

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

大鹿 聖公* 山田 陽子**

*理科教育講座

**知多市立南粕谷小学校

Development of Teaching Material and Class Practice to Enhance Disaster Prevention Awareness to a Flood in Elementary School Science

Kiyoyuki OHSHIKA* and Yoko YAMADA**

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

**Minamikasuya Elementary School, Chita, 478-0025, Japan

要 約

本研究では、豪雨や台風などによる水害に対する防災意識を促すために、発泡スチロールで作製した河川のモデル教材を開発し、それを活用した授業実践を行った。このモデル教材を活用することで平常時と災害時の河川の流量やそれが河川敷に及ぼす影響ならびに堤防の役割や効果などを視覚的に理解することが可能となる。また、土石流による水位の変化なども理解させることができ、河川のモデル教材として複数の効果が期待される。

愛知県内の小学校5年生を対象に、「流水の働き」の単元においてモデル教材を活用した授業実践を行った。実践の結果、モデル教材を用いた降雨による河川の流量変化や土砂災害の様子について、児童は具体的なイメージをもって理解できていることが明らかとなった。また、この授業を通して、水害の恐ろしさについて再認識し、防災の意識が高まっていることがわかった。

Keywords : 河川の働き、水害、防災教育、理科学習

I はじめに

2011年3月の東日本大震災以降、防災教育の必要性が再認識されている。文部科学省による「東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議」での「今後の防災教育・防災管理等の考え方と施策の方向性」では、『自然災害等の危険に際して「行動につなげる態度」の育成と支援者となる視点から、社会に参画する意識を高める防災教育の推進』として、自らの危険を予測し、回避する能力を高める防災教育の推進、また、支援者としての視点から、社会に参画する意識を高める防災教育の推進の2点が挙げられた。このことから、防災意識の向上と自然災害に対する実践的な対応が必要とされている。

川真田ら(2014)は「東日本大震災後、地域に発生する自然メカニズムを科学的に理解し、危険を回避するためにいかに行動すべきかを自ら考え判断する力の

育成が重視されており、その具体的な取り組みが求められている」と述べている。また片田ら(2006)は、「防災教育では……災害に対する正しい知識を持ち有事に的確な行動を取ることができる住民を育てることが非常に重要となる」と述べている。これらのことから、防災教育を行うことによって、災害に対する正しい知識を身につけ、その知識に基づいて判断や行動が可能となることを示唆している。

山田ら(2008)は「従来のハード対策や、防災情報の提供だけでなく、行政と地域住民が協調しながらハード(防災施設建設)とソフト(防災教育、避難方法など)対策を実施し、地域防災力の向上と被害最小化を目指す」と述べている。環境の整備と教育による防災意識の向上が求められると考えられているように、防災教育の一層の促進を図り、子どもたちの防災意識を向上させる必要がある。また、「実際に地域コミュニティの防災・減災計画に……地域住民との合意形成を

図ることが重要となる」とあり、学校現場を含めた地域全体での防災教育も必要であることが示されている。

さらに、高橋（2014）は「理科教育において、①地域の自然環境や自然災害を知る、②自然災害のメカニズムを知る、③自然災害が発生した時、状況に応じて自らの安全を確保できる、④常日頃から災害に対する備えを万全にし、他の人々と協力して災害を乗り切ることができる能力を身につけることが大切である」と述べており、防災教育は理科教育と連携して行うことで、防災の能力が身につくことを示唆している。川真田ら（2014）は水害についての防災教育を行う上で、「単に水害についての知識や情報収集のためのスキルを習得するだけでなく、児童自身が自ら考え、判断し、危険を回避する力を身に付け、自分事として安全で安心な地域づくりに貢献しようとする意識を高める」ことが重要とし、「①地域の自然や防災の取り組みへの関心を高めること。②地域における自然災害の被害状況やその原因を理解すること。③避難経路の確認や、自分が行うべき行動を理解し、実践力につなげること」を目標として掲げるべきであると述べている。

そこで本研究では、小学校理科第5学年「流水の働き」において、理科学習の一環として児童の防災に関する意識や理解を促すことを目的として、河川のモデル教材の開発を行い、授業実践を通して、それらの効果について検証した。

