 ・ 貴重種の生息・生育場、産卵環境への影響 ・ 水産資源の生育環境への影響 ・ 干潟、ヨシ原など汽水域特有の地形の改変、消失 	<ul style="list-style-type: none"> ・ スライドダウンによる掘削形状 ・ 比高を考慮した掘削形状の採用 ・ 掘削底面のアンジュレーション ・ 掘削法面の緩傾斜化 ・ 貴重種や動植物の生息場を治水上影響ない範囲で維持 ・ 貴重種の移殖 ・ 表土の仮置き、埋め戻し ・ 施工前後のモニタリング調査（UAVの活用）
<ul style="list-style-type: none"> ・ 流速増加による砂浜、砂州の流出 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 突堤の設置 ・ 代替地（砂礫地、ワンドなど）の造成
<p><築堤護岸工事の考慮すべき事項></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 植生、水生生物、鳥類などの生息、生育場、産卵環境への影響 ・ 貴重種の生息、生育場、産卵環境への影響 ・ 干潟、ヨシ原など汽水域特有の地形の改変、消失 ・ 水際環境の単調化 ・ 陸域と水域の連続性確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堤防線形の見直し ・ 堤防法面の緩傾斜化 ・ 護岸前面への捨石による多孔質な空間の造成 ・ 覆土型護岸の採用 ・ 水制工により水際の再堆積を促す
<p><施工上の考慮すべき事項></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工時の仮設物の設置、掘削などによる植生、水生生物、鳥類などの生息、生育場、産卵環境への影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 試験施工の実施 ・ 水生生物の遡上、産卵期を避けた施工計画の立案 ・ 段階的施工計画の立案
<ul style="list-style-type: none"> ・ 濁水の発生 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水域の掘削を避ける掘削形状
<p><人の利活用に関する考慮すべき事項></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 景観の悪化、親水空間の安全性確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 擬石ブロックの採用 ・ 護岸前面への捨石による修景 ・ 地域連携による親水空間のごみ拾い活動

3章. 「河川汽水域」での多自然川づくりの技術的な留意点

河川汽水域における多自然川づくりの技術的な留意点を図 3.1 に示す。河川汽水域において多自然川づくりを実施する際には、この留意点に即し、個々の河川の河川汽水域の特徴に応じて実施することが必要である。

本書では、これらの留意点のうち 1~6 を示している。次節以降、図の右側に示した 3 章の構成に沿って解説する。

<汽水域における多自然川づくりの留意点>

【3章の構成】

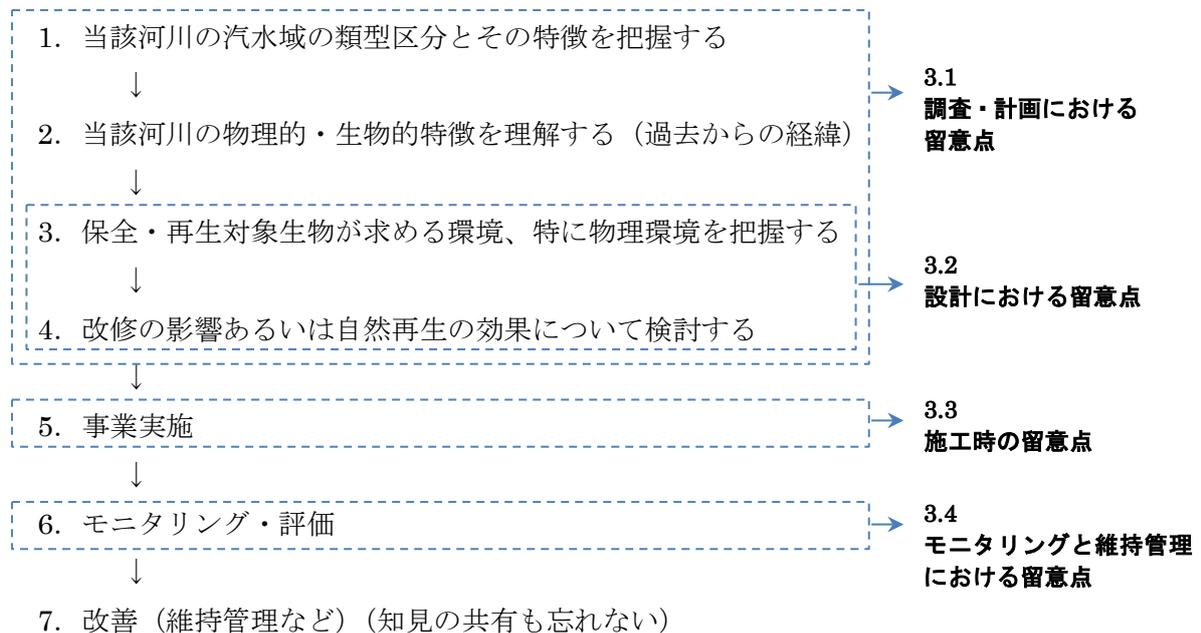


図 3.1 汽水域における多自然川づくりの技術的な留意点

3.1 調査・計画における留意点

3.1.1 調査・計画における留意点の検討の考え方・手順(素案)

(1) 調査・計画における留意点の検討の考え方

河川改修では、生物の生息・生育・繁殖の場の直接改変が生じる。現在、直轄河川では「河川環境管理シート」が作成され、保全すべき「代表区間」「保全区間」が設定されている。また同シートでは、「代表区間・保全区間」以外の区間では、代表区間の環境を目標にして底上げを図ることとしている。

一方、河道掘削を始めとする人為的改変により生じる河川汽水域への影響は、表 3.1-1 にあげるように、生物の生息・生育・繁殖の場を直接改変しなくても、間接的に様々な影響が生じる可能性がある。表 3.1-1 によれば、河道掘削による影響は、主に化学的環境（塩分遡上、河道底層の貧酸素化）と物理環境（河床材料の粗粒化・細粒化、地形の変化）に大別される。

以上を踏まえ、本手引きは、実務者にとってわかりやすい内容とするため、河川汽水域における河川改修における検討内容をイメージできるように、以下の考え方に基づき検討の手順・方法を記載している。

【調査・計画における留意点の検討の考え方（素案）】

- 分析・評価対象を、直接改変・間接改変に分けて考える
- 直接改変については、保全すべき「代表区間」「保全区間」と、「代表区間・保全区間」以外の区間に着目
- 間接改変については、どの河川汽水域でも影響が生じる可能性があり、また具体的な検討事例のある「塩分遡上」「河道底層の貧酸素化」「河床構成材料の細粒化・河床変動」に着目

以上の考え方に基づき、本手引きで対象とした分析・評価対象ごとの検討手順(素案)を、図 3.1-1 に示す。

また、本手引きは直轄河川のみでなく、都道府県管理の 2 級河川の河川汽水域も対象としている。しかし、ほとんどの 2 級河川では「河川環境管理シート」は作成されていない。このため、河川環境管理シートを実施していない河川では河川整備計画作成時の「河川環境検討シート」を活用する。また、当該河川汽水域に良い環境がない場合には近傍他河川の良い環境を参考にすることも考えられる。更に、地域の有識者へヒアリングすることが有効と考えられる。2 級河川における調査・検討の簡略化の方法の一例(素案)を図 3.1-2 に示したので参考にしてほしい。

なお、間接改変については、河川特性や事業特性そして河川事業以外の導流堤や橋梁の建設などにより、表 3.1-1 にあげる影響が生じる可能性がある。このため、本手引きの内容に

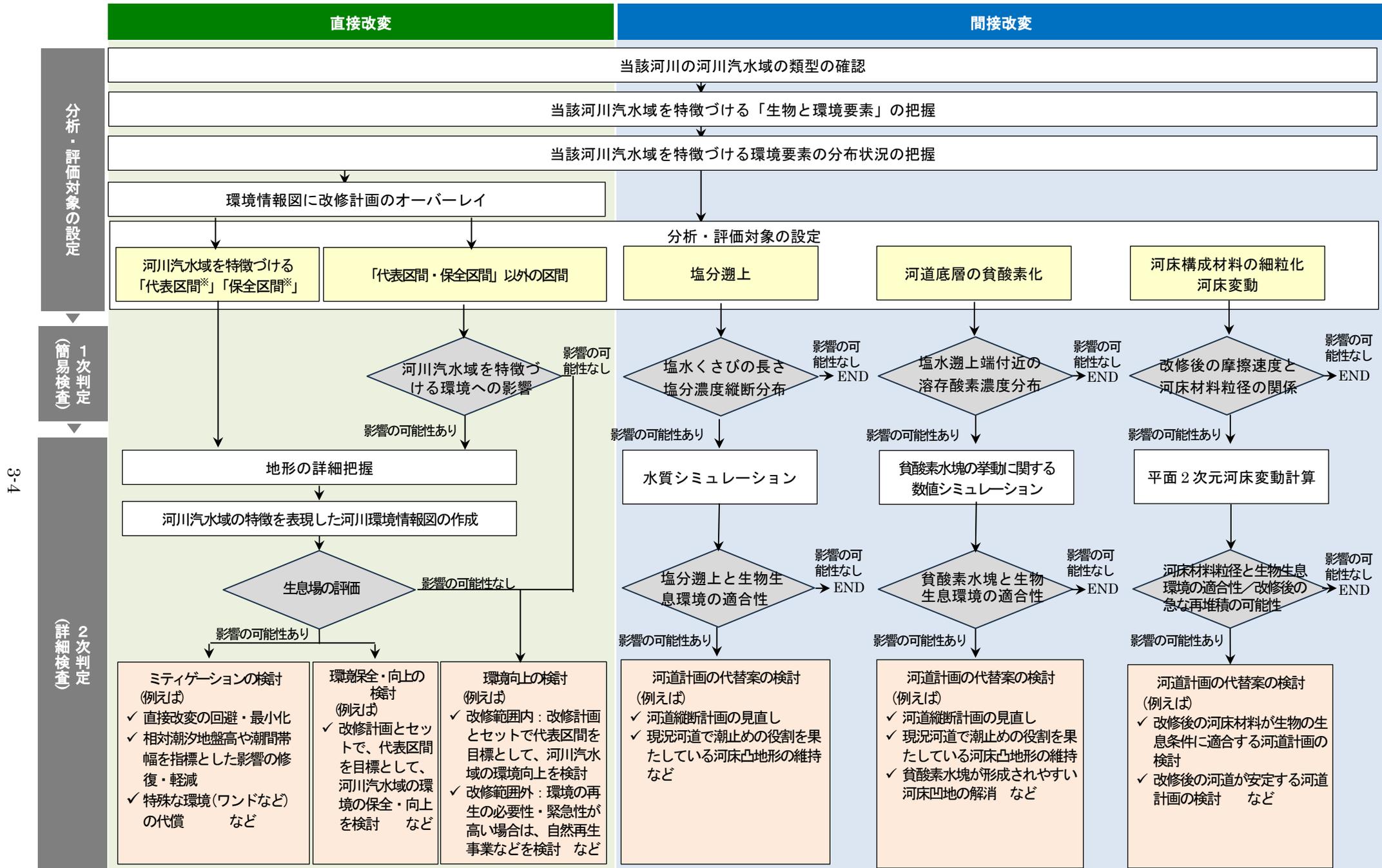
留まらず、「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書（平成16年5月）」などを参考にし、適宜検討することが望ましい。

(2) 調査・計画における留意点の検討手順

調査・計画における留意点の検討手順（素案）を図 3.1-1 に示す。検討は以下の3段階で実施する。

- 「分析・評価対象とする河川環境項目の設定」では、河川改修の影響を受ける分析対象を設定する。分析対象は直接改変と間接改変（化学的、物理的要素）で設定する。
- 「1次判定（簡易検査）」では、分析対象が影響を受ける可能性を簡易的な手法を用いて検討する。1次判定の結果、影響を受ける可能性がある場合「2次判定（詳細検査）」に進む。
- 「2次判定（詳細検査）」では、1次判定で影響が懸念された分析対象について、詳細な地形把握や数値シミュレーションなどを用いて、河川改修による影響に対して精度を上げて検討する。

次節以降、図 3.1-1 の手順に沿って解説する。

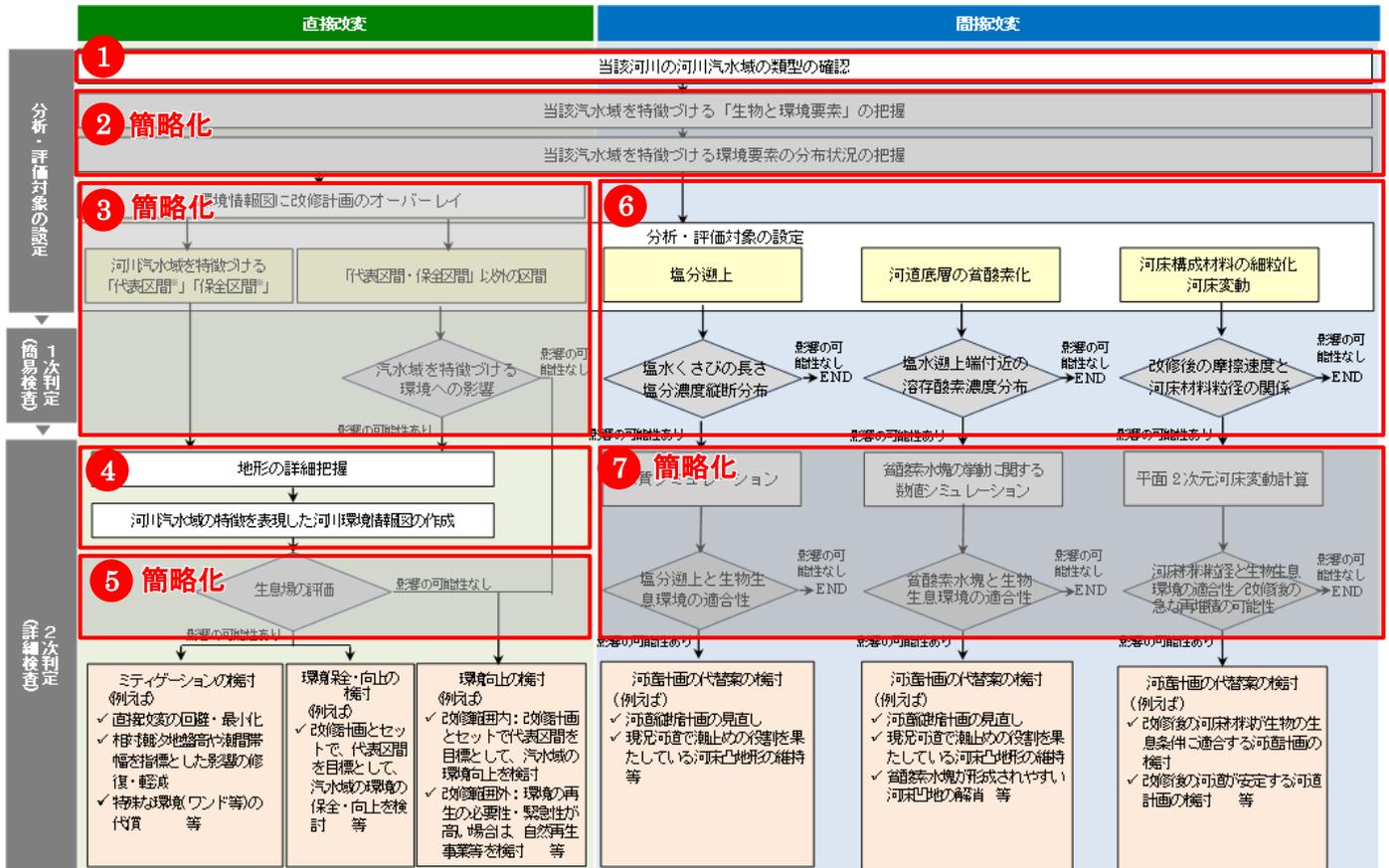


※「代表区間」「保全区間」の設定は、河川汽水域は塩分勾配により環境区分内の環境が均一でないことから、必ずしも1km区間を設定する必要はなく、その河川の特徴に応じた区間を設定する。(3-10 ページ参照)

図 3.1-1 調査・計画における留意点の検討手順(素案)

2 級河川については、生物調査の実施状況から、図 3.1-1 に示す検討が困難な場合が考えられる。

そのため、図 3.1-2 に示すように、河川地形（平面図、横断面図や ALB 測量）は対象河川で調査し、他の項目は、河川整備基本方針・河川整備時の検討資料の活用、生物調査であれば環境 DNA などの簡易的な調査の実施、河床勾配などの河道特性が類似した近傍直轄河川の情報の活用などにより、簡略化することが考えられる。この際、地域の有識者へのヒアリングが有効である。



手順	調査・検討の簡略化の方法（素案）
①	・本手引きの 1.2 を参照し、当該河川の近傍河川の類型化の区分を確認する。
② 【簡略化】	・河川整備基本方針・河川整備計画作成時の「河川環境検討シート」から、河川汽水域における特徴的な生物と、その生物が依存する環境を把握する。 ・生物調査結果がない場合は、現況写真や環境 DNA 調査などの簡易的な方法により、河川汽水域を特徴づける環境や、河川汽水域の生物を把握する。
③ 【簡略化】	・河川整備基本方針・河川整備計画作成時の「河川環境検討シート」の「河川環境情報図」に改修計画をオーバーレイする。 ・河川環境情報図が作成されていない場合は、現況平面図や現況横断面図に改修計画を重ね合わせ、上記②の調査結果（現地現況写真や簡易的に実施した生物調査結果）を整理する。 ・河川汽水域への影響について、地域の有識者へヒアリングを行う。
④	・河川汽水域への影響の可能性がある場合には、本手引きの 3.1.4 (1) 1) 及び 3.1.4 (1) 2) を参照し、地形の詳細把握、河川汽水域の特徴を表現した河川環境情報図を作成する。
⑤ 【簡略化】	・当該河川近傍で、河川汽水域の物理環境や生物環境の類似した直轄河川における相対潮汐地盤高と生物の関係を活用して、改修の影響予測（=生息場の評価）を行う。 ・河川汽水域の影響について、地域の有識者にヒアリングを行う。
⑥	・間接変更の 1 次判定(簡易評価)は、河道計画の諸条件から簡易的に評価する。
⑦ 【簡略化】	・間接変更の 2 次判定（詳細評価）は、1 次判定の結果で影響があると考えられる場合は、当該河川近傍で河川汽水域の物理環境や生物環境の類似した直轄河川における調査結果や検討結果があれば参考にする。ただし地域の実情に応じて検討が必要な場合（例：取水施設への塩分遡上の影響、アユ産卵床への影響など）は、詳細検討を行う。

図 3.1-2 2 級河川における調査・検討の簡略化の方法の一例（素案）

■参考：河川汽水域における人為的改変と物理・化学に関わるレスポンス

資料：楠田哲也，山本晃一：河川汽水域—その環境特性と生態系の保全・再生—，pp. 5-30，技報堂出版，2008.

「河川汽水域（平成 20 年 6 月）」には、河道掘削のインパクト・レスポンス図が示されている。これによると河道掘削による物理・化学に関わるレスポンスは、「塩分上昇」「河道底質の貧酸素化」「河道表層の細粒化」「河岸粗粒化」「河床構成材料の細粒化」「周辺汀線の後退」があげられている。

図 3.1-1 にあげた分析・評価対象は、図 3.1-3 から、河川汽水域において強いレスポンスとされている「塩分上昇」「河道底層の貧酸素化」「河床構成材料の細粒化」を取り上げた。

これ以外のレスポンスについては、3-7 ページに「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書（平成 16 年 5 月）」から汽水域のインパクト・レスポンスと 1 次判定・2 次判定の分析手法の概要を示しており、検討する際に参照してほしい。

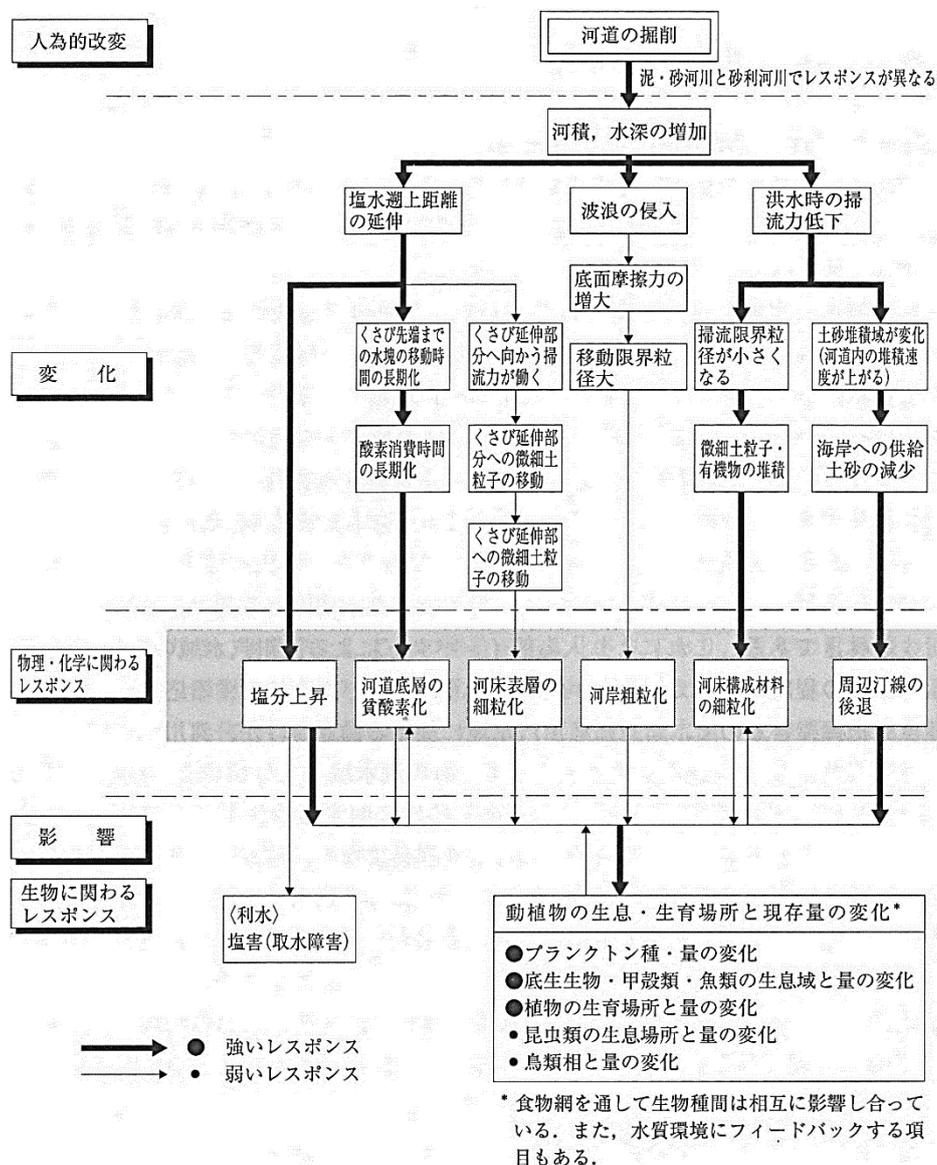


図 3.1-3 河道掘削のインパクトーレスポンス関連図

出典：楠田哲也・山本晃一監修、河川環境管理財団編：河川汽水域,技報堂出版,2008

■参考：河川汽水域のインパクトレスポンスと1次判定・2次判定の分析手法

資料：汽水域の河川環境の捉え方に関する検討会：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書—汽水域における人為的改変による物理・化学的変化の調査・分析手法—，2004.

「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書（平成16年5月）」には、「河道掘削」、「河口導流堤防の建設」「河口部の埋立て」「河口域での海砂採取」「橋梁の建設」といった人為的改変とレスポンスの関連度（表3.1-1）と、1次判定（影響発生の可能性を大まかに推定する方法）と2次判定（影響が発生する可能性がある場合の定量的な分析手法）が示されている。本手引きで取り上げた間接改変（「塩分遡上」「河道底層の貧酸素化」「河床構成材料の細粒化・河床変動」）以外の間接改変や、河川改修以外の人為的改変について、分析・評価の必要性が生じた際の参考にしてほしい。

表 3.1-1 人為的改変とレスポンスとの関連度の状況

○関連があると考えられるもの

レスポンス	塩分上昇	河道底層の貧酸素化	河床表層の細粒化	河岸粗粒化	河床構成材料の細粒化	周辺汀線の後退	周辺汀線の変化	河口砂州（テラス）の縮小・後退	河岸干潟の細粒化	河岸侵食	河岸干潟の侵食	河口干潟の減少	塩水くさびの下流側への移動	埋め立て区間の河床上昇	砂州高の変化	貧酸素水塊の湧昇・河道への移動	橋梁上流の河岸干潟の粗粒化	橋梁上流の河岸干潟の粗粒化・侵食
人為的改変																		
河道の掘削																		
泥・砂河川	○	○	○	○	○	○		○		○	○							
砂利河川	○				○	○		○										
河口導流堤の建設				○			○			○	○							
河口部の埋め立て									○		○		○	○				
河口域での海砂採取						○		○				○			○	○		
橋梁の建設																	○	○

また、同書から汽水域の人為的改変による現象と2次判定の分析手法（シミュレーション）の関係を表3.1-2に示した。同書には、2次判定におけるシミュレーションの手順、予測方法、予測に必要な調査が詳述されている。2次判定において詳細なシミュレーションを実施する際の参考にしてほしい。

表 3.1-2 汽水域の現象と 2 次判定のための分析手法との関係

人為的改変による現象	分析手法											
	淡塩二層流計算	密度流拡散計算	一次元分散方程式	溶存酸素収支計算	不等流計算・不定流計算	河床変動計算	河口幅予測モデル	波浪変形計算	汀線変化モデル	等深線変化モデル	二次元海浜流計算	海浜地形変形モデル※
■河道の掘削												
①塩分上昇	○	○	○									
②河道底層の貧酸素化	○	○		○								
③河床表層の細粒化	○	○				○						
④河岸粗粒化、河岸侵食、河岸干潟の侵食							○	○				
⑤河床構成材料の粗粒化					○	○						
⑥周辺汀線の後退、河口砂州（テラス）の縮小・後退					○	○			○	○		
■河口導流堤の建設												
①河岸粗粒化、河岸侵食、河岸干潟の侵食、周辺汀線の変化							○	○	○			
■河口部の埋立て												
①河岸干潟の細粒化、河岸干潟の侵食									○	○		
②塩水くさびの下流側への移動	○	○										
③埋立て区間の河床上昇						○		○			○	
■河口域での海砂採取												
①河口砂州の縮小・後退、砂州高の変化									○	○		○
②河口干潟の縮小	○	○										
③貧酸素水塊の湧昇・河道への移動					○		○				○	
■橋梁の建設												
①橋梁上流の河岸干潟の細粒化、粗粒化・侵食								○	○			

出典：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書(平成 16 年 5 月)をもとに作成

※：海浜地形変形モデルは 3 次元モデルを指す(出典資料 pp.分析-20 より)

3.1.2 分析・評価対象とする河川環境項目の設定

河川汽水域の河川改修（又は自然再生など）において、影響の生じる可能性のある分析・評価対象を設定する。分析・評価対象の設定の手順を以下に示す。

(1) 当該河川の河川汽水域の種類の確認及びその特徴の把握

☛ 当該河川の河川汽水域の種類を確認し、その特徴を把握する。

本手引きの「01.2 「河川汽水域」の種類化について」を参照し、当該河川汽水域の種類を把握し、位置づけを理解する。具体には、河川汽水域を特徴づける、河道特性、内湾・外湾の差異、潮汐差、及びエコリージョン（生態学的地域）を理解する。

また、河川汽水域は河口部の都市に位置することが多く、地域や人々との関わりが強いことから、当該河川汽水域及び沿川の社会的・文化的状況（河口港の存在やその歴史、漁業、親水施設などの整備状況、人々の利用状況、地元自治体の計画など）も把握する。これらの把握は、河川整備基本方針・整備計画、及びその過程で検討した「河川環境検討シート」などを活用することができる。

(2) 河川汽水域を特徴づける「生物と環境要素」の把握

☛ 河川環境管理シートより、「代表区間」「保全区間」、河川汽水域を特徴づける環境要素、歴史的な環境の変遷、河川汽水域を特徴づける「生物」が必要とする物理環境を把握する。

河川環境管理シートをもとに、河川汽水域の「代表区間」「保全区間」を把握する。また、河川汽水域の代表区間・保全区間の概要に記載されている「当該環境区分を特徴づける環境の概要」から、当該河川汽水域を特徴づける「生物(注目種)」と、注目種*が依存する生息場である「環境要素」(干潟やヨシ群落など)を把握する。代表区間の環境区分を特徴づける環境の概要の整理例を図 3.1-4 に示す。

代表区間選定シート

●●川		
区分1 3km		
空中写真など	現地調査写真	当該環境区分を特徴づける環境の概要 (現場で注目すべきポイント・生物など)
		<p>[環境の概要] 河口汽水域である河口から〇〇堰までの区間に干潟とヨシ原が分布する。 2~3km 区間は大規模な干潟とヨシ原があり、汽水域の代表区間として選定する。</p> <p>[現場で注目すべきポイント・生物] ・干潟とヨシ原による自然な水際線 ・大規模な干潟 ・トビハゼ、マハゼなど ・イソシギ、オオヨシキリなど</p>

代表区間を特徴づける環境要素と注目種が記載されている

※データは架空のものである

参考：河川環境管理シートを用いた環境評価の手引き（令和5年7月）

図 3.1-4 代表区間の環境区分を特徴づける環境の概要の整理例

※「注目種」：「河川環境管理シートを用いた環境評価の手引き（令和5年7月）」では以下のように注目種を設定することとしている。

河川環境を特徴づける注目種の選定

大セグメント内の河川環境を特徴づける種群として、水域では魚類、陸域では鳥類を「河川環境を特徴づける種（注目種）」として選定する。これらの種群は、河川内を広域的に移動・分布することから主対象とするものである。ただし、河川の特性に応じ、他の分類群を含めても良い。その際は、対象河川の環境特性をよく指標する種を選定する。

注目種の選定は、最新の河川水辺の国勢調査結果に基づき近年の確認状況を把握のうえ、法指定種、環境省や都道府県のレッドリストなどに基づく重要種の選定状況を整理して、継続的に確認されている重要種を選定する。この他、注目種には、地域で大切にされている種を含めても良い。

なお、注目種の選定に際しては、出現頻度・生息範囲が広い種を選定すると一般に生息場との関わりが弱くなり、出現状況による環境要素の重みづけが不明瞭となる。また、多くを選定すると、依存する環境要素の重み付けに偏りが生じる。このため、注目種の選定は、当該大セグメントに特徴的な環境要素に、生活史の過程で特に依存度が高い（繁殖地、越冬地など）種を河川環境区分ごとにバランスよく選定する。

また、「代表区間・保全区間」以外の区間における、当該環境区分を特徴づける環境の概要の分布状況と、その増減傾向を把握する。

「河川環境管理シートを用いた環境評価の手引き（令和5年7月）」では、「代表区間以外の区間」については「代表区間」と比較し河川環境の改善に努めるとしている。「河川環境経年変化シート」には、1km区間ごとに、代表区間との乖離と河川環境の変化傾向（好転・悪化状況）から、再生の必要性・緊急性が整理されている（図3.1-5）。したがって、「代表区間・保全区間」以外の区間については、河川環境経年変化シートを活用し、歴史的な環境の変化傾向を踏まえて、再生の必要性・緊急性が高い場合には、改修計画とセット（又は改修計画がない場合は自然再生事業などにより）、代表区間を目標とした環境改善の検討が必要となる。

ただし、「河川環境管理シート」は1km間隔に整理されたものであり、一方で、河川汽水域は河川環境区分内の環境が塩分勾配などにより均一な環境でないため1km間隔では大きい場合も考えられる。そのため、河川汽水域における「代表区間」「保全区間」の設定は、1km間隔より細かい間隔で設定したり、同じエコロジーの河川を参考にして設定するなど、当該河川の河川汽水域の特徴に応じて、その設定に留意する必要がある。

距離種		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
基本情報	大セグメント	セグメント2-1										セグメント2-2											
	河川環境区分	区分1(汽水・右岸山村)										区分2(高水浸食が著・感潮区間)											
2時期の評価の比較	代表区間	*										*											
	水陸域	1.低・中草生地	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		2.河辺性の樹林・河野林	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.自然裸地	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		4.外生植物	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
		5.水生植物帯	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		6.水際の自然度	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		7.水際の複雑さ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		8.連続する裸地	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		9.ワンド・たまり	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		10.湛水域	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	汽水	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11.干潟	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
12.ヨシ原	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
生息場の多様性の評価値の比較	H14(過去)	2	3	2	0	2	1	3	2	3	2	1	2	3	2	1	2	1	2	3	4	3	
	H24(現況・基準年)	3	3	4	1	4	2	3	4	4	3	1	2	3	4	2	1	1	2	5	4	7	
再生の必要性・緊急性	再生の必要性(代表地点とのかい離)	0	0	1	-2	1	-1	0	0	0	-1	-3	-2	-1	0	-2	-3	-6	-5	-2	-3	0	
	再生の緊急性(変化傾向)	1	0	2	1	2	1	0	2	1	1	0	0	0	2	1	-1	0	0	2	0	4	

出典：河川環境管理シートを用いた環境評価の手引き（令和5年7月）

図 3.1-5 環境改善の必要性・緊急性の検討(例)

一方、河川汽水域における河道掘削は、生物の生息・生育・繁殖の場を直接改変しなくても、化学的（塩分濃度、溶存酸素）・物理的（河床地形、河床材料）な変化が生じ、間接的に生物に影響を及ぼす可能性がある。そのため「注目種」*が必要とする化学的（塩分濃度、溶存酸素）・物理的（河床地形、河床材料）な環境条件について、現地調査結果（例：河川水辺の国勢調査）や図鑑、文献などから整理する。

ここで把握する「河川汽水域を特徴づける環境要素」が河川改修における保全・復元対象となる。また生物の必要とする化学的・物理的な環境条件は、後述する 1 次判定・2 次判定の判断基準に活用する情報となる。そのため、これらの情報把握は重要である。

なお、「河川環境管理シート」が作成されていない 2 級河川では、以下のようにして河川汽水域を特徴づける「保全区間」「代表区間」「環境要素」「生物」を設定することが考えられる。

- ・河川水辺の国勢調査を実施している河川では、「河川環境管理シートを用いた環境評価の手引き（令和 5 年 7 月）」に基づき設定する。
- ・河川環境管理シートを作成していない河川では、河川整備計画作成時の「河川環境検討シート」の「環境区分と生物の関連シート」「環境区分ごとの生物の利用及び整備と保全のための配慮事項」「河川環境情報図」などをもとに設定する。
- ・生物調査結果がない場合は、環境 DNA 調査などの簡易的な方法により、河川汽水域の生物を把握する。
- ・当該河川汽水域に良い環境がない場合には近傍他河川の良い環境を参考に設定する。
- ・地域の有識者へのヒアリングを行う。

(3) 河川汽水域を特徴づける環境要素の分布状況の把握

☛ 河川環境情報図を活用し、河川汽水域を特徴づける環境要素の分布状況を把握する。

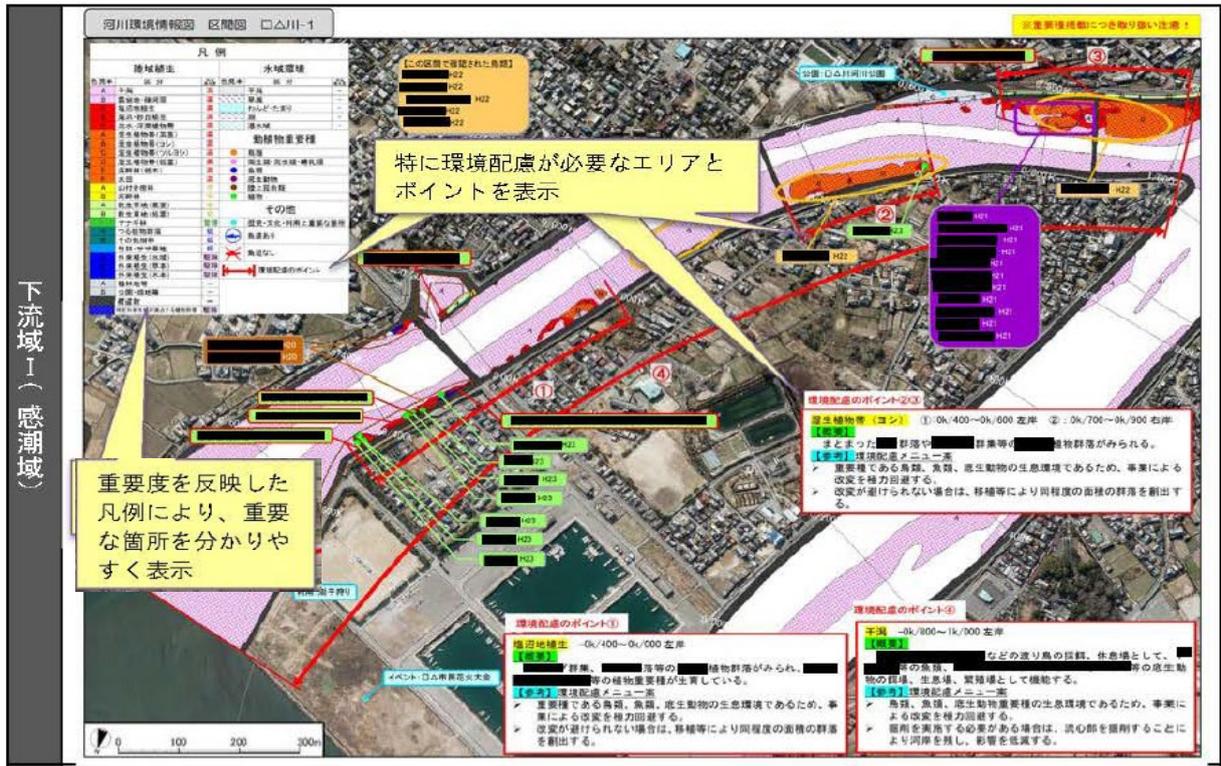
上記(2)で把握した、河川汽水域を特徴づける環境要素について、河川環境情報図をもとに河川汽水域での分布状況を把握する。

一般的に河川環境情報図には、河川水辺の国勢調査の結果から、河川環境基図に重要種の確認位置や鳥類の営巣地などを整理している。この河川環境情報図において、上記(2)で把握した河川汽水域を特徴づける環境要素の分布状況をわかりやすく表現することが望ましい。環境要素の分布状況をわかりやすく表現した河川環境情報図の作成例として、「【九州地方整備局版】河川環境情報図作成の手引き(案)（平成 28 年 2 月）」では「河川管理や河川整備・改修に当たって慎重な対応の必要性が感覚として理解しやすい色を採用」（図 3.1-6）しており、河川汽水域を特徴づける環境要素のわかりやすい表現手法として推奨する。

(4) 河川環境情報図に改修計画のオーバーレイ

☛ 改修計画が、河川汽水域を特徴づける環境要素に直接改変を与えるか把握する。

河川環境情報図に、改修計画をオーバーレイする（図 3.1-7）。これにより、改修計画が、「代表区間」「保全区間」、又は河川汽水域を特徴づける環境要素に直接改変を与えるか、視覚的にわかりやすく把握することができる。



下流域Ⅰ（感潮域）

重要度を反映した凡例により、重要な箇所を分かりやすく表示

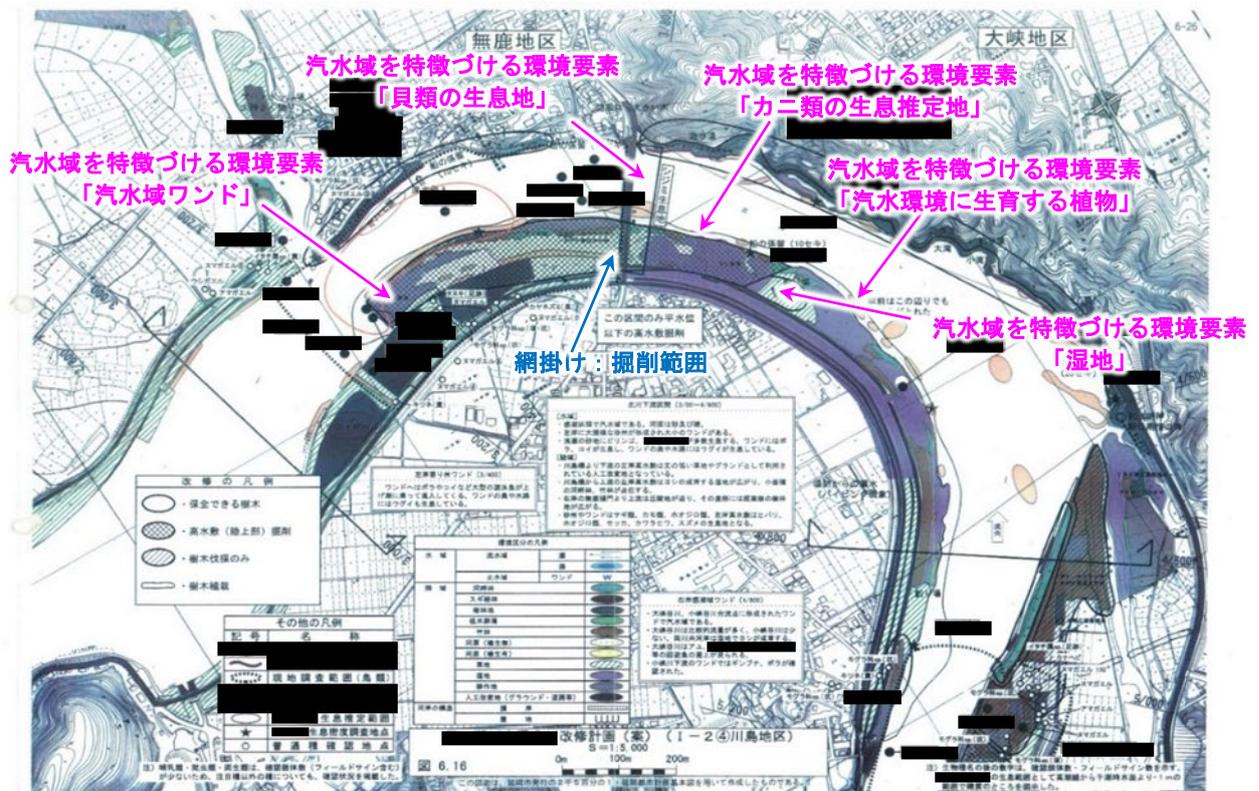
特に環境配慮が必要なエリアとポイントを表示

環境配慮のポイント①
 水生植物帯（コン）①：0k/400～0k/600 左岸 ②：0k/700～0k/900 右岸
 【概要】 まどまった群落や群落等の植物群落が見られる。
 【留意】 自然環境がニューズ、鳥類、水生動物の生息環境であるため、事業による改変を極力回避する。
 改変が避けられない場合は、移植等により同程度の面積の群落を創出する。

環境配慮のポイント②
 下流部 0k/800～0k/900 左岸
 【概要】 鳥類、水生動物の生息環境として、河川の自然環境を維持する。
 【留意】 自然環境がニューズ、鳥類、水生動物の生息環境であるため、事業による改変を極力回避する。
 箇所を創出する必要がある場合は、湧き水を創出することにより同程度を創出し、影響を低減する。

出典：【九州地方整備局版】河川環境情報図作成の手引き(案)（平成28年2月）

図 3.1-6 重要度を反映した凡例による河川環境情報図の例



出典：北川「川づくり」検討報告書（平成11年3月）九州地方建設局・宮崎県・リバーフロント整備センターに
 加筆

図 3.1-7 河川環境情報図に改修計画をオーバーレイ（イメージ）

(5) 分析・評価対象とする河川環境項目の設定

☛ 河川汽水域の河川改修の整備項目に応じ、評価・分析対象とする河川環境項目を設定する。

河川改修により影響を受ける可能性のある河川環境項目を表 3.1-3 に示す。これを参考に、河川汽水域の河川改修の整備項目に応じた評価・分析対象とする河川環境項目を設定する。

評価・分析対象とする河川環境項目の設定に当たっては、直接改変と間接改変に分けて考えると、河川改修の整備項目が、どのような環境に影響する可能性があるか理解しやすい。

表 3.1-3 河川改修により影響を受ける可能性のある河川環境項目

河川改修の整備項目※	直接改変		間接改変***		
	河川汽水域を特徴づける「代表区間」・「保全区間」	「代表区間・保全区間以外」の区間	塩分上昇	河床低層の貧酸素化	河床構成材料の細粒化・河床変動
①河川改修(河道掘削)	○	○	○	○	○
②自然再生	○	○	○	○	○
③護岸整備	○	○	—	—	—
④築堤	○	○	—	—	—
⑤放水路	○	○	○	○	○
⑥維持浚渫	○	○	○	○	○

※；河川改修の整備項目は、次節「3.2 設計における留意点」にあげる整備項目に合わせている。

※※：本表では、「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書(H16.5)」における河道掘削での分析項目が、水域掘削を伴う整備項目に該当すると仮定して設定した。

1) 直接改変における分析・評価対象とする河川環境項目

直接改変では、上記(4)の結果をもとに、以下 2 つの視点で設定する。

- ①河川汽水域の「代表区間」「保全区間」が、改修計画により直接改変が生じる場合は、該当する「代表区間」「保全区間」を、保全すべき対象として分析・評価対象に設定する。
- ②「代表区間・保全区間」以外の区間で、改修計画により河川汽水域を特徴づける「環境要素」に直接改変が生じる区間を、保全又は改善すべき対象として分析・評価対象に設定する。

2) 間接改変における分析・評価対象とする河川環境項目

間接改変では、河川改修が河川汽水域を特徴づける環境要素を直接改変しなくても、生物の生息・生育・繁殖に間接的に影響する可能性のある河川環境項目を設定する。具体的には、河道掘削に伴い生じる化学的（塩分濃度、溶存酸素など）・物理的（河床地形、河床材料など）な視点で設定する。設定に当たり、簡便的には河床掘削と低水路拡幅により以下のように考えられるが、河床の微地形（河床凸地形が潮止めになっている、河口部広げると潮が入りやすくなるなど）の影響などにより一概ではないため、個々の河川の実情を勘案して設定する。

- 河床掘削 ⇒ 塩分遡上、河床底層の貧酸素化
- 低水路拡幅 ⇒ 河床構成材料の細粒化・河床変動

3.1.3 1次判定（簡易検査）

1次判定では、当該河川における河川汽水域の河川改修が、河川環境に影響する可能性を大まかに推定する。判定の結果、影響する可能性がある場合には、2次判定に進む。

「3.1.2 (5) 分析・評価対象とする河川環境項目の設定」で設定した項目に対して、以下の視点で、河川改修の影響の分析・評価を行う。

- **直接改変の視点**：「代表区間・保全区間」以外の区間において、河川汽水域を特徴づける「環境要素」が、河川改修によって影響を受ける可能性があるか
※「代表区間」・「保全区間」は、「3.1.2 分析・評価対象とする河川環境項目の設定」において分析・評価対象とした場合は、1次判定せずに2次判定に進む。
- **間接改変の視点**：河道掘削に伴い生じる化学的（塩分濃度、溶存酸素など）・物理的（河床地形、河床材料など）な変化が、河川汽水域を特徴づける「代表区間」「保全区間」又は「環境要素」及び「注目種」に影響する可能性があるか

(1) 直接改変

1) 「代表区間・保全区間」以外の区間

a) 概要

「河川環境管理シートを用いた環境評価の手引き（令和5年7月）」では、「代表区間・保全区間」以外の区間では、環境の評価値の低い区間の底上げを図ることが望まれ、具体的には、様々な改修や整備と組み合わせ、評価値の低い環境要素を念頭に、河川環境情報図などで面的な範囲を確認しながら生息場の改善・創出を図るとしている。

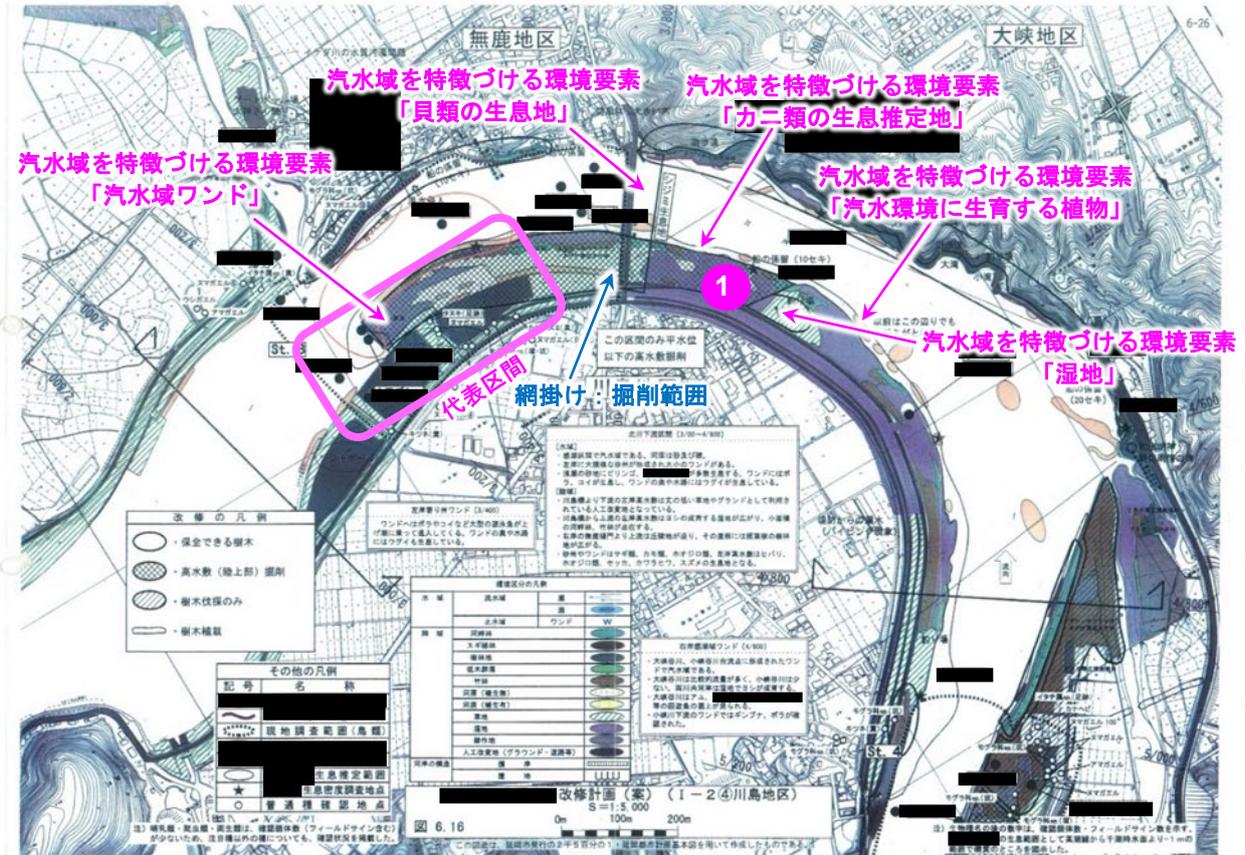
したがって、「代表区間・保全区間」以外については、「河川環境管理シート」の「河川環境経年変化シート」を活用し、歴史的変遷を踏まえて再生の必要性・緊急性が高い場合には、改修計画とセットで、代表区間を目標とした環境改善を検討することが必要となる。

b) 1次判定手法

本手引き「3.1.2 (4) 河川環境情報図に改修計画のオーバーレイ」で示したよう河川汽水域を特徴づける環境要素の分布状況をわかりやすく表現した河川環境情報図に、改修計画をオーバーレイする（図 3.1-8）。

c) 影響評価(1次判定)の考え方

「代表区間・保全区間」以外の区間であって、河川汽水域を特徴づける「環境要素」が改修計画に係る場合（図 3.1-8 の①）は、2次判定を行う。



※上図の代表区間の設定はイメージである。代表区間を 1km ピッチで示していないのは当該河川汽水域において特に汽水域ワンドが重要な要素であるため、汽水域ワンドが分布する範囲を代表区間として設定した（3-10 ページ参照）。

出典：北川「川づくり」検討報告書（平成 11 年 3 月）九州地方建設局・宮崎県・リバーフロント整備センターに加筆

図 3.1-8 河川環境情報図に改修計画をオーバーレイ（イメージ）

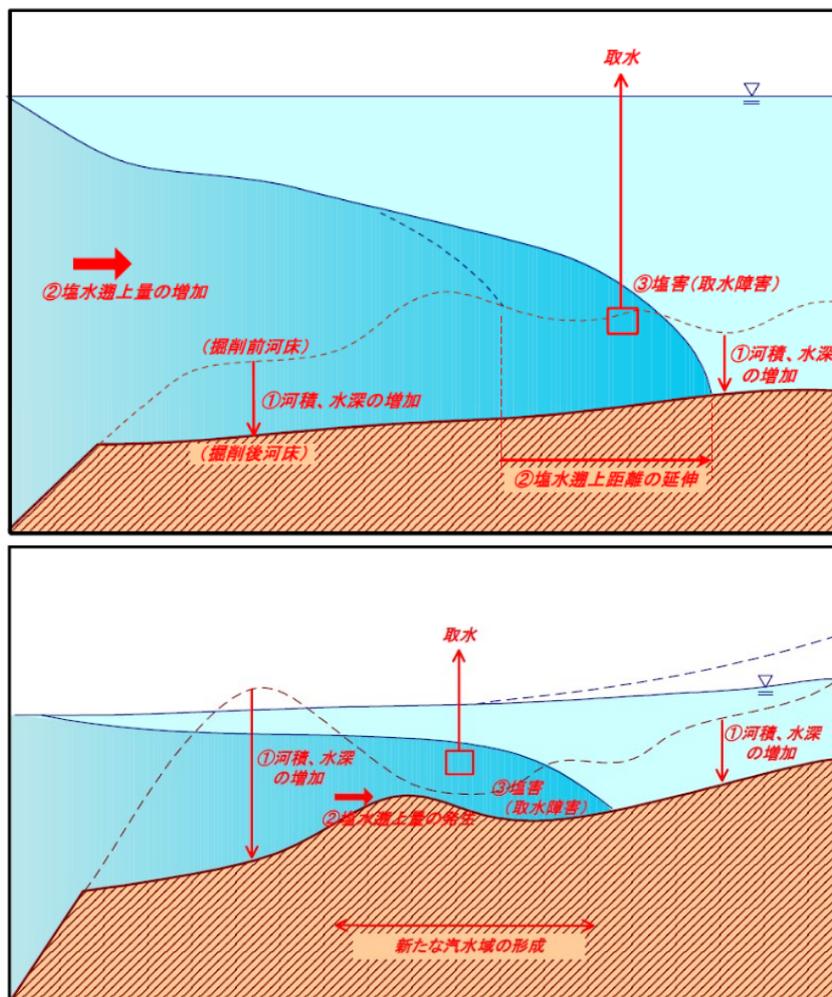
(2) 間接改変

河道掘削に伴い生じる化学的（塩分濃度、溶存酸素など）・物理的（河床地形、河床材料など）な変化の1次判定の予測・評価方法については、3-7 ページで紹介した「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書（平成16年5月）」に詳しい。以下には同書より1次判定の要点を抜粋（一部加筆）して示した。なお具体的に検討する際には同書を参照してほしい。

1) 塩分遡上

a) 概要

河川汽水域において、河道掘削を行うと、河積や水深が増し、海水が侵入しやすくなる。特に河床掘削を行う場合に、河口砂州や河床の盛り上がり（マウンド）を取り払うと、塩水遡上距離が大きく伸びることがあるので注意が必要である。砂利河川では、河口砂州により上流側は淡水域となっている場合もあり、河口砂州をとり除くと海水が侵入して塩水化することがある。（図 3.1-9）



出典：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書（平成16年5月）

図 3.1-9 現象のイメージ（上：泥・砂河川の場合、下：砂利河川の場合）

【備考】・上図は弱～緩混合型のイメージである

・強混合の場合もダイヤルプリズム（河口における平均満潮位と平均干潮位の河積（河水の全容量）の差）が増大し、塩水遡上距離は伸びる

b) 1次判定手法

塩分濃度分布を用いて当該河川における混合形態を判断し、各混合形態に応じた以下に示す簡易な手法により塩水くさびの長さや塩分濃度縦断分布を予測する。

ア 混合形態の判断

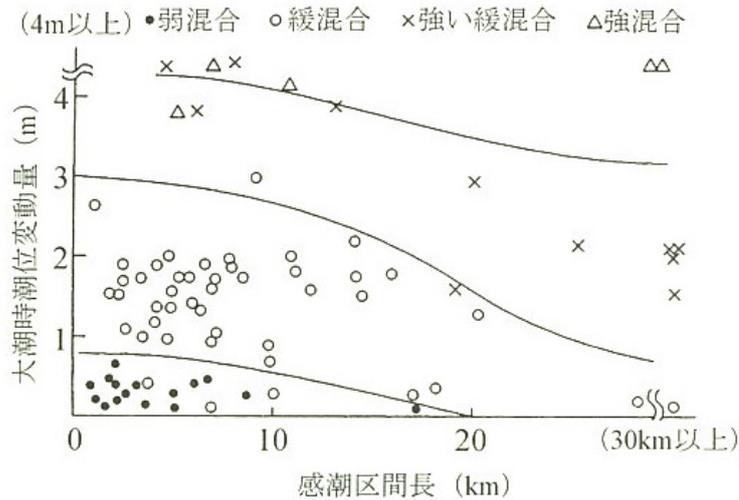
汽水域の混合形態は、大きく弱、緩、強混合の3つに分けることができる。

弱混合型の河川では、塩水が河川中にくさび状に長く侵入することが多い。取水や生物への影響を分析する場合、塩水くさびの長さや形状を求めることが重要である。

強混合型の場合は、上下層の混合が強いため、鉛直方向の塩分濃度勾配は小さく、縦断方向の勾配が顕著である。このような河川では縦断方向の塩分濃度分布を求めることが重要である。

