

地域の外来生物や絶滅危惧種を教材化した環境教育 (ESD) 実践

兵庫県立明石北高等学校教諭 植田好人

1. はじめに：環境教育・ESD とは？

気候変動や生物多様性の損失など地球規模の課題が顕在化する中、「環境教育」という言葉を耳にする機会は増えている。「環境教育」とは、持続可能な社会の構築を目指し、家庭・学校・職場・地域などあらゆる場で、環境と社会・経済・文化とのつながりや環境保全への理解を深めるとともに、環境保全に対して自主的・積極的に取り組む態度を養うために行われる教育・学習をいう¹⁾。また、高等学校学習指導要領では、環境問題を含めた現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力を教科横断的な視点から育成する必要性が示されている²⁾。すなわち、生徒が知識を習得するのみにとどまらず、身近な環境問題を「自分事」として捉え、価値観や態度を形成し、行動の変容へつなげていけるように、様々な立場の者が協働することが重要である。

一方、「Education for Sustainable Development (ESD)」は「持続可能な開発のための教育」と訳され、SDGs(持続可能な開発目標)の17目標(生物多様性の保全を含む)達成に不可欠な教育である³⁾。持続可能な社会の担い手として自ら行動する力を育成することを目的とし、その理念は学習指導要領全体の基盤に位置付けられている。また、環境問題は我々の生命はもちろんのこと、地球の自然環境の存続にも関わっている事項であるので、環境教育はESDの中核をなすものといえる(表1)。

本校での環境教育(ESD)では、地域の外来生物や絶滅危惧種を題材としている。生徒たちがローカルな環境問題に興味を持ち取り組むことで、グローバルな同様の問題への取組に繋がると考えた。本稿では、このような地域の生物多様性を題材とした高等学校における環境教育(ESD)の実践事例を2例紹介し、その教育的効果を示す。

表1 環境教育とESDの関係

	環境教育	ESD
中心テーマ	環境問題	持続可能な社会
対象	主に自然・環境	環境・社会・経済・文化
目標	環境を守る行動	社会をより良く変える行動

2. 環境教育・ESDに関する教育実践

(1) 特定外来生物クビアカツヤカミキリに関する環境教育(ESD)授業

本実践は外来生物という環境問題と生物学のバイオテクノロジー分野を融合した科学的分析型の授業である。

① クビアカツヤカミキリとは？

クビアカツヤカミキリ(図1)は、ソメイヨシノ(サクラ)やウメなどのバラ科樹木に甚大な被害を及ぼす外来昆虫で、2018年に特定外来生物に指定された。近年関東地方や関西地方を中心に分布域を拡げ、全国的に大きな問題となっている⁴⁾。2022年に兵庫県内で初めて、本校近く



図1 クビアカツヤカミキリ

の石ヶ谷公園において確認されて以降、本校科学探究部生物班(以下、生物班)の生徒たちは継続的な活動に取り組んでいる(活動詳細は4.にて述べる)。

② 授業内容

本校でのクビアカツヤカミキリに関する調査活動で得られた知見を題材として、2025年9月に「生物」(1単位、2年物理選択者対象)の授業にて、「生態系と人間生活(生物基礎の外来生物の範囲を含む)」および「遺伝子を扱う技術(PCR法を用いた解析)」の単元を融合した、本種に関する環境教育授業を行った。授業内容について、1・2時間目の授業では生態系と人間生活の概論および生態系を脅かす存在として外来生物(生物基礎の復習)を取り扱った。次に、3時間目以降の授業では、バイオテクノロジーの分野であるDNAの構造からその複製方法の原理を学び、最後にクビアカツヤカミキリの標本の観察やPCR法を用いた遺伝子解析の実習を行った(表2)。

2時間目授業において、外来生物の啓発ポスター作りの課題をパフォーマンス課題として位置づけて、対象の小学4年生が理解しやすい内容にするように、また、教科書の「生態系と人間生活」、および「外来生物」の内容と関連させるように指導した(図2)。

表2 クビアカツヤカミキリに係る授業計画(全7時間)

「重点」には主に評価した観点を示す。知:知識・技能, 思:思考力・判断力・表現力, 主:主体的に学習に取り組む態度
また, 「記録」に○の授業は評価を記録した。「評価内容」には評価記録を行った場合のみ, その内容を簡潔に記載した。

時間	学習内容	重点	記録	評価内容
1	生態系と人間生活:外来生物に注目して	知		
2	外来生物の啓発ポスター作り	知 主	○ ○	・外来生物の記述(知) ・興味を引きつける工夫(主)
3	DNAの構造と半保存的複製	知		
4	PCR法および電気泳動の原理	思	○	PCR法に関する思考学習
5	クビアカツヤカミキリの講義・標本観察	知	○	標本のスケッチ(成虫・フラス)
6	クビアカツヤカミキリの遺伝子解析(DNA抽出・PCR法)	知		
7	クビアカツヤカミキリの遺伝子解析(電気泳動)	思	○	・PCR法で増幅される領域に関する課題 ・実験レポートの考察

