



生物多様性プログラムの開発と実践(3年次)

植田, 好人
副島, 麻衣
中垣, 篤志
樋口, 真之輔
山本, 拓弥

(Citation)

研究紀要 : 神戸大学附属中等 論集, 4:45-50

(Issue Date)

2020-03-31

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81012814>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81012814>



実践報告

生物多様性プログラムの開発と実践（3 年次）

Program Development and Practice for Teaching Biodiversity (the 3rd Year)

神戸大学附属中等教育学校 理科（生物分野）

Science Department (Field of Biology), Kobe University Secondary School

植田 好人 副島 麻衣 中垣 篤志

UEDA Yoshito SOEJIMA Mai NAKAGAKI Atsushi

樋口真之輔 山本 拓弥

HIGUCHI Shinnosuke YAMAMOTO Takuya

本プロジェクトは、生物多様性をテーマに、本校の前期・後期課程を含めた理科の授業やグローバルアクションプログラム（以下 GAP）、科学研究部の活動などで、多くの生徒が実体験をもとに学習を進められるプログラムの開発を目的とするもので、3 年次の取り組みである。

本年度は、本校 GAP の一つである 3～5 年生希望者を対象とした本学施設を用いた淡路島での臨海学習、生物多様性に関する探究的な授業実践を複数行った。

The purpose of this project is to develop the science program wherein the students of all grades can study based on real experiences such as the activities of science classes, global action program (GAP) and science research club on the theme of biodiversity.

In the year of 2019 (the third year of this project), a seaside lesson at Kobe University Research Center for Inland Seas (KURCIS) on Awaji Island was conducted to the third-fifth grade students as one of the school's GAP, and several inquiry-based lessons. This article also reports some lesson practices on biodiversity provided to the students of fourth and fifth grade.

キーワード：生物多様性 博学連携 高大連携 生物 生物基礎 野外実習 探究的授業実践

Keywords: biodiversity, collaboration between museums and schools, collaboration between universities and high schools, biology, basic biology, field exercise, inquiry-based lesson practice

I はじめに

本研究は、大学や博物館等の各種施設との連携を図り、授業や課外活動で活用可能な生物多様性プログラムを開発することを目的としている。

生物多様性の学習においては、生徒が野外で活動したり、専門家とともに自然を観察したりすることで得られるものが多い。大学の附属学校としての人的資源を最大限に生かし、博学連携や高大連携を通して生物の多様性学習プログラムを開発・実践し、地域の学校で実施するモデルとして

公開していきたいと考えている。

本年度は昨年度に引き続き、博学連携・高大連携プログラムとして「臨海実習」を実施した。臨海実習は、淡路島の本学施設において瀬戸内地区の水生生物の多様性を学習するプログラムである。座学では学ぶことのできない体験を伴ったプログラムであり、昨年度までは 1 日で行っていたものにさらに内容を加え、1 泊 2 日に拡大させた。また、生物多様性に関する授業実践として 2 つの取り組みを記載する。1 つ目は、5 年人文・社会科学類型（生物選択）の「生物基礎」の授業において、生物

多様性に関連する探究的な活動，区画法を用いた植生調査を行い，植生と人の往来の頻度がどのような関係にあるのかについて考察を行った。2つ目は，4年生の「生物基礎」の授業において，同じ植物個体のなかで日当たりによって生じる葉組織の形態学的差異を考察する探究活動を行った。

II 実践

1. 臨海実習

1) 概要

臨海学習は，2017年度から本校のグローバルアクションプログラムの一環として始まったプログラムである。研修施設が児童および生徒へ元来実施してきたプログラムを基に，充実期（3年生）以上の生徒を対象に，普段の授業の枠を越え，藻類の生物多様性を体感できるように構成した。

2) 内容

参加生徒：3～5年生 計15名

テーマ：「藻類の進化および分類」

目的：①机上の学習ではなく，自らを自然環境に置いて五感で自然体験をする。②藻類をはじめとする生物の進化と，海洋生物の多様性について学ぶ。③専門家の研究を知り，生徒自身の探究活動の深化につなげる。④海洋をふくむ環境問題とその対策をマクロとミクロの両観点に立って考え，自然環境に対する視野を広げる。

日時：2019年8月5日（月）・6日（火）

場所：神戸大学 自然科学系先端融合研究環境内 海域環境教育研究センター(KURCIS)

〔1日目〕

①プランクトン採集，観察 ②海藻組織観察

③ウニの発生 ④海藻採集

※夜間もウニの発生過程を継続して観察

〔2日目〕

⑤講義 ⑥標本作成

⑦蛍光顕微鏡観察 ⑧光合成色素分析

①プランクトンの採集・観察

施設に隣接する磯でプランクトンネットを用いてプランクトンを採集した(図1)。そこで採集したプランクトンを生きたまま，図鑑を基に同定し，実体顕微鏡で観察した。



図1

②海藻の組織観察

施設前の海岸の磯で採集したアナアオサを繊維状に細く裁断し，顕微鏡で観察した(図2)。生物の組織観察そのものは学校および平常授業でも可能だが，海藻を用いると，植物の葉を薄く裁断するよりも試料を作製しやすく，組織も明瞭であった。



