

水環境の総合指標研究委員会 成果集

平成 25 年 6 月

公益社団法人日本水環境学会 水環境の総合指標研究委員会編

目 次

1	はじめに.....	4
2	水環境の総合指標としての「水環境健全性指標」の基本的考え方.....	4
2.1	健全性指標の生い立ち.....	4
2.2	健全性指標の基本的な考え方.....	6
2.3	「健全性指標」から「すこやかさ指標」への変遷.....	9
2.4	類似の指標との相違について.....	10
3	抽出された課題とそれへの回答.....	13
3.1	議論された課題：	13
3.1.1	調査の時間軸をどう考えるか.....	13
3.1.2	調査の誤差（個人差）をどう考えるか.....	19
3.1.3	生き物の見方.....	23
3.1.4	指標としての魚類.....	29
3.2	整理された課題：	33
3.2.1	流れる水の量（水量の状況）	33
3.2.2	岸のようす.....	35
3.2.3	自然流量の割合、水の循環.....	37
3.2.4	川原と水辺の植物.....	39
3.2.5	鳥の生息、すみ場.....	41
3.2.6	川の周囲のすみ場.....	42
3.2.7	川底の様子と底生生物.....	43
3.2.8	透明度.....	44
3.2.9	水のおい.....	46
3.2.10	COD&BOD.....	48
3.2.11	衛生指標としての大腸菌数.....	52
3.2.12	アンモニア.....	56
3.2.13	溶存酸素（DO）	58
3.2.14	景色	61
3.2.15	ごみ	62
3.2.16	水とのふれあい、川のかおり、川の音.....	63
3.2.17	歴史と文化.....	65
3.2.18	水辺への近づきやすさ.....	68
3.2.19	人々の日常的な利用	70
3.2.20	産業活動	72
3.2.21	環境活動	73
3.2.22	防災上の視点.....	75

4 全国の事例	78
4.1 基本的にすこやかさ指標を使っている事例	78
4.1.1 富山県一県と財団の連携による環境保全活動と県下一斉調査	78
4.1.2 大分県一高等専門学校とNPOとの協働による調査と 水環境改善のための住民意識の反映の試み	81
4.1.3 兵庫県一武庫川水系での事例	86
4.2 全国で使われている指標（健全性指標を踏襲したもの、発展したもの） .	87
4.2.1 群馬県一群馬県版、同子ども版の開発と河川環境指標への発展	87
4.2.2 八王子市一八王子版の開発	90
4.2.3 千葉県一千葉県環境指標の開発	91
4.3 全国で使われている指標（各地で独自に発展した総合指標等）	93
4.3.1 宮崎県一独自の五感を使った水辺環境指標調査	93
4.3.2 山形県一「水辺の健康診断」一水環境調査への発展とステップアップ ...	96
4.3.3 埼玉県一埼玉県版河川環境指標「五感による河川環境指標」	99
4.3.4 愛知県一水循環再生指標の作成と流域モニタリング	100
4.3.5 仙台市一みやぎ生協 五感を使った水辺の観察と水質測定活動	102
4.3.6 島根県一五感をつかって水環境をチェックしよう	103
4.4 研究や環境教育、環境学習などで活用されている健全性指標	104
4.4.1 千葉工大一研究としての各種水辺版指標の開発、実習での活用	104
4.4.2 参加型環境教育研究会一水環境健全性指標のタイへの移植	106
4.4.3 信州大一工業高校との連携、大学土木工学科での指標の活用	107
4.4.4 新潟薬科大一地域との協働、研究課題としての活用	108
4.4.5 水環境の総合指標研究委員会一高等学校工業科教科書への指標の紹介 ..	109
5 指標の活用と普及	110
5.1 活用の方途	110
5.2 普及への考え方	111
5.3 協力者について	111
6 健全性指標見直しへの提言	112
6.1 指標の見直し	113
6.1.1 個別指標の見直し・追加	113
6.1.2 調査結果の理解を深めるための課題	114
6.1.3 普及を図るための課題	114
6.2 環境基本計画での位置付けに向けて	117
6.3 新環境基準体系への繰り込み	118
【資料編】	120

1 はじめに：委員会の経緯と活動の概要

本委員会は、環境省委託事業「水環境健全性指標検討調査」に端を発し、すでに公表されている「水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）」を基として、水環境の総合的な指標について、その研究レベルの向上や適用対象の拡大、その普及や活用など、“指標の深化と普及”の両面から研究活動を進めるべく、平成21年9月に発足した。会員メーリングリストによる議論の他、ワークショップ及び研究集会を開催し、環境省提案の水辺のすこやかさ指標のみならず、水環境の総合指標について、そのあり方や調査手法などを研究してきた。

水辺の健全性指標は、水環境の状態を5つの調査軸：自然の姿、ゆたかな生きもの、水のきれいさ、快適な水辺、地域とのつながりで評価している。この指標の必要性は、地域の特性に応じた水環境を実感できる指標であること、多要素を総合的に評価する指標であることが特長である。

この4年間に行われた議論と研究成果を以下に整理し、今後につなげることにする。

2 水環境の総合指標としての「水環境健全性指標」の基本的考え方

2.1 健全性指標の生い立ち

10年程前（平成15年度）の環境基準（生活環境項目）の達成状況をみると、河川、湖沼及び海域での達成状況は全体で83.8%の達成率となり、湖沼などで課題は有するものの、概ね水域での水質改善が図られ、健康項目についても99.3%とほとんどの地点で環境基準を達成していた。

このような水質の改善は、当時まで環境行政が水質環境基準の達成を行政目標として取り組んできた一定の成果として認識された。

一方、国民の環境に対する意識の高まりにより、水環境を水質の観点からだけで捉えるのではなく、水量の豊富さ、水とのふれあい、水生生物の生息場としての水辺、水辺景観、地域・歴史・文化を背景とした人と水との係わりなど幅広い観点から捉えることが重要となってきた。

そして、水環境^{注1)}をこれらの観点から評価するためには、水環境を記述するための何らかの指標が必要と認識され、水環境行政を推進するためにも、このような新しい水環境指標の開発が求められた。このような水環境指標の普及を図ることにより、行政においても従来の「水質環境行政」から「水環境行政」への転換を目指すこととした。

注1)「水環境」の定義 ※『水環境健全性指標調査検討委員会（H16）』における定義

『その場における水に関わる環境面での状況を捉えたものであり、水についていわば「場」の面から着目したものである』と考えられる。この水環境は、水質、水量、水生生物、水辺地、地域、歴史、文化といった水に関わる重要な環境要素によって構成されている。

水環境健全性指標（Soundness Indicators of Water Environment：以下、健全性指標と記す）は、行政手続き的には平成 15 年 9 月 11 日の中央環境審議会において当時の環境省水環境課長が来年度予算要求について次のように説明し、開発に着手する旨が公表された。これを受けて水環境健全性指標の開発事業が予算化され、平成 16 年度から開発に着手することとなった。

『健全な水循環の観点から、その目標なり、あるいはいろいろな対策・活動をやった場合に参考となるような水環境の健全性指標というのを検討していきたい・・・。従来、水質を中心にしか目標値というのがありませんでしたけれども、水環境を構成するさまざまな要素について指標化を検討して・・・』

出典：平成 15 年 9 月 11 日「中央環境審議会・議事録」

参考：「健全な水循環系構築に向けての関係省庁連絡会議」（環境省、国土交通省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省）は、平成 10 年より議論を開始し、平成 15 年 10 月に「健全な水循環系構築のための計画づくりに向けて」を公表した。上記の環境省の進める水環境健全性指標の開発は、これら健全な水循環系の構築という議論の延長上にある。

健全性指標の開発業務は、平成 16 年度に環境省より当時の（社）日本水環境学会に発注された。

同学会では、開発に際して水環境を専門とする学識者らから構成される「水環境健全性指標調査検討委員会」を立ち上げ、関係する各分野の専門家の意見を広く聞くものとした。さらに、環境省などが行う自治体への指標に関する事例調査・意見調査などのアンケート結果を踏まえて指標の在り方などについて幅広く検討を行うものとした。

平成 16 年当時に国内で利用されていた水環境に関する指標は、自治体の計画策定や施策評価などの目的で利用されることが多く、指標の使用者は専ら行政や専門家であった（表 3-1 参照）。

このような現状に留意することとして、住民・NPOや子供達が利用するような身近な水環境指標の開発が始まった。

表 2-1 国内の水についての指標に関する集計結果（重複回答あり）

分類	カテゴリー	件数
使用者	1 行政	51
	2 住民・NPO	17
	3 専門家	27
使用方法（目的）	1 計画策定	36
	2 施策評価	21
	3 総合学習	3
	4 住民活動	10
	5 その他(状態把握・管理)	30
使用実態	1 使用実態なし	14
	2 目標設定、評価	16
	3 継続的な監視、評価	15
	4 その他	18

出典：平成 16 年度水環境健全性指標調査検討業務報告書、環境省

2.2 健全性指標の基本的な考え方

ここでは、当研究委員会の前身ともいえるべき、平成 17 年度水環境健全性指標検討調査（環境省）における「水環境健全性指標調査検討委員会」（以下、指標委員会と記す）の基本的な考え方について記す。

