

# 博物館所蔵ボーリング標本を用いた 学校向け貸し出し教材開発による地学教育支援

大阪市立自然史博物館 主任学芸員 石井 陽子

## 1. はじめに

自然史系博物館には、ボーリング標本が収蔵されていることがある。ボーリング標本には、主に調査研究を目的に掘削し連続的にコアを採取して保存するオールコアボーリングの標本（図1）と、建設工事等に先立って行われる地盤調査ボーリングで得られた標本（図2）がある。前者であれば、後でそこから試料採取して分析を行う、またはそのまま展示するという活用が可能である。ただし未固結の堆積物の場合、埃がたまと除去が難しいことなどを考慮すると、常設展で長期に渡って展示することは避けたい。後者は断片的であり、ラベルが貼られたプラスチックの容器に収められ、箱の中に並べて保存される。そのまま展示をしても、見えるのは容器に貼られたラベルと試料のわずかな面積の表面のみである。地盤調査ボーリングで得られた標本をどのように活用したらよいか悩んでいる博物館関係者も多いのではないだろうか。大阪市立自然史博物館（以下、自然史博）では1981年の特別展「河内平野の生いたち」で、大阪平野の地質断面図や古地理図を展示したことをきっかけに、1982年より大阪市より地盤調査ボーリング標本やそれに伴うデータの寄贈を受けることになった。これまでにおよそ1600件、約5000地点の地盤調査ボーリング標本とデータを収蔵したが、近年ようやくこれらの活用が可能になった。



図1：オールコアボーリングで得られた標本



図2：地盤調査ボーリングで得られた標本

---

## 2. 大阪市立自然史博物館所蔵ボーリング標本の概要

### 1) ボーリング標本、ボーリングデータという呼称について

ボーリング調査で得られた試料は、ボーリングコア、ボーリング試料などと呼ばれる。ボーリング調査報告書と採取されたコア・試料をまとめてボーリング資料と呼ぶことがあるが、試料と資料が同じ読みで混乱を招きがちである。また、一般の人がボーリングコアという言葉で思い浮かべるものはオールコアボーリングによる連続した円柱状のものであり、地盤調査ボーリングで採取されプラスチック容器に収められた試料はあまり知られていない。本発表では、地盤調査ボーリングの試料とオールコアボーリングのコアの両方をボーリング標本、柱状図と位置情報を合わせてボーリングデータと呼ぶことにする。

### 2) 大阪平野の地質の概要

中新世以前の岩石からなる山地に囲まれた、大阪平野と大阪湾を合わせたくぼみの範囲が、大阪堆積盆地である。山地と堆積盆地の境界には活断層があり、くぼみを鮮新世以降の地層が埋めている。山地の麓には350～30万年前に堆積した大阪層群によって作られた丘陵地が、丘陵地と沖積平野の間には段丘がある。沖積平野は2万年より新しい時代の地層である沖積層でできており、その下には段丘堆積層や大阪層群が分布している。大阪層群については丘陵地の地質調査や平野での深層ボーリング調査で、段丘堆積層や沖積層については建設工事に伴う地盤調査ボーリングで、それぞれ詳しく研究されている（市原1993など）。大阪層群から沖積層にかけての一連の地層は、大阪平野では約数100～2500mの厚さがある。また、一連の地層の上部三分の一は、第四紀の氷期・間氷期変動の影響を受けた非海成層と海成粘土層の互層である。寒冷な氷期になると海面が下がり、大阪平野と大阪湾を合わせた地域は陸地になって非海成層が、温暖な間氷期には海面が高くなって大阪平野が海になり海成粘土層が、それぞれ堆積したことによる。海成粘土層は1層ずつ識別され、海成粘土層を意味する記号のMaと、下位から順に振った番号を組み合わせた名称が付けられている。

### 3) 自然史博所蔵の主要なオールコアボーリングの特徴と活用

自然史博で収蔵されているオールコアボーリングには、兵庫県南部地震後の大阪平野での活断層調査で掘削されたものが含まれる。大阪市と大阪府、地質調査所（後の産総研地質調査センター）が掘削したボーリング標本を大阪市立大学が中心となって研究を行い、海成粘土層と世界的な気候変動曲線との対比を検討した（吉川ほか1999）。すなわちどの海成粘土層がどの間氷期にたまったのかが明らかにされ、植物相の変化の過程やゾウの仲間の移入の時期が正確に分かるようになった。これらのボーリング標本の一部や研究成果は2016年度特別展「氷河時代 化石でたどる日本の気候変動」で展示した。また2021年度特別展「大阪アンダーグラウンド」、2022年度特別展「大阪アンダーグラウンド RETURNS」でも、大阪平野地下の地層の重なりを示すために展示した。

