

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K03248

研究課題名（和文）地質データベースの充実と地域の石ころウェブ教材を活用した地学教育手法の開発

研究課題名（英文）Enhancement of the database of regional geology and development of earth science education methods using the digital teaching materials about gravels

研究代表者

藤井 純子（FUJII, Junko）

福井大学・教育・人文社会系部門（教員養成）・助手

研究者番号：50228946

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、福井県の地域地質データベースに、各地点で観察できる礫や砂等の基礎データを運動させること、それらのデジタル教材や実物教材を活用した地学教育手法を開発することを目的とし、福井県の石ころに着目したホームページの作成を進めてきた。

ホームページに記載するための礫や砂の基礎調査のほか、礫の調査方法の開発、河床礫のファブリックを利用した古流向の復元や河床礫の形の変化を円磨度で表す調査手法の開発等も行った。調査結果を客観的な数値として表すことにより、科学的なものの見方や調査、考察等を教育現場で培うことができると期待され、更に一歩進めた教育実践の提案にも役に立つと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

福井県の石ころに関するホームページでは、福井県の地域地質と関連した現地ですぐに役に立つ情報を提供した。観察に適した地点の詳しい情報を多数提供することにより、学校の事情に柔軟に対応できる。

また、各地点の礫の情報だけでなく、これらの活用法なども提案している。「石ころ」は身近な教材である一方で礫種等がわかりにくく敬遠されがちであるが、工夫次第で発達段階に合った面白い教材になりうる。河床礫の並び方や礫の形の違いは目視でもわかりやすく、特別な機材や装置がなくても測定ができるため、児童・生徒でも調査が可能である。科学的な考え方を培う教材として、学習内容に合わせた教材の一つとして様々な利用できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, the objective is to integrate basic data gravels and sand that can be observed at each location into the regional geological database of Fukui Prefecture, and to development of earth science education methods using the digital and real teaching materials. We have created the website about the gravels in fluvial and beach of Fukui Prefecture.

In addition to conducting the basic investigation of gravels and sand for inclusion on the website, we developed methods for investigating gravels, conducted paleocurrent analysis using the fabric of riverbed gravels, and the development of investigating changes in the shape of riverbed gravels using roundness analysis. By expressing these survey results as objective numerical values, it is expected that they will be possible to foster a scientific perspective, investigation skills, and other related abilities in educational settings. It is believed that these would be helpful in suggesting more advanced educational practices.

研究分野：地学教育

キーワード：地学教育 初・中等教育 礫 ウェブ教材 教材開発

1. 研究開始当初の背景

理科の学習において、身近な自然を観察すること、実物に触れることは、知的好奇心や探究心を深める上で重要である。特に地学分野における野外学習は、自分たちが生活している大地の成り立ちを理解する上で教育的効果が大きいと考えられる。

しかし、野外学習を活用した地学教育は、初等・中等教育の理科教育現場において極めて少ないのが現状である。この理由として、単に野外学習に充てる時間数が充分に取れないだけでなく、学校周辺の地域地質を熟知している小・中学校理科教員が少ないこと、簡単に入手可能な地域地質情報が少ないことなどがあげられ、身近な地質に触れる野外学習機会を少なくしている一因であると考えられる。報告されている野外学習の実践研究は、実践者本人の地学分野に関する深い知識と多くの時間を使った事前準備などにより支えられている部分が多く、地学分野を専門としてこなかった理科教員が活用できるような教材を提供することは、専門家にとって重要な役割である。

これらを踏まえ、本研究の協力者である三好は、地学分野の野外学習の機会増進を目的として、福井県における詳細な地域地質データベースを開発し、『ふくいジオスポット』として公開、現在も更新中である。学校の教員および児童・生徒を対象とした、それぞれの単元の学習を意識した専門的でわかりやすい解説や画像をウェブ教材として簡易に閲覧可能にすることにより、それらを活用した体系的な地学教育の手法の開発にも役立つと考えられる。

