

土壤中火山ガラス抽出分析による遺跡の地層対比および編年

—温度変化型屈折率測定装置を使用して—

竹村恵二*・檀原 徹**

I. は じ め に

火山灰層位学は第四紀のいろいろの分野において価値の高い手段である。特に広域火山灰層は、地理的に広範囲というだけでなく異なる岩相をもつ地層中に同時間面を示すという意味において層位学的価値が高い。しかし、火山灰層は堆積環境の差異などから必ずしも、いつでも露頭（現地）で明らかに肉眼で判別しうるとは限らない。したがって、特に細かい地層対比や編年が要求される考古学などの分野においては、堆積物中に微量しか含まれない火山ガラスなど火山灰起源物質の質や量を系統的に分析することによって、肉眼観察困難な火山灰の正確な降灰層準を認定する方法の確立が必要である。

筆者は降灰層準の認定のために連続的な分析による火山ガラスの量的な変化を求め、その火山ガラスの屈折率や形態によってグループ分けする分析を進めてきた。特に屈折率測定においては、檀原ほか（1985）や横山ほか（1986）によって報告された温度変化型屈折率測定装置を用いることにより大量の正確なデータを得ることができるようになった。この連続的な試料を用いた火山ガラスの量的な変化と屈折率を中心とした特徴を把握する分析を土壤中火山ガラス抽出分析と呼んでいる。この分析法を用いれば、肉眼観察困難な堆積物中の火山灰の降灰層準の正確な決定と、広域テフラとの対比によって年代決定を可能にするとともに、垂直方向の変化の様子を知ることにより、例えば発掘地点で同一区画の中で堆積環境の違う場所の対比を行なうことが可能になる。またAT火山灰（町田・新井：1976）と

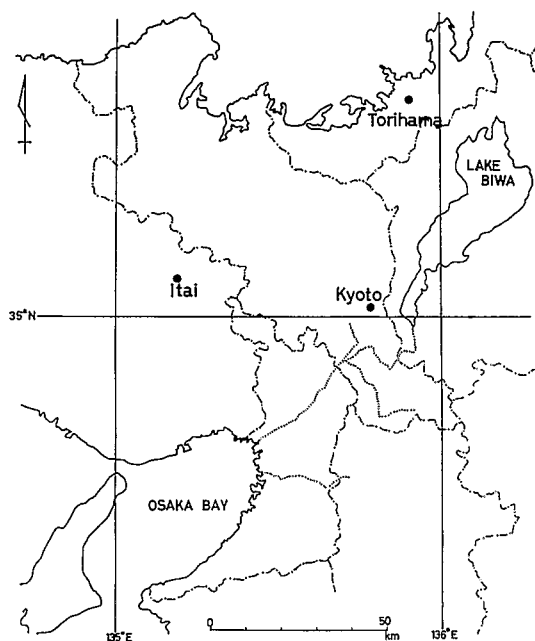


図1. 試料採取地点図
Fig. 1. Locality map.

* 京都大学理学部附属地球物理学研究施設：874 大分県別府市野口原

** (株)京都フィッシャントラック：615 京都市右京区梅津北町33番地

K-Ah 火山灰 (町田・新井: 1978) のように類似した形態をもち屈折率が異なる火山ガラスの混合比を正確に知ることができる利点を有している。

本論文では、福井県鳥浜貝塚南において採取したボーリング試料、兵庫県篠山盆地の板井遺跡および京都大学構内遺跡の土壌(図1)を対象に行った分析結果を材料としてこの分析方法の特徴について報告する。

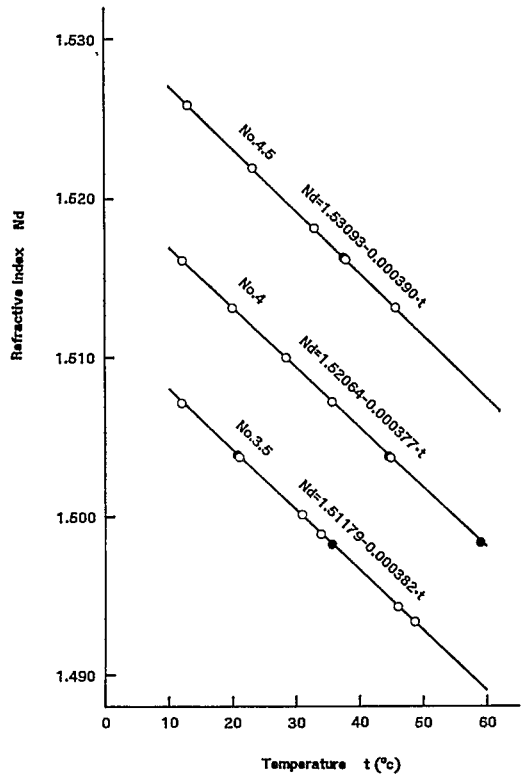


図2. 各浸液の屈折率と温度の関係
Fig. 2. Relationship between refractive index and temperature.

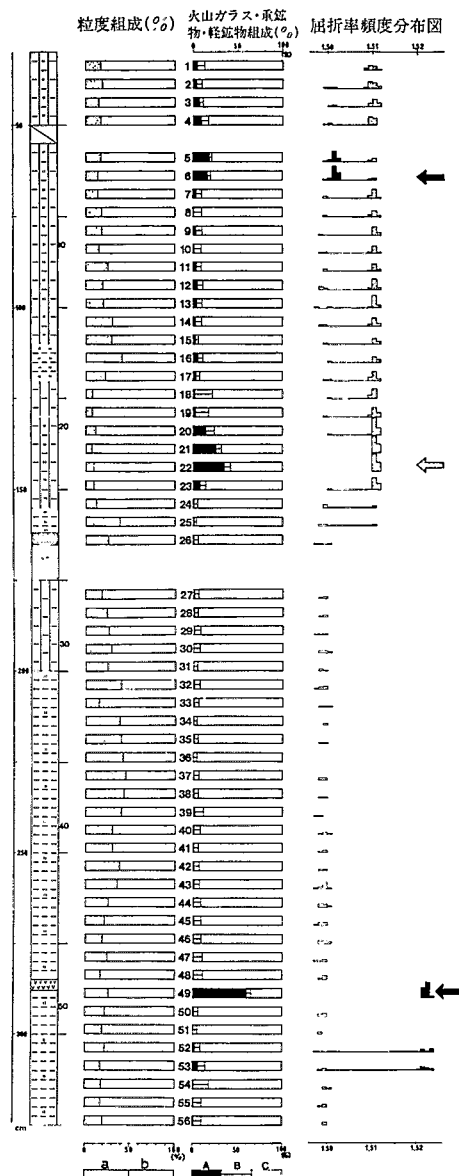


図3. 鳥浜ボーリング試料の柱状図、粘土・砂粒度組成、火山ガラス・重鉱物・軽鉱物組成と火山ガラスの屈折率頻度分布。矢印：推定される降灰層準、a：砂、b：粘土、A：火山ガラス、B：重鉱物、C：軽鉱物
Fig. 3. Columnar section, grain size, and composition of volcanic glass, heavy minerals and light minerals, and refractive index histogram of volcanic glass shards in drilling sample at Torihama. arrow mark: volcanic ash fall horizon, a: sand, b: clay, A: volcanic glass, B: heavy mineral, C: light mineral

