



## 1. はじめに

令和元年東日本台風により甚大な被害をうけた久慈川では河道の流下能力の向上に加えて、河川管理者のみならず地域が連携し、遊水・貯留機能の確保・向上や土地利用・住まい方の工夫を盛り込んだ多重防御治水により社会経済被害の最小化を目指す「久慈川緊急治水対策プロジェクト」に着手しているところである。

このうち「大規模災害関連事業」では、河道の流下能力の向上を図るために堤防整備と河道掘削等が計画されている。一方、河川環境の保全・創出の視点から「久慈川らしい」風景や景観、生態系、河川利用の環境要素を保全・創出しながら、効果的・効率的な事業展開を進めていく必要がある。

しかし、先行する河川改修の検討に対して、河川環境の現状や、河川改修の実施による影響を定量的に評価する手法は確立されておらず、総合的な河川環境管理の作成とマネジメント実施が求められている。

本調査は「久慈川らしさ」を表す環境要素を抽出し、「実践的な河川環境評価・改善の手引き（案）H31.3公益財団法人リバーフロント研究所（以下「手引き」という）」に示される「河川環境管理シート」の活用により河川環境を総合的に評価する手法と、河川環境管理をマネジメントしていく仕組みづくりを検討したものである。

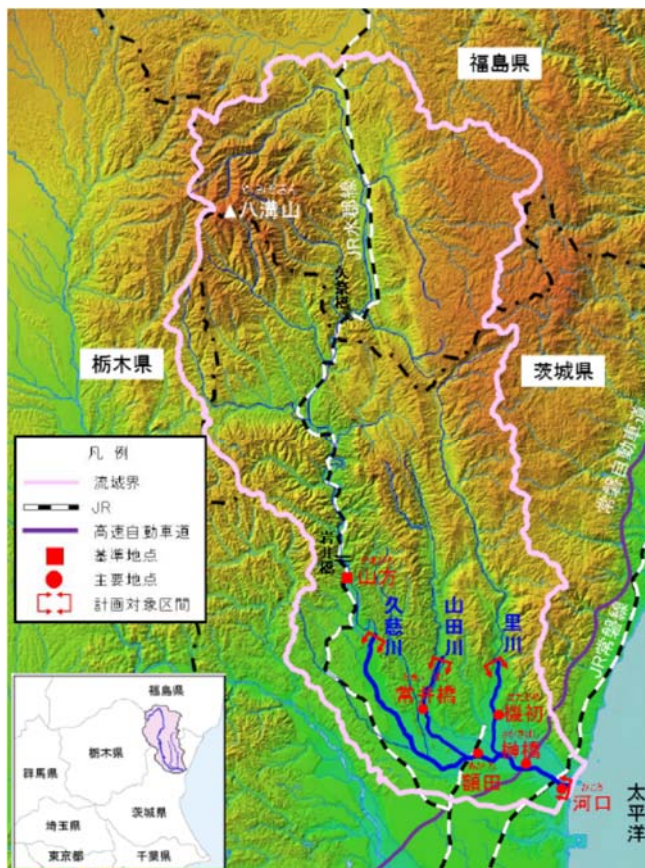
## 2. 久慈川の概要

久慈川は、その源を福島県・茨城県・栃木県の境界に位置する八溝山（標高1,022m）に発し、八溝山地と阿武隈山地の間の谷底平野を南流し、山間狭窄部の奥久慈溪谷を経て、沖積平野を下り、山田川、里川等を合わせ太平洋に注ぐ幹川延長124km、流域面積1,490km<sup>2</sup>の一級河川である。

久慈川流域は南北に細長く、福島県・茨城県・栃木県の3県の5市5町2村にまたがり、日立市、常陸太田市などの下流域に人口が集中している。

久慈川流域の自然環境は、上流域に5つの県立自然公園があり、袋田の滝や奥久慈溪谷等の観光資源に恵まれており、この区間の溪流はイワナやヤマメの生息・産卵場となっている。

谷底平野の中流域から下流域にかけての久慈川は連続する瀬淵はアユ・サケ等の生息・産卵場、中流部の崖地にはヤマセミ等が、下流部の砂礫河原にはイカルチドリ等が生息・繁殖している。また、この区間の高水敷にはオギ・ヨシ群落が存在するほか、水際には水害防備林の竹林が「久慈川らしい風景」を形成している。



図－1 久慈川流域図

出典：久慈川水系河川整備計画【大臣管理区間】（変更）の概要

## 3. 環境要素の抽出と河川環境区分の設定

### (1) 久慈川らしい環境要素の抽出

環境要素の抽出にあたっては、河川整備計画、河川水辺の国勢調査、河川環境検討シート等の既存資料の整理と現地踏査により、「生物生息環境要素と指標生物」を表－1のとおり整理した。

