

火山のない地域における火山防災教材

—垂水日向遺跡中の鬼界アカホヤ火山灰—

香田 達也¹⁾、佐藤 鋭一²⁾

1) 学会会員 甲南大学工学部、非常勤講師 博士(理学)

e-mail:takoda@konan-u.ac.jp

2) 北海道教育大学旭川校、准教授 博士(理学)

e-mail:sato.eiichi@a.hokkyodai.ac.jp

A Teaching Material as an Education for Volcanic Disaster Prevention in No Active Volcanic Area.

- Kikai-Akahoya Volcanic Ash at Tarumi-Hyuga Site in Kobe -

Tatsuya Koda¹⁾, Eiichi Sato²⁾

1) Academic member, Faculty of Science and Technology, Konan University, Part-time lecturer,
PhD (Science), e-mail:takoda@konan-u.ac.jp

2) Eiichi Sato, Hokkaido University of Education Asahikawa Campus, Associate Professor,
PhD (Science), e-mail:sato.eiichi@a.hokkyodai.ac.jp

Abstract

Volcanic ash that is abundant in fresh volcanic glasses was collected at Tarumi-Hyuga site in Kobe. The volcanic ash was identified as the widespread tephra named Kikai-Akahoya volcanic ash composed of bubble type glasses less than 1mm length. We gave a lesson for volcanic disaster prevention observing the volcanic ash as a teaching material. In consequently, some university students changed their image of volcano and grew up their intension for the volcanic disaster by the lesson. The volcanic ash sample is quite able to be an effective teaching material as an education for volcanic disaster prevention in no active volcanic area

Key-words: Widespread tephra, Kikai-Akahoya volcanic ash, Tarumi-Hyuga site,
Education for volcanic disaster prevention

要 約

神戸市垂水日向遺跡から新鮮な火山ガラスに富む火山灰が採取された。その火山灰は構成粒子の大部分が長さ 1mm未満のバブル型火山ガラスからなる広域テフラ（鬼界アカホヤ火山灰）であることが分かった。そこで筆者らはこの火山灰を教材として観察する、火山防災に向けた授業を行った。その結果大学生の火山に対するイメージが変容し、火山災害へ

の防災意識の向上が見られた。本試料は活火山が存在しない地域における火山防災教育に向けて、貴重な教材となりえる。

キーワード：広域テフラ 鬼界アカホヤ火山灰 垂水日向遺跡 火山防災教育

1. はじめに

2017年に小中学校の新学習指導要領が告示され、最近の大規模災害を反映して防災を含む安全に関する教育（現代的な諸課題に関する教科等横断的な教育内容）が小学校学習指導要領解説（付録6）に加わった¹⁾。総則では「豊かな人生の実現や災害等を乗り越えて次代の社会を形成することに向けた諸課題に対応して（以下省略）」とあり、新学習指導要領で災害に対する記述が増えたことは評価できるが、学校現場で実践するためには、防災に向けた教材の開発が必要となるのは明らかである²⁾。防災教育の中で理科は、防災というより災害のメカニズムについて理解することが重要な目的であり、小・中学校の指導要領解説理科編において「災害」という用語はかなりの項目で用いられている²⁾。災害に関連する項目の例として、小学校第5学年「流れる水の働きと土地の変化」・「天気の変化」、第6学年「土地のつくりと変化」¹⁾や中学校第1学年「大地の成り立ちと変化」、第2学年「気象とその変化」、第3学年「自然と人間」³⁾が挙げられる。今回の改訂で中学校第1学年「自然の恵みと火山災害・地震災害」や第2学年「自然の恵みと気象災害」が第3学年から移行され、第3学年「地域の自然災害」へとつながるようになった。しかし現実的に火山・地震・気象それぞれの災害を「地域の自然災害」として同等に扱うことは難しく、特に火山災害は周辺に活火山がない近畿地方では実例を示して伝えにくい。

