Bulletin of Aichi Univ. of Education, 71（Natural Science）, pp. 59 − 66, March, 2022

校内の屋外岩石を使用した風化作用の教材化：小学校での授業実践と教育効果の検証

角野 真由 *　星 博幸 **

* 卒業生；現所属，愛知県みよし市立三好丘小学校

** 理科教育講座（地球科学）

Using Outdoor Rocks in School as Teaching Materials for Weathering: Practice in an Elementary School and Examination of the Educational Effects

Mayu KAKUNO* and Hiroyuki HOSHI**

*Graduate; now at Miyoshigaoka Elementary School, Miyoshi, Aichi 470-0202, Japan

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

Ⅰ．はじめに

学校教育における理科・地学分野の特徴的な視点の一つは，自然の事物・現象を時間的空間的な視点からとらえようとすることである（文部科学省，2018b，c，2019）。これを達成するには，身近にみられる地形や地層，岩石などを教材として利用し，それらの観察を通じて児童・生徒にそれらの特徴を調べさせ，それらの形成過程や地球の構造・歴史・環境における意味について時間と空間を意識しながら考えさせることが有効と考えられる（星，2020）。

しかし，これを達成するための教材研究が十分に進んでいるとは言いがたい状況である。理科の中で地学領域（地球・地質・気象・天文などの分野）の教材研究がやっかい視され，教材研究が積極的に行われず，そのため他領域（物理・化学・生物）にくらべて一般化されていないことは古くから指摘されているが（例えば，安田，1963），その状況は現在もあまり変わっていないと筆者らは考えている。

地学領域に対する児童・生徒の理解度が他領域に比べて低いことを示唆するデータが報告されている。平成30年度全国学力・学習状況調査では，理科4領域のうち地学領域の正解率が最も低かった（国立教育政策研究所，2018a，b）。大学生を対象とした調査でも同様の結果が得られている（寺島・香西，2018）。筆者らは，地学領域の教材研究が上述のように積極的に行われず，児童・生徒にとって魅力があり学習効果も高い教材開発が遅れていることが，児童・生徒の理解度の低迷に深く関係していると推測している。例えば，野外に見られる地層や岩石は地質分野の教材として価値が高いと考えられるが，小学校・中学校・高等学校（以下，小中高）のいずれでも地層や岩石の観察があまり行われていないことは，学校教員に対する調査（三次，2008；三橋・中村，2011）や大学生に対する調査（星，2020）から明らかである。これらの先行研究から，小中高では地層や岩石の観察が十分に行われていない，または行われたとしても児童・生徒の印象にあまり残らないことがうかがえる。

こうした現状認識を踏まえ，本研究で筆者らは地表の変化に関係する地質学的現象に注目した。現行学習指導要領（文部科学省，2017a，b，2018a）では，地表の変化に関係する地質学的現象のうち，流水の働きによる侵食・運搬・堆積の諸作用は小学校理科と高等学校「地学」で扱い，風化作用は高等学校「地学」で扱うことになっている。一方，現在の理科教科書を見ると，流水の働きによる侵食・運搬・堆積は小中高のすべての出版社の教科書にも記載されている。風化作用については中学校理科と高等学校「地学基礎・地学」に記載されているが，中学校理科では簡単に触れられているだけである。

私たちの身のまわりには風化作用を受けた岩石がふつうにみられる。岩石の風化作用，侵食（砕屑物の生成），砕屑物の運搬・堆積などの相互関連性を調べることは，地形学や地質学の研究で重要であるとともに，地学教育においても興味深いテーマの一つである。しかし，上述のように現行の小学校学習指導要領と教科書では風化作用について扱われていない。廣木ほか（2016）は，中学生に教科書準拠で礫・砂・泥の形成

過程について学習させた場合，風化作用の理解度が侵食作用に比べて低いことを示唆する調査結果を報告している。この結果は，小学校で風化作用について扱われていないことが中学生の風化作用の理解度が低いことにつながっている可能性を示唆している。

