

大規模河川改修における環境保全 ～自然あふれる千種川の再生～

石田 樹¹

¹兵庫県 県土整備部 土木局 河川整備課 (〒650-8567 神戸市中央区下山手通5-10-1)

千種川水系緊急河道対策では、河川整備計画に謳われている環境の整備と保全を念頭に、河川改修における環境配慮要領を作成し、実施してきた。その一方で、河川環境配慮における定量的な目標は定められておらず、短期間での大規模河川改修のなかで早期回復に向けた取組みを評価する手法が明確にされていない。本論文では、実施してきた多自然川づくりの取組み状況の紹介と、河川改修における環境に配慮した取組みの効果検証・影響評価を定量的かつ簡易に行う手法を提案する。

キーワード 環境, 調査, 計画, 大規模河川改修

1. はじめに

2009年8月の台風第9号により甚大な浸水被害が発生した兵庫県佐用郡佐用町、赤穂郡上郡町において、千種川水系緊急河道対策（総延長55km）を実施している。工事の施工にあたっては、河川整備計画に位置づけられた治水目標の早期達成を最優先課題としつつ、自然環境の保全にも配慮した取組みを進めている。しかしながら、大規模河川改修を短期間で行ってきたことから、自然環境への影響は避けがたく、事業の総仕上げにあたり、かつての自然豊かな河川への早期回復に向けた川づくりが課題となっていた。

兵庫県光都土木事務所では、河川環境への影響が大きい河床掘削の本格化に先立ち、工事に適用することが出来る具体的な対策案をとりまとめた「自然環境配慮要領」を作成し、それを実施することで河川環境への負荷を抑えた工事に取り組んできた。その一方で、環境配慮における定量的な目標設定はされておらず、また、短期間での大規模河川改修における環境へ配慮した取組みを評価する手法も明確にされていなかった。

本稿では、「河川整備計画」および、工事に適用できる具体的な対策案をとりまとめた「自然環境配慮要領」をもとに、実践してきた多自然川づくりの取組み状況について紹介するとともに、河川改修における環境に配慮した取組みの効果検証・影響評価を定量的かつ簡易に行う手法を提案する。

2. 千種川水系緊急河道対策

(1)被害の概要

2009年台風第9号により、佐用郡佐用町では最大24時間雨量326.5mm、時間雨量81.5mmとどちらも過去最大規模の降雨となり(図-1)、死者18名、行方不明者2名、床下・床上浸水1,016棟に及ぶ甚大な被害となった。

(2)千種川水系緊急河道対策の概要

この降雨による洪水を河口まで安全に流下させるためには、既に改修済みの河口から再改修する必要が生じ、相当な期間と費用を要する。そのため、下流側の流下能力と同等規模で河川改修を行うこととし、2009年台風第9号による8月8日から10日の豪雨により被災した、佐用郡佐用町の千種川、佐用川について、下流部の現況流下能力と同等の規模であるH.W.L.評価1/17で改修する。

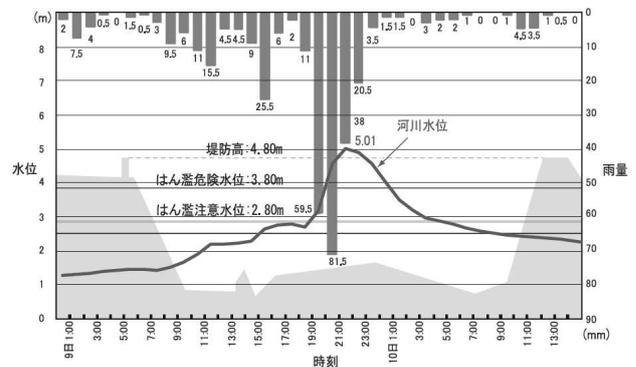


図-1 佐用観測所の水位・雨量(2009年8月)

3. 自然環境配慮要領の概要

千種川は全国名水百選に選ばれる兵庫県を代表する清流であり、生物多様性が非常に高い自然豊かな川であった。しかし2009年台風第9号の被害を受け、また、緊急河道対策においても工事を進める上で河川環境に与える影響が大きいことが懸念されていた。

