

「指標生物による水質検査」の問題点 ～自然の科学的・多面的理解の妨げ～

浦部 美佐子

環境生態学科

環境科学部1回生の必修科目に「環境フィールドワークI」があり、その中のテーマの一つである「流域環境の構造と機能」をここ7年ほど担当させていただいている。「流域」という川を中心にした広い空間をフィールドとした実習で、学生が関心を持つテーマも川の水質・生物、人工構造物、洪水への対策、周辺の植生、河川敷ゴミ問題等多岐にわたる。その中で、毎年のように「指標生物による川の水質検査」(※1984年に作成され、国土交通省・環境省によって推奨された「簡易法」によるもの)をテーマに選ぶ学生が存在する。この学習課題はほとんどの中学理科教科書で取り上げられているため学生達は大学入学前に知識として保有しており、大学生になっても川へ行ったらまず「やってみよう」と考えるのは無理からぬことである。ところが、このテーマを選んで「犬上川はきれいな水と判定されました」という結論を出した学生に「きれいな水ってどんな水？」と意地悪な質問をすると、大抵の場合は返答に詰まってしまう。言うまでもなく、この場合の「水質」とは有機汚濁の程度のことであるが、大学1回生でそれを理解している学生は非常に少ない。

「指標生物による川の水質検査」は、十数年前に比べると教育現場での流行は下火になったとも聞かすが、現行課程における主要出版社の中学理科第2分野の教科書がすべて取り上げており、まだ教育現場では広く知られ、実施されていると考えてよい。この手法はドイツなどにおける先行研究を手本として、日本では主として1960年代に開発され、教育現場や広域環境モニタリング等で普及が図られてきた。折しも高度成長期で公害問題が社会の最重要課題であった時代であり、この手法は水質と生物の関係を一般に認識させ、一般市民が川の生物に親しむきっかけとなったという点で大きな貢献をしてきた。

しかし、現在の日本の河川では下水道の普及や環境基準の制定により水質問題は大きく改善され、今や大都市の河川にも多くの魚や昆虫が棲んでいるのが普通である。河川生態学研究者の間では、

河川改修やダムによる地形改変や土砂流出量の減少、集水域環境の変化による水文変化などが、今日的な環境問題として認識されている。ところが、河川生態学の専門家のいない大学や高校との交流機会が増えるにつれて、今でも河川の環境問題とはイコール水質問題のことであると認識している人は多く、高校や大学の教員も例外ではないことが私にも徐々にわかってきた。そのような認識の原因の1つとして、「指標生物による水質調査」の影響は大きいように思われた。

教育における「指標生物による水質調査」の大きな弊害の一つは、間違いなく、水質以外の環境要因が軽視されがちであり、しばしば完全に無視されてしまうことである。私自身の体験では、前任大学の学生が野外実習で川の淵と瀬の水生生物を調べ、「瀬よりも淵の方が水質が悪いということがわかりました」という結論を出したので大変驚いたことがある(ちなみに、非常に真面目で優秀な学生であった)。一つの川の中で数メートルしか離れていない淵と瀬で水質が異なるとは常識的に考えられず、地形によって水生生物群集が異なると考えるのが自然な考察であるが、水生生物を水質との関連で捉えることしか学んでいないため、それ以外の環境要因がすべて考慮の外になり、非常に奇妙な結論を導き出してしまったのである。これと同じように水質以外の要因を全て無視して珍妙な結論をしていた学生に出くわした経験は他にもあり、また水生生物を専門としている他大学教員数名に尋ねてみたところ、やはり同様のケースは珍しくないことがわかった。そして、自身が水生生物を専門としている大学教員は異口同音に「教職を目指す学生には『学校では指標生物を使わないように』と教えている」と言うのである。

環境問題は複数の価値観や利害関係のせめぎ合いの中に生まれるものであり、その解決には複眼的な視点を要することは言うまでもない。そして、人間や野生生物への人為的影響の評価を行うには、正確で客観的な科学的測定が不可欠である。従って、もし環境教育と称するものの中に視点を単一化す

るものや科学性を軽んじるものが含まれているとしたら、それは教育上マイナスでしかない。私は「指標生物による水質調査」には、そのような本質的な問題点が含まれていると考え、その教育効果を検討するために、いくつかの大学の協力を得て約1500人の大学生に対してアンケート調査を行った（図1）。その成果は、浦部ほか（2018）「大学生アンケートによる水質指標生物の教育効果の検討」として公表されている。本稿では、その論文の概要について紹介する。

