

カワニナを通して考える地域の生態系

岐阜県立岐山高等学校 生物部 カワニナ班

第1章 琵琶湖固有種のカワニナの放流 (岐阜市)

岐阜市内の畜産センターにカワニナ採集を行ったときに、琵琶湖固有種特有のイボのある殻を発見した。近くの施設に尋ねてみたところ、琵琶湖固有種のカワニナを放流していることがわかった。さらに驚くことに、この施設内にある岐阜市の公的団体が中心となって、平成13年度から岐阜市の予算を使って17団体に琵琶湖固有種のカワニナを提供し、ホタルの幼虫の餌の確保のために琵琶湖固有種のカワニナを岐阜市の河川に放流してきたことがわかった。

I 研究の目的

私達は琵琶湖固有種のカワニナを放流することにより、地元の生態系に影響を及ぼすのではないかと考え、琵琶湖固有種のカワニナと地元のカワニナの生態的、遺伝的な違いを研究した。そして、自治体の方々にその研究成果を伝え、放流を中止していただくようお願いした。

II 研究の内容

1 琵琶湖固有種のカワニナと地元のカワニナの違い

(1) 流れに対する耐性

<方法>

流れの速さを次第に大きくしていき、カワニナがどのくらいの大きさの水流で流されるか、実験を行った(図1)。

表1 実験に使ったカワニナ

カワニナの種類	
カゴメカワニナ(琵琶湖)	6匹
タテヒダカワニナ(琵琶湖)	6匹
カワニナ(岐山)	3匹
カワニナ(大垣市国分寺)	3匹



<結果>

・流速2.0~3.0m/sの範囲で琵琶湖のカワニナが流された。

・流速4.5~8.0m/sの範囲で岐阜のカワニナが流された。

<考察>

流れのない琵琶湖湖底に生息している琵琶湖固有種のカワニナは流れに対する耐性が弱く、地元のカワニナの方が流れに対する耐性が強いと考えられる。

(2) ホタルの幼虫に対するカワニナの逃避行動

<方法>

地元のカワニナを6匹、琵琶湖固有種のタテヒダカワニナ、カゴメカワニナをそれぞれ3匹水槽に入れ、ホタルの幼虫を18匹入れて30分おきにインターバル撮影を行った(図2)。また、水量を減らし同様の実験を行った。



図2 インターバル撮影の様子



図3 逃避行動の様子

<結果>

琵琶湖固有種のカワニナ(カゴメカワニナ、タテヒダカワニナ)は捕食されたが、地元のカワニナはホタルの幼虫から逃げた。

<考察>

岐阜のカワニナは水深が深い時は水槽の壁に登り、水深が浅い時は砂の中に身を潜めて、ホタルの幼虫から逃げた。しかし、琵琶湖固有種のカワニナはホタルの幼虫から逃げることなく食べられた。琵琶湖固有種のカワニナはホタルの幼虫に対する逃避行動を示さない(図3)。

(3) カワニナの遺伝的な違い

<方法>

- 岐阜市、恵那市（岐阜市から東へ80km）、琵琶湖（岐阜市から西へ80km）のカワニナを採集しサンプルとして用いる。そして、カワニナの外套膜を切り取り、DNA抽出を行う。
- シーケンサーでCOI領域のDNAを解析し、分子系統樹を作成する。

