

## 地球環境と海の生態系調査

### － 地域の自然を対象とした継続的・探究的な高大連携 －



実施担当者 京都府立西舞鶴高等学校  
教諭 本藤 聡仁

#### 1 はじめに

京都府舞鶴市は漁業・産業・文化の面で古くから活躍してきた港町であり、地理的には内海と外海が隣接しており、生態系や水質について考える面でも大変興味深い地形である。本活動では、この人と自然が調和する環境で、生徒たちが地元山から海までの水質・生物を調査・分析することで、海洋から得られる恩恵や陸域における人間活動が海に与える影響について考える契機を持たせることを目的とした。

本活動は本校理数探究科が設置された16年前から京都大学フィールド科学教育研究センター（以下京大フィールド研）の協力を得て実施している。対象となる理数探究科1年生（30名）は17年目の調査結果と過去のデータを用いて地元地域の自然が過去から現在にかけてどのように変化してきたかという重要な調査の一端を担っていることを自覚しながら調査に臨むことができた。

生徒たちが科学的な視点を持って調査・分析・考察・発表を行うことで、森から海にかけての生態系についての理解を深め、得られた成果を周辺地域に発信していく取組となるよう指導することができた。その結果、活動を通じ、生徒たちが主体的・対話的で深い学びを行い、学術的な面で海を知り、将来にわたり海・森を守る資質と態度を育成することができたと考える。

#### 2 活動の概要と成果

##### 2-1 事前学習

令和4年6月18日(土)に本校を会場として京大フィールド研の鈴木啓太先生と中西麻美先生による事前学習を実施した。外部講師の先生には、舞鶴の森里海の関連や実際の調査で注意すること、考えていくべきことなどを講義していただいた。その後、論文（Ushioほか 2018）を用いて高校教員による探究活動の基礎となる興味関心や課題設定・仮説の立て方についての学習を行った。

## 2-2 調査・分析実習

7月21日(木)、22日(金)に森班(14名)・海班(16名)に分かれて調査・分析を行った。森班は、借り上げバスにより綾部市阿須須岐神社付近のヒノキ林で、ヒノキの胸高直径の測定や土壌調査を実施した。その後舞鶴湾(閉鎖性内海)と丹後海(開放性外海)に流入する由良川及び伊佐津川上流の源流・中流・下流・汽水域の調査を行った。海班は、京大フィールド研の教育調査船「緑洋丸」に乗り、舞鶴湾及び丹後海の調査を行った。それぞれの調査ポイントで、水質については水温・塩分・pH・溶存酸素量・クロロフィル蛍光度・電気伝導度などを観測した。生物調査は、たも網や、巻き網、ケタ網を用いて、魚類や底生生物、水生昆虫類などを採集した。海・森のそれぞれの調査は、講師(京大フィールド研)の指導のもとで行った。



調査翌日に京大フィールド研舞鶴水産実験所の研究室にて、講師の指導のもと、各ポイントで採取した水を濾過して、懸濁物質の違いを観察したり、強熱減量による有機物量の測定を行ったりした。また、オートアナライザーを用いて、硝酸態窒素など各種栄養塩濃度などを測定した。生物については、図鑑を用いた詳細な生物種の同定や、個体数のカウント、種ごとの重量の計測、胃の内容物の観察などを行った。分析と並行して、講師に生態系内に存在する定量可能な物質について、それらの意味や変化する理由などについても説明していただいた。調査・分析は数人ずつのグループに対して指導していただいた。どの作業も高度な専門的技能・知識を必要とするため、森班では講師2名とTA2名、海班では講師2名に指導を依頼した。



この調査を通じて、森は木々だけでなく様々な無機的环境に支えられて日々変化していること、海は流域での人間活動と土地利用の影響を強く受けて、自然界の循環システムの中にあることを実感した生徒が多かった。また、内海と外海で水質や生物相が異なることから、我々が利用してきた海の特性について考えた生徒も多かった。



## 2-3 データ分析

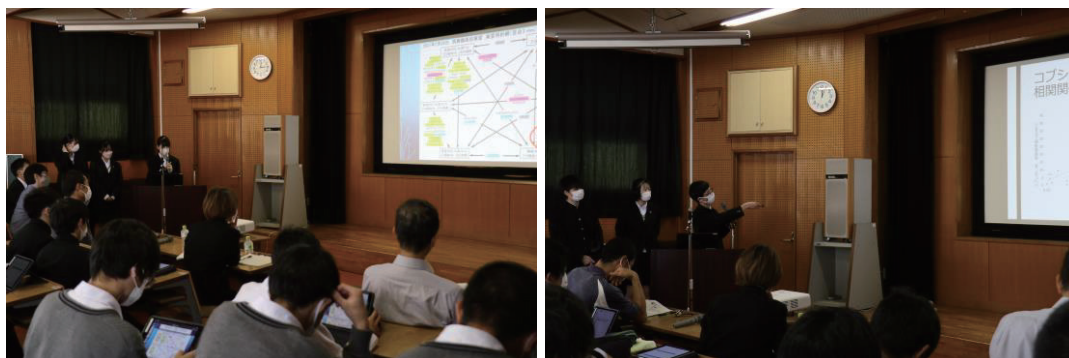
8月下旬から、理数探究基礎の時間を用いて、得られた分析結果について考察した。海班と森班をさらに3~7人のグループに分割し、「舞鶴湾と丹後海での水質の比較」「舞鶴湾と丹後海での底生生物の比較」「舞鶴湾における環境と植物プランクトンの経年変化」「陸からの栄養塩供給と植物プランクトンの生産」「陸と海の世界食物網構造」「土地利用と河川水質との関係」などの大テーマを提示した。その後、生徒たちは大テーマをもとに、自由な発想をもとに考察を進めた。その際、表計算ソフト(エクセル)を用いてデータの処理の仕方についての基本的な知識・技能を身につけさせ、相関関係や因果関係について、統計データをもとに議論ができるよう指導した。また、気象庁のデータや様々な環境データを利用することで、国・地方公共団体が保有するオープンデータの扱い方についても指導した。

