

中学理科で使う火山教材と野外観察の方法

早川 由紀夫*・宮 永 忠 幸**

*群馬大学教育学部地学教室

**太田市立旭中学校

(2007年9月12日受理)

How to Teach Volcanoes and How to Fieldwork them at Junior High Schools

Yukio HAYAKAWA* and Tadayuki MIYANAGA**

*Department of Earth Science, Faculty of Education, Gunma University

**Asahi Junior High School, Ota City

(Accepted September 12, 2007)

1. 中学校で教えやすい火山学習プログラムが必要

日本の高等学校ではいま、地学がほとんど教えられていない。理科の他科目（物理・化学・生物）との時間争奪に負けている状態だ。地学が選ばれない最大の理由は、大学入試で使いにくいかららしい。

さて、そうした高校生は大学に入れば地学を学習するのだろうか。教員免許の取得を目指して教育養成課程に入学した大学生が学ぶカリキュラムを調べてみよう。中学理科の免許を取得するためには、実験を含む地学が必修として課されるから、学習する。しかし小学校教員免許を取得するためには理科を履修するだけでよく、その中に地学を含めることは求められていない。中学で学んだのを最後に、そのあと地学をまったく勉強しないまま教壇に立つ小学校教諭が少なくない。

大学で物理または化学または生物を専攻した中学校理科教諭が、地学は教えにくいと嘆く声をしばしば耳にする。地学特有の専門用語と基礎知識がそう感じさせるようだ。地学は、小学校教諭だけでなく、多くの中学校理科教諭にとっても教えにくい分野のようである。

地学分野が公立高校入試理科の出題範囲から除外されたという話はどの都道府県でも聞かないから、中学校でいまずぐ地学を教えなくなるとは思えない。しかし、地学を教えるために必要な学力が、小学校だけでなく中学校の理科教諭からも急速に失われている現状がある。これは、すみやかに手当てしなければ手遅れになる教育問題である。

このような現場の事情を知ってか知らずか、小中学校の学習指導要領とそれに従って書かれた教科書で地学は、物理・化学・生物と同等に扱われている。地学にも、他の3分野と同じようにほぼ1/4の授業時間数が振り向けられている。しかし、実際に学校現場で地学が他分野と同じように厚く教えられているかという点、上に述べた事情から、その内容と実授業時間数の両面から疑わしい。

地学を満足に学習しなかった教諭から教わる子どもたちの地学力は、さらに低下する。縮小再生産のループである。これをそのまま放置すると、この国から地学が消滅してしまうのではないか。そうならないための一助として、苦手意識をもつ教諭でも地学をやさしくわかりやすく教えることができる授業カリキュラムを、中学校で取り扱う火山を例にとって具体的に示してみよう。

2. 授業計画と指導案

現行の学習指導要領（義務教育）で火山を学ぶのは小学6年と中学1年である。中学1年で学ぶ「大地の変化」のうち火山に関する部分にはふつう5時間が配分されるが、ここではそれを9時間で構成して示す（表1）。足りない時数には、発展学習分の時間を当ててほしい。あるいはこの授業計画から必要なものだけを抜き出して使ってほしい。

この授業計画は、2005年2月に群馬県太田市立南中学校で実践してみて、実際にうまく機能することを確かめてある（宮永・早川、2007）。2004年9月に浅間山が噴火したから、それに題材を求めた教材を多く含んでいる。地域にもっと身近な火山がある場合は、その火山に題材を求めた教材で置き換えて地域独自の授業計画をつくるのがよい。

中学校の教諭は、ここで示した授業計画に、それぞれの地域特性に基づくみずからの独創的な味付けを加えて、生き生きとした楽しい授業を展開してほしい。生徒に教える前にその内容を授業者がよく理解することは、当然のことながら、必須である。借り物ではない、みずからの魂から吐き出された言葉で生徒に語ってほしい。各時間の指導案は、宮永・早川（2007）にある。

この授業計画で使う教材のいくつかを、アナログ教材とデジタル教材に分けて以下に紹介する。ほとんどの教材は、小学6年の「土地のつくり」の指導で使うこともできる。もちろん高校地学の教材として使うこともできる。

