

原著

大井信夫¹・佐々木 章²・佐々木尚子³：大分県九重町 千町無田における過去 8000 年間の環境変遷

Nobuo Ooi¹, Akira Sasaki² and Naoko Sasaki³: Environmental changes
since 8000 years ago at Sencho-muta, Kuju, Oita, western Japan

要 旨 大分県九重町田野地区に広がる低地、千町無田における鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah) 降下頃 (7.3 ka) 以降の環境変遷を、ボーリング調査およびボーリング試料の花粉、植物珪酸体、微粒炭分析に基づいて議論する。K-Ah 降下前後、北部は湖が広がり、中央部は浅くなり、南側は干上がっていて土壤が発達する。中央部の花粉分析結果は、K-Ah 降下前から木本花粉でアカガシ亜属とクリ属/シイ属/マテバシイ属が目立ち常緑広葉樹林の存在を示唆する一方で、イネ科や、カヤツリグサ科、ヨモギ属などの草本花粉の産出率が高く、植物珪酸体も多いことから草原が広がっていたことも示す。この傾向は全般に大きな変化はなく現在まで続く。K-Ah 降下後、木本花粉ではクリ属/シイ属/マテバシイ属が減り、アカガシ亜属がもっとも目立つ。珪酸体ではタケ亜科の珪酸体が少なくなり、大量の微粒炭が見られる。その後、T2 火山灰降下に全域で黒色シルト層が広がるまでは、何層もの砂礫が挟まり、河川活動の影響が大きかった。T2 降下直前にシルト層から土壤層への変化が広い範囲で認められ、千町無田全体で水位が低下し、水域から陸域への変化が起こったと考えられる。土壤層直下からはイネの機動細胞珪酸体が産出し、マツ属花粉が目立つ。土壤層は微粒炭を多く含み、珪酸体も多いがイネの機動細胞珪酸体は一時的に減少する。その後いずれの地点でも再び土壌化しイネの機動細胞珪酸体が再び産出する。花粉では最上部へ向けてマツ属やスギ属花粉が増加し、古代以降の人間活動を示唆する。

キーワード：鬼界アカホヤ火山灰、花粉、植物珪酸体、低地、微粒炭

Abstract Environmental changes in the Sencho-muta basin at Tano, Kokonoe, Oita Prefecture, are discussed from pollen, phytolith, and charcoal-fragment analyses of drilling cores. Around the fall of K-Ah (7.3 ka), a lake spread in the northern part of the basin, shallow water in the central part, and dry soil in the southern part. In the central part, grass pollen such as Gramineae and Cyperaceae dominated with evergreen broad-leaved tree pollen of *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*, and grass phytoliths and charcoal fragments occurred frequently throughout the samples. Grassland with an evergreen forest has been the main vegetation around Sencho-muta since 8000 years ago. After the fall of K-Ah, *Castanea/Castanopsis/Lithocarpus* pollen and bambusoid phytoliths decreased, and *Cyclobalanopsis* pollen and charcoal fragments occurred most abundantly. Until the deposition of black silt below T2 tephra, several sand and gravel layers intercalated by riverine activities. Just below T2, black silt changed to soil at all points, implying depression of water level in the whole basin. *Oryza sativa* phytoliths occur in the top of the black silt with abundant *Pinus* pollen. Soil over T2 commonly includes charcoal fragments and phytoliths. Finally soil developed at all points. *Oryza sativa* phytoliths and *Pinus* and *Cryptomeria* pollen increase again by human activities.

Keywords: charcoal, K-Ah, lowland, phytolith, pollen

はじめに

九州中央部、九重火山群の北に位置する大分県九重町田野地区には千町無田と呼ばれる低地が広がる。名前の通り広大な荒地であったものを、明治以降水田開発したという記録が残っている。千町無田の人間活動の歴史は古く、北西から伸びる尾根の先端に、毎年カヤと竹で建て直される

原初的な「年の神」の社がある。その付近には年の神遺跡が、低地北東には弥生時代から古代の土器や木地師の墓が出土する無田口遺跡があり、かつては交通の要所でもあったと考えられている。また、『豊後風土記』(AD720～740頃)の「田野、郡の西南のかたにあり。此の野は広く大きく土地肥えたり。開墾の便、此の土に比ふものなし。昔、郡内

¹ 〒 572-0021 寝屋川市田井町 21-30 関西環境リサーチ株式会社気付 ONP 研究所
ONP Laboratory, 21-30, Tai-cho, Neyagawa, 572-0021, Japan

² 〒 874-8501 別府市北石垣 82 別府大学文学部
Faculty of Humanities, Beppu University, Kitaishigaki 82, Beppu, 874-8501, Japan

³ 〒 603-8047 京都市北区上賀茂本山 457-4 総合地球環境学研究所
Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto, 603-8047, Japan

の百姓この野に居りて、多く水田を開きしに、糧に余りて畝に宿めき。大きに奢り、ついに富みて、餅を作ちて的と為しき。時に餅、白き鳥と化りて発ちて、南に飛びき。当年の間に百姓死に絶えて、水田を造らず遂に荒れ廃てたりき。時より以降、水田に宣しからず。今、田野といふこれ其の縁なり。」という記述は千町無田に関する伝説とされている。

千町無田では、断層調査に伴って行われた基盤に達する数ヶ所の機械ボーリングやトレンチ調査によって、その形成過程が明らかになっており、最終氷期以降の堆積物がたまっている(大分県, 2004)。千町無田とその周辺の植生・環境変遷と人間活動との関係を明らかにするため、圃場整理が行われておらず、無田口遺跡に近い千町無田東部で鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah)に達する約5~10 mのボーリングを数ヶ所で行った。中心部における花粉・植物珪酸体・微粒炭分析と、既存のボーリング資料も含めた層相変化の対比に基づいて、環境変遷を明らかにした。

地形と地質の概要

1. 地形

千町無田(N33°09'30", E131°15'30", alt. 870 m)は九重火山群からの噴出物による堰止によって形成された堆積盆で、現在は東西3 km, 南北1 kmのほぼ平坦な低地である。南側にくじゅう連山から流れる鳴子川, 中央部には東の花牟礼山から流れる音無川, 北縁には崩平山南麓の扇状地から流れ込む川がいずれも東から西へと流れ西端で合流し、すぐ下流で九酔溪と呼ばれる溪谷を作り、飯田

高原北部で玖珠川と合流する(Fig. 1)。中央部を流れる音無川は、現在は圃場整備により真っ直ぐ流れているが、かつては暴れ川でたびたび氾濫していたとされる。

2. 千町無田の形成史

千町無田の堆積盆は九重火山群を起源とする火山噴出物による約18,000年前と約13,500年前の2回の堰止によって形成されたことが明らかになっている(大分県, 2004)。約15,000年前までは湖成堆積物が卓越するが、その後、河川の影響が強くなり粗粒堆積物が優勢となる、約14,000~12,000年前に陸化が見られて以降、沈水、陸化を繰り返して埋積が進み、約2000年前に現地表面下の黒色土壌の形成が始まる。