図2

③ウニの発生

今年度より新たに実施したプログラムである。雌雄両方のウニの生殖器官を開けて放卵・放精させたのち(図3)，スライドガラス上で受精させ，受精の瞬間や受精膜の形成，卵割の過程を光学顕微鏡で観察した。夜間も宿泊施設にて実体顕微鏡を用いて観察を継続し，桑実胚などを観察することができた。

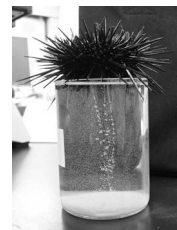


図3

④藻類採集

施設前の海岸の磯で，藻類採集や貝類等の動物の観察を行った。水深と日照，温度等の環境条件に深く着目して行う採集で，探究心を掻き立てられた生徒が多かったようである。普段の生活の中では体感することのできない海洋生物の生活に触れることができた。

⑤藻類の多様性と生態

センター長である川井浩史（理学部教授）による，主に藻類の生態系とそれらの進化および多様

性に関する講義を受けた。中学校レベルの基本から高等学校の発展科目である生物のレベルを少し超える専門的内容まで教えていただいた。

⑥藻類標本の作成

図鑑を用いて、自らが採集した藻類を同定し(図4)、洗い、乾燥させて作製した。乾燥には一定日数を要するため、後日受け取った。



図4

⑦葉緑体と核の自家蛍光とDNAの観察

蛍光染色と蛍光顕微鏡に関する講義を少し受けた後、珪藻の葉緑体DNAとゲノムDNAをそれぞれ蛍光染色し、蛍光顕微鏡で観察を行った。生徒は初めての観察で難しかったようだが、 μg レベルでの実験観察は平常授業では行わないため、意欲的に挑戦していた。

⑧薄層クロマトグラフィーによる光合成色素分析

今年度より新たに実施したプログラムである。紅藻・褐藻・緑藻2種の計4種の藻類について、薄層クロマトグラフィーにて色素分析を行った(図5)。

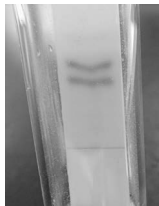


図5

3) 成果と課題

生徒の感想をもとに、成果を下記に示す。

- ・研究者の方々が実際に用いている施設・器具を用いて行う精密な観察・実験は、生徒の知的好奇心を大いに刺激した。
 - ・実物を用いた実習を通して、生徒の海藻への興味が深まった。
 - ・普段机上で学んでいるサイエンスが、実際の自然環境でどのように成り立っているかを体感することで、今後の机上での学習への理解が深まることを、生徒が身を以て理解できた。
- 反対に、課題を下記に示す。
- ・天候や潮の満ち引きに実習が左右され危険が予想される場合がある。
 - ・生徒個人の興味関心の深さや知識量の差があり、活動による学習効果に幅が生じた。

2. 生物多様性に関する授業実践①

1) 概要

「生物基礎」の科目の植生・生態系の単元において、身近な植物を対象とした植生調査を行い、特に植生と人の往来の頻度及び土の硬度の関係を考察する探究的な授業を行った。

2) 内容

対象生徒：5年生(人文・社会科学類型・生物選択) 計58名

テーマ：「植生と環境との関係」

目的：①植物の生育形や被度が人間の生活(人の往来の頻度)とどのように関係しているかを考察する。②机上の学習ではなく、身近な植物に触れることで植生に対する興味・関心を高める。

日時：2019年12月上旬(全2回実施)

場所：本校 生物教室(第1回目授業)、本校グラウンド北側生垣付近(第2回目授業)

[第1回目授業]

①仮説の設定 ②調査方法 ③調査で観察される植物 ④調査地で調査方法の試行及び植物の同定 [第2回目授業]

⑤各班での探究活動

①仮説の設定

生徒は授業の目的を理解した上で、「人の往来の頻度が高くなる環境では植物の被度・生育系、土の硬度はどうか」について、自身で仮説を考えた。

②調査方法

生徒は調査方法の概要の理解及び植生調査に用いる区画法の復習を行った(区画法については、本校3年時に学習している)。また、土壌の硬度を測定するために、土壌硬度計(山中式硬度計)を用いた。

③調査で観察される植物

調査場所で観察される植物について、その生態的な特徴及び同定に必要な特徴を学習した。

④調査地で調査方法の試行及び植物の同定

実際に調査を行う場所付近で、生育している植物を対象とした調査方法の試行、土壌硬度計による土壌硬度の測定、植物の同定を各班(4人程度)

