

# 河川の生態系を総合的に理解させるための 中学校理科におけるカリキュラム開発に関する研究

大鹿研究室 大野 舞子

## 【要約】

本研究では、愛知県の中학생、大学生、教員を対象とした河川に関する実態調査の結果をもとに、中学校理科において河川の総合的な理解を図るカリキュラムの開発と教材の作製を行い、授業実践を通してそれらの有効性を検討した。実態調査では、中、下流域の中学生は地域の河川で遊んだ経験や河川での学習経験が少ないこと、河川の生物についてあまり知らないことなどが明らかとなった。また教員からは、河川に行く時間がないことや近隣に河川がないという課題も挙げられた。これらの課題を踏まえ、矢作川を題材とし、中学校3年間を通したカリキュラムの開発を行った。カリキュラムでは、第1、2学年で理科の学習内容と関連付けた河川調査を行い生物の理解を深め、第3学年で河川の生態系に関する学習を行うことで、河川の生態系について体験を通して理解させるものとした。また、教材として矢作川の動物を用いた樹脂標本作製した。授業実践では、河川調査の際に光合成生物に着目させ、また水中の全ての動物を採集の対象としたことで、河川に様々な生物が生息していることを捉えさせることができた。生態系に関する授業では、矢作川の各流域の生態系について取り上げ、流域による生物および環境の違いを理解させることができた。また、小中学校理科の学習内容と関連付けて流域による違いを考えさせることができた。実践全体を通して、調査時に動物を同定する際や教室で動物の観察を行う際に、河川の動物の樹脂標本が有効であることが示された。

## 1. 研究の背景と目的

### (1) 背景

近年、人間活動の拡大に伴い、自然環境の破壊や生物の絶滅など地球規模の問題が生じている。これからの時代を生きる人々は、人間生活と自然環境との関わりを考慮し、持続可能な社会の構築に携わっていかねばならない。しかし、現代の子どもたちは自然環境や野生生物に直接ふれる機会が少なく、自然体験の不足が指摘されている。現行の学習指導要領では自然体験活動を含む体験活動の充実が図られており、学校教育において人間生活と自然環境との関わりを実感させることが重要である。

自然環境の中でも、特に河川は人間生活と密接に関わっていると言える。河川は人間が利用する水を確保するための水源であると同時に、癒しやふれ合いの場でもあるため、人間の豊かな心情を育んできた。また、河川は山から海にかけて流れているため、山間部のみでなく平野部、都市部でも、現代の日本の子どもたちにとって地域に存在する身近な自然環境だと考えられる。

学校教育においても、河川についての学習を扱うことは、理科教育、社会科教育、総合的な学習および環境教育など、様々な観点から重要であると言える。しかし、小学校における河川教育は、

ほとんどが総合的な学習の時間で実施されている<sup>1)</sup>が、総合的な学習の時間は削減の傾向にあり、今後は教科学習における河川教育が重要となる。その中で理科教育において、河川教育をより積極的に導入していく必要がある。

### (2) 河川教育の現状と課題

小中学校理科で河川の生物や環境を扱う主な単元として、小学校第5学年「流水の働き」、中学校第1学年「生物の観察」、第2学年「動物の仲間」、第3学年「生物と環境」が挙げられる。特に「生物と環境」では教科書にも生物指標による水質調査が掲載されており、河川に関する学習が求められている。しかし、季節的、地理的な問題から河川での調査活動は実施が困難であり、ほとんど行われていない現状にある。先行研究では、小学校においては河川に関する体験学習の効果が認められているが、前述のように総合的な学習の時間で行われていることや、イベントとして単発的に実施されていることが明らかとなっている。また、活動の目標が明確でないまま行われていることや、近隣に河川がなく活動が行えないなどの課題も挙げられている<sup>2)</sup>。

教材については、河川の地形、水質、砂、礫、微生物、水生昆虫、魚類、水辺の生物など、様々な教材研究が行われており、それらを組み合わせ

た活用が求められている<sup>3) 4)</sup>が、実践までには至っていない。河川での調査活動を取り入れた実践例<sup>5) 6) 7)</sup>もあるが、環境教育を目的とした水質調査を行っているものがほとんどであり、生物には着目させていないため生物同士の関わり合いについての理解は深まらなると考えられる。

