

肝属川水系における多自然川づくり事後評価の 取組みと今後の川づくりへの展開について

POST-EVALUATION OF NATURE-ORIENTED RIVER WORKS AND PROSPECTS FOR FUTURE RIVER WORKS ON KIMOTSUKI RIVER SYSTEM

遠山貴之¹・西島武¹・嶋田智行¹・藤田浩大¹・
牧之内洋一²・白鳥祥郎²・梅田光³

Takayuki TOYAMA, Takeshi NISHIJIMA, Tomoyuki SHIMADA, Koudai FUJITA
Youichi MAKINOUCHI, Yoshirou SHIRATORI, and Hikaru UMEDA

¹正会員 八千代エンジニアリング株式会社九州支店 (〒810-0062 福岡市中央区荒戸 2-1-5)

²国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所 (〒893-1207 鹿児島県肝属郡肝付町新富 1013-1)

³国土交通省九州地方整備局大分川ダム工事事務所 (〒870-0044 大分県大分市舞鶴町 1-3-30)

Post-evaluation was carried out for 71 sites of nature-oriented river work projects on Kimotsuki River system in Kagoshima Prefecture. The sites were categorized into three groups according to its project aim; (1) improvement of river landscape, (2) conservation and generation of habitats and breeding sites for flora and fauna and (3) improvement of access to waterfront. For each group, several indicators were chosen for evaluation and we scored them into three grades by field survey. As a result of the evaluation, positive impacts of the projects, such as sufficient vegetation rehabilitation that matches the surrounding landscape and provision of gaps by riprap, stonework revetment and waterside vegetation for hiding and habitation for aquatic organisms, were observed. However, waterline lacking in diversity, steepening riverbank and poor maintenance of water recreational facilities were identified as issues. It was considered that it is desirable to design river works which allow natural geomorphological processes to take place as it leads to complex waterline and slope changes.

Key words : nature-oriented river work , post-evaluation, river environment conservation

1. はじめに

平成2年に「多自然型川づくりの推進について」の通達が出されて以降、各地で治水と環境の両立を目指した川づくりが進められてきた。平成18年にはそれまでの多自然型川づくりの現状と課題の整理を踏まえ、「多自然川づくり基本指針」の通知が行われ、多自然川づくりは全ての川づくりの基本として、“河川全体の自然の営みを視野に入れ、地域の暮らしや歴史・文化との調和にも配慮し、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境、並びに多様な河川風景を保全あるいは創出するために、河川の管理を行うことをいう”と定義された¹⁾。

本報告では、鹿児島県大隅半島を流れる肝属川水系の直轄管理区間(51.1km)において、水系全域71箇所で行われた多自然川づくり箇所を対象とする事後評価を行い、得られた効果や課題を基に、今後の川づくりの方向性について検討した結果について報告する。

2. 肝属川水系の多自然川づくりの概要

(1) 肝属川水系の概況

肝属川は、その源を鹿児島県鹿屋市高隈山地御岳(標



図-1 肝属川水系の概要

高1,182m)に発し、始良川、高山川、串良川等の支川を合わせて肝属平野を貫流し、志布志湾に注ぐ幹川流路延長34km、流域面積485km²の一級河川である(図-1)。

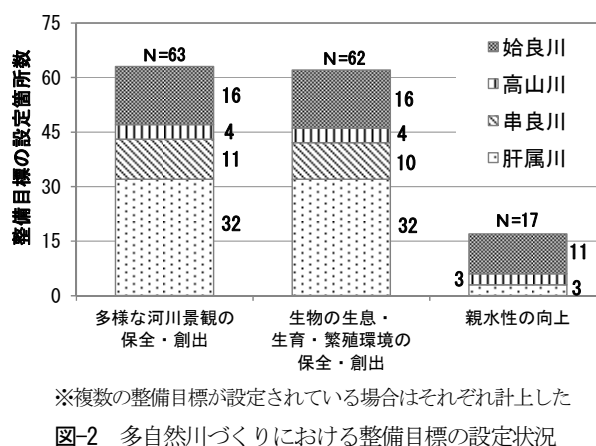
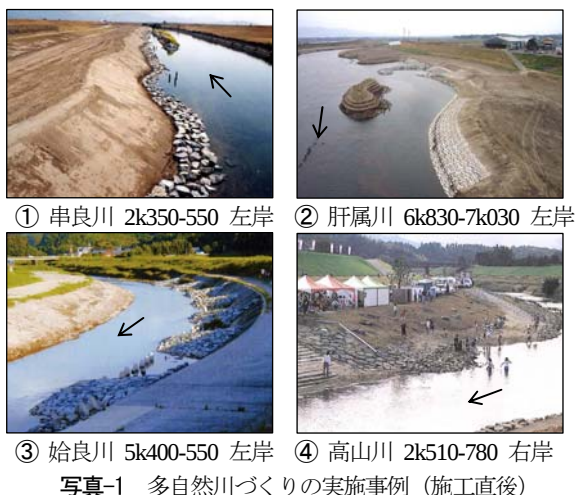