そこで、河川環境への影響が大きい河床掘削の本格化に先立ち、治水上の目的達成を前提としつつも、自然環境に配慮した施工を行うことが重要と考え、その留意事項や施工手順、みお筋・水際の再生方法等をまとめた施工要領を作成した。ここでは、工事に適用することが出来る具体的な対策案をとりまとめた「自然環境配慮要領」について述べる。

(1)区間の設定

緊急河道対策は総延長55kmにわたり千種川本川だけでなく、佐用川等の支川においても改修を実施している。それぞれの改修区間において、河川形態やセグメント区分も様々であるため、環境配慮すべき事項も各工事区間で異なっている。このため、河川形態やセグメント区分等から緊急河道対策区間を3つの区間に分類し、それぞれの区間に対応した自然環境配慮要領の作成を行った。区間の分類を図-2に示す。

(2)環境保全項目の設定

河川整備計画、ひょうごの川・自然環境調査、自然環境アトラスなどの既存調査資料から、環境の保全に関する項目と課題に関する項目を抽出し、課題の解決に向け実施すべき環境配慮項目を設定した。

また工事着手の際には、治水機能に影響を与えない範囲での取組みを原則として、改修前後で河川環境を大きく改変しないよう、良好な環境の保全と、多様な生物の生息域の確保に取り組んだ。

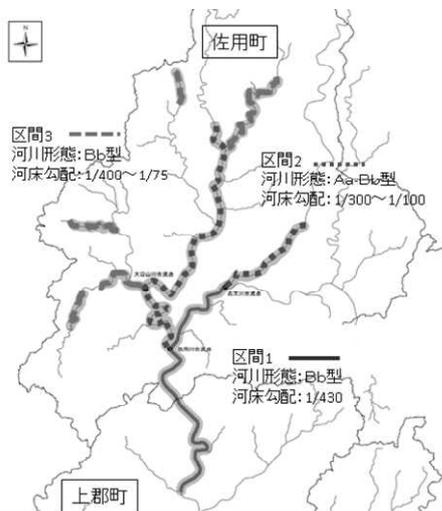


図-2 環境配慮区間の設定

自然環境配慮要領は各区分ごとに作成を行っているが、ここでは共通事項について記述する。

a) 瀬・淵等の再生、保全

改修前に滞筋や瀬、淵、ワンドなどが確認できた場合は、形状や規模を把握し、河床掘削時には同位置での保全・再生を行い、また河床掘削などで河床を平坦に仕上げない(図-3-1)。また湧水が確認できる箇所では、積極的にワンドの創出を検討する。

b) 水域の連続性の確保

30cm以上の落差がある箇所では、原則として緩傾斜落差工を採用し、可動堰では魚道を整備する。魚道が効果的に機能するように、魚道直下の河床を掘り下げて、深さ30cm程度のプールを確保する(図-3-2)。また、農業排水路との連続性も重要な環境要素と捉え、農業用排水路流入口の細流部を掘り込み、本流と連続させる。

c) 多様な生物の生息環境の確保

現地発生材の巨石が確保できた場合には、護岸沿いや水衝部に寄せ石を行う(図-3-3)。寄せ石は、平水時に巨石の一部が水面から出るように設置する。また、現地表土を利用した埋戻しによる河原の創出、現地植物(セイタカアワダチソウ等外来種を除く)の根株の移植を行う。これらにより多様な生物の生息環境を創出する。

