

GSJ 地球をよく知り、地球と共生する 地質ニュース



4月号

-
- 91 **地質標本館企画展「メタセコイアー白亜紀から現在までの姿」開催報告** 中島 礼・都井美穂・森田澄人・谷田部信郎・常木俊宏・瀬戸口希・朝川暢子・清水裕子・春日真奈美
-
- 97 **東日本大震災の津波が長寿二枚貝ビノスガイの大量死に関与していたことを殻の分析から推定** 窪田 薫・白井厚太郎・杉原奈央子・清家弘治・南 雅代・中村俊夫・棚部一成
-
- 101 **日本人宇宙飛行士を対象とした地質学訓練** 高橋雅紀
-
- 109 **「移動地質標本館」の記録** 利光誠一・兼子尚知
-
- 116 **新刊紹介** 地形学

地質標本館企画展 「メタセコイアー白亜紀から現在までの姿」開催報告

中島 礼^{1), 2)}・都井 美穂²⁾・森田 澄人²⁾・谷田部 信郎²⁾・常木 俊宏²⁾・
瀬戸口 希²⁾・朝川 暢子²⁾・清水 裕子²⁾・春日 真奈美²⁾

1. はじめに

地質標本館では、2018年10月15日に制定された「化石の日」に合わせて、化石の標本展示に特化した企画展を毎年開催している。2018年は「素晴らしい日本の石・ニッポニテス」、2019年は「恐竜とアンモナイトー白亜紀の日本を語る化石ー」、2020年は「海で暮らした？デスモスチルス」を開催し、そして2021年は「メタセコイアー白亜紀から現在までの姿ー」(会期:2021年10月5日~12月5日)を開催した(第1図)。

地質学を学んだことがある人なら誰でも知っている“生きている化石”のメタセコイアであるが、その“生きている化石”である由縁・経緯を知る人は少ないのではないだろうか。また、地質学を学んでいない人で街路樹としてのメタセコイアを知っていたとしても、それが白亜紀から存続している化石であることはあまり知られていないと思う。そこで今回の企画展では、白亜紀から現在までの変わらないメタセコイアの姿を学んでもらう、という主旨で展示を作成し、本稿では企画展の内容を紹介する。

2. メタセコイアとは

メタセコイアは近畿・東海地方などで見つかった新第三紀・第四紀の化石に基づき、三木 茂博士によって絶滅針葉樹の新属として1941年に命名された(Miki, 1941)。かつては類似した葉や球果を持つセコイアやヌマスギなどに同定されていた化石であったが、葉と球果の解剖学的な検討により、新属として提唱された。その後、1946年に中国の四川省(発見当時:現在は湖北省に編入)で胡先驌博士によって自生地が見つかった(Hu, 1946)というニュースが世界中に広まり、その後、1948年に胡博士と鄭万鈞博士により、新種記載されること(Hu and Cheng, 1948)、“生きている化石”として知られるようになった。メタセコイアが現存していたという報告により、カリフォルニア大



第1図 企画展の開催ポスター。

学のチェニー教授とハーバード大学のメリル教授が中心となって現地調査と保護が行われた。そして、日本はメタセコイアと関係が深いということで昭和天皇に苗木が献上された(国立科学博物館, 2021)。その後、三木博士が結成したメタセコイア保存会を通して苗木や種子が届けられることで、“生きている化石”のメタセコイアが日本中に広がったのである(塚腰, 2016)。企画展が開催された2021年は、三木博士が命名してから80年となるが、世界中に植樹されることにより、各地で目にするできるようになった“生きている化石”はメタセコイアだけではないだろうか。

メタセコイアはヒノキ科の針葉樹であり、多くの針葉樹と異なるのは冬季には黄葉しそして落葉することである。沼沢地を生息の適地としている。樹高は約20~30m以上にもなり、円錐形の樹形をしており、遠方からでもメタセコイアは認識できることが多い。

メタセコイア(*Metasequoia*)の学名は、類似する針葉樹

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

2) 産総研 地質調査総合センター地質情報基盤センター

キーワード: メタセコイア, 地質標本館, 化石の日, 白亜紀, 第四紀, 生きている化石

のセコイア (*Sequoia*) に「後の、変わった」という意味の「メタ (Meta-)」を付けたものである。現生種では、*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng だけが知られ、国内産の化石としては *M. occidentalis* (Newberry) Chaney が知られる。

メタセコイアは白亜紀に出現し、最も古い記録はロシア、カナダ、アラスカのセノマニアン期である (LePage et al., 2005a)。国内で最も古い記録は福島県のコニアシアン期からである (<https://www.asahi.com/articles/ASP1R6T92P1NUGTB002.html>, 閲覧日: 2022年1月31日)。その後、東アジア、中東アジア、北アメリカ、グリーンランドなどの北半球に分布を広げるが、新第三紀鮮新世

には日本周辺だけの分布となり、中期更新世には日本から絶滅した (百原, 1994)。分布の縮小は、地球全体の寒冷化と乾燥化によると考えられ、絶滅に至ったのは氷期・間氷期の寒暖差や海水準変動によって生息地である低地が減少したことなどが考えられる (Momohara, 2011, 2016)。一方、中国で残存していたのは、日本のように大きな環境変動を受けなかったことが要因かもしれない。

塚腰・岡野(2016)を参考に、現生種であるメタセコイア *M. glyptostroboides*, ヌマスギ *Taxodium distichum*, セコイア *Sequoia sempervirens* の葉、樹皮、球果の特徴を第2図に示した。メタセコイアは命名される前はヌマスギや

	メタセコイア	ヌマスギ	セコイア
	<p><i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng</p> <p>和名: アケボノスギ (曙杉)、イチイヒノキ</p> <p>分布: 中国に自生するが、世界中に植樹されている。</p>	<p><i>Taxodium distichum</i> (Linnaeus) Richard</p> <p>和名: ヌマスギ (沼杉)、ラクウショウ (落羽松)</p> <p>分布: アメリカ東南部に分布する落葉針葉樹。沼沢地で自生する。</p>	<p><i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endlicher</p> <p>和名: セコイア、セコイアメスギ、センペルセコイア</p> <p>分布: アメリカ西部に分布する常緑針葉樹。世界一の樹高で、100 m 以上にもなる。</p>
葉	 <p>葉の厚さ硬さは、セコイアとヌマスギの中間くらい</p> <p>葉が向き合って軸から伸びる 対生</p> 	 <p>葉は細く柔らかい</p> <p>葉が互い違いに軸から伸びる 互生</p> 	 <p>葉は厚く緑色が濃い</p> <p>葉が互い違いに軸から伸びる 互生</p> <p>昨年(こぞ)の枝、今年(ことし)の枝</p> 
樹皮	 <p>縦に筋が入り裂ける</p>	 <p>縦に筋が入り裂ける</p>	 <p>樹皮が厚く、深い溝が縦に入る</p>
球果	<p>直径 1~2 cm</p> <p>角張った球体</p>  <p>横から</p>  <p>上から</p> <p>鱗片が縦に並ぶ</p> <p>鱗片が十字に並ぶ</p>	<p>直径 3 cm</p> <p>ゴルフボールのような球体</p>  <p>横から</p>  <p>上から</p> <p>鱗片が斜めに並び、成熟するとばらばらに分離する</p>	<p>直径 2~2.5 cm</p> <p>縦長の球体</p> <p>資料提供: 国立科学博物館 筑波実験植物園</p>  <p>横から</p>  <p>上から</p> <p>鱗片が斜めに並ぶ</p> <p>鱗片が螺旋状に並ぶ</p>
化石	 <p><i>Metasequoia occidentalis</i> (Newberry) Chaney</p> <p>産地: 京都府</p> <p>時代: 中新世</p> <p>[球果]</p> <p>産地: 島根県</p> <p>2 cm</p> <p>GSJ F13994</p>	 <p><i>Taxodium dubium</i> (Sternberg) Heer</p> <p>産地: 岩手県</p> <p>時代: 漸新世</p> <p>2 cm</p> <p>GSJ F13897</p>	 <p><i>Sequoia</i> sp.</p> <p>産地: 長崎県</p> <p>時代: 中新世</p> <p>2 cm</p> <p>GSJ F04449</p>

第2図 メタセコイア、ヌマスギ、セコイア3種の葉、樹皮、球果の特徴の違い。中島ほか(2021)を引用。



第3図 企画展展示の様子。



第4図 メタセコイア、ヌマスギ、セコイアの押し葉と球果標本展示。

セコイアに同定されていた。それは、これらの葉が軸の両側に伸びるという共通の特徴があるためだが、よく見ると葉の軸からの伸び方が異なっており、メタセコイアは対生、ほか2種は互生となっている(第2図)。三木博士は近畿・東海地方から採取された化石を解剖学的に検討して特徴を把握することで、メタセコイアを新属として提唱した。また、葉だけでなく、球果も同時に記載している。葉と球果は別々に化石になることがほとんどなので、それらが同じ種類だと判断するのは難しいが、三木博士は多くの化石や産状を調べることで、葉と球果が同種であることを明らかにしたことも大きな成果である。球果については、それぞれの外観の違いは明らかで、鱗片の並び方からも3種は容易に区別ができる(第2図)。ヌマスギやセコイアもメタセコイア同様、かつては日本に生息していた針葉樹であるが、国内の公園や街路樹で見られるものは人工的に植樹されたものである。これら3種は、つくば市の国立科学博物館筑波実験植物園で観察することができる。岩石に含まれた葉の化石を3つに区別することは難しいが、葉を手にとってみるとそれぞれの違いが認識できるだろう。

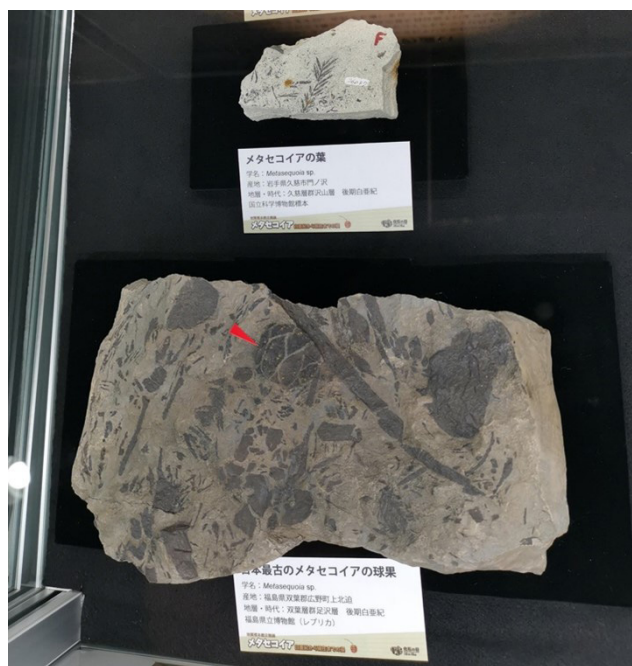
3. 企画展展示の紹介

今回の企画展では、3枚の解説パネルと2台のガラス展示ケースを使用した(第3図)。解説パネルには前述したメタセコイアの概説、類似する針葉樹との比較、化石の時間的及び地理的変遷をそれぞれ解説した(中島ほか, 2021)。ガラス展示ケースの1台には、現生のメタセコイア、ヌマスギ、セコイアの押し葉の標本と球果の乾燥標本を並べ、それぞれの違いを比較する展示を作成した(第4図)。そ



第5図 国内各地から採取された新生界産メタセコイア化石の展示。

れぞれ対生と互生という明らかな違いはあるが、実物を見ると葉の色、大きさ、厚さも若干違っていることが認識できる。もう1台のガラス展示ケースには、国内各地で採取されたメタセコイア化石を並べた(第5図)。地質標本館には約70点のメタセコイア化石が登録されており、今回の企画展では、北海道の漸新統、山形県、福島県、岐阜県、京都府、島根県の中新統、長崎県の鮮新統、鹿児島県の更新統を主とした13点の登録標本を展示した(第5図)。これらの標本は、1950年代から90年代にかけて活躍されたGSJ(地質調査所 現産総研地質調査総合センター)のOBで新生代植物化石の専門家である棚井敏雅博士と尾上 亨博士の貢献が大きく、地質図幅作成の調査で採取された化石も登録されている。地質標本館所蔵の最古のメタセコイアは、北海道の始新統春採層^{はるとり}産の化石であるが、メタセコイア出現時期である白亜系の化石は所蔵され



第6図 白亜系のメタセコイア化石。上は岩手県久慈層群沢山層産の葉化石，下は日本最古となる福島県双葉層群足沢層（コニアシアン期）産化石のレプリカ。図中央にあるのが球果。

ていない。そこで、今回の展示の目玉として、福島県立博物館と国立科学博物館が所蔵する白亜系から採集されたメタセコイア標本を展示した(第6図)。福島県立博物館の標本は双葉層群足沢層(コニアシアン期)から産した日本最古のメタセコイア化石(<https://www.asahi.com/articles/ASP1R6T92P1NUGTB002.html>, 閲覧日:2022年1月31日)のレプリカで、国立科学博物館の標本は岩手県の久慈層群沢山層(サントニアン期~カンパニアン期)から見つかった化石である。福島県立博物館の標本には、メタセコイアの葉と球果が見られるが、驚くべきことに球果の直径が約3 cmもあり、現生のものに比べて2倍の大きさなのである。この最古のメタセコイア化石については、福島県立博物館や国立科学博物館、中央大学などの専門家による研究が進められている。

4. メタセコイア化石の研究

メタセコイアはその発見の歴史だけでなく、葉や球果の形態や生態など様々な視点から研究者から注目されている植物である。2005年にはSpringer社から、「The geobiology and ecology of *Metasequoia*」(LePage *et al.*, 2005b)が出版され、近年までのメタセコイア研究が網羅的にまとめられている。また、日本植生史学会では、2011年に「植生史研究」の第19巻1-2号合併号でメタセコイア

を含むスギ科・ヒノキ科植物の最新研究を取り上げている。この中でメタセコイアについて、三木博士の業績や保存会の活動(Tsukagoshi *et al.*, 2011), 第四紀における絶滅過程(Momohara, 2011), 安定同位体研究(Yang *et al.*, 2011)などが論じられている。

メタセコイアの化石は、特徴的な形態をした葉や球果の産出が目立つが、微化石として花粉化石も産出する(第7図)。花粉化石は海成・陸成堆積物に多量に含まれることが多いため、大型化石である葉や球果よりも定量的な解析に利用できる。また、第四紀における群集解析により帯区分がなされることで、更新世の生層序にも活用できることが花粉化石の強みである。地質情報研究部門では、陸上の第四系層序の研究としての陸域地質図プロジェクトや沿岸域プロジェクト、地質地盤図プロジェクトにおいて、年代及び環境決定のために花粉化石を活用している。メタセコイアの花粉化石も更新世の生層序に重要なものとなっているが、専門家の話によると、かつてメタセコイアの花粉化石を同定することは難しく、新第三紀や第四紀の花粉化石研究を見ると、Taxodiaceaeとしてスギ科花粉に一括して含まれていた。しかし、最近になってその花粉の特徴が明確化されてきた(楡井, 2012)ことで、年代層序に活用できるようになった。楡井・本郷(2018)によると、前期更新世末(カラブリアン期)のMIS(Marine Isotope Stageの略)21の下限(約90万年前)までは連続的に産出するが、中期更新世(チバニアン期)のMIS19(約77万年前)に入ると散点的になり消滅する、という産状が示された。つまり、花粉化石の産出の時間的変化を調べることで、更新世の前期と中期のおよその目安ができるということである。

花粉化石によって更新世の年代の目安ができると前述したが、実はメタセコイアの日本での消滅年代は正確にはわかっていない。MIS21の下限がその連続産出の上限に相当するが、その後続くチバニアン期になってもメタセコイアの花粉化石は散点的に産出することが知られている(本郷ほか, 2011; 楡井・本郷, 2018)。散点的であるので、実際に存在するのか、あるいは下位層準から再移動されたものであるのか、そこは明確ではない。花粉はスポロポレニンという分解されにくい高分子の物質からなっており(徳永, 1982)、古い地層からも保存良く産出し、再移動されても地層中に残りやすい。そのため、花粉化石に合わせて、化石として残りやすい葉や球果の産出年代を調べることで、その上限を決定することができると思われる。現在までに、上限年代を決定できそうな地層は、近畿地方に分布する大阪層群上部(三木, 1948; Miki, 1950)、広島県の阿品層(三木, 1950; Miki, 1950)、静岡県の小笠層群



第7図 メタセコイアの花粉化石. 中島ほか(2021)を引用.