I. 方 法

以下の方法に基づいて、火山ガラスの垂直分布の特徴を調べた。

1. 崖面や畦から柱状で、またはボーリングによって試料を採取し、柱状図を作る。
2. 採取した柱状試料から分析用試料を連続的に 5～10 cm ごとに採取する。
3. 乾燥し、重量をはかる。
4. 洗浄し、60, 120, 250 メッシュで篩別し、乾燥後重量をはかる。
5. 120～250 メッシュ（極細砂サイズ）の粒子を超音波洗浄機を用いて洗浄する。
6. 光硬化剤を用いて 120～250 メッシュ（極細砂サイズ）の粒子を封入し、岩石薄片を作成する。
7. この薄片を顕微鏡観察し、火山ガラス・重鉱物・そして軽鉱物とその他の 3 つに大別し、各粒子個数百分率を求め、火山ガラスの特徴を記載する。重鉱物の組成も記録する。
8. 火山ガラスの屈折率を測定する。

火山ガラスの屈折率は横山ほか（1986）、横山・山下（1986）に述べられている温度変化型屈折率測定装置（RIMS 86）を用いて測定する。浸液はダイフロイルと α -クロロナフタレンの混液であり、No. 3.5, No. 4.0, No. 4.5 と名付けられた浸液を使用した。各浸液の温度と屈折率の関係は、屈折率が既知の人工ガラスを用いて図 2 のような一次式が得られている。この測定装置の誤差は ± 0.0002 以内である。各ガラス粒子の屈折率は合致温度と浸液固有の一次式より計算される。

II. 試 料

本論文に用いた柱状試料の採取位置は図 1 に示されている。

1. 鳥浜試料（福井県三方町鳥浜， $35^{\circ} 33' 06''$ N， $135^{\circ} 54' 14''$ E）

この試料はボーリングによって採取された。ボーリングはピストンコアラーの一種であるマニュアルマッドコアラー（Matsumoto and Aoki : 1984）によって行なわれた。一回の掘削で 25 cm の長さのコアが採取され、全層厚 325 cm の柱状試料が得られた。柱状図（図 3）に示されるとおり、全体に均質な泥炭質シルト～シルト質粘土からなり、ところどころに植物片や材が散在する湖成堆積物である。285 cm～288 cm に白色火山灰が挟まれているほかには肉眼的に火山灰と認められる部分はない。この柱状試料から図 3 に示すとおり 5 cm ごとに計 56 の分析試料を採取し、上位より No. 1, No. 2, No. 3, …… , No. 55, No. 56 の試料番号を付けた。

調査地点の約 100 m 北方で鳥浜貝塚が発掘されている。

2. 板井遺跡試料（兵庫県篠山盆地， $35^{\circ} 05' 56''$ N， $135^{\circ} 10' 24''$ E）

これは考古学の発掘現場において畦で柱状試料として採取された。この遺跡においては 3 本の柱状試料の分析が行なわれた（竹村・檀原：1987）が、本論では同一区画内で堆積環境の異なる湿地部の柱状試料（P11 柱状試料）と旧石器を産する地区の柱状試料（No. 1 柱状試料）の 2 本を取り上げる。No. 1 柱状試料は層厚 65 cm の陸域堆積物で、上位より青灰色シルト質粗砂と礫、黄白色礫まじり

シルトの順で重なるが、境界は不明瞭である。肉眼的には火山灰は識別できない。この柱状試料から 5 cm 間隔で連続的に分析試料を13個採取し、上位より a, b, c, …… , l, m の試料番号を付けた (図4)。P11 柱状試料は層厚 125 cm の湿地性堆積物であり、上位より砂礫層、泥炭層、火山灰層、砂質泥炭層、火山灰層、泥炭層、礫層、礫まじり粘土層の順で重なり、分析試料は各岩質ごとに 1 ～ 3 個採取し合計20個である (図5)。

3. 京大構内遺跡 (京都市左京区吉田, 35° 01' 10" N, 135° 46' 47" E)

この試料は京都大学構内の発掘において採取されたものである。厚さ約 100 cm で均質の塊状シルト質粘土層からなり、この粘土層の上位にペブル大の礫を主とした礫層が重なる。この柱状試料から 10 cm ごとに10個の分析試料を採取した (図6)。

