

## 巨大噴火に伴う火山砕屑物堆積後の植生変遷と植物 質食料への影響に関する考古学的研究

栗畑, 光博  
九州大学大学院比較社会文化研究院

<https://hdl.handle.net/2324/7377446>

---

出版情報 : 2024年度公益財団法人土科学センター財団研究助成事業成果報告書, pp.1-36, 2025-03-31.  
The Geo-Kagaku Center Foundation  
バージョン :  
権利関係 :



# 巨大噴火に伴う 火山碎屑物堆積後の植生変遷と 植物質食料への影響に関する 考古学的研究

2024 年度

公益財団法人土科学センター財団

研究助成事業成果報告書



2025 年 3 月 31 日

研究代表者 栗畑光博  
(九州大学大学院比較社会文化研究院)

**表紙写真：鹿児島県肝属郡錦江町田代川原袖山地区の鬼界アカホヤテフラ**

写真上部の灰白色を呈する池田湖テフラ（Ik）の下位に黒色土があり、鬼界アカホヤテフラはその下に堆積。上位に黄橙色を呈する降下火山灰（K-Ah）、その下の灰色を呈する部分が幸屋火砕流堆積物（K-Ky）。最下部に黄色を呈する幸屋降下軽石（K-Kyp）が見える。2024年10月31日撮影。

## 例 言

1. 本書は、2024 年度の公益財団法人土科学センター財団研究助成事業に採択された研究課題「巨大噴火に伴う火山砕屑物堆積後の植生変遷と植物質食料への影響に関する考古学的研究」に関する成果報告書である。
2. 助成金交付決定額は、金 1,000,000 円である。使途特定寄附金収入として九州大学の指定口座に入金され、2024 年度（2024 年 4 月～2025 年 3 月）に執行した。
3. 本研究は以下のメンバーによる共同研究である。  
研究代表者 栗畑光博（九州大学）  
共同研究者 上條信彦（弘前大学）  
                  内山純蔵（金沢大学）  
研究協力者 成尾英仁（鹿児島大学・鹿児島県立出水高等学校）  
                  辻智大・飯澤彩羽（山口大学）  
                  杉山真二（株式会社古環境研究センター）
4. 本書の執筆者は、目次に記載した。
5. 本書に掲載した放射性炭素  $^{14}\text{C}$  年代測定の結果（6 頁）は、栗畑が分担研究者となっている JSPS 科研費 学術変革領域研究 (A) JP24H02191 計画研究 B01 「人は「暴れる気候」にどう対応したか - 年縞研究と日本考古学とのコラボレーション -」（2024～2028 年度）の成果の一部である。

## 目 次

1. 研究の目的と意義・方法 栗畑光博	1
2. 鬼界アカホヤ噴火に伴う幸屋火砕流堆積物の分布と同堆積物中炭化材の年代について 成尾英仁	3
3. 幸屋火砕流堆積物中から発見された炭化樹木の反射率測定による定置温度の推定 辻智大・飯澤彩羽	8
4. 植物珪酸体分析からみた鬼界アカホヤテフラ前後の植生変化 杉山真二	11
5. 鬼界アカホヤテフラ前後の磨敲石類の使用痕と残存デンプン粒分析からみた植物質食料の変化 上條信彦・熊谷有里	20
6. 【コメント】動物遺存体からみた鬼界アカホヤテフラの影響について 内山純蔵	28
7. 総 括 栗畑光博	35

# 研究の目的と方法

1)九州大学大学院比較社会文化研究院

栗畑 光博<sup>1)</sup>

## 1 研究の目的

昨今は、日本列島の災害史上類をみない東日本大震災等の大規模災害を踏まえて、火山災害についても巨大噴火が生じたときにどのような現象が起きて、人類にどのような影響が生じるのか正確に把握しておく必要性が叫ばれている。元気象庁火山噴火予知連絡会会長の藤井敏嗣氏が「私たちは本当の巨大噴火を経験していない」と断ずる（藤井，2014）ように、日本列島の人々が文字によってさまざまな出来事を書き記すようになってから現代に至るまで巨大噴火を経験していない。日本列島が経験した最新の巨大噴火は、約 7,300 年前、考古編年上の縄文時代早期末に起きた鬼界カルデラの鬼界アカホヤ（K-Ah）噴火である。この巨大噴火災害の被災実態については、考古学的調査から明らかにするほかはないのである。

鬼界カルデラは、九州本土南端から南へ約 40 kmの海底に所在する。K-Ah 噴火による噴出物の広がりについては、1970 年代以降、その概要が明らかにされてきており、巨大な火砕流は大隅諸島から薩摩・大隅両半島の南部に及んだ（幸屋火砕流堆積物：K-Ky）。また、上空高く舞い上がった細粒火山灰は偏西風に乗って西日本を中心に広範囲に分布していることが判明している（町田・新井，2003）。K-Ah 噴火の自然環境への影響については、自然科学分野による研究が進展しており、花粉分析や植物珪酸体分析によって、九州南部での森林植生回復まで数百年以上を要したという見解が得られている（松下，2002；杉山，2002）など、地形や植生に関する様々なデータが提示されているものの、近年の研究では、九州南部の小地域ごとに植生の回復状況が異なっているとの指摘もされている（林，2023）。

また人類への影響については、近年、火山灰考古学的アプローチによって多大な成果を挙げている。これは、九州南部の遺跡出土土器型式について土器付着炭化物の<sup>14</sup>C年代測定値に基づき詳細な時間の物差しを作成し、噴火前後の遺跡の内容や分布状況を検討するというものである（栗畑，2013；2016；日本学術振興会科学研究費助成事業基盤研究(C)16K03159，2016-2019年など）。この一連の研究によって、噴火の前後で土器型式（轟式土器様式）が連続しており、噴火の前後で文化的断絶は見られないことが判明した。しかし、火砕流や分厚い降下火山灰に覆われた激甚被災地では噴火後数世紀にわたって遺跡形成が停止または停滞し、石器組成などからみて噴火前後に生業内容に大きな変化が生じた可能性があることなどが明らかになった。しかしながら、噴火の前後における生業変化の具体的内容や、中・長期的な回復過程の実態については今後の課題である。すなわち、噴火によって破壊された自然環境の中でどのような生業戦略が採用され、それが時間の経過によっていかに変遷を遂げていったのかという詳細については、未解明の点が多く残されている。

本研究は、日本列島が経験した最新の巨大噴火である K-Ah 噴火をとりあげて、植生への影響とともに人類への影響を明らかにするものである。具体的には、巨大噴火後の植生変遷を明らかにした上で、人類の生活への影響を推定する。

本研究の成果により、今後、仮に巨大噴火が起こった場合、火砕流に覆われた地域や分厚い降下火山灰に覆われた地域で植生が回復し土壌が形成されるまでに要する期間を明らかにできるとともに、人類の生活環境の回復までどのくらいの期間を要したのかといった推定も可能となる

## 2 研究の方法

本研究では、K-Ah 噴火による自然環境と社会への影響を総合的に理解するため、以下の方法で取り組む。最初に、【1】九州南部の火砕流到達エリアと降下火山灰の等層厚線によるエリア区分を行った上で、K-Ah 前後の植物珪酸体分析データを集成・追加し、植生変遷を復元する。なお、植物珪酸体とは植物の細胞内に珪酸が蓄積したものであり、植物の種類によってその形や大きさが異なる。また植物が枯れた後も半永久的に土壌中に残存し、現地性が高いことから土壌に含まれる珪酸体を調べることで現地の過去の植生を知ることができる（杉山，2000）。なお、今回の研究においては、南九州本土に到達した幸屋火砕流堆積物（K-Ky）の定置温度の推定も行った。次に、【2】K-Ah 前後の遺跡から出土した、堅果類等の植物質食料加工具である礫石器の使用痕観察を行って、使用対象や使用度合いの推定を行う。また、石器の残存デンプン粒分析も行って、粉碎加工した対象植物の推定を行う。なお、デンプン粒は植物によって形状や大きさなどが異なる高分子物質で、耐酸性で九州南部の火山灰性土壌中においても残存することが確認されており、当時の食用植物の同定に有効である（渋谷，2010）。最後に、【3】それらの結果を K-Ah 噴火前後で比較するとともに、エリア区分にもとづいた地域間比較も行った上で、これらを総合して K-Ah 噴火の影響を検討する。

なお、本研究は例言に記載した共同研究者・研究協力者らとの共同研究であり、以下、各研究者からの論考を掲載し、最後に全体を総括する。

### 【引用・参考文献】

- 栗畑光博 2013 「鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）の年代と九州縄文土器編年との対応関係」『第四紀研究』，52，pp.111-125.
- 栗畑光博 2016 『超巨大噴火が人類に与えた影響—西南日本で起こった鬼界アカホヤ噴火を中心として—』，雄山閣，255p.
- 渋谷綾子 2010 「日本列島における現生デンプン粒標本と日本考古学 研究への応用—残存デンプン粒の形態分類をめざして」『植生史研究』，18，pp.13-27.
- 杉山真二 2000 「植物珪酸体（プラント・オパール）」『考古学と自然科学③考古学と植物学』，同成社，pp.189-213
- 杉山真二 2002 「鬼界アカホヤ噴火が南九州の植生に与えた影響」『第四紀研究』，41，pp.311-316.
- 成尾英仁 2019 「大隅諸島の火山噴出物と津波堆積物」『鹿児島考古』，49，pp.5-20.
- 成尾英仁 2021 「南九州のテフラと考古学」『鹿児島考古』，50，pp.167-178.
- 林尚輝 2023 「南九州における植物珪酸体からみた完新世初期の照葉樹林の発達」『第38回日本植生史学会・日本花粉学会第64回大会 鹿児島大会要旨集』，pp.13-14.
- 藤井敏嗣 2014 「私たちは本当の巨大噴火を経験していない」『科学』，84（1），pp.53-57.
- 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，360p.
- 松下まり子 2002 「大隅半島における鬼界アカホヤ噴火の植生への影響」『第四紀研究』，41，pp.301-310



熊本県文化財資料室での資料調査（2024年8月19日）



鹿児島県錦江町での火山灰露頭調査（2024年10月31日）

# 鬼界アカホヤ噴火に伴う幸屋火砕流堆積物の分布と同堆積物中の炭化材の年代について

1) 鹿児島大学、2) 鹿児島県立出水高等学校

成尾英仁<sup>1)2)</sup>

## 1 はじめに

幸屋火砕流（宇井 1973）は鬼界カルデラから約 7300 年間に噴出した（奥野 2002）火砕流である。幸屋火砕流の分布は宇井(1973)により明らかにされたが、町田・新井（1978）も同様の分布図を示している。また、Walker et al(1984)の分布図（図 1）は薩摩半島側では宇井（1973）、町田・新井（1978）と同様であるが、大隅半島側ではそれよりも 20 数 km 南側に分布限界を求めて

いる。町田・新井（1992）による「火山灰アトラス：日本列島とその周辺」では、それらを編集して幸屋火砕流の分布図を示し、その後に改定された「新編火山灰アトラス」（町田・新井 2011；第 2 刷）でも同様の分布図が引き継がれ、現在でも様々な論文等で広く利用されている。

しかし、分布図が公表されてから、鹿児島県内の多くの地点で遺跡の発掘調査、野外調査が行われ、幸屋火砕流の分布については改定する必要が生じている。そのため、幸屋火砕流の分布の改定を目的として、既存の発掘調査報告書の検討、野外での分布調査をおこなった。

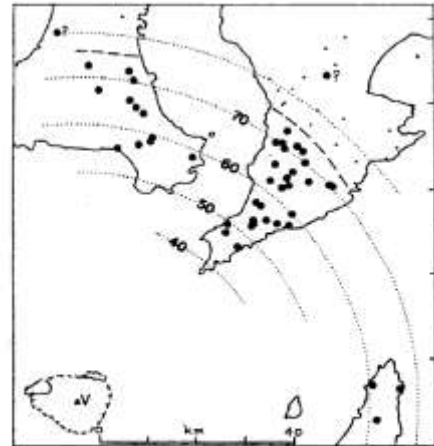


図 1 Walker et al(1984) による分布図  
太破線が分布限界

## 2 方法

これまで鹿児島県内では多くの遺跡が発掘調査され、その報告書が刊行されている。報告書には遺跡の地層断面図や層位が記載されていることから、報告書中の火砕流の記述の有無、および掲載された写真中の火砕流堆積物の有無を検討する。対象とする遺跡は幸屋火砕流の分布限界に近いものに絞った。報告書中での幸屋火砕流の認定については、①明確に火砕流と記載してある、②堆積物中の軽石の粒径が 5cm 以上と記載がある、③層位の図から、鬼界アカホヤテフラが 3 層に区分されていることを判定基準とした。②はこれまでの鬼界アカホヤテフラの調査では幸屋降下軽石層中に最大径 5cm の軽石は含まれないためである。③は鬼界アカホヤテフラが幸屋降下軽石、幸屋火砕流、鬼界アカホヤ火山灰の三層に区分される（図 2）ためである。野外における幸屋火砕流の認定も同様であるが、それらに加え炭化物の有無、幸屋火砕流直下のグランド層の有無、堆積物中での軽石の散在状態と基質の状態を加味し判断した。さらには幸屋火砕流の流走による地層横転も参考にした。ただ、鬼界アカホヤ火山灰の間には、鬼界アカホヤ噴火に伴う地震による噴砂（成尾・小林 2002）が堆積する（図 3）が、大隅半島ではこれが鬼界アカホヤ火山灰層中部～直下に堆積する 경우가多く、幸屋火砕流中の軽石との区分には注意を払った。噴砂中の軽石の識別は軽石の粒径、形状、風化度の相違などによる。なお、今回の調査はこれらの項目については目視による判断のみであり、火山ガラスの屈折率や化学分析は実施していない。

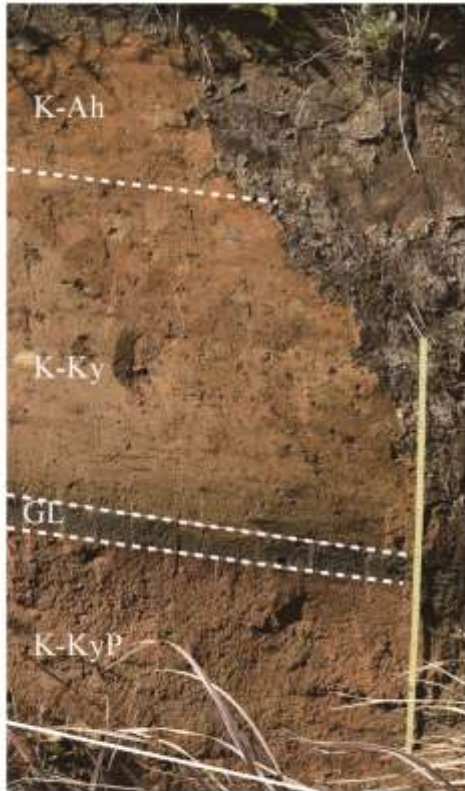


図2 鬼界アカホヤテフラ 南大隅町佐多  
略号は本文参照

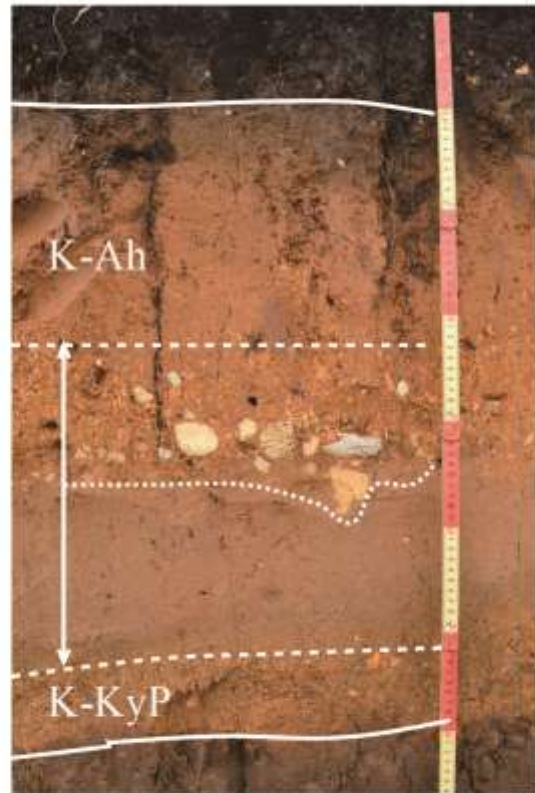


図3 鬼界アカホヤテフラ層中の噴砂(両矢印間)

### 3 結果

#### 3-1 大隅半島における幸屋火砕流の分布限界

大隅半島では、鬼界アカホヤ噴火時の最初期噴出物である幸屋降下軽石が明瞭に堆積し、その上部に幸屋火砕流、鬼界アカホヤ火山灰が堆積する。幸屋火砕流の直下には砂状の結晶粒・火山ガラス・岩片からなるグランド層が堆積する場合もある(図2のL)。このため、大隅半島における幸屋火砕流の有無の認定は比較的容易である。ただ、前述のように鬼界アカホヤ火山灰の間には噴砂が堆積しており、これに注意を払う必要がある。大隅半島中部以北での幸屋火砕流の分布を図4に示す。宇井(1973)や町田・新井(1978)の結果とは異なり、Walker et al(1984)による分布が妥当であることが判明した。図に示すように大隅半島中部以北には到達しておらず、西側は横尾岳(426m)一陣ノ岡(482m)を結ぶ線より南側に分布し、東側は肝付山地の甫与志岳(967m)よりも南側に分布する。ただ甫与志岳付近は急峻な山岳地帯であり、山岳地帯であることによる調査の困難さがあること、急峻な地形であり幸屋火砕流が堆積しても速やかに侵食された可能性があり、分布限界についてはやや不確実性を伴っている。大隅



図4 大隅半島における幸屋火砕流の分布限界

●は堆積を確認した地点、×は未確認地点

大隅半島中部以北での幸屋火砕流の分布を図4に示す。宇井(1973)や町田・新井(1978)の結果とは異なり、Walker et al(1984)による分布が妥当であることが判明した。図に示すように大隅半島中部以北には到達しておらず、西側は横尾岳(426m)一陣ノ岡(482m)を結ぶ線より南側に分布し、東側は肝付山地の甫与志岳(967m)よりも南側に分布する。ただ甫与志岳付近は急峻な山岳地帯であり、山岳地帯であることによる調査の困難さがあること、急峻な地形であり幸屋火砕流が堆積しても速やかに侵食された可能性があり、分布限界についてはやや不確実性を伴っている。大隅

半島南部の北側中央部付近（図1のA）は谷部でやや低地となっているが、この地域には分布が認められない。大隅半島中部でも鹿児島湾沿いの鹿屋市高須町、海道町・花岡町の台地には分布し、白水町の高台（232m）付近には到達していない。大隅半島におけるこのような分布については、Walker et al(1984)により明らかにされた結果とほぼ同様である。ただ、それと異なるのは、鹿屋市北部の鹿児島湾沿い低地に分布することである。

### 3-2 薩摩半島における幸屋火砕流の分布限界

薩摩半島での鬼界アカホヤテフラは、南西部では幸屋降下軽石、幸屋火砕流のグランド層、幸屋火砕流、鬼界アカホヤ火山灰が堆積する。しかし、中部では幸屋降下軽石が堆積しておらず、幸屋火砕流と鬼界アカホヤ火山灰のみが堆積する。また、幸屋火砕流の堆積相は南東部の指宿市や南部の知覧町付近とは異なり、含まれる軽石の粒径が2~3cmと小



図5 薩摩半島における幸屋火砕流の分布限界  
●は堆積を確認した地点、×は未確認地点

さく、さらに基質の占める割合が小さくなる。このような特徴は鬼界アカホヤ火山灰基底部層と類似する点があり、それとの区分は基底部に含まれる火山豆石の有無によった。ただ、鬼界アカホヤ火山灰は大隅半島に比較して堆積状況が悪く、多くの地点で上部の腐植土層と混在し、鬼界アカホヤテフラ自体を明確に識別できないことがあり、分布限界についてはやや不確実さを伴っている。薩摩半島側でも枕崎市や金峰町の低地では、鬼界アカホヤ噴火に伴う噴砂が認められ、入戸堆積物に由来する軽石が幸屋火砕流下部に堆積することがあるが、軽石の粒径が4~5cmと幸屋火砕流のそれとは異なっていることから区別できる。薩摩半島中部以北での幸屋火砕流の分布を図5に示す。西側は南さつま市金峰町と吹上町との境界付近が到達限界であり、東側山地では南九州市の川辺峠南西側付近、東側の鹿児島湾沿いでは鹿児島市喜入町瀬々串付近までである。東側山地の金峰ダム付近は標高200m程度の山地、川辺ダム付近も同程度の山地で比較的低所であるが、明確な幸屋火砕流の堆積は確認できない。薩摩半島南西部に位置する枕崎市付近では、幸屋火砕流の明瞭な堆積が認められるが、最西部に位置する野間半島付近は山地が広がり、鬼界アカホヤテフラ自体の堆積状況が悪く、幸屋火砕流が堆積したかどうかの判断ができない。

