

◆ 特集：国土交通省国土技術研究会 ◆

河川事業における環境影響分析手法の高度化に関する研究

河川局河川環境課
土木研究所水循環研究グループ河川生態チーム
北海道開発局建設部河川計画課
東北地方整備局河川部河川調整課 関東地方整備局河川部河川調整課
北陸地方整備局河川部河川計画課 中部地方整備局河川部河川計画課
近畿地方整備局河川部河川調整課 中国地方整備局河川部河川計画課
四国地方整備局河川部河川管理課 九州地方整備局河川部河川計画課

1. はじめに

本研究は、計画段階および事業実施全段階における河川事業の人為的インパクト (I) に対する生態系のレスポンス (R) を予測・評価する手法の確立を目的としている。平成11年度からの2ヶ年は、「河川環境に関するインパクト及びレスポンスに関する研究」、平成13年度からの2ヶ年は、「河川事業における影響軽減手法に関する研究」、平成15年度からの3ヶ年は、「河川事業における環境影響分析手法の高度化に関する研究」と題して継続してきた。

内容は、事例研究と個別研究の大きく2つに分

かれる。平成11年度より継続してきた事例研究は、実際の事業を対象として、いくつかの異なるインパクトを対象とし、レスポンス (以下、IR) のフローを作成し、予測～調査～評価までの一連の検討を行うものである。この事例研究の目的は、事業の進捗状況に応じて、インパクトに対するレスポンスの予測、評価、モニタリングを実施し、環境影響分析において今後重点的に解決すべき課題の発掘や分析手法の高度化を図ることにある(表-1)。例えば、砂鉄川で、ショートカットによるレスポンスについて、事業の実施前、実施後の段階で、生息場所及び魚類群集を対象として把握し、生息場所の変化に伴う魚類群集の応答を定

表-1 インパクトの種類と事業の進捗状況からみた事例研究の位置づけ

		事業の進捗状況				
		現況把握・分析	計画	事前調査 (インパクト前)	事業実施中	事後調査 (インパクト後)
主要インパクトの種類	流量・水位の変化	中国 (斐伊川・神戸川)	○	○		
		北海道 (永山新川 (牛朱別川))	○	○	○	●
		近畿 (淀川)	○	○	○	
	ショートカット	北陸 (早出川)	○	○	○	●
		東北 (砂鉄川)	○	○	○	●
	低水路拡幅	中国 (斐伊川・神戸川)	○	○		
		九州 (加勢川)	○	○	○	
	土砂バイパス	中部 (三峰川)	●			
	高水敷切り下げ	近畿 (淀川)	○	○	○	●
		関東 (多摩川) *1	○	○	●	●
四国 (四万十川) ※		-	-	-	-	● (樹林伐採)
高水敷化、樹林化等* (レスポンスの分析)	四国 (四万十川) *2	●				
	中部 (三峰川) *2	●				

●：検討中 (2005.9現在) ○：検討終了

*1多摩川は今後予定されている事業を対象として整理している。

*2四万十川および三峰川は、高水敷化、樹林化した現在のレスポンス状況をインパクトに置き換え、その分析にIRの考え方をを用いている。

※四万十川 (高水敷切り下げ) は、2005.3に高水敷の樹木伐採及び高水敷切り下げを試験的に実施しており、現在はモニタリング中なので、事後調査の欄に記入している。

量的に把握してきている¹⁾。

一方、個別研究は、各地方整備局が抱えている事業のうち、比較的共通な事項に問題を絞り、その解決に必要とされる予測・評価に関わる要素技術の開発を行うことを目的として実施している。具体的には、平成15年度から、3つの個別課題を設定し研究を行っている。

- 1) 捷水路建設に伴う環境影響分析手法の高度化 (担当：北海道開発局、北陸地方整備局)
- 2) 河床低下と河道の高水敷化に伴う河川生態系への影響と分析手法の検討 (担当：関東地方整備局、中部地方整備局、中国地方整備局、四国地方整備局)
- 3) ヨシ原の成立要因に関する研究 (担当：東北地方整備局、近畿地方整備局、九州地方整備局)