(黒田, 1975), 岩手県の百岡層(胆沢川動物足跡化石発掘調査団, 1993)などがある. とくに百岡層からは花粉化石も産出しており(木下・都鳥, 1991), 1.0 ± 0.3 Ma および 0.64 ± 0.20 Ma のフィッシュン・トラック年代が得られている(大石・吉田, 1995). メタセコイアが国内各地で同時に消滅することは考えにくいかもしれないが, 今後は化石の産出と各種手法による年代決定によって国内におけるメタセコイア消滅に関する議論が進むことを期待する.

5. おわりに

地質標本館の前にはメタセコイアが6本植えられているが, このメタセコイアはGSJの筑波移転以降, GSJと同じ歴史を歩んでいる. 当初は移転とともに川崎の溝口庁舎にあったメタセコイアの枝を挿し木して地質調査所の敷地に植えたようだが, 運悪く刈られてしまったようだ. そのため植木職人によって別のメタセコイアが1980年に植えられた. 当時は約5mの高さであり, 約40年経った現在は第7事業所の8階にまで達する約30mという高さまで大きく育っている. 地質標本館に見学を訪れた人は, 館内の企画展を見た後, 館前にそびえ立つメタセコイアをじっくりと観察してもらえたと思う. 球果がどこになっているのかと質問されたこともあったが, 球果はたいてい人の目が届かない高い位置にある. 地質標本館前のメタセコイアの歴史については, 尾上(1992)と矢野(2019)に詳しい.

2021年9月30日に新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言が解除されたことで, 地質標本館の見学者が増えた時期に企画展の開催が重なったため, メタセコイアの過去から現在までの姿を多くの人に知ってもらうことができたと思う. 地質標本館前のメタセコイアは, 企画展が開始された10月初旬はまだ青々としていたが, 徐々に日が経つにつれて黄葉が目立ち, 企画展が終了する12月上旬には全体が橙色に染まることで見事な樹姿になった(本号表紙参

照). 12月下旬には大部分が落葉し, すっかり寂しくなってしまうが, 春になればまた青々とした円錐型の姿を見せてくれるだろう. 読者の皆さんにも, 白亜紀から生き延びながら一度は日本で絶滅し, 移植され再び日本で目にすることができるようになったメタセコイアをあらためて見上げてほしいと思う.

謝辞: 本稿の執筆及び企画展実施をするにあたり, 国立科学博物館の矢部 淳氏, 國府方吾郎氏, アルプス調査所の本郷美佐緒氏, 福島県立博物館の猪瀬弘瑛氏には多大なご協力を賜りました. 心より御礼申し上げます.

文献

- 本郷美佐緒・納谷友規・山口正秋・水野清秀(2011) 関東平野中央部埼玉県菖蒲町で掘削された350mボーリングコア(GS-SB-1)から産出した花粉化石群集. 地質調査研究報告, **62**, 281-318.
- Hu, H. H. (1946) Notes on a Palaeogene species of *Metasequoia* in China. *Bulletin of Geological Society of China*, **26**, 105-107.
- Hu, H. H. and Cheng, W. C. (1948) On the New Family Metasequoiaceae and on *Metasequoia glyptostroboides*, a living species of the genus *Metasequoia* found in Szechuan and Hupeh. *Bulletin of the Fan Memorial Institute of Biology, New Series*, **1**, 153-161.
- 木下 尚・都鳥康之(1991) 上部本畑層の化石—足跡化石—. 北上市立博物館研究報告, no. 8, 143-152.
- 国立科学博物館(2021) 企画展 [命名80周年記念] 「メタセコイア—生きている化石は語る」. 国立科学博物館, 34p.
- 黒田啓介(1975) 小笠層群の植物遺体. 地質学雑誌, **81**, 721-735.

- LePage, B.A., Yang, H. and Matsumoto, M. (2005a) Chapter 1 The evolution and biogeographic history of *Metasequoia*. LePage, B. A., Williams, C. J., Yang, H. eds. *The geobiology and ecology of Metasequoia. Topics in Geobiology*, 22, Springer, 3-114.
- LePage, B. A., Williams, C. J., Yang, H. eds. (2005b) *The geobiology and ecology of Metasequoia. Topics in Geobiology*, 22, Springer, 434p.
- Miki, S. (1941) On the change of flora in Eastern Asia since Tertiary Period (I). The clay or lignite beds flora in Japan with special reference to the *Pinus trifolia* beds in Central Hondo. *Japanese Journal of Botany*, 11, 237-303.
- 三木 茂 (1948) 鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺体フロラに就いて. 鉱物と地質, no. 2, 105-144.
- 三木 茂 (1950) 鮮新世以来の本邦産遺体植物の研究. 自然と文化, no. 1, 69-116.
- Miki, S. (1950) Taxodiaceae of Japan, with special reference to its remains. *Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University, ser. D*, 1, 1-15.
- 百原 新 (1994) メタセコイア属の古生態と古生物地理. 化石, no. 57, 24-30.
- Momohara, A. (2011) Survival and extinction of the Taxodiaceae in the Quaternary of Japan. *Japanese Journal of Historical Botany*, 19, 55-60.
- Momohara, A. (2016) Stages of major floral change in Japan based on macrofossil evidence and their connection to climate and geomorphological changes since the Pliocene. *Quaternary International*, 397, 93-105.
- 中島 礼・都井美穂・森田澄人・谷田部信郎・常木俊宏・瀬戸口希・矢部 淳・本郷美佐緒 (2021) 地質標本館企画展メタセコイア—白亜紀から現在までの姿—. 地質調査総合センター研究関連普及出版物, no. 202, 6p. <https://www.gsj.jp/Muse/event/archives/src/202110metasequoiabook.pdf> (閲覧日: 2022年
- 1月31日)
- 楡井 尊 (2012) 日本における古花粉学および花粉形態研究の課題. 化石研究会会誌, 44, 66-72.
- 楡井 尊・本郷美佐緒 (2018) 中部日本における前期末～中期更新世の花粉尘層序. 第四紀研究, 57, 143-155.
- 尾上 亨 (1992) メタセコイアの由来と地質標本館. 地質ニュース, no. 451, 61-67.
- 大石雅之・吉田裕生 (1995) 北上低地帯, 胆沢扇状地付近に分布する中・下部更新統百岡層 (新称) のフィッシュン・トラック年代. 地質学雑誌, 101, 825-828.
- 胆沢川動物足跡化石発掘調査団 (1993) 胆沢川動物足跡化石緊急発掘調査報告～足跡を残した動物たち～. 水沢市教育委員会・金ヶ崎町教育委員会, 61p.
- 徳永重元 (1982) 花粉学の現状とその問題点 その1—花粉学の現状—. 地質ニュース, no. 332, 16-21.
- 塚腰 実 (2016) メタセコイアの発見と普及—三木 茂博士の発見から75年—. 化石, no. 100, 1-2.
- Tsukagoshi, M., Momohara, A. and Minaki, M. (2011) *Metasequoia* and the life and work of Dr. Shigeru Miki. *Japanese Journal of Historical Botany*, 19, 1-14.
- 塚腰 実・岡野 浩 (2016) メタセコイアの本性を探る—植物の多面的観察—. 地学教育と科学運動, no. 76, 33-42.
- Yang, H., Blais, B. and Leng, Q. (2011) Stable isotope variations from cultivated *Metasequoia* trees in the United States: A statistical approach to assess isotope signatures as climate signals. *Japanese Journal of Historical Botany*, 19, 75-88.
- 矢野雄策 (2019) 年頭のご挨拶. 地質ニュース, 8, 1-3.

NAKASHIMA Rei, TOI Miho, MORITA Sumito, YATABE Nobuo, TSUNEKI Toshihiro, SETOYUCHI Nozomi, ASAKAWA Nobuko, SHIMIZU Yuko, KASUGA Manami (2022) Report of the exhibition "*Metasequoia: From the Cretaceous to the Present*" at the Geological Museum.

(受付: 2022年2月10日)

東日本大震災の津波が長寿二枚貝ビノスガイの大量死に関与していたことを殻の分析から推定

窪田 薫¹⁾・白井 厚太郎²⁾・杉原 奈央子²⁾・清家 弘治^{3) 4)}・
南 雅代⁵⁾・中村 俊夫⁵⁾・棚部 一成⁶⁾

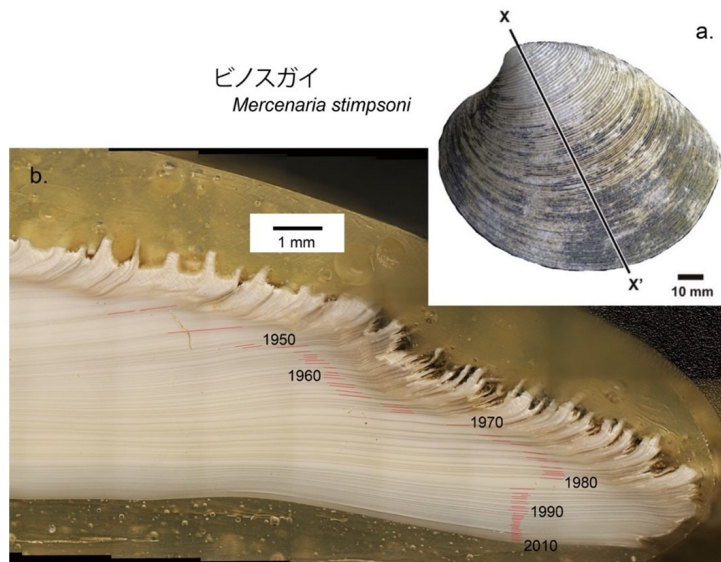
本稿は2021年11月24日に、神戸大学が行ったプレス発表 (https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2021_11_25_01.html) を修正、加筆したものです。

1. はじめに

津波は沿岸部の人の暮らしのみならず、沿岸域の海底環境やその生態系に破滅的な影響を及ぼす災害です。2011年3月11日に日本海溝のプレート沈み込み帯においてマグニチュード9.0の巨大地震が発生し、地殻変動に伴い巨大な津波が発生しました。巨大津波は、東日本沿岸の南北1,000 kmにわたって襲来し、甚大な人的・物的被害が出ました(Mori *et al.*, 2011)。三陸のリアス式海岸の一つ、岩手県船越湾においては、津波の遡上高は29.4 mと推定されており、海底の大規模な侵食と生態系への大きな影響が、津波後の継続的な生態系調査から明らかにされています(Seike *et al.*, 2013, 2018など)。頻繁に観察される底生生物については津波前後の生息密度調査から影響を評価することができます。例えば、ハスノハカシパンやオカメブ

ンブクといったウニの仲間は、2011年の津波によって激減したことが潜水調査によって明らかにされています。その一方で、稀にしか見つからない、生息密度が小さい底生生物については震災による影響を評価することが難しいのが現状です。なぜなら、その種の個体数の増減を、調査によって定量的に把握することが困難であるためです。そうした中、殻に環境情報を記録する二枚貝は、過去の環境変動を紐解く上で重要な記録媒体となり得ます。

船越湾に生息するビノスガイ *Mercenaria stimpsoni* は好冷水性の二枚貝で、北日本沿岸部(北西太平洋, 日本海, オホーツク海など)に広く分布しています。砂地の海底に潜って、海水をろ過して中に含まれるプランクトンや有機物を食べて生活しています。こぶし大で、分厚い殻を持っており、表面のギザギザとした縞が特徴的です(第1図)。本種は冬の間(水温が約10度以下になる2~5月)に殻の



2010年に最後の殻を成長させた個体(死殻)
→2011年3月11日死亡個体

第1図 (a) ビノスガイの切断前の写真。(b) ビノスガイの殻断面(先端部)のクローズアップ写真。貝殻は樹脂(黄色の部分)で覆うことで切断時に割れないように補強してある。赤線は年輪と判定された暗色線(数字は西暦)。

1) 神戸大学大学院人間発達環境学研究所 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区甲3-11
現所属：海洋研究開発機構海域地震火山部門 〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町2-5
2) 東京大学大気海洋研究所海洋化学部門 〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5
3) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門
4) 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻 〒277-8563 千葉県柏市柏の葉5-1-5
5) 名古屋大学宇宙地球環境研究所 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町
6) 東京大学総合研究博物館 〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

キーワード：東日本大震災、津波、二枚貝、長寿、大量死、放射性炭素

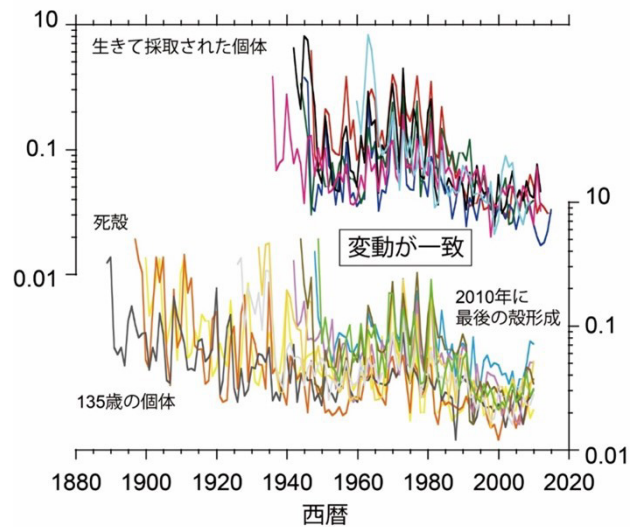
成長が停止し、殻断面に暗色の縞が残ります。つまり、その成長停止線(年輪)をひとつひとつ数えることにより、正確な暦年代を知ることができる貴重な試料です。また、ビノスガイには、樹木のように個体間で年間成長量(つまり年輪幅)の変動パターンが同期するという重要な特徴があります(Kubota *et al.*, 2017; Shirai *et al.*, 2018)。つまり、年輪の変動パターンを比較すれば、死亡年代が不明な死殻についても、一年という驚くべき精度で年代決定が可能になることを意味します。

筆者らによってこれまでに繰り返行われた潜水調査によって、船越湾の海底で多くのビノスガイの死殻が観察され、サンプリングされています。しかしながら、それらの死因一本種がある時に大量死したものなのか、あるいは毎年少しずつ死亡した殻が集積しているものなのかは不明でした。そこで、我々は本種の殻の年間成長量を調べ、それぞれの殻の死亡時期を調べることにしました。貝殻は炭酸カルシウム(CaCO₃)でできているため、放射性炭素(¹⁴C)を用いた年代決定が可能です。特に、1950年以降の試料は、1950年代～1960年代の大気圏核実験によって放出された濃い放射性炭素を利用できるため、従来法の放射性炭素年代測定よりも10倍以上の精度での年代決定が可能で、犯罪捜査(死体の死亡年推定や違法取引など)や生物の年齢査定などに広く用いられています。今回我々の研究グループは、年輪解析と人為起源の放射性炭素の解析を組み合わせることで、船越湾におけるビノスガイ大量死の時期を推定し、その成果をRadiocarbon誌で公表しました(Kubota *et al.*, 2021)。

2. 貝殻に刻まれた成長パターンの解読

船越湾から採取された生貝および死殻のビノスガイの殻を、最大成長方向に沿って切断し、殻の断面の成長線を詳細に観察しました(第1図)。生きたまま採取された貝6個体の年間成長量は大きな変動を示し、さらに個体間で変動パターンがよく一致することがわかりました(第2図)。死殻については、殻が分厚く、長生きしていそうな個体を選別し、殻の断面を観察しました。重複を避けるため、右殻のみを調べました。死殻の年間成長量変動を生貝と比較したところ、調査した死殻27個体のうち、9個体が2010年に最後の殻形成をしていることが明らかになりました。ビノスガイは2～5月の間は殻を成長させません。つまり、これら9個体が死亡したのは、2011年2～5月の間ということになります。複数のビノスガイが同時に死亡した原因としてもっとも可能性が高いのが、2011年3月11日

年間成長量変動(単位はmm、対数表示)

