

令和 5 年 6 月 29 日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01033

研究課題名(和文)科学的に認識できる風水害用の防災教育プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of a scientifically recognizable disaster prevention education program for storm and flood damage

研究代表者

此松 昌彦 (Konomatsu, Masahiko)

和歌山大学・教育学部・教授

研究者番号：50314547

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：最近では集中豪雨型の大雨が多くなり、河川の氾濫や土砂災害が増加している。研究中に小中学校の新指導要領改定が発表され、理科において風水害に関する記述が多くなり、防災教育における災害を意識していることが明らかになった。さらに、中山間地域のために土砂災害のメカニズムを学ぶために、地盤への雨水の染み込みを学ぶ実験装置やあまり理科の教科書では記載の少ない地形をわかりやすく学べる陰陽図という表現手法を用いた教材を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

最近では地球温暖化の影響で集中豪雨による河川の氾濫や土砂災害が増加しているため、学校教育において災害のメカニズムを学ぶ理科の重要性は増している。しかし新教科書では人口の多い広い河川下流部の記述が多い中で、本研究のような中山間地域のような狭い場所での土砂災害や河川氾濫について意識を高めるために、立体的に認識できる地形から集水域や雨水の染み込みをイメージできる教材、授業プログラムを開発することの意義が高い研究である。

研究成果の概要(英文)：Recently, heavy rains of the torrential rain type have increased in number, and flooding of rivers and landslide disasters are increasing. During the research, the revision of the new curriculum guidelines for elementary and junior high schools was announced, and the number of descriptions about wind and flood damage in science was increased, making it clear that disaster prevention education is conscious of disasters. In addition, in order to learn the mechanism of landslide disasters for hilly and mountainous areas, we have experimental equipment that teaches how rainwater seeps into the ground, and teaching materials that use the expression method of Yin-Yang Maps, which make it easy to understand topography that is rarely described in science textbooks. developed.

研究分野：防災教育

キーワード：防災教育 風水害 陰陽図 集水域

1. 研究開始当初の背景

最近の防災教育においては、2011年の東日本大震災を児童・生徒はテレビ等で間近に見たことから、津波防災や地震についての備えを考えるようになり、全国的に地震防災について学校で総合的な学習の時間などを利用して実施されるようになってきました。それに伴い多くの防災教育教材も発表されてきた。教育委員会などの努力によって県内各学校でも防災教育は取り組み、たとえば田辺市新庄中学校による「新庄地震学」は理科だけではなく、全教科をからめながら総合学習の時間で実施し、生徒の防災意識の啓発につながり、地域自体の地域防災力の向上に貢献している。また東日本大震災以降の文科省支援事業で、実践的な防災教育プログラムで、和歌山県すさみ町、那智勝浦町、九度山町、和歌山市などの学校も参加して防災教育に取り組んでいる。このように県内の一部の学校で防災教育は素晴らしい実践が実施されて、少しずつ増えてきている実情である。しかし地震への備えがほとんどで、台風などによる河川の氾濫、土砂災害に対しては進んでいない。それは教員が忙しいのと防災教育という新しいジャンルを実施していくためのノウハウが無いためであると、県教育委員会の防災教育担当者はアンケート結果をもとにして指摘している。

。2009年度から現在まで教員免許状更新講習で「児童・生徒と行う防災教育」(和歌山大学)を実施し、毎回定員一杯になることから教員の意識はあるものの、どのようにやっていいかわからないようだ。東日本大震災以降は児童・生徒の命を守りたいという意識が強い。この講習において、避難行動するためには、何が起こるかという想像力、それを想像するための災害のメカニズムなど科学的理解が必要だと主張している(此松、2015)。教師と話していると、学校では地震や津波に関する防災教育が主体で、5年前に紀伊半島大水害が発生した地域としては、河川の氾濫や土砂災害関係の教材が少ないということで相談を受けることが多い。特に内陸部の教師からの指摘が多く、風水害による河川の氾濫、土砂災害への教材開発のニーズが高いことがわかる。また紀伊半島大水害から5年が経過しているため、被災者からの体験談をヒアリングしやすくなっている。全国的にみると風水害が増えていることで、2015年に日本土木学会が「実験で学ぶ土砂災害」を出版しており、少しずつニーズが高くなっている。

