

特集：特定外来生物カワヒバリガイの現状と課題1

活動報告

高等学校における外部研究機関と連携した環境教育の展開 —矢作川および豊川のカワヒバリガイの調査研究を通じて—

Environmental education at high school based on partnership with research institute
—Through the study focused on the invasive mussel, *Limnoperna fortunei* in the Yahagi and Toyogawa Rivers, Mikawa District, Aichi Prefecture, Japan—

中村羊大

Yodai NAKAMURA

キーワード：高等学校，環境教育，SPP事業，カワヒバリガイ，矢作川

はじめに

2004年の国連総会において、人類が現在および未来において幸せに生きる「持続可能な開発」のためには、教育が極めて重要な役割を担うとの認識がなされ、2005年から始まる10年を「国連持続可能な開発のための教育（ESD；Education for Sustainable Development）の10年」とすることが決議された。このようにESDの重要性が国際的にも叫ばれるなか、高等学校の理科教育においても、環境教育の一層の充実が求められている。一方、フィールドワークなどの自然体験（実物体験）を通じた環境教育を高等学校の学内授業だけで実践することは難しく、現状として環境教育のほとんどが机上（またはパソコンのディスプレイ上）の学びに終始することも少なくない。愛知県立豊田東高等学校は、2007年度の総合学科開設にともない、矢作川の河畔に新しく校舎を移転した。しかし、より身近な環境になった矢作川について、生徒たちの興味・関心は必ずしも高いとは言えず、「川に入ったことがない」という生徒がほとんどであった。そこで、本校では、矢作川についての理解を深め、身近な環境に対する生徒の興味・関心を高めるために、文部科学省の主催するサイエンス・パートナーシップ・プロジェクト事業（以下、SPP事業とよぶ）を活用して、外部研究機関と連携した環境教育を実施してきた。本稿において、その活動の一端を紹介するとともに、高等学校が外部研究機関と連携して環境教育を行うことの意義と課題について報告する。

1 2008年度SPP事業「矢作川中流域における水生生物の調査—カワヒバリガイ等の外来生物の定着状況—」（講座番号：講初学82026）

(1) SPP事業とは

SPP事業は、高校などの教育機関と大学・博物館などの研究機関が連携して（＝パートナーシップ）、生徒の科学技術に関する興味・関心や知的探究心を育成することを目的に実施されている事業である。文部科学省の「次代を担う若者への理数教育の拡充」施策の一環として、独立行政法人科学技術振興機構（JST；Japan Science and Technology Agency）が主管となって活動が展開されている。学校教育と研究機関の連携を、国が資金的に援助するというスタイルで、通常の学校授業では実施することが困難な実験や実習を行うことが可能である。

(2) 2008年度SPP事業のねらい

豊田東高校は、公立の普通科女子校として80年有余の歴史を刻んできた学校である。これまで理系に進学する生徒の割合は多くなかったが、2007年度の男女共学化および総合学科への改編にともない、自然科学に興味・関心を抱く生徒が増加した。理系進学を考える生徒たちの夢を探し、ひろげるために、実際の研究機関と連携したSPP事業を教育活動にぜひ取り入れたいと考え、2008年度のSPP事業に新規に応募したところ、JSTより採択の通知を受けた。以降、2009年度、2010年度のSPP事業に3年連続して採択され、環境教育に主眼を置いた活動

を継続して実施している。

一連のS P P事業で連携している研究機関が、豊田市矢作川研究所である。同研究所とは、2009年度に開講する「環境学」という学校設定科目で連携する予定で、2008年当時、親交を深め始めたところであった。また、矢作川研究所としては、小・中学生をおもな対象とした矢作川学校や総合的な学習の時間での出前授業などのアウトリーチ活動は活発であったが、高等学校との連携はほとんどなく、お互いの協働意識がうまくマッチしたかたちである。

2008年度のS P P事業では、まずは生徒・教員ともに矢作川の現状を知り、水生生物の野外調査法を学ぶことを第一目標とした。方形枠を用いた定量採集など、サンプリングをともなう野外調査は自然科学の基礎であり、今後の生徒たちの学習・探究活動において有用な技術の一つであると思われる。また、近年、日本の各水系において外来種のカワヒバリガイ(写真1)の発生が確認されているが、矢作川でも同種の侵入(白金, 2005)、およびその後の大量発生と大量斃死が報告されている(内田ほか, 2007)。豊田東高校の近隣の矢作川中流域において、カワヒバリガイをはじめとする外来種がどの程度侵入しているかを調査することにより、身近な環境に対する生徒の意識を高め、自ら学ぶ意欲や判断力を育成することを目的とした。



写真1 カワヒバリガイ (スケール目盛り=1 cm).