緩混合は、これらの中間的な混合形態であり、縦断方向と鉛直方向の塩分濃度分布を求めることが重要である。

混合形態は図 3.1-10 のような方法で判断することができる。



出典：水理公式集 2018年版 土木学会

図 3.1-10 混合形態の区分例塩水くさびの長さ、塩分濃度の簡易分布

イ 弱混合型の河川の場合（淡塩二層流計算）

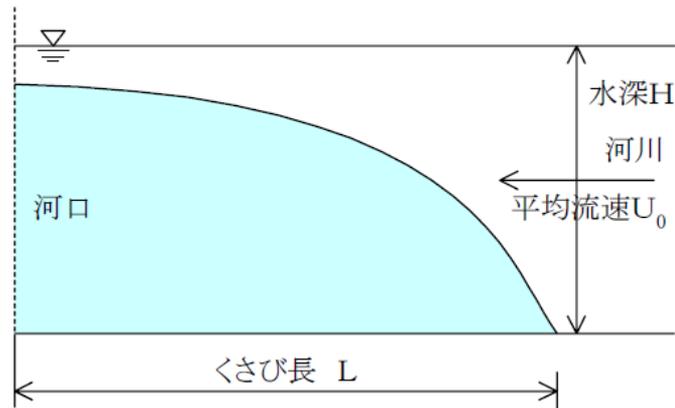
弱混合型の河川でみられる塩水くさびの長さを推定する方法として、次式がある。

$$\text{くさびの長さ} : L = \frac{H}{2\bar{f}_1} \left(\frac{1}{5} F_{d0}^{-2} - 2 + 3F_{d0}^{2/3} - \frac{6}{5} F_{d0}^{4/3} \right)$$

ここに、 $F_{d0} = U_0 / \sqrt{\varepsilon g H}$ 、 $\varepsilon = (\rho_1 - \rho_0) / \rho_1$ ：相対密度差、 ρ_0 ：淡水密度、 ρ_1 ：海水密度、 H ：くさび先端の全水深、 \bar{f}_1 ：くさびに沿う平均の界面抵抗係数、 U_0 ：くさび先端の平均流速である。

なお、 f_1 （界面抵抗係数）については、水理公式集（2018年版）p717に記載されている。

出典：水理公式集 2018年版 土木学会 p721



上式は、幅、水深ともに一様な長方形水路の場合の定常なくさび長を与える解であり、実現象に適合しない場合が多いが、河床掘削や河道拡幅により H や U_0 が変化することによるくさび長の変化を概略把握することが可能である。

ウ 強混合型の河川の場合（一次元分散方程式）

強混合型の河川の塩分濃度縦断分布を簡易に推定する方法として、一次元移流分散方程式に基づく次式の解析解がある。

$$S/S_0 = \exp\{F(1-1/X)\}$$

ここに、 S ： X の位置における塩分、 S_0 ：河口部の塩分、 $F = Uh^2/2\beta\eta_0^2L\sigma$ ：フラッシング数、 U ：平均流速、 h ：水深、 η_0 ：潮位振幅、 L ：混合域の距離、 σ ：潮位の角周波数、 $\beta = K_x/2\xi_0u_0$ ：定数、 K_x ：水平渦動拡散係数、 $2\xi_0$ ：潮位変動による流程、 u_0 ：潮流の最大流速、 $X = x/L$ 、 x ：混合開始上流端から下流向きに取った座標。

出典：水理公式集 2018年版 土木学会 p722

エ 緩混合型の強混合型の河川の場合（鉛直二次元密度流拡散計算）

緩混合型の塩分濃度分布を簡易に求めるのは難しいが、ある濃度の等値線（濃度勾配が急変する値）を塩水くさびと仮定して、①と同様の方法で、その形状を推定することが考えられる。

c) 影響評価(1次判定)の考え方

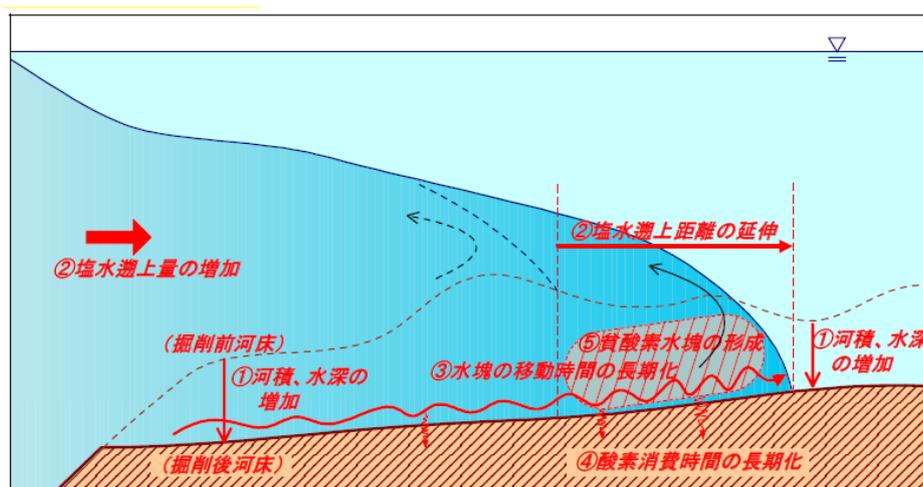
河川汽水域及びその上流区間において次のような事象が予想される場合には 2次判定を行う。

- 塩分遡上区間の延伸部分に取水口がある場合
- 塩分遡上区間の延伸部分が、河川汽水域より上流区間の「代表区間」「保全区間」がある場合は、2次判定を行う。
- 塩分遡上端付近において、河川汽水域より上流区間の「注目種」の生息・生育・繁殖環境がある場合は、2次判定を行う。
- 塩分遡上端付近において、河川汽水域より淡水性生物の重要な生息・生育・繁殖環境がある場合は、2次判定を行う。

2) 河道底層の貧酸素化

a) 概要

弱混合や緩混合の混合形態を有する（鉛直混合が比較的弱い）河川では、塩水くさびが形成されると底泥や水中に浮遊する有機物などが分解されることによって貧酸素水塊が形成される場合がある。貧酸素水塊は、塩水くさびの遡上距離が長く酸素消費の影響を受ける時間が長い河川や、都市河川など酸素消費物質である有機汚濁が多い河川などで形成されやすいと考えられる。なお、特に河床のマウンドを取り払うと、塩水遡上距離が大きく伸びることがあるので注意が必要である（図 3.1-11）。また、河床に土砂採取跡などにより深くぼみを有する河川でも河道低層の貧酸素化に注意が必要である。



出典：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書（平成 16 年 5 月）

図 3.1-11 現象のイメージ

- 【備考】・上図は平常時の弱混合型のイメージである
- ・強混合の場合も微細粒子の堆積がある場合は、その堆積域が上流へ移動する可能性がある
 - ・懸濁態の有機物などは、微細粒子に吸着され移動し、堆積する

b) 1次判定手法

塩分濃度分布の観測値を用いて、当該河川における混合形態を判断する。弱混合ないしは緩混合の河川である場合は、更に溶存酸素濃度分布を確認し、塩水遡上端付近における溶存酸素濃度の低下が見られるような場合は2次判定を行う。

c) 影響評価(1次判定)の考え方

河川汽水域及びその上流区間において次のような事象が予想される場合には2次判定を行う。

- 塩水遡上端付近における溶存酸素濃度の低下が見られるような場合は2次判定を行う。
- 特に、塩水遡上端付近において、「代表区間」「保全区間」がある場合で、溶存酸素濃度の低下が見られるような場合は、2次判定を行う。
- また、塩水遡上端付近において、「注目種」の生息・繁殖環境がある場合で、溶存酸素濃度の低下が見られるような場合は、2次判定を行う。
- 参考として、表 3.1-4 に漁場の溶存酸素臨界濃度を示す。

表 3.1-4 漁場の溶存酸素量臨界濃度

1. 魚介類の致死濃度	ml/
底生魚類	1.5
甲殻類	2.5
2. 魚介類に生理的变化を引き起こす臨界濃度	
魚類、甲殻類	3.0
貝類	2.5
3. 貧酸素と底生生物の生理、生態的变化	
底生生物の生存可能な最低濃度	2.0
底生生物の生息状況に変化を引き起こす臨界濃度	3.0
4. 漁場形成と底層の酸素の濃度	
底生魚類の漁獲に悪影響を及ぼさない底層の酸素濃度	3.0

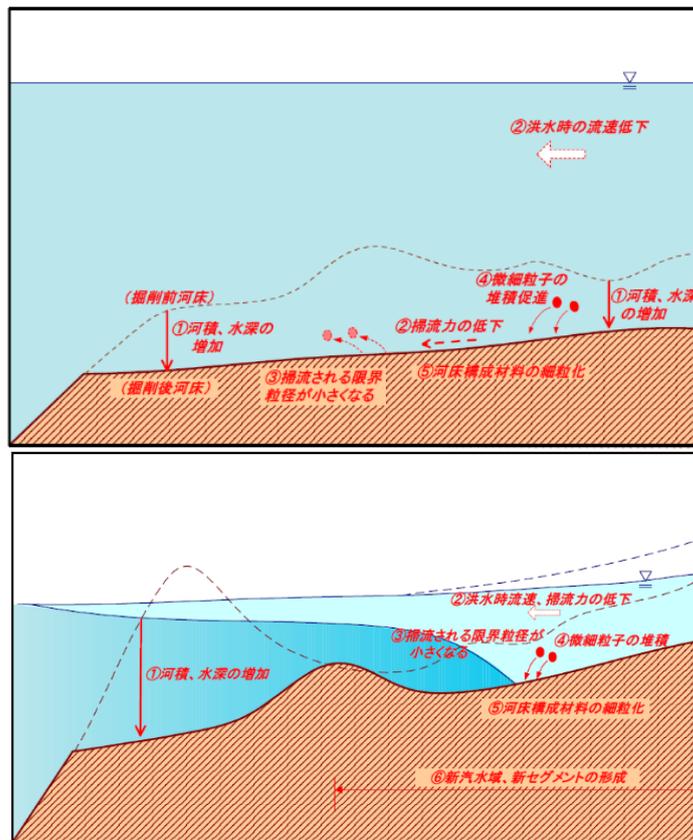
(ml/l × 1.429 = mg/l)

出典：水産用水基準(2018年版)

3) 河床構成材料の細粒化・河床変動

a) 概要

河道掘削を行うと、河積や水深が増大するため、洪水時の流速及び掃流力が低下し、土砂移動が抑制される。この結果、小粒径の土砂の堆積が促進され、河床構成材料が細粒化する。特に、堆積環境である汽水域での河床掘削はこの傾向が顕著に現れることから注意が必要である。



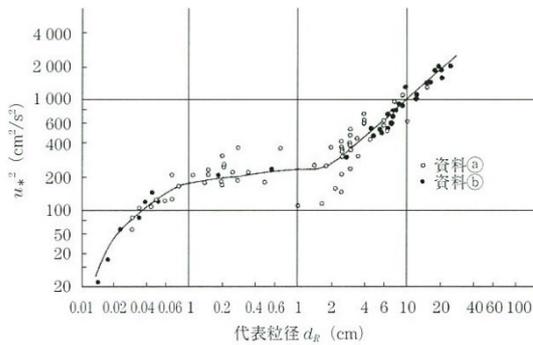
出典：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書（平成16年5月）

図 3.1-12 現象のイメージ（上：泥・砂河川の場合、下：砂利河川の場合）

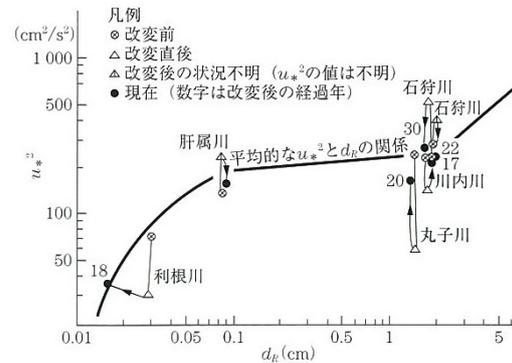
【備考】・河床材料の粒度組成はおおむね平均年最大流量規模程度の水理条件に支配される
・洪水の規模によって細粒化の程度が変わることがある。

b) 1次判定手法

河道掘削により河床勾配に変化を生じた区間では河床材料が変化する可能性がある。河道掘削による河床構成材料の代表粒径の変化の程度は、図 3.1-13 のような平均年最大流量時 u^* (摩擦速度) と d_R (代表粒径) の関係が一つの目安となる。例えば 図 3.1-14 に見られるように、河道掘削により u^{*2} が小さくなるとともに d_R も小さくなっており、この関係を用いて掘削前と掘削後の u^{*2} から d_R を予測する。



出典：「沖積河川学 堆積環境の視点から」,山本晃一, 山海堂



出典：「自然的攪乱・人為的インパクトと河川生態系の関係に関する研究」(財)河川環境管理財団

図 3.1-13 日本の沖積河川の u^{*2} と d_R の関係

図 3.1-14 人工的河道改修後の河道の応答

c) 影響評価(1次判定)の考え方

次のような事象が予想される場合には2次判定を行う。

- 「3.1.2 (2) 河川汽水域を特徴づける「生物と環境要素」の把握」で整理した「注目種」が必要とする物理環境(河床材料)が掘削後に予想される d_R に適さないならば、河床構成材料の細粒化が生物に影響を与える可能性があると考え、2次判定を行う。
- また、「河道計画検討の手引き(2002)」によれば、平均年最大流量時の u^* を算出し、現況 u^* からの変化から将来的な河道安定性をチェックするとしている。整備後の u^* が現況 u^* の 0.85~1.15 倍であれば、整備後の河道は安定するものと判断するとしている。これより整備後の u^* が現況 u^* の 0.85~1.15 倍の範囲外になるようであれば、掘削後河道が安定しない可能性があり、2次判定を行う。

(3) その他の留意事項

河川汽水域の環境は、港湾・漁港・海岸事業などの影響も受けるので、常に事業関係者との情報共有に留意するとともに、協働の可能性を探ることが必要である。一例として、海岸のセットバック事業が河口の塩性湿地の保全につながった事例（清野ほか 2011）があり、次ページにその概要を示す。

また、必要に応じて河口テラス・沿岸域など周辺海域や、河口側から上流への微細粒子の堆積などについて検討する。

河口テラス・沿岸域など周辺海域については、当該地域の河川汽水域の生物にとって、河川汽水域だけでなく、河口・沿岸域の河口テラス・沿岸域が重要な役割を果たしている場合には、河口テラス・沿岸域の解析を行う。また、河口テラス・沿岸域が、例えばアカウミガメの産卵など海の生物や、地域の景勝地や親水空間などとして重要な役割を果たしている場合にも、河口テラス・沿岸域の解析を行う。具体には、河川改修により、周辺汀線の後退や河口砂州（テラス）の縮小・後退が生じる可能性を検討する。

河口側から上流への微細粒子の堆積については、河道掘削後に海水が侵入しやすくなると、弱混合～緩混合形態では、塩水くさび周辺の穏やかな循環流（エスチャリー循環流）により、河口側から微細粒子が塩水くさび先端に向かって輸送され堆積し、河床材料が細粒化する。河床への細粒分の堆積は、維持浚渫などの河道の維持管理にも関わる。このような状況を危惧する場合、微細粒子の移動・堆積状況を予測し、問題発生の可能性を検討する。

上記の解析方法については、3-7 ページで紹介した「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書（平成 16 年 5 月）」に記載されており、参照してほしい。

なお、河口閉塞の問題については、治水との関係、環境面でも好影響・悪影響があり、今後知見を集積し、本書に反映する必要がある。

■事例：海岸のセットバック事業が、河口の塩性湿地の保全につながった事例

資料：清野聡子，足利由紀子，宇多高明，三原博起，渡辺誠治，沖靖広：大分県中津干潟の舞手川河口部護岸セットバック後の砂丘と植生帯変化のモニタリング，水工学論文集,67 巻4 号 pp .I_1687-1692,2011.

【事業概要】

大分県中津干潟は、延長約 10 km、面積 1,347ha の我が国有数の規模を持つ干潟である。この干潟は、カブトガニなどの希少生物の生息地であり希少生物の生息地であり漁業も盛んなため、海岸や河口の環境については十分な環境的配慮が必要とされている。

中津干潟に流入する舞手川河口左岸に位置する大新田海岸では、海岸・河口域の環境・景観を保護し、利用に配慮するとともに、背後地の防護を同時に達成可能な案として、舞手川河口干潟を残して堤防を陸側に造る案（=堤防護岸を陸側にセットバックする案）が 2002 年に合意され、2004 年 9 月から 2005 年 6 月に高潮堤防が建設された。

大新田地区の堤防護岸セットバック実施後、2005 年～2009 年に地形及び海岸植生、底生生物などの生物環境に関するモニタリング調査を実施した。モニタリング調査では、2007 年 8 月 2 日襲来の台風 5 号時、2000 年以降で最高の潮位（DL+4.70m）が発生し、この高潮による影響を調べることができた。

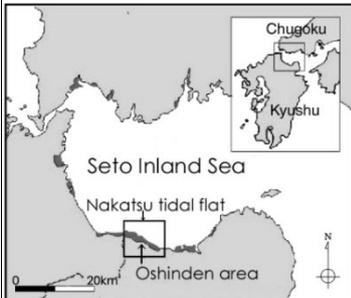


図-1 大分県中津干潟の位置

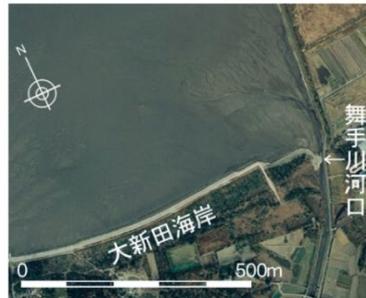


図-2 大新田海岸と舞手川河口の空中写真
(2007年12月7日撮影)

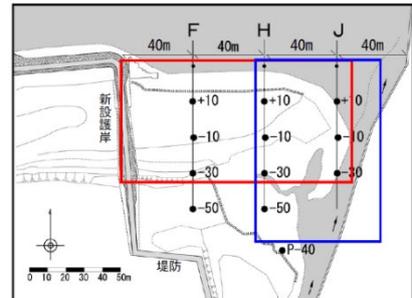


図-3 モニタリング測量のための測線配置

【植物相の変化の概要】

海岸線に沿った砂丘地における樹林帯の変化として平面群落H断面の変化を図-4 に示す。これによると砂丘地の樹林帯は、ハリエンジュ（ニセアカシア）の群落が高潮来襲時の波浪作用により最大 5m 程度後退し、その面積も減少した。また、ハマゴウ群落が増大傾向にあり希少種のハマサジも確認された。

図-5 は、F 断面及び H 断面の砂丘と植生分布を示すが、砂丘に繁茂した高木は背後地への飛塩防止効果を、また密生した樹木は津波襲来時における樹木群の津波減勢効果と同様に、高潮時の波浪侵入の防止効果を発揮したと考えられる。またこれらによって守られた背後の湿地に希少種が生育していることから判断して、樹木群も含んで砂丘地全体が防護効果を発揮しているものと推察できる。

図-6 には河口砂州周辺部における植物群落の変化を示す。2005 年に見られたハマヒルガオ群落は消失しハマゴウ群落へと、またセイタカアワダチソウ群落が樹林群落へと遷移した。特に、ハマヒルガオ群落は草本なのに対し、ハマゴウ群落は木本であることを考慮すると、砂州の安定化が進んだことがこの原因と考えられる。更に希少種のイソホウキギ・ハマツナの生育も確認された。

以上より、汀線沿いや砂州など波浪の影響を受けやすい部分の植生は変化しているものの、砂丘に守られた湿地内の植生は安定しており、良好な生育環境が保たれていることがわかった。

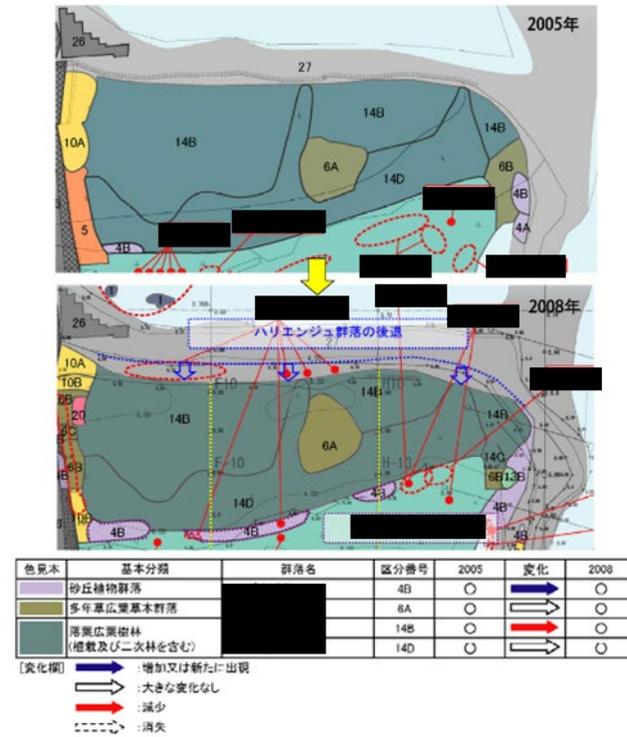


図-4 砂丘の樹林帯の変化

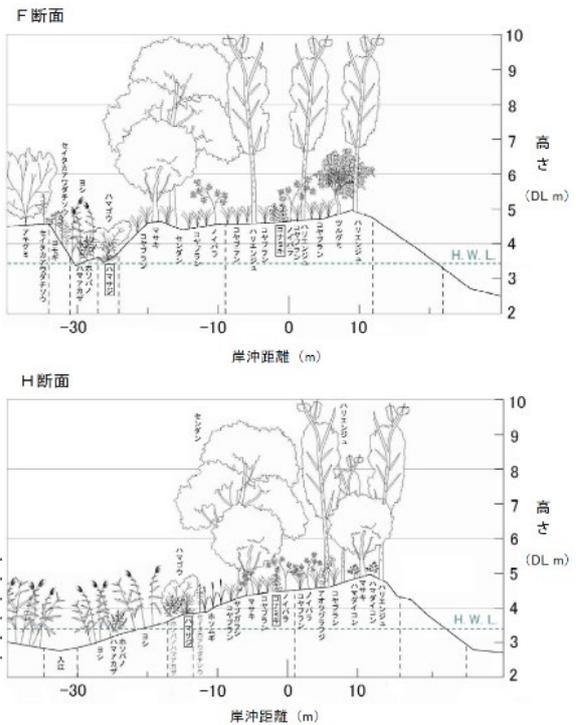


図-5 側線 F,H に沿う掃植生群落の断面図

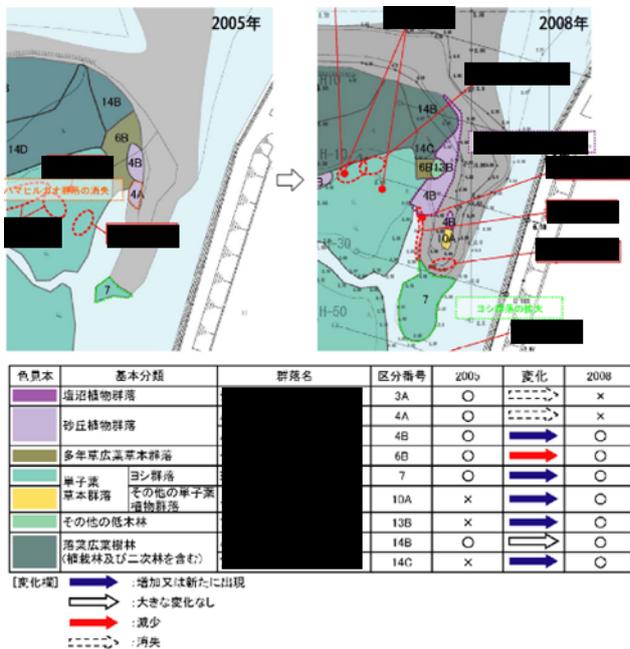


図-6 河口砂州周辺の樹林帯の変化

【結果概要】

堤防護岸の前にそのまま存置された塩性湿地と砂丘のうち、動物生物の住処として環境上重要な価値を持った塩性湿地の形態を保つことができた。

(参考：事例 : 護岸のセットバックによる湿地環境の保全 [舞手川] (p3-93))

3.1.4 2次判定(詳細検査)

2次判定は1次判定で影響が懸念された内容について、精度を上げて検討する。その評価は大きく分けると物理環境、化学環境、生物環境の3つがある。特に河川汽水域では通常の河道ではあまり問題にならない塩分や溶存酸素など化学環境の問題に留意する必要がある。

- 物理環境の評価（河道形状、河床変動など）
- 化学環境の評価（溶存酸素（貧酸素水塊）、塩分濃度など）
- 生物環境の評価（河川汽水域の希少性、生息場の確保、生息適地モデル）

本手引きでは、詳しいシミュレーションの内容は、3-7 ページで紹介した「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書（平成16年5月）」に譲り、2次判定（精密検査）での検討内容をイメージできるよう、具体例を用いながら解説する。

(1) 直接改変

1) 河道形状の詳細把握

1次判定で、改修計画が「代表区間」「保全区間」あるいは「代表区間・保全区間以外での干潮域を特徴づける環境要素」に係る場合は、2次判定にて、河道形状の詳細把握を行う。

一般に河川環境情報図は、潮位の干満により生じる潮間帯の範囲は示されていない。河川汽水域においては、潮間帯が重要であることから、特に潮間帯の範囲を把握することに留意した河道地形の詳細把握を行う。

河道地形の詳細把握は、航空レーザ測深（ALB、いわゆるグリーンレーザ）（中村ほか 2017）や3次元サイドスキャンソナー（塩見ほか 2016）やADCP（菅野ほか 2021）などの地形や流速の計測技術の向上などにより、実施しやすくなっている。

以下には、代表的な河道形状の詳細把握方法について事例を紹介する。

■参考：代表的な河道形状の詳細把握方法の概要

【グリーンレーザ】

グリーンレーザの測定原理は、航空機から、水中を通過するエネルギーの強いグリーンレーザと水面で反射する近赤外レーザを同時に照射し、その時間差から水深を算出するものである。測定できる水深は機器により異なり、機器の出力や河川の透明度などの影響を受けるが、通常は透明度の1~4倍程度である。吉野川の事例では、水深6m程度まで測定できている。河川への適用範囲については水質・透明度のほか地形など飛行条件の影響も受ける。

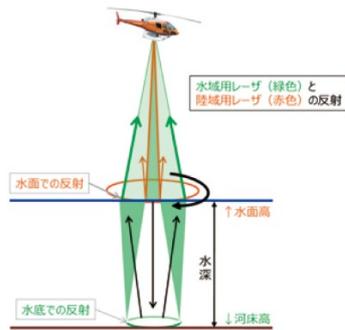


図1 グリーンレーザ (ALB) による測深イメージ
資料：中村圭吾, 福岡浩史, 小川善史, 山本一浩：グリーンレーザ (ALB) による河川測量とその活用, RIVERFRONT, Vol. 84, pp.16-19, 2017.

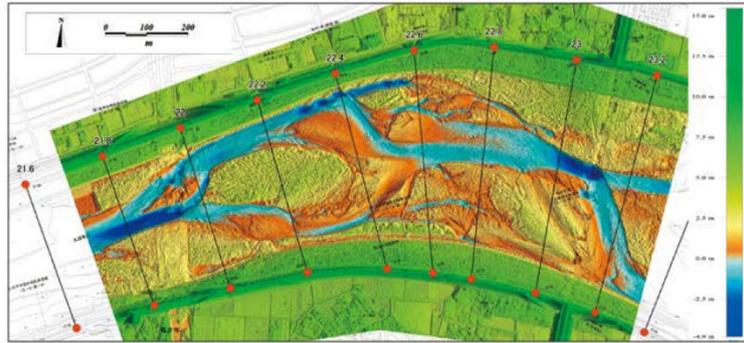


図2 グリーンレーザの測定結果例 (水面からの比高図(DEM))

【3次元サイドスキャンソナー】

本研究で用いた3次元サイドスキャンソナーは、片舷に6本の受波部を持っており、発信した音波の位相の差から音波の反射角度と距離を計算により求める(右図①)。これにより1発振で最大2,000点の測深点を得ることができ(右図②)、音響測深機を移動させることで面的に水中の地形を計測することができる(右図③)。

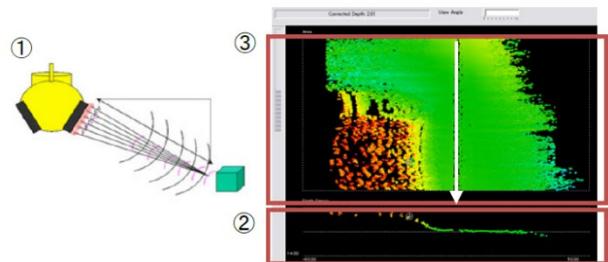


図-5 計測原理の概要図

資料：塩見真矢, 鈴木克尚, 山本晃一, 吉田高樹, 小澤守：3次元サイドスキャンソナーを用いた鬼怒川下流部における泥岩・沖積粘性土層露出河床の侵食特性の検討, 河川技術論文集, 22巻, pp. 181-186, 2016.

【ADCP】

ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)は、一般に横断的又は面的な流速・水深の把握に用いられるが、ADCP本体の位置情報 (GNSS, 動揺, 方位など) から、河床の3次元座標及び流速が取得できるため、3次元点群データの一つとして利用できる。

ADCPは、広範囲のデータ取得はできないが、個別箇所を適宜選定して評価するのに適している。また河床高だけでなく、水深や流速を実測でき、数値計算せずとも、確実性の高い環境情報を取得できる。

資料：菅野一輝, 篠原隆佑, 村岡敬子, 溝口裕太, 北川哲郎, 中村圭吾：ADCPを用いた回遊性カジカ属稚魚の遡上時利用環境の評価, 河川技術論文集, 28巻, pp.175-180, 2022.



図-2 使用機器。(a) ADCP SonTek River Surveyor M9, (b) RTK-GPS型PCMモジュール, (c) 計測状況

2) 河川汽水域の特徴を表現した河川環境情報図の作成

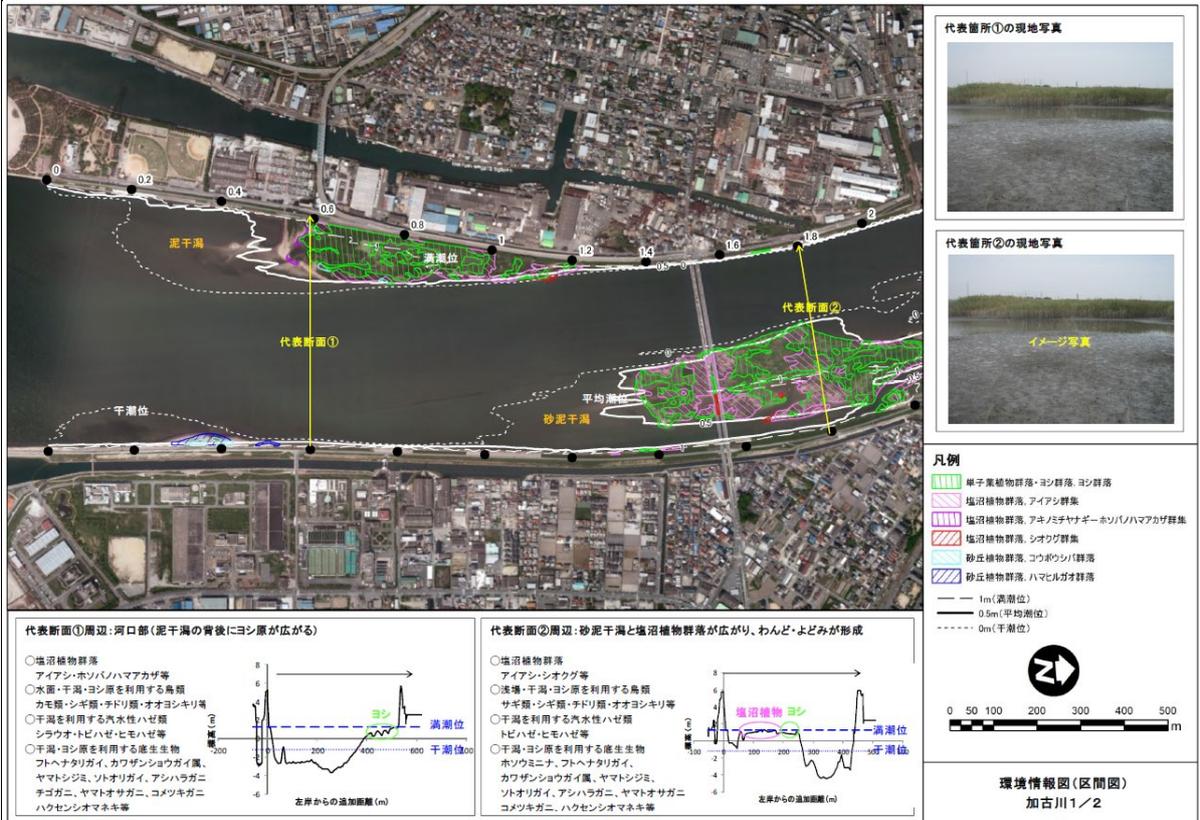
1次判定で、改修計画が「代表区間」「保全区間」あるいは「代表区間・保全区間」以外での干潮域を特徴づける環境要素に係る場合は、2次判定にて、河道形状の詳細把握の結果をもとに、河川汽水域に適した環境情報図を作成する。

一般に河川環境情報図は、潮位の干満により生じる潮間帯の範囲は示されていない。河川汽水域においては、潮間帯が重要であることから、特に潮間帯の範囲を明示することに留意した河川環境情報図を作成する。

以下には、河川汽水域に適した河川環境情報図の作成例を示す。(加古川 (p3-29))

■ 事例：河川汽水域に適した環境情報図の作成例

資料：いであ株式会社：河川汽水域における環境管理に関する資料整理業務報告書,2016 をもとに作成



【概要】

実際の環境評価・管理において、200m~1km スケールの実務レベルで河川事業の内容を具体的に検討するための「区間図」に詳細な情報を記載する。

< 環境情報図 (区間図) >

○目的

- ・2~3km 程度の区間ごとに重要な環境の平面分布を示す。
- ・代表断面における横断形状と潮汐・植生の位置関係、周辺の生物相を示す。

○掲載する情報

- ・河川汽水域に特徴的な植生（ヨシ群落・塩沼植物群落・砂丘植物群落）の平面分布
- ・干潮位・平均潮位・満潮位の等水位線
- ・干潟の底質区分
- ・代表的な横断面における潮汐・植生の位置関係
- ・代表的な横断面付近において確認された河川汽水域の代表的な種
- ・代表的な横断面付近における景観写真

掲載する情報		元データ
重要な環境要素の平面図	a)河川汽水域に特徴的な植生 (ヨシ群落・塩沼植物群落・砂丘植物群落)の平面分布	「環境情報図」又は水国植生図
	b)干潮位・平均潮位・満潮位の等水位線	相対潮汐地盤高(横断データと潮位から作成)
	c)干潟の底質区分	底質区分 (データがない場合は現地調査必要)
代表的な横断面における潮汐・植生の位置関係		横断データと a)・b)
代表的な横断面付近において確認された河川汽水域の代表的な種		「環境情報図」又は水国調査結果
代表的な横断面付近における景観写真		景観写真

3) 生息場の評価

1次判定で、改修計画が「代表区間」「保全区間」あるいは「代表区間・保全区間以外での干潮域を特徴づける環境要素」に係る場合は、2次判定にて、「3.1.4 (1) 2) 河川汽水域の特徴を表現した河川環境情報図の作成」で作成した河川環境情報図に改修範囲をオーバーレイし、改修前・後の横断重ね合わせ図に朔望平均満潮位・干潮位と環境要素の横断的な分布状況を記入し直接改変の及ぶ箇所の生息場を評価する。

生物環境の評価指標として、河川汽水域においては生息場の特性として、学術的には塩分濃度と河床材料の粒径や多様性が特に重要との報告がある(前田ほか 2016; Koyama et al. 2020)が、これらの把握やコントロールは実務的には容易でない。そのため実務的には相対潮汐地盤高や潮間帯幅を指標として生息場を捉えることが現実的である。また、河川改修などにより塩分環境や河床材料が大きく変化すると想定される場合は、それらの影響についても検討する(「3.1.4 (2) 間接改変」を参照)。

したがって、実務上における現実的な生息場の評価手法として、直接改変の及ぶ箇所では「相対潮汐地盤高」や「潮間帯幅」を指標とし、河川改修・後におけるこれら指標の変化を評価する。

一方、重要種などを含む「注目種」については生息場を保全することが原則であるが、難しい場合は生息適地モデルなどを構築し、改修後においても生息ポテンシャルが維持できるか確認することで、生息場の評価を行う。

その他の生息場の評価としては、例えば「両側回遊型カジカ属魚類の保全においては、日中の休息場となり得る砂・礫・石底の浅い緩流域及び河道内へ進入した遡上個体の初期成長や淡水環境への馴致の場となる河口プールの維持あるいは創出が、有効な対策になり得る(北川ほか 2021)」など、種群や種によっては評価すべき内容がある程度解明されている。このような既存研究の知見や専門家の意見などを聞きながら必要な保全策をとると良い。

以上の生息場の評価の結果をもとに、直接改変における環境保全・向上の方針を検討する。

[直接改変における環境保全・向上の方針の考え方(素案)]

a) 「代表区間」「保全区間」の場合

2次判定において、掘削範囲が「代表区間」「保全区間」に係る場合はミティゲーション、すなわち回避、最小化、修復、軽減、代償を基本に考える。ミティゲーションの一例を以下に示す。

- ✓ 掘削範囲を変更するなどして、影響の回避を検討する。回避が困難な場合は、影響の最小化を検討する。

- ✓ 掘削をせざるを得ない場合は、影響の修復・復元を検討する。具体には「相対潮汐地盤高」や「潮間帯幅」を指標としてこれらを大きく改変しない方法を検討するほか、生息適地モデルや既存知見の活用、専門家の意見を聴くなどして、必要な対策を検討する。
- ✓ 特殊な環境（汽水域ワンドなど）の掘削が避けられない場合は、その代償措置を検討する。

b) 「代表区間・保全区間」以外の区間の場合

「代表区間・保全区間」以外の区間の場合は、「河川環境管理シート」の「河川環境経年変化シート」を活用し、歴史的変遷を踏まえて再生の必要性・緊急性が高い場合には、代表区間を目標として、現在の河川汽水域を特徴づける環境の保全、向上を検討する。

その際、2次判定で影響の可能性がある場合は環境の保全・向上を考え、1次判定・2次判定で影響の可能性がない場合であっても環境の向上を考える。

ア 2次判定で影響の可能性がある場合

2次判定において、影響の可能性がある場合は、環境の保全・向上を検討する。環境の保全・向上の考え方の一例を以下に示す。

- ✓ 代表区間に劣る環境要素などについて改善することを検討する。例えば、干潟が代表区間に劣るのであれば、河川改修の機会を利用して、相対潮汐地盤高や感潮帯幅を指標に、代表区間に近づけるなどの検討を行う。

イ 1次判定・2次判定で影響の可能性がない場合

1次判定・2次判定において、影響の可能性がない場合（例えば現況が護岸などになっており、改修が河川汽水域を特徴づける環境に影響しない場合）であっても、環境の向上を検討する。

環境の向上は、改修区間に係る場合・係らない場合で考え方が異なる。環境の向上の考え方の一例を以下に示す。

- ✓ 改修範囲に係る区間で、現在河川汽水域を特徴づける環境がない場合であっても、改修計画とセットで代表区間を目標として河川汽水域の環境向上を検討する。
- ✓ 改修範囲に係らない区間であっても、再生の必要性・緊急性が高い場合では、自然再生事業などによる環境の向上を検討する。
- ✓ 上記における検討では、例えば、相対潮汐地盤高や感潮帯幅を指標に、代表区間に近づけるなどの検討を行う。

以下には、河川汽水域の生息場の評価について検討した事例を紹介する。(共通事項 (p3-32)、土器川 (p3-34) 佐波川、揖保川 (p3-36)、大当別川、流溪川 (p3-38)、大野川 (p3-38、p3-39))

■事例：河川汽水域における生息場の特性の把握(1)

資料：前田義志, 中村圭吾, 鈴木宏幸, 甲斐崇, 服部敦：環境管理を目的とした河川汽水域における底生物と生息場の定量的関係の把握, 河川技術論文集, 22 巻, pp.415-420, 2016

【主旨】

河川汽水域は、淡水と海水が混じり合い、潮汐などの影響により常に変動する特殊な環境であるため、海水性、淡水生生物に加え、汽水性生物の生息・生育する独特な環境となっている。また、河道掘削や干潟再生などの人為的地形改変や気候変動に伴う海面上昇の影響を大規模かつ複雑に受ける環境でもある。本研究では、複雑な環境である河川汽水域の適切な保全を目的に、既存の河川水辺の国勢調査結果（以下、水国底生）と物理環境調査データなど、管理者が河川改修により調整可能な環境要素のデータを用い、全国の指標種とその生息に重要な環境要素の定量的関係を統計学的手法で明らかにした。

【検討概要】

指標種として、全国の水国底生から、合計 24 種（巻貝類 5 種、二枚貝 6 種、ゴカイ類 5 種、エビ・カニ類 5 種、その他 3 種）を選定した。環境要素データは、河川汽水域における生物の生息場の物理環境特性を示す指標として、塩分、底質区分、潮間帯幅、相対潮汐地盤高、河岸勾配、干潟面積など 14 項目を 1 km 又は 200m ごとに整理した。定量的な解析手法は、ロジスティック回帰分析による生息適地モデルを用いた。解析の結果から、指標種に与える環境要素の有効性を評価した。

【相対潮汐地盤高とは】

相対潮汐地盤高は、感潮域における比高の指標であり、潮間帯における比高を潮位で補正した値を下式により算出した。相対潮汐地盤高の値は、朔望平均満潮位が 1、平均潮位が 0.5、朔望平均干潮位が 0 に相当する(図-1)。

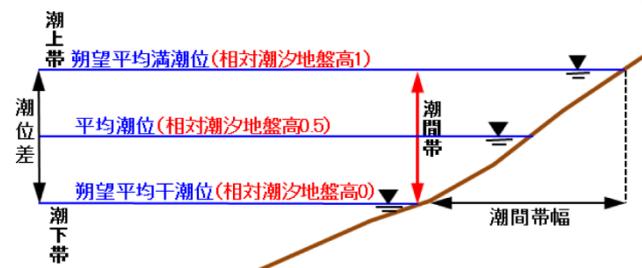


図-1 相対潮汐地盤高の考え方

$$\text{相対潮汐地盤高} = \frac{\text{標高} - \text{朔望平均干潮位}}{\text{朔望平均満潮位} - \text{朔望平均干潮位}}$$

【結果概要】

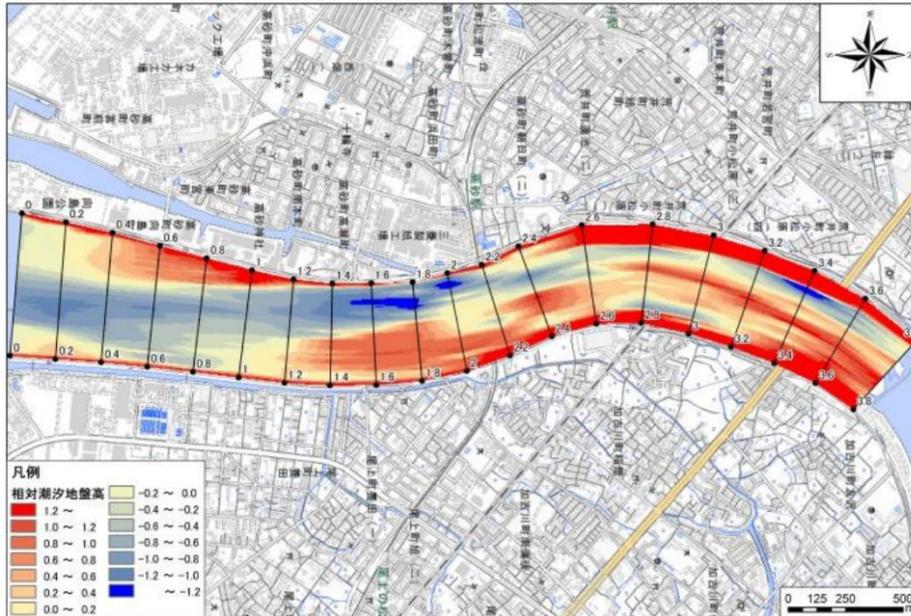
生息適地モデルの結果、指標種に影響を与える環境要素として、全国の汽水域の指標種は、塩分と底質が支配的な環境要素で、潮汐により変動する生息場の広さ（潮間帯幅）や標高帯（相対潮汐地盤高）が重要であること、また、一部の種に対しては勾配の緩さや干潟そのものが関係することが示唆された(表-1)。

表-1 全国の汽水域で共通して指標種に影響を与える環境要素の有効性の評価

説明変数	全国の指標種への寄与状況	評価結果*
仮想塩分	ほとんどの種に寄与し、海水性の種はプラス、低塩分を好む種はマイナスに寄与	◎
潮間帯幅	多くの種で寄与し、移動性が低い種や干潟を利用する種でプラスに寄与	○
河岸勾配	移動性が低い種でプラスに寄与するが、寄与する種は限定的	△
サブ水域	多くの種でプラスに寄与するが、生態特性との関係は不明(間接的な寄与:塩分の高い下流で増加)	※
ヨシ原	河口に生息する多くの種でマイナスに寄与(間接的な寄与:塩分の高い下流で減少)	※
干潟	干潟を利用する種でプラスに寄与するが、上流に生息する種でマイナス、下流で生息する種でプラスに寄与(間接的な寄与)	△
相対潮汐地盤高	多くの種で寄与し、水中に生息する種はマイナス、潮間帯の上部に生息する種はプラスに寄与	○
底質区分	多くの種で寄与し、種毎の底質の嗜好性に対応して寄与	◎

* 評価結果
◎: 特に有効、○: 有効、△: 限定的に活用可能、※: 影響がみられるが評価が困難

本研究で得られた重要な環境要素のうち、管理者が河川改修などで調整が可能である相対潮汐地盤高の分布を図示した(図-2)。この図は生物の生息に重要な相対潮汐地盤高である0.0~1.0が、薄黄色~薄赤で視覚的に把握でき、留意すべき場所が明らかになっている。更に、この範囲は、潮間帯に相当するため、潮間帯幅も明示されることになる。



※国土地理院の電子地形図(タイル)に相対潮汐地盤高ラスタを追記して掲載

図-2 相対潮汐地盤高の表示例(加古川)

【参考】相対潮汐地盤高の選好性の一例

資料：大河川における多自然川づくり-Q&A形式で理解を深める-

例えばある河川の事例では、河口部の代表的な底生動物・植生群落の選好する相対潮汐地盤高は図-3のようになる。

これを活用し、河川改修断面の複数案について、相対潮汐地盤高を指標として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、更には生息環境の向上を図ることが期待できる。

		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、セイヨウヨシ	植物群落	植物群落
		ケブサイソ ガニ	ソトオリガイ	ホトトギス ガイ	ヤマトシジミ	カワゴカイ類	コムツキガニ	アサリ	カワザンショ ウガイ	シオクク、アキハチヤナキ-	アイアシ	コウホウムギ、ハマビ ルガオ、ハマコウ
相 対 潮 汐 地 盤 高 の 項 目	>2.0											
	1.5~2.0											
	1.0~1.5 (朔望平均満潮位)											
	0.8~1.0											
	0.5~0.8 (平均潮位)											
	0.2~0.5											
	0~0.2 (朔望平均干潮位)											
<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)
 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-3 相対潮汐地盤高の選好性の一例

■事例：河川汽水域における生息場の特性の把握(2)

資料：清久笑子,富松啓太,安藤義範,向山正純：土器川汽水域における河道掘削による相対潮汐地盤高の変化と生物への影響検討, 応用生態工学会,第 26 回大会講演要旨集,PF11,2023

【主旨】

土器川では、汽水域において河道掘削が計画されており、汽水域に生息・生育する生物への影響が懸念されたため、土器川汽水域に生息・生育する生物が選好する比高（相対潮汐地盤高）を解析し、環境の変化を定量化することで生物への影響を検討するとともに、今後の川づくりに資する基礎データを取りまとめた。

【検討概要】

- ①事業前の令和 2 年度レーザ測量成果、整備計画標高(0.8~1.9km の 12 断面)より、標高ラスタを作成
- ②解析範囲の 5m メッシュデータを作成し、標高ラスタのセル値の平均値を付加
- ③標高値を付したメッシュと土器川における朔望平均満潮位(1.7m)、朔望平均干潮位(-1.2m)を用いて、相対潮汐地盤高を算出し平面図に可視化(図 1)
- ④相対潮汐地盤高を付加したメッシュと生物確認位置のポリゴンデータと重ね合わせ、各種が選好する相対潮汐地盤高を解析

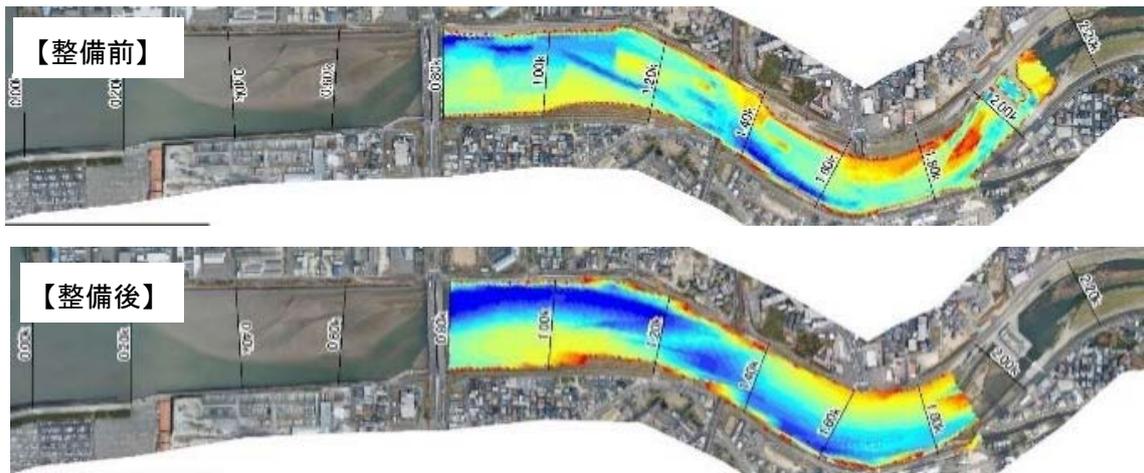


図 1 整備前（上段）・整備後（下段）の標高図

【結果概要】

現地調査で確認した動植物のうち、汽水域の干潟や低水敷を主な生息・生育環境とする魚類(ハゼ科)、底生動物（貝類、エビ類、カニ類）、植物（塩生植物、ヨシ群落）は、地盤高の変化による影響が想定されるため、これらの種の確認地点と比高（相対潮汐地盤高）の関係を分析した。

生物と比高（相対潮汐地盤高）の関係性は、相対潮汐地盤高を軸にその種が確認された箇所や分布しているメッシュ数をカウントすることで、相対潮汐地盤高に対する生物の被覆面積を求め、被覆面積が多い範囲を各生物の選好的な相対潮汐地盤高とした。

比高（相対潮汐地盤高）とカニ類の関係を図 2 に示す。アカテガニ、ユビアカベンケイガニ及びハマガニは相対潮汐地盤高 0.9~0.95 に多く、ヨシの分布ピークとほぼ重なっていた。一方、ヒメアシハラガニ及びハクセンシオマネキの相対潮汐地盤高はやや低く 0.65 に分布していた。

土器川汽水域では、生物が多く分布する相対潮汐地盤高は 0.5～0.8 であることが示唆された(表 1)。

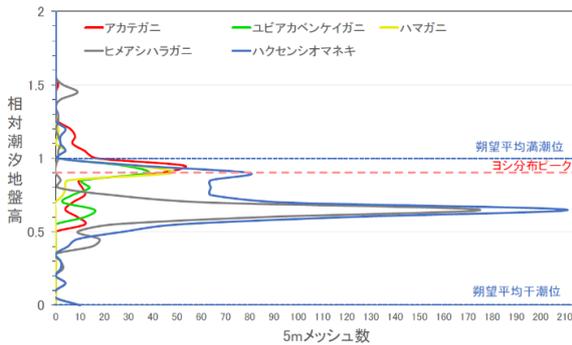


図 2 比高（相対潮汐地盤高）とカニ類の関係

表 1 土器川における相対潮汐地盤高と生物の関係

相対潮汐地盤高	地盤高(m)	主要な生物
1.5～2.0	3.15～4.6	
1.0～1.5	1.7～3.15	
0.8～1.0	1.12～1.7	ヨシ、ハマサジ、アカテガニ、ハマガニ等
0.5～0.8	0.25～1.12	ハマツナ、ヒメアシハラガニ、ハクセンシオマネキ、ウミコナ
0.2～0.5	-0.62～0.25	オキシジミ、トビハゼ、マサゴハゼ
0～0.2	-1.2～-0.62	ヒモハゼ
<0	<-1.2	

土器川汽水域に生息・生育する動植物が多く利用していると考えられる相対潮汐地盤高 0.5～0.8 の整備前後の分布範囲を比較した結果、1.1～1.4km 区間では減少傾向であるが、1.4～1.8km 区間ではまとまって分布することがわかった。

そのため、河道掘削などの河川事業においては、治水機能を重視しながらも、生物の選好度が高い相対潮汐地盤高を参考に、断面の検討、環境の保全や再生の方法決定に活用することが期待できる。

なお、今回解析した相対潮汐地盤高の他に土質、土壌の塩分濃度、地下水位、潮汐差、平均冠水水深、平均冠水時間などが植生や生物の定着を規定するため、保全対象の特性によっては、これらの条件を組み合わせることでより効果の高い保全対策が実施できると考えられる。

また、生物の選好度が高い相対潮汐地盤高を調べることで、河川ごとに治水と環境保全の両立できる地盤高を設定でき、今後の河川整備に活用できると考えられる。

これを活用し、河川改修断面の複数案について、相対潮汐地盤高を指標として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、更には生息環境の向上を図ることが期待できる。

■事例：河川汽水域における生息場の特性の把握(3)

資料：Koyama, A, Inui, R, Kanno, K, et al. Differences in conservation candidate tidal rivers by cross-taxon analysis in the Japanese temperate zone. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst. 30:pp.2313–2326, 2020

【主旨】

カニは河口周辺の健全性を評価するための有用な指標種であるが、温帯河川河口におけるカニ群衆と環境条件との関係は十分に調査されていない。本研究では、温帯地域のカニ相に影響を与える物理化学的要因を明らかにするとともに、カニ相の類似性に基づいて生息地の分類と特徴づけを行った。

【検討概要】

検討対象区間は、佐波川と揖保川の河口から堰までの感潮域とした。

生物データは、大潮干潮時にカニ相のデータをサンプリングし、32種類のカニを確認した。

物理化学データは、各場所に掘った30cmの穴から浸出した水の塩分を測定した。高潮間帯から低潮間帯までの勾配は標高から測定した。堆積物は表層3cm・直径8cmのサンプルを採取し、粒子サイズの中央値と、砂利(>2mm)・砂(0.063~2mm)・シルト(<0.063mm)の割合を求めた。

分析は、カニ相の類似性に基づいて TWINSPLAN によって7つに分類された(Fig2、Fig3)。カニ相の多様性が物理化学的変数とどのように関連しているか調べるため正準相関分析(CCA)を行った。CCAでは互いに相関性の低い変数(塩分濃度、標高、中央粒径、砂の割合、シルトの割合)※を用い、カニの群衆構造が特に塩分と堆積物の影響を受けることが示唆された(Table2)。

※：砂利の割合は、粒径中央値と砂の割合との相関が高いため分析から除外

Fig. 2 Dendrogram of the result of two-way indicator species analysis (TWINSPLAN) based on crab fauna

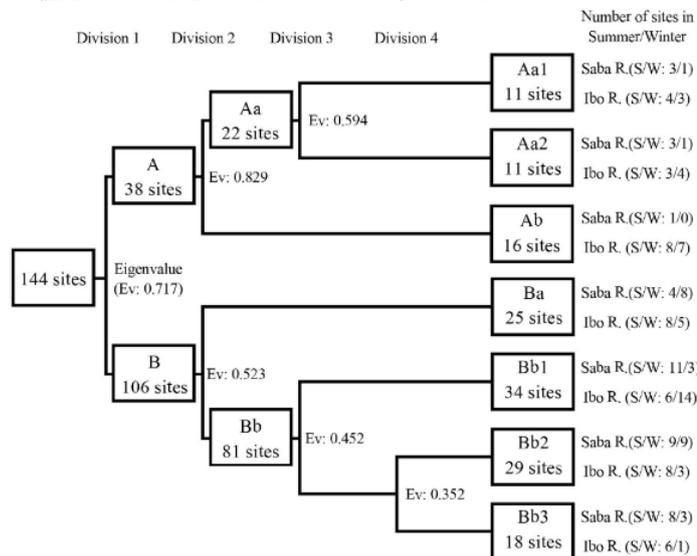


Table 2 Summary results of the best canonical correspondence analysis (CCA) and intra-set correlations between the four axes and environmental variables

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Eigenvalue	0.622	0.526	0.202	0.085
Cumulative proportion of variance (%)	43.31	79.95	94.05	100
Pearson's r (intra-set correlation)				
Salinity	0.924	0.248	0.21	0.233
Elevation	-0.746	0.446	0.294	0.299
Median particle size	-0.369	-0.906	0.236	0.286
Percentage of silt	0.064	0.475	-0.847	0.248

【結果概要】

調査地域は、カニ相の類似性に基づいて、細かい堆積物で覆われた塩性湿地(Aa1)、粗い堆積物で覆われた塩性湿地 (Aa2)、砂利堆積物のある上流域(Ab)、塩性湿地と干潟の間の中間地帯 (Ba)、硬い構造物が点在する砂干潟(Bb1)、単調な砂浜(Bb3)、干潟(Bb2) の 7 グループに分類された(Fig5)。

温帯河川河口域において、カニの多様性を保全するには、塩分濃度と堆積物の粒径の多様性を維持することが必要であり、調査地域での効果的な生態系保全を行うには、特定された 7 種類の生息地の物理化学的条件を考慮する必要がある。

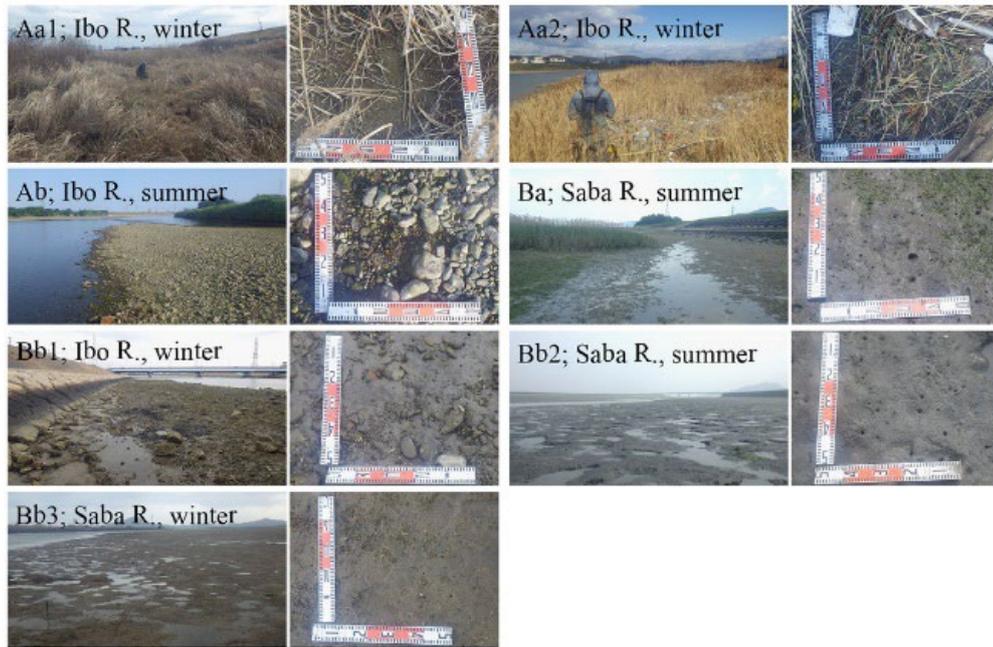


Fig. 3 Landscapes and sediment conditions of the seven groups obtained using two-way indicator species analysis (TWINSpan)

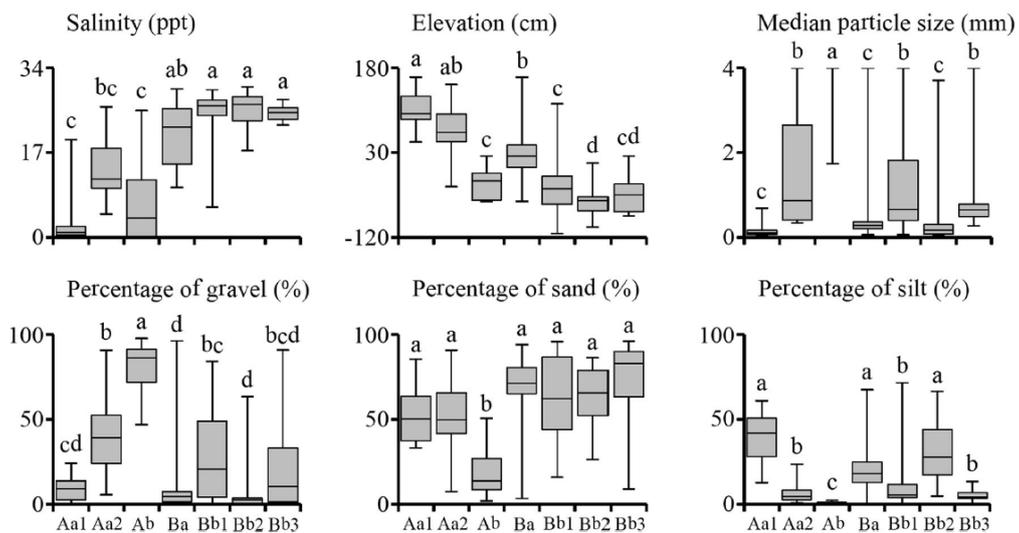


Fig. 5 Box plots of the six physicochemical variables for the seven groups obtained using two-way indicator species analysis (TWINSpan), Aa1 ($n=11$) and Aa2 ($n=11$) each, except for salinity: $n=8$; Ab ($n=16$); Ba ($n=25$); Bb1 ($n=34$); Bb2 ($n=29$); and Bb3 ($n=$

18). The letter above each box plot indicates the result of a Steel–Dwass test ($a > b > c > d$, $p < 0.05$). Box plots show 25th, median, and 75th percentiles and the median, and the vertical lines extend to the minimum and maximum values

■事例：両側回遊型カジカ属魚類の保全における河川汽水域の知見

資料：北川哲郎, 村岡敬子, 中村圭吾, 後藤晃：河川汽水域における両側回遊型カジカ属魚類の稚魚に見られた環境選好性, 応用生態工学, 24 巻, 1 号, pp.27-38,2021

【主旨】

北海道函館湾周辺に流入する大当別川、流溪川、大野川において、河川汽水域における両側回遊型カジカ属魚類の稚魚に見られる環境選好性の解明を目的とした採捕調査及び環境利用調査を実施した。

【検討概要】

各河川の多様な微環境に対するカジカ属魚類の遡上個体の選好性を確認するため、調査時の河口環境及び樋管や植生密集地の周辺など特徴的な環境を呈する地点、あるいは採捕調査においておおむね 10 個体以上の遡上個体が密に確認された地点の環境を、代表地点の環境情報として記録した。

記録項目は、表層流速、水深、浮石の有無、懸濁有機物の堆積、河床材料（泥、砂、石、コンクリート材）の有無、岸際材料（泥、砂、石、コンクリート材、植生）の有無とした。また河口砂州の発達や塩水遡上に伴う堰上げなどによって形成された湛水域（以下、河川プール）が両側回遊性カジカ類の重要環境と指摘されていることから、記録地点が河川プールに該当するか目視記録した。

遡上個体が選好する環境要因を明らかにするため、環境情報を説明変数として一般化線形混合モデル（GLMM）を構築し、AIC が最低値となるベストモデルと ΔAIC が 2 未満となる準ベストモデルを求めた。

【結果概要】

ベストモデルと準ベストモデルで遡上個体の在・不在に対する正の相関が確認された説明変数のうち、「河川プール内」「砂」「礫」「石」に優位性（ $p < 0.05$ ）が確認された。負の相関は「水深」「懸濁有機物の堆積」で優位性が認められた（表 1）。

表-1 カジカ属魚類の稚魚の材・不在を応答変数とした GLMM において選択された説明変数

	Best model			Second-best model		
Scale parameter in mixing distribution	4.049 Gaussian			4.232 Gaussian		
AIC	48.92			50.07		
Variable	Coef	se(coef)	Pr(> z)	Coef	se(coef)	Pr(> z)
Intercept	-10.812	6.091	0.076	-11.673	6.511	0.073
Estuarine pool	13.921	6.822	0.041*	14.961	7.539	0.047*
Velocity	-7.191	4.414	0.103	-7.450	4.485	0.097
Depth	-27.560	12.543	0.028*	-28.794	13.405	0.032*
Particulate organic matter	-15.978	7.937	0.044*	-16.510	8.240	0.045*
Bed_Sand	18.688	8.316	0.025*	19.202	8.549	0.025*
Bed_Gravel	18.603	8.623	0.031*	19.798	9.293	0.033*
Bed_Stone	20.180	9.655	0.037*	21.386	10.162	0.035*
Bed_Concrete	11.468	11.825	0.332	12.118	14.469	0.402
Shore (near)_Block		N.D.		7.777	42.378	0.854

Significant codes: *: <0.05.

