

## (普及資料) 宮崎の代表的テフラの見分け方

松田 清孝  
(宮崎県埋蔵文化財センター)

### 1 はじめに

宮崎県は、九州で活発に活動を続ける多くの火山の東側に位置することから、豊富なテフラが堆積しており、5万年前以降に限っても40以上のテフラが知られている(表1)。テフラは瞬時に広域に堆積するため、時間指標としての利用価値が高く、発掘調査においては、テフラを利用した編年(テフロクロノロジー)の発展に合わせるように、遺構や遺物の検出や年代決定の目安として活用されてきた。一方で、数多くのテフラを正確に同定するには、重鉱物組成のほか、火山ガラスの形態や斑晶鉱物の屈折率、さらには化学組成などの分析を行う必要がある。経験を積んだ調査員には典型的なテフラ層の同定はたやすく正確で、肉眼的観察や経験を頼りに同定を行い、特に必要が生じた場合にテフラ分析を業者委託により実施している。テフラ同定を行う際に留意したいのは、堆積したテフラは給源からの距離、当時の上空の風向き、地形や水域の存在・植生・気候など堆積地の環境、堆積後の環境変化、浸食や再堆積、他の碎屑物の混入、風化など、様々な要因によってテフラ層の残存状況や顔つきが変化していることである。同じテフラであっても場所によって様相が違う可能性があるため、同定にはある程度の経験と知識の蓄積が必要となる。

時間指標としてのテフラの有効性に気づいてもらう目的で、当センターが2023年1月に実施した一般向け普及講座では、宮崎県内で初めてテフラの同定を行う場合を想定し、比較的容易に実施できるフィールドでの観察と双眼実体顕微鏡による観察について、3種類のテフラを例に解説した。本稿は、その際の講座での内容を基に、抜粋と編集を加えたものである。

### 2 テフラに関する基礎知識

#### 1) 発掘調査で時間指標となり得るテフラ層

テフラ(tephra)(Thorarinsson 1944)とは火山の爆発的噴火で地表に噴出された破片状の物質をまとめて呼ぶ術語として用いられ、火碎物(火山碎屑物)と同義である(町田ほか2003)。テフラは、降下テフラ・火碎流堆積物・火碎サージ堆積物およびこれらが風化した火山灰土(あるいはローム)などを含んでいるが、火口からマグマが液体として流れ出す溶岩や、マグマが地表近くの地中で固まった火山岩などは含まない。降下テフラについては火山灰の用語が一般には通用しやすいが、火山灰は厳密には径2mm以下のものに限定する用語である。

宮崎県内には阿蘇、加久藤、小林、姶良、阿多などのカルデラを給源とする火碎流堆積物が河川流域や盆地、平地などの低地を埋積し、場合によっては溶結している。火碎流堆積物の埋積面は河川による開析の結果台地として残っていることがある。一方で低地では堆積したテフラ層は浸食を受けやすいため、氾濫原などでは降下テフラが残存していることは少なくなる。降下テフラが良好な状況で残存しているのは台地上であり、山地や丘陵の斜面では、浸食が進み鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah)などの顕著なテフラや給源に極端に近い場合を除き不明瞭となる場合が多い。テフロクロノロジーを遺跡発掘で利用する上で、テフラ層に瞬時性が保たれていることは必須条件であるが、そのためには残存するテフラ層が二次堆積(一旦堆積したテフラ層が浸食運搬され再堆積したもの)ではないこと(図1)が大切である。時間指標とすべきものに再堆積までの時間幅ができれば精度が悪くなるからである。

