

「実践報告」

上流と下流の河床礫の違いを実感できるモデル実験

藤澤 聖史*

A model experiment to help understand the differences between upper stream and lower stream river bed gravel

Seishi FUJISAWA

はじめに

小学校学習指導要領理科において、自然の事物・現象についての実感の伴った理解を図ることが目標に掲げられている（文部科学省，2008）。この目標を達成するための一つとして、授業に観察・実験を多く取り入れる必要があると考えられる。しかしながら、様々な制約の中で授業をおこなっていかねばならないことは周知のことであり、特に現象を実際に観察することが困難な地学分野の学習指導においては、現象をモデル化した実験等を取り入れていく必要があると考えられる。

私は、平成23年度に国内留学生として熊本大学理科教育（地学）で、主として緑川流域の河床礫の分布の研究を行った。その概要は、熊本地学会誌 No.158 にて、「熊本県緑川流域における河床礫の分布様式の検討」というテーマで公表したところである。

また、翌平成24年度には、熊本県小学校理科教育研究大会上益城大会にて、小学校5年「流水の働き」の単元で「上流の石と下流の石の違い」の内容の授業をさせていただいた。ちょうど大学で研究した内容が重なることや上益城大会のサブテーマが「地域素材・人材を生かした授業展開を通して」ということもあり、私の研究内容を授業

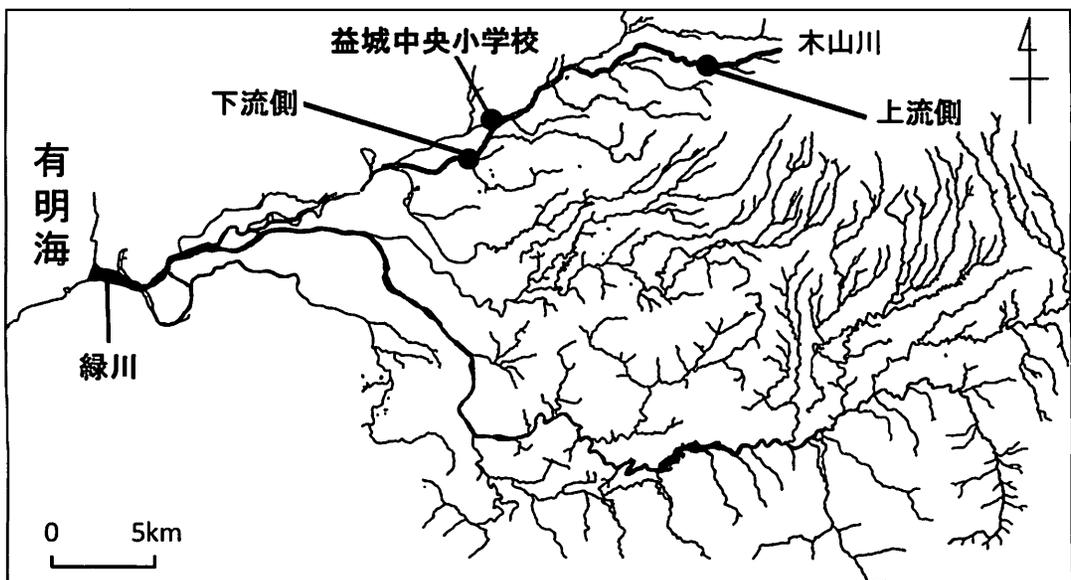


図1 木山川水系図と礫採取地点。

* 菊陽町立武蔵ヶ丘小学校
2014年9月25日受付，2014年10月18日受理



図2 木山川上流の礫採取地点.



図3 木山川下流の礫採取地点.

で十分に生かすことができた。

本稿では、この研究大会で行った授業の概要と
その際に考案したモデル実験について紹介する。

地域素材について

1. 地域素材を扱うにあたって

当時、私の勤務地は山都町であったが、上益城大会の授業が行われたのは益城町立益城中央小学校である。その益城中央小学校付近を流れる川は木山川である。しかし、学校付近の木山川には護岸工事が施され、大勢の子どもたちが安全に観察できる場所がないことから、実際に川を観察するという活動は限られた。したがって、木山川という地域素材を取り上げるにあたり、木山川の自然が残っている場所の映像資料や石などの実物を用いた授業を行うとともに、本研究で作成した河床礫モデル実験を行った。

2. 木山川の概要

木山川の源流は、阿蘇カルデラの南西側斜面である。益城中央小学校より上流側の標高 50 m 付近で布田川が合流し、津森小学校西側の標高約 20 m 付近で金山川が合流する。下流側では、熊本市秋津町秋田地区で北より秋津川、木山川、矢形川が合流し加勢川となり、さらに、熊本市富合地区で緑川に合流する。木山川の長さは長くないが、上流～下流の地形を示す河川である（図1）。

木山川流域で河床礫が観察されるところは限ら

れている。益城中央小より上流に位置する西原村河原地区から上流域は全て河川工事がされているため、礫を観察できる場所は少ない。さらに上流域の標高約 315 m 地点で安山岩主体の大きい礫が観察されるところがある。すぐ上流には砂防ダムも建設されているが、この地域を構成する地質体と河床礫が同源同質のものと判断されることから、この地点を上流側の礫採取地点とした。普段は水無川となっている（図2）。