<結果>

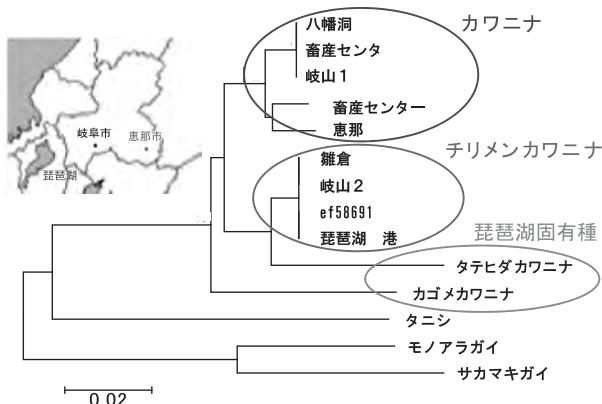


図4 分子系統樹

<考察>

琵琶湖固有種と岐阜のカワニナでは遺伝子レベルでも大きな変異が認められる。

(4) まとめ

これらの実験を通して、琵琶湖固有種のカワニナと地元のカワニナとでは生態的、遺伝的に大きく違うことがわかった。そのため、琵琶湖固有種のカワニナを放流することにより、地元河川の生態系を変化させる危険性があると考えた。これらのデータをまとめ、岐阜市の自治体の方々との話し合いの場を設けさせていただいた。

2 琵琶湖固有種のカワニナの放流の中止

(1) ホタル会議

琵琶湖固有種のカワニナと地元のカワニナの生態的、遺伝的な違いを発表し、岐阜市の公的団体の方々と今後について話し合いを行った。カワニナの研究成果を発表した。これを経て「琵琶湖固有種のカワニナの放流を平成24年度以降、実施しない」ことを決定した。

(2) 出張授業

この琵琶湖固有種のカワニナの放流に環境活動の一環として地元の小学生も参加していた。そこで私達

は小学校へ出向き出張授業を行い、放流を中止した理由を伝えるとともに、カワニナの生態について一緒に学んだ。



図5 出張授業の様子

小学生たちは熱心に話を聞いてくれて、たくさんの質問をしてくれた。小学生の一人は「生き物を違う場所に動かすのは駄目だと分かった。ホタルが増えるように川をきれいにしていきたい。」と語ってくれた。

3 岐阜市のホタルの現状

(1) ホタルアンケート

放流中止とはなったが、自治体の方からホタルを増やす方策を提案された。そこで私達はホタルの現状を調べるために、ホタルアンケートを行った。

<方法>

地元の4つの小学校の児童と保護者を対象にホタルの生息調査を行った。

<結果>

板屋川の本流に多くの生息が確認された。

板屋川に流れ込む水路にもまばらではあるが、生息が認められた。

<考察>

ホタルの生息が認められなくなった地点や、新たに生息が認められた地点がある。これは母集団の変化によるものと考えられる。これまでの結果を踏まえると、ホタルの生息域に大きな変化はなかったと考えられる。今後も調査をしていきたい。



図6 ホタルアンケート結果

III まとめ

琵琶湖固有種のカワニナと地元のカワニナとでは生態的、遺伝的に大きな差があることがわかった。今回、岐阜市では放流を中止することができたが、琵琶湖固有種のカワニナの放流を行っている地域は他にもある。このような国内外来種問題に関わっていきたい。また、地元の小学生にアンケートを実施することによって、地元の自然に興味・関心をもってくれるようになった。今後もこのアンケート調査を継続し、新たに出張授業もしたいと考えている。

第2章 縦肋の多いカワニナの研究

平成25年度に、岐阜市南部を流れる論田川の調査で、岐阜の河川には生息しない琵琶湖固有種であるタテヒダカワニナとよく似たカワニナを発見した。この論田川に生息するカワニナは、殻の縦模様である縦肋が多く、殻の形が細長いという特徴から「縦肋の多いカワニナ」と名づけた。このカワニナは琵琶湖固有種のタテヒダカワニナが岐阜市内の河川に定着したものか、岐阜市内の河川にスポット的に生息し、殻の形状が縦肋の多いカワニナと似ているクロダカワニナが変異したものではないかと考え、以下の実験を行った。



図7 論田川の位置

I 実験の目的

タテヒダカワニナ、クロダカワニナ、縦肋の多いカワニナについて、殻の形状、稚貝の形状、歯舌の形状、遺伝子解析を比較することにより、縦肋の多いカワニナの種の同定を試みた。



