

1 浜名湖周辺に分布する火山灰と古環境の推定

1. 動機・目的

昨年度に引き続き浜名湖周辺の火山灰を調査する。さらに、調査範囲を拡大し、近隣の火山灰層との対比を行う。また、花粉化石から当時の植生を推測し、Ha-1火山灰層が堆積した当時の浜名湖の形状や古環境の変遷を推定する。

2. 研究内容

(1) 浜名湖周辺の火山灰層

浜名湖周辺には、Ha-1からHa-8までの8枚の火山灰層が存在する。そこで、露頭を観察、火山灰を採集して火山灰層の特徴などを詳細に調査した(表1)。刑部公民館東では新たに火山灰層を発見し、Ha-0と名付けた。Ha-0からHa-7の合計8枚の火山灰層を採集することができた。なお、Ha-8は未発見である。

表1 浜名湖周辺の火山灰層

火山灰	分布地域	鉱物組成
Ha-7	雄踏町山崎	qt,fl,opx,ho,bi
Ha-6	雄踏町山崎	qt,fl,opx,ho,gl
Ha-5	佐浜町一大久保町	qt,fl,ho,opx
Ha-4	庄和町	qt,fl,opx,ho,gl
Ha-3	細江町老ヶ谷	qt,fl,opx,ho,gl
Ha-2	細江町伊目	qt,opx,ho,bi,gl
Ha-1	細江町油田	qt,fl,opx,ho,mg
Ha-0	刑部公民館東	qt,fl,ho,bi

qt:石英 fl:長石 ol:かんらん石 cpx:普通輝石
opx:しそ輝石 ho:角閃石 bi:黒雲母 mg:磁鉄
鉱 gl:火山ガラス

(2) 近隣地域のテフラ

浜名湖周辺から調査地域を拡大して、浜名湖西側に堆積するAt火山灰層、静岡市の有度丘陵に堆積するNg火山灰層について、実際に露頭に行き、火山灰層を中心に露頭を観察、試料を採集して火山灰層の特徴などを詳細に調査した。

浜名湖の西側ではAt-1,3,5という3枚の火山灰層を発見した(表2)。また、静岡市の有度丘陵ではNg-1,2low,2up,4という4枚の火山灰層を発見した(表3)。

表2 浜名湖西側の火山灰層

火山灰	分布地域	鉱物組成
At-5	湖西市吉見	qt,ho,opx,mg,bi,gl
At-3	豊橋市高塚	qt,fl,ho,opx
At-1	豊橋市細谷	qt,fl,gl

表3 有度丘陵の火山灰層

火山灰	分布地域	鉱物組成
Ng-4	静岡市日本平	qt,fl,opx,ho,bi
Ng-2up	静岡市日本平	qt,fl,opx,ho
Ng-2low	静岡市日本平	qt,fl,cpx,opx,ho,bi
Ng-1	静岡市安居	qt,fl,ol,cpx

(3) パミスによる火山灰層の対比

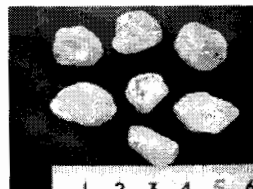


図1 Ha-1パミス

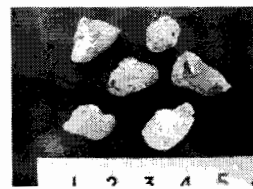


図2 At-5パミス

Ha-1とAt-5は図2, 3のようなパミス(火山ガスが発泡してできた白色の軽石)を多く含む特徴的な火山灰層である。

ア. 仮説

パミスの含水率や重鉱物組成を比較すれば、これらの火山灰層の同一性を検証できる。

イ. 実験方法

まず、表面の水分をとばしたパミスを強熱し、含まれる結晶水を飛ばし、重さの減少量を調べた。その結果から、浜松市細江町油田(Ha-1)、浜松市細江町落合橋(Ha-1)、湖西市熱田神社南(At-5)のパミスの含水率を求めた。また、双眼実体顕微鏡を用いて重鉱物組成を調べた。

ウ. 結果

表4のように、油田、落合橋、熱田神社南のパミスの含水率と重鉱物組成は極めて近い特徴を示した。したがって、油田、落合橋、熱田神社南のパミスは同一のものであることが分かった。

表4 パミス分析結果

採集地	油田 (Ha-1)	落合橋 (Ha-1)	熱田神社南 (At-5)
含水率 (%)	8.48	8.70	8.23
重鉱物組成	opx,ho, mg	opx,ho, mg	ho,opx,mg, bi

