

広島のと砂災害について探究させる授業実践

青木 桂子 ・ 龍岡 寛幸 ・ 嶋田 亘佑 ・ 磯崎 哲夫*

1. はじめに

平成 29 年度より, 広島大学附属東雲中学校(以下, 本校と略記)および広島大学附属東雲小学校では, 各教科で小学校から中学校の教育を通して, めざす子ども像を具体的に設定し, 「学びを豊かにする授業」をキーワードとして, 指導方法および学習内容について研究を続けている。なお, 本校がめざす「学びの豊かさ」とは, 「子どもたちの主体性・協働性・多様性が相互に影響しながらめざす子ども像に迫っていく状態」と定義している。本校理科部では, 「学びを豊かにする授業」を, 「既習の科学的概念や知識を活用して子どもが自分で発見したり, また教師が与えたりする問題に取り組み, 解決して, 新たな問いを発見する授業」とし, 学年や各単元で実践例を増やし, 東雲教育研究会等を通して提案してきている。その中で, 「学びを豊かにする授業」には, 学習内容(主発問)が児童・生徒にとって学ぶ必然性があるリアルな文脈の問いになっていることが大切であること, また, 習得した知識・技能を活用させるためには, 内化と外化の往還を行い, 最後に内化を行わせる指導方法が有効であることが見出されている。

令和元年度からは, これまでの成果をふまえながら, 小・中学校理科の学習内容のつながりを重視した提案をしていくために, 科学の基本的な見方や概念を柱として構成された「エネルギー」の内容を中心に, 「学びを豊かにする授業」について, それぞれの発達の段階でどのような手立てを講じていけばよいか, 学習内容の系統性を重視して模索し, 提案している。ここでは, その手法を「地球」を柱とした内容に応用して, 広島のと砂災害をテーマにした探究的な授業実践を報告する。

2. 小学校・中学校理科の「地球」を柱とした内容の構成

図 1 に, 小学校・中学校理科の「地球」を柱とした内容の構成について示す。それぞれの学習内容は, 発達の段階を考慮しながらちりばめられ, 小学校・中学校を通して「地球」についての基礎的な理解を深められるように配置されている。また, それらの学習内容は, 「地球の内部と地表面の変動」, 「地球の大気と水の循環」および「地球と天体の運動」の 3 つに体系化されている。「地球」を柱とした内容の構成では, 自然の恵みと自然災害を中学校の全学年で扱うように単元配置されていることが特徴として挙げられる。さらに, 中学校第 3 学年で扱う, 「環境」をテーマとした学習内容は, 第 1 分野と第 2 分野のこれまでの学習内容を総括するような学習の流れとなっている。

3. 広島の地形・地質とと砂災害

広島県・市は平野が少ないにもかかわらず人口が多いことから, 昔から海を埋め立て, 山を削って宅地等を造成している。そのため日本で一番『土石流危険渓流等』と『急傾斜地崩壊危険箇所』が多い地域(国土交通省, 都道府県研究会; 2019)であるという地形的な特徴を持っている。また, 広島県・市の地質的特徴として広く花こう岩が分布している。花こう岩は黒雲母や角閃石, 輝石などの, 雨水による化学的風化に弱い有色鉱物と石英やカリ長石, 斜長石といった雨水による化学的風化に強い無色鉱物からなる粗粒の岩石であり, 風化によって真砂土になる。広島県・市に分布する花こう岩地帯の表層は真砂化しており, もろい地盤であるといえる。このような地形的・地質的特徴を原因として, 広島県・市は平成 30 年 7 月の豪雨のみならず, これまでに何度も甚大なと砂災害を被ってきている(広島県 HP)。