(3) 2008年度S P P事業の実施手順

ア 講演会「矢作川と外来生物」

2008年7月10日実施

矢作川研究所の内田朝子研究員、白金晶子研究員に豊田東高校にお越しいただき、矢作川の概要と現状を説明していただくとともに、外来生物であるカワヒバリガイの猛威を映像を通じて学習した(写真2)。講演会は総合学科2年生全体を対象

にして行った。さらに講演会の後、実際に野外調査に参加する生徒を対象にして事前学習を行った。野外調査には物理的・人数的な制約があるが、学年全体を対象にした講演会を先行して実施することにより、環境教育に対する知識と意識の共有を図った。



写真2 2008年講演会.

イ 野外調査「矢作川にでかけよう！」

2008年7月23日実施

学校近隣の調査地を含めた矢作川中流～上流域の3地点(図1; 豊田大橋, 古巣水辺公園, 池島)において、水質環境を調査するとともに、カワヒバリガイなどの水生生物を調査した(写真3, 写真4)。参加者は次年度に学校設定科目である「環境学」を受講する生徒を中心に希望者を募って抽出した(16名)

ウ 矢作川研究所での調査分析と討論

2008(平成20)年8月1日実施

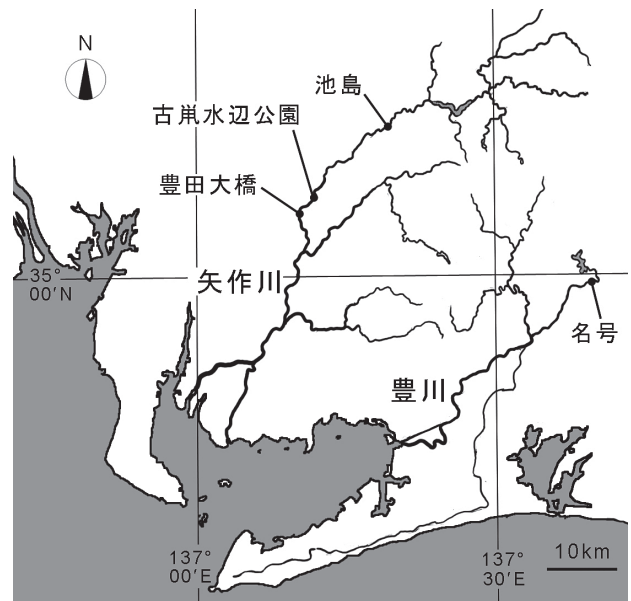


図1 カワヒバリガイの採集地点.



写真3 カワヒバリガイの採集風景。



写真4 岩礫に付着するカワヒバリガイ。



写真5 矢作川研究所における分析作業

矢作川研究所において、野外調査でサンプリングした生物試料について、①カワヒバリガイ個体の計数と殻長の計測、②カワヒバリガイに付随する底生動物の同定と計数、③データの取りまとめ(作表、作図など)の3つの作業を分担して行った(写真5)。また、その後、豊田東高校で行う分析作業の指針について、矢作川研究所と生徒・教員の間でディスカッションを行った。

エ 生徒による研究発表

2009(平成21)年3月1日発表

ウの生徒を主体として、引き続きカワヒバリガイ個体の殻長分析を豊田東高校で行い、調査結果のまとめ作業を行った。得られた知見は「総合学科発表会」において学校内で発表し、学校全体で情報を共有した。さらに、矢作川学校ミニシンポジウムにおいて、大学生・大学院生とともに発表を行った(写真6)。

(4) 調査分析結果の抜粋と考察

ア コドラート法による定量採集

矢作川中流域の古巣水辺公園(図1)において、50 cm×50 cmのコドラート(方形枠)を設置し、その中のすべての底生動物を採集した。同定した生物試料のリストとカワヒバリガイ以外のおもな

底生動物を以下に示す。

表1より、カワヒバリガイの生息密度が他種に比べ圧倒的に大きいことがわかる。ヒゲナガカワトビケラ属やオオシマトビケラなど、造網型のトビケラ類は、カワヒバリガイと同じように礫下面を生息場所とする在来の生物である。外来種であるカワヒバリガイの大量発生は、これらの在来種のニッチを奪う可能性が大いにある。