『ふくいジオスポット』と連動して、申請者は、福井県内外の海岸や河原における石ころや砂の調査および試料の採取を行い、各観察エリアの浜や河原ごとの特徴や周辺の地質との関連を明らかにし、各観察エリアにおける石ころ・砂などを用いた地学教材の開発と実践を行ってきた。これらのデータを、実際に教育現場で活用させるには、誰でも簡易に利用できるようにウェブ上に載せるのが有効である。既に開設してある福井県の地域地質データベースと連動させることにより、周囲の地質の理解と併せて活用することができ、利用者にとっても使いやすいデータベースになると考えられる。そこで、関連するスポットにぶら下げる形で公開しようと計画した。

2. 研究の目的

本研究では、福井県の地域地質データベースの各スポットで観察できる石ころや砂などについて更に詳しい情報を連動させ、地域地質データベースを充実させるとともに、それらのウェブ教材や実物教材を活用した地学教育手法を開発することを目的とした。

既に開発されている福井県の地域地質データベースでは、各スポットにおける全体的な解説および特徴的な地質についての詳しい説明を得ることができる。例えば三国地域においては、観察スポットが海岸中心であるため、観察に適した露頭が幾つもあり、アプローチも良い。さらに、足もとには周辺の地質を反映した礫浜や砂浜が広がっており、地層の観察だけでなく、学習者の学年に応じた岩石の観察・実習も可能である。これらの礫浜・砂浜については、これまでに詳細な調査を行い、観察シートや石ころ図鑑など、実践を含めた教材の開発も行ってきた。これらを地域地質データベースと連動させることにより、より充実した地域地質情報を提供することが可能となる。より簡易に詳しい情報を手に入れられると共に、ネット環境(スマホ等)さえあれば、教員が現地でも直接解説を見ながら下調べをすることができ、学習に必要な情報を教員各自が選んで利用することも可能である。地域地質データベースを充実させることは、各学校の事情に合わせたより効果的な教育手法を確立させる手助けとなりうる点で新規性・独創性を有すると考えられる。

石ころや砂を用いた教材は、理科の単元だけでなく、低学年の生活科における目標である「自分と自然との関わりに関心を持つ」ことにも活用できる。児童が五感を使って身近な自然、すなわち身の回りにある石ころや砂等で「見る・触れる・探す・遊ぶ」などの「具体的な活動や体験を通して」、驚きを持って楽しみながら自然に対する知的好奇心・探究心を深めることができ、さらには理科の学習に繋がる観察の下地を作ることができると考えられ、生活科への応用も期待できる。

また、諸事情により野外学習を行えない場合でも、画像や映像に頼るだけでなく実物を実験室に持ち込んだ授業を行うことにより、教育効果が向上するという報告もある。これらのウェブ教材と併せて、野外学習を行えない場合の「室内持ち込み教材」の開発、教育手法を開発することにより、より実感を伴った地学分野の学習が実現できる。児童・生徒が自分たちの住んでいる大地の成り立ちを理解する上では大変効果的であると考えられる。本研究により、地学教育における野外学習の機会を増進させ、科学教育の発展へと繋がることが期待される。

3. 研究の方法

既存の福井県の地域地質データベースに、各スポットにおける石ころ・砂等の情報を連動させ、データベースの充実を図った。また、データベースを活用し、地学野外学習に向けた教育実践の基礎データとなる調査を進めるとともに、野外活動に着目し、発達段階に合わせた授業や教材の開発にも取り組んだ。さらに、野外観察だけでなく、「室内持ち込み教材」の開発も行った。

まず、福井県の主要な河川である九頭竜川において、観察に適した複数の河原を選定し、基礎データとなる礫種構成や礫のサイズの調査および調査手法の開発を行った。このほか、九頭竜川でよく見られる礫種である閃緑岩について、上流域に分布する主要な深成岩体と河原の礫の全岩化学組成分析および偏光顕微鏡観察を行い、閃緑岩の礫の供給源を探った。

福井県嶺北地方の海岸線には礫浜が多く、アプローチも良いことから、観察に適した礫浜が多数存在する。これらの礫浜の基礎データを蓄積し、ウェブ公開のための準備を進めた。その中で、坂井市三国町の海岸に広く見られる礫岩層に注目した。礫岩層の礫のファブリックを詳しく調べることで、古流向が推定できる可能性がある。その調査に向け、現在の河原において、川の流向に対して礫がどのように配列しているのか、どの程度の規則性があり、礫岩層の古流向推定にどの程度活用できるのかを確かめるため、福井県最大の河川である九頭竜川の河床礫のファブリックの測定を複数箇所で行った。また、あわせて礫岩中の礫のファブリックについても測定した。川のように一定方向に流れがある場合の礫のファブリックと海岸の波の影響を大きく受ける礫浜の礫のファブリックでは当然異なってくるが、これは、礫岩の堆積環境を考える上でも重要となるため、礫浜の礫のファブリックについても調査を行った。