II 水害を実感させるためのモデル教材の開発

小学校学習指導要領解説理科編（2008）では、防災に関連して「自然災害などの視点と関連づけて探究したりする」とあり、小学校理科では自然災害を扱うことができる単元として、「天気の変化」、「流水の働き」、「土地のつくりと変化」がある。また、文部科学省（2013）の「学校防災のための参考資料『生きる力』を育む防災教育の展開、防災教育の展開第2章」では、「流れる水の働き」の単元において、「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ようにする」とあり、防災教育を行うことが定められている。

5年生の単元「流水の働き」に関する教材や授業実践での先行研究では、実際の河川へ出かける観察活動やグラウンドの築山を用いた流水実験が挙げられている（川辺2011）。しかし、校区内の環境により地域での実施に差が見られる可能性がある。また、流水実験では、屋外で行うため天候に左右されることや教師の準備の負担、および一度水を流したら同じ場所で実験ができないなど再現性に欠けることが問題点として挙げられる。そのため、一般的な学習では過去に起きた水害のビデオ視聴や資料による学習が中心に行われたり（植

岡2004、片田2006、黒崎2006、桑沢2008）、ハザードマップの作成など（石井2010）が行われていたりする。しかし、児童が実感して理解したり、防災に対する意識を高めたりすることは難しく、城下ら（2007）も学習指導要領の変遷における防災教育の課題について述べている。

本研究ではこれらの課題を克服し、児童が実感できる河川のモデル教材の開発を試みた。モデル教材の開発にあたり“繰り返し実験ができること”、“視覚的に水の流れを理解できること”、“室内実験が可能であること”の3つの課題を克服することを目的とした。

開発したモデル教材は、発泡スチロールを土台として河川および河川敷の流域を作製したもので、モデルの中央に河川を配置した。大きく2つの部位からなり、それぞれが約90×60cmの大きさとなっている。上流部では土台を傾斜させ河川の流速が速く、下流部ではほぼ平坦で流速が緩くなるようにした。河川には水の代わりに、水を表現するためのビーズを流し、その量で水の流量を示すようにした。

開発したモデルの特徴として、以下の4点を挙げる。

まず1点目は大きさである。全員が同時に体験できるように大型の模型とすることとした。180cm×60cmの大きさがあり、学級の児童全員（約20～40人）が、モデルの周囲から一度に見ることが可能である。

2点目は、砂による単色の造形でなく、土台の背景を環境に似せて着色したり、家や車を置いたりすることで、モデルに現実感をもたせるようにした。

3点目は室内で水を使用すると、再現性や準備・片付けなど教師への負担が大きくなるため、水の代わりにビーズを用いるものとした。ビーズを用いることで、透明な水と異なり、児童の視点が明確になると考えた。ビーズは色と形状の異なる2種類を用いた。平常時は球形の青色ビーズのみを使用したが、大雨時には青色ビーズに加え、土砂と見立てた扁平形の赤色ビーズを使用した。赤色ビーズは平野部で流れが止まるため、氾濫のようすを再現することが可能である。

4点目は条件の変更が可能なことである。今回は、4つの条件（平常時・堤防あり、平常時・堤防なし、大雨時・堤防あり、大雨時・堤防なし）を再現できるようにした。ただし、本教材を用いた際における洪水とは川の水が増えた状態とし、氾濫とは川から水があふれる状態とした。

III 授業実践

1. 実践の概要

作製したモデル教材の有効性を検討するために、小学校第5学年「流水の働き」の単元で実践を行った。実践は2パターン設定し、1つは学習内容について児童の学習意欲の向上をねらいとし、単元の導入場面で教材

を使用した実践を行った。もう1つでは児童の防災意識の向上をねらいとし、単元後の発展場面で教材を使用した実践を行った。

実践校は国立大学附属N小学校（児童数38名）、愛知県弥富市立J小学校（児童数23名）および愛知県知多郡武豊町立M小学校（36名）の3校で、平成26年10～11月にかけて行った。