## 2-4 発表

発表会はスライドによる口頭発表とポスター発表の両方を行った。発表会には講師の先生方(2名)を招き、質疑応答や講評をいただく時間を設けた。新型コロナウイルス感染症の拡大状況を鑑み、発表会は保護者の参観を取りやめ、それぞれの発表動画を YouTube により保護者に配信した。これにより、多くの保護者が参観し、好評を得ることができた。また、ポスター発表会には本校を志望する中学3年生の参加を呼びかけ、次年度に続く継続的な取り組みとなるよう工夫した。それぞれの発表に対して相互評価を行い、優れた点や改善点などについて指摘しあう時間も設けた。さらに10月29日(土)に実施された第11回日本海研究集会「京都の海の魅力と不思議」(海洋水産学会および京大フィールド研主催)において、シンポジウムで本校教員による話題提供(タイトル「高校生による環境調査の継続-高大連携の意義-」)と生徒によるポスター発表を行った。本シンポジウムは「地域との連携を深めることを目的に、実験所の教員が近年の活動成果を紹介するばかりでなく、京都の海を知る様々な立場の演者がその魅力と不思議に関する話題を提供する。」という趣旨で実施されており、本校の活動を伝えることで、シンポジウムに大きく貢献することができた。

表1 各班のテーマ

班	タイトル
1	濁りとpHの関係性
2	ヒノキと地球温暖化の関係性
3	水温と水質の関係
4	ヒノキの成長と花粉量の関係
5	水温とpHの関係
6	ハタテヌメリの生息動向
7	コブシガニ科の個体数の推移
8	ササウシノシタの採取個体数と雨量の関係



校内発表会の様子

## 2-5 その他活動の工夫

本校を含む京都府立高校は令和4年度より一人一台学習用端末の購入により各生徒がタブレット端末(iPad)を保有している。本活動に際しての各種連絡事項の共有や、アンケートフォームを用いた感想の収集、様々な資料の共有などを Microsoft Teams を用いて行うことで、円滑かつ効率的な活動を行うことができた。また、保護者に配信した発表の様子は、生徒自身の振り返り教材としても使用し、各自が自己の発表を改善する機会を作ることができた。

### 3 まとめ

本校としては過去 10 年以上にわたり、同様の実習を行ってきた。本活動は探究活動の基礎としての位置づけであり、特に近年の新学習指導要領の実施に当たり、身につけさせたい力を明確にし、コンピテンシーベースのカリキュラムへの転換を心掛けている。活動全体を見通して事前学習から探究活動の流れなどを指導した後に実習に臨むことができた。これにより生徒は実習時、様々な疑問を持ちながら海と向き合い、調査を通じて「科学的な視点をもって自然に触れる」という本活動の目的に沿った活動を実施することができたと考える。考察・発表までの流れについても相関関係や散布図を使って得られたデータを解析することを全体に促し、ほぼすべての班が散布図や相関係数を用いた考察を行うことができた。しかし、「偽相関」や「サンプル数」、「有意差」など、指導しきれなかった部分もあり、数学や他教科とさらに連携しながら指導していく仕組みを作る必要がある。また、教員の指導力や専門性も着実に向上している。特に今年度の大きな成果として、これまでの蓄積されたデータを専門誌に論文（データペーパー）として投稿（本藤ほか（印刷中））することができたことは大きな成果である。

今後も本活動を森や源流域から海までのつながりについて、生徒自身が調査・分析することにより、地元地域への愛着を育む教育活動として継続したい。そして生徒が身近な自然を対象とした調査が地球規模の環境問題とつながっていることを認識し、持続可能な社会の構築を担う科学技術人材としての責任感を育成していけるよう尽力していきたい。

### 謝 辞

本調査で生徒への御指導をいただいた京都大学フィールド科学教育研究センターの鈴木啓太先生、中西麻美先生をはじめ、関係者の皆さまに深く感謝する。また、調査の実施にあたり、快く協力してくださった地元の方々に心から感謝する。最後に、本調査を経済的に支援してくださった公益財団法人中谷医工計測技術振興財団に謝意を表す。

### 参考文献

- 1) Masayuki Ushio, Chih-Hao Hsieh, Reiji Masuda, Ethan R Deyle, Hao Ye, Chun-Wei Chang, George Sugihara, Michio Kondoh, Fluctuating interaction network and time-varying stability of a natural fish community, *Nature* 554(7692) 360-363 (2018)
- 2) 本藤聡仁・鈴木啓太・中西麻美・山下 洋（印刷中）. 2006～2021年夏季の京都府舞鶴湾・丹後海の底生動物群集と流入河川の水質 「野生生物と社会」学会 印刷中（査読あり）

以上