

生物分類技術者からみた環境学習

山崎 孝史・浅井 貴匡

1. はじめに

近年、当社の社員が様々な環境学習に講師として参加する機会が多くなっている（坪井，2015；公益財団法人東京都環境公社，2016；公益財団法人東京都環境公社，2017）。本稿ではこれまでの経験を踏まえて、生物分類技術者である筆者らの環境学習に関する考えを述べる。

2. 環境学習の現状

環境学習の多くは専門的な知識を持たない一般市民や児童、生徒を対象に、身近な自然に関心を抱いてもらうことを目的として実施するため、「誰でも参加できて理解しやすい」というアプローチをとることが多い。日常的に自然と接点を持つ機会の少ない参加者を対象とする場合や、学校のカリキュラムの一環として環境学習を実施する際には確かに大事な視点である。細かいことは考えず、水に飛び込んで様々な生きものを捕まえることは現代の都会では得がたい経験であり、大人も子供も関係なくはしゃぐ姿をみると、自然に触れること自体が大きな意味を持つことを実感できる。

環境省と国土交通省では簡便な手法で誰でも参加できるよう工夫された「全国水生生物調査」を昭和59年度から実施しており、平成28年度には全国で57,242人が参加し、2,076地点のデータが蓄積されている（環境省，2017）。本調査では「川の生きものを調べよう水生生物による水質判定」というテキストが用意されており、全国共通のフォーマットといえる考え方が示されている。ただし、南北に長く、地域毎に特徴的な生物相を示す日本の全域を1種類のテキストだけで網羅することは難しく、各地の自治体などが地域の特性に

応じて工夫した補足資料や独自のテキストを作成している例も多く見られる。

3. 生物学的水質判定について

水生生物の生息状況から水質を評価する手法は、「汚水生物学」（津田，1964）の出版により広く知られて以来、全国各地で多くの調査研究に採用されてきた。それらの成果は、「生物モニタリングの考え方」（森下，1985）の指標生物表に取りまとめられ、この表が生物学的水質判定における各生物が指標する水質階級の根拠として活用されてきた。環境学習でも採集した生物を用いて、目の前の川がどのような水質にあるのかを説明することも広く行われている。ここでは環境学習における生物による水質判定の現状と課題を整理した。

3. 1. 生物的水質判定とは

生物学的水質判定には様々な手法があるが、自治体などによる環境調査では汚濁指数法が広く用いられている。汚濁指数法は水生生物を詳細に同定し、種毎の汚濁指数（s）と多少度（h）から次式を用いて調査地点の水質を評価するものである。

$$\text{汚濁指数 (S)} = \sum(s \cdot h) / \sum h$$

森下（1985）は多少度を「偶在」、「多い」、「すこぶる多い」の三段階で評価するとしたが、区分の基準が明確に定義されていないため、当社では特に指定がない限り、玉井ら（1993）を参考として、hに個体数を当てはめて汚濁指数を算出している。汚濁指数法では対象水域の水質を「貧腐水性」、「β中腐水性」、「α中腐水性」、「強腐水性」の4段階で評価する。

汚濁指数法を用いる場合には水生生物を詳細に同定する必要がある点が課題となる。水生生物の分類学的研究は現在も盛んに行われており、従来は1種と考えられていた生物が複数種に分けられることもあれば、逆にかつては普通種とされていたものが他の生物のシノニムであることが判明し無効名となることもある。森下(1985)の指標生物表を適用するには水生生物分類について深い知識を持つのみならず、1980年代以降の水生生物分類の変遷に精通していることも必要である。

3. 2. 環境学習における水質判定の課題

「全国水生生物調査」は水生生物について深い知識がなくても水質を判定できるように配慮されており、各水質階級の指標生物として地理的に広い分布を示し、肉眼やルーペで容易に同定できる29種類の水生生物が挙げられている。しかし、水中には非常に多くの種類の生物が生息しており、例えば、国土交通省水管理・国土保全局が公表している平成29年度の「河川水辺の国勢調査のための生物リスト」には5,167種類もの底生動物が掲載されている。「全国水生生物調査」で挙げられた29種類とよく似た生物も数多く存在し、同じ分類群の中でも種や属によって生息環境が異なる場合がある。ここで一例として、ユスリカ科について考えてみる。