また、平成16年度より河川環境情報の評価と調査法の発展について検討を始めた。既に、イギリス、フランス、オーストラリア、アメリカなどを初め、先進諸外国では河川調査・評価法の検討が進んでいる。本研究会では、とくにイギリスで開発されたRHS (River Habitat Survey) を基に、河川の中に見られる河川特性と生育・生息場所の関係を構造的側面から定量的に調査・評価するための技術を検討している。これらの技術を応用し、最終的には、誰もが同様の評価ができるような汎用性の高い手法の開発を目的としている。

本報では、これらの中から、「河床低下と河道の高水敷化に伴う河川生態系への影響と分析手法の検討」と「河川環境情報の評価と調査法の発展－河川構造からみた河川評価の課題」について、その結果報告を行うものである。

2. インパクト・レスポンスの概要

河川事業における人為的なインパクトがレスポンスとして波及していくプロセスを考えると、そこには様々なモデルを想定することができる。本研究会では、平成14年12月に発刊された「河川事業の計画段階における環境影響の分析手法の考え方」²⁾を基本モデルとし、IRのプロセスの解明を行うこととしている。この考え方は、IRを①インパクト→②河川特性 (物理的、化学的環境) の変化→③生息・生育場の変化→④生物群集の変化、と①～④の個々の要素に分割し、各要素間の予測を行い、レスポンスを評価する手法が採られる

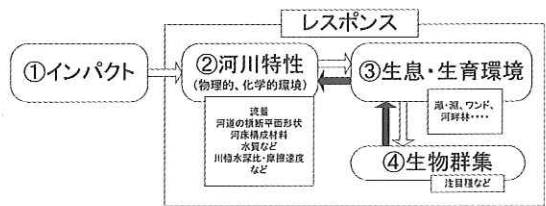


図-1 インパクトーレスポンスの過程

(図-1)。

なお、現時点では、これら一連のモデルは、各要素間の予測・評価手法が未確立であるため、その関連性を精度よく解明することが難しい状況にある。本研究会では、この点を鑑み、第一に実際の事業の中で生じるデータを蓄積すること、第二に必要となる調査・予測手法の開発・精度向上の方法や、今後優先的に開発すべき予測・評価手法の抽出に努めている。

3. 河床低下と河道の高水敷化に伴う河川生態系への影響と分析手法の検討

河川中流部の河床が低下した区間は、低水路川幅が縮小する過程で、これまで河道であった箇所が段丘化し、河原のような比較的高頻度で冠水する環境が減少してきている^{3), 4)}。このような現象は、国内のみならず海外でも顕在化してきている⁵⁾。また、出水による攪乱強度や冠水頻度が低下した部分は、樹林化が著しく進行しているといわれている。そこで、手取川、大井川、木曾川、猪名川、九頭竜川、天神川、菊池川を対象に、以下に示す(1)～(3)の内容に関する研究を行った。

- (1) 河床低下と低水路川幅の変化 (平均川幅水深比、最深河床低下量)
- (2) 地被状態の経年的変化
- (3) (1) と (2) の関連性

その結果、1970年以降、ほとんどの河川において最深河床が平均して約2m低下していた。また、1970年以前と比較し、1990年以降では、全ての河川の川幅水深比は減少傾向にあると同時に、高水敷が拡大しつつある。例えば、猪名川では、1960年に約200であった川幅水深比が2000年になると100以下になっており、約40年の間に半分以下の川幅水深比へと減少している。

