

# 小学校第5学年「流水の働き」における 実感を伴った理解を図るための指導法

中 林 俊 明\*・山 本 勝 博\*\*

(2010年9月15日受理)

The teaching method to the improve realistic understanding about a natural events and phenomena  
at the unit "Function of running water " in fifth grade

Toshiaki NAKABAYASHI and Katsuhiro YAMAMOTO

キーワード: 実感を伴った理解, 「流水の働き」, 自然と科学

本研究では、知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するためには、どのように自然体験や科学的な体験を行い、実感を伴った自然理解をどう進めていくかを究明した。小学校第5学年「流水の働き」において、学校でのモデル実験と茨城県北部を流れる里川（さとかわ）での自然体験活動や、子どもの自然概念の発達を促す科学的な活動を通して、実践的な研究を行うことを目的としている。実践では、流水実験や降雨後の校庭の様子から見いだした現象をもとに、川の流れと川原のようすなどを関係付けて調べ、流れる水には土地を変化させる働きがあることをとらえた。指導に当たっては、野外での自然観察のほか、適宜、人工の流れをつくったモデル実験を取り入れて、「流水の働き」についてスパイラルな実感を伴った理解の充実を図った。観察のための巡検時間の確保は、宿泊学習の時間を一部活用した。モデル実験や実際の河川の観察を効果的に組み合わせることで、体験や活動を通じた体得的な理解、問題解決を通じた習得的な理解、活用を通じた納得を伴った理解をすることができた。以上のように、小学校第5学年「流水の働き」において、里川における自然体験活動とモデル実験を通じた科学的な思考を、有機的につなぎ合わせて単元を再構成したことにより、実感を伴った科学的な理解をすることができた。

## はじめに

新学習指導要領では、実験や観察の充実をはじめ、科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するための原理や法則の理解を目的としたものづくり、継続的な観察や季節を変えての定点観測、また、理科で学習したことを野外で確認して発見や気づきを学習に生かす自然観察など、科学的な体験や自然体験の充実を図ることが示された。また、小学校においては、生活科との関連を考慮した科学的な体験を取り入れるとしている。

---

\*茨城県つくばみらい市立谷井田小学校    \*\*茨城大学教育学部

また、平成 20 年 1 月の中央教育審議会答申の中では、理科の改善の基本方針について、5 つの内容が示されている。その中で、自然体験活動を重視する理科学習は、『小学校、中学校、高等学校を通じた理科の改善について、児童生徒が知的好奇心や探究心をもって、自然に親しみ、目的意識をもった観察・実験を行うことにより、科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養う』と全体的に示した上で、『基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着、科学的な思考力や表現力の育成、観察、実験や自然体験、科学的な体験の一層の充実、理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高めること』<sup>1)</sup> を柱とする方針を示している。

その背景には、子ども自身が川原で遊んだ経験がなく、川原に石があることを知らない、また、天体を意図的に観察したことがなく、天体の空間的な動きが想像できないなど、生活環境や遊びの変化によって、子どもたちの体験の質と量が変わったことがある。この傾向は、都市部に限らず全国的な傾向でもある。本校(茨城県つくばみらい市立谷井田小学校)の位置するつくばみらい市は、古鬼怒川(こきぬがわ)や小貝川(こかいがわ)の氾濫原として低地が広がり、自然豊かな土地である。しかし、自然豊かな環境に暮らす子どもの自然体験は、同様に理科学習の基礎となる域には達していない。それは、子どもを取り巻く自然環境と子どもの自然体験との相関が弱くなったことを意味している。その相関の弱さは、子どもを取り巻く現代的課題であることに論を俟たない。豊かな自然体験をどう確保するのか、また、理科で行う科学的な行為を、思考力、判断力、表現力等や確かな学力という視点からどのようにとらえるかがテーマの設定につながっている。

さらに、自然体験の方法やその後の学習活動も課題となっている。それは、体験に終始する活動だけでは理科の学習として不十分であり、子どもの自然に対する概念を、科学的に思考し、再構成していく方策を再考しなければならない。その解決の一つに、言語活動が学習活動の中で重視がされ、対象としての自然を科学的に解き明かすための意図的な指導がさまざまな方法が研究成果として発表されている。また、体得・習得・納得といった実感を伴った理解となるように、学びの文脈を意識した指導方法の設計が求められている<sup>2)</sup>。

以上のように、実感を伴った科学的な理解の充実とともに、理科における自然体験が一層重視され、そのための学習活動の提案が求められている。そこで、本研究では、子どもの自然体験不足を補うとともに、自然体験や科学的な思考を生かした理科授業の事例を検討する。さらに、知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するためには、授業の中で自然と科学の往還関係をどのように位置づけ、実感を伴った自然理解をどう進めるかを論ずる。