3. 調査地域の地下地質

鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah)降下以降の環境変遷を明らかにするために盆地中央東寄りにおいて明大工業株式会社に委託してECO-7V(YBM製)を用いた機械ボーリングを9地点(KSM1~10, KSM4は欠番)で行った(Fig. 2)。その結果は、沈水、陸化に伴い河川の影響が大きかったことを示している(Fig. 3)。音無川が流れ込む東部のKSM6~10は砂礫を多く含む場合が多く、火山灰層が明瞭でなく、河川活動の影響を強く受け対比が難しい。比較的、対比が可能な中央部の南北断面を見ると、KSM1は北から流れ込んだと考えられる砂層が厚く堆積している(Fig. 3)。もっとも南側のKSM5では鳴子川の影響が強く軽石、火山灰混じりの再堆積層が目立つ。K-Ah降下前後は北部

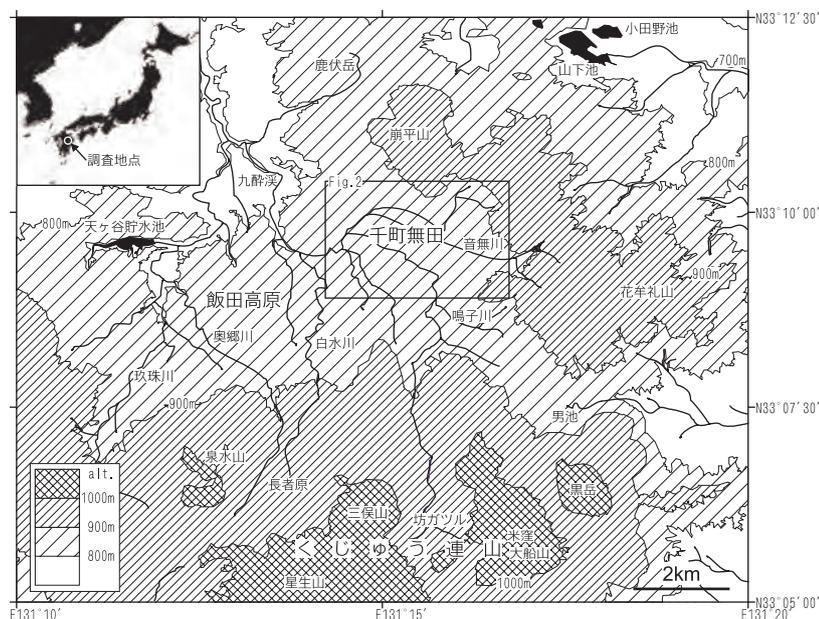


Fig. 1 Geographical setting of the study area, Sencho-muta, Oita Prefecture, Japan.

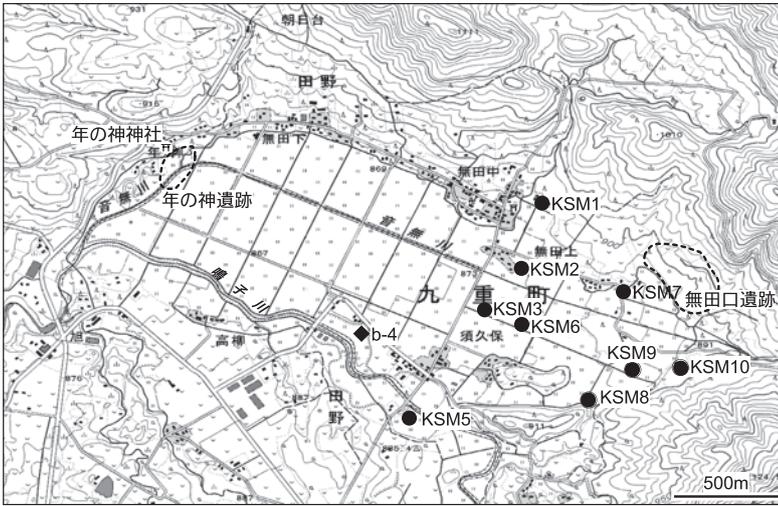


Fig. 2 Topographical map of Sencho-muta (part of 1:25,000 map 豊後中村 Bungo-nakamura, 湯坪 Yutsubo, 湯平 Yunohira, and 大船山 Taisenzan, published by GSI, Japan). Bold broken lines show the extent of archaeological sites. Black circles are drilling points of this study, and black square is the point of b-4 core (Oita Prefecture, 2004).

の KSM2 ではシルト層が堆積して湖が広がり、中央部の KSM3 では K-Ah 降下頃に土壤層から、シルト層、砂質シルト層へと変化する。南側の b-4 (大分県, 2004) では黒色土壌が発達する。その後、T2 火山灰降下の少し前には全域にシルト層が広がるが、それまでは、北側の KSM2 では数枚の砂質シルトと砂礫層が挟まり、明瞭な火山灰層は K-Ah 以外に見られない。中央部の KSM3 では多くの火山灰が砂質シルト層と砂層に挟まり、土壤層も見られる。南部の b-4 では K-Ah の後、厚い礫層が挟まったのち、火山灰層を挟むシルト層へと変わる。T2 火山灰降下頃、千

町無田の広い範囲でシルト層から土壤層への変化が認められる。北部と中央部ではその後、黒色のシルト層が挟まるが、やがていずれの地点でも土壌化し、現在の耕作土へと変化する。

4. 火山灰

千町無田のボーリング試料には K-Ah 降下頃から多くの火山灰層が挟まる。くじゅう地域の完新世には、広域テフラ K-Ah 以外に、九重火山起源のテフラ (鎌田, 1997; Kamata & Kobayashi, 1997), 阿蘇起源のテフラ (宮縁・

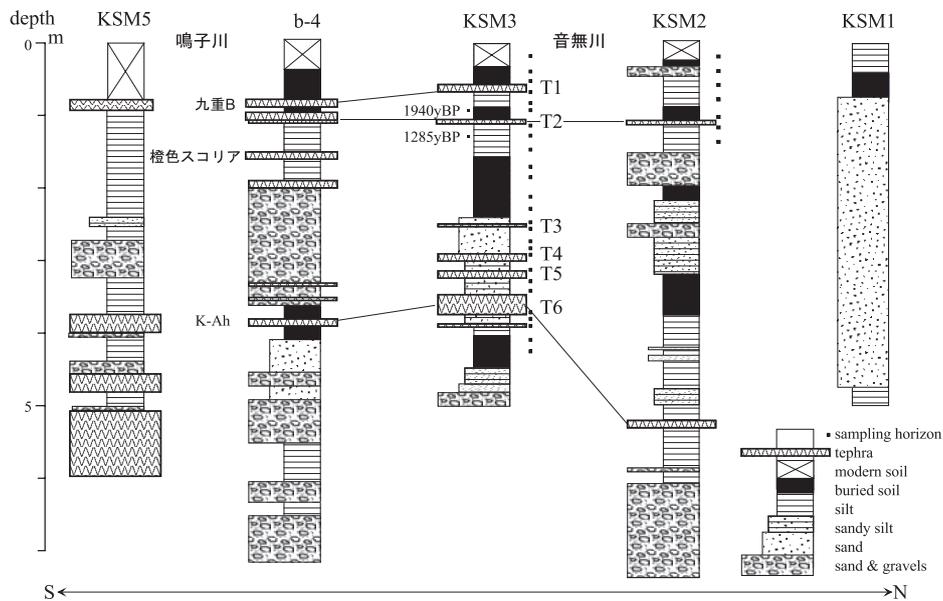


Fig. 3 Underground geological section of central Sencho-muta, from south to north. The columnar section of b-4 is modified from Oita Prefecture (2004).