1) 指標の策定において考慮すること

水環境を構成する要素としては、水質以外にも、自然性、生物の多様性、水辺の快適性や地域、歴史、文化を背景とした人と水との係わりというような要素が挙げられる。これらの要素が改善され、健全に保たれてこそ、水環境が良くなったと実感できるものと考えられる。しかし、水質以外の水環境の要素について、その状態等を表す目的別の指標はいくつか提案されているが、水環境の健全性を総合的に評価するための指標は確立されていないのが現状であった。

こうした背景より、環境省では、住民・NPOが水環境の健全性に係る様々な要素の実態を把握し、改善活動のツールとして使うことができる「水環境健全性指標（仮称）」を策定することとした。指標委員会では、健全性指標の策定において、特に以下の点に留意した。

- ①水環境を水質だけでなく幅広い観点から捉えること。
- ②精神的生活の豊かさ等心の面からも水環境をとらえること。
- ③流域全体として 把握する等、水の循環を重視すること

④わかりやすく、使いやすく、継続的に利用されること

⑤住民・NPO等の活動成果が映し出され、行政の施策立案に役立てることができること

2) 指標の活用対象者

水環境健全性指標は、住民・NPO等の水環境保全活動団体が地域の水環境の現状を把握し、水環境の改善につながる活動を広げていくための道具として活用されることが最大の目的である。また、行政（水域の管理者や環境部局）が、環境基本計画等の水環境改善施策において、住民にわかりやすい数値目標として活用していくことも期待された。

3) 対象とする水環境とその要素

水環境の空間的範囲は、公共的な水域^{注2)}及び同水域に影響を及ぼす空間とした。また、水環境は、地先のポイントだけでなく水域の連続性を考慮した「流域」という視点からも捉える。水環境の要素としては、水質（物理的・化学的等）、水量、水生生物、水辺景観からみた水環境に限らず、地域・歴史・文化というような「人文・社会的な水環境の構成要素」を対象に含める。

注2) 公共的な水域河川、湖沼、港湾、沿岸海域その他公共の用に供される水域及びこれに接続する公共溝渠、かんがい用水路その他公共の用に供される水路、さらに、池等私的所有のものであっても公共的な性格を有する場合、これらを公共的な水域とする。

4) 評価軸の設定

水環境が健全である状態（自然活動と人間活動のバランスのとれた状態）を調べることができるように、まず、自然環境と人間活動という2つの大きな視座を設けて、各評価軸として、自然環境2つ、人間活動3つの計5項目を設定した。各評価軸は、それぞれ他の評価軸とは必ずしも無関係の独立したものではなく、部分的に相互に関連性をもったものとなっている。

評価軸	評価軸の意味
自然なすがた	水辺環境が本来の自然な状態をどの程度維持しているかの評価
ゆたかな生物	水辺環境での生態系の豊かさ及び生物のすみ場についての評価
水の利用可能性	水質のきれいさからの水の利用可能性についての評価
快適な水辺	水辺環境のきれいさや静かさ等人の感覚的な評価
地域とのつながり	水辺環境と人とのつながりの度合いの評価

5) 個別指標の設定

各評価軸を総合的に表すため、それぞれの評価軸に属する個別指標は次の通りとした。なお、地域の特徴等を把握するために評価軸の得点には含めない参考指

標も挙げている。

①自然なすがた

個別指標	個別指標の意味
水量の状況	晴天時における水の流れの豊富さ
自然流量の割合	水の流れに占める自然水の割合
護岸の状況	護岸の状況
魚など生物の移動障害	生物の移動を妨げている構造物の存在状況
水の循環	河川流域の外からの流入と外への流出の状況
(参考指標)	
川岸の状況	川・岸・川原と異なった生態系の存在状態

②ゆたかな生物

個別指標	個別指標の意味
底生生物	川底に生息する生物の種類
魚類の生息とすみ場	魚類の生息状況とすみ場の有無
鳥類の生息とすみ場	鳥類の生息状況とすみ場の有無
植生	水生植物や水辺の植物の繁茂状態
川の周囲のすみ場	川の周囲のすみ場の有無
(参考指標)	
昆虫・小動物	水辺に生息する昆虫や小動物及びその痕跡
固有種の存在	動物や植物の貴重種や代表種の生息状況

③水の利用可能性

個別指標	個別指標の意味
COD または BOD	生活に伴って排出される有機物質の量
透視度	水の視覚的なきれいさを透視度から判定
ふん便性大腸菌群数	水道用水あるいは水浴・水遊びに適した水としての微生物的な安全性を判定する代表的な指標のひとつ
アンモニア	人為的な汚染物質で水生生物の生息や水道用水としての利用に影響
臭気	人為的な汚水の混入による水環境への影響の程度をにおいから判定
溶存酸素	水に含まれる酸素の量で生物の生息に影響

④快適な水辺

個別指標	個別指標の意味
水辺の見た目 (視覚)	川にあるごみや浮遊物等からの水辺の見た目

肌で触れた感じ（触覚）	川床に手や足で触れた感触
川の薫り（嗅覚）	川辺で感じるにおいの質と強さ
川の音（聴覚）	川辺で聞こえる音の質と大きさ
景観（感性）	周辺環境と水辺環境との調和

⑤地域とのつながり

個別指標	個別指標の意味
歴史的・文化的地域資源	有形・無形の川にまつわる歴史的・文化的な地域資源の有無
水辺への近づきやすさ	水辺への接近が安全に容易にできるかの判定
散策・レジャー・スポーツ・観光などの住民利用	人々の水辺を利用したレジャーや散策の利用度
経済活動や利水等の利用	漁業、水道・農業・工業用水などの水利用の度合い
環境活動	住民の清掃活動や環境学習への利用度
(参考指標)	
治水上の安全性	人の安全な暮らしと係る堤防の整備率

2.3 「健全性指標」から「すこやかさ指標」への変遷

水環境健全性指標は、前述のように平成 16 年度から開発が始まり平成 22 年度までの 7 年間をかけて、概念の構築から評価軸の設定・個別指標の選定、普及・啓発ツールの開発までが行われた。各年の開発概要を表 3-2 に示す。

指標委員会は 6 年間にわたり環境省発注の業務に対応する形で指標開発を行っている。特に、平成 21 年 8 月に『水環境健全性指標（2009 年版）～水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）～』として記者発表を行った際には指標のネーミングについて環境省に提案を行っている^{注3)}。

環境省から記者発表された後、水環境健全性指標は、行政指標としての意味合いだけでなく「水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）」として住民・NPO等が利用する普及指標へと性格・位置付けが変化したと言える。

その後、平成 22 年度には、小学校の学習教材として利用されることを想定して、「水環境健全性指標（2009 年版）～水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）～」の説明文の表現をわかり易くし漢字の読み方のルビをふった。同時に「指導者用テキスト」では、教員の方が参照する解説を加えるなどして、学校での普及を進めるための教材を製作した。

表 2-2 水環境健全性指標の開発の経緯

時期	開発内容
平成 16 年度	「健全性指標」の概念構築・体系化

平成 17 年度	「水環境健全性指標調査マニュアル」を開発
平成 18 年度	「水環境健全性指標調査マニュアル」を開発 ・ 試行調査始まる（平成 22 年度まで毎年実施） ・ 平成 18 年 2 月に調査パンフレットを作成
平成 19 年度	「活用ガイドライン」の開発
平成 20 年度	「子供版調査マニュアル」 「大人版（指導者等）調査マニュアル」及び 「活用ガイドライン」に分けて開発
平成 21 年 8 月	『水環境健全性指標（2009 年版）～水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）～』を記者発表（ネーミング決定） ※20 年度報告書の中では「子供版調査マニュアル」とされていた内容を一般への普及版として位置付けを改め、環境省と委員会で改めて命名を行い公表（記者発表）した。
平成 21 年度	「活動ガイドライン」の開発・試行調査
平成 22 年度	「水環境健全性指標（2009 年版）～水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）～」 「指導者用テキスト」 「活用ガイドライン」 ・ 小学校での活用を前提に教材用テキストとして開発

注 3) 指標のネーミングについて

平成 21 年 8 月に「水環境健全性指標」を記者発表するに当たり、愛称を付けたいとの話が環境省からあった。委員会内で候補を募り、環境省の意向と併せて発表名称が決定された（下記参照）。

- 水辺のすこやかさ指標～委員会から愛称として命名
- みずしるべ～開発初年（平成 16 年度）に委員会から提案された名前を愛称とした
- 水環境健全性指標～学術名とする趣旨から改めて命名（委員会提案）
- （2009 年版）～改定を前提とすることを明示するために 2009 年版とした（環境省）

2.4 類似の指標との相違について

環境省では、前述の経緯で開発された健全性指標を使って“住民の身近な水辺への回帰”を図るために普及啓発を鋭意進めている。

一方、国土交通省でも河川環境管理（河川水質管理）を目的として、指標の開発を開始し、その成果として平成 16 年度に「今後の河川水質管理の指標（案）」を公表している。両指標は目的とするところは異なるが共通の指標も有している。