表1 約5万年前以降〔姶良岩戸テフラ (A-Iw) 以降〕の宮崎県内のテフラ

年代	テフラ名		対比・別名・通称	記号	給源	堆積様式	分布	岩相または肉眼観察による特徴	鏡下の特徴及び鉱物	備考	文献※
	鬼界	姶良									
AD2011		霧島									泊ほか(2013)
	新燃岳(平成)										
AD1959	新燃期と火山灰		Kr-SmS	新燃岳	afa	新燃岳周辺	灰色火山灰、白色・灰色軽石、岩片			1日で終了	種子田ほか(1959)
AD1914	桜島(大正)	大正軽石	Sz-1	桜島	pfa	都城	黒色土中に点在する白色軽石	斜方輝石、单斜輝石	Sz-Ts/P1	町田ほか(2003)	
AD1779	桜島(安政)	安永軽石	Sz-2	桜島	pfa	都城	黒色土中に点在する白色軽石	斜方輝石、单斜輝石	P2	町田ほか(2003)	
AD1768	硫黄山東・えびのA	eb-EbA	硫黄山東	えびの高窓付近			層厚5cmの灰灰へ硫黄色軽石質の黄変した 斜方・单斜軽石	変質した粘土物質に被覆され、丸みを帯びた 火山灰片		田島ほか(2014)	
	新燃岳・生駒	Sm-Ik	新燃岳	afa			層厚2cmの灰灰へ薄い青灰下火山灰	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石、角閃石	AD1717-1822の間に噴出	田島ほか(2013)	
AD1716-17	霧島新燃岳(新燃厚軽石)	Kr-SmK	新燃岳	pfa	SE	霧島・高隈・田野・宮崎	薄褐色のアスファルト状の軽石を含むことがある	斜方輝石、新燃岳(Sm-Kp)	新燃岳-厚保(Sm-Kp)	井村ほか(1991)	
16-17c	硫黄山・えびのB	Io-EbB	硫黄山	afa	えびの高窓付近	灰青色の粗粒な砂質火山灰	長径2-3mmの斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石、不透明鉱物が混在、斜方輝石が斜方輝石の断面の凹凸が見られる	硫黄山溶岩		田島ほか(2014)	
AD1471	桜島(文明)	大明軽石、文明ボラ、台ボラ	Sz-3	桜島	pfa	都城-串間	白色・黄白色の軽石	斜方輝石、单斜輝石	Sz-Bm/P3	町田ほか(2003)	
13-17c	高千穂河原	御鉢山火灰	Tg-T	御鉢	af	高原(霧島山麓)	複数枚の薄い火成灰、スコリアのはほか、ビンク色・火成灰など認められる	斜方輝石、单斜輝石	11枚の火山灰層、いずれも小規模	筒井ほか(2007)	
AD1235	霧島御鉢高窓	高原スコリア	Kr-Tb	御鉢	sfa/sfl	高原-高窓	黒色-黒褐色へ赤褐色スコリア	斜方輝石、单斜輝石		筒井ほか(2007)	
10c	宮杉火山灰	Kr-Ms	御鉢	af	高原-都城・御池、夏尾	青灰色-青黑色火山灰、黒色スコリア	発達の良い青色スコリア		井ノ上(1988)		
AD788	霧島御鉢延層(片添)	片添スコリア	Kr-OhE	御鉢	af/sfa	E	黒色スコリア、黒色火山灰、火山礫	斜方輝石、单斜輝石、癒縫石	筒井ほか(2007)		
AD700前	荒廃	荒廃テフラ	AsT	御鉢	sfa/afa	御鉢の東へ南	海色-レモン色のスコリア上部に黒色火山灰を伴うことがある	斜方輝石の良いスリッピー		筒井ほか(2007)	
1.3-1.7ka cal BP	不動池-えびのC	Pd-EBc	不動池	af	えびの高窓付近	淡黃色の粗粒な砂質火山灰層	岩石、薄青色火成灰や軽石、斜方輝石、斜方輝石、不透明鉱物			田島ほか(2014)	
2.3ka cal BP	新燃岳-新浦連通A	Sm-SrA	新燃岳			新燃岳西-南西山麓	海汰の良い小山からなる山を含む火山灰	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石、癒縫石	田島ほか(2013)		
2.7ka cal BP	新燃岳-新浦連通B	Sm-SrB	新燃岳	af	新燃岳西-南西山麓	海汰の良い山を含む粗粒火山灰	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石	田島ほか(2013)			
2.4ka cal BP	中岳火山灰	Kr-Nkd	中岳	af	中岳山西麓	海汰の良い粗粒火山灰	発達の良いスリッピー			井村ほか(2001)	
4.3ka cal BP	韓国岳北-えびのD	Kn-EbD	韓国岳北	af/da	えびの高窓付近	明瞭な2つの下火山灰(Kn-EbD1)と上部層(Kn-EbD2)に区分できる	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石	田島ほか(2014)			
4.5ka cal BP	新燃岳-新浦	Sm-Sy	新燃岳	pfa		新燃岳山西麓	海汰がよく発達した下火山灰	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石		田島ほか(2013)	
4.6ka cal BP	霧島御池	御池軽石、御池ボラ	Kr-M	御池	pfa/ps	熊西-南部	淡色-黄白色へ黄褐色下火山灰、岩片(安山岩-斑晶-10万t)粘度岩)	斜方輝石、单斜輝石、角閃石		奥野(2002)	
5.6ka cal BP	崩山軽石	新燃岳-崩山(Sm-Mv)	Kr-My	新燃岳		新燃岳東斜面	黄白色-淡褐色の火成灰へ薄い火成灰など部に海汰の良い山を含むことがある	斜方輝石、斜方輝石、不透明鉱物		井ノ上(1988)	
6.5ka cal BP	えびのキャンプ場	Ec	af	えびの高窓付近	粗粒-粗粒火成灰、葉状片状岩が見られる	斜方輝石、单斜輝石、斜方輝石、不透明鉱物	新燃岳東の本山岩片及び火成灰ラズ		田島ほか(2014)		
6.8ka cal BP	皇子スコリア	Kr-Oj	高千穂峰	sfa	高千穂峰北-南東	青灰色火成灰	斜方輝石、单斜輝石、斜方輝石、不透明鉱物	斜方輝石、单斜輝石、斜方輝石、不透明鉱物	Tk-Oj	井ノ上(1988)	
6.9ka cal BP	望原火山灰	Kr-Mh	高千穂峰	af	高千穂峰南斜面-南東	海色-赤褐色の火成灰の発達の良い粗粒層	火成灰は岩片が多い		Tk-Mh	井ノ上(1988)	
~7.1ka cal BP	牛のすね火山灰(上部)	Okh-UsA-U、牛のすね	Kr-Us U	高千穂峰	af	霧島-田野、宮崎					速藤ほか(1969)
7.3ka cal BP	鬼界アカホヤ	第1オレンジ	K-Ah	鬼界	af/a	E	鬼界全城				町田ほか(1978)
7.6ka cal BP~	牛のすね火山灰(下部)	Otk-UsA-L、下牛部の窓ローム	Kr-Us L	高千穂峰	af	霧島-田野、宮崎	岩片がが多い				速藤ほか(1969)
8.1ka cal BP	津牟田スコリア	赤ボラ	Kr-Km	高千穂峰	sfa	高千穂峰	岩片が多い				奥野(2002)
9.0ka cal BP	不動池-瑞原A	Pd-TmA	不動池	af	えびの高窓-瑞原	海汰の良い粗粒層	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石	不透明鉱物			田島ほか(2014)
10.4ka cal BP	霧島瀬尾堤(瀬尾田軽石)	新燃岳-瀬尾( Sm-Sr)、瀬尾尾軽石、角小林軽石	Kr-St	新燃岳	pfa	高原	黄褐色-黄褐色下火山灰。発泡はよく、結晶物が多い	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石			井ノ上(1988)
	瀬尾田(瀬尾B)		TmB	新燃岳	af	えびの高窓-瑞原	暗褐色の粗粒-細粒火成灰で、葉状片状岩が見られる	岩片、カルマレ-淡褐色の透明なガラス、斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石、不透明鉱物			田島ほか(2014)
12.8ka cal BP	桜島鹿摩	偽アカ、サツマ、桜島ハミズ	Sz-S/P14	桜島	pfa/ps/ps	麻南、北原日向	岩片が多くの粗粒層	斜方輝石、火成ガラス、斜方輝石、单斜輝石			小林(1986)
13.5 ka cal BP	瑞原B(瑞原B)		TmB		af	えびの高窓-瑞原	青みがかった黒色火成灰と山灰。その開闊部及び上部は、淡色の粗粒火成灰で、葉状片状岩が見られる	不透明鉱物、途中に粗粒隕石を挟む			田島ほか(2014)
16.7ka cal BP	霧島小林	小林軽石 韓国岳-小林軽石,KbP	Kr-Kb	韓国岳	pfa/pf1	E	日之出	岩片が多くの粗粒層	火成ガラスはバブル型が主体で、全体が後掲色を帯びるものとを含むことでATと区別できる		
	大王A	DA	pfa	高原町、小林市		高原町、小林市	岩片が多くの粗粒層				町田ほか(1978)
	大王B	DiB	pfa	高原町、小林市		高々い色の下火山灰層					田島ほか(2014)
22ka cal BP	鶴岳	Ks	鶴岳	sfa	えびの市、小林市	海下スコリア-下火山灰層、各2ユニット。赤みがかった岩片が見られることがある					田島ほか(2014)
	辻之堂	Tj		小林市			海下スコリア-葉状片状岩を含む下火山灰層				田島ほか(2014)
姶良1T(A-T)	第2オレンジ、AT1火山灰	AT-T	姶良	af	E	鬼界全城	青褐色の粗粒-細粒火成灰で、不明瞭な層構造がある。途中に粗粒隕石を挟む	不透明鉱物、カルマレ-淡褐色の透明なガラス、斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石			田島ほか(2014)
30ka cal BP	姶良入戸(火成灰堆積物)	シラス	A-Ita	姶良	pfa	熊西-熊南-県央	白色-黄白色の粗粒-細粒火成灰を含む。岩片が見られる	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石、石英			田島ほか(1976)
	姶良1屋(妻屋火成灰堆積物)	A-Tm	姶良	pfa			岩片が見られる。火成灰の粗粒層				田島ほか(2014)
	姶良大(大隅降下軽石)	A-Os	姶良	pfa	E	県央-県南-県央	岩片が見られる。火成灰の粗粒層	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石、斜方輝石			田島ほか(2014)
31ka cal BP	姶良深港	白堀ローム	A-Fm	姶良	pfa,pf1	E	県央以南	岩片が見られる。火成灰の粗粒層	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石、石英		長岡ほか(2001)
32.5ka cal BP	姶良大塚	白堀ローム	A-Ot	姶良	pfa	NE	NE	中度に発泡した白色軽石(5cm以下)が黑色シルト質火成灰と共に散在。佐土原町岩原御室で2段階層	斜方輝石、斜方輝石、单斜輝石、石英		長岡ほか(2001)
30~40ka	霧島アワコシ	仲町降下軽石=1ユニーク 本町降下スコリア=16ユニーク 本町降下スコリアⅡ=21-22ユニーク	Kr-Aw	夷守岳	sfa/da	ENE	霧島山-宮崎平野	宮崎平野では暗褐色半固結したスコリア層。岩片を多く含む	斜方輝石、单斜輝石	23降下ユニークと1土石流ユニーク	速藤ほか(1962)
40~45ka	霧島イワオコシ	Kr-Iw	大浪池	pfa/pf	ENE	霧島山-宮崎平野	発泡の悪い黄褐色軽石層、岩片を多く含む	斜方輝石、单斜輝石	6降下ユニーク(宮崎平野は第4、第6戸ユニーク)	速藤ほか(1962)	
	内山軽石	Kr-Uc	(霧島火山)	pfa	NW	野原町、高岡町久木原、霧島木山	褐色褐色の5cm以下の風化した降下軽石層(5cm以下)	斜方輝石、单斜輝石			長岡ほか(2010)
45~50ka	姶良岩戸	第3オレンジ	A-Iw	姶良	pfa	ENE	姶良軽石の黄色軽石層、田野原元町の軽石の最大粒径は2cm以下	高溫火成石、斜方輝石、单斜輝石	姶良行近では3コニットに区分、高さと共に風化の風化の量は高溫火成石のみが散在し、キンキラームと呼ばれる	町田ほか(1992)	

