

花粉化石による古環境の推定

愛媛県立松山南高等学校 理数科 3年
吉田彩乃 宮内音寧 羽藤愛

After the past great eruption, there should have been a big environmental change. In that study, we analyzed pollen fossils stratum. Furthermore, we estimated the environment then using them. The place was the damp ground of Saragamine. The key beds we observed 7,300 years old and is included there. There are many predominant spore fossils. However, we were able to analyze some pollen fossils. Cool temperate vegetation seems to increase around the world.

1 はじめに

過去に破局的な被害を及ぼした火山活動として始良カルデラ(3万年前)、鬼界カルデラ(7300年前)がある。これらのカルデラは今後も活動する可能性があり、注視され、危惧されている。(図1) それほどの噴火を起こした後の世界はどうだったのか。私達は、花粉化石を用いて、噴火後の環境の変遷を推定したいと考えた。

滝谷(1997)によると、花粉は膜が丈夫であるため、長い間地層中に堆積していても形態がそのまま残ると報告されている。各年代の地層から産出する花粉化石を調べることで、噴火後の年代ごとの植生と気候を推定できるのではないかと考えた。

過去の環境を知ろうとした際、愛媛県には植生に関するデータが少ないことが分かった。そこで、自分たちの手で調査し、過去の植生を知り、古環境を推定することはできないか、と考えた。

2 仮説

過去10,000年の気温変動のデータでは、ここ100年の気温上昇が目立っている。それ以外では、縄文海進という最終氷期の最寒冷期後(約19,000年前)から始まった海面の上昇から、地球規模での温暖化が考えられる。気温のピーク時である約6,500~6,000年前まで海面の上昇が続いた。愛媛県中予地方の皿ヶ嶺でも同じように、約6,000年前まで気温は上昇して、その後下降したと考えられる。それに準じた植生の変化として、6,000年前ごろからマツ、モミ(亜寒帯、冷温帯に属する)が多めに、6,000年以前はツガ(温暖帯に属する)が多めに見られると考えられる。



図1 朝日新聞記事より

3 調査①

(1) 採取場所(群中層)

愛媛県伊予市南西部に分布する郡中層は、礫、砂、シルト、及び粘土の互層によりできている。

群中層には、扶桑木と呼ばれる埋れ木の露頭が見られ、メタセコイアなどの植物化石や、淡水生の貝化石が見られていることから、昔、水中であったことが考えられる。さらにマツなどの花粉化石が見つまっていることから、地中に花粉化石が数多く残っているのではないかと考え、伊予市の五色浜にある群中層を選出した。(図2、図3)

高橋(1985)より、堆積時の気候が、寒冷→温暖→急激な寒冷→温暖、という風に移り変わっていることが確認されている。本研究では、年代の異なる層ごとに調査を行うため、地質図から五色浜のGc(前期更新世258万年前～77万年前の礫、砂及び泥)で示される

五色浜の群中層の風化した泥岩を、泥岩の状態や色、位置などから4層分を選出、採取した。

(2) 方法

- i. ハンマーを用いて露頭の岩石を採取する。
- ii. 採取したサンプルを圧砕し、こし機を用いて細かくし、化石を抽出する。
- iii. ①腐植酸などの分解、脱色を行うため10%NaOHaqを加え、1日2回攪拌を行う。
②1日2回攪拌を行い、上澄み液を捨てる。これを7日間行う。
③攪拌の2分後、上澄み液1/3を捨てる。
④粘土鉱物、砂を取り除くため、フッ化水素酸を加えて、24時間静置する。
⑤4時間に1回の水洗を5回行う。
⑥攪拌の1分後、3回上澄み液1/3を捨てる。



図2 群中層
(20万分の1地質図幅「松山」)



図3 五色浜



図4 郡中層採取場所

⑦遠心分離に数回かけ、上澄み液を捨て、試料を濃集する。

⑧NaOHaq を加える。

⑨再び遠心分離にかけ、濃集する。

⑩ホイヤー氏液を用いてプレパラートを封入する

- iv. 作成したプレパラートを光学顕微鏡で観察する。花粉の大きさ、形、発芽溝・発芽孔の数・配列状態や発芽溝の大きさに注目して同定を行う。各サンプルの樹木花粉が 200 個以上になるまで同定・分類し、数種類の花粉化石に焦点を置いて、花粉化石の同定を行う。



