人と自然　Humans and Nature 25: 111–123 (2014)

報　告

小学校６年生理科「大地のつくり」における恐竜化石の活用と地質フィールドワークの効果
―大地の営みがもたらす恩恵と災いを伝える試み―

岸本清明[1)*]・神田英昭[2)**]・佐藤裕司[3)***]

Effective use of dinosaur fossils and geological fieldwork in the elementary school's science of the earth
– A trial study teaching benefits and disasters caused by the earth's surface processes –

Kiyoaki KISHIMOTO[1)*], Hideaki KANDA[2)**], Hiroshi SATO[3)***]

要　旨

東日本大震災後，環境教育が前提としてきた「やさしい自然（折り合える自然）」という捉え方に，「厳しい自然（抗いがたい自然）」という視点を付け加えることの必要性が指摘されている．震災を主眼とした場合，小学校において自然現象の恩恵と災いの二面性を学習する機会として，６年生理科の単元「大地のつくり」が考えられる．そこで筆者らは「大地のつくり」において，大地の営みがもたらす恩恵と災いの両面を学習する目的で，恐竜化石と地質フィールドワークを活かした授業を企画・実践した．本企画では，大地の形成されるスケールの大きさや，その営みに要する長い時間の尺度をフィールドワークにおいて実感し，恐竜化石を活用して子どもたちの知的好奇心を喚起する．そして最後に，東日本大震災を事例に大地の変化と自然災害の理解へと導くことを目標とした．授業は加東市立三草小学校において実践し，６年生児童 21 人に行ったアンケート調査の結果から，学習意欲を高める素材として化石の実物標本と恐竜の話題は効果的であると判断された．震災の話を意味あるものとするには，大地が変化することへの理解が不可欠である．それにはフィールドワークで実際に地層を見ることが効果的で，露頭見学に対する児童の評価は最も高かった．防災教育の拡充が求められる中，自然現象の恩恵と災いの両面を伝える教育が今後さらに重要になると考える．

キーワード：小学校６年生理科，大地のつくり，恐竜化石，フィールドワーク，東日本大震災，防災教育

1) 兵庫県立人と自然の博物館・地域研究員　〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘６丁目　Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan
* 甲南女子大学非常勤講師　〒658-0001 神戸市東灘区森北町 6-2-23　Konan Women's University; Higashinada, Morikita-cho 6-2-23, Kobe, 658-0001 Japan
2) 加東市立三草小学校 〒673-1472 兵庫県加東市上三草 118 番地　Mikusa Elementary School, Kato City, Hyogo Prefecture; Kamimikusa 118, Kato, 673-1472 Japan
** 現在：加東市立米田小学校 〒673-1414 兵庫県加東市上久米 1693 番地　Yoneda Elementary School, Kato City, Hyogo Prefecture; Kamikume 1693, Kato, 673-1414 Japan
3) 兵庫県立大学自然・環境科学研究所　〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘６丁目 Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan
*** 併任：兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境評価研究部　〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘６丁目 Division of Natural History, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

はじめに

1995 年の阪神淡路大震災や 2011 年の東日本大震災，さらには想定される南海トラフの巨大地震など，地震とそれによる災害が多発する日本においては，大地の営みへの理解は不可欠である．朝岡・石山（2013）は東日本大震災後，環境教育のあり方として少なくとも２つの次元で，その歴史や概念・方法等を見直す必要があることを指摘した．その１つは，環境教育が前提としてきた「やさしい自然（折り合える自然）」という捉え方に，「厳しい自然（抗いがたい自然）」という視点を付け加えることの必要性である．震災を主眼とした場合，小学校において自然現象の恩恵と災いの二面性を学習する機会として，6 年生理科の単元「大地のつくり」が考えられる．

多くの教科書における「大地のつくり」の単元構成は，「地面の下の土地の様子はどうなっているのか」，「縞模様に見える土地のつくりを調べよう」，「地層のできかた（水の流れを使った実験）」，「火山の噴火によってできた地層」そして「土地の変化」となっている．筆者らはこの流れの中で，大地の営みによってもたらされる「恩恵」と「災い」との両面に焦点を当て，自然現象の二面性の理解を促す学習プログラムを企画立案し，実践を試みた．

この実践を通して得られた成果は，小学校の理科教育だけでなく，環境教育や防災教育にも資すると思われ，その概要を報告する．

企画の概要

兵庫県では，篠山市と丹波市に分布する中生代白亜紀前期（約１億１千万年前）の地層「篠山層群」から恐竜化石が発見され，発掘調査と研究成果にもとづく恐竜や当時の環境の復元が進められている（兵庫県立人と自然の博物館編，2011）．そこで，今回の学習プログラムでは大地の営みの「恩恵」を知る素材として，篠山層群から産出した恐竜化石を活用することにした．これとともに取り扱いの容易な示準化石の実物標本も用いることにした．一方，加東市内での地質フィールドワークを実施し，様々な地層を観察させることで，大地が長い年月をかけ広大なスケールで形成されていることを気づかせることにした．そのフィールドワークの後に，地層中にはその時代に生きていた動植物が化石という形で存在することを伝えれば，子どもたちは化石のもつ価値がわかり，教育効果が上がると考えた．

このようにして子どもたちの知的好奇心を喚起した後に，日本の大地がプレートの運動によって動いていることを学習し，東日本大震災を事例に，日本では大地震や津波の災害の多いことの理解へと導く．そして最後は，地震・津波の防災教育で締めくくるという授業展開である．冨田（2013）は東日本大震災を事例とした学びから，自分が住む地域へと展開する地域学習を提案したが，本企画は地域を学ぶことから出発し，震災，防災教育へと展開する流れとなっている．

篠山市や丹波市では，篠山層群の地層や恐竜化石等を学習するための理科副読本が作成されるなど（丹波市役所恐竜を活かしたまちづくり課・丹波市教育委員会編，2011），小学校理科の学習への活用が推奨されている．今回の実践では，恐竜は子どもたちに広く受け入れられるとの考えから，丹波市と篠山市以外の地域で行うこととし，加東市立三草小学校の協力を得た．加東市には篠山層群は分布しないが，地質フィールドワークに適した地域である．本地域は，流紋岩質の岩体（有馬層群，約 7000 万年前）が基盤となり，その上を主に河成堆積物が固結した地層（神戸層群，約 3500 万年前）が覆う．そこには植物化石も含有される．さらにその上を，赤色風化した粘土や礫から成る大阪層群（または高位段丘堆積層）（約 50 万年前以降）が覆う．一方，加古川左岸には典型的な河岸段丘が見られる．それらの露頭が比較的近接し，しかも三草小学校 6 年生は単学級（児童数 21 名）のため，観察には加東市所有のバス１台で一日かければ十分である．

本実践は筆者ら三人で分担し，最後にはアンケートをとって児童からの評価を得ることにした．

「大地のつくり」の単元目標，単元構成および実践

１．目標

学習指導要領には，「土地のつくりと変化」として，次のように記されている（小学校理科実践研究会編著，2008）．

土地やその中に含まれる物を観察し，土地のつくりや土地のでき方を調べ，土地のつくりと変化についての考えをもつことができるようにする．

ア）土地は，礫，砂，泥，火山灰及び岩石からできており，層をつくって広がっているものがあること．

イ）地層は，流れる水の働きや火山の噴火によってでき，化石が含まれているものがあること．

ウ）土地は，火山の噴火や地震によって変化すること．

以上の指導要領の学習内容を踏まえ，本企画では，大地が形成されるスケールの大きさや，その営みに要する長い時間の尺度を実感し，恐竜化石などを活用して学習意欲を高める．そして，土地の変化では，東日本大震災を事例に自然災害の理解へと導くことを目標とした．