※表中の文献のほか、宍戸章編(2017)新規日向ローム層の基本層序・旧規日向ローム層の基本層序(未公表資料)を参考にした。

※堆積様式: afa:ash fall(降下火山灰) pfa:pumice fall(降下軽石) sfa:scoria fall(降下スコリア) sft:scoria flow(スコリア流) ps:pyroclastic surge(火碎せり堆積物) pp:phreatoplinian eruption(水蒸気ブリニアーン火山灰) pft:pyroclastic flow(火碎せり堆積物) da:Debris avalanche(岩屑など堆積物)

## 2) テフラの構成粒子

テフラ粒子は基本的に本質物、類質物、異質物からなる。本質物とはテフラを噴出した爆発的噴火において、噴火のもととなった液体マグマから直接生成された碎屑物で、軽石・スコリア・火山ガラス・遊離鉱物などがある。軽石は発泡した安山岩質・デイサイト質・流紋岩質マグマが固化した白色多孔質の密度が小さいもの、スコリアは発泡した玄武岩質マグマなどが固化した黒色～暗褐色多孔質の密度が小さい（軽石より密度が大きいのが普通）ものを指す。火山ガラスとはマグマの急冷によって生じる天然ガラスであり、軽石やスコリアをつくるとともに、細かく破碎した火山ガラスの細片は、爆発的噴火で生じたテフラの主要な構成粒子である。本質物はマグマの状態や噴火様式などを反映し、テフラごとに特徴を異にしている。本質物テフラ粒子のうち火山ガラスは液体マグマの真に液体の部分を反映し、遊離鉱物は液体マグマ中にすでに晶出していた斑晶鉱物を反映している。軽石やスコリアは、すでに液体マグマ中で晶出していた斑晶鉱物を発泡した多孔質の火山ガラスが取り込んで固化しているので、液体マグマ全体（液体部分と晶出済みの斑晶鉱物）を反映したものとなる。テフラを見分けるために最も重要な構成粒子は本質物である。

類質物とは爆発的噴火において古い火山体を構成していた火山岩や古いテフラをもとにした碎屑物のことである。類質物のうち火山岩が破碎した岩片はテフラの構成粒子の中では見分けやすいが、古い火山岩中の斑晶が破碎した結晶や、古い火山体に堆積していたテフラ中の軽石、スコリアを含む場合、本質物との区別が難しい場合もある。