表-1 各整備目標の評価指標

整備目標	河川景観		生物の生息・生育・繁殖環境		親水性	
評価指標 ※指標毎に0点/1点/2点の3段階で採点	指標1	自然性	指標4	緑被の程度	指標9	河岸・水際部の勾配
	指標2	複雑性	指標5	空隙や凹凸の有無	指標10	施設の利用性
	指標3	連続性	指標6	水際植生の有無	指標11	川の視認性
			指標7	水域から陸域の連続性		
			指標8	水際線の複雑さ		
総合評価	5-6点	おおむね良好	8-10点	おおむね良好	5-6点	おおむね良好
	4点	やや良好	6-7点	やや良好	4点	やや良好
	2-3点	やや改善が必要	4-5点	やや改善が必要	2-3点	やや改善が必要
	0-1点	改善が必要	0-3点	改善が必要	0-1点	改善が必要

※各整備箇所にて設定された目標を評価対象とし、設定されていない目標は評価の対象外としている。

平成19年3月には、基準地点俣瀬における基本高水のピーク流量（目標流量）を2,500m³/s、計画高水流量（河道流量）を2,500m³/sとする肝属川水系河川整備基本方針を策定し、平成24年8月には今後概ね30年間の具体的な河川整備等の内容を記載した肝属川水系河川整備計画を策定し、同計画に基づく川づくりを推進している。

(2) 多自然川づくりの実施状況

肝属川水系でこれまでに実施された多自然川づくりの実施箇所は、肝属川本川で35箇所、串良川で11箇所、高山川で5箇所、始良川で20箇所の合計71箇所である。

その多くは、流下能力の向上や河岸の侵食保護、災害復旧を目的とする河道掘削や護岸・水制の整備に併せて実施された事例が多い。低水護岸には、緑化ブロックや覆土、石張・石積等により植生の早期回復を促す工法を採用し、水際には捨石や杭を配置して魚類等の生息場の確保を図った事例が数多く存在する（写真-1 ①）。また、河岸の掘削時にワンドやクリークを整備した事例（写真-1 ②）や、水制工により多様な水際線の形成を図った事例（写真-1 ③）、緩勾配河岸や階段工により親水性の高い河川空間の形成を行った事例（写真-1 ④）もみられる。

71箇所の整備目標は、「①多様な河川景観の保全・創出」、「②生物の生息・生育・繁殖環境の保全・創出」、「③親水性の向上」の3種類に分類できる。その構成状況は図-2に示すとおりであり、河川景観と生物の生息・生育・繁殖環境の保全・創出を目的に含む箇所はほぼ同数であり、両者の実現を目標とした整備が数多く実施されている。

3. 事後評価の方法

事後評価は、水系全域71箇所を対象に、目視観察による採点方式で行った。71箇所の整備目標を「河川景観の向上」、「生物の生息・生育・繁殖環境の保全・創出」、「親水性の向上」の3項目に重複有りで分類したのち、多自然川づくりに関する最新の知見²⁾も参考に、整備目標毎に複数の評価指標を設定（表-1）し、現地踏査にてそれぞれ0点、1点、2点の3段階で点数化した。その後、評価点の集計値を基に、個々の整備箇所単位または水系・河川単位で平均して「おおむね良好」、「やや良好」、「やや改善が必要」、「改善が必要」の4段階の総合評価を行った。また、評価指標のレーダーチャート図を作成し、多自然川づくりの効果や課題に関する傾向を分析した。