2. 研究の目的

そこで筆者は最近の異常気象による風水害の増加から、児童・生徒が身を守るために学校で利用できる風水害向けに河川の氾濫、土砂災害に対して科学的な認識にもとづく教材開発を行い「総合的な学習の時間」での実践や、授業をできなくても防災訓練でも学びと融合させて、単なる避難する訓練ではないプログラム開発を着想した。特に筆者は和歌山県のような山間地域の多く、平野が少ない学校現場でも利用できる教材を開発することで、和歌山県内の学校で実践できる風水害向けの教材開発を行うことにした。

3. 研究の方法

本課題では地震や津波だけでなく、風水害でも利用できる防災訓練という短時間で実施するイベントで実施する新しい防災教育プログラムである。期間内に以下の事項を実施する。

- ・防災訓練で災害時のイメージをしてもらうために風水害による過去の災害時の写真やビデオなどを収集する。感覚的な災害時の怖さをイメージする素材の収集。紀伊半島大水害での被災者からの体験談を収集する。

- ・学校で学ぶことを規定している新指導要領が改訂になり、防災教育についてどのような変化があったのかを調べる。

- ・紀伊半島の内陸山間地域では国土交通省が1mのレーザー測量されたデータを持っているので、借用して微地形を観察できる陰陽図を作成する。3Dプリンターで地形模型を製作する。児童・生徒に自分たちの住んでいる地域の地形について認識してもらう。

- ・洪水のもとになる集水域を認識させる実験を考案する。

- ・雨水の染み込みを理解するための模型実験モデルを製作し、児童・生徒に理解してもらう。

- ・児童・生徒に自分たちで協力学校を通じて、通学路の安全マップを作成し、自分たちの地域のハザードマップを作成してもらう。また協力学校では個々の実験やプログラムを学校で実際に活用してもらい、「総合的な学習の時間」などで実施できるように、風水害に対する備えを児童・生徒に理解してもらい、教師や保護者がいなくても、中学生は自分で対応できるように科学的に体系化する。

- ・内陸風水害のための防災教育プログラムは、小学校から高校までで行い、可能なら大学生で類似したプログラムの効果について検証しながら科学的なプログラムとして体系化する。防災教育プログラムはホームページ等でも公開する。

これらについて研究期間内において調査研究を行なった。

4. 研究成果

この研究期間の時期では2000年からのコロナ禍による影響が大きくなり、学校ではコロナを

広げないよという事で、部外者を学校現場に入れない時期などがあり、学校での実践ができない状況であった。そのため研究の一部は今後の研究課題として残っているものがあることを先に報告しておく。

・防災訓練で災害時のイメージをしてもらうために風水害による過去の災害時の写真やビデオなどを収集する。感覚的な災害時の怖さをイメージする素材の収集。紀伊半島大水害での被災者からの体験談を収集する。

紀伊半島大水害の被災者の体験などは、地域での販売している書籍、冊子などを購入した。県外で発生した熊本県など水害の写真集や資料などを購入し、地元でしか入手できない資料を入手することができた。風水害での体験談の文献やDVDやYoutubeからの動画も入手したりした。これらから風水害によって河川の氾濫、土砂災害の発生について現象として知ることができるようになってきているが、多くの発言において、急な変化で避難できなかったという声が多かったようだ。風水害は突然発生する地震などに比べてある程度予測できるので、タイムラインの作成を自治体が支援しているのだが、まだまだ普及していないようだ。これらの資料から共通な教訓を抽出して、一般化させて論文を書く準備を行なっている。

・学校で学ぶことを規定している新指導要領が改訂になり、防災教育についてどのような変化があったのかを調べる。

校種	学年	地球	
		地球の内部	地球の表面
	平成20年 平成29年	地球の内部 地球内部と地表面の変動	地球の表面 地球の大気と水の循環
小 学 校	第3 学年	参考:H10年の改訂で石や土、さらに地面についての特徴や性質を学ぶ項目が削除	
	第4 学年	雨水の行方と地面の様子(H29年に新規項目) ・地面の傾きによる水の流れ ・土の粒の大きさと水のしみ込み方	天気の様子 ・天気による1日の気温変化(H20に小5年から移行) ・水の自然蒸発と結露
	第5 学年	流水の働きと土地の変化 ・流れる水の働き(侵食・運搬・堆積) ・川の上流・下流と川原の石(H20に新規項目) ・雨の降り方と増水	天気の変化 ・曇と天気の変化(H20年に新規項目) ・天気の変化と予想
	第6 学年	土地の作りと変化 ・土地の構成物と地層の広がり ・地層のでき方と化石 ・火山の噴火や地震による土地の変化(H20年に選択から必修した項目)	