まず最初に、小学校から高校までの理科教科書における「指標生物による水質調査」の掲載状況を調査した。その結果、現行教育課程においては、大部分の出版社が中学理科「第2分野」に掲載していることがわかった。平成23年までの旧課程では、高校「理科総合B」での掲載が多かった。新旧いずれの課程でも、小学理科の教科書での掲載は少数であった。しかし、大学生のアンケートで指標生物の学習時期を調べたところ、経験者の7～8割は小学校で学習しており、中学や高校で学習した学生は少ないことがわかった。つまり、指標生物は理科の授業ではなく別の機会、おそらく総合学習などで扱われている場合が多いことが推測された。その場合、テキストとして小学校4～5年で使用されることの多い環境教育の副読本の可能性が高いと考えられたので掲載状況を調査したところ、調べた小学副読本の約半数が指標生物を掲載していた。

「指標生物による水質調査」の履修経験のある学生に「きれいな水とはどのような水だと教わったか」という質問をしたところ、「透明な水」または「きれいな水の指標生物がいる水」という答えが多く、有機汚濁や溶存酸素量について言及した学生は非常に少数であった（表1）。これは、大半の学生の履修時期が小学校であることを考慮すると当然の結果である。有機物について履修するのは高校であるから、小学生は有機汚濁という概念をまだ理解していない。従って、「きれいな水の指標生物がいる水はきれい」という理解になってしまうのだが、これは単なる循環論であり（大垣、2008）、水に「きれい」「きたない」というレッテルを貼る行為にすぎない。このことから、「指標生物による水質調査」は、現状では理科教育・科学教育として効果を上げているとは言えず、むしろ

マイナスであることが明らかとなった。

次に、河川の環境問題解決のための理解に指標生物の学習が影響を与えているかどうか調べるため、

「川の水を綺麗にするために有効なこと」を16の選択肢の中から3つ選ぶ問いを設定した。指標生物の学習体験の有無では、調査年による変動はあるものの、「無りん洗剤を使う」「水草を植える」「EM菌を撒く」の項目が増加する場合があった。「無りん洗剤を使う」は正しい理解であるが、「水草を植える」は議論の余地のあるところであり、「EM菌を撒く」は完全に疑似科学である。比較として、川や湖沼の美化体験（清掃や草刈り、情報発信など）の有無による選択の違いも調べたが、こちらでは体験の有無による違いはほとんどなかった。ただし、「指標生物の学習によって環境に興味を持ったか」という問いには、非環境系の学部の大学生の7割前後が「はい」と回答した。以上の結果から、指標生物の学習は自然に親しみ、環境への興味を喚起するには有効であるが、水質の科学的な理解や、水質改善のための適切なアクションの増加にはほとんど結びついていないことが明らかになった。

教科書でほとんど取り上げられていないにも関わらず、なぜ小学校で指標生物のプログラムが多く実施されているのかという点に関しては検討の余地があるが、教育現場に「指標生物は小学生にも実施できるやさしい内容」という誤解が流布している可能性が高いと考えられる。実際には水質に対する理解、生物同定技術のどちらをとっても、小学生には高度すぎる内容である。学習に当たっては少なくとも水質に関してある程度の知識を持っている学年であることが必要で、教科書通りに中学（3年）あるいは高校で実施することが望ましく、小学理科教科書や副読本などでの掲載は止めるべきであろう。さらに、循環論を脱して理科教育にふさわしい内容とするためには、化学的水質測定を同時に実施し、その測定値と水生生物相を比較するデータ分析の手法を取り入れることが必須であるが、現状では、そのような実習手順をとっているのは「指標生物」掲載教科書の約半数にとどまっている。小学校で水生生物に関する野外実習を実施する場合には、単純に地域の生物多様性の理解にとどめるか、小学生でも簡単に測定可能な流速や底質粒度などの物理的要因との関連付けを行うのが理科教育としてふさわしい内容で