河川汽水域を遡上する両側回遊型カジカ属魚類の保全においては、以下の環境の維持あるいは創出が有効な対策になり得ると示唆された。

- ・ 日中の休息場となる砂・礫・石の底の浅い緩流域
- ・ 河道内へ侵入した遡上個体の初期成長や淡水環境への馴到の場となる河川プール

■事例：生息適地モデルによる魚類の河川汽水域～下流部遡上時の利用環境の検討事例

資料：菅野一輝，篠原隆佑，村岡敬子，溝口裕太，北川哲郎，中村圭吾：ADCPを用いた回遊性カジカ属稚魚の遡上時利用環境の評価，河川技術論文集,28 巻, pp.175-180, 2022

【主旨】

3次元点群データを活用し、河川下流域を遡上する回遊性魚類（回遊性カジカ稚魚）の稚魚が、汽水域～下流部を遡上する時期における利用環境を、生息適地モデルを用いて可視化した。

【検討概要】

調査地は、北海道函館湾に流入する大野川の河口から1.2 kmまでの区間とした。

物理環境について、面的に計測可能な物理環境であることを考慮して、ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)で取得可能な河床高と流速に関する情報から、カジカ属魚類の遡上稚魚に重要な環境要素の評価を試みた。本種の出現に影響を与える環境情報として河床高・流速の他に河床材料・護岸形状なども想定されるが、本研究では現場導入時の利便性を考慮して、ADCPで得られる環境情報のみによる評価を行った。調査は2001年7月5～6日に実施した。

生物情報は、北川ほか(2001)による2019年6～7月のカジカ属魚類（エゾハナカジカ、カンキョウカジカ）の遡上稚魚の確認位置情報を利用した。両種は両側回遊性の底性魚で4～5月に河川で産卵、河川でふ化した仔魚は海域へ流下し約1ヶ月の浮遊期を経て着底し、稚魚として河川を遡上することが知られている。物理環境の調査を実施した時期は稚魚が河川に遡上する時期と一致する。

本研究ではMaxentを用い分布予測モデルを作成した(図-1)。モデルのAUIは、全変数(河床高、傾斜度、低層流速、表層流速と低層流速の差)を用いたモデルが0.712であり、AUIが正確さの基準となる0.7を超えたため、カジカの遡上稚魚の潜在的な出現箇所を説明可能であると考えられた。説明変数の寄与率は、傾斜度(61.4%)、低層流速(32.9%)で、2つで9割以上を占めた。傾斜度は15～20度で、低層流速は0.1m/sと0.5～0.8m/sで出現確率が高くなった。

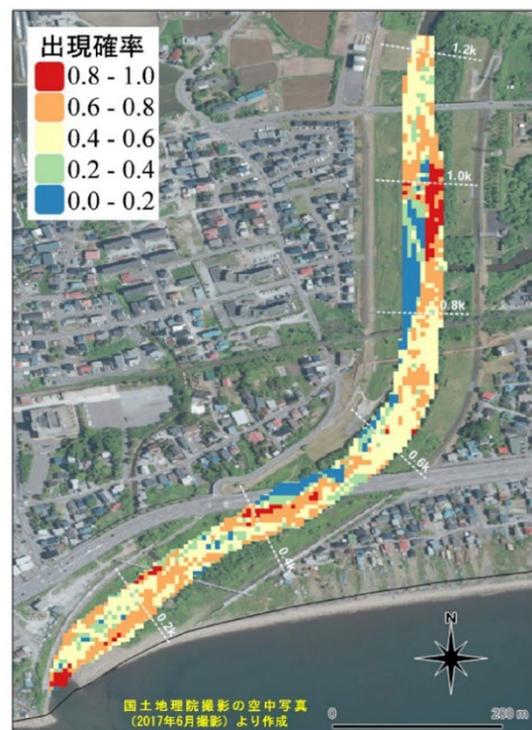


図-1 全変数モデルによる回遊性カジカ属稚魚のポテンシャルマップ

【結果概要】

傾斜度が高いほど出現確率は高く、傾斜度は基本的に流心より岸際で高くなる傾向があるため、遡上時利用環境として岸際を示した。また、瀬に代表される傾斜度が高い環境は、遡上稚魚の隠れ場となり得る礫などの複雑な環境が形成されやすいと想定された。

流速は、約0.1m/sの出現確率のピークは0.0～0.6 kmの緩流域、0.5～0.8m/sは1 km付近の流速の早い瀬を遡上していると示唆された。

総じてMaxentにより作成したモデルは、カジカ属魚類稚魚の遡上時期利用環境として、岸際の緩流部を追認し、瀬の重要性を示唆し、これらを平面的に可視化できたと考えられた。

(2) 間接改変

1) 塩分遡上：水質シミュレーション

1次判定で、塩分遡上範囲による影響の可能性がある場合には、2次判定にて河川改修後の塩分遡上範囲について2次判定（詳細検査）を行い、河川改修後の塩分遡上範囲と、その範囲内に生息する「注目種」の生息環境の適合性を確認する。

検討の結果、影響の可能性がある場合には、代替案の検討を行う。代替案の検討の一例を以下に示す。

- ✓ 河道縦断計画の見直しを行う。
- ✓ 現況河道で潮止めの役割を果たしている河床凸地形の維持を図る。

以下には、塩分遡上について検討したシミュレーション事例を紹介する。（佐波川（p3-41）、豊川（p3-43）、菊池川（p3-45））

■事例：イドミミズハゼの主な生息域と河床変動特性・塩分変動特性の関係を把握した事例

資料：乾隆帝,赤松良久,新谷哲也,小山彰彦：希少種イドミミズハゼの生息環境と生息場の河床変動及び塩分変動特性,土木学会論文集,B1(水工学)71(4),pp.1_949-954,2015

【主旨】

環境省レッドデータブックの準絶滅危惧種であるイドミミズハゼの生息場は汽水域の礫床間隙や伏流水に生息することが知られている。汽水域の礫床は、シロウオの産卵場や、ゴクラクハゼ、アシシロハゼ、ミミズハゼなどの多くのハゼ類の生息場・産卵場として利用されている。本種が生息可能な環境の成立・維持メカニズムを把握し河川管理に活用することは、多くのハゼ類などの生息環境保全につながると考えられる。そこで本研究では、イドミミズハゼの生息環境を把握するとともに、河床変動特性、塩分変化特性を明らかにすることを試みた。

【検討概要】

- ①イドミミズハゼ採取調査及び物理環境調査：イドミミズハゼの採取地は、瀬戸内海側の佐波川水系の河口域で行った。調査範囲は4kmある感潮区間の全体をカバーし、調査時期は2013年6～7月、2014年2月～3月に40点以上の定点で実施した。物理環境調査は、各定点において大潮などの干潟干出時に座標位置・地盤高を測定し、ポータブル塩分計で河床間隙水の塩分濃度を測るとともに、大礫以下の河床材料を採取した。河床材料は実験室でふるい分け試験を行い粒径中央値を算出した。ふるい分け試験では4mm以上の篩を用いなかったため、4mm以上の粒径は4mmと記録した。
- ②河床変動計算：河床変動計算はiRICソフトウェア(Nays2DH)を用い混合粒径の河床変動計算を実施した。出水条件は過去5年最大出水(2011年5月)の観測値を使用した。出水後の粒径中央値(計算結果)を出水前の粒径中央値(初期条件)で除し、出水前後の河床粒度の変化を可視化した。
- ③塩分変動計算：イドミミズハゼの生息地の塩分変動特性を明らかにするため、オブジェクト指向型数値流体モデル(Fantom3D)を用いて3次元河川海水流動モデルを構築し、佐波川の感潮区間全域の塩分変動を算出した。

【結果概要】

- ①イドミミズハゼの生息環境：イドミミズハゼは、2か年の調査において計7地点で採取された。採取された地点の粒径中央値は $3.91 \pm 1.04\text{mm}$ と、調査地点の中では粒度の大きい箇所分布が偏った(図-1)。塩分濃度は $0.61 \pm 3.8\%$ であり調査地点の中では中程度であった。イドミミズハゼは、佐波川感潮域の中では、粒度が大きく、塩分は中程度で、地盤高は比較的低下大潮や中潮の干潮時に干出する程度であり、分布の中心は汽水域内の中流からやや上流にかけて生息していた。

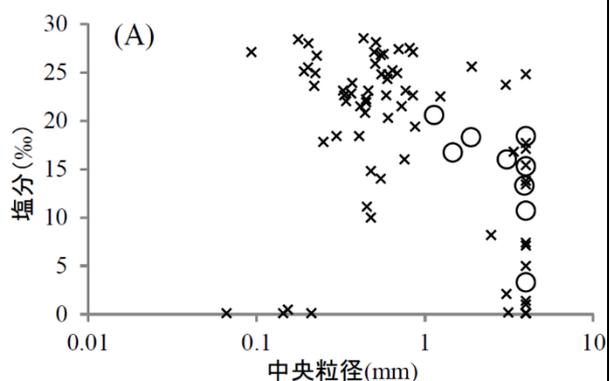


図-1 佐波川河口域におけるイドミミズハゼの生息環境

②生息地の河床変動特性：計算結果による出水前後の粒度の変化（出水後中央粒径／初期条件中央粒径）を図-2 に示す。佐波川感潮区間の下流側はやや粗粒化・細粒化の領域があるが、中流から上流は大幅な粗粒化（青色）と大幅な細粒化（赤色）が交互に現れる。大幅に粗粒化する領域は干潮時に礫質の砂州が現れ、その下流の大幅に細粒化する領域との間には干潮時に瀬状の流路が形成されている（図-3）。図-2 にイドミミズハゼの分布の中心を重ねると、大幅に粗粒化する領域と大幅に細粒化する領域の境界付近に位置する。この領域は干潮時の流路が瀬状になる環境が存在しその周辺がイドミミズハゼの主要な生息場になっている。本種は礫床の河床間隙水に生息することから、本種の生息地は礫が河床に存在することだけでなく、河床間隙水や伏流水が生じやすい河床地形も重要であり、上述の境界付近は河床間隙水や伏流水が生じやすい場であると予想される。

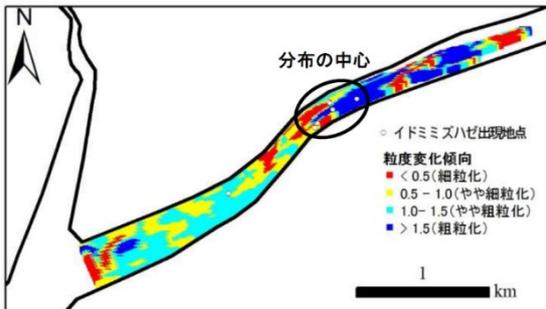


図-2 イドミミズハゼ生息地の河床変動特性



図-3 イドミミズハゼの主要な生息場

③生息地の塩分変動特性：計算結果より、大潮時、中潮時、小潮時の干潮・満潮、その中間程度の潮位時における、佐波川感潮域全域の底層の塩分変動を図-4 に示す。イドミミズハゼの分布の中心を照らし合わせると、大潮及び中潮の干潮時や小潮時には低塩分になるものの、大潮及び中潮の満潮には高塩分になり、中間潮位でも塩分が残る場所であることが見てとれる。つまり、佐波川の感潮域において、本種は淡水に近い低塩分水に長時間さらされるのではなく、長時間にわたって塩分の影響下にある環境を中心に分布している可能性が示された。

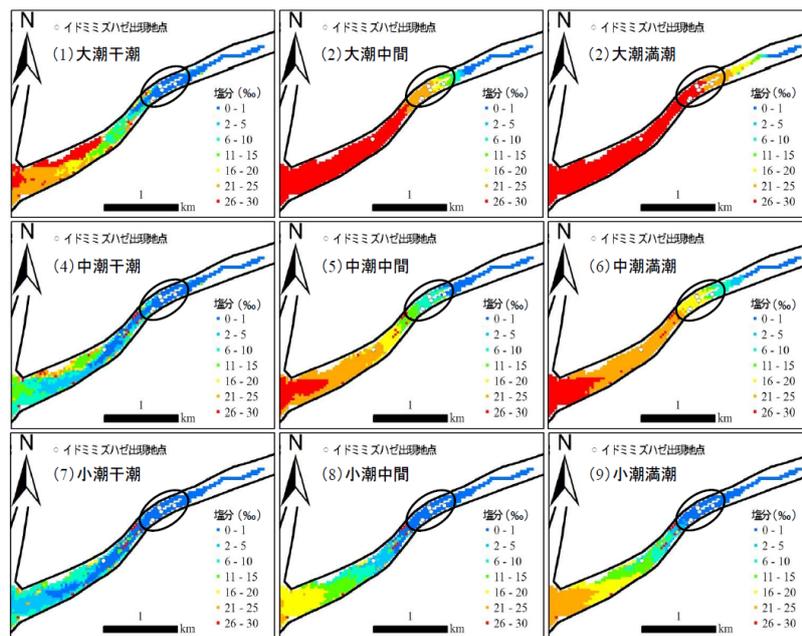


図-4 佐波川河口域における塩分変動特性とイドミミズハゼ生息地との関係

■事例：海水の滞留特性を解析した事例

資料：天野邦彦,大沼克弘,遠藤希実：河川汽水域への海水侵入後経過時間および海水残留時間の数値解析による評価, 土木学会論文集G (環境), Vol.67 No.7, pp.III_367-374,2011

【主旨】

海洋から潮汐流により供給された塩分が、河川汽水域における時空間的に複雑な流動の影響を受けて、どのような混合滞留するかについて、滞留時間も解析可能となるよう新たに開発した数値解析モデルを用いた検討を行った。更に、河川改修を念頭においた河川地形の改変に応じた海水滞留状況の変化の影響についても定量的な評価を実施した。

【検討概要】

数値計算モデルとして、河川汽水域における流動（河川流、潮汐流、吹送流、塩分に基づく密度流）の解析が可能で、任意の水域における塩分と懸濁物の「経過時間」と「残留時間」も計算できる準3次元モデルを使用した。

計算対象とした汽水域は愛知県豊川河口域とした(図-1)。現況地形のもとで計算を行ったケースと比較して、本川河道を TP=0m からの深さを 20% 深く掘削した河道と、本川河道の低水路を 20% 広く拡張した河道のケースを設定した。

※論文では本川と放水路を対象とし、潮位・流量の変化を考慮した検討もしているが、ここでは海水の滞留特性の解析に着目し、本川の河道形状を変えた場合について示す。

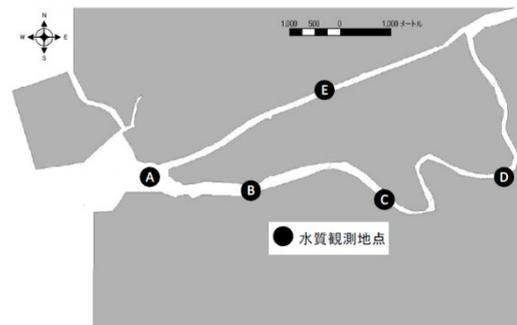


図-1 豊川河口図

【結果概要】

河口から浸入した塩分濃度及び経過時間を横断方向に平均して求めた値の縦断分布を図-2、図-3 に示す。

図-4 は 2007 年 1 月 29 日の 6 時（小潮の満潮時）の塩分濃度を示している。満潮時ということもありやや強混合に近い緩混合の分布形状を示している。これに対応する時点の経過時間(図-3)を見ると、どのケースにおいても上流に行くほど平均経過時間が長い結果を示しているが、現状河道に比べて拡張、掘削の両ケースとも特に河口から 8,000m 以上上流の部分で平均経過時間が長くなる傾向が強くなる。

掘削したケースの平均経過時間分布である図-5(c)に顕著に表れているが、河口付近では新たに湾側から浸入した海水の影響により底層部の方が表層部に比べて平均経過時間が短いのに対して、河口から 7,000~8,000m 程度上流にある深掘部では、浸入した海水が滞留しやすいためだと考えられるが、底層部で表層に比べて平均経過時間が長くなる結果となった。

低水路を掘削するケース(図-3c)と拡張するケース(図-3b)を比較すると、河道容積の変化はほぼ同様であるが、鉛直方向への掘削ケースの方が、河口付近の底層を除いて経過時間の増加が

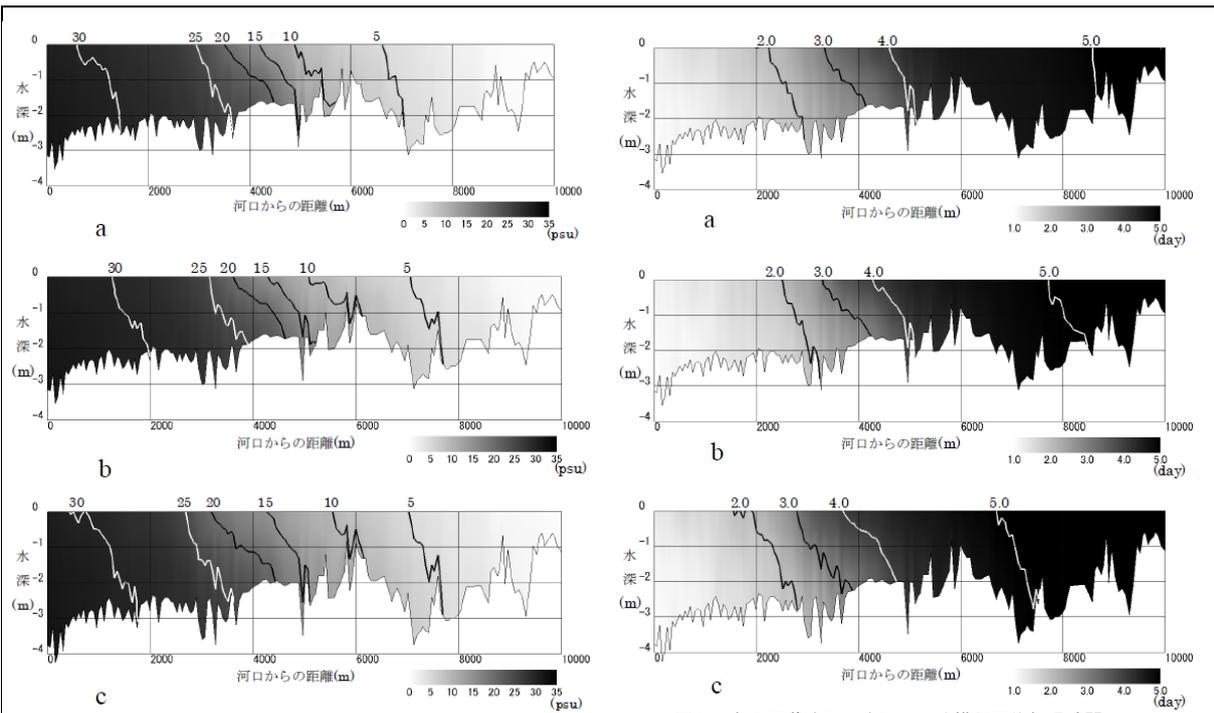


図-2 本川河道地形の違いによる塩分濃度 (psu) の縦断分布

図-3 本川河道地形の違いによる横断平均経過時間 (日)

(現状河道での結果を a,20%拡幅河道での結果を b,20%掘削河道での結果を c に示す)

大きかった。この結果は河道地形改変による海水滞留が河道容積のみで決定されることでないことを示している。

掘削による影響を見たケース(図-3c)と現状ケース(図-3a)を比較すると、特に河口から 6,000 ~9,500m にかけての凹部での経過時間の増加が顕著である。凹部がなく上流に行くにつれて河床高が上がっていく河道形状であれば、掘削により河道容積が増加しても、潮汐に伴う流動による塩分の輸送量は、満潮時も引き潮時も同時に増加するため、経過時間には大きな差は生じない。しかし、掘削により凹部の規模が大きくなると、密度の大きい塩分濃度の高い水は、相対的に引き潮時に下流向きに輸送されにくくなることから、このような結果になったと考えられる。

塩分成層が形成される汽水域において窪地で貧酸素水塊が形成されやすいのは、凹部において、このように経過時間が長くなるためである。しかし 2,000m より下流の河口付近における小規模な凹部では、経過時間の長期化は顕著ではない。

今回開発したモデルの使用により、流動と地形を正確に反映した経過時間の詳細な検討が可能となり、河口汽水域における河道地形改変が、塩分滞留の分布特性に与える影響を評価できるようになった。

■事例：河道掘削の方法とヤマトシジミの生息についてシミュレーション事例

資料：天野邦彦, 遠藤希実, 大沼克弘： ヤマトシジミの生息域として見た菊池川河口域の環境変遷と修復の可能性評価, 土木学会論文集 B1 (水工学), 68 巻, 4 号, pp.1561-1566, 2012

【主旨】

河川汽水域を代表する底生動物の一つにヤマトシジミがあげられる。菊池川ではヤマトシジミの漁獲量が低下していることもあり、河床低下した河道の一部に砂を投入するなどによる環境修復が行われている。本研究では、河川汽水域の生息場としての機能をどの程度修復することが可能か検討することを目的とし、菊池川を対象に以下の検討を行った。まず、現況河道におけるヤマトシジミの生息環境の評価を水質モデルにより評価する。このモデルを河床低下前の河道状況に適用し、過去河道におけるヤマトシジミの生息環境評価を行い、河床低下に伴うヤマトシジミ生息環境変化の定量的評価を試みる。更に河床形状の修復によりヤマトシジミの生息環境という視点から見た河川汽水域の環境機能の向上の定量的評価を行う。

【検討概要】

数値計算モデルとして、河川汽水域における流動（河川流、潮汐流、吹送流、塩分に基づく密度流）の解析が可能で、任意の水域における塩分と懸濁物の「経過時間」と「残留時間」も計算できる準3次元モデルを使用した。なお、菊池川における流動場は、有明海の潮汐を大きく受けるため、計算領域は有明海及び天草地域を含む海域と菊池川汽水域を対象とした(図-1)。

数値計算によるヤマトシジミ生息域の評価では、ヤマトシジミ生息域環境評価の視点は、流動による幼生の拡散と塩分のみを対象とした。ヤマトシジミが持続的に生息するにはこれらの他に必要な要素も当然存在するが、成貝の生息や受精のための必要条件として、その範囲が整理されている塩分と着底するまでの浮遊幼生の拡散という持続的生息可能のために必要となる条件を評価することで河道形状の変化がヤマトシジミの生息に与えただろう影響の評価を試みた。

河道地形として以下の設定(図-2)を行い、生息域評価の比較を行った。なお③④で河床部の上昇1mとしたのは流下能力を損なわない設定としている。

- ①2009年の横断測量に基づく現況河道
- ②砂利採取などで河床が低下する以前の河道形状
- ③低下した河道に砂を供給することで河口付近の河床を全体的に1m上昇された河道形状
- ④河口部にマウンドを形成させた場合の河道形状

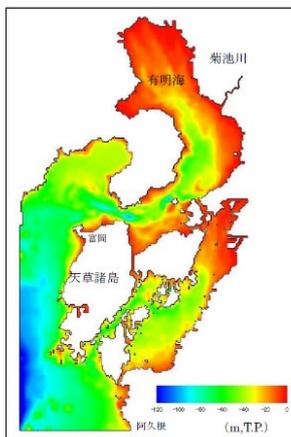


図-1 菊池川の位置と設定した地形条件

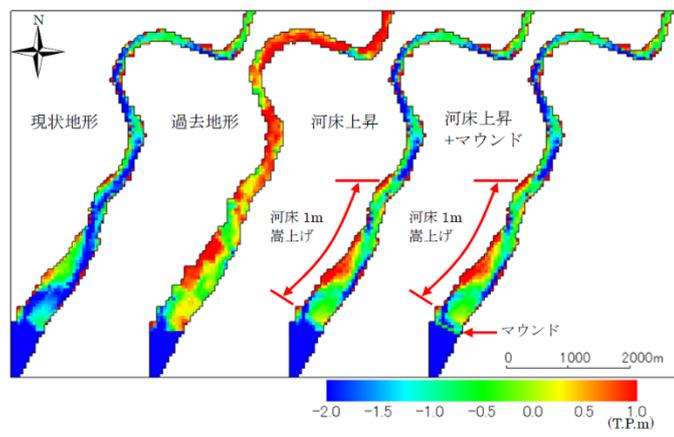


図-2 河口部において設定した河床標高分布(4 ケース)

計算期間は、ヤマトシジミの産卵時期の7月を対象に、2009年7月1日～31日の1ヶ月とした。

【結果概要】

ヤマトシジミ成員の生息域評価は、塩分が22psuを超える時間割合が67%（16時間／24時間）以上で生息に適さない環境になると考え、4つの河道ケースについて比較した（図-3）。

- ①現状河道では、河口から1.5km周辺までが生息に適さない。
- ②過去河道では、ほぼ河口付近まで生息可能。
- ③河口付近を1m上昇させた河道では、河口から0.8kmまで生息に適さない。
- ④③+マウンド形成した河道では、河口から0.5kmまで生息に適さない。

ヤマトシジミ卵の受精に関する適地評価は、ヤマトシジミにより放卵された卵子が受精するのに最適と考えて設定した4～6psuの範囲の塩分をとる時間割合を評価した（図-4）。

- ①現状河道の河床部では、約2～5kmの範囲で比較的高く4～6%であった。下流では塩分遡上が起こり塩分が高く、上流では塩分遡上が少なく塩分が低い結果になった。
- ②過去河道では、4～6psuの範囲をとる時間割合は、現在河道の方が全体的に同などか若干高かったが、1.5kmより下流の河口部付近では過去河道の方が高い値を示した。
- ③④修復河道では、現状河道よりも全体的に割合が高くなる結果が得られた（図割愛）。

ヤマトシジミ浮遊幼生の挙動については、既往の現地調査結果と比較して、定量的にみて満足のいく結果は得られなかった。現状ではこの原因は不明である。

以上より、水質モデルを用いた菊池川河口域における塩分変動特性の解析から、河口部河道の低下に伴いヤマトシジミ生息適地面積が大幅に減少したこと、河床を1m上昇させる修復により生息地としての機能の修復が図られる可能性が十分あることが示された。

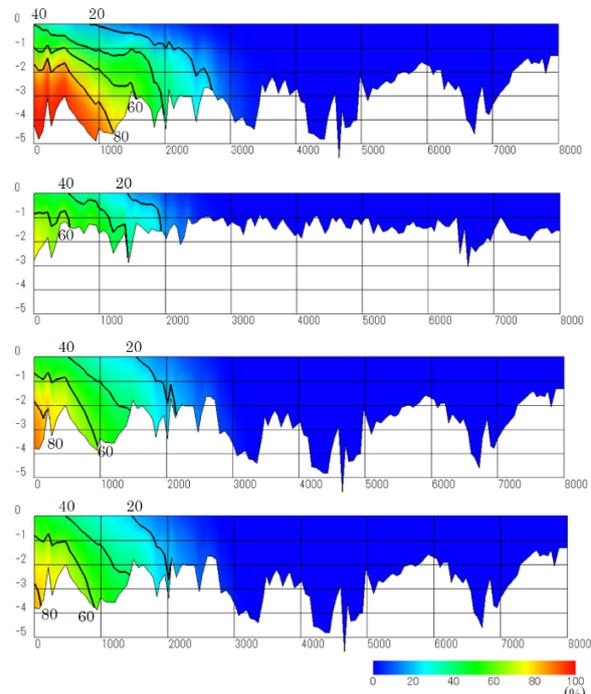


図-3 塩分が22psu以上となる時間割合の比較
上段から①現状河道、②過去（1963年）河道、
③河口周辺1m上昇河道、④河口周辺1m+マウンド河道

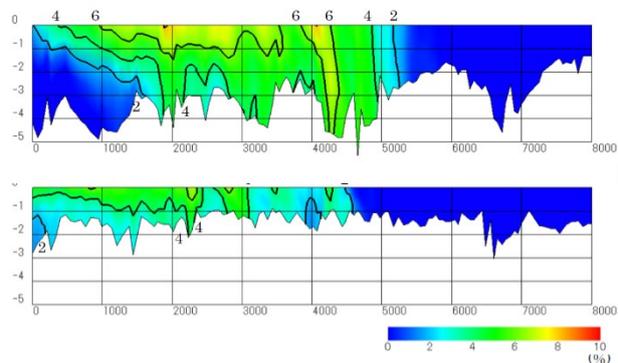


図-4 塩分が4～6psuとなる時間割合の比較
上段から①現状河道、②過去（1963年）河道

2) 河床底層の貧酸素化：貧酸素水塊の挙動に関する数値シミュレーション

1次判定で、河床底層の貧酸素化による影響の可能性がある場合には、2次判定にて河床底層の貧酸素化について2次判定（詳細検査）を行い、河川改修後の貧酸素水塊が発生する可能性と、発生した場合の、その範囲内に生息する「注目種」の生息環境の適合性を確認する。

検討の結果、影響の可能性がある場合には、代替案の検討を行う。代替案の検討の一例を以下に示す。

- ✓ 河道縦断計画の見直しを行う。
- ✓ 現況河道で潮止めの役割を果たしている河床凸地形の維持を図る。
- ✓ 貧酸素水塊が形成されやすい河床凹地形の解消を図る。

以下には、貧酸素水塊について検討したシミュレーション事例を紹介する。(利根川 (p3-48))

■事例：利根川河口における貧酸素水塊の検討例

資料：鈴木伴征, 石川忠晴, 銭新, 工藤健太郎, 大作和弘：利根川河口堰下流部における貧酸素水塊の発生と流動, 水環境学会誌, 23 巻, 10 号, pp. 624-637, 2000

【主旨】

貧酸素水塊の発達と流動は、底生生物に大きな影響を及ぼす恐れがある。実際、利根川河口堰下流部ではシジミの斃死が報告されることがあるが、原因の一つとして貧酸素水塊の浅瀬への浮上が考えられている。本研究では、利根川河口堰下流部における貧酸素水塊の発達現象を水理学的観点から調査及び考察を行った。

【検討概要】

検討区間は銚子大橋(河口から 2 km)から利根川河口堰(河口から 18.5 km上流)とした。

まず 1 km ごとの塩分・水温・DO・濁度・流速の鉛直分布観測を繰り返し実施し、貧酸素水塊の発達過程と塩水流動の関係を縦断的に把握した。

また、 $k-\epsilon$ モデル方程式と塩分・DO 輸送方程式を横断方向に積分して鉛直二次元シミュレーションモデルを構築し、観測結果と比較して現象の再現性を確認した。底泥及び河川水の酸素消費速度は、現地の底泥及び低層河川水を採取し酸素消費実験を行い設定した。計算領域は、上流端を利根川河口堰(河口から 18.5 km上流)から下流端を河口より下流 10 kmの 28.5 km区間とした。

【結果概要】

貧酸素水塊の時空間的変動として 1997 年 8 月の観測結果 (Fig10)と計算結果(Fig22)を示す。観測と計算で細部結果は必ずしも十分一致しているとは言えないが、DO 濃度の時空間的変動は全体的な傾向はおおむね再現されていると考えられる。貧酸素化は塩水くさび先端付近で最も顕著である。

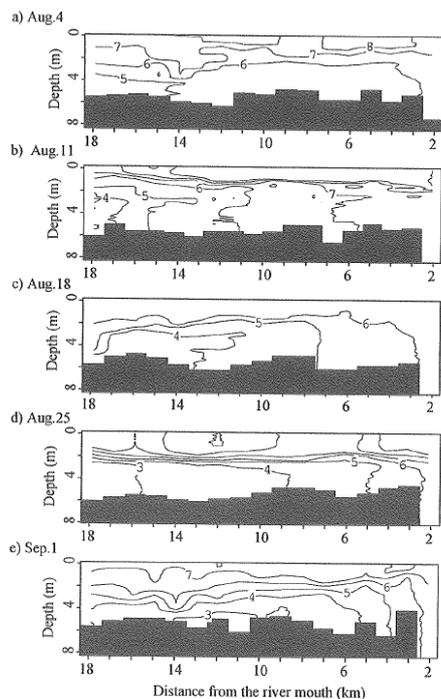


Fig.10 Spatial distribution of DO measured in 1997 (Contour line: 1mg·l⁻¹ interval)

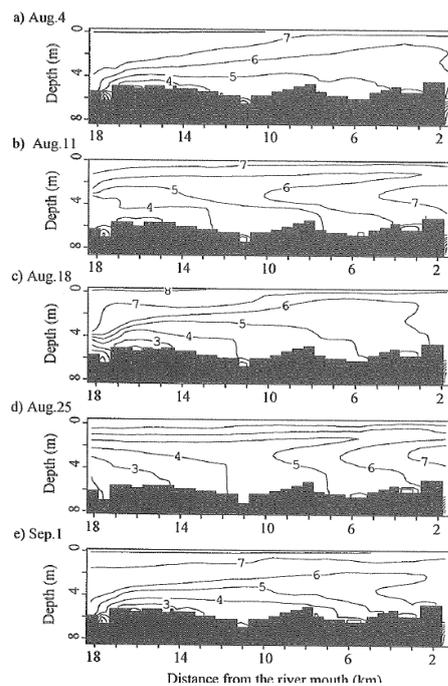


Fig.22 Spatial distributions of calculated DO in 1997 (Contour line: 1mg·l⁻¹ interval)

塩水くさび先端の DO の長期変動として 1997 年調査時の 16 km 中層の計算結果と観測結果の比較(Fig24)を示す。上図には堰放流量の時間的変化を示している。16km としたのは塩水くさび先端が潮汐によって移動することと、Fig22 に示すように貧酸素水塊の中心部がこの付近に存在するためである。6 月下旬から 7 月上旬にかけて観測結果と計算結果が合わないが、6 月 24 日は 2,000 m³/s の出水により濁度が上昇し DO 値が河道全体で低下したこと、7 月 9,24 日は 6 月の出水で河床底泥がフラッシュされたことが原因と考えられる。一方、9 月の堰放流量 500m³/s 内外の流量時には生じておらず、このような変化は 1,000 m³/s クラスの出水において生じると考えられる。

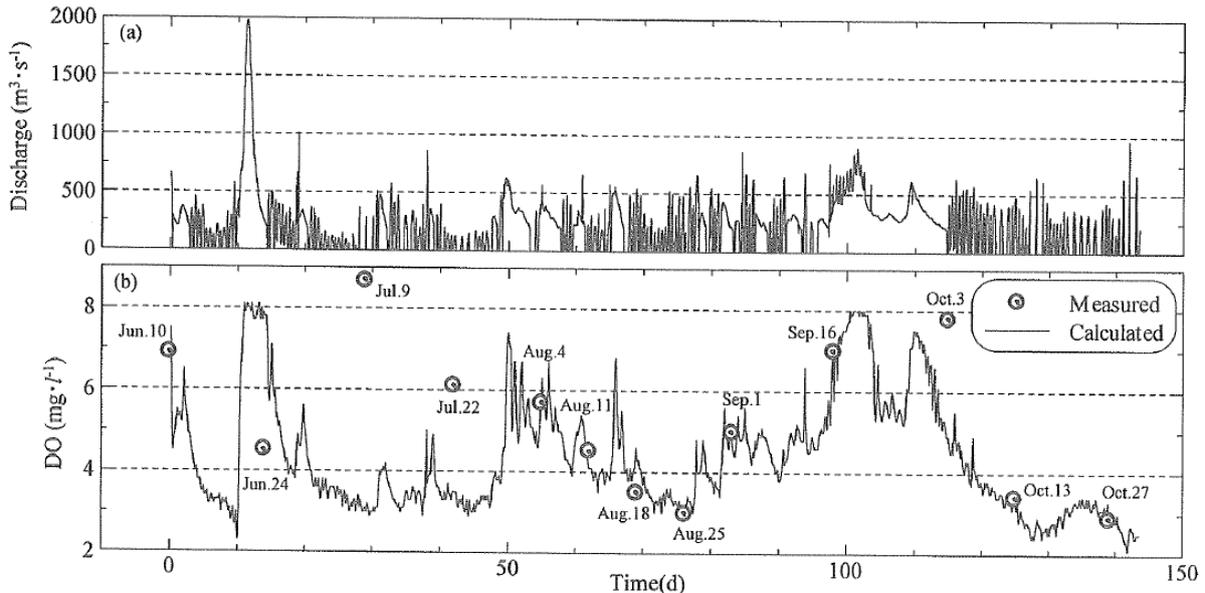


Fig.24 Comparison between calculation results and measurement data of DO in the salt wedge front (b), and discharge from the estuary barrage (a) (July 9 – Oct.31, 1997)

河道内塩水の滞留日数の計算結果から、貧酸素化は、塩水くさびの先端部で生じるというより、海水がくさび先端部に達する間に生じているものと考えられた。

以上より、平常時において底泥及び河川水の溶存酸素が安定している場合は、数値シミュレーションによって DO の時空間変動をおおむね予測可能である。ただし、洪水の後しばらくの間は、本計算モデルの適合性が悪くなる。この原因は、洪水によって懸濁物質が供給されたりあるいは底泥がフラッシュされたりするためでないかと考えられる。したがって、より一般的なモデル化に当たっては、洪水時における懸濁物質及び底泥の運動を組み込む必要があると考えられる。

3) 河床材料の細粒化・河床変動：平面 2 次元河床変動計算

1 次判定で、河床構成材料の細粒化の可能性、すなわち河床への土砂堆積により、堆積土砂の粒径が「代表区間」「保全区間」の河床材料の変化あるいは「河川汽水域を特徴づける生物」の生息環境に適さない可能性がある場合には、2 次判定にて、河川改修後の干潟の分布予測や再堆積の予測を行い、改修後の河床材料粒径の変化と生物生息環境の適合性を確認する。また、改修後の再堆積（改修後早期に堆積することによる河積縮小）の可能性を確認する。

検討の結果、影響の可能性がある場合には、代替案の検討を行う。代替案の検討の一例を以下に示す。

- ✓ 改修後の河床材料が生物の生息条件に適合する河道計画の検討
- ✓ 改修後の河道が安定する河道計画の検討

なお、河道形状については、河川汽水域であっても潮汐差の大きい有明海などを除くと洪水時に決定され、その形は中規模河床形態（つまり普通の河川と同じ）でおおよそ決定されると言われている（大沼ほか 2012）。したがって干潟の分布予測や再堆積の検討などはある程度可能であると考えらえる。

次ページには、河川汽水域における河道掘削後の再堆積を予測したものではないが、参考となる事例として、河川汽水域を含む河川において平面 2 次元河床変動計算により河床高の変化を予測した事例を紹介する。（億首川（p3-51））なお、事例に記載はないが、河床変動計算では河床材料粒径も算定される。

また、検討ケース（計算条件）については、河川汽水域を対象としたものではないが、参考となる事例として、「多自然川づくりの高度化を目指した河道の 3 次元設計ツール導入手引き（素案）（令和 5 年 3 月）」より、流量設定の事例を表 3.1-5 に示す。

表 3.1-5 試行河川の計算条件（治水評価）

モデル河川名		雲出川	沙流川	川内川	最上川	阿武隈川
計算条件 外力設定	ケース1	平均年最大流+平水流量を10サイクル	平均年最大流+平水流量を10サイクル	平均年最大流+平水流量を10サイクル	平水流量	平均年最大流量
	ケース2	整備計画流量+平水流量	整備計画流量+平水流量	整備計画流量+平水流量	平均年最大流量	整備計画流量
	ケース3	-	-	-	長期計算 平均年最大流量前後の実績洪水を11波形つなぎ合わせ	令和元年10月洪水
	ケース3	-	-	-	短期計算 令和2年7月洪水	平均年最大流量+平水流量を10サイクル

資料：多自然川づくりの高度化を目指した河道の 3 次元設計ツール導入手引き（素案）（令和 5 年 3 月）

■事例：平面二次元河床変動計算による河床高変化の予測

資料：竹松紫苑,赤松良久,鎌田磨人：沖縄本島億首川における出水時の河床変動に着目したマングローブ林の生息地評価,土木学会論文集,B I (水工学),Vol68,No4,pp. I_1615-1620,2012

【主旨】

億首川に生育するヒルギ科のマングローブ（オヒルギ・メヒルギ）は種子散布された胎生種子が干潟に定着し発芽・成長を経て森林に変化する。ヒルギ科マングローブの定着プロセスでは、胎生種子が刺さりやすい軟弱な土壌は出水時の大きなせん断力によって表層土砂が攪拌され、表層にフレッシュな土砂が維持・堆積することによって形成されると考えられる。

本研究ではマングローブの稚樹の定着を支える環境要因を、土砂水理的側面から検討することを目的とし、平面二次元河床変動モデルを用い、水理条件とマングローブ群落内の幼木密度との関係性を明らかにして、土砂の攪拌がマングローブ林の更新に及ぼす影響を論じた。

【検討概要】

マングローブ林の更新に関わる水理条件として、平面二次元河床変動モデルを用いて累加河床変動量、累加河床変動絶対量、無次元掃流力を算出した。累加河床変動量は数値計算の期間内に生じた河床位の変化量を表し、立地の堆積作用が卓越したか、侵食作用が卓越したかを示す。一方、累加河床変動絶対量は数値計算の期間内に生じた河床位変化の絶対値の累積量であり植物群落にとっての立地の不安定性を示す。初期地盤高は現状測量データ、出水パターンは年最大流量である約100m³/sの平成19年7月13~14日（24時間）、粒径は均一粒径（D₅₀=0.3mm）とし、マングローブの植生密度を0.2としてマングローブによる阻害率を考慮した。

水理条件とマングローブ林の更新との関係性を明らかにするために、調査区のオヒルギとメヒルギの若木の個体密度を目的変数、調査区の累加河床変動量、累加河床変動絶対量、無次元掃流力の平均値を説明変数として単回帰分析を行った。単回帰分析の結果からオヒルギとメヒルギの若木の個体密度とそれぞれの水理条件との関係性が統計的に優位であるか把握した。

【結果概要】

図-1に、累加河床変動量、累加河床変動絶対値、ピーク時の無次元掃流力のシミュレーション結果を示す。累加河床変動量は8つの調査区（Q1~Q8）全地点において堆積作用が卓越した。累加河床変動絶対量はQ2,Q4で河床位の変動が大きく、その他の調査区では小さい。ピーク時の無次元掃流力は、Q1,Q2,Q4で無次元掃流力は大きく、その他の調査区では小さい。これらの結果は、屈曲外岸側に位置し出水時の水あたりが激しいQ2,Q4で立地の変動が大きく、屈曲内岸側に位置するQ1はピーク流量時近傍でのみ限界掃流力に達するため立地変動が小さいこと、その他の調査区は立地が安定していることを示唆している。

図-2, 3, 4に拡張策における水理条件（累加河床変動量、累加河床変動絶対値、無次元掃流力）と、オヒルギ及びメヒルギの若木（Class1, Class2）の個体密度との関係を示す。累加河床変動量と若木の個体密度との有意な関係性は見られなかったが(図-2)、累加河床変動絶対量(図-3)と無次元掃流力(図-4)の間には有意な正の相関がみられた。これらの結果は、オヒルギ及びメヒルギの若木の定着可能性は、基本的には侵食と堆積の繰り返しによって規定される河床変動の激しさ、すなわち、生育地の不安定さに依存していることを示している。また、無次元掃流力が大きく立地の変

動が小さい Q1 において若木が多いという結果は、出水時に表層土砂の移動が生じフレッシュな土砂が供給されることが、オヒルギやメヒルギの胎生種子が刺さりやすい軟弱土壌の維持に重要と考えられる。

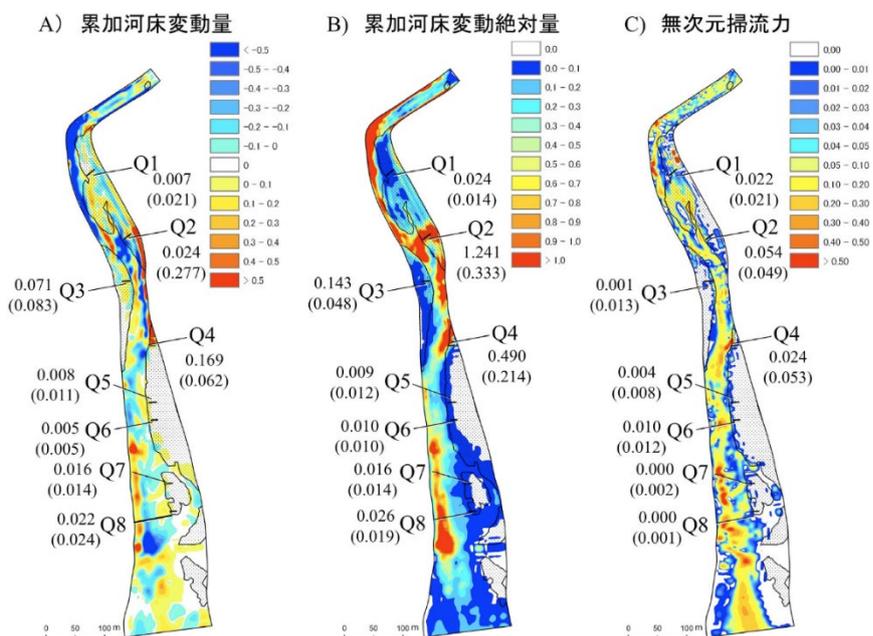


図-1 数値シミュレーションにより得られた水理条件 (A: 累加河床変動量、B: 累加河床変動絶対量、C: 無次元掃流力) 調査区番号の横にそれぞれの水理条件の平均値±(標準偏差)を示す

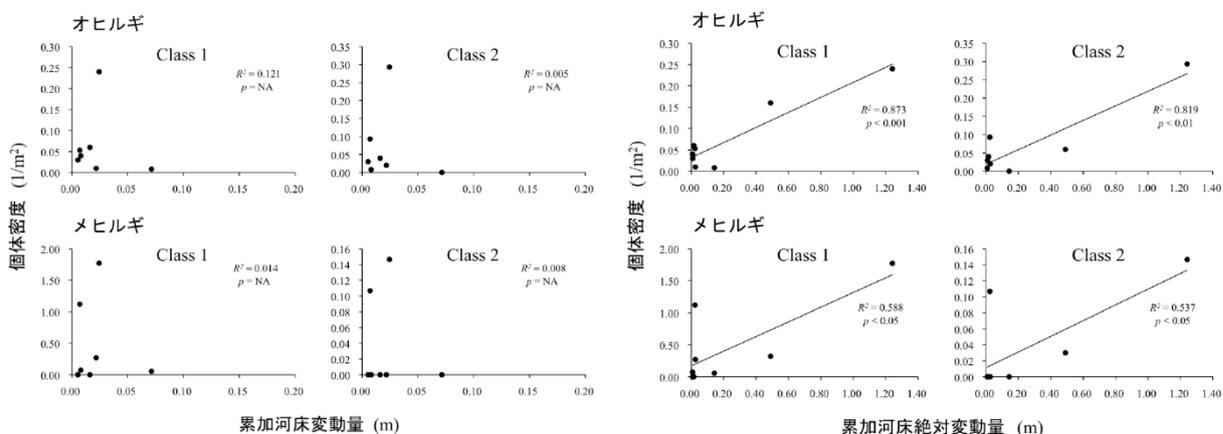


図-2 累加河床変動量とオヒルギ・メヒルギの若木個体密度との関係

図-3 累加河床変動絶対量とオヒルギ・メヒルギの若木個体密度との関係

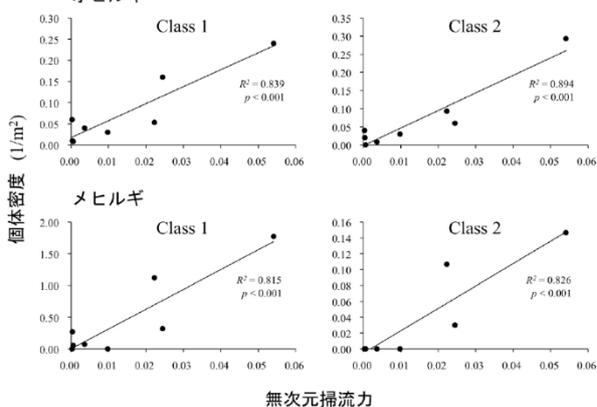


図-4 無次元掃流力とオヒルギ・メヒルギの若木個体密度との関係

■コラム：河川汽水域の河川管理における有識者へのヒアリングの重要性

資料：乾 隆帝, 小山 彰彦：本州・四国・九州の河口干潟に生息するハゼ類, 魚類学雑誌, 61(2), pp.105-109, 2014.