また、カワヒバリガイとともに採集されたシジミ属(写真7)であるが、いずれも稚貝であり、マシジミかタイワンシジミかの判別がつかなかった。なお、カワヒバリガイが日本に侵入した原因の一つに、中国大陸から輸入した養殖用シジミにカワヒバリガイが付着していた可能性が指摘されている(西村・波部, 1987; 中井・松田, 2000; Magara et al., 2001など)。矢作川においても、タイワンシジミがマシジミに置き換わるようにして定着している現状が報告されているが(木村, 2009)、私たちの調査でも、カワヒバリガイとともにマシジミかタイワンシジミかの判別がつかない個体が多数得られたことは興味深い。



写真6 矢作川学校ミニシンポジウムでの発表。

表1 矢作川中流域における底生動物。

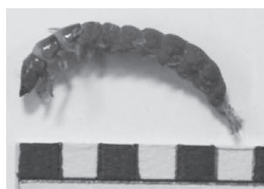
種類	個体数
カワヒバリガイ	260
シジミ属	27
ヒゲナガカワトビケラ属	16
オオシマトビケラ	21
オオシマトビケラ以外のシマトビケラ科	22
ナガレトビケラ科	12
上記以外のトビケラ目	124
カゲロウ目	138
サナエトンボ科の一種	1
ハエ目	18
ヒラタドROMシ	1



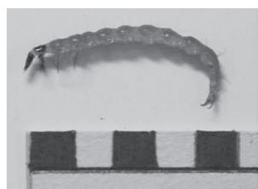
シジミ属の一種



ヒゲナガカワトビケラ属の一種



オオシマトビケラ



ナガレトビケラ科の一種

写真7 カワヒバリガイ以外のおもな底生動物
(スケール目盛り=3 mm).

イ カワヒバリガイの殻長分析

各調査地点（池島，古巣水辺公園，豊田大橋）において，調査時間をのべ80～90分としてカワヒバリガイの定時間採集を行った．採集したカワヒバリガイは，デジタルノギスを用いて全個体の殻長を計測した（写真8）．分析結果は，2009年度のS P P事業の結果と併記する（図2）．

図2より，殻長が10 mm付近にピークをもつ，正規分布に近いカワヒバリガイ集団が認識された．濱田（2008）によると，殻長10 mm以下のカワヒバリガイの小型個体は6月頃に出現し，その後1か月に2～3 mmの速度で成長する．また，Iwasaki and Uryu（1998）によると，殻長2～8 mmのカワヒバリガイの小型個体は7～9月頃に採集されるようになり，翌年の夏には殻長が20 mmに達するとされている．これらのデータを参考にすると，2008年の調査で確認された矢作川のカワヒバリガイは1歳の集団であると推定される．

矢作川においては，2006年にカワヒバリガイの大量斃死が起こっているが（内田ほか，2007），2008年の調査で得られた個体群は，その斃死イベント以降に侵入した個体群である可能性がある．しかし一方で，若い個体に混じって殻長が30 mmを超える大型の個体も産出することから，矢作川中流域では，2006年のカワヒバリガイの大量斃死を乗り越えた集団が一部存在し，これらの個体が新しく繁殖を行っている可能性が高い．

2 2009年度S P P事業「外来生物の侵入経路を探れ！－矢作川に侵入したカワヒバリガイのDNA解析－」（講座番号：AG092557）

(1) ねらい

2008年度のS P P事業を進め，議論を重ねるなか，生徒たちは外来種のカワヒバリガイがどのようにして日本の各水系に侵入したのかに疑問をもった．また，同年秋に，同じく愛知県内の豊川水系においてもカワヒバリガイの発生が見られたと報道された（朝日新聞，2008年11月16日）．これらのカワヒバリガイ集団の侵入経路を探るため，2009年度は，2008年度と同様の調査研究を行ってデータを蓄積するとともに（矢作川研究所と連携），形態では分からないカワヒバリガイのDNA解析を行うことにより，その侵入経路を推定するS P P事業を企画した（名古屋大学と連携）．