異質物とは爆発的噴火の際に取り込まれた基盤岩を起源とした碎屑物、火山体と直接関係ない岩石の破片、レス（風で運ばれてきた砂塵などの風成物が土壌化したもの）などが含まれる。

## 3 降下テフラの観察

### 1) フィールドでの観察

降下テフラをフィールドで観察する際にはテフラ層やテフラ層が風化した火山灰土、土壌などが堆積した順序、上下関係（層序）に注目することが大切である。テフラ層は植生で覆われていることが普通であるのでネジリ鎌などによって新鮮なテフラ層を露出させることができない。地表面と土壌の状況、明確なテフラ層を手がかりに、既知のテフラの特徴と照らし合わせ対比していくことにより、フィールドでのテフラ層の同定が可能となる。慣れてくると大抵のテフラはこの作業で判別可能となる。

観察の際、耕作や崖崩れ、土石流などにより攪乱された土壌やテフラ層は層序関係が乱れているので対比には適さない。また攪乱されていなくても、地形とテフラ層の関係によっては流水などの影響によって存在すべきテフラ層が欠落することは珍しいことではない。尾根地形や傾斜地ではテフラ層は薄くなりやすく欠落しやすいし、緩やかな凹地ではテフラ層1枚1枚が厚くなる傾向がある。またフィールドでは欠落したテフラ層も数m離れた場所では存在することもあるので、周辺も含めて地形と露頭をよく観察する必要がある。

柱状図を作成する際は、テフラ層の全体的色調、構成粒子の粒径（平均や最大径）や種類、構成比率、淘汰の良し悪し（粒度のばらつき具合）など気づいた点をメモしておくとよい。観察の際は肉眼のほか指での手触り、10倍程度のルーペを利用し、可能であれば土色帖などにより色調の正確さ



図1 テフラの水中堆積の例

降下軽石が水中堆積（または二次堆積）  
しラミナが発達している  
(熊本県山都町馬見原)

を記録することも重要である。テフラの新鮮な露頭は数年後には植生に覆われ、土地の改変などによって失われていく可能性もあるので、写真是多ければ多いほどよい。その際同じカットは不要だが周辺の地形も含めた全体と露頭のアップ、テフラ層のアップをスケール入りで撮影しておく。

## 2) サンプルの採集

1) の方法で同定できなかったテフラ層はサンプルを使った室内観察を行うことになる。サンプルを採集する際は新鮮な面をネジリ鎌で削り出し移植ごとの先を差し込み採集する。サンプルは量に応じた大きさのビニール袋に入れるが、コンタミネーション（混入）がないようネジリ鎌や移植ごとをその都度きれいにすることや、採集場所や日付、柱状図や写真と対比できる情報をメモ書きとして加える。筆者の場合ビニール袋にマーカーで直接メモ書きを加えると消えやすいので、荷札を使うことがある。ただし紙や荷札をサンプルと一緒にビニール袋に入れたままにしておくと、ほぼ100%カビが生えるので注意が必要である。同じテフラ層でもたとえば上中下の3か所や10cm間隔でサンプリングするなど必要に応じて工夫する。ただし必要以上のサンプリングは処理の煩雑さが増えるだけなので、サンプリングは目的をはっきりさせた上で行いたい。

## 3) フィールドでの注意

テフラ層が露出した露頭の多くは工事現場や崖崩れの跡、道路の法面、河岸や海岸などである。管理者や所有者の事前了解を得ることは欠かせない。観察中の安全確保や終了後の後片付けや整地なども含めて疑念を抱かれることのないよう心がけたい。

## 4 室内観察

### 1) 観察の前に

採取したサンプルはルーペや実体顕微鏡によって拡大し観察することになる。採集してきたテフラはそのままでは粘土や植物片などの異物を含んでおり、観察に適するよう前処理（洗浄）を行う必要がある。洗浄には、装置を使う方法と使わない方法がある。

### 2) 超音波洗浄機での洗浄

サンプルに水を加え、洗浄機の使用方法に従って洗浄する。この場合サンプルの状況に応じて洗浄時間を調整する必要があるが、超音波洗浄機はテフラ粒子から粘土鉱物を分離するのに有効で、眼鏡用の安価なものでも洗浄可能である。洗浄前にサンプルの塊をよくほぐしておく必要がある。洗浄が終了したらラバーカップに移して上澄みを捨て3) に進む。テフラの状況によっては超音波洗浄機を用いなくても洗浄可能である。

### 3) 装置を使わない洗浄

ラバーカップにサンプルを適量（図2）入れ、少量の水を加えて親指でよくすりつぶす。水を加え搔き混ぜてしばらく放置したのち上澄みだけを捨てる。ラバーカップの底に残ったサンプルを同じ要領でよくすりつぶす。再び水を加え放置して上澄みを捨てる。これらの操作を上澄みの水が濁らなくなるまで続けたのち、水を捨て乾燥させる。乾燥は恒温乾燥器やホットプレートがあると便利だが、自然乾燥でもよい。

### 4) 双眼実体顕微鏡による観察

顕微鏡を使った観察では粒子径が揃っていた方がピントを合わせて観察しやすいので、状況によっ



図2 ラバーカップとサンプルの量の例

ては篩いがけを行うとよい。スライドガラスに封入して観察する方法もあるが、シャーレに入れ直に観察する方が磁性鉱物の確認などが合わせてできるため便利である。ルーペは10倍～20倍程度の倍率がほとんどで、原則反射光での観察となる。洗浄したサンプルはルーペでも判別可能であるが、できれば双眼実体顕微鏡（5倍～40倍程度のものが多い）で粒子径に合わせた観察しやすい倍率で、反射光に併せて透過光も用いた。実体顕微鏡用の簡易偏光装置がある場合は、石英と斜長石の判別や、斜方輝石と単斜輝石の判別など鉱物の同定に有用である。

