

稲城市で見られる根方タフの鉱物学的性質とその噴出源

越智 翔士*・藤本 光一郎**

地学*・環境科学**

(2006年5月26日受理)

OCHI, S. and FUJIMOTO, K.: The mineralogical nature and the source of the Negata tuff observed in Inagi city, Tokyo, Japan. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Natur. Sci., 58: 163 – 171 (2006) ISSN 1880-4330

Abstract

Inagi city is located in the east of the Tama Hills made of Inagi formation eroded by the Tama River in the early Quaternary Pleistocene. Cliffs at the Anazawatenjinja shrine, at Nishiyama and at Omaru are outcrops which are well known. We can observe blue-gray tephra (Negata tuff) and brown sand layer (Inagi formation) at the back of the Anazawatenjinja shrine. However, the source of the Negata tuff is not identified yet. In this study, we studied the mineralogical nature of tephra, constituents to clarify the distribution, the source of the Negata tuff and a part of geohistory of Inagi city. We collected four tephra samples from different places; Anazawatenjinja shrine (type locality of the Negata tuff), Nishiyama, Omaru and Kokeiji temple, in and near the Inagi city. Geological settings, heavy mineral composition and chemical composition of volcanic glass indicated that they are identical except Omaru. The Negata tuff was deposited in 1.1 ± 0.1 Ma (FT age of the tephra at the Kokeiji temple after Ito et al., 2002). Shishimuta caldera, Oita prefecture, is candidate of the source of the Negata tuff based on the eruption age and mineralogical features.

Key words : Inagi city, Negata tuff, Inagi formation, Shishimuta caldera, Shishimuta-pink tephra, explosion source, volcanic glass

Department of Environmental Sciences, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukui-kita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

1. はじめに

稲城市は多摩丘陵東部に位置し、北端を多摩川、中央を三沢川が流れている。市内では、多摩川に削られてできた崖をほとんどの場所から見る事ができる。本研究で扱う、穴沢天神社裏、西山、大丸の各露頭も、市内ではよく知られ、目立つ露頭である。

特に穴沢天神社裏の露頭は、明瞭なクロスラミナが観察され、青灰色ガラス質のテフラ（根方タフ Ng 神奈川県, 1935）と茶色の砂（稲城層 Ig 大塚, 1932）が交互に重なり合って地層を形成しており、児童、生徒が理科の学習をするうえでも好適地である。

しかし、この露頭については、神奈川県（1935）や藤本ほか（1961）による研究報告があるのみで、テフラの噴出源などは調べられていない。また、西山の大露頭については、柱状図は作られているものの、根方タフが書き込まれておらず、地中に埋没したとされ、穴沢天神社裏の露頭とのつながりが詳しく分からない。大丸の露頭も同様に、一様な稲城層の露頭と見られており、鍵層の記載もない。

本研究では、根方タフの性質や稲城市内の露頭でのつながりを把握するとともに、根方タフの噴出源を明らかにし、稲城の地史の一部を明らかにすることを目的とする。

・・* 東京学芸大学（184-8501 小金井市貫井北町4-1-1）

根方タフの噴出源が明らかになれば、既に調べられている古環境、古地理、古気候について、その詳しい時期が分かることになる。これは、稲城市における環境変動や地形の成り立ちを推定する手がかりとなる。

また、地域の露頭の成り立ちを知ることは、その地域の土地の成り立ちを知ることであり、教科書で見られる岩石や地層を身近に確かめる機会をつくることにもなる。

2. 稲城市の地質概要

ここでは、稲城市の自然、歴史について最もよくまとめられた文献である「稲城市史」(稲城市史編集委員会, 1991)¹⁾の第1編「稲城の自然」の第1章「地形と地質」に基づいて述べる。

稲城市は東京都の中部、南多摩地域にあり、多摩丘陵の中ほどの北側にある。面積は17.97km²ある。中央を三沢川が流れ、北部で多摩川を挟んで府中市と接しており、東部は調布市、西部は多摩市、南部は神奈川県川崎市と接している。

市内は、沖積低地にある東長沼、矢野口、大丸、押立、多摩丘陵にある百村、坂浜、平尾、多摩丘陵にあり、多摩ニュータウンに属する向陽台、若葉台の地域に分かれている。多摩ニュータウンは現在も造成が行われ、露頭が現れている場所もあるが、すぐに人工的に覆われる場所がほとんどである。なお、本研究で扱う穴沢天神社、西山の大露頭は矢野口、大丸の露頭は大丸にある。

稲城市は主に多摩丘陵と沖積地からなる。丘陵地は軟質の砂岩、泥岩を主とする上総層群からできており、丘陵高所には上総層群の上にある御殿峠礫層や、その上の多摩ローム層やその他の関東ローム層が覆うことがある。この上総層群は、沖積地においても、沖積層の下に存在している。

沖積地は多摩川沿いの低地の部分を占めている。全て氾濫原の河成堆積物でできており、厚さ10m前後の礫層からなっている。この沖積地が作られる際に、多摩川は南に蛇行し、多摩丘陵を削って急峻な崖をつくった。