## 4 鬼界アカホヤテフラの噴出年代

鬼界アカホヤ噴火の噴出年代について、町田・新井（1983）は<sup>14</sup>C年代で6300yBと報告したが、この値は同位体分別や暦年更正が実施されていないことから、町田・新井2003では福沢・北川1993による7623±78cal.BPを示し、福沢(1995)による水月湖での年縞年代から求めた7280cal.BPを採用し、鬼界アカホヤ噴火の年代を7.3Kaに近いという見解を述べている。また、南九州のテフラの噴出年代を明らかにした奥野（2002）も同様の結果を示している。

今回、複数の地点で幸屋火砕流中から炭化材が見いだされ、加速器研究所に依頼しその<sup>14</sup>C年代の測定を実施した。分析は同研究所による化学処理を経て、加速器をベースとした<sup>14</sup>C-AMS装置（NEC社製）を使用し実施された。測定された値の校正はIntCal20校正曲線を用い0xCalv4.4校正プログラムが使用された。

同研究所による測定結果を表1に示すが、暦年校正年代（1σ）は、1AAA-240898は7420~

7280cal BP の間に 2 つの範囲、1AAA-240897 は 7156~7009cal BP の間に 3 つの範囲で示される。最も若い測定値を示す 1AAA-240897 は、従来の年代値より約 100 年古い結果となっている。

表1 幸屋火砕流堆積物中炭化材の放射性炭素年代測定結果（暦年較正用  $^{14}\text{C}$  年代、較正年代）

測定番号	番号	採取場所等	暦年較正用 (yrBP)	較正条件	1 $\sigma$ 暦年代範囲	2 $\sigma$ 暦年代範囲
IAAA-240895	No.1	鹿児島県肝属郡 南大隅町佐多伊座敷 幸屋火砕流堆積物中 散孔材	6,213 $\pm$ 28	OxCal v4.4 IntCal20	5216calBC - 5206calBC (6.7%) 5172calBC - 5072calBC (61.6%)	5298calBC - 5257calBC (11.8%) 5221calBC - 5200calBC (10.1%) 5186calBC - 5053calBC (73.6%)
IAAA-240896	No.2	鹿児島県肝属郡 南大隅町佐多伊座敷 幸屋火砕流堆積物中 草本	6,185 $\pm$ 29	OxCal v4.4 IntCal20	5174calBC - 5071calBC (68.3%)	5217calBC - 5034calBC (95.4%)
IAAA-240897	No.3	鹿児島県南九州市 千貫平 幸屋火砕流堆積物中 サクラ属	6,175 $\pm$ 27	OxCal v4.4 IntCal20	5207calBC - 5204calBC (1.9%) 5181calBC - 5147calBC (21.3%) 5131calBC - 5060calBC (45.1%)	5215calBC - 5035calBC (95.4%)
IAAA-240898	No.4	鹿児島県肝属郡 錦江町厚ヶ瀬 幸屋火砕流堆積物中 広葉樹樹幹?	6,413 $\pm$ 29	OxCal v4.4 IntCal20	5471calBC - 5434calBC (30.9%) 5388calBC - 5331calBC (37.4%)	5474calBC - 5427calBC (36.8%) 5418calBC - 5321calBC (58.7%)

※柴畑が研究分担者となっている JSPS 科研費学術変革領域研究 (A) JP24H02191 の成果の一部である。

## 5 考察

### 5-1 幸屋火砕流の大隅半島および薩摩半島での分布限界

大隅半島では肝付平野には幸屋火砕流が到達しなかったことは確実である。大隅半島南部に到達した幸屋火砕流は、標高 100m 前後の台地・丘陵地を流走し、横尾岳一陣ノ岡の山地に行く手を阻まれ、肝付平野には到達できなかった。また、横尾岳一陣ノ岡の山地東側の低所にも到達できなかったことから、台地や丘陵地を流走する間にエネルギーを使い果たしたものと考えられる。宇井 1973 や町田・新井 1978 は分布限界を志布志市付近までとしているが、これは鬼界アカホヤ火山灰層中に噴出した噴砂の軽石を幸屋火砕流の軽石と誤認し、軽石を含む噴砂を火砕流堆積物と見誤ったためと推測される。したがって、大隅半島での分布は Walker et al (1984) によるものがおおむね正しいことになる。ただ Walker et al (1984) とは異なり、図 2 に示すように大隅半島の鹿児島湾沿いでは、幸屋火砕流の分布北限の線を超え分布している。薩摩半島の鹿児島湾沿いでもかなり北側まで火砕流が分布しており、幸屋火砕流は流走の障壁にならない海上を北上できたと判断され、その一部が鹿屋市西部の台地上にも堆積したと考えられる。火砕流には火砕サージを伴うことがあるが、それが肝付平野までが到達したかどうか判断できなかった。

薩摩半島については宇井 (1973) や町田・新井 (1978) の結果とほぼ同じであったが、詳細に検討すると、東シナ海側では町田・新井 (1978) の分布限界よりもやや南側になる。薩摩半島南西端の野間半島付近については、宇井 (1973) や町田・新井 (1978) の分布図からは幸屋火砕流の到達範囲に含まれるが、これについては今回の調査では当該地での観察が不十分であり、明確にすることができなかった。

### 5-2 鬼界アカホヤテフラの噴出年代

すでに述べたように、鬼界アカホヤテフラの噴出年代は町田・新井 2003 で 7.3Ka とされ、これが考古学をはじめとする様々な分野で広く利用されている。今回の  $^{14}\text{C}$  年代測定ではこれまで公表されている年代に比べ約 100 年若い年代値が含まれる。測定についてはいずれも炭素含有量が 50% 以上であり、化学処理および測定上の問題は認められないことから、若い年代値については検討を要する。表中で最も古い年代値の出ている IAAA-240898 は、錦江町厚ヶ瀬で採集された広葉樹であることから、大木の芯の部分を示している可能性が考えられる。最も新しい年代値の出ている IAAA-240897 はサクラ属の炭化材 (10 頁参照) であるが、採取された試料は樹木の小

枝であり表皮に近い部分の年代値と考えられる。また、IAAA-240896 は草本類の年代値であり、これも従来よりも若い年代値となっている。これらのことを考慮すると、鬼界アカホヤ噴火の年代は7.2Ka が妥当かもしれないが、水月湖での年縞からの値とは大きく異なっており、上部に堆積する腐植土からの混入の可能性も考慮する必要がある。このことについては測定例を増やすことや水月湖での年代値の再検討など、慎重な検討が必要である。

## 6 まとめと課題

幸屋火砕流の大隅半島および薩摩半島での分布限界については、町田・新井（2011）による分布図とは異なり、Walker et al (1984)の分布図が妥当であることがわかった。ただ、大隅半島の鹿児島湾沿いでは彼らによる分布限界線より北側にも分布することが明らかになった。このことは薩摩半島でも鹿児島湾沿いにはかなり北側まで分布することから、障壁のない海上を流走した火砕流があったことを示している。薩摩半島側の分布はこれまで知られていたものとおおむね一致していた。

炭化物の<sup>14</sup>Cの年代測定では従来の年代値より約100年新しい値が得られた。これについては慎重に検討する必要がある。

課題としては鹿児島湾沿い、大隅半島東部の肝属山地、薩摩半島南西部野間半島付近での詳細な分布を明らかにすることである。

## 参考文献

- 福沢仁之・北川浩之（1993）水月湖の縞状堆積物に記録された完新世海水準・乾湿変動とその周期性．日本第四紀学会講演要旨集、23、144-145
- 福沢仁之（1995）天然の「時計」・「環境変動検出計」としての湖沼の年縞堆積物．第四紀研究、34、135-149
- 町田 洋・新井房夫（1978）南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラアカホヤ火山灰．第四紀研究、17、143-163
- 町田 洋・新井房夫（1992）火山灰アトラス：日本列島とその周辺．東京大学出版会、276p
- 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、360p
- 成尾英仁・小林哲夫（2002）鬼界カルデラ，6.5Ka 噴火に誘発された2度の巨大地震．第四紀研究、41、287-299
- 奥野 充（2002）南九州に分布する最近約3万年間のテフラの年代学的研究．第四紀研究、41、225-236
- 宇井忠英（1973）極めて薄く拡がり堆積した火砕流の発見．火山、第2集、18、153-168
- Walker G. P. L., McBroom, L. A., Cares M. E. (1984) PRODUCTS OF THE KOYA ERUPTION FROM KIKAI CALDERA, JAPAN. Volcanology Symposium 「Products of Explosive volcanism Japan-Sumatra-U.S.A.」 University of Hawaii, 4-8

# 火砕流堆積物中から発見された炭化樹木の反射率測定による定置温度の推定

<sup>1)</sup>山口大学

辻 智大<sup>1)</sup>・飯澤 彩羽<sup>1)</sup>

## 1 手法

鹿児島県南九州市千貫平自然公園内の鬼界幸屋火砕流堆積物から採取された炭化材を1 cm<sup>3</sup>程度取り出し鉄製の乳鉢にいれてつぶした。炭化物の塊を薬包紙で包み、軽くつぶして細かくした。リゴラック（昭和電工株式会社製；不飽和ポリエステル樹脂）と混ぜたものを、試料を入れた製氷皿に流しこみ一日放置した。硬化した試料を製氷皿から取り出し、#200、#600、#1000、#2000の耐水ペーパーで研磨した。その後試料をアルミナ混濁液で研磨し、鏡面に仕上げた。反射率測定は山口大学の反射率測定装置を用いた。装置は、オリンパス社製の偏光顕微鏡BX-51を使用し（図1）、キャリブレーションに使用した標準試料は、スピネル（R = 0.45 %）・サファイア（R = 0.55 %）・Yttrium-Aluminum-Garnet（R = 0.96 %）・Gallium-Gadolinium-Garnet（R = 1.73 %）・ダイヤモンド（R = 5.23 %）である。キャリブレーションの後、炭化物100点について反射率の測定を行った。



図1 使用した顕微鏡.

## 2 結果

測定した炭化物の例を図2に示す。測定した炭化物は網目状になっているものがほとんどであった。網目状の比較的大きい部分や太い網目に見える部分を狙って反射率を測定した。そのほかはキューブ状に見える炭化物を測定した。測定した約70%が網目状で、30%がブロック状の炭化物であった。得られた反射率は、最小値が $R_m = 0.39(\%)$ 、最大値が $R_m = 0.90(\%)$ で、 $R_m = 0.61 \pm 0.193(\%, 2\sigma)$ である。データはまとまりが良く、100点のうち76点が $R_m = 0.55$ から0.74の間に収まっている。図3は反射率と得られたデータの個数を示したものである。

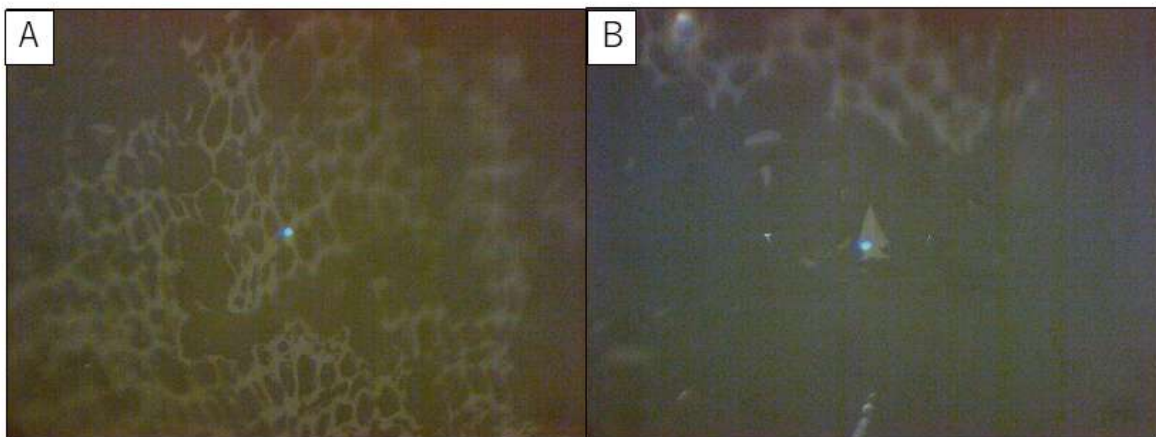


図2 測定した炭化物の反射顕微鏡写真。中央の明るい点が測定部。A: 網目状の炭化物。B: ブロック状の炭化物。

## 3 考察

炭化物の反射率は400°C以下の被熱では24時間以上で安定する（Scott and Glasspool, 2005）（図4A）。今回はScott and Glasspool（2005）による加熱時間24時間の実験結果を参考にした（図4A,

B)。反射率測定で得られた平均値  $R_m = 0.61(\%)$  を Scott and Glasspool (2005) のグラフにあてはめると、 $25^\circ\text{C}$ 、標準偏差 ( $2\sigma$ ) を考慮すると約  $300\sim 350^\circ\text{C}$  という被熱温度が得られた。

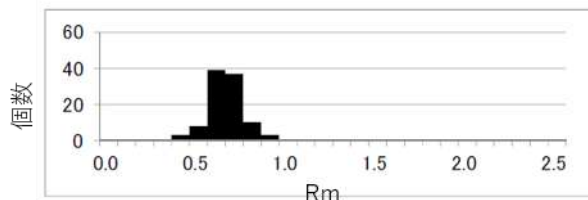


図3 得られた反射率(%)とカウント数

飯澤ほか (2023) は鬼界カルデラの中心部から 70 km 程度離れた鹿児島県肝属郡錦江町の露頭で幸屋火砕流堆積物を採取し、温度の推定を行った。これらの結果について主成分解析を行うと  $20^\circ\text{C}$  から  $300^\circ\text{C}$  まで、もしくは  $150^\circ\text{C}$  から  $200^\circ\text{C}$  までの安定成分が得られた。よって、この場所では幸屋火砕流は  $200^\circ\text{C}$  もしくは  $300^\circ\text{C}$  で堆積したと考察された。

また、中岡ほか (2023) は幸屋火砕流の給源付近である薩摩硫黄島の幸屋火砕流堆積物について段階熱消滅実験を行った。薩摩硫黄島の幸屋火砕流堆積最下部のラグブレッチャと火山灰の残留磁化は  $200^\circ\text{C}$  から始まり、 $590^\circ\text{C}$  または  $640^\circ\text{C}$  まで安定した磁化を持っているとされる。よって、薩摩硫黄島の幸屋火砕流堆積物は  $590^\circ\text{C}$  または  $640^\circ\text{C}$  以上で堆積したと考察された。

今回、鬼界カルデラの中心部から 65 km 程度離れた薩摩半島南九州市千貫平における幸屋火砕流堆積物中から得られた炭化木の反射率を測定した結果、最高被熱温度が  $300\sim 350^\circ\text{C}$  という結果が得られた。薩摩半島における幸屋火砕流の古地磁気分析による定置温度の情報は得られていないため、今回の測定結果は極めて貴重なデータである。飯澤ほか (2023) の採取地点とは異なる地域であり供給源からの方向も測定手法も異なるので一概に比較はできないが、供給源から同程度の距離において、本研究の結果は飯澤ほか (2023) と概ね調和的もしくは若干高温の定置温度を示すものである。以上の成果を総括すると、鬼界カルデラから海を渡って九州本島に渡った幸屋火砕流の定置温度は  $300^\circ\text{C}$  程度以上と推察される。これは、火砕流が海を渡ることで著しい温度低下があったことを示すものである。

$R_m = 0.61\%$

飯澤彩羽・辻智大・山本裕二 (2023) 大隅半島南部における幸屋火砕流堆積物の定置温度条件の検討. 日本火山学会講演予稿集 133-133.

中岡礼奈・豊田峻大・鈴木桂子 (2023) 古地磁気測定による鬼界カルデラ、アカホヤ噴火噴出物の定置温度. 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, SVC36 P12

Scott, A. C., Glasspool, I. J. (2005) Charcoal reflectance as a proxy for the emplacement temperature of pyroclastic flow deposits, *Geology*, 33(7):589 - 592.

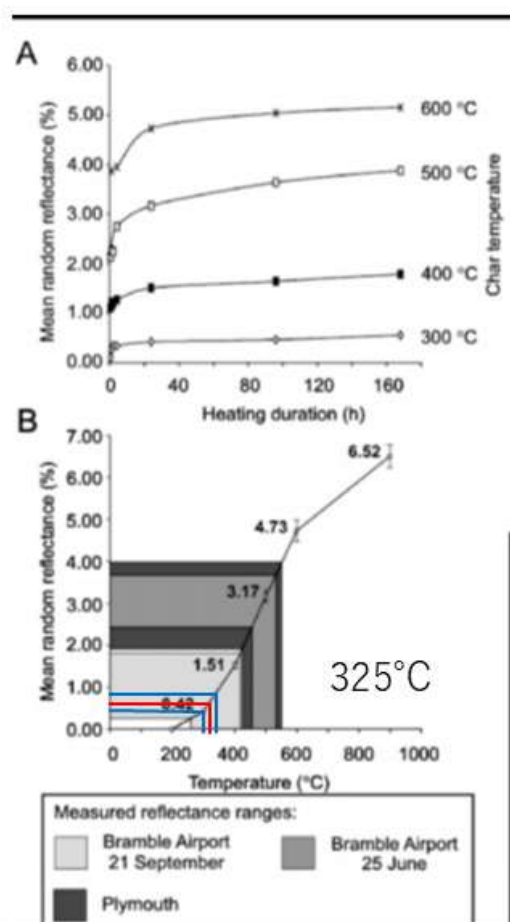


図4 炭質物の反射率特性および、反射率と温度の関係図。A B: Scott and Glasspool (2005) 第1図引用。

【研究代表者追記】

前項の分析試料は、2024年8月4日に、栞畑が成尾英仁博士とともに鹿児島県南九州市千貫平自然公園内の露頭において採取した。表土の黒褐色土（層厚約0.3m）の直下に、層厚約0.1mの灰白色の火山灰（池田湖テフラ、Ik）が堆積し、その下は黒色土（層厚約0.1m）、暗褐色土（層厚約0.1m）の順に堆積し、その下に層厚約0.1mの鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah）が確認される。同降下火山灰の最下部に火山豆石・軽石が薄く堆積し、それより以下は、鬼界幸屋火砕流堆積物（K-Ky）が確認され、層厚約0.7mを測る。炭化材は、火砕流堆積物の上面から約0.2mの深さに横位の状態で見つかった。樹種同定の結果、サクラ属（*Prunus*）と鑑定され、放射性炭素年代測定の結果、 $6,180 \pm 30$  yrs BP (IAAA-240897) という年代値が得られた（6頁参照）。



試料採取地点の位置 (国土地理院地図を用いて作成)



鬼界幸屋火砕流堆積物露頭近景 人物は成尾英仁博士



試料検出状況 鬼界アカホヤ火山灰最下部の火山豆石層下約0.2mのレベル



同左拡大 鬼界幸屋火砕流堆積物の全体層厚約0.7m中、上から約0.2m



試料全形写真



分析用試料写真

# 植物珪酸体分析からみた鬼界アカホヤ噴火前後の植生変化

<sup>1)</sup> 株式会社 古環境研究センター

杉山 真二<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

過去の植生や環境を推定する方法としては、花粉、種実、木材、葉などの植物遺体を検討する方法があるが、これらの分析は遺体の保存性の問題から対象がおもに湖成層や泥炭層などの水成堆積物に限られている。植物珪酸体は、植物の細胞内に珪酸が蓄積したもので、植物が枯れたあともガラス質の微化石（プラント・オパール）となって土壤中に半永久的に残っている。植物珪酸体分析は、この微化石を遺跡土壌などから検出して同定・定量する方法であり、イネをはじめとするイネ科栽培植物の同定および古植生・古環境の推定などに応用されている（杉山, 2000, 2009）。植物珪酸体分析は火山灰土などの風成堆積物にも適用され、現地性が比較的高いことから、人類のおもな生活の場であった台地上や山地の植生を直接的に推定することができる。

約 7,300 年前（縄文時代早期末）に九州島南方の鬼界カルデラで発生した鬼界アカホヤ噴火は、縄文時代以降の日本列島における最大規模の火山噴火であり、この噴火に伴う幸屋火砕流（K-Ky）は薩摩半島南部や大隅半島南部に到達し、上空に噴き上げられた鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）は東北地方まで及んでいる（町田・新井, 2003）。このような縄文時代の巨大噴火は、当時の植生や環境にどのような影響を及ぼしたのだろうか。

植物珪酸体分析によるこれまでの研究では、幸屋火砕流（K-Ky）が到達した地域とそれ以外で植生破壊や回復過程に大きな違いが認められている（杉山, 1999, 2002）。ここでは、K-Ky の分布境界付近などを中心に調査事例を増やし、鬼界アカホヤ噴火が植生に与えた影響について検討を行った。K-Ky の到達範囲については成尾（2025）の研究成果を参照したが、大隅半島東部では分布境界線が従来の見解（町田・新井, 2003 など）よりも南側に変更されている。

## 2. 調査地点と試料

調査地点は、杉山（1999）で示した 101 地点（No.1～No.101）と杉山（2002）で追加した 10 地点（A1～A10）、および新たに追加した 21 地点（B1～B12, C1～C8）の合計 132 地点である（表 1、図 1）。試料は、テフラ（火山砕屑物）の直下と直上を中心に各層準ごとに数mm～数cm間隔で採取した。