3. アナログ教材

(1) コーラ噴火は5ミリ穴か異物投入で

火山がどんなしくみで噴火するか。乱暴に扱ったビール瓶の栓を不用意に開けたとき起きる現象を引き合いに出すのが、一番わかりやすい。しかし学校の教室でビール瓶の栓を抜くことははばかれる。代用品として炭酸飲料を用いるのがよい。瓶入りや缶入りよりも、ペットボトル入りが使いやすい。高柳・早川（2007）が示した炭酸飲料の発泡を上手にコントロールする方法を、屋外と室内に分けて、紹介する。

屋外で実験する場合 千枚通しなどでプラスチックのふたに直径5ミリの穴を開ける。その穴を

表1 宮永・早川（2007）が提案した火山学習プログラム

時	テーマ	教えること	使用する教材
1	火山噴火とは	<ul style="list-style-type: none"> ・噴火はマグマが地表に出てくる現象である。 ・マグマが地表に噴火すると、溶岩か火山灰になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○PPT「小・中学生のための浅間噴火 2004」○空気砲○コーラ噴火○サイダーの減圧発泡
2	火山噴出物とマグマ	<ul style="list-style-type: none"> ・噴出物からマグマ中の鉱物結晶や揮発性成分の様子がわかる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○火山灰○火山礫○パン皮火山弾○軽石○カルメ焼き
3	火山の形、溶岩の色、噴火の様子とマグマ	<ul style="list-style-type: none"> ・噴出するマグマの粘りけの違いで、できあがる火山の形が違う（溶岩ドームと溶岩流）。 	<ul style="list-style-type: none"> ○弁当パック立体模型○数値地図ナビゲータ
4		<ul style="list-style-type: none"> ・噴火の様子は、マグマの性質や揮発性成分のふるまいで変わる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○噴火動画・溶岩の写真○小麦粉溶岩流
5	火山がつくる地形・地層と人間生活	<ul style="list-style-type: none"> ・火砕流には勝てない。 ・カルデラは、大量のマグマが火砕流となってあふれ出したあと地表が陥没してできた。 ・火山は崩れやすい。 ・火山がつくった土地の上に人間の暮らしがある。 	<ul style="list-style-type: none"> ○火砕流動画 ○ウェブ紙芝居○数値地図ナビゲータ ○山体崩壊アニメーション○ウェブ紙芝居 ○PPT「火山がつくる土地と人間生活」○ぬりえ地質図
6	火成岩と鉱物	<ul style="list-style-type: none"> ・カコウ岩は、マグマが地下でそのままゆっくり冷えてできた（等粒状組織）。 ・安山岩は、マグマが噴出したため急に冷えてできた（斑状組織）。石基の部分はガラス。 	<ul style="list-style-type: none"> ○岩石標本○岩石薄片
7		<ul style="list-style-type: none"> ・火成岩の色は鉱物の種類と量比で決まる 	<ul style="list-style-type: none"> ○火山灰中の鉱物○岩石薄片の顕微鏡写真○鉱物写真
8	火山の災害と恵み	<ul style="list-style-type: none"> ・小さな噴火はしょっちゅう起こるが、大きな噴火はめったに起こらない。 ・火山は、ほとんどの時間を眠って過ごす。 ・火山がいったん噴火を始めると、それがいつまで続くか、どこまで大きく発展するかを予想するのは難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ○PPT「火山の災害と恵み」 ○NHK 教育番組ビデオ ○ハザードマップ
9	火山について調べよう	<ul style="list-style-type: none"> ・火山についての情報を、自分で取得する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○インターネット

PPT：パワーポイントファイル

親指で押さえて数回振ったあと親指を離すと、ペットボトルの中の炭酸飲料が勢いよく噴き出す。炭酸飲料ならどれでもよいが、コーラがもっともよい結果を与える。サイダーも遠くまで飛ぶが、無色なため観察しにくい。穴の大きさが5ミリより小さいと、噴き出す飲料が細かい霧になってしまっただけに迫力に欠ける。穴が5ミリより大きいと、噴き出す勢いが強すぎて実験者が濡れてしまう。生徒の前で先生が濡れてしまっただけは授業にならない。炭酸飲料は、前日のうちに冷蔵庫から出して室温にしておく。

室内で実験する場合 ふたを外したペットボトルを洗面器の中に立て、上から異物を投入すると口からコーラが勢いよくあふれ出す。異物は、ラムネやメントスなどの駄菓子でもよいが、溶岩片やスコリア（黒い軽石）でもよい。要は、発泡のきっかけとなる物を投入すればよいらしい。数個