IV. 分析結果

1. 鳥浜ボーリング試料

計56の試料を下位より火山ガラスの含有量の変化をみると、No. 56～No. 54の3試料は1%以下、

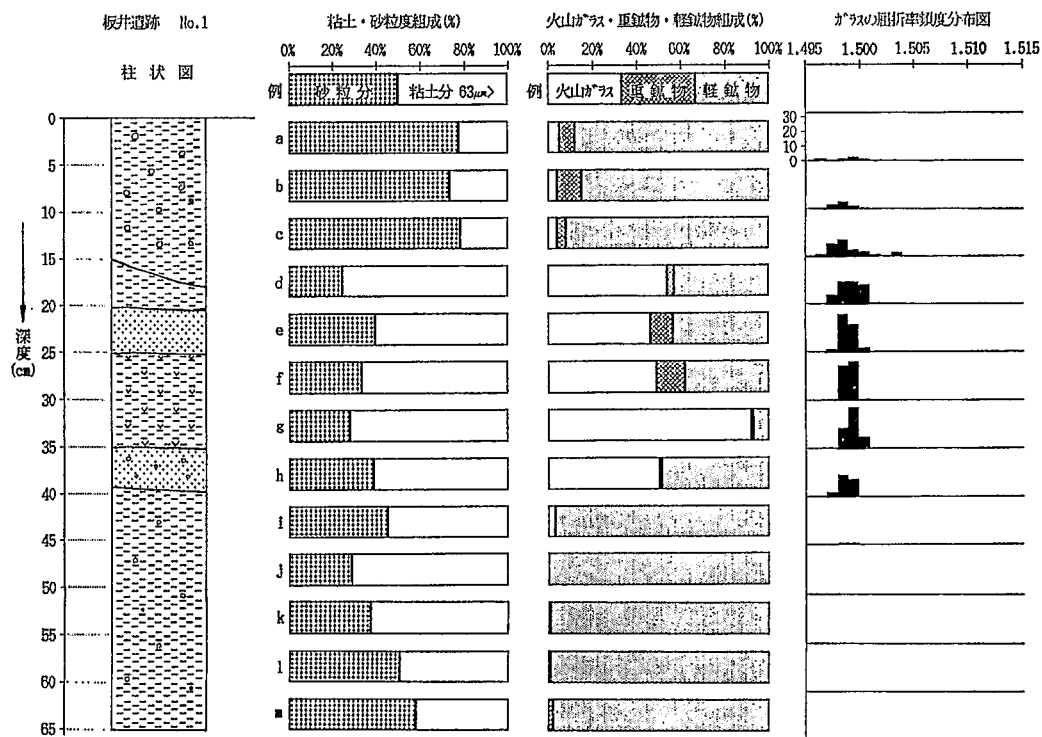


図4. 板井遺跡 No. 1 柱状試料の柱状図、粘土・砂粒度組成、火山ガラス・重鉱物・軽鉱物組成と火山ガラス屈折率頻度分布 (竹村・檀原：1987)

Fig. 4. Columnar section, grain size, and composition of volcanic glass, heavy minerals and light minerals, and refractive index histogram of volcanic glass shards in No. 1 columnar sample at Itai archaeological site (Takemura and Danhara : 1987).

No. 53とNo. 52がやや多くて3～6％程度含まれる。No. 51とNo. 50はまた少なく、1％程度である。No. 49は火山灰の試料であり、約60％の含有となる。この上位のNo. 48～No. 24までの25試料は1％以下の含有である。No. 23で約8％とやや含有量が増え、No. 22で約35％、No. 21で約26％、No. 20で約14％となり、この付近に含有量のピークがみられる。No. 19～No. 7までの13試料は約2～5％火山ガラスが含まれる。No. 6で約16％、No. 5で約19％、No. 4で約10％となり、この付近にも含有量のピークが認められる。この上位のNo. 3～No. 1の3試料では漸減して4～7

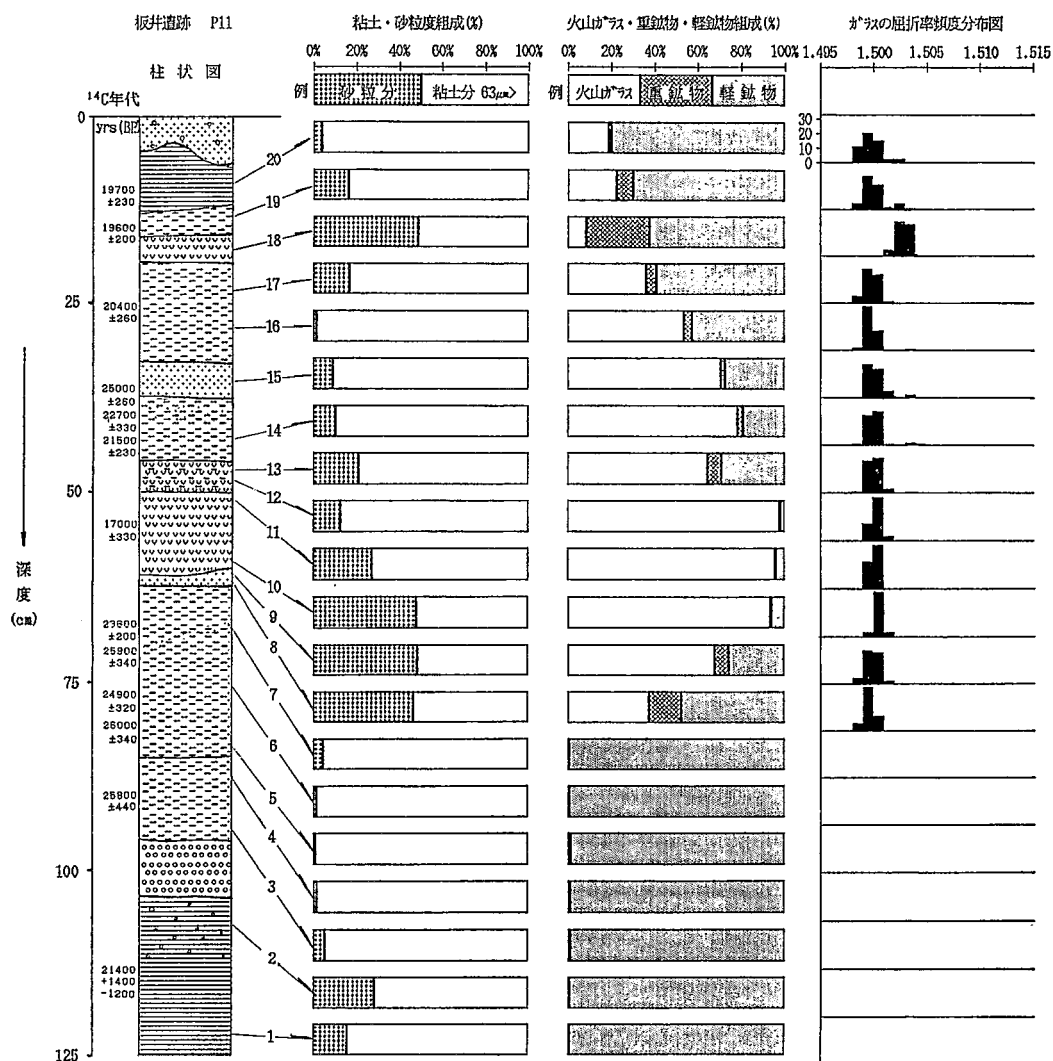


図5. 板井遺跡P11柱状試料の柱状図, 粘土・砂粒度組成, 火山ガラス・重鉱物・軽鉱物組成と火山ガラス屈折率頻度分布 (竹村・檀原: 1987)

Fig. 5. Columnar section, grain size, and composition of volcanic glass, heavy minerals and light minerals, and refractive index histogram of volcanic glass shards in P11 columnar sample at Itai archaeological site (Take-mura and Danhara: 1987).

