

水生生物を用いた透明樹脂標本の開発と授業実践における効果

— 中学校理科河川調査での活用 —

大鹿聖公* 大野舞子**

*理科教育講座

**高崎市立南八幡小学校

Development of Transparent Resin Specimens Using Aquatic Organisms and Their Effects on Class Practice - Utilization in the River Survey of Junior High School Science -

Kiyoyuki OHSHIKA*, Maiko OHNO**

*Department of Science Education, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

**Minamiyawata Elementary School, Takasaki, 370-1213, Japan

要 約

本研究では、中学校理科第3学年「生物と環境」における学習で活用できる水生生物の樹脂標本の開発を行い、それを用いた授業実践により教材の効果と生徒の河川についての理解を促すことを目的とした。標本にした水生生物は河川調査において代表的な種を選定し、河川調査時に採集した生物の同定に活用できるようにした。

愛知県豊田市の公立中学校において、河川調査ならびにそれらによる生態系の理解についての授業実践を行った。実践の結果、河川調査では、調査地点での水生生物の採集において標本を活用した同定が可能となり、生徒の活動に効果が見られた。また、生態系の理解においても、生物の調査結果から河川の水質や河川の違いを理解することができた。このように開発した樹脂標本やそれを用いた授業はさまざまな利点が挙げられ、生徒の河川に対する興味・関心の向上や河川の生態系の理解に有効であることがわかった。

Keywords : 水生生物、樹脂標本、河川調査、生態系

I はじめに

21世紀に入り、地球環境に対する保護や保全を前提とした環境教育の充実が各所でうたわれている。日本においても生物多様性に関わるCOP10、ESDユネスコ国際会議など様々な会議が開催され、ユースを対象とした環境教育やESDの充実が提唱されている。平成20年改訂の中学校学習指導要領においても、自然体験活動を含む体験活動の充実が掲げられており、自然環境と人間生活との関わりを持たせることは重要となっている。その中で特に河川は、人間生活や地域と密接に関わっており、上流から下流にかけて流域ごとに特色をもち、身近な自然環境の学習対象として非常に優れている。そのため、学校教育においても河川に関する学習は、理科をはじめ、社会科、総合的な学習の時間、環境教育などさまざまな領域で展開されている。また、近年では自然災害に対する防災教育の観点からも、河川に関する学習は注目されている(例えば、大鹿・山田2016)。

小・中学校の理科において、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(文部科学省2008a、2008b)。特に中学校理科「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(有馬ら2014、岡村ら2014、細谷ら2014)。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、総合的な学習の時間やイベント的な単発での実施が多くなっている。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(伊藤ら2009)。

河川に関する教材については、河川の地形、水質、砂や礫、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が、実践までには至っていない(長田 1992、伊沢ら 2000、山本・大鹿 2010)。河川での調査活動を取り入れた実践例もあるが(真喜志 1992、渡辺・川上 2001、船戸・川上 2003)、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いと考えられる。以上のように中学校理科では河川と関連の強い単元が設定されているものの、河川を活用した学習の現状や効果はほとんど報告されていない。

そこで本研究では中学校理科「生物と環境」における河川調査や生態系の学習において活用できる水生生物の樹脂標本の開発を行い、それらの教材の有効性や学習理解への効果を、本実践事例から明らかにした。

II 河川調査のための水生生物の樹脂標本の開発

1. 樹脂標本作製のための生物の選定

中学校理科「生物と環境」単元に掲載されている河川調査活動では、水の汚れ(河川の水質)を判定するために水生生物の採集や同定が行われる(有馬ら 2014、岡村ら 2014、細谷ら 2014)。同定作業では、主に図鑑による検索や水質判定のための指標生物に基づいて行われるが、写真や図が使われることが多い。そのため、従来同定作業は河川での採集後、教室などに戻って行うため、河川環境と関連させにくい。また、採集した生物を固定することも多く、生物が変色や変形してしまい、同定が困難な場合もある。

そのため、本研究では河川調査時に容易に活用できること、生徒に実物の生物として提示できることを目的として、樹脂標本の開発を行うこととした。

樹脂標本作製にあたり、作製する生物標本の種類を以下の2つの条件をもとに生物を選択して決定した。①河川の調査地点に関係なく多くの個体数が採集される代表的な生物。②水質指標生物として代表的に教科書に掲載されている生物。この結果、表1に示す生物の標本作製することとした。

2. 作製方法

樹脂標本の作製方法は、山本・大鹿(2010)、坂(2012)等を参考にした。まず標本にする水生生物のうち、乾燥させても変形しない昆虫などの生物は、河川での採集後、体形を整えた状態で固定、乾燥させた。魚類についてはアルコールで固定した。

