

鹿児島県指宿市水迫遺跡のテフラとそれに関連したイベント

成 尾 英 仁

Tephra layers and related volcanic events of Mizusako Archeological Remains at Ibusuki City, Kagoshima Prefecture

Hideto NARUO

1 はじめに

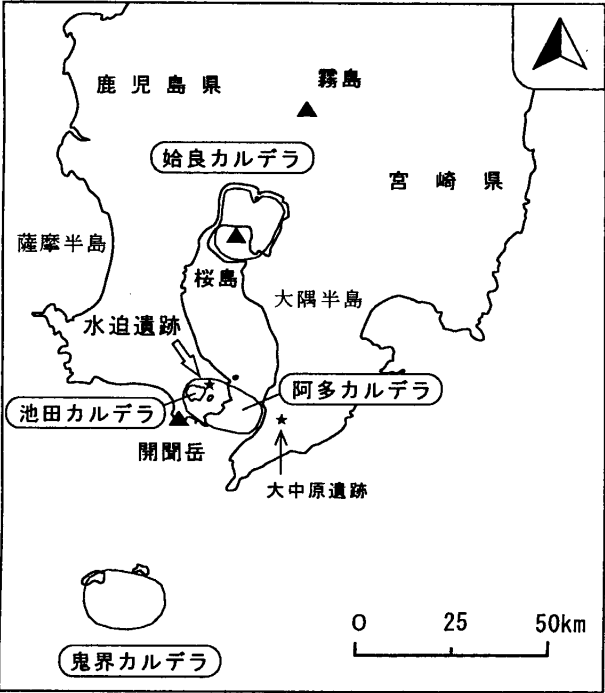
指宿市北部の丘陵地帯にある水迫遺跡は、旧石器時代から縄文時代にかけての複合遺跡で、これまでに旧石器時代終末期の住居跡や炉跡などが検出され、さらに道路跡と推定される遺構なども検出されている（指宿市教育委員会2000）。

また、遺跡内には噴出源・時代の異なる多数の火山噴出物（以下、「テフラ」と呼ぶ）が堆積し（図－1，3），遺物とテフラの関係を把握しやすい。

本論ではこれまでに遺跡内で確認されたテフラの記載と、それに関連したイベントを報告する。

2 地形の概要

水迫遺跡周辺の地形は指宿火山群の山裾にあたる丘陵地帯であるが、こまかく見ると標高約100mのなだらかな台地状となっている。内部には南西方向から北東方向へのびる深さ20～30m、幅200～300mの比較的深い谷が何本か走っている。遺跡はこの丘陵の付け根付近に相当し、東傾斜する台地の上に立地している（図－2）。



図－1 水迫遺跡の位置とテフラの噴出源



図－2 水迫遺跡周辺の地形
(国土地理院発行 2万5千分の地形図「今和泉」を使用した)

3 テフラ

本遺跡に堆積するテフラは、1) 開聞岳 2) 池田カルデラ 3) 鬼界カルデラ 4) 阿多カルデラー指宿火山群 5) 桜島火山 6) 始良カルデラの6つに区分できる(図-3)。これらのうち確実な指宿火山群起源のテフラは、時代の異なる岩本火山灰と清見岳テフラの二つである。各火山起源のテフラは降下堆積物と火砕流堆積物からなり、降下堆積物は旧地形を平行に覆って堆積するが、遺跡が緩斜面に立地するため堆積後の削剥作用や再堆積作用を受け、場所によっては薄くなったり消失したりしている。

主要なテフラの年代は、池田カルデラ起源テフラが約5,700年、鬼界カルデラ起源テフラが約6,300年、桜島火山起源テフラが約11,000年前、阿多カルデラー指宿火山群起源テフラの阿多ー宿利原テフラが37,000年前、阿多ー清見岳テフラが約53,000年前である。

1.開聞岳起源テフラ

地表面から30～50cm下位にある火山灰と、さらにその約30cm下位にあるややルーズな火山灰の2層からなる。上側の火山灰は厚さ約15cmあり、きわめて硬質な細粒火山灰で明紫色をおびている。内部は赤銅色ないしはレンガ色をした火山礫を含む、細粒な黒灰色火山礫で充填されている。また、特徴的に植物のキャストを含んでいる。

下側の火山灰は厚さ約8cmあり、黒ずんだ紫色をおびている。内部は最大8mm程度の角張った黒灰色火山礫で充填されている。下部はややルーズとなっており、さらにその下位にある土壌と混在して境界は不鮮明になっている。

これらのテフラはその層準と特徴から、上側が開聞岳の貞観16年(AD874年)噴出物の紫コラに、下側が弥生時代中期噴出物の暗紫コラに対比される(成尾1984, 成尾ほか1997)。

2.池田カルデラ起源テフラ

開聞岳テフラの約80cm下位には火山灰やスコリア、降下軽石、火砕流の一連の堆積物があるが、これらは開聞岳起源テフラの下位にあること、カクセン石を含む鉱物組成から、池田カルデラ起源のものであり、下部から池崎火山灰、尾下スコリア、池田降下軽石、池田火砕流堆積物の4層に区分される(成尾・小林1984)。

①池崎火山灰

厚さ約10cmで淡黄褐色～黄白色をおびた火山礫混じりのシルト質火山灰である。火山礫は径4～5mm程度の垂円～角張った安山岩片が主で、まれに花崗閃緑岩片などが認められる。このため火山灰中には異質の黒雲母、石英などの鉱物が入っている。また、火山灰や火山礫は厚さ数cm～数mmの細かい成層構造をつくっている。

下位に堆積する黒色腐植土との境界は緩やかに波打っており、比較的頻繁に下位の層に垂れ下がっている。これは池崎火山灰がまだ水分の多い柔らかい状態にあったとき、その後に引き続いて噴出した尾下スコリアがめり込んでつくったインパクト構造の1つのパターンである。