稲城市の大部分の地層は上総層群に含まれる稲城層でできており、模式地は南多摩駅西方の大丸の露頭である。稲城層は大塚(1932)により「稲城砂層」として命名されたのが始まりである。下は連光寺層と整合に接し、上は出店層に不整合に覆われ、層厚は100m前後ある。堆積年代については、上総層群が堆積した約100万年前の第四紀更新世前期とされているのみで、

詳しいことは分かっていない。稲城層は上部、中部、下部の3部層に分けられ、下部層は礫、中部層は泥質砂や泥、上部層は砂でできている。上部層は最も厚く、層厚80～90mで、黄灰色の細粒砂～中粒砂でできおり、稲城層の大部分を占める。上部層は、ラミナやクロスラミナが見られ、化石は少ないものの、岩相の特徴から、河口三角洲成の堆積物と考えられている。

上部層中には、中位から上位にかけて、根方タフ、百合ヶ丘テフラ、宮田テフラなどの凝灰岩層が含まれることがある。矢野口の根方にある穴沢天神社の一帯は、根方タフを含む稲城層上部層が山全体を作っている。神社拝殿裏の谷は崖に囲まれていて、厚さは10mに近い。根方タフは、厚さ5mの凝灰岩と砂の互層をしており、クロスラミナも発達している。京王よみうりランド駅から稲城駅にかけて京王線沿いには、目立つ西山の大露頭がある。以前はより北側に張り出して急崖をなしていたが、山砂採取と京王相模原線開設工事によって大きく切り取られた。高さは40m、長さは500mあり、最上部のローム層を除けば、全て稲城層でできている

向陽台から若葉台にかけての地域は、丘陵全体が稲城層でできており、高所では出店層に覆われている。

根方タフは神奈川県(1935)によって命名された。稲城市根方付近に分布し、町田市まで広がっていることが確認されている。上総層群の一部である稲城層中にあり、火山ガラスを主とし、単斜輝石、斜方輝石、ジルコンを含む。模式地は稲城市根方の穴沢天神社裏である。かつて、藤本ほか(1961)によって、根方凝灰質砂岩層と呼ばれたことがある。穴沢天神社裏では、波や潮流の動きによって、当時水底に積もった火山灰が何度も揺り動かされては掃き寄せられ、5mの厚さになっている。本来は10～30cmのものである。西山の大露頭、大丸の露頭からは見つからない。

3. 試料採取地点及び試料採取

「稲城市史」に根方タフの模式地と記載された稲城市根方の穴沢天神社裏の露頭、根方タフが確認されていないが、含まれている可能性のある西山の大露頭、大丸の露頭から試料を採取した。採取に当たっては、三沢川及び多摩川からの比高がほぼ同じ場所で、穴沢天神社裏の露頭と似たような、稲城層上部層で泥層、火山灰層、泥層という組み合わせの岩相を示す場所から採取した。

また、既に根方タフとしてFT年代測定されていると伊藤ほか(2002)²⁾に記載された廣慶寺裏の露頭も野

外調査し、根方タフと思われる特徴を示す火山灰を採取した。

稲城市周辺の地図を図 1 に示す。



図 1 試料採取地点

穴沢天神社裏の露頭では、クロスラミナが見られる層の下部、崖の下端から 50cm ほどのところから青灰色のテフラを採取した。クロスラミナの部分では、リワークを受けて性質が変化していると思われたので、攪乱されていない部分を選択した。また、青灰色のテフラの上下に見られた白色粘土もそれぞれ採取した。

西山の大露頭では、三沢川からの比高が穴沢天神社裏とほぼ同じ地点、崖の下端から 50cm ほどのところで、青灰色で上下に粘土層がある層厚 19cm のテフラを採取した。上下の白色粘土も同様に採取した。

大丸の露頭では、多摩川からの比高が三沢川からの比高とほぼ同じ地点を観察し、青灰色のテフラを採取した。大丸の露頭は明瞭なテフラは見られず、周囲の黄灰色砂層（稲城層）とは違った白色の岩相を示す場所から採取した。上下に粘土層は確認されなかったため、粘土は採取していない。

廣慶寺裏の露頭では、伊藤ほか（2002）に基づき、廣慶寺裏の露頭の下部 5 cm のところから、青灰色で砂混じりの層厚 9 cm のテフラを採取した。

4．実験

採取してきた試料について、以下の分析及び観察を

行った。

4．1 双眼実体顕微鏡観察による構成鉱物の同定

採集した試料を蒸発皿に入れ、水道水を加えて軽くかき混ぜ、上澄みを廃棄した。

さらに、上澄みが透明になるまで繰り返した。

残った試料を双眼実体顕微鏡（北辰光器製作所製、PEM-1）で観察し、構成鉱物を同定した。

新たに試料を別の蒸発皿に入れ、水を加えて軽くかき混ぜ、上澄みを廃棄した。

さらに何回か繰り返し、水を加えて、わんがけをした。

蒸発皿の底に残った重鉱物を、双眼実体顕微鏡で観察した。

さらに、新たな試料を洗浄せず、双眼実体顕微鏡を用いて 100 個ほどの鉱物の量比を計った。

4．2 XRD による粘土鉱物の同定

4．2．1 水簸による粘土鉱物の濃縮

蒸留水を 1 ℓ トールピーカーに 700ml 入れ、その中に試料を入れ、指でかき混ぜた後、超音波洗浄機に 15 分かけ、攪拌した。

トールピーカーを 16 時間放置した。

上澄みをスポイトで 50ml 容器いっぱいまでいれ、遠心分離機で 3500 回転、45 分間かけた。

さらに、上澄みを廃棄し、沈殿してペースト状になった粘土を取り出した。

4．2．2 XRD による分析

4．2．1 で取り出した試料をシリコン無反射板上に塗り、蒸留水を加えて攪拌した後、8 時間程度放置し、乾燥させ、定方位させた。

作成した試料を X 線粉末回折装置（理学電機社製、RINT1200）を用いて鉱物の同定を行った。なお、管球は Cu で、管電圧は 40kV、管電流は 20mA である。