以上のことから、中学校理科では河川と関連の強い単元はあるが、河川を活用した学習の現状や効果は報告されておらず、河川を総合的に理解させるための学習プログラムの教育効果も明らかにされていない。

### (3) 目的

そこで本研究では、中学校理科における河川の生態系についての総合的な理解を図るカリキュラムの開発とその検討を行うことを目的とした。

## 2. 実態調査

中学校理科で河川に関する学習を導入するために、まず現状や課題を把握する必要があると考え、実態調査を行った。対象は、矢作川の上、中、下流域に位置する3つの公立中学校の生徒(513人)、および愛知県の小中学校の教員(308人)とし、質問紙によるアンケート調査を行った。中学生に対しては、河川に関する認識および経験、身近な河川および河川の生物について、教員に対しては河川に関する教育の現状について質問した。

### (1) 身近な河川について

多くの中学生が身近な河川として矢作川を挙げており、矢作川流域に住む中学生は地域の河川として矢作川を身近に感じていることが分かった。よって、矢作川流域の中学生に対して矢作川を題材として河川に関する教育を行うことで、その効果が期待できると考えられる。

### (2) 河川の生物および環境の捉えについて

中学生は、河川の川幅や水質、流速など、上流から下流にかけての環境の変化については正しく理解していた。一方で、河川の生物については曖昧な回答が多く、河川全体の生物についてはあまり知らないことが予想された。これらのことから、中学生は河川環境とそこに生息する生物を結びつけて捉えられていないことが考えられる。河川の生態系を総合的に理解させるためには、上流から下流にかけての生物と環境との関わりを考えさせる必要がある。

河川に関する経験については、上流域と比較して、中、下流域では愛知県内の河川で遊んだことがある生徒が少なかった。その原因として、中、下流域では安全に遊ぶことができる河川環境が少ないことが挙げられる。また、河川にいると思う生物として水生昆虫を挙げた生徒は少なく、教科書に記載されている生物を身近に感じられないことも予想される。河川を訪れ、河川の様子や生物を観察したり直接ふれたりする体験は、中、下流域の生徒にとって、より重要であると考えられる。

### (3) 河川に関する教育の現状

河川で行われている授業の内容として、主に生物の採集、観察や水質調査が挙げられた。しかし、これらの活動は理科以外の教科で行われている可能性があり、理科の学習内容と関連付けられていないことも考えられる。また、教員の約7割が河川での学習を指導した経験がなく、その理由として「河川に行く時間がない」、「近隣に河川がない」などが挙げられた。一方で、教員は理科授業で河川を活用したいと思っていることが明らかとなった。以上のことから、理科の学習内容と関連付けたカリキュラムが求められていると同時に、河川での活動を取り入れやすい時期や単元、地域の身近な題材などを提案する必要がある。特に中学校第3学年「生物と環境」の単元では、河川に関する学習を取り入れることに加え、これまでの学習を活かしたまとめの学習として位置付け、他単元との関連をもたせたカリキュラムが必要である。

## 3. カリキュラムの開発

実態調査の結果を受けて、「中学生にとって身近な河川である矢作川を題材とすること」、「中学校3年間を通じた学習、各流域の生物および環境の学習を取り入れ、河川の総合的な理解を図ること」、「第3学年『生物と環境』を総括的な単元として位置づけること」の3点に留意して、河川を題材としたカリキュラムの開発を行った(図1)。

