

ご紹介いただきました馬場でございます。若輩者ではございますが、務めさせていただきたいと存じます。私、富士山科学研究所 - 旧称環境科学研究所 - の所属となりまして、5年目です。4年前にこちらへ参りまして、普段はスーツなど着たことはありません。山の中でハンマーを片手に作業着で石をカンカン叩く - 当然許可は得ております - 、そんな生活を送っています。タイトルに「古地磁気」というキーワードを掲げました。チバニャンですとか、地磁気の変動が速いですとか、この夏の初旬にニュースになっていたかと思います。そういった岩石がもつ磁気、また地磁気というものに着目して、研究しております。では、地磁気を調べれば、何がわかるのか。こちらのスライドの文字が見えない方は、同じものを配布させていただいておりますので、そちらをご覧ください。

さて、「火山防災 - 火山 - を研究しております」と申しますと、皆さんに「次、いつ富士山は噴火するのか？」ということ、必ず聞かれます。そういったことにお答えしたい、ということもございますので、富士山がいつ・どこで・どんな噴火をしてきたのか、ということに関して、岩石を見ることで、あきらかにしようという研究をしております。皆さん、予知ということをおっしゃるわけですが、私は、あらかじめどんな災害が起こるのか、こういうことを皆さんにお知らせするということが、防災上もっとも大切だと思っております。

今日は、古地磁気からいつ・どこで・どんなという疑問に対して、どう答えられるか考えてみたいと思っております。

まず、噴火年代がわかります。スライドは、御殿場市水土野の高速道路の工事現場です。その露頭、岩石が露出しているところがございます。会場の後ろに控えております主任研究員の吉本と調査したのですが、黒の火山灰、さらに茶色、黒、赤といった火山灰に続いて、その下に角張った岩石が多い地層が認められます。そういう地層の積み重ね、これを層序と申します。下の方にあるほど古いということは、ご理解いただけると

と思いますが、この噴出物の積み重なりには、問題点がございませう。それは、年代がわかっている地層というものが、必要になるということだす。一番上は、西暦 1707 年（宝永 4 年）の、いちばん新しい噴火である宝永のスコリア、下は岩屑なだれという、山が崩れてきた堆積物だす。これはおよそ 2,900 年前のものだすから、この間に 2,600 年間くらいの堆積物—これを火山噴火の履歴といひませう—があるとわかりませう。

次に炭化木といひて、噴火によって焼けた木や土壌を調べませうと、年代がわかりませう。放射性炭素年代測定法といひませう。細かくはお伝えしきれないだす、宇宙線がわずかに地球のなかにくるときに、窒素が放射壊変といひて、性質を変えませう。すると、この同位体比が、炭素（の質量）は本来 12 だすけれども、12・13・14 というものが、ある一定の割合であります。みなさんは今呼吸してひませうのである一定の濃度が体のなかにあります。ただこの炭化木のように死んでしまひませうと、その体のなかに蓄積された炭素 14 は、一定の放射壊変といひませうして、5730 年で半分になる。そのことから、その量比を測定してあげると年代がわかる、というのがこのテクニックだす。

次に先ほど大隅先生がご紹介されませう、本日の主題である貞観の噴火についてだす。こちら「日本三代実録」の記述や、右側の赤色立体地図—航空レーザー測量から溶岩がどうひうふうに流れたかということがわかるもの—などで確認できます。（文献の）記述と、たとえば本栖湖、精進湖、せの海に溶岩が流入した、西暦 864 年（貞観 6 年）の噴火（で流出した溶岩）は、青木ヶ原丸尾溶岩と呼びませうが、この年代が推定できるわけだす。先ほども、大隅先生がおっしゃってひませうましたが、古記録のどこでどんな現象が起こったのかということと、現状で溶岩がどのように分布してひませうのかということがわからなければ、これは対比できないわけだす。

ここで皆さんにクイズだす。「私は何歳でしょう」。三つヒントがあります。お手元の資料からは、わざと省いてあります。さあ、考えてみてください。①私は、30 代だす。②解剖学の知見で、歯のアミノ酸比率を測ったとき、36 歳±2 歳となるだろうとのことだす。③本日は、研究所の火山防災部に属する 6 名がこの会場に来てひませうが、（年齢の順に）60 歳、48 歳、41 歳、38 歳、35 歳、31 歳と、こういう年齢構成だす。