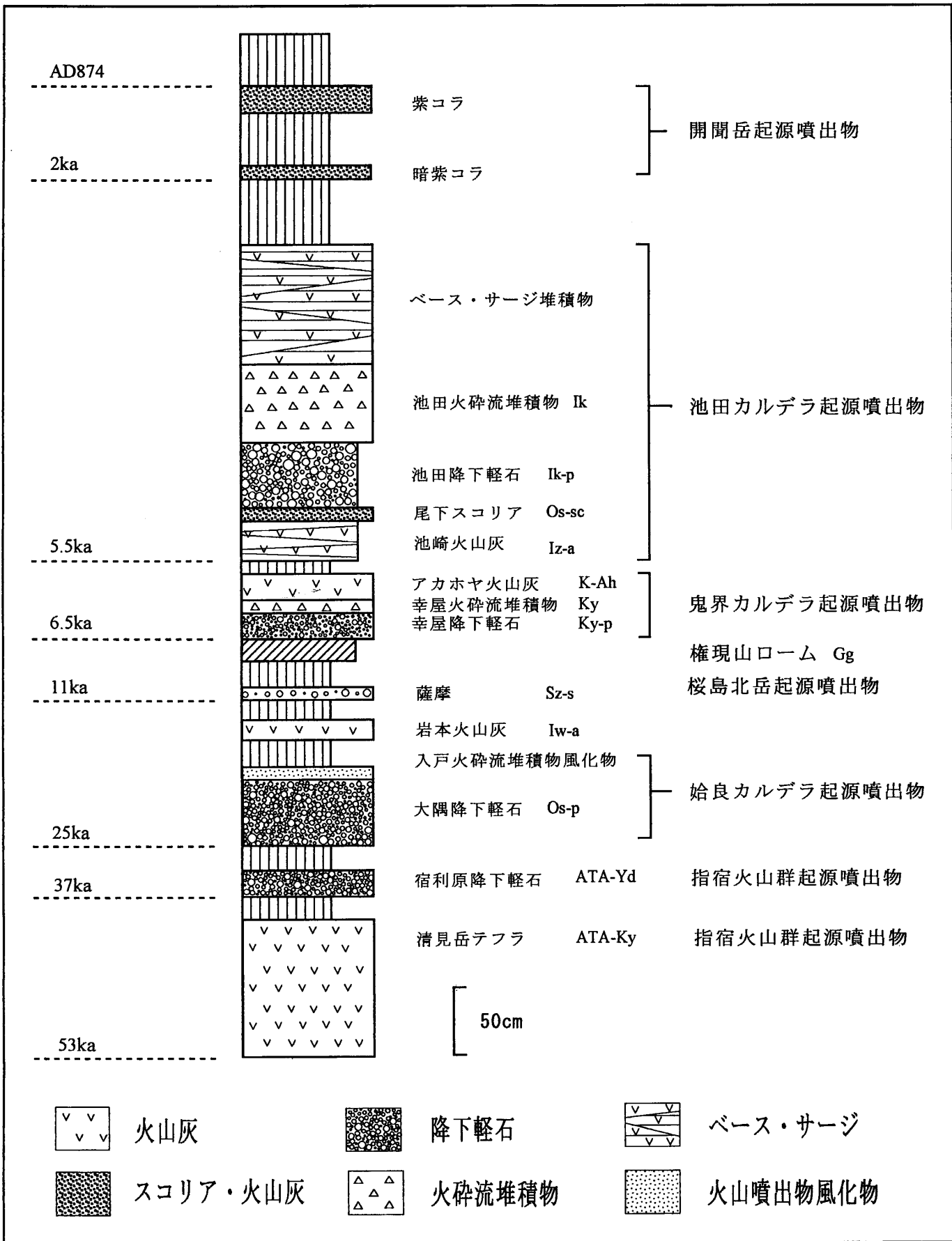


図-3 水迫遺跡のテフラ柱状図

②尾下スコリア

本遺跡に堆積する尾下スコリアは粒径2～3cmの角張ったもので、それらが池崎火山灰の上に一列に堆積している。全体に黒灰色をおびた安山岩質スコリアで、1～2mm大の白色の斜長石が点在する。発泡はそれほど良好でなく、塊状の緻密なスコリアとなっている。また、一部は壊れてバラバラに砕かれている。

③池田降下軽石

亜角～角張った白色の軽石からなる。全体に淘汰が良く粒が揃っているが、下部は径が小さく上部ほど大きくなる逆級化構造が認められる。下部の軽石の径は最大3cm程度であるが、中部では最大15cmに達する。また、岩片は板状もしくは塊状をした安山岩質で最大7cm程度である。軽石はカクセン石がよく目立っている。軽石の中には灰色と白色の入り交じった、いわゆる縞状軽石も認められる。全体の厚さは40～50cmである。

④池田火砕流堆積物

白色～淡桃色をおびた火砕流堆積物で、基質の粒度の違いや軽石片の粒径の違いで、弱い成層構造を形成し、いわゆるベース・サージ状の堆積物となっている。遺跡周辺の谷部分では、拳大の軽石および岩片が点在する塊状の不均質な堆積物となり厚さは最大十数mに達するが、遺跡内では削剥作用を受けせいぜい数十cm～1.5mの厚さしか無い。

下部は厚さ1m程度で、淡桃色をおびた粗粒の火山灰の間に1～3cmの軽石が層状に点在し、全体として弱い成層構造をつくっている。中部は5mm前後の火山豆石を含む黄色火山灰層からなり、内部は細かく成層している。下部と中部の間は中～粗粒砂、軽石片からなるルーズな層で、厚さ約60cmで明瞭なラミナ構造が見られる。

