

# GSJ 地球をよく知り、地球と共生する

# 地質ニュース

2019

9

Vol.8 No.9



# 9月号

- 
- 227 **房総半島における新第三系～第四系の地質調査法：研究資料集 no.671（中嶋・宇都宮，2019）を例にして**  
宇都宮 正志
- 
- 233 **CCOP-GSJ-DGR Groundwater Project Phase III Final Meeting 開催報告**  
内田 洋平・シュレスタ ガウラブ
- 
- 237 **GSJ シンポジウム「千葉の地質と地震災害を知る」開催報告**  
中島 礼・中澤 努・穴倉 正展
- 
- 241 **5月10日地質の日 METI 特別展示：地球化学図**  
太田 充恒・今井 登・岡井 貴司
- 
- 244 **J.J. ライン著「日本で1874年および1875年に行った高度測定」邦訳一付。ラインの日本旅行全ルート**  
山田 直利・矢島 道子
- 
- 252 **新人紹介** 二宮 啓・鈴木 克明・西方 美羽・高下 裕章・松下 慎・  
飯島 真理子
- 
- 255 **新刊紹介「深海—極限の世界 生命と地球の謎に迫る」**

# 房総半島における新第三系～第四系の地質調査法： 研究資料集 no. 671 (中嶋・宇都宮, 2019) を例にして

宇都宮 正志<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

地質学の研究成果は地質図や論文として出版されますが、その基になったデータは再現性を確保する上で重要な資料です。地質調査総合センターでは、地質の調査に関わる研究及び関連資料の散逸を防止し、かつ有効利用を図るために、利用価値があるデータや文献リスト等を研究資料集として閲覧できるようにしています。

今回筆者は、地質調査総合センターのOBで、長年房総半島を中心に調査を行ってこられた中嶋輝允博士(以下、中嶋氏、写真1;写真2)とともに、中嶋氏の野帳(フィールドノート)とその関連成果を研究資料集として公表しました(中嶋・宇都宮, 2019)。中嶋氏は1969年に旧地質調査所鉦床部に入所され、それ以来房総半島の新第三系～第四系を対象とした層序・堆積学的研究を中心に研究を進められ、鉦物資源部、深部地質環境研究センターなどにて鉦物資源と地質図幅作成のための調査に関わってこられました。房総半島では5万分の1地質図幅「鴨川」(中嶋ほか, 1981)と「富津」(中嶋・渡辺, 2005)を筆頭著者としてとりまとめられました。また、房総半島のタービダイト砂岩の単層追跡を行った先駆的な研究(Hirayama and Nakajima, 1977)や、海底扇状地堆積物の詳細な堆積相解析(中嶋, 1978)は代表的な研究成果です。本小文では、房総半島における新第三系～第四系の地質調査法を、中嶋氏の野帳を例にご紹介して、研究資料としての意義を述べたいと思います。

## 2. テフラ層と房総半島における地質調査法

日本列島のような火山性島弧では、火山灰など火山性の碎屑物が層状に堆積したものの(以降、テフラ層と呼ぶ)が地層中に挟まることがあります。これらテフラ層は地質学的な時間スケールではごく短期間に堆積したことから、同一時間面を認識し、異なる露頭間を対比することに役立ちます。また、噴出年代がわかっているテフラ層の場合、それ

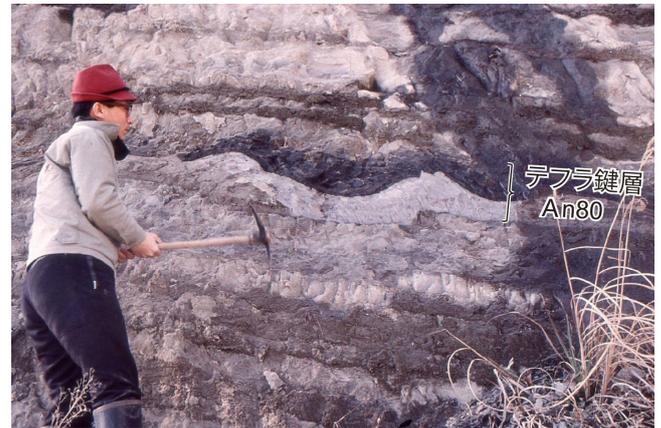


写真1 あわそうぐんあんのそう 安房層群安野層に挟まるテフラ層 An80 (オドリタフ) を調査中の中嶋氏 (1971年, 君津市甲坂)。An80の細粒火山灰層が未固結変形して波打つ様から「オドリタフ」と名づけられた。

自体が地層の堆積年代や堆積速度を制約する根拠にもなります。

テフラ層の構成物は粒径によって火山灰(< 2 mm)あるいは火山礫(> 2 mm)と呼び、構成粒子によって結晶質、ガラス質、岩片質に区分されます。野外ではテフラ層の厚さ、粒径、色調、堆積構造等の特徴を野帳に記載します。例えば野外では無色鉦物(石英や長石など)と有色鉦物(角閃石や輝石など)が混在したものは俗称としてゴマシオ状火山灰(英語圏では塩コショウ, salt and pepper)などと呼ぶこともあります。通常、テフラ層の肉眼的な特徴だけに注目すると、よく似たものが他の層準にもあり、「他人のそら似」に騙されて誤った層序を組み立ててしまう恐れがあります。また、堆積環境の違いなどによりテフラ層の岩相が異なる場合も多いことから、鉦物組成や火山ガラスの形態、火山ガラスや鉦物の屈折率や化学組成を用いてテフラ層の特徴を把握する必要があります。

房総半島の新第三系～第四系の海成層には、本州弧と伊豆弧から供給された多様なテフラ層が頻りに挟まり、しかもそれらの岩相が数 km 以上に亘ってほとんど変化しないことから、肉眼的な特徴とその組み合わせによってテフラ層を対比することが十分可能です。そのため、なるべく上

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：房総半島, 上総層群, 鍵層, ルートマップ, 野帳, 研究資料集

下に近接するテフラ層も含め、複数のテフラ層を詳細に野帳に記録して柱状図を作成し、それらの組み合わせを鍵層として認定する方法が採られています。さらに、房総半島は第四紀の地殻変動による隆起が著しいため新第三系～第四系の露出が極めて良く、このようなテフラ層の観察に適しています。

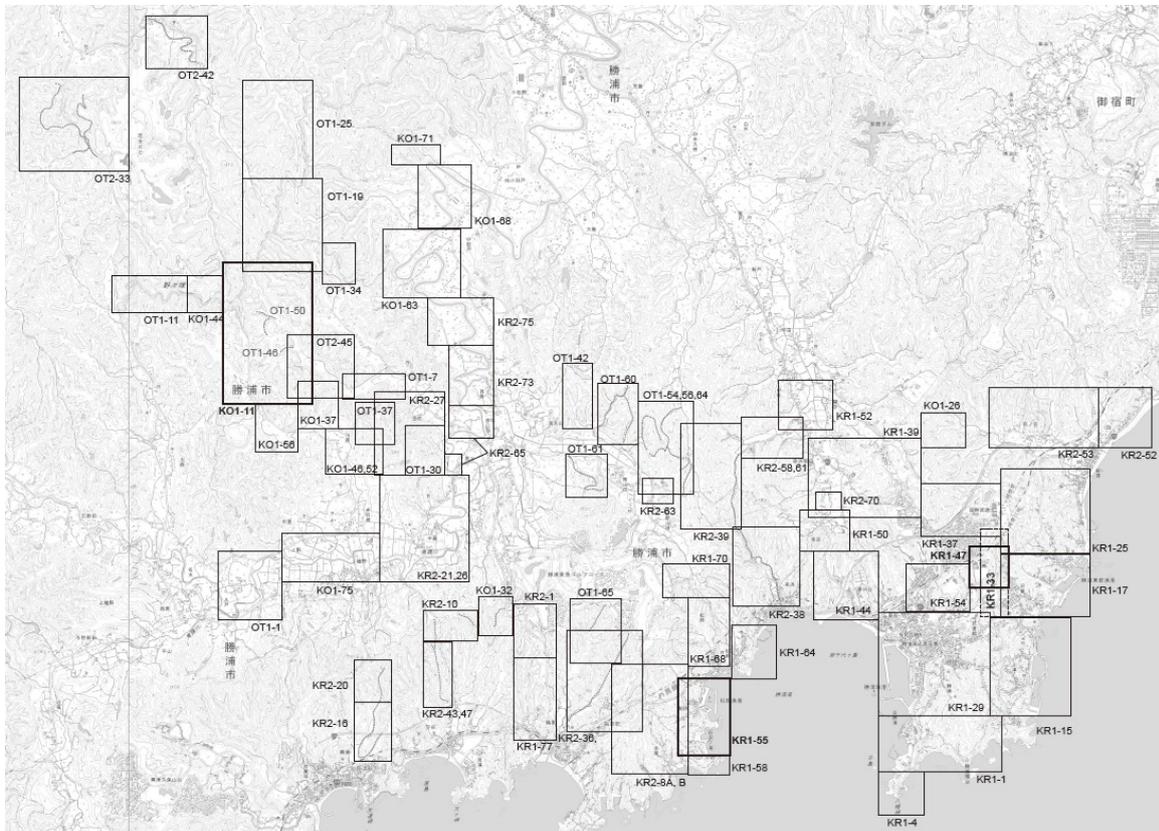
一般的な地質調査法では、こうしたテフラ層の上下関係や位置を記録する際、地形図に調査地点をプロットして、露頭での観察事項は野帳に記載していくという方法を採用します。しかし房総半島のように露出が良く頻繁にテフラ層が出現するようなどころでは、すべてのテフラ層を地形図上には書ききれません。そのため、野帳上に歩測による簡易的なルートマップを描き、その中にどの鍵層が挟まるのかを詳細に記載する方法が発展してきました。

こうした調査法が発展した経緯は、中嶋氏とともに房総半島を長年調査してこられた徳橋秀一博士(地圏資源環境研究部門・客員研究員；以下、徳橋氏)によって、実際の野帳を例に紹介されています(徳橋, 2010)。徳橋氏が平山・中嶋方式と名付けたルートマップの作製法は、旧地質調査所の平山次郎博士(以下、平山氏)が東京大学で師事した故・小池 清助手(以下、小池氏)によるもので、その小

池氏は指導教授の故・大塚弥之助教授より教示されたものだそうです。また小池氏と同級生で、その後、長年にわたり埼玉大学に勤務された故・関陽太郎名誉教授によれば、大塚先生の厳しい指導を受けた同級生の多くがこうしたルートマップを作成する訓練を受け、その技術を習得していたそうです(徳橋, 2011)。すなわち歴史的には、大塚弥之助→小池 清→平山次郎→中嶋輝允・徳橋秀一(以上、敬称略)という流れでルートマップの作成法が継承され、進化・発展しつつ、今日に至っているといえます。なお小池氏の野帳は東京地学協会のホームページで公開されており(<http://www.geog.or.jp/library>, 確認日 2019年6月12日)、高橋(2018)でも紹介されています。今回の中嶋氏の野帳と合わせてこれらの資料をご覧くださいことで、南関東地域の新第三系～第四系を長年調査して来られた諸先輩方による地質調査法について具体的なイメージを持つことが出来ると思います。

### 3. 研究資料の内容

今回の研究資料集 no. 671 は、中嶋氏の野帳 5 冊のスクリーン画像、説明文、2万5千分の1地形図(索引図)及



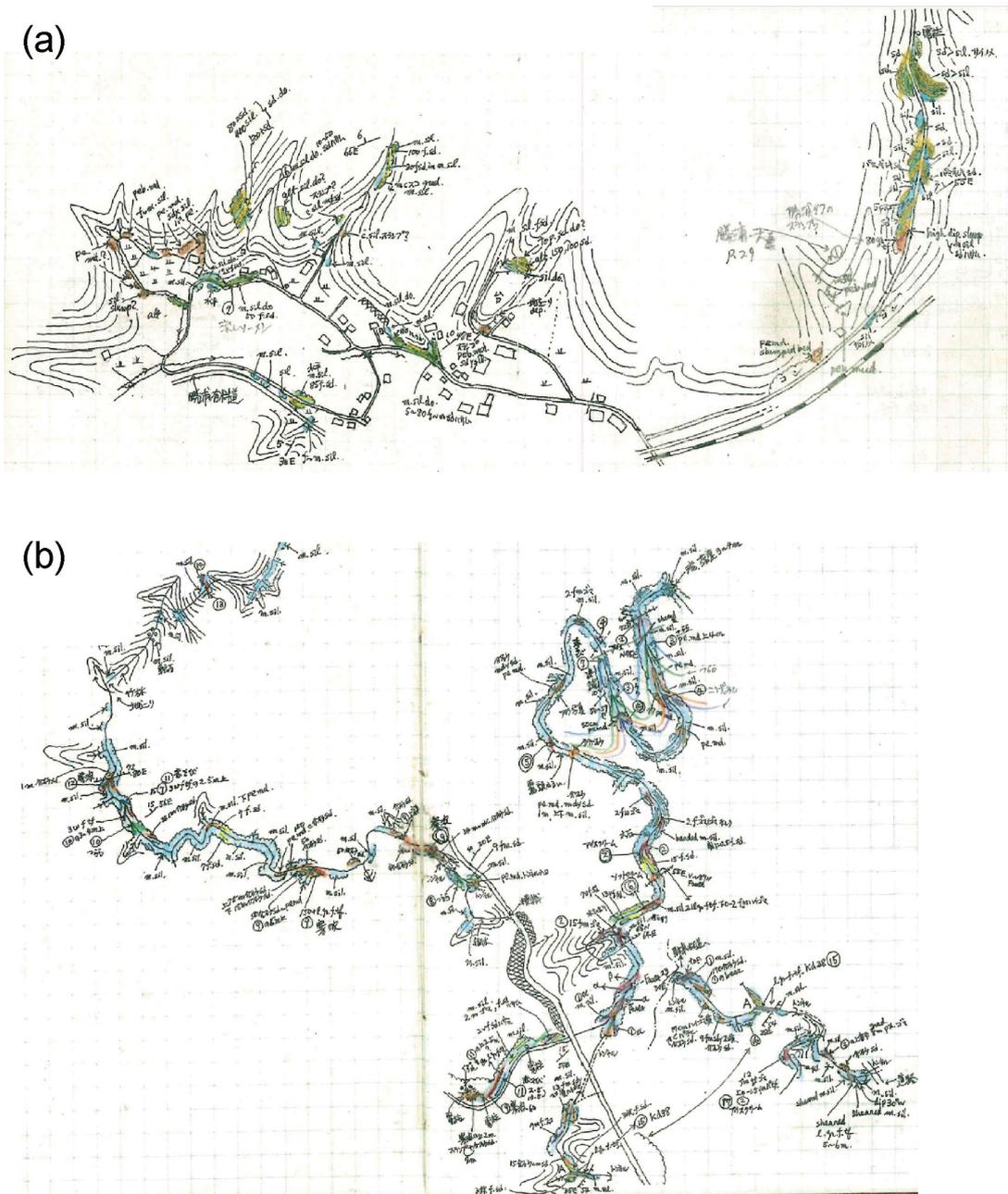
第1図 2万5千分の1地形図(索引図)。野帳の各ページの記載がどの地点のものがわかるように地形図上の位置を枠で囲み、必要に応じて踏査ルートの位置を線で書き入れたもの。国土地理院の25,000分の1地形図を使用。

