

## AHPを用いた河川環境対策の総合評価 — 広瀬川を例として —

Synthetic Evaluation on a River Environmental Protection by AHP

\*猪股 純・\*\*蔵重俊夫・\*\*\*斎藤聖喜・\*\*\*\*小田二郎

\*Jun INOMATA・\*\*Toshio KURASHIGE・\*\*\*Seiki SAITOU・\*\*\*\*Jiro ODA

### 1. はじめに

近年、河川が持つ多様な自然環境や水辺空間などを適性に保全し、享受しようとする国民のニーズに伴い、平成9年度に河川法の一部が改正され、これまでの柱“治水”、“利水”に新たに“河川環境”を加えたものとなった。

一方、清流として知られる名取川水系広瀬川（宮城県）では、下流域でも鮎釣り、お盆には灯籠流し、秋には芋煮会などが催され、広瀬川に対する周辺住民の愛着が高い。また、“後世に美しい広瀬川を引き継ぎたい”という市民の要望により、仙台市は昭和49年に「広瀬川の清流を守る条例」を制定した。このような背景のもと、広瀬川浄化センターでは高度処理を取り入れた下水道整備が供用開始となり広瀬川下流域の水質改善に寄与している。

本報告では、広瀬川を対象河川とし、住民参加型の事業を展開する上で、河川環境に対する周辺住民の視点（どのような点を重要視しているか）を把握することと、下水道整備等の水質改善事業が直接的又は間接的に河川環境の改善に寄与する部分かどの程度あるのか、総合的に評価する手法としてAHP（階層化意志決定法; Analytic Hierachy Process）<sup>1)</sup>を適用し分析した事例を紹介するものである。

### 2. 検討手法

河川環境の多種多様な評価項目（治水環境、利水環境、水質環境、生態環境、親水活動など）により河川を総合的に評価する場合、この多面的な評価基準を社会的価値基準に基づいて一元的な指標に基準化し、おのおのの評価項目がどの程度の重要度を有

するの把握する必要がある。

本報告では、その分析方法の1つとして製品開発、品質管理、最適手法の選定などの分野において、曖昧な価値基準を数量化し意志決定する場合に用いられる「AHP」を採用し、次の手順により河川環境の総合評価を行った。

- ① 評価項目の抽出と階層構造化
- ② ウェイトの算出（アンケート実施、ウェイト算出）
- ③ 対象河川の評点化と総合評価値の算出

### 3. 評価項目の抽出と階層構造化

#### (1). KJ法による評価項目の階層構造の構築

評価項目の抽出と階層構造は、プレイヤー3人がKJ法<sup>2)</sup>を用いて、出された評価項目を批判することなく全て抽出し、互いに親近性のある評価項目同士をグルーピングし見出しを付けながら構築した。

なお、評価項目は「一般住民が判断しうる河川環境に関する評価項目」を前提条件として抽出した。

また、階層構造を決定する前にAHPアンケートのプレテストを行い、“項目間の意味合いの重複”や、“判断に迷い”の無いアンケートとなるよう留意し整合度(CI; Consistency Index)<sup>1)</sup>等より判断し、階層構造に問題がある場合は、フィードバックしながら構造を改良し最終構造を決定した。(表1参照)

#### (2). 各評価項目の素点設定

「河川環境総合評価値」の算出のため、各評価項目について、プラスの効果が想定されるもの、マイナスの効果が想定されるものに分類し、素点(スコア)を設定した。(表1参照)