また、谷下班の過去の調査によりHa-1と浜松市引佐町谷下で産出するパミスは同一のものであることが分かっている。従って、今回の調査で、Ha-1、At-5、谷下のパミスが同一のものであることが明らかになった。以降、油田、落合橋、熱田神社南、谷下のパミスをまとめてHa-1と呼ぶ。

(4) Ha-1、At-5、谷下のパミス

Ha-1は風化したパミスからなる火山灰層である。露頭調査からパミスの特徴として、以下のことが分かった。

- ア. 丸くて角がなく、円磨されていること(図1, 2)
- イ. 層が20~30cmと厚いにも関わらず、Ha-1が採集できる露頭が少ないこと
- ウ. パミスが火山灰層中ではなく、泥層中に含まれていること
- エ. 昨年度の火山噴火のモデル実験から、碎屑物は粒径が大きいほど火山の噴出源近くに堆積することが分かっているが、Ha-1のパミスは、粒径が大きいにも関わらず、採集地点近くに大きな火山がないこと

これらの事実から、Ha-1パミスは偏西風などに乗って飛んできた降下軽石ではないと判断した。

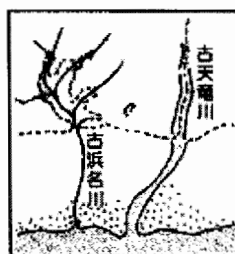
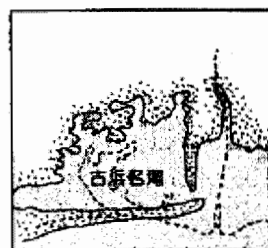
このことから、パミスは太平洋側を海流に乗って流れてきて浜名湖に流入し、海岸線に沿って堆積したものであるという仮説を立てた(図3)。また、Ha-1パミスは海成泥層である天満平泥層中にも産出し、一般に漂流パミスは海成層に堆積するという特徴に一致する。



図3 パミス漂流の様子

万年前に堆積したことが明らかになった。また、露頭調査により分かった層序から、Ha-1火山灰層はHa-3火山灰層より下の層なので、24万年より前に堆積したことが分かる。

文献「浜名湖の生い立ち」(池谷仙之 2000)に、ヴェルム氷期(約2万年前)と、リヌーヴェルム間氷期(約6~12万年前)の浜名湖の図がある(図4, 5)。この間氷期と氷期の間には、多くて10万年、少なくとも4万年の差がある。その間の海進、海退によって、浜名湖の形状が大きく変化している。Ha-1パミスの上位に堆積するHa-3火山灰層が24万年前のものであるからHa-1パミスは24万年より前、つまり、リヌーヴェルム間氷期より以前に堆積したことになる。このとき、Ha-1火山灰層堆積当時と、リヌーヴェルム間氷期には少なくとも12万年もの差があるので、浜名湖の形状は、リヌーヴェルム間氷期のときのものととは違うと考えた。さらに、パミスが漂流してきたことを実証するモデル実験で、できるだけ当時の形状に近づけて実験したいと考えた。そこで、Ha-1パミスを用いて、24万年前以前の浜名湖の形状を推定することにした。この際、Ha-1火山灰が採集できる引佐町谷下、細江町油田、湖西市熱田神社南の三地点の隆起量の関係が分かれば、現在の地図を用いて地形がどの程度隆起したのかが分かったと考えた。

図4 ヴェルム氷期
(約2万年前)図5 リヌーヴェルム
間氷期(約6~12万年前)

ここで隆起量というのは、Ha-1パミスが堆積した当時から、ある特定の地点が現在までにどの程度隆起したかを示す量である。例えば、Ha-1火山灰採集地である谷下(標高55m)は、パミス堆積当時は、海岸線上(標高0m)に位置していたため、パミス堆積当時から55m隆起したことが分かる。このとき、この55mの差のことを隆起量と呼ぶ。