図5 遠心分離の様子

(3) 結果

1つのプレパラートにつき約3個の割合で見られた計30個の化石はほとんどが孢子であり、属の同定ができず、当研究の主題である環境の推定が不可能であった。また試料から見つかる化石の数が少ないため十分な信頼性に満たないとし、同定および調査の続行は困難であると判断した。

4 調査②

(1) 採取場所(皿ヶ嶺の竜神平)

調査地は、時代が古すぎず、また明確な時代測定を行える場所を選ぶ必要がある。愛媛県東温市に位置する標高1271mの皿ヶ嶺は、湿地であることから連続した堆積作用が期待できる。また、アカホヤ火山灰が見られたことから、7300年周辺の地層であることが予想された。よって、時代がある程度正確に判断でき、交通の便も良いことから皿ヶ嶺を調査地として選出した。

竜神平は、皿ヶ嶺の山頂付近にある湿地であり、年代ごとの植生の変化を見ることができる。また、調査を行っていくなかで、アカホヤ火山灰の存在を確認できたため、時代の推定が可能であると考えた。

現在の皿ヶ嶺は、頂上付近にブナやミズナラなどの冷温帯落葉広葉樹林が分布している。

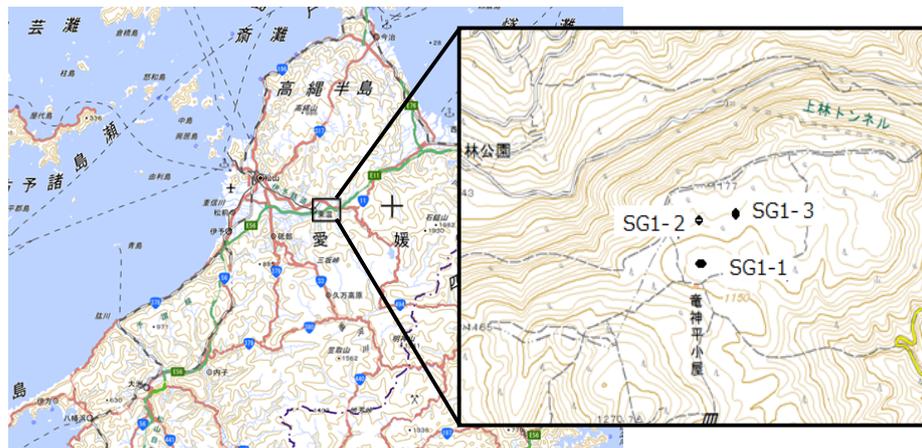


図6 地図(東温市皿ヶ嶺付近)

(2) アカホヤ火山灰

過去に破局的な被害を及ぼした火山活動として鹿児島県南部の竹島に位置する始良カルデラ(3万年前)、鬼界カルデラ(7300年前)がある。その噴火によって堆積した火山灰をアカホヤという。琵琶湖では、3～5cm、皿ヶ嶺では40cm以上、九州南部では1mの堆積が確認されている。褐色の土壌であるため、一目で識別できる。

(3) 方法

- I. T字サンプラーを用いて地表から地下1mのボーリング調査をする。ボーリングコアを10cmごとに分けてサンプリングを行う。ただし、土質が変化した場合は変化した場所に分ける。
- II. 3調査①の(2)方法iiiと同様に薬品処理を行う。



図7 鬼界カルデラ



図8 サンプラー

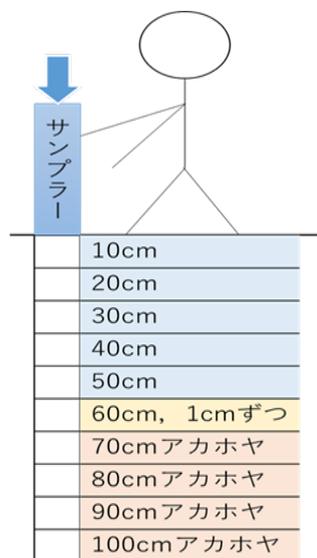


図9 ボーリング調査

5 同定

(1) 花粉と孢子の選別

今回調査を行った土壌の中には花粉と同様に孢子も見られた。花粉は大きさや形、発芽溝の数、表面の構造などに複雑な構造がみられる。それに対し、孢子は楕円形に溝が一つという単純な形であり、表面等に特徴がみられない。