一方神戸垂水日向遺跡で行われた第3次発掘調査（1990年）では、地表下3.0m付近に厚さ20cmの乳白色細粒ガラス質層が発見された⁴⁾。そしてこの火山灰層は鬼界アカホヤ火山灰⁵⁾と特定され⁴⁾、約7300年前⁶⁾に鬼界カルデラで発生した幸屋火砕流から上空に巻き上げられた火山灰が、神戸市垂水区にも降下した広域テフラである。一般的に火山灰は独立した自形鉱物や火山ガラスを含む場合が多いため、これまで火山岩の構成物質の学習に適した教材⁷⁾として、火山噴出物の観察に用いられてきた⁸⁾⁹⁾。そこで筆者らはこのアカホヤ火山灰を、火山防災教育に向けた実習教材として大学生対象の「災害について」の授業で扱った。そして火山灰中の火山ガラスの形態観察と分類を行い、実習前後での「火山に対するイメージの変化」をアンケート形式で調査した。その結果、学生らは約7300年前に神戸から遠く離れた南九州で発生したカルデラ噴火の事実を認識し、さらに火山災害のイメージを深めたことが判明した。本稿では神戸垂水日向遺跡中から採取されたアカホヤ火山灰は、火山防災教材として有効性があると判断したのでその詳細を報告する。

2. 垂水日向遺跡中の鬼界アカホヤ火山灰

鬼界カルデラ（東西20km、南北17km）は、九州南部の桜島から約90km南に離れた海底に存在する（図1）。鬼界カルデラ北西端の薩摩硫黄島は活火山の一つであり¹⁰⁾、主峰の硫黄岳（標高703.7m）は噴気動を伴う（図2）。このカルデラを起源とする7300年前の噴火時に発生した幸屋火砕流は、南九州の縄文文化と自然環境に壊滅的なダメージを与えた¹¹⁾。同時に噴出した鬼界アカホヤ火山灰は、西日本から東日本にかけて広域に降下し、九州北部から近畿中部にかけて20cmの厚さを持つ（図1）¹²⁾。一般的にアカホヤ火山灰は赤褐色を呈するが（図3）、神戸垂水日向遺跡第3次調査地点で発掘された火山灰層は、乳白色細粒ガラス質層からなる（図4）。この火山ガラスは屈折率が1.508～1.515と高く、無色透明のバブルウォール型が卓越する⁴⁾。発掘現場は海岸

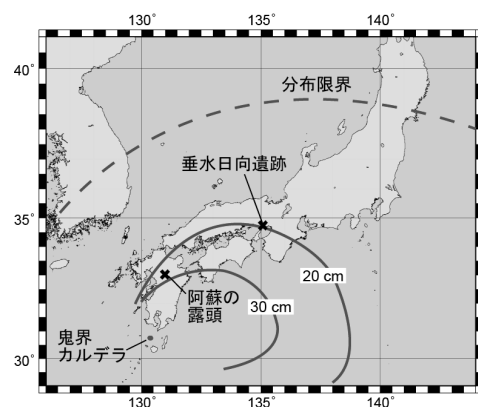


図1 鬼界カルデラで発生したアカホヤ火山灰の分布と露頭（図3・図4）の位置等厚線と分布限界は¹²⁾を基に作成

(瀬戸内海) から約 300m 離れた地点で、現在は高層マンション (レバンテ垂水 1~3 号館) が建てられ、当時の露頭は残っていない。しかし 1 号館地階フロアに地層の剥ぎ取り標本が保管され、現在の地表面から -3.0m の深さに厚さ 20cm のアカホヤ火山灰層が見られる (図 5)。この火山灰層はアカホヤ特有の赤褐色は失われており、降灰した後に河川によって運搬され海岸に堆積した 2 次的地層と考えられる。

