

就実大学教育学部初等教育学科

令和4年度

卒業研究

題目

小学校理科授業内での環境教育

ー自然との関わりを設けた活動や実験を通してー

学籍番号 5119005

氏名 入屋 茜

指導教員 福井 広和

目次

第1章 序論

1. 動機・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
2. 背景・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
3. 先行事例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・6
4. 研究仮説・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8

第2章 文献調査

1. 学習指導要領における「生物と環境」の単元の位置づけ・・・・9
2. 歴代教科書における河川、水生生物の取り扱い・・・・・・・・10

第3章 教材研究

1. 理想の教材を作るために必要な2つの特徴の考察・・・・18
2. 「見た目は濁っているがBODの数値が低い水」と「見た目は無色透明であるがBODの数値が高い水」の水の教材開発・・・・19

第4章 授業実践

1. 授業実践の目的および授業で期待されること・・・・36
2. 授業実践の調査対象・日時・・・・・・・・・・・・37
3. 調査方法及び効果の確認方法・・・・・・・・・・・・37
4. 授業の詳細内容及び児童から得られた反応・・・・・・・・37
5. 振り返りワークシートから考えられる授業の効果・・・・44

第5章 研究結果から考察した開発教材の有効性および改善案・・・・46

- 【引用・参考文献】・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・47

第1章 序論

1. 動機

近年、地球規模で環境問題が深刻化し、注目されている。環境問題は明確に定義づけられてはいないが、簡潔に言うと「大半が人類の活動を要因として発生するマイナスな環境変化」とされている。私はこの環境問題について、その重要性に気づき自ら立ち向かっていこうとする児童を育てていきたいと考えた。環境問題の主たる原因は私たち人間であり、それを解決できるのもまた人間であると考えからである。環境を守り持続可能な社会を実現するには、未来の社会を担う児童が重要な役割を果たすと考えるからだ。そして、環境教育を発展させるには、まず児童が自然と関わり、自然に興味をもち、自然を愛する気持ちをもつことが重要であると考え。しかし、最近の児童は自然との関わりが少ないのではないかと感じている。私が小学生の頃は放課後外に遊びに行くことが当たり前であった。ゲームもあったが、それよりも外で体を動かす方が楽しいと感じていた。しかし、最近の小学生はどうだろう。夕方、外で遊んでいる子どもを見るのがほとんど無くなった。小学生の従妹の話聞いていても、下校後は家でゲームか習い事ばかりで外ではめったに遊ばないとのことだった。公園などの遊び場では、危ないからと遊具が減らされたり、遊び方のルールが厳格化されたりしている。それだけでなく、犯罪を恐れ子どもだけで外で遊ばせない家庭も増えているのではないかと感じる。日常の中で自然と関わる時間が少なくなれば、自然への興味も薄れ、自然を愛する気持ちも薄れてしまうのではないかと危惧する。

以上のことから、自然と関わる機会を設けつつ、環境教育をしていくための授業法について研究していきたい。

2. 背景

まず、環境教育の重要性について調べてみた。二宮茂樹は『小学校における環境教育に関する研究』において、次のように述べている¹⁾。

環境問題の原因は結局は一人ひとりの行動の環境への負荷の集合体であり、本質的解決の道を開くためには、一人ひとりの意識改革が不可欠であり、環境教育が重要な役割を担っている。学校における環境教育は子ども自身の意識変革のみならず、家庭、地域へも影響を与えていくことが期待される。

また、土井美枝子は『わが国の環境教育における意識と行動に関する既往研究の系譜』において、環境教育の目的を次のように述べている²⁾。

文科省「環境教育指導資料」(1991,1992)によれば、環境教育は、環境や環境問題に関心・知識を持ち、人間活動と環境との関わりについての総合的な理解と認識の上に立って、環境保全に配慮した望ましい思考力、判断力を身に付け、環境への責任と行動がとれる態度を育成することと考えることができる。環境教育の目的として環境問題に関わる学習を通して得た知識をもとに、子どもたちに環境問題への関心を持たせ、それを環境問題解決に向けた行動に結びつけることがあげられる。環境教育においては、環境問題解決への具体的な行動を実践する人材を育てることが重要な目標となる。

このように環境教育は、単に環境問題解決に向け立ち向かっていこうとする児童の育成にとどまらず、家庭や地域に影響を与えるものである。環境教育においては、環境や環境問題、人間活動と環境との関わり等に関心や認識をもつことから始めなければならないが、まずは児童が自然と関わることが重要ではないかと考えた。

このことに関連して布谷知夫は『身近な課題から始める環境教育』において、次のように述べている³⁾。

環境教育を実施する際には、「環境」自体が非常に複雑であり、またその環境と人間との関わりが課題となるために、まずその対象とする自然環境の多様さ、そして自然環境に依存する人の暮らしや認識の多様さを理解することが大切である。また環境についての認識が個々人の経験に依存して多様であるため、環境教育については一般的な知識を伝え、映像を見せることだけでは不十分である。特に子どもを対象とした環境教育では、その生活の場にある実物の自然を観察することから始めるのがふさわしい。

子どもを対象とした環境教育を行うに当たっては、まずは直接実際の自然と関わることから始めなければならないということである。

次に、私は「最近の子どもは自然との関わりが少ないのではないか」と感じていたのであるが、そのことについて菅麻記子らは『子どもの自然遊びと緑地に関する研究』において次のように指摘している⁴⁾。

子どもの自然遊びは、世代が下がるとともに減少してきているだけでなく、種類の貧困化も進行してきている。これは都市化に伴う緑地の減少が最大の原因であると考えられる。また、緑地での遊びについても、地域特有の緑地の減少に伴ない遊び場の均一化が進行している。

また、子どもの遊び場の減少について梶木典子らは『プレイリーダーのいる子どもの遊び場に対するニーズと評価—「プレイスクール」における調査事例—』において、以下のように述べている⁵⁾。

しかし、今日では、子どもの遊び空間・遊び仲間・遊び時間が減少し、遊び方法を知らない子どもが増加しているため、地域における子どもの自然発生的な遊びは失われつつあり遊べない子どもが増えている。

さらに、梶木らは公園のルールの厳格化が招く危険性についても次のように警鐘を鳴らしている。

地域における子どもの遊び場の代表ともいえる公園は、人工的に整備されたスペースが大部分を占めるうえ、禁止事項が多く、子どもが自由に遊べる場所とはなっていない。さらに、子どもを狙った凶悪な犯罪も増加しており、子どもが屋外で遊ぶのも不自由な状況になってきている。

以上から、私が感じていた「最近の子どもは自然との関わりが少ないのではないか」という懸念は、研究者や実践家の方々も同様に指摘する現代の教育上の問題であることが確かめられた。自然における子どもの遊び場の減少は、都市化や公園のルールの厳格化、犯罪の危険性などが原因で減少していることが分かった。

上で述べたように、子どもを対象とした環境教育を行うに当たっては、直接自然と関わることが重要である。しかし最近の子どもは日常生活において自然との関わりが少ないため、その機会を学校の授業内で設ける必要があると考えた。このことに関連して、鈴木善次は『小学校・中学校・高等学校理科を関連づけた環境教育』において以下のように述べている⁶⁾。

環境教育（学習）についてイギリス・ロンドン大の Arthur M.Lucas(1986)は3つの種類分けをしている。1つは環境についての教育、2つ目は環境の為の教育、もう一つは環境の中での教育である。

3つ目はこれまでの2つの学習目標を達成するための「場」としての意味を持つ。野や山に出て自然環境に、また街に出て建築物など文化的環境に直接ふれることにより、書物やお話からでは得られない「何か」を得る。環境教育（学習）ではこの直接体験が重視される。

これら3つの学習は何も学校という場でなくても可能であるが、すべての人がその機会を持つわけではない。したがって、できるだけ学校教育の中で保証することが望まれる。

私は今まで環境教育を実施するために、まず自然と直接関わる必要だと考えていたが、自然と直接関わること自体が環境教育になるということが分かった。また環境教育の中でも、自然と直接関わる教育が特に重要視されることが分かった。更にその教育は、全ての児童が平等に受けられるよう学校教育の中で実施されるべきだということも確かめられた。この環境教育は小学校理科の授業内で実施されるべきであると私は考える。『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編』では、小学校理科の目標は以下のように明記されている⁷⁾。

自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次の通り育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。
- (3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。

この目標を達成することは上で記した土井の環境教育の目的を果たすことと同じになると考える。鈴木はまた、理科と環境教育のつながりについて以下のようにも述べている⁶⁾。

理科はわれわれを取りまく環境のうち自然環境にかかわるものを教材なり素材として扱っている。したがって、理科で学習することがらはほとんど環境学習の内容になる。

以上のことから、環境教育は小学校理科の授業内において実施されるべきであると確かめられた。最近の児童は自然との関わりが少ないからこそ、自然と直接関わる活動を多く取り入れた環境教育が小学校理科の授業では必要であると私は考えた。

3. 先行事例

本研究に関する先人の研究事例を調べてみた。まず、渡辺らが児童を対象に環境教育を実施していたので、その研究内容を調べた。渡辺らは『河川の水生生物調査を生かした小学校環境教育の実践』において「小、中学校の環境教育では、人間の生活が身近な環境と密接に関係していることを実感させる必要がある」と述べている⁸⁾。また、それを実現する教材について、「そのような教材として『河川』は非常に有用なものとなり得る」と述べている⁸⁾。渡辺らは環境教育を実施する教材として河川が有用なものであるとし、研究実践においても、小学校の授業内で水生生物調査や科学的水質調査等を通して環境教育を実施している。河川を環境教育の教材として有用なものとする理由については、以下のように述べている⁸⁾。

この目標を達成する教材として、「河川」に着目した。それは、「人間活動」によって排出される生活排水が、河川の「水質」を変え、そこに生息する「水生生物」に影響を与えるという、「人間活動」、「自然（環境）」、「生物」の3つの要素を「河川」が含んでいるからである。