あると考えられる。

このような教育上の欠陥を解消するため、環境省等でも、新しい環境指標の構築が行われている。2009年には、社団法人水環境学会が中心となって、教育目的を主眼とした「水環境健全性指標（水辺のすこやかさ指標）」が作成され、2017年には広域モニタリングなどを主な目的とした「日本版平均スコア法」が制定された。「水環境健全性指標」は社会・人文的側面を含む5つの指標で水環境を評価するもので、水環境とは水質のことであるとの誤解を招きやすい「簡易法」と違い、環境の多面性を理解するために教育上非常に有効だと考えられる。また、水質に関しては簡易な化学的測定を行うように定められ、現状の指標生物を用いた方法による論理的不備を解消している。現在、この指標を採用している教科書は工業高校で用いられている教科書の一部のみである。教育現場で実施するに当たっての課題は、多方面の指標を扱うために教員も多方面の知識を備えていなければならず、担当科目の教員1人で指導を行うには負担が大きいと思われることである。理科や社会科の複数の教員による共同授業や、校外の専門家の指導を受けられる体制づくりが課題となるであろう。

環境科学部において、教職を目指す学生は少数である。そのような立場で、本学部は環境教育プログラムの改良のためにどのような貢献ができるか、考えてみたい。たとえば、高大連携授業などの場を通しての学校教育現場への発信や、専門家としての学校教育のサポート等が考えられる。水環境健全性指標のように環境の多面性を正面から扱う教育プログラムの普及には、教育現場の負担に配慮し、大学や公的研究機関、あるいは博物館等の陸水研究者が学校教育をサポートできるような体制づくりが全国規模で必要であろう。

引用文献

大垣俊一（2008）「指標生物の論理」，日本ベントス学会誌，63：56-63.

浦部美佐子・石川俊之・片野泉・石田裕子・野崎健太郎・吉富友恭（2018）「大学生アンケートによる水質指標生物の教育効果の検討」，陸水学雑誌，79：1-18.

環境科学概論Ⅰ 2015年度 アンケート

1. あなたの学科名その他を書いてください。

学科名： _____ 出身県： _____

性別： 男・女 高校の文理別： 文系・理系・どちらでもない
高校の理科は新課程でしたか（現役入学者は“はい”、それ以外は“いいえ”）
はい・いいえ

2. あなたは大学入学以前に「川または湖をきれいにする活動」（個人ではなく、学校や地域で実施するもの）に参加したことがありますか。 はい いいえ

「はい」と答えた人
2-1. 具体的に何をしましたか。

3. あなたは大学入学以前に「川の生き物を使った水質判定」をしたことがありますか。
はい いいえ

「はい」と答えた人
3-1. どの年齢でしたか。 小学校以下・中学校・高等学校
3-2. どのような活動の中で行いましたか。
学校の授業・学校の課外活動（クラブなど）・その他の活動
3-3. その時に、「きれいな水」とはどのような水だと教わりましたか。
または、自分で感じましたか。

3-4. その学習によって、その後、環境に関する興味を持ちましたか。
はい・いいえ

4. 川の水をきれいにするためには、どのような方法が効果的だと思いますか。下の選択肢の中から、もっとも効果があると思うこと3つまでに○をしてください。

・川にゴミを捨てないようにする	・川岸に人が近づきにくくする
・川に農薬を流さないようにする	・川に土砂が流れないようにする
・下水道を造る	・川底のヘドロを取り除く
・ダムを撤去する	・魚を放流する
・できるだけ川に人手を加えないようにする	・ホタルを放流する
・川岸の雑草などをきれいに刈る	・水草を植える
・E.M菌を撒く	・米のとぎ汁を排水口に流さない
・川岸に人が近づきやすくする	・無りん洗剤を使う

図1. 調査に用いたアンケート（2015年度版）。

表1. 「水質指標生物の学習において、きれいな水とはどのような水と習ったか、または自分で感じたか」という質問への回答（複数回答可）。履修時期が複数ある場合、上位学年の履修学年の回答に含める。

回答者合計	履修時期		
	小学校	中学校	高校以上
生物関連	165	26	20
きれいな水の指標生物がいる	43	8	6
指標生物以外の生物がいる	23	2	
きたない水の指標生物がいない	6	1	
生き物が住める、多い、多様である	21	1	3
微生物・プランクトンが少ない	2	1	
微生物・プランクトンが多い	1	1	
物理・化学関連			
透明である	39	4	2
中性である	4		
栄養・有機物が少ない		1	1
溶存酸素が多い	1		1
不純物・有害物質がない、汚染がない	3		3
地理関連			
川の上流である	4		1
人間との関連			
においがいい	3	1	
ゴミがない	2		
飲める	2		2
浄化された水（水道水）	2		
ヘドロ・ぬめりがない			3
その他	6	1	1
わからない、覚えていない、無回答	28	8	2