## 5 鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah)

### 1) 鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah) とは

鬼界アカホヤテフラ (K-Ah(T)) (町田・新井 1978) は、約7,300年前 (7.3cal ka BP: 奥野 2002) の鬼界カルデラ形成噴火の一連のテフラ「幸屋降下軽石 (K-KyP)、船倉火碎流堆積物 (K-Fn)、幸屋火碎流堆積物 (K-Ky)、鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah(c))」の総称で、鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah(c)) は宮崎県内のみならず広く国内に分布し、指標テフラとして知られる。宮崎県内では南部に限って幸屋降下軽石 (K-KyP) が鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah(c)) の下位に薄く見られることがある。鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah(c)) は幸屋火碎流堆積物 (K-Ky) を生じた噴火に伴う co-ignimbrite ash (Sparks & Walker 1977) (コ・イグニンブライ特・ッシュ: 大規模火碎流噴火に伴って広域に降下し堆積した火山灰) である。なお、宮崎県内に存在する鬼界アカホヤテフラ (K-Ah(T)) は鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah(c)) が主体であるため、本稿では鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah(c)) と同義で K-Ah の記号を用いた。

### 2) フィールドでの特徴

鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah) は宮崎県内では通常層厚20～50cm程度で宮崎県南部～南西部にかけては厚い。平野部では黄橙色～赤橙色のガラス質火山灰で上下をクロボク土に挟まれる（図3A）。高原町や小林市～宮崎平野南西部の牛の脛火山灰の分布域では、K-Ah はクロボク土より固く粘性がある暗緑色の牛の脛火山灰の間に挟まり、牛の脣火山灰の上下がクロボク土となる。低湿地や水中では白色～明灰色を呈する。宮崎平野ではクロボク土からなる畑地を掘り下げると最初に目立つオレンジ色の火山灰層で、遠藤ほか (1962) の第1オレンジにあたる。乾燥すると「きなこ状」の手触りを呈する。最下部には層厚5cm以下で、直径5mm以下の軽石や火山灰が球状に固結した火山豆石が密集する層（図3B）が見られることがある。火山豆石は県南部のK-Ahに多く含まれる。

### 3) 洗浄時の特徴

K-Ah は薄いバブル型火山ガラスを非常に多く含んでおり、風化によって生成した粘土鉱物の量が多い。洗浄時には粘性が大きく、すりつぶして粘土を除去できている実感がない場合もある。このとき上澄みが透明になりにくく細かな粘土鉱物が火山ガラス粒子と分離せずに密集してコロイド状に浮遊



図3 鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah) の産状

A: 上下を黒ボク土に挟まれる K-Ah、その下部に桜島薩摩 (Sz-S)、霧島小林 (Kr-Kb) が見られる (宮崎市清武町 清水上猪ノ原遺跡)

B: K-Ah 下部に密集する火山豆石 (高原町蒲牟田)

している。このまま上澄みを捨てるとかなりの火山ガラスを捨ててしまうことになる。このような場合は、洗浄には超音波洗浄機を用い、時間をかけて少量のサンプルを洗浄した方が良い結果が得られる。

#### 4) 双眼実体顕微鏡を用いた観察時の特徴

バブル型火山ガラスを多量に含む。火山ガラスは透明が多いが、バブルの壁や全体が褐色～黒褐色のものを含む。色が付いた部分はバブルの縫目など分厚い部分のみの場合が多いが、一様に色がついた破片も含まれる。AT に比べ全体的に厚みが薄い（図4）。

斜長石、斜方輝石、単斜輝石、磁性鉱物（磁鉄鉱など）を含む、軽石や火山豆石は県南部のサンプルでは見られるが、岩片はAT や始良岩戸に比べ少ない傾向がある。

### 6 始良 Tn 火山灰 (AT)

#### 1) 始良 Tn 火山灰 (AT) とは

錦江湾の最も奥部にある始良カルデラで、約 3 万年前 (Smith et al. 2013) に発生した始良カルデラ最大規模の噴火、始良入戸噴火の際に噴出した巨大火碎流の堆積物（入戸火碎流堆積物（荒牧 1969）(A-Ito)）は、南九州の広い範囲に火碎流台地（いわゆるシラス台地）を形成した。入戸火碎流に伴うコ・イグニンブライト・アッシュ（co-ignimbrite ash）である始良 Tn 火山灰 (AT)（町田・新井 1976）は日本列島やその周辺の広範囲を覆っている。

#### 2) フィールドでの特徴

宮崎県内で残存している入戸火碎流堆積物（A-Ito）は一つ瀬川以南で見られ、大淀川および清武川流域では厚さ 5m 以上で堆積し火碎流台地をつくっている（長岡ほか, 2010）。入戸火碎流堆積物（A-Ito）の分布域では直上のガラス質火山灰（厚さ 1m 弱）が始良 Tn 火山灰 (AT) にあたる（図5B）があまり明瞭ではない（町田・新井 2003）が、丘陵や台地上などの入戸火碎流が堆積していない高度では、AT が普通に見られ、一つ瀬川以北では AT のみが分布している（図5A）。一つ瀬川以北の宮崎平野では AT の層厚は通常 30 ~ 60 cm である。クロボク土からなる畑地を掘り下げるとき（遠藤ほか, 1962）の第 2 オレンジにあたる。乾燥すると「のこくず状」の手触りを呈する。県南部で下部に大隅降下軽石を伴う。宮崎平野では AT の上位に AT の風化火山灰層を伴いこの部分はしだいに暗褐色に遷移し土壌化している。AT の下位は固い黒褐色土壌となるが、途中軽石などを斑点状に含んでいる薄い密集層が見られる場合がある。これは始良深港降下軽石（A-Fm）または始良大塚降下軽石（A-Ot）で遠藤ほか (1962) の白斑ロームにあたる（長岡ほか 2001）。

