

火山と防災

Volcanoes and Disaster Prevention

地学科 田中義洋

<要旨>

本校の立地する東京世田谷区において、噴火した際に大きな被害を生じることが予想される富士山に着目し、火山と防災をテーマに、地学基礎の授業を行った。生徒にとって、火山災害についての啓蒙となった。そして、その実践を通して生じた問題点を検討し、授業展開の改善案を示した。また、SULEの観点から、古典や日本史とのコラボレーションの一例を示すことができ、本校のSSHの柱の1つである「科学の方法」の実践としても位置付けられた。

<キーワード> 火山 防災 富士山 折たく柴の記 宝永噴火 貞観噴火 ハザードマップ
SULE 科学の方法

1 はじめに

平成24年から数学、理科において先行実施された高等学校学習指導要領には、「地学基礎」(2単位)において、(2)変動する地球 エ 地球の環境 (イ) 日本の自然環境 で、「日本の自然環境を理解し、その恩恵や災害など自然環境と人間生活とのかかわりについて考察すること」とあり、その内容の取扱いで、(イ)の「恩恵や災害」については、「日本に見られる季節の気象現象、地震や火山活動など特徴的な現象を扱うこと。また、自然現象の予測や防災にも触れること。」とある(文部科学省、2009)。そのため、「地学基礎」では今まで以上に、日本の自然環境の恩恵や災害について取り上げ、自然現象の予測や防災にも触れることになった。2011年に、東北地方太平洋沖地震が発生しているため、どうしても、自然災害というと地震災害を考えがちである。火山が多く存在する日本にとって、火山は温泉や地熱発電といった恵みを与える一方で、いったん火山噴火が起こると、火山の周囲の地域に限らず、広範囲にさまざまな被害をおよぼすことになるため、火山災害も忘れてはならないものの1つである。

そこで、本校の立地する東京世田谷区において、噴火した際に大きな被害を生じることが予想される富士山に着目し、富士山と防災について、本校でどのような扱いができるかを検討した。なお、本稿は平成24年6月16日(土)に本校で開催した第11回公開教育研究大会の公開授業Iで行われた実践を再構成したものである。

2 本校の地学分野のカリキュラム

本校の地学分野の学習は、2012年度(平成24年度)より数学と理科で先行実施された新しい学習指導要領に基づき、1年生と3年生で行われる。1年生では「地学基礎」が、2単位で全員必修である。その主な内容は、地球の構成、地球の歴史、宇宙の中の地球であり、城ヶ島(神奈川県三浦市)で行う野外実習と、かわさき宙と緑の科学館(川崎市)で行うプラネタリウム見学との2つの教科行事が柱となっている。

また、3年生では理科に必修科目はなく、1年生での「地学基礎」の学習を踏まえて、「地学基礎」(2単位)または、「地学」(4単位)が選択科目として置かれている。なお、教育課程は異なるが、2012年度の地学選択者は、3年生342名中、「地学I」(2単位)が16名、「地学I・II」(4単位)が68名である。

3 授業の構想

火山だけでなく、防災という観点を盛り込むために、今回の授業には、以下の4つの柱を考えた。

- ① 本校のSULE(Scientific Universal Logic for Education)の趣旨を踏まえて、古典や歴史の素材から、火山やその災害を考えさせること
 - ② 火山噴出物について知り、特に、火山灰について観察すること
 - ③ 東京周辺で生活していて、噴火すると大きな被害を与えると考えられる富士山について知ること
 - ④ 防災について考えなければいけないこと
- これらの柱を含めて、次のような授業内容を考えた。

- (1) 本時の授業

日時 2012年6月16日(土) 公開授業 I (11時30分～12時20分)

対象 1年E組(男子22名, 女子21名; 計43名)

授業者 田中 義洋

場所 地学実験室

(2) 授業の展開

① 自然災害について, 知っていることをあげさせる。

関心・意欲・態度

昨年の東北地方太平洋沖地震があるので, 地震災害は出やすいと思われる。

(予測される自然災害とその現象)

地震災害: 揺れによる地形変形, 液状化現象, 津波

火山災害: 火山噴出物の噴出・流下・堆積, 山体崩壊, 火山泥流

気象災害: 台風, 竜巻, ゲリラ豪雨, 洪水

土砂災害: 地すべり, 土砂崩れ

雪氷災害: 雪崩, 吹雪

火山は, 温泉や美しい景観など恵みを与える一方で, さまざまな災害を引き起こす。今回は, 火山国日本では不可避な火山災害について考え, その防災について考える。

ここで, 「防災」と言ったが, 火山噴火を抑えることはできない。いかに大きな災害を未然に防ぐか, そして, どのように対応すべきかに力点を置くことを伝える。

② 火山, 特に, 活火山とは何か。

知識・理解

(ア) 活火山とは

活火山とは, いつ噴火してもおかしくない火山のことである。気象庁は2003年に活火山の定義を改定し, 「概ね, 過去1万年以内に噴火した火山, および現在活発な噴気活動のある火山」とした。かつて, 「休火山」や「死火山」と火山を分類していた。火山の寿命からして, 200年, 300年といった期間の休み程度では, 休火山というには短すぎるし, 死火山だからといって, 絶対に噴火しないとは言えないので, 現在は, 「休火山」や「死火山」という用語は使わない。かつての「休火山」のすべてと, 「死火山」の一部は, 実際には活火山とみなした方が適切と言える。