本研究に用いた試料は、1997 年に採取され神戸市埋蔵文化財センターに保管されていたアカホヤ火山灰である。この採取されたアカホヤ火山灰は淘汰度がよく、微小な火山ガラスからなることが目視でも確認できる。この火山灰を洗浄後に実体顕微鏡で観察すると、斑晶鉱物は見られず無色透明の火山ガラスが主体で、わずかに褐色のガラスを含む。これらは 0.3~0.5mm のガラスの破片で、形状はバブル型や軽石型⁵⁾ に分類される。マグマの発泡により形成されたバブル型火山ガラスであることは、泡の接合部の Y 字状ガラス (図 6a) や複数の空隙をもつ平板状ガラス (図 6b) に見ることができる。さらに直径 0.3mm の小孔が残っていることより、爆発的な噴火により多量のガスが一気に抜けたと考えられる (図 6c)。これらのことは、このアカホヤ火山灰が高粘性マグマに由来する火山灰であることを示唆する。また火山ガラスの中に hydration rind と呼ばれる加水化による縁取り¹³⁾ が観察されることで、加水化現象がまだ完了していない新しいものであることを示している⁴⁾



図 2 常時噴煙を上げる硫黄岳 (標高 703.7m)
薩摩硫黄島を西方から望む。
撮影日: 2018 年 10 月 22 日



図 3 阿蘇スカイライン展望台付近 (ミルクロード北側) の
鬼界アカホヤ火山灰露頭
黒ボク土中に厚さ約 20cm の赤褐色の地層が長さ 10 数 m
にわたって見られる。
位置: 33° 0' 1.3674" N, 131° 1' 5.592" E
撮影日: 2019 年 8 月 31 日

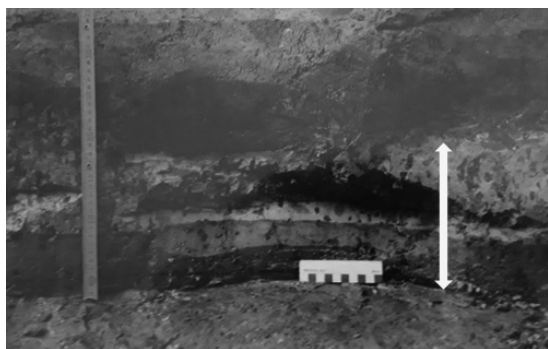


図 4 垂水日向遺跡中の鬼界アカホヤ火山灰層 乳白色の細
粒ガラス質からなる火山灰層 (厚さ 20cm)
撮影: 神戸大学客員教授、鈴木桂子博士



図 5 剥ぎ取り地層中のアカホヤ火山灰
撮影日: 2018 年 7 月 13 日
撮影地: レバンテ垂水 1 号館地階 (神戸市垂水区日向 1-4-1)

3. 教材としての活用法と実践授業

神戸大学の選択科目「地学実験 B」(2018 年 6 月 13 日実施: 受講者 6 名) で、垂水日向遺跡から採取されたアカホヤ火山灰を教材とした授業を行い、授業後にアンケート形式で火山に対するイメージの変化を調査した。

(1) 授業展開例

1) 準備: アカホヤ火山灰数 g、試験管、シャーレ、葉さじ、ガラス棒、ピペット、柄付き針またはつまようじ、ホットプレート

2) 操作: 最初に試験管に火山灰を少量取り、水を加え攪拌する。しばらくしたら濁った水を捨て、水を加える。数回繰り返して水が濁らなくなるまで続ける。次に沈殿した火山灰をピペットで 2mL 程時計皿に移し、上澄み液を捨て 80℃ に加熱したホットプレート上で乾燥し室温まで冷ます。その後乾いた火山灰をシャーレに入れたまま、実体顕微鏡のステージに移し柄付き針で広げる。肉眼で火山灰の色調と手触りを確認した後、実体顕微鏡 (20 ~ 40 倍) でバブル型・軽石型などの火山ガラスの形状に着目して観察しながら、先を濡らした柄付き針またはつまようじで分類しスケッチする (図 7)。

3) 実習内容 (60 分)