２．各社教科書に見られる単元構成とその工夫

小学校理科の教科書は，学校図書，教育出版，啓林館，

大日本図書，東京書籍の５社から出版されている．各社の「大地のつくり」の単元構成は，概ね次の流れになっている．地層の写真を提示し，「縞模様が見られるのはなぜか」を出発点に，露頭観察や各種写真によって，砂や泥，粘土や火山灰などが層になって堆積していることに気づかせる．そして，「樋と水槽を使った地層形成のモデル実験」で，流れる水の働きで地層ができることを理解させる．さらに，火山活動で形成された地層のあることも知らせている．その後，エベレストでアンモナイトの化石が見つかることから「大地は変化する」と展開し，「火山活動や地震による土地の変化」につなげている．

各社とも編集に工夫を凝らしている．その一つは大判の写真を多用している点である．また，解説には小判の写真が多数配置され，地層観察の経験があればよくわかる内容になっている．「樋と水槽を使った地層形成のモデル実験」と露頭観察は，どの教科書にも記載されている．露頭観察に出かけることの困難な学校には，各社とも露頭観察の代わりとして，校舎下のボーリング試料の活用を推奨したり，露頭の写真をたくさん配置したりして，理解に供するようにしている．東京書籍版では，「崖に縞模様が見えるのはなぜか」という疑問を，話し合いや実験を交えて解いた後に露頭の写真で解説するようにして，露頭観察に要する時間的，費用的な負担を軽減しているように思える．いずれも露頭観察の実施が難しい学校が多いことを見越しての展開法だと考える．「火山活動や地震による土地の変化」や「化石」については，新聞や図鑑，インターネットや博物館で調べるよう指示がなされている．

特色のある編集としては，啓林館では導入に化石を扱っている．思い切って化石の学習に時間をかけ，興味・関心を持たせて，この単元全体を展開しようとする戦略が見て取れる．化石については，啓林館以外の各社では「水の働きでできる地層」の学習の際に取り扱っている．「大地の変化」では，地震や火砕流といった災害だけを扱うのではなく，温泉や地熱発電といった「火山の恵み」を掲載している教科書もある．

以上のように，各社とも写真を巧みに配置し，単元の展開にも相当工夫を凝らして理解しやすいよう編集されている．しかし，実際に地層の見たことのある児童はごく少数であり，写真を見て「その断面だけが石や土の縞模様の壁画のようになっている」と思う児童もいる．また，拡大写真で，地層が砂礫，シルトや火山灰などで構成されているとわかったとしても，写真ではその厚みや広がりといった規模の大きさがとらえられず，地層の全体像がなかなか伝わらない．

３．実践

兵庫県では恐竜化石が発見されており，加東市には地層見学に適した露頭がある．それらの条件を最大限に生かすために，この単元を表１に示す５部構成にし，第１次と第２次を神田が，第３次と第５次を岸本が，第４次を佐藤が指導することにした．表２に第１～５次の指導内容と活動および留意点を示し，それぞれの実践内容を以下に記す．

１）第１次「導入」

導入として，「校舎下の土地はどうなっているか」を考えさせるところからスタートした．児童から以下の５つの予想が出された．

(ア) 土やコンクリートがある　(イ) ミルフィーユのようになっている　(ウ)マグマが近くまで来ている　(エ) 生き物の骨がある　(オ) 地下室のようになっている

各自が予想の根拠を出し合った．初めは思いつきで話をしていたが，学校すぐ前の道路脇にある崖の工事の際に，縞のような模様のあったことを思い出したり，「層」という言葉から連想したり，地層を見たことのある児童が発言するうちに，次第に「ミルフィーユのようになっている」に賛同する児童が多くなった．そこで，教科書

表１　本企画における「大地のつくり」の単元構成

第1次	学校や自分の家の下の土地がどうなっているか考える．	…… 1 時間
第2次	地層がどのようにしてできるか，実験をして考える．	…… 2 時間
第3次	加東市内の地層を調べて回り，大地が岩や礫，砂などで構成されていることや，分厚い層をつくって広がっているものがあることを知る．また，長い年月をかけて川が削ったり，土砂を堆積したりして階段のような地形を形成している場所があることにも気づく．	…… 5 時間
第4次	化石について学ぶ．篠山層群から産出した恐竜化石を題材にしながら，当時の環境や大地の変化を知る．	…… 2 時間
第5次	地質と地震など自然災害との関係を理解し，防災意識を高める．	…… 2 時間

表 2　本企画における指導内容と留意点

次	時	指導内容	活動および留意点
第一次	1 神田	① 校舎下の土地の様子（深さ 10 m まで）を予想して絵に描く.	・一人に 1 枚，A4 コピー用紙を配布する. ・自由に想像して描かせる.
		校舎下の土地はどんな様子なのだろう.	
		② 自分たちの描いた絵を見ながら，実際はどれに近いのか話し合う. ③ 学校西の歩道工事の時に見た崖の様子をヒントに考える. ④ 教科書の写真を見ながら，疑問点を整理し，まとめをする. ・どうして横縞の層ができるのだろう.	・層状に描かれている絵，土と石だけが描かれている絵，などと分類していく. ・どうしてその絵を描いたのか，理由も話させる. ・崖はどんな様子だったか話させる. ・次に歩道工事の際の崖の写真を提示して，横縞模様の「地層」らしきものが見えることに気づかせる. ・教科書の地層の写真で確かめさせる. ・他の場所で地層を見たことのある児童に，その様子を話させる.
		地面の下には，地層のある所が多いのか.	
第二次	神田	① ペットボトルの中に地層を作ってみよう.	
		地層はどうやってできるのか.	
		② 教科書の地層の写真を見る. ・石や土で地層ができているんだな. ・どうして横縞模様ができるのかな. ③ ペットボトルに小石や粘土を入れ，地層を作る. ・ただ土や小石を入れただけでは横縞模様ができないな．どうしたら良いのだろう. ④ ペットボトルに水を入れてよく振り，しばらく放置する. ⑤ 疑問点を整理し，まとめをする.	・教科書の写真を見て，地層の構成物と横縞模様を確かめさせる. ・事前に用意した小石や砂，土をペットボトルに入れ，横縞模様の地層ができるか確かめさせる. ・水を入れると小石が沈み，砂と粘土がその上にきて縞模様が自然にできてきたことに注目させる. ・小石が沈み，水の働きで密度の小さい粘土が砂の上にくることを理解させる.
		水の働きで，小石が一番下，その上に砂，粘土が一番上にきて，横縞模様ができる.	
		・どうして，水を入れて振るのだろう. ・地層は，実際どのようにしてできたのだろう. ⑥ 川に見立てた樋の中に土砂を入れ，水で流して水槽にためる実験をする.	・地層をつくる水の役割を，実際には何がどのように起こしたのか考えさせる. ・川が土や砂，礫を運んで混ぜ，湖がペットボトルの役割を果たしたことに気づかせる.
		川が土砂を運び，土砂が湖や海で堆積して地層ができる.	
第三次	1 神田	① 三草小学校南西の崖（標高 88.3 m）の地層を調べよう.	・全体に赤い色.「くさり礫」に着目させる．この地層を「大阪層群」と呼ぶ. ・およそ 50 万年前にできた地層で，高温多湿の時期があったため，岩石が赤色風化したことを説明する.
		大阪層群の地層は，学校の近くにしか無いのだろうか.	
		② 自分の家の近くに，よく似た赤い地層がないか思い出す. ③ 市内に赤い色の土がある所を出し合う.	・この地層の広がりを確かめる. ・赤い地層やくさり礫があるか，確かめてくるよう指示する.
	2 岸本	① ローソン社店南（標高 80.6m）の地層を調べよう.（三草小学校から約 3.5 ㎞南西） ・くさり礫があり，全体的に赤っぽい. ② 滝野南小学校東の崖（標高 87.2m，三草小から西南西へ約 6 km）の地層を調べよう. ・くさり礫があり，全体的に赤っぽい. ③ 三草小とローソン，遠く離れた滝野南小にも大阪層群が見られるのは，どういうことか考える.	○バスに乗り，地層調査に出かける. ・三草小学校南西の崖の地層と似ている. ・「大阪層群」がローソンと滝野南小にも広がっていることに着目させ，これらの 3 地点に大阪層群の見られるわけを考えさせる. ・三草小，ローソン，滝野南小だけでなく，三木や加西にまで大阪層群の地層が広がっていることを知らせる.
		大阪層群は広大な範囲に堆積している.	