(イ) 日本における活火山の数

かつては, 日本には108個の活火山があるとしていたが, 2011年6月から, 110個としている。

(ウ) 活火山のランク

ランク分けは, 過去100年以内の頻繁に起きてきた噴火活動と, 1万年以内の規模の大きな噴火履歴との2つの基準によって, 総合的に判断して, 噴火の可能性が高

い火山から, Aランク, Bランク, Cランクと分類した。ただし, 海底火山と北方領土の火山については, データが不足していることから, ランク分け対象外とした。

Aランク: 桜島, 伊豆大島, 三宅島, 浅間山など13個の火山

Bランク: 富士山, 岩手山, 焼岳, 箱根山, 磐梯山, 霧島山など36個の火山

Cランク: 38個の火山

ランク分け対象外: 海底火山と北方領土の火山, 23個の火山

③ 東京周辺で生活していて, その噴火によって大きな被害を与えると考えられる火山は何か。

関心・意欲・態度

さまざまな火山が考えられるが, ここでは, 富士山を取り上げる。富士山が噴火したら, どのような噴火になるのだろうか。それは, 過去の噴火を知ることから, ある程度予想できる。過去の噴火の様子は, 噴出物の調査や古文書を調べることによって明らかにすることができる。

富士山の場合, 大噴火の代表格は, 864年の貞観噴火と1707年の宝永噴火である。ここでは, 宝永噴火の記録として信頼度が高い, 新井白石の『折たく柴の記』の一節を用い, 過去の噴火の様子を知る方法を紹介する。自然現象を扱う理科で, 古典あるいは, 日本史の素材(史料)を用いて, 生徒に科学的な分析を試みさせている。この展開は, 決して新しいものではないが, SULEの具現化の一例を示している。

(ア) 宝永噴火

a 『折たく柴の記』(新井白石)の記述(図1参照)

宝永噴火は, 火山灰と軽石を大量に噴出し, 当時の江戸にも火山灰が降り積もった。その様子を新井白石は書き記している。参考までに, 現代語訳を載せておく。ちなみに, 古典担当の教員によると, この記述は1年生で十分に読めるとのことである。

b 放出された火山灰の色の変化

この記述から, 江戸では最初, 白い灰が降り, 後に, 黒い灰が降っていることがわかる。これは, 最初白いデイスサイト質の軽石や火山灰が放出され, その後に, 黒い玄武岩質のスコリアや火山灰が放出されたと考えられる。つまり, 噴出したマグマの性質が変わったことを示している。

晦日、大城に於いて散樂あり。これ家千代君御誕生御賀のためなり。若君の御外叔父太田内記と某と二人余よべき由を仰蒙り。十日の晩御誕生の事あり。此日の事は永井大久保連署して神を侍へり。又、藤より大久保御師を奉りてその一族大久保連署して二人を誘引せしむ。され一月八日、是等の事よつきて、初奉の儀をなす。故に、ちは毎十一月廿三日、午後余よべき由を仰下さる。地震ひ、此日午の時雷を聲す。家を出るに及びて、雪の降り下る。ごとくなるを見ゆに、白灰の下れり。西南の方を望むに、黒き雲の起りて、雷の光りもきき。西城に余り着しに及びては、白灰地を埋みて、草木もまた皆白くなりぬ。此日に大城に余らせ給ひ、米の半に還らせ給ひき。此日吉保朝臣の男二人、やがて御前へ余りに、天甚だ暗かりければ、燭を擧て講に侍る。戌の時ばありに、灰下る事はやみぬ。かど、或ハ地鳴り、或ハ地震ふ事は絶す。廿五日に、また天晴く、雷の震することくなく。聲、夜に入りぬれば、灰また下る事甚し。此日富士山に火出て、焼ぬるはよれ。といふ事ハ聞えたり。これよ

のち、黒灰下る事やまず。十二月の初におよび、九日の夜に至て雪降りぬ。此ほど世の人咳嗽をうれへずと、いふものあり。かくて年明ければ、戊子正月元日、大雨よのつねなり。閏正月七日、去年富士山のやりによりて、降りし國々、地埋み、灰砂を除かすべき役を諸國に當らし。武相殿三州の地のため也。百五の同廿一日、當十の大錢鑄らる。事を仰下さる。三月の比に至て、地上白毛を生ずる所ありと聞え。かくはどなく、我宅地にも此怪ある事を見たり。此餘天變地獄の事どもやむ時なく、此年も兼、かど、まのあふり見、にもあらぬ事共は、こには、あつさず。六月の半に至て、我家はほとりの町々を他所に引うつされ。飯田中たおぼく、此人の宅地、か、こ、あ、は、う、つ、さ、る、べ、い、を、聞、ゆ、これ城北に御所を作らる。よ、よ、れ、と、い、ふ、八、月、の、半、に、は、馬、の、毛、ま、も、事、を、禁、せ、ら、る、由、を、承、り、ぬ、れ、よ、り、後、八、人、々、の、引、せ、し、も、皆、野、に、あ、る、馬、を、見、ら、る、こ、と、く、に、な、り、ぬ、九、月、の、末、つ、が、こ、に、ハ、か、き、な、て