風化作用を小学校で扱わず中学校でも簡単にしか扱っていないために，大学生や学校教員も風化作用について正しく理解できていないのではないかと筆者らは推測している。川村（2010）は河川堆積物中の砂の形成過程について大学生と学校教員の理解度を調査し，風化作用で砂ができると答えた者は流水による侵食で砂ができると答えた者よりも少ないと報告している。この結果は，小学校から大学までの学習で正しい理解が得られなかった者は教員になった後も理解度があまり変わらないことを示唆している。こうした教員が小中高で砂の形成について授業を行った場合，風化作用について気がついた児童がいたとしてもその気づきを取り上げられないかもしれない。

そこで筆者らは，小学生を対象に「現行学習指導要領に則った（風化を含まない）授業」と「野外の風化岩石露頭の観察を取り入れた授業」の両方を行い，それぞれの授業後での砂の形成に対する児童の理解度を比較した。本研究のポイントは，後者の授業に天然の教材として風化した岩石露頭を取り入れたことである。

Ⅱ．方 法

1．授業

筆者らは，砂の形成に関して，①現行学習指導要領に則った授業（1時間）と，②校内に見られる風化した岩石露頭の観察を取り入れた授業（1時間）の，合計2時間分の授業案を作成した（図1，2）。そして，それぞれの授業後の児童の理解度を比較することにより，風化岩石露頭の観察の学習効果について検証を試みた。

授業は愛知教育大学附属岡崎小学校（愛知県岡崎市六供町；以下，附属岡崎小）6年生3クラス103名を対象に行った。1時間目の授業では，流水による侵食でできる砕屑物（礫・砂・泥）について扱った。小学校で一般的に行われている授業と同様にするため，河川の様子のビデオ教材を視聴することで野外観察の代わりとした。ビデオ教材として，日本放送協会がインターネット上で提供するNHK for School（ビデオ教材集）の「川原の石の様子」と「大雨がふると川原の様子は？」を使用した。

2時間目の授業は，附属岡崎小の児童や教員からアパッチ山と呼ばれ親しまれている風化花崗岩からなる校内の小山で行った（図3；アパッチ山の地形と岩石については後述）。児童が岩石の硬さや物理的刺激による砂の生成を調べるための道具として，長さ10 cmの釘と紙コップを配布した。安全対策のため，アパッチ山で走らないこと，及び釘の取り扱いに気をつけることを事前に注意した。また，落ちている砂や礫からではなくアパッチ山の露頭の岩石から砂をとるように指導した。アパッチ山での観察時間は，児童が集中力を保って活動に取り組めるように15 分間と短めに設定した。風化が進み容易に砂を採取できる場所と，風化が進んでいないために砂をあまり採取できない場所を児童に探し出させ，それぞれの場所の特徴について実際に岩石に触れながら考えさせることによって，砂のでき方を理解させようと考えた。川村･田口（2011）の調査結果から，風化によって砂ができると考える児童は少ないと予想されたため，児童が風化という自然現象に注目できる発問が大切と筆者らは考えた。そこで，児童にはアパッチ山とその付近に川がないことを指摘した。それによって流水の侵食以外でも砂が生成されることに気づかせようと考えた。風化の一例として，鉱物と水の反応による化学的風化について概念的に説明した。具体的には，岩石の割れ目に水（雨水，地下水など）が入り，そこで岩石が自然にボロボロになっていくイラストを使用した。その上で，実際には様々な風化作用があることを簡潔に伝えた。さらに，風化は特殊な現象ではなく身のまわりで起こっている現象であることを児童に印象づけるために，風化が進んだ墓石の写真を見せた。

2．児童へのアンケート調査

1時間目授業と2時間目授業のそれぞれの最後に，児童を対象として質問紙法によるアンケート調査を行った。質問と選択肢は次の通りである。

質問

砂はどこでどうやってできるのか？ 選たくしの中で正しいと思うものをすべて選んで四角の中にチェック✓をつけましょう。

選択肢

1　川を流れる水によって岩石がけずられてできる。
2　川底で石同士ぶつかってくだけてできる。
3　川の中で石同士がこすれあって，こわれてできる。
4　山で岩石が雨によってけずられてできる。
5　岩石がその場所で自然とぼろぼろになってできる。
6　岩石がひびわれたところに，雨が入りこんで粒と粒がはなれてできる。
7　石が川で運搬される間に，溶けて小さくなってできる。
8　砂の多くは中国から風で飛んでくる。