なお、現地踏査はヨシやオギの穂が発達し、水位が安定した時期として平成26年10月下旬に行い、全調査員で評価指標毎の採点基準を統一した上で行った。

(1) 河川景観に関わる評価指標

整備箇所の全体像や水域から陸域にかけての環境の現況を把握可能な全景写真、及び、河岸・水際部の状況や植生の生育状況を把握可能な近景写真を撮影し、以下の3指標にて評価を行った。

表-2 「指標1：自然性」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
自然性	2	植生や自然石等に覆われ、コンクリート構造物は視認できない
	1	コンクリート構造物が視認できるが、色彩が落ち着いており違和感が少ない
	0	コンクリート構造物が視認でき、目立つ

表-3 「指標2：複雑性」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
複雑性	2	水際線は全体的に変化がみられる
	1	水際線は一部に変化がみられる
	0	水際線は単調で直線的である

表-4 「指標3：連続性」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
連続性	2	整備箇所と上下流との景観の連続性が全体的に保たれ調和している
	1	整備箇所と上下流との景観の連続性は概ね保たれているが、一部が異質で調和していない
	0	整備箇所の景観が上下流と比較して異質であり調和していない

a) 指標1：自然性

植生が繁茂し人工構造物が目立たないか、または、人工構造物が視認できる場合、色彩が落ち着いているか（白色が目立たないか）の視点で、表-2のとおり採点した。

b) 指標2：複雑性

水際線に変化がみられ（水制工やワンド・クリーク、または川の侵食・堆積作用による凹凸等）、不自然に単調になっていないかの視点で、表-3のとおり採点した。

c) 指標3：連続性

整備箇所の上下流との景観の連続性は確保されており、周辺と一体的にまとまっているかの視点で、表-4のとおり採点した。

(2) 生物の生息・生育・繁殖環境に関わる評価指標

生物の生息・生育・繁殖環境の保全・創出については、動植物の生息・生育環境の基盤となる植生の繁茂状況に加えて、既往知見²⁾を参考に、河岸・水際部が有する生態学的機能の有無に着目した評価指標を設定した。

a) 指標4：緑被の程度

早期の植生回復を目的とする覆土等の整備箇所が多いことから、目視観察により、施工直後の裸地からの植生の回復状況の視点で、表-5のとおり採点した。

b) 指標5：空隙や凹凸の有無

河岸の空隙や凹凸は、水域・陸域間の生物の移動経路や、外敵または洪水からの避難場、日射や湿度が異なる小スケールの生息環境（マイクロハビタット）を提供する（写真-2）。また、水中の空隙や凹凸は、避難場のほか、流速や河床材料が異なるマイクロハビタットを提供する機能がある。そこで、目視観察により、河岸・水際部の護岸や河床材料に、生物の生育場となる空隙や凹凸が確保されているかの視点で、表-6のとおり採点した。

表-5 「指標4：緑被の程度」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
緑被の程度	2	75%以上（概ね整備箇所全体を植生が覆う状況）
	1	25%以上～75%未満（整備箇所に植生がある程度のまとまりをもって成立する状況）
	0	25%未満（植生の成立が部分的で裸地や構造物が目立つ状況）

表-6 「指標5：空隙や凹凸の有無」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
空隙や凹凸の有無	2	河岸・水際部に大小様々な空隙や凹凸が存在する
	1	河岸・水際部に均質で小さい空隙や凹凸が存在する
	0	河岸・水際部に空隙や凹凸が少ない、または存在しても目詰まりをおこしている



①空石積護岸:串良川 8k900 付近 ②捨石:始良川 6k200 付近

写真-2 空隙や凹凸の多い河岸・水際の例

表-7 「指標6：水際植生の有無」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
水際植生の有無	2	水際植生が縦断方向に概ね連続している
	1	水際植生が縦断方向に一部分断されている
	0	水際植生が存在しない

表-8 「指標7：水域から陸域の連続性」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
水域から陸域の連続性	2	水域から陸域にかけて植生や自然石等が横断方向に連続して分布し、勾配も緩やかである
	1	水域から陸域にかけて植生や自然石等が横断方向に連続して分布するが、勾配は急である
	0	水域から陸域にかけて露出した構造物により連続性が分断されている