表3 ルーブリック(外来生物の啓発ポスター)

※この単元における「興味を引きつける工夫」の評価観点を, 試行錯誤の過程を重視して, 「主体的に学習に取り組む態度」とした。

評価尺度	評価基準	
	設問に対応した根拠(知識・技能)	興味を引きつける工夫(主体的に学習に取り組む態度)
A	<ul style="list-style-type: none"> ・外来生物の定義について正しく説明している。 ・外来生物が生態系や人間生活に及ぼす影響を複数点説明している(理由となる根拠も提示)。 ・身近な外来生物を数種類記述している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・図(イラスト)を複数用いて表現している。特に生物の図は実物の特徴を捉えている。 ・小学4年生にとって, 理解しやすい, 論理的な文章で書かれている。 ・資料の全体のレイアウトが見やすく工夫されている。
B	<ul style="list-style-type: none"> ・外来生物の定義・生態系や人間生活に及ぼす影響・身近な外来生物の3つのトピックのうち, 2つ以上について記述している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・図(イラスト)を用いて表現している。 ・小学4年生が概ね理解しやすいように書かれている。
C	<ul style="list-style-type: none"> ・外来生物の定義・生態系や人間生活に及ぼす影響・身近な外来生物の3つのトピックのうち, 1つについて記述している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・図(イラスト)をほとんど挿入していない(文章ばかり)。 ・小学4年生にとって, 難解で理解しにくい。あるいは, 情報量が少ない(説明が1文程度にとどまっている)。

また, 課題の評価については, ルーブリック(評価基準表)を作成し, 知識・技能と主体的に学習に取り組む態度の2つの観点について評価を行った(表3)。多くの課題作品には, 外来生物の定義や人間生活に及ぼす影響などが概ね記載されていたが, 小学4年生の興味を引きつけるレイアウトやイラストなどの工夫が足りていないものも少数見られた。

5時間目授業では, クビアカツヤカミキリの生態に関する講義, 成虫(オス・メス)の標本観察を行っ

た。生徒たちは, 成虫の観察を通して, 本種の雌雄の特徴の違いなどを見出して理解していた(図3)。さらに, クビアカツヤカミキリと他の昆虫のフラス(幼虫が排出したおがくずが混じったフン)の観察を行い, 2つの形態的な違いを調べ, 班で議論を行った。最初, 生徒たちは2種類のフラスの違いを見分け出すことにやや苦労していたが, 教員の助言等も参考にして最終的には同定のコツを習得した。

6時間目の授業では, 前時に観察した2種類のフラスと同じサンプルを別途準備し, 生徒にはどちらがクビアカツヤカミキリのものかを伝えない状態で



図2 外来生物の啓発ポスター(生徒作品)



図3 成虫の標本を観察している様子

観察させ、予想させた。次に、2種類のフラスからそれぞれ DNA 抽出を行い、PCR 反応のサンプル準備まで実施した(PCR 反応は所要時間が長いため、教員が授業時間外で行った)。本時の遺伝子解析方法は、ひょうご環境創造協会の藤井俊樹先生らと連携して開発した、特別な機器(高速回転の遠心分離機など)を使用せず比較的短時間(約2時間)で実施できる方法の一部を用いた⁵⁾。

7時間目の授業では、フラス形態観察による仮説を、分子生物学的手法で検証するという科学的思考過程を体験させた。PCR 反応で増幅したサンプルを確認するため、電気泳動法を用いた(図4左)。また、電気泳動中に、本種の DNA 塩基配列の一部と PCR 法で用いたプライマー配列を提示し、どの部



図4 電気泳動法を用いた授業
(左:作業の様子, 右:電気泳動の結果)

○モバイルリアルタイム PCR 装置

本授業では、受講生徒数が多いため、PCR 反応後の目的 DNA の増幅確認には電気泳動法を用いた。一方、生物班がクビアカツヤカミキリのフラス同定に用いているのは、ひょうご環境創造協会が提唱するモバイルリアルタイム PCR 装置である(図)。この装置では DNA の増幅をリアルタイムで測定でき、従来の PCR 反応と電気泳動を分けて行う場合には2~3時間かかるのに対し、約30分で解析が可能である。



図 モバイルリアルタイム PCR 装置(PicoGene®PCR1100)
(左:装置外観, 右:測定結果)