1時間目　学習授業案

授業者　角野真由

1　授業日　　令和2年12月11日（金）

2　授業名　　礫・砂・泥の形成過程（1）

3　授業目標

礫・砂・泥の形成過程について興味・関心をもって追求する活動を通して，礫・砂・泥は侵食作用及び風化作用によってできることを理解する。

4　授業について

侵食作用と風化作用は土地の形成に大きく関係する現象である。普段，児童は自身が生活している土地がどのようにできたのかを意識しながら生活することはないと考えられる。本授業では土地を形成しているもののうち礫・砂・泥に注目し，それらの形成過程について学習することで身の回りの土地の変化と成り立ちについて理解を深めることを目指す。

現行の小学校学習指導要領では，礫・砂・泥の形成過程として流水の働きによる侵食作用が取り扱われ，風化作用については扱われていない。しかし，実際には児童の身近には風化作用でボロボロになった岩石がありふれている。そこで本授業ではまず，礫・砂・泥の一般的な事項について扱う。次に，それらの形成過程として，流水の働きによる侵食作用と風化作用について，身近な土地を観察したり動画などを視聴したりする活動を通して扱う。

本時では最初に，5年生で学習した流水による侵食作用について復習する。次に，礫・砂・泥の分類について学習する。礫・砂・泥が粒子の大きさによって区分されることについて実物観察を通じて理解を深める。また，河川の流水の様子について動画を視聴し，水が勢いよく流れることによって岩石が侵食されたり，侵食によって生じた礫や砂が運搬されたりすることに児童が気づくことができるようにする。

5　単元の評価規準

- 流水の働きによる侵食作用及び風化作用によって岩石から礫・砂・泥ができることを理解できる。（知識・技能）
- 礫・砂・泥のでき方について，川の流れの様子や身のまわりの岩石の様子に注目することで，自分の考えを表現できる。（思考力・判断力・表現力等）
- 礫・砂・泥のでき方について，主体的に観察に取り組み，追及することができる。（学びに向かう力，人間性等）

6　本時の指導

（1）目標

礫・砂・泥を観察し，川の様子を写真や動画を視聴することで，礫・砂・泥が流れる水の働きによる侵食でできることが理解できる。

（2）学習過程

時間	学習活動	教師の指導・支援
つかむ5分	1）川の石（礫）の様子を観察する ・ 上流・中流・下流でそれぞれ礫の様子が違う。 ・ 上流では大きな礫がゴロゴロしているが，下流になるにつれて礫は丸く，小さくなっていく。	・ 児童が実際の川の流れと礫の様子を想像しながら考えることができるように，上流・中流・下流それぞれの礫の様子が分かる動画を視聴する。 ・ 実物を想像しながら考える助けにするために，教科書の写真を見ながら考えるように勧める。
考える30分	2）礫・砂・泥の違いを知る ・ 礫が一番大きい。 ・ 礫は2 mm以上，砂は1/16 mm以上2 mm未満，泥は1/16 mm未満。	・ 実物を観察することで考えを深めることができるように，グループごとに礫・砂・泥を用意する。 ・ 大きさによって礫・砂・泥を見分けることができるように，礫・砂・泥の定義を説明する。
	礫・砂・泥はどのようにしてできるの？	
	・ 岩石が，川を流れるうちに砕けて小さくなっていく。 ・ 川底で礫同士がぶつかって小さく砕かれる。 ・ 川で岩石が水に削られてできる。 ・ ボロボロになった岩石から侵食されていく。	・ 水の流れと礫の形を関係づけて考えることができるように，上流・中流・下流の流水の様子の違いを参考にするように勧める。 ・ 増水時と通常時を比較できるように動画を視聴する。
振り返る10分	3）増水した時の川の流れで礫が流されることを知る ・ 通常の流れでは流されず，大雨が降った後，勢いよく水が流れることで礫は流される。	・ 水が勢いよく流れることで礫・砂・泥が流されることを意識できるように，川の水の色が増水時と通常時でどのように違うのかに注目させる。
	4）学習を振り返る ・ 礫・砂・泥は増水した時に流される。 ・ 流されている時に，礫同士や砂粒同士がぶつかり合ってできる。	・ 児童の理解度を測ることができるようにアンケートを用意する。

