

学校現場に眠る貫入試験試料に見られる火山ガラスとその教材化

四方優貴¹⁾, 田中里志²⁾

1) 京都教育大学理科領域専攻 rik81186@kyokyo-u.ac.jp

2) 京都教育大学理学科 stanaka@kyokyo-u.ac.jp

キーワード: 火山ガラス, 貫入試験ボーリング試料, 授業実践

(受付: 2012年2月22日)

I. はじめに

私たちが生活する京都盆地には、鮮新-更新世につくられた大阪層群の地層や段丘堆積層、完新世につくられた沖積層などが分布している(市原, 1993)。特に大阪層群の地層中には福田火山灰層やアズキ火山灰層などが見られ、沖積層や段丘堆積層には、始良 Tn 火山灰層(AT 火山灰層)や Aso 火山灰層など広域に対比できる火山灰層が何層も挟んでいることが知られている(加茂, 2005)。

中学校学習指導要領解説理科編によると、「自然の事物・現象に進んで関わることは理科の学習の出発点であり、学習を推し進める力になる」とあり、身近な自然の観察を行うことは理科の授業においてとても重要なことと言及されている。また中学校の地学分野においては、地質時代の決定には「示準化石や鍵層」が扱われ、火山灰の学習においては「火山灰の学習において火山ガラスや他の鉱物の形を観察し、調べる」とある(細谷ほか 2005; 三浦ほか 2005; 戸田ほか, 2005; 吉川ほか, 2008)。しかしながら、実際の授業の中では、火山灰に含まれる鉱物の種類の説明だけにとどまっており、構成粒子を具体的に観察するなど詳しく扱われることが少ないと聞く。

そこで本研究では、公共施設を建築する際に行われる土質貫入試験(地盤の強度を調べるための試験)用として使った試料(ここではボーリング試料と呼ぶ)の観察を通して、火山噴火に伴う証拠、特に火山灰や火山ガラスがそこに残されているかどうかを明確にするとともに、建築終了後に全く利用されことなく学校の片隅でほこりをかぶった状態で放置されているボーリング試料を用いた授業実践(実習・実験授業)の在り方を検討する目的で研究を進めた。

II. 火山灰について

火山灰は、主に有色鉱物と無色鉱物、火山ガラスから構成されている。火山灰に含まれる鉱物の種類や化学組成は噴火する火山によって異なる。それは噴火する際に出てくるマグマが異なるため、鉱物の特徴や化学組成を調べることによりどこの火山でいつ噴火したかを特定することができる(野尻湖火山灰グループ, 1989)。

火山ガラスは SiO_2 を主成分とする非結晶の噴出物で決まった化学組成は持たない。また、噴火する火山により形状が異なっており、火山ガラスを調べることで、いつ、どこの火山が噴火したのかを特定することができる。火山ガラスはマグマ中の気泡の大きさにより形

状が異なり、大きな気泡壁の一部分や大きな気泡と気泡の間を埋めるマグマが破片状になることでつくられるのがバブル型、また小さな気泡がたくさん集まりその間のマグマが破片状になり繊維状の火山ガラスを形成し、それらが束状に集まってつくられるのを繊維(ファイバー)型として分類されている(町田・新井, 2003)。このほかにもマグマの爆発の仕方、粘性によって異なる火山ガラスが生成される。

Ⅲ. 観察したボーリング試料

本研究では、京都教育大学藤森キャンパス(構内の南北2地点)と京都教育大学附属高等学校、附属京都小学校、附属桃山中学校、附属支援学校そしてインターンシップとして通う城陽市立西城陽中学校で掘削されたボーリング試料を観察し、その試料から火山噴火の証拠を見出す試みを行った。

その結果、京都教育大学構内(北側: 標高 37m, 北緯 $34^{\circ}57'09''$, 東経 $135^{\circ}46'21''$, 南側: 標高 44m, 北緯 $34^{\circ}56'57''$, 東経 $135^{\circ}46'23''$), 桃山中学校(標高 35-36m, 北緯 $34^{\circ}56'25''$, 東経 $135^{\circ}46'01''$), そして西城陽中学校(標高 15-16m, 北緯 $34^{\circ}51'24''$, 東経 $135^{\circ}45'55''$) の3施設4地点の試料からそれぞれ火山ガラスを見出すことができた(図1)。また大学構内の試料では北側と南側の両方で火山ガラスが発見されたが、特に北側で掘削された試料からは灰白色細粒で層厚 1cm 程度の火山灰そのものが含まれていたことから、ここでは構内北側から見出されたものについて扱うこととする。



