

## 露頭の原状保存のための 地層剥ぎ取り・型取り・切り取り技法について

### Techniques to Preserve and Collect Geological Evidences from Outcrops

石浜佐栄子<sup>1)</sup>

Saeko ISHIHAMA<sup>1)</sup>

**Abstract.** Kanagawa Prefectural Museum of Natural History has collected real outcrop specimens by three methods: surface peel, moulage and block sample. These precise techniques including preparation, materials, procedures and after-treatment are shown with real case examples. Recording geological information of real outcrop are also important to utilize these specimens effectively.

**Key Words:** surface peel, moulage, block sample, geological evidence, museum collection

#### 1. はじめに

地層や岩石が露出している露頭には、過去の環境変動や激変災害など、重要かつ多様な地質情報が詰まっている。そこでは、研究者が観察した結果を記載したり、ハンマーや鎌を用いて部分的に試料を採取して分析したり、写真やスケッチを取ったりして研究を進める。しかし露頭は、道路工事や開発事業によって消滅したり、安全管理上の問題のために被覆されたりなど、貴重な地質情報を得るための場が失われてしまう場合も少なくない（石浜ほか, 2015）。失われゆく重要な地質情報を、実物資料や間接資料として収集し後世に伝え、研究者や市民等が利用できるように保存していくことは、地域の博物館が担うべき大きな役割でもある。

本論文では、地層剥ぎ取り技法をはじめとした、露頭の現場を保存して収集する技術的な方法について、実例を交えてまとめた。神奈川県立生命の星・地球博物館（以下、当館）が所蔵する地層剥ぎ取り・型取り

によるレプリカ再生・切り取り採集標本（p.60-174 参照、KPM-NP は当館の剥ぎ取り・型取り標本の資料番号）は、これらの技法を用いて製作されたものである。

#### 2. 収集前の準備

資料を収集する場合、まずはじめに、その場所が誰の所有地なのかを調べる必要がある。自宅の庭を掘った場合などは問題ないだろうが、例えば国や自治体が管理する河川であっても、河岸や河川敷などの地権者は個人である可能性もあるので、注意が必要である。地域を所管する地方法務局に出向き、公図の閲覧を申請して該当箇所の地番を調べ、登記事項証明書によって地権者の確認を行う必要がある。申請には手数料が発生するが、地方自治体の機関が公用で利用する場合には、必要な手続きを経れば支払いが免除される。

地権者が特定できたら、資料収集について説明を行い、許可を得る。河川や国立・国定公園などに該当する場合は、所管する省庁や自治体にも利用申請が必要であろう。遺跡の発掘現場や、工事現場などの場合には、発掘担当者や工事業者と調整する。また、作業の内容や日程、立ち会う作業者の数、音や臭いが出な

<sup>1)</sup>神奈川県立生命の星・地球博物館  
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田499  
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History  
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan  
ishiha@nh.kanagawa-museum.jp

いかどうかなどをあらかじめ自治会長に伝えておくなど、地域の住民に対する配慮も重要である。

収集作業を始める前に、目的に応じて、表土や地衣植物をはがし、露頭を整形する。現場の状況をそのまま保存したい場合や固くて整形不能な露頭では不要だが、表面の凸凹が標本中で意味なく目立ってしまうことがあるので、細かな堆積構造などを見せたい平面的な標本を製作する際には、事前の整形作業が重要になる。表面の形状や侵食度合いの差を見せたい場合など、あまり整形をしすぎない方がよい場合もある。なお非常にやわらかく崩れやすい露頭の場合は、鉛直の断面を作ってしまうと作業が難しくなるため、わざと少し傾斜を付けるなどの工夫が必要になることもある。

### 3. 地層剥ぎ取り技法

地層剥ぎ取り技法とは、露頭に直接接着剤を噴きつけ、ガラス繊維や布などで裏打ちをして固化後に露頭表面を薄く剥離させることによって地層資料を採取する手法（接状剥離法）のことである（神奈川県立生命の星・地球博物館, 2008）（図1）。製作された標本は実際とは鏡反転し、左右や凹凸が逆になるものの、地層の連続的な層位関係をそのまま実物で採取することができる。また構成粒子の多くを切断することなく採取できるため、鎌などで削り出された露頭面と比べて、粒径や粒子の配列などの特徴をより明瞭に再現できる（石浜ほか, 2015）。