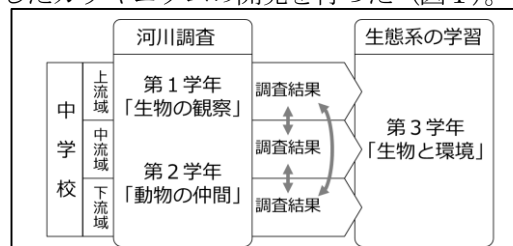


図1 開発したカリキュラムの概要

カリキュラムの開発にあたり、河川の調査活動と河川の生態系の学習を組み合わせることで、河川の生物および環境の総合的な理解につながると考えた。

河川の調査活動は第1、2学年の学習と関連付けて行うこととした。第1学年「生物の観察」では、ミジンコやケイソウなどの水中の微生物を観察する。ここで、河川の微生物を対象に採集、観察を行わせることで、生徒は微生物が河川のどのような場所に生息しているのかを知ることができる。また、採集した河川の微生物の中には光合成を行う藻類が含まれていることから、河川の生産者として藻類について学習させることができる。第2学年「動物の仲間」では、脊椎動物や無脊椎動物などの動物の分類について学習する。河川には教科書にも掲載されているフナ、カエル、ザリガニ、シジミなどが生息しているため、河川でこれらを採集し、観察、分類する活動を行うことができる。このように、第1、2学年で河川の生物を採集、観察すると同時に、水質の調査や動物の個体数および種類数の調査も並行して行うことで、河川の生物および水質についての調査活動を取り入れることができると考える。

第3学年では、第1、2学年での学習や調査結果をもとに、「生物と環境」の単元において河川の生態系に関する授業を行う。ここでは、河川調査で採集した動物の食性や、生産者としての藻類の働きについて扱う。また、流域による生物および環境の違いを考えさせることで、上流から下流にかけて生態系の構造が連続的に変化することを捉えさせる。この時、上流域から下流域にかけて、それぞれの学校で行った調査結果を交流し流域の違いを扱うことで、調査結果の活用につなげる。

このように、理科学習の内容と関連付けたり、小学校から中学校第2学年までの河川の生物および環境の学習を活かしたりしながら、系統的、総合的な河川の学習を行うことができると考えた。

#### 4. 矢作川の調査・教材の作製

##### (1) 生物および水質に関する調査

カリキュラムの開発に伴い、対象となる矢作川の生物や水質の情報が必要となるため、中学校理科で活用できる情報を収集した。

##### ① 調査機関による情報

矢作川の調査機関として、国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所、矢作川研究所、碧南海浜水族館などが挙げられる。このような調査機関による発行物やウェブページを参照した結果、各調査機関による矢作川の水質や生物に関する情報は専門的な内容のものが多く、経年変化や詳細を調べるのに適していた。しかし、過去の調査では近年の情報が得られなかったり、ウェブページからはリアルタイムの情報を得ることはできるが必要な地点の情報が得られなかったりした。矢作川上流から下流にかけての水質および生物の情報を得ることは難しく、中学校理科で河川の水質および生物の情報を使用する際は、各調査機関における情報を編集したり、現状に合わせた情報を得るために独自に調査を行ったりする必要がある。

##### ② 独自に実施した河川調査

調査機関による情報を補足するために、独自に矢作川の調査を行った。矢作川の上流から下流にかけての4地点と、矢作川の支流である力石川の1地点の合計5地点で、平成26年から平成27年にかけて10回実施した。水質は、流速、塩濃度、水温、pH、濁度、伝導率、溶存酸素の7項目を測定した。生物については、網で採集できる動物と、石の表面に付着している藻類を対象とした。

その結果、矢作川の最下流は流速が遅く、塩濃度、導電率が高かったため、矢作川上流から下流および力石川とは大きく異なる河口の水環境であることが示された。水温は全地点で夏に上昇していたことから、一部の項目ではあるが、矢作川および力石川において、地点および季節による水質の違いが明らかとなった。

調査を通して、矢作川上流から下流、力石川において季節を通して藻類を採集することができた。これにより、年間を通して河川での光合成による生産が行われていることが示された。

動物については、上流および中流では動物の中でも水生昆虫が多く採集され、季節による水生昆虫の増減に伴い個体数や種類数が変化していた。季節による水生昆虫の変化として、春に個体数が多く、夏にかけて減少し、冬に再び増加する傾向があった。これには水生昆虫の生活史が関係しており、春から夏にかけて羽化するものが多かったため、水中で幼虫として採集できる個体数が夏に減少したことが考えられる。矢作川最下流ではカ

ニ、貝類が多く採集され、淡水域とは異なる生物相であることが明らかとなった。また、力石川では水生昆虫以外にも貝類、魚類を一定数採集できることが分かった。このような地点による生物相の違いから、生態系における消費者の構成の違いが明らかとなった。中学生に河川調査を行わせる際も様々な動物が採集できることが予想され、特に在来種や希少種が採集できた場合、生物多様性の理解にもつながると考えられる。