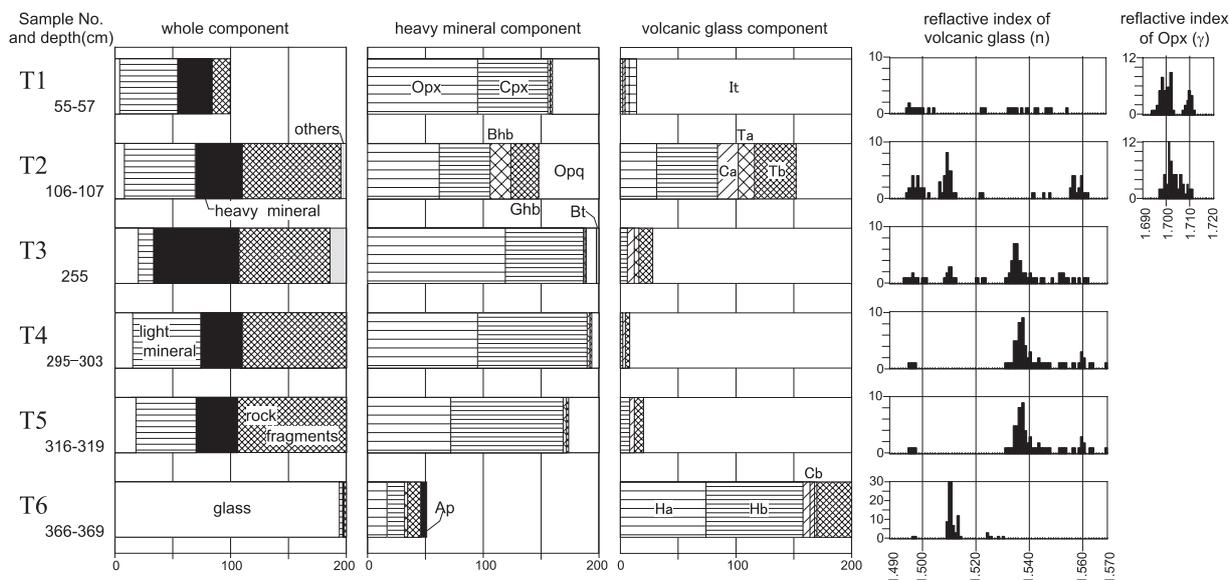


Fig. 4 Results of the tephra analysis of the KSM3 core at Sencho-muta. Abbreviations for heavy minerals are as follows; Opx: orthopyroxene, Cpx: clinopyroxene, Bhb: brown hornblende, Ghb: green hornblende, Opq: opaque mineral, Bt: biotite, Ap: apatite. Volcanic glass types are based on Yoshikawa (1976); “Ha” and “Hb” are flat, “Ta” and “Tb” are porous, “Ca” and “Cb” are intermediate, and “It” is irregular type.

渡辺, 1997) などが挟まる可能性が高い。そこで、もっとも数多くのテフラが確認された KSM3 のテフラ層を上から T1 ~ T6 とし (Fig. 3) (深度 55–57, 106–107, 255, 295–303, 316–319, 366–369 cm), (株) 京都フィッシュントラックに委託し火山灰分析を行った。120–250 メッシュ (1/8–1/16 mm) の粒径試料を、封入剤を用いて岩石薄片とし、全鉍物組成と重鉍物組成の分析と、火山ガラスの形態分類を行い、屈折率を測定した (Fig. 4)。

T1 と T2 は千町無田 b-4 の深度 85–88 cm の九重 B および 96–100 cm のスコリア (大分県, 2004) と層位的位置および組成が類似し対比される。大分県 (2004) の b-4 付近のトレンチ調査でも、深度 1 m 未満でシルトから土壌への変化があり、土壌の最下部に T2 に対比される火山灰が、中部に T1 に対比される九重 B 火山灰が連続して存在する。トレンチ調査では、その間に薄い火山灰が存在する場所もある。また、KSM2 でもシルトから土壌に変わる深度 110 cm に KSM3 の T2 に対応すると考えられる火山灰がある。既知のテフラでは、その分布域と、年代、層位から、九重の米窪安山岩質降下火山灰 (KA) (3 ka) か、米窪玄武岩質降下スコリア (KB) (2 ka), 黒岳火砕流堆積物 (Ktp) (1.7 ka) (鎌田, 1997; Kamata & Kobayashi, 1997), 阿蘇の中岳 N2 スコリア (N2S) (1.6 ka) (宮縁・渡辺, 1997) のいずれかにあたる可能性が高いが、T1 と T2 とのいずれも九重火山起源のテフラや、阿蘇のテフラ、

広域テフラ K-Ah などが混じっている可能性が高く、広域にわたる正確な対比は難しい。T3 ~ 5 はいずれも類似した組成をもち、九重最新期スコリア群の一部と考えられる。鎌田 (1997) の段原降下スコリア (DS) (4 ka) か、A1 降下火山灰 (A1) (5 ka) のいずれかに対比されると考えられる。九重火山黒岳南東麓において DS は 3 層、A1 は 16 層に分けられガラスの屈折率が層ごとに異なること (古澤・梅田, 2000), T3 ~ T4 の間にも火山灰が散在していること、千町無田 b-4 でも深度 154–158 cm の橙色スコリア以下、K-Ah まで 4 層の九重火山起源と考えられる火山灰層があること (大分県, 2004) から、今のところ正確な対比は難しい。T6 は、層位的な位置と、層相、火山ガラスの形態ならびに屈折率から明らかに K-Ah の純層である。KSM2 の 520–530 cm の黄褐色ガラス質火山灰も K-Ah に対比されると考えられる。

5. 年代測定

KSM3 の深度 68–69 cm および 117–118 cm から採取した土壌を、目開き 250 μm の篩で水洗篩別し大きな根を取り除き年代測定用の試料とした。深度 68–69 cm の試料には、250 μm 以上の分画から拾い上げた微粒炭も加えた。放射性炭素年代の測定は (株) 加速器分析研究所に委託し、加速器質量分析法で行い、それぞれ較正年代で 1940 yBP, 1285 yBP の結果を得た (Table 1)。暦年較正は、CALIB

Table 1 AMS radiocarbon dates obtained from the KSM3 core

Depth (cm)	Material dated	Conventional age	Calibrated age*		Laboratory No.
			2σ age range	Median probability	
68–69	Soil with charcoal fragments	1990 ± 30 yBP	1880–1995 yBP	1940 yBP	IAAA-72353
117–118	Soil	1350 ± 30 yBP	1185–1315 yBP	1285 yBP	IAAA-72354

*Calibrated ages were calculated with CALIB (Stuiver & Reimer, 1993, ver5.0) program using IntCal04 (Reimer et al., 2004) data sets.