上部は厚さ3cmの明瞭な黄色火山灰層から始まり、その上に細かく成層した細粒火山灰、軽石細片の互層が堆積している。全体の厚さは最大約80cmである。

3.鬼界カルデラ起源テフラ

池田カルデラ起源テフラの下位には、厚さ約15cmの真黒色をおびた腐植土があり、さらにその下位に厚さ数十cmのテフラがある。下部から降下軽石、火砕流堆積物、火山灰の大きく3層からなるが、これらは層準と含まれる鉱物、褐色バブルウォール型火山ガラスの存在から、鬼界カルデラ起源の幸屋降下軽石、幸屋火砕流堆積物、鬼界アカホヤ火山灰に相当する（宇井1973、町田・新井1978）。いずれも白色～淡灰色をおび、他地域で見られるように、アカホヤという名の由来になった黄橙色は呈していない。

①幸屋降下軽石

小豆大以下の軽石が詰まった厚さ約10cmの軽石層で、まれに大豆大の軽石が点在する。軽石はいずれも角張っている。淘汰は比較的良好で細粒な軽石も多く、全体に砂状でサラサラしている。岩片はほとんど含まれない。また、成層構造も認められない。

②幸屋火砕流堆積物

ガラス質の火山灰よりなる基質中に、拳大以下の軽石が多数点在する塊状の火砕流堆積物であ

る。軽石は a) きわめて発泡の良い石鹼の泡のかたまり状のものと、b) 通常の繊維状をしたものの2種類が認められる。軽石の粒径は最大で10cm程度であるが、一般的に石鹼の泡状のものの方が大きい。

この火砕流堆積物の最下部には川砂状の堆積物があるが、これは火砕流堆積物のグランドレイヤー層に相当する。火砕流堆積物全体の厚さは20～50cmと場所により変化するが、幸屋降下軽石層とは平行に堆積する。

③鬼界アカホヤ火山灰

下部にはウズラ卵大以下の軽石片が堆積し、上部になるにつれ軽石片は徐々に細粒となりガラス質の粗粒火山灰に連続する。軽石片層の中には径1cm以下の火山豆石が点在している。火山灰は下部ほど粗粒で、上部では細粒となる。軽石層は約5cm、火山灰層は10～15cmの厚さである。細粒な火山灰に連続して黒色腐植土が堆積する。

このテフラの下位には、濃いベージュ色を呈する風化したシルト質のロームで、全体に波状にうねったり、ボール状のかたまりになる層がある。岩片や軽石片は含まれていないが、場所によっては径2～3mm程度の球形をした火山豆石状物質を含んでいる。鏡下においては比較的大きなシソ輝石、ツツウ輝石が含まれることから火山灰と考えられ「権現山火山灰」と呼ばれたこともあったが、最近は「権現山ローム」と呼ばれている。県内の広い範囲でアカホヤ層直下に同質の土壌が堆積しており、これらは森林性褐色土壌の可能性があり、検討の余地が残されている。

4.桜島火山起源テフラ

風化してオレンジ色をおびた軽石で、成層構造は無く黒色腐植土中に点在したりブロック状に堆積する。軽石の大きさは最大約3cmで、平均では0.5～1cmである。軽石は黒色腐植土中で上下方向に散らばって点在するが、散らばる幅は黒色腐植土の厚さと同じ程度である。この軽石は本遺跡から北方へ向かうにつれ厚さと粒径が増していること、アカホヤと後述の岩本火山灰との間にあること、opxやcpxなどの鉱物を含む特徴から桜島火山起源の薩摩に対比される（町田・新井1992）。

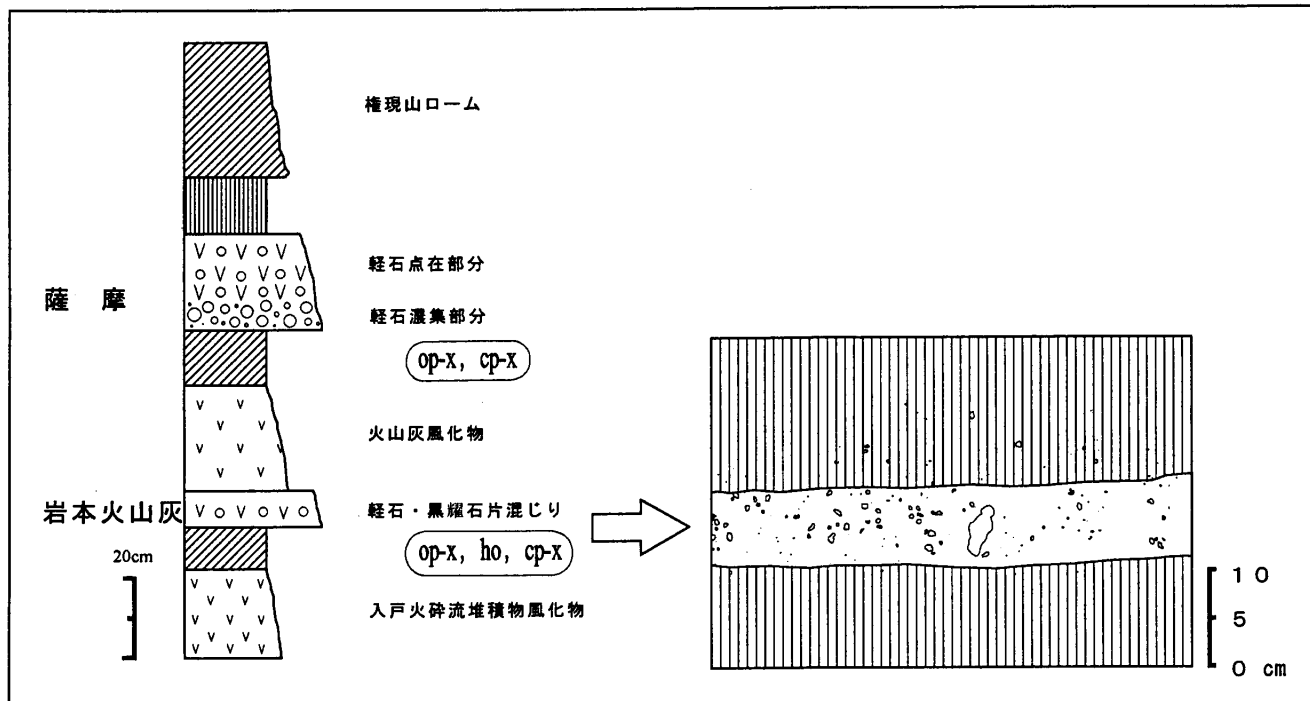
軽石を含む黒色腐植土の下には、黄褐色を帯びた粘質の強いロームが15～20cmの厚さで堆積している。本遺跡外では黒色腐植土層の下には、いわゆるチョコ層と称される黒茶色ロームがある。