樹脂標本に用いる樹脂はさまざまなものが販売され、先行研究やウェブサイトにおいてもいろいろなものが利用されている(室賀 1960、福原・丸山 2015)。本研究では、その中から高透明エポキシ樹脂(有限会社ブレニー技研、GM-9050)を用いた(図1A)。エポキシ樹脂は、気泡が残りやすい、経年変化による黄変の

速度が遅い、高透明のためガラスのような仕上がりになり、研磨する必要がないなどの特徴が挙げられ、教材として繰り返し使用することや保管や管理が容易な点から決定した。樹脂を封入する容器としては、生物の大きさがばらばらのため、タッパーやジュエリーケースなどの底面に凹凸がない市販のプラスチック製容器を作製する生物の大きさに合わせて選択して用いた(図1B)。

作製手順として、まず樹脂と硬化剤を一定割合で混ぜ合わせたものを、用意した容器に約1/3程度流し込み固めた。次に封入する生物と生物の名前を記したカードを入れた状態で樹脂を流し込み、固まる前に適切な状態に整え静置させた。その後、完全封入するために、さらに樹脂を流し固めた。数日乾燥放置した後、容器から取り出して完成させた。作製した標本のうち、代表的なものを図2に示す。

表1 標本の作製を試みた生物科(属)名

目(分類)	科(属)
カゲロウ	ヒラタカゲロウ
	マダラカゲロウ
	コカゲロウ
	フタオカゲロウ
トビケラ	トビイロカゲロウ
	シマトビケラ
	ヒゲナガカワトビケラ
カワゲラ	ナガレトビケラ
	カワゲラ
トンボ	アミメカワゲラ
	カワトンボ
ハエ	ガガンボ
コウチュウ	ヒラタドROMシ
カメムシ	ミズムシ
軟体動物	カワニナ
	シジミ
甲殻類	テナガエビ(スジエビ)
	スナガニ
	ベンケイガニ(アカテガニ)
魚類	モクズガニ(アシハラガニ)
	ハゼ(ヨシノボリ)