%の含有となる。

火山ガラスのタイプをみると、No. 49 の火山灰の試料中の火山ガラスはほとんど吉川（1976）の Tタイプと中間型の Cタイプからなる。また No. 6～No. 4 の3試料の部分でTタイプとCタイプが多くなるほかはHタイプのガラスを主とする試料がほとんどを占める。No. 23～No. 19 付近の試料には色付きのガラスが含まれ、これより上位の試料ではごく少量ではあるが、色付きガラスがみられる。

屈折率の垂直分布をみると 1.499 程度のガラスが全層準を通じてごく少量ずつ認められる。No. 49 の火山灰の試料は非常に屈折率が高く、1.521～1.524のレンジで平均値 1.522 程度である。この高い屈折率をもつガラスは No. 52 とNo. 53 の試料に含まれるほかは全くみられない。また、No. 25 より上位ではレンジ 1.509～1.512 で平均値 1.510～1.511 程度のガラスが含まれ、No. 22～No. 20 のピークの主体はこのグループのガラスであることがわかる。また No. 6 より上位には、1.501～1.503 のレンジをもつガラスが含まれはじめ、No. 6～No. 4 のピークの主体はこのグループのガラスであると考えられる。このように、この鳥浜ボーリング試料では4つのグループの火山ガラスが含まれていることがわかる。

2. 板井柱状試料

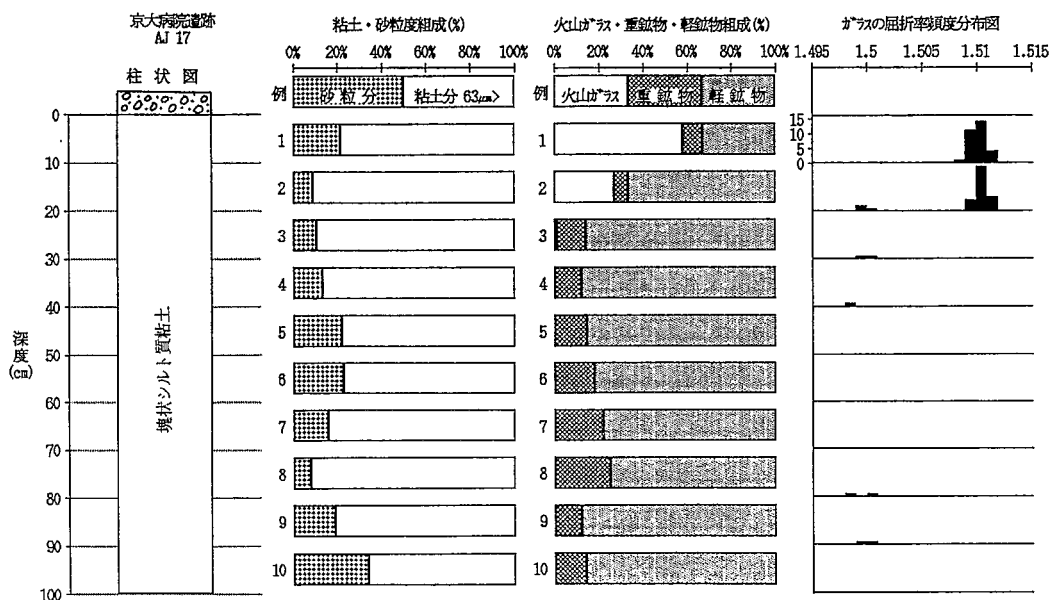


図6．京大構内遺跡の柱状試料柱状図、粘土・砂粒度組成、火山ガラス・重鉱物・軽鉱物組成と火山ガラス屈折率頻度分布

Fig. 6. Columnar section, grain size, and composition of volcanic glass, heavy minerals and light minerals, and refractive index histogram of volcanic glass shards in columnar sample at a archaeological site in Kyoto University.

A. No. 1 柱状試料

火山ガラス含有量の変化をみると、下位の m, l, k, j は全く火山ガラスは含まれていない。i で少量の火山ガラスが認められ、h では50%程度の含有になる。g で約92%, f e, d は約50%含まれ、c で激減して4%になる。このようにNo. 1 柱状試料では g でピークが認められ、下位に向かって、急激に減り、上位に向って漸減する傾向がみられる。火山ガラスのタイプは吉川（1976）の偏平型 Ha, Hb が卓越し、全層準にわたって大きな変化はないが、少量のTタイプのガラスも含まれる。火山ガラスの屈折率では、ほとんどの試料が1.498~1.501のレンジで、1.499の平均値の試料であるが、cの試料では数%の1.503~1.504の屈折率をもつガラスが含まれる。したがって、この柱状試料には2つのタイプの火山ガラスが含まれているといえる。

B. P11柱状試料

下位の No. 1~No. 7 の7試料は火山ガラスは全く認められない。No. 8~No. 11 までの4試料は肉眼的に火山灰と観察した試料で、No. 10 の試料で火山ガラス含有量が約94%に達する。火山ガラスのタイプは Ha, Hb タイプがほとんどである。屈折率はレンジ1.499~1.501で1.500の平均値である。重鉱物は斜方輝石、緑色角閃石、単斜輝石で構成される。No. 12~No. 17 までは火山ガラス含有量が漸減する。火山ガラスのタイプは下位の火山灰のガラスと変化がない。No. 18 は上位の別の火山灰層の試料であり、個体分離した火山ガラスは少なく、Tタイプがほとんどを占める。屈折率はレンジが1.502~1.505で平均が1.503程度である。No. 19. No. 20 は火山ガラスが約20%含まれ、1.500 程度の屈折率をもつHタイプのガラスと1.503 程度の屈折率をもつTタイプのガラスの集団に明瞭に分かれる。これは下位の2種の火山灰ガラスが混合したと考えられる。このように、この柱状試料においてみられる火山ガラスはすべて上記の2つの火山灰に由来すると考えられる。

3. 京大構内遺跡試料

下位の No. 3~No. 10 の8試料は火山ガラス含有量が非常に少なく、1%以下である。しかし、No. 2 で約27%, No. 1 では約58%に含有率が增大する。火山ガラスのタイプは Ha, Hb を主とする。No. 1, No. 2 では色付きガラスが含まれる。屈折率では、No. 3~No. 10 の8試料のガラスはすべて1.499~1.501のレンジであり、No. 1 と No. 2 のほとんどのガラスはレンジ1.508~1.512で平均値が1.510程度である。ただし No. 2 では少量の1.500程度の屈折率をもつガラスが含まれる。このようにこの柱状試料には2つのタイプの火山ガラスが含まれている。