今回私たちは、第一に花粉または孢子の大きさ、次に外形、最後に溝の数と形に着目し、花粉と孢子の選別を行った。

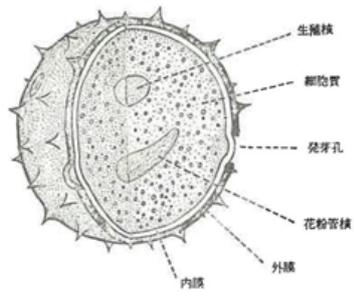


図 10 花粉『花粉学』より



図 11 胞子

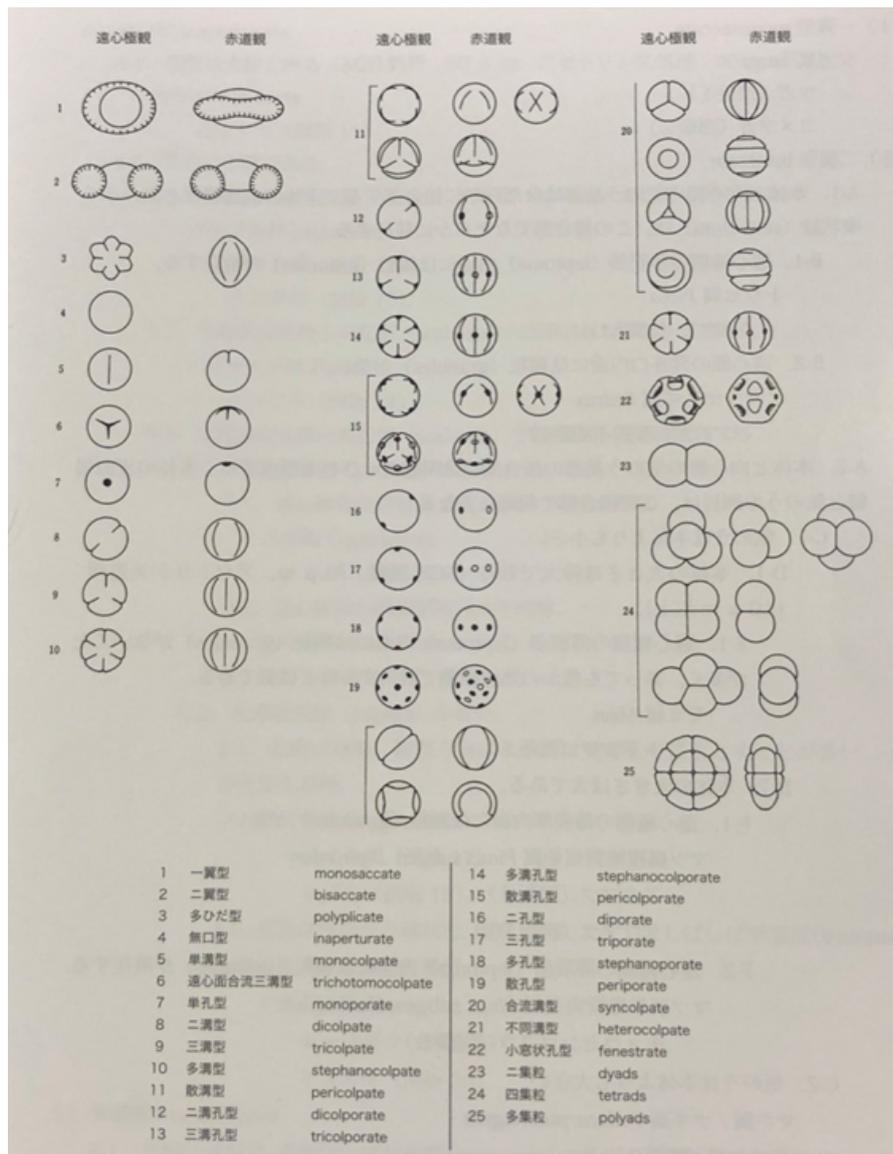


図 12 花粉の判別

(2) 今回の調査では3つの花粉に焦点を当てた。

① マツ

マツ科マツ属(*Pinus*)。風媒花であるため、花粉の本体の両横に気嚢が一つずつ見られる。比較的小型で、 $10\sim 25\mu\text{m}$ 。気嚢と本体の接続部分がくびれのようにはっきりとしている。亜寒帯、冷温帯と比較的寒い地域に分布している。

② モミ

マツ科モミ属(*Abies firma*)。風媒花であるため、マツ同様、花粉の本体の両横に気嚢が一つずつ見られる。大型で、 $50\sim 100\mu\text{m}$ 。マツ同様、くびれが見られる。本体の模様が粗い。本体のまわりに柱状層と呼ばれる層が発達して筋のように見える。筋は、気嚢に近いほど幅が大きく、遠くなるほど小さくなる。マツと同様に、亜寒帯、冷温帯と比較的寒い地域に分布している。