表 3-1 では、両者の実施方法、対象水域、調査実施者、調査コスト、調査機器、調査結果の活用方法及び普及に向けた課題をまとめた。

表 2-1 水環境健全性指標と河川水質管理指標との違い

	水環境健全性指標（2009年版） （環境省）	今後の河川水質管理の指標（案） （国土交通省）
1. 背景	水環境の構成要素は、水質環境基準に示す水質以外にも必要である。しかし、水環境の健全性を総合的に検討する指標が確立されていない。	水質環境基準による評価だけでは河川水質や河川環境上の諸課題を十分に把握することが困難である。河川水質管理の指標が必要である。
2. 目的	住民の身近な水辺への回帰	河川環境管理（河川水質管理）
3. 実施方法	自由	事業として実施 or 自由
4. 対象水域	農村部や都市部を流れる河川中下流部、 <u>子供達が遊びに行く身近な川</u> ※河川法を準用する河川等	河川（順流域）、ダム貯水池、湖沼、堰、湛水域 ※国管理河川（直轄区間）等
5. 調査実施者	住民・NPO、学校、行政（自治体）などが実施	河川事務所が地域（NPO・学校関係者等）と連携して実施
6. 調査コスト	調査実施者の負担（自費）	事業費（行政負担）が主
7. 調査機器	自己調達（環境部局貸与もあり）	河川管理者より貸与してくれる
8. 活用方法	①環境学習として学校教育へ活用 ②NPO活動で活用 ③調査結果を集約し行政施策へ反映	①流域管理 （河川環境整備事業、下水道事業、流域での対策）への活用 ②住民やNPO活動として活用
9. 普及に向けた課題	①周知と調査支援（行政による資材や資金の援助） ②仕組みづくり（調査実施と調査結果の活用）	—

（1）実施方法・対象水域・調査実施者・調査コスト・調査機材

健全性指標では、住民やNPOがマニュアル等の手引きを環境省のHPからダウンロードして、各自で印刷して記録用紙などを準備する。調査場所は、いつも自分達が調査のフィールドとしている身近な河川（準用河川などの身近な小河川が多いが危険のない場合には一級河川（都道府県管理区間）・二級河川及び普通河川）の地先を対象として実施する。一方、国土交通省の指標の場合には、ほとんどの場合、河川事務所と共同して調査を実施する。一級河川の直轄区域に調査地先があることが多いため、危険を避けるため事務所員が同行する。調査に必要な資機材も河川事務所で準備する。

(2) 活用方法

健全性指標の場合には、学校の授業（総合学習など）の一環として、またはNPO活動の一環として指標を活用する。そして、その成果は発表会で使われたりNPOの活動報告誌やHPでの公表・発表会などに活用されたりする。行政の関係部署へ調査結果を提供して、施策へ反映されることもある。自治体の環境部局では予算が少ないため、住民・NPO等からの貴重な調査情報を積極的に施策に反映・活用しようとする自治体もある。

国土交通省の指標でも同様の事が言える。ただし、健全性指標の場合と違うのは、確実に河川事務所管内の河川整備のために情報がフィードバックされる点である。普及・啓発に留まらず、水質や河川敷の管理を適切に実施するための施策に反映されることとなる。

(3) 普及に向けた課題

住民・NPO等が定期的に調査を実施するには、費用的にどうしても限界がある。一部の自治体では住民・NPO等の活動に補助金を出しているところもある（その代わり調査結果を環境部局が活用している。具体的には自治体に義務付けられている「公共用水域の水質測定結果」と一緒に調査結果の一部を公表している）。通常、健全性指標の調査に必要となる費用は、行政が行う建設事業費と比べるとごく僅かである。この僅かな調査補助費を出す仕組みが必要である。また、上記の内容と関係して、調査結果を住民・NPO等に広く公表し、施策に反映させる仕組み作りが重要な課題である。

3 抽出された課題とそれへの回答

本指標は、各地での試行によって、様々な課題が出され、それらをシンポジウムやメールによる意見交換などの場で議論してきた。以下に、抽出され議論されてきた代表的な課題と、各委員により整理された課題について、委員会としての回答を記す。

3.1 議論された課題：

3.1.1 調査の時間軸をどう考えるか

1) はじめに

季節感を大切にする日本人は河川環境についても四季折々の姿を楽しみ、また、生活の糧を得るために、河川の生態系を巧みに利用してきた歴史がある。実際、自然度の高い河川ほど四季による景観の変化が顕著であり（写真1）、生息する生きものの生活史と密接に関連している。したがって、一般市民が「みずしるべ」を用いた調査を経験すると、「季節による違いはあるのだろうか？」と調査の継続意欲を刺激する可能性は高く、それによって河川環境への理解が深まり、データの蓄積につながると考えられる。さらに長い時間スケールで考えると、河川環境の過去からの変化を把握したうえで現状を理解し、河川環境のあるべき姿の模索・議論に発展することも考えられ、環境教育のみではなく河川計画の政策的意味合いも大きい。

このような時間軸に関する視点は、「みずしるべ」のマニュアル等でも触れられており、その必要性・重要性については議論の余地はないと思われる。ただしそのためには、「みずしるべ」が時間軸による影響を反映できる指標であることが前提となる。以上のような観点から、ここでは次の2点について検討した。

- ・「水環境健全性指標」の調査項目と時間軸の関係と影響の程度
- ・時間軸を意識した調査方法の改善案の提案

2) 水環境健全性指標における個別指標と時間軸の関係

水環境健全性指標の個別指標と時間軸の関係をまとめると表1のようになる。時間軸は、短期間（日変動、週変動など）の変化から、季節変化、経年変化の長時間まで3種類に分け、評価値に与える影響をまとめた。水環境健全性指標、「みずしるべ」ともに、短時間から長時間まで様々なスケールの時間軸の影響を受ける個別指標があるが、評価軸ごとに見ると以下のような傾向がある。

時間軸の影響を特に強く受けるのは2軸（ゆたかな生きもの）、3軸（水のきれいさ）であるが、2軸は比較的長い時間で影響を受けるのに対し、3軸は全ての時間軸の影響を含んでいるといえる。



写真1 美々川左源頭部の四季（左上から時計回りに，春夏秋冬）

2軸については、これまで指摘されているように、一般市民にとっては評価が難しい項目であり、専門家のアドバイスの有無などによって調査者が時間軸を意識する度合いは異なると思われる。本来、生きものの生活史は季節という時間軸と密接な関係を持っているが、現在の質問文の形式（生息あるいは棲み場を問う）に対する回答が、季節的あるいは経年的な変化を表現しうるのかは疑問である。しかし、現状以上に踏み込んだ質問設定は一般市民にとって難度を増すので、変更は避けるべきであろう。3軸は、最も再現性・客観性の高い項目であり、時間軸上での数値の比較は容易である。しかし、数値は瞬間値であり、幅広いスケールの時間軸が関係している。したがって、少ない調査回数で水質の悪化・改善を安易に判断することがないよう、注意しなければならない。

その他の軸については、各軸で2、3の個別指標が時間軸と関係する。個別指標の数が相対的に少ない1軸（自然なすがた）では（「みずしるべ」では3項目）、「流れる水の量」の影響が強く出る可能性が高い。しかし、4軸（快適な水辺）では「景色」、5軸（地域とのつながり）については「歴史と文化」、「日常的な利用」など長い時間軸と関係する個別指標が主で、長年のデータの蓄積がないと時間軸の影響は評価に反映されない。また個別指標のウェイトは4軸、5軸で5分の1程度と小さいので、軸の評価結果には反映されにくいと考えられる。

表1 水環境健全性指標の個別指標と時間軸の関係

評価軸	個別指標	時間軸			関連要因	評価点への影響
		短期変化	季節変化	経年変化		
自然なすがた	流れる水の量		○		降雨, 融雪, 利水(調査は晴天時)	時間軸の影響が比較的評価点に反映されやすい。
	岸のようす		△	△	植生の変化, 河川改修	
	魚が川をさかのぼれるか (自然流量の割合)		○	△	河川改修 利水	
	(水の循環)			△	利水	
ゆたかな生きもの	川原と水辺の植物		○		植生の変化, 環境整備	本来, 生き物は時間軸の影響が大きく出る評価軸である。 しかし, 評価が難しい項目でもあり, 時間軸の影響が結果として表れにくい場合もある。
	鳥の生息, 棲み場		○		鳥の生活史, 渡り鳥	
	魚の生息, 棲み場 (川の周囲のすみ場)		○		魚の生活史, 回遊魚の遡上時期 植生, 土地利用	
	川底の様子と底生生物	△	○		羽化・産卵時期, 増水によるフラッシュ	
水のきれいさ	透視度		○		降雨, 融雪, 利水などによる流量変化. 各種排水の水量, 水質変化	調査結果の再現性が高く, 数値としての比較が容易な項目。 ただし, 結果には短期～長期の変動要因が含まれる。少ない調査回数で水質の悪化・改善を判断するのは不適切。
	水のおいしさ		○			
	COD		○			
	(ふん便性大腸菌群数)		○			
	(アンモニア)		○			
	(溶存酸素(DO))		○			
	(BOD)		○			
快適な水辺	景色		○		水量, 植生, 棲み場, 構造物の変化	評価軸の点数には時間軸の影響が反映されにくい。
	ごみ					
	水とのふれあい		△	△	天候, 水温, 護岸形態, 河岸植生	
	川のかおり					
	川の音					
地域とのつながり	歴史と文化			○	事前準備, 情報量(過去の時間軸)	評価軸の点数には時間軸の影響が反映されにくい。
	水辺への近づきやすさ		△	△	護岸形態, 河岸植生	
	人々の日常的な利用		○		天候, 曜日, 季節, 河川敷	
	産業での活動			△	利水, 観光	
	環境活動			△	団体, 住民	