また、下流側は水量があるため標高約 10 m 地点で一部礫が見られる程度である。今回は、主に木山川起源の河床礫（安山岩）の変化を追っていくことができるようにするために、木山川以外の河川からの礫供給が少ないこの地点を下流側の礫採取地点とした（図3）。

授業展開

本単元は5年「流れる水のはたらき」（13時間計画）である。「3. 本時の授業」ではこのモデル実験を行った6時間目の授業について紹介する。

1. 単元の目標

単元の目標は次のように捉えられる。

「地面を流れる水や川の働きについて興味・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とともに、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（ア～ウ）についての見方や考え方をもちつことができるようにする。

ア 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。

イ 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。

ウ 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。

2. 単元の指導計画

本単元では、上記のア～ウの内容について取り扱うことになっている。

単元の指導計画を表1に示す。評価計画中に示した評価の観点に関する略号は次のとおりである。

関・意：関心・意欲・態度

思・表：思考・表現

技 能：技能

知・理：知識・理解

表1 単元の指導計画。

時	学習活動	評価計画
1	晴れた日と雨が降った日の川を比較して気づいたことや疑問を考える。	関・意①
2	流水実験で流れる水のはたらきを調べる。	思・表①②
3		技 能①
4		知・理①
5	水量が増えるのはどんなときで、その時の流れる水の働きで土地はどうなるのかを考える。	技 能② 知・理②
6	川の上流と下流の石の大きさや違いがあることを流れる水の働きと関係づけて考える。	思・表③
7		知・理③
8～10	川で、流れる水の働きを調べる。	関・意② 技 能③
11	洪水が起こる仕組みや洪水を防ぐ工夫、川の利用について調べる。	技 能④
12		思・表④
13	学んだことを振り返る。	関・意③ 知・理④

3. 本時の授業

本時の授業は、単元の指導計画13時間中の6時間目の授業である（表1）。

(1) 目標

本時の目標を「川の上流と下流に特徴的な石の性状（大きさや形など）を観察し、その違いや理由を流水の働きと関係づけて考えることができる【科学的な思考・表現】。」と設定し、授業を展開した。

(2) 展開

本時の展開は図4に示すとおりである。前時までの学習から問題を導き出した後、木山川の上流と下流で採取した礫を観察した。観察用の礫資料は上流・下流それぞれ3ヶ所の観察場を設けた。上流と下流の様子は映像で提示した。河床礫モデル実験は、児童の仮説をもとに演示でおこなった。

学習活動と主な発問・指示	
1	前時の学習内容を確認する。 ・流れる水にはどんな働きがありましたか。 ・木山川の上流と下流はどんな様子だと思いますか。
2	問題を把握する。 上流や下流の石にはどんな特徴があるのだろうか。
3	上流の石と下流の石を観察して、発表する。 ・石の大きさ、形の2つの視点で記録しましょう。また、どちらが上流の石でどちらが下流の石か考えましょう。
4	上流と下流の映像を見て、どちらが上流の石で下流の石かを確認する。
5	理由を考えて、意見交換をする。 ・なぜ、上流の石は大きく角張っていて、下流の石は小さく丸くなっているのでしょうか。 ①根拠を挙げながら理由を書き。 ②ペアで意見交換をする。 ③全体で意見交換をする。 ・上流の石が流されるうちに、小さく丸くなったり丸くなったりするのは本当か、 実験で確かめてみましょう。←河床礫モデル実験
6	まとめをする。 ・川の上流と下流の石にはどんな特徴がありましたか、その理由も書きましょう。