の異物を詰め込んだ試験管の口を厚紙で押さえて逆さまにして、ペットボトルの口の上に持って行き、そこですばやく厚紙を外す。異物が一気にペットボトルの中に落ち込むと、驚くべきほど高い噴き出しがみられる。室内では500ミリリットルのペットボトルを用いるのがよいが、屋外なら1.5リットルのペットボトルを使おう。うまくやると、1メートルを超える噴き出しを実現させることができる。

コーラがペットボトルから噴き出すのは、溶け込んでいた二酸化炭素が溶液から分離して気体となってコーラの体積が急激に膨張するからである。マグマの中に溶け込んでいて噴火を起こす原動力になる成分は水だが、コーラの中の二酸化炭素はこれをよくシミュレートする。ペットボトルを振る動作は、火山の地下に潜んでいるマグマだまりが地震で動揺する現象を想起させる。異物を投入することはマグマだまりにとってどんな事件に相当するのだろうか。

噴き出し実験を終えたあと、「二酸化炭素がすっかり抜けてしまった気の抜けたこのコーラをもう一度噴火させるためには、どうしたらよいか？」と生徒に質問してみるとおもしろい。ひとつの答えは、「ペットボトルを押しつぶす」である。ペットボトルの側面をつぶすと容器の体積が減少して、口からコーラが再びあふれ出す。火山噴火には、軽石や火山灰を空高く噴き出す爆発的噴火と、火口から溶岩をゆっくり流し出す静かな噴火の二種類があることを対照的に説明することができる。

(2) 漬物容器内で減圧してサイダーを発泡させる

漬物をつくったり食品を保存する用途で市販されているプラスチック容器の中には、減圧ポンプがついたものがある。そうした容器の中にサイダーを入れて減圧ポンプを引くと、二酸化炭素の泡が生じる過程をじっくり観察することができる。あたかも水が過熱されて沸騰しているかのように見える。水が100度で沸騰することは誰もが日常生活で経験して知っているが、圧力を減じて同じように沸騰が起こることを見たことのある生徒は多くない。この装置を使うと、加熱しなくても、圧力を減じるだけで液体が発泡することを生徒の目の前で実証することができる。濃色のコーラより無色透明のサイダーのほうが、発生する二酸化炭素の泡を観察しやすい。

マグマの中に溶け込んでいたほんの少しの水が泡になることによってマグマ全体の密度がほんの少しだけ小さくなり、浮力が発生して、地殻の中をマグマがゆっくり上昇しはじめる。上昇すると圧力が減じてさらに発泡が進む。長い静穏期に、このプロセスがゆっくりと火山の地下で働いていて、その延長線上に来るべき噴火が控えていることを生徒に説明する。

コーラ噴火実験では、発泡が一気に起こるため、ペットボトルの中で起こる現象をじっくり観察できない。この容器を使えば減圧ポンプの引き方で発泡をコントロールできるので、液体の発泡を落ち着いてゆっくり観察することができる。

マグマが高温であることは多くの生徒がすでに獲得している知識である。しかし、火山噴火における圧力の役割を正しく理解している生徒の数は少ない。地下のマグマは高圧下にあり、その高圧を開放するプロセスが火山の噴火を導いていることに気づかせたい。

(3) カルメ焼きとパン皮火山弾

砂糖を加熱して水飴状にした中に重曹を入れてかき混ぜると、二酸化炭素が発生してプーンと膨らむ。カルメ焼きである。できあがったカルメ焼きの形態は、ブルカノ式爆発のときに火口の四周に飛散するパン皮火山弾とたいへんよく似ている。どちらも、大気で冷やされて生じた表皮が、そのあと内部が発泡膨張することによって破れる。

カルメ焼きの作り方の詳細は他書に譲るが、温度が決め手であるらしい。温度計を使って 130 度になったら重曹を投入して一気にかき混ぜる。慣れてくると、砂糖水の色で投入温度がわかるようになる。

カルメ焼きが上手にできたら、二つに切断して内部の多孔質構造を観察しよう。整った形の火山弾を割って内部を観察するのは惜しいから、比較対象の実物試料には軽石を用いるとよい。