この技法は陸上に露出する露頭のほか、遺跡や土壌、河原や海岸などの現世堆積物、ボーリングコアや海底

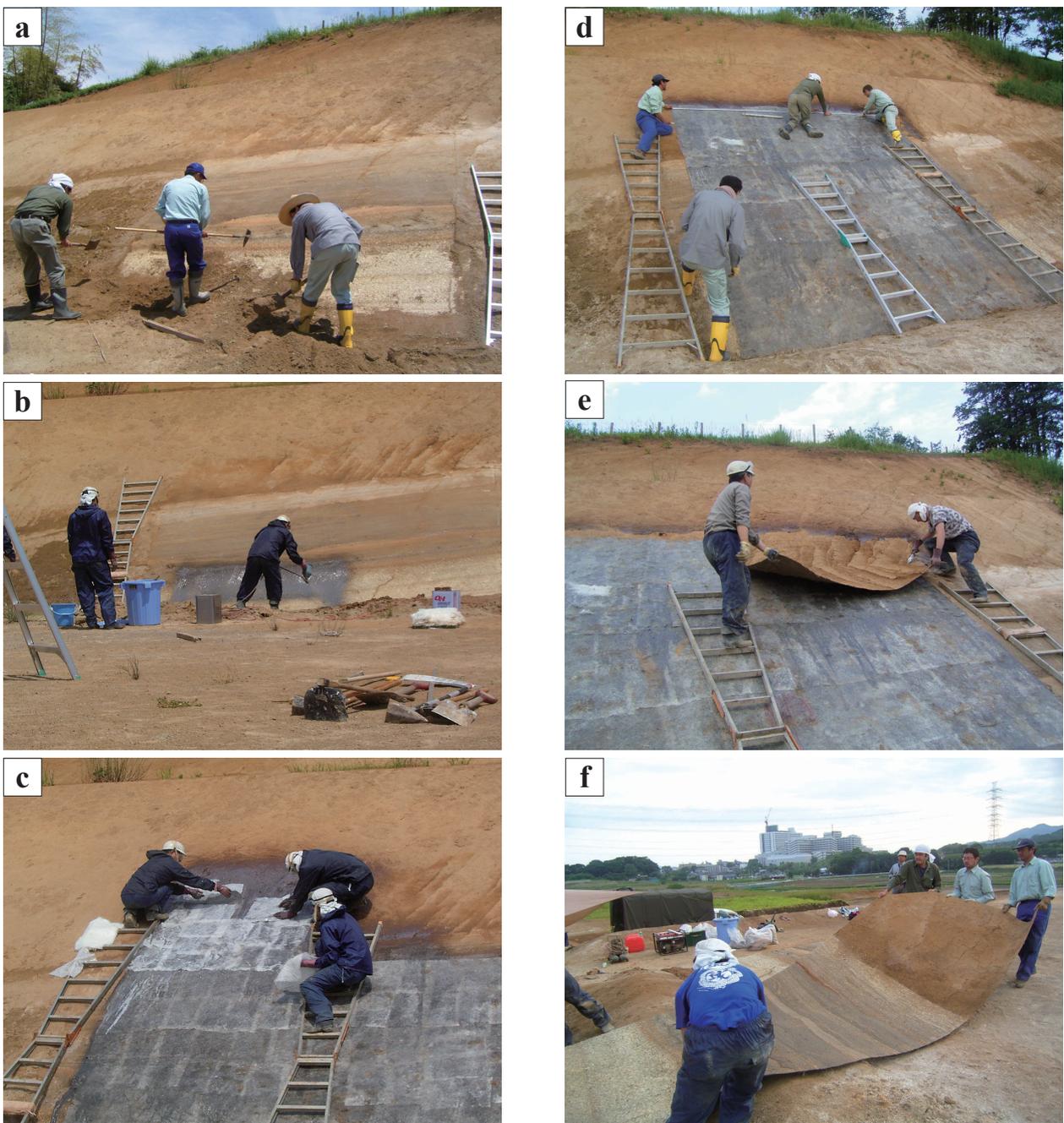


図1. 地層剥ぎ取り（接状剥離法）の例（KPM-NP 5）. a: 露頭の表土をはがし、整形する. b: 接着材を噴きつける. c: ガラス繊維で裏打ちをする. d: 露頭の向きや水平線を測定して記録する. e: 剥がし取る. f: 剥がし取った標本.