河口から栗原地区（14km）の下流域は汽水域に生息する魚類と湿地性の植生が分布し、中流部では連続する瀬淵がアユ・サケの良好な生息・産卵場を形成し、水域・水際には河原性の動植物が生息・生育している。

水辺利用では、かわまちづくり、サイクリングロードおよび河口付近の水上スポーツが盛んであり、栗原地区（14km付近）の旧河川と一体の湿地帯や、富岡地区（26km～30km）の水害防備林は久慈川を代表する景観をなしている。

### (2) 河川環境区分の設定

前項で抽出した久慈川の環境要素と河道特性（セグメント、河床勾配）の類似性から、状態の評価や改善を行う際の区間として扱う河川環境区分を図－2のとおり設定した。

表-1 久慈川の生物生息環境要素と指標生物

河道区分	環境要素 (生物生息環境)	機能	指標生物	備考
河口	河口砂州・干潟	・魚類の生息場・産卵場 ・底生動物の生息場	・ボラ、スズキ、マハゼ、ウツセミ カジカ、ミミズハゼ ・貝類	
	開放水面	・カモ、カモメ類越冬地	・カンムリカイツブリ、カモ類、 カモメ類	
下流	汽水域	・汽水性魚の生息域	・シロウオ、クルサヨリ ・ヤマトシジミ	・規模は小さい
	湿った草地	・川らしい湿生植物や昆虫類 の生息地	・ヨシ、オギ、ウスイロササキリ、 ギンイチモンジセセリ	
	ササ、メダケ林 斜面林	・サギ類の営巣地 ・小動物の生息地 ・猛禽類の営巣地	・サギ類 ・タヌキ ・サシバ、ノスリ、ヤマセミ	・ササは下流で発達 ・一部、農耕地を含む
	池・湿地・水路 (ヤナギ林含む)	・湿生の気象動植物の生息場	・タナゴ類 ・タコノアシ、ミクリ、タチヤナ ギ、オニグルミ ・コハクチョウ ・カヤネズミ	・特定地区にしか存在 しない
中流支川	瀬淵	・アユ、サケの生息場・産卵場	・アユ、サケ、カジカ、スナヤツメ	・久慈川では特に重要
	砂礫洲	・河原性動植物 ・鳥の営巣地	・カワラハハコ ・カワラバッタ ・イカルチドリ、コアジサシ	・近年縮小傾向が顕著
	砂礫の水路	・水生昆虫の生息地 ・底生動物の生息地	・シマドジョウ ・アオハタトンボ、キイロヤマト ンボ	
	竹林	・水害防備林 ・タケノコ等生産	・マダケ、モウソウチク	・久慈川らしい風景 ・河積阻害の要因
	農耕地	・小動物、鳥類の餌場等	・ハタネズミ	・連続性を評価