富士山噴火
十一月二十三日、午後、参上せよと仰せがあった。昨夜、地震があり、この日の正午ごろ、雷が鳴った。家を出るとき、雪が降っているように見えるので、よく見ると、白い灰が降っている。西南のほうを見ると、黒雲がわき起こり、雷の光がしきりにした。西ノ丸にたどりつくと、白い灰が地をおおひ、草木もまたみな白くなった。この日、殿は本丸に出られ、午後二時ごろに帰られ「この日、柳沢吉保殿の子息二人が位を授かったからである、やがて御前に参上すると、空がはなはだしく暗いので、あかりをつけて進講をした。午後八時ごろに、灰の降るのはやんだが、大地が鳴動したり、あるいは震えることがやまなかった。二十五日にまた空が暗くなって、雷の鳴るような音がし、夜になると、灰がまたひどく降った。「この日、富士山が噴火して、焼けたためだ」ということが伝わった。その後、黒い灰の降ることがやまず、十二月の初め、九日の夜になって雪が降った。このころ、世間の人で咳になやまされない者はなかった。

富士山噴火
このようにして年が明けると、宝永五年正月元日、異常な大雨であつた。閏の正月七日、去年富士山の噴火によつて、この付近の國々の土地をうずめた灰や砂を取り除くための課役を、諸國に割り当てられた(武蔵・相模・駿河の三國の土地のためである。百石の土地につき金二兩ずつを献上すべしといふことである)。同月二十八日、當十(十文に相当)の大錢を鑄造するよつと仰せがあった。三月のころになって、大地に白い草のはえるところがあるという噂があつたが、まもなく、私の宅地にもこの不思議があることを見た。このほか、天変地異がやむことなくこの年も暮れたが、私自身で直接見たのでないことは、ここには書かない。六月のなかばになって、わが家の周囲の家々をよそに移転させ(飯田町である)、また「多くの人がこの宅地をあらにこちらに移されるだらう」などと噂された。これは江戸城の北に御殿(綱吉の隠居所)を作られるためだといふ。

生類憐みの制
八月のなかばには、馬のたてがみを切ることを禁止される由を聞いた。これかうになつた。九月の末には、かさねて當十の大錢を通用させるべき命令が出され、十月になって生類憐みの法令三カ条を制定された。これからのちは、馬に乗るべき身分の人も、馬は引かせるだけで乗ることもできなかった。また商人たちが大錢を通用させることに難色を示していると聞いて、富める者も貧しい者も、老若男女一人残らず大錢使用の証文を差し出せとの命令で、毎日催促があるといううちに年も暮れ、明けて宝永六年の正月元日には、昨年か將軍がご病氣のため、世継ぎの君が拝賀を受けられた。

綱吉公難去
七日には、私は病氣だったので、出仕することもできず、家にとじこもつていたが、日が暮れるころになって、將軍薨去のことが告げられたのは、まことに胸もつぶれる思いであつた。

図1 『折たく柴の記』(新井白石) 上:原典(近代デジタルライブラリー) 下:桑原武夫訳(中央公論新社)

そのことは、富士山東方山麓に堆積した降下火砕物が、下部が白い軽石、上部が黒いスコリアからなっていることと調和的である。

また、この噴出したマグマの性質の変化は、約800年間噴火がないままに、宝永噴火が起きたため、マグマ溜り中の比較的密度の大きい鉄やマグネシウムといった晶出すると、黒くなる成分がマグマ溜りの底に沈殿していて、上部に比較的密度の小さい晶出すると、白くなる成分が多かったため、最初、上部にあった成分が放出され、白い軽石や火山灰となり、その後、富士山本来のマグマの成分が放出され、黒いスコリアや火山灰となったと解釈できる。

c 宝永噴火の推移

記述に見られる11月23日は宝永四年で、この日は、西暦1707年12月16日に相当する。以下、宝永噴火の推移を示す。

1707年10月28日

宝永東海地震 (M 8.7) 地震による建物の倒壊と津波により、多数の犠牲者

1707年12月15日

富士山麓で有感地震発生

1707年12月16日

午前中に二度大地震発生、二度目の地震直後、富士山南東山麓斜面から噴火

江戸でも、噴煙が確認でき、爆発に伴う空振が観察され、火山雷も発生

1707年12月17日

午前中から、噴火が再び活発化

1707年12月20日

朝以降、小規模な噴火が断続的に継続

1707年12月25日

噴火が再び活発化 (~12月27日)

1708年1月1日

未明の爆発を最後に、一連の噴火が終息

(イ) 貞観噴火

宝永噴火に対して、大量の溶岩を噴出したのが、864年(貞観6年)の貞観噴火である。この噴火で、当時、「せの海」と呼ばれていた、富士山北西山麓にあった湖が溶岩で埋まり、現在の西湖と精進湖が誕生した。この時の溶岩は、青木ヶ原溶岩といい、現在は、うっそうとした樹林でおおわれ、青木ヶ原樹海と呼ばれている。富士山の歴史時代の噴火では、最も多量のマグマ