（3）評価

礫・砂・泥が流水の働きによる侵食によってできることがわかる。（発言・ノート）

図1　現行学習指導要領に則った授業（1時間目）の授業案。

2時間目　学習授業案

授業者　角野真由

1　授業日　　令和2年12月11日（金）

2　授業名　　礫・砂・泥の形成過程（2）

3　授業目標

礫・砂・泥の形成過程について興味・関心をもって追求する活動を通して，礫・砂・泥は侵食作用及び風化作用によってできることを理解する。

4　授業について

侵食作用と風化作用は土地の形成に大きく関係する現象である。普段，児童は自身が生活している土地がどのようにできたのかを意識しながら生活することはないと考えられる。本授業では土地を形成しているもののうち礫・砂・泥に注目し，それらの形成過程について学習することで身の回りの土地の変化と成り立ちについて理解を深めることを目指す。

現行の小学校学習指導要領では，礫・砂・泥の形成過程として流水の働きによる侵食作用が取り扱われ，風化作用については扱われていない。しかし，実際には児童の身近には風化作用でボロボロになった岩石がありふれている。そこで本授業ではまず，礫・砂・泥の一般的な事項について扱う。次に，それらの形成過程として，流水の働きによる侵食作用と風化作用について，身近な土地を観察したり動画などを視聴したりする活動を通して扱う。

本時では風化が進んだ花崗岩を観察する。花崗岩から砂が取れることに注目し，流水の作用がなくても砂が形成されることを理解する。この活動を行うことで，砂は流水による侵食だけではなく，風化作用（岩石が自然にぼろぼろになること）によっても形成されることを理解できるようにする。

5　授業の評価規準

- 流水の働きによる侵食作用及び風化作用によって岩石から礫・砂・泥ができることを理解できる。（知識・技能）
- 礫・砂・泥のでき方について，川の流れの様子や身のまわりの岩石の様子に注目することで，自分の考えを表現できる。（思考力・判断力・表現力等）
- 礫・砂・泥のでき方について，主体的に観察に取り組み，追及することができる。（学びに向かう力，人間性等）

6　本時の指導

（1）目標

風化の進んだ花崗岩を観察することで，砂は流水による侵食だけではなく，岩石の風化作用によっても形成されることが理解できる。

（2）学習過程

時間	学習活動	教師の指導・支援
つかむ 5分	1）前時の復習をする ・ 砂は礫より小さく，泥より大きい。 ・ 礫・砂・泥は流水の働きによって岩石が侵食されてできた。	・ 観察させたいものに注目できるように，本時では砂に注目するように勧める。
考える 30分	2）アパッチ山で観察する アパッチ山の岩石を釘で削って，砂が取れるところを探そう ・ 岩石を釘で削ると，簡単にくずれて砂が取れるところがある。 ・ 釘で削っても傷はつくが，くずれないところがある。 ・ ぼろぼろになっているところは，砂が取れやすい。 ・ 砂粒にも岩石にも，白い粒と黒い粒がある。 ・ 砂粒の色は，ひとつの粒がひとつの色をもっている。	・ 児童が砂の形成過程を考える助けになるように，次のような補助発問をする。 補助発問 ・砂が取れないところも探してみよう。 ・砂が取れないところと取れたところの違いは？ ・取れた砂粒と元の岩石を見比べてみよう。
	アパッチ山の砂はどうやってできたか，考えよう ・ 砂は流水の働きだけでできたわけではない。 ・ 岩石が自然とボロボロになっていたため，少し触っただけで砂になった。 ・ 岩石が位置を変えないまま，長い時間がたつと自然とボロボロになる。	・ 流水による侵食の考えから風化の考えに変更できるように，アパッチ山のまわりに川がないことを思い出させる。 ・ 砂の形成過程は流水の働きだけではないことを考える助けになるように，前時で見た動画を思い出すように勧め，アパッチ山では水が勢いよく流れていないことを伝える。
振り返る 10分	4）学習を振り返る ・ 砂は風化作用と流水の働きによってできる。 ・ 地表の岩石は長い時間をかけて自然とボロボロになり，いつかはくずれて砂や泥になる。 ・ 川では流水による侵食でも砂ができるが，川のない場所でも風化作用で砂ができる。 ・ 川に風化作用が進行した岩石があると，風化作用が進行していない岩石よりも流水によって侵食されやすい。	・ 教材から離れて一般的に考えることができるように，風化はアパッチ山だけでなく周囲のさまざまなところで起こっていることを，写真を使って伝える。 ・ 児童の理解度を測ることができるようにアンケートを用意する。