そして研究結果を以下のように述べている⁸⁾。

これまで河川の汚れを見ただ目で判断していた児童は、汚れの実態を総合的に捉えることができた。「人間活動と環境との密接な関連性」を児童に実感させた本実践は、「環境教育教材」として「河川」を有効に扱えたのではないかと考えられる。

このように渡辺らは環境教育で河川を扱い、その結果河川は環境教育の教材として有効であるとしている。

次に、島田らが小学校理科の範囲で児童を対象に環境教育を実施していたため、その研究内容を調べてみた。島田らは環境教育を実施する上で重要な点を、小学校理科の目標と関連付けて『イボニシを用いた環境教育に関する研究－小学校第6学年における実践－』において次のように述べている⁹⁾。

これらの目標を達成するためには、身近な自然を学習材料とした体験を行い、児童の自然の事象に対する興味・関心を高めることが重要と考えられる。また、このような活動を通して、児童の環境保全に対する知力及び行動力を育成できるものと思われる。

島田らは渡辺らと同様に、環境教育では身近な自然を教材として扱うことが重要であると主張している。そしてその身近な自然の教材として、巻貝の一種であるイボニシを用いて小学校で環境教育を実施している。

島田らは、環境教育の教材としてのイボニシの有用性を、以下のよう
に述べている⁹⁾。

巻貝の一種であるイボニシは、日本各地の沿岸に生息しており、容易に採取することができる。

さらに、本実験は化学物質の影響を目で見て確かめられることから、身近で起きている環境問題を認識するのに適していると考えられた。

そしてイボニシを教材として実際に環境教育を行い、その研究結果を以下のよう
に述べている⁹⁾。

イボニシを用いた環境教育は、小学校6年生が十分理解しながら進めることができる内容であり、また本巻貝は環境教育を目的とする教材として有用であると考えられた。

このように島田らは環境教育の教材としてイボニシを扱い、イボニシの教材としての有用性を明らかにしている。

以上のことから、2.背景では環境教育は自然と直接関わるということが重要であると明らかになったが、それだけでなく、その自然は児童にとって身近なものである必要があると確かめられた。渡辺らや島田らの研究を参考にし、小学校第6学年の「生物と環境」の単元を対象に研究内容を考えていきたい。

4. 研究仮説

これまでの項で、小学校での環境教育については、自然環境に関わるものを教材なり素材として扱っており、なおかつ目標が環境教育と類似している理科の授業内で実施されるべきであると確かめられた。また、環境教育を行う際には、人間と環境の密接な関わりを児童が実感できるような身近にある自然を教材として扱うことが重要であると考えた。

そこで本研究では、小学校理科第6学年「生物と環境」の単元を対象として、身近な自然と直接関わる活動を取り入れた環境教育の実施方法について調べていこうと思う。扱う教材としては、私たちの身近な自然である河川に注目したいと考える。河川は私たちの身近に存在する自然であるだけでなく、私たちの日常において必要不可欠の水が流れているため、自分の生活と環境の密接な繋がりを実感できると考えた。

研究仮説は以下の通りである。

1. 人間と環境の密接な関わりを実感できるような、身近にある自然を教材として扱った環境教育を小学校理科の授業内で行うことにより、環境問題の重要性に気づき、自ら立ち向かっていこうとする児童を育てることができる。
2. 「生物と環境」の単元において、河川を教材として扱うことで、自分の生活と環境の密接な繋がりを実感することができる。

小学校において環境教育を実施する際は、ただ写真やイラストを提示し問題について考えるだけでなく、実際にその自然環境にふれるための機会を設けたり教材を扱ったりと工夫が必要であると考えた。そして、その工夫の有無が児童の理解や意欲を大きく左右すると思う。

第2章 文献調査

前章では、身近な自然と直接関わる活動を取り入れた環境教育を実施するために第6学年の「生物と環境」の単元を取り上げることにした。本章では、この単元に関する文献を調査することで課題を明確にしたい。

1. 学習指導要領における位置づけ

平成29年告示小学校学習指導要領解説理科編において、理科の内容は「A物質・エネルギー」と「B生命・地球」の二つで構成されている。

「B生命・地球」の区分では「B(1)人と体のつくりと働き」、「B(2)植物の養分と水の通り道」、「B(3)生物と環境」の3つの内容が設定されており、本研究で取り扱う単元はこのうちB(3)に該当する。また、この「B(3)生物と環境」の単元目標は以下の通りである¹⁰⁾。

生物と環境について、動物や植物の生活を観察したり資料を活用したりする中で、生物と環境との関わりに着目して、それらを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 生物は、水及び空気を通して周囲の環境と関わって生きていること。

(イ) 生物の間には、食う食われるという関係があること。

(ウ) 人は、環境と関わり、工夫して生活していること。

イ 生物と環境について追及する中で、生物と環境との関わりについて、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

更に、本単元は第4学年の「B(2)季節と生物」の学習を踏まえた内容であり、中学校第2分野の「(7)ア(ア)生物と環境」の学習につながるものである。

2. 歴代教科書における取り扱い

小学校学習指導要領の目標を受け、これまでの文部科学省検定教科書（東京書籍）では「生物と環境」の内容をどのように扱ってきたのかを調査した。また、本研究では河川を教材とするため、河川や水生生物を取り扱った範囲も調査した。

【調査対象】

昭和 49 年度『新しい理科 2』東京書籍

昭和 49 年度『新しい理科 4 上』東京書籍

昭和 49 年度『新しい理科 6 上』東京書籍

昭和 52 年度『新しい理科 4 上』東京書籍

昭和 52 年度『新しい理科 5 上』東京書籍

平成 4 年度『新しい理科 4 上』東京書籍

平成 4 年度『新しい理科 6 下』東京書籍

平成 8 年度『新しい理科 4 上』東京書籍

平成 8 年度『新しい理科 6 下』東京書籍

平成 12 年度『新しい理科 4 上』東京書籍

平成 12 年度『新しい理科 6 下』東京書籍

平成 14 年度『新しい理科 5 上』東京書籍

平成 14 年度『新しい理科 6 下』東京書籍

平成 23 年度『新しい理科 5』東京書籍

平成 23 年度『新しい理科 6』東京書籍

平成 27 年度『新しい理科 5』東京書籍

令和 2 年度『新しい理科 6』東京書籍

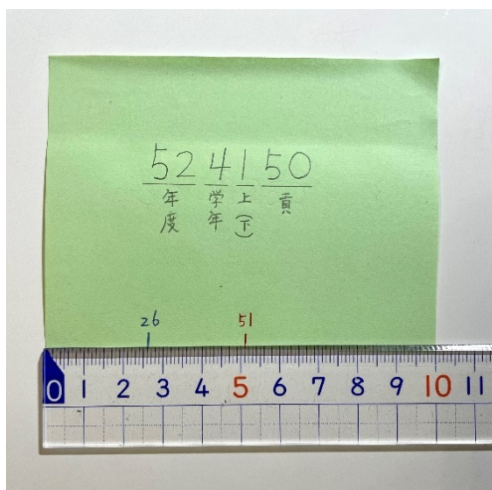
【調査内容】

- ・活動内容
- ・身近に感じる度数
- ・環境教育に適していると感じる度数

【調査方法】

1. 各活動に対して 10 cm 幅のある付箋を用意する。
2. 付箋には「年度」「学年」「上下」「頁」を数値化した番号を記入する。
上下に関しては上巻を 1、下巻を 2、当てはまらない場合を 0 と示す。
3. 付箋の左端を 0、右端を 100 として、身近に感じる度数と環境教育に適していると感じる度数を記入する。その際には、身近に感じる度数を赤色で、環境教育に適していると感じる度数を青色で示す。
4. 付箋に記入した 2 色の度数をそれぞれ数値化し、高得点のグループと低得点のグループに分類する。
5. 分類したそれぞれのグループごとに、共通の特徴を調べる。

1～3 をまとめた付箋が下の写真のようになる。



(左の写真の場合)

52 年度第 4 学年上巻 50 ページの
活動について調べた結果
→身近に感じる度数 51、環境教育に
適していると感じる度数 26

図 1 . 調査分類番号・感覚評価の数値化

【調査結果】

調査方法 1～4 をもとに表にまとめた結果が以下の通りである。

表 1. 教科書記載内容の感覚評価による調査結果

| 年度 | 学年 | 上下 | 頁 | 身近に感じる度数 | 環境教育に適していると感じる度数 |
|----|----|----|-----|----------|------------------|
| 2 | 6 | 0 | 190 | 70 | 98 |
| 2 | 6 | 0 | 195 | 96 | 98 |
| 4 | 6 | 2 | 52 | 97 | 30 |
| 4 | 4 | 1 | 42 | 70 | 4 |
| 4 | 6 | 2 | 51 | 33 | 2 |
| 8 | 4 | 1 | 45 | 99 | 6 |
| 8 | 4 | 1 | 48 | 92 | 65 |
| 8 | 6 | 2 | 43 | 95 | 25 |
| 8 | 6 | 2 | 44 | 51 | 80 |
| 8 | 6 | 2 | 47 | 98 | 99 |
| 12 | 6 | 2 | 46 | 97 | 25 |
| 12 | 6 | 2 | 53 | 97 | 53 |
| 12 | 4 | 1 | 46 | 19 | 4 |
| 12 | 4 | 1 | 53 | 98 | 10 |
| 14 | 5 | 1 | 52 | 52 | 55 |
| 14 | 5 | 1 | 60 | 33 | 70 |
| 14 | 5 | 1 | 66 | 97 | 83 |
| 14 | 6 | 2 | 46 | 98 | 99 |
| 14 | 6 | 2 | 48 | 97 | 99 |
| 14 | 6 | 2 | 50 | 96 | 98 |
| 23 | 5 | 0 | 72 | 14 | 7 |
| 23 | 6 | 0 | 67 | 45 | 23 |
| 23 | 6 | 0 | 169 | 35 | 92 |
| 27 | 5 | 0 | 83 | 36 | 90 |
| 49 | 2 | 0 | 11 | 95 | 4 |
| 49 | 4 | 1 | 66 | 96 | 28 |
| 49 | 4 | 1 | 69 | 27 | 2 |
| 49 | 4 | 1 | 72 | 84 | 2 |
| 49 | 4 | 1 | 73 | 79 | 10 |
| 49 | 4 | 1 | 76 | 37 | 5 |
| 49 | 6 | 1 | 56 | 21 | 5 |
| 49 | 6 | 1 | 57 | 85 | 29 |
| 52 | 4 | 1 | 50 | 51 | 26 |
| 52 | 4 | 1 | 58 | 88 | 6 |
| 52 | 5 | 1 | 4 | 23 | 5 |