	3 岸本	① 福田の大門橋下（30.1 m）の地層を調べよう. ・白っぽくて，コンクリートのようだ. ・くさり礫が無いので，大阪層群ではない. ② どうしてここに神戸層群が見られるのか考える. ・加古川が神戸層群を削ったのか. ・神戸層群はここだけにあるのか.	・「大阪層群」かどうかを調べさせる. ・この地層は，「神戸層群」ということを知らせる. ・約 3500 万年前の地層で，植物化石を含むものがあることも知らせる. ・加古川左岸の崖の大きな礫岩の高さまで神戸層群があったことを知らせ，何が削ったかを考えさせる. ・古い地層は下にあるのが原則であることを知らせる.
		神戸層群は大阪層群よりも古い時代に堆積したので硬い.	
	4 岸本	① 階段のような地形（段丘）を調べよう. ・福吉から山国まで，階段のようになっている. ・どうして階段のような地形になったのか. ② ローソン西から青野ヶ原まで，直線距離でおよそ 4 km の間に大阪層群の地層が無くなったわけを考える. ・加古川が削ったのか. ・加古川が大阪層群を削り，神戸層群まで削り始めたのか.	・何段かの崖があり，そのたびに標高の上がることに気づかせる. ・加古川が削って運んだことに気づかせる. ・段丘面には水田や市街地が広がっていることに着目させる. ・六甲山の隆起で東側の土地がたびたび隆起し，加古川がそのたびに西に移り，ますます深く削っていったため，階段のような地形が残ったことを説明する.
		階段のような地形は，加古川が大阪層群を削ってつくった.	
	5 岸本	① 神戸層群の下にはどんな地層があるのだろう. 昭和池近くで調べよう. ・白い硬い岩の層は何か．火山から噴き出たものが積もってできたのか. ・三草やこの近くの山は全部，この有馬層群の流紋岩なのか.	・有馬層群の流紋岩であることを知らせる. ・約 7000 万年前の大噴火の噴出物であることを知らせる
		加東市の地下深くには，硬い岩の有馬層群がある.	
		② 他の地層は無いのかな. ・段丘堆積層や沖積層などもある．主なものは大阪層群，神戸層群，有馬層群の 3 つなのか.	・地質図を見て，自分の家がどの地質の上にあるかを確かめさせる.
第四次	1 佐藤	① 化石とはなんだろう. ・どんな化石があるのだろう. ・どうやって化石はできるのか. ・県内（篠山層群）の恐竜化石を知ろう. ・化石からどんなことがわかるのか.	・化石実物標本（三葉虫とアンモナイト）を見せながら，海の生き物の化石がどうして陸上で見つかるのかを考えさせる. ・恐竜の歯の拡大模型や復元画をもとに，化石からどんなことがわかるのかを解説し，質問に答える.
		化石から太古の生き物の姿や当時の環境が見えてくる.	
	2 佐藤	② 化石を手がかりに大地の変化を考える. ・加東市でも恐竜化石は見つかるだろうか. ・恐竜がいた時代の日本列島は･･･？ ・大地は動く，変化する.	・恐竜化石の出る地層が，加東市内にあるか考えさせる. ・恐竜がいた時代の日本列島は大陸の一部であった．その後の地殻変動で，今の形になったと説明する. ・篠山層群のように地層が褶曲していることや，六甲山の上昇運動にもふれながら，日本列島は地殻変動が激しいことを伝え，次への導入とする.
		大地は地震とともに急激に変化する.	
第五次	1 岸本	① 地層や地形と地震，津波との関係を知り，人の生活との関わりを理解する. ・山や盆地といった地形はどうやってできたのだろう. ・地形は人の生活とどのように関わっているだろう. ・日本列島にはたくさんの活断層があり，地震を起こしながら，山や盆地を形成しているのか. ・この近くに活断層はないのか. ・三草に御所谷断層がある. ・県内や国内にたくさんの活断層があるので，旅行先で地震に遭うかも知れないのか.	・地震と津波，活断層の関係について話をする. ・プレート運動により主に東西からの圧縮によって，近畿地方では，山と盆地が波のように繰り返される地形になっていることを知らせる. ・大地震を繰り返し起こしながら，山地や盆地ができたことを伝える. ・六甲山の観光や琵琶湖の漁業を例に，地震活動によってできた地形を，人々はうまく利用していることを知らせる. ・東日本大震災の事例に自然災害を考える. ・地震を防ぐことはできないので，「釜石の奇跡」を取り上げ，地震や津波から身を守る行動を考えさせる.
		地質や地形を知ることは，命を守ることにつながる.	

図１　滝野南小学校の東にある崖（大阪層群または高位段丘堆積層）の露頭観察

図２　加古川・大門橋下の河床に広がる神戸層群の露頭観察

に載っている地層の写真を見せた．すると，児童は本当にミルフィーユのように横縞の層になっていることに驚いた．

２）第２次「地層形成モデル実験」

次に，その横縞の層がどうやってできたかを，ペットボトルに砂や小石，土と水を入れて振る実験と，水槽を海や湖に，樋を川に見立て，樋に水を流して土砂を運ばせて地層を作るモデル実験をして確かめた．

児童はまずペットボトルの中に小石と砂，粘土を順番に入れて層を作ろうとしたが，なかなか層ができなかった．せっかく入れたものを出し，もう一度挑戦したが，うまくいかなかった．「このままでは地層をうまく作れないので，何かを加えたい」と助言すると，児童から「水だ」という声が上がった．それで，小石と砂，粘土を入れたペットボトルに水を入れて振り，しばらく静置すると，層ができた．

しかし，実際の地層が形成される時には振ることができない．その役目をするのが流水である．そこで樋を使って，その中に小石，砂および粘土をまぜたものを置き，じょうろで水をかけて流し，水槽の中に地層を作る模擬実験を行った．ただ小石と砂および粘土の配合比率が悪かったのか，きれいな層ができなかったため，児童の反応はあまり良くなかった．