図-2に地被状態の面積割合について、その経年変化を示す。無植生地の減少、草地、樹林地の増加がみられ、人工地は耕作地からグラウンド、建造

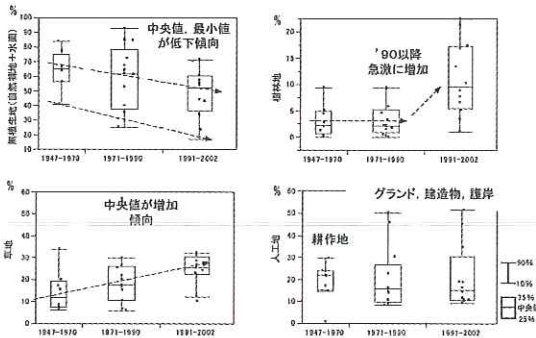


図-2 地被状態の面積割合の経年的変化⁷⁾

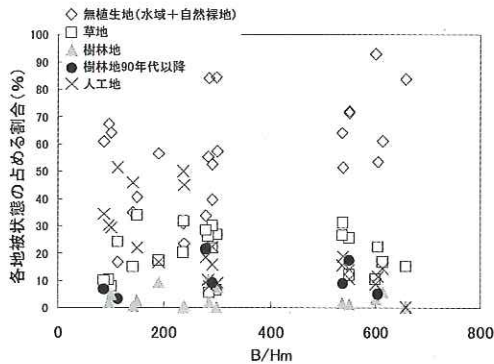


図-3 川幅水深比 (B/Hm) と地被状態の面積割合の変化⁷⁾

物、護岸などに変化していた。図-3に、各河川の川幅水深比と各地被状態の占める割合との関係について示す。川幅水深比が小さくなるにつれて、無植生地が減少し、樹林地が増大する傾向にある。しかし、川幅水深比が260より小さくなる辺りから樹林地は減少し、人工地が急激に増える結果となった。これは、本来、樹林地であった箇所が人為改変により人工地へ変化していると考えられる。実際に、多くの場所でグラウンドの整備などが進んでいた。

以上より、現状の河川は、河床の低下によりみお筋が固定化されつつある。また、川幅水深比が小さくなることで多列砂州から、交互砂州のような単列砂州へと変化し⁶⁾、流路の固定化が進行しつつあると言える。その結果として、川の氾濫域が減少し、造成等の人為改変が容易となり、高水敷の人工地化が進んだものととらえられる。

4. 河川環境情報の評価と調査法の発展—河川構造からみた河川評価の課題

4.1 日本版RHS (仮称) の概要

本研究会では、平成16年度より、先進国で実施

表-2 個別課題 (RHS) 対象河川一覧

地整名	対象河川
北海道	札内水系札内川
東北	雄物川水系雄物川
関東	久慈川水系久慈川
北陸	手取川水系手取川
中部	庄内川水系庄内川
近畿	九頭竜川水系九頭竜川
中国	江の川水系江の川
四国	渡川水系四万十川
九州	本明川水系本明川

表-3 調査項目の概要

使用シート	調査項目	その他
流域調査シート (基礎調査)	I. 流域の概要	流域の基礎情報の記載
	II. 調査区間の基礎資料 A: セグメントの概要 B: 調査区間の概要	
概観調査シー (縦断的調査)	III. 調査区間の概観調査結果	定期横断測線間200mの2倍(400m)か、500mを基準とし調査の記載
	C: 河川形態と横断形状	
	D: 瀬・淵の状況	
	E: 多様な生息場・特殊な環境	
詳細調査シー (横断的調査)	F: 人工物の状況	横断測線区間内の特徴的な状況の調査の記載 50mごとに調査の記載
	IV. 河川の横断調査	
	G: 高水敷の利用	
	H: 河岸の状況	
	I: 水際の状況	
	J: 中州の状況	
	K: 流路内	
L: 植生タイプ		
M: 外来種		

されている河川環境調査・評価について内容検討を行い、とくにイギリスで開発された調査法であるRHS (River Habitat Survey)⁸⁾を参考に、日本での適用について検討を進めている。RHSの利点は、河道内と高水敷に関する物理特性を定量的データとして抽出し、分析するための体系的な枠組が具備されている点にある。またRHSは、河川環境を構造的側面から評価することが期待できる。

RHSは、調査項目を埋めることで、結果的に河川における分布状況、希少性、典型性の把握が可能となる。データの収集は画一的であり、1つの調査区間の範囲は、河道縦断方向に長さ500mの区間を標準とする。調査時間も短く、調査者が対象区間の物理特性を調査するのに要する時間は、1つの調査区間あたり最短で約40分程度である。本研究会では、これらを参考に、表-2に示した河川及び区間を対象に、現在試行的に日本版RHS