次に、この結果をもとに「身近に感じる度数」と「環境教育に適していると感じる度数」のそれぞれについて表にまとめた。その際、それぞれの度数が高い順に並べ替えをした。そして、上位と下位数個ずつを調査し、特徴をまとめた。

まず、身近に感じる度数が高い順にまとめたものが以下の通りだ。

表 2. 教科書記載内容の身近に感じる度数による並べ替え

| 身近に感じる度数 | 年度 | 学年 | 上下 | 頁 |
|----------|----|----|----|-----|
| 99 | 8 | 4 | 1 | 45 |
| 98 | 8 | 6 | 2 | 47 |
| 98 | 12 | 4 | 1 | 53 |
| 98 | 14 | 6 | 2 | 46 |
| 97 | 12 | 6 | 2 | 46 |
| 97 | 4 | 6 | 2 | 52 |
| 97 | 12 | 6 | 2 | 53 |
| 97 | 14 | 5 | 1 | 66 |
| 97 | 14 | 6 | 2 | 48 |
| 96 | 14 | 6 | 2 | 50 |
| 96 | 49 | 4 | 1 | 66 |
| 96 | 2 | 6 | 0 | 195 |
| 95 | 8 | 6 | 2 | 43 |
| 95 | 49 | 2 | 0 | 11 |
| 92 | 8 | 4 | 1 | 48 |
| 88 | 52 | 4 | 1 | 58 |
| 85 | 49 | 6 | 1 | 57 |
| 84 | 49 | 4 | 1 | 72 |
| 79 | 49 | 4 | 1 | 73 |
| 70 | 4 | 4 | 1 | 42 |
| 70 | 2 | 6 | 0 | 190 |
| 52 | 14 | 5 | 1 | 52 |
| 51 | 52 | 4 | 1 | 50 |
| 51 | 8 | 6 | 2 | 44 |
| 45 | 23 | 6 | 0 | 67 |
| 37 | 49 | 4 | 1 | 76 |
| 36 | 27 | 5 | 0 | 83 |
| 35 | 23 | 6 | 0 | 169 |
| 33 | 4 | 6 | 2 | 51 |
| 33 | 14 | 5 | 1 | 60 |
| 27 | 49 | 4 | 1 | 69 |
| 23 | 52 | 5 | 1 | 4 |
| 21 | 49 | 6 | 1 | 56 |
| 19 | 12 | 4 | 1 | 46 |
| 14 | 23 | 5 | 0 | 72 |

このうち、上位と下位それぞれ4つずつの項目をグループ化し、特徴や共通点を調べた。

まず、上位4つについてだ。この4つの項目のうち2つは、自分たちが住んでいる地域を流れる川に行き観察をする活動であった。残りの2つは、私たち人間の行動を、身の回りの環境や生物と関連付けて考えを深める活動であった。4つの項目全てに共通するのは、自分と身の回りの自然を結びつけているという点である。

次に、下位4つについてだ。4つの項目のうち2つはメダカなど生物に関する範囲であった。そして残り2つは川の流れの範囲であった。この4つの項目に共通しているのは、自分の日常生活と学習内容が結びつきにくいという点である。生物に関係している2項目は、金魚などを飼っている水槽の水や、メダカについて調べる学習である。金魚や水槽は全ての人が日頃から触れているとは限らないため、身近に感じにくいのではないかと考えた。また、川の流れに関する2項目では、教科書に写真や絵で載っている川や、他の県の川について考える学習である。それらの川は自分の身の回りにはあるものではないため、身近に感じにくいのではないかと考えた。そして、環境教育に適していると感じる度数が高い順にまとめたものが以下の通りだ。

表3. 環境教育に適していると感じる度数による並べ替え

| 環境教育に適していると感じる度数 | 年度 | 学年 | 上下 | 頁 |
|------------------|----|----|----|-----|
| 99 | 8 | 6 | 2 | 47 |
| 99 | 14 | 6 | 2 | 46 |
| 99 | 14 | 6 | 2 | 48 |
| 98 | 14 | 6 | 2 | 50 |
| 98 | 2 | 6 | 0 | 190 |
| 98 | 2 | 6 | 0 | 195 |
| 92 | 23 | 6 | 0 | 169 |
| 90 | 27 | 5 | 0 | 83 |
| 83 | 14 | 5 | 1 | 66 |
| 80 | 8 | 6 | 2 | 44 |
| 70 | 14 | 5 | 1 | 60 |
| 65 | 8 | 4 | 1 | 48 |
| 55 | 14 | 5 | 1 | 52 |
| 53 | 12 | 6 | 2 | 53 |
| 30 | 4 | 6 | 2 | 52 |
| 29 | 49 | 6 | 1 | 57 |
| 28 | 49 | 4 | 1 | 66 |
| 26 | 52 | 4 | 1 | 50 |
| 25 | 8 | 6 | 2 | 43 |
| 25 | 12 | 6 | 2 | 46 |
| 23 | 23 | 6 | 0 | 67 |
| 10 | 12 | 4 | 1 | 53 |
| 10 | 49 | 4 | 1 | 73 |
| 7 | 23 | 5 | 0 | 72 |
| 6 | 52 | 4 | 1 | 58 |
| 6 | 8 | 4 | 1 | 45 |
| 5 | 52 | 5 | 1 | 4 |
| 5 | 49 | 4 | 1 | 76 |
| 5 | 49 | 6 | 1 | 56 |
| 4 | 4 | 4 | 1 | 42 |
| 4 | 12 | 4 | 1 | 46 |
| 4 | 49 | 2 | 0 | 11 |
| 2 | 4 | 6 | 2 | 51 |
| 2 | 49 | 4 | 1 | 69 |
| 2 | 49 | 4 | 1 | 72 |

このうち、上位と下位それぞれ6つずつの項目をグループ化し、特徴や共通点を調べた。

まず、上位6つについてだ。上位6つに共通するのは、環境の変化と人間の行動を結びつけているという点だ。その中でも特に多く見られた特徴は2つある。1つ目は、人が環境にどのような影響を及ぼしているか考えているという点だ。そして2つ目は、自然環境を守るために自分たちにできることは何かを考えているという点だ。これら2つの特徴をまとめると「人間が自然環境に及ぼしている悪影響を見つけ、その影響を減らすためには何ができるかを考える」という活動があげられる。

次に、下位6つについてだ。下位6つのうち5つは観察や実験をする活動で、1つは調べて話し合う活動だ。これら6つは、自然と関係する実験内容や調査内容ではあるが、その自然と私たちの生活を結びつけていない。そのため、環境教育に適しているとは感じにくかったのではないかと考えた。付箋の「身近に感じる度数」と「環境教育に適していると感じる度数」の両方についてまとめたものが以下ようになる。

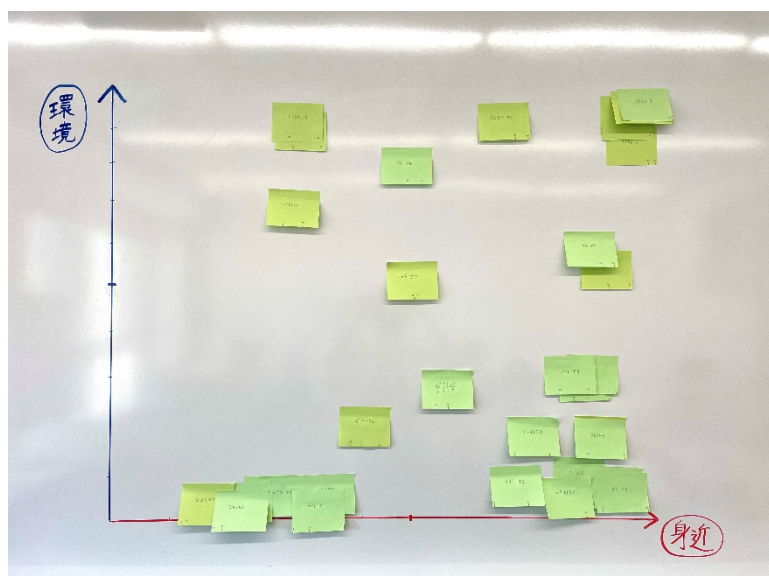


図2. 感覚評価のマトリクス配置

このグラフは、横軸が「身近に感じる度数」を示し縦軸が「環境教育に適していると感じる度数」を示している。つまり私にとっては、一番右上にあるものが最も理想的であり、一番左下にあるものが最も理想と離れている、ということである。一番右上に位置する付箋は2枚あり、2枚とも「身近に感じる度数」が98、「環境教育に適していると感じる度数」が99であった。その2枚の付箋に示した教科書の内容は以下の2つである。

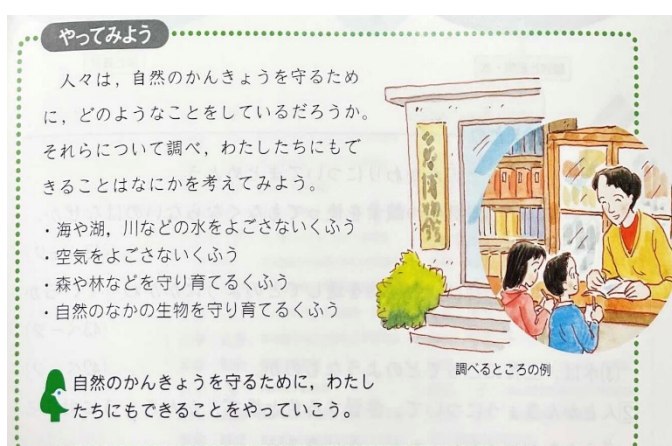


図3. 感覚評価のマトリクス配置
上位群の教科書記載例



これら2つの活動が最も理想的であると感じるのは、私たちの行動が自然環境にどのような影響を及ぼしているのかを考えたり、自然環境を守るために私たちができることは何かを考えたりする機会を設けているからだと考えた。