コアサンプルなどにも広く適用できる。収集できる大きさに制限はないが、あまり大きくなってしまうと収蔵性や運搬性が悪くなるため、常設展示しない場合は収集後に標本を分割して保存すると便利である。目的に応じて収集する範囲を決め、出来上がりの形状を想定したうえで、接着剤の種類や噴霧・塗布方式、裏打ち材の種類、後処理の方法などを選択する。

地層剥ぎ取り技法の具体的な手順については、奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター（1980）、浜崎・三土（1983）、戸倉（1996）、徳橋・牛島（1998）、植木ほか（2008）などに詳しい。ここでは当館での具体的な収集例に触れつつ、その手法や材料等について、概要を網羅的に紹介する。

### （1）接着剤

専門業者に委託して製作を行う場合は、露頭や標本の活用目的等に応じて個別に接着剤を調べてもらうことができる。当館では収蔵の便を考えて仕上がりの方の軟度を調整し、絨毯のように巻くことができるものを製作委託している。接着剤をスプレーで露頭に噴きつける方式で、大きな標本であっても均一に露頭を剥ぎ取ることができる。

当館で学芸員が自作する場合には、三恒商事株式会社が販売するトマック NS-10（図2）（KPM-NP 18, 19, p.99-100）、東邦化学工業株式会社が販売する Hycel OH-1AX（図3）や Hycel SAC-100（KPM-NP 64, p.103）（いずれもウレタン合成樹脂プレポリマー製品）を使



図2. 学芸員によるウレタン合成樹脂剤のトマック NS-10 を用いた剥ぎ取り作業。 a: トマックを必要量だけ容器にうつす。 b: 刷毛で丁寧にトマックを塗る。 c: タワシでガラス繊維を押さええて一体化させる。 d: 霧吹きで水をかける。 e: 丁寧に剥がし取る。 f: 水平面を剥ぎ取することもできる。

用している。噴霧は難しいので、直接刷毛で塗るか、裏打ち材をあらかじめ樹脂剤に浸しておいて露頭に接着している。Hycel は水と混合させておいたものを塗布しても良いが、作業に手間取る場合には、露頭に直接 Hycel を塗布してから水を加えて固化させた方が落ち着いて作業を進めることができる。刷毛で丹念に重ね塗りをし、裏打ち材との間に隙間ができないようタワシ等で押さえて一体化させると、きれいに仕上がる人が多い。なおいずれの樹脂剤も、缶を一度開けてしまうと長く保存できずに固まってしまったりするため、一度に使い切るか、なるべく小さなサイズの缶で購入することが望ましい。



図3. 学芸員によるウレタン系合成樹脂剤の Hycel OH-1AX を用いた剥ぎ取り作業。a: 寒紗を竹串で固定し、ハイセルを塗る。b: 水を塗って固化させる。c: 鎌を使って丁寧に剥がし取る。

また、スプレー式の合成ゴム系速乾性接着剤 (G17 および Z2, コニシ (株)) を利用することもある (図4) (KPM-NP 65, 66, 67, p.164-169)。スプレー式であるため取り扱いが容易で、ホームセンターなどでも入手できる利便性がある。Z2 (スチレン-ブタジエンゴム系) は無色なため仕上がりはきれいだが、湿った面に対しては G17 (クロロプレンゴム系、黄色) よりも接着力が弱い (笠間ほか, 2015)。布の裏打ちはしてもしなくても良いが、裏打ちをする場合には接着剤との間に隙間ができないようぴったりと密着させる必要がある。

一般に広く流通している接着剤を利用して剥ぎ取りを行うことも可能である。水で薄めた木工用ボンドを



図4. 学芸員によるスプレー式の合成ゴム系速乾性接着剤を用いた剥ぎ取り作業 (KPM-NP 65)。a: スプレー式接着剤を露頭に噴きつける。b: 布で裏打ちする。c: 剥がし取る。