(2) 実施手順

ア 講演会「生物多様性と外来生物」

2009年7月13日実施

DNA解析で連携する名古屋大学の林誠司先生に，2010年に愛知県で開催されるCOP10（生物多様性条約第10回締約国会議）の情報も踏まえて，生物多様性を保全することの意義と外来生物問題について解説していただいた（写真9）．参加生徒は，昨年度と同様に，知識と意識の共有化を図るため，第2学年全体を対象とした．

イ DNA解析に関わる事前授業

2009年7月14日，15日実施

PCR法（ポリメラーゼ連鎖反応）をはじめ，DNA解析を含むS P P事業には，高等学校の生物で履修する後半の内容を理解していないと教育効果が上がらない実験が多い．そこで，本来の履修の順序に先駆けて，DNAの構造や複製のしくみ，PCR法の原理などバイオテクノロジーに関する内容を補足する事前授業を行った．

ウ 矢作川中流～上流域における野外調査

2009年8月24日実施

2008年度と同地点で同様の調査を行うとともに，DNA解析用のカワヒバリガイ試料を採集した．なお，当初は前年度と同じ7月下旬の日程で調査を行う予定であったが，大雨による河川増水の影響で2009年度の調査は予備日として設定していた8月下旬に繰り下げた．



写真8 カワヒバリガイの殻長分析.



写真9 2009年講演会.

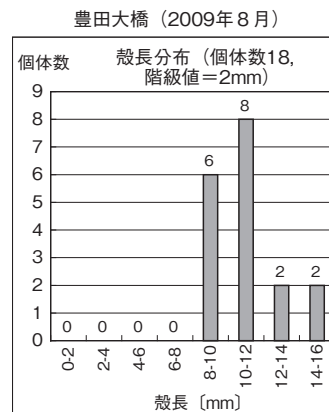
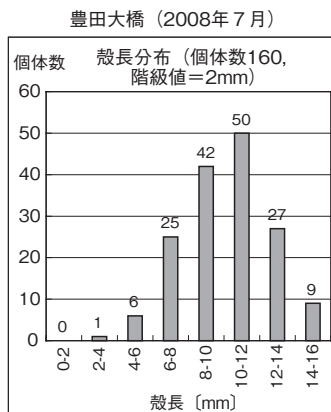
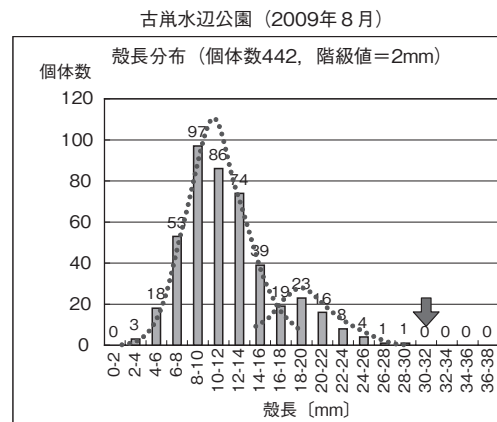
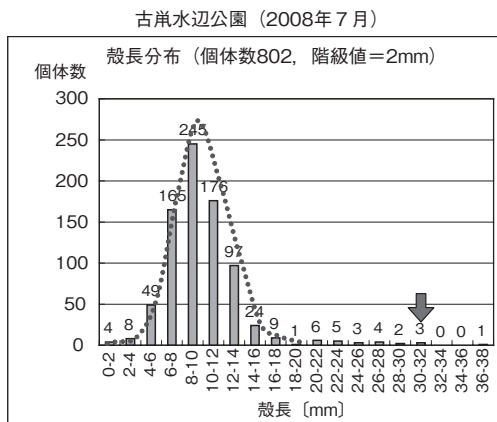
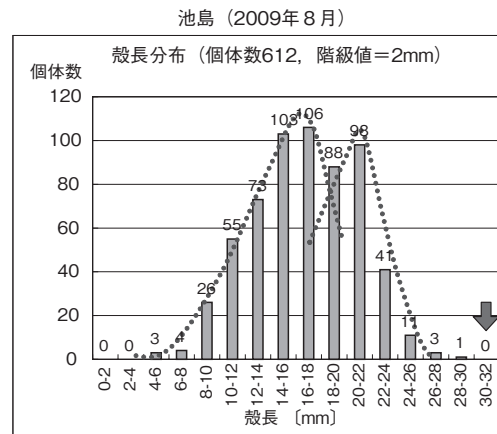
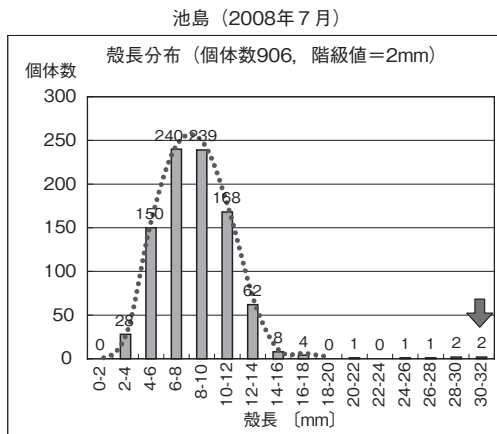