4．3 EPMA による火山ガラスの組成の分析

穴沢天神社裏の試料については、顕微鏡下で火山ガラス（軽石型、バブル型、図 2）を選定し、2 液性エポキシ樹脂に混ぜ、スライドガラスに塗った。

廣慶寺裏の試料については、顕微鏡下で火山ガラス（軽石型）を選定した後、スライドガラス上に 2 液性エポキシ樹脂を 30 点滴下し、その上に火山ガラス 30 個を載せ、さらにエポキシ樹脂で覆った。

炭素蒸着を 100 施した後、ドータイトで電子の誘導路を作り、カーボンテープで Al 試料台に固定した。

東京大学海洋研究所の EPMA（日本電子社製、JXA-733）を用いて、火山ガラスの組成を分析した。なお、

穴沢天神社裏の軽石型のものについては、ビーム径は $5\ \mu\text{m}$ と $15\ \mu\text{m}$ 、試料電流は各 $1.2 \times 10^{-8}\text{A}$ 、加速電圧は各 15keV 、ポイント数は各 17、補正はZAF法で行った。また、穴沢天神社裏のバブル型のものについては、ビーム径は $5\ \mu\text{m}$ と $15\ \mu\text{m}$ 、試料電流は各 $1.2 \times 10^{-8}\text{A}$ 、加速電圧は各 15keV 、ポイント数は各 20、補正はZAF法で行った。廣慶寺裏の軽石型のものについては、ビーム径は $15\ \mu\text{m}$ 、試料電流は $1.2 \times 10^{-8}\text{A}$ 、加速電圧は 15keV 、ポイント数は 26、補正はZAF法で行った。

それぞれのテフラについて、組成を比較するために、猪牟田ピンクテフラ³⁾と根方タフ、根方タフと廣慶寺裏の組成を、 H_2O を除いた合計を 100% として各組成を求め、相似係数を求め、比較した。火山ガラスの組成については、相似係数が 0.92 以上であれば、同じものであると判定できるとされている(中里, 1999)⁴⁾。また、 SiO_2 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 5$ 、 $\text{K}_2\text{O} \times 14$ 、 $\text{Na}_2\text{O} \times 10$ 、 $\text{FeO}^* \times 25$ 、 $\text{CaO} \times 30$ について、それぞれアイソコンダイアグラムを作成し、組成を比較した。アイソコンダイアグラムにおいては、横軸に比較元となる火山ガラスの組成を、縦軸に比較対象となる火山ガラスの組成をとり、傾き 1 の直線からのずれを調べる。2 つの火山ガラスの組成が一致していれば、点は傾き 1 の直線状に乗る。