過去の調査報告から季節変化について着目すると、レーダーチャートに季節変化が明確に表れる事例¹⁾がある一方で、個別指標には表れても平均化されたレーダーチャートには反映されない事例²⁾も報告されている。特に後者については個別指標を活用すべきとの指摘があり²⁾、ガイドラインの記述などで検討すべき課題である。また、経年変化に関する報告事例はまだ少ないが、山形県版清流指標については約10年間の膨大な調査実績がある³⁾。経年変化の検討を期待したい。

先に述べたように、「みずしるべ」の中では具体的な数字を比較できる3軸の評価値は容易に時間軸と関連させることができる。しかし、水環境総合指標の特徴

はむしろ3軸以外の評価軸にある。したがって、3軸以外の個別指標や評価軸も時間軸上の変化を評価できる指標であること、あるいは調査者が時間軸を意識できるような調査方法であることが望ましい。また今後、調査結果が蓄積されるに伴い、時間軸上の変化を「みずしるべ」が表現できるかが問われるであろう。このように考えると、現行の評価方法には改良の余地がありそうである。しかし、解答の難易度を上げる質問項目の増加や細分化は極力避けるべきである。最小限の追加で、効果を上げることができないか次節で検討してみたい。

3) 時間軸を意識した調査方法の改善案の提案

そもそも水環境総合指標導入の目的は、水質分析結果などのデジタル情報で表現することができない水環境の幅広い特性を評価することにある。数値による評価は絶対的な比較が可能であるが、水環境総合指標のようなアナログ的评价では相対評価となるため、何を基準とするかによって評価値が異なる。要するに、比較する基準がない、あるいは過去や他の場所の調査者と共有する情報がないことが、大きな欠点であり、時間軸の影響を曖昧にしている原因でもある。それは同時に、評価結果のバラつきや曖昧さを大きくしている要因でもある。このような問題点を克服するために、画像データ（写真）の活用を提案したい。なぜなら、画像データは、水量、岸の様子、棲み場、景観など河川環境に関する極めて多くの情報を含んでいるからである^{4,5,6)}。現行のレーダーチャートだけでは、現地を知らない人には川のイメージが全く伝わらない。過去の調査者や他の河川の調査者が、どのような景色を見て評価したのか、1枚の写真が大きな手掛かりとなるはずである。具体的な例を以下に上げる。



写真 2-1 1996 年撮影



写真 2-2 2012 年撮影

写真 2 は 6 年間の時間経過後の都市内河川（札幌市豊平川）の写真の比較である。現地を知らない人であってもこの写真を見れば容易に川の様子をイメージすることができる。また写真には、河川だけでなくその周辺の景色を含めて数多くの情報が含まれており、専門家でなくとも 6 年経過後の変化を具体的に認識することができる。

ただし写真に記録としての価値を持たせるためには、撮影日時が正確に記録されていること、河川周辺も含めた広角的な画像であること、出来るだけ同一地点から同じ画角で撮影することが重要である。著者は、調査時には調査地点の写真を極力多数撮影することを心掛けているが、同じ画角で撮影されたものは意外に少ないので、過去の写真を参考にしながら意図的に撮影することが重要である^{5,6)}。

さらに、写真を用いて植生の変化を推定した例を写真3に上げる（北海道、美々川）。一般市民にはやや難しいが、専門家の助言を得れば植生の変化を写真から読み取ることができる。このように、河川環境のイメージと豊富な情報を含む写真は蓄積されるほどその価値が高まる可能性が大きく、水環境総合指標の1データとして調査結果に加えることの効果は大きい。

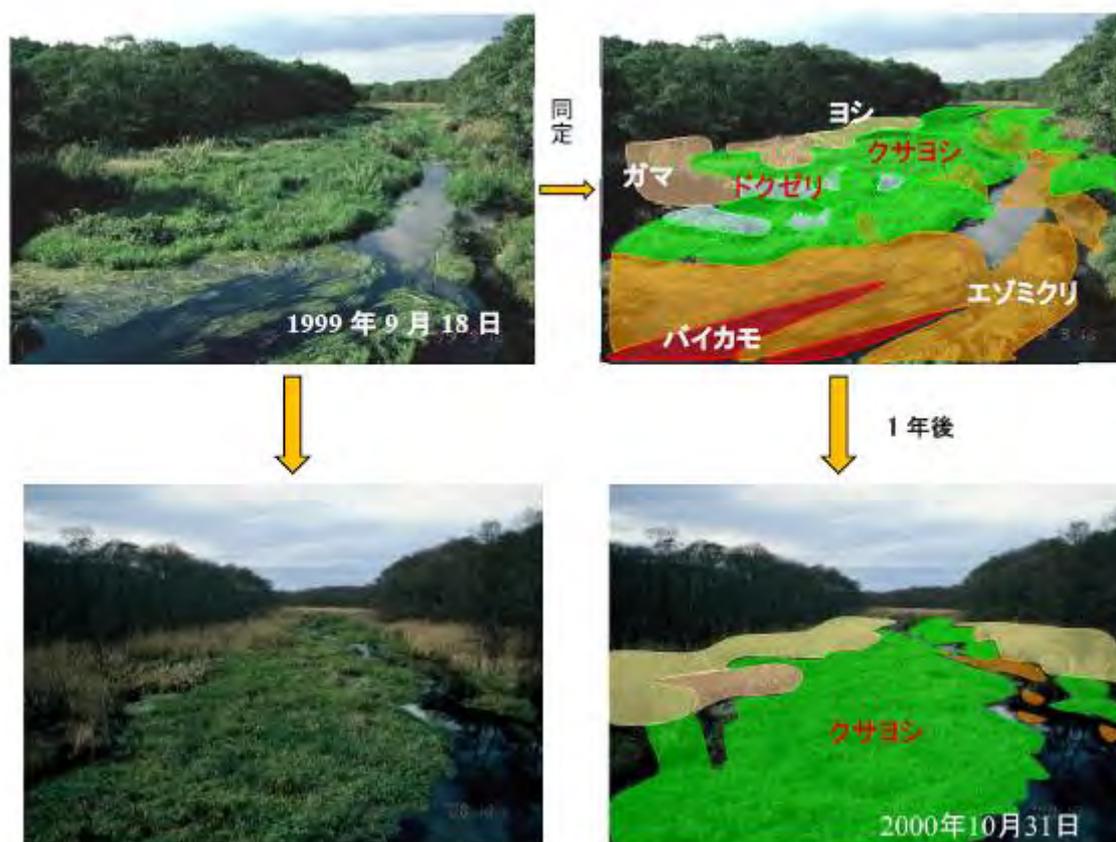


写真3

4) まとめ

(1) 水環境健全性指標、「みずしるべ」の個別指標について、時間軸の影響を整理した。個別指標には短時間から長時間の時間軸が関連するものがある。過去の調査事例によれば、個別指標の評価点には季節変化が反映されることが報告されているが、評価軸の点数に季節変化の影響が反映されるかは、事例により異なっていた。河川の自然度や調査者の予備知識等も関連していると推定され、さらなるデータの蓄積が必要である。

(2) 過去および将来の時間軸をよりわかりやすく取り入れる方策として、画像データ(写真)の追加を提案した。画像データの持つ豊富な情報量が、時間軸の影響の把握や評価基準のばらつきの低減に寄与することが期待される。

(3) 「みずしるべ」の場合には、図1に示したように、観察ノートのとまとめ表に周辺環境を含めた河川の写真を最低でも1枚記録しておくことが適当と思われる。また、5軸の「歴史と文化」は、「みずしるべ」の中でも異彩を放つ項目である。この軸は、過去に遡った長い時間軸を扱っている。「川にまつわる昔の話を聞いたことがありますか」の質問設定を「川にまつわる昔の話を聞いたり、写真や絵を見たことがありますか」と変更することによって、過去に遡った画像情報に調査者の関心を向けることができる。この質問がきっかけとなって、過去の河川の画像を収集することができれば、それを題材に過去から現在の時間軸の影響を議論する格好の教材となることが期待できる。



図1 写真の記録方法

(余湖典昭、村上和仁)

