

長野工業高校版 水環境健全性指標作成について

[参加した学科]	信州大学工学部	土木工学科	
[大学担当者]	信州大学工学部	土木工学科	衛生工学研究室 准教授
[参加生徒]	長野工業高校	土木科3年	4名
[高校担当者]	長野工業高校	土木科	担当教諭(執筆)

1 はじめに

河川は私達に有形無形の影響を及ぼしている。文学を例に取れば、万葉集に「信濃なる千曲の川のさざれ石も君し踏めてば玉と拾はむ」と詠われ、詩聖と呼ばれる杜甫には失意の中、長江を下る際に読んだ「旅夜書懷」などがある。近代になると鴉外の「高瀬舟」、藤村の「千曲川のスケッチ」などたくさんの作品の舞台にもなってきた。交通・運搬手段を考えれば、焼失した善光寺再建用の木材を一度は木曾・松本地方から犀川を運搬し(建設中に焼失)、その後佐久地方から千曲川から犀川へと運搬し、丹波島に陸揚げされている。明治時代には松本から信州新町まで人の輸送も行われ、昭和初期犀川線(現国道19号)が開通するまで続いていた。また河川はたびたび氾濫し洪水を引き起こし、流域には大きな被害をもたらした。古代中国では「水を制する者、国を制する」と言われてきた。治水のため千曲川、犀川に多くの人の尽力により堤防が築かれたように、大きな河川には堤防が築かれ土木が発展してきた。しかし現在になっても、自然の脅威に十分に打ち勝っているとは言えない。洪水防止のため民間信仰が盛んになり、弁天、秋葉社、水神、伊勢社等が祭られ、本校近くの「伊勢宮」に現在もその名を残している。また地元安茂里の「犀川神社」も水害防止を願い、社名を変更したと言われ現在に至っている。

昭和30年半ばから始まった高度経済成長は、国民を豊かにした反面、河川に限ってみれば大幅な水質悪化をもたらした。生息する生物は、ユスリカの幼虫やエラミミズ等水質が悪化した場所にしか棲まないものばかりになってしまった。また治水のためコンクリートで固められた河川が多くなり、人々は河川から遠ざかってしまい河川環境は悪化の一途をたどった。このような中はじめに、水質改善が叫ばれ現在水質はかなり改善されてきた。しかし河川環境は必ずしも改善されたわけではなかった。平成16年より環境省は、河川と人間の関係を見直す検討に入った。水環境学会が検討している「水環境健全性指標」がそれである。すなわち人と河川の豊かなふれあい、豊かな生態系、利用され易い水質の確保、さらに住民との協働といった点を重視する考えである。そこでは水環境の水質だけでなく、幅広い観点で捉え、人々の満足感等を表現できること、わかりやすく、つかいやすく、継続的に利用されること、住民・NPO等の活動成果が映し出され、行政政策の立案に役立てることができることを考えている。しかし水環境健全性指標は抽象的な部分が多く、あいまいさを指摘する研究発表もある。⁽¹⁾⁽²⁾

今回この問題の研究者の信州大学土木工学科松本先生のご指導の下、先生が学生実験用にアレンジした「水環境健全性指標(信州大学版)」を季節変化に対応させ、指標の持っている問題点を検討し、より改善された「長野工業高校版 水環境健全性指標」を提案することを目的とし、9月～1月まで月1回、犀川左岸の 区間：裾花川合流点付近、 区間：長野日赤南側付近、 区間：長野大橋下付近にて、水環境健全性指標(信州大学版)により評価を行い検討した。

2 水環境健全性指標(信州大学版)とは

水環境健全性指標は次の5軸より成り立っている。全ての項目を目視(見える範囲)により5点~1点までの点数をつけ評価する。

A軸：自然なすがた

河川に自然がどのくらい残されているかを調査する項目であり次の ~ を評価する。

水量の状況(流れの多様性)	河川に十分な流れがあるか評価
護岸の状況	自然な護岸か、或は自然に配慮した護岸かを評価
魚などの移動阻害性	移動阻害が無い、或は移動阻害に配慮した魚道が整備されているかを評価

