

箱根火山噴出物を中心とした更新世中・後期テフラ露頭
画像データベースの構築と公開

—神奈川県立生命の星・地球博物館の事例—

笠間 友博*・石浜佐栄子*・山下 浩之*・新井田秀一*・平田 大二*

(2014年7月29日受付, 2015年4月16日受理)

Database of the Middle to Late Pleistocene Tephra from Hakone and Other Volcanoes
in Website of Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

Tomohiro KASAMA*, Saeko ISHIHAMA*, Hiroyuki YAMASHITA*, Shuichi NIIDA* and Daiji HIRATA*

Two photo databases of middle to late Pleistocene tephra from Hakone and its adjacent volcanoes are open to the public on the website of the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History (KPMNH). They are representative tephra-photo databases on websites in Japan. One is the main tephra archive of approximately 1,000 outcrop photos, and it has been opened since 2008. The other is an archive of hidden and destroyed outcrops containing less than 400 past geological photos, and it has been opened since 2010. The museum is located at the foot of the Hakone volcano, where is important area for Quaternary tephra-stratigraphic studies in Japan. However, a number of tephra outcrops cannot be observed because of artificial cover with concrete related to land development from urbanization. It is therefore urgently necessary to construct a database of tephra outcrops. The photo database is useful not only for the comparative study of tephra, including tephra identification, but also for reconstruction of the eruption history of the Hakone volcano. For constructing such databases, considerable work over a long time is required since a volcano has produced a large amount of tephra layers in every direction. Many photos of newly found outcrops and outcrops that have disappeared need to be collected. For collecting photos of new outcrops, local museums including KPMNH play an important role for collecting new data published in academic journals to enrich the tephra databases. On the other hand, collecting photos of outcrops that have disappeared is generally difficult. Cooperation with a large number of geologists is one possible solution. The preservation and practical use of geologists' field data can also enrich tephra databases. Academic societies will play an important role in the collection of geologists' data.

Key words: Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, eruption history, photo database, tephra, outcrop, Hakone volcano

1. はじめに

神奈川県立生命の星・地球博物館（以下、神奈川県博と呼ぶ）に勤務する著者らは、神奈川県内の中・後期更新世の風成火山灰土層（ここでは南関東地域の火山灰土層の研究史をふまえて関東ローム層と呼ぶ）の露頭画像とテフラ画像に関するデータベース『ひと昔前の写真が語る神奈川の地質』と『神奈川の自然・関東ローム層』を構築し、ウェブサイトで公開している。本稿では、テ

フラのみならず海進海退、不整合、断層などの地史情報を含む露頭全体の画像を露頭画像、露頭のより狭い範囲のテフラの画像に特化したものをテフラ画像と呼ぶことにする。テフラ画像は、箱根火山起源を中心に、九州や中部地方からの広域テフラや富士火山起源等のものを含む。これらの画像はウェブサイトで公開するため、保存容量の関係上、高解像度ではない（1枚300~400kB程度）が、噴火史解明のための再検証可能な客観的資料と

*〒250-0031 神奈川県小田原市入生田499
神奈川県立生命の星・地球博物館
Kanagawa Prefectural museum of Natural History,
499 Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan.

Corresponding author: Tomohiro Kasama
e-mail: kasama@nh.kanagawa-museum.jp

して活用できるものでもある。

本稿では、これらの画像データベース構築の背景、その概要、意義を報告する。そして、我々が目指す火山噴火史解明に活用する画像データベース作成の方策をまとめる。

2. 関東ローム層画像データベース構築の背景

2-1 関東ローム層の研究

関東ローム層の組織的研究は、1950年代に遡る（関東ローム研究グループ、1956）。神奈川県はその重要な研究フィールドであった。1960年代の高度経済成長期に入り、大磯丘陵、多摩丘陵などで造成工事が盛んに行われ、大規模な露頭が出現し、包含する各テフラの具体的な研究が進んだ。これらのテフラの層序や年代等、詳細な研究がまとまったのは1970年代であった（町田、1971；町田・他、1974；関東第四紀研究会、1974；上杉、1976など）。

その後も箱根火山起源のテフラとの対比研究は進められたが、次第に広域テフラへと主眼が移っていき、箱根起源のテフラそのものは、あまり注目されなくなった。また、上記文献では、各テフラについて構成物質、鉱物組成、粒度、色調などの細かい記載はなされていたが、露頭やテフラの写真はほとんど公表されなかった。また、大磯丘陵、多摩丘陵などの地域間、研究者間により異なった名称や記号、愛称が付けられていることが多く、鉱物組成に特徴がある一部の角閃石斑晶を含むテフラを除き、大多数を占め箱根火山起源とされる輝石斑晶を主体とするテフラの相互対比は、必ずしも明らかではなかった。