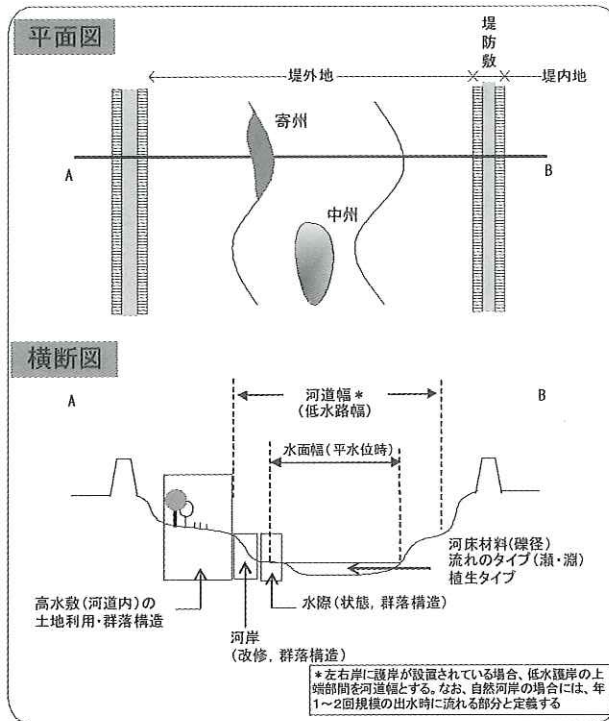


図-4 調査対象地での場の名称

—横断面図は、平面模式図中のA-Bで切られた断面について示している—

(仮称)の適用を行い、本手法の問題点の抽出と改良を行っている。以下に日本版RHSの概要を示す。

日本版RHSは、400mから500mを1つの調査区間とした。これは、日本における直轄管理区間における定期横断測量が200mあるいは500mごとに実施されている点を考慮したためである。

調査は3枚の調査シートから構成され、主に机上で検討する「流域調査シート」、現地で400mまたは500mごとに記載する「概観調査シート」、現地で50mごとに記載する「詳細調査シート」からなる。表-3にシート毎の調査項目、図-4に、主要な調査項目の定義を示す。

RHSでは、まず、上記の3枚の調査シートを埋めデータの取得を行う。次に、データを集計し、それぞれの項目の分布状況、希少性、典型性の確認を行うことが可能となる。また、項目ごとの組み合わせから、河川構造の関連性の有無といった解析も行える。なお、本研究会では、これらのシートをMicrosoft Access (R)によって作成し、データベース化を行っている。

4.2 Microsoft Excel (R) による図化処理ソフトの作成と解析

本研究会では独自に、汎用性の高いMicrosoft Excel Macro (VBA)を利用し、自動的に作図処理できるプログラムを作成した。本プログラムは、短時間で自動的にデータを処理できるため、データさえあれば、迅速に河川の特徴をグラフで表すことができ、全国的に比較することが容易となる。これにより、3枚のシートにある項目のうち、数値で表されるものについては、区間ごとの類似性や異質性を簡易なグラフから直観的に判断できる。また、ここでとりあげた調査項目以外にも、特定の項目(例えば、鳥の飛来頻度などの生物データ)との関係を簡易に比較できるような枠を設けるなど、自由度の高い構成となっている。

以下では、検討事例の中から、九頭竜川において実施されたRHSによる現況の河川環境と過去の河川環境の状況を比較した事例を示す。

4.3 九頭竜川におけるRHSを用いた河川環境の評価例

九頭竜川は油坂峠(標高717m)を水源とし日本海側に向かって流れる礫床の一級河川である。

今回RHSを適用した区間は九頭竜川本川の直轄管理区間の河口(0km)～31.2kmとした。流域面積2,930km²、流路延長116km、流域内人口約64万人である。セグメント・スケール⁶⁾で九頭竜川を整理すると、河口～18kmはセグメント2-2、18～23kmは、セグメント2-1、23km～31.2kmはセグメント1となる。