B軸：ゆたかな生物

河川にいる生き物の豊かさを調査する項目であり次の ~ を評価する。

植生	水辺または水中に植物が繁茂しているかを評価
鳥類の生息とすみ場	鳥類の棲み場が存在するか、多数の鳥類を確認出来るかを評価
魚類の生息とすみ場	魚類の棲み場が存在するか、多くの魚類を確認出来るかを評価
川底の様子	藻がどのように生えているかを評価

C軸：水の利用可能性

水質を検査する項目であり次の ~ を評価する。

COD(化学的酸素要求量)	水に溶けている有機物の量を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)を用いて評価
透視度	水の濁り具合をクリーンメジャー1300を用いて評価
NH-N4	水に溶けているアンモニア量をインドフェノール青法(パックテスト)を用いて評価
臭気	水そのものの臭いを評価
溶存酸素	水に溶けている酸素量を蛍光発光時間測定法によって評価
電気伝導度	水の導伝性を交流2極法によって評価(新たに追加)

D軸：快適な水辺

河川の綺麗さ、静けさを観測者の**感覚**によって調査する項目であり次の ~ を評価する。

景観(感性)	水辺にたたずんで周囲を見、目に入る風景が周辺環境と合致した水辺風景であるかを評価
水辺の見た目(視覚)	水面や水辺のごみや浮遊物の有無を評価
肌で触れた感じ(触覚)	水や川底に手を入れた場合どのような気持ちになるかを評価
川の薰り(嗅覚)	河川全体及び周辺の臭いを嗅ぎ評価
音(聴覚)	河川全体及び周辺音を聞き評価

E 軸：地域とのつながり

河川と人間との繋がり親しみ具合を調査する項目であり次の ~ を評価する。

水辺の近づき易さ	水辺に近づき易いかまたそのための施設があるかを評価
住民の利用	散歩、スポーツ等に住民が利用しているかを評価
経済活動や利水などの利用	河川及びその周辺が経済活動や利水に利用されているかを評価

3 調査概要と方法

調査場所は写真 1 に示すように

区間：犀川と裾花川との合流点
犀川左岸の川原(瀬)、 区間：犀川第 2 グランドとして利用される
高水敷に接する犀川左岸(淵及びワド)、 区間：長野大橋下の犀川左にある水制(ワンド)を中心とする 3 区間である。調査期間は平成 22 年 9 月より翌 1 月まで月 1 回程度水環境健全性指標を元を実施した。流量は



写真 1 調査場所

区間より約 4 K m 上流の水位観測点(犀川 小市)及び約 2 . 2 K m 上流の水位観測点(裾花川 岡田)のテレメータ水位から求めた。

4 調査結果

4 - 1 調査区間の概要

区間は犀川と裾花川の合流点で高水敷には、大きな河畔林(ハリエンジュ、ポプラ、カワヤナギ等)その後方は犀川第 1 緑地帯や農地がある。第 1 緑地帯にはグラウンドがあり平成 21 年度約 1,500 件の申し込みがあり(長野市教育委員会調べ)市民に良く利用されている。また長野市の水道源として伏流水の汲み上げが行われている(長野市環境政策課調べ)。水域ではカワセミ、サギ、セキレイ等鳥が観察され、対岸の水制ではウグイ、オイカワ、ニジマス等魚類の生息が報告されている⁽³⁾ ように、多くの生物が生息している。写真 2 のように礫河原を形成しており、犀川としては典型的な河原である。(千曲川河川事務所担当者)



写真 2 区間

区間は高水敷に犀川第 2 緑地帯があり、グラウンド使用は平成 21 年度約 3,000 件の申し込み利用がある(長野市教育委員会調べ)。えびす講の花火の打ち上げ場所として利用されるように、調査箇所の中で最も市民に良く利用されている。堤内地には病院、卸センター等があり地下水



写真 3 区間

の汲み上げが行われている。(長野市環境政策課調べ) 淵、ワンドがあり、おおむねコンクリート護岸で整備されているが、半分近くにテトラポットが設置され、堆積した土の上にハリエンジュ、カワヤナギ、イタチハギ、ポプラ等が繁茂し、ワンドはつり公園として利用されている。カモ、サギ等の鳥類が観測され対岸には河畔林が発達している。