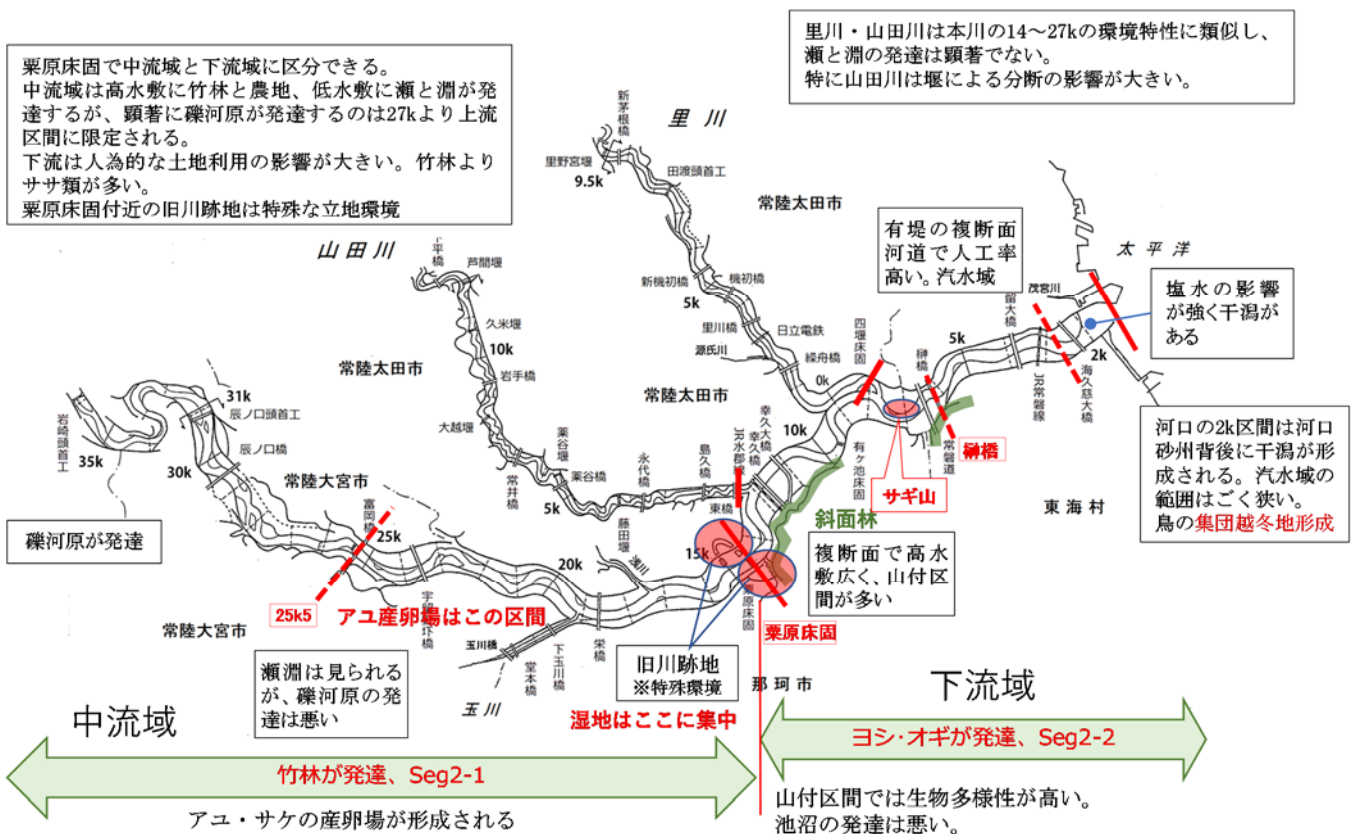


図-2 久慈川的环境要素の概要と河川環境区分の設定

## 4. 久慈川らしさの見える化

### 4-1 環境要素の評価方法

本調査は、河道掘削等が予定されている久慈川において対策実施による影響が予想されるため、前項の「久慈川らしさ」を位置づける環境要素のうち、数値化可能な「生物生息場の環境要素」を抽出して、定量的な分析をおこなった。

具体的には久慈川水系（直轄管理区間）の河川全体を俯瞰的に把握するため、生物生息場データ（例：水域の瀬淵面積、陸域の植生種別面積）を用いて河川環境区分シートを作成し、久慈川らしさの「見える化（リスト化）」を図った。なお、河川環境区分シートの作成方法の詳細については「手引き」を参照されたい。

### 4-2 生物生息環境要素の評価要素の設定

「手引き」に示される16種の評価要素を参考に、久慈川の河川環境情報図と河川水辺の国勢調査で得られる生物生息場データの中から、久慈川の環境特性を反映できるように評価要素を設定した。

具体的には、河口域の特性（静穏水域、干潟等）、樹林・植生分布（低・中茎草本類、川辺性樹林、礫河原性植生、外来植物）等の面積や、魚類（アユ）の生息地・産卵場や野鳥の生育・営巣地等の地点数といった生物生息場の環境要素を評価対象として追加した。

久慈川の河川環境区分ごとに設定した生物生息環境要素を表-2に示す。

表-2 久慈川の生物生息環境要素の設定

主な区間	環境要素	評価指標	手引きの評価指標
1 河口域	水域 静穏水域	面積	○
	水際域 干潟・浅場		
	水際域 岩礁帯		
	水際域 河口砂州・海浜植生帯		
5 下流域	水域 深み	面積	○
	水域 ワンド・たまり		
	水際域 水生植物帯		
	陸域 ヨシ原		
	陸域 湿った草地		
	陸域 ササ・メダケ林		
	陸域 ヤナギ林		
	陸域 ▼外来草本群落		
	堤内地 斜面林		
14 中流域	水域 連続する瀬と淵	面積	○
	15 里川 水域 湧水地		
	16 山田川 水域 ▼湛水水域		
	17 陸域 自然裸地（砂礫洲）		
	18 陸域 砂礫河原の植生域		
	19 陸域 乾燥した草地		
	20 陸域 竹林		
	21 陸域 落葉広葉樹		
	22 陸域 ▼外来樹林		
	23 生物指標 水域 魚類の産卵地		
24 水域・陸地 野鳥の集団分布地			
25 陸域 野鳥の集団営巣地			
26 陸域 砂礫河原植物の生息地			

▼：負の環境要素

### 4-3 久慈川らしさの見える化

#### ～現状における環境要素の評価結果～

久慈川の現状における生物生息場データを用いて環境要素を評価した結果を表-3に、それを「見える化」した「河川環境区分シート」を図-3に示す。

各評価要素の評価点（点数）は、各地点（空間単位：1km 間隔）の評価値（面積、地点数）を、河川全体の中央値と比較して、良好な場合には「●」印の加点評価（1点）とした（中央値未満は「△」印とし、空欄は当該環境要素が存在しないことを示し、いずれも点数化しない）。なお、表-3に示した「▼」印は負の要素として各地点で存在する場合は減点評価（-1点）とした。