5.岩本火山灰

黒茶色ローム層内には、黄白色をおびた軽石と黒耀石片を含む黄白色火山灰が挟まっている。南側調査区域では黒茶色ローム層内に軽石や黒耀石片が点在する不鮮明な火山灰層となっているが、北側調査区では厚さ10cm程度の明瞭な層を形成している（図－4）。

北側調査区での観察では、厚さ2cm程度の細粒火山灰層と、厚さ5～8cm程度で軽石や風化岩片、黒耀石片を含む細粒火山灰層の2層に区分される。

下部の火山灰層とその下位にある黒茶色ローム層との境界は明瞭で、その中には軽石等は



図－4 岩本火山灰の堆積状況（左；桜島起源薩摩との関係 右；軽石の堆積状況）

入っていない。上部の火山灰層に入る軽石は未風化で白色のものと、風化して黄白色をおびたものがある。軽石は最大5cm、平均1cm程度で、火山灰層内に点在している。風化岩片は安山岩質のもので最大1cm程度あり、全体に灰色～黒灰色をおびている。黒耀石はやや質の悪いものであるが、肉眼で見える程度の結晶などは含まれず明瞭なガラスのみである。

この火山灰層には特徴的にカクセン石が入っており、このような特徴と層準から県本土の広い範囲で認められる岩本火山灰に相当する（成尾1992）。

5. 始良カルデラ起源テフラ

黒茶色ローム層の下位には黄白色～黄橙色風化火山灰層と降下軽石層がある。風化火山灰層には透明なバブルウォール型火山ガラスが大量に入っていること、および層準や構成鉱物の特徴などから始良カルデラ起源テフラに対比される。上部の風化火山灰層はガラスの特徴などから、いわゆるシラスと称される入戸火砕流堆積物の再堆積物、下部の降下軽石層は大隅降下軽石である。（Kobayashi et al.1983）。

入戸火砕流堆積物は本遺跡より北部の低地では数十mの厚さで堆積するが、本遺跡はやや標高の高い丘陵地にあること、微地形が狭小な尾根状であることなどから、もともと厚く堆積せず、しかも、その後の削剥作用、移動などで失われたと推定される。入戸火砕流堆積物の再堆積した火山灰層は厚さ約10cm程度で、全体に硬質の細粒火山灰となっている。

大隅降下軽石は鮮やかな黄橙色をおびており、最大で3cm程度の垂円～垂角の軽石がぎっしりと詰まっている。岩片はそれほど多くなく、大きさも最大で5mm程度である。厚さは場所により変化するが、最大50cm程度である。

入戸火砕流堆積物の風化物は汚れたベージュ色を呈しており、全体に硬質で細粒の火山灰状となっている。一般に軽石や岩片の量比は少ない。

6.阿多－宿利原テフラ

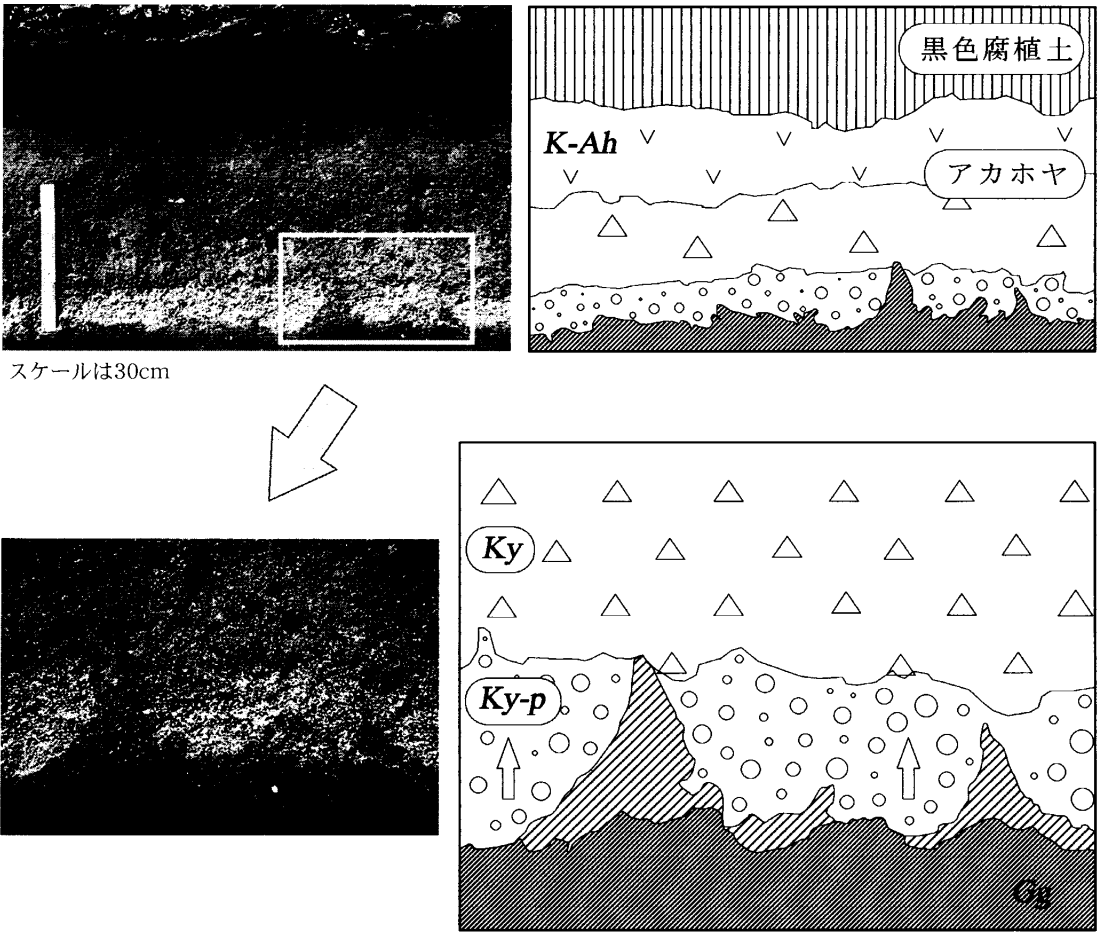
始良カルデラ起源テフラの下位には厚さ十数cmの明赤褐色ローム層が堆積し、さらにその下位に厚さ十数～40cm程度の火山噴出物層がある。火山噴出物は下部の細粒火山灰層と上部の軽石層との2層に区分できる。下部はやや黄橙色をおびた細粒の硬質火山灰層と青灰色をおびた細粒火山灰層からなり、上部は軽石を多量に含む黄褐色細粒火山灰層と軽石層とからなる。軽石は鮮やかな黄橙色をおび、最大2.5cm程度の大きさである。