2-2 露頭の消滅

火山噴出物、特に風化の進んだテフラの露頭は崩れやすい。そこが人間の生活の場となれば、危険防止のためコンクリート等で覆われてしまう。そればかりではなく、関東ローム層は丘陵や台地の上部に分布するため、多摩丘陵や大磯丘陵でも大規模宅地開発によって、堆積物そのものが地形ごと消失することが多々あった。

大規模開発は多くの情報を提供する面もあるが、1990年代に入ると開発は少なくなり、それまでの書籍、論文等で掲載されていた露頭も次々に消失し、テフラの観察、研究は年を追うごとに困難になっていった。このような状況における取り組みの一例として、上杉・他(2000)は新たな模式地を設定してテフラを改めて記載したが、町田・他(1974)が記載したTDuテフラ累層のようにテフラ累層全体を包含する露頭が存在しないのが実態である。

2-3 露頭情報の保存と博物館の役割

消滅する露頭が多い中で、地域博物館に勤務する著者

らは以下のような対策を実施してきた。

2-3-1 露頭の現状保存

最善の方法は、露頭の保存である。しかし、神奈川県博単独で行えるものではなく、費用が発生する場合もある。また自治体や事業者の理解、連携が必要となる。最近の事例では、工事露頭に関して自然保護協会や自治体からの相談を受け、神奈川県博が博物館としての立場から学術的な意義について自治体や事業者に説明し、始良Tnテフラ（厚木市中荻野）と箱根東京テフラ（大井町山田）の露頭が緑化せずに現状保存となった。

2-3-2 地層剥ぎ取りによる露頭情報の収集

露頭の保存に準ずる手段として、地層剥ぎ取り標本による露頭情報の収集、保存が挙げられる。これについては、石浜・他(2015)にまとめられている。

2-3-3 論文記載

露頭保存や剥ぎ取りが不可能でも、重要な工事露頭については、神奈川県博発行の神奈川自然誌資料および神奈川県立博物館研究報告（自然科学）に記載した。生物分野を含め地元の重要な情報の記載は、地域博物館の仕事の1つである。これらの刊行物にはカラー写真を載せることはできないが、2005年以降、神奈川県博ウェブサイト^{注1)}では、カラー写真を掲載したPDF版が閲覧できるようになり、資料的価値が高まった。

2-3-4 露頭画像、テフラ画像と実物標本の収集

以上の取り組みに比べ簡略的ではあるが、膨大な数の露頭に対応できる方法である。本稿の画像データベース構築は、この活動の一環である。客観的にテフラを見ることができテフラや露頭のカラー写真は、論文の記載以上のデータ量を有する場合もある。また神奈川県博には、主に神奈川県内で採取されたテフラの実物標本（関東ロームテフラコレクション）が1800点（明治時代以降のテフラ：16点、江戸時代～武蔵野ローム層中のテフラ：768点、下末吉ローム層中のテフラ：256点、多摩ローム層中のテフラ：713点、上総層群中のテフラ：18点、岩塊：28点、以上2014年11月現在）収蔵されており、様々な活用方法が検討されている。

2-4 テフラデータベースの事例

露頭、テフラのデータベースは、テフラ研究の進展に伴い、まず冊子体の形で整備された。露頭のデータベースとしては、『第四紀露頭集—日本のテフラ』（日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会、1996）が代表的なものとして知られている。『第四紀露頭集』は露頭消滅の問題にも対応して、消滅した露頭も記載した点が注目される。

注1) <http://nh.kanagawa-museum.jp/research/nhr/index.html>
および <http://nh.kanagawa-museum.jp/research/bulletin/index.html>

る。一方テフラデータベースは、テフラ画像を中心とした「画像型」と、年代、分析値などの研究データをまとめた「データ型」に細分され、画像型は地域版、データ型は全国版という傾向がある。画像型の例として、千葉県立中央博物館の『鍵層集』（千葉県立中央博物館、1991、1992、1993、1994、1995、1996、1997、1998）、データ型の例として『火山灰アトラス』（町田・新井、1992）、同新編（町田・新井、2003）が主なものとしてあげられる。

テフラデータベースは、ウェブサイトでの公開もされるようになり、滋賀県立琵琶湖博物館のWEB図鑑「琵琶湖地域の火山灰（高島沖ボーリングコア）」^{注2)}やJ-Tephra^{注3)}は「データ型」テフラデータベースとして先駆的な例といえる。本稿のデータベースは「画像型」に属するもので、テフラ画像が2008年、露頭画像が2010年に公開されており、画像型データベースとして、国内では先駆的な実践例といえる。「画像型」データベースは、「データ型」データベースより、地道な収集活動が必要で、短期間のうちに構築することは難しいことが挙げられる。