水質の指標となる動物に着目すると、矢作川上流、中流では「きれいな水」の指標となるヒラタカゲロウ属、最下流では汽水域において「ややきれいな水」の指標となるヤマトシジミ、力石川では「ややきれいな水」の指標となるカワニナが多く採集されたことから、本調査における調査地点では、動物をもとにした水質調査も実施できることが分かった。

## (2) 矢作川の生物を用いた教材の作製

動物については、実物に近い状態で大きさや色を観察したり、また様々な角度から観察したりできる教材が必要だと考え、樹脂標本の作製を試みた。その結果、河川の主な動物として水生昆虫、貝類、甲殻類、魚類の全ての動物を封入することができ、また多くの動物について実物の形態に近い状態で観察できる標本にすることができた。矢作川の動物を用いた樹脂標本は、教室内で河川の動物を観察するための教材としてだけでなく、河川の調査活動において動物を同定する道具としても活用できると考えられる。

## 5. 授業実践

### (1) 実践計画

カリキュラムと教材の有効性を検討するために、実態調査を行った3つの中学校の生徒を対象に授業実践を行った。実践を行うにあたり、3年間を通したカリキュラムの実施が困難であったため、中学校第3学年の生徒を対象に、中学校の現状に適した授業計画を立案した。上流域の中学校では第3学年を対象に力石川の調査活動および矢作川の生態系に関する授業を行うこと、中、下流域の2校においては第3学年を対象に矢作川の生態系に関する授業のみを実施することとした。

### (2) 河川調査を取り入れた授業実践

#### ① 実践の概要

平成26年9月22日、平成27年5月25日に、上流域の中学校第3学年の生徒(51人)を対象に河川調査を取り入れた授業実践を行った。本実践では河川を一つの生態系として捉えさせるために、水中の全ての動物を採集させたり川底の石の表面に付着している藻類を観察させたりすることで、様々な生物がいることに気づかせた。また矢作川の生物および環境と比較させ、生物と環境との関わりを捉えさせた。動物の同定および水質の判定を行う際に樹脂標本や写真を用い、教材の評価を行った。

#### ② 結果と考察

アンケート調査より、河川の藻類、動物、河川による違いについて、ほとんどの生徒が「理解できた」、「まあ理解できた」と回答した(図2)。

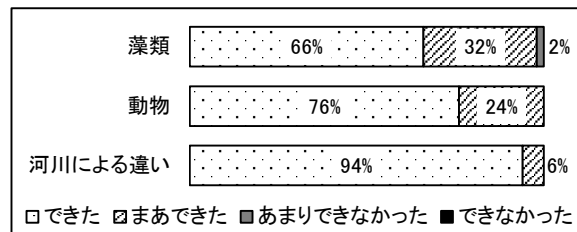


図2 生物および環境の理解についての結果1

調査時に石の表面を観察したことや、調査後に顕微鏡写真を提示し、藻類の特徴や光合成の働きを解説したことで、生徒は藻類とその役割について理解できたと考えられる。

力石川の動物については、授業の感想で、力石川に多くの動物がいたことや、地点により動物の違いが見られたことを記述した生徒がいた。全ての班で動物を採集、観察できたこと、調査結果を共有し全体の個体数および種類数を把握できたことで、動物の理解につながったと考えられる。

力石川と矢作川の違いについては、動物の個体数や種類数、川幅などを具体的な数値で示したり、実際の矢作川の石を見せたりしたことで、力石川との違いを捉えやすかったと考えられる。また、動物をもとに水質を判定する活動を行ったことにより、以後の生物と環境との関連についての理解にもつながっていくと思われる。

樹脂標本については、ほとんどの生徒が「観察しやすかった」、分類の際に「使いやすかった」と回答した。また、動物を観察したり分類したりする際、標本と写真のどちらがよかったかについて、

9割近い生徒が「標本」を選択していた。その理由として、動物を立体的に観察できること、実際の大きさ、厚さ、色、形が分かることなどが挙げられた(表1)。

表1 教材の評価についての結果(複数回答可)

| 教材 | 理由                  | 件  |
|----|---------------------|----|
| 標本 | 立体的に見ることができる        | 10 |
|    | 実際の大きさ・厚さ・色・形が分かる   | 9  |
|    | 実物と比べやすい            | 4  |
|    | 実物を見ることができる         | 3  |
| 写真 | 写真では見えない部分を見ることができる | 1  |
|    | どのような生物か分かる         | 1  |
| 両方 | 標本は立体的・写真は持ち運びしやすい  | 1  |
|    | どちらも小さくて分からない       | 1  |