(Stuiver & Reimer, 1993; version 5.0) を用い, IntCal04 (Reimer et al., 2004) に基づいて行った。

試料と分析方法

1. 試料

もともと火山灰が多く挟まり, 比較的細粒の堆積物が多い KSM3 から層相変化を考慮しながらアカホヤ降下頃以降 26 試料を, 北部の KSM2 から T2 に対比されるテフラ直下のシルト層以降の 7 試料を, 花粉, 植物珪酸体, 微粒炭分析用にそれぞれ 1 cm³ ずつ同じ層準から調製した (Fig. 3)。

2. 花粉分析

大井ほか (2004) と同様に水酸化カリウム, フッ化水素酸, アセトリシス処理を行い, プレパラートを作成, 光学顕微鏡で全面にわたって花粉および胞子を同定した。同定が複数の分類群にまたがる場合はスラッシュ (/) で区切り, 近縁の分類群も含む可能性があるものは型 (type) を

つけて示した。統計処理は花粉胞子総数が 100 個を超えた試料について行い, 花粉胞子総数を基数とした百分率として産出率を求めた。重要な化石花粉は, 計数後単体標本を作成し, ONP 研究所に保管した。単体標本の一部は Fig. 7 に示す。

3. 植物珪酸体分析

乾燥した試料にガラスビーズを添加したのち, 5% ヘキサメタリン酸ナトリウム水溶液に浸して 24 時間静置したのち, 125 μm 篩別通過分について 1% 過酸化水素水処理, 超音波照射 (20 kHz · 100 W · 10 min), 沈底法による粘土の除去を行った。計数は機動細胞珪酸体について, 比例計数法のために加えたガラスビーズがおおむね 200 粒に達するまで行った。

4. 微粒炭分析

井上 (2007) を参考に, 5% ヘキサメタリン酸ナトリウム水溶液, 1% 過酸化水素水に浸して常温でそれぞれ 24

Table 2 List of pollen and spore types obtained from Sencho-muta, Oita Prefecture

木本花粉	マキ属 <i>Podocarpus</i> , モミ属 <i>Abies</i> , ツガ属 <i>Tsuga</i> , トウヒ属 <i>Picea</i> , カラマツ属 / トガサワラ属 <i>Larix/Pseudotsuga</i> , マツ属 <i>Pinus</i> , コウヤマキ属 <i>Sciadopitys</i> , スギ属 <i>Cryptomeria</i> , イヌガヤ科 / イチイ科 / ヒノキ科 <i>Cephalotaxaceae/Taxaceae/Cupressaceae</i> , ヤナギ属 <i>Salix</i> , ヤマモモ属 <i>Myrica</i> , サワグルミ属 <i>Pterocarya</i> , クルミ属 <i>Juglans</i> , クマシデ属 / アサダ属 <i>Carpinus/Ostrya</i> , イヌシデ型 <i>Carpinus tschonoskii</i> type, ハシバミ属 <i>Corylus</i> , カバノキ属 <i>Betula</i> , ハンノキ属 <i>Alnus</i> , ブナ属 <i>Fagus</i> , コナラ属 / コナラ亜属 <i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i> , コナラ属 / アカガシ亜属 <i>Q.</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i> , クリ属 / シイノキ属 / マテバシイ属 <i>Castanea/Castanopsis/Lithocarpus</i> , ニレ属 / ケヤキ属 <i>Ulmus/Zelkova</i> , エノキ属 / ムクノキ属 <i>Celtis/Aphananthe</i> , ヤドリギ属 <i>Viscum</i> , クワ科 <i>Moraceae</i> , マンサク科 <i>Hamamelidaceae</i> , シキミ属 <i>Illicium</i> , サクラ属型 <i>Prunus</i> type, ネムノキ属 <i>Albizia</i> , ハギ属型 <i>Lespedeza</i> type, フジ属 <i>Wisteria</i> , ミカン科 <i>Rutaceae</i> , サンショウ属 <i>Zanthoxylum</i> , アカメガシワ属 <i>Mallotus</i> , ユズリハ属 <i>Daphniphyllum</i> , モチノキ属 <i>Ilex</i> , ニシキギ属 <i>Euonymus</i> , カエデ属 <i>Acer</i> , クロウメモドキ属 <i>Rhamnaceae</i> , トチノキ属 <i>Aesculus</i> , シナノキ属 <i>Tilia</i> , ヒサカキ属型 <i>Eurya</i> type, ツバキ属 <i>Camellia</i> , ウコギ科 <i>Araliaceae</i> , ツツジ科 <i>Ericaceae</i> , ハイノキ属 <i>Symplocos</i> , モクセイ科 <i>Oleaceae</i> , トネリコ属 <i>Fraxinus</i> , ハシドイ属 / イボタノキ属 <i>Syringa/Ligustrum</i> , ガマズミ属 <i>Viburnum</i>
草本花粉	ガマ属 <i>Typha</i> , ヒルムシロ属 <i>Potamogeton</i> , サジオモダカ属 <i>Alisma</i> , イネ科 <i>Gramineae</i> , カヤツリグサ科 <i>Cyperaceae</i> , ホシクサ属 <i>Eriocaulon</i> , ユリ科 <i>Liliaceae</i> , ネギ属 <i>Allium</i> , バイケイソウ属 <i>Veratrum</i> , ワスレグサ属 <i>Hemerocallis</i> , アヤメ属 <i>Iris</i> , ソバ属 <i>Fagopyrum</i> , ギシギシ属 <i>Rumex</i> , イブキトラノオ属 <i>Bistorta</i> , サナエタデ属 <i>Persicaria</i> , アカザ科 / ヒユ科 <i>Chenopodiaceae/Amaranthaceae</i> , ナデシコ科 <i>Caryophyllaceae</i> , イチリンソウ属 <i>Anemone</i> , サラシナショウマ属 <i>Cimicifuga</i> , キンボウゲ属 <i>Ranunculus</i> , カラマツソウ属 <i>Thalictrum</i> , アブラナ科 <i>Cruciferae</i> , ユキノシタ科 <i>Saxifragaceae</i> , バラ科 <i>Rosaceae</i> , キジムシロ属 <i>Potentilla</i> , ワレモコウ型 <i>Sanguisorba officinalis</i> type, ワレモコウ属 <i>Sanguisorba</i> , マメ科 <i>Leguminosae</i> , ソラマメ属型 <i>Vicia</i> type, クズ属 <i>Pueraria</i> , フウロソウ属 <i>Geranium</i> , ヒメハギ属 <i>Polygala</i> , トウダイグサ属 <i>Euphorbia</i> , ミソハギ属 <i>Lythrum</i> , キカシグサ属 <i>Rotala</i> , アリノトウグサ属 <i>Haloragis</i> , セリ科 <i>Umbelliferae</i> , リンドウ属 <i>Gentiana</i> , ナス科 <i>Solanaceae</i> , シソ科 <i>Labiatae</i> , ヤエムグラ属 <i>Galium</i> , ツリガネニンジン属 <i>Adenophora</i> , オミナエシ属 <i>Patrinia</i> , カノコソウ属 <i>Valeriana</i> , マツムシソウ属 <i>Scabiosa</i> , キク科 <i>Compositae</i> subfam. <i>Carduoideae</i> , ヨモギ属 <i>Artemisia</i> , トウヒレン属型 <i>Saussurea</i> type, オナモミ属型 <i>Xanthium</i> type, キク科 <i>Compositae</i> subfam. <i>Cichorioideae</i>
シダ胞子	ヒカゲノカヅラ属 <i>Lycopodium</i> , イワヒバ属 <i>Selaginella</i> , ゼンマイ属 <i>Osmunda</i> , 単条型胞子 <i>monoletete spores</i> , 三条型胞子 <i>trilete spores</i>

