

## 丸形水槽実験を取り入れた「流水の働き」の授業実践

山崎 博史・大石 勝子\*・脇坂 将城\*・田中 庸介\*\*・金本 文雄\*  
(2012年12月7日受理)

### An educational program for the unit of “Function of Running Water” in Science at the fifth grade using a transparent round shape water tank

Hirofumi YAMASAKI, Katsuko OISHI, Masaki WAKISAKA,  
Yosuke TANAKA and Fumio KANEMOTO

**Abstract.** We devised the science class using the transparent round shape water tank in the unit of “the function of running water” for the fifth grade of elementary school and practiced it. From a point of view that we control a condition and examine, the aim that we introduced a transparent round shape water tank into the unit is to observe the movement of sand grains carefully and to consider the change of the sand bed form in connecting with the number of times of stir to make water flow. This experiment can be carried out easily without special preparations. The children were able to perform experiments with interests, and to aware of the change in sand bed. Significance to introduce the experiment into the unit rises more by devising consideration of contents.

#### 1. はじめに

小学校理科の目標のひとつとして、問題解決の能力を育てることがあげられ、学年を通して育成する問題解決の能力が示されている（文部科学省, 2008）。その中で、第5学年では、自然の事物・現象の変化や働きをそれにかかわる条件に目を向けながら調べることとされている。すなわち、条件を制御して調べる能力の育成が求められている。

第5学年理科の単元「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。」とされ、流水の働きとして、流水の3作用（侵食作用、運搬作用、堆積作用）について学習する。

この3作用は、流水の速さや量と運ばれる粒子の粒径との関係から捉えることが重要である。例えば、ある流速の元で動きを止めた（堆積）砂粒は、一定程度流速が増大すると再び動き出し（侵

食）、流れの向きに移動する（運搬）する。すなわち、条件に応じて3作用は繰り返し生じることを理解することが大切であると考えられる。

本稿では、「条件を制御して調べる」観点から流水の3作用について学習することを目標として考案した丸形水槽を用いた授業について、その実践結果を報告する。

#### 2. 丸形水槽実験

##### (1) 導入のねらい

本単元で透明丸形水槽を実験・観察に導入するねらいは次の通りである。

- ・児童実験により、興味・関心を持たせることが容易となる。
- ・観察により、水の流れと砂粒の動きを関連づけることができる。
- ・水流により砂粒が侵食・運搬・堆積する様子が連続的に観察でき、水をかき混ぜる回数の増加と砂粒の動き及びその結果である地面の

\*広島市立中野小学校, \*\*福岡市立城西中学校

変化を関連づけて考えることができる。

- ・川の蛇行部の水流とそこでの砂粒の動きを想定できる。すなわち、水流は水槽の壁におつかり内向きに流向を変え、全体としては螺旋を描くように進行している様子が、砂粒の動き観察することで想定可能と考えられる。
- ・特別な装置や準備物は不要で、容易に実施できる。

## (2) 実験概要

使用する器具等

- ・丸形水槽：側面からの観察が可能なアクリル製透明丸形水槽（直径約30cm）
- ・砂：粗～中粒の川砂
- ・カラーサンド：砂とほぼ同サイズのオレンジ色に着色された珪砂
- ・黒い小石：園芸用の細～中礫（径約5mm）
- ・パイプ：印刷用紙（連続紙）の芯（長さ約30cm）
- ・500mlサイズの水入りペットボトル