３）第３次「地質フィールドワーク」

加東市所有のバスを借り，児童に加東市内の地質を案内して回った．

①大阪層群（または高位段丘堆積層）の分布

まず，三草小学校（以下，「三草小」）南西の崖の地層が「くさり礫を含む赤い地層」（標高 88.3 m）であることから，赤いことと，手で握ると簡単に割れる「くさり礫」を含むことを大阪層群の特徴とした．そして，その特徴を手かがりに，三草小から約 3 km 南にあるローソン社店（以下，「ローソン」）の南で見られる地層（標高 80.6 m）と，同じく西南西へ約 6 km にある滝野南小学校（以下，「滝野南小」）の東にある崖（標高 87.2 m）とを調べに行き，それらが同じ時代に堆積した大阪層群の地層であることに気づかせた（図１）．さらに，それらが互いにほぼ同じ標高に位置することから，地層が広大な範囲に形成されることを解説した．

②　化石を含む神戸層群

次に，加古川の大門橋下の河床（標高 30.1 m）で神戸層群の地層を調べた．そこは茶色の砂岩や礫岩の層，灰色の粘土層からなっている（図２）．しかも，それは「くさり礫」のある大阪層群とは全く違い，ハンマーでたたいてもなかなか割れない硬く固結した地層である．そこで，これは約 3500 年も前の地層であること，大阪層群の下にはこの神戸層群の地層があることを説明した．この時に，珪化木と広葉樹の葉の化石を見つけたので，第４次の学習につなげることにした．

③　有馬層群の岩体

三草山に行き，昭和池近くで白くて硬い岩体を観察させた．そこでは，約 7000 万年前の火山噴火の際に捕獲した石を含む流紋岩質角礫凝灰岩が見られる（図３）．これを見せることで，火山噴火によってできた地層のあることにも気づかせた．

④　河岸段丘崖と段丘面

大門橋から東に加東市役所の方に戻る時，いくつもの大きな坂があった．その坂を上ると平らな面が広がっていた．また坂があって，上ると平らな面があるというように，何段もの崖と平面が連続し，階段のようになっていることに気づかせた．

児童に，このような地形がどうしてできたのかを考え

図３　昭和池近くの有馬層群の露頭観察

させた．大門橋下での観察の際に，川の両側には崖があることを強調しておいたので，崖を見て，川があったのではないかと考える児童が出てきた．そこで，段ボールで作った段丘形成のモデルを用い，土地が隆起し川が深く細くなることで，両側に崖と平面が残されることを説明した．そして，それを河岸段丘と言うことを知らせた．

４）第４次「化石の授業」

この授業では，「化石とは何か」を考え，三葉虫やアンモナイトの実物標本を見せることから始めた．その際に，海に棲む三葉虫やアンモナイトの化石を私たちが発見できるのは，土地が隆起したことによることを説明し，これに関連づけて「大地は変化する」ことを伝えた．

次に，竜脚類恐竜（通称「丹波竜」）の発見の話をはじめ，篠山層群でこれまでに見つかった恐竜などの復元画や，恐竜の歯化石の拡大レプリカを用いながら（図４），中生代白亜紀前期の丹波地域にどのような生物がいたのか，また恐竜の食性の違いなどを解説した．また，小さなカエルの化石を手がかりに当時の環境を，児童と一緒に想像してみた．

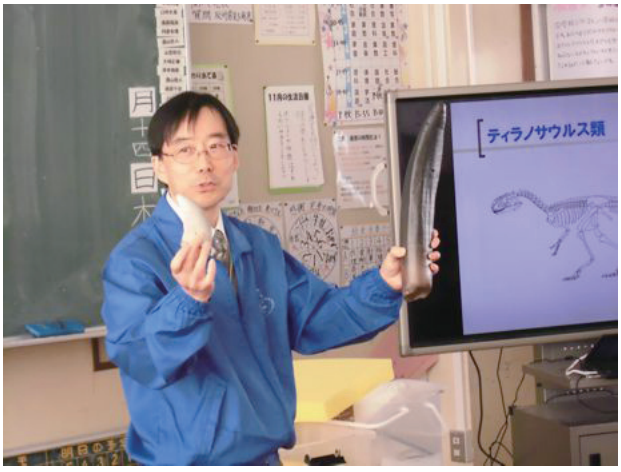


図４　恐竜の歯化石の拡大模型を用いた解説

さらに，篠山層群の時代，日本列島はアジア大陸の一部であって，大陸にいた恐竜が化石になったことや，その後に日本列島が大陸から分かれたこと，さらには篠山層群の地層が大きく褶曲していることから，大地を動かす力（プレートの運動）が日本列島に作用していることを説明した．

最後に，約 100 万年前から日本列島は東西方向からの圧力を受け，近畿地方では，伊勢湾や奈良盆地，大阪湾や播磨灘が沈降し，鈴鹿山地や生駒山地，六甲山が隆起していることを説明した．ここでは朝日新聞の「砂山の住民 999 回を知らず」（2013 年 3 月 5 日掲載）と題した，六甲山の生い立ちに関する記事を読みながら，「六甲山が 1000 年に 1 回の頻度で大地震を繰り返し，931 mの高さになったこと，そのうちの 1 回が 1995 年の兵庫県南部地震であったこと」を話した．大地震は私たちの日常からすれば異常な出来事であるが，大地の営みの中では「常に起こりうる」出来事であることを伝え，次の震災の授業へとつなげた．

５）第５次「大地の変化がもたらす光と影」

東日本大震災において「釜石の奇跡」といわれる防災教育が効果を上げた．地震・津波の防災教育は，「大地のつくり」の授業の中ですることが効果的であると考えられるが，それだけでは大地の変化がマイナスイメージとして，児童の心に残る心配がある．大地の変化は，時には阪神淡路大震災や東日本大震災のような大災害をもたらす．しかし，日本の山や平野，川や湖などはこの大地の変化の産物でもある．人はそうした地形をうまく利用して生活している．六甲山のロープウェーからの景観写真を示しながら，森の大切さや観光面での利用，琵琶湖を事例に観光と漁業としての利用を紹介した．化石もまた，大地の変化がもたらす太古のメッセージである．このようにして，自然現象がもたらす「恩恵」の側面と，「災い」をもたらす側面があることを伝えた．

アンケート調査の結果

今回の実践に対する児童の評価をアンケートの結果から見ていく（図５）．児童には①～㉔の質問に対する評価を選択してもらい，そのように回答した理由を自由記述してもらった．なお，アンケート結果で無回答とあるのは，欠席等によりその質問に答えられなかったことによる．

１．導入について

「校舎下の土地がどうなっているか」を考え合った後，

実際の地層を見に行くという導入に，21 人中 11 人の児童が「たいへん面白かった」と回答した（図５－①）．その理由として，「自分たちの立っている下がどうなっているかを考え」，「知りたい」と思い，「ワクワクした」と答えている．また，実際に地層を見に行ったことを，15 人の児童が「たいへん面白かった」と回答した（図５－②）．その理由は，「ミルフィーユ形にちゃんとなっていた」とか，「土地によって，色などが変わる」からというものであった．

２．地層形成のモデル実験について

今回の実験では，ペットボトルに小石と砂，土，粘土に水を入れて振らせたが，どちらも期待したほど縞模様がきれいには出なかった．また，樋を使った地層形成実験も，なかなかきれいな地層モデルができず，砂の上に細かな粘土の層が形成されるにとどまった．それでも，両方について 10 人の児童が「たいへん面白かった」と回答し（図５－③，⑤），「よく理解できた」と答えた児童もほぼ同人数であった（図５－④，⑥）．

３．地質フィールドワークについて

露頭観察に半数以上の児童が，「たいへん面白かった」と評価した（図５－⑦，⑨，⑪）．その理由として，「同じようにミルフィーユ形になっていた」とか，「自分の目で確かめられた」，「こんな遠くまで地層がつながっていると思って，びっくりした」とか，大門橋下の露頭観察については「木や木の葉の化石が見つかったから」と答えている．