V. 考 察

A. 火山灰降灰層準の認定について

1. 火山ガラスの分布パターンと火山灰降灰層準

堆積物中に分散した火山灰の降灰層準は火山ガラスの最大密集する層準を使って、よく推定されてきていた（例えば、Ruddiman and Glover: 1972, Huang et al.: 1973 など）。降灰層準の認定の

ためには、火山灰起源物質がどのようにして堆積物中に取り込まれてきたかという堆積学的側面が非常に重要であり、対象とした試料の堆積環境も今回の分析結果とあわせて考察する必要がある、二次堆積現象や再堆積現象、生物による攪乱現象といった事柄を吟味してより確かな降灰時期の推定が望まれる。しかし、そのためにはこの分析結果のみならず、他の分析結果も含めてより総合化された解釈が必要となってくる。したがって、今回の研究ではある試料中に含まれる火山ガラスの由来をできるかぎり明らかにすることに努め、ある一つの火山灰に由来すると考えられる火山ガラスのグループの分布パターンに注目した。その結果、ある一つの火山灰に由来すると考えられる火山ガラスの分布パターンはいままでに行なってきた分析から以下の5つのタイプが考えられることがわかった(図7)。このパターンと降灰層準の認定との関係をまとめてみる。

a 1 タイプは肉眼で火山灰層が認められ、降灰層準は明らかである。このタイプの特徴は、火山灰層から上方や下方にその火山灰に由来する火山ガラスがほとんど認められないことである。このような例は数少ないが、結晶質の火山灰や軽石質の火山灰にみられる。

a 2 タイプも火山灰層が肉眼で認められ、降灰層準が明らかな場合である。このタイプの特徴は、上方にその火山灰由来の火山ガラスの量が漸減しながらかなりの層厚として認められることである。火山灰が視認できる場合はほとんどこのタイプであるが、特にガラス質の火山灰ほど上方への拡散が激しい。

b タイプは、火山ガラスの量が下位から急増し、一転して漸減しピークが明瞭にみられる場合である。このタイプはピーク付近に降灰層準を推定することができると考えられる。このタイプでもガラス質の火山灰ほど上方への拡散が激しい。

c タイプは、ある層準にのみ少量出現する場合でこの付近に降灰層準を推定できる可能性が示唆できる。このタイプは従来の分析ではほとんど見逃していたタイプであり、軽石質の火山灰に由来することが多い。

d タイプは試料全部に火山ガラスがまんべんなく少量含まれる場合で、これは最下位の試料より下位に降灰層準があることが推定できる。

2. 各試料における降灰層準

鳥浜ボーリング試料

4 グループの火山ガラスのうち、年代的に古い方から考えると、1.499 程度の平均値をもつHタイ

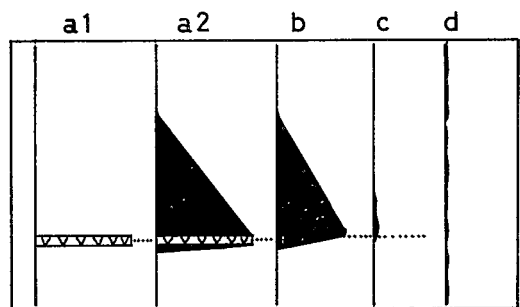


図7. 模式的な火山ガラス量の垂直分布パターン
v: 火山灰, 黒色部: 相対的な火山ガラス含有量

Fig. 7. Schematic vertical distribution pattern based on the volcanic glass abundance.
v: volcanic ash, black part: relative abundance of volcanic glass

プのガラスのグループはdタイプの分布パターンであり、No. 56 の試料が堆積する以前の降灰が推定できるのみである。次の1.521程度の平均値をもつT、CタイプのグループはNo. 49 が肉眼的に明瞭な火山灰であり、No. 50 と No. 48 にその影響（混在）が全く認められないのでa1タイプのパターンである。No. 52 と No. 53 の火山灰の解釈は次項のコンタミネーションにゆずる。平均値が1.510程度のHタイプを主とするグループはNo. 25 から上位に向かって急増し、漸減するピークがみられるので分布パターンの定義のbにあたり、ピークのNo. 22 付近に降灰層準が推定される。平均値が1.502程度のT、Cタイプを主とするグループもNo. 6 から上位に向けて急増し、漸減するピークが認められるのでパターンの定義のbに対応し、No. 6 付近に火山灰降灰層準が推定できる。

板井柱状試料

板井のNo. 1 柱状試料中のiでわずかに認められ、h、g と急増し、f、e、d と漸減するHタイプを主体とし、屈折率の平均値が1.499程度の火山ガラスのグループは分布パターンのbにあたり、g 付近の層準に火山灰の降灰が推定できる。cの試料中で数%含まれる屈折率1.503～1.504の火山ガラスのグループは分布パターンのcにあたり、この付近に降灰層準が推定できる。

P11柱状試料では2層の火山灰層が認められ、両方とも分布パターンのa2にあたるが下位の火山灰の方が上方への火山ガラスの拡散が激しい。

京大構内遺跡試料

2つのグループのうち下位の屈折率1.499～1.501のレンジでHタイプの火山ガラスのグループの分布パターンはdにあたり、最下位のNo. 10 試料より下位に降灰層準が推定できるのみである。No. 1, No. 2 に含まれる屈折率1.508～1.512のレンジでHタイプの火山ガラスを主体として色付きガラスを含むグループは上部を礫層によって削られているが、分布パターンのbにあたると考えられ、No. 1, No. 2 付近に降灰層準が推定される。

B. 地区内での地層対比

この分析法では、最初に述べたように降灰層準の認定と火山ガラスの分布の垂直方向の変化の様子から同一区画内で堆積環境の違う場所の地層対比を行なうことが可能である。この例として板井遺跡のNo. 1 柱状試料とP11柱状試料の関係があげられる。板井遺跡は発掘区域内で泥炭や植物質の多い地層を堆積した湿地性環境の場所（南側）と石器を包含する陸域に堆積した地層からなる微高地側部（北西側）との大きく堆積環境の異なる2つの地域からなる。P11柱状試料は湿地性環境の場所から、No. 1 柱状試料は微高地部から採取した試料である。P11柱状試料中では2層の火山灰層がみられ、No. 1 柱状試料では2つの火山灰降灰層準が識別された。この上下2層の火山灰は火山ガラスの分析結果からそれぞれ対比が可能である。すなわち、P11柱状試料の下位の火山灰層準（No. 8-11）とNo. 1 試料のg層準が同時間面として対比でき、上位の火山灰層準（No. 18）とc層準が対比できることになる。このように、堆積環境の異なる場合でも地層対比の可能性をさぐることができる。