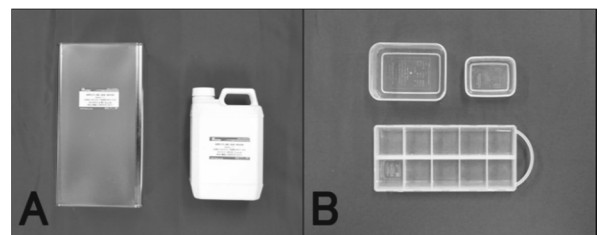


図1 樹脂標本作製するための材料。A:樹脂及び硬化剤。B:プラスチック製の容器。

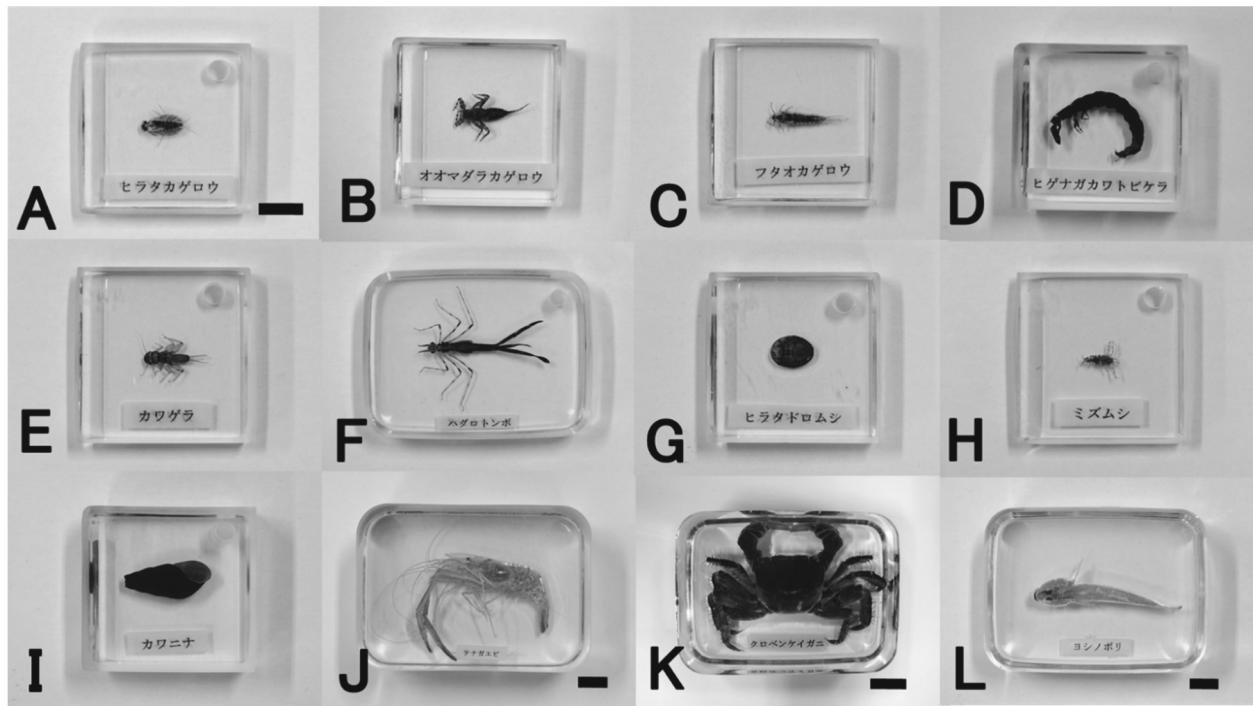


図2 開発した樹脂標本の一部. A:ヒラタカゲロウ. B:オオマダラカゲロウ. C:フタオカゲロウ. D:ヒゲナガカワトビケラ. E:カワゲラ. F:ハグロトンボ. G:ヒラタドROMシ. H:ミズムシ. I:カワニナ. J:テナガエビ. K:クロベンケイガニ. L:ヨシノボリ. スケールはすべて1cm.

Ⅲ 授業実践

1. 実践の概要

開発した樹脂標本の有効性ならびに生徒が河川における生物調査を通して、河川環境を一つの生態系として理解を深めることができるかについての授業実践を行った。授業実践は愛知県豊田市立I中学校の3年生を対象に、平成26年9月22日(26名)および平成27年5月29日(25名)の2回、それぞれ3時間完了(150分)の授業を行った。実践校であるI中学校は、愛知県三河地方の代表的な一級河川である矢作川の中流域に位置し、またその支流である力石川が学校隣を流れており、矢作川に合流している。そのため河川調査については、この力石川を対象として実施し、本流である矢作川との比較を行った。授業題目を「力石川の生物を調べよう」とし、授業の目標として「地域の川に様々な生物が生息していることに気づくことができる」、「採集した生物を同定することができる」、「河川での生物採集を通して、地域の川を身近な自然環境として捉えることができる」、「矢作川と力石川の違いに気づくことができる」の4つを設定した。以下、平成26年に行った授業を授業①、平成27年に行った授業を授業②とする。授業実践では、実践の前後において、それぞれ質問紙調査を行った。

2. 実践の流れ

実践で行った3時間の授業の内容を表2に示す。1時間目では、まず理科室において調査マニュアル(図3

表2 授業実践の内容

授業	内容	場所
1時間目	授業のねらいの確認 河川調査の準備	理科室
2時間目	河川での生物採集・分類	力石川
3時間目	調査結果の共有 採集生物による水質判定 河川(本・支流)の比較	理科室

A)をもとに、調査の目的、調査道具(図3B)、調査地点を確認させた。また、記録用紙と動物分類セット(図4A)を配付し、生物の採集方法や観察、記録の方法を説明した(図5A)。採集した動物の同定には動物分類セットを活用して、その場で同定させるようにした。さらに、河川調査の際の注意事項を確認させるようにした。

2時間目は、実際に学校から力石川に移動し、グループごとに調査区域を設けてそれぞれ生物の採集(図5B)、観察、記録(図5C)を行わせた。採集する生物は水生動物や魚だけでなく、河川の石の表面の藻類についても採集させた。

3時間目では理科室に戻り班ごとに採集した動物の種類と個体数の結果を板書して、学級全体で結果を共有した(図5D)。石の表面を観察した結果を発表させた後、顕微鏡で撮影した珪藻と緑藻の画像を提示しながら、河川で光合成を行う藻類がいることを解説した。