図1 調査地点(火山ガラスを発見した地点)

国土地理院発行 1/25000 地形図「京都東南部」, 「宇治」, 「田辺」の一部を利用

Ⅳ. 試料中から発見した火山ガラス

(1) 京都教育大学構内の試料から抽出した火山ガラス

京都教育大学構内北側におけるボーリング掘削は 14.45m であるが、深度 4.15-4.45m の地点から大きさ 0.5mm 程度で透明色のバブル型火山ガラスが抽出できた(図2)。この試料全体ではとくに多くの火山ガラスが含まれていることが分かった。しかも試料をよく観

察すると、泥炭とともに塊状で灰白色、極細粒の火山灰の一部と考えられるものが含まれていることが分かった（図3）。その泥炭と火山灰の累重関係については不明である。

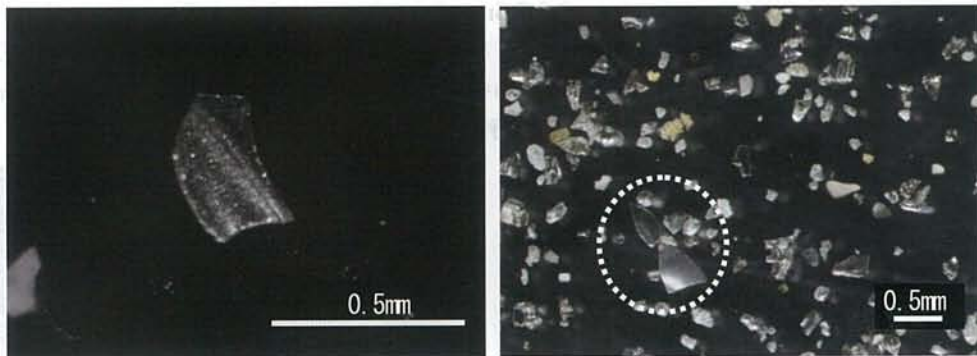


図2 京都教育大学構内北側の試料から抽出した火山ガラス

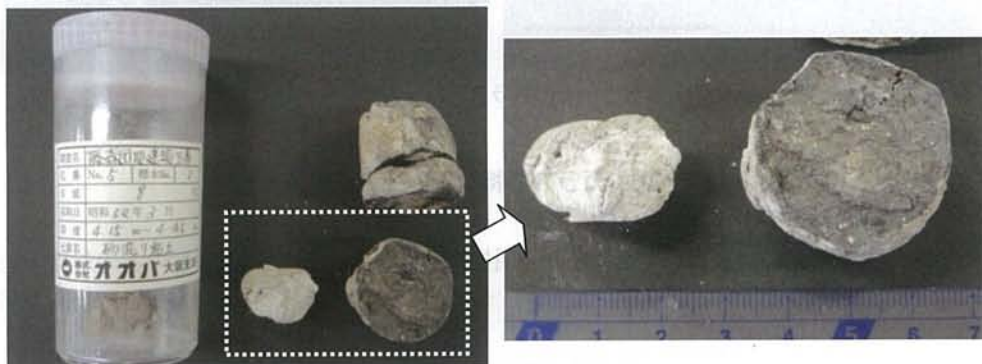


図3 写真左：容器中に入った試料、写真右：塊状の火山灰の一部（左）と泥炭（右）

（2）附属桃山中学校の試料から抽出した火山ガラス

附属桃山中学校におけるボーリング掘削は20.5mで、深度0.5-3.6mの間の試料から、透明色でバブル型の火山ガラスが多く抽出できた（図4）。

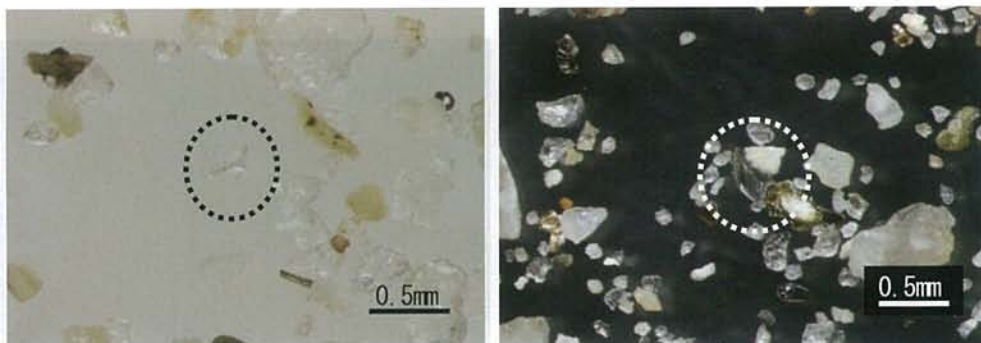


図4 桃山中学校の試料から抽出した火山ガラス

(3) 西城陽中学校の試料から抽出した火山ガラス