甲斐国言。駿河国富士大山。忽有暴火。の富士山が大噴火した

図2

を噴出した噴火であったことがわかっている。

なお、この噴火は平安時代の歴史書である『三代実録』の、貞観6年7月17日の記録に、左の図2のような記述が残っている。

噴火は富士山の西山(現在の大室山と思われる)周辺で始まり、867年までおよそ3年間にわたって続いた。

④ 溶岩、軽石、スコリアの観察 観察・実験の技能

ここでは、以下の火山噴出物を回覧して、観察する。

伊豆大島三原山(1986年噴火)の溶岩

雲仙普賢岳(1991年噴火)の軽石

伊豆大島三原山(1986年噴火)のスコリア

⑤ 火山灰の観察 観察・実験の技能

宝永噴火に着目し、火山灰とはどういうものを、実体顕微鏡で観察する。ここでは、以下の火山灰を実体顕微鏡で観察する。授業時間の関係で、一部のみの観察とする場合もある。

なお、観察が主体なので、今回の授業では、事前にわんがけした試料を用いる。

伊豆大島三原山の火山灰:

玄武岩質(少量の火山ガラス、玄武岩の破片を含む)

大山火山の火山灰:

安山岩質(角閃石、輝石、斜長石、磁鉄鉱を含む)

雲仙普賢岳の火山灰:

デイサイト質(角閃石、黒雲母、斜長石を含む)

⑥ もし、火山灰が東京に降ってきたら、どのような被害を受けるか。 思考・判断・表現

ハザードマップとは、災害による被害を予測し、被害が予想される地域を示した図のことである。2004年に作成されたハザードマップ『富士山火山防災マップ』(富士山火山防災協議会)から、火山灰の降灰範囲を調べてみる。すると、東京でも10cmほど火山灰が降ると考えられる。

降灰の被害は、過去の例を参考にすると、次のようなものになると見積もられている。

2cm以上: 気管支系の異常などを訴える人の増加、
高速道路、鉄道、空港の閉鎖

数cm以上: 上水道の汚染発生

10cm以上: 古い木造建物に被害発生

30cm以上: 多くの木造建物で屋根が抜けるなどの被害発生

1m以上: 木造建物のほとんどが倒壊

国や地方公共団体が考えるべきことももちろんあるが、個人レベルでは、どのように、火山灰の被害を最小限に食い止めるかが問われる。ふだんからの備えが大切

である。

⑦ まとめ

いかに、災害を防ぐかは、

- a 噴火が始まる前の前兆をとらえて、噴火が予知できればよいが、現実には十分とは言えない。
- b その火山の噴火の特徴を、過去の噴火から知ることで、減災につなげていく。

ことなどが考えられる。いずれにせよ、ただ漠然と危険ということではなく、科学的な知見によって危険性を認識できることが大切である。そのことを生徒に伝えたい。

4 当日の授業とその改善案

公開授業では、事前に火山についての学習を済ませていないことや、内容が盛りだくさんであったため、50分間の1回の授業で収まらず、授業が5分ほど延びてしまい、うまくまとまらずに終わってしまった(表1参照)。

そこで、今回の授業内容を充実したものにするためには、1つの展開にかかる時間を長くして、最低でも2時間分の授業として展開するべきであった。ただ、「地学基礎」が2単位の科目であるため、火山ができる場所、火山活動の多様性、火成岩の観察などの内容を含めて、4～5時間で扱わざるを得ない。今回のような展開で授業を進めるためには、火山全体の中で、取り上げる内容、順序を考えていく必要がある。

また、火山噴火の様子を映像で、生徒に見せるべきであった。当初の予定では、ハワイの火山の溶岩が流れている映像(約2分)と、1982年4月のインドネシアのガルングン火山の火砕流と火山灰の降灰の様子がわかる映像(約3分)を用意していたが、時間の関係で生徒に見せることができなかった。やはり、映像とはいえ、実際の噴火の様子を見せた方が、火山災害について考えやすいし、火山と防災について考えがより深まっていたであろう。

さらに、今回の公開授業の前に、火成岩の分類、火山の分類と噴火様式について学習していなかった。そのため、生徒が火山と防災を考える際の知識が中学校までの学習内容に限られてしまった。これらの内容を事前に学習していると、火山と防災についての生徒の理解や考察は、より深まっていたであろう。