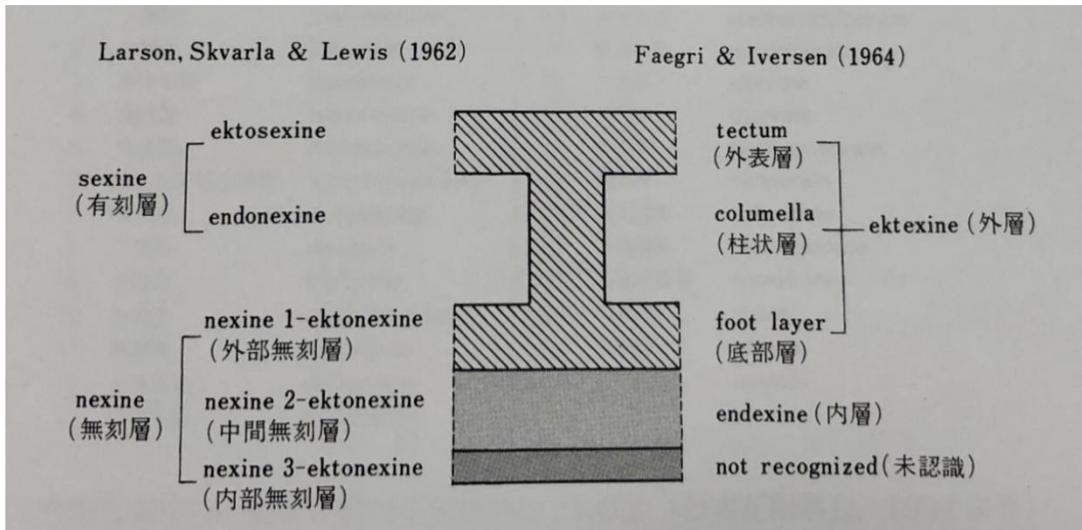


図 13 花粉外壁の断面構造

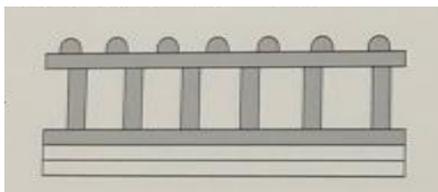


図 14 外層の模式図(柱状層)

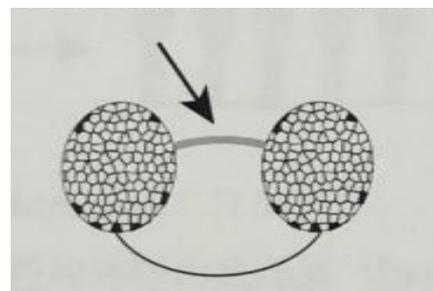


図 15 薄膜部(外膜の薄い部分)

③ ツガ

ツガ属(*Tsuga*)。風媒花であるため、気嚢が本体の周りを囲っている。気嚢の中に棘のようなものが見られ、形がよく似ているコメツガと区別することができる。またコメツガと比べて気嚢の割合が小さい。暖

温帯といった、比較的暖かい地域に分布している。



図 16 マツ(皿ヶ嶺)



図 17 モミ(皿ヶ嶺)



図 18 ツガ(皿ヶ嶺)

表 1 花粉分布

花粉分布 (SG1-2)			
	亜寒帯	冷温帯	暖温帯
ツガ	×	×	○
マツ	○	○	○
モミ	○	○	×

6 結果

竜神平の SG1-2 で花粉と胞子が 1 : 9 の割合で見つかった。しかし、見つかった花粉の中でも割れている花粉が多かった。

比較的最近の層に当たる、0~10 c m の層では 3 種類全ての花粉が見られた。しかし、10~20 c m の層ではツガとマツは見られたが、モミは一つも見られなかった。

表2 結果

(縦軸を深さ、横軸を花粉の種類として、花粉が一つでも見られた層には○を一つも見られなかった層には×をつけた。)

花粉分布 (SG1-2)				
	深さ (cm)	ツガ	マツ	モミ
	0~10	○	○	○
	10~20	○	○	×
	20~30	○	○	×
	30~40	○	○	×
	40~50	○	○	×
	50~60	○	○	×
	アカホヤ火山灰	60~70	○	○
70~80		×	○	×
80~90		○	○	○
90~100		○	○	×

