

高校生とつくる水環境健全性指標

松本 明人¹, 朝日 茂²

¹信州大学工学部, ²長野工業高等学校

The Proposed Water Environment Soundness Index with High School Students

A. Matsumoto¹ & S. Asahi²

¹Faculty of Engineering, Shinshu University & ²Nagano Technical High School

キーワード：水環境健全性指標，犀川，環境教育，高校生

Keywords: Water Environment Soundness Index, Saigawa River, Environmental Education, High School Students

1. はじめに

近年，河川環境づくりにおいて，人と水環境の豊かなふれあい，豊かな生態系，利用しやすい水質の確保，さらに住民との協働といった点を重視する機運が生まれてきている．そして従来の水質面からの評価だけでなく，一般の人にもわかりやすく，また容易に調査へ参加出来る指標をつくる試みがなされてきている．今回，取り上げた「水環境健全性指標」も，そのような指標のひとつであり，環境省によって提案されている．本研究では，「水環境健全性指標」をベースに，信濃川中流域に位置する犀川を長野工業高等学校の生徒とともに，定期的に評価することを通じ，「水環境健全性指標」の有効性・問題点を検討した．そして「長野工業高校版 水環境健全性指標」を提案した．

2. 調査概要と方法

(1) 調査場所，調査期間および実施体制

調査場所は写真 1 に示すように，A 区間：犀川と裾花川合流点の犀川左岸の河原（瀬），B 区間：運動場などとして利用されている広い高水敷に接する犀川左岸（淵およびワンド），C 区間：近自然河川工法でつくられた水制を中心とする犀川左岸（ワンド）の三区間である．調査期間は平成 22 年 9 月末から平成 23 年 1 月までであり，1 ヶ月に 1 回程度，工業高校土木科三年生 4 名と引率教員（高校教員および大学教員）2 名の体制で実施した．

(2) 調査項目および方法

水環境健全性指標は『自然なすがた』，『ゆたか



写真 1 調査場所

な生物』，『水の利用可能性』，『快適な水辺』，『地域とのつながり』の 5 本の評価軸から構成されており，それぞれの軸は 3 から 6 個の評価項目から構成されている．調査は「水環境健全性指標試行調査－調査マニュアル」¹⁾をベースに「水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）みんなで川に行ってみよう！」²⁾も適宜，参照しながら実施し，各項目を五段階で評価した．そして各項目の評点から軸ごとの平均点を算出し，評価軸の評点とした．各軸とその評価項目の概要は次に示すとおりである．

A 軸の『自然なすがた』は，対象となる河川が，自然に対してどの程度，人為的な影響を受けているのかという基本的状況の評価するものであり，評価項目は次のとおりである．①「水量の状況」は通常，水深や流速から求められるが，今回は犀川・裾花川合流点から 4km 上流の水位観測点（犀川 小市）および 2.2km 上流の水位観測点（裾花川 岡田）のテレメータ水位から，それら地点における水位流量曲線を用いて求めた．そして求めた流量と「流水の正常な機能を維持するため必要な流量」³⁾を比較し，評価した．②「護岸の状況」

は護岸の生物への配慮や親水面への配慮を評価した。③「魚など生物の移動阻害」に関しては、堰など生物の移動阻害となる構造物があるか、そして構造物に移動しやすくする工夫がされているかを評価した。

B 軸の『ゆたかな生物』は、川やそのまわりの生物について、特にすみ場の存在に注意して、評価するものであり、評価項目は次のとおりである。①「植生」に関しては、規模・連続性から評価した。②「鳥類の生息とすみ場」に関しては、実際に見られた鳥や鳴き声、すみ場が多いかを評価した。③「魚類の生息とすみ場」に関しては、瀬や淵、河畔林の有無、釣り人がいるかを参考に、すみ場の多さで評価した。④「川底の様子」は、藻類の有無や状態から評価した。なお、『ゆたかな生物』の各評価項目に際しては、千曲川河川事務所から提供いただいた河川環境情報図区間図および水辺の動植物マップを参照した。