## 3. 方法

植物珪酸体の抽出と定量は、ガラスビーズ法（藤原, 1976）を用いて次の手順で行った。1）試料を乾燥、2）試料約 1g に対し直径約 40 $\mu$ m のガラスビーズを約 0.02g 添加（0.1mg の精度で秤量）、3）電気炉灰化法による脱有機物処理、4）超音波水中照射による分散、5）沈底法による 20 $\mu$ m 以下の微粒子除去、6）封入剤（オイキット）中に分散してプレパラート作成、7）検鏡・計数。

同定は、400 倍の偏光顕微鏡下で、イネ科植物（タケ亜科を含む）の機動細胞や樹木葉に由来する植物珪酸体を対象として行った。計数は、ガラスビーズ個数が 400 以上になるまで行った。これはほぼプレパラート 1 枚分の精査に相当する。試料 1g あたりのガラスビーズ個数に、計数された植物珪酸体とガラスビーズ個数の比率をかけて、試料 1g 中の植物珪酸体個数を求めた。

また、おもな分類群についてはこの値に試料の仮比重（1.0 と仮定）と各植物の換算係数（植物珪酸体 1 個あたりの植物体乾重：樹木については葉の乾重）をかけて、単位面積で層厚 1 cm あたりの植

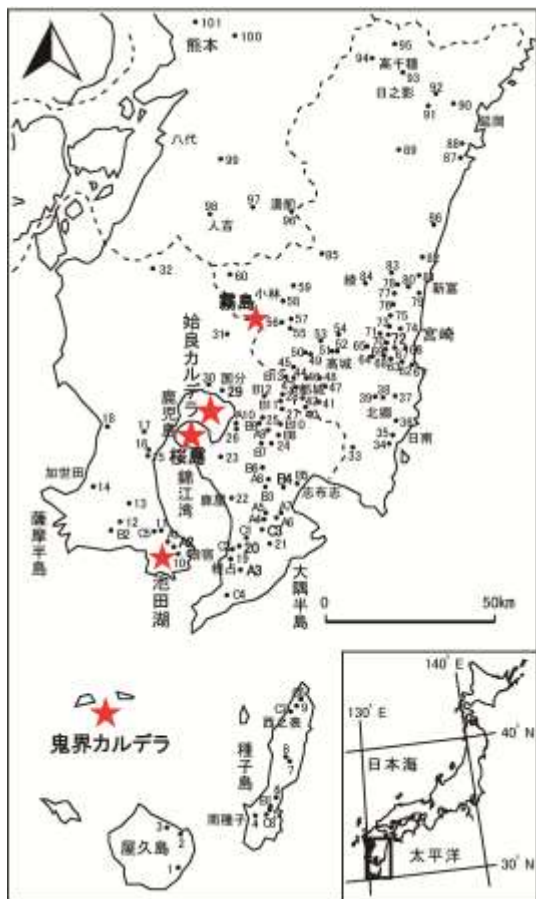


図1・表1 調査地点一覧(計132地点)

№	調査地点	緯度(°N)	経度(°E)	標高(m)	№	調査地点	緯度(°N)	経度(°E)	標高(m)
1	鹿児島県鹿児島市	31.19	130.39	100	37	福岡県北郷町大津	31.42	131.23	250
2	鹿児島県鹿児島市	31.22	130.43	200	38	福岡県北郷町大津	31.42	131.20	160
3	鹿児島県上屋敷町	31.24	130.34	200	39	福岡県北郷町大津	31.44	131.21	180
4	鹿児島県上屋敷町	31.26	130.52	140	40	福岡県糟屋郡	31.41	131.03	150
5	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.59	120	41	福岡県糟屋郡	31.42	131.00	100
6	鹿児島県上屋敷町	31.29	130.57	90	42	福岡県糟屋郡	31.42	131.00	150
7	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.52	250	43	福岡県糟屋郡	31.43	131.02	170
8	鹿児島県上屋敷町	31.27	130.59	240	44	福岡県糟屋郡	31.43	131.01	180
9	鹿児島県上屋敷町	31.43	131.02	300	45	福岡県糟屋郡	31.46	131.01	200
10	鹿児島県上屋敷町	31.13	130.35	50	46	福岡県糟屋郡	31.45	131.02	160
11	鹿児島県上屋敷町	31.18	130.33	70	47	福岡県糟屋郡	31.44	131.00	60
12	鹿児島県上屋敷町	31.18	130.24	102	48	福岡県糟屋郡	31.49	131.00	150
13	鹿児島県上屋敷町	31.21	130.27	190	49	福岡県糟屋郡	31.49	131.00	110
14	鹿児島県上屋敷町	31.25	130.20	28	50	福岡県糟屋郡	31.49	131.00	140
15	鹿児島県上屋敷町	31.21	130.31	80	51	福岡県糟屋郡	31.43	131.02	160
16	鹿児島県上屋敷町	31.21	130.29	80	52	福岡県糟屋郡	31.51	131.00	150
17	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.28	200	53	福岡県糟屋郡	31.50	131.11	120
18	鹿児島県上屋敷町	31.40	130.20	100	54	福岡県糟屋郡	31.45	130.99	230
19	鹿児島県上屋敷町	31.12	130.40	170	55	福岡県糟屋郡	31.25	130.59	250
20	鹿児島県上屋敷町	31.18	130.50	160	56	福岡県糟屋郡	31.27	130.59	250
21	鹿児島県上屋敷町	31.17	130.55	90	57	福岡県糟屋郡	32.00	131.00	130
22	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.49	10	58	福岡県糟屋郡	32.00	130.99	230
23	鹿児島県上屋敷町	31.21	130.46	530	59	福岡県糟屋郡	32.02	131.02	300
24	鹿児島県上屋敷町	31.24	130.58	150	60	福岡県糟屋郡	32.04	130.40	300
25	鹿児島県上屋敷町	31.42	130.49	230	61	福岡県糟屋郡	31.59	131.16	200
26	鹿児島県上屋敷町	31.38	130.52	350	62	福岡県糟屋郡	31.51	131.25	18
27	鹿児島県上屋敷町	31.40	130.58	200	63	福岡県糟屋郡	31.50	131.23	40
28	鹿児島県上屋敷町	31.43	130.58	240	64	福岡県糟屋郡	31.49	131.17	160
29	鹿児島県上屋敷町	31.42	130.59	230	65	福岡県糟屋郡	31.59	131.16	200
30	鹿児島県上屋敷町	31.44	130.43	60	66	福岡県糟屋郡	31.51	131.25	20
31	鹿児島県上屋敷町	31.52	130.33	800	67	福岡県糟屋郡	31.51	131.24	30
32	鹿児島県上屋敷町	32.05	130.30	577	68	福岡県糟屋郡	31.51	131.22	45
A1	鹿児島県上屋敷町	31.16	130.35	50	69	福岡県糟屋郡	31.52	131.22	60
A2	鹿児島県上屋敷町	31.19	130.39	121	70	福岡県糟屋郡	31.52	131.21	60
A3	鹿児島県上屋敷町	31.11	130.43	230	71	福岡県糟屋郡	31.53	131.21	90
A4	鹿児島県上屋敷町	31.20	130.34	40	72	福岡県糟屋郡	31.53	131.23	90
A5	鹿児島県上屋敷町	31.20	130.35	80	73	福岡県糟屋郡	31.53	131.22	90
A6	鹿児島県上屋敷町	32.05	130.33	40	74	福岡県糟屋郡	31.53	131.22	15
A7	鹿児島県上屋敷町	31.20	130.33	80	75	福岡県糟屋郡	31.53	131.22	40
A8	鹿児島県上屋敷町	31.25	130.35	80	76	福岡県糟屋郡	31.50	131.22	30
A9	鹿児島県上屋敷町	31.24	130.37	190	77	福岡県糟屋郡	32.01	131.23	80
A10	鹿児島県上屋敷町	31.25	130.30	310	78	福岡県糟屋郡	32.02	131.24	80
B1	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.59	112	79	福岡県糟屋郡	32.02	131.25	70
B2	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.37	140	80	福岡県糟屋郡	32.02	131.25	80
B3	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.33	120	81	福岡県糟屋郡	32.04	131.20	20
B4	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.39	90	82	福岡県糟屋郡	32.07	131.20	8
B5	鹿児島県上屋敷町	31.22	131.02	36	83	福岡県糟屋郡	32.07	131.23	81
B6	鹿児島県上屋敷町	31.20	130.25	200	84	福岡県糟屋郡	31.59	131.14	230
B7	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.33	240	85	福岡県糟屋郡	32.09	131.06	400
B8	鹿児島県上屋敷町	31.28	131.01	210	86	福岡県糟屋郡	32.12	131.22	90
B9	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.53	240	87	福岡県糟屋郡	32.25	131.26	20
B10	鹿児島県上屋敷町	31.28	130.59	230	88	福岡県糟屋郡	32.33	131.26	10
B11	鹿児島県上屋敷町	31.41	131.03	200	89	福岡県糟屋郡	32.28	131.26	120
B12	鹿児島県上屋敷町	31.38	130.59	290	90	福岡県糟屋郡	32.33	131.29	43
C1	鹿児島県上屋敷町	31.17	130.51	210	91	福岡県糟屋郡	32.23	131.25	120
C2	鹿児島県上屋敷町	31.16	130.48	120	92	福岡県糟屋郡	32.24	131.21	116
C3	鹿児島県上屋敷町	31.19	130.53	41	93	福岡県糟屋郡	32.39	131.22	200
C4	鹿児島県上屋敷町	31.07	130.47	300	94	福岡県糟屋郡	32.42	131.16	400
C5	鹿児島県上屋敷町	31.18	130.32	573	95	福岡県糟屋郡	32.43	131.21	400
C6	鹿児島県上屋敷町	30.48	131.03	60	96	福岡県糟屋郡	32.43	131.21	400
C7	鹿児島県上屋敷町	30.44	131.03	60	97	福岡県糟屋郡	32.43	131.21	400
C8	鹿児島県上屋敷町	30.27	130.55	193	98	福岡県糟屋郡	32.19	130.54	180
C9	鹿児島県上屋敷町	31.23	131.13	85	99	福岡県糟屋郡	32.14	130.40	130
D1	鹿児島県上屋敷町	31.24	131.19	120	100	福岡県糟屋郡	32.24	130.50	330
D2	鹿児島県上屋敷町	31.27	131.20	80	101	福岡県糟屋郡	32.30	130.46	60
D3	鹿児島県上屋敷町	31.28	131.23	30	102	福岡県糟屋郡	32.33	130.40	80

物体生産量 (kg/m<sup>2</sup>・cm) を算出した。これにより、各植物の繁茂状況や植物間の占有割合などを具体的にとらえることができる(杉山, 2000, 2002)。なお、樹木についてはすべての樹種で植物珪酸体が形成されるわけではなく、落葉樹では形成されないものも多い(近藤・佐瀬, 1986)。

#### 4. 植物珪酸体の検出状況

##### (1) K-Ah 直下層

K-Ah 直下層では計 113 地点について分析を行った(図2-A)。その結果、九州南部の多くの地点および九州中部の内陸部を含む 75 地点から、シイ属、クスノキ科、アカガシ亜属、イスノキ属などの照葉樹に由来する植物珪酸体(以下、照葉樹と略す)が検出された。照葉樹の出現率は 66%である。なお、宮崎県南西部の内陸部から霧島火山東麓にかけての帯などでは、照葉樹が検出されない地点(●印)がまとまって認められた。これらの地点ではメダケ属(おもにネザサ節)やササ属などのタケ亜科が卓越しており、ススキ属などのイネ科草本類も普遍的に検出された。これらの地点は黒ボク土の分布域とおおむね一致している(杉山ほか, 2002)。

##### (2) K-Ah 直上層

K-Ah 直上層では計 112 地点について分析を行った(図2-B)。その結果、57 地点から照葉樹が検出された。照葉樹の出現率は 51%であり、K-Ah 直下層の 66%よりも減少している。このうち、幸屋火砕流(K-Ky)が到達した薩摩半島南部や大隅半島南部では照葉樹の出現率は 31%であり、同地域における K-Ah 直下層の 92%と比較して大幅に減少している。

K-Ah(約 7,300 年前)と池田湖テフラ(Ik: 約 6,400 年前)の間層では、K-Ky が到達した A3 地点(南大隅町大中原, 図3)や No20(錦江町厚ヶ瀬, 図4)など 12 地点でススキ属が卓越しており(▲印)、照葉樹やタケ亜科は認められなかった。薩摩半島南端部の A2 地点(指宿市水迫遺跡, 図

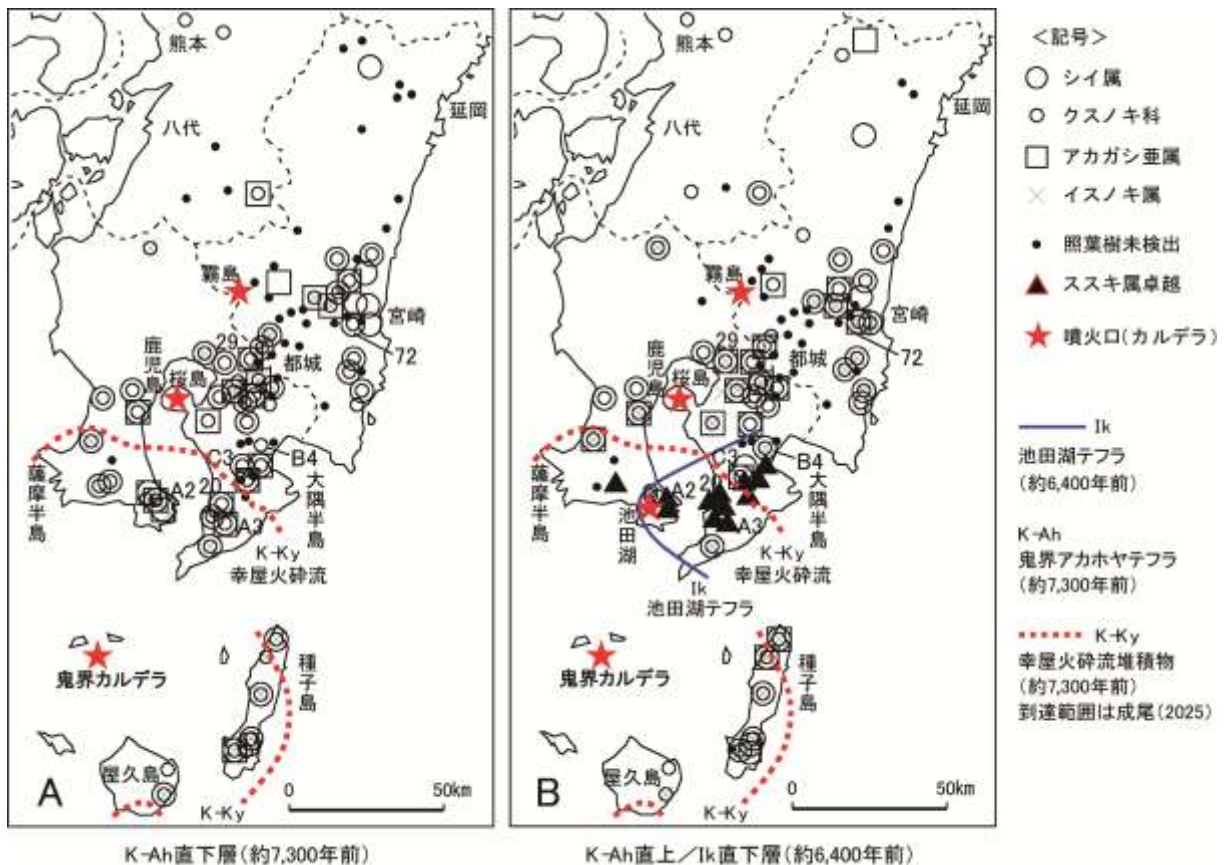


図2 植物珪酸体分析からみた鬼界アカホヤ噴火(約7,300年前)前後の植生変化 杉山(2002)を加筆改変

5) でも同層準でススキ属が卓越しているが、Ik直下ではクスノキ科などの照葉樹が出現している。また、大隅半島南端部のC4地点(南大隅町佐多伊座敷木場百引, 標高500m)では、同層準でイスノキなどの照葉樹が比較的多く検出された。

K-Kyが到達しなかった鹿児島県中部以北では、K-Ah直上層における照葉樹の出現率は47%であり、同地域におけるK-Ah直下層の48%とほぼ同様である。K-Kyの到達域外の大隅半島中部では、K-AhとIkの間層でススキ属が卓越する地点がまとまって認められるが、この一帯ではK-Ah噴火に伴う堆積物(液状化による噴砂層を含む)の層厚が60cmを越えている。近隣のA5地点(鹿屋市原口岡)でもススキ属が優勢であるが、Ik直下では照葉樹のシイ属が出現しており、その周辺の地点でも樹木(落葉広葉樹)が出現している(Machida and Sugiyama, 2002)。大隅半島中部のC3地点(鹿屋市吾平町久保田牧遺跡, 図7)では、K-AhとIkの間層において台地の中央部と縁辺部で植生に差異が認められ、台地の中央部(C3a)ではメダケ属(おもにネザサ節)やススキ属などの草原植生が優勢であるが、南東約350mの台地縁辺部(C3b)ではシイ属やクスノキ科などの照葉樹が優勢となっている。

K-Kyの到達域からやや離れたB4地点(大崎町永吉, 図6)では、Ik直下層(K-Ah混)でクスノキ科などの照葉樹が増加しており、ススキ属などのイネ科草本類の増加は認められなかった。K-Kyの到達域からさらに離れたNo.29(霧島市上野原遺跡, 図8)やNo.72(宮崎市上ノ原遺跡, 図9)など多くの地点では、K-Ah直上層で照葉樹の量や種類が増加する傾向が認められた。照葉樹が検出されない地点(●印)は、前述と同様に黒ボク土の分布域とおおむね一致している。

### 5. 鬼界アカホヤ噴火が植生および人類に与えた影響と回復過程

鬼界アカホヤ噴火(約7,300年前)以前の九州南部では、シイ属、クスノキ科、アカガシ亜属、イスノキ属などの照葉樹林が広範囲に分布拡大しており、とくに鹿児島県域から宮崎県南部沿岸部に

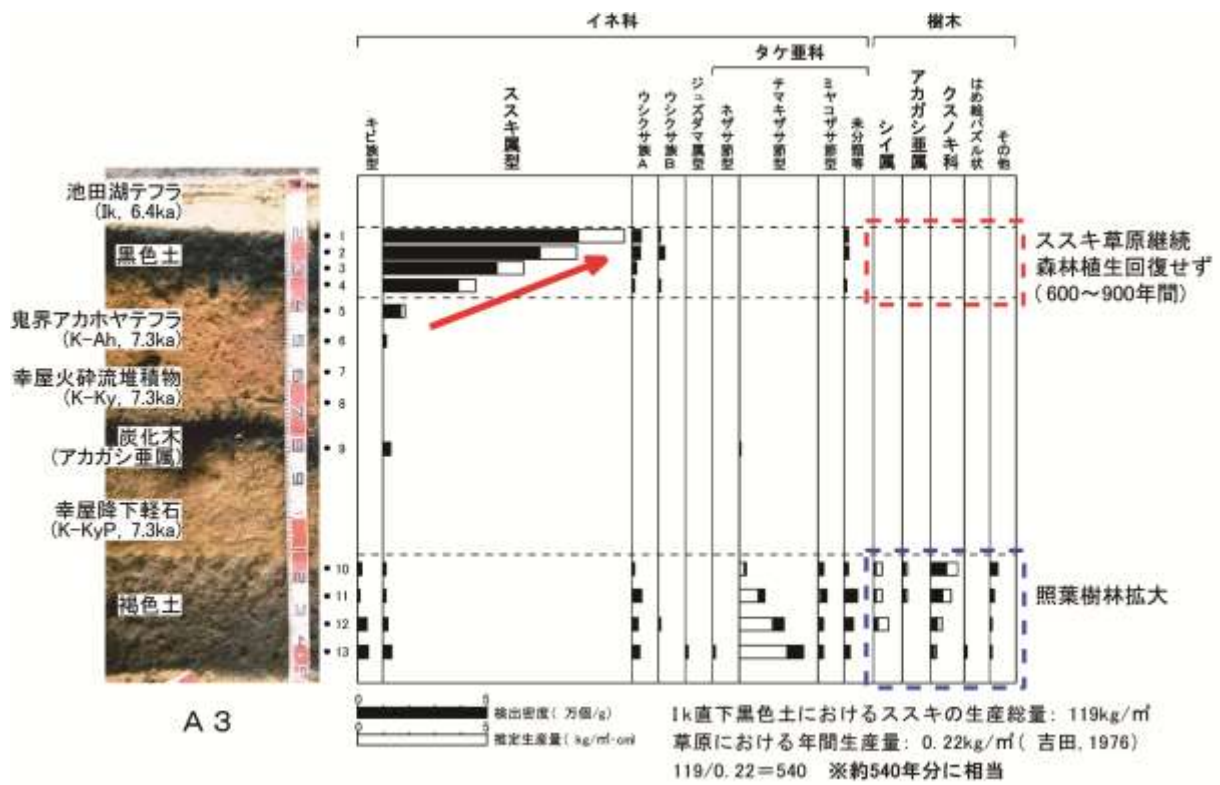


図3 南大隅町根占大中原遺跡(D12区)における植物珪酸体分析結果(主な分類群)