表-9 「指標8：水際線の複雑さ」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
水際線の複雑さ	2	水際線は全体的に変化があり流速や河床材料が周辺と異なる場所が存在する
	1	水際線は一部に変化があり流速や河床材料が周辺と異なる場所が存在する
	0	水際線は単調な直線状で変化がない

c) 指標6：水際植生の有無

水際植生は、流心よりも流速の遅い緩流域を生み出し、仔稚魚や遊泳力の弱い魚類の生息場や、外敵や洪水からの避難場等の機能を有する。また、コイ科やドジョウ科等の魚類の産卵基質としても機能する。そこで、目視観察により、水生生物の生息・繁殖場、避難場となる水際植生が成立しているかの視点で、表-7のとおり採点した。

d) 指標7：水域から陸域の連続性

水域から陸域にかけての範囲は移行帯（エコトーン）と呼ばれ、水域では流速・水深・河床材料が、陸域では土壌の水分条件等が徐々に変化するため、多様な動植物の生息・生育場として重要な場所とされる。エコトーンが植生や自然石などで連続する場合は小動物や昆虫類等の移動経路となるほか、勾配が緩やかな場合は物理環境

表-10 「指標9：河岸・水際部の勾配」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
河岸・水際部の勾配	2	勾配が緩やかで（概ね2割以上）、水辺に近づきやすい場所が広く存在する
	1	勾配が緩やかだが（概ね2割以上）、水辺に近づきやすい場所が限られている
	0	勾配が急（概ね2割未満）で、水辺に近づきにくい

表-11 「指標10：施設の利用性」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
施設の利用性	2	除草等の維持管理が全体的に行き届き、現在でも問題なく利用可能である
	1	除草等の維持管理が一部行き届いていない施設がある
	0	除草等の維持管理がなされず、施設が利用しにくい

表-12 「指標11：川の視認性」の評価基準と配点

評価指標	配点	評価基準
川の視認性	2	堤防や高水敷から川を広く視認できる
	1	堤防や高水敷から川を一部視認できるが、発達した植生により視認できない範囲がある
	0	堤防や高水敷から川が視認できない

条件が徐々に変化し多様な植物の生育場となる。そこで、水域から陸域の連続性が構造物により分断されていないか、また、勾配が急すぎないかの視点で、表-8のとおり採点した。なお、山付区間では、勾配に寄らず背後の河畔林との連続性に着目して記録した。

e) 指標8：水際線の複雑さ

直線的で単調な水際線と、縦横断方向に凹凸がある複雑な水際線では、後者の方が流速や河床材料に多様性がみられ、多様な動植物の生息・生育場となる。肝属川水系では、水制工やワンド・クリークを人為的に整備して水際線を複雑化した事例や、川の侵食・堆積作用により水際線に変化が生じた箇所が存在する。そこで、目視観察により、水際線が直線ではなく変化がみられるかの視点で、表-9のとおり採点した。