C 軸の『水の利用可能性』は、水質の観点から河川水の利用可能性を評価するものであり、評価項目は次のとおりである。①「COD」は常温アルカリ性過マンガン酸カリウム酸化法（パックテスト：共立理化学研究所製）で測定された濃度から評価した。②「透視度」は透視度計（クリーンメジャー1300：共立理化学研究所製）で測定された値より評価した。③「アンモニア」はインドフェノール法（パックテスト：共立理化学研究所製）で測定されたアンモニウム態窒素濃度から評価した。④「臭気」は水そのものの臭いを各自が自分の嗅覚で、臭いを感じないからいやな臭いが強いまで五段階で評価した。⑤「溶存酸素」は、蛍光発光時間測定法（HACH 社製 HQ30d）で測定された濃度から評価した。⑥「電気伝導度」は、交流二極式導電率計（堀場製作所製 B-173）により測定された値を参考値として記録した。

D 軸の『快適な水辺』は、水環境の快適性などを各自の感覚（五感）によって判断するものであり、評価項目は次のとおりである。①「景観」は、川の流れ方向、対岸なども含め、自然的景観のほか、人工的な景観も含め五段階で評価した。②「水辺の見た目」はごみや浮遊物の量を視覚的にとらえ、感覚で評価した。③「肌で触れた感じ」は、川底や水の状態から、水に触れたり、足を踏み入れたくなるかを感覚的にとらえ、評価した。④「川の薫り」に関しては、水の直接的な臭気だけでなく、川岸で感じる薫りも含め、心地よいか、不快かで評価した。⑤

「音」は川岸で聞こえる音を心地よいか、不快かで評価した。なおこの軸の項目は主観的なものであるため、グループ内で議論することを心がけた。

E 軸の『地域とのつながり』は、水環境と人とのつながりを評価するものであり、評価項目は次のとおりである。①「水辺への近づき易さ」は水辺への接近や水に触れられるかを評価した。②「住民の利用度」は、散歩、レジャー、スポーツなどの場として、住民の利用が盛んかを事前調査の結果と併せ、評価した。③「経済活動や利水などの利用」は、河川水が水道、工業の水源として、もしくは漁業観光の場として利用されているかを事前調査の結果と併せ、評価した。

なお評価対象とする範囲に関しては、基本的に踏査区間から目視で見える範囲としたが、「経済活動や利水などの利用」に関しては、目視では確認できない堤内地での利用状況も評価対象とした。

3. 調査結果および考察

(1) 調査場所の概要

A 区間の犀川と裾花川合流点では写真 2 に示すように千曲川中流域の特徴である礫河原が広がり、その後方にハリエンジュ等からなる林が発達している。さらにその後方に運動場や農地が存在し、その一角で長野市の水道水源として伏流水の汲み上げがおこなわれている（長野市環境政策課調べ）。なお平成 21 年度の運動場利用申し込み件数は約 1500 件であり（長野市教育委員会調べ）、市民によく利用されていた。水域ではカワセミ・サギ等が観察され、また対岸の水制とあわせ、多くの生物が生息している。



写真 2 調査場所（A 区間）

B 区間は運動場などとして利用されている広い高水敷に接する犀川左岸（淵およびワンド）であり、写真 3 に示すように、おおむねコンクリート護岸で整備されている。そして、そのうち半分程度の護岸前方にテトラポットが設置されており、そこに土が堆積し、ハリエンジュ、ヤナギ、イタチハギ、ポプラ等が生育、河畔林を形成していた。そこは釣り公園としても利用されている。また一部にワンドも形成されており、そこでも釣り人が多く、カモ、サギなども観察された。対岸には河畔林、河原が発達しており、キジなどの声も聞かれた。高水敷にはマレットゴルフ場、グラウンド、馬場などが整備され、平成 21 年度の利用申し込み件数は約 3000 件（長野市教育委員会調べ）と今回調査した三区間のうち、もっとも市民に利用されている場所である。さらに B 区間の堤内地には病院、卸センター、工場があり、地下水汲み上げがおこなわれている（長野市環境政策課調べ）。



写真 3 調査場所（B 区間）



写真 4 調査場所（C 区間）

C 区間には写真 4 に示すように近自然河川工法

でつくられた二つの水制があり、その付近にはワンドが形成されている。釣り人も多く、背後の比較的せまい高水敷は農地として利用されている。そして堤内地には長野市の水道水源があり、地下水を汲み上げている（長野市環境政策課調べ）。水制直上にある橋梁の下ではバーベキューなどの利用も多い。また対岸および水制上流には河畔林や河原が広がっている。