三草小から 3 km と 6 km ほど離れた露頭 3 カ所（三草小，ローソン，滝野南小）が同じ大阪層群の地層であること，児童全員が「よく理解できた」または「まあまあ理解できた」と回答した（図５－⑧，⑩）．児童は大阪層群の地層を「赤い」，「くさり礫がある」の２点を自分の目で確かめ，納得したようだ．また，大門橋下の地層は大阪層群ではないことについても，児童全員が「よく理解できた」または「まあまあ理解できた」と回答した（図５－⑫）．それは地層全体が「硬く」，「くさり礫も無く」，「見た目でも違う」と児童は感じ取ったからだ．さらに，昭和池近くで観察した三草山の岩は噴出岩であることについても，15 人の児童が「よく理解できた」と答えている（図５－⑬）．それは，触ってみると非常に硬いことや，捕獲岩のことを思い出して「そのあと（痕跡）があったから」としている．

加古川が河岸段丘を形成したことについて，10 人の児童が「川の働きで階段のようになったので，たいへん面白い」と感じ（図５－⑭），自然にこのような地形ができたことに驚いたようだ．段ボール製の河岸段丘形成のモデルを用いて説明したこともあって，多くの児童が「大昔，滝野南から三草まで平らなところだった」と考え，それが大きな川によって浸食されて，このような地形ができたことを理解した．

４．化石の授業について

アンモナイトや三葉虫の実物標本を用いたことに，17 人の児童がこれらの化石を「たいへん面白い」と回答した（図５－⑮）．それは「今まで見たことがなかった」とか，「本物が見られた」，「これが本当に地層の中から出てきたのか」と，興味津々で見ていた．中には「興奮した」と表現する児童もいた．そして，20 人の児童が本物の化石を見ることは理解に「役立つ」と考えている（図５－⑯）．小学校には化石のレプリカが置いてあることが多い．しかし，それらの重さや手触りは，本物とは全く違う．「本物を見ることができた」や，「本物があるのと無いのとでは違うと思った」といった感想は，児童の正直な思いである．恐竜化石の話については，15 人の児童が「たいへん面白い」と感じた（図５－⑰）．とりわけ恐竜化石の発見や発掘，恐竜の復元画に興味を感じたようだ（図５－⑱）．

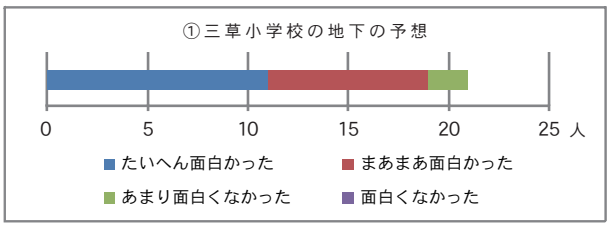
５．断層運動，地震と津波，防災について

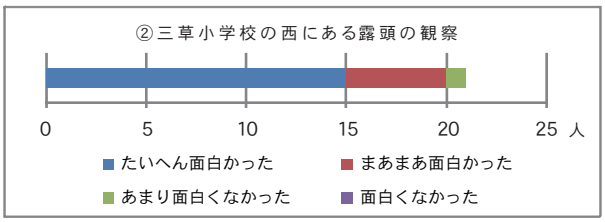
断層と国土形成については 19 人の児童，地震と防災については 20 人の児童が興味を示した（図５－⑲，⑳）．児童は東日本大震災のことをテレビで見たり，本で読んだりして知っている．そして，「そのうち地震も津波も起こるかも知れない」と思う児童や，「地震がなぜ起こるのか，不思議に思っていた」児童もいる．中には，「地震に備えなければならない」と感じている児童もいる．

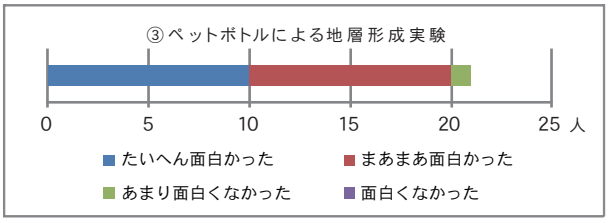
断層運動と地震，津波の関係については 11 人の児童が「よく理解できた」と答え，全員が理解した（図５－㉑）．そして，「いつ地震が来ても不思議でないこと」に気づき，「実際に体験したことはないけれど，怖さがわかった」と感じている．

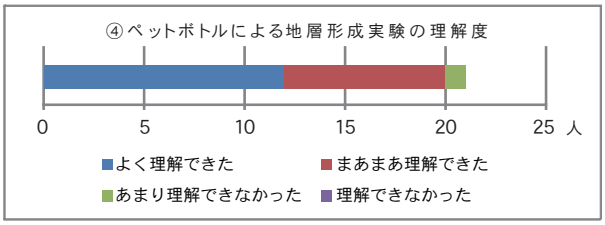
６．今回の学習全般について

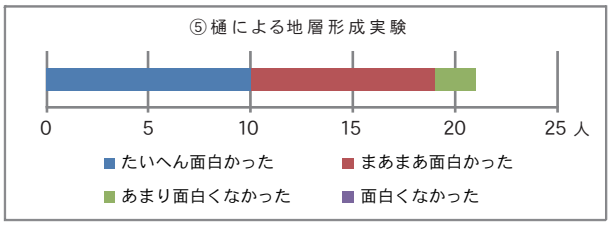
大半の児童は，市内の地層を実際に見たことや，化石を見たり，恐竜の話を聞いたりしたこと，地震や災害について知ったこと，それらを通して「大地のつくり」を学ぶことの意義を高く評価した（図５－㉒）．特に「たいへん良かった」とする評価が多かったのは，「化石を見て，恐竜の話を聞けた」ことと，「市内の地層を実際に見たこと」である．同様の授業を他校でも行うべきか尋ねたところ，全員が「他の学校でも地層見学をした方が良い」と答えた（図５－㉓）．それは「自分の目でしっかり見られる」からである．「実際に見て学習したら，わかりやすい」だけでなく，「実際に見ることで，興味を持つ」ようになり，「楽しくなる」と考えている．ま