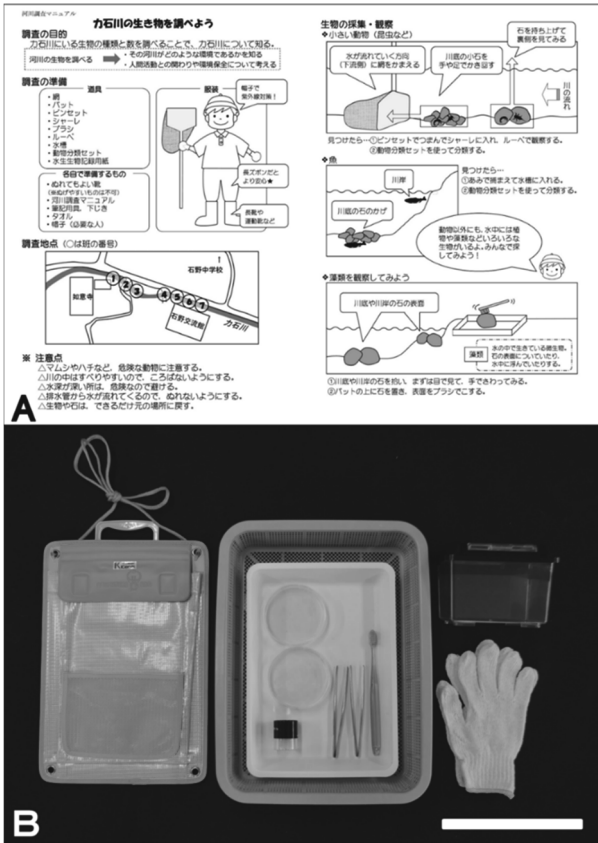


図3 河川調査の授業で使った教材・教具1. A:河川調査マニュアル. B:調査道具.

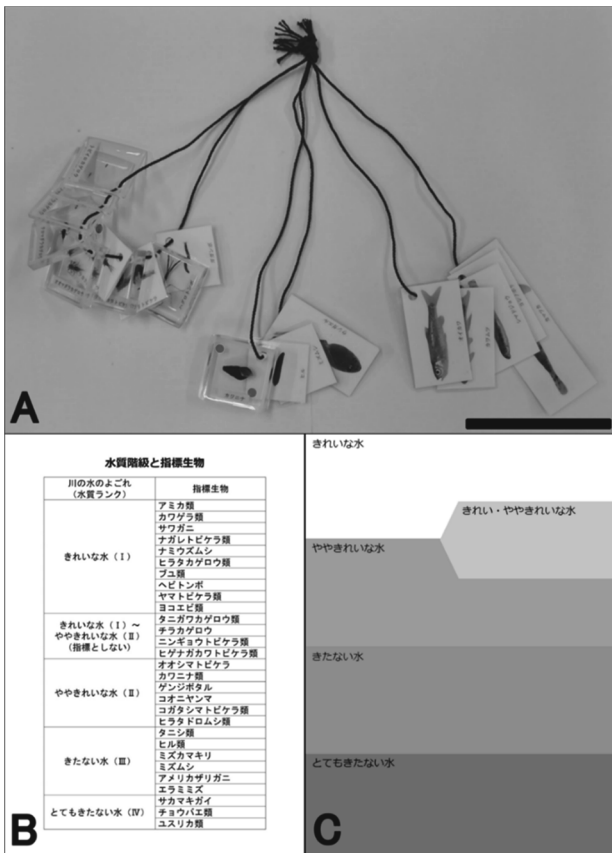


図4 河川調査の授業で使った教材・教具2. A:動物分類セット (スケールは10cm). B:指標生物リスト. C:水質判定シート.

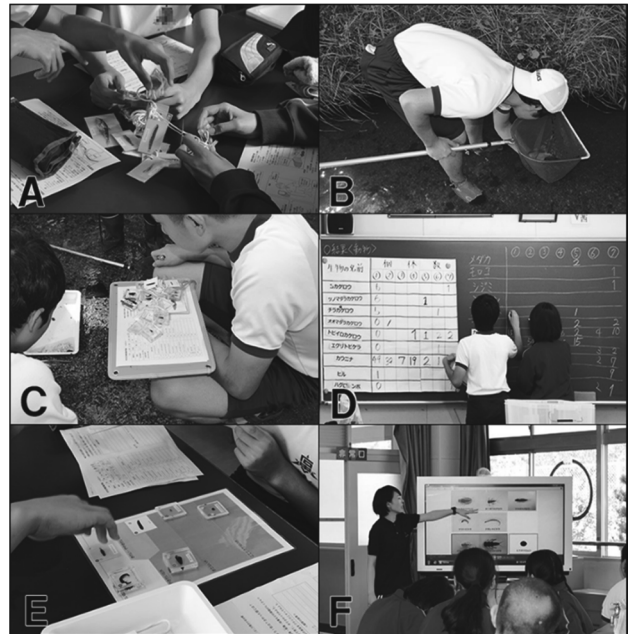


図5 授業風景. A:教室での標本の観察. B:生物採集の様子. 採集場所での生物の同定. D:採集結果の共有. E:採集した指標生物による水質の判定. F:矢作川との違いを説明する教員.