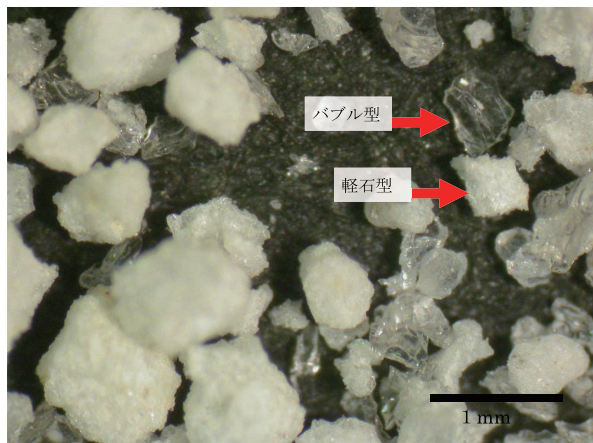


図2 穴沢天神社裏の根方タフの双眼実体顕微鏡写真

4.4 SEM-EDSによる紫蘇輝石、角閃石の屈折率の推定

双眼実体顕微鏡下で紫蘇輝石、角閃石を 30 個ほど集めた。

炭素テープで Al 試料台の上に固定し、金蒸着を 200 施した。

SEMを用いて、紫蘇輝石、角閃石の新鮮で平坦な面を探した。

紫蘇輝石 27 個、角閃石 5 個について EDS で MgO 、 FeO^* の濃度を求め、それぞれの鉄 - マグネシウムのも

ル比を求めた。

モル比から、文献(都城ほか, 1972)⁵⁾のグラフ(紫蘇輝石 Muir, 1951, 角閃石 Deer et al., 1963)を用いて屈折率を求めた。

4.5 沈降、振盪による火山ガラスの分離実験

メスシリンダーで水道水を $482.5\text{m}\ell$ 量り取り、1 ℓ トールピーカーに入れた。

海水の密度を再現するため、電子天秤で NaCl を 17.5g 量り取り、トールピーカーの中に入れ、海水とほぼ同じ 3.50% の NaCl 水溶液を作った。

穴沢天神社裏のテフラと西山の大露頭のテフラを、ほぼ同量、葉包紙上に取り、混合した。

NaCl 水溶液を試験管に入れ、混合したテフラを流し入れた。

沈降するまで静置した後、河口三角州の掃き寄せ作用を再現するため、手で振動させた。

5. 結果

5.1 肉眼観察

穴沢天神社裏においては、5 m ある穴沢天神社裏の露頭の下から 3 ~ 4 m のところは、青灰色テフラと茶色の砂のクロスラミナが見られ、流水の影響によりリワークしたと見られる様子をしていた(図3, 図4, 図5)。露頭左端の青灰色テフラの部分は、成層構造をしてリワークの影響を受けていなかったため、その部分から試料を採取した。青灰色テフラの厚さは最大 25cm で、ほぼ水平に堆積していた。採取した試料は白色をしており、肉眼ではガラス以外の鉱物はほとんど見つからなかった。上下は白色粘土で、ここからも試料を採取した。左端の部分の青灰色テフラと上下の粘土との境界は波打っていたが、上部の粘土とさらに上のクロスラミナとの境界、下部の粘土とさらに下の黄灰色砂層との境界は、それぞれ整合的に堆積していた。

西山の大露頭においては、幅 500m、高さ 40m ある西山の大露頭のうち、三沢川からの比高が大体同じくらいのところで、露頭の表面がよく観察できる場所から、上下を白色粘土に挟まれた青灰色ガラス質火山灰を採取した。露頭の下から 1 m くらいのところに火山灰層が露出しており、厚さは 19cm あった。クロスラミナは観察されず、上下とも整合であった。層はほぼ水平に堆積していた。上部の粘土層と火山灰層の間には稲城層と思われる黄灰色砂層が観察された。上下の粘土層もそれぞれ採取した。粘土は穴沢天神社裏のものより固かった。



図3 穴沢天神社裏の様子

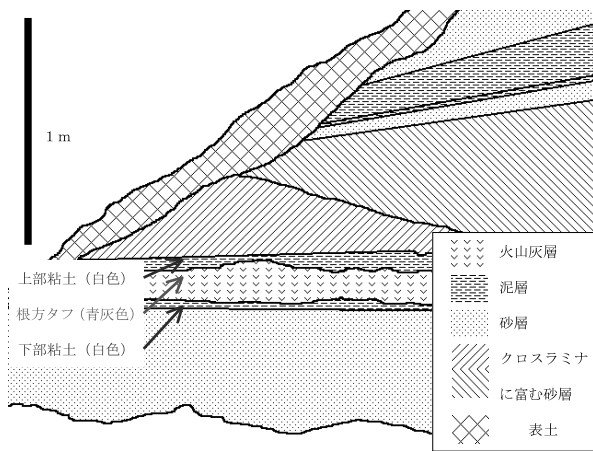


図4 穴沢天神社裏のスケッチ

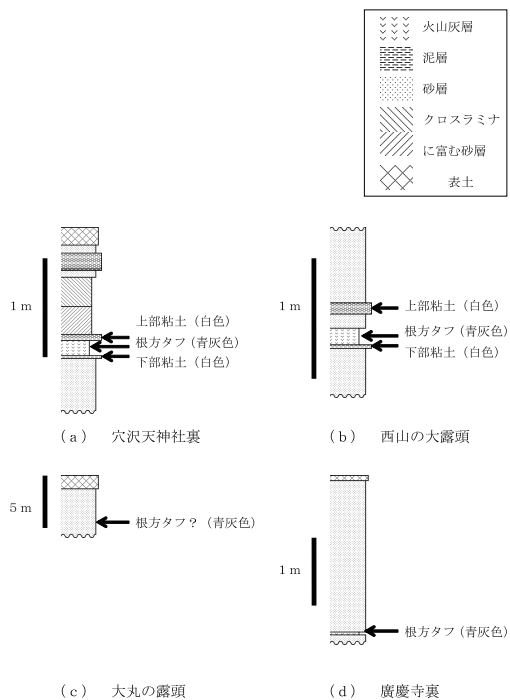


図5 調査した露頭の柱状図

大丸の露頭においては、20mほどある大丸の露頭の急崖の中腹、穴沢天神社裏の三沢川からの比高と大丸の露頭の多摩川からの比高がほぼ同じくらいの場所を探し、表面の土砂を落として、青灰色で砂混じりのテフラを採取した。上下は稲城層の黄灰色砂層であったが、全体的に成層構造は確認されず、上下も粘土に挟まれていなかった。しかし、青灰色テフラの走向、傾斜は穴沢天神社裏の露頭、西山の大露頭同様、水平であった。

廣慶寺裏においては、高さ3 mほどの露頭の、地上から5 cm程度のところで、明瞭な青灰色火山灰層が確認された。厚さは9 cmあった。穴沢天神社裏のものによく似ているが、上下は粘土に挟まれていなかった。下部は整合、上部は不整合のように波打ち、ほぼ水平に堆積していた。黄灰色の柿生層と思われる砂層がやや混じっていたが、テフラを採取した。また、テフラの上部1 m付近のところに、クロスラミナが見られた。