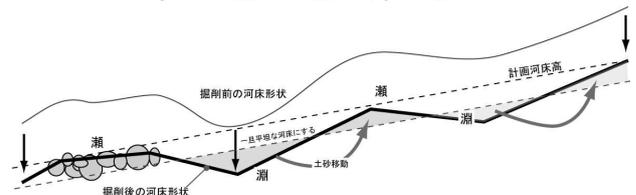


図-3-1 瀬淵の創出イメージ図

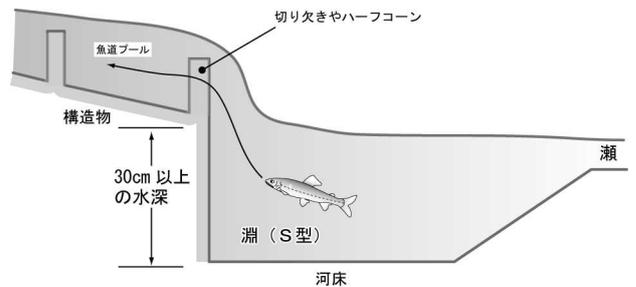


図-3-2 水域の連続性の確保



図-3-3 特記仕様書への記載例(生息環境の確保)

4. 自然環境配慮要領に基づく取組み事例

作成した自然環境配慮要領は特記仕様書の中で明記し、工事着手前に監督員と協議し、工事に反映させることで、河川改修による環境負荷の低減を図った。ここでは、自然環境配慮要領に基づいて施工した事例について述べる。

(1)取組み効果が低かった事例

上郡町楠地区（図4-1）では、従前の水深・濡筋幅を目標に、河床掘削に取組んだが、出水の影響で土砂が堆積してしまい、平坦な河床となった。このように平坦な河床になると、流れの変化が乏しく、浅い水深で水温も高くなり、植生域や、生物の生息域が形成されにくい。



図4-1 上郡町楠地区（平坦な河床の例）



図4-2 上郡町赤松地区の取組み



図4-3 佐用町久崎地区の取組み

(2)瀨・淵の保全，ワンドの創出に取組んだ事例

上郡町赤松地区（図4-2）では、湾曲部に河原を創出し、水際にツルヨシ、陸側にオギの移植を行い、植生の再生に取組んでいる。また、護岸施工時に湧水が確認されたので、湧水箇所を広く掘り下げ、下流側で本川と合流させることでワンドを創出した。

このエリアは水衝部が山付きとなっており、改修前から河畔林と深みのある淵が形成されていた。河床掘削時には、その深みが相対的に浅くならないように掘削を行い、瀨淵環境の保全に努めた。また、地元住民の方が山付きの淵に木製の舟を浮かべている様子が見受けられ、親水の観点からも良好な環境が保全できていると考える。

(3)現地発生材の巨石を用いた事例

佐用町久崎地区（図4-3）では、掘削後の河床が岩盤の箇所があり、自然には濡筋が形成されにくいいため、河床掘削施工時に将来の川の流れを想定し、濡筋の掘削やワンドの創出を実施した。また、現地発生材の巨石を利用した湾曲部護岸際への寄せ石や、水制工を設置することで、河岸の浸食抑制とあわせて、多様な環境の創出に取組んだ。現在も河床掘削時に再生した濡筋の形状が残っており、良好な流れ環境が確保されている一方で、新たにワンドの創出を図った箇所では、堆積土砂により水深が浅くなってしまっている。

5. 簡易評価手法の検討

千種川水系緊急河道対策では河川整備計画に謳われている環境の整備と保全を念頭に、河川改修における環境配慮要領を作成し、実施してきた。その一方で、河川環境配慮における定量的な目標は定められておらず、工事を進めるうえでも「どの項目について、どの程度取組めばよいか」と施工業者に疑問を投げかけられることもあった。また、短期間での大規模河川改修のなかで早期回復に向けた取組みを評価する手法が明確にされていない。そこで、河川改修における環境配慮の取組みの効果検証・影響評価を定量的かつ簡易に行う手法を提案する。

(1)既存の調査方法

リバーフロント研究所では、河川環境について客観的な目標設定に必要となる河川環境の評価手法が確立されていないことを背景に、平成18年度物理環境調査のデータを用いて、生物の生息基盤となる河川環境を物理環境の観点から総合的かつ簡易に評価する方法の検討を行っている¹⁾。