本研究での実践単元の「流水の働き」では、地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べ、流れる水の働きと土地の変化の関係についての考えをもつことができるようにするという目標が設定されている。理科の改善の基本方針を目指すために、野外での直接観察のほか、適宜、人工の流れをつくったモデル実験を取り入れて、流れる水の働きについての理解の充実を図る。その際、観察、実験の結果と実際の川の様子を関係付けてとらえたり、長雨や集中豪雨により増水した川の様子をとらえたりするために、シミュレーションや映像、図書などの資料を活用した。以上の内容をふまえ、自然と科学(具体と抽象)の往還関係を生かした指導法をどのように充実させどのように生かすべきかという課題を追究する。

## 研究の目的

小学校第5学年「流水の働き」において、新学習指導要領の趣旨を踏まえた実践的な研究を行うことで、自然の事物・現象についての実感を伴った科学的な理解を図るための自然体験活動の方策や単元の構成を明らかにする。

学校でのモデル実験と茨城県北部を流れる里川での自然体験活動や、子どもの自然概念の発達を促す科学的な活動を通して、実践的な研究を行い、創意を生かした特色ある理科教育を目指す。

以上2点が本研究の目的である。

## 単元の構想

単元「流水の働き」の目標は、地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べ、流れる水の働きと土地の変化の関係についての考えをもつようにすることである。自然事象への関心・意欲・態度の観点では、川の様子・災害や治水に関心をもち進んで調べようとしていること。また、「流水の働き」の実験や観察の結果をもとに、意欲的に自然の川を調べようとしていることを評価する。自然事象への科学的な思考の観点では、流れる水の様子や流れた跡・川が曲がって流れる両岸の様子を観察し、流れる水の働きと関係付けて考えられること。また、川の水量の変化を雨の降り方と関係付けて考えられることを評価する。自然事象に関する観察・実験の技能・表現の観点では、流れる水の様子や働きを観察して記録したり、水の量を変えて比較したりして、計画的に実験することを評価する。自然事象についての知識・理解の観点では、流れる水には、浸食・運搬・堆積の働きがあり、その働きによって土地の様子が大きく変化する現象を理解できること。また、洪水を防ぐ工夫として、ダムや堤防を作ったり森林を保護したりして、私たちの生活の安全や環境を守っていることの評価する。ここでは、地面を流れる水や川の働きに関し、興味・関心をもって追究する活動を通して、「流水の働き」と土地の変化の関係について、条件を制御して調べる能力を育てる、また、それらについての理解を図り、「流水の働き」と土地の変化の関係についての見方や考え方をもちることができるようにすることがねらいである。

大まかな学習の流れは、「A 単元の導入、B 視点をもつためのモデル実験、C 実際の河川での観察、D 検証のためのモデル実験、E まとめ」の5段階とした。それぞれの段階は以下の通りである。

- A 雨水が地面を流れる様子や雨上がりの地面の様子を観察し、流れる水には地面を侵食したり、石や土、砂、泥などを運搬したり堆積させたりする働きがあることを観察する。
- B Aを基に、人工の流れをつくり、モデル実験により「流水の働き」における観察の視点を確かめる。さらに、河川での岩石の観察を想定し、里川（さとかわ、茨城県北部を流れる河川）で観察できる深成岩（カコウ岩）、変成岩（片麻岩や結晶片岩）、堆積岩について、校内にある岩石を使い観察会を実施する。
- C Bでの学習を基礎にして、野外自然観察を実施する。里川の観察では、上流には、角張った巨礫が見られること、中流には数十cmの丸みのある巨礫が見られること、また、下流に

は小さな礫や砂が見られることから、上流・中流・下流の石の大きさや形の違いをとらえるようにする。また、上流から下流まで、川を全体としてとらえ、上流では侵食の働きがよく見られ、下流では堆積の働きがよく見られることなど、「流水の働き」の違いによる川の様子の違いをとらえる。

D 野外の自然観察で学んだことをまとめ、それを検証する学習活動を実施する。個に応じた課題を選択し、流水のモデル実験を企画する。その計画に従い人工の流れをつくり、流れる水の速さや量を変え、地面の変化の様子を調べることで確かめる。そして、Aで実施した、校庭での雨上がりの地面の様子を改めて観察し、今まで学習したことを具体的な場面に適応することで、「流水の働き」に関する概念を強固にする。

E 雨が短時間に多量に降ったり、長時間降り続いたりしたときの雨水の流れや川の流れの様子を、映像を使って観察する。そこで、水の速さや量が増し、地面を大きく侵食したり、岩石や土を多量に運搬したり堆積させたりして、土地の様子を大きく変化させていることをとらえる。雨の降り方によって、流れる水の速さや量が変わり、増水で土地が変化することをとらえるとともに、流れる水の力の大きさを感じとる。

