

授業実践

私たちのサイエンス・

パートナーシップ・プログラム

魅力ある未知なる生物「ウミホタル」が引き出してくれたもの

戸板中学女子高等学校教諭 堀田 のぞみ

はじめに

わが校の自然部は、中高一貫教育の教育課程から部員は、中1から高3までの入部希望者を対象に活動する文化部の一クラブである。このクラブには、私が着任する前から一貫した研究対象の素材「海洋性プランクトン・ウミホタル」があり、2001年に学生科学賞・環境庁長官賞受賞の実績もあって、後継者の私としても、当然継続すべき研究対象素材であった。

ウミホタルのDNAが知りたい

これまでの自然部におけるウミホタルの調査研究は、ウミホタルの生態的特徴（被捕食行動、求愛行動など）であったが、昨年の合宿中に生まれた一部員の素朴な疑問から、新たに設定された仮説は「淡水性プランクトン・カイミジンコ類は、海水性プランクトン・ウミホタルに由来する」である。

この仮説設定の根拠は、ウミホタルが生息する海域には、必ず良質な河川水が流入し、その河川水にはカイミジンコが生息することと、乾燥標本にされたウミホタルとカイミジンコの外形態が酷似していることから、海水性ウミホタルが淡水に適応・放散して、カイミジンコに到達したとする仮説である。

この仮説すなわち、ウミホタルが塩分濃度の変化に対して、どのように適応能力を確保するかを検証するために、ウミホタルが生息する海水域の海水と、その海水域に流入する河川水を用いて、

塩分濃度の異なる5つの水槽を富浦の合宿所に設定して、部員が交代で11時間連続で観察した。

その結果、部長が部員の意見をまとめて提案したことは「ウミホタルの淡水に対する適応能力は、他の海水性プランクトンより高い。そこで、ウミホタルとカイミジンコが系統発生的にどのくらい近いかを、双方のプランクトンのDNAの配列から調べたい」ということであった。

文部科学省：サイエンス・パートナーシップ・プログラムの支援を得て

部員から提案された「ウミホタルのDNA解析」をどうやったら実現できるかを模索している時、SPP事業（注1）のあることを知った。運よく東邦大学理学部生物分子科学科の佐藤浩之先生からパートナーとしての了解を得て、3つのパートナーシップ（研究者招聘講座、教育連携講座、教員研修）のうち、研究者招聘講座を申請する。

4月初旬に採択通知が届き「甲殻類ウミホタル類のDNA解析を用いた分子生物学的位置の検討」が実現することとなった。

個体の採集と採集域の調査に対する目標と決意

採択後、わが校を訪れてくださった佐藤先生に、まず部長は、乾燥ウミホタルでの発光実験を行った後、これから実施されるウミホタルのDNA解析実験に際し、ウミホタルの個体採集と採集域の調査に対する、部員たちの目標と決意を表明した。

- (1) 実験に使用するサンプルは、直接現地にて自分たちの手で採集する。ただし、実験に必要なとする最低個体数だけを採集する。
- (2) ウミホタルの生息海域を取り巻く自然的環境、特に、汽水域と流入河川の水質（水素イオン濃度 水温 電気伝導度）や水生生物も調べる。
- (3) ウミホタルの生息海域を取り巻く人工的環境、特に堤防の外海と内海での水深や塩分濃度等の違いによる生息個体数の変化も調べる。

ウミホタル類の DNA 解析実験スケジュール

(4日間)

- 1日目 ①実験に関する理論の解説
②遠心カラムクロマトグラフィーにより、ウミホタルから DNA を分離精製する。
③リボソーム RNA 遺伝子領域を PCR 法により増幅させる。
④翌日使用する電気泳動用アガロースゲルを作成する。
- 2日目 ①PCRにより増幅した DNA 断片を電気泳動により分離し、バンドを確認する。
②アガロースゲルから DNA バンドを切り出し、ゲル断片から DNA を回収する。
③増幅 DNA 断片を TA クローニング用プラスミドベクターへライゲーションを行う。
④東邦大学で大腸菌を形質転換。後日、クローン化したプラスミドを大学で精製する。
- 3日目 ①DNA の塩基配列決定法に関する講義。
②ウミホタルのリボソーム RNA 遺伝子を含むクローン化プラスミドについて、数種の制限酵素を用いて制限酵素地図を作成し、その後、サンガー法によるサイクルシーケンス反応を行い、