時間放置したのち、目開き 180 μm の篩で篩別した。また、有機物を多く含む試料は、ヘキサメタリン酸ナトリウム処理で十分に分散しなかったため、10% 水酸化カリウム水溶液に常温で 24 時間以上浸してから、1% 過酸化水素水処理を行った。篩上に残った試料の全量について、実体顕微鏡下 (20 倍) で観察しながら、微粒炭の計数を行った。微粒炭は黒色で光反射と植物組織が認められるものとし、紛らわしいものについてはピンセットで触れその壊れ方を観察して判断した。

結 果

ボーリング試料 KSM3 と KSM2 の上部における花粉、植物珪酸体および微粒炭の分析結果を Figs. 5, 6 に、産出した花粉型を Table 2 に、主な花粉型と植物珪酸体の写真を Figs. 7, 8 に示す。花粉の層位的変動は充分木本花粉が得られなかったため、花粉孢子総数が 100 を超えたものについてはそれを基数とした主要花粉孢子型の産出率を、それ以外は産出の有無のみを示す。植物珪酸体は堆積物 1 g あたり、大微粒炭は堆積物 1 cm^3 あたりの産出粒数を示す。全般に草本花粉の比率が高く、植物珪酸体、微粒炭もほぼ連続的に産出する。

千町無田では鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah) (7.3 ka) 以

前から全般に草本花粉のイネ科、カヤツリグサ科、ヨモギ属の花粉が優占する。そのほか普通に産出する花粉にはキンポウゲ属、ユキノシタ科、バラ科、キジムシロ属、マメ科、セリ科、トウヒレン属型、キク科タンポポ重科などがあり、イネ科機動細胞の植物珪酸体が多いことも合わせて草原植生が広がっていたことが示唆される。水生植物はガマ属、ヒルムシロ属、サジオモダカ属が産出しているがいずれも限られた試料のみからわずかししか産出しておらず、水生植物が広く繁茂するような環境ではなかったと考えられる。樹木花粉では最上部を除いてアカガシ亜属が多く常緑広葉樹林の存在を示す。KSM3 と KSM2 上部の花粉、植物珪酸体、微粒炭分析の結果とボーリング試料の層相変化から、千町無田の K-Ah 頃以降の環境変遷は細かく見ると I ~ IV の 4 つの時期に分けられ、そのうち最初の時期 I は KSM3 の分析結果では Ia ~ Id の 4 つに細分される。

I. 活発な河川活動の時期 (K-Ah 降下以前 ~ T3 上位)

Ia. K-Ah 降下直前

K-Ah 降下 (7.3 ka) 以前からイネ科、カヤツリグサ科、ヨモギ属などの草本花粉が多く、このころからすでに草原が存在していた。低地内は北部で水域が広がりシルトが堆積していたのに対して、南部は干上がり土壤が発達してい

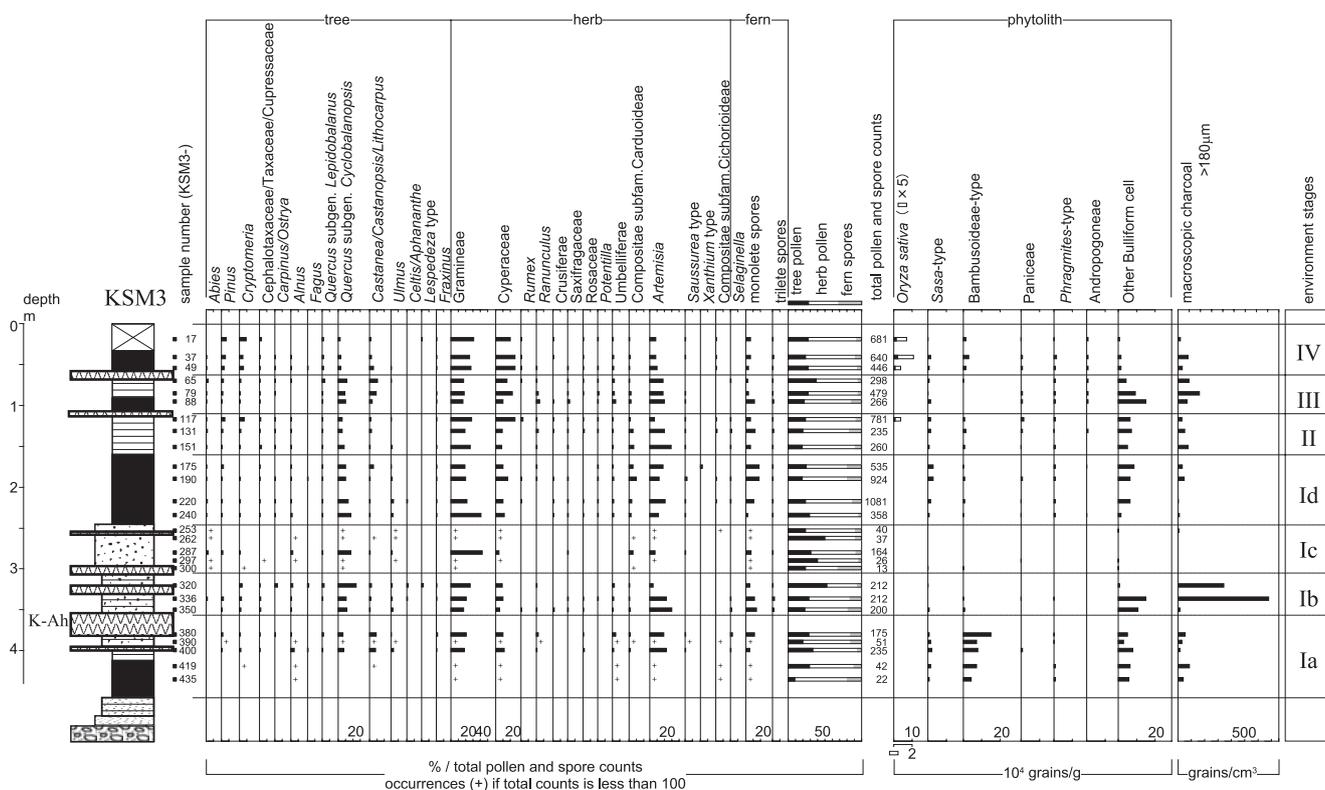


Fig. 5 Horizontal distribution of pollen, phytoliths, and macroscopic charcoal obtained from the KSM3 core at Sencho-muta.