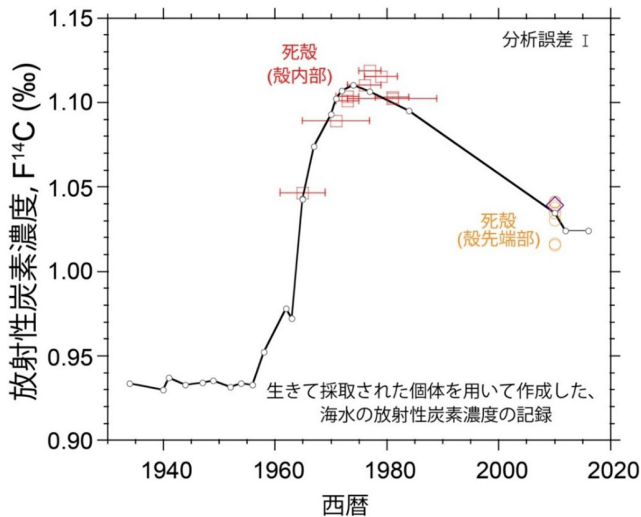


第2図 ビノスガイの生貝(上)と死殻(下)の年間成長量の変動(縦軸は対数目盛り)。生貝・死殻両方の個体間で同期した特徴としては、1963年、1970年、1973年、1977年、1981年、1984年に際立った成長が見られる。2010年に最後の殻成長をした、2011年3月11日の津波によって死亡したと考えられる個体には、これまででもっとも長生きの135歳の個体も含まれる。

に襲来した津波です。

3. 放射性炭素年代測定による検証

次に、ビノスガイ殻試料の放射性炭素年代測定を試みました。試料は1950年以降のものであるため、前述のとおり高い精度での年代決定が可能です。生貝を用いて行われた先行研究によって、すでに船越湾の核実験由来の放射性炭素の変動は明らかになっており(Kubota *et al.*, 2018)、死殻の死亡年の推定に利用できます(第3図)。上述の9個体の死殻の放射性炭素年代測定は、1個体について2箇所行いました。一つは、殻の先端付近で、殻が最後に成長した部位です(つまり2010年)。もう一つは、殻の内側で、核実験由来の放射性炭素の濃度がピークに達した1970年～1980年頃で、比較的成長が大きい時期を選びました。殻の内側を、厚さが1mmにも満たない縞に沿って削るためには、高い技術が要求されます。そのため、コンピューター制御の3次元可動ステージを備える高精度切削装置(GEOMILL326)を用いて切削を行いました。それらの分析結果を、核実験起源の放射性炭素の変動記録と照合したところ、2010年に最後の殻形成が行われた(すなわち2011年3月11日の津波で死亡した)、という、年輪解析から得られた結論を強く支持する結果が得られました(第3図)。



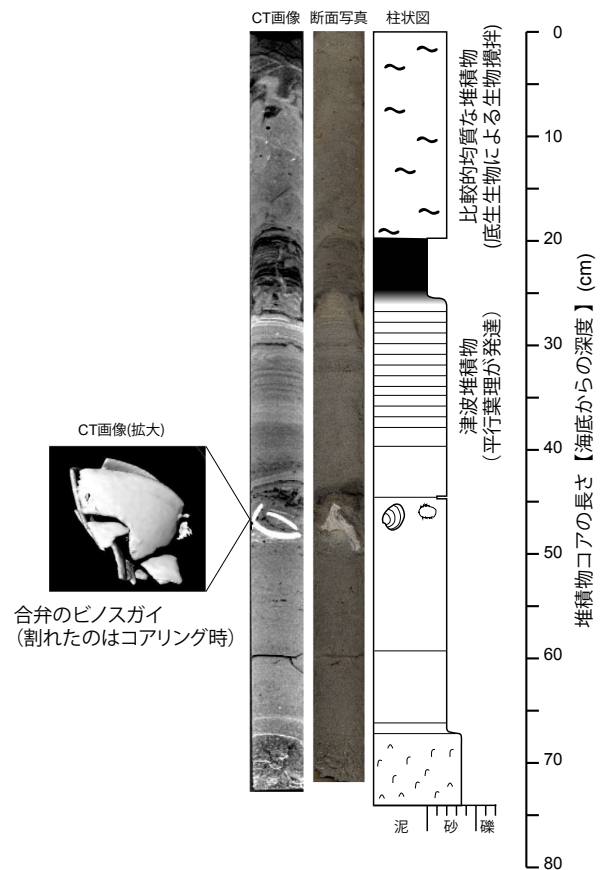
第3図 生貝の殻を用いて作成された、船越湾の海水の放射性炭素変動。比較的浅い水深(20 m以浅)を流れる、特に三陸海岸に沿って南下する津軽暖流の代表とみなせる。死殻の先端部(黄色の丸)と殻内部(赤色の四角)の放射性炭素の分析結果。後者の水平方向の誤差棒は、切削の際の試料の均質化によるもの(成長が遅い部位を削ることによって、時間の平均化が起きる)。生貝・死殻ともに、年代モデルは年輪計測に基づく。



第4図 水中での堆積物コアの採取の様子。手動の打ち込み機を用いて、直径6 cmのパイプを打ち込み、表層の堆積物1 m程度を採取した。

4. 大津波によるピノスガイの大量死

以上のように、ピノスガイの殻の年輪解析と放射性炭素年代測定から、大量死が津波によって起こされたことが判明しましたが、どのようなメカニズムで死亡したのか、についてはまだはっきりと分かっていません。船越湾の海底からスキューバ潜水によって採取された堆積物コア(第4図)を観察したところ、津波堆積物の中にピノスガイが埋もれて死んでいるのが偶然見つかっています(第5図)。その殻の最後に成長した部位の放射性炭素を分析したところ、2011年死亡説を裏付ける値が得られました($F^{14}C = 1.04$)。この個体については、堆積物コアの採取の際に殻が割れてしまったため、年輪解析をすることは叶いませんでした。以上のことから、津波によってピノスガイが死亡した理由として、津波による海底土砂の急激な移動に巻き込まれ堆積物深くに生き埋めになり、飢餓や酸欠などで死亡した可能性が挙げられます。ただし、それ以外の要因(堆積物から露出したことによる捕食など)も関与している可能性があるため、今後の研究の発展が待たれます。1960年5月24日にもチリ沖を震源とする地震が発生し、三陸海岸にも津波が襲来しています(遡上高は約6 m)。現在のところ、この年代で死亡したピノスガイ個体は見つかっていません。2011年3月11日のような巨大津波でなければ、ピノスガイの大量死には繋がらない可能性があります。



第5図 船越湾の海底から採取された、堆積物コアのX線CT画像、コアの断面写真、および柱状図。深度45 cmに合併状態のピノスガイの死亡個体が見つかり、放射性炭素年代測定から、最後の殻形成が2011年頃であることが分かっている。その直上の層には、海底に平行に伸長する縞々の構造(平行葉理)が見られ、この層は津波によって堆積したものと考えられる。海底付近の堆積物においては、津波後に再定着した底生生物によるかき混ぜ(生物攪拌)によって、縞々模様は見られず、津波層との堆積構造の違いが目立つ。津波の際に海底の堆積物が大規模に侵食されて再堆積したことを物語っている。

今後さらなる死殻の年代決定とともに明らかになっていくと思われます。

5. おわりに

今回船越湾でビノスガイが大量死していた事実は、過去の同様の規模の津波の際にもビノスガイが大量死していた可能性を示しています。特に、明治(1896年6月)と昭和(1933年3月)の時代に三陸海岸に津波が襲来していたことが分かっており(遡上高はそれぞれ38 m, 29 m)、これほどの規模の津波であれば、ビノスガイが大量死していてもおかしくありません。まだこの年代で死亡したと断言できる死殻はありませんが(従来法の放射性炭素年代測定では、このあたりの年代で死亡した個体も見つかっています)、年間成長量の記録がさらに充実してくれば、見つかる可能性は十分にあると我々は考えています。さらには、1611年12月には、2011年3月の津波を上回る、超巨大津波もあったと伝承等に残っています(慶長三陸津波)。こうした、地質学的な証拠に乏しい、伝説的な古代の津波の検出にも、ビノスガイの殻が役立つ可能性があります。特に、明治と慶長の津波はビノスガイが殻を成長させる時期に相当するため、殻に直接履歴が刻まれている可能性もあると考えています(例えば、土砂流入の指標であるBa/Ca比など)。今回、135歳という、今まででもっとも長生きのビノスガイ個体(死殻)も見つかりました(生貝でこれまで確認されている最長寿命個体は92歳)。この個体もまた、2011年3月11日の津波によって死亡した可能性が高いと考えられます。興味深いことに、この個体は過去2回の巨大津波を生き抜いています(20歳の時に明治、57歳のときに昭和の津波を経験)。三陸海岸に生きるビノスガイにとっては、津波は生活史の中で繰り返し経験する事象と言えます。そのため、津波がもっとも大きな環境攪乱要因であると考えれば、津波が長寿生物であるビノスガイの寿命を制約している可能性すらあるのではないかと考えられます。

樹木年輪のように、ビノスガイが個体間で年間成長量が同期するという事は、個体の寿命を超えて、過去に遡って本種の生態記録を延伸することが可能であることを意味します。また、ビノスガイの化石は、陸上の地層からも多く見つかっています。そのため、今後、様々な時代のビノスガイ死殻・化石の分析を通じて、特に記録の乏しい北日本の古環境研究が進展することが予想されます。

文 献

- Kubota, K., Shirai, K., Murakami-Sugihara, N., Seike, K., Hori, M. and Tanabe, K. (2017) Annual shell growth pattern of the Stimpson's hard clam *Mercenaria stimpsoni* as revealed by sclerochronological and oxygen stable isotope measurements. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **465**, 307–315.
- Kubota, K., Shirai, K., Murakami-Sugihara, N., Seike, K., Minami, M., Nakamura, T. and Tanabe, K. (2018) Bomb-¹⁴C peak in the North Pacific recorded in long-lived bivalve shells (*Mercenaria stimpsoni*). *Journal of Geophysical Research: Oceans*, **123**, 2867–2881.
- Kubota, K., Shirai, K., Murakami-Sugihara, N., Seike, K., Minami, M., Nakamura, T. and Tanabe, K. (2021) Evidence of mass mortality of the long-lived bivalve *Mercenaria stimpsoni* caused by a catastrophic tsunami. *Radiocarbon*, **63**, 1629–1644.
- Mori, N., Takahashi, T., Yasuda, T. and Yanagisawa, H. (2011) Survey of 2011 Tohoku earthquake tsunami inundation and run-up. *Geophysical Research Letters*, **38**, L00G14.
- Seike, K., Shirai, K. and Kogure, Y. (2013) Disturbance of shallow marine soft-bottom environments and megabenthos assemblages by a huge tsunami induced by the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake. *PLOS ONE*, **8**, e65417.
- Seike, K., Sassa, S., Shirai, K. and Kubota, K. (2018) Lasting impact of a tsunami event on sediment-organism interactions in the ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, **123**, 1376–1392.
- Shirai, K., Kubota, K., Murakami-Sugihara, N., Seike, K., Hakozaki, M. and Tanabe, K. (2018) Stimpson's hard clam *Mercenaria stimpsoni*; A multi-decadal climate recorder for the northwest Pacific coast. *Marine Environmental Research*, **133**, 49–56.

KUBOTA Kaoru, SHIRAI Kotaro, MURAKAMI-SUGIHARA Naoko, SEIKE Koji, MINAMI Masayo, NAKAMURA Toshio and TANABE Kazushige (2022) Evidence of mass mortality of the long-lived bivalve *Mercenaria stimpsoni* caused by a catastrophic tsunami.

(受付：2021年12月21日)

日本人宇宙飛行士を対象とした地質学訓練

高橋 雅紀¹⁾

1. はじめに

国際宇宙探査に向けた機運がますます高くなっている今、日本人宇宙飛行士の募集が13年ぶりに行われました。JAXA(宇宙航空研究開発機構)は、NASAが主導する「アルテミス計画(国際的な有人月・火星探査計画)」に参画することが決定しています。これまで日本の宇宙飛行士は、地球低軌道を周回する国際宇宙ステーション(ISS)において、様々な実験を含む国際共同プロジェクトに参加してきました。そして、新たに始まった「アルテミス計画」では、2025年以降、月面に人類を送り、ゲートウェイ(月周回有人拠点)計画を通じて月に物資を運びます。そして、月面拠点を建設し、月面における人類の持続的な活動を目指します。日本人宇宙飛行士が、地球低軌道の活動から、月や地球外惑星に探査を広げる大きな転換点を迎えようとしているのです。JAXAでは、今後は5年に一回をめどに、宇宙飛行士の募集を行うとしています。

このような背景のもと、月面における探査や岩石試料採取など、これまでとは異なる技能が宇宙飛行士に求められます。そのため、地質学や惑星科学に関する基礎知識や、岩石試料を採取する際に必要なスキルを強化する必要が高まり、JAXAではこのたび国内で初めて宇宙飛行士向けの地質学訓練を行いました。筆者はJAXAよりこの分野の専門家として講師を依頼されました。この記事では、日本において始まった日本人宇宙飛行士に対する、筆者が担当した室内および野外における地質学訓練の様子を紹介します。

現在、日本人宇宙飛行士として、若田光一さん、野口聡一さん、古川 聡さん、星出彰彦さん、油井亀美也さん、大西卓哉さん、金井宣茂さんの7名が活躍しています。野口宇宙飛行士は2020年11月から2021年5月まで、星出宇宙飛行士は2021年4月から11月まで国際宇宙ステーションに長期滞在していましたので、今回の地質学訓練には参加できませんでした。若田宇宙飛行士は今年(2022年)の秋以降、古川宇宙飛行士は2023年頃に国際宇宙ス



第1図 今回の地質学訓練に参加した3名の日本人宇宙飛行士(©2017JAXA, ©2021JAXA)。

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード：宇宙飛行士，地質学訓練，地学教育

ーションでのミッションが予定され、訓練が続いています。そのような状況で、今回の地質学訓練には、油井さん、大西さん、金井さんの3名の宇宙飛行士が参加しました(第1図)。当然ですが宇宙飛行士の皆さんは多忙で、スケジュールは予定でびっしり埋まっており、計5日間の地質学訓練の日程調整は大変でした。今回の地質学訓練に際し、企画から調整、準備、そして訓練当日のサポートは、JAXA宇宙飛行士訓練担当の皆さんが対応してくださいました。

さて、日本における宇宙飛行士を対象とした地質学訓練は、すべてが初めての試みです。訓練を通じて新たな課題が浮かび上がり、その経験を次の訓練に活かすことによって、このプログラムをより効果的なもの向上させることができます。地質学訓練は手探りの状態で始まったばかりですが、あらゆることは最初の一步から始まるのです。

2. 地質学訓練(講義)

宇宙飛行士の地質学訓練は、室内における講義と屋外における野外訓練(実習)に分けて行いました。私は2014年から地学オリンピック日本代表高校生を対象に、地質学の講義と野外指導を行っています(高橋, 2017b)。今回の地質学訓練では、資料や教材、野外における地層や地形の観察地点などは、それらを活用しました。講義は2021年7月15日と16日の二日間に産総研の研究室で行い、野外訓練は翌週の19~21日に、埼玉県秩父盆地と群馬県妙義山で行いました。実際の岩石や地層を野外で観察することが地質学の基本なので、二日間の講義はそのために必要な最低限の知識を学ぶための時間です(第2図)。講義と野外訓練の間にあまり時間を空けず、知識と経験を効果的に結びつけ、体感的に地質を理解してもらうことを意図しました。

講義は二日間しかありませんから、初日は実際の地形図を用いた演習を行いながら、地形学の基本を学んでもらいました。地形学の基本は地形図の読図ですが、二次元の地形図に描かれた等高線から三次元の起伏を頭の中に再現することは、かなり高度な能力を必要とします。その理由は、私たちは生活のほとんどを地面の上で過ごしているの、鳥のように上空から眺めた景色を体験する機会が少ないからでしょう。地球が球体であることを実感することがほとんどないように、地形を三次元的な起伏として体感することもそれほど多くはありません。高い山を見ることはあっても、それは横から眺めた景色であって、広がりを持った起伏としては認識していないのです。最初は典型的な河岸