図8 左からタテヒダカワニナ、縦肋の多いカワニナ、クロダカワニナ

II 研究内容

(1) カワニナの種による殻の形状の違い

<目的>

カワニナの殻には殻底肋（かくていろく）と呼ばれる模様がある（図9）。この殻底肋はカワニナの種によって数が異なる（表2）。

殻底肋の数を数えることで、縦肋の多いカワニナの種の同定を行った。

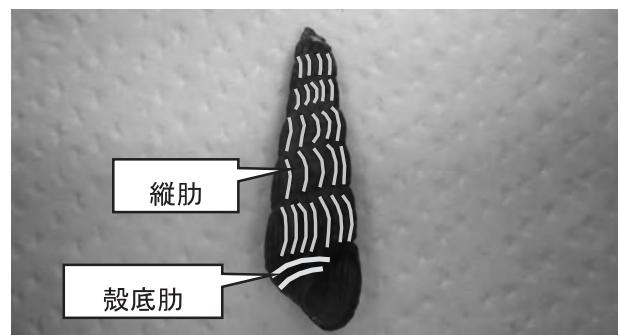


図9 カワニナの各部の名称

表2 タテヒダカワニナとクロダカワニナの殻底肋の数
(ビーシーズ生態写真図鑑シリーズ 日本産淡水貝類図鑑①
琵琶湖・淀川産の淡水貝類訂正版より)

カワニナの種	殻底肋の数
タテヒダカワニナ	2~3
クロダカワニナ	5~6

<方法>

論田川で縦肋の多いカワニナを採集する。採集したカワニナをブラシでこすり、汚れを落とし、殻底肋の数を数える。

<結果>

表3 縦肋の多いカワニナの殻底肋の数と個体数

殻底肋の数	カワニナの数
2	38
3	14
計	52

<考察>

表3から縦肋の多いカワニナの殻底肋は73%が2本、27%が3本であった。これは、表2のタテヒダカワニナの殻底肋の数と一致する。殻底肋の数から、縦肋の

多いカワニナはタテヒダカワニナであると考えられる。

(2) カワニナの稚貝の形状の観察

<目的>

カワニナの殻の形状が種によって異なっていることから、稚貝の形状にも違いがあり、カワニナの種の同定ができるのではないかと考えた。クロダカワニナとタテヒダカワニナの稚貝を観察し、稚貝の形状から種を同定できるかを調べた。また、それらと縦肋の多いカワニナの稚貝の形状を比較し、どちらの稚貝の形状の特徴と一致するかを調べた。

<方法>

カワニナを1匹ずつ個別飼育する。そこで産まれたタテヒダカワニナの稚貝の形状とクロダカワニナの稚貝の形状を比較し、クロダカワニナとタテヒダカワニナを区別できるかを調べる。次に、縦肋の多いカワニナの稚貝の形状を観察し、タテヒダカワニナの稚貝の形状とクロダカワニナの稚貝の形状と比較した。

<結果>

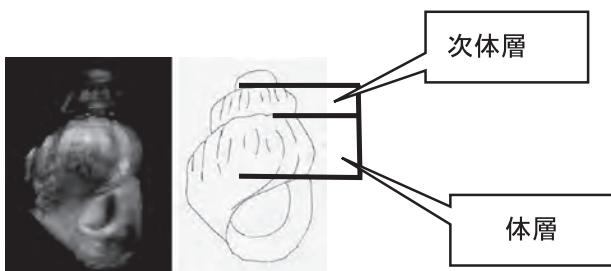


図10 タテヒダカワニナの稚貝



図11 クロダカワニナの稚貝

図12 縦肋の多いカワニナの稚貝

図10よりタテヒダカワニナの稚貝は体層と次体層に縦肋が入っているのがわかる。

図11よりクロダカワニナの稚貝は体層と次体層に顆粒があることがわかる。

図12より縦肋の多いカワニナの稚貝には体層と次体層に縦肋があることがわかる。

<考察>

図10と図11より、タテヒダカワニナの稚貝の形状とクロダカワニナの稚貝の形状には明らかな違いがある

ことがわかる。よって、稚貝によるタテヒダカワニナとクロダカワニナの区別は可能であると考えられる。

図12より縦肋の多いカワニナの稚貝は体層と次体層に縦肋があり、この特徴はタテヒダカワニナの稚貝と一致している。稚貝の形状の観察から縦肋の多いカワニナはタテヒダカワニナであると考えられる。