* 広島大学大学院人間社会科学研究所

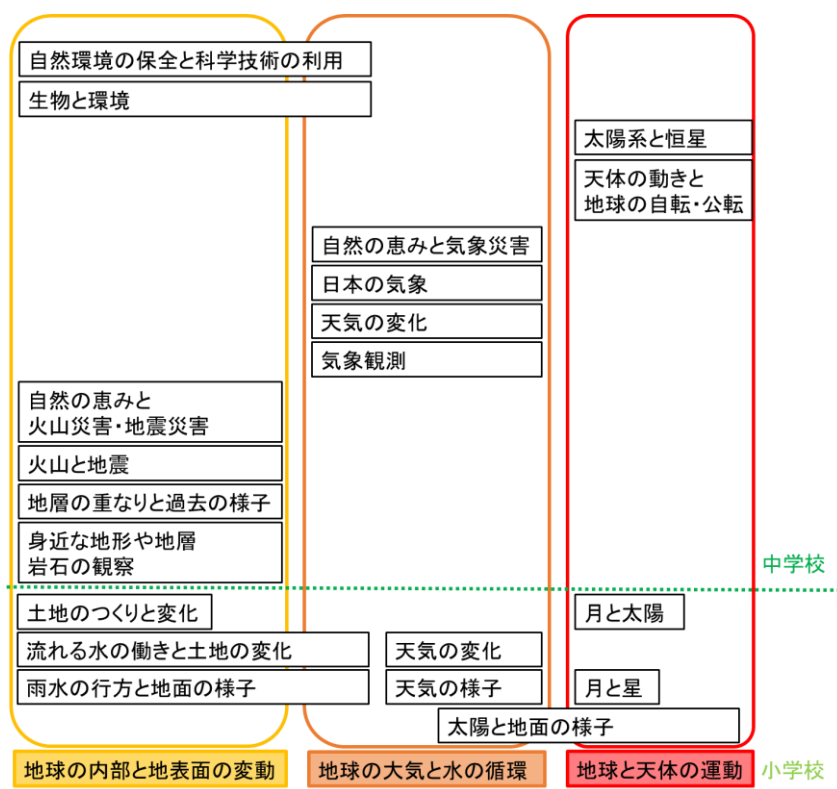


図 1 小学校・中学校理科の「地球」を柱とした内容の構成

4. 授業実践の概要

秦 (1989) によって, 花こう岩地帯を教材化する試みが提案されている。この提案では, 花こう岩の風化について, 風化前後の重量から導かれる密度に着目させたり, 風化進行に伴う粘土量の増加を粘土鉱物の染色により視覚的に把握させたりする観察・実験に取り組ませている。この提案は, 島根県をフィールドとしており, 広島県同様, 花こう岩地帯である。本授業実践は, この提案を参考にして, ふるさとを学ばせること, 科学的知識を系統的に活用させること, 科学的手法を体験させることを目指して考案したものである。授業は, 広島県・市に土砂災害が起こりやすいのは, 地盤が花こう岩からできており, 急峻な地形的特徴によるものであるという生徒の既習の知識をもとに仮定することから始めた。ここでは, 小学校第 4 学年の「雨水の行方と地面の様子」や小学校第 5 学年の「流れる水の働きと土地の変化」で学習した内容を想起させることで, 花こう岩の風化に着目できるように展開した。このことから, 広島県・市の土砂災害が起こりやすい原因を探るためには, 花こう岩と花こう岩の風化によってできる真砂土を比較することが有効であることに気づかせた。そこで, 花こう岩と真砂土の比較のためにモード分析を行い, 広島県・市以外の地域の土砂災害の地質的・地形的な特徴についての報告書と合わせて比較させることで考察させた。また, 広島の防災について, 今後どのような新しい技術の開発が期待されるかを自由に考えさせた。

なおモード分析は, 本来岩石の構成鉱物の量比から, その岩石の化学組成や岩相の分類指標になる値を出す手法である。本授業においては, 岩相を分類するために行うのではなく, 花こう岩と真砂土の比較をするために, 両者を構成する鉱物の存在比を調べる手法として使用している。

5. 本授業におけるモード分析の方法

モード分析は, 本来, 薄片上に適当な間隔の方眼を仮想し方眼の交点 (ポイント) の総数のうち, どの鉱物がポイントのどのくらいの数を占めるかを数え, そのポイント数の割合で鉱物の面積比を求め, その岩石の化学組成や岩相の分類指標になる値を出す手法である。生徒は, 偏光顕微鏡で鉱物ごとの色や, 干渉色などの学習を行っていないため, 薄片を使った鉱物鑑定ができない。そこで, 花こう岩と真砂土の比較させるために, それぞれの鉱物組成を肉眼で同定することとし, 有色鉱物と無色鉱物 (石英, カリ長石および斜長石) に分類させた。