(2) レーダーチャートによる評価

図 1, 2, 3 にそれぞれ A 区間, B 区間, C 区間の評価結果を示す。三区間とも自然環境には恵まれているため、評価軸 A:『自然なすがた』, 評価軸 B:『ゆたかな生物』の値は高く、場所による差は少なかった。評価軸 C:『水の利用可能性』は A 区間と B 区間において、観測日による違いがみられた。これは「透視度」の影響が大きく、「透視度」は測定日の水量の影響が大きかった⁴⁾。評価軸 D:『快適な水辺』の評価に関しては、ごみの多さや橋の上を走る自動車の騒音の影響が見られ、利用者が多い B 区間や、バーベキュー利用が多く、近くに交通量の多い橋がある C 区間で得点が低かった。ただし D 軸としての得点は区間、季節の影響は少なかった。評価軸 E:『地域とのつながり』に関しては、「住民の利用」での B 区間の評価が高く、「水辺への近づき易さ」では水質調査地点に到達するために、河畔林を横断する必要がある A 区間では当初、低く評価されたが、評価基準を討議することで点数は改善された。一方、「経済活動や利水などの利用」に関しては目に見えない伏流水や地下水の利用が C 区間以外ではあまり評価に反映されていない傾向がある。

このほか、「鳥類の生息とすみ場」など、調査回数を重ねることで評価が正確になり、得点が向上した評価項目も見られ、学習効果が示唆される。

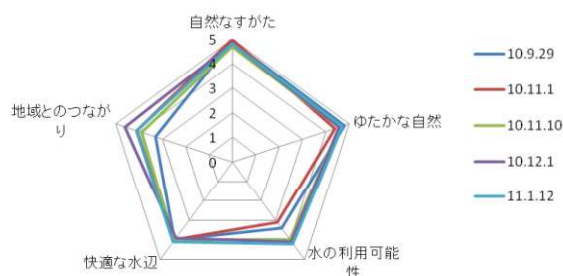


図 1 調査結果（A 区間）

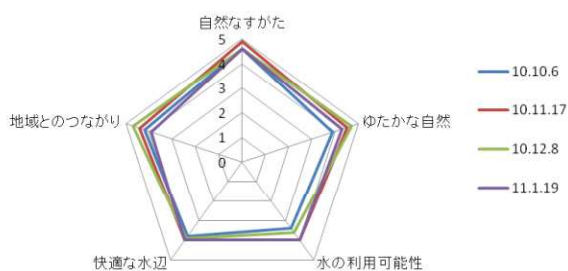


図2 調査結果（B 区間）

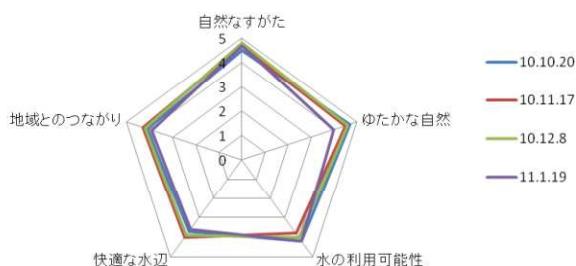


図3 調査結果（C 区間）

(3) 指標評価における問題点について

評価において問題となったものは、まず評価対象となる範囲の設定である。範囲のとり方で評価結果は変化するため、マニュアルには設定の考え方を明記することが必要と考えられる。つづいて問題となったのは水量の把握である。今回、調査対象とした犀川のような規模が大きい河川では流速・水深が測定できず、水量は水位流量曲線を使いテレメータ水位から求めることが必要であった。水位流量式や「流水の正常な機能を維持するため必要な流量」が求められていない場合は、この項目に関する評価は困難と考えられ、今後、安全かつ簡単に水量を評価できる方法が必要である。また「植生」における外来植物の評価も問題となった。調査区間ではハリエンジュ、アレチウリなどが多く見られ、アレチウリに関しては駆除すべき植物として評価が定着しているが、ハリエンジュに関してはプラスの側面もあり、その評価には生態学の専門家による検討が必要と思われる。

れる。このほか、『ゆたかな生物』に関し、生物の専門家にヒアリングしたところ、魚類に関しては今回の評価はほぼ妥当であるとの見解であったが、植物、鳥の評価に関しては、今回の評価では不十分ではとの見解であった。このほか「COD」の値が今回の調査期間ではどの調査地点でも高い値（おおむね 8.0mg/L 以上）を示した。この値は今回の調査場所上流で国土交通省が測定している BOD（おおむね 0.5～1.0mg/L）と比較すると高い値であり、フミン質等、難分解性有機物の影響と考えられる。このように秋から冬にかけての調査期間では COD を水質の指標とするには注意が必要であることがわかった。