(3) 親水性に関わる評価指標

親水性のある河川空間の整備を行った箇所では、親水性が現在も確保されているか、機能確認を行う観点から評価指標を設定した。

a) 指標9：河岸・水際部の勾配

河岸・水際部の勾配が緩やか（2割以上を目安）で、水辺に近づきやすいかの視点で、表-10のとおり採点した。

b) 指標10：施設の利用性

広場や坂路、階段等が整備された箇所では、現在でも利用可能なように維持管理がされているかの視点で、表-11のとおり採点した。

c) 指標11：川の視認性

堤防や高水敷から川を視認できるか（発達した植生により景観が遮断されていないか）の視点で、表-12のとおり採点した。

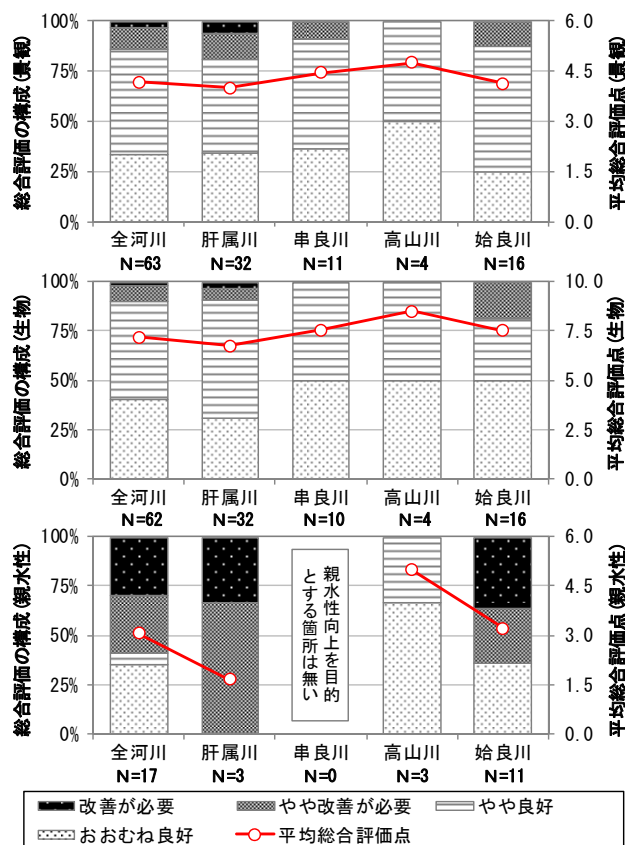


図-3 整備目標毎の総合評価結果（水系全体及び河川別）

4. 事後評価の結果

(1) 整備目標別の総合評価

河川景観、生物、親水性の各目標について、評価指標の総合点を基に、全河川または河川単位で4段階の総合評価を行った（図-3）。

河川景観は、全河川では「おおむね良好」・「やや良好」と評価の高い箇所が約86%（63箇所中54箇所）を占めた。河川別では、高山川など全体的に評価が高いが、肝属川では「やや改善が必要」・「改善が必要」と評価の低い箇所が6箇所存在した。これは、植生の早期回復を目的とした緑化ブロックによる護岸整備を行ったものの、植生がほとんど定着せずコンクリートが露出した状態がみられ、水際も単調な直線区間であった箇所等が該当した。

生物の生息・生育・繁殖環境は、全河川では「おおむね良好」・「やや良好」と評価の高い箇所が約90%（62箇所中56箇所）を占めた。河川別では、串良川や高山川の評価が高いが、肝属川や始良川では「改善が必要」・「やや改善が必要」と評価の低い箇所が3箇所ずつ存在した。これは、水際線が直線的で単調であったほか、水際から河岸にかけて勾配が急な箇所や、低水護岸が凹凸のないコンクリートブロックで覆われている箇所等が該当した。

親水性は、全河川では「おおむね良好」・「やや良好」と評価の高い箇所が約41%（17箇所中7箇所）にとどまり、「やや改善が必要」・「改善が必要」と評価の低い箇所の割合の方が高かった。河川別では高山川の評価が高いが、肝属川的全箇所及び始良川の半数以上で評価が低かった。

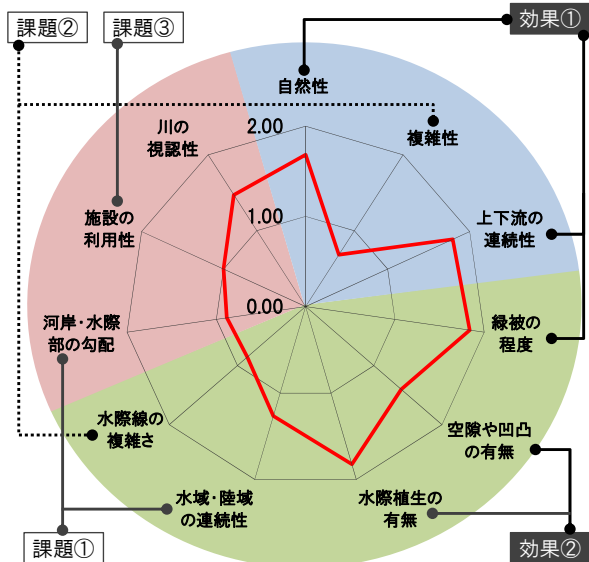


図-4 評価指標のレーダーチャート（整備箇所平均）

(2) 評価指標別の評価

各評価指標について、整備箇所の平均評価点をレーダーチャート図に整理して傾向を分析した結果、肝属川水系の多自然川づくりによる効果及び課題として、以下に詳述する5点に集約された（図-4）。なお、河川別にみても水系全体と同様の傾向を示したが、特に高山川は、河川景観、生物、親水性の評価がいずれも他河川と比較して高く、バランスが取れた状態であった。

a) 効果①：植生の回復と周辺景観との調和

水際から河岸にかけて、整備後の植生の定着状況は良好で、周辺の景観とも調和している箇所が多かった（写真-3）。低水護岸の整備を行った箇所では、早期の植生回復及び河川景観の向上を図るために覆土を行った箇所が多く、全体の約90%の箇所で河川景観の自然性や上下流との連続性、緑被に関する評価指標が最高評価となった。