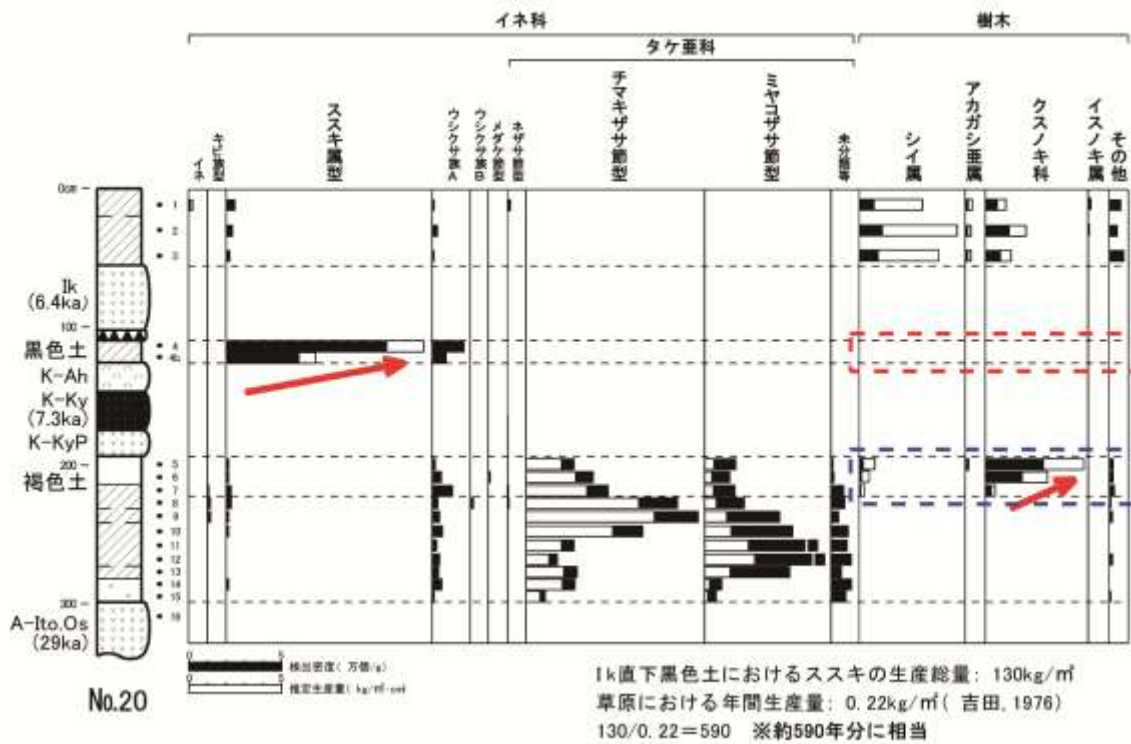


図4 鹿児島県錦江町大根占厚ヶ瀬における植物珪酸体分析結果(主な分類群)

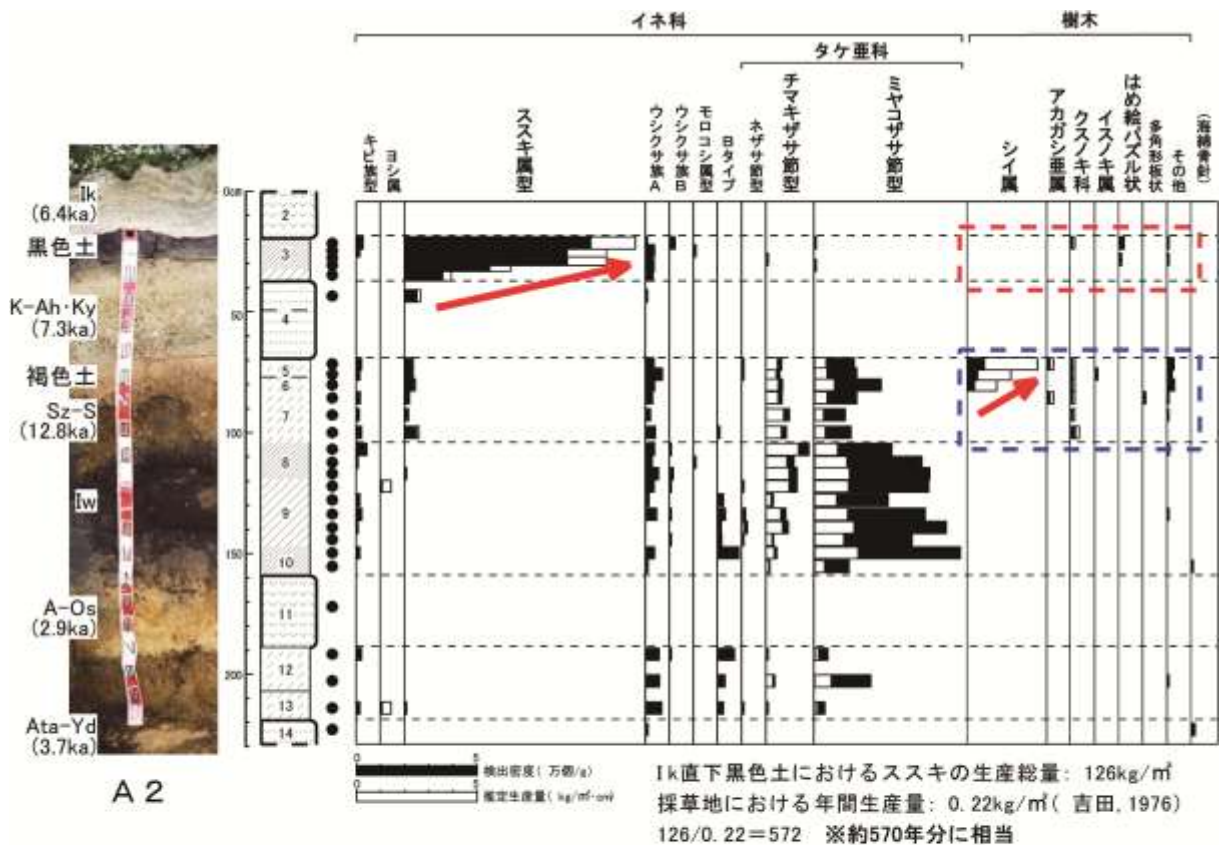


図5 鹿児島県指宿市水迫遺跡(南壁)における植物珪酸体分析結果(主な分類群)

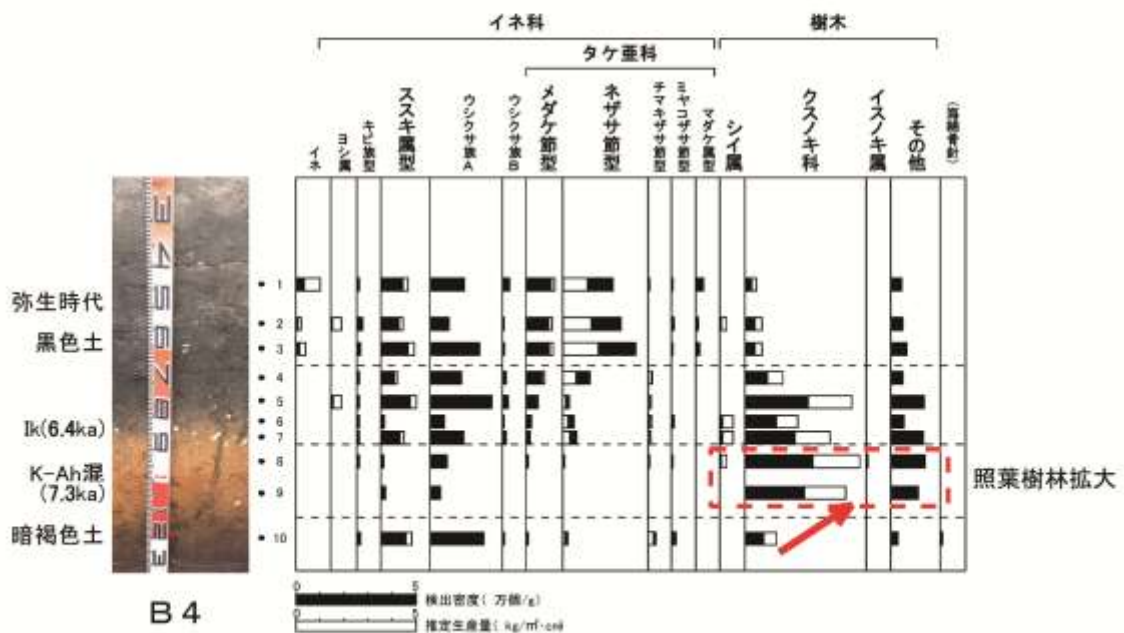


図6 鹿児島県曾於郡大崎町永吉における植物珪酸体分析結果(主な分類群)

けての一带は照葉樹林に覆われるような状態であったと推定される。また、その林床などにはササ属などの竹笹類が分布していたと考えられる。一方、宮崎県南西部の内陸部から霧島火山東麓にかけての一带などでは、ススキ属やチガヤ属などのイネ科草本類やメダケ属（メダケ節やネザサ節）などの竹笹類が生育する草原植生が継続されていたと推定される。これらの地域は当時の黒ボク土の分布域とおおむね一致しており、人間による植生干渉や火入れ、もしくは山火事の頻発など何らかの原因で

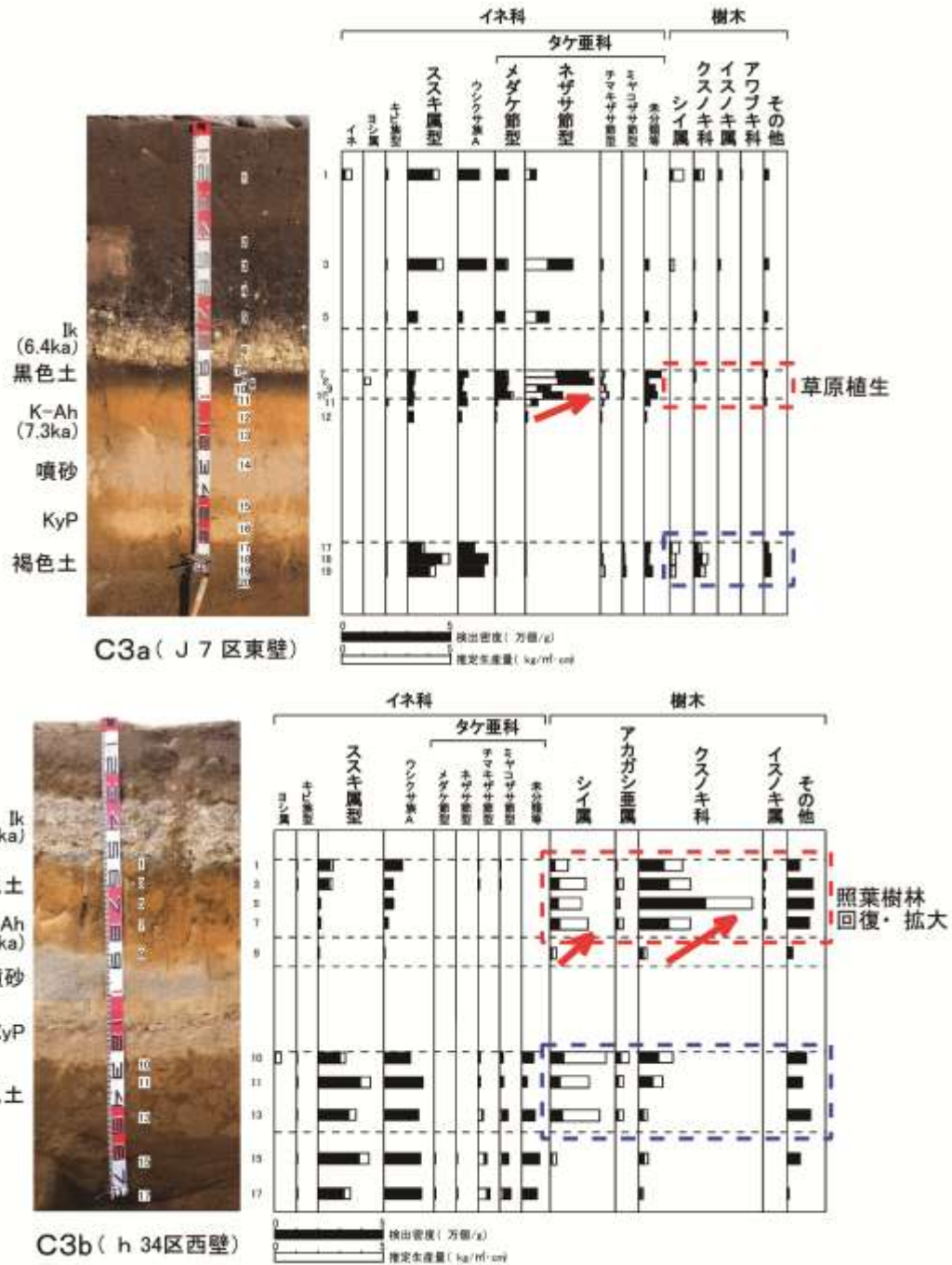
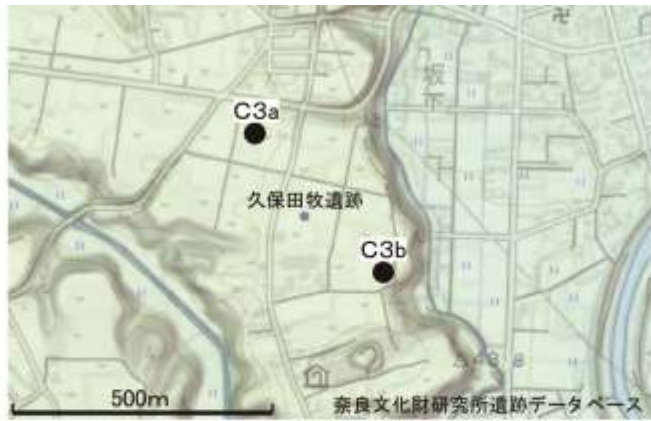


図7 鹿屋市吾平町久保田牧遺跡における植物珪酸体分析結果(主な分類群)

草原植生が継続され、照葉樹林の分布拡大が妨げられていた可能性が指摘されている。また、このような植生環境下で土壤中に多量の有機物が供給され、炭素含量の高い黒色土壌（黒ボク土）が形成されたと推定される（杉山ほか，2002）。

その後、鬼界アカホヤ噴火によって当時の植生は破壊されたが、その影響や回復過程は幸屋火砕流（K-Ky）が到達した地域と鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）のみが堆積した地域で異なっており、火砕流が到達した薩摩半島南部や大隅半島南部の多くの地点では、それまで分布していた照葉樹林や竹笹類が絶えて、ススキ属が繁茂するような草原植生に移行したと考えられる。これらの地点の多くでは、K-Ah（約7,300年前）とIk（約6,400年前）の間層で照葉樹が検出されないことから、約900年間（<sup>14</sup>C年代測定値によると約600年間）は照葉樹林が回復しなかったと推定される。

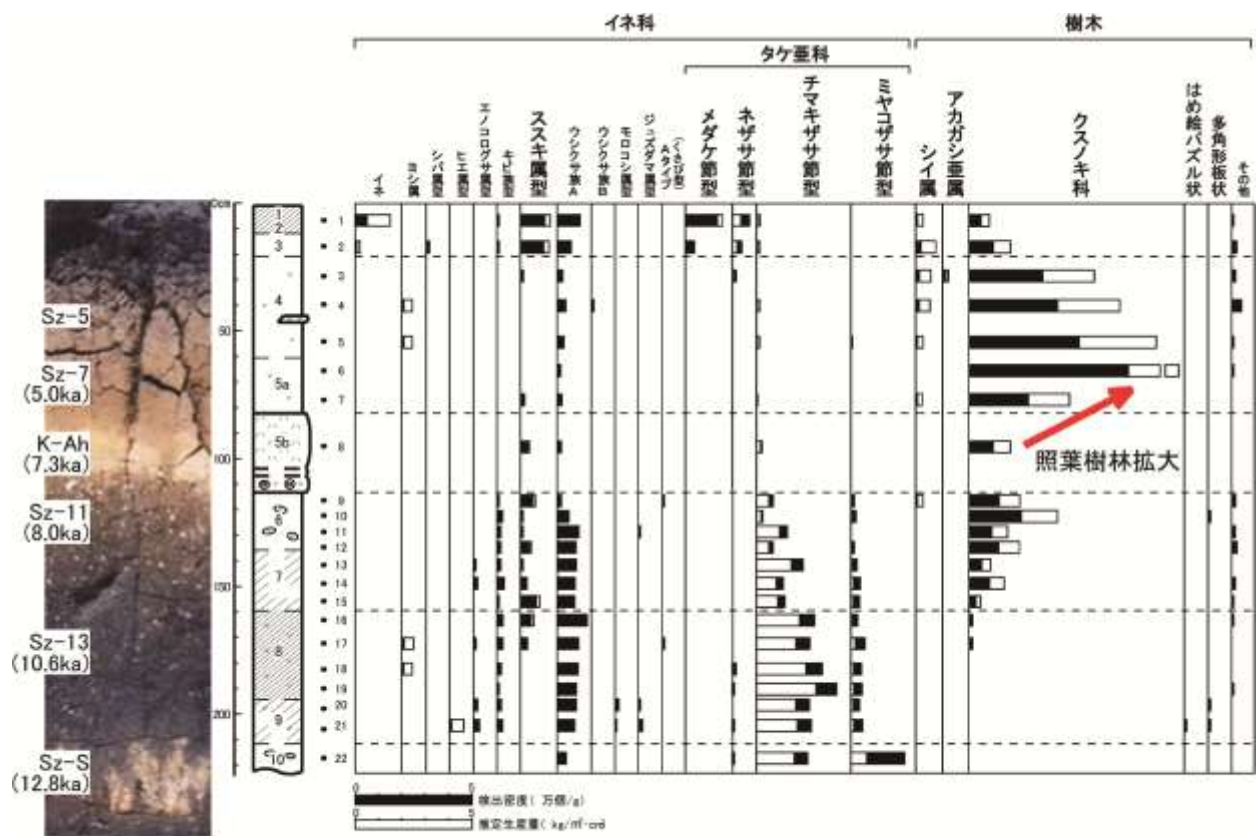
K-Ah直上からIk直下までの層準で生産されたススキ属の植物体量を算出すると、A3地点（南大隅町大中原，図3）では約119 kg/m<sup>2</sup>、No.20（錦江町厚ヶ瀬，図4）では約130 kg/m<sup>2</sup>、A2地点（指宿市水迫遺跡，図5）では約126 kg/m<sup>2</sup>となる。これらの値をススキの年間生産量の0.22 kg/m<sup>2</sup>（ススキ採草地における6年間の刈取量の平均値，吉田1976による）で割ると、およそ540～590年分となる。ススキの生産量は生育条件によって異なることから、これらの数値は多くの不確定要素を含んでいるが、少なくとも数百年間以上の長期間にわたってススキ草原が継続されていたと推定される。

一方、幸屋火砕流（K-Ky）の分布境界付近などでは、Ik（約6,400年前）直下で照葉樹や落葉広葉樹が出現しているところがあり、森林植生が回復過程にあったと推定される。Ik直下で回復過程にあった森林植生については、K-Kyが及ばなかった周辺地域から分布拡大したと考えられるが、火砕流の給源に比較的近い薩摩半島南端の指宿市や大隅半島南端の南大隅町でもIk直下で照葉樹や落葉広葉樹が認められる事例があることから、鬼界アカホヤ噴火以前の植生が部分的に残存していた可能性も想定される。火砕流は直線的に流動するため、谷間や風下の崖などを飛び越えることがあり、火砕流の直撃を免れた植生が部分的に残存していた可能性が指摘されている（町田，2001）。また、標高の高いところでは火砕流の影響が比較的小さかった可能性も考えられる。

K-Kyの到達域外でも、鬼界アカホヤ噴火に伴う堆積物（液状化による噴砂層を含む）が厚い地域では、照葉樹林が絶えて草原植生に移行したところが認められるが、それ以外の地域ではK-Ah直上で照葉樹の量や樹種が増加しているところが多く、ススキ属などの草原植生に移行した形跡は認められない。K-Kyの到達域外の大部分では、照葉樹林の回復は比較的早かったと考えられ、照葉樹林が絶えるほどの壊滅的なダメージを受けなかった可能性が考えられる。また、泥流などの2次の災害を受けにくい台地上などでは、K-Ah直上で照葉樹林が拡大したところも見られたと推定される。このような照葉樹林の回復と拡大には、当時の高温・多湿な気候環境が大きく影響したと考えられる。また、テフラ降灰が生態系の秩序を攪乱することによって生態的順位の交代が誘発され（辻，1993）、結果的に照葉樹林の拡大が促進された可能性も考えられる。なお、同じ台地上でも中央部では草原植生が優勢で、縁辺部では照葉樹林が優勢などところがあるなど、地形的な要因などにより植生環境が多様であった可能性が考えられる。