以上を踏まえて、2時間分の授業展開を表2に示す。もちろん、展開の仕方によっては、第2時、第3時で「火成岩の観察」を取り上げてから、第4時として扱うこともできる。

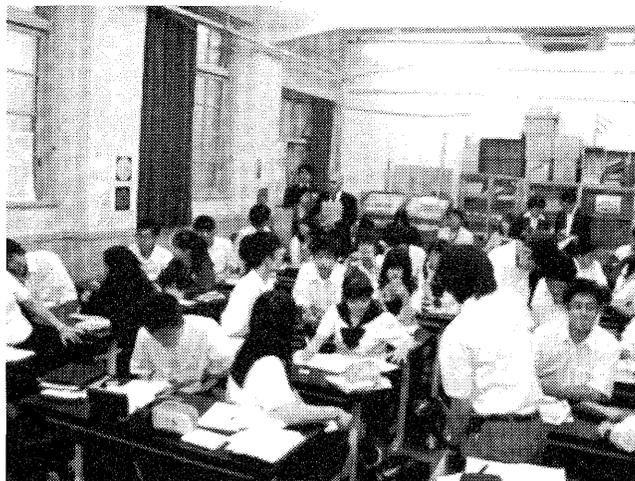


図3 授業の様子

5. 授業プリントより

授業時に配付した『地学基礎プリント 火山と防災』(資料参照)で、授業直後に提出してくれた12人(男子4人、女子8人)の記述を、以下に示しておく。

(1)「火山の災害を防ぐためには、どのようなことが大切か、書きなさい。」

[男子]

- ・普段から対策を考えておく。水、食料、懐中電灯(ラジオ)を備えておく。
- ・火山ガラスの吸入を防ぐ。火山灰は水にぬらさない。
- ・水、食料、懐中電灯(ラジオ)
- ・ガラス成分に気を付ける。

[女子]

- ・水、食料、懐中電灯(ラジオ)の準備を!!
- ・火山灰は水にぬれると重くなる。水、食料、懐中電灯(ラジオ)
- ・水、食料、懐中電灯(ラジオ)
- ・自分が住んでいる所の近くにある火山を把握し、噴火

表1 実施した授業の指導案

日時 2012年6月16日(土) 公開授業Ⅰ(11時30分～12時20分)
 対象 1年E組(男子22名、女子21名;計43名)
 授業者 田中 義洋
 場所 地学実験室

過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 3分	1. 自然災害について知っていることをあげさせる。 2. プリントに各自の知っていることを書かせる。	あくまでも、自然災害であることを強調する。 プリントに各自の考えをまとめさせた後で、今回は、火山災害について取り上げることを述べる。	関心・意欲・態度 技能・表現
展開1 12分	1. 火山、特に、活火山とは何であるか問いかける。 2. プリントに各自、活火山とは何かを書かせる。 3. 活火山とは何であるか説明する。 4. 東京周辺で生活していて、その噴火によって大きな被害を与えると考えられる火山は何か問いかける。 5. プリントに各自、書かせる。	休火山や死火山という用語は、現在使わないことを説明する。 プリントに各自の考えをまとめさせた後で、説明する。 気象庁が2003年に改定した定義では、活火山とは「概ね、過去1万年以内に噴火した火山、および現在活発な噴気活動のある火山」である。日本には110個ある。 プリントに各自書かせた後で、今回は、富士山について取り上げることを述べる。	関心・意欲・態度 技能・表現 知識・理解 関心・意欲・態度 技能・表現
展開2 15分	1. 『折たく柴の記』(新井白石)の記述から富士山噴火の様子を読み取らせる。 2. 宝永噴火の推移を説明する。 3. 『三代実録』の記述から貞観噴火を説明する。	当時の江戸にも火山灰が降り積もったことを確認する。 宝永噴火が火山灰の放出が中心であったことを説明する。 火山灰の放出が中心であった宝永噴火と違い、溶岩の噴出が中心であったことを強調する。	思考・判断 (1) 知識・理解 知識・理解
展開3 15分	1. 溶岩、軽石、スコリアの肉眼による観察をさせる。 2. 火山灰の肉眼観察および、実体顕微鏡による観察をさせる。	観察して気づいたことは、プリントに書かせる。 観察は、伊豆大島三原山(1986年噴火)の溶岩、雲仙普賢岳(1991年噴出)の軽石、伊豆大島三原山(1986年噴火)のスコリアで行う。 観察して気づいたことは、プリントに書かせる。 肉眼観察は、伊豆大島三原山、雲仙普賢岳、浅間山、有珠山の火山灰で行う。 実体顕微鏡による観察は、大山火山の火山灰、雲仙普賢岳の火山灰で行う。	観察・実験の技能 (2) 観察・実験の技能 (3)

展開4 7分	1. もし、火山灰が東京に降ってきたら、どのような被害を受けるかを考えさせる。 2. いかに火山災害を防ぐかを説明する。	ハザードマップ『富士山火山防災マップ』(富士山火山防災協議会)を参考にさせる。 噴火予知ができればよいが、現実には十分とは言えないこと、火山の特徴を、過去の噴火から知ること、減災につなげていことが大切なことを述べる。	思考・判断 知識・理解
まとめ 3分	本時のまとめ	富士山について、今後も着目するように促す。 火山災害を防ぐためには、どのようなことが大切か、そして、授業の感想を記入させる。	関心・意欲・態度 (4)

本時の重点とする生徒評価の観点および方法

- 『折たく柴の記』に関心を持ち、富士山の噴火の様子について意欲的に読み取ろうとする。[思考・判断] 当日の行動観察
- 溶岩、軽石、スコリアの特徴を的確に記録しているか。[観察・実験の技能] 提出プリント
- 異なる火山から噴出した火山灰の違いを的確に記録しているか。[観察・実験の技能] 提出プリント
- 火山災害を防ぐためには、どのようなことが大切かを的確に表現できる。[技能・表現] 提出プリント

