

広域テフラについて

にしざわ ふみかつ
西澤 文勝(学芸員)

噴火の大きさ

私はこれまで、地層に保存された日本最大級の大規模噴火の堆積物を追いかけてきました。大規模という言葉を使いましたが、火山灰を大量に出すような爆発的噴火の大きさは、噴出した堆積物の体積を用いて表現することができます。例えば、日常的に噴火する桜島火山（鹿児島県）の1回の噴火で噴出される火山灰の量は $10^4 - 10^6 \text{ m}^3$ クラスです。一方、箱根火山で起こった最大規模の噴火は、約6.6万年前に起きたもので、その噴出物の体積は約 14 km^3 と見積もられています。これは $10^{10} - 10^{11} \text{ m}^3$ クラスで、先の桜島のものと比べると10万倍も大きいことになります。このように火山噴火の大きさは日常生活で馴染んだスケール感からは乖離しています。そして、少し恐ろしい話ですが、日本ではこれよりもさらに1桁大きい 100 km^3 クラスの噴火がおおよそ数万年に1回程度の頻度で起こってきたことが知られています。最近15万年でみると、そのような噴火が多い地域は北海道～北東北や南九州のカルデラ火山であると言えます。

大規模火砕流噴火と広域テフラ

噴出量が 100 km^3 クラスの噴火がおこる



図1. 2013年8月18日の桜島火山の噴火。この噴火では、噴煙が高さ約5,000 mに達し、昭和火口から発生した噴火として観測開始以来最高を記録した。桜島火山で日常的に発生している噴火の中では大きい、噴火現象としてはごく小規模なものである。
撮影：西澤文勝

と、大規模な火砕流が発生し、火山灰が大量に生産されます。一連の噴火の後には、噴出源にカルデラが形成され、周囲は厚さ数 10 m の火砕流堆積物で埋め尽くされます。また、火砕流の灰神楽から舞い上がった火山灰は風に乗り、 1000 km 以上も離れた所まで広く降り積もり、細粒でガラス質の火山灰層を形成します。この一連の噴火堆積物（大規模火砕流堆積物と火山灰）は広域テフラと呼ばれます。

噴火の証拠と地層の目盛り

実は、この広域テフラによって、第四紀の地学現象や人類活動の変遷に関する広域的な対比・編年の研究は飛躍的に進歩しました。どういうことかという、広域テフラが地層中に同じ時間面を示す“目盛り”として役立てられたのです。噴火が起きてから火山灰が降り積もるまでの時間は（たとえ数年かかったとしても）、約46億年の地球の歴史の中では一瞬の出来事であり、ほぼ同時に起きた現象とみなすことが出来るのです。実際に、考古学分野においては、遺跡・遺物の年代を決めるための道具として広域テフラが応用されてきました。例えば、ある土器の埋まっている地層の下から、噴火した年代が分かっている広域テフラを見つけたならば、土器を含む地層はその広域テフラより後の年代にできた地層であると分かるわけです。つまりこの場合は、“土器が造られたのは少なくとも何年前（噴火年代）より後の時代ではないか”と年代の下限を推定することができるのです。噴火現象は人と周囲の環境に大きな影響を与えるので、考古学分野と広域テフラの相性は抜群です。

ここまでをまとめると、広域テフラはまず“大規模火砕流噴火の地質学的な証拠”であり、他分野でも利用される“年代を示す地層の目盛り（同時面）”ということになります。

テフラの同定・対比

さて、これは広域テフラに限ったことではありませんが、火山灰層を見つけ、地層の年代を表す目盛りとして使用したいと

思った場合、どんなことが必要でしょうか。日本にはおおよその噴火年代が分かっており、名前の付いている火砕流堆積物や火山灰が膨大な数あるので、既に知られたその中のどれかと“同じである”と証明できればよさそうです。火山灰を扱う分野では、同じ噴火によってもたらされた噴出物であると証明することを、テフラの同定・対比と表現します。証明する広域テフラを過去の同時面として使おうと思った場合、このことを確かにおこななければなりません。