3. 神奈川県博画像データベースの概要と意義

神奈川県博で公開している露頭画像データベースは、神奈川県博ホームページのトップページ^{注4)}上にある『研究活動』の『地球環境グループ』の中の『ひと昔前の写真が語る神奈川の地質』に格納されている。テフラ画像データベースは、同じくトップページより『電子百科』の『神奈川の自然』の中の『関東ローム層』に格納されている。なお、『関東ローム層』と『ひと昔前の写真が語る神奈川の地質』とは相互にリンクが張られている。

3-1 ひと昔前の写真が語る神奈川の地質

神奈川県内では、東部の川崎・横浜地域を中心に改変前の地形や露頭が残っている場所は非常に少ない。『ひと昔前の写真が語る神奈川の地質』は、このような地域の地形、地質の情報源として、古写真の重要性に着目し、構築した露頭画像データベース^{注5)}である。露頭カラー写真、地形カラー写真合計325枚の画像からなる。画像は著者らが撮影したカラー写真に加え、町田 洋東京都立大学名誉教授所蔵のカラー写真があり、これら約1000枚のカラー写真の中から選択し、イメージキャナーで取り込みデジタル化した。撮影年代も1960年代まで遡

る。検索方法は、地域の過去の姿を見るという観点から、神奈川県内の行政区分図から地形図へと進み、地図から露頭位置を検索する方式をとった (Fig. 1)。

3-2 関東ローム層

『関東ローム層』は、151のテフラを撮影した1004枚のカラー写真より構成されているテフラの画像型データベース^{注6)}で、一般向けのテフラ図鑑を目指して構築したものである。特に箱根火山のテフラのように鉱物学的特徴の少ないテフラの同定には、カラー写真資料は有効である。

画像は主として1980～2000年代に神奈川県内の造成地で、著者の一人である笠間が中心に撮影した約4000枚のカラー写真の中から選択し、イメージキャナーで取り込んだものである。写真収集は、事業者の協力を得て、工事露頭をこまめに巡ることが重要であった。なお、神奈川県博でのデータベース構築が決定された2006年からは、写真の一般公募も行ったがほとんど集まらなかった。

収集したテフラ画像の公開にあたっては、1つのテフラに対して様々な名称、記号、愛称等が付けられている問題に対応する必要があった。このため、既往文献で定義された名称、記号、ローカルネーム、愛称について、対比関係を全て載せるとともに、テフラが含まれるローム層名もこれにならって全て併記した。これによって次に述べる名称と記号による検索も可能となった。

『関東ローム層』には、「地域と時代」、「名称と記号」、「画像一覧」の3種類の検索方法がある。このうち「地域と時代」には、笠間 (2008) のテフラ対比表に基づいたさらに詳細な検索画面がある (Fig. 2)。

神奈川県博のテフラ画像データベースの特徴として、1つのテフラに関しては、なるべく多くの画像を掲載するようにした。これは同一のテフラでも給源からの距離や方向により層相は変化することを意識したものである。また、テフラの接写に加えて、テフラの層位関係を示す画像は、テフラの同定に非常に重要な情報であることから、上位、下位の複数のテフラ層が写っている画像もあわせて掲載した (Fig. 3)。

なお、このデータベースに含まれるテフラのうち、箱根火山起源のものに関しては、名称および掲載文献について一覧表にまとめ (笠間・山下、2008)、全岩化学組成のデータ (山下・笠間、2008) とともに、DVD版データベース (研究者や教員向けに神奈川県立博物館調査研究報告 No. 13 の付録として収録) を作成し、さらに箱根ジオパークでの活用方法について検討した (笠間・山下、

注2) <http://www.lbm.go.jp/emuseum./zukan/tephra/index.html> (2007年公開)

注3) <http://www.j-tephra.jp/?action=tephra> (2007年公開)

注4) <http://nh.kanagawa-museum.jp/>

注5) http://nh.kanagawa-museum.jp/kenkyu/kanagawa_chishitsu/index.html (2010年6月10日公開)

注6) http://nh.kanagawa-museum.jp/sizen/tephra/top_menu.cgi (2008年4月22日公開)