表2 第1時

過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	1. 自然災害について知っていることをあげさせる。 2. プリントに各自の知っていることを書かせる。	あくまでも、自然災害であることを強調する。 プリントに各自の考えをまとめさせた後で、今回は、火山災害について取り上げること述べる。	関心・意欲・態度 技能・表現
展開1 20分	1. 火山はどのような場所にあるか。 2. 海嶺、沈み込み帯、ホットスポットの火山を説明する。 3. 火山、特に、活火山とは何であるか問いかける。 4. プリントに各自、活火山とは何かを書かせる。 5. 活火山とは何であるか説明する。	世界の主な火山の分布図を配付する。火山の分布に偏りがあることに気づかせる。 火山の分布とプレート運動との関連に気づかせる。 休火山や死火山という用語は、現在使わないことを説明する。 プリントに各自の考えをまとめさせた後で、説明する。 気象庁が2003年に改定した定義では、活火山とは「概ね、過去1万年以内に噴火した火山、および現在活発な噴気活動のある火山」である。日本には110個ある。	思考・判断 (1) 知識・理解 関心・意欲・態度 技能・表現 知識・理解
展開2 20分	1. 火山噴火の様子を映像で見せる。 2. 溶岩、軽石、スコリアの肉眼による観察をさせる。 3. 火山灰の肉眼観察および、実体顕微鏡による観察をさせる。	溶岩、火山灰を噴出するタイプの火山と火砕流の映像を見せる。 観察して気づいたことは、プリントに書かせる。 観察は、伊豆大島三原山(1986年噴火)の溶岩、雲仙普賢岳(1991年噴火)の軽石、伊豆大島三原山(1986年噴火)のスコリアで行う。 観察して気づいたことは、プリントに書かせる。 肉眼観察は、伊豆大島三原山、雲仙普賢岳、浅間山、有珠山の火山灰で行う。 実体顕微鏡による観察は、大山火山の火山灰、雲仙普賢岳の火山灰で行う。	関心・意欲・態度 観察・実験の技能 (2) 観察・実験の技能 (3)
まとめ 5分	本時のまとめ	火山活動とプレート運動との関連、火山の形や噴火活動の様子が何と関連しているかを考えておくよう指示する。	思考・判断

本時の重点とする生徒評価の観点および方法

- (1) 世界の主な火山の分布図から火山の分布について意欲的に読み取ろうとする。[思考・判断] 当日の行動観察
- (2) 溶岩、軽石、スコリアの特徴を的確に記録しているか。[観察・実験の技能] 提出プリント
- (3) 異なる火山から噴出した火山灰の違いを的確に記録しているか。[観察・実験の技能] 提出プリント

第2時

過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	1. 東京周辺で生活していて、その噴火によって大きな被害を与えると考えられる火山は何か問いかける。 2. プリントに各自、書かせる。	前時で学習した火山のことを思い出させる。 プリントに各自書かせた後で、今回は、富士山について取り上げること述べる。	関心・意欲・態度 技能・表現
展開1 20分	1. 『折たく柴の記』(新井白石)の記述から富士山噴火の様子を読み取らせる。 2. 宝永噴火の推移を説明する。 3. 『三代実録』の記述から貞観噴火を説明する。	当時の江戸にも火山灰が降り積もったことを確認する。 宝永噴火が火山灰の放出が中心であったことを説明する。 火山灰の放出が中心であった宝永噴火と違い、溶岩の噴出が中心であったことを強調する。	思考・判断 (1) 知識・理解 知識・理解
展開2 20分	1. もし、火山灰が東京に降ってきたら、どのような被害を受けるかを考えさせる。 2. いかに火山災害を防ぐかを説明する。	ハザードマップ『富士山火山防災マップ』(富士山火山防災協議会)を参考にさせる。 噴火予知ができればよいが、現実には十分とは言えないこと、火山の特徴を、過去の噴火から知ること、減災につなげていことが大切なことを述べる。	思考・判断 (2) 知識・理解
まとめ 5分	本時のまとめ	富士山について、今後も着目するように促す。 火山災害を防ぐためには、どのようなことが大切か、そして、授業の感想を記入させる。	関心・意欲・態度 (3)

本時の重点とする生徒評価の観点および方法

- (1) 『折たく柴の記』に関心を持ち、富士山の噴火の様子について意欲的に読み取ろうとする。[思考・判断] 当日の行動観察
- (2) 富士山の過去の噴火を参考にして、東京での火山灰の被害について意欲的に考えている。[思考・判断] 当日の行動観察
- (3) 火山災害を防ぐためには、どのようなことが大切かを的確に表現できる。[技能・表現] 提出プリント