学習活動は、13時間として表1のように実施した。

表1 「流水の働き」の学習計画

時	学習活動 (A～Eは上記の学習段階に相当する)	評価の観点			
		関心・意欲	科学的思考	技能・表現	知識・理解
1	A 雨上がりの様子から学習計画を立てる。	◎	○	○	
2-4	B 水を流した実験を計画し実験をする。		○	◎	○
5-6	C 里川での観察会で川の様子を観察する。	○	◎	○	
7-9	D 実際の川の観察から実験を計画し行う。	○	○	◎	
10	D 実験の発表会をする。		◎	○	○
11-12	E 川と私たちの生活を考える。	○	○		◎
13	E 学習のまとめをする。		○	○	◎

なお、上流と下流の石の違いと「流水の働き」に関する用語は、平成22年度から指導する内容となった<sup>3)</sup>。新学習指導要領実施に向けての提案性を高めるため、旧5年C(2)「流水の働き」の内容に、新5年B(3)「イ川の upstream と downstream によって、川原の石の大きさや形の違いがあること」を新規内容として追加した。また、「流水の働き」に関する用語として、「侵食、運搬、堆積」を取り扱った。

このように、「流水の働き」を自然(校庭の観察)→科学(モデル化)→自然(里川の観察)→科学(モデル化)という視点で、野外自然観察を中心にして科学的に考える活動と自然に親しむ活動を融合させた理科教育を目指した(図1)。