#### 4) 地盤調査で得られたボーリング標本・データの特徴

大阪平野のような沖積平野は、数千年前に海が入り込み、その時に堆積した泥層が厚く分布する軟弱地盤地域である。そのため建物等を作る時にはあらかじめ地盤調査を行い、杭の支持層とすることができる固くて一定の厚さのある地層を探す必要がある。大阪平野では支持層は沖積層最下部砂礫層かさらに下位の砂層や砂礫層であることが多く、深さ 30m 程度までが調査の対象とされることが多い。地層の固さは標準貫入試験により調査される。標準貫入試験でサンプラーの中に取り込まれた地層を調査者が観察・記載して部分的に採取し、地層名や深度、地層の固さを示す N 値を記入したラベルを貼ったプラスチック容器に入れたものがボーリング標本である。調査位置図や柱状図、各種試験結果等が収められたボーリング調査報告書も作成される。柱状図や位置情報はデジタル化されて活用されることがあるが、ボーリング標本は廃棄されることが大部分である。

地盤調査ボーリングデータを集積した地盤情報データベースが地域（都道府県）ごと、省庁ごとに作られて公開されるようになった（国土交通省による国土地盤情報検索サイト“KuniJiban”など）。大阪平野を含む関西地域では「関西圏地盤情報データベース」にボーリングデータが集積され、活用されている。

#### 5) 自然史博での地盤調査ボーリングの整理やデジタル化の方法

自然史系博物館では実物標本を中心に資料収集を行うが、ボーリング標本もその対象となる。ボーリング標本の活用には柱状図と位置情報が必須である。ボーリング標本の箱に収められた柱状図は散逸しやすい。最近の柱状図には位置情報が緯度経度で記入されているが、誤入力があると全く異なる地点を示す。そのため調査位置が記入された位置図が必要であるが、位置図がボーリング標本の箱に収められていることはほぼない。従って、柱状図や位置図、分析結果等が収録されたボーリング調査報告書をボーリング標本と紐付けて保存する必要がある。

自然史博では、これまでに大阪市交通局、都市整備局等からボーリング標本やボーリング調査報告書の寄贈を受けてきた。大多数を占める都市整備局からのものについては、工事発注時の書類に「工事完了後、ボーリング資料を大阪市立自然史博物館に搬入すること」と明記されているため、建物が完成したタイミングで建設業者がボーリング標本とボーリング調査報告書を直接自然史博に搬入する。自然史博の担当者（発表者）はこれらを取りまとめて受入台帳に記載し、年度ごとに都市整備局に報告を行う。

担当者は、ボーリング標本とそのデータを収録したボーリング調査報告書に同じ番号を振る。位置情報は、国土地理院の 1 万分の 1 地形図を平面直角座標系の 1km ごとに引かれた線で分けてスキャンしたものに、描画ソフトで記入する。柱状図は描画ソフトで 1/100 の縮尺で書き起こす。ボーリング位置を落とした地図の画像ファイルを開いて並べどの地点の柱状図を用いるか検討し、描画ソフト上で柱状図を並べて地層の連続性を検討して地質断面図を作成する。地質断面図作成の際に、海成粘土層があると鍵層として用いることができる。

---

海成粘土層はボーリング標本を観察して貝殻片や二次鉱物を探すことで判別できる。貝殻片は柱状図に記載されていることが多いが、二次鉱物の析出は酸化と乾燥によるため、掘削後一定の時間が経過しないと観察できない。ボーリング標本を保存すると、二次鉱物で海成粘土層を識別できるという利点がある。海成粘土層の分布を地図上に落とすことで古地図を作ることができる。

### 3. 地盤調査ボーリング標本・データの学校向け貸し出し教材としての活用

#### 1) 学校向けボーリング標本貸し出しのきっかけ

小学校6年理科の教科書の地層の単元には学校のボーリングコアを観察する項目がある。2008～2013年にかけて、発表者は自然史博所蔵のボーリング標本を用いた教員向け行事「学校の地下の地層」を実施した。この行事ではボーリング調査報告書に収録されている柱状図を縮小コピーして切り抜いて方眼紙に貼り、地質断面図を作成して地層のできた環境や時代を検討した。2008年に大阪市内のある小学校の教員から、授業で使用したいのでボーリング標本を貸してほしいという相談を受けた。次の年にも同様の相談を普及行事の補助スタッフをしていただいていた教員からも受け、ボーリング標本の貸し出し教材化やそのためのボーリング柱状図や位置図のデジタル化の必要性を認識した。大阪市立の学校のボーリング標本は大部分が自然史博に収蔵されているため学校にはなく、授業での活用は不可能な状況であった。さらに小学校や中学校の教員には高校や大学で地学や地質学を学んだことがある者が少なく、多くの教員が地層の単元の授業を苦手としており、ボーリング標本の貸し出しを通じた地学教育支援の必要があると判断した。