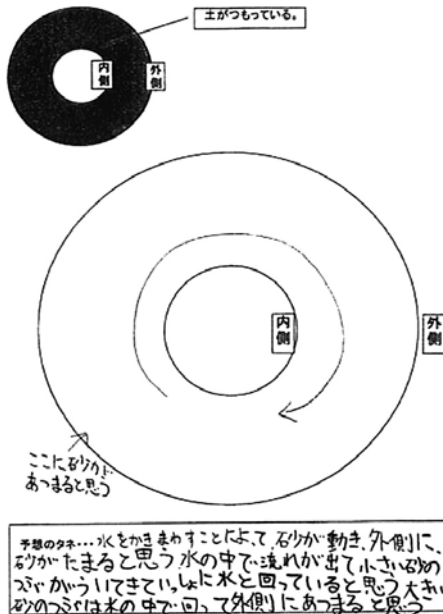
実験手順

- ① 中心に水入りペットボトルを置いた透明丸形水槽の3分の2程度の深さまで水道水を入れ、その底に砂を厚さ1cm程度敷き詰める。砂の表面は手でならしておく。次に、砂の上に黒い小石とカラーサンドを置き、観察カード（図1右）に示される「実験前の様子」の状態を授業者が準備する。
- ② グループの一人がパイプを使って水槽の水を同一方向に10回かき回して水流を作る。その際、パイプを一定の速さで回すこと、またパイプが地面に当たらないよう気をつけることに注意する。グループの他の児童は、水槽の側面および上面から砂粒の動きを観察し、結果をワークシートに記録する。
- ③ ②と同じ方向に水を20回続けてかき回し、その途中及びかき回した後の様子を観察し、結果をワークシートに記録する。
- ④ ③の内容を繰り返して行う。

水が曲がって流れているところでは、地面の様子はどう変わるのだろうか？

【予想カード】

★地面の様子を予想して、絵に描いたり、言葉で表したりしよう。



【観察カード】 地面の様子の変化を順番に記録しよう。

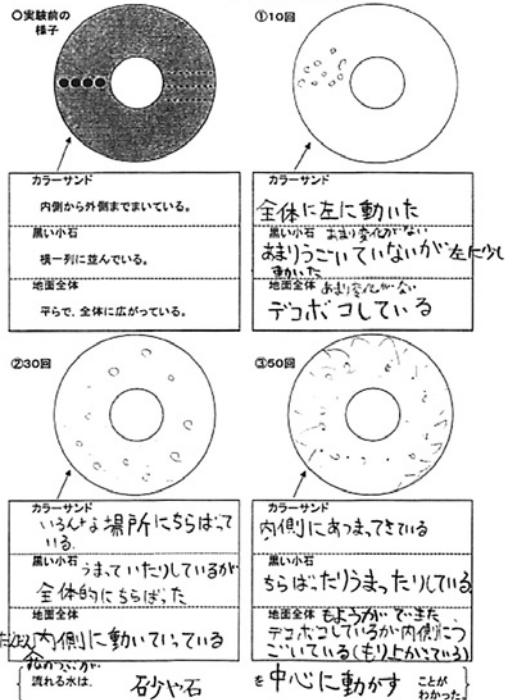


図1 児童が記述した予想カード（左）と観察カード（右）

### 3. 授業実践

日時：2010年10月29日(金)5校時  
 学年：広島市立中野小学校第5学年1組  
 (6班：35名)  
 単元：「流れる水のはたらき」  
 授業名：流れる水にはどんな働きがあるのだろうか  
 授業者：大石勝子  
 ゲストティーチャー：山崎博史

本単元では、地面を流れる水や川の流れの様子について興味・関心をもって追求する活動を通して、流水の働きや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についての見方や考え方をもつことができるようにすることがねらいである。また、指導に

あたっては、平らに整地されているはずの校庭が、雨が降ると凸凹になったり、校庭を横切る長い溝ができたりするという、雨天の日にはしか見られない事象に着目させたり、地域の川(瀬野川)の様子や川の変化による自然災害について調べさせたりすることで、「流れる水のはたらき」に意欲を持てるようにさせること、さらに、モデル実験や川の観察を通して、流れる水の速さや量が土地を変化させる要因であることを理解することができるようにすることを考慮した。

#### (1) 本時の目標

本時は単元全体10時間のうちの3時間目に当たる(付録)。丸形水槽の中で水の流れをつくって、砂粒の動きとその結果としての地面の変化を調べ、記録することができることを目標とした。