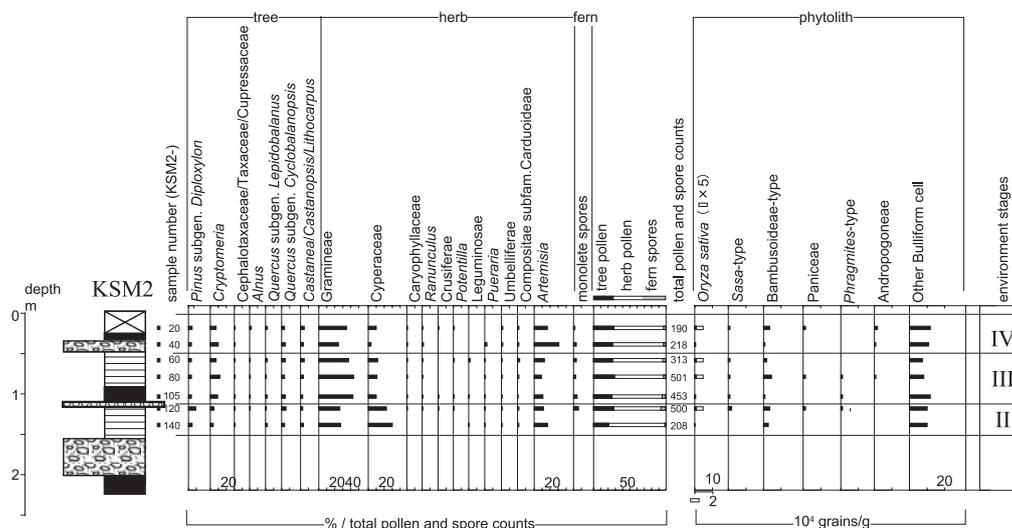


Fig. 6 Horizontal distribution of pollen and phytoliths obtained from upper part of the KSM2 core at Sencho-muta.

た。樹木花粉ではコナラ属アカガシ亜属, クリ属/シイ属/マテバシイ属などの常緑広葉樹花粉が多く, 温暖な気候を示唆する。タケ亜科の機動細胞珪酸体が K-Ah 降下まで多量に検出される。タケ亜科は一般に植物体中の機動細胞密度が高いので, 植生を考えるとときには割り引いて考える必要があるが, アカホヤ火山灰の降下以前にはタケ亜科を構成要素とする草原が存在した可能性が指摘できる。

Ib. K-Ah ~ T4 降下頃

K-Ah 上位の T5 をはさむ砂質シルトでは, 草本花粉はほとんど変化しないが, 樹木花粉では, コナラ属アカガシ亜属が増加し, クリ属/シイ属/マテバシイ属は減少し, スギ属花粉の割合もわずかに増加する。大微粒炭が大量に産出し, 近くで火事が起こったことを示唆している。

Ic. T4 ~ T3 の砂層

堆積物は砂質で, 花粉, 珪酸体, 微粒炭いずれも稀である。短い期間に堆積し, 淘汰を受けたためと考えられる。KSM3 の T4, T3 に対比されると考えられる火山灰層は b-4 では礫層とそのやや上位に挟まるが, それ以外の地点では見られない。鳴子川上流の九重火山の活動が活発になることで, 河川活動が大きく影響を受けたと考えられる。

Id. T3 上位

T3 上位で, Ib, Ic の時期と比較してスギ属が減少する。また, それ以外の樹木花粉の産出も全般に目立たなくなり, 草本花粉がやや多くなる。これは土壌化したため周辺からの花粉の流れ込みが減り, 現地性の花粉が増えたためと考

えられるが, Ic の時期からは十分な花粉が得られていないこともあって, 変化は明瞭なものではない。

I の時期は地点によって火山灰の深度や前後の層相が大きく異なり, 火山灰が明瞭に確認されないことも多い。砂礫層も何層も挟まる。河川の影響が強く, 川に削り込まれたり, 砂礫が堆積したり, 比較的流れの少ない水域となってシルトがたまたり, 陸化して土壌化したりを繰り返していたと考えられる。これらの現象は千町無田全体に広がるのではなくきわめて局地的に起こっていたと考えられる。花粉群の変化は堆積物と関連性が高く, 植生の変化をどこまで反映しているのかは明確には判らない。KSM3 の結果のみではあるが, 花粉分析では Ib でのコナラ属アカガシ亜属の増加とクリ属/シイ属/マテバシイ属の減少, スギ属花粉の微増, モミ属の産出開始, 植物珪酸体では K-Ah 降下前の Ia でのタケ亜科の多産が注目される。

II. シルト層の広がる時期 (T3 上位 ~ T2 降下直前)

II の時期になるとシルトが KSM2, KSM3, b-4 で見られ, ほぼ同じ深度で分布し, その上位に T2 に相当すると考えられる火山灰が見られることから, 浅く安定した水域が千町無田に広がったと考えられる。この黒褐色シルト層の上部からは KSM3, KSM2 いずれからでもイネ科など草原性の花粉やマツ属, スギ属花粉が検出される。ここからイネの機動細胞珪酸体が産出する。杉山 (2000) にしたがってイネ機動細胞珪酸体量 (KSM3-117 で $0.73 \times 10^4/\text{g}$) と仮比重 (0.61) から栽培イネ植物体中の機動細胞密度を使って土層 14 cm 中に含まれるイネ地上部重と籾の総生産量を