「全国水生生物調査」のテキストでは腹鰓があるユスリカは「とてもきたない水」の指標であり、体の色が赤いものが多いと説明している。いわゆる「赤いユスリカ」の代表的な種として河川では中下流域の泥底に生息するユスリカ亜科ユスリカ属のセスジユスリカ、湖沼などの止水域では同じくユスリカ属のオオユスリカ、エリユスリカ亜科のアカムシユスリカなどが知られている。これらはしばしば大発生することがあり、不快害虫とみなされている。夕暮れの河原を歩いていると頭上にまとわりつく蚊柱の様子などからもユスリカ＝「きたない水」というイメージを抱きやすいであろう。しかし、ユスリカ科は2,000種以上といわれるほど多くの種を含み、あらゆる水域に生息している(日本ユスリカ研究会編, 2010)。「図説 日本のユスリカ」(日本ユスリカ研究会編, 2010)を基に環境調査でよく出現するユスリカ科の7亜科31属(イソユスリカ亜科2属、ケブカユスリカ亜科、モンユスリカ亜科3属、ヤマユス

リカ亜科4属、オオヤマユスリカ亜科、エリユスリカ亜科8属、ユスリカ亜科14属)の生息環境を整理した結果を表1に示す。イソユスリカ亜科の2属はその名の通り、塩分が混じる河口から藻類の繁茂する岩礁地帯に生息し、ケブカユスリカ亜科やヤマユスリカ亜科は冷涼な山間地に生息している種類が多くを占める。これらの亜科に分類される属や種の数は他の亜科に比べて少なく、亜科ごとで生息環境に特徴が認められる。これに対してエリユスリカ亜科やユスリカ亜科は多様な環境に生息する多くの属・種を含み、上位分類群で生息環境の特徴を捉えることは困難である。ユスリカ亜科のハモンユスリカ(*Polypedilum*)属やアシマダラユスリカ(*Stictochironomus*)属の一部に体色は赤いが、腹鰓を持たない種があり、指標生物と間違える恐れがある。

ユスリカ科を例に挙げたが、他にもシマトビケラ科やチョウバエ科など「全国水生生物調査」における指標生物とは異なる水質階級に生息する種を含む分類群もあるので、指標生物を判定する際には採集した生物をテキストとよく照らし合わせて確実に同定する必要がある。

3. 3. 環境学習における水質判定の活用方法

生物学的水質判定は環境学習において強力なツールであるが、半面、「汚濁が進んでいる」あるいは「きたない水」という評価になった場合、今後の環境保全活動にどう繋げていくかを指導することが課題となる。仮に人間の活動が無かったとしても、河川では下流に向かうにつれ、水中や底質中の有機物は増加する。上流では角張った大きい石が多かった川底も次第に丸く小さい石が主体となり、やがて砂や泥が堆積するようになる。つまり河川では流程に応じた環境が形成され、その場に応じた生物相が形成されるのである。筆者らは、判定結果に一喜一憂せず、その場所が流程のどの位置にあり、河川環境や生物相がどのように形成されてきたのか、人間活動がどのような影響を及ぼした可能性があるのかなどを参加者に考えてもらうことが重要であると考えている。また、生物の同定に精通した講師が参加できるのであれば、「全国水生生物調査」のマニュアルに記載されていない生物もできる限