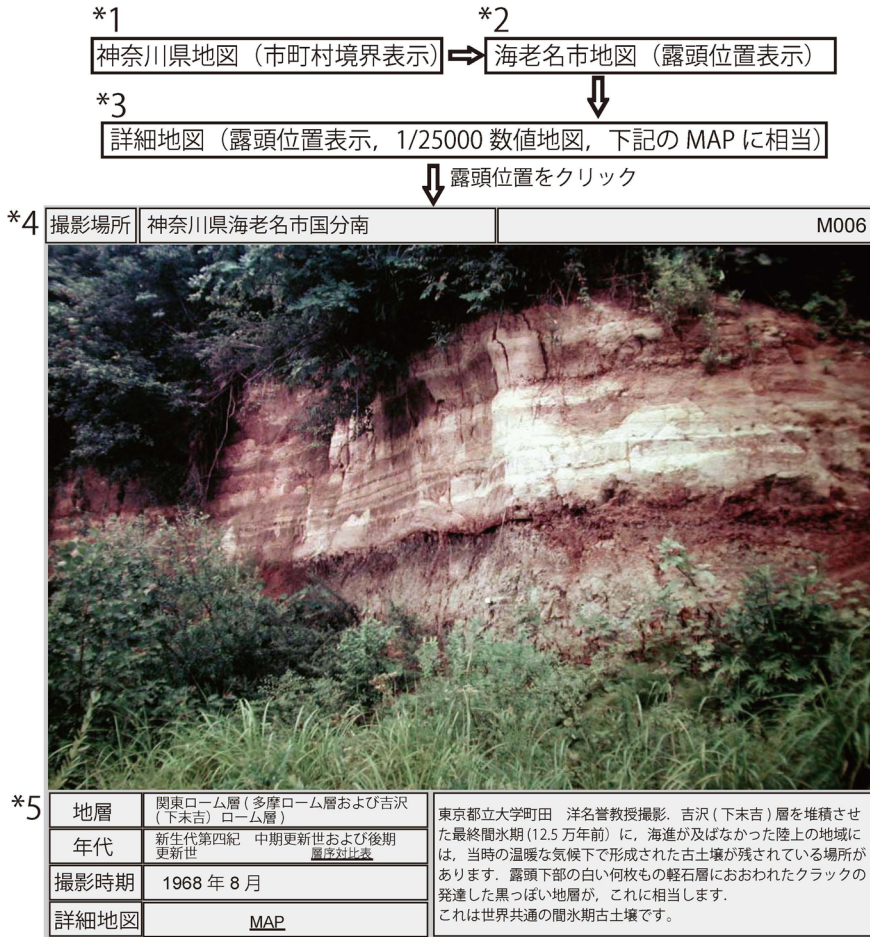


Fig. 1. Search procedure to identify locations of tephra outcrops via topographic maps from the map of Kanagawa prefecture.

*1) Map of Kanagawa prefecture.

*2) Map of Ebina City.

*3) Topographic map in scale 1 : 25,000 published from the Geospatial Information Authority of Japan (GSI). These boxes at the top (*1-3) link to each map, respectively.

*4) Locality: Kokubu-Minami, Ebina City, Kanagawa prefecture, Japan.

*5) Strata: Kanto loam (volcanic ash soil) layer. Age: Middle to Late Pleistocene. Photo was taken by Hiroshi Machida (Emeritus Professor of Tokyo Metropolitan University) in August 1968. Cracked paleosol under the white pumice layers were deposited on land during the last interglacial stage (0.125 Ma).

2009). なお、この DVD 版データベースは、神奈川県博ウェブサイト^{注7)}で公開しており、電子百科にはない斑晶鉱物の接写画像が収められている (Fig. 4).

4. 画像収集の取り組み方策

神奈川県博で公開している露頭画像及びテフラ画像

データベースは、テフラの同定のみならず、箱根火山の噴火史を考える資料としても役立つ。

しかし、本データベースの大きな課題として、まだ収蔵する露頭及びテフラの数が少ないことが挙げられる。撮影を始めた 1980 年代後半の時点で、多摩丘陵では鉄道沿線の大規模開発がまだ行われており、約 30 年かけて多くの画像資料は収集できたが、大磯丘陵では既に露頭が消滅しつつある状態であった。上杉 (1976) の記