ア. 方法

- ①愛知県東部から静岡県西部の広範囲の地図を作製し、Ha-1火山灰が採集された引佐町谷下、細江町油田、湖西市熱田神社南の三

(5) Ha-1堆積当時の浜名湖の形状の推定

昨年度の研究で、広域テフラとの対比により、Ha-4火山灰層は9.5万年前、Ha-3火山灰層は24

地点に印をつける。

- ②三地点の標高はそれぞれ、谷下が55m、熱田神社南が15m、油田が5mである。谷下と油田を結び、この線を線Aとする。谷下と油田の標高差は50mなので、隆起量に50mの差がある。隆起量の差を10mごとに区切るために、線Aを5等分する。
- ③熱田神社南の標高は15mなので、線A上の15mの点と、熱田神社南を結ぶ。このとき、線A上の15mの点と熱田神社南を結んだ線を線Bとする。
- ④標高の1の位が5であると、現在の等高線を読む際に分かりにくいので、点と点の間点から、線Bと平行かつ等間隔に地図全体に線を引く。
- ⑤地図上に引かれた線は、隆起量が等しい線を表す。よって、それぞれの線の隆起量の数値と等しい現在の等高線との交点に印をつける。
- ⑥地図上に引かれた全ての線において⑤の作業を終えると、同一線上にいくつか点がある。点どうしの内側及び外側の高さが、線が示す隆起量よりも低い場合は、そこは海であったと考えて色鉛筆で青く塗る。
- ⑦⑥で海と陸の区別がついたので、残りの点同士を順番に結び、陸を茶色で塗る。

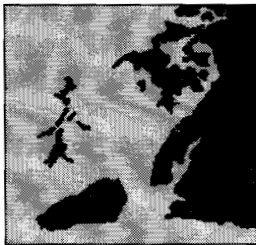


図6 古浜名湾推定図

イ. 結果

図のとおり、Ha-1堆積当時の浜名湖の形状の推定することができた。以降、現在の浜名湖と区別するため、Ha-1火山灰層堆積当時の浜名湖を古浜名湾と呼ぶことにする。

ウ. 問題点

- ①現在の等高線を利用せざるをえなかったこと
- ②隆起量が一定であるとは限らないこと
- ③隆起や沈降に関わらず、天竜川が土砂を堆積させていると考え、陸地であると仮定したところがあったが、その仮定が正しいとは限らないこと

(6) 古浜名湾におけるパミスの漂流実験

パミスが堆積した24万年より前の古浜名湾の環境を実際に見ることは不可能である。そこで、

推定した古浜名湾をもとに陸地の模型を製作してモデル実験を行うことで、Ha-1パミスが漂流してきたことを検証できると考えた。

ア. 仮説

Ha-1パミスが浜名湖に漂着した。

イ. 実験方法

古浜名湾に見立てた模型を作成し、水中モーターを利用して、Ha-1パミスを流し、パミスの漂着の様子を観察する。

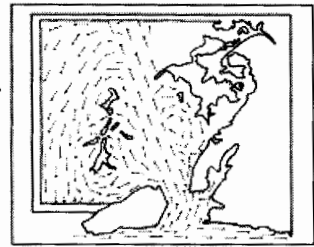


図7 実験でのパミスの動き

ウ. 結果

Ha-1パミスはモデル実験において、図7のように湾内に進入し、漂着した。このことから、当初の仮説であるHa-1パミスは古浜名湾に漂流し、漂着したということが実証された。また、パミスの漂流には海流や湾内の地形が大きく影響していることが分かった。

(7) 花粉化石分析

ア. 動機

Ha-1パミスが堆積した当時の気候を推定する。また、火山灰調査により、Ha-0~Ha-7までの火山灰層を発見し、そのうちHa-3、Ha-4火山灰層については堆積した年代が明らかになっている。さらに、各火山灰層の上下の泥層に含まれる花粉化石を調べれば、植生から、堆積した当時の環境や気候を知ることができ、年代との関係も分かるのではないかと考え、花粉化石を分析することにした。

イ. 花粉化石観察の事前処理実験

花粉化石を分析するために採集した粘土層やシルト層の試料から花粉化石を取り出す処理を行った。

ウ. 実験手順

- ①火山灰層の上下の粘土層、シルト層から握りこぶし大の試料を採取する。花粉化石はシルト・粘土・泥炭・亜炭などに多く含まれている。
- ②採取した試料を手で粗く砕く。
- ③水酸化カリウム処理を行い、フミン酸を除去する。
- ④試料に水を加えながらガラス棒で練るようにして泥化する。
- ⑤泥化した試料にたっぷりと水を加え、ガラス棒で攪拌して、2時間ほど沈殿させ、上澄