河川汽水域は、特有の生物が生息し、かつ生産力も非常に高い水域である。河川整備による生態系への負の影響の軽減や自然再生は以前からの課題であるが、気候変動に伴う災害の激甚化や、海面上昇による感潮区間の変化に対応した生態系の保全・管理も今後の課題になってくると考えられる。

生態系に悪影響を与えない・生態系をよりよくなる河川管理を行うためには、生物の分布情報が基礎データとして必須である。1級河川の場合は、多くの場面で使用されるのが「河川水辺の国勢調査」のデータであろう。書面の都合上、河川水辺の国勢調査についての説明は割愛させていただくが、非常に努力量の大きい調査であるにも関わらず、河川汽水域においては、このデータのみを信じてしまうと、河川管理において誤った管理を実施してしまうリスクがあることを十分理解しておく必要がある。

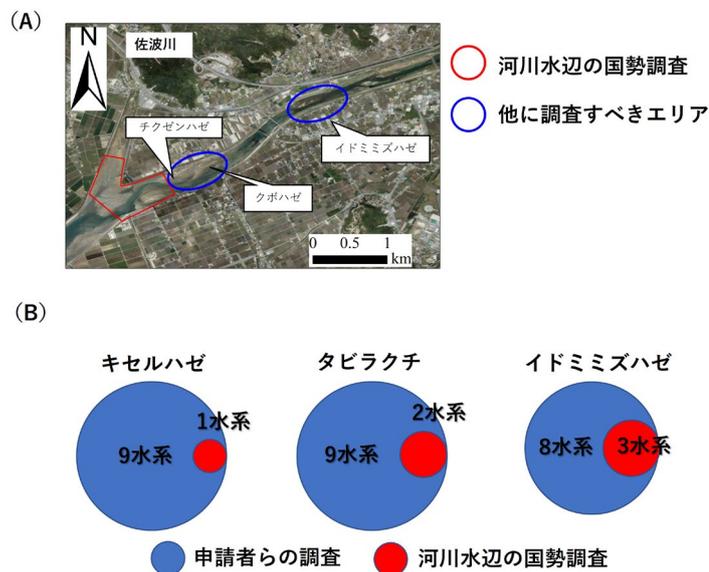


図1 汽水域における生物モニタリングの課題。(A) 河川水辺の国勢調査の調査地区と他の調査すべきエリア (1地区のみで種を網羅する難しさ), (B) 瀬戸内海18水系における著者らの調査結果

河川汽水域は、面積的には流域のごくわずかであるにも関わらず、縦横断方向に生息する生物の変化が著しいので、生物の分布状況の全容を捉えるためには、汽水域全域の生物分布を面的に捉える必要がある。しかしながら、ほとんどの河川で、河川水辺の国勢調査の汽水域の調査地区は1エリアだけである。図1(A)に、河川水辺の国勢調査の魚類の調査地区と、ハゼ類から見たほかに調査した方がよいエリアの例を示しているが、環境省レッドリストに掲載されているハゼ類ですら、主要生息地を捉えきれていない場合が多い。また、各種の主要生息地がカバーできるような調査地区の設定になっている場合においても、各種の分布を捉えきれていない例も多い。汽水域に生息するハゼ類については、乾・小山(2014)で詳細を述べているが、採集方法が確立していない種も多いため、調査地区に生息しているはずの生物が採集されていない例もあるようである。これら2つの要因が複合的に作用し、「その河川に実際生息している生物が河川水辺の国勢調査のデータ上生息

しないことになっている」例が多くなってしまっているようである。2014年時点の瀬戸内海流入河川での著者らの調査と、河川水辺の国勢調査の結果を比較した結果、トビハゼやチワラスボのように採集効率の良い種がいる一方、図1(B)で示したようなキセルハゼやタビラクチ、イドミミズハゼのように、著しく採集効率の悪い種がいることがわかる。汽水域に多様な種が生息している甲殻類や貝類についても、同様の状況になっている可能性が高いだろう。

また、仮に調査地区がうまく設定され、適切に調査が実施され、河川水辺の国勢調査のデータがその河川の正確な生物相を示している場合においても、その河川における各種の生息状況とレッドリストのカテゴリーが必ずしも一致しないということも、河川汽水域においてはよくある事例である。しかしながら、河川管理の現場では、環境配慮の基準として、現実的には環境省レッドリストや都道府県版のレッドリストのカテゴリーを基準とした判断をせざるを得ないことも多いだろう。その結果、例えばその河川では「絶滅危惧Ⅱ類のA種」が危機的状況なのに、生息地・個体数ともに多い「絶滅危惧ⅠB類のB種」への配慮を重視した結果、A種を絶滅させてしまうリスクも考えられる。

それでは、これらの問題点をどのように解決すれば良いのであろうか？ 本来は、その河川の汽水域全域（できれば周辺河川も含めて）で調査を行い、そのデータに応じた河川管理を実施するのが理想ではあるが、個別の河川管理の案件で、汽水域全体を調査するのは、予算的、労力的、時間的に難しいことが予想される。また、河川管理者が、その河川や周辺地域の汽水域における生物相に関する論文や研究事例を全てレビューするのは困難だろう。なので、現状で河川管理者が実施可能なベターな方法が、「河川汽水域の生態系に詳しい有識者にヒアリングする」ことであろうと考えられる。とは言っても、河川管理者が把握している各専門家委員会の委員やアドバイザーの中に、必ずしも河川汽水域の生態系に詳しい有識者が含まれているとは限らない。なので、河川管理者は、あらかじめその河川あるいは周辺河川の汽水域生態系に詳しい有識者を把握しておく必要がある。直接的、間接的に関わらず、環境改変を伴う河川管理を実施する場合は、それらの有識者に事前にヒアリングすることによって、その河川の汽水域の生態系の状況、周辺河川と比較した場合のその河川の位置づけ、その河川内での実施箇所の位置づけなど、既に発表された情報は提供していただけることが多いであろうし、条件付で未発表の情報まで提供していただける場合もあると思われる。もしその有識者がその河川の汽水域に詳しくなかった場合は、別の適切な有識者を紹介していただける可能性もあるだろう。ヒアリング対象の有識者は、必ずしもその県、その地方在住の有識者にこだわる必要はない。河川事務所間や地方整備局間で、汽水域の生態系に関してヒアリング可能な有識者の情報（例えば、あの有識者はA地方のB分類群に詳しい、など）を可能な限り共有しておくことが重要かもしれない。

参考資料 : A. Koyama, R. Inui, N. Onikura, Y. Akamatsu, T. Minagawa: Habitat Characterization Based on Crab Fauna in the Temperate Estuarine Intertidal Zone of the Seto Inland Sea, Japan, *Estuaries and Coasts* 43(6) 1533-1544, 2020.
A. Koyama, R. Inui, Y. Akamatsu, N. Onikura: Physicochemical factors affecting goby fauna in the intertidal zones of temperate riverine estuaries of the Seto Inland Sea, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 219, 24-32 2019.
R. Inui, A. Koyama, Y. Akamatsu: Abiotic and biotic factors influence the habitat use of four species of *Gymnogobius* (Gobiidae) in riverine estuaries in the Seto Inland Sea, *Ichthyological Research* 65(1), 1-11, 2018.

■コラム：干潟の環境価値

資料：岡田知也・三戸勇吾・桑江朝比呂編『沿岸域における環境価値の定量化ハンドブック』（生物研究社）

干潟は、鳥類や干潟生物の生息場といった、生物多様性に関する機能だけではなく、食料を生産する機能や、潮干狩りや海水浴、釣りなどのレジャーの場としての機能や日常の散策などの憩いの場としての機能、自然環境を学習する場としての機能がある。更に、炭素を貯留して地球温暖化を緩和する機能にも貢献している。しかしながら、このような様々な機能の価値の全てを、例えば貨幣単位などの共通のわかりやすい数値で示し、相互比較可能にすることは容易ではない。

これまで環境価値の経済評価方法としては、漠然とした価値をアンケート調査によって求めるか、市場価値などで評価できる幾つかの機能のみを推定していた。そこで、干潟が持つ全ての機能を現地の環境データや来場者数といったデータに基づいて数値化し、その数値を経済価値に換算するためのアンケート手法を新たに考案した¹⁾。そして、干潟の各機能の個別の経済価値と、干潟全体の経済価値を試算する手法を開発したので以下に紹介する。

評価する機能として、(1) 食料供給、(2) 水質浄化、(3) 温暖化抑制、(4) 観光・レクリエーション、(5) 教育、(6) 研究、(7) 昔からの特別な場、(8) 日々の憩いの場、(9) 種の保全、の合計9つの機能を選定した。そして、東京湾内にある自然干潟の多摩川河口と小櫃川河口、それから同じく東京湾内にある造成干潟の「しおさいの渚」と横浜海の公園、の合計4箇所の干潟に対してこれらの機能の経済価値を試算した(図-1)。

各機能の扇形の半径は得点を示し、角度は機能の重みを示す。角度が大きい機能ほど、1得点当たりの経済価値は高くなる。得点は生物量や来訪者数などの定量データに基づいて試算した。機能間の重みは、東京湾の流域圏の人々を対象にして、各機能の経済価値を税金支出の観点で尋ねたアンケート調査結果に基づいている。

その結果、年間1ヘクタール当たり5,000~8,000万円もの価値を生み出していることが推定された。価値の内訳をみると、「種の保全」の価値がどの干潟でも比較的大きくなっている。また、「研究」や「教育」といったヒトが干潟を利用することによって生まれる価値も案外大きいことがわかる。

既往の調査結果²⁾によると、干潟の全国平均の経済価値は1,200万円/ha/年程度であり、それと比較するとはるかに高い経済価値となっている。この違いは、既往の調査においては一部の価値しか計上できていなかったためと考えられる。

このように干潟が有する様々な価値を「見える化」することによって、多様な利害関係者が共有された情報をもとに意思決定に結びつけていくための、効果的なコミュニケーションツールになると考えている。「環境や生態系を貨幣換算することはけしからん」と考える向きも多いかもしいれないが、この価値の高い干潟を効果的に保全・修復・創造していくために、資金調達は不可欠である。また、投資や寄付をより多く呼び込み、取組を加速させるためには、出資者にとってわかりやすい貨幣単位での説明が求められる。

更に、貨幣という共通単位で、様々な環境価値を比較検討できるようになると利害関係者間の対立解消に役立つことも期待できる。ある環境価値を増やす取組によって、他の環境価値も上がるような相乗効果(win-win)が見込まれる場合には問題ないが、実際にはwin-winになることばかりではない。他の環境価値が逆に下がってしまう二律背反が生じるケースでは、利害関係者

間の対立が生じてしまう。そのような時にこそ、ここで紹介した手法を用いて、様々な環境価値を共通の単位で比較することが、問題解決の一助となるかもしれない。

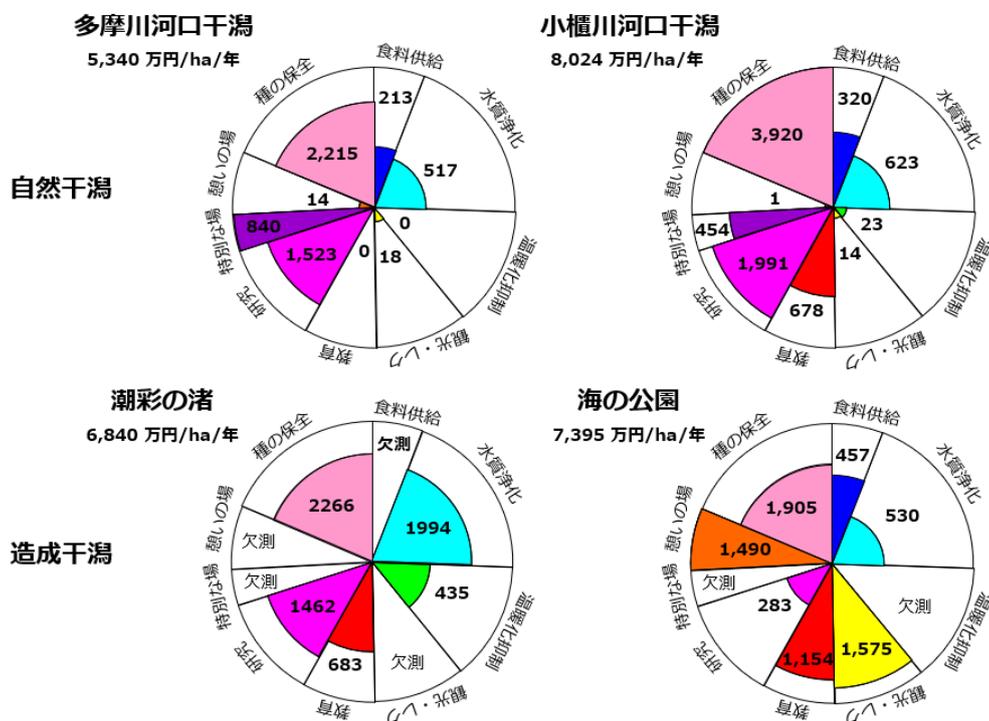


図-1 干潟の環境価値（万円/ha/年）の試算結果

出典：

- 1) 岡田知也・三戸勇吾・桑江朝比呂編『沿岸域における環境価値の定量化ハンドブック』（生物研究社）
- 2) 金谷弦：干潟のめぐみとその経済価値評価，水環境学会誌，Vol.39，No.4， pp.135-140，2016.

3.2 設計における留意点

設計における留意点では、「3.1 調査・計画における留意点」で検討した直接改変における「代表区間」「保全区間」でのミティゲーション及び「代表区間・保全区間」以外の区間での環境の保全・向上、また、間接改変において影響が生じる可能性がある場合の代替案の検討を踏まえ、河川汽水域を特徴づける環境を保全・再生・向上するための設計を行う。

以下には、河川汽水域において主な設計対象となる河川改修（主に河道掘削について）、自然再生、護岸整備、築堤、放水路、維持浚渫について設計上の留意点を示す。

3.2.1 河川改修（主として河道掘削について）

河川汽水域における河川改修（主として河道掘削）では、全般的には「環境の保全・再生・創出」「河川環境情報図の確認」「浅場保全・相対潮汐地盤高」「塩水遡上範囲の変化」「貧酸素水塊」に留意する。そして、河川汽水域を特徴づける空間ごとには、「河岸・水際部」「干潟の保全・再生」「汽水域のワンド（たまり）」「湿地・塩性湿地の保全・再生」に留意する。また、通常は河川汽水域以外で推奨されている「スライドダウン掘削に注意」することも留意が必要である。

① 環境の保全・再生・創出

治水を意図した事業においても、貴重な自然環境を保全するだけでなく、改修時により良好な環境の再生や創出が図れないか常に意識する。河口域は高度に開発されている場合が多いので、少しの工夫でもその再生効果は大きい。生物多様性の観点からも河川汽水域は豊富な生物種が生息するのでなおさらである。

河川汽水域は、河岸や高水敷といった常時水位にさらされない部分は、自然の営力による地形変化が乏しく、掘削後の形状が比較的長期間維持されやすい。そのため、改修（特に河道掘削）では、河岸や高水敷において自然環境を保全・再生・創出する場合、直線的な河岸や、平坦な高水敷としないように留意する。（参考：利根川（図 3.2-1）、熊野川（p3-63））



図 3.2-1 高水敷の起伏と水際線の入り組みをつけている事例[利根川]

写真： 利根下流河川事務所提供資料

② 河川環境情報図の確認

河道掘削などを実施する際には、まずは改変の対象となる箇所を、河川環境情報図を確認するとともに、現地を確認する。

掘削箇所はもちろん、仮設道路や仮締切、土砂置場や資材置場などに重要な動植物や植生群落が生息していないかを確認する。また、周辺に重要な環境がある場合は保全対象とするとともに、近隣に再生する場合の河床材料や掘削形状の参考とすることが望ましい。(参考：環境調査の結果が設計等に十分活かされていなかったことが疑われる事例 (p3-64))

③ 浅場保全・相対潮汐地盤高

掘削地盤高を意識し、浅場を保全することが大事である。通常の河川改修の植物の生育場については、比高を意識して設計する 경우가多いが、河川汽水域においては塩分濃度が支配的であるために満潮、干潮などの潮汐との相対的な地盤高である「相対潮汐地盤高」を指標とすると、生物との関係が明瞭になりやすい。一般的には浅場が広く存在することが好ましい(天野ほか 2009)、つまり潮間帯幅が広ければ広いほど河川汽水域の生物にとっては好ましいので潮間帯幅を平面図的に把握すると良い。

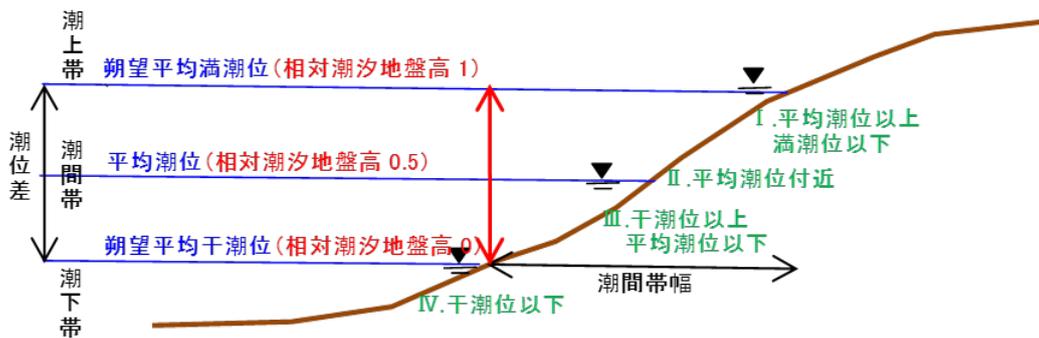


図 3.2-2 相対潮汐地盤高

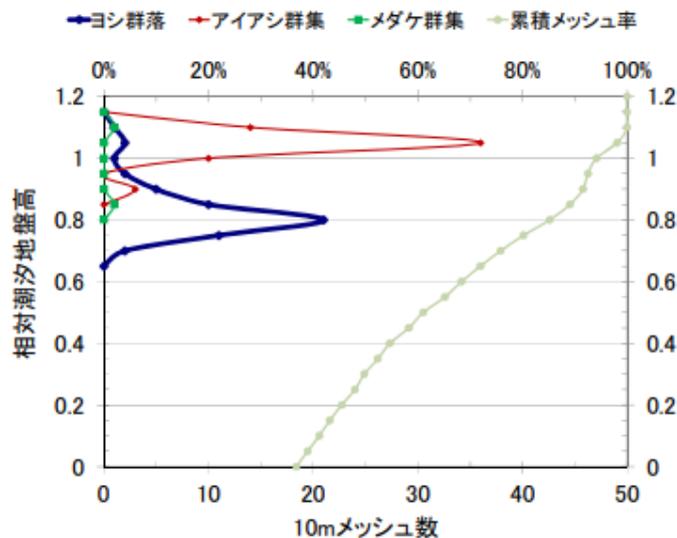


図 3.2-3 植生群落と相対潮汐地盤高の関係の例 (筑後川) (中村ほか 2013)

河川汽水域の横断的特徴のイメージを図 3.2-4 に示す。朔望平均満潮位より上部に位置する潮上帯には塩性湿地やヨシ原などが生育し、それ自体が河川汽水域を特徴づける環境であるとともに、鳥類や哺乳類などの生息・繁殖の場になる。特に、図 3.2-5 に示すとおり潮上帯はヨシなどよりもアイアンの好む生育地盤高となっている。そのほか、ハマガニやイボニシといった生物の生息環境でもあり、潮間帯とはまた異なる環境要素となっている。このため、潮上帯に良好な生物の重要な生息・生育・繁殖環境がある場合、保全を基本とし、河岸掘削などを行う場合であっても復元するよう留意する。

なお、全体としては潮間帯に最も留意する必要があるが、図 3.2-4 及び図 3.2-5 に示すように、潮上帯や潮下帯を好んで利用する生物もいるため、どの場所を保全・復元する必要があるかを注意しなければならない。

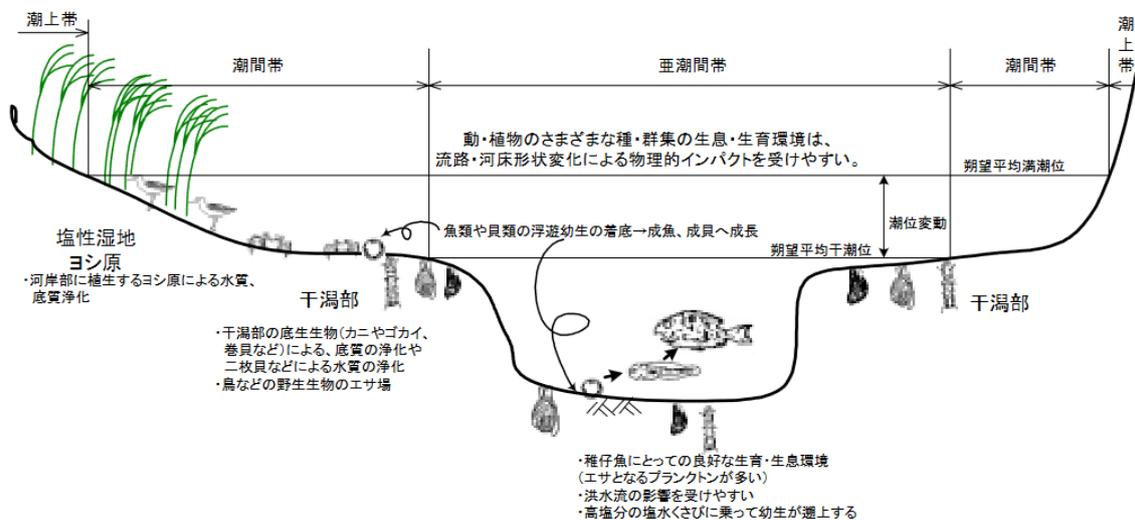


図 3.2-4 河川汽水域とその周辺の横断イメージ

出典：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書,2004

【河口部】

代表的な底生動物・植物群落の生息地盤高

相対 潮汐 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、セイヨクシ シオク、アキミヤナキ、 ホリハ、ハマアカサ ※フド、ハマツナ	アイアン	コウホウムギ、ハマヒ ルガオ、ハマゴウ
	ケフサイソ ガニ	ソトオリガイ	ホトトギス ガイ	ヤマトシジミ	カワゴカイ類	コムツキガニ	アサリ	カワザンショ ウガイ			
>2.0											
1.5~2.0											
1.0~1.5 (朔望平均満潮位)											
0.8~1.0											
0.5~0.8 (平均潮位)											
0.2~0.5											
0~0.2 (朔望平均干潮位)											
<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
 因調査結果による)

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 3.2-5 相対潮汐地盤高の選好性の一例

出典：河川における多自然川づくり—Q&A形式で理解を深める—

④ 塩水遡上範囲の変化

河道掘削は、流下能力を上げるだけでなく、塩水の遡上範囲を上流側にシフトさせてしまう場合がある。この場合、新たに形成される河川汽水域に十分な生息場があるか、あるいは上流の堰などによって淡水と塩水が混じる汽水域環境が極端に短くならないかなど、これらの影響を見極めるとともに、影響が大きく出ないように留意する必要がある。遡上範囲だけでなく塩水くさびの遡上形態が、弱混合から強混合に変わるだけでも影響が出る場合があるので留意が必要である。

⑤ 貧酸素水塊

河道地形の変化によって、塩水の河道内での滞留時間が変化するため、場合によっては貧酸素水塊が発生する可能性がある。貧酸素水塊の影響が懸念される場合は、シミュレーションや実測によりその影響を検討すると良い。

また、ワンドの創出などにおいて、局所的に河床高よりも深くぼみになると貧酸素水塊ができる可能性があるため留意する。

⑥ スライドダウンに注意

順流の河川区間の掘削において推奨されるスライドダウン※は、河川汽水域では潮間帯を消失してしまうことがあるため、注意が必要である。例えば潮間帯は面的に掘削するのではなく、より深い部分に限定して掘削するなど、河川汽水域の生息場を保全できるように掘削する。(熊野川 (p3-63))

※「スライドダウン」: スライドダウンとは、順流の河川区間において滞筋や瀬・淵などを保全・復元する掘削方法の1つであり、「美しい山河を守る災害復旧基本方針(平成30年6月)」では以下のように示されている。

(略)河床を掘削する場合には、掘削面を平坦な河床とはせず、河床に形成された滞筋や縦横断方向の地形(瀬淵などの凹凸)を平行移動(スライドダウン)させ、元の形状に近い形で整備する(下図参照)。

現況のみお筋が良好な場合は、現況河床を平行移動するように掘削する

現況のみお筋が悪い場合は、その川の未改修区間や近傍の良好な河川を参考にみお筋を形成する。

現況の平均河床

掘削後の平均河床

現況の縦断形が良好な場合は、現況河床を平行移動するように掘削する

現況の縦断形が悪い場合は、上下流の河床勾配や地形勾配などを参考に縦断形を検討する。

出典：美しい山河を守る災害復旧基本方針(H30.6)

■コラム：橋梁事業における河川汽水域の環境保全事例—吉野川サンライズ大橋—

資料：(公社)土木学会 景観・デザイン委員会：土木学会デザイン賞 2023 作品選集, 2024.

河川汽水域に影響を与えるのは河川管理者による河川改修などのみではない。河川を占用して事業を実施する事業者においても河川環境に与える影響を考える必要がある。

ここでは、橋梁事業において吉野川の河川汽水域に対して丁寧な対策を実施した「吉野川サンライズ大橋」の事例を紹介する。

吉野川サンライズ大橋は、徳島市の東海岸を結び新たな南北交通軸となる四国横断自動車道が、吉野川の河口をまたぐ位置に架かる 15 径間の PC 連続箱桁橋（橋長 1,696.5m）である。四国を代表する河川である吉野川の貴重な河川汽水域に係る橋梁として、きめ細やかな環境配慮が実施されている。

吉野川サンライズ大橋は景観の主対象としてデザインされる橋梁が多いなか、シンプルであること、エコであることに徹した質の高い美しい橋梁である。排水管や検査用通路を床板や箱桁内に隠すことにより、景観的にもこれ以上ないほどすっきりしたものとなっている。この橋梁の豊かな自然環境への配慮は徹底しており、河口部と言うセンシティブな河川環境への影響を最小化するために、長支間化により最低限の橋脚数としている。橋梁架設に伴う浚渫は河川環境に大きな影響を与えるが、この橋梁では浚渫量を最小限とするため台船投入時に浚渫が必要となる鋼橋ではなくコンクリート橋にするという選択肢をとっている。沿岸環境や海苔の養殖に配慮し高速道路路面からの排水は吉野川に一切漏らさない床版一体型排水溝を採用している。加えて、鳥類への飛翔阻害を最小限化するデザインのほか、高欄の高さは干潟の生物や鳥のねぐらへの車のヘッドライトが照査しないことまで確認している徹底ぶりである。

本橋梁は、そのデザイン性と環境面への取組が評価され土木学会デザイン賞 2023 の優秀賞に選考されている。



写真 1 吉野川サンライズ大橋（写真：中村圭吾撮影）

参考資料：土木学会デザイン賞 2023、優秀賞、吉野川サンライズ大橋
<https://design-prize.sakura.ne.jp/archives/result/2157>

事例：多自然川づくりポイントブックⅡで示されている感潮域の掘削に関する留意点

感潮域では河川の堆積作用が大きいために粘土や細砂が堆積し干潟が形成される。この干潟は、潮位の変動の影響を受け、干潮時には露出するが、満潮時には海水が侵入し、海水と淡水が入り混じる独特の環境を有している。このように潮の干満により露出と水没を繰り返す場所を潮間帯とよんでいる。

水際にはシオクグなど塩沼地の植生が広がり、干潟では多くの底生生物が高い生産性を維持している。これらの底生生物は他の生物の餌となるほか、水質浄化の担い手としても重要である。また、シギやチドリ類にとって餌場として重要な場所である。

このように、潮間帯は、海水と淡水、水と土と大気が接する場所として多様で豊富な生物種がみられ、高い生物生産力を有しているほか、身近な水辺としての親水機能や汽水域を象徴する景観機能など、多くの役割を果たしている。



感潮域の河川 写真提供：島谷幸宏

したがって、感潮域の河道計画においては、このような重要な機能を有する潮間帯をできるだけ保全することとし、やむを得ず改修を行う場合も片岸は保全する、掘削後に潮間帯の構造が形成される横断系とするなどの工夫を検討することが必要である。なお、その際には掘削後の河床への土砂の堆積や水際部の侵食などの変化に留意することが必要である。

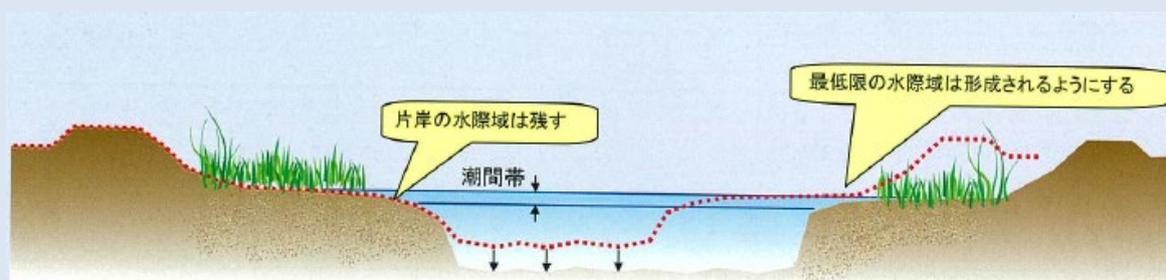


図 3.2-6 感潮域における潮間帯の水際部の保全の例

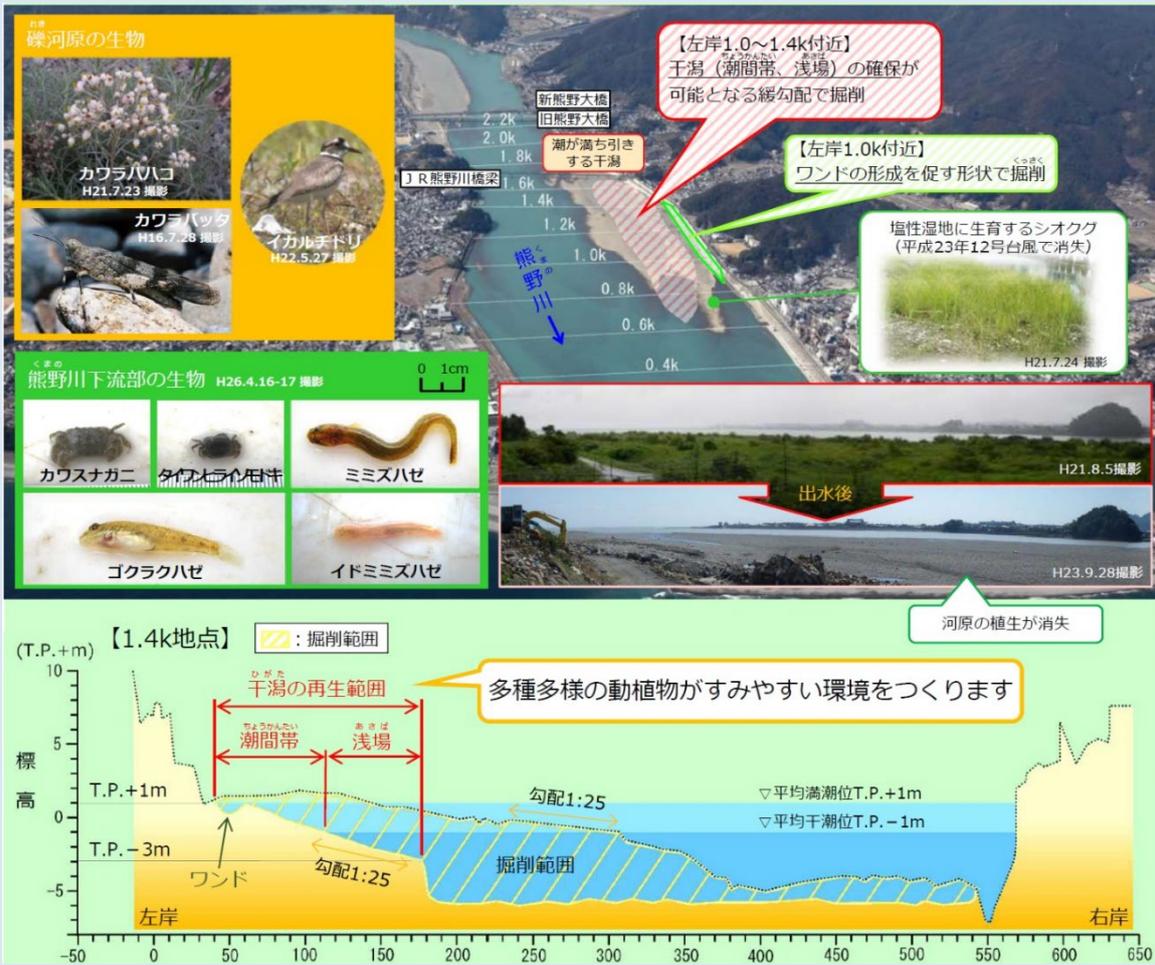
出典：多自然川づくりポイントブックⅡ

事例：河道掘削で、水際に潮間帯・浅場を確保し、深い部分を掘削〔熊野川〕

(類型区分：Ⅲ-2 太平洋(黒潮))

平成 23 年の台風 23 号を受け、災害復旧で河川改修を行った熊野川では、河川汽水域の掘削において、水際に潮間帯や浅場を広く確保して干潟を再生し、それより深い部分を掘削する計画とした。

潮間帯や浅場を確保する範囲は、T.P.+1m(平均満潮位)～T.P.—3m(平均干潮位から水深 2m を確保)とし、勾配は改修前と同じ緩やかな勾配(1:25)としている。また、河岸を掘りワンドを形成するなどの工夫がされている。



資料：紀南河川国道事務所提供資料

環境調査の結果が設計等に十分活かされていないことが疑われる事例

河川水辺の国勢調査等の情報を河川管理に効果的に活用するために河川環境情報図を作成し、確認された重要な種の種名を区間ごとに記載していたが、個々の重要な種が生息・生育している場所や環境は明記していなかった。

事業実施前に河川環境情報図から対象箇所の河川環境を正しく理解できず、多くの重要な種が生息・生育していた塩性湿地の一部が消失した。

この事例は、河川環境情報図に記載されている情報は調査地点での結果であり、河川全体の重要種の確認位置を示してはいないこと、そして、事業実施に当たり実際に現地を確認することの重要性を示している。

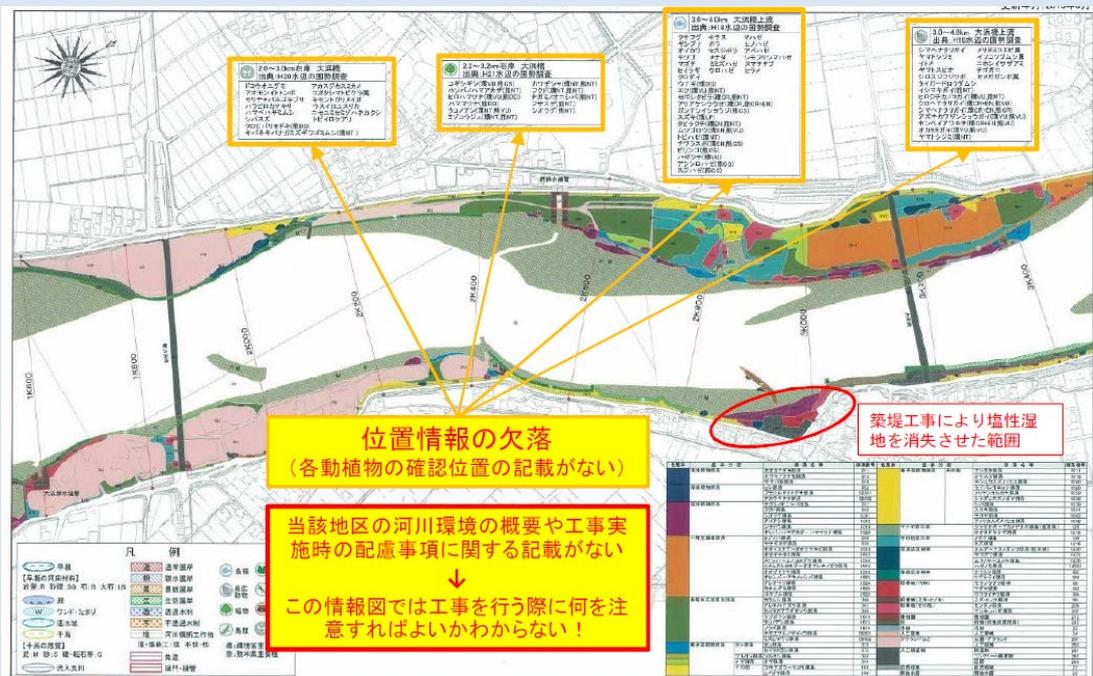


図 3.2-8 施工当時の環境情報図



図 3.2-9 築堤前後の現地の状況

資料:「【九州地方整備局版】河川環境情報図作成の手引き」をもとに作成

以下には、河川汽水域を特徴づける空間である「河岸・水際部」「干潟の保全・再生」「汽水域のワンド（たまり）」「湿地・塩性湿地の保全・再生」の留意点を示す。

(2) 河岸・水際部

河岸・水際部を改変する場合は、河川汽水域の環境を特徴づける潮間帯を確保することをまず考えるとともに、護岸への工夫や、貴重種の保全を目的とした河岸・水際部の工夫について検討する。

① 潮間帯の確保

一般的には、現状が良好な状態であれば、潮間帯の相対潮汐地盤高の平面的な分布を極力変えないようにする。掘削する場合も潮間帯は極力掘削せず、なるべく広い潮間帯幅を確保する。(参考：那珂川 (p3-67))

単断面河道や高水敷幅の狭い河道で堤防護岸が必要な場合は、流下能力を確保の上で、護岸に盛土し、潮間帯を形成するのも一手法である。盛土などで人為的に整備した潮間帯の河岸・水際は、流水や潮汐の自然の営力での変形を許容し、自然になじんだ河岸・水際を形成させることが重要である。(参考：樋井川 (p3-68))

② 護岸の工夫

矢板などの直立護岸は極力避ける。生息場が単調になるだけでなく、反射波によって穏やかな水域が形成されない。また、矢板などの直立護岸であっても捨石などによって多孔質空間の創出を検討する。(参考：旧北上川 (図 3.2-10))

また、水制とセットで整備することで、潮間帯の地形に変化を持たせるのに有効と考えられる。(参考：五ヶ瀬川：図 3.2-11)



図 3.2-10 矢板護岸前面に捨石を配置[旧北上川]

写真：北上川下流河川事務所提供資料



図 3.2-11 護岸と水制を併用。水制周りの土砂堆積により変化のある水際線を形成[五ヶ瀬川]

写真: 株式会社建設環境研究所

③ 貴重種などに適した河岸・水際部の形成

保全すべき貴重種が明らかな場合は、その生態に適した河岸を形成する。ただし、その種だけが利用するわけではないので多様な生物が生息できる環境にも留意する。

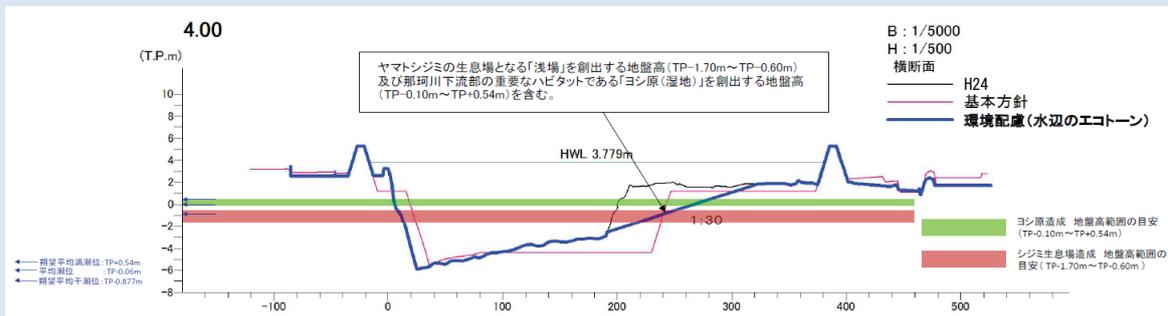
事例：ヨシ・ヤマトシジミの選好する地盤高を考慮した潮間帯造成の試験掘削〔那珂川〕

(類型区分：Ⅲ-1 太平洋(親潮))

那珂川では、河川汽水域である河口から 4km 右岸において、水辺に潮間帯であるエコトーン掘削により浅場を造成する試験施工を行い、モニタリング調査を平成 24 年～平成 30 年まで実施した。

エコトーン掘削では、ヨシ原(湿地：T.P.-0.1m～T.P.0.54m(朔望平均満潮位))とヤマトシジミの生息する浅場(T.P.-1.7m～T.P.-0.6m)の範囲を含むようにエコトーン掘削した。

モニタリング調査の結果、地形や底質はおおむね安定し、ヤマトシジミの稚貝が徐々に定着し始め、浅場の縁辺部にはヨシやヒメガマなど水際植生が発達し、干潟にはゴカイ類やカニ類などの多くの干潟生物が定着しつつある。またマハゼ、ボラなどの魚類の遊泳、カモ類などの水鳥が羽を休める姿もみられ、造成した浅場が多様な生物の生息場として機能しつつあることが確認されている。



区分	凡例番号	植物群落等	調査時期					
			H24	H24	H25	H25	H26	H26
			観	観	観	観	観	観
裸地	1a	裸地	○	○	○	○	○	○
	1b	刈草刈草場	○	○	○	○	○	○
一年草	2a	スズメノテトウ	○	○	○	○	○	○
	2b	オオイヌタデ	○	○	○	○	○	○
	2c	オオイヌタデ・オオクサキ	○	○	○	○	○	○
	2d	オオイヌタデ・オオクサキ・ツルマメ	○	○	○	○	○	○
多年草	3a	アキノノコログサ	○	○	○	○	○	○
	3b	シロガサ	○	○	○	○	○	○
	3c	オオアザミ・ツルマメ	○	○	○	○	○	○
	3d	ヒメガマ・オオクサキ	○	○	○	○	○	○
多年草(抽水植物)	4a	ヨシ	○	○	○	○	○	○
	4b	ヨシ・オオクサキ	○	○	○	○	○	○
	4c	ヨシ・オオクサキ・アザミ	○	○	○	○	○	○
	4d	マコモ	○	○	○	○	○	○
多年草(ヨシ)	5a	ヨシ	○	○	○	○	○	○
	5b	ヨシ・ツルマメ	○	○	○	○	○	○
	5c	ヨシ・セイタカアワダチソウ	○	○	○	○	○	○
	5d	ヨシ・オオクサキ	○	○	○	○	○	○
多年草(オキ)	6a	オキ	○	○	○	○	○	○
	6b	オキ・ツルマメ	○	○	○	○	○	○
	6c	オキ・アザミ	○	○	○	○	○	○
	6d	オキ・セイタカアワダチソウ	○	○	○	○	○	○
多年草(その他)	7a	オキ・ウキヤガラ	○	○	○	○	○	○
	7b	オキ・アザミ	○	○	○	○	○	○
	7c	オキ・セイタカアワダチソウ	○	○	○	○	○	○
	7d	オキ・ウキヤガラ	○	○	○	○	○	○
低木	8a	クサ	○	○	○	○	○	○
	8b	ハンノキ	○	○	○	○	○	○
	8c	ノイバラ	○	○	○	○	○	○
	8d	イタチハキ	○	○	○	○	○	○
開成水面	11	開成水面	○	○	○	○	○	○
	12	ボツキノササキ・オオカナダマ	○	○	○	○	○	○

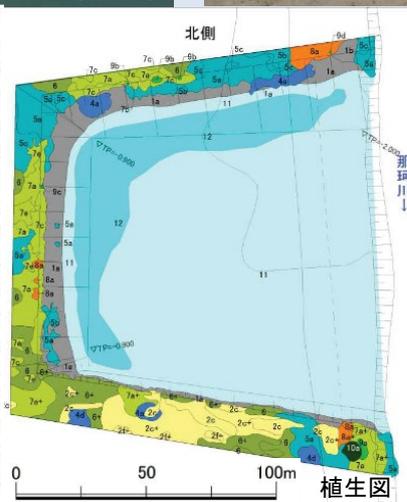


図 3.2-13 試験掘削後のモニタリング概要

資料：常陸河川国道事務所提供資料

事例：単断面の堤防護岸に覆土し、水際に干潟を再生【樋井川】

(類型区分：Ⅱ日本海・九州北西部(対馬海流))

平成 21 年 7 月の中国・九州北部豪雨によりこれまでにない被害が発生した樋井川では、床上浸水対策緊急事業により整備を行った。

改修前の感域区間では、砂州が点在し干潟的な環境を有していたが、平坦な河道掘削を行えば、河床が常時水没することが予想された。そこで、干潟の高低差に挟まれる潮間帯を保全するため、河床掘削後の根継工と張ブロックの上に覆土を施工し、水際に干潟を再生した。

干潟を形成するきっかけを作ったことで、事業実施後、時間が経過し、自然の営力で当初の人工的な覆土形状から、自然な干潟形状が復元した。



図 3.2-14 根継護岸に盛土し、干潟のある水際線を形成

資料：福岡県提供資料

(3) 干潟の保全・再生における留意点

現在干潟が広がる区間は保全の対象とする。また、河床変動計算による掘削後の河道内の変化を予測すると良い。干潟の再生時には、投入する土砂粒径や勾配に注意し、例えば現存する河床材料を利用するほか、現況の横断勾配を模した地形としておき潮汐により自然に地形が形成されるようにする。

① 保全を原則とし、できるだけ沖合を掘削する

河道掘削などが必要な場合は、できるだけ干潟に影響のないように沖合を掘削する。ただし、沖合に良好な淵などがある場合は、良好な環境を損失しないよう注意する。

② 掘削後の河床変動計算を実施

干潟が直接的な改変を受けない場合でも、掘削後に河床変動によって干潟が減少する場があるため、河床変動計算によりその影響を予測する。(参考：大淀川 (p3-70))

③ 再生時の工夫

干潟を再生する場合は、相対潮汐地盤高や投入する材料の粒径や粒度組成、横断方向の勾配に配慮する。特に、粒度組成は近隣にある干潟を参考にすると良い。

横断方向の勾配は生息・生育する動植物に応じた環境を創出させるため、相対潮汐地盤高に留意する。河川汽水域に生息・生育する種の生息状況は、相対潮汐地盤高との関係に大きく左右される。保全対象とする種ごとに先行する相対潮汐地盤高を事前に把握し、設定することが重要である。(参考：沖端川 (p3-71)、前川 (p3-72)) 以下を参考にすると良い。

● 大河川における多自然川づくり-Q&A 形式で理解を深める-「Question 2-1」

https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/tashizen/pdf/05_01Q2-1.pdf



図- 13 相対潮汐地盤高の選好性の一例

出典：大河川における多自然川づくり-Q&A 形式で理解を深める-「Question 2-1」

● 本手引き 3.1.4 章 ■事例：汽水域における生息場の特性の把握(1)

事例：災害対策と併せて実施されている河川汽水域創出の取組 [大淀川]

(類型区分: Ⅲ-2 太平洋(黒潮))

流下能力確保のための掘削に併せて、重要種が複数確認されている湿地環境の保全・創出を検討した。その際、二次元流況解析モデルによる検証(流速、摩擦速度)を実施し、掘削後の河床形状(洗掘、再堆積、砂州の流出)の予測結果を元に掘削形状を検討した。



- 掘削箇所における維持管理(再堆積等)について、河床の安定性指標(前項での摩擦速度の変化率)^{*}により確認した。
- 掘削範囲全面における摩擦速度は、現況に比べて概ね±15%以内となり、B・C案共に①掘削後の顕著な堆積傾向は確認されない。
- なお、②上流ワンドの一部で現況からの極端な低下傾向や、③環境配慮案(B)において(ワンドを構成する河床材料等にもよるが)存置した中流ワンドが一部流出し易い傾向が確認される。

^{*}平均年最大流量下時における整備後の摩擦速度が、現況の0.85~1.15倍(-15%~+15%)であれば整備後の河道は安定すると判断(出典:河道計画検討の手引き)。

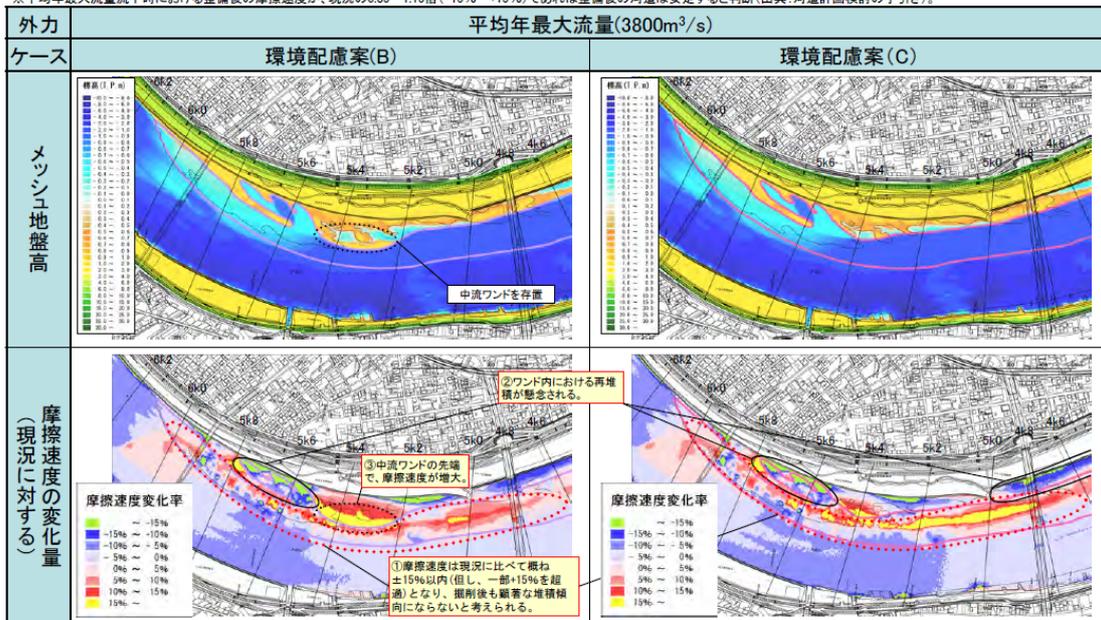


図 3.2-15 流況解析モデルを用いた計算例

出典:宮崎河川国道事務所提供資料

事例：河川の拡幅部の掘削形状を工夫し、干潟環境を創出〔沖端川〕

(類型区分: VI有明海・八代海)

矢部川水系の沖端川では、平成 24 年の九州北部豪雨により広範囲にわたる浸水被害を受け、河川激甚災害対策特別緊急事業による整備がなされた。

下流部は有明海に注ぎ、干潟環境には多くの生物が生息していることから、干潟環境の創出を行った。地盤高によって生息する底生動物や植物が異なることから、堤防際から水際にかけて緩やかな勾配を設定することにより多様な種が生息できる環境を創出した。

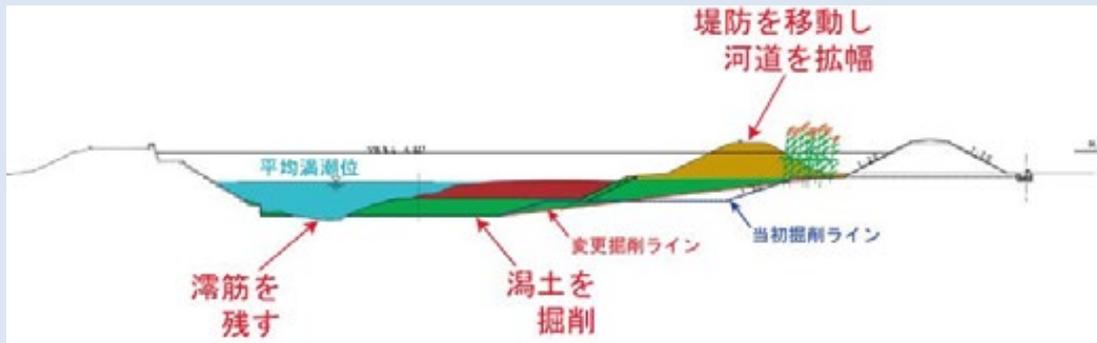


図 3.2-16 引堤区間の標準断面



図 3.2-17 掘削前後の河道の様子

出典: 福岡県提供資料

事例：掘削土砂を用いた球磨川河口域における干潟などの環境創出〔前川〕

(類型区分: VI有明海・八代海)

球磨川河口・汽水域において、干潟・ヨシ原の消失、深掘箇所が発生が確認されていた。一方、流下能力向上のための河道掘削により生じた土砂の海域への還元などを含め、掘削土砂の有効活用策を検討する必要があった。このため、河道掘削に伴い発生した土砂を活用し、これらの問題への対策を講ずるための検討や長期的な順応的管理に向けた各種計画の検討を行っている。

○課題

- ・河川環境の課題: 干拓、砂利採取、治水対策などにより減少・消失した干潟やヨシ原の再生
- ・技術的な問題: 河道掘削による掘削土砂の有効活用手法

○目標設定

長期: 球磨川河口域・汽水域の環境再生

⇒ 継続的な土砂供給の仕組みの構築

短期: 具体的な施工方法の確立

⇒ ヨシ原(エコトーン)再生、深掘れ箇所への土砂投入、堰直下への置き土砂

○ヨシ原再生の試験の実施

- ・未分級の掘削土砂を用いてエコトーンを造成し、ヨシの株を移植、播きだし移植を実施。
- ・水生生物ワーキンググループを設置し、計画決定、モニタリング、評価取りまとめを実施。評価項目は、地形・河床材料、ヨシ、塩生植物、底生動物、魚類、鳥類、指標種、エコトーンの形成である。
- ・干潟、ヨシ原が形成され、魚類、底生動物の確認種数も経年的に増加した。

地形・河床材料



- ・標高が高い堤防側は砂礫のまま(変化なし)
- ・中間部は潮汐などにより堆積した砂泥優占
- ・標高が低い沖側はシルト分が流され礫優占
- ・更に沖側の未施工箇所は泥優占

ヨシ・塩生植物



- ・塩生植物は経年的に5~7種を確認し、重要種も定着。
- ・乾性植物(緑)の生育範囲が減少し、塩生植物の生育範囲が拡大(R1約850m²⇒R4約4,600m²)
- ・ヨシは移植箇所以外の場所にも生育が広がっている。

図 3.2-18 干潟・ヨシ原再生箇所の地形と植物の経年変化

○得られた知見

・ヨシ原再生: 適する地盤高は T.P.+1.5m~T.P.+2.0m 最適は T.P.+1.8m~2.0m

※他の河川、地区に適用する場合は、留意が必要。

・ヨシの移植方法: 株移植は波浪や干満の影響を受けやすい場所でも効果があり。播きだし移植は、波浪・干満の影響を受けにくいところに適する。

・エコトーン再生: 未分級の河道掘削土砂を使っても、勾配を付けて多様な標高の地形を造成すれば、自然の営力により、河床材料の粒径も含めてその環境に相応しい状態に変化し、多様な環境、微地形が形成され、それに適した生物が定着することが予測される。

出典:「令和5年度全国多自然川づくり会議 発表資料 八代河川国道事務所」

(4) 汽水域ワンド（・たまり）

汽水域ワンドは、汽水域を利用する魚類の生息場、特に稚魚にとって重要な環境となるなど、通常のワンドとは異なる機能を有するので、特に保全に留意する。改修時の工夫でワンド・たまりの形成が可能な場合は創出も検討する。

① 潮位の変化を考慮

順流部と異なり干満によって現れる汽水域ワンド（・たまり）がある。（参考：菊池川（図 3.2-19）河川環境基図作成においては干潮時の状況を基本とし、干潮時の潮間帯に見られる砂泥質の場所を干潟としている。そのため、河川環境基図だけでは干満によって現れる汽水域ワンド（・たまり）を把握できない。河川環境基図だけに頼らず、現地確認やALBなどで取得した3次元河道地形、複数時期に撮影された航空写真などを確認することで状況を把握すると良い。



図 3.2-19 干満によって現れる汽水域ワンドのイメージ（菊池川）

② 掘削形状のポイント

汽水域ワンドを創出する際には、干潮時にはワンド内の魚類が干出しない・塩分濃度を維持できる水深を確保できる深さを設定し、また満潮時には本川と連続するように流入部の高さを設定することが望ましい。（参考：船津川（p3-74）、那賀川（p3-75））

事例：河川激甚災害対策特別緊急事業(激特事業)におけるワンド環境などの保全 [船津川]
 (類型区分:Ⅲ-2 太平洋(黒潮))

船津川は、平成 16 年 9 月の台風 21 号による豪雨で既往最高水位を記録し、堤防を越える洪水により、大きな浸水被害が発生した。

河川激甚災害対策特別緊急事業(激特事業)による整備が行われ、多自然アドバイザーによる助言を受けながら重要な環境の保全などの対応が取られた。その中で、船津川の自然環境に精通している地元高校教諭、川漁師、地元 NPO などにヒアリングと現地調査結果を合わせて河川環境情報図として整理したほか、現状のワンド・クリーク、湿地などの保全・再生に取り組んだ。

ワンド環境や重要な植物が生育している環境は、改変の対象とせず保全した。



塩性植物の生育地となる砂州を保全・再生



導流堤の改築を行わず、導流堤付近に分布するハマボウ群落等を保全

図 3.2-20 ワンド・砂州の保全箇所

資料:三重県提供資料

事例：堤防拡幅によって消失する塩性湿地環境の創出〔那賀川〕

(類型区分: IV-3 瀬戸内海東部)

那賀川では、高潮堤防の築堤・護岸工を実施した際に、堤内地(住宅地や墓地)への影響を考慮し、堤外地(干潟)側への腹付け拡幅を行うこととした。干潟環境への影響を低減させるべく環境の保全・再生を実施した。

現況の干潟やワンドには重要種が多種生息・生育していることを確認しており、学識経験者の意見を聞きながら計画を進めた。堤防の腹付け拡幅により消失する環境(下図の赤色部分)の代償措置として、中洲を切下げることでワンド環境を創出する計画とした。

掘削に当たっては現地干潟内の河床土(シルト)を、新たに掘削した河床に埋戻した。また、干潟に生育していたヨシの根茎が混じった土砂を新たに掘削した箇所に覆土した。

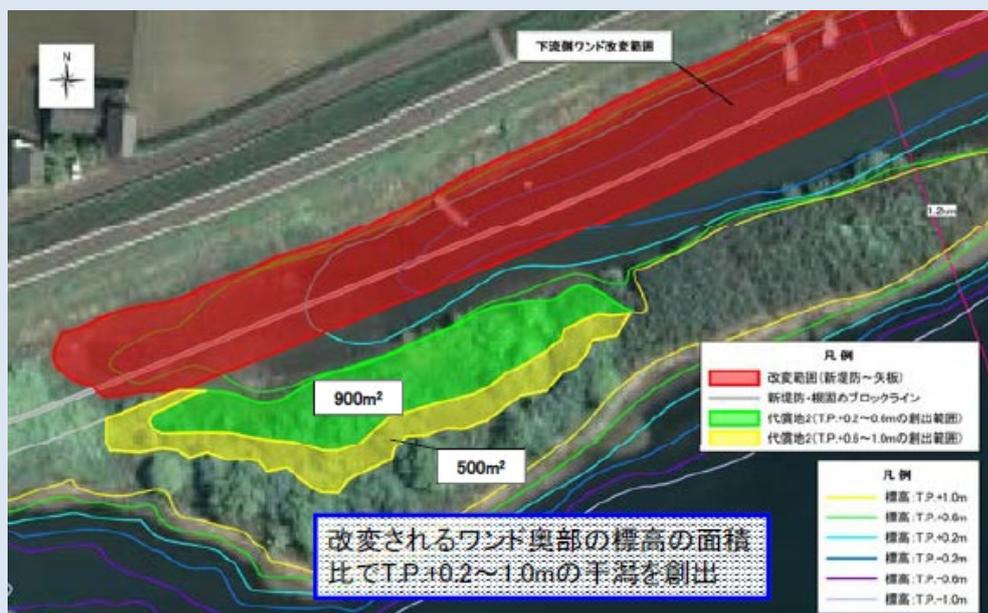


図 3.2-21 ワンドの保全対策の実施方針

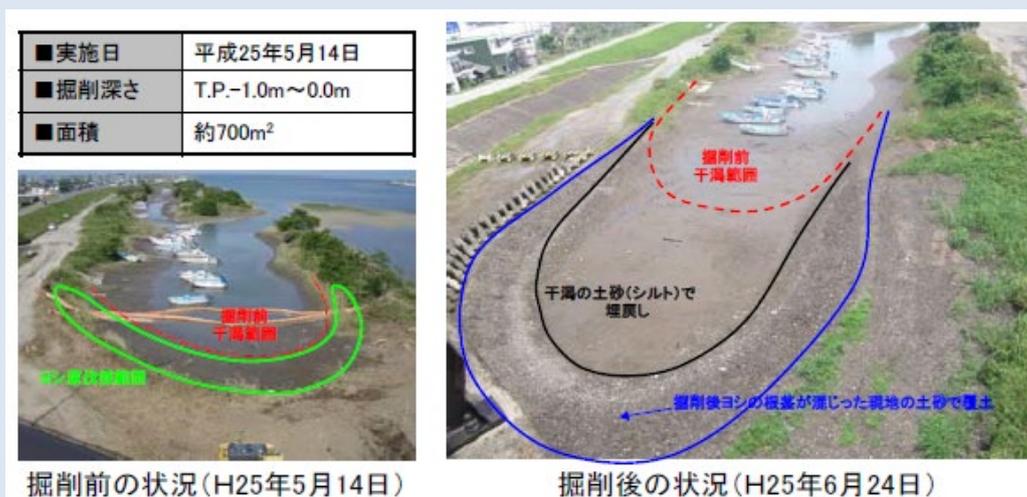


図 3.2-22 ワンド創出の施工における工夫

出典: 那賀川河川事務所提供資料

(5) 湿地、塩性湿地の保全・再生

塩性湿地の再生は困難であるので、保全を原則とする。どうしても保全できず、直接改変又は間接的な影響が生じる場合（例えば、水位や水質の変化、土砂堆積など）は、植物群落や個々の植物の移植を検討する。