写真4 区間

区間は長野大橋下に当り、春から秋にかけ休日バーベキューをする市民が見受けられ、狭い高水敷は公園として利用され、犬の散歩をする市民がいた。また農地利用としても利用されている。水制が2箇所あり稚魚が見受かられ、近くはワンドを形成しており休日には釣りをしている人がいる。サギ、カラス、カモ等の鳥が見られる。対岸及び周辺にはハリエンジュ、イタチハギを中心とした、大きな河畔林が広がっている。堤内地には、市の水道用の地下水汲み上げ施設(長野市環境政策課調べ)及び衛生センターがある。

4-2 レーダーチャートによる評価

図1, 2, 3にそれぞれの3区間の評価を示す。3区間共に、A軸:「自然な姿」、B軸:「ゆたかな生物」に対する評価が高い、多自然型護岸、河畔林等自然環境に恵まれているためと思われる。場所による差は無い。C軸:「水の利用可能性」については、区間において、調査日によって評価が異なっているが、流量の多少が濁りを引き起こし、透視度等に影響を与えたものである。D軸:「快適な水辺」については、近くに橋があり車の音による低い評価、河川利用者によるゴミの散乱により低い評価につながり、季節変化は余り見られない。E軸:「地域とのつながり」に関しては、ランド利用の多い区間が高い評価になったが、同じくランド利用の多い区間では、河畔林を通り抜けなければならなかったため、〔水辺の近づき易さ〕の評価が当初低い評価であったが、その後高い評価に変わった。余り利用されない区間では、他の2区間とは違い評価が低い。〔経済活動や利水活動〕については、地下水、伏流水の利用が判らず評価されていなかったが、その後利用状況も判明し高い評価に