図1 小・中学校における理科において地球領域の中で災害を考える上で関連する項目(此松、2018)の一部引用

今回の平成29年改訂では理解において防災に関する項目が多くなり、小学校では「雨水の行方と地面の様子」が小学4年生の新項目ができた。そのため従来では5年生に「流水の働きと土地の変化」を行うことから河川について学んでいたが、より雨水の流れが低いところへ流れ、雨水の土の違いによる染み込みによってにおいてで変化があることを学べるようになった。これは河川の氾濫だけでなく、河川上流部では水の染み込み方によって、土の保水について考えることができるようになり、土砂災害についても考える機会を増やした。また中学校においては従来の3年生で実施していた「自然の恵みと気象災害」を2年生に前倒して、「気象とその変化」の中にまとめたことで、きちんと気象災害を体系的に学べるようにしている。本研究では風水害の観点から今回の新学習指導要領の改訂を検討すると進歩した改訂と言えることを明らかにした(此松、2018)。

・紀伊半島の内陸山間地域では国土交通省が1mのレーザー測量されたデータを持っているので、借用して微地形を観察できる陰陽図を作成する。3Dプリンターで地形模型を製作する。児童・生徒に自分たちの住んでいる地域の地形について認識してもらう。

最近国土地理院の地形図だけでなく、レーザー測量によって得られたデータをもとに多様な地図表現が出現してきた。有名なのは赤色立体地図という手法がある。しかし今回は陰陽図という地図表現手法を用いて研究した。それは凹凸が人間の感性的に認識しやすく、図2のように平な面では明るく、斜面がきついと色が濃くなり、尾根などの凸部では赤系統、谷などの凹部は青系統に区分されていることから理解しやすくなっている(此松・秋山,2020)。さらに1mレー

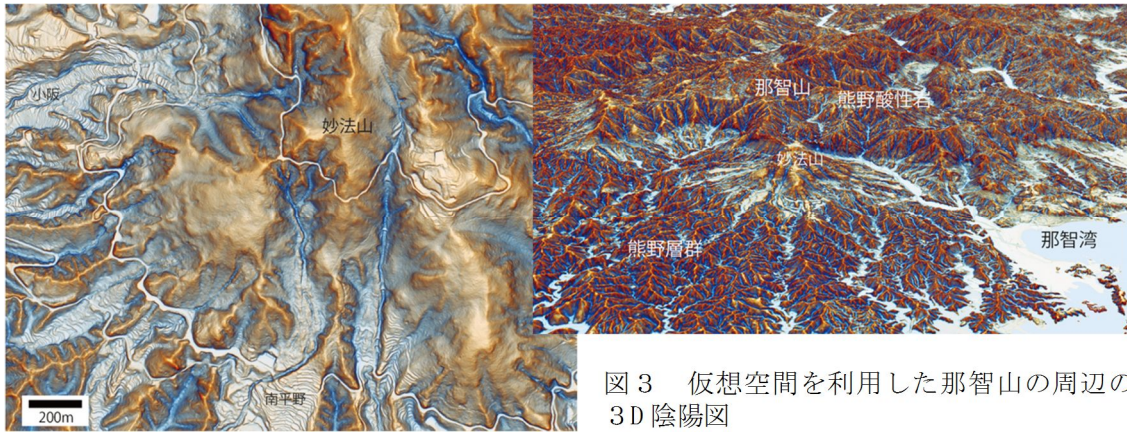


図2 那智勝浦町の小阪、妙法山地域の陰陽図
(此松・秋山,2018)

図3 仮想空間を利用した那智山の周辺の3D陰陽図

地形図認識アンケート

学部 年 (学籍番号)
陰陽図 (朝日航洋)

国土地理院地形図 (5万分の1)