キーワード：公共事業評価法、河川計画、環境計画、AHP

\* 正会員、東北地方建設局仙台工事事務所（仙台市太白区郡山5-6-6、TEL022-248-4131、FAX022-304-1904）

\*\* 正会員、工博、(株)日水コン（東京都日野市旭ヶ丘4-7-107、TEL0425-84-7930、FAX0425-84-7929）

\*\*\* 非会員、(財)河川環境管理財団（札幌市中央区南1条西7-16-2、TEL011-261-7951、FAX011-261-7953）

\*\*\*\* 非会員、工修、(株)日水コン（仙台市青葉区上杉5-3-36、TEL022-222-1101、FAX022-265-7634）

表1 河川環境総合評価項目の階層構造と各評価項目の素点（スコア）設定

評価項目の階層構造		評価の内容	評価項目の素点											
上位	中位		下位	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
水質環境	清澄性	ゴミが流れていない	・ゴミなどが流れていない						該当無			該当		
		発泡性がない	・段差などで生じた泡が残っている箇所が見られない						該当無			該当		
	安全性	悪臭がない	・腐敗臭、下水臭などの悪臭がしない						該当無			該当		
		直接触れても安全	・河川の水辺で水に触れたいかどうか						該当無			該当		
		有害物がない水	・重金属などが人の健康に関する基準値以下となっている						該当無			該当		
		魚を食べても安全な水	・魚釣り等により採った魚を食べられる						該当無			該当		
生態環境	自然河川的になっている [生態系の多様性]		・河川敷が広い ・河川が蛇行し、瀬と淵が分布 ・水際は横断方向に連続したエコトーン（移行帯）がある ・河川敷には植生が分布 ・縦断方向の環境の分断がない（魚道の設置）						該当無	1つ該当	2つ該当	3つ該当	4つ該当	全て該当
		魚種・底生生物等の種類が多い [種の多様性]	・魚類の種類が多い ・底生動物の種類が多い ・鳥類の種類が多い						該当無	1つ該当		2つ該当		全て該当
	固有種がいる [遺伝子の多様性]	・地域特有の魚類がいる ・他水系産の魚類を放流していない							該当無		1つ該当		2つ該当	
景観の形成	自然との調和	鳥類の存在	・生息する鳥類が多い ・飛来する鳥類が多い						該当無		1つ該当		2つ該当	
		森林・植物の存在	・エコトーン（移行帯）がある ・河畔林が多い						該当無		1つ該当		2つ該当	
	自然石の存在	・河道又は周辺に自然石が存在している							該当無			該当		
	流路が複雑である	・瀬と淵の数							該当無			該当		
	河道幅に対して水面が多い	・低水路幅と河川幅のバランスが良い							該当無			該当		
人工構造物等がある	護岸（ブロック）	・コンクリート護岸となっている					該当		該当無					
	堰・取水施設	・堰、取水施設がある					該当		該当無					
ふれあいの場	河川敷の利用	災害時の避難場所	・避難場所がある						該当無				該当	
		団体競技（野球場）	・競技場がある						該当無				該当	
		学童会	・学童会の会場がある						該当無				該当	
	水面利用	遊歩道、サイクリング場の利用	・遊歩道、サイクリング道がある							該当無			該当	
		ボート遊び	・ボート遊びの箇所ある							該当無			該当	
		釣り	・アユ、ヤマメの釣りができる ・フナ、コイの釣りができる							該当無	1つ該当		2つ該当	
	水遊び	・水遊びをする場がある							該当無			該当		
	灯籠流し	・灯籠流しをしている箇所がある							該当無			該当		
	公園がある	・公園がある							該当無			該当		

（備考）評点は各評価項目の評価の内容について、該当する項目の個数を基に、点数をあらかじめ設定した。

#### 4. ウェイトの算出

「河川環境の総合評価」を構成する各評価項目のウェイト（重要性）を算出する事を目的として、アンケート調査を実施した。

##### (1). アンケートの作成

アンケート票は各評価項目の階層構造に従い、上・中・下位の順に質問する形式とし、回答者に階層構造と評価項目を示し、それらの構造と内容を基に、各階層の評価項目間で一対比較し、どちらの項目がどの程度重要なかを9段階で答える形式とした。次に一対比較の例を示す。

ex) 「水質環境」と「生態環境」についてどちらが重要とお考えですか？あなたのお考えに近い場所 \*印に○を付けてください。

	常に左側が重要	左側がやや重要	左側が重要	やや重要	同じ程度	右側がやや重要	右側が重要	右側がやや重要	常に右側が重要	
水質環境	*	○	*	*	*	*	*	*	*	生態環境