その後、学級全体の調査結果を踏まえ、力石川の水質を判定する活動を取り入れた。動物分類セットのうち、水質の指標となる動物の写真または標本には事前にシールを貼り、水質を判定する際に取り出して活用することとした。水質の指標生物リスト (図4 B) をもとに、水質判定シート (図4 C) の上に指標生物を並べさせた (図5 E)。調査結果から、力石川の水質を判定させ、その結果は「ややきれいな水」となった。また、力石川と矢作川を比較するために、矢作川の地図、景観、石、動物、動物の種類・個体数のグラフを提示し、それらの違いを板書した (図5 F)。授業①では力石川と矢作川の動物の違いについて、全ての動物を提示した。授業②では河川の比較を焦点化するため、昆虫のみの違いについて着目させるようにした。矢作川で採集した指標生物の標本または写真を配付し、同様に水質判定シートに並べさせ水質の違いに気づかせるようにした。授業①、②で扱った力石川の動物について表3に示す。これらの動物について、樹脂標本を作製した動物は○、写真で提示した動物は●、水質の指標とされている動物は☆で示した。

IV アンケート調査

1. アンケート調査の概要

授業の前後で質問紙によるアンケート調査を行った。調査の内容として、(1)河川についての経験・認識、(2)河川の生物への興味・関心、(3)授業内容や活動の評価、(4)河川の生物や環境に関する理解、(5)教材の評価、(6)感想について選択肢または自由記述で回答させた。

表3 授業実践の河川調査で扱った力石川の動物

環形動物	ヒル	●☆	
軟体動物	カワニナ	○☆	
節足動物	カゲロウ目	トビイロカゲロウ	○
		コカゲロウ	○
		ツノマダラカゲロウ	○
		クロマダラカゲロウ	○
		オオマダラカゲロウ	○
		チラカゲロウ	●
	トビケラ目	シマトビケラ	○
		ヒゲナガカワトビケラ	○
		エグリトビケラ	●
	トンボ目	ハグロトンボ	○
カメムシ目	ミズムシ	○☆	
ハエ目	ガガンボ	●	
魚類	オイカワ	●	
	カワムツ	●	
	シマドジョウ	●	
	ヨシノボリ	●	
	カマツカ	●	
両生類	ウシガエル	●	

※樹脂標本：○，写真：●，水質の指標生物：☆

2. アンケート調査の結果

アンケート調査の結果について、授業①と授業②で共通している質問内容は併せて結果を示す。

(1) 河川についての経験・認識

地域の河川の経験について、事前に「矢作川と力石川に行ったことがありますか」と質問した。その結果を図6に示す。矢作川については“ある”が41人(87%)、“ない”が6人(13%)であった(有効回答数47)。力石川については“ある”が42人(88%)、“ない”が6人(12%)であった(有効回答数48)。力石川の実態として、「生息する生物の種数は多いと思うか」と「水質はきれいか」の2点について質問した。その結果を図7に示す。生物の種類については、“はい”が15人(32%)、“いいえ”が7人(15%)、“分からない”が25人(53%)であった(有効回答数47)。水質については、“はい”が24人(50%)、“いいえ”が6人(13%)、“分からない”が18人(38%)であった(有効回答数48)。さらに、力石川に対する身近さについて事前事後比較を行った。その結果を図8に示す。事前では“とてもそう思う”が28人(58%)、“そう思う”が14人(29%)、“あまり思わない”が4人(8%)、“全く思わない”が2人(4%)であった(有効回答数48)。事後では、“とてもそう思う”が40人(80%)に増加し、“そう思う”が9人(18%)、“あまり思わない”が1人(2%)であり、“全く思わない”と回答した生徒はいなかった(有効回答数50)。

(2) 河川の生物への興味

河川の生物に対する興味について、事前・事後比較

を行った。その結果を図9に示す。事前では“とてもある”が20人(40%)、“まあある”が8人(16%)、“あまりない”が19人(38%)、“全くない”が3人(6%)だった(有効回答数50)。事後では、“とてもある”が28人(55%)に増加し、“まあある”が19人(37%)、“あまりない”が4人(8%)であり、“全くない”を選択した生徒はいなかった(有効回答数51)。

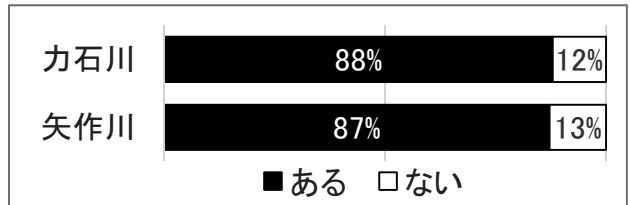


図6 河川に行った経験(カ石 n=47、矢作 n=48)

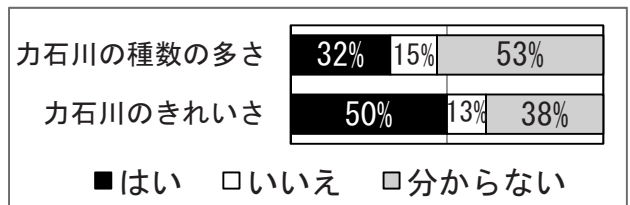


図7 力石川についての生徒のイメージ(種類多さ n=47、きれいさ n=48)