回復した植生の多くはヨシ群落やオギ群落、ツルヨシ群落であり、そのような高茎草本群落に依存するセッカやヒクイナ等の水辺の鳥類、または、カヤネズミ等の生息・繁殖環境として機能している可能性がある。

b) 効果②：水際の捨石による空隙や凹凸の創出

捨石や石積みの護岸、水面を覆う水際植生が、水生生物の生息場・隠れ場となる空隙や凹凸を提供している箇所が多かった（写真-4）。肝属川水系では、法覆工の整備と併せて河岸部・河床部の保護を目的として石礫を捨石として配置する事例が多く、水際に空隙や凹凸が創出され、魚類や底生動物の生息場、洪水時の避難場が提供される。今回の事後評価対象箇所は、整備完了から10年以上経過した箇所が多いが、現在でも8割以上の箇所で空隙が維持されていた。なお、蛇行部内湾側や堰湛水域など細粒土砂が堆積しやすい場所に敷設された捨石には目



写真-3 整備直後からの河川景観の変化（始良川 6k800付近）



写真-4 水際部の生態学的機能の例

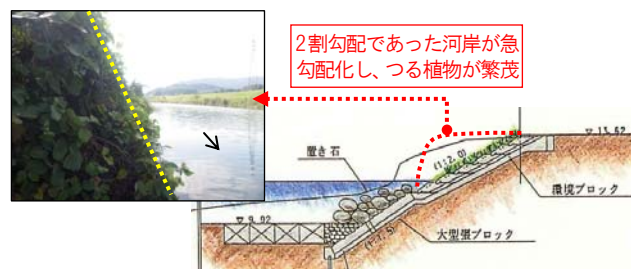


図-5 河岸の急勾配化が進んだ事例（始良川 4k000付近）

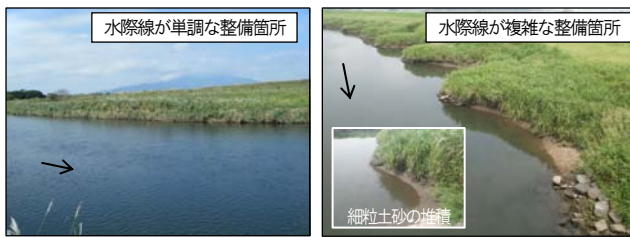
詰まりが生じており、整備箇所の河道特性も考慮した施工内容の検討が必要と考えられた。

c) 課題①：河岸の急勾配化

水際から河岸にかけての勾配が、急な箇所が多かった。特に、繁茂した植生が経年的に土砂を捕捉し、当初の河岸勾配よりも急勾配となり、水域と陸域が二極化して連続性が低下した箇所が多くみられた（図-5）。こうした場合、出水時の冠水範囲が限られるため陸域の乾燥化が進み、外来草本やつる植物の単一植生に覆われた例が多い。

d) 課題②：単調な水際線

水際線が護岸法線に沿って直線上に続き、平面的な凹凸が少なく変化に乏しい箇所が多かった。水際線が複雑な箇所では、水深や流速が多様化し、これにより河床材料も多様化するため、単調な水際と比較して水生生物の生息数が高くなるといわれている²⁾。肝属川や始良川では、水衝部保護や土砂堆積防止を目的として水制工が連続し



① 肝属川 6k000 付近

② 始良川 5k400 付近

写真-5 整備箇所間の水際線の比較

て配置された整備箇所が複数みられ、このような箇所では水制工の前面に淵が形成され、水制基部に細粒土砂が堆積するなど、流心部と比較して流速、水深、河床材料が異なる環境が創出されており（写真-5）、生物生息環境の多様性向上に寄与していると推察される。

e) 課題③：親水設備の維持管理不足

当初整備された親水階段上に土砂が堆積し、ツルヨシ群集やつる植物群落に覆われて利用できない箇所や、階段下の河床が深掘れしているなど、施設の維持管理が行き届かず、利用できない箇所が多かった。