評価方法は、評価対象の河川を区間割りし、その中で、「河川の基本的な構造」、「河川の地先の構造」、「流水環境」、「人為改変の程度」の観点から評価項目を設定し、面積や距離の比率計算等の数値的な根拠から各項

目を評価する手法である。物理環境を指標とした河川評価項目を(表-1)に示す。

具体的に、以下の式より評価対象区間の過去から現在までの変化量の絶対値を求め、「変化の程度」を用いて、各項目を評価する。変化しないこと、つまり変化の程度=0となるのが最も良いとしている。

$$\text{変化の程度} = |(\text{現在の状況} - \text{過去状況})| / \text{過去状況}$$

算出結果を用いて、区間ごとに各評価項目をスコアリングすることで、評価対象区間を定量的に評価する。

このように、数値的な根拠による評価手法を用いることで、千種川水系の緊急河道対策における環境に配慮した取組みを簡易に評価することができると考えた。

(2)簡易評価手法の提案

前節で述べた評価手法においては、一つの項目を算出する際に、二つの異なる要素を用いて計算を行っている。そのため、各項目を評価する際に、1段階目に二つの要素をそれぞれ測定し、2段階目に各項目の算出方法に基づき算出、3段階目に変化の程度を導き出している。

そこで、本簡易手法の検討においては、一つの項目を算出する際に用いる要素は一つとし、評価項目の変化の程度の算出には、目標とする改修前の状況と改修後の状況の比較を行うことにより、一層の簡略化を図った。また、変化の程度の算出は、下記の通り改修前に対する改修後の比率計算を行うこととする。

$$\text{変化の程度} = \text{改修後の状況} / \text{改修前の状況}$$

この算出方法では、変化の程度が1に近づくことが変化の程度が少ない、つまり改修前の良好な環境に近づいているという評価になる。これにより、算出結果は、目標としている改修前の状況に対して、改修後の状況が何割程度の達成率なのかを評価することができると考える。

自然環境配慮要領は、滞筋・瀬・淵の創出に重点を置いたことから、①平均水深、②陸域の面積割合、③植生の面積割合、④たまり(淵・ワンド)の数、の4項目を評価項目として設け、河川改修前後の変化の程度を数値的根拠から簡易的に評価する。また、河川改修規模を表す水域面積を参考値として併記する。評価項目と評価の考え方を表-2に示す。評価の手順は以下の通りである。

- 1) 過去に調査した植生及び瀬淵区分等の河川環境情報図(図-5)や、標準横断面を基に、評価対象区間の改修着手前の各評価項目(①~⑤)を算出する
- 2) 河川改修後の対象区間の各評価項目(①~⑤)を現場状況や空撮写真から図面に描写し、面積等を算出する
- 3) 改修前の状況を基準とし、評価項目ごとに変化の程度を求める

自然環境配慮要領の基本的な考え方は、従前の滞筋幅を守り、瀬淵環境、植生を保全するというものである。そのため、川幅が広がる区間については、滞筋(水域面積)は従前と同程度、陸域面積は川幅拡幅に伴い、引き堤して広がった面積分増加することを想定している。また、植生面積に関しては、従前の陸域面積に対する植生の面積の割合を目標値とする。

千種川水系については、従前の環境が良好であったため、算定結果の算定値が1に近いものが、変化の程度が少なく、河川改修による影響が少ないと評価する。たまりの数に関しては、従前の数を上回ることを目標とし、上回ると算定値1とする。

表-2 評価項目と評価の考え方

評価項目	評価の考え方
①平均水深	従前の平均水深を基準として、改修前後の平均水深を比較 算定式 = 改修後の平均水深 / 改修前の平均水深
②陸域面積	従前の面積を基準として、川幅の拡幅に伴い陸域面積が増加すると想定 算定式 = 改修後の陸域面積 / (改修前の陸域面積 + 引き堤による増加面積)
③植生面積	従前の陸域面積に対する植生面積を基準 算定式 = 改修後の植生面積 / (改修後の陸域面積 × 改修前の植生割合)
④たまりの数	従前のたまり(淵・ワンド)の数を基準として、改修前後のたまりの数を比較 算定式 = 改修後のたまりの数 / 改修前のたまりの数
⑤水域面積	従前の水域面積を基準として、改修前後の水域面積の比較 算定式 = 改修後の水域面積 / 改修前の水域面積