2. 実践の流れ

2パターン授業実践の流れは、以下の通りである。

(1) 単元導入場面：N小学校

① 平常時と大雨時の川の写真の比較

② モデル教材による“平常時・堤防あり”、“大雨時・堤防あり”の流水状態の演示

③ 学習課題の設定と発表

④ モデル教材を用いた“大雨時・堤防なし”の流水状態の演示

(2) 単元終末場面：J小学校・M小学校

① 近年の水害の被害および本時の課題の確認

② モデル教材による“平常時・堤防なし”の流水状態の演示

③ 水害を防ぐ方法の考察

④ モデル教材による“平常時・堤防あり”、“大雨時・堤防あり”の流水状態の演示



図1 授業実践の様子。A：教師による平常時と大雨時の河川の様子と比較。B：モデル教材で大雨時・堤防ありの河川の流水を再現。C：モデル教材で大雨時・堤防なしの河川の流水を再現。D：モデル教材で定常時・堤防なしの河川の流水を再現。E：モデル教材で大雨時・堤防ありの河川の流水を再現。F：流水の働きと自然災害とのかかわりについての教師のまとめ。

⑤水害の防災対策と災害時の行動についての考察

※下線を引いた部分がモデル教材の活用箇所

いずれの授業においても授業のねらいを達成するため、モデル教材を用いる場面を2回設定し、モデルによるシミュレーションを通して児童が実際の河川をイメージし、事象を思考させるものとした。それぞれの授業のねらいに応じてモデル教材の設定条件を変更し、児童に演示した。

3. 実践の様子

(1) 単元導入場面：N小学校

単元導入の授業では、まず身近な川をイメージさせ、平常時と大雨時の河川の写真を提示し(図1A)、河川の違いについて考えさせた。その後、モデル教材を用いて、“平常時・堤防あり”と“大雨時・堤防あり”の河川の様子を演示した。ビーズの流れに着目させ、河川の水量などに気づかせるようにした(図1B)。

モデル教材の演示から、河川についての疑問を挙げさせ、クラスで共有させた。その結果、「大雨が降ったときの川の仕組みについて」が18人、「川の流れの速さについて」が5人、「川での水の量の変化について」が4人、「川の上流中流下流の川の流れの違いについて」が4人、「川の毎日の変化について」が3人、「洪水について」が3人、「実際に土と水を使用して模型と同じように実験してみたい」が1人と発言した疑問が児童から挙げられた。これらの中で特に、「洪水」というキーワードが多く挙げられていたことに着目し、再度モデル教材を用いて“大雨・堤防なし”の演示を行い(図1C)、洪水の様子をイメージさせた。2回の活動を通して、河川の水の流量や洪水の発生などについてまとめて、授業を終えた。

(2) 単元終末場面：J小学校・M小学校

単元終末での授業では、まず2014年8月に発生した広島土砂災害と、台風による川の決壊の写真を提示し、水害に対する危険性をイメージさせた。ここから本時の目標として設定した「水害から命を守る方法を考えよう」という授業のねらいをクラスで確認した。

次に、モデル教材を用いて“平常時・堤防なし”の流水状態を演示し、平野部の洪水について実感させた(図1D)。この演示を基に氾濫する平野部の水害を防ぐための方法について児童に考えさせた。児童からは「ダムをつくる」や「堤防をつくる」、「コンクリートブロックを川に置く」など既知の知識や身近な経験から考えを出していた。その後、堤防などの働きを実感させるために、再度モデル教材を用いて“平常時・堤防あり”の流水状態を演示した。児童から河川を流れるビーズが平野部に流れ出さない様子から「さっきは家まで水が来ていたのに、今回は洪水の被害が起こっていない」、「堤防って大事」という児童の意見が多数挙げられた。さらに“大雨時・堤防あり”の流水状態を

提示し(図1E)、大雨時においても氾濫はしないが、河川の流量や水位の変化することに気づかせた。児童からは「さっきと違って今回は水が詰まっている」、「もう少しで水が堤防を超えてしまう」という発言が得られた。

まとめでは、これらの活動から水害を予防するための対策や水害が発生した際の行動について考えさせ、意見を交流させた。最後に「流れる水のはたらき」の3作用である侵食・運搬・堆積により水害が発生することを説明し、単元学習のまとめとした(図1F)。

IV アンケート調査結果

教材の評価ならびに児童の変容を調査するために、質問紙調査を実施し、それらの結果について分析した。質問紙調査には、授業実践を行った3校の児童、国立大学附属N小学校(児童数38名)、愛知県弥富市立J小学校(児童数23名)および愛知県知多郡武豊町立M小学校(36名)を対象に行った。質問項目が実践校により一部異なっているため、分析はそれぞれの項目ごとに行った。以下に、調査結果を示す。