4. 3. 1 RHSからみた九頭竜川の河川環境

① G：高水敷の特徴

図-5に高水敷の土地利用からその特徴を示す。調査全域の分布状況は、グラウンド、水田、人工草地(牧草地等)、その他の草地が多くを占めている。その内訳をみると、セグメント2-2の区間では、水田などの利用が多く、セグメント2-1、セグメント1の区間では、グラウンド、草地などの利用が多い。

② H：河岸の特徴

図-6に河岸の群落構造から河岸の特徴を示す。調査全域の分布状況は、現在、木本群落、草本類、裸地が多く、竹林や植林は少ない。その内訳は、セグメント2-2の区間では、草地類が連続的にあり、他のタイプは少ない。一方、セグメント2-1、セグメント1の区間では、木本群落や左岸側に裸地(主に砂礫河原)が多く見られる。

①、②のことから、セグメント2-1とセグメント2-2を分岐点(18km付近)とし各項目の分布状況の変化がみられることがデータによって示される。

4. 3. 2 過去の河川環境状況との比較

九頭竜川では、過去、砂礫河原であった箇所に、現在は樹木が侵入し、砂礫河原が減少してきたと言われてきている。RHSの評価から、木本群落が占めている区間は、18kmより上流部で顕著である。実際に、砂礫河原が減少した区間は、18kmより上流と言われており、先の検討結果と一致している。そこで、試験的にRHSを用いて過去から現在までの河川環境の変遷の検証を行った。具体的には、汎用性の高い過去の空中写真、横断面図、平面図を用いて、過去の河川環境の情報をデータ化した。空中写真は、昭和41年(1966年)(写真-1参照)および昭和57年(1982年)を用いた。まず、RHSによりどの程度の項目が判読可能であるかを明らかにし、次に、過去からの樹林化の進行具合に伴う河川環境の変化を検討した。

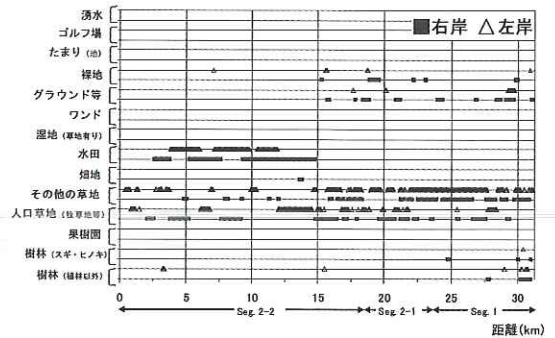


図-5 高水敷の土地利用の特徴

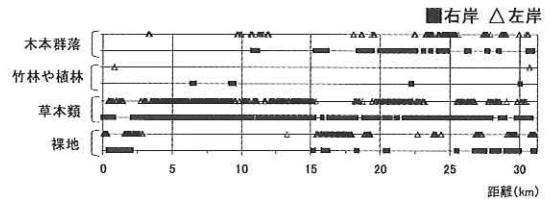


図-6 河岸の群落構造の特徴

解析対象区間は、木本群落による樹林化が特徴的な18～23km(セグメント2-1)とした。写真-1に昭和41年と2000年(平成12年)の空中写真を示す。視覚的な点からみても、検討区間は、樹林化の進行、裸地域の減少は明らかである。以下では、4. 3. 1の結果も利用し、計3時期について九頭竜川の河川環境の変化について、比較検討を行った結果を示す。

①空中写真による判読可能な項目について

RHS調査項目のうち物理環境に係る項目について記入したところ約6割は判読可能な項目であった。しかしながら、瀬・淵のタイプ(早瀬・平瀬、M型～D型など)、河床材料、流路内の植性の区分、水際のオーバーハングの状態、などの項目については、判読が困難であった。

②樹林と裸地の経年変化

表-4に水際と河岸の群落構造について示す。水際の群落構造を見ると、1966年には裸地域が72%であったが、2000年には、9%にまで減少した。一方、木本群落をみると、1966年には8%であったが、2000年になると27%まで上昇し、水際域の樹林化が進行していることが明らかとなった。同様な傾向は、河岸の群落構造にも見られる。