5.1 花こう岩について

図 2 に, 観察・実験で使用した花こう岩および鉱物を数えるためのシートを示す。花こう岩は, 3~4 cm 角に切断して一面を研磨剤できれいに磨いて鏡面にした。また, 鉱物を数えるためのシートは, 熱で接着させた無色透明のラミネートフィルムに, 2 mm 角の碁盤の目の傷を入れたものを使用した。そのシートを, 鏡面にした花こう岩の上に置かせ, 碁盤の目の真下にある鉱物を色で同定させて数えさせた。鉱物と色の対応は, 白が斜長石, 薄いピンク色がカリ長石, 薄いグレーが石英とし, 黒は鏡下観察しないと判別できないので有色鉱物として同定させた。なお, 碁盤の目の総数は 100~121 ポイントである。

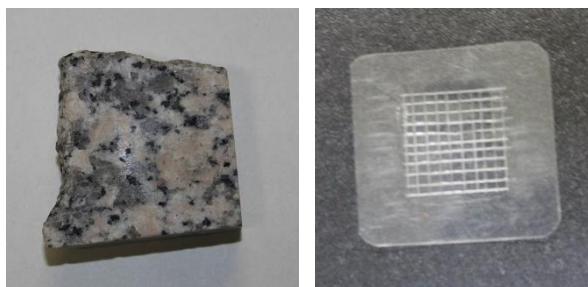


図 2 観察・実験で使用した花こう岩およびシート

5.2 真砂土について

真砂土のモード分析は, グラウンドの土を採集・洗浄して乾燥させたものをふるい(メッシュの大きさは 2 mm 角)にかけた粒子を, 色ごとに数えさせた。粒子によっては 1 粒に 2~3 色あるものもあったが, 粒子における体積が最も多い色を採用したり, 体積に差がない場合は, 識別できる色をすべてカウントさせたりした。真砂土の量は薬さじ 4 分の 1 程度で, 粒子の総数はおおむね 100~200 粒である。

6. 授業実践(全 2 時間)

6.1 第 1 時間目の授業

I 授業のめあてと活動

授業の 1 時間目では, 毎年のように起こる土砂災害の原因について知っていることを述べさせた後, 『花こう岩と真砂土の違いは何か? モード分析を使って探求しよう!』というめあてを立て, ①~③の活動を行った。

活動① 花こう岩と真砂土のモード分析を行う。

活動② ①の結果について, 花こう岩に含まれることが多い黒雲母と, それが含水することで粘土鉱物へと変成したパーミキュライトを観察して, 比較する。

活動③ 地形図や図書室で借りた本から広島の地形的特徴を探る。

II 結果

広島の地質は主に花こう岩であることから, 河原や海岸の砂は概ね真砂土である。したがって, 多くの生徒は, 花こう岩が風化すると真砂土になることは経験上知っている。そこで, 花こう岩がどのようにして真砂土になるのかについて, 両者を比較させることで考察させた。表 1 に, 花こう岩と真砂土のモード分析の結果を示す。

表 1 モード分析の結果

	花こう岩 平均	真砂土 平均	花こう岩				真砂土			
			1 組	1 組	2 組	2 組	1 組	1 組	2 組	2 組
			1, 2 列	3, 4 列	1, 2 列	3, 4 列	1, 2 列	3, 4 列	1, 2 列	3, 4 列
石英	28	24	27	36	36	39	24	40	44	10
カリ長石	29	24	41	44	28	31	24	24	36	35
斜長石	22	33	23	19	35	32	41	51	36	36
有色鉱物	8.5	1.5	14	10	10	×	3	3	×	×

生徒は、この結果をもとに、花こう岩より真砂土の方が有色鉱物の割合は少ないことから、花こう岩は風化に対する耐性の異なる鉱物からなる粗粒の岩石であることを考察することができた。また、花こう岩から有色鉱物が風化によって溶脱することで、主として石英や長石類から構成される真砂土になると結論づけることができた。