① 保全対象種を明確とした設計

塩性植物を含む水生植物は、特定の相対潮汐地盤高を好む傾向がある。保全対象種を設定し、既存文献や現地のデータを参考に、対象種が生育・生息できる地盤高を保全、あるいは再生する。特に、ヨシは環境適応力が高く、ヨシを対象とした保全対策ばかりではなく、周囲に生育する汽水域にのみ生育する塩性植物、又はそこに生息する種にも留意が必要である。（参考：北川（p3-77））

植物種ごとの生育環境や横断図上の分布位置など、生態情報を整理したものとして、「四国地方整備局 四国の河川植生解説」が参考になる。

<https://www.skr.mlit.go.jp/yongi/syokusei/kaisetsu/index.html>

また、p3-72 掲載の「事例：掘削土砂を用いた球磨川河口域におけるヨシ原などの環境創出[前川]」も参考にしてほしい。



図 3.2-23 「四国の河川植生解説」の例（シオクグ群落）

事例：希少塩生植物の生育環境を保全した寄洲の切下げ〔北川〕

(類型区分：Ⅱ 日本海・九州北西部(対馬海流))

岸際の希少塩生植物の生育箇所を保全するため、堤防法肩から 15m の範囲を植物保護区域として設定した。また、希少塩生植物の生育に適した地盤高を、現存する生育地を参考に設定し、その高さの環境を河道掘削により創出した。

なお、地盤を切下げた分の河積を低水路掘削分と相殺させることで、希少魚種の産卵環境の保全にも寄与した。



図 3.2-24 寄洲切下げ箇所の標準断面図



図 3.2-25 希少塩生植物保全箇所の斜め写真

資料：福井河川国道事務所提供資料

3.2.2 自然再生

自然再生事業は「多様な主体と連携しながら生態系ネットワークを形成するなど、良好な自然環境を創出すること」を目的とする。

このため、目標とする環境の設定に当たっては、現状（又は過去）に存在する（した）汽水域特有の自然環境を十分に把握し、その環境を維持、再生、創出できるメニューを設定する。

河川汽水域における自然再生のメニューとしては、河川汽水域の水位変動や塩分条件を前提とした干潟の再生・創出、ヨシ原など湿地の再生・創出（事例：利根川（p3-79））、汽水域ワンド（・たまり）や静水域の再生・創出（事例：天塩川（p3-80））などが一般的となっている。

特に遠賀川の魚道の事例（p3-81）は、堰で分断されていた淡水域と海水域をなだらかな魚道でつなぎ、汽水域自体を再生した特徴的な整備としてあげられる。

なお、具体的な設計上の留意点については、「3.2.1 河川改修」などと同様であるので、各章の記載を参考に具体化を図るものとする。

また、自然再生事業では、「自然環境の再生」が目的であることから、治水や利水上の優先度が低い場所での実施が可能となることが重要なポイントである。このため、治水を目的とした河川改修が行われる範囲と隣接した区間で一体化した環境整備を行い、広域の自然環境の維持・再生・創出を行うことも可能である。

事例：静水域の再生【天塩川】

(類型区分：I 北海道)

オジロワシ・オオワシを中心とした渡りの中継地としての機能を回復させるため、かつて有していた浅場環境の再生を目標に河岸を緩傾斜化した浅場環境創出を実施している。

汽水環境整備事業の目標と体制

◆目標

緩傾斜で底質が砂質の好適な汽水域の環境・流速の緩やかな静水環境を再生することにより、天塩川下流汽水域がかつて有していたオジロワシが飛来越冬する環境の回復を目標としました。

◆整備する区間

年間を通して塩水が遡上するKP0.0～KP14.0付近。

◆目標とする年代

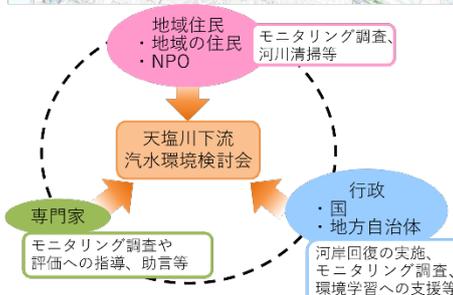
河川の直線化や川幅の拡幅、これに伴う埋め戻しが本格的に始まる前の昭和40年代を目標としました。

◆事業の実施体制

本事業は、地域住民、専門家、行政の3つが連携し、平成20年6月に「天塩川下流汽水環境検討会」が設立されました。

この検討会を中心に、自然再生事業の方向性や具体的な整備内容をまとめ、互いに連携しながら進めます。

◆整備区間



事業の実施状況

(天塩川の整備の考え方)

- ・河岸の地面を掘るときに、天塩川の水際を一部残すことにより、掘った場所の流れが緩やかになるよう工夫します。
- ・これにより、汽水環境と静水環境の両方の環境ができます。
- ・掘った場所は、底生生物の棲み処となるように砂をまきます。

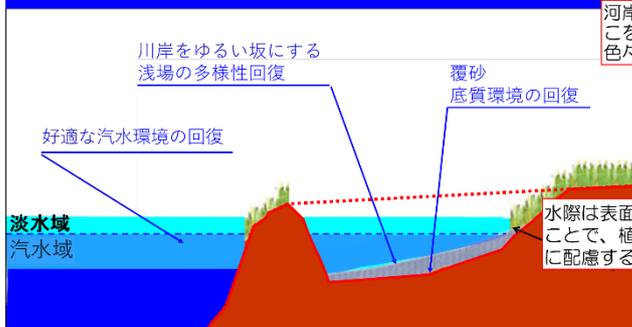
(振老旧川の整備の考え方)

- ・新しく水面を掘り、植物を植えることで、渡り鳥たちの休む場所や餌を食べる場所にします。

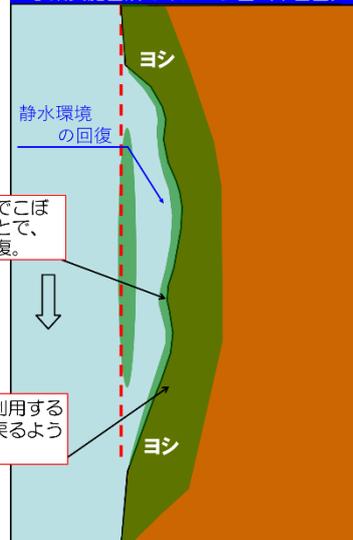


整備完了箇所

■事業実施箇所のイメージ図（横断面図）



■事業実施箇所のイメージ図（平面図）



資料：「天塩川下流汽水環境整備事業の紹介」

事例：緩勾配の傾斜魚道による汽水域の再生 [遠賀川]

(類型区分：Ⅱ日本海・九州北西部)

堰によって淡水と海水に分断されていた河口に緩やかな魚道を設置することで汽水域が形成され、遊泳力の弱い小型の魚やカニなどの甲殻類が遡上できるようになった。また、河川敷には草地在り復元され、生き物が生息できる空間や人々が憩える空間が創出された。



断面形状のデザイン (伊東啓太郎 准教授)

資料:「遠賀川魚道公園パンフレット」:

https://www.qsr.mlit.go.jp/onga/pdf/business/pamphlet/onga_gyodoukouenn_pamphlet.pdf

3.2.3 護岸整備

護岸は、治水上の観点から河岸防護が必要な場合に限り適切に活用することを基本とし、護岸設置が必要な場合には、想定される環境への影響を最小限に抑えて、河岸・水際部の環境機能を回復するという視点が重要である。護岸の設計に当たっては、河川景観面と自然環境面で、以下の点に留意する。なお、その護岸自体が川らしい景観を創出する場合は、その限りではない。

① 自然的な河岸・水際部を形成する

水際を単調化しないことが重要であるため、極力、護岸が水際に露出しない控え護岸とし、護岸前面に覆土による干潟を施工するほか、寄せ石などで多孔質な空間を確保する。

なお、護岸前面に干潟を施工した場合は、流水や潮汐の自然の営力で変化し、自然になじんだ河岸・水際部を形成させることが重要である。その際、護岸が露出しても良好な河川景観を保つよう、隠し護岸であっても周辺の景観と調和させる（素材・テクスチャーを工夫する）。また、水制とセットで整備することで、潮間帯の地形に変化を持たせるのに有効である。（参考：五ヶ瀬川（p3-84））

② のり肩・水際部に植生を持つ

人工的な素材の護岸が露出する場合、護岸が高く、鉛直方向の視角が大きくなると、護岸の存在感が増す。このため護岸の存在感を和らげるよう、護岸前面に干潟を造成しヨシなどの植生で目立たなくするなどして、護岸の見えの高さを抑える。（参考：旧吉野川（p3-85））

のり肩・水際部の植生回復は、河川景観だけでなく、生物環境の回復という点でも重要である。

③ 護岸の圧迫感がないように、護岸を小さく見せる

護岸が露出する場合は、上記のように、のり肩・水際部に植生を持たせ護岸の見えを小さくするほかにも、「護岸を分節して小さく見せる」「護岸の法肩・法尻を柔らかく処理する」工夫により、護岸の圧迫感がないように護岸を小さく見せる工夫を行う。（参考：新井田川、太田川、旭川（p3-86））

④ 護岸は、周辺の景観と調和させる

古くから護岸材として用いられてきた自然石の明度は比較的低く、土木研究所の研究によると自然石の明度は 3～6 の範囲にある。したがって、護岸が露出する場合は、護岸の明度を抑え 6 以下を目安とし、護岸の素材に適度なテクチャー（護岸表面が適度に粗く、凹凸・陰影がある）を持たせる。

また、護岸に使われる石やブロックの形やサイズ、積み方、目地などを、周辺の景観やその場の特性と調和させる。特に、河川汽水域がかつてより河口港や掘割などに使われていたなら当時の石積み護岸が残っている場合がある。このような場合は、地域の歴史・文化を考慮しそれらを模した護岸を採用することが望ましい。（参考：p3-87）

⑤ 護岸は、生物の生息・生育空間、移動経路を確保する

護岸が露出する場合でも、自然な河岸や水際部と同じような良好な自然環境を保全・再生するためには、生物の生息・生育・繁殖空間や移動経路となる空隙や凹凸を持つ構造・形態にする（護岸自体が生物の隠れ家となるようなブロックを使うなど）、のり面の湿潤状態を保つ、のり面に粗度を持たせ植物が生えるようにして生物の移動経路を確保することが必要である。（参考：吉野川（p3-88））

⑥ 矢板護岸などの直立護岸での工夫

矢板などの直立護岸は極力避ける。生息場が単調になるだけでなく、反射波によって穏やかな水域が形成されない。矢板などの直立護岸を採用する場合は、護岸前面に捨石をすることなどにより、多孔質空間の創出を検討する。（参考：大淀川（p3-89））

また、矢板天端のコーピングが目立たないよう、又は矢板天端のコーピングに違和感のないよう水辺の散策路と一体となった整備などの工夫をするなど、矢板護岸などの直立護岸であっても、自然環境面や河川景観面での工夫をする。（参考：旧北上川（p3-89））

⑦ 取り付け護岸などもきちんと考える

取り付け護岸・条件護岸においても、護岸が露出する場合は景観への考慮を行い、自然環境上、果たすべき機能を有するよう考慮していく必要がある。（参考：筑後川（p3-90））また、水抜きパイプを設置する場合、極力目立たないように工夫する。（参考：旧北上川（p3-90））

河川汽水域では、市街化が進展しているなど堤防用地確保の制限がからパラペット護岸を採用する場合がみられる。一方、市街地を流れるということは人と川とのふれあいの場としての潜在的機能は高い。このため、パラペット護岸においても、地域の状況に応じて景観や親水利用などを考慮する。（白川（p3-90））

⑧ 河川船着場の整備での工夫

水上バスなどの航路事業や災害時救援活動などを目的として、河川内に船着場を設置することがある。河川船着場を設置することにより、ワンドや深場のような周辺部とは異なる環境が創出されることが多い。また、緩傾斜地や干潟、ワンドなどの自然環境として重要な場所が河川船着場にしか残存していないという場合もある。

このため、河川船着場としての機能を損なわないことは前提として、前述した①～⑦の留意事項を考慮した護岸とし、河川環境を保全・向上できるように取り組むことが望ましい。また、「3.2.2 自然再生」で述べたように、河川汽水域特有の環境を新たに創出できる機会でもあることから、船着場整備と一体となった干潟やワンドの創出を行うことで、河川環境の維持・再生・創出に資することが期待できる。

事例： 自然的な河岸・水際部を形成する — 隠し護岸に覆土し干潟を形成 [五ヶ瀬川] —

(類型区分:Ⅲ-2 太平洋(黒潮))

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」の石積護岸とし、護岸前面に緩やかな勾配で河川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。また、覆土の途中には水制を設置した。

施工後数年が経過し、自然の営力により覆土の形状が変化し、自然になじんだ干潟が形成されている。水制の周りには、微地形が形成され干潟の形状に変化を与えている。隠し護岸の一部が露出したが、隠し護岸を玉石積みとしていたことにより、明度が低く表面に凹凸のある違和感のない景観となっている。



写真: 吉村伸一



写真: 株式会社建設環境研究所

水制があることにより、変化のある水際線が形成された。

隠し護岸を石積みにしたこと、露出しても違和感がない。

図 3.2-26 隠し護岸の前面に覆土し、自然営力により干潟を形成

事例：水際部に植生を持つ - 護岸前面にヨシ群落を形成する〔旧吉野川〕 -

(類型区分: IV-3 瀬戸内海東部)

旧吉野川では、左岸 2.6km 付近に位置する大津箇所の護岸工事に伴い、既存のヨシ群落の移動を行いつつヨシ群落の再生を目指した工事を行った。

既存ヨシの茎を混合させた流用土を用いて護岸と根固工の隙間を埋めるよう施工した。ヨシ地下茎を混入させた土を表層より 400mm のみ施工し、簡易的な施工でヨシ群落の形成を図った。

2 年後の調査において多数の生物の痕跡が確認された。一方、ヨシ群落の密集によりハクセンシオマネキなどの生息環境の悪化が懸念されることが課題としてあげられている。

現況をみると、護岸下部 1/3 程度がヨシにより隠されており、護岸の圧迫感を軽減している。

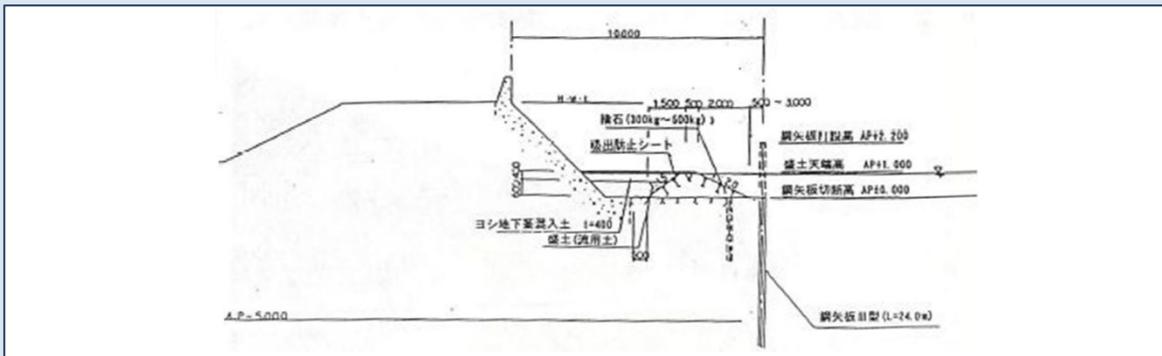


図 3.2-27 護岸前面にヨシ群落を形成

資料：徳島河川国道事務所提供資料

事例：護岸の圧迫感がないように、護岸を小さく見せる

■ 護岸の分節

一般的な河川設計では、標準断面に基づいて護岸を1枚のり面として設計する 경우가多く、背後地盤が高いところや橋とのすり付け区間などでは護岸高が高くなり、その分存在感が大きくなる。

この場合には、護岸を分節するという方法がある。横断方向に護岸を2段～3段構造に分節すると、段の高さが小さくなるので、構造物の存在感が緩和される。また、縦断方向に単調な護岸が連続する場合は、水制や親水活用できる階段・テラスなどを設置することで、縦断方向に分節することができる。



水辺の小段が、1枚のり面の護岸を横断方向に分節し、護岸の高さの印象を和らげる(新井田川)



階段やテラスが流軸方向の連続性を分節し、縦断的に連続する護岸に変化を与えている(太田川)

図 3.2-28 護岸の分節

■ 護岸のり肩・のり尻部を柔らかい印象にする

物の輪郭線になる部分は、人の目を引きつけやすいという特徴がある。護岸の場合は、のり肩のラインやのり尻(水際)のラインがそれに当たる。この部分が直線的で明瞭なものとなっていると、全体が硬く人工的な印象となる。

護岸整備では、通常天端コンクリートを打つ場合が多いが、その場合は、護岸天端に50～60cm幅のコンクリート面が露出することになり、のり面だけでなく天端まで硬い印象になる。この場合、護岸天端を工夫し、植生の生育基盤を設けることで印象が和らぐ。

低水護岸の場合は流水の作用を受けるため、天端工や天端保護工が必要となる場合が多いが、その場合は、のり肩処理(ラウンディング(丸みを持たせること)など)を工夫する。

のり尻部(水際部)については、これまで述べてきたように、干潟形成や植生回復に取り組む。



護岸天端を土色にして、印象を和らげている(旭川)



低水護岸をラウンド(丸みをつけて)処理し、護岸天端を草地にして、印象を和らげている(太田川)

図 3.2-29 護岸のり方の工夫

事例：周辺の景観と調和させる

■ 護岸の明度を抑える

滑面のコンクリートブロックの明度は 9~10 と高い。一方、護岸の背景となる森林の色、草木の色は比較的明度が低く最大で 6 程度である。一般に、対象物と周辺景観とに明度差が生じると対象物は非常に目立つ存在となる。古くから護岸材として用いられてきた自然石の明度は比較的 low 3~6 の範囲にあることから、護岸の明度は 6 以下を目安とすると良い。

■ 護岸の素材に適度なテクスチャー(質感)を持たせる

護岸が露出する場合、護岸の素材に適度なテクスチャーを持たせる。

テクスチャーとは、材料が持つ肌理を表す。材料表面に凹凸があり、肌理が粗い面は全体が不均質であり、凹凸の凹部が影となるため陰影に富み、明度は低下する。一方、肌理が細かい平滑な面は均質であるため、陰影が少なくのっぺりとした印象となり、明度も上昇する

護岸選定に当たっては、素材表面の肌理が適度に粗く凹凸(陰影)があるものを選定する。

■ 素材の形、サイズ、積み方を周辺景観やその場の特性と調和させる

護岸に使われる石やブロックの形やサイズ、積み方、目地などを周辺の景観やその場の特性と調和させる。石を用いる場合には、古くからその地域で使われている石の積み方があることから、護岸に石を用いる場合には当該地域固有の石の積み方に留意する必要がある。

コンクリートブロックについては、大型ブロックの場合、素材が大きくなるため、見かけ上の素材の大きさ(景観パターン上の大きさ)を小さくすることが重要となる。



その地域で用いられている石積み護岸。石積み護岸は明度が低く表面に凹凸もある。その地域ならではの石積み護岸が周辺の景観と調和している。



コンクリートに石を埋め込んだ護岸。一見石積み風だが、周辺の景観と調和しているとはいいがたい。また隣接するブロック護岸との関係も不自然で河川空間の一体感に欠けている。

図 3.2-30 護岸の比較の一例

事例：護岸は、生物の生息・生育空間、移動経路を確保する

■ 生物の生息・生育・繁殖に寄与する空隙を確保する

改修前の水際及び、背後地の自然環境が良好な場合、改修後の河岸・水際部に生物の生息・生育場所や植生基盤となり得る空隙を持たせる。河岸に動植物の生息・生育・繁殖空間を持たせるためには、護岸を空隙や凹凸を持つ構造、形態にすることが有効である。

■ 法面の湿潤状態を保つ

改修前の水際及び、背後地の自然環境が良好な場合、改修後の生物の生息・生育に適した法面の湿潤状態を確保するため、法面や護岸に透水性・浸透性を持たせる。また、法面の湿潤状態の維持は、護岸の目地などからの植物の繁茂を可能とし、護岸の見えによる存在感・圧迫感を緩和する有効な手法となる。

■ 生物の移動が可能となるよう粗度を持たせる

水際及び背後の自然環境が良好な場合、生物の移動経路を考慮し、法面に適度な粗度を持たせる。

法面に細礫と同様の粗度を持たせた場合には、法面勾配が比較的急(5分程度)でも短い距離であれば生物の登攀(とうはん)が可能となるため、この程度の工夫を施すことが河川景観の面からも現段階では妥当な方法と考えられる。

また、法面に部分的に植物が繁茂すると、植物を利用して移動経路とするケースも確認されているため、護岸を植物が繁茂できる構造・形態にすることが有効である。

- 生息する重要種(カニ類)の生態に合わせた護岸を採用 [吉野川] -

類	種名	確認された生息環境
貝	イシマキガイ	河床際の干潟の中石・大石部
カニ	フタバカクガニ	河床際の中石・大石
	ケフサイソガニ	河床際の中石・大石
	ユビアカベンケイガニ	ヨシ原上部の中石・大石
	ハマガニ	ヨシ原上部の中石・大石
	ベンケイガニ	ヨシ原上部の中石・大石



環境保全ブロック(深目地タイプ)



環境保全型ブロックの使用(6k/6付近)
H16-17 中原護岸災害復旧第2工事

写真: 徳島河川国道事務所提供資料

図 3.2-31 カニの生態に合わせた護岸を使用

平成 16 年吉野川下流で複数箇所の洗掘被害を受けた。現地にはケフサイソガニを始め希少なカニ類が生息しており、生息環境を保全、再生可能な工法での災害復旧が必要である。そのため、カニの生態に合わせた二種類の環境保全ブロックを使用し災害復旧を行った。

- 深目地タイプ(目地深さ 10cm 程度): 朔望平均満潮位以下で使用。石垣の隙間に生息するカニの隠れ家になる。
- 浅目地タイプ(目地深さ 5cm 程度): 朔望平均満潮位～計画高水位で使用。成長に伴い水中部と陸上部を移動するカニ類に対応。覆土もできるため草本類の生育基盤にもなる。

事例：矢板護岸などの直立護岸の工夫

—矢板前面に多孔質空間を創出【大淀川】—

大淀川水系八重川の高潮対策事業では無堤区間の堤防整備を検討している。このうち、水辺利用ゾーン及び水辺再生ゾーンでは、矢板護岸の前面に捨石を配置し、水際の景観が単調にならないようにするとともに、生物の生息空間の創出を図る計画としている。



資料：宮崎河川国道事務所提供資料

図 3.2-32 矢板護岸の前面の捨石

—直立護岸の天端と一体となった水辺の遊歩道空間【旧北上川】—

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により甚大な被害が生じた旧北上川では、堤防整備と一体となった「かわまちづくり」に取り組んだ。

水辺には、直立した低水護岸の天端と一体となった遊歩道を整備し、水辺の景観に調和した市民の憩いの空間を形成している。



写真：北上川下流河川事務所提供資料

図 3.2-33 直立護岸の天端と一体となった遊歩道

事例：護岸などもきちんと考える

■ 取り付け護岸にも工夫する

支川との合流点の取り付け護岸や、橋梁や樋門・樋管の条件護岸などでは、護岸が露出し、周辺の景観に調和していない事例や、自然環境が果たすべき機能を有していない事例などが見受けられる。

取り付け護岸・条件護岸においても、護岸が露出する場合は景観を考慮し、自然環境上、果たすべき機能を有するよう考慮していく必要がある。



図 3.2-34 取り付け護岸の工夫（筑後川）

■ 水抜きパイプを設置する場合、極力目立たないように工夫する

水抜きパイプの設置に当たっては、パイプが目立たないように留意することとする。具体的には、パイプの設置位置をブロックの目地や角に合わせる、ブロックに隠れる位置に設置する、ブロック法面からパイプが飛び出さないように控えるよう考慮する。その際、水抜き孔が閉塞しないように留意する。

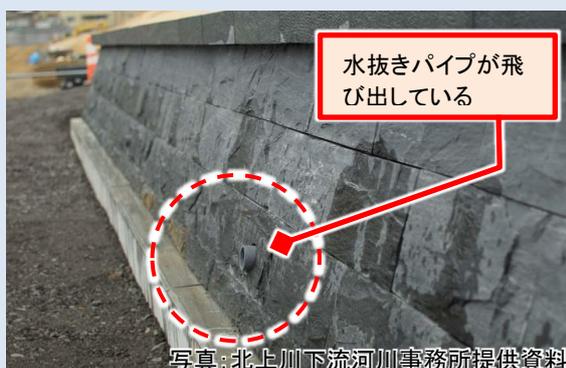


図 3.2-35 護岸から飛び出していた水抜きパイプを改良した事例（旧北上川）

■ パラペット護岸の景観・親水性を考慮する

河川汽水域は、市街化の進展した地域を流れることが多く、用地の制限からパラペット護岸を用いる場合がみられる。一方で、市街地を流れるということは、人と川とのふれあいの場としての潜在的機能が高い。パラペット護岸を採用する場合であっても、地域の状況に応じて景観や親水性を考慮する。



図 3.2-36 パラペット護岸の工夫（白川）

パラペット護岸の工夫例【白川】

- パラペットの上部に張り石を施すことで、触れたり、腰をかけることを可能に
- 人の手が降れるところにはなるべく自然石を用い、柔らかみと存在感を創出
- 笠コンと天端の接点部は、使用する石を変えて、角が緩和され境界を曖昧に
- 川裏側は、単調な印象にならないよう、木目調を採用

出典：熊本河川国道事務所提供資料

3.2.4 築堤

河川汽水域における築堤では、堤防設置による「環境の改変・消失」や「堤内地と堤外地の分断」に留意して、環境の保全・再生・創出を行っていくことが基本となる。

① 環境の保全・再生・創出

築堤では良好な環境が広範囲にかつ面的に消失する場合があることから、貴重な自然環境の分布状況について十分に留意し、保全するだけでなく、改修時により良好な環境の再生や創出が図れないかについても検討する。

改修に当たっては、生物の生息環境として利用度の高い表土を活用（一時仮置きや造成場所への移動など）し、植生の早期回復や生息適地の環境の維持に努める。

また、堤内地の水路など供給源として堤防を挟んだ堤外側に湿地やワンド、小水路などが形成されている場合には、樋門・樋管などにより供給地点を変えないようにすることでこれらの環境を維持する。

基本的には引き堤により河道内の環境の改変を避けることを原則とするが、河口域は高度に開発されている場合が多く、引き堤の用地が確保できないことも多いので、治水上影響を与えない範囲で一部のみ引き堤とするなどの工夫や移殖・代替地の創出も検討し、少しでも環境の改善を図る。（参考：沖端川（p3-92）、船津川（p3-92）、舞手川（p3-93）、緑川（p3-94））

② 堤内外の連続性確保

築堤により背後地への移動経路が分断される。例えば、比較的乾燥に強いアカテガニやベンケイガニなどは海岸沿いのヨシ原や石垣などを通じて背後地の森林なども利用しているが、産卵は海域で行うため、築堤による背後地から海域までの移動経路の分断を避けるため水路への樋管・樋門やエコロードなどの設置による連続性の確保を検討する。（参考：緑川（p3-95））

更に、山からの土砂が河川汽水域に直接流入しているところなどでは、土砂移動の分断により、海岸への土砂供給の減少や堤内地の土砂堆積などが発生する場合があります、その対応も検討する必要があります。

③ 景観保全

河口部の高潮堤防はうちあげ時のしぶきや波の不規則性による多少の越波を許容する構造のため、裏法もコンクリート被覆する三面張り構造を基本としているが、これに覆土を行うことで、堤内地からの景観の向上や生物の利用環境の再生・創出に加え、堤体の保護機能を確保する。（参考：小丸川（p3-96））覆土以外にも「3.2.3 護岸整備」に用いる対策も利用することが可能である。

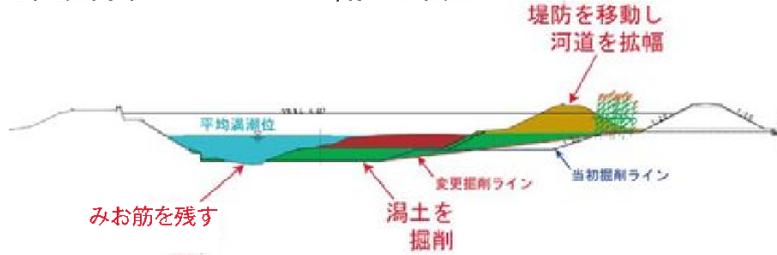
事例：引堤による干潟の保全 [沖端川]

(類型区分: IV-5 有明海・八代海)

引堤により河道を拡幅するとともに、堤防際から水際にかけて緩やかで長い斜面とすることにより、多様な種が自然回復でき、生息可能な環境を創出した。

干潟の形成

引堤区間 (6k140~6k440)標準断面図



専門家のアドバイスを受け、掘削ラインを変更
※地盤高によって生息する底生生物や植物が異なることから、堤防際から水際にかけて緩やかで長い斜面とすることにより、多様な種が自然回復的に生息可能な環境を創出。



資料: 福岡県提供資料

事例：引堤による重要種が生息する塩沼地(砂州)の保全 [船津川]

(類型区分: III-2 太平洋(黒潮))

重要な植物の生育場所である支川合流部の塩沼地(砂州)を引堤により保全した。なお、施工中の影響を軽減するため、施工前に対象とする重要種の移植などを行う。



塩生植物の生育地となる
塩沼地(砂州)を保全



塩沼地に生育する重要種(ハマサジ)

資料: 三重県提供資料

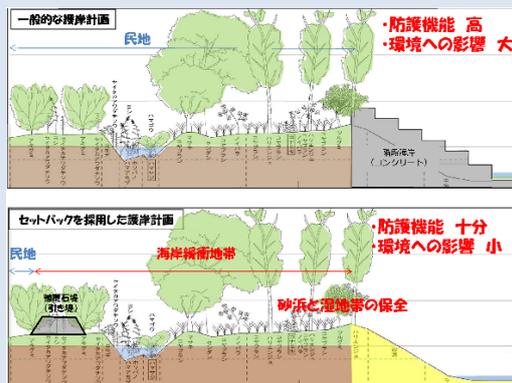
事例：護岸のセットバックによる湿地環境の保全 [舞手川]

(類型区分: IV-4 瀬戸内海整備)

舞手川河口部では、河口部に湿地環境とその前面の砂浜が形成されている。これらの背後に護岸をセットバックすることで、これらの環境を海岸防護施設として利用するとともに、湿地環境を保全し、防災機能と湿地帯の環境を両立する計画とした。

更に、漂砂の移動に伴い、河口閉塞による出水時の浸水リスク増、砂浜侵食による面的な防災機能の低下、良好な海岸環境の消失といった3つの課題に対して袋詰玉石による導流堤を設置することで、効率的かつ効果的な対策を行った。

(参考: ■事例：海岸のセットバック事業が、河口の塩性湿地の保全につながった事例(p3-23))



出典:「平成30年度全国多自然川づくり会議 発表資料 大分県中津土木事務所」

事例：堤防法線の工夫による干潟・ヨシ原の重要湿地を保全〔緑川〕

(類型区分:IV-5 有明海・八代海)

干潟・ヨシ原が広がる重要湿地を保全するため、堤防法線を直線化せず、現状の入り組んだ形状を残した。

九州地方整備局
Kyushu Regional Development Bureau

緑川中島地区の自然環境

緑川中島地区(右岸2k300付近)の自然環境

○中島樋管付近の入り組んだ環境はヨシ原だけでなく、底生動物をはじめとした希少生物が存在し、生物にとっても貴重な環境であるため、極力保全して行きたい。
○環境の専門家からも日本最大規模のヨシ原なので、工事による影響を最小限にするべきという意見あり。

No.	門名	綱名	目名	科名	種名	重要種		
						種別	種別	種別
						絶滅危惧ⅠB類	絶滅危惧ⅠB類	絶滅危惧ⅠB類
						絶滅危惧Ⅱ類	絶滅危惧Ⅱ類	準絶滅危惧

CR+EN: 絶滅危惧Ⅰ類 EN: 絶滅危惧ⅠB類
VU: 絶滅危惧Ⅱ類 NT: 準絶滅危惧

中島樋管付近の入り組んだ環境は、ヨシ原だけでなく生物にとっても貴重

【環境調査結果】
貝類・ゴカイ類・カニ類など希少な底生生物が確認されており、環境保全が必要である。

【環境配慮事項①】

- 日本最大規模のヨシ原を保全するため、入り組んだ地形を残した堤防法線とした。

○入り組んだ地形を埋めた堤防法線

失われるヨシ原の面積=約12,000m²

○入り組んだ地形を保全した堤防法線

失われるヨシ原の面積=約6,000m²

資料:熊本河川国道事務所提供資料

事例：特徴的な干潟・ヨシ原を維持するため、現状の水路の滞筋を確保【緑川】
 (類型区分: IV-5 有明海・八代海)

干潟・ヨシ原が広がる重要湿地を保全するため、現在の重要湿地を流れる滞筋を維持することを目的として、現況の滞筋部が新規樋管の吐口となるように樋管位置を設定した。

九州地方整備局
Kyushu Regional Development Bureau

緑川中島地区の自然環境

緑川中島地区（右岸2k300付近）の自然環境

○中島樋管付近の入り組んだ環境はヨシ原だけでなく、底生動物をはじめとした希少生物が存在し、生物にとっても貴重な環境であるため、極力保全して行きたい。
 ○環境の専門家からも日本最大規模のヨシ原なので、工事による影響を最小限にするべきという意見あり。

重要種一覧表

No.	門名	綱名	目名	科名	種名	重要種		
						環境省 2019	環境省 2017	熊本県 2014
[Redacted Table Content]								

CR+EN: 絶滅危惧Ⅰ類 EN: 絶滅危惧ⅠB類
 VU: 絶滅危惧Ⅱ類 NT: 準絶滅危惧

中島樋管付近の入り組んだ環境は、ヨシ原だけでなく生物にとっても貴重

中島樋管

緑川

保全対象種の確認位置図

【環境調査結果】
 貝類・ゴカイ類・カニ類など希少な底生生物が確認されており、環境保全が必要である。

資料: 熊本河川国道事務所提供資料

【環境配慮事項②】

- ・ヨシ原保全のため、現況の滞筋部が新設樋管の吐口になるように樋管位置を設定。

平面図

水 路

既設中島樋管

新設中島樋管

緑川

事例：河川高潮対策の川裏側を覆土で行った事例 [小丸川]

(類型区分: Ⅲ-2 太平洋(黒潮))

越波に対して耐える構造を有する必要があるという観点から、河川防潮堤は川表側・天端・川裏側の三面をコンクリート板で被覆する三面張りの構造とするのが一般的とされている。

しかし、小丸川では、川表側は通常時も波浪があるためコンクリート被覆としているが、川裏側では通常時は飛沫程度であることから、景観対策としてカゴ工と覆土による被覆としている。



通常みられるコンクリート被覆

① 繊維系カゴ設置



③ 覆土

② 中詰石投入



④ 現状(川裏側)



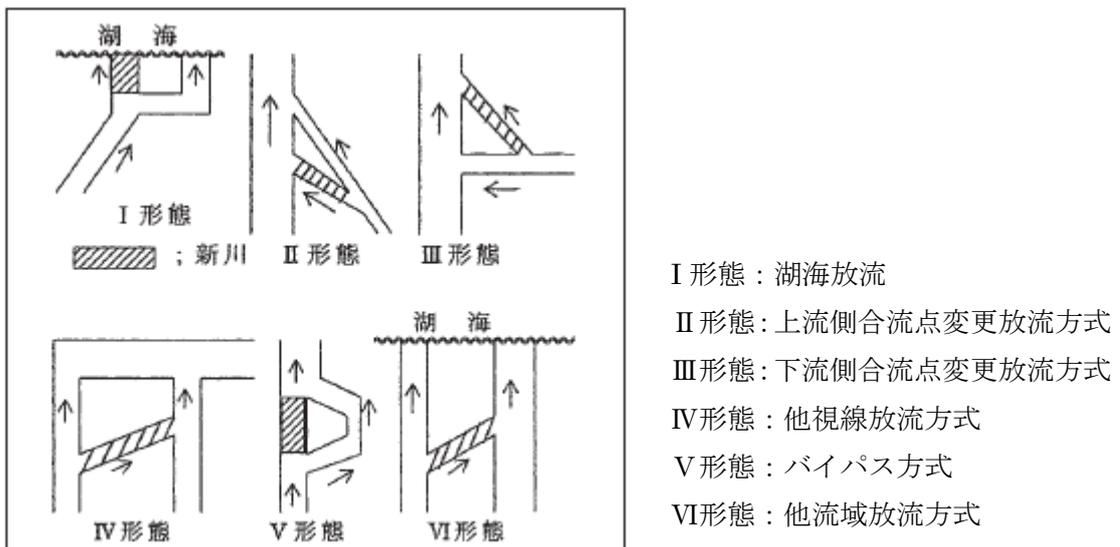
資料: 宮崎河川国道事務所提供資料

3.2.5 放水路

ここで対象とする放水路は、洪水流を海に放流する形態とする。岩屋（2004）による放水路の分類では「湖海へ直接放流する放水路（I形態）」に該当する（図 3.2-37）。

放水路の事業実施に当たって、整備前の環境の保全・再生の観点から環境アセスメント（環境影響評価）を行うことが前提となるが、一方で新たに河口を設けることで汽水域が形成されるため、全国的に縮小傾向にある塩性湿地や干潟を創出する機会とも捉えられる。

また、洪水と平水に分派に関しては、現況の河川の環境への影響の大きさを考慮すると、平常時は現河川に水を流し、洪水時に放水路に分流する派川型放水路（表 3.2-1）を選択することが多いと考えられる。放水路への平水時の分派がない場合は、海水が放水路を満たす。平常時に分派がある場合は、淡水と海水が混じり合う環境が放水路に形成されることになる。なお、分派点に堰などの構造物を整備する場合には、本川と放水路との縦断方向の連続性を確保するよう留意する。



出典 岩屋隆夫：日本の放水路，東京大学出版会，2004.

図 3.2-37 放水路と現川の関係概念図

表 3.2-1 分流方式からみた放水路の分類

放水路の分類	洪水の分派率	平水の分派率	例
主流型放水路	100%	ほぼ 100%	荒川放水路、雄物川放水路
派川型放水路	100%	一部分流又は 0%	
	100%未満	一部分流又は 0%	豊川放水路、星山放水路
中間型放水路	50%以上	ほぼ 100%	矢作川新川、内津川放水路、大瀬川

参考 岩屋隆夫：日本の放水路，東京大学出版会，2004. をもとに作成

① 放水先の沿岸への影響

放水路の整備により、洪水流とともに土砂や栄養塩が、沿岸に供給されることになる。

土砂の供給による砂浜の形成、洪水流による塩分濃度の低下、栄養塩と植物プランクトンの増加、河川からのごみの供給などが考えられる。これらと同時に沿岸の養殖や漁場の環境が変化し、漁業への影響が生じる可能性があるほか、放水路の河口部付近に干潟が形成されている場合は、干潟の環境が変化する恐れもある。

プラス、マイナスの両方の影響を考慮して放水路の河口部の位置、形状などを検討する必要がある。

② 放水路整備による新たな河川汽水域の創出

放水路整備時には、多自然川づくりの思想に基づき汽水域に特有の干潟やヨシ原、塩性湿地などの創出を検討する。新たな生物の生息場が形成されれば、潮干狩りやハゼ釣りなど人々が楽しむ場も形成されことになり、治水が主目的である放水路に付加価値がつく。

放水路整備は、新たな良い環境を創出するチャンスである。およそ 100 年前に建設された江戸川放水路や荒川放水路にはヨシ原や干潟が形成され、泥干潟にはトビハゼが生息している。また、荒川放水路の広い高水敷は緑地や野球などのグラウンドとしても利用され、過密な市街地における貴重なオープンスペースとなっている。(参考: 図 3.2-38、図 3.2-39)



図 3.2-38 江戸川放水路の干潟とハゼ釣りの釣り船



荒川右岸新田緑地の干潟・ヨシ原



荒川千住新橋付近のグラウンド

図 3.2-39 荒川放水路の自然地とグラウンド

③ 現川の河川環境の保全

現川の河川環境は、出水による攪乱がなくなること、放水路完成後の平常時の分派量の減少によって変化が生じると予測される。現川にある良好な環境を保全するには、分派方式の検討時から、河川環境を考慮した検討が求められる。

また、現川の河口部や沿岸への土砂供給量が減少することも想定されるため、現況の河口部、汽水域への影響も含めて検討を行う必要がある。

前項までの構造物の設計と同様に河川環境の保全、再生、創出を基本とし、現状で保全すべき環境を把握し、それらへの影響が最も小さくなるよう検討する。

④ 分派川を参考とした放水路の河川環境整備

放水路ではないが、球磨川や揖保川では下流部で分派しており（球磨川：前川・南川、揖保川：中川）、放水路的な機能を有している。この2水系では、幹川よりも派川の平水流量が少ない状態であり、派川では泥干潟やヨシ原、幹川では低塩分の礫干潟が維持されており、結果として派川が水系内での河川汽水域特有の多様性を向上させている。

このような派川を有する河川汽水域の情報（例えば、平水の分派率や派川の形状など）は、既に放水路を有する河川や、これから放水路を整備する河川における放水路の維持管理の参考になると考えられる。

3.2.6 維持浚渫

水面下の土砂、ヘドロをすくいとり必要水深を確保する維持浚渫は、河道掘削と同様に環境の保全・再生・創出を考慮して行う。ほぼ河道掘削と同様となるため、詳細は 3.2.1 河川改修（主として河道掘削について）を参照してほしい。

① 環境の保全・再生・創出

維持の段階では、改修時に環境の保全・再生・創出に関する検討がなされている。このため維持浚渫では、河道改修時に保全対象とした環境要素や生物、工事の際の留意事項を把握し、環境の保全・再生・創出の考え方を踏襲することが基本になる。既往の検討がない場合には、現状の環境を把握するところから行う。

加えて、改修後に形成された環境についても把握する必要がある。この時、保全すべき環境要素や生物を把握するために、河川環境情報図を用いるが、浚渫は水面下を対象とするため環境情報図に詳細が記載されていないことが想定される。現状把握に当たっては、漁協や地域の生物の専門家などへのヒアリングにより生物や重要な環境に関する情報を集めることが望ましい。

② 相対潮汐地盤高をもとにした浚渫時の形状の工夫

また、一律に同じ高さに浚渫せず、相対潮汐地盤高から保全する生物の生息場となる地盤高を把握し、その地盤高を保全すること（②浅場保全・相対潮汐地盤高の項目を参照）や、河床に起伏を持たせて干潮時にタイドプールが形成されるように工夫することも大切である。河岸・水際部については、河岸の植生から連続する潮間帯の地盤高の保全を検討し、現場ごとに工夫を行うことが望ましい。

有明海に流入する河川では粘性土のガタ土の堆積が、浚渫を行っても 2, 3 年で元の形状に戻ることや泥であるため処分費が高額となるため維持管理上の課題となっている。事例に示した沖端川の事例（p3-101）も参考にしてほしい。

有明海以外に流入する河川においても、波の作用で加工に砂が過剰に堆積することがあり河口部の浚渫が行われている。特に流量規模の小さい二級河川で多くの事例がある。治水面では浚渫が必要な土砂も、海岸では周辺の海岸侵食の防止の観点から貴重な資源となる（宇多 2005）。

事例：地域との協働によるガタ土浚渫 ～河川維持工事の低コスト手法～[沖端川]

(類型区分: VI有明海・八代海)

沖端川は、矢部川から分流し、みやま市・柳川市を流れ有明海へ流下する中小河川であり、感潮区間においてガタ土(粘性土)が堆積し維持管理上支障を来している。過去の調査では、堆積が年間約36 cm程度になる箇所があることも判明している。

また、本事例参照時には、以下の2点に留意すること。

- ・ガタ土という特殊な土砂堆積が生じる河川での事例である。
- ・浚渫に当たり、漁協などの関係者と十分な調整を行った上で実施している事例である。

課題

- ・ガタ土の処分費が高額: 泥土処分となるため通常の残土処理費用の単価の約2倍
- ・再堆積: 浚渫を行っても2~3年で元の形状に戻る

ガタ土の除去方法の工夫

予算制約からガタ土浚渫の地元要望に十分対応できていなかったところ、地元より、地元の水路管理者が用水路に水を貯め水門を開けて河川に一気に排水するので、同時に、河川管理者はバックホウでガタ土を攪拌してほしいとの要望を受けた。その要望をバックホウによる攪拌の方法により、ガタ土を河口まで浮遊させて流すことで低コスト化が図られた。なお、実施に当たっては、地元が水利組合、漁協、川下り業者と主体的に調整を行った。

結果

- ・従来コストの1/10以下で浚渫工事ができた。
- ・地域が主体的に調整(水利組合、漁協、川下り業者)を行うことで、大きな苦情などもなく工事が完了した。
- ・豪雨時に内水氾濫が発生せず、地元住民から喜ばれた。
- ・ガタ土を川の外に持ち出さないことで、土砂を下流に供給した。



図 3.2-40 水圧と攪拌によりガタ土が浮遊し流れる状況

出典: 福岡県 南筑後県土整備事務所提供資料

3.3 施工時の留意点

基本的な方針としては、工事インパクトを最小限にすることが重要である。具体的には計画時に活用した河川環境管理シートや河川環境情報図を用いながら保全すべき生物を選定し（必要に応じて特定の種だけではなく、生態系全体を対象とする）、その生育・生息に悪影響を与えないように施工する。

特に、最終的に改変される掘削範囲だけでなく、施工中に発生する仮設道路や建機の搬入路、土砂置場、資材置場などについても本工事と同じように留意する。また、これらの仮設は現場の状況に応じて計画時から変更される場合があることから、変更が保全すべき環境に影響を与えないことをその都度確認する。更に、2級河川などでは計画・設計段階でこれらの施設に対する具体的な検討が十分に行われていない場合があるため、施工時の時点で現地の環境を確認しながら工事インパクトを最小限にするよう注意する。

① 工事の影響軽減

特に産卵期や繁殖期、産卵場所や繁殖場所については可能な限り避けて施工を行う。なお、参考とする河川環境情報図などの計画時の情報が現在の状況と異なっている可能性もあるため、貴重な生物の生息・生育がある場合は、工事の前に専門家に確認してもらうなど慎重に実施する。

A. 鳥類

繁殖期となる春季から初夏にかけては施工を避けるか、十分に留意して実施する。なお、直接改変を行わない場合でも、例えば、ヨシ原の近傍で掘削などの作業を行う際は、オオヨシキリやセッカなどがヨシ原で繁殖していることに留意する。

また、繁殖期以外でも干潟環境はシギ・チドリ類が移動の際の餌場として利用し、ヨシ原や開放水面を越冬場所として利用することから、その影響が最小限となるように対応を検討する。

なお、工事期間が長期にわたる場合には、仮置き土砂へのカワセミの営巣や工事ヤードの裸地へのコアジサシの営巣などがみられるため、それらについても留意するとともに、必要に応じて専門家の意見などを参考とする。

B. 魚類

アユやサケ類といった回遊魚の移動時期や産卵期は施工を避けるか、十分に留意して実施する。やむを得ず施工を行う場合には、付け替え河道や簡易魚道などを用いて遡上・降下ルートを確保する（参考：住用川、後志利別川（p3-107））。

また、一般的には、陸上施工により濁水の発生をできるだけ避けるとともに、やむを得ず施工を行う場合には、濁水防止膜などを用いて可能な限り濁水の発生・流出を抑制する。

C. その他の生物

原則として産卵期・繁殖期には施工を避けるか、十分に留意して実施する（参考：北上川（p3-108））。

② 段階的施工とモニタリング

大規模な改変を行う場合は、段階的施工に留意し、生物が非改区間に移動する時間や順化（コンディショニング）の時間を確保するとともに、モニタリングによるフィードバックを行う。また、改変される環境と同等の環境をあらかじめ整備し、その環境への生息範囲の拡大を確認した後に元の環境を改変することで、施工の影響を軽減することを検討する。

③ 代替地の造成

必要に応じて改変する生息場と同じような生息場が近くにあるかどうか確認し、状況に応じてそこまでの移動ルートの確保や積極的な移殖を検討する。また、同等の生息場が近くにない場合は移殖などを検討するなど、より慎重に実施する。

ヨシなどの生育条件は主に相対潮汐地盤高に規定されるため、現況の環境を参考に掘削地盤高を設定するが、自然条件にはばらつきがあるため緩傾斜や階段状施工により、不確実性をできるだけ排除することが望ましい。

また、施工（掘削）の際に生育・生息地の表土などを一時的に確保しておき、代替地や施工後の環境にそれらの表土を移設・再利用することで、環境の維持やシードバンクによる環境再生の促進を図ることも可能である（樋井川（p3-108）、那賀川（p3-109）、球磨川（p3-110））。

なお、土砂の再利用に当たっては、生育していたヨシなどの根茎が混じった土砂を埋め戻すことで、早期の植生回復や外来種などの侵入抑制も期待できる（土器川（p3-111）、石狩川（p3-112）、淀川（p3-112））。

④ 施工業者との設計思想の共有

施工業者へ環境保全・創出上の留意事項などを共有するために、具体的かつわかりやすい資料を作成すると良い（参考：大淀川（p3-106））。また、必要に応じて施工業者との勉強会を開催し、対象とする環境や生物の重要性を関係者に周知する。また、状況に応じて重要な環境や生物が現場で確認された場合の対応マニュアルなどを作成することも検討する。

■コラム：河川環境情報図の充実

資料：国土交通省 九州地方整備局 河川部 河川環境課：【九州地方整備局版】河川環境情報図作成の手引き（案）

以前の河川整備においては、整備箇所の河川環境情報の把握が不十分なため、絶滅危惧種の生息生育する河畔林や塩性湿地といった良好な環境を消失させるような事案が散見された。

河川整備の実施においては、河川環境の保全・創出を目標とし工事が行われることが求められる。特に河川環境に関する情報を確実に把握することや設計前の学識者などへの相談及び検討会を開催することなど、工事が行われる前に河川環境の保全・創出が確実にされる仕組みづくりを行うことが重要といえる。

現在、良好な河川環境の保全・創出を図る川づくりが全国で進められているところであるが、これらの取組に当たって必要となる情報を整理した資料として、河川環境情報図というものがある。作成された河川環境情報図の一部には、重要な種の種名や確認地点が表示されているだけで河川環境の特徴や環境保全上重要な箇所の情報などが記載されていないものや、情報の更新がなされていないものなどがあり、これらの河川環境情報図は、河川整備で活用する際に環境保全・創出の目標や必要性が判断しにくいといった問題を内包していた。（図-1、2 参照）



図-1 良好な環境を消失させた堤防整備の例

図-2 情報が把握しにくい河川環境情報図の例

前述の問題を解決するために取り組まれた「河川環境情報図の充実」について触れることとする。

これまでに作成された河川環境情報図は、水系や作成者によってまとめ方（表示内容）も様々であり、河川生態系の基盤となる植生については河川水辺の国勢調査で指定された色使いで作成されており専門外の職員には理解が難しいものであった。このようなことから、河川環境の情報を適切に読み取れなかったために、環境保全・創出の目標や必要性が正しく判断できずに良好な環境を消失させるような例が生じることとなった。

よって、今後、作成する河川環境情報図は、多くの職員・関係者、事業の機会などに、より活用されやすい資料として、河川環境についての「気づき」を得ることができることに着目して、作成方法の統一を図ることとした。

作成方針としては下記のとおりとした。

- ・重要な種の生息・生育情報だけでなく、良好な河川生態系を形成する上で保全・創出が必要な箇所（重要な場）などが「直感的」に理解できる内容とし、重要な環境の場（質）を見える化を図る。

※専門外の職員でも一目で重要な場所に気づくことができるよう、注意や留意が必要な重要性の高い箇所を警戒色（赤色系）で統一

特殊環境、重要な種・群落、自然度が高い

自然度が低い、外来種・植生、人為環境

■気づきの視点による着色

- **赤**（レッドカード）：そのまま事業進めてはいけない！
- **黄**（イエローカード）：要注意！警告！！

- ・河川環境について「気づき」を得ること（気づくこと）が可能な内容とする。
- ・生物や自然環境に関する調査を実施していない区間においても、環境特性・課題など留意すべき情報が得られるように配慮する。

ex... ・重要な生物名が記載されていない場合、単に調査されていないだけかもしれない。
（生息していない証明にはならない。）

・上下流や近隣に重要な生物が確認されており、それらと同じような環境区分がある場合には、「ここにも重要な生物がいるかもしれない、重要な環境かもしれない」と気づくことが大切。

- ・別々に整理されていた河川環境の各種情報を、可能な限り集約して表現することで、情報の分散や埋没を防ぐ。
- ・統一した表現方法で作成し、現場職員が異動しても全ての水系の情報図を容易に理解できるようにすることで汎用性を高める。

改良された河川環境情報図は図-3、4に示すとおりである。

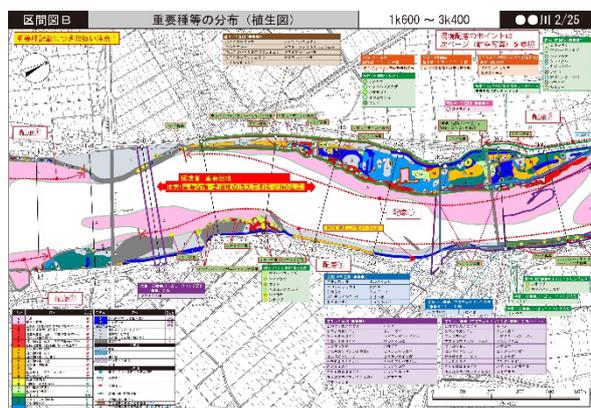


図-3 改良された河川環境情報図の例(植生図)



図-4 改良された河川環境情報図の例(航空写真)

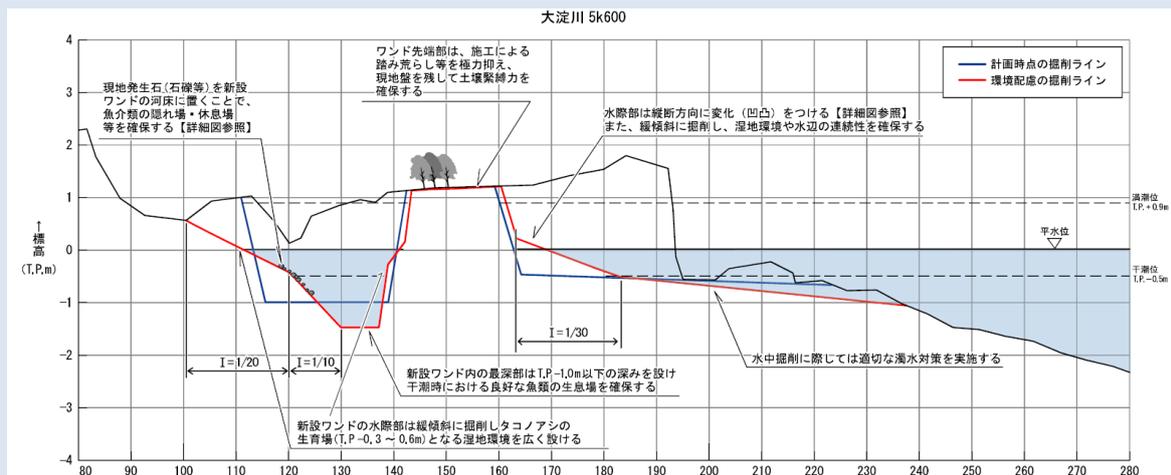
「気づき」の視点の河川環境情報図の作成の手引きについては国土交通省九州地方整備局のウェブサイト※にアップされており、今後各河川において、良好な河川環境の保全や創出に資することを期待するものである。

※【九州地方整備局版】河川環境情報図作成の手引き（案）掲載ページ

URL : <http://www.qsr.mlit.go.jp/n-kawa/wp-content/uploads/kasenjyouhouzu.pdf>

事例： 施工要領図を用いた設計・施工関係者への設計意図の共有 [大淀川]
(類型区分: Ⅲ-2 太平洋(黒潮))

大淀川下流部掘削における多自然川づくりの主旨・内容などを設計・施工関係者に伝えることを目的として、多自然川づくりに基づく施工要領図を作成した。施工要領図の作成に当たっては、『川づくりに関する設計図書の作成要領(第2次案)』(九州地方整備局:平成25年3月)を参考にした。本図書に示されている施工要領図作成の基本方針は下記のとおりである。



施工要領図(横断面)

(1)

【事例1】
深み確保

【事例2】
水深以上の遊歩

水深以上の遊歩
ウォールを設ける

水深以上の遊歩
ウォールを設ける

水深以上の遊歩
ウォールを設ける

〈水際線に変化(凹凸)をつける際の留意点〉

- △部の下流に流れの滞りや渦状の場所をつくる
- 形状は均一でなく、自由自在(ラフ)な形とする
- 何箇所かは捨石や木杭等により変化をつけると良い

水際部平面図

水際部横断面(詳細)