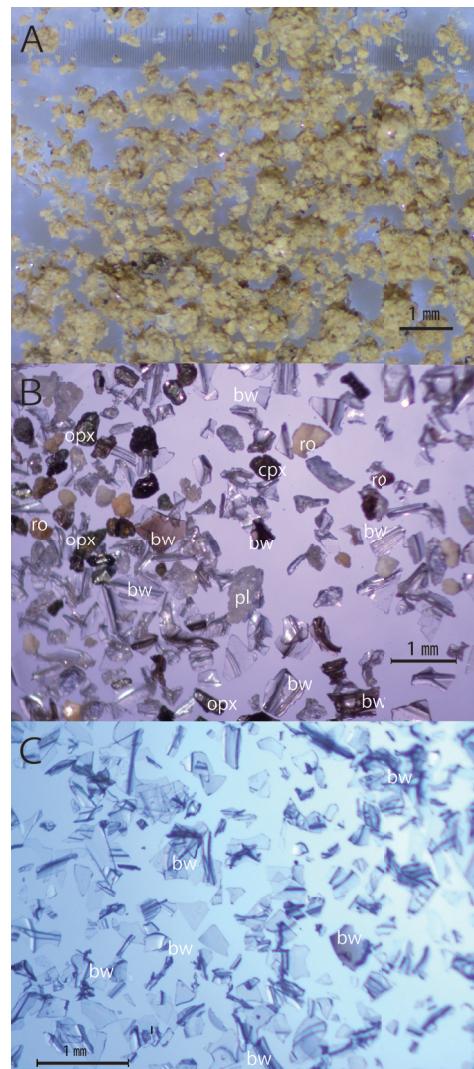


図 4 鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah) の  
実体顕微鏡鏡拡大写真

A: 反射光、未洗浄（宮崎市清武町 清武上猪ノ原遺跡）

B: 反射光、洗浄（同） C: 透過光、洗浄（五ヶ瀬町樋口遺跡）

bw バブル型火山ガラス qt 石英 pl 斜長石

opx 斜方輝石 cpx 単斜輝石 ro 岩片

### 3) 洗浄時の特徴

ATは火山ガラスを非常に多く含んだガラス質火山灰だが、洗浄時における粘性はそこまで大きくなく、超音波洗浄機を使用しない場合も丁寧なすりつぶしを行うことで粘土を十分に除去できる。K-Ahに比べ洗浄にかかる時間は短くて済む。

### 4) 双眼実体顕微鏡を用いた観察時の特徴

火山ガラスはバブル型が主体であるが、軽石型火山ガラスも多く含んでいる。バブル型火山ガラスはK-Ahと比較すると厚みがあり、K-Ahと同様に一部褐色のものを含むことがある。ただし色が付いた部分はバブルの縦目など分厚い部分に限られ、ガラス全体が一様に着色した破片はほとんどない。軽石型火山ガラスのほとんどは纖維型である。

鉱物としては斜長石が多く、石英も目立つ。斜方輝石、单斜輝石、磁性鉱物（磁鉄鉱など）が少量含まれる。岩片や軽石はK-Ahに比べると多い。

## 7 始良岩戸降下軽石 (A-Iw)

### 1) 始良岩戸降下軽石 (A-Iw) とは

錦江湾北部が給源のテフラで給源付近では火碎流堆積物や火碎サージ堆積物を含む9ユニットに区分されている（長岡ほか2001）。

### 2) フィールドでの特徴

宮崎県内に分布しているのは岩戸6降下軽石という降下ユニットで、名貫川以南に広く分布している（長岡ほか2001）。遠藤ほか（1962）の第3オレンジに相当し、キンキラロームはその風化層である。宮崎平野の台地上では地表からK-Ah、ATについて3番目に見られる顕著なオレンジ色のテフラである。A-Iwは黄色軽石を主体とし、高温石英と輝石を多量に含んでいるため肉眼ではごま塩状に見える（図7）。軽石は風化しやすく、消失している場合や下部のみ軽石層が残っている場合が多い。軽石が風化している場合は風化しにくい高温石英がキラキラと光を反射し目立つ。宮崎平野では軽石が残っている部分の層厚は10～30cm程度のことが多いが、軽石が風化し消失した部分を含めると1m以上の層厚の場所もある。

### 3) 洗浄時の特徴

K-AhやATに比べると洗浄時における粘性は小さく、超音波洗浄機を使用しなくとも粘土を十分に除去でき、短時間で洗浄できる。軽石と鉱物との粒子径差が大きいため、

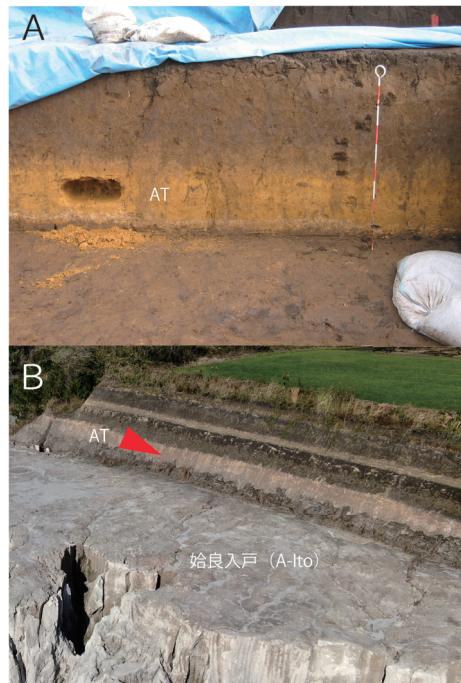


図5 露頭での始良 Tn 火山灰 (AT) の産状

A: 高鍋町上江（牧内第1遺跡） B: 高原町梅ヶ久保、始良入戸 (A-Ito) 火碎流堆積物（シラス）の直上に連続して堆積する AT

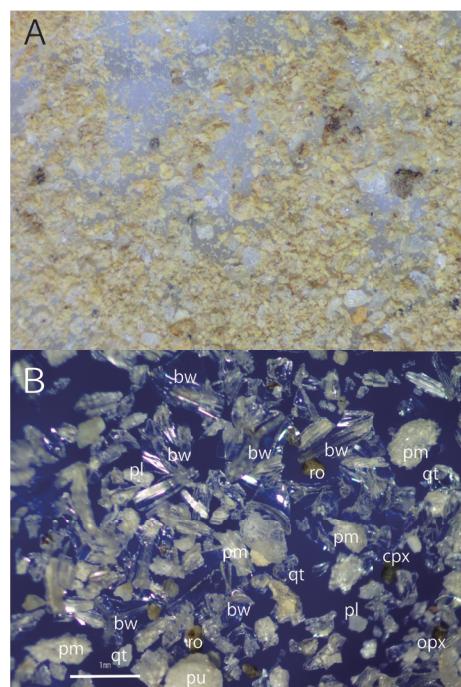


図6 始良 Tn 火山灰 (AT) の

実体顕微鏡拡大写真

A: 未洗浄、反射光（高鍋町上江 牧内第1遺跡） B: 洗浄、反射光（同） bw バブル型火山ガラス pm 軽石型火山ガラス pu 軽石 qt 石英 pl 斜長石 opx 斜方輝石 ro 岩片