5.2 双眼実体顕微鏡観察による構成鉱物の同定

穴沢天神社裏においては、構成鉱物の大部分を火山ガラスが占めていた。軽石型の火山ガラスが最も多く、ほぼ同量バブル型の火山ガラスが含まれていた。軽石型の火山ガラスは、軽石状のものと繊維状のものがあつた。その他に、長石、石英が観察された。長石は風化が進んでおり、表面が濁っていたりした。

また、わんがけによって、重鉱物である、磁鉄鉱、角閃石、黒雲母、普通輝石、ジルコンが確認された。また、SEM-EDSを用いて、紫蘇輝石が含まれていることも分かった。最も多いのは磁鉄鉱であり、次いで紫蘇輝石、角閃石、普通輝石、ジルコン、黒雲母であつた(図6)。量比の計数では、130個中112個を軽石型の火山ガラスが占め、次いで長石が多く含まれていた(図7)。

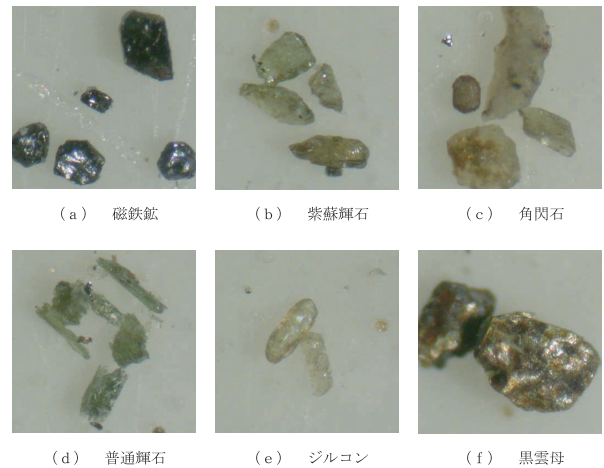


図6 根方タフに含まれる重鉱物

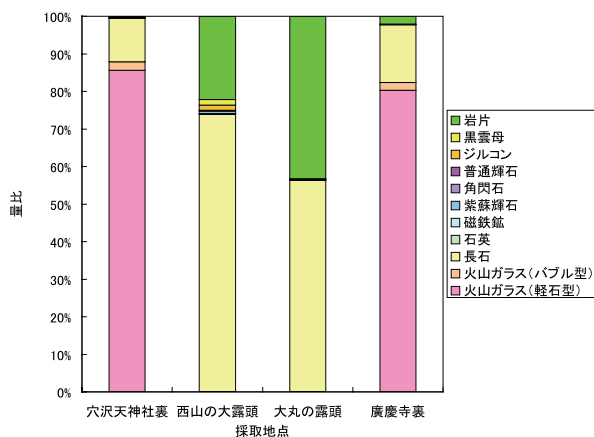


図7 各露頭の青灰色テフラの構成鉱物の量比

西山の大露頭においては、穴沢天神社裏に大量に含まれていた火山ガラスはほとんど含まれておらず、最も多いのは岩片、次いで石英であった。長石も含まれていた。岩片は円磨されたものが多かった。わんがけでは、穴沢天神社裏同様、磁鉄鉱、角閃石、黒雲母、紫蘇輝石、普通輝石、ジルコンが確認された。量比も穴沢天神社裏と変わらなかった。計数では、135個中100個を長石が占め、次いで岩片が多かった。また、重鉱物である紫蘇輝石、ジルコン、黒雲母が確認された。

大丸の露頭においては、西山の大露頭と構成鉱物は同じものがほぼ同量含まれていた。やはり火山ガラスは含まれておらず、長石が最も多かった。量比の計数では、161個中、長石が91個、岩片が70個とほぼ同量含まれていた。

廣慶寺裏においては、構成鉱物の大部分を火山ガラスが占めるが、穴沢天神社裏ほど量比は大きくなかった。軽石型の火山ガラスが主で、バブル型の火山ガラスはやや少なかった。軽石型の火山ガラスは穴沢天神社裏同様に、軽石状のものと繊維状のものとがあった。重鉱物は他の3露頭と同じものが含まれていた。量比の計数では、389個中313個を軽石型の火山ガラスが占め、次いで60個長石が含まれているなど、穴沢天神社裏と非常によく似た量比であった。

5.3 XRDによる粘土鉱物の同定

XRD不定方位での分析で、5°付近に粘土鉱物に特徴的なピークが見られたため、XRD定方位分析を行って、粘土鉱物を同定した。

廣慶寺を除く3露頭について、定方位試料を用いて粘土鉱物の同定を行った。穴沢天神社裏、西山の大露頭については、上下の粘土層が採取できたものの、大丸の露頭については粘土が採取できなかったために、火山灰層から定方位試料を作成した。その結果、穴沢

天神社裏、西山の大露頭については、12°、24°付近のピークの有無から、上部の粘土層に、10 - ハロイサイトが含まれていることが分かり、下部の粘土層に10 - ハロイサイト、7 - ハロイサイトが含まれていることが分かった。また、大丸の露頭は、10 - ハロイサイト、7 - ハロイサイトが含まれていることが分かった。10 - ハロイサイトは12°、24°付近にピークはなく、7 - ハロイサイトはピークがある。