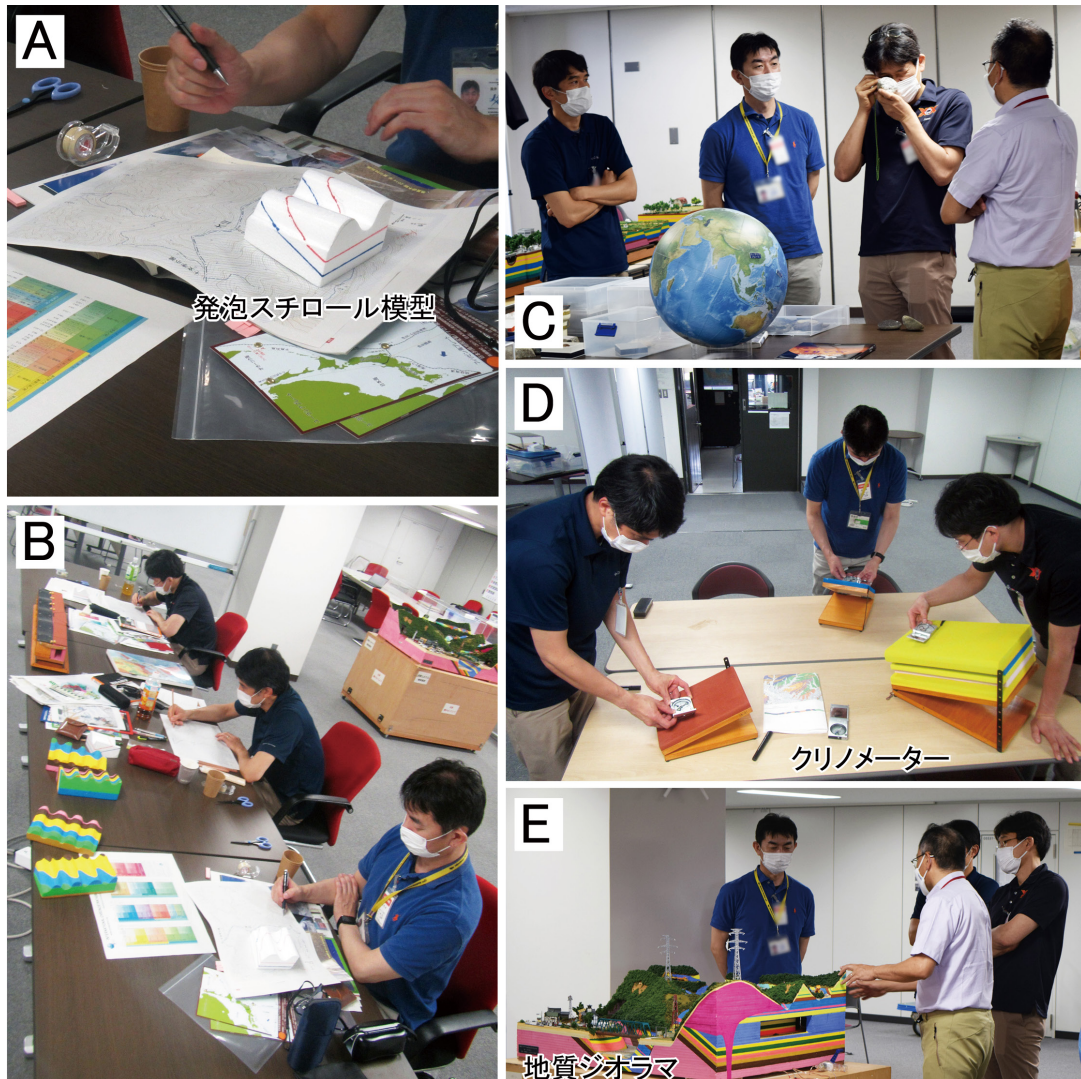
段丘が発達する地形図の読図から始めて、断層による直線的な侵食地形など、少しずつ観察する眼を養っていきました。

地形図に慣れたところで、次は地質図の基本から体感してもらいました。私は地学オリンピック日本代表高校生や大学の集中講義、さらに一般市民向けのアウトリーチ活動(小松原ほか, 2016; 高橋ほか, 2019)を目的に、地質学に関するさまざまなアナログ模型を製作しています(高橋, 2017a)。今回の地質学訓練でも、それらの模型を活用しました。最初は発泡スチロールで作った簡単な地形模型に、フリーハンドで露頭線を描く作業です(第2図のA)。露頭線とは、地層の境界面(地層面)と地形面の交線を地形図にトレースした境界線で、地質図の作図の基本です。実際にやってみると結構難しいのですが、地層が平面でも露頭線はなぜ曲線になるのかなど、理屈だけでなく体感しながら理解することができます。

つづいて等高線が描かれた架空の地形図を使って、地質図学に基づく露頭線の作図を行いました(第2図のB)。受講者の全員が高校の地学を履修しているわけではないので、地形図には最初から補助線を描いておきましたが、何通りかの作図作業を繰り返すと、地質図学の論理を理解することができます。最終的には、各自が補助線を引きながら、露頭線を作図することができるようになりました。

これらは室内で行う作業ですが、屋外における地質調査の事前訓練として、ルーペを使った岩石の観察(第2図のC)や、クリノメーターを用いた地層面の走向・傾斜の測定(第2図のD)も体験してもらいました。これらは条件の整った室内での擬似的な経験で、翌週に行う実際の野外での地質学訓練との違いも体感してもらいたいです。天候が悪いときや沢の奥の暗い場所では、明るい室内照明の下で典型的な岩石を観察する場合と状況が大きく異なります。同じ岩石でも、調査環境の違いによって見え方が異なることを理解していないと、岩石試料の採取に支障をきたします。そのため、様々な環境下での体験がとても重要になります。

これらの地形学および地質学の実習においては、私が手作りした地質ジオラマ(第2図のE)や断層模型なども活用しました。地形図や地質図は、それぞれ地球表層部の三次元の形態や地層・岩石の分布を表しているの、二次元の図に比べて三次元の模型の方がはるかに理解しやすいからです。講義はわずか二日間のため最小限の内容しか指導できませんでしたが、それらの体験を実際の野外で確認するため、翌週には埼玉県の秩父盆地と群馬県の妙義山に出かけて野外訓練を行いました。



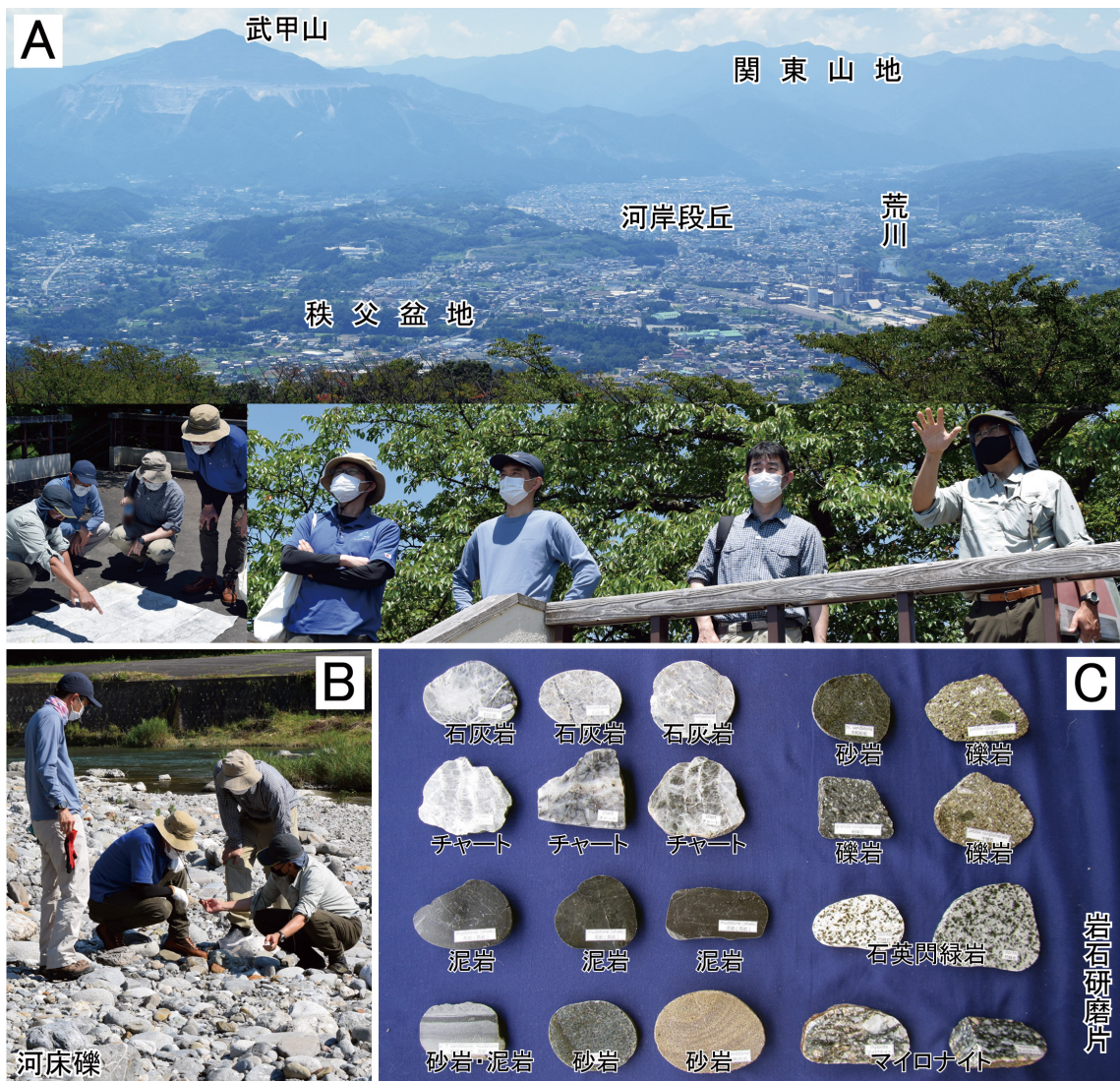
第2図 二日間行った室内における地質学訓練。A：発泡スチロール模型を使った露頭線の記入，B：地質図学に基づく露頭線の作図，C：ルーペによる実際の岩石の観察（©2021JAXA），D：クリノメーターを用いた走向・傾斜の測定，E：地質ジオラマ模型を用いての地層や断層面と地形面との関係の確認（©2021JAXA）。

3. 地質学訓練（野外実習）

地質学訓練の野外実習は、最初は実際の景色と地形図を見比べながら、地形図から地形の三次元的形態や特徴を見だし、さらに鳥瞰図を頭に思い浮かべる訓練から始めました。幸い天候にも恵まれたので、^{みのやま} 箕山山頂の展望台から、関東山地に囲まれている秩父盆地の地形や盆地の中に発達する河岸段丘を観察しました(第3図のA)。南に聳える武甲山は三畳紀の石灰岩からなり、昭和の高度経済成長を支えたセメント用の石灰石の採掘は現在でも続いています。そのため、武甲山の北面斜面は広い範囲が削られていて、水平方向の採掘跡(段差)が刻まれ三角形に露出した石灰岩は、まるで巨大なピラミッドのようです。一方、秩父盆地の地形を特徴づける河岸段丘は、展望台から何段も識別す

ることができます。異なる高さの段丘の境界は急斜面の段丘崖になっていて、それらは宅地や畑地等には使われないために、樹木による緑のベルトとして確認できます。現在の荒川は、最も低い河岸段丘の中を蛇行しながら河床を下刻しています。

つづいて荒川の河床に下りて、河原の石を観察しました(第3図のB)。河原の石の観察は、私が地質調査に初めて出向いたときに必ず行う作業です。河原の石は摩耗されているので表面が観察しやすく、岩石の種類や特徴を知るには最適です。同じ花崗岩でも、白亜紀(中生代)の花崗岩と新第三紀(新生代)の花崗岩では見かけの特徴が異なることが多く、やはり現物を観察するのが一番です。河原に転がっている石を種類ごとに集め、観察して目を慣らしていきます。地質調査において実際に観察する露頭は、日陰だった



第3図 埼玉県秩父盆地で行った地質学訓練の様子。A：養山（582 m）山頂の展望台（美の山公園）から見た秩父盆地の地形（©2021JAXA），B：荒川河床の礫の観察と上流域の地質の推定（©2021JAXA），C：主要な岩石の研磨片試料（標本）。

り風化していたり、必ずしも典型的な地層や岩石を観察できるわけではありません。そのため、前もって典型的な岩石を見ておくことは、その後の地質調査をスムーズに行うためにはとても大切な事前準備なのです。

さらに、河原に転がっている石は、必ず上流から流され運ばれてきたものです。したがって、この河原の上流に分布する地質を反映した岩石を、一ヶ所で観察することができるのです。事前に行った地形学の講義では、地形図に水系と分水界を描く作業を行っていただきました。ある地点（河床）を通過する流水は、その上流の水系に集められた雨水が全て通過します。すなわち、それらの水系を取り囲む分水界の内側に降った雨は、必ずこの地点を通過します。したがって、この河原には、分水界で囲まれた範囲に分布する地層や岩石が、礫として転がっているはずなのです。この理

屈を踏まえ、野外訓練では既存の地質図を河原に広げ、拾い集めた石が実際にこの地点の上流域に分布している地質と対応しているかどうか確認してもらいました。

集めた石は実験室に持ち帰り、後日岩石カッターで半割にして研磨したあと、岩石名を書いたシールを添付して受講者に渡しました（第3図のC）。主要な岩石については、調査しながら野外で岩石名を野帳（フィールドノート）に記載しなければなりません。摩耗された岩石表面と研磨面の見え方の違いを繰り返し観察することによって、無理なく岩石を憶えることができます。今後の地質学野外訓練を通じて、自分自身で採取した岩石の研磨片試料を標本として揃えていけば、知っている岩石の種類が自然に増えていくでしょう。

さて、訓練の2日目は本格的な地質調査です。秩父盆

地の中に分布しているおよそ 1650 ~ 1500 万年前の地層(赤平層群)を観察しながら、地質学の基本を理解してもらいました。事前に行った講義で学んだ地層と実際の露頭で見る地層は、スケールから質感に至るまでかなり異なります。頭の理解と現場での体感を繰り返しながら理解するのが、地質学の基本的な学習方法です。ですので、いろいろな地域に分布している地層や岩石について、事前の学習と現地に出かけて野外訓練を繰り返すのが効果的です。

最初の観察地点は秩父盆地の北西端を流れる岩殿沢で、赤平層群基底の礫岩を観察しました。段丘礫とは異なりかなり固結していることを確認し、地層が時間の経過とともに固くなる続成作用を体感してもらいました。礫の種類は周囲に露出する基盤岩類(ジュラ紀の付加体)に由来する砂岩や泥岩、チャート等の円礫で、石灰岩礫が少ないのは当時の後背地を反映していると推定します。これらの礫は前日の荒川河床で確認した岩石なので、識別は容易です。

一方、これまでの訓練では一度も観察していない礫について、この場所で気がついてもらいました。岩殿沢では、基底礫岩にマイロナイト化した深成岩の円礫が含まれています。前日の荒川河岸では、上流に露出する甲府花崗岩体や秩父鉾山付近に分布する石英閃緑岩体由来する深成岩礫を確認しました。それらは新生代の深成岩で、有色鉱物と無色鉱物が均質に混ざり合った岩石です(第3図のCの上から3列目右端の2個)。これに対し、岩殿沢のマイロナイト礫は岩石の表面模様が大きく異なります。鉱物の粒径が大きいだけでなく、鉱物が剪断変形に伴って帯状に配列する片状構造を呈し、一見してその履歴が複雑であったことを伺わせます(第3図のCの上から4列目右端の2個)。

岩石薄片を作って偏光顕微鏡で観察し、鉱物組み合わせやその量比、さらに組織の観察によって岩石名を決定することはもちろん重要です。しかし、地質調査において、まず石を見て何らかの違いや特徴を感じ取る感覚を養うことも大切です。月面や火星に降り立ち、目の前に広がる索漠とした大地から岩石を選んで採取するためには、岩石学的知識だけでなく、直感や違和感をも駆使する必要がありますでしょう。分析装置はもちろん、宇宙服を着た宇宙飛行士は、ルーペによる岩石表面の観察すらできません。ヘルメットの防護ガラス越しに見たその情報だけで、採るべき岩石を選択する。非常に高度な判断を求められることを念頭に、地質学訓練では露頭ごとに何らかの判断を求めるとを繰り返しました。