注7) <http://nh.kanagawa-museum.jp/research/res-rep/index.html>

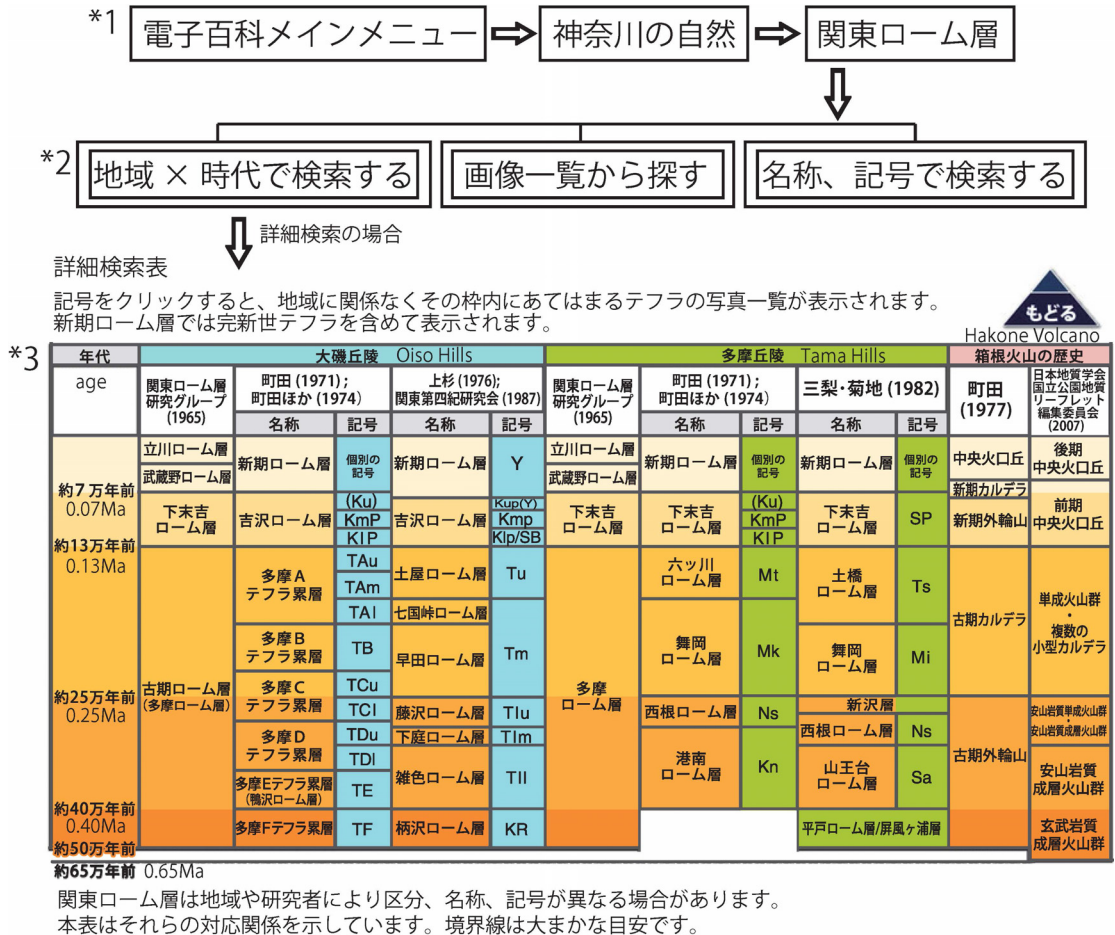


Fig. 2. 'Kanto Loam' web page, showing the list of the Middle to Late Pleistocene tephras and main articles accessed via 'Nature of Kanagawa' from the 'DENSHI HYAKKA (electronic encyclopedia)'.

- *1) Page flow chart to the storage place of the database of 'Kanto Loam', via 'Nature of Kanagawa' from the 'DENSHI HYAKKA'.
- *2) Three square frames are retrieval methods of researching tephra of 'Kanto Loam', which are by area and age, photos, and names, from left to right.
- *3) Detailed retrieval screen prepared for specialists, tephra can be retrieved by deposited area and/or age of tephra based on main articles (i.e. Knato Loam Research Group, 1965; Machida, 1971; Machida *et al.*, 1974; Uesugi, 1976; The association for Kanato Quaternary Research, 1987; Mitsunashi and Kikuchi, 1982; Machida, 1977; The geological society of Japan, 2007).