【参考文献】

- 1) 高見徹, 内野求: 大野川流域における水環境健全性指標の適用と評価, 公開シンポジウム「水辺のすこやかさ指標を使ってみよう」要旨集 37 p, 2012年3月17日, 東京大学.
- 2) 村上和仁: 千葉県・花見川における水環境健全性指標試行調査, 平成20年度水環境健全性指標試行調査報告会資料, (社)日本水環境学会関東支部, 2008年6月6日, 日本大学.
- 3) 辻浩子: 山形県版清流指標を活用した「身近な川や水辺の健康診断」, 公開シンポジウム「水辺のすこやかさ指標を使ってみよう」要旨集 37 p, 2012年3月17日, 東京大学.
- 4) 櫻井善文, 片桐浩司, 佐藤孝司, 余湖典昭: 写真判読による水生植物群落の経年変化把握と生育環境との関連性, 第12回日本水環境学会シンポジウム講演集, 2009年9月
- 5) 余湖典昭: みずしるべ: 調査の時間軸をどう考えるか, 第15回日本水環境学会シンポジウム講演集, 2012年9月

6) Harada, S., Wagatsuma, R., Koseki, T., Aoki, T., Hashimoto, T. (2013) Water quality criteria for water bodies in urban areas and accompanying changes in surrounding and In-situ vegetation: considerations from the landscape aspect of planning water recreational areas, J. Water Res. Protection, 5, 156-163

3.1.2 誤差（個人差）をどう考えるか

1) はじめに

水環境健全性指標や簡易版の水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）は調査者の目視や感覚評価を基礎としているので、定量的な水質調査などと比べ、評価結果に個人差がより多く含まれることは避けがたい。

しかし、例えば同一地点における複数の調査者の評価結果が肯定的評価（高い評価点）と否定的評価（低い評価点）に分かれた場合、現状では単純に平均を求め評価結果とされているが、それで妥当と考えてもよいのであろうか。指標の利用における個人差の問題はある程度やむを得ないとして扱われてきたが、多くの人に利用される水環境評価手法として指標を普及させるためには、個人差問題について検討を深める必要がある。

ここでは、水環境健全性指標や水辺のすこやかさ指標を用いて実際に行われた評価結果をもとに、個人差について考えてみる。

2) 調査事例から個人差を考える

表 1 は、近年、水環境健全性指標や水辺のすこやかさ指標を用いて河川評価がなされた事例（調査 1～6：筆者，調査 7～10：北九州市立大学原口公子氏提供）について、評価結果を肯定的評価，中立的評価，否定的評価に分類し，それぞれの評価の割合をパーセントで示したものである。3 分類に対応する評価点は，水環境健全性指標の場合は，それぞれ評価点 5 および 4，評価点 3，評価点 2 および 1 であり，水辺のすこやかさ指標の場合は，それぞれ評価点 3，評価点 2，評価点 1 である。個別指標項目数は水環境健全性指標の方が水辺のすこやかさ指標よりも多いが，ここでは共通項目の結果のみを用いた。また，結果の偏りの問題を考慮し，項目の調査者数が 3 名以上の結果を用いている。

感覚評価では個人差は避けがたいが，問題となるのは評価が大きく分かれる場合である。そこで，同一項目の評価の中に肯定的評価と否定的評価とが共存する場合を「分離評価」とし，分離評価の発生について検討した。

表中の合計 191 の評価結果のうち分離評価（灰色地）は 88 あり，発生の割合は 46%である。調査者が多い場合は異なる評価が少数生じるのもやむを得ないとし，肯定的評価・否定的評価の共存状態においてもどちらの割合も 10%を超える場合を

分離評価と判断した場合は、その数は77となり発生割合は40%となる。いずれにせよ、分離評価が生じる割合は少なくないのである。

表1 水環境健全性指標および水辺のすこやかさ指標による河川評価結果 (単位%)

調査番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
評価軸	個別指標項目	高槻市 芥川下流 N=4	西宮市 津門川下流 N=13	大阪市 大川 N=12	池田市 猪名川下流 N=24	宝塚市 武庫川下流 N=7	西宮市 武庫川下流 N=7	田川市 金辺川豊山 N=3	香春町 金辺川清瀬 N=3	香春町 金辺川瀬戸 N=3	飯塚市 建花寺川 N=9
		- N +	- N +	- N +	- N +	- N +	- N +	- N +	- N +	- N +	- N +
1 自然 なすがた	1 水量	0 0 100	8 23 69	33 17 50	27 41 32	0 43 57	14 14 71	33 67 0	0 33 67	0 33 67	0 56 44
	2 護岸状況	0 100 0	15 23 62	25 17 58	73 23 5	29 71 0	100 0 0	33 67 0	0 67 33	0 33 67	0 33 67
	3 魚遡上阻害		8 38 54	33 17 50	71 19 10	29 43 29	14 71 14	33 33 33	33 67 0	33 33 33	0 25 75
2 ゆたかな 生物	1 植生	0 50 50	8 8 85	33 17 50	17 46 38	0 29 71	71 14 14	0 100 0	0 33 67	0 0 100	0 0 100
	2 鳥類	0 67 33	31 0 69	33 25 42	17 79 4	0 43 57	25 63 13	0 100 0	0 33 67	0 33 67	11 89 0
	3 魚類	0 50 50	15 8 77	42 8 50	21 75 4	0 86 14	29 43 29	0 100 0	0 0 100	0 33 67	11 78 11
	4 底生生物	0 50 50	23 38 38	42 17 42	42 42 16	29 71 0	86 14 0	0 33 67	0 33 67	0 0 100	0 22 78
3 水の きれいさ	1 透明性	0 0 100	8 23 69	25 0 75		14 29 57	57 14 29	0 0 100	0 0 100	0 0 100	0 0 100
	2 臭気	0 25 75	23 31 46	25 17 58		14 29 57	0 29 71	0 100 0	0 67 33	0 0 100	0 56 44
	3 COD	0 0 100	31 38 31	25 17 58		75 25 0	100 0 0	0 100 0	0 0 100	0 0 100	0 100 0
4 快適 な水 辺	1 景観	0 25 75	15 23 62	17 17 67	48 39 13	0 43 57	14 57 29	33 33 33	0 100 0	0 33 67	11 78 11
	2 ゴミ	0 0 100	0 0 100	25 8 67	13 52 35	0 29 71	57 43 0	33 67 0	33 67 0	0 100 0	11 33 56
	3 水との接触	0 0 100	15 23 62	33 25 42	17 65 17	0 86 14	29 57 14	67 33 0	0 100 0	0 33 67	11 44 44
	4 薫り	0 25 75	8 31 62	25 8 67	13 65 22	29 57 14	43 14 43	67 33 0	33 67 0	0 100 0	22 67 11
	5 川の音	0 0 100	23 15 62	25 42 33	26 61 13	57 14 29	71 14 14	0 100 0	0 100 0	33 0 67	0 78 22
5 地域 との つながり	1 歴史・文化		23 62 15	17 8 75	13 60 27	33 0 67	60 40 0	67 33 0	33 33 33	33 33 33	56 33 11
	2 水辺接近易さ		15 31 54	17 17 67	17 57 26	14 29 57	14 14 71	0 67 33	0 0 100	0 33 67	0 67 33
	3 住民利用		31 46 23	25 17 58	4 52 43	14 71 14	0 29 71	33 67 0	0 100 0	0 100 0	11 78 11
	4 産業利用		46 38 15	25 42 33	29 65 6	75 25 0	100 0 0	33 67 0	33 67 0	33 67 0	44 56 0
	5 住民環境活動		23 15 62	42 8 50	5 65 30	33 67 0	50 50 0	33 67 0	0 100 0	0 100 0	0 67 33

* 灰色地:分離評価判定, +:肯定的評価, N:中立的評価, -:否定的評価

分離評価の発生状況と個別指標項目との関係(表2)をみると、分離評価の発生割合が高い項目として、第1軸の「魚遡上阻害」や第5軸の「歴史・文化」(いずれも78%)が挙げられる。「魚遡上阻害」では現場での観察力、「歴史・文化」では地域の歴史・文化情報をどれだけ取得しているかが評価に影響するので、調査者の評価能力の差が表れやすいと考えられる。

軸ごとの特徴としては、第4軸では「ゴミ」を除く残り4項目全てが分離評価発生割合50%以上である。第4軸は評価軸の中でも感覚評価の特徴が強くなる軸であり、項目順に感覚・感性、視覚、触覚、嗅覚、聴覚による評価と位置付けられている。結果から、見た目では明らかな「ゴミ」の量以外の感覚評価では個人差が表れやすいことがわかる。第5軸でも分離評価が出やすい項目が多い。「水辺接近易さ」や「住民

表2 個別指標項目別分離評価発生割合

個別指標項目		分離評価 発生割合%
1軸	1 水量	40
	2 護岸状況	30
	3 魚遡上阻害	78
2軸	1 植生	40
	2 鳥類	40
	3 魚類	50
	4 底生生物	30
3軸	1 透明性	44
	2 臭気	33
	3 COD	22
4軸	1 景観	60
	2 ゴミ	30
	3 水との接触	50
	4 薫り	60
	5 川の音	60
5軸	1 歴史・文化	78
	2 水辺接近易さ	56
	3 住民利用	56
	4 産業利用	33
	5 住民環境活動	33