水際部横断面

■ 基本方針

その1: 設計思想を伝えるための図面として『完成予想図』を作成し、設計図書として添付する。完成予想図は施工後数年たって川づくりの目的に達した時点での図面とし、設計の考え方や工法の目的などを書き込む。なお、プロジェクトによっては、スタディ模型等を関与者で製作する場合もあるので、その場合は模型の写真等も設計図書の一部として活用する。

その2: 形状・寸法を細部まで規定する部分については、従来どおり『構造図』を作成する。施工の考え方や施工の要領だけを指定する部分については、『施工要領図』を作成する。

- 構造図による施工箇所 ⇒ 従来どおりの施工管理方法による
例: コンクリート構造物や規制ブロックなどのように、形状・寸法が規定されるもの、または機能上、形状・寸法の規定が必要となるもの。
- 施工要領図による施工箇所 ⇒ 施工にあたっては工事主任監督員と協議して、現地に順応した対応を行う
例: 自然石や植物を用いた工法などで、細部の形状・寸法より施工の考え方や方法、施工上の留意点を伝えたほうが良いもの。

その3: 施工要領図で示す部分は、できるだけ自然な線(フリーハンド等)で描き、寸法は基本的に守るところのみ表示する。

その4: 従来の画一的川づくりで採用してきた、いわゆる『標準断面図』は使用しない。

その5: 『景観カルテ形成管理システム運用(案)、平成19年4月』を念頭に置き、景観面からの方針・留意事項等も明記すること。

その6: 多自然川づくりポイントブックⅢにおける河岸・水際部の設計の考え方に留意すること

- ・河岸・水際部の設計については、「植生が境界部を覆って水際部の境界が明瞭に視認できないようにする」、「水際部を直線又は単純な幾何形状が連続したものにならないようにする」等の配慮を行う。
- ・護岸は必要な箇所に限定して設置し、周辺土地利用の状況などから必要性の判定を行う。

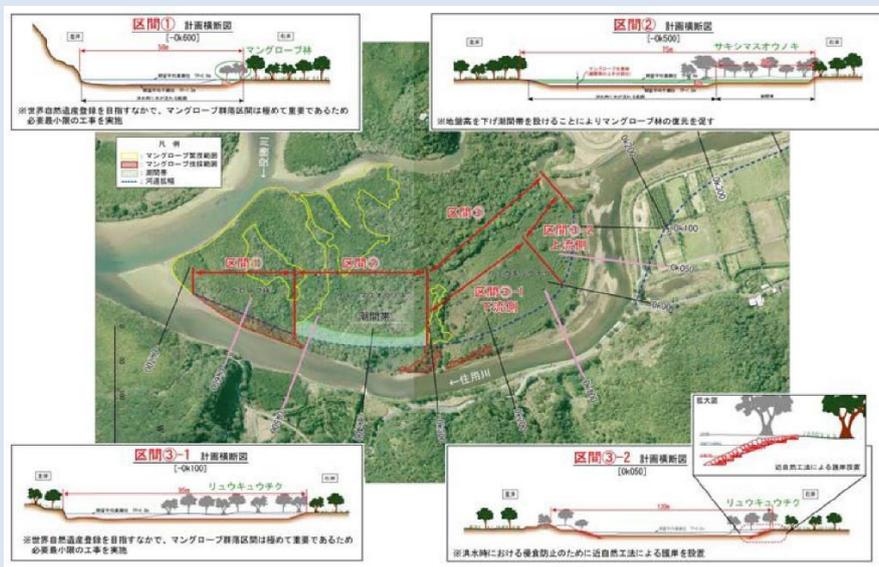
川づくりに関する設計図書の作成要領(第2次案)(九州地方整備局:H25.3)

出典: 宮崎河川国道事務所提供資料

事例 : 動物の遡上や産卵への影響を軽減した工事期間の制限

リュウキュウアユの産卵時期を工事中止期間とする。[住用川]

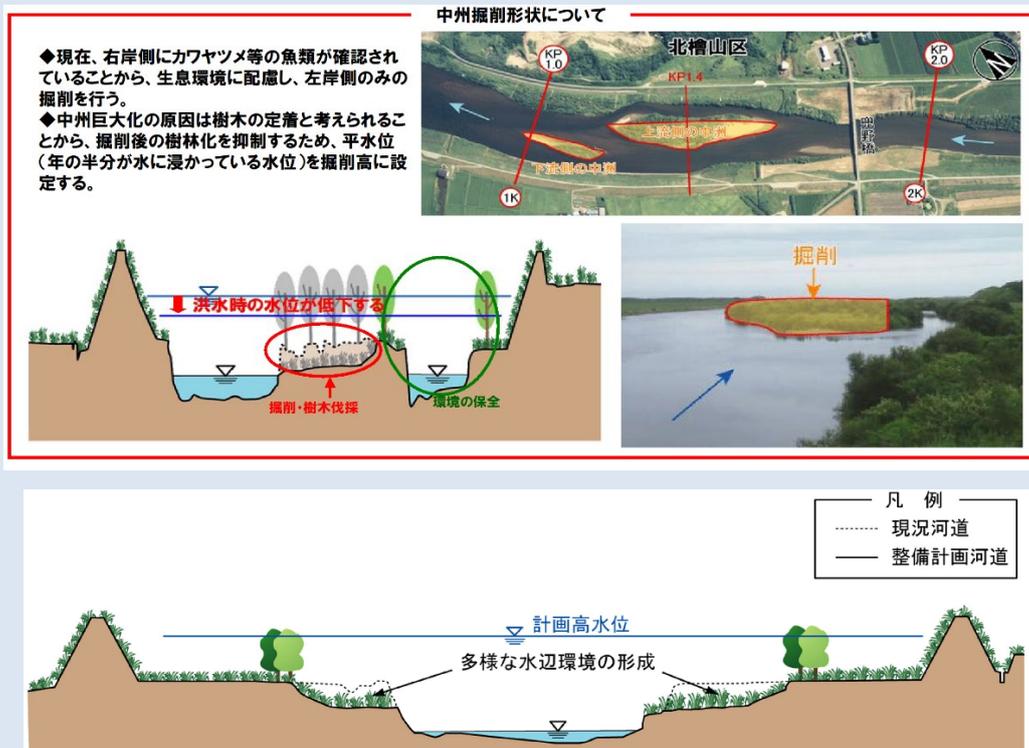
(類型区分: 一 (鹿児島県奄美大島))



資料: 鹿児島県提供資料

施工時期は、遡上するサケ、サクラマス、また内水面漁業権が設定されているアユ、カワヤツメなどの産卵及び生息への影響を低減するために、非出水期(12月~3月)に工事を行う。[後志利別川]

(類型区分: I 北海道)



資料: 函館開発建設部提供資料

事例 : シロウオの保全のための河道掘削礫の再利用による産卵場の再生 [樋井川]
(類型区分: II 日本海・九州北西部)

堰撤去による産卵可能環境の上流への延伸が想定された。このため、新たな産卵場の整備として、堰上流の工事で発生した礫を一時保管し、施工後に河床に戻すことで、シロウオの産卵場を造成する。

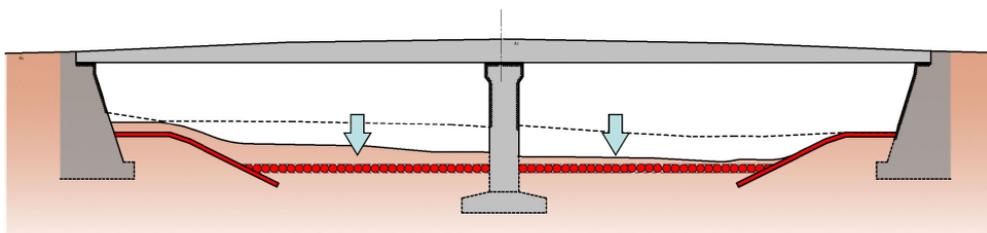
また、橋梁の護床工はコンクリートブロックを使用せず、自然石(Φ400程度)を敷き並べることで、シロウオの産卵場を造成する。

4. 感潮域での取組み～シロウオの保全

シロウオは、河床の礫等の下に産卵をする。

↓ 産卵場の再生

- ・河道掘削時に掘り出した礫は、保管し掘削後の河床に戻す。
- ・橋梁の補強(橋脚)は、コンクリートブロックを使用せず、護床工として自然石を敷き並べる。

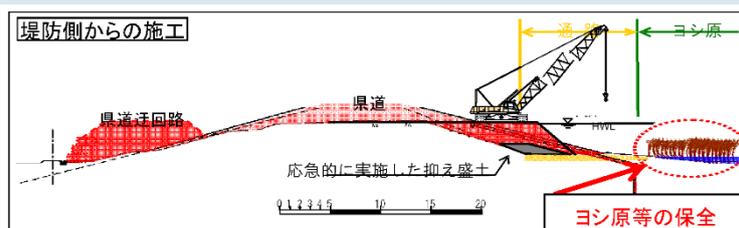


※礫(φ400程度)による補強

資料: 福岡県提供資料

事例 : ヒヌマイトンボの生息地のヨシ原の保全 [北上川]
(類型区分: III-1 太平洋(親潮))

ヒヌマイトンボの生息・生育・繁殖環境である汽水の水溜まりを有するヨシ原をできるだけ保全するため堤防側からの施工方法を工夫した。



ヒヌマイトンボ♂

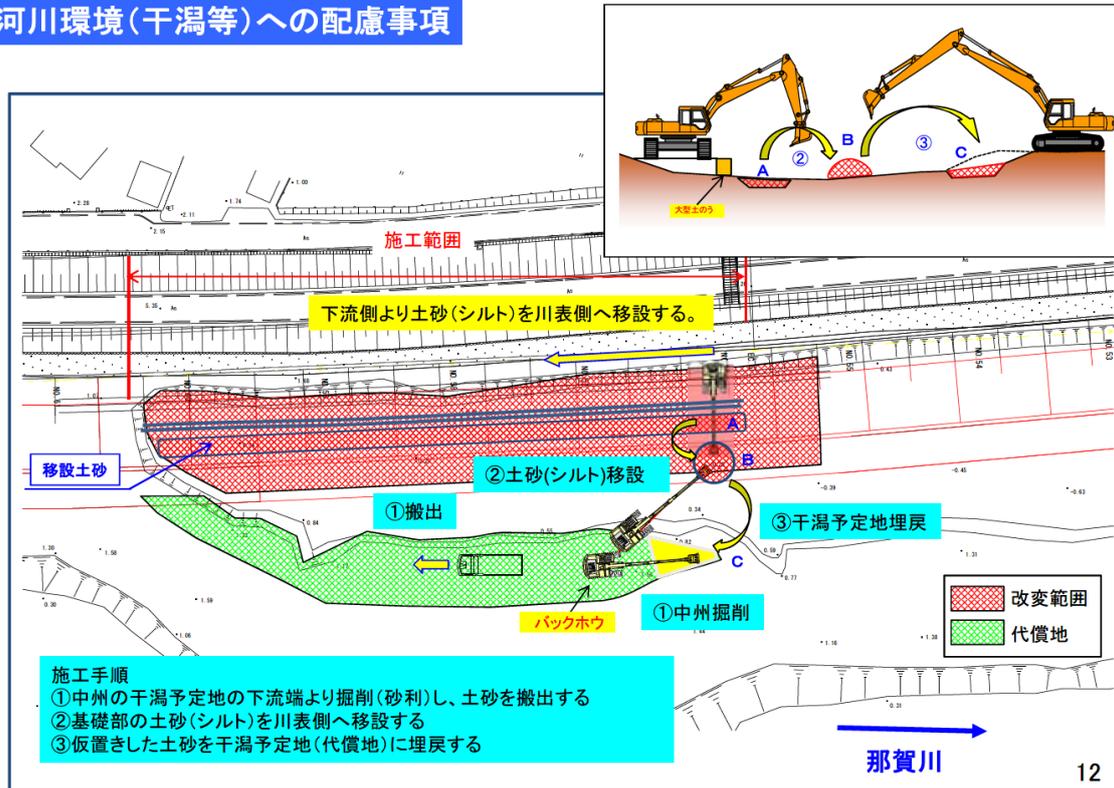
資料: 北上川下流河川事務所提供資料

事例：新規造成ワンドに掘削土砂（シルト）を再利用 [那賀川]
 (類型区分: IV-3 瀬戸内海東部)

掘削に当たっては現地干潟内の河床土(シルト)を、新たに掘削した河床に埋戻した。また、干潟に生育していたヨシの根茎が混じった土砂を新たに掘削した箇所に覆土した。

防災と河川環境の調和した整備方針

河川環境(干潟等)への配慮事項



■実施日	平成25年5月14日
■掘削深さ	T.P.-1.0m~0.0m
■面積	約700m ²



掘削前の状況(H25年5月14日)



掘削後の状況(H25年6月24日)

資料: 那賀川河川事務所提供資料

事例 : 掘削土を護岸などの覆土に活用しヨシを移植 [球磨川]

(類型区分: IV-5 有明海・八代海)

耐震対策で設置された捨石に掘削土を覆土することにより、エコトーンを形成し、ヨシ原を再生する。

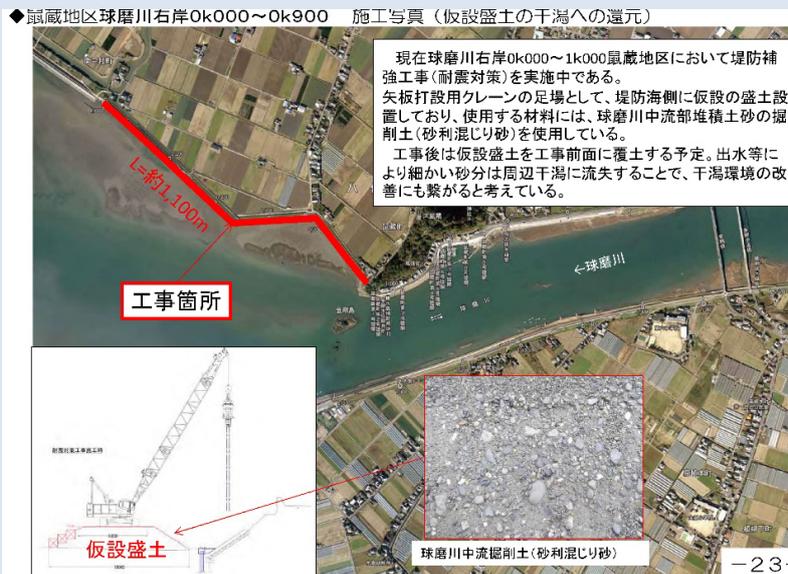


資料: 八代河川国道事務所: 第 13 回球磨川下流域環境デザイン検討委員会資料

事例 : 仮設盛土の干潟への還元 [球磨川]

(類型区分: IV-5 有明海・八代海)

矢板打設用クレーンの足場として、堤防海側に仮設の盛土設置しており、使用する材料には、球磨川中流部堆積土砂の掘削土(砂利混じり砂)を使用している。工事後は仮設盛土を工事前面に覆土することとした。出水などにより細かい砂分は周辺干潟に流失することで、干潟環境の改善にもつながるとされた。



資料: 八代河川国道事務所: 第 4 回球磨川下流域環境デザイン検討委員会資料

事例 : 事前に代替環境を造成し、生物の自然な移動による移植を実施 [土器川]
(類型区分: IV-3 瀬戸内海東部)

掘削に当たって、元のヨシ原の隣接地を掘削して代替地を造成し、ヨシを移植することで、自然に生物が移動し、生息環境の拡大ができた。

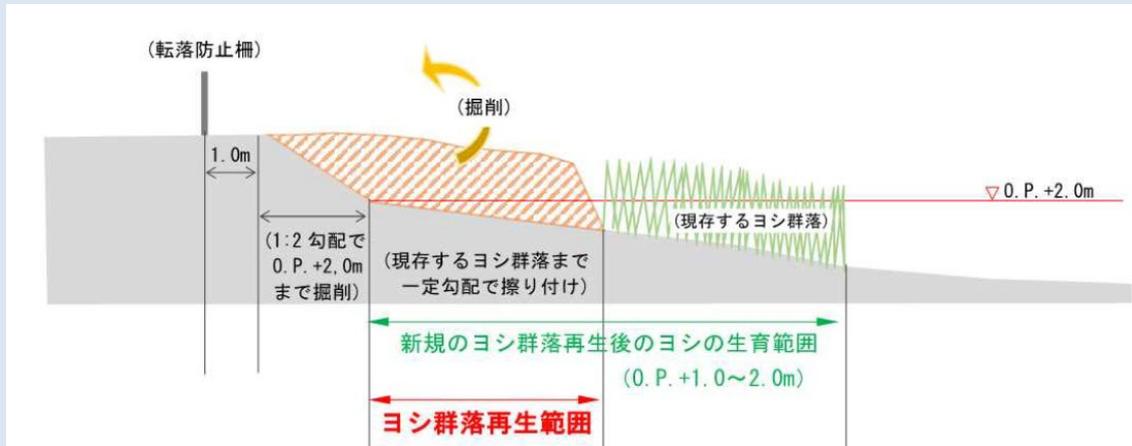


資料: 香川河川国道事務所提供資料

事例 : 掘削によるヨシ原の拡大 [淀川]

(類型区分: IV-3 瀬戸内海東部)

現存するヨシ原の背後をヨシ原の生育地盤高まで掘削することで自然にヨシ原の拡大を図る。



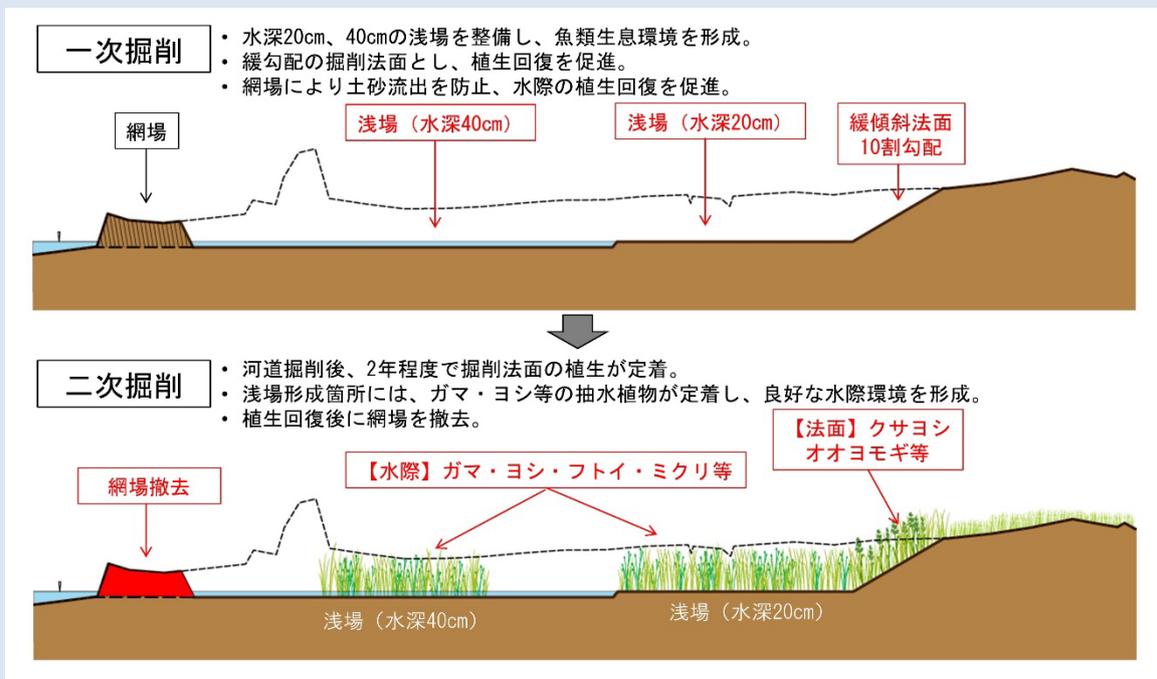
資料: 淀川河川事務所提供資料

事例 : 網場による土砂流出防止による植生定着後の2段階掘削による植生回復 [石狩川]

(類型区分: I 北海道)

ヨシ原などの再生に当たり、以下の段階的掘削を行い、早期の植生回復を目指している。

水際部の網場を残して植生に対応した相対地盤高まで掘削することで、早期の植生回復を行い、その後、網場を掘削することで水域と連続した湿地草を創出する。



資料: 札幌開発建設部札幌河川事務所提供資料

3.4 モニタリングと維持管理における留意点

3.4.1 モニタリングにおける留意点

河川汽水域は、潮汐による水位変動や塩分濃度の連続する変化といった時間的・空間的な変化があり、狭い時間や範囲で環境が大きく変化する。このような環境の状況把握のためには、一般的な環境調査よりも高頻度・高密度で調査時期・地点を設定する必要がある、河川汽水域の環境把握には時間や費用が掛かることが多い。この点に留意した上で、既往データの有効活用や必要な調査項目の絞り込みなどの工夫を行う必要がある。

また、それに加えて、以下のような課題も想定される。

- 時間的・空間的な変化が大きく、高頻度・高密度でデータを収集する必要がある。
- 定期横断測量や定点観測などのデータが比較的少ない。また、データがある場合でも対象とする重要な環境が局所的な場合が多く、既往データの調査地点に含まれない場合がある
- 通過点として利用している生物も多く、適切な調査時期が短期間の場合となる傾向がある。

一般的な汽水域の現地調査の考え方や具体的な手法については、「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書—汽水域における人為的改変による物理・化学的变化の調査・分析手法—」（汽水域の河川環境の捉え方に関する検討会 2004）において整理されている。このため、本資料においてもその調査方法を参考として調査を行うものとする。表 3.4-1 に汽水域の現象とそれに対する調査項目を、表 3.4-2 に具体的な現地調査手法を引用する。

表 3.4-1 主な環境改変の項目と必要なモニタリング調査項目

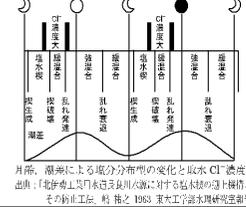
現象	調査項目													
	河道縦横断面形状	河床材料	河口水位	流量	潮位	波浪	風向・風速	塩分濃度分布	溶存酸素濃度分布	濁度分布	底質	ハビタットの状況	生物(動植物)	生物(底生生物)
塩水遡上	○		○	○	○			○				○	○	○
貧酸素水塊の形成	○		○	○				○	○		○	○	○	○
河床・河岸・河岸干潟の形成	○	○		○		○	○			○		○	○	○
河口地形・河口干潟の形成	○	○			○	○	○					○	○	○
河道の掘削によるレスポンスの調査・分析														
塩分上昇	○		○	○	○			○				○	○	○
河道底層の貧酸素化	○							○	○		○	○	○	○
河床表層の細粒化		○						○		○				
河岸粗粒化、河岸侵食、河岸干潟の侵食	○					○	○							
河床構成材量の細粒化	○	○		○										
周辺汀線の後退、河口砂州(テラス)の縮小・後退	○	○		○										
河口導流堤の建設によるレスポンスの調査・分析														
河岸粗粒化、河岸の侵食、河岸干潟の侵食、周辺汀線の変化	○					○	○							
河口部の埋立てによるレスポンスの調査・分析														
河岸干潟の細粒化、河岸干潟の侵食	○					○	○							
塩水くさびの下流側への移動	○		○	○	○			○				○	○	○
埋立て区間の河床上昇														
河口域での海砂採取によるレスポンスの調査・分析														
河口砂州の縮小・後退、砂州高の変化	○	○			○	○								
河口干潟の減少	○				○	○	○							
貧酸素水塊の湧昇・河道への移動	○													
橋梁の建設によるレスポンスの調査・分析														
橋梁上流の河岸干潟の細粒化、粗粒化・侵食	○					○	○							

注)「底質」の調査は河床の材料調査に加えて必要に応じて、溶存酸素の調査と同様の測定位置について行う

出典「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書」を一部改変

表 3.4-2 現地調査方法

調査項目	調査目的・把握する現象	調査場所	調査頻度	備考
河道縦横断形状	<ul style="list-style-type: none"> 出水、波浪、潮流による土砂移動 経年的な変化傾向とともに急激な、或いは大規模な変化が生じていないかどうか確認 	感潮区間内、縦断方向 200m ビッチ程度。合わせて河口湾域（沖合方向前退斜面の先端まで、沿岸方向河口河川幅の3倍くらいまで、以下同じ）の地形（深淺調査）。	数年に1回程度、及び河床が大きく変化するような大規模な洪水の後。	定期縦横断測量として実施。ただし、水深の測定にソナーを用いる等、精度がやや劣るものコストが小さく短時間で測定出来る簡便な方法を用いても良い。（現地調査手法の「ソナーを利用した河道縦横断形状の測定」(p 調査-1) 及び「ビデオ撮影による砂州動態観測」(p 調査-2) 参照） 河川砂防技術基準第9章河口調査 2.9 河川・海岸地形調査参照
河床材料	<ul style="list-style-type: none"> 出水、波浪、潮流による土砂移動による河床材料の経年的な変化の把握 ハビタットの概況の把握 	感潮区間内、縦断方向 1km ビッチ程度。合わせて河口湾域の範囲で分布のわかる程度のメッシュを組む。横断方向には、低水路内の中央及び左右岸 1 点ずつの計 3 地点程度、低水路幅が広い場合等横断方向の河床材料が大きく変わる場合はさらに追加。鉛直方向は表層。ただし、河床表層に出水時にフラッシュされる層のある場合には、下層についても調査する。	数年に1回程度、及び河床が大きく変化するような大規模な洪水の後。	河川砂防技術基準第9章河口調査 2.6 底質材料調査参照
河口水位	<ul style="list-style-type: none"> 出水による土砂移動 	河口部、代表 1 点。感潮区域内の縦断的水位が観測出来ればベスト（最低限大規模出水時の痕跡水位） 既設観測所があればそれを活用する。	連続観測を行う。	河川砂防技術基準第9章河口調査参照 縦断的に水位を観測するためには多数の観測地点が必要であり、コストも考慮して簡易な水位計を用いても良い。（現地調査手法の「セバレート型の圧力計による水位の測定」(p 調査-4) 参照）
流量 (水位観測と H~Q 関係作成のための流量観測)	<ul style="list-style-type: none"> 出水、潮流による土砂移動 	感潮区間の上流側地点。（なお、汽水域流量に大きく関与する途中流入地点があればそれも含む） 既設観測所があればそれを活用する。	従来通りの水位流量観測	河川砂防技術基準第2章水位調査、第3章流量調査参照
潮位	<ul style="list-style-type: none"> 波浪による土砂移動（海岸、河道内） 潮間帯の把握 	河口海域、代表 1 点。近傍に既設の観測所があれば代用可。	平均潮位、潮位平均干満潮位、気象偏差を求める。	河川砂防技術基準第9章河口調査参照
波浪（波高、波向、周期）	波浪による土砂移動（海岸、河道内）	河口海域、及び感潮区間内波浪の影響を受けやすい代表 1 点ずつ。近傍に既設の波浪観測があれば省略可だが、地形により波浪は大きく異なることから、河口部の波浪を代表出来ること。	連続観測を行い、有義波高、波向、周期の頻度分布を求める。 1 度求めれば毎年行う必要はなく、波浪に大きく影響するような地形の改変が生じた場合に行う。	河川砂防技術基準第9章河口調査参照 水位、波高・波向を同一地点で観測する（波高は水位計の電気的平滑化をしないことで観測可能）などコスト削減に留意
風向風速	波浪による土砂移動（海岸、河道内）	河口域、代表 1 点。近傍に既設の観測所があれば代用可。	1 時間毎。最低限 1 年間の特性を見る。	
塩分濃度分布*1	塩水遡上、貧酸素水塊の形成、土砂移動（凝集沈殿）	感潮区域内、縦断的には塩分濃度分布形状がわかる程度で少なくとも 5~15 断面程度、濃度変化の大きい河口付近や塩水遡上先端は密に測定。横断的には上流線上 1 地点、横断的に濃度変化が大きい場合は複数地点。鉛直方向は濃度変化の大きい河口付近や塩水遡上先端は密に測定。	大潮時、中潮時、小潮時の 1 潮時 2 時間おき程度、1 度求めれば毎年行う必要はなく、人退潮に大きく影響するような地形等の改変が生じた場合に行う。 また、湧水により塩水くきびが深く侵入するよう場合は、連続的な観測を行う。 風の特に強い日は避ける。	河川砂防技術基準第9章河口調査 2.7 水質調査参照。 右図に例示するように月齢・潮相による塩分分布型の変化があることから、半月周期（約 15 日間）の塩水挙動を捉えるのが望ましい。 短時間に詳細な塩分濃度を測定する必要がある。（現地調査手法の「塩分濃度の計測」(p 調査-5) 参照）
水温、溶存酸素濃度分布*1、*2	貧酸素水塊の形成	塩分濃度分布と同様。	塩分濃度分布と同様。	弱混合で塩水くきびが生じやすく、感潮区間の長い河川で行う。 塩分濃度と同時に水温や溶存酸素濃度の分布を測定するため、多項目水質計の利用が考えられる。（現地調査手法の「多項目水質計による計測」(p 調査-7) 参照）
濁度分布*1、*2	波浪、潮流流、凝集沈殿による土砂移動	感潮区域内、縦断的には濁度分布形状がわかる程度で少なくとも 5~15 断面程度、濃度変化の大きい河口付近や塩水遡上先端は密に測定。横断的には上流線上 1 地点、横断的に濃度変化が大きい場合は複数地点。鉛直方向は濃度変化の大きい河口付近や塩水遡上先端は密に測定。	塩分濃度分布と同様。	塩分濃度と同時に濁度の分布を測定するため、多項目水質計の利用が考えられる。（現地調査手法の「多項目水質計による計測」(p 調査-7) 参照）
底質（酸素消費に係る有機汚濁、硫化物等）*2 ハビタットの状況*3	貧酸素水塊の形成 ハビタットの把握（植生、地形、河床材料等）	感潮区間内、縦断方向 1km 間隔程度。 地形、河床材料及び植生について細かく調査することが望ましく、後援に広がるアマモ場、砂嘴の背後に発達する蘆地、小水路の合流点やその隣などの特徴的な場などを調査対象とする。	数年に1回春夏秋冬各1回 数年に1回程度、及び河床が大きく変化するような大規模な洪水の後。	弱混合で塩水くきびが生じやすく、感潮区間の長い河川で行う。 底質調査を行う時は必ず溶存酸素濃度分布の調査も同時に行うこと 水辺の河勢調査等生物調査と同時に進行。 ハビタットは生物によって非常に小さなスケールの場合がある。このため、当該区域の首目種などを考慮し、地形、河床材料及び植生についても細かく調査することが望ましい。
生物（動物植物）*3	生物生息状況	感潮区域内、河口海域及びその周辺 河床材料の変化を目安に選定する。	春夏秋冬	河川水辺の国勢調査等
生物（底生動物）*3	生物生息状況	感潮区域内、河口海域及びその周辺 河床材料の変化を目安に選定する。 横断方向左右岸（有れば中州も）について、潮上帯、潮間帯の上端付近、中間付近、下流付近、亜潮間帯の中央、河床最深部	春夏秋冬	汽水域は環境傾度が大きいため、通常の河川区間よりも密に行う必要がある。



* 1 塩分、水温、溶存酸素、濁度を同時に測定するなど効率的な調査を行う。 * 2 貧酸素水塊や濁度の凝集沈殿現象を生じやすい泥・砂河川で行う。 * 3 アミカケはこの手引き作成における環境に関する保全対象を把握するための調査

① 水質などの物理環境調査

時間的・空間的に比較的短い時間、狭い範囲で環境が大きく変化するため、調査期間は連続15日間程度、調査地点は特に塩分の値が変化する範囲を対象に設定する。なお、弱混合型で塩水くさびが形成されるような河川では鉛直方向にも複数地点を設定することが望ましい。

② 定期測量の活用

地形の継続的な変化を把握するに当たって、経年的に同一地点を対象に実施されている定期縦横断測量結果を活用する。

なお、レーザ測量やグリーンレーザ測量が行われている場合には、より詳細な地形変化が把握できることから、これらのデータを積極的に活用する。

表 3.4-3 河川管理の目的に応じたレーザ測量技術などの適用性（業務実績からの目安）

大	分類		航空レーザ (陸上)	ALB(陸 上・水中)	UAVレーザ (陸上)	UAVレーザ (水中)	MMS(車載 写真レーザ)	ナローマル チビーム	航空写真
	中	小							
治水 関連	河道の 流下能 力	堤防高・形状	○	○	○	○	○	—	△
		河道形状	○(陸上) ×(水中)	○(浅域) △(深域)	○(陸上) ×(水中)	○(浅域) ×(深域)	△	○	△
		土砂堆積	○	○	○	○	△	○	△
		植生(樹木)の繁茂	○	○	○	○	△	—	○
		河床材料	△	△	△	△	—	×	△
	局所的 な流 速・流 向・堤 高	水衝部	○	○	×	△	—	○	△
		河川横断工作物設置箇 所の下流、流速に影響 を与える深掘れなど	○	○	○	△	—	○	—
		植生(樹木)	○	○	○	○	△	—	○
	構造物	堤防	○	○	○	○	○	—	△
		河川管理施設(根固工 など)	△	△	○	○	△	△	△
許可工作物(橋梁など)		△	△	○	○	△	△	△	
危 機 管 理	堤外側	越水危険箇所	○	○	○	○	○	—	△
		被災箇所調査	○	○	○	○	○	○	○
		災害復旧	○	○	○	○	○	○	○
	堤内側	堤内地盤形状	○	○	△	△	△	—	△
河 川 環 境 ほ か	自然環 境	水際線	○	○	△	△	—	—	○
		瀬・淵構造	×	△	×	△	—	○	△
		植生(樹木)	○	○	○	○	△	—	○
	占用 利用	不法盛土・不法工作物	○	○	○	○	△	—	○
		浸水施設	×	○	×	○	○(陸上)	○	—
	航路、水面利用	×	○	×	△	—	○	—	
主に対象とする部位			河道全体	河道全体	河道全体	水中	堤防周辺	水中	河道全体
主に対象とする面積			広い	広い	狭い	狭い	狭い	狭い	広い

○、△、×の評価はあくまでも目安として示すものである

○：メリットが大きい △：ある程度メリットがある／条件によってメリットがある ×：計測不可能 —：対象外

出典「河川管理用三次元データ活用マニュアル(案)」

なお、実施に当たっては以下の点に留意する。

- 定期横断測量はおおむね 200m ピッチで行われていることが多いため、対象となる湿地環境や産卵環境が小規模な場合、測量ラインが該当しない場合がある（定期横断測量業務の実施時に重要な環境部分の補足横断測量の追加や、レーザ測量などの点群データによる補完などの対応も検討する）。
- 植生調査などを同時に行うことで環境の変化をより詳細に把握することが可能である。

③ 河川水辺の国勢調査結果の活用

一級河川の直轄区間や主要な県管理区間などでは河川の生物相調査として河川水辺の国勢調査が項目ごとに 5 年又は 10 年間隔で継続して実施されている（参照表 3.4-2）。このため、河川汽水域の環境モニタリングとして、可能であればこれらのデータを活用する。

表 3.4-4 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル [河川版] による調査項目と頻度

調査項目		調査対象	調査実施の頻度
生物調査	魚類調査	魚類	5 年に 1 回
	底生動物調査	水生昆虫類を主体とし、貝類、甲殻類、ゴカイ類、ヒル類、ミミズ類などを含む底生動物	5 年に 1 回
	植物調査(植物相調査)	維管束植物(シダ植物及び種子植物)	10 年に 1 回
	鳥類調査	家禽種・外来種を含むすべての鳥類	10 年に 1 回
	両生類・爬虫類・哺乳類調査	両生類・爬虫類・哺乳類	10 年に 1 回
	陸上昆虫類等調査	陸上昆虫類、クモ目	10 年に 1 回
河川環境基図作成調査	陸域調査	植生図作成調査	5 年に 1 回
		群落組成調査	
		植生断面調査	
	水域調査	瀬・淵など	

出典「平成 28 年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル [河川版]」

また、「平成 28 年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル [河川版]」にしたがって調査が実施されることから、経年調査結果の比較が可能である。

なお、実施に当たっては以下の点に留意する。

- 調査項目が分類群ごとの生物相調査のため、特定の重要種などを対象にした詳細調査が行われていない場合が多い（河川によっては特定の種を対象にした詳細な調査を実施している河川もある）。
- 調査年度ごとに調査項目（対象生物群）が限定されており、最新のマニュアルでは調査頻度が 5 年又は 10 年間隔とされているため、適した時期に調査が行われていない可能性がある。

- 項目によって特定の範囲に調査地点が設定されており、必ずしも河川汽水域の対象範囲が調査地点となっていない場合がある。
- 植生をベースとした環境基図作成に当たっては、大潮の干潮時の環境が基本とされているため、満潮時に出現するワンドや湿地環境が調査対象となっていない場合がある。
- 平成2年度からマニュアルに沿って調査が継続して実施されているものの、平成3年度、5年度、18年度、28年度にマニュアルの改訂が行われており、今後、海底が行われた場合単純比較ができなくなる可能性がある。

④ 環境 DNA による生物調査

採水した検体に含まれる環境 DNA を分析することで、特定の生物種の生息の有無や周辺に生息する生物を網羅的に把握することが安価で容易にできる調査方法である。特に、個体数が少ない、夜行性や隠密性が高く、一般的な調査で確認しにくい種を把握できる利点がある。

具体的な調査・分析、解析方法は「環境 DNA 調査・実験マニュアル Ver.2.2 (2020年4月3日) (一般社団法人環境 DNA 学会)」を参考に実施する。

なお、実施に当たっては以下の点に留意する。

- 採水した検体に含まれる DNA を網羅的に分析するため、本来、河川汽水域を利用していない外洋や上流域に生息する生物が確認される可能性があり、その判断のために専門的な知見が求められる。
- 特殊な分類群や種によっては DNA のデータベースが不十分である場合がある。
- 比較的新しい調査方法であり、新たな手法や解析方法が更新されていることから、最新の情報により結果を整理することが望ましい。

⑤ 衛星写真やドローンを用いた空中写真

地形や大まかな植生などを平面的に把握するため、衛星写真やドローンによる空中写真撮影を行う。衛星写真や空中写真を比較することで砂州や河口テラス、ワンド、ヨシ群落などの面積の変化や砂の移動状況などを把握することが可能である。

なお、ドローンによる撮影では環境の変化を比較できるように平水時の干潮時や満潮時、出水時など潮汐や増水により水位が大きく変化している状況を複数回撮影し、比較することが望ましい。

また、赤外線撮影を行うことで、植物の活性度や湧水の有無などを把握することも可能である。

なお、実施に当たっては以下の点に留意する。

- 河川汽水域は干満の影響があることから、撮影時期によっては砂州などの形状が大きく変化する場合がある。このため、衛星写真や空中写真の撮影時の情報として潮汐のデータを掲示する必要がある。
- 河川汽水域の周辺は高度の利用が進められていることが多く、人家などが集中している場合があることから、安全のため「重要施設の周辺地域の上空における小型無人機などの飛行の禁止に関する法律」を順守するとともに、各種規制などについて留意し

て調査を実施する。なお、これらの法や規制は更新頻度が高いため、最新の情報を利用するようにする。

⑥ その他

海水温の上昇については、「日本の気候変動 2020」で、21 世紀末（2081～2100 年の平均）の世界平均気温が、工業化以前と比べて 0.9～2.3℃上昇する「2℃上昇シナリオ」（RCP2.6：パリ協定の 2℃目標が達成された世界であり得る気候の状態に相当：）と 3.2～5.4℃上昇する「4℃上昇シナリオ」（RCP8.5：現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界であり得る気候の状態に相当）の 2 つのシナリオが提示されている。

これによると日本近海の平均海面水温は 2℃上昇シナリオで約 1.14℃上昇、4℃上昇シナリオで約 3.58℃上昇、水位は 2℃上昇シナリオで約 0.39m 上昇、4℃上昇シナリオで約 0.71m 上昇するとされている（表 3.4-5 参照）。

これらの水温変動による海水温や水位の上昇に加え、海流の蛇行や海洋酸性化などにより、今後、現在の生物相が変化していくことが想定される。モニタリング調査により、これらの変化についても検討、評価していくことが望まれる。

表 3.4-5 21 世紀末の日本沿岸の海域の環境変化の予測

	2℃上昇シナリオによる予測 パリ協定の2℃目標が達成された世界	4℃上昇シナリオによる予測 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界
日本近海の平均海面水温	約1.14℃上昇	約3.58℃上昇
【参考】世界の平均海面水温	(約0.73℃上昇)	(約2.58℃上昇)
【参考】世界の平均水温 (深さ0～2,000m)	(約0.35℃上昇)	(約0.82℃上昇)
日本沿岸の平均海面水位	約0.39m 上昇	約0.71m 上昇
【参考】世界の平均海面水位	(約0.39m 上昇)	(約0.71m 上昇)
日本南方の表面海水 pH	約0.04 低下	約0.3 低下
【参考】世界の表面海水 pH	(21世紀半ばまでに約0.065 低下し、その後は変化しない)	(約0.31 低下)
沖縄周辺の年平均 Ω_{arag}	21世紀半ばまで低下するが、以後も3を下回ることはない	2020～2030年代には季節的に3を下回る。 2050年前後からは年間を通じて3を下回る。
日本南方の年平均 Ω_{arag}	約0.2 低	約1.4 低下
【参考】世界の年平均 Ω_{arag}	/	(低緯度域を除き、2060年までに3を下回る。)

注) 各数値は 20 世紀末（1986～2005 年平均）と 21 世紀末（2081～2100 年平均）の比較

注) Ω_{arag} （アラゴナイト炭酸カルシウム飽和度）：サンゴなどの成長には 3 以上が適する

出典「日本の気候変動 2020」

3.4.2 維持管理における留意点

河川汽水域の環境は上流や河口からの土砂供給や沿岸流による土砂の移動、潮汐による水位や塩分などの日変動、出水などによるフラッシュ効果など、様々な要因が複雑に関連する動的平衡状態で維持されている。

このため、河川汽水域の環境維持、改善、再生などは、現状や過去に存在した環境を基本とすることで維持管理をできるだけ不要となるようにするとともに、必要に応じて物理環境の変化をあらかじめシミュレーションし、自然環境の変化を予測しておくことが必要である。

ただし、上述のとおり、様々な条件が複雑に関連するため、必ずしも同じ条件が維持されていない可能性があること、予測には一定の不確実性を含むこと、更には、今後は温暖化などの気候変動の影響も無視できないものとなっていることから、各施工内容の目的に応じて設定した適切なモニタリング結果を踏まえ、維持管理を行っていく必要がある。

なお、維持管理の頻度（実施条件）や時期については、計画段階である程度設定を行い、状況に応じて適宜修正していくことが望ましい。

例としては表 3.4-6 のような設定が考えられる。

表 3.4-6 維持管理の条件設定の例

目標	設定条件	環境変化の要因	対策	実施の判断基準
湿地の再生	相対潮汐地盤高	土砂堆積による相対潮汐地盤高の増加など	維持掘削など	<ul style="list-style-type: none"> ・ 測量結果が計画相対潮汐地盤高を超えた時 ・ 植生が乾燥を好む構造に変化した時
ヒヌマイトトンボの保全	同種の生息	ヨシ群落の消失、塩分濃度の変化など	環境改善、飼育放流など	・ モニタリング調査で生息環境の悪化が確認された時

3章 参考資料

1. 汽水域の河川環境の捉え方に関する検討会：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書—汽水域における人為的改変による物理・化学的変化の調査・分析手法—, 2004.
2. 楠田哲也, 山本晃一：河川汽水域—その環境特性と生態系の保全・再生—, pp. 5-30, 技報堂出版, 2008.
3. 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課：河川環境管理シートを用いた環境評価の手引き～河川環境の定量評価と改善に向けて～, 2023.
4. 国土交通省河川局河川環境課：「河川環境検討シート」作成の手引き<案>, 2003.
5. 国土交通省九州地方整備局河川部河川環境課：【九州地方整備局版】河川環境情報図作成の手引き（案）, 2016.
6. 九州地方建設局・宮崎県・リバーフロント整備センター：北川「川づくり」検討報告書, 1999.
7. 土木学会水工学委員会水理公式集編集小委員会：水理公式集 2018年版, 土木学会, 2019.
8. 公益社団法人日本水産資源保護協会：水産用水基準, 2018.
9. 山本晃一：沖積河川学 堆積環境の視点から, 山海堂, 1994.
10. 小倉紀雄, 山本晃一：自然的攪乱・人為的インパクトと河川生態系, 技報堂出版, 2005.
11. 清野聡子, 足利由紀子, 宇多高明, 三原博起, 渡辺誠治, 沖靖広：大分県中津干潟の舞手川河口部護岸セットバック後の砂丘と植生帯変化のモニタリング, 水工学論文集, 67巻4号, pp. I_1687-1692, 2011.
12. 中村圭吾, 福岡浩史, 小川善史, 山本一浩：グリーンレーザ（ALB）による河川測量とその活用, RIVER FRONT, Vol. 84, pp.16-19, 2017.
13. 塩見真矢, 鈴木克尚, 山本晃一, 吉田高樹, 小澤守：3次元サイドスキャンソナーを用いた鬼怒川下流部における泥岩・沖積粘性土層露出河床の侵食特性の検討, 河川技術論文集, 22巻, pp. 181-186, 2016.
14. 菅野一輝, 篠原隆佑, 村岡敬子, 溝口裕太, 北川哲郎, 中村圭吾：ADCPを用いた回遊性カジカ属稚魚の遡上時利用環境の評価, 河川技術論文集, 28巻, pp.175-180, 2022.
15. いであ株式会社：河川汽水域における環境管理に関する資料整理業務報告書, 2016.
16. 前田義志, 中村圭吾, 鈴木宏幸, 甲斐崇, 服部敦：環境管理を目的とした河川汽水域における底生動物と生息場の定量的関係の把握, 河川技術論文集, 22巻, pp.415-420, 2016.
17. 国土交通省 水管理・国土保全局：大河川における多自然川づくり—Q&A形式で理解を深める—, 2024.1.19 閲覧
18. 清久笑子, 富松啓太, 安藤義範, 向山正純：土器川汽水域における河道掘削による相対潮汐地盤高の変化と生物への影響検討, 応用生態工学会, 第26回大会講演要旨集, PF11, 2023.
19. Koyama, A., Inui, R., Kanno, K., et al. Differences in conservation candidate tidal rivers by cross-taxon analysis in the Japanese temperate zone. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.* 30: pp.2313–2326, 2020.
20. 北川哲郎, 村岡敬子, 中村圭吾, 後藤晃：河川汽水域における両側回遊型カジカ属魚類の稚魚に見られた環境選好性, 応用生態工学, 24巻, 1号, pp. 27-38, 2021.

21. 乾隆帝, 赤松良久, 新谷哲也, 小山彰彦: 希少種イドミミズハゼの生息環境と生息場の河床変動及び塩分変動特性, 土木学会論文集, B1 (水工学) 71 (4), pp. I_949-954, 2015.
22. 天野邦彦, 大沼克弘, 遠藤希実: 河川汽水域への海水侵入後経過時間および海水残留時間の数値解析による評価, 土木学会論文集 G (環境), Vol.67 No.7, pp.III_367-374, 2011.
23. 天野邦彦, 遠藤希実, 大沼克弘: ヤマトシジミの生息域として見た菊池川河口域の環境変遷と修復の可能性評価, 土木学会論文集 B1 (水工学), 68 巻, 4 号, pp. I_1561-1566, 2012.
24. 鈴木伴征, 石川忠晴, 銭新, 工藤健太郎, 大作和弘: 利根川河口堰下流部における貧酸素水塊の発生と流動, 水環境学会誌, 23 巻, 10 号, pp. 624-637, 2000.
25. 大沼克弘, 遠藤希実, 天野邦彦: 河川汽水域における河道形状と干潟分布に関する分析, 土木学会論文集 B1 (水工学), 68 巻, 4 号, pp. I_1207-1212, 2012.
26. 公益財団法人リバーフロント研究所: 多自然川づくりの高度化を目指した河道の 3 次元設計ツール導入手引き (素案), 2023.
27. 竹松紫苑, 赤松良久, 鎌田磨人: 沖縄本島億首川における出水時の河床変動に着目したマングローブ林の生息地評価, 土木学会論文集, B I (水工学), Vol68, No4, pp. I_1615-1620, 2012.
28. 乾隆帝, 小山彰彦: 本州・四国・九州の河口干潟に生息するハゼ類, 魚類学雑誌, 61(2), pp. 105-109, 2014.
29. 岡田知也, 三戸勇吾, 桑江朝比呂: 沿岸域における環境価値の定量化ハンドブック, 生物研究社, 2020.
30. 天野邦彦, 小林草平, 尾嶋百合香, 中西哲: 貝類に着目した河口域の環境分類とその修復, 河川技術論文集, 第 15 巻, pp. 109-114, 2009
31. 中村圭吾, 岩見洋一, 山本聡: 次世代に受け継ぐ自然環境—河川汽水域の保全と再生に資する技術開発—, 土木技術資料, 55-1, pp. 36-39, 2013.
32. 国土交通省 水管理・国土保全局防災課: 美しい山河を守る災害復旧基本方針, 2018.
33. (公社) 土木学会 景観・デザイン委員会: 土木学会デザイン賞 2023 作品選集, 2004.
34. 多自然川づくり研究会編集: 多自然川づくりポイントブック II 川の営みを活かした川づくり, リバーフロント整備センター, 2008.
35. 国土交通省 水管理・国土保全局: 大河川における多自然川づくり—Q&A 形式で理解を深める—「Question 2-1」, 2024.1.19 閲覧.
https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/tashizen/pdf/05_01Q2-1.pdf
36. 国土交通省 四国地方整備局 四国技術事務所: 四国の河川植生解説集, 2024.1.19 閲覧.
<https://www.skr.mlit.go.jp/yongi/syokusei/kaisetsu/index.html>
37. 自然再生推進法, 平成 14 年法律第 148 号, 2003.
38. 幌延河川事務所: 天塩川下流汽水環境整備事業の紹介, 2024.1.23 閲覧.
https://www.hkd.mlit.go.jp/rm/horonobe_kasen/f6h4sv0000000yfi-att/dfvnau0000007ka4.pdf
39. 遠賀川河川事務所: 遠賀川魚道公園, 2024.1.23 閲覧
https://www.qsr.mlit.go.jp/onga/pdf/business/pamphlet/onga_gyodoukouenn_pamphlet.pdf

40. 多自然川づくり研究会著・公益財団法人リバーフロント研究所編：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，公益社団法人日本河川協会，2011.
41. 国土交通省 水管理・国土保全局：大河川における多自然川づくり—Q&A 形式で理解を深める—「Question 5-1」，2024.1.19 閲覧
https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/tashizen/pdf/05_01Q5-1.pdf
42. 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，公益自主事業（九州技報），第45号，2009，2024.1.19 閲覧
<https://k-keikaku.or.jp/%e4%ba%94%e3%83%b6%e7%80%ac%e5%b7%9d%e6%bf%80%e7%94%9a%e7%81%bd%e5%ae%b3%e5%af%be%e7%ad%96%e7%89%b9%e5%88%a5%e7%b7%8a%e6%80%a5%e4%ba%8b%e6%a5%ad%e3%81%ae%e9%80%b2%e6%8d%97%e7%8a%b6%e6%b3%81/>
43. 大分県中津土木事務所：H30 年度全国多自然川づくり会議資料 発表資料
https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyotashizen/pdf/h30/3_4.pdf
44. 岩屋隆夫：日本の放水路，財団法人東京大学出版会，2004.
45. 宇多高明：浚渫と海岸侵食，Ocean Newsletter，第 118 号，2005，2024.1.19 閲覧.
https://www.spf.org/opri/newsletter/118_2.html
46. 八代河川国道事務所：第 4 回球磨川下流域環境デザイン検討委員会資料，2024.1.23 閲覧.
https://www.qsr.mlit.go.jp/yatusiro/site_files/file/river/utsukushi/kankyodesign/04_shiryo3.pdf
47. 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：平成 28 年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル [河川版]，pp. I-3-4，公益財団法人 リバーフロント研究所，2016.
48. 国土交通省 水管理・国土保全局河川環境課 河川保全企画室：河川管理用三次元データ活用マニュアル（案），国土交通省，2020.
49. 一般社団法人環境 DNA 学会：環境 DNA 調査・実験マニュアル Ver.2.2，一般社団法人環境 DNA 学会，2020.
50. 重要施設の周辺地域の上空における小型無人機などの飛行の禁止に関する法律，平成 28 年法律第 9 号，2022.
51. 文部科学省 気象庁：日本の気候変動 2020 —大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書— 概要版，pp. 9-12，気象庁，2020.