した場合にどこまで火山灰が広がるかなどの被害の範囲を前もって少し理解しておき、もし噴火したらどう逃げるかを考えておくことが大切だと思う。

- ・日頃から、水、食料、懐中電灯などを常備しておく。自分の住んでいる地域の周辺で、火山が噴火した時の範囲などを知っておく。危険な場所はどこか、どこが安全か、避難場所などを調べる。
 - ・普段からハザードマップを確認したり、対策をしておく。水、食料、懐中電灯（ラジオ）のような持ち物で、被害をおさえる。
 - ・水、食料、懐中電灯（ラジオ）。火山に対して正しい知識をもつこと。
 - ・水、食料、懐中電灯（ラジオ）。落ち着いて行動する。
- (2) 「本日の感想などを書いてください。」

〔男子〕

- ・火山灰は降り積もってしまうととてもやっかいなものであり、普段から対策を考えておくことが大切だと分かった。
- ・聞きやすかったです。50分の中で盛りだくさんの内容で、将来の噴火に備えようという気持ちになりました。
- ・身近でない火山噴火のことが知れていろいろ驚いた。
- ・水、食料、懐中電灯（ラジオ）を用意したいと思います。シミュレーションもしておきたいと思います。

〔女子〕

- ・富士山がいつ噴火するかわからないということは今まで何度か聞いたことがありましたが、改めて聞くとこわいなと思いました。〔火山灰が〕2cmたまるだけで大きな被害がでるということで。
- ・いつもは見ているだけの富士山でも実際は恐ろしい山だった。いつ噴火するかわからないのでドキドキする。
- ・新井白石さんの日記など、過去の記録からも当時の山の様子を想像することができるとわかり、ワクワクしました。これを本題としてあつかっている地学もあると聞いて、実際にやってみたいと思いました。
- ・江戸時代の資料が出てきて、昔から火山の被害に悩まされていたことがよく分かった。実物を直接見たり、触ったりすることで、より理解が深まった。
- ・火山の噴火を、テレビなどでもあまり見たことがなく、知識がなかったのが良かった。富士山が噴火すると、自分達もかなり危険だと知って、もう少し備えをしておこうと思った。古文の文章などを使って面白かった。
- ・昔の資料にも火山のことが書かれていたことに驚いた。

たった50分の授業で多くのことを知ることができた。

- ・火山の話聞いて興味をもったし、防災への意識が高まった。
- ・富士山はまだ10歳くらいだと知って、びっくりした。富士山はいつ噴火してもおかしくない状態なので、今回やったことを生かしていけたらいいなと思った。これらは生徒の一部の声ではあるが、火山災害についての啓蒙にはつながっているのではないかと感じた。

6 SULEの観点より

「火山と防災」というテーマで、今回『折たく柴の記』を用いた。この試みは本校のSSHの柱の1つである「科学の方法」に通じるところがあるので、SULEの観点から論じておく。

「科学の方法」の基本的なコンセプトは、あらゆる教科・科目で、「科学的手法に基づく授業」、「科学的な考え方を育てる授業」、「科学を活用した授業」、「科学と連携した授業」、「科学について考える授業」等を展開し、総合的で自然なものとして科学の方法を身につけようとするものである。その中で、今回の授業は「日常の授業の中でおこなう授業（一人の教員が自分の教科で）」という形態で実践したものである。今後、「日常の授業で各教科でおこなっているが、他教科の授業との関連を明示しておこなう授業」として、さまざまな教科とのコラボレーションが可能であろう。

そもそも、地学では、おうし座のかに星雲が1054年に出現した超新星の残骸であることを、藤原定家の『明月記』から知ることができたり、『日本書紀』に日本最古の日食の記述が出ていたりするなど、古典や歴史とのコラボレーションには最適な題材が豊富にある。

また、国語や英語の教材に、地学現象や地学的な話題が取り上げられていることがある。その際に、国語や英語とのコラボレーションが可能である。

今年度でも、国語総合（現代文）で、中原中也の『在りし日の歌』の中の「1つのメルヘン」に、「珪石（硅石）」という表現が登場する。現代国語の教員から、珪石のことを聞かれ、珪石について説明するとともに、珪石の標本を貸した。そのことで、標本ではあるが、実物を生徒が見ることで、詩の世界理解の一助になったはずである。

また、英語Iでは、教科書PROMINENCE ENGLISH IのLesson 9: Blinded by the Lightに「光公害」を取り上げた文章があり、英語担当者から、その中にある記述について質問され、そのことについて説明したり、実際に授業参観をしたりした。

今後、こういった他教科についてのコラボレーションの可能性も探っていきたいと思う。

7 今後に向けて

学校における防災の取り組みは、地学の授業だけでできるものではない。噴火のおそれがある際に、休校にするかどうかの判断や、学校にいる時に噴火した際の生徒への対応や保護者への連絡など、緊急事態発生時の指導体制は、学校全体の問題である。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、本校でも交通機関の停止により、生徒約150余名が帰宅困難となり、学校に宿泊することを余儀なくされた。毎年、地震に伴う避難訓練をしているにも関わらず、現実の地震発生時には、最善策を模索しながらの対応になった。まして、火山噴火については、阿蘇山や桜島など、噴火が日常的になっている地域以外は、細かな対応策は考えていないであろう。行政や地域との連携を含めて、火山災害についても対応策を十分に考えておく必要がある。