この層は層準から奥野ほか（1995）の阿多－宿利原テフラに対比される。このテフラは大隅半島南部台地の広い範囲に堆積することから、現在は水没している阿多カルデラ内から噴出したと思われるが、本遺跡より北側の石嶺地区でも数十cmの厚さで堆積することから、指宿火山群起源の可能性もある。

7.阿多－清見岳テフラ

阿多－宿利原テフラ層の下位には黄褐色のローム層が20～30cmの厚さで堆積し、その下位には青灰色の中～粗粒の硬質火山灰が堆積している。この火山灰は塊状で成層構造などは認められない。きわめて硬質であり、遺跡外の崖では数mの厚さで堆積している。

このテフラは層準と野外での火山灰の特徴から、指宿火山群のうち清見岳周辺を起源とする阿多－清見岳テフラに対比される（奥野ほか1995）。



図－5 権現山ローム層の幸屋降下軽石層への貫入

4 テフラ中に見られる諸現象

1.鬼界カルデラ起源テフラ中に見られる諸現象

a.権現山ローム層の上昇

鬼界カルデラ起源テフラの下に堆積する権現山ロームは、寒冷地で見られるような波状やボール状になった堆積構造がある。とくに幸屋降下軽石と接する部分では、権現山ロームの表面は不規則で波状になっている。一部ではこのロームが高さ約10cm、幅約10cmほどで幸屋降下軽石の中に入り込んでいる（図－5）。

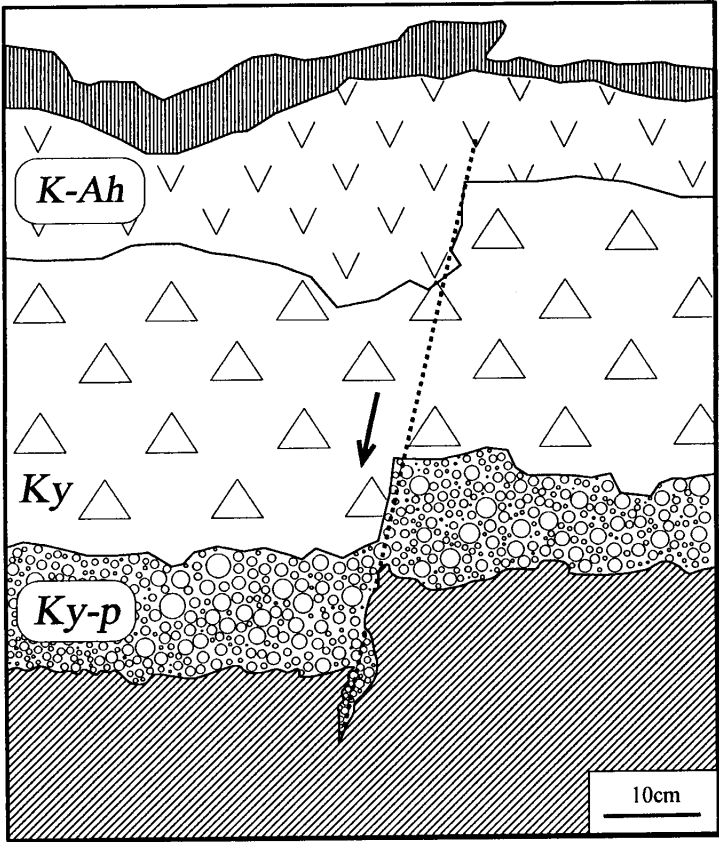
権現山ロームが不規則に波打ち、ボール状になったりする現象は、指宿地方の広い範囲で認められ、さらに指宿地方以外でも大隅半島中～南部、薩摩半島中～南部、種子島でも認められる。大隅半島中部地方では権現山ローム層相当層が乱されたり脈状になったり、さらにいわゆる二次シラスが脈状にローム層内を上昇する現象があるが、これは鬼界カルデラ起源テフラの噴火時期に発生した地震による液状化現象である。本遺跡で認められる権現山ローム層などの立ち上がりは、これに対応するものである。

このように地震によりロームが波状になる例は関東ローム層でもしばしば観察されており（上本1989）、本遺跡で見られる波状構造、ボール状構造は地震時の激しい揺れでローム塊が移動して形成されたと考えられる。