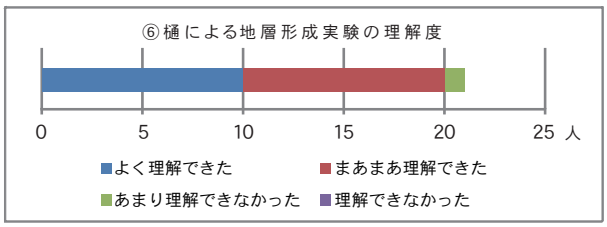


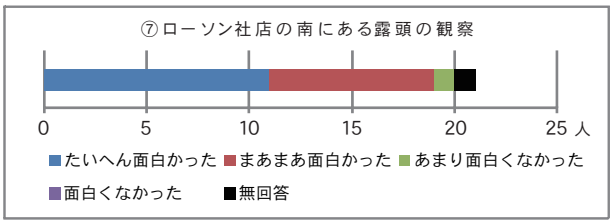


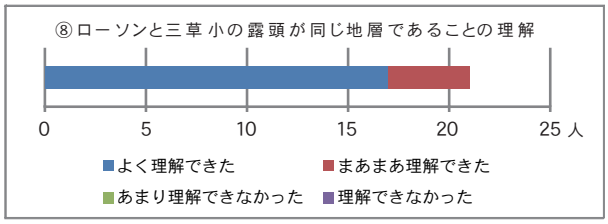


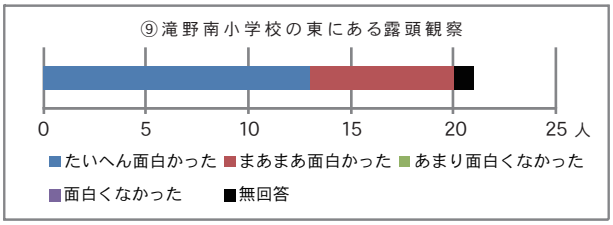


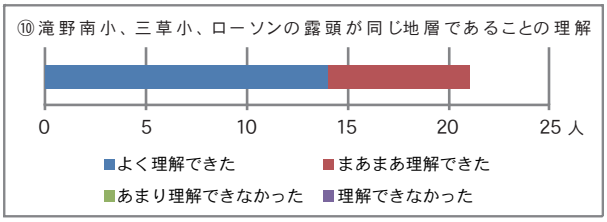


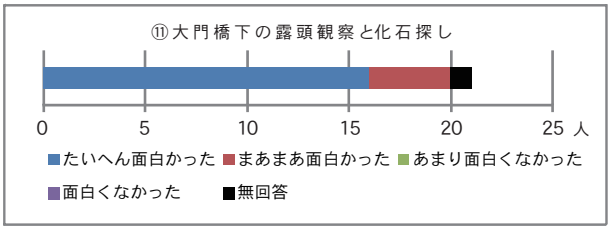


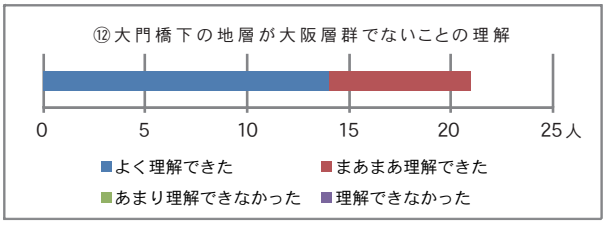


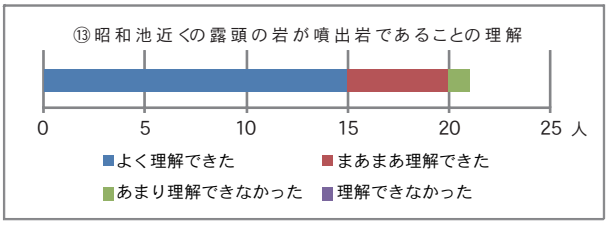












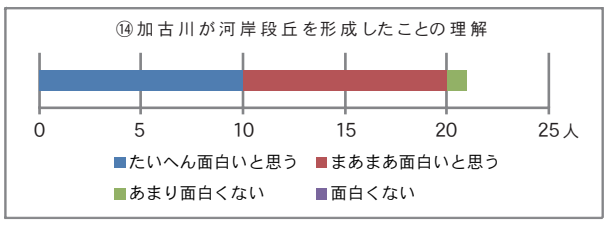
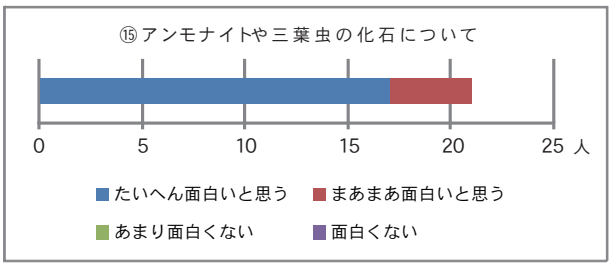
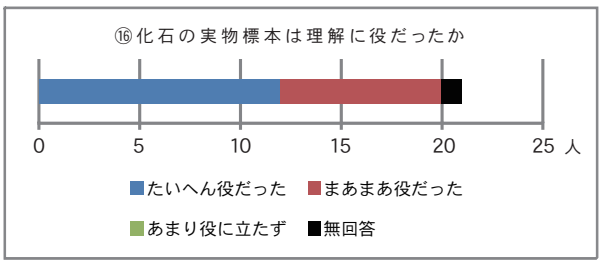
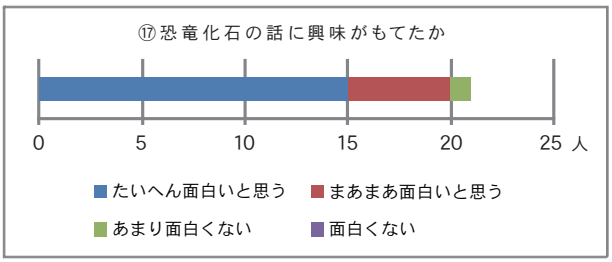
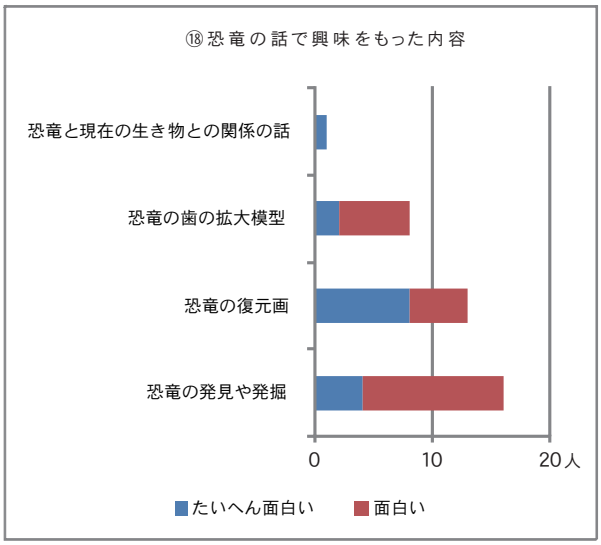