- ・導入 (5 分): 最近の火山災害の例を挙げ、鬼界カルデラの位置を地図で確認し、九州南部のカルデラ火山であることを示す。
- ・展開 1 (10 分): 約 7300 年に九州南部の鬼界カルデラの噴火によりアカホヤ火山灰が拡散し、神戸市にも火山灰が降下した (図 1) ことを、垂水日向遺跡の写真 (図 4、図 5) を用いて示す。
- ・展開 2 (40 分): 上記の操作によりアカホヤ火山灰を実体顕微鏡下で観察すると、ほとんどが無色透明の火山ガラスで、その形は断片状、スポンジ状、繊維状など様々である。造岩鉱物である有色の輝石や無色の長石などは認められない。
- ・まとめ (5 分): 授業全体を通して、以下の 3 点について解説を加える。

- ①火山灰は上空の風 (偏西風) に運ばれて拡散し、その後降下して堆積したこと。
- ②火山灰層が発掘された場所は、当時は土砂が流入する浅い海であったこと。
- ③火山灰中に球面の一部が断片状に破碎した不定形の火山ガラス (バブル型) が含まれることから、鬼界カルデラ噴火は爆発的であったこと。

2) 授業後アンケート調査の結果と考察

上記の火山灰の観察の後、火山に対するイメージの変化の度合とその理由を調査した (10 分)。なお受講者 6 名は高校時代に「地学基礎」など、地学に関する科目を履修していない理系学部の学生である。

1) 火山に対するイメージの変化について

火山に対するイメージが授業の前後でどの程度変化したかを、「変化度 0: 全く変わらない、変化度 1: ほとんど変わらない、変化度 2: 少し変わった、変化度 3: 大いに変わった」の 4 段階で自己評価して頂いた。その結果 6 人の学生のうち 5 人が「変化度 2: 少し変わった」、1 人が「変化度 3: 大いに変わった」と回答した。

2) 火山に対するイメージの変化の理由

学生が記述したイメージの変化の理由は、以下の三つに大別された。

①火山灰の危険性について (3 名)

変化度 3 の学生は、「火山灰を吸い込んで窒息死というのを、物をもやした灰のような柔らかいもので息が詰まるイメージで考えていたが、灰に突き刺さりそうな火山灰を見てかなり深刻なイメージが変わったから」と記述し、観察により火山灰のイメージを大きく変えた。

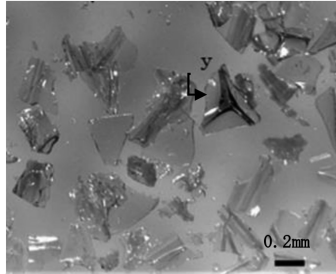


図 6a アカホヤ火山灰 (y: バブル型 Y 字状ガラス) Y 字状の稜をもち、厚みのあるガラスの破片は、複数の泡の接合部にあたる。

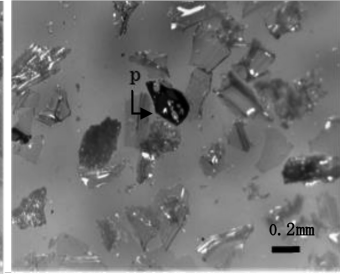


図 6b アカホヤ火山灰 (p: バブル型平板状ガラス) 弯曲したガラスの破片 (有色) には、複数の空隙が見られる。

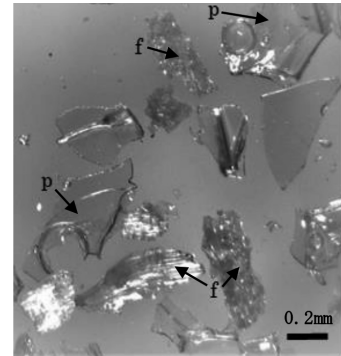


図 6c アカホヤ火山灰 (p: バブル型平板状ガラス、f: 軽石型繊維状ガラス) 薄い平板状ガラス (無色) の破片に、気泡の抜けた跡 (直径 0.2mm) が見られる。繊維状ガラスは細かく砕けると糸状になる。