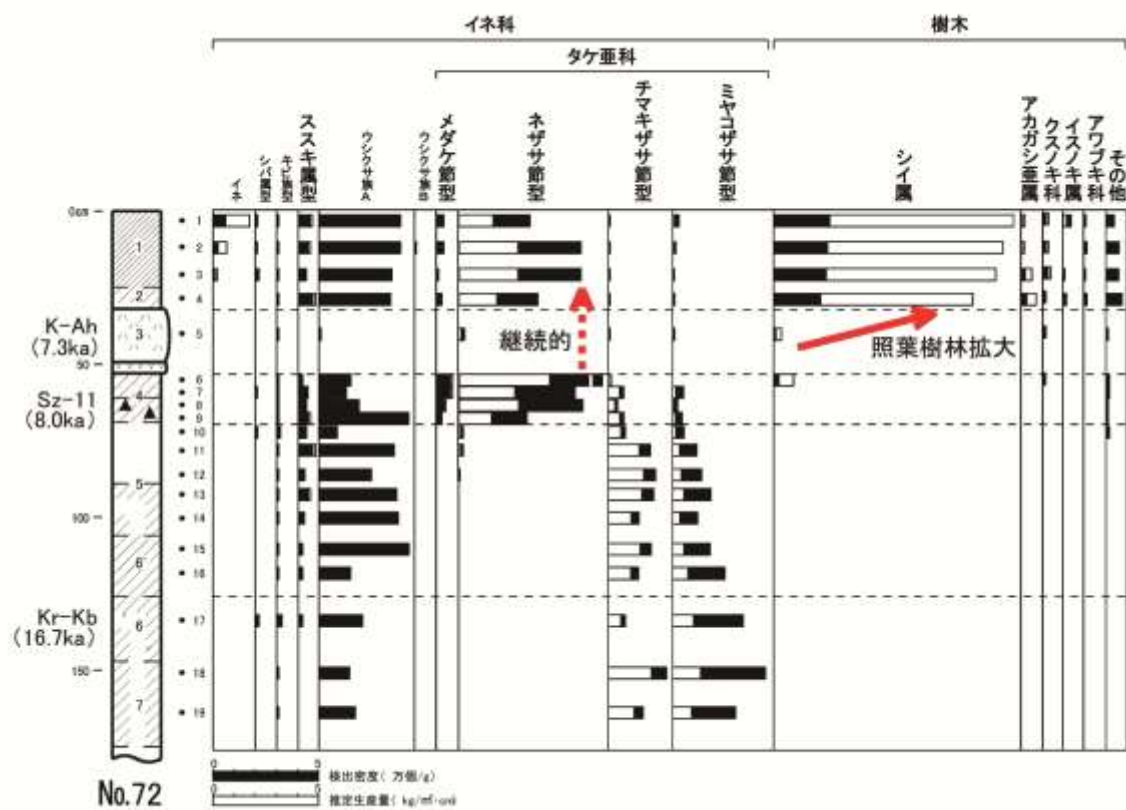
花粉分析による研究例としては、K-Kyの到達域に比較的近い肝属平野（串良川吉元橋）におけるボーリング試料の分析データがあり、約9,000年前（<sup>14</sup>C年代値では8,000yrs BP）に成立したシイを主体とする照葉樹林は、鬼界アカホヤ噴火により一旦は途絶えるものの、肝属川流域全体をみると少なくとも100～300年程度でシイカシ林として回復したと推定されている（松下，2002）。このような花粉分析の結果は、植物珪酸体分析による検討結果とも整合的である。今後、K-Kyの到達域内におけるデータを追加するなど、さらに詳細な検討が期待される。

考古学的資料によると、鬼界アカホヤ噴火は縄土器様式と総称される条痕文土器群の存続期間中に発生し、九州のほぼ全域に展開していた条痕文土器の製作情報が噴火の影響で断絶することはな



No.29

図8 鹿児島県霧島市国分上野原遺跡(E7区南壁)における植物珪酸体分析結果(主な分類群)



No.72

図9 宮崎市上の原遺跡(第4トレンチ)における植物珪酸体分析結果(主な分類群)

く、土器文化は継続したと推定されている。ただし、幸屋火砕流が到達した地域では轟 B1 式期（約 7, 100 年前以降）になっても遺跡の規模は貧弱で、定着的な遺跡が形成されるのは噴火から数百年以上経過した轟 B2 式期（約 6, 900 年前以降）と考えられる（柴畑, 2023）。また、堅果類の加工具である磨石・石皿類が増加するのもこの頃とされ、森林植生の回復過程との関連で興味深い。

## 6. まとめ

約 7, 300 年前（縄文時代早期末）の鬼界アカホヤ噴火が植生に及ぼした影響は、幸屋火砕流が到達した地域とそれ以外で違いが認められ、火砕流が到達した地域の多くでは照葉樹林が絶えてススキ属などが繁茂する草原植生に移行し、おおむね 600～900 年間は照葉樹林が回復しなかったと考えられるが、火砕流の分布境界付近などでは部分的に照葉樹林が回復過程にあったと推定される。火砕流が到達しなかった地域では、照葉樹林が絶えるほどの影響を受けなかった可能性が考えられるが、噴火に伴う堆積物が厚い地域では森林植生の回復が遅れるなど、植生回復の様相は多様であったと推定される。今後、さらに分析データを増やして考古学的知見などとの検討を行うことで、鬼界アカホヤ噴火が植生および人類に及ぼした影響や回復過程の詳細が明らかになると考えられる。

## 文献

- 近藤錬三・佐瀬隆 (1986) 植物珪酸体, その特性と応用. 第四紀研究, 25 : p. 31-63.
- 柴畑光博 2023 「南九州における縄文時代前半期の集落動態-火山噴火・気候変動と絡めて-」 『第 38 回日本植生史学会・日本花粉学会第 64 回大会鹿児島大会要旨集』, p. 19-24.
- 杉山真二 1999 「植物珪酸体分析からみた九州南部の照葉樹林発達史」 『第四紀研究』 38, p. 109-123.
- 杉山真二 2000 「植物珪酸体 (プラント・オパール)」 『考古学と植物学』 同成社, 辻誠一郎編, p. 189-213.
- 杉山真二 2002 「鬼界アカホヤ噴火が南九州の植生に与えた影響-植物珪酸体分析による検討-」 『第四紀研究』 41, p. 311-316.
- 杉山真二・渡邊真紀子・山元希里 2002 「最終氷期以降の九州南部における黒ボク土発達史」 『第四紀研究』 41, p. 361-373.
- 杉山真二 2009 「植物珪酸体と古生態. 人と植物の関わりあい④. 大地と森の中で-縄文時代の古生態系- 『縄文の考古学Ⅲ』 小杉康ほか編. 同成社, p. 105-114.
- 辻誠一郎 1993 「火山噴火が生態系に及ぼす影響」 『火山灰考古学』 新井房夫編. 古今書院, p. 225-24.
- 成尾英仁・柴畑光博 2025 「鬼界アカホヤ噴火に伴う幸屋火砕流堆積物の分布と同堆積物中炭化材の年代について」 公益財団法人土科学センター財団助成金研究成果報告書, p. \*\*-\*\*.
- Machida and Sugiyama 2002 The Impact of the Kikai-Akahoya Explosive Eruptions on Human Societies. *Natural Disasters and Cultural Change*. Edited by Robin Torrence and John Grattan. Routledge, London, p.313-325.
- 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, 336p.
- 松下まり子 2002 「大隅半島における鬼界アカホヤ噴火の植生への影響」 『第四紀研究』 41, p. 301-310.
- 吉田重吉 1976 「ススキの研究」 平吉功先生退官記念事業会 : p. 45-68.

# 鬼界アカホヤテフラ前後の磨石・敲石類の使用痕と 残存デンプン粒分析からみた植物質食料の変化

<sup>1)</sup>弘前大学人文社会科学部、<sup>2)</sup>元弘前大学人文社会科学部

上條信彦<sup>1)</sup>・熊谷有里<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

縄文時代早期末（5300 cal BC 前後）、大隅半島南端から約 40 km の海底で起こった鬼界アカホヤ（K-Ah）噴火では、九州本土南端まで達した大規模な火砕流が発生し、上空高く舞い上がった細粒火山灰は東北地方まで及んだ。この噴火が当時の地形や植生などの自然環境へ与えた影響については、自然科学分野の調査研究の進展で、さまざまなアプローチがなされている。同時に同テフラの考古編年上での位置付けについても検討が進められ、K-Ah 噴火が縄文文化にどのような影響を与えたのか考察されている。筆者らは植物加工具と推定されている礫石器について、その機能や用途に注目しながら研究を進めている。そこで、礫石器の使用痕とデンプン粒に注目しながら、K-Ah 噴火に伴う火砕流堆積物の分布範囲とその周辺における K-Ah 噴火後の生態系の回復と食料資源利用の変化を推察する。残存デンプン粒分析は、主に先史時代の礫石器や土器付着物で実施され、その有効性が確認されてきている。また石臼や杵・臼など民具でもデンプンの残存が確認されており、同用途の出土品からデンプンが検出される可能性が高い。脱殻や粉碎に用いられた礫石器には安山岩や砂岩といった多孔質の石材が用いられるため、その表面には凹凸があり、そこにデンプン粒が滞留しやすく、分析対象とした遺跡でも同質の石材が用いられており、有効な資料といえる（上條 2015）。また、両遺跡とも磨石・台石類が多数出土しているほか、内陸に位置し、漁労に依存しない種子島内陸部の生業活動を知ることにつながる。

これにより、K-Ah 噴火による激甚被災地における狩猟採集民の再定住プロセスの復元に寄与する。なお、資料調査の調整を栗畑光博が行い、試料プレパラートの作成や観察は熊谷、それ以外の石器の観察や試料採取、検出デンプンの評価は上條が担当した。

## 2. 対象資料の概要

これまで筆者らは、K-Ah 噴火前後の種子島・屋久島の 6 遺跡 131 点、薩摩・大隅半島 3 遺跡 12 点、都城盆地周辺 6 遺跡 83 点、計 15 遺跡 227 点の資料を分析し、K-Ah 噴火前後の礫石器の変化を捉え、対象全ての遺跡 67 点から 106 粒のデンプン粒を検出することに成功している。しかし、保存状態などが要因で検出粒が少ない地域や時期があり、資料を拡充し正確を期する必要がある。そこで、本研究では、K-Ah 噴火が及ばなかった熊本地域と、K-Ah 噴火の影響が考えられる種子島北部の礫石器を加えた。熊本地域は石の本遺跡と轟貝塚の 2 遺跡 45 点、種子島北部も下之平遺跡・平庭 B 遺跡の 2 遺跡 46 点である。

石の本遺跡は熊本県熊本市の東境部に位置する。白川の右岸、標高約 75m の詫間台地上に立地する。熊本県教育委員会によって 1994～1995 年に発掘調査が行われ、旧石器時代～近世までの遺物・遺構が確認された（熊本県教育委員会 1994）。対象資料は縄文時代早期後葉の K-Ah 火山灰降下前（塞ノ神 A～轟 A 式）のものである。

轟貝塚は熊本県宇土市に所在し、有明海沿岸部に位置する縄文時代早期末から後期中葉にかけての貝塚を伴う集落として知られている。九州や西日本の縄文時代早期末から前期の指標となる轟式土器が出土する標式遺跡である。宇土市教育委員会により 2011～2018 年度に発掘調査が行われ、K-Ah 火山灰の痕跡を示す土層との層位的な上下関係を伴って把握されたことにより、礫石器の明確な年代が明

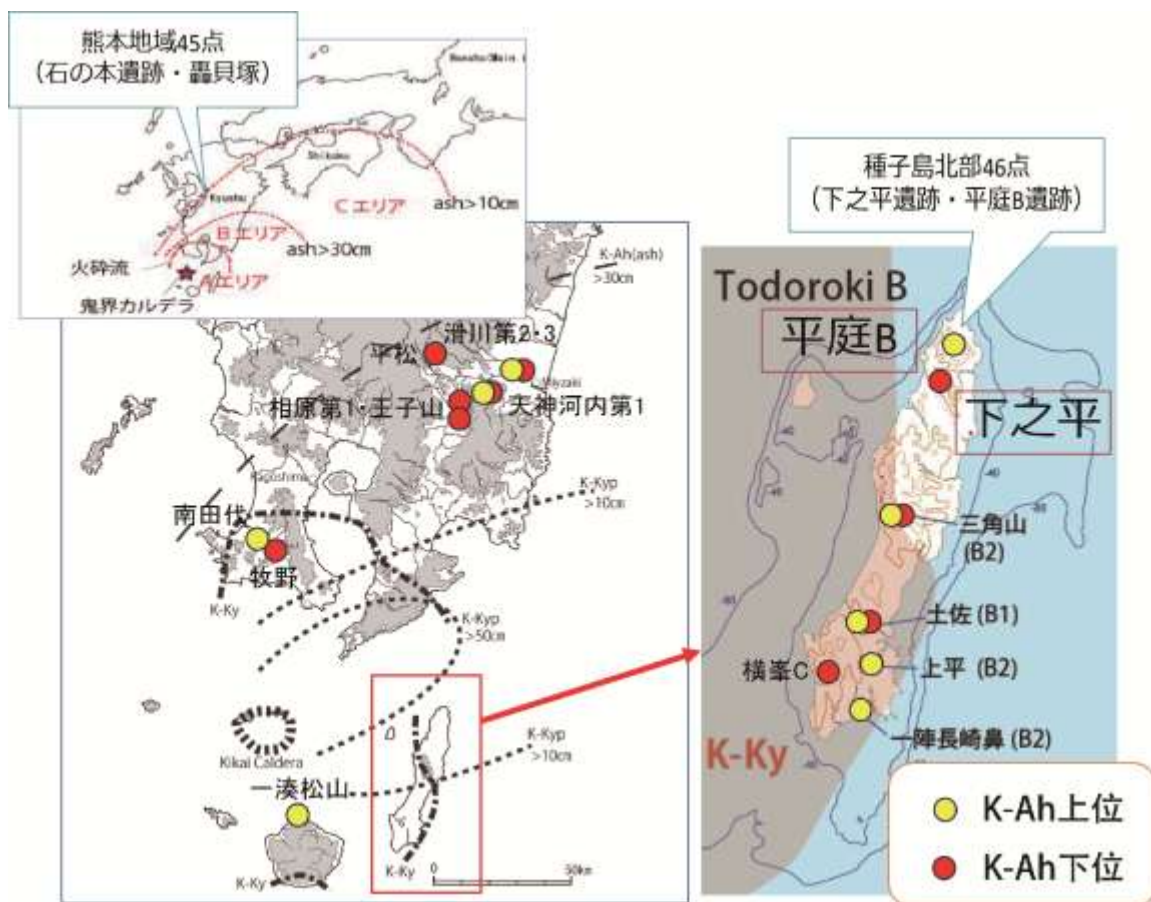


図1 調査対象遺跡の位置とK-Ah火砕流堆積物範囲

らかになった（宇土市教育委員会 2021）。対象資料は前期初頭 K-Ah 火山灰降下後（轟 B 式）のものである。

下之平遺跡は種子島の北部、鹿児島県西之表市に所在し、西之表市教育委員会により 2021 年度に発掘調査が行われた。その結果、K-Ah 火山灰降下前の縄文時代早期後葉～末、平椀式、塞ノ神式、苦浜式、轟 A 式土器を中心とした時期（約 9000～7,300 年前）を主とする。土器を中心とした時期（約 7,400 年前）では比較的大型の礫などが多数出土した。対象資料は縄文時代早期後葉の K-Ah 火山灰降下前（塞ノ神 A～轟 A 式）のものである（西之表市教育委員会 2022）。

平庭 B 遺跡は種子島の北部、鹿児島県西之表市に所在し、台地上に立地する。西之表市教育委員会により 1998～1999・2023 年度に発掘調査が行われた。その結果、集石などとともに轟 B1 式土器が検出された。対象資料は縄文時代前期初頭 K-Ah 火山灰降下後（轟 B 式）のものである。

### 3. 形態・使用痕観察の方法と分類基準

研究では礫石器の形態観察のほか、使用痕観察と残存デンプン粒観察を実施した。使用痕観察には肉眼やルーペによる等倍～30 倍程度の低倍率法と、金属顕微鏡を用いた 200 倍以上の高倍率法がある。このうち、本研究では前者の低倍率法を採用した。低倍率法は肉眼およびデジタル一眼レフ（Canon EOS 20D）にマクロコンバージョンレンズ（レイノックス社製）を装着して、総合倍率 1～15 倍で観察した。鉦物上の磨耗痕の範囲、線状痕の有無とその状態、損耗、光沢の有無を観察した。

以上の使用痕を観察したうえで分類した。分類は、上條（2015）の全国石皿分類基準に基づいた。磨石・敲石類の場合、磨耗痕、凹（敲打集中）痕、敲打痕に三大別した。表裏面と上下側面で、それぞれの使用痕が確認される場合は、その頭文字と組み合わせ、例えば凹＋磨類とした。

石皿・台石類は、自然礫をそのまま使用した台石（Ⅰ類）と凹面を作り出す狭義の石皿（Ⅱ類）がある。本研究対象には台石（Ⅰ類）のみで石皿はなかった。台石はさらに断面形および使用痕の種類と範囲で細分した。本研究対象は、平坦な面をもつ素材（平類）が用いられ、磨耗痕が一面に広がる（b類）を主とする。例えば、台石（Ⅰ類）で平坦な面をもつ素材（平類）が用いられ、磨耗痕が一面に広がる（b類）場合は、Ⅰ平b類と表記する。

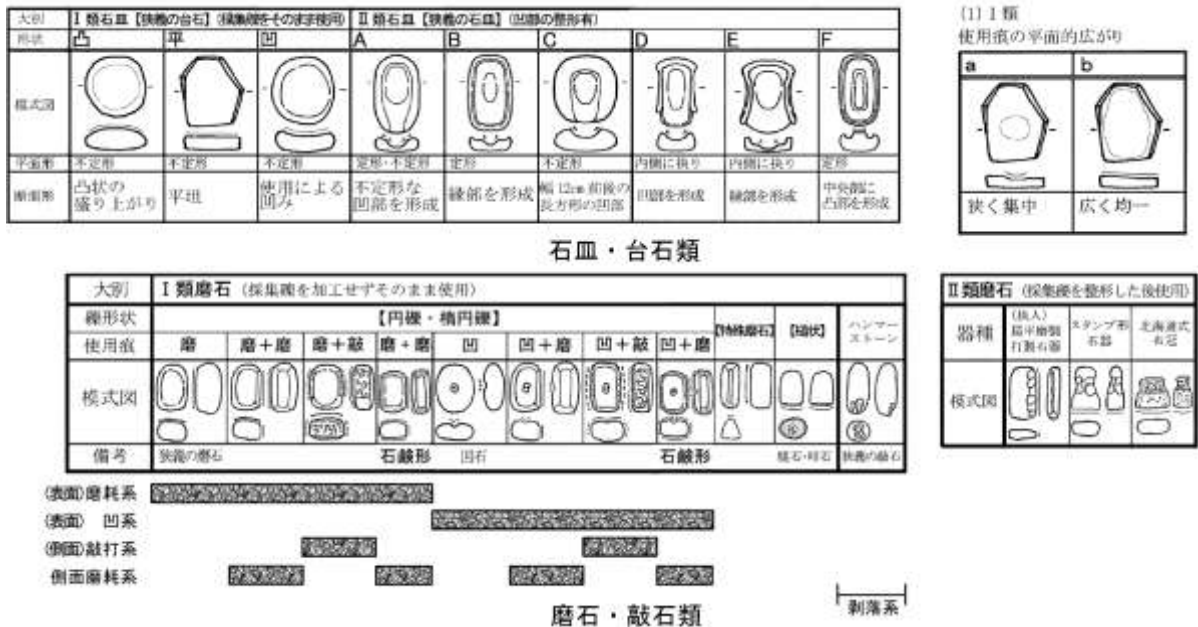


図2 礫石器の形態・使用痕分類

#### 4. 使用痕観察の結果

##### (1) 石の本遺跡 (K-Ah 降下前)

磨石・敲石類 10 点、石皿・台石類 4 点、計 14 点を対象とした。使用痕分類の結果、磨石・敲石類は、磨 6 点、凹 3 点、磨+磨 1 点、石皿・台石類はⅠ平 b 5 点に区分された。表面に磨耗痕のみがある磨石が 4 割を占める。磨耗面は光沢を伴う平坦となる。発達した磨耗面とは別に、中央には径 2 cm ほどのざらつく程度の凹凸の弱い磨耗面がある。この磨耗面は、殻剥きなどの軟物質を敲打した際に生じることが知られている（上條 2015）。よって、使用痕からは同じ面を使って軟物質の敲打作業と粉碎作業が行われたことがうかがえる。