7 考察

花粉化石は、想像以上に土壤中に多く含まれており、処理を的確に行えば容易に見いだすことができる。花粉化石の同定は、技術と経験が必要であり、大変困難である。そのため、花粉の存在比の比較には至っていないが、いくつかは種の同定が行えた。

花粉と孢子の割合が1:9であり、粘土鉱物の割合に問題がなかったことから、皿ヶ嶺にはもともと地面に埋まっている花粉の数が少ないのではないかと考えられる。

今回、調査を行なった皿ヶ嶺は、他の場所で全く同じ処理を行なって調査し

ている研究と比較すると、先行研究は一つのプレパラートから 500～1000 個の花粉、胞子が見つかったのに対し、本研究では一つのプレパラートから胞子を含め 100～200 個と、とても少ない。しかし、粘土鉱物の割合や、花粉、胞子の状態から、処理に問題はなかったと分かり、皿ヶ嶺にはもともと地面に埋まっている花粉の数が少ないのではないかと考えられる。したがって、皿ヶ嶺で複数箇所、調査を行うことで、皿ヶ嶺ではなぜ花粉の埋蔵量が少ないのか、調査していきたい。

また、割れている花粉が多かったことから、外膜が丈夫であると言われている花粉だが水には弱いと考えられる。

10～60 cm の層に注目してみると、0～10 cm の層では見られるモミの花粉が 10～60 cm の層では見られなくなっていることから、モミは亜寒帯、冷温帯と寒い地域に分布しているので、この時期には、気温が少し上がっているのではないかと考えられる。

8 今後の課題

それぞれの種類別頻度の統計を行い、サンプルの数を増やすことによって、データの信憑性を高めていきたい。最終的には温度指数などを用いて、皿ヶ嶺の過去の環境を推定していきたい。

アカホヤの層 40cm を調査することで、アカホヤ火山灰堆積後の植生の変化が見られると考えた。そこで、今後アカホヤ火山灰堆積直後の層 40cm を調べ、アカホヤ火山灰がどのように皿ヶ嶺の植生に影響を与えたのかについても調べていきたい。

しかし、今回研究を進めていく中で、私たちがアカホヤ噴火後に時代と共に堆積したと考えていた 60～100cm のアカホヤの層は、雨などによって周りから一気に流れ込んできた可能性も考えられる。したがって、アカホヤ火山灰が堆積していると考えられる松山平野から採取した土壌を調査したい。この調査を行うことによって平地での堆積と山頂での堆積を比較でき、皿ヶ嶺でどのようにアカホヤ火山灰が堆積したのか解明できると考えられる。

9 参考文献・引用文献

- 岩波洋造 (1980) 『花粉学』 講談社
- 藤則雄 (1979) 「微化石」 小島郁生編者 『化石鑑定のガイド』 朝倉書店
- 下野洋 (1978) 「花粉化石の調べ方」 奥村清編者 『地学の調べ方』 コロナ社
- 守田益宗 (2016) 『花粉識別ガイドブック』 富士印刷株式会社
- 『朝日新聞』 2019 年 2 月 7 日朝刊「海底カルデラ、直接観測へ」
- 高橋治朗 (1985) 「愛媛県伊予市森の海岸に分布する郡中層について」
- 宮崎一弘ら (2016) 『20万分の1地質図幅「松山」』 国立研究開発法人産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- 花粉分析による植生変遷の調査
<https://www.town.kusu.oita.jp/Material/5363.pdf>

- 国土交通省国土地理院. 地理院地図
<https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0f1>
- これで完璧！基本実験の200
<https://rika-net.com/contents/cp0100a/contents/3380/3380.html>
- 埋蔵文化財調査室ニュースレター
<http://maibun.facility.hokudai.ac.jp/images/publications/newsletter/newsletter17.pdf>
- 火山の生い立ち
https://gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/satsumaioujima/vr/doc/040.html
- 久万高原町ホームページ
<https://www.kumakogen.jp/site/iju/5871.html>
- 中央構造線の旅 (4)
<http://www.nishida-s.com/main/categ3/22mtl-tokushima-ehime-kouchi/>
- 滝谷美香 (1997) 花粉化石を用いて過去の植生をさぐる.
<https://www.hro.or.jp>pdf>kiho102-4>.

10 謝辞

花粉の同定をするにあたり、御指導、御協力いただいた高知大学の三宅尚教授に心より御礼申し上げます。