図-7は、水際の群落構造の分布状況について、その経年変化を比較した図である。木本群落の分布状況を見ると、1966年、1982年には、目立た

表-4 水際と河岸の群落構造

項目	1966年	1982年	2000年
水際の群落構造			
裸地	72	25	9
木本群落	8	20	27
河岸の群落構造			
裸地	84	66	22
木本群落	6	2	37

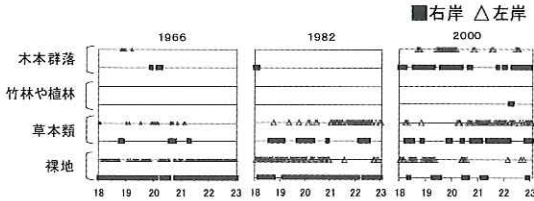


図-7 水際の状況の経年変化

ないものの、2000年以降、左右岸にわたりまんべんなく広がりつつある。また、裸地域については、2000年以降、とくに右岸での減少が著しい。

水際の樹林化や河岸の樹林化は、樹木の根茎自体が砂州を固定化させる。そのため、出水の頻度、強度が小さくなった河川では、砂州を破壊する力が弱まるため、裸地域が形成され難くなり、ますます樹林化が進行するという結果を表しているものと考えられる。

4.3.3 まとめ

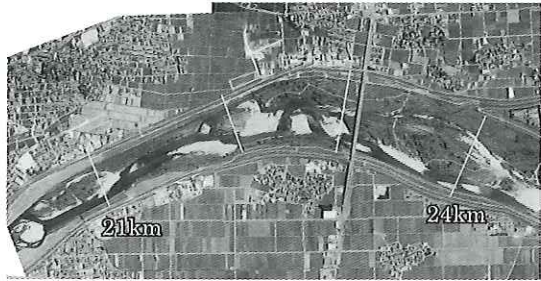
RHSは、定義された調査項目から河川における分布状況、希少性、典型性の確認に優れたシステムであり、全川でRHSを実施することで、河川環境の特徴が簡単に概略把握できる。九頭竜川でおこなった事例から、過去の情報から年代別にRHSを実施することにより約6割の調査項目について情報の復元が可能であることが解った。このような数値情報を活用し、河川環境の変化の原因を分析する際に、同時期に変化している他の要因(変化)を関連づけることによって、インパクト・レスポンス分析を簡易にかつ定量的に測定できる可能性が示された。

5. おわりに

本研究会は、今後とも事例研究による環境データを継続的に蓄積するとともに、個別研究から、効果的な環境技術課題の解決に向けた取り組みを実施していく予定である。



1966(昭和41年)



2000(平成12年)

写真-1 空中写真からみた九頭竜川の環境変化

参考文献

- 1) 萱場祐一、大石哲也：河川事業における環境影響文責手法の高度化に関する研究、土木技術資料, vol.147, No.3, pp.22-27, 2005.
- 2) 国土交通省河川局河川環境課：河川事業の計画段階における環境影響の分析手法の考え方, 2002.12.
- 3) 皆川朋子、島谷幸宏：扇状地部における河川の自然環境保全・復元目標の指標化に関する研究、環境システム研究, vol.27, pp.237-246, 1999.
- 4) 萱場祐一、島谷幸宏：扇状地河川における地被状態の長期的変化とその要因に関する基礎的研究、河道の水利と河川環境論文集, pp.191-196, 1995.
- 5) Dave Rosgen: Applied River Morphology, Wildland hydrology, 1996.
- 6) 山本晃一：構造沖積河川学, pp.149-155, 690p, 山海道, 2004.
- 7) 大石哲也、萱場祐一、天野邦彦：全国7河川の河道特性及び地被の長期変動の実態とその関連性河川技術論文集, vol.8, pp.367-362, 2005.6.
- 8) River Habitat Survey: Field Survey Guidance Manual, Environment Agency, 182pp, 1997.

(文責) 独立行政法人土木研究所水循環研究グループ

河川生態チーム研究員 大石哲也
同 主任研究員 中村圭吾