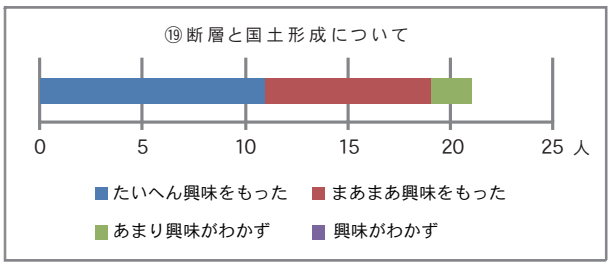
図５　児童アンケート調査の結果

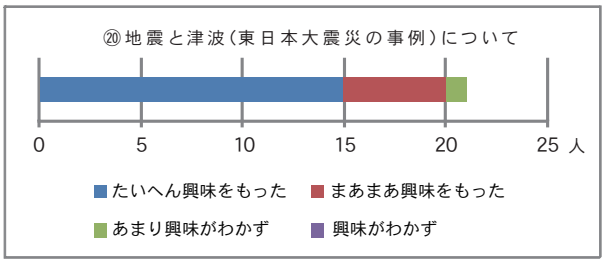

⑮アンモナイトや三葉虫の化石について
0
5
10
15
20
25 人
たいへん面白いと思う
まあまあ面白いと思う
あまり面白くない
面白くない

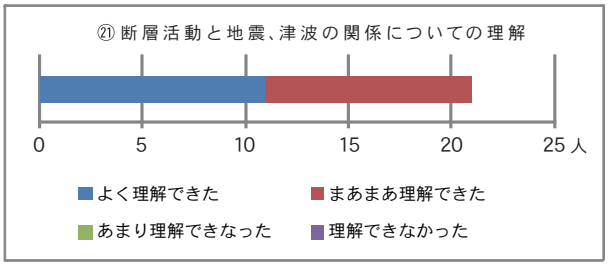

⑯化石の実物標本は理解に役だったか
0
5
10
15
20
25 人
たいへん役だった
まあまあ役だった
あまり役に立たず
無回答

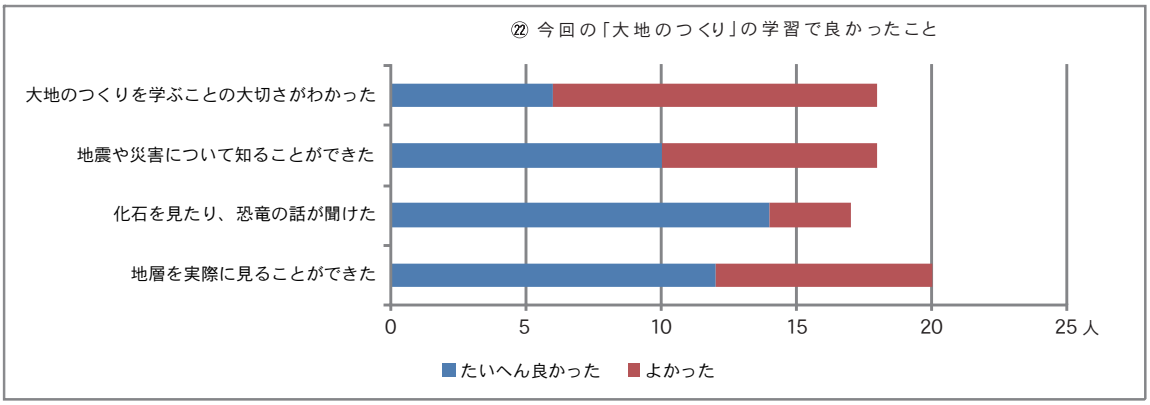

⑰恐竜化石の話に興味がもてたか
0
5
10
15
20
25 人
たいへん面白いと思う
まあまあ面白いと思う
あまり面白くない
面白くない

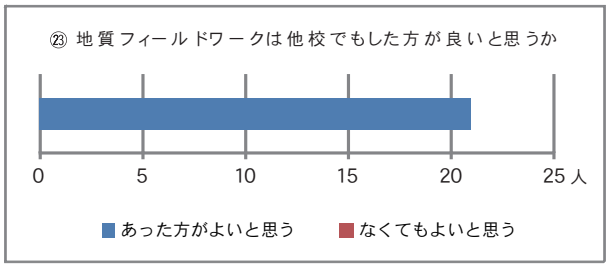

⑱恐竜の話で興味をもった内容
恐竜と現在の生き物との関係の話
恐竜の歯の拡大模型
恐竜の復元画
恐竜の発見や発掘
0
10
20人
たいへん面白い
面白い


⑲断層と国土形成について
0
5
10
15
20
25 人
たいへん興味をもった
まあまあ興味をもった
あまり興味がわかず
興味がわかず


⑳地震と津波(東日本大震災の事例)について
0
5
10
15
20
25 人
たいへん興味をもった
まあまあ興味をもった
あまり興味がわかず
興味がわかず


㉑断層活動と地震、津波の関係についての理解
0
5
10
15
20
25 人
よく理解できた
まあまあ理解できた
あまり理解できなった
理解できなかった


㉒今回の「大地のつくり」の学習で良かったこと
大地のつくりを学ぶことの大切さがわかった
地震や災害について知ることができた
化石を見たり、恐竜の話が聞けた
地層を実際に見ることができた
0
5
10
15
20
25 人
たいへん良かった
よかった


㉓地質フィールドワークは他校でもした方が良いと思うか
0
5
10
15
20
25 人
あった方がよいと思う
なくてもよいと思う

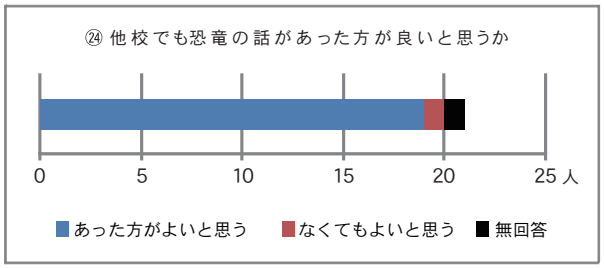

㉔他校でも恐竜の話があった方が良いと思うか
0
5
10
15
20
25 人
あった方がよいと思う
なくてもよいと思う
無回答

図5　つづき

た，恐竜化石を用いた授業についても，19 人の児童が「他校でも恐竜化石を用いた授業のあった方が良い」と答えた（図５－㉔）．その理由は「実物を見るとテンションが上がる」とか，「すごく楽しかった」，「たぶんみんなが興味を持つと思う」と答えている．

単元構成と指導法の自己評価

地域の地層を調べるとなると，まず足元の地層調べから始めるのが自然であると考える．アンケート結果から，児童たちが，「ワクワクしながら，自分たちの立っている下がどうなっているかを考えた」ことが見てとれる．児童らは話し合う中で「ミルフィーユタイプ」の地層に落ち着いた．ここでは教科書掲載のはっきりした縞模様の見える地層を提示することで解決を図り，次のフィールドワークにつなげた．

露頭見学では，三草小学校近くの大阪層群を見学した際に，「赤い土」と「くさり礫」という指標を児童に与えた．それを手かがりに大阪層群を３ヶ所で見ることによって，点から線，面へと広がり，地層が広範囲に形成されることが理解できたと考える．児童のアンケートの自由記述欄に「こんな遠くまで地層がつながっていると思って，びっくりした」という文言があった．また，「くさり礫」を指標に，神戸層群や有馬層群を見れば，全く違う地層であることが明白である．アンケートの自由記述欄に，「今日はいろいろな場所に行って大阪層群，神戸層群，有馬層群の地層を見てきました．大阪層群はくさり礫があって，おもしろかったです．神戸層群は大阪層群と違って硬かったので，びっくりしました．有馬層群はゴツゴツした石がいっぱいあって，こけそうになりました．それぞれの場所にいろんな特徴があるんだなと思いました」という感想があった．

「他の学校でも地層見学をしたら良いか」という設問に，児童全員が賛成している．その理由は，「実際に見て学習したら，わかりやすい」，「自分の目でしっかり見られる」，「実際に見ると，興味を持つから」，「実際に見ると楽しくなってくる」というものである．今回のフィールドワークの中で，地層を実際に見て色の違いを知り，ハンマーでたたくことで固さを実感した．教科書にはたくさんの写真が巧みに配置されてはいるが，上記のような情報は写真ではつかめない．児童は，現地で実際に見たり，触ったりすることの重要性を認識したものと思われる．

化石を扱う授業は通常，第１次の導入か，水の働きでできた地層の学習の中になる．今回は第３次のフィールドワークの際に，たまたま大門橋下の神戸層群から，大きな珪化木と広葉樹の小さな葉の化石が見つかり，第４次で化石を扱う良いつなぎともなった．

第４次の授業では，児童は本物の化石を手にテンションを上げ，恐竜の話にも興味を持った．化石標本や恐竜の話に対する高い評価は，恐竜化石の活用が篠山層群の分布しない地域でも広く受け入れられることを示唆する．こうして好奇心を喚起した後，第４次の後半で大地が変化することを強調した．学級通信に掲載された児童

