

# 生命の源「水」に学び、環境保全を考える

## - 淡水に生息する生物の生態や増殖研究 -

清光学園高岡龍谷高等学校理科部 顧問 中藪 俊二

### はじめに

このたび、第1回日本水大賞において身にまますばらしい賞をいただき、関係の方々からお礼申し上げます。

昭和38年4月に開校した高岡龍谷高等学校は、富山県高岡市にある生徒数約800名の男女共学校です。理科部は、生物の生態や科学研究などに興味をもって入部してくる生徒での課外活動で、協力して探求活動を実践しています。

昭和58年に発足した当時から、部員生徒の興味や関心に応じて、身近な自然環境の中で不思議に思える生物について調査を始め、特に淡水にかかわり深い生物の生態や生息環境の研究が始まりました。

今では、一人一人が、生命の源である水の尊さを学ぶため、継続的に身近な川や池の水生生物の生態や生息環境の調査、生物の繁殖研究の活動を通じて、水環境を中心に据えた環境保全への理解に努めています。

また、これらの活動の成果を広く発表することで、全校生徒及び県内の高校生や中学生、さらに地域社会に対して水環境保全への理解・普及を進めています。

### 希少生物の生態研究と保護・増殖活動

#### オニバス研究と保護

オニバスは、氷見市十二町瀧で生育する天然記念物です。葉の直径が1メートルにもなる巨大な水生植物ですが、一年生植物で、種子だけ残して枯れてしまいます。ある程度の深さとごくわずかな流れ、川底に養分の多い泥が必要で、近年、生息場所が減ってしまいました。理科部では本校・中庭の池で繁殖させてきました。

#### テツギョ生息の発見と要因の解明



写真1 中庭で繁殖させたオニバス

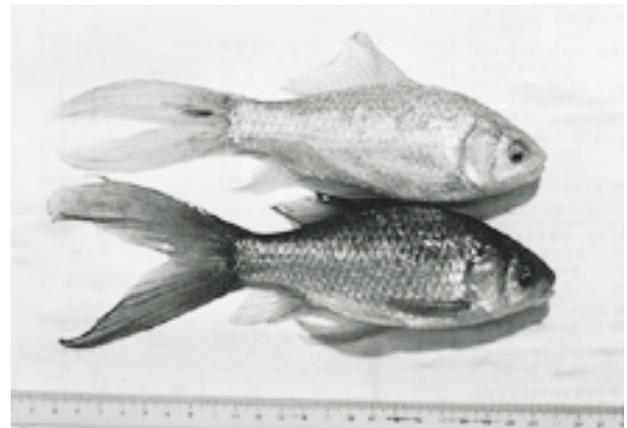


写真2 テツギョ（上は体色変化した個体）

テツギョは、一見、フナに見えますが、尾ヒレを中心に各ヒレが長いのが特徴で、宮城県の魚取沼で天然記念物に指定されている淡水魚です。このテツギョを県内2か所で発見し、不思議に思った理科部では、捕獲と生息環境の調査と飼育観察で研究を進めました。

池や、川でもよどみがあるきれいな場所が特徴であること。1つの場所から、それぞれのフナに合わせてギンブナ系とゲンゴロブナ系の二系統のテツギョが同居すること。金魚の遺伝が現れるのか、黄橙色へ変化したり戻ったりする体色変化などから、リュウキンとフナの天然

生命の源「水」に学び、環境保全を考える - 淡水に生息する生物の生態や増殖研究 -

清光学園高岡龍谷高等学校理科部 顧問 中藪 俊二

交雑種だということが確かめられました。

#### イトヨの陸封化繁殖への試み

イトヨは、サケのように川へ遡上し、ドーム状の巣をつくって繁殖するトゲウオ科の魚です。近くの庄川や小矢部川で生息を確認し、独特の求愛行動と産卵、稚魚孵化を観察しています。

海へ戻さずに成長させる淡水陸封化を試みてきましたが、体長2～3cm程で体質が変わるのか、残念ながら成功していません。

#### トミヨの繁殖活動

同じトゲウオ科でやや小型、球状の巣を作るトミヨは、現在も本校の中庭の池で飼育観察を続けています。町の実験を受けて、わき水が出る河川に放流し、今でもそこで繁殖しています。定期的に遺伝子交換のため、中庭のものと放流や採取を繰り返して保護しています。

#### 小矢部川の河川水質と生息生物

このように、淡水の環境、特に、河川にかかわりある生物の研究が多いことから、河川水質と生息生物との関係を探るため、小矢部川全域を1987年から毎年継続して調査しています。