みを捨てる。上澄み液がきれいになるまでこの作業を繰り返す。

- ⑥沈殿物を少量ずつ蒸発皿に取り、水を加え、机の角などに軽くコツン、コツンとぶつけて、砂などの中に潜り込んでいた花粉化石を舞い上がらせる。その後、上澄みを静かにピーカーに移す。
- ⑦花粉に付着している鉱物分を除去するために、フッ化水素酸処理を行う。反応が収まったら、ドラフトの中で一昼夜放置する。
- ⑧一昼夜放置した試料を⑤の要領で4～5回水洗いする。
- ⑨水洗いの終わった試料をよく振ってから遠沈管に移し、遠心分離機で濃集する。
- ⑩試料と等量の氷酢酸を加え、攪拌してから遠心分離し、上澄みを捨てる。
- ⑪花粉と一緒に残したセルロースなどを除去するため、アセトリシス液(※1参照)を試料と等量加え、攪拌してから2分間湯せんし、遠心分離後、上澄みを捨てる。
- ⑫アセトリシス処理の終了した試料に水を加え、60rpmで遠心分離する。遠心分離後、水のみを捨てる。
- ⑬グリセリンゼリー(※2参照)を湯せんし、等量を試料に滴下する。
- ⑭グリセリンゼリーを滴下した試料を、湯せんしながらよく攪拌し、その後試料を駒込ピペットでスライドガラスに滴下する。
- ⑮スライドガラスにカバーガラスをかけ、その周りを無色透明のマニキュアでシールする。

※1：アセトリシス液は処理直前に、無水酢酸9に対して濃硫酸1を滴下して作る。

※2：グリセリンゼリーは水にゼラチン粉末を2時間浸し、その後、グリセリンとフェノールを加え、煮詰めて作る。なお、グリセリンゼリーは紫外線に当たると変色するため、茶色の色素瓶に入れ、瓶の外側をアルミホイルで包んで保存する。

エ. 観察方法

生物顕微鏡を用いて、400倍～600倍の倍率で花粉化石を観察する(図8)。粒形・大きさ・表面

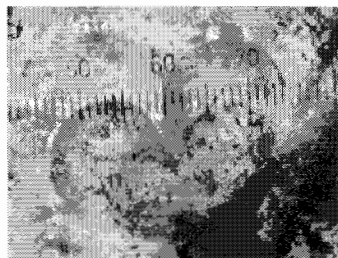


図8 花粉化石一例

模様などをよく観察し、立体的な特徴をつかむ。そして、花粉化石の写真や現生花粉のプレパ

ラートなどを参考にして、属を同定する。なお、花粉化石の形状だけで植物種まで同定することは難しいため、調べるのは属までとするが、属だけでも当時の植生をよく反映している。

オ. 結果

Ha-1の下とHa-1の上の泥層に含まれる花粉化石を分析した結果、ほとんどが暖帯～温帯に属するものであった(表5、図8)。Ha-1堆積当時の浜名湖周辺は暖かい気候だったと考えられる。

表5 花粉化石分析結果

層準	含まれていた花粉化石
Ha-1 上	アマモ、コナラ、スギ、シラキ、ツガ、マツ、モチノキ
Ha-1 下	スギ、アマモ、クマシデ、コナラ、ブナ、マツ、ミズマツ

Ha-0からHa-7までも同様に上下の泥層の花粉化石を分析したが、いずれも暖かい気候を示した。これは試料を泥層から採集したためだと思われる。

カ. 考察

- ① Ha-1下とHa-1上、Ha-4下とHa-4上かつHa-5下、Ha-7下とHa-7上では上下層で同じような特徴を持っていたので、各火山灰が堆積した時も堆積した前後と同じ環境であった可能性が高いと考えた。
- ②花粉化石の割合の推移を見ると、古い年代の裸子植物は被子植物に比べて花粉化石として残りやすい(岩波洋造(1980)花粉学より)にもかかわらず、時代が新しくなるにつれてマツの割合が増えていたことは、古い時代にはマツが少なかったためであると考えた。
- ③観察できたほとんどの植物が暖帯・温帯に生息するものであることが分かったが、環境の変化に特に大きな特徴を認められるものがなかった。
- ④全体的に暖帯や温帯の湿地や海岸、川岸に生息する植物が多かったのは、試料を泥層から採集したためだと考えた。

(8) 浜名湖周辺に産出する化石

引佐町谷下のHa-1付近では淡水性で温暖な気候に生息するワニやコイ、フナの化石が産出する(図9)。また、佐浜町のHa-4の下からはナウマン象の化石が産出する(図10、11)。