西城陽中学校では 15m のボーリング掘削が行われている。そして火山ガラスは表層から深度 0.9m, 0.9-2.1m, 2.1-3.0m, 3.0-5.6m, 5.6-6.6m, 6.6-7.9m, 7.9-8.8m のそれぞれの地層（層準）から見出された。ただし、抽出できた火山ガラスはどの層準も 1%程度 のガラスの含有率でごく僅かである。見つかった火山ガラスは、そのほとんどが 0.5mm 未満の大きさで、褐色を呈してバブル型の特徴を持つものである（図 5）。

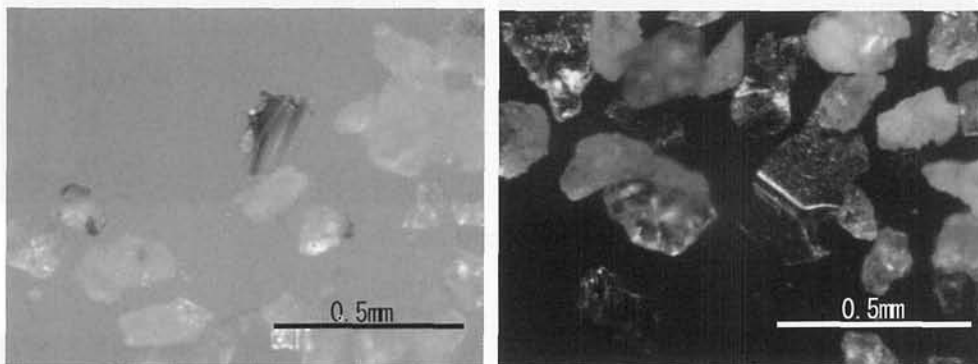


図 5 西城陽中学校の試料から抽出した火山ガラス

V. 火山ガラスの特徴と対比の可能性

(1) 火山ガラスの観察による特徴

本来、火山ガラスの同定では化学分析や屈折率の測定を通して既知のものとの対比を行うが、本報では火山ガラスの形状・大きさ・色など観察を通して判断できる特徴とを比較する方法で同定を試みた。

実体顕微鏡下で火山ガラスの色・形・大きさなどの特徴をある程度比較することは可能である。京都市内では、遺跡・遺構調査や土木工事に伴ってよく見つかる火山灰層があるが、それが鹿児島県始良カルデラ起源の始良 Tn (AT) 火山灰（約 24000 年前）である。比較の例として、図 6 に大学北側のボーリング試料から得られた火山ガラス（右写真）と始良 Tn (AT) 火山灰（左写真）を示す。大学構内で発見された火山ガラスは、透明色・バブル型であるが、その形状や特徴は、始良 Tn (AT) 火山灰層のものと非常に似通った特徴を示していることが分かる（図 6）。