小矢部川は、富山県西部を流れる一級河川です。散居村で有名な砺波平野を囲む山々が水源にあたり、石川県境にある大門山(1,572m)の流源から68kmほどで富山湾に流入します。途中、山田川・渋江川・子撫川などの支流を集めるほか、砺波平野の水田を潤すための庄川からの農業用水も流入する排水河川としての特徴もっています。

#### 調査地点と調査方法について

毎年欠かさず調査しているのは、流源の不動



写真3 稚魚、孵化までせわするイトヨの雄

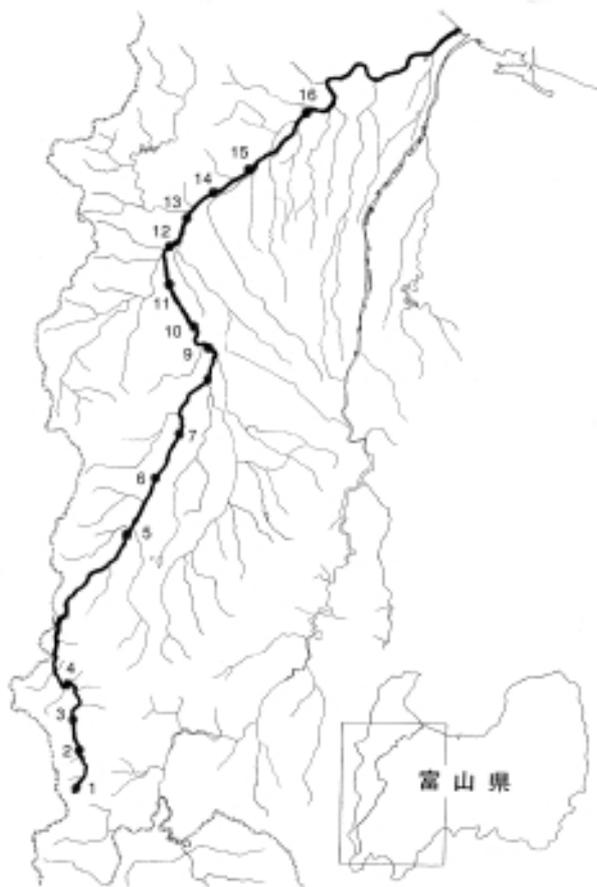


写真4 地元の要請でトミヨを放流し、繁殖させた小川

滝上から河口近くの国東橋の本流の16地点です。

水質測定項目は、水温・pH・溶存酸素・電気伝導度・生物化学的酸素消費量(BOD)の5項目を測定します。現地の調査地点では、さらに、天候・気温・湿度・照度などの気象項目と流速・水深・川幅・川底の様子・河川形態・海拔高度などの物理的項目を測定します。

生物の調査では、網戸の網による川底1m<sup>2</sup>のコドラートでの底生動物の捕獲と、見かける魚類、川底の石に付着する藻類の繁茂状況(10段階)やヨシなど河川植物の調査を実施しています。特に、定量捕獲した底生動物については、



小矢部川の調査地点と庄川水系

全種類を調べ、それぞれの数と重さを測定し、水質指標を判定してPantle u.Buck法にしたがって汚濁指数Sを算出し、その水質も判定します。

測定時の水質は、各水質測定項目が示しますが、生息していた底生動物を指標生物として判定される汚濁指数は、河川水質のそれまでの状況をうまく示してくれます。

3年前に理科部で1年間かけて検討した結果、この汚濁指数Sは、標高や流速、水温やpHなどとはあまり関係がなく、無機汚濁の目安となる電気伝導度と有機汚濁の目安のBODの測定値の比率3対1の複合結果とよく一致しました。



写真5 網による定量的な底生動物の捕獲

すなわち、生物の生態をよく知ること、その生物の存在自体がその生息環境の水質をよく説明してくれるという訳です。

#### 河川水質と底生動物の季節変化

例年実施している小矢部川の16地点で、12月、3月、6月、9月に河川環境と水質、底生動物の定量捕獲を行い、河川水質の上流から下流への変化や底生動物の現存量構成、それぞれの季節変化を検討した年もあります。

河川水質の測定項目の中で、電気伝導度の測定値は、季節を問わず、どの調査地点もほぼ一定で、低い値の上流から高い値の下流域とはっきりしていました。BODの方は、測定時期によるばらつきが大きく、民家が集中しはじめる調査地点以降は、 $2\text{ mg/l}$ 以上の高い値で推移していました。

底生動物の季節変動について、源流域では年間を通してカゲロウやカワゲラ、トビケラ類で占められます。民家が入る上流域では、12月と3月のカゲロウ、9月はトビケラの優占、6月は両方の混在となります。また、中流域以降では、3月はカゲロウ目、6月はヒル類、9月はトビケラ目、12月はガガンボやミズムシなどが