(3) カワニナの歯舌による種の同定

<目的>

淡水貝類研究会の高見明宏先生から、カワニナの歯舌による種の同定ができると聞いた。そこで、タテヒダカワニナとクロダカワニナの歯舌を観察し、歯舌の形状と本数によってこの2種のカワニナを区別できるかを調べ、それらと縦肋の多いカワニナの歯舌の形状がどちらの歯舌に似ているかを調べた。

カワニナを65℃のお湯に5分間浸して軟体部を取りだす。取り出した軟体部から歯舌にあたる部分を切り取り、2mol/Lの水酸化カリウム水溶液に1日つけておき、肉片を溶かし、歯舌を取り出す。取り出した歯舌を水酸化カリウム水溶液につけた状態で柄つき針を使い、歯舌の内縁歯を観察できるようにした。広げた歯舌を光学顕微鏡に暗視野板を設置した暗視野検鏡の状態で観察をする。

<結果>

図13よりタテヒダカワニナの歯舌は内縁歯の形状が中央に大きな歯が1本、その両側に小さな歯が2本ずつあることがわかる。図14より、クロダカワニナの歯舌は内縁歯の形状が中央に大きな歯が1本、その両側に小さな歯が1本ずつあることがわかる。図15より、縦肋の多いカワニナの歯舌は内縁歯の形状が、中央に大きな歯が1本、その両側に小さな歯が2本ずつあることがわかる。

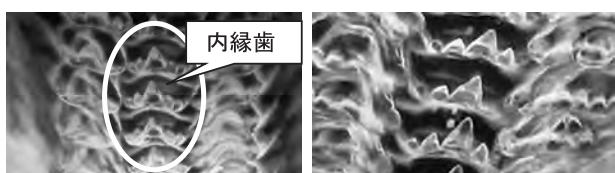


図13 タテヒダカワニナの歯舌

図14 クロダカワニナの歯舌

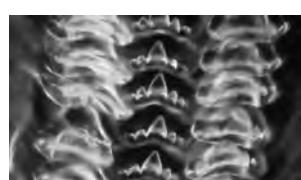


図15 縦肋の多いカワニナの歯舌

＜考察＞

図13と図14より、タテヒダカワニナとクロダカワニナでは歯舌の形状と本数に違いがあることがわかる。歯舌の形状と本数によりタテヒダカワニナとクロダカワニナの区別ができると考えられる。

図15より縦肋の多いカワニナの歯舌は内縁歯が中央に大きな歯が1本、その両側に小さな歯が2本ずつあり、タテヒダカワニナの歯舌の特徴と一致している。

歯舌の形状と本数の観察から、縦肋の多いカワニナはタテヒダカワニナであると考えられる。

(3) 遺伝子解析による調査

＜目的＞

縦肋の多いカワニナの種の同定を遺伝子的な側面から行うために、カワニナの塩基配列を読み取り、分子系統樹の作成を行った。

＜方法＞

検体の一部を切り取り、DNAのCOI領域をPCR法で増幅し、増幅したDNAにシーケンス反応を行い、DNAシーケンサーで塩基配列を読み取る。読み取った塩基配列をアライメントし、分子系統樹を作成し、縦肋の多いカワニナの種の同定を行う。今回は検体にタテヒダカワニナ、クロダカワニナ、縦肋の多いカワニナを使用した。外群にはDDBJより、オオタニシ、モノアラガイ、サカマキガイを使用した。