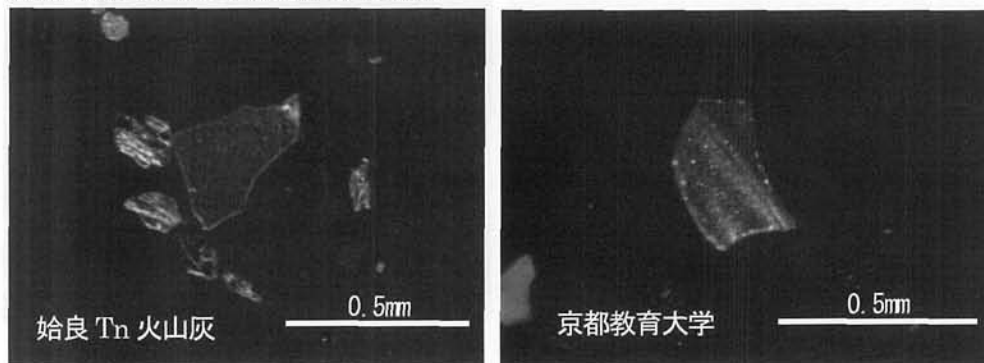


図 6 実体顕微鏡下における京都教育大学の火山ガラスの比較

また附属桃山中学校から抽出された火山ガラスも同様に透明色、バブル型であり、大きさやその特徴は前述の始良 Tn (AT) 火山灰の火山ガラスとよく似ている。したがって大学内で見つかったものと附属桃山中学校から見つかったものは両方とも同一の火山ガラスである可能性が高い。大学北側 (標高 37m) では、火山ガラスを含む地層の深度がおおよそ 4m であることから、おおよそ 33m の標高に火山ガラスを含む地層があることになる。同じく附属桃山中学校 (標高 35-36m) では、火山ガラスを含む地層の深度が最深で 3.6m ということから、こちらも 32-33m の標高に火山ガラスを含む地層があることになる。このように両者とも同程度の標高に同じ特徴を持つ火山ガラスを含む地層があることが分かる。また地形区分としては、どちらも低位段丘面上に形成された堆積物であることなどを考慮すると、両者の火山ガラスは同一の起源である可能性が高いと考えられる。一方、西城陽中学校の火山ガラスは褐色を呈し、バブル型の特徴を示している点で上記二地点のものと明らかに異なっている。近畿地域の広域火山灰として知られている火山灰でこの特徴を持つものは、鹿児島県鬼界カルデラ起源の鬼界アカホヤ火山灰 (約 7300 年前) の火山ガラスが最もそれに近いといえる。

このように観察による特徴からは、大学構内と附属桃山中学校の試料は始良 Tn (AT) 火山灰層の火山ガラスに、西城陽中学校の試料はアカホヤ火山灰層の火山ガラスにそれぞれ特徴が酷似していることが明らかとなったが、さらに確実なものとするためにも詳細な化学分析が必要である。

(2) 火山ガラスの含有率

火山ガラスがどのように堆積したかについては、碎屑物中における火山ガラスの含まれる割合から考えることができる。ここではボーリング試料に含まれる構成鉱物と火山ガラスの割合をもとめ、そこから推定できるこれらの堆積について検討した。

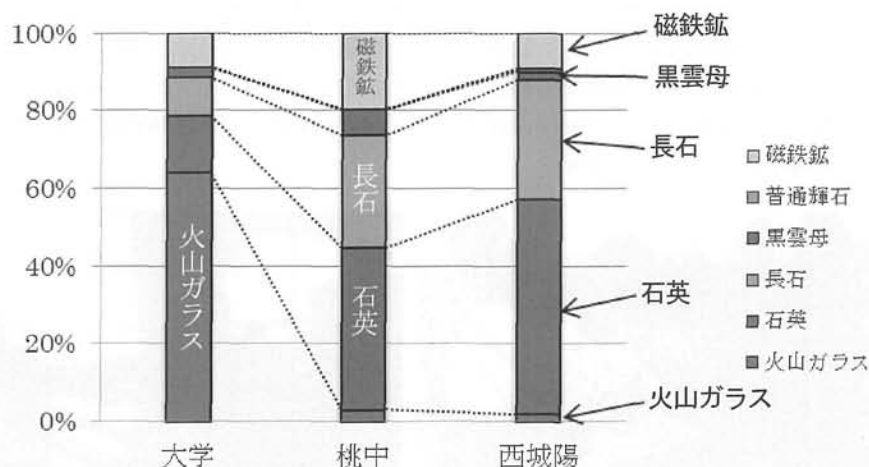


図7 各ボーリング試料に含まれる鉱物の割合

比較した既知の火山灰層の始良 Tn (AT) 火山灰とアカホヤ火山灰はどちらもガラス質火山灰として知られている。一般にガラス質火山灰は、構成鉱物粒の 75%以上が火山ガラス

スで構成されている火山灰のことをいう（町田・新井，2003）。図7には各地点の構成鉱物粒における火山ガラスの割合を示している。大学構内の試料は約6割が火山ガラスで構成されている一方で、附属桃山中学校や西城陽中学校は1割にも満たない値である。このことから、大学で見られる火山ガラスは、降灰によって堆積した火山灰が遠くから運搬されて堆積したものではなく、ほぼ現地性に近い状態で堆積したものと考えられる。容器内に塊状の火山灰層の一部が確認できたのもそのことを示している。一方、附属桃山中学校や西城陽中学校の火山ガラスは、その含有率の低さから砂粒などの碎屑物と混在する形で堆積したか、二次的に削剥・運搬され堆積したものと考えられる。ただし附属桃山中学校の試料は、火山ガラスの含有率が低いとは言えある特定の深度の地層にのみ含まれていることを考慮すると、降灰したものがほぼ同層準内で移動・堆積したものと考えられる。