では、この三つのヒントから、私はいつたい何歳だろうかと、さてお分かりになりませう

すか。今まで、ご説明した三つの手法を例にとりてご説明します。

①の「30代」というのが、地層の積み重ねです。②の科学的なテクニックというのは、放射性炭素年代測定法ですね。古記録の記述も、明確に「この31歳というのは、どういう人で……」とわかれば、(人物の)特定につながるわけです。

ここで四つ目のヒントがあったらどうでしょう。私は12歳くらいのときに、秋葉原へ自転車に乗って出かけて行きまして、ウィンドウズ95というOSを買った覚えがあります。非常に鮮明に覚えております。さらに、歌手の宇多田ヒカルさんと同年代です。こういいますと、どうでしょう。意外に若いなど、そんなふうにお感じになりませんか。1983年生まれでして35歳、今年36歳になります。つまり、こういった三つのヒントだけではなくて、四番目のヒントがあったらどうか、これこそが本日お話し申し上げたい古地磁気というものです。たとえば有名な方と同年代だから、同級生だから、あの人は何歳だ、そういうとらえ方をします。そういった手法が、古地磁気というものになります。では、なぜ古い地磁気なのか、というわけですが、皆さんコンパスが北を指すのはご存知だと思いますが、ここでちょっとビジュアルに示しますと、こんな感じで、磁力線というのが出ています。北極からだいたい11度くらい傾いているわけですが、そこで磁場が発生しています。そういった磁場について、ちょうど2月の初めころだったと思いますが、アメリカのNOAAというところが発表しています。1900年がここです。1900年からここまでは動きがゆっくりなんですけど、実は2000年代に入りまして、地磁気の動きが速いということが言われています。そういう国際的な標準の規約は5年間隔で変えるのですが、あまりに速すぎて一年前倒しにしまして、2019年に地磁気の標準の位置を決めるということが、発表されました。ですから、この部分は古地磁気の変化はゆっくりですが、こういう速いところは、差分が大きいわけです。地球の磁場は絶えず変化している、というのが一つのポイントです。

みなさんは京都へ行かれたことはおありかと存じます。碁盤の目のような街路で知られます。京都は平安時代に造られた計画都市で、北極星を頼りに整備されています。ここに二条城がありますが、通りに対して三度くらいずれています。徳川家康が、当時としては最新技術であるコンパスを用いて、築城を命じたのだらうと推定されています。

ですから、北極星を頼りに区画されたところと、コンパスにしたがった場合とを比べますと、真北という基準に違いが生じるわけです。そういったところに、古地磁気の永年変化というものが表れてきます。さらに年代を遡ります。本日は、私よりもご専門の方が多いわけですが、とくに西南日本の遺跡です。ちょうどピンが立っているところの遺跡において、地磁気のデータが集成されております。ホームページでも公開されているものです。登り窯で焼いた土器片に当時の地磁気情報が残っていて、廃棄される時、いちばん最後のときの地磁気の方角ですとか、強さというものを覚えています。そういったデータを、富士山の緯度・経度の情報に直してあげると、このような線になって見えます。この400という数字は西暦です。この400から600、800、1200、そして1600というのが、二条城の築城ですね。伊能忠敬が生きたのは、この辺りです。現在、2000年はこの辺りです。こんなふうに、わずかながら揺らいでいるといったイメージ、これが古地磁気の永年変化という、地球全体で起こっている地磁気の変化です。つまり、現在と、二条城の築城時、古地磁気の方角にはこれだけの差があるということになります。また、溶岩のように熱を帯びている物は年代が推定できるということになります。溶岩には、磁鉄鉱、砂鉄を思い浮かべていただくとよろしいのですが、それからテープレコーダー、カセットテープですね。これらは磁気層といった被膜がありまして、これを読み取ることで、音声ですとか、映像という情報を記録していました。そういった性質のものが、溶岩のなかにもたくさん入っています。これくらいのサイズの石を繰り返し抜き取り、測定機に入れるわけですが、このなかには磁鉄鉱という鉱物が入っています。その鉱物には特徴がございまして、580℃以下になると、その当時の磁化を記録してくれる。そういった、オートタイマーみたいな、温度に依存した磁気の記録媒体です。溶岩というのは、だいたい1,000度以上で噴出して、600度くらいになりますと、もう定置していますので、その時の地磁気方向、この噴出した直後の地球磁場というのが保存されている。つまり、地球全体の永年変化というものと、溶岩のなかの磁鉄鉱が磁場を記録してくれている、この2点が重要です。