#### 2) 1年目（2013年度）の取り組み

描画ソフト上で作成した位置情報や柱状図がある程度蓄積した段階で、笹川科学研究助成実践研究部門に申請を行い採択された。研究費申請の主な目的は、柱状図作成を手伝っていただくアルバイトを雇うことと、ボーリング標本の貸し出しの際の運送費を捻出することであった。

ボーリング標本貸し出しの流れは以下の通りである。教員からの問い合わせを受けて、その教員の勤務先の学校のボーリング標本が収蔵されているか確認する。収蔵されていない場合は近隣の市営住宅等のものを探し地質断面図を作成する。教員に来館してもらい、ボーリング標本の観察方法、柱状図の読み方、学校周辺の地質の特徴や環境変遷、地形や地質から分かる防災上の留意点などを解説する。大きくプリントアウトした地質断面図も提供する(図3)。学校にボーリング標本を発送し、授業で活用してもらおう。授業実施後にボーリング標本を返送してもらおう。教員に来館していただき、授業の様子や児童・生徒の反応を教えてい

ただ、事後アンケートを行い、成果は次年度以降に活かす。基本的な流れは2025年度現在も同じである。

2013年度には次年度の特別展「都市の自然」での地質断面図の展示を目標に、友の会会員に参加を呼びかけてボーリング標本調査を月1回実施した。大阪の市街地の中央には南北に連なる高まりの地形である上町台地が、その西側には活断層の上町断層があり、地層が大きく変形している。この地域の地質断面図を標本調査で海成粘土層の有無を確認しながら作成した。この作業で上町台地周辺の地質構造の概要を把握することができ、「都市の自然」展で展示しただけでなく、その後の地質断面図作成の基礎データとすることができた。

2013年度には8件のボーリング標本貸し出しを行った。また、年度の終わりに貸し出しを利用した教員に集まってお話しをいただき、それぞれの授業での活用について紹介していただき、補助教材をご提案いただくなどした。結果的に2013年度の取り組みを笹川科学研究助成の成果として評価いただき、奨励賞を受賞した。



図3：ボーリング標本貸し出しキット。  
地質断面図は学校に差し上げている。

### 3) ボーリング標本の学校向け貸し出しのその後の展開

2014年度には全国科学系博物館活動等助成を受け、補助教材「大阪平野のおいたち」掛け図セット作成や、教員有志による指導案作成と公開授業の実施などを行った。また、学校にあるボーリング標本で授業をしたいという教員の要望に応え、その学校のボーリング柱状図を用いた地質断面図を作成するなどの支援も行った。2015年度以降、関西圏地盤情報データベースの研究利用をさせていただくことになった。これにより自然史博所蔵のボーリング標本やデータが少ない地域（古くからの市街地や工場地帯など大阪市の建物がない地域）の地質断面図を作成できるようになった。また、大阪市外の学校からの支援要請にも応えることが可能となった。2015年度には門真市の教員が独自に集めたボーリング柱状図と関西圏地盤情報データベースを用いて地質断面図を作成し、授業の支援を行った。2015年度後半から2017年度前半にかけて、武田科学振興財団中学校理科教育振興助成の支援を受けた。この年までに中学校によるボーリング標本貸し出しの利用がなく、中学校を対象とした貸し出しを増やすことが目的であった。2016年度後半に豊中市の中学校の教員から学校に保存されているボーリング標本で授業をしたいという要望があり、関西圏地盤情報データベースを用いて地質断面図作成を行い、ボーリング標本教材化の支援を行った。2016～2020年度、2021～2024年度はJSPS科研費（16K01055、19K01151）によりボーリング標本貸し出