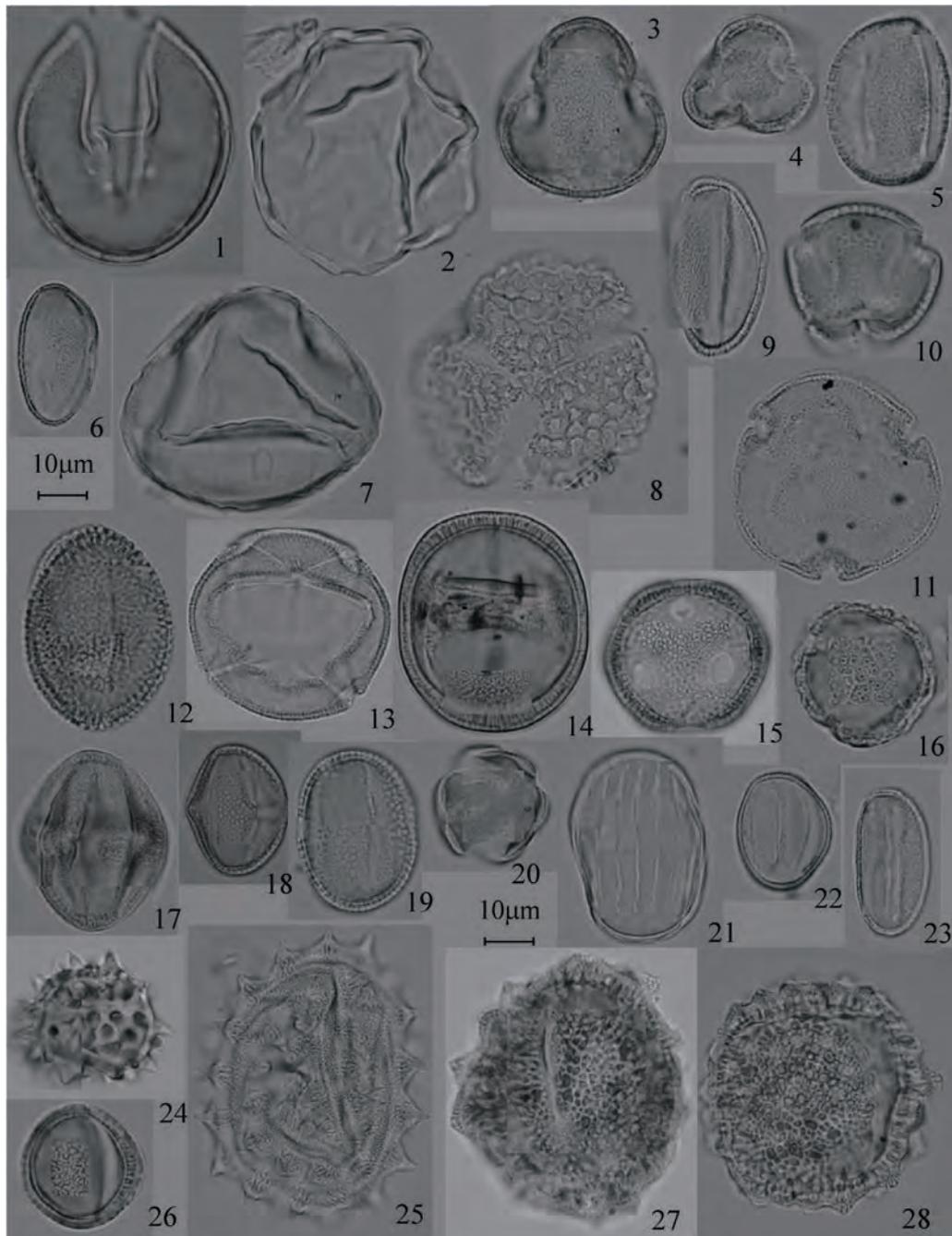


Fig. 7 Characteristic pollen types obtained from Sencho-muta, Oita Prefecture, with specimen and sample numbers. — 1. *Cryptomeria*, NOS-9253, KSM3-17. — 2. *Pterocarya*, NOS-9275, KSM3-240. — 3. *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*, NOS-9262, KSM3-49. — 4. *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*, NOS-9272, KSM3-240. — 5. *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*, NOS-9278, KSM3-131. — 6. *Castanea/Castanopsis/Lithocarpus*, NOS-9305, KSM3-79. — 7. *Ulmus*, NOS-9308, KSM3-190. — 8. *Illicium*, NOS-9312, KSM3-220. — 9. *Acer*, NOS-9332, KSM3-86. — 10. *Wisteria*, NOS-9264, KSM3-175. — 11. *Tilia*, NOS-9323, KSM3-131. — 12. *Fagopyrum*, NOS-9319, KSM3-220. — 13. *Rumex*, NOS-9288, KSM3-117. — 14. *Bistorta*, NOS-9254, KSM3-17. — 15. Caryophyllaceae, NOS-9293, KSM3-117. — 16. *Ranunculus*, NOS-9279, KSM3-131. — 17. *Sanguisorba*, NOS-9296, KSM3-117. — 18. *Pueraria*, NOS-9259, KSM3-49. — 19. *Lespedeza* type, NOS-9317, KSM3-220. — 20. *Lythrum*, NOS-9315, KSM3-220. — 21. *Polygala*, NOS-9277. KSM3-131. — 22. *Galium*, NOS-9318, KSM3-220. — 23. Umbelliferae, NOS-9271, KSM3-65. — 24. Compositae subfam. Carduoideae, NOS-9266, KSM3-175. — 25. Compositae subfam. Carduoideae, NOS-9281, KSM3-131. — 26. *Artemisia*, NOS-9267, KSM3-175. — 27. *Saussurea* type, NOS-9307, KSM3-190. — 28. *Saussurea* type, NOS-9331, KSM3-380.

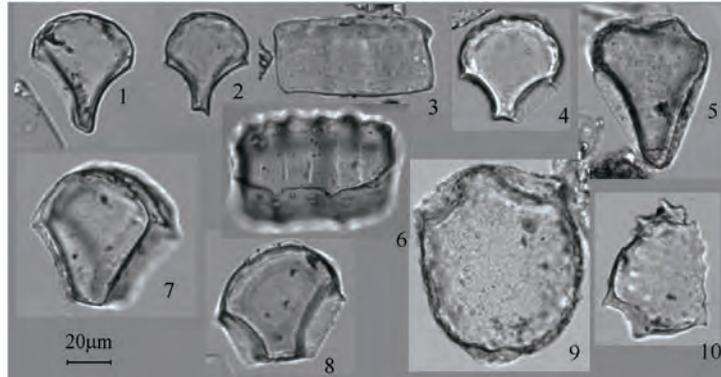


Fig. 8 Characteristic motor cell phytoliths obtained from Sencho-muta, Oita Prefecture, with sample number. — 1. *Oryza sativa*, KSM3-117. — 2. *Oryza sativa*, KSM3-117. — 3. Paniceae, KSM3-336. — 4. *Oryza sativa*, KSM3-37. — 5. Andropogoneae B type, KSM3-336. — 6. Bambusoideae-type, KSM3-380. — 7. Bambusoideae-type, KSM3-380. — 8. Bambusoideae-type, KSM3-380. — 9. *Phragmites*-type, KSM3-49. — 10. *Sasa*-type, KSM-380.

推定したところ、10 a あたりそれぞれ 18.3 t および 6.4 t と計算された。籾の年間生産量を 10 a あたり 100 kg とすれば 64 年間の生産量に相当する。水田が開発され、数世代にわたって使い続けられたものと推察される。この層からはキビ族珪酸体も検出された。キビ族植物のうちアワなどの作物はやや大型の機動細胞を持つものがある。検出されたキビ族にはやや大型のものも含まれるので、アワ、ヒエ、キビなどの作物も栽培された可能性がある。年代測定の結果は 1285 yBP であるが、シルト中の有機物からの年代値であり、上位の土壤層からはより古い年代 1940 yBP が得られている。また、T2 に対比される可能性のある火山灰の年代は 1.6 ~ 3 ka である。古代以前からイネが栽培されていた可能性が指摘できる。

III. 土壌化の時期 (T2 降下直前 ~ T1 降下頃)

III の時期は II のシルト層が土壌化する。土壤最下部の火山灰 T2 は b-4 およびその付近のトレンチ (大分県, 2004) や KSM2 でも確認され、土壌化が低地内で広く同時に起こったと考えられる。KSM3 ではキビ族は検出されるが、イネは未検出である。常緑広葉樹花粉とキンポウゲ属、キジムシロ属、セリ科花粉が増加し、ススキを含むウシクサ族珪酸体も検出される。土壌化は水位の低下を示唆し、一時期水田を放棄したものかもしれない。