（3）評価

砂は風化作用と流水による侵食作用によって形成される。（発言・ノート）

図2　校内に見られる風化花崗岩露頭の観察を取り入れた授業（2時間目）の授業案。



図３　附属岡崎小のアパッチ山（通称）の風化花崗岩露頭と，そこで岩石を観察し砂を採取する６年生児童（個人が特定できないように画像処理済）。児童は長さ 10 cm の釘を使って，風化が進み容易に砂を採取できる場所と，風化が進んでいないために砂をあまり採取できない場所を探した。活動時間 15 分。児童の安全確保と補助徹底のため，この活動では研究室の他の学生にもサポートしてもらった。この露頭の花崗岩には節理が発達し，節理に沿って風化が進み選択的に侵食が進んだため節理部分が窪んでいる。

Ⅲ．地形と岩石の概要

アパッチ山は附属岡崎小の正門横にある，周囲の地面からの比高が最大4 m程度，麓の水平断面が約200 m^2の小山である（34.96487°N, 137.16924°E；標高44 m）。インターネット上の「今昔マップ on the web」（谷，2017）を使って明治26（1893）年発行地形図を参照すると，アパッチ山は当時存在していた東西方向の尾根に相当することがわかる。当時の尾根の一部が現在のアパッチ山であり，尾根周辺は人工的に改変されて附属岡崎小校地や住宅地になっていると判断できる。

岡崎市の市街地から北東の三河高原にかけては武節花崗岩と呼ばれる細粒～中粒の両雲母花崗岩が広く分布しており（佐藤・仲井，1991；牧本ほか，2004），アパッチ山も武節花崗岩から構成される。武節花崗岩からは約7000万年前（70 Ma）のU-Pbジルコン年代（Takatsuka et al., 2018）とK-Ar黒雲母年代（山崎・尾崎，2012）が報告されている。また，マグマ定置深度は10 km前後と推定されている（Takatsuka et al., 2018）。これらのデータから，武節花崗岩は後期白亜紀の70 Ma頃に当時の地下10 km前後に定置した花崗岩質マグマが冷却・固結してできた岩石と推定される。

アパッチ山の花崗岩は風化作用を受けて全体的に脆くなっている。風化は特に節理に沿って進んでおり，長石類が粘土化している。そうした強風化部が選択的に侵食されて露頭表面が窪んでいる（図3）。節理から離れた部分（風化花崗岩のコアストーンに相当）は風化が比較的弱く，岩石は硬い。

Ⅳ．結 果

1．児童の様子

筆者らの授業では，どの児童も観察や話し合い，ワークシート作成などに積極的に取り組む様子がみられた。露頭観察では多くの児童がアパッチ山を動き回って観察に取り組んだ。教室での話し合いでは，多くの児童が自分の意見をクラスの仲間に伝えることができていた。附属岡崎小の教員によると，児童は日頃から自分の意見を述べる訓練をしているとのことである。