図4 本時の展開。

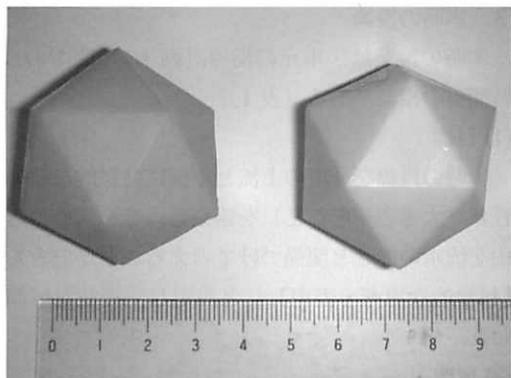


図5 河床礫モデルの原型。水泳の授業で使用する多面体模型。



図6 歯科用印象剤。

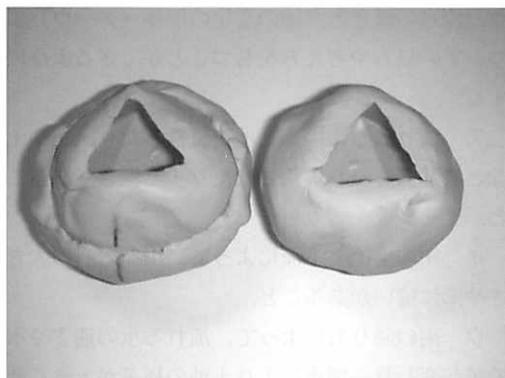


図7 印象剤で作製した型枠。



図8 河床礫モデルとして使用した多面体石膏礫。

教材

1. 河床礫モデル実験の有用性

上記の図4の河床礫モデル実験の概要を紹介する。

この実験は、上流の石が流れる水の働きにより、下流に流されるにつれて削られたり小さくなった様子を確かめるためのものである。当然、理科の授業で行うので、短時間に限られた場で行うことが重要である。その場合、実験に使用する礫のモデルは、石のようにある程度の固さが必要であり、かつ、河床礫が水流によって削れたり割れたり丸くなっていく様子を短時間で観察できるものでなければならない。そこで、筆者はこの礫モデルを石膏を材料として作製し、多数の石膏礫を容器に入れて、激しく振動させることによって石膏礫の摩耗状態を視覚的に、段階的に把握でき

る河床礫モデル実験を考案した。

2. 作成方法

(1) 河床礫モデルに適した形状の模型を用意する

小学校の場合は、水泳で潜る練習をする際にプールに沈めて使用する多面体の模型がある（多くの小学校にはあるようである。）(図5)。これを、角張った河床礫モデルの原型として使用する。

(2) 印象剤で型を取る

ここでは、歯科用ゴム質弾性印象（例：㈱ジーシー製エグザファイン・パテタイプ）を用いて型をとった（図6）。また、型をとるには、市販されている80℃で自由に変形する「おゆる」を使うことも可能である。その際、完全に上部と下部の2つに分けて作成すると、石膏の接着が難しくなるため、石膏を流し込むように作成すると容易に一つの石膏礫を作ることができる。もちろん、



図9 石膏礫を入れた容器を振る児童（県小理上益城大会にて）。

型から石膏を取り外す必要があるため、下部と上部の2つの型枠が必要になる（図7）。

(3) 石膏を流し込んで成形する

最後に石膏を流し込んで、10～15分ほど待つと簡単に取り出すことができる。次にカッターナイフで形を整えて頂点部分を油性ペンで色づけすると完成である（図8）。

3. 実験方法

この実験を行うにあたり、この河床礫モデルとして用いた多面体石膏礫が、実験でどう変化するのか仮説に基づいて結果を予想させることが大切である。

(1) 透明プラスチック容器に石膏礫数個と少量の水を入れる

今回は、中の様子が少しでも見えるように、透明プラスチックの容器を用いた。石膏礫数個と円～亜円礫の小石を数個入れると、結果がより顕著に表れる。

(2) 透明プラスチック容器を振る

増水した川の中を再現するように左右に容器を振る。雨が降った洪水のときの川の様子を考えさせると、児童は大きく容器をふる（図9）。

ただし、容器が割れることがあるので、容器自体をビニル袋に入れるなどの工夫が必要である。実際の授業の時には、あまり激しく容器を振ったために、容器が破損してしまい水が出ってしまった。容器を金属製のものにすれば、容器が壊れるとい



図10 水流によって頂点や平面が削れた石膏礫。

う心配はないが、中身が見えないのが難点である。容器については検討が必要である。

(3) 石膏礫の摩耗状態を確かめる

図9の河床礫モデル実験で使用した石膏礫を確認すると、角が削れ色も取れている（図10）。

つまり、この実験から、礫が上流から流されるうちに小さくなったり、角が削れたりする様子を実感することができる。

成果と課題

本授業に用いた河床礫モデル実験は、礫モデルとして使用した多面体石膏礫の表面が摩耗したことを観察することができ、そのことから実際の河床礫が流れる水の働きによって丸くなったり、小さくなったりすることを実感できる実験であったと考える。実際にこの実験を実施すると、児童が目を輝かせたり大きな感嘆の声を上げたりするなど、興味・関心の高まりが見られた。

このように、現象を実際に観察することが困難な地学分野において、容易なモデル実験で検証・確認していく授業は、実感を伴った理解を図ることのみならず、子ども達の思考力・判断力・表現力を養う機会としてきわめて重要であると考えられる。

しかし、先ほども述べたように、容器に関しては安全性なども考慮して改良が必要である。また、河床礫が水に流されていくという水理条件をモデ

ル化できれば、さらに実際の現象に忠実なモデル実験になると考えられ、改良の余地が残されている。

最後に、本研究を行うにあたり、熊本大学教育学部の田中 均教授には河床礫の研究から授業に至るまで丁寧な指導をいただいた。深くお礼を申し上げます。また、上益城郡教科等研究会理科部会の藤吉勇治校長先生をはじめとする5年部の先生方にも授業作りで指導・助言をいただいた。さらに、会場校であった益城中央小学校の先生方にも会場設営などお世話になった。重ねてお礼を申し

上げる。

文 献

- 有馬朗人ほか，2011. たのしい理科5年－2. 大日本図書株式会社，72pp.
- 藤澤聖史ほか，2011. 熊本県緑川流域における河床礫の分布様式の検討. 熊本地学会誌，18, 2-8.
- 文部科学省，2008. 小学校学習指導要領解説理科編. 大日本図書株式会社，105pp.