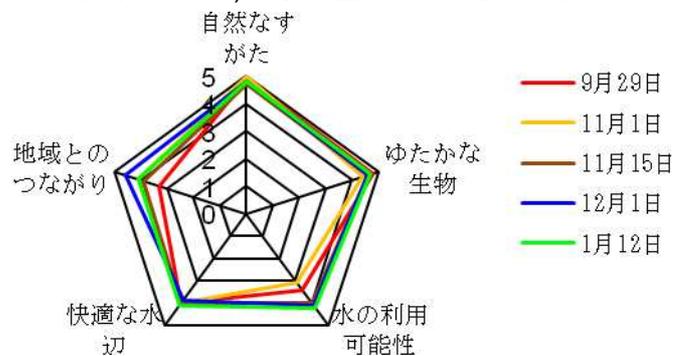


図1 区間評価

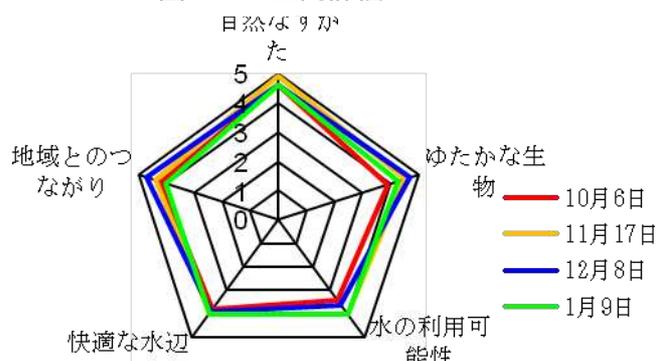


図2 区間評価

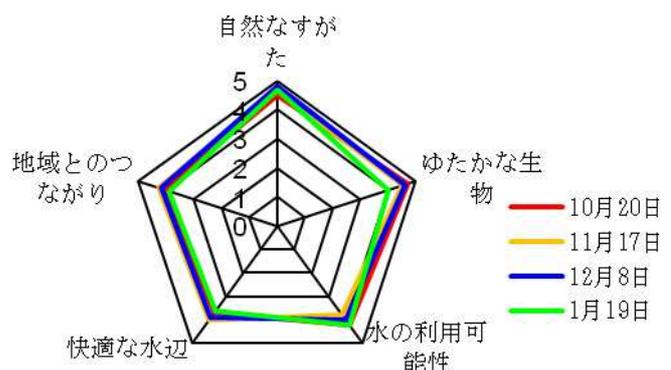


図3 区間評価

繋がった。評価回数を重ねるに従いより正確な評価が出来るようになり、いくつかの評価軸において高い評価になっており、学習効果によるものと考えられる。

4 - 3 評価項目の問題点について

A軸：「自然なすがた」〔水量の状況〕については、国交省河川局が提案する、「河川が正常に機能を維持する必要な流量」と、小市のテレメータ水位のより求めた流量とを比較評価した。このような評価方法の場合、流量式が不明な場合、水位が式の適用範囲外の場合には評価が不可能になる。B軸：「ゆたかな生物」〔植生〕では草本植物・木本植物が多種、連続した場合高い評価点になるが、在来種に特定しアレチウリ等の外来植物は除いて評価すべきである。〔鳥類の生息とすみ場〕及び〔魚類の生息とすみ場〕について、齋藤⁽¹⁾、村上⁽²⁾が指摘するように専門知識が必要になり、偶然にも左右される可能性があるが、草本・木本植物が多ければ鳥は居ると考え、瀬・淵があれば魚は居ると考え評価した。C軸：「水の利用可能性」において、CODの値は他の時期に行った結果より全ての調査区間で高値を常に示した。千曲川河川事務所の担当者の話では「農業用水利用から夏季は良好な水質になり冬季は低下する」とのことであるが、他の調査においては良好な水質が報告されている⁽⁴⁾⁽⁵⁾。製造元の研究者によると「人口密集地域ではパケットテスト COD は高い値をしめす。」とアドバイスをうけた。結果を他のデータと比較検討する必要がある。水質調査に電気伝導度が用いられる場合があり、調査項目に追加し評価は小倉ら⁽⁶⁾を参考にした。D軸：「快適な水辺」では、感性によって判断する項目になり、少人数の調査には不向き⁽²⁾でありと指摘されている。また基準が調査の度にずれることもあった。〔肌で触れた感じ〕では、透明度や川底の様子(藻の状態)が評価に大きく影響したので、不要ではないか。調査は、橋(丹波島橋、長野大橋)の近くで行われ、橋をどのように評価するか判断が分かれた。E軸：「地域とのつながり」は事前学習が必要になる。前述したように伏流水・地下水利用、河川敷グラウンド利用等がそれである。〔水辺の近づき易さ〕では、自然が豊富で近づきにくい場合と、護岸等人工物によって近づきにくい場合の判断が難しい。自然が豊富の場合は高い評価で良いのではないか。(信州大学版)は5段階によって評価を行うことになっているが、月1回の調査のため、その度に微妙に基準がずれてしまい、また微妙な評価の違いに困ったこともあり、5段階評価を3段階に変更した。

以上の結果を踏まえ次のように考える。

- | | |
|-------------|--|
| A軸：自然なすがた | 〔水量の状況〕：正常な機能を維持する流量より判断 |
| B軸：ゆたかな自然 | 〔植生〕：草本植物・木本植物が多種・連続した場合、高い評価但し外来種は除く
〔鳥類のすみ場〕：草本・木本植物が多く、鳴声が聞こえれば高い評価
〔魚類の生息とすみ場〕：瀬・淵があれば高い評価 |
| C軸：水の利用可能性 | 〔COD〕：高めの値を示す可能性あり、他のデータ(例えば水道局の原水データ)と比較する必要がある
〔電気伝導度〕：追加 |
| D軸：快適な水辺 | 多人数にて評価、その後十分な話し合いが必要
〔肌で触れた感じ〕：〔透視度〕、〔川底の様子〕にて判断し、削除 |
| E軸：地域とのつながり | 事前学習が必要
〔水辺の近づきやすさ〕：自然が豊富な場合、近づき難くても高い評価にする |

得点について

3段階で得点評価

4 - 4 長野工業高校版 水環境健全性指標の提案

以上の結果より長野工業高校水環境健全性指標を表1に示すように提案する。

表1 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	NH4-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	100 μ S/cm 未満	100 μ S/cm 以上 200 μ S/cm 以下	200 μ 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、安らぎを感じる水辺空間	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	水辺の近づく易さ	水辺に近づくかまたその為の施設があるか	水辺に安全に簡単に近づくか	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、近づく難くても高い評価
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 - 5 水質データの相関性について