2日目の後半は、赤平川の右岸に見られる取方^{とりかた}の大露頭で、海底扇状地堆積物を題材に、地層のでき方や特徴、堆積構造や地質構造、風化や侵食について解説しました(第4

図のA)。まずフィールドノートを配布し、露頭全体を概観した後に目の前の露頭をスケッチしてもらいます(第4図のBおよびD)。そのあと全員で各人のスケッチを見比べて、ひとりひとり見ている部分が異なることを確認します。

スケッチを見ると、右側(南側)に傾く地層の上に水平な地層が重なっていることが確認できます。もともと海底で水平に堆積した赤平層群の砂岩や泥岩は、その後の地殻変動によって傾いたのちに隆起・侵食されて、いま目の前に1600万年前の海底扇状地の断面として現れています。その上に水平に重なる地層は河岸段丘の堆積物で、数万年前以降の比較的新しい地層です。両者の関係は不整合で、その境界には1000万年を超える年代の欠如が存在しています。地質学は、空間スケールだけでなく時間スケールも大きいので、最初は誰でも戸惑ってしまいます。ところが、宇宙飛行士の皆さんは、「数万年前なんて、つい最近の出来事」と笑って話していました。宇宙の時空間のスケールに比べれば、地質学のスケールは大したことではないでしょう。

なかでも、油井さんのスケッチには驚きました。傾斜した地層や海底地滑りによる褶曲した地層だけでなく、それらを水平に覆う河岸段丘堆積物もきちんと記述されていました。さらに、川の蛇行をフィールドノートの折れ目を利用して立体的に再現しようとしていて(第4図のC)、三次元の露頭を三次元に表現しようとする発想の柔軟性に感心しました。

ところで、地質学を含む自然科学の研究において、スケッチはとても大切な行為です。全員のスケッチを見比べると、細かいところに違いがあることが分かります。注目しているところが、人それぞれ異なるからです。そして、他の人のスケッチを見て、「エッ、そんなのあったかなあ?」と無意識に口走ってしまいます。すなわち、自分には見えていなかったのです。このことは、とても重要なことを示唆しています。

研究者に限らず、人は見たいと思うものだけを見ているのです。言葉を換えるなら、「見よう」という能動的意識がなければ、何も見ることはできないのです。見えなければ認識できないので、その人にとっては存在していません。みな同じ世界を生きていると思っていますが、実は自分だけが認識する別々の世界を生きているのです。このことは、その認識の外側に、まだ見ぬ世界が存在していることを意味しています。この世には、目に映っても気がつかず、認識していない世界があるのではないかと気がつくだけでも世界は変わります。その意識の重要性を養うことが学ぶことであり、ひとりひとりの世界を広げることにつながる



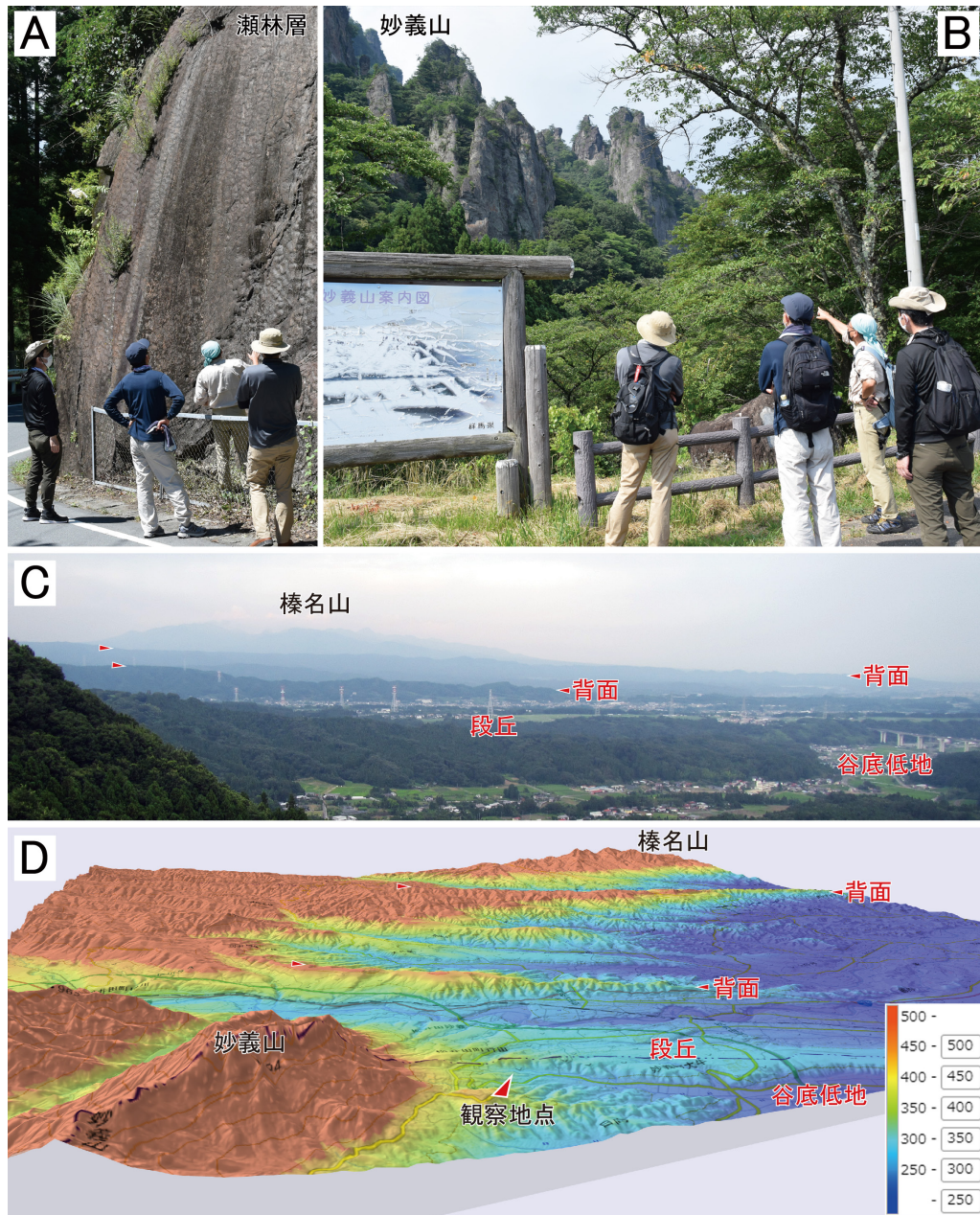
第4図 埼玉県秩父盆地で行った地質学訓練の様子。A：赤平川右岸に露出する1600万年前の海底扇状地堆積物（取方の大露頭），B：対岸からの取方の大露頭の観察（©2021JAXA），C：油井さんのスケッチ，D：地層をスケッチする金井さん，E：タービダイトと砂岩層基底の流痕の観察，F：長瀬の岩畳に露出する三波川結晶片岩の観察。

のです。露頭を前にほんの些細な体験ですが、意識を変えるきっかけになったのではないかと考えています。

地質学訓練の3日目は、長瀬^{ながとろ}に移動して三波川帯の結晶片岩の観察です。もちろん、月面や火星の表面に、高压型の変成岩が露出しているとは思えません。しかし、地質学訓練で身につけるべき能力は、何かを初めて見たとき、それまで培ってきた知識や経験をフルに活用して、そのものを正確に観察して記載し、対応を的確に判断することです。地下30kmで起こった地質現象（変成作用や変形）を、実際にその場で観察した地質研究者はいません。地質研究者

は目の前に露出している岩石から様々な情報を引き出し、7000万年前に地下深部で起こった地質現象を推定しているのです。データを材料にその成り立ちを論理的に組み上げて、ひとつの仮説を作り出す。自身の観察から得た情報から、理路整然とした考察に基づく解釈を組み立てる。宇宙飛行士の皆さんは熱中症の心配をよそに、炎天下の露頭の上で熱心に議論していました（第4図のF）。

その後、埼玉県立自然の博物館を見学したのち、秩父盆地から長野県の佐久まで続く山中地溝帯^{さんちゅう}に沿って西に移動しました。白石山や二子山の石灰岩からなる奇岩を北に見



第5図 A：山中地溝帯に分布する白亜系山中層群（瀬林層）の直立した層理面に残されている漣痕と恐竜の足跡化石，B：群馬県西部の妙義山の侵食地形，C：妙義山の東側山麓斜面から眺めた段丘地形と後方の背面（定高性の高い尾根），D：国土地理院の地理院地図（<https://geolib.gsi.go.jp/node/2555>）で作成した妙義山上空から榛名山を望む地形鳥瞰図。

上げ、志賀坂峠を越えたところでバスを降り、瀬林層（白亜紀）の直立した地層面に残された、恐竜と考えられている足跡化石を観察しました（第5図のA）。さらに、関東山地を北上して群馬県の下仁田を抜け、地質学訓練の最終観察地点である妙義山に移動しました。すでに陽は西に陰り始めていたため登山はせず、道路脇から妙義山の侵食地形を観察しました（第5図のB）。妙義山は数百万年前の火山で、侵食が著しいために火山体の内部を観察することができます。妙義山の東斜面には道路に沿って急崖が続き、火山角礫岩からなる地層の断面が見事に露出しています。地

質だけでなく特徴的な侵食地形も観察できるので、今回の地質学訓練に妙義山を加えました。

帰路の途中で道路脇から北東方を眺めると、わずかに東に傾いた見事な段丘面が広がっています（第5図のC）。その先には、同様に東に傾く真っ直ぐな稜線が幾重も認められます。これらは中新世の海成および陸成の堆積岩や、中新世から鮮新世の火山岩類が侵食された地形で、背面と呼ばれます。この背面は、段丘のように、実際に平坦な地形が広がっているわけではありません。定高性が非常に高い尾根を横から見ている“見かけの面”で、もともとは平坦な

地形であったと考えられています(第5図のD)。

第四紀火山である榛名山の手前の背面は標高が700～600 mで、その手前には標高が500～400 mの背面があり、背面と背面の間には標高が400～300 mの段丘面が広がっています。いずれも東ないし南東に緩く傾斜し、関東平野の北西側が隆起する過程で侵食されてできた地形でしょう。等高線で表現された地形図を見て三次元の地形を頭の中に再現することは、一朝一夕にはできませんが、地質学訓練に参加した宇宙飛行士のみなさんには、その重要性と必要性を実感してもらえたのではないかと考えています。

4. おわりに

アポロ計画を進めていたアメリカは、1961年のケネディ大統領の演説により、月面に有人宇宙船を着陸させる計画に変更したと言われています。そして、1969年のアポロ11号で、初めて人類を月に送り込むことに成功しました。その間にアメリカは、月面での活動を念頭に、アイスランドの玄武岩台地などで地質学訓練を行っています。一方ヨーロッパでは、宇宙飛行士に野外(フィールド)地質学の基礎を教えるため、パンゲア(PANGAEA: Planetary Analogue Geological and Astrobiological Exercise for Astronauts)と呼ばれるコースがESA(欧州宇宙機関)によって提供されています。このプログラムは、宇宙飛行士が地球・月・火星、そして小惑星の地質学的特徴を理解し、地球の管制塔に対して状況を簡潔かつ正確に報告し、科学的に重要な岩石試料を採取するスキルを習得することを目的としています。日本人宇宙飛行士はまだパンゲアに参加していませんが、来る地球外惑星・衛星の有人探査に向けた訓練は始まっています。

前述のように、2021年末には13年ぶりに日本人宇宙飛行士の募集が始まりました。選考は約1年かけて行われ、2022年度末までには新たな日本人宇宙飛行士候補者が誕生する予定です。もちろん、そのミッションは国際宇

宙ステーションのみならず、現在進められているアルテミス計画に合流し、月周回軌道上に有人拠点「ゲートウェイ」を建設し、月に人類の活動拠点を築くことです。そしてその先には、人類を火星に送るという目標が視野に入っています。国際協力の枠組みの中で、日本の宇宙開発技術や宇宙飛行士への期待はますます高まっているのです。

地球の表面の、狭い日本のさらにその傍らで、ただ黙々と地質を調べてきた私にとって、今回の地質学訓練はスケールの大きなテーマに関わる貴重な機会でした。私にできることは、壮大なプロジェクトに対するほんの些細な支援ですが、そのプロジェクトは、そのような小さいけれど数多のサポートの上に成り立っているのも事実です。30年間ずっとつむいて、足下の地層ばかり見続けてきた私ですが、時には夜空を見上げて遠い宇宙の果てを空想する気持ちも生まれました。サイエンスに境界線がないことを実感した地質学訓練でした。

謝辞: 本稿の執筆にあたり、写真の使用手続きや内容の確認等、JAXA宇宙飛行士訓練担当の方にご協力をいただきました。

文 献

- 小松原純子・野田 篤・田辺 晋・佐藤善輝・宮川歩夢・細井 淳・木下佐和子・斎藤 眞・高橋須葉(須美子)・宮地良典・高橋雅紀(2016) 2016年産総研一般公開サイエンスコーナー「アナログ模型で地質を学ぼう!」。GSJ地質ニュース, 5, 389-398.
- 高橋雅紀(2017a) アナログ教材を併用した地質図学実習。GSJ地質ニュース, 6, 9-14.
- 高橋雅紀(2017b) 地質学における次世代育成-地学オリピック合宿研修-。GSJ地質ニュース, 6, 15-21.
- 高橋雅紀・シュレスタ ガウラブ・森田啓子(2019) 産総研東北センター一般公開-学都「仙台・宮城サイエンス・デイ2019」-。GSJ地質ニュース, 8, 297-300.



高橋雅紀(たかはし まさき)

群馬県出身。1990年に東北大学で博士号を取得後、特別研究員を経て1992年に地質調査所(現産総研)に入所。関東地方を中心に地質を調べ、日本列島の成り立ちを研究。日本列島が山国に成長した原因を解き明かし、その内容は2017年にNHKスペシャル「列島誕生ジオ・ジャパン」で放映。NHK番組プラタモリの秩父、長瀬、下関、日本の岩石SP、つくば編に案内人として出演。

URL: <https://staff.aist.go.jp/msk.takahashi/>

TAKAHASHI Masaki (2022) Geological training for Japanese astronauts.