次に、活動②の花こう岩から有色鉱物が粘土鉱物化して溶脱することについて、有色鉱物の一例として黒雲母を取り上げた。黒雲母は変成して粘土鉱物化するとバーミキュライト(蛭石)になる。このことから、粘土鉱物が岩盤の滑る要因になっていることに気づかせた。一方で、バーミキュライト(蛭石)は使い捨てカイロの保水材、培養土および耐火材料など身近に使われている素材である。この他粘土鉱物は、土地の改良材、有害物質の吸着剤、化粧品の原料および陶磁器の材料などとして利用価値の高い物質である。また、土壌を肥沃にしたり、河川や海に流れてミネラル分を供給して豊かな里海を育んだりするといわれている。花こう岩が風化して土砂となってできた真砂土は、グラウンドの表土を始め、造園や遊歩道の舗装などに利用されている。このように、花こう岩が風化することのプラス面にも気づかせることで、多方面からとらえる視点を持たせるようにした。

さらに、活動③では広島の地形図を提示して、生徒に地形的特徴について知っていることを発表させた。生徒からは、学校付近は海だったことや近くの山は島だったことなど、小学生の時に学習した広島の地形の歴史について多くの意見があった。また、本校図書館で借りた『地図で楽しむすごい広島』(都道府県研究会)と『都道府県別 土砂災害危険箇所』(国土交通省 HP)を紹介し、広島県・市は、『土石流危険渓流等』と『急傾斜地崩壊危険箇所』が日本で一番多い地域であることをデータから確認させた。このことから、広島県・市の土砂災害の理由は地質だけではなく、地形的な要因もあるということ、自らの観察・実験で得られたデータから考察することや調査機関等が示すデータを多角的に用いることで、より科学的根拠をもって考察することができた。

6.2 第2時間目の授業

I 授業のめあてと活動

前時の結果を受けて、まず、土砂災害が起こる地域はどこでも地盤が花こう岩で、急峻な地形といえるかどうか考えさせた。次に、『土砂災害の多発地域は、広島のように地盤が花こう岩で急傾斜地なのか？土砂災害の報告書を調べてみよう！』というめあてを立て、④、⑤の活動を行った。広島県、広島大学のホームページおよび産業技術総合研究所地質調査総合センターから出ている土砂災害の報告書を用いて、広島県・市と日本各地で起こった土砂災害の地形的・地質的な共通部分と異なる部分を見出させた。これらの特徴をふまえて、土砂災害を防ぐもしくは減少させるような新しい技術を提案させた。

活動④ 広島市や広島大学のホームページを用いて地形的特徴や土砂災害が起きるメカニズムを探ったり、産業技術総合研究所地質調査総合センターから出ている土砂災害の報告書を岩石名と地形に注目して班で手分けして読んだりする。

活動⑤ 防災・減災のための新しい技術を考案してみよう！と提起し、班やクラスで交流し、さらに自然と人間の関係について考える。

II 結果

活動④より、土砂災害は地形的にみて急傾斜地で起こりやすく、地質的にみて花こう岩のように粗粒な岩石からなる岩体や、異なる種類・大きさのれきからなるメランジのような岩体で多く起こっていることを資料から読み取らせることができた。生徒にとっては、研究の一端に触れることができた半面、未習の用語が多く理解しづらい難しい学習活動となってしまった。活動⑤では、生徒に災害から身を守るための新しい技術を考案させて、広島における生活の未来について考えさせた。新しい技術として、花こう岩に良く浸透する固化剤をまいて固めて真砂土にならないようにするや、真砂土を固めて岩石に戻すという技術が挙げられた。この他、花こう岩の風化を止めるために巨大な防水シートを被せるという考えが挙げられた。