##### (2) 轟貝塚 (K-Ah 降下後)

磨石・敲石類 26 点、石皿・台石類 5 点、計 31 点を対象とした。使用痕分類の結果、磨石・敲石類は、磨 14 点、凹 4 点、槌状 6 点、磨+磨 2 点、石皿・台石類はⅠ平 b 5 点に区分された。表面に磨耗痕のみがある磨石が 6 割を占め、槌状 6 点以外は石の本遺跡とほぼ同じ組成、割合である。槌状は短円柱状で上下面に使用痕がある。使用痕は凹凸の高低差が小さく、剥落を伴わない点で硬物質の敲打に伴う痕跡とは異なる。むしろ、上記石の本遺跡で観察された磨石中央には径 2 cm ほどのざらつく程度の凹凸の弱い磨耗面と同じである。轟貝塚の磨石に発達した磨耗痕のみが認められ、石の本遺跡で認められた磨石中央のざらつく程度の弱い磨耗面は認められない。このことから、槌状は石の本遺跡で同じ面で行われていた殻剥きなどの軟物質の敲打作業が、槌状に引き継がれたと考えることができる。以上より、熊本地域では時間的な変化により石器の形態レベルでは変化が現れるものの使用痕レベルでは大きな変化がないことがうかがわれる。

##### (3) 下之平遺跡 (K-Ah 降下前)

磨石・敲石類 45 点、石皿・台石類 14 点、計 59 点を対象とした。使用痕分類の結果、磨石・敲石類

は、磨 31 点、凹 6 点、敲 2 点、凹+磨 1 点、凹+敲 2 点、不明 3 点、石皿・台石類は I 平 b 13 点、I 平敲 1 点に区分された。

下之平遺跡では、表面に磨耗痕のみがある磨石が 7 割を占める。この中には石の本遺跡と同じく磨耗によって面となって平坦面が現れる例がある。さらに、この平坦面には線状痕を伴う。よってこの遺跡では、つぶす、擦るといった下石に密着させて動かして粒子を粉碎する作業が活発だったことがうかがえる。

#### (4) 平庭 B 遺跡 (K-Ah 降下後)

磨石・敲石類 71 点、石皿・台石類 5 点、計 76 点を対象とした。観察の結果、磨石・敲石類は、磨 9 点、凹 26 点、敲 3 点、凹+磨 14 点、凹+敲 19 点、石皿・台石類は I 平 b 類 5 点に区分された。平庭 B 遺跡では、凹と凹+磨、凹+敲を合わせると、凹痕がある磨石・敲石類が 8 割以上占める。この凹痕の多くは径 2 cm ほどで断面がレンズ状に凹む。その内面の敲打痕は磨滅し凹凸が滑らかである。凹痕の周りには磨耗痕が伴う。磨耗痕は凹痕よりも新しいことから、凹痕と同時、あるいは凹痕の後にできたと推測される。また磨耗痕は凹凸の高低差が小さい、ざらつくような磨耗痕である。よって、軟物質を敲く、砕くといった、道具を振り下ろす動作を伴う作業が活発だったことがうかがえる。



図 3 残存デンプン粒試料採取風景

このように、各遺跡では多くの礫石器が検出されているが、使用痕レベルでみると推測される主な作業に違いがうかがえる。

## 5. 残存デンプン粒分析

### (1) 残存デンプン粒分析の対象資料

以上の使用痕を観察した礫石器のうち、保存状態などを考慮し、下之平遺跡 13 点、平庭 B 遺跡 33 点、計 46 点を選択し試料採取した。内訳は下之平遺跡磨石・敲石類 4 点、石皿・台石類 9 点、平庭 B 遺跡磨石・敲石類 31 点、石皿・台石類 2 点である。埋没土壌はロームである。洗浄後ビニル袋に入れられ室内で保管されていた。

### (2) 残存デンプン粒分析の方法

デンプン粒は植物によって形状・大きさなどが異なる高分子物質で、耐酸性で南九州のテフラ中での残存も確かめられている。イモ類など残存しにくいデンプン質食料の検討に有効である。渋谷ほか (2006) が紹介する Crowther (2005) の試料採取法を参照した。具体的には試料が付着している部位を主に選択し、マイクロピペットを用いて精製水を吸入し、礫の小さな穴や凹みに注入、洗浄しながら試料回収する。この方法であれば、特殊な機器を使用せず、携行できるため、海外などの調査地でもすぐに実施できる。また染色 (たとえばヨウ素反応) による薬品による汚染を避け、検証のための採取位置を記録できる。なお候補となる植物の判定は現状での速報であり、標本の蓄積や再検討により今後変更の可能性がある。

### (3) 残存デンプン粒分析の結果

対象全て 4 遺跡 40 点からデンプン 131 粒を検出した。

石の本遺跡では 14 点中 9 点 70 粒、検出率は 64%、轟貝塚では 24 点中 10 点 70 粒、検出率は 42%、下之平遺跡では 13 点中 5 点 6 粒、検出率は 38%、平庭 B 遺跡では 33 点中 16 点 29 粒である。検出率は 48%であった。磨石・敲石類と石皿・台石類双方から検出した。ほぼ同じ検出率で、遺跡間の大きな差はない。

現生標本の特徴を考慮しつつ、形状、大きさ、偏光十字の入り方、形成核の位置を組み合わせた結果、A～L類の12分類した。以下、K-Ah 降下前後を比較しつつ、分類ごとに各遺跡の結果を述べる。

**A類** 円形で、偏光十字が十字形に交差、径3～6 μmの極小型～小型

K-Ah 降下前の石の本遺跡で4粒、K-Ah 降下後の轟貝塚で10粒、平庭B遺跡で3粒検出された。平庭B遺跡では1サンプルから複数検出される。

**B類** 円形で、偏光十字が十字形に交差、径7～12 μm程の中型

K-Ah 降下前の石の本遺跡で2粒、K-Ah 降下後の平庭B遺跡で2粒検出された。

**C類** 短楕円形で、偏光十字がX字形に交差、径4 μm以下の極小型

K-Ah 降下前の石の本遺跡で3粒、下之平遺跡で2粒、K-Ah 降下後の轟貝塚で13粒、平庭B遺跡で8粒検出された。

**D類** 短楕円形で、偏光十字がX字形に交差、径5～6 μmの小型

K-Ah 降下後の轟貝塚で8粒検出された。

**E類** 短楕円形で、偏光十字が十字形に交差、径5～6 μmの小型

K-Ah 降下後の平庭B遺跡で1粒検出された。A類に属す極小型の円形デンプンに付着する例があることから、A類とE類は同じ植物のデンプンの可能性がある。また複数がまとまって塊状になる例もある。

**F類** 短楕円形で、偏光十字が十字形に交差、径7～10 μmほどの中型

K-Ah 降下前の石の本遺跡で2粒検出された。

**G類** 長楕円形で、偏光十字がX字形に交差、径4 μm以下の極小型

K-Ah 降下前の石の本遺跡で1粒、K-Ah 降下後の轟貝塚で1粒検出された。

**H類** 長楕円形で、偏光十字がX字形に交差、形成核の位置が一方に偏り、層紋が明瞭である。大きさは小～大型まで幅広い。特徴的な形のため大きさにかかわらず一括した。長楕円形で長径30 μm以上の極大型デンプンもある。K-Ah 降下前の石の本遺跡で3粒、K-Ah 降下後の轟貝塚で3粒、平庭B遺跡で1粒検出された。

**I類** 多角形で、偏光十字がX字形に交差、径4 μm以下の極小型

K-Ah 降下前の石の本遺跡で8粒、下之平遺跡で2粒、K-Ah 降下後の轟貝塚で20粒、平庭B遺跡で10粒検出された。検出デンプン中最多であるが、平庭B遺跡のHB24と8T84の2点から複数粒検出されており、一つの石器からまとまって検出する傾向がある。

**J類** 多角形で、偏光十字がX字形に交差、径4～12 μmほどの小～中型

K-Ah 降下前の石の本遺跡で3粒、下之平遺跡で1粒、K-Ah 降下後の轟貝塚で11粒検出された。

**K類** 半円形で、偏光十字がX字形に交差、径5～6 μmの小型

K-Ah 降下後の轟貝塚で2粒、平庭B遺跡で3粒検出された。楕円形デンプンの欠落や、粒どうしの密着による変形粒であることが多い。複粒体もある。また短楕円形のC類とセットになることから、K類はC類と同じ植物のデンプンとみられる。

**L類** 不定形

K-Ah 降下前の下之平遺跡で1粒、K-Ah 降下後の轟貝塚で2粒、平庭B遺跡で2粒検出された。偏光十字が不明瞭である。熱により変形、膨張したとみられる。これらは磨石・敲石類、石皿・台石類双方から検出されている。植物加工後、集石や炉石などの構成材に再利用された可能性がある。

### シュウ酸カルシウム

石の本遺跡からはイモ類に多く含まれるシュウ酸カルシウムの針状結晶が確認された。

以上をまとめると、C類とI類が多い点は4遺跡に共通する。K-Ah 降下前後に注目すると、熊本地

域では8種から9種で大きな変化はない。また、主体となる分類も変化がない。なお、細かく見ると降下後にはD類、K類が現れ、B類、F類が無くなる。種子島北部では4種から8種で噴火後の方が多様になる。降下後には、A類、B類、E類、H類、K類が現れ、J類が無くなる。もちろん、各遺跡の採取数が異なるので一概に比較できないものの、もともと採取数が少なかったJ類が平庭B遺跡で見られない点は注目される。

## 6. 残存デンプン粒分析結果の評価

本研究では、これまでのデータの拡充が目的であった。よって、本章ではこれまでのデータを加えて評価したい。まず熊本地域の結果は、同じく噴火の影響が小さかったとみられる都城盆地と比較すると、K-Ah 降下前とほぼ同じ割合にある。またD類、K類が見られない点も共通する。噴火後のデータは少ないため比較できなかった。また薩摩・大隅半島ではA・H・J類が確認されており、熊本地域と共通する。

次に種子島北部の結果については、下之平遺跡では4種であったが、三角山I遺跡のデータを加えると、8種となり、九州島南部と変わらないため下之平遺跡の少なさは試料数の少なさに起因すると考えられる。三角山I遺跡を加えた状況で、種子島北部と屋久・種子島南部と比較すると、大きな差はない。特にH・I・J類が多い点は共通する。この点は、九州島南部とも共通する。したがって、K-Ah 降下前の九州南部の利用植物には、地域差があまりなくほぼ同じ植物利用だったと推定される。

K-Ah 降下後は、デンプンの検出率が大幅に下がった。特に、薩摩・大隅半島 0%、屋久・種子島南部 18%となる。分類数も屋久・種子島南部 7種になる。一方、熊本地域や種子島北部は噴火前後で検出率に大きな変化はない。分類別では、種子島全体に共通してI類、J類がより多くなる。種子島北部ではC類とE類が増加し、種子島南部にはないH類が見られる。

## 7. 残存デンプン粒分析結果の候補植物

候補となる植物を挙げる。なお、早期段階では栽培植物が確認されないため、同定には野生種のみを対象とする。まず、検出デンプン12種A～L類のうち、円形で極小～小型のA類と、短楕円形で偏光十字が十字形に交差する小～中型のE類とF類、長楕円形で偏光十字がX字形に交差する極小型のG類は、多くの候補が挙げられ、種の特定は難しい。変形粒のL類の種を絞るのは難しい。またA類に付属するE類、同じくC類に付属するK類は同じ種である可能性が高い。

残るB類、C類、D類、H類、I類、J類の6種の候補を絞る。まず円形で中型のB類は、マメ科 (*Fabaceae*) やジュズダマ (*Coix lacryma-jobi*) などが挙げられる。楕円形で偏光十字がX字形に交差するD類は、ナラ類のドングリにみられる。長楕円形で極大型という特徴的な形であるH類は、カタクリ (*Erythronium japonicum*) やヤマノイモ (*Dioscorea japonica*) の根茎類に認められる。冷涼な気候で生育するカタクリよりはヤマノイモの方がより妥当である。H類が比較的多い石の本遺跡でシュウ酸カルシウムの針状結晶が同じ資料から検出された点は、H類がイモ類であった可能性をより高くする。短楕円で極小型のC類や、多角形で極小型のI類は、アキノエノコログサ (*Setaria faberi*) といったイネ科草本にみられる。多角形、中型のJ類は、オニグルミ (*Juglans mandshurica*) が挙げられる。

## 8. 礫石器器種と使用痕、デンプン粒との比較から推定される植物加工の変化

以上4遺跡の礫石器からはデンプン粒が検出され、礫石器が植物加工具であったことが明らかとなった。さらに、礫石器の器種や使用痕と残存デンプン粒を総合的に検討することで、用途や加工対象物についてより傾向を知ることにつながる。

礫石器の使用痕について、K-Ah 降下前の石の本遺跡や下之平遺跡では、表面に磨耗痕のみがある磨

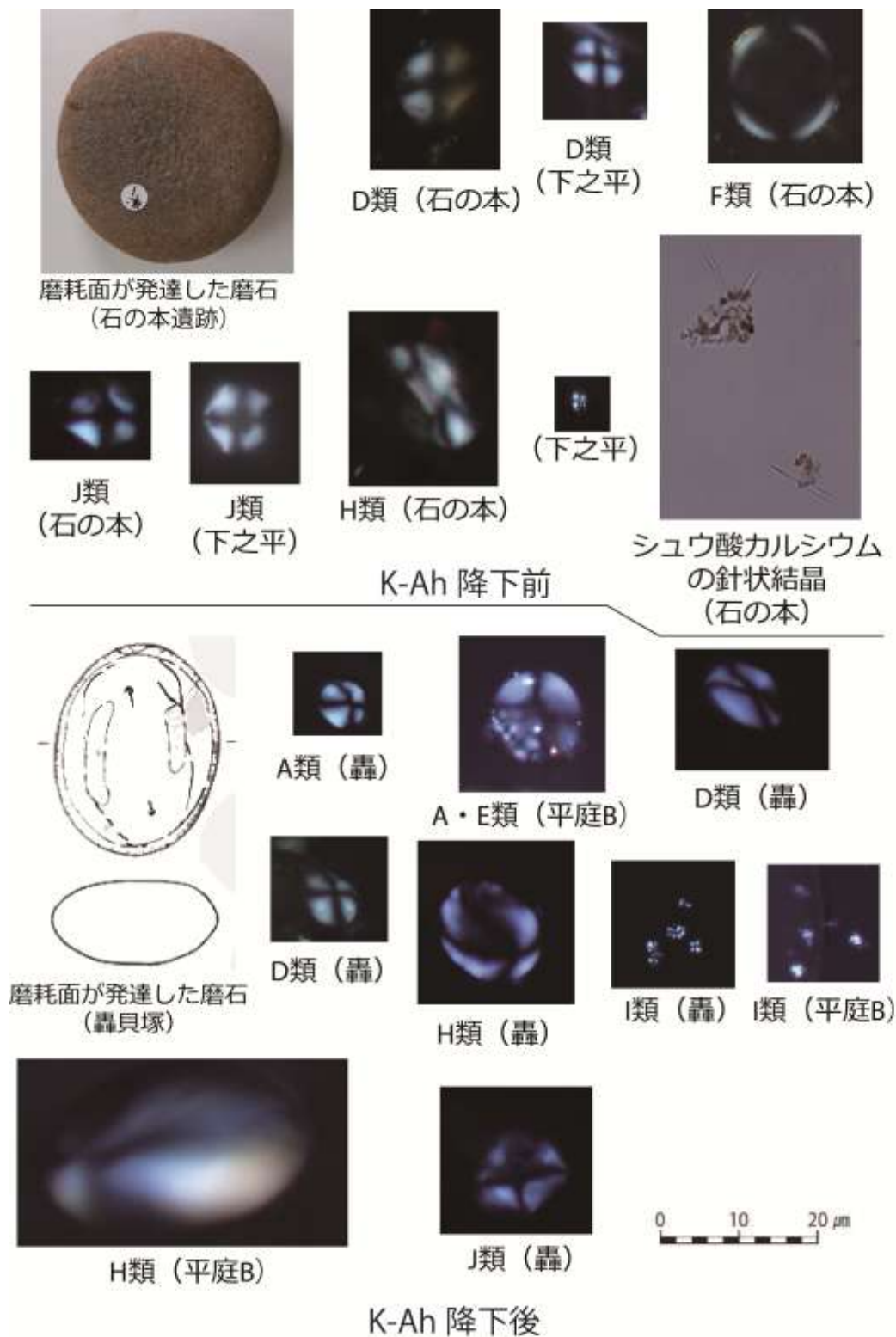


図4 出土礫石器と検出デンプン

石が7割を占め、つぶす、擦るといった下石と密着させて粉碎する作業が推定された一方、平庭B遺跡では凹痕がある磨石・敲石類が8割以上占め、軟物質を敲く、砕くといった、道具を振り下ろす動作を伴う作業が活発だった。

まず下之平遺跡の磨類からはD類が検出されたことからドングリ類の微粉化粉碎に用いられたと推測される。台石のI平b類からはD類のほか、I類やJ類があり、イネ科草本の皮むきやオニグルミ

の殻割りといった複数の用途が考えられる。

平庭B遺跡では磨類からB類、D類、K類がそれぞれ1粒検出され、D類がある点は下之平遺跡と共通する。凹痕のある磨石・敲石類からデンプンが多く検出される。詳しく見ると、凹痕のみの磨石・敲石類からはI類、A類、K類、D類が検出された。凹痕と磨耗痕が併存する磨石・敲石類からはC類、E類が検出され、凹痕のみの磨石・敲石類とは異なる傾向がある。磨類など磨耗痕がある礫石器の場合にC類が多い。よってK-Ah降下後もドングリ類の微粉化粉碎に引き続き磨耗痕を伴う磨石・敲石類が使用されていたとみられる。しかし凹痕のある磨石・敲石類に比べれば、その数は減少する。

凹痕と敲打痕が併存する磨石・敲石類は、検出率が他よりも低く、H類1粒が検出された。H類がヤマノイモとすると、その敲碎など調理に用いられたと推測される。また、平庭B遺跡に顕著な凹痕のある磨石・敲石類はA類やイネ科草本のI類が主な対象だったと考えられる。平庭B遺跡でも台石のI平b類からはD類が検出されており、下之平遺跡と共通する。そのほかB類も検出されている。

以上のように、熊本地域では、K-Ah降下前後で礫石器を用いた作業や利用植物に変化が小さかった。轟貝塚では、ドングリ類、クルミ属を主にマメ類があり、噴火前から変化ない。

一方、種子島北部では、K-Ah降下の影響が大きかった種子島南部ほどではないものの、同地域に立地するK-Ah降下前の下之平遺跡と、K-Ah降下後平庭B遺跡を比較すると、変化が認められた。主に磨耗痕はドングリ類の加工と関連し、オニグルミの加工とともに石の本遺跡や下之平遺跡では活発であったのに対し、平庭B遺跡では停滞しイネ科草本や根茎類の加工に用いられた。その代わりに凹痕のある敲石が増加し、デンプン質食料加工ではない石器製作に用いられた。したがって、種子島での変化の背景として噴火の影響とその後の植生回復に伴う人類活動を反映している可能性が考えられる。

今後、類例を増やし、他の遺跡との関連をみることで、より確実性の高い議論になることが期待される。

謝辞 資料調査に際し、熊本県教育委員会、ならびに西之表市教育委員会の沖田純一郎氏、宇土市教育委員会の芥川博士氏のご協力を得た。末筆ながら御礼申し上げます。

#### 《引用・参考文献》

宇土市教育委員会 2021 『轟貝塚』宇土市埋蔵文化財調査報告書37

上條信彦 2015 『縄文時代における脱穀・粉碎技術の研究』六一書房

熊本県教育委員会 1994 『石の本遺跡群』熊本県文化財調査報告第178集

渋谷綾子、マシウス・ピーター、鈴木忠司 2006 「旧石器時代石器資料の残存デンプン分析調査報告」『新潟県立歴史博物館研究紀要』7、17-24頁

西之表市教育委員会 2000 『西之表市埋蔵文化財発掘調査報告書11 平庭B遺跡』西之表市教育委員会

西之表市教育委員会 種子島開発総合センター「鉄砲館」2022 『下之平遺跡』西之表市埋蔵文化財発掘調査報告書

## 【コメント】動物遺存体からみた鬼界アカホヤテフラの影響について

<sup>1)</sup>ルンド大学考古学・古代史学科、<sup>2)</sup>金沢大学古代文明・文化資源学研究所、<sup>3)</sup>セインズベリー日本藝術研究所

内山 純蔵<sup>1)2)3)</sup>

### 1. 背景

縄文時代早期末に当たる 7,300 年前、九州本島の南方約 40km の海底で発生した鬼界アカホヤ (K-Ah) 噴火は、噴出物から換算される噴火規模としては、完新世で最大の巨大噴火であったことが明らかになっている (e.g. Shimizu et al. 2024)。火砕流 (幸屋火砕流: K-Ky) は大隅諸島から薩摩・大隅両半島の南部に及び、西日本の広範な地域が火山灰で覆われたほか、細粒火山灰は本州北部にまで飛散した。噴火は当時の日本列島の自然環境や社会に大きな影響を与えたと考えられるが、現在までに、当時の狩猟活動や漁労活動にみる変化は、未解明の点が多い。それはひとえに、噴火をまたぐ直前・直後の時期の動物遺存体が保全された遺跡が少ないためである。そうであっても、近年までの幾多の発掘件数の中で、K-Ky の及ぶ範囲内であっても、断片的ではあるが動物遺存体の情報を積み重ねることができ、それらは貴重な情報となる。