上記のとおり各評価要素の点数を集計して、その合計値をもって各地点の生物生息場の優劣を河川全体で俯瞰することができる。図-3より、感潮区間・沖積地区間は中流域と下流域の双方の生息場を持ち合わせていることから評価点が高く、久慈川全体を俯瞰して、重要な生物生息場で、環境保全すべき区間であると読み取ることができる。

一方、河口・汽水域及び支川において、良好な生息場は相対的に少ないことを示す結果となった。

また、河川環境区分シートから、河川環境区分毎の高い点を示す地点を、その区分の「代表区間」や「保全区間」として設定することで、目標とする川の姿をイメージすることができる。

表-3 久慈川の生物生息環境要素の現状評価

（各環境区分で最高評価点の地点における評価）

主な区間	環境要素	支川		中流域		下流域		河口域
		山田川 2.0km	里川 2.0km	台地区間 30.0km	沖積区間 17km	感潮域 12.0km	汽水域 3.0km	河口 2.0km
1 河口域	水域 静穏水域							●
	2 水際域 干潟・浅場							
	3 水際域 岩礁帯							
	4 水際域 河口砂州・海浜植生帯							
5 下流域	水域 深み					●		●
	6 水域 ワンド・たまり				●			●
	7 水際域 水生植物帯	●	●			●		
	8 陸域 ヨシ原					●	●	●
	9 陸域 湿った草地			●	●			
	10 陸域 ササ・メダケ林		●	●	●			●
	11 陸域 ヤナギ林				●	●		
	12 陸域 ▼外来草本群落			▼	▼	▼	▼	▼
	13 堤内地 斜面林		●	●				
14 中流域	14 水域 連続する瀬と淵	●	●	●	●	●		●
	15 里川 水域 湧水地							
	16 山田川 水域 ▼湛水水域							
	17 陸域 自然裸地（砂礫洲）		●	●	●	●		
18 山田川	18 陸域 砂礫河原の植生域							
	19 陸域 乾燥した草地	●		●	●	●	●	●
	20 陸域 竹林			●	●	●		
	21 陸域 落葉広葉樹				●	●	●	●
	22 陸域 ▼外来樹林				▼	▼		
	23 生物指標 水域 魚類の産卵地	●		●	●			
	24 水域・陸地 野鳥の集団分布地					●		
	25 陸域 野鳥の集団営巣地							●
	26 陸域 砂礫河原植物の生息地							
集計	●（+1点）	4	5	8	10	11	4	8
	▼（-1点）	0	0	2	2	1	1	1
	評価点	4	5	6	8	10	3	7