分が増幅されるかを考えさせ、班で議論させた。その議論内容やフラスの形態観察結果、電気泳動の結果(図4右)から2種類のフラスを同定させた。

(2) ため池での自然観察会に関する授業

本実践はため池の絶滅危惧種保全という環境問題に対し、小学校を含めた地域と連携して取り組む地域協働型の授業である。

① ため池

兵庫県には、農業用水を貯めるために人工的に造成されたため池が約21,000か所あり、全国1位である。ため池は貯水機能に加え、多様な動植物の生息地・生育地としての役割も担っている。本校周辺にも多数のため池があり、いくつかには貴重な絶滅危惧種が生育していることから、環境教育(ESD)の教材として適している。

② 授業内容

本校では、「生物」(2単位、2年生生物選択者対象)の授業で、本校周辺の保護区のため池をフィールドとし、絶滅危惧種が多数生育する環境のもとで自然観察会を実施している。生徒は明石市立高丘西小学校3年生に対し、ネビキグサ(図5)をはじめとする絶滅危惧種について解説する。活動は教科書「生態系と人間生活」の単元と関連づけ、事前のパフォーマンス課題では、種の生態を小学3年生が理解できるように説明させ、個体数や生育地が減少した要因を人間生活との関わりから考察させた(表4)。

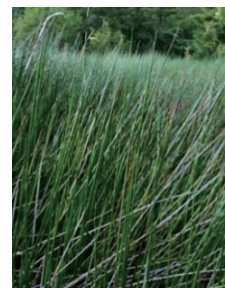


図5 明石市の絶滅危惧種の象徴ネビキグサ

観察会当日、生徒たちは事前に取り組んだパフォーマンス課題の内容や事前指導の内容をもとに、小学生の目線に立ってわかりやすく説明していた。自作のイラストで説明している者もいた(図6)。

評価については、事前に実施したパフォーマンス課題をルーブリック(知識・技能、思考・判断・表現の2つの観点)で評価するとともに(表5)、観察会当日の各生徒の様子を観察して主体的に学習に取り組む態度を評価した(表4)。

明石市の「最後の秘境」とも呼ばれる保護区のため池で、普段は目にする事のない生物に触れたことは、小学生や高校生にとって地元の貴重な自然を知

表 4 ため池での自然観察会に係る授業計画(全 6 時間) ※表中の「重点」「記録」は表 2 を参照

時間	学習内容	重点	記録	評価内容
1	生態系と人間生活	知		
2	ため池に生育する絶滅危惧種の課題	知 思	○ ○	絶滅危惧種が減少した要因(知) わかりやすく伝える表現力(思)
3	観察会事前指導 ※放課後に実施	知		
4～6	観察会当日 ※授業時間(3時間)	主	○	観察会での生徒の児童に対する説明の様子

表 5 ルーブリック(ため池での自然観察会)

評価 尺度	評価基準	
	生態と減少した要因(知識・技能)	わかりやすく伝える表現力(思考・判断・表現)
A	・絶滅危惧種の生態を身近な生物と比較して明確に述べている。 ・減少要因について、人間の活動と関連させて具体的に述べている。	・小学 3 年生が理解できる、論理的な文章で書かれている。 ・難解な専門用語については、小学生が使用する言葉で置きかえたり、身近な現象を例えとして使ったりして説明している。
B	・絶滅危惧種の生態を述べている。 ・減少要因について述べている。	・小学 3 年生にとって、やや難解で理解しにくい記述が一部含まれる。
C	・生態、減少要因のうち、いずれか 1 つしか述べられていない。	・小学 3 年生にとって、難解で理解しにくい記述が散見される。



図 6 自然観察会の様子(自作のイラストで説明)

る貴重な機会となった。また、事前指導や当日の観察会には、ため池の保全団体の方、明石市役所環境創造課および明石市教育委員会の職員も参加し、生徒たちは地域連携の大切さも実感することができた。

3. 取り組みの検証

(1) アンケート調査

授業の効果を検証するため、クビアカツヤカミキリ授業およびため池自然観察会の参加生徒に事後アンケートを実施した。クビアカツヤカミキリの授業では、「外来生物への理解」「バイオテクノロジーへの理解」が深まったと肯定的に回答した生徒はいずれも 85% 以上であった(図 7)。地域課題と先端科学を結びつけた学習が理解の深化に寄与したと考えられる。また、ため池観察では、「地元の生態系・生物多様性への関心の向上」「小学生に分かりやすく説明する表現力の向上」に肯定的な回答がいずれも 100% であった(図 8)。体験活動と異校種交流の組