ポップコーンもパン皮火山弾と似ている。ポップコーンは生徒に一粒ずつ配布できる利点があるが、発泡膨張がボンと瞬間的だから、その生成過程をじっくり観察することはできない。目の前でプーンと膨らむカルメ焼きが生徒の心を引き付ける力は大きい。手順に同じように従ったつもりでも、できあがるカルメ焼きは毎回違う。生徒たちにつくらせて、かたちを競わせると、楽しくておいしい。

(4) 弁当パックのふたで立体模型

透明な弁当パックのふたを 7-8 枚用意して、1 枚ずつ別の等高線を描く。全部描いて順番に重ねると、驚くほど立体的に見える火山の模型ができあがる。この教材は、松村浩一（現在は山口県防府市立華西中学校教諭）が発案したもので、堀・早川（2005）がこれを用いた火山授業を実践して報告した。

学校の授業で使う場合、弁当パックのふたが大量に必要となるので、業務用品を扱っている問屋から購入するとよい。写真に示したものは 17 センチ四方で、1 枚 8 円である。ひとり 8 枚使っても 64 円と安価である。このふたは、段差がついている位置の違いで 7 種類あるから重ねても適当な隙間が開く。もし重ねたときにぴたっとくっついてしまうふたを購入してしまった場合は、ストローを短く切って間に入れるとよい。

伊豆大島や桜島など、周囲を海に囲まれた火山がもっとも作りやすく立体感が得やすい。地形がなめらかな浅間山は作りやすいが、谷の切込みが細かくて複雑な赤城山や榛名山は手間がかかる。富士山は単調すぎておもしろみに欠ける。十和田湖や阿蘇などのカルデラ火山は起伏が小さすぎて立体感が得られにくい。

等高線を黒色ペンで描いたあと、山頂の高さのふたに色を変えて山名を記入すると、わかりやすさが増す。中学生なら 50 分授業の時間内に余裕を持って仕上げることができる。この教材は、ほとんどゼロから自分ひとりで作くりあげるから、生徒に大きな達成感を与えることができる。できあがった作品には、線の引き方ひとつにも生徒の個性が反映されている。模型を頭の上に掲げて下か

らのぞくと、マグマが地下から山頂火口をめざして上昇していくときの気持ちが理解できるように愉快だ。

生徒は自分がつくった模型を手を持って、右や左のさまざまな角度からじっくり観察して、等高線の曲がり方と谷・尾根の関係を正しく理解する。等高線が混んでいるところの傾斜は急で、等高線が空いているところの傾斜が緩やかなことも一目瞭然である。閉じた等高線の意味も、ほとんどの生徒がすんなりと理解できるようだ。

ただし、この模型で湖を表現するのは、むずかしい。湖面がかならずしも等高線と同じ高さにならないからだ。また、道路や登山道をこの模型に記入することもむずかしい。

この教材は、火山模型だけでなく、日本列島の震源分布を表現するのにも適している（川路・早川、2006）。ほかにも、まだ気づかれていない画期的な使い道がこの模型にはあるかもしれない。

4. デジタル教材

(1) パワーポイントで表現力ゆたかに

マイクロソフト社のパワーポイントは、たいへんポピュラーなプレゼンテーションソフトウェアである。静止画を使ってもアニメーション機能を加味すれば、表現力豊かな発表をすることができる。クリックひとつで動画を使用することもできる。この学習プログラムではパワーポイントファイルを3つ作成して授業で使用したが、どれも生徒たちに好評だった。

静止画や動画をふんだんに盛り込んだパワーポイントファイルを使うと、ほんらいすべきであるがさまざまな事情でできないことが多い野外観察を代替することができる。そうするとき、他人が撮影したものを借りて使うのではなく、自分自身が撮影した写真や動画を映写すると生徒たちの反応が格段に違う。浅間山の噴火動画やハワイの火山地形の静止画を授業で投影して、現地の風のおいさを感じた気持ちを生徒に率直に語ってみよう。教師にとってそのような体験ができる機会は限られているとしても、自分自身が一般観光地で撮影した火山の写真を一枚投影するだけで生徒の反応が変わる。教諭が自分自身の体験を語ることは、その問題に生徒の関心を引き付ける効果的な方法のひとつである。