C. 広域テフラとの対比による年代推定

鳥浜ボーリング試料

鳥浜試料には4グループの火山ガラスが認められた。その分析結果をまず近畿における完新世から後期更新世の火山灰層序の標準と考えられる琵琶湖ボーリング中の火山灰分析結果（横山：1973, 1986, 横山・西田：1987）に Yoshikawa (1982) による粘土中の火山ガラスの分析結果を加えて対比を考えた。古いほうからみると, No. 56 以前に降灰が推定される火山ガラスのグループは BB55 火山灰に, No. 49 火山灰は BB23 火山灰に, No. 22 付近に降灰が推定されるグループは B5-3

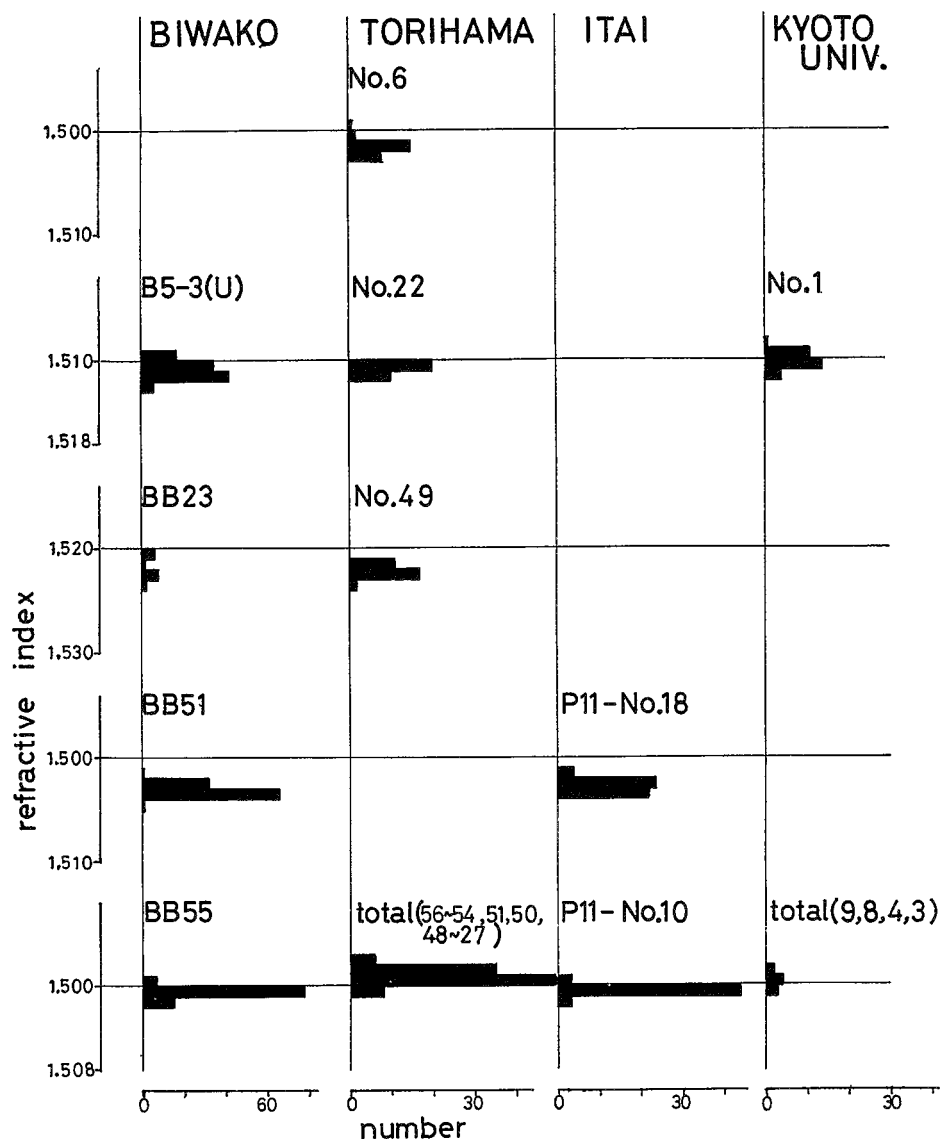


図8. 火山ガラス屈折率ヒストグラムによる各柱状試料の降灰層準の火山ガラスと琵琶湖ボーリング試料中の火山灰の対比

Fig. 8. Correlation between volcanic glasses at ash fall horizons in columnar samples and volcanic ashes in the drilling samples at Lake Biwa based on volcanic glass refractive index histogram.

(U) 火山灰に対比され, No. 6 付近に降灰が推定されるグループは BB7 火山灰降灰層準に対比が可能である (図 8, 表 1)。BB55 火山灰は広域テフラの AT 火山灰 (町田・新井: 1976) に, BB23

表 1. 各遺跡より産出の火山ガラスの特性と琵琶湖ボーリングの火山灰, 広域テフラの特性との比較

Table 1. Comparison among characteristics of volcanic glasses included in columnar samples at archaeological sites and those of volcanic ashes in Lake Biwa drilling samples and widespread tephtras.

項目 比較試料	テフラ名 試料名	岩質と鉱物組成	¹⁴ C年代(BP)	火山ガラス の色と形	火山ガラスの屈折率 レンジ (モード)	文献
鳥 浜	No. 6			T, C	1.499-1.503 (1.501-1.503)	
	No. 22			Ha, Hb (br)	1.510-1.512	
	No. 49	軽石質 af, Ho, Bi		T, C	1.521-1.524 (1.521-1.523)	
	—					
	56-54, 51 50, 48-27			Ha, Hb	1.497-1.501 (1.498-1.500)	
板 井	—					
	—					
	—					
	P11 No. 18	結晶質 Ho, Opx	19,600-20,400	T	1.501-1.504 (1.502-1.504)	(1)
	P11 No. 10	ガラス質	21,500-23,600	Ha, Hb > C, T	1.499-1.502 (1.500-1.501)	(1)
京大構内	—					
	No. 1			Ha, Hb(br)	1.508-1.512 (1.509-1.511)	
	—					
	—					
	No. 3, 4, 8 9, total			Ha	1.498-1.501	
琵琶湖	BB7			C, T	1.499-1.504	(2)
	B5-3(U)	ガラス質 Opx, Cpx		A (br)	1.509-1.513 (1.509-1.512)	(3, 4)
	BB23	軽石質		B, C	1.520-1.524	(3, 4)
	BB51	結晶質 Ho, Opx		C	1.501-1.505 (1.502-1.504)	(3, 4)
	BB55	ガラス質 Opx, Cpx, Ho		A > B	1.499-1.502 (1.500-1.501)	(3, 4)
広域テフラ	—					
	K-Ah	ガラス質 Opx, Cpx	6,300	bw > pm(br)	1.508-1.514 (1.510)	(5)
	U-Oki	軽石質 af, Bi, Ho	9,300	pm	1.517-1.524	(6)
	大山ホーキ	結晶質 Ho, Opx, Bi	20,000			(7)
	AT	ガラス質 Opx, Cpx, Ho	21,000-22,000 *(24,720)	bw > pm	1.498-1.501 (1.500)	(8)*(9)