アンケート票の作成にあたって、被験者が回答する際の“誤解”や“迷い”を招くことがないように、次の点に留意した。

- ・アンケート実施の意図を明確に伝える。
- ・イメージを明確にするため、対象河川を示す。
- ・各評価項目の内容・意味づけを明確に伝える。

また、個人属性の違いがウェイト算定結果にどのように影響を及ぼすか確認するため、性別・年齢・職種など回答していただくこととした。

##### (2). アンケートの実施

以上の要領で作成したアンケート票により、仙台在住者として東北地建仙台工事事務所職員、(株)日水コン職員、及び一般住民（前述の各事務所職員の家族他）、17名を対象としてアンケートを実施した。

図2に被験者の属性の構成を示す。

性別	男性(10名)	女性(7名)		
年齢別	20代(2)	30代(7)	40代(6)	50・60代(2)
職種別	技術系(11)	事務系(7)		

図2 被験者の属性

(3). ウェイトの算出及び評価

各被験者への一対比較アンケート結果を基に、全パネラー、性別、年齢の各グループ毎に一対比較値を幾何平均により集計し、ウェイト<sup>1)</sup>を算出した。ウェイトは、各評価項目のウェイトの総和が1となるよう固有値計算により算出した。

表2に全員集計結果より求めたウェイトを示す。

表2 河川環境総合評価値の算出表評点(スコア)設定

評価項目の階層構造	評価の内容	ウェイト(W)	上流区間		中流区間		下流区間	
			評点(S)	(W×S)	評点(S)	(W×S)	評点(S)	(W×S)
水質環境	清潔性	0.062	3	0.186	3	0.186	0	0.000
	安全性	0.053	3	0.159	3	0.159	3	0.159
		0.150	3	0.450	3	0.450	3	0.450
		0.053	3	0.159	3	0.159	0	0.000
		0.059	3	0.177	3	0.177	3	0.177
生態環境	自然河川的になっている [生態系の多様性]	0.140	3	0.420	3	0.420	2	0.280
	魚種・底生生物等の種類が多い [種の多様性]	0.109	5	0.545	3	0.327	1	0.109
	固有種がいる [遺伝子の多様性]	0.108	1	0.108	1	0.108	0	0.000
景観の形成	自然との調和	0.021	4	0.084	4	0.084	2	0.042
	森林・植物の存在	0.035	4	0.140	4	0.140	2	0.070
	自然石の存在	0.015	3	0.045	3	0.045	0	0.000
	自然河川的になっている (瀬・淵が多い)	0.030	3	0.090	3	0.090	0	0.000
	河路が複雑である	0.009	3	0.027	0	0.000	0	0.000
ふれあいの場	人工構築物等がある	0.011	0	0.000	0	0.000	-3	-0.033
	河川敷の利用	0.010	0	0.000	-3	-0.030	-3	-0.030
	遊歩道、サイクリング場の利用	0.018	0	0.000	3	0.054	3	0.054
	水面利用	0.003	0	0.000	3	0.009	3	0.009
	公園がある	0.008	4	0.032	4	0.032	2	0.016
合計	1.000	-	2.841	-	2.629	-	1.399	

(備考)・ウェイトは被験者17名の各アンケート結果を幾何平均により集計した結果を基に算出した。

・網掛けした評価項目は下水道整備による水質改善が河川環境の評価に影響を与えたと考えられる項目。網掛け部のウェイトの総和は0.438となる。

・広瀬川の上流、中流、下流の各区間の現状から筆者が判断し、表1に示したスコア表により各評価項目の点数を付けた。

次に、グループ別の集計結果より、上位階層のウェイト算出結果(表3, 4, 5)について考察する。  
【全員(被験者17名)】表3の「全員」で上位階層の4項目についてウェイトを比較すると、河川環境のウェイトとして「水質環境」0.434と「生態環境」0.357で約8割を占めており、関心の高さを示している。表4, 5からみても、両者に対する関心は個人属性に関わらず同様に高い。

表3 全員上位階層のウェイト(全員 n=17名)

・「水質環境」	0.434
・「生態環境」	0.357
・「景観の形成」	0.131
・「ふれあいの場」	0.078

【性別】表4の「男女別」で比較すると、「景観の形成」は男性が0.105、女性0.166と女性の方が高く、女性の方が河川に対して「景観の形成」に関心が高い。

表4 男女別上位階層のウェイト

上位階層	男性 (n=10名)	女性 (n=7名)
• 「水質環境」	0.447	0.408
• 「生態環境」	0.366	0.359
• 「景観の形成」	0.105	0.166
• 「ふれあいの場」	0.082	0.066