5.4 EPMAによる火山ガラスの組成の分析

5.4.1 穴沢天神社裏の根方タフと廣慶寺裏のテフラの比較

全ての元素の組成が傾き1の直線上に乗っていた。

組成は SiO_2 に富み、 Al_2O_3 が13%程度含まれているほかは、 Na_2O 、 K_2O が FeO^* 、 CaO に対して多かった(図8)。

また、穴沢天神社裏では MnO が検出されているものの、廣慶寺裏では検出限界以下であった。さらに、 TiO_2 、 MgO については、どちらの火山ガラスも検出限界以下であった。

相似係数を求めた結果、1.00であった。

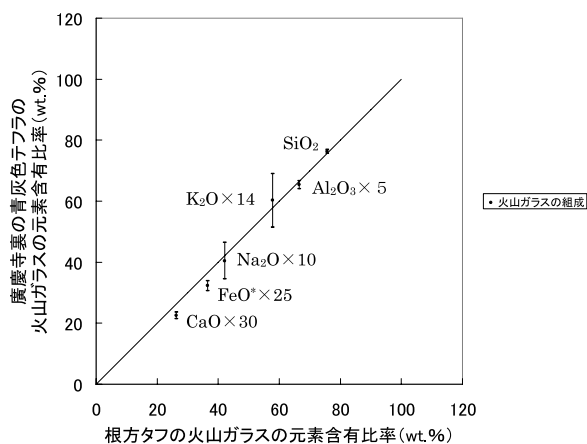


図8 根方タフと廣慶寺裏の露頭の火山ガラスの組成のアイソコンダイアグラム

5.4.2 穴沢天神社裏の根方タフと猪牟田ピンクテフラの比較

Na_2O がやや少なく、 K_2O がやや多いほかは、ほぼ傾き1の直線上に乗っていた。

組成は、穴沢天神社裏の根方タフについては、 SiO_2 に富み、 Al_2O_3 が13%程度含まれているなど、15 μm のビーム径の際と同じであったが、猪牟田ピンクテフラの組成(富田ほか, 1994)に対して1%ほど高かった。 Na_2O 、 K_2O はビーム径15 μm の際に比べて半分以下に減衰しているものの、猪牟田ピンクテフラとは大きく違わなかった。また、ビーム径15 μm の際と同様

に、FeO*、CaOに対して多かった（図9）。

また、穴沢天神社裏ではMgOが検出されているものの、TiO₂、MnOについては検出限界以下であった。

猪牟田ピンクテフラと同様に相似係数を求めた結果、1.00であった。

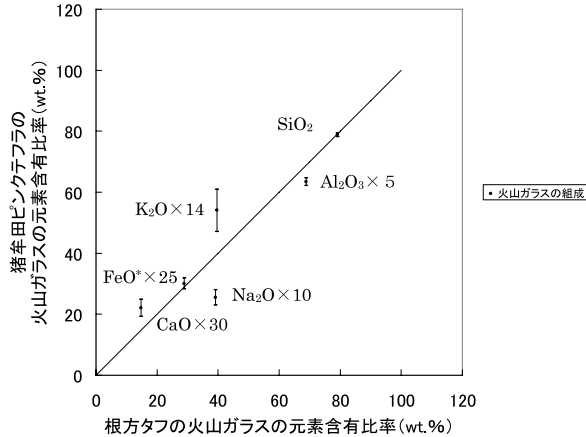


図9 根方タフと猪牟田ピンクテフラの火山ガラスの組成のアイソコンダイアグラム
猪牟田ピンクテフラは富田ほか（1994）による

5.5 SEM-EDSによる紫蘇輝石、角閃石の屈折率の推定

SEM-EDSにより、紫蘇輝石のMg/(Mg+Fe)は0.66、角閃石のFe/(Fe+Mg)は0.52であった。その結果、紫蘇輝石の屈折率は約1.69、角閃石の屈折率は1.67である可能性が高いことが分かった。

5.6 沈降、振盪による火山ガラスの分離実験

沈降、振盪による火山ガラスの分離実験の結果を、図8に示す。

河口三角洲における流水の影響を確かめるため、沈降、振盪による火山ガラスの分離実験を行った。その結果、粒度や鉱物による分離が見られた。

図10のように、深さ2.70mmの堆積物のうち、下から2.08mmのところまで岩片(a)、重鉱物が占めており、2.08mmから2.15mmまで粘土(b)、2.15mmから2.32mmまで軽鉱物(c)、2.32mmから2.58mmまで火山ガラス(d)、2.58mmから2.70mmまでが粘土(e)という構成であった。このように、通常、堆積物は粗粒砂-中粒砂-細粒砂-泥-粘土という堆積順を示すが、根方タフにおいては、粘土と中粒火山ガラスというように順序が逆になっている。よって、この状態において流水の影響があれば、火山ガラスのみが流され、分離される可能性があることが分かった。