af: アルカリ長石, Opx: 斜方輝石, Cpx: 単斜輝石, Ho: 角閃石, Bi: 黒雲母, bw: バブルウォール型, pm: 軽石型, br: 色付きガラス, (1: 竹村・檀原 (1987), (2: YOSHIKAWA (1982), (3: 横山 (1973), (4: 横山 (1976), (5: 町田・新井 (1978), (6: 新井ほか (1981), (7: 町田・新井 (1979), (8: 町田・新井 (1976), (9: 松本ほか (1987).

火山灰は U-Okii 火山灰 (新井ほか：1981, 町田ほか：1981) に, B5-3 (U) 火山灰は K-Ah 火山灰にそれぞれ対比されている (横山ほか：1980, 横山：1986, 横山・西田：1987)。したがって, 鳥浜試料の最下位の層準は AT 火山灰の降灰年代である約 24,720 年 (松本ほか：1987) 以後の年代であり, No. 49 層準が U-Okii 火山灰の降灰年代である約 9,300 年前 (町田・新井：1979), No. 22 層準が K-Ah 火山灰降灰年代の約 6,300 年前 (町田・新井：1978, 1983) と推定できる。また No. 6 層準の年代は BB7 火山灰降灰層準の年代 (吉川ほか：1986) から約 2,000~3,000 年前と推定されるが, この火山灰は広域テフラのカタログには入っていない。

板井柱状試料

板井遺跡の柱状試料では 2 層の火山灰が認められ, この火山灰はそれぞれ琵琶湖ボーリング試料の BB55 火山灰, BB51 火山灰に, また広域テフラの AT 火山灰と大山ホーキ火山灰 (町田・新井：1979) に対比されている (竹村・檀原：1987)。したがって, 板井遺跡の試料においては, No. 1 柱状試料の h, g 層準と P11 柱状試料の下位の火山灰が約 24,720 年前頃, No. 1 柱状試料の c 層準と P11 柱状試料の上位の火山灰が約 20,000 年前頃と考えられる。

京大構内遺跡試料

京大構内遺跡の柱状試料では 2 グループの火山ガラスがみられたが, 最下位の層準からみられる火山ガラスのグループが BB55 火山灰に, No. 1, No. 2 付近の降灰と考えられる火山灰は B5-3 (U) 火山灰に対比される (図 8, 表 1)。つまりそれぞれ広域火山灰層の AT 火山灰と K-Ah 火山灰層に対比される。したがって, 京大構内遺跡試料では最下位が約 24,720 年以後の堆積であることが推定でき, No. 1 と No. 2 層準が約 6,300 年前の堆積であることは確実度が高い。

D. 分布パターンから推定される現象

本論文で用いた試料の火山ガラスの分布パターンから推定できる現象をあげてみる。

板井遺跡の No. 1 柱状試料では C 層準で火山ガラスが激減しており, このことは下位の火山灰からの影響がこの層準で大きく変化したことが推定できる。この変化は堆積環境の大きな変化または不整合による地層の欠落と考えられるので, この層準における遺物包含の状況などとの対応を考慮しなければならない。このように分布パターンの様子から堆積状況の推定を可能にすることがある。

また, 鳥浜ボーリング試料では No. 52 と No. 53 の試料に No. 49 の火山灰に由来する火山ガラスがかなり多量にみつけられた。No. 49 火山灰は直下の No. 50 試料にも, 直上の No. 48 試料中にも全く認められなかった。したがって, No. 52 と No. 53 に含まれる火山ガラスは No. 49 からの自然状態での混合は考えられない。この不自然な混合はボーリング作業を同一の穴で行なったために, No. 49 を含む 25 cm の掘削後, 次の掘削の 25 cm の上部 (No. 52 と No. 53) にスライムまたはボーリング壁をひっかいてきた部分がたまり, それが採取されてきたことによる可能性が高いことがわかった。このように, この方法によって, ボーリング採取された試料のコンタミネーションの問題にもある程度貢献できる可能性がある。

Ⅶ. 今後の課題

前章までに、4本の連続試料を用いて行なった、温度変化型屈折率測定装置を用いた土壌中火山ガラス抽出分析によって明らかにされた火山灰降灰層準や年代、堆積状況の推定について述べてきた。しかし、この分析をはじめてまだ時間も短く多くの問題点があると思われるので、最後に、今後の課題について考えてみたい。

まず、火山灰のカタログの強化が必要である。火山灰のカタログは広域テフラについてはかなり充実してきている（町田ほか：1984）が、例えば地域的に分布範囲の狭い火山灰などのカタログも必要となってきている。

次に、分析法の問題として取り扱うサイズの問題がある。現在は120～250メッシュの極細砂サイズを使用しているが、ほかのサイズではどのような結果になるかの検討が必要である。また、試料の粒度分布との関係の検討も重要なテーマであり、砂分含有量が高い場合と低い場合の降灰層準の認定に違いが生じるか検討する必要があると思われる。

さらに、火山灰（特に、火山ガラス）の地層中での残存能力や風化に対する抵抗度、降灰量の絶対量の検討も必要である。例えば、分布パターンの a1 と a2 は明らかにこれらの差であろうと思われる。この点については火山ガラスの含有量の分析のみでなく堆積物中のできるだけ多くのデータを系統的に収集する、いわゆる堆積物総合分析をめざす必要があろう。