利用」も、「歴史・文化」と同様に地域情報の取得の程度が評価に影響することをうかがわせる。

一方、第3軸では分離評価の発生割合が相対的に低い。「COD」は簡易分析法のバックテストを用いた評価なのでバラつきが小さいと考えられるが、目視・感覚評価である「透明性」や「臭気」でもバラつきが大きくないのは、これらの項目に対する評価のしやすさに関係すると考えられる。例えば「臭気」と第4軸の「薫り」を比較すると、どちらかと言えば悪臭の有無を判断する「臭気」の方が評価内容をイメージしやすいため、個人差が小さくなることが考えられる。

調査別に分離評価発生割合をみると、調査者数が多い調査で分離評価割合が高くなる傾向がうかがえる。調査者数と分離評価発生割合との相関関係を検討し、有意水準1%で有意な正の相関が得られたことから、調査の参加者が多くなると判断基準の違いが顕在化しやすくなることが示唆される。

3) 分離評価はどうして生じるのか

表1に示されるような分離評価について、それが生じる原因やその改善策を検討する調査が行われている。筆者の一人である古武家の調査事例だが、表1の調査5および6について、兵庫県南東部を流れる武庫川下流部で実施した。調査者は5の地点で通常通り個別に自由評価し、次の地点で合議による評価の統一を体験した後6の地点で個別評価に戻り、合議評価体験が6における個別評価の個人差を小さくする上でどのように効果があるかを検討した。結果としては、調査5における分離評価発生割合40%に対し調査6における分離評価発生割合は55%で、合議評価体験の効果は表れていない。評価点に関する変動係数を用いた解析では、いくつかの個別指標項目で変動係数が減少する結果が得られたが、“分離評価”という明らかな評価のバラつきを改善するには至らなかった。

この評価結果をさらに検討するため、調査者への聞き取り調査を行っているので、分離評価が明確な事例を示す。評価理由の違いがどのようなものかがわかる。

事例1:「水量」

評価点1の理由:水の流れが見られなかった。

評価点5の理由:流速は穏やかだが、川幅いっぱいに流れていた。

事例2:「魚遡上阻害」

評価点2の理由:魚道はあるが通常の魚道より不十分と判断された。

評価点4の理由:魚道が2本整備されており、落差も小さかった。

事例3:「鳥類」

評価点2の理由:川に関係する鳥はおらず、普通の鳥も少なかった。

評価点5の理由:5種類くらい見られた。

事例 4：「魚類」

評価点 2 の理由：多くはないことを確認した。

評価点 5 の理由：釣りが好きなので色々見つけられた。

事例 5：「景観」

評価点 2 の理由：水辺がコンクリートだった。

評価点 5 の理由：水辺はコンクリートだが、人々に親しまれていた。

事例 6：「薫り」

評価点 2 の理由：川全体の空間の臭いが気になった。

評価点 5 の理由：自然を感じさせる臭いを感じた。

事例 7：「川の音」

評価点 1 の理由：川の音は穏やかだったが、電車の音が不快。

評価点 4 の理由：電車の音は不快だが、さざ波や葉音が聞こえた。

以上の事例から、肯定的評価と否定的評価の理由は必ずしも大きく異ならず、いわば視点の多少の違いで生じていることがわかる。しかし、それだけに評価点の差を埋めるのは難しいと考えられる。

武庫川での調査では合議評価の有効性が検討された。合議評価では評価を一致させるので結果のバラつきは発生しない。このため、他の調査例では調査者全員の話し合いによる合議評価が最初から採用される場合もある。しかし、「合議評価が評価法として妥当」とは、簡単には判断できない。

個々人の評価が 1 つに収斂するまで合議を行うことは容易でないので、結果として 1 つの評価が合議で導き出されたとしても、個々人の判断の違いや感覚的なずれは解消されていないかもしれない。また、個人的には結論に十分納得していても、多数の評価結果に同調する場合も考えられる。前記の事例のように評価の違いが“視点の多少の違い”で生じている場合には、“多少の違い”までを合議で解消するのは難しいといえる。

4) 問題の解決に向けて

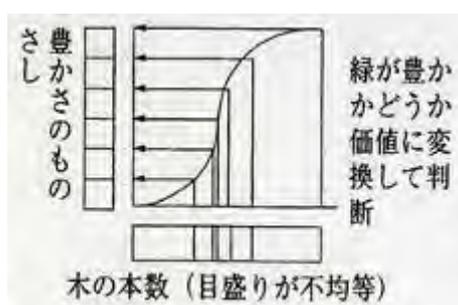


図 1 量的情報を感覚評価に関連付ける定義例

「COD」など評価の違いが測定技術と直接結びついている項目については、調査者のスキルを高めることにより評価の個人差を小さくさせることができる。しかし、本検討で明らかになったように、感覚評価における誤差を縮小させる即応性のある手法はなかなか見当たらない。

筆者の一人である原田は、対象の量的情報を感覚評価に変換する手法（例えば、樹木の本数と緑の豊かさ評価の関係：図 1）を用い、感覚評価法の精度向上を検討している。このようなアプローチを進める上では、感覚評価手法の簡易性ととのバランスをどのように保つかが重要となる。

目視や感覚評価法におけるある程度の個人差は許容すべきである。しかし、肯定的評価と否定的評価を単純に平均しても、「普通」と言う評価を生むだけでその地点の特徴を抽出できないことを考えれば、感覚評価法における個人差の問題を検討する必要性は小さくない。

合議評価の問題点を述べたが、調査参加者が評価理由を話し合うことは、“感覚のすり合わせ”効果が期待できるという意味で有用である。評価の個人差を減らすためには、評価体験、評価法への慣れ、事前学習・現地対話・事後議論、合議等を組み合わせ、参加者個々人の評価感覚を妥当な評価結果に収斂させる努力が必要と考えられる。

（古武家善成・原田茂樹）

【参考文献】

- 1) 環境庁企画調整局環境計画課地域環境政策研（1997）地域環境計画実務必携（指標編），196pp.，ぎょうせい，東京.
- 2) 古武家善成（2011）水辺の調査の実施例と結果の活用法，第 20 回日本水環境学会市民セミナー「水辺の環境調査 ―水辺の生物多様性と水環境総合指標―」講演集資料集，39-49.
- 3) Kobuke, Y. (2011) Environmental Educational Effects in the Use of New Composite Index of Water Environment, EMECS9 Managing for Results in our Coastal Seas Abstracts, 76.
- 4) 古武家善成，原田茂樹，原口公子（2012）みずしるべ：人による評価の違い，第 15 回日本水環境学会シンポジウム講演集，9-10.

3.1.3 生き物の見方

1) はじめに

みずしるべは5つの軸からなっており、「ゆたかな生きもの」軸は自然環境を示す一つと位置づけられている。生きもの（魚、水生昆虫、藻類、植物、鳥など）はその場所の空間、日照、水の流れ、水の質、他の生きもの、河川構造物、人間の営みなどの影響を受け、相互作用をもって生きており、水環境を総合的に反映していると言える。従来、とかく水質しか見てこなかった環境の目安に、「生きもの」そのものをとりいれたことは大きな意味があった。それでも、調査に「生きもの」を一項目とすることは、慣れない人には敷居が高く、まして、「すみ場」に着目したことから、評価基準がわかりにくいとの声も多く寄せられていた。一方で、「生き

もの」を日頃から見ている専門家や、子ども達に「生きもの」をみせている側の方たちからは、今いる「生きもの」に触れ合うことが第一であり、「学識ばると動きにくくなる（山梨WS）」、との意見もあった。ここで、指標作成当初の目的に立ち戻り、これまでに寄せられた意見を踏まえ、その使い方と工夫、そしてさらなる展開に向けて整理、提案して行きたい。

生物と環境の相互作用



2) 「ゆたかな生きもの」軸の調査目的

前述のように、「生きもの」は水環境の重要な構成要素であり、それを見やることは不可欠である。また、生物多様性という言葉が浸透してきた昨今において、水環境の評価に、生物のすみ場として評価を欠くことはできない。指標項目というチェックリストに入れることで、「生きもの」に目を見やるキッカケとなる。川での「生きもの体験」は、自然界のいのちに触れる体験（谷口）であり、それは全国水生生物調査でも同じである。逆に、面白さから「生きもの」を調査することで、川を見るキッカケとなる。その意味からは、評価は、生物がゆたかな水環境、生物が生息できる水環境、生物が生息しにくい水環境の3つに評価され、それで充分との意見もある。他の項目以上に生きものは専門性が高く、その分野も多岐にわたっている。指導する各専門家によって、見方、評価が異なり、偏在した結果となるが、趣旨から言って、それでもいいのではないだろうか。ただ、前述の触れあうだけというケースは、望ましくは指導者の力量に応じて、他のいくつかの要因にも目を見やるような指導であって欲しい。

3) 専門家の協力

「生きもの」の専門家を協力者として得たいが、それは自分たちだけで調査しようとするグループにとっては、面倒な事態であろう。専門家でなくともいづらかでもその道に近い協力者を得ること、さらに、生きものに特化した市民と交流することで、調査の成果をお互いに大きくする事例も得られている。