4章. 河川汽水域の多自然川づくりの好事例

第3章では、調査・計画、設計、施工時、モニタリング・維持管理の事業段階、及び河川空間の種類ごとに河川汽水域の多自然川づくりにおける留意点を示すとともに、参考となる事例を紹介した。

本章では、これまでに紹介した河川汽水域の多自然川づくり手法を活用し、良い川づくりを実践している事例のうち3事例について、河川汽水域における多自然川づくりを実施する際の課題事項、それに対する有識者からの指摘事項と対応方針などを整理し、事業における課題解決に向けてどのように取り組まれたかを紹介する。各現場で取組を進める際の参考にしてほしい。

<紹介事例>

① 計画、モニタリングの好例：大淀川水系大淀川（宮崎県）

事業計画への反映、及びモニタリングの好事例として紹介する。河川激甚災害対策特別緊急事業において、河道掘削の内岸側では土砂が堆積しやすく砂州が形成され、ワンドや湿地では宮崎県内でも随一の広さを誇るタコノアシ群落やタケノコカワニナといった貴重な生物の生育・生息、ツルヨシなどが繁茂する砂州ではオオヨシキリやカヤネズミの営巣がみられるため、土砂の再堆積と生物の生息・繁殖環境への配慮が必要であった。これらの課題を踏まえ掘削面の工夫や既存ワンドの保全を計画に反映するとともに、施工後の土砂堆積モニタリング計画を立案し、モニタリング結果をもとに河川管理の方向性を検討している。

② 希少種生息場を考慮した河積確保（河道掘削）：北川水系北川（福井県）

希少種生息場を考慮した河積確保（河道掘削）の好事例として紹介する。河道掘削の当初計画では希少種の生息・生育場の消失が懸念されたため、確保できるように相対潮汐地盤高を考慮した切下げを実施した。また、準二次元不等流計算でトライアル計算した結果を反映し、浅場を確保できる河道形状を設定した。

③ 中小河川における工夫例：船津川水系船津川（三重県）

中小河川における工夫例として紹介する。二級河川である船津川における河川激甚災害対策特別緊急事業であり、河道掘削・築堤時に干潟やワンドの生物生息環境への影響が懸念される課題があった。これらの課題に対し、根継ぎ矢板への覆土による干潟面積の確保、砂州の保全・再生、引堤による塩性湿地の保全を実施し、その後のモニタリングにより重要種の生育確認がなされている。

4.1 大淀川水系大淀川：計画、モニタリングの好例

4.1.1 河川・事業概要

河川・事業概要など一覧は表 4.1-1 に示すとおりである。

表 4.1-1 河川・事業概要など一覧

水系名	大淀川
河川名	大淀川
流域面積	2,230km ²
流路延長	107km
等級	一級河川
河床勾配	
セグメント	セグメント 2-2
河川管理者	九州地方整備局 宮崎河川国道事務所
河川汽水域の種類	Ⅲ-2. 太平洋（黒潮）
事業	激甚災害対策特別緊急事業
事業区間	5k4000～6k000
工種	河道掘削、盤下げ

(1) 河川特性

大淀川は、その源を鹿児島県曾於市中岳（標高 452m）に発し、北流して都城盆地に出て、霧島山系などから湧き出る豊富な地下水を水源とする数多くの支川を合わせつつ狭窄部に入り、岩瀬川などを合わせ東に転流して宮崎市高岡町に出で、最大の支川本庄川を入れて宮崎平野を貫流し宮崎市において日向灘に注ぐ、流域面積 2,230km²、幹川流路延長 107km の一級河川である。

(2) 大淀川的环境

大淀川下流部の自然環境、景観について以下に示す。

表 4.1-2 自然環境と景観（大淀川）

下流部～河口 [直轄区間]	<ul style="list-style-type: none">・宮崎市街地の中心部を流れる下流部では、都市化が進み人為的環境が色濃いものの、河口には、魚類相の頂点に位置するアカメが生息し、その生態系を維持するための豊かな生物環境が保持されている。・大淀川河口の砂浜には絶滅危惧Ⅱ類のアカウミガメが毎年産卵のため上陸し、宮崎県の天然記念物にも指定されている。
------------------	--

出典：大淀川水系河川整備計画：九州地方整備局、宮崎県、鹿児島県（平成 18 年 3 月）

出典：大淀川水系河川整備計画 【大淀川高岡上流地区・宮崎県知事管理区間】（平成 22 年 7 月）

(3) 事業概要

平成 17 年 9 月 6 日に発生した台風 14 号は、9 月 6 日宮崎県内を暴風雨に巻き込みながら九州西海上を通過し、大淀川流域で 693mm/48h の記録的な降雨をもたらした。

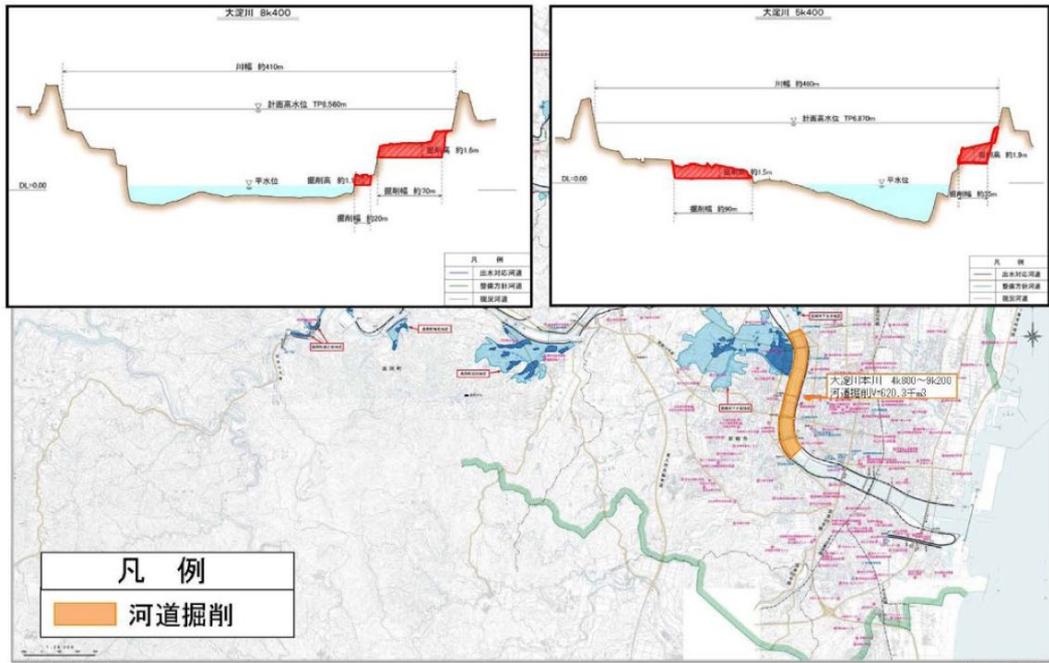
この豪雨により柏田水位観測所では観測史上最高水位を記録し、大淀川下流域の 1 市 3 町（宮崎市、東諸県郡高岡町、東諸県郡国富町、東諸県郡綾町）では、浸水面積 2,166ha、浸水家屋 4,483 戸に達する甚大な被害が発生した。

この洪水被害を受け、国土交通省と宮崎県では「大淀川水系激甚災害対策特別緊急事業」が申請・採択され、平成 21 年度までの 5 か年で大規模な河川改修を行った（一部については平成 22 年度まで事業を実施）。本河川激甚災害対策特別緊急事業の目標は「本川からの外水氾濫を防止し、床上浸水被害の軽減を図る。」とし、方針は以下となった。

- ・ 外水に対しては、無堤部対策及び水位低下に効果のある下流部について部分的に計画高水流量を満足する河道掘削を行い、外水氾濫の回避を図る。
- ・ 内水被害の頻発する地区については、本川河道の整備により洪水継続時間の短縮を図るとともに、総合的な内水対策を実施することにより、1/10 規模の降雨に対して床上浸水被害の軽減を図る。

その中で、大淀川本川の 5k400~6k000 の区間については、河道掘削を行い、治水安全度を向上させ、浸水区域の湛水時間短縮を図ることとした（図 4.1-1 参照）。流下能力確保の観点から、現況の高水敷を 1.5m 掘り下げることとし、掘削量は約 18 万立方メートルである。

本項では淀川本川の 5k400~6k000 の区間（以下、下流河道掘削（左岸）地区）の内容について記載する。



出典:宮崎河川国道事務所提供資料

図 4.1-1 事業概要 (河道掘削)

表 4.1-3 対策箇所・改修方針 (下流河道掘削 (左岸) 地区)

項目	内容
対策箇所	<p>掘削前</p> <p>外岸側の河床は深掘れ</p> <p>高松橋</p> <p>大淀川</p> <p>内岸側には砂州が堆積</p> <p>掘削範囲</p> <p>(H10 撮影)</p> <p>出典:宮崎河川国道事務所提供資料</p>
改修方針 (当初)	<p>5k400 付近</p> <p>〔現況〕</p> <p>河道掘削</p> <p>計画高水位</p> <p>河道掘削</p> <p>事業箇所</p> <p>出典:宮崎河川国道事務所提供資料</p>

4.1.2 多自然川づくりを行う上での課題

多自然川づくりの目標は、「湿地環境の形成」「川として自然な形状にする」として設定された。下流河道掘削（左岸）地区の事業を実施するに当たって、以下の課題があり、有識者（多自然川づくりアドバイザー・地元環境アドバイザー）からそれぞれ指摘を頂いた。

表 4.1-4 課題・指摘内容

課題	指摘内容
<ul style="list-style-type: none"> 下流左岸の河道掘削箇所は、内岸側に位置し、土砂が堆積しやすく、砂州が形成されていた。 	<p>【維持管理への配慮：河道の安定性（再堆積の防止）】</p> <p>【河道横断形状や川幅の確保：掘削敷高の設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 土砂が堆積しやすい場所にあるため、ここを掘削して流下断面を確保するという事は、今後、この断面を確保していく覚悟が必要。（維持で掘削を継続していくことが条件） <p>【河岸水際への配慮：土羽の活用（護岸を設置しない）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 堆積傾向のため、護岸は行わないことをスタートとし、流速的に必要な箇所の検討をすること。
<ul style="list-style-type: none"> ワンド・湿地では、タコノアシ群落などの湿生植物、タケノコカワニナなどが生息、ツルヨシなどが繁茂する砂州ではオオヨシキリやカヤネズミの営巣がみられる。 	<p>【生物生息環境への配慮：砂州やワンド、干潟や湿地の保全・形成】</p> <ul style="list-style-type: none"> ワンド・湿地環境は宮崎県内でも随一の広さを誇るタコノアシ群落などの湿生植物、タケノコカワニナなどが生息するなど、重要種を含む多様な生態系が維持されている貴重な環境であるため、現存するワンド・湿地環境の保全に努めること、 カモ類の休息地として利用されているため残す方向で掘削すること。（地元環境アドバイザー） オオヨシキリやカヤネズミの営巣が見られるため繁殖期の施工を行わないこと 地元の生物系の先生と現場を一緒に歩くなどして、チェックをもらうこと。

4.1.3 課題・指摘内容に対する対応方針

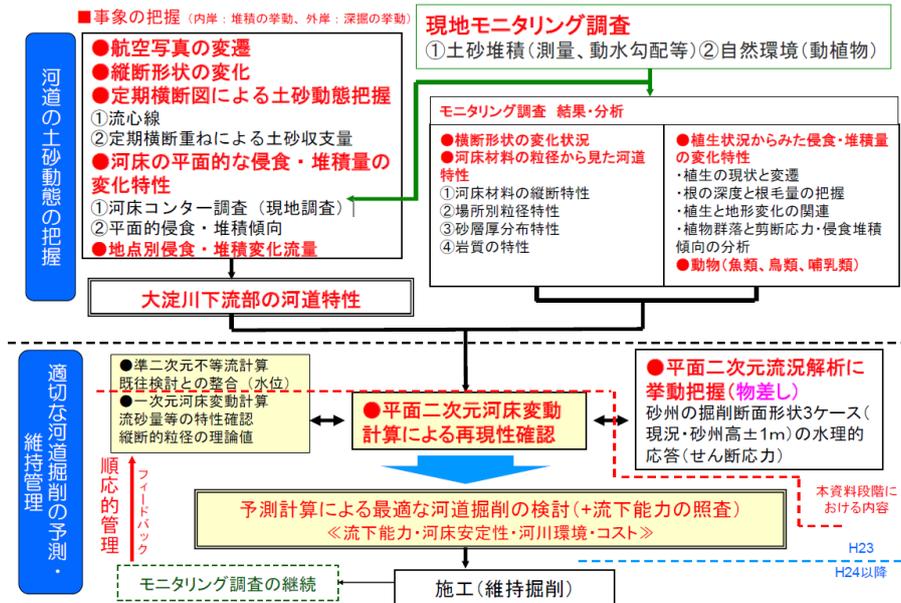
- (1) 維持管理への配慮：河道の安定性（再堆積の防止）・河道横断形状や川幅の確保：掘削敷高の設定

課題
・下流左岸の河道掘削箇所は、内岸側に位置し、土砂が堆積しやすく、砂州が形成されていた。
指摘内容
【維持管理への配慮：河道の安定性（再堆積の防止）】 【河道横断形状や川幅の確保：掘削敷高の設定】 ・土砂が堆積しやすい場所にあるため、ここを掘削して流下断面を確保するという事は、今後、この断面を確保していく覚悟が必要。（維持で掘削を継続していくことが条件）
対応方針
・復旧工法の以下のポイントを設定した。 川として自然な景観・形状になること。湿地環境の形成。
 <ul style="list-style-type: none">・掘削面を平均潮位よりも若干掘り下げる。・掘削面に微妙な凹凸によるアンジュレーションをつけ、できるだけ平坦に仕上げず、川らしい形状とする。・既存のワンドを保全する。
出典：宮崎河川国道事務所提供資料
対応後の改修断面

平水位より若干下まで掘削している状況 (H19.3工事完了)
出典：宮崎河川国道事務所提供資料

・土砂堆積モニタリングを適切に行い維持管理に努める。(掘削した陸上部だけでなく水中部についても実施)

→河川として自然な景観や形状及び湿地環境の形成を目標として、大淀川の当該区間を対象に、施工(平成19年3月完了)後の、①土砂堆積に関わるモニタリング、②自然環境(植生分布や植物群落など)に関わるモニタリング調査を実施し、適切な河道掘削の予測・維持管理を行う計画としている。(モニタリング期間平成19年～平成23年)



資料：宮崎河川国道事務所提供資料

検討フロー

モニタリング調査項目

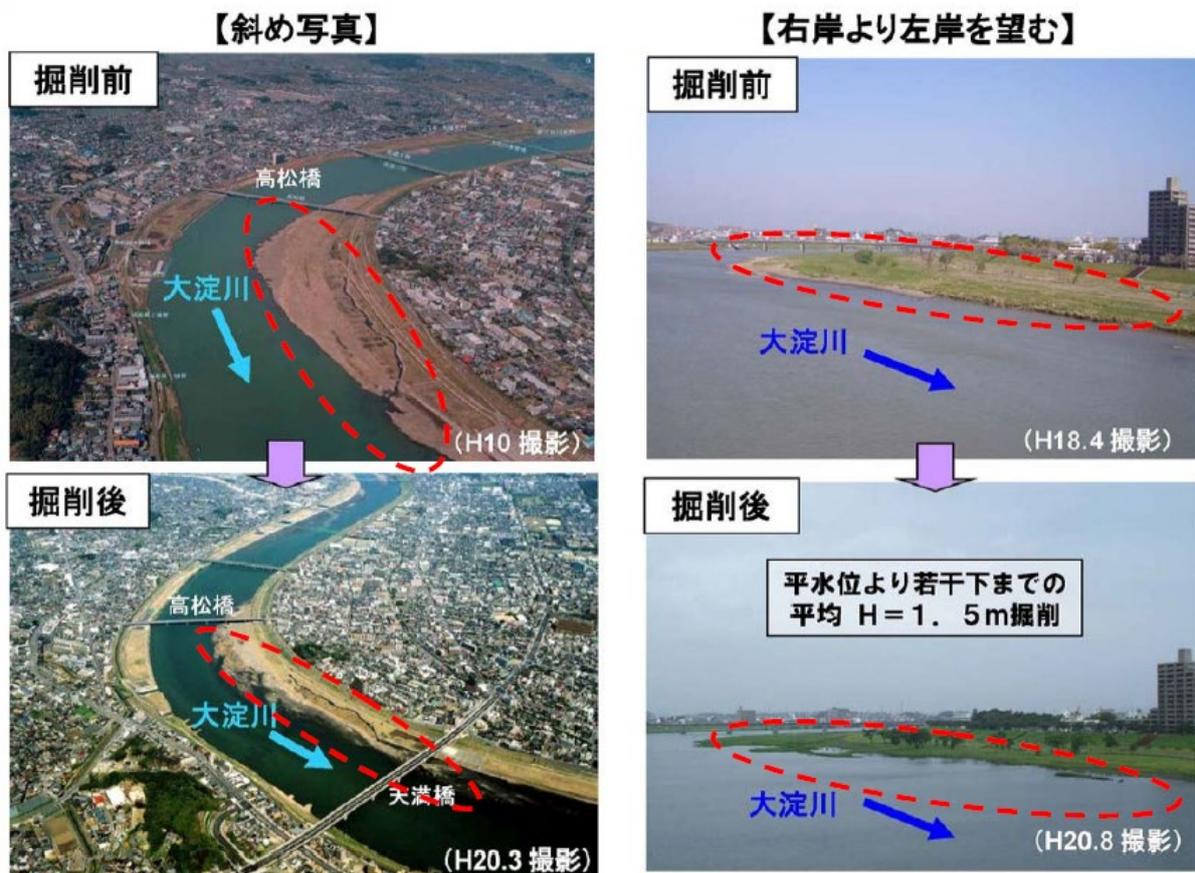
調査項目		目的	時期・回数
土砂堆積に関わるモニタリング	測量		
	リングセンサー調査	植生及び箇所別の土砂の挙動を把握する	春季1回、秋季1回
	粒度分布調査(陸域)	植生及び箇所別の土壌性状の挙動を把握する	春季1回、秋季1回
	粒度分布調査(水域)		夏季1回(3地点)
	根毛量調査	植生別の根の伸長度合いなどを把握	出水前・後、計2回
	定点写真撮影	調査地区の景観的な変化を捉える	各月1回(7月～11月)
	地下水位	寄州上における地下水変動の把握	
	砂層厚	移動床計算に係る基礎情報	
自然環境に関わるモニタリング	岩盤強度	宮崎層群の岩盤の性状把握	
	植生図作成調査	植生・地形の経年的な変化を把握	秋季1回
	植生断面調査	代表測線における植生の断面の分布情報を把握する	秋季1回
	植生密度確認調査	植生別の土砂の補足状況に関する情報を取得する	秋季1回
	植生剥離確認調査	出水による植生別の剥離状況を把握する	秋季1回
動物利用実態調査	生息状況及び利用状況の把握	(哺乳類、魚介類) 春季～夏季1回、(鳥類) 春季～夏季1回、冬季1回	

(2) 生物生息環境への配慮：砂州やワンド、干潟や湿地の保全・形成

<p>課題</p>
<p>・ワンド・湿地では、タコノアシ群落などの湿生植物、タケノコカワニナなどが生息、ツルヨシなどが繁茂する砂州ではオオヨシキリやカヤネズミの営巣がみられる。</p>
<p>指摘内容</p>
<p>【生物生息環境への配慮：砂州やワンド、干潟や湿地の保全・形成】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ワンド・湿地環境は宮崎県内でも随一の広さを誇るタコノアシ群落などの湿生植物、タケノコカワニナなどが生息するなど、重要種を含む多様な生態系が維持されている貴重な環境であるため、現存するワンド・湿地環境の保全に努めること ・カモ類の休息地として利用されているため残す方向で掘削すること。(地元環境アドバイザー) ・オオヨシキリやカヤネズミの営巣が見られるため繁殖期の施工を行わないこと ・地元の生物系の先生と現場を一緒に歩くなどして、チェックをしてもらうこと。
<p>対応方針</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・既存のワンド・湿地環境を保全する。 ・オオヨシキリやカヤネズミの繁殖期に施工を実施しない。
<p>出典：宮崎河川国道事務所提供資料</p>
<p>水際の複雑化などの生息域の多様化への配慮</p>

4.1.4 事業実施後の状況

事業実施前後の状況写真は、以下図 4.1-2 のとおりである。



出典：宮崎河川国道事務所提供資料

図 4.1-2 事業実施前後の状況

(1) 土砂堆積に関わるモニタリング

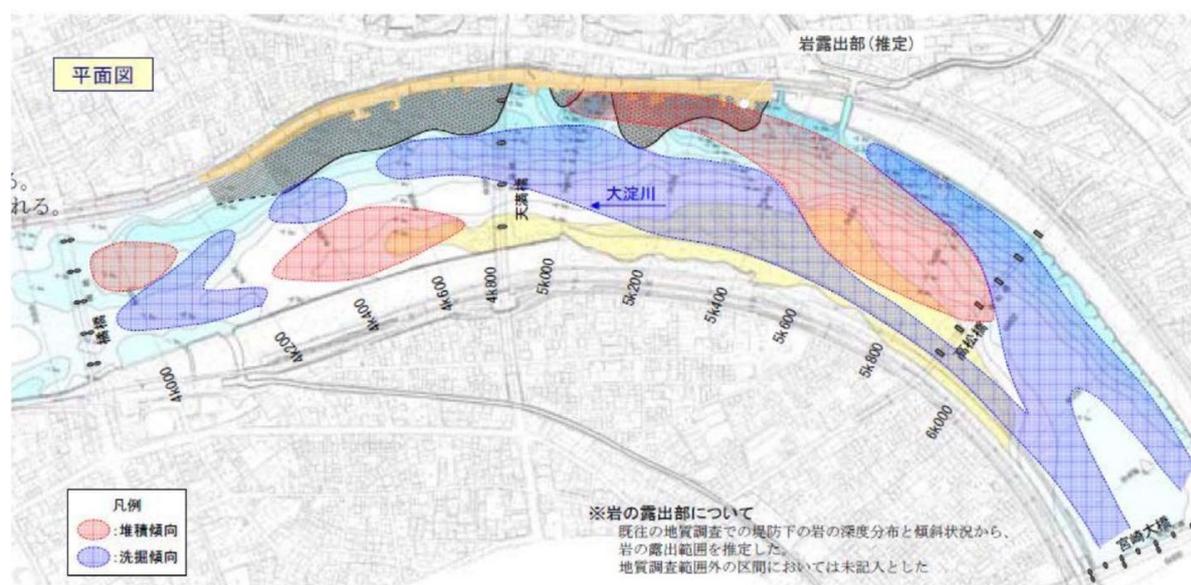
モニタリング期間の土砂動態は表 4.1-5 及び図 4.1-3 のとおりである。

掘削後は、水衝部～河道中央にかけての河床部で堆積、寄州部では、若干の侵食又は平衡状態となっている。

また、5.1k 付近に露頭している岩盤の強度試験から、宮崎層群岩質は強度のある砂岩ともろい泥岩の互層構造が確認されており、掘削に当たっては留意が必要となっている。

表 4.1-5 モニタリング期間の土砂動態の傾向

区間	傾向
6k000 より上流側	湾曲が緩く直線に近い区間であり、河床が均等に洗掘傾向となっている。
5k600～5k800	中央部は、左岸側の砂州が横に拡大するように堆積が進んでいる。
5k000～5k600	右岸側は、平成 17 年 9 月洪水のインパクト受けかなり深掘していたが、ここ数年で深掘れが回復するように堆積傾向となっている。
4k400～5k200	右岸側で岩が露出しているため、河道中央付近が洗掘傾向となっている。
4k400	流れに対して、上流側砂州の背面側に位置するため、堆積傾向にあると推測される。
4k200	4k200 を境に、河道の湾曲が、左曲りから右曲りに変わっている。そのため、4k200 を境に、堆積、洗掘傾向が逆転している。



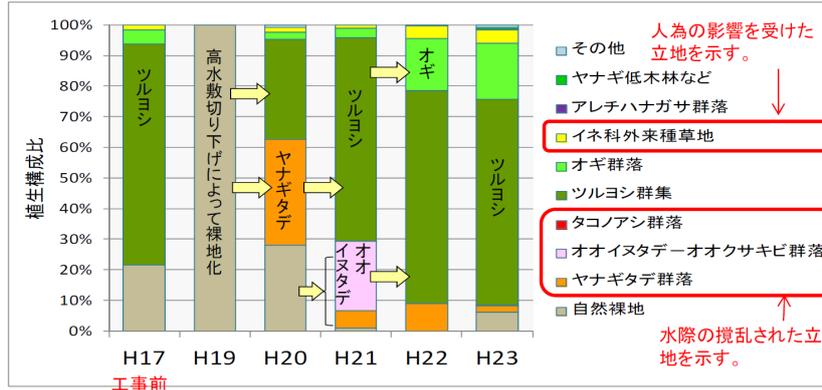
出典：宮崎河川国道事務所提供資料

図 4.1-3 モニタリング期間の土砂動態

(2) 自然環境に関わるモニタリング

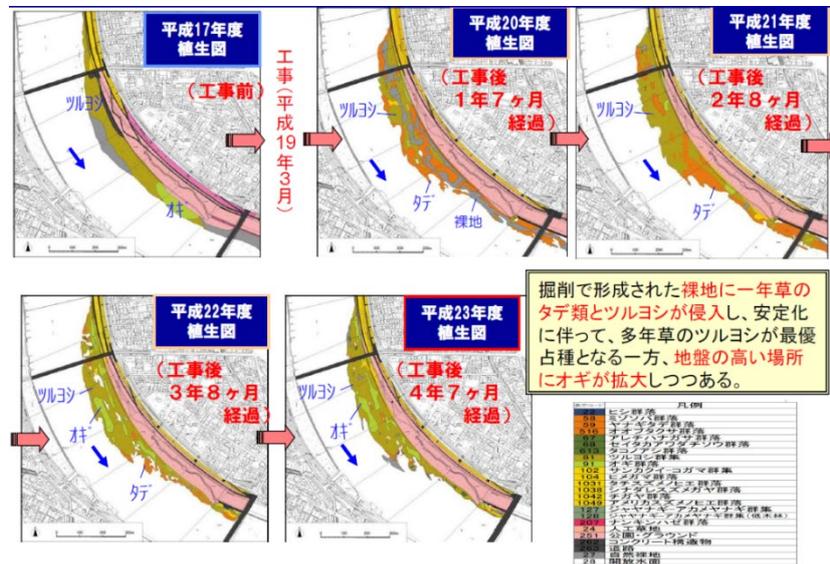
掘削前である平成 17 年度では、砂州の大部分はツルヨシで覆われており、下流側の一部でオギが繁茂し、植生は安定している。平成 20 年度から平成 21 年度にかけて、掘削後の裸地に対してタデ類とツルヨシがほぼ同時に進入した。タデ類が一時的に繁茂するが、おおむね 1 年程度でツルヨシに置き換わった。平成 22 年度から平成 23 年度にかけては、植生が拡大し、裸地部分は消失した。タデ類の生息繁茂もほぼツルヨシ群落に置き換わっており、掘削前の植生に回帰したと考えられる。

掘削後の再堆積箇所にはオギが侵入している。また、水際部や侵食箇所は、タデ類が残っており、複雑な地形により、掘削前に比べて多様性が向上している。



出典：宮崎河川国道事務所提供資料

図 4.1-4 群落面積の変化



出典：宮崎河川国道事務所提供資料

図 4.1-5 植生分布の変遷（植生図）



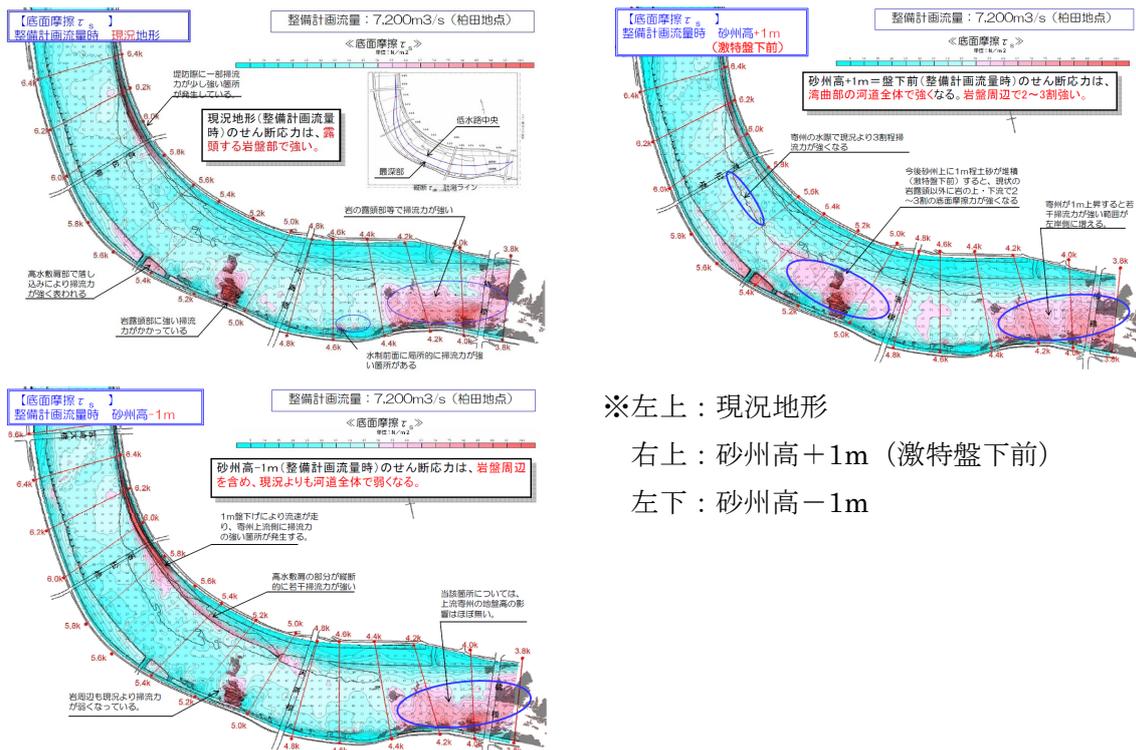
出典：宮崎河川国道事務所提供資料

図 4.1-6 植生分布の変遷（写真）

(3) 平面二次元流況解析による挙動把握

得られた調査結果などをもとに、現況地形、砂州高+1m（激特盤下前）、砂州高-1mの3パターンで平面二次元流況解析により、侵食・堆積の挙動把握が行われた。

現況地形（整備計画流量時）のせん断応力は、露頭する岩盤部で強い状況である。砂州高+1m＝盤下前（整備計画流量時）のせん断応力は、現況地形と比べ湾曲部の河道全体で強くなり、岩盤周辺で2～3割強くなる。砂州高-1m（整備計画流量時）のせん断応力は、岩盤周辺を含め、現況よりも河道全体で弱くなる。



※左上：現況地形
 右上：砂州高+1m（激特盤下前）
 左下：砂州高-1m

資料：宮崎河川国道事務所提供資料

図 4.1-7 平面二次元流況解析結果（底面摩擦 τ_s ）

モニタリング調査結果及び流況解析から、以下が考察された。

- ・水衝部～河道中央にかけての河床部で堆積、寄州部では、若干の侵食又は平衡状態であり、低水路右岸深掘れは安定している。
- ・右岸水衝部の最深河床は、宮崎層群の岩の露頭が確認されている。宮崎層群は砂岩と泥岩が互層になっており、表層の砂岩が侵食されると、その下の泥岩が水分を吸収し一気に侵食（液状化）され、上下流の最深部と同様な洗掘深、あるいは更に縦侵食を起こす可能性がある。
- ・現況の深掘れ部の安定は、下記要因によるものと思われる。
 - ①河川激甚災害対策特別緊急事業による盤下げ
 - ②平成18年以降、大規模出水がなかった。
 - ③5.1kに存在する横帯の岩盤露頭が、現時点では河床安定に寄与している。

- ④5.1k 岩盤より下流側は、寄州地盤高変化で低水路の掃流力はあまり変わらない一方、5.1k 岩盤より上流側 6.0k までは、寄州が堆積して高くなれば、低水路内部の掃流力は強くなる。ただし、最深部はそれほど変化しない。

これらの考察をもとに、河道管理の方向性を以下のとおりとしている。

- ・ 既往最大規模程度（整備計画流量）が発生した場合でも、低水路の掃流力を現況以下になるよう、岩盤露頭の 5.1k より上流側の寄州高をコントロールする。寄州高は、河積を現況河道程度に維持することを目安に、具体的には移動床計算結果も踏まえて設定する。
- ・ 上記は、5.1k の岩盤が維持されることが前提であるため、泥岩が露頭しないよう、現在の岩盤頂部の砂岩高を維持させる必要がある。岩盤維持策は、現地ボーリングにより互層構造を明確にする。また、最深部の岩についても互層構造を確認し、上記、寄州高コントロールと併せて検討する。

4.1.5 今後の展望

平成 18 年の竣工以降、激甚災害対策特別緊急事業に保全したワンドは現在でも良好な環境を保っており、これまでに再掘削などの対策は実施していない。周辺にはタコノアシなどの貴重種が確認されている。河川激甚災害対策特別緊急事業以前から存在した下流端ワンドは、良好な環境を保っており、カニ類や貴重種の生息を確認していることから、同事務所管内の過去の事例を参考にしながら、ワンドの保全を行う予定である。

また、平成 30 年度の大淀川水系河川整備計画の変更に伴い、当該区間では流下能力確保のための河道掘削が検討されており、既存のワンドを維持しつつ、新たなワンドの創出についても検討されている。

4.2 北川水系北川：希少種生息場を考慮した河積確保

4.2.1 河川・事業概要

河川・事業概要など一覧は表 4.1-1 に示すとおりである。

表 4.2-1 河川・事業概要など一覧

水系名	北川
河川名	北川
流域面積	210.2km ²
流路延長	30.3km
等級	一級河川
河床勾配	
セグメント	
河川管理者	近畿地方整備局 福井河川国道事務所
河川汽水域の類型	Ⅱ. 日本海・九州北西部（対馬海流）
事業	河川改修
事業区間	0.6k～0.8k、1.0k～1.2k
工種	河道掘削

(1) 河川特性

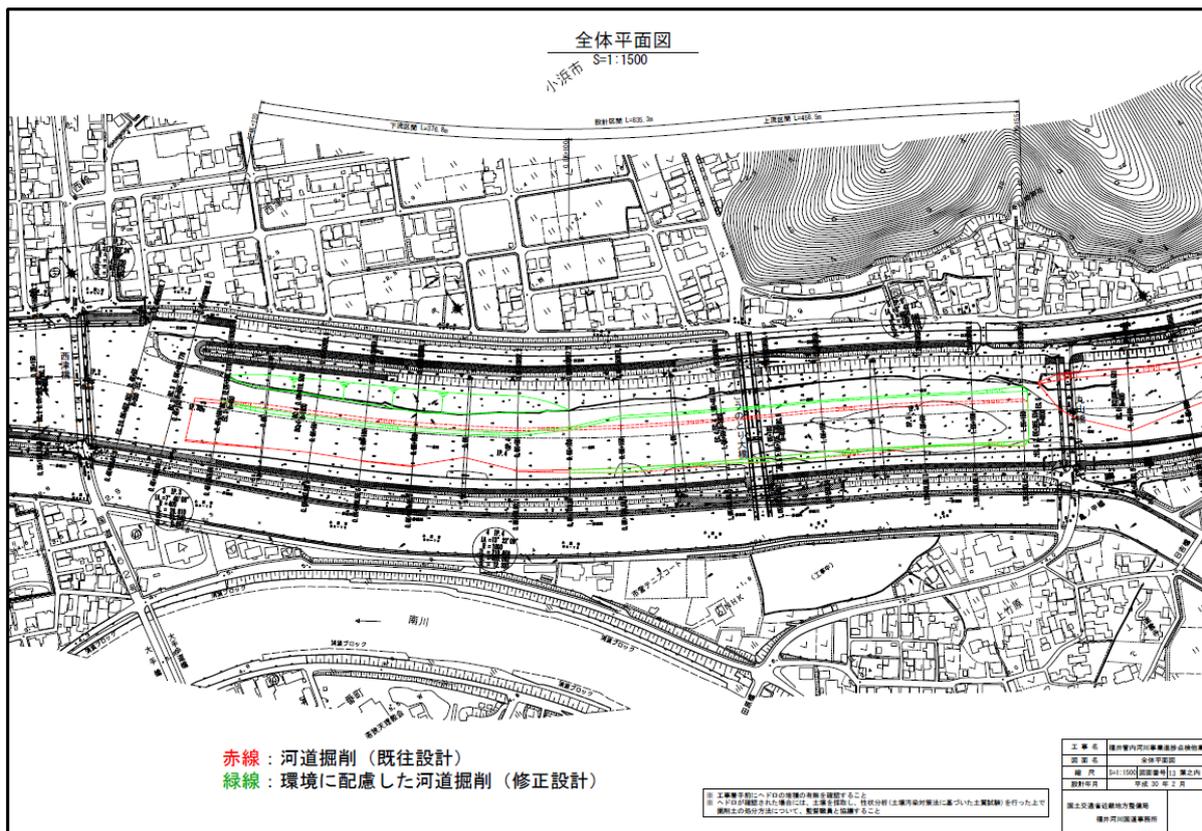
「北川水系河川整備基本方針」（平成 20 年 6 月 国土交通省河川局）によると、北川は、その源を滋賀県と福井県との境をなす野坂山地の三十三間山（標高 842m）付近に発し、三重嶽、武奈ヶ嶽にさえぎられた滋賀県高島市の山間部を南流し、県境付近において左支川の寒風川を合わせ、流路を北西に転じ、若狭町にて右支川鳥羽川を、更に小浜市にて右支川野木川と左支川遠敷川を合わせ日本海に注ぐ幹川流路延長 30.3km、流域面積 210.2km²の一級河川である。

(2) 北川の環境

「北川水系河川整備基本方針」（平成 20 年 6 月 国土交通省河川局）によると、丸山橋付近から河口までの下流部は感潮域となっており、ヨシ原が見られるほか、シオクグが帯状に群落を形成しており、カワザンショウガイやクロベンケイガニなどの汽水域の底生動物にとって重要な生息環境となっている。また、感潮域から下流部にかけてイシマキガイも見られる。感潮域はシラウオ、シロウオの産卵場となっている。

(3) 事業概要

流下能力の向上を目的として、北川水取地区（約 0.4k～約 1.4k）で河道掘削を実施する計画であった。



資料：福井河川国道事務所提供資料

図 4.2-1 全体平面図

4.2.2 多自然川づくりを行う上での課題

当初計画の河道断面では、希少塩生植物の生育環境及び希少魚種産卵場への影響が懸念されることが、河道設計に当たって判明した。

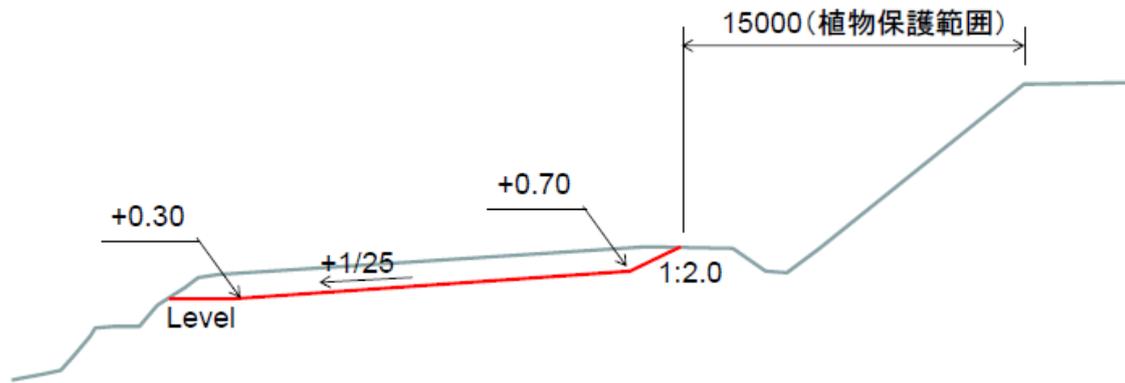
表 4.2-2 課題・指摘内容

課題	指摘内容
希少塩生植物の生育環境の消失が懸念される。	<ul style="list-style-type: none"> ・現況の生息環境について、除草や洪水などによる堤脚部の攪乱により、希少塩生植物の生育範囲を保っているが、寄洲部のヨシ・オギなどの繁茂により植生範囲が堤脚部に留まっているとの見方もできる。 ・積極的に希少塩生植物の生息環境を再生するのであれば、希少塩生植物の生育範囲と同じ比高で寄洲部を切下げて、冠水頻度を上げることで、ヨシ・オギなどの植生範囲の縮小を図れ、希少塩生植物が繁茂しやすい環境になるのでは。 <p>また、高水敷を少しでも切下げ、流下断面を確保した分、低水路部の掘削を減らせることとなり、希少魚種の産卵場（浅場）の保全にも寄与できるのではないかと考えられる。深く掘削すると、堆積することとなるので、低水路部の掘削を減らすことは維持管理上も良くない。</p>
希少魚種の産卵場の消失が懸念される。	<ul style="list-style-type: none"> ・河床掘削による改変範囲について、1.4k 上流は 1m 未満の浅場が河床掘削により増加しており、希少魚種の産卵環境にはやさしいが、1k 下流の砂地に形成されると考えられる別の希少魚種の産卵場は半減している。 ・ミティゲーションの観点から、本川の死水域及び、江古川の流下能力に影響のない範囲で、0.4k 付近の中洲の浅場を下流に延伸する（背割堤を伸ばすイメージ）などの工夫ができないか検討し、少しでも環境を確保すること。 ・河床掘削により、砂礫地に形成されると考えられる希少魚種の産卵場は、上流域へ移動する程度の影響が生じる可能性がある。現在 1.2k 付近に砂州が形成されており、改修後も形成される可能性があるか川幅水深比や掃流力を確認すること。掘削の工夫では、保全することは難しい。まず、樹木を切って川幅を広げて、浅場をつくり交互砂州を創出できるか考える。

4.2.3 課題・指摘内容に対する対応方針

(1) 希少塩生植物の生育環境の保全

課題
希少塩生植物の生育環境に配慮した掘削断面を設定する必要がある。
指摘内容
<ul style="list-style-type: none">・現況の生息環境について、除草や洪水などによる堤脚部の攪乱により、希少塩生植物の生育範囲を保っているが、寄洲部のヨシ・オギなどの繁茂により植生範囲が堤脚部に留まっているとの見方もできる。・積極的に希少塩生植物の生息環境を再生するのであれば、希少塩生植物の生育範囲と同じ比高で寄洲部を切下げて、冠水頻度を上げることで、ヨシ・オギなどの植生範囲の縮小を図れ、希少塩生植物が繁茂しやすい環境になるのでは。 また、高水敷を少しでも切下げ、流下断面を確保した分、低水路部の掘削を減らせることとなり、希少魚種の産卵場（浅場）の保全にも寄与できるのではないかと。深く掘削すると、堆積することとなるので、低水路部の掘削を減らすことは維持管理上も良くない。
対応方針
<p>【希少塩生植物に配慮した寄洲部の切下げ】</p> <ul style="list-style-type: none">・希少塩生植物は、0.6k～0.8kの寄洲部に生息していることが平成25年度の調査で確認されており、生息場は汽水が入り込む環境が確保されていることが確認されている。・北川での確認場所や他水系における調査結果から、希少塩生植物に適した相対潮汐地盤高さは0.4～1.2であり、北川において相応する標高はT.P.+0.3～0.7mであることが確認されている。 <p>以上から、次の方針で希少塩生植物の生息に適した環境を河道掘削により確保・創出する。</p> <ol style="list-style-type: none">① 現存する希少塩生植物の生息範囲を確保する（右岸堤防法肩より15m程度）② 新たな生息場を創出するため、寄洲においてT.P.+0.3m～0.7mの高さの法面を増やす③ 法面創出による河積増分を浅場創出のため低水路幅縮小により相殺する <ol style="list-style-type: none">① 現存する希少塩生植物の生息範囲を確保する（右岸堤防法肩より15m程度） →右岸堤防法肩から寄洲の幅が30～38mであり、希少塩生植物の生息場（植物保護範囲）として法肩から15mを確保する② 新たな生息場を創出するため、寄洲においてT.P.+0.3m～0.7mの高さの法面を増やす →寄洲におけるT.P.+0.3m～0.7mの高さの法面を増やすため、下記標準断面図のように掘削した。



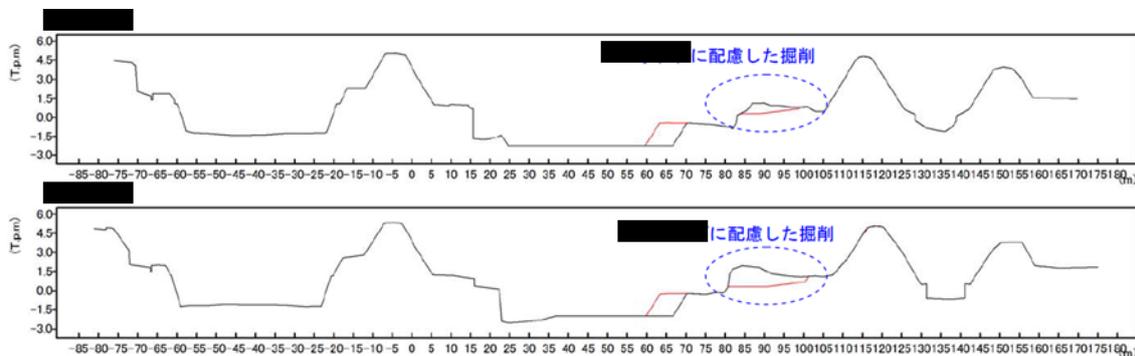
資料: 福井河川国道事務所提供資料

標準断面図 (寄州部切下げ)

- ・ T.P.+0.7m への切下げを考慮すると T.P.+0.3m~0.7m の高さの法面を 10m ほど創出できる。法面勾配は 1/25 とし、10m 以上確保できる箇所では、T.P.+0.3m の平坦部を多く確保する

③ 法面創出による河積増分を浅場創出のため低水路幅縮小により相殺する

→掘削により創出した河積については、低水路幅の縮小に活用するものとし、同等の河積かつ河川整備計画流量流下時に水位が H.W.L.を超過しないようにするため縮小幅を 5m とした



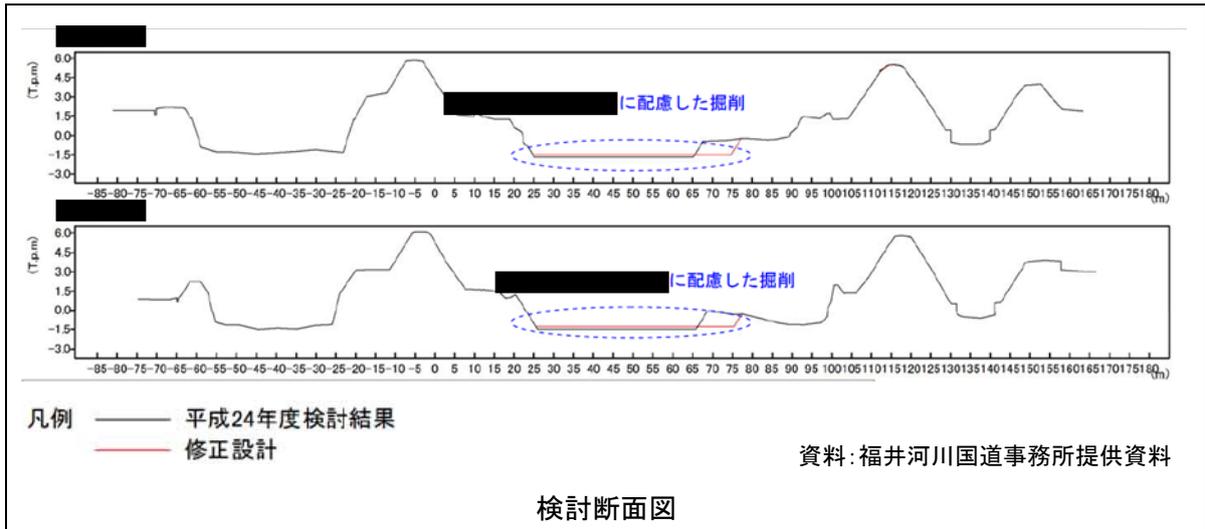
凡例 ——— 平成24年度検討結果
 ——— 修正設計

資料: 福井河川国道事務所提供資料

検討断面図

(2) 希少魚種の産卵環境の保全

課題
希少魚種の産卵場に配慮した掘削断面を設定する必要がある。
指摘内容
<ul style="list-style-type: none">・河床掘削による改変範囲について、1.4k 上流は 1m 未満の浅場が河床掘削により増加しており、希少魚種の産卵環境にはやさしいが、1k 下流の砂地に形成されると考えられる別の希少魚種の産卵場は半減している。・ミティゲーションの観点から、本川の死水域及び、江古川の流下能力に影響のない範囲で、0.4k 付近の中洲の浅場を下流に延伸する（背割堤を伸ばすイメージ）などの工夫ができないか検討し、少しでも環境を確保すること。・河床掘削により、砂礫地に形成されると考えられる希少魚種の産卵場は、上流域へ移動する程度の影響が生じる可能性がある。現在 1.2k 付近に砂州が形成されており、改修後も形成される可能性があるか川幅水深比や掃流力を確認すること。掘削の工夫では、保全することは難しい。まず、樹木を切って川幅を広げて、浅場をつくり交互砂州を創出できるか考える。
対応方針
<p>【希少魚種の産卵床や遡上のための浅場の創出】</p> <ul style="list-style-type: none">・希少魚種の産卵床や遡上のための浅場を形成しやすくするため、低水路掘削幅部の水深を浅くする。・浅くすることにより不足する河積を低水路の拡幅により確保する。 <p>以上から、次の方針により河道形状を設定した。</p> <ol style="list-style-type: none">①河床の上げ幅については、前後断面の縦断勾配を考慮し、勾配の急変箇所や勾配の逆転がないようにする②左岸部は矢板護岸のため、低水路拡幅は右岸側を対象とする③右岸の水際部は希少魚種の遡上に適した浅場（平水時に水深が 1m 未満）であり、下流から一定の幅を確保することに努める <p>→河床高の上げ幅と低水路幅の拡幅について、準二次元不等流計算によりトライアル計算を実施し、河床高 0.2m 上昇と低水路の 10m 拡幅が可能（下図参照）であることを確認し修正設計に反映した。</p>



4.2.4 事業実施後の状況・今後の展望

事業実施後の状況写真は、図 4.2-2 のとおりである。

河川管理者へのヒアリングによると、施工後の調査により、希少塩生植物の生息数増加を確認しており、今後は土砂堆積と希少塩生植物の生息状況をモニタリング予定である。また、河道掘削後の再堆積対策に対して、事前の平面 2 次元流解析結果からは堆積傾向は確認されていないが、今後はモニタリング結果に応じて対策を検討する予定である。



左上：平成 28 年 7 月 27 日撮影

右上：平成 30 年 11 月 6 日撮影

左下：令和元年 8 月 8 日撮影

資料: 福井河川国道事務所提供資料

図 4.2-2 事業実施後の状況

4.3 船津川水系船津川：中小河川における工夫例

4.3.1 河川・事業概要

河川・事業概要など一覧は表 4.3-1 に示すとおりである。

表 4.3-1 河川・事業概要など一覧

水系名	船津川
河川名	船津川
流域面積	76.55km ²
流路延長	11.9km
等級	二級河川
河床勾配	LEVEL (0.0k～1.6k)、1/1000 (1.6k～2.44k)、1/500 (2.44k～5.41k)
セグメント	セグメント 2-2～3
河川管理者	三重県
河川汽水域の種類	Ⅲ-2. 太平洋（黒潮）
事業	激甚災害対策特別緊急事業（激特）、河川等災害関連事業（関連）
事業区間	0.0 k～5.4k
工種	河床掘削、低水護岸（根継）、特殊堤、築堤護岸、河床整形

(1) 河川特性

船津川は、紀北町と大台町との境界にある大河内山（標高：875m）に源を発して熊野灘に注ぐ、流域面積 76.55km²、法河川延長約 11.9km の二級河川である。その流域は三重県東紀州地域の旧海山町にあり、流域内主要河川、湖沼は船津川、内頭川、往古川、大船川、白石湖である。船津川は、中流部のワンド、クリークや潮位変動に伴い現れる下流部の砂州など、潮位の影響を受ける区間で豊かな河川環境が形成されている。

(2) 船津川の環境

船津川は、中流部のワンド、クリークや潮位変動に伴い現れる下流部の砂州など、潮位の影響を受ける区間で豊かな河川環境が形成されている。船津川流域における自然環境と景観を以下に示す。

表 4.3-2 自然環境と景観

船津川	重要な魚類として、メダカ、アユカケ（カマキリ）が生息している
-----	--------------------------------

出典：自然に配慮した川づくりの手引き（案） 三重県（平成 15 年 10 月）

表 4.3-3 船津川における重要種の確認状況

区分	種名	重要種区分	確認状況	船津川確認箇所	特徴等
植物	コアマモ	全国：情報不足 近畿：絶滅危惧 A 三重県：絶滅危惧 I B 類	現地確認	下流 (感潮域)	砂泥地に生育する。多年生海草で一年中見ることが出来る。低塩分環境でも生育できるので、内湾の浅いところ以外にも河口や塩水の影響のある湖沼でも蘆場を形成する。通常水深 1 m 以浅に生育する。
	カワツルモ	全国：絶滅危惧 I B 類 近畿：絶滅危惧 A 三重県：絶滅危惧 II 類	聞き取り	下流 (感潮域)	広く分布する多年草。淡水と海水の混ざる汽水域の塩性湿地などに生育する。
	フクド	全国：— 近畿：絶滅危惧 A 三重県：絶滅危惧 II 類	現地確認	下流 (感潮域)	河口近くの塩性湿地に生育する。満潮時には塩水につかるような場所にみられる。
	ハマサジ	全国：絶滅危惧 II 類 近畿：絶滅危惧 C 三重県：準絶滅危惧	現地確認	下流 (感潮域)	満潮時には塩水につかるような河口の塩性湿地に生育する。泥土にはあまり生えず、礫質や砂質、砂泥質の環境に多い。
	ナガミノオニシバ	全国：— 近畿：— 三重県：準絶滅危惧	現地確認	下流 (感潮域)	内湾や河口の岩場や砂礫地などの磯浜に生育する。満潮時には海水につかるような磯浜に生育する。
	ハマボク	全国：— 近畿：絶滅危惧 A 三重県：絶滅危惧 II 類	現地確認	下流 (感潮域)	内湾や河口の塩性湿地に生育する落葉低木。
	ヌマハリイ	全国：— 近畿：絶滅危惧 C 三重県：絶滅危惧 I A 類	聞き取り	中流	池の湿地に生育する多年草。
	タコノアシ	全国：絶滅危惧 II 類 近畿：絶滅危惧 C 三重県：絶滅危惧 II 類	聞き取り	中流	泥湿地、浅い沼、川原の湿地など水位の変化があるところに生育する。
	ミクリ類 (種不明)	※ミクリ類の多くは絶滅危惧種に指定されているため、重要種としてあげた。	聞き取り	中流	抽水植物で茎と葉は水中から突き出ている。池沼や農業用水路、河川の緩流部などに生育する。西日本で最も分布頻度の高いナガエミクリは、河川流水域での出現頻度が高い。(内頭川で確認されている種はナガエミクリ)
魚類	メダカ	全国：絶滅危惧 II 類 三重県：準絶滅危惧	現地確認	中流	平地の池や水田、水路の流れの緩やかなところを好み、水面付近を群泳する。
貝類	イボキサゴ	全国：— 三重県：絶滅危惧 I A 類	聞き取り	下流 (河口部)	内湾干潟の砂泥底に生息する。
鳥類	ミサゴ	全国：準絶滅危惧 近畿：絶滅危惧 (繁殖個体群) 三重県：絶滅危惧 II 類 (越冬) 絶滅危惧 I B 類 (繁殖)	現地確認	下流	主に海岸に棲むが、大きな湖や川にもいる。食物は魚が主で、空中で停空飛行を行ってから急降下して水に突っ込み、魚を捕らえる。島の岩上、断崖の棚、海岸や湖沼に近い大木の上などに営巣する。本種は生態系の上位に位置し、良好な生態系の指標となる。
	イカルチドリ	全国：準絶滅危惧 近畿：絶滅危惧 (繁殖個体群) 三重県：準絶滅危惧 (越冬) 絶滅危惧 II 類 (繁殖)	現地確認	下流	大きな河川の中流部に生息し、礫の多い河原で繁殖する。餌は、主に昆虫などの動物質である。
	カワセミ	全国：— 近畿：絶滅危惧 (繁殖個体群) 三重県：—	現地確認	中流～上流	川・池・湖などの水辺に生息する。水中にダイビングして魚を捕らえる。水辺の土の崖に巣穴を掘って繁殖する。
	コチドリ	全国：— 近畿：準絶滅危惧 (繁殖個体群) 三重県：—	現地確認	下流～中流	河川の中～下流域の砂礫の河原を生息し、砂地や砂礫地に穴を掘って産卵する。餌は、主に昆虫などの小動物である。

※その他、範囲外であるが(前柱川)、シバナ(全国：絶滅危惧 II 類 近畿：絶滅危惧 C 三重県：絶滅危惧 I B 類)を聞き取りで確認した。

資料：三重県提供資料

(3) 事業概要

平成 16 年 9 月 21 日に発生した台風 21 号は、三重県東紀州地域に豪雨を降らせ、船津川流域の中里雨量観測所における 24 時間雨量は 1,007mm、60 分最大雨量は 154mm/h という未曾有の雨量を記録した。この豪雨は、近傍の尾鷲雨量観測所における観測史上最大 24 時間雨量 801.5mm(昭和 43 年)、最大 60 分雨量 139mm/h(昭和 47 年)を上回る雨量となった。

これに伴う洪水氾濫により、184ha の浸水面積、1,261 戸の床上浸水、32 戸の床下浸水が発生し、推定被害額は 215 億円となった。このため、往古川合流点下流においては河川激甚災害対策特別復旧事業（激特事業）が採択された。

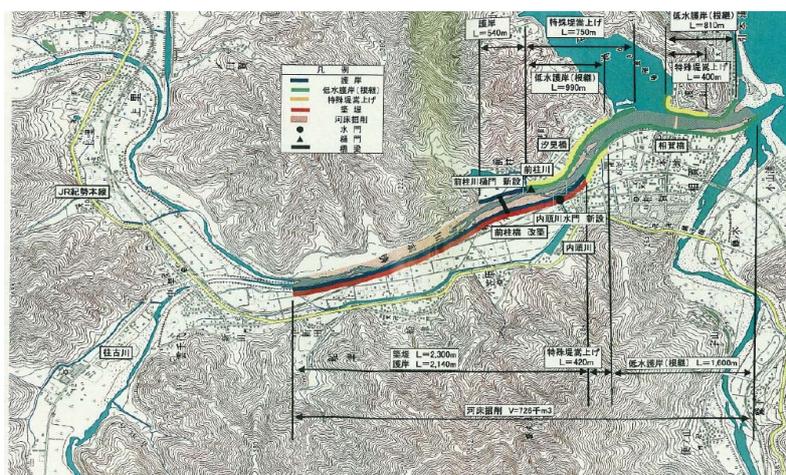
本河川激甚災害対策特別緊急事業は、緊急的に再度災害防止を図る観点から緊急性及び実現性を考慮し、「今回洪水を考慮し新たに立案した最大限の河道分担流量である計画高水流量を計画高水位以下で安全に流下させる」ことを目標とし、事業方針及び本河川激甚災害対策特別緊急事業のメニューは以下となった。

【事業方針】

- ①今回洪水を考慮した新計画に整合した激特計画とする。
- ②計画を上回る今回の被災流量に対しても、再度災害防止を図る激特計画とする。

【本河川激甚災害対策特別緊急事業のメニュー】

- ①河床掘削：河道の流下能力を向上し水位を低下させるため、全川にわたり河床掘削を実施。また、河床掘削に伴い季節帝水護岸の根継、橋梁改築を実施。
- ②築堤、堤防などの嵩上げ：河道の流下能力を確保するため、築堤、堤防の嵩上げ、特殊堤の嵩上げを実施
- ③護岸：堤防を洪水流の洗掘などより防護するため、護岸の整備を実施。
- ④水門、樋門：船津川本川の排水の影響を排除するため、内頭川水門、前柱川樋門の整備を実施



資料：三重県提供資料

図 4.3-1 激特區事業実施箇所と内容

4.3.2 多自然川づくりを行う上での課題

河川汽水域のうち下流域（0.0k～1.6k）の多自然川づくりの目標は、「重要種を多く含む塩沼地植生、海生沈下植物が立地し、底生動物や水鳥の生育空間である砂州地形の保全を図る」として設定された。

当初計画では河床を平坦に掘削する計画であったため、事業実施上の課題として、河道掘削・築堤時に、干潟やワンドなどの生物生息環境への影響が懸念された。事業実施上の課題に対し、有識者（多自然川づくりアドバイザー）より指摘を頂いた。

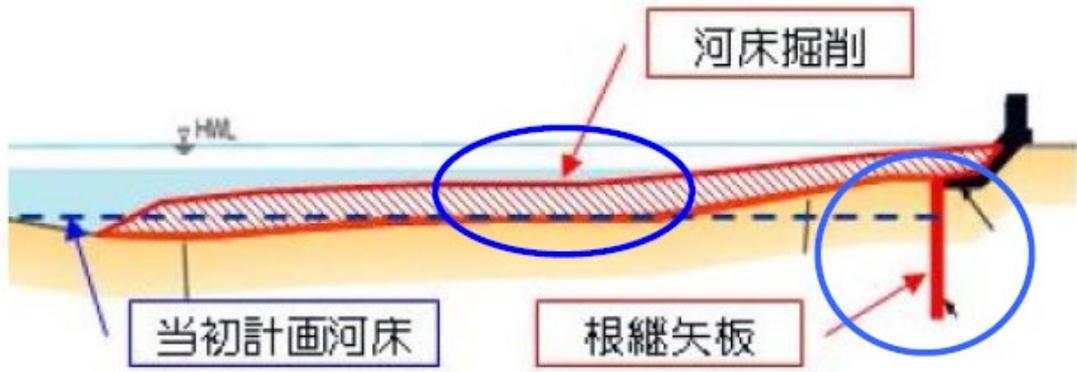
表 4.3-4 課題・指摘内容

課題	指摘内容
・河道掘削・築堤時に、干潟やワンドなどの生物生息環境への影響が懸念される。	【河道横断形状や川幅の確保：横断勾配の緩傾斜化】 【河岸水際への配慮：天端の覆土】 【景観・利用面：水際への人のアクセス確保】 ・カヌーや人の水際へのアクセスを考慮し、砂州を可能な範囲で残す。
	【河岸水際への配慮：土羽の活用（護岸を設置しない）】 ・白石湖導流堤付近及び白石湖側の泥のワンド、干潟や湿地の保全・形成。
	【河道線形の考慮：引堤の実施】 【生物生息環境：砂州やワンド、干潟や湿地の保全・形成】 【生物生息環境：樹木や植生の保全・移植】 ・ワンドやクリーク、湿地などを保全・再生する。

4.3.3 課題・指摘内容に対する対応方針

- (1) 河道横断形状や川幅の確保、河岸水際への配慮：天端の覆土、景観・利用面：水際への人のアクセス確保

課題
<ul style="list-style-type: none"> ・河道掘削・築堤時に、干潟やワンドなどの生物生息環境への影響が懸念される。
指摘内容
<p>【河道横断形状や川幅の確保：横断勾配の緩傾斜化】</p> <p>【河岸水際への配慮：天端の覆土】</p> <p>【景観・利用面：水際への人のアクセス確保】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カヌーや人の水際へのアクセスを考慮し、砂州を可能な範囲で残す。
対応方針
<p>【干潟・砂州の保全・再生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・河床高は現況の河床形状に近い緩やかな横断勾配とした。 ・干潟の天端高を満潮時に水が浸かる程度の高さとした。 ・根継ぎ矢板の天端が見えないよう覆土を行い、護岸の見えの面積を減らし、干潟の面積を確保した。
資料：三重県提供資料
当初計画における横断面図（0.0k～1.6k）