＜結果＞

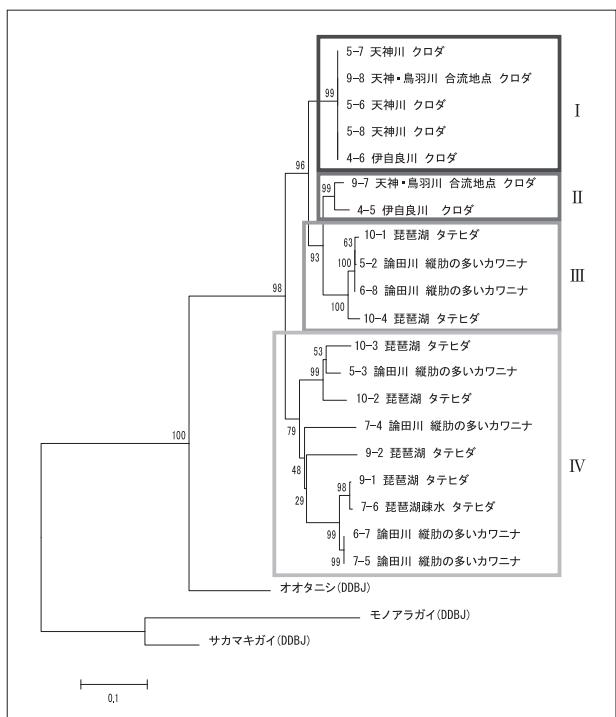


図16 分子系統樹

＜考察＞

図16の分子系統樹のカワニナは4つのグループに分けることができる。

IIIとIVのグループはタテヒダカワニナと縦肋の多いカワニナのグループ、IとIIはクロダカワニナのグループだと考えられる。このことから、タテヒダカワニナと縦肋の多いカワニナは遺伝子的に近縁であると考えられる。

また、タテヒダカワニナ、クロダカワニナにはそれぞれ2つのグループが存在していると考えられる。

IV まとめ

縦肋の多いカワニナは殻の形状、稚貝の形状、歯舌の形状がすべて琵琶湖固有種であるタテヒダカワニナと一致した。分子系統樹からは、縦肋の多いカワニナはタテヒダカワニナと同じグループであることから、遺伝的に近縁であると考えられる。これらのことから、論田川に生息する縦肋の多いカワニナは、琵琶湖固有種であるタテヒダカワニナと考えられる。

しかし、論田川では琵琶湖固有種のカワニナの放流が行われた記録はないため、琵琶湖固有種のカワニナが論田川に進入してきた経路が判明していない。今後は、琵琶湖固有種のカワニナがどこを経由して論田川に進入したのかを解明することを目指し、研究を行っていきたい。

第3章 A市での放流活動阻止の取り組み

この頃、隣のA市でカワニナの放流活動が行われていることをA市のホームページで知った。A市役所環境課に電話をし、この放流活動について話し合いをしたいと申し入れた。

I 取り組みの内容

私達は今までの研究成果を元に「地域の人達と話し合って放流を止めるべきだ」とA市役所環境課へ訴えに行った。しかし「提示してもらった実験データは、信用するには不十分だ。」「行政の問題に高校生が口を出すな。」と言われ、理解し合えないまま話し合いを終え、河川調査の許可も下りなかった。このとき改めて行政との連携の難しさを実感し、現在の実験内容を一から見直すこととした。カワニナの種の新しい同定方法を模索し、種の同定をより確実なものにするために実験・研究を行っている。