載したテフラは260層ほどあるが、このデータベースでは、現時点で151層が所蔵されているに過ぎない。また、主な収集位置は大磯丘陵、多摩丘陵で、箱根火山の北東方向に位置しており、テフラの対比及び噴火解明のためには、より多地点の資料が必要である。

今後、高度経済成長期に行われたような大規模開発が行われる可能性は低いことから、この時期に匹敵するような多様な情報収集は望めそうにない。したがって、そ

の当時に撮影された露頭写真や採集された標本を収集することには重要な意味がある。最近神奈川県では、工学関係の研究者が撮影した関東ローム層の写真アルバムが遺族の方より寄せられたが、これは数少ない事例で、資料を所有していると思われる方が高齢化する中で、十分な収集はできていない。

以上をもとに、噴火史解明に資する露頭画像データベース構築に当たって、神奈川県博の事例を参考に、特

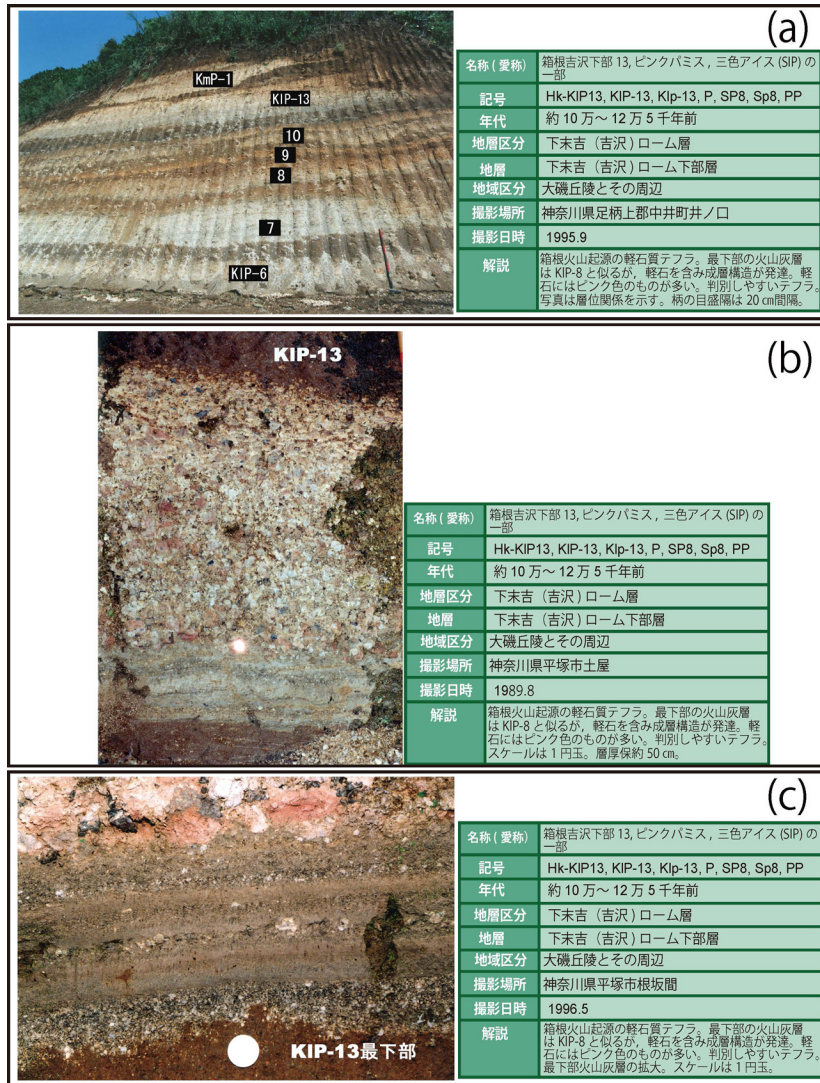


Fig. 3. Sample pages in database of tephra outcrop photo of Hk-KIP13: (a) outcrop including Hk-KIP13 (b) close-up of the tephra (c) the lowest part of the tephra.

*1) From top to bottom, the list shows the following things. Name of the tephra: Hakone-Kisawa lower Pumice 13. Symbol of the tephra: Hk-KIP13, KIP-13, etc. Eruption age: 0.01～0.0125 Ma. Major classification of Kanto loam formation: Shimosueyoshi (another name: Kisawa) loam formation. Name of the formation: Lower Shimosueyoshi (Lower Kisawa) loam formation. Area: Oiso hills. Location of the photo: Tsuchiya, Hiratsuka city, Kanagawa prefecture. Description date: May 1996. Explanatory notes: Pumice tephra with a stratified gray ash layer at bottom, which is most important feature.