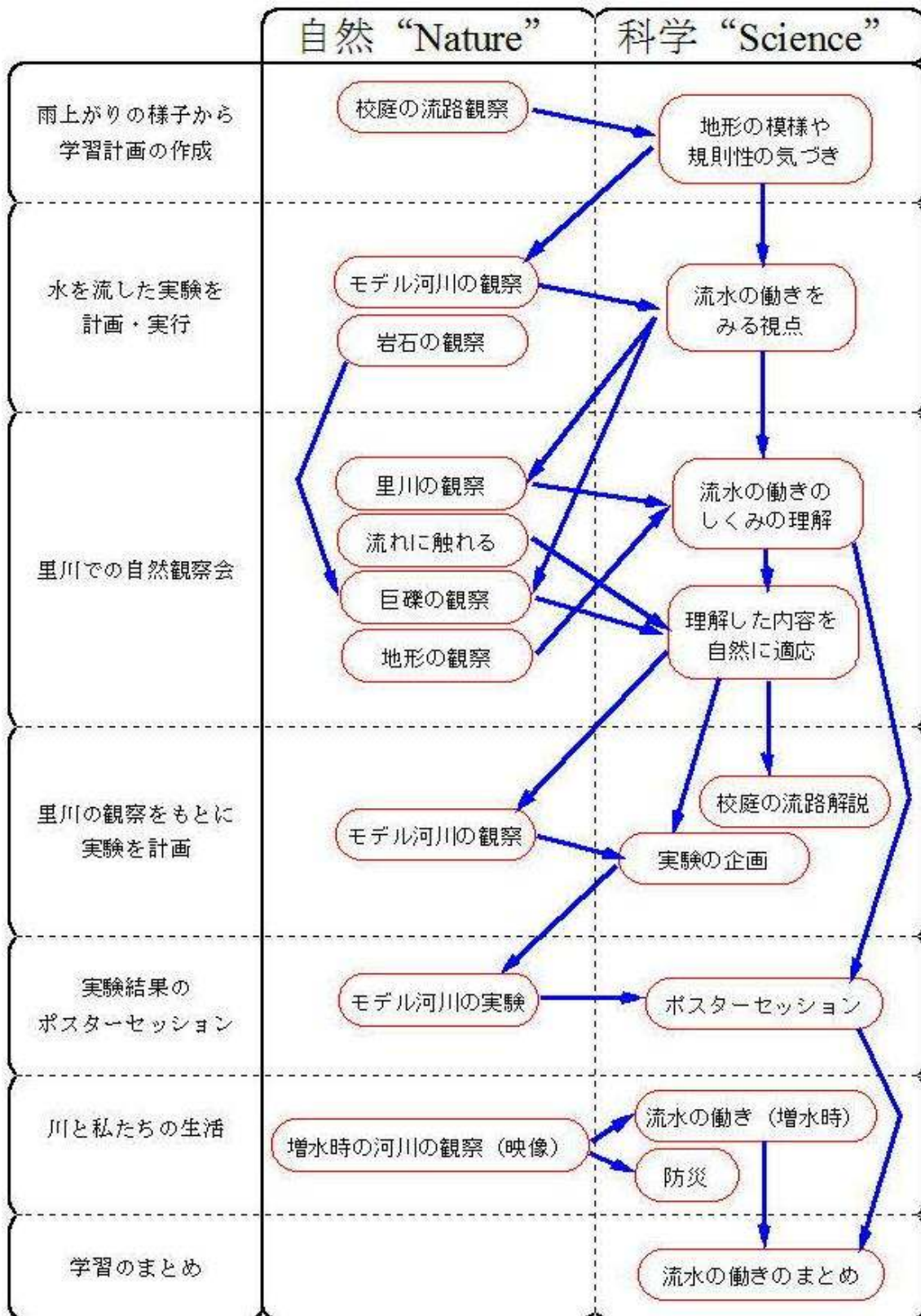


図 1 野外自然観察を中心にした科学的に考える活動と自然に親しむ活動の関係

## 授業の実践

## 1 単元の導入

本校は雨天時、校舎側から校庭に向けてはっきりと流路をもつ川が出現する。その川を使って、雨水が地面を流れていく様子や雨上がりの地面の様子を観察した。はじめに、その様子を子どもに紹介すると、意外なことに地面の模様にとっても驚いていた。それは、水が地表を流れることで土地に変化が生じるという概念が、子どもに正しく身につけていないことを意味している。子どもは「流水の働き」についてどのような概念をもっているのか。その素朴概念の調査結果は表2の通りである。

表2 単元前に実施した川に対する素朴概念調査 (N=50 複数回答)

川に対するイメージを単語で記述させた。単語をカテゴリー別に分類した

川に対するイメージ	人数	カテゴリー
魚	11	イメージ
自然	6	イメージ
石 岩	6	イメージ
人工の川がある	6	イメージ
海から水が流れている	4	流れ
生き物	4	イメージ
木	3	イメージ
飲み水	3	イメージ
高い所から低い所に流れる	2	流れ
流れが緩やか	2	流れ
ごみ		イメージ

(以下 少数意見 1名のみ回答)

木から出た水が流れる、雨の水が流れている、水たまりの様に集まる、広い、水、花、緑、葉や木が流れる、水力発電、水がきれい

表2から、子どものもつ川に対する素朴概念は、魚、自然、石や岩など、自然に関するイメージがとても強いことが分かる。一方、「流れ」に着目し回答をしている子どもに注目すると、「高い所から低い所に流れる。木から出た水が流れる。雨の水が流れている」という正しい概念が8%しかない。「流れ」に着目できても、「海から水が流れている。水たまりの様にまわりから水が集まっている」の様に流水に対する誤概念が多く存在している。

このように、子どもにとって、「流水の働き」に関する科学は、視点の移動を要する内容であることがわかった。そのことから、理解を容易にするため、水路実験から実際の河川にその実験結果を適用、さらに水路実験化するという自然と科学の往還を通して、流水には地面を侵食したり、石、土、砂や泥などを運搬したり堆積させたりする働きがあることを観察することにした。



導入場面の話し合いは、A～Dのように進めた。

- A 気づいたことを発表し、雨水が川のように流れ地表の様子を変えているような現象が起きたのか話し合う。
- B 自分が調べたい問題をつくる。
- C 各自の問題を整理する。(川の水が濁った理由、川の水が増える理由、川岸が削られた理由、洪水に関する問題など)
- D 調べる方法を考える(校庭で流水実験をする。雨が降っている時の校庭の様子を観察する。実際の川に行き行って調べる)

導入での観察の気づきから計画された水路実験に向けて、子どもに浸食・運搬・堆積の作用について見るポイントを解説し、次時に進んだ。以上の流れは、自然に親しむことから科学的に考える視点移動を促進するものである。

## 2 水路実験

1の学習を基に、人工の流れを作り流水実験を行った(図2)。その目的は、実際の河川の観察に向けて、「流水の働き」における観察の視点の質を高めることにある。集団でディスカッションができるように、畑に河川モデルを再現し、水を流すことで「流水の働き」を検証した。そのモデル河川は、水道からホースで水がひけて、排水溝などに土や砂が直接入り込まない場所を選び、土砂を山積みして作った。坂は長さ5mとし、子ども全員が左右に分かれて両側で観察できるだけの空間を確保した。傾斜は見た目ではわずかに傾いている程度として、上部をやや急にして下部はなだらかにし、下部の距離を長めにしておいた。この観察では、里川での実際の自然観察会で観察する視点が明確になるように、河川



図2 流水実験

のどの部分が「流水の働き」の何に相当するのかを意識できるように学習を進めた。(例えば、浸食されているとは川がどのようになっている部分であるかを実際に観察させるなど)

さらに、河川での岩石の観察のための事前指導も実施した。それは、里川での自然観察会に向けて、川原にある岩石をみることに関心を高めることが主な目的である。里川で観察できる岩石は、深成岩(カコウ岩)、変成岩(片麻岩や結晶片岩)、堆積岩(凝灰質泥岩など)である。それらについて、校内にある岩石や事前に現地で採取した岩石を使い、岩石の観察会を実施した。現地で採取した岩石以外でも、庭石として多く存在している校内の岩石は、十分教材としての価値をもっていた。カコウ岩・ハンレイ岩の深成岩をゴマ塩タイプの石、結晶片岩の変成岩をシマシマタイプの石、また、砂岩・泥岩の堆積岩を、砂などを固めたタイプの石として学習を進めた。岩石は、一つの種類しかないと考えていた子どもが大半で、岩石を割ってフ