さらに、岐阜県境を水源として、上・中流域はほぼ南北に流れ下る足羽川において、給源地域がわかっている岩石種の礫の形の変化と運搬距離との関係を明らかにするため、特にチャート礫と砂岩礫に注目して、円磨度を用いて測定を行った。

ウェブ公開ではこれまで蓄積してきた各地点の礫の情報を提供できるが、それだけでなく、点と点を結び、複数の地点の情報をつなぎ合わせて考察していくこと、目に見える数値データから科学的なものの見方、考え方に触れることなど、発達段階に合わせた教材としても活用できる可能性が高い。野外観察が難しい場合の「室内持ち込み教材」としても有効であると期待された。

4. 研究成果

各地点の詳細な地質情報（礫や砂を含む）に関しては、ウェブ公開に向けて、誰を対象とするかが重要である。ゆくゆくは、児童・生徒が見ても、興味が持て、理解しやすいものを目指したいと考えているが、まずは指導する教員が求める地域地質の詳しい情報や利用例としての教材等を提供することを目的とした。実際に児童・生徒を引率した場合の実習内容や目的、現地へのアプローチ、注意点なども含めた情報を提供している。

河原の礫を用いた教材を開発する上で、基礎データとなる4つの調査を詳細に行った。

(1) 河原の礫の調査方法の検討

九頭竜川流域では、その大きな支流である真名川が山地から大野盆地に出たところや、河川勾配が変わったところなど、複数の場所で礫の観察しやすい広い河原を形成しており、アプローチの良い場所も複数ある。岩石種はその上流の地質をよく反映しており、特徴があって判別しやすい岩石が多く、観察に適していることがわかった。中学校で学習する礫の種類が多くが観察でき、礫のサイズも手頃なものが採取できるため、各自が個人の「石ころ図鑑」を作成することも可能である。

これらの礫の様々な岩石種の割合や大きさ等を調べるための調査方法はいろいろあるが、それぞれに長所・短所があり、目的に応じて使い分ける必要がある。これらについても複数の地点、複数の河原において調査を行い、調査方法の比較検討を行った。また、異なる岩石種を供給する支流との合流地点よりも下流側では、上流側とは明らかに礫種構成が異なることもわかった。これらの成果は、各学年の学習内容に合わせた教材として様々な利用できると考えられる。

(2) 閃緑岩の給源を探る

九頭竜川流域では、川が大野盆地に出たあたりからは普通に閃緑岩の礫を観察できる。ところが、閃緑岩は大野盆地より下流域にはほとんど分布しておらず、供給源は上流のどこかであると推定できる。そこで上流域に分布する主要な深成岩体と河原の礫の全岩化学組成分析および偏光顕微鏡観察を行った結果、その類似性から、閃緑岩礫の大部分の給源はこの上流の深成岩体であることがわかった。また、給源の岩体を推定できたことにより、礫の運搬距離と粒径や円磨度とに関係性があると考えられ、測定を行ったところ、概ね下流に行くほど粒径が小さくなり、円磨度も高くなるという傾向が確認できた。給源からの距離と礫の粒径や円磨度の変化に着目した流水の運搬堆積作用の学習にも具体的なイメージを持ちやすい教材として利用できると考えている。これらの情報は、単なる礫の基礎データの提供だけでなく、それらを一歩更に進めた教育実践の提案にも役立つと期待される。

(3) 礫のファブリック

九頭竜川においては、大雨による増水後、水が引いたときなどに、しばしば礫が上流側に傾斜した伏臥構造を観察することができる。礫の配列は流向をしっかりと反映していることが、現在の河原を見れば一目瞭然である。このことから、礫岩層においても観察できる礫のファブリックを元に古流向を推定できる。そこで、実際の河床礫のファブリックについて詳しい調査を行った。これまでの報告から、礫のオリエンテーション（長軸の方向）もインプリケーション（最大傾斜の方向）もよく揃っており、流向をかなり反映していることはわかっている。それが実際にはどの程度なのか、また、十分な測定数が得られない可能性がある礫岩層の調査に応用するためには、どのような調査方法（礫の選定や加速定数、測定方法など）が有効なのか等