7. 考察

本授業実践で生徒は漠然とした防災意識から、広島の土砂災害を科学的観点から議論できるように

なったと思われる。本授業で目的としていた、ふるさとを学ばせることについては、土砂災害からの日が浅い事、被災地に住む生徒や生徒の血縁者がいたことから興味関心の高い状況での授業となり、身近な科学的事象を教材にする重要性を確認できた。次に、系統的な学習を行うことについては、広島に多く見られる深成岩である花こう岩の風化という、中学校の知識を小学校の知識へと戻していくような内容になった。火成岩を学習してすぐの時期の1年生と、学習後1年が経過した2年生に対して授業実践を行い、いずれも学んだことや経験から得た知識を活用しながら活動が行っていた。最後に、科学的な手法の追体験をさせることについては、本授業におけるモード分析を行うことで、無色鉱物より有色鉱物の方が風化しやすく、岩石から溶脱しやすいため、真砂土は主として石英と斜長石、カリ長石からなっているということを実感させることができた。また、モード分析が研究でも用いられる手法ということで、興味を持った生徒が多くみられた。さらに、報告書を読むという作業は、中学生にとっては未習の用語が多く出てくるため、非常に難解であったにもかかわらず、あきらめず読もうとする姿勢がみられた。このことから、生徒は、興味を持ったことに対して、専門的な知識に触れることで、さらに理解を深めたいという思いを強く持っていることが感じられた。

防災・減災について、新しい技術を考える活動ではいくつかの発案があったが、いずれも減災についてのものであり、山の植生や生物についての配慮がなされているものではなかった。生徒の自然体験の少なさゆえかもしれないが、授業実践を行った生徒が中学1、2年生であり、生態系についての学習がまだなされていないことが大きな原因の一つだと考えられる。今後は、生態系についての学習が終わった3年生において、中学校までの学習内容を総括する探究的な学習活動としての展開も検討していきたい。

8. まとめ

本授業実践は見直すべき課題が多くあり、発展途上の素材だと思われる。例えば、50分の授業時間で実施すると、1時間目の活動①では、モード分析に時間がかかるため、活動③にかけられる時間は少なくなり、地形に関する情報を生徒自らが調べることが難しい。また、図3に、モード分析に用いた真砂土を示す。粒子の大きいもの（オレンジ色で囲んだ石英）も、小さいもの（水色で囲んだ石英）も「1」と数えることで、各鉱物の正しい量比を得ることができていないことが推察できる。より正しいデータを得るために、真砂土の鉱物の割合を決定する場合は、鉱物の粒子数で求めるのではなく、鉱物ごとに分類して方眼紙に敷詰め、それぞれの面積を比較することが有効であると思われる。さらに、活動④において、未習用語の用語集を配付することで、生徒が読むときに理解しやすくする配慮と工夫が必要であると考えられる。また、活動④には多くの時間が必要となるため、活動⑤の新しい技術を考えるための十分な時間を確保できなかった。これらのことから、本学習内容の目的および学習活動の精査を行い、より探究的に学習を深めていくために再検討していきたい。



図3 モード分析に用いた真砂土

このような地域の災害に着目した探究的な学習活動に取り組みさせることで、我々の足元には地域特有の地質的特徴を持った岩盤や土壌が存在していることに思いをはせることができるようになり、安全に生活するためにどうすれば良いか考えることができるようになってほしいと考えている。

【 引用・参考文献 】

広島大学附属東雲小学校・東雲中学校,「グローバル時代をきりひらく資質・能力」を育むための学びを豊かにする授業の創造Ⅳー教科等本来の魅力と学びのつながりの深化ー, 東雲教育研究会実施要項, 2021.

文部科学省, 中学校学習指導要領解説 理科編, 2017.

秦明德, 地学的自然としての花南岩地帯教材化の試みー花崗岩類深層風化殻の場合ー, 島根大学教育学部紀要(自然科学), 第 23 卷一第 2 号, 25-42, 1989.

都道府県研究会, 地図で楽しむすごい広島, 洋泉社, 2019.

国土交通省, 都道府県別土砂災害危険箇所, <https://www.mlit.go.jp/river/sabo/>

広島県災害 web, 土砂災害ポータルひろしま, <https://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp/portal/>

広島大学防災・減災研究センター, <https://www.hiroshima-u.ac.jp/hrrc>

地質調査総合センター, 土砂災害研究情報, <https://www.gsj.jp/hazards/landslide/index.html>