そして一番左下に位置する付箋は1枚あり、「身近に感じる度数」が14、「環境教育に適していると感じる度数」が7であった。その付箋に示した教科書内容は以下の通りである。



図4. 感覚評価下位群の教科書記載例

この活動が最も理想と離れている、と感じる原因は3つ考えられる。1つ目は、実物の川ではなく写真の川を教材にしている点だ。2つ目は、教材として載せている川が県外に位置し、身近にないという点だ。そして3つ目は、この活動が自分の生活に結びつかないという点だ。

以上の歴代教科書調べから、私にとって最も理想となる活動の目安が分かった。この目安をもとに教材を考えていきたい。

第3章 教材研究

第2章では、「生物と環境」の学習指導要領での位置づけを調べた。また、歴代の教科書を調べることによって、私にとって最も理想となる活動の目安を立てた。そこで本章では、立てた目安をもとに教材開発を進めたい。

1. 予備調査

第2章の教科書調べから、大きく分けて2つの特徴があれば理想の教材が作れると考えた。まず1つ目は、自分が住んでいる地域を流れる川を観察するなど「自分と身の回りの自然を結びつける」という点だ。そして2つ目は、人間が自然環境に及ぼしている悪影響を見つけ、その影響を減らすためには何ができるかを考えるなど「環境の変化と人間の行動を結びつける」という点だ。この2つの特徴を重視し調べていく。

第2章先行事例で挙げた、渡辺らの『河川の水生生物調査を生かした小学校環境教育の実践』においては、水生生物調査や科学的水質調査等を実施している。この活動では実際に自分たちが住んでいる地域を流れる川に行き観察をしている。そうすることで、自分と身の回りの自然を結びつけることができている。また、調査結果から、河川を汚す原因が自分たちの生活排水にあることに気づかせている。このことで、環境の変化と人間の行動を結びつけることができている。

しかし、河川を汚す原因が自分たちの行動にあることは理解しても、これから河川を汚さないためには具体的にどうしたらよいか考える時間を設けていない。児童にそのことを考える時間を十分に与えれば、より良い学びになるのではないかと考えた。

2. 教材開発

河川の水質調査にあたっては、外観や臭気など人間の感覚における判断だけでなく、河川に含まれる物質の数値で水質を判断する必要があると考えた。その方法として、第2章の先行事例で挙げた渡辺らが実施していた科学的水質調査が適切であると考えたため、追試を行う。渡辺らは科学的水質調査としてパックテストを実施している。パックテストについて、環境事典では以下のように記載されている¹¹⁾。

共立理化学研究所が排水処理などの現場計測用に開発した簡易水質検査キットの名称である。精度感度および測定項目が人為的に汚染された水環境の水質測定に適しており、比較的安価で操作が容易であり安全性も確保されているため、学校や市民団体による身近な水環境の水質検査に広く利用され、同種の簡易水質検査キットの代名詞となっている。pH、硬度、化学的酸素要求量(COD)などの基礎的な水質項目の他、鉄、銅、亜鉛などの金属イオン類、硝酸イオン、亜硝酸イオン、リン酸イオンなどの富栄養化関連成分が短時間で測定できる。使用試薬に劇物が含まれている場合もあるので、測定操作、機材廃棄など取扱説明書に従って安全に使用しなければならない。

このことから、パックテストは身近な河川の水質検査を学校で行う際に適しているということが分かる。また、安全性が確保されているとは言え危険な場合もあるため、取扱説明書に従い適切な方法で安全に使用する必要があることも分かった。

渡辺らの研究では、化学的酸素要求量(COD)、亜硝酸性窒素(NO₂)、リン酸イオン(PO₄)、水素イオン濃度(pH)の4項目をパックテストで測定している。これらは生活排水の流入とともに増加すると考えられるため、渡辺らはこの4項目を設定した。水質と生活排水の関係を明らかにすることは環境教育につながると考えたため、本研究でもこの4項目について追試したい。

【追試内容】

河川の水を汲み取り、化学的酸素要求量(COD)、亜硝酸性窒素(NO₂)、リン酸イオン(PO₄)、水素イオン濃度(pH)の4項目をパックテストで測定する。

【追試対象河川】

- ・香川県 香東川
- ・香川県 春日川
- ・岡山県 旭川

【追試結果】

①香川県 香東川



図 5 .
香東川の様子



図 6 .
亜硝酸性窒素(NO₂)の結果

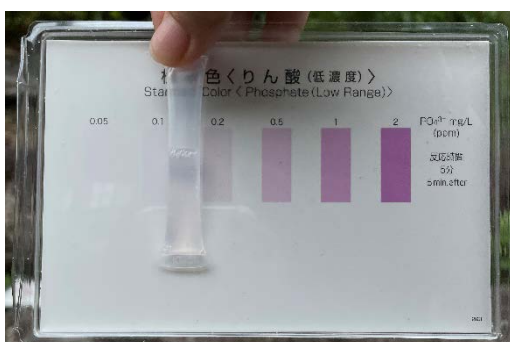


図 7 .
リン酸イオン(PO₄)の結果



図 8 .
水素イオン濃度(pH)の結果

香東川の亜硝酸性窒素 (NO_2) 量は 0.02mg/L 、リン酸イオン (PO_4) 量は 0.1mg/L 、水素イオン濃度 (pH) 量は $\text{pH}7.5$ であることが分かった。(図 6～図 8 参照)

②香川県 春日川



図 9.
春日川の様子

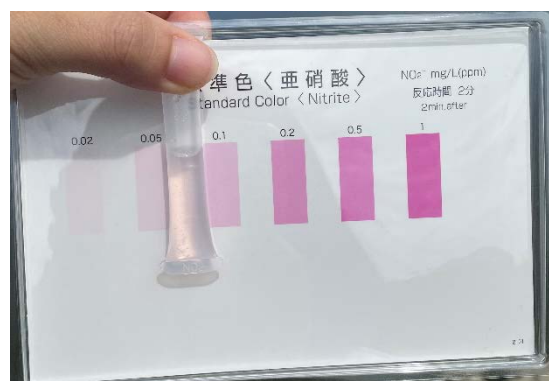


図 10.
亜硝酸性窒素 (NO_2) の結果

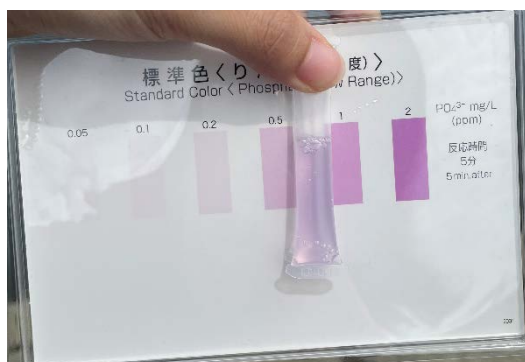


図 11.
リン酸イオン (PO_4) の結果

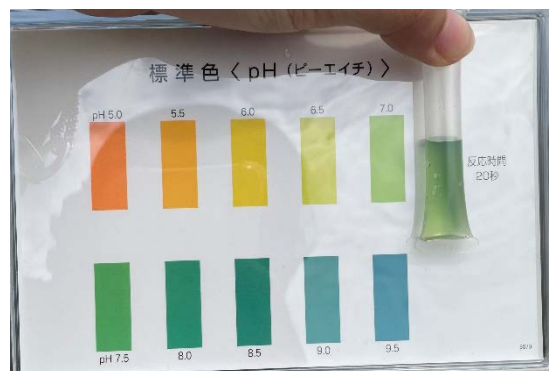


図 12.
水素イオン濃度 (pH) の結果

春日川の亜硝酸性窒素 (NO_2) 量は 0.05mg/L 、リン酸イオン (PO_4) 量は 0.5mg/L 、水素イオン濃度 (pH) 量は $\text{pH}7.0$ であることが分かった。(図 10～図 12 参照)

③岡山県 旭川



図 13.
旭川の様子

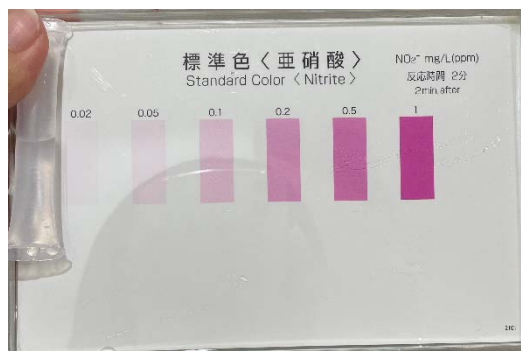


図 14.
亜硝酸性窒素 (NO₂) の結果



図 15.
リン酸イオン (PO₄) の結果

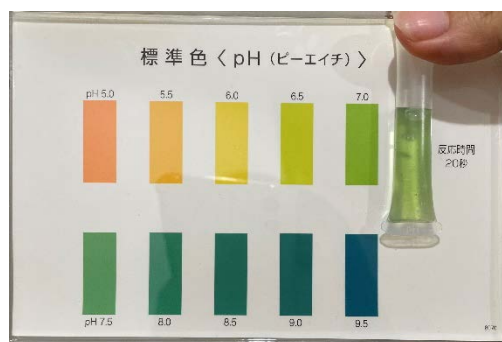


図 16.
水素イオン濃度 (pH) の結果

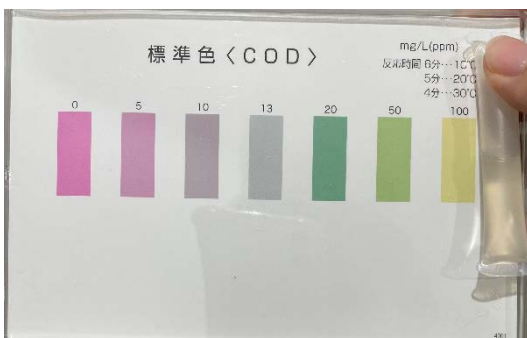


図 17.
化学的酸素要求量 (COD) の結果

旭川の亜硝酸性窒素 (NO₂) 量は 0.02mg/L、リン酸イオン (PO₄) 量は 0.05mg/L、水素イオン濃度 (pH) 量は pH7.0、化学的酸素要求量 (COD) は 100mg/L であることが分かった。(図 14～図 17 参照)