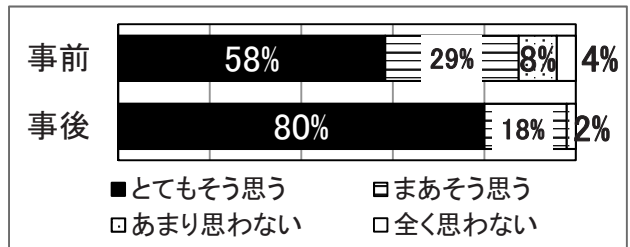


図8 力石川に対する身近さ(事前 n=48、事後 n=50)

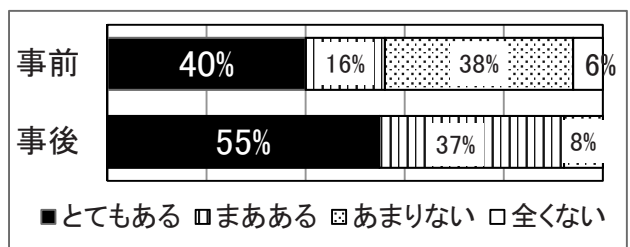


図9 河川の生物に対する興味(事前 n=50、事後 n=51)

(3) 授業内容・活動について

授業実践での各種活動について事後調査を行った。その結果を図10に示す。河川調査への参加度については、“よくできた”が43人(86%)、“まあできた”が5人(10%)、“あまりできなかった”が2人(4%)であり、“あまりできなかった”と回答した生徒はいなかった(有効回答数50)。河川調査での生物の採集作

業については、“よくできた”が18人(38%)、“まあできた”が11人(22%)、“あまりできなかった”が19人(38%)、“できなかった”が1人(2%)であった(有効回答数49)。生物の分類については、“よくできた”が32人(64%)、“まあできた”が15人(30%)、“あまりできなかった”が2人(4%)、“できなかった”が1人(2%)だった(有効回答数50)。

(4) 河川の生物や環境に関する理解

授業での学習内容の理解について、事後調査を行った結果を図11に示す。河川の動物については、“よく理解できた”が38人(76%)、“まあ理解できた”が12人(24%)であり、“あまり理解できなかった”、“理解できなかった”を選択した生徒はいなかった(有効回答数50)。河川の藻類については、“よく理解できた”が33人(66%)、“まあ理解できた”が16人(32%)、“あまり理解できなかった”が1人(2%)であり、“理解できなかった”と回答した生徒はいなかった(有効回答数50)。河川による生物や環境の違いについては、“よく理解できた”が47人(94%)、“まあ理解できた”が3人(6%)であり、“あまり理解できなかった”、“理解できなかった”と回答した生徒はいなかった(有効回答数50)。

(5) 教材の評価

本研究で開発した樹脂標本の評価について、観察のしやすさと使いやすさの2点について授業①の事後に調査した。その結果を図12に示す。樹脂標本の観察のしやすさでは、“とてもよかった”が24人(92%)、“まあよかった”が2人(8%)であり、“少しよくなかった”、“よくなかった”と回答した生徒はいなかった(有効回答数26)。使いやすさでは、“とてもよかった”が25人(96%)、“まあよかった”が1人(4%)であり、“少しよくなかった”、“よくなかった”と回答した生徒はいなかった(有効回答数26)。

授業②では、生物の観察や同定における樹脂標本と写真の効果に関する調査を行い、その理由を記述させた。その結果を図13に示す。“標本”を選択したのが21人(88%)、“写真”を選択したのが1人(4%)、“どちらも同じ”が2人(8%)だった(有効回答数24)。また、“標本”を選択した理由として最も多く挙げられたのは「様々な角度・立体的に見ることができる」(10件)であった。その他、実際の大きさ、色、形が分かるなどが挙げられた。“同じ”と回答した生徒のうち、「標本は立体的でいいし、写真は持ち運びしやすいからいい」と両者の利点を記述した生徒と、「小さい動物はどちらも分からない」と否定的な意見を記述した生徒がいた(表4)。

(6) 感想

事後に授業全体の感想を自由記述させた。その記述内容を分類した結果、表5のように整理できた。その結果、“生物”についての記述が最も多く、魚や昆虫、カワナ、藻類などが挙げられた。“水質”に関する記述も多く、力石川と矢作川との比較について多く挙げられていた。授業・活動については、河川での活動や河川についての理解など30件が挙げられた。その他、関心・意欲の13件、生物の個体数や種数など5件などが挙げられた。