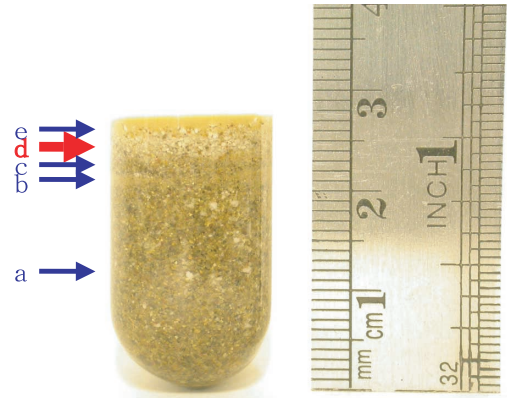


図10 沈降、振盪によって分離されたガラス（拡大）

6. 考察

6.1 稲城層中の根方タフ

穴沢天神社裏の根方タフと、他の露頭のテフラとの関連性について考察する。

まず、穴沢天神社裏、西山の大露頭について、岩相が似ているという観察結果が得られた。白色粘土層、青灰色テフラ、白色粘土層という組み合わせは同じであり、XRD定方位による粘土鉱物の同定においても、上部粘土は10 - ハロイサイト、下部粘土は10 - ハロイサイト、7 - ハロイサイトが含まれていることが分かったことから、穴沢天神社裏の露頭と西山の大露頭の上部粘土、青灰色テフラ、下部粘土はそれぞれつながっているものであると言える。また、双眼実体顕微鏡による観察においても、西山の大露頭では火山ガラスは確認されなかったものの、他の鉱物は全て一致している。中でも、火山灰に含まれることはまれであるジルコンがどちらにも含まれていることから、2つの露頭が同じものである可能性は高い。

火山ガラスについては、比重が小さく、流水の影響があったために流された可能性がある。沈降、振盪による分離実験の結果、穴沢天神社裏のテフラと西山の大露頭のテフラの混合物は、火山ガラスと岩片に分離し、火山ガラスが上方に分かれた。よって、火山ガラスが、海水の影響で流されやすいことが確かめられた。

また、稲城市史編集委員会（1991）によれば、穴沢天神社裏の根方タフは、穴沢天神社入り口階段下の鳥居脇にも見られるとあるが、穴沢天神社裏の根方タフの下端は、三沢川から5 mほどのところに出ていた。一方、鳥居脇の根方タフは、記述から三沢川から2 mほどのところにあることが推測され、つながっているとは考えにくい。また、稲城市史編集委員会（1991）では、西山の大露頭では、根方タフは地中に埋没して

おり観察できないとしているが、稲城市史編集委員会(1991)によれば、稲城市の地質構造は西から東に1°傾いているので、穴沢天神社裏の露頭と同じ比高にある西山の大露頭の下端に根方タフが現れていても問題ない。よって、穴沢天神社裏の根方タフと西山の大露頭の火山灰層は同一層準である可能性が高い。

穴沢天神社裏の露頭では、クロスラミナが発達しており、全体でテフラの厚さが2 m近くあるなど、正確な層厚は分からなかった。しかし、穴沢天神社裏の露頭では、はき寄せ作用で見かけ上厚く堆積していると考えられる。西山の露頭の厚さ19cmのテフラが根方タフと同一層準であると考えられることから、稲城市周辺の根方タフの厚さは、20cm程度と考えられる。ただし、先に述べたように、西山の大露頭では、流水の影響で火山ガラスが消失している。このため、実際はさらに厚い可能性がある。しかし、上下が整合であること、クロスラミナが見られないことから、大きく削り取られていることはないと考えられる。

また、大丸の露頭の火山灰層は、層厚15cmで白色であるなど、穴沢天神社裏、西山の大露頭と似た特徴を示していた。さらに、上下に粘土層が確認されなかったものの、穴沢天神社裏、西山の大露頭の下部粘土と同様の10 - ハロイサイト、7 - ハロイサイトが含まれていることが分かった。そして、構成鉱物も、長石、石英をはじめ、重鉱物も全て穴沢天神社裏、西山の大露頭と同じものが含まれており、鉱物組成がよく似ていた。また、火山灰に含まれることはまれであるジルコンが含まれていたことは、大丸の露頭で観察された青灰色テフラも根方タフである可能性を強く示すものである。しかし、上述のように、上下に粘土層が確認されず、岩相の一致が見られないこと、穴沢天神社裏、西山の大露頭と離れており、テフラのつながりが分かりにくいことなどから、大丸の露頭のテフラが根方タフであると断定することは現時点では難しい。

6.2 他地域の根方タフ

まず、噴出年代が $1.1 \pm 0.1\text{Ma}$ と測定されている(伊藤ほか, 2002)町田市に分布する根方タフが、穴沢天神社裏のものと同じであることを確認するため、廣慶寺裏の露頭と鉱物組成や火山ガラスの組成を比較した。その結果、鉱物組成は、火山ガラス(軽石型、バブル型)、石英、長石、磁鉄鉱、紫蘇輝石、普通輝石、黒雲母、ジルコンが一致し、量比の計数においても、穴沢天神社裏と廣慶寺裏とでそれぞれ、軽石型の火山ガラスは86.2%, 80.5%, 長石は11.5%, 15.4%, バブル型の火山ガラスは2.31%, 2.06%とよく似た値が得ら

れた。また、火山ガラスの組成の相似係数を求めた結果、1.00であり、0.92以上であれば同じテフラと言ってよい(中里, 1999)値を大きく上回っている。よって、2つの露頭の火山灰層は同じものであるということが言える。