レッシュな面を観察することにより、様々な岩石の種類が存在することを確認した。

### 3 実際の河川での観察

観察会は、平成 21 年 5 月 27 日から 28 日にかけて実施した。2 で実施したモデル実験の学習を基礎にして、茨城県北部の里川をフィールドとした自然体験活動を実施した（図 3）。里川を選定した理由は、本校第 5 学年の宿泊学習が、茨城県常陸太田市付近で実施されたからである。活動の地域は常陸太田市全域と日立市の一部にわたり、2 日間かけて、里川を下流から上流へ移動した。この活動は、河川の全体像をつかむにはよい機会となった。

里川の自然体験活動の目標は次のように設定した。一つは、上流には大きな角張った石が見られ、中流には数十 cm の丸みのある岩石が見られること、また、下流には小さな丸い石が見られることから、上流・中流・下流の石の大きさや形の違いをとらえること。二つは、上流では侵食の働きがよく見られ、下流では堆積の働きがよく見られることなど、川を全体としてとらえ、「流水の働き」の違いによる川の様子の違いをとらえること。三つは、五感を通して川に触れることで自然を愛する心情を育てることである。

下流域は、バスの中から川原の様子を観察することにした。観察の地点は常磐自動車道の那珂川にかかる橋と常陸太田市の市街地近くの里川である。どちらも砂や小石が川原にあることを理解した。元々、下流の河川の様子は自分の住むつくばみらい市でも観察することができるので、子どもにとって下流域の理解は容易であった。

中流域は、図 4 にある日立市東河内町の里川である。この地の選定の理由は、左右に大きく蛇行する場所があり、その中間に橋が架かり右回りの流れと左回りの流れの比較ができる場所であることと（図 5 ①の部分）、川原へ安全に行ける場所があり、中流の様子を観察するには適していること（図 5 ②の部分）である。図 5 の②の部分は、茨城県常陸太田土木事務所により平成 19 年に水辺空間として整備されている。①の部分では、橋の上から流れの内側と外側という表現を使い、堆積と侵食の関係を観察した。現地は、流れの外側はがけになっている。がけはコンクリートで補強されるが、一部崩れている。一方、流れの内側は 40～50 cm の丸い岩石が多数堆積している。その様子は、右への蛇行でも左への蛇行でも同様であり、流れる水



図 3 観察会の説明



図 4 里川中流の観察地点





図5 中流域観察地点 (GoogleEarth より)

には地面を侵食したり、石や土、砂、泥などを運搬したり堆積させたりする働きがあることを、水が流れる速さと関連づけることができた。この観察では、ワークシートを多用した(図6)。

ここでの指導上の課題は、子どもにとって「河川はどこか」という素朴な疑問である。多くの子どもは、河川は水が流れている部分だけであり、川原は河川の一部ではないことが観察中の言動から明らかになった。(これに関する河川の素朴概念は外の研究に見当たらず、筆者の指摘が初めてのものであると思われる)つまり、堆積の場である内側の川原や侵食の場である外側のがけの様子は、子どもにとって河川ではなく、観察の対象とならないのである。そこで、現地の観察会では、河川は増水時に川の水が地形に影響の与える部分までであることを補足説明した。この観察の時点において、川原にある大きい岩石が流水によって動かれ堆積したことは、「流水の働き」の概念として定着したとはいえなかった。「流水の働き」が子どもの想像をはるかに超えるものであり、実際に河川を観察しただけでは、容易に概念変容をしないからである。その対策として、学校に戻ってから、改めて観察したことをモデルにあてはめる検証実験を行い、「流水の働き」についての理解を深めることにした。

上流域は、バスを止めて観察する条件が整わなかったため、バス内からの観察となった。里川のような中小河川においても、全体としては流れの上流に行くほど礫の大きさが大きくなり、円磨度が低くなる傾向(大きくなり角張っているということ)が認められるが、個々の観測地点では、礫の供給の場所や時期・供給のされ方の違いにより、上流から下流へ一様の変化をする理論通りにならない。特に、観察した里川は現代において、礫が供給されていない状態といわれ、上流から中流にかけては理論通りになっていない河川の一つである(図7)<sup>4)</sup>。観察場所を考慮せず実施すると上流の方が礫は小さくなるような、誤解を招くので注意を要した。一部の子どもは、源流域に入り込み、大きく角張った巨礫を観察でき、「流水の働き」の理解を深めた。



#### 4 検証のためのモデル実験

里川での自然観察で学んだことをまとめ、それを検証する学習活動を実施した。3から4への学習の流れは、自然事象の直接体験から、科学の手続きに基づいた自然の特性を創造する場面への転換に相当する。小学校5年生で取り扱う条件制御の問題解決を重視し、学習のモジュールを三つ用意した。

一つは、自分で川を作り、流れる水の速さ、量や地形を変え、「流水の働き」を調べた。子どもたちは、思い思いに河川のモデルを作り、里川を再現した(図8)。ここでは、蛇行している部分に注目させ、里川での堆積物の様子とモデル河川を比較することや、流速を速くすると比較的大きな礫が運搬されその下流で堆積することを観察させた。実際の河川をモデルに適応させ、授業を構想した。