これら3つの川は綺麗な見た目であり異臭もしなかったが、生活排水が含まれており綺麗な川とは言えないことが分かった。また、特に旭川に関しては下のような事実が分かった。

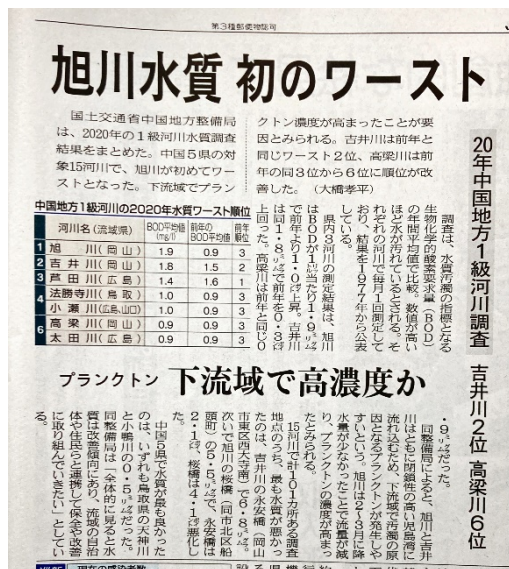


図 18. 旭川水質に関する新聞記事

この新聞記事から、2020年において旭川は中国5県の1級河川の中で最も水質が悪いことが分かった。

以上のことから、見た目は綺麗な川でも水質は悪い場合があることが分かった。そのため、水質を調査する上では、見た目や臭いなど人間の感覚だけでなく、パックテストなどを用いて数値によって水質を明らかにする必要があることが確かめられた。

更にパックテストをゼミ生にも行ってもらった結果「簡単だから児童も実験しやすいだろう」という意見や「もっと色の変化が分かった方が楽しい」などという意見が出た。また実験している様子を見たところ、色の変化が分かりやすい項目(CODとpH)についてはゼミ生の反応が良かったが、色の変化が分かりにくい項目(NO₂とPO₄)についてはゼミ生の反応が薄かった。このことから、児童に実験を行う際は色の変化が分かりやすいということも考慮する必要があると考えた。

追試ではパックテストの検査項目として化学的酸素要求量（COD）を挙げたが、類似する検査項目として生物学的酸素要求量（BOD）がある。これら2つの違いについて、大阪府立環境農林水産総合研究所は以下のように記載している^{1,2)}。

BOD（Biochemical Oxygen Demand＝生物学的酸素要求量）は、河川などの水の汚れの度合を示す指標です。

COD（Chemical Oxygen Demand＝化学的酸素要求量）は、湖沼や海域などの水の汚れの度合を示す指標です。

BODは、河川における自浄作用（微生物による有機物の分解）と同じ作用を利用した測定方法であり、河川の水質汚濁の指標として適しています。

一方、水が長期間滞留する湖沼や海域では、微生物では分解されにくい有機物による汚染も評価する必要があります。そのため、汚染を化学的に分解するのに必要な酸素の量であるCODが、水質汚濁指標とされています。

このことから、河川を教材とする本研究では生物学的酸素要求量（BOD）を検査する方が適切であると考えた。

【教材開発】

本研究では見た目は綺麗であるが生活排水が多く含まれている水と、見た目は汚いが生活排水が含まれていない水の2種類を人工的に作ることを試みた。パックテストを行った際に前者はBODの数値が高くなり後者はBODの数値が低くなるよう人工汚染水を作った。

見た目は汚いが生活排水が含まれていない水として、泥水を作った。その際、有機物が含まれていない土を使う必要があるため、砂場の土を利用した。

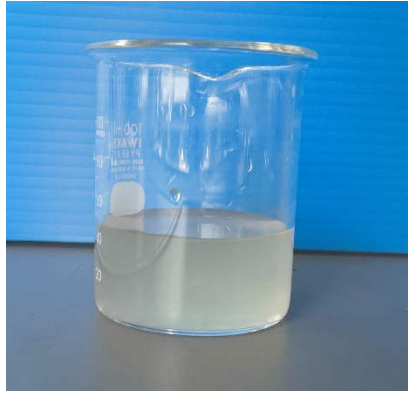


図 19.
作成した泥水



図 20.
泥水のパックテストの結果 (BOD)

見た目は綺麗であるが生活排水が多く含まれている水として、まず三角コーナーのゴミを含んだ水を作った。

この際、綺麗な見た目にするためにろ過を行った。その結果、ろ過前とろ過後のパックテスト (BOD) の数値は変わらなかった。このことから、ろ過はパックテストの数値に影響が出ないことが分かった。



図 21.
ろ過前 (右) とろ過後 (左) の水



図 22.
ろ過前 (右) とろ過後 (左) の
パックテスト (BOD) の結果

BOD の数値が高くなる生活排水は作ることが出来たが、具体的に何が含まれていると BOD の数値が高くなるのかが明確になっていない。そのため BOD の数値が具体的に何と関係しているのか調べ、下の表にまとめた^{1 3)}。

表 4. BOD の数値と食品・生活用品の関係
 〈参考：生活排水読本（環境省）〉

| 流すもの | BOD 数 値 (g) | 魚がすすめる水質 (BOD5 mg/l 以下) に するために必要な水 バスタブ (300l) 何杯分 |
|--------------------------------|----------------|--|
| 使用済み天ぷら油(20 ml) | 30 | 20 |
| マヨネーズ大さじ 1 杯(15 ml) | 20 | 13 |
| 牛乳コップ 1 杯(200 ml) | 16 | 11 |
| ビールコップ 1 杯(180 ml) | 15 | 10 |
| みそ汁 (じゃがいも) お椀 1 杯 (180 ml) | 7 | 4.7 |
| 米のとぎ汁 (1 回目) (500 ml) | 6 | 4 |
| 煮物汁 (肉じゃが) 鉢(100 ml) | 5 | 3.3 |
| 中濃ソース大さじ 1 杯(15 ml) | 2 | 1.3 |
| シャンプー 1 回分(4.5 ml) | 1 | 0.67 |
| 台所用洗剤 1 回分(4.5 ml) | 1 | 0.67 |

この表は、それぞれの「流すもの」の 1 回分当たりでの数値であるため「流すもの」の量を統一して次頁の表にまとめ直した。

表 5 . BOD の数値と食品・生活用品の関係 (一定量)

| 流すもの (100 ml) | BOD 数値 (g) | 魚がすすめる水質 (BOD5 mg/l 以下) に するために必要な水 バスタブ (300l) 何杯分 |
|------------------|------------|--|
| 使用済み天ぷら油 | 150 | 100 |
| マヨネーズ | 133 | 89 |
| シャンプー | 22 | 15 |
| 台所用洗剤 | 22 | 15 |
| 中濃ソース | 13 | 9 |
| 牛乳 | 8 | 5 |
| ビール | 8 | 6 |
| 煮物汁 (肉じゃが) | 5 | 3 |
| みそ汁 (じゃがいも) | 4 | 3 |
| 米のとぎ汁 (1 回目) | 1 | 0.8 |

この表は、流すものの量を統一し、含まれる BOD の数値が高いものを上から順に並べたものである。このことから BOD は使用済み天ぷら油に 1 番多く含まれていることが分かった。この表をもとに、教材を作っていきたい。

見た目は綺麗であるが BOD の数値が高くなるようにするために、表 5 の上位のものを水に混ぜて BOD の数値を確かめる実験を行う。油に関しては、未使用の油と使用済みの油では BOD の数値がどれほど変化するか確かめるために、未使用の油についても実験を行う。

実験では図 23 のような道具を主に使用した。



- ・ 計量カップ
- ・ パックテスト (BOD)
- ・ 計量スプーン

計量スプーンに関しては、水に入れるものの量を統一し、かつその量を正確に測るために様々な量を測ることができる計量スプーンを使用した。

図 23. 教材開発で主に使用した道具

まず、未使用の油で実験を行った。水 500 ml に 1.25 ml の油を入れて BOD のパックテストを行ったところ、BOD の数値は 0 であった。



図 24.
使用した
未使用油



図 25.
水 500 ml に未使用油
1.25 ml を入れた様子



図 26.
水 500 ml に未使用油 1.25
ml を入れた場合のパック
テスト (BOD) の結果

水 500 ml に油 1.25 ml は少なすぎると感じたため、水 200 ml に 2.5 ml の油を入れて BOD のパックテストを再度行った。その結果、BOD の数値は変わらず 0 であった。

次に、未使用ではなく使用済み天ぷら油でパックテストを行った。
はじめに、水 200 ml に使用済み天ぷら油 2.5 ml を入れて BOD のパック
テストを行った。



図 27.
使用済み天ぷら油



図 28.
使用済み天ぷら油 2.5 ml

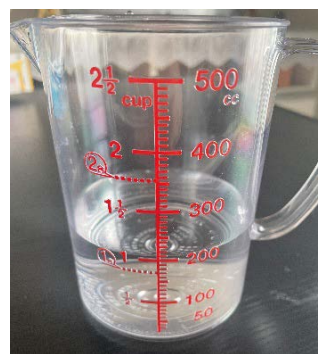


図 29.
水 200 ml

その際、油が水に浮いてしまい、パックテストの際に水面と水中で
BOD の数値が変わってしまうと考えた。そのため、食器用洗剤を 3 滴
追加で入れて、油が水中に混ざった状態にした。

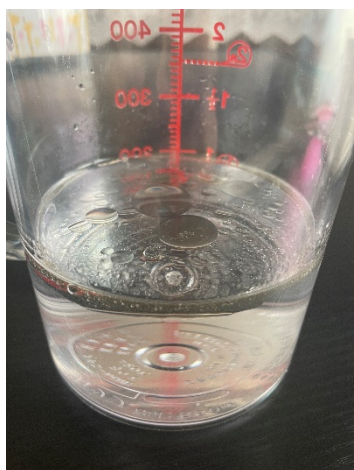


図 30.
水 200 ml に使用済み
天ぷら油 2.5 ml を入
れた様子



図 31.
使用した食器用洗剤



図 32.
図 30 のものに食器用
洗剤を 3 滴追加した
様子

その状態（水 200 mlと使用済み天ぷら油 2.5 ml、食器用洗剤 3 滴が混ざった状態）で BOD のパックテストを行ったところ、BOD の数値はおよそ 20 になった。



図 33.