## 生命の源「水」に学び、環境保全を考える - 淡水に生息する生物の生態や増殖研究 -

清光学園高岡龍谷高等学校理科部 顧問 中藪 俊二



写真6 きれいな指標生物のエルモンヒラタカゲロウ



写真7 模擬河川テスト（浄化作用を見せたヨシ）

優占し、季節変化が激しいものとなります。

これらの指標生物による汚濁指数Sは、季節によって全体にばらつきながら、上流から下流へ行くにしたがって上昇して汚濁していきます。ただし、わたしたちの独自の調査でも11月から4月までの低水温期は、捕獲できる種類が少なく、汚濁の目安として、不十分だという結論を得ました。

#### 支流や河川に流入する水の影響

小矢部川の3大支流、山田川・子撫川・渋江川についても上流と本流合流点付近で、水質5項目と生息生物の調査を行いました。その結果、各支流水が合流点付近まで流れてくると、水温上昇、pH変化、溶存酸素減少がはっきりします。特に、電気伝導度とBODの上昇量は大きく、指標生物による汚濁指数Sも大きく上昇してしまいます。それぞれの値は、本流の合流点よりも高く、どれも小矢部川をより汚濁させる結果でした。

一方、河川へ流入する雪解け水や雨水、沢水、湧き水、池水、ダム湖水、水田水、水道水、生活排水、河口水などさまざまな水の測定も実施

してきました。河川水の源となる自然降水は弱酸性で少ない溶存酸素や電気伝導度、ほぼ0のBODを示しますが、沢水となっただけでも変化が見られ、水田水のように稲作利用すると汚濁化が進み、家庭生活排水では、大きな水質汚濁を招くなど人為的な活動の影響がはっきりしました。

#### 生物による水質変化

連結したプランターに水を流す模擬河川を設置し、そこへ生物を入れて水質影響を検討しました。雨水では、水生昆虫や付着藻類、ヨシなどの生息で、電気伝導度やBODの上昇から水質汚濁の要因ととれました。しかし、ある程度汚濁した河川水での実施結果では、電気伝導度はやや上がるものの、BODが大きく減少して浄化作用が働きました。特に中下流域に広く生育するヨシの結果は、BOD下降、電気伝導度の上昇、溶存酸素の減少、pH低下という有機物分解作用と連動した水質変化を示しました。ヨシ自体にこの作用は考えられず、分解生物との共生が予想されました。これら生息生物の総合作用で河川水の汚濁が浄化されることをつきと

めました。

### 河川水質や底生動物の経年変化

理科部で現在も継続しているのは、河川水質と底生動物の経年変化を追跡しているためです。

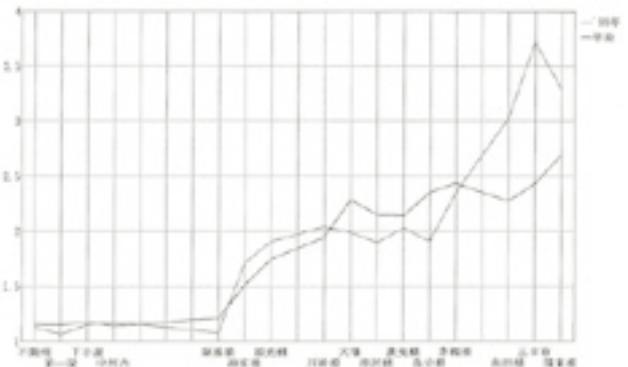
グラフ1は指標生物による汚濁指数のもので、きれいな貧腐水性水質の1から強腐水性水質の4までで示されます。12年間の測定平均値では、源流から、民家や田畑が少ない調査地点5まで低い値で保たれます。この地点以降は市街地や水田も多く、農業廃水も入って汚濁指数が急上昇していききます。それでも河川の自浄作用も手伝って、例年、最終地点以外2.5未満の中腐水性水質に収まっているわけです。細い線の方が今年の調査結果ですが、中流域まで浄化傾向なのに下流域でかなり上昇しています。

グラフ2は12年間の調査結果の経年変化です。太実線が16地点の汚濁指数の総平均値で、全体的にわずかながら浄化していく傾向です。1992年と昨年に急上昇が見られますが、年間に3,500ミリを越える降水量があった1991年の翌年で、水質浄化にはたらく生物の生態系の一部が崩れたことによると判断できました(昨年の要因は検討中)。