まず、モデル教材を用いた授業の面白さについての児童の反応は図2の通りであった。児童のほぼ全員が授業を(大変)面白かったと回答していた。また、児童の授業への参加度の結果は図3の通りで、8割の児童が積極的に参加できたと回答していた。

授業で用いた河川のモデル教材による活動から児童が実際の河川の様子をイメージできたかを聞いた結果、図4の通りであり、9割以上の児童がイメージできたと回答していた。また、その理由について自由記述で聞いた。記述内容を分類して集計した結果を表1に

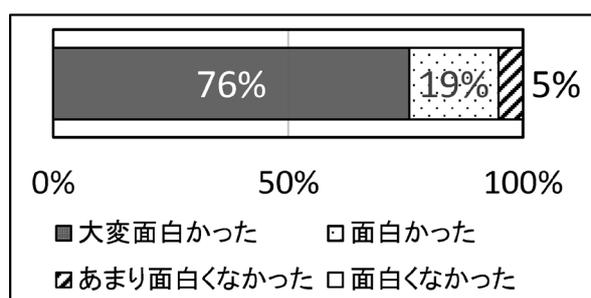


図2 モデル教材を用いた授業の面白さ n=95

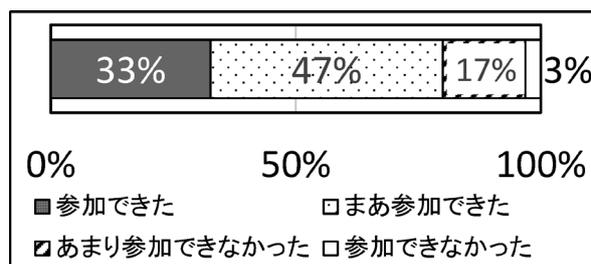


図3 授業への児童の参加度 n=95

示す。表1から、色つきのビーズが河川を流れていく様子に児童の回答が集中していた。その他、児童がモデル教材から実際の河川をイメージしやすいように、家などの具体物の配置や、色を配色したこともよい理由として挙げられていた。

また、開発したモデル教材によって洪水発生をイメージできたかどうかを聞いた結果を図5に示す。この結果、ほぼ全員の児童が洪水発生イメージについて実感できたと回答していた。加えて、降雨時や洪水時における河川の流量の変化における堤防の働きについて理解できたかを聞いた結果、図6の通りであった。また、災害時における堤防の有効性について聞いた結果、図7の通りであった。これらの結果から、モデル教材を通して児童が河川の堤防の役割や働きについて理解し、さらに堤防の効果についても実感していた。

モデル教材を用いて単元の導入で授業実践した場合の児童の単元に対する学習内容への興味や学習意欲について調査した結果、それぞれ図8、9の通りとなった。学習内容への興味では、児童の8割以上が(大変)興味をもったと回答し、学習意欲でも約9割の児童が(もっと)調べたいと回答しており、モデル教材を用いて、具体的に学習内容に関する現象を提示することで、児童の興味や意欲が高められることがわかった。

災害時における避難場所を確認することが必要かどうかについて、授業の事前事後で聞いた結果を図10に示す。また、災害時における家族との連絡方法の確認の意義についての結果を図11に示す。さらに、災害時に各種情報を入手する必要性についての結果を図12に示す。それぞれの結果から、授業後で必要と思う回答が上昇していた。