水 200 ml に使用済み天ぷら油 2.5 ml を入れ、食器用洗剤を 3 滴混ぜた場合のパックテスト（BOD）の結果

更に、水 200 ml に使用済み天ぷら油 5 ml を入れ、そこに食器用洗剤 3 滴を混ぜた状態で BOD のパックテストを行った。その結果、BOD の数値はおよそ 50 になった。

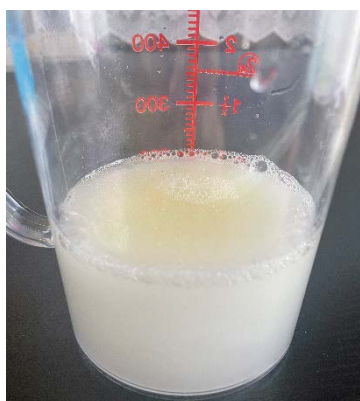


図 34.

水 200 ml に使用済み天ぷら油 5 ml を入れ、食器用洗剤 3 滴を混ぜた様子



図 35.

水 200 ml に使用済み天ぷら油 5 ml を入れ、食器用洗剤を 3 滴混ぜた場合のパックテスト（BOD）の結果

次に、水 100 ml に 2.5 ml のシャンプーを入れて BOD のパックテストを行った。その結果、BOD の数値はおよそ 100 になった。



図 36.
使用したシャンプー



図 37.
シャンプー 2.5 ml



図 38.
水 100 ml にシャンプー
2.5 ml を入れた様子



図 39.
水 100 ml にシャン
プー 2.5 ml を入れた
様子 (2)



図 40.
水 100 ml にシャンプー 2.5
ml を入れた場合のパック
テスト (BOD) の結果



図 41.
パックテスト (BOD)
の結果 (アップ)

次に、水 200 ml にマヨネーズ 2.5cc を入れて BOD のパックテストを
行った。その結果、BOD の数値はおよそ 100 になった。



図 42.
マヨネーズ 2.5cc



図 43.
水 200 ml にマヨネーズ
2.5cc を入れた様子



図 44.
水 200 ml にマヨネーズ
2.5cc を入れた場合のパック
テスト (BOD) の結果

「見た目は綺麗であるが BOD の数値が高くなるようにする」ことが理想であるが、どれも見た目が濁ってしまっていた。そのためろ過装置を使って見た目を綺麗にすることを実験した。ろ過装置の実験では、水 200 ml にマヨネーズ 2.5cc を入れたものをろ過した。その結果、ろ過を行っても見た目が濁ったままであった。また、ろ過前とろ過後に BOD のパックテストを行ったところ、ろ過前もろ過後も BOD の数値は約 300 であった。このことから、マヨネーズはろ過をしても BOD の数値は変化しないことが分かった。

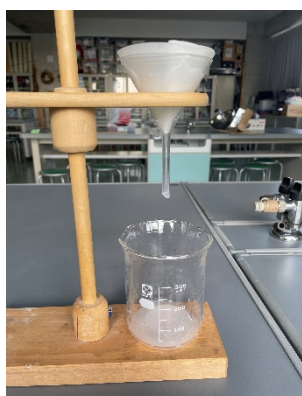


図 45.
マヨネーズのろ過
実験様子



図 46.
マヨネーズろ過前の
パックテストの結果



図 47.
マヨネーズろ過後の
パックテストの結果

ろ過装置を使って見た目を綺麗にすることは難しかったため、水に入れても見た目が濁らない身近な物を探すことにした。そしてその結果シャンプーに着目した。シャンプーは BOD の数値が高かったが、自分が持っているシャンプーは白色であったため水に入れた際に白く濁ってしまった。そのため、無色透明のシャンプーであれば水に入れても白く濁らないのではないかと考えた。まずは無色透明のシャンプー 2.5cc を水 200 ml に入れて BOD のパックテストを行った。その結果、見た目は濁らず透明であった。パックテストの BOD の数値は約 100 になった。



図 48.
無色透明シャンプー
2.5cc

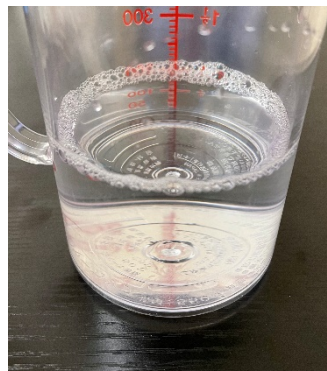


図 49.
水 200 ml に無色透明
のシャンプー 2.5cc を
入れた様子



図 50.
水 200 ml にシャンプー
2.5cc を入れた場合の
パックテスト (BOD)
の結果

次に、水 200 ml に無色透明のシャンプー 2.5cc を入れたものに、更にシャンプーを 2.5cc 追加で入れて再度 BOD のパックテストを行った。この場合、合計すると水 200 ml にシャンプー 5cc を入れたことになる。その結果、見た目は変わらず綺麗なままであった。パックテストの BOD の結果も、シャンプー 2.5cc の時と変わらず約 100 であった。

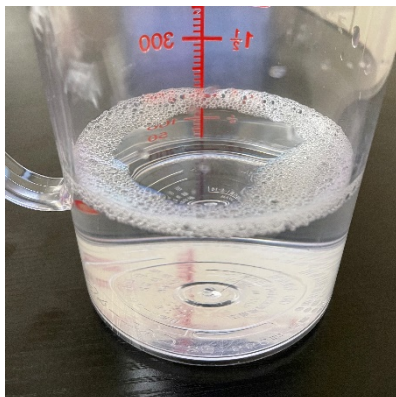


図 51.
水 200 ml に無色シャンプー
5cc を入れた様子



図 52.
水 200 ml に無色シャンプー 5cc を
入れた場合のパックテスト
(BOD) の結果

この結果より、シャンプーが 2.5cc であっても 5cc であっても BOD の数値が 100 であることが分かった。このことから、シャンプーの量が増えても BOD の数値は変化しないのではないかと考えた。この考えを確かめるために、上の実験の水に更にシャンプーを 5cc 追加で入れて再度 BOD のパックテストを行った。この場合、合計すると水 200 ml にシャンプー 10cc を入れたことになる。その結果、パックテストの BOD の数値はシャンプー 2.5cc の時や 5cc の時と変わらず約 100 であった。見た目は、シャンプー 2.5cc の時と比べると少し濁っていた。



図 53.
水 200 ml に無色シャンプー 10cc を入れた様子



図 54.
水 200 ml に無色シャンプー 10cc を入れた場合のパックテスト (BOD) の結果

「見た目は綺麗であるが BOD の数値が高くなるようにする」というものが理想であったが、無色透明のシャンプーを使えばこの理想を実現することができた。これまでのパックテストの実験結果を下の表のようにまとめたところ、教材として無色透明のシャンプーが最も適していることが分かった。そのため教材として無色透明シャンプーを使用する。また、シャンプーは 2.5cc であっても 10cc であっても BOD の数値は変わらないこと、見た目は 2.5cc の時の方が綺麗であることを踏まえて、可能な限り少ない量で進めることにする。

表 6 . BOD のパックテストの実験結果

| 混ぜたもの | BOD数値 | 見た目 |
|-------------------------|-------|-----|
| 水500cc・未使用油 (1.25cc) | × | △ |
| 水200cc・未使用油 (2.5cc) | × | △ |
| 水200cc・使用済み油・洗剤 (2.5cc) | △ | × |
| 水200cc・使用済み油・洗剤 (5cc) | △ | × |
| 水100cc・シャンプー (2.5cc) | ○ | × |
| 水200cc・マヨネーズ (2.5cc) | ○ | × |
| ろ過マヨネーズ | ○ | × |
| 水200cc・無色シャンプー (2.5cc) | ○ | ○ |
| 水200cc・無色シャンプー (5cc) | ○ | ○ |
| 水200cc・無色シャンプー (10cc) | ○ | △ |

以上の教材開発を通して「見た目は濁っているが BOD の数値が低い水」と「見た目は無色透明であるが BOD の数値が高い水」を作成することができた。前者は水に砂場の土（珪砂）を混ぜて作り、後者は水に無色透明のシャンプーを混ぜて作った。後者の水には、自分たちが毎日使っているシャンプーを入れることで、自分たちの日頃の行動について考え直す機会にもなると考える。この2つの水を使用することで「ヒトにとっては綺麗に見えるが生物や環境にとっては悪影響のある川があること」と「ヒトにとっては濁って見えるが生物や環境にとっては悪影響のない川があること」を理解し、更に日頃の行動を考え直す授業づくりを進めていく。

第4章 授業実践

第2章では「ヒトにとっての綺麗」と「生物・環境にとっての綺麗」には違いがある場合もあることを理解し、自分たちの日頃の行動を考え直すことができるような教材開発を行った。

本章では開発教材を用いて授業を行うことで、開発教材が環境教育の際にどのように影響するのかを調査していく。また授業を実施する際は、授業中に児童の反応を観察し、ワークシートに児童が自分の考えを記入できる欄を設けておく。それらを通して、環境との関わりについて児童が自分の日常生活と関連付けて考えを深めるためには、何が有効であるかを調査していく。