2．アンケート調査

選択肢１～８の選択率（正しいと回答した児童の割合）を図４に示す。

選択肢１～３はいずれも河川での流水の作用に関する内容だが，これらは1時間目終了後と2時間目終了後に大きな差がなく80％超の選択率であった。一方，選択肢４の選択率は1時間目終了後に41％であったが2時間目終了後は64％に増加した。注目すべきことに，より大きな変化は選択肢５と６に見られた（いずれも風化に関する内容）。1時間目終了後の選択率は選択肢５が6％，選択肢６が14％といずれも低かったが，2時間目終了後には選択肢５が75％，選択肢６が92％に大きく増加した。選択肢７と８は筆者らが意図的に含めた不適当な内容のものだが，これらの選択率は1時間目終了後，2時間目終了後とも低かった。

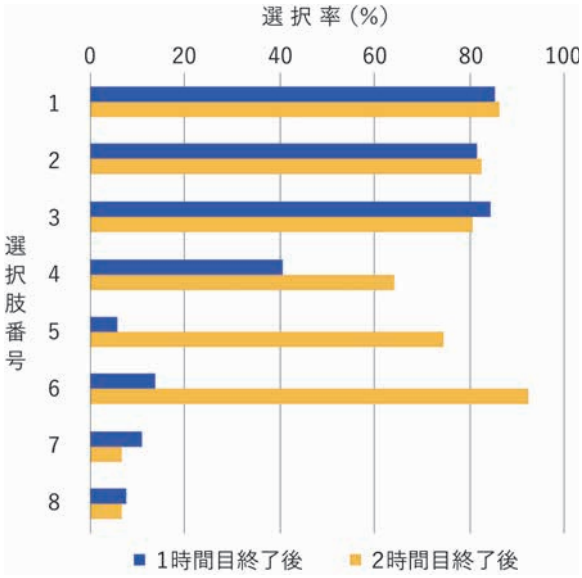


図４　質問「砂はどこでどうやってできるのか」について附属岡崎小６年生 103 人から得られた回答（正しいと回答した児童の割合）。選択肢は本文 II. ２節を参照。各選択肢の正誤は次の通り：１正，２正，３正，４誤，５正，６正，７誤，８誤。なお，ここに示した正誤は小学校で扱うレベルでのものである。

V. 考 察

1. 児童の理解度の変化

はじめに，選択肢１～３の選択率が1時間目終了後と2時間目終了後のどちらも高かったことは，5年理科の単元「流れる水の働き」及び今回の1時間目で扱った流水による侵食作用の学習効果が表れた結果と考えられる。

次に，選択肢4の選択率について考える。約4割の児童がこの選択肢を1時間目終了後に選択したが，これは選択肢1の高い選択率に表れたように，多くの児童が流水によって岩石が侵食されるイメージを持っているためと考えられる（雨水が流水となって岩石の表面を流れるイメージ）。また，この選択率が2時間目終了後に6割超に増加したのは，2時間目に水に関連した風化作用の説明を受けた影響と推察される。水と岩石（正確には，岩石を構成する鉱物）が反応することによって岩石が脆くなることを，激しい雨が岩石表面を打つ力によって岩石が削られることと連想させた可能性があるかもしれない。なお，この選択肢については筆者らの表現が適切でなかった可能性がある。「雨によって」という表現は児童により異なる雨のイメージ（露頭表面を流れる雨水，岩石を叩きつける降雨など）を想像させてしまった可能性がある。

風化に関する選択肢5と6の選択率は，1時間目終了後には10%前後と低かったが，2時間目後に劇的に高くなった。これは明らかに2時間目の学習効果を反映したものである。2時間目は児童に風化花崗岩を観察させた。岩石の肉眼観察だけでなく，風化花崗岩を釘で叩いたりこすったりすると砂が形成されることを体験させた。こうした体験によって，児童は砂の形成原因が流水の働きによる侵食のみではないことを理解できたと推測される。流水の働きがない場所でも砂ができることから，児童は「岩石が自然とボロボロになり，それがほぐれて礫や砂ができる」という風化による砕屑物生成のイメージを持つことができたと考える。