(受付: 2022年1月28日)

「移動地質標本館」の記録

利光 誠一¹⁾・兼子 尚知²⁾

1. はじめに

2001年度に産業技術総合研究所(以下、産総研)が発足し、工業技術院地質調査所は産総研地質調査総合センターになりました(英語名は変わらずに Geological Survey of Japan:GSJ)。この組織変更に伴い、地質標本館は地質調査所の研究部相当の部署から、産総研成果普及部門の一部署となり、成果普及と標本管理、試料調製が主要業務となりました。このことと、GSJとしても広報普及活動の強化を打ち出したこと(金原, 2002)も相まって、館で管理していた膨大な登録標本の中からテーマを持ったミニ展示を組み立てて館外にお貸しし、様々な規模の企画展としてご覧いただける取り組みを積極的に行うようになりました(奥山ほか, 2002)。また、博物館実習などで体験学習イベントの技術やノウハウを向上させてきたこともあり(兼子ほか, 2021)、外部に体験学習イベントを出展する取り組みも本格化するようになりました。産総研になって、博物館等の企画展で重要な標本の貸し出しによる出展なども含めて「移動地質標本館」あるいは「移動標本館」と称して(利光ほか, 2001;奥山ほか, 2002)、産総研の第3期中期計画期間最終年度(2014年度)まで実施されました。このことは、産総研発足時から平成時代の終わりまでの地質標本の年表を記した利光ほか(2019)では触れられていなかったもので、本稿でその記録を残しておきたいと思います。

2. 地質調査所時代の外部出展・出張イベントなど

外部への地質標本の貸し出しや体験イベントの出展は、工業技術院地質調査所時代からも時折行われていました。尾上ほか(1990)、地質標本館(2001)などを参考に代表的なものを以下に記します。

- ・国際科学技術博覧会特別展示(“つくば科学万博”:出展期間 1985年6月19日~25日)(坂本, 1985a, b)
- ・横浜博覧会「つくば市デー」(横浜みなとみらい21:1989年5月25日)(尾上ほか, 1990)
- ・野外観察会「花室川で象の化石をさがそう」(学園都市

の自然と親しむ会主催・地質標本館共催)(つくば市花室川:1990~1999年の7月最終土曜日)(奥山ほか, 1995)

- ・第29回万国地質学会議 IGC(国立京都国際会館:1992年8月24日~9月3日)(利光ほか, 1993)
- ・つくば科学フェスティバル(つくばカピオ:1996年10月12日~13日;1998年10月10日~11日;2000年10月14日~15日)(佐藤ほか, 1999;利光, 2001)
- ・地質情報展(福岡市:1997年10月10日;松本市:1998年9月26日~27日;名古屋市:1999年10月9日~11日;松江市:2000年9月29日~10月1日)(斎藤, 1998, 2000;斎藤ほか, 1999;飯笹・地質情報展事務局, 2001)

3. 産総研地質標本館としての移動地質標本館

産総研発足後は、2001年5月26日の産総研四国センター一般公開への出展(利光ほか, 2001)を皮切りに、「移動地質標本館」として外部からの依頼に積極的に応えるようになりました。その後の移動地質標本館の出展の記録を第1表に示します。

毎年、産総研の地域センターの一般公開への協力と、GSJと日本地質学会が共同主催の地質情報展を軸に、出展してきました。また、つくば科学フェスティバル出展など、つくば市をはじめとする近隣の自治体にも協力してきました(写真1)。2008年には、日頃の協力に対してつくば市からの感謝状が地質標本館に贈られています。出展の形態も、標本の出展、パネルの出展、体験学習イベントの出展などがあり、標本セットの貸し出しに伴う講演会もあります。そして、近隣の学校への協力として地質標本館の体験学習プログラムのノウハウを生かした化石レプリカ作成の小学校等への出前講座(井川ほか, 2006など)や野外観察会の指導(宮地ほか, 2008)もあります。

GSJのアウトリーチ活動が年々盛んになるにつれて移動地質標本館の頻度も多くなっており、2005年度以降その傾向が顕著です。2008年度からは、産総研広報部との

1) 産総研 地質調査総合センター研究戦略部

2) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード: 移動地質標本館, 外部出展, 体験学習イベント, 標本利用

第1表 「移動地質標本館」の一覧

開催年	開始日	終了日	出展等分類				出展行事名・会場など	実施報告・記録など	
			標本・展示物	体験学習	出前講座	講演会等			
2001	5月26日		○	○			産総研四国センター一般公開	地質ニュース, no.563, p.70-71 (2001年7月号) AIST Today, vol.1, no.5, p.25 (2001年6月号)	
	7月17日	9月16日	○				特別展「水晶の世界-蛋白石・玉滴石・子ぶり石-」(富山市科学文化センター)	地質ニュース, no.578, p.63-65 (2002年10月号)	
	7月20日	9月2日	○				KOBE2001 ひと・まち・みらい 21世紀☆みらい体験博 ～ユメミ たいなユメミたい～ (神戸国際展示場)	AIST Today, vol.1, no.9, p.33 (2001年9月号)	
	7月27日	9月9日	○				特別展「夢に見る化石～小樽が生んだ科学の開拓者 井尻正二 ～」(小樽市博物館)		
	8月10日	8月13日		○			青少年のための科学の祭典・富山大会(北陸電力エネルギー科学 館)		
	8月24日		○	○			産総研九州センター一般公開		
	8月31日		○	○			産総研東北センター一般公開		
	9月21日	9月23日	○	○			北陸地質情報展 (金沢市 MROホール)	地質ニュース, no.570, p.6-8, p.14, p.15, p.26-27 (2002年2月号)	
	2001	12月3日	12月9日	○				ボランティアウィークイベント「美しい鉱物展～地球の細胞に触れ る」(日本科学未来館)	
2002	2月9日		○	○			青少年のための科学の祭典・茨城大会日立会場(日立新都市広 場マールホール)	地質ニュース, no.574, p.68-69 (2002年6月号) AIST Today, vol.2, no.4, p.34 (2002年4月号)	
	2月16日	2月17日	○	○			知ってますか? あなたの町の地質 - 近畿の地質図展 - (大阪 市立自然史博物館)	地質ニュース, no.576, p.66-68 (2002年8月号) AIST Today, vol.2, no.4, p.34 (2002年4月号)	
	7月11日	9月8日	○				企画展「鉱物の世界」(常陸史料館, 水戸市)	地質ニュース, no.578, p.63-65 (2002年10月号)	
	7月18日	9月16日	○				特別企画展「マグマのぼうけん-月の石と大地のひみつをさぐる」 (豊橋市自然史博物館)	地質ニュース, no.578, p.63-65 (2002年10月号)	
	7月31日		○	○			産総研九州センター一般公開	地質ニュース, no.578, p.63-65 (2002年10月号) AIST Today, vol.2, no.9, p.32 (2002年9月号)	
	8月2日		○				産総研関西センター一般公開	地質ニュース, no.578, p.63-65 (2002年10月号)	
	8月2日	8月4日	○				北海道地質図展(札幌市博物館活動センター)	地質ニュース, no.582, p.46-50 (2003年2月号) AIST Today, vol.2, no.10, p.32 (2002年10月号)	
	8月30日		○	○			産総研東北センター一般公開	AIST Today, vol.2, no.10, p.33 (2002年10月号)	
	9月14日	9月16日	○	○			地質情報展にいがた (新潟市市民芸術文化会館「りゅーとびあ」)	地質ニュース, no.583, p.10-11, p.42, p.43, p.44-45 (2003年3月号) AIST Today, vol.2, no.11, p.35 (2002年11月号)	
	2002	12月4日	2003年 1月31日	○				特別展「地震と活断層」(神奈川県立青少年センター)	
	2003	7月19日	9月7日	○				企画展「仙台藩の金と鉄」(東北歴史博物館)	
		7月19日	9月23日	○			○	特別展「水晶ってすばらしい! -その美と実用への魅力-」(相 模原市立博物館)	
8月1日			○	○			産総研九州センター一般公開	地質ニュース, no.595, p.60-65 (2004年3月号) AIST Today, vol.4, no.3, p.41 (2003年10月号)	
8月1日			○				産総研関西センター一般公開		
9月19日		9月21日	○	○			地質情報展しずおか (静岡県コンベンションセンター「グランシッ プ」)	地質ニュース, no.594, p.45-47, p.51, p.52-53, p.54-55 (2004年2月 号)	
10月18日		2004年 1月12日	○				企画展「富士山」(茨城県自然博物館)		
10月24日			○		○		つくば市立並木小学校「わくわく科学の大冒険」		
2003		12月17日		○	○		出前レクチャー「地層の話」(取手市立戸頭西小学校)		
2004	2月19日		○				産総研東北センター一般公開		
	4月27日	2005年3月	○				特別展「北海道の金属鉱山の鉱石」(地図と鉱石の山の手博物 館, 札幌市)		
	7月16日	9月12日	○				特別展「恐竜後の世界」(豊橋市自然史博物館)		
	7月29日		○	○			産総研九州センター一般公開		
	7月30日		○				産総研関西センター一般公開 (池田会場)		
	8月21日		○	○			産総研東北センター一般公開	AIST Today, vol.4, no.10, p.37 (2004年10月号)	
	9月18日	9月20日	○	○			地質情報展2004ちば (千葉県立中央博物館)	地質ニュース, no.605, p.5-8 (2005年1月号) 地質ニュース, no.606, p.44, p.45-46 (2005年2月号) GSJニュースレター, no.1, p.10 (2004年10月号) AIST Today, vol.4, no.11, p.41 (2004年11月号)	
	10月9日	10月10日	○	○			つくば科学フェスティバル2004 (つくばカピオ)	地質ニュース, no.607, p.51-53 (2005年3月号)	
	10月29日		○		○		出前レクチャー「地層、岩石と生きている地球の話」(取手市立 戸頭西小学校)		
	2004	11月8日		○	○		つくば市立並木小学校「わくわく科学の大冒険」		
2005	7月16日	8月31日	○				特別展「Go!Go!ゴールド」(名古屋市科学館)		
	7月16日	9月4日	○				特別展「パレオが見ていた大海原 -化石が語る太古の群馬-」 (群馬県立自然史博物館)		
	7月29日		○				産総研関西センター一般公開 (池田会場)	GSJニュースレター, no.12, p.4 (2005年9月号)	
	8月6日		○	○			産総研九州センター一般公開	産総研TODAY, vol.5, no.10, p.38 (2005年10月号)	
	8月11日	9月19日	○				企画展「化石展 ～太古の時代へタイムスリップ～」(出雲科学 館)		
	8月20日		○	○			産総研東北センター一般公開	地質ニュース, no.613, p.38-43 (2005年9月号)	
	8月22日	2009年3月	○				つくばインフォメーションセンター展示		
	9月18日	9月20日	○	○			地質情報展2005きょうと (京都大学吉田キャンパス)	地質ニュース, no.614, p.34-37, p.58-59, p.60-61, p.62-63 (2005年 10月号) 地質ニュース, no.615, p.69-70 (2005年11月号)	
	10月8日	10月10日	○	○			つくば科学フェスティバル2005 (つくばカピオ)	地質ニュース, no.615, p.39-42 (2005年11月号)	
	11月7日		○		○		つくば市立並木小学校「わくわく科学の大冒険」	地質ニュース, no.619, p.65-66 (2006年3月号)	
	2005	11月21日		○	○		出前レクチャー「地層、岩石と生きている地球の話」(取手市立 戸頭西小学校)		

「移動地質標本館」の記録

第1表 続き.

開催年	開始日	終了日	出展等分類				出展行事名・会場など	実施報告・記録など
			標本・展示物	体験学習	出前講座	講演会等		
2006	2月25日		○				池田市五月山児童文化センター出前講座「化石のレプリカ作りと地球の歴史」(池田市児童文化センター)	
	4月29日	6月11日	○				企画展「袖ヶ浦遺産Ⅱ 生き物大図鑑」(袖ヶ浦市郷土博物館)	
	7月15日	9月18日	○				企画展「海辺の自然誌 陸と海の狭間でー」(茨城県自然博物館)	
	7月15日	11月26日	○				企画展「コアラ大陸オーストラリア ~ふしぎな動物たちの世界~」(群馬県立自然史博物館)	
	7月21日	7月27日	○				北中康文写真展「海王国」(富士フォトサロン東京)	
	7月21日	8月31日	○				企画展「永遠に輝く金の魅力 Go! Go! ゴールドin福井」(福井市自然史博物館)	
	7月29日		○	○			産総研九州センター一般公開	産総研TODAY, vol.6, no.9, p.24(2006年9月号)
	8月4日		○				産総研関西センター一般公開(池田会場)	産総研TODAY, vol.6, no.9, p.24(2006年9月号)
	8月5日		○				産総研北海道センター一般公開	産総研TODAY, vol.6, no.9, p.25(2006年9月号)
	8月11日	8月23日	○				北中康文写真展「海王国」(富士フォトサロン仙台)	
	9月1日	9月6日	○				北中康文写真展「海王国」(富士フォトサロン名古屋)	
	9月12日	9月22日	○				北中康文写真展「海王国」(富士フォトサロン福岡)	
	9月15日	9月17日	○	○			地質情報展2006こうち(高知市文化プラザ「かるぼーと」)	地質ニュース, no.637, p.10-13, p.23-24, p.33-34(2007年9月号) 地質ニュース, no.638, p.4-5, p.8-9(2007年10月号)
	9月29日	10月5日	○				北中康文写真展「海王国」(富士フォトサロン大阪)	
10月7日	10月8日	○	○			つくば科学フェスティバル2006(つくばカピオ)	地質ニュース, no.634, p.60-62(2007年6月号)	
10月21日		○	○			産総研四国センター一般公開	産総研TODAY, vol.6, no.12, p.40(2006年12月号)	
10月28日	10月29日	○	○			産総研東北センター一般公開「科学未来展」		
11月9日		○				つくば市立並木小学校「わくわく科学の大冒険」		
2006	11月12日			○		第6回青少年のための科学の祭典・日立大会(日立新都市広場 マーブルホール)	GSJニュースレター, no.27, p.6(2006年12月号)	
2007	2月1日		○	○			うしくサイエンスフェスタ2007(牛久市中央生涯学習センター)	地質ニュース, no.639, p.61-64(2007年11月号)
	5月29日	7月22日	○				企画展「地球と地図の大ロマン」(国土地理院 地図と測量の科学館)	GSJニュースレター, no.33, p.11(2007年6月号)
	6月13日				○		出前レクチャー「岩石を五感で感じる」(手代木中学校, SPP)	地質ニュース, no.643, p.36-37(2008年3月号)
	7月11日				○		出前レクチャー「花崗岩の組成とつくばの地質」(手代木中学校, SPP)	地質ニュース, no.643, p.40-41(2008年3月号)
	7月21日	10月28日	○			○	企画展「石に聞こえ! 20億年のあゆみ 一岐早の石」(中津川市鉱物博物館)	中津川市博物館だより 恵那山, vol.8, no.3, p.8(2007年10月号)
	7月24日		○		○		新宿区生涯学習財団夏休み体験実験教室(新宿区立落合第四小学校 図工室)	
	8月25日			○			産総研東北センター一般公開	
	9月7日	9月9日	○	○			地質情報展2009北海道(北海道大学クラーク会館)	地質ニュース, no.656, p.63-58, p.69-70(2009年4月号) 地質ニュース, no.659, p.60-62(2009年7月号)
	9月19日				○		出前レクチャー「つくば市内の石材」(手代木中学校, SPP)	地質ニュース, no.643, p.44-45(2008年3月号)
	9月22日	2008年1月28日	○	○			企画展「地下展 UNDERGROUND 空想と科学がもたらす冒険」(日本科学未来館)	GSJニュースレター, no.41, p.1-2(2008年2月号)
	9月28日	9月29日	○	○			産総研九州センター一般公開	
	10月13日				○		出前レクチャー 筑波山巡検(手代木中学校, SPP)	地質ニュース, no.643, p.52-53(2008年3月号)
	10月19日	10月20日	○	○			産総研中国センター一般公開	
	11月4日			○			第7回青少年のための科学の祭典・日立大会(日立新都市広場 マーブルホール)	
11月17日	11月18日	○	○			つくば科学フェスティバル2007(つくばカピオ)	地質ニュース, no.659, p.63-66(2009年7月号)	
2007	12月15日			○		つくば・霞ヶ浦周辺の地質見学会(牛久市教育委員会への協力)		
2008	2月2日		○	○			うしくサイエンスフェスタ2008(牛久市中央生涯学習センター)	
	2月9日	2月10日	○	○			産総研キャラバン2008IZUMO(出雲科学館)	
	3月15日	6月15日	○				企画展「化石はたのしい! 巨大恐竜からミクロの世界まで」(茨城県自然博物館)	
	4月14日	5月12日	○				地質の日関連イベント経産省本館ロビー展示	GSJニュースレター, no.44, p.1-2(2008年5月号)
	5月10日	5月11日		○			つくばフェスティバル2008(つくばセンター広場インフォメーションセンター内)	地質ニュース, no.653, p.42-45(2009年1月号) GSJニュースレター, no.45, p.2(2008年6月号)
	7月12日	9月21日	○				特別展「金GOLD 黄金の国ジパングとエルドロード展」(国立科学博物館:上野公園)	
	8月23日			○			産総研東北センター一般公開	地質ニュース, no.658, p.83-84(2009年6月号) 産総研TODAY, vol.8, no.10, p.38(2008年10月号)
	9月19日	9月21日	○	○			地質情報展2008あきた(秋田市民交流プラザ ALVE きらめき広場)	地質ニュース, no.658, p.10-17, p.35-36, p.41-42, p.43-44(2009年6月号) GSJニュースレター, no.49, p.3, p.4(2008年10月号)
	9月26日	9月27日	○	○			産総研九州センター一般公開	地質ニュース, no.659, p.67(2009年7月号) 産総研TODAY, vol.8, no.12, p.36(2008年12月号)
	10月11日	10月12日	○	○			第5回つくば産業フェア(つくばカピオ)	地質ニュース, no.659, p.68(2009年7月号)
	10月24日	10月25日	○	○			産総研中国センター一般公開	地質ニュース, no.660, p.71-72(2009年8月号) 産総研TODAY, vol.8, no.12, p.36(2008年12月号)
	11月8日	11月9日	○	○			つくば科学フェスティバル2008(つくばカピオ)	地質ニュース, no.659, p.63-66(2009年7月号) GSJニュースレター, no.51, p.4-5(2008年12月号)
	11月22日			○			サイエンスアゴラ2008「シルク・ド・サイエンス」(日本科学未来館)	GSJニュースレター, no.52, p.2(2009年1月号)
	12月7日				○		第8回青少年のための科学の祭典・日立大会(日立新都市広場 マーブルホール)	
12月10日	12月11日	○	○			産総研キャラバン2008TOKYO(科学技術館)	GSJニュースレター, no.53, p.2-3(2009年2月号)	
2008	12月26日		○		○	第13回産総研サイエンスカフェ「温泉と金鉱脈を結ぶ赤い糸」(産総研 青木正博氏)(つくばカピオ別棟カフェ・ベルガ)	GSJニュースレター, no.53, p.3-4(2009年2月号)	