表-1 物理環境を指標とした河川評価項目

観 点	項 目	各項目の算出方法	
河川の基本的な構造	蛇行度	流路延長距離/直線距離	
河川の地先の構造	低水路の状況	開放水面面積に対する早瀬の面積割合	
	生息場の状況	水際の複雑さ	水際の延長距離/流心部の延長距離
		開放水面面積に対するサブ水域の面積割合	サブ水域の面積/開放水面面積
流水環境	水際延長距離に対する水際部の樹林延長距離割合	水際部の樹林延長距離/水際延長距離	
	陸域面積に対する抽水植物(ヨシ群落)の面積割合	ヨシ群落の面積/陸域面積	
	砂州・砂礫堆の裸地の面積割合	砂州・砂礫堆の裸地面積/砂州・砂礫堆の総面積	
人為改変の程度	高水敷における樹林面積割合	高水敷の樹林面積/高水敷面積	
	開放水面面積に対する湛水域の面積割合	湛水域の面積/開放水面面積	
	陸域面積に対する人工地面積割合	人工地面積/陸域面積	
	水際延長距離に対する自然水際距離割合	自然水際距離/水際延長距離	
	BOD75%値	BOD75%値	

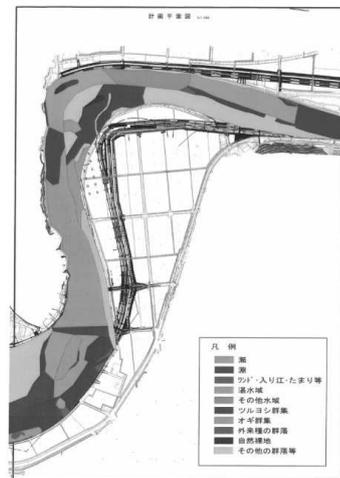


図-5 河川環境情報図

6. 評価検証結果と考察

先に示した上郡町楠地区、赤松地区、佐用町久崎地区において評価検証を行い、その結果を表-3に示す。

算定結果から、各地区で水域面積が従前に対して拡がり、陸域面積と植生面積が減少していることが分かる。また、平均水深も減少していることから、護岸引き堤と河床掘削により、水の流れが広く浅くなっていることが分かる。次に、各項目について考察する。

平均水深については、各地区で従前に比べて平均水深が低下していることが分かる。しかし赤松地区に関しては従前に比べて6割程度の評価となっており、瀬淵環境を保全する取組みの効果が現れたと考えられる。

陸域面積・植生面積に関しては、特に楠地区において変化が顕著であった。この区間は、川幅が約2倍となったことから、目標値とした従前の澇筋幅・深さが、川幅の拡幅に対し相対的に小さい値であったと推察できる。より深い澇筋の掘削、河原の創出などの対策が必要であると考えられる。赤松地区では、オギ・ツルヨシの移植に取組んだが、工事完了後間もない状況で観測を行ったため、植生面積は中程度の評価結果となった。今後、中長期的に経過観察していく必要がある。また、久崎地区では高い評価値となったが、これは従前の植生面積が小さかったことが影響したと考えられる。

たまりの数に関しては、楠地区ではたまりが元々なく、改修後も確認できなかったため評価外とした。しかし、楠地区では陸域面積も大きく減少していることから、澇筋と陸域を積極的に創出し、その中で、水が停滞するワンドなどの生物の生息域を作ることが望ましい。赤松地区においては、たまりの数は減少しているが、従前あった淵の保全や、湧水が確認された箇所ワンドの創出に取組んでおり、今後河床が安定するまで経過観察するとともに、効果の検証をする必要がある。久崎地区は従前に淵やワンドなどは確認されていなかったが、現地発生材の巨石を利用した水制工により、たまりが形成された。このように、現地発生材を利用した生物の生息環境の創出は積極的に行うことが重要である。