び鍵層リストから構成されています。まず地形図(索引図)には、野帳の各ページの記載がどの地点のものがわかるように示されています(第1図)。地形図上の位置を枠で囲み、必要に応じて踏査ルート(位置を線で書き入れました)の位置を線で書き入れました。鍵層リストは中嶋氏が記載したテフラ鍵層に加え、筆者(宇都宮)の調査で新たに報告したテフラ鍵層も含めて整理したものです。リストにはテフラ鍵層が記載された模式的な調査ルートを野帳のページ番号で示しています。ページ番号が示されていない鍵層については、5万分の1

上総大原地域の地質図幅における上総層群の章(宇都宮, 印刷中)をご参照いただければと思います。

#### 4. 中嶋氏の野帳における表現上の工夫

野帳には、中嶋氏がこれまで房総半島東部で作成したルートマップと柱状図が記載されています。第2図にルートマップの例を示しました。第2図(a)は集落や線路を含む地域のルートマップ例で、露頭の位置が道路や線路と

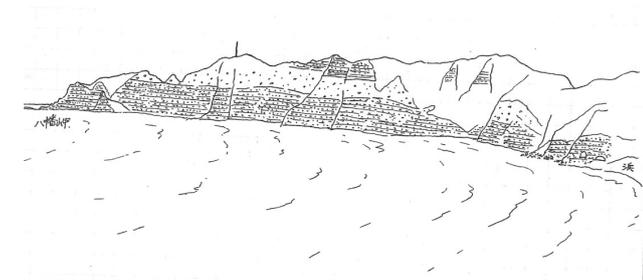


第2図 ルートマップの例。(a) 集落や線路を含む地域のルートマップ例。露頭の位置が道路や線路といった目印となる人工物とともに示されている。等高線を描くことで低地と丘陵を区別し、細かな枝沢を表現している。中嶋・宇都宮(2019)の野帳 KR2 より転載。(b) 沢や尾根沿いの露頭の位置関係を示すルートマップ例。なだらかな沢の場合は余計な等高線は描きいれていない。同じ鍵層が繰り返し現れる場合は露頭線を引いて繋がることを表現している(図右上のオレンジや緑の線)。泥岩は水色、砂岩は黄色、鍵層は赤色で表現している。中嶋・宇都宮(2019)の野帳 OT2 より転載。

いった目印となる人工物とともに示されています。また、等高線が丁寧に描かれていますが、これは低地と丘陵を区別し、細かな枝沢を表現するための工夫です。第2図(b)は沢や尾根沿いの露頭の位置関係を示すルートマップです。露頭が良い川の中では、川の形と枝沢の位置を示して、なるべく多くの記載を行うために等高線は最小限としています。尾根沿いでは等高線を描きいれています。同じ鍵層が繰り返し現れる場合は露頭線を引いて繋がることを表現しています。こうしたルートマップから露頭の状況のある程度読み取ることが出来ます。

柱状図は20分の1スケールで作成されたもので、岩相記載が所狭しと書き込まれています。よほど注意しないと見逃してしまいそうな厚さ1 cm以下のテフラ層も、重要な特徴として記載されており、上下に近接するテフラ層の組み合わせにこだわりを持って観察されたことが見て取れます。20分の1という縮尺は、テフラ層1枚1枚の記載と、上下のテフラ層の組み合わせを表現する上で房総半島のテフラ層記載に適した縮尺と言えるでしょう。

野帳の中にはルートマップと柱状図とともに、露頭スケッチも含まれています。第3図は、千葉県勝浦市川津の勝浦灯台付近から八幡岬を望む<sup>はちまんみさき</sup>写真とスケッチです。写真では灰色の水中土石流堆積物(層厚10 mほど)が見えており、中嶋氏によるスケッチではドットで示されています。房総半島に見られるこうした水中土石流堆積物は小池氏が初めて体系的に論じ、数10 kmにわたって側方に追



第3図 千葉県勝浦市川津の勝浦灯台付近から八幡岬を望む。中嶋氏によるスケッチ(1991年)では層厚10 mほどの水中土石流堆積物がドットで示されている。写真(2018年、筆者撮影)では灰色がかった層として見える。

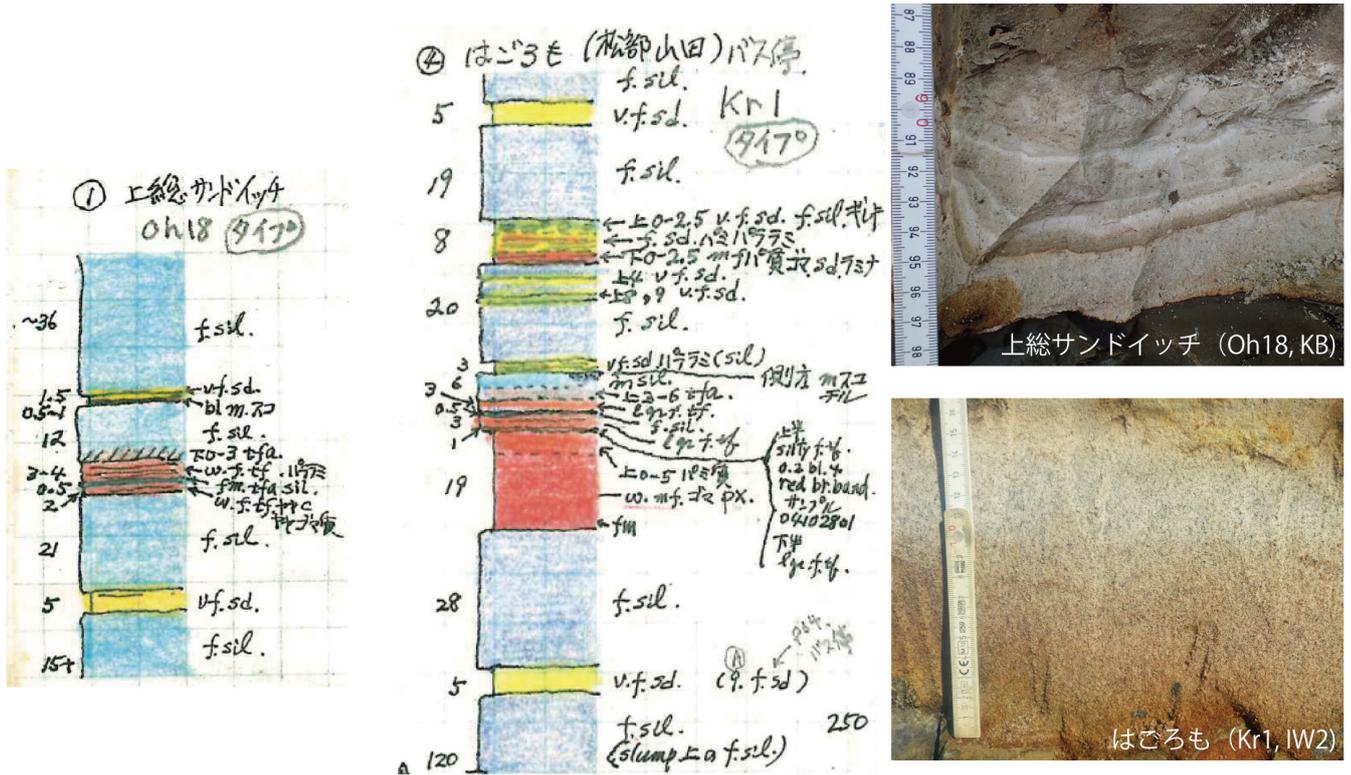
跡できる場合があることを報告して、堆積盆の発達過程を考える上で重要視しました(小池, 1955)。中嶋氏も小池氏と同様に、この勝浦市の水中土石流堆積物を重視し、スケッチを行なったそうです。

私たちは1日の地質調査を終えると、その夜のうちに、野帳に鉛筆で書き込んだルートマップや柱状図を清書する作業を行います。黒い極細(0.1 mm以下)のレタリングペン(例えばロットリング)で上からなぞり(一般に墨入れという)、消しゴムをかけた後に色鉛筆で彩色します。この作業は効率性の観点からは一見無駄なことをやっているように見えますが、実はその日の調査を追体験し、記憶を定着させ、翌日の調査課題を明確にする上で重要な作業です。最近GPS(Global Positioning System)で取得した位置情報や、デジタルカメラで撮影した画像も、調査内容を復習する上で活用できますが、やはり野帳の清書作業は怠ることができません。実りある成果が得られ、記載データが豊富なきほど作業量が多くなります。中嶋氏の記載の細かさを見るに、清書作業も夜遅くまでされたのだらうと想像されます。

## 5. 研究資料としての意義

本研究資料の利用上の意義として、現地におけるテフラ層の正確な位置と層位の確認が容易となることがあげられます。これは再現性の確保において非常に重要です。通常、論文では5万分の1などの小縮尺の地形図上にこれらの位置情報が記載されることが多いため、それをもとにして対象とするテフラ層を現地で特定することは非常に困難です。この点、ルートマップと柱状図があれば、高い確率でテフラ層を特定することができます。中嶋氏が記載したテフラ鍵層の一部は田村ほか(2019)によって広域テフラの可能性が高いガラス質テフラとして報告されました。そのうち「上総サンドイッチ」と「はごろも」の柱状図と露頭写真が第4図です。今後、こうした広域テフラの研究でも中嶋氏の野帳が果たす役割は大きいでしょう。

ところで、調査の途中段階では、テフラ層にこのようなフィールドネームを与えておくことが有効です。テフラ層の色調や岩相を形容したものとしては、大阪群の「アズキ火山灰」などが有名ですが、中嶋氏の野帳でも多くのテフラ鍵層にフィールドネームが与えられています。「オドリタフ」(写真1)や「上総サンドイッチ」(第4図)は岩相を形容した例ですが、観察した時の出来事に関連した名称を与えることも、記憶を定着させる有効な手段です。例えば勝浦層に挟まるテフラ層「アサギマダラ」は蝶の一種



第4図 テフラ鍵層の柱状図の例とそれらの露頭写真。「上総サンドイッチ」は粒度の異なる火山灰層が交互に重なる特徴から命名された。田村ほか(2019)によって「KB」として報告され、大隅石を含む特徴的な広域テフラであることが明らかにされた。「はごろも」は田村ほか(2019)で「IW2」として報告され、重鉱物がカミングトン閃石を主体とする特徴的なテフラであることが明らかにされた。

の和名で、テフラ層の観察時に見かけたそうで、昆虫の愛好家でもある中嶋氏らしいネーミングといえます。暖温帯と冷温帯の植物相の移行帯に位置する房総半島では植物相が豊かであることから、地質調査中にも多くの昆虫との出会いがあったことでしょう。テフラ層が非常に多く、それらの上下関係もよくわからない調査初期の段階では、テフラ層の特徴を周囲の状況と関連させて確実に記憶することで、別の地域を調査した際にも、上下の岩相や他のテフラ層との関連で同定することが出来るわけです。

もう一つの意義として、構造地質学的・堆積学的な研究に貢献することが考えられます。中嶋氏の野帳からは、テフラ層が房総半島の広い範囲に追跡できることを学ぶことが出来るだけでなく、断層の両側のテフラ層から、断層のずれの量や空間的な堆積場の変化を読み取ることが出来ます。例えば、褶曲軸付近で同時代の地層の厚さや堆積相がどのように変化するかを調べて、褶曲が成長していた時期を知る研究などにも活用出来るでしょう。研究資料集では、その一例として、上総層群黄和田層に挟まる Kd38 というテフラ層を例に、離れた地点間を対比して岩相の側方変化を説明しています(中嶋・宇都宮, 2019 の第4図)。ここでは西方に向かうにつれて厚さ5 m に達するような細粒



写真2 房総半島の5万分の1地質図幅作成のための中嶋氏(右)と筆者による打ち合わせの様子。調査当時と現在の露頭状況や、テフラ鍵層の細かな特徴など多くの情報を交換しながら、データ整理を行った。徳橋秀一氏撮影。

なテフラ層が数10 cm以下と薄くなる様子が示されています。これは黄和田層が西方に向かって収斂し、黒滝層(上総層群最下部)へと側方に移り変わっていくことを明示した希少な例であり、貴重なデータと言えます。

## 6. 終わりに

本小文では、研究資料集 no. 671 (中嶋・宇都宮, 2019) を例に、房総半島における新第三系～第四系の地質調査法をご紹介します。中嶋氏の野帳を参照して調査に出ると、私たちが行っている現状の地質調査法が、人間の高い認知能力に依っていることが実感できます。それ故に、同じ露頭を観察した場合でも、調査者の科学的な知識と調査・検鏡観察の経験の違いが、記載内容に如実に表れます。近年では、機械学習技術が目覚ましい進歩を遂げており、将来的には膨大なテフラ層のデータから候補を選出し、現地でのテフラ層の同定を助ける手段になっていくかも知れません。また、GPS の高精度化や無人航空機による精密な 3 次元測量が可能になり、ルートマップの在り様も変容していくと予想されます。より効率的で精密な地質調査を行うために新たな技術を取り入れていく上で、野帳の清書作業とテフラ層の名称付けで記憶の定着化をはかってきた伝統的な調査法に学ぶことはその一助になると考えられます。本小文が地質調査技術の将来を考えるための一助になれば幸いです。

本稿の執筆にあたり、中嶋輝允博士には調査当時の情報をご教示いただきました。徳橋秀一博士には房総半島の地質調査法の系譜に関してご指導いただくとともに、写真をご提供いただきました(写真 2)。本稿は、柳沢幸夫博士の丁寧で本質的なアドバイスによって大きく改善されました。記して心より感謝申し上げます。

## 文 献

Hirayama, J. and Nakajima, T. (1977) Analytical study of turbidites, Otadai Formation, Boso Peninsula, Japan. *Sedimentology*, **24**, 747-779.  
 小池 清 (1955) いわゆる層間異常の地史的意義について。地質雑, **61**, 566-582.

中嶋輝允 (1978) 房総半島におけるフリッシュ堆積物の堆積環境— 黄和田層, 黒滝層, 安野層のフリッシュ相と縁辺相の関係を中心に—。地質雑, **84**, 645-660.

中嶋輝允・宇都宮正志 (2019) 房総半島東部における上総層群下部の地質調査: 鍵層柱状図とルートマップ。地質調査総合センター研究資料集, no. 671。産総研地質調査総合センター。

中嶋輝允・渡辺真人 (2005) 富津地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 102p.

中嶋輝允・牧本 博・平山次郎・徳橋秀一 (1981) 鴨川地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 107p.

高橋直樹 (2018) 地質調査の達人・小池 清。地球科学, **72**, 153-160.

田村糸子・水野清秀・宇都宮正志・中嶋輝允・山崎晴雄 (2019) 房総半島に分布する上総層群の広域テフラ—特に上総層群下部におけるテフラ層序と新たな対比—。地質雑, **125**, 23-39.