コラボレーションで、産総研キャラバンへの参加が始まっています。移動地質標本館の出展数は2007～2009年度がピークで、その後減少します。2010年10月に地質標本館がGSJのアウトリーチの窓口として位置づけられてからは(利光ほか, 2019), 年10数件程度となりました。しか

し実際には、2010年度以降はGSJ主催のイベントなどが多くあり、移動地質標本館と合わせて地質標本館が何らかのイベントに関わることは第1表の実績以上に多くなりました。具体的には、地質の日事業推進委員会事務局、日本ジオパーク委員会事務局、ジオネットワークつくば事務局

第1表 続き。

開催年	開始日	終了日	出展等分類				出展行事名・会場など	実施報告・記録など
			標本・ 展示物	体験 学習	出前 講座	講演 会等		
2009	2月14日		○	○			うしくサイエンスフェスタ2009 (牛久市中央生涯学習センター)	GSJニュースレター, no.54, p.1-2(2009年3月号)
	2月14日	2月15日	○	○			産総研キャラバン2009はままつ (浜松市浜松科学館)	GSJニュースレター, no.54, p.2(2009年3月号)
	3月7日	3月8日		○			産総研キャラバン2009FUKUI (福井県児童科学館「エンゼルランドふくい」)	GSJニュースレター, no.55, p.5-6(2009年4月号)
	3月7日	5月10日	○				特別展「時空探検隊、出動! ~科学館はタイムトンネルだ! ~」(多摩六都科学館)	
	3月28日		○	○			つくばスタイル買い子育て応援フェスタ (イースつくば)	GSJニュースレター, no.56, p.3(2009年5月号)
	4月20日	5月11日	○				地質の日関連イベント経産省本館ロビー展示	GSJニュースレター, no.56, p.7-8(2009年5月号)
	5月9日	5月10日		○			つくばフェスティバル2009 (つくばセンター広場インフォメーションセンター内)	GSJニュースレター, no.57, p.3(2009年6月号)
	6月27日		○	○			産総研中国センター一般公開	
	7月1日	2013年 5月10日	○				つくば市サイエンスインフォメーションセンター展示	
	8月22日			○			産総研東北センター一般公開	GSJニュースレター, no.60, p.3(2009年9月号) 産総研TODAY, vol.9, no.10, p.27(2009年10月号)
	9月4日	9月6日	○	○			地質情報展2009おかやま (岡山市デジタルミュージアム)	GSJニュースレター, no.61, p.1-2, p.2-3(2009年10月号) 地質ニュース, no.672, p.10-17, p.35-36, 39-41, p.42-43(2010年8月号)
	10月2日	10月3日	○	○			産総研九州センター一般公開	GSJニュースレター, no.61, p.7(2009年10月号) 産総研TODAY, vol.9, no.12, p.33(2009年12月号)
	10月24日	10月25日	○	○			第6回つくば産業フェア (つくばカピオ)	
	11月1日			○			サイエンスアゴラ2009 シルク・ド・さいえんすII(日本科学未来館)	
	11月22日			○			第9回青少年のための科学の祭典・日立大会(日立新都市広場マールホール)	
11月29日			○			産総研キャラバンin銚田 (銚田市立銚田南中学校)		
12月19日	12月20日	○	○			つくば科学フェスティバル2009 (つくばカピオ)	GSJニュースレター, no.64, p.6(2010年1月号)	
2010	1月30日		○	○			うしくサイエンスフェスタ2010 (牛久市中央生涯学習センター)	GSJニュースレター, no.65, p.3-4(2010年2月号)
	1月30日	1月31日	○	○			産総研キャラバン2010みやぎ (宮城県総合博物館)	GSJニュースレター, no.65, p.3(2010年2月号)
	2月20日	2月21日	○	○			産総研キャラバン2010えひめ (愛媛県総合科学博物館)	GSJニュースレター, no.66, p.5(2010年3月号)
	2月27日	2月28日	○				ジオネットワークフェスティバル「つくばアースデー」(つくばエキスポセンター)	GSJニュースレター, no.66, p.6-7(2010年3月号)
	3月11日				○		つくば市立荻崎第三小学校(化石層観察・採集体験)	地質ニュース, no.679, p.65-73(2011年3月号)
	3月27日	3月28日	○				国際惑星地球年(IYPE)終了記念イベント「地球フォーラム2010inアキバ」(秋葉原富士ソフトアキバプラザ)	GSJニュースレター, no.67, p.6-7(2010年4月号)
	4月19日	5月10日	○				地質の日関連イベント経産省本館ロビー展示	GSJニュースレター, no.69, p.1(2010年6月号)
	5月15日	5月16日		○			つくばフェスティバル2010 (つくば市役所)	GSJニュースレター, no.69, p.4-5(2010年6月号)
	7月29日			○			産総研関西センター(尼崎サイト)一般公開	産総研TODAY, vol.10, no.9, p.24(2010年9月号)
	7月31日				○		学研サイエンススクール(筑波研修センター)	
	8月21日			○			産総研東北センター一般公開	
	8月21日			○			産総研九州センター一般公開	
	9月17日	9月19日	○	○			地質情報展2010とやま(富山市民プラザ)	GSJニュースレター, no.73, p.3-4, p.4, p.4-5(2010年10月号)
10月30日	10月31日	○	○			つくば科学フェスティバル2010 (つくばカピオ)	GSJニュースレター, no.75, p.1-2(2010年12月号)	
11月20日	11月21日		○			サイエンスアゴラ出展(日本科学未来館)		
11月28日			○			第10回青少年のための科学の祭典・日立大会(日立新都市広場マールホール)		
2010	12月4日	2011年 3月11日 (震災中止)	○				ジオネットワークつくば つくばエキスポセンター研究機関常設展示	
2011	2月5日		○	○			うしくサイエンスフェスタ2011 (牛久市中央生涯学習センター)	GSJニュースレター, no.78, p.2-3(2011年3月号)
	2月19日	2月20日	○	○			産総研キャラバン2011やまなし出展 (山梨県立科学館)	GSJニュースレター, no.79, p.5-6(2011年4月号) 産総研TODAY, vol.11, no.4, p.22(2011年4月号)
	2月24日				○		つくば市立荻崎第三小学校(化石層観察・採集体験)	
	2月26日		○	○			ジオネットワークつくば ジオネットの日(つくばエキスポセンター)	
	5月14日	5月15日	○				つくばフェスティバル2011出展(つくば市サイエンスインフォメーションセンター)	GSJニュースレター, no.81, p.1-2(2011年6月号)
	7月28日			○			産総研関西センター(池田会場)一般公開	産総研TODAY, vol.14, no.4, p.24(2014年4月号)
	8月5日			○			産総研関西センター(尼崎会場)一般公開	
	8月6日			○			産総研中部センター一般公開	産総研TODAY, vol.11, no.10, p.25(2011年10月号)
	8月20日			○			産総研東北センター一般公開	
	9月10日	9月11日	○	○			地質情報展2011みと (水戸市堀原運動公園 武道館)	GSJニュースレター, no.85, p.1-2(2011年10月号) GSJ地質ニュース, vol.1, p.101-103, p.107-108, p.109-110(2012年4月号)
	9月23日	9月24日		○			特別展「OCEAN!」(会場:大阪市立自然史博物館) 謎の絶滅哺乳類「デスモスチルス」の工作教室出展	
	10月28日			○			産総研中国センター一般公開	GSJニュースレター, no.86, p.5-6(2011年11月号) 産総研TODAY, vol.11, no.12, p.24(2011年12月号)
	11月12日	11月13日	○	○			つくば科学フェスティバル2011 (つくばカピオ)	
2011	11月13日		○			第11回青少年のための科学の祭典・日立大会(日立新都市広場マールホール)		

などを地質標本館が担い、地学オリンピック本選(「グランプリ地球にわくわく」:つくば市が会場)への協力も行ったため、「移動地質標本館」と合わせ、地質標本館およびGSJのプレゼンスを全国の地質に関心のある方々に対して高めてきました。

2015年度から産総研の第4期中期計画期間が始まり、これを機に組織改編が行われ、地質標本館は地質情報基盤センターの下で地質標本館室が運営し、地質標本館内の展

示やイベントに注力することに業務の内容が変更されました。これにより、外部出展の企画運営から外れて、「移動地質標本館」の事業は終了しました。

4. おわりに

「移動地質標本館」の事業終了後、産総研の第4期中期計画期間(2015~2019年度)および現在の第5期中期計

「移動地質標本館」の記録

第1表 続き。

開催年	開始日	終了日	出展等分類				出展行事名・会場など	実施報告・記録など
			標本・展示物	体験学習	出前講座	講演会等		
2012	2月4日		○	○			うしくサイエンスフェスタ2012 (牛久中央生涯学習センター)	GSJ地質ニュース, vol.1, p.223-224(2012年7月号)
	2月26日		○	○			ジオネットワークつくば 体験型イベント『親子で遊ぼう! ジオネットの日』(共催)(つくばエキスポセンター)	GSJ地質ニュース, vol.1, p.283-284(2012年9月号)
	3月6日				○		つくば市立荻崎第三小学校(化石層観察・採集体験)	
	3月24日	3月25日	○	○			山形県立博物館「春休み子どもワクワク講座 移動地質標本館」	GSJ地質ニュース, vol.1, p.284-285(2012年9月号)
	4月16日	5月11日	○				地質の日関連イベント経産省本館ロビー展示	GSJ地質ニュース, vol.1, p.313-314(2012年10月号)
	5月12日	5月13日		○			つくばフェスティバル2012出展(つくば市サイエンスインフォメーションセンター)	GSJ地質ニュース, vol.1, p.316-317(2012年10月号)
	7月25日				○		つくばインターナショナルスクール・サマースクール	
	7月26日			○			産総研関西センター(池田会場)一般公開	産総研TODAY, vol.12, no.10, p.24(2012年10月号)
	8月1日				○		つくばインターナショナルスクール・サマースクール	
	8月3日			○			産総研関西センター(尼崎会場)一般公開	産総研TODAY, vol.12, no.10, p.24(2012年10月号)
	8月4日			○			産総研東北センター一般公開	
	8月4日			○			産総研中部センター一般公開	産総研TODAY, vol.12, no.10, p.25(2012年10月号)
	8月23日			○	○		産総研四国センター一般公開	
	9月15日	9月17日	○	○			地質情報展2012おおさか (大阪市立自然史博物館)	GSJ地質ニュース, vol.2, p.29-30(2013年1月号) GSJ地質ニュース, vol.2, p.133-139, p.142-143, p.159, p.150-151, p.152-153(2013年5月号)
10月19日			○	○		産総研中国センター一般公開		
10月20日	10月21日	○	○			第9回つくば産業フェア(つくばカピオ)		
11月17日	11月18日	○	○			つくば科学フェスティバル2012(つくばカピオ)		
12月15日			○			第12回青少年のための科学の祭典・日立大会(日立市教育プラザ)		
2012	12月20日				○	つくば市立荻崎第三小学校(化石層観察・採集体験)		
2013	1月19日	1月20日	○	○			産総研キャラバン2013やまぐち出展(防府市青少年科学館ソラール)	産総研TODAY, vol.13, no.4, p.18(2013年4月号)
	2月2日		○	○			うしくサイエンスフェスタ2013 (牛久中央生涯学習センター)	GSJ地質ニュース, vol.2, p.159(2013年5月号)
	3月3日		○	○			ジオネットワークつくば 体験型イベント『親子で遊ぼう! ジオネットの日』(共催)(つくばエキスポセンター)	GSJ地質ニュース, vol.2, p.225-227, p.239-242(2013年8月号)
	4月15日	5月10日	○				地質の日関連イベント経産省本館ロビー展示	GSJ地質ニュース, vol.2, p.253-254(2013年8月号)
	5月11日	5月12日		○			つくばフェスティバル2013出展(つくば市サイエンスインフォメーションセンター)	GSJ地質ニュース, vol.2, p.254-255(2013年8月号) 産総研TODAY, vol.13, no.7, p.25(2013年7月号)
	5月11日	2015年11月14日	○				つくば市サイエンスインフォメーションセンター展示	
	7月25日	5月26日		○			サイエンスフェスタin秋葉原(TX秋葉原駅)	
	8月10日			○			産総研東北センター一般公開	
	9月14日	9月16日		○			地質情報展2013みやぎ(仙台市科学館)	GSJ地質ニュース, vol.3, p.6-11, p.14-15, p.16-17, p.20-22, p.23-24(2014年1月号)
	10月19日	10月20日		○			第10回つくば産業フェア出展(つくばカピオ)	
	10月25日			○			産総研中国センター一般公開	
	11月9日	11月10日		○			つくば科学フェスティバル2013出展(つくばカピオ)	
	2013	12月1日			○		第13回青少年のための科学の祭典・日立大会(日立新都市広場 マーブルホール)	
	2014	2月8日	2月9日		○			産総研キャラバン2014こおりやま出展(郡山市ふれあい科学館スペースパーク)
2月23日				○			ジオネットワークつくば ジオネットの日(つくばエキスポセンター)	
3月16日			○			○	ジオネットワークつくば第27回サイエンスカフェ 朗読会カフェ 宮澤賢治「樺ノ木大学士の野宿」 --イーハトープの石たち--(つくば市役所)	
5月7日		5月30日	○				地質の日関連イベント経産省本館ロビー展示	
5月10日		5月11日		○			つくばフェスティバル2014出展(つくば市サイエンスインフォメーションセンター)	
7月20日				○			学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ(産総研東北センター一般公開) 出展	産総研TODAY, vol.14, no.9, p.23(2014年9月号)
8月2日				○			産総研中部センター一般公開	
8月5日		8月6日		○			サイエンスフェスタin秋葉原(TX秋葉原駅)	
8月26日				○			産総研中国センター一般公開	
9月13日		9月15日		○			地質情報展2014かごしま(鹿児島市中央公民館)	GSJ地質ニュース, vol.4, p.9-15, p.16-17, p.18-19, p.26-27(2015年1月号)
10月25日		10月26日		○			第11回つくば産業フェア出展(つくばカピオ)	産総研TODAY, vol.14, no.12, p.22(2014年12月号)
11月8日		11月9日		○			つくば科学フェスティバル2014出展(つくばカピオ)	
2014		11月30日			○		第14回青少年のための科学の祭典・日立大会(日立新都市広場 マーブルホール)	
2015		3月1日			○		ジオネットワークつくば ジオネットの日(つくばエキスポセンター)	GSJ地質ニュース, vol.4, p.246-247(2015年8月号)

画期間(2020~2024年度)においては、テレビや新聞などの報道に加えて、産総研のSNSやメルマガなどのメディアを通して地質標本館のプレゼンスが示されています。開館40周年(森田ほか, 2020)を経過した今、そして今後も地質標本館が近隣の多くの市民、あるいは国民に知られ親しまれていくこと、ひいては地質、そして産総研の「地質の調査」の研究成果が一般の方々に身近なものとなっていくことを願っています。

「移動地質標本館」は、GSJの多くの方々によって支えられて展開された事業です。ここでは全ての関係者のお名前を示すことはできませんが、関わられた方々の一部は、

第1表にある報告書を読んでいただくとわかります。その他にも多くの方々関わってこられました。ご協力いただいた皆様にこの場を借りてお礼を申し上げます。

文 献

地質標本館(2001) 地質標本館20年のあゆみ. 地質ニュース, no.557, 54-58.