VI. 授業実践

本研究では、城陽市立西城陽中学校1学年を対象に授業実践を行った。授業は実習形式で、自分の通う中学校から抽出した火山灰（火山ガラス）を観察し、その火山灰の特徴はどのようなものか、またそれはどこから来たものかを考えるという内容である。

この授業実践を行う上で特に注意したことは、一人一人が火山灰（火山ガラス）を観察できる環境を作ることである。碎屑物中に含まれる火山ガラスを肉眼で観察することは難しく、顕微鏡を用いて観察しなければならない。また、碎屑物や火山ガラスを立体的に観察することも重要であるため一般的には実体顕微鏡を用いるのであるが、理科室に一人一台の実体顕微鏡が用意されていることは少ない。そこで生物顕微鏡を用いて碎屑物や火山ガラスの観察が行えないかを検討した。生物顕微鏡であれば学校現場では何台かを取りそろえることが可能となり、学校によっては一人一台の顕微鏡を使える環境がそろっている。生物顕微鏡を実体顕微鏡のように使用するためには、光を上から当てる落射式にする必要がある。そうすることで鉱物の表面で光が反射して立体的に観察することが可能となる。このように生物顕微鏡を用いて対象物を落射光で観察すると十分に立体的に観察することができ、生物顕微鏡での詳細な観察が可能であることが分かった。この方法により、西城陽中学校で貫入試験のために掘削されたボーリング試料を、生物顕微鏡を用いる方法で観察する授業実践を行った（図8）。



図8 西城陽中学校での授業実践の様子

授業後に実施したアンケートには、「一人で観察の方がじっくり観察できてよかった」、「責任感があってしっかり観察できた」など、自身で顕微鏡を用いて観察することが有効であることを伺わせる回答が多くあった。しかしながら、「一人だと分らない時にどうすればよいかわからない」、「みんなで協力してやった方が、達成感がある」など協力して行う方が良いと回答する生徒も若干名おり、協力して実験・観察することの大切さもよく分かった。このことから教員のサポートとともに、生徒全員が共通して認識しているか確認しながら実験や実習を進めることの大切さも感じた。また、火山ガラスの観察では、「立体的に見えてよかった」との回答も多く、生物顕微鏡を用いた火山ガラスの観察は教材として有用であるといえる。

Ⅶ. まとめ

学校現場にあるボーリング試料（貫入試験試料）を用いた火山灰観察の教材化は有効であると考えられる。本来であれば、生徒自らが露頭へ出向き、観察を通して火山灰を採取し、それを顕微鏡で観察することが良いのは誰もが認めるところである。しかしながら、火山灰層の露頭を観察できる条件が整っていることはごく稀で、実際の授業展開の中では事実上困難である。その一方で、教員が採取した火山灰あるいは既製品として教材化された火山灰を観察させる実習や授業のあり方も、ある目的においては効果的といえるが、それでは生徒は身近に感じることはできないと思われる。自分自身が通学する学校の地下から火山灰や火山噴出物が発見できたら、生徒にとっては関心の寄せ方は明らかに違い、身近な大地への興味を持ちやすくなるのではないかと考える。また多くの場合、簡単に入手できる事を考えると、ボーリング試料を活用することの意義は大きいといえる。

本研究では既知の火山灰と観察を通しての比較・同定を試みた。しかしながら、より確かな対比を行うためには、化学分析や屈折率の測定は必要不可欠であり今後の課題となる。そして、ここでは京都盆地内の6か所の掘削試料について検討を進めたが、京都盆地以外の場所においても同様な方法で火山ガラスの抽出が可能かどうか、そしてそれらを使った教材化が行えるかどうかなど調べる必要がある。

文献

- 細矢浩夫ほか 28 名 2005. 理科 2 分野上, 教育出版, 141pp.
市原 実 1993. (市原実編) 大阪層群, 創元社, 340pp.
加茂佑介 2005. 第四紀火山灰の構成物質の特徴と同定・対比, 京都教育大学 2004 年度卒業研究論文.
町田 洋・新井房夫 2003. 新編火山灰アトラス, 東京大学出版会, pp.50-115, pp.180-206.
三浦 登ほか 44 名 2005. 新しい科学 2 分野上, 東京書籍, 139pp.
野尻湖火山灰グループ 1989. 火山灰観察の手引き, 地学団体研究会編, 56pp.
戸田盛和ほか 49 名 2005. 新版中学校理科 2 分野上, 大日本図書, 149pp.
吉川弘之ほか 45 名 2008. 未来へ広がるサイエンス 2 分野上, 啓林館, 147 pp.