報告者は、この観点から、科研費基盤研究(C) 「先史巨大噴火の生業への影響に関する動物考古学的研究」21K00988, 2021-2024 年度を進め、栗畑光博博士に研究分担者として加わっていただき、活動を行ってきた。科研費プロジェクトはまだ続行中であり、得られたデータは今後、審査付き英文学術誌に投稿する予定であるので、この場で公開することができないものが多いが、この科研費プロジェクトをご紹介しますながら、現在得られつつある観点、視点を申し上げて、本報告でのお役に立てればと思う。

### 2. 科研費プロジェクト「先史巨大噴火の生業への影響に関する動物考古学的研究」概要

科研費基盤研究(C) では、推定被災地の発掘調査により得られた動物遺存体資料の分析・計測に基づいて、巨大噴火による影響、すなわち噴火災害の後、**(課題1)** 生業活動がどのような変化を被ったのか、また **(課題2)** その後どのように生活が回復していったのか、という二つの課題の解明を目的としてきた。

近年までの発掘調査によって、九州各地の遺跡から K-Ah 噴火前後の時期に相当する縄文早期後半から前期にかけての動物遺存体資料が多く蓄積されている。本研究では、これらの資料を詳細に観察・計測し、各遺跡の生業の季節性や場所としての機能を推定する。そしてその結果を、石器組成や遺跡の性状・分布状況と照合し、民族学的資料との統計学的比較を行い、噴火前後の生業戦略の実態を復元し、中・長期的な回復過程を明らかにする。

本研究では、巨大噴火による社会への影響を総合的に理解するため、以下の手順を取る。まず、**(手順1)** 薩南諸島から九州本島に至る九州地方の動物遺存体の現状を把握し、九州地方を K-Ah 噴出物の被災程度によって地域区分する。次に **(手順2)** 地域区分ごとに動物遺存体資料の分析を進め、石器組成や遺跡の性状・分布状況と比較し、生業戦略の復元を行う。最後に、**(手順3)** その結果を噴火前後で比較し、さらに地域間比較を行い、最終的にこれを統合して被災の全体的な影響について見通しを得る。

なお、以上のような大規模災害の文化的影響については、近年の地球温暖化に伴う異常気象や自然災害の増加もあって、世界的に関心が高まってきている。そのため、世界における災害考古学研究の展開について情報を収集し、協力ネットワークを構築しつつ、研究を実施している。すなわち、スウェーデン・ルンド大学 (Lund University) の Peter Jordan 教授、デンマーク・オーフス大学 (Århus

University)の Felix Riede 教授、スウェーデン・ストックホルム大学考古学・古典歴史学研究所 (Institute for Archaeology and Classical Studies, Stockholm University) の Kerstin Lidén 教授・Sven Isaksson 教授・Aripekka Junno 博士らと協力関係を構築、2021 年度より、 Lund 大学考古学・古代史学科を拠点とする、日・北欧災害考古学研究プログラム CALDERA (CALDERA Nordic-Japan Research Programme (Disaster Studies)) を開始した (下記 URL)。

<https://portal.research.lu.se/en/projects/caldera-nordic-japan-research-programme-disaster-studies>

科研費プロジェクトでは、動物遺存体分析と併行して、土器脂質分析を行っているが、こうした化学分析は、主にストックホルム大学の資材を利用している。プロジェクトにおける地域図、調査対象遺跡を図 1 として示す。

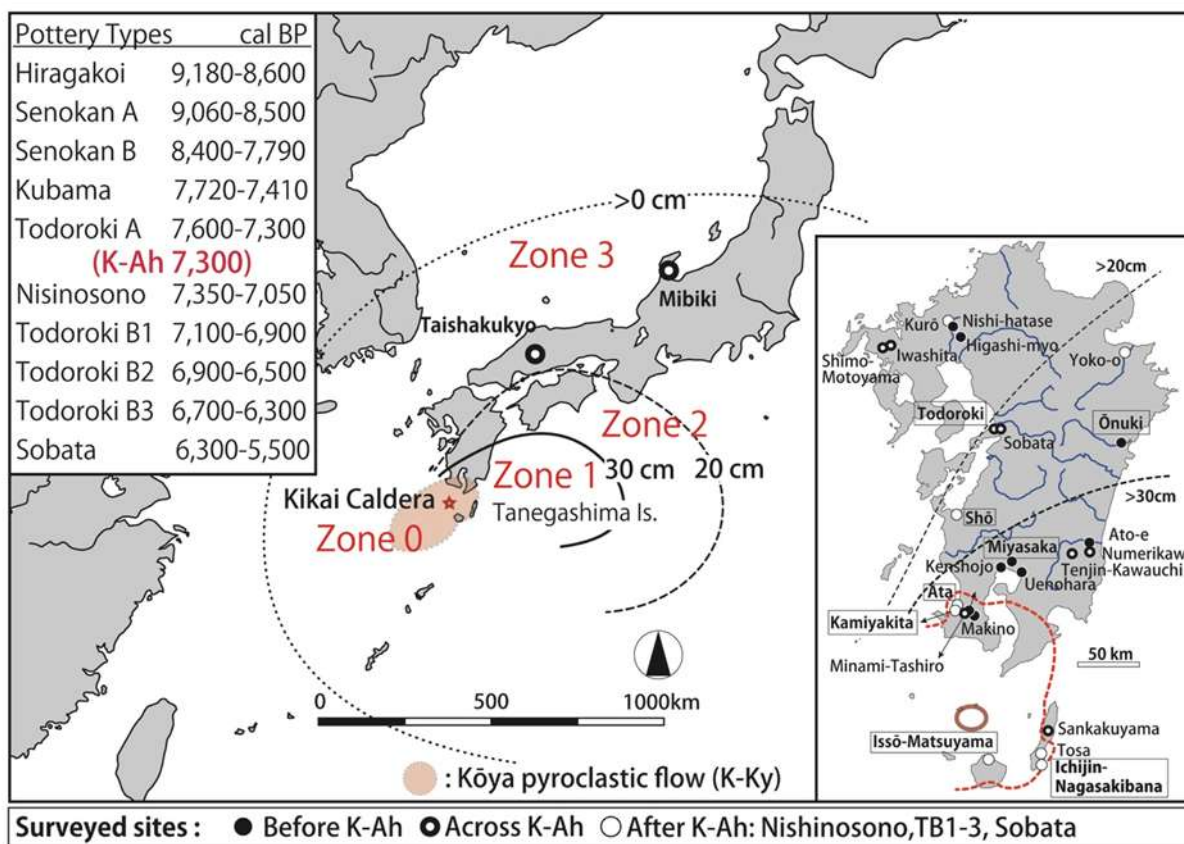


図1 7,300 年前の K-Ah(鬼界アカホヤ)噴火による降灰範囲と現在の層厚。噴火地点を中心とする赤の部分は K-Ky 火砕流が襲った (Zone 0)。その外側では、現在も 30cm 以上の火山灰が層として残る地域 (Zone 1)、以下 20cm (Zone 2)、 $>0\text{ cm}$  (Zone 3) と、本研究では、層厚に応じて地域分けを行い、火山災害の影響の比較を試みた。左上の表は噴火 (赤字) 前後の南九州における土器型式とその校正年代を示す。西之園式と轟 A 式の時点で噴火に遭遇したが、近年の研究では、両型式とも火山灰層の上下から出土していることから、社会が多大なダメージを受けながらも存続したと考えられている。図中に示された遺跡は、本研究において調査・分析を行なった遺跡である。このうち九州内の遺跡では、脂質分析を目的とした土器サンプリングを行っており、現在ストックホルム大学で分析を終え、論文執筆の段階にある。四角で囲っているものは、動物遺存体が出土しており、本研究で同定・分析を行なった場所を示す (一陣長崎鼻、一湊松山、上焼田、阿多、宮坂、荘、大貫、轟、帝釈峡、三引遺跡。このうち帝釈峡と三引は九州外)。

### 3. 研究成果

#### (1) 種子島での成果 (ベン・カーレン賞受賞研究)

K-Ah 噴火点（鹿児島県三島村）に近い種子島は（Zone 0~1）、450 km<sup>2</sup>に 200 以上の遺跡があり、動物遺存体を産出する遺跡は多くない（現在分析可能なのは噴火直後の南種子町一陣長崎鼻遺跡のみ）が、その多くが遺跡前後の時期にまたがっている。科研費プロジェクトでは、動物遺存体に加えて、石器組成・遺跡性状・土器脂質分析・遺存デンプン粒分析等の異なる手法を総合的に取り扱い、噴火による影響の総合的解明を目指しているが、そのための絶好のフィールドである。

本研究では、国際災害考古学研究チームとの協力によって、2021 年から 3 年間にわたり種子島での調査を実施した。その成果は、

Uchiyama, J., Kuwahata, M., Kowaki, Y., Kamijō, N., Talipova, J., Gibbs, K., Jordan, P.D., Isaksson, S. (2023). Disaster, survival and recovery: the resettlement of Tanegashima Island following the Kikai-Akahoya ‘super-eruption’, 7.3ka cal BP. *Antiquity* 97-393: 557 - 575. <https://www.doi.org/10.15184/aqy.2023.31>

として英考古学雑誌 *Antiquity* に掲載された。当該論文は、最優秀論文として評価され、2024 年 6 月に日本人が第一著者になったものとして初めて、世界の考古学のなかで抜きん出た業績に対して与えられる Ben Cullen（ベン・カーレン）賞を受賞した。

種子島調査では、K-Ah 噴火後初めて現れる時期に属する一陣長崎鼻遺跡の動物遺存体分析のほか、噴火の前後で遺跡数や遺跡の立地がどのように変化したのか、遺物（石器）がどのように変化したのか、またストックホルム大学の協力を得て、土器の脂質分析・同位体分析にみる変化を観察した。

遺跡数の分析からは、噴火の直前まで全島にわたり増加傾向にあった遺跡が消滅し、2~3 世紀間、遺跡が存在しない期間が判明した。火砕流の影響を強く受けた種子島では、噴火から数百年の間、人間が住まない期間があったことになる。その後、縄文 B1 式の時代（7,100-6,900 年前）から再植民が行われたものの、遺跡数は以前よりはるかに少なく、人口が少ない状態が続いていたと予想された。一方、遺跡立地の傾向を見ると、島に人が戻ってきた後の時代には、内陸部よりも、どちらかという海岸部に人が集まっていた傾向がみてとれる。火山灰に厚く覆われ、内陸に住むシカやイノシシが絶滅したため、より早く回復した河口部の汽水域の資源（貝類や甲殻類など）が主な食料になったと推測した。一方、種子島南端に位置する一陣長崎鼻遺跡では、汽水域の生物に加えて、シカの頸骨をはじめ確認することができた。火砕流に襲われた種子島南半部はもとより、島全体の生態系が K-Ah 噴火によって壊滅的な被害を受けたと考えられるので、シカやイノシシがどのように種子島に戻ってきたのかは興味深い課題となった。シカがある程度の水域を泳いで渡るのは知られているが、黒潮にさらされる海の難所に九州本土から泳ぎきれるものなのかは疑問である。人の手を介して運ばれたか、あるいは「骨付きハム」のような加工品として持ち込まれたのだろうか。種子島は、マゲジカのような独自のシカが知られているが、これらの起源とも合わせて、今後の課題である。

さて、石器組成をみると、噴火以前は内陸で石鏃の割合が高く、シカやイノシシなどの狩猟活動が大きな役割を果たしていたようである。しかし、噴火後は、内陸・海岸いずれの地域でも、植物質の食料の加工に関わりが深いと考えられる磨石・石皿の割合が高くなる傾向が顕著であった。

森が一掃され、火山灰に厚く覆われた草原の環境で、最初に生えてくるクズやソテツがでんぷん質として主要な地位を占めた可能性を考えた。

土器の脂質分析・同位体分析では、噴火前と噴火後とは、大きい変化がないという特徴が観察された。いずれも、淡水域・汽水域の生物の調理が多かったと思われる。種子島のような離島では、噴火以前から、河口のラグーンの環境が重要だったと考えられよう。ただし、噴火後では、外海性の

生物の割合が減少するなど、よりラグーンの生き物の割合が高くなる傾向が現れた（図2）。

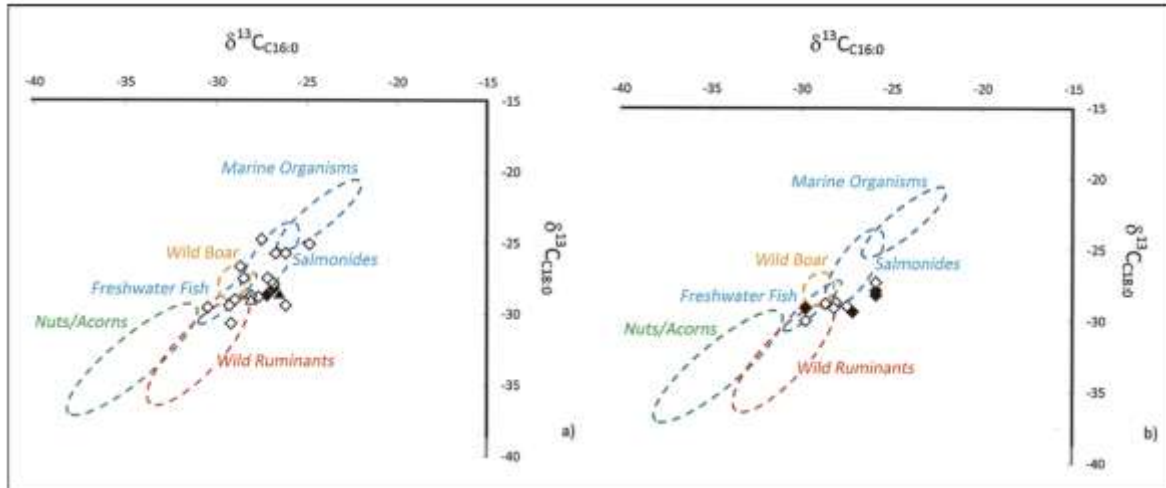


Figure 9. Organic residue analysis of cooking pots: a) before K-Ah and (b) after eventual reoccupation of the island. Two samples in (a) are from Sankakuyama II (triangles). All other samples come from Sankakuyama I (diamonds). Filled symbols indicate molecular evidence for processing aquatic products. The  $\delta^{13}\text{C}$ -values are derived from C16:0 and C18:0 fatty acids, with the 95% confidence ellipses based on modern Japanese reference samples (Lucquin et al. 2018) (see Table S3 in the online supplementary material) (figure by S. Isaksson).

図2 Antiquity 掲載論文(2023)Figure9 より。中種子町三角山遺跡の土器の脂質分析結果を示す。噴火以前(左)に比べ、噴火以後(再植民が行われた轟 B 式期)のもの(右)は、より範囲が狭く、汽水域資源に集まっているように見える。水産生物が確実に調理されたことを示す黒塗りマークの割合も高くなっているように見て取れる。

## (2) 九州本土における Zone 0~2 における成果：

種子島と並行して、九州本土の Zone 0~2 の遺跡で、脂質分析のための土器資料サンプリングと、動物遺存体分析を行なっている。この地域では、とくに熊本県宇土市轟貝塚において動物骨・人骨のストロンチウム同位体分析のためのサンプリングをまとまった量、行うことができています。結果は現在ストックホルム大学で分析を行っており、近い将来学術誌から公表の予定である。これ以外では、Zone 0 では南さつま市上焼田貝塚（1975 年度発掘資料）、Zone 1 では霧島市宮坂貝塚（2020 年度発掘資料）、Zone 2 では延岡市大貫貝塚（2020 年度発掘資料）でまとまった量の動物遺存体を同定・分析できた。概要は表 1、図 3 の通りである。

詳細は、今後学術誌に投稿予定であるが、時系列で並べると、(1) 大貫貝塚（塞ノ神 B 式期、8400-7790 cal BP）、(2) 宮坂貝塚（轟 A 式期、7600-7300 cal BP）、(3) 上焼田貝塚（西之藪式~轟 B2 式期、7300-6500 cal BP）となる。とくに上焼田貝塚の遺物包含層は K-Ky 火砕流層の直上に形成されており、噴火直後の生業に関するきわめて貴重な資料である。これら 3 つの貝塚は、いずれも当時の内湾奥深くに形成され、汽水・干潟環境が周囲に広がっていたと考えられる。それを反映するように、どの貝塚でもマガキ・ハマグリを主とする貝類が重量にして 90% 以上を占めていた。しかし、残余の脊椎動物遺存体には大きな相違がある。

すなわち、(1) 塞ノ神 B 式期の 大貫貝塚ではクロダイを中心とした湾内種を中心とした多様な魚類が捕獲対象となり、MNI 比較でも哺乳類を上回るなど、漁労活動が生業の中で重要な役割を果たしていた。(2) とところが、宮坂貝塚に見るように、轟式土器が広がるにつれ、シカ・イノシシを中心とする陸上獣狩猟の比重が増加するとともに、漁労では外洋種の比率が高くなる。すなわち、この段階では、遺跡周辺の内湾だけでなく、外洋から内陸に至る極めて広大で多様な環境で生業活動が行われていた。こうした状況下で K-Ah 噴火を迎えた。(3) 上焼田貝塚を見ると、K-Ah 噴火直後の南九州では、漁労の要素が低下し、内湾種をわずかに捕獲する程度となり、生業の主体は内陸での狩猟活動と

なった。

表1 大貫貝塚(1a)、宮坂貝塚(1b)、上焼田貝塚(1c)の脊椎動物遺存体

1a. Vertebrata at the ONUKI Shellmound (Nobeoka City, Miyazaki Prefecture)

Latin	English	Japanese	NISP	MNI	MAU	body part	Habitat
<b>Mammalia</b>							
<i>Cervus nippon</i>	sika deer	ニホンジカ	19	2	15	mandible loose teeth M3; astragalus (L)	terrestrial
<i>Sus scrofa</i>	wild boar	イノシシ		2	10.75	skull (Lacrimal); max loose teeth P4&M3 (R); mandible (mental tubercle); mandible loose teeth P3 (R), M2, M3 (R&L); atlas; mc III proximal (R); 2nd phalange III (R&L); radius distal; tibia distal (R)	terrestrial
<i>Ursus thibetanus</i>	Asian black bear	クマ	1	1	1	mandible loose tooth dm1 (R)	terrestrial
<i>Melus anakuma</i>	Japanese badger	アナグマ	1	1	1	mandible loose tooth P4 (L)	terrestrial
<i>Muridae gen. et sp. indet.</i>	Muridae	ネズミ科	2	1	1	mandible loose tooth M2 (R), canine tooth	terrestrial
<b>Reptilia</b>							
<i>Serpentes sp.</i>	snake*	爬虫綱	59	1	0.39	vertebra	terrestrial
<b>Osteichthyes</b>							
<i>Paralichthys sp.</i>	bastard halibut	ヒラメ	1	1	0.2	loose teeth, abdominal vertebra	inshore
<i>Pleuronectiformes</i>	flatfish	カレイ目	4	3	3.2	1st vertebra	inshore
<i>Mugil cephalus</i>	flathead grey mullet	ボラ	1	1	1	opercle (L)	estuary
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	blackhead seabream	クロダイ	22	7	22.33	premaxillary (L)	estuary
<i>Pagrus major</i>	red seabream	マダイ	2	1	1.33	maxillary (L)	inshore
<i>Lateolabrax japonicus</i>	Japanese sea bass	スズキ	5	2	3.25	dentary (R)	estuary
<i>Conger sp.</i>	conger	アナゴ	1	1	0.02	caudal vertebra	inshore
<i>Caranx sexfasciatus</i>	begeye trevally	ギンガメアジ	1	1	1	premaxillary (R)	estuary
<i>Cyprinidae sp.</i>	Carp family	コイ科	10	1	1.03	vertebra	freshwater
<i>Carassius</i>	crucian carp	フナ	1	1	1	pharyngeal tooth A4 (L)	freshwater
<i>Anguilla japonica</i>	Japanese eel	ウナギ	2	1	0.03	vertebra	anadromous
<i>Plecoglossus altivelis</i>	ayu sweetfish	アユ	123	4	8.84	caudal vertebra	anadromous
<b>Chondrichthyes</b>							
<i>Sphyrnidae gen. et sp. indet.</i>	hammerhead shark	シュモクザメ	1	1	1	loose tooth	offshore
<i>Carcharhinus leucas</i>	bull shark	オオメジロザメ	1	1	1	loose tooth	estuary
Total			271	34			

\* MAU of snake is calculated as 300 vertebrae for an individual.