(2) 数値地図ナビゲータで立体的画像と等高線地図

地球表面に格子をかぶせて、格子点の標高をひとつずつ読み取った表形式のファイルを数値地図という。ナビゲータソフトウェアを用いてこの数値地図を処理すると、簡単な操作で立体的な図を自在に描くことができる。今回は DAN 杉本氏作成のカシミール 3D を利用した。カシミール 3D はインターネットから無料でダウンロードできる (<http://www.kashmir3d.com/>)。数値地図は購入しなくてもならないが、カシミール 3D の解説本（杉本、2003 ほか）を書店で購入すれば、付録として数値地図データ CD を入手できる。

図 1 は、カシミール 3D を用いて「撮影」した開聞岳の鳥瞰図を国土地理院の 20 万分の 1 地勢図

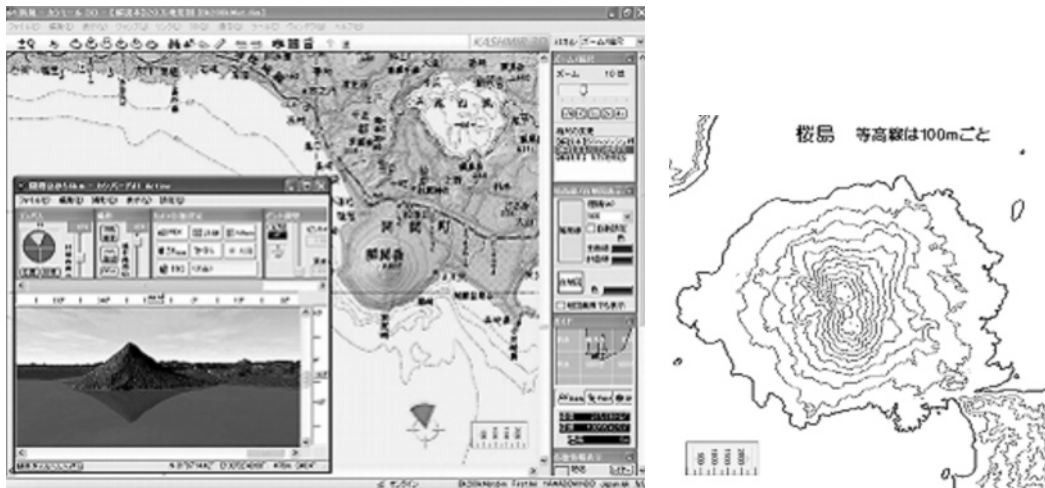


図1 (左) 20万分の1地勢図と鳥瞰図を表示させたカシミール 3D 画面、(右) 桜島の等高線地図

に添えたものである。地図と景色をセットにして示すと、生徒の空間理解を大きく助けるようだ。生徒にカシミール 3D を操作させて、好きなところを「撮影」させてみるのも面白い。

カシミール 3D にプラグインとして用意された等高線白地図機能を使うと、弁当パック火山模型をつくるときに下絵として使う等高線地図を、迅速かつきれいに作成することができるから便利だ。

2005年6月に公開された Google Earth の機能と操作性は日増しに向上している (<http://earth.google.com/>)。ソフトウェアは無料でダウンロードできる。地図データも、インターネットから自動的にストリーミング取得して画面に表示するしくみだ。宇宙空間から眺めた地球に次第に接近していった、地球上の任意の地点を選んでズームアップすることができる。世界中の代表的都市が、乗用車が判別できる精度で表現されている。垂直表示だけでなく斜め表示もできるから、立体感のある画像を作成することができる。道路や山名など、必要な情報を選んで地図上に表示することも可能だ。火山に限らず、地学あるいは地理全般の教材としての将来性が期待される。

(3) フラッシュアニメーションによるウェブ紙芝居

大きな円錐形の富士山や小さくぼみの阿蘇カルデラは写真で表現できるが、現在のかたちを見て、それをつくったプロセスを生徒たちに正しく理解させるのはむずかしい。火山噴火の規模と時間がひとの日常感覚を大幅に逸脱しているからだ。これを生徒にわかりやすく説明する目的で、フラッシュアニメーションを用いたデジタル紙芝居を作成した(図2)。インターネット上で公開しているから、これをウェブ紙芝居と呼ぶ (<http://vulcania.jp/school/contents/flash/>)。