に露頭写真の収集とその取組み体制の観点からの提案をする。

4-1 過去に遡っての収集

書籍、論文等に既に掲載された露頭の撮影、もしくは関係機関、個人、団体が所蔵している写真資料を収集する。

書籍、論文等で掲載された露頭は、神奈川県博のような地域にある関係機関（博物館、教育センター等）の観察会で訪れることが多く、露頭の現状把握は可能である。露頭が消滅している場合は、過去の写真資料の収集を試みることになるが一般に難しい。地域の関係機関は、多寡はあるものの写真を所蔵しているが、その量は十分で

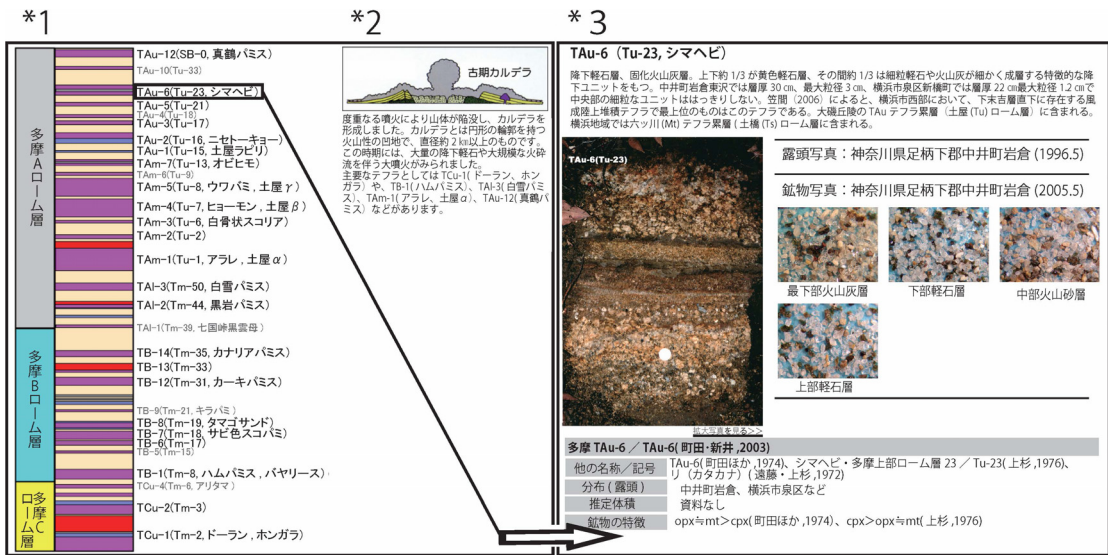


Fig. 4. A sample page showing lithofacies and phenocrysts of fall units of tephra accessed via columnar sections.
 *1) Columnar section of the upper part of Tama loam formation.
 *2) Cross-section of Hakone volcano at caldera forming stage, and explanatory notes show the relationship between tephra and eruption history of Hakone volcano. The upper part of Tama loam formation related caldera forming.
 *3) This web page appears by clicking tephra symbol TAU-6 in columnar section on the left. TAU-6 was the newest tephra deposited on land before the last interglacial marine deposit at Yokohama, Kanagawa prefecture. Photos are TAU-6 tephra at the outcrop and phenocrysts of each fall unit at Iwakura, Nakai, Kanagawa prefecture.

はない。またこれらの関係機関が地域住民等に呼びかけて収集することは可能であるが、露頭やテフラに関心を持って撮影した写真そのものがほとんどなく、十分な収集はできていない。現在までに唯一有効だったのは、研究者との連携であった。

このことから、学会が中心となり会員（研究者）に限定して呼びかけ、収集することが有効と考えられる。また、その際にフィールドノートのデータの保存についても合わせて検討していけば、資料価値は更に高まると考えられる。

4-2 将来にわたっての収集について

今後新たに論文に掲載される露頭、並びに工事等によって出現した露頭の写真と地質情報を収集する。

新たに論文に掲載される露頭の写真は、著者への負担になるが、学会として論文受理時に高解像度の露頭写真の提出をお願いする。工事等によって出現する露頭の写真や地質情報の収集は、地域の関係機関、とりわけ地域博物館の果たす役割が大きい。実際に神奈川県では工事露頭出現の情報は、ボランティアスタッフや博物館友の会会員から寄せられることが多く、連絡を受けて現場事業者の方に相談している。また、神奈川県では小田原市文化財課と連携して、埋蔵文化財発掘調査の露頭情

報は、その都度得られている。神奈川県博からは小田原市文化財課に石材や埋め土の供給源等の情報を伝えている。考古関係の機関との連携は、相互にメリットがあることが多い。

上記4-1, 4-2に示した画像収集の取り組みは、いずれにおいても丁寧に長い時間をかけて取り組むことが重要であり、学会や関係機関との長期的な連携・体制づくりが必要である。

5. おわりに

著者らの所属博物館のある神奈川県は、関東ローム層の研究の重要なフィールドであった。地域博物館として、テフラ画像のデータベースを構築したが、まだ十分なものではなく、その中でいくつかの課題も明らかとなった。地域博物館の存在も重要であるが、学会レベルで取り組むべき課題も存在すると考えられる。本稿が噴火史解明のための画像データベース構築のための一助となれば幸いである。