図8 帰校して里川を再現し観察

二つは、校庭での雨上がりの地面の様子を観察である。これは、導入時にも実施している。再び実施し、改めて里川での体験を踏まえて自然事象を理解することに視点を置き、自然解釈を熟考させた。指導方法の工夫点は、一人一人が「流水の働き」の理解につながる現象が起きている場所を発見し、写真を撮り解説を加え、発表をしたことである。このようなスパイラルな学習を進めることは、自分と共に、対象となる自然自体も成長する良い例である。学習したことを、具体的な場面に適応させ、「流水の働き」の概念を強固にした。

三つは、関心のある「流水の働き」について実験を計画し、発表会を実施した。「流水の働き」の一部分に注目し、深く追究することをねらいとした。同様の計画でグループを作り、課題選択型の問題解決が行われた。企画された実験は12種類で、表3・図9である。

表3 子どもが企画した実験とその結論

実験の目的	実験の結論
石の大きさと運搬の様子が変わるのか	小さい石ほど下流に流された
砂のけずられる様子	砂がけずられ埋めていた石が表れてきた
水の流速と砂と石の運搬の関係	水を強く流すと石と砂が同時に流される
直線の流れではどこが浸食されるか	強く水を流すと浸食された 流れは蛇行する
大きさの違う石の運搬	小さいものほどよく運搬された
砂はどこに堆積するか	流れの内側と下流に堆積した
川の流れはどこが速いか	外側が速く運搬の働きも大きかった
水槽で水を回転させ運搬の実験をする	外側は流れが速く大きな石がたまった
石や木の流される様子を調べる	強い流れでは大きな石はゆっくり木や小石は速く流れた
石の大きさと運搬の様子を調べる	小石はよく流され大きい石は流れない
石の大きさと流れる水の間関係を調べる	流れを強くすれば大きな石も運搬できる
川幅の違いと浸食の間関係を調べる	川幅の狭い所が流れが速くよくけずられた
洪水の時の堆積の様子を調べる	内側以外もたまったので堆の様子が変わる





図9 子どもが企画した実験の一例

## 5 単元のまとめ

教室、校庭、里川で展開された「流水の働き」のまとめは、一斉授業と4で個別に追究した実験のポスターセッションで構成した。一斉授業では、学習指導要領で目標とする、地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べ、流れる水の働きと土地の変化の関係についての考えをもつことができるようにすることを指導した(図10)。特に、流れる水には、土地を侵食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりする働きがあること。川の上流と下流によって、川原の石の大きさや形に違いがあること。雨の降り方によって、流れる水の速さや水の量が変わり、増水により土地の様子が大きく変化する場合があることを確認した。

個別に追究した実験に関するポスターセッションは、グループごとに発表を行い、情報を交換する形式で実行した。この発表は、筆者が研究を進めている、小学校理科における段階的な実験レポート作成の指導法に基づき進められ、パネルを使用した口頭発表が意欲的に行われた。実験レポート作成の研究内容については、中林の報告<sup>5)</sup>を参考にされたい。



図10 単元のまとめの様子

## 分析と考察

### 1 「流水の働き」についての理解

本実践により、「流水の働き」の概念が定着したかを検証するため、学力診断のためのテストを活用し、単元前後での変容調査を対象者49名に実施した。多くの設問では、学習前は50%以下の理解であったが、学習後は大きく正答率を伸ばした(図11)。問題29aの問題を除いたすべての結果は、フィッシャーの正確確率検定により、学習前後に有意な差( $p<0.00$ )があることがわかった。これは本実践の可能性を統計的に実証したことになる。なお、29aの問題で有意な差が表れなかったことは、学習する前から経験的に正しい概念が身につけていることが原因と考えられ、問題28は、実験の方法に関する設問で、解答が収束しにくいことが正答率の低さに表れていると考えられる。