表1 代表的な日本産ユスリカ科7亜科31属の生息環境

| 分類 | 種類数 | 主な生息環境の特徴 |
|-------------------------------------|---------|------------------------|
| ユスリカ科 Chironomidae | 約2,000種 | |
| イソユスリカ亜科 Telmatogetoninae | 2属3種 | すべて海生 |
| イソユスリカ属 <i>Telmatogeton</i> | 2種 | 海（潮間帯、岩礁、藻場） |
| ハマベユスリカ属 <i>Thalassomya</i> | 1種 | 海（潮間帯、岩礁） |
| ケバユスリカ亜科 Podonominae | 2属3種 | 冷涼、湧水 |
| モンユスリカ亜科 Tanypodinae | 22属 | 属ごとに異なる生息環境 |
| ボカシマユスリカ属 <i>Macropelopia</i> | 1種以上 | 冷涼、砂底 |
| カユスリカ属 <i>Procladius</i> | 3種以上 | 止水、湖沼、泥底 |
| カスリモンユスリカ属 <i>Tanypus</i> | 2種 | 止水、緩流、温暖、軟泥底 |
| ヤマユスリカ亜科 Diamesinae | 10属 | 冷涼、溪流 |
| タニユスリカ属 <i>Boreoheptagyia</i> | 4種 | 冷涼、溪流 |
| ヤマユスリカ属 <i>Diamesa</i> | 7種以上 | 止水、流水、冷涼、湿地 |
| オオユキユスリカ属 <i>Pagastia</i> | 4種 | 流水 |
| サワユスリカ属 <i>Potthastia</i> | 3種 | 止水、流水、砂底 |
| オオヤマユスリカ亜科 Prodiamesinae | 4属4種 | 属ごとに異なる生息環境 |
| エリユスリカ亜科 Orthocladiinae | 40属 | 属ごとに異なる生息環境 |
| ケバエリユスリカ属 <i>Brillia</i> | 4種 | 流水、溪流 |
| ツヤユスリカ属 <i>Cricotopus</i> | 50種 | 止水、流水 |
| フユスリカ属 <i>Hydrobaenus</i> | 6種 | 止水、流水、砂泥底 |
| ホソケバエリユスリカ属 <i>Neobrillia</i> | 2種 | 溪流、終齢では水没した朽木 |
| エリユスリカ属 <i>Orthocladius</i> | 33種 | 溪流、岩盤、水没した朽木 |
| ニセケバネエリユスリカ属 <i>Parametricnemus</i> | 14種 | 流水、山地細流 |
| アカムシユスリカ属 <i>Propilocerus</i> | 1種 | 止水、湖沼（富栄養）、ため池 |
| ニセテンマクエリユスリカ属 <i>Tvetenia</i> | 13種 | 流水 |
| ユスリカ亜科 Chironominae | 36属 | 属ごとに異なる生息環境 |
| ユスリカ属 <i>Chironomus</i> | 20種以上 | 河川、湖沼（富栄養、強酸）、汽水、水田、湿地 |
| ホソミユスリカ属 <i>Dicrotendipes</i> | 9種 | 河川、湖沼、汽水、砂泥底 |
| クロユスリカ属 <i>Einfeldia</i> | 6種 | 池、ため池、砂泥底 |
| セボリユスリカ属 <i>Glyptotendipes</i> | 6種 | 止水、湖沼（富栄養）、ため池、湿地 |
| オオミドリユスリカ属 <i>Lipiniella</i> | 1種 | 止水、大河、湖沼（富栄養）、砂泥底 |
| ツヤムネユスリカ属 <i>Microtendipes</i> | 11種 | 止水、流水、大河、湖沼 |
| カワリユスリカ属 <i>Paratendipes</i> | 4種 | 河川、湖沼、ため池、砂泥底 |
| ハモンユスリカ属 <i>Polypedilum</i> | 110種 | 止水、流水、河川（源流から河口）、湖沼 |
| アシマダラユスリカ属 <i>Stictochironomus</i> | 10種 | 止水、緩流、湖沼（貧栄養～富栄養）、砂泥底 |
| エダゲヒゲユスリカ属 <i>Cladotanytarsus</i> | 6種 | 河川、湖沼、汽水、温泉 |
| ナガスネユスリカ属 <i>Micropsectra</i> | 30種以上 | 河川、湖沼、泥底 |
| ニセヒゲユスリカ属 <i>Paratanytarsus</i> | 11種 | 河川、湖沼、汽水 |
| ナガレユスリカ属 <i>Rheotanytarsus</i> | 14種 | 流水 |
| ヒゲユスリカ属 <i>Tanytarsus</i> | 約100種 | 止水、緩流、湖沼（富栄養）、水田 |

り名前をつけてみることを推奨する。判定に使える種は少なくとも、それ以外にも多くの生物が生息していることを実感できるであろう。

4. 環境学習に関する一提言

筆者らは、環境学習の参加者にはもう一步踏み込んで自然環境と生物の関係性を感じてもらいたいと望んでいる。

河川の自然環境はモザイク状になっており、気象状

況や利水の状況によって河川環境は時々刻々と変化する。また、陸水生物の主要な構成要素である水生昆虫類は生活史の全てを水中で完結するものもあるが、羽化して陸上生活に移行する種が大多数を占めており、蛹になるために水際の土中に潜掘する種もある。このため、水域周辺の植生が健全であり、生物が水中から陸上へ円滑に移動できるよう水辺の自然が保たれていることが河川の生物多様性を維持する上で非常に重要である。このように様々な事象が絡み合っ

相は常に変化しているため、事前に環境学習のシナリオをつくることは難しく、講師には確かな知識の裏付けと現地での柔軟な対応が必要となる。また、限られた時間の中で多くの情報を詰め込むことは得策ではない。座学は極力少なく、体験の時間をできるだけ多く、かつ単純な方法で参加者の印象に残る方法を考えるべきである。ここで環境学習の手法についていくつかの提言を挙げる。