謝 辞

本稿で紹介した2つのデータベースの構築は、文科省科研費（課題番号 18500694; 研究代表者 笠間友博）に

よるものである。なお、露頭画像データベースの構築にあたっては、神奈川県博情報資料課の元職員である落合誠氏ならびに増田幸子氏、同館地学ボランティアの方々のご協力を得た。ここに記してお礼申し上げる。また、発表の機会を与えていただいた本特集号編集委員の方々、査読者として有益な助言を頂いた産業技術総合研究所の及川輝樹氏、(株)ダイヤコンサルタントの小林淳氏、熊本大学の宮縁育夫氏にお礼申し上げる。

引用文献

- 石浜佐栄子・笠間友博・山下浩之・新井田秀一・平田大二 (2015) 地層剥ぎ取り技法を用いた箱根火山起源噴出物の実物標本化—神奈川県立生命の星・地球博物館における露頭情報の収集・保存・活用—。火山, **60**, 341-348.
- 関東第四紀研究会 (1974) 横浜付近の第四系に関する諸問題 (1), (2)。地球科学, **28**, 155-171, 218-235.
- 関東第四紀研究会 (1987) 大磯丘陵の層序と構造。関東の四紀, **13**, 8-46.
- 関東ローム研究グループ (1956) 関東ロームの諸問題。地質学雑誌, **62**, 302-316.
- 関東ローム研究グループ (1965) 関東ローム-その起源と性状。築地書館, 378 p.
- 笠間友博 (2008) 大磯丘陵, 多摩丘陵に分布する箱根火山起源のテフラ。神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), **13**, 111-134.
- 笠間友博・山下浩之 (2008) 箱根火山起源テフラ資料, 露頭写真のデータベース。神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), **13**, 219-236.
- 笠間友博・山下浩之 (2009) 箱根火山岩石・テフラデータベースの構築とジオパークへの活用。月刊地球, **31**, 125-131.
- 町田 洋 (1971) 南関東のテフロクロノロジー (I) —下末吉期以降のテフラの起源および層序と年代について—。第四紀研究, **10**, 1-20.
- 町田 洋 (1977) 火山灰は語る。蒼樹書房, 324 p.
- 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, 276 p.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス—日本列島とその周辺—。東京大学出版会, 336 p.
- 町田 洋・新井房夫・村田明美・袴田和夫 (1974) 南関東における第四紀中期のテフラの対比とそれに基づく編年。地学雑誌, **83**, 22-58.
- 三梨 昂・菊地隆男 (1982) 横浜地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 105 p.
- 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会 (1996) 第四紀露頭集—日本のテフラ—。日本第四紀学会, 352 p.
- 日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会 (2007) 1. 箱根火山。日本地質学会。
- 千葉県立中央博物館 (1991) 上総層群下部鍵層集 (1990 年版)。千葉県立中央博物館, 218 p.
- 千葉県立中央博物館 (1992) 下総層群鍵層集 (1991 年版)。千葉県立中央博物館, 162 p.
- 千葉県立中央博物館 (1993) 三浦層群中部鍵層集 I (1992 年版)。千葉県立中央博物館, 124 p.
- 千葉県立中央博物館 (1994) 三浦層群中部鍵層集 II (1993 年版)。千葉県立中央博物館, 82 p.
- 千葉県立中央博物館 (1995) 三浦層群上部鍵層集 I (1994 年版)。千葉県立中央博物館, 77 p.
- 千葉県立中央博物館 (1996) 三浦層群上部鍵層集 II (1995 年版)。千葉県立中央博物館, 83 p.
- 千葉県立中央博物館 (1997) 三浦層群下部鍵層集 I (1996 年版)。千葉県立中央博物館, 75 p.
- 千葉県立中央博物館 (1998) 三浦層群下部鍵層集 II (1997 年版)。千葉県立中央博物館, 65 p.
- 上杉 陽 (1976) 大磯丘陵のテフラ。関東の四紀, **3**, 28-37.
- 上杉 陽・畠山桐子・川上直樹・森本正子・由井将雄・立山美津子・水谷有子・小林ひろみ・関東第四紀研究会 (2000) 多摩中部ローム層標準柱状図。関東の四紀, **22**, 3-38.
- 山下浩之・笠間友博 (2008) 箱根火山の噴出物および基盤類的全岩化学組成データベース。神奈川県立博物館調査研究報告 (自然科学), **13**, 211-218.

(編集担当 福島大輔)