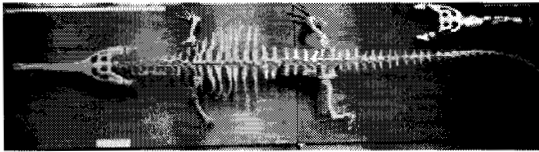


図9 ワニ化石

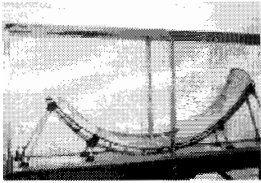


図10 ナウマン象化石



図11 ナウマン象化石

3. 考察 ―古環境の推定―

Ha-1火山灰層が堆積した当時の古浜名湾は、内湾性で現在と比べてやや大きく、ワニやコイやフナが生息していた。Ha-1火山灰層堆積後は少なくとも2回の海退―海進サイクルがあった。そのサイクルの間にHa-2,3火山灰層が堆積した。なお、Ha-3火山灰層(阿多島浜テフラ)が堆積したのは約24万年前である。その後は温暖な気候が続き、佐浜泥層が厚く堆積した。泥層が堆積している間にHa-4から7火山灰層が堆積した。なお、Ha-4火山灰層(鬼界葛原テフラ)が堆積したのは約9.5万年前であり、当時の浜名湖周辺にはナウマン象が生息していた。その後、海退が起こり天竜川を起源とする礫層が堆積した。やがて堆積した地層は隆起し、現在の三方原大地を形成する。地表に出た地層は天竜川や風雨によって浸食を受け、現在に至る。なお、泥層が堆積した当時の浜名湖周辺には、マツやスギやコナラなどの植物が繁栄していた。

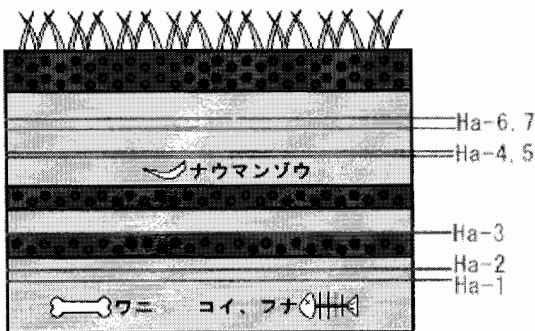


図12 推定した堆積の様子

4. 今後の課題

- (1) より多くの場所で野外調査を行い、火山灰の産出地、非産出地のデータを増やす。野外調査

を行い、Ha-0から8火山灰層の上下関係を詳細に調べたい。また、Ha-8火山灰が発見できていないので、発見して調べたい。

- (2) パミスの同定方法が含水率と鉱物組成のみと要素が少なかったので、単位断面積あたりの穴の数の測定などを行い、同定要素を増やしていきたい。
- (3) Ha-1火山灰堆積当時の浜名湖の形状推定図を用いて、その沿岸線にあたる場所に野外調査に行き、実際にHa-1火山灰層が産出されるかどうかを確かめたい。
- (4) 漂流実験に関しては、実際にはパミスが産出しているのにパミスが漂着しなかった点を改善し、より正確な実験を行いたい。
- (5) 花粉化石分析に関しては、資料を十分集めることができず、花粉化石の同定を非常に限られた種類の中で行ったので、豊富な資料の中から正確な同定を行いたい。

5. 参考文献・謝辞

- ・杉山 雄一(1991)渥美半島-浜名湖東岸地域の中部更新統
地質調査書月報 第24巻 第2号 75-109ページ
- ・町田 洋, 新井 房夫(2003)新編火山灰アトラス―日本列島とその周辺―
東京大学出版会
- ・池谷 仙之(1988)浜名湖の起源と地史的変遷に関する総合研究
静岡大学理学部 遠州自然研究会 7-28ページ
- ・松下 まり子(2004)花粉分析と考古学
同成社
- ・佐竹 義輔, 原 寛, 亘理 俊次, 富成 忠夫(1989)日本の野生植物 木本 I・II
平凡社
- ・池谷 仙之(2000)浜名湖の生い立ち
静岡地学 第81号 1-12ページ
- ・岩波 洋造(1980)花粉学
講談社

また、この研究を行うにあたり、多くの方々に御協力、御指導を頂きました。ここで改めてお礼を申し上げます。