ウェブ紙芝居には、立体地形編、自然史編、おはなし編の3種類がある。立体地形編では、大円錐火山の代表である富士山(玄武岩)、複雑な形成史をもつ浅間山(安山岩)、巨大なカルデラ地形をなす阿蘇(流紋岩)の地形的特徴と代表的噴火を説明している。自然史編では、赤城山が20万年前に誕生して現在までどのような噴火と浸食の歴史があったかと、浅間山の1783年噴火が日ごとに



図2 阿蘇カルデラの形成のしくみとその後の浸食をアニメーションで表現したウェブ紙芝居の一面

どう推移したかを説明している。おはなし編は幼稚園児または小学校低学年向けの教材であり、浅間山と鳥海山に題材をとったふたつのおとぎ話である。子どもたちに火山に親しんでもらうことを目的とした教材であり、科学教材ではない。

ウェブ紙芝居の完成度は高いが、おはなし編を除くと、そこに盛り込まれた内容を残さず理解することは、成人でもむずかしいようだ。初心者よりむしろ、火山に関する知識をひと通り獲得した準専門家に評判が良い。

(4) 伝統的な四択クイズは、やはり効率的

四つの選択肢の中から正しい答えを選ばせる四択クイズは、古くからある形式だが、生徒に新しい知識を獲得させたり取得した知識を確かめさせるときにたいへん有効である。学習効率ももっともよい教材のひとつであることには疑いがない。

中学理科教科書に盛り込まれている火山の知識（たとえば斑状組織と等粒状組織）だけでなく、その外側にあるが火山を理解するときに重要だと考えられる知識（たとえば噴火年代やマグマの温度）も織り交ぜて、「かざんくいず」を2組作成した（図3）。インターネットで公開している（<http://www.edu.gunma-u.ac.jp/~hayakawa/school/quiz/index.html>）。1組10問からなる。特別なアプリケーションを使用することなく、普通のhtmlファイルで動作する。

このクイズの難易度は高く、中学生だけでなく、成人にとってもむずかしいようだ。しかしいっ

たん始めると、誤答を繰り返しても、がんばって最後まで10問やりとおすユーザーが多いことが、アクセスログを解析してわかった。



図3 「かざんくいず」のオープニング画面

(5) 噴火動画は有益だが、著作権の壁

火山の噴火はダイナミックである。その赤色には、見るものを魅了する力がある。しかし火山はめったに噴火しないから、それを記録した動画に教材としての大きな価値がある（図4）。

テレビニュースで放送される噴火動画を学校教諭が常日頃から個人的に録画して集めていけば、それを自分の授業で教材として使うことに法律上の問題は無い。しかし同僚教諭が録画した動画を借りて授業で使う行為は、現在の著作権法の下では禁じられている。過去20年間に日本で起きた噴火（伊豆大島1986、雲仙岳1991、有珠山2000、三宅島2000、浅間山2004など）

のニュース動画は火山専門家の個人レベルでは研究用に大量に蓄積されているようだが、それが学校教材として広く流通する見込みは、まだない。

撮影者自身がインターネットで動画を公開している場合、それを手元のパソコンにダウンロードして授業で映写することは許されている。これを推奨する目的で、私たち自身がハワイや浅間山で撮影した動画を含めて、公開サイトへのリンクを集めたページをつくった（<http://www.edu.gunma-u.ac.jp/~hayakawa/school/active.html>）。このような噴火動画ページがこれからますます豊かになって、火山噴火のすべての様子を網羅して共有できたら素晴らしい。

噴火してなくても、火口から白煙を常時モクモク出している火山は日本にも、桜島、阿蘇、浅間山、十勝岳など複数ある。火山にレンズを向けたインターネット・ライブカメラのリスト（たとえば <http://www.edu.gunma-u.ac.jp/~hayakawa/project/kazan3D/livecamera.html>）から、そのような火山を選んで授業時間中に観察するのもおもしろい。過去の映像ではなく、現在の映像が生徒に与える説得力も大きいからだ。

5. 野外観察

火山を学習するときに役立つアナログ教材とデジタル教材をいくつか紹介してきたが、教室の中に留まっている限り、火山の学習では隔靴搔痒の感を免れない。もし生徒たちを野外に連れ出して、火山を実際に見て嗅いで触わって学習させる機会があったら、ぜひそうしてほしい。林間学校や修学旅行などの宿泊行事の一部に取り込むのが一般的だが、火山から100キロ程度以内の学校なら日帰りバス旅行として実施できる。火山麓の学校なら徒歩による日帰り遠足としても実施できる。