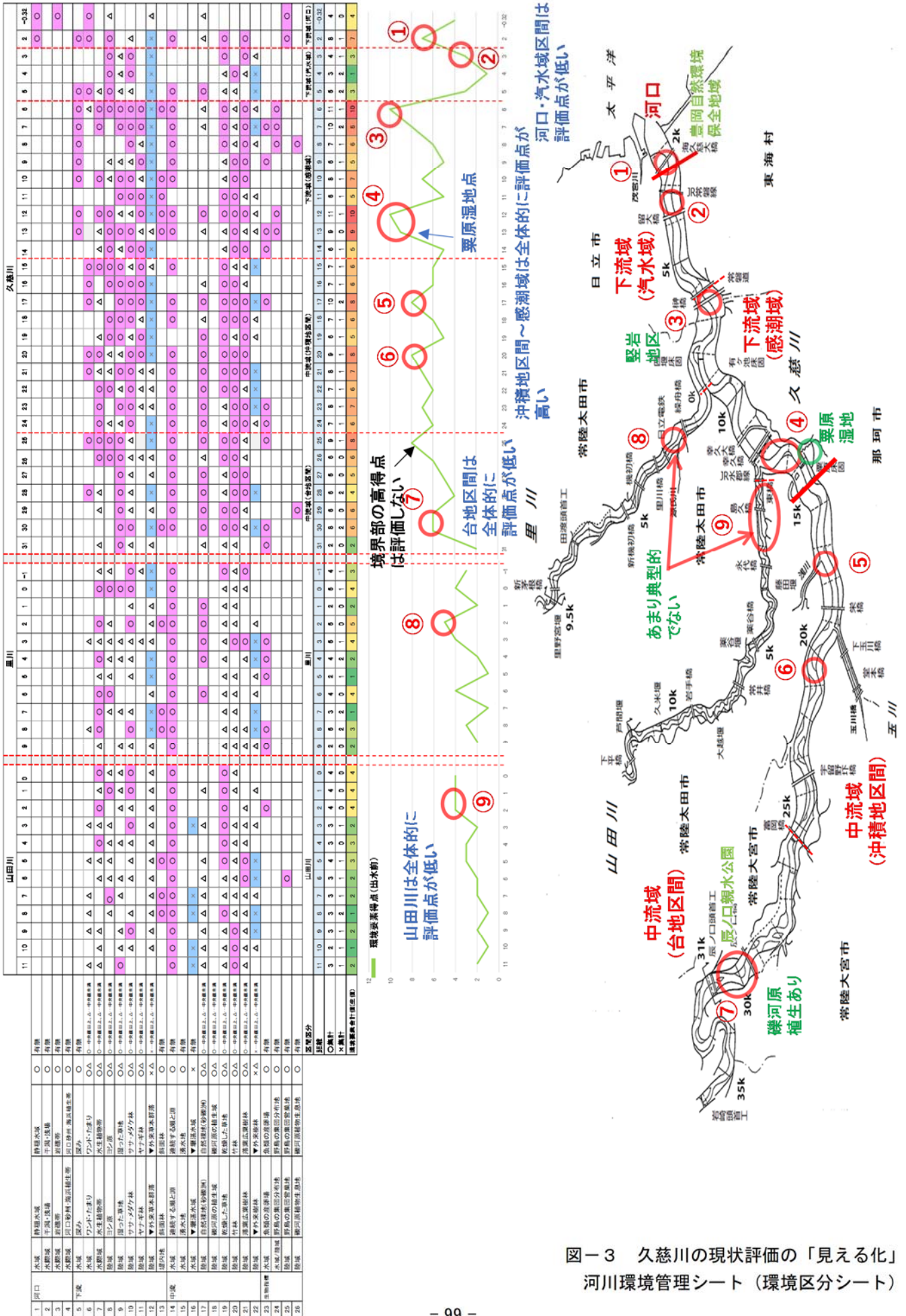


図-3 久慈川の現状評価の「見える化」  
河川環境管理シート(環境区分シート)

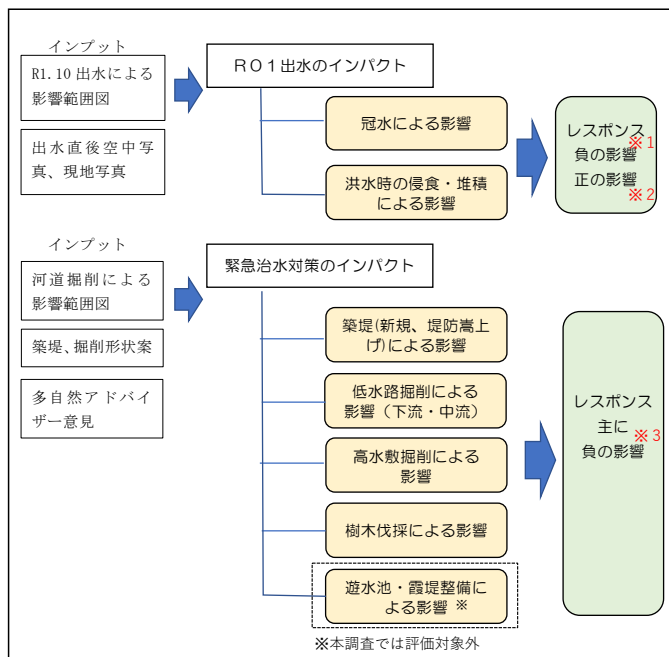
## 5. 令和元年東日本台風出水による河道変化と環境に配慮せず河道掘削等を実施した場合の影響推定

### 5-1 河道変化と環境要素変化の分析評価方法 (インパクト～レスポンス分析)

久慈川では令和元年東日本台風出水直後に空中写真と現地写真が撮影されており、出水前の写真と比較して実際に生じたと推測される河床変化を判読し、生物生息場への「負」と「正」の影響を分析した。

環境に配慮せず河道掘削等を実施した場合の影響推定にあたっては、掘削直後の効果発現は不明確であることから、掘削箇所にあたる生物生息場は全て消失する「負」の評価とした。

以下、図-4のとおり、前章で作成した現状における各環境要素の基準値をもとに、出水と河川改修による河道変化(インパクト)による、生物生息場に与えるレスポンスを分析するものとした。



- ※1: 土砂移動による瀬淵の消失、水生植物・高水敷上の植生の消失(土砂被り含む)等
- ※2: 上流からの土砂移動による瀬淵の形成
- ※3: 河道掘削による瀬淵、水生植物の消失、堤防整備による高水敷上の植生の消失等

図-4 河道変化と環境要素変化の分析評価方法

### 5-2 令和元年東日本台風による河道変化

#### (1) 出水概要

令和元年東日本台風が関東地方を直撃し、久慈川流域の水系基準点「山方地点」では2日雨量の流域平均雨量: 255mm、ピーク流量: 約3,700m<sup>3</sup>/s(氾濫しなかった場合に到達した場合の推測値)に到達し、当時の整備計画の目標を上回る出水を記録した。