ここで話を、歴史時代の噴火に戻したいと思います。火山学者である静岡大学の小山先生が、1998年に、(富士山の)歴史時代の噴火について、10回あったと推定されてい

ます。さらにそのなかで、(古記録の) 記述内容と堆積物の分布域が整合するものは四つだとしております。今回は時間も限られておりますので、先ほど大隅先生からも問題提起がありました西暦 937 年(承平 7 年)の剣丸尾第一溶岩流と今回の主題である貞観の大噴火、青木ヶ原溶岩に関しての測定結果をお伝えしたいと思います。

さて 937 年の「日本紀略」の記事ですが、「溶岩が湖を埋めた」とあります。それと何を突き合せたかと申しますと、「宮下文書」の絵図です。ここに「剣満流尾」とあります。その剣丸尾第一溶岩流が小舟山、現在忠霊塔の麓を中央自動車道が走っていますが、ここは切通になってしまって、住宅地になってしまいましたが、ここに小舟山というのがあったといえます。その山側は湿地帯だったといい、湖があった。これを埋めたのが、剣丸尾第一溶岩流で、それは 937 年のことではないかと推定されています。

そして火山学的には、この剣丸尾第一溶岩流と似た溶岩流が、南側でも発見されました。それが不動沢溶岩流と呼ばれる溶岩流です。この溶岩流は、炭素の年代から、西暦 1000 年くらいに噴火したものではないかとされています。これは石を薄くスライスして光を透過させた画像ですが、この不動沢と剣丸尾第一というのは似ていて、須山胎内や剣丸尾第二という別の溶岩と比較しても、非常に似ております。ですから、南北で同時噴火があったのではないかと、こうした指摘は以前から火山学のなかではありました。では、古地磁気の手法を使った場合はどういうことが言えるのか説明します。その前に、この図の見方の説明がまだでした。この N が北です。D e c というのは偏角の意味でして、真北からこちら左側に行くと西偏マイナス何度、それから I n c というのが伏角という(水平面に対する)角度でして、真北をこう(図の上と)すると、左右が偏角、上下が伏角を表します。つまり偏角いくつ、伏角いくつとわかると、(その溶岩の地磁気は) 図の 1 点で示されます。長さがわかりますと、強度、強さという風になりますが、この偏角と伏角のパラメータを抽出してあげれば、この年代が推定できます。それが 937 年の場合ですと、(偏角は) マイナス 15 度くらい。伏角はほとんど変わらないですが、1000 年の偏角はマイナス 5 度くらい、だいたい 10 度くらい違います。10 度の違いがわかれば、年代が推定できるということです。さて、サンプリングです。どういうふうにするかと申しますと、先ほど繰り抜いたものをお見せしました。許可を得たうえで、

エンジンドリルというドリルを使って、注射をするような要領で取り出してあげる。さらに、岩石自体にも磁力があるとお話ししましたが、コンパスを近づけてしまうと、実はその溶岩が生じる磁場が悪さをして磁針を変えてしまいますので、平安京を造るように、晴れた日に鏡を使って太陽の方角から真北（しんぼく）と書いて真北（まきた）を割り出してあげて、それによって方位を正確に取り出しております。