浅間山は、関越道と上信越道を利用すれば、首都圏からでも日帰りバス見学ができる火山である。見どころも多い（図5）。実施計画の一例を表2に示す。

生徒たちは野外で勉強することに慣れていないから、火山と対峙しても最初はとまどってしまう。



図4 ハワイのキラウエア火山で、流れる溶岩をすくう(2006年8月)。このとき撮影した動画をインターネットで公開している。

表2 浅間山の日帰り観察モデルコース

0900	碓氷軽井沢インターチェンジ
0940-1020	峰の茶屋、1783年8月に降り積もった軽石(40分)
1030-1100	六里ヶ原、大きな浅間山と小浅間山溶岩ドーム展望(30分)
1110-1230	浅間園、鬼押し出し溶岩の60分コースを歩く(80分)
1230-1310	同園芝生で昼食
1320-1340	プリンスランド・ロータリー、1783年8月5日の黒岩(20分)
1350-1430	鎌原観音堂、土石なだれに埋まった石段と供養碑(40分)
1530	碓氷軽井沢インターチェンジ



図5 浅間山から1783年に噴出した軽石を観察する中学生。峰の茶屋

フィールドノートの書き方を基本的なところから教える必要がある。ノートは何でもよい。気に入ったものを使う。まず日付を書く。次に地点番号と地名を書く。地図上で現在位置を探して印をつけ、かたわらに地点番号を記入してノートとの対照を可能にする。この作業を生徒に課すことによって、地図の見方と使い方の能力を養うことができる。

説明する教諭または案内者は、ヘッドマイクを使うと両手が空くので便利であ

る。ホワイトボードを携行すると、教室で黒板に書くのと同じように文字や図を生徒に示して説明することができる。崖の高いところを指すときはレーザーポインタが有効である。昔ながらの指示棒も役に立つ。

生徒たちは、ともすればノートに目を落として案内者の説明を書き写すことに専念してしまう。目の前の地層や地形をしっかりと見て、観察した結果をノートに記録する作業が大切であると、案内者が注意を促すべきである。まずスケッチさせて、それに文字で説明を書き加えるよう指導するとよい。地層の厚さや粒子の直径などの数値的データを書き留めておくと、よいレポートを書くことができることも教える。

野外授業には危険がともなう。交通事故にあうかもしれない。崖から落ちるかもしれない。傷害保険に加入しておくことが必須である。また救急箱を持参すべきである。

6. まとめ

デジタル教材はリアルでわかりやすい表現を可能にただけでなく、これまでできなかった新しい表現方法も生み出した。しかし、デジタル教材だけで火山学習プログラムを作成してもよい授業はできない。従来のアナログ教材にも捨てがたい長所がある。古くからある教材に工夫を加えて使っ

たり、独創的なアイデアで新しい教材を開発するなどしてアナログ教材を今後も使い続けるべきである。両者を併用して、バランスの取れた火山学習プログラムを作成するのが望ましい。

教室での授業だけに留まらないで、できれば生徒を野外に連れ出して火山を実際に体験させたい。野外で授業を実施するにはさまざまな工夫が必要だ。しかし、たくさんの時間と労力をかけて実施するだけの教育効果が、火山の野外授業にはある。各学校でぜひ実現してほしい。

火山を、またその噴火を、教師が実際に体験したことがあると、その説得力で生徒を圧倒することができる。生徒の心に響く授業をすることが可能だ。教師に火山体験の機会を与えれば、実効性のある火山教育がこの国に普及するだろう。

参考文献

- 堀真季子・早川由紀夫（2005）弁当パック立体模型を使った授業実践。群馬大学教育実践研究、22、57-66。
川路美沙・早川由紀夫（2006）弁当パックでつくる日本列島の震源立体模型。群馬大学教育実践研究、23、97-102。
宮永忠幸・早川由紀夫（2007）中学理科の火山学習プログラム。群馬大学教育学部紀要自然科学編、55、95-115。
杉本智彦（2003）カシミール 3D パーフェクトマスター編。実業之日本社、255 ページ。
高柳慎一郎・早川由紀夫（2007）おいしい火山実験。群馬大学教育実践研究、24、109-119。