1b. Vertebrata at the MIYASAKA Shellmound (Kirishima City, Kagoshima Prefecture)

Latin	English	Japanese	NISP	MNI	MAU	body part	Habitat
<b>Mammalia</b>							
<i>Cervus nippon</i>	sika deer	ニホンジカ	37	3	21	maxilla tooth M1 (R)	terrestrial
<i>Sus scrofa</i>	wild boar	イノシシ	21	4	13.14	mandible (R)	terrestrial
<i>Cetacea sp.</i>	whale	クジラ類	5	1	0.04	vertebra	offshore
<b>Osteichthyes</b>							
<i>Rhabdosargus sarba</i>	goldlined seabream	ヘダイ	7	2	4.43	dentary (L)	offshore
<i>Paralichthys sp.</i>	bastard halibut	ヒラメ	2	1	3	dentary (L), 2nd vertebra	offshore
<i>Choerodon azurio</i>	Azurio tuskfish	イラ	1	1	2	lower pharyngeal tooth plate	offshore
<i>Thunnus alalunga</i>	Albacore	ビンナガマグロ	2	1	1.09	opercle (R), caudal vertebra	offshore
<i>Thunnus orientalis</i>	Pacific bluefin tuna	クロマグロ	1	1	0.09	abdominal vertebra	offshore
<i>Thunnini/Sardini sp.</i>	tuna/bonito	マグロ属/カツオ属	2	1	2	preural vertebra	offshore
Total			78	15			

軟体動物門(Mollusca)

Latin	English	Japanese	Amount	Habitat/ecology
<b>Bivalvia</b>				
<i>Meretrix lusoria</i>	Asiatic hard clam	ハマグリ	Dominant	intertidal zone of inner bays, sandy mud bottoms up to 20m in depth
<i>Crassostrea sp.</i>	Pacific oyster	ハイガイ		estuary
<b>Gastropoda</b>				
<i>Babylonia sp.</i>	Japanese Babylon	腹足綱		soft & muddy offshore
<i>Glossaulax didyma</i>	Moon shell	ツメタガイ		intertidal zones of inner bays, sandy mud bottns
<i>Rapana venosa</i>	Asian rapa whelk	アカニシ		Sandy bottoms up to 30m in depth

1c. Vertebrata at the KAMIYAKITA Shellmound (Minami Satsuma City, Kagoshima Prefecture)

Latin	English	Japanese	NISP	MNI	MAU	body part	Habitat
<b>Mammalia</b>							
<i>Cervus nippon</i>	sika deer	ニホンジカ	29	3	23.83	dis humerus (L)	terrestrial
<i>Sus scrofa</i>	wild boar	イノシシ	33	5	22.92	mandible (L)	terrestrial
<i>Ursus thibetanus</i>	Asian black bear	ツキノワグマ	1	1	1	prox femur (L)	terrestrial
<b>Osteichthyes</b>							
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	blackhead seabream	クロダイ	8	2	22.33	premaxillary (L&R), maxillary (R)	estuary
Total			71	11			

種子島の調査結果と合わせて考えると、以上の様相は、注目に値する。まず、噴火地点に近い海上島嶼部では、噴火によって2、3世紀の間無人化し、その後復活したものの、内陸狩猟活動は低調であり、海岸干潟での活動が活発であった。それに対して、九州本土では、噴火直後から数世紀にわたって、かえって内陸狩猟活動が活発になったのである。九州に限らず多くの縄文遺跡ではイノシシの狩猟季節は冬季を中心とすることが多い。上焼田貝塚では夏から秋が中心となった。この観察結果は、上焼田貝塚が夏から秋のキャンプ地であった可能性を示唆するが、通常漁労活動の季節であるこの時

期に、貝類採捕のほかは内陸獣狩猟が主になる貝塚は非常に珍しい。九州南部において、噴火直後の時期に漁労活動が低調化した表れではなかろうか。

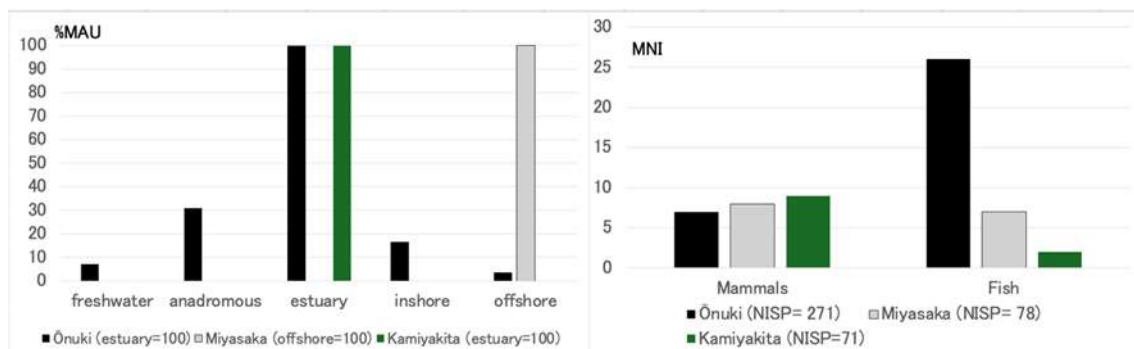


図3 大貫貝塚、宮坂貝塚、上焼田貝塚の脊椎動物遺存体(哺乳類・魚類)の最小個体数(MNI)比較(右)、および魚類の生息域ごとの比較(最小動物単位、%MAU)(左)。大貫貝塚・宮坂貝塚では魚類がそれなりに多い。また、左の図では、大貫貝塚と上焼田貝塚では比較的內湾種が優位を占めているが、宮坂貝塚では外洋種が圧倒的になる。

この現象については、噴火地点からの距離に応じた生態系へのダメージの深さの違いや、その後の回復過程の違いが反映されているかもしれない。たとえば、南九州では、噴火後に森林が一掃されたものの、比較的早くに草原環境が広がるようになった。これはシカやイノシシのような草食獣には魅力的である。一方で、内湾や河口には火山灰が大量に入り込み、生態系の回復に時間がかかったかもしれない。さらなる研究が行われれば、こうした噴火地点・災害程度の違いと環境の回復過程、それに則した生業変化の実態がより具体的に解明できるだろう。

### (3) Zone 3における成果：広島県神石高原町・帝釈峡観音堂遺跡、石川県七尾市三引遺跡

Zone 3においては、本州の内陸と日本海側にある代表的な二遺跡、すなわち広島県神石高原町・帝釈峡観音堂遺跡、石川県七尾市三引遺跡に対して、シカ・イノシシ遺存体に焦点を絞り分析調査を行った。両遺跡は、K-Ah 噴火点からそれぞれ 500km、900km 以上離れた地点にある。帝釈峡観音堂遺跡は噴火前後に継続した文化層がある。三引遺跡は噴火直後から数世紀にわたる遺物層を持つ。

分析結果は順次英文学術誌に投稿予定であるので、本報告ではデータの公開を控えたい。しかし、主に2点、注目すべき見通しが得られているので概要を述べる。

まず、両遺跡とも、シカ・イノシシの年齢構成が1歳未満の若齢に偏る傾向が観察された。このような場合、3つの可能性がある。(1) 追い込み猟・わな猟(弓矢による追跡猟の場合、若い成獣に年齢構成のピークが来るのが一般的である)が主な手段だった場合、(2) 狩猟圧が高まった場合、(3) 家畜化が行われた場合。もし(3)の可能性が低いとするならば、なぜ狩猟方法や狩猟圧に他の時代にはみられない変化が生じたのかを考えねばならない。また、注意すべきことに、噴火によるダメージが大きかったはずの Zone 0~2 ではそのような変化はみられない。本研究期間では、他の文化要素、とくに石器組成を詳しく観察する時間がなかった。しかしながら、社会集団が被災地からより遠方に移動するなどしたために、Zone 3 においては人口密度が高くなり、より効率的な狩猟が求められたのかもしれない。

今ひとつの注目点は、イノシシの歯の咬耗の進行速度である。イノシシ下顎歯の摩耗段階を、研究代表者が開発した指標で0~180の値に数値化する一方、永久歯萌出段階から推定できる絶対月齢との比較から、一定月齢においてどの程度下顎歯の咬耗が進んでいるのかを推定できる(内山 2006)。帝釈峡観音堂遺跡のイノシシでは、噴火以前では現生の野生イノシシと同程度の咬耗進行速度であった。しかし、噴火直後数世紀間では、有意に進行速度が速くなる現象がみられる。これを、Zone 0 の

上焼田遺跡、屋久島の一湊松山遺跡などと比較すると、噴火直後のイノシシでは、咬耗進行速度が一樣に速くなることが確認された。土壌に火山灰が大量に混ざり、食餌時の咀嚼によって歯への負担が増加した可能性がある。火山による影響の一つとして、今後注目したい。

#### (4) 結論・今後の見通し

以上、本研究でこれまで得られた知見を紹介してきた。具体的なデータは、今後順次学術誌を通じて公開する予定である。

近年の地球規模の環境問題への関心の高まり、地球温暖化が深く関係する気象災害、そして噴火・大震災への意識の高まりによって、巨大災害の社会・文化的影響を長期的・歴史的視点から考察する災害考古学が国際的に注目を集めている。災害考古学においては、考古学・自然科学・人文学が一体となった取り組みが今まで以上に求められている。そして、世界に類例を見ないほど豊富、かつ年代に関して高精度の考古資料は日本をおいてない。国際的な災害考古学のうえで、日本、とりわけ鬼界アカホヤ噴火への関心がたいへん高くなっていることを強調しておきたい。

筆者は、鬼界アカホヤの動物考古学的研究から出発して、スウェーデン・ルンド大学を拠点とする国際災害考古学プログラム CALDERA を築いてきた。そして、2025年1月から、CALDERA としての初事業として、スウェーデン科学財団 (Swedish Research Council、スウェーデン語での略称: VR) (<https://www.vr.se/english.html>) の研究資金を得ることができた (研究代表者は副リーダーに就任)。詳細は以下の通りである:

タイトル (スウェーデン語):

Att överleva Apokalypsen: flerdimensionell modellering av en förhistorisk megakatastrofs påverkan på människors livsvärldar, teknologier och demografi

英語:

Surviving the Apocalypse: multidimensional modeling of the impact of a prehistoric megadisaster on people's lifeworlds, technologies and demography

期間:

1July2025~30June2029

Registration number:

2024-00822

鬼界アカホヤ噴火は、完新世において世界でも稀な規模の災害だただけでなく、きわめて詳細な考古学データに恵まれ、高精度の年代測定・分析が可能な、人類にとって貴重な存在である。国際的に注目を集める災害考古学の研究を、九州を拠点として、今後とも大いに推進していきたい。

#### 参考文献:

Shimizu, S., Nakaoka, R., Seama, N., Suzuki-Kamata, K., Kaneko, K., Kiyosugi, K., Iwamaru, H., Sano, M., Matsuno, T., Sugioka, H., Tatsumi, Y., 2024. Submarine pyroclastic deposits from 7.3 ka caldera-forming Kikai-Akahoya eruption. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 448. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2024.108017>.

Uchiyama, J., Kuwahata, M., Kowaki, Y., Kamiyō, N., Talipova, J., Gibbs, K., Jordan, P.D., Isaksson, S. (2023). Disaster, survival and recovery: the resettlement of Tanegashima Island following the Kikai-Akahoya 'super-eruption', 7.3ka cal BP. *Antiquity* 97-393: 557 - 575. <https://www.doi.org/10.15184/aqy.2023.31>

内山純蔵 2006 「シカ・イノシシ」小杉康、谷口康浩、西田泰民、水ノ江和同、矢野健一 (編) 『縄文時代の考古学4 人と動物の関わりあい: 食糧資源と生業圏』 pp.167-179. 東京: 同成社。

1 幸屋火砕流堆積物と降下火山灰の層厚によるエリア区分と植生変遷の推定

K-Ah 噴火に伴う幸屋火砕流堆積物の分布については、町田・新井 (2003) によって、大隅諸島全域と南九州本土南半とする見方が示されていたが、大隅諸島については、屋久島南端の尾間地区には存在しないとされ (下司, 2009)、種子島北部にも存在しないことが指摘されている (藤原・鎌田, 2013)。また、南九州本土の分布限界についても、大隅半島側がより南へ縮小されることが示唆されていた (成尾, 2019)。詳細なフィールドワークに基づいた今回の成尾論文によって、大隅半島に関しては、鹿児島湾沿いを除いて約 30 km 南へ変更された。成尾が指摘するように、大隅半島においては、鬼界アカホヤ噴火に伴う巨大地震による噴砂 (成尾・小林, 2002) が鬼界アカホヤテフラの降下火山灰の間に堆積することがあり、従前の分布図はその堆積物を火砕流堆積物と誤認していた可能性がある。今回提示された幸屋火砕流堆積物の分布範囲をエリア A とした。ちなみに辻・飯澤論文では、薩摩半島南部の幸屋火砕流堆積物中から検出された炭化材分析の結果、定置温度が 300~350℃ と推定され、鬼界カルデラから火砕流が海を渡ることで、給源近傍と比較すると約半分ほどの著しい温度低下があったと指摘されている。海を渡った幸屋火砕流は火山ガス量の極めて多い希薄な粉体流とされるが、植物をはじめとする生態系の影響は甚大だったと推測される。

エリア A の外については、鹿児島県と宮崎県内の各地において実施された発掘調査成果を参考にし、K-Ah 噴火に伴う降下火山灰の現存層厚 30 cm 以上をエリア B、現存層厚 30 cm 未満、10 cm 以上をエリア C、10 cm 未満をエリア D とした (図 1)。

以上のエリア区分を踏まえながら、植物珪酸体分析のデータを集成するとともに、これまでに植物珪酸体分析のデータが不足している地域の植物珪酸体分析を行って、K-Ah 前後の植生変化を復元した。杉山論文によれば、幸屋火砕流が到達したエリア A とそれ以外で違いが認められ、エリア A の多くでは照葉樹林が絶えてススキ属などが繁茂する草原植生に移行し、おおむね 600~900 年間は照葉樹林が回復しなかったとしている。また、火砕流の分布限界付近ではそれほど大きな変化がなかった可能性も指摘されている。他方で火砕流が到達しなかった地域では、例えば、エリア B 南部の大隅半島中部域では、照葉樹林が絶えるほどの影響を受けなかった可能性があるが、降下火山灰や噴火とほぼ同時に発生した巨大地震の液状化に伴う噴砂などの堆積物が厚い地域では森林植生の回復が遅れるなど、植生回復の様相は多様であったと指摘されている。さらに、エリア C と D に関しては、限られたデータからではあるが、K-Ah 前後で照葉樹林の植生が継続しており、噴火による植生への大きな影響は看取されない。

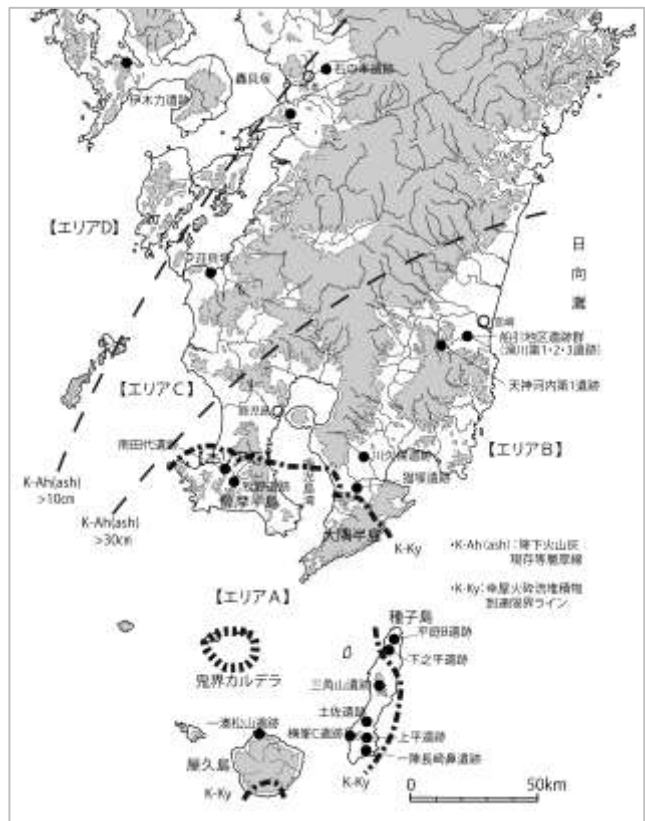


図 1 エリア区分と主要遺跡の位置

## 2 植物質食料加工具の使用痕分析と残存デンプン粒分析

エリア A 内の種子島南部では、K-Ah 前において顕著であったドングリ類の粉碎加工に使用したとみられる使用痕の発達した礫石器（中には摩耗痕と稜線の発達したいわゆる石鹼状磨石含む）が確認され、残存デンプン粒分析では、ドングリ類や根茎類の利用がうかがえた。一方、K-Ah 後には、使用痕未発達な便宜的な礫石器が主体となり、全体的に小型化するという傾向がうかがわれ、残存デンプン粒もイネ科草本種子に由来するものが増加するという傾向が看取されていた（上條ほか, 2023）。今回、エリア B 内の種子島北部とエリア C 内の熊本県の資料を補足調査した上條・熊谷論文によると、種子島北部では、K-Ah 前と後では礫石器の使用痕に違いが認められ、K-Ah 前は、ドングリ類の加工が活発であったが、K-Ah 後はドングリ類の利用が停滞し、イネ科草本種子や根茎類の利用が多くなると指摘された。また、種子島全体で K-Ah 後にアキノエノコログサなどのイネ科草本種子由来のデンプン粒の検出例が増加する点は注目される。熊本県では、K-Ah 前後で植物質食料加工具の礫石器の使用痕からうかがえる使用方法や対象とした植物に由来する残存デンプン粒にそれほど大きな変化は認められず、ドングリ類・クルミ属・マメ類の利用が継続していたとされる。同じくエリア C 内の鹿児島県 荘貝塚では、轟 B2 式土器期（約 6,900～6,500 年前）の摩耗痕の発達した礫石器（石鹼状磨石含む）が少なからず出土しており、植物珪酸体分析の成果も考慮すると、エリア C はエリア A・B と比べて噴火による植生の影響は少なかったため、噴火後数百年で、堅果類は比較的安定的に利用されていたと推定される。ちなみにエリア D の事例ではあるが、長崎県伊木力遺跡では、轟 B1 式土器期（約 7,100～6,900 年前）に位置づけられる堅果類の低湿地型貯蔵穴 22 基が検出されており、噴火後において植物物質食料の利用が活発であったことがうかがわれる。

## 3 噴火前後における生業の変化と地域間比較

エリア A における動物遺存体分析の成果から興味深い指摘がなされている。内山論文によると、種子島では、噴火前まで活発であった内陸狩猟活動は低調となり、鹿児島県一陣長崎鼻貝塚の事例から海岸干潟での活動が活発となるという。これは火砕流の深刻な破壊による島内の狩猟対象獣の激減を反映しているとみられるが、一方の南九州本土では、鹿児島県上焼田遺跡の事例から、噴火直後から数世紀にわたって、かえって内陸狩猟活動が活発になったことがうかがえ、その背景には噴火の影響によって、森林植生が一扫されたところに、草食獣が好む草原環境が展開するという環境の変化があったからではないかと推定している。筆者は以前、南九州本土のエリア A と B の境界付近に位置する遺跡では、K-Ah 後数百年間、狩猟具の石鏃が多数出土するのに対し、堅果類等の植物質食料加工用礫石器が極端に少なくなることに、噴火による堅果類植生へのダメージによるものと推定していた（栞畑, 2016）。今回その見解に新たな視角が加えられた。また、植物質食料加工用礫石器の使用痕と残存デンプン粒分析によって、エリア A と B では、K-Ah 前後で礫石器の内容や対象とした植物に変化が確認される一方で、エリア C の熊本県地域では、K-Ah 前後で大きな変化がないことがうかがわれた。以上の結果は、植物珪酸体分析による植生変化の復元とも整合的である。

今後も調査事例を増やしながらか火山災害の地域差についてさらなる検討を進めていく必要がある。

### 【引用・参考文献】

- 上條信彦・栞畑光博・内山純蔵・熊谷有里 2023 「残存デンプン粒分析からみた鬼界アカホヤテフラ (K-Ah) 降下前後の食品加工の変化」『第 38 回日本植生史学会・日本花粉学会第 64 回大会鹿児島大会要旨集』第 38 回日本植生史学会・日本花粉学会第 64 回大会鹿児島大会編, 75 頁
- 栞畑光博 2016 『超巨大噴火が人類に与えた影響—西南日本で起こった鬼界アカホヤ噴火を中心として—』, 雄山閣
- 下司信夫 2009 「屋久島を覆った約 7300 年前の幸屋火砕流堆積物の流動・堆積機構」『地学雑誌』118 (6), pp. 1254-1260
- 藤原誠・鈴木桂子 2013 「幸屋火砕流堆積物及びその給源近傍相のガラス組成と堆積様式」『火山』58 (4), pp. 489-498
- 成尾英仁 2019 「大隅諸島の火山噴出物と津波堆積物」『鹿児島考古』, 49, pp. 5-30
- 成尾英仁・小林哲夫 2002 「鬼界カルデラ, 6.5ka BP に誘発された 2 度の巨大地震」『第四紀研究』, 41 : 287-299
- 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』, 336 頁, 東京, 財団法人東京大学出版会

# 巨大噴火に伴う火山砕屑物堆積後の植生変遷と 植物質食料への影響に関する考古学的研究

2024年度公益財団法人土科学センター財団研究助成事業成果報告書

研究代表者 栗畑光博  
(九州大学大学院比較社会文化研究院)

発行 2025年3月31日