学習活動	支援の要点	評価(評価方法)
1. 前時を想起する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨の日の校庭観察の写真を掲示し、本時のねらいに関わる生活経験をふりかえさせる。</li> </ul>	
水が曲がって流れているところでは、砂の動きや地面の様子は どう変わるのだろうか。		
2. 実験方法を知り、地面の様子を予想してワークシートに書く。(個人思考)	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆ゲストティーチャーの説明</li> <li>・実験方法を示し、確認する。</li> <li>・予想のタネ(根拠)を考えさせる。</li> </ul>	
3. 予想を発表する。		
4. 実験を行う。(丸形水槽の流水実験)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流水を作る人と観察する人を交代して、何度も実験して砂や石の動きに注目させる。</li> <li>・観察カードには、地面全体の様子の変化を順に書かせる。それ以外にも、気づいたことを書き留めるように促す。</li> </ul>	技① 水の流れを作って、砂粒の動きとその結果としての地面の変化を調べ、記録することができる。(行動観察・ワークシート)
5. 気づきを発表する。		
6. 流れる水の働きを考察する。(個人→班→全体) [伝え合い]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・班の話し合いでは、実験結果を「流れる水は〇〇を△△する。」という言い方でたくさんあげさせ、班で一番言いたいことを整理させる。</li> <li>・根拠を明らかにして発表させる。</li> </ul>	
7. まとめる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆ゲストティーチャーの説明</li> <li>・身近な瀬野川の写真と今日の実験とを比較する。</li> <li>・5年生への評価</li> </ul>	

図2 本時の展開

表1 調べてみたいこと・ぎもん

ベチョベチョになったグラウンドはどうやってかわくのか？
足あとが雨で消えるのはなぜか？
なぜグラウンドは川のようになるのか？
グラウンドにできた川や水たまりはどこに流れていくのか？
グラウンドにできた川にころがっている石はどこから来たのか？
大雨の時、川の中の生き物はどうしているのか？
日本（広島）には、どれくらい川があるのか？
なぜ草が減るのか？
草や木、石は、どこから流れてきて、どこまで行くのか？
川は、なぜ、同じ方向に流れているのか？
川の上流と下流とでは、どう違うのか？
なぜ、大雨が降ると流れが速くなるのか？
速さはどれくらいなのか？
増水すると早くなるのか？
川に、粘土ができるのはどうしてか？
なぜ、にごったり、またきれいになったりするのか？
どれくらいしたら、もとにもどるのか？
なぜグラウンドは迷路のようになるのか？
増水で山がけずられるのか？
大雨の前と後で、石の大きさが小さくなっているのはなぜ？
あさい所と深いところがあるのはなぜか？
川の中の様子を調べたい。

## (2) 本時の展開

本時の流れを図2に示す。はじめに、前時の校庭観察によって想定した、調べてみたいこと・ぎもん（表1）を確認した。次に実験概要を説明した後、実際に実験を始める前に、予想カード（図1左）にしたがって、地面の様子の変化を予想し、その根拠（予想のタネ）を個々に書き出した。その後、予想内容を発表することでクラス内での共有をはかった。

実験は前述の実験手順を記した観察カード（図1右）に従って班毎に行った。児童に対しては、気づいたことを書き留めるよう促した。

一連の作業が終わった後、気づきを発表することでクラス内での共有をはかった。その後、班の話し合いを行った。その際、実験結果を流水の働きに関連づけて考えさせるために、「流れる水は〇〇を△△する。」という言い方により、できるだけ多くの意見をあげさせた。その上で、班で一番言いたいことを整理し、班ごとに発表させた。

授業の最後には、ゲストティーチャーが実験内容と流水の働きについて、実際の河川との関連も含めて解説した。

## (3) 児童の様子

児童は意欲的に実験に取り組んだ。児童が記述した観察カード（図1右）と実験中の児童の発言例及び観察カードへの記入例（表2）を示す。

これらによると、10回、30回、50回とかき回す回数（総数）が増す毎に、マーカーであるカラーサンドとサイズの異なる黒い小石それぞれの状態が変わってきていること及び砂粒が侵食・運搬されること、また、内向きの流れにより砂粒が内側に集まるという地面全体の変化を把握できていることが指摘できる。一方、同じ回数では、サイズの小さなカラーサンドとより大きな黒い小石の動きに違いがあることを明瞭に意識していると判断される記述は認められなかった。