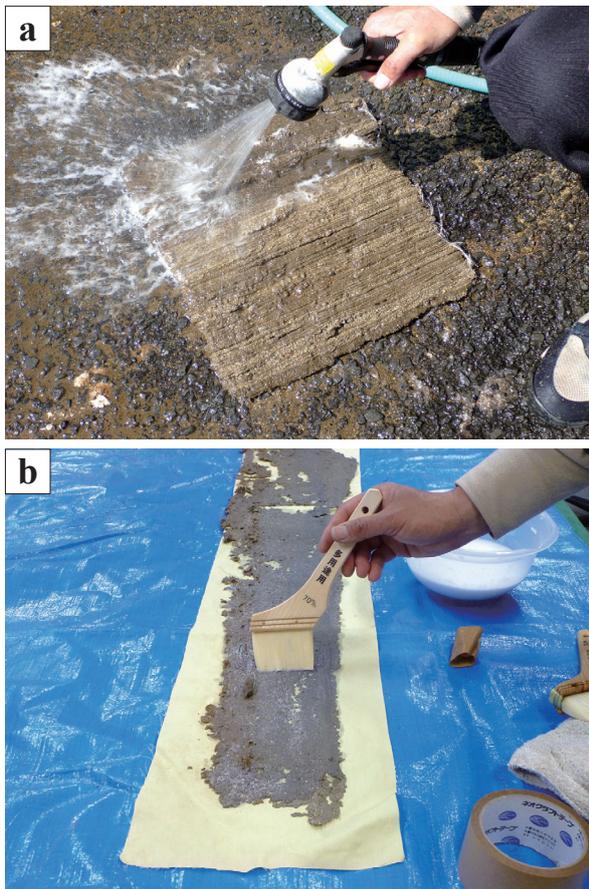


図5. 剥ぎ取った資料の後処理. a: 流水で余分な粒子を洗い流すことにより、層理が明瞭になる. b: 木工用ボンドによる表面固定.

用いると、乾燥に時間はかかるものの、軟らかい堆積物や風化した表面の粒子を剥ぎ取ることができる。あまり広い範囲でなければ速乾性の多用途ボンド（例えばウルトラ多用途SU（シリル化ウレタン樹脂）、コニシ（株））を用いることもできるが、薄くしか採取できないことと、露頭（あるいは裏打ち材）に素早く満遍なくボンドを塗ることが難しいという難点がある。笠間（2017）は、ホットメルト系接着剤を用いた試料採取手法を開発し、紹介している。

## （2）裏打ち材

露頭と接着剤に合わせて、裏打ち材を選択する。ガラス繊維のほか、ガーゼ、寒冷紗、布、網戸など、様々な素材が用いられている。ガラス繊維は、取り扱いに注意が必要であるが、接着剤の浸透性や露頭との密着性が良く、何より剥ぎ取り後に標本が伸縮変形しない点で優れている。そのため当館では、一部（例えばKPM-NP 65, 66, 67、スプレー式接着剤の裏打ち材として布を使用）を除き、ほとんどの標本はガラス繊維で裏打ちを行っている。