火山災害の場合、火山活動のモニタリングからいつ噴火すると断言することは難しいが、ある程度、避難準備などの対策を行うことはできる。その際、その地域で噴火のおそれのある火山について、過去の噴火の記録などを基に、その火山の噴火の特徴を知ることによって、適切な対応策を考えられるはずである。地学の授業を通して、生徒に以下のようなことを知ってもらうことができる。

① 火山砕屑物

特に、火山灰は遠くまで運ばれやすく、火山灰を吸い込むことで重大な健康被害を引き起こす。また、森林破壊や農作物に被害を与え、交通機関への影響も大きい。

② 溶岩流

溶岩の噴出が主である噴火の場合、溶岩流は移動速度が遅いので、避難はしやすいが、いったん固結すると、その土地が元に戻ることはほぼ不可能である。

③ 火砕流

1991年の雲仙普賢岳の噴火が示したように、高速・高温で動き、破壊力が大きいので、火山災害の中で、最も危険なもの1つである。

④ 火山ガス

火山ガスに含まれている二酸化炭素、硫化水素、二酸化硫黄などの成分が空気より重く、谷などに流れ込んで高濃度になると危険で、2000年の三宅島の噴火の際、火山ガスのため、全島避難を余儀なくされた。

この他にも、火山砕屑物と水とが混合することで生じる泥流、火山噴火に伴って火山周辺で発生する地震（火

山性地震の多くはマグニチュード2以下の極微小地震であるが、1914年の桜島の大正噴火の際には大地震が発生した）、土地の隆起・亀裂といった地盤変動、爆発的噴火により火山ガスの急激な膨張で、衝撃波を生じ、大気中を伝播する空振、山体崩壊、岩屑なだれ（岩屑流）といった噴火活動に伴った災害がある。

こういった火山についての学習によって、内閣府など行政が作成したハザードマップを正しく理解し、有効に活用できるようになる。つまり、適切な行動をとることためには、情報を正しく理解することが不可欠なのである。

8 おわりに

公開授業での実践を改善した展開を基に、次年度は実際に授業を実施し、さらに、防災についての扱いがより良くなるようにしていきたいと思う。

また、地学の授業を踏まえた火山災害についての対応策を考えておく必要性を痛感した。

参考文献

- 新井白石著、松村 明校注、1999、折たく柴の記。岩波文庫、476p。
- 土木学会誌編集委員会編、2005、火山噴火に備えて 富士山噴火はいつ。丸善、163p。
- 富士山火山防災協議会、2004、富士山火山防災マップ。鎌田浩毅、2007、富士山噴火 ハザードマップで読み解く「Xデー」。講談社ブルーバックス、206p。
- 鎌田浩毅、2011、火山と地震の国に暮らす。岩波書店、183p。
- 鎌田浩毅、2012、地震と火山の日本を生きのびる知恵。メディアファクトリー、296p。
- 鎌田浩毅・高世えり子、2012、もし富士山が噴火したら。東洋経済新報社、175p。
- 木村政昭、2011、富士山大噴火！不気味な5つの兆候。宝島社、191p。
- 木村政昭、2012、富士山の噴火は始まっている！。宝島社、191p。
- 桑原武夫訳、2004、新井白石 折たく柴の記。中央公論新社、368p。
- 望月昭明、2012、図解でわかる富士山大噴火。宝島社、111p。
- 文部科学省、2009、高等学校学習指導要領解説：理科編、理数編。実教出版、232p。
- 日本大学文理学部地球システム科学教室編、2006、富士

山の謎をさぐる 富士火山の地球科学と防災学. 築地書館, 214p.
寶馨・戸田圭一・橋本学編, 2011, 自然災害と防災の事典. 丸善出版, 306p.

参考 URL

折たく柴の記: 3巻. 上

<http://kindai.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/993227/60>

<http://kindai.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/993227/61>

(近代デジタルライブラリー)

富士山ハザードマップ検討委員会報告書

<http://www.bousai.go.jp/fujisan-kyougikai/report/index.html> (富士山火山防災協議会)

火山って何? - 噴火と火山災害への取り組み -

<http://vivaweb2.bosai.go.jp/whats-kazan.pdf>

(防災科学研究所)

火山灰の健康影響 地域住民のためのしおり

<http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/pdf/health.pdf>

(防災科学研究所)

降灰への備え 事前の準備, 事後の対応

<http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/pdf/prepare.pdf>

(防災科学研究所)

防災科学テキスト - 自然災害のしくみを知る -

<http://dil.bosai.go.jp/workshop/pdf/bosaikagaku-text.pdf>

(防災科学研究所)

資料

地学基礎プリント

火山と防災

1. 「自然災害」について、知っていることを書きなさい。

5. 火山灰を観察して、気づいたことを書きなさい。

2. 「活火山」とは何か、書きなさい。

3. 東京周辺で生活していて、その噴火によって大きな被害を与えると考えられる火山は何か、書きなさい。

6. 火山の災害を防ぐためには、どのようなことが大切か、書きなさい。

4. 次の物を観察して、気づいたことを書きなさい。

(1) 溶岩

(2) 軽石

7. 本日の授業の感想などを書いてください。

(3) スコリア

1年E組 _____ 番 氏名 _____