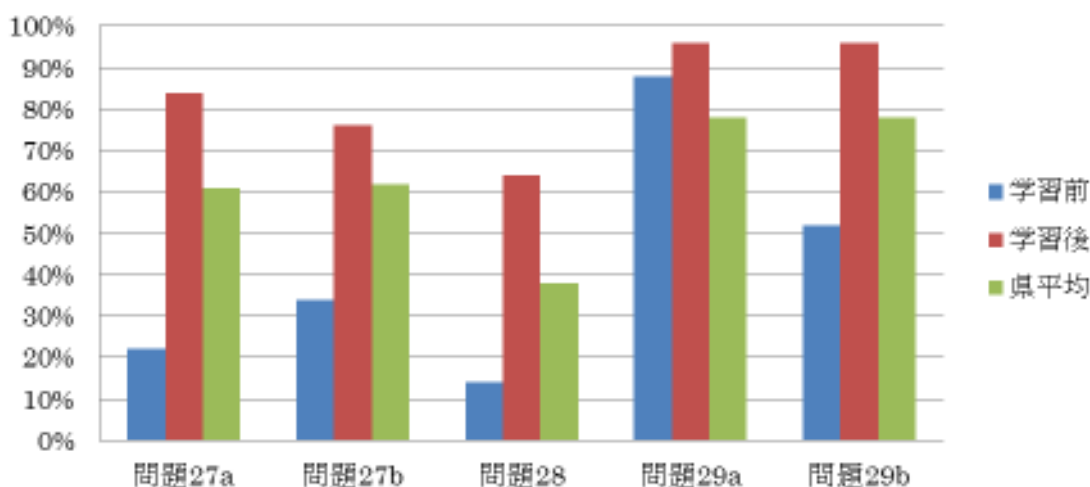


図11 「流水の働き」の学習前後の正答率変化と県平均正答率の比較

「流水の働き」の設問で、27aは「流水の働き」の理解、28は実験の技能・表現、29は流速と働きの関係についての理解をきいている。

### 2 「流水の働き」に関する概念変容

現在の理科教育は、子どもの概念変容を促すことを指導法の根幹としている。本研究も同様の立場で授業を組み立てた。その概念変容の実践前後の比較は表4と図12である。

まず、変容のスタートとなる素朴概念は、単元の導入で、子どものもつ「川」の概念の調査という形で実施している。学習前では、「魚、自然、石や岩」の回答が多く、川は子どもにとって遊びの自然の対象として存在していた。また、「人工の川がある」「海から水が流れている」など、誤った概念や人工的な概念をもっていた。その子どもに本実践を行った結果、表4のような変化を示した。学習後では、上位5つに流水

表4 「川ってどんなもの」回答の変容比較 (n=50)

回答カテゴリー	学習後	学習前
浸食・運搬・堆積がある	32	0
岩が大きい多い	16	6
内側と外側に違いがある	12	0
物が流される	6	0
流速と作用に関連がある	6	0
木を育てる	4	3
魚がいる	4	11
物を流す力がある	4	1
生き物がたくさん	2	4
海へつながる	2	0
海へつながる	2	6
自然がいっぱい	2	0
上流ほど流れが速い	2	2
高い所が低い所に流れる		



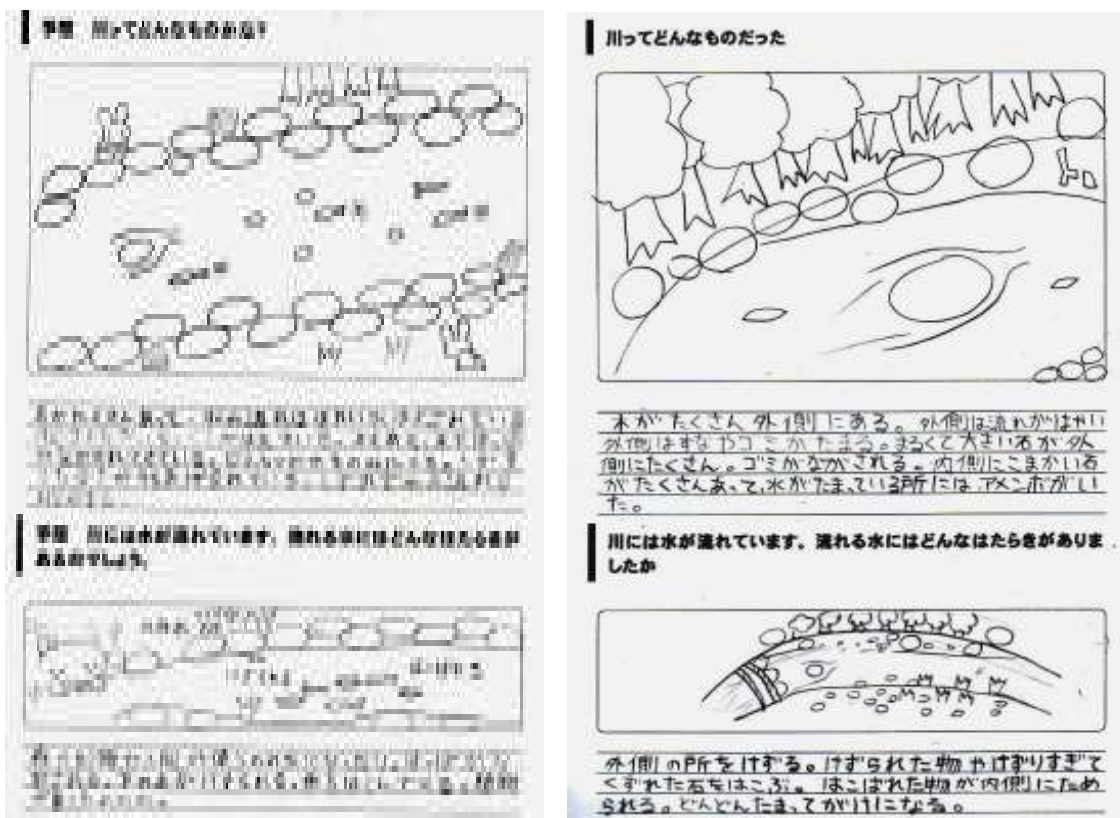


図 12 川に関する記述の学習前後の比較(左が学習前, 右が学習後)