IV. 人間活動の時期 (T1 降下以降)

T1 降下以降、マツ属、スギ属花粉が増加し、引き続きイネ、キビ族、ウシクサ族珪酸体が検出される。この変化は人間活動に伴う植林などの反映と考えられる。ただし、II の最上部でもマツ属、スギ属花粉はやや多い。中央部の KSM3 では土壌化した時期には流れ込みが減った影響で III では

マツ属、スギ属の産出率が低くなった可能性がある。したがって、マツ、スギの増加開始は、すでに II の終わり頃の可能性も考えられる。

考 察

周辺地域においては、千町無田の北東約 6 km、標高 780 m の小田野池で K-Ah 以降の花粉分析結果が知られている (荒金, 1973; 畑中, 1982; 竹岡, 1986)。いずれも多く火山灰層の存在を記述しているが詳細な記載はなく、また年代測定もわずかであるため詳細な比較は難しいが、木本花粉は本地域と類似した傾向が見られる。すなわち、上部でのマツ属の増加と、それ以前にはモミ属、コナラ属コナラ亜属、ニレ属/ケヤキ属およびコナラ属アカガシ亜属が優占する樹木花粉は千町無田と類似している。小田野池ではマツ属の増加時期を竹岡 (1986) は 1500 ~ 1200 年前と推定し、畑中 (1982) は、 1250 ± 70 yBP の放射性炭素年代を報告している。この値は距離的には 6 km とそれほど遠くない千町無田に適用しても矛盾がない年代と言える。しかし、マツ属の増加は人間活動に伴うものと考えられ、距離は近くても集水域が異なり人間活動の影響も異なっていた可能性が高い。それを明らかにするためには、小田野池と千町無田のテフラの対比や放射性炭素年代測定などによる精度の高い年代決定が必要となる。一方、草本花粉の出現率は、小田野池ではマツ属の増加より同時かやや前から増加し、それまでは草本花粉の産出率は少ない。これは、小田野池はマツ属増加までは湖沼で周辺は森林が広がっていたのに対し、千町無田周辺は K-Ah 降下頃からは草地であったためと考えられる。小田野池は、マツ属増加前後に水位が低下して現在見られるような湿原が生まれたと考えられる。分析結果によってマツ属

の増加とイネ科の増加時期が前後するのは、地点による湿原の発達時期の違いが反映している可能性が高い。千町無田近辺の飯田高原に散在する露頭の観察結果や既存の記載 (Kamata & Kobayashi, 1997; 吉田, 1988) を見ると黒色土壌が AT と K-Ah の間以降発達する傾向が見られ、この地域では K-Ah 以前に草地在り成立し維持されてきたと考えられる。小田野池と比較して九重火山に近く、その噴火活動の影響が大きかったこと、飯田火砕流堆積物上に成立していること、人間活動が活発だったことなどが草地的成立、維持に関連しているのであろう。

スギ花粉は九州では約 2000 年前以降産出が目立ち、九州本土のスギは本州から持ち込まれたものだと考えられている (塚田, 1980)。千町無田と小田野池でもマツ属とはほぼ同時に増加し、マツ属と同様に植林など人為的な影響で増加したと考えられる。しかし、千町無田では K-Ah 降下頃からわずかではあるが連続してスギ属花粉が産出し、小田野池でも同じ傾向が見られる。優占していたとは考えられないが K-Ah 降下頃から九州中部にスギが生育していた可能性は高い。

謝 辞

別府大学飯沼賢司教授、京都大学竹村恵二教授、総合地球環境学研究所湯本貴和教授には研究を進める上で貴重な助言を頂いた。大阪市立大学井上淳特任講師には微粒炭の抽出処理についての的確な助言を頂いた。現地調査および試料採取にあたっては、別府大学上野淳也さん、玉川剛さん、九重町教育委員会竹野孝一郎さんならびに九重町田野地区の方々のご協力をいただいた。なお本研究は総合地球環境学研究所プロジェクト「日本列島における人間-自然相互関係の歴史的・文化的検討」の補助を受けている。

引用文献

荒金正憲. 1973. 小田野湿原の植生とフロラ. 「小田野池湿原植物学術報告書」, 1-27. 大分県湯布院町.
古澤 明・梅田浩司. 2000. 別府湾コアにおける最近 7000 年間の火山灰層序—ピストンコア中の火山灰と阿蘇, 九重火山のテフラとの対比—. 地質学雑誌 **106**: 31-49.
畑中健一. 1982. 小田野池湿原の花粉分析. 北九州大学文学

部紀要 (B 系列) **15**: 113-119.
井上 淳. 2007. 火災史を考える上での macro-charcoal 研究の重要性と分析方法—日本の火災史研究におけるその役割—. 植生史研究 **15**: 77-84.
鎌田浩毅. 1997. 「宮原地域の地質 (地域地質研究報告 5 万分の 1 地質図幅)」。地質調査所.
Kamata, H. & Kobayashi, T. 1997. The eruptive rate and history of Kuju volcano in Japan during the past 15,000 years. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **76**:163-171.
宮縁育夫・渡辺一徳. 1997. 埋没黒ボク土層の ^{14}C 年代からみた完新世阿蘇火山テフラの噴出年代. 火山 **43**: 403-408.
大井信夫・北田奈緒子・斉藤礼子・宮川ちひろ・岡井大八. 2004. 福井県中池見後期更新世堆積物の花粉分析からみた植生史. 植生史研究 **12**: 61-73.
大分県. 2004. 別府—万年山断層帯に関する調査成果報告書(平成 15 年度地震関係基礎調査交付金). 大分県.
Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Bertrand, C. J. H., Blackwell, P. G., Buck, C. E., Burr, G. S., Cutler, K. B., Damon, P. E., Edwards, R. L., Fairbanks, R. G., Friedrich, M., Guilderson, T. P., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C. B., Reimer, R. W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F. W., van der Plicht, J. & Weyhenmeyer, C. E. 2004. IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon* **46**: 1029-1058.
Stuiver, M. & Reimer, P. J. 1993. Extended ^{14}C database and revised CALIB 3.0 ^{14}C age calibration program. *Radiocarbon* **35**: 215-230.
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」(辻 誠一郎編), 189-213, 同成社, 東京.
竹岡政治. 1986. わが国の洪積世以降におけるアカマツ林の成立とその変遷に関する研究 (I) 大分県湯布院小田野池泥炭層の花粉分析結果. 京都府立大学農学部演習林報告 No. 30: 1-16.
塚田松雄. 1980. 杉の歴史: 過去一万五千年間. 科学 **50**: 538-546.
吉川周作. 1976. 大阪層群中の火山灰層について. 地質学雑誌 **82**: 479-515.
吉田 稔. 1988. くじゅう地域の火山灰層と植物社会. 「阿蘇くじゅう国立公園くじゅう地域学術調査報告書」, 117-122. 大分県.

(2009 年 8 月 11 日受理)