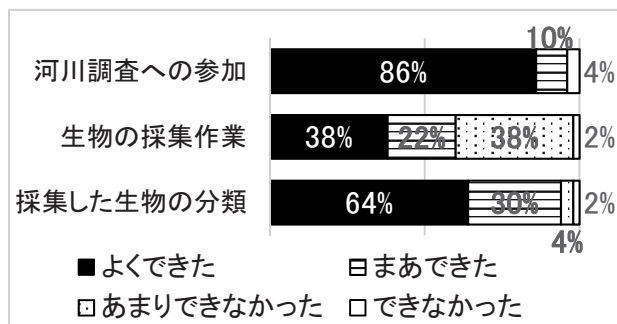


図10 授業における生徒の各種活動の評価

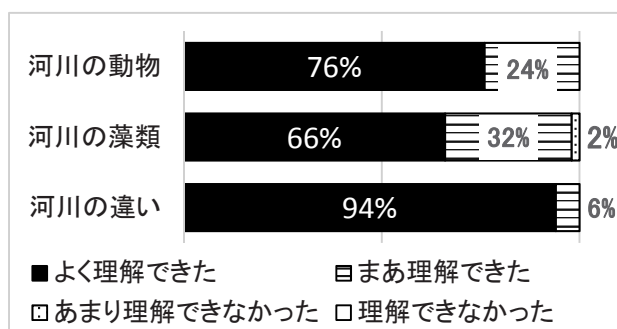


図11 実践における生徒の学習理解の評価

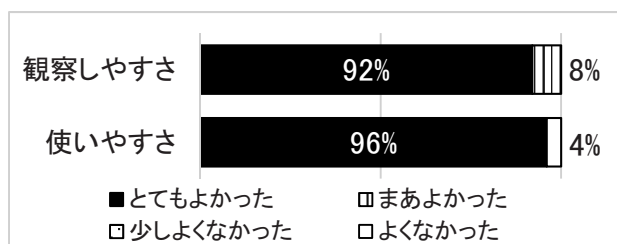


図12 樹脂標本の評価 (観察しやすさ・使いやすさ)



図13 河川調査における樹脂標本と写真との比較

表4 教材の評価（樹脂標本と写真との比較）の理由

	理由	数
樹脂標本	様々な角度・立体的に見ることができる	10
	実際の大さき・厚さが分かる	6
	分類の際くらべやすい・分かりやすい	4
	実物・本物を見ることができる	3
	実際の色が分かる	2
	実際の形が分かる	1
	写真で見られない部分も見ることができる	1
写真	どんな生物か分かる	1
同じ	標本は立体的・写真は持ち運びしやすい	1
	小さい動物はどちらも分からない	1

表5 生徒の感想内容の分類

項目	件数
生物	41
水質	37
授業・活動	30
関心・意欲	30
個体数・種数	13
その他	5

V 考察

本研究で開発した樹脂標本を用いて行った授業実践から以下の点が明らかとなった。

1. 生徒の実態

事前調査より、9割近い生徒が中学校の近くを流れる力石川および矢作川を訪れていた(図6)。また、事後調査の感想には「小学校でやった調査をまたできた」や「小さい頃にもどったみたい」などの記述があり、力石川への認識の結果からも、多くの生徒が力石川を身近な河川と感じていた(図8)。力石川の生物種や水質については「多い」、「きれい」とともに回答した生徒が4割いたが、いずれの項目についても「分からない」と回答した生徒も約3割いた(図7)。これらの結果から、生徒は地域の河川を実際に訪れた経験があり、身近に感じているにも関わらず、力石川の生物や水質について、具体的に理解できていない現状であった。

2. 授業での活動および生徒の理解

本研究で実施した河川調査の活動への参加については、9割以上の生徒が「よく(まあ)できた」と回答した(図10)。活動における生物採集については、「よく(まあ)できた」と回答した生徒が約6割だった(図10)。生物の採集については、調査地点によって採集できる生物に違いがあったが、生物を1個体も採集できなかった班はなかった。これらのことから、河川調

査は生徒が意欲的に取り組むことができ、直接河川の生物を採集・観察できる重要な活動であると思われる。採集後の生物の分類については、9割以上の生徒が「よく(まあ)できた」と回答した(図10)。このように、