についても検討し、調査方法の改良を行った。

河床礫はオリエンテーションもインプリケーションもよく揃っているが、インプリケーションの方がより集中度が高く、流向をよく反映していることが明らかになった。更に、集中度は礫のサイズや形状等にも影響されることから、礫岩の古流向を復元するためにより適した礫の形、測定方法の改良を提案できた。これをもとに坂井市三国町に分布する米脇層中の礫岩の古流向調査も行った。

礫のファブリックは目視でもわかりやすく、特別な機材や装置がなくても測定ができるため、児童・生徒でも調査が可能である。実際の河原の石の配列と地層の中に見られる礫岩層の礫の配列を直感的に結びつけることができ、地層の観察からどのようなことがわかるのか等、学習内容に合わせた教材として様々な利用できる可能性がある。また、流れる水の様々な働きの一つとしても教材になり得る。さらに、感覚的なものを数値で表現し確認できるため、科学的なものの見方や考え方を培う教材としても役立つと期待される。

(4) 礫の円磨度

福井県の礫浜や河川の礫は、地点によって、大変わかりやすい岩石種が多いところと、典型的な岩石が少なく判別しにくい岩石種が多いところがある。その中で、足羽川は比較的典型的なもの、中学校などで取り扱う岩石種が多く観察できる。さらに、上流の南条山地にのみ分布する岩石が足羽川を流れ下ってくるため、給源の地域を特定しやすく、運搬距離と礫の形の変化を追いやすい教材に適した岩石種（美濃帯中・古生層のチャートおよび砂岩）がある。

河川礫の形の変化について、「上流の（給源に近い）方から下流の（給源から離れた）方にくだるにつれて、礫の形は丸くなる」という感覚的には理解できる変化を客観的な数値として表すことにより、科学的なものの見方や調査、考察の仕方等を教育現場で培うことができないかと考え、礫の円磨度の調査および調査手法の検討等を行った。流域の途中で様々な場所に分布する他の岩石においては礫のサイズや円磨度が典型的な変化をしないのと比較すると、チャート礫や砂岩礫は、円磨度の変化が、数値としてその傾向がはっきり現れ、考察がしやすい。一方で、円磨度の測定方法の問題点も改めて浮き彫りになった。そこで、ImageJ を用いた画像解析ソフト等を利用し、円磨度の客観的な測定法について、従来の印象図による測定との比較検討を行った。測定の手頃さと客観性・再現性のバランス、それぞれの測定方法の利点・欠点などを、大学生や高校生を対象に実習を行うことで情報を収集でき、測定方法の改良の可能性を提案できた。

当初予定していた福井県の地域地質データベースの充実と詳細な各地点の情報提供に加え、礫等を使ったいろいろな教材化の可能性を引き出すことができた。さらに、具体的な教材化に向けて検討していきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3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 3件）

1. 著者名 藤井純子・中川登美雄・白崎文乃・八十川竜馬	4. 巻 no.28
2. 論文標題 福井県九頭竜川の河床礫のファブリック	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 福井大学地域環境研究教育センター紀要「日本海地域の自然と環境」	6. 最初と最後の頁 69-80
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 上松泰斗・三好雅也・藤井純子・佐野貴司	4. 巻 no.28
2. 論文標題 福井県九頭竜川に分布する花崗岩質岩礫の岩石学的特徴	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 福井大学地域環境研究教育センター紀要「日本海地域の自然と環境」	6. 最初と最後の頁 61-68
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 深川礼弥・三好雅也・藤井純子・佐野貴司	4. 巻 No.27
2. 論文標題 福井県三国海岸に分布する暗色火山岩礫の記載岩石学的特徴および全岩化学組成	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 福井大学地域環境研究教育センター紀要「日本海地域の自然と環境」	6. 最初と最後の頁 15-25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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0件

〔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
研究協力者	三好 雅也 (MIYOSHI Masaya) (50557353)		

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
---------	---------