徳橋秀一 (2010) 地質調査および層序学的・堆積学的研究におけるテフラ鍵層の積極的活用のすすめ—その 1: 房総半島中部の安房層群での解析例—。地質ニュース, no. 666, 10-20.

徳橋秀一 (2011) ご地層の話—地層観察・地質調査・露頭保存の重要性を唱えつつ—。実業公報社, 203p.

宇都宮正志 (印刷中) 第 3 章 上総層群。上総大原地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター。

---

UTSUNOMIYA Masayuki (2019) Geological survey of the Neogene-Quaternary in the Boso Peninsula as seen in GSJ Open-File Report no. 671 (Nakajima and Utsunomiya, 2019).

---

(受付: 2019 年 5 月 30 日)

# CCOP-GSJ-DGR Groundwater Project Phase III Final Meeting 開催報告

内田 洋平<sup>1)</sup>・シュレスタ ガウラブ<sup>1)</sup>

2019年2月13日(水)～15日(金)の3日間、タイ・チェンマイにおいて、CCOP-GSJ-DGR Groundwater Project Phase III Final Meeting が開催されました。本会議には、CCOP (Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia；東・東南アジア地球科学計画調整委員会)加盟国である12カ国(カンボジア、中国、インドネシア、日本、韓国、ラオス、マレーシア、ミャンマー、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナム)とCCOP事務局から、計27名が参加しました。本会議は2014年度に開始した本プロジェクト・フェーズⅢの年次最終会議であり、今回は、タイ地下水資源局 (Department of Groundwater Resources；DGR)がホスト機関として共催しました(写真1)。

議事は、(1)開会、(2)プロジェクト・フェーズⅢの概要および現状説明、(3)各国のカントリーレポート、(4)ディスカッション、(5)特別講演、(6)巡検という内容でした。日本からは、内田洋平(産総研地質調査総合センター(以下GSJ)/プロジェクトリーダー)、シュレスタ ガウラブ(GSJ)、塚脇真二(金沢大学教授)、東野香奈子(金沢大学学生/チェンマイ大学留学中)の4名が参加しました。

開会挨拶に引き続き、内田よりプロジェクト・フェーズⅢの概要および現状説明を行いました。フェーズⅢでは、CCOP地下水データベースの対象国を拡充すること、および、データベースを世界標準フォーマットでGISを用いてウェブ上で共有するOpen Web GISシステム上に構築することを目指しています(内田, 2015)。しかし、地下水観測システムやデータベースの開発現状は国々で異なっているため、加盟国を2つのデータベース(DB)作成グループ(DB Group I & II)とパブリックポリシー作成グループ(Public Policy Group)の3つのグループに分けて活動を行っています。また、データベース構築はCCOP地質情報総合共有(GSi)プロジェクトとリンクしており、これまでに7カ国(インドネシア、日本、韓国、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナム)が地下水データを提出し、日本側でCCOP地下水データベースであるGSi地下水ポータルサイトへのアップロードを行いました。2019年2月末の時点で、全4,483地点のデータをCCOP地下水データベースへアップロードしました。昨年度の会議におけるカントリーレポートや議事録は“CCOP-GSJ Groundwater Project Report (GW-8)”として2019年3月に出版されました。

また、サブプロジェクト“Development of Renewable

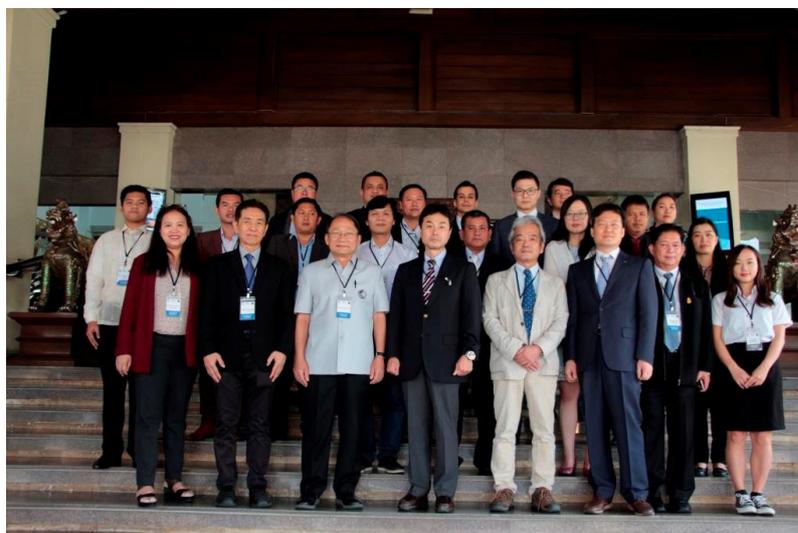


写真1 参加者の集合写真

1) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門

キーワード：CCOP、地下水プロジェクト、地下水、タイ

Energy for GSHP System in CCOP Region”の下で実施しているタイとベトナムにおける地中熱ヒートポンプシステム実証試験の状況や、2018年にタイ・チュラロンコン大学敷地内で実施した熱応答試験の解析結果、およびバンコク周辺における地中熱ポテンシャルマップについても報告されました。

今回のカントリーレポートのテーマは、データベース作成グループとパブリックポリシー作成グループとに分かれており、それぞれ“Groundwater database in GSi system (DB Group I & DB Group II)”と“Draft of work plan for Groundwater monitoring and management program (Public Policy Group)”でした。データベース作成グループでは、昨年度に引き続き、CCOP 地下水データベースに新たに地下水データをアップロードした地域に関する解説と、CCOP 加盟国の地下水問題や法規制などについて発表が行われました。パブリックポリシー作成グループでは、自国の地下水問題と、それに対処するための地下水モニタリング方法や管理体制などに関する今後の計画や方針を、自国政府へ提言するためのドラフト案について発表が行われました。なお、CCOP-GSJ 地下水プロジェクト・フェーズⅢの最終成果として、“Technical Report of the CCOP-GSJ Groundwater Project Phase III (GW-9)”をGSJから出版する予定です。

2日目の午前には、まず、シュレスタ ガウラブが3つのグループ(DB Group I, DB Group II, Public Policy Group)の2018年から2019年の活動方針をレビューし、本会議で期待される最終成果について説明を行いました。その後、グループに分かれて、2018年と2019年の活動状況やデータベースのコンパイル状況を確認しました。また、CCOP 地下水データベースの課題を議論し、今後のCCOP-GSJ 地下水プロジェクトへの要望等を話し合いました。最後に、各グループリーダーより検討結果が発表されました。

各グループの主な発表内容は以下の通りです。

#### DB Group I, DB Group II

- 各国に GSi プロジェクトを担当するナショナルコーディネータがいるが、いくつかの国では、ナショナルコーディネータの自国への再登録手続きの必要があり、CCOP 事務局より該当国の CCOP 代表へ再登録を依頼するなどの対応が必要である。
- 各国のナショナルコーディネータと GSJ の地下水ポータルサイト担当(シュレスタ)との連携を強化する必要がある。

- 過去に CCOP 地下水データベースに登録したデータについて、いくつかの入力ミスが確認されており、データのチェック作業を実施する必要がある。
- CCOP 地下水データベースへ登録したデータの(インターネット上の)安全性、質と信頼性の担保が重要との意見が出された。
- 国によっては、自国の地下水データベースの水質項目が CCOP 地下水データベースの項目と異なっている場合がある。それらすべての項目を CCOP 地下水データベースに登録するには GSi ポータルサイトの構造変更の必要があり、この点については、今後、CCOP 地下水プロジェクトと地下水ポータルサイトを管理している GSJ の GSi 担当者と議論する。
- CCOP-GSJ 地下水プロジェクト・フェーズⅣでは、CCOP 地下水データベースの高度化と共に本サイトを各国の地下水管理に最大限活用できるような戦略を立てる必要がある。また、加盟国内の地下水問題を解決するための共同事業の立案に関する要望が出された。

#### Public Policy Group

- 各国の地下水モニタリング状況、および地下水に関する法規制の準備状況などが発表された。
- 新たに地下水モニタリングを開始した地点におけるデータは、CCOP 地下水データベースへアップロードされる予定である。
- 各国の地下水観測システムの拡大と定期的な地下水データの公開によって、各国内での地下水問題への認識を深め、課題解決への政策的な取り組みのスタートとしたい。
- 地下水プロジェクト・フェーズⅣでは、地下水に関する多くの現場調査やモニタリングに関する現地トレーニングの実施について要望があった。
- Public Policy Group の中で地下水データを有している国は、エクセルフォーマットでデータを CCOP 地下水プロジェクトへ提供した。今後、CCOP-GSJ 地下水データベースへ登録するため、自国のナショナルコーディネータへデータを提供する。

全加盟国は、CCOP-GSJ 地下水プロジェクトの継続を希望し、CCOP と GSJ に対して、フェーズⅣでは、CCOP 地下水ポータルサイトの高度化と同時に、メンバー国内の地下水問題を解決するための共同プロジェクトを要望しました。

今回の会議では、CCOP 事務局長 Dr. Adichat による特別講演が行われました。講演では、現在実施している



写真2 Dr. Adichat への記念品贈呈

CCOP による全ての地下水関係プロジェクトの紹介や、今後、加盟国内の地下水問題を解決するためのプロジェクト立案について、期待される将来像が語られました。

Dr. Adichat は、本年の3月をもって CCOP 事務局を退職されます。特別講演の後の会議録署名に引き続き、内田が CCOP-GSJ 地下水プロジェクトメンバーを代表して、Dr. Adichat にプロジェクト貢献へのお礼を述べ、記念品と胡蝶蘭を贈呈しました(写真2)。ちなみに、Dr. Adichat の趣味は園芸で、定年後は庭師になりたい、と冗談を言っていました。

会議の3日目は DGR が主催し、タイ電力公社(Electricity Generating Authority of Thailand; EGAT)の案内で、チェンマイの南東に位置するランパーン県マエモ(Mae Moh)鉱山の巡検が行われました(写真3)。マエモ鉱山では、敷地内の火力発電所に供給する石炭を露天掘りで掘削しています。マエモ石炭火力発電所は合計 2,400 MW の発電容量があり、タイ国内で最大の発電容量です。

同発電所では、排煙脱硫装置を設けて脱硫・除じんに努めているのみならず、石炭を採掘しているマエモ鉱山でも、持続可能な石炭開発に取り組んでいます。広大な採掘跡地には、森林保護区やゴルフ場、博物館、公園等が建設され、さらには地元住民への情報公開や地域経済への貢献活動が行われていました。また、盆地状に石炭を採掘している



写真3 広大なマエモ(Mae Moh)鉱山。向こう側が霞んで見える。



写真4 露天掘り鉱山の底部分に設置されている地下水観測井。自噴している。

マエモ鉱山では、採掘場の中心部から自噴する地下水に関して、その処理と流域への地下水再還元に取り組んでおり、1989年より地下水問題に関する研究を DGR と共に実施しています。巡検では、採掘場に設置してある観測井を見学しながら、様々な意見交換が行われました(写真4)。

今回の地下水会議は、フェーズⅢプロジェクトが開始

されて5回目の最終会議となりました。カントリーレポートにより、CCOP地下水ポータルサイトに登録した各国の地下水データベースの状況や、地下水管理に関する課題を把握することが出来ました。今後は、これらのレポートを取りまとめて、最終成果品の一つである“Technical Report of the CCOP-GSJ Groundwater Project Phase III (GW-9)”の編集作業に取りかかる予定です。また、2日目のグループディスカッションによって、加盟国からの次期フェーズIVプロジェクトへの強い要望が出され、プロジェクトの計画・立案を行う予定です。

## 文 献

内田洋平 (2015) CCOP-GSJ/AIST-DGR Groundwater Project Phase III Kick-Off Meeting 開催報告. GSJ 地質ニュース, 4, 159-160.

---

UCHIDA Youhei and SHRESTHA Gaurav(2019)Report on CCOP-GSJ -DGR Groundwater Phase III Final Meeting.

---

(受付:2019年3月22日)

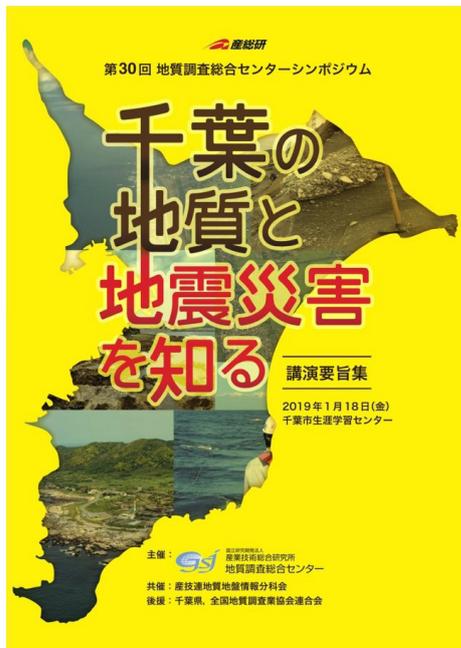
# GSJ シンポジウム 「千葉の地質と地震災害を知る」開催報告

中島 礼<sup>1)</sup>・中澤 努<sup>1)</sup>・穴倉 正展<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

2019年1月18日に第30回地質調査総合センターシンポジウム「千葉の地質と地震災害を知る」を千葉市生涯学習センター(千葉市中央区)で開催したのでここに報告します(第1図)。2011年3月11日に起こった東北地方太平洋沖地震によって東日本地域は多大な地震被害を受けました。この時の経験をもとに、地質調査総合センターでは東日本各地で地震被害軽減に資するための地質研究を進めてきました。その中でも、地質調査総合センターにおける重点研究課題である沿岸域の地質・活断層調査(沿岸域プロジェクト:田中ほか,2016)では、2014年度から2017年度にかけて南関東地域の陸域から海域にかけての調査を実施し、その研究成果の一部が海陸シームレス地質情報集「房総半島東部沿岸域」(<https://www.gsj.jp/researches/project/coastal-geology/results/s-6.html>):

2019年5月13日確認)として公開されました。本シンポジウムでは、この研究成果を中心に、千葉県防災危機管理部による地震防災への取り組み、千葉県環境研究センターによる地盤液状化の研究、活断層・火山研究部門が進めている房総半島の地殻変動や津波堆積物の研究、そして地質情報研究部門による3次元地質地盤図というそれぞれ最新の研究成果を一般対象とした講演会として公開することにしました。内容として、口頭講演は7件、ポスター講演は6件です。そのうち、千葉県防災危機管理部防災政策課の吉岡 薫氏、千葉県環境研究センター地質環境研究室の風岡 修氏、東京海洋大学の古山精史朗氏、北海道総合研究機構地質研究所の廣瀬 亘氏に招待講演をお願いしました。吉岡氏、風岡氏、古山氏には千葉をテーマとした講演をお願いし、廣瀬氏には今回のシンポジウムのテーマが地震災害ということで、昨年9月に発生した2018年北海道胆振東部地震の災害調査の様子をポスター講演していただくことになりました。