表-3 評価・検証結果

評価項目	算定値		
	楠地区	赤松地区	久崎地区
①平均水深	0.33	0.59	0.38
②陸域面積	0.00	0.27	0.41
③植生面積	0.00	0.48	0.94
④たまりの数	-	0.67	1.00
⑤水域面積	1.97	1.39	1.30

7. 今後の課題

今回は先に挙げた5項目について簡易的な評価を行ったが、観測・評価作業を進める中で課題も散見したため、ここでは評価手法の課題とそれに関する考察を行う。

(1)評価値について

今回の簡易評価手法では、評価値が1に近づくと従前から変化の程度が少なく、河川改修による影響が少ないという評価を行った。評価結果から、改修後は、目標とする改修前に対して何割程度の状況なのか把握しやすい手法になっているといえる。

その一方で、具体的にどの程度の数値なら高評価なのか等、指標が明確にされていない。陸域面積などは1となりにくい評価項目であり、各項目において、「評価値が〇～〇の間であれば高評価、△～△の間であれば中程度の評価」など評価区分を明確にすることで、より分かり易く評価結果を考察できると考える。

また、平均水深に関しては、改修前に対する改修後の割合で評価しているため、評価上は具体的な水深が表れない。魚種によっては、一定以上の水深が必要であるため、想定している魚種の必要水深を確保できる評価の目標値を示すことで、最低でもその値を超えるような取組みを目指す必要があると考える。

(2)評価時期について

今回の簡易評価では、完成後間もない区間でも評価を行っており、取組み効果が現れにくい結果となった。また、植生面積など季節の影響を受ける項目については、観測する時期により、結果が変動すると考えられる。

今後の運用を目指す中では、観測する間隔や、季節を統一する必要がある。

(3)広域的な活用

本要領並びに本評価手法は、今後様々な河川に広く活用できるようにとりまとめることを目標としている。しかし、河川によっては目標設定する項目が異なるため、より総合的な評価ができるように内容を検討し、充実させる必要がある。例えば、評価項目に河川の蛇行状況や、護岸際に設置した巨石等の生物生息域の面積・延長等を加えるなど、生息環境に関する評価を増やすことで、より多角的な河川環境の評価ができるよう検討を重ねたい。

また、今回検討した本評価手法は、扱うデータは、長さ、面積と単純であり、評価に要する作業手間や時間も少ないため、専門的な知識を有しない者でも、容易に評価が行えることが利点である。そのため、本評価手法を用いることで、様々な河川の環境評価が可能となり、河川環境の保全や創出等に役立てることができると考える。

8. まとめ

今回評価を行った区間は工事完了後間もない一部区間であるため、今後は緊急河道対策の事業区間を広域に評価を行う必要がある。その中で、評価が低い区間に関しては、自然環境配慮要領を参考に環境創出に取り組むなど、簡易評価手法は河川環境改善の検討に役立てることができると考える。併せて、評価結果を基に、自然環境配慮要領に基づいた取組みの効果検証を行い、効果が小さい部分等については随時本要領の改善が必要である。

また、今回は数値的根拠による物理環境の評価を行ったが、生物の生息状況等を対象とした自然環境調査等の調査結果と照らし合わせることで、生物の生息分布など、配慮要領に基づいて行った取組みの効果検証を行いたい。

千種川水系緊急河道対策のように、災害復旧事業においては早期に治水安全度を確保することが最優先課題である。しかし、工事後に無機質な河川に仕上げてしまうのではなく、河川本来の豊かな自然を再生させることも同様に重要であると考え。そのため、本論で述べたように自然に配慮した取組みを増やし、その評価検証を重ねることで、より良い河川改修事業の一助としていきたい。

参考文献

- 1) 川口 究, 楯 慎一郎, 内藤 正彦: 物理環境を指標とした河川環境の簡易評価手法の検討, リバーフロント研究所報告 第20号 p.86-94