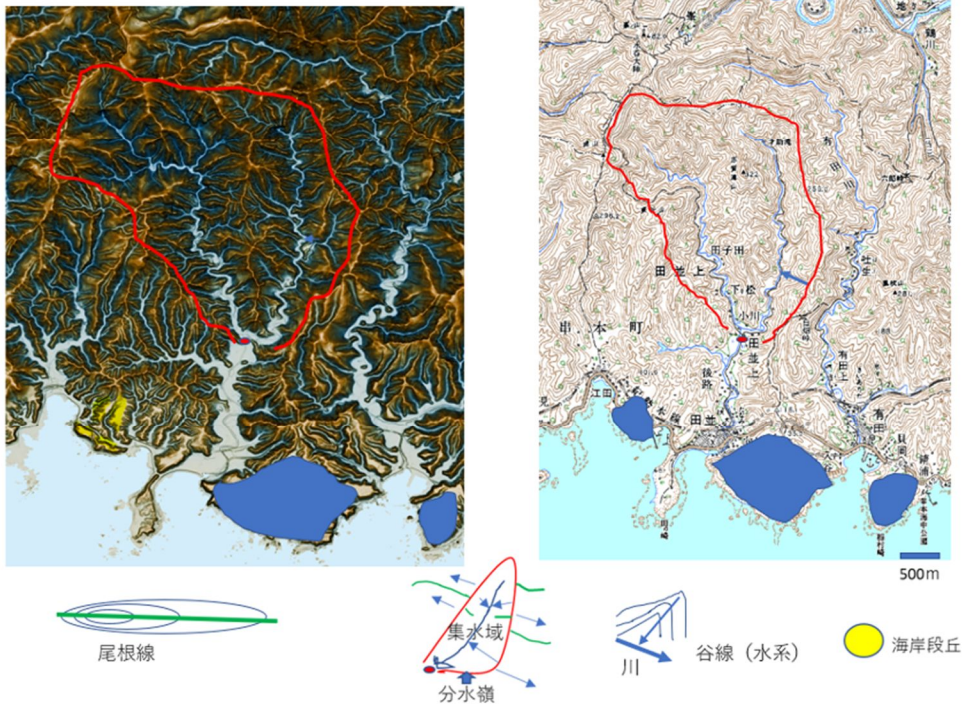


図4 赤丸を集水域の出口とした分水嶺を描くアンケート調査 (赤線や青面が入っていない状態で配布 解答例)

レーザー測量のデータを利用すると、紀伊半島大水害で大きな被害のあった和歌山県那智勝浦町の那智の滝周辺では、今までの地図では不明であった棚田状のテラス地形が谷筋にたくさんあることが認識できた(図2)。現場では棚田や茶畑が存在するのはわかっていたが、森林に覆われていた場所もあり、本研究で地図上で初めて棚田状テラスを火成岩と堆積岩の地層境界に多く、これらのテラスの上を通じて、紀伊半島大水害では土石流が下流に流れている。

また加速空間を利用した3D陰陽図を製作した(図3)。より地域の上空を鳥の目のように自由に動きながら地形的特徴を捉えることができるようになっている。これには陰陽図だけでなく、地質図、衛星写真、段彩図に変換することで、地形の大きく変わる場所ではどのような地質の違いがあるのかを学ぶことができるようになっている。これをモデルとして和歌山県の東牟婁地域の範囲で製作した。

陰陽図はカラーで見るのが凹凸などを理解しやすいのであるが、白黒印刷においても割と理解しやすいことから、学校での白黒印刷で個人に見てもらい、紙媒体に谷や尾根を描く水系図の作成演習は可能である。和歌山大学の学生の地学実験においても、等高線の地形図だけでは理解しにくいのに陰陽図があることで、補助的に認識するのに利用できることが理解できた。

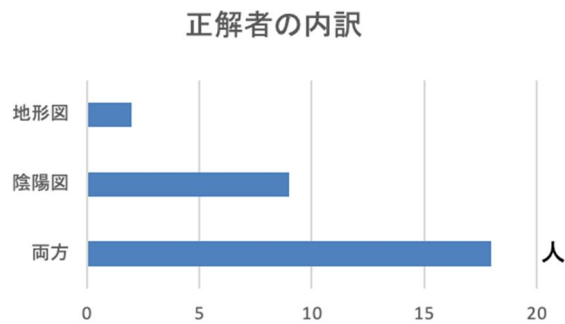


図5 正解者が地形図、陰陽図よるものかの内訳

確かに3D模型を製作したりしたが、3Dプリンターで製作できる範囲が狭いため、大地形のような場所がよく、仮想空間の3D陰陽図の方が認識しやすいようである。

このように自分たちの住む地盤がどのようにできているのかを知るのに陰陽図は理解しやすいものであり、現場の小学校、中学校の教員には陰陽図は好評であった。小・中学校での児童・生徒の評価はできなかったが、イベントなどで生徒などに陰陽図を見てもらったところ、等高線の地形図よりは理解しやすいと割と好評であった。