資料: 三重県提供資料

当初計画における横断面図 (0.0k~1.6k)



資料: 三重県提供資料

下流区間における指摘に対する対応状況 (施工前と施工後)

(2) 河岸水際への配慮：土羽の活用（護岸を設置しない）

<p>課題</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・河道掘削・築堤時に、干潟やワンドなどの生物生息環境への影響が懸念される。
<p>指摘内容</p>
<p>【河岸水際への配慮：土羽の活用（護岸を設置しない）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・白石湖導流堤付近及び白石湖側の泥のワンド、干潟や湿地の保全・形成。
<p>対応方針</p>
<p>【干潟・砂州の保全・再生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・右岸側に幅 10～20m 程度の砂州を保全・再生。 <div data-bbox="231 627 1316 1041" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: right;">資料：三重県提供資料</p> <p style="text-align: center;">下流区間における指摘事項</p> <p>【導流堤・ワンド・塩性湿地の保全】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・白石湖導流堤付近は改築を行わず、導流堤付近に生息する植生の保全を図った。 ・河川改修に当たっては、既存の導流堤が洗掘により破損することを防ぐため、導流堤基礎部分に捨石を設置している。 <div data-bbox="335 1444 805 1769" data-label="Image"> </div> <p>塩性植物の生育地となる砂州を保全・再生</p> <div data-bbox="829 1444 1284 1769" data-label="Image"> </div> <p>導流堤の改築を行わず、導流堤付近に分布するハマボウ群落等を保全</p> <p style="text-align: right;">資料：三重県提供資料</p> <p style="text-align: center;">導流堤付近の対応状況</p>

- (3) 河道線形の考慮：引堤の実施、生物生息環境：砂州やワンド、干潟や湿地の保全・形成、
生物生息環境：樹木や植生の保全・移植

課題
<ul style="list-style-type: none"> 河道掘削・築堤時に、干潟やワンドなどの生物生息環境への影響が懸念される。
指摘内容
<p>【河道線形の考慮：引堤の実施】</p> <p>【生物生息環境：砂州やワンド、干潟や湿地の保全・形成】</p> <p>【生物生息環境：樹木や植生の保全・移植】</p> <ul style="list-style-type: none"> ワンドやクリーク、湿地などを保全・再生する。
対応方針
<p>【導流堤・ワンド・塩性湿地の保全】</p> <ul style="list-style-type: none"> 堤防を引堤に計画変更することで、重要種が生息している支川合流部の塩沼地（砂州）を保全した。 施工中は、重要種を他箇所に移植するなどの配慮を行った。 重要種移植箇所の選定は、船津川の自然環境に精通している地元高校教諭、川漁師、自然保護活動を行う地元 NPO 団体にヒアリングを実施し、現地調査を実施しながら選定した。
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="244 1093 791 1473"> </div> <div data-bbox="820 1064 1369 1473"> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-right: 100px;"> 塩生植物の生育地となる塩沼地（砂州）を保全 </div> <div style="text-align: center;"> 塩沼地に生育する重要種（ハマサジ） </div> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">資料：三重県提供資料</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">塩生植物の状況</p>

4.3.4 事業実施後の状況

(1) モニタリング調査

1) 調査項目・評価手法

船津川が本来有する自然環境を踏まえ、アドバイザーからの助言を元に達成状況の評価に必要な評価項目（着目すべき自然環境）及び評価手法を表 4.3-5 に示すとおり設定した。

表 4.3-5 評価項目、多自然川づくりの実施内容及び評価手法

評価項目	多自然川づくりの実施内容	評価方法
干潟	砂州の再生	保全・形成の状況、砂州の面積変化
ワンド・たまり	ワンドの保全及び再生	保全・形成の状況、水深・面積の変化
水際植生	浅水域の保全・再生	堆積部植生生育状況、水際の凹凸状況。 流速・水深状況
	塩生植物の保全・再生	
	砕石、木工沈床などの部分的な配置による多孔質空間の創出	
ヨシ原	ヨシ原の再生	保全・形成の状況、ヨシ原の面積変化
河岸	緩傾斜の土場護岸（低水路）による植生の再生	保全・形成の状況、植生の面積変化

2) モニタリング調査方法

船津川の自然環境やアドバイザーの助言を参考に、「多自然川づくり実施状況調査・追跡調査要領」（以下、「要領」）に準拠してモニタリング調査を行った。モニタリング調査としては「実施状況調査」及び「追跡調査」を実施した。

- ①「実施状況調査」は、平成 20 年度に完成した全ての工事箇所を実施する。
- ②「追跡調査」は、実施状況調査対象箇所から特に良好な環境を有する箇所や環境復元を図る箇所を代表箇所として 1~2 箇所程度を抽出し、河川環境の工事後の状況変化を 5 年間写真撮影と目視観察により行う。
- ③要領に基づく調査のほか、生物に係る調査については地元有識者に実施していただく。

(2) モニタリング結果

モニタリング結果のうち、下流域（0.0k～1.6k）における多自然川づくりの実施内容である「砂州の再生」、「白石湖導流堤及びワンドの保全」及び「右岸砂州の保全」の結果を記載する。

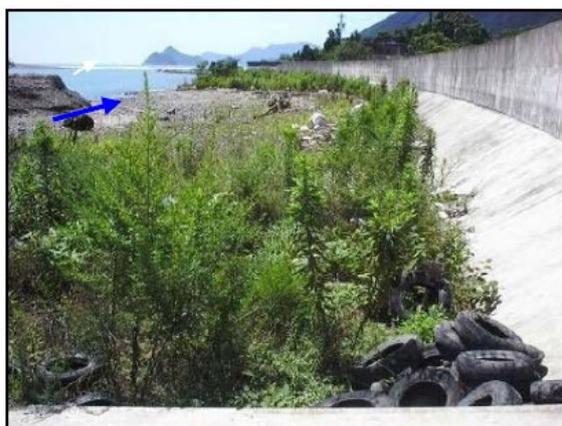
1) 砂州の再生

施工後約3年が経過した平成22年9月時点では、干潟が保全されており、植物の重要種（フクド、ハマサジ）が砂州に生育していることが確認された。

■着手前【H17.6】



全景（平成17年6月22日撮影）



近景（平成17年6月22日撮影）

■H22 モニタリング結果【H22.9：約3年経過後】



全景（平成22年9月28日撮影）



近景（平成22年9月28日撮影）

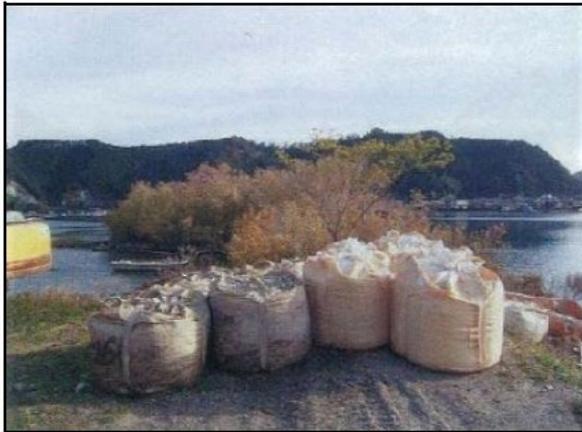
資料：三重県提供資料

図 4.3-2 着手前と事業実施から3年後の状況（砂州の再生）

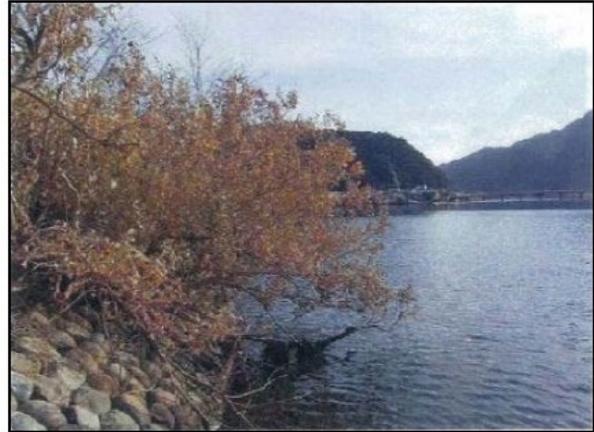
2) 白石湖導流堤及びワンドの保全

施工後約3年が経過した平成22年9月時点では、ハマボウは従前と変わらず生育しており、ほかにもフクドなどの塩生植物も生育していることを確認した。

■着手前【H17.12】



全景（平成17年12月9日撮影）

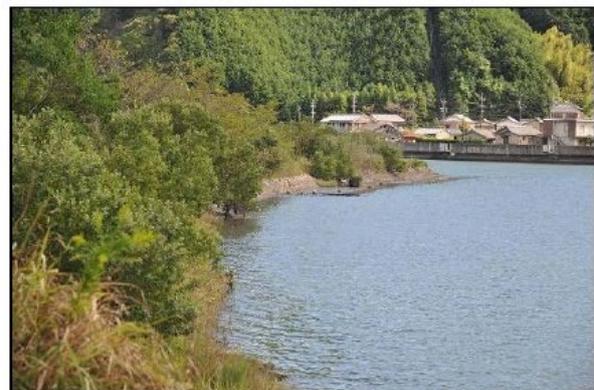


近景（平成17年12月9日撮影）

■H22 モニタリング結果【H22.9：約3年経過後】



全景（平成22年9月28日撮影）



近景（平成22年9月28日撮影）

資料：三重県提供資料

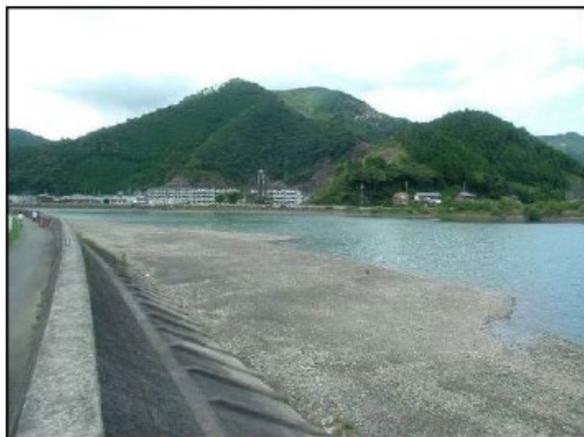
図 4.3-3 着手前と事業実施から3年後の状況（白石湖導流堤及びワンドの保全）

3) 右岸砂州の保全

当該地域は、平成 20 年に根固工を土砂で被覆し砂州を再生した箇所である。

平成 22 年 9 月時点では、フクドが全面的に生育しており、地元有識者からはしかるべき環境を整備すれば周辺から侵入して回復する例としてコメントを頂いている。

■着手前【H19.12】



全景（平成 19 年 12 月 9 日撮影）



近景（平成 19 年 12 月 9 日撮影）

■H22 モニタリング結果【H22.9：約 3 年経過後】



全景（平成 22 年 9 月 28 日撮影）



近景（平成 22 年 9 月 28 日撮影）

資料：三重県提供資料

図 4.3-4 着手前と事業実施から 3 年後の状況（右岸砂州の保全）

■コラム：ブルーカーボンと沿岸域の再生

資料：桑江ほか：浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計」
土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.75, No.1, 10-20, 2019.

海洋生物によって大気中の CO₂ が取り込まれ、海洋生態系内に長期間貯留される炭素のことを、2009 年に国連環境計画（UNEP）は「ブルーカーボン」と名付けました¹⁾。

海底には年間 1.9～2.4 億トンの炭素が新たに埋没し貯留されると推定され、浅海域はそのうちの約 73～79%（1.4～1.9 億トン）を占めるとの報告があります（図 1）¹⁾。つまり、温室効果ガスのうち最も主要な CO₂ を、大気から捕捉し大気外で炭素として貯留させる仕組みが、海洋生態系の中でも、とりわけ浅海域において有効に機能しています。

地球の全人口や人間活動は、今後少なくとも 50 年以上にわたって増加すると予想されます。それらと同調して、温室効果ガスについても対策をしない場合は増加すると考えられます。となると、温暖化対策として有効な技術は、温室効果ガスの大気への排出削減あるいは大気中の温室効果ガス除去が、少なくとも 50 年以上にわたって持続する技術となります。

陸域や海洋は、地球に存在する炭素の主要な貯蔵庫となっていますが、海洋が炭素貯蔵庫として特に重要なのは、保存性が極めて高い点にあります。例えば陸域の森林では、成長が頭打ちになるまで（日本では 40～50 年間程度）炭素を貯蔵する能力がありますが、ブルーカーボンは森林をはるかに凌ぐ、数百年から数千年に及ぶ炭素貯蔵能力を持っています。

ここで重要なのは、植物が生産した有機物が、どこに貯留されるかです。森林生態系では樹木中への貯留がメインですから、樹木が枯れたり伐採が起きると分解されて、ほぼ全ての有機物が比較的速やかに CO₂ へ再び戻ってしまいます。したがって、枯れて CO₂ が大気に戻るまでの樹木の成長期、国内ですと 40～50 年間程度が貯留期間となります。

それでは、ブルーカーボンが数百年から数千年に及ぶ貯留能力を持つのはなぜでしょうか。ポイントは、陸域とは違って、海洋では、速やかには分解されない有機物が、大きく分けて海洋の 3 つの場所に貯留される点です。

例えば、海藻や海草も陸域の植物と同様、枯れると大部分の有機物は速やかに分解されてしまうのですが、その一部は、海底の砂や泥に埋まっていきます。砂泥底は実は無酸素状態に近いので、一度埋まった海洋植物由来の有機物が分解されるまでに、数千年の時間が掛かることが知られています。つまり、砂泥の海底が 1 つ目の主要な貯留場所です。

次に、藻場から流出した藻や有機物の一部は沖合に流れ、更にその一部は沈降して深海まで運ばれていきます。深海に到達すると、その後たとえ分解されて CO₂ になったとしても、その

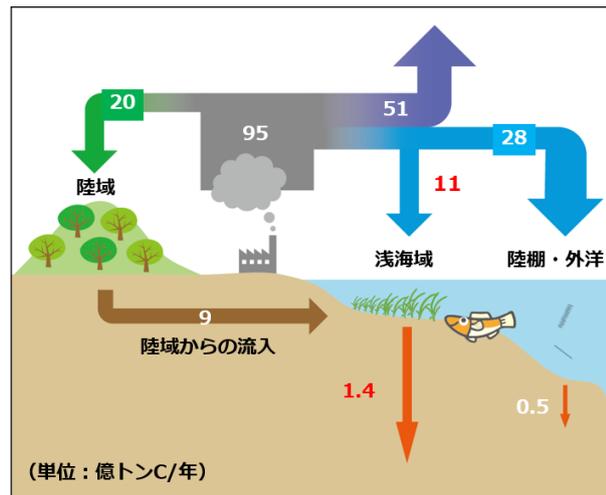


図 1 地球全体炭素循環の模式図。浅海域の海底への炭素貯留速度は、陸棚や外洋域よりもずっと速い。1) を改変

CO₂が再び海表面に達するまでには数千年を要します。つまり、深海が2つ目の主要な貯留場所となります。

3つ目の貯留場所は、意外と思われるかもしれませんが、海水中です。海草や海藻の成長過程で藻体表面から分泌する物質（溶存有機炭素）の一部には、何百年何千年と分解されない成分が含まれています。この難分解性物質の正体が何で、どのように生産されたり分解されたりしているかは、実ははまだ科学的にあまり解明されていないのですが、そのような物質が海水中に貯蔵されている事実は明らかとなっています。

浅海におけるCO₂吸収速度の計測や解析は、陸域と比較するとまだ技術的あるいはコスト的に難しい面も多いのですが、国内では海草藻場に加え、海藻藻場、干潟、湿地、サンゴ礁などで観測が進められています²⁾。

浅海生態系によるCO₂吸収量の全国推計例では、現状におけるCO₂吸収量の平均値は132万トンCO₂/年、上限値は404万トンCO₂/年と見積もられています³⁾（図2）。その内訳をみると、コンブ類やホンダワラ類といった岩礁性の海藻藻場の寄与が最も大きく、次いでアマモ場などの砂泥性の海草藻場となっています（図3）。

我が国の現在の最も大きな吸収源は森林ですが、高樹齢化に伴い2030年までには大幅な減少が予想されています。その一方、四方を海に囲まれ世界第6位の海岸線延長を持つ我が国にとって、海洋を活用してCO₂吸収量を更に増やすチャンスがまだ残されていることも、近年ブルーカーボンに注目が集まっている理由かもしれません。このような状況を受けて、令和元年度から国交省が事務局、農水省、環境省がオブザーバーとなった検討会が設置され、我が国の地球温暖化対策計画に浅海生態系を新たなCO₂吸収源として定める検討が開始されています。

出典：

- 1) Kuwae T. & S. Crooks : Linking climate change mitigation and adaptation through coastal green-gray infrastructure: a perspective, Coastal Engineering Journal, 63 : 3, 188-199. 2021.
- 2) Kuwae T, Hori M. : Blue carbon in shallow coastal ecosystems: carbon dynamics, policy, and implementation. Springer, Singapore, 2018.
- 3) 桑江ほか：浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.75, No.1, 10-20, 2019.

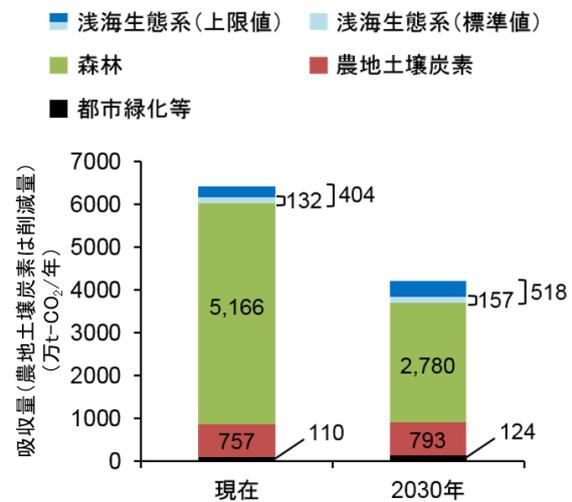


図2 浅海生態系（マングローブ、海草藻場、海藻藻場、干潟）におけるCO₂吸収量の全国推計値と我が国の他の吸収源の値（温暖化対策計画参照）との比較。2030年の試算は、浅海生態系の保全・再生が進捗した場合の面積増加を仮定している。3)を改変

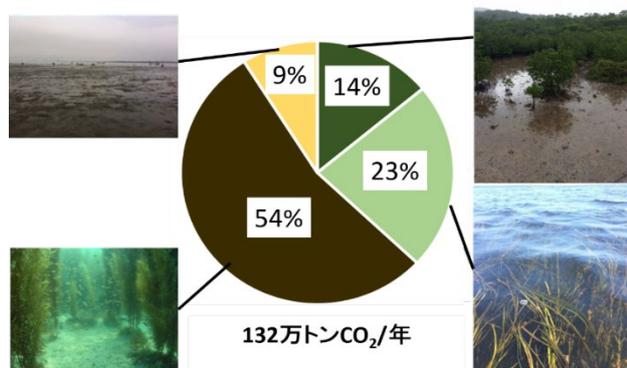


図3 浅海生態系におけるCO₂吸収量の全国推計値（図2の現在値）の内訳

5章. まとめと今後の課題

5.1 まとめ

第1章では、河川汽水域の定義とその特徴について述べた上で、全国の汽水域の類型区分とそれぞれの特徴と傾向、自然環境面における河川汽水域の現状と気候変動などの影響について取りまとめた。

具体的には、本資料で河川汽水域として取り扱う適用範囲を、原則として河川管理者が管理を行う区間を対象とし、河口の距離標 OKP (マイナス KP まで河川区域がある場合はそこを下流端とする) から、潮汐の変動によって水位が変動する感潮域の上流端 (潮止堰などにより本来の上流端より短くなっている場合はその堰まで) までとした。また、河川汽水域・河口域における、物理的、化学的、生物的な特徴について既存文献を参照して解説している。

その上で、多自然川づくりの検討において用いる河川汽水域の類型区分を設定している。多自然川づくりの検討に用いる類型区分は、生物環境と物理環境の両方を考慮した区分を用いるべきであることから、生物環境と物理環境の両方の要因を考慮して類型区分された「河川汽水域の環境管理をどう実現するか」(中村ら 2016)、「河川汽水域における環境管理に関する資料整理業務」(国総研・河川研究室報告書 2016) に基づき、区分ごとの指標種や環境要素を整理している 9 分類を基本として設定した (図 1.2-1)。

更に河川汽水域が現状おかれている危機的な状況や、今後予想される気候変動及び海面上昇における影響についても記載した。

第2章では、「河川汽水域」で実施されている河川事業の傾向についてアンケート調査を行い、「河川汽水域」における河川事業の現状と実施に当たって考慮すべき事項について把握を行った。その結果、河川汽水域の河川事業で最も多い工種は河道掘削及び築堤護岸工事であり、「貴重種を含む動植物の生息、生育場、産卵環境への影響」や「干潟、ヨシ原など汽水域特有の地形の改変、消失」が共通して実施に当たって考慮すべき事項となっていた。また、施工面では「施工時の仮設物の設置、掘削などによる植生、水生生物、鳥類などの生息、生育場、産卵環境への影響」、人の利活用の面では「景観の悪化、親水空間の安全性確保」が、事業に関わらず共通した実施に当たって考慮すべき事項としてあげられている。

第3章では、河川汽水域における多自然川づくりの技術的な留意点を、調査・計画、設計、施工時、モニタリング・維持管理の段階に分けて記載した。

「3.1 調査・計画における留意点」では、調査・計画の検討手順を図 3.1-1 に示し、その検討手順に沿って、研究事例などを参考にしながら解説した。調査・計画時点では、河川改修行為が河川汽水域の環境に与える影響がある可能性について、まず簡易的に1次判定を行い、1次判定で影響を与える可能性がある場合に2次判定で詳細検討を実施する手順や方法を示した。

「3.2 設計における留意点」では、河川汽水域を改変する行為である「河川改修」「自然再生」「護岸整備」「築堤」「放水路」「維持浚渫」を対象に、それぞれの留意点について既往事例を交えながら解説した。更に「3.3 施工時の留意点」「3.4 モニタリングと維持管理における留意点」についても、各段階における留意点について既往事例を交えながら解説した。

第4章では、第3章で紹介した河川汽水域の多自然川づくり手法を活用している事例として、大淀川水系大淀川（宮崎県）、北川水系北川（福井県）、船津川水系船津川（三重県）の3事例を紹介した。いずれの事例も、治水事業を実施する上で、多自然川づくりに係る課題に対し有識者からの指摘を参考に、事業内容や河川特性を踏まえ、治水と環境の両立を図れるよう課題解決に向けた対応方針を決定・実施している。また、事業実施後においてもモニタリングにより事業の効果を確認し、その後の河川整備にも反映し進めている。

5.2 今後の課題

河川汽水域における多自然川づくりの技術資料を検討する過程で、その課題についても明らかになってきた。ここでは河川汽水域における多自然川づくりを更に進化させるために必要と考えられる今後の課題について述べる。

今後の課題としては以下のような項目があげられる。

- ✓ 複雑な河川汽水域の物理・化学環境の把握（周辺海域も含む）
- ✓ 汽水域生物の生態に関する知見の集積
- ✓ 気候変動・海面上昇の影響把握
- ✓ 多様な主体と連携した河川汽水域・沿岸域の保全と再生
- ✓ 潮位差が大きい河川汽水域における河道改修・維持管理

以下にそれぞれの項目について詳述する。

○複雑な河川汽水域の物理・化学環境の把握（周辺海域も含む）

河川汽水域は、塩水と淡水が混ざることにより密度流が生じ、河川の流れと潮汐による流れ、更に沿岸の波浪の影響なども受ける複雑な流れ場となる。更に、化学的にも塩水などが混じることにより、大量の物質の沈降が生じ、栄養塩を含む土砂が堆積する。それらの酸素消費による貧酸素水塊の形成なども時間的・空間的に偏在しながら発生する。このように、物理・化学的条件だけをとっても河川汽水域は大変複雑な環境となる。現状においてもコストを気にしなければ、かなり詳細な調査を行う技術はあるが、現実を考えると治水上の課題を有していたり、保全上重要であったりする河川汽水域以外では詳細な調査は難しい。したがって、時間的にも空間的にも変化の激しい河川汽水域の物理・化学環境をいかに実務的な必要十分なレベルで効率よく調査するかが今後の課題である。

近年、河川地形についてはグリーンレーザ（ALB）やソナーによる3次元の詳細な地形が活用できるようになってきた。ADCPのように流速と地形を効率的に測る機器の進展もある。これら新たな機器などの活用もしつつ、同時に解析技術、分析技術の検討も更に進め、河川汽水域の物理・化学環境を効率よく的確に把握する技術の進展が望まれる。更にこれら高度な調査や分析結果をもとに、実務に耐え得る簡易な分析手法の検討も必要であると考えられる。

○汽水域生物の生態に関する知見の集積

汽水域は複雑で多様な環境が時間的・空間的に変動する特殊な環境であるがゆえに、そこでしか見られない生物が生息し、生物多様性がとても高い。しかしながら、川と海の間領域ということもあり、そもそも研究者自体も少ない上に、環境の複雑さもあり、そもそも河川汽水域の生物相がよく理解されていないという問題がある。特に無脊椎動物については、生物の基礎である種の分類が十分でないという問題に加えて、各種生物の生態・生活史について未解明な部分が多い。更に、多自然川づくりに活用するためには、各種生物が発育段階ごとにどのような「場」を使うか、という情報を、水深や流速、底質などの物理環境として数値化して示す必要がある。

本資料で見てきたように、相対潮汐地盤高や生息適地モデルにより河川汽水域の生物と場の情報が徐々につながるようにはなってきている。しかし、研究の大半が干満差のある太平洋、瀬戸内海、東シナ海の知見であり、干満差の少ない日本海や、北海道での知見は不足しているのが現状である。とはいえ、日本海や北海道の河川汽水域が重要でないわけではない。例えば何らかの種（ヤマトシジミのように有用種の場合もある）の生息環境として重要であることや、河川と海を行き来する回遊性生物の生活史の1ステージに必要な不可欠であることも考えられる。

河川汽水域の環境を適切に保全し、再生していくためには、河川汽水域の生物の分類や生態に関する基礎研究を進めるとともに、応用生態工学的な観点から、生息場の情報など工学的に理解できる情報に翻訳して、整理していく検討が必要である。

○気候変動・海面上昇の影響把握とその対策

気候変動の影響は既に顕在化しつつあるが、今後更に水温の上昇や海面上昇が予測される。特に河川汽水域は海水温の上昇の影響を直接受ける場合もあるため、河川水温の上昇とも異なるトレンドを示すことになるだろう。水温の上昇は河川汽水域での水質悪化を引き起こす可能性がある。特に、酸素の溶存する量が減少するため、貧酸素水塊の発生リスクの上昇が懸念される。

海面上昇については、河川汽水域が全くの自然状態であれば、縦断方向には汽水域が上流側にシフトしてだけであり、数万年数十万年と言う生物の進化の歴史の中では何度も経験していることではあり、絶滅などのリスクは少ないと考えられるが、現在の河川汽水域には堰などの横断工作物が多く存在している。そのために、海面上昇により塩水から淡水への変化が堰の区間などで急激に起こり、河川汽水域の生態系にとって大きなインパクトが発生することが想定される。また、横断方向では、各所相対潮汐地盤高が上昇することで、塩性湿地が干潟、干潟が潮下帯とといったように環境がシフトする。将来的な相対潮汐地盤高の上昇により塩性湿地として適切になる場所が現状では堤防や堤内地である場合は、河川汽水域特有な環境要素の減少・消失につながることも想定される。

そのため海面上昇の影響を個々の河川で検討するとともに、今後老朽化に伴って大規模な改修が必要な堰や災害対策に向けた堤防整備・強化においては、海面上昇に対する対策を立てるだけでなく、生態系への影響を極力与えない計画が必要となる。海面上昇などの影響を明らかにするとともに、構造物などの適応策についても検討しておく必要がある。

○多様な主体と連携した河川汽水域・沿岸域の保全と再生

河川汽水域は自然環境が複雑であるだけでなく、行政的にも様々な管理者が関わっており複雑である。したがって、河川汽水域だけでなく沿岸環境も含む環境保全のためには河川、港湾、海岸、漁港などの多様な主体の連携が大切である。多様な主体が定期的に情報交換できる場を設定し、効率的な環境保全・再生を実施することが望ましい。

行政だけでなく、有識者、市民、NPO も含めた民間の関係者の連携も必要である。有識者との連携はコラム「河川汽水域の河川管理における有識者へのヒアリングの重要性」(p3-53) で述べたとおり、河川管理における誤った判断を回避する手段として重要である。

しかし、河川汽水域の多自然川づくりに関する有識者と言える研究者の数はあまり多くない。その学問分野においても、干潟環境が発達し、種多様性が高い西日本や太平洋側の河川汽水域を研究フィールドにした研究者が多く、干潟環境の発達しない本州の日本海側や、種多様性が低い北海道の河川汽水域を研究フィールドにした研究者は少ない。ただし、北海道や本州の日本海側は、汽水域の研究者がいないわけではなく、それらの地域では河川汽水域よりも相対的に種多様性の高い汽水湖を研究フィールドにしている。

また、市民・NPO との連携活動として環境学習や重要種の保護活動が行われているが、重要種の保護・保全への意識向上のほか、地域住民の事業に対する理解や施設利用頻度の向上が期待できる。住民理解のもと地域の実情に応じた事業を実施する上では、理想的には関係者で目指すべき沿岸環境・河川汽水域環境のビジョンを共有し、それぞれが取り組むことが期待される。

○潮位差が大きい河川汽水域における河川改修・維持管理

有明海沿岸や八代海湾奥部では、最大6mほどの潮汐差があり、日本では最大である。そのためガタ土と呼ばれる有機物を多く含む細粒土砂が沿岸から河川汽水域に広く堆積している。このような特殊な環境のために、治水目的で河道掘削を実施しても、短時間でガタ土が再堆積するという特徴がある。このような有明海沿岸での河川改修はどうすべきか、環境をどう保全すべきか、効率的な維持管理はどのように行うかなど多くの課題がある。有明海の周辺の河川汽水域の河道管理は、解決すべき課題が多い。その中で、今回の事例（地域との協働によるガタ土浚渫 ～河川維持工事の低コスト手法～ [沖端川] (p3-101)）で紹介した例は、維持管理を最小化する優れた工夫のひとつと考えられる。

参考：河川汽水域の川づくりチェックリスト

河川汽水域での環境の保全・再生・創出に当たり、本書の3章で示した留意点に対応したチェックリストを作成したので、活用してほしい。

「河川汽水域」での多自然川づくりの技術的な留意点	チェック内容	チェック欄
3.1 調査・計画における留意点		
3.1.1 調査・計画における留意点の検討の考え方・手順(素案)		
(1) 調査・計画における留意点の検討の考え方		
(2) 調査・計画における留意点の検討手順		
3.1.2 分析・評価対象とする河川環境項目の設定		
(1) 当該河川の河川汽水域の類型の確認及びその特徴の把握	当該河川の「河川汽水域の類型化」を確認したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(2) 河川汽水域を特徴づける「生物と環境要素」の把握	当該河川の汽水域の社会的・文化的状況を確認したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	河川環境管理シートをもとに河川汽水域の「代表区間」「保全区間」を確認したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	河川環境管理シートをもとに河川汽水域を特徴づける「生物(注目種)」と、その生息場の「環境要素」を把握したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	河川環境管理シートをもとに「代表区間」「保全区間」以外での、河川汽水域を特徴づける環境の分布と増減状況を把握したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	「注目種」が必要とする化学的(塩分濃度、溶存酸素)、物理的(河床地形、河床材料)な条件を把握したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	河川環境検討シートが作成されていない2級河川において、「保全区間」「代表区間」、汽水域を特徴づける「環境要素」や「生物」を把握・設定したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(3) 河川汽水域を特徴づける環境要素の分布状況の把握	河川環境情報図(ない場合は、現況平面図や現地写真を利用)で、河川汽水域を特徴づける環境要素の分布状況を把握したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(4) 河川環境情報図に改修計画のオーバーレイ	河川環境情報図に改修計画をオーバーレイし、改修計画が河川汽水域を特徴づける環境要素に直接改変を与えるか把握したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(5) 分析・評価対象とする河川環境項目の設定		
1) 直接改変における分析・評価対象とする河川環境項目	河川汽水域の「代表区間」「保全区間」が、河川改修により直接改変する場合は、保全対象として設定したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	河川汽水域の「代表区間」「保全区間」以外の区間で、河川汽水域を特徴づける「環境要素」が河川改修により直接改変する場合は、保全又は改善対象として設定したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
2) 間接改変における分析・評価対象とする河川環境項目	当該河川汽水域の状況に応じて「塩分遡上」「河床底層の貧酸素化」「河床材料の細粒化・河床変動」を分析・評価対象として設定したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3.1.3 1次判定(簡易検査)		
(1) 直接改変		
1) 「代表区間・保全区間」以外の区間	1次判定において、河川環境情報図に改修計画をオーバーレイし、河川汽水域の「代表区間」「保全区間」以外の区間で河川汽水域を特徴づける「環境要素」が河川改修により直接改変されることを確認したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(2) 間接改変		
1) 塩分遡上	1次判定において、分析対象として「塩分遡上」を設定した場合、その影響の可能性を検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
2) 河床底層の貧酸素化	1次判定において、分析対象として「河床底層の貧酸素化」を設定した場合、その影響の可能性を検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3) 河床構成材料の細粒化・河床変動	1次判定において、分析対象として「河床構成材料の細粒化・河床変動」を設定した場合、その影響の可能性を検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(3) その他の留意事項	河川汽水域が、港湾・漁港・海岸事業の影響を受ける可能性があるか情報共有し、事業連携について協議・検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	その他、当該河川汽水域において間接改変の影響が懸念される場合(例:河川テラス・沿岸域などの周辺海域への影響、河口からの河床材料の細粒分遡上による土砂堆積)、その影響が生じる可能性を検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3.1.4 2次判定(詳細検査)		
(1) 直接改変		
1) 河道形状の詳細把握	2次判定において、河川汽水域における河道地形の詳細把握を実施したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
2) 河川汽水域の特徴を表現した河川環境情報図の作成	2次判定において、河川汽水域の環境の特徴をよく表す河川環境情報図を作成したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3) 生息場の評価		
a) 「代表区間」「保全区間」の場合	2次判定において、改修計画を河川環境情報図・現況横断面図にオーバーレイし、「相対潮汐地盤高」「潮間帯幅」を指標として、改修前・後の変化を評価したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	2次判定において、「注目種」について生息場の保全を検討したか。保全が難しい場合には、生息適地モデル等の構築等により、改修後の生息ポテンシャルが維持できることを評価したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	2次判定において、その他の生息場の評価として、既存知見の活用や、専門家の意見を聞くなど行ったか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	2次判定において、詳細な環境情報がない2級河川等の場合、近傍の直轄河川の相対地盤高と生物との関係などの情報を活用したり、有識者へのヒアリングなどを実施し、改修の影響予測を行ったか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
	2次判定において、改修範囲が「代表区間」「保全区間」にかかる場合は、ミティゲーション(回避、最小化、修復、軽減、代償)を検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
b) 「代表区間・保全区間」以外の区間の場合		
ア 2次判定で影響の可能性がある場合	2次判定において、河川汽水域を特徴づける環境に影響する可能性がある場合は、環境の保全・向上を検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
イ 1次判定・2次判定で影響の可能性がない場合	1次判定・2次判定において、河川汽水域を特徴づける環境に影響する可能性がない場合であっても、環境の向上を検討したか(例:河川改修にあわせた環境能向上、河川改修が不必要な場合は環境の再生の必要性・緊急性が高い場所での自然再生事業)	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施

「河川汽水域」での多自然川づくりの技術的な留意点	チェック内容	チェック欄
(2) 間接改変 1) 塩分遡上 2) 河床底層の貧酸素化 3) 河床材料の細粒化・河床変動	2次判定において、塩分遡上のシミュレーションを行い、「注目種」の生息環境との適合性を確認したか 2次判定において、詳細検討が困難な2級河川等の場合、近傍の直轄河川の調査結果や検討結果を参考にして、検討を実施したか 2次判定の結果、「注目種」への影響の可能性がある場合には、代替案の検討を行ったか 2次判定において、河床底層の貧酸素化のシミュレーションを行い、「注目種」の生息環境との適合性を確認したか 2次判定において、詳細検討が困難な2級河川等の場合、近傍の直轄河川の調査結果や検討結果を参考にして、検討を実施したか 2次判定の結果、「注目種」への影響の可能性がある場合には、代替案の検討を行ったか 2次判定において、河床変動計算を行い、河川改修後の干潟の分布状況の予測・河床材料の予測・改修後の土砂堆積の可能性を確認したか 2次判定において、「注目種」の生息環境との適合性との適合性を確認したか 2次判定において、詳細検討が困難な2級河川等の場合、近傍の直轄河川の調査結果や検討結果を参考にして、検討を実施したか 2次判定の結果、影響の可能性がある場合には、代替案の検討を行ったか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3.2 設計における留意点		
3.2.1 河川改修（主として河道掘削について）		
① 環境の保全・再生・創出 ② 環境情報図の確認 ③ 浅場保全・相対潮汐地盤高 ④ 塩水遡上範囲の変化 ⑤ 貧酸素水塊 ⑥ スライドダウンに注意	河川改修において、貴重な自然環境の保全、及び改修とセットで良好な環境の再生・創出を検討したか 河川改修において、河岸や高水敷で自然環境を保全・再生・創出する場合、直線的な河岸や平坦な高水敷を避ける工夫をしたか 河川改修において、河川環境情報図を確認するとともに、現地状況を確認したか 掘削箇所以外にも、仮設道路や仮締切等の範囲で重要な動植物や群落の有無を確認したか。確認結果を踏まえ保全対策を検討したか 掘削地盤高を意識し、浅瀬を保全するようにしているか 「相対潮汐地盤高」と生物の生息・生育の関係を把握し、「相対潮汐地盤高」「潮間帯幅」を保全・再生・創出をするか 塩水遡上範囲の変化について把握しているか（上記の2次判定「塩分遡上」と同様） 貧酸素水塊の発生の可能性について把握しているか（上記の2次判定「河床底層の貧酸素化」と同様） ワンドの創出等において、局所的に河床高より深い窪みになることを避けているか（貧酸素水塊の発生の防止の観点） 潮間帯を消失しない掘削形状を採用しているか。スライドダウン掘削が潮間帯を消失してしまわないように注意しているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(1) 河岸・水際部		
① 潮間帯の確保 ② 護岸の工夫 ③ 貴重種等に適した河岸・水際部の形成	現状が良好な状態の場合、潮間帯の相対潮汐地盤高の平面的な分布を極力変えないようにしているか 掘削する場合でも、潮間帯は極力掘削せず、なるべく広い潮間帯幅を確保しているか 堤防護岸を整備する場合は、護岸への盛土等により潮間帯を形成しているか 矢板などの直立護岸を避けているか。直立護岸であっても前面に捨石等によって多孔質空間を創出しているか 水際線に変化をつけるための工夫（水制の併用等）をしているか 保全すべき貴重種が明らかな場合、その生態に適した河岸形成をしているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(2) 干潟の保全・再生における留意点		
① 掘削後の河床変動計算を実施 ② 再生時の工夫	河床変動計算により、掘削後の干潟への影響を予測しているか（上記2次判定の「河床材料の細粒化・河床変動」と同様） 干潟を再生する場合は、相対潮汐地盤高や、投入する材料、横断勾配を考慮したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(3) 汽水域ワンド（・たまり）		
① 潮位の変化を考慮 ② 掘削形状のポイント	干満によって現れる汽水域ワンド（たまり）の存在を把握しているか。 汽水域ワンドを創出する場合、干潮時にワンドの水面確保できる深さを設定しているか 汽水域ワンドを創出する場合、満潮時には本川と連続するように流入部の高さ設定をしているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
(4) 湿地、塩性湿地の保全・再生		
① 保全対象種を明確とした設計	湿地・塩性湿地に生育する保全対象種を設定し、保全対象種が好む相対潮汐地盤高を把握しているか そのうえで、保全対象種が生育できる相対潮汐地盤高の保全・再生しようとしているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3.2.2 自然再生		
	自然再生事業の要件に該当するか 別途実施する事業との連携が可能か	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施

「河川汽水域」での多自然川づくりの技術的な留意点	チェック内容	チェック欄
3.2.3 護岸整備		
① 自然的な河岸・水際部を形成する	水際を単調化しないよう、護岸が水際に露出しない控え護岸とし、護岸前面への盛土による干潟等の水際線の形成や、捨石等による多孔質空間を確保しているか 控え護岸であっても、潮汐等による護岸前面の環境変化を考慮し、護岸と周辺景観を調和させる工夫（素材、テクスチャ）しているか 潮間帯の地形に変化を持たせるよう、水制等を併用しているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
② のり肩・水際部に植生を持つ	のり肩・水際部に植物を生育させることで、護岸のみえを小さくする工夫をしているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
③ 護岸の圧迫感がないように、護岸を小さく見せる	護岸の圧迫感をやわらげる工夫として、縦横断的に連続する護岸では、護岸を分節して小さく見せる工夫をしているか 護岸の圧迫感をやわらげる工夫として、護岸ののり肩・のり尻を柔らかく処理する工夫をしているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
④ 護岸は、周辺の景観と調和させる	護岸が露出する場合は、護岸の明度を6以下に抑える工夫をしているか 護岸が露出する場合は、護岸素材に適度なテクスチャー（護岸表面が適度に粗く、凹凸・陰影がある）工夫をしているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
⑤ 護岸は、生物の生息・生育空間、移動経路を確保す	護岸が露出する場合は、護岸素材（石やブロック）の形、サイズ、積み方、目地などを、周辺の景観に調和させる工夫をしているか 護岸が露出する場合は、空隙や凹凸を持つ構造・形態とし、生物の生息・生育・繁殖環境や移動経路を確保する工夫をしているか 護岸が露出する場合は、のり面の湿潤状態を持たせる工夫をしているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
⑥ 矢板護岸等の直立護岸での工夫	矢板などの直立護岸を避けているか。直立護岸であっても前面に捨石等によって多孔質空間を創出しているか 矢板天端のコーピングが目立たない工夫をしているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
⑦ 取り付け護岸などもきちんと考える	取り付け護岸・条件護岸でも景観上の工夫をしているか 水抜きパイプが目立たない工夫をしているか パラペット護岸を採用する場合、地域の状況（市街地中心を流れる河川等の状況）に応じて、景観や利用のための工夫をしているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3.2.4 築堤		
① 環境の保全・再生・創出	環境保全のための引堤の可能性を検討しているか 築堤により環境が消失する場合、代替地が確保できているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
② 堤内外の連続性確保	築堤により堤外地の水路等が分断されないか、また、水路等が分断される場合、代替移動経路が確保できているか 陸域の移動経路が確保できているか、また、移動経路が分断される場合、代替移動経路が確保できているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3.2.5 放水路		
① 放水先の沿岸への影響	放水先の沿岸域への影響をプラス面、マイナス面から検討したか 沿岸域へのマイナスの影響に対する改善策、対策は検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
② 放水路整備による新たな河川汽水域の創出	汽水域に特有な干潟、ヨシ原、塩性湿地などの創出を検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
③ 現川の河川環境の保全	現川における保全すべき環境や生物の有無を確認したか 現川の保全すべき環境や生物を保全できるまたは、影響を最小限とした計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3.2.6 維持浚渫		
① 環境の保全・再生・創出	改修時の環境の保全・再生・創出の方針・内容を把握したか 改修後に新たに形成された環境を確認し、保全の必要性を確認したか 既往の環境の保全・再生・創出の検討がない場合：現地環境を把握し、保全すべき環境要素、生物の有無を確認したか 漁協や生物の専門家などへのヒアリングにより生物や重要な環境に関する情報を収集したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
② 相対潮汐地盤高をもとにした浚渫時の形状の工夫	保全対象の生物が生育・生息する地盤高を把握したか 潮間帯の保全を検討したか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施

「河川汽水域」での多自然川づくりの技術的な留意点	チェック内容	チェック欄
3.3 施工時の留意点		
① 工事の影響軽減	仮設工や資材置場、仮置き場や工事用道路などが環境に影響を与えていないか 当初計画になかった工事ルートや資材置き場の現場合わせによる変更が発生した場合、それに対する環境影響が検討されているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
1) 鳥類	保全対象種の繁殖期に工事を行っていないか、また、行う場合に適切な保全対策が検討されているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
2) 魚類	保全対象種の遡上・降下期や産卵期に工事を行っていないか（気候変動で訴状などの時期が当初計画時の想定時期と異なる場合がある） 保全対象種の産卵場所で工事を行っていないか 工事中に発生した工事ヤードなどの新たな環境が営巣に利用されていないか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3) その他の生物	保全対象種の遡上・降下期や産卵期に工事を行っていないか（気候変動で訴状などの時期が当初計画時の想定時期と異なる場合がある） 保全対象種の産卵場所で工事を行っていないか 工事中に発生した工事ヤードなどの新たな環境が営巣に利用されていないか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
② 段階的施工とモニタリング	生物の移動や馴化が可能となっているか 適切なモニタリング（及びフィードバック）が計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
③ 代替地の造成	生物が自然に移動できる工事となっているか 表土の再利用について検討しているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
④ 施工業者との連携	環境保全の位置づけを施工業者に説明し、環境対策の目的や意味に対して理解を得ているか 工事中に重要な種が確認された場合の対応が施工業者に周知されているか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施
3.4 効率的なモニタリングと維持管理における留意点		
	モニタリング計画は必要な項目・時期・場所等を網羅しているか モニタリングの完了条件が設定されているか 必要な情報入手が簡略化できないか	<input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施 <input type="checkbox"/> 確認・検討した <input type="checkbox"/> 当該河川に該当しない <input type="checkbox"/> 未実施

事例一覧

本書で取り上げた河川汽水域における多自然川づくりの事例を一覧で示す。

水系、河川名、類型区分のほか、多自然川づくりの各検討段階、工種、河川汽水域に生育・生息する特徴的な生物などから事例を整理した。

なお、類型区分ごとの事例数は下表に示すとおりである。

類型区分	事例数
I. 北海道	7
II. 日本海・九州北西部(対馬海流)	4
III-1. 太平洋(親潮)	4
III-2. 太平洋(黒潮)	7
IV-1. 東京湾	0
IV-2. 伊勢湾・三河湾	1
IV-3. 瀬戸内海東部	7
IV-4. 瀬戸内海西部	3
IV-5. 有明海・八代海	9
その他	15
合計	57

※その他には沖縄・奄美諸島などの本手引きで基本とする汽水域の類型区分に含まれていない河川のほか、「共通事項」に該当する事例を含む

水系	河川名	河川種別	類型区分	検討段階/工種/注目種	事例名	該当ページ
後志利別川	後志利別川	一級河川	I 北海道	工事期間の制限	動物の遡上や産卵に配慮した工事期間の制限 (サケ、サクラマス等の遡上、アユ、カワヤツメなどの産卵および生息)	p3-107
石狩川	石狩川	一級河川	I 北海道	二段階掘削	網場による土砂流出防止による植生定着後の2段階掘削による植生回復	p3-112
大当別川	大当別川	普通河川	I 北海道	生息場の評価(生息適地モデル)	両側回遊型カジカ属魚類の保全における河川汽水域の知見	p3-38
大野川	大野川	一級河川	I 北海道	生息場の評価(生息適地モデル)	両側回遊型カジカ属魚類の保全における河川汽水域の知見	p3-38
大野川	大野川	一級河川	I 北海道	生息場の評価(生息適地モデル)	生息適地モデルによる魚類の河川汽水域～下流部遡上時の利用環境の検討事例	p3-39
天塩川	天塩川	一級河川	I 北海道	浅場環境創出	静水域の再生	p3-80
流溪川	流溪川	二級河川	I 北海道	生息場の評価(生息適地モデル)	両側回遊型カジカ属魚類の保全における河川汽水域の知見	p3-38
新井田川	新井田川	二級河川	共通事項	護岸を小さく見せる	護岸の圧迫感がないように、護岸を小さく見せる	p3-86
北上川	旧北上川	一級河川	共通事項	矢板護岸等の工夫	矢板護岸等の直立護岸の工夫	p3-89
北上川	旧北上川	一級河川	共通事項	取り付け護岸	取り付け護岸などもきちんと考える	p3-90
北上川	北上川	一級河川	Ⅲ-1太平洋(親潮)	ヨシ原の保全	ヒヌマイトンボの生息地のヨシ原の保全	p3-108
那珂川	那珂川	一級河川	Ⅲ-1太平洋(親潮)	エコトーン掘削	ヨシ・ヤマトシジミの選好する地盤高を考慮した潮間帯造成の試験掘削	p3-67
利根川	利根川	一級河川	Ⅲ-1太平洋(親潮)	間接改変(貧酸素塊)の影響把握	利根川河口における貧酸素水塊の検討例	p3-48
利根川	利根川	一級河川	Ⅲ-1太平洋(親潮)	自然再生	湿地、塩性湿地の保全・再生	p3-79
船津川	船津川	二級河川	Ⅲ-2太平洋(黒潮)	ワンド保全	河川激甚災害対策特別緊急事業(激特事業)におけるワンド環境等の保全	p3-74
船津川	船津川	二級河川	Ⅲ-2太平洋(黒潮)	引堤	引堤による重要種が生息する塩沼地(砂州)の保全	p3-92
豊川	豊川	一級河川	Ⅳ-2伊勢湾・三河湾	間接改変(塩分遡上)の影響把握	海水の滞留特性を解析した事例	p3-43
加古川	加古川	一級河川	共通事項	環境情報図の作成	河川汽水域に適した環境情報図の作成例	p3-29
北川	北川	一級河川	Ⅱ 日本海・九州北西部(対馬海流)	シオクグ保全	シオクグの生育環境を保全した寄洲の切り下げ	p3-77
熊野川	熊野川	一級河川	Ⅲ-2太平洋(黒潮)	河道掘削	河道掘削で、水際に潮間帯・浅場を確保し、深い部分を掘削	p3-63
揖保川	揖保川	一級河川	Ⅳ-3瀬戸内海東部	生息場の評価(河床材料)	河川汽水域における生息場の特性の把握(3)	p3-36
淀川	淀川	一級河川	Ⅳ-3瀬戸内海東部	掘削	掘削によるヨシ原の拡大	p3-112
旭川	旭川	一級河川	共通事項	護岸を小さく見せる	護岸の圧迫感がないように、護岸を小さく見せる	p3-86
太田川	太田川	一級河川	共通事項	護岸を小さく見せる	護岸の圧迫感がないように、護岸を小さく見せる	p3-86
佐波川	佐波川	一級河川	Ⅳ-4瀬戸内海西部	生息場の評価(河床材料)	河川汽水域における生息場の特性の把握(3)	p3-36
佐波川	佐波川	一級河川	Ⅳ-4瀬戸内海西部	間接改変(塩分遡上)の影響把握	イドミズハゼの主な生息域と河床変動特性・塩分変動特性の関係を把握した事例	p3-41
吉野川	旧吉野川	一級河川	Ⅳ-3瀬戸内海東部	護岸の前面の植生	水際に植生を持つ - 護岸前面にヨシ群落を形成する	p3-85
吉野川	吉野川	一級河川	共通事項	護岸の生物の生息・生育空間、移動経路の確保	護岸は、生物の生息・生育空間、移動経路を確保する	p3-88

※検討段階/工事/注目種 検討段階：多自然川づくりの各検討段階、工種：工事内容、注目種：河川汽水域に生息・生育する特徴的な生物をキーワードとして整理した。

水系	河川名	河川種別	類型区分	検討段階/工種/注目種	事例名	該当ページ
土器川	土器川	一級河川直轄区間	IV-3瀬戸内海東部	生息場の評価(相対潮汐地盤高)	河川汽水域における生息場の特性の把握(2)	p3-34
土器川	土器川	一級河川	IV-3瀬戸内海東部	代替地	事前に代替環境を造成し、生物の自然な移動による移植を実施	p3-111
那賀川	那賀川	一級河川	IV-3瀬戸内海東部	ワンド創出	堤防拡幅によって消失する塩性湿地環境の創出	p3-75
那賀川	那賀川	一級河川	IV-3瀬戸内海東部	覆土	新規造成ワンドに掘削土砂(シルト)を再利用	p3-109
筑後川	筑後川	一級河川	共通事項	取り付け護岸	取り付け護岸などもきちんと考える	p3-90
矢部川	沖端川	一級河川指定区間	IV-5有明海・八代海	河道掘削	河川の拡幅部の掘削形状を工夫し、干潟環境を創出	p3-71
矢部川	沖端川	一級河川指定区間	IV-5有明海・八代海	引堤	引堤による干潟の保全	p3-92
矢部川	沖端川	一級河川	IV-5有明海・八代海	浚渫	地域との協働によるガタ土浚渫 ～河川維持工事の低コスト手法～	p3-101
遠賀川	遠賀川	一級河川	II 日本海・九州北西部(対馬海流)	魚道	緩勾配の傾斜魚道による汽水域の再生	p3-81
菊池川	菊池川	一級河川	IV-5有明海・八代海	間接改変(塩水遡上)の影響把握	河道掘削の方法とヤマトシジミの生息についてシミュレーション事例	p3-45
球磨川	前川	一級河川直轄区間	IV-5有明海・八代海	環境再生	掘削土砂を用いた球磨川河口域における干潟等の環境創出	p3-72
球磨川	球磨川	一級河川	IV-5有明海・八代海	覆土	掘削土を護岸等の覆土に活用しヨシを移植	p3-110
球磨川	球磨川	一級河川	IV-5有明海・八代海	覆土	仮設盛土の干潟への還元	p3-110
五ヶ瀬川	五ヶ瀬川	一級河川	Ⅲ-2太平洋(黒潮)	護岸への覆土による干潟形成	自然的な河岸・水際部を形成する一 隠し護岸に覆土し干潟を形成	p3-84
住用川	住用川	二級河川	一(鹿児島県奄美大島)	工事期間の制限	動物の遡上や産卵に配慮した工事期間の制限(リュウキュウアユの産卵時期)	p3-107
大淀川	大淀川	一級河川直轄区間	Ⅲ-2太平洋(黒潮)	掘削形状検討	災害対策と併せて実施されている河川汽水域創出の取り組み	p3-70
大淀川	大淀川	一級河川	共通事項	矢板護岸等の工夫	矢板護岸等の直立護岸の工夫	p3-89
大淀川	大淀川	一級河川	Ⅲ-2太平洋(黒潮)	施工要領図の作成	施工要領図を用いた設計・施工関係者への環境配慮事項の共有	p3-106
小丸川	小丸川	一級河川	Ⅲ-2太平洋(黒潮)	築堤、覆土	河川高潮対策の川裏側を覆土で行った事例	p3-96
白川	白川	一級河川	共通事項	取り付け護岸	取り付け護岸などもきちんと考える	p3-90
樋井川	樋井川	二級河川	II 日本海・九州北西部(対馬海流)	覆土	単断面の堤防護岸に覆土し、水際に干潟を再生	p3-68
樋井川	樋井川	二級河川	II 日本海・九州北西部(対馬海流)	河道掘削礫の再利用	シロウオの保全のための河道掘削礫の再利用による産卵場の再生	p3-108
舞手川	舞手川	二級河川	IV-4瀬戸内海西部	引堤	護岸のセットバックによる湿地環境の保全	p3-93
緑川	緑川	一級河川	IV-5有明海・八代海	堤防法線の工夫	堤防法線の工夫による干潟・ヨシ原の重要湿地を保全	p3-94
緑川	緑川	一級河川	IV-5有明海・八代海	樋管	特徴的な干潟・ヨシ原を維持するため、現状の水路の滞筋を確保	p3-95
億首川	億首川	二級河川	(沖縄県)	間接改変(河床材料・河床変動)の影響把握	平面二次元河床変動計算による河床高変化の予測	p3-51
-	-	-	共通事項	生息場の評価(相対潮汐地盤高)	河川汽水域における生息場の特性の把握(1)	p3-32
-	-	-	共通事項	河道掘削	多自然川づくりポイントブックⅡで示されている感潮域の掘削に関する留意点	p3-62
-	-	-	共通事項	築堤	環境調査の結果が設計等に十分活かされていないことが疑われる事例	p3-64

※検討段階/工事/注目種 検討段階：多自然川づくりの各検討段階、工種：工事内容、注目種：河川汽水域に生息・生育する特徴的な生物をキーワードとして整理した。

【多自然川づくり技術検討会 汽水域ワーキンググループ】

乾 隆帝 福岡工業大学 社会環境学部 教授（座長）
巖島 怜 九州工業大学大学院 工学研究院 建設社会工学研究系 准教授
岩崎 征弘 龍南建設株式会社 技術部長
桑江 朝比呂 国立研究開発法人 港湾空港技術研究所 沿岸環境研究グループ グループ長
崎谷 和貴 国立研究開発法人 土木研究所 流域水環境研究グループ流域生態チーム
上席研究員
瀬崎 智之 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室室長
森 照貴 国立研究開発法人 土木研究所 自然共生研究センター センター長
渡邊 国広 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室 主任研究官

（中村 圭吾 元国立研究開発法人 土木研究所 水環境研究グループ河川生態チーム
上席研究員）

（福島 雅紀 元国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室室長）

●多自然川づくり技術検討会 汽水域ワーキンググループ運営補助

舛田 直樹 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 技術調整官
阿河 一穂 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 課長補佐
金谷 将志 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 河川環境保全係長
（信田 智 元国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 技術調整官）
（赤道 正悟 元国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 課長補佐）
（大角 一浩 元国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 課長補佐）
（天羽 淳 元国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 河川環境保全係長）
（波多野 真樹 元国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 河川環境保全調整官）

公益財団法人 リバーフロント研究所

中村 圭吾、渡邊 祐介

（元公益財団法人リバーフロント研究所 吉田邦伸、末永匡美、金子祐）

●資料作成補助

株式会社建設技術研究所

稲葉 修一、川尻 啓太、竹内 えり子、羽尻 光宏

（役職は令和6年2月現在）

河川汽水域における多自然川づくりの技術資料（試案）

著者

多自然川づくり技術検討会 汽水域ワーキンググループ
公益財団法人リバーフロント研究所

令和 6年3月 発行