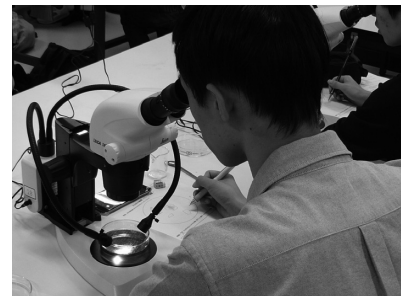


図 7 アカホヤ火山灰の観察と分類
実体顕微鏡下で柄付き針を用いて火山ガラスを分類し、スケッチする。

②火山活動の実態について（2名）

変化度2の学生は、「火山ガラスを観察して火山からどんなものがでてくるか細かく見られたことで、火山を身近に感じられたから」と記述し、身近に起こらなかった火山噴火をイメージした。

③大規模災害の可能性（1名）

変化度2の学生は、「カルデラ噴火という単語を始めて聞き、周期的にそろそろ起こってもおかしくないということを知ったから」と記述し、火山災害への危機感を高めた。

これらのことから学生の感じ方は個々に違うが、実際にアカホヤ火山灰を観察して多少なりとも火山災害を意識する方向に変わったことがわかる。今回は試行的に少人数での事後アンケートのため、有効性について確定はできないが、垂水日向遺跡中のアカホヤ火山灰は火山災害をイメージさせる教材として、利用価値は十分にあると思われる。

4. 他の活用例と今後の課題

大阪府立大学理系の選択科目「地学実験」（2019年12月19日実施：受講者15名）において、アカホヤ火山灰中の火山ガラスの分類とスケッチを行い、その時学生が記述したコメントを以下に示す。

(1) 火山灰の特徴についての記述

- ・火山灰はもっと砂とかのイメージがあったが、ガラス質が多くて意外だった。
- ・噴火したときはあんなに汚いものが、とてもきれいに見えた。
- ・遠い場所に飛んできた灰なので、粒のサイズが小さく軽いものが多かった。
- ・前回（桜島の火山灰）あれだけ多かった石質岩片が今回はほとんどなく、火山ガラスが多かった。
- ・鉱物は今回見当たらなかったが理由として、風に乗ってとばされたときに鉱物が重いため、途中で落ちてしまうためと考えられる。
- ・全体にガラス質が多かった。平板状と繊維状が目立った。肉眼できらきらした様子が見られた。
- ・今回見た火山灰は透明な粒が多くてきれいだったので、降ってきたらダイヤモンドダストみたいいきらきらしてきれいだろうと思った。
- ・火山ガラスの中でバブル型の平板状が多く、次いで軽石型のスポンジ状も多い。
- ・ガラス状のものはツマヨウジですぐに割れたので、洗浄したときにかなり割れてしまったと考えられる。そのためガラスが割れたような破片が多かった。
- ・マグマ爆発の高粘性マグマに分類されるものが多くみられることから、マグマが直接噴火で遠く飛ばされたものと推察される。

(2) 火山災害についての記述

- ・カルデラ火山は噴火しないイメージがあったので、噴火することに驚いた。
- ・火山による直接的な被害は狭い範囲にしか起こらないが、その範囲への被害が大きく恐怖を感じた。
- ・細かいガラスが九州南部から神戸まで舞ったので、気管支や眼などに様々な影響を及ぼしそう。
- ・かなり粒が細かくて尖っているので、目に入ったり吸い込みすぎたりしたら、なにかしら体には良くなさそうだと思う。かなり遠くまで飛ぶみたいなので、遠い火山の噴火でも気にかきたい。
- ・一見火山災害とは関連がなさそうな鋭利な部分もあるガラス質が飛んでくるとすると、火山灰もバカにならないと思った。
- ・時間感覚が1万年おきなので、スケールが壮大だった。
- ・身の周りに火山がないので、実習をして少しでも火山について学べて良かった。

(3) まとめと今後の課題

以上のコメントから火山ガラスの形状を自分の眼で観察したことによる成果は、学生のもつ火山灰のイメージが変化したこと、火山灰が拡散すると人体への影響が予想できるようになったこと、そして火山のない地域でも火山災害を意識できたことなどである。また、高粘性マグマの噴火という爆発的な噴火形式を推測する学生もいた。