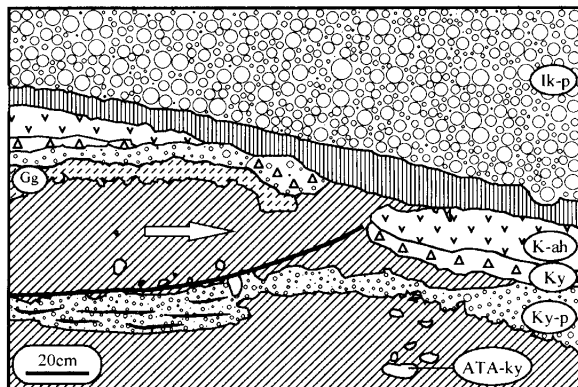
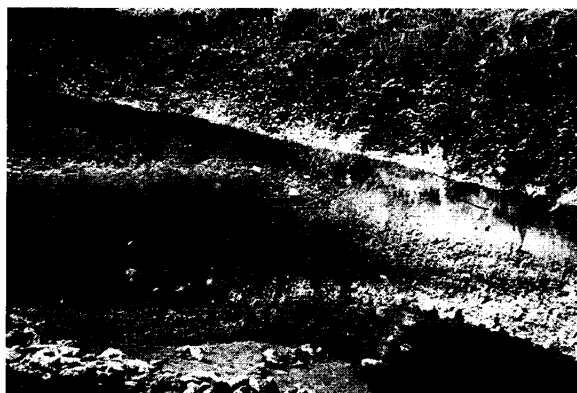
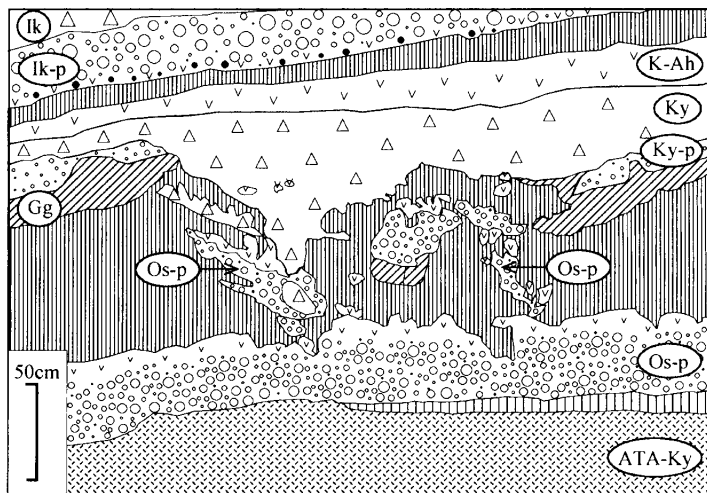
b.断層

図－6 に示されるように南側調査区には、食い違い量約10cmの正断層が存在する。断層ののびの方向はほぼ東西で、南側にある谷方向へ滑り落ちている。図から明らかなように、断層により鬼界アカホヤ火山灰層の一部は切られているが、その上に堆積する黒色腐植土層は切られていない。このことから、断層の形成時期は鬼界アカホヤ火山灰層の降下途中と判断される。前述のようにアカホヤ噴火途中に地震が発生していることから、これにより馬の背状の尾根が南側方向へ滑落して断層が形成されたと考えられる。

このようなアカホヤ噴火時の断層は熊毛地方や大隅半島南部で認められる。



図－6 南側調査区の正断層



図－7 地層の横転状況（上）と地層の乗り上げ（下）

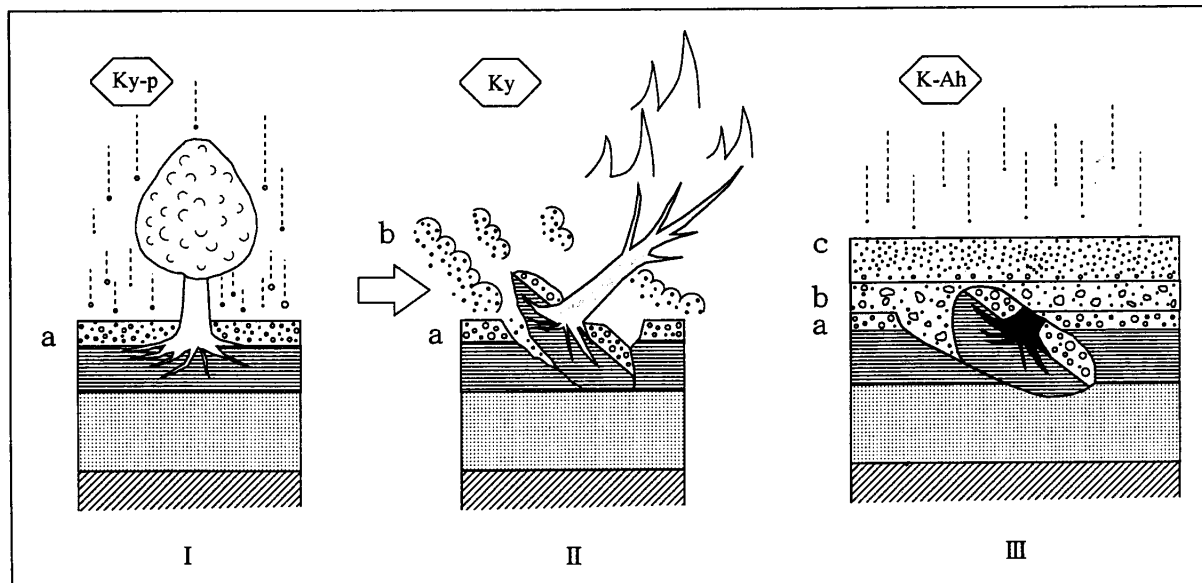
c. 地層横転と移動

本遺跡の何方所かで地層の横転が見られるが、その時期は地層の切り合い関係から、1) 鬼界カルデラ起源テフラの時期 2) 池田カルデラ起源テフラの時期の2つである。

鬼界カルデラ起源テフラの時期のものは、阿多ー清見岳テフラや大隅降下軽石層、権現山ローム層が横転し、さらに幸屋降下軽石、幸屋火砕流堆積物も横転している。横転した地層の割れ目には幸屋火砕流堆積物がクサビ状に入り込んでいる。しかし、鬼界アカホヤテフラの上部層である鬼界アカホヤ火山灰や、その上位に堆積する黒色腐植土層は横転していない。これらのことから、地層横転の発生時期は幸屋火砕流堆積物の時期に絞り込むことができる。