実体顕微鏡で観察する前に、篩いがけを行いたい。

#### 4) 双眼実体顕微鏡を用いた観察時の特徴

高温石英が非常に多いことが最大の特徴である(図8)。火山ガラスは軽石型火山ガラスを主体とするが、風化により消失していることが多い。また斜長石、斜方輝石、单斜輝石、磁性鉱物(磁鉄鉱など)が含まれ、岩片が比較的多い。

ところでテフラに含まれる輝石は双眼実体顕微鏡の観察のみでは斜方輝石と单斜輝石の区別はつきにくい。このような場合、簡易偏光装置もしくは偏光板2枚を組み合わせた簡単な観察により判別可能である。図8のBで見られる輝石は双眼実体顕微鏡での観察では区別がつきにくいが、簡易偏光装置でクロスニコルによって観察すると直消光のものが斜方輝石で、斜消光のものが单斜輝石である。綾町二反野で採取したサンプルでは輝石の大部分は斜方輝石であった。

### 8 火山灰の洗浄と実体顕微鏡による観察を行う意義と課題

火山灰の洗浄による鉱物の観察は小中学校の理科の教科書にも掲載され一般的に知られた方法となつたが、双眼実体顕微鏡による観察が、フィールドで確証のなかつたテフラの同定の決め手となり得ることにはあまり触れられていない。テフラが同定されることは、時間指標が定まるることであり、発掘調査だけでなく、段丘地形がいつできあがつたかなど、非常に有用である。テフラはそういった時間指標として活用可能な、地域独自の研究素材・教材であることを強調したい。

一方でテフラは地域によって堆積状況や構成粒子に大きな偏りや特色があるため、地域ごとに細かなカタログが存在するわけではなかった。そのため洗浄を行ってもどのように判別すればよいかという手本がない点は未経験者または学校の先生方にとって最大の取り組みにくさとなつてゐたと考えられる。産業技術総合研究所地質調査総合センターは2022年に火山灰データベースをWEB上で公開し全国の火山灰の情報や画像などのデータを閲覧できる取組を始めている。これによってテフラはより活用しやすい研究素材・教材へと今後シフトしていくものと思われる。本データベースは運用が始まつたばかりで随時更新されてはいるが、宮崎のテフラについてはまだ掲載数が少ない。テフラを扱う地元の機関としての強みを活かし、我々もまた積極的に宮崎のテフラに関する情報を公開し、発掘調査や地域の学習教材として利用しやすい環境を提供していきたい。

### 9 まとめ

1) テフラを同定する簡易的方法として、フィールドで観察する際には、地表面と土壤の状況、明確なテフラ層を手がかりに、既知のテフラの特徴と照らし合わせ対比していくことが有用である。

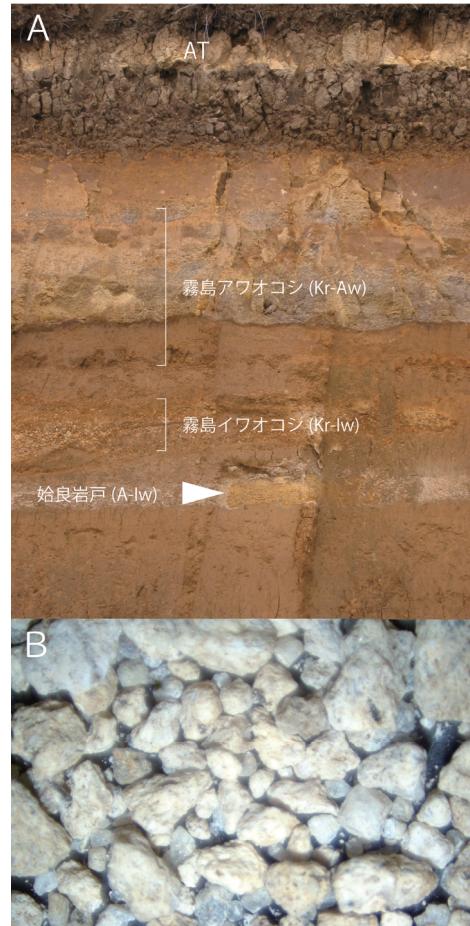


図7 始良岩戸テフラ (A-Iw)

A: 露頭での産状 (綾町二反野)

B: 実体顕微鏡拡大写真 (未洗浄、反射光)

- 2) 採取したサンプルを洗浄し、双眼実体顕微鏡で観察することによってテフラ同定の精度が大きく高まり時間指標としての活用が可能である。
- 3) 宮崎県内のテフラの特徴を記録したデータベースを構築し、発掘調査や学習教材としての利用価値を高める取組が今後の課題である。