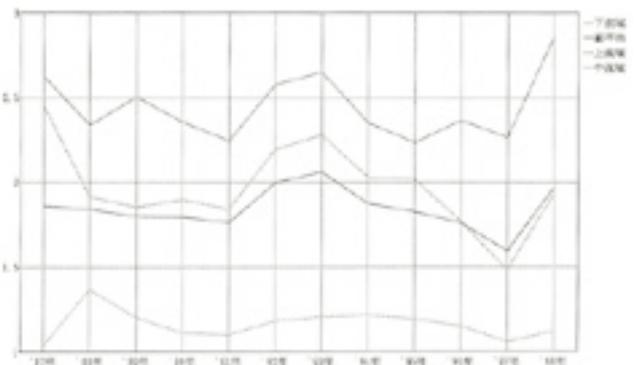
わたしたちが気にしているのは、下流域3地点で見られる汚濁上昇とその要因です。中流域まで水質浄化が進んでいるだけに、なおさらです。

### サンショウウオ研究

サンショウウオは産卵と幼生の成育に水環境が不可欠で、変態した成体は上陸して森林の土壌中で陸上生活をします。夜行性ということもあり、その生態は不明な点が多い両生類です。淡水の水源と隣接した森林という豊かな自然環



グラフ1 小矢部川の指標生物による汚濁指数  
(過去12年間の平均と昨年)



グラフ2 汚濁指数の流域毎の経年変化

境を反映した生き物と言えます。

理科部では、孵化から成熟までの成長の経過や行動の特徴、活動範囲などを、飼育観察や生息地で追跡調査しています。また、生息地の池や川の水質と森林の植生や土壌、えさとなる土壌動物などの環境調査や、気候や気象現象との関連など総合的に研究しています。

これまでの研究成果には、県内産の4種類のサンショウウオ幼生の形態や成長の違いや、住み分けている水環境の特徴と分布図作りなどがあります。また、継続しているクロサンショウウオでは、雄の助産行動という独特の産卵行動はもちろん、成熟まで3年かかる成長過程。成

## 生命の源「水」に学び、環境保全を考える - 淡水に生息する生物の生態や増殖研究 -

清光学園高岡龍谷高等学校理科部 顧問 中藪 俊二



写真8 土壌生活のクロサンショウウオ



写真9 富山県内で水環境にあわせて分布する4種類の幼生

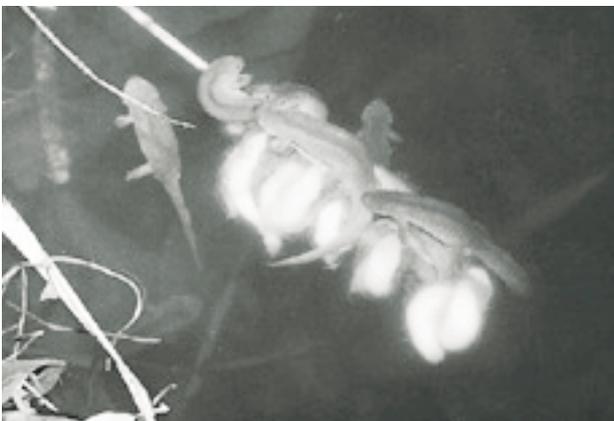


写真10 クロサンショウウオの産卵

体のふだんの活動が、池から遠く210m離れた地点にまで及ぶこと。梅の開花時期の産卵や桜の開花にあわせた幼生の孵化、梅雨時期にあわせた変態上陸など気候に適応した生態をもっていることなどははっきりさせました。

特に、親が無理をして雪解けの低温期間に行う産卵は、天敵の少なさや気候条件の面で、その後の発生や成長に有利なことも分かってきました。

## 理科部での活動を通して

このように積極的なクラブ活動の理由は、わりと単純な動機のようなものです。苦勞するとわかっている野外に出かけての調査活動。すなわち川や池、森林に分け入る現地の調査では、それぞれの生徒自身に、その場で、直接、思いもよらぬさまざまな生物や自然現象の「本物に触れる発見」があるからだと言います。理科部の卒業生の中には、さらに理学部や農学部の大学へ進学して研究している者もいます。

一方、ちょっとした開発や人手の影響で、環境のバランスが微妙に変化し、それまでいた生物が姿を消す。そんな場面に出くわしたとき、落胆した生徒の気持ちが伝わってくることもしばしばです。

私たちが住みやすい安全で快適な生活環境と、多様な生物が生息する自然環境とは、相いれない部分も多いのですが、次世代を引き継ぐ生徒諸君が直接学べる大切な財産だと思います。触れ合っていく人とともに、ぜひとも後世に残してゆきたいものです。