図2 2008年および2009年における矢作川中流域カワヒバリガイの殻長分布. 矢印は30 mm以上の個体.



写真10 実験操作1 (DNAの抽出).



写真11 実験操作2 (増幅したDNAの電気泳動).

エ カワヒバリガイのDNA解析

2009年8月25日, 26日実施

矢作川の野外調査で得たカワヒバリガイに, 東海農政局の川中清誠氏(現北陸農政局)から提供していただいた豊川水系のカワヒバリガイ(採集地は図1の名号)を加え, 名古屋大学でDNA解析を行った. 参加生徒は, 理系科目を中心に選択する19名のグループである. 生徒一人ひとりがDNAを抽出し(写真10), 増幅作業(PCR法)を行った(写真11). その後, ミトコンドリアDNAの目的領域の増幅が確認されたサンプルについて, DNAシーケンサーを用い, 塩基配列の解読を行った.

オ 事後学習と生徒による研究発表

2010年3月6日発表

エのグループから有志の5名を抽出し, 週1回程度のペースでカワヒバリガイの殻長分析やDNA解析の結果分析などの事後学習を行った(写真12, 写真13). 連携研究機関への訪問や電子メールでの情報交換を重ね, 研究成果を学校内(総合学科

発表会)および学校外(矢作川学校ミニシンポジウム)で発表した.

(3) 調査分析結果の抜粋と考察

ア カワヒバリガイの殻長分析

2008年および2009年の調査(定時間採集)で得られた3地点, 計2940個体の殻長分析のデータを図2に示す.

2009年の調査は, 2008年から1か月遅れの調査となったため, 1歳個体群の分布がやや右にシフトしているのがわかる. これは, 濱田(2008)で示されたカワヒバリガイの成長速度のデータと整合的である. また, 2009年には, 2008年に見られなかった2歳個体群の分布が明らかに認められるのが特徴である. これは, 2006年の大量斃死以降, 断続的にカワヒバリガイの侵入があった, もしくは生き残った集団の繁殖・移動があったことの裏付けといえる. すなわち, このことは, 矢作川に侵入したカワヒバリガイが, 一度のイベントとして大量発生しただけでなく, 大量斃死を乗り越えた後, 新たな侵入の可能性も含め定期的に繁殖す



写真12 名古屋大学での事後学習.

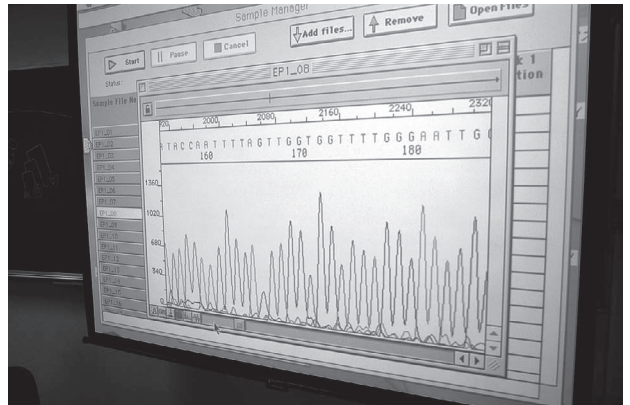


写真13 DNA塩基配列の解析.