学習内容に関して河川の動物については、全ての生徒が「よく(まあ)理解できた」とした(図11)。また授業の感想から、力石川に多くの生物がいたことや、地点により動物に違いが見られたことなどを記述した生徒がいた。河川の藻類についても、ほとんどの生徒が「(まあ)理解できた」としていた(図11)。これらの結果から、河川調査を行う際に観察の対象を水質の指標となる昆虫類や貝類に限定せず、魚や藻類も採集、観察させたため、河川に様々な生物が生息していることが理解できたと考えられる。力石川と矢作川の違いについて、全ての生徒が「よく(まあ)理解できた」とした(図11)。河川環境の違いについては、調査後に矢作川の写真を提示したり、川幅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、力石川での調査と比較しやすかったことが考えられる。

3. 教材としての樹脂標本の評価

授業①の事後調査より、開発した樹脂標本は全ての生徒が「(まあまあ)観察しやすかった」とした(図12)。授業で樹脂標本を配付した際も、生徒は興味深そうに観察していた。今回作製した樹脂標本は、実物に近い形で河川の動物を観察できるものであり、生徒に河川の動物に対する興味をもたせることができたと考えられる。また、9割以上の生徒が分類の際に標本は「使いやすかった」と回答し(図12)、生物を分類することが「(まあまあ)できた」と回答した(図10)。採集時の状況を踏まえ、本研究では動物の大きさに合わせて4cm四方の比較的小さめの標本作製し、標本にする動物を代表的なものに厳選した。その結果、生徒が採集した動物を分類する際、樹脂標本は使いやすく、分類や同定が容易にできていたと考えられる。

授業②の事後調査より、動物の観察や分類には写真よりも「標本がよかった」と回答した生徒がほとんどだった(図13)。理由として、立体的に観察できることや、実際の大さき、色、形が分かることなどが挙げられた(表4)。実物の動物を平面ではなく立体的に様々な角度から観察できる点が、樹脂標本の最大の利点であると思われる。

4. 授業実践全体を通して

今回の授業実践により、樹脂標本を活用した河川調査を通して生徒が主体的に活動しながら、身近な河川の生物の実情を知ること、採集した生物の分類を通して河川の水質を理解することなどができたと考えられる。河川の認識において、力石川の身近さについて事前事後調査で比較した結果、「とても身近だと思う」と

回答した生徒は42人(87%)から49人(98%)に増加した(図8)。もともと力石川を身近に感じていたが、授業を通してより身近に捉えることができたと思われる。河川の生物に対する興味についても、事後で「とても(まあ)ある」と肯定的な回答を示した生徒が9割を超えた(図9)。河川調査により生徒自身が河川の生物に触れたことや、河川の生物や環境に対する理解が深まったことから、このような結果につながったと考えられる。

今回の授業実践を通して、地域の河川に行ったことがあり身近に感じていた生徒に対しても、河川調査の活動は意欲的に取り組める活動と思われる。また実際に生徒が調査した結果をもとに、河川の生物について知ったり、水質を判定したり、河川の比較をしたりすることで、河川の生物や環境に対する理解が深まると考えられる。このような体験を通じた理解から、河川を「より身近な川である」と捉えさせたり、生物への興味につなげたりすることができると思う。

5. 今後の課題

今回は、河川調査での活用を主として標本の活用を行った。今後は、河川調査ができない場合の授業での活用や流域の異なる地域での活用などさまざまな可能性が考えられる。それらについて具体的に授業実践を検討していく必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、豊田市立石野中学校山本清和教諭には多大な協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表したい。本研究は平成25～27年度科学研究費補助金(基盤研究(C)課題番号25381250)を受けて行ったものの一部である。

引用・参考文献

有馬朗人他、新版理科の世界3、大日本図書、246-247、2013
 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、3、31-44、2000
 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、64(VII)、189-190、2009

大鹿聖公・山田陽子、小学校理科「流水の働き」における水害に対する防災意識を促すモデル教材の開発と授業実践、愛知教育大学教職キャリアセンター紀要、1、101-107、2016

岡村定矩他、新編新しい科学3、東京書籍、242-243、2013

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、16、59-71、2010

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、40(2)、313-323、1992

福原美恵子・丸山宗利、「夏の昆虫教室」の実践報告—子供たちに昆虫学への興味の種を蒔く—、九州総合博物館研究報告、13、45-50、2015

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)、27(2)、121-129、2003

細矢治夫他、自然の探究中学校理科3、教育出版、197-199、2013

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、7(2)、5-8、1992

室賀政邦、ポリエステル樹脂によるりんし目幼虫の保存標本製作法について、日本応用動物昆虫学会誌、Vol. 4、No. 3、184-186、1960

文部科学省、小学校学習指導要領解説理科編、大日本図書、2008a

文部科学省、中学校学習指導要領解説理科編、大日本図書、2008b

山本裕太・大鹿聖公、旭川市内における石狩川の水質調査に関する教材化、北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告、北海道教育大学大雪山自然教育研究施設、44、17-25、2010

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、4、135-142、2001