このような幸屋火砕流堆積物の時期の地層横転は、成尾（1999）が指摘したように、火砕流堆積物の流走により樹木が横転したことで、下位の地層がめくり上げられ形成されたものである（図－8）。

地層が大規模にめくれた例は北側の市道脇の調査区で見られるが、そこでは桜島火山起源テフラの薩摩を含む地層からアカホヤ火山灰層までが南側から北側へ2mほど滑って、幸屋降下軽石層などの上に乗っあげ堆積している（図－7）。地層横転の場合と同様であるが、横転することなく、樹木が土塊と一緒に低角度で横方向へ滑るように移動したと考えられる。



図－8 地層横転の模式図 I；樹木はたっている II；火砕流で倒れ、地層を巻き上げる。
隙間に火砕流堆積物が入る。 III；火山灰が降り積もる

池田カルデラ起源テフラの時期のものも池田火砕流堆積物以下の層が横転しており、同じようにして火砕流堆積物の流走により形成されたものと考えられる。

d.炭化木片

鬼界カルデラ起源テフラの幸屋火砕流堆積物中には、2～3 cm程度の大きさの炭化木片が多数入っている。ほとんどがバラバラの状態が入っており、明瞭な樹木の形態を保っているものは無い。また、場所によっては炭化木片ではなく、白色の幸屋火砕流堆積物が黒ずんだ状態になっていることもある。炭化木片の存在は火砕流堆積物が高温であったことを示しているが、樹木が完全に焼失しないで炭化している理由は、火砕流堆積物後に降下堆積した火山灰で覆われ蒸し焼き状態になったためである（成尾1999）。

本遺跡の北東側にある中尾迫遺跡でも幸屋火砕流堆積物中に炭化木片が入っており、さらに北方の幸屋集落付近、より北方の喜入町千貫平高原（尾巡山；標高577m）でも認められる。このようなことから指宿地方の広い範囲で火砕流堆積物による火災が発生したことが分かる。

2.池田カルデラ起源テフラ中に見られる諸現象

a.インパクト構造

池田カルデラ起源テフラの池崎火山灰に尾下スコリアが入りこんで、下位にある黒色腐植土まで変形している構造が認められる（図－9）。このような構造は火山弾などの落下に伴って形成され、インパクト構造と呼ばれている。これは池崎火山灰が水蒸気爆発の噴出物で水分が多いこと、また細粒でシルト質であることなどから塑性変形しやすいことに起因するが、池崎火山灰から水分が抜け切っていない未固結の状態で尾下スコリアが噴出した、すなわち両者の時間間隙がそれほど無かったことを意味する。内部に入り込んでいるものは花崗閃緑岩（GD）や尾下スコリア層起源の安山岩質岩石である。