しを中心とした地学教育支援を継続した。各年度のボーリング標本貸し出しや教材作成支援の実績は表1のとおりである。

表1：学校向けボーリング標本貸し出しや断面図作成による支援の実績

| 年度      | 研究助成金等                       | 大阪市内貸し出し件数<br>うちリピーターは（）内 | 大阪市内支援<br>(断面図作成等) | 市外の学校の支援<br>(断面図作成等)    |
|---------|------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|
| 2008    |                              | (小学校1)                    |                    |                         |
| 2009    |                              | (小学校1)                    |                    |                         |
| 2010    |                              |                           | (小学校1)             |                         |
| 2011・12 |                              |                           |                    |                         |
| 2013    | 笹川科学研究助成                     | 小学校8                      |                    |                         |
| 2014    | 全国科学博物館活動等助成                 | 小学校8(1)                   | 小学校1               |                         |
| 2015    | 武田科学振興財団中学校<br>理科振興奨励(～2017) | 小学校8(4)                   | 小学校2               | 小学校1                    |
|         | 関西圏地盤情報DB使用開始                |                           |                    |                         |
| 2016    | JSPS科研費(研究代表者)               | 小学校6(4)                   | 小学校2               | 中学校1                    |
| 2017    | JSPS科研費(研究代表者)               | 小学校4(1)                   |                    | 大学1(標本貸出)               |
| 2018    | JSPS科研費(研究代表者)               | 小学校4(3)                   | 小学校2               | 大学1(標本貸出)               |
| 2019    | JSPS科研費(研究代表者)               | 小学校7(5)                   |                    | 高校1(標本貸出)<br>小学校1(標本貸出) |
| 2020    | JSPS科研費(研究代表者)               | 小学校6(2)                   |                    |                         |
| 2021    | JSPS科研費(研究分担者)               | 小学校9(5)                   |                    |                         |
| 2022    | JSPS科研費(研究分担者)               | 小学校7(4)                   | 中学校1               |                         |
| 2023    | JSPS科研費(研究分担者)               | 小学校6(4)                   | 高校1                | 小学校1                    |
| 2024    | JSPS科研費(研究分担者)               | 小学校6(4)                   | 高校1(1)             | 小学校1                    |
| 2025    |                              | 小学校8(6)                   | 高校1(1)             | 小学校2<br>中学校1 高校1        |

#### 4) 教員や児童・生徒の反応からみたボーリング標本活用の効果・意義

返却時の聞き取りや事後アンケートから、ボーリング標本の貸し出しを利用した教員の多くから概ね好評を得ていることが分かった。ボーリング標本の観察方法が分かった、貝殻片や二次鉱物から学校がある場所が海であったことが分かった、ボーリングデータを読むことで学校がある場所が軟弱地盤であることが分かった、地質断面図から地層の広がり分かった、などの感想をいただいた。「貝殻片を探そう」と呼びかけると多くの児童が目を輝かせてボーリング標本を観察し、学校のある場所がかつては海だったことを理解できたと、複数の教員から伺った。自分の学校の地層なので子ども達も自分事として学べたという感想もいただいている。学校やその近隣で得られたボーリング標本を授業で活用することで身近な場所の地層で学習ができるということには、非常に大きな意義があると考えられる。このこともあり「どこの場所のボーリング標本でも良いから貸してほしい」という要望にはお応えしていない。

複数回にわたって貸し出しを利用する教員の多くが理科専科である。ベテランの教員が若手の教員にボーリング標本の活用を勧める例もある。ボーリング標本の貸し出しをごく初期から継続的、断続的に利用する教員が複数名いるが、その中には教員向け行事「学校の地下の地層」参加者が含まれる。近年連続して貸し出しを利用している高校教員からは、「学校の地下の地層」の後継行事「平野の地下の地層の調べ方」に参加した際にボーリング標本貸し出しの相談を受けた。「教員のための博物館の日」やその他の教員研修の場で、自然史博のボーリング標本貸

し出しを知ったという教員もいる。普及行事や教員研修でボーリング標本やデータを扱うことにも意義がありそうだ。

## 4. まとめと今度の課題

地盤調査ボーリングは生活に密着した重要な技術である。これがなければ建物や橋、トンネルなどの構造物を作ることができない。地盤調査で得られるボーリング標本はそのままでの活用は難しいが、地域のおいたちや環境変遷を知るための重要な資料である。位置情報と柱状図をもとに地質断面図作成をし、展示やその他の普及教育で活かすことができる。

発表者はこれまでに約 60 校の学校を対象にボーリング標本貸し出しや地質断面図作成による支援を行った。作成した地質断面図は恐らく 100 点を超える。研究を始めた頃には年度ごとに研究報告書を作成していたが、近年はデータが多くなったこともあり、まとめの作業ができていない。ボーリング標本の貸し出しを継続しながらであるが、地質断面図の整理と再編を行い、地域ごとの地質の特徴を明らかにするなどの作業をしたいと考えている。

### 謝辞

この研究では本文中で述べたとおり様々な研究助成の支援を受けた。関西圏地盤情報データベースを使用させていただいた。また多くの教員の皆さんにボーリング標本貸し出しをご利用いただき、ご意見をいただくなどの形でご協力いただいた。この場で御礼申し上げます。

### 引用文献

- 市原実 (1993) 「大阪層群」創元社, 340p.  
吉川周作・三田村宗樹 (1999) 大阪平野第四系層序と深海底の酸素同位体比層序との対比. 地質学雑誌, 105, p332-340.