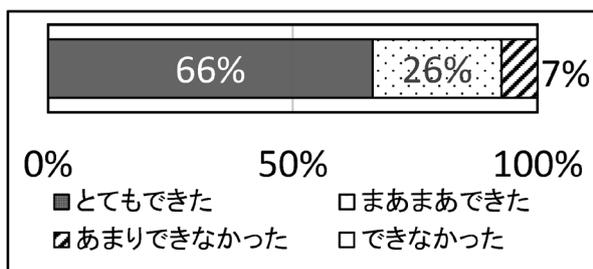


図4 モデル教材を通した河川のイメージ化n=95

表1 モデル教材から河川をイメージできた理由 (記述件数) n=95

ビーズが流れる様子	78
家や車	33
背景の色	22
模型の大きさ	21
その他	15

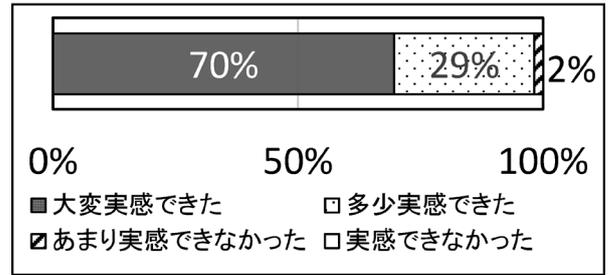


図5 モデル教材による洪水発生イメージ化n=57

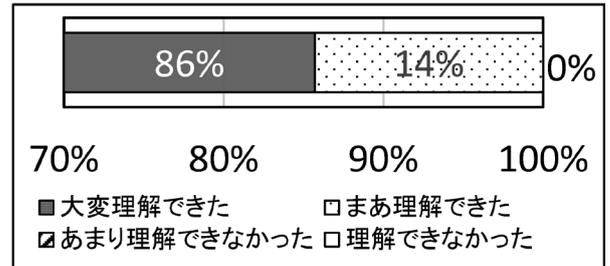


図6 モデル教材による堤防の働きの理解n=57

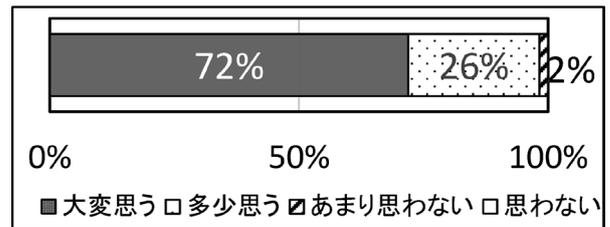


図7 災害時における堤防の効果n=57

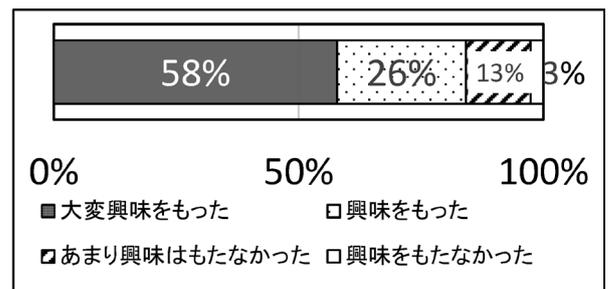


図8 児童の学習内容への興味n=38

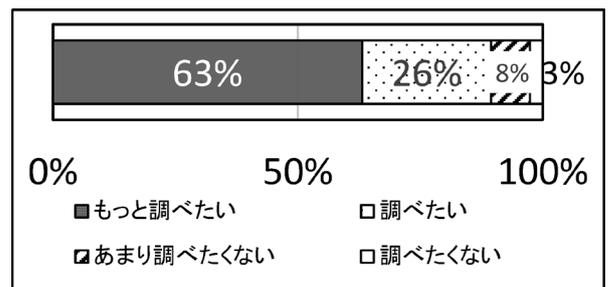


図9 児童の学習単元への学習意欲n=38

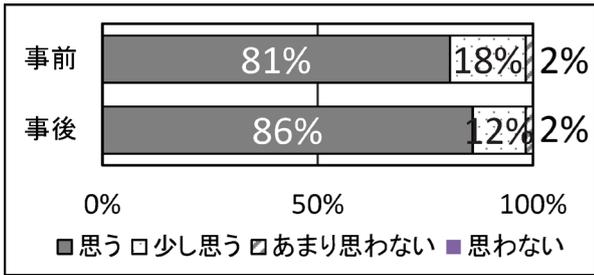


図10 避難場所を確認する必要性 n=57

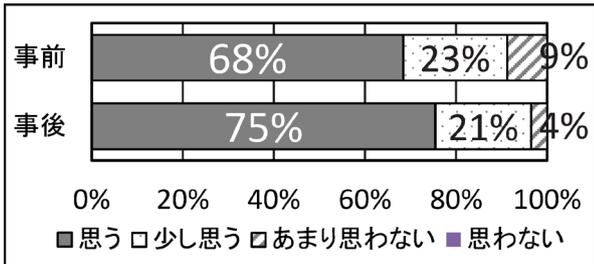


図11 災害時における連絡方法の確認の意義 n=57

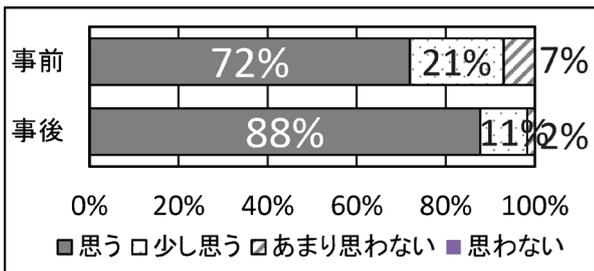


図12 災害時に各種情報を入手する必要性 n=57

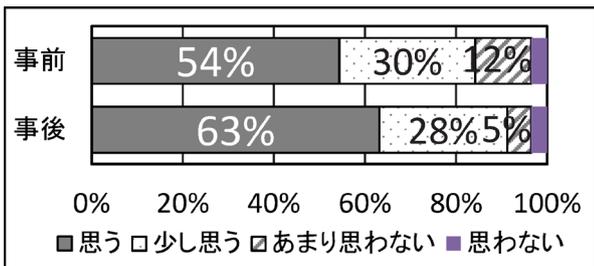


図13 自然災害を学習する必要性 n=57

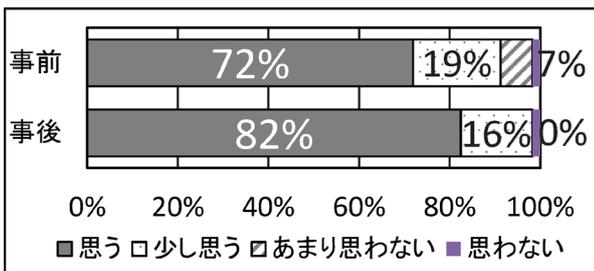


図14 防災教育を学ぶ必要性 n=57

また、自然災害について学習する必要性ならびに防災教育を学ぶ必要性についての結果を図13、14に示す。これらの結果についても、それぞれ事後において数値の上昇が見られた。

V まとめ

本研究では、小学校第5学年「流水の働き」の単元において、単元への学習意欲の向上および防災意識を促すための教材開発とその教材の有効性を検討することを目的として、開発したモデル教材を用いて授業実践を行った。本研究で明らかとなった結果および課題について示す。