DNA シーケンサーにセットする。

- 4日目 ①DNA シーケンサーから塩基配列データを取り出し、種々の DNA 解析ソフトを用いて塩基配列の解析、インターネットを介して京都大学化学研究所のゲノムネットへアクセスし、DNA データベースを用いて、相同性検索を行い、さらに分子系統樹を作成する。

部員の目が輝き夢中になった そして新しい試みが生まれた

わが校の2日間と東邦大学での2日間の実験を終了し、最終日にウミホタルを中心とした分子系統樹が完成した。しかし、完成した系統樹は全て登録番号で表記されていたため、部員はその一つ一つを学名に置き換えていく作業を行った。しかし、この作業に納得のいかなかった部員たちは、後日、学名だけではわからないからと、ホームペ



採集のようす



ージビルダーでリンクを貼り、分子系統樹の生物の画像を確認できるような工夫へと発展させていった。

おわりに

多くの科学者が、自分自身の疑問に対し大量の資料の検索と多くの自然現象からの観察・実験を通して、最後に直感とも言える大胆な仮説を設定して、誰もが考えなかった結論を導き出してきたことはよく知られている。

今回、部員たちが考えた素朴な疑問「ウミホテルは何処から来たのか」を自分たちの手で解決しようと試行錯誤した結果、ウミホテル類を中心とした分子系統樹作成に至る素晴らしい探索過程を経験することができた。

自分を信じ、仲間と協働して時間を忘れ、指導者を信頼することが、如何に大切であるかを、彼女たちは自分たちの探索行動から学んだ。

SPP 事業は、生徒の自主性を生かしつつ、生徒たち自身が気づけなかった資質と専門性を探求する勇気と喜びを引き出してくれた。また一方、第一線の研究者が生徒たちのところに直接向かい、共に探求することから、科学する心は、互いを信じ切磋琢磨することから始まり、そしてさらなる新たな疑問に行き着くことを、身をもって示してくれた。

注 1

サイエンス・パートナーシップ・プログラム (Science Partnership Program 事業、以下 **SPP 事業**) とは、文部科学省が平成 14 年度より実施している科学技術・理科、数学教育を充実するための「科学技術・理科大好きプラン」の一環であり、中学校、高等学校等を対象に、大学、公的研究機関、民間企業との連携により、先進的な科学技術・理科、数学教育等を実施するための事業である。

高校生へ 私が選んだ 1 冊の本

地球は火山がつくった

鎌田 浩毅著

岩波ジュニア新書

私が火山で知っていることと言えば、噴火してマグマが出るだとか、火山灰などで農作物が育たなくなるだとか、そんなことぐらいだった。何処かで火山が噴火しても自分にはあまり影響がなく、テレビのニュースを見ている他人事だと思っていた。しかし、この本を読んで決して他人事なんかじゃないことがわかった。

現代は技術が進歩してテレビはカラーだし音もでる。だから火山が噴火している映像を見るとすごいなと思うし、怖いとも思う。だが、映像と実物はやはり違う。マグマがものすごい速さで山の斜面を流れてきたり、噴火によって火山岩が飛んできたりするのを実際に体験するのは、映像で見るよりも何倍も恐いだろう。赤熱したマグマが勢いよく空に舞い上がる姿は映像で見るより実物の方が何倍も迫力があるだろう。危険なものであるが、だからこそ本当にすごいのだと思う。一度はこの目で見てみたいと思った。

そんな火山はなんのために噴火するのか。それは、地球内部の熱を逃すためなのだそう。なるほどと思った。人間も汗をかくなどして体外に熱を逃す。地球もそれと同じなのだろう。そう考えるとあんなにダイナミックな噴火も、身近なものに感じた。

では、どうやって火山は噴火するのか。一つは