これらのことから、穴沢天神社裏の根方タフも噴出年代は $1.1 \pm 0.1\text{Ma}$ であると言える。これまで、根方タフ模式地である穴沢天神社裏の根方タフとこの廣慶寺裏の露頭がある町田地域におけるテフラとのつながりは、稲城層と柿生層が同時異層であることから、それぞれの露頭のテフラは同じものであるとされていた(高野, 1994)。本研究において、火山ガラスの組成からそれぞれのテフラが同じものであるということが分かったことは、このことを裏付けたものであると言える。

6.3 他のテフラとの比較

他のテフラとの対比において、根方タフからジルコンが見つかること、噴出年代が $1.1 \pm 0.1\text{Ma}$ と測られていることから、町田ほか(2003)⁶⁾から、両方の特徴を持つ稲城市以西の火山を選択した。ここで、稲城市以西の火山が噴出源としたのは、偏西風の影響により、火山灰は東に流れることが多いためである。

稲城市以西にあり、噴出年代が $1.1 \pm 0.1\text{Ma}$ の範囲内にある火山には、花野Ⅱテフラを噴出した始良火山、敷戸テフラ、猪牟田ピンクテフラを噴出した猪牟田カルデラ、タキガ沢テフラを噴出した榛名山がある(町田ほか, 2003)。このうちジルコンが多く含まれているのは猪牟田ピンクテフラであり、噴出源は猪牟田カルデラである、猪牟田カルデラは、1.0Maころ噴出した火山で、大分県にある。噴出源が猪牟田カルデラであるとしても、位置や年代は根方タフと矛盾はない。そこで、猪牟田カルデラが噴出源である猪牟田ピンクテフラと比較した。

猪牟田ピンクテフラと構成鉱物を比較した結果、火山ガラス(軽石型、バブル型)、石英、長石、磁鉄鉱、紫蘇輝石、黒雲母、ジルコン全てが一致していた。穴沢天神社裏の根方タフでは、普通輝石が含まれているものの、その他の鉱物が全て一致している。普通輝石については、量比がそもそも大きくないことから、見逃したか、もろいために粉々になった可能性がある。

また、穴沢天神社裏の根方タフと、西山の大露頭のテフラとが同じものであることが分かったことから、根方タフの層厚は少なくとも19cmであると言える。新潟県小木(17cm)や、川崎市扇町(18cm)の猪牟田ピンクテフラの層厚(町田ほか, 2003)⁶⁾を考えると、層厚は、噴出源が猪牟田カルデラであると仮定しても、

矛盾はない。

さらに、EPMAによる火山ガラスの組成の比較の結果、相似係数は1.00であり、0.92を大きく上回り、このことを支持する。

また、SEM-EDSによる組成分析から屈折率を推定した結果、紫蘇輝石は約1.69、角閃石は1.67であった。屈折率は猪牟田ピンクテフラの1.706～1.710、1.670～1.688（町田ほか，2003）とほぼ同じであると言える。

これらのことから、根方タフは、猪牟田ピンクテフラと同一層準である可能性が高い。

6.4 稲城層の堆積年代

稲城層の堆積年代は、これまで上総層群が堆積した第四紀更新世前期（1 Ma頃）とされていた（稲城市史編集委員会，1991）。4.2で述べたように、既に根方タフとしてFT年代測定されている廣慶寺裏の露頭の火山灰層と同一層であることが分かったことから、根方タフの年代は 1.1 ± 0.1 Maと言ってよく、稲城層の堆積年代とされる1 Maを裏付けた結果となる。また、根方タフの噴出源が、1.02Ma（町田ほか，2003）に噴出した猪牟田ピンクテフラである可能性が高いことが分かり、このことは、稲城層の堆積年代に対して、より強い制約条件を与えられられる。

7. まとめ

稲城市内の3つの露頭（穴沢天神社裏，西山の大露頭，大丸の露頭）の火山灰層は根方タフである。噴出年代は廣慶寺裏の 1.1 ± 0.1 Maと同じであると考えられる。

猪牟田カルデラを噴出源とする猪牟田ピンクテフラと鉱物組成，火山ガラス組成，層厚などが極めて類似していることから、根方タフの噴出源は猪牟田カルデラである可能性が高い。

謝辞

EPMA測定を進めるにあたり、東京大学海洋研究所の大槻まゆみ氏には多大なご協力を賜りました。

また、本学地学教室の中田正隆教授に心から厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 稲城市史編集委員会：「稲城市史」，p19-p94，稲城市（1991）

- 2) 伊藤久敏，谷口友規，篠原謙太郎，江藤哲人：「多摩丘陵上総層群に含まれる前期更新世テフラのフィッション・トラック年代」，第四紀研究41（5）p421-p426，第四紀学会（2002）
- 3) 富田裕子，黒川勝己：「大阪ピンク火山灰と新潟地域の小木火山灰との対比」，地球科学48巻5号p467-p476，地学団体研究会（1994）
- 4) 中里裕臣：「EPMA分析及び岩石記載的性質に基づく房総半島中部更新統テフラの対比」，千葉中央博自然誌研究報告5（2）p73-p83，（1999）
- 5) 都城秋穂，久城育夫：「岩石学Ⅰ」，共立出版（1972）
- 6) 町田洋，新井房夫：「新編 火山灰アトラス」，p180-p232，p285，東京大学出版会（2003）