1. 教材開発について

本研究では、「流水の働き」において防災教育を行う上で、“繰り返し実験ができること”、“視覚的に水の流れを理解しやすいこと”、“室内での実験が可能であること”の3点に留意してモデル教材の作製を行った。モデル教材の土台に発泡スチロール、水の代わりにビーズを用いた。発泡スチロールの利点として、持ち運びが容易であることや川の形状の表現が可能であることが挙げられる。また、ビーズを用いた利点として、実際の水は透明なため、児童にとって流れや速さを実感しにくいのが、ビーズを用いることで児童が容易に流れや早さを視覚的に捉えやすかったことと思われる。

作製したモデル教材の利点として、一定の大きさがあり、クラス全員で同時に体験できること、家や車を置くことや背景の色を描いたことで、砂場での実験と比較して、実際の環境を思い浮かべやすく、現実感があること、ビーズにより水を視覚化できること、4つの条件（平常時・堤防あり、平常時・堤防なし、大雨時・堤防あり、大雨時・堤防なし）を変えて繰り返し実験が出来ることが挙げられる。

2. 授業実践について

作製したモデル教材の有効性を検討するために、小学校において授業実践を行った。授業実践では、学習意欲の向上を目的に単元の導入での実施と、防災意識の向上を目的に単元の終末で発展としての実施の2パターンで行った。それぞれの授業において、モデル教材を用いた授業は児童に興味関心をもたせ、教室内で河川の働きをリアルに提示することができ、児童の評価も高かった。授業の参加度では、他の項目と比較して若干数値が低めになっているが、これは大きなモデルを用いたクラス全員での同時体験を目指したが、児童の位置によっては現象を見やすい・見にくいなどの差があったためと思われる。

モデル教材は、砂場などでの流水実験と比較して、

児童のアンケート調査の回答にも見られるように、色のついたビーズが流れる様子が、視覚的に理解を高めていることがわかった。授業後の児童の感想からもモデル教材は、「本当の川の流れみたい」や「実際の川に行ってみよう」など児童の反応が見られたことにも裏付けされている。