続いて測定器です。富士山科学研究所の機器ですが、こういったホルダーというものに試料を入れまして、分析器の筒型のなかに入れて測定します。ここに球面座標と書いてありますが、地球を半分に切ったような形をしています。それを偏角・伏角という二つのパラメータにしたものが、こちらの図です。1点で示されていますが、これが、溶岩の古地磁気方位測定の結果です。そういったものを一つの溶岩で複数の場所で採取します。統計上優位にするには測定値が6個以上必要なので、12から20個くらい測定値を出します。その結果がこちらで、先ほどの円の下半分を切っています。このピンク（色の星印）が剣丸尾第一溶岩流で、赤が不動沢溶岩です。ほとんど一致しています。これを統計処理すると、1点で重複します。これは、先ほどのクイズの例でいうと、「宇多田ヒカルさんと同学年です。」ということと同じです。同じ古地磁気方位を示すということは、当時、同じ地磁気の条件で冷えた溶岩であるということがいえます。さらに、永年変化から当てはめると、岩石の古地磁気方位は937年には一致せず、1000年よりちょっと後くらいになります。ですので、今回の古地磁気方位測定の結果、これらは同時噴火である、ということと、年代が1000年から1030年くらいであることが推定できます。考古の調査結果と一致しないではないか、とご指摘をいただくかもしれませんが、西丸尾遺跡、今の竜ヶ丘あたりは昔採石場がありましたが、そこから土器が出土しています。それらの年代は10世紀くらいで、これまで937年の噴火は剣丸尾第一溶岩流だと推定されていたので、この土器編年がおかしいのではないかと、末木氏がおっしゃっています。しかし、世界遺産センターの工事現場の下から富士山科学研究所の内山高が採取した炭化木の年代も1000年頃を示すことと、剣丸尾第一溶岩流の噴火年代を若返らせて、1000年から1030年だと推定すれば矛盾は生じないという結果が得られています。

ここからが本題です。貞観の大噴火ですが、日大の高橋正樹先生が2007年にこのような順序で噴火したのではないかと書かれております(レジュメ17ページ「貞観噴火の推移及び青木ヶ原溶岩の形成過程」)。1、2、3、4と順に流れたとされています。本栖湖とせの海を分けた下り山溶岩流グループが最初に湖に流れ込み、その後、大室山の麓、石塚火口から西湖あたりまで流れました。さらに、長尾山麓の火口から西湖の方に流入して、最後に、朝霧、西の方に流れた溶岩と、例えばジラゴンノ等の広範囲に、長尾山から溶岩流が流れたのではないかといわれております。これが、2年間の間に流れ下ったことが推定されています。私は、864年の噴火、本栖湖とせの海に溶岩流が流れ込んだ(古資料の)記述は確かであると考えております。では、最後の長尾山溶岩流グループは(最初の噴火から)2年なのだから、古地磁気方位は一致するはずだと考えて調査しました。しかし、青木ヶ原溶岩流は一筋縄ではいきませんでした。この西側の05番というもの、永年変化からすると864年付近に一致するのですが、他の箇所、鳴沢の各所で測定したものは伏角が浅くなっています。一致しません。これはどういうふうに解釈できるのかということですが、例えば噴火の年代が違う。回数が違うということも考えられます。あるいは、この青木ヶ原溶岩流は磁化が強い、コンパスが狂ってしまうなんて話もあります。先に流れた溶岩流が地場を歪めてしまっているのではないかと考えています。剣丸尾はうまくいったのですが、青木ヶ原は実はうまくいきません。その解釈、研究を今現在しております。さらに疑問点として、噴出率の例があります。荒井氏が中心となってまとめた青木ヶ原のボーリング調査のデータから、せの海の形もわかってきたのですが、大体噴出量が1.3キロ立方メートル。富士山の最近の噴火の中でも一番大きいです。それを2年間という時間で割ると、毎秒約28立方メートルとなるので、大体3メートルの立方体が1秒間に噴出したという計算になります。25メートルプールでいうとおよそ10~20秒でいっぱいになってしまいます。これが2年間ずっと続かないと(青木ヶ原溶岩は)この規模になりません。高橋氏によるとキラウエア火山のプウオオ火口の5.6倍になるということです。結論はまだ申し上げられませんが、なぜ古地磁気方位は一致しないのか。本当に2年間の噴火活動であったのか。このふたつの疑問点をもって研究に臨んでおります。

まとめますと、いままで三つの年代推定方法がありました。そこに新たな四つ目の手法に取り組んでおります。この古地磁気方位測定の意義は、富士山は頻繁に噴火しています。年代が不明のものもあります。それらを1個1個丹念に調べることで、年代の指標を作ることができて、さらに富士山の噴火年代がわかれば、他の火山の古地磁気方位も調べると、比較によってその噴火年代もわかるかもしれない、ということです。富士山の活発な活動を利用した研究といえます。さらに、考古遺跡、土器片等の調査とも協力できれば、と考えております。以上です。