【年齢別】 表5の年齢別では、サンプル数に偏りがあるものの、参考として比較すると、「水質環境」は年代と共にウェイトが高くなる傾向が見られた。

表5 年齢別上位階層のウェイト

上位階層	20代 (n=2名)	30・40代 (n=13名)	50・60代 (n=2名)
• 「水質環境」	0.406	0.426	0.526
• 「生態環境」	0.394	0.356	0.333
• 「景観の形成」	0.131	0.140	0.062
• 「ふれあいの場」	0.069	0.078	0.079

## 5. 総合評価

### (1). 総合評価値

表1のスコア表に従い、広瀬川の上・中・下流区間の現況から判断して評点化し、式(1)により総合評価値を算定した。表2に評点設定及び算定表、表6に算定結果をまとめる。

$$\text{河川環境の総合評価値} = \Sigma (\text{評点} \times \text{ウェイト}) \quad (1)$$

本手法による広瀬川の評価値は上流区間で2.841・中流区間で2.629と同程度の値である。これに対して下流区間では、やや評価が低下し1.399を示した。これは、上流域に対し下流域では「水質環境」、「生態環境」、「景観環境」で評価が低く、特に「水質環境」が上流区間に対し0.487低いことが原因となっている。

表6 広瀬川の区間別河川環境総合評価値

区間	上流	中流	下流
水質環境	1.299	1.299	0.786(-0.487)
生態環境	1.073	0.855	0.389(-0.218)
景観形成	0.386	0.329	0.049(-0.337)
ふれあいの場	0.083	0.146	0.175(+0.063)
総合評価値	2.841	2.629	1.399(-1.442)

(備考) ( )内数は「下流評価値」-「上流評価値」を示す。

### (2). 水質改善事業による河川環境への影響

下水道整備による水質改善効果が河川環境の評価に影響を及ぼすと考えられる評価項目を表2中に網掛けで示した。これらの評価項目のウェイトを合計すると0.438(評価項目全体のウェイトの和は1.0)に相当しており、下水道整備による河川の水質改善が河川環境の評価に直接的又は間接的に影響する

(効果が得られる)部分が大きい事を示している。

### (3). 河川環境の年間総便益の試算

別途行ったCVM(仮想的市場評価法;Contingent Valuation Method)による便益推定結果によると、「下水道整備による広瀬川の水質改善・生態系維持回復に対する支払い意志額」は年間3,400円/世帯となる。

ここで、(2)の下水道整備事業が影響するウェイト0.438とCVM調査結果より「河川環境全体での総便益」を想定してみれば年間7,800円/世帯(=3,400/0.438)であり、仙台市全域392,970世帯(H10年4月住民基本台帳)を対象とすると、「広瀬川の河川環境全体の年間総便益」としては約30億円と推定された。

## 6. まとめ

本報告で、得られた成果を以下にとりまとめる。

- 広瀬川の河川環境をAHPを用いて分析したところ、「水質環境」「生態環境」に対して、住民の関心が高い事が示された。また、個人の属性によってもこの傾向は大きく変わらない事が示された。
- 広瀬川においては、下水道整備による水質改善が河川環境の評価に影響するウェイトは、河川環境全体の評価のウェイトの約4割と高く、事業により得られる効果が大きい事が示された。
- 広瀬川の河川環境全体が生み出す年間総便益を仙台市全域を対象として試算したところ、年間約30億円と推定された。

謝辞：本報告は、東北地建仙台工事事務所による検討業務の一部をとりまとめたものであり、発表の機会を頂き感謝いたします。また、本報告の検討にあたり、東北大学工学部の森杉壽芳教授及び東北大学経済学部林山泰久助教授の御指導、御助言を賜った。ここに記して感謝いたします。

### 引用文献

- 1) 刀根薫, 眞鍋龍太郎編：AHP事例集, 日科技連, 1990.
- 2) 井上省吾, 畠山滋男編：経営のためのKJ法入門, 日本能率協会, 1971