なお，選択肢5と6の選択率が1時間目終了後に低かった事実は廣木ほか（2011）の調査結果と整合的である。彼らは，学習指導要領に則った授業を受けた6年生117人を対象に砂の形成原因についての理解度を調査した。その結果，水流によって侵食されてできると考えた児童が約30%，川で礫同士ぶつかり合ってできると考えた児童は約26%，風化作用によってできると考えた児童は0%であった。このように，廣木ほか（2011）及び今回の筆者らの結果から，流水による侵食作用を学ぶだけでは，児童は流水による侵食以外の原因を考えることがほとんどできないと考えられる。

廣木ほか（2016）は，中学生を対象として，砂の形成について教科書に則った授業の実施後と実物観察を取り入れた授業の実施後のそれぞれにおける理解度を調査した。その結果，砂が風化によってできると考えた生徒の割合は，教科書に則った授業の実施後はわずか1割ほどだったが，実物観察を取り入れた授業の実施後は約9割に増加した。今回の筆者らの結果と廣木ほか（2016）の結果には高い類似性がある。小学生も中学生も，実物観察を行うことによって風化作用についての理解度を高めることができると考えられる。風化作用の物理・化学を小学生に正しく理解させるのは難しいが，授業の内容と方法を工夫することによって大まかなイメージであれば小学生にも持たせることができると考えられる。

2. 野外岩石観察の学習効果

今回の結果は，小学校理科の授業に野外での岩石観察を取り入れることで，砕屑物（礫・砂・泥）の生成やそれに関連した地学現象に対する児童の理解度を高められる可能性を示唆している。

2時間目の授業中，アパッチ山の風化花崗岩から採取した砕屑粒子の大きさに注目している児童がいた。その児童はアパッチ山から採れた砕屑物が礫・砂・泥のどれに相当するか，自分で考えてワークシートにまとめていた。このように，一部の児童は河川以外の場所でも砂が形成されることを実感できたようである。また，ビデオや写真からは気づけないと考えられる事柄に注目している児童もいた。例えば，2時間目の授業中にアパッチ山では木や建物の陰になった部分と太陽光が直接当たる部分があった。ある児童はそれぞれの場所を観察して，岩石の風化の度合いを比較していた。

このように，野外で実物を観察することでしか気づけないこともある。実際に自然に触れながら考えることは，児童の思考の幅を拡大することにつながると期待できる。しかし，小中高ではビデオや写真を使用することで野外観察の代わりとすることが多い。そこで，校内にある自然物（例えば，階段に使用されている岩石や庭の置き石など）を活用することで，野外で手軽に観察を行えるのではないかと筆者らは考える。校内の自然物を教材に活用することで，校外に観察に出かけるよりも移動の手間や交通費などを大幅に削減でき，日時を選びやすいなどの融通もきくであろう。渡邉・星（2021）は，校内の岩石を教材として活用することで，岩石に関する児童・生徒の理解を深めることができる可能性を指摘している。児童にとって身近な校内の自然物を活用した観察や体験を授業に取り入れることで，児童の学習理解度が深まると期待できる。

Ⅵ. 結 論

風化岩石露頭の観察を取り入れた授業により，砂の形成について児童の理解度が向上したと考えられる。これは，授業に風化を取り入れた効果と実物（自然物）を対象に野外観察を実施した効果の両方によるものと考えられる。

現行の小学校学習指導要領に示されている流水の働きによる侵食作用だけではなく，風化作用の内容も授業に取り入れることで，砕屑物（礫・砂・泥）の形成についての正しい理解が深まると考えられる。そのため，風化作用も小学校理科で扱うべきである。

校内の自然物を教材に活用することで，比較的手軽に野外観察が実施可能と考えられる。児童にとっても校内の自然物は身近なものであるため，その教材としての活用は自然に対する児童の理解を深めると期待できる。