水環境健全性指標では河川環境を多面的に評価することが体験でき、また主観的な指標や評価基準が数値化できない指標を意図的に設け、評価後の参加者による討議を促すことで、各自の環境に対する関心や意識を向上させる方法は評価できる。その一方、討議の質は指導者の力量に大きく左右されるものと考えられ、指導者の力量向上が重要である。そのためには指導者向けのテキストが今後、必要と考えられる。

(3) 長野工業高校版 水環境健全性指標

以上、述べてきたような結果を踏まえ、「長野工業高校版 水環境健全性指標」⁴⁾を表 1 のように提案する。長野工業高校版の主な特徴としては、月 1 回程度の調査では調査のたびに評価基準の微妙なずれが生じたことと評価のしやすさを優先するため、五段階評価を三段階評価としたこと、また「植生」の評価では外来植物を評価対象からはずすこと、「COD」の使用の際は、BOD（たとえば千曲川河川事務所 HP 上で公開されている川の水質状況）などと比較検討すること、さらに「電気伝導度」を評価項目に追加⁵⁾したこと、「肌で触れた感じ」は、「透視度」や「川底の様子」と重なるため、省略すること、「水の近づきやすさ」において、自然が豊富なため、水に近づきにくい場合はマイナス評価としないことなどである。

表 1 長野工業高校版 水環境健全性指標

A 軸：自然なすがた

		得点	3	2	1	備 考
	個別指標	調査項目	人為的影響がなく、自然な姿を維持している河川	やや人為的な影響を受けている河川	人工的で人為的影響の大きい河川	
1	水量の状況 (流れの多様性)	流水の状況	十分な流れがある	流れがある	流れはほとんどない	正常な機能を維持する流量を基準
2	護岸の状況	護岸の状況	自然的な護岸である	親水護岸または自然石の石積み護岸である	工夫のないコンクリート護岸である	目視の範囲
3	魚など生物の移動障害	生物の移動障害(魚道の有無等)	移動障害はない、または移動障害に環境に配慮した魚動が配備されている	移動障害に魚道が設置されており生態系に影響は少ない	魚道が無く生息魚の移動が難しい	

B 軸：ゆたかな生物

		得点	3	2	1	備 考
	個別指標	調査項目	生物の豊かな水環境	生物が生息できる水環境	水辺にも水中にも植物は存在しない	
1	植 生	水生植物及び水辺の植物(沈水、抽水、川原)	水辺または水中に植物が茂っている	水辺または水中の所々に植物が確認できる	水辺にも水中にも植物は存在しない	外来種を除き、多種多様な草本・木本植物であるか判断
2	鳥類の生息とすみ場	鳥類の生息とすみ場(痕跡)	鳥類を多数確認でき、多くの痕跡を確認できる	複数の鳥類が確認でき、複数の痕跡を確認できる	鳥類は確認できず、痕跡も見つからない	多種多様な草本・木本植物であり鳴声が聞こえるか判断
3	魚類の生息とすみ場	魚類の生息とすみ場	多くの魚類が確認でき、多様なすみ場がある	複数の魚類が確認でき、複数のすみ場がある	魚は確認できない、またすみ場が無い	淵・瀬が存在するか判断
4	川底の様子		浮石でうっすらと褐色の藻類が付いている	石の表面に藻類が厚く繁殖しぬるぬるしている	石の裏が黒く、臭いを嗅ぐとドブの臭いがする	

C 軸：水の利用可能性

		得点	3	2	1	備 考
	個別指標	調査項目	安全で綺麗で水道水や水浴などに適する水	水遊びが可能な水	利用しにくい水	
1	COD	COD	3mg/L 以下	3mg/L を越え 10mg/L 未満	10mg/L 以上	他のデータと比較検討
2	透視度	透視度	70cm 以上	70cm 未満 50cm 以上	30cm 未満	
3	アンモニア態窒素	NH ₄ -N	0.2mg/L 以下	0.2mg/L を越え 2.0mg/L 以下	2.0mg/L を超える	
4	臭気	水の臭い	臭いを感じない	中**臭	強**臭	
5	溶存酸素	DO	7.0mg/L 以上	7.0mg/L 未満 3.0mg/L 以上	3.0mg/L 未満	
6	電気伝導度	電気伝導度	100μ S /cm 未満	100μ S /cm 以上 200μ S /cm 以下	200μ S /cm を超える	