表2 実験中の児童の発言及び観察カード記入例

	①10回	②30回	③50回
カラーサンド	動く	回した方に動いた	混ざって見えなくなった
	全体に左に動いた	回したところだけ動いた	全体にばらついた
		埋まる	内側にあつまってきた
		内側に動いた	
		いろんな場所に散らばっている	
黒い小石	外側だけ動く	外側だけ(内側はそのまま)	見当たらなくなる
	あまりうごいてないが左に少しうごいた	うまっていたりしているが、全体にちらばった	ちらばったりうまったりしている
地面全体	あまり変化がない	外側から中央に集まってきた	内側に盛り上がる
	でこぼこしている	外側がげずれた	もようができた
		底が見えてきた	でこぼこしているが内側に動いている(もり上がっている)

#### (4) 課題

本時は実験・観察を主体とした授業であり、条件を変えて結果を比較するための項目として、水をかき混ぜる回数の違いを取り上げた。

児童の記述より、かき混ぜる回数を変えたことに対する結果の違いについては、把握し、記録できていると判断される。この点では授業の目的は達成できていると考える。しかし、結果的には、なぜそうなったか、回数の違いを水流の影響のおよぶ時間と捉え、条件の違いによる結果の差異についての考察をるところまでを目標とすることも可能であったことが示唆される。実験結果の活かし方、すなわち考察への展開の仕方より一層の検討が課題としてあげられる。

#### 4. 考察

多くの教科書で紹介されているこの単元での実験は、砂や土の山に水を流して、その様子を観察するというものである。この実験について鈴木(2009)は次のように指摘している。すなわち、“土山に水を流してその様子を観察して調べることが多い。〈中略〉、流れの様子を見させて、侵食・運搬・堆積の流水の3作用の確認だけで満足していることもあるが、これでは学習すべきことの半分も満たしていない。〈中略〉、この学習は曲

がった部分の内側と外側を調べることをすればいいという、間違った慣習が根づいている。”“また、野外の土場などで実験したものは、現地では集中力を欠き、教室に戻っては記憶が薄れて議論になりにくい。”

この指摘のように、従来の実験例により流れの様子を見せるだけでは、流水の3作用の中で侵食作用については比較的容易に理解できても、運搬作用と堆積作用について実感することは容易ではないと考えられる。すなわち、水流により堤防が崩れることは実際に観察可能であるが、水流の中で粒子が動いたり止まったりしながら運搬され、場所によっては動きを止める様子を確認することは容易ではない。そもそも、水の動きは分かりにくく、そのためチョークの粉を浮かべて視覚化することが行われる場合がある。しかし、それは表面の水の動きを表しているだけであり、実際に砂粒が運搬されている底に近い場所での水流の様子ではない。

こうした土山の実験での課題に対して、鈴木(2009)は、実験室で行うことが可能で、また条件を変えて比較実験が可能な、比較的小型の装置を使った実験をいくつか紹介している。また加藤・川上(2009)は、流水の3作用が同時に生じているような多様な現象を再現するための比較的

大型の実験装置を開発し、その効果について議論している。そこでは、指導上の注意点として、実験装置にみられる多様な現象の中で適切なものを抽出して授業を展開することが指摘されている。これら2例は、上流から下流へと土山を流れる流水実験を室内で確認できるように工夫した実験装置の提案とその活用方法を示したものである。

一方、今回導入した透明丸形水槽を使用した実験の特徴のひとつは、上記先行研究の指摘も考慮し、水流による砂粒の動きを観察することに焦点化したことである。水流による砂粒の動きを水流の側面および上面から目視でき、それにより砂粒は、転動や跳動を繰り返して、水が流れる方向に移動することが容易に観察可能となる。流れと砂粒の動きをじっくり観察することは、砂粒の動きを通して水流の動きを知ることに繋がる。