の3作用が関連する内容が回答されている。自然と科学の往還を繰り返すことで、地表を水が流れるとき土地にどのような影響を与えるのかという科学的視点を持ち学習を進めることで、「流水の働き」に関する概念変容を可能とした。

### 結論と課題

この実践では、流水実験や雨後の校庭の様子から見いだしたきまりをもとに、川の流れと川原の様子などを関係付けて調べ、流れる水には土地を変化させる働きがあることをとらえた。学習活動では、「流水の働き」を計画的に追究し、「流水の働き」とともに、自然の大きな力を感じとらせた。野外巡検での直接観察のほか、人工の流れをつくったモデル実験を取り入れて、「流水の働き」について理解の充実を図った。その際、観察や実験の結果と実際の川の様子を関係付けてとらえ、長雨や集中豪雨により増水した川の様子をとらえるために、映像資料も活用した。

理科の学習を「状況に入る学び, 状況を作る学び」<sup>6)</sup>の二つにとらえ、整理する。本研究の場合、状況に入る学びは、雨後の校庭観察や里川での自然観察に相当する。状況に入る学びでは、観察や実験の視点やそれを支える理論的なものの考え方が必要になる。そこで、自然の観察をもとにして、その自然をモデル化した実験で考察するという一つのパターンを基軸にした。さらに、そのパターンで取り扱う自然事象のスケールを大きくしていくという、スパイラルな理論の構築を行った。状

況に入る学びでは、自然観察を支えるための科学的視点を育てた。

状況を作る学びは、川のモデル実験や、選択した課題を追究してポスター発表したことに相当する。自然と科学の往還関係を意図的に指導に取り入れることで、体験や活動を通じた体得的な理解、問題解決を通じた習得的な理解、活用を通じた納得を伴った理解を深めた。その科学の部分をこの学びが支えた。自然の一部分を意図的に切り取り、結論を導き出すために要素を制御することで、人間の創造物である科学を作り出す。そのような体験を、砂や水などを使い、小学校5年生で身につける条件制御の問題解決の能力を生かし、実践を進めた。

主題の一部になっている実感を伴った理解は、子どもが自らの諸感覚を働かせて、観察、実験などの具体的な体験を通して、自然の事物・現象についての理解を図り、興味・関心を高めたり、自らの実感を踏まえながら適切な考察を行ったりすることで確保できた。また、学力診断のためのテストを活用した調査から分かるように、実感を伴った理解は、知識や技能の確実な習得にも資するものであった。さらに、素朴概念を変容させ、子どもの川を見る視点が流水の科学へ変化した。理科の学習で学んだことを、実際の自然に適応することや生活知と関連して深めることにより、理科を学ぶことの意義や有用性を実感し、意欲や関心を高めた。以上のように、小学校第5学年「流水の働き」において、モデル実験と里川における自然体験活動を有機的につなぎ合わせて、自然と科学を往還する単元を構成することで、子どもは実感を伴った理解をすることができた。

本実践は、実感を伴った理解と自然と科学の調和を目指した理科教育の実践であった。そのためには、モデル実験と効果的な自然体験の融合が必要であることが分かった。一方、この実践内容の充実を図るために、野外にある教材の評価を今後の課題としたい。それは、学習場所、学習テキスト、学習指導計画を再評価することが必要であり、学習者への学習効果の影響が大きい。さらに、野外学習教材を用いた場合、学習中の児童・生徒の科学的思考の過程がどのように形成されるかを評価することも今後の課題とする。

#### 引用文献・参考文献

- 1) 文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』(大日本図書, 2008), p.3.
- 2) 日置光久「小学校指導要領(理科)の改訂」『初等教育資料』No.835, (2008), p.5.
- 3) 文部科学省「小学校理科の移行措置について、小・中学校移行措置関連資料」(2009), [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/ikou/007.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/ikou/007.pdf).
- 4) 金谷晋・石嶋明・牧野泰彦「茨城県北部、里川の河床縦断形と巨礫堆積物」『茨城大学教育学部紀要(自然科学)』第54号(2005), pp31-43.
- 5) 中林俊明「発達段階に応じた実験レポートの指導を通じた言語活動の充実—小学校第3学年「じしゃくのふしぎをしらべよう」における事例」『理科の教育』6月号「理科における『言語活動』の充実 言語活動を通して育てる資質・能力—小学校—」(2009), pp398-400.
- 6) 日置光久『展望 日本型理科教育—過去・現在・そして未来』(東洋館出版社, 2005), p.55.