る状態になりつつある (= 帰化しつつある) ことを表している。

一方、2009年においては、殻長が30 mmを超える大型個体が認められなかった (図2の矢印)。また、カワヒバリガイの採集個体数を、1人1分あたりの相対値として比較すると、2008年から2009年にかけて、池島で11.3→7.2、古巣水辺公園で10.0→5.2、豊田大橋で1.9→0.2といずれの地点でもカワヒバリガイが減少している様子がうかがえた。矢作川中流域において、カワヒバリガイは定常的に繁殖する状況になりつつあるが、その生息密度は必ずしも増加しているわけではなく、今後、カワヒバリガイの定着の動向を注意深く見守っていく必要がある。

イ カワヒバリガイのDNA解析

矢作川および豊川水系のカワヒバリガイについて、ミトコンドリアDNAの塩基配列を比較した。図3は、両水系のサンプルを大塩湖 (群馬県) およびブラジル産のカワヒバリガイと比べた一部領域である。なお、塩基配列のデータは、DNAデータベースに掲載されているカワヒバリガイの情報 (遠藤ほか, 2009) を参考にした。

図3より、矢作川に侵入したカワヒバリガイは従来報告されている日本産のものとはほぼ同じ遺伝的集団であることがわかる。一方、豊川水系のサンプルが予想外にDNA独自性を示していることが判明した (図3の矢印)。

この結果から近隣結合法 (UPGMA) により分子系統樹を描くと、矢作川や大塩湖のカワヒバリガイはほぼ同じ遺伝的グループに属するが、こ

	250	260	270	280
TOYOGAWA	ATTGAATAAT	ATAAGGTACT	GGTTTCITTT	TTTTTCCTTA
YAHAGI IKS1	ATTGAATAAT	ATAAGGTACT	GGTTTCITTT	TTTTTCCTTA
YAHAGI IKS3	ATTGAATAAT	ATAAGGTACT	GGTTTCITTT	TTTTTCCTTA
YAHAGI IKS4	ATTGAATAAT	ATAAGGTACT	GGTTTCITTT	TTTTTCCTTA
YAHAGI IKS5	ATTGAATAAT	ATAAGGTACT	GGTTTCITTT	TTTTTCCTTA
YAHAGI FS1	ATTGAATAAT	ATAAGGTACT	GGTTTCITTT	TTTTTCCTTA
Oshiko	ATTGAATAAT	ATAAGGTACT	GGTTTCITTT	TTTTTCCTTA
Brazil	ATTGAATAAT	ATAAGGTACT	GGTTTCITTT	TTTTTCCTTA

	290	300	310	320
TOYOGAWA	GGGCTTTTT	TATTGTCTAT	GCATGTAGAG	GGTGGAGTAG
YAHAGI IKS1	GGACTTTTT	TATTGTCTAT	GCATGTAGAG	GGTGGAGTAG
YAHAGI IKS3	GGACTTTTT	TATTGTCTAT	GCATGTAGAG	GGTGGAGTAG
YAHAGI IKS4	GGACTTTTT	TATTGTCTAT	GCATGTAGAG	GGTGGAGTAG
YAHAGI IKS5	GGACTTTTT	TATTGTCTAT	GCATGTAGAG	GGTGGAGTAG
YAHAGI FS1	GGACTTTTT	TATTGTCTAT	GCATGTAGAG	GGTGGAGTAG
Oshiko	GGACTTTTT	TATTGTCTAT	GCATGTAGAG	GGTGGAGTAG
Brazil	GGACTTTTT	TATTGTCTAT	GCATGTAGAG	GGTGGAGTAG

図3 カワヒバリガイDNA塩基配列の一部。矢印は塩基配列の特徴的な置換。

れとはやや離れたグループとしてブラジル産、さらに豊川水系のカワヒバリガイの一部が位置していることが推定された (図4)。矢作川と豊川水系のカワヒバリガイの一部には、約400塩基対で5~6個、すなわち1%強のDNA突然変異が認められた。報告がある限り、カワヒバリガイが日本に侵入してきてからまだ20年しか経っていないので、これらのグループは、中国大陸で既に分化した別の遺伝的集団が侵入してきた結果である可能性が高い。なお、豊川水系のカワヒバリガイは、天竜川水系から導水管を通じて侵入した可能性が示唆されている (松岡・西, 2010)。今回のSPP事業で得られたDNA解析の結果は、カワヒバリガイの侵入経路を考えるうえで重要な情報の一つであり、天竜川を含め日本各地から産出するカワヒバリガイのDNAデータ (Tominaga et. al, 2009) などと詳細に比較検討する必要がある。

(4) 今後の展開

豊田東高校は、2010年度も矢作川研究所および名古屋大学と連携して、SPP事業を実施している (生物多様性を脅かす外来生物問題 - 矢作川および豊川水系のカワヒバリガイDNA解析 -、講座番号: AG102515)。2010年度は、矢作川において同様の野外調査やカワヒバリガイの殻長分析を行うだけでなく、特に豊川水系のカワヒバリガイ集団に注目し、野外調査や殻長分析、DNA解析を実施している。今後、これらのデータを蓄積することによって、矢作川および豊川水系のカワヒバリガイの侵入経路