テフラの同定・対比には、主に野外観察による層位学的手法と、室内分析による記載岩石学的手法の2つの手法を適用します。簡単に説明すると、野外調査ではまずその地層がテフラでできた地層かどうか判定し、対比したい地層の積み重なり順番に矛盾がないかを確認します。テフラは堆積物として地層を作るため、近い場所にあれば肉眼による観察を頼りに同じ地層を追跡できます。しかし、同じ噴火によるものでも、火砕流堆積物の場合は岩相の変化が激しいことや、そもそも地層を観察できる場所が限られているために、野外調査だけでは確度の高い対比はできません。一方、記載岩石学的手法では、テフラの粒子に着目し、顕微鏡観察や化学組成の分析によって、物理化学的な同一性の立証を目指します。

注意しておかなければならないのは、何か1つを調べれば確実に同じテフラだということのできる指標は存在しないということです。これは物理化学的特徴が似通ったテフラが存在する可能性を考えればわかると思います。犯人を追いかける探偵のように、異なる指標を多数用いてクロスチェックを行い、同じ噴火によるテフラであるという確からしさを増す必要があるわけです。

新たな広域テフラの発見

テフラの同定・対比を経て、新たに広域テフラが認定される場合があります。図2に示したのは、最近新たに認定された広域テフラである辺川・笠森5テフラ（Hgw-Ks5）の産状です。日本の主要な広域テ

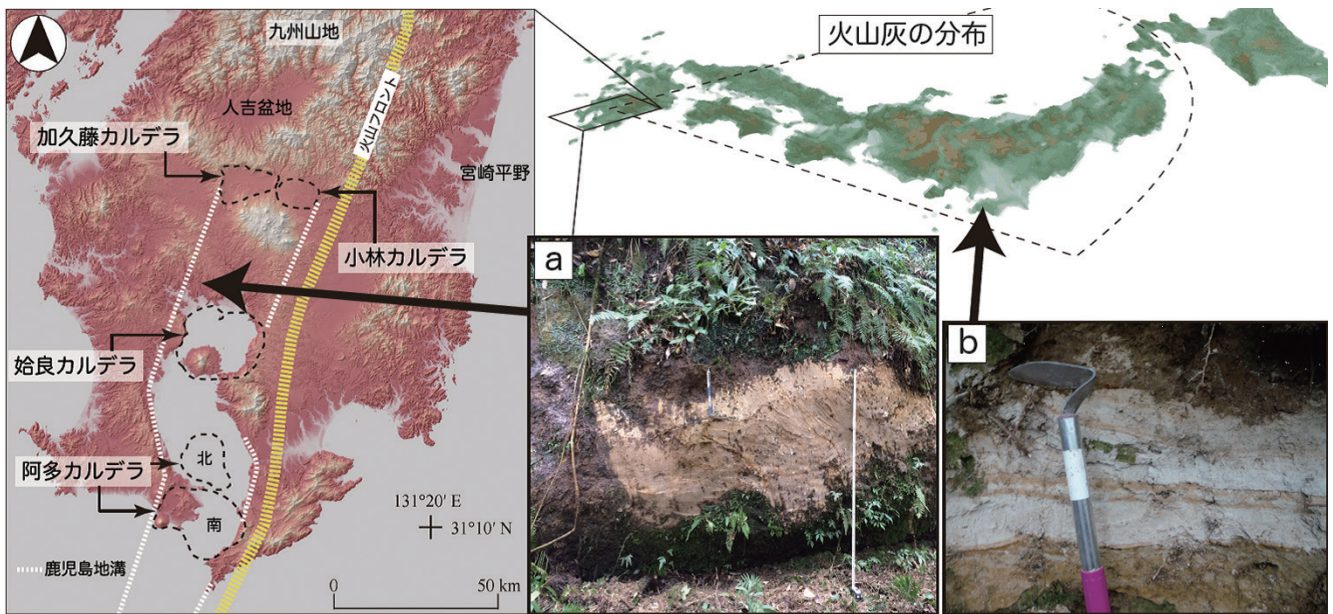


図2. 広域テフラの堆積物としての産状 (テフラ名はHgw-Ks5; ca. 450 ka). 図中のaは給源近傍の辺川火砕流堆積物 (スケールは1 m)、bは遠隔地の笠森5火山灰層 (層厚 約7 cm).