第1図 シンポジウム講演要旨集の表紙デザイン。ポスターやチラシもインパクトのあるものとなりました。

## 2. シンポジウムの様子

講演に先立って、矢野雄策地質調査総合センター長による開会の挨拶がありました。その中で、本シンポジウムの前日である1月17日は1995年に兵庫県南部地震が起こった日であり、当日はその翌日にあたるため、あらためて地震災害について考えてみましょうと話されました。会場には200名以上の参加者が集まり、千葉県の皆さんの本シンポジウムへの期待が大きいことがうかがわれました。

最初の講演は、吉岡氏による「千葉県における地震防災・減災の取り組みについて」で、千葉県の地震被害想定調査の結果とそれに基づく対策を紹介していただきました(第2図)。地震による「揺れやすさマップ」と「液状化しやすさマップ」が示され、参加者の皆さんの地元の地震リスクはどうか?と問いかげられました。ほかにも防災科学技術研究所のS-netの観測データに基づく「千葉県津波浸水予測システム」が紹介されました。地元の人たちがど

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活断層・火山研究部門

キーワード：千葉、房総半島、地質、地震災害、防災、地盤液状化、地殻変動、津波、音波探査、地質地盤図



第2図 吉岡 薫氏（千葉県防災危機管理部）による講演の様子。

れだけ地元の地質の特性や災害時の避難行動について理解しているかが重要で、自治体として、インターネットでの周知やパンフレットなどを作成することで、防災についての情報へのアクセスがしやすい努力をしているそうです。講演では、日頃からの準備を心がけ、もしもの時に助け合える近所への声かけも大切だということが強調されました。

次の講演は、風岡氏による「千葉県内で発生した地震時の液状化—流動化現象のメカニズム解明とその予防の考え方について」でした（第3図）。風岡氏は長年、液状化—流動化の研究を続けてこられたこの分野の第一人者です。風岡氏によると、液状化—流動化は主に人工地層で起こっていることが多く、人工地層の厚い泥層の上位にある砂層部分で発生することが多いそうです。また、沖積層の埋没谷の存在も地震動の増幅に影響を与えることで、液状化—流動化による被害が大きくなるそうです。風岡氏の講演のハイライトは、2011年の東北地方太平洋沖地震の時に撮影された液状化が起こって噴砂が地表に現れるビデオ映像でした。液状化が起こっている生の現場の映像に、参加者たちからは驚きの声が上がりました。

3番目の講演は、著者の一人である宍倉（産総研地質調査総合センター [以下省略] 活断層・火山研究部門）による「隆起痕跡からみた千葉県の地殻変動と地震履歴」でした。この講演では、地震による地盤隆起の証拠である段丘地形の形成年代を測定することで、過去の関東地震の履歴が解明されてきたことが紹介されました。この講演で印象的だったのは、千葉県が地震のおかげで大地がつくられ、生活基盤はこの大地によるもの、つまり地震は害だけでなく、恵みも提供してくれているということでした。宍倉は千葉県出身で、学生時代から現在に至るまで千葉県の地殻変動



第3図 風岡 修氏（千葉県環境研究センター）による講演の様子。

や地震の研究を続けています。千葉県の子供たちを対象とした講演など普及活動も活発に行っており、講演の中でも、千葉愛のこもった話が多く聞かれ、参加者の興味も高まったものと思われます。

4番目の講演は、澤井祐紀氏（活断層・火山研究部門）による「九十九里浜で見つかった巨大津波の痕跡」で、古文書記録よりも昔の津波の履歴について解明するという内容でした。これまで最も古い古文書記録は1677年の延宝地震で、一宮町から勝浦市で約6～8mの津波が記録されているようです。そこで、澤井氏は延宝地震より前の津波を地質記録から明らかにするために、九十九里海岸の水田の地下の地層を掘削しました。その結果、山武市と一宮町で津波堆積物を2層検出し、その一つは延宝地震より前の津波堆積物と判明し、九十九里浜は繰り返し津波被害を受けていたことがわかりました。澤井氏の講演では、掘削調査の様子がよくわかり、また会場入口付近のハワイエで剥ぎ取り標本の実物を展示したので、参加者は津波堆積物を実感できたのではないのでしょうか。

5番目は、小松原純子氏（地質情報研究部門）による「九十九里平野の地下構造からわかるその成り立ち」で、九十九里平野の地下に深い埋没谷地形が多く隠れているという内容でした。九十九里浜は地表から地下約20mまでは海浜砂からなりますが、その下には約2万年前の最終氷期に河川によって削られてできた深さ20～30mの谷がいくつも存在していることがわかっており、この谷を埋没谷と呼んでいます。小松原氏は、九十九里平野でボーリング掘削を行い、その検討から平野より高い位置の下総台地、台地と平野の境界にある崖、そして平野がどのようにして現在の地形に至ったのかを解説しました。地上では見えない地下の地質構造から明らかとなった九十九里平野の



第4図 古山精史朗氏（東京海洋大学）による講演の様子。

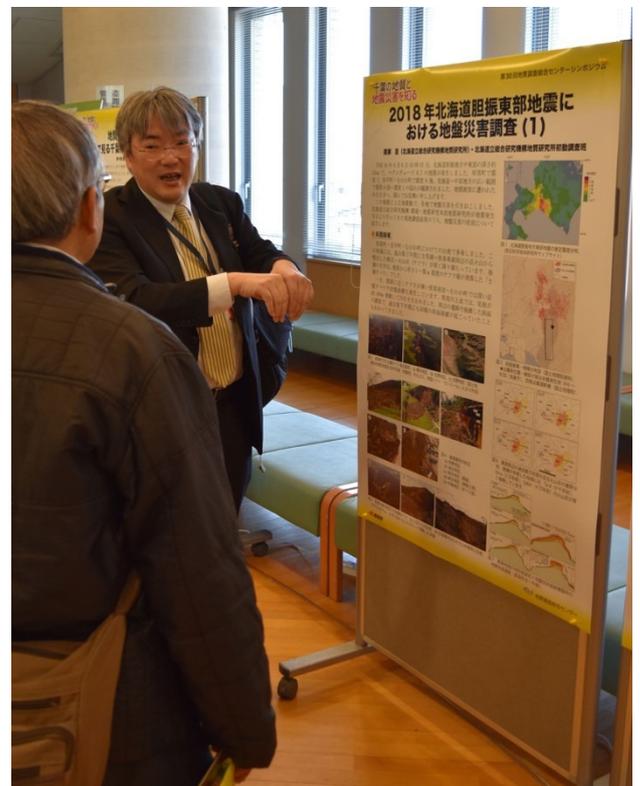
形成の歴史に、参加者たちには興味を持ってもらえたようで、また埋没谷というキーワードを覚えてもらえたと思えます。

次は、古山氏ほかによる「音波で見る外房海底下の地質」で、海洋調査についての講演でした（第4図）。沿岸域プロジェクトにおける研究では、陸域と海域を繋いだシームレスな地質図を作成することを目的の一つとしています。陸域の調査方法は自分の目で見て、足で歩くのでイメージ出来ませんが、海底の調査はいったいどうやるのでしょうか。古山氏はまず、調査方法である反射法音波探査の解説と海上での船を使った調査風景を示しました。反射法音波探査とは、船から音源を曳航し、海底や海底下の地層から反射した音波をマイクで収録し、反射した音波の伝わり方を解析することで、海底下の地層を反射断面として認識する調査方法です。古山氏は、反射法音波探査で得られた海底下の地層の広がりや重なりを示し、九十九里沖には北北東—南南西に延びる「九十九里沖背斜」や南北または北北東—南南西方向の多数の正断層の発見があったことを解説しました。目では見えず手が届かない海底下の地質調査について、参加者に知ってもらえたものと思います。

最後の講演は、納谷友規氏（地質情報研究部門）による「3次元地質地盤図で見る千葉県北部の地下地質：災害リスクの観点から」で、この講演は2018年3月にプレスリリースされた「都市域の地質地盤図」（中澤・野々垣，2018）をふまえた内容の講演でした。一般に地質図とは平面図であり、地形の起伏が小さな平野部や地層の傾きが小さい地域では、地質図は単調な色で表現されるため、地下に分布する地層（あるいは地盤）の構造まで表現、推定することは困難です。一方で平野部は人口や産業が集中する重要な地域ということもあり、一般社会で利用されやすいかたち

での地質情報の整備や公開が地質調査総合センターの責務です。そこで生まれたのが3次元地質地盤図です。現在は千葉県北部地域に限定されますが、ウェブ（都市域の地質地盤図：<https://gbank.gsj.jp/urbangeol/>：2019年5月13日確認）上で地下数10mまで3次元モデルとして地下の地層を可視化でき、また任意の測線で断面図を作成することができます。納谷氏の講演では、基礎情報となる地層の層序や編年をとりまとめることや多量のボーリングデータをとりまとめることが大変だったようですが、千葉県北部地域の地下構造を明らかにするという大きな成果を上げることができたとのことでした。会場のホワイエでは、3次元地質地盤図の表示プログラムを作成した野々垣進氏（地質情報研究部門）が、パソコンを用いて解説とデモを実施しました。

総合討論では、講演者に壇上に並んで座っていただき、参加者の皆さんに対してそれぞれの研究に即したメッセージを語ってもらいました。また、参加者からのコメントとして、それぞれの講演内容が易しく話されたのでとてもよく理解出来た、とお褒めの言葉や、研究内容を多くの人たちに伝える活動を頑張してほしいとの応援の言葉をいただきました。



第5図 廣瀬 巨氏（北海道総合研究機構地質研究所）によるポスター講演の様子。



第6図 ホワイエにおけるポスター講演や展示解説の様子。

ホワイエでは、6件のポスター講演及び1件の展示解説を実施しました(第5図)。水野清秀氏(地質情報研究部門)には「利根川下流域における液状化層のトレンチ調査」、澤井氏には「九十九里海岸から採取された津波堆積物のはぎ取り標本」として、それぞれ会場に展示した利根川下流域の液状化層と九十九里海岸の津波堆積物のはぎ取り標本の解説をしていただきました。液状化や津波の映像をテレビや写真で見ることが多いですが、実際に地震災害によって出来た地下の地層を見ることは少ないと思います。また、はぎ取り標本は地層に接着剤を浸透させてから地層表面を直接はぎ取った地層そのものなので迫力があります。ほかに、山口和雄氏(地質情報研究部門)には「九十九里平野、海岸付近の地下数100mまでの断面図」として九十九里平野で実施した地震波による物理探査の解説を、尾崎正紀氏(地質情報研究部門)には「房総半島東部沿岸域シームレス地質図」として海陸シームレス地質図の床張り展示について解説していただきました。廣瀬氏には「2018年北海道胆振東部地震における地震災害調査」として、災害調査の様子を解説していただきました(第6図)。一番最近起こった大きな地震であること、地盤液状化被害が目立ったこともあり、千葉県参加者たちの興味が大きかったと思います。ポスター講演では、参加者と研究者が直接話せることで、参加者たちには研究への理解や、地質や地震という現象は意外と自分たちの生活に身近なものと感じてもらえたのではないのでしょうか。

### 3. おわりに

今回のGSJシンポジウムでは、講演者と参加者の一体感がある暖かみのあるものだったという印象を受けまし

た。一般が対象だったということもあり、千葉県という地元根ざした研究を地元の人たちに伝えたい、という講演者の熱い思いが伝わったのではないかと思います。シンポジウムの様子はテレビや新聞にも取り上げられ、GSJや千葉県による地質研究を普及するという意味で効果が大きかったと企画した著者らは感じています。

今回のシンポジウムは、産業技術連携推進会議知的基盤部会地質地盤情報分科会と共催し、千葉県と全国地質調査業協会連合会に後援していただきました。また、シンポジウムの企画から運営まで、地質情報研究部門の水野清秀、小松原琢、小松原純子、納谷友規、佐藤善輝、阿部朋弥、田中ゆみ子、國本節子、尾崎正紀、長 郁夫、野々垣進、和田明美、池田さおり、坂田健太郎、山口和雄、高橋雅紀、活断層・火山研究部門の澤井祐紀、松本 弾の各氏(順不同)には大変お世話になりました。シンポジウムの成果公開には地質情報基盤センターの都井美穂、森尻理恵の両氏にご協力いただきました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

なお、本シンポジウムの講演予稿集は、中島ほか(2018)としてGSJウェブサイトにおいて公開されていますので、ご興味があればご覧ください。

### 文 献

- 中澤 努・野々垣進(2018)都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」の公開—首都圏の3次元地質情報整備の事始め—。GSJ地質ニュース, 7, 148-155.
- 中島 礼・中澤 努・穴倉正展(2018)千葉の地質と地震災害を知る(第30回地質調査総合センターシンポジウム)。地質調査総合センター研究資料集, no. 664, 産総研地質調査総合センター。(https://www.gsj.jp/researches/openfile/openfile2018/openfile0664.html:2019年5月13日確認)
- 田中裕一郎・水野清秀・尾崎正紀・田辺 晋(2016)沿岸域の地質・活断層調査プロジェクトの取り組み。GSJ地質ニュース, 5, 201-208.

NAKASHIMA Rei, NAKAZAWA Tsutomu and SHISHIKURA Masanori (2019) Report of the 30th GSJ symposium "Geology and Earthquake-hazard in Chiba Prefecture".