今回は火山のない地域での火山防災教育を目的としたが、地域を代えてその土地で採取した火山灰は、地元に戻元できる防災教材として活用できる。さらに全国の火山灰中に含まれる火山ガラスの形状を比較すれば、供給源となったマグマの性質や噴火の規模を予想する学習指導案が作成できる。また少人数

のワークショップや多人数の講義（講演）の場合でも、顕微鏡観察もしくは火山ガラスの顕微鏡写真により、人数や年齢を問わず広く小中学生から一般市民を対象とした火山防災教育が可能であると考えられる。

5. おわりに

これまで中学校・高等学校での火山灰の観察は造岩鉱物の分類に主眼が置かれ、火山ガラスは結晶にならなかった残留物という扱いであった。しかし神戸大学「地学実験 B」での授業後アンケート結果や、大阪府立大学「地学実験」でのコメントが示すように、アカホヤ火山灰中の火山ガラスの観察を通して大学生の火山に対するイメージに変化が生じ、火山災害の認識を深めた。学生らはかつて九州南部で発生した鬼界カルデラの噴火を身近に感じることで、今後の火山防災に備える契機になったと思われる。このことから火山灰中の火山ガラスの観察は、火山災害を学ぶ上で貴重な経験といえよう。

本稿は日本地学教育学会第 68 回全国大会茨城大会の講演「火山がない地域における火山防災教育 - 神戸・垂水日向遺跡での鬼界アカホヤ火山灰を用いて -」（2018 年 8 月：筑波大学）をもとに作成した。

謝辞

本研究を進めるにあたってアカホヤ火山灰の試料を提供して頂いた、神戸市埋蔵文化財センター並びに神戸市教育委員会の方々、さらに発掘当時の写真を提供して頂いた、神戸大学海洋探査センター客員教授の鈴木桂子博士に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省（2017a）、小学校学習指導要領（平成 29 年告示）東洋館出版社、東京、335p.
- 2) 此松昌彦（2018）、理科学習指導要領からの防災教育、和歌山大学災害科学教育研究センター研究報告、2、29-34.
- 3) 文部科学省（2017b）中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編、学校図書、東京、183p.
- 4) 神戸市教育委員会・神戸市スポーツ教育公社（1992）、神戸市垂水区垂水・日向遺跡、第 1、3、4 次調査（日向地区・陸ノ町地区）、286p.
- 5) 町田洋・新井房夫（1978）、南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラアカホヤ火山灰、第四紀研究、17、3、143-163.
- 6) 福澤仁之（1995）、天然の「時計」・「環境変動検出計」としての湖沼の年縞堆積物、第四紀研究、34、3、135-149.
- 7) 浜多嘉太・三好雅也・藤井純子（2019）、福井県坂井市三国町の海岸に分布するガラス質凝灰岩の教材化、福井大学教育実践研究、43、89-96.
- 8) 大場孝信・古川瞳（2003）、火山灰を利用した実践教育、上越教育大学研究紀要、23、1、267-274.
- 9) 安部正幸・大場孝信・渡邊隆（2000）、埼玉県大宮台地南部における関東ローム層の教材化、中学校第 2 分野「大地の変化」の学習から、地学教育、53、5、225-237.
- 10) 気象庁、活火山とは
https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/katsukazan_toha/katsukazan_toha.html#kanshikazan2020 年 6 月 24 日アクセス
- 11) 森脇広・新東晃一・小林哲夫（1991）、九州地方の第四紀テフラ研究 - 巨大火砕流堆積物の第四紀学的諸問題 -、第四紀研究、30、5、329-338.
- 12) 町田洋・新井房夫（2003）、新編火山灰アトラスー日本列島とその周辺、東京大学出版会、336p.
- 13) Steen-McIntyre（1975）、Hydration and Superhydration of Tephra Glass-A Potential Tool for Estimating Age of Holocene and Pleistocene Ash Beds, Quaternary Studies, 271-278.

（受理：2020 年 6 月 24 日）

（掲載決定：2020 年 8 月 1 日）