D 軸：快適な水辺

		得点	3	2	1	備 考
	個別指標	調査項目	水浴、水遊び散策等の活動が楽しめる水辺空間	散歩が楽しめる水辺空間	不快な水辺空間	多人数で評価、その後十分な話し合い
1	景観(感性)	周辺環境との合致した水辺風景	潤い豊かな風景である	違和感のない風景である	水辺に適さない風景である	
2	水辺の見た目(視覚)	水面や水辺のごみや浮遊物等の発生	ごみや浮遊物はほとんどなく綺麗である	ごみが所々に少し見られる	ごみが多く不快である	
3	川の薫り(嗅覚)	川の周囲を含めた薫り	心地よい薫りを感じる	気になる匂いを感じない	不快な匂いを感じる	
4	川の音(聴覚)	聞こえる音	心地良い音を感じる	気になる音を感じない	不快な音を感じる	

E 軸：地域とのつながり

		得点	3	2	1	備 考
	個別指標	調査項目	地域住民との社会的、文化的結びつきが強い河川	地域住民の関心がある河川	地域住民とつながりが乏しい河川	
1	水辺の近づき易さ	水辺に近づけるかまたその為の施設があるか	水辺に安全に簡単に近づけるか	所々で近づくことができるか	近づくことが出来ない	自然が豊富な場合、近づき難くても高い評価
2	住民の利用	散策、レジャー、スポーツ、観光等の住民利用	日常的に多くの人に利用されているか	周辺住民には利用されている	全く利用されていない	事前学習が必要
3	経済活動や利水などの利用	経済活動、利水等へ利用されているか	大変多数に利用されているか	利用されている	全く利用されていない	

4. おわりに

「水環境健全性指標」は多面的な視点で川を評価することを学ぶ環境教育ツールとして有用である。さらに評価後の参加者による討議も、参加者の実力を向上させるために有効と考えられる。一方、質の高い議論のためには指導者の力量によるところが大きく、このためには指導者の実力を向上させるテキストの作成が必要と考えられる。

謝辞

最後に本研究を実施して下さった長野工業高等学校土木科三年 田上 博基 君、武田 尚人 君、平塚 友樹 君、渡辺 純 君に厚く御礼申し上げます。また資料の提供・アドバイスを頂いた国土交通省千曲川河川事務所 清水 利美 氏、新村 信明 氏、(株)共立理化学研究所 石井 誠治 氏、群馬県衛生環境研究所 水環境温泉研究センター 後藤 和也 氏、長野県環境保全研究所飯綱庁舎 武田 雅宏 氏、堀田 昌伸 氏、北野 聡 氏、横井 力 氏、長野県河川部・環境部、長野市教育委員会体育課、同環境部環境政策課、同犀川浄水場 大日方正敏 氏、小野 篤男 氏、同衛生センター 岡

村 和夫 氏、丸山 矩道 氏、以上の方々に心より感謝申し上げます。なお本研究は平成 22 年度 信州大学工学部高校生研究体験プロジェクトの一環として実施された。

【参考文献】

- 1) 水環境健全性指標検討調査委員会：水環境健全性指標試行調査 ―調査マニュアル―，社団法人 日本水環境学会。
- 2) 環境省水・大気環境局水環境課：水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）みんなで川に行ってみよう！，2009。
- 3) 国土交通省河川局，信濃川水系河川整備基本方針 流水の清浄な機能を維持するため必要な流量に関する資料（案），平成20年2月8日。
- 4) 田上 博基，武田 尚人，平塚 友樹，渡辺 純：長野工業高校版 水環境健全性指標作成について，信州大学工学部 高校生研究体験プロジェクト 平成22年度 研究報告書，長野県長野工業高等学校，2011。
- 5) 小倉紀雄，梶井公美子，藤森真理子，山田和人：調べる・身近な環境 だれでも出来る水，大気，生物の調べ方 ブルーボックス B-1257，講談社，1999。
(原稿受付 2011. 3. 10)