(受付:2019年5月15日)

# 5月10日地質の日 METI 特別展示：地球化学図

太田 充恒<sup>1)</sup>・今井 登<sup>1)</sup>・岡井 貴司<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

5月10日の地質の日のイベントに合わせて、地質情報研究部門地球化学研究グループが公開している、地球表層の元素の分布を表した「地球化学図」(今井ほか, 2004; 2010)の紹介を行いました。地球化学図は、岩石や地質構造帯などの情報を表した地質図と同様に、私たちの足元(地面)の化学情報を地図として表現したものです。元素の濃度が少ない方から多い方へ、青-緑-黄-赤の順に、カラーのメッシュマップとして表現しています。元々鉱床探査のための一手法として、狭い範囲の調査法として用いられてきた手法を、イギリスのWebb氏を始めとするグループが、国土全体を対象として自然由来の元素の濃度の範囲を知ることで、環境評価のための基準図として利用することを目的として1970年代に作ったのが始まりです(Webb *et al.*, 1978)。多くの国で地球化学図は整備され、現在では全ヨーロッパ・北米規模など半大陸規模の地球化学図まで作成されています(Darnley *et al.*, 1995; De Vos *et al.*, 2006; Salminen *et al.*, 2005)。

日本では、地球化学図作成のために、全国約3,000地点で川砂を、周辺海域の約4,900地点で泥や砂を集め、鉄・カルシウムといった我々の生活に身近な元素から、ヒ素・水銀といった人体に有害な元素を含めた、53元素の化学分析を行いました。全国規模の地球化学図を見せると、「人工衛星のデータから作ったのですか?」と聞かれるのですが、地質の調査と同様に、地道に試料を一つ一つ集めて、分析をしています。そのため、完成までには非常に多くの時間がかかり、陸の地球化学図を作るのに約5年、海の地球化学図を作るのに5年、計10年を要しました。なお、日本周辺の海の泥や砂は、海洋地質の研究グループが30年以上かけて日本沿岸を調査した時に採取し、試料庫に保管されていた貴重な試料を一部分けてもらいました。この点も考慮すると、40年以上の研究の蓄積の上に地球化学図ができていることが分かります。

これまで我々の研究グループでは、日本全国をカバーした陸の地球化学図を2004年に、四方を海に囲まれている地理的環境に対応した海の地球化学図を2010年に、

空間分解能を10倍に向上させた関東地方の地球化学図を2015年に作成してきました(今井ほか, 2004; 2010; 2015)。また、検索機能、図の拡大縮小機能、3次元表示機能、試料の詳細情報などを備えた、web版地球化学図データベース(<https://gbank.gsj.jp/geochemmap/>; 2019年7月1日確認)も合わせて整備しており、どなたでも自由に地球化学図データを利活用できる状況になっております。

## 2. 5月10日地質の日「METI展示」

特別展示用に53元素の中から、地質の分布と良く対応する元素、鉱山の分布と良く対応する元素、海の特異な環境を反映した元素をそれぞれ選び出し、説明用パネル2枚と共に14元素のパネルを、2019年5月7日から5月31日まで経済産業省本館ロビーに展示しました(写真1)。5月10日の「地質の日」には、経済産業省の職員の方を対象に、地球化学図の紹介・説明を行ない(写真2)、たくさんの方に参加していただきました。経済産業省の職員ということもあり、資源探査・地域振興についての質問が数多くなされました。

次に、地球化学図展示や経済産業省でのセミナーでお話した内容を簡単に紹介いたします。マグネシウム・クロム・ニッケルの地球化学図は、マントルが起源の超塩基性岩の分布と良く対応します。これは超塩基性岩に多く含まれる

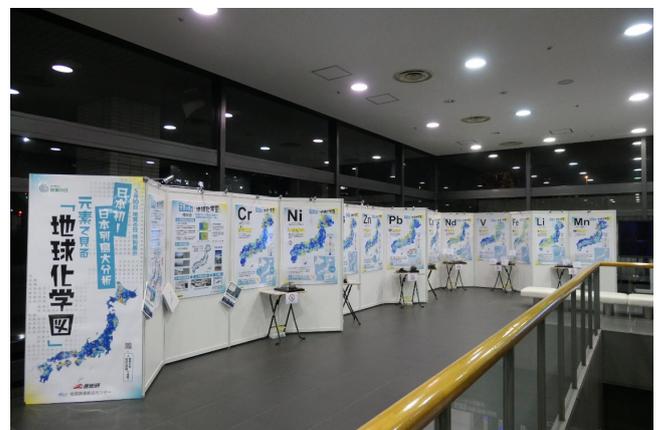


写真1 地球化学図展示の様子。

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：地球化学図、地質の日、特別展示



写真2 経済産業省ロビーにて、地球化学図のセミナーの様子。

蛇紋石やクロム鉄鋼がこれらの元素を多く含んでいるからです。また、この岩石から供給される細かい粒子（シルトサイズ）が川を通じて海に流れ出すと、粗い粒子に比べて海底に沈殿するまでに時間がかかります。その結果、海底に沈殿する前に海流などの潮の流れで広く運ばれ、濃度が高い地域が広がる特徴があります。実は海流・潮流はずっと同じ方向・同じ場所で流れていないので、その実態を正しく知ることはとても大変なのですが、クロムやニッケルの地球化学図を使うことで、平均的な海流や潮流の流れる方向や強さを知ることができます。

地質と関係が分かりやすい元素としては、花崗岩に多く含まれるカリウム・ネオジウム（希土類元素）の地球化学図、安山岩・玄武岩に多く含まれる鉄・バナジウムなどの地球化学図、泥岩に多く含まれるリチウム・カリウムの地球化学図などがあります。日本の特徴的な地質の一つとして、秋吉台に代表される石灰岩が挙げられます。石灰岩のある場所ではさぞカルシウムの濃度が高いのであろうと思われるのですが、実際にはカルシウム濃度は最も低い地域になります。一方、ヨーロッパなど大陸地域の石灰岩地域では非常に高いカルシウムの分布が認められます。実は、日本の石灰岩の多くは、海山の上でサンゴなどの生物が作った石灰質の殻が固まってできた純度が高く固い石灰岩（造礁性石灰岩）のため、細かい砂になりにくい特徴があります（細かくなりすぎると水に溶けてしまいます）。一方、大陸地域の石灰岩は、石灰質の物質と砂や泥が混じってでき

た大陸棚型の石灰岩のため、砂として川に供給されることが日本と大陸地域のカルシウムの地球化学図の違いを生み出しています。

銅・亜鉛・鉛・ヒ素・水銀などは特定の地質と対応するのではなく、鉱山の分布と良く対応します。元々、鉱床探査のための手法として用いられた地球化学図ですので、これらの元素の濃度の高い場所を探せば未発見の鉱山がすぐに見つかりそうなのですが、実際には（日本だけでなく世界でも）なかなか鉱山の発見にはつながりません。これは地表のごく浅いところの元素の情報を見ているため、古代から採掘されているような鉱山の分布としか一致しないためです。また、鉱脈が地下深いところにある場合は、残念ながら地球化学図にはその影響が強く見えてきません。ちなみに、これらの元素は恐山など地熱活動地域で非常に濃度が高くなっています。これは、地熱活動地域で今まさに鉱山ができつつあることを表しているのです。あと10万年くらいたったら、恐山鉱山として採掘されていることでしょう。

クロムやニッケルの地球化学図でも少しお話ししましたが、海の地球化学図は陸から運ばれてくる砂や泥の化学組成を忠実に反映しています。例えば、海の近くに花崗岩があると、沿岸域にはカリウムなどの元素の濃集が見られます。しかし、大陸棚の浅い場所では、陸から運ばれてきた砂や泥というよりは、貝殻や石灰藻といった生物の炭酸塩殻の破片だらけの場所が多く、そこでは堆積物のうち6

割から9割が生物炭酸塩殻ということも珍しくありません。当然、その場所の地球化学図は、カルシウムとストロンチウムの濃度だけが非常に高く、それ以外の元素はみな濃度が低い分布になります。特徴的な元素の分布を知りたいという研究者の立場からすると、ちょっと残念な地域ではありますが、自然の状態をありのまま把握することも大切な仕事です。

### 3. おわりに

元素の地図、地球化学図を用いて自然の元素の分布を知ることが、環境評価だけでなく、私たちの足元（地面）がどのような元素で作られているのかを知る良いきっかけにもなります。地球化学図はカラフルですので眺めるだけでも楽しいのですが、どうしてある場所に特定の元素が多い・少ないのか、推理をすることも楽しいと思います。地球化学図を色々な目的に使っていただけると本望です。

5月10日地質の日 METI 特別展示の構想・パネル作成・岩石標本展示においては、研究戦略部研究企画室国内連携グループの斎藤 眞、針金由美子、川畑史子、地質情報基盤センターの角井朝昭、川畑 晶、都井美穂の他、関係する皆様に多大なご協力をいただきました。この場をお借りして、皆様に御礼申し上げます。

### 文 献

Darnley, A.G., Björklund, A., Bølviken, B., Gustavsson, N., Koval, P.V., Plant, J.A., Steenfelt, A., Tauchid, M., Xie, X., Garrett, R.G. and Hall, G.E.M. (1995) A global geochemical database for environmental and resource management: recommendations for international geochemical mapping. 122 p. UNESCO Publishing, Paris.

De Vos, W., Tarvainen, T., Salminen, R., Reeder, S., De Vivo, B., Demetriades, A., Pirc, S., Batista, M.J., Marsina, K., Ottesen, R.-T., O'Connor, P.J., Bidovec, M., Lima, A., Siewers, U., Smith, B., Taylor, H., Shaw, R., Salpeteur, I., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Slaninka, I., Lax, K., Gravesen, P., Birke, M., Breward, N., Ander, E.L., Jordan, G., Duris, M., Klein, P., Locutura, J., Bellan, A., Pasieczna, A., Lis, J., Mazreku, A., Gilucis, A.,

Heitzmann, P., Klaver, G. and Petersell, V. (2006) Geochemical atlas of Europe. Part 2 - Interpretation of Geochemical Maps, Additional Tables, Figures, Maps, and Related Publications. 692p. Geological Survey of Finland, Espoo, Finland.

今井 登・寺島 滋・太田充恒・御子柴（氏家）真澄・岡井貴司・富樫茂子・松久幸敬・金井 豊・上岡 晃・谷口政碩（2004）日本の地球化学図。地質調査総合センター。209p.

今井 登・寺島 滋・太田充恒・御子柴（氏家）真澄・岡井貴司・立花好子・富樫茂子・松久幸敬・金井 豊・上岡 晃（2010）海と陸の地球化学図。地質調査総合センター。207p.

今井 登・岡井貴司・太田充恒・御子柴（氏家）真澄・金井 豊・久保田蘭・立花好子・寺島 滋・池原 研・片山 肇・野田 篤（2015）関東の地球化学図。地質調査総合センター。217p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., B., D.V., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A. and Tarvainen, T. (2005) Geochemical atlas of Europe. Part 1 - Background Information, Methodology and Maps. 526p. Geological Survey of Finland, Espoo, Finland.

Webb, J.S., Thornton, I., Thompson, M., Howarth, R.J. and Lowenstein, P.L. (1978) The Wolfson Geochemical Atlas of England and Wales. 69p. Clarendon Press, Oxford.

---

OHTA Atsuyuki, IMAI Noboru and OKAI Takashi (2019) Geochemical map display in the METI for Geology Day on May 10.

---

（受付：2019年7月2日）

# J.J. ライン著 「日本で1874年および1875年に行った高度測定」邦訳 —付. ラインの日本旅行全ルート—

山田 直利<sup>1)</sup>・矢島 道子<sup>2)</sup>

## 1. まえがき

ドイツ人地理学者 J.J. ライン (Johannes Justus Rein : 1835-1918) は、プロイセン王国政府の委嘱により日本の産業・商業全般の調査を行うため、1874年～1875年(明治7年～8年)に本州・四国・九州の各地を旅行した(Rein, 1886; 山崎, 1925; 楠根, 2001, 2002)。このときラインは、日本の地形、地質、動植物、気象などの自然についても熱心に観察した(Rein, 1874, 1875a, 1875b, 1876, 1881)。

今回邦訳した論文(Rein, 1879a)は、ラインが上記の旅行中に実施した高度測定の方法と測定結果を取りまとめたものである。本論文にはラインの旅行ルートの各地点における高度測定値が表示されていると共に、ラインの全旅行ルートが図示されている。本論文は短い報告ではあるが、ラインの日本旅行全体を概観するのにきわめて好適である。

ラインの高度測定は、基本的には同時刻に海岸と測定地で同じ器具(アネロイド気圧計)を使って気圧と気温を測定し、気圧を気温で補正して測定地点の高度を算出する方式を取っている。同時刻の測定というのは実際上は無理なので、みなしで行われた。ラインは本文中でも同時刻測定がいかに重要であるかということ、しかしそれには大きな困難があると述べている。

ラインは気圧と温度から高度を算出する計算式を明示していないが、P. F. フォン・シーボルト(1796-1866)は富士山の測高の際に気圧と気温から高度を求める計算式を明示しており(野村, 2013)、ラインもこれと同様の方式を取ったと思われる。

ラインは本論文に示した高度測定値は近似値に過ぎないと言っている。ライン自身が登った高山についての測定値(第1表)を見ると、富士山: 3,745 m, 御嶽山: 3,005 m, 白山: 2,720 m となっており、その後の測地的測量の結果は、それぞれ、3,776 m, 3,063 m, 2,702 m である

から、両者の間には 20 m ~ 50 m 位の誤差がある。この程度の誤差は気圧と気温から導いた高度としては許容範囲内の誤差であると言えよう。

## 2. ラインの日本旅行全ルート (第1図)

本論文の第1図および第1表によれば、ラインの日本旅行の日程およびルートは以下の通りである。それぞれの旅行に対応する文献を括弧内に示す。

第1番目の旅行(1874年5月～6月)では、東京から東海道を沿って京都まで行った。途中箱根山中の多くの地点で高度を測定したほか、京都に着いた後に比叡山にも登っている(Rein, 1874, 1875a; 山田・矢島, 2018)。

第2番目の旅行(1874年6月～7月)では、京都から近江・美濃を回って、北陸道および北国街道を旅行し、それから中山道を通して東京に着いた。途中白山および浅間山に登った(Rein, 1875a; 山田・矢島, 2018)。ただし Rein(1875a)によれば、ラインは天津・長浜間を船で旅行しており、第1図のような琵琶湖東岸の陸路を歩いていない。

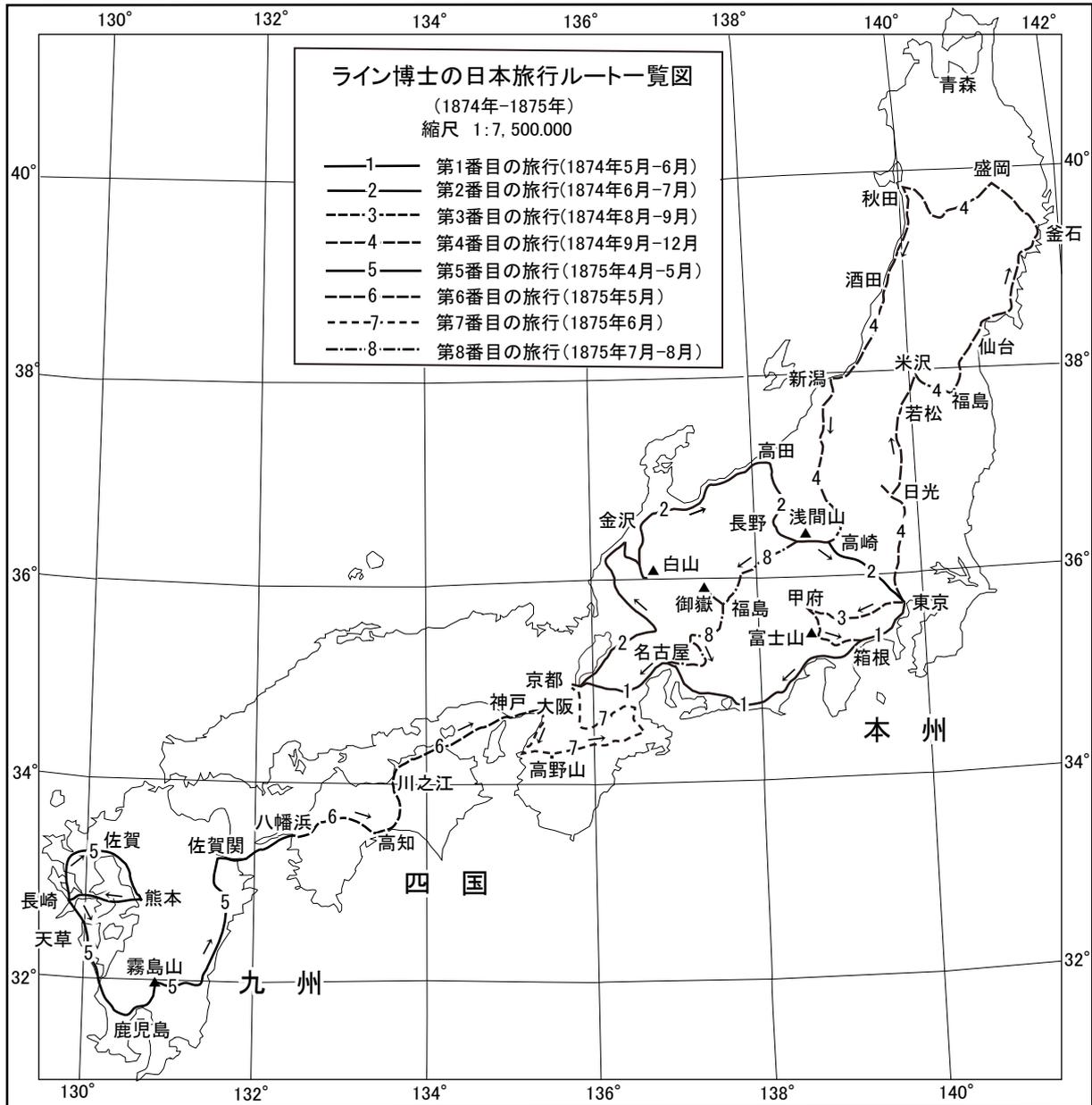
第3番目の旅行(1874年8月～9月)では、東京から甲州街道を通して甲府へ着き、富士山に登り、それから御殿場・箱根を通して、東京へ戻った(Rein, 1879b)。