Ⅶ. 謝 辞

愛知教育大学附属岡崎小学校教諭の鈴木大介氏には本研究を進めるにあたり多くの便宜をはかっていただき，授業立案・実施の際にも助言をいただいた。筆頭著者（角野）と同じ研究室に所属していた加藤菜那衣氏，中根知奈美氏，原　菜月氏，高橋和希氏（いずれも卒業生）には附属岡崎小での授業の際に補助していただいた。中根氏には文献収集作業も手伝っていただいた。査読者から頂いたコメントは論文の改善に役立った。以上の方々に感謝します。

文 献

廣木義久・藤井宏明・平田豊誠（2016）中学生に岩石の風化作用による土砂形成を理解させるための土に関する授業：花崗岩の風化物（マサ）を使用して．地学教育，**68**，119-128.

廣木義久・山崎　聡・平田豊誠（2011）砂の形成に関する小・中・大学生の理解と風化の学習における問題点．理科教育学研究，**52**，47-56.

星　博幸（2020）小中高における屋外岩石観察の実態：大学生のアンケート調査から．愛知教育大学研究報告（自然科学編），**69**，49-52.

川村教一（2010）河川堆積物にみられる砂の形成過程に関する認識の実態：児童・生徒・大学生・教員対象のアンケート調査から．日本理科教育学会東北支部大会講演要旨集，**49**，26.

川村教一・田口瑞穂（2011）児童の河川砂成因認識への野外学習による影響の検討：河床および岩石露頭での学習例をもとに．秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要，**33**，59-66.

国立教育政策研究所（2018a）平成30年度全国学力・学習状況調査報告書：小学校理科．https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/report/data/18psci.pdf

国立教育政策研究所（2018b）平成30年度全国学力・学習状況調査報告書：中学校理科．https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/report/data/18msci.pdf

牧本　博・山田直利・水野清秀・高田　亮・駒澤正夫・須藤定久（2004）20万分の1地質図幅「豊橋及び伊良湖岬」．産業技術総合研究所地質調査総合センター.

三次徳二（2008）小・中学校理科における地層の野外観察の実態．地質学雑誌，**114**，149-156.

三橋裕次郎・中村雅彦（2011）小学校教師の理科野外観察に関する実態調査．上越教育大学研究紀要，**30**，215-220.

文部科学省（2017a）小学校学習指導要領．https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf

文部科学省（2017b）中学校学習指導要領．https://www.mext.go.jp/content/1413522_002.pdf

文部科学省（2018a）高等学校学習指導要領．https://www.mext.go.jp/content/1384661_6_1_3.pdf

文部科学省（2018b）小学校学習指導要領（平成29年告示）解説：総則編．https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_001.pdf

文部科学省（2018c）中学校学習指導要領（平成29年告示）解説：総則編．https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_001.pdf

文部科学省（2019）高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説：総則編．https://www.mext.go.jp/content/20200716-mxt_kyoiku02-100002620_1.pdf

佐藤興平・仲井　豊（1991）岡崎みかげ：領家帯の両雲母花崗岩．地質ニュース，**441**，46-59.

Takatsuka, K., Kawakami, T., Skrzypek, E., Sakata, S., Obayashi, H. and Hirata, T.（2018）Spatiotemporal evolution of magmatic pulses and regional metamorphism during a Cretaceous flare-up event: Constraints from the Ryoke belt（Mikawa area, central Japan）. *Lithos*, **308-309**, 428-445.

谷　謙二（2017）「今昔マップ旧版地形図タイル画像配信・閲覧サービス」の開発．GIS-理論と応用，**25**，1-10.

寺島幸生・香西　武（2018）平成27年度全国学力・学習状況調査の問題を用いた教員志望大学生の理科の学力調査．鳴門教育大学研究紀要，**33**，376-385.

山崎　徹・尾崎正紀（2012）足助地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），産業技術総合研究所地質調査総合センター，76p.

安田敏夫（1963）地学（地質）分野指導上の問題点とその改善策：小学校理科．理科教室，**6**（12），20-28.

渡邉清寿・星　博幸（2021）理科地学分野，岩石教材の現状と課題．愛知教育大学研究紀要（自然科学編），**70**，50-56.

（2021年8月11日受理）