1. 目的および研究仮説

開発教材を用いた環境教育を行うことで、児童が環境との関わり方について日常生活と結びつけながら考えを深めることができるかを調査する。また、児童の反応を観察し、児童が記入したワークシートを確認することで、児童が自分の日常生活と関連付けて考えを深めるためには何が有効かを調査する。

環境教育を行う際に自分たちの身近にある河川を取り上げることで、日常生活と関連付けながら考えることができるのではないかと期待する。また、自分たちが日常生活で使っているものが含まれている開発教材を用いることで、児童が自分の日頃の行動について考え直すことができるのではないかと期待する。これらを確認するためにも、ワークシートの最後に児童の理解度や考えを確認することができる記述欄を設けることにする。

2. 調査対象・日時

S 小学校 6 年生 48 名

令和 4 年 2 月 28 日・3 月 1 日（月・火）5 限目（13:50~14:35）

3. 調査方法

6 年生は 48 名だが、24 名ずつで分かれて 2 クラスあるため 2 回分の授業を行う。授業では、2 つの水の BOD の数値をパックテストで児童自身に測定してもらうことで、人間にとっては見た目が綺麗であっても生物や環境にとっては悪影響があることを実感してもらう。また、日常で自分たちが使用しているものを取り上げることで、日頃の自分たちの行動と環境への影響について考えを深められるよう促す。そして、児童に分かったことや考えをワークシートに書いてもらうことで、理解度や授業のどの部分が有効であったかを確認する。

4. 授業の実際

授業を実施するに当たっては、開発教材だけでなく、児童向けに作成したパワーポイントも使用する。パワーポイントは 3 つあり、1 つ目は 2 種類の河川の写真を見比べるものである。泥で濁っている河川と透き通っている河川の写真を見比べて、どちらが自分たちにとって綺麗かを問うことで、ヒトは見た目綺麗かどうかを判断している事に気付かせたい。2 つ目は、パックテストについて説明したものである。児童からするとパックテストは初めてであると考えられるため、扱い方や注意点を説明しておく必要があると考えた。そして 3 つ目は使用済み天ぷら油が環境に与える影響について説明したものである。開発教材に含まれるシャンプーや、パワーポイントで示した使用済み天ぷら油に関する説明をもとに、児童が自分たちの行動を考え直すことを期待する。それぞれのパワーポイントや使用したワークシート、学習指導案を次頁から示す。

(1)本時の目標 人と環境(河川)との関わり方について、より妥当な考えをもつことができる。

(2)展開

| 学習活動 | 教師の指導・支援 | 準備物・学習評価 |
|---|--|--|
| <p>1. 学習の問いをもつ。</p> <ul style="list-style-type: none"> 濁っている川と透き通っている川の写真を見比べ、どちらの方が綺麗な川か考える。 泥水(茶色く濁っている水)とシャンプーを入れた水(無色透明の水)を見比べ、どちらの方が綺麗か予想する。 学習の問いをもつ | <ul style="list-style-type: none"> ○身近にある河川を想起しやすいように近くにある旭川や百間川を取り上げる ○どちらが綺麗だと思うか挙手してもらう。 ○この時は、それぞれの水に何が入っているかは伝えないようにする。 ○児童は見た目で判断すると考えられるため、実際に調べてみることを促す。 | <p>川の比較写真</p> <p>泥水(A) シャンプー水(B)</p> |
| <p>ヒトにとっての綺麗な川、生物や環境にとっての綺麗な川は違いがあるのだろうか。</p> | | |
| <p>2. 実験を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> バックテストの説明を聴く。 パワーポイントを見て説明を聴く。 4人班を作り、班ごとに行う。 泥水(A)とシャンプー水(B)のそれぞれに2回ずつ、合計4回のバックテストを行う。(1人につき1回)その際はストップウォッチで2分間はかり直後の色をワークシートに記入する。 <p>3. 結果を共有し考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 各班の代表者1人が前に出る。 黒板に模造紙大の標準色拡大版が貼ってあるので、自分の班で出た結果の色のところに磁石をはる。(Aは赤の磁石、Bは青の磁石) 「使用済み天ぷら油が環境に及ぼす悪影響」を説明したパワーポイントを見ながら説明を聴き環境保全について意識をもつ。 <p>4. 本日の学びをまとめ、身近な川についても興味を持つ。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一文目に分かったこと、二文目に自分の考えをワークシートに記入する。 | <ul style="list-style-type: none"> ○見た目だけではなく、生物にとっての綺麗な川について疑問をもたせたい。 ○水質を調べる方法としてバックテストを取り上げ、パワーポイントを用いて説明する。 ○配る前に、実験内容を説明する。 ○バックテストの予備を準備しておく。 ○手順書を前のスクリーンに映しておく ○ワークシートの書き方を説明しておく ○黒板に標準色の拡大版を貼っておく。 <p>○水に入っているものを説明し、泥水とシャンプー水では、どちらがBODの数値的に生物によいか発問する。</p> <p>○見た目は綺麗な川であっても、環境的には悪影響のある川である場合があることに気付くよう促す。</p> <p>○身近な食べ物である揚げ物を取り上げ、使用済み天ぷら油が環境に及ぼす悪影響について説明し、環境に悪影響を与えないために自分たちが日常で工夫できることを想起させる。</p> <p>○学校の近くにある旭川や、家の近くにある川は、見た目ではなく環境的にはどうなのか、疑問に思わせたい。</p> | <p>パワーポイント ストップウォッチ バックテスト 標準色の紙</p> <p>標準色拡大紙 磁石</p> <p>パワーポイント</p> <p>・ワークシート ★環境との関わり方について、より妥当な考えをもつことができる</p> <p>【思考力・判断力・表現力等】</p> |
| <p>見た目は綺麗な川であっても、生物や環境にとっては悪影響がある場合もある。生物や環境に悪影響を与えないためには、油を固めて捨てるなど工夫できることがある。</p> | | |

【パワーポイント①】 「きれいな川」の意識調査



【ワークシート】

理科ワークシート

6年（ ）組 名前（ ）

【学習の問い】

【実験の結果】

班のみんなの結果を下の口に書き込みましょう。
標準色と照らし合わせて、同じ色のところの口にAとBの結果を書き込みましょう。

| 標準色〈BOD〉 Standard Color 〈BOD〉 | | 反応時間 2分自発 Reaction time at 2 min mg/L(ppm) | | | | | |
|----------------------------------|----------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 0 | 20 | 40 | 60 | 100 | 200 | 300 | 500以上 (≥500) |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

← AやBを書き込もう。

【まとめ】

○この授業で分かったことを書きましょう。

○生物や環境に悪影響を与えないためにも、これからどういうことをしていきたいですか？

【パワーポイント②】 パックテストの説明とやり方

パックテスト

パックテストとは？



簡単に水質を調べることができる！

パックテストには様々な種類がある！

水の中に特定の物質がどれだけ含まれているか、測定することができる！

銅の量をはかったり、鉄の量をはかったり…



今回使うのは、**BOD**（生物学的酸素要求量）のパックテスト

河川などの水の汚れの度合を示してくれる！

BODの数値が高いと…

魚が死んでしまったり、悪臭が発生したりする。



～パックテストの仕方～

- ① チューブの先端の棒を引き抜く。
- ② 穴を上にして、指でチューブの下半分を強くつまみ、中の空気を抜く。
- ③ そのまま穴を水の中に入れ、つまんだ指をゆるめ、チューブの半分まで水を吸い取る。
- ④ 軽く15回揺る。→ 2分はかる
- ⑤ 2分経った時に、チューブの色を標準色と比べる。

※時間が経つごとに変色するので、2分経った時に比べる！

標準色の見方



低い ← → 高い

⚠ 注意すること ⚠

チューブの中のものが…

- 目に入ってしまったら → すぐに15分以上、水で洗い流す。
- 皮膚や服に触れてしまったら → すぐに水で洗い流す。
- 口に入ってしまったら → すぐに水で口の中を洗い流す。

どの場合も、そのとき先生に必ず報告すること。

【パワーポイント③】 まとめ「私たちのくらしと環境」



揚げ物は好きですか？

天ぷらを揚げた油

使い終わったあとどう処理していますか？



流している？



紙に染みこませて捨てている？



固めて捨てている？



再利用している？



使い終わった天ぷら油を流してしまうと…



下水処理設備が整っていない地域では、家庭の排水は排水口から排水管を通して直接川や海に流れ込むため、水質の低下を招いてしまう。

油を流すことは、河川や海の生き物の生命を脅かすことにもなる。



使用済み天ぷら油（約1回分 500ml）を流すと、

魚が住める水質にするために必要な水は…

バケツ一杯？

ペットボトル100本？

バスタブ1杯？

洗濯1回分？

バスタブ 約533杯分の水



が必要

バスタブ533杯分って…



バイオディーゼル燃料（BDF）とは

植物油からつくられるディーゼルエンジン用のエコロジー燃料のこと。

トラック・重機・トラクター・発電機・ボイラーなどで軽油のかわりに燃料として使用することができる。

簡単に言うと、

メタノールと化学反応

使用済み天ぷら油でトラックが走る！



環境に悪影響を与えないためにも、

・紙に染みこませて捨てる

・固めて捨てる

今、自分たちに出来ることを

授業の導入において2種類の河川を見比べる1つ目のパワーポイントを提示した際、児童からは「左の川が汚い」や「右の川で泳ぎたい」という発言があった。

また珪砂を含んだ水(A)とシャンプーを含んだ水(B)を見比べた際は(この時点ではそれぞれの水に何が含まれているかをまだ説明していない)「Bの方がきれいだ」という意見をもつ児童の方が大多数であった。