で行った。

⑤各班での探究活動

第2回目の授業では、各班で前時に学習した調査方法に基づいて、協力して探究活動を行った(図6)。



図6

3)成果と課題

〔成果〕

①生徒たちは区画法による植生調査を過去に1度経験しているので、多くの生徒は今回の探究活動をその応用として捉え、積極的に円滑に取り組むことができていた。以下に、生徒の感想を示す。

- ・人の往来の頻度によって、土の硬さや生育形、植物の高さなどの違いがデータ化されて表れることに面白さを感じました。
- ・土壤硬度計という装置を使用することができて、やりがいのある実験でとても楽しかったです。
- ・以前調査をしたときは、1m×1mの1区画しか行わなかった。今回、植生がある場所からなくなる所まで複数の区画を設定して調査できたため、人の往来の頻度が植生にどんな影響を与えているかについて深く考えることができた。

②植生や生態系の単元は、通常冬期(12～2月)に授業を行うことが多く、その時期の植生は豊かではなく、落葉樹も葉を落としていることが多いため、観察に適しているとは一般的に言い難い。また、植物分類が専門である理科教員もそれほど多くないため、本授業で用いた区画法をはじめとした植生の観察・実験を実施している学校もそれほど多くないと考えられる。以上のことから、冬期に実施する植生や生態系の授業は、観察・実験が少なく、知識習得型に陥っている可能性が考えられる。そこで、敢えてこの冬期に植生の観察・実験を実施することを提案したい。それは、植生が単調で観察できる植物の種類が少なく(今回の調査対象の主な植物は約8種類)、植物の同定に要する時間や負担が削減されるので、理科教員が取り組みやすい内容になっていると考えるからであ

る。

〔課題〕

今回は植物の成長に影響を与える環境の要素の1つとして、土壤硬度を測定したが、それ以外にも、土壤硬度の原因とされる土壤の組成、光照度についても測定し植物と環境との関係をさらに深く考察していきたい。

2. 生物多様性に関する授業実践②

1) 概要

「生物基礎」の植物にまつわる学習内容において、同じ植物個体のなかで環境によって生じる葉の形態学的差異を考察する探究活動を行った。

2) 内容

対象生徒：4年生 110名

テーマ：「日当たりと葉の形態との関係」

目的：校庭に植栽されているヤマモモについて、日の当たる側と日陰になる側とでは葉の形態の差異を探究すること。および、一見しただけではわからないような、生物組織の形態学的差異を抽出するための手法・考え方を学び、各自の探究活動に役立てること。

日時：2019年7月上旬(全2回実施)

場所：本校 生物教室

〔第1回目授業〕

①実験の趣旨説明と仮説の設定 ②徒手による葉の切片作製法の習得 ③葉組織の形態学的特徴の観察と同定

〔第2回目授業〕

④各班での探究活動

①実験の趣旨説明と仮説の設定

実験全体のデザインは、教科書の探究活動の項目(吉里ら2015)も参考にした。実験の目的は、校庭に植栽されているヤマモモについて、光の当たる側と日陰になる側(以下、それぞれA葉、B葉とする)では葉の形態に違いがあるかを検証することとし、実践の冒頭に授業者から生徒に提示した。続いて、同じ個体のヤマモモにおけるA葉とB葉とでは、枝についている葉の全体を眺める限りでは差異がみられないことを確認した。そこ

で、より詳細に両者を比較するために、単位面積あたりの生重量および葉の形態学的特徴にも着目する必要性に目を向けさせた。

②徒手による葉の切片作製法の習得調査方法

徒手、つまりフリーハンドによる葉の切片作製法を練習した(図7)。通常、動植物の組織切片作製には、試料を適当な包埋剤に包埋し、ミクロトームで5 μ mから20 μ m



図7

程度に薄切し、染色して観察するのが一般的である。教科書では簡易的な手法としてピスやニンジンのブロックに試料を挟み、剃刀で薄切する方法が紹介されている(例えば、吉里ら 2015; 吉川ら 2015)。ただしヤマモモのような革質葉であればピスを用いなくても、葉を4~6枚程度重ね、これらを剃刀で撫でるようにして薄切することで、より簡便に切片を作製できる。

③葉組織の形態学的特徴の観察と同定

切片を水で封入して簡易プレパラートを作製し、生物顕微鏡で葉の柵状組織、海綿状組織を観察した(図8)。

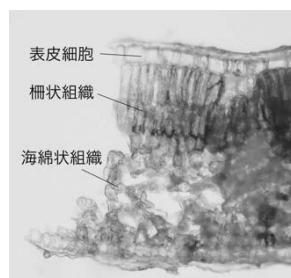


図8

④各班での探究活動

第2回目の授業では班ごとに、まず、A葉とB葉それぞれ15枚を選び、面積と生重量を測定した。続いて、徒手により葉の切片を作製し、柵状組織、海綿状組織の形態を中心に観察した。これらの結果から、A葉とB葉の形態学的差異について考察した。