実験を進めている中、岐阜大学からカワニナに関し

て情報提供を求める電話があった。内容は、私たちのA市市役所への訴えの結果、A市環境課でも琵琶湖固有種のカワニナの放流の是非が問題になり、岐阜大学に琵琶湖固有種のカワニナの放流が河川の生態系に与える影響を研究して欲しいと依頼があった。直接、琵琶湖固有種のカワニナの放流中止に関わることができるのは残念だが、間接的にでも情報提供をすることで放流中止に関わることができたことは成果といえる。しかし、A市市役所は地域の人々やホタルの保護団体に理由を説明せずに放流を中止しようとしているのが現状だ。これに関して私達は、放流中止の理由を説明し、理解してもらった上で放流を中止すべきだと考えている。そうしなければ、他の生物でも同じような放流活動を行い、生態系を崩してしまうからだ。今後の活動によって、地域の人やホタルの保護団体を交えて琵琶湖固有種のカワニナの放流について話し合えるようにしたい。

第4章 縦肋の多いカワニナはタテヒダカワニナなのか

第2章で縦肋の多いカワニナをタテヒダカワニナと同定したが、縦肋の多いカワニナの方がタテヒダカワニナより螺層角が大きいという違いが見られる。この違いはなぜ生じるものなのかを調べるために、実験を行った。

1 生息環境の変化による環境変異

I 研究内容

タテヒダカワニナが生息する琵琶湖の環境と、縦肋の多いカワニナが生息する論田川の環境は異なっている点が多い。これにより環境変異が起こり、形態に変化が現れたと予想した。特に、流速の大きさは両場所で大きく異なっているので、流速の大きい環境に生息するカワニナほど螺層角が大きくなると予想し、地元河川に生息するカワニナを使って実験を行った。

II 実験内容

(1) 螺層角と流速の関係

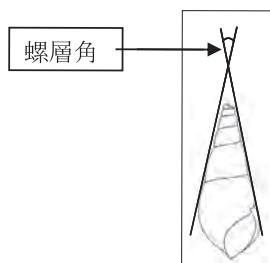


図17 螺層角の位置

鳥羽川に生息するチリメンカワニナ(図18)を対象と

した。伊自良川の合流地点から10km遡り、1kmずつ下りながらチリメンカワニナの螺層角(図17)と流速を測定し、螺層角と流速の関係を調査した。

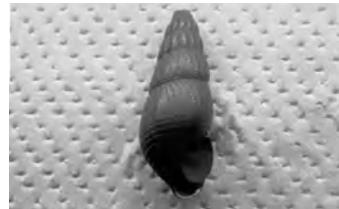


図18 チリメンカワニナ

＜結果＞

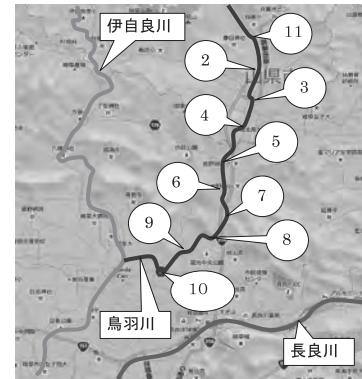


図19 調査した地点

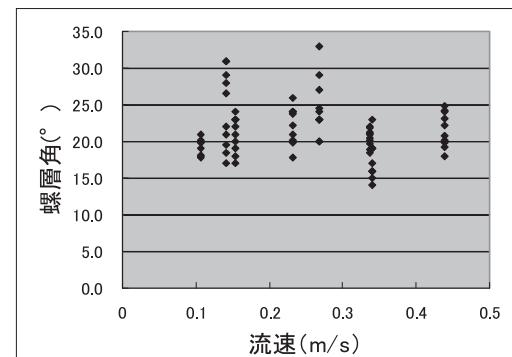


図20 各地点の流速と螺層角の平均値

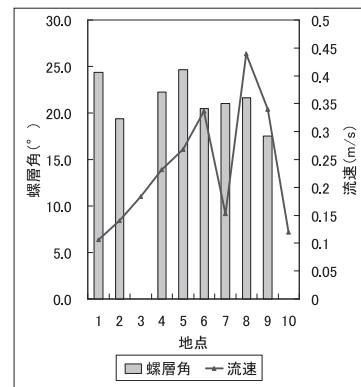


図21 流速と螺層角の関係

＜考察＞

図20、図21より、流速と螺層角には明らかな相関が見られなかった。

この実験では、河川は下流に行くほど流速は小さくなると考えていたが、調査した河川は上流と下流で流速

に大きな変化が見られなかった。またカワニナは、流速の小さい場所を好んで生息していたため、正確な調査をすることができなかつたと考えた。そのため、別の実験系を考えた。