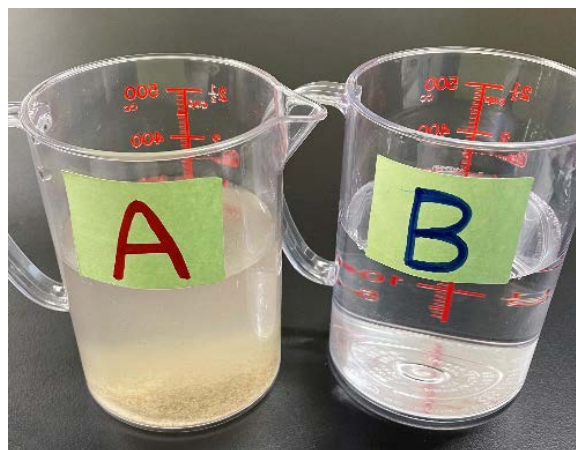


図 55. 提示した A の水と B の水

しかし実際にパックテストで BOD の数値を計測すると、生物や環境にとっては A の水の方が綺麗であることが明らかになり、児童のとても驚いた様子が見られた。結果を全体で共有する際に、模造紙大の標準色を黒板に用意し、そこに班の代表者が2色の磁石を貼ることで視覚的に分かりやすい結果共有になったと考えられる。



図 56. 班ごとの実験セット

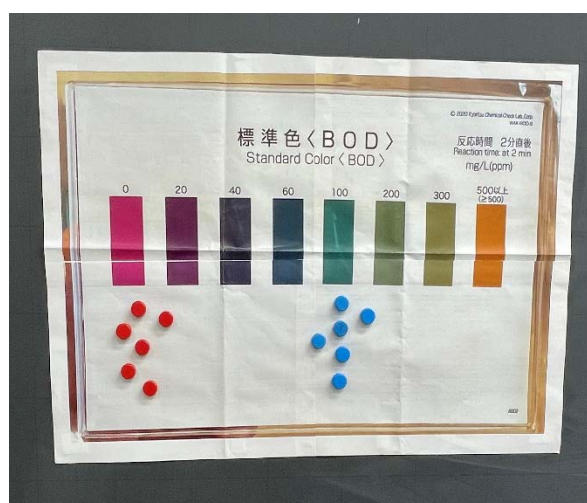
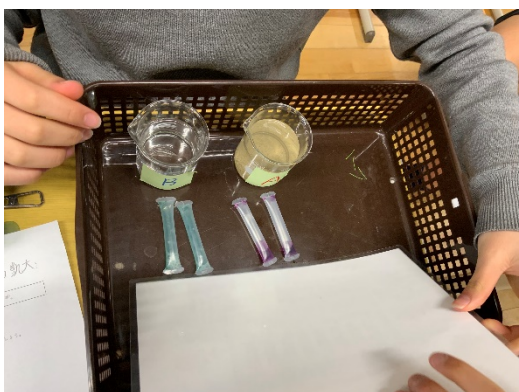


図 57. 結果共有の様子
(赤が A の結果、青が B の結果)

ただ、1回目の授業では、パックテストの扱い方に苦戦する児童の様子が多く見られた。そのため、2回目の授業では扱い方の説明の際に実物投影機で写しながら説明するなど工夫を加えた。そうすると2回目の授業では1回目より児童がうまくパックテストを扱えるようになった。

更に、使用済み天ぷら油が環境に与える影響について説明した3つ目のパワーポイントを提示した際は、使用済み天ぷら油を流した場合の、生物が住めるようにするために必要な水の量に、大変驚く児童の様子が見られた。水の量を表す際に、児童にとって分かりやすいようバスタブが何杯分必要かという表し方をしたことで、どれだけ多くの量が必要かということを理解してもらうことができた。そして文字による説明だけでなくイラストを用いることで、視覚的に児童が理解しやすくなるのだということが児童の反応から分かった。

【授業実践の様子】



5. 調査結果

授業実践を通して、開発教材は環境教育に有効であることが分かった。見た目が明らかに違う2種類の水を使用したことで、ヒトにとって綺麗な水と生物や環境にとって綺麗な水には違いがあることの理解を進めるができた。児童がワークシートの「分かったこと」の欄に記入したものの一部を下に示す。

【この授業で分かったことを書きましょう】

- ・きれいかそうでないかは、見た目だけでは判断不可能で私たち人間と生き物の感じ方の差が分かった。
- ・動物と人間とでは「きれい」の基準に違いがあることが分かった。
(人間→見た目、動物→何が含まれているのか)
- ・人間と他の生物では「キレイ」の概念が違う。
- ・見た目だけでは水に何が混ざっているか分からないから、どんなに川の見え目が綺麗でも、詳しく調べていかないと分からないと知った。
- ・見た目がきれいでもシャンプーが入っていたりすると魚にとっては住みにくい水になることから、人にとってのきれいは魚にとってのきれいとは違うことが分かりました。

また、自分たちにとっては綺麗に見える水が、生物や環境にとっては悪影響があるのだという結果に驚き、なぜ生物や環境にとって悪影響があるのかということに疑問に思う様子が見られた。そして綺麗に見えた水にはシャンプーが含まれていることを知り、かつそれが生物や環境に悪影響を与えていることを知った際に「毎日使う物なのにそんなに被害があるのか」という発言をした児童もみられた。日常生活で自分たちが使用しているものを開発教材に含めたことが効果的であったと考える。予想と結果が異なりやすく、かつ日常で使用しているものを含んだ開発教材のおかげで、児童の学びを深め、日常生活での自分の行動について考え直すことができていた。

開発教材だけでなく、使用済み天ぷら油が環境に与える悪影響について説明したパワーポイントも有効であることが分かった。油を流した際に魚が住めるようになるために必要な水の量の多さにとっても驚く様子が見られ、ワークシートでもそこから考えを深めている記述が見られた。このパワーポイントでは、児童の身近な食べ物である揚げ物を取り上げているので、児童がこれからの自分の行動に関して考えを深めることができたのではないかと考える。このことから、児童の身近なものを例に取り上げて説明することが、自分の日頃の行動について考え直すために有効であると分かった。児童がワークシートに自分の行動について記述しているものの一部を下に示す。

- ・人間にとってはちょっとしたことだけど生物からすると大きな害があるから気を付けなければならないと思った。
- ・何がよくて、何がダメなのかを正確に見極め、使い終わっても処理の方法を考える。
- ・電気自動車など二酸化炭素が出ない車を使う。
- ・SDGs や 3 R を守って生活する。
- ・お皿についた油を拭き取ってから流すなどの簡単なことからしていきたい。
- ・自分主観ではなく、周りの動物や環境にとってはどうなのか、客観的な判断ができるようになりたい。
- ・自分にとって楽でも、生物や環境という自分たちに良い恵をくれるものを少しずつ壊してしまうことになるから、少し手間でもしていきたい。
- ・人にとっては汚いものを家から出すことができるが、生物や環境は人のせいで汚れることになる。
- ・人が生活するうえで、少しでも工夫すると環境に悪影響を与えないで済む。
- ・シャンプーや石鹸を必要以上に使いすぎない。お風呂の水を洗濯機の水へと再利用する。
- ・一人一人の意識によって環境を大きく変化させることができる。

第5章 考察および改善案

本研究で授業実践や調査を進めて、開発教材は環境教育に有効であることが分かった。有効であった理由としては、見た目とパックテストの結果に大きなギャップがあったことや、日常で使用しているシャンプーが含まれていたことがあげられる。そして開発教材だけでなく、授業で児童向けに作成したパワーポイントも有効であった。パワーポイントが有効であった理由としては、イラストを用いて説明することで視覚的に分かりやすくなっていたことや、身近な食べ物を取り上げたことで自分の日常に関連付けて考えやすくなっていたことがあげられる。加えて、環境教育を行うに当たって自分たちの身近にある河川に着目したことで、児童は自分事として考えを深めることができていた。これらのことから、児童が自分の日頃の行動を見返して考えを深めるためには、身近にあるものを取り上げた実験や説明が有効であるということが分かった。

しかし、授業で児童がパックテストを実施した際に、パックテストの扱いに苦戦する児童の様子が多く見られた。そのため2回目の授業では1回目の授業をもとにパックテストの説明で実物投影機を使用するなど工夫を加えて改善はしたものの、2回目で児童全員がうまくできたわけではなかった。このことから、実物投影機で写すだけでなく、児童を前に集めて先生が手本を見せてから実験にうつるなど、新たな工夫方法を追加する必要があると考えた。

今回の研究テーマである「小学校理科授業内での環境教育」は、私のこれからの教員生活で追求し続けるライフテーマである。今回は河川を取り上げた研究を行ってきたが、森林や大気など他の分野でも環境教育を行えるよう研究を進めていこうと思う。

【引用・参考文献】

- 1) 二宮茂樹,『小学校における環境教育に関する研究』,p.218
- 2) 土井美枝子,2011,『わが国の環境教育における意識と行動に関する既往研究の系譜』,広島大学マネジメント研究第11号,p.99
- 3) 布谷知夫,2006,『身近な課題から始める環境教育』,日本生態学会誌2号,p.158
- 4) 菅麻記子・田畑貞寿,1985,『子どもの自然遊びと緑地に関する研究』,造園雑誌5号,p.244
- 5) 梶木典子・瀬渡章子・田中智子,2000,『プレイリーダーのいる子どもの遊び場に対するニーズと評価―「プレイスクール」における調査事例―』,日本家政学会誌6号,p.497,pp.497-498
- 6) 鈴木善次,1991,『小学校・中学校・高等学校理科を関連づけた環境教育』,日本科学教育学会年会論文集,p.553,p.554
- 7) 『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』,p.12
- 8) 渡辺修一郎・川上昭吾,2001,『河川の水生生物調査を生かした小学校環境教育の実践』,愛知教育大学教育実践総合センター紀要4号,p.135,p.140
- 9) 島田秀昭・鳴海里加,2006,『イボニシを用いた環境教育に関する研究―小学校第6学年における実践―』,熊本大学教育学部紀要自然科学55号,p.19,p.22
- 10) 『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』,p.87
- 11) 原田泰,「パックテスト」,日本科学者会議,『環境事典』初版,木内洋育,2008,p.838
- 12) 地方独立行政法人 大阪府立環境農林水産総合研究所 質問BOX
http://www.kannousuikenosaka.or.jp/faq/kankyo_mizu/2014031000012/
- 13) 環境省 生活排水読本