・洪水の元になる集水域の認識させる実験を考案する

洪水を認識してもらうためには、自分の身近な河川がどこからの集水域があるのかを認識していることが重要である(図4)。大河川の広い集水域であれば、地元で雨が降っていても上流で大雨が降っていれば、河川に流れて洪水の可能性がある。その意味で上流を意識することは洪水から身を守る上で重要な観点である。そこでコロナ禍の児童・生徒にお願いできないため、大学生に図4を配布して教養科目の学生で調査を行った。73名の学生が回答した。5分間で集水域の境界である分水嶺を書いてもらい、海岸段丘を色をぬる作業をもらった。あまり説明の少ない状態で図4の下面に分水嶺について図をつけてわかりやすくしている。ここではどれだけの学生が認識しているかの調査なので事前により説明を丁寧にはしていない状態であった。

結果は図5の通りであった。不正解の分水嶺を認識していない学生が半数を超えていた。また等高線の地形図と陰陽図ではどれだけの尾根の認識がわかりやすいかを並べてみたところ、陰陽図と陰陽図・地形図の両方で正解している人数が多いことから、陰陽図の理解ができると国土地理院の等高線地形図も理解しやすそうだと明らかにすることができた。

このような陰陽図を利用した地域で作れる教材になる可能性が高まったと言える。

・雨水の染み込み理解するための模型実験モデルを製作し、児童・生徒に理解してもらう。



図6 水がプレート状の谷に集まった状態

図4のような雨水染み込みの実験装置を製作した。これは従来の染み込み実験では土、砂、礫による雨水の染み込み実験を工夫して斜面を作り、そこでは地盤の土壌の違いで染み込み方に違いあることを地形を加えて、川の話、染み込んだ水の流れを理解できるように工夫した。

その結果、砂や礫が多い場所では水の染み込み方が早いものに対して、泥などを含む目の細かい土では雨水に見立てた水は浸透しづらい。そのため土が厚い土壌の場所があると水の染み込みが遅くなり、下流に流れる水の量が相対的に少なくなり、洪水になる確率が小さくなるということが理解できる。いわゆる緑のダムについて学ぶことができるようになっていく。

・児童・生徒に自分たちで協力学校を通じて、通学路の安全マップを作成し、自分たちの地域のハザードマップを作成してもらう。また協力学校では個々の実験やプログラムを学校で実際に活用してもらい、「総合的な学習の時間」などで実施できるように、風水害に対する備えを児童・生徒に理解してもらい、教師や保護者がいなくても、中学生は自分で対応できるように科学的に体系化する。

今回の研究ではコロナ禍によって学校との実施ができなくなり、今後は作成した教材を元に学校での実施を検討していきたい。個々の教材は児童・生徒にイベント等で体験してもらっているが、学校での行う教材として体系化することがこれからの残された課題である。想定していた学校や新しい学校で教員と実施することを相談している。

・内陸風水害のための防災教育プログラムは、小学校から高校までで行い、可能なら大学生で類似したプログラムの効果について検証しながら科学的なプログラムとして体系化する。防災教育プログラムはホームページ等でも公開する。

今回はコロナ禍ということで学校現場では困難な場面があったが、大学では陰陽図などにより地形が、紙媒体よりもより立体的に認識しやすいことも明らかにすることができた。陰陽図を利用した風水害向けの教材化と実践を今後検討していきたいと考えている。それらはホームページ等で近日中に公開してみてもらう予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 此松昌彦・秋山幸秀	4. 巻 70
2. 論文標題 陰陽図を利用した仮想空間による地形認識の研究：和歌山県那智勝浦町での事例	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 和歌山大学教育学部紀要. 自然科学	6. 最初と最後の頁 47-50
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.19002/AN00257977.70.47	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 此松昌彦	4. 巻 2
2. 論文標題 理科新学習指導要領からの防災教育	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 和歌山大学災害科学教育研究センター研究報告	6. 最初と最後の頁 29～34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.19002/AA12781991.2.29	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 此松昌彦
2. 発表標題 地形表現手法「陰陽図」を利用した中学校、大学における地形認識教育について
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 此松昌彦
2. 発表標題 山間地域の降水から洪水に備えるための地学教育実験
3. 学会等名 日本地学教育学会全国大会鳥根大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 此松昌彦
2. 発表標題 地形表現手法「陰陽図」を利用した中学校、大学における地形認識教育について
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 此松昌彦
2. 発表標題 和歌山県内で地図を利用した多様な防災教育
3. 学会等名 関西G空間フォーラムin 和歌山（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関