第4番目の旅行(1874年9月～12月)では、東京から日光街道で日光へ、中禅寺湖に寄ったのち会津街道を若松へ、若松から米沢・福島へ、奥州街道に沿って仙台へ、陸前・陸中街道に沿って釜石へ、北上山地を横断して盛岡へ、奥羽山脈を越えて角館・秋田へ、日本海に沿って酒田・新潟へ行き、新潟から三国峠を越え、渋川・高崎を経て、東京へ着いた(Rein, 1874, 1875b)。

第5番目の旅行(1875年4月～5月)では、長崎から有田・佐賀・熊本・島原を回り、長崎に戻った(この旅行では高度測定結果は得られなかった)。ふたたび長崎から、海路天草を経て阿久根に上陸し、薩摩半島を横断して鹿児島

1) 地質調査所(現 産業技術総合研究所 地質調査総合センター) 元所員  
2) 日本大学文理学部

キーワード: J.J. ライン, 日本旅行, 高度測定, アネロイド気圧計



第1図 J.J. ラインの1874年～1875年日本旅行ルート一覧図. 縮尺750万分の1.

ラインの原図(“Übersichtsskizze von Dr. J. Rein’s Reiserouten in Japan”)をリライト. 原図で赤色に着色されていた旅行ルートを何種類かの太線で示し, 何番目の旅行であるかを数字で表し, 地名はラインの旅行に関連するもののみを和名で表記し, 河川は省略した. なお, 原図には高崎-東京間の旅行ルートは示されていないが, 本ルートをラインが第2番目の旅行で通ったことは明らか(Rein, 1875a; 山田・矢島, 2018)なので, 本図に書き加えた.

島へ行き, 霧島山に登り, 高鍋を通り, 三国峠を経て豊後の佐賀関に着いた.

第6番目の旅行(1875年5月)では, 佐賀関から海路八幡浜へ, 大洲・久万を通過して高知へ, 笹ヶ峰を越えて川之江へ行き, 琴平を経て, 海路神戸に着いた.

第7番目の旅行(1875年6月)では, 京都から和歌山を通過して高野山へ行き, 吉野・伊勢・伊賀・奈良を通過して(五畿内を巡って), 京都へ戻った.

第8番目の旅行(1875年7月～8月)では, 高崎から

中山道に沿って碓氷峠・和田峠・塩尻峠・鳥居峠を越えて福島(現長野県木曾郡木曾町福島)へ行き, 福島で中山道から分かれて御嶽(御嶽山)に登り, ふたたび中山道沿いに馬籠峠を越えて中津川へ行き, 瑞浪で中山道から分かれ, 多治見・春日井を通過して名古屋に着いた(Rein, 1876, 1880; 山田・矢島, 2019).

なお, ラインは本論文出版の翌年, かなり長編の「中山道旅行記」(Rein, 1880)を発表している. そこでは, 上記の第8番目の旅行の記録に, 一部第2番目の旅行の記

録などを加え、あたかも京都から東京に向かって真っすぐに中山道を旅行したかのように書き換え、非常に読みやすい形にまとめている。訳者らがラインの旅行記に魅せられて、その邦訳を思い立ったのも、この「中山道旅行記」に接したためであった(山田・矢島, 2017)。

### 3. J. J. ライン著「日本で1874～1875年に行った高度測定」邦訳

以下の邦訳では、Rein (1879a)の本文および表(第1表)を全訳した。原論文の図はリライトし簡明な旅行ルート図として前章に入れた(第1図)。訳者らによる注は訳文中の〔 〕内に記入したほか、別に訳注を設けて説明した。さらに、「まえがき」、「ラインの日本旅行全ルート」、「邦訳」および「訳注」に引用されたすべての文献のリストを最後に載せた。

私は、私の日本旅行の際に行った高度測定結果を集成して以下の表(第1表)に示す。この表は私の旅行日程ごとにまとめられ、本州(主島)、九州(天草を含む)および四国の順に並べられており、地図〔第1図〕上でそれぞれの旅行ルートの方位を判定することには何の困難もない。

問題となる気象要素の観測には以下の器具が使用された。ウィーン、ルノアールのノーデ(Naudet)社アネロイド気圧計<sup>\*1</sup>。

チューリッヒのゴールドシュミット社アネロイド No. 52 気圧計。それは私の友人であるハレ<sup>\*2</sup>のフォン・フリッチ教授が所有するものであり、すでに我々のモロッコ旅行において水銀気圧計<sup>\*3</sup>およびノーデ社気圧計と並んで試験済みであった。

さらに多数の温度計。それは、あちこちで、たとえば富士山において湿度計としても使用されたものであり、その際に私は、気温の読み取りの後に、〔ガラス管の下部の〕球を湿った木綿で巻きつけた。私は類似の場合にもそのような取扱いを勧めたい。

高度測定には大きな関心があったにもかかわらず、大抵はある場所から他の場所へと慌ただしい旅行中に副業的に観測値の計算が行われた。高度測定作業の困難なところは、何よりも、同時観測を適切に実施することは例外的にのみ可能であるという点にある。その際に私は、事情に応じたさまざまな方法によって自力で解決した。私は、1人のヨーロッパ人〔クニッピング氏?〕が彼の気象観測器具のほぼ同時の読み取りを行った場所の近くにいたので、私はこれ〔同時読み取り〕を基本として用いた。私は、別な場合、山頂から麓あるいは海岸への帰路の際に、ここ〔麓あるい

は海岸〕は本来出発のときと同じような気象状態にあることを知ったので、私は同じ定数を採用し、それに私の計算を関連させた。そして、この方策も採用されないところでのみ、私は〔麓あるいは海岸からでなく〕地点から地点へ関連させるという方法に従った。しかし、険悪で変わりやすい天候の際の測定結果はまったく考慮されなかった。

すでに測角法<sup>\*4</sup> 測量ならびに私の植物地理学的、地質学的研究のためにより長い滞在を必要とした、かなりの高地では、繰り返し読み取りが行われ、その結果が計算の際に適切な方法で考慮されたということは、強調するまでもない。

大抵の標高値はノーデ社アネロイド気圧計の読み取りに基づいて計算されたが、中山道旅行で御嶽に向かった際にはゴールドシュミット社気圧計のみを使用した。残りの場合、すなわち通常の高地では、このような場合により信頼性の高いゴールドシュミット社アネロイド気圧計が、おもに比較のために使用された。

ノーデ社気圧計の測定値は、同じ目的のために二重に計算された。すなわち1つは私によってリュールマンの公式<sup>\*5</sup>に従って、もう1つは私の有能な弟子である哲学科学生、O. デルシュ君によって書物にあるヘルチェルの公式<sup>\*5</sup>に従って計算された。すなわち“複数のアネロイド”が計算されたのである。両様の方式に従って計算された結果は、高度差と共に増大する差異をヘルチェルの公式に対しては+をもって示し、他の場合には、ゴールドシュミット社気圧計測定結果の計算から求められた数値の算術平均が採用された。

これによって私は、私の観測ならびに計算の綿密さを保障できると信じるが、私が提供した結果は近似値に過ぎず、それに関しては、後の膨大な同時観測の際のより正確な結果、あるいは測地学的測量によるよりよき結果が得られているので、それらに取って代わられねばならないことを決して隠すつもりはない。

#### 訳注

\*1 アネロイド気圧計はイタリアのL. ビディが1843年に考案した気圧計。気圧を金属製の空盒(空き箱)で受け、気圧の変化につれて空盒が変形するのを拡大して表示する。目盛は水銀気圧計と比較して定める。アネロイドとは、水銀気圧計と違って<液体を用いない>という意味。温度の変化の影響を大きく受ける(清水, 1999a)。ラインが使用した2種類のアネロイド気圧計(ノーデ社気圧計とゴールドシュミット社気圧計)の違いはよく分からない。

\*2 ドイツ、ザクセン・アンハルト州の都市。大学都市として有名。

\*3 イタリアのE. トリチェリが1643年に発見した原理に基づく気圧計。一端を閉じたガラス管に水銀を満たし、開口端を水銀溜めに入れて管を鉛直に倒立させ、管内の水銀柱の高さによって気圧を測定する計器(清水, 1999b)。

第1表 J.J. ラインによる日本の高度測定結果

各表 (a~h) の表題の後ろの (1) ~ (8) は, それぞれ, ラインの第1番目~第8番目の旅行ルートを示す. 各表は数字の順ではなく, おおよそ地方別に配置. 表中, 一字下がりの地点名は街道からはずれたもの. 地点名の和名が不明の場合は原文のまま表記. ( ) 内の説明は原文により, [ ] 内の説明は訳者らによる.

a) 東海道に沿って東京から京都までの旅.  
1874年5月~6月(1)

No.	地点	標高(m)
1	東京日本橋	5
2	権太坂の上の大きな松(武蔵と相模の境)	53.9
3	保土ヶ谷(武蔵)	89.7
4	信濃坂(相模)	8
5	戸塚	9
6	Nibandakaka[二番鷹?]	60
7	清浄光寺(遊行寺)[藤沢市]	15
8	梅沢[二宮町]	23.8
9	小田原	11
10	湯本(箱根温泉)	57
11	塔ノ沢(箱根温泉)	196
12	宮の下(箱根温泉)	427
13	底倉(箱根温泉)	436
14	木賀(箱根温泉)	407
15	芦之湯(箱根温泉)	845
16	木賀と芦ノ湯の間の峠	852
17	底倉の上の噴気孔(小地獄)	656
18	芦之湯の噴気孔(硫黄山)	877
19	駒ヶ岳(箱根山地最高峰)	1345
20	箱根(芦ノ湖畔)	741
21	箱根峠(相模と伊豆の境の台:国境平)	855
22	山中(竹林の高度限界)[三島市]	515
23	富士見平(山中から柏原への道の茶屋)	470
24	柏原(駿河)	41
25	沼津(駿河, 狩野川の河口)	10
26	蒲原(駿河)	8
27	静岡(駿河の首府)	14
28	宇津ノ谷と藤枝の間の峠[宇津ノ谷峠]	123
29	佐夜の丘陵, 夜鳴石の側の僧院	187
30	Nikkawa[掛川?]	47
31	袋井	32
32	舞阪(浜名湊)	7
33	白須賀—細谷の丘陵(遠江と三河の境)	52
34	岡崎(三河の首府)	21
35	名古屋(尾張の首府)	8
36	瀬戸(尾張の有名な製陶工業地)	121
37	関(伊勢)	24
38	坂下[関町]	195
39	土山峠[鈴鹿峠](筆捨山の上)	371
40	石部(近江)	115
41	大津(近江の首府, 琵琶湖畔)	95
42	日ノ岡峠[京都山科区]	91
43	京都, 三条大橋	42
	京都東方の丘, Shononsuka	180
	四明岳(比叡山山頂)	825
	根本中堂(比叡山の主寺)	740
	比叡山東塔西山の茶屋 (琵琶湖と鴨川の間の尾根)	609

b) 五畿内, 紀伊, 伊勢および伊賀を通り,  
神戸を経て, 京都までの旅. 1875年6月(7)

No.	地点	標高(m)
1	高野山の高野(紀伊)	918.8
2	吉野(大和)	369
3	Kamiishi(吉野川)	190
4	高見峠(大和と伊勢の境)	844
5	青山(伊勢)	533
6	笠間峠(伊勢と伊賀の境)	516
7	阿保(あお)(伊賀)	273
8	阿保のサンショウウオ発見地	453
9	奈良(大和)	85

c) 東京から甲州へ, そして富士山への旅.  
1874年8月~9月(3)

No.	地点	標高(m)
1	府中. 六所明神の側	37
2	八王子	92.5
3	駒木野	202
4	小仏峠(武蔵と相模の境)	565
5	小原[相模原市]	236
6	吉野(東京と甲府の間点)[相模原市]	175
7	桂川の猿橋[大月市]	291
8	Sasanoyama峠(Kanego峠)[笹子峠]	1064
9	駒飼(甲州市)	614
10	勝沼(甲州市)	412
11	甲府(甲斐, 甲州の首府)	245
12	藤野木(甲府から富士山への道)	950
13	御坂峠	1563
14	河口, 郵便馬車駅	842
15	河口湖(河口の湖)	817
	富士山登山	
16	上吉田の神社の側(富士山北麓)	810
17	中の茶屋(1合目)	1078
18	馬返(原と森の境)	1450
19	3合目	1730.5
20	4合目	2142
21	5合目(森林限界)	2225
22	灌木限界	2442
23	7合目	2808
24	8合目	3270
25	9合目(富士山頂近くの薬師ヶ岳寺)	3672
26	駒ヶ岳(富士山最高峰)	3745
27	金明水(金の名水)	3560
28	火口底(金明水の167m下)	3393
29	須走口の植物限界	2367
30	須走口の御岳宿	2196
31	混合林中のノリウツギの上部限界	1664
32	須走口の馬返し	1510
33	須走の神社(富士山東側)[浅間神社]	835
34	御殿	479
35	御殿場(谷の最低点)	430
36	乙女峠(天の谷[鮎沢川]から箱根湖[芦ノ湖]へ)	1031
37	仙石原	639
38	木賀	407
39	芦之湯	857
40	箱根	721
41	畑[畑宿]	416
42	小田原(相模の首府. 海に面す)	11

第1表 続き.

d) 中山道に沿って御嶽まで, 名古屋へ, そして  
東海道に沿って京都までの旅. 1875年7月~8月(8)