ただし寒冷紗やガーゼなど縮みやすい素材を使った場合も、剥ぎ取り作業終了後速やかに板などに固定し、変形を防ぐことができれば問題はない。

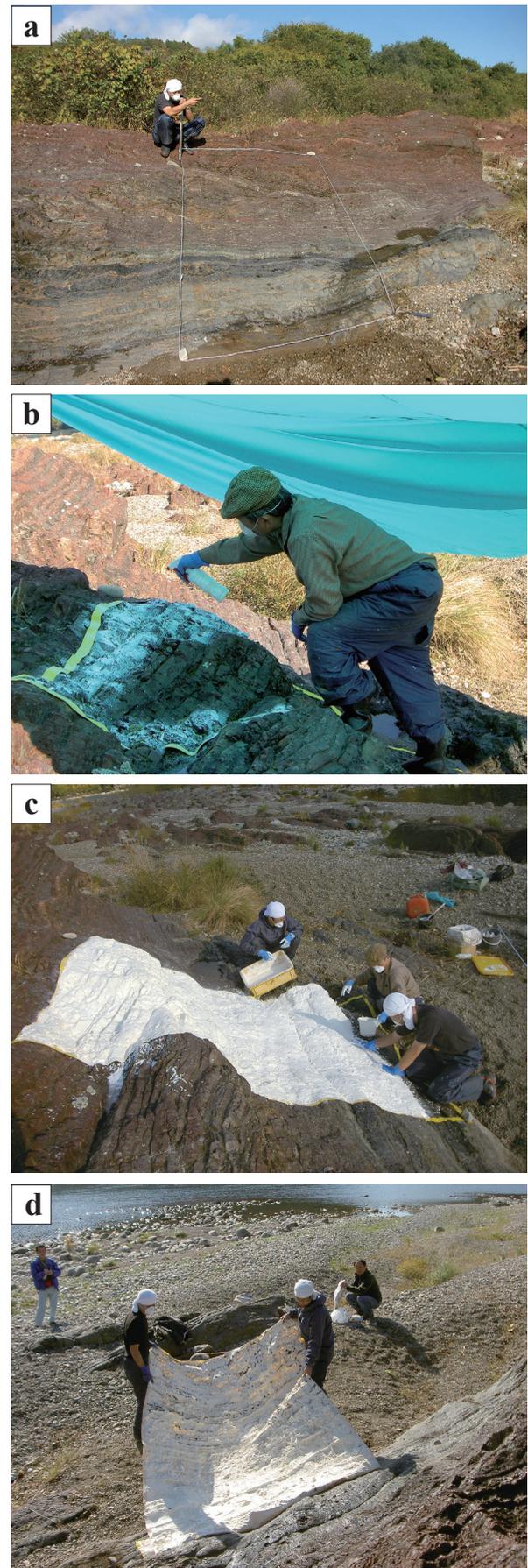


図6. 中生代チャート層の型取り技法による作業風景（KPM-NP 32）. a: 型取り範囲の枠を決める. b: 薬品を噴きつける. c: グラスウールで裏打ちする. d: 型を剥がし取る.

## (3) 後処理

剥ぎ取った資料は、流水で余分な粒子を洗い流すと、粒子の並びや細かな構造がより明瞭に観察できるようになる（図 5a）。必要に応じて、作業の過程で落下してしまった礫や化石などを補修し、板や台などに貼り付ける。

表面の加工をするかどうかについては、標本の使用目的によって、意見の分かれるところである。合成樹脂を表面に薄く塗布すると、湿ったような色となって標本が鮮明に見え、また粒子の固定も強化される。長い期間展示をしたり、多くの人が触ったりする可能性がある場合は、補強のために加工をした方が望ましい

が、その反面、あまり厚く塗ってしまうと変色やテカリの原因ともなる。当館で学芸員が標本を自作する場合には、水で薄めた木工用ボンドを数回塗布することで、粒子の落下を防いでいる（図 5b）。教育普及用の標本などで使用頻度が低く、劣化の心配がない場合には、表面の加工をせず、必要な時のみ霧吹き等を用いて表面を湿らせ観察するという方法（河尻清和氏私信）もある。

後処理は、標本の見栄えに直接大きく影響するため、台座への設置や表面加工を専門業者に依頼することもできる。また、標本の劣化や変色が起こってしまった場合、修復を依頼することも可能である。



図7. 地層剥ぎ取り技法と型取り技法を組み合わせた作業（KPM-NP 51）。a: 露頭の様子（上半分は剥ぎ取り、下半分は型取り技法を適用）。b: 上半分の段丘礫層の型をはがす。c: 下半分の軽石流堆積物を剥がし取る。d: 礫に番号をふって特定する。e: 別途採集してきた礫をはめ込んで固定する。f: 礫のはめ込みと着色作業の様子。

#### 4. 地層型取り技法

固結により剥離が困難な露頭に対しては、型取り（離状剥離法）を行い、その雌型をもとにレプリカ（型取り模造）を製作することができる。当館では、箱根火山の溶岩（KPM-NP 23, p.106-107）や、中生代のチャート層（KPM-NP 32, p.150-151）などに対して離状剥離法を適用し、レプリカ再生標本を製作してきた（図6）。実物そのものではないが、色や質感も忠実に再現し、露頭を原状のまま保存した貴重な標本である。

硬さが異なる露頭の境界部を保存したい場合、地層剥ぎ取り技法と型取り技法を組み合わせることもある。KPM-NP 15（p.104-105）はローム層と溶岩の境界部の標本であり、ローム層は剥ぎ取り技法、溶岩は型取り技法によるレプリカ再生を行って、これらを合体させた。またKPM-NP 51（p.134-135）は、軽

石流堆積物を段丘礫層が不整合に覆っている露頭で、人頭大より大きな段丘礫を大量に剥ぎ取ってしまうと周辺の露頭が崩落してしまう危険性があった。そのため、軽石流堆積物は剥ぎ取り技法、段丘礫層は型取り技法を適用した上でレプリカを再生するのではなく、型そのものに礫や基質の色を着色して標準化することを試みた（図7）。そのままだと段丘礫の多くが凹みとして表現されてしまうため、一部の段丘礫については該当部分の礫を露頭から採取してきて嵌め込んだり、型そのものの凹凸をひっくり返して（礫の凹部を凸部として）礫の凹凸感を再現した。