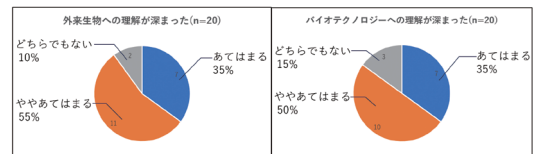


図 7 クビアカツヤカミキリの授業アンケート結果

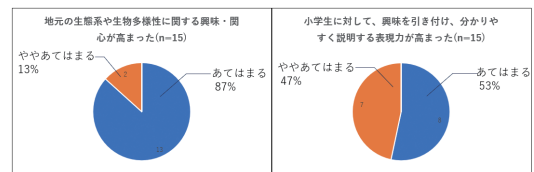


図 8 ため池観察アンケート結果

合せが、地域課題に対する当事者意識および表現力を高めたことが示唆される。ただし、今回採用したアンケート調査は自己評価であるため、行動変容の検証には他の調査方法も含め、長期的追跡が必要である。

(2) ESD としての意義

ESD の学習指導で重視する能力・態度として、「批判的思考力」「多面的・総合的に考える力」「コミュニケーション力」「他者と協力する力」「未来像を予測して計画を立てる力」を含めた 7 つが提唱されている³⁾。本取組を ESD の視点から検証すると、課題レポートの作成やディスカッションは批判的思考力の育成につながった。次に、ため池の絶滅危惧種の減少要因を分析することや、外来生物の問題を人間活動や地域環境との関係からも考察することが、多面的・総合的に考える力や未来像を予測して計画を立てる

力の育成につながった。さらに、小学生への説明活動や行政・保全団体との連携は、コミュニケーション力や他者と協力する力を育む機会となった。

4. その他の教育実践

(1) 生物班によるクビアカツヤカミキリ調査

2022年6月に、兵庫県で初めて本種が本校周辺の石ヶ谷公園で発見されて以来、本校の生物班員および有志生徒が本種の分布拡大阻止に向けた調査を行政・専門機関・企業等と連携して、現在までの約4年間継続的に行ってきた。さらに、2023年度から、小学生の地域の自然に関する諸問題への興味を高め、将来の生態系保全の担い手を育成する目的で、明石市立高丘東小学校の3年生児童に対して本種の環境教育を実施している。本授業は年に2回(7月・12月)実施し、生徒(生物班員)が先生役となり、本種の生態や調査に関する講義および実習(観察)を児童たちに対して行っている(図9)。また、授業内容は小学3年の理科「昆虫のからだづくり」の単元の内容と関連させた授業プログラムとなるよう工夫している。



図9 校庭でのフラス調査

(2) 小学校合同体験活動発表会

本校生徒が先生役となって実施している、高丘西小学校3年生に対するため池自然観察会、高丘東小学校3年生に対するクビアカツヤカミキリ授業に関して、2026年2月に両小学校の3年生が一堂に会して、体験活動の発表会を実施した。両校の児童たちは、互いに自分たちが経験したことをわかりやすくポスターにまとめて元気よく発表していた(図10)。生物のイラストは実物の特徴をよく捉えており、原稿を見ずに大事な箇所に指をさして説明できていた。観察会や授業で会った時よりも一回り成長している姿に感銘を受けた。本校を中心として、地域ぐるみで環境教育(ESD)の和が広がっていることは、大変意義深いことである。



図10 小学生によるクビアカツヤカミキリの発表

5. おわりに

1. で述べたように、環境教育(ESD)は授業を含む教育活動全体で行われるものであり、幼稚園から高等学校まで全校種で必要とされる。まずは地域の環境問題に目を向け、題材となるものを探したい。一見適した題材がないようでも、地域固有の課題は必ず存在する(明石市ではギンブナやドジョウなど身近な魚が絶滅危惧種である)。活動初期はできるだけ費用をかけない方法を選ぶことも重要である(本稿ではバイオテクノロジーの方法を紹介したが、絶滅危惧種や外来生物調査の基本は、地道な実物の観察である)。行政や専門機関も相談すれば協力が得られる場合が多い。理科・探究の授業等で、生徒が地域課題を体験的に学び自分事として捉えることで、態度や行動の変容が期待できる。本校の今後の展望として地域の中学校とも連携し、小・中・高で共通テーマの環境学習を進めていきたい。最後に、本実践におけるクビアカツヤカミキリの遺伝子解析は、武田科学振興財団および中谷財団の教育助成金の支援で行われた。ここに深く感謝申し上げる。

参考文献

- 1)『環境教育等による環境保全の取組の促進に関する法律』、環境省、2011年6月
- 2)『高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説総則編』、文部科学省、2024年12月
- 3)『持続可能な開発のための教育(ESD)推進の手引』、文部科学省、2018年5月
- 4)『クビアカツヤカミキリパンフレット』、環境省、2025年7月
- 5)『モバイルPCR装置を用いたクビアカツヤカミキリDNAの迅速判定に関する研究』、ひょうご環境創造協会、日本生態学会全国大会、2025年3月