No.	地点	標高(m)
1	上野の高崎	61
2	豊岡	89
3	安中	144
4	松井田	297
5	ナツメヤシおよびイチジクの高度限界	410
6	碓氷峠の麓の坂本	457
7	山中茶屋	916
8	上野と信濃の境の碓氷峠	1231
9	信濃の軽井沢	898
10	追分	980
11	岩村田	756
12	塩名田	695
13	中山道が千曲川を渡る	662
14	八幡	769
15	笠取峠	956
16	長久保	761
17	和田	907
18	東の茶屋	1530
19	和田峠	1642
20	西の茶屋	1356
21	諏訪湖畔の下諏訪	845
22	諏訪湖	802
23	塩尻峠	1067
24	塩尻. 町の中心	771
25	犀川にある松本	634
26	村井	665
27	洗馬	800
28	本山	847
29	贄川	921
30	奈良井	995
31	鳥居峠. 犀川と木曾川の分水界	1235
32	藪原. 木曾川左岸	961
33	宮ノ越	859
34	福島	782
35	合戸峠	951
36	(御嶽みたけ)御嶽(おんたけ)の麓	934
37	1番目の茶屋. 堆積岩と火山噴出物との境	1034
38	花崗岩の上部限界	1227
39	2番目の茶屋. 原と森の境	1564
40	クロマメノキおよびイワカガミの出現	1979
41	森林限界	2080.6
42	ツリガネソウの出現	2372
43	最初の雪痕(7月28日)	2406
44	3番目の茶屋. イワヒゲの始まり. 頂上へ	2645
45	4番目の茶屋(最高)	2748
46	御嶽最高点	3005
47	御嶽の2番目に高い地点	3004
48	上松	712
49	須原	531
50	野尻	564
51	三留野	457
52	妻籠	437
53	御坂峠(馬籠峠)	829
54	馬籠	732
55	美濃の国の落合	450
56	信濃と美濃の境の木曾川河床	420
57	中津川	336
58	茄子沢	345
59	月吉[瑞浪市]. 第三紀層	241
60	名古屋街道の高山[土岐市]	125
61	内津[多治見]	197
62	尾張の首府, 名古屋. 東海道	10

e) 京都から近江・美濃を通過, 北陸道・北国街道へ,  
そして中山道を通って東京までの旅. 1874年6月~7月(2)

No.	地点	標高(m)
1	京都	42
2	琵琶湖畔の大津	95
3	琵琶湖畔の長浜	106
4	美濃の中山道, 関ヶ原. 有名な合戦場	133
5	垂井	51
6	赤坂. フズリナ大理石	24
7	美江寺	18
8	加納	20
9	岐阜	25
10	稲葉山. 岐阜の丘陵	155
11	岐阜川(郡上川)のKodzuchi	102
12	牧谷[板取川下流部]の御手洗	132
13	梅原. トチノキの下方限界	199
14	八幡	258
15	白鳥	410
16	美濃と越前の境の油坂峠. 北緯35° 53' 6", 東経136° 51' 32"	785
17	九頭竜川上流の原	660
18	越前の大野	135
19	越前の福井	23
20	加賀の大聖寺	12
21	山代村の温泉地	77
22	小松	15
23	小松から白山への道にある三坂峠	259
24	別宮	215
25	濁澄川[尾添川]と手取川の合流点. 蚊の限界	295
26	Shinamuraと牛首の間. ジュラ紀(Dogger)層	402
27	手取溪谷上流の中心地, 牛首	485
28	白山山麓の温泉地, 一の瀬	910
29	加賀と飛騨の境の白山	2720
30	奥の院のそばの白山第2の高峰	2704
31	越前村の茶屋	2500
32	白山. 安山岩と礫岩の境	2290
33	手取川[下流部]の吉野村	240
34	手取川[下流部]の鶴来	142
35	加賀の首府, 金沢. 手取川[犀川]沿い	47
36	越中の高岡	16
37	越中の首府, 富山	10
38	越後の青海. 日本海沿い	5
39	越後の高田	62
40	越後の新井. 北国街道(信州街道)沿い	66
41	関山	375
42	二俣と野尻の間の二俣峠	698
43	芙蓉湖[野尻湖]畔の野尻	652
44	野尻と小古間の間の野尻峠	704
45	信濃の牟礼	487
46	信濃の首府, 長野の善光寺	417
47	Tambashimaの千曲川河床	352
48	上田	475
49	田中	536
50	浅間山山麓の小諸	701
	小諸の上の原の鳥居松からの浅間山登山	1372
	牙山の硫黄・鉄冷泉	1965
	古期の火口底の湯の平	2230
	上部円錐丘上の中央火口縁	2431
	最新期, 最高の火口縁	2527
51	中山道の追分	980

第1表 続き.

f) 日本の北部, 奥州と出羽を通る旅. 1874年9月~12月(4)

No.	地点	標高(m)
1	日本橋(東京)	5
2	幸手	9
3	古河	16
4	小山	30
5	雀の宮	92
6	宇都宮(下野の首府)	127
7	徳次郎	198
8	大沢	278
9	今市	407
10	鉢石(日光村下流部)	605
11	大谷川に掛かる橋(日光)	629
12	Gosaka-toge	852
13	Fudosaka-toge	1350
14	葦殿滝(大谷川の流出による滝)	1310
15	中禅寺湖, 男体山(二荒山)の麓	1340
16	男体山(針葉樹林と広葉樹林の境)	1921
17	ツガの森(ツガ)の始まり	2278
18	男体山(二荒山)の最高峰	2541
19	中禅寺湖と湯元の間のお花畑[戦場ヶ原]	1460
20	湯元(熱い硫黄泉)	1531
21	大原(会津街道, 鬼怒川温泉)	413
22	藤原	434
23	高原峠	690
24	高原	510
25	鹿の湯(高原山の麓の単純泉)[川治温泉]	497
26	五十里	615
27	横川	802
28	山王峠(下野と会津の境)	936
29	山王茶屋(会津)	781
30	糸沢	620
31	田島(大きなサイカチのそば)	591
32	樽原(クニッピングによれば中原)	524
33	黒谷(クニッピングによれば倉谷)	526
34	氷玉峠(Uchu-toge)	943
35	関山	310
36	本庄[本郷?](製陶工場)	317
37	若松	263
38	滝沢峠	533
39	猪苗代湖畔のShijimi	563
若松から米沢へ, そして奥州街道を仙台まで		
40	塩川	249
41	Kumadaniyoki[熊倉?]	252
42	大塩(39°Cの温かい塩類泉)	486
43	Kaya-toge[白布峠?]	909
44	米沢	271
45	大沢	497
46	板谷	587
47	板谷峠	794
48	李平(すももだいら)	615
49	庭坂	118
50	福島(信夫橋(奥州街道))	67
51	桑折(こおり)	78
52	藤田	74
53	越河(こすごう)	177
54	斎川	126
55	白石	50
56	宮	29
57	大河原	19
58	Funabasa[船岡?]	14
59	岩沼(阿武隈川畔)	5
60	増田	6
61	広瀬橋	15
62	仙台(奥州の首府)	42

No.	地点	標高(m)
仙台から太平洋へ, そして北へ釜石まで		
63	石川村	50
64	多賀城の碑(多賀城記念碑)	57
65	塩竈(仙台湾に面す)	6
66	松島(村)	4
67	小野(鳴瀬川左岸)	18
68	石巻(北上川に面す)	5
69	柳津(やないづ)	11
70	Kasegai-no-mura(Kasegaiの低地)	27
71	志津川(太平洋に面する小都市)	6.5
72	気仙沼	5
73	盛	11
74	大峠	423
75	吉浜	5
76	釜石(太平洋に面する北緯39° 18'の小都市)	7
釜石から盛岡を通して日本海岸の秋田へ		
77	大橋(釜石の鉄工場)	158.4
78	大橋の磁鉄鉱鉱床	650
79	遠野と達管部(たつそべ)の間の峠(目測による)	550
80	大迫	109
81	盛岡(北上川沿い)	97
82	一本木(岩鷲山[岩手山]の麓)	275
83	原のスズラン	500
84	原の上限および陰しい山の始まり	574
85	橋場[雫石町]	313
86	国見峠(太平洋と日本海の分水界の最高点)	873
87	生保内(おほない)	217
88	角館	32
89	秋田	17
秋田から日本海に沿って新潟へ		
90	平沢(鳥海山の溶岩・凝灰岩)[にかほ市]	12
91	小砂川(鳥海山の溶岩・凝灰岩)[象潟町]	15
92	酒田	9
93	大山[羽前大山]	21
94	Tobira-saka峠(目測による)	250
95	中村のウルシ(目測による)	200
96	葡萄	215
97	村上	32
98	新潟	3
99	新潟砂丘	12
新潟から三国峠を越えて東京へ		
100	Tochihara-toge	255
101	清津川の三俣[湯沢町]	574
102	二居峠[湯沢町]	953
103	二居(ふたい)[湯沢町]	766
104	火打坂[湯沢町]	942
105	浅貝[湯沢町]	961
106	三国峠(越後・上野・信濃, 三国の境に近い). 信濃川と利根川の間分水界	1323
107	三国峠の茶屋(上野)	1327
108	トチノキとサルスベリの出現	1255
109	永井(上野, 三国山麓)[みなかみ町]	815
110	赤谷川の相俣[みなかみ町]	600
111	竹林の高度限界	650
112	切ヶ久保峠[みなかみ町と高山村の境]	860
113	中山[高山村]	604
114	中山峠[高山村]	322
115	渋川	209
116	上野の高崎	67

第1表 続き.

## g) 九州島および天草島を通る旅. 1875年4月～5月(5)

No.	地点	標高(m)
長崎から有田, 佐賀, 熊本, 島原を通り, 長崎まで		
この旅行での高度決定は, 天候不順のためと, 道が著しい高さに上ったことがなかったため, 確かな結果が得られなかった.		
長崎から天草を経て薩摩, 大隅, 日向および豊後へ		
1	長崎	3
2	天草, 富岡, 志岐村の炭鉱	27
3	天草の冷泉, 下島の深海(ふけ)	20
4	天草, 高浜の輝安鉱山	169
5	天草, 高浜と崎津の間の峠	317
6	天草, 魚貫(おにき)炭鉱	47
7	牛深. 天草から阿久根に向かう渡船場.	7
8	薩摩, 阿久根	8
9	薩摩, 苗代川の朝鮮人村	37
10	薩摩の首府, 鹿児島	9
11	日当山(Hinatayama)の湯(大隅)	20
12	湯之野温泉(霧島山の硫黄泉)	844
13	ツバキの高度限界	980
14	竹林の高度限界	910
15	霧島	465
16	霧島山, 火口縁	1469
17	霧島山最高峰の高千穂. 有名な天の逆針を持つ	1672
18	高千穂の北, 日向に向かう峠	1061
19	日向の野尻	175
20	日向の高鍋	29
21	葛葉と重岡の間(日向と豊後の間)の峠	441
22	豊後の重岡	208
23	三国峠. 3国(岡, 佐伯, 臼杵)の大名支配の境	647
24	豊後の首府, 府内	11
25	佐賀関(町の鞍部). 豊後灘を越えて四国の八幡浜に向かう渡船場	7

## h) 四国島を横断する旅. 1875年5月(6)

No.	地点	標高(m)
1	伊予の八幡浜	8
2	大洲	75
3	八幡浜と大洲の間の峠[夜屋峠]	358
4	二名(にみょう)	541
5	伊予のHiwada-toge	804
6	東川	477
7	伊予と土佐の間の峠[大茅峠]. 松山から高知への道	835
8	土佐の首府, 高知	7
9	土佐と伊予の間の峠[笹ヶ峰峠]. 高知から川之江への道	1105
10	土佐側の茶屋	844
11	伊予側の茶屋	982
12	ツバキと共に, <i>Fagus Sieboldi</i> およびクルマバソウ	970
13	平山峠	1100
14	Kinrio[琴平山?]中腹の金刀比羅宮. 讃岐の多度津から3里	206

- \*4 交会法ともいう。2点以上の既知点から目標を視準し、視準方向が交わる点を目標の位置として定める測量方法(田島, 1983)。  
\*5 リュールマンの公式およびヘルツェルの公式の内容は不明であり、従って、これらの公式による計算結果の取り扱いの文章もよく理解できない。

**謝辞:** 訳者らが翻訳に用いた原論文は、ドイツ日本研究所が所蔵するペーターマン地理学報告のコピーである。同報告の閲覧・複写にあたってお世話になった同研究所図書室の堀越葉子氏に厚くお礼を申し上げる。

## 文 献

- 楠根重和 (2001) ライン博士 その 1 (ライン博士の日本観と足跡). 金沢法学, 43 (3), 165-197.
- 楠根重和 (2002) ライン博士 その 2 (ライン博士と日本). 金沢法学, 44 (2), 229-286.
- 野村正雄 (2013) シーボルトは富士山などを何時どのように測高したか. 鳴滝紀要, 23, 1-16.
- Rein, J. J. (1874) Naturwissenschaftliche Reisestudien in Japan. *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, 1, 6, 60-61.
- Rein, J. J. (1875a) Dr. Rein's Reise in Nippon, 1874. *Petermann's Mittheilungen*, 21, 214-222.
- Rein, J. J. (1875b) Naturwissenschaftliche Reisestudien in Japan (Fortsetzung). *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, 1, 7, 21-29.
- Rein, J. J. (1876) Reise von Tokio nach Kioto in Japan. *Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*. 3, 51-52, 60-66.
- Rein, J. J. (1879a) Höhenbestimmungen in Japan während der Jahre 1874 und 1875. *Petermann's Mittheilungen*, 25, 292-297.
- Rein, J. J. (1879b) Der Fuji-no-yama und seine Besteigung. *Petermann's Mittheilungen*, 25, 365-378.
- Rein, J. J. (1880) Der Nakasendo in Japan, nach eigenen Beobachtungen und Studien im Anschluss an die Itinerar-Aufnahme von E. Knipping und mit Benützung von dessen Notizen. *Petermann's Mittheilungen, Ergänzungsheft*, 39, S. 38.
- Rein, J. J. (1881) *Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der Königlich Preussischen Regierung dargestellt*. Bd. 1, *Natur und Volk des Mikadoreiches*. Leipzig, 630p.
- Rein, J. J. (1886) *Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der Königlich Preussischen Regierung dargestellt*. Bd. 2, *Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Handel*. Leipzig, 678p.
- 清水逸郎 (1999a) アネロイド気圧計. 浅井富雄・内田栄治・河村 武 (監修), 増補・平凡社版「気象の事典」. 東京, 100.
- 清水逸郎 (1999b) 水銀気圧計. 浅井富雄・内田栄治・河村 武 (監修), 増補・平凡社版「気象の事典」. 東京, 278.
- 田島 稔 (1983) 測量用語事典. 山海堂, 東京, 326p.
- 山田直利・矢島道子 (2017) J. J. ライン著「中山道旅行記」邦訳 (その 1). GSJ 地質ニュース, 6, 195-201.
- 山田直利・矢島道子 (2018) J. J. ライン著「ライン博士の 1874 年日本旅行」邦訳. 地学雑誌, 127, 805-822.
- 山田直利・矢島道子 (2019) J. J. ライン著「東京から京都への旅」邦訳—明治初年, ドイツ人地理学者が見た高地山岳地帯「信濃」とその周辺—. 伊那谷自然史論集, 20, 11-20.
- 山崎直方 (1925) ライン先生とライン文庫. 地理学評論, 1, 583-598.
- 
- YAMADA Naotoshi and YAJIMA Michiko (2019) Japanese translation of "Höhenbestimmungen in Japan während der Jahre 1874 und 1875" (Rein, 1879). Appendix: The whole routes of J. J. Rein's journey in Japan.
- 