この出水により、久慈川の直轄管理区間では常陸大

宮市の3箇所では堤防決壊、越水・溢水被害が発生した。(2) 出水による河道変化と生物生息場への影響

東日本台風出水後の河道変化は出水前後の空中写真を用いて、土砂の移動(河床の攪乱)状況を判読によりおこなった(図-5)。空中写真で判読する限り、出水による土砂の移動は栗原地区(14km)から辰ノ口橋(29km)までの区間で確認され、川の営力により砂河原や、瀬淵が再生された。下流の高水敷上では一部土砂が被った状況が読みとれた。



図-5 東日本台風出水後の土砂移動状況の判読例

### 5-3 環境に配慮せず河道掘削等を実施した場合の影響推定

#### (1) 河道掘削等の予定箇所と改修断面

「久慈川緊急治水対策プロジェクト」の治水対策箇所と、掘削断面(イメージ図)を図-6に示す。

流下能力を確保するため、久慈川は高水敷掘削と樹木伐採の実施を予定している。

また、堤防整備とあわせて、現在の遊水機能を有する区間では霞堤を整備する予定である。

#### (2) 環境に配慮せず河道掘削・高水敷掘削等を実施した場合の影響推定

出水前、出水後及び環境を配慮せず河道掘削後における生物生息場の評価点の変化を図-7に示す。

高水敷掘削により低水路拡幅に伴う水際の水生植物帯の消失や、堤防整備に伴う高水敷の樹木伐採によるササ・メダケ・竹林と湿った草地減少等により生物場の評価点が下がる結果となった。

## 6. 環境に配慮した河道掘削等の実施

単純に河道掘削・高水敷掘削、堤防整備を実施すると上記のような評価点となることが確認された。

実際の河道掘削では、エコトーンの新創出や出水前に見られた二極化(高水敷・低水路)の改善や湿地環境の新創出など、多自然川づくりを基本として実施しており、出水前・出水後から河川環境の評価点が同等、もしくは高くなることが予想される。