テフラの産地である南九州起源の大規模火砕流噴火によるもので、その年代は約45万年前になります。「辺川」とは火砕流堆積物の模式地である鹿児島県の地名に由来し、「笠森5」とは千葉県の上総層群笠森層中に見つかっていた火山灰層の名に由来します。広域テフラの名称は、このように噴出源と遠方のテフラの関係が分かるように付けられることが多くあります。

加久藤カルデラ以南から、大隅半島南端より南50 kmに位置する鬼界カルデラに至る南九州の地域は、現在も活動を続ける霧島火山群、桜島、開聞岳、薩摩硫黄島といった活火山のほかに、中期更新世からこれまでの間に形成されてきた巨大なカルデラが列をなしています。辺川-笠森5テフラの噴火の拠点となった詳しい場所は特定されていませんが、火砕流堆積物の分布状況や火山ガラスの主成分化学組成から、今の始良カルデラの位置あたりが噴出源の候補に挙がっています。

図2の中のaとbで示した辺川-笠森5テフラの産状が示すように、肉眼だけでは同一のテフラと認めることはできません。今回新たな広域テフラの認定に結びつく決め手となった指標は、火砕流堆積物と火山灰層を構成する両者の火山ガラスの化学的特性の類似性でした。先の話でいうところの、記載岩石学的手法の範疇です。

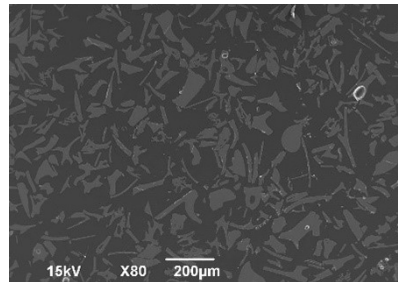


図3. 走査電子顕微鏡による辺川-笠森5テフラ (笠森層中のKs5 火山灰) の火山ガラス。

図3に映っているのは火山ガラスの粒子の断面です。火山ガラスには主にSi・Ti・Al・Fe・Mn・Mg・Ca・K・Naといった元素の酸化物が含まれており、その含有率はテフラごとに特徴があります。この写真はまさに、その化学的特徴を調べるために電子ビームを充てる直前の状態にある試料です。同一のテフラとみられる堆積物から、その噴火をもたらしたマグマの成分を反映する火山ガラスの粒子を抽出し、多数の粒子を分析することで化学組成の類似性を確かめます。その原理や他の記載岩石学的手法については、またの機会にまとめて解説できたらと思っています。

実は、博物館からそれ程遠くない大磯丘陵にも、Ks5火山灰に対比される“TFV”と呼ばれる細粒ガラス質火山灰が

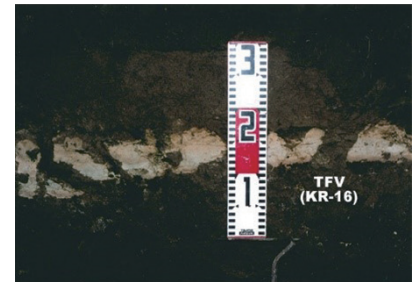


図4. 大磯丘陵に分布するTFV テフラ. 当館ウェブサイト「神奈川の自然, 火山灰層 (テフラ) を探す」より (http://nh.kanagawa-museum.jp/size/tephra/image_thumb.cgi).

知られていました。その厚さは、神奈川県足柄上郡中井町鴨沢で約5 cmです(図4)。

今回の辺川-笠森5テフラの認定では、このTFV テフラの火山ガラスが検討されていません。将来的にはこれも含めた日本各地の辺川-笠森5テフラの相当層で火山ガラスの化学組成の類似性を検証することが必要です。神奈川県は、箱根火山のテフラのみならず、外来の火山地域からの広域テフラも堆積しているのです。今回の紹介で、広域テフラについて少しでもイメージができるようになっていただければ幸いです。

参考

辺川-笠森5テフラの認定に関わる論文の書誌情報は下記ウェブサイトとなります (<https://doi.org/10.1002/jqs.3172>).