(受付: 2019 年 6 月 11 日)



## 二宮 啓 (にみや ひろ)

活断層・火山研究部門 地震災害予測研究グループ

2019年4月より修士型採用で活断層・火山研究部門 地震災害予測研究グループに配属されました二宮啓と申します。私は九州大学の地球環境工学科を卒業し、同大学院の地球資源システム工学専攻で修士課程を修了しました。これまでは、微動という非常に小さい波を使って地下を可視化する研究を行ってきました。地下を可視化することで、地震時の地下の変化や被害の起きやすい地下構造を推定することができます。私自身、新潟県で生じた中越地震と中越沖地震に被災しており、災害の恐ろしさを体験しております。将来起こりうる地震の恐怖を少しでも減らしたいという気持ちで研究に取り組んでいきます。これまでは、研究室にこもって解析をすることが多かったですが、GSJではフィールドに出て実際に調査を行うことが増えるということで、より地域に沿った研究を行いたいと考えています。まだまだ知識も経験も少なく未熟者ですが、精一杯頑張ります。よろしくお願いします。

(写真は、研修で行った筑波山で梅澤さんに撮ってもらいました。ピントは石野さんに持っていかれました。お団子が美味しかったです。)



## 鈴木 克明 (すずき よしあき)

地質情報研究部門 海洋地質研究グループ

地質情報研究部門 海洋地質研究グループに特別研究員として配属になりました鈴木克明です。2017年3月に東京大学で学位を取得し、その後2年間は早稲田大学で助手として働いていました。研究所に勤務するのは今回が初めてとなります。

近年、「観測史上初」といった形容詞がつくような大規模災害が頻発していますが、こうした災害は文字通り近代社会がほとんど経験していないので、経験則に従った対策を立てることが困難です。そこで堆積物などの地質記録に保存された情報が重要になってきます。例えば私の研究してきた福井県水月湖では、洪水が発生すると河川から大量の泥が湖に流入し、灰色の層を作ります。これをより古い時代の堆積物にまで追いかけることで、過去数万年分の洪水の履歴を辿ることができます。

産総研では沿岸域で反射法音波探査を行い、活断層分布等を調べるプロジェクトに携わることになりました。これまでは堆積物コアの観察や分析を行ってきましたが、今後は新しい手法と観点から防災・減災に貢献する研究をしたいと考えています。





## 西方 美羽 (にしかた みう)

地圏資源環境研究部門 地圏化学研究グループ

地圏資源環境研究部門 地圏化学研究グループに修士型研究員として配属になりました西方美羽と申します。出身は北海道で、北海道大学工学部環境社会工学科資源循環コースを卒業した後、同大学工学院環境循環システム専攻にて修士課程を修了しました。

大学では太古代に形成された縞状鉄鉱層という化学堆積岩の形成プロセスの解明を目的として、露頭から採取された岩石薄片試料の電子顕微鏡観察や高温高压型フロースルー実験装置を用いた鉱物の熱水変質実験を行ってきました。また、ミャンマーや秋田県の鉱山でのフィールド調査に参加したり、部活動として行っていたオリエンテーリングというスポーツを通じて山の中で地図を読み動き回るといった経験もしてきました。

今後は、室内実験により培った地球化学的分析や電子顕微鏡観察の技術を生かすことはもちろんですが、今まで経験することの出来なかった自分の足でフィールドをまわりサンプルを採取して分析するという活動的な研究も行っていけたらと思います。まだまだ未熟な点も多いと思いますが、ご指導ご鞭撻の程よろしくお願いたします。



## 高下 裕章 (こうげ ひろあき)

地質情報研究部門 海洋地質研究グループ

地質情報研究部門 海洋地質研究グループの高下裕章です。2019年3月に東京大学新領域創成科学研究科自然環境学専攻で博士号を取得し、4月から産総研特別研究員として勤務しております。

これまでの研究では、アクティブで大規模な変形構造を求めて、沈み込み帯の研究をしていました。博士課程では、海洋プレート表面の凹凸が浅部プレート境界での断層形成と断層強度にどのような影響を与えるかを、地形解析とアナログモデル実験(砂箱実験)の2つの手法からアプローチしていました。砂箱実験は国内では非常にマイナーですが、実は近年CTスキャンや画像解析など材料系の研究技術が取り入れられ、発達途上のホットな手法の1つです。

これまでは既存の観測情報に基づく解析やモデル実験という研究でしたが、これからの産総研での業務は、その基となる海洋の物理探査という観測業務が主な仕事になります。1から10まで新しく勉強することが多いですが、観測から解析・実験を組み合わせた幅のある研究ができるようになると思うと楽しみです。皆様これからよろしくお願致します。





## 松下 慎 (まつした まこと)

地圏資源環境研究部門 地圏微生物研究グループ

地圏資源環境研究部門 地圏微生物研究グループに特別研究員として配属された松下慎です。2018年3月に静岡大学 創造科学技術大学院 環境・エネルギーシステム専攻で学位を取得し、その後の1年間を海洋研究開発機構 生物地球化学研究分野にポスドクとして在籍しました。これまでの研究対象は、地下1,000 m以深の地下帯水層や、富栄養状態の淡水湖に生息する微生物たちで、その中でも有機物を分解してメタンを生成する微生物たちの生態や活性の解明を行ってきました。静岡大学在籍中は微生物学と地球化学に基づく研究手法を用いていましたが、海洋研究開発機構に入構後は新たに有機化学に基づく分析法を研究に取り入れていました。これからも様々な角度からの視点を持つことで、陸域から地下圏まで広がる微生物ワールドの実態を紐解いていき、彼らの存在が地球環境や我々の生活にどのような影響力を持っているのか、解明していきたいと考えています。



## 飯島 真理子 (いじま まりこ)

地質情報研究部門 海洋環境地質研究グループ

今年度より地質情報研究部門 海洋環境地質研究グループに特別研究員として配属されました飯島真理子と申します。私は北里大学大学院海洋生命科学研究科で今年の3月に学位を取得し、イノベーションスクール13期生で採用されました。大学では陸域から海域へ流入した栄養塩がサンゴ稚ポリプの骨格形成に及ぼす影響について研究してきました。一般的にサンゴ礁は栄養塩の少ない海域に生息しているため、陸域からの過度な栄養塩の供給はサンゴの成育に悪影響を及ぼすと考えられています。しかし、生活排水や農業排水に含まれる窒素やリンなどの栄養塩の排出量には、サンゴ礁保全を目的とした環境基準がありません。その理由は、栄養塩がサンゴの成育に及ぼす影響が科学的に解明されていないためです。そこで私は、コユビミドリイシの稚ポリプを用いて、栄養塩の影響を調べました。すると、リン酸塩が骨格表面に吸着・蓄積することで、稚ポ



リプの骨格形成を阻害していることが明らかになりました。

今後は実際に陸域から流出してきた栄養塩との関係を明らかにしていきたいと考えております。今後とも精進してまいりますので、ご指導ご鞭撻のほど、何卒宜しくお願い致します。

## 深海—— 極限の世界

生命と地球の謎に迫る

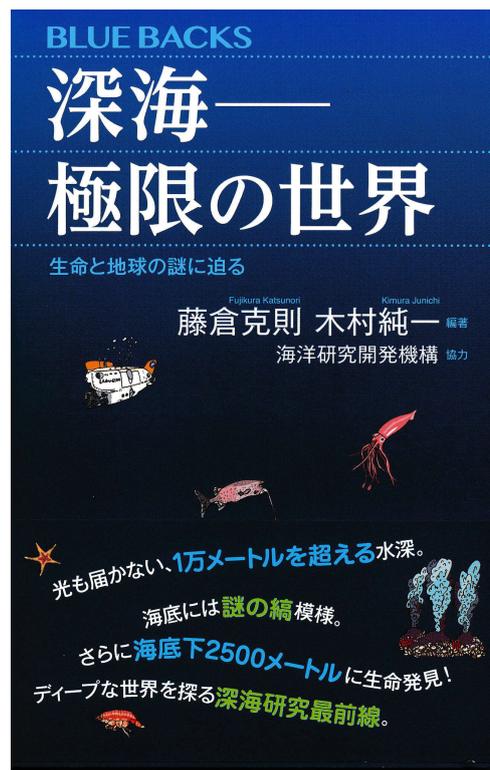
藤倉克典・木村純一 [編著]

講談社 (ブルーバックス)  
発売日：2019年5月16日  
定価：本体1,100円＋税  
ISBN-13: 978-4065160428  
17.4 x 11.4 x 1.4 cm 並製  
296 ページ

地球の表面積の約70%を占める海洋は、我々の生活にとって必要不可欠な存在である。四方を海に囲まれた日本の国土は狭い。しかし、陸域を取り囲む領海と排他的経済水域を含めると世界ランク6位の一大海洋国家である。海洋のうち、海洋生物学的には水深200m以深、地形学的には概ね大陸棚より深い海域を深海と定義している。深海の面積は海洋の80%を占めているが、21世紀の科学技術を持ってしても、膨大な水塊と高水圧に阻まれた極限環境での探査は過酷であり、また大深度の潜行が可能な潜水艇や探査船を保有する国は限られることから、深海のほとんどは未だ漆黒の闇の中にあるといえる。ゆえに深海は、我々人類にとって宇宙に匹敵するサイエンスフロンティアなのである。

人類の深海研究は1872年のイギリスのチャレンジャー号探査航海による深海研究にその萌芽を観ることができ、日本も海洋国家として、科学技術の粋を極めた潜水調査船“しんかい6500”や地球深部探査船“ちきゅう”を建造して、深海研究を長年にわたって国際的にリードしてきた。それを主導してきた組織の一つが国立研究開発法人である海洋研究開発機構(以下、JAMSTEC)である。本書ではJAMSTECに所属する新進気鋭の研究者たちが、最近の深海研究の様々な成果をオムニバス形式で1冊の本にまとめている。

本書の編著者は藤倉克典博士と木村純一博士であり、総



勢10名のJAMSTECの研究者や技術者が各章の執筆を分担している。総じてその文章は、実際に調査船に乗り現場でサンプルやデータを採取した研究者や技術者が執筆したもので、その文面にはon boardの臨場感に溢れている。

本書の構成は、以下の通りである。

### 序章 深海の入り口

### 第1章 深海と生命

- 1.1 潜水調査船で深海生態系を観る / 1.2 化学合成生態系とは / 1.3 共生がもたらす進化いろいろ / 1.4 生命の起源と地球外生命 / 1.5 海底下生命圏

### 第2章 深海と地震

- 2.1 プレートテクトニクスは深海から / 2.2 巨大地震は深海で起こる / 2.3 東北地方太平洋沖地震はこうして起きた / 2.4 地震・津波発生のメカニズムに地震断層を掘り抜いてせまる / 2.5 南海トラフはどうなる

### 第3章 人類と深海

- 3.1 海洋酸性化と深層循環 / 3.2 鉱物・エネルギー資源 / 3.3 地球の危機と生物多様性のかかわり / 3.4 地震・津波が深海に運んだもの / 3.5 海のプラスチック問題

第1章「深海と生命」では、深海の生物について、“しんかい6500”がたどった水深6,300mまでの探査風景を



記録動画のように記述している。そこで発見された光合成を必要としない深海底の化学合成生態系の存在は未知なるパラダイスであり、生物学的にも地質学的にも革命的なものであった。さらに近年、海底下 2.5 km の深海掘削で得られた岩石中にも生物が存在することが判明し、地下生物圏と呼ばれ研究が進められている。これら深海研究でわかってきた極限環境における生命起源に加えて地球外生命についても章末に論じている。

第 2 章「深海と地震」では、巨大地震の発生メカニズムに迫る深海研究が紹介されている。“ちきゅう”を用いて、2011 年東北地方太平洋地震発生直後に、水深 7,000 m の日本海溝からさらに海底下 1,000 m を掘削し、この地震を引き起こした震源断層から直接サンプルを得るという前代未聞のオペレーションが実施された。この IODP 第 343 次航海 (JFAST I) での臨場感溢れる描写を交えて、日本海溝の深海底で何が起きたのかについて詳しく解説している。さらに、2007 年に開始され今年終了した南海トラフ地震発生帯掘削計画による研究成果についても紹介されている。

第 3 章では、水産資源、各種の海底鉱物資源と地球温暖化・海洋酸性化現象などを軸に、人類が深海からどのような影響を受け、また今後受けつつあるのかについて解説している。また昨今話題にあがっている海洋プラスチック問題についても章末で言及している。

巻頭には 8 ページのカラーグラビアが、巻末には索引や参考文献リストが付記されており、初学の方が読まれても理解しやすく工夫されている。

本書の巻頭に編著者によって書かれているように、2013 年と 2017 年に東京上野の国立科学博物館において、深海をテーマとした特別展が開催された。この特別展にはのべ 60 万人超の来場者があり、日本人が海洋研究に関して深い関心を持つことをうかがい知ることが出来る。その内容を科学的にさらに深く掘り下げ、より解りやすく解説したのがこの新書の内容と言えよう。

我々のようなプロの研究者の視線から見ると、深海展の特別展企画にしても、本書のような多数の読者が期待する新書の出版にしても、JAMSTEC の国民に対するアウトリーチ戦略がよく見て取れる。これは深海研究に不可欠な膨大な研究費の成果を納税者である国民に解りやすく還元した好例とも言える。もちろん私の所属する産総研 地質調査総合センターでも GSJ 地質ニュースで紹介されるような活発なアウトリーチ活動は行われているが、その視点や方法に学ぶことが多いと考える。今後我々の組織も、このような国民に直接アピールするアウトリーチ企画を考え、実践してみることも必要であると感じた次第である。

(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 名和一成  
委員 井川怜欧  
児玉信介  
竹田幹郎  
落唯史  
小松原純子  
伏島祐一郎  
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8巻 第9号  
令和元年9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 : Yoshinori Miyachi  
Deputy Chief Editor : Kazunari Nawa  
Editors : Reo Ikawa  
Shinsuke Kodama  
Mikio Takeda  
Tadafumi Ochi  
Junko Komatsubara  
Yuichiro Fusejima  
Rie Morijiri

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. 8 No. 9  
September 15, 2019

**Geological Survey of Japan, AIST**

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

## 五台山から見た高知市街地と次の南海トラフ地震への備え

[cover photo](#)



ごだいさん

五台山は高知市南東方に位置する景勝地であり、ここからは高知市街地や高知港が一望できる。高知市街地は一見すると内陸の盆地に位置するようにも見えるが、その南端には浦戸湾が導通しており、太平洋に通じている。1946年12月21日に起こった昭和南海地震(M8.0)によって、この地は大きなダメージを受けた。この時の津波高は0.5m程度であったが、地震時の地盤沈下が相まって、長期間にわたって滞水状態となった。現在でも市街地の多くは標高0~2mであり、既に、次の南海トラフ地震に備えて、対策が推し進められている。

(写真・文：産総研地質調査総合センター地質情報研究部門 七山 太)

The urban area of Kochi City photographed from Mt. Godaisan and measures for the next Nankai Trough earthquake. Photo and Caption by Futoshi NANAYAMA