### (3) 河川の生態系に関する授業実践

#### ① 実践の概要

平成26年9月から12月に、上、中、下流域の3つの中学校第3学年の生徒(315人)を対象に生態系に関する授業を行った。中流域の中学校では単元の導入として、上、下流域の中学校では単元のまとめとして実施した。単元の導入においてもまとめにおいても、食性により河川の動物を分類する活動を行うこと、生産者として藻類を取り上げることとした。また、流域による生物の違いを予想させたり、違いが生じる理由を考えさせたりする活動を取り入れた。これらの活動を通して、河川の生態系について総合的に理解させること、これまでの学習事項と関連づけさせることをねらいとした。さらに、動物の観察や食性による分類活動の際に樹脂標本を用い、教室における教材としての有効性を検討することとした。

#### ② 結果と考察

アンケート調査より、河川の生物および生態系、流域による生物と環境の違いについて、ほとんどの生徒が「理解できた」、「まあ理解できた」と回答した(図3)。

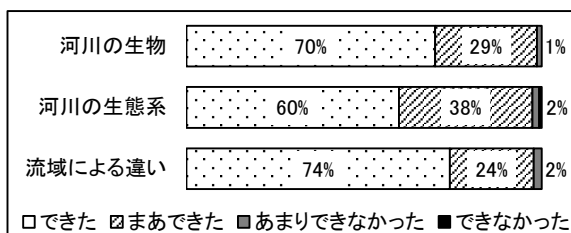


図3 生物および環境の理解についての結果2

光合成生物について、ワークシートの記述および授業中の発言から、生徒は藻類や植物プランクトンなどの水中の微生物が光合成を行うことを知っている様子だった。動物については、標本を観察したり食性について考えたりしたことで、生徒は河川の動物について知ることができたと考えられる。特に、中、下流域の生徒は河川の動物についてあまり知らない現状があったが、事後アンケートの感想では動物に関する記述が多く見られ、河川に様々な動物がいることに着目していた。このような河川における光合成生物と動物についての理解から、全ての中学校においてほとんどの生徒が河川の生物について知ることができたと考えられる。また、河川の生物を生産者と消費者として示し河川を一つの生態系として捉えさせたことで、河川の生態系に関する理解にもつながったと言える。

流域による動物の違いとその理由について考えさせたり、各流域の景観と動物の写真を黒板に並べて掲示したりしたことで、ほとんどの生徒が流域による生物および環境の違いについて理解できていた。

単元の導入の授業で流域による動物の違いを予想させた際、ワークシートには「上流は魚の数や種類が多い」、「下流は大きい動物が多い」といった記述が見られ、数や種類の増減、大きさの違いなどに着目している生徒が多かった。単元のまとめの授業では、流域による動物の違いを確認した後、その理由を考えさせた(表2)。多くの生徒が「砂・石・岩」という川底の石の大きさや、「流速・水流・勾配」の違いと関連させており、小学校第5学年「流水の働き」の学習内容と関連付けていたと言える。また、上流から下流では水温が異なり「水温があたためた所を好む生物がすんでいる」という記述が見られた。これは小学校第4学年「季節と生物」において、「動物の活動は季節によって違う」という気温と動物の関係に着目したと考えられる。さらに「小さい生き物を食べる魚がいる」など、小学校第6学年および中学校第3学年で学習する、生物間の食べる・食べられるの関係に着目している生徒もいた。その他にも、周囲に生えている陸上植物の影響や海水の流入など、他の生態系との関連を考えている生徒がいた。このように、生徒はこれまでの理科の学習内容と関連付け

表2 流域により生物が違う理由として  
生徒が挙げた項目（複数回答可）

| 項目[小計]        | 詳細       | 件   |
|---------------|----------|-----|
| 環境の違い[324]    | 砂・石・岩    | 137 |
|               | 流速・水流・勾配 | 120 |
|               | 水質       | 26  |
|               | 水深       | 17  |
|               | 川幅       | 17  |
|               | 水温       | 7   |
| 他の生態系との関連[80] | 陸上生態系    | 41  |
|               | 海洋生態系    | 39  |
| 生物間の関連[25]    |          | 25  |
| その他[69]       |          | 69  |