5. 今後の川づくりに向けた提案

(1) 川の営力による変化を許容する川づくり

肝属川水系では、今後も河川整備計画に則った整備を着実に進めていくが、必要な治水機能を確保しつつ、より低コストで多様な河川環境の創出を図るため、近年注目されている「川の営みを活かした川づくり」²⁾を考慮した整備が有効であると考えられる。

今回の事後評価により、低水護岸を整備した箇所の多くが、一般的な低水護岸勾配に沿って河岸を被覆するタイプの護岸整備を実施していたが、川の営力により縦横断方向に地形が変化する自由度が小さく、環境が単調化した事例が見受けられた。そこで、水際に護岸を入れるのではなく、背後に控えて設置し、前面には自然素材の河岸を配置して、縦断方向の水際線の複雑さや横断方向の勾配変化を川の営力に任せる整備手法も、多様な河川環境の創出を図る有効な手法の1つと考えられた。

また、河岸・水際の掘削では、法面を平たく整地することが一般的であるが、湿地性の生物と環境構造との関連性を研究した事例では、水生昆虫類や湿生植物の生息環境として、出水時に冠水し、水位が低下した後に小規模な“たまり”が形成されるような不陸を持つ構造の重要性が指摘されている³⁾。今後、河道掘削を実施する場合は、河積に影響しない範囲で敢えて掘削面に不陸を形成し、多くの河川で失われつつある「氾濫原環境」（河川が洪水時に冠水する領域）の創出を行うことも、比較的低コストで実現可能な方策の1つと考えられた。

(2) 点から線・面を意識した川づくり

今回は、個々の整備箇所単位での事後評価を行ったが、

このような「点」の整備が、肝属川水系全体の河川生態系にどのような役割を果たしてきたかの検証は行われていない。近年、水系全体の河川生態系をネットワークとして捉え、そのあるべき姿や実現に向けた計画目標となる指標種を水系単位で設定し、これまで個別に行われてきた多自然川づくりや自然再生を、生態系ネットワークの形成という1つの川づくり目標の下に位置づけ、整備箇所の検討や優先順位づけ等を行う試みが各地で開始されている。肝属川水系においても、生態系ネットワークの形成に資すると想定される治水と環境の一体的な整備内容（河道掘削による河積確保と湿地形成を同時に実現する等）を進めることが重要である。

6. まとめと今後の課題

これまでの多自然川づくりの事後評価の試みとしては、「多自然川づくり実施状況調査・追跡調査要領」（国土交通省河川局、平成22年3月）に基づき、各河川の多自然川づくりの代表箇所において、保全・復元された河川環境の工事後の状況変化を、写真撮影と目視観察によるチェックリストにより把握する調査などが挙げられる。

今回の事後評価は、肝属川水系の全ての多自然川づくり箇所を対象に、水際の生態学的機能などの知見も取り入れた統一した評価軸により一斉評価を行ったことが特徴的であり、明らかとなった効果や課題を基に、肝属川水系における今後の望ましい川づくりの方向性について提案することができた。

事後評価の手法は、現地での目視観察を基本としたため、調査員の主観や解釈の相違が評価結果に影響しやすい。今回は、事前に調査員全員で評価を試行し、可能な限り調査員間の評価のバラつきを低減するよう努めたが、客観的な評価基準の設定や、学識者や地域住民も含めた評価の枠組みの確立が今後の課題である。

謝辞

本稿の内容は、「第23回 うるおいのある川づくりコンペ」（平成27年9月30日～10月1日）及び「全国多自然川づくり会議」（平成27年12月3日～4日）での発表課題でもあり、審査員はじめ来場の皆様より多数の貴重なご意見を頂きました。ここに御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：多自然川づくり基本指針、2006。
- 2) 多自然川づくり研究会：多自然川づくりポイントブックⅢ 川の営みを活かした川づくり～河道計画の基本から水際の設計まで～、公益社団法人 日本河川協会 発行、2011。
- 3) 皆川朋子、中島淳、秋吉彩佳、権藤健太郎、伊豫岡宏樹、渡辺亮一：創出された遠賀川中島湿地の水生昆虫の生息場としての機能評価と今後の課題、河川技術論文集、第19巻、pp.495-500、2003。

(2016. 4. 4 受付)