井川敏恵・利光誠一・兼子尚知・中澤 努・中島 礼・谷田部信郎・目代邦康(2006) 地質標本館出前レクチャー: 立体コピーを作ろう in つくば市立並木小学校. 地質



写真1 外部イベント出展の様子(つくば科学フェスティバル2009)

つくば市主催の秋期のイベント「つくば科学フェスティバル」(会場:つくばカピオ)には、つくば市内および周辺の研究機関や教育機関などから多くの展示ブースが出展される。産総研地質標本館は2004年から毎年「化石のキャストを作ろう」のブースを出展した(写真手前右側)。出展内容は、実物の化石から短時間で型取りし、それに石膏を流し込んで化石レプリカを作製するものであった。完成したレプリカを記念に持ち帰ることができたため、すぐに人気のブースとなった。地質標本館で受け入れている博物館実習生もサイエンスコミュニケーション実践の場として参加した。産総研広報部も毎年一緒にブース出展した(写真手前左側)。

ニュース, no. 619, 65-66.

飯笹幸吉・地質情報展事務局(2001)「地質が明かすく
にびきの里」2000年山陰地質情報展について。地質
ニュース, no. 560, 10-13.

兼子尚知・利光誠一・辻野 匠・中村由美・森田澄人(2021)
地質標本館における博物館実習のあゆみ。GSJ地質
ニュース, 10, 60-66.

金原啓司(2002)地質・海洋分野の課題と産総研の取り組
み。AIST Today, 2, no. 3, 20-27.

宮地良典・目代邦康・酒井 彰(2008)巡検:筑波山の地
質。地質ニュース, no. 643, 52-53.

森田澄人・小川 浩・常木俊宏・澁谷 史・五十嵐幸子・
朝川暢子・清水裕子・中村由美(2020)地質標本館
開館40周年。GSJ地質ニュース, 9, 327-327.

奥山(楠瀬)康子・小沢泰子・遠藤祐二(1995)地質標本
館だより No. 35. 夏休みの行事より。地質ニュース,
no.486, 70-71.

奥山康子・春名 誠・豊 遙秋(2002)地質標本館だより

No.64.「移動地質標本館」—つくばから日本全国へ
の出張展示—。地質ニュース, no. 578, 63-65.

尾上 亨・神戸信和・山田直利・松江千佐世・奥山(楠瀬)
康子(1990)地質標本館の年表。地質ニュース, no.
431, 70-75.

斎藤 眞(1998)九州地質情報展「知っていますかあなた
の大地—地質学が探る九州島—」報告。地質ニュース,
no. 522, 28-31.

斎藤 眞(2000)特集 誌上再現, 中部地質情報展「20
億年のタイムトラベル」。地質ニュース, no. 546,
11-15.

斎藤 眞・有田正史・谷田部信郎・吉田朋弘(1999)甲信
越地方地質情報展「ザ・フォッサマグナ」報告。地質
ニュース, no. 535, 52-56.

坂本 亨(1985a)地質調査所の展示「日本列島—石が語
るさまざまな言葉」。地質ニュース, no. 369, 63-63.

坂本 亨(1985b)地質調査所の特別展示(EXPOセンター
1階)「日本列島—石が語るさまざまな言葉」。地質

- ニュース, no. 375, 32-43.
- 佐藤喜男・谷田部信郎・吉田朋弘 (1999) つくば科学フェスティバル '98「化石の不思議発見」—古生物の世界—を終えて. 地質ニュース, no. 535, 24-26.
- 利光誠一 (2001) つくば科学フェスティバル 2000 に参加して. 地質ニュース, no. 562, 45-47.
- 利光誠一・小沢泰子・豊 遙秋 (1993) 地質標本館だより No. 31. 1992 年上期までの話題 (1). 地質ニュース, no. 464, 70-71.
- 利光誠一・谷田部信郎・豊 遙秋・熊田みさ子 (2001) 地質標本館だより No. 58. 三宅島の高校生を迎えての火山活動の授業など—産総研・地質標本館の事始め—. 地質ニュース, no. 563, 70-71.
- 利光誠一・藤原 治・森田澄人 (2019) 地質標本館の年表 (3) ~産総研の発足から平成時代の終わりまで~. GSJ 地質ニュース, 8, 322-335.
-
- TOSHIMITSU Seiichi and KANEKO Naotomo (2022) Records of "Mobile Geological Museum".
-
- (受付: 2022 年 1 月 6 日)

地形学

松倉公憲 [著]

朝倉書店
発売日：2021 年 9 月 1 日
定価：6930 円（税込み）
ISBN：978-4-254-16077-2
25.7 cm x 18.3 cm x 2.0 cm
並製
308 ページ



私自身は堆積学 (Sedimentology) もしくは堆積地質学 (Sedimentary geology) を専攻する研究者であるが、その一方で地形学についてもたいへん関心を持っている。それは、当時の私のスーパーバイザーであった九州大学理学部の岡田博有先生からご推薦を頂き、1994 年春に国際深海掘削計画 (Oceanic Drilling Program ; ODP) 第 155 次掘削航海「アマゾン海底扇状地」に乗船研究者として参加する機会を得た時からであった。その頃までの私は、“野外の露頭において地層を観察し、その堆積環境や堆積過程を復元する”という極めてオソードックスなアプローチを行っていた。ところが、この研究プロジェクトでは、“まずアマゾン河の河口沖に出来た巨大海底扇状地の海底地形をサイドスキャンソナーで精査したうえで、蛇行チャンネル、自然堤防、ロープや海底地すべり等のその代表的な海底地形において、船上から水深 3000 ~ 4000 m に達する海底面に狙いを定めてコア掘削を行い、その堆積システムを回収されたコア層序から復元する。”というこれまでの私の思考とは真逆のアプローチを行っていた (七山ほか, 1996)。その時思ったことは、“断片的な地層から古環境を復元することは、失われた古地形を如何にして推察するか？”に他ならないということである。その後、1994 年から地質調査所燃料資源部の徳橋秀一さんにサポートを受け科学技術特別研究員 (PD) として茨城県つくば市に転居することになった。それ以降、筑波大学水理実験センターの池田 宏先生の主催する地形セミナーで地形学の基礎を学ぶようになり、水

理実験で復元された微地形や現世の地形を掘削して調べる研究 (現行堆積過程) に関心を持つようになった。

地形学 (Geomorphology) は、地球表面の形態を記載・分類し、その成因について探求する (自然) 地理学の一分野である。地形学の学問としての始まりは 19 世紀末期であり、20 世紀後半には独立した学問領域として成立した比較的若い学問分野と言える。私の知る限り地形学はアメリカでは第四紀地質学の分野に含まれ、固体地球科学の一分野として扱われることが多い。しかしイギリスや日本においては、伝統的に (自然) 地理学の一分野として取り扱われてきている。そのため、国内の大学では、地形学分野の研究者は人文地理学分野の研究者と共に文学部に所属しているケースも多い。

また地形学は、主に“人間の営み”という視点から陸域を研究対象としている場合が多く、冒頭で私が述べたような深海底の地形を扱う研究者は極めて限られている。本書で取り扱われているものも、陸上の火山地形学、変動地形学、河川地形学、海岸地形学、氷河地形学に限られる。一方、地形の理解のためには、地球表面の形態を理解するとともに、地形の形成プロセスや構成物質、地形発達史の理解も求められるが、このような地形の形成過程を理解しようとする学問は、プロセス地形学 (Process geomorphology) と呼ばれている。たとえば、山は火山活動や地盤の地震隆起などで形成されるが、その後の氷河、河川、地すべりなどに侵食運搬作用によって平坦化されていくことになる。こ

のような地形変化を、営力(内的営力・外的営力)、構成物質(岩石物性)、時間等を基軸として定量的に理解する研究分野と言える。

松倉公憲先生は、筑波大学で長年にわたって教育と研究を行って来られたプロセス地形学の大家であり、筑波大学名誉教授である。私は2010年に日本地形学連合の主催する夏の学校で松倉先生による「山崩れ・地すべりの力学」と題するプロセス地形学の集中講義を聴講する機会があった。松倉先生の講義では、岩石・土の物性を解説した上で、斜面プロセスにまつわる斜面安定解析の方法について数式で示す試みを丁寧に説いておられた。このような話は大阪大学の砂村継夫先生の波浪による海浜変形や海岸侵食の話とも共通していて、ある意味で土木工学的、即ち社会に役立つ実学的な考え方のようにも私には思えた。

さて、この度松倉先生が地形学の教科書を出版された。本書のタイトルは「地形学」であり、この分野を体系的に示されている重厚な内容であり、まさに松倉先生が執筆されるのに相応しい内容と思ひ、下記にその概要を示したいと思う。松倉先生も本書の冒頭に書かれているように、本書は大学の地理学科や地球科学分野の地形学に関係した講義を初学の学生を想定して書かれたそうである。そのため、高校で地理や地学を履修していない場合でも十分読むことが可能であるように、基本的な用語には詳しい解説文が付けられている。その一方で、地形について深く知りたい一般の方々にも読んでいただきたいとの希望も述べておられる。地形は人間の生活する舞台そのものであり、そのため地形の知識は、周辺の地球科学である地質学、堆積学、地球物理学、水文学、気候学、応用科学分野である土木工学、地盤工学、防災工学、砂防学、林学、土壌学、生態学、環境科学などの広範な科学・技術分野で必要とされている。本書はこれらの分野のニーズに対応できる内容でもあろう。また、ここ数年、日本各地で火山災害、地震災害、津波災害、洪水・土砂災害、地盤災害などが頻繁に発生しているが、これらの対応には土地利用の観点からの地形学の基礎知識が不可欠と言える。その意味では、建設コンサルタントや官公庁の防災関係者にもお薦めできる内容と言えよう。本書の目次は、以下の通りである。

まえがき

第1章 地形学へのアプローチ

- 1.1. 地形と地形学, 1.2. 地形物質, 営力, 時間とは,
- 1.3. 地形学の課題と目標

第2章 変動地形

- 2.1. 大地形, 2.2. 岩石の脆性破壊と塑性変形, 2.3. 断層と断層地形, 2.4. 褶曲と曲動, 2.5. 差別削剥地形

第3章 火山地形

- 3.1. 火山の分布と火成作用, 3.2. マグマ溜りと火山噴火,
- 3.3. 火山噴出物とその定置・堆積, 3.4. 火山の種類と形成プロセス, 3.5. 火山体の削剥と火山斜面の侵食プロセス

第4章 風化

- 4.1. 風化, 4.2. 物理的風化, 4.3. 化学的風化, 4.4. 風化生成物, 4.5. 風化が深く関与する地形

第5章 カルスト地形

- 5.1. 石灰岩とその分布, 5.2. 石灰岩の溶解プロセスと溶解(侵食)速度, 5.3. 地表のカルスト地形, 5.4. 地下のカルスト地形

第6章 斜面地形

- 6.1. 斜面とは, 6.2. 斜面プロセス(1):流水による侵食,
- 6.3. 斜面プロセス(2):マスマーブメント, 6.4. マスマーブメント各論, 6.5. 斜面の長期的発達

第7章 河川プロセス

- 7.1. 水循環と流域, 7.2. 河川プロセス(1):流速と流量,
- 7.3. 河川プロセス(2):河川の侵食, 7.4. 河川プロセス(3):河川の運搬・堆積, 7.5. 流域における土砂生産量と侵食速度

第8章 河川地形

- 8.1. 河川水の起源と河谷の発生および成長, 8.2. 河谷地形, 8.3. 河川縦断形, 8.4. 河川の平面形, 8.5. 河成堆積低地の地形, 8.6. 河系模様の発達

第9章 海岸地形

- 9.1. 波と波の作用, 9.2. 津波・高潮・潮汐, 9.3. 流れとその作用, 9.4. 岩石海岸, 9.5. 砂浜海岸, 9.6. 生物がつくる海岸, 9.7. 海面変化と関連地形

第10章 乾燥地形

- 10.1. 乾燥地の環境と地形, 10.2. 風の特徴, 飛砂プロセスと風をつくる地形

第11章 氷河地形

- 11.1. 氷河水の形成と氷河の分類, 11.2. 氷河システムと氷河の流動, 11.3. 氷河プロセスと地形, 11.4. 更新世における氷床の消長と最終氷期

第12章 周氷河地形

- 12.1. 周氷河環境と永久凍土・季節凍土, 12.2. 周氷河プロセス, 12.3. 凍結融解のくり返しによる地形, 12.4. 永久凍土に関連した地形, 12.5. 化石周氷河現象

引用文献



索引 (和文+欧文)

本書の内容は大きく3つに分けられる。第1章は本書のイントロダクションである。第2章と第3章では内的営力に関係した地形として、地殻変動地形(第2章)ならびに火山地形(第3章)が取り扱われている。第4～12章では、外的営力、即ち風化・侵食・運搬・堆積のプロセスが働くことによって形成される斜面、河川、海岸、乾燥地、氷河・周氷河等の地形が扱われている。この他、各章には1～5件のコラム(総計38件)が付記されており、章の内容のトピックスに関する一歩踏み込んだ解説がなされている。また、第6章の末尾には補遺として、2021年7月に熱海市で発生した土石流に関する解説が付記されているが、本書が9月1日に販売開始されている事実から察して、おそらく最終原稿の完成間際に松倉先生が差し込まれた原稿かと想像した。

本稿の末尾として、“本書はGSJ地質ニュースの読者の皆さまが最新の地形学を順序だてて体系的に学ぶには最適の教科書”と思い、この紹介文を書いた。英文のGeomorphologyの教科書は数多存在してはいるが、私の知る限り邦文の地形学の教科書については、中央大学の

Chorley, R. J., Schumm, S. A., Sugden, D. E.[著]”が著名であった(七山, 1997)。もちろん松倉先生の教科書はこの書籍よりも新しい研究成果をふんだんに取り入れており、しかも国内の学生や実務者向けに執筆された内容とも言える。また、本文308ページで、その中には著名な書籍や論文から選りすぐって転用された図・写真などが要所に挿入されている。邦文と英文の用語検索がそれぞれ独立して整理されて巻末に付記されており、地形学の用語辞書としても活用できる。本書に販売価格(6930円)以上に“お値打ち”と感じるのは、おそらく私だけでは無いと思った次第である。

文 献

- 七山 太(1997)現代地形学(書籍紹介)。堆積学研究, no. 45, 69-70.
- 七山 太・ODP Leg 155乗船研究者・徳橋秀一(1996)タービダイトの話(8):アマゾン海底扇状地-巨大mud-rich fanの堆積作用の実例-。地質ニュース, no. 505, 16-25.

(産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門 七山 太)

GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 宮地良典
副委員長 小松原純子
委員 杉田創
児玉信介
戸崎裕貴
宇都宮正志
森尻理恵

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター
地質情報基盤センター 出版室
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ 地質ニュース 第 11 巻 第 4 号
令和 4 年 4 月 15 日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター

〒 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7

印刷所

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : MIYACHI Yoshinori
Deputy Chief Editor : KOMATSUBARA Junko
Editors : SUGITA Hajime
KODAMA Shinsuke
TOSAKI Yuki
UTSUNOMIYA Masayuki
MORIJI Rie

Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geoinformation Service Center Publication Office
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ Chishitsu News Vol. 11 No. 4
April 15, 2022

Geological Survey of Japan, AIST

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi, Tsukuba,
Ibaraki 305-8567, Japan

“生きている化石”メタセコイアの季節変化

[cover photo](#)



地質標本館の前には 6 本のメタセコイアが植えられている。メタセコイアは、白亜紀から現在まであまり変わらない形態で存続している“生きている化石”であり、落葉する針葉樹としても知られる。春から 10 月(左上)までは緑の葉が茂っているが、11 月(右上)になると葉が黄色に、そして 12 月前半(左下)には橙色に変化するという、美しい黄葉がメタセコイアの特色である。しかし、12 月後半には落葉が始まり、1 月(右下)になると枝振りが寂しい樹姿となる。

(写真・文：産総研地質調査総合センター地質情報研究部門 中島 礼)

Seasonal changes of *Metasequoia*, a living fossil. Photo and caption by NAKASHIMA Rei