(2) 体層と吸盤面積の違い

流速のある環境下では水に流されないように吸盤が発達し大きくなり、それを殻に収めるために螺層角が大きくなると考え、実験を行つた。

水槽の壁に張り付いているカワニナにスケールをあて吸盤を撮影し、その画像を使用して吸盤の面積を求め、同個体の体層と比較した。タテヒダカワニナと、生息地の底質が琵琶湖の環境とよく似た河川に生息するクロダカワニナと縦肋の多いカワニナを比較対照とした。



図22 吸盤面積測定用の写真

＜結果＞

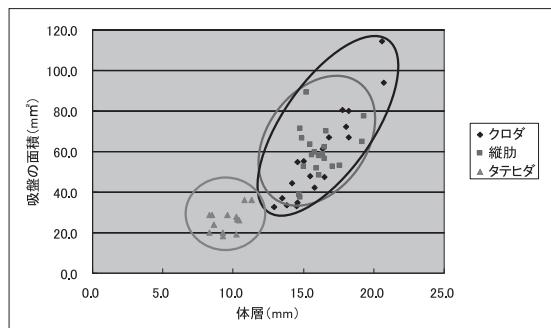


図23 体層と吸盤面積の関係

＜考察＞

図23より、クロダカワニナとタテヒダカワニナの体層と吸盤の面積の関係の分布が完全に異なつておる、流速が強いと吸盤の面積が大きくなることが分かつた。また、縦肋の多いカワニナはクロダカワニナと近い分布を示したので、タテヒダカワニナが河川環境に適応し環境変異した結果、クロダカワニナと似た形態になつたと考えられる。

今後の展望

河川環境のバロメーターとしてホタルを取り上げる自治体が少くない。環境教育と称して子ども達を巻き込んだホタル祭りが各地で行われている。その陰で地域の生態系維持を無視するカワニナやホタルの幼虫の放流活動が行われている。

私達の研究成果を多くの人々に届け、ホタルだけに目を向けるのではなく、地域の生態系を守る必要性を今後も訴えていきたい。

この研究を行うにあたり長浜バイオ大学 アニマルバイオサイエンス学科 山本章嗣先生には分析方法と発表方法についてご指導いただきました。市村薰先生にはカワニナの歯舌の電子顕微鏡写真撮影についてその原理から撮影の技術指導まで多くの時間を割いて教えていただきました。長浜バイオ大学高大連携推進質の岡郷平先生にはカワニナのシーケンスデータをとるための理論と技術を教えていただき、自作のプロトコルを作るためにたくさんのご助言をいただきました。また、カワニナの種を同定するために制限酵素を用いる実験系のヒントをいただきました。淡水貝類研究会所属 高見明広先生には種の同定方法に、歯舌の形状を比べるとよいことを教えていただきました。岐阜大学応用生物科学部 土田浩治先生には岐阜大学のシーケンサーを使用させていただくためにご尽力いただきました。滋賀県水産試験場より琵琶湖湖底に生息するカワニナをサンプルとしていただきました。多くの皆様に支えられて研究を継続してこられたことに感謝申し上げます。

参考文献

- ピーシーズ生態写真図鑑シリーズ 日本産淡水貝類図鑑
①琵琶湖・淀川産の淡水貝類改訂版
②汽水域を含む全国の淡水貝類
標準原色図鑑全集 3貝 保育社

岐阜県立岐山高等学校 生物部 カワニナ班