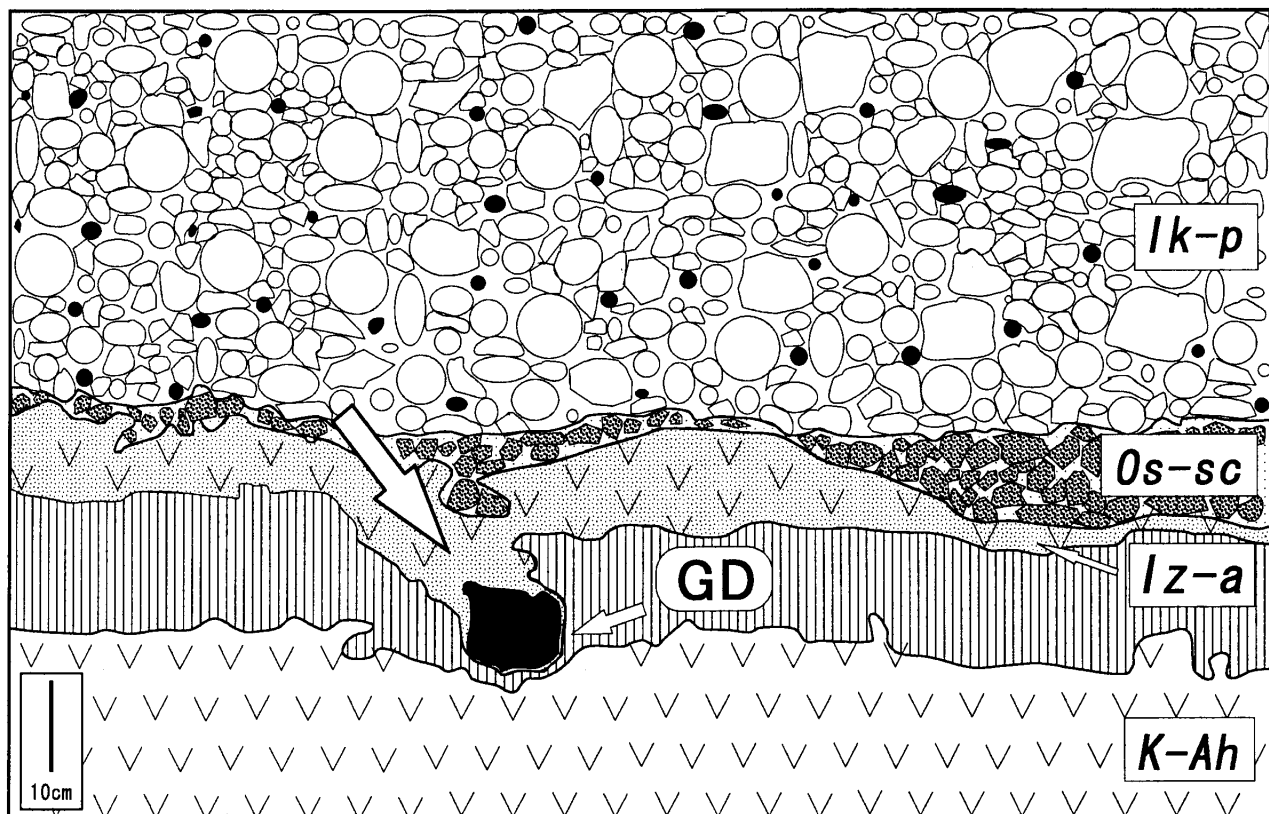


図-9 池田崎火山灰層に見られるインパクト構造

b. 池崎火山灰の波状構造

池崎火山灰はウィンナーソーセージ状に波打ちながら堆積している。このため厚い部分では30cm以上あるが、薄い部分では数cm程度になる。前述のように、池崎火山灰の内部には細かい成層構造が認められるが、それらを詳細に観察すると互いに切り合うクロスラミナが顕著である。このことは、池崎火山灰がベース・サージ堆積物であることを示している。

池崎火山灰の内部に火山豆石が大量に含まれることや、細粒火山灰が基質を埋めていることから、マグマ水蒸気爆発で形成された堆積物と判断される。

c. 炭化木片

本遺跡では鬼界カルデラ起源テフラ層上位にある黒褐色土から、池田火砕流堆積物層にまで達する直立した炭化木片が見られる。上端面の直径は約10cmで、下方に向かってクサビ形になっている。この炭化木片は池田カルデラ起源テフラ堆積当時、地表に生えていた樹木が軽石の降下により埋まり、その後、池田火砕流堆積物が堆積することで蒸し焼きにされたものである。上端は切断され池田火砕流堆積物中に横たわっているが、軽石降下後に流れてきた火砕流堆積物によりなぎ倒されたと判断される。

池田カルデラ起源テフラの最初の噴出物である池崎火山灰の下面および内部には、黄褐色をおびた植物葉片印象、樹枝印象が多数残されている。それらのほとんどは径2cm以下であり、当時この付近は小さな樹木の点在する草原に近い状況であったと推定され、その中であって比較的大きな

樹木が降下軽石に覆われ、さらに軽石層表面に出ていた部分が火砕流堆積物により切断されたものと思われる。

4. 岩本火山灰

本遺跡では桜島火山起源テフラの薩摩と始良カルデラ起源テフラの間に、カクセン石を含む岩本火山灰層が挟まっているが、これは最初に指宿市岩本遺跡で確認され第2イエローなどと呼ばれていた（成尾1992）。その後、県内の広い範囲で確認されるようになり、鹿屋市西丸尾遺跡では岩本火山灰と名付けられた（成尾1992）。

成瀬ほか（1994）は鹿屋市祓川で上部・下部古土壤中にカクセン石が含まれることを指摘し、桜島などの火山から飛来した火山灰が古土壤中に多量に混入したと考えた。

この火山灰層はその層準から考古学上重要なテフラであるが、噴出源や時代についてはよく分かっていなかった。しかし、本遺跡では明瞭な堆積層を形成し、しかも最大5 cmに達する降下軽石を伴うことから、指宿火山群から噴出したものであることが判明した。

指宿市街地北側にある池田カルデラ（池田湖）南側斜面には、カクセン石を含む仙田溶岩が露出している。そこでの観察によると下限は地中に隠れ不明であるが、確実に鬼界カルデラ起源テフラより下位にあり、岩本火山灰に対比されるかも知れない。

岩本火山灰層にはカクセン石の他に、無色透明なバブル・ウォール型火山ガラスを多量に含んでいる。このガラスの特徴は下位にある入戸火砕流堆積物のものによく似ていることから、その一部が風などで流され、岩本火山灰層中に紛れ込んだ可能性もある。

文献

- Kobayashi,T. and hayakawa,Y. , Aramaki,S.(1983) Thickness and grain size distribution of the Osumi pumice fall deposit from the Aira caldera. 火山,28,129-139.
- 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.
- 森脇 広（1990）更新世末の桜島の大噴火にかんする研究－薩摩軽石層の噴火と様式－. 鹿児島大学南科研資料センター報告特別号第3号. 40-47.
- 成瀬敏郎・横山勝三・柳 精司（1994）シラス台地上のレス質土壌とその堆積環境. 地理科学, 49,24-32.
- 成尾英仁（1984）開聞岳火山噴出物と遺物の関係－特に初期噴出物の関係について. 鹿児島考古, 19,193-215.
- 成尾英仁（1992）西丸尾遺跡の地質と火山噴出物.「西丸尾遺跡」243-251, 鹿児島県教育委員会.
- 成尾英仁（1999）根占町大中原遺跡におけるテフラ層. 鹿児島県立博物館研究報告, 18,79-88.

- 成尾英仁・小林哲夫（1984）池田カルデラ形成時の降下堆積物（演旨）. 火山, 29,148.
- 成尾英仁・永山修一・下山 覚（1997）開聞岳の古墳時代噴火と平安時代噴火による災害－遺跡発掘と史料からの検討. 月刊地球, 19,215-222.
- 奥野 充・成尾英仁・新井房夫・小林哲夫（1995）大隅半島南部に分布する後期更新世テフラ. 鹿児島大学理学部紀要（生物・地学）, 28,101-110.
- 上本進二（1989）南関東のテフラ層における波状帯の形成－地震によるテフラの液状化と波状帯の形成および遺物の移動－. 考古学と自然科学, 21,73-84.
- 宇井忠英（1973）幸屋火砕流堆積物－極めて薄く拡がり堆積した火砕流の発見. 火山, 18,153-168.