また、ビーズによるモデル教材は、天候に左右されず、室内で実施可能であり、また、授業中、繰り返して児童に提示することができることも児童の理解を助けることにつながったと思われる。

学習内容への興味や意欲についても、図8、9に見られるように高い効果を示しており、さまざまな条件での流水実験を提示でき、新たな条件に対する現象への興味や意欲につながったと考えられる。モデルから実際の河川へと動機付けにもなったのではないかと考える。

さらに、単元終末での実施において、防災教育の重要性をねらいとした授業でも、授業の前後において、それぞれ防災に関する意識が高まることがわかった。しかしながら、他の調査項目と比較して授業後の上昇がわずかな点については、今回、実践を行った知多市や弥富市では、もともと水害に対する意識が高く、理科以外において、積極的に防災教育を行っているという現状があった。そのことが事前事後調査の事前の結果にも表れている。それにもかかわらず、今回の授業を通して、さらに意識を高めた点は、他の地域においても、今回開発したモデル教材を用いて授業実践することにより、児童の防災意識を高められることの裏付けになるのではないかとと思われる。今後、そのような地域での実践により、効果を検証していきたいと考える。

最後に、今後の課題として、本研究で開発したモデル教材には従来の砂場などでの流水実験と比較して多くの利点が挙げられたが、児童全員が体験できるように大きなモデルとなった。重さ的には教員が運べる程度の重さとなっているが、場所をとること、設置に時間がかかる、保管場所が必要など大きな点が逆に問題となる。また、水の代わりにビーズを用いたが、大量のビーズが必要となるため、その準備に費用がかかることが挙げられる。また、発泡スチロールで作製しているため、河川の形状の変更ができない点もあり、河川の形状の違いによる流水実験が行えないなど、今後、検討しなければならない点もある。今後、さらに改善を行い、よりよい理解を促す教材へとつなげていきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、愛知教育大学附属名古屋小学校古市博之教諭、知多郡武豊町立緑丘小学校出口

久美子教諭、弥富市立十四山西部小学校太田訓功教諭には、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

- 石井健作、[防災教育の教材例・実践例]—小学校「流水の働き」—身近な地域の自然災害を意識した理科学習—「流水の働き」におけるハザードマップづくりを取り入れた学習展開の工夫—、理科の教育、59、27-29、2010
- 片田敏孝、桑沢敬行、津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発、土木学会論文集、62（3）、250-261、2006
- 川辺孝幸、砂場を利用した「流れる水のはたらき」実験のノウハウ—理科支援員等配置事業による小学校での実践等を踏まえて—、山形大学教職・教育実践研究、6、7-17、2011
- 川真田早苗、香西武、村田守、水害から命を守る地域防災教育プログラムの実践：地域の特色を考え、危険を判断し、回避する力の育成をめざして、日本理科教育学会第64回全国大会論文集、76-77、2014
- 黒崎ひろみら、中野晋、山本博之、木村泰之、浜大吾郎、中学校における沿岸防災教育の実施とその有効性、海岸工学論文集、53、1316-1320、2006
- 桑沢敬行、片田敏孝、及川康、児玉真、洪水を対象とした災害総合シナリオ・シミュレータの開発とその防災教育への適用、土木学会論文集、64（3）、354-366、2008
- 文部科学省、学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開、2013
- 文部科学省、小学校学習指導要領解説理科編、大日本図書、6、2008
- 城下英行、河田恵昭、学習指導要領の変遷過程における防災教育展開の課題、自然災害科学、26（2）、163-176、2007
- 高橋治郎、防災教育のための理科教育、愛媛大学教育科学部紀要、50（2）、105-113、2004
- 植岡靖司、吉富友恭、今井亜湖、前迫孝憲、河川実験施設との連携による動画コンテンツを用いた理科教育の実践、日本教育工学会論文誌、28（3）、275-280、2004
- 山田文彦、柿本竜治、山本幸、迫大介、岡裕二、大本照憲、水害に対する地域防災力向上を目指したリスクコミュニケーションの実践的研究、自然災害科学、27（1）、25-43、2008

(2015年12月28日受理)