表３　学級通信に掲載された児童の感想

- 三葉虫やアンモナイトの化石を見ました．同じ種類でも，大きさはそれぞれちがうんだなと思いました．兵庫にも恐竜の化石があるんだなと思いました．地層は不思議だなと思いました．
- 恐竜はどんどん大きくなって絶滅してしまったことが分かりました．
- 地層の中に化石があることに気づきました．しかも，隆起によって大地が上がってこないと化石は発見されないことも分かりました．
- この近くにも化石がたくさんあると知って驚きました．私は前に葉っぱの化石を見つけたので，他にも化石を見つけたいです．大地は動いているので，いつ地震が起きてもおかしくないと思いました．
- 今までの授業は加東市の地層や化石の話などで，おもしろい話ばかりでした．しかし，今日の授業で，大地のつくりには地震や津波など自然災害が関係することを知ることができました．私は今まで，なぜ津波や地震が起こるのか知りませんでした．もちろんそれが大地のつくりと関係していることも知りませんでした．
- 今日の授業で，津波や地震を起こしているのは大地だということがわかって良かったです．南海トラフについて知ることができました．「釜石の奇跡」を聞いて，私も日頃から地震に気をつけないといけないなと思いました．今日の授業を受けて良かったです．
- 地層って，ふだんは一つも気にしていなかったから，たくさん話を聞いて，すごくおもしろいものだなあと思いました．私たちが住んでいるのも，地層の上だったことも，すごいと思いました．
- 見学に行ってみて，目で見ることができたのが楽しかったです．化石の話は，本物のアンモナイトが出てきて，びっくりしました．地層が押されて高くなって，海の中の生き物の化石が見つかるのもおもしろいなと思いました．丹波竜がすごかったです．
- 昔の日本人は，この地形を利用して生活していて，かしこいなあと思いました．木も大切だと分かりました．日本は４枚のプレートに押されているので，地震が多いと思うけれど，山があり湖があり，地形と地層は関係が深いなあと思いました．

の感想「今までの授業は加東市の地層や化石の話などで，おもしろい話ばかりでした．しかし，今日の授業で，大地のつくりには地震や津波など自然災害に関することも知ることができました．私は今まで，なぜ津波や地震が起きるのか知りませんでした．もちろんそれが大地のつくりと関係していることも知りませんでした.」（表３）から，第５次の地震の話へとうまくつながったと思われる．

自然現象がもたらす災いの側面を伝えるために，第５次の授業では，地震と津波，釜石の奇跡をセットにして教えることを試みた．アンケートの結果（図５－⑳, ㉑）や学級通信における児童の感想「今日の授業で，津波や地震を起こしているのは大地だということがわかって良かったです. 南海トラフについて知ることができました．『釜石の奇跡』を聞いて，私も日頃から地震に気をつけないといけないなと思いました．今日の授業を受けて良かったです.」（表３）から，地震や津波が起こるメカニズムや，それが原因となって生じる災害について伝えることはできたと思われる．したがって，「大地のつくり」の授業を地震や津波の防災教育につなげることは十分に可能であり，意味のあることだと考えられる．さらに，大地の変化がもたらす恩恵の側面として，断層運動でできた六甲山の景観や琵琶湖の漁業を紹介したことにより，「昔の日本人は，この地形を利用して生活していて，かしこいなあと思いました. 木も大切だと分かりました．日本は４枚のプレートに押されているので，地震が多いと思うけれど，山があり湖があり，地形と地層は関係が深いなあと思いました.」（表３）との感想が得られた．

以上から，筆者らの考えた授業展開や指導の方法は，全体として効果的であったと考えられる．

まとめと課題

朝岡・石山（2013）が指摘するように，自然災害が多発する日本においては, 環境教育が前提としてきた「やさしい自然（折り合える自然）」という捉え方だけではなく，「厳しい自然（抗いがたい自然）」という視点が不可欠である．このことから今回，小学校理科「大地のつくり」において，大地の営みがもたらす恩恵と災いの両面を学習する授業の実践を試みた．本単元の目標は，自分たちが生活する地域の大地の成り立ちを学び，大地が変化すること，そして，その変化は時として大災害を引き起こすことを知ることにあると考えられる．このためには, 恩恵と災いの両面をうまく伝える手法が鍵となる．前者においては，子どもたちの知的好奇心をかき立てる素材が重要で，その素材として化石の実物標本と恐竜の話題は効果的であった．災害の話を意味あるものとするには，大地が変化することへの理解が不可欠で，それにはフィールドワークで実際に地層を見たことが有効であった．

三草小学校の児童は今回の授業実践に好意的であったが，「大地のつくり」は奥が深く，１回のフィールドワーク，12 時間程度の授業で教えきれるものではない．また，7000 万年前とか 3500 万年前と言っても，想像を超えたものだったに違いない．プレートや断層運動といってもイメージがしにくく，言葉だけの理解に終わったことも多くあるだろう．しかし，教科書のみを教材にした授業では，子どもたちの心を大きく揺さぶることは難しい．たとえ１ヶ所でも実際に露頭を見たり，本物の化石に触れたりすることは，子どもたちの心に大きく響き，記憶に残っていくと考える．

一方，一人の教員だけで，このすべての内容をこなすのは難しい面がある．本企画では外部講師を含め，三人で役割分担した．幸いにもフィールドワークに適した露頭があり，外部講師が地層見学のガイドを行い，実物の化石標本や恐竜化石をもとに大地の成り立ちを描くことができた．したがって，どこででも同じ内容での実施は難しいであろう．しかし，防災教育の拡充が求められる中，子どもたちの好奇心を喚起し，自然現象の恩恵と災いの両面を伝えることは今後さらに重要になると考えられる．「大地のつくり」の授業をさらに意味ある内容とするためには，教員や指導者向けの研修を充実させ，校区の地形や地質を調べ，身近な地学素材の活用の仕方を学ぶ機会を増やす必要があり，その一方で学校内に化石やフィールドワークをガイドできる教員がいない場合には，外部講師を受け入れたり，時間割をやりくりしてフィールドワークができる時間を作り出したりする余裕が学校にあるかどうかが問われる．

謝　辞

今回の教育実践は，科研費基盤研究（C）「恐竜化石を活かした自然史リテラシーの涵養と環境教育への展開」（代表者：佐藤裕司）において企画立案し，兵庫県立大学 COC 重点地域外事業の中で行った．授業の実施を許可してくださった加東市立三草小学校の山城あゆみ校長をはじめ，ご協力いただいた同校の先生方，そして何よりもこの授業に積極的に参加し，みんなで中身の濃い実践にしてくれた６年生の皆さんに心からお礼申し上げる．

文　献

朝岡幸彦・石山雄貴（2013）東日本大震災後の環境教育の視点．日本環境教育学会編「日本の環境教育 第１集，東日本大震災後の環境教育」，p.1–14．東洋館出版社，東京．

兵庫県立人と自然の博物館編（2011）ひとはく恐竜・化石プロジェクト中間報告書．32 p．兵庫県立人と自然の博物館．
小学校理科実践研究会編著（2008）小学校新学習指導要領の展開　理科編．明治図書，東京，180 p.
丹波市役所恐竜を活かしたまちづくり課・丹波市教育委員会（2011）丹波の恐竜と大地の秘密．丹波市，8 p.
冨田俊幸（2013）東日本大震災を素材とした地域学習のすすめ．日本環境教育学会編「日本の環境教育 第１集，東日本大震災後の環境教育」，p.60–67．東洋館出版社，東京．

（2014 年 6 月 24 日受付）
（2014 年 10 月 17 日受理）