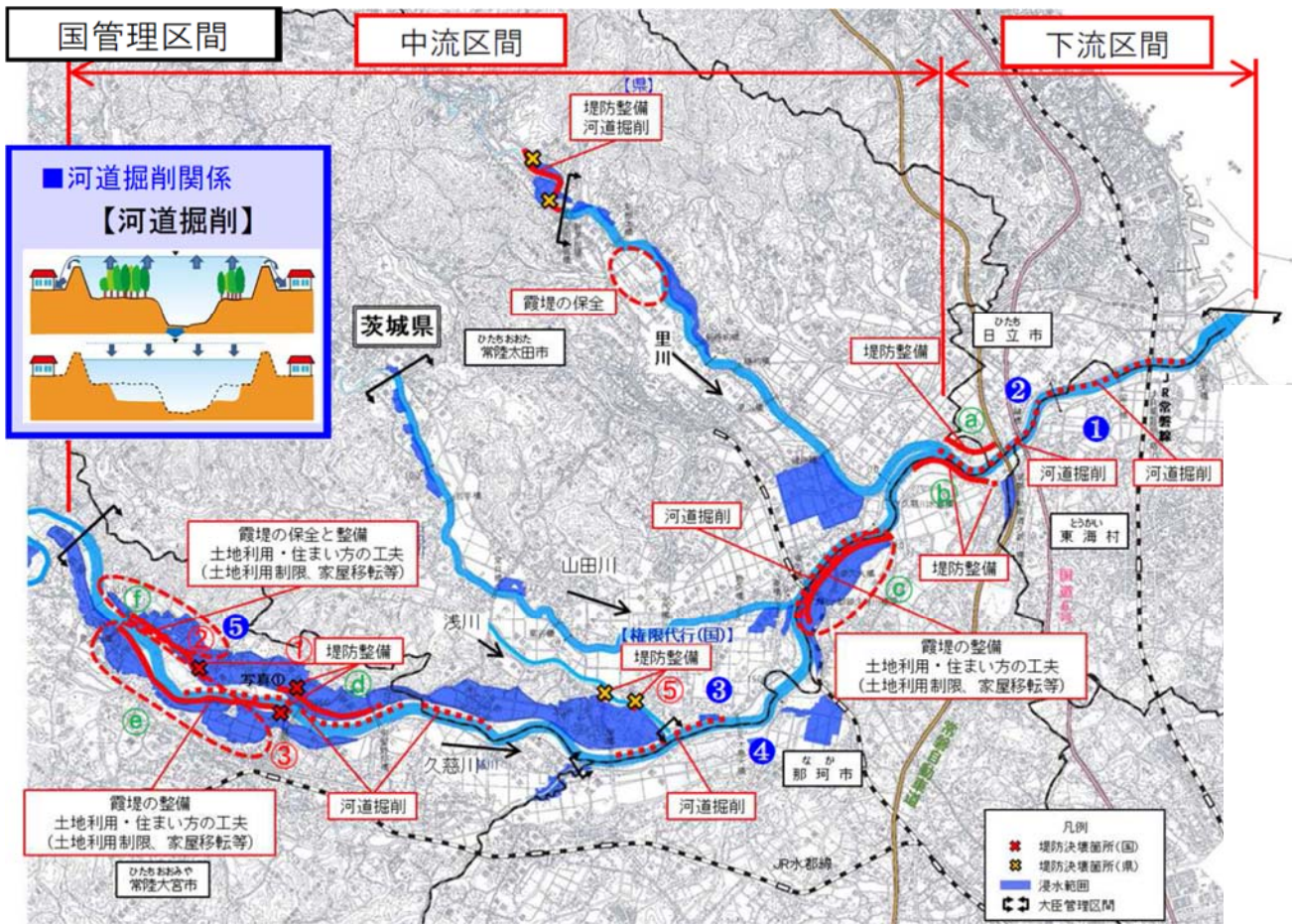


図-6 久慈川緊急治水対策プロジェクト 河川事業における対策について【R3.8月時点】 出典：事務所 HP

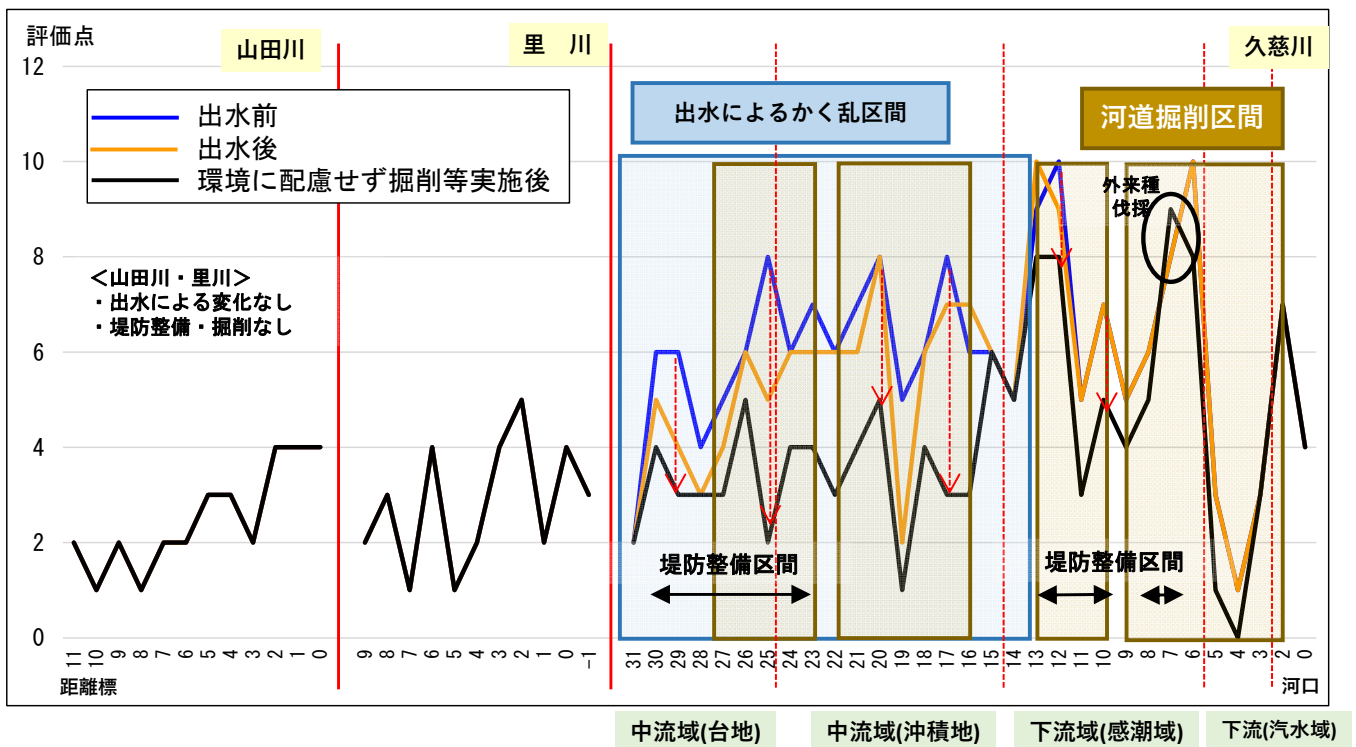


図-7 久慈川の生息場の環境要素評価点の比較（出水前、出水後、環境に配慮せず掘削等実施後）

## 7. 河川環境管理シートを活用した環境マネジメントの提案

### 7-1 環境マネジメント手法のフロー

環境要素を事前に把握・分析し、河川環境保全・再生の対策検討及び対策実施後のモニタリングを通じての環境マネジメント(PDCAサイクル)を図-8に示す。

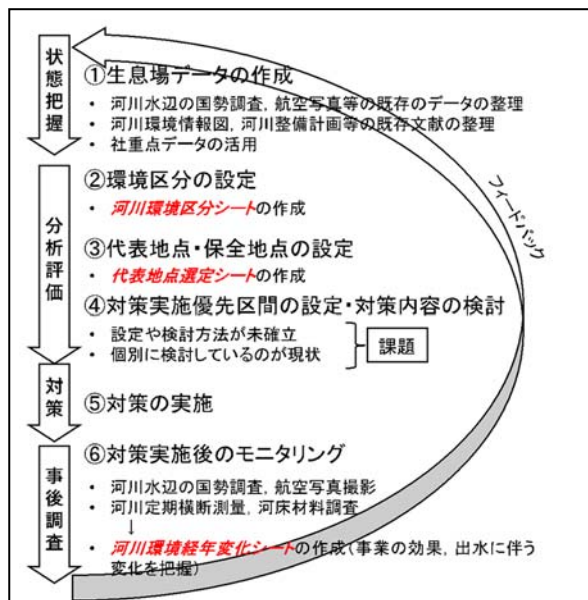


図-8 河川環境管理シートを活用した河川環境マネジメント手法の研究例<sup>1)</sup>

### 7-2 久慈川への適用方向性について(提案)

#### (1) 環境保全・再生等の対策実施優先区間の選定

図-7(前頁)に示した3時点における「河川環境区分シートの評価点」の重ね合わせから、久慈川の環境要素の変化要因を分析した結果を表-4に示す。

環境に配慮せず河道掘削等を実施した場合、生物生息場として重要な「台地・沖積地区間」で評価点が減少するため、この区間の環境マネジメント優先区間として抽出できる。

表-4 久慈川の河道状況毎の環境要素の分析結果

河道状態	分析評価(ポイント)
①出水前(現状)	・感潮区間・沖積地区間(6K~24K)は多くの環境要素を有し、良好な生息場であることから「保全もしくは再生すべき区間」と選定された
②出水後[直後]	・中流域(13K~30K)で川の営力による攪乱が確認された(瀬淵の再生等) ※大規模出水であったが比較的、土砂の攪乱の規模は小さく、新たな淵が形成される箇所がみられた
③環境に配慮せず河道掘削等実施後[直後]	・低水路拡幅や堤防整備を環境に配慮せずに行うと、特に台地・沖積地区間の評価点は低くなる事が確認された ※掘削箇所等の現状生息場は全て消失した状態で評価

#### (2) 環境の目標設定手法

「代表地点選定シート」は、河川環境区分シートの各区間で優れた環境要素を有する地点を抽出し、当該区間のお手本とすべき代表地点を選定するものである。このシートにより選定される代表地点の環境要素(指