流量 透視度

流量と透視度の関係を図4に示す。
表1C：水の利用可能性において100cm以上の透視度を3点とするため、100cm以上の値を取らず、100cm未満について相関性を調べ次の結果を得た。

$$V = -0.87Q + 139.71$$

:透視度

Q:流量

データ不足のため不明だが、両者には相関関係が有りそうである。今後の研究の課題である。

流量 電気伝導度

流量と電気伝導度の関係を図5に示す。
一般的に両者は無関係とされているが、何か関係が有りそうである。今後の課題である。

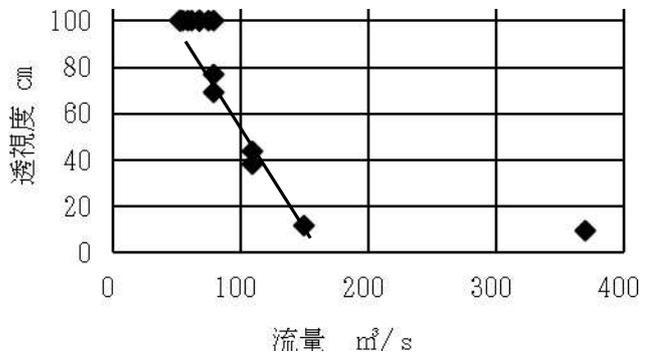


図4 流量 透視度

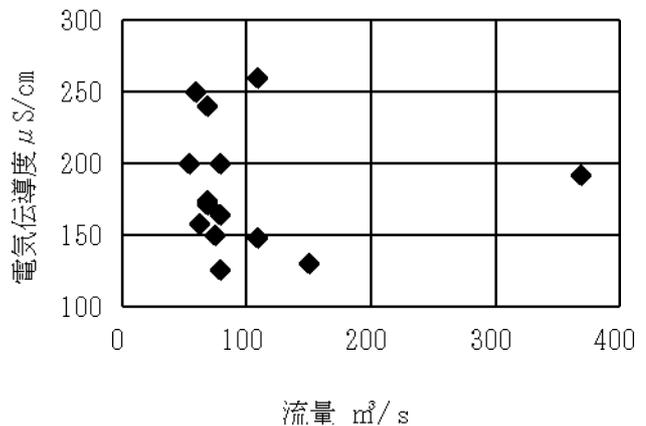


図5 流量 電気伝導度

5 まとめ

本校近くの犀川を、指標を用いて評価してみたが、指標は沢山の人々が、多方面から河川を評価することを前提に作られている。客観性のある評価基準は、豊富な専門知識を必要とし、沢山の人々が利用することは困難であると思う。そのため評価基準にあいまいさがり、指導者にある程度の知識が求められている。評価基準があいまいさ、不的確さを持ったまま、評価後の話し合いに十分な時間をかけ、環境全般に興味・関心を持つことが重要と思われる。知識の無い我々が、回数を重ね犀川について勉強するうちに評価が一定値になってきたことは、学習効果があったものと思われる。河川について関心が増したことは、指標は環境教育ツールとして十分に満足していると思う。「こんなこと、あんなこと知っていれば、川はもっと好きになる⁽⁷⁾」のように、河川ばかりか生き物に関心を持ち、その変化に注意を払うことが何より重要ではないかと思う。

6 おわりに

ご指導や資料の提供或いはアドバイスを頂いた関係の皆様方に感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 齋藤利晃、隅田川・荒川における水環境健全性指標試行調査、日本水環境学会関東支部総会・公演会(2008)
- (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、日本水環境学会関東支部総会・公演会(2008)
- (3) 桜井善雄・富所五郎・松本明人他、水制工のもつ河川水理及び生物環境の創出効果に関する研究(1994)
- (4) 平成20年度水質年報、長野市水道局(2009)
- (5) 沖野外輝夫他、洪水が作る川の自然、信濃毎日新聞社(2006)
- (6) 小倉紀雄他、調べる・身近な環境 だれでも出来る水、大気、生物の調べ方、講談社ブルーブックス(1999)
- (7) 川の博物学 千曲川・犀川の本、建設省北陸地方整備局千曲川工事事務所(1993)