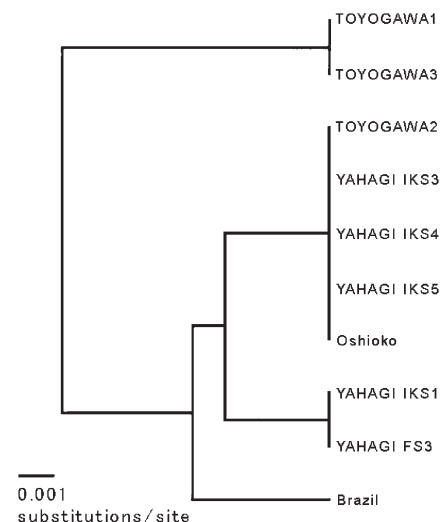


図4 ミトコンドリアDNA塩基配列に基づく (UPGMA) 矢作川および豊川のカワヒバリガイ分子系統樹。

について生徒とともに考察を深めていきたい。

3 S P P 事業を活用した環境教育の可能性と課題

(1) 高校生にとってのカワヒバリガイとは

近年のいわゆる「環境ブーム」により、環境問題について、報道を通じて得られる情報や知識の量は飛躍的に向上した。一方で、加熱する環境報道は、高校生にとって、環境問題があたかもテレビやインターネットの中で起こっているような錯覚を起こさせる危険性をはらんでいる。地球温暖化問題や生物多様性の保全などを声高に叫んでいても、実際に森林や川に入ったことがない高校生がいかに多いことだろう。このような高校生にとって、環境問題は、身の回りではなくバーチャルの世界での出来事である。その意味で、今回、S P P 事業を活用して、高校生を実際の野外調査に連れ出すことができたのは、大変意義深いことであった。特に、調査対象としたカワヒバリガイは、特定外来生物として日本各地で注目を集め始めており、自分たちの身の回り(環境)にある河川から、自分たちで採集したサンプルを用いてDNA解析を行ったことは、高校生物の学習と現実とをつなぐ意味でもよい経験となった。

また、一連のS P P 事業に参加した生徒アンケートを見ると、講義だけで終了した集団より、野外調査、さらに外部発表まで経験した集団の方が明らかに興味・関心が向上し、学習意欲に結びつく傾向が見受けられた。アンケートの自由記述から2つほど抜粋する。「矢作川には意外と生き物が多くて驚いた。上流から下流まで、汚い所よりむしろきれいな所にカワヒバリガイが大量発生していて、不思議に感じるものがたくさんあった。また川に入ってみた。」「外来生物として悪者扱いされているカワヒバリガイも生き物であり、かわいかったです。途中で捕獲したブルーギルを“処理”したときに感じるものがありました。彼らは自力で日本に來られませんか。彼らを持ち込んだのは誰なのでしょう。」

カワヒバリガイの調査研究を行う前の生徒たちには、たとえば、「外来種＝悪者」、「外来生物の異常繁殖＝生活排水などの環境汚染」というステレオタイプの短絡的な思考も存在した。しかし、実際にカワヒバリガイを手にとると、その貝が生物として美しい形をしていることに感動し、人間にとっての益害はあっても、生物にとっての善悪はない事実気づくことができた。また、豊田大橋よりも、むしろ

上流の池島でカワヒバリガイの生息密度が高いことから、同種の繁殖・定着には、水質よりも流速や底質など他の環境要因の影響が大きいことに気づくこともできた。

環境教育において、常に「答え」は教科書ではなく、自然の中にある。カワヒバリガイの調査研究を通して、生徒は知識と経験を結びつけ、教科学習の枠を越えた「腑に落ちる学び」ができたと確信している。

(2) 高校教育とS P P 事業

2013年度(数学・理科では2012年度)から実施される高等学校学習指導要領では、理科課題研究という1単位の科目が新設される。この科目は、指導に際して効果が期待される場合には、大学や研究機関、博物館などと積極的に連携・協力を図ること、課題の特性や学校の実態に応じて、授業を特定の期間に集中して実施することが可能であるとされている。自然体験や実物体験を基礎にした環境教育において、外部研究機関やアドバイザーとの連携は不可欠である。新設科目の理科課題研究は、S P P 事業を活用した環境教育を強力にサポートする可能性がある。