て河川の動物と環境の違いを考えることができていた。

樹脂標本について、9割以上の生徒が動物を「観察しやすかった」と回答していた。授業の感想では、特に、中、下流域の生徒が「標本」について多く挙げており、様々な角度から観察できることや実際の大きさが分かることなど、標本の利点を記述していた。また、事前で上流域の生徒と比較して、中、下流域の生徒は河川の生物に対する興味が低かったが、事後では8割以上の生徒が河川の生物に「興味をもった」と回答した。これらのことから、河川の動物をあまり知らなかった中、下流域の生徒にとっても、樹脂標本は動物の特徴をつかみやすく観察しやすいものであったと言える。また、ほとんどの生徒が嫌悪感をもちずに標本を観察することができたため、河川の動物への興味を高めることにつながったと考えられる。

## 6. 研究のまとめ

授業実践を通して、調査活動を行い河川の生物を直接観察したことで、生徒は実際の動物の大きさや形態を捉えたり、石の表面の様子と藻類の顕微鏡写真を結びつけたりするなど、体験を通じた理解ができたと考えられる。また、様々な生物にふれさせたことで、河川に多様な生物が生息していることに気づかせることができた。

生態系に関する授業では、河川の生物も生産者、消費者に当てはまることや、上流から下流にかけての動物の変化について扱った。ここでは、上流から下流に至るまで河川全体の生態系の違いを理

解させることができた。また、流域による生態系の違いについて考えさせることで、河川に隣接した他の生態系や人間生活との関連についてもふれることができた。河川の生態系について教科書では扱われていないが、これらの内容を扱うことで身近な河川でも生態系が成り立っていることや、人間生活との関連性についても示すことができるため、河川の生態系を総合的に理解させることは、理科の学習内容をより深く理解させたり、環境教育の視点においても重要だと言える。さらに、流域による河川の生態系の変化を考えさせることで、小学校から中学校の理科で学習した内容と関連付けて考えさせることができた。

実践全体を通して、河川の動物を用いた樹脂標本は、河川調査において動物を同定する際や、教室で河川の動物を観察する際に有効であることが示された。樹脂標本の利点として、立体的に観察できることや実物の動物の形態を捉えられることなどが挙げられた。また河川で遊んだ経験が少なかつた中、下流域の生徒に対し、樹脂標本により河川の動物を間近で観察する機会を設けることができた。

本研究では全てのカリキュラムを実施することができなかつたため、河川調査および生態系に関する授業のそれぞれにおいて、河川に関する総合的な理解に対する効果を検討するにとどまった。今後、中学校3年間にわたるカリキュラム全体の有効性や、中、下流域の生徒に対する調査活動の効果を明らかにする必要がある。

### 【引用・参考文献】

- 菅原一成・並木和弘・宮尾博一・河崎和明・清水晃・吉野英夫『学校教育における河川環境教育の普及展開に関する研究』、『河川環境総合研究所報告』, 第16号, 2010, pp. 59-71.
- 伊藤嘉奈子・原野崇・富田陽子・今村能之・藤田光一『学校教育における河川体験学習の効果の定量的把握』、『土木学会第64回年次学術講演概要集』, 第64巻VII部門, 2009, 189-190.
- 伊沢紘生・渡辺孝男・安江正治・見上一幸・國井恵子・村松隆・川村寿郎・西城潔・斉藤千映美『都市河川を対象とした環境教育教材の開発(2)』、『宮城教育大学環境教育研究紀要』, Vol. 3, 2000, pp. 31-44.
- 長田芳和『環境教育における川の利用』、『大阪教育大学紀要』, 第V部門 第40巻第2号, 1992, pp. 313-323.
- 真喜志昇『地域の自然を利用した小学校理科における環境教育の実践』、『日本科学教育学会研究会研究報告』, Vol. 7, No. 2, 1992, pp. 5-8.
- 渡辺修一郎・川上昭吾『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』, 第4号, 2001, pp. 135-142.
- 船戸智・川上伸一『清水川における体験学習や野外観察を取り入れた中学2年『選択理科』の実践』、『岐阜大学教育学部研究報告(自然科学)』, 第27巻第2号, 2003, pp. 121-129.