4. 1. 顕微鏡観察

環境学習では目視かルーペによる観察を行うことが多いが、大学や各自治体の研究機関と連携して、最大倍率60倍程度の実体顕微鏡や400倍程度の生物顕微鏡を利用することでより詳細に生物を観察することができる。例えば、ユスリカ科を題材とすれば、肉眼では識別が困難な体長数mmのユスリカにも多くの種類があることに驚くことであろう。ユスリカ科は下唇板と呼ばれる歯のような組織の形状、触角の節の数や付属するローターボーン器官の形状、さらに2本の触角の間にあるSI、SIIなどの記号で表される微細な刺毛の形状など、多くの器官の特徴を捉えないと同定できない種類も多い。しかし、この分類の難しさこそユスリカ分類の面白さであると筆者らは考えている。海域であれば、干潟域に生息するゴカイ類やヨコエビ類等、岩礁や護岸に生息するフジツボ類、イガイ類等の付着生物もよい題材になるであろう。

4. 2. モニタリング調査

環境学習は参加者の安全やスケジュールの組みやすさから夏休み期間中に行われることが多い。先に述べたように自然環境とそこに生息する生物相は時々刻々と変化している。これを実感するために年3回あるいは4回の定点観測を勧めたい。環境調査では「モニタリング」と言われる一般的な手法だが、四季折々の自然の表情を知ることによって地域の環境により愛着が湧くであろう。

4. 3. 生物の形態と生息環境の関係性

生物の形態と生息環境の関係性も参加者の興味を惹く題材といえる。例えば、流れのある石礫底をみて

も石の上には流線型のコカゲロウ類、扁平なヒラタカゲロウ類やヒラタドロムシ類、吸盤を持つブユ類やアマカ類、石の隙間には頑強な爪を持つカワゲラ類や巣を造るイモムシ型のトビケラ類、石の裏には潜掘性のモンカゲロウ類など多種多様な生物が生息している。それぞれの生物がなぜそのような形態になり、どのように生活し、生物同士がどのように関わり合っているのか、参加者に考えてもらうことで生態系への理解が深まることが期待できる。

4. 4. 指導者の育成

全国で自治体や環境保全を目的とする市民団体等が主体となって環境学習が実施されているが、しばしば指導者不足との声を聞くことがある。自治体であれば、数年ごとに異動があり、折角身につけた知識を継続的に活かせず、後任の職員はまた一から学ばなければならない。有志で参加する市民団体のボランティアでは時間や費用の制約が大きく、専門的な学習の機会を得ることが難しいと考えられる。先に述べた通り、環境省をはじめ各地の自治体、市民団体等の努力により、マニュアルは充実し、地域毎の経験も蓄積されていると感じている。これらの財産を十全に活かし、次代に継承するには正確な分類の技術は不可欠であり、当社の技術を活用できる場があるならば是非とも力になりたいと思う。

5. 最後に

本稿では環境学習によく用いられる生物学的水質判定の手法についてユスリカ科の生態情報を交えながら整理した後、生物分類技術者の視点で考える環境学習への提言をまとめた。様々な環境学習の講師を務めるうちに、参加者の多くは新しい経験や知識の獲得に貪欲であり、少々難しいと思える課題の方がよりのめり込んでくることに気付かされた。筆者らは野外調査や生物分類の経験を通じて生態系が驚異的な緻密さを持って構成されていることを日々体感している。この感覚を環境学習の場を通して一般市民や子供達に伝えていくことが自然環境の調査研究に従事する者の重要な役割であると考えている。

参考文献

- 環境省. 2017. 平成28年度全国水生生物調査の結果及び平成29年度の調査の実施について. 報道発表資料, 平成29年6月6日.
- 公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所. 2015. 平成27年度テーマ別環境講座(第2回)実施報告「東京湾の生き物を探そう」～生き物の種類から東京湾の生態系, 水質, 外来生物の現状を学ぶ～, 1-4.
- 公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所. 2016. 平成28年度 テーマ別環境講座(第1回)実施報告「東京湾の生き物を観察してみよう!～東京湾の干潟で生物多様性を考える～」, 1-6.
- 森下郁子. 1985. 指標生物学 生物モニタリングの考え方. 山海堂. 218 pp.
- 日本ユスリカ研究会編. 2010. 図説 日本のユスリカ. 文一総合出版. 353 pp.
- 玉井信行・水野信彦・中村俊六. 1993. 河川生態環境工学 魚類生態と河川計画. 東京大学出版会. 309 pp.
- 坪井智子. 2015. 目黒川を身近に感じようー小学生への環境教育学習に参加してー. 株式会社日本海洋生物研究所2015年年報, 40-42.
- 津田松苗. 1964. 汚水生物学. 北隆館. 258 pp.