一方、S P P 事業は、申請が認可されて初めて実施できる教育活動である。S P P 事業を活用した環境教育は、その継続性が必ずしも保証されないという点で、高等学校の教育課程に恒常的に組み入れるのが難しい一面がある。また、S P P 事業などのいわゆる「オプション」的な教育活動は、それを実行する教員の意欲に負うところが大きく、指導する教員が転勤等でいなくなると継続が危ぶまれるというのが否めない現実である。人がいなくなって「終わる」のでは、地域に存続する高等学校で環境教育を行う意味はない。今後、環境教育を推進する上で、S P P 事業で構築したノウハウを学校レベルで継続、展開していくことが大きな課題となる。

おわりに

本校では、3年連続でS P P 事業を活用した環境教育を実施している。昨年度参加した生徒が再び参加して後輩を指導する立場に回るなど、教育の継続性が生じていることは喜ばしい状況である(写真14)。「矢作川 伝統を 映す流れに」というフレーズが本校校歌の3番目の冒頭であるが、S P P 事業を活用した環境教育活動が、学校の伝統として、先輩から後輩へと継承されることを期待する。さらに、S P P 事業を通してカワヒバリガイ



写真14 恒例となった野外調査風景。

などの底生動物の調査を経験した生徒たちが、今後、本校のみならず地域の環境教育のリーダーとして成長していくことを願っている。

謝 辞

S P P事業を実施するにあたり、豊田市矢作川研究所の内田朝子研究員、白金晶子研究員には、野外調査を含む多くの過程においてご指導をいただいている。名古屋大学大学院環境学研究科の林誠司先生には、カワヒバリガイのDNA解析において、多大なご協力をいただくとともに、データの解釈などで適切な助言を頂戴した。北陸農政局農村計画部事業計画課の川中清誠氏には、DNA解析試料として、豊川水系の貴重なカワヒバリガイ個体を提供していただいた。これらの方々のご好意とご協力で心からのお礼を申し上げます。

引用文献

- 遠藤紀之・野方靖行・中野大助・小林卓也 (2009) 遺伝子情報を用いたカワヒバリガイ幼生の定量的検出法の開発。電力中央研究所環境科学研究所研究報告, V08020.
- 濱田稔 (2008) 矢作川水系に侵入したカワヒバリガイの生態。中部電力技術開発ニュース, 130 : 21-22.
- Iwasaki, K. and Y. Uryu (1998) Life cycle of a freshwater mytilid mussel, *Limnoperna fortunei*, in Uji River, Kyoto. Venus (Japanese Journal of Malacology), 57: 105-113.
- 木村昭一 (2009) ほとんどが絶滅の危機！愛知県の淡水産二枚貝。豊田市矢作川研究所月報Rio, 132 : 3-4.
- Magara, Y., Matsui, Y., Goto, Y. and Yuasa, A. (2001) Invasion of the non-indigenous nuisance mussel, *Limnoperna fortunei*, into water supply facilities in Japan. Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA, 50: 113-124.

- 松岡敬二・西浩孝 (2010) 宇連川から発見された特定外来生物カワヒバリガイ。豊橋市自然史博物館研究報告, 20 : 1-4.
- 西村正・波部忠重 (1987) 輸入シジミに混っていた中国産淡水二枚貝。ちりぼたん, 180 : 110-111.
- 中井克樹・松田征也 (2000) 日本における淡水貝類の外来種 - 問題点と現状把握の必要性. 月刊海洋/号外, 20 : 57-65.
- 白金晶子 (2005) 見つけてしまったカワヒバリガイ。豊田市矢作川研究所月報Rio, 80/81 : 4.
- Tominaga, A., Goka, K., Kimira, T. and Ito, K. (2009) Genetic structure of Japanese introduced populations of the Golden Mussel, *Limnoperna fortunei*, and the estimation of their range expansion process. Biodiversity 10 (2/3):61-66.
- 内田臣一・白金晶子・内田朝子・田中良樹・土井幸二・松浦陽介 (2007) 矢作川におけるカワヒバリガイの大量発生後の大量死。矢作川研究, 11 : 35-46.

愛知県立豊田東高等学校：
〒471-0811 愛知県豊田市御立町11丁目1番地