最後に、分析地点の増加も必要不可欠の課題である。

謝 辞

本論文をまとめるにあたって、京都大学理学部石田志朗助教授、および同志社大学工学部横山卓雄教授には研究全般にわたり御指導をいただいた。また、試料採取について各地点で下記の方々にお世話になった。板井遺跡；神戸市教育研究所前田保夫博士、兵庫県教育委員会水口富夫氏、山口卓也氏、鳥浜試料；前田保夫博士、若狭歴史民族資料館網谷克彦氏、奈良教育大学西田史朗教授、大阪府農林技術センター高原光氏、京都大学構内遺跡；京都大学構内遺跡調査会清水芳裕氏、浜崎一志氏。以上の方々に感謝いたします。

文 献

- 新井房夫・大場忠道・北里 洋・堀部純男・町田 洋（1981）後期第四紀における日本海の古環境—テフロクロノロジー、有孔虫群集解析、酸素同位体比法による—。第四紀研究 20：209-230。
- 檀原 徹・山下 透・佐藤良二・横山卓雄（1985）温度変化法による火山ガラスの屈折率精密測定。日本地質学会第92年学術大会講演要旨：61。
- Huang, T. C., N. D. Watkins, D. M. Shaw and J. P. Kennet (1973) Atmospherically transported volcanic dust in south Pacific deep sea sedimentary cores at distances over 3000

km from the eruptive source. *Earth and Planetary Science Letters* **20** : 119-124.

町田 洋・新井房夫 (1976) 広域に分布する火山灰—始良 Tn 火山灰の発見とその意義—, *科学* **46** : 339-347.

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 (1979) 大山倉吉軽石層—分布の広域性と 第四紀編年上の意義—. *地学雑誌* **88** : 313-330.

町田 洋・新井房夫・森脇 広 (1981) 日本海を渡ってきたテフラ. *科学* **51** : 562-569.

町田 洋・新井房夫 (1983) 広域テフラと考古学. *第四紀研究* : **22** : 134-148.

町田 洋・新井房夫・小田静夫・遠藤邦彦・杉原重夫 (1984) テフラと 日本考古学—考古学研究と関係するテフラのカタログ—. *古文化財の自然科学的研究* 865-928.

Matsumoto, E. and S. Aoki (1984) Manual mud corer. *Sea Level Changes and Tectonics in the Middle Pacific* 89-92.

松本英二・前田保夫・竹村恵二・西田史朗 (1987) 始良 Tn 火山灰 (AT) の ^{14}C 年代. *第四紀研究* **26** : 79-83.

Ruddiman, W. F. and L. K. Glover (1972) Vertical mixing of ice-rafted volcanic ash in North Atlantic sediments. *Geological Society of American Bulletin* **83** : 2817-2836.

竹村恵二・檀原 徹 (1987) 遺跡土壌中の火山灰降灰層準の認定—兵庫県篠山板井遺跡を例として—. *第四紀研究* **26** : 69-78.

横山卓雄 (1973) びわ湖周辺の第四系とびわ湖ボーリングサンプルの観察結果について—および火山灰分析結果. *陸水学雑誌* **34** : 111-118.

横山卓雄・中川要之助・竹村恵二・林田 明 (1980) 琵琶湖深層試錐からみた 中期更新世. *第四紀研究* **19** : 185-202.

横山卓雄 (1986) 琵琶湖深層試錐中の火山ガラスの 屈折率測定値からみた 現琵琶湖堆積物の火山灰層序. *地質学雑誌* **92** : 653-661.

横山卓雄・山下 透 (1986) 温度変化型屈折率測定装置 (RIMS86) による 斜方輝石, 角閃石の 屈折率測定の試み. *京都大学教養部地学報告 (九十九地学)* **21** : 30-36.

横山卓雄・檀原 徹・山下 透 (1986) 温度変化型屈折率測定装置による 火山ガラスの 屈折率測定. *第四紀研究* **25** : 21-30.

横山卓雄・西田史朗 (1987) 琵琶湖深層試錐中の火山ガラスの EDX 分析による 火山灰の 同定と対比. *地質学雑誌* **93** : 275-286.

吉川周作 (1976) 大阪層群の火山灰層について. *地質学雑誌* **82** : 497-515.

Yoshikawa, S. (1982) Volcanic glass in the 200 m core sample from Lake Biwa. *Paleolimnology*

gy of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene 9 : 35-49.

吉川周作・那須孝悌・樽野博幸・古谷正和（1986） 近畿地方中部に分布する 後期更新世～完新世の
火山灰層について，地球科学 40 : 18-38.

A Standardized Method to Determine Volcanic Glass Concentration Patterns in Soil Sequence and Its Application on Columnar Samples from Several Archaeological Sites

Keiji TAKEMURA* and Tohru DANHARA*

*Geophysical Research Station, Faculty of Science, Kyoto University.

Noguchibaru, Beppu 874, Japan

**Kyoto Fission-Track Co., Ltd. Umezukitamachi 33, Ukyo-ku, Kyoto 615, Japan

A standardised method to determine volcanic glass concentration pattern in soil sequence is developed. This method consists of two procedures; systematic extraction of volcanic glass particles from the samples taken with small intervals, followed by rapid and exact measurements of refractive index of the obtained glass particles. A recently developed measuring system (RIMS 86) using the thermal immersion method, which enabled us to carry out measurements of refractive index with rapidness and exactness on a large number of samples, lead us to develop the above method.

This method reveals the distribution pattern of volcanic glass particles of known refractive index, which make it possible to recognize certain ash fall horizon, even when this is not detectable through observation of columnar sections with naked eye. Thus detected ash fall horizons can be correlated with others using refractive index of their volcanic glass particles. The distribution patterns of volcanic glass particles also provide us with information on the syn-depositional or post-depositional reworking of the ash layers as well as disturbance during drilling operations.

Four columnar samples were examined with this method. Their provenances are Torihama (Fukui Prefecture), Itai Archaeological Site (Hyogo Prefecture) and Kyoto University Campus Archaeological Site.

In comparing the detected volcanic ash horizons with the wide spread tephra of known ages, 4 chronological horizons are clarified in Torihama drilling samples (about 24,720yBP, 9,300yBP, 6,300yBP, 2,000-3,000yBP), 2 in Itai Archaeological Site samples (about 24,720yBP, 20,000yBP) and 2 in Kyoto University Campus sample (about 24,720yBP, 6,300yBP).

One of the columnar samples from Itai Archaeological Site was deposited in aquatic environment whereas the other in terrestrial condition. Their appearances are quite different. Still they can be correlated by the recognition of two common volcanic ash horizons.

The glass particle distribution patterns indicate sedimentological disturbance or unconformable relation in the columnar sample No. 1 of Itai Archaeological Site.

Contamination in the drilling operation is pointed out from the analysis on Torihama drilling sample.