## 引用文献

- 荒牧重雄 1964「鹿児島県国分付近の地質(その2)」『火山』9、101-102頁
- 荒牧重雄 1969「鹿児島県国分地域の地質と火碎流堆積物」『地震学雑誌』75、425-442頁
- 伊田一善・本島公司・安国昇 1956「宮崎県小林市付近然ガス調査報告」『地質調査所報告』168、1-44頁
- 井ノ上幸造 1988「霧島火山群高千穂複合火山の噴火活動史」『岩鉱』83、26-41頁
- 井村隆介・小林哲夫 1991「霧島火山群新燃岳の最近300年間の噴火活動」『火山』36、135-148頁
- 井村隆介・小林哲夫 2001「霧島火山地質図(5万分の1)」『火山地質図』11、地質調査所
- 遠藤 尚・小林ローム研究グループ 1969「火山灰層による霧島熔岩類の編年(試論)」『霧島山総合調査報告』宮崎県、13-30頁
- 遠藤 尚・杉田 剛・法元紘一・児玉三郎 1962「日向海岸平野を構成する段丘について」『宮崎大学学芸学部紀要』14、9-27頁
- 追川輝樹・筒井正昭・田島靖久・芝原暁彦・古川竜太・斎藤元治・池辺伸一郎・佐藤 公・小林知勝・下司信夫・西来邦章・東宮昭彦・宮城磯治・中野 俊・渡邉真人 2013『第3回火山巡回展 霧島火山-ボラ(軽石)が降ってきた! 霧島火山新燃岳の噴火とその恵みー』地質調査総合センター研究資料集 no.578、40頁
- 奥野 充 2002「南九州に分布する最近3万年間のテフラの年代学的研究」『第四紀研究』41(4)、225-236頁
- 小林哲夫 1986「桜島火山の形成史と火碎流」『火山噴火に伴う乾燥粉体流(火碎流等)の特質と災害』文部省科研費報告書、137-163頁
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター 編 2022「火山灰データベース(ver.1.4)」産総研地質調査総合センター ([https://gbank.gsj.jp/volcano/volcanic\\_ash/](https://gbank.gsj.jp/volcano/volcanic_ash/))
- 宍戸 章 編 2017「旧期日向ローム層の基本層序・新規日向ローム層の基本層序」(未公表資料)
- 田島靖久・林信太郎・安田 敦・伊藤英之 2013「テフラ層序による霧島火山、新燃岳の噴火史」『第四紀研究』52-4、151-171頁
- 田島靖久 2014「霧島火山群、最近3万年間のテフラ模式地の提案」『火山』59(4)、275-282頁

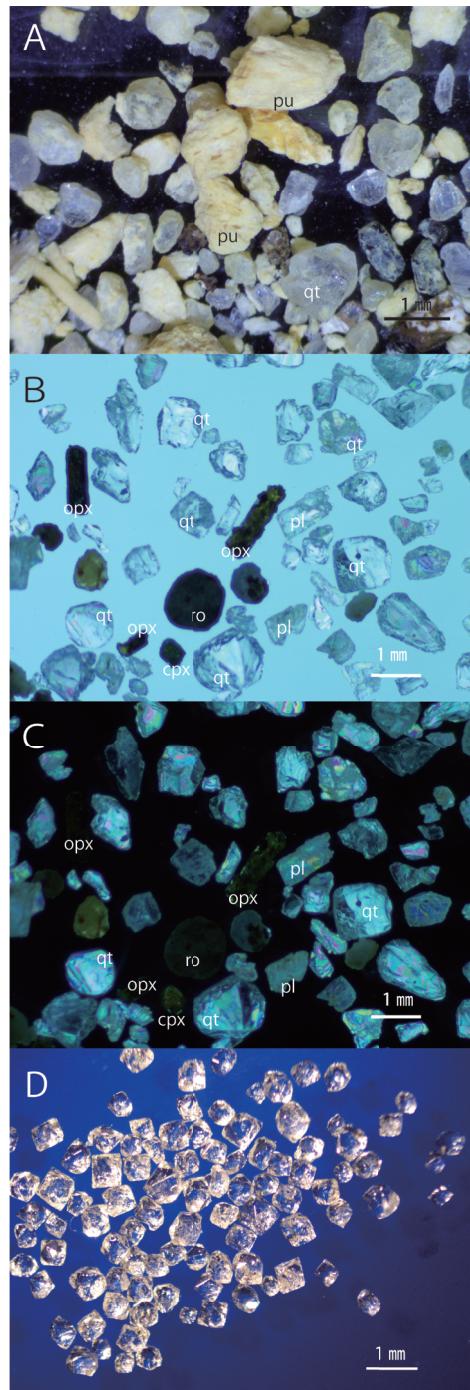


図8 始良岩戸 (A-Iw) の実体顕微鏡写真

- A : 洗浄 (反射光)  
 B : 簡易偏光装置を使用 (オープンニコル)  
 C : 簡易偏光装置を使用 (クロスニコル)  
 D : A-Iw から拾い出した高温石英 (反射光)  
 qt 高温石英 pl 斜長石 opx 斜方輝石  
 cpx 单斜輝石 pu 軽石 ro 岩片

- 田島靖久・松尾雄一・庄司達弥・小林哲夫 2014 「霧島火山、えびの高原周辺における最近 15,000 年間の活動史」『火山』59-2、55-75 頁
- 種子田定勝・松本徳夫 1959 「霧島火山新燃岳 1959 年 2 月の爆発」『地質学雑誌』65、703-704 頁
- 筒井正明・奥野 充・小林哲夫 2007 「霧島・御鉢火山の噴火史」『火山』52、1-21 頁
- 長岡信治・奥野 充・新井房夫 2001 「10 万～3 万年前の姶良カルデラ火山のテフラ層序と噴火史」『地質学雑誌』107、432-450 頁
- 長岡信治・新井房夫・檀原 徹 2010 「宮崎平野に分布するテフラから推定される過去 60 万年間の霧島山の爆発的噴火史」『地学雑誌』119、121-152 頁
- 町田 洋・新井房夫 1976 「広域に分布する火山灰－姶良 Tn 火山灰の発見とその意義」『科学』46、339-347 頁
- 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 頁
- 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、278 頁
- 町田 洋・新井房夫 2003 『新編火山灰アトラス』東京大学出版会、336 頁
- Aramaki, S. and Ui, T. 1966 The aira and ata pyroclastic flows and related caldera and depressions in southern Kyushu, Japan. Bull. Volcano l., 29, pp.29-47
- Smith, V. C., Staff, R. A., Blockley, S. P. E., Ramsey, C. B., Nakagawa, T., Mark, D. F., Danhara, T. 2013 Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. Quat. Sci. Rev., 67, pp.121-137
- Sparks, R.S.J. and Walker, G.P.L 1977 The significance of vitric-enriched air fall-ashes associated with crystal-enriched ignimbrites. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2, pp.329-341
- Thorarinsson, S. 1944 Tefrokronologiska Studier pa Island. Geogr. Annal., 1-2, pp.1-217