また、もうひとつの特徴として、水流に対する砂粒の動きを、繰り返し、連続して観察可能であることがあげられる。侵食・運搬・堆積という流水の3作用は、侵食され動き出した砂粒が、運搬され、動きを止めて堆積することで完了するというものではない。水流の速さや量の変化に応じて、止まっていた砂粒が再び動き出し（侵食）、運搬され、流れの変化によって動きを止める（堆積）ことを繰り返している。この実験は児童にこのことを気づかせることが可能となる。実際の河川では砂粒が侵食される場、運搬される場、そして堆積する場が同時に存在する。そうした場の違いが流水の速さや量と関連づけて理解されるためには、

この水槽実験での気づきは重要であると考ええる。

実際、今回の実践における児童の観察結果は、丸形水槽実験により砂粒の動きとその結果としての地面の変化を捉えることが出来ることを示している。透明丸形水槽実験は、実験装置としての特別な準備は不用である。この単元における実験内容のひとつとして、導入が容易な透明丸形水槽実験が検討され、活用されることが期待される。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、広島市立中野小学校の川本陽子校長（当時）はじめ教職員及び児童の皆様には多大なご協力をいただいた。また、本研究の一部は、科学研究費基盤研究(B)(22300272)および科学研究費基盤研究(C)(22500853)の助成を受けた。この場をお借りしてお礼申し上げる。

## 文 献

- 文部科学省, 2008, 小学校指導要領解説－理科編, 大日本図書, 108p.
- 加藤一郎・川上紳一, 2009, 小学5年「流れる水のはたらき」における流水実験器の開発と授業での活用－地学現象を空間の広がりと時間の経過で捉えさせる指導のあり方をめぐして－. 岐阜大学教育学部教師教育研究, 5, 95-106.
- 鈴木康史, 2009, 一人ひとりが、机の上でできる流水実験－比較対象と結果の保存－第5学年C領域「流水の働き」. 理科の教育, 58, 50-53.

## 付録 指導と評価の計画

時間	次	内 容	評価の観点				観点別達成目標（評価基準）
			関心	思考	技術	知識	
1	単元導入	流れる水の働き 大雨の時とその前後の川の写真から、気づいたことを話し合おう。	①				関①川の様子に興味を持ち、川の流れや川原、川岸などを調べようとする。
2	第1次 本時3/10	地面を流れる水		①			思①流れる水にはどのような働きがあるか、予想することができる。
3, 4		(1) 雨水が地面を流れる様子を観察してみよう。 (観察) 雨水が流れる様子 (2) 流れる水にはどんな働きがあるのだろうか。 【実験1】 流れる水と地面の様子			①		技①水の流れを作って、流れる水の働きと地面の変化を調べ、記録することができる。
				②			思②流れる水は、地面を削り取ったり、土を運んだり、積もらせたりする働きがあることを見出すことができる。
5, 6, 7	第2次	川の流れとそのはたらき		③			思③川の流れは、川原や川岸の土地の様子を変化させる働きがあると考えることができる。
		(1) 実際の川の様子はどのようなものだろうか。 【観察1】 川原や川岸の様子			②		技②川での観察の準備をして、地殻の川の様子を調べ、記録することができる。
					①		知①流れる水には、土を削ったり、石や土などを運んだり積もらせたりする働きがあることがわかる。
8	第3次	川と私たちの暮らし			③		技③流れる水の働きと災害との関係を調べることができる。
		(1) 流れる水の働きで起こる災害を防ぐために、どのようなふうがなされているのだろうか。				②	知②大雨が降って水の量が多くなり流れが強くなると、地面の様子が大きく変化したり、災害がおこったりすることがわかる。
9	まとめ	学習したことをまとめよう。	まとめの視点 ・流れる水の働き（侵食・運搬・堆積） ・上流と下流で石の大きさや形に違いがあること ・雨によって流量・流速が変わること ・流水による災害とそれを防ぐふう				
10	たしかめ	わかるかな？ ○流れる水にはどんな働きがあったかな。	たしかめの視点 ・流れる水には、削る、運ぶ、積もらせる働きがあること（思②・知①の補充）				
	はってん	チャレンジ！ ○川の水はしばらく雨が降らなくてもかれることはない。これはどうしてか	はってんの視点 ・森が保水した水が川に流れていること（関①・思③・技③の発展）				