#### 5. 切り取り技法

露頭を保存する手段として、大きなブロックとして崖をそのまま切り取り採取するという方法もある（中



図8. 化石カキ礁を含む相模層群上倉田層の切り取り標本の収集作業（KPM-NP 9と同地点）。a: 重機で側面を削る。b: 収集する面に樹脂を噴き付け補強する。c: 裏面を削る。d: 削り終わったところ。e: 角材で梱包して取り上げる。

島ほか, 2003)。露頭の状態によっては、表面や周囲を樹脂等で固定(保護)したうえで、重機等で運搬する必要がある。剥離は難しいが、型取りではなく、どうしても実物そのもので露頭を保存したいという場合には、この技法を用いることになる。当館でも、KPM-NL 441 (p.172-173) や KPM-NL 432 (p.174) などこの技法が適用されている。KPM-NL 439 (p.170-171) では、事前に型取りを行った上でブロックを採集し、型取り標本を参考にして忠実にブロックを組み上げて露頭を再現した。また KPM-NP 9 (p.116-117) については、剥ぎ取り標本のほかに切り取り標本もあわせて採集している(図8)。

切り取り技法と地層剥ぎ取り技法は、考古学の遺跡保存の場においても、しばしば併用されている。大阪府立狭山池博物館や、千葉県立加曽利貝塚博物館では、遺構そのものをブロックとして固めて保存するとともに、剥離した面で観察ができるように剥ぎ取り標本があわせて展示されている。

大きなものばかりではなく、小さなものでは、コアサンプルをボンドで固めた事例もある(紺谷, 2001)。固めた後はカッター等で切断もでき、保存ばかりでなく研究にも可能性が広がるものと考えられる。

## 6. 資料収集に合わせた情報の収集と公開

収集された標本がその後十分に活用されるためには、収集時の現場の情報がきちんと記録されていることが重要である。採集者は、採集場所、露頭の向きや状況などを記載し、その地質学的背景についてまとめ、標本とともに保存しなければならない。特に法面の向きや水平線などは、露頭(崖)から切り離す前に測定し標本の裏面に書き込むなどの必要があるため、測定や記載作業を忘れないよう注意しなければならない。現場の写真や動画を撮影し保存しておくことも、非常に有益である。標本とともにこれらの情報を整理し、

関係者に広く公開して情報を共有化していくことが望まれる。

## 7. おわりに

ここまで、地質情報に関する現場をいかに収集・保存するかという技法について述べてきた。地質情報に関する現場を保存しようとする博物館関係者や研究者にとって、少しでも参考になれば幸いである。なお本研究にあたり、JSPS 科研費(課題番号 JP 25750111)、平成 22 年度全国科学系博物館活動等助成を使用した。

## 引用文献

- 浜崎忠雄・三土正則, 1983. 土壌モノリスの作製法. 農業技術研究所資料 B, **18**: 1-27.
- 石浜佐栄子・笠間友博・山下浩之・平田大二・新井田秀一, 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**(3): 342-348.
- 神奈川県立生命の星・地球博物館, 2008. 特別展図録「箱根火山 いま証される噴火の歴史」, p.72-73.
- 笠間友博, 2017. 高速硬化接着剤としてグルーガン用スティックを使用した極微小面積試料の採集. 神奈川県立博物館調査研究報告(自然科学), (15): 21-26.
- 笠間友博・石浜佐栄子・新井田秀一, 2015. 平成 23 (2011) 年東北地方太平洋沖地震での液状化に関連して行った博物館出張授業. 地学教育, **67**(4): 157-170.
- 紺谷吉弘, 2001. 未固結砂質堆積物の固形柱状標本の作り方. 堆積学研究, **54**: 49-51.
- 中島 礼・利光誠一・森山哲和・石川 功, 2003. 貝化石層の展示物作成 — 土浦市田村町の下総層群貝化石層を例に —. 地質ニュース, **585**: 51-59.
- 奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター, 1980. 層位・遺跡断面等の剥ぎ取り転写法. 埋蔵文化財ニュース, **28**: 1-8.
- 徳橋秀一・牛島英敏, 1998. 剥ぎ取り転写法. 公文富士夫・立石雅昭編, 新版 碎屑物の研究法, pp.42-46. 藤原印刷, 松本.
- 戸倉則正, 1996. スプレー式接着剤を使用した地層はぎ取り方法. 堆積学研究, **43**: 83-84.
- 植木岳雪・青木秀則・近藤玲介・鈴木毅彦, 2008. 地層のはぎ取り標本の作製方法および授業での活用. 地学教育, **61**: 187-195.