生きもの屋さんの協力を得る方法は、学会支部に頼む、県など行政の水産、環境部門に打診してみる、陸水学会などに協力を依頼する、インターネットで検索する、環境カウンセラーに依頼する、など様々あり、関連する学会の協力者など研究委員会でも紹介していきたい。

4) すみ場とは

生きものが暮らす場所（ビオトープ）のことである。川が本来持っている自然なすみ場がたくさんあるということが、健全な生態系を維持していく基本と言える（桜井）。

魚の棲み場については次章で述べられているが、絵柄としては以下に示す瀬、淵、

水際群落、浅瀬帯などがある。鳥についても、採餌の場所や営巣の場所などが知られている。

河川の上中流域に見られる瀬と
淵：多種の魚類・鳥類・水生昆虫
などの生息の場



根固め水生がつくるワンド：
大型の魚類のかくれ場など



流路の水際のツルヨシなどの水際
群落：魚類のかくれ場、カルガモ・
カイツブリ・バンなどの営巣の場



礫が目立つ浅瀬帯：
ウグイ・オイカワなどの仔稚魚・
カゲロウ・トビケラなどの幼虫の
生息、セキレイ類・チドリ類、イ
ソシギなどの採餌の場など



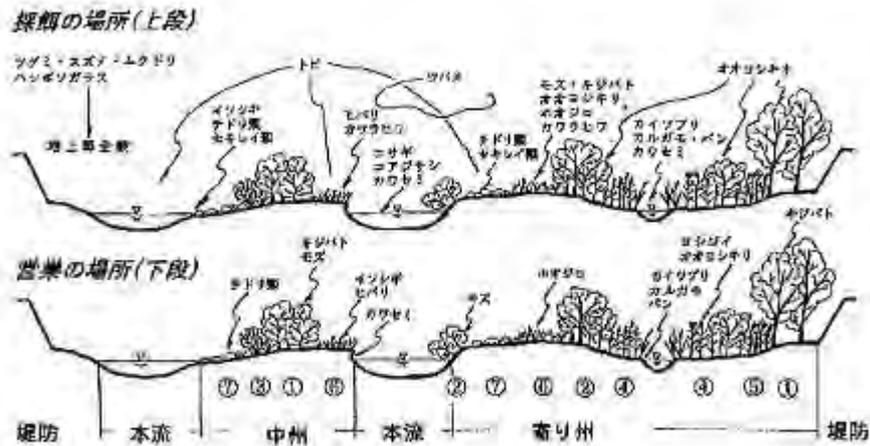


図13 千曲川中流部(長野県坂城町)の川原における鳥類のすみ場利用
1991～1994年の調査結果から。(秋山幸也・桜井善雄, 1994)



上流から下流に見られる河川の特徴的な場と動植物の生息・成育
出典：「河川植生の基礎知識」、(財)リバーフロント整備センター

5) すみ場の評価

「生きもの」は一過性の水質と異なり、積算値を示すと汚染の立場から評価される。しかし、「生きもの」は常に人目に触れる場所にいるわけではない。魚類や底生生物を陸上から見ることは稀で、手網や投網などで採取して初めてその存在が知れる場合も多く、その採集には危険性もあり、川に入ることができないケースも多い。また、鳥類は常に動きまわり、調査する場所ですぐに出会うことはかなりの偶然に頼ることとなる。

このように、生きものに出会うには季節的、時間的、場所的にある程度の制約があり、極めて接近した2地点間であっても、汚水の流入地点とそこからやや離れた地点では出現する生物相も変わる。また、「雑草」という言葉があるように、生きもののお名前を知って初めて認識するケースが多く、知っている人と共に歩く効果は大きい。

そのため、本指標では個別の生きものを指標にするだけでなく、それらの「すみ場」の存在をも指標とした。自然生態系では、瀬、淵、ワンド、河畔林、川原など、多様なすみ場（ハビタット）があり、「すみ場」があるべき場所にあるべき形で存在することは、健全な生態系の維持には必要不可欠なものである（桜井）。

しかし、実際に取り掛かってみると、専門家の同行で説明が必要なケースが多く、この表記がために敷居が高く、地域版として、生きものの発見だけに絞っているケースも見られた（八王子市）。子供たちへの説明や観察では同行する生きもの屋さんの出番であるものの、簡易な手法としては調査の優先度から、次の段階に回すこともありえよう。

6) 「生きもの」自体の評価の仕方

底生生物に関して、全国公害研協議会環境生物部会が全国規模の調査データに基づいて作成した、日本版平均スコア法（山崎ほか 1996）、それを簡易とした福岡県版簡易スコア法などがある。環境省では、従来の全国水生生物調査の評価方法に加え、自治体研究者に期待したスコア法についても検討中である。これらが見ているのは、生物学的な水質判定に分類される、水質に対応した汚染度のランク付けであり、全国水生生物調査の当初に期待された、科学的裏付けとだれでもが取り組める簡易さの両面に着眼したものといえよう。

みずしるべに取り組む調査者の目的は何か、を考えたとき、「生きもの」を水環

	陸域	水辺林	湿地	抽水植物	浮葉植物	沈水植物	沖帯
	—	—	—	OYA	OYA	OYA	YA
	A	A	A	OYA	OY	—	—
	—	A	A	OYA	OYA	—	—
	—	—	A	OYA	OYA	YA	A
	—	—	—	OYA	OYA	OYA	A
	—	—	—	OYA	OYA	OYA	A
	A	A	A	OYA	OYA	OYA	—
	A	A	A	OYA	OYA	YA	A
	OYA	OYA	OYA	OYA	—	—	—
	OYA	OYA	OYAR	R	—	—	—

O:産卵 Y:幼体の生活・採餌 A:成体の生活・採餌 R:ねぐら

図① さまざまな植生が発達している湖の沿岸帯は、多様な野生生物の生活を支える水辺の典型である。

境の一要素として見るならば、もっと生きものそのものを見て、その生き様、物語の一端を知る指導もあっていいのではないだろうか。また、「生きものつながり」を見ることも重要ではないだろうか。

7) テキストのこと

「生きもの」に関するテキストは一般に数多く発行されている。図鑑や検索表も工夫されている。また、各自治体などでも、その自治体域全体や湾、湖など一つの水環境に特化したパンフレットも作成され、地域性がある重宝する。インターネットでも有用な情報をえることができる。その際に、生きもの名前のほかに、是非、興味深い生き様の紹介、環境とのかかわり、どんな環境にその生きものがすむのか、すめないのかを知ることができる内容であることが望ましい。



8) その他

従来の生物学的水質判定は、清流域、順流域を扱ったものが多い。みずしるべはそれ以外の汚濁水域、感潮域も評価対象である。そのような水域では指標生物は少ないが、科学的裏付けをもって「生きものから見る水環境」を見ていきたい。

調査実施者によるバラツキがなく、可能な限り定量的な評価を行うべきとの考え方により調査マニュアルも作成された。水環境の健全性指標は更なる調査を行い、実務者等の意見を踏まえて調査マニュアルを改訂する予定との情報もある。

今後の在り方として、今回の「生きもの」軸にはなかった、DO、アンモニアなどの水質のこと、生きものにとっての水量、河川構造なども視点に入れながら、これまでに述べた課題を解決していくとともに、以下のことを認識していきたい。

- ・生きものはそれ自体が守るべき対象である。
- ・市民レベルを含む生きものモニタリングの強化
- ・例えば環境基準項目の一項目への組み込みなど、制度として根拠のあるしくみによる環境モニタリングとする。

(風間真理、風間ふたば)

【参考資料】

- ・三島次郎：トマトはなぜ赤い：東洋館出版社
- ・桜井善雄：川づくりとすみ場の保全：信山社サイテック
- ・桜井善雄：水辺の環境学①～④ 新日本出版社
- ・日本陸水学会：川と湖を見る・知る・探る 陸水学入門：地人書館
- ・玉井ら：河川生態環境工学 東京大学出版工学
- ・国土交通省：中小河川に関する河道計画の技術基準について（平成22年8月）

3.1.4 指標としての魚類

1) はじめに

水辺のすこやかさ指標では「評価軸①自然なすがた」の個別指標として「魚など生物の移動阻害」が、「評価軸②ゆたかな生物」の個別指標として「魚類のすみ場と生息」が挙げられている。従来、河川環境で用いられてきた生物指標は、主に水質の良否のみを判定する目的で用いられてきたものが多い。しかしながら、水環境の健全性は水質の観点からのみ判断すべきものではないことは明らかであり、生物の生息場所としての評価を行う上での新たな生物指標の必要性は高い。水環境健全度指標「みずしるべ」ではその中の一部で魚類を指標とした水環境の生態系の健全性評価を試みている。そこでその背景について解説を行いたい。

2) 淡水魚類の生活史分類

魚類はその一生を水中で過ごすために、河川では水環境の変化による影響を最も受けやすい生物分類群である。また、日本ではコイやウナギ、アユなど河川で生活する魚類は古くから馴染み深いこと、昆虫類と比較しても大型であること、種類によって多様な生活史形態を有すること、などから生物指標として適した特徴を持つ。