標値)を「環境の目標」として設定することができる。

#### (3) 河川環境マネジメント(モニタリングとPDCA)

河道掘削等を実施する久慈川での環境保全・再生等の対策検討にあたっては、工事、モニタリング、計画・対策へのフィードバックによる順応的な対策の実施が不可欠であり、現在、事業が実施されている。

モニタリングには「河川水辺の国勢調査」「定期横断測量」等の定期的な基礎調査のほか、工事等の急激なインパクトに対する迅速な対応が求められる場合には、例えばUAV等で3次元点群データの取得・活用で効率化と精度向上を図る工夫が必要である。

これらモニタリングで得られたデータを「河川環境経年変化シート」を用いて整理することで、定量的に対策効果・影響を把握し、計画へ反映する河川環境マネジメント(PDCAサイクル)を可能とすることとなる。

## 8. おわりに

### (1) 本報告の成果

河川環境を説明する際の資料として「河川環境情報図」と「河川環境検討シート」が多く使われてきた。

河川環境情報図は動植物の調査地点のみ情報量が多く、河川の全体像を把握することが困難である。また、河川環境検討シートは定性的な評価が多く、具体的な対策を講じるためには専門知識が必要となる。

本調査で用いた「河川環境管理シート」は、数値化した生息場の環境要素を用いることで、河川全体を俯瞰し、定量的な評価に基づく客観的な分析を可能にした点が最大の特徴である。

本報告では久慈川をケーススタディとして、河川環境区分シートを用いて河川状況の「見える化」を図り、対策実施優先区間と消失する環境要素を明確にした。

また、代表地点選定シートによる環境の目標設定や、河川環境経年変化シートの更新により順応的な環境マネジメントの支援ツールとなり得ることを提示した。

### (2) 今後の課題

現状において、河床変動、流況・水理特性等の物理変化についてはある程度の精度で予測可能となってきているが、物理変化が動植物に与える効果・影響を予測する技術は十分に確立されているとは言い難い。

今後、河川環境整備を戦略的に進めていくためには、PDCAサイクルで得られるデータ蓄積と、それを活用した科学的根拠に基づく「環境対策の検討手法」の確立が必要である。

## <参考文献>

- 1) 福島雅紀ほか:環境管理における対策実施優先区間の選定について, 河川技術論文集, 23, 609-614, 2017