3) 成果と課題

〔成果〕

植物が積極的に環境に適応し、葉の形態を変化させていることを、生徒自らの探究的な活動を通して実感させることができた。また、実験後の生徒の感想には、同じ植物個体ではあるが、日当た

りによって葉面積や厚さが明確に異なるのは驚きであったというものが多数あった。生徒は植物に対して「静的・受動的」というイメージをもつことが多く(葛西 2018)、本校の生徒への事前アンケートでも同様の傾向がみられた。確かに、ほとんどの植物は固着性であり、動物のような仕方で動き回ることではない。一方で植物は、動物とはまた異なる方法でまわりの環境を感知し、それに応じて自らの「あり方」を変化させている。本実践を通して、その様子を生徒が探究的に明らかにすることができた。

また、生物学における具体的な手法を学んだことで、それを自らの課題研究の方法として応用した生徒がいたことも、本実践で得られた成果である。以下にその例を報告する。

当該生徒は「食糧生産の安定性」という問題意識のもと、水耕栽培された作物の品質を評価するために、土壌栽培のものとの比較を行っていた。比較項目としては、生重量、味、栄養が考えられたが、後二者については客観的な評価が難しく、研究が難航していた。そこで、本実践で組織切片作製法を学んだ生徒は「葉の組織学的特徴」を評価項目として加え、結果、栽培方法によって海綿状組織の密度に差異がある可能性を見出した。本稿執筆時現在、その定量性・再現性を確保するために研究を継続している。

〔課題〕

切片の作製に時間がかかり、観察のために十分な時間を取れない生徒がいた。実験の趣旨からして、組織切片の観察に時間を割きたいので、より迅速で確実に、観察に適した切片を作製できる手法・指導法が望まれる。

また、本実践を行うにあたり、事前に生徒の状況把握のために行ったアンケートでは、一部の生徒の植物についての認識に課題を感じた。というのも、植物に関する基礎的な正誤問題4つ：(1)植物は、エネルギーを用いて生命活動を行う、(2)植物は、外界からの刺激を受け取ることができる、(3)植物は、遺伝子をもつ、(4)植物は、DNAをもつ(すべて正しい)のいずれかを誤答する生徒が約22%に上ったのである(図X;設問は葛西(2018))

に従った)。これは、お茶の水女子大学附属高等学校で行われた葛西(2018)による報告と同様の傾向であった。本単元以前の学習において生物が共通してもつ特徴を学んでいるにも関わらず、主語が「生物」から「植物」に変わるだけで混乱が生じること(葛西 2018)は興味深い。今後、生徒がもつ認識を踏まえた指導法についても検討していかねばならない。

Ⅲ 今後の展望

3年目の取組みとして、昨年度に引き続き、積極的に各種プログラムの開発や博学連携、高大連携を行うことができた。これまでの成果と課題をふまえ、以下の点において、次年度以降の生物多様性プログラムの展望をまとめる。

1点目は、校外におけるプログラムに関して、継続的に実施することである。本年度は日程調整がうまくいかず、昨年度実施した須磨水族館との連携プログラムや、神戸市立森林植物園でのフィールドワークを実施することができなかった。新たに開発することも考えられるが、無理なく継続が可能なプログラムの開発を行い、実践していくことが必要である。

2点目は、校内におけるプログラムに関して、授業やKobeプロジェクトや各種SGHプログラムなど各種活動で使える形に発展させていきたい。例えば、樹木については樹木プレートをさらに充実させ、1年生理科や生物基礎の「植生」の授業を深められるようにするなどしたい。将来的には授業で標本が不足している動物や菌にも対象を広げ、新しい多様性プログラムの開発につなげていきたい。

3点目は、本プロジェクト開始により、教員と生徒の双方の生物多様性に対する探究心や、平常授業を工夫することでより多くの生徒に生物多様性を学んでほしいという教員側の科学教育への創意欲が増したことは、本取り組み開始による大きな成果ではないだろうか。この取り組みを他教科との協力等多方面へつなぎ、さらなる科学教育の

深化をめざす。

文 献

- 葛西陽菜 2018. 生物基礎「植生の多様性と分布」授業実践報告 ―生徒間の教えあいを中心とした授業の実践と課題―. お茶の水女子大学附属高等学校研究紀要 64: 121-132.
- 中西哲 1983. 『日本の植生図鑑(1) 森林』保育社
- 吉川弘之他 2015. 『未来へひろがるサイエンス1』啓林館.
- 吉里勝利他 2015. 『高等学校 改訂 生物基礎』第一学習社.