河川でみられる魚類を一般的に淡水魚類と称するが、国内からは約 700 種程度が知られ、その生活史形態や分類群は様々である。淡水魚類の生活史形態は一般的に三つに分類される。一つ目は「純淡水魚類」で、これは一生を淡水域で生活する種類である。分類群としてはコイ科（コイ・フナ類、オイカワ類、タナゴ類）、ドジョウ科、スズキ目の一部（オヤニラミ、ドンコ、カワヨシノボリ）などが知られる。二つ目は「通し回遊魚類」で、これは川と海を行き来して生活する種類である。通し回遊魚類はさらに降河回遊魚、遡河回遊魚、両側回遊魚の三つに細分される。降河回遊魚は淡水域で成長し産卵場が海域である種で、ウナギやヤマノカミなどが知られる。遡河回遊魚は逆に海域で成長し産卵場が淡水域である種で、サケやイトヨなどが知られる。両側回遊魚は海域で生活史の初期を過ごし、その後淡水域でさらに成長して淡水域で産卵する種で、アユやヨシノボリ類、ボウズハゼなどが知られる。三つ目は「周縁性淡水魚類」で、これは河口域から海域を主要な生息場とする種類である。分類群としてはスズキ目（スズキ、クロダイ、マハゼ）、ボラ目（ボラ、メナダ）などが知られる。これらの生活史形態の分類については水野・後藤（1987）に詳しい。

また、近年では純淡水魚類と呼ばれるものの中にも、多様な生活史形態を有するものがあることが明らかになりつつある。純淡水域には河川、湖沼、水田、水路等の多様な環境があるが、このうち水位が安定して干上がりにくい環境を「恒久的水域」、水位が不安定で干上がりやすい環境を「一時的水域」と呼ぶ。恒久的

水域は河川や湖沼が、一時的な水域は水田や水路がそれぞれ該当する。純淡水魚類の生活史はこのうち恒久的な水域で一生を過ごすもの（オイカワ、カマツカなど）、一時的な水域で一生を過ごすもの（メダカ、ドジョウなど）、通常は恒久的な水域で生活しているが産卵のために一時的な水域に移動するもの（フナ類、ナマズ、アユモドキなど）の三つに区別できるのである。純淡水魚類の生活史区分についてはいまだ研究例が少ないが、九州産種については中島ほか（2010）でまとめているので参考にしてほしい。

以上のように一口に淡水魚類といっても、その生活史形態は様々であり、魚類を指標とした環境評価を行う場合は、その魚類がどのような生活を行う種類であるのかを念頭に置くことで、より正確にそれぞれの環境を理解することができる。

3) 河川環境構造

河川は基本的に上流から下流へと水が一方向に流れる特殊な生態系で、その基本構造は蛇行に伴う瀬と淵の連続構造である。すなわち、比較的流れが速く浅い「瀬」と比較的流れが遅く深い「淵」が交互に出現するというのが河川の基本構造となっている。瀬 - 淵構造は上流～中流では非常に明瞭であり、下流に行くにつれ不明瞭になるという特徴がある。

次に重要な環境構造は水際域である。水際域はその河川の流れる地質と大きな関係があり、生物にとってどれが良いと一概に言うことは難しいが、基本となるのは隠れ場所が豊富にあるという視点である。これは例えば隙間の大きな岩石がゴロゴロしていたり、樹木や草本の根で覆われていたり、緩やかな傾斜で浅い湿地になっていたり、といった水際域が生物にとって良い環境構造である。



また、河川敷の環境構造も見逃せない。上流域では河川域と陸域は比較的明瞭に別れているが、中流～下流域にかけては河川域と陸域の境目は不明瞭になってくる。このため、川から岸に入り江上に入り組んだ水域（ワンド）や、河川と少し離れた池状の水域（タマリ）は、中～下流域の生物にとって非常に重要な環境

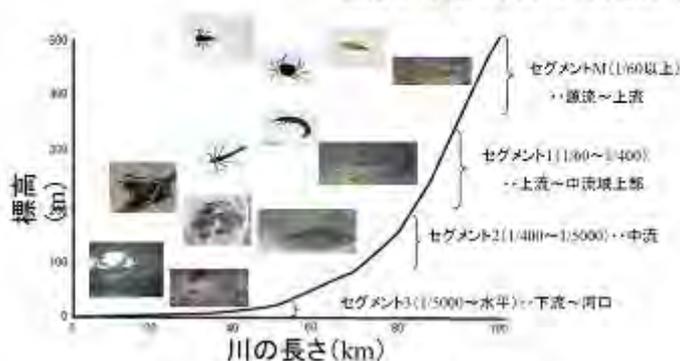
構造である。

以上のことから、生物にとってどのような環境構造が良い環境構造なのか、ということは河川の場合では上流、中流、下流とわけて考えた方がよいことがわかる。上流では明瞭な瀬淵があり、水際は岩石や植物など多様な環境であることが重要である。中流では同様に

明瞭な瀬淵、多様な水際が重要であるが同時にワンドやタマリが川岸に存在することが重要である。下流では瀬淵はそもそも明瞭ではないので、多様な水際環境とワンド・タマリが多数存在することが重要である。このような観点から生物の棲み場所を考えていくことが必要である。

川の勾配と生物の分布

流程(河床勾配)によって環境構造は異なり、
生息する種が異なる(流程分布)



4) 本指標の位置づけ

本指標では「評価軸①自然なすがた」の個別指標として「魚など生物の移動阻害」が、「評価軸②ゆたかな生物」の個別指標として「魚類のすみ場と生息」が挙げられている。そこで前述した魚類生活史と河川環境の特徴を念頭において、それぞれの指標とその位置づけについて考えてみたい。

評価軸①の個別指標である「魚などの移動阻害」については、堰やダムな土人工的な横断構造物があるか否かというところが基本となる。そして、まず頭に浮かぶのが海と川を行き来する「通し回遊魚類」に対する影響である。一般的な種類としてはアユやサケ、ウナギなどが挙げられる。海と川と行き来する生物は魚類だけではなく、テナガエビやモクズガニといった甲殻類やイシマキガイなどの軟体動物なども挙げられる。これらの生物は海と川の移動が阻害された時点で生活史を全う出来ず、絶滅することになる。また、純淡水魚類であっても川と水路への行き来を行っている種類にとってはその移動が阻害されると生活史を全うすることができない。移動阻害があることで多くの生物が絶滅し、本来の河川の生態系が著しく変化してしまうのである。近年ではこれらの生物に配慮した形で、魚道などの整備が行われていることが多い。したがって、本指標では魚道の有無によりこれらの生物の生息環境が損なわれていないか、本来の河川の生態系に近づいた環境になっているかをチェックすることができる。しかし、中には魚道のデザインが悪く生物にとって機能していないものも多い。可能であれば堰の上下

で生物相の違いを比較してみて、魚道が実際に機能しているかどうか確認してみるのも面白いだろう。実際に生物が利用可能な魚道のデザインについては近年多くのものが提案されているが、山口県河川課（2012）や安田（2011）などは参考になるだろう。

評価軸②の個別指標である「魚類のすみ場と生息」については、基本となるのは本来の河川環境を残しているかどうか、という点にある。本来の、とは非常に難しいが、上流であれば明瞭な瀬淵、植物や岩石など多様な水際であること、中流では明瞭な瀬淵、多様な水際に加えてワンド・タマリがあること、下流では多様な水際やワンド・タマリの存在などが重要なポイントになってくる。したがって、生物にとって悪い環境というものは、まず水際の環境が単調であること、である。これはわかりやすい例としては水際がコンクリート護岸で固められているような状況である。また、それに加えて上流～中流であるのに瀬淵がはっきりしない環境、あるいは中流～下流であるのに川岸や河川敷が人工的でタマリやワンドがない、植物が少ない、といった環境は生物にとって良くない環境であることがわかるだろう。

また、まったく違う観点ではあるが、近年では本来そこに生息しなかった外来生物が生態系に悪影響を及ぼす事例が多く報告されている。オオクチバス（ブラックバス）、ニシキゴイ、ウシガエル、アカミミガメ（ミドリガメ）、オオフサモ、ボタンウキクサなどの外来生物が生息・生育しているかどうかは水環境の健全性を考える上で重要だろう。これらが多くみられる水環境は、在来の生物にとって良好な環境ではないことが多い。

以上、簡単に水辺のすこやかさ指標における魚類の部分について解説を行った。水辺の環境がすこやかであるということは、そこに生息する在来の多様な生き物がすこやかに暮らしている環境ということである。水辺には様々な生物が生息しており、本指標を用いて水辺環境を調べる際には、ぜひ、その場で見つけた生物が普段どのようにして暮らしているのかということに考えを巡らせてほしい。生活史と利用する環境について考えることで、水辺の環境をより深く理解することができるだろう。

（中島 淳）

【参考文献】

水野信彦・後藤晃（1987）日本の淡水魚類 その分布、変異、種分化をめぐって。

東海大学出版会。

安田陽一（2011）技術者のための魚道ガイドライン。コロナ社。

中島淳ほか（2010）魚類の生物的指数を用いた河川環境の健全